

大 阪 大 学  
接 合 科 学 研 究 所  
年 次 報 告

2016年度

**Joining and Welding Research Institute**  
**Osaka University**



## ご 挨 拶

大阪大学接合科学研究所 所長 南 二三吉

2016年度（平成28年度）の年次報告をお届け致します。

2016年度から第3期中期計画が始まり、各国立大学は、強み・特色を最大限に生かし、自ら改善・発展する仕組みを構築することが求められています。各部局にも、「部局の強み・特色を生かす基本理念」の策定が求められており、接合科学研究所では、溶接・接合研究のメッカとしての求心力に磨きをかけるべく、2016年4月1日に改組を行い、溶接・接合を科学的視点から捉えた基盤研究を担う「接合プロセス研究部門」、「接合機構研究部門」、「接合評価研究部門」の3研究部門と、ナノ・メゾの視点で材料加工の未来を切り開く「スマートプロセス研究センター」からなる研究所として、それぞれの役割を明確にしました。

それによって、2009年に文部科学省から認定された「接合科学共同利用・共同研究拠点」としての強みを最大限に活かし、国内外の大学・中立研究機関と質の高い共同研究、および拠点間連携研究を推進するとともに、「地域に生き世界に伸びる」を旗幟とした産学共創研究を展開します。

2016年度の特筆した取組みとしては、本研究所が中心となって、東北大学金属材料研究所、東京工業大学フロンティア材料研究所、名古屋大学未来材料・システム研究所、東京医科歯科大学生体材料工学研究所、早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構の6大学6研究所の連携による「学際・国際的高度人材育成ライフィノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト」をスタートさせ、共同利用・共同研究拠点を含む全国的な拠点間連携による学際融合・異分野融合研究を推進しました。また、広島大学大学院工学研究院と拠点間連携を結び、溶接・接合を含む「ものづくり科学」の発展に資する産学官共同研究を実施しました。

産学共創研究では、所内に新たに「高度ジョイント生産システム構築」共同研究部門を設置し、既設の2つの共同研究部門とのスパイラルによる応用・実用化研究を展開しました。

国際協働では、ハノイ工科大学にJWRI オフィスを設置し、女性常勤職員を駐在させてASEAN諸国のネットワーク強化を図ると共に、文部科学省特別経費による「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」を推進し、現地日系企業と連携を図りながら、5ヶ国5機関（インドネシア大学、ハノイ工科大学、ヤンゴン工科大学（ミャンマー）、カセサート大学（タイ）、南洋理工大学（シンガポール））でカップリングインターンシップ(CIS)による実践型グローバル人材育成活動を展開しました。

2017年4月1日に第14代接合科学研究所長に就任し、その任務と責任の大きさを両肩で感じておりますが、研究所の設立理念を高く掲げ、溶接・接合分野のコミュニティに開かれた世界屈指の研究拠点としての地位を不動のものにすべく、所員一同の力を結集して努力していく所存です。年次報告書をご一読いただき、研究所の活動として不十分な点や改善すべき箇所など、お気づきの点がございましたら、ご遠慮なく下記メールアドレスまでご連絡を賜りますよう宜しくお願い申し上げます。

メールアドレス：minami@jwri.osaka-u.ac.jp

# 目 次

組 織	
1. 1 研究所職員 .....	1
1. 2 人 事 .....	5
1. 3 運営委員会委員 .....	8
1. 4 共同研究運営委員会委員 .....	9
予 算	
2. 予 算 .....	11
研究業績	
3. 研究業績 (研究業績件数表) .....	15
分野別活動成果と自己評価	
接合プロセス研究部門	
エネルギー制御学分野 .....	17
エネルギー変換機構学分野 .....	37
加工プロセス学分野 .....	51
レーザプロセス学分野 .....	67
接合機構研究部門	
溶接機構学分野 .....	79
接合界面機構学分野 .....	93
複合化機構学分野 .....	119
接合評価研究部門	
接合構造化解析学分野 .....	137
接合構造化評価学分野 .....	149
接合設計学分野 .....	169
信頼性評価・予測システム学分野 .....	189
スマートプロセス研究センター	
スマートコーティングプロセス学分野 .....	197
ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野 .....	215
スマートグリーンプロセス学分野 .....	233
接合界面微細構造解析室 .....	245
日立造船先進溶接技術共同研究部門 .....	247
大阪富士工業「先進機能性加工」共同研究部門 .....	253
「高度ジョイント生産システム構築」共同研究部門 .....	259
学際・国際的高度人材育成ライフイノベーション マテリアル創製共同研究プロジェクト拠点 .....	261
広域アジアものづくり技術・人材高度化研究センター 極限環境対応グローバル接合部門 .....	265
国際連携溶接計算科学研究拠点 .....	269
溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点 .....	273
研究集会等	
5. 1 研究集会 .....	277
5. 2 特別講演会 .....	280
5. 3 共同研究員・共同研究成果発表会 .....	281
5. 4 第2回6大学連携プロジェクト公開討論会 .....	282
国際交流	
6. 1 国際交流協定締結大学等 .....	283
6. 2 海外出張・研修 .....	286
6. 3 来訪者 .....	296
ニュース	
7. 1 接合科学研究所第13回産学連携シンポジウム .....	301
7. 2 南洋理工大学 (シンガポール) との国際合同会議 .....	302
7. 3 タイ国立金属材料技術研究センターとの国際合同会議 .....	303
7. 4 Visual-JW2016: The International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation .....	304
7. 5 インドネシア大学とのワークショップ .....	305
7. 6 東京セミナー「界面科学の理解を通じた新奇な材料・プロセス研究」 .....	306
7. 7 第4回広域アジア事業シンポジウム .....	307
7. 8 外国人研究員紹介 .....	308

## 1.1 研究所職員

(H 29.3.1 現在)

所長 (兼)		[先端基礎科学分野]	
教授	田 中 学	招へい教授	高 木 節 雄
秘書 (派遣職員)	吉 村 淳 子	接合機構研究部門	
副所長 (兼)		[溶接機構学分野]	
教授	節 原 裕 一	教授	伊 藤 和 博
教授	南 二 三 吉	講師 (兼)	高 橋 誠
		助教	小 濱 和 之
接合プロセス研究部門			
		[接合界面機構学分野]	
[エネルギー制御学分野]		教授	藤 井 英 俊
教授	田 中 学	准教授	柳 楽 知 也
准教授	茂 田 正 哉	特任准教授	孫 玉 峰
助教	田 代 真 一	特任准教授	森 貞 好 昭
事務補佐員	増 田 万 里	助教	劉 恢 弘
		特任研究員	IMAM MURSHID
[エネルギー変換機構学分野]		特任研究員	青 木 祥 宏
教授	節 原 裕 一	特任研究員	LEE SEUNGJOON
特任教授	斧 高 一	事務補佐員	山 下 佳 子
准教授	内 田 儀 一 郎	事務補佐員	橋 本 佳 代
助教	竹 中 弘 祐		
		[複合化機構学分野]	
[加工プロセス学分野]		教授	近 藤 勝 義
招へい教授	中 西 保 正	招へい教授	馬 玲
准教授	塚 本 雅 裕	准教授	梅 田 純 子
特任研究員	佐 藤 雄 二	特任准教授 (常勤)	LI SHUFENG
特任研究員	東 野 律 子	特任研究員	堀 江 光 雄
特任研究員	升 野 振 一 郎	特任研究員	村 木 義 徳
事務補佐員	小 林 初 芽	特任研究員	藤 井 寛 子
事務補佐員	古 本 麻 実 子	特任研究員	SHEN JIANGHUA
		特任研究員	CHEN BIAO
[レーザプロセス学分野]		特任研究員	南 谷 良 二
准教授	川 人 洋 介	特任研究員	刈 屋 翔 太
特任研究員	GANES SHUKRI	事務補佐員	武 田 寛 子
特任研究員	WANG HONGZE		
事務補佐員	下 小 牧 智 子		

接合評価研究部門

[接合構造化解析学分野]

准教授 芹 澤 久  
事務補佐員 藤 本 紀 子

[接合構造化評価学分野]

教 授 南 二三吉  
助 教 高 嶋 康 人  
事務補佐員 三 村 さおり

[接合設計学分野]

教 授 (兼) 南 二三吉  
招へい教授 豊 貞 雅 宏  
准教授 堤 成 一 郎  
特任研究員 FINCATO RICCARDO

[信頼性評価・予測システム学分野]

教 授 井 上 裕 滋  
准教授 門 井 浩 太

スマートプロセス研究センター

センター長 (教授 (兼)) 節 原 裕 一

[スマートコーティングプロセス学分野]

教 授 内 藤 牧 男  
准教授 阿 部 浩 也  
助 教 小 澤 隆 弘  
特任研究員 (常勤) 近 藤 光  
事務補佐員 藤 井 匡 江  
派遣職員 福 山 香 代  
派遣職員 來 間 和 男  
派遣職員 植 原 邦 佳

[ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野]

准教授 桐 原 聡 秀

[スマートグリーンプロセス学分野]

准教授 西 川 宏  
特任研究員 OMID MOKHTARI

特任研究員 ROH MYONGHOON

特任研究員 KIM MIN-SU

招へい研究員 小日向 茂

事務補佐員 高 橋 里 実

[接合界面微細構造解析室]

講 師 高 橋 誠

[日立造船先進溶接技術共同研究部門]

招へい教授 北 側 彰 一

招へい教授 片 山 聖 二

特任准教授 (常勤) 中 谷 光 良

招へい准教授 原 田 浩 希

特任助教 (常勤) 阿 部 洋 平

招へい研究員 佐々木 要 輔

招へい研究員 勝 木 誠

[大阪富士工業「先進機能性加工」共同研究部門]

特任教授 阿 部 信 行

特任准教授 (常勤) 山 崎 裕 之

特任助教 (常勤) 林 良 彦

招へい研究員 米 山 三樹男

招へい研究員 辰 巳 佳 宏

[「高度ジョイント生産システム構築」共同研究部門]

招へい教授 椋 田 宗 明

特任准教授 (常勤) 甘 崎 哲 也

招へい研究員 山 口 博

招へい研究員 池 田 卓 矢

招へい研究員 村 瀬 圭 典

[学際・国際的高度人材育成ライフイノベーション

マテリアル創製共同研究プロジェクト拠点]

拠点リーダー (教授 (兼)) 節 原 裕 一

特任教授 大 原 智

事務補佐員 喜 多 由 紀 子

[広域アジアものづくり技術・人材高度化研究センター

極限環境対応グローバル接合部門]

准教授 (兼) 川 人 洋 介

特任准教授 (常勤)	勝 又 美穂子	招へい教授	小 林 明
特任研究員 (常勤)	氷 見 太	招へい教授	小 溝 裕 一
事務補佐員	大 庭 則 子	招へい教授	三 田 常 夫
		招へい教授	碓 井 建 夫
		招へい教授	内 田 成 明
[経済産業省未来開拓型研究開発プロジェクト]		招へい准教授	平 木 博 久
特任教授	中 田 一 博	招へい准教授	板 倉 啓 二 郎
特任助教	永 塚 公 彬		
特任研究員	呉 利 輝		
事務補佐員	柏 原 美 佐 緒	技術部	
		技術部長 (教授 (兼))	南 二 三 吉
		技術副部長 (兼)	
[環境資源開発プロジェクト]		技術専門員	水 谷 正 海
特任教授	高 橋 康 夫	技術専門員	釜 井 正 善
特任研究員	衡 中 皓	技術専門職員	塔 本 健 次
事務補佐員	島 林 有 紀 子	技術専門職員	中 辻 義 弘
		技術補佐員	岩 井 紀 夫
		技術補佐員	伊 東 万 寿 雄
		技術補佐員	村 上 猛
		技術補佐員	堀之内 力
		技術補佐員	小 倉 卓 哉
		技術補佐員	浅 野 健 司
		図書室	
		事務補佐員	中 宮 弥 生
		産学連携室	
		客員教授	多 田 英 昭
		広報・データ管理室	
		派遣職員	田 中 喜 隆
		技術補佐員	城 野 隆 子
		事務部	
		事務長	佐 波 隆
客員部門		庶務係	
客員教授	菅 哲 男	係 長	山 咲 和 久
招へい教授	安 田 功 一	事務職員	光 森 幸 子
招へい教授	豊 田 政 男	特任事務職員	時 水 清 美
招へい教授	山 田 猛	事務補佐員	稲 森 和 代

事務補佐員 久 米 敬 子

会計係

係 長 山 中 正

主 任 橋 中 希

主 任 奥 村 美香子

事務職員 横 川 千佳代

事務補佐員 松 本 守美恵

研究推進係

係 長 (兼) 山 中 正

主 任 乾 圭 子

特任事務職員 平 松 詩 史

事務補佐員 和 田 由紀子

## 1.2 人事

[職名]	[氏名]	[異動内容]	[年月日]
特任教授	大原 智	学際・国際的高度人材育成ライフイノベーション マテリアル創製共同研究プロジェクト拠点 採用	H28.4.1
特任教授	高橋 康夫	環境資源開発プロジェクト 採用	H28.4.1
招へい教授	片山 聖二	日立造船先進溶接技術共同研究部門 受入れ	H28.4.1
招へい教授	高木 節雄	先端基礎科学分野（国内客員） 受入れ	H28.4.1
招へい教授	村川 英一	国際連携溶接計算科学研究拠点 受入れ	H28.4.1
招へい教授	平岡 和雄	国際連携溶接計算科学研究拠点 受入れ	H28.4.1
招へい教授	RASHED SHERIF	国際連携溶接計算科学研究拠点 受入れ	H28.4.1
招へい教授	奥本 泰久	国際連携溶接計算科学研究拠点 受入れ	H28.4.1
招へい教授	寺田 賢二郎	溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点 受入れ	H28.4.1
招へい准教授	板倉 啓二郎	接合科学研究所 受入れ	H28.4.1
招へい准教授	原田 浩希	日立造船先進溶接技術共同研究部門 受入れ	H28.4.1
助教	劉 恢弘	接合界面機構学分野 採用	H28.4.1
特任助教	永塚 公彬	NEDO 未来開拓研究プロジェクト 採用	H28.4.1
特任研究員	衡 中皓	環境資源開発プロジェクト 採用	H28.4.1
特任研究員	CHEN BIAO	複合化機構学分野 採用	H28.4.1
招へい研究員	佐々木 要輔	日立造船先進溶接技術共同研究部門 受入れ	H28.4.1

招へい研究員	勝 木 誠	日立造船先進溶接技術共同研究部門 受入れ	H28.4.1
特任教授	斧 高 一	エネルギー変換機構学分野 採用	H28.4.16
招へい教授	大 原 智	接合科学研究所 受入れ	H28.5.1
特任研究員	KIM MIN-SU	スマートグリーンプロセス学分野 採用	H28.6.1
特任研究員	東 野 律 子	加工プロセス学分野 採用	H28.6.1
招へい教授	椋 田 宗 明	「高度ジョイント生産システム構築」 共同研究部門 受入れ	H28.7.1
特任准教授 (常勤)	甘 崎 哲 也	「高度ジョイント生産システム構築」 共同研究部門 採用	H28.7.1
特任准教授 (常勤)	LI SHUFENG	複合化機構学分野 採用	H28.7.1
招へい研究員	山 口 博	「高度ジョイント生産システム構築」 共同研究部門 受入れ	H28.7.1
招へい研究員	池 田 卓 矢	「高度ジョイント生産システム構築」 共同研究部門 受入れ	H28.7.1
招へい研究員	村 瀬 圭 典	「高度ジョイント生産システム構築」 共同研究部門 受入れ	H28.7.1
特任研究員	GANES SHUKRI	レーザープロセス学分野 採用	H28.10.1
特任研究員	WANG HONGZE	レーザープロセス学分野 採用	H28.10.1
特任研究員	LEE SEUNGJOON	接合界面機構学分野 採用	H28.11.1
特任准教授	孫 玉 峰	接合界面機構学分野 採用	H28.12.1
特任准教授	森 貞 好 昭	接合界面機構学分野 昇任	H28.12.1

特任研究員	升 野 振一郎	加工プロセス学分野 採用	H28.12.1
特任研究員	南 谷 良 二	複合化機構学分野 採用	H28.12.1
特任研究員	刈 屋 翔 太	複合化機構学分野 採用	H28.12.1
准教授	門 井 浩 太	信頼性評価・予測システム学分野 採用	H28.12.16
招へい研究員	小日向 茂	スマートグリーンプロセス学分野 受入れ	H29.1.1
准教授	柳 楽 知 也	接合界面機構学分野 採用	H29.3.1
准教授	梅 田 純 子	複合化機構学分野 昇任	H29.3.1

### 1.3 運営委員会委員

[氏名]	[所属]	[職名]	[任期]
学外委員			
栗飯原周二	一般社団法人日本溶接協会 東京大学大学院工学系研究科	会長 教授	H28. 6. 9 ~ 30. 3.31
石出 孝	三菱重工業株式会社 執行役員フェロー 総合研究所	技師長	H28. 4. 1 ~ 30. 3.31
上山 智之	一般社団法人溶接学会 株式会社ダイヘン	副会長 溶接機事業部長	H28. 4.13 ~ 30. 3.31
小関 敏彦	東京大学 東京大学大学院工学研究科	副学長 教授	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31
高梨 弘毅	東北大学 金属材料研究所	所長	H28. 4. 1 ~ 30. 3.31
花田 和明	九州大学 応用力学研究所	所長	H28. 5. 6 ~ 30. 3.31
森中 郁雄	関西電力株式会社	常務執行役員	H26. 4. 1 ~ 28. 3.31
若井 史博	東京工業大学 応用セラミックス研究所	所長	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31
学内委員			
田中 敏宏	大学院工学研究科	研究科長	H27. 8.26 ~ 29. 8.25
中谷 和彦	産業科学研究所	所長	H28. 4. 1 ~ 30. 3.31
所内委員			
田中 学	接合科学研究所	所長	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31
節原 裕一	接合科学研究所	副所長	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31
南 二三吉	接合科学研究所	副所長	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31

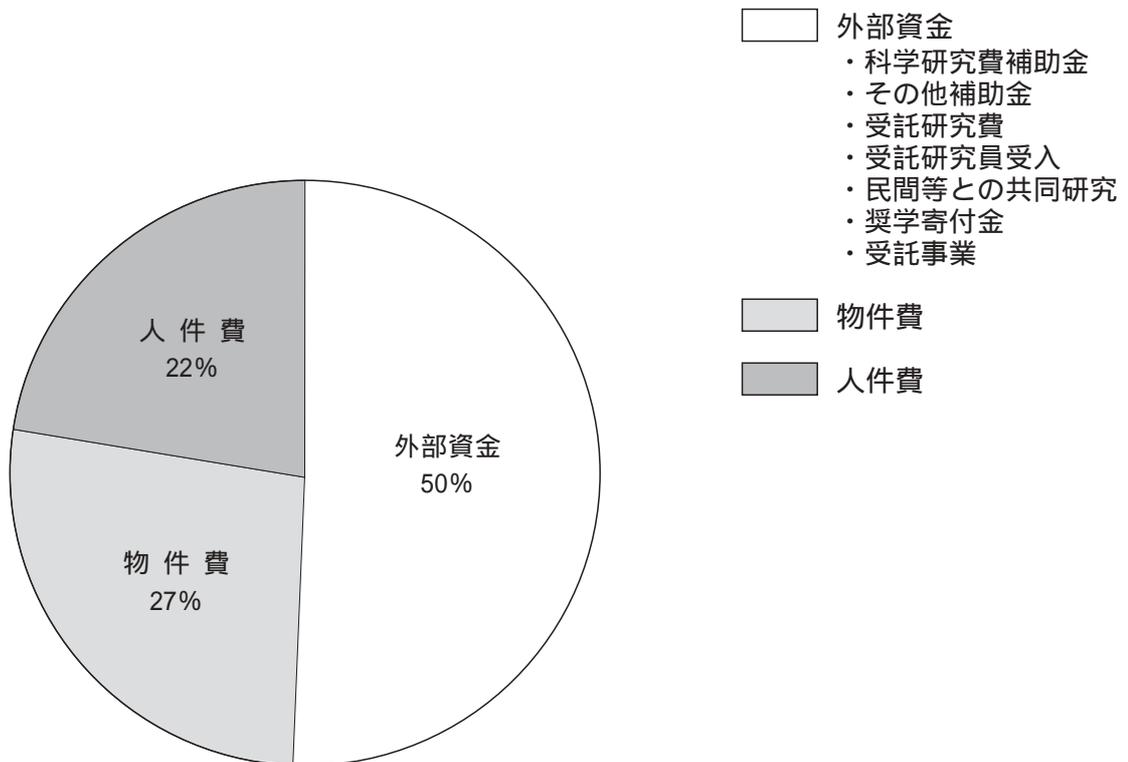
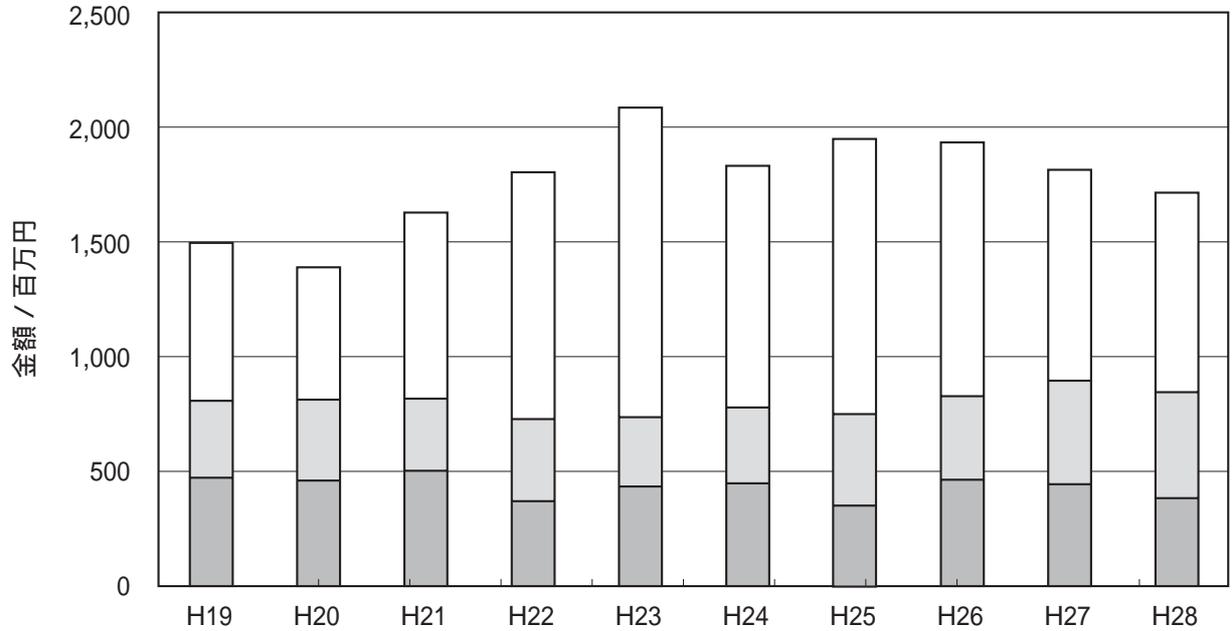
## 1.4 共同研究運営委員会委員

[氏名]	[所属]	[職名]	[任期]
学外委員			
興戸 正純	名古屋大学未来材料・システム研究所	所長	H27.4.1～H29.3.31
久保 雅男	パナソニック株式会社 エコソリューションズ社 エネルギーシステム事業部 システム機器ビジネスユニット	ビジネスユニット長	H27.4.1～H29.3.31
黒田 聖治	国立研究開発法人 物質・材料研究機構 構造材料研究拠点	上席研究員	H27.4.1～H29.3.31
塩野谷 哲	トヨタ自動車株式会社 鍛圧・表改生技部 第2鍛圧技術室	主査	H27.4.1～H29.3.31
清水 弘之	(株)神戸製鋼所 溶接事業部門 技術センター	溶接開発部長	H27.4.1～H29.3.31
平田 弘征	新日鐵住金株式会社 技術開発本部 鉄鋼研究所	接合研究部長	H27.10.28～H29.3.31
牧野 吉延	株式会社東芝 電力システム社 京浜事業所	参事	H27.4.1～H29.3.31
水内 亨	京都大学 エネルギー理工学研究所	所長	H27.4.1～H29.3.31
山岡 弘人	株式会社 IHI 技術開発本部 生産技術センター	溶接技術部長	H27.6.1～H29.3.31
学内委員			
藤本 公三	大学院工学研究科	教授	H27. 4. 1～29. 3.31
安田 弘行	大学院工学研究科	教授	H27. 4. 1～29. 3.31
所内委員			
田中 学	接合科学研究所	所長	H27. 4. 1～29. 3.31
節原 裕一	接合科学研究所	副所長	H27. 4. 1～29. 3.31
南 二三吉	接合科学研究所	副所長	H27. 4. 1～29. 3.31
藤井 英俊	接合科学研究所	教授	H27. 4. 1～29. 3.31



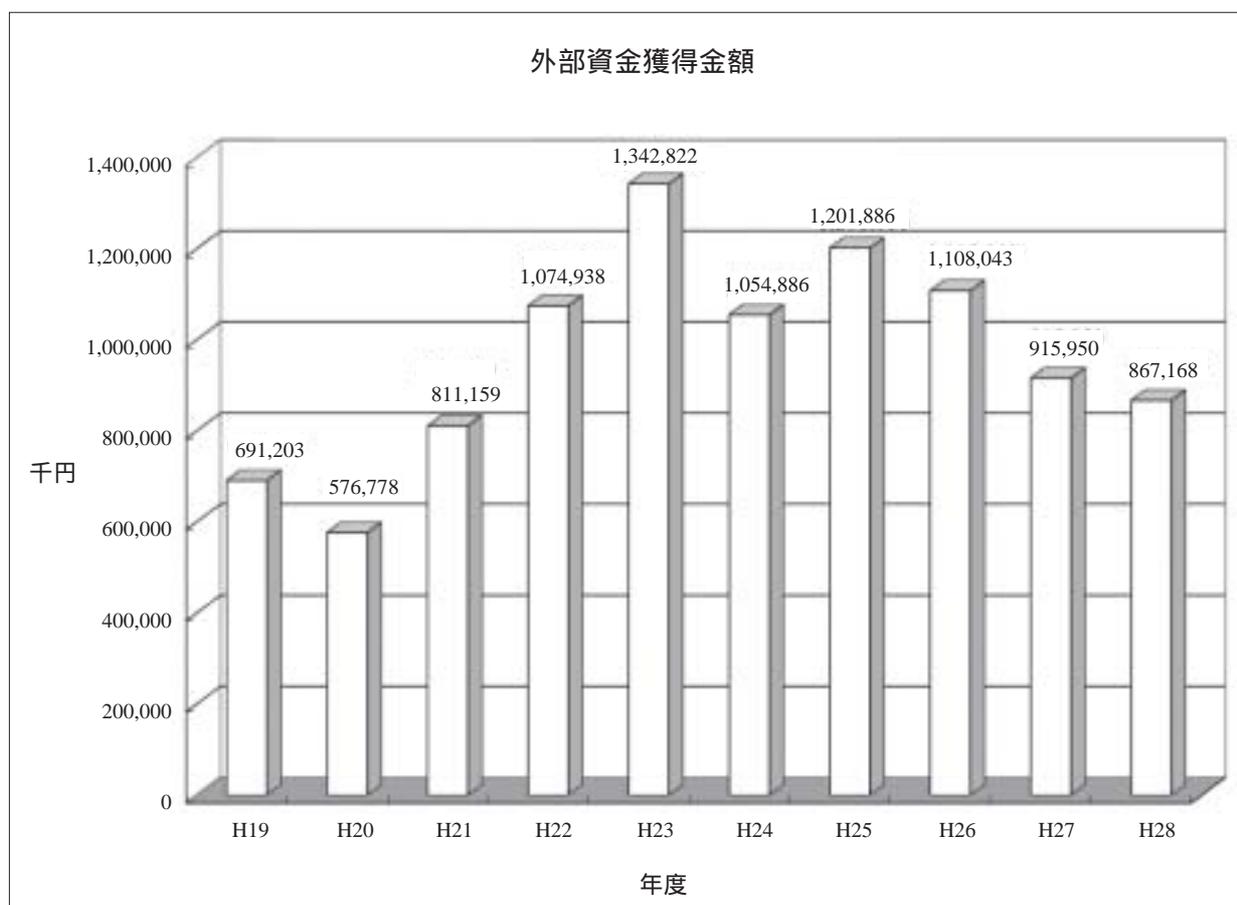
## 2. 予 算

総予算



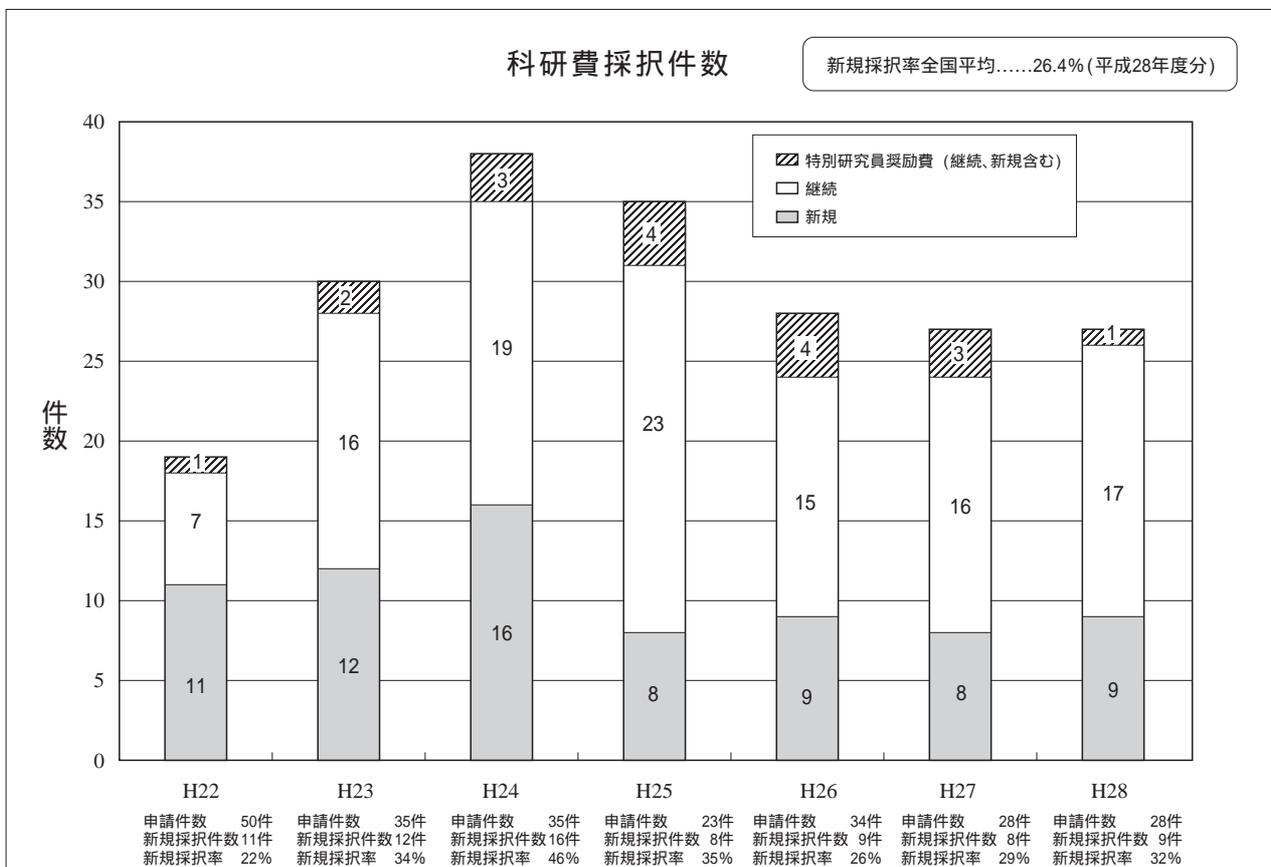
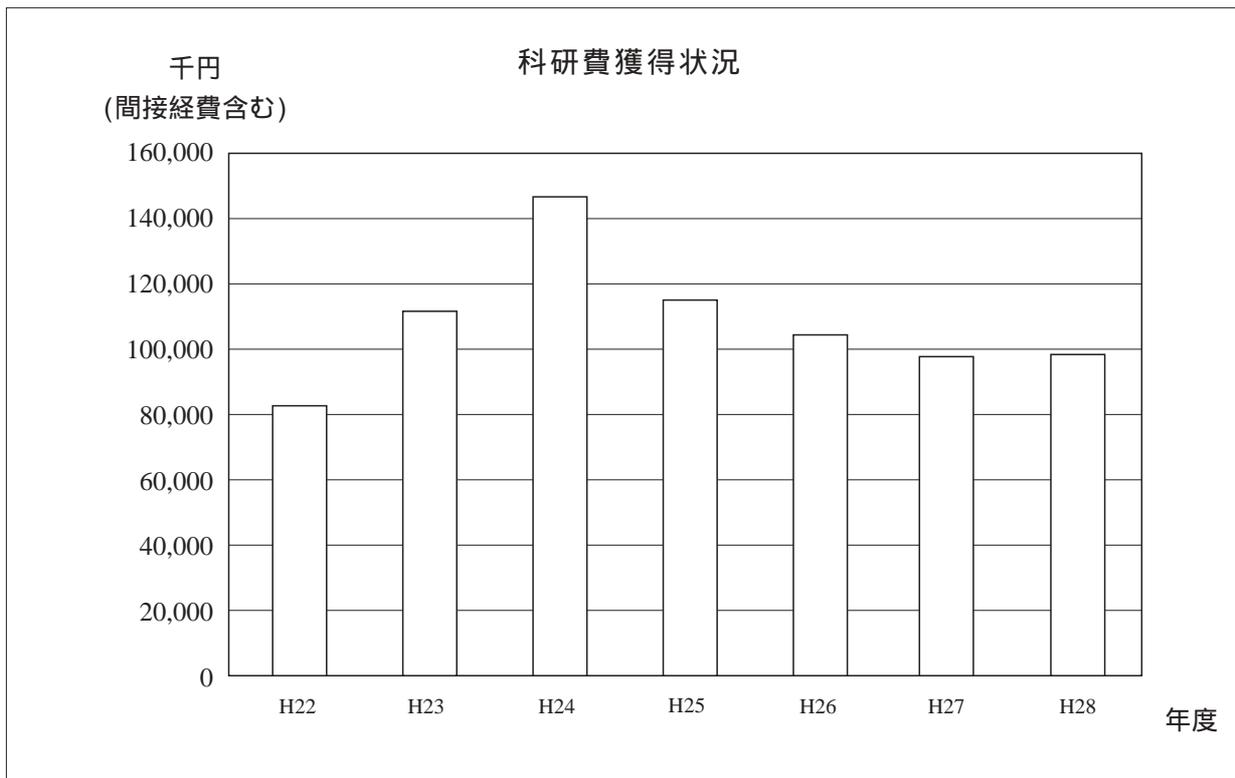
- 外部資金
  - ・科学研究費補助金
  - ・その他補助金
  - ・受託研究費
  - ・受託研究員受入
  - ・民間等との共同研究
  - ・奨学寄付金
  - ・受託事業
- 物件費
- 人件費

## 外部資金



区 分	H28年度 獲得金額(千円)
科学研究費補助金	97,910
その他補助金	21,733
受託研究費	424,474
受託研究員受入	2,226
民間等との共同研究	247,950
奨学寄付金	65,759
受託事業	7,116
合 計	867,168

# 科 研 費

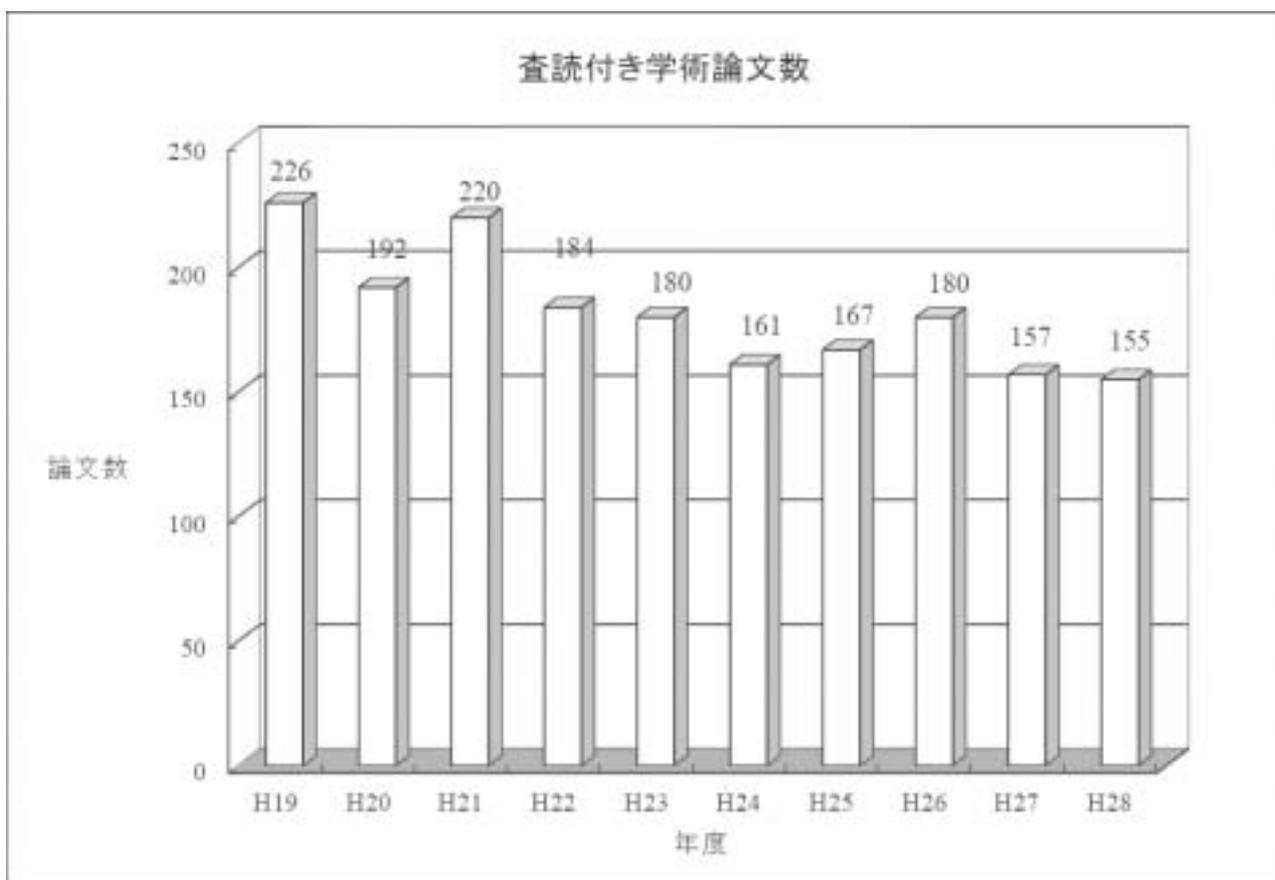




### 3. 研究業績

研究業績件数

区 分	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28
査読付き学術論文	226	192	220	184	180	161	167	180	157	155
国際会議発表論文	101	72	113	54	57	41	89	52	60	82
国内会議発表論文	23	17	21	10	25	13	8	35	24	13
国際会議発表	140	195	133	164	121	208	183	162	124	172
国内学会発表	225	264	256	195	231	215	243	243	250	241
講 演	148	150	123	148	136	132	139	150	182	166
解説・総説	61	36	39	32	47	58	58	43	39	28
著 書	28	5	16	13	17	14	30	15	11	8
国内特許	40	39	24	33	29	34	25	18	20	19
海外特許	17	22	23	31	12	22	5	17	5	15
受 賞	30	27	23	19	26	22	27	29	30	29



## 接合プロセス研究部門 エネルギー制御学分野

### 4.1 研究概要

本研究分野では、集中性および分散性のエネルギー源の特性とその高度制御、すなわちエネルギー輸送の最適化、さらにはそれらのエネルギー源と材料との相互作用について基礎的研究を行うことにより、高精度・高機能材料加工のための新しいエネルギー制御の手法を探求している。特に、溶接、切断、加熱、高温反応、表面被覆、表面改質、物質合成などにおいて代表的エネルギー源として幅広く応用され、新しく熱プラズマによる材料プロセスという概念を生み出しつつあるアークプラズマの発生、制御および熱輸送現象に関して基礎的検討を加えている。

### 4.2 研究課題

1. 溶接アーク現象の実験的・理論的解析
2. 溶融池熱流動解析のための新型シミュレーター開発
3. 熱プラズマ流動・材料プロセス解析のための高精度計算手法の開発
4. 熱プラズマの発生と制御、および新しい溶接プロセスの開発
5. アーク溶接における環境技術の開発

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. 溶接アーク現象の実験的・理論的解析

CO<sub>2</sub> プラズマの計測手法を確立し、4 分光イメージングシステムを用いて4種類の線スペクトルを同時に撮影することにより、CO<sub>2</sub> アークプラズマの温度分布、鉄蒸気濃度分布、電子密度分布および電気伝導率分布を明らかにした。さらに高電流域での CO<sub>2</sub> アーク溶接におけるアークプラズマの挙動が溶滴移行形態に及ぼす影響を、溶接ワイヤへの REM (Rare Earth Metal) 添加の有無および二種類の極性の条件の下に明らかにした。特に REM 添加ワイヤ (KC-500) を用いた DCEN での溶接では、溶滴の側面および下部において鉄蒸気が高濃度になり、その放射損失によってアーク中心の温度が外縁部の温度よりも低温になることが明らかとなった。この時アークは外縁部の高温で電気伝導率の大きい領域に電流経路をとり、その結果ローレンツ力がアーク中心方向および鉛直下向き方向に働くことで溶滴の安定な離脱と輸送が促進されてスプレー移行の溶滴移行形態が実現されることがわかった。

また、プラズマの熱平衡状態を仮定する従来の数値計算モデルではヘリウムガスを用いたティグ溶接のアークプラズマを正確にはシミュレートできないが、プラズマを構成する重粒子と電子が異なる温度を有する二温度性を考慮した数値計算モデルを構築することで、そのシミュレーションに成功した。シミュレーション結果は実験結果とも一致し、アークプラズマの大部分で電子温度が重粒子温度よりも高いことが明らかとなった。アルゴンアークプラズマに比べ、ヘリウムアークプラズマにおいては電子と重粒子の衝突頻度が低いために十分なエネルギー交換が行われないことも定量的に明らかとなった。また溶接電流が低い場合には、アルゴンアークプラズマにおいても二温度性が現れることも示された。

## 2. 溶融池熱流動解析のための新型シミュレーター開発

消耗電極式の GMA (Gas Metal Arc) 溶接は汎用性が高く、産業界で広く用いられている溶接法の 1 つであるが、その物理過程において未だ多くことが未解明である。そこで GMA 溶接中の特に溶融池内対流や、溶融池およびビードの形成メカニズムを解明することを目的として、連続体を粒子群によって表現する非圧縮性 SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) 法を基盤とした新型シミュレーターの開発を行った。その結果、溶融金属が熱源の中心より後方に広がりながら溶融池が形成されている様子が再現された。溶融池の後方では溶融金属が盛り上がりながら再凝固することで余盛が形成される過程も再現されており、実際の GMA 溶接でも見られる現象をシミュレートできていた。データ解析の手法としてアンサンブル平均処理を導入し数値計算により得られた瞬間場を解析することで、溶融池表面および内部に生じる複雑な流れ場を明らかにした。

## 3. 熱プラズマ流動 - 材料プロセス解析のための高精度計算手法の開発

溶接アーク・非移行式アークプラズマジェット・高周波誘導結合プラズマをはじめとした熱プラズマは溶接・切断・溶射などの材料加工プロセスから、近年ではナノ粒子の量産といった新材料創製プロセスに至るまで幅広く応用されている。これらのプロセスはいずれもプラズマの高温場を積極的に利用するものであるが、同時に高速なプラズマの流れが低温の外気を直接巻き込みながら乱流場を形成することでプラズマが不安定となり、結果としてプロセスの品質低下を招いてしまう。このような複雑な熱プラズマ流動場は数値に渡る物性値の変化を含むため数値解を得ることが困難であることから、ほとんどの数値シミュレーションにおいて数値的安定性を優先した低精度の計算手法が用いられている。この問題に対して、高い精度と数値的な安定性を両立する熱プラズマ流動計算手法を開発し、これまでシミュレーションにおいて再現されることのなかったマルチスケールの渦群の生成と崩壊によるプラズマへの低温外気の巻き込み混合過程がシミュレートされ、当該分野におけるブレークスルーを成した。加えて、均一核生成・不均一凝縮・粒子間凝集によるナノ粒子群の集団的な形成過程および移流・拡散過程を同時に表現できる数理モデルを構築し、上述の計算手法を適用することで、熱プラズマ流によるナノ粒子量産プロセスの統合的な数値シミュレーションを実現した。さらにはナノ粒子の帯電効果を考慮した従来よりも詳細な数理モデルも構築し、帯電現象がナノ粒子の集団的な形成過程に与える影響も定量的に明らかにした。

## 4. 熱プラズマの発生と制御、および新しい溶接プロセスの開発

プラズマミグプロセスの高度制御技術を開発するとともに、主にブレイジングによる異材接合への適用を試みている。ブレイジングにより異材接合を行う場合、母材表面の溶融による金属間化合物層の形成を抑制するために、高度な入熱制御技術が求められる。本プロセスでは、プラズマ電流により作り出されるアーク周囲のプラズマは、母材を直接予熱するだけでなく、ワイヤへも入熱しその溶融速度や溶滴温度の変化を通じて母材への入熱に強い影響を及ぼすと予想される。溶滴移行の際の高温溶滴による母材への入熱は全入熱の 3 ~ 4 割程度に及ぶと考えられており、溶滴移行が不安定である場合、溶滴の温度や大きさ及びその母材表面への落下位置が移行毎に変化するため、入熱の不均一性にもつながることとなる。

当該年度は主にプラズマ電極径が溶滴移行に及ぼす影響について検討した。その結果、プラズマ電極径が小さいほどワイヤ先端近傍のアークの電流経路が拡大し、溶滴移行周波数が減少するとともに、溶滴温度が低下することが明らかとなった。この溶滴温度の低下は母材表面の局所的な溶融による金属間化合物層の形成を抑制する効果があるものと期待される。

## 5. アーク溶接における環境技術の開発

ヒュームとは、アーク溶接中の溶融池や溶接ワイヤ等から生じる金属蒸気から発生する、ナノ～マイクロメートルサイズの微小粒子である。このヒュームの低減化は、スパッタの低減化と併せて、長年に亘るアーク溶接技術の解決すべき課題の一つである。特に、新興工業国による低コストの溶接技術が席卷し始めた近年において、新興工業国の追従を許さないクオリティと信頼性の高いアーク溶接技術の開発が急務となっている我が国において、ヒュームとスパッタの低減は、極めて重要な課題になっている。

そこで本研究ではこのヒューム低減化を目標として、GMA 溶接モデルとヒューム生成モデルを連成した数値解析モデルを開発し、これを用いてヒューム生成プロセスの解明を試みている。当該年度はシールドガス種の違いがヒューム生成プロセスに及ぼす影響について検討した。その結果、アルゴンアークでは主に母材近傍のプラズマ流下流域で微細な粒子が生成されるのに対し、炭酸ガスアークではサイズの大きい粒子が溶滴近傍でも生成され、その割合は全生成量の3割を超えることが明らかになった。

### (2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、溶接・接合を中心とした材料加工プロセスのためのエネルギー制御に焦点を合わせ、特にエネルギー源として世界に浸透しているアーク放電を取り上げ、高精度制御を目指してアークプラズマと材料との相互作用の解明に注力してきた。大気圧アークプラズマと材料との相互作用の解明を実験観察と数値シミュレーションの両面から攻める本研究分野の研究アプローチは世界的に見てもユニークである。これらの研究に関する高い学術性が認められ、田中教授・茂田准教授が(一社)溶接学会より溶接学会論文賞および同学会溶接法研究委員会より溶接物理・技術奨励賞を授与されたほか、熱工学の国際会議 (PRTEC) において Best Paper Award for Thermal Engineering を受賞しており、加えて上記 4.3-(1)-1の成果が国際溶接学会 (IIW) において推薦論文として Welding In The World に掲載されたことや、上記 4.3-(1)-3の成果により茂田准教授が Journal of Physics D: Applied Physics に招待論文としてレビュー記事を執筆・掲載していることから、その研究レベルは世界のトップレベルであると考えている。また、本年度に雑誌掲載された査読付き論文数は8件であり、国立大学法人化後の過去13年間の合計が183件、平均して毎年14件程度の査読付き論文を掲載したことになり、限られた教員数の中で努力したと考えている。研究予算については、田中教授、茂田准教授及び大学院生1名が科学研究費補助金に採択されるとともに、民間企業との共同研究を幅広く展開し、外部資金の獲得にも積極的に取り組んできたと考えている。

### 4.4 教育に対する自己評価

本研究分野は、世界レベルの研究活動を通じて大学院教育を実施し、溶接・接合に関する高度な知識と研究推進能力を有する研究者・技術者の育成に努力している。また、国内会議での研究発表はもちろんのこと、国際会議での研究発表も積極的に行わせ、研究成果の総括力と表現力ならびにコミュニケーション力の発現に努力している。具体的には、大学院生が著者または共著者となった発表件数は、本年度だけでも査読付き雑誌論文5件、国際会議が30件、国内学会が17件ある。その中で、平成28年度溶接学会秋季全国大会において大学院生1名が優秀ポスター発表賞を受賞した。

一方、工学研究科マテリアル生産科学専攻の協力講座として大学院講義を担当し、大学院修士学生の座学教育についても努力している。また、学部学生(2年生、3年生)の講義も担当し、溶接・

接合プロセスに必要な機器システムの専門知識習得に貢献している。さらに全学部に対して教育科目「基礎セミナー」及び「先端教養科目」を開講し、工学部以外の学生も含む学部1年生に向けて接合科学の基礎から最先端研究に渡る幅広い知識教育を行っている。その他、ISOに準拠したIIW溶接技術者資格認証制度に基づく、大学院修士学生向け教育課程「接合科学研究所国際溶接技術者(IWE)コース」の運営に尽力し、コースの第7期及び8期生の計7名修了、既修了生を含めて8名のIWE資格取得に大きく貢献した。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

本研究分野は、国内外を問わず溶接・接合に関わる多くの学協会の運営に関わり、溶接・接合の学術・技術の幅広い振興と普及、ならびに溶接技術者の育成に貢献している。特に、田中教授は、(一社)軽金属溶接協会アルミニウム溶接教育委員会委員長、(一社)溶接学会溶接教育委員会副委員長、(一社)日本溶接協会溶接管理技術者教育委員会委員など溶接分野の研究者コミュニティにおける人材育成に深く関わり、例えばISOに準拠したIIW溶接技術者資格認証制度の社会人向け特認コース(日本溶接協会)の国内整備・運用に尽力するなど、溶接技術者教育に貢献している。

本研究分野の教員は平成28年10月に開催された本研究所主催国際シンポジウム「Visual-JW2016」の実行委員として開催の準備に尽力した。茂田准教授は平成28年10月に溶接学会とアメリカ溶接学会の共催で行われた国際会議「10th International Conference on Trends in Welding Research & 9th International Welding Symposium of Japan Welding Society (9WS)」の実行委員として開催の準備に尽力した。

田中教授は、平成25年度から接合科学研究所との間で部局間交流協定を締結しているハノイ工科大学の創立60周年記念式典に招待され記念講演を行い国際交流に貢献した。また、平成22年度より就任している山東大学の博士共同指導教授として山東大学の国際的な人材育成に貢献した。一方、国内に対しては、田中教授は溶接学会全国大会運営委員会副委員長として、春季と秋季の溶接学会全国大会を組織・運営し、最新の溶接科学技術に関する情報発信と溶接・接合に関わる研究者コミュニティのための交流の場の提供に努めた。その他、田中教授は経済産業省近畿経済産業局の各種委員に就任し、国のものづくり基盤技術の高度化施策に貢献している。

また、茂田准教授は日本機械学会流体工学部門広報委員会委員、応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会幹事、溶接学会全国大会運営委員会委員、溶接学会査読委員会委員および溶接学会関西支部副支部長・事務局長・監査役を務め、各学会の取り組みや最新の研究成果を社会へ向けて情報発信することに尽力している。さらにEU(ヨーロッパ連合)が遂行している大型国家間プロジェクト「European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme (Horizon 2020)」内の一プロジェクトにおいて外部アドバイザー委員会の委員に就任し、国際的にも最先端科学の進展のために多大なる貢献している。

一方、田代助教はプラズマ応用科学会の運営委員会委員として活動し、当該分野の活性化に貢献した。

#### 4.6 接合科学共同利用・共同利用拠点に関する研究成果に対する自己評価

本研究分野では、他の研究機関より17名の共同研究員を迎えて共同研究を実施した。また、他大学から大学院生8名を共同研究員として受け入れ、全国共同利用による共同研究を通じて人材育成にも貢献した。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) 薄板重ねすみ肉のレーザ・アークハイブリッド溶接の検討  
溶接学会論文集, 34, 2 (2016), 135-142.  
小橋 泰三, 村井 康生, 秦野 雅夫, 恵良 哲生, 岡本 孝生, 田中 学, 菅 哲男
- (2) 二段給電式ミグ溶接プロセスの検討  
溶接学会論文集, 34, 2 (2016), 150-157.  
瀬渡 賢, 青木 篤人, 田中 学, 田代 真一, 恵良 哲生
- (3) Turbulence Modelling of Thermal Plasma Flows  
J. Phys. D-Appl. Phys., 49 (2016), 493001 (18 pages).  
M. Shigeta
- (4) Numerical Study on Thermal Non-Equilibrium of Arc Plasmas in TIG Welding Processes Using a Two-Temperature Model  
Weld. World, 61, 1 (2017), 197-207.  
K. Konishi, M. Shigeta, M. Tanaka, A. Murata, T. Murata and A. B. Murphy
- (5) Proposal of a Method of Observing Cathode Spots in AC Tungsten Inert Gas Welding  
Adv. Exp. Mech., 1 (2016), 231-236.  
K. Yasui, H. Kinoshita, T. Yuji, A. Fujimaru, T. Bouno, T. Methong, S. Tashiro and M. Tanaka
- (6) 二段給電式ミグ溶接プロセスの数値シミュレーション  
溶接学会論文集, 34, 4 (2016), 223-230.  
田代 真一, 瀬渡 賢, 青木 篤人, 田中 学
- (7) 数値解析を用いたキセノンショートアークランプの放射特性評価  
スマートプロセス学会誌, 6, 1 (2017), 40-45.  
前中 志朗, 田代 真一, A. B. Murphy, 藤田 和宣, 田中 学
- (8) 二段給電式ミグ溶接プロセスと従来型ミグ溶接プロセスにおけるビードぬれ性の比較検討  
スマートプロセス学会誌, 6, 1 (2017), 28-32.  
瀬渡 賢, 青木 篤人, 田代 真一, 田中 学

##### (3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Numerical Simulation of Weld Distortion by Considering Convective Heat Transfer in Weld Pools  
69th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Melbourne, Australia (2016.7.10-16), IIW Doc. 212-1441-16.  
H. Tsuji, S. Okano, M. Tanaka and M. Mochizuki
- (2) Single Pass Full Penetration Joining for Heavy Plate Steel Using High Current GMA Process  
69th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Melbourne, Australia (2016.7.10-16), IIW Doc. XII-2303-16.  
H. Baba, T. Era, T. Ueyama and M. Tanaka

- (3) Trends of Research Activities on Welding Process in Japan  
Proc. 9WS Special Session, Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 15-19.  
M. Tanaka
- (4) Effect of Rare Earth Metal on Plasma Properties in GMAW Using CO<sub>2</sub> Shielding Gas  
69th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Melbourne, Australia (2016.7.10-16), IIW  
Doc. 212-1435-16.  
T. Methong, T. Yamaguchi, M. Shigeta, M. Tanaka, R. Ikeda, M. Matsushita and T. Kataoka
- (5) Incompressible SPH Simulation of Molten Metal Droplet Transfer and Weld Pool Convection  
during GMA Welding  
69th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Melbourne, Australia (2016.7.10-16), IIW  
Doc. 212-1431-16.  
H. Komen, M. Shigeta and M. Tanaka
- (6) Modelling for Collective Growth of Fume Primary Particles with Charge Effect in Arc Welding  
69th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Melbourne, Australia (2016.7.10-16), IIW  
Doc. 212-1432-16.  
M. Shigeta, S. Minami and M. Tanaka
- (7) Numerical Analysis of Arc Phenomena during TIG Welding with a Constricted Nozzle by Using  
a Two-Temperature Model  
69th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Melbourne, Australia (2016.7.10-16), IIW  
Doc. 212-1433-16.  
K. Konishi, M. Shigeta, A. Murata, T. Murata, A. B. Murphy and M. Tanaka
- (8) Numerical Investigation of Charge Effect on Collective Growth of Iron Nanoparticles Generated  
in Arc Welding  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan  
Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 402-405.  
S. Minami, M. Shigeta and M. Tanaka
- (9) Measurement of Metal Vapor Behavior in Helium Plasma during Gas Tungsten Arc Welding  
Proc. 31st Int. Congress on High-Speed Imaging and Photonics, Osaka, Japan (2016.11.7-10),  
616-618.  
K. Tanaka, T. Methong, M. Shigeta, M. Tanaka and A. B. Murphy
- (10) Visualization of Plasma Temperature and Weld Pool Convection during Gas Metal Arc Welding  
Proc. 31st Int. Congress on High-Speed Imaging and Photonics, Osaka, Japan (2016.11.7-10),  
611-615.  
H. Komen, K. Tanaka, M. Shigeta, M. Tanaka and A. B. Murphy
- (11) Numerical Simulation of New GMA Welding Process with Duplex Current Feeding  
69th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Melbourne, Australia (2016.7.11-13), IIW  
Doc. 212-1434-16.  
S. Tashiro, M. Seto, A. Aoki and M. Tanaka
- (12) Observation of Weld Pool in Plasma Arc Welding  
69th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Melbourne, Australia (2016.7.11-13), IIW  
Doc. 212-1436-16.  
V.-A. Nguyen, S. Tashiro and M. Tanaka

- (13) Numerical Analysis of Fume Formation Process in GMA Welding  
Int. WELDING Symp. IWS 2k16, Mumbai, India (2016.10.5-7), 221-226.  
S. Tashiro, A. B. Murphy and M. Tanaka
- (14) Heat Flux and Electromagnetic Force Affected by Current Frequency in Argon Pulsed Arc Welding Mixed with Oxygen  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 956-959.  
Y. Maeda, S. Yamamoto, T. Iwao, S. Tashiro, M. Shigeta and M. Tanaka
- (15) Numerical Simulation of Fume Formation Process in GMA Welding  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 754-757.  
S. Tashiro, A. B. Murphy and M. Tanaka
- (16) Radiation and Temperature Distribution of Ar Arc Contaminated with Nitrogen in Pulsed TIG Welding  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 398-401.  
T. Iwao, H. Takahashi, Y. Maeda, S. Yamamoto, S. Tashiro, M. Shigeta and M. Tanaka
- (17) Weld Pool Formation Mechanism in Plasma Keyhole Arc Welding  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 36-39.  
V.-A. Nguyen, S. Tashiro and M. Tanaka
- (18) Investigation of Convective Flow on the Surface of Weld Pool in Plasma Keyhole Arc Welding  
National Conf. on Mechanical & Transportation Engineering, Hanoi, Vietnam (2016.10.13), 267-271.  
V.-A. Nguyen, S. Tashiro, M. Tanaka, N. H. Manh, B. V. Hanh and N. T. Ha
- (7) 国際会議発表
- (1) Analysis of Dynamic Plasma Behaviors in GMA Welding by Monochromatic Image Capturing  
6th IIW Welding Research & Collaboration Colloquium, Hyderabad, India (2016.4.7-9)  
M. Tanaka
- (2) Arc Physical Properties with Droplet Transfer Phenomenon of Gas Metal Arc Welding  
6th IIW Welding Research & Collaboration Colloquium, Hyderabad, India (2016.4.7-9)  
T. Methong and M. Tanaka
- (3) Electrode Negative TIG Welding of Non-flammable Magnesium Alloys  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
H. Terasaki, K. Obata, M. Tanaka, A. Murata, M. Ohata and Y. Kawamura
- (4) Study on New GMA Welding Process with Duplex Current Feeding  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
M. Seto, M. Tanaka, S. Tashiro and A. Aoki

- (5) Upset Welding of Shear Reinforcement with Large Diameter  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
K. Hayashi, H. Terasaki, Y. Miyahara, M. Tanaka, K. Konishi, H. Inoue and Y. Hayashi
- (6) Effect of a Constricted Nozzle on Plasma Properties and Heat Transfer in TIG Arc  
6th IIW Welding Research & Collaboration Colloquium, Hyderabad, India (2016.4.7-9)  
K. Konishi, S. Miki, M. Shigeta, A. Murata, T. Murata, A. B. Murphy and M. Tanaka
- (7) Modelling for Fluid-Dynamic Transport of Nanopowder Growing around a Thermal Plasma Jet  
The 14th High-Tech Plasma Processes Conf. (HTPP 14), Munich, Germany (2016.7.3-7)  
M. Shigeta
- (8) Experimental Observation of Arc Plasma during GTA Welding with a Constricted Nozzle  
The 6th East Asia Symp. on Technology of Welding and Joining, Incheon, Korea (2016.9.8-9)  
S. Miki, K. Konishi, M. Shigeta, M. Tanaka, A. Murata and T. Murata
- (9) Numerical Investigation of Charged Effect on Collective Growth of Fume Primary Particles Generated in Arc Welding  
The 6th East Asia Symp. on Technology of Welding and Joining, Incheon, Korea (2016.9.8-9)  
S. Minami, M. Shigeta and M. Tanaka
- (10) Two-temperature Modeling for Understanding of Arc Phenomena during TIG Welding with a Constricted Nozzle  
The 6th East Asia Symp. on Technology of Welding and Joining, Incheon, Korea (2016.9.8-9)  
K. Konishi, M. Shigeta, A. Murata, T. Murata, A. B. Murhpy and M. Tanaka
- (11) Diagnostic of Heat Source Properties in Gas Metal Arc Welding Using CO<sub>2</sub> Shielding Gas  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
T. Methong, M. Shigeta, M. Tanaka, R. Ikeda, M. Matsushita and T. Kataoka
- (12) Feature of Steady Arc Plasma during GTA Welding with a Constricted Nozzle  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Miki, K. Konishi, M. Shigeta, M. Tanaka, A. Murata and T. Murata
- (13) Observation of Metal Vapor Behavior during Gas Tungsten Arc Welding Using Helium Gas  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
K. Tanaka, T. Methong, M. Shigeta and M. Tanaka
- (14) Simulation of Droplet Transfer in FCAW by Incompressible SPH Method and Finite Volume Method  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
T. Fujimoto, H. Komen, M. Shigeta, M. Tanaka, N. Mukai and R. Suzuki
- (15) Simulation of Flux Melting Process during a SAW by DEM-ISPH Hybrid Method  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
H. Komen, M. Shigeta, M. Tanaka, M. Nakatani and Y. Abe

- (16) Visualization for Arc Phenomena of Constricted TIG Arcs by a Two-temperature Model Analysis  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
K. Konishi, M. Shigeta, M. Tanaka, A. Murata, T. Murata and A. B. Murphy
- (17) Basic Characteristics of Plasma MIG Welding Process  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Tashiro, S. B. Mamat and M. Tanaka
- (18) Convective Pattern of Weld Pool in Plasma Keyhole Arc Welding  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
A. V. Nguyen, S. Tashiro and M. Tanaka
- (19) Development of Plasma-MIG Hybrid Welding Process  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
A. V. Nguyen, S. Tashiro and M. Tanaka
- (20) Droplet Temperature Measurement in Gas Metal Arc Welding Process by Using Two Color Measurement Method  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. B. Mamat, T. Methong, S. Tashiro and M. Tanaka
- (21) Influence Mixture of Oxidant into Shielding Gas on Cathode Spot Behavior  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
T. Yuji, S. Tashiro, T. Methong, H. Kinoshita, T. Bouno and M. Tanaka
- (22) Influence of Preheating on Oxygen Plasma Cutting Process  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Tashiro, A. V. Nguyen, M. Sadaike, Y. Matsumoto, Y. Yamaguchi and M. Tanaka
- (23) Numerical Analysis on Influence of Wire Composition on Droplet Temperature in Duplex Current Feeding MIG Welding  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Tashiro, M. Tanaka, M. Seto and A. Aoki
- (8) 国内学会発表
- (1) 狭開先マグ溶接の高品質化に関する一考察  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
片山 翼, 森本 拓世, 木村 文映, 田中 学
- (2) 高電流埋もれアークの安定化  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
馬場 勇人, 塩崎 秀男, 恵良 哲生, 上山 智之, 田中 学

- (3) 画像分光法による炭酸ガスアーク溶接におけるプラズマ診断  
(一社) 溶接学会第235回溶接法研究委員会, 大阪 (2016.8.2)  
田中 学, 茂田 正哉, 山口 翼, ティティナン ミートン, 池田 倫正, 松下 宗生, 片岡 時彦
- (4) 溶融池内対流熱輸送を考慮した溶接変形の数値シミュレーション  
(一社) 溶接学会第235回溶接法研究委員会, 大阪 (2016.8.2)  
辻 仁志, 岡野 成威, 田中 学, 望月 正人
- (5) 細長構造物の溶接変形の予測と低減対策に関する考察  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
西海 博行, 阿部 真哉, 藤山 将士, 村川 英一, 田中 学, 堤 成一郎
- (6) 非圧縮性 SPH 法を用いた GMA 溶接中の三次元溶融池対流シミュレーション  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
古免 久弥, 茂田 正哉, 田中 学
- (7) 狭窄ノズルを用いたティグ溶接におけるアークプラズマの現象解析  
(一社) 溶接学会第235回溶接法研究委員会, 大阪 (2016.8.2)  
小西 恭平, 三木 聡史, 茂田 正哉, 田中 学, 村田 彰久, 村田 唯介, A. B. Murphy
- (8) 高エンタルピープラズマの数値シミュレーション  
(公社) 応用物理学会・(一社) 電気学会, 大阪 (2016.8.8)  
藤野 貴康, 岩尾 徹, 茂田 正哉, 田中 康規, 窪田 健一
- (9) アーク溶接時に発生するヒューム一次粒子の集団成長過程における帯電効果の数値解析的研究  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
南 翔太, 茂田 正哉, 田中 学
- (10) 狭窄ノズルを用いたティグ溶接におけるアークプラズマ現象の実験観察  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
三木 聡史, 小西 恭平, 茂田 正哉, 田中 学, 村田 彰久, 村田 唯介
- (11) 二温度数値解析モデルを用いた狭窄ティグアークの熱源特性シミュレーション  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
小西 恭平, 三木 聡史, 茂田 正哉, 田中 学, 村田 彰久, 村田 唯介, A. B. Murphy
- (12) 狭窄ノズルを用いたティグ溶接におけるアークプラズマの実験観察  
(一社) 日本鉄鋼協会 第172回秋季講演大会, 大阪 (2016.9.21-23)  
三木 聡史, 小西 恭平, 茂田 正哉, 田中 学, 村田 彰久, 村田 唯介
- (13) 二温度数値解析モデルによる狭窄ノズルがティグアーク現象に与える影響の可視化  
(一社) 日本鉄鋼協会 第172回秋季講演大会, 大阪 (2016.9.21-23)  
小西 恭平, 茂田 正哉, 三木 聡史, 田中 学, 村田 彰久, 村田 唯介, A. B. Murphy
- (14) 非圧縮性 SPH 法を用いた GMA 溶接中の溶融金属対流の三次元数値解析  
(一社) 日本鉄鋼協会 第172回秋季講演大会, 大阪 (2016.9.21-23)  
古免 久弥, 茂田 正哉, 田中 学

- (15) Experimental Study of the Influence of Rare Earth Metal on the Plasma Properties of CO<sub>2</sub> Gas Metal Arc Welding  
 (一社) スマートプロセス学会 平成28年度秋季総合学術講演会, 大阪 (2016.11.21)  
 T. Methong, M. Shigeta, M. Tanaka, R. Ikeda, M. Matsushita and T. Kataoka
- (16) 高エネルギー密度化によって極薄板溶接を実現するティグアーク熱源の可視化  
 (一社) スマートプロセス学会 平成28年度秋季総合学術講演会, 大阪 (2016.11.21)  
 小西 恭平, 茂田 正哉, 田中 学, 村田 彰久, 村田 唯介, A. B. Murphy
- (17) 有限体積法と非圧縮性 SPH 法を用いた FCAW シミュレーション  
 (一社) スマートプロセス学会 平成28年度秋季総合学術講演会, 大阪 (2016.11.21)  
 藤本 貴大, 古免 久弥, 茂田 正哉, 田中 学, 迎井 直樹, 鈴木 励一
- (18) 溶接ヒューム生成機構の数値解析 (第7報)  
 (一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
 田代 真一, 田中 学
- (19) プラズマミグプロセスの高度制御技術の開発及び異材接合への適用  
 文部科学省「学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト」(六研連携プロジェクト) キックオフ公開討論会, 名古屋 (2016.7.8)  
 田代 真一, S. B. Mamat, 田中 学
- (20) プラズマアーク溶接における溶融地及びキーホールの形成機構に関する実験的検討  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 又エン ヴァン アン, 田代 真一, 田中 学
- (21) プラズマミグ溶接プロセスの基礎特性  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 M. S. Bin, 田代 真一, 田中 学
- (22) 酸素プラズマ切断プロセスに及ぼす予熱の影響  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 田代 真一, 又エン ヴァン アン, 定池 幹夫, 松本 嘉玉, 山口 義博, 田中 学
- (23) 溶接ヒューム生成機構の数値解析(第8報)  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 田代 真一, 田中 学
- (24) Measurement of Droplet Temperature in Plasma MIG Welding  
 (一社) 日本鉄鋼協会 第172回秋季講演大会, 大阪 (2016.9.21-23)  
 S. Bin, S. Tashiro and M. Tanaka
- (25) キーホールプラズマアーク溶接における溶融池の形成機構  
 (一社) スマートプロセス学会 平成28年度秋季総合学術講演会, 大阪 (2016.11.21)  
 又エン ヴァン アン, 田代 真一, 田中 学
- (9) 国際会議講演
- (1) Analysis of Dynamic Plasma Behaviors in GMA Welding by Monochromatic Image Capturing  
 6th IIW Welding Research & Collaboration Colloquium, Hyderabad, India (2016.4.7-9)  
 M. Tanaka

- (2) Trends of Research Activities on Welding Process in Japan  
10th International Conference on Trends in Welding Research & 9th International Welding Symposium of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14)  
M. Tanaka
- (3) Visualizations and Calculations of Arc Welding Process  
60th Anniversary Symposium of Hanoi University of Science and Technology (HUST), Hanoi, Vietnam (2016.10.13)  
M. Tanaka
- (4) The Physics of Cathode Spots in Metal Inert Gas Welding  
The International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
J. J. Lowke, M. Tanaka and A. B. Murphy
- (5) Plasma Diagnostics in CO<sub>2</sub> Arc Welding with REM Elements Added Wire  
Thailand Welding and Inspection Technology 2016 (TWIT 2016), Bangkok, Thailand (2016.11.11)  
M. Tanaka
- (6) Towards Smart Arc Welding Technology through Visualizations  
The Workshop between JWRI and University of Indonesia, Osaka, Japan (2016.11.15)  
M. Tanaka
- (7) Visualizations and Calculations of Arc Welding Process  
Chosun University Lectures, Gwangju, Korea (2017.2.6)  
M. Tanaka
- (8) Modelling for Fluid-Dynamic Transport of Nanopowder Growing around a Thermal Plasma Jet  
The 14th High-Tech Plasma Processes Conference (HTPP 14), Munich, Germany (2016.7.3-7)  
M. Shigeta
- (9) Modeling and Simulation of Nanopowder Growth Processes around Thermal Plasma Flows  
Symposium Gas-phase Synthesis of Functional Nanomaterials: Fundamental Understanding, Modeling and Simulation, Scale-up, Duisburg, Germany (2017.3.21-22)  
M. Shigeta
- (10) 国内会議講演
  - (1) 熱プラズマを利用したナノ粒子創製プロセスにおける諸現象のモデリング  
第23回応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会プラズマ新領域研究会・電気学会プラズマ研究会 共催『高エンタルピープラズマの数値シミュレーション』, 大阪 (2016.8.8)  
茂田 正哉
  - (2) 画像分光法によるガスメタルアーク溶接における動的プラズマ挙動の観察  
溶接学会平成28年度秋季全国大会 論文賞受賞記念講演, 群馬 (2016.9.14-16)  
茂田 正哉, 中西 省太, 田中 学
  - (3) 熱プラズマを利用したナノ粒子創製プロセスの諸現象のモデル化と数値計算  
日本物理学会第72回年次大会 領域2シンポジウム『高熱流プラズマ・熱プラズマの物理と工学応用への展開』, 大阪 (2017.3.17-20)  
茂田 正哉

(11) 解説・総説

- (1) 溶接技術の基本  
圧力設備の材料、設計、施工、維持管理の基礎 (2016), 125-171.  
田中 学
- (2) 溶接法基礎論  
平成28年度溶接工学夏季大学教材 (2016), 1-24.  
田中 学
- (3) Gas Metal Arc 溶接プロセスにおける可視化研究  
画像ラボ, 27, 9 (2016), 38-43.  
田代 真一, 田中 学

(15) 受賞

- (1) 溶接学会論文賞  
(一社) 溶接学会 (2016.04.13)  
茂田 正哉, 中西 省太, 田中 学, A. B. Murphy
- (2) 溶接物理・技術奨励賞  
(一社) 溶接学会 溶接法研究委員会 (2016.08.02)  
茂田 正哉, 池田 貴裕, 田中 学, 菅 哲男, 末永 和之, 太田 誠
- (3) Thermal Engineering Best Paper Award  
(一社) 日本機械学会 (2016.08.10)  
M. Shigeta, M. Tanaka

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |              |  |       |       |
|-----|--------------|--|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(A)      | プラズマジェットによる金属蒸気輸送<br>ダイナミクスと溶接アーク熱輸送現象の可視化   | 田中 学  | 3,380 |
| (2) | 基盤研究(B)      | 薬剤送達用複合ナノ粒子のワンステップ合成を<br>目指した超臨界プラズマ流動場の創成   | 茂田 正哉 | 2,600 |
| (3) | 挑戦的<br>萌芽研究  | 水プラズマ廃棄物処理プロセス最適設計の<br>ためのマルチフィジックスシミュレータの開発 | 茂田 正哉 | 1,560 |
| (4) | 特別研究員<br>奨励費 | スマートアーク溶接への技術革新を誘起する<br>数値解析モデルの確立           | 小西 恭平 | 800   |

民間等との共同研究

- |     |  |   |      |       |
|-----|--|---|------|-------|
| (1) |  | タングステン TIG 電極材料の評価に関する研究  | 田中 学 | 1,000 |
| (2) |  | SMAW のアーク現象解析に関する研究<br>塩基性 FCW のアーク現象解析に関する研究<br>X線イメージング装置を用いた SAW 溶融・<br>凝固現象観察 | 田中 学 | 3,300 |

(3)	溶接入熱量評価手法に関する研究	田中	学	1,500
(4)	ボロン鋼の溶接割れに関する研究	田中	学	503
(5)	ボロン鋼の溶接割れに関する研究	田中	学	368
(6)	ボロン鋼の溶接割れに関する研究	田中	学	630
(7)	アルミアーク溶接の技術開発	田中	学	3,425
(8)	アルミアーク溶接の技術開発	田中	学	1,575
(9)	二段給電式MIG溶接の数値解析シミュレーションによる現象解析 (その2)	田中	学	1,200
(10)	スポット溶接における散り発生挙動の粒子法数値シミュレーション解析	田中	学	1,944
(11)	J-STAR 溶接におけるアークプラズマ現象の解明	田中	学	4,018
(12)	ショートアークランプの可視化現象に関する研究	田中	学	720
(13)	ガス切断におけるノロ付着シミュレーション	茂田	正哉	1,200
(14)	レーザー溶接における溶融池の挙動解析に関する研究	茂田	正哉	1,200

#### 受託研究

(1)	溶接部性能保証のためのシミュレーション技術の開発	田中	学	1,725
-----	--------------------------	----	---	-------

#### 奨学寄付金

(1)		田中	学	4,767
-----	--	----	---	-------

#### 4.8 教育

氏名：田中 学

##### (1) 大学院等講義科目

(1)	マテリアル生産科学専攻	材料機能化設計学
(2)	マテリアル生産科学専攻	溶接プロセス学特論
(3)	応用理工学科	生産機器工学 I
(4)	応用理工学科	生産情報基礎学 I

(3) 博士論文 (副査)

- (1) マテリアル生産科学専攻, 谷川 大地 半導体レーザを用いた入熱制御による低希釈・低熱影響 Ni 基合金被膜形成に関する研究

(4) 修士論文

- (1) マテリアル生産科学専攻, 藤本 貴大 非圧縮性 SPH 法と有限体積法を用いた連成計算によるフラックス入りワイヤの溶滴移行シミュレーション
- (2) マテリアル生産科学専攻, 南 翔太 帯電現象および酸化反応を考慮したモデルを用いたアーク溶接時に発生するヒューム一次粒子の集団成長過程の数値解析的研究
- (3) 応用理工学科マテリアル生産科学科目, 島田 克之 抵抗スポット溶接における散り発生過程の粒子法シミュレーション
- (4) 応用理工学科マテリアル生産科学科目, 須貝 友裕 ガス切断における金属溶融および流動過程の粒子法シミュレーション

氏名: 茂田 正哉

(1) 大学院等講義科目

- (1) マテリアル生産科学専攻 加工物理学 I
- (2) マテリアル生産科学専攻 材料機能化設計学
- (3) 応用理工学科マテリアル生産科学科目 輸送現象論 I
- (4) 全学共通教育 基礎セミナー
- (5) 全学共通教育 先端教養科目
- (6) 大阪大学短期留学特別プログラム (OUSSEP) Introduction of Mechanical, Materials and Manufacturing Science

(4) 修士論文

- (1) マテリアル生産科学専攻, 藤本 貴大 非圧縮 SPH 法と有限体積法を用いた連成計算によるフラックス入りワイヤの溶滴移行シミュレーション
- (2) マテリアル生産科学専攻, 南 翔太 帯電現象および酸化反応を考慮したモデルを用いたアーク溶接時に発生するヒューム一次粒子の集団成長過程の数値解析的研究

(5) 卒業論文

- (1) マテリアル生産科学専攻, 島田 克之 抵抗スポット溶接における散り発生過程の粒子法シミュレーション
- (2) マテリアル生産科学専攻, 須貝 友裕 ガス切断における金属溶融および流動過程の粒子法シミュレーション

4.9 社会貢献

氏名：田中 学

(1) 学会役員

- (1) (一社) スマートプロセス学会 会長
- (2) (一社) 軽金属溶接協会 アルミニウム溶接教育委員会 委員長
- (3) (一社) 軽金属溶接協会 論文賞・技術賞選考委員会委員
- (4) (一社) 電気学会 論文委員会 委員
- (5) (一社) 日本鉄鋼協会 接合・結合フォーラム 主査
- (6) (一社) 日本溶接協会 IIW 資格日本認証機構特認コース小委員会 委員
- (7) (一社) 日本溶接協会 電気溶接機部会技術委員会 副委員長
- (8) (一社) 日本溶接協会 メールマガジン編集委員会委員
- (9) (一社) 日本溶接協会 溶接管理技術者教育委員会委員
- (10) (一社) 日本溶接協会 国際活動委員会 委員
- (11) (一社) 日本溶接協会 IIW 資格日本認証機構 J-ANB 管理委員会 委員
- (12) (一社) 日本溶接協会 溶接作業指導者運営委員会 委員
- (13) (一社) 日本溶接協会 理事
- (14) (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議 第212委員会 委員長
- (15) (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議 理事
- (16) (一社) 溶接学会 溶接法研究委員会 副委員長
- (17) (一社) 溶接学会 溶接教育委員会 副委員長
- (18) (一社) 溶接学会 全国大会運営委員会 副委員長
- (19) (一社) 溶接学会 論文査読・審査委員会 副委員長

- |      |   |                         |
|------|---|-------------------------|
| (20) | (一社) 溶接学会                               | 企画委員会 委員                |
| (21) | (一社) 溶接学会                               | 関西支部 幹事                 |
| (22) | (一社) 溶接学会                               | 理事                      |
| (23) | (一社) 溶接学会                               | 溶接情報化委員会 委員             |
| (24) | (一社) 溶接学会                               | 平成28年度論文賞審査委員会 委員長      |
| (25) | (一社) 溶接学会                               | 平成28年度特別員選考委員会 委員       |
| (26) | (独) 日本学術振興会                             | プラズマ材料科学第153委員会 委員      |
| (27) | IIW (国際溶接学会)                            | Study Group 212委員会 委員長  |
| (28) | IIW (国際溶接学会)                            | 技術マネージメント委員会 (TMB) 委員   |
| (2)  | 国際会議委員                                  |                         |
| (1)  | Visual-JW2016                           | Chairman                |
| (5)  | 国・自治体・公益法人等への貢献                         |                         |
| (1)  | (公財) 溶接接合工学振興会                          | 評議員                     |
| (2)  | (公財) 溶接接合工学振興会                          | 企画委員会 委員                |
| (3)  | 山東大学 (中国, 済南市)                          | 博士共同指導教授                |
| (6)  | 外国人招へい研究員・研究留学生                         |                         |
| (1)  | 研究留学生 : Phan Le Huy                     | 産業生産における材料加工技術の開発に関する研究 |
| (7)  | 社会への情報発信                                |                         |
| (1)  | ダイヘンと阪大 鉄板溶接に新技術<br>低コスト、短時間            | 日本経済新聞 (2016.04.13)     |
| (2)  | 2016国際ウエルディングショー総集編<br>JIWS 見てある記 = 溶接機 | 溶接ニュース (2016.05.10)     |
| (3)  | 平田阪大教授の退職祝う                             | 溶接ニュース (2016.05.31)     |
| (4)  | 産学連携シンポジウム開催                            | 溶接ニュース (2016.07.05)     |
| (5)  | IIW 年次大会、メルボルンで開催<br>世界の溶接リーダー800人参集    | 溶接ニュース (2016.07.26)     |
| (6)  | 阪大接合研など国際共同研究開始<br>波形制御サブマージアーク溶接の溶融現象  | 産業特信溶接版 (2016.09.06)    |

- (7) 阪大接合研、国際研究で署名  
インド工科大などと溶融現象解明へ 溶接ニュース (2016.09.20)
- (8) 阪大接合研・東京セミナー開く  
界面科学テーマに6講演 溶接ニュース (2017.01.17)
- (9) 溶融池の流れ・温度を「見える化」への助言 溶接ニュース (2017.03.28)

氏名：茂田 正哉

(1) 学会役員

- (1) (一社) 日本機械学会流体工学部門 広報委員会 委員
- (2) (一社) 溶接学会 溶接法研究委員会 幹事
- (3) (一社) 溶接学会 全国大会運営委員会 委員
- (4) (一社) 溶接学会 論文査読委員会 委員
- (5) (一社) 溶接学会関西支部 監事
- (6) (公社) 応用物理学会プラズマ  
エレクトロニクス分科会 幹事

(2) 国際会議委員

- (1) 10th International Conference on Trends  
in Welding Research & 9th International  
Welding Symposium of Japan Welding  
Society (9WS) Organizing Committee

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- (1) European Union External Advisory Board

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成28年度共同研究員と研究テーマ

氏名：田中 学

- (1) 沖縄県工業技術センター 棚原 靖 鉄筋圧接への溶融池磁気制御アーク溶接法の適用に関する研究
- (2) 宮崎大学 湯地 敏史 交流 TIG 溶接での溶融池内の陰極点挙動観測に関する研究
- (3) 九州大学工学研究院 渡邊 隆行 反応性熱プラズマの高精度数値シミュレーション  
化学工学部門

- |      |                            |       |                                  |
|------|----------------------------|-------|----------------------------------|
| (4)  | 九州大学工学府化学<br>システム工学専攻      | 橋詰 太郎 | 高速度ビデオカメラを用いた熱プラズマ中の基礎現象の可視化     |
| (5)  | 九州大学工学<br>府化学システム工学専攻      | 縄田 祐志 | 高速度ビデオカメラを用いた熱プラズマ中の基礎現象の可視化     |
| (6)  | 九州大学工学<br>府化学システム工学専攻      | 田島 司  | 反応性熱プラズマの高精度数値シミュレーション           |
| (7)  | 九州大学工学<br>府化学システム工学専攻      | 小関悠太郎 | 反応性熱プラズマの高精度数値シミュレーション           |
| (8)  | 九州大学大学院工学研究院<br>化学工学部門     | 田中 学  | 高速度ビデオカメラを用いた熱プラズマ中の基礎現象の可視化     |
| (9)  | 熊本大学                       | 寺崎 秀紀 | 溶接プロセスの可視化                       |
| (10) | 熊本大学大学院<br>自然科学研究科         | 林 興平  | 高速度二色温度カメラによる溶接プロセスの可視化          |
| (11) | 熊本大学大学院<br>自然科学研究科         | 宮原 優  | 高速度二色温度カメラによる溶接プロセスの可視化          |
| (12) | (国研)物質・材料研究機構              | 中村 照美 | ワイヤ溶融制御を用いた Ar-MIG 溶接の安定性向上技術    |
| (13) | 鹿児島県工業技術センター               | 堀之内悠介 | TIG 溶接におけるアーク及び溶融池現象に関する基礎研究     |
| (14) | 東京都市大学                     | 岩尾 徹  | 三角波を用いたパルスアークにおける金属蒸気混入時の放射損失の解明 |
| (15) | 東京都市大学大学院<br>工学研究科電気電子工学専攻 | 真栄田義史 | TIG 溶接における直交風の流速変化時の母材への熱流束分布の解明 |
| (16) | 東京都市大学大学院<br>工学研究科電気電子工学専攻 | 高橋 広樹 | パルスアークにおける電流立ち上がり時の窒素濃度の時間変化     |
| (17) | 琉球大学工学部<br>機械システム工学科       | 松田 昇一 | 非対称交流磁場を用いた溶融池磁気制御アーク溶接法の研究      |

#### 国際共同研究員

- |     |                                     |           |  |
|-----|-------------------------------------|-----------|--|
| (1) | Beijing University of<br>Technology | Jiang Fan | Arc Behavior and Physics of Novel Welding Arc                                      |
| (2) | Beijing University of<br>Technology | Xu Bin    | Physical characteristics of plasma arc and temperature and flow field of weld pool |

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

(1)                    合 計                    8

## 接合プロセス研究部門 エネルギー変換機構学分野

### 4.1 研究概要

本研究分野では、材料加工プロセスに介在する加工エネルギー源（プラズマ、粒子ビーム）から材料へのエネルギー変換付与機構ならびに相互作用機序を基軸に据えて、材料表界面の高機能化と高度制御に向けた基礎学理を追求すると共に、先進的な加工エネルギー源ならびにプロセス制御法の創成と診断評価を通じて、接合科学の高度化に資する基礎研究および応用技術開発ならびに人材育成を行っている。特に、接合科学の高度化に資する基礎研究を通じて、次世代の科学・技術フロンティアを支える先進的表界面加工プロセスの創成を目指し、1) 加工エネルギー源と材料との相互作用に関する機序解明を通じて、2) エネルギー変換・付与過程に着目した先進的材料加工プロセスの研究開発に加えて、3) プロセスの高精度制御に有効な新しい加工エネルギー源の開発と応用に関する研究を展開している。

具体的には、平面ディスプレイならびに太陽電池をはじめとする大面積プロセスへの応用に向けて、独自のプラズマ生成・制御技術に加えて、低温かつ低ダメージでの高品位プロセスの実現に向けた先進的な表界面制御プロセスの研究開発を推進している。さらに、当該プラズマ生成・制御に関する基礎的知見を大気圧非平衡プラズマに展開し、科学研究費補助金・新学術領域研究（研究領域提案型）「プラズマ医療科学の創成」の計画研究として、放電の高度時空間制御ならびに生体分子との相互作用の解明に基づく系統的研究により、生体適合性に優れた革新的医療用プラズマ源の開拓に向けた研究を推進している。また、プラズマプロセスを駆使した機能材創成と構造制御に関する研究を進めている。

これらの一見多岐に亘る研究内容に共通するテーマは、「表界面制御の高度化による材料プロセスの低温化と高品位化」であり、熱平衡状態では高温を要する材料プロセスを低温の基材上で実現するための新しい加工エネルギー発生・制御技術の開拓に集約される。

### 4.2 研究課題

1. プラズマ-材料相互作用の解明と先進的な表界面制御プロセスの開発
2. 新しいプラズマ源、粒子ビーム源の開発と高度プロセス技術（CVD、PVD）の研究
3. 大面積・低ダメージ・高密度プラズマ源の開発と先進的プロセス制御技術の研究
4. 無機/有機ハイブリッドデバイス創製に向けたソフトマテリアルプロセス科学の開拓と先進的グリーンナノテクノロジーの開発
5. 生体適合性に優れた革新的医療用プラズマ源の開拓

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

1. 反応性高度制御プラズマスパッタ製膜による高品質酸化物半導体薄膜の低温形成

透明酸化物半導体  $\text{InGaZnO}_x$  (IGZO) は、高速動作薄膜トランジスタ材料として期待されているが、現状の製造プロセスでは高温のアニールプロセスが不可欠であるためガラス上でのデバイス製造に限られており、次世代におけるフレキシブルデバイスをはじめ有機材料等の広範な基材上でのデバイス創成に向けた技術展開には、高移動度の薄膜トランジスタを低温で形成するための新たなプロセス技術の開発が不可欠である。

このため、本研究では、酸化物半導体薄膜形成プロセスにおける反応過程の解明を通じて、プラズマ反応性の高度制御により、デバイス形成の低温化と大面積均質プロセスの実現に向けた新しいプラズマプロセス技術を創成することを目的として研究を推進している。

本年度は、基礎過程の解明を通じたアニールプロセスの高度化に注力し、プロセスの低温化に資するプラズマ高度制御技術の創出に向けて研究を推進した。まず、反応過程の解明に向けて、高密度プラズマにより反応性を格段に向上させた雰囲気下でのプロセスについて調べ、従来のアニールプロセスで用いられている活性雰囲気に比べて格段に低温の状態、かつ良好なデバイス特性を実現可能であることを示した。さらに、プロセスの低温化を目指して、プラズマ気相の反応性制御がアニール特性に及ぼす効果について調べ、気相における活性種の制御がデバイス特性の向上に有効であることを示す結果が得られた。

尚、本研究の一部は、科学研究費助成事業（科学研究費補助金）基盤研究(B)の支援を受けて実施したものである。

## 2. 高度時空間制御による生体適合放電生成の基盤確立と革新的医療プラズマ源の創成

本研究は、科学研究費助成事業（科学研究費補助金）新学術領域研究（研究領域提案型）「プラズマ医療科学の創成」の計画研究として実施しているものである。

本研究では、プラズマ生成・制御ならびに相互作用に関する研究成果を礎に、放電制御と気相活性粒子計測に基づく研究により、生体適合性と時空間制御性に優れた放電生成の基盤確立を通じて、革新的な医療用プラズマ源を開発することを目的としており、目的達成のため、以下の課題を設定している。[1] 生体高分子との相互作用解明、[2] 放電構造・活性種分布の時空間計測・評価、[3] 放電励起の高度時空間制御による生体適合放電の基盤確立、[4] 革新的医療プラズマ源の開発。

本年度は、本計画研究で設計・試作したプラズマ源の高度化、さらには生体への作用機序の解明に向けて重要となる液相との相互作用の究明に主眼を置いて、研究を推進した。

まず、上記の研究課題 [3] について、放電励起周波数依存性ならびに流体力学的特性の可視化を通じてこれまでに蓄積した知見を基に、大気圧非平衡プラズマを照射した液相中における活性酸素種と活性窒素種の生成濃度比を、従来と比較して桁違いに広範囲かつ自在に制御することに成功した。さらに、アミノ酸等の有機成分を含有する細胞培養液をはじめとする溶液中における有機分子の解離および反応過程を明らかにした。研究課題 [4] について、これまでに実施した研究課題 [1] ~ [3] での知見を基に、名古屋大学に構築された『プラズマ医療科学総合拠点』での評価を通じて、気相での高密度ラジカル生成と制御に有効な放電制御手法を明らかにした。さらに、本研究で開発した大気圧非平衡プラズマ源を用いて、細胞応答に関する医工連携研究を本領域内で精力的に推進し、活性種濃度比を従来に比べて格段に広範に制御した条件でのがん細胞殺傷効果を明らかにした。

尚、本研究は、主に科学研究費助成事業（科学研究費補助金）新学術領域研究の支援を受けて実施したものである。

また、上述の研究成果に関する国際会議発表に対して、以下の2件の賞を受賞した。

【G. Uchida, A. Nakajima, T. Ito, K. Takenaka, T. Kawasaki, K. Koga, M. Shiratani, Y. Setsuhara, Participants' Poster Prize, 6th International Conference on Plasma Medicine, 平成27年10月6日】

【G. Uchida, T. Ito, J. Ikeda, K. Takenaka, Y. Setsuhara, Best presentation award, 9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2017), 平成29年3月5日】

## 3. インフライトプラズマプロセスを用いたLiイオン電池用高容量Ge系ナノ複合膜形成

本研究では、Liイオン電池負極材に適した物性値（高導電率、高容量、低膨張率）を有するGe系材料を用いたナノ複合膜を、ナノ粒子生成とナノ粒子膜形成をシングルステップで行える新規プラズマプロセスで実現し、次世代高容量Liイオン電池をブレークスルーすることを目標としている。

研究の結果、プラズマプロセスを用いた新規 Ge ナノ粒子膜堆積法の開発に成功し、Ge ナノ粒子膜を負極材に用いた高容量 Li イオン電池を実証した。本研究では、スパッタ法を用いて Ge ナノ粒子を生成し、スパッタカソードからガス流を基板方向に流すことにより、気相中で生成した Ge ナノ粒子を基板へと堆積させた。Ge ナノ粒子の構造に関して、プラズマ生成のためのアルゴンガスに水素ガスを10%程度添加した時、ナノ粒子の構造はアモルファス構造から結晶構造へと変化し、その時、ナノ粒子全体の80%以上が結晶成分と見積もられた。また、基板温度を室温から180度へと上昇させた時、ラマンスペクトルの半値幅が  $11.7\text{cm}^{-1}$  から  $5.3\text{cm}^{-1}$  と単結晶 Ge の  $3.2\text{cm}^{-1}$  と同程度まで減少し、結晶性が大きく向上した。さらに、Ge ナノ粒子膜の高導電率化のために、Ge ナノ粒子膜に Sn を添加した。ナノ粒子膜をラマン分光法で解析したところ、結晶 Ge と比べピークが低波数側に大きくシフトし、結晶 Ge ナノ粒子膜中に Sn が 1 割程度添加されていることが示唆された。最後に、Ge 結晶ナノ粒子膜を負極材とした Li イオン電池 (2016コインセル) を試作し、電池容量を評価した。初期容量として理論値に近い約1600 mAh/g の重量比容量が得られた。充放電のサイクル数とともに容量は緩やか低下し、50サイクル後の重量比容量は約600 mAh/g であった。

尚、本研究の一部は、科学研究費助成事業 (学術研究助成基金助成金) 基盤研究 (C) の支援を受けて実施したものである。

#### 4. 大気圧非平衡プラズマを用いた表面ナノ構造を制御した酸化亜鉛薄膜形成

本研究では、フレキシブルデバイスの高性能化・高機能化技術、また革新的なフレキシブルデバイス創製技術の実現に向けた、フレキシブルデバイスの実用化で必須である高品質酸化亜鉛薄膜の低温高速形成技術の開発を目標に研究を行っている。

大気圧非平衡プラズマ支援による酸化亜鉛薄膜形成技術の開発を念頭に、大気圧非平衡プラズマとミストとの反応を調べた。ミストのプラズマ中での振る舞いに関して、酸化亜鉛のサイズ制御に関する知見を得るために、プラズマに供給されるミストサイズによる製膜形状の影響を調べた。製膜表面を走査型顕微鏡 (SEM) により観察したところ半球状の形状をした表面構造が確認され、その表面構造はプラズマに供給されるミストサイズに依存し、プラズマ中での溶媒の気化速度より生成される粒子形状が変化することを明らかにした。これらの成果は、供給するミストサイズの制御により、製膜した薄膜の表面形状の制御ならびに微粒子形成・サイズ制御への可能性を示唆するものであり、大気圧非平衡プラズマ支援による表面形状制御製膜技術および微粒子形成技術の発展に向けた貢献が期待される。

尚、本研究の一部は、科学研究費助成事業 (学術研究助成基金助成金) 基盤研究 (C) の支援を受けて実施したものである。

#### (2) 研究に対する自己評価

研究の独自性 本研究分野では、材料加工プロセスに介在する加工エネルギー源 (プラズマ、粒子ビーム) から材料へのエネルギー変換付与機構ならびに相互作用機序を基軸に据えて、材料表界面の高機能化と高度制御に向けた基礎学理を追求すると共に、先進的な加工エネルギー源ならびにプロセス制御法の創成と診断評価を通じて、接合科学の高度化に資する基礎研究および応用技術開発ならびに人材育成を行っている。

特に、接合科学の高度化に資する基礎研究を通じて、次世代の科学・技術フロンティアを支える先進的な表界面加工プロセスの創成を目指し、1) 加工エネルギー源と物質との相互作用に関する機構解明の研究を通じて、2) 物質へのエネルギー変換・付与過程に着目した先進的材料加工プロセスの研究開発に加えて、3) プロセスの高精度制御に有効な新しい加工エネルギー源の開発と応用に関する研究を展開している。

本研究分野でのアプローチは、既製の従来装置を用いた材料開発あるいはプロセス開発ではなく、装置で決まる従来プロセスでの境界条件（限界）を打破し、既存の装置では実現できないプロセス条件や新たな制御性を追求することを志向しており、その点において実際に得られた成果の意義があるものと考えている。特に、当研究分野での表界面制御に関する研究では、機能性デバイス形成プロセスの開発に向けて、内外で提案されていないオリジナリティーを重視した研究アプローチを採っており、科学研究費（基盤研究(B)，基盤研究(C)）により研究を実施して成果を上げてきている。さらに、科学研究費補助金・新学術領域研究（研究領域提案型）「プラズマ医療科学の創成」の計画研究として、放電の高度時空間制御に基づく系統的研究に基づく革新的医療用プラズマ源の開拓に向けた研究を展開してきた。

研究レベル 研究成果については、国際会議ならびに国内会議において多数の招待講演を依頼され、さらに国際会議における研究発表に対して2件の賞【Participants' Poster Prize、6th International Conference on Plasma Medicine】【Best presentation award、ISPlasma2017】を受賞するなど、内外において高く評価されているものとする。また、学術誌への成果発表では、共同研究員との共著論文を含め、国際的にも比較的高いインパクト・ファクターを有する学術誌を含めて多数の原著論文として掲載された。

研究成果の社会への貢献 研究成果の内、プラズマならびに半導体プロセス関連の研究については、研究成果の実用化に向けた研究開発や製品開発に向け、産学連携による社会貢献が図られているものとする。さらに、プラズマ医療関連の研究では、特許出願（大阪大学継承）を完了しており、産学連携による製品開発に向けた今後の展開が期待される。

研究予算 外部資金として、プラズマならびにプロセス関連の研究（節原）については、科学研究費助成事業（科学研究費補助金）新学術領域研究の計画研究に加えて、科学研究費助成事業（科学研究費補助金）基盤研究(B)の研究経費を受けている。また、科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）基盤研究(C)（内田、竹中：各1件）を受けている。

#### 4.4 教育に対する自己評価

本研究分野は、本学大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻における大学院教育を兼任しており、「材料電磁プロセス学」（節原、内田）の講義を担当すると共に、大学院学生の研究指導を行っている。また、大阪大学ナノサイエンスデザイン教育研究センターの兼任教授（節原）として、学内での活動にも貢献している。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

国内外での学会等活動：学協会での理事、評議員、幹事長等を歴任している。

産学連携：民間企業との共同研究等を通じて、産学連携を推進している。

国際貢献：複数の国際会議において、組織委員、チェア等を歴任している。さらに、Asian Joint Committee for Applied Plasma Science and Engineering (AJC/APSE)ならびに Flexible Electronics Research Institute International Committee の委員として、国際連携に関わる中長期的戦略の企画立案にも携わっている。

その他社会貢献：日本学術振興会の産学協力研究委員会ならびに大学改革支援・学位授与機構の学位審査会専門委員を歴任し、社会貢献を図っている。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

プラズマプロセスに関わる共同研究では、高密度プラズマの応用技術開発とプロセス制御に不可欠なラジカル計測技術の開発と新しいプロセス創出を目指して精力的な共同研究を実施している。その内1件について、共同利用・共同研究賞を受賞した。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Effects of Deposition Rate and Ion Bombardment on Properties of A-C:H Films Deposited by H-assisted Plasma CVD Method  
Jpn. J. Appl. Phys., 55, 1S (2016), 01AA11-1-01AA11-7.  
X. Dong, K. Koga, D. Yamashita, H. Seo, N. Itagaki, M. Shiratani, Y. Setsuhara, M. Sekine and M. Hori
- (2) Low-temperature Atmospheric-Pressure Plasma Sources for Plasma Medicine  
Arch. Biochem. Biophys., 601 (2016), 3-10.  
Y. Setsuhara
- (3) Surface Smoothing during Plasma Etching of Si in Cl<sub>2</sub>  
Appl. Phys. Lett., 109, 20 (2016), 204101-1-204101-5.  
N. Nakazaki, H. Matsumoto, H. Tsuda and K. Ono
- (4) Effects of Irradiation Distance on Supply of Reactive Oxygen Species to the Bottom of a Petri Dish Filled with Liquid by an Atmospheric O<sub>2</sub>/He Plasma Jet  
J. Appl. Phys., 119, 17 (2016), 173301-1-173301-8.  
T. Kawasaki, S. Kusumegi, A. Kudo, T. Sakanoshita, T. Tsurumaru, A. Sato, G. Uchida, K. Koga and M. Shiratani
- (5) Two-dimensional Concentration Distribution of Reactive Oxygen Species Transported through a Tissue Phantom by Atmospheric-Pressure Plasma-Jet Irradiation  
Appl. Phys. Express, 9, 7 (2016), 076202-1-076202-4.  
T. Kawasaki, A. Sato, S. Kusumegi, A. Kudo, T. Sakanoshita, T. Tsurumaru, G. Uchida, K. Koga and M. Shiratani
- (6) Effects of Nonthermal Plasma Jet Irradiation on the Selective Production of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub><sup>-</sup> in Liquid Water  
J. Appl. Phys., 120, 20 (2016), 203302-1-203302-9.  
G. Uchida, A. Nakajima, T. Ito, K. Takenaka, T. Kawasaki, K. Koga, M. Shiratani and Y. Setsuhara
- (7) Control of Reactive Oxygen and Nitrogen Species Production in Liquid by Nonthermal Plasma Jet with Controlled Surrounding Gas  
Jpn. J. Appl. Phys., 56 (2016), 01AC06-1-01AC06-6.  
T. Ito, G. Uchida, A. Nakajima, K. Takenaka and Y. Setsuhara
- (8) Effects of Working Pressure on the Physical Properties of A-InGaZnO<sub>x</sub> Films Formed Using Inductively-Coupled Plasma-Enhanced Reactive Sputtering Deposition  
IEEE Trans. Plasma Sci., 44, 12 (2016), 3099-3106.  
K. Takenaka, K. Nakata, G. Uchida, Y. Setsuhara and A. Ebe

(7) 国際会議発表

- (1) Spatio-temporal Behaviors of Atmospheric-Pressure Dielectric Barrier Discharge Plasma Jets for Reactive Interactions with Materials  
Int. Conf. on Processing & Manufacturing of Adv. Materials Processing, Fabrication, Properties, Applications (THERMEC ' 2016) (2016.5.29-6.3)  
Y. Setsuhara, G. Uchida, A. Nakajima, K. Kawabata and K. Takenaka
- (2) Spatio-temporal Behaviors of Atmospheric-pressure Plasma Jets for Investigation of Reactive-species Production in Liquid  
43rd IEEE Int. Conf. on Plasma Science (ICOPS 2016), Banff, Canada (2016.6.19-23)  
Y. Setsuhara, A. Nakajima, G. Uchida, T. Ito, K. Takenaka and J. Ikeda
- (3) Effects of Surrounding Gas Flow on ROS and RNS Productions in Non-Thermal Plasma-Jet System  
6th Int. Conf. on Plasma Medicine (ICPM-6) (2016.9.4-9)  
Y. Setsuhara, G. Uchida, T. Ito, A. Nakajima, K. Takenaka and J. Ikeda
- (4) Dynamical-Behavior Characterization of Atmospheric-Pressure Dielectric-Barrier-Discharge Plasma Jets for Control of Reactive Oxygen and Nitrogen Species in Liquid  
15th Int. Conf. on Plasma Surface Engineering (2016.9.12-16)  
Y. Setsuhara, G. Uchida, A. Nakajima, T. Ito and K. Takenaka
- (5) Development of New Amorphous Oxide Semiconductor by Controlling Defects  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
T. Kamiya, K. Ide, H. Hiramatsu, Y. Setsuhara, A. Hiraiwa, H. Kawarada and H. Hosono
- (6) Combinatorial Characterization of A-IGZO Film Properties Deposited with ICP-enhanced Reactive Sputtering  
38th Int. Symp. on Dry Process (DPS2016), Hokkaido, Japan (2016.11.21-22)  
Y. Setsuhara, K. Takenaka, G. Uchida and A. Ebe
- (7) Effects of Plasma-Irradiation Distance on ROS and RNS Productions in Liquid  
6th Int. Conf. on Plasma Medicine (ICPM-6) (2016.9.4-9)  
G. Uchida, A. Nakajima, T. Ito, K. Takenaka, T. Kawasaki, K. Koga, M. Shiratani and Y. Setsuhara
- (8) Control of ROS and RNS Productions in Liquid in Atmospheric Pressure Plasma-Jet System  
69th Annual Gaseous Electronics Conf., Bochum, Germany (2016.10.10-14)  
G. Uchida, T. Ito, K. Takenaka, J. Ikeda and Y. Setsuhara
- (9) ROS and RNS Production in Liquid under the Various Plasma Irradiation Conditions  
Int. Conf. on Plasma Medical Science Innovation (ICPMSI) 2017, Nagoya, Japan (2017.2.27-28)  
G. Uchida, T. Ito, Y. Mino, K. Takenaka, J. Ikeda and Y. Setsuhara
- (10) Measurements of the ROS and RNS in Liquid Treated by a Nonthermal Plasma Jet  
9th Int. Symp. on Adv. Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma 2017) / 10th Int. Conf. on Plasma Nano Technology & Science(IC-PLANTS 2017), Nagoya, Japan (2017.3.1-5)  
G. Uchida, T. Ito, K. Takenaka, J. Ikeda and Y. Setsuhara

- (11) Development of Plasma Processing Technology for Low-Temperature Formation of High Quality Functional Films  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
K. Takenaka, Y. Setsuhara, G. Uchida, K. Ide and T. Kamiya
- (12) Influence of Mist Size on Surface Structure of ZnO Films Deposited with Plasma Assisted Mist Chemical Vapor Deposition  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
K. Takenaka, G. Uchida and Y. Setsuhara
- (13) Plasma Interactions with Organic Materials for Low-Temperature Processing of Engineering Polymers and Biomolecules  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
K. Takenaka, G. Uchida and Y. Setsuhara
- (14) Deposition of AlN Films Using ICP-enhanced Reactive DC-pulsed Sputtering  
9th Int. Symp. on Adv. Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma 2017) / 10th Int. Conf. on Plasma Nano Technology & Science(IC-PLANTS 2017), Nagoya, Japan (2017.3.1-5)  
K. Takenaka, Y. Satake, G. Uchida and Y. Setsuhara

(8) 国内学会発表

- (1) Formation of High-mobility IGZO Thin Film Transistors Using ICP-enhanced Reactive Sputter Deposition  
第34回プラズマプロセッシング研究会(SPP34), 第29回プラズマ材料科学シンポジウム(SPSM 29), 北海道 (2017.1.16-18)  
Y. Setsuhara, K. Takenaka, M. Endo, G. Uchida and A. Ebe
- (2) プラズマ支援反応性スパッタ製膜を用いた高移動度 IGZO 薄膜トランジスタの形成  
第64回応用物理学会春季学術講演会, 横浜 (2017.3.14-17)  
節原 裕一, 遠藤 雅, 竹中 弘祐, 内田 儀一郎, 江部 明憲
- (3) 周辺ガス制御型大気圧 He プラズマジェット照射による純水中 RNS/ROS 濃度比制御  
第77回応用物理学会学術講演会 (2016.9.13-16)  
伊藤 泰喜, 内田 儀一郎, 竹中 弘祐, 池田 純一郎, 節原 裕一
- (4) 大気圧プラズマジェット照射による培地中 ROS, RNS 生成制御  
第77回応用物理学会学術講演会 (2016.9.13-16)  
内田 儀一郎, 伊藤 泰喜, 竹中 弘祐, 池田 純一郎, 節原 裕一
- (5) 大気圧プラズマジェット照射によって模擬生体内を輸送された ROS の二次元濃度分布  
第40回静電気学会全国大会, 群馬 (2016.9.29-30)  
川崎 敏之, 内田 儀一郎, 古閑 一憲, 白谷 正治
- (6) Evaluation of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub>-Concentrations in Plasma Activated Liquid Produced under Various Plasma-Jet Conditions  
第26回日本 MRS 年次大会, 横浜 (2016.12.19-22)  
T. Ito, G. Uchida, K. Takenaka, J. Ikeda and Y. Setsuhara

- (7) The Effects of Nonthermal Plasma Irradiation on the Surface of Liquid and Its Effects on ROS and RNS Generations in Bulk Solution  
第26回日本 MRS 年次大会, 横浜 (2016.12.19-22)  
G. Uchida, T. Ito, K. Takenaka, J. Ikeda and Y. Setsuhara
- (8) Selective Production of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub>-in Cell Culture Medium Exposed to Nonthermal Plasma Jet  
第34回プラズマプロセッシング研究会(SPP34), 第29回プラズマ材料科学シンポジウム(SPSM 29), 北海道 (2017.1.16-18)  
G. Uchida, T. Ito, K. Takenaka, J. Ikeda and Y. Setsuhara
- (9) 非平衡プラズマジェット照射による溶液中 RNS 生成におけるアミノ酸の寄与  
第64回応用物理学会春季学術講演会, 横浜 (2017.3.14-17)  
内田 儀一郎, 伊藤 泰喜, 美濃 裕資, 竹中 弘祐, 節原 裕一
- (10) プラズマを重畳した反応性パルススパッタリングによる窒化物薄膜の低温形成  
第77回応用物理学会学術講演会 (2016.9.13-16)  
竹中 弘祐, 佐竹 義旦, 内田 儀一郎, 節原 裕一
- (11) Combinatorial Analysis of A-IGZO Film Properties Deposited with ICP-enhanced Reactive Sputtering  
第26回日本 MRS 年次大会, 横浜 (2016.12.19-22)  
K. Takenaka, M. Endo, G. Uchida, Y. Setsuhara and A. Ebe
- (12) Properties of AlN Thin Films Deposited with Plasma-Enhanced Reactive DC-pulsed Sputtering  
第26回日本 MRS 年次大会, 横浜 (2016.12.19-22)  
Y. Satake, K. Takenaka, G. Uchida and Y. Setsuhara
- (13) プラズマ支援反応性スパッタ製膜による窒化アルミニウム薄膜の形成  
第64回応用物理学会春季学術講演会, 横浜 (2017.3.14-17)  
竹中 弘祐, 佐竹 義旦, 内田 儀一郎, 節原 裕一
- (9) 国際会議講演
- (1) Spatio-temporal Behaviors of Atmospheric-pressure Dielectric Barrier Discharge Plasma Jets for Reactive Interactions with Materials  
9th International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC'2016), Graz, Austria (2016.5.29-6.3)  
Y. Setsuhara, G. Uchida, A. Nakajima, T. Ito and K. Takenaka
- (2) Plasma-Liquid Interactions with Atmospheric-Pressure Plasma Jets for Controlling Reactive Species in Plasma-Activated Aqueous Solutions  
The 3rd International Workshop on Advanced Plasma Technology and Applications, Hochiminh, Vietnam (2017.1.11-14)  
Y. Setsuhara, G. Uchida, T. Ito, J. Ikeda, Y. Mino and K. Takenaka
- (3) Characterization of Atmospheric-Pressure Plasma Jets and Interaction with Liquid for Control of Reactive Species in Plasma-Activated Aqueous Solutions  
International Conference on Plasma Medical Science Innovation (ICPMSI) 2017, Nagoya, Japan (2017.2.27-28)  
Y. Setsuhara, G. Uchida, T. Ito, J. Ikeda, Y. Mino and K. Takenaka

(4) Effects of Plasma-Jet Irradiation on the Surface of Liquid and Its Effects on ROS and RNS Generations in Bulk Solution  
26th Annual meeting of MRS-Japan 2016, Yokohama, Japan (2016.12.19-22)  
G. Uchida, T. Ito, K. Takenaka, J. Ikeda and Y. Setsuhara

(5) Development of Atmospheric Pressure Plasma Sources for Energy Device Materials Processing  
International Symposium on Energy Research and Applications 2017, Fukuoka, Japan (2017.2.9-11)  
G. Uchida, T. Ito, Y. Mino, K. Takenaka and Y. Setsuhara

(10) 国内会議講演

(1) 高密度プラズマの基礎から応用まで  
日本学術振興会 透明酸化物光・電子材料第166委員会 第72回研究会, 東京 (2016.7.15)  
節原 裕一

(2) 有機材料表面の機能化 - 有機材料の低ダメージプロセス -  
平成28年度(第32回)新材料・新技術利用研究会, 京都 (2016.9.28)  
節原 裕一

(3) (特別講演) 大気圧プラズマの現状と将来展望  
日本学術振興会プラズマ材料科学第153委員会プラズマ材料科学スクール, 東京 (2017.2.24)  
節原 裕一

(4) 微粒子プラズマプロセスの開発とナノ粒子デバイスへの応用展開  
東北大学電気通信研究所 共同プロジェクト研究 プロジェクト研究会 「荷電現象がもたらす微粒子 - 流体混成系の多様性と機能性」, 仙台 (2016.9.26-27)  
内田 儀一郎

(15) 受賞

(1) Participants' Poster Prize  
6th International Conference on Plasma Medicine (2016.09.09)  
G. Uchida, A. Nakajima, T. Ito, K. Takenaka, T. Kawasaki, K. Koga, M. Shiratani,  
Y. Setsuhara

(2) Best presentation award  
ISPlasma2017/IC-PLANTS2017 (2017.03.01)  
G. Uchida, T. Ito, K. Takenaka, J. Ikeda, Y. Setsuhara

(17) 外部資金 (単位:千円)

科学研究費補助金

(1)	新学術領域研究	高度時空間制御による生体適合放電生成の基盤確立と革新的医療プラズマ源の創成	節原 裕一	21,840
(2)	基盤研究(B)	次世代酸化物半導体デバイス低温大面積形成のためのプラズマ反応性高度制御法の創成	節原 裕一	3,120
(3)	基盤研究(C)	インフライトプラズマプロセスを用いたLiイオン電池用大容量Ge系ナノ複合膜堆積	内田儀一郎	1,040

(4) 基盤研究(C) 大気圧非平衡プラズマを用いた表面ナノ構造を制御した酸化亜鉛薄膜形成技術の開発 竹中 弘祐 1,300

奨学寄付金

(1) 斧 高一 4,002

4.8 教育

氏名：節原 裕一

(1) 大学院等講義科目

(1) マテリアル生産科学専攻 材料電磁プロセス学

氏名：内田 儀一郎

(1) 大学院等講義科目

(1) マテリアル生産科学専攻 材料電磁プロセス学

(2) 全学共通教育 基礎セミナー

氏名：竹中 弘祐

(1) 大学院等講義科目

(1) 全学共通教育科目 先端教養科目

4.9 社会貢献

氏名：節原 裕一

(1) 学会役員

- |     |                 |                       |
|-----|-----------------|-----------------------|
| (1) | (一社) スマートプロセス学会 | 理事                    |
| (2) | (一社) スマートプロセス学会 | Best Review 賞審査委員会 委員 |
| (3) | (一社) スマートプロセス学会 | 論文賞推薦委員会 委員           |
| (4) | (一社) スマートプロセス学会 | 表界面プロセス部会 部会長         |
| (5) | (一社) スマートプロセス学会 | 学術・技術奨励賞審査委員会 委員長     |
| (6) | (一社) 日本溶接協会     | 学識会員                  |
| (7) | (一社) 日本溶接協会     | 表面改質技術研究委員会 幹事長       |
| (8) | (一社) 表面技術協会     | 関西支部 常任幹事             |

- |      |   |   |
|------|---|---|
| (9)  | (一社) 表面技術協会   | 国際学術交流委員会 委員  |
| (10) | (公社) 応用物理学会   | プラズマエレクトロニクス分科会 副幹事長                                    |
| (11) | 日本 MRS  | 理事  |
| (2)  | 国際会議委員  |   |
| (1)  | 15th International Conference on Plasma Surface Engineering   | International Scientific Committee                      |
| (2)  | 6th International Conference on Microelectronics and Plasma Technology (ICMAP2016)  | Scientific Program Committee                            |
| (3)  | 2017 IEEE Electron Devices Technology and Manufacturing Conference (EDTM 2017)  | Sub-committee "Process, Tools and Manufacturing" Member |
| (4)  | 9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials/10th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma2017/IC-PLANTS2017) | Organizing Committee                                    |
| (5)  | 9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials/10th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma2017/IC-PLANTS2017) | Program Committee                                       |
| (6)  | IUMRS-ICAM 2017   | Program committee, Chair                                |
| (7)  | The 11th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering (AEPSE 2017)   | International Program Committee                         |
| (8)  | The 1st Global Plasma Life Fair   | Organizing committee member                             |
| (9)  | The 38th International Symposium on Dry Process (DPS2016)   | Program Committee                                       |
| (5)  | 国・自治体・公益法人等への貢献   |   |
| (1)  | (一社) 大阪大学ナノ理工学<br>人材育成産学コンソーシアム   | 学会会員  |
| (2)  | (独) 日本学術振興会   | プラズマ材料科学第153委員会 学界委員                                    |
| (3)  | (独) 日本学術振興会   | 水の先進理工学第183委員会 運営委員                                     |

- |      |   |                              |
|------|---|------------------------------|
| (4)  | (独) 日本学術振興会   | 国際事業委員会 書面審査員                |
| (5)  | (独) 日本学術振興会   | 特別研究員等審査会 専門委員               |
| (6)  | Asian Joint Committee for Applied Plasma Science and Engineering (AJC-APSE) | Committee membe              |
| (7)  | European Joint Committee on Plasma and Ion Surface Engineering(EJC/PISE)    | Associate member             |
| (8)  | NU-SKKU Joint Institute for Plasma-Nanomaterials                            | Member                       |
| (9)  | Plasma Processes and Polymers   | International Advisory Board |
| (10) | 名古屋大学未来材料・システム研究所   | 共同利用・共同研究委員会 委員              |

氏名：内田 儀一郎

(1) 学会役員

- |     |                             |                             |
|-----|-----------------------------|-----------------------------|
| (1) | (公社) 応用物理学会,<br>(一社) 日本物理学会 | Plasma Conference 2017 実行委員 |
|-----|-----------------------------|-----------------------------|

(3) 他大学等での非常勤講師

- |     |      |               |
|-----|------|---------------|
| (1) | 九州大学 | プラズマナノプロセスの研究 |
|-----|------|---------------|

氏名：竹中 弘祐

(1) 学会役員

- |     |                             |                                |
|-----|-----------------------------|--------------------------------|
| (1) | (一社) スマートプロセス学会             | Best Review 賞審査委員会 委員          |
| (2) | (公社) 応用物理学会                 | プラズマエレクトロニクス分科会幹事              |
| (3) | (公社) 応用物理学会,<br>(一社) 日本物理学会 | Plasma Conference 2017 プログラム委員 |
| (4) | (公社) 応用物理学会,<br>(一社) 日本物理学会 | Plasma Conference 2017 実行委員    |

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成28年度共同研究員と研究テーマ

氏名：節原 裕一

- |     |                     |       |  |
|-----|---------------------|-------|--|
| (1) | 名城大学理工学部<br>電気電子工学科 | 平松美根男 | 3次元ナノグラフェンを基盤とした次世代<br>グリーンプラットフォームの構造制御 |
|-----|---------------------|-------|--|

- |      |                                       |       |  |
|------|---------------------------------------|-------|--|
| (2)  | 九州大学プラズマナノ<br>界面工学センター                | 白谷 正治 | コンビナトリアルプラズマプロセス解析装<br>置の創成              |
| (3)  | 大阪大学大学院工学研究科<br>附属アトミックデザイン<br>研究センター | 古閑 一憲 | コンビナトリアルプラズマプロセス解析装<br>置の創成              |
| (4)  | 大阪大学大学院工学研究科<br>附属アトミックデザイン<br>研究センター | 徐 鉉雄  | コンビナトリアルプラズマプロセス解析装<br>置の創成              |
| (5)  | 大阪大学大学院工学研究科<br>附属アトミックデザイン<br>研究センター | 板垣 奈穂 | コンビナトリアルプラズマプロセス解析装<br>置の創成              |
| (6)  | 大阪大学大学院工学研究科<br>附属アトミックデザイン<br>研究センター | 伊藤 剛仁 | レーザー誘起プラズマによるナノ粒子合成                      |
| (7)  | 東京大学大学院工学系研究科<br>マテリアル工学専攻            | 神原 淳  | 高スループットプラズマスプレー技術開発                      |
| (8)  | 佐世保工業高等専門学校<br>電気電子工学科                | 柳生 義人 | 大気圧プラズマによるナノ粒子分散溶液や<br>金属イオン溶液を原料とした薄膜作製 |
| (9)  | 日本文理大学工学部<br>機械電気工学科                  | 川崎 敏之 | 大気圧非熱平衡プラズマジェットの放電基<br>礎特性に関する研究         |
| (10) | 佐世保工業高等専門学校                           | 川崎 仁晴 | 粉体をターゲットとして作製した機能性薄<br>膜の分析と改良           |

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

(1) 合計 4



## 接合プロセス研究部門 加工プロセス学分野

### 4.1 研究概要

近年の地球環境問題の高まりとともに、自動車をはじめとしてロケットなどの宇宙構造体や微細エレクトロニクスを含む電子機器産業など多くの産業分野で、工業製品の小型軽量化、省エネ・省資源化の要求が激しさを増してきており、付加価値の高い微細な新機能材料がますます要求されると共に、それらの材料に対する高能率・高性能・高機能を効率的に付与することのできるスマート加工が必要とされている。

本研究分野では、レーザや超微粒子ビーム等のエネルギービームを用いた溶接・接合、表面改質などの材料加工過程の機構解明とそのモデル化、シミュレーション、およびその成果に基づくプロセス制御と最適化システムの構築を目指している。

### 4.2 研究課題

1. 超短パルスレーザによる材料加工の基礎現象解明とその応用
  - (1)フェムト秒レーザと金属・セラミックスの相互作用の基礎的解明
  - (2)フェムト秒レーザによるアブレーション微細加工
  - (3)ピコ秒 ナノ秒レーザを用いた炭素繊維強化プラスチックの切断加工
  - (4)フェムト秒レーザを用いた新機能生体材料の開発
2. 材料加工用高出力半導体レーザシステムの開発とその応用
  - (1)半導体レーザによる表面精細加工技術の開発
  - (2)超小型半導体レーザ加工システムの開発
  - (3)半導体レーザによる新機能創製技術の開発
3. 超微粒子ビームの材料加工への応用
  - (1)超微粒子ビームによる機能性セラミックス薄膜の形成
  - (2)超微粒子ビームによる新機能材料の創製
4. ファイバーレーザによる超微細加工技術の開発
  - (1)ファイバーレーザによる微細組織制御
  - (2)ファイバーレーザによる新機能創製技術の開発
  - (3)ファイバーレーザによるクラディング・積層造形技術の開発
  - (4)ファイバーレーザによる微細溶接
  - (5)ファイバーレーザによる異材接合
5. 青色半導体レーザ加工システムの開発とその応用
  - (1)青色半導体レーザ高出力化
  - (2)青色半導体レーザ加工システムの開発
  - (3)青色半導体レーザによるクラディング・溶接技術の開発

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

1. フェムト秒レーザ照射による酸化チタン膜の光学特性変化

フェムト秒レーザー照射による酸化チタン膜への機能性付与について検討を進めている。超微粒子ビームで作製した酸化チタン膜にフェムト秒レーザーを照射すると可視光応答特性を有するようになる。照射する可視光波長領域を変化させることで、応答する波長範囲を明らかにした。

## 2. フェムト秒レーザー照射によるナノ周期構造形成

酸化チタン膜にフェムト秒レーザーを照射し、ナノ周期構造を形成した。SPP（表面プラズモンポラリトン）モデルを構築し、実験で得られたナノ周期構造の周期領域を予測することができた。金属基板上の誘電率を変化させることでナノ周期構造の周期を減少させることに成功した。

## 3. フェムト秒レーザー誘起周期構造による細胞伸展制御

フェムト秒レーザーの波長を変えることによりナノ周期構造の周期を変化させ細胞伸展に適した周期を示した。レーザーの偏光を制御することで、局所的に周期構造の溝方向を変化（湾曲させた溝の曲率半径を小さく）させ、細胞伸展の追従性について調べた。

## 4. 半導体レーザーおよびファイバーレーザーを用いたレーザーコーティングシステムの開発

SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）革新的設計生産技術「高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発」にて近赤外線半導体レーザーを用いた直噴出型レーザーコーティング装置の開発を行った。さらに、本装置の工作機への搭載を試みた。100W級青色半導体レーザーコーティングシステムを世界で初めて開発した。

5. NEDO 平成27年度エネルギー・環境新技術先導プログラムプロジェクト「新機能材料創成のための非熱レーザー加工技術の開発」にて対象材料のレーザーアブレーション閾値を実験的に調べた。次に二ビーム複合照射の最適レーザー照射条件を調べるための実験準備を進めるとともに、回折限界以下のサイズのナノ微細構造形成を高精度に制御することを目的とした二ビーム複合照射光学系を設計・構築している。

6. NEDO プロジェクト「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」が採択され、大阪大学接合科学研究所研究開発拠点において100W級青色半導体レーザー搭載型溶接機の開発に成功した。

## (2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、主にフェムト秒レーザー、ピコ秒レーザー、ナノ秒レーザー、半導体レーザー、青色半導体レーザー、ファイバーレーザー、ディスクレーザーおよび超微粒子ビームを用いたスマート加工に関する研究を行っている。

### 1. 研究の独自性

フェムト秒レーザー加工の研究はガラスやプラスチックのような非金属が主流であったが、金属材料加工への応用性に早くから着目し、他機関との共同研究により基礎研究を進め、いち早く基礎データの蓄積を行ってきた。経済産業省の地域新生コンソーシアム事業により企業との共同研究の基盤を築くとともに、近年はさらに新しい分野へ研究を進め、金属やセラミックスの新機能付加研究へと展開している。また平成28年度特別経費【全国共同利用・共同実施分】「学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト（6大学連携プロジェクト）」においては、チタンおよびチタン合金の生体適合性向上への展開を行った。

超微粒子ビームによる皮膜形成についても早くから着目し（NEDOの「ナノレベル電子セラミックス低温成形・集積化技術プロジェクト」に参画）、上述した6大学連携プロジェクト「特異構造金属・無機融合高機能材料開発共同研究プロジェクト」にて、チタンおよびチタン合金の生体適合性向上のために超微粒子ビームを用いた酸化チタン膜形成の研究を行った。さらに酸化チタン膜上

にフェムト秒レーザーを用いて周期的微細構造を形成することで、細胞を目的の方向に伸展させることができるようになった。

半導体レーザーについては1990年代から基礎的研究を行ってきており、1999年に2 kW 半導体レーザーシステムを日本で最初に開発して以来、半導体レーザーによる10mm までの厚板溶接から5 mm までの超薄板溶接、クラディング、焼き入れ、表面改質など、半導体レーザーの特性を活かした応用分野を切り開いてきた。近年はさらに実用化へ向けて、半導体産業向け圧力センサーや精密ペローズの微細接合、大型部品の無歪精密クラディングなどを行っている。現在も企業と協力してレーザークラディングの実用化装置開発を行っている。

また、レーザークラディング技術については、経済産業省平成26年度戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン事業）に「レーザークラディング表面機能化技術による次世代高速鉄道用ブレーキディスクの開発（平成26年度 - 平成28年度）」が採択され、製品化に向け応用展開中である。

ファイバーレーザーについては、スマート加工の観点から微細加工に着目し、機能性金属構造体創製の要素技術の一つとして位置付け、選択的局所微細加熱システムを開発して材料組織制御の研究を行っている。さらに機器開発が目覚ましく進展しているシングルモードファイバーレーザーについては、微細接合および積層造形をターゲットとして基礎研究を開始し、実用化研究にも企業と協力して開発を進めている。

各種レーザー加工によって得られた知見を基に内閣府 SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）革新的設計生産技術に「高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発」において青色・近赤外線半導体レーザーを用いたマルチカラーレーザーコーティングシステムを開発した。

## 2. 研究レベル

フェムト秒レーザー、ピコ秒レーザーおよびナノ秒レーザーの研究成果は国内では主に応用物理学会、レーザー学会、レーザー加工学会および溶接学会で、国外ではレーザー微細加工に関する国際会議 LPM(International Symposium on Laser Precision Microfabrication)で発表を行っている。

半導体レーザーおよびファイバーレーザー加工の研究成果は国内では主に溶接学会、応用物理学会、レーザー学会及びレーザー加工学会、国外ではレーザー加工の中心的国際会議 ICALEO(International Congress on Applications of Lasers and Electro-Optics)で発表を行っており、平成26年から、3年連続で ICALEO Poster Presentation Award の1st place を受賞している。

## 3. 研究成果の社会への貢献

半導体レーザーによるクラディングの研究成果を基に、企業との共同研究として平成26 - 28年度経済産業省戦略的基盤事業高度化支援事業（サポイン）に「レーザークラディング表面機能化技術による次世代高速鉄道用ブレーキディスクの開発」が採択され、研究開発を推進している。

平成27年度に引き続き平成28年度もレーザーによるものづくり中核人材育成講座（光産業創成大学院大学）にて、主としてものづくり企業に対する教育「アディティブマニュファクチャリング・レーザーコーティング」を行った。

SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）革新的設計生産技術に研究開発責任者として提案した「高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発（平成26年度 - 平成30年度）」が採択され、研究開発責任者（プロジェクトリーダー）として、大阪大学接合科学研究所研究開発拠点において次世代レーザーコーティング技術の研究開発を推進している。

NEDO プロジェクトエネルギー・環境新技術先導プログラム「新機能材料創成のための非熱レー

ザー加工技術の開発」が平成27年度に採択され、平成28年度も大阪大学接合科学研究所研究開発拠点において非熱レーザー加工技術の開発を推進した。

NEDO プロジェクト「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」が採択され、大阪接合科学研究所研究開発拠点において高輝度青色半導体レーザー及び加工技術の開発を推進している。

#### 4. 研究予算

超微粒子ビーム及びフェムト秒レーザーによる生体適合性向上に関する研究は平成28年度特別経費【全国共同利用・共同実施分】「学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト（6大学連携プロジェクト）」の資金で行っている。

内閣府 SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）革新的設計生産技術「高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発」における次世代レーザーコーティング開発は、内閣府（管理法人：NEDO）からの委託費で推進している。

NEDO プロジェクト「エネルギー・環境新技術先導プログラム「新機能材料創成のための非熱レーザー加工技術の開発」」、「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」は NEDO からの委託費で行っている。

#### 4.4 教育に対する自己評価

本研究分野は、大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻の協力講座として大学院教育を行い、全学共通教育機構には接合科学研究所として協力している。大学院教育では加工物理学でレーザーや微粒子ビームなどによる材料加工プロセスの特徴とアブレーションおよび熱加工プロセスの物理について講義を行っている。全学共通教育機構では、「ものづくりのためのレーザー加工技術」を担当している。

大学院博士後期課程学生2名、大学院前期課程学生5名、学部4年生1名の研究指導を行っている。大学院生及び学部4年生に対し、国内学会および国際会議での発表を推奨・推進している。本年度の学生の発表件数は、国内会議において、20件、国際会議において、5件である。大学院博士前期課程学生が、第85回レーザー加工学会講演会 優秀ポスター賞を受賞した。大学院博士後期課程学生が、米国サンディエゴで開催された国際会議 International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics 2016 (ICALEO 2016) において Poster Presentation Award 1st place (同研究室から3年連続1位受賞)を受賞した。学部4年生が卒業研究優秀発表賞を受賞した。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

##### 1. 国内外での学会活動

溶接学会高エネルギービーム加工研究委員会幹事、レーザー学会研究委員会委員、レーザー学会「ハイパワーレーザーによる高エネルギー密度科学」調査専門委員会、レーザー加工学会誌編集委員会 委員長、スマートプロセス学会学術企画運営委員会委員、Best Review 賞審査委員会 委員、として活動した。

##### 2. 産学連携

ファイバーレーザーおよび半導体レーザーを用いた溶接の研究は平成20年度から企業との共同研究を開始し、平成28年度も引き続き開発研究を継続中である。

経済産業省戦略的基盤事業高度化支援事業(サポイン)『レーザークラディング表面機能化技術による次世代高速鉄道用ブレーキディスクの開発(平成26年度-28年度)』を参画企業と連携して

推進している。

SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）革新的設計生産技術「高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発」、平成26年度 - 平成30年度」では、研究開発責任者（プロジェクトリーダー）として参画している参画企業と連携して次世代レーザーコーティング技術の研究開発を推進している。

NEDO プロジェクト平成28年度「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」では参画企業と連携して「高輝度青色半導体レーザー及び加工技術の開発」を推進している。

### 3. 国際貢献

国際会議である OPTICS & PHOTONICS International Congress 2016 (OPIC2016)の運営委員を務め、OPIC2016で開催される国際会議 Smart Laser Processing Conference 2016 (SLPC 2016)のプログラム委員長を務めている。

### 4. その他社会貢献

SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）革新的設計生産技術「高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発、平成26年度 - 平成30年度」の研究開発責任者（プロジェクトリーダー）として当プロジェクトを推進するとともにユーザー連携企業と共同研究を推進した。

一般社団法人 レーザプラットフォーム協議会（中小企業へのレーザ加工の利用・導入に向け、企業、大学、公設試験研究機関、支援機関等の連携を図り、普及啓発、人材育成及び機器の利用等を実施することを通じて、「ものづくり」中小企業におけるイノベーション創出、新事業の創出、新製品の開発を促進することを目的とした組織）の会長として、大阪富士工業先進機能性加工共同研究部門 阿部信行特任教授（同協議会理事）と企画を行い、平成28年度事業として、フォーラムを1回とセミナーを4回開催した。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本研究分野は、平成28年度17名の共同研究員と共同研究を行い、4編の共著論文（査読付き学術論文）を発表している。国内外の学会発表もほぼすべて連名発表となっている。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Effects of Laser Peening Parameters on Plastic Deformation in Stainless Steel  
J. Laser Micro/Nanoengineering, 11, 2 (2016), 227-231.  
M. Tsuyama, Y. Kodama, Y. Miyamoto, I. Kitawaki, M. Tsukamoto and H. Nakano
- (2) Formation of Periodic Nanostructures Produced with Femtosecond Laser for Creation of New Functional Biomaterials  
Procedia CIRP, 42 (2016), 57-61.  
T. Shinonaga, S. Kinoshita, Y. Okamoto, M. Tsukamoto and A. Okada
- (3) Development of Joining Method between Zircaloy and SiC/SiC Composite Tubes by Using Diode Laser  
Mater. Sci. Forum, 879 (2016), 1746-1748.  
H. Serizawa, Y. Asakura, H. Motoki, D. Tanigawa, M. Tsukamoto, J. S. Park, H. Kishimoto and A. Kohyama
- (4) 炭素繊維強化樹脂の切断時にレーザーアブレーションが材料表面に与える影響に関する数値計算  
レーザー研究, 44, 12 (2016)  
大久保 友雅, 佐藤 雄二, 松永 栄一, 塚本 雅裕
- (5) Three-Dimensional Numerical Simulation during Laser Processing of CFRP  
Appl. Surf. Sci. (2017), in Press.  
T. Ohkubo, Y. Sato, E. Matsunaga and M. Tsukamoto

##### (2) 国際会議発表論文 (査読あり)

- (1) Development of Caulked Joint between Zircaloy and SiC/SiC Composite Tubes By Using Diode Laser  
Ceramic Engineering and Science Proc., Daytona Beach, USA, 37, 6 (2016.1.24-29), CD-ROM.  
H. Serizawa, M. Tsukamoto, Y. Asakura, J. S. Park, A. Kohyama, H. Motoki, D. Tanigawa and H. Kishimoto

##### (3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Experimental Study on Ti Alloy Plate Fabrication by Vacuum Selective Laser Melting  
Proc. SPIE9738, Laser 3D Manufacturing III97381C, San Francisco, USA (2016.2.13-18), 97381C (6pages).  
Y. Sato, M. Tsukamoto, Y. Yamashita, S. Masuno and N. Abe

##### (7) 国際会議発表

- (1) Development of Sputter-Less Selective Laser Melting in Vacuum for 3D Fabrication of Titanium Alloy  
10th Int. Conf. on Photoexcited Processes and Applications(ICPEPA10), Brasov, Romania (2016.8.29-9.2)  
Y. Sato, M. Tsukamoto, Y. Yamashita, S. Masuno, T. Ohkubo, K. Yamashita and N. Abe

- (2) Thermal Effect on CFRP Ablation with 150W Class Pulse Fiber Laser Using PCF Amplifier  
10th Int. Conf. on Photoexcited Processes and Applications(ICPEPA10), Brasov, Romania  
(2016.8.29-9.2)  
Y. Sato, M. Tsukamoto, F. Matsuoka, T. Ohkubo and N. Abe
- (3) Copper Layer Formation Produced with 100 W Blue Direct Diode Laser System  
The Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO) 2016, San Diego,  
USA (2016.10.16-20)  
K. Asano, M. Tsukamoto, Y. Funada, D. Tanigawa, T. Nakaaze, M. Sengoku, N. Abe and  
T. Yamazaki
- (4) Development of 100w Blue Direct Diode Laser System for Cladding of Copper  
The Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO) 2016, San Diego,  
USA (2016.10.16-20)  
T. Nakaaze, D. Tanigawa, K. Asano, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, N. Abe, Y. Funada  
and M. Sengoku
- (5) Effect on Beam Profile of Ti Plate Fabricated by L-Pbf in Vacuum  
The Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO) 2016, San Diego,  
USA (2016.10.16-20)  
S. Yamagata, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, K. Yamashita, Y. Yamashita and N. Abe
- (6) Experimental Study on Metallographic Structure of Ti Plate Fabricated by Laser Pbf in Vacuum  
The Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO) 2016, San Diego,  
USA (2016.10.16-20)  
K. Yamashita, M. Tsukamoto, Y. Sato, S. Masuno and Y. Yamashita
- (7) Micro-structural Characterization of Ti64 Fabricated by SLM in Vacuum  
The Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO) 2016, San Diego,  
USA (2016.10.16-20)  
Y. Sato, M. Tsukamoto, Y. Yamashita, K. Yamashita, S. Yamagata, R. Higashino, T. Ohkubo  
and N. Abe
- (8) Calcification of Preosteoblast on Nano Topography Fabricated by Femtosecond Laser  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int.  
Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
P. Chen, T. Kawa, M. Miyake, T. Ooga, M. Tsukamoto, M. Ashida, Y. Tsutsumi, H. Doi and  
T. Hanawa
- (9) Dependence of Ti Plate Surface Morphology Varied by Femtosecond Laser Irradiation on Cell  
Spreading  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int.  
Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
M. Miyake, M. Tsukamoto, Y. Sato, T. Oga, A. Nagai, P. Chen and T. Hanawa
- (10) Effect of Residual Oxygen Content in Ar Atmosphere on Dissimilar Laser Brazing of Hexagonal  
Boron Nitride and Cemented Carbide Using Silver-Copper-Titanium Braze Alloys  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and  
Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
Y. Sechi, K. Nagatsuka, T. Fujimoto, M. Tsukamoto and K. Nakata

- (11) Development of 100W Class Blue Direct Diode Laser Coating System for Laser Metal Deposition  
Photonics West 2017, San Francisco, USA (2017.1.31-2.5)  
R. Higashino, M. Tsukamoto, Y. Sato, N. Abe, K. Asano and Y. Funada
- (12) Effect of Permittivity on Periodic Nanostructures by Femtosecond Laser Irradiation on Ti Plate  
Photonics West 2017, San Francisco, USA (2017.1.31-2.5)  
T. Ooga, M. Tsukamoto, Y. Sato and M. Miyake
- (13) Effect on Beam Profile of Ti Alloy Plate Fabrication from Powder by Sputter-Less Selective Laser Melting  
Photonics West 2017, San Francisco, USA (2017.1.31-2.5)  
Y. Sato, M. Tsukamoto, Y. Yamashita, K. Yamashita, S. Yamagata, R. Higashino and N. Abe

(8) 国内学会発表

- (1) レーザクラディングにおける成膜条件が溶融池挙動に与える影響  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
中畔 哲也, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 谷川 大地, 仙石 正則, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (2) レーザクラディングにおける粉末供給量の影響  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
林 良彦, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 山崎 裕之, 谷川 大地, 安積 一幸, 米山 三樹男
- (3) 直噴型粉末供給レーザクラディングにおけるレーザ照射部の温度測定  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
谷川 大地, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男, 中畔 哲也, 仙石 正則
- (4) レーザクラディングにおける成膜条件が溶融池挙動に与える影響 - 溶融池温度の影響 -  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.9-10)  
中畔 哲也, 塚本 雅裕, 仙石 正則, 谷川 大地, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男, 阿部 信行
- (5) 青色半導体レーザを用いたレーザクラディングシステムの開発  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.9-10)  
仙石 正則, 吉田 実, 中畔 哲也, 浅野 孝平, 谷川 大地, 佐藤 雄二, 舟田 義則, 阿部 信行, 塚本 雅裕
- (6) 直噴型粉末供給レーザクラディングにおける成膜特性  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.9-10)  
谷川 大地, 塚本 雅裕, 仙石 正則, 中畔 哲也, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男, 阿部 信行
- (7) フェムト秒レーザーを用いた Ti 表面へのナノ周期構造形成における誘電率依存性  
第77回 応用物理学会秋季学術講演会, 新潟 (2016.9.14-17)  
大賀 隆寛, 三宅 正誉志, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二
- (8) レーザクラディングにおける粉末供給量が WC 複合皮膜に及ぼす影響  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
林 良彦, 山崎 裕之, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 谷川 大地, 安積 一幸, 米山 三樹男

- (9) 六方晶窒化ホウ素と超硬合金の異材レーザーブレイジングにおける残留酸素濃度の影響  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 瀬知 啓久, 永塚 公彬, 藤本 貴大, 塚本 雅裕, 中田 一博
- (10) フェムト秒レーザーを用いた PET-Ti 界面へのナノ周期構造形成  
 第86回レーザー加工学会講演会, 岡山 (2016.12.12-13)  
 大賀 隆寛, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 三宅 正誉志
- (11) レーザ金属積層造形における Ti 合金粉末の溶融挙動観察とスパッタ発生メカニズムの解明  
 第86回レーザー加工学会講演会, 岡山 (2016.12.12-13)  
 山縣 秀人, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 東野 律子, 山下 顕資, 阿部 信行
- (12) 青色半導体レーザーを用いたレーザークラディング装置の開発と純銅皮膜の形成  
 第86回レーザー加工学会講演会, 岡山 (2016.12.12-13)  
 仙石 正則, 吉田 実, 浅野 孝平, 東野 律子, 佐藤 雄二, 舟田 義則, 阿部 信行, 塚本 雅裕
- (13) 直噴型レーザークラディング法によるステライト皮膜の形成と溶融挙動の実時間測定  
 第86回レーザー加工学会講演会, 岡山 (2016.12.12-13)  
 佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 東野 律子, 左近 佑, 山下 順広, 舟田 義則, 村谷 外博, 菖蒲 敬久,  
 阿部 信行
- (14) ダイレクトダイオードレーザーによる SUS 基板へのステライト皮膜の形成と溶融池観察  
 レーザー学会 中国・四国支部、関西支部連合 若手学術交流研究会, 兵庫 (2016.12.14-15)  
 中畔 哲也, 塚本 雅裕
- (15) フェムト秒レーザーを用いたプラスチック-Ti 界面へのナノ周期構造形成  
 レーザー学会 中国・四国支部、関西支部連合 若手学術交流研究会, 兵庫 (2016.12.14-15)  
 大賀 隆寛, 塚本 雅裕
- (16) レーザー粉末床溶融法におけるスパッタレス3D金属積層造形を用いた Ti64の造形とその金属組織評価  
 レーザー学会 中国・四国支部、関西支部連合 若手学術交流研究会, 兵庫 (2016.12.14-15)  
 山下 顕資, 塚本 雅裕
- (17) 純銅皮膜の形成のための青色半導体レーザーを用いたレーザークラディング装置の開発  
 レーザー学会 中国・四国支部、関西支部連合 若手学術交流研究会, 兵庫 (2016.12.14-15)  
 仙石 正則, 塚本 雅裕
- (18) フェムト秒レーザーを用いた Ti 表面への周期的微細構造形成と濡れ性制御  
 レーザー学会第37回年次大会, 徳島 (2017.1.7-9)  
 三宅 正誉志, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 大賀 隆寛, 竹中 啓輔
- (19) フェムト秒レーザーを用いた可視光で光触媒機能を発現する TiO<sub>2</sub>膜の開発  
 レーザー学会第37回年次大会, 徳島 (2017.1.7-9)  
 百合 一馬, 塚本 雅裕, 山縣 秀人, 佐藤 雄二, 吉田 実
- (20) レーザー粉末床溶融法を用いた Ti 合金の造形と溶融凝固ダイナミクスの観察  
 レーザー学会第37回年次大会, 徳島 (2017.1.7-9)  
 西 貴哉, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 東野 律子, 山下 顕資, 山縣 秀人, 阿部 信行, 中野 人志

- (21) レーザクラディングにおける成膜条件が溶融池挙動与える影響 - 材料粉末粒径が溶融池温度に与える影響 -  
レーザー学会第37回年次大会, 徳島 (2017.1.7-9)  
中畔 哲也, 谷川 大地, 仙石 正則, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (22) レーザ粉末床溶融法を用いた Ti 合金の造形と金属組織評価  
レーザー学会第37回年次大会, 徳島 (2017.1.7-9)  
山下 顕資, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 山縣 秀人, 西 貴哉, 中野 人志
- (23) 細胞伸展制御のためのフェムト秒レーザーを用いた医療用ポリマー表面への微細構造形成  
レーザー学会第37回年次大会, 徳島 (2017.1.7-9)  
竹中 啓輔, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 三宅 正誉志, 大賀 隆寛
- (24) 青色半導体レーザを用いたコーティング装置の開発と銅皮膜形成  
レーザー学会第37回年次大会, 徳島 (2017.1.7-9)  
佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 東野 律子, 船田 義則, 山下 順広, 村田 外博, 能和 功, 阿部 信行
- (25) マルチレーザー加工ヘッドを用いたレーザーコーティング法の開発  
第64回応用物理学会春季学術講演会, 横浜 (2017.3.14-17)  
佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 菖蒲 敬久, 舟田 義則, 山下 順広, 村谷 外博, 左今 佑, 東野 律子, 阿部 信行
- (26) レーザ選択的溶融法における造形時の粉末挙動の観察とスパッタの低減化  
第64回応用物理学会春季学術講演会, 横浜 (2017.3.14-17)  
山縣 秀人, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 菖蒲 敬久, 升野 振一郎, 東野 律子, 山下 顕資, 山下 順広, 阿部 信行
- (27) ジルカロイ - SiC/SiC 接合体作製時のチタン微粉末封入法に関する検討  
(公社) 日本金属学会 2017年春期大会, 東京 (2017.3.15-17)  
芹澤 久, 朝倉 勇貴, 元木 裕崇, 谷川 大地, 塚本 雅裕, 朴 峻秀, 岸本 弘立, 香山 晃
- (9) 国際会議講演
- (1) Development of Joining Method between Zircaloy and SiC/SiC Composite Tubes By Using Diode Laser  
9th International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC2016), Graz, Austria (2016.5.29-6.3)  
H. Serizawa, Y. Asakura, H. Motoki, D. Tanigawa, M. Tsukamoto, J. S. Park, H. Kishimoto and A. Kohyama
- (10) 国内会議講演
- (1) 「青色半導体レーザーが拓く未来のものづくり - SIP次世代レーザーコーティングPJ - 」  
第3回パワー光源産業技術調査専門委員会, 東京 (2016.4.21)  
塚本 雅裕
- (2) 「青色半導体レーザー積層技術とパルスレーザーへの期待」  
第2回 ImPACT プログラム シンポジウム, 東京 (2016.6.13)  
塚本 雅裕

- (3) 「SIP レーザコーティング PJ の成果と今後の展開」  
マイクロ接合研究委員会第114回会議 研究会, 京都 (2016.7.22)  
塚本 雅裕
- (4) 「ものづくりのためのレーザー加工技術と今後の展開」  
レーザー学会「ファイバーレーザー技術」専門委員会 第5回委員会, 東京 (2016.7.29)  
塚本 雅裕
- (5) レーザ熱加工と革新的設計生産技術開発  
多元技術融合光プロセス研究会, 東京 (2016.8.19)  
塚本 雅裕
- (6) 「高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発 - マルチレーザー加工ヘッドと青色半導体レーザーコーティング装置 -」  
SIP 革新的設計生産技術公開シンポジウム2016, 東京 (2016.11.14)  
塚本 雅裕
- (7) レーザー加工/次世代レーザーコーティング (SIP)  
国家戦略を担うレーザープロジェクトと産業革新, 東京 (2016.11.16)  
塚本 雅裕
- (8) SIP/高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術  
レーザー応用技術産学官連携成果報告会, 福井 (2016.11.24-25)  
塚本 雅裕
- (9) 最先端産業用レーザー・加工技術  
宮崎大学 電子物理工学科での特別講演, 宮崎 (2016.11.25)  
塚本 雅裕
- (10) ものづくりフォトンクス - ものづくりのためのレーザー加工技術 -  
第7回 原型炉プラットフォーム会合, 青森 (2017.3.6-7)  
塚本 雅裕
- (15) 受 賞
- (1) 第85回レーザ加工学会講演会 優秀ポスター賞  
(一社) レーザ加工学会 (2016.06.09)  
山縣 秀人, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 山下 顕資, 山下 順広, 阿部 信行
- (2) Best Poster 3rd Place  
10th International Conference on Photoexcited Processes and Applications (2016.09.02)  
Y. Sato, M. Tsukamoto, F. Matsumoto, T. Ohkubo, N. Abe
- (3) Development of 100w blue direct diode laser system for cladding of copper  
The International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (2016.10.19)  
T. Nakaaze, D. Tanigawa, K. Asano, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, N. Abe, Y. Funada,  
M. Sengoku
- (4) ICALEO 2016 Poster Presentation Award 1st place  
Laser Institute of America (2016.10.19)  
浅野 孝平(D1)

- (5) 卒業研究優秀発表賞  
 大阪大学マテリアル生産科学科目 生産科学コース (2017.03.22)  
 竹中 啓輔(B4)

(17) 外部資金 (単位:千円)

民間等との共同研究

- |     |                      |       |       |
|-----|----------------------|-------|-------|
| (1) | 金属積層造形に関する研究         | 塚本 雅裕 | 1,596 |
| (2) | パルスレーザーによる表面改質に関する研究 | 塚本 雅裕 | 1,524 |

受託研究

- |     |                                  |       |         |
|-----|----------------------------------|-------|---------|
| (1) | 高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発 | 塚本 雅裕 | 130,548 |
| (2) | 新機能材料創成のための高品位レーザー加工技術の開発        | 塚本 雅裕 | 8,787   |
| (3) | 高輝度・高効率次世代レーザー技術開発               | 塚本 雅裕 | 69,954  |

受託研究員

- |     |               |                           |       |
|-----|---------------|---------------------------|-------|
| (1) | 杉山 誠一<br>(短期) | レーザークラディングによる高機能性銅合金皮膜の開発 | 塚本 雅裕 |
| (2) | 杉山 祐一<br>(短期) | レーザークラディングによる高機能性銅合金皮膜の開発 | 塚本 雅裕 |

奨学寄付金

- |     |  |       |       |
|-----|--|-------|-------|
| (1) |  | 塚本 雅裕 | 4,000 |
|-----|--|-------|-------|

4.8 教育

氏名：塚本 雅裕

(1) 大学院等講義科目

- |     |             |        |
|-----|-------------|--------|
| (1) | マテリアル生産科学専攻 | 加工物理   |
| (2) | 全学共通教育      | 基礎セミナー |

(2) 博士論文 (主査)

- |     |                               |   |
|-----|-------------------------------|---|
| (1) | マテリアル生産科学専攻<br>生産科学コース, 谷川 大地 | 半導体レーザーを用いた入熱制御による低希釈・低熱影響 Ni 基合金皮膜形成に関する研究 |
|-----|-------------------------------|---|

(3) 博士論文 (副査)

- (1) マテリアル生産科学専攻 薄板の電子ビーム溶接手における残留応力分布特性に関する研究  
生産科学コース, 永井 卓也

(4) 修士論文

- (1) マテリアル生産科学専攻 レーザクラディングによる高品質高機能材料皮膜形成に関する研究  
生産科学コース, 中畔 哲也
- (2) マテリアル生産科学専攻 チタン表面へのフェムト秒レーザー照射により形成した微細構造に依存した細胞挙動に関する研究  
生産科学コース, 三宅 正誉志
- (3) マテリアル生産科学専攻 真空型レーザー粉末床溶融を用いたチタン合金の造形に関する研究  
生産科学コース, 山下 顕資

(5) 卒業論文

- (1) マテリアル生産科学科目 細胞伸展制御のためのフェムト秒レーザーを用いたポリメタクリル酸メチル表面への微細構造形成に関する研究  
生産科学コース, 竹中 啓輔

4.9 社会貢献

氏名：塚本 雅裕

(1) 学会役員

- (1) (一社) スマートプロセス学会 学術企画運営委員会委員
- (2) (一社) スマートプロセス学会 Best Review 賞審査委員会 委員
- (3) (一社) レーザー学会 研究委員会委員
- (4) (一社) レーザー学会 ハイパワーレーザーによる高エネルギー密度科学」調査専門委員会委員
- (5) (一社) レーザ加工学会 2016年度レーザー加工学会誌編集委員会 委員長
- (6) (一社) 溶接学会 高エネルギービーム加工研究委員会幹事

(2) 国際会議委員

- (1) OPTICS & PHOTONICS International 運営委員  
Congress 2016 (OPIC2016)
- (2) The Second Smart Laser Processing プログラム委員長  
Conference 2016 (SLPC2016)

(3) 他大学等での非常勤講師

(1) 光産業創成大学院大学 レーザーによるものづくり中核人材育成事業 実証講義

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

(1) (一財)大阪科学技術センター 研究開発推進委員会 委員  
ニューマテリアルセンター運営委員会

(2) (公財)レーザー技術総合研究所 共同研究員

(7) 社会への情報発信

(1) レーザクラディングにみる新たな表面改質 季刊「溶射技術」Vol.36 No.1 (2016.05.10)

(2) 出力100ワット 高効率加工 日刊工業新聞 (2016.05.16)  
青色半導体レーザー 阪大がコート装置

(3) 阪大接合研「低温」の金属皮膜装置を開発 溶接ニュース (2016.06.07)  
熱源は青色半導体レーザー

(4) Photo Report 「青色半導体レーザーによる 金属コーティング SIP 戦略的イノベーションプログラムで成果」 「溶接技術」Vol.64 7月号 (2016.07.01)

(5) 高品質皮膜形成のための新たなレーザー 溶接ニュース (2016.08.09)  
クラディング技術開発

(6) レーザーとの融合・複合化へ-JIMTOFに見る工作機の開発トレンド OPTRONICS 2017 No.421 (2017.01.10)

(7) 阪大、出力100W級高輝度青色半導体 日刊工業新聞 (2017.03.27)  
レーザーを開発 - 純銅も高品質加工

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成28年度共同研究員と研究テーマ

氏名：塚本 雅裕

(1) 岡山大学 篠永 東吾 フェムト秒レーザー誘起ナノ周期構造形成による高度生体材料創製に関する研究

(2) 関西大学化学生命 西本 明生 軽金属材料のレーザー・アークハイブリッド溶接に関する基礎研究  
工学部化学・物質工学科

(3) 宮崎大学産学・ 甲藤 正人 超短パルスレーザーによる加工プロセスに関する研究  
地域連携センター

- |      |                           |       |   |
|------|---------------------------|-------|---|
| (4)  | 京都大学化学研究所<br>レーザー物質科学研究領域 | 升野振一郎 | 金属・半導体に関する表面機能加工                              |
| (5)  | 京都大学化学研究所<br>レーザー物質科学研究領域 | 橋田 昌樹 | 非熱レーザー加工による金属表面への新機能付与                        |
| (6)  | 近畿大学総合理工学研究科              | 仙石 正則 | 青色半導体レーザーによる金属材料のコーティングに関する研究                 |
| (7)  | 近畿大学理工学部                  | 津山 美穂 | レーザーピーニング                                     |
| (8)  | 近畿大学理工学部<br>電気電子工学科       | 吉田 実  | レーザーを用いた高効率高品質な金属クラディング開発に関する研究               |
| (9)  | 近畿大学理工学部<br>電気電子工学科       | 中野 人志 | 短パルスレーザーによる材料加工の基礎的解明                         |
| (10) | 鹿児島県工業技術センター<br>生産技術部     | 瀬知 啓久 | レーザーブレイジングによる異種材料接合プロセス開発及び評価                 |
| (11) | 秋田大学大学院<br>工学資源学研究科       | 工藤 瑞己 | フェムト秒レーザーアブレーションによる複合イオン化合物へのナノホール作製と形態のパルス依存 |
| (12) | 秋田大学大学院<br>理工学研究科         | 小玉 展宏 | フェムト秒レーザーアブレーションによる複合イオン化合物へのナノホール作製と形態のパルス依存 |
| (13) | 石川県工業試験場                  | 山下 順広 | 造形プロセスが与える金属組織への影響について                        |
| (14) | 千葉大学大学院工学研究科              | 松坂 壮太 | 固体イオン交換法を用いたガラスへの機能性付与                        |
| (15) | 東京工科大学メディア学部              | 菊池 司  | 難加工材のレーザー加工の数値計算の可視化に関する研究                    |
| (16) | 東京工科大学工学部                 | 大久保友雅 | レーザー加工時における炭素繊維強化プラスチックの熱的現象に関する数値解析          |
| (17) | 東京農工大学大学院<br>工学研究院        | 宮地 悟代 | フェムト秒レーザー照射による固体表面の微細周期構造生成現象の物理過程の解明と制御      |

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

(1) 合計 7



## 接合プロセス研究部門 レーザプロセス学分野

### 4.1 研究概要

本研究分野は、レーザを高度に活用した溶接・接合加工法、表面改質加工法、分離・除去加工法などの材料加工法の開発と加工機構の解明に関する基礎研究を行うことを目的に設立された。

現在、レーザ科学と生産技術との高度な融合を目指し、レーザを活用した接合、切断、表面改質、分離・除去等の材料加工法に関する基礎研究を行っている。特に、溶接・接合現象について光学的観察法およびX線透視法等による可視化を行い、溶接・接合メカニズム解明やモニタリング知能化等の研究に焦点を当てている。また、レーザの効率的な熱的な利用だけでなく、光と物質との相互作用に基づく物理化学的な作用を活用し、樹脂金属直接接合等の革新的な新プロセス創出やその実用化に取り組み、社会に発信している。

### 4.2 研究課題

1. 高張力鋼厚板の高出力ファイバーレーザ溶接におけるレーザ集束が溶接性に及ぼす影響
2. 純銅の高速レーザスキャナ溶接における表面空隙の抑制
3. X線透過によるレーザ切断面のリアルタイム観察
4. 粒子法とX線その場観察を用いたレーザ溶接におけるキーホール形成機構の解明
5. 貫通溶接におけるレーザ吸収率の測定とそのプロセス現象の観察
6. レーザ加熱を用いた高精度突合せ面の接合
7. 高出力青色レーザの材料吸収特性とその応用

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

1. 高張力鋼厚板の高出力ファイバーレーザ溶接におけるレーザ集束が溶接性に及ぼす影響

溶接欠陥のない深溶込み溶接を得るために様々なレーザ溶接パラメータの影響が調査されてきた。しかしながら、入射レーザ光の集束性が溶接に及ぼす影響については十分に研究されていない。本研究では、パワー密度分布と焦点深度の異なる2つの光学系を使用して、厚さ12mmの高強度鋼板の高出力ファイバーレーザ溶接におけるレーザ集束の溶接性への影響を調べた。溶接欠陥のない貫通溶接は、25mmから50mm/sまでの低溶接速度で4mmの焦点深度光学系によって得られることがわかった。高速ビデオ観察結果では、レーザ溶接中の上面における溶融池の挙動が、焦点深度2mmよりも4mmがより安定していることが示され、X線透過観察結果から、キーホールは大きな変動なく安定しており、キーホールから気泡が形成されないことが確認された。この結果は、溶接中に安定したキーホール形状を維持するために、パワー密度を50kW/mm<sup>2</sup>から120 kW/mm<sup>2</sup>までに保つことに起因していると考えられる。これらの結果より、厚板のレーザ溶接中のレーザ集束特性は溶接性に強く影響し、焦点深度の長い光学系は特にキーホール型の溶接の製造に有用であると結論付けられた。

2. 純銅の高速レーザスキャナ溶接における表面空隙の抑制

ガルバノスキャナで高速回転させた純銅のシングルモードファイバレーザ溶接に関する基礎研究を実施した。具体的には、ビームの回転が溶接品質に及ぼす影響を調べるために、回転直径および

回転の周波数を変更した。回転直径は0.3 mmから1.0mmに変化させ、回転周波数は77Hz から285 Hzに変化させた。走査した場合の溶込みは、走査なし場合に比べて浅くなり、回転直径に関係なく、回転周波数が増加するにつれて減少した。また、溶込み形状は走査パラメータによって制御でき、回転周波数および直径が増加すると、スパッタおよび表面の空隙が減少できることが判明した。

### 3. X線透過によるレーザー切断面のリアルタイム観察

レーザー切断では未だ切削速度の増加および切断品質の向上に関する強い要求があり、レーザー切断現象の解明に大きな関心が寄せられている。切削品質は、生成された溶融金属の排出挙動によって影響を受けることが知られており、それ自体は、レーザー切断フロントの形状によって影響されると考えられてきた。しかしながら、切断フロントをリアルタイムに直接観察することは、切断速度が比較的高く、可視光が一般に試料を通過することができないため、実際に直接観察することは難しい。本研究では、X線透過装置を用いて実際の切断中にリアルタイムで切開面の透視観察を行い、切削条件（切削速度等）が切断フロントの形状および溶融金属の排出に及ぼす影響について考察した。その結果、高品質に切断できた場合は切断フロントの形状と排出される溶融金属の挙動がともに安定していることを見出した。また、切削速度に依存して切削フロントの形状が変化することを直接確認した。

### 4. 粒子法とX線その場観察を用いたレーザー溶接におけるキーホール形成機構の解明

レーザー溶接は、レーザー照射部が瞬時に局所溶融・蒸発し、高速・精密溶接が可能な溶接法である。これまでにキーホールの形成機構に関する理論的・実験的な研究が実施されてきたが、解明されたレーザー溶接現象は限定的であり、高品質レーザー溶接には詳細な現象解明が重要である。本研究では、ステンレス鋼および純チタンに対して高輝度・高出力レーザーによるメルトラン溶接を行い、X線その場透視観察法を用いてキーホール形成過程を高速度観察した。また、キーホール形成過程の粒子法に基づく数値計算結果と比較することで、レーザー照射による温度変化や相変化、溶融部の挙動を明らかにするとともに、キーホール現象を特徴づける蒸発速度の変化とその原因を示し、理論的な視点からキーホール形成機構の詳細な解明を実施した。

### 5. 貫通溶接におけるレーザー吸収率の測定とそのプロセス現象の観察

一般的にレーザー光を金属の理想表面に照射すると表面でほとんどが反射されてしまうが、高輝度・高出力レーザー溶接においてはキーホール内でのレーザーの多重反射によって吸収率が増加することが知られている。しかしながら、これらの研究は非貫通溶接のみを取り扱ったものであり、貫通溶接におけるレーザー吸収特性を検討した研究は極端に少ない。そこで、本研究では高輝度・高出力ディスクレーザーを用いた貫通溶接におけるレーザー吸収率を測定した。さらに、貫通溶接特有の現象である裏面から発生するスパッタの発生機構について検討した。その結果、貫通溶接では、最大63%（板厚：4 mm）であり、キーホール長さの増加に比例してレーザー吸収率が増加することが確認できた。また、キーホール前壁で生じた溶融金属が反跳圧によって下方に流され、スパッタとして裏面から飛散していることが判明した。

### 6. レーザー加熱を用いた高精度突合せ面の接合

平面精度、接合圧力および加熱条件により、接合面に新生面を押し出し、金属間結合を生じる圧

接や拡散接合の固相接合機構が知られている。一方、溶接は部材を溶融させる接合機構であり、材料の面粗さやギャップにある程度の裕度を持つことができる有用な接合方法である。高出力のレーザーは、ハイパワー密度と同時に入熱量を簡単に制御できる自由度を併せ持つ熱源である。固相接合で要求される平面精度を有する部材同士の接合に、レーザー加熱により溶融量を最小限にして接合できる可能性を検討した。具体的には、薄板の鉄鋼材料を用い、面粗さとレーザー出力をパラメータとし接合実験を実施した。その結果、表面精度の向上に伴って接合可能なレーザー出力の範囲が広がることがわかった。得られた接合継手は、供試材を溶融せずに接合し、接合した部材が母材と同等の引張強度を持つものも存在した。また、光学顕微鏡およびEBSDによる接合断面観察結果から、レーザー加熱によって供試材突合せ部において結晶粒が微細化し、界面が消失して接合されていることが確認された。

## 7. 高出力青色レーザーの材料吸収特性とその応用

レーザーは単色性、指向性、集光性および可干渉性（コヒーレント）に優れ、レンズまたはミラーで集光させるとパワー密度が極めて高い熱源となる。現在市販されている連続発振の高出力レーザーは、800 nm から10  $\mu\text{m}$  の赤外領域の波長であり、レーザー溶接のように高パワー密度でキーホールを形成させる場合を除いて金属への吸収率は低い値である。近年、レーザー発振器の進歩とは異なるプロジェクター用LD素子の発展には目を見張るものがあり、民生品のプロジェクションマッピングや3Dプロジェクターが高出力化している。本研究で作製した可視光の青色レーザー（出力：250 W、波長：445 nm、パワー密度：40  $\text{W}/\text{mm}^2$ ）での各種金属の吸収特性をカロリメトリック法で検証し、レーザー加工の応用のひとつとしての焼入性についても評価した。波長445 nmの青色レーザーは鉄系の材料であるステンレスおよび銅の材料に対し、65%を超える高い吸収率を示すことがわかった。また、実際にタービンブレード材であるSUS420J1に対して焼入れを行った結果、0.5 mmの深さまで、タービンブレードに必要なピッカース硬さである470を満たしていた。実際の焼入れでは深さ2 mm必要であり、レーザー出力が4倍である1 kW程度必要であることがわかった。

### (2) 研究に対する自己評価

目覚ましい研究成果としては、粒子法とX線その場観察を用いたレーザー溶接におけるキーホール形成機構の解明が挙げられる。この研究成果はレーザー加工学会2016年度ベストオーサー賞を受賞しました。今後のレーザー溶接プロセスの数値計算における重要な基盤研究となることが期待できる。また、これまでに一貫して継続的に実施してきたレーザー溶接プロセスの解明に関する研究としては、高張力鋼厚板の高出力ファイバーレーザー溶接におけるレーザー集束が溶接性に及ぼす影響、純銅の高速レーザーキャナ溶接における表面空隙の抑制、貫通溶接におけるレーザー吸収率の測定とそのプロセス現象の観察をテーマとして取りあげ、粛々と研究を進めることができ、学術的・産業応用的に有効な知見が多く得られた。これらの研究成果は、国内外の査読付き論文として発表した。さらに、新しい研究としては、レーザー加熱を用いた高精度突合せ面の接合、青色レーザーの材料吸収特性とその応用に取り組み、レーザー無溶融接合や新規レーザー熱源の可能性を明らかにした。これらの新たな知見は、学協会で発表し、広く公表している。

他にも、レーザー溶接時の3次元湯流れ観察の研究が評価され、溶接学会溶接法研究委員会の溶接アーク物理研究賞を受賞し、従来からレーザー溶接等に関連して種々の研究成果が得られたことから、近年、各種雑誌において解説の依頼があり、「レーザー溶接における最新技術 - 超高出力レーザーを用いた溶接の可能性について - (溶接学会誌)」や「レーザー溶接と造船業 (KANRIN：日本船舶海洋工

学会誌)」等について執筆してきている。今後も、レーザ溶接の発展に繋がる解説や書物が書けるように、十分な研究成果を得るための努力をしていく。

上述のように、研究成果は、分野構成の教員数が1人と少ないにもかかわらず、着実に得られている。今後も現状に満足することなく、同様の研究成果を上げ、社会貢献をしていく。

#### 4.4 教育に対する自己評価

大学院の講義としては、レーザプロセス学を教えている。授業中の質問とそれに対する回答、小テストとその解答の説明などを通じて、レーザプロセス学の理解を深めさせている。また、大学1年生への講義依頼に対しても協力をし、レーザによるものづくり(材料加工)に興味を持つ学生の育成に努めている。

配属の大学院生に対しては、輪講、研究室発表練習会、実験・研究などを通じて、実験・研究の仕方や国内外の会議や委員会での発表・講演の仕方を教えている。特に、大学院生に対しては、溶接学会等の全国大会の出席を支援し、論文発表の仕方や日本語論文の書き方を指導している。また、外国籍のポスドク(2名)と日本人の学生が議論できる場合を積極的に提供し、日本人の学生の英語能力の向上、議論の大切さおよび意思疎通の難しさを体感してもらい、大学院教育の国際化・グローバル化に貢献している。また、社会人の大学院生の査読付き学術論文の作成を指導し、主査として論文構成の指導をし、レーザ溶接の研究者の育成に努めている(本年度は1名)。

今後もこれまでと同様に指導をしていく所存である。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

川人は、溶接学会高エネルギービーム加工研究委員会の委員長、溶接学会軽構造接合加工研究委員会および溶接法研究委員会の幹事、日本溶接協会レーザ加工技術研究委員会の幹事、軽金属溶接構造協会レーザ溶接委員会の幹事、スマートプロセス学会の編集委員会委員、レーザ加工学会の査読委員、溶接学会全国大会運営委員等も務め、国内のレーザ加工関連の会議に出席し、情報を講演会や学会誌の記事で紹介するなどして、レーザ加工やレーザ溶接の分野をリードするとともに社会貢献をしている。

種々の会社や大学・公的研究機関とレーザ加工やレーザ溶接・接合に関する共同研究、受託研究を実施し、企業研究者からの技術相談にも応じ、問題解決に協力して、社会の発展に貢献している。外部資金獲得の為に積極的に競争的資金に応募し、科研費 基盤研究(B)、科研費 挑戦的萌芽研究、戦略的基盤技術高度化支援事業(サポイン事業)、NEDO エネルギー・環境新技術先導プログラム等で採択され、研究代表を務めている。また、新構造材料技術研究組合・革新的新構造材料等研究開発(ISMA)およびJST・戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)にも参加している。

以上のように、レーザ加工、特に、レーザ溶接・接合技術の開発・普及に努めている。今後も、同様に、社会貢献をしていく所存である。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本年度も、継続的に10名を超える共同研究員を受け入れ、共同研究においてある程度の成果が得られている。特に、高輝度X線透過型溶接接合機構4次元可視化システムによるX線透過によるレーザ切断面のリアルタイム観察については、得られた研究成果が外国雑誌に掲載された(共著論文:1件)。今後も、共同研究員数をさらに増やす活動を継続し、論文および成果発表の件数もさらに増やすように努力をする。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Effect of Shielding Gas on Laser-MAG Arc Hybrid Welding Results of Thick High-Tensile-Strength Steel Plates  
Weld. World, 60, 4 (2016), 653-664.  
Q. Pan, M. Mizutani, Y. Kawahito and S. Katayama
- (2) X線透視観察と粒子法に基づくチタンのレーザ溶接におけるキーホール形成因子の解明  
軽金属溶接, 54, 6 (2016), 18-25.  
千村 伊作, 川人 洋介, 村川 英一, 片山 聖二
- (3) 高張力鋼厚板のレーザ・炭酸ガスアークハイブリッド溶接における溶込み特性  
レーザ加工学会誌, 23, 2 (2016), 53-58.  
藩 慶竜, 水谷 正海, 川人 洋介, 片山 聖二
- (4) 粒子法とX線その場観察を用いたステンレス鋼レーザ溶接時のキーホール形成機構解明  
レーザ加工学会誌, 23, 2 (2016), 45-52.  
千村 伊作, 川人 洋介, 村川 英一
- (5) Real-time Observation of Laser Cutting Fronts by X-ray Transmission  
J. Mater. Process. Technol., 237 (2016), 181-187.  
H. Ozaki, M. Q. Le, H. Kwakami, J. Suzuki, Y. Uemura, Y. Doi, M. Mizutani and Y. Kawahito
- (6) Surface Void Suppression for Pure Copper by High-Speed Laser Scanner Welding  
J. Mater. Process. Technol., 240 (2016), 52-59.  
M. Miyagi, X. Zhang, Y. Kawahito and S. Katayama
- (7) Engineering Validation for Lithium Target Facility of the IFMIF under IFMIF/EVEDA Project  
Nucl. Mater. Energy, 9 (2016), 278-285.  
E. Wakai, T. Kanemura, H. Kondo, Y. Hirakawa, Y. Ito, H. Serizawa, Y. Kawahito, T. Higashi, A. Suzuki, S. Fukuda, K. Furuya, K. Esaki, J. Yagi, T. Itoh, S. Niitsuma, S. Yoshihashi-Suzuki, K. Watanabe, T. Furukawa, F. Groeschel, G. Micciche, S. Manorri, P. Favuzza, F. S. Nitti, R. Heidinger, T. Terai, H. Horiike, M. Sugimoto, S. Ohira and J. Kanaster
- (8) Effects of Laser Focusing Properties on Weldability in High-Power Fiber Laser Welding of Thick High-Strength Steel Plate  
J. Laser Appl., 29, 1 (2017), 12003.  
N. Matsumoto, Y. Kawahito, K. Nishimoto and S. Katayama
- (9) Weld Characterization of Laser Arc Hybrid Welding of Pure Copper  
Int. J. Adv. Manuf. Technol. (2017), 1-7.  
M. Gong, Y. Kawahito, M. Gao and X. Zeng

##### (3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Femtosecond Laser Peening for Improvement of Fatigue Properties of Laser Welded 2024 Aluminum Alloy  
69th IIW Annual Assembly and Int. Conf. 2016, Melbourne, Australia (2016.7.10-15), C-IV.  
T. Sano, T. Eimura, A. Hirose, S. Tsutsumi, M. Mizutani, Y. Kawahito, S. Katayama, K. Arakawa, A. Shiro, T. Shobu, K. Masaki and Y. Sano

- (2) Plume Structure along Laser Axis during Laser Welding  
69th IIW Annual Assembly and Int. Conf. 2016, Melbourne, Australia (2016.7.10-15), IIW Doc. IV-1293-16.  
M. Mizutani, Y. Kawahito and S. Katayama
- (3) A Preliminary Study of Thick Steel Plate Welding with 100kW Power Fiber Laser  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 132-135.  
H. Sumi, Y. Kitani, K. Oi, D. Sumimori, H. Mizutani, S. Ito, Y. Kawahito and S. Katayama
- (4) Clarification of Plume along Laser Axis above Specimen  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 77-80.  
M. Mizutani, Y. Kawahito and S. Katayama
- (5) Effects of Incident Laser Angle or Defocused Position upon Spatter Reduction on Basis of Three-Dimensional X-ray Transmission In-Situ Observation of Laser Welding Phenomena  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 69-72.  
Y. Kawahito, K. Nakada, Y. Uemura, M. Mizutani, H. Kawakami, K. Nishimoto and S. Katayama
- (6) Observation of Keyhole and Melt Pool Dynamics in Laser Welding of Al Alloy by X-ray Phase-Contrast Method  
Proc. Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO2016), San Diego, USA (2016.10.16-20), #903, pp. 1-7.  
M. Miyagi, Y. Kawahito, S. Katayama, H. Kawakami and T. Shoubu
- (7) Weld Plume Behavior during Laser Lap Welding of Al and Ti Dissimilar Sheets  
Proc. Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO2016), San Diego, USA (2016.10.16-20), #407, pp. 1-5.  
S.-J. Lee, S. Katayama, Y. Kawahito, J.-D. Kim and J. Suh
- (7) 国際会議発表
- (1) Femtosecond Laser Peening for Improvement of Fatigue Properties of Laser Welded 2024 Aluminum Alloy  
10th Int. Conf. on Residual Stresses, Sydney, Australia (2016.7.3-7)  
T. Sano, T. Eimura, A. Hirose, S. Tsutsumi, M. Mizutani, Y. Kawahito, S. Katayama, K. Arakawa, A. Shiro, T. Shobu, K. Masaki and Y. Sano
- (2) Effects of Incident Laser Angle or Defocused Position upon Spatter Reduction on Basis of Three-Dimensional X-ray Transmission In-Situ Observation of Laser Welding Phenomena  
10th Int. Conf. on Trends in Welding Research, Tokyo, Japan (2016.10.11-14)  
Y. Kawahito, K. Nakada, Y. Uemura, M. Mizutani, H. Kawakami, K. Nishimoto and S. Katayama
- (3) Three-dimensional Numerical Analysis of Heat Transfer and Fluid Flow in Keyhole Laser Welds Based on Thermal-hydraulic  
10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14)  
Q. Zhou, K. Horio, F. Miyasaka, H. Mori, M. Mizutani, Y. Kawahito and S. Katayama

- (4) Analysis of Keyhole Formation and Its Related Phenomena in Laser Welding with Numerical Method  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
Y. Nonaka, Y. Kawahito and I. Chimura
- (5) Beadless Bonding by Laser Heating  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
F. Himi, Y. Kawahito, H. Inoue, K. Nishimoto, S. Nishino and H. Kawakami
- (6) Development of High-Quality and High Efficient Laser Welding for Biomaterial Titanium  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
Y. Kawahito and M. Mizutani
- (7) Three-dimensional Numerical Simulations of Keyhole Behavior and Molten Pool Dynamics in Aluminum Laser Welds  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
Q. Zhou, K. Horio, F. Miyasaka, H. Mori, M. Mizutani, Y. Kawahito and S. Katayama
- (8) Visualization of Empty Core in Laser Induced Plume  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
M. Mizutani, Y. Kawahito and S. Katayama
- (8) 国内学会発表
- (1) CIP法を用いたアルミニウムのレーザスポット溶接時におけるキーホール形成挙動の三次元数値解析  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
堀尾 活磨, 周 キョウホウ, 森 裕章, 宮坂 史一, 水谷 正海, 川人 洋介, 片山 聖二
- (2) 極限環境下における水中レーザ切断技術に関する基礎研究  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
川人 洋介, 氷見 太 水谷 正海, 近藤 勝義, 片山 聖二
- (3) 粒子法とX線その場観察を用いたステンレス鋼のレーザ溶接時におけるキーホール形成機構の基礎研究  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
川人 洋介, 千村 伊作, 村川 英一, 片山 聖二
- (4) アルミニウム合金 A2024のレーザ溶接部の機械的特性に及ぼすフェムト秒レーザピーニングの影響  
第85回レーザ加工学会講演会, 大阪 (2016.6.9-10)  
詠村 嵩之, 佐野 智一, 廣瀬 明夫, 川人 洋介, 片山 聖二, 堤 成一郎, 政木 清孝, 佐野 雄二, 堀 久司
- (5) X線位相コントラスト法を用いたアルミ合金のレーザ溶接現象  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
宮城 雅徳, 川人 洋介

- (6) レーザ加熱による無溶融接合  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 氷見 太, 川人 洋介, 西本 浩司, 川上 博, 井上 裕滋
- (7) レーザ誘起ブルームの構造とレーザ伝播に及ぼす影響  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 水谷 正海, 片山 聖二, 川人 洋介
- (8) 高精度キーホール深さ測定装置によるレーザ溶接時のキーホール深さ計測  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 住森 大地, 出口 貴大, 野村 涼, 亀井 直光, 片山 聖二, 水谷 正海, 川人 洋介
- (9) 三次元 X 線透視その場観察法に基づく高輝度・高出力レーザによるステンレス鋼の貫通溶接と非貫通溶接の湯流れ  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 中西 基, 川人 洋介, 上村 洋輔, 中田 光紀
- (10) 水中レーザ溶接における水素生成  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 横田 哲士, 氷見 太, 川人 洋介, ウィルソン ディーノ, 西本 浩司, 川上 博士
- (11) 青色レーザの各種金属の吸収特性および焼入性  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 吉田 涼平, 氷見 太, 川人 洋介, 中島 悠也, 塩川 国夫
- (12) 粒子法によるアルミニウムレーザ溶接におけるパワー密度とキーホールとの関係  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 川人 洋介, 千村 伊作, 村川 英一, 片山 聖二
- (13) 粒子法を用いたレーザ溶接時における湯流れについての考察  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 野中 雄太, 川人 洋介
- (10) 国内会議講演
  - (1) 大型放射光によるレーザ溶接現象の観察  
 第234回溶接法研究委員会, 東京 (2016.5.11)  
 川人 洋介
  - (2) 水中環境でのレーザ溶接およびレーザ切断  
 平成28年度第一回溶断委員会, 東京 (2016.6.17)  
 川人 洋介
  - (3) 異材接合とレーザ溶接現象  
 日本塑性加工学会主催 接合・複合分科会第91回研究会, 大阪 (2016.11.25)  
 川人 洋介
  - (4) X 線その場観察と粒子法を用いたレーザ溶接時のキーホール形成機構解明  
 レーザ加工学会主催 第86回レーザ加工学会講演会, 岡山 (2016.12.13)  
 川人 洋介

(11) 解説・総説

- (1) レーザ溶接における最新技術 - 超高出力レーザーを用いた溶接の可能性について -  
溶接学会誌, 85, 3 (2016), 13-16.  
川人 洋介
- (2) レーザ溶接と造船業  
KANRIN (日本船舶海洋工学会誌), 68, 9 (2016), 25-29.  
川人 洋介

(15) 受賞

- (1) 溶接アーク物理研究賞  
(一社) 溶接学会 溶接法研究委員会 (2016.08.02)  
川人 洋介, 上村 洋輔, 中田 光紀, 片山 聖二
- (2) ベストオーサー賞  
レーザー加工学会 (2017.02.28)  
千村 伊作, 川人 洋介, 村川 英一

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |             |  |       |       |
|-----|-------------|--|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(B)     | レーザー照射部の溶接ポロシティ制御による<br>その場局所マイクロポーラス金属の創成 | 川人 洋介 | 2,730 |
| (2) | 挑戦的<br>萌芽研究 | 熱可塑性エンブラと金属とのレーザー<br>直接接合機構の解明             | 川人 洋介 | 1,690 |

一般公募型補助金研究

- |     |  |   |       |       |
|-----|--|---|-------|-------|
| (1) | 中小企業経営<br>支援等対策費<br>補助金 (戦略<br>的基盤技術高<br>度化支援事業) | 青色レーザーを用いた樹脂金属三次元動的<br>(ヘム機構連動) 接合技術の開発 | 川人 洋介 | 7,474 |
|-----|--|---|-------|-------|

民間等との共同研究

- |     |  |                                  |       |       |
|-----|--|----------------------------------|-------|-------|
| (1) |  | レーザーによる樹脂と金属のダイレクト接合技術<br>に関する研究 | 川人 洋介 | 1,632 |
| (2) |  | 眼鏡フレームおよび医療機器におけるレーザー<br>加工の研究   | 川人 洋介 | 100   |
| (3) |  | 低真空環境等でのレーザー及び溶湯の挙動に<br>関する研究    | 川人 洋介 | 3,000 |
| (4) |  | 三井造船 (高品位溶接・接合プロセス工学)<br>共同研究講座  | 川人 洋介 | 3,675 |

(5)	レーザー溶接時の 線その場観察と解析	川人 洋介	4,320
(6)	厚鋼板レーザー切断現象の解明	川人 洋介	1,944
(7)	レーザー溶接欠陥防止技術の研究	川人 洋介	1,575
(8)	レーザー溶接不良現象メカニズムに関する研究	川人 洋介	540
(9)	トランスミッションケース内の油流れ X線計測と解析	川人 洋介	4,800

#### 受託研究

(1)	レーザー（電磁波）溶着技術の開発	川人 洋介	2,700
(2)	溶接部性能保証のためのシミュレーション 技術の開発	川人 洋介	805
(3)	高温岩体発電に向けた超耐食タービンのための マルチビームレーザー表面改質の研究	川人 洋介	13,413

#### 奨学寄付金

(1)		川人 洋介	7,610
-----	--	-------	-------

#### 4.8 教育

氏名：川人 洋介

##### (1) 大学院等講義科目

(1)	全学共通教育	基礎セミナー
(2)	全学共通教育	先端教養科目

#### 4.9 社会貢献

氏名：川人 洋介

##### (1) 学会役員

(1)	(一社) スマートプロセス学会	編集委員会委員
(2)	(一社) レーザ加工学会	査読委員
(3)	(一社) 軽金属溶接構造協会	レーザー溶接委員会 幹事
(4)	(一社) 日本溶接協会	レーザー加工技術研究委員会 幹事
(5)	(一社) 溶接学会	高エネルギービーム加工研究委員会 委員長

- (6) (一社) 溶接学会 溶接法研究委員会 幹事
- (7) (一社) 溶接学会 軽構造接合加工研究委員会 幹事
- (6) 外国人招へい研究員・研究留学
- (1) 招へい研究員：Ming Gao, 華中科技大学 武漢国立研究所 Fundamental study on laser welding phenomem

#### 4.10 全国共同利用に関する研究

##### (1) 平成28年度共同研究員と研究テーマ

氏名：川人 洋介

- |      |                             |       |  |
|------|-----------------------------|-------|--|
| (1)  | 大阪大学大学院工学研究科                | 箕島 弘二 | ナノ薄膜の強度・疲労・クリープ特性に及ぼす表面酸化層の影響          |
| (2)  | (国研)産業技術総合研究所               | 瀬渡 直樹 | レーザーを用いた金属3D プリント造形における金属内部挙動の X 線透視観察 |
| (3)  | 阿南工業高等専門学校                  | 西本 浩司 | レーザー異材接合に関する研究                         |
| (4)  | 阿南工業高等専門学校                  | 西野 精一 | レーザー異材接合に関する研究                         |
| (5)  | 三重大学大学院工学研究科<br>機械工学専攻      | 尾崎 仁志 | レーザー切断                                 |
| (6)  | 三重大学大学院工学研究科<br>機械工学専攻      | 川上 博士 | レーザー切断                                 |
| (7)  | 三重大学大学院工学研究科<br>機械工学専攻      | 是川 洋斗 | レーザー切断                                 |
| (8)  | 広島大学大学院工学研究院<br>材料生産加工部門    | 山本 元道 | レーザー溶接・接合中の温度計測技術開発                    |
| (9)  | 東京大学                        | 長藤 圭介 | レーザー溶接流動現象の可視化                         |
| (10) | 東京大学                        | 矢島 由基 | レーザー溶接流動現象の可視化                         |
| (11) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 佐野 智一 | 航空機用アルミニウム合金のレーザー溶接部の特性評価              |
| (12) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 詠村 嵩之 | 航空機用アルミニウム合金のレーザー溶接部の特性評価              |
| (13) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 川嶋 光将 | 航空機用アルミニウム合金のレーザー溶接部の特性評価              |

- (14) 大阪大学工学研究科機械工学専攻箕島・平方研究室 近藤 俊之 銅ナノ薄膜の疲労き裂進展に及ぼす表面酸化層の影響

先導的重点課題 [ビッグデータを駆使した次世代高品質レーザー溶接技術の研究 (FS 型)]

- (1) 阿南工業高等専門学校 西本 浩司  
(2) 三重大学大学院工学研究科 機械工学専攻 尾崎 仁志  
(3) 三重大学大学院工学研究科 機械工学専攻 川上 博士

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

- (1) 合計 3

## 接合機構研究部門 溶接機構学分野

### 4.1 研究概要

溶融溶接部の疲労強度を金属組織学的に増加させる、摩擦攪拌プロセス (FSP) を用いた手法の実験的実証とその機構を系統的な組織観察から解明した。各鋼材強度、つまり基材組織により、FSP 効果が強調あるいは小さく抑えられる原因などを明らかにした。また、疲労強度のみならず靱性増加に貢献でき、その貢献も鋼材組織に依存していることを明らかにした。現在、FSP 効果が強調される鋼材余盛溶接部に直接 FSP を施す FSP ツール形状やプロセス条件の検討とその効果の金属組織学的な解明に努めている。また、インド工科大学ハイデラバード (IITH) との共同研究として、溶融溶接部の溶け込み形状を被溶接材の振動により、フィンガー形状から鍋底形状へ改善でき、それに伴い熱影響部 (HAZ) の厚さやその分布も改善できることを微細組織観察より明らかにした。振動モードや振動条件による微細組織・組成の変化から、その機構解明に努めている。関連して、アーク溶接を用いた 3 次元造形物の組織と機械的特性の評価から積層数と冷却速度の関係を明らかにし、今後のアーク入熱制御による組織の均一性の研究へ引継いでいる。溶融溶接のみならず、拡散接合や爆発圧接 (共同研究) の界面組織観察からその機構解明に努めてきた。Si ペーストに箔や粉体状の Al を添加し、SiC 圧粉体の接合温度の低減と、Al を接合中に蒸発させることにより SiC/SiC 界面焼結層の溶融温度を純 Si の融点近傍まで戻す実験的実証を行った。また、脆性的高融点遷移金属薄板を高熱伝導度の Cu 板に接合する手法として、従来の爆発圧接ではなく、水中衝撃波を用いることで可能とした (共同研究先成果)。その接合界面について、高融点遷移金属の族や周期(密度や強度が異なる)が形成組織に及ぼす影響を明らかにした。

### 4.2 研究課題

- ・溶接部への摩擦攪拌プロセス (FSP) による改質微細組織が溶接部継手疲労強度 / 寿命および靱性に及ぼす影響
- ・低炭素鋼タンデム MAG 溶接時の被溶接材振動が溶接部溶け込み形状と微細組織に及ぼす影響評価
- ・Al 添加 Si 系ペーストを用いた SiC/SiC 焼結材の接合温度低減と界面微細組織評価
- ・水中衝撃波を用いた爆発圧接により形成した高融点薄板金属と銅板との界面組織評価とその形成機構解明
- ・軽量金属間化合物 TiAl と SCM440 との直接通電を用いた接合温度と反応層厚の低減
- ・溶接余盛と被溶接材への FSP 適用のプロセス検討とその形成組織・疲労強度の評価
- ・溶融垂鉛めっき割れ対策鋼溶接部における塑性ひずみが溶融垂鉛脆性に及ぼす影響
- ・アーク溶接を用いた 3 次元造形の組織と機械特性の均一化 (組織評価の観点から)

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. 摩擦攪拌プロセスを用いた鋼溶接部の疲労強度/シャルピー吸収エネルギーの増加

SS400 鋼の TIG 溶接部への FSP 施工、490 MPa 級と 780 MPa 級の実用高張力鋼溶接部の余盛削除後に FSP 施工した板材を 3 点曲げ疲労試験とシャルピー衝撃に供した。更に、490 MPa 級と 780

MPa 級の実用高張力鋼の突合せ溶接部の溶接金属と母材との境界に FSP を施工し、引張疲労試験に供した。いずれの試験においても、疲労強度の増加と、脆性・延性遷移温度の低下とシャルピー吸収エネルギーの増加が観察された。フェライト + パーライト組織の 400 MPa 級と 490 MPa 級では著しい増加と低下が観察され、FSP による微細化のみならず、薄膜セメントが微細フェライト粒を包み込む組織形成に起因していることを明らかにした。より高い FSP 入熱条件では、セメントが塊状となりその効果は減少した。780 MPa 級では FSP による微細化が得られたが、その効果は 400 MPa 級と 490 MPa 級と比較して小さく、特に引張疲労強度に関しては、FSP 改質組織の最表面にフェライト相が形成し、この相形成が疲労強度の大きな増加に至らない原因と考えられる。これは、溶接金属と母材との混合(希釈)による MS 点の変化と考えられる。

鋼構造部材溶接部の強化や補修に利用するために、溶接余盛を削除せずに FSP を施工した効果についても予備的に検討した。FSP ツール形状と施工条件を種々考慮して、ボイドを含まない微細化された FSP 改質部が溶接余盛と母材との間に作成できることを確認した。

## 2. 低炭素鋼タンデム MAG 溶接時の被溶接材振動が溶け込み形状と微細組織に及ぼす影響評価

溶接金属の溶け込み形状は、被溶接材の振動が無い場合に異方的なフィンガー形状となり、振動を加えると等方的ななべ底形状に変化した。この効果により、溶接金属・HAZ の組織と硬度分布の偏りが無くなり、溶接部底部全体に一樣な HAZ 組織と硬度分布を形成することができた。溶接金属溶け込みに消費される入熱量が少ないと HAZ 領域が増加する関係性があり、溶接部下部の組織形成には溶接部溶け込み形状の形成が最も重要な役割を果たしていることになる。これらは Sine 波振動による結果であるが、この振動に急激な振動を付加した Shock 振動や、短周期の異なる複数の振動を加えた Random 振動と振動モードを変化させた場合、Random、Shock 振動モードでは溶接金属溶け込み形状がフィンガー形状に近く、その順になべ底形状へ近づき、振動モードによる影響があることを確認した。そこで、溶接部溶け込み形状形成の起源を考察する。消耗電極からの溶滴がフィンガー形状を形成し、その溶滴が溶融池に均一に分散していくとなべ底形状へ変化すると考えられる。これは、被溶接材振動が溶滴の溶融池への分散・拡散を高めていると考えられる。溶滴と溶融地では流動性や粘性が異なり、固体に近い溶滴中に溶融池の液体が混ざり、粉体と液体混合時のチクソトロピー性と同様に、Sine 振動による継続的なせん断応力がチクソトロピー性発現に寄与したと考えられる。振動モードの違いは、継続的なせん断応力付与の違いと考えられる。

## 3. Al 添加 Si ペーストを用いた SiC/SiC 接合温度低温化と界面 Si 層融点の Al 蒸発による高温化

航空機用部材として期待されるセラミックス基複合 (CMC) 材の一種である炭化ケイ素 (SiC) の拡散接合について検討している。SiC 繊維強化 CMC では、SiC 繊維の特性が劣化しない 1400 以下での接合が必須であり、プロセス上より低温での接合が切望されている。本年度も小濱が中心となり、SiC 焼結体を用いて、Al 添加量と接合温度を変化させて SiC/SiC 接合を試み、室温でのせん断変形時の破断応力や界面微細組織の観察を行い、微細組織と破断応力の関係や、Al 添加量と接合温度が Al 残存量に及ぼす影響について明らかにした。

## 4. 水中衝撃波を用いた高融点薄板金属と銅板と爆発圧接界面組織評価とその形成機構解明

従来の爆発圧接では適当な接合条件がなかった高融点遷移金属薄板と Cu 板との接合を、水中衝撃波を用いた爆発圧接により可能とした(共同研究先成果)。その接合界面組織評価を当研究室にて担当した。この界面組織評価は接合機構解明の一環であり、本年度は、同族で周期の異なる Ta と Nb と、Cu の接合界面について評価した。族の異なる W と Mo との接合については評価中である。族と周期が異なることにより、高融点遷移金属の密度や機械特性が異なり、この違いが界面組織形

成（界面形状、非平衡金属間化合物形成、2相分離のスケール）の違いに影響していた。これらを比較してその機構を考察した。

## (2) 研究に対する自己評価

溶融溶接から複数の固相接合法を用いて形成した接合界面の微細観察を中心に、その用途に応じた機械特性試験と合わせて、接合機構解明、微細組織と機械的特性との関係、界面での拡散機構などを明らかにし、その接合プロセスに開発指針を発信することを目的とした。複数分野の研究経験を生かして、分野融合の溶接に関して、他の研究者に無い発想と従来実験手法の組合せで接合機構の解明に努めた。国内・国際学会では、院生教育も含め多数の成果発表という結果を残せたが、当研究室独自の研究成果については、学会発表や査読付き会議録までで、現在論文投稿準備中であり、今後は博士後期課程学生も増え論文数も増やせると思う。

研究予算では、高橋が基盤研究 (C) を、小濱が若手研究 (B) を獲得した。また、民間等との共同として、「SPS による CMC 接合に関する基礎的検討」と「溶接垂鉛めっき釜材溶接部の割れの発生・進展に及ぼす諸条件の影響解明」の2件を行った。

## 4.4 教育に対する自己評価

マテリアル生産科学専攻の博士前期課程の学生に、伊藤と高橋は、機能材料学の講義を行った。生産科学の学生に欠落気味である材料科学的な知識の再獲得と、特に組織制御による高強度化の機能付加を講義の中心に据え、溶接時の材料組織変化が強度などの機能にどのような影響を及ぼすか想像できる講義とし、高橋は光学顕微鏡と電子顕微鏡を用いた組織観察について解説した。全学共通科目について、伊藤は前期配当の基礎セミナーを、高橋と小濱は後期配当の先端教養科目の分担講義も行った。

伊藤は「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」の派遣日本学生を対象に、言語文化研究科にて、日本語溶接講義「溶接・接合の基礎知識」を行い、派遣国における日本人学生と現地学生向けの英語ビデオ教材 "Introduction to basis of joining & welding technology" を作成し、5カ国現地での溶接教育に貢献した。

本年度は、博士後期課程4月入学と10月入学の1年2名、前期課程2年生2名と1年生2名、学部学生1名が在籍した。各学生に独自の研究テーマを与え、十分な指導を行い、研究成果を日本金属学会、溶接学会、国際シンポジウムなどにて複数口頭発表やポスター発表を行わせ、研究・成果発表の基盤を養わせた。博士後期課程4月入学は、H28年10月の溶接関係国際会議（国内）にて2件の口頭発表を、H29年2月にアメリカサンディエゴにて開催のTMS年次総会にてポスター発表を、年2回の溶接学会全国大会・日本金属学会講演大会にて成果発表を、10月入学のインド人D1学生もH29年3月の日本金属学会春期講演大会にて成果発表を行い、それら成果発表の教育指導を行った。

その他、「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」の提携校であるインド工科大学ハイデラバード (IITH) 校に共同研究の成果報告・相談のため平成28年11月に赴き、その際にIITH校の大学院生を対象に90分の特別講義を3回行った。

## 4.5 社会貢献に対する自己評価

伊藤は、(一社)溶接学会にて、企画委員会委員、論文査読委員会委員、編集委員会委員（副委

員長+総合企画)、溶接教育委員会委員、溶接冶金研究委員会教育幹事、日本溶接会議 (JIW) 第9委員会委員の副委員長、界面接合研究委員会幹事、溶接学会論文賞・論文奨励章審査委員 (第5部門) として活動した。(公社) 日本金属学会では、分科会・講演大会委員、分科会幹事セミナーシンポジウム委員として、学会講演大会・シンポジウム企画運営を行い、The 9th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing (PRICM9), Kyoto, 2016の Abst. & Manuscript 査読委員を担い、学会内研究会の研究集会 (大阪大学豊中キャンパス) の企画運営を行った。また、(一社) スマートプロセス学会の学術・技術奨励賞審査委員会委員として論文審査を行い、Korean Society for Heat Treatment の Guest Editors (Foreign Researchers) として論文査読を行った。

国・自治体・公益法人等への貢献として、(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構の事前書面審査委員として、複数回公募資料の事前書面審査を行った。兵庫県立大学教員選考委員会 (材料・放射光工学専攻 教授) 外部有識者 (委員) として教員選考面接および委員会に出席し選考に対して意見を述べた。群馬大学先端科学研究指導者育成ユニットに係る学外委員として、テニユアトラック教員に対するテニユア審査研究成果評価 (関係教員1名に対して) を行った。National Institute of Technology, Warangal (India) の Ph.D 論文執筆事前審査を行い、Member on the Board of Examiners の依頼を承諾した。2015年に招へい研究員として受入た BENATI Davi Munhoz (カンピナス州立大学機械工学科博士課程) の「Cr 鋼の固相-液相変態中の相変態挙動の Cr 濃度依存性」に関する研究について、論文投稿に対して引続きサポートを継続した。また、韓国 Kumoh National Institute of Technology と MOU を締結し、博士後期学生との共同研究およびそれに関連して学部学生のインターンシップ受入を行った。企業への貢献として、(株) デンロコーポレーションから共同研究員を常時受入、共同研究に関する研究指導を行った。

高橋誠は、(公社) 日本金属学会の2015・2016年度の会誌編集委員会・欧文誌編集委員会査読委員として活動し、小濱は (一社) 溶接学会の平成28・29年度若手会員の会運営委員会委員として活動し、学会の運営・発展に貢献した。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

(独) 物質・材料研究機構 MANA ファウンドリ、東北大学、神戸大学、熊本大学、芝浦工業大学、(一財) 発電設備技術検査協会、学内複数研究室から20名の共同利用・共同研究者を受入れ、接合界面などの微細組織観察・評価を行った。継続利用の方もおられ、本年度は査読付き学術論文3報、国際会議発表査読有り無し各1件、国内会議発表論文 (査読有と無、それぞれ1件) 2件、国際会議発表2件 (1件は大学院生共同研究員)、国内会議発表2件 (前年大学院生共同研究員が本年発表1件とポスター賞受賞) の成果発表を行った。国際共同研究員 S クラスと B クラスを各1件受入、前者では査読付き学術論文1報、国際会議発表査読有り無し各1件、国内会議発表1件の成果発表を行った。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Homogeneous Double-Layer Amorphous Si-doped Indium Oxide Thin-Film Transistors for Control of Turn-On Voltage  
J. Appl. Phys., 120 (2016), 045702-1-045702-5.  
T. Kizu, S. Aikawa, T. Nabatame, A. Fujiwara, K. Ito, M. Takahashi and K. Tsukagoshi
- (2) In Situ Observation of Semisolid Fe-2.5C-1.5Si Gray Cast Iron  
Solid State Phenomena, 256 (2016), 63-68.  
D. M. Benati, K. Ito, K. Kohama, H. Yamamoto and E. J. Zoqui
- (3) 摩擦重ね接合によるステンレス鋼と炭素繊維強化熱可塑性樹脂との異材接合  
溶接学会論文集, 35, 1 (2017), 29-35.  
三輪 剛士, 北川 大喜, 永塚 公彬, 山岡 弘人, 伊藤 和博, 中田 一博
- (4) A New Process for Design and Manufacture of Tailor-made Functionally Graded Composites through Friction Stir Additive Manufacturing  
J. Manufacturing Processes, 26 (2017), 122-130.  
A. Sharma, B. Vijendra, K. Ito, K. Kohama, M. Ramji and B. V. H. Sai
- (5) Tensile Strength of Ti/Mg Alloys Dissimilar Bonding Material Fabricated by Spark Plasma Sintering  
Int. J. Eng. Innov. Res., 5, 4 (2016), 253-259.  
P. Pripanapong, J. Umeda, H. Imai, M. Takahashi and K. Kondoh
- (6) Corrosion Behavior and Strength of Dissimilar Bonding Material between Ti and Mg Alloys by Spark Plasma Sintering  
Materials, 9 (2016), 665(11pages).  
P. Pripanapong, S. Kariya, T. Luangvaranunt, J. Umeda, S. Tsutsumi, M. Takahashi and K. Kondoh
- (7) Strengthening-toughening Mechanism Study of Powder Metallurgy Ti-Si Alloy by Interrupted In-Situ Tensile Tests  
J. Alloy. Compd, 694 (2016), 82-92.  
X. X. Ye, H. Imai, J. H. Shen, B. Chen, G. Q. Han, J. Umeda, M. Takahashi and K. Kondoh
- (8) Bonding Mechanism of Ti/AZ80 Dissimilar Materials Fabricated by Spark Plasma Sintering  
J. Multidiscip. Eng. Sci. Stud. (JMESS), 2, 10 (2016), 1009-1013.  
P. Pripanapong, J. Umeda, H. Imai, M. Takahashi and K. Kondoh
- (9) Phase Transitions from Semiconductive Amorphous to Conductive Polycrystalline in Indium Silicon Oxide Thin Films  
Appl. Phys. Lett., 109 (2016), 221903-1-221903-5.  
N. Mitoma, B. Da, H. Yoshikawa, T. Nabatame, M. Takahashi, K. Ito, T. Kizu, A. Fujiwara and K. Tsukagoshi
- (10) Solid-state Interfacial Reaction and Load Transfer Efficiency in Carbon Nanotubes (CNTs)-reinforced Aluminum Matrix Composites  
Carbon, 114 (2017), 198-208.  
B. Chen, J. Shen, X. Ye, H. Imai, J. Umeda, M. Takahashi and K. Kondoh

- (11) Dynamic Recrystallization Behavior and Strengthening-Toughening Effects in a Near- Ti-xSi Alloy Processed by Hot Extrusion  
Mater. Sci. Eng. A., 684 (2017), 165-177.  
X. X. Ye, H. Imai, J. H. Shen, B. Chen, G. Q. Han, J. Umeda, M. Takahashi and K. Kondoh
- (12) Effect of Spark-Plasma-Sintering Conditions on Tensile Properties of Aluminum Matrix Composites Reinforced with Multiwalled Carbon Nanotubes (MWCNTs)  
JOM, 69, 4 (2017), 669-675.  
B. Chen, H. Imai, J. Umeda, M. Takahashi and K. Kondoh
- (13) Direct Solid-State Diffusion Bonding of Zirconium Carbide Using a Spark Plasma Sintering System  
Mater. Des., 110 (2016), 888-894.  
K. Kohama and K. Ito
- (14) Formation of Nanocrystalline Silicon in SiO<sub>2</sub> X by Soft X-ray Irradiation at Low Temperature  
Jpn. J. Appl. Phys., 56, 3 (2017), 035501-1-035501-5.  
A. Heya, F. Kusakabe, N. Matsuo, K. Kanda, K. Kohama and K. Ito
- (3) 国際会議発表論文 (査読なし)
- (1) Increase in Fatigue Strength and Charpy Absorbed Energies of TIG-welded SS400 Steel Plates by Friction-Stir-Processing Grain-Refinement  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 866-869.  
K. Ito, T. Okuda, H. Izumi, M. Takahashi, K. Kohama, H. Yamamoto and H. Fujii
- (2) Increase in Fatigue Strength of Butt-Welded High-Tensile-Steel Joints by Friction Stir Processing  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 875-878.  
H. Yamamoto, K. Ito, M. Takahashi, K. Kohama and H. Fujii
- (3) SiC/SiC Joining Utilizing Paste-like Si Powder in a Graphite Pipe Heated Electrically  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 895-898.  
K. Kohama, K. Ito, S. Terada and S. Kirihara
- (4) Thermal Management in Manufacture of Thin-Walled Components Produced by Arc-Based Additive Manufacturing  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 536-539.  
J. P. Sharma, S. K. Goak, S. S. Kumar, K. Kohama, A. Sharma and K. Ito
- (7) 国際会議発表
- (1) Effects of Cu(Ti) Electrodes on Contact Resistance of the Cu(Ti)/IGZO Junction and IGZO-TFT Performance  
9th Pacific Rim Int. Conf. on Adv. Materials and Processing (PRICM9), Kyoto, Japan (2016.8.1-5)  
K. Ito, K. Kohama, T. Sano, T. Nabatame and A. Ohi

- (2) Effects of Friction-Stir-Processing Grain-Refinement on Fatigue Strength and Charpy Absorbed Energies of TIG-welded SS400 Steel Plates  
9th Pacific Rim Int. Conf. on Adv. Materials and Processing (PRICM9), Kyoto, Japan (2016.8.1-5)  
K. Ito, T. Okuda, H. Izumi, M. Takahashi, H. Yamamoto and H. Fujii
- (3) Dissimilar Joint Formation of SUS304 / CFRTP by Friction Lap Joining  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
T. Miwa, D. Kitagawa, K. Nagatsuka, K. Ito, K. Nakata and H. Yamaoka
- (4) Effects of Surface-Microstructural Modification on Fatigue Strength of High Tensile Steel Welds by Friction Stir Processing  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
H. Yamamoto, K. Ito, M. Takahashi, K. Kohama and H. Fujii
- (5) Fracture Toughness Increase by Friction-Stir-Processing Microstructure Modification in TIG-welds of SS400 Steels  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
K. Ito, H. Izumi, H. Yamamoto, M. Takahashi, K. Kohama, Y. Danno and H. Fujii
- (6) Interface-Microstructure Characterization of Dissimilar Joints between Group 5 Refractory Metals and Copper Produced by Underwater Explosive Welding  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Kotegawa, H. Yamamoto, K. Ito and K. Hokamoto
- (7) Fatigue-Strength Increase by Friction Stir Processing between Different Strength Grades of Butt-Welded High-Tensile Steels  
2017 TMS Annual Meeting & Exhibition, SanDiego, USA (2017.2.26-3.2)  
H. Yamamoto, K. Ito, M. Takahashi, K. Kohama and H. Fujii
- (8) Glass-to-Glass Anodic Bonding with Transparent Joint Interface  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
M. Takahashi
- (9) Diffusion Bonding of SiC with Si Powder Application for High-Temperature Resistant Joint  
The 6th East Asia Symp. on Technology of Welding and Joining, Incheon, Korea (2016.9.8-9)  
K. Kohama, S. Terada, K. Ito and S. Kirihara
- (10) SiC/SiC Joint Formation by Diffusion Bonding Using Paste-Like Si Powder for High-Temperature Application  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Terada, K. Kohama, K. Ito and S. Kirihara

(8) 国内学会発表

- (1) IGZO 薄膜トランジスタの電気特性に及ぼす Cu (Ti) 電極/IGZO 接合界面の影響  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
伊藤 和博, 小濱 和之, 西端 惇, 佐野 貴之, 生田目 俊秀, 大井 暁彦
- (2) 摩擦攪拌プロセスをによる高張力鋼突合せ溶接継手の引張疲労強度増加  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
山本 啓, 伊藤 和博, 小濱 和之, 藤井 英俊
- (3) 多孔質マイクロ球状粒子の自発的生成挙動の高温その場観察  
日本セラミックス協会 第29回秋季シンポジウム, 東広島 (2016.9.7-9)  
鈴木 義和, 阿部 浩也, 山本 啓, 伊藤 和博, 井上 裕滋, 中村 誠友己
- (4) ダブルワイヤミグ溶接時の溶融池振動が及ぼす低炭素鋼溶接部の機械特性変化への組織からの評価  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
三輪 剛士, 山本 啓, 伊藤 和博, 小濱 和之, Abhey Sharma
- (5) 低合金炭素鋼の溶接部・母材の溶融亜鉛脆化割れに及ぼす負荷応力と組織の影響  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
武藤 宏, 伊藤 和博, 段野 芳和, 山本 啓
- (6) 摩擦攪拌プロセスが形成したセメント膜に包まれた超微細フェライト粒組織の液体窒素温度におけるシャルピー吸収エネルギーと延性破面 - 他の入熱条件と比較して -  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
山本 啓, 伊藤 和博, 和泉 博貴, 高橋 誠, 小濱 和之, 藤井 英俊
- (7) 低入熱摩擦攪拌プロセスによる極薄セメント膜に包まれた超微細フェライト粒組織の形成とシャルピー吸収エネルギーの増加  
(公社) 日本金属学会 2016年秋期講演大会, 大阪 (2016.9.21-23)  
伊藤 和博, 和泉 博貴, 山本 啓, 高橋 誠, 小濱 和之, 藤井 英俊
- (8) Characterization of Dissimilar Bonding of Cu to Ta and Nb by the Underwater Explosive Welding  
(公社) 日本金属学会 2017年春期大会, 東京 (2017.3.15-17)  
P. P. Kumar, 古手川 将大, 山本 啓, 伊藤 和博, 外本 和幸
- (9) 摩擦攪拌プロセスにより微細化された高張力鋼溶接熱影響部組織のシャルピー衝撃値  
(公社) 日本金属学会 2017年春期大会, 東京 (2017.3.15-17)  
山本 啓, 段野 芳和, 伊藤 和博, 小濱 和之, 藤井 英俊
- (10) チタンと酸化物ガラスの陽極接合における界面反応  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
高橋 誠
- (11) 制御された光透過性を持つガラス同士の陽極接合界面  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
高橋 誠

- (12) 接合界面が透明化する各種光学ガラスの陽極接合  
(公社) 日本金属学会 2016年秋期講演大会, 大阪 (2016.9.21-23)  
高橋 誠
- (13) Si 微粒子ペーストと Al を用いた SiC 接合における再溶融温度を高温維持した接合温度低減  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
寺田 俊一, 小濱 和之, 山本 啓, 伊藤 和博
- (14) Si 微粒子と Al の混合インサート材による SiC の低温接合と接合部再溶融温度の高温維持  
(公社) 日本金属学会 2016年秋期大会, 大阪 (2016.9.21-23)  
寺田 俊一, 小濱 和之, 伊藤 和博
- (15) 共晶系 Si-Al ろう材の Al 蒸発による等温凝固を用いた SiC の低温接合  
(公社) 日本金属学会 2017年春期大会, 東京 (2017.3.15-17)  
小濱 和之, 寺田 俊一, 伊藤 和博, 山本 啓
- (9) 国際会議講演
- (1) Investigation on Cooling Strategies during Wire Arc Additive Layer Manufacturing  
The International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced  
Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
A. Sharma, J. Sharma, K. Ito, S. S. Kumar, H. Yamamoto and K. Kohama
- (2) Unique Microstructure in Low-Carbon Steel Welds Formed by Friction Stir Processing with  
High Fatigue Strength and Charpy Absorbed Energy  
The Workshop between JWRI and University of Indonesia, Osaka, Japan (2016.11.15)  
K. Ito
- (3) Friction-Stir-Processing Microstructure Improvement Related to Fatigue-Strength and Charpy-  
Absorbed-Energy Increase of TIG-Welded SS400 Steels  
2017 TMS Annual Meeting & Exhibition, SanDiego, USA (2017.2.26-3.2)  
K. Ito, T. Okuda, H. Izumi, M. Takahashi, K. Kohama, H. Yamamoto and H. Fujii
- (4) Influence of Shot Peening and Thermal Aging Treatment on Resistance to Intergranular  
Corrosion in Shielded Metal Arc Weld Metal for Type 600 Nickel Base Alloy  
Symposium on the Research Activities of Joint Usage / Research Center on Joining and  
Welding, Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Nishikawa, K. Ooi and M. Takahashi
- (5) Diffusion Bonding of SiC with Si Powder Application for High-Temperature Resistant Joint  
The 6th East Asia Symposium on Technology of Welding and Joining, Incheon, Korea  
(2016.9.8-9)  
K. Kohama
- (10) 国内会議講演
- (1) ガラスと導体の精密接合 - 陽極接合とその現象の応用  
第144回ニューガラス研究会, 大阪 (2016.5.25)  
高橋 誠

- (2) 金属薄膜を介したガラス同士の接合～透明な継手界面も実現できる～  
大阪大学イノベーションフェア, 大阪 (2016.11.15-16)  
高橋 誠
- (3) Si 微粒子をインサート材に用いた SiC の低温接合と接合部耐熱性維持  
溶接・接合若手研究会, 神戸 (2016.11.10)  
小濱 和之

(15) 受賞

- (1) ポスター賞  
材料物性工学談話会 (2017.02.01)  
吉岡 尚輝, 部家 彰, 松尾 直人, 小濱 和之, 伊藤 和博
- (2) 卒業研究優秀発表賞  
大阪大学 (2017.03.22)  
古手川 将大(B4)

(17) 外部資金 (単位:千円)

科学研究費補助金

- |             |                                |       |       |
|-------------|--------------------------------|-------|-------|
| (1) 若手研究(B) | セラミックス微粒子ペーストを用いた耐熱部材の高信頼性異材接合 | 小濱 和之 | 2,470 |
|-------------|--------------------------------|-------|-------|

民間等との共同研究

- |     |                                      |       |     |
|-----|--------------------------------------|-------|-----|
| (1) | 溶融亜鉛めっき釜材溶接部の割れの発生・進展に及ぼす溶接入熱条件の影響解明 | 伊藤 和博 | 600 |
| (2) | Al 添加した Si ペーストを用いた CMC 接合に関する基礎的検討  | 伊藤 和博 | 996 |

4.8 教育

氏名：伊藤 和博

(1) 大学院等講義科目

- |            |        |
|------------|--------|
| (1) 全学共通教育 | 基礎セミナー |
|------------|--------|

(3) 博士論文(副査)

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| (1) 機械専攻, Patchara Pripanapong | Bonding Strength and Corrosion Behavior of Dissimilar Material Between Ti and Mg-Al alloys |
|--------------------------------|--|

氏名：高橋 誠

(1) 大学院等講義科目

- |            |        |
|------------|--------|
| (1) 全学共通教育 | 先端教養科目 |
|------------|--------|

氏名：小濱 和之

(1) 大学院等講義科目

(1) 全学共通教育 先端教養科目

#### 4.9 社会貢献

氏名：伊藤 和博

(1) 学会役員

- |      |                                   |                                     |
|------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| (1)  | (一社) スマートプロセス学会                   | 学術・技術奨励賞審査委員会委員                     |
| (2)  | (一社) 溶接学会                         | 界面接合研究委員会 幹事                        |
| (3)  | (一社) 溶接学会                         | 日本溶接会議 (JIW) 第9委員会委員 (副委員長)         |
| (4)  | (一社) 溶接学会                         | 溶接教育委員会 委員                          |
| (5)  | (一社) 溶接学会                         | 溶接冶金研究委員会 幹事                        |
| (6)  | (一社) 溶接学会                         | 編集委員会 副委員長                          |
| (7)  | (一社) 溶接学会                         | 企画委員会 委員                            |
| (8)  | (一社) 溶接学会                         | 溶接冶金研究委員会 学術幹事                      |
| (9)  | (一社) 溶接学会                         | 溶接学会論文賞・論文奨励賞 審査委員                  |
| (10) | (公社) 日本金属学会                       | 講演大会委員                              |
| (11) | (公社) 日本金属学会                       | 分科会委員幹事 セミナーシンポジウム委員                |
| (12) | Korean Society for Heat Treatment | Guest Editors (Foreign Researchers) |

(2) 国際会議委員

- |     |  |  |
|-----|--|--|
| (1) | The 9th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing (PRICM9) | Abst.&Manuscript 査読委員  |
| (2) | Visual-JW 2016   | Program Committee Chair  |
| (3) | 他大学等での非常勤講師  |  |
| (1) | Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)   | Role of Microstructure in mechanical properties of welds, diffusion bonding, and ... |

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- |     |   |   |
|-----|---|---|
| (1) | National Institute of Technology,<br>Warangal (India) | Member on the Board of Examiners<br>Dept. of Mechanical Engineering for the award of<br>Ph. D Degree of NIT, Warangal |
| (2) | 群馬大学  | 群馬大学先端科学研究指導者育成ユニットに係る<br>学外委員  |
| (3) | 兵庫県立大学  | 教員選考委員会 (材料・放射光工学専攻 教授)<br>外部有識者(委員)  |

氏名：高橋 誠

(1) 学会役員

- |     |             |                      |
|-----|-------------|----------------------|
| (1) | (公社) 日本金属学会 | 会誌編集委員会・欧文誌編集委員会査読委員 |
|-----|-------------|----------------------|

氏名：小濱 和之

(1) 学会役員

- |     |           |                                  |
|-----|-----------|----------------------------------|
| (1) | (一社) 溶接学会 | 平成28・29年度若手会員の会運営委員会<br>委員 (勉強会) |
|-----|-----------|----------------------------------|

(2) 国際会議委員

- |     |               |                     |
|-----|---------------|---------------------|
| (1) | Visual-JW2016 | Executive committee |
|-----|---------------|---------------------|

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成28年度共同研究員と研究テーマ

氏名：伊藤 和博

- |     |                                    |       |  |
|-----|------------------------------------|-------|--|
| (1) | 大阪大学大学院工学研究科<br>ビジネスエンジニアリング<br>専攻 | 森 裕章  | ステンレス鋼箔のレーザー照射によるミクロ<br>組織変化とそれに及ぼす製造プロセスの影響 |
| (2) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻        | 小椋 智  | 界面ナノ構造解析による異種金属材料接合<br>部の高信頼化組織制御            |
| (3) | 大阪大学大学院工学研究科                       | 廣瀬 明夫 | 界面ナノ構造解析による同種・異種材料接<br>合部の高信頼化組織制御           |
| (4) | 大阪大学大学院工学研究科                       | 松田 朋己 | 界面ナノ構造解析による同種・異種材料接<br>合部の高信頼化組織制御           |
| (5) | 大阪大学大学院工学研究科                       | 本山 啓太 | 界面ナノ構造解析による同種・異種材料接<br>合部の高信頼化組織制御           |

- |      |                          |       |                                      |
|------|--------------------------|-------|--------------------------------------|
| (6)  | 大阪大学大学院工学研究科             | 前田 有成 | 界面ナノ構造解析による同種・異種材料接合部の高信頼化組織制御       |
| (7)  | 大阪大学大学院工学研究科             | 八尾 崇史 | 界面ナノ構造解析による同種・異種材料接合部の高信頼化組織制御       |
| (8)  | 大阪大学大学院工学研究科<br>生命先端工学専攻 | 志村 考功 | 急速加熱液相エピタキシャル成長により作製した半導体微細構造の結晶性評価  |
| (9)  | 大阪大学大学院工学研究科<br>生命先端工学専攻 | 岡 博史  | 急速加熱液相エピタキシャル成長により作製した半導体微細構造の結晶性評価  |
| (10) | 大阪大学大学院工学研究科<br>生命先端工学専攻 | 小山 真広 | 急速加熱液相エピタキシャル成長により作製した半導体微細構造の結晶性評価  |
| (11) | 大阪大学大学院工学研究科<br>生命先端工学専攻 | 田中 章吾 | 急速加熱液相エピタキシャル成長により作製した半導体微細構造の結晶性評価  |
| (12) | (国研) 物質・材料研究機構           | 大井 暁彦 | 金属/金属酸化物の接合界面におけるナノオーダーレベルでの組成及び構造解析 |
| (13) | (国研) 物質・材料研究機構           | 生田目俊秀 | 金属/金属酸化物の接合界面におけるナノレベルでの組成及び構造解析     |
| (14) | (国研) 物質・材料研究機構           | 木津たきお | 金属/金属酸化物の接合界面におけるナノレベルでの組成及び構造解析     |
| (15) | 熊本大学<br>パルスパワー科学研究所      | 外本 和幸 | 水中衝撃波を用いた高機能薄板材料の接合による異材界面の組織評価      |
| (16) | 神戸大学工学研究科<br>機械工学専攻      | 田中 克志 | 熱電セラミクス材料に対する電極接合界面評価                |
| (17) | 東北大学大学院工学研究科             | 佐藤 裕  | 摩擦を利用した固相接合過程での入熱と継手特性               |
| (18) | 東北大学大学院工学研究科             | 趙 天波  | 摩擦を利用した固相接合過程での入熱と継手特性               |
| (19) | 芝浦工業大学工学部<br>応用化学科       | 大石 知司 | 有機無機接合界面の微構造観察                       |

#### 国際共同研究員

- |     |   |                         |   |
|-----|---|-------------------------|---|
| (1) | Indian Institute of Technology<br>Hyderabad India   | Sharma Abhay            | Micro-structural aspects of arc welding based additive manufacturing                    |
| (2) | King Mongkut's University<br>of Technology Thonburi | Peansukmanee<br>Somporn | Observation and characterization of carbide evolution in T91 HAZ by SEM, EBSD technique |

氏名：高橋 誠

(1) (一財)発電設備技術検査協会 西川 聡 改良9Cr-1Mo 鋼溶接部の微細組織観察

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

(1) 合 計 5

## 接合機構研究部門 接合界面機構学分野

### 4.1 研究概要

本研究分野は、鉄鋼材料、非鉄材料、非金属材料およびそれらの組み合わせた接合・溶接界面における諸現象を巨視的、微視的に解析することで、種々の接合・溶接プロセスにおける界面の形成機構を明らかにするとともに、その知見を活用した新規界面制御技術を確立することを目的とする。

新たな価値創出のコアとなる強みを有する摩擦接合法（摩擦攪拌接合（FSW）、摩擦圧接、線形摩擦接合、線形摩擦攪拌接合）や熔融溶接法を主軸とし、次世代接合&改質プロセス技術を創出し、新たな学術基盤を体系化するとともに我が国の産業競争力向上による持続的な成長の一助となることを目指す。

### 4.2 研究課題

1. 摩擦接合（FSW、摩擦圧接、線形摩擦接合、線形摩擦攪拌接合）界面制御と形成機構の解明
2. 新規接合&改質プロセスの開発
3. 溶接界面、熔融池形成機構の解明
4. 接合界面構造の解析
5. 固液界面形成の制御

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

1. 摩擦接合（FSW、摩擦圧接、線形摩擦接合、線形摩擦攪拌接合）界面制御と形成機構の解明

中・高炭素鋼、原子炉用鋼、ODS 鋼、TRIP 鋼、Ni 鋼、Cr 鋼、1600MPa 級高張力鋼、高強度 Ti 合金、難燃性 Mg 合金、各種銅合金、超微細粒 Al 合金、厚板 Al 合金などの難接合材の摩擦攪拌接合や、Al/Mg、Mg/鋼、ODS 鋼/鋼、金属/セラミックスなどの組み合わせにおける異種接合に取り組んだ。摩擦攪拌接合、摩擦攪拌プロセスを用いて、オーステナイトの安定化を図り、改質部の強度および延性のいずれもが、母材と比較して大幅に向上する現象を明らかにした。本年度は、これを Fe-Ni-C 鋼、Cr-Mo 鋼等へ展開し、この現象の発現するメカニズムに迫った。また、TIG 溶接部に対して、摩擦攪拌プロセスを施すことによって疲労寿命および靱性を向上するメカニズムを明らかにした。

FSW のツールの寿命を解決するため、ツールを用いない線形摩擦接合法や摩擦圧接を用いて、接合界面に強加工を加える手法を確立した。この研究成果に対して、日本鉄鋼協会から学生ポスターセッション優秀賞を頂いた。特に、線形摩擦接合では、4つの段階を経て接合部が形成すること、第3過程の途中から定常状態となり、接合温度も変化しないことなどを明らかにした。また、各過程における組織の変化および界面強度の変化についても詳細に調査し、バリの排出において、2つの過程が存在することを世界で初めて明らかにした。これらの成果は、3件の特許出願につながっている。

この他にも、Al 合金や超高張力鋼に対しては、HAZ 軟化の生じない低回転摩擦攪拌接合法の開発や新規ツール材質、形状の開発、摩擦攪拌プロセスを用いたポーラス材料の生成にも取り組み、多くの論文発表に繋げている。以上の研究成果により、平成28年度科学技術分野の文部科学大臣表

彰科学技術賞（研究部門）を受賞した。

## 2. 新規接合&改質プロセスの開発

素材を互いに擦り併せて接合する線形摩擦接合法において、接合中の温度を制御する手法に取り組み、 $A_1$ 点以下の接合に成功した。これにより、従来、接合が困難とされた、高炭素鋼の接合が可能となり、含有炭素量に依存することなく、炭素鋼の接合が可能となった。これまで、当研究室では摩擦攪拌接合を用いて、 $A_1$ 点以下の接合に成功してきたが、当該新規接合技術は、摩擦攪拌接合におけるツール寿命の問題も解決する画期的な手法である。本研究成果に対して、鉄鋼協会学生ポスターセッション優秀賞を受賞した。また、同様に Ti 合金を トランザス以下で接合する技術を確認した。Ti-6Al-4V などの 2 相合金を トランザス以下で接合すると、 と が共に動的再結晶した等軸晶からなる組織となることを明らかにした。

パイプなどの中空構造を摩擦攪拌接合する新規技術として、反転摩擦攪拌接合技術を開発した。摩擦攪拌接合は、高速で回転するツールを構造体の表面から押し当て、接合する方法であるが、ツールの形状を反転させ、ツールを引きながら接合することで、構造体内部から接合を可能とする技術を確認した。また、当該技術の開発に関して溶接学会優秀発表賞を受賞し、産業界でも大いに注目されている。

また、摩擦攪拌プロセス中に異種の金属の粉末を混入させることで、構造物の一部を組織制御する目的で開発した摩擦攪拌粉末プロセス (FSPP) を用いて、Cr 添加による鋼の改質、WC-12Ni 等の溶射皮膜やレーザクラディング層の改質、ジルコニアナノ粒子添加摩擦攪拌プロセスによる超微細粒 Mg 合金の創成、H82H 鋼に対する真空プラズマ溶射と FSP を組み合わせた方法で耐照射鋼の Wコーティング層の形成などに成功した。

## 3. 溶接界面、溶融池形成機構の解明

ステーションリーショルダツールを用いて、摩擦攪拌接合における攪拌部の大きさや金属組織の形成に及ぼすツールのショルダ部とプローブ部の役割をそれぞれ明らかにした。この成果に対して、日本金属学会優秀ポスター賞が授与された。また、3次元可視化システムを用いた、摩擦攪拌接合中の攪拌部の形成及び欠陥形成メカニズムについての解明や、FSW 中のモータトルクや欠陥形成に及ぼすレーザ予熱の影響について調査した。型 Ti 合金などの材料に対しては、EBSD による方位解析によって摩擦攪拌接合中の流動の方向を推定した。

当研究室で高精度に測定した Fe-O 系の表面張力のデータをもとに開発した AA-TIG (Advanced A-TIG) 溶接法が、世界8か国で権利化されているが、さらに適用範囲の拡大に繋げる新提案を行った。例えば、鋼材の種類によっては、AA-TIG 法による溶融池内の酸素量の増大が問題となる。そこで、組織および靱性に及ぼす微量酸素の影響を調査した。2 相ステンレス鋼などの鋼材では、微量酸素を添加しても靱性の低下はわずかであること、9Ni 鋼など靱性が低下する材料に対して摩擦攪拌処理を行うことで、特性を改善できることなどを明らかにした。

加えて、高張力鋼板スポット溶接継手の面内引張試験での強度と伸びに及ぼす HAZ 軟化の影響や高張力鋼板スポット溶接継手における残留応力に及ぼすショットピーニングの影響について明らかにした。これらの成果に対し、溶接学会技術貢献賞を授与された。

#### 4. 接合界面構造の解析

純銅、黄銅、純アルミニウムなどの種々の FCC 金属に対して、液体 CO<sub>2</sub> とストップアクション法を組み合わせた FSW 中の組織の凍結と、その後の熱処理を組み合わせることにより、FSW の攪拌中の組織形成と冷却中の焼きなまし効果を分離し、摩擦攪拌接合の組織形成メカニズムを解明するとともに、ツール通過後の冷却過程における静的再結晶、粒成長の過程の存在を明らかにした。また、トレーサー法を用いて、ツールとの相対位置に対する、ひずみ及びひずみ速度の推定を行った。これらの成果によって、材料科学分野で学生に対する最高峰の賞である Acta Student Award を受賞した。

HCP 構造を有する Mg 合金に対して、試料の上下で異なる非対称両面摩擦攪拌接合を行い、集合組織の形成メカニズムを明らかにした。特に、難燃性マグネシウムを対象材とし、Ca 化合物が組織形成に及ぼす影響を明らかにした。これらの成果に対して、日本マグネシウム協会奨励賞を受賞した。

ツールの回転数を極端に低下させ、大荷重下で摩擦攪接合することで、常温に近い低温での接合の可能性を示した。接合部では、グレイン・サブディビジョンによって等軸粒が形成しており、HAZ 軟化を抑制できる新規接合法の可能性を示した。また、生体材料としての可能性のある、Co-Cr-Mo 合金に対して、HPT によって結晶粒の微細化を試みた。

#### 5. 固液界面形成の制御

固体 / 液体間の物性として濡れ性が挙げられる。濡れ性の測定で最も一般的に用いられる静滴法において、通常の方法を用いると前進接触角となり、真の値より大きい値が得られやすい。この問題を解消するために、超音波振動子を用いた新しいシステムを構築することにより、同一系、同一環境下で前進接触角と後退接触角を同時に測定する手法を開発した。本年度は、濡れの悪いテフロン / 純水系と濡れの良いテフロン / エチレングリコール系に加え、ガリウム / 黒鉛系、Sn / 黒鉛系にも展開し、得られた2つの値から真の接触角を測定する手法を確立した。これらの成果に対して、ポーランド鑄造研究所から、The Foundry Research Institute's 70th Anniversary Medal を授与された。

測定精度を向上させた静滴法を用いて種々の溶融金属の物性値を測定し、種々の工業プロセスの解明に繋げた。例えば、溶融純 Fe、SUS304、純 Cu、純 Al による各種硬質皮膜の濡れ性を測定し、被加工材の切削抵抗や FSW ツールを制御するモータにかかるトルクを併せて測定することで、各種切削工具のみならず、FSW ツールの性能と濡れ性の関係に強い相関があることを明確にし、今後のツール開発の指針を示すとして産業界から大いに注目されている。

#### (2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、高融点金属、難接合材を含む種々の素材の摩擦攪拌接合、接合部における現象の解明とそれに基づく高効率・高品質溶接法の開発、摩擦攪拌プロセス等を用いた表面改質とその評価、部分複合化技術の確立とその評価などを中心に多くの成果を挙げ、査読付き原著論文を25報発表した。また、これら多くは Materials Design (3.997) を始め、Scripta Materialia (3.305)、Journal of Alloys Compounds (3.014) などインパクトファクターが高く、国際的に認められた雑誌に掲載されており、いずれの研究テーマにおいても、世界をリードする立場にあると自負している。

研究内容に関しては、従来困難とされていた中・高炭素鋼、ODS 鋼、1600MPa 級ハイテン鋼な

どの種々の鉄鋼材料および Ti 合金、難燃性 Mg などの難接合材の摩擦攪拌接合に成功するとともに、接合界面構造の解析に伴う接合メカニズムの解明や継手の強度、疲労特性などの特性向上のための手法を提案した。この間、HAZ 軟化を伴わない新規スポット接合法やツールを用いない線形摩擦接合法による A<sub>1</sub> 点以下の温度での接合等のチャレンジングな取り組みも積極的に行った。

また、特許は12件出願し、以前出願した特許が5件権利化された。国際会議の招待講演が6件、国内招待講演13件、解説・著書9件と研究成果を社会に対して還元し、十分にその責務を果たしている。国際会議で藤井が行った招待講演2件は、いずれも Plenary Lecture であり、各国で当研究室の研究に興味を持って頂いていると考えている。

これらの一連の研究成果に対して、科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術省（研究部門）、The Foundry Research Institute's 70<sup>th</sup> Anniversary Metal、Acta Student Award、マグネシウム協会奨励賞、溶接学会技術貢献賞、溶接学会優秀発表賞、日本金属学会優秀ポスター賞、鉄鋼協会学生ポスターセッション優秀賞などの多数の受賞をした。

研究予算に関しても、科学研究費補助金、経済産業省（ISMA）の革新的新構造材料等技術開発、経済産業省「戦略的基盤技術高度化支援事業」などから外部資金を獲得するとともに、奨学寄付金を含めた企業との共同研究も積極的に推進している。

#### 4.4 教育に対する自己評価

大学院教育においては、マテリアル生産科学専攻の協力講座として、機能性評価学およびマテリアル生産科学ゼミナールの授業を担当した。授業後のアンケート調査等によれば、毎年、極めて高い評価を得ている。また、接合研全体として担当している基礎セミナーおよび先端教養科目においても授業を行い、学部生に対する教育を行った。さらに、グローバル COE プログラム「構造・機能先進材料デザイン教育研究拠点」の後継である、構造・機能先進材料デザイン教育研究センターの教授を兼任している。溶接学会主催の「夏期大学」の他に、日本鉄鋼協会の主催する鉄鋼工学セミナー「溶接・接合専科」で、2日間に渡り、若手研究者の育成に尽力した。

博士後期課程5名、博士前期課程7名、研究生1名の指導を行い、博士論文の主査及び副査2件、および博士前期課程5件の主査を担当した。世界に通用する知識・技量を身につけるための十分な研究指導を行うことにより、学生自身による論文発表、学会発表等の多くの成果に結びついている。特に、博士後期課程2年の劉が材料科学の分野では学生に対する賞として最高峰の Acta Student Awards を受賞したのを始め、博士前期課程2年の武岡が溶接学会優秀研究発表賞ならびに日本金属学会優秀ポスター賞、博士前期課程2年の黒岩が日本鉄鋼協会の学生ポスターセッション優秀賞を受賞したことなどは、このような教育研究活動が評価されたものとする。

また、常勤教員（助教）として外国人研究者を採用するとともに、海外から研究員（特任研究員）を3名および留学生6名を受け入れ、国際化も図るとともに、社会人ドクターを2名受け入れ、社会人教育も積極的に進めた。また、学生、研究員、教員に対して、吹田祭や冶金杯などへの積極的参加も促し、心の健全性を維持するよう努めている。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

本研究分野は、社会貢献に対しても精力的に行っている。外部機関に対する貢献、すなわち、学会役員、国際会議委員、企業との連携、国・自治体・公益法人における種々の活動の委員等のいずれにおいても積極的に行っている。

学会においては、(一社) 溶接学会、(一社) 日本溶接協会、(公社) 日本金属学会、(一社) 日本鉄鋼協会 (一社)、(一社) 軽金属溶接協会、(一社) スマートプロセス学会、(公社) 日本鑄造工学会、(一社) 日本マグネシウム協会それぞれ各種委員等としてその責務を果たしている。特に溶接学会では理事を務めている。海外においても、Poland Foundry Research Institute の Member of Science Committee を務めている。また、国・自治体・公益法人等に対しても、各種委員、審査委員を務めた。また、今後の幅広い実用化を鑑みて、FSW に関する ISO である ISO25239 の JIS 化を、原案作成委員会委員長として取り組んだ。

さらに、民間企業との共同研究も着実に推進することにより、産学連携にも大きく貢献している。これにより、多くの特許や論文などの成果が得られ、また、日本経済新聞、読売新聞、日刊工業新聞などに計5度や掲載されるなど、社会への情報発信も積極的に行っている。特に、H28年度は、企業とともに摩擦攪拌接合に関する共同研究講座を開設したことが特筆される。接合界面機構学分野から、2名の教員が兼任教授、兼任准教授として、共同で新規接合技術の確立を目指している。加えて、留学生を積極的に受け入れており、本年度は6名の留学生が、当分野で研究活動を行った。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本研究分野は、青森から沖縄に至る全国の研究機関と30件の共同研究を行った。特に、鉄鋼材料、型 Ti-Mn 系合金、航空機用チタン合金、純銅および銅合金、アルミニウム合金、セラミックス/金属、WC/工具鋼の接合を始めとした種々の材料の摩擦攪拌接合、球面ツールを用いた点接合技術(摩擦アンカー接合)の開発、安定化を利用した鉄鋼材料継手の機械的特性の向上、摩擦攪拌プロセスを用いた表面高機能化、タングステンや超硬合金皮膜の改質、レーザー肉盛層金属組織の微細化、摩擦攪拌プロセスを用いたポーラス化などの構造物の改質などのテーマにおいては積極的に研究を遂行し、多くの成果が得られた。SPring8 などを用いた FSW 継手の疲労き裂進展機構解明の調査や特性改善、AE による欠陥形成や変態の開始点・終了点の同定手法の開発、長尺鋼材の FSW のための無線 AE 計測システムの開発、FSW ツールの評価・探索、周期的摺動痕が形成する理由の解明、FSW の流動や力学解析の数値解析モデル化などにも積極的に取り組んだ。

その結果、共同研究員との共著の雑誌掲載論文は21件に上り、Materials Design (3.997) を始め、Scripta Materialia (3.305)、Journal of Alloys Compounds (3.014)、Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials (2.876) などの国際的な一流誌にも掲載された。

また、マレーシア大学の Prof. Yusof Farazila と「Assessments of FSW dissimilar Joints between Steel and Mg with Addition of Powder Filler」に関する国際共同研究を行い、多くの成果が得られた。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Effect of Online Rapid Cooling on Microstructure and Mechanical Properties of Friction Stir Welded Medium Carbon Steel  
J. Mater. Process. Technol., 230 (2016), 62-71.  
M. Imam, R. Ueji and H. Fujii
- (2) Stability of the Retained Austenite in Low-alloyed Transformation Induced Plasticity-Aided Steels during Friction Stir Welding  
Sci. Technol. Weld. Joining, 21, 4 (2016), 281-286.  
T. Miura, R. Ueji, H. Fujii, T. Murakami and T. Kobashi
- (3) 自動車用鋼板の接着継手の静的強度と疲労強度に関する検討  
溶接学会論文集, 34, 2 (2016), 93-101.  
富士本 博紀, 上田 秀樹, 今村 高志, 上路 林太郎, 藤井 英俊
- (4) Laser-assisted Friction Stir Processing of IN738LC Nickel-Based Superalloy: Stir Zone Characteristics  
Sci. Technol. Weld. Joining, 21, 5 (2016), 374-380.  
S. M. Mousavizade, M. Pouranvari, F. M. Ghaini, H. Fujii and D. Chung
- (5) 鋼インサート材を利用したアルミニウム合金/亜鉛めっき鋼の摩擦アンカー接合  
溶接学会論文集, 34, 2 (2016), 123-134.  
坂村 勝, 大石 郁, 大田 耕平, 竹保 義博, 藤井 英俊
- (6) Dynamic and Static Change of Grain Size and Texture of Copper during Friction Stir Welding  
J. Mater. Process. Technol., 232 (2016), 90-99.  
N. Xu, R. Ueji and H. Fujii
- (7) Improvement of Fatigue Properties of Resistance Spot Welded Joints in High Strength Steel Sheets by Shot Blast Processing  
ISIJ Int., 56, 7 (2016), 1276-1284.  
H. Fujimoto, H. Ueda, R. Ueji and H. Fujii
- (8) Estimation of Intrinsic Contact Angle of Various Liquids on PTFE by Utilizing Ultrasonic Vibration  
J. Mater. Eng. Perform., 25, 8 (2016), 3384-3389.  
T. Urai, M. Kamai and H. Fujii
- (9) Friction Stir Welding of F82H Steel for Fusion Applications  
J. Nucl. Mater., 478 (2016), 1-6.  
S. Noh, M. Ando, H. Tanigawa, H. Fujii and A. Kimura
- (10) Microstructure and Mechanical Properties of Dissimilar Friction Stir Welding between Ultrafine Grained 1050 and 6061-T6 Aluminum Alloys  
Metals, 6 (2016), 249-260.  
Y. Sun, N. Tsuji and H. Fujii

- (11) Dynamic Recrystallization Phenomena during Laser-Assisted Friction Stir Processing of a Precipitation Hardened Nickel Base Superalloy  
*J. Alloy. Compd.*, 685 (2016), 806-811.  
 S. M. Mousavizade, M. Pouranvari, F. Malek, H. Fujii and Y. F. Sun
- (12) 高張力鋼版スポット溶接継手の面内引張試験での強度と伸びに及ぼすH A Z軟化の影響  
*溶接学会論文集*, 34, 4 (2016), 285-294.  
 富士本 博紀, 濱田 幸一, 岡田 徹, 藤井 英俊
- (13) Microstructural Characteristics and Mechanical Properties of Friction Stir Welded Thick 5083 Aluminum Alloy  
*Metall. Mater. Trans. A* (2017), 1-22.  
 M. Imam, Y. Sun, H. Fujii, N. Ma, S. Tsutsumi and H. Murakawa
- (14) Thermal Conductivity of Al/SiC Particulate Composites Produced by Friction Powder Sintering  
*粉体および粉末冶金*, 63, 7 (2016), 563-567.  
 Y. Kimoto, T. Nagaoka, K. Mizuuchi, M. Fukusumi, Y. Morisada and H. Fujii
- (15) 濡れ性を用いた摩擦攪拌接合用ツールの性能評価  
*溶接学会論文集*, 34, 4 (2016), 218-222.  
 森貞 好昭, 藤井 英俊, 神田 一隆, 久保田 和幸, 伊坂 正和
- (16) Influence of Friction Stir Welding Conditions on Joinability of Oxide Dispersion Strengthened Steel / F82H Ferritic/Martensitic Steel Joint  
*Nucl. Mater. Energy*, 9 (2016), 367-371.  
 H. Serizawa, M. Murakami, Y. Morisada, H. Fujii, S. Nogami, T. Nagasaka and H. Tanigawa
- (17) Improvement in Mechanical Strength of Low-Cost  $\beta$ -Type Ti-Mn Alloys Fabricated by Metal Injection Molding through Cold Rolling  
*J. Alloy. Compd.*, 664 (2016), 272-283.  
 K. Cho, M. Niinomi, M. Nakai, H. Liu, P. F. Santos, Y. Itoh, M. Ikeda, M. A.-H. Gepreel and T. Narushima
- (18) Grain Refinement Mechanism and Evolution of Dislocation Structure of Co-Cr-Mo Alloy Subjected to High-Pressure Torsion  
*Mater. Trans.*, 57 (2016), 1109-1118.  
 M. Isik, M. Niinomi, H. Liu, K. Cho, M. Nakai, Z. Horita, S. Sato, T. Narushima, H. Yilmazer and M. Nagasako
- (19) Fabrication of Low-Cost Beta-Type Ti-Mn Alloys for Biomedical Applications by Metal Injection Molding Process and Their Mechanical Properties  
*J. Mech. Behav. Biomed. Mater.*, 59 (2016), 497-507.  
 P. F. Santos, M. Niinomi, H. Liu, K. Cho, M. Nakai, Y. Itoh, T. Narushima and M. Ikeda
- (20) Microstructural Evolution and Mechanical Properties of Biomedical Co-Cr-Mo Alloy Subjected to High-Pressure Torsion  
*J. Mech. Behav. Biomed. Mater.*, 59 (2016), 226-235.  
 M. Isik, M. Niinomi, K. Cho, M. Nakai, H. Liu, H. Yilmazer, Z. Horita, S. Sato and T. Narushima

- (21) Improvement of Microstructure, Mechanical and Corrosion Properties of Biomedical Ti-Mn Alloys by Mo Addition  
*Mater. Des.*, 110 (2016), 414-424.  
 P. F. Santos, M. Niinomi, H. Liu, K. Cho, M. Nakai, A. Trenggono, S. Champagne, H. Hermawan and T. Narushima
- (22) Optimization of Microstructure and Mechanical Properties of Co-Cr-Mo Alloys by High-Pressure Torsion and Subsequent Short Annealing  
*Mater. Trans.*, 57 (2016), 1887-1896.  
 M. Isik, M. Niinomi, H. Liu, K. Cho, M. Nakai, Z. Horita, T. Narushima and K. Ueda
- (23) Effect of Solute Oxygen on Compressive Fatigue Strength of Spinal Fixation Rods Made of Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr Alloys  
*Mater. Trans.*, 57 (2016), 1993-1997.  
 Y.-S. Lee, M. Niinomi, M. Nakai, K. Narita and H. Liu
- (24) Abnormal Deformation Behavior of Oxygen-Modified  $\beta$ -Type Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr Alloys for Biomedical Applications  
*Metall. Mater. Trans. A* (2017), 139-149.  
 H. Liu, M. Niinomi, M. Nakai, X. Cong, K. Cho, C. J. Boehlert and V. Khademi
- (25) Deformation-induced  $\beta$ -Phase Transformation in a  $\beta$ -Type Titanium Alloy during Tensile Deformation  
*Scr. Mater.*, 130 (2017), 27-31.  
 H. Liu, M. Niinomi, M. Nakai, K. Cho and H. Fujii
- (2) 国際会議発表論文 (査読あり)
- (1) A  $\beta$ -Type Titanium Alloy With Significantly Changeable Young's Modulus and Good Mechanical Properties Used for Spinal Fixation Applications  
*Proc. 13th World Conf. on Titanium, San Diego, USA (2015.8.16-20)*, 1685-1689.  
 H. Liu, M. Niinomi, M. Nakai, K. Cho and K. Narita
- (2) Development of Biomedical Titanium Alloys with a Focus on Controlling Young's Modulus  
*Proc. 13th World Conf. on Titanium, San Diego, USA (2015.8.16-20)*, 1655-1663.  
 M. Niinomi, M. Nakai, H. Liu and K. Cho
- (3) Development of New Ti-Mn-Mo Alloys for Use in Biomedical Applications  
*Proc. 13th World Conf. on Titanium, San Diego, USA (2015.8.16-20)*, 1741-1745.  
 P. Santos, M. Niinomi, K. Cho, M. Nakai and H. Liu
- (4) Tensile and Compressive Properties of Low-Cost High-Strength  $\beta$ -Type Ti-Mn Alloys Fabricated by Metal Injection Molding  
*Proc. 13th World Conf. on Titanium, San Diego, USA (2015.8.16-20)*, 499-503.  
 K. Cho, M. Niinomi, M. Nakai, H. Liu, P. F. Santos, Y. Itoh and M. Ikeda
- (5) Wear Behaviors of Combinations Comprised of Titanium Alloys in Air and Ringer's Solution  
*Proc. 13th World Conf. on Titanium, San Diego, USA (2015.8.16-20)*, 1707-1710.  
 M. Nakai, M. Niinomi, K. Narita, K. Cho, H. Liu and Y.-S. Lee

(3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Linear Friction Welding of Medium Carbon Steel  
11th Int. Symp. on Friction Stir Welding, TWI Ltd, Cambridge, UK, 11 (2016.5.17-19), P12-1-P12-6.  
R. Kuroiwa, Y. Aoki, H. Fujii, G. Murayama and M. Yasuyama
- (2) Parameters Controlling Structure-Properties Relationships in Friction Stir Welding of Thick 5083 Aluminium Alloy  
11th Int. Symp. on Friction Stir Welding, TWI Ltd, Cambridge, UK, 11 (2016.5.17-19), P18-1-P18-10.  
M. Imam, Y. Sun, H. Fujii, N. Ma, S. Tsutsumi and H. Murakawa
- (3) Application of Linear Friction Welding to the Thin Carbon Steel Plate  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 862-865.  
R. Kuroiwa, Y. Aoki, H. Fujii, G. Murayama and M. Yasuyama
- (4) Clarification of Microstructure Evolution of Aluminum during Friction Stir Welding Using Liquid CO<sub>2</sub> Rapid Cooling  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 989-992.  
X. Liu and H. Fujii
- (5) Fundamental Role of FSW Tool for Stir Zone Formation  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 282-285.  
N. Takeoka, H. Fujii, Y. Morisada and Y. Sun
- (6) Improvement of Fatigue Strength of Resistance Spot Welded Joints in High Strength Steel Sheets by Shot Blast Processing  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 237-240.  
H. Fujimoto, H. Ueda, R. Ueji and H. Fujii
- (7) Increase in Fatigue Strength and Charpy Absorbed Energies of TIG-welded SS400 Steel Plates by Friction-Stir-Processing Grain-Refinement  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 866-869.  
K. Ito, T. Okuda, H. Izumi, M. Takahashi, K. Kohama, H. Yamamoto and H. Fujii
- (8) Increase in Fatigue Strength of Butt-Welded High-Tensile-Steel Joints by Friction Stir Processing  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 875-878.  
H. Yamamoto, K. Ito, M. Takahashi, K. Kohama and H. Fujii
- (9) Role of Tool Profile in Grain Structure Formation and Texture Development during Friction Stir Welding of Thick Welds  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 810-813.  
M. Imam, Y. Sun, H. Fujii, N. Ma, S. Tsutsumi and H. Murakawa

- (10) AZX Series Flame-resistant Mg Alloy Joints Formed Using Asymmetry Double-Sided FSW with Different Lower Tool Rotation Rate  
11th Int. Symp. on Friction Stir Welding, TWI Ltd, Cambridge, UK, 11 (2016.5.17-19), 6B-4-1-6B-4-8.  
M. Zhou, Y. Morisada and H. Fujii
- (11) Clarification of Formation Mechanism of Stir Zone Using an Adjustable Tool  
11th Int. Symp. on Friction Stir Welding, TWI Ltd, Cambridge, UK, 11 (2016.5.17-19), 8B-2-1-8B-2-5.  
N. Takeoka, Y. Morisada, Y. Sun and H. Fujii
- (12) Clarification of Material Flow and Defect Formation during Friction Stir Welding  
11th Int. Symp. on Friction Stir Welding, TWI Ltd, Cambridge, UK, 11 (2016.5.17-19), P17-1-P17-7.  
Y. Morisada, Z. Lei and H. Fujii
- (13) Improvement of Bonding Strength between WC-12Co Cemented Carbide and Tool Steel by Friction Stir Processing  
11th Int. Symp. on Friction Stir Welding, TWI Ltd, Cambridge, UK, 11 (2016.5.17-19), 4B-1-1-4B-1-4.  
T. Nagaoka, Y. Kimoto, H. Watanabe, M. Fukusumi, Y. Morisada and H. Fujii
- (14) Low Rotation Speed Friction Stir Spot Welding of 6061 Al Alloys  
11th Int. Symp. on Friction Stir Welding, TWI Ltd, Cambridge, UK, 11 (2016.5.17-19), P24-1-P24-8.  
Y. Sun, Y. Morisada, H. Fujii and N. Tsuji
- (15) Bonding Strength of Friction Stir Welded Joint of WC-12Co and Medium Carbon Steel  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 928-931.  
T. Nagaoka, Y. Kimoto, T. Takeuchi, M. Fukusumi, Y. Morisada and H. Fujii
- (16) Flame-resistant Mg Alloy Joint Formed by Asymmetry Double-Sided FSW  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 278-281.  
M. Zhou, Y. Morisada, H. Fujii and T. Ishikawa
- (17) Surface Modification of Medium-carbon Steel by Friction Stir Powder Processing with Cr Particles  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 619-622.  
J. Sun, Y. Morisada, Y. Sun and H. Fujii
- (7) 国際会議発表
- (1) Microstructural Control in Linear Friction Welding of Ti-6Al-4V Alloy  
11th Int. Symp. on Friction Stir Welding, Cambridge U. K (2016.5.17-19)  
A. Yasuhiro, R. Kuroiwa and H. Fujii

- (2) Effects of Friction-Stir-Processing Grain-Refinement on Fatigue Strength and Charpy Absorbed Energies of TIG-welded SS400 Steel Plates  
9th Pacific Rim Int. Conf. on Adv. Materials and Processing (PRICM9), Kyoto, Japan (2016.8.1-5)  
K. Ito, T. Okuda, H. Izumi, M. Takahashi, H. Yamamoto and H. Fujii
- (3) Application of Linear Friction Welding to the Thin Carbon Steel Plate  
10th Int. Conf. on Trends in Welding Research, Tokyo, Japan (2016.10.11-14)  
R. Kuroiwa, Y. Aoki, H. Fujii, G. Murayama and M. Yasuyama
- (4) Clarification of Microstructure Evolution of Aluminum during Friction Stir Welding Using Liquid CO<sub>2</sub> Rapid Cooling  
10th Int. Conf. on Trends in Welding Research, Tokyo, Japan (2016.10.11-14)  
X. Liu and H. Fujii
- (5) Fundamental Role of FSW Tool for Stir Zone Formation  
10th Int. Conf. on Trends in Welding Research, Tokyo, Japan (2016.10.11-14)  
N. Takeoka, H. Fujii, Y. Morisada and Y. Sun
- (6) Improvement of Fatigue Strength of Resistance Spot Welded Joints in High Strength Steel Sheets by Shot Blast Processing  
10th Int. Conf. on Trends in Welding Research, Tokyo, Japan (2016.10.11-14)  
H. Fujimoto, H. Ueda, R. Ueji and H. Fujii
- (7) Role of Tool Profile in Grain Structure Formation and Texture Development during Friction Stir Welding of Thick Welds  
10th Int. Conf. on Trends in Welding Research, Tokyo, Japan (2016.10.11-14)  
M. Imam, Y. Sun, H. Fujii, N. Ma, S. Tsutsumi and H. Murakawa
- (8) Effects of Surface-Microstructural Modification on Fatigue Strength of High Tensile Steel Welds by Friction Stir Processing  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
H. Yamamoto, K. Ito, M. Takahashi, K. Kohama and H. Fujii
- (9) Fracture Toughness Increase by Friction-Stir-Processing Microstructure Modification in TIG-welds of SS400 Steels  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
K. Ito, H. Izumi, H. Yamamoto, M. Takahashi, K. Kohama, Y. Danno and H. Fujii
- (10) Fatigue-Strength Increase by Friction Stir Processing between Different Strength Grades of Butt-Welded High-Tensile Steels  
2017 TMS Annual Meeting & Exhibition, SanDiego, USA (2017.2.26-3.2)  
H. Yamamoto, K. Ito, M. Takahashi, K. Kohama and H. Fujii
- (11) Friction Stir Welding of Thick Aluminium Welds - Challenges and Perspectives  
Friction Stir Welding and Processing IX, 2017 TMS Annual Meeting & Exhibition, San Diego, CA, USA (2017.2.26-3.2)  
M. Imam, Y. Sun, H. Fujii, N. Ma, S. Tsutsum and H. Murakawa

- (12) Relationship between Flash Behaviour, Material Strength and Upset Distance in Four Phase during LFW  
4th Int. Linear Friction Welding Symp., Cambridge (2017.3.16-17)  
Y. Aoki and H. Fujii
- (13) Bonding Strength of Friction Stir Welded Joint of WC-12Co and Medium Carbon Steel  
10th Int. Conf. on Trends in Welding Research, Tokyo, Japan (2016.10.11-14)  
T. Nagaoka, Y. Kimoto, T. Takeuchi, M. Fukusumi, Y. Morisada and H. Fujii
- (14) Flame-resistant Mg Alloy Joint Formed by Asymmetry Double-Sided FSW  
10th Int. Conf. on Trends in Welding Research, Tokyo, Japan (2016.10.11-14)  
M. Zhou, Y. Morisada, H. Fujii and T. Ishikawa
- (15) Surface Modification of Medium-carbon Steel by Friction Stir Powder Processing with Cr Particles  
10th Int. Conf. on Trends in Welding Research, Tokyo, Japan (2016.10.11-14)  
J. Sun, Y. Morisada, Y. Sun and H. Fujii
- (16) Effect of Friction Stir Welding Conditions on Joinability of Butt ODS/F82H Joint  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
H. Serizawa, M. Murakami, Y. Morisada, H. Fujii, T. Nagasaka and H. Tanigawa
- (17) Round Material Flow in Friction Stir Welding of Aluminium Alloy  
Friction Stir Welding and Processing IX, 2017 TMS Annual Meeting & Exhibition, San Diego, CA, USA (2017.2.26-3.2)  
X. C. Liu, Y. F. Sun, Y. Morisada and H. Fujii
- (18) Microstructure and Mechanical Properties of a Biomedical Co-Cr-Mo Alloy Processed by High Pressure Torsion  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
H. Liu, M. Isik, M. Niinomi, P. Chen, T. Hanawa and H. Fujii
- (19) Microstructure and Mechanical Properties of Beta-Type Ti-15V-3Cr-3Al-3Sn Alloy Joints Fabricated by Friction Stir Welding  
Friction Stir Welding and Processing IX, 2017 TMS Annual Meeting & Exhibition, San Diego, CA, USA (2017.2.26-3.2)  
H. Liu, Y. Sun, Y. Morisada and H. Fujii
- (8) 国内学会発表
- (1) Developments of Microstructure and Mechanical Properties in Friction Stir Welding of Thick 5083 Aluminium Alloy  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
イマーム ムルシウド, 孫 玉峰, 藤井 英俊, 麻 寧緒, 堤 成一郎, 村川 英一
- (2) 中炭素鋼の線形摩擦接合  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
黒岩 良祐, 青木 祥宏, 藤井 英俊, 岡田 徹, 泰山 正則

- (3) 難燃性マグネシウム合金の非対称 DFSW 継手の組織と機械的性質に及ぼすツール回転速度の影響  
 (一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
 周 夢然, 上路 林太郎, 藤井 英俊, 石川 武
- (4) 摩擦攪拌プロセスをによる高張力鋼突合せ溶接継手の引張疲労強度増加  
 (一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
 山本 啓, 伊藤 和博, 小濱 和之, 藤井 英俊
- (5) ポーラスアルミニウムの ADC12AI 合金粉末添加による機械的性質向上の検討  
 (一社) 軽金属学会 第130回 春期大会, 大阪 (2016.5.28-29)  
 池田 裕樹, 半谷 禎彦, 藤井 英俊, 桑水流 理, 吉川 暢宏
- (6) Hot Deformation Behavior in Friction Stir Welding of Thick Aluminium Welds  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 Imam Murshid, 孫 玉峰, 藤井 英俊, 麻 寧緒, 堤 成一郎, 村川 英一
- (7) 液体 CO<sub>2</sub>の急速な冷却による摩擦攪拌接合中のアルミニウムの微細構造の進化の解明  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 劉 小超, 藤井 英俊
- (8) 厚板アルミ合金 FSW による過渡回転変形の防止と継手の残留応力計測  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 麻 寧緒, 堤 成一郎, 村川 英一, イマーム ムルシウド, 孫 玉峰, 藤井 英俊
- (9) 鋼板の FSW における接合ツール負荷および接合部特性に及ぼす予熱の影響  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 谷口 公一, 高田 充志, 松下 宗生, 池田 倫正, 藤井 英俊
- (10) 線形摩擦接合におけるバリ生成  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 青木 祥宏, 黒岩 良祐, 藤井 英俊
- (11) 薄板鋼板の線形摩擦接合  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 黒岩 良祐, 青木 祥宏, 藤井 英俊, 村山 元, 泰山 正則
- (12) 摩擦アンカー接合による合金化溶融亜鉛めっき鋼2枚重ね継手の機械的性質  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 坂村 勝, 松葉 朗, 山本 健, 竹保 義博, 池田 功, 船木 開, 阿部 豊, 藤井 英俊
- (13) 摩擦攪拌プロセスが形成したセメントタイト膜に包まれた超微細フェライト粒組織の液体窒素温度におけるシャルピー吸収エネルギーと延性破面 - 他の入熱条件と比較して -  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 山本 啓, 伊藤 和博, 和泉 博貴, 高橋 誠, 小濱 和之, 藤井 英俊
- (14) 摩擦攪拌接合に及ぼすツール形状の影響  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 渥美 健太郎, 石川 武, 河田 直樹, 吉澤 正皓, 藤井 英俊

- (15) 摩擦攪拌点接合用ツールの摩擦攪拌接合への適用  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 生田 明彦, 藤井 英俊, 村上 俊夫, 小橋 泰三
- (16) 移動センサを用いた鋼材 FSW 中の好感度 AE 計測  
 (一社) 日本鉄鋼協会 CAMP-ISIJ 第172回秋季講演大会 「材料とプロセス」, 大阪  
 (2016.9.21-23)  
 伊藤 海太, 榎 学, 藤井 英俊
- (17) 中炭素鋼の低温線形摩擦攪拌接合  
 (一社) 日本鉄鋼協会 CAMP-ISIJ 第172回秋季講演大会 「材料とプロセス」, 大阪  
 (2016.9.21-23)  
 黒岩 良祐, 青木 祥宏, 藤井 英俊, 村山 元, 泰山 正則
- (18) 超音波振動援用静滴法を用いた真の接触角の測定  
 (公社) 日本金属学会 2016年秋期講演大会, 大阪 (2016.9.21-23)  
 浦井 拓也, 釜井 正善, 藤井 英俊
- (19) 低入熱摩擦攪拌プロセスによる極薄セメント膜に包まれた超微細フェライト粒組織の形成とシャルピー吸収エネルギーの増加  
 (公社) 日本金属学会 2016年秋期講演大会, 大阪 (2016.9.21-23)  
 伊藤 和博, 和泉 博貴, 山本 啓, 高橋 誠, 小濱 和之, 藤井 英俊
- (20) 摩擦攪拌によるオーステナイト安定化を利用した高強度・高延性接合法の開発  
 (公社) 日本金属学会 2016年秋期講演大会, 大阪 (2016.9.21-23)  
 藤井 英俊, 三浦 拓也, 上路 林太郎
- (21) 長尺鋼材の FSW のための無線 AE 計測  
 (一社) 日本鉄鋼協会 CAMP-ISIJ 第173回春季講演大会 「材料とプロセス」, 東京  
 (2017.3.15-17)  
 片山 允, 伊藤 海太, 榎 学, 藤井 英俊
- (22) 摩擦攪拌プロセスにより微細化された高張力鋼溶接熱影響部組織のシャルピー衝撃値  
 (公社) 日本金属学会 2017年春期大会, 東京 (2017.3.15-17)  
 山本 啓, 段野 芳和, 伊藤 和博, 小濱 和之, 藤井 英俊
- (23) Friction Stir Spot Welding of 6061-Al Alloy at Low Welding Temperature  
 (一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
 孫 玉峰, 森貞 好昭, 藤井 英俊
- (24) 摩擦攪拌接合に及ぼすツール表面状態の影響  
 (一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
 森貞 好昭, 雷 哲, 藤井 英俊
- (25) 摩擦攪拌接合法による低放射化フェライト鋼異材接合体作製に関する基礎的検討  
 (一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
 芹澤 久, 村上 雅一, 森貞 好昭, 藤井 英俊, 野上 修平, 長坂 卓也, 谷川 博康
- (26) 摩擦攪拌粉末プロセスを用いたクロム添加による中炭素鋼の表面改質  
 (一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
 孫 伽聞, 森貞 好昭, 孫 玉峰, 藤井 英俊

- (27) 無回転ショルダーツールを用いた摩擦攪拌接合における攪拌部形成機構の解明  
 (一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
 武岡 正樹, 森貞 好昭, 孫 玉峰, 藤井 英俊
- (28) ジルコニアナノ粒子添加摩擦攪拌プロセスによる超微細粒 Mg 合金の創製  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 木元 慶久, 長岡 亨, 渡辺 博行, 福角 真男, 武内 孝, 森貞 好昭, 藤井 英俊
- (29) マグネシウム合金/アルミニウム合金異材 FSW 継手に及ぼすプラズマ電解酸化コーティングの影響  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 高 業飛, 廖 金孫, 森貞 好昭, 藤井 英俊
- (30) 三次元可視化による FSW 材料流動挙動の解明  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 森貞 好昭, 藤井 英俊
- (31) 中空構造体の摩擦攪拌接合  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 武岡 正樹, 森貞 好昭, 孫 玉峰, 藤井 英俊
- (32) 中炭素鋼の組織と機械的特性に及ぼすクロム粒子添加摩擦攪拌粉末プロセスの影響  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 孫 伽聞, 森貞 好昭, 劉 恢弘, 藤井 英俊
- (33) 非対称 DFSW 難燃性マグネシウム合金継手の組織と機械的性質に及ぼすツール回転方向の影響  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 周 夢然, 森貞 好昭, 藤井 英俊, 石川 武
- (34) 摩擦攪拌作用を用いた WC-Co 超硬合金と炭素鋼の重ね接合  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 長岡 亨, 木元 慶久, 武内 孝, 森貞 好昭, 藤井 英俊
- (35) 中空構造体の接合を可能にする新規摩擦攪拌接合法の開発  
 (公社) 日本金属学会 2016年秋期講演大会, 大阪 (2016.9.21-23)  
 武岡 正樹, 森貞 好昭, 孫 玉峰, 藤井 英俊
- (36) マグネシウム合金の非対称摩擦攪拌接合に及ぼすカルシウム添加の影響  
 (一社) 軽金属学会 第131回 秋期大会, 水戸市、茨城県 (2016.11.5-6)  
 周 夢然, 森貞 好昭, 藤井 英俊, 石川 武
- (37) 摩擦攪拌接合により作製した 型チタン合金継手の微細組織及び機械的特性  
 (公社) 日本金属学会 2017年春期大会, 東京 (2017.3.15-17)  
 劉 恢弘, 藤井 英俊
- (9) 国際会議講演
- (1) Friction Stir Welding of Steel - Two Innovative Welding Methods -  
 The 6th Asia Symposium on Technology of Welding and Joining POSCO (EAST-WJ2016),  
 Incheon, Korea (2016.9.8-9)  
 H. Fujii

- (2) Research Progress in Friction Stir Welding at JWRI  
Harbin Institute of Technology, Harbin,China (2017.1.15)  
藤井 英俊
- (3) Friction Stir Welding of Steel - Two Innovative Welding Methods -  
2017 TMS Annual Meeting & Exhibition, San Diego, CA, USA (2017.2.26-3.2)  
H. Fujii
- (4) Friction-Stir-Processing Microstructure Improvement Related to Fatigue-Strength and Charpy-Absorbed-Energy Increase of TIG-Welded SS400 Steels  
2017 TMS Annual Meeting & Exhibition, SanDiego, USA (2017.2.26-3.2)  
K. Ito, T. Okuda, H. Izumi, M. Takahashi, K. Kohama, H. Yamamoto and H. Fujii
- (5) Modification of Vacuum Plasma Sprayed Tungsten Coating by Friction Stir Processing  
Visual-JW 2016, Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
H. Tanigawa, K. Ozawa, Y. Morisada and H. Fujii
- (6) Microstructural and Texture Evolution in Ti-6Al-4V Joints Fabricated by Friction Stir Welding below Beta-Transus Temperature  
2016 International Symposium for Advanced Materials Research (ISAMR 2016), Sun Moon Lake, Taiwan (2016.8.11-14)  
H. Liu, Y. Morisada and H. Fujii
- (10) 国内会議講演
  - (1) 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合 - 変態を制御する -  
賢材研究会 平成28年度第1回学術技術交流会, 大阪 (2016.6.21)  
藤井 英俊
  - (2) 溶接・接合科学専科  
鉄鋼工学セミナー, 東京 (2016.9.1-2)  
藤井 英俊
  - (3) チタン合金の摩擦攪拌接合技術  
金属学会シンポジウム, 大阪 (2016.9.12)  
藤井 英俊
  - (4) 摩擦攪拌現象を用いたインプロセス組織制御によるマクロヘテロ構造体化技術の確立 - 強加工に伴うオーステナイトの安定化現象 -  
JST 産学共創基礎基盤研究プログラム 「ヘテロ構造制御」 公開シンポジウム, 大阪 (2016.9.22)  
藤井 英俊
  - (5) 摩擦接合技術の最近の動向と今後の可能性  
第1回 異種材料接合技術研究会, 名古屋 (2016.10.31)  
藤井 英俊
  - (6) 鉄鋼材料のFSW  
平成28年度 溶接工学専門講座, 東京都 (2016.11.16)  
藤井 英俊

- (7) 鋼を溶かさずに接合する - CO<sub>2</sub> 排出の大幅削減にむけて -  
イブニングサロン秋田, 秋田市 (2016.11.29)  
藤井 英俊
- (8) 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合 - 接合中に組織制御する -  
平成28年度 第2回湯川記念特別講演会, 名古屋市 (2016.11.30)  
藤井 英俊
- (9) 溶かさず接合する摩擦攪拌接合  
大阪大学工業会機械工学系技術交流会, 吹田市、大阪府 (2016.12.2)  
藤井 英俊
- (10) 新規接合法による CO<sub>2</sub> 排出量やレアメタルの問題を解決する高炭素鋼社会の実現  
第57回 知の拠点セミナー, 京都大学東京オフィス (2016.12.17)  
藤井 英俊
- (11) 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合  
第2回 JSSC/SIJ 維持管理合同 SG, 日本鉄鋼協会 (2016.12.20)  
藤井 英俊
- (12) 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合 - 接合中の組織制御と新プロセスの開発 -  
名古屋技術研究所 講演会, 名古屋 (2017.3.6)  
藤井 英俊
- (13) 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合  
広島大学革新的ものづくり研究拠点 平成28年度シンポジウム, 広島 (2017.3.21)  
藤井 英俊
- (11) 解説・総説
- (1) 軽量化、マルチマテリアル化のための摩擦攪拌接合  
溶接技術 (2016), 38-41.  
青木 祥宏, 藤井 英俊
- (2) 摩擦攪拌接合技術  
溶接工学夏季大学教材 (2016), 189-204.  
藤井 英俊
- (3) 革新プロセス開発への道しるべ-FSW-  
溶接学会誌, 85, 6 (2016), 43-52.  
藤井 英俊
- (4) 鋼を溶かさずに接合する - CO<sub>2</sub> 排出の大幅削減に向けて -  
第八回 適塾講座 , 8 (2016), 57-66.  
藤井 英俊
- (5) 高輝度 X 線透過システムを用いた摩擦攪拌接合における欠陥形成機構の解明  
溶接冶金シミュレーションと可視化, 16 (2016), 457-461.  
森貞 好昭, 藤井 英俊

- (6) FSW プロセス制御と4次元 X 線観察  
スマートプロセス学会誌, 6, 1 (2017), 12-16.  
森貞 好昭, 藤井 英俊
- (7) マグネシウム合金のティグ溶接性  
軽金属溶接, 55, 3 (2017), 83-87.  
森貞 好昭, 藤井 英俊
- (12) 著 書
- (1) しなやかで強い鉄鋼材料 ~ 革新的構造用金属材料の開発最前線 ~  
(株) エヌ・ティー・エス, (2016), 分担執筆, 359-368.  
藤井 英俊
- (2) Interface Oral Health Science 2016  
Springer, (2016), 分担執筆, 229-245.  
P. F. Santos, M. Niinomi, H. Liu, M. Nakai, K. Cho, T. Narushima, K. Ueda, N. Ohtsu,  
M. Hirano and Y. Itoh
- (13) 特許出願・登録
- (1) 回転ツール  
特許第6039004号  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 3 名
- (2) 金属材の加工方法及び金属材の加工装置  
特許第5966118号  
藤井 英俊, 森貞 好昭 他 3 名
- (3) 鉄鋼材の製造方法  
特許第5900922号  
藤井 英俊, 森貞 好昭
- (4) 金属材の接合方法及び金属材の接合装置  
特許第5988265号  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (5) 鉄鋼材の製造方法  
中国 ZL201380014331.4  
藤井 英俊, 森貞 好昭
- (6) 摩擦接合方法  
PCT/JP2016/003281  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (7) 摩擦攪拌接合用鋼及び摩擦攪拌接合方法  
特願2016-149768  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 2 名
- (8) 窒化珪素焼結体製摩擦攪拌接合ツール部材およびそれを用いた摩擦攪拌接合装置  
特願2016-156383  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 4 名

- (9) 窒化珪素焼結体製摩擦攪拌接合ツール部材およびそれを用いた摩擦攪拌接合装置  
特願2016-156384  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 4 名
- (10) 線形摩擦接合方法  
特願2017-179996  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 2 名
- (11) 線形摩擦接合方法  
特願2017-179997  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 2 名
- (12) 線形摩擦接合方法及び線形摩擦接合装置  
特願2017-179995  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 2 名
- (13) 摩擦攪拌接合装置及び摩擦攪拌接合方法  
特願2017-035056  
藤井 英俊, 他 2 名
- (14) 大荷重の摩擦圧接  
PCT/JP2017/007677  
藤井 英俊, 森貞 好昭
- (15) 低温接合方法  
特願2017-053547  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (16) 摩擦攪拌接合用ツール  
特願2017-053546  
藤井 英俊, 森貞 好昭
- (17) 溶接部の改質方法  
特願2017-053548  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (15) 受 賞
- (1) 平成28年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞 (研究部門)  
文部科学省 (2016.04.20)  
藤井 英俊
- (2) The Foundry Research Institute's 70th Anniversary Medal  
Foundry Research Institute in Cracow, Poland (2016.06.03)  
H. Fujii
- (3) 日本マグネシウム協会賞奨励賞  
(一社) 日本マグネシウム協会 (2016.06.08)  
森貞 好昭

- (4) 第27回 優秀ポスター賞  
(公社) 日本金属学会 (2016.09.21)  
武岡 正樹, 森貞 好昭, 孫 玉峰, 藤井 英俊
- (5) 溶接学会技術貢献賞  
(一社) 溶接学会 (2016.04.12)  
富士本 博紀(D2)
- (6) 秋季講演大会学生ポスターセッション優秀賞  
(一社) 日本鉄鋼協会 (2016.09.22)  
黒岩 良祐 (M2)
- (7) 溶接学会優秀研究発表賞  
(一社) 溶接学会 (2016.12.19)  
武岡 正樹 (M2)
- (8) Acta Student Awards  
Acta Materialia, Inc. (2016.10.23)  
劉 小超 (D1)

(17) 外部資金 (単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |         |   |       |       |
|-----|---------|---|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(B) | 母材を大幅に凌ぐ高強度・高延性継手を達成するツールレス新規摩擦接合技術の確立  | 藤井 英俊 | 3,510 |
| (2) | 挑戦的萌芽研究 | 手動で駆動可能なハンド FSW 技術の開発と集合組織の制御手法の確立  | 藤井 英俊 | 1,040 |
| (3) | 基盤研究 B  | 鑄造欠陥制御の技術構築に向けたダイラタンシーを発現する固液共存体の変形挙動の解明  | 柳楽 知也 | 8,320 |
| (4) | 挑戦的萌芽   | 超音波振動が創るマクロ/ミクロ対流を利用した新規凝固組織制御手法の開発   | 柳楽 知也 | 1,560 |
| (5) | 若手研究(B) | Principle for controlling "changeable Young's modulus"-biofunctionality in biomedical titanium alloys for spinal fixation | 劉 恢弘  | 2,860 |

一般公募型補助金研究

- |     |                                  |                                  |       |       |
|-----|----------------------------------|----------------------------------|-------|-------|
| (1) | 中小企業経営支援等対策費補助金 (戦略的基盤技術高度化支援事業) | 接合方向誘導機構を有する同軸スピンドル式小型 FSW 装置の開発 | 藤井 英俊 | 9,861 |
|-----|----------------------------------|----------------------------------|-------|-------|

民間等との共同研究

(1)	FSW ツールの耐久性評価	藤井 英俊	2,000
(2)	摩擦攪拌接合技術の建築分野への適用可能性に関する研究	藤井 英俊	500
(3)	摩擦攪拌プロセスによる高硬度工具材料の作製に関する研究	藤井 英俊	1,000
(4)	高速鉄道車両の構体構造における次世代摩擦攪拌接合技術の開発	藤井 英俊	1,800
(5)	Fe-Al 異材 FSW における接合部形成プロセスの解明	藤井 英俊	2,592
(6)	スラグ/メタル界面現象の解明と反応促進	藤井 英俊	875
(7)	金属材料の摩擦攪拌接合に関する研究	藤井 英俊	3,240

受託研究

(1)	革新的 FSW 技術の探索	藤井 英俊	8,280
(2)	両面複動式（フラット）摩擦攪拌接合法の開発、線形摩擦攪拌接合法の開発、X線透過装置を用いた摩擦攪拌接合の塑性流動基礎解析、継手特性に及ぼす金属組織の影響解明	藤井 英俊	28,459
(3)	マグネシウム合金のプロローホール形成に及ぼす接合プロセスおよびプロセス条件の影響の解明	藤井 英俊	2,910

受託研究員

(1)	阿野 元貴 (短期+短期)	高温材料の摩擦攪拌接合ツールの開発	藤井 英俊
(2)	岩本 祐一 (短期+短期)	高温材料の摩擦攪拌接合ツールの開発	藤井 英俊
(3)	高 業飛 (長期)	鋳造合金の摩擦攪拌接合	藤井 英俊

奨学寄付金

(1)		藤井 英俊	7,500
(2)		森貞 好昭	500

#### 4.8 教育

氏名：藤井 英俊

##### (1) 大学院等講義科目

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| (1) マテリアル生産科学専攻 | マテリアル生産科学ゼミナール |
| (2) マテリアル生産科学専攻 | 機能性評価学         |
| (3) 全学共通教育      | 基礎セミナー         |
| (4) 全学共通教育      | 先端教養科目         |

##### (2) 博士論文 (主査)

- |                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| (1) マテリアル生産科学専攻, 富士本博紀 | 自動車用高強度薄鋼板の接合強度特性に関する研究 |
|------------------------|-------------------------|

##### (3) 博士論文 (副査)

- |                        |                            |
|------------------------|----------------------------|
| (1) マテリアル生産科学専攻, 後藤 弘樹 | 化学反応を伴う溶融金属-溶融・固体酸化物間の界面現象 |
|------------------------|----------------------------|

##### (4) 修士論文

- |                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| (1) ビジネスエンジニアリング専攻, 孫 伽聞 | 摩擦攪拌粉末プロセスを用いた Cr 添加による炭素鋼の表面改質 |
| (2) マテリアル生産科学専攻, 浦井 拓也   | 超音波振動援用静滴法を用いた真の接触角測定           |
| (3) マテリアル生産科学専攻, 黒岩 良祐   | 中炭素鋼板の線形摩擦接合                    |
| (4) マテリアル生産科学専攻, 武岡 正樹   | 中空構造体の接合を可能にする新規摩擦攪拌接合法の開発      |
| (5) マテリアル生産科学専攻, 周 夢然    | 難燃性マグネシウム合金の非対称摩擦攪拌接合           |

#### 4.9 社会貢献

氏名：藤井 英俊

##### (1) 学会役員

- |                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| (1) (一社) スマートプロセス学会 | 学術企画運営委員会委員長            |
| (2) (一社) スマートプロセス学会 | 学術・技術奨励賞審査委員会 委員長       |
| (3) (一社) 軽金属溶接協会    | ISO25239 JIS 原案作成委員会委員長 |

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| (4) (一社) 日本マグネシウム協会                    | マグネシウム合金高速車両構体実用化技術委員       |
| (5) (一社) 日本鉄鋼協会                        | 材料の組織と特性部会運営委員会委員           |
| (6) (一社) 日本鉄鋼協会                        | 論文誌編集委員会専門委員                |
| (7) (一社) 日本鉄鋼協会                        | 関西支部 支部委員                   |
| (8) (一社) 日本鉄鋼協会                        | 代議員                         |
| (9) (一社) 日本鉄鋼協会                        | 建設用鋼材利用検討 WG 委員             |
| (10) (一社) 日本溶接協会                       | 第34期 学識委員                   |
| (11) (一社) 日本溶接協会                       | FSW 情報交換会幹事                 |
| (12) (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議                | 第 委員会委員                     |
| (13) (一社) 溶接学会                         | 論文査読委員会副委員長                 |
| (14) (一社) 溶接学会                         | 研究推進部会副委員長                  |
| (15) (一社) 溶接学会                         | 理事                          |
| (16) (一社) 溶接学会                         | 代議員                         |
| (17) (一社) 溶接学会                         | 企画委員会委員                     |
| (18) (一社) 溶接学会                         | 軽構造接合加工研究委員会副委員長            |
| (19) (一社) 溶接学会                         | 溶接法研究委員幹事                   |
| (20) (公社) 日本金属学会                       | 関西支部委員                      |
| (21) (公社) 日本鑄造工学会                      | 関西支部平成28年度支部代議員             |
| (22) (公社) 日本鑄造工学会                      | 査読委員                        |
| (23) (公社) 日本鑄造工学会                      | 関西支部理事                      |
| (24) Poland Foundry Research Institute | Member of Science Committee |
| (4) 企業等への貢献                            |                             |
| (1) (株) フルヤ金属                          | 技術顧問 (非常勤)                  |
| (5) 国・自治体・公益法人等への貢献                    |                             |
| (1) (独) 日本学術振興会                        | 平成29年度科学研究費委員会専門委員          |

(6) 外国人招へい研究員・研究留学生

- |     |   |                               |
|-----|---|-------------------------------|
| (1) | 招へい研究員：HAN Jingyu, 上海交通大学<br>国家精密成型技術研究センター | マグネシウム合金の摩擦攪拌接合               |
| (2) | 研究留学生：Wu Zexi                               | アルミニウム合金厚板の摩擦攪拌接合への<br>研究について |

(7) 社会への情報発信

- |     |                               |                     |
|-----|-------------------------------|---------------------|
| (1) | 文部科学大臣表彰科学技術賞<br>藤井阪大教授らが受賞   | 溶接ニュース (2016.05.10) |
| (2) | 車の鋼板、接合強度2倍<br>阪大 軽量化で燃費改善期待  | 日本経済新聞 (2016.07.25) |
| (3) | 接合部の強度低下抑える<br>低温摩擦接合技術を開発 阪大 | 日刊工業新聞 (2016.08.25) |
| (4) | 知の拠点セミナー                      | 読売新聞 (2017.01.08)   |
| (5) | 鉄鋼3社と阪大 中高炭素鋼摩擦熱で接合           | 日刊工業新聞 (2017.01.30) |

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成28年度共同研究員と研究テーマ

氏名：藤井 英俊

- |     |                              |       |  |
|-----|------------------------------|-------|--|
| (1) | 東京大学大学院工学系研究科                | 伊藤 海太 | AE法の無線化による鋼材FSWのインプロセスモニタリング               |
| (2) | 福井大学学術研究院<br>工学系部門           | 三浦 拓也 | FSWによる安定化を利用した鉄鋼材料<br>継手の機械的特性の向上          |
| (3) | 宇宙航空研究開発機構<br>宇宙科学研究所        | 佐藤 英一 | FSWによるセラミックスとチタンの接合<br>に関する研究              |
| (4) | 宇宙航空研究開発機構<br>研究開発部門第二研究ユニット | 藤井 剛  | FSWによるセラミックスとチタンの接合<br>に関する研究              |
| (5) | 大阪府立大学                       | 柴原 正和 | FSWの力学解析手法の開発                              |
| (6) | 大阪大学大学院工学研究科                 | 趙 研   | 型Ti-Mn系合金の摩擦攪拌接合プロセス<br>の開発                |
| (7) | 沖縄工業高等専門学校<br>機械システム工学科      | 政木 清孝 | レーザーピーニングによるFSW継手材の疲<br>勞き裂進展抑制効果の放射光による検証 |

(8)	広島県立総合技術研究所	坂村 勝	球面ツールを用いた点接合技術の開発
(9)	広島県立総合技術研究所 東部工業技術センター	松葉 朗	球面ツールを用いた点接合技術の開発
(10)	広島県立総合技術研究所	山本 健	球面ツールを用いた点接合技術の開発
(11)	近畿大学理工学部	仲井 正昭	航空機用チタン合金製摩擦攪拌接合継手の疲労特性評価
(12)	(国研)量子科学技術研究 開発機構	濱口 大	純銅および銅合金の摩擦攪拌処理による強化
(13)	広島県立総合技術研究所	大石 郁	塑性流動を利用した接合技術の開発
(14)	秋田大学大学院 工学資源学研究科	神谷 修	炭素鋼摩擦攪拌接合継手の金属組織と機械的特性
(15)	秋田大学大学院 工学資源学研究科	宮野 泰征	炭素鋼摩擦攪拌接合継手の金属組織と機械的特性
(16)	秋田大学大学院工学資源学 研究科機械工学専攻	牧野 滉平	炭素鋼摩擦攪拌接合継手の金属組織と機械的特性
(17)	広島大学大学院工学研究科 機械物理工学専攻	菅田 淳	鉄鋼材料の FSSW の疲労き裂進展機構解明と寿命評価法の検討
(18)	近畿大学理工学部機械工学科	木口 昭二	鉄鋼材料の摩擦攪拌接合
(19)	近畿大学工学部機械工学科	生田 明彦	鉄鋼材料への適用を考慮した接合ツール各部の評価
(20)	神奈川県産業技術センター 機械・材料技術部	薩田 寿隆	摩擦攪拌プロセスによるレーザ肉盛層金属組織の微細化
(21)	(国研)物質・材料研究機構	下田 一哉	摩擦攪拌接合を用いた金属・セラミックス異種接合の可能性検討
(22)	大阪市立工業研究所	木元 慶久	摩擦攪拌プロセスによる軽金属材料の改質
(23)	(地独)大阪市立工業研究所 加工技術研究部	長岡 亨	摩擦攪拌プロセスによる超硬合金の改質
(24)	群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門	半谷 禎彦	摩擦攪拌プロセスを用いた金属材料のポーラス化
(25)	群馬大学	森田 知朗	摩擦攪拌プロセスを用いた金属材料のポーラス化
(26)	群馬大学	池田 裕樹	摩擦攪拌プロセスを用いた金属材料のポーラス化

- |      |                             |       |                             |
|------|-----------------------------|-------|-----------------------------|
| (27) | 群馬大学                        | 松下 駿人 | 摩擦攪拌プロセスを用いた金属材料のポーラス化      |
| (28) | 龍谷大学                        | 森 正和  | 摩擦攪拌接合による異種金属の接合および微細組織評価   |
| (29) | 龍谷大学大学院理工学研究科<br>機械システム工学専攻 | 徳田 龍也 | 摩擦攪拌接合を用いた異種金属の接合および疲労強度の評価 |
| (30) | 日本大学生産工学部<br>機械工学科          | 前田 将克 | 摩擦攪拌接合継手部に周期的摺動痕が形成される機構    |

国際共同研究員

- |     |                      |                |  |
|-----|----------------------|----------------|--|
| (1) | University of Malaya | Yusof Farazila | Assessments of FSW dissimilar joints between steel and Mg with addition of powder filler |
|-----|----------------------|----------------|--|

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

- |     |    |    |
|-----|----|----|
| (1) | 合計 | 22 |
|-----|----|----|

## 接合機構研究部門 複合化機構学分野

### 4.1 研究概要

資源・エネルギーの有効利用は、省エネルギーとしての直接的効果の他、環境負荷削減や人体・生命への負荷軽減といった波及効果を伴う。また、近い将来における化石資源の枯渇を考えると、再生可能エネルギーの積極的な利活用の必要性も明らかである。そこで、本分野では、材料の表面制御と構造制御およびその多機能化に着目し、材料・加工プロセスの観点からエネルギーの効率的利活用と環境軽負荷エネルギーの創出を主題に、原子～ナノ～ミクロンの階層的マルチスケール設計による材料の複合化に関する基礎学理の構築と工学的応用研究を遂行する。

### 4.2 研究課題

1. 原子配列制御と第一原理計算を駆使したチタン材の高強度・高延性機構の解明
2. 界面に着目した炭素系ナノカーボン分散金属基複合材料の強化機構の解明
3. ナノ材料を利用した3次元ナノ構造化による表面機能化と新規バイオマテリアル創製
4. 異種材料接合体における界面構造解析および物性評価による界面機能発現

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

#### 1. 原子配列制御と第一原理計算を駆使したチタン材の高強度・高延性機構の解明

本研究では、汎用チタン合金におけるレアメタル元素添加依存から脱却すべく、資源的に豊富で極めて廉価なユビキタス軽元素に着目し、相変態過程にてそれら元素を原子状態でチタン (Ti) 結晶格子内に配列した  $\alpha$ -Ti 材の高強靱化に関する基礎的研究および実用化研究に関して、科学研究費補助金・基盤研究 A 科研費 (2016～2019年度・純チタン焼結材の高強靱化に資する固溶軽元素の振舞いに係る包括的理解)、同・基盤研究 C (2015～2017年度・熱間塑性加工による相変態を利用した純チタン材の集合組織制御と高強度化原理の構築)、同・挑戦的萌芽研究 (2015～2017年度・水素による純チタン焼結材の高延性機構解明とハイブリッド集合組織形成による高強度化)、JST 産学共創基礎基盤研究プログラム (固溶原子と相変態を利用したマルチスケールでのヘテロ構造化によるチタン焼結材の高強度・高延性同時発現機構の解明と高次機能化) を活用して実施した。特に、冷却時の局所相変態、再結晶粒界での元素濃化、不均一核生成等の複雑系起源が固溶強化  $\alpha$ -Ti 材における特異な力学特性の発現機構に及ぼす影響をその場構造解析により解明し、Ti 材の高強靱化に係るダイナミクスの包括的理解を目指す。H28年度においては、 $\alpha$ -Ti (hcp) 相が有する酸素原子に対する大きな固溶限 ( $\sim 33\text{at.}\%$ ) を利用した酸化物の熱分解と、それに続く構成元素の  $\alpha$ -Ti への固溶強化および化合物生成・分散強化といった反応挙動と複合強化機構の解明を中心に研究を遂行した。一例として、 $\text{TiO}_2$  よりも熱力学的に安定な酸化物  $\text{ZrO}_2$  粒子と純 Ti 粉末の混合体に対する固相温度域での熱処理により  $\text{ZrO}_2$  の熱分解現象を XRD 解析および SEM-EDS 分析により明らかにすると共に、Zr ( $\beta$ -Ti に対する全率固溶型元素) と酸素の各元素が固溶 (置換型と侵入型) すること、およびそれらによる Ti 焼結体の顕著な高強度化を実証した。Zr は Ti と同様、生体親和性に優れた元素であるため、Zr 固溶強化は医療デバイス用 Ti 材料の強化に有効な元素である。しかし、従来の溶解製法では2000℃を超える高温での真空熱処理が不可欠のため、また Zr 金属バルク体が高価であるために実用化は限られていた。これに対して、本研究による粉末冶金法 (固相

製法)によれば、1000 付近の熱処理で $ZrO_2$ の熱分解を経て Zr 原子の  $\alpha$ -Ti 結晶への完全な均質固溶現象を実現すると同時に、より安価な  $ZrO_2$  酸化物の利用が可能となる。さらに、溶解製法では両元素の比重差に起因する英文偏析の問題が生じるが、固相焼結法ではそれらの課題も伴わず、固溶強化に資するプロセスであることも実証した。他方、共同研究員である吉矢准教授(知能機能専攻)が参画することで第一原理計算による Zr と酸素の各原子が電子密度分布や格子拡張量に及ぼす影響に関して定量的な解析が可能となり、可能となり、各強化因子に関する定量的な解析を行なうことに成功した。加えて、昨年度から解析を始めている珪素 (Si) の固溶現象と Ti-Si 系材料における塑性変形挙動の解明を行い、 $\alpha$ -Ti 結晶における c 軸と a 軸方向での格子定数比の増加により引張応力下での主すべり面が柱面から底面に変化することを SEM 内での引張試験・EBSD 解析により明らかにした。上記の研究成果に関して、国際会議にて 6 件の講演(基調講演 2 件、招待講演 2 件を含む)、国内学会で 4 件の発表を行うと共に、Journal of Alloys Compounds (IF; 3.014)、Materials Science and Technology A (IF; 2.647) など英文雑誌に学術論文 11 報が掲載された。なお、本研究課題に関連する国際協働研究を通じて、豪州 RMIT (Royal Melbourne Institute of Technology) Ma 教授との共著論文が Journal of Metallurgy (IF; 1.798) に、また西安理工大学 Lia 講師との研究成果が J. Alloys Comp (IF; 3.014) にそれぞれ掲載された。

## 2. 界面に着目した炭素系ナノカーボン分散金属基複合材料の強化機構の解明

粉末冶金法を基調とした固相焼結技術を用いて、炭素系ナノ材料(多層カーボンナノチューブ CNT とグラフェン)の均一分散による金属基複合材料の高強度設計ならびに強化機構解明に関する研究を進めており、特に、軽量・高電気伝導率を有する純アルミニウムの高強度・高機能化を目的としている。これまでの研究において、多層 CNT の単分散化手法として、湿式プロセス(CNT 分散溶液)と乾式プロセス(高エネルギー機械混合法)の併用により Al 粉末の扁平化を促すことで CNT の付着率を向上することに成功した。この複合化プロセスを活用し、Al の融点未満の固相温度域で Al 粉末同士の焼結現象を促進する際、CNT と Al の接合界面での炭化物( $Al_4C_3$ )の局所合成により界面での応力伝達効率の改善を試みた。CNT からの炭化物の生成比率に関しては、ラマン分光分析によるスペクトル比から定量解析を行なった。Shear-lag モデルを用いた CNT 分散強化量と実際の引張試験結果との対比を通じて、上記の接合界面での伝達効率を算出した結果、 $Al_4C_3$  を合成しない界面では約 15~20% であったのに対して、CNT の約 10% の炭素成分を利用した炭化物合成の結果、界面での応力伝達効率は 60~80% へと著しく増大することを明らかにした。なお、上記の成果に関して、国際会議にて 2 件の講演と国内学会で 3 件の発表を行うと共に、Carbon (IF; 6.198)、Materials Letters (TF; 2.437)、J. Metallurgy (IF; 1.798)、Metals (IF; 1.574) など英文雑誌に学術論文 6 報が掲載された。

## 3. ナノ材料を利用した 3 次元ナノ構造化による表面機能化と新規バイオマテリアル創製

当研究所の共同利用・共同研究員制度を活用し、北海道大学歯学部および歯学部病院と連携して本研究課題を進めている。これまでにバイオマテリアルの代表例である生体親和性に優れた純チタン (Ti) の表面に微細構造を形成することで骨芽細胞の成長挙動を制御できることを明らかにしている。ナノスケールでの幾何学的な構造制御において、多層カーボンナノチューブ (CNT) を 1 本ずつネットワーク状に Ti 基材表面に分散・被覆することで目的とする微細構造が実現できた。そこで、ネットワーク状の 3 次元 CNT 皮膜を Ti 基材表面に形成し、骨芽細胞の形成・成長過程に及ぼす CNT 皮膜最表面での数十 nm オーダーでの幾何学的形状因子の影響について、in-vitro 試験を

中心に骨芽細胞の繁殖状態を解析した。なお、一部の試料に関しては、ラットの頭蓋部への埋め込み試験 (in-vivo) による性能検証を行なった。定量評価に際して、詳細な画像解析が必要ではあるが、CNT 単体の全長や直径の影響に比べて、CNT 皮膜内に形成される空間長さ、つまり隣接する CNT 間距離 (粗密度合い) が骨芽細胞の成長に対してより顕著に影響することを確認した。具体的には、空間長さが数  $\mu\text{m}$  を超える状態では細胞同士間での伝達・連結・成長が困難となり、細胞が死滅に至ることも観察した。なお、本研究成果に関して H28年度接合科学共同利用・共同研究賞を受賞した。

#### 4. 異種材料接合体における界面構造解析および物性評価による界面機能発現

異種材料における接合界面の構造や物性の理解を通じて接合体の特性や機能を把握し、それらの制御や適正化へ展開することは重要な課題である。まず、純 Ti-Mg 合金 (Mg-Al-Zn 系) の直接固相加圧接合プロセスの研究に関して、接合温度を Mg 合金の共晶点未満の温度域とした場合、Mg 合金中の Al 含有量の増加および接合時間の増大に伴い、界面接合強度 (引張剪断) の増加傾向が見られ、Mg 合金の破断面には river pattern を伴う良好な接合状態を示す変形領域を確認した。接合界面を対象に TEM 観察を行った結果、各試料表面に自然形成された酸化膜 ( $\text{MgO}/\text{TiO}_2$ ) は接合界面にも観察されるものの、高い接合強度を有する試料では、厚さ 30 ~ 40nm の Al 拡散層が存在した。今回の接合体では、Mg 合金に含まれる Al 成分に由来するものであり、特に、相 ( $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12}$ ) がネットワーク状化合物として分散しており、その分散面積率の増加により接合領域が増大した結果、上述のような接合強度の増加傾向が生じたと推察される。そこで、今後は Al 成分の Mg 合金内への完全均質固溶状態での接合体を試作し、接合強度向上効果を検証する。なお、本研究課題に関して、博士後期課程学生 (留学生) が博士号 (工学) を取得した。次に、軽量効果に資する炭素繊維強化プラスチックと工業用金属材料 (Ti, Fe, Al, Mg) の直接接合技術を構築すべく、汎用性の高い温間プレス成形法を用いた際の分子構造変化の観点からその接合機構の解明に向けた基礎的研究を進めている。基礎実験としてポリアミド Nylon-66 $\{\text{CO}-(\text{CH}_2)_5-\text{NH}\}_n$  を用いて Ti との温間加圧接合について検討した。接合温度が 240 を超えると界面強度は急激に増大し、Ti 試料側の接合界面に酸素の濃化領域 (30 ~ 50nm) が観察された。純 Ti の酸素固溶限は 33at.% と大きいことからポリアミドに含まれる酸素原子の Ti 表層への拡散・固溶に起因すると考えられる。このように金属側に用いる試料への酸素固溶現象を利用した温間プレス成形による樹脂との直接接合の可能性を確認した。なお、上記の成果に関して 10<sup>th</sup> International Conference on Trends in Welding Research (Tokyo) にて招待講演を行うと共に、国内学会で 2 件の論文発表を行った。

#### (2) 研究に対する自己評価

平成28年度の研究活動を通じて、査読付き学術論文30報 (うち I.F 付英文誌24報, 国際共著論文11報) が掲載され、国際会議にて13件の講演発表 (うち基調講演2件, 招待講演3件) を行うなど、同研究領域では国内外で高い研究水準にあると考える。他に、16件の特許出願、3件の新聞発表など積極的な活動を通じて知の社会還元も十分に果たした。文部科学省特別経費「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」を通じて、高強靱性チタン材を用いた医療デバイス開発に関する国際共同研究をタイ王立 KMUTT と実施し、同大学から留学生2名を2回受け入れてチタン焼結材の強化機構解明に関する研究指導を行った。また、同事業を通じてマレーシア工科大学から博士後期課程学生を共同研究員として半年間受け入れ、TiNi 系形状記憶合金の接合プロセスに関する共同研究を実施し、研究成果は共著論文として Materials and Design (IF: 3.997) に掲載された。

さらには、エジプト政府から招へい研究員を受け入れて CNT 強化 Ti-Cu-Ni 系形状記憶粉末合金の創製に関する共同研究の実施、総長裁量経費を活用してサウジアラビア・キングサウド大学との共同研究の開始、本学国際共同研究推進プログラムによる米国 UCLA との共同研究ジョイントラボの設置、および中国西安理工大学からクロスアポイントメント制度で招聘した特任准教授との共同研究の実施など、国際化に対応した活発な国際協働研究を遂行した。また、梅田准教授が本学男女協働推進センターによる「女性教員に対する研究費支援」を獲得し、研究活動ならびに研究報告を実施した。なお、民間企業との共同研究を含めた H28年度における研究予算（外部資金獲得総額）は142百万円であり、研究環境も十分に整備できたと考える。

#### 4.4 教育に対する自己評価

機械系博士前期課程 M1/M2学生を対象に「機械材料学」「ナノ界面設計学」の講義を行い、機械材料の設計に不可欠な破壊力学・構造力学に加え、加工・熱処理による金属材料の高強靱性化に関して講義を行った。また、博士後期課程学生2名の学位審査委員（主査；1名、副査；1名）を担当すると共に、博士後期課程学生1名、前期課程学生4名、加えて短期海外留学生1名の研究指導を行った。また JST さくらサイエンスプログラムを通じて、タイ KMUTT からの留学生2名を受け入れて3週間の研究実習を行った。さらに広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業において、運営委員会委員長としてもものづくり国際人材の素養育成を推進し、研究所全体での教育・研究活動を支援した。以上のように国内外の学生に対する教育の質の向上を果たすことができたと考える。なお、女性限定の専任教員の国際公募にて、当分野梅田純子助教が採用され、2017年3月1日付けで准教授に昇進した。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

国内外での学会等活動：材料系学協会において理事・幹事・主査・各分科会委員長などを継続就任すると共に、JICA「エジプト日本科学技術大学 E-JUST 設立プロジェクト」国内支援委員会委員、JICA「AUS/Seed-Net 事業」国内支援委員、信州大学・外部諮問評価委員、埼玉県先端ナノカーボン分科会委員、民間企業の技術顧問を務めるなど、産官学連携の効率的推進に向けた活動に積極的に携わった。

アウトリーチ活動：北陸経済連合会主催の講演会にて、同地域の自治体、企業、大学などを対象に新素材および接合プロセスに関する研究紹介を行った。梅田准教授が男女協働推進センター作成の女性研究者紹介ビデオに出演し、各シンポジウムで研究活動紹介に貢献した。

産学連携：民間との共同研究など7件を実施するなか、上述した JST および AMED での研究事業の他、戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン事業）を継続実施した。

国際貢献：タイ王立 KMUTT 客員教授、J. Powder Technology や J. Powder Metallurgy 等のジャーナルにて Co-Editor、その他の海外ジャーナルの Editorial Board Member などを務めた。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

H28年度は23名の共同利用研究員を受け入れ、うち2名が当研究所共同利用・共同研究賞を受賞するなど、国内外の共同研究員制度を通じて得られた研究成果の量・質ともに評価できる内容と考える。また、JST 研究事業に従事する研究者も本研究員として参画し、学术论文の執筆・掲載に大きく貢献した。さらに、大阪大学接合科学研究所・東京セミナー「界面科学の理解を通じた新奇な材料・プロセス研究」を担当した。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Residual Stress and Its Effect on the Mechanical Properties of Y-doped Mg Alloy Fabricated via Back-Pressure Assisted Equal Channel Angular Pressing (ECAP-BP)  
Mater. Sci. Eng. A., 669 (2016), 110-117.  
J. Shen, V. Gartnerova, L. J. Kecskes, K. Kondoh, A. Jager and Q. Wei
- (2) Effect of Initial State on Dispersion Evolution of Carbon Nanotubes in Aluminium Matrix Composites during a High-Energy Ball Milling Process  
Powder Metall., 59, 3 (2016), 216-222.  
B. Chen, K. Kondoh, H. Imai and J. Umeda
- (3) Anisotropy of Texture-Controlled Powder Metallurgy Magnesium Alloys via Rollcompaction Process  
J. Multidiscip. Eng. Sci. Stud. (JMESS), 2, 8 (2016), 810-814.  
K. Kondoh, T. Oguri, J. Umeda and H. Imai
- (4) Tribological Behavior of Powder Metallurgy Ti Composites Reinforced with Multi-Wall Carbon Nanotubes  
J. Multidiscip. Eng. Sci. Stud. (JMESS), 2, 8 (2016), 822-826.  
T. Threrujirapong, K. Kondoh and J. Umeda
- (5) Sintering Behaviors of Carbon Nanotubes-Aluminum Composite Powders  
Metals, 6 (2016), 231(8pages).  
B. Chen and K. Kondoh
- (6) The Effect of Rolling on the Microstructure and Compression Behavior of AA5083 Subjected to Large-Scale ECAE  
J. Alloy. Compd, 695 (2017), 3589-3597.  
J. Shen, X. Chen, V. Hammond, L. J. Kecskes, S. N. Mathaudhu, K. Kondoh and Q. Wei
- (7) Effect of Deformation on the Microstructure, Transformation Temperature and Superelasticity of Ti-23 At% Nb Shape-Memory Alloys  
Mater. Des., 118 (2017), 152-162.  
A. Bahador, E. Hamzah, K. Kondoh, T. A. A. Bakar, F. Yusof, H. Imai, S. N. Saud and M. K. Ibrahim
- (8) 添加元素と VGCF の反応が VGCF 分散銅基複合粉末材料の力学および電気特性に与える影響  
粉体および粉末冶金, 63, 4 (2016), 150-156.  
今井 久志, 陳 冠宇, 近藤 勝義, 梅田 純子, 蔡 宏營
- (9) The Influence of CNTs on the Microstructure and Ductility of CNT/Mg Composites  
Mater. Lett., 181 (2016), 300-304.  
G. Q. Han, J. H. Shen, X. X. Ye, B. Chen, H. Imai, K. Kondoh and W. B. Du
- (10) Microstructural Evolution and Competitive Reaction Behavior of Ti-B<sub>4</sub>C System under Solid-State Sintering  
J. Alloy. Compd, 687 (2016), 1004-1011.  
L. Jia, X. Wang, B. Chen, H. Imai, S. Li, Z. Lu and K. Kondoh

- (11) Effect of Reaction between Alloying Element and VGCFs on Mechanical and Electrical Properties of PM Copper Alloy Composites Dispersed with VGCFs  
Mater. Trans., 57, 10 (2016), 1784-1788.  
H. Imai, K. Y. Chen, K. Kondoh, J. Umeda and H. Y. Tsai
- (12) Strengthening-toughening Mechanism Study of Powder Metallurgy Ti-Si Alloy by Interrupted In-Situ Tensile Tests  
J. Alloy. Compd, 694 (2016), 82-92.  
X. X. Ye, H. Imai, J. H. Shen, B. Chen, G. Q. Han, J. Umeda, M. Takahashi and K. Kondoh
- (13) Investigation of High-strength Lead-free Machinable Cu40Zn Duplex Graphite Brasses by Powder Metallurgy  
Mater. Sci. Technol., 32, 17 (2016), 1-6.  
S. Li, H. Imai, J. Umeda, Y. Fu and K. Kondoh
- (14) Highly Thermally Stable Microstructure in Mg Fabricated Via Powder Rolling  
JOM, 68, 12 (2016), 1-6.  
J. Shen, H. Imai, B. Chen, X. Ye, J. Umeda and K. Kondoh
- (15) カーボンナノチューブ分散純銅基複合材料の組織変化と力学特性  
粉体および粉末冶金, 63, 12 (2016), 1015-1020.  
今井 久志, 近藤 勝義, 梅田 純子
- (16) Solid-state Interfacial Reaction and Load Transfer Efficiency in Carbon Nanotubes (CNTs)-reinforced Aluminum Matrix Composites  
Carbon, 114 (2017), 198-208.  
B. Chen, J. Shen, X. Ye, H. Imai, J. Umeda, M. Takahashi and K. Kondoh
- (17) Study of Twinning Behavior of Powder Metallurgy Ti-Si Alloy by Interrupted In-Situ Tensile Tests  
Mater. Sci. Eng. A., 679 (2017), 543-553.  
X. X. Ye, H. Imai, J. H. Shen, B. Chen, G. Q. Han, J. Umeda and K. Kondoh
- (18) Dynamic Recrystallization Behavior and Strengthening-Toughening Effects in a Near- Ti-xSi Alloy Processed by Hot Extrusion  
Mater. Sci. Eng. A., 684 (2017), 165-177.  
X. X. Ye, H. Imai, J. H. Shen, B. Chen, G. Q. Han, J. Umeda, M. Takahashi and K. Kondoh
- (19) The Formation of Bimodal Multilayered Grain Structure and Its Effect on the Mechanical Properties of Powder Metallurgy Pure Titanium  
Mater. Des., 116 (2017), 99-108.  
J. Shen, B. Chen, X. Ye, H. Imai, J. Umeda and K. Kondoh
- (20) Enhanced Homogenization of Vanadium in Spark Plasma Sintering of Ti-10V-2Fe-3Al Alloy from Titanium and V-Fe-Al Master Alloy Powder Blends  
J. Metallurgy, 69, 4 (2017), 663-668.  
Y. F. Yang, H. Imai, K. Kondoh and M. Qian
- (21) Effect of Spark-Plasma-Sintering Conditions on Tensile Properties of Aluminum Matrix Composites Reinforced with Multiwalled Carbon Nanotubes (MWCNTs)  
JOM, 69, 4 (2017), 669-675.  
B. Chen, H. Imai, J. Umeda, M. Takahashi and K. Kondoh

- (22) Strengthening Behaviour and Mechanisms of Extruded Powder Metallurgy Pure Ti Materials Reinforced with Ubiquitous Light Elements  
Powder Metall., 59, 3 (2016), 223-228.  
T. Mimoto, J. Umeda and K. Kondoh
- (23) Effect of Textures on Tensile Properties of Extruded Ti64/VGCF Composite by Powder Metallurgy Route  
MMSE Journal, 5, 1 (2016)  
P. Pripanapong, S. Li, J. Umeda and K. Kondoh
- (24) Tensile Strength of Ti/Mg Alloys Dissimilar Bonding Material Fabricated by Spark Plasma Sintering  
Int. J. Eng. Innov. Res., 5, 4 (2016), 253-259.  
P. Pripanapong, J. Umeda, H. Imai, M. Takahashi and K. Kondoh
- (25) Corrosion Behavior and Strength of Dissimilar Bonding Material between Ti and Mg Alloys by Spark Plasma Sintering  
Materials, 9 (2016), 665(11pages).  
P. Pripanapong, S. Kariya, T. Luangvaranunt, J. Umeda, S. Tsutsumi, M. Takahashi and K. Kondoh
- (26) Surface Potential Analysis on Initial Galvanic Corrosion of Ti/Mg-Al Dissimilar Material  
Mater. Chem. Phys., 179 (2016), 5-9.  
J. Umeda, N. Nakanishi, K. Kondoh and H. Imai
- (27) Bonding Mechanism of Ti/AZ80 Dissimilar Materials Fabricated by Spark Plasma Sintering  
J. Multidiscip. Eng. Sci. Stud. (JMESS), 2, 10 (2016), 1009-1013.  
P. Pripanapong, J. Umeda, H. Imai, M. Takahashi and K. Kondoh
- (28) 焼成初殻中の脆性炭化物を利用した非晶質シリカ微粒子の生成プロセス  
スマートプロセス学会誌, 5, 6 (2016), 365-372.  
梅田 純子, 藤井 寛子, 近藤 勝義
- (29) 水素熱処理を利用したチタン切削屑の粉体化プロセス  
粉体および粉末冶金, 63, 12 (2016), 1002-1008.  
梅田 純子, 三本 高哲, 今井 久志, 近藤 勝義
- (30) Microstructure and Strengthening Mechanism of Ultrastrong and Ductile Ti-xSn Alloy Processed by Powder Metallurgy  
J. Alloy. Compd, 709 (2017), 381-393.  
X. X. Ye, B. Chen, J. H. Shen, J. Umeda and K. Kondoh
- (2) 国際会議発表論文 (査読あり)
- (1) Strengthening Effect of N-addition on Ti-Si-N Ternary Alloys Fabricated by Spark Plasma Sintering  
Proc. 2016 Int. Conf. on Sustainable Energy, Environment and Information Engineering (SEEIE 2016), Bangkok, Thailand (2016.3.21-22), 562-566.  
P. Khemglad, J. Kajornchaiyakul, K. Kondoh and A. Khantachawana

(7) 国際会議発表

- (1) Carbon Nano-Rods Reinforced Powder Metallurgy Aluminum Composites  
AeroMat 2016, Washington, USA (2016.5.23-26)  
K. Kondoh, B. Chen, J. Umeda and H. Imai
- (2) Cost-effective, High Strength and Ductility Titanium Materials by Powder Metallurgy Process  
AeroMat 2016, Washington, USA (2016.5.23-26)  
K. Kondoh, T. Mimoto and J. Umeda
- (3) Microstructural and Mechanical Properties of Near  $\alpha$ -Titanium with Solid-Solution Elements by Powder Metallurgy Process  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
K. Kondoh, S. Kariya, R. Ikemasu, M. Fukuo, J. Umeda and H. Imai
- (4) Friction Behavior of Network-structured Carbon Nanotubes Coating on Pure Ti Plate  
Materials Science & Technology 2016(MS&T16), Salt Lake City, USA (2016.10.23-27)  
K. Kondoh, J. Umeda, H. Miyaji, E. Nishida and B. Fugetsu
- (5) Titanium Hydrides Enhancing Improvement of Ductility of PM  $\alpha$ -Ti Material  
TMS 2017, San Diego, USA (2017.2.26-3.3)  
K. Kondoh, T. Mimoto, J. Umeda and H. Imai
- (6) Tribology Property of  $\alpha$ -Pure Titanium Strengthened by Nitrogen Solid-Solution  
PRICM9, Kyoto, Japan (2016.8.1-5)  
Y. Yamabe, H. Imai, J. Umeda and K. Kondoh
- (7) Mechanical Properties of PM CNT-Dispersed Cu Composite  
Int. Conf. on Material Science and Engineering Technology (ICMSET2016), Phuket, Thailand (2016.10.14-16)  
H. Imai, K. Kondoh and J. Umeda
- (8) In-situ Decomposition of Silicon Nitride Particles in Titanium Composite and Its Mechanical Properties  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
H. Imai, H. Yamabe, K. Kondoh, J. Umeda and A. Khantachawana

(8) 国内学会発表

- (1) 極限環境下における水中レーザー切断技術に関する基礎研究  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
川人 洋介, 氷見 太 水谷 正海, 近藤 勝義, 片山 聖二
- (2) 窒素固溶強化純チタン焼結材の摩擦摺動特性  
軽金属学会第130回春期大会, 大阪 (2016.5.27-29)  
山辺 康宏, 近藤 勝義
- (3) C=O 二重結合を利用した樹脂と金属の直接接合プロセスと接合機構の解明  
(一社) 日本機械学会2016年度年次大会, 福岡 (2016.9.11-14)  
近藤 勝義, 今井 久志, 梅田 純子

- (4) Ti+TiN 混合粉末を用いた固溶強化および粒子分散強化による純 Ti 焼結材の力学特性  
(一社) 日本機械学会2016年度年次大会, 福岡 (2016.9.11-14)  
近藤 勝義, 山辺 康宏, 梅田 純子, 今井 久志
- (5) Ti-TiN 混合粉末を用いた窒素固溶チタン粉末材料の摩擦摺動挙動  
(一社) 日本機械学会 第24回機械材料・材料加工技術講演会(M&P2016), 東京 (2016.11.24-26)  
近藤 勝義, 山辺 康宏, 梅田 純子, 今井 久志
- (6) 粉末冶金法による CNT 分散純銅基複合材料の力学特性  
平成28年度塑性加工春季講演会, 京都 (2016.5.20-22)  
今井 久志, 近藤 勝義
- (7) High Stability of Tensile Twins in Mg Fabricated via Powder Metallurgy,  
粉体粉末冶金協会平成28年度春季大会講演, 京都 (2016.5.24-26)  
J. Shen, H. Imai, B. Chen, X. Ye, J. Umeda and K. Kondoh
- (8) High-Performance Aluminum Matrix Composites Reinforced Carbon Nanotubes and Alumina Nanoparticles  
粉体粉末冶金協会平成28年度春季大会講演, 京都 (2016.5.24-26)  
B. Chen, H. Imai, J. Umeda and K. Kondoh
- (9) カーボンナノチューブ分散強化高強度アルミニウム複合材の研究  
軽金属学会第130回春期大会, 大阪 (2016.5.27-29)  
陳 彪, 今井 久志, 近藤 勝義
- (10) Ti と窒化ケイ素粉末混合焼結体の In-situ 分解反応挙動と摩耗特性  
(一社) 日本機械学会2016年度年次大会, 福岡 (2016.9.11-14)  
今井 久志, 山辺 康宏, 梅田 純子, 近藤 勝義
- (11) 固気直接窒化法による純 Al 圧粉成形体の窒化反応機構と Al/AlN 粉末複合押出材の機械的特性  
(公社) 粉体粉末冶金協会平成28年度秋季大会, 仙台 (2016.11.9-11)  
大西 玄洋, 梅田 純子, 今井 久志, 近藤 勝義
- (12) 窒素固溶強化チタン粉末押出材の摩擦摺動特性評価  
(公社) 粉体粉末冶金協会平成28年度秋季大会, 仙台 (2016.11.9-11)  
山辺 康宏, 梅田 純子, 今井 久志, 近藤 勝義
- (9) 国際会議講演
- (1) Direct Bonding of Plastic Materials to Metals Using C=O Double Bond and Its Bonding  
10th International Conference on Trends in Welding Research & 9th International Welding Symposium of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14)  
K. Kondoh, J. Umeda and H. Imai
- (2) Tribological Property of Nitrogen Solute -Titanium Powder Material  
Materials Science & Technology 2016(MS&T16), Salt Lake City, USA (2016.10.23-27)  
K. Kondoh, Y. Yamabe, H. Imai and J. Umeda

- (3) Atomic/Nano-scale Metal Matrix Composite Materials by Powder Metallurgy Route  
The Workshop between JWRI and University of Indonesia, Osaka, Japan (2016.11.15)  
K. Kondoh
- (4) Novel Light Metals  
The 18th Academic Exchange Seminar between Shanghai Jiao Tong University and Osaka University, Osaka, Japan (2016.12.15)  
K. Kondoh
- (5) State of The Art Materials Science in "Novel Light Metals"  
State of The Art Materials Science in "Novel Light Metals", Bangkok, Thailand (2017.3.30-31)  
K. Kondoh, J. Umeda, S. Kariya and M. Fukuo
- (6) Biomedical Assessment of Titanium Coated with Carbon Nanotubes  
Symposium on the Research Activities of Joint Usage / Research Center on Joining and Welding, Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
H. Miyaji, E. Nishida, J. Umeda, K. Kondoh, H. Takita, T. Iizuka, T. Akasaka, S. Tanaka, A. Kato, B. Fugetsu and T. Sugaya
- (10) 国内会議講演
  - (1) 最新の接合技術～分子構造変化を利用した複合材料と金属の直接接合～  
北陸経済連合会講演会, 金沢 (2016.4.19)  
近藤 勝義
  - (2) 水素を利用したチタン合金切削屑の高効率再資源化技術の実用化研究  
平成28年度 環境省 循環型社会形成推進研究発表会「再資源化のための要素技術の研究・開発」, 大阪 (2016.12.16)  
近藤 勝義
- (13) 特許出願・登録
  - (1) 酸素固溶チタン素材、酸素固溶チタン粉末材料及び酸素固溶チタン粉末材料の製造方法  
特許第6054553号  
近藤 勝義, 他
  - (2) 窒素固溶チタン粉末材料、チタン素材及び窒素固溶チタン粉末材料の製造方法  
特願2015-558769  
近藤 勝義
  - (3) 放射性廃棄物処分場用セメント系材料  
PCT/JP2016/068213  
近藤 勝義, 他
  - (4) チタン粉末材料、チタン素材及び酸素固溶チタン粉末材料の製造方法  
中国201480072562.5  
近藤 勝義, 他
  - (5) チタン粉末材料、チタン素材及び酸素固溶チタン粉末材料の製造方法  
アメリカ15/110,551  
近藤 勝義, 他

- (6) チタン粉末材料、チタン素材及び酸素固溶チタン粉末材料の製造方法  
ヨーロッパ14877708.9  
近藤 勝義, 他
- (7) 窒素固溶チタン粉末材料、チタン素材及び窒素固溶チタン粉末材料の製造方法  
ブラジル BR112016016577-2  
近藤 勝義, 他
- (8) 窒素固溶チタン粉末材料、チタン素材及び窒素固溶チタン粉末材料の製造方法  
ヨーロッパ14879502.4  
近藤 勝義, 他
- (9) 窒素固溶チタン粉末材料、チタン素材及び窒素固溶チタン粉末材料の製造方法  
メキシコ MX/a/2016/009440  
近藤 勝義, 他
- (10) 窒素固溶チタン粉末材料、チタン素材及び窒素固溶チタン粉末材料の製造方法  
アメリカ15/113,637  
近藤 勝義, 他
- (11) 窒素固溶チタン粉末材料、チタン素材及び窒素固溶チタン粉末材料の製造方法  
インド201627025111  
近藤 勝義, 他
- (12) 窒素固溶チタン粉末材料、チタン素材及び窒素固溶チタン粉末材料の製造方法  
中国201480073907.9  
近藤 勝義, 他
- (13) 有機系廃棄物の燃焼灰の無害化方法および有機系廃棄物の燃焼設備  
特願2016-538381  
近藤 勝義, 他
- (14) 有機系廃棄物の燃焼灰の無害化方法および有機系廃棄物の燃焼設備  
ベトナム1-2016-04993  
近藤 勝義, 他
- (15) 焼結刃物素材およびその製造方法  
特願2016-253585  
近藤 勝義, 他
- (16) 有機系廃棄物の燃焼灰の無害化方法および有機系廃棄物の燃焼設備  
特願1701000378  
近藤 勝義, 他
- (17) 外部資金 (単位:千円)

科学研究費補助金

- (1) 基盤研究(A) 純チタン焼結材の高強靱化に資する 近藤 勝義 10,400  
固溶軽元素の振舞いに係る包括的理解

(2)	挑戦的 萌芽研究	水素による純チタン焼結材の高延性機構解明とハイブリッド集合組織形成による高強度化	近藤 勝義	1,300
(3)	挑戦的 萌芽研究	C=O 二重結合を利用した金属 - CFRP の接着剤フリー高信頼性接合技術の構築	今井 久志	1,300
(4)	基盤研究(C)	熱間塑性加工による相変態を利用した純チタン材の集合組織制御と高強度化原理の構築	梅田 純子	1,560

#### 一般公募型補助金研究

(1)	中小企業経営 支援等対策費 補助金（戦略 的基盤技術高 度化支援事業）	低侵襲治療用医療機器に最適なチタン系 高強度・高靱性素材の開発	近藤 勝義	780
(2)	中小企業経営 支援等対策費 補助金（戦略 的基盤技術高 度化支援事業）	IIoT を活用した高強度締結部品向け廉価 熱処理・表面処理連続プロセスの開発	近藤 勝義	524

#### 民間等との共同研究

(1)		薄板シート接合・成形加工部の特性解析	近藤 勝義	360
(2)		高強度純チタン粉末焼結材の開発	近藤 勝義	1,200
(3)		共同研究講座	近藤 勝義	5,250

#### 受託研究

(1)		ナノ構造体シリカ粒子の高純度・低コスト化 製法開発と工業用機能性素材の用途開拓	近藤 勝義	61,500
(2)		高強度 NiTi を用いた下肢用セルフエキスパ ンダブルステントの開発・海外展開	近藤 勝義	14,972
(3)		ユビキタス元素によるナノ構造制御を活用した 高信頼性ボルト向け高強靱性チタン素材の開発	近藤 勝義	5,530
(4)		高強靱性純チタン材の刃物用素材への展開に 向けた特性安定化	近藤 勝義	1,690
(5)		固溶原子と相変態を利用したマルチスケール でのヘテロ構造化によるチタン焼結材の 高強度・高延性同時発現機構の解明と高次機能化	近藤 勝義	17,609

## 受託事業

- |     |  |                         |       |       |
|-----|--|-------------------------|-------|-------|
| (1) | (独)科学技術振興機構<br>中国総合研究交流センター<br>日本・アジア青少年サイエンス交流事業推進室 | さくらサイエンスプラン (B コース)     | 近藤 勝義 | 3,049 |
| (2) | (独)科学技術振興機構<br>中国総合研究交流センター<br>日本・アジア青少年サイエンス交流事業推進室 | さくらサイエンスプラン (B コース・単年度) | 近藤 勝義 | 4,067 |

## 奨学寄付金

- |     |  |  |       |        |
|-----|--|--|-------|--------|
| (1) |  |  | 近藤 勝義 | 10,500 |
|-----|--|--|-------|--------|

## 4.8 教育

氏名：近藤 勝義

### (1) 大学院等講義科目

- |     |        |         |
|-----|--------|---------|
| (1) | 機械工学専攻 | ナノ界面設計学 |
| (2) | 機械工学専攻 | 機械材料学   |
| (3) | 全学共通教育 | 基礎セミナー  |

### (2) 博士論文 (主査)

- |     |                              |   |
|-----|------------------------------|---|
| (1) | 機械工学専攻, Patchara Pripanapong | Bonding strength and corrosion behavior of dissimilar materials between Ti and Mg-Al alloys |
|-----|------------------------------|---|

### (3) 博士論文 (副査)

- |     |                |   |
|-----|----------------|---|
| (1) | 機械工学専攻, Bo Pan | Size dependent plastic deformations of single crystalline, bi-crystalline, and amorphous finite micro-pillars |
|-----|----------------|---|

### (4) 修士論文

- |     |               |                                    |
|-----|---------------|------------------------------------|
| (1) | 機械工学専攻, 山辺 康宏 | 窒化複合法による Al 粒子分散強化純 Al 粉末押出材の高次機能化 |
|-----|---------------|------------------------------------|

(2) 機械工学専攻, 大西 玄洋 TiN 粒子由来窒素原子固溶による純チタン粉末押出材の強化機構と摩擦摩耗挙動の解明

(5) 卒業論文

(1) 応用理工学科機械工学科目, 福生 瑞希 ジルコニウムと酸素の複合固溶による純チタン粉末固化体の強化機構解明

(2) 応用理工学科機械工学科目, 池増 竜帆 クロム酸化物によるチタン焼結材の微細組織制御と高強度化

氏名: 今井 久志

(1) 学院等講義科目

(1) 全学共通教育 先端教養科目

氏名: 梅田 純子

(1) 大学院等講義科目

(1) 機械工学専攻 ナノ界面設計学

#### 4.9 社会貢献

氏名: 近藤 勝義

(1) 学会役員

(1) (一社) スマートプロセス学会 論文賞審査委員会 委員

(2) (一社) スマートプロセス学会 編集委員

(3) (一社) 日本機械学会 Associate Editor

(4) (一社) 日本塑性加工学会 校閲委員

(5) (一社) 日本塑性加工学会 粉体加工成形プロセス分科会主査

(6) (一社) 日本塑性加工学会 関西支部 第51期・52期商議員

(7) (一社) 粉体粉末冶金協会 渉外広報委員長

(8) (一社) 粉体粉末冶金協会 理事

(9) (一社) 粉体粉末冶金協会 平成28年度秋季大会プログラム委員会 委員

(10) (一社) 粉体粉末冶金協会 平成28年度功労賞選考委員

(11) (一社) 粉体粉末冶金協会 平成28年度技能賞運営委員

- (12) (一社) 粉体粉末冶金協会 創立60周年記念事業国際会議担当副委員長
- (13) (一社) 粉体粉末冶金協会 創立60周年記念事業国際会議実行委員
- (14) (一社) 粉体粉末冶金協会 創立60周年記念事業国際会議プログラム員

(2) 国際会議委員

- (1) World Summit on Nanotechnology and Nanomedicine Research Advisory Board Member
- (2) Asian Advanced Materials Congress (ASAMC) Member of Advisory/Organising Committee
- (3) 10th Thailand International Metallurgy Conference (TIMETC10) Member of International Advisory Board
- (4) TiPMAM2017 Advisory Board Member
- (5) 4th International Conference on Titanium Powder Metallurgy & Additive Manufacturing International Advisory Board
- (6) 創立60周年記念事業国際会議部会 副委員長
- (7) 創立60周年記念 粉体粉末冶金協会国際会議 実行委員会委員
- (8) 創立60周年記念 粉体粉末冶金協会国際会議 プログラム委員会委員

(4) 企業等への貢献

- (1) (株) スギノマシン 技術顧問 (非常勤)
- (2) 日華化学 (株) 技術顧問 (非常勤)
- (3) 日本ニューロン (株) 技術顧問 (非常勤)

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- (1) (一財) 大阪科学技術センター 「IIoT を活用した高強度締結部品向け廉価熱処理・表面処理連続プロセスの開発」研究推進委員会副委員長
- (2) (独) 国際協力機構 JICA E-JUST プロジェクト国内支援委員
- (3) (独) 国際協力機構 JICA E-JUST プロジェクト専門部会 WG 委員
- (4) (独) 国際協力機構 アセアン工学系高等教育ネットワークプロジェクト・フェーズ3 国内支援委員会委員
- (5) (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 NEDO 技術委員

- |      |  |                                 |
|------|--|---------------------------------|
| (6)  | Advances in Materials Science and Engineering                  | Editorial Board Member          |
| (7)  | International Journal of Mechanical Engineering and Automation | Editorial board member          |
| (8)  | Journal of Science and Technology                              | Editorial board member          |
| (9)  | Metal Powder Report magazine                                   | Editorial advisory panel member |
| (10) | Research & Reports on Metals                                   | Editorial board member          |
| (11) | Science Publishing Group                                       | Editorial member                |
| (12) | TMS (The Minerals, Metals & Materials Society )                | PM Committee member             |
| (13) | 埼玉県産業労働部先端産業課  | 埼玉県先端産業創造プロジェクト・ナノカーボン部会検討委員    |
| (14) | 信州大学先鋭領域融合研究群<br>カーボン科学研究所                                     | 外部諮問評価委員会委員                     |

(6) 外国人招へい研究員・研究留学生

- |     |  |                              |
|-----|--|------------------------------|
| (1) | 招へい研究員：Ayman Hamada Abdelhady ELSAYED, エジプト中央金属研究所<br>ポストドクター研究員 | CNT 強化 Ti-Cu-Ni 系形状記憶粉末合金の創製 |
|-----|--|------------------------------|

(7) 社会への情報発信

- |     |                               |                     |
|-----|-------------------------------|---------------------|
| (1) | 最新の接合技術紹介 金沢で北経連講演会           | 北国新聞 (2016.04.20)   |
| (2) | 新素材製造の最新技術紹介<br>北経連、金沢で講演会    | 北陸中日新聞 (2016.04.22) |
| (3) | 阪大接合研・東京セミナー開く<br>界面科学テーマに6講演 | 溶接ニュース (2017.01.17) |

氏名：梅田 純子

(2) 国際会議委員

- |     |                |                     |
|-----|----------------|---------------------|
| (1) | Visual-JW 2016 | Executive Committee |
|-----|----------------|---------------------|

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- |     |                 |   |
|-----|-----------------|---|
| (1) | (一財) 大阪科学技術センター | 「IIoT を活用した高強度締結部品向け廉価熱処理・表面処理連続プロセスの開発」研究推進委員会委員 |
|-----|-----------------|---|

#### 4.10 全国共同利用に関する研究

##### (1) 平成28年度共同研究員と研究テーマ

氏名：近藤 勝義

- |      |                                       |       |  |
|------|---------------------------------------|-------|--|
| (1)  | 大阪大学大学院歯学研究科<br>歯科理工学教室               | 騎馬和歌子 | アモルファスシリカの歯科用材料への適用  |
| (2)  | 富山大学                                  | 畠山 賢彦 | ヘテロ組織に起因する微量元素濃化によるチタン焼結材の腐食挙動の解明                            |
| (3)  | 富山大学                                  | 砂田 聡  | 固溶原子と相変態を利用したマルチスケールでのヘテロ構造化によるチタン焼結材の高強度・高延性同時発現機構の解明と高次機能化 |
| (4)  | 京都大学大学院<br>エネルギー科学研究科                 | 浜 孝之  | 種々の負荷経路におけるマグネシウム合金圧延板のひずみ挙動                                 |
| (5)  | 大阪大学大学院工学研究科<br>知能・機能創成工学専攻           | 吉矢 真人 | 第一原理計算による固溶元素の力学特性への振舞いと界面構造・界面特性の解明                         |
| (6)  | 北海道大学病院歯周・<br>歯内療法科                   | 宮治 裕史 | 単分散 CNT を利用した金属材料の高機能発現機構の解明                                 |
| (7)  | 東京大学政策ビジョン<br>研究センター                  | 古月 文志 | 単分散 CNT を利用した金属材料の高機能発現機構の解明                                 |
| (8)  | 北海道大学大学院歯学研究科<br>歯周・歯内療法学教室           | 部 佳奈子 | 単分散 CNT を利用した金属材料の高機能発現機構の解明                                 |
| (9)  | 北海道大学病院歯周・<br>歯内療法科                   | 西田絵利香 | 単分散 CNT を利用した金属材料の高機能発現機構の解明                                 |
| (10) | 大阪大学大学院文学研究科                          | 福永 伸哉 | 超高精細表面性状分析による古代青銅鏡の摩滅痕生成過程の解明                                |
| (11) | 大阪大学文学研究科                             | 中久保辰夫 | 超高精細表面性状分析による古代青銅鏡の摩滅痕生成過程の解明                                |
| (12) | 大阪大学大学院工学研究科<br>附属アトミックデザイン<br>研究センター | 井藤 幹夫 | 電磁エネルギー支援プロセスを利用した金属・半導体材料の機能制御                              |
| (13) | 地方独立行政法人<br>大阪市立工業研究所                 | 水内 潔  | 電磁プロセスによるセラミックス/金属複合材料の開発                                    |
| (14) | 大阪大学大学院工学研究科<br>機械工学専攻                | 赤松 史光 | 燃焼場におけるもみ殻シリカの球状化に関する研究                                      |

- |      |                              |       |                             |
|------|------------------------------|-------|-----------------------------|
| (15) | 大阪大学大学院工学<br>研究科機械工学専攻       | 林 潤   | 燃焼場におけるもみ殻シリカの球状化に関する研究     |
| (16) | 大阪大学大学院工学研究科<br>附属高度人材育成センター | 中塚 記章 | 燃焼場におけるもみ殻シリカの球状化に関する研究     |
| (17) | 東北大学大学院工学研究科<br>材料システム工学専攻   | 川崎 亮  | 粉体加工学に関する研究                 |
| (18) | 東北大学大学院工学研究科                 | 加藤 優典 | 粉体加工学に関する研究                 |
| (19) | 東北大学大学院工学研究科                 | 大川 舜平 | 粉体加工学に関する研究                 |
| (20) | 東北大学大学院工学研究科                 | 孫 小湊  | 粉体加工学に関する研究                 |
| (21) | 東北大学大学院工学研究科                 | 百瀬 樹  | 粉体加工学に関する研究                 |
| (22) | 東北大学大学院工学研究科                 | 馮 暁鵬  | 粉体加工学に関する研究                 |
| (23) | 日本大学生産工学部<br>機械工学科           | 久保田正広 | 粉末冶金法による高機能性チタンの創成およびその特性評価 |

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

(1) 合計 4

## 接合評価研究部門 接合構造化解析学分野

### 4.1 研究概要

本研究分野では、溶接・接合科学における熱源・材料・プロセス・力学が連成した諸現象の数学的モデル化と、Information Technology を用いた数値シミュレーションの工学問題への展開に関する教育および研究を行っている。前者は、未解明現象のモデリングに必要な現象の理解と数値計算技術に関する基礎研究であり、研究のシーズに相当し、後者は、こうしたシーズの各種接合構造体の機能および信頼性評価という実用的ニーズに向けての展開である。また、溶接・接合技術を用いて作製される製品における、溶接変形・残留応力などの予測と制御、ならびに、異種材料で作製される不均質構造体の強度についても研究を行っている。さらに、接合構造化解析学分野は、溶接における計算科学に関する基礎研究の推進と人材の育成を目的とし所内組織として設立された、国際連携溶接計算科学研究拠点において、溶接力学分野を担当している。

### 4.2 研究課題

1. 低放射化フェライト鋼の接合性評価
2. V 合金とステンレス鋼との異材接合技術開発
3. 粒子法 - 有限要素法連成による摩擦攪拌接合プロセス解析
4. MIG 溶接を用いたアルミニウム合金溶接継手の溶込み形状予測
5. ジルカロイ円管と SiC/SiC 複合材料円管との直接接合法の開発
6. 抵抗スポット溶接における溶接性予測
7. 大強度核破砕中性子源高出力用水銀標的容器における溶接技術評価

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. 低放射化フェライト鋼の接合性評価

核融合炉におけるブランケット構造部材の第一候補材料として低放射化フェライト鋼の一つである酸化物分散強化 (ODS) 鋼と、同じく低放射化フェライト鋼 F82H との異材接合性について、これまで板材を対象に、摩擦攪拌接合法 (FSW) による接合性を、実験的および数値解析的に評価してきた。その結果、接合体作製時の裏当て材に窒化珪素材を用いることで、比較的、幅広い条件で良好な継手が作製可能であることを明らかにしてきた。そこで、本年度は、現状で最も実用的な継手形状である、外径22 mm、内径19 mm の薄肉円管を対象に、ODS 鋼と F82H との異材接合性について、有限要素法を用いた熱伝導解析および弾塑性解析を行った。その結果、接合中の最高温度を840度以下にする必要があるという、良好な継手を作製するための必要条件を満足するためには、裏当て材として鉄鋼材料を用いる必要があることを、また、円周状に均一な接合 (均一な最高温度分布) を生成するためには、FSW ツールを二周に渡って移動させる必要があることを明らかにした。さらに、熱伝導解析より同定した最適な条件で接合を行った場合には、接合後の円管の変形は、無視できる程度の、極めて小さい変形であり、円形形状にゆがみは生じないことも明らかとなった。

## 2. V合金とステンレス鋼との異材接合技術開発

V合金は高温での機械的特性に加えて、耐照射特性に優れていることから、液体リチウムを増殖材料として用いた、自己冷却型の核融合炉用ブランケット構造への適用が期待されている。しかしながら、V合金のみでブランケット構造全体を作製することは不可能であり、様々な異種材料との接合技術の開発が必要不可欠である。そこで、本年度は、これまで溶融溶接が不可能であったステンレス鋼との異材接合技術の開発を目的に、非溶融接合法の一つである摩擦攪拌接合法（FSW）を用いて、V合金とオーステナイト系ステンレス鋼 SUS316L との異材接合試験を実施した。その結果、V合金を Advancing Side に配置し、Retreating Side に配置された SUS316L 側に FSW ツールを押し込むことで、良好な異材突合せ接合体が作製可能であることを明らかにした。また、これまでは誰も実施することができてない、V合金とオーステナイト系ステンレス鋼との異材接合体の引張試験を行い、FSW を用いて作製した異材接合体に対して、室温において母材部で破断する結果を得ることに成功した。

## 3. 粒子法 - 有限要素法連成による摩擦攪拌接合プロセス解析

摩擦攪拌接合法（FSW）は、材料の塑性流動をともなう接合法であるため、接合後の変形や残留応力の生成要因である固有ひずみを、溶融接合法の場合に用いられている有限要素法熱弾塑性解析のみで予測することは困難である。そこで平成24年度から、FSW ツール近傍の攪拌現象を粒子法の一つである MPS 法を用いて解析し、攪拌による発熱現象の MPS 解析結果を用いて、有限要素法と組み合わせることで、FSW ツール近傍も含めた摩擦攪拌接合における過渡温度履歴を詳細に予測可能な新たな解析法を開発してきた。平成28年度は、接合時に FSW ツールに付与する荷重が、発熱現象に及ぼす影響を調べるため、FSW ツール押し込み深さを変化させた場合の発熱現象を MPS により解析し、押し込み深さが深くなることで、FSW ツールのショルダー部周辺の発熱量が大きくなり、平均発熱量も増加することを定量的に明らかにした。ただし、FSW ツール近傍以外の発熱現象への影響は小さく、押し込み荷重の影響は、接合時の FSW ツールのショルダー部周辺の、板表面近傍に限定されると予想される結果を得た。

## 4. MIG 溶接を用いたアルミニウム合金溶接継手の溶込み形状予測

MIG 溶接は高効率なアーク溶接法であり、アルミニウム合金継手の作製に用いられているが、MIG 溶接では溶込み形状がフィンガー形状になるという特徴を有しており、溶接継手の溶接変形や強度予測に際して、溶込み形状の予測法の確立が強く望まれている。そこで平成27年度に引き続き、TIG 溶接や MAG 溶接における溶込み形状を高精度に推定可能な、表面分布熱源のみを考慮した三次元非定常モデルに、新たにワイヤから供給される溶滴の影響を考慮した線状分布熱源を導入したモデルを用いて、実用継手の一つである瀬切り継手の二層盛り溶接における、溶け込み予測への適用可能性について検討を行った。その結果、平板のビードオン溶接ならびに突合せ溶接から同定した入熱パラメータのなかで、溶接時のアークの集中現象に影響が現れるパラメータである、アーク圧力半径を、初層溶接時は、二層溶接時よりも小さくすることで、溶け込み形状が再現可能であることを明らかにした。

## 5. ジルカロイ円管と SiC/SiC 複合材料円管との直接接合法の開発

軽水炉型原子力発電所における、事故耐性燃料システムの開発の一つとして、現在はジルカロイ円管が使用されている燃料被覆管の代替材料の開発研究が進められており、その一つとして、炭化

ケイ素繊維強化型炭化ケイ素複合材料 (SiC/SiC 複合材料) で作製された円管が考えられている。本研究では、SiC/SiC 複合材料円管を燃料被覆管として用いる場合に必要となる要素技術の一つである、円管の封止技術として、SiC/SiC 複合材料円管とジルカロイ円管との直接接合法の開発を進めている。平成28年度は、平成27年度に引き続き、レーザを熱源とした局所的な焼きばめに加えて、SiC/SiC 複合材料円管とジルカロイ円管との間に、中間物質を封入することで、接合性の向上を目指した。具体的には、SiC も含めセラミックス材料との親和性が高く、またジルカロイの主成分であるジルコニアとの間で全率固溶体を形成するチタン微粉末を、両円管の間に封入した。その結果、ジルカロイ円管の外周からレーザ照射したのにも係らず、ジルカロイ円管が完全熔融する前に、ジルカロイ円管の内面において、封入したチタン粉末とジルコニアとの間で固溶体を形成し、局所的に SiC/SiC 円管と強固な接合を形成することを明らかにした。

#### 6. 抵抗スポット溶接における溶接性予測

近年、輸送機器の軽量化を目的として、最大引張強度が 1 GPa 以上の超高張力鋼の自動車用鋼板としての適用が拡大しているが、スポット溶接継手の強度向上には必ずしもつながっていない。そこで、大阪大学と大阪府立大学が抵抗スポット溶接後のナゲット形成や温度履歴に注目したシミュレーションを担当し、東京理科大学と広島大学が破壊力学的な評価を担当する形で共同研究を進めている。平成28年度は、これまでの高張力鋼板を対照した共同研究で得られた成果を拡張することを目的に、軽量化材料として期待されている、アルミニウム合金を対象に、シミュレーションによる、抵抗スポット溶接後のナゲット形成予測法の開発を目指した。その結果、アルミニウム合金表面に生成する酸化物が、抵抗発熱現象に及ぼす影響を模擬するため、アルミニウム合金板と銅電極との間の伝熱抵抗を、超高張力鋼板と銅電極との間の場合より大きくすることで、実験で得られているナゲット形状を再現することが可能になることを明らかにした。

#### 7. 大強度核破砕中性子源高出力用水銀標的容器における溶接技術評価

大強度陽子加速器施設 J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex) の大強度核破砕中性子源に設置されている水銀標的容器は、水銀を中心部に設置した三重構造の溶接構造物であるが、これまでの稼働実験において、陽子ビームを高出力化したところ、溶接部近傍におけるき裂発生が原因と考えられる容器の破損が二回生じた。そこで、き裂発生の原因同定とともに、き裂発生を防ぐ溶接方法の選定を目的として、J-PARC との共同研究を進めている。

本年度は、溶接部近傍が原因であると推定するに至った、模擬試験体作製試験結果を対象に、当分野が発明した反復サブストラクチャー法 (ISM) に基づいた、溶接問題に対する大規模高速熱弾塑性有限要素解析法を用いた解析を行った。その結果、模擬試験体作製時も含めて、現在、水銀標的表記作製に用いられている TIG 溶接法では、溶接部への総入熱量が大きく、溶接部近傍における残量応力が高くなる危険性があるとともに、構造的に板厚が大きく変化する部分では、溶け込み不良を生じる危険性が高いことを明らかにした。また、TIG 溶接法に代わって、最新の高出力・高輝度レーザ溶接法を用いたほうが、残留応力を低減することができるだけでなく、板厚が大きく変化する場合にも、安定した溶け込みを生成する可能性が高いことも明らかにした。

#### (2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、溶接接合技術に関連した力学現象の数値シミュレーションに関する研究を主として実施しており、実構造物への適用を視野に入れた大規模かつ高速な熱弾塑性解析法の開発におい

ては世界のトップレベルであり、薄板構造から厚板構造に至る幅広い実用問題に対する適用も進んでいる。また、ジルカロイ円管とSiC/SiC複合材料円管との直接接合法の開発、粒子法 - 有限要素法連成による摩擦攪拌接合プロセス解析、ならびに抵抗スポット溶接における溶接性予測はそれぞれユニークな研究であり、着実に成果を挙げている。研究成果は、輸送機器やプラントなどの各種溶接構造物の安全性、健全性をより高め、その信頼性向上に大いに貢献している。査読付き学術論文8件、国際会議発表論文3件（査読有り：2件、査読無し：1件）、国際会議発表8件、国内学会発表13件、国際会議講演2件を、執筆あるいは講演し、接合科学共同利用・共同研究賞を1件受賞している。外部資金については、民間との共同研究4件（総額6,403,000円）、受託研究1件（総額1,950,000円）、奨学寄附金（総額1,000,000円）を受け入れた。

#### 4.4 教育に対する自己評価

本研究分野は、主として工学研究科地球総合工学専攻（船舶海洋工学コース）および工学部地球総合工学科（船舶海洋工学科目）の学生を対象として教育を行っており、講義においては、『弾塑性学』（大学院）、『船舶海洋工学ゼミナール』（大学院）、『船舶海洋工学ゼミナール』（大学院）、『基礎構造解析学』（学部3年）、『海洋工学実験』（学部3年）『先端教養科目』（全学共通教育）、『基礎セミナー』（全学共通教育）を担当している。研究においては、博士前期課程2名の指導を行った。また、学部学生の卒業研究の指導も行っており、学部学生数は4名であり、教育・研究指導の両面において貢献している。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

本研究分野は、以下の役職などを通して社会貢献において期待される役割を果たしている。

国内外での学会等活動；（一社）溶接学会の軽構造接合加工研究委員会委員長、溶接情報化委員会副委員長、溶接構造研究委員会幹事、（一社）日本溶接協会の溶接情報センター運営委員会委員長、同システム検討委員会委員長、広報ワーキング委員、同コミック制作グループリーダー、出版委員会委員、試験問題DB検討ワーキング委員、溶接技術者交流会運営グループ委員、学識会員、日本溶接会議の第3委員会委員長、第10委員会委員を務めた。

産学連携：民間企業との共同研究等を通じて、産学連携を推進している。

国際貢献：International Institute of Welding (IIW) 第3委員会日本代表を務めた。

その他社会貢献：公的委員会の主査など：（独）日本学術振興会第133委員会委員、（国研）量子科学技術研究開発機構核融合炉工学研究委員会専門委員、核融合科学研究所共同研究員、関西原子力懇談会調査委員会委員、また公益財団の審査委員を務めた。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本研究分野は、全国共同利用の制度を活用して、平成28年度は12名の共同研究員を受入れ、共同研究の成果を8件の共著論文として発表し、東京大学との核融合炉構造材料の継手微細組織評価に関する研究で、接合科学共同利用・共同研究賞を受賞した。また先導的重点課題での連携を引継ぐ形で東京理科大学、大阪府立大学、広島大学等と"溶接プロセスから経年化構造までの一気通貫シミュレーションの実現"を目指した共同研究を実施しており、共同申請した科学研究費基盤研究(B)が採択され、平成27年度より3年間の研究が開始した。個別の共同研究としては、室蘭工業大学とセラミックス - 金属材料の接合技術に関する研究や、本学工学研究科と核融合炉用低放射化金属に関する研究も行い成果を挙げている。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Prediction of Weld Residual Stress in a Pressurized Water Reactor Pressurizer Surge Nozzle  
J. Press. Vessel Technol. -Trans. ASME, 138, 2 (2016), 021401-1-021401-11.  
A. Maekawa, A. Kawahara, H. Serizawa and H. Murakawa
- (2) Experimental Assessment of Temperature Distribution in Heat Affected Zone (HAZ) in Dissimilar Joint between 8Cr-2W Steel and SUS316L Fabricated by 4 kW Fiber Laser Welding  
Mech. Eng. Lett., 2 (2016), 15-00481(1)-15-00481(9).  
S. Kano, A. Oba, H. Yang, Y. Matsukawa, Y. Satoh, H. Serizawa, H. Sakasegawa, H. Tanigawa and H. Abe
- (3) Development of Joining Method for Zircaloy and SiC/SiC Composite Tubes by Using Fiber Laser  
Ceram. Trans., 255 (2016), 177-184.  
H. Serizawa, Y. Asakura, J. S. Park, H. Kishimoto and A. Kohyama
- (4) Finite Element Analysis of Deformation in Early Stage of Multi-pass Circumferential Dissimilar Welding of Thick-walled Pipes with Narrow Gap  
Weld. World, 60, 5 (2016), 1037-1046.  
H. Serizawa, Y. Okuda and H. Murakawa
- (5) Development of Joining Method between Zircaloy and SiC/SiC Composite Tubes by Using Diode Laser  
Mater. Sci. Forum, 879 (2016), 1746-1748.  
H. Serizawa, Y. Asakura, H. Motoki, D. Tanigawa, M. Tsukamoto, J. S. Park, H. Kishimoto and A. Kohyama
- (6) Engineering Validation for Lithium Target Facility of the IFMIF under IFMIF/EVEDA Project  
Nucl. Mater. Energy, 9 (2016), 278-285.  
E. Wakai, T. Kanemura, H. Kondo, Y. Hirakawa, Y. Ito, H. Serizawa, Y. Kawahito, T. Higashi, A. Suzuki, S. Fukuda, K. Furuya, K. Esaki, J. Yagi, T. Itoh, S. Niitsuma, S. Yoshihashi-Suzuki, K. Watanabe, T. Furukawa, F. Groeschel, G. Micciche, S. Manorri, P. Favuzza, F. S. Nitti, R. Heidinger, T. Terai, H. Horiike, M. Sugimoto, S. Ohira and J. Kanaster
- (7) Influence of Friction Stir Welding Conditions on Joinability of Oxide Dispersion Strengthened Steel / F82H Ferritic/Martensitic Steel Joint  
Nucl. Mater. Energy, 9 (2016), 367-371.  
H. Serizawa, M. Murakami, Y. Morisada, H. Fujii, S. Nogami, T. Nagasaka and H. Tanigawa
- (8) Microstructure and Mechanical Property in Heat Affected Zone (HAZ) in F82H Jointed with SUS316L by Fiber Laser Welding  
Nucl. Mater. Energy, 9 (2016), 300-305.  
S. Kano, A. Oba, H. L. Yang, Y. Matsukawa, Y. Satoh, H. Serizawa, H. Sakasegawa, H. Tanigawa and H. Abe

(2) 国際会議発表論文 (査読あり)

- (1) Development of Caulked Joint between Zircaloy and SiC/SiC Composite Tubes By Using Diode Laser  
Ceramic Engineering and Science Proc., Daytona Beach, USA, 37, 6 (2016.1.24-29), CD-ROM.  
H. Serizawa, M. Tsukamoto, Y. Asakura, J. S. Park, A. Kohyama, H. Motoki, D. Tanigawa and H. Kishimoto
- (2) Development of Line-Type Heat Source for Finger Type Penetration in MIG Welding  
Mathematical Modelling of Weld Phenomena, Graz, Austria, 11 (2015.9.27-30), 51-61.  
H. Serizawa, M. Yoshiyama and F. Miyasaka

(3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Prediction of Inherent Strain in Friction Stir Welding by Using A New Coupled Analysis of MPS and FEM  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 368-371.  
H. Serizawa, T. Hayami and F. Miyasaka

(7) 国際会議発表

- (1) Dissimilar-Metals Bonding between NIFS-HEAT-2 Vanadium Alloy and Hastelloy X Nickel Alloy by Controlling Intermetallics  
22nd Topical Meeting on the Technology of Fusion Energy (TOFE2016), Philadelphia, USA (2016.8.22-25)  
H. Y. Fu, T. Nagasaka, T. Tanaka, A. Sagara, H. Serizawa and Y. Satou
- (2) Deformation of Dissimilar-Metals Joint between F82H and 316L in Impact Tests after Neutron Irradiation  
29th Symp. on Fusion Technology (SOFT2016), Prague, Czech Republic (2016.9.5-9)  
H. Y. Fu, T. Nagasaka, M. Yamazaki, T. Toyama, W. H. Guan, S. Nogami, H. Serizawa and H. Tanigawa
- (3) Computational Prediction of Groove Shrinkage in Multi-pass Circumferential Welding of Thick-walled Pipes with Narrow Gap  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
H. Serizawa, R. Doi and H. Murakawa
- (4) Fracture Mechanics Analysis System to Evaluate Failure Mode of Spot Welded Joint  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
T. Ishizaki, H. Okada, Y. Yusa, K. Chiba, H. Murakawa, H. Serizawa, M. Shibahara and S. Tanaka
- (5) Correlation between Microstructure and Nano-Indentation Hardness in HAZ Region of F82H Steel Jointed with SUS316L by Fiber Laser Welding Before/after PWHT  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Kano, H. Yang, H. Abe and H. Serizawa

- (6) Effect of Friction Stir Welding Conditions on Joinability of Butt ODS/F82H Joint  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
H. Serizawa, M. Murakami, Y. Morisada, H. Fujii, T. Nagasaka and H. Tanigawa
- (7) Development of Dissimilar-Metals Joint of Oxide-Dispersion-Strengthened (ODS) and Non-ODS Reduced-Activation Ferritic Steels  
26th IAEA Fusion Energy Conf., Kyoto, Japan (2016.10.17-22)  
T. Nagasaka, H. Y. Fu, T. Muroga, W. H. Guan, S. Nogami, H. Serizawa, A. Hasegawa, A. Kimura, S. Ukai, T. Tanaka and A. Sagara
- (8) Finite Element Analysis of Groove Shrinkage in Multi-pass Circumferential Welding with Narrow Gap  
Materials Science & Technology 2016 (MS&T 2016), Salt Lake City, USA (2016.10.24-27)  
H. Serizawa, Y. Doi and H. Murakawa
- (9) Numerical Analysis of Inhomogeneous Behavior in Friction Stir Processing By Using A New Coupled Method of MPS and FEM  
The 41st International Conference on Advanced Ceramics & Composites, Daytona Beach, FL, USA, (2017.1.22-27)  
H. Serizawa and F. Miyasaka

(8) 国内学会発表

- (1) 摩擦攪拌接合法による低放射化フェライト鋼異材接合体作製に関する基礎的検討  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
芹澤 久, 村上 雅一, 森貞 好昭, 藤井 英俊, 野上 修平, 長坂 卓也, 谷川 博康
- (2) シャルピー衝撃試験と有限要素法解析による F82H 鋼-316鋼異材継手の接合特性評価  
第11回核融合エネルギー連合講演会, 福岡 (2016.7.14-15)  
付 海英, 長坂 琢也, 山崎 正徳, 外山 健, 管 文海, 野上 修平, 芹澤 久, 谷川 博康
- (3) 厚肉円管の狭開先多層盛り突合せ溶接時の開先変形予測解析  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
芹澤 久, 土井 良介, 村川 英一
- (4) 実構造物への展開を目指した溶接変形予測技術の検証 - ラウンドロビンの概要 -  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
村川 英一, 芹澤 久, 柴原 正和, 津村 秀一, 中谷 光良, 山田 順也, 永木 勇人,  
中谷 裕二郎, 只野 智史, 上谷 佳祐, 鷹羽 新二, 麻 寧緒, 福本 学, 成田 忍
- (5) 実構造物への展開を目指した溶接変形予測技術の検証 - 多層溶接試験の方法および実験結果 -  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
山田 順也, 中谷 光良, 永木 勇人, 村川 英一, 芹澤 久, 柴原 正和, 津村 秀一,  
中谷 祐二郎, 只野 智史, 上谷 佳祐, 鷹羽 新二, 麻 寧緒, 福本 学, 成田 忍
- (6) 実構造物への展開を目指した溶接変形予測技術の検証 - 多層溶接試験の FEM 解析モデルと計算方法 -  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
中谷 祐二郎, 只野 智史, 村川 英一, 芹澤 久, 柴原 正和, 津村 秀一, 永木 勇人,  
中谷 光良, 山田 順也, 上谷 佳祐, 鷹羽 新二, 麻 寧緒, 福本 学, 成田 忍"

- (7) 実構造物への展開を目指した溶接変形予測技術の検証 - 多層溶接試験の FEM 解析ラウンドロビン -  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 永木 勇人, 中谷 光良, 山田 順也, 村川 英一, 柴原 正和, 芹澤 久, 津村 秀一,  
 中谷 祐二郎, 只野 智史, 上谷 佳祐, 鷹羽 新二, 麻 寧緒, 福本 学, 成田 忍
- (8) 実構造物への展開を目指した溶接変形予測技術の検証 - ラウンドロビン成果に基づく解析指針 -  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 中谷 光良, 山田 順也, 村川 英一, 芹澤 久, 柴原 正和, 津村 秀一, 永木 勇人,  
 中谷 祐二郎, 只野 智史, 上谷 佳祐, 鷹羽 新二, 麻 寧緒, 福本 学, 成田 忍
- (9) 新 MPS-FEM 連成解析による摩擦攪拌接合時の固有ひずみ予測法  
 (公社) 日本金属学会 2016年秋期大会, 大阪 (2016.9.21-23)  
 芹澤 久, 速水 拓, 宮坂 史和
- (10) 中性子照射した低放射化フェライト鋼-316L ステンレス鋼異材接合材の衝撃特性と変形挙動  
 第33回プラズマ核融合学会, 仙台 (2016.11.29-12.2)  
 長坂 琢也, 付 海英, 山崎 正徳, 外山 健, 管 文海, 野上 修平, 芹澤 久, 谷川 博康
- (11) ジルカロイ - SiC/SiC 接合体作製時のチタン微粉末封入法に関する検討  
 (公社) 日本金属学会 2017年春期大会, 東京 (2017.3.15-17)  
 芹澤 久, 朝倉 勇貴, 元木 裕崇, 谷川 大地, 塚本 雅裕, 朴 峻秀, 岸本 弘立, 香山 晃
- (12) 核融合炉用低放射化フェライト鋼 F82H と316L ステンレス鋼の異材接合材の試作と中性子照射後の機械的特性評価  
 (公社) 日本金属学会 2017年春期大会, 東京 (2017.3.15-17)  
 長坂 琢也, 付 海英, 山崎 正徳, 外山 健, 管 文海, 野上 修平, 芹澤 久, 谷川 博康
- (13) Dissimilar-Metals Bonding for Oxide-Dispersion-Strengthened Steels  
 (一社) 日本原子力学会 2017年春の年会, 神奈川 (2017.3.27-29)  
 T. Nagasaka, H. Y. Fu, W. H. Guan, S. Nogami, H. Serizawa, A. Hasegawa, A. Kimura,  
 S. Ukai, T. Tanaka, T. Muroga and A. Sagara
- (9) 国際会議講演
- (1) Development of Joining Method between Zircaloy and SiC/SiC Composite Tubes By Using Diode Laser  
 9th International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC'2016), Graz, Austria (2016.5.29-6.3)  
 H. Serizawa, Y. Asakura, H. Motoki, D. Tanigawa, M. Tsukamoto, J. S. Park, H. Kishimoto and A. Kohyama
- (2) Effect of Loading on Stress Distribution in Welded Joint with Low-transformation-temperature Welding Wire  
 Symposium on the Research Activities of Joint Usage / Research Center on Joining and Welding, Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
 Y. Mikami, K. Tanigawa, H. Serizawa and M. Mochizuhki

(15) 受賞

- (1) 接合科学共同利用・共同研究研究賞  
大阪大学接合科学研究所 (2016.09.26)  
叶野 翔, 阿部 弘亨, 芹澤 久

(17) 外部資金

(単位:千円)

民間等との共同研究

- |     |   |    |   |       |
|-----|---|----|---|-------|
| (1) | 先進溶接技術を用いた低放射化フェライト<br>鋼溶接継手の変形挙動予測     | 芹澤 | 久 | 975   |
| (2) | 大強度核破砕中性子源高出力化用水銀標的<br>容器に関する溶接方法の基礎的研究 | 芹澤 | 久 | 3,000 |
| (3) | スポット溶接シミュレーション手法の確立                     | 芹澤 | 久 | 740   |
| (4) | 車体部品の溶接継ぎ手部の最適化技術の開発                    | 芹澤 | 久 | 1,688 |

受託研究

- |     |  |    |   |       |
|-----|--|----|---|-------|
| (1) | SiC/SiC 燃料被覆管のアッセンブリ技術開発<br>アッセンブリ評価技術、SiC/SiC 燃料被覆管の<br>耐環境性影響評価 冷却材共存性評価 | 芹澤 | 久 | 1,950 |
|-----|--|----|---|-------|

奨学寄付金

- |     |  |    |   |       |
|-----|--|----|---|-------|
| (1) |  | 芹澤 | 久 | 1,000 |
|-----|--|----|---|-------|

4.8 教育

氏名：芹澤 久

(1) 大学院等講義科目

- |     |          |             |
|-----|----------|-------------|
| (1) | 全学共通教育   | 基礎セミナー      |
| (2) | 全学共通教育   | 先端教養科目      |
| (3) | 地球総合工学科  | 海洋工学実験      |
| (4) | 地球総合工学科  | 基礎構造解析学     |
| (5) | 地球総合工学専攻 | 船舶海洋工学ゼミナール |
| (6) | 地球総合工学専攻 | 船舶海洋工学ゼミナール |
| (7) | 地球総合工学専攻 | 弾塑性学        |

(4) 修士論文

- (1) 地球総合工学専攻, 村上 雅一 Study on joining process for dissimilar joint of low activation ferritic steels

(5) 卒業論文

- (1) 地球総合工学科, 小倉 啓嵩 バナジウム合金とステンレス鋼の異材接合技術開発に関する基礎研究
- (2) 地球総合工学科, 上村 健人 先進パルスレーザーによる CFRP 加工技術に関する基礎研究
- (3) 地球総合工学科, 佐藤 真悟 MIG 溶接によるアルミニウム合金瀬切り継手作製時の溶け込み形状予測法の開発
- (4) 地球総合工学科, 南 達朗 摩擦攪拌接合時の発熱現象に及ぼすツール押込み深さに関する基礎研究

4.9 社会貢献

氏名：芹澤 久

(1) 学会役員

- (1) (一社) 日本溶接協会 溶接情報センター運営委員会委員長
- (2) (一社) 日本溶接協会 溶接情報センター運営委員会システム検討委員会委員長
- (3) (一社) 日本溶接協会 溶接情報センター委員会委員
- (4) (一社) 日本溶接協会 試験問題 DB 検討ワーキング委員
- (5) (一社) 日本溶接協会 出版委員会委員
- (6) (一社) 日本溶接協会 広報ワーキング委員
- (7) (一社) 日本溶接協会 広報ワーキング委員 コミック制作グループ リーダー
- (8) (一社) 日本溶接協会 溶接技術者交流会運営グループ委員
- (9) (一社) 日本溶接協会 学識会員
- (10) (一社) 溶接学会 溶接構造研究委員会幹事
- (11) (一社) 溶接学会 軽構造接合加工研究委員会委員長
- (12) (一社) 溶接学会 溶接情報化委員会副委員長

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- |     |                    |  |
|-----|--------------------|--|
| (1) | (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議 | 日本溶接会議第10委員会委員                         |
| (2) | (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議 | 日本溶接会議第3委員会委員長                         |
| (3) | (公財) スズキ財団         | 審査委員                                   |
| (4) | (国研) 量子科学技術研究開発機構  | 平成27年度核融合炉工学研究委員会原型炉・プラ<br>ンケット専門部会委員  |
| (5) | (独) 日本学術振興会        | 第133委員会委員                              |
| (6) | 核融合科学研究所           | 共同研究員                                  |
| (7) | 関西原子力懇談会           | 原子力構造物の高経年化に関わる維持技術の高度<br>化に関する調査委員会委員 |

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成28年度共同研究員と研究テーマ

氏名：芹澤 久

- |     |                          |       |  |
|-----|--------------------------|-------|--|
| (1) | 室蘭工業大学環境・エネルギーシステム材料研究機構 | 朝倉 勇貴 | レーザー溶接によるセラミック-金属材料の接合に関する研究開発         |
| (2) | 室蘭工業大学もの創造系領域            | 岸本 弘立 | レーザー溶接によるセラミック-金属材料の接合に関する研究開発         |
| (3) | 室蘭工業大学環境・エネルギーシステム材料研究機構 | 神田 千智 | レーザー溶接によるセラミック-金属材料の接合に関する研究開発         |
| (4) | 室蘭工業大学環境・エネルギーシステム材料研究機構 | 朴 峻秀  | レーザー溶接によるセラミック-金属材料の接合に関する研究開発         |
| (5) | 室蘭工業大学                   | 中里 直史 | レーザー溶接によるセラミック-金属材料の接合に関する研究開発         |
| (6) | 東京大学大学院工学系研究科<br>原子力国際専攻 | 叶野 翔  | 核融合炉構造材料の継手微細組織評価                      |
| (7) | 東京大学大学院<br>工学系研究科原子力国際専攻 | 阿部 弘亨 | 核融合炉構造材料の継手微細組織評価                      |
| (8) | 広島大学大学院工学研究院             | 田中 智行 | 建造から品質・安全性・寿命まで評価可能な四次元可視化 CAE システムの開発 |
| (9) | 東京理科大学理工学部<br>機械工学科      | 岡田 裕  | 建造から品質・安全性・寿命まで評価可能な四次元可視化 CAE システムの開発 |

- |      |                                    |       |   |
|------|------------------------------------|-------|---|
| (10) | 東京理科大学理工学部<br>機械工学科                | 遊佐 泰紀 | 建造から品質・安全性・寿命まで評価可能な四次元可視化C A Eシステムの開発      |
| (11) | 大阪大学大学院工学研究科<br>ビジネスエンジニアリング<br>専攻 | 森 裕章  | 低放射化フェライト鋼とオーステナイト系ステンレス鋼の異材レーザー溶接に関する基礎的検討 |
| (12) | 大阪大学大学院工学研究科                       | 三上 欣希 | 溶接部の微視組織形態のダイレクトモデリング手法に関する検討               |

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

(1)                    合 計                    8

## 接合評価研究部門 接合構造化評価学分野

### 4.1 研究概要

産業のグローバル化に対応した革新的なものづくりを実現するには、材料の機能・特性を活かせるように構造化し、供用下において高い信頼性を発現・維持できるように継手設計を行うことが重要である。本研究分野は、溶接・接合で組み立てられる構造物や工業製品の耐破壊安全性評価を担い、材料強度/継手強度から構造全体の健全性を評価できる手法を構築することを目指した教育研究を行う。研究の特徴は、ローカルアプローチによる損傷・破壊評価にあり、これによって小型破壊靱性試験片と大型構造要素の強度・性能を結びつけ、供用下で生じうる損傷やキズの許容限界を設計段階で提示できる手法を具現化する。研究成果は、国内規格・国際規格及びガイドラインの形で標準化し、一般社会に還元する。

### 4.2 研究課題

- 1) ワイブル応力を駆使した鋼構造の破壊安全性評価
- 2) 溶接構造物の供用適性評価手法の開発
- 3) 異材接合体の破壊靱性及び界面強度評価
- 4) 動的荷重下での破壊性能評価
- 5) 破壊靱性の拘束緩和補正手法の国際標準化

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. ワイブル応力を駆使した鋼構造の破壊安全性評価

大型溶接構造物として球形ガスホルダーを取り上げ、破壊評価へのワイブル応力クライテリオンの適用性について研究を実施した。得られた主な成果は次のようである。

溶接継手のワイブル応力は、その評価領域を破壊発生支配領域（本対象継手では粗粒熱影響部）に限定することで、残留応力の有無や欠陥の存在形態によらず、継手固有の破壊限界を与えるパラメータとなることを検証した。

偏心埋没亀裂のワイブル応力は板表面側よりも内部側の方が大きく、従来の破壊力学的知見とは逆の傾向にある。これには、従来の破壊力学では解明できなかった板表面部と内部の塑性拘束差が影響している。

球形ガスホルダーは内圧による2軸負荷を受けるが、表面亀裂や埋没き裂のワイブル応力には2軸負荷の影響は小さい（特に埋没き裂では無視できるほど小さい）。

溶接残留応力の影響は全面降伏以前の負荷レベルに限られ、引張残留応力によってワイブル応力が増加する。しかし、全面降伏以後は、残留応力は影響しない。

以上の特徴をふまえ、ISO 27306にならって、広幅溶接継手と破壊靱性試験片が同じワイブル応力を呈する等価CTOD比を、780MPa級高張力鋼球形ガスホルダーについて導いた。

開発された手法は、ガスホルダーのみならず一般溶接構造物の欠陥評価や必要破壊靱性値の合理的決定などに適用でき、鉄鋼利用分野の耐破壊安全設計の発展に資するところが大きい。

## 2. 溶接構造物の供用適性評価手法の開発

建築鉄骨構造の大地震下でのぜい性破壊性能の診断と破壊防止設計の手順として、2003年に発行された日本溶接協会(JWES)規格 WES 2808を780N/mm<sup>2</sup> 級鋼まで適用拡大し、溶接部も含めた破壊評価精度向上を図るべく、JWES 鉄鋼部会 LDF II 委員会にて国内共同研究を実施した。研究成果の骨子は次のようである。

予ひずみの強度への影響については、400～780N/mm<sup>2</sup> 級鋼で統一的な評価式を加工硬化の視点から提示できたが、動的負荷の影響は強度クラスに依存し、400～590N/mm<sup>2</sup> 級鋼と780N/mm<sup>2</sup> 級鋼で評価式を区別した。また、予ひずみ・動的負荷による破壊靱性の温度移行量は、鋼材強度レベルによらず同等と扱うことで安全側に評価できるようにした。

地震を経験した構造物が次の地震を受ける場合、先の地震負荷による予ひずみだけでなく時効の影響が考えられるが、予ひずみ+時効処理を行った鋼材の特性調査より、WES 2808の流動応力変化と破壊靱性の温度移行量の関係をほぼ適用できることを確認した。

柱はり接合部のワイブル応力は、広幅平板とほぼ同じであることを FEM 解析で確認し、ISO 27306で標準化された等価 CTOD 比 を、地震繰返し負荷による降伏比低下を考えて算定した。また、溶接金属の母材に対する強度比が0.9～1.5程度では、への強度ミスマッチの影響は問題とならないことを確認した。

WES2808の手法が溶接熱影響部に適用できるかどうかを検討するため、490N/mm<sup>2</sup> 級鋼の再現溶接熱影響部を用いて実験を行った。その結果、予ひずみによる強度変化は母材の手法で予測できること、また、靱性変化は HAZ と同強度レベルの鋼材(母材)とほぼ等しく、WES2808の手法が溶接熱影響部にほぼ適用できることを確認した。

シャルピー吸収エネルギーと限界 CTOD の相関を、鋼材厚さ毎に検討したが、厚さの影響は特に認められず、WES 2805の相関式をそのまま適用できることを確認した。

以上の成果を、ECF21国際会議で6報の連続論文として発表するとともに、南が委員会主査として WES 2805の改正ドラフトをとりまとめた。

## 3. 異材接合体の破壊靱性及び界面強度評価

機械的特性の異なる材料を組み合わせる異材接合は、船舶や圧力容器などの大型構造物に耐食性や耐熱性を付与することや、強度・剛性・延性をバランス良く組み合わせ、軽量で合理的な輸送機器を実現させるマルチマテリアル化に用いられ、社会基盤を支える科学技術として活用が期待されている。

異材接合部は接合領域の十分な強度が必要であるが、異材接合である故の強度ミスマッチは破壊靱性値に見かけの影響を及ぼすことが知られており、適切な靱性評価法を構築することが望まれている。本年度は、強度が著しく異なる鋼同士を接合した異種鋼板継手を対象とした実験と解析に取り組み、脆性破壊時の限界ワイブル応力は接合部の強度ミスマッチの影響を受けないことや、負荷速度によって靱性値に対する強度ミスマッチの影響度が異なることを明らかにした。これについて国内学会および国際会議で発表した。

## 4. 動的荷重下での破壊性能評価

構造物には基本条件としての静的な負荷だけでなく、地震による繰返し大変形を伴う動的負荷や、衝突などによる衝撃負荷が作用することがある。衝撃負荷では慣性力の影響が無視できず、静的な場合とは材料挙動が異なるため、そのことを考えて性能評価する必要がある。

本年度は、衝撃負荷を受けたシャルピー試験片に対する荷重応答を再現できる数値解析モデルの開発に取り組み、材料強度のひずみ速度依存性や塑性仕事による発熱と温度上昇を考慮した3次元弾塑性動的陽解法 FEM において試験片と打撃ストライカーの接触問題の解法に Hertz の接触理論を適用することで、計装化衝撃試験で計測した荷重応答と数値解析結果がよく一致することを示した。また、狭隘硬化部を有する高強度鋼レーザ・アークハイブリッド溶接部の衝撃特性評価の手法として、サイドグループ付き試験片で得られたシャルピー吸収エネルギーから V ノッチ標準試験片の吸収エネルギーを推定する方法を構築し、その有効性を明らかにした。このほか、シャルピー衝撃特性の評価法として、最弱リンク型破壊モデルを適用して下部棚温度域でのシャルピー衝撃試験結果から延性脆性遷移温度域のシャルピー吸収エネルギーの予測に取り組み、推定値が実験値とよく一致することを示した。

以上の成果を、査読付き学術論文 2 報と査読付き国際会議論文 1 報に発表した。

## 5. 破壊靱性の拘束緩和補正手法の国際標準化

ワイルド応力を破壊駆動力とする破壊評価手法の普及を図るため、代表的な構造要素について破壊靱性試験片と等価なワイルド応力を呈する CTOD レベルの比（等価 CTOD 比）を、き裂寸法・形状や材料の降伏比などの関数として標準化した手法を、2009年に国際規格 ISO 27306「Method of constraint loss correction of CTOD fracture toughness for fracture assessment of steel components」として誕生させた。この ISO 27306は、日本から発信した世界初の、鉄鋼材料に関する破壊評価国際規格である。ISO 27306は、発行5年を経過した2014年に定期見直し時期を迎え、各国の P メンバー投票の結果、そのまま ISO 規格として存続することが認められた。しかし、等価 CTOD 比の適用範囲拡大と評価の高精度化を図るため、日本から規格改正提案を行い、南がプロジェクトリーダーとして金属系材料研究開発センターに規格改正委員会を組織して規格改正作業を行ってきた。その成果をまとめた規格改正ドラフト ISO/DIS 27306は、2015年7月に ISO TC164委員会での P メンバー投票を通過し、2015年11月に改正最終ドラフト ISO/FDIS 27306として登録され、2016年5月に P メンバー投票を通過して、2016年9月に ISO 27306: Second edition として発行された。

### (2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、接合評価研究部門を構成する4分野の一つで、材料/継手強度の fracture transferability 解析を主体とする研究を通して、小型破壊靱性試験片と大型構造要素の強度・性能を結びつけ、供用下で生じる損傷やキズの許容限界を設計段階で提示できる手法の構築を目指している。研究成果は、論文として公開することに留まらず、国内規格・国際規格及びガイドラインの形で標準化し、一般社会に還元することを基本方針としている。

平成28年度は査読付き研究論文4件、査読付き国際会議発表論文9件が掲載されると共に、国際会議発表10件、国内学会発表19件、国際会議講演7件（内招待講演5件）、国内会議講演3件を行った。また、解説・総説1件、著書1件、国際会議資料10件、規準・規格等の作成6件があった。

国際会議では、平成28年度に国際溶接学会 (IIW) の第10委員会 Chair、Thermec 国際会議の Scientific Committee Member、第21回欧州破壊国際会議 (ECG21) の International Advisory Board、Track Director、International Symposium on Notch Fracture の International Advisory Board、第6回 EAST-WJ シンポジウムの Vice Chairman など、21の委員を本研究分野で請け負った。

海外からの研究者受入では、カナダのウエスタンオンタリオ大学から准教授を JSPS 外国人招へい研究員として受け入れた。

また、平成28年度の外部資金の受入は、共同研究6件、受託研究1件、奨学寄付金6件の合計8

件で、受入合計金額は14,739千円であった。

#### 4.4 教育に対する自己評価

本研究分野は、工学研究科マテリアル生産科学専攻生産科学コースの協力講座として、構造化デザイン講座構造化評価学領域を兼任し、大学院生及び学部の教育研究を行っている。

平成28年度は、大学院博士後期課程において構造化設計・評価学特論、前期課程において構造化評価学など9科目の講義、応用理工学科生産科学科目において構造化メカニクスなど7科目の講義を担当するとともに、応用理工学科の導入科目の応用理工学序論Ⅱ、及び全学共通教育の先端教養科目を担当した。構造化評価学と構造化メカニクスⅡでは、それぞれ100頁を越える独自のテキストを作成し、講義で活用した。

平成28年度の指導学生・研究員は、博士後期課程学生4名（うち社会人2名）、後期課程に係る特任研究員1名、前期課程学生11名及び学部学生5名で、博士論文2件（主査）、修士論文5件、卒業論文4件を指導した。博士後期課程への受入では、社会人1名が平成30年度入学試験に合格した。学生との共著論文は、後期課程学生との査読付き研究論文1件、国際会議論文2件であった。学生による学会発表は、国際会議発表2件、国内学会発表14件があった。

また、IWE（国際溶接技術者）コースの実施責任者としてコースを運営し、IIW 指針(IAB- 252r 3-16)に準拠してコース実施要領書の2回目の改正を行った。平成28年度のIWE 取得者は、8期生6名と過年度生2名の合計8名であった。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

平成28年度の本研究分野の学会および公益法人での役員・委員数は69件であった（非公開のものを除く）。国際学会では、国際溶接学会（IIW）において理事、Technical Management Board メンバー、第10委員会委員長、国際標準化機構（ISO）TC164委員会においてISO 27306改正プロジェクト主査などを務め、国際社会への我が国の研究アクティビティの発信に努めた。

一方、国内の学・協会では、溶接学会において理事・会長、日本溶接協会において理事、学識会員、化学機械溶接研究委員会委員長、出版委員会委員長、溶接作業指導者運営委員会委員長、国際活動委員会副委員長、鉄鋼部会技術委員会幹事、LDF II 委員会主査、溶接管理技術者評価委員会幹事、試験小委員会副委員長、日本溶接会議（JIW）において副理事長及び第10委員会委員長などの要職を務めた。また、公益法人への貢献では、金属系材料研究開発センター（JRMC）においてISO 27306サーベイランス対応委員会委員長、溶接接合工学振興会において常務理事及びセミナー企画幹事などを務めた。

学術誌編集では、Welding in the World の編集理事、Engineering Fracture Mechanics の Editorial advisory board を担当するとともに、溶接学会論文集、雑誌「溶接技術」などの国内外紙の編集委員・査読主査を担当した。

社会への情報発信は、国際溶接学会（IIW）のパンフレットに3件、雑誌「溶接技術」に6件、新聞「溶接ニュース」に10件など、合計27件であった。社会人教育では、溶接学会の夏季大学講師を務めた。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

平成28年度は、国内から共同研究員15名を受け入れた。研究成果として、共同研究員との共著による査読付き学術論文を2報、査読付き国際学会発表論文を4報発表した。共同研究員との共著の国内会議発表は15件である。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Brittle Fracture Assessment of Embedded Flaw in Heat Affected Zone Based on Weibull Stress Criterion  
Weld. World, 60, 5 (2016), 837-846.  
Y. Seko, Y. Imai, M. Mitsuya, N. Oguchi and F. Minami
- (2) Revision of ISO 27306 for CTOD Toughness Correction for Constraint Loss  
Mater. Sci. Forum, 879 (2017), 54-59.  
F. Minami, M. Ohata and Y. Takashima
- (3) Evaluation of Charpy Impact Toughness Using Side-Grooved Specimen for Hybrid Laser-Arc Welds of Ultra-High-Strength Steel  
Weld. World, 60, 6 (2016), 1191-1199.  
Y. Takashima, M. Ohata, K. Inose, H. Yamaoka, Y. Nakanishi and F. Minami
- (4) Three-Dimensional Dynamic Explicit Finite Element Analysis of Charpy Impact Test  
Mater. Sci. Forum, 879 (2017), 1905-1910.  
Y. Takashima, T. Handa and F. Minami

##### (2) 国際会議発表論文 (査読あり)

- (1) Effects of Crack Configuration and Residual Stress on Fracture Driving Force for Welded Joint with Embedded Flaw  
Structural Integrity Procedia (21st European Conf. on Fracture), Catania, Italy, 2 (2016.6.20-25), 1708-1715.  
Y. Seko, Y. Imai, M. Mitsuya, N. Oguchi and F. Minami
- (2) WES 2808 for Brittle Fracture Assessment of Steel Components under Seismic Conditions-Part I: Fracture Assessment Procedure  
Structural Integrity Procedia (21st European Conf. on Fracture), Catania, Italy, 2 (2016.6.20-25), 1561-1568.  
F. Minami, M. Ohata, Y. Takashima, H. Shimanuki, Y. Shimada, T. Suzuki, S. Igi, T. Ishii, M. Kinefuchi, T. Yamaguchi, T. Nakagomi and Y. Hagihara
- (3) WES 2808 for Brittle Fracture Assessment of Steel Components under Seismic Conditions-Part II: Change in Mechanical Properties of Structural Steels by Pre-strain and Dynamic Loading  
Structural Integrity Procedia (21st European Conf. on Fracture), Catania, Italy, 2 (2016.6.20-25), 1593-1600.  
Y. Shimada, H. Shimanuki, S. Igi and F. Minami
- (4) WES 2808 for Brittle Fracture Assessment of Steel Components under Seismic Conditions-Part III: Change in CTOD Fracture Toughness of Sstructural Ssteels by Pre-strain and Dynamic Loading  
Structural Integrity Procedia (21st European Conf. on Fracture), Catania, Italy, 2 (2016.6.20-25), 1601-1609.  
S. Igi, Y. Shimada, M. Kinefuchi and F. Minami

- (5) WES 2808 for Brittle Fracture Assessment of Steel Components under Seismic Conditions-Part IV: Change in Mechanical Properties and Fracture Toughness of Steel Weld HAZ by Pre-strain  
Structural Integrity Procedia (21st European Conf. on Fracture), Catania, Italy, 2 (2016.6.20-25), 1627-1634.  
T. Yamaguchi, M. Kinefuchi, S. Igi, Y. Shimada, Y. Takashima and F. Minami
- (6) WES 2808 for Brittle Fracture Assessment of Steel Components under Seismic Conditions-Part V: Equivalent CTOD Ratio for Correction of Constraint Loss in Beam-to-Column Connections  
Structural Integrity Procedia (21st European Conf. on Fracture), Catania, Italy, 2 (2016.6.20-25), 1635-1642.  
M. Ohata, Y. Takashima and F. Minami
- (7) WES 2808 for Brittle Fracture Assessment of Steel Components under Seismic Conditions-Part VI: Application of WES 2808 to Beam-to-Column Connections  
Structural Integrity Procedia (21st European Conf. on Fracture), Catania, Italy, 2 (2016.6.20-25), 1585-1592.  
Y. Takashima, M. Ohata, T. Ishii, Y. Hagihara and F. Minami
- (8) Observation of Micro-Cracks Beneath Fracture Surface during Dynamic Crack Propagation  
Int. Symp. on Notch Fracture, Cantabria, Spain (2017.3.29-31), 82-87.  
Y. Takashima, T. Kawabata, S. Yamada and F. Minami
- (9) Probabilistic Model for Notch Toughness Evaluation in Ductile-To-Brittle Fracture Transition Temperature Range  
Int. Symp. on Notch Fracture, Cantabria, Spain (2017.3.29-31), 237-242.  
Y. Takashima and F. Minami
- (7) 国際会議発表
- (1) Damage Model for Predicting Large Pre-Strain Effect on Ductile Crack Growth Resistance  
69th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Melbourne, Australia (2016.7.10-13)  
M. Ohata, H. Shoji, N. Kotsuji, T. Kato, H. Tanigawa and F. Minami
- (2) Review of Commission X Meeting, 2015-2016  
69th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Melbourne, Australia (2016.7.10-13)  
F. Minami
- (3) Review of Commission X Meeting, 2016 IIW Melbourne  
Intermediate meeting of IIW Commission X, TWI, UK, Cambridge, UK (2017.3.27-28)  
F. Minami
- (4) Dynamic Analysis of Stress Fields for Charpy Specimen of Welded Joints  
The 6th East Asia Symp. on Technology of Welding and Joining, Incheon, Korea (2016.9.8-9)  
Y. Takashima and F. Minami
- (5) Dynamic Explicit Finite Element Analysis of Near-Crack Tip Stress Field with Inertial Effect  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Yamada, Y. Takashima and F. Minami

- (6) Influence of Loading Rate on Transition Time for V-notched Charpy Specimen  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
Y. Takashima and F. Minami
- (7) Significance of Strength Mismatch Effects on Charpy Absorbed Energy and CTOD Fracture Toughness  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
Y. Ito, Y. Takashima and F. Minami
- (8) Numerical Study on Charpy Impact Properties of Welded Joints  
C-X intermediate meeting, Cambridge, UK (2017.3.27-28)  
Y. Takashima and F. Minami
- (9) Observation of Micro-Cracks Beneath Fracture Surface during Dynamic Crack Propagation  
Int. Symp. on Notch Fracture, Santander, Spain (2017.3.29-31)  
Y. Takashima, T. Kawabata, S. Yamada and F. Minami
- (10) Probabilistic Model for Notch Toughness Evaluation in Ductile-To-Brittle Fracture Transition Temperature Range  
Int. Symp. on Notch Fracture, Santander, Spain (2017.3.29-31)  
Y. Takashima and F. Minami
- (8) 国内学会発表
- (1) へき開破壊限界に及ぼす上部ベイナイトの微視組織特性の影響の予測手法  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
高橋 良輔, ト シヨウ, 大畑 充, 南 二三吉, 粟飯原 周二
- (2) 延性損傷限界に及ぼす組合せ応力場の影響予測のための数理損傷モデルの提案  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
多谷 大輔, 庄司 博人, 大畑 充, 南 二三吉, 今井 康人, 坂上 貴士
- (3) 高強度鋼スポット溶接部の破壊靱性試験  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
大畑 充, 田垣 文乃, 高橋 準也, 南 二三吉, 貞末 照輝, 伊木 聡, 池田 倫正
- (4) 高強度鋼レーザ溶接部の破壊試験における FPD 挙動  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
廣田 佳, 多谷 大輔, 庄司 博人, 南 二三吉, 大畑 充, 半田 恒久, 猪瀬 幸太郎
- (5) 損傷モデルによる予歪劣化材の延性き裂発生・進展抵抗の予測  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
小辻 成美, 山田 卓, 庄司 博人, 大畑 充, 南 二三吉, 加藤 太一郎, 谷川 博康
- (6) 二相鋼の延性き裂成長抵抗に及ぼすメゾ・マクロ材料特性の影響  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
庄司 博人, 南 二三吉, 大畑 充

- (7) 二相鋼の強度・延性破壊抵抗に及ぼす微視組織特性の影響予測  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
日野 慶一, 庄司 博人, 南 二三吉, 松野 崇, 大畑 充
- (8) 微小試験片による破壊靱性評価のあり方とその妥当性検証  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
高橋 準也, 大畑 充, 南 二三吉, 貞末 照輝, 伊木 聡, 池田 倫正
- (9) エレクトロスラッグ溶接部の脆性破壊強度に及ぼす組立溶接の影響  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
高嶋 康人, 石井 匠, 木下 智裕, 大森 章夫, 南 二三吉
- (10) き裂材の動的応力場に対する慣性効果の動的陽解法 FEM による基礎検討  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
山田 卓, 高嶋 康人, 南 二三吉
- (11) 強度ミスマッチのシャルピー吸収エネルギーと破壊靱性値への影響度解析  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
伊藤 勇佑, 高嶋 康人, 南 二三吉
- (12) シャルピー衝撃試験の3次元弾塑性動的陽解法解析  
(一社) 溶接学会 第215回 溶接構造研究委員会, 大阪 (2016.7.8)  
高嶋 康人, 南 二三吉
- (13) サブサイズシャルピー試験片の切欠き応力場の3次元有限要素解析  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
高嶋 康人, 廣畑 幹人, 南 二三吉
- (14) ワイブル応力を用いた強度急変部を有する接合部の脆性破壊限界評価  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
伊藤 勇佑, 高嶋 康人, 半田 恒久, 伊木 聡, 大井 健次, 南 二三吉
- (15) 火災を受けた橋梁用鋼材のシャルピー吸収エネルギーに及ぼす試験片寸法の影響  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
廣畑 幹人, 高嶋 康人, 南 二三吉
- (16) 梁部材の延性破壊性能に対する板厚方向の強度傾斜の影響  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
野路 草太, 高嶋 康人, 石井 匠, 木下 智裕, 中島 孝一, 南 二三吉
- (17) 脆性き裂伝播時に発生するマイクロクラックの挙動観察  
(一社) 日本鉄鋼協会 第172回 秋季講演大会, 大阪 (2016.9.21-23)  
高嶋 康人, 川畑 友弥, 山田 卓, 南 二三吉
- (18) サブサイズシャルピー試験片の切欠き応力場解析と脆性破壊発生点の観察  
日本材料学会関西支部 第11回若手シンポジウム, 滋賀 (2016.12.16-17)  
野路 草太, 高嶋 康人, 南 二三吉
- (19) シャルピー吸収エネルギーと静的破壊靱性値に及ぼす強度ミスマッチの影響に関する数値解析的検討  
日本材料学会関西支部 第11回若手シンポジウム, 滋賀 (2016.12.16-17)  
伊藤 勇佑, 高嶋 康人, 南 二三吉

(9) 国際会議講演

- (1) Revision of ISO 27306 for CTOD Toughness Correction for Constraint Loss  
9th International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC'2016), Graz, Austria (2016.5.29-6.3)  
F. Minami, M. Ohata and Y. Takashima
- (2) Fracture Assessment Standards Developed in JWES  
Study Group RES meeting at 69th Annual Assembly of IIW, Melbourne, Australia (2016.7.12)  
F. Minami
- (3) Activities of Japan Welding Society  
10th International Conference on Trends in Welding Research & 9th International Welding Symposium of Japan Welding Society (9WS), Tokyo (2016.10.11-14)  
F. Minami
- (4) Opening Speech  
10th International Conference on Trends in Welding Research & 9th International Welding Symposium of Japan Welding Society (9WS), Tokyo (2016.10.11-14)  
F. Minami
- (5) Welding Mechanics and Fracture Assessment  
10th International Conference on Trends in Welding Research & 9th International Welding Symposium of Japan Welding Society (9WS), Tokyo (2016.10.11-14)  
F. Minami
- (6) Three-Dimensional Dynamic Explicit Finite Element Analysis of Charpy Impact Test  
9th International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC'2016), Graz, Austria (2016.5.29-6.3)  
Y. Takashima, T. Handa and F. Minami
- (7) Characteristic of Charpy Absorbed Energy for Steel Bridge Member with Fire Damage  
Symposium on the Research Activities of Joint Usage / Research Center on Joining and Welding, Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
M. Hirohata, Y. Takashima and F. Minami

(10) 国内会議講演

- (1) 脆性・延性破壊評価へのローカルアプローチ  
原子力研究委員会 SPN-II 小委員会, 東京 (2016.5.24)  
南 二三吉
- (2) 新しい破壊力学を駆使した構造破壊性能評価とその標準化  
第13回産学連携シンポジウム, 大阪 (2016.5.25)  
南 二三吉, 高嶋 康人
- (3) 溶接力学 I-2 溶接継手の強度力学  
平成28年度溶接学会夏季大学, 大阪 (2016.7.25-27)  
南 二三吉

(11) 解説・総説

- (1) 溶接力学 I-2 溶接継手の強度力学  
平成28年度溶接工学夏季大学教材 (2016), 135-188.  
南 二三吉

(12) 著 書

- (1) WRC Bulletin 566, Guidelines for Repair Welding of Pressure Equipment in Refineries and Chemical Plants  
Welding Research Council, Inc., (2016), 共同編集、分担執筆  
F. Minami and E. Al

(14) その他資料

- (1) Agenda of Commission X Intermediate Meeting in Istanbul, April 2016  
Intermedite meeting of IIW Commission X (2015), IIW Doc. X-1832-15.  
F. Minami
- (2) Agenda of Commission X Intermediate Meeting, Istanbul, Turkey  
Web of IIW Commission X (2016), IIW Doc. X-1832-16.  
F. Minami
- (3) Minutes of Commission X Intermediate Meeting in Istanbul, April 2016  
Web of IIW Commission X (2016), IIW Doc. X-1840-15.  
M. Ohata and F. Minami
- (4) Agenda of Commission X Meeting, IIW 2016 Annual Meeting in Melbourne, Australia  
Web of IIW Commission X (2016), IIW Doc. X-1842-16.  
F. Minami
- (5) List of Documents of Commission X Meeting, IIW 2016 Annual Meeting in Melbourne, Australia  
Web of IIW Commission X (2016), IIW Doc. X-1841-16.  
F. Minami
- (6) Review of C-X Meeting in Helsinki 2015 and Intermediate Meeting in Istanbul 2016  
Web of IIW Commission X (2016), IIW Doc. X-1843-16.  
F. Minami
- (7) Minutes of Commission X Meeting, IIW 2016 Annual Meeting in Melbourne, Australia  
Web of IIW Commission X (2016), IIW Doc. X-1858-15.  
F. Minami and M. Ohata
- (8) IIW2016第 X 委員会出席報告  
溶接学会誌, 85, 8 (2016), 770-771.  
南 二三吉, 大畑 充
- (9) Agenda of Commission X Intermediate Meeting, TWI, UK  
Web of IIW Commission X (2017), IIW Doc. X-1859-17.  
F. Minami

(10) Review of C-X Meeting in Melbourne 2016  
 Web of IIW Commission X (2017), IIW Doc. X-1860-17.  
 F. Minami

(16) 規準・規格等の作成

- (1) WES 8103: 溶接管理技術者認証基準  
 (一社) 日本溶接協会  
 南 二三吉
- (2) ISO/FDIS 27306: Method of Constraint Loss Correction of CTOD Fracture Toughness for Fracture Assessment of Steel Components  
 ISO TC 164  
 F. Minami, M. Ohata and Y. Takashima
- (3) ISO 27306: Method of Constraint Loss Correction of CTOD Fracture Toughness for Fracture Assessment of Steel Components (Second edition)  
 ISO TC 164  
 F. Minami, M. Ohata and Y. Takashima
- (4) JIS Z 3021: 溶接記号  
 日本規格協会  
 南 二三吉
- (5) WES 8107: 溶接作業指導者認証基準  
 (一社) 日本溶接協会  
 南 二三吉
- (6) WES 1108 : Standard test method for Crack-Tip Opening Displacement (CTOD) fracture toughness measurement  
 (一社) 日本溶接協会  
 南 二三吉

(17) 外部資金 (単位:千円)

民間等との共同研究

(1)	極低温用厚鋼板の溶接継手靱性に及ぼす 残留応力の影響解析	南 二三吉	1,000
(2)	高クロム耐熱鋼における冷間加工時の 破壊靱性評価	南 二三吉	1,080
(3)	鋼材および溶接技術の組み合わせによる 接合部の延性・脆性破壊防止技術	南 二三吉	1,944
(4)	シャルピー衝撃試験による破壊靱性値の 直接計測技術の開発	南 二三吉	1,944
(5)	高張力鋼溶接継手の脆性破壊評価に対する 塑性拘束補正に関する研究	南 二三吉	1,296

(6)	鋼の脆性き裂伝播挙動機構理解深化とLNG貯槽次世代材料設計指針提案	高嶋 康人	1,925
-----	-----------------------------------	-------	-------

受託研究

(1)	溶接構造部品の母材と溶接部に関する機械的特性の取得	南 二三吉	1,300
-----	---------------------------	-------	-------

奨学寄付金

(1)		南 二三吉	2,250
-----	--	-------	-------

(2)		高嶋 康人	3,000
-----	--	-------	-------

#### 4.8 教育

氏名：南 二三吉

(1) 大学院等講義科目

(1)	応用理工学科	応用理工学序論
(2)	応用理工学科生産科学科目	インターンシップ(生産)
(3)	応用理工学科生産科学科目	構造化メカニクス
(4)	応用理工学科生産科学科目	構造化メカニクス
(5)	応用理工学科生産科学科目	材料の強さ
(6)	応用理工学科生産科学科目	生産科学実験
(7)	応用理工学科生産科学科目	生産創成工学
(8)	応用理工学科生産科学科目	特別講義
(9)	工学研究科マテリアル生産科学専攻	インターンシップ
(10)	工学研究科マテリアル生産科学専攻	構造化設計・評価学特論
(11)	工学研究科マテリアル生産科学専攻	構造化設計学
(12)	工学研究科マテリアル生産科学専攻	構造化評価学
(13)	工学研究科マテリアル生産科学専攻	生産科学ゼミナール
(14)	工学研究科マテリアル生産科学専攻	生産科学創成工学
(15)	工学研究科マテリアル生産科学専攻	生産科学創成工学
(16)	工学研究科マテリアル生産科学専攻	生産科学特別講義

- (17) 工学研究科マテリアル生産科学専攻 先端構造評価論
- (18) 全学共通教育 先端教養科目
- (2) 博士論文 (主査)
- (1) マテリアル生産科学専攻, 庄司 博人 ローカルアプローチによる二相鋼の延性損傷評価手法の構築
- (2) マテリアル生産科学専攻, 瀬古 祐介 球形ガスホルダー溶接部の FFS 評価へのワイブル応力クライテリオンの適用
- (4) 修士論文
- (1) マテリアル生産科学専攻, 鈴木 礼士 鋼/アルミニウム合金摩擦接合継手の引張強度発現機構の解明
- (2) マテリアル生産科学専攻, 高橋 準也 微小試験片を用いた溶接部局所領域の破壊靱性評価手法の開発
- (3) マテリアル生産科学専攻, 多谷 大輔 組合せ応力場における延性き裂発生・進展特性評価のための延性損傷数値モデルの提案
- (4) マテリアル生産科学専攻, 日野 慶一 二相組織鋼の延性損傷シミュレーション手法の構築
- (5) マテリアル生産科学専攻, 山田 卓 マイクロクラック形成からみた脆性き裂伝播停止特性の一考察
- (5) 卒業論文
- (1) マテリアル生産科学専攻, 柴谷 徹也 微小試験片を用いた溶接部局所領域の強度・延性評価
- (2) マテリアル生産科学専攻, 須賀 亜里紗 脆性亀裂伝播停止特性に及ぼすシアリップ形成の影響の数値解析的検討
- (3) マテリアル生産科学専攻, 沼田 朝陽 摩擦攪拌点接合による鋼/アルミニウム合金重ね継手の引張せん断強度に関する検討
- (4) マテリアル生産科学専攻, 森 浩基 円周切欠き付ボルトのせん断延性破壊挙動の解明

#### 4.9 社会貢献

氏名：南 二三吉

##### (1) 学会役員

- (1) (一社) 日本溶接協会 AWF 対応小委員会委員
- (2) (一社) 日本溶接協会 IWP 小委員会委員長

- |      |             |                             |
|------|-------------|-----------------------------|
| (3)  | (一社) 日本溶接協会 | JIS Z 3001「溶接用語」改正素案作成拡大 WG |
| (4)  | (一社) 日本溶接協会 | WES 8103改正原案作成委員会委員         |
| (5)  | (一社) 日本溶接協会 | WES 8107改正原案作成委員会委員長        |
| (6)  | (一社) 日本溶接協会 | 化学機械溶接研究委員会 FFS 小委員会委員長     |
| (7)  | (一社) 日本溶接協会 | 理事                          |
| (8)  | (一社) 日本溶接協会 | 化学機械溶接研究委員会委員長              |
| (9)  | (一社) 日本溶接協会 | 化学機械溶接研究委員会運営 WG 顧問         |
| (10) | (一社) 日本溶接協会 | 化学機械溶接研究委員会幹事会主査            |
| (11) | (一社) 日本溶接協会 | 化学機械溶接研究委員会溶接補修 WG 顧問       |
| (12) | (一社) 日本溶接協会 | 学識会員                        |
| (13) | (一社) 日本溶接協会 | 国際活動委員会副委員長                 |
| (14) | (一社) 日本溶接協会 | 出版委員会委員長                    |
| (15) | (一社) 日本溶接協会 | 鉄鋼部会 CTE 委員会委員              |
| (16) | (一社) 日本溶接協会 | 鉄鋼部会 FTE 委員会 WG-C 委員        |
| (17) | (一社) 日本溶接協会 | 鉄鋼部会 LDF-II 委員会主査           |
| (18) | (一社) 日本溶接協会 | 鉄鋼部会 WES 1108改正 WG 委員       |
| (19) | (一社) 日本溶接協会 | 鉄鋼部会 WES 2808改定 WG 主査       |
| (20) | (一社) 日本溶接協会 | 鉄鋼部会技術委員会幹事                 |
| (21) | (一社) 日本溶接協会 | 鉄鋼部会技術委員会本委員会委員             |
| (22) | (一社) 日本溶接協会 | 日本溶接協会機関誌「溶接技術」編集委員         |
| (23) | (一社) 日本溶接協会 | 溶接管理技術者認証委員会委員              |
| (24) | (一社) 日本溶接協会 | 溶接管理技術者評価委員会幹事              |
| (25) | (一社) 日本溶接協会 | 溶接管理技術者評価委員会評価委員会試験小委員会委員長  |
| (26) | (一社) 日本溶接協会 | 溶接作業指導者運営委員会委員長             |
| (27) | (一社) 日本溶接協会 | 溶接情報センター運営委員会委員             |
| (28) | (一社) 日本溶接協会 | WE 口述試験小委員会 内規改訂 WG         |

(29)	(一社) 日本溶接協会 日本溶接会議	第10委員会委員長(Delegate)
(30)	(一社) 日本溶接協会 日本溶接会議	理事
(31)	(一社) 日本溶接協会 日本溶接会議	副理事長
(32)	(一社) 日本溶接協会 日本溶接会議	共同企画委員会副委員長
(33)	(一社) 溶接学会	Mate 組織委員会委員
(34)	(一社) 溶接学会	企画委員会顧問
(35)	(一社) 溶接学会	教育委員会顧問
(36)	(一社) 溶接学会	研究推進部会顧問
(37)	(一社) 溶接学会	支部長連絡会議議長
(38)	(一社) 溶接学会	フェロー
(39)	(一社) 溶接学会	溶接学会・協会連携 WG 主査
(40)	(一社) 溶接学会	会長
(41)	(一社) 溶接学会	代議員
(42)	(一社) 溶接学会	溶接構造研究委員会名誉委員
(43)	(一社) 溶接学会	理事
(44)	(公社) 日本材料学会	信頼性工学部門委員会幹事
(45)	(公社) 日本船舶海洋工学会	構造・材料研究委員会材料・溶接部会委員
(46)	Asian Welding Federation	Asian Welding Federation (アジア溶接会議) 対応委員
(47)	Engineering Fracture Mechanics	Advisory Board of the Journal
(48)	IIW 資格日本認証機構(J-ANB)	J-ANB 管理委員会委員
(49)	IIW 資格日本認証機構(J-ANB)	国際溶接技術者(IWE)コース運営委員会委員長
(50)	国際標準化機構(ISO)TC 164	ISO 27306改正プロジェクト主査
(51)	国際溶接学会	Task Group of Market Survey at BoD
(52)	国際溶接学会	Technical Management Board 理事
(53)	国際溶接学会	Welding in the World 編集理事
(54)	国際溶接学会	第10委員会委員長

- |      |   |  |
|------|---|--|
| (55) | 国際溶接学会  | 理事 (IIW Board of Directors)  |
| (56) | 日本学術会議  | 理学・工学系学協会連絡協議会委員   |
| (57) | 米国材料試験学会 (ASTM)   | E08委員会委員   |
| (2)  | 国際会議委員  |  |
| (1)  | Workshop on Welding and High Temperature Assessment of Nuclear Power Plant Components       | Co-Chairman  |
| (2)  | IIW Commission X Intermediate Meeting   | Chairman of Commission X   |
| (3)  | International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC 2016) | Scientific Committee Member  |
| (4)  | International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC 2016) | Topic Coordinator of Materials Performance   |
| (5)  | International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC 2016) | Session Chairman: Material Performance 3   |
| (6)  | 21st European Conference on Fracture  | International Advisory Board Member  |
| (7)  | 21st European Conference on Fracture  | Track Director of Mini Symposium - Local Approaches to Cleavage and Ductile Fracture |
| (8)  | 21st European Conference on Fracture  | Session Chairman: Mini Symposium - Local Approaches to Cleavage and Ductile Fracture |
| (9)  | 69th IIW Annual Assembly, Commission X Meeting  | Chairman of Commission X   |
| (10) | 69th IIW Annual Assembly, Commission X Meeting  | Session Chair: Fracture Assessment of Weld Components                                |
| (11) | 69th IIW Annual Assembly, Commission X Meeting  | Session Chair: WG on Welding Residual Stresses in Thick Steel Structures             |
| (12) | 69th IIW Annual Assembly, Commission X Meeting  | Session Chair: Commission X, XIII, XV Joint Session on Fatigue Design and Assessment |
| (13) | 69th IIW Annual Assembly, Commission X Meeting  | Session Chair: Welding Residual Stresses and Distortion                              |

- (14) The 6th East Asia Symposium on Technoloh of Welding and Joining (6th EASW-WJ) Vice Chairman
- (15) Visual-JW2016 Advisory Committee Member
- (16) IIW Commission X Intermediate Meeting Chairman of Commission X
- (17) International Symposium on Notch Fracture Scientific Committee Member
- (18) 7th International Conference on Welding Science and Engineering International Advisory Committee Member
- (19) International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC 2018) International Advisory Board Member
- (20) International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC 2018) Topic Coordinator of Materials Performance

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- (1) (一財) 金属系材料研究開発センター (JRCM) ISO 27306サーベイランス対応委員会委員長
- (2) (公財) 溶接接合工学振興会 企画委員会委員
- (3) (公財) 溶接接合工学振興会 常務理事
- (4) (公財) 溶接接合工学振興会 第27回セミナー「3次元造形(3DP,RP,AM)の最前線」主査
- (5) (公財) 溶接接合工学振興会 第28回セミナー「異種材料接合の現状と将来動向」企画委員
- (6) (国研) 物質材料研究機構 第3期中期計画研究プロジェクト事後評価委員
- (7) 関西原子力懇談会 個人会員

(6) 外国人招へい研究員・研究留学生

- (1) 招へい研究員：Wenxing ZHOU, ウェスタンオンタリオ大学土木環境工学科 准教授 溶接部靱性破壊試験片における疲労亀裂導入法
- (2) 研究留学生：石 俊秒 Zrc-SiC と TC4 のろう付け継手の残留応力のシミュレーション

(7) 社会への情報発信

- (1) 平成27年度総会、平成27年度第26回セミナー 溶接接合工学振興会：JIPA News (2016.04.01)

- |      |  |                           |
|------|--|---------------------------|
| (2)  | 新会長に南二三吉氏 (阪大)<br>- 溶接学会通常総会開く   | 溶接ニュース (2016.04.26)       |
| (3)  | 溶接学会会長に南氏「ものづくりの夢つなく」  | 溶接ニュース web 版 (2016.04.26) |
| (4)  | 溶接学会会長就任挨拶   | 溶接学会 HP (2016.04.27)      |
| (5)  | 特別インタビュー：技術・知識・経験・<br>人がつながれば、ものづくりの夢につながる                                     | 溶接技術 (2016.06.01)         |
| (6)  | 溶接学会会長就任挨拶   | 溶接学会誌 (2016.06.05)        |
| (7)  | 産学連携シンポジウム開催   | 溶接ニュース (2016.07.05)       |
| (8)  | IIW Board of Directors   | 国際溶接学会 (IIW) (2016.07.10) |
| (9)  | Commission X: Structural Performances<br>of Welded Joints - Fracture Avoidance | 国際溶接学会 (IIW) (2016.07.10) |
| (10) | The intermediate meeting of Commission X                                       | 国際溶接学会 (IIW) (2016.07.10) |
| (11) | IIW 年次大会メルボルンで開催：<br>世界のリーダー800人参集   | 溶接ニュース (2016.07.26)       |
| (12) | News Digest: 阪大接合研が産学連携シンポ開催   | 溶接技術 (2016.08.01)         |
| (13) | 日溶協の動き：鉄鋼部会  | 溶接技術 (2016.08.01)         |
| (14) | インドにおける JICA 溶接人材育成事業<br>への協力  | 日本溶接協会 (2016.08.03)       |
| (15) | IIW 年次大会 豪・メルボルンで開催  | 溶接技術 (2016.09.01)         |
| (16) | 秋季全国大会に500人参加：<br>溶接学会、伊香保で開催  | 溶接 NAVI (2016.09.21)      |
| (17) | 溶接学会全国大会に500人  | 溶接ニュース (2016.09.27)       |
| (18) | 溶接界発展へ連携強化   | 溶接ニュース (2016.10.11)       |
| (19) | 日溶協・溶接学会溶接界発展へ連携強化：<br>JIIW 改組・共同事業推進  | 溶接ニュース web 版 (2016.10.11) |
| (20) | 溶接学会全国大会レポート   | 溶接技術 (2016.11.01)         |
| (21) | 日米合同国際シンポ、初の開催<br>290件の発表、世界27ヶ国から350人参加                                       | 溶接技術 (2016.12.01)         |
| (22) | NEWS FLASH「日本発、鉄鋼材料の<br>世界初の ISO 規格改正版が発行、鋼構造の<br>合理的な破壊性能評価のための破壊靱性<br>補正手法」  | 溶接技術 (2016.12.01)         |

- (23) THE 68TH ANNUAL ASSEMBLY OF THE INTERNATIONAL INSTITUTE OF WELDING, IIW 2015 HELSINKI, FINLAND  
Welding in the World (2016) 60:153-168 (2016.12.01)
- (24) 新たな局面迎えた溶接会  
産報出版：溶接ニュース (2017.01.03)
- (25) 年頭のご挨拶  
溶接学会誌, 第86巻第1号 (2017.01.05)
- (26) IIW 合同企画委員会キックオフ - 日溶協,溶接学会 共通課題で連携  
産報出版：溶接ニュース (2017.02.28)

氏名：高嶋 康人

(1) 学会役員

- (1) (一財) 金属系材料研究開発センター  
ISO 27306サーベイランス対応委員会委員
- (2) (一社) 日本溶接協会  
鉄鋼部会 LDF 委員会 中立委員
- (3) (一社) 日本溶接協会  
溶接管理技術者評価委員会 試験小委員会委員
- (4) (一社) 溶接学会 若手会員の会運営委員会  
グローバルネットワーク幹事
- (5) (公社) 日本材料学会 関西支部  
第65期常議員

(2) 国際会議委員

- (1) Visual-JW2016  
Symposium Committee Member (Conference Secretary)

(7) 社会への情報発信

- (1) 若手研究者を訪ねて - 7 -  
高嶋康人氏 (大阪大学接合科学研究所)  
産報出版：溶接ニュース (2017.03.21)

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成28年度共同研究員と研究テーマ

氏名：南 二三吉

- (1) 大阪大学大学院工学研究科 高橋 良輔  
マテリアル生産科学専攻  
へき開破壊限界の組織依存性予測のための破壊モデリング
- (2) 大阪大学大学院工学研究科 廣田 佳  
マテリアル生産科学専攻  
レーザー溶接継手の FPD 拳動に及ぼす塑性拘束の影響の検討
- (3) 大阪大学大学院工学研究科 大畑 充  
マテリアル生産科学専攻  
延性き裂進展後の脆性破壊特性試験

- |      |                             |       |                                      |
|------|-----------------------------|-------|--------------------------------------|
| (4)  | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 鈴木 礼士 | 延性き裂進展後の脆性破壊特性試験                     |
| (5)  | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 小辻 成美 | 延性損傷数理モデルを用いた予歪材の延性<br>き裂発生・進展抵抗予測手法 |
| (6)  | 名古屋大学大学院<br>工学研究科社会基盤工学専攻   | 廣畑 幹人 | 火災を受けた橋梁部材の靱性評価における<br>サブサイズ試験片の適用性  |
| (7)  | 東京大学                        | 柴沼 一樹 | 結晶粒内微視き裂試験片を用いた材料のミ<br>クロ破壊靱性評価      |
| (8)  | 東京大学大学院工学系<br>研究科システム創成学専攻  | 柳本 史教 | 結晶粒内微視き裂試験片を用いた材料のミ<br>クロ破壊靱性評価      |
| (9)  | 東京大学大学院工学系<br>研究科システム創成学専攻  | 逸見 拓弘 | 結晶粒内微視き裂試験片を用いた材料のミ<br>クロ破壊靱性評価      |
| (10) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 高岡 勇介 | 高 Ni 低温用鋼溶接金属の靱性改善のため<br>の溶接部マクロ特性制御 |
| (11) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 多谷 大輔 | 高圧ガスパイプラインの不安定延性破壊シ<br>ミュレーション法の構築   |
| (12) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 清水 万真 | 混合モード下での脆性破壊特性試験と破壊<br>モデリング         |
| (13) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 庄司 博人 | 二相鋼の組織特性を組み入れた延性損傷評<br>価手法の構築        |
| (14) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 日野 慶一 | 二相組織鋼の延性損傷評価                         |
| (15) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 高橋 準也 | 微小試験片を用いた溶接部局所領域の破壊<br>靱性評価手法の開発     |

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

(1) 合計 6

## 接合評価研究部門 接合設計学分野

### 4.1 研究概要

本分野は、各種構造物の信頼性（安全性、耐久性）評価手法の高度化、維持管理・補修補強の最適化、さらに高機能を有する材料および構造体の創出を目指し、先進の計測技術を用いた実験的研究と数値シミュレーションを用いた解析的研究をマルチスケール（ミクロからマクロレベル）に実施する。さらに、寿命を迎えたものは安全に解体し、廃棄、あるいは、利用可能なものは再利用する循環ループの具現化を目指した『頼りになる設計学』の確立に向けた基礎研究を行う。このため「ものづくり」における素材の切断、加工、組立てといった個々の高精度化・高品質化の達成と維持管理、補修補強および余寿命評価を包括する循環ループにおける頼りになる設計学の構築を目指す。

### 4.2 研究課題

- 1) 構造部材および接合部の信頼性評価
- 2) 材料変形挙動のモデリング技術の高精度化
- 3) 疲労（き裂発生・進展）寿命評価手法の高度化
- 4) 変形・き裂計測技術の高精度化
- 5) 鋼構造物の長寿命化技術の開発
- 6) 高張力鋼や高経年鋼材の溶接性および継手性能評価

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. 疲労中の材料および溶接継手の弾塑性挙動の解明

多くの溶接構造体が社会インフラとして活用されているが、現在でも多くの疲労損傷が報告されている。社会インフラの疲労損傷は大規模死亡事故を誘発する事もあり、溶接構造物における疲労損傷事故を防止することは、豊かにかつ安全な社会活動を営むために極めて重要な課題である。しかし従来法に則って、一定荷重振幅下で得られる疲労設計曲線（S-N 曲線）を用いて疲労強度設計をする場合、個々の機械・構造物が受ける荷重履歴の影響を評価できない、また疲労事例の多くは繰返し応力に伴う疲労き裂の発生とその後の伝播挙動に支配されているにもかかわらず、そのプロセスが全く考慮されていない、という二つの大きな問題が挙げられる。つまり、疲労設計の高度化には、疲労き裂の発生メカニズムを解明し、荷重履歴の影響も含めて、“疲労き裂の発生から、伝播までの寿命を定量的に評価可能なシステムの確立”が極めて重要である。そこで、巨視的には弾性と見なせるような小さな応力（以降、“巨視的弾性応力”と称する）振幅一定・準静的繰返し試験を行ない、低回数繰返しに対しては弾性応答を示すが、その後突如、塑性ひずみ（ヒステリシスループ）が発生する現象を各種試験条件下で計測すると共に、本現象を対象とした弾塑性モデルを定式化し、溶接継手の疲労問題に適用した。その結果、実験により計測される寿命との良い一致を得ることができ、その適応性の高さを示した。

## 2. 変動荷重下の疲労き裂発生寿命の予測

疲労設計の高度化には、疲労き裂の発生メカニズムを解明し、多軸・変動荷重の影響も含めて、疲労き裂の発生から伝播までの寿命を定量的に評価可能なシステムを確立する必要がある。そこで、巨視的弾性の繰返し応力による、巨視的弾性応答から塑性ひずみ急増までの一連の挙動を予測可能な材料モデルを提案している。さらに、本モデルにより計算される繰返し損傷カウントパラメータをもとにした、き裂発生規準を提案し、その応答特性の検証を行った。その結果、巨視的弾性・繰返し応力下での繰返し硬・軟化挙動の再現および過去に得られた寿命曲線との良い一致を確認することが出来た。また、変動荷重下における疲労き裂発生寿命の予測も行った結果、実験により計測される寿命延伸効果を確認することができ、その適応性の高さを示した。

## 3. マルテンサイト変態を考慮した結晶塑性 FE 解析による数値材料試験技術の開発

力学的な作用によりオーステナイト組織がマルテンサイト変態する、いわゆる TRIP 効果を活用した材料の特性向上策が積極的に導入されている。このマルテンサイト相への相転移の間に体積膨張を呈するとともに10%程度もの大きなひずみを生じることから、材料の応力ひずみ関係に留まらず、破壊・疲労き裂の発生時期・進展速度などに大きく影響を与えることが確認されている。さらに、溶接熱影響部 HAZ に残留したオーステナイトは、破壊靱性値を大きく低下させることが指摘され、そのメカニズム解明を通じた破壊因子の定量化が求められている。そこで本研究では、マルテンサイト変態を考慮可能な結晶塑性 FE 解析により、弾塑性挙動を示す多結晶材料内に残存するオーステナイトの TRIP 効果が局所的な応力ひずみ挙動に与える影響を明らかにした。

一方、巨視的弾性応力でも、それを繰返し加えると、何れ非弾性ひずみが確認されようになる。本現象は、繰返し軟化挙動として認識され、各種金属材料で計測されている。巨視的弾性状態にある繰返し载荷初期段階においても材料組織レベルでは、微視的な非弾性ひずみが発生していると思われるが、本現象の素過程全般を実験的に計測することは容易ではない。そこで巨視的弾性条件下で発生する塑性ひずみとその後の繰返し载荷に伴う累積・顕在化など、繰返し負荷に伴う軟化挙動のメカニズム解明およびそれら変形挙動に対する介在物の影響に関する基礎的検討を行うことを目的して結晶塑性モデルを導入した有限要素シミュレーションを行なった。その結果、次の知見が得られた。単調载荷時の塑性ひずみ発生及びその後の進展挙動は、母材内部に存在する介在物の組織や材料特性の影響を受けて変化する。繰返し初期段階では、塑性域は島状に孤立しているが、载荷回数増加と共に、塑性域が拡大し、周辺の塑性域と連結・パーコレーションして拡大する。繰返し载荷応力が小さい場合は、塑性域の拡大は小さく、介在物周りに代表される局所的な領域にのみ塑性ひずみが累積する。

## 4. レーザおよびハンマーピーニングによる溶接部の疲労強度向上効果の検証

鋼橋やクレーンガーダ等の溶接部に疲労き裂が生じることが報告され、社会問題となっている。この種の疲労き裂の発生をレーザーピーニングの適用により、引張応力場を圧縮応力場に変えることで、長寿命化する、あるいは疲労破壊を防止する研究を行っている。そこで、パルスエネルギーを小さくしたレーザーピーニング条件に関しては実験的に、ハンマーピーニング処理効果に関しては数値解析を用いて、生成される残留応力と疲労寿命に及ぼす影響について検討した。その結果、パルスエネルギーが小さくても表面および最大圧縮残留応力の低下は小さいが、圧縮残留応力の生成深さは急激に浅くなり、疲労寿命も短くなることが明らかになった。また、ハンマーピーニン

グ中の死荷重の影響を明らかにした。

#### 5. 高強度鋼実大柱梁溶接部の破壊挙動の解明

高強度鋼を中高層建築物に使用した場合の、柱梁溶接接合部の合理的な設計やディテール等の改善を行うための研究を行っている。本年度は、建築構造用高張力鋼 H-SA700を用いた実大柱梁溶接供試体 6 体を製作し、繰返し曲げ試験に供した。梁端の形状を、通常のストレートとしたもの、拡幅ハンチとしたものおよび溶接でハンチを取り付けたものの 3 種類とした。実験の結果、ストレートのままではエネルギーをほとんど吸収せずに脆性破壊するが、ハンチを用いればエネルギー吸収が期待できることがわかった。これにより、H-SA700の溶接接合の可能性が示唆された。

#### (2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、火災、地震などにより被災した社会基盤鋼構造物の早期復旧・回復における溶接接合の可能性探求、構造健全性診断、さらには、過積載車の運行により、社会問題化してきている鋼橋に生じる疲労き裂の発生と進展の監視および長寿命化、地震防災、さらには新材料の開発を目指した研究などを対象として、先進の計測技術を用いた実験的研究と数値シミュレーションを用いた解析的研究をマルチスケール（ミクロからマクロレベル）に実施することを主眼としている。また、日本鉄鋼協会の「高強度鋼の破壊靱性」研究会の委員および溶接学会溶接構造研究会の幹事としての活動を通じて産学による共同研究を行い、得られた知見は新材料開発や溶接継手の強度評価手法の高精度化に寄与するなど、国民の安全安心を担保する研究を積極的に行っている。

平成28年度は査読付き研究論文10件、査読付き国際会議発表論文 4 件、査読なし国際会議発表論文 8 件、査読なし国内会議発表論文 7 件、国際会議発表 3 件が掲載されると共に、国際会議および国内学会発表56件、特許 2 件、国際講演 4 件、国内講演10件を行った。また、解説・総説 4 件があった。また、レーザ加工学会講演会優秀ポスター賞、日本材料学会材料 Week ベストディスカッション賞を受賞した。

研究予算は、運営費交付金を除き、平成28年度は23,830千円であった。

#### 4.4 教育に対する自己評価

本研究分野は、工学研究科地球総合工学専攻（社会基盤工学部門）の協力講座（信頼性設計学領域）として、大学院生および学部の教育研究を行っている。

大学院前・後期課程において、社会基盤工学ゼミナール（通年）を行っている。また、学部では 3 科目の講義を行っている。平成28年度は後期課程 1 名、前期課程 4 名および学部学生 2 名の研究指導補助を行なった。一方、学部および前期課程学生との共著論文として、査読あり研究論文 4 件、査読あり国際会議発表論文 2 件、査読なし国内会議発表論文 1 件、国際会議発表 1 件が掲載されると共に、国内学会発表12件を経験させた。

他方、主担当として学術交流協定を締結した研究機関より研究者を招聘し、ワークショップを主催するとともに、共同研究に関する打合せおよび意見交換を行った。さらに、H23年度にコンタクトパーソンとして学術交流協定を締結したフランス・パリ鉱業大学校・材料センターの Esteban Busso 教授との共同研究に関する打合せおよび意見交換を継続して行なっている。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

国内における主な所属学協会は、溶接学会、日本溶接協会、土木学会、日本溶接協会、日本船舶海洋工学会、日本建築学会、日本鋼構造協会、日本鉄鋼協会、日本塑性加工学会、日本材料学会および日本機械学会である。

溶接学会では溶接構造委員会および溶接疲労強度研究委員会に所属し、副幹事長として活動している。また、土木学会全国大会実行委員を務めている。一方、日本船舶海洋工学会の溶接構造研究委員会や日本材料学会の疲労部門委員会などの各種委員会に参画するとともに、同学会の塑性工学部門委員会企画事業委員として、材料及び塑性力学分野の発展に寄与している。

国際貢献としては、International Institute of Welding (IIW) 委員会において発表を行なうとともに、International Journal of Plasticity に関連する数多くの論文査読者として貢献している。

また、超高速衝撃試験機などの実験設備の公開、見学受け入れを積極的に行った。

以上述べたように、本研究分野は新材料の開発、各種強度評価手法の高精度化や社会基盤の維持管理といった観点から、国民の安全安心を担保するため社会に貢献している。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

平成28年度は国内から共同研究員24名を受け入れた。

研究成果として、査読付学術論文1件、査読あり国際学会発表論文2件、査読なし国際学会発表論文1件および国内会議発表論文5件を掲載および国際会議発表3件、国内学会発表20件、国際会議講演1件、解説1件を行った。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Pressureless Bonding by Micro-Sized Silver Particle Paste for High-Temperature Electronic Packaging  
Mater. Trans., 57, 7 (2016), 1209-1214.  
M.-H. Roh, H. Nishikawa, S. Tsutsumi, N. Nishiwaki, K. Ito, K. Ishikawa, A. Katsuya, N. Kamada and M. Saito
- (2) Corrosion Behavior and Strength of Dissimilar Bonding Material between Ti and Mg Alloys by Spark Plasma Sintering  
Materials, 9 (2016), 665(11pages).  
P. Pripanapong, S. Kariya, T. Luangvaranunt, J. Umeda, S. Tsutsumi, M. Takahashi and K. Kondoh
- (3) Fatigue Life Assessment of a Non-Load Carrying Fillet Joint Considering the Effects of a Cyclic Plasticity and Weld Bead Shape  
Fract. Struct. Integrity, 38 (2016), 240-250.  
S. Tsutsumi, K. Morita, R. Fincato and H. Momii
- (4) Numerical Modelling of Ductile Damage Mechanics Coupled with an Unconventional Plasticity Model  
Fract. Struct. Integrity, 38 (2016), 231-236.  
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (5) Femtosecond Laser Peening of 2024 Aluminum Alloy without a Sacrificial overlay under Atmospheric Conditions  
J. Laser Appl., 29 (2016), 012005-1-012005-7.  
T. Sano, T. Eimura, R. Kashiwabara, T. Matsuda, Y. Isshiki, A. Hirose, S. Tsutsumi, K. Arakawa, T. Hashimoto, K. Masaki and Y. Sano
- (6) 建築構造用高強度鋼 H-SA700へのレーザー溶接の適用  
鋼構造年次論文報告集, 24 (2016), 200-205.  
崎野 良比呂, 塩出 健太郎, 松本 直幸, 猪瀬 幸太郎, 堤 成一郎
- (7) Microstructural Characteristics and Mechanical Properties of Friction Stir Welded Thick 5083 Aluminum Alloy  
Metall. Mater. Trans. A (2017), 1-22.  
M. Imam, Y. Sun, H. Fujii, N. Ma, S. Tsutsumi and H. Murakawa
- (8) 疲労強度向上を目的としたレーザーピーニング技術に関する数値解析的検討  
土木学会論文集 A2 (応用力学), 73, 2 (2017), I\_379-I\_386.  
堤 成一郎, 植田 一史, 佐野 智一, 崎野 良比呂
- (9) 非比例高サイクル疲労下の繰返し硬軟化挙動に対する接線塑性構成式の拡張  
土木学会論文集 A2 (応用力学), 73, 2 (2017), I\_367-I\_378.  
靱井 秀斗, 堤 成一郎, Riccardo Fincato

- (10) Elongated-bead Weld Method for Improvement of Fatigue Properties in Welded Joints of Ship Hull Structures Using Low Transformation Temperature Welding Materials  
Weld. World (2017), 1-20.  
C. Shiga, H. Murakawa, K. Hiraoka, N. Osawa, H. Yajima, T. Tanino, S. Tsutsumi, T. Fukui, H. Sawato, K. Kamita, T. Matsuzaki, T. Sugimura, T. Asoda and K. Hirota
- (11) 疲労き裂発生伝播寿命に対する溶接ビード形状の影響に関する解析的検討  
構造工学論文集, 63A, 2 (2017), 609-618.  
堤 成一郎, 森田 花清, Fincato Riccardo
- (2) 国際会議発表論文 (査読あり)
- (1) Fatigue Strength Improvement by Peening from Back Surface of the Weld Toe  
Maintenance, Monitoring, Safety, Risk and Resilience of Bridges and Bridge Networks, Foz do Iguacu, Brazil (2016.6.26-30), 888-891.  
R. Matsumoto, J. Rockenbach, H. Kawano, T. Ishikawa and S. Tsutsumi
- (2) Fatigue Strength Improvement of Rib-To-Deck Joints of Orthotropic Steel Deck by Peening  
Maintenance, Monitoring, Safety, Risk and Resilience of Bridges and Bridge Networks, Foz do Iguacu, Brazil (2016.6.26-30), 884-887.  
T. Ishikawa, R. Matsumoto, J. Rockenbach, H. Kawano and S. Tsutsumi
- (3) Ductile Damage Accumulation under Cyclic Loading Evaluated by the Extended Subloading Surface  
Proc. 26th Int. Offshore and Polar Engineering Conf., Rodos, Greece (2016.6.26-7.2), 836-841.  
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (4) Numerical Study of Relaxation Behavior of Hammer Peening Induced Residual Stresses  
Proc. 26th Int. Offshore and Polar Engineering Conf., Rodos, Greece (2016.6.26-7.2), 533-537.  
S. Tsutsumi, K. Ueda and R. Fincato
- (3) 国際会議発表論文 (査読なし)
- (1) Bonding Process without Pressure Using a Chestnut-burr-like Particle Paste for Power Electronics  
Proc. 2016 International Conf. on Electronics Packaging, Sapporo, Japan (2016.4.20-23), 391-394.  
M.-H. Roh, H. Nishikawa, S. Tsutsumi, N. Nishiwaki, K. Ito, K. Ishikawa, A. Katsuya, N. Kamada and M. Saito
- (2) Parameters Controlling Structure-Properties Relationships in Friction Stir Welding of Thick 5083 Aluminium Alloy  
11th Int. Symp. on Friction Stir Welding, TWI Ltd, Cambridge, UK, 11 (2016.5.17-19), P18-1-P18-10.  
M. Imam, Y. Sun, H. Fujii, N. Ma, S. Tsutsumi and H. Murakawa
- (3) Development of Multi-axial Pipe Joint with High Fatigue Strength  
69th IIW Annual Assembly and Int. Conf. 2016, Melbourne, Australia (2016.7.10-15), IIW Doc. X-1848-16.  
M. Nakatani, H. Yuto, A. Nagai, K. Tani, D. Ma, H. Morita, S. Tu, S. Tsutsumi and M. Toyosada

- (4) Femtosecond Laser Peening for Improvement of Fatigue Properties of Laser Welded 2024 Aluminum Alloy  
69th IIW Annual Assembly and Int. Conf. 2016, Melbourne, Australia (2016.7.10-15), C-IV.  
T. Sano, T. Eimura, A. Hirose, S. Tsutsumi, M. Mizutani, Y. Kawahito, S. Katayama, K. Arakawa, A. Shiro, T. Shobu, K. Masaki and Y. Sano
- (5) Relaxation Behavior of Peening Induced Residual Stresses Predicted by an Elastoplasticity Model with Cyclic Hardening and Softening Effects  
69th IIW Annual Assembly and Int. Conf. 2016, Melbourne, Australia (2016.7.10-15), IIW Doc. XIII-2663-16.  
S. Tsutsumi, K. Ueda and R. Fincato
- (6) Investigation of Microstructural Factors on Fatigue Crack Initiation Behavior Using Crystal Plasticity Finite Element Method  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 432-435.  
T. Hiraide, S. Igi, T. Tagawa, R. Ikeda and S. Tsutsumi
- (7) Numerical Model of Ductile Damage Using the Subloading Surface Model  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 428-431.  
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (8) Role of Tool Profile in Grain Structure Formation and Texture Development during Friction Stir Welding of Thick Welds  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 810-813.  
M. Imam, Y. Sun, H. Fujii, N. Ma, S. Tsutsumi and H. Murakawa
- (5) 国内会議発表論文 (査読なし)
- (1) 接合部の局所的な繰返し弾塑性挙動に基づく疲労寿命評価  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会 フォーラム, 大阪 (2016.4.12-14), F40-F45.  
堤 成一郎
- (2) 低変態温度溶接材料を用いた圧縮残留応力強化メカニズムと伸長ビード溶接処理による溶接部疲労特性向上  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会 フォーラム, 大阪 (2016.4.12-14), F23-F27.  
志賀 千晃, 村川 英一, 平岡 和雄, 大沢 直樹, 堤 成一郎, 矢島 浩, 谷野 忠和
- (3) レーザ・アークハイブリッド溶接により製作された完全溶込み T 継手に生じる溶接残留応力  
日本船舶海洋工学会講演会論文集, 福岡, 22, 2016S-GS5-13 (2016.5.26-27), 485-488.  
竹下 竜平, 津村 秀一, 村上 幸治, 後藤 浩二, 堤 成一郎
- (4) 延性破壊を考慮した結合力モデルとその結合力を埋め込んだ損傷構成則  
日本計算工学会 計算工学講演会論文集, 新潟 (2016.5.31-6.2), 1-4.  
新宅 勇一, 寺田 賢二郎, 堤 成一郎
- (5) 突合せ溶接継手の局所変形特性に関する DIC 計測  
日本船舶海洋工学会講演会論文集, 岡山, 23 (2016.11.21-22), 243-246.  
堤 成一郎, 北村 拓也, Riccardo Fincato, 崎野 良比呂

- (6) 超高サイクル疲労における内部き裂発生・進展挙動に関する確率モデルの構成  
日本材料学会第29回信頼性シンポジウム, 東京 (2016.12.15-16), 1-6.  
酒井 達雄, 小熊 規泰, 中川 明義, 堤 成一郎, Oleg Naimark, Mikhail Bannikov
- (7) 張力鋼 H-SA700へのレーザおよびレーザ/アークハイブリッド溶接の適用 その3 レーザ/アークハイブリッド溶接部のじん性評価  
日本建築学会中国支部研究報告集, 島根, 39 (2017.3.4-5), 281-284.  
道廣 篤史, 崎野 良比呂, 小野 泰寛, 信木 関, 松本 直樹, 猪瀬 幸太郎, 堤 成一郎
- (7) 国際会議発表
- (1) Femtosecond Laser Peening of 2024 Aluminum Alloy without Sacrificial Overlay under Atmospheric Conditions  
The 2nd Smart Laser Processing Conf. 2016, Yokohama, Japan (2016.5.17-19)  
T. Sano, T. Eimura, R. Kashiwabara, T. Matsuda, A. Hirose, S. Tsutsumi, K. Arakawa, K. Masaki and Y. Sano
- (2) Fatigue Life Investigations Considering Welding Residual Stress and Shape Effects for a Non-Load Carrying Fillet Join  
Int. Conf. on Multiaxial Fatigue and Fracture, Seville, Spain (2016.6.1-3)  
S. Tsutsumi, K. Morita, R. Fincato and H. Momii
- (3) Numerical Modeling of Ductile Damage Mechanics Coupled with an Unconventional Plasticity Model  
Int. Conf. on Multiaxial Fatigue and Fracture, Seville, Spain (2016.6.1-3)  
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (4) Femtosecond Laser Peening for Improvement of Fatigue Properties of Laser Welded 2024 Aluminum Alloy  
10th Int. Conf. on Residual Stresses, Sydney, Australia (2016.7.3-7)  
T. Sano, T. Eimura, A. Hirose, S. Tsutsumi, M. Mizutani, Y. Kawahito, S. Katayama, K. Arakawa, A. Shiro, T. Shobu, K. Masaki and Y. Sano
- (5) Numerical Analysis on Residual Stress, Deformation and Material Hardening Induced by Laser Peening  
10th Int. Conf. on Residual Stresses, Sydney, Australia (2016.7.3-7)  
S. Tsutsumi, K. Ueda, H. Momii, R. Fincato, T. Sano and Y. Sakino
- (6) Low-Pressure and Low-Temperature Bonding Using Micro-Sized Ag Paste for Power Electronic Devices  
3rd Int. Conf. on Nanojoining and Microjoining (NMJ 2016), Ontario, Canada (2016.9.25-28)  
M.-H. Roh, H. Nishikawa, S. Tsutsumi, N. Nishiwaki, K. Ito, K. Ishikawa, A. Katsuya, N. Kamada and M. Saito
- (7) Role of Tool Profile in Grain Structure Formation and Texture Development during Friction Stir Welding of Thick Welds  
10th Int. Conf. on Trends in Welding Research, Tokyo, Japan (2016.10.11-14)  
M. Imam, Y. Sun, H. Fujii, N. Ma, S. Tsutsumi and H. Murakawa

- (8) Dynamic Thermo-Elasto-Plasticity FE Analysis on Nano- and Femto-second Laser Shock Peenings for a Ferrite Steel  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Tsutsumi, K. Ueda, R. Fincato and T. Sano
- (9) Effect of the Stress Triaxiality and Lode Angle on the Ductile Damage Evolution  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (10) Effect of Welding Angular Distortion on the Crack Initiation Life of Non-load Carrying Fillet Weld Joint  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Tsutsumi, K. Morita and R. Fincato
- (11) Femtosecond Laser Peening of Friction Stir Welded 7075-T73 Aluminum Alloy  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
T. Kawashima, T. Sano, A. Hirose, S. Tsutsumi, K. Masaki and H. Hori
- (12) Local Elastoplasticity Behavior of HT780 Butt Welded Joint Analyzed by Digital Image Correlation Technique  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Tsutsumi, T. Kitamura and R. Fincato
- (13) Numerical and Experimental Study on Fatigue Life Extension of U-rib Steel Structure by Hammer Peening  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Tsutsumi, R. Nagao, R. Fincato, T. Ishikawa and R. Matsumoto
- (14) Residual Stress, Deformation and Material Hardening of an Aluminum Alloy Induced by Laser Shock Peening with Nano- and Femto-second Lasers  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Tsutsumi, K. Ueda, R. Fincato and T. Sano
- (15) Residual Stresses Induced by Sandblasting and Laser-cladding Analyzed by X-ray Diffraction with CosAlfa Method  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Tsutsumi, R. Nagao, J. H. L. Pang and K. S. Tsang
- (16) Fracture Behavior of Low-Pressure Assisted Cu to Cu Joint Using Micro-Sized Ag Particle Paste for Power Device Packaging  
The 15th Int. Symp. on Microelectronics and Packaging (ISMP2016), Seoul, Korea (2016.10.24-26)  
M.-H. Roh, H. Nishikawa, S. Tsutsumi, N. Nishiwaki, K. Ito, K. Ishikawa, A. Katsuya, N. Kamada and M. Saito

(8) 国内学会発表

- (1) Developments of Microstructure and Mechanical Properties in Friction Stir Welding of Thick 5083 Aluminium Alloy  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
イマーム ムルシウド, 孫 玉峰, 藤井 英俊, 麻 寧緒, 堤 成一郎, 村川 英一
- (2) LTT 溶接による残留応力低減効果の FEM 解析と実験測定  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
麻 寧緒, 堤 成一郎, 宮崎 俊幸, 黄 輝, 村川 英一
- (3) Return Mapping Implementation of Elasto-Plasto and Damage Constitutive Equations Based on the Subloading Surface Model  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (4) レーザーピーニングによって生じる残留応力・形状変化・硬化に関する数値解析的検討  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
植田 一史, 堤 成一郎, 初井 秀斗, Fincato Riccardo, 佐野 智一, 崎野 良比呂
- (5) 継手疲労寿命に対するビード形状影響に関する数値解析的検討  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
堤 成一郎, 北村 拓也, フィンカト リカルド, 森田 花清
- (6) 非比例負荷条件下の繰返し硬軟化挙動に対する弾塑性変形解析  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
初井 秀斗, 堤 成一郎, フィンカト リカルド
- (7) 変動荷重下の疲労き裂発生寿命予測に関する基礎的検討  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
森田 花清, 堤 成一郎, フィンカト リカルド
- (8) ハンマーピーニング処理による残留応力の解析的検討  
第62回構造工学シンポジウム, 東京 (2016.4.23-24)  
松本 理佐, 石川 敏之, 堤 成一郎, 河野 広隆, 山田 健太郎
- (9) 水平2軸漸増繰返し負荷を受ける薄肉円形断面鋼製橋脚の弾塑性挙動に対する接線塑性の影響  
第62回構造工学シンポジウム, 東京 (2016.4.23-24)  
堤 成一郎, 初井 秀斗, Fincato Riccardo
- (10) 繰返し非比例負荷を受ける鋼製薄肉円筒の接線塑性構成式による弾塑性変形解析  
土木学会 第19回(2016年度)応用力学シンポジウム, 札幌 (2016.5.21-22)  
初井 秀斗, 堤 成一郎, Fincato Riccardo
- (11) 疲労強度向上を目的としたレーザーピーニング技術に関する数値解析的検討  
土木学会 第19回(2016年度)応用力学シンポジウム, 札幌 (2016.5.21-22)  
堤 成一郎, 植田 一史, 佐野 智一, 崎野 良比呂

- (12) アルミニウム合金 A2024のレーザ溶接部の機械的特性に及ぼすフェムト秒レーザピーニングの影響  
第85回レーザ加工学会講演会, 大阪 (2016.6.9-10)  
詠村 嵩之, 佐野 智一, 廣瀬 明夫, 川人 洋介, 片山 聖二, 堤 成一郎, 政木 清孝,  
佐野 雄二, 堀 久司
- (13) 摩擦攪拌接合継手への適用を目指したアルミニウム合金7075のフェムト秒レーザピーニング  
第85回レーザ加工学会講演会, 大阪 (2016.6.9-10)  
川嶋 光将, 佐野 智一, 廣瀬 明夫, 堤 成一郎, 政木 清孝, 堀 久司
- (14) ピーニングによるUリブ鋼床版の疲労寿命向上効果に関する基礎的研究  
平成28年度 土木学会関西支部年次学術講演会, 草津 (2016.6.11)  
長尾 涼太, 堤 成一郎, Fincato Riccardo, 石川 敏之, 松本 理沙
- (15) 鋼材種類がX線回折による応力推定精度に与える影響  
平成28年度 土木学会関西支部年次学術講演会, 草津 (2016.6.11)  
鈴木 翔太, 鎌田 敏郎, 堤 成一郎, 寺澤 広基, 刈茅 孝一
- (16) 高強度鋼板 HT780を用いた突合せ溶接継手の強度評価に関する基礎的研究  
平成28年度 土木学会関西支部年次学術講演会, 草津 (2016.6.11)  
北村 拓也, 堤 成一郎, Fincato Riccardo
- (17) 疲労強度向上を目的としたレーザピーニング技術に関する数値解析的検討  
平成28年度 土木学会関西支部年次学術講演会, 草津 (2016.6.11)  
植田 一史, 堤 成一郎, 佐野 智一, 崎野 良比呂
- (18) 母材強度が上昇しても継手強度が向上し難い理由に関する一考察  
平成28年度 土木学会関西支部年次学術講演会, 草津 (2016.6.11)  
森田 花清, 堤 成一郎, Fincato Riccardo
- (19) 現場溶接型柱梁溶接接合部における梁端仕口ディテールに関する実験的研究 その4 ロールHの仕口ディテールと施工方法  
日本建築学会大会学術講演会, 福岡 (2016.8.24-26)  
的場 耕, 中込 忠男, 曾田 五月也, 金子 洋文, 堤 成一郎, 巻島 淳, 増田 開, 藤田 哲也,  
板谷 俊臣, 笠原 基弘
- (20) 現場溶接型柱梁溶接接合部における梁端仕口ディテールに関する実験的研究 その5 ロールHの変形性能  
日本建築学会大会学術講演会, 福岡 (2016.8.24-26)  
巻島 淳, 中込 忠男, 曾田 五月也, 金子 洋文, 堤 成一郎, 増田 開, 藤田 哲也, 的場 耕
- (21) 現場溶接型柱梁溶接接合部における梁端仕口ディテールに関する実験的研究 その6 ロールHの破壊性状及び歪分布  
日本建築学会大会学術講演会, 福岡 (2016.8.24-26)  
増田 開, 中込 忠男, 曾田 五月也, 金子 洋文, 堤 成一郎, 巻島 淳, 藤田 哲也, 的場 耕,  
西澤 淳
- (22) DIC ひずみ計測による溶接継手の局所的弾塑性挙動に関する考察  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
北村 拓也, 堤 成一郎, 崎野 良比呂

- (23) Hot Deformation Behavior in Friction Stir Welding of Thick Aluminium Welds  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 Imam Murshid, 孫 玉峰, 藤井 英俊, 麻 寧緒, 堤 成一郎, 村川 英一
- (24) Numerical Study of the Lode Angle Effect on the Ductile Damage Evolution  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 Fincato Riccardo, 堤 成一郎
- (25) Uリブ鋼床版へのピーニング処理による疲労寿命向上効果  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 長尾 涼太, 堤 成一郎, フィンカト リカルド, 石川 敏之, 松本 理沙
- (26) フェムト秒レーザーピーニングによる2024アルミニウム合金の疲労特性向上  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 詠村 嵩之, 松田 朋己, 佐野 智一, 廣瀬 明夫, 堤 成一郎, 菖蒲 敬久, 城 鮎美, 荒河 一渡,  
 政木 清孝, 佐野 雄二
- (27) レーザ/アークハイブリッド溶接されたH-SA700の機械的性質の検討  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 崎野 良比呂, 濱田 泰樹, 松本 直幸, 猪瀬 幸太郎, 堤 成一郎
- (28) 現場溶接型柱梁溶接接合部における梁端仕口ディテールに関する実験的研究 - (その1) ロールHの変形性能 -  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 巻島 淳, 中込 忠男, 金子 洋文, 曾田 五月也, 堤 成一郎, 増田 開
- (29) 現場溶接型柱梁溶接接合部における梁端仕口ディテールに関する実験的研究 - (その2) ロールHの破壊性状及び歪分布 -  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 増田 開, 中込 忠男, 金子 洋文, 曾田 五月也, 堤 成一郎, 巻島 淳
- (30) 厚板アルミ合金FSWによる過渡回転変形の防止と継手の残留応力計測  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 麻 寧緒, 堤 成一郎, 村川 英一, イマーム ムルシウ, 孫 玉峰, 藤井 英俊
- (31) 細長構造物の溶接変形の予測と低減対策に関する考察  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 西海 博行, 阿部 真哉, 藤山 将士, 村川 英一, 田中 学, 堤 成一郎
- (32) 材料の繰返し弾塑性挙動を考慮した溶接継手の疲労寿命予測技術  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 堤 成一郎
- (33) 十字継手の疲労き裂発生寿命に対する溶接角変形の影響  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 堤 成一郎, 森田 花清, フィンカト リカルド
- (34) 多軸パイプの疲労強度向上方法の検討  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 ト ショウ, 湯藤 尚人, 永井 昭弘, 谷 和彦, 馬 東輝, 森田 寛之, 中谷 光良, 堤 成一郎,  
 豊貞 雅宏

- (35) 摩擦攪拌接合継手への適用を目指したアルミニウム合金7075のフェムト秒レーザーピーニング  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 川嶋 光将, 佐野 智一, 廣瀬 明夫, 堤 成一郎, 政木 清孝, 堀 久司
- (36) 溶接継手熱影響部の強度分布とビード形状を考慮した疲労き裂発生寿命評価  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 森田 花清, 堤 成一郎, フィンカト リカルド, 平出 隆志, 伊木 聡, 田川 哲哉, 池田 倫正
- (37) 溶接熱影響部の材料の繰返し弾塑性挙動と疲労寿命  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 平出 隆志, 伊木 聡, 田川 哲哉, 池田 倫正, 堤 成一郎
- (38) 溶融池形成シミュレーションにより得られる溶接ビード形状を反映した疲労き裂発生寿命予測  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 堤 成一郎, 北村 拓也, フィンカト リカルド, 荻野 陽輔, 平田 好則, 浅井 知
- (39) DIC 法を活用した多パス突合せ溶接継手の延性特性評価  
 日本材料学会、第2回材料 WEEK, 京都 (2016.10.11-14)  
 北村 拓也, 堤成 一郎, Fincato Riccardo
- (40) ハンマーピーニングによる溶接継手の疲労寿命向上効果に関する研究  
 日本材料学会、第2回材料 WEEK, 京都 (2016.10.11-14)  
 長尾 涼太, 堤 成一郎, Fincato Riccardo, 石川 敏之, 松本 理佐
- (41) 鋼材の結晶粒径が X 線回折による応力測定精度に与える影響  
 日本材料学会、第2回材料 WEEK, 京都 (2016.10.11-14)  
 鈴木 翔太, 鎌田 敏郎, 堤 成一郎, 寺澤 広基
- (9) 国際会議講演
- (1) Mechanical Fatigue Behavior under Macroscopically Elastic Stress Cycles  
 ANSTO Bragg Institute Seminar, Sydney, Australia (2016.7.7)  
 S. Tsutsumi
- (2) Analytical Simulation of Residual Stress Introduced by Hammer Peening  
 Symposium on the Research Activities of Joint Usage / Research Center on Joining and  
 Welding, Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
 R. Matsumoto, T. Ishikawa, S. Tsutsumi, H. Kawano and K. Yamada
- (3) Anisotropic Damage Constitutive Law Derived from Atomic Separation Process on Cleavage  
 Plane  
 Symposium on the Research Activities of Joint Usage / Research Center on Joining and  
 Welding, Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
 Y. Shintaku, K. Terada and S. Tsutsumi
- (4) Cyclic Plasticity FE Analysis in Multi-scale for Predicting Deformation and Fatigue Life of  
 Steel Materials and Structures  
 The Workshop between JWRI and University of Indonesia, Osaka, Japan (2016.11.15)  
 S. Tsutsumi

(10) 国内会議講演

- (1) 接合部の局所的な繰返し弾塑性挙動に基づく疲労寿命評価  
(一社) 溶接学会 平成28度春季全国大会 フォーラム, 大阪 (2016.4.12-14)  
堤 成一郎
- (2) 低変態温度溶接材料を用いた圧縮残留応力強化メカニズムと伸長ビード溶接処理による溶接部疲労特性向上  
(一社) 溶接学会 平成28度春季全国大会 フォーラム, 大阪 (2016.4.12-14)  
志賀 千晃, 村川 英一, 平岡 和雄, 大沢 直樹, 堤 成一郎, 矢島 浩, 谷野 忠和
- (3) 溶接構造の諸特性計測と疲労寿命予測技術  
第29期 非線形 CAE 勉強会 「実験・計測とシミュレーションのクロスアプローチ」, 東京 (2016.7.17)  
堤 成一郎
- (4) Relaxation Behavior of Peening Induced Residual Stresses Predicted by an Elastoplasticity Model with Cyclic Hardening and Softening Effect  
(一社) 溶接学会 溶接疲労強度研究委員会, 東京 (2016.7.28)  
S. Tsutsumi, K. Ueda and R. Fincato
- (5) 溶接構造の疲労強度設計  
第1回残留ひずみ・応力解析研究会, 東京 (2016.8.22)  
堤 成一郎
- (6) 硬・軟化 HAZ を有する突合せ溶接継手の弾塑性変形挙動  
溶接学会 第216回溶接構造研究委員会, 大阪 (2016.11.10)  
堤 成一郎, 北村 拓也, フィンカト リカルド, 崎野 良比呂
- (7) 結晶塑性有限要素法を利用した継手ミクロ組織の疲労亀裂発生解析  
溶接学会 第252回溶接疲労強度研究委員会, 東京 (2017.1.12)  
平出 隆志, 伊木 聡, 田川 哲哉, 池田 倫正, 堤 成一郎
- (8) 溶接条件に依存する継手ビード形状および疲労き裂発生寿命の予測  
溶接学会 第252回溶接疲労強度研究委員会, 東京 (2017.1.12)  
堤 成一郎, 北村 拓也, フィンカト リカルド, 荻野 陽輔, 平田 好則, 浅井 知
- (9) 疲労き裂発生寿命に対するオーバーマッチと角変形の影響  
溶接学会 第217回溶接構造研究委員会, 東京 (2017.1.24)  
堤 成一郎, 森田 花清, Fincato Riccardo
- (10) 溶接構造の疲労寿命評価に関する実験計測と非線形 CAE  
溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点 第1回講演会, 大阪 (2017.3.2)  
堤 成一郎
- (11) 解説・総説
  - (1) 高疲労強度のパイプ溶接継手の開発 - 次世代型大型望遠鏡のパイプ・ガセットプレート溶接継手 -  
溶接技術, 64 (2016), 47-53.  
中谷 光良, 湯藤 尚人, 永井 昭宏, 谷 和彦, 馬 東輝, 森田 寛之, 堤 成一郎, 豊貞 雅宏

- (2) 溶接継手の疲労強度に関わる数値シミュレーション技術の開発  
スマートプロセス学会誌, 6, 1 (2017), 17-21.  
堤 成一郎, Fincato Riccardo
- (3) 溶接継手の性能予測技術の開発  
溶接学会誌, 86, 1 (2017), 52-55.  
大畑 充, 庄司 博人, 堤 成一郎, 佐野 智一
- (4) 溶接継手の疲労き裂発生寿命の予測技術  
溶接学会誌, 86, 1 (2017), 56-58.  
堤成 一郎, Fincato Riccardo, 大畑 充, 佐野 智一
- (5) 浪速博士の溶接がってん！継手疲労特性に及ぼす応力集中って何？の巻  
WE-COM マガジン(日本溶接協会), 23 (2017)  
堤 成一郎

(13) 特許出願・登録

国内特許出願 2件

(15) 受賞

- (1) 第85回レーザー加工学会講演会優秀ポスター賞  
(一社)レーザー加工学会 (2016.06.09)  
川嶋 光将, 佐野 智一, 廣瀬 明夫, 堤 成一郎, 政木 清孝, 堀 久司
- (2) ベストディスカッション賞  
(公社)日本材料学会第2回材料 WEEK 若手学生発表会委員会 (2016.10.12)  
北村 拓也(M1)

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- (1) 基盤研究(B) 溶接構造体に対する疲労寿命予測システムの確立 堤 成一郎 2,730

一般公募型補助金研究

- (1) 中小企業経営 支援等対策費 補助金 (戦略 的基盤技術高 度化支援事業) 「新規なダイヤモンド接合技術を開発し、革新的機能と低価格を備えたCMPコンディショナの開発に適應する」の開発 堤 成一郎 653
- (2) 中小企業経営 支援等対策費 補助金 (戦略 的基盤技術高 度化支援事業) 溶接部応力制御技術開発による自動車用サスペンション部品の軽量化 堤 成一郎 2,355

#### 民間等との共同研究

(1)	X線を用いた土木構造物変状の非破壊評価手法に関する研究	堤 成一郎	1,575
(2)	疲労き裂発生寿命予測法の研究	堤 成一郎	1,080
(3)	溶接継手の疲労寿命に及ぼす繰返し材料特性の影響	堤 成一郎	1,944
(4)	高張力鋼板アーク溶接継手の疲労強度数値解析	堤 成一郎	1,944
(5)	高精度疲労強度評価手法の確立	堤 成一郎	1,000
(6)	増し溶接による疲労強度向上に関する検討	堤 成一郎	4,500
(7)	結晶塑性論を利用した複相組織鋼の力学特性に関する理論解析	堤 成一郎	540
(8)	高張力鋼の疲労繰返しによる塑性軟化に関する研究	堤 成一郎	500

#### 受託研究

(1)	溶接部性能保証のためのシミュレーション技術の開発	堤 成一郎	2,093
-----	--------------------------	-------	-------

#### 奨学寄付金

(1)		堤 成一郎	2,500
-----	--	-------	-------

#### 4.8 教育

氏名：堤 成一郎

##### (1) 大学院等講義科目

(1)	全学共通教育	基礎セミナー
(2)	全学共通教育	先端教養科目
(3)	地球総合工学科	マトリックス構造解析学
(4)	地球総合工学科	社会基盤工学英語
(5)	地球総合工学科	社会基盤工学創成実験
(6)	地球総合工学専攻 社会基盤工学コース	「構造材料学特論」集中講義 1.構造材料の疲労、 2.構造材料の弾塑性力学

(7) 地球総合工学専攻 社会基盤工学コース Safety Assessment Methodology in Civil Engineering

(8) 地球総合工学専攻 社会基盤工学コース 社会基盤ゼミナール

(3) 博士論文 (副査)

(1) 生産科学専攻, 永井 卓也 薄板の電子ビーム溶接継手における残留応力分布特性に関する研究

(4) 修士論文

(1) 地球総合工学, 森田 花清 局所的繰返し弾塑性挙動に基づく鋼構造体の疲労き裂発生寿命評価

(2) 地球総合工学, 植田 一史 ハンマーおよびレーザーピーニング処理技術による疲労寿命延伸効果

(5) 卒業論文

(1) 地球総合工学科, 佐野 萌 繰返し弾塑性 FEM 解析によるアルミニウム接合体の疲労き裂発生寿命評価

(2) 地球総合工学科, 大田 元希 鋼構造物の耐疲労信頼性向上を目指した補修補強施工の影響評価

#### 4.9 社会貢献

氏名: 堤 成一郎

(1) 学会役員

(1) (一社) スマートプロセス学会 学術・技術奨励賞審査委員会 委員

(2) (一社) スマートプロセス学会 平成28年学術・技術奨励賞審査委員会 委員

(3) (一社) 日本機械学会 マルチスケール計算固体力学研究会委員

(4) (一社) 日本鉄鋼協会 高強度鋼の破壊靱性委員会委員

(5) (一社) 日本溶接協会 鉄鋼部会 技術委員会 技術委員

(6) (一社) 日本溶接協会 規格委員会 幹事

(7) (一社) 日本溶接協会 学識会員

(8) (一社) 日本溶接協会 JISZ3140原案作成委員会 委員

(9) (一社) 日本溶接協会 抵抗溶接試験法検討委員会 委員

(10) (一社) 日本溶接協会 溶接監理技術者 評価委員

- (11) (一社) 溶接学会 溶接疲労強度研究委員会 委嘱委員
- (12) (一社) 溶接学会 溶接疲労強度研究委員会 副幹事長
- (13) (一社) 溶接学会 溶接学会誌編集委員会力学分野モニター
- (14) (一社) 溶接学会 溶接構造委員会 副幹事長
- (15) (一社) 溶接学会 溶接構造委員会幹事
- (16) (公社) 土木学会 関西支部 プログラム編成委員会 委員
- (17) (公社) 土木学会 調査研究部 応用力学委員会 委員
- (18) (公社) 土木学会 調査研究部 応用力学委員会 応用力学論文集編集小委員会 委員
- (19) (公社) 土木学会 応用力学委員会 離散体の力学小委員会委員
- (20) (公社) 日本材料学会 強度設計・安全性評価部門委員会委員
- (21) (公社) 日本材料学会 塑性工学部門委員会委員
- (22) (公社) 日本材料学会 破壊力学部門委員会委員
- (23) (公社) 日本材料学会 疲労部門委員会委員
- (24) (公社) 日本船舶海洋工学会 KSSG 委員
- (25) (公社) 日本船舶海洋工学会 船体疲労強度設計法の精緻化のための研究委員会委員

(2) 国際会議委員

- (1) Visual-JW 2016 Program Committee
- (5) 国・自治体・公益法人等への貢献
- (1) (一社) 日本鉄鋼連盟 土木鋼構造研究ネットワーク 委員
- (2) 福岡県築上郡築上町 有識者委員

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成28年度共同研究員と研究テーマ

氏名：堤 成一郎

- (1) 九州大学 豊貞 雅宏 EDS 下の亀裂結合力モデルの高度化

- |      |   |       |  |
|------|---|-------|--|
| (2)  | 東北大学災害科学国際研究所                                     | 寺田賢二郎 | き裂発生・進展シミュレーション技術の高度化  |
| (3)  | 東北大学工学研究科   | 番場 良平 | き裂発生・進展シミュレーション技術の高度化  |
| (4)  | 筑波大学システム情報系                                       | 新宅 勇一 | き裂発生・進展シミュレーション技術の高度化  |
| (5)  | 京都工芸繊維大学機械工学系                                     | 森田 辰郎 | き裂発生・進展シミュレーション技術の高度化  |
| (6)  | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻                       | 望月 正人 | き裂発生・進展シミュレーション技術の調査と新手法検討                                       |
| (7)  | 京都大学大学院工学研究科                                      | 松本 理佐 | 引張荷重下での局部加熱による疲労き裂の無害化に関する研究                                     |
| (8)  | 大阪大学大学院工学研究科<br>地球総合工学専攻                          | 藤久保昌彦 | 繰り返し荷重下の構造部材の座屈・塑性崩壊挙動に関する研究                                     |
| (9)  | 大阪大学大学院工学研究科<br>地球総合工学専攻<br>船舶海洋工学部門<br>船舶構造強度学領域 | 室 尚仁  | 繰り返し荷重下の構造部材の座屈・塑性崩壊挙動に関する研究                                     |
| (10) | 近畿大学工学部建築学科                                       | 崎野良比呂 | 建築構造用高張力鋼への高エネルギー密度溶接の適用   |
| (11) | 大阪大学地球総合工学科<br>船舶海洋工学コース<br>船舶構造強度学領域             | 森下 晃次 | 構造部材および接合部の信頼性評価 繰り返し荷重下の構造部材の座屈・塑性崩壊挙動に関する研究                    |
| (12) | 信州大学大学院理工学系<br>研究科                                | 堀場 亮佑 | 構造部材および接合部の信頼性評価 鋼構造部材および接合部の安全性・耐久性能の評価 建築鉄骨柱梁溶接接合部の耐震安全性に関する研究 |
| (13) | 信州大学工学部建築学科                                       | 金子 洋文 | 鋼構造部材および接合部の安全性能・耐久性能の評価 建築鉄骨柱梁溶接接合部の耐震安全性に関する研究                 |
| (14) | 信州大学工学部建築学科                                       | 中込 忠男 | 鋼構造部材および接合部の安全性能・耐久性能の評価 建築鉄骨柱梁溶接接合部の耐震安全性に関する研究                 |
| (15) | 信州大学大学院理工学系<br>研究科                                | 尾内 惇史 | 鋼構造部材および接合部の安全性能・耐久性能の評価 建築鉄骨柱梁溶接接合部の耐震安全性に関する研究                 |

- |      |                             |                 |  |
|------|-----------------------------|-----------------|--|
| (16) | 信州大学大学院理工学系<br>研究科          | 橋本 靖宏           | 鋼構造部材および接合部の安全性能・耐久性能の評価 建築鉄骨柱梁溶接接合部の耐震安全性に関する研究 |
| (17) | 信州大学大学院理工学系<br>研究科          | 金崎信太郎           | 鋼構造部材および接合部の安全性能・耐久性能の評価 建築鉄骨柱梁溶接接合部の耐震安全性に関する研究 |
| (18) | 信州大学大学院総合理工学<br>研究科         | 宮武 純也           | 鋼構造部材および接合部の安全性能・耐久性能の評価 建築鉄骨柱梁溶接接合部の耐震安全性に関する研究 |
| (19) | 信州大学大学院総合理工<br>研究科工学専攻建築学分野 | Nguyen Ducquang | 鋼構造部材および接合部の安全性能・耐久性能の評価 建築鉄骨柱梁溶接接合部の耐震安全性に関する研究 |
| (20) | 長崎大学大学院                     | 勝田 順一           | 鋼材の繰返し塑性変形後の伸び性能の計測と数値解析に関する研究                   |
| (21) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 佐野 智一           | 新しいレーザーピーニング技術の開発                                |
| (22) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 詠村 嵩之           | 新しいレーザーピーニング技術の開発                                |
| (23) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 川嶋 光将           | 新しいレーザーピーニング技術の開発                                |
| (24) | 大阪工業大学工学部<br>機械工学科          | 伊與田宗慶           | 抵抗スポット溶接継手の接合強度に関する信頼性評価                         |

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

(1) 合計 8

## 接合評価研究部門 信頼性評価・予測システム学分野

### 4.1 研究概要

次世代ものづくり技術を活かした健全な構造物を得るためには、溶接・接合部の特性支配要因の解明、特性劣化原因の究明、および、特性改善・向上技術の確立が重要である。本研究分野では、それらを達成するために、材料の凝固・変態挙動の理解を踏まえて、溶接・接合部の組織形成機構を明らかにするとともに、構造物の安心・安全を確保するための新しい組織制御技術および特性改善技術の確立、溶接・接合部の信頼性評価ならびにその予測システムの開発を目指している。材料のミクロ・ナノ構造を制御することにより、長寿命化対応材料や高強度材料およびその溶接技術を提案し、環境に優しい社会の実現を目指していきたいと考えている。

本研究分野はスタッフを一新し、今年度より始動した分野であり、現在は、溶接部のミクロ組織形成挙動を固相変態のみならず、凝固過程から一貫して理解するとともに、それらが靱性、耐食性などの特性に及ぼす影響を解明し、更なる特性向上を目指した研究を推進している。

### 4.2 研究課題

1. オーステナイト系ステンレス鋼の溶接凝固・変態挙動の解析
2. 炭素鋼溶接金属の粒内変態機構の解明
3. 鋼溶接金属の包晶反応機構の解明および靱性に及ぼす包晶反応の影響
4. 二相ステンレス鋼溶接部の耐食性および窒化物析出に及ぼす支配因子

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. オーステナイト系ステンレス鋼の溶接凝固・変態挙動の解析

オーステナイト系ステンレス鋼の中で、SUS304に代表される初晶フェライトで凝固し、凝固途中からオーステナイトが晶出して凝固が完了するFAモード凝固のステンレス鋼において、その溶接金属の二相凝固挙動を急冷凍結実験およびEBCDによる結晶学的検討により、凝固成長機構を明らかにした。初晶フェライトと第二相のオーステナイトの成長は結晶学的に独立しており、それぞれが独自に結晶粒の選択を繰り返しながら成長を続け、最終的にはお互いの優先成長方向が平行となる。すなわち、この場合の二相凝固挙動は従来から言われている共晶や包晶などの機構では説明できず、新たな二相凝固機構の提案につながった。また、この発見は、従来の一方向凝固実験ではなく、常に成長方向が変化する溶接凝固を対象とすることによって初めて明らかとなったものであり、今後の溶接金属組織制御への展開が期待されるとともに、これらの成果はActa Materialia誌に掲載された。また、オーステナイト系ステンレス鋼の溶接凝固割れに関し、割れの要因である樹間の残留液膜分布に対しマルチフェーズフィールド法を用いて解析し、得られた割れ発生予測結果が実際の現象と良く対応していることを明らかにし、これらの成果はISIJ International誌に掲載された。さらに、ホットワイヤTIG法を用いたオーステナイト系ステンレス鋼溶接金属の結晶粒微細化に関し、その形成メカニズム、適正溶接条件などを明確にし、これらの成果は溶接学会論文集に3報発表された。

## 2. 炭素鋼溶接金属の粒内変態機構の解明

炭素鋼溶接金属の靱性向上には、介在物を核とした粒内変態により微細なアシキュラーフェライトを析出させることが有効である。しかし、その変態核の種類および変態機構には諸説があるため、本研究では主として変態核種の生成機構について溶接金属の急冷凍結実験にて検討を進めた。粒内変態核は(Mn,Ti)Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub>を中心とし、その周りに非晶質のAl-Mn-Si系酸化物が存在し、最外周には10nm程度の非常に薄いTiの濃化層が確認された。このTi濃化層に関して従来はTiOと報告されてきたが、詳細な解析の結果、Nを含むTi(N,O)であることが明らかとなった。また、このような変態核の形成過程を調査した結果、溶融金属中には(Mn,Ti)Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub>を中心として周囲をAl-Mn-Siの非晶質に取り囲まれた酸化物は生成しているが、最外周にTi濃化層は確認されない。しかし、1000程度まで冷却される段階のオーステナイト中で、Ti(N,O)が最外層に形成され、アシキュラーフェライトの変態核となることが明らかとなった。これらの成果は粒内変態を促進する組織制御の可能性を示唆するものであり、Visual-JW2016および溶接学会秋季全国大会にて発表した。

## 3. 鋼溶接金属の包晶反応機構の解明および靱性に及ぼす包晶反応の影響

鉄鋼溶接金属の靱性は、P、Sなどの不純物元素が増えることによって低下する。特にその傾向は、CまたはNiなどを多く含有した初晶オーステナイト凝固する成分系で顕著である。一方、鉄鋼材料中のC、Ni量によってその凝固形態は異なり、特に鋼の包晶反応においては不明確な点が多い。本研究では、種々のP、S量において、Ni量を変化させて凝固形態をフェライト単相凝固、亜包晶凝固、過包晶凝固、オーステナイト単相凝固に変化させた鋼を用い、それらの溶接金属において、靱性に及ぼす凝固形態の影響について調査を進めている。一般的にNiを増量することにより靱性は向上するといわれているが、Sが100ppmを超えた場合、Niがある値を超えて増加すると、靱性が急激に低下(延性-脆性遷移温度の上昇)することが認められた。これは、凝固偏析挙動が凝固形態によって変化し、粒界偏析による粒界破壊モードに変化したことが明らかとなった。一方、Pの影響はほとんど確認できなかった。このように、初晶凝固相による凝固偏析挙動の違いおよび初晶フェライトから粗大オーステナイトへの包晶反応機構の解明が靱性低下機構の解明には重要であり、これらの検討を今後進める予定である。

## 4. 二相ステンレス鋼溶接部の耐食性および窒化物析出に及ぼす支配因子

二相ステンレス鋼においてフェライト単相温度域まで昇温された熱影響部(HAZ)では、母材に比べてフェライト量が著しく多くなるため、フェライト中での固溶度の小さいNはCr窒化物として析出し、耐食性が低下する。これを改善するには、Nの固溶度が大きいオーステナイトを増量する必要があるが、それには安価であり、かつ、強力なオーステナイト生成元素であるNが添加される。すなわち、窒化物の析出を抑制するために、敢えてその原因となるNを添加することになる。本研究では、HAZでの窒化物析出を抑制し、耐食性を改善する最適N量の指標を提案することを目的とした。相バランスは冷却速度にも大きく依存するため、冷却速度を種々変化させた場合にCr窒化物の析出が抑制できる最適N量を熱サイクル試験および熱力学的解析により検討し、その指標を明らかにした。

## (2) 研究に対する自己評価

鉄鋼材料は最重要な構造部材・機能部材であるにも関わらず、その溶接に関する研究を行って

る大学の研究機関は少なく、減少しているのが現状である。本研究分野では、そのような鉄鋼材料を主な研究対象として、溶接部の健全性に資する溶接部の組織形成機構の解明、構造物の安心・安全を確保するための新しい組織制御技術および信頼性評価ならびにその予測システムの開発を目指している。ただ、本研究分野は、新たに始動して1年目であるため、まだ大きな成果を出すに至っていないのが実情である。しかし、組織形成機構に関しては、急冷凍結実験や結晶学的解析、熱力学的解析およびマルチフェーズフィールド法などを屈指することにより、これまでの知見とは異なる新たな組織形成機構を提案している。これらの成果は、材料工学では中心的論文誌である *Acta Materialia* 誌や *ISIJ International* 誌などに掲載されるとともに、新しい溶接材料学が生まれる可能性があり、これら研究の先進性が認められつつある。また、これらの成果を基にした信頼性評価、特性改善技術の確立に関しても、新しい二相ステンレス鋼の開発に対し、日本金属学会より技術開発賞を受賞している。

#### 4.4 教育に対する自己評価

本研究分野は、マテリアル生産科学専攻生産科学コースの「接合プロセスメタラジー論」を担当した。さらに、全学共通教育の「基礎セミナー (ものづくりフロンティア)」、「先端教養科目」を分担した。

2016年度は博士前期課程1名 (M1: 1名)、学部4年生1名の学生を受け入れ指導するとともに、マテリアル生産科学専攻マテリアル科学コースの博士後期課程1名の博士論文審査の副査を担当した。

また、東北大学の非常勤講師として「材料界面設計学」を2コマ担当した。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

本研究分野は、溶接学会溶接冶金研究委員会副委員長、溶接学会企画委員会委員、溶接学会編集委員会委員、溶接学会関西支部行事委員長、日本溶接協会特殊材料溶接研究委員会幹事、日本鉄鋼協会接合結合フォーラム幹事を努めるなど、鉄鋼材料の溶接・接合研究、特に冶金分野で日本の中核として認知されている。また、国際貢献としては、Visual-JW2016の Executive Committee Chairman を務めた。さらに自治体への貢献として、尼崎市消防局の消防防災専門委員を務めている。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本年度は、3名の共同研究員を受け入れた。

鋼溶接部の水素脆化に関し、関西大学春名研究室と「鉄鋼材料溶接部の組織形成と水素の局在化」をテーマに共同研究を行った。水素脆化機構を解明するには、金属内における水素の局所的な存在位置や拡散経路を動的に検出することが重要であるため、走査型レーザー電解顕微鏡を用いた鉄鋼材料中の水素移動の可視化に関する研究を進め、優れた成果を得ている。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Solidification Mechanism of Austenitic Stainless Steels Solidified with Primary Ferrite  
*Acta Mater.*, 124 (2017), 430-436.  
H. Inoue and T. Koseki
- (2) Prediction of Residual Liquid Distribution of Austenitic Stainless Steel during Laser Beam Welding Using Multi-Phase Field Modeling  
*ISIJ Int.*, 57, 1 (2017), 139-147.  
D. Wang, K. Kadoi and K. Shinozaki
- (3) オーステナイト系ステンレス鋼 SUS310S 溶接金属における微細粒組織形成メカニズム  
溶接学会論文集, 35, 1 (2017), 36-44.  
山下 正太郎, 篠崎 賢二, 山本 元道, 門井 浩太
- (4) オーステナイト系ステンレス鋼 SUS310S 溶接金属の微細粒組織形成とワイヤ送給条件  
溶接学会論文集, 35, 1 (2017), 45-50.  
山下 正太郎, 篠崎 賢二, 山本 元道, 門井 浩太
- (5) オーステナイト系ステンレス鋼 SUS310S 溶接金属の微細粒組織形成現象とその特性  
溶接学会論文集, 35, 1 (2017), 6-12.  
山下 正太郎, 篠崎 賢二, 山本 元道, 門井 浩太
- (6) フェライト系ステンレス鋼 SUS430溶接金属の微細粒組織形成  
溶接学会論文集, 35, 1 (2017), 51-56.  
山下 正太郎, 篠崎 賢二, 山本 元道, 門井 浩太

##### (7) 国際会議発表

- (1) Beadless Bonding by Laser Heating  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
F. Himi, Y. Kawahito, H. Inoue, K. Nishimoto, S. Nishino and H. Kawakami
- (2) Fundamental Study on Intra-granular Transformation Mechanism in Low Alloy Steel Weld Metal  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Saruwatari, K. Kojima, H. Hirata and H. Inoue

##### (8) 国内学会発表

- (1) 鉄鋼材料溶接部の凝固から始まる組織制御  
大阪大学接合科学研究所第13回 産学連携シンポジウム, 大阪 (2016.5.25)  
井上 裕滋
- (2) 多孔質マイクロ球状粒子の自発的生成挙動の高温その場観察  
日本セラミックス協会 第29回秋季シンポジウム, 東広島 (2016.9.7-9)  
鈴木 義和, 阿部 浩也, 山本 啓, 伊藤 和博, 井上 裕滋, 中村 誠友己

- (3) レーザ加熱による無溶融接合  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
氷見 太, 川人 洋介, 西本 浩司, 川上 博, 井上 裕滋
- (4) 二相ステンレス鋼における 相の成長挙動  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
岩崎 祐二, 福元 成雄, 井上 裕滋
- (5) 粒内変態機構の基礎的検討  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
猿渡 周雄, 児嶋 一浩, 平田 弘征, 井上 裕滋
- (6) 初晶フェライトで凝固するオーステナイト系ステンレス鋼溶接金属の凝固機構  
(一社) 日本鉄鋼協会 第172回秋季講演大会, 大阪 (2016.9.21-23)  
井上 裕滋
- (9) 国際会議講演
  - (1) Solidification Mechanism of Austenitic Stainless Steels Solidified with Primary Ferrite  
The Workshop between JWRI and University of Indonesia, Osaka, Japan (2016.11.15)  
H. Inoue
- (10) 国内会議講演
  - (1) 溶接冶金学 I-2 「溶接部の組織と材質変化」  
平成28年度溶接工学夏季大学, 大阪 (2016.7.25-27)  
井上 裕滋
  - (2) 溶接部腐食トラブル事例 (3) ステンレス鋼の孔食・すき間腐食・粒界腐食  
溶接部の腐食トラブル防止事例講習会, 広島 (2016.12.5)  
井上 裕滋
  - (3) 鋼溶接部の組織  
日本鉄鋼協会 接合・結合フォーラム講演会, 鹿児島 (2017.1.30)  
井上 裕滋
  - (4) 溶接部の割れ  
日本鉄鋼協会 接合・結合フォーラム講演会, 鹿児島 (2017.1.30)  
門井 浩太
- (11) 解説・総説
  - (1) 溶接冶金学 I-2 「溶接部の組織と材質変化」  
平成28年度溶接工学夏季大学教材 (2016), 113-133.  
井上 裕滋
- (15) 受賞
  - (1) 技術開発賞  
(公社) 日本金属学会 (2016.09.21)  
及川 雄介, 柘植 信二, 江目 文則, 本村 洋, 井上 裕滋

(17) 外部資金 (単位:千円)

科学研究費補助金

(1) 若手B オーステナイト系金属材料の異材溶接における  
凝固組織制御と継手特性向上 門井 浩太 780

民間等との共同研究

(1) 二相ステンレス鋼溶接部の窒化物析出挙動に  
関する研究 井上 裕滋 2,400

受託研究

(1) 溶接部性能保証のためのシミュレーション  
技術の開発 井上 裕滋 1,035

奨学寄付金

(1) 井上 裕滋 2,000

(2) 門井 浩太 2,636

4.8 教育

氏名：井上 裕滋

(1) 大学院等講義科目

(1) マテリアル生産科学専攻生産科学コース 接合プロセスメタラジー論

(2) 全学共通教育 基礎セミナー「ものづくりフロンティア」

(3) 全学共通教育 先端教養科目

(3) 博士論文 (副査)

(1) マテリアル生産科学専攻マテリアル  
科学コース, 富士本 博紀 自動車用高強度薄鋼板の接合強度特性に関する研究

(5) 卒業論文

(1) 応用理工学科マテリアル生産科学科目  
生産科学科学コース, 高田 駿 二相ステンレス鋼溶接部の窒化物析出挙動に及ぼす支配因子の影響

#### 4.9 社会貢献

氏名：井上 裕滋

(1) 学会役員

- |                 |                              |
|-----------------|------------------------------|
| (1) (一社) 日本鉄鋼協会 | 接合・結合フォーラム幹事                 |
| (2) (一社) 日本溶接協会 | 特殊材料溶接研究委員会幹事                |
| (3) (一社) 日本溶接協会 | 化学機械溶接研究委員会 二相ステンレス鋼溶接小委員会委員 |
| (4) (一社) 溶接学会   | 溶接冶金研究会副委員長                  |
| (5) (一社) 溶接学会   | 編集委員会委員                      |
| (6) (一社) 溶接学会   | 関西支部行事委員長                    |

(2) 国際会議委員

- |                    |                              |
|--------------------|------------------------------|
| (1) Visual-JW 2016 | Executive Committee Chairman |
|--------------------|------------------------------|

(3) 他大学等での非常勤講師

- |          |         |
|----------|---------|
| (1) 東北大学 | 材料界面設計学 |
|----------|---------|

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- |            |          |
|------------|----------|
| (1) 尼崎市消防局 | 消防防災専門委員 |
|------------|----------|

氏名：門井 浩太

(1) 学会役員

- |               |             |
|---------------|-------------|
| (1) (一社) 溶接学会 | 企画委員        |
| (2) (一社) 溶接学会 | 溶接冶金研究委員会幹事 |

#### 4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成28年度共同研究員と研究テーマ

氏名：井上 裕滋

- |  |       |  |
|--|-------|--|
| (1) 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻        | 才田 一幸 | スレンレス鋼の高温割れ感受性評価                         |
| (2) 大阪大学大学院工学研究科<br>ビジネスエンジニアリング<br>専攻 | 森 裕章  | 低放射化フェライト鋼多層盛溶接時の高温<br>割れ感受性に及ぼす熱サイクルの影響 |
| (3) 関西大学化学生命工学部                        | 春名 匠  | 鉄鋼材料溶接部の組織形成と水素の局在化                      |



## スマートプロセス研究センター スマートコーティングプロセス学分野

### 4.1 研究概要

本研究分野では、ナノ粒子、粉体プロセスを基礎としたコーティングプロセスの開発により、我が国のものづくり技術の発展と安心、安全、環境、エネルギー問題等への貢献を通じて、スマートコーティングプロセス学の構築に寄与することを目指している。具体的には、機械的手法を基礎とした粉体プロセスである「ブレイクダウン法」と、気相法、液相法を基礎とした「ビルドアップ法」という二つのアプローチにより、スマートコーティングプロセスの開発を進めている。

前者においては、ナノ粒子、粉体の持つ特異な性質を活かすことにより、大気圧下非加熱で粒子表面に微粒子等をコーティングするプロセス、微粒子複合化による粒子の構造制御プロセス、非加熱ワンポットによるナノ粒子の直接合成プロセス、さらにはナノ粒子の直接合成と粒子複合化の融合による複合造粒体作製プロセスの開発などを進めている。一方、後者においては、アークプラズマ法による金属ナノ粒子の合成や、液相プロセスによる複合ナノ粒子の構造制御などが行われている。これらの方法により構造制御された粒子を用いて、磁気粘性流体などの機能性流体、三次元直接描画技術、リチウムイオン二次電池や燃料電池などの電極材料、超低熱伝導材料、蛍光体材料など、様々な形態の新材料開発を進めている。

### 4.2 研究課題

1. 機能性流体としてのコロイド材料の開発
2. 機械的手法による機能性ナノ粒子の非加熱合成技術の開発
3. 複合構造制御による二次電池用電極材料の開発
4. 複合粒子を用いた燃料電池電極材料の開発
5. 複合粒子を用いた超低熱伝導材料の開発
6. 焼成雰囲気制御した固相反応法の開発
7. セラミックス粉体の超微粉碎技術の確立に関する研究

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. 機能性流体としてのコロイド材料の開発

アークプラズマ法で得られる鉄ナノ粒子への物理化学的な界面デザインにより、鉄ナノ粒子が高濃度に分散する磁性コロイドを作製した。このコロイド材料は、磁場強度に応じて、流動性の高い状態から大きな降伏応力を有するゲル状態に、急速且つ連続的、可逆的に変化する。平成28年度も、前年度の成果を踏まえ、引き続き磁性コロイドを磁気粘性流体として応用するための研究を実施し、ハプティックデバイスなどへの展開を行った。

##### 2. 機械的手法による機能性ナノ粒子の非加熱合成技術の開発

粉体原料表面に機械的な作用を繰り返し与えることにより、非加熱で複合酸化物などのナノ粒子を合成することができる。具体的な合成手法として、大気圧下非加熱で、粒子層に強力な圧縮力とせん断力を繰り返し付与する摩砕式ミルによって粒子合成を行う研究を実施した。一方、ミリングにおいて高い遠心加速度を与えることを特徴とする遊星ボールミルを用いて、液中にて強力な機械的作用を原料粉体に与えることによって、非加熱で粒子合成などを行うプロセスについても研究を

進めた。

前者においては、 $Ce^{3+}$  を添加した  $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$  (YAG: $Ce^{3+}$ ) 蛍光体の合成プロセスの検討を行った。外部加熱することなく非加熱での YAG: $Ce^{3+}$  の直接合成を試みた。三種類の酸化物原料粉体 ( $Y_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CeO_2$ ) に加えて、フラックスとして  $BaF_2$  を適量添加して摩砕ミルによって処理すれば、外部加熱を施すことなく YAG: $Ce^{3+}$  が合成できることを既に明らかにしているが、本年度はフラックスの種類を変えた場合に YAG: $Ce^{3+}$  の合成に及ぼす影響について実験的検討を進めた。また、フラックスを使用せずに原料粉体として水酸化物である  $Al(OH)_3$  を Al 源として使用すると、金属 M-O 結合間の酸・塩基反応が生じることによって、脱水と同時に反応がメカノケミカル的に促進され、YAG 相が合成されることも明らかにした。

一方、後者においては、リチウムイオン二次電池の負極材料を対象として、液中での原料粉体への機械的作用が、材料合成に及ぼす影響を基礎的に検討した。具体的には、二酸化チタンと水酸化リチウムの原料粉体を水中にて遊星ボールミル処理することによって、非加熱で層状チタン酸塩 ( $Li_{1.81}H_{0.19}Ti_2O_5 \cdot xH_2O$ ) (LHTO) が合成できることを明らかにした。さらに LHTO を焼成することで  $Li_4Ti_5O_{12}$  粉体を合成後、リチウムイオン電池の負極を作製して充放電特性を測定した結果、負極材料として良好に作動することを示した。

### 3. 粒子複合構造制御による二次電池用電極材料の開発

摩砕式ミルを用いた非加熱ワンポット処理プロセスを応用して、ナノ粒子の合成だけでなく、合成されたナノ粒子と異種粒子とを複合化することにより、複合造粒体を作製する研究を推進した。具体的には、正極活物質である  $LiCoPO_4$  ナノ粒子と酸化物固体電解質粒子とを複合化して全固体電池用の正極複合造粒体を作製し、全固体電池としての充放電特性を測定した。その結果、 $LiCoPO_4$  を用いた全固体電池が作動することを世界に先駆けて明らかにした。

### 4. 複合粒子を用いた燃料電池電極材料の開発

摩砕式ミルを用いて三種類の原料粉体 ( $La_2O_3$ ,  $Sr(OH)_3$ ,  $Mn_3O_4$ ) から  $La_{0.8}Sr_{0.2}MnO_3$  (LSM) ナノ粒子を非加熱処理で合成すると同時に、固体電解質  $ScSZ$  (スカンジウム安定化ジルコニア) 粒子を添加することによって、62vol% の高い  $ScSZ$  配合率下で LSM と  $ScSZ$  が分散した複合粒子を作製することができた。また、得られた複合粒子を用いて固体酸化物形燃料電池 (SOFC) のカソード電極を作製し、電気化学的特性評価を行った結果、 $ScSZ$  配合率の増加と焼付け温度の最適化によって、電極反応に係る酸素イオンの伝導性、三相界面の増大、およびガス拡散のための空隙の確保が達成された。

### 5. 複合粒子を用いた超低熱伝導材料の開発

ナノ粒子を直接接合する低環境負荷型の非加熱複合化プロセスにより、断熱性能の極めて高い軽量多孔質材料を作製するプロセスを既に開発している。この方法は、シリカナノ粒子をガラス繊維粒子表面に多孔質状に接合した複合繊維粒子を作製し、それを加圧成形により断熱材を作製するものである。本年度は、親水性シリカと疎水性シリカのナノ粒子の配合割合が、最終的に作製される成形体の熱伝導率と強度に及ぼす影響を実験的に検討した。その結果、疎水性シリカの配合比率を増加させると親水性ガラス繊維との親和性が低下するため、層厚さの小さいナノ多孔質層が形成されることが分かった。この構造によって、疎水性シリカの配合比率の増加とともに成形体の熱伝導率は低下するが、成形体の機械的強度も低下する理由が定性的に説明できた。

### 6. 焼成雰囲気制御した固相反応法の開発

原料粉体を混合し、高温で焼成することで粒子を合成する固相反応法は、工業的に最も利用されている粉体合成法である。複合酸化物粉体の合成の多くは大気雰囲気下で行われるが、この焼成反

応場を1気圧の水蒸気雰囲気にするこゝで、合成温度を低温化させることができる。本年度は、リチウムイオン電池に用いられる正極活物質の固相合成を大気中および水蒸気中で行い、その粒子生成挙動に関する研究を推進した。MnCO<sub>3</sub>を核とする球状前駆体粒子からのLiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>の固相合成を行ったところ、大気中ではMnCO<sub>3</sub>の熱分解に伴い中空粒子が得られたが、水蒸気中では熱分解反応と引き続くLiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>の生成が低温から加速され、結晶面が発達した粒子径の大きな粒子が得られた。また、Niを固溶させたLiNi<sub>0.5</sub>Mn<sub>1.5</sub>O<sub>4</sub>高電位正極活物質の合成へも展開し、水蒸気雰囲気下での生成速度や粒成長挙動について調べた。水蒸気を導入することで、粒成長速度が著しく増加することが分かった。

#### 7. セラミックス粉体の超微粉砕技術の確立に関する研究

セラミックス微粉体の量産的製造技術の確立は、セラミックス材料の高機能化とコスト低減に不可欠である。その有力な製造プロセスが液中粉砕である。このプロセスでは、粉砕時間とともに粒子径は減少するが、ある時間で粉砕がストップし、粒子の再凝集が生じる。本研究では、その原因を粒子運動シミュレーション (Discrete Element Model) によって解析することを目指す。本年度は、アルミナ粉体の液中でのボールミル粉砕を行った。粉砕に影響する因子として媒体ボールのサイズを変え、粉砕時間に対する粉砕品の粒子径の変化を調べた。

#### (2) 研究に対する自己評価

本研究分野では、主に機械的手法を基礎とした「ブレイクダウン法」と、気相法、液相法を基礎とした「ビルドアップ法」という二つのアプローチにより、スマートコーティングプロセスに関する研究開発を進めている。さら両者の連携によるシナジー効果を有効に活かして分野全体としての研究を進めている。このような分野運営の結果、分野全体において10報の査読付き学術論文を発表した。また合計5件の解説記事を執筆するとともに、3件の著書を執筆した。なお、平成28年度には、小澤助教が日本セラミックス協会より、また大学院修士2年の学生が粉体工学会より、それぞれ1件受賞した。その他、外部資金の獲得も積極的に進め、企業との共同研究予算も獲得した。

#### 4.4 教育に対する自己評価

マテリアル生産科学担当分野として、大学院の授業を担当するとともに学生の研究指導を行った。その結果、大学院修士2年の学生1名が、粉体工学会よりベストポスター賞を受賞した。また、FrontierLab@OsakaUプログラムにより国立台湾大学から派遣された研究留学生1名の研究指導、並びにJST さくらサイエンスで派遣された大学院学生 (国立台湾大学) 1名の教育を行った。平成28年度に後期課程として当分野に在籍中の学生は計2名であった。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

##### 1. 国内外での学会等活動

本分野では、ナノ粒子、粉体工学を基礎としたコーティングプロセスの開発とともに、これらのプロセス技術を応用して、様々な材料開発を進めている。したがって、粉体工学を中核としながら、多様な学問領域と連携して国内外の学会活動を進めている。

その結果、内藤教授は、学会、公益法人等の委員計24件、13件の国際会議委員を担当し、国内外の学会等活動に寄与した。特に粉体工学会では、平成27年2月の総会で学会会長に就任し、平成29年2月の総会にて、さらに2年間会長を継続することが決定したため、引き続き学会の運営に貢献している。

また国際会議においては、粉体工学会が主催となり、当研究所が共催機関として開催された「材料界面の特性評価と制御に関する国際会議」(ICCCI 2015)の議長を担当した。本会議で発表された成果のうち論文投稿されたものは、2016年5月に国際論文誌 Advanced Powder Technology の Special issue として発行された。また、2018年7月に ICCCI 2018を開催することになり、内藤教授が引き続き議長を担当し、小澤助教が国内委員会委員として会議の準備に着手した。このように、委員等の参画に関して、本分野は十分な活動を展開したものと自己評価できる。

## 2. 産学連携

平成28年度は、企業との共同研究を3件推進した。その結果、国際特許1件を共同出願した。以上、本分野は例年と同様に、技術シーズを十分に活かして、多面的かつ発展的な産学連携を推進している。

## 3. 国際貢献

本分野においては、上記に記載したように、多くの国際会議に委員として参加し国際貢献を進めた。また、大学間、並びに部局間交流協定を締結している各機関との交流も活発に進めた。上海交通大学においては、平成28年度も内藤教授が客員教授として交流を進め、当研究所との国際共同研究員として2名の研究者 (Prof.Li と Dr.Fan) を招へいし、共同研究を進めた。また、上海珪酸塩研究所においても、引き続き Prof.Zhang を当研究所の国際共同研究員として当研究所に招へいして共同研究を進めるとともに、2016年11月に同研究所の研究者3名が来所し、当研究分野との合同セミナーを開催した。その他、広東工業大学より Prof.H.T.Lin を5月に当研究所に招へいし、研究交流を行った。一方、内藤教授が国立台湾大学の訪問 (10月31日～11月2日) とドイツ材料技術研究所 (BAM) の訪問 (2017年3月23～24日) を通じて、双方の研究情報交流を行った。

その他、大阪大学の FrontierLab@OsakaU プログラムを活用して、国立台湾大学より研究留学生1名を受け入れるとともに、JST さくらサイエンスで派遣された大学院学生 (国立台湾大学) 1名を受け入れた。

## 4. その他

社会への情報発信は、本年度も積極的に進められており、当分野で得られた研究成果に対して2件の記事が日刊工業新聞等に掲載された。

### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

平成28年度に本分野では、一般課題として計24名の共同研究員を受け入れた。本年度の内訳は、内藤教授担当が17名、阿准教授担当が6名、小澤助教担当が1名であり、それぞれ活発な共同研究を進めた。また、当分野における共同研究員との連名の論文は2件であった。

さらに先導的重点課題である「微粒子を利用した界面接合制御に基づくスマート接合技術の開拓」を、当分野が先導して推進した。本年度の重点課題に参加した研究員は5名であった。本年度は、3年間の研究期間の最終年度であり、役割分担型の共同研究を展開した。さらに第4回シンポジウムを2016年5月31日に荒田記念館で開催した。

当分野では、平成28年度の国際共同研究員制度により、上海珪酸塩研究所の Prof.Zhang とリチウムイオン電池の電極形成プロセスに関する研究を進めた。また、本年度より、上海交通大学の金属複合材料研究所の研究者2名 (Prof. Li と Dr.Fan) とともに複合粒子のスマートプロセス開発に関する共同研究を進めた。本年度、Prof.Li は1回、Dr. Fan は2回、当研究所に短期滞在し、共同研究を展開した。以上報告したように、本分野では積極的に全国共同利用に関する活動を推進しているものと自己評価される。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Preparation and Characterization of Ni-YSZ Composite Electrode for Solid Oxide Fuel Cells by Different Co-Precipitation Routes  
J. Alloy. Compd, 688 (2016), 1047-1052.  
X. Xi, A. Kondo and M. Naito
- (2) Insertion of Lattice Strains into Ordered  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$  Spinel by Mechanical Stress: A Comparison of Perfect Versus Imperfect Structures as a Cathode for Li-ion Batteries  
J. Power Sources, 320 (2016), 120-126.  
T. Kozawa, T. Murakami and M. Naito
- (3) Effect of  $\text{BaF}_2$  Powder Addition on the Synthesis of YAG Phosphor by Mechanical Method  
Adv. Powder Technol., 28, 1 (2016), 50-54.  
K. Kanai, Y. Fukui, T. Kozawa, A. Kondo and M. Naito
- (4) Growth Behavior of  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  Particles Formed by Solid-State Reactions in Air and Water Vapor  
J. Solid State Chem., 243 (2016), 241-246.  
T. Kozawa, K. Yanagisawa, T. Murakami and M. Naito
- (5)  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$  ナノ粒子造粒体の機械的合成とその形成機構  
粉体工学会誌, 53, 10 (2016), 636-641.  
小澤 隆弘, 垂井 洋静, 内藤 牧男
- (6) 複合前駆体粒子を用いた  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$  正極粉体の機械的合成  
粉体工学会誌, 53, 12 (2016), 774-778.  
小澤 隆弘, 垂井 洋静, 内藤 牧男
- (7) Effect of Carbon Addition on One-Step Mechanical Synthesis of  $\text{LiCoPO}_4/\text{C}$  Composite Granules and Their Powder Characteristics  
Ceram. Int., 43 (2017), 938-943.  
M. Matsuoka, A. Kondo, T. Kozawa, M. Naito, H. Koga, T. Saito and H. Iba
- (8) 機械的手法による  $\text{YAG}:\text{Ce}_{3+}$  蛍光体の合成  
粉体工学会誌, 54, 1 (2017), 32-36.  
金井 和章, 福井 祥文, 小澤 隆弘, 近藤 光, 内藤 牧男
- (9) Mechanochemical-hydrothermal Synthesis of Layered Lithium Titanate Hydrate Nanotubes at Room Temperature and Their Conversion to  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$   
Mater. Res. Bull. (2017), 90 (2017) 218-223.  
S. Suzuki, T. Kozawa, T. Murakami and M. Naito
- (10) 複合粒子により作製された SOFC カソードの電極特性評価  
粉体工学会誌, 53, 6 (2016), 380-385.  
近藤 光, C.-Y. Hsu, 小澤 隆弘, 内藤 牧男

(4) 国内会議発表論文 (査読あり)

- (1) CIP 成形体中の顆粒の崩壊確率の定式化  
日本機械学会2016年度年次大会講演論文集, 福岡 (2016.9.11-14)  
安田 公一, 田中 諭, 内藤 牧男

(7) 国際会議発表

- (1) Collapse Probability of Granules under Isostatic Pressure  
EnCera 2016, Niigata, Japan (2016.5.9-12)  
K. Yasuda, S. Tanaka and M. Naito
- (2) A Stochastic Modeling for Ceramic Granule Collapse during Cold Isostatic Pressing  
9th Int. Conf. on High Temperature Ceramic Matrix Composites (HTCMC9) and Global Forum  
on Adv. Materials and Technologies for Sustainable Development (GFMAT2016), Toronto,  
Canada (2016) (2016.6.26-7.1)  
K. Yasuda, S. Tanaka and M. Naito
- (3) Microstructure Control of  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$  Ceramics Using Nanocomposite Particles Prepared by  
Mechanical Treatment  
9th Int. Conf. on High Temperature Ceramic Matrix Composites (HTCMC9) and Global Forum  
on Adv. Materials and Technologies for Sustainable Development (GFMAT2016), Toronto,  
Canada (2016.6.26-7.1)  
M. Matsuoka, T. Uoji, J. Tatami, M. Naito and C. Tokoro
- (4) Smart Powder Processing for Advanced Materials and Sustainable Development  
9th Int. Conf. on High Temperature Ceramic Matrix Composites (HTCMC9) and Global Forum  
on Adv. Materials and Technologies for Sustainable Development (GFMAT2016), Toronto,  
Canada (2016) (2016.6.26-7.1)  
M. Naito, T. Kozawa, A. Kondo and M. Matsuoka
- (5) Stochastic Model for Ceramic Granule Collapse during Cold Isostatic Pressing  
The Ninth Pacific Rim Int. Conf. on Adv. Materials and Processing (PRICM 9), Kyoto, Japan  
(2016.8.1-5)  
K. Yasuda, S. Tanaka and M. Naito
- (6) Specific Heat Capacity Measurement of Thermal Insulation Material by Differential Scanning  
Calorimeter  
ICTAC16, Florida, USA (2016.8.14-19)  
H. Abe, M. Akoshima, T.-W. Lian, A. Kondo and M. Naito
- (7) Thermal Conductivity of a Porous Composite Composed of Glass-fiber/Fumed-silica-nanoparticle  
The 11 th Asian Thermophysical Properties Conf., Yokohama, Japan (2016.10.2-5)  
M. Akoshima, H. Abe, T.-W. Lian, A. Kondo and M. Naito
- (8) Stochastic Estimation on Granule Collapse in Powder Compact under Isostatic Pressue  
The 33 rd Int. Korea-Japan Seminar on Ceramics, Daejeon, Korea (2016.11.16-19)  
K. Yasuda, S. Tanaka and M. Naito

- (9) Spherically Self-Assembled Magnetite Nanocrystals for Magnetorheological Fluid  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
H. Abe, K. Kuruma, K. Sato, T. Naka and Y. Suzuki
- (10) Powder Synthesis for Battery Application by One-Step Mechanical Method  
The 14 th Korea/Japan Int. Symp. on Resources Recycling and Materials Science, Incheon, Korea (2016.7.7-8)  
M. Matsuoka, C. Tokoro, A. Kondo, T. Kozawa and M. Naito
- (11) Direct Preparation of Composite Granules Composed of Cathode and Electrolyte Particles for All-Solid-State Li-ion Batteries by Mechanical Method  
41st Int. Conf. and Exposition on Adv. Ceramics and Composites (ICACC2017), Florida, USA (2017.1.22-27)  
T. Kozawa, A. Kondo, K. Fukuyama, M. Naito, H. Koga and H. Iba
- (12) Synthesis of Lithium Titanate Hydrate Nanotubes by Planetary Ball Milling and Their Conversion to  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  Anode for Li-ion Batteries  
41st Int. Conf. and Exposition on Adv. Ceramics and Composites (ICACC2017), Florida, USA (2017.1.22-27)  
S. Suzuki, T. Kozawa and M. Naito

(8) 国内学会発表

- (1) CIP成形体中の顆粒の破壊確率に関する理論解析  
粉体工学会2016年度春期研究発表会, 京都 (2016.5.17-18)  
安田 公一, 田中 諭, 内藤 牧男
- (2) ナノ粒子/繊維複合材料の熱伝導率および熱伝達率の同時測定  
粉体工学会2016年度春期研究発表会, 京都 (2016.5.17-18)  
大村 高弘, 峯 良太, 中村 優介, 井上 諒, 辻 直希, 内藤 牧男
- (3) 機械的粒子複合化手法を用いた  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ セラミックスの微構造制御  
日本セラミックス協会第29回秋季シンポジウム, 東広島 (2016.9.7-9)  
松岡 光昭, 所 千晴, 魚路 拓哉, 多々見 純一, 内藤 牧男
- (4) ナノセルロース強化吸着剤を利用した環境浄化システムの開発  
粉体工学会2016年度秋期研究発表会, 東京 (2016.11.29-30)  
伴 なお美, 近藤 充記, 島 和也, 神谷 昌岳, 中平 敦, 内藤 牧男
- (5) 多孔質マイクロ球状粒子の自発的生成挙動の高温その場観察  
日本セラミックス協会 第29回秋季シンポジウム, 東広島 (2016.9.7-9)  
鈴木 義和, 阿部 浩也, 山本 啓, 伊藤 和博, 井上 裕滋, 中村 誠友己
- (6) スマートプロセスを活用した金属酸化物蛍光体の創製  
粉体工学会 2016年度 春期研究発表会, 京都 (2016.5.17-18)  
金井 和章, 福井 祥文, 小澤 隆弘, 近藤 光, 内藤 牧男
- (7) 高電位  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 正極粒子の機械的合成における原料粉体の影響  
粉体工学会 2016年度 春期研究発表会, 京都 (2016.5.17-18)  
垂井 洋静, 小澤 隆弘, 内藤 牧男

- (8) 水蒸気焼成による球状  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  粒子の低温粒成長  
(公社)日本セラミックス協会第29回秋季シンポジウム, 広島 (2016.9.7-9)  
小澤 隆弘, 村上 猛, 内藤 牧男, 柳澤 和道
- (9) 遊星ボールミルを用いたチタン酸リチウム水和物の合成  
(公社)日本セラミックス協会第29回秋季シンポジウム, 広島 (2016.9.7-9)  
鈴木 慎司, 小澤 隆弘, 村上 猛, 内藤 牧男
- (10) 粉碎機を用いた層状チタン酸塩ナノシート/ナノチューブの非加熱合成  
粉体工学会 2016年度 秋期研究発表会, 大阪 (2016.11.29-30)  
鈴木 慎司, 小澤 隆弘, 村上 猛, 内藤 牧男
- (11) ワンステップの機械的処理による SOFC カソード用複合粒子の作製とその特性評価  
粉体工学会 2016年度 春期研究発表会, 京都 (2016.5.17-18)  
近藤 光, Xiuan Xi, 小澤 隆弘, 内藤 牧男
- (12) レーザフラッシュ法を用いた多孔質断熱材料の迅速な熱伝導特性評価  
粉体工学会第51回技術討論会, 東京 (2016.6.14-15)  
T.-W. Lian, 近藤 光, 内藤 牧男, 阿子島 めぐみ, 阿部 陽香, 大村 高弘, W.-H. Tuan
- (13) 複合粒子により作製された SOFC カソードの電極特性評価  
粉体工学会第51回技術討論会, 東京 (2016.6.14-15)  
近藤 光, C.-Y. Hsu, 小澤 隆弘, 内藤 牧男
- (14) DSC による比熱容量測定 断熱材の素材測定について  
日本熱測定学会第52回熱測定討論会, 徳島 (2016.9.28-30)  
阿部 陽香, 阿子島 めぐみ, T.-W. Lian, 近藤 光, 内藤 牧男
- (15) シリカナノ粒子を用いたカビ胞子の付着抑制  
粉体工学会2016年度秋期研究発表会, 東京 (2016.11.29-30)  
南浦 茉奈, 深町 一仁, 弓山 将太, 小西 康裕, 野村 俊之, 近藤 光, 内藤 牧男

(9) 国際会議講演

- (1) Smart Powder Processing for Advanced Materials  
ModTech 2016, Iasi, Romania (2016.6.15-18)  
M. Naito, T. Kozawa and A. Kondo
- (2) Smart Powder Processing for Advanced Materials  
Materials Science Lectures Series, Cologne, Germany (2016.12.5-10)  
M. Naito
- (3) Collapse Probability of Granules in Ceramic Powder Compact during Cold Isostatic Pressing  
41 st International Conference & Exposition on Advanced Ceramics and Composites, Daytona Beach, USA (2017.1.22)  
K. Yasuda, S. Tanaka and M. Naito
- (4) Smart Powder Processing of Advanced Materials and Their Recycling  
41 st International Conference & Exposition on Advanced Ceramics and Composites, Daytona Beach, USA (2017.1.22-27)  
M. Naito, A. Kondo and T. Kozawa

- (5) Smart Powder Processing of Advanced Materials for Energy and Environments  
41 st International Conference & Exposition on Advanced Ceramics and Composites, Daytona Beach, USA (2017.1.22-27)  
M. Naito, T. Kozawa and A. Kondo
- (6) Smart Powder Processing for Advanced Materials  
Sandia Powder Summit, New Mexico, USA (2017.1.27)  
M. Naito, T. Kozawa and A. Kondo
- (7) Powder Characterization Methods for High Quality Advanced Materials  
92th DKG Annual Meeting in conjunction with the Symposium on High Performance Ceramics, Berlin, Germany (2017.3.19-22)  
M. Naito
- (8) Size- and Shape-controlled Colloidal Fluid of Surface-modified Iron Oxide Magnetic Fine Particles: The Magnetorheological Property  
Symposium on the Research Activities of Joint Usage / Research Center on Joining and Welding, Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
K. Kanie, Y. Oda, J. Yabuki, S. Yamanaka, M. Matsubara, H. Abe, M. Naito and A. Muramatsu
- (9) Fabrication of Electrode Materials for Lithium-Ion Batteries by a Simple Mechanical Process  
Sandia Powder Summit, New Mexico, USA (2017.1.27)  
T. Kozawa, S. Suzuki and M. Naito
- (10) Accelerated Solid-State Synthesis and Particle Shape Evolution of Ceramic Powders in Water Vapor Environment  
International Symposium on Advanced Materials : Golden Era in Hydrothermal Research, Kochi, Japan (2017.3.27-30)  
T. Kozawa and K. Yanagisawa
- (10) 国内会議講演
  - (1) こうすればできるセラミックスの評価 : 粉体・焼結体構造評価  
日本セラミックス協会主催、セラミックス大学2016、ベーシックコース, 東京 (2016.6.4)  
内藤 牧男
  - (2) ナノ粒子、微粒子の複合化技術とその応用  
色材協会関西支部主催、色材分散講座 - 分散の基礎と応用 -, 大阪 (2016.7.13)  
内藤 牧男
  - (3) 粉砕におけるトラブル対策  
(一社) 日本粉体工業技術協会主催第4回粉体エンジニア早期養成講座「粉砕」, 兵庫 (2016.10.14)  
内藤 牧男
  - (4) 材料特性向上のための粒子・粉体の構造制御  
粉体工学会第3回機能性粉体プロセス研究会, 仙台 (2016.11.14)  
内藤 牧男, 小澤 隆弘, 近藤 光

- (5) 材料特性向上のための粒子・粉体の構造制御  
粉体工学会2016年度秋期研究発表会, 東京 (2016.11.30)  
内藤 牧男, 小澤 隆弘, 近藤 光
- (6) 初歩から学ぶ粉砕技術 - 基礎から応用まで -  
国際粉体工業展東京2016、粉体機器ガイダンス「粉砕」, 東京 (2016.12.1)  
内藤 牧男
- (7) ナノ粒子・複合粒子のスマートな製造プロセス開発とその応用  
同志社大学先端複合材料研究センター2016年度末研究成果発表会, 京都 (2017.2.25)  
内藤 牧男
- (8) 粒子複合化と材料開発  
2016年度粉体工学会春期研究発表会, 京都 (2016.5.17-18)  
阿部 浩也
- (9) ナノ粒子分散マグネトロロジー流体の開発  
第34回日本ロボット学会学術講演会, 山形 (2016.9.7-9)  
阿部 浩也, 山中 真也, 野間 淳一
- (10) 二次電池用電極粉体のメカニカル合成  
第4回化学工学会関西支部技術シーズフォーラム, 京都 (2016.10.7)  
小澤 隆弘
- (11) 解説・総説
- (1) 粉体技術の国際動向  
化学装置, 58, 5 (2016), 17-19.  
内藤 牧男
- (2) 例題で理解する「粉体の基礎」入門、粉体の特性 粉体粒子間の相互作用  
化学装置, 58, 7 (2016), 45-48.  
内藤 牧男
- (3) 複合粒子の合成と微粒子成膜への応用  
ケミカルエンジニアリング, 61, 10 (2016), 734-739.  
内藤 牧男, 近藤 光, 小澤 隆弘
- (4) 例題で理解する「粉体の基礎」入門、粉体の流動性評価  
化学装置, 58, 11 (2016), 115-117.  
内藤 牧男
- (5) 機械的手法によるリチウムイオン電池用正極粒子の合成  
セラミックス, 51, 6 (2016), 377-380.  
小澤 隆弘, 近藤 光, 内藤 牧男
- (12) 著 書
- (1) Additive Manufacturing and Strategic Technologies in Advanced Ceramics  
Wiley-American Ceramic Society, (2016), 共同編集  
K. Shimamura, S. Kirihara, J. Akedo, T. Ohji, M. Naito, M. Singh and A. Michaelis

(2) 全固体電池のイオン伝導性向上技術と材料、製造プロセスの開発  
技術情報協会, (2017), 分担執筆, 199-205.  
内藤 牧男, 小澤 隆弘, 近藤 光

(3) 先端部材への応用に向けた最新粉体プロセス技術  
(株) シーエムシー出版, (2017), 監修  
内藤 牧男

(13) 特許出願・登録

(1) 無機化合物の製造方法  
PCT/JP2016/064420  
内藤 牧男, 他 1 名

(15) 受賞

(1) 第29回秋季シンポジウム優秀賞  
(公社) 日本セラミックス協会 (2016.09.08)  
小澤 隆弘

(2) 粉体工学会ベストポスター賞  
(公社) 粉体工学会 (2016.11.30)  
鈴木 慎司 (M2)

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

(1)	基盤研究(C)	ナノ粒子分散マグネトロロジー流体の創製と可逆な機能性接合	阿部 浩也	1,040
(2)	若手研究(B)	焼成雰囲気がありなす水蒸気アシスト接合の実証と二次電池用多孔質電極創製への応用	小澤 隆弘	1,430

民間等との共同研究

(1)		活物質・固体電解質一体形成基盤技術の開発	内藤 牧男	29,733
(2)		粉体の微細構造制御に関する研究	内藤 牧男	7,000
(3)		温和な条件下での無機ナノ粒子の生成機構に関する研究	阿部 浩也	1,200

受託研究

(1)		セラミックス粉体の超微粉碎技術の確立と革新的粉体プロセスの開発	内藤 牧男	6,092
-----	--	---------------------------------	-------	-------

奨学寄付金

(1)			阿部 浩也	2,100
-----	--	--	-------	-------

#### 4.8 教育

氏名：内藤 牧男

(1) 大学院等講義科目

(1) マテリアル生産科学専攻 粉体機能化学特論

(2) 全学共通教育 先端教養科目

(4) 修士論文

(1) マテリアル生産科学専攻, 鈴木 慎司 機械的手法を用いた層状チタン酸塩粒子の非加熱液中合成と二次電池用負極材料への応用

氏名：阿部 浩也

(1) 大学院等講義科目

(1) 全学共通教育 先端教養科目

#### 4.9 社会貢献

氏名：内藤 牧男

(1) 学会役員

(1) (一社) スマートプロセス学会 理事

(2) (一社) スマートプロセス学会 Best Review 賞審査委員会 委員

(3) (一社) スマートプロセス学会 総合企画運営委員会委員

(4) 粉体工学会 会長

(2) 国際会議委員

(1) THERMEC 2016 Scientific Committee Member

(2) 4th International Conference, Modern Technologies in Industrial Engineering (ModTech 2016) Scientific Committee Member

(3) ModTech 2016 Scientific Committee Member

(4) HTCMC-9 and GFMAT 2016 Symposium organizer of "Powder Processing Innovation and Technologies for Advanced Materials and Sustainable Development"

- |      |   |  |
|------|---|--|
| (5)  | The 8th International Symposium on Green and Sustainable Technologies for Materials Manufacturing and Processing, Materials Science & Technology 2016 | Organizer                                  |
| (6)  | Advanced Powder-Processing and Manufacturing Technologies, The 12th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology                            | Symposium Organizer                        |
| (7)  | ModTech 2017  | Scientific Committee Member                |
| (8)  | The 7th Asian Particle Technology Symposium   | International Advisory Board Member        |
| (9)  | The 9th International Symposium on Green and Sustainable Technologies for Materials Manufacturing and Processing, Materials Science & Technology 2017 | Symposium Organizer                        |
| (10) | ACTSEA 2017   | Member of the International Advisory Board |
| (11) | The Tenth International Conference on High-Performance Ceramics (CICC-10)   | International Advisory Committee Member    |
| (12) | CIMTEC 2018   | Member of International Advisory Board     |
| (13) | ICCCI 2018  | Chairman                                   |
| (5)  | 国・自治体・公益法人等への貢献   |  |
| (1)  | (一社) 生産技術振興協会   | ナノ技術応用分科会推進委員                              |
| (2)  | (一社) 日本ファインセラミックス協会   | ファインセラミックス国際標準化推進協議会幹事<br>国業務委員会委員         |
| (3)  | (一社) 日本ファインセラミックス協会   | 標準化委員会委員                                   |
| (4)  | (一社) 日本ファインセラミックス協会   | 標準化委員会 EC-3委員                              |
| (5)  | (一社) 日本ファインセラミックス協会   | 標準化委員会 EC-9委員                              |
| (6)  | (一社) 日本ファインセラミックス協会   | ISO/TC206/WG2 (粉体) 委員                      |
| (7)  | (一社) 日本粉体工業技術協会   | 粉砕分科会 コーディネータ                              |
| (8)  | (一社) 日本粉体工業技術協会   | 理事   |
| (9)  | (公財) ホソカワ粉体工学振興財団   | 理事   |
| (10) | (公財) ホソカワ粉体工学振興財団   | 論文誌 KONA 編集委員                              |
| (11) | (独) 日本学術振興会   | 先進セラミックス材料第124委員会運営委員                      |

- |   |  |
|---|--|
| (12) (独) 日本学術振興会  | 先進セラミックス材料第124委員会粉体プロセス分科会幹事                     |
| (13) Journal of Modern Manufacturing Technology                                   | Associate Editor                                 |
| (14) Particle Journal   | Member of International Editorial Advisory Board |
| (15) Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences                  | Visiting Professor                               |
| (16) The American Ceramic Society   | The Committee member on John Jeppson Award       |
| (17) The State Key Lab. of Metal Matrix Composites, Shanghai Jiao Tong University | Guest Professor                                  |
| (18) World Academy of Ceramics  | Professional Member (Academician)                |
| (19) 山梨県  | やまなし産業立地アドバイザー                                   |
| (20) 物質・デバイス共同研究拠点  | 共同研究員  |
| (6) 外国人招へい研究員・研究留学生   |  |
| (1) 招へい研究員 : Hsu Cheng-Yen, 国立台湾大学大学院生  | 固体酸化物形燃料電池電極材料の合成と電極特性評価に関する研究                   |
| (7) 社会への情報発信  |  |
| (1) 研究所訪問 わが国唯一の溶接・接合技術に関する総合研究所  | 化学装置 Vol.58, No.7 (2016.07.01)                   |
| (2) 今後の多様な材料開発に期待   | 日刊工業新聞 (2016.11.29)                              |
| 氏名 : 阿部 浩也  |  |
| (1) 学会役員  |  |
| (1) (一社) スマートプロセス学会   | Best Review 賞審査委員会 委員                            |
| 氏名: 小澤 隆弘   |  |
| (2) 国際会議委員  |  |
| (1) ICCCI 2018  | Local Organizing Committee Member                |

#### 4.10 全国共同利用に関する研究

##### (1) 平成28年度共同研究員と研究テーマ

氏名：内藤 牧男

- |      |   |       |  |
|------|---|-------|--|
| (1)  | 関西大学環境都市工学部                               | 木下 卓也 | SOFC 用多孔質電極微粒子の合成と電気化学特性評価                           |
| (2)  | 関西大学大学院理工学研究科<br>環境都市工学専攻エネルギー<br>・環境工学分野 | 丸本祐太郎 | SOFC 用多孔質電極微粒子の合成と電気化学特性評価                           |
| (3)  | 関西大学大学院理工学研究科<br>環境都市工学専攻エネルギー<br>・環境工学分野 | 和田 佳也 | SOFC 用多孔質電極微粒子の合成と電気化学特性評価                           |
| (4)  | 長岡技術科学大学大学院<br>工学研究科物質材料工学専攻              | 田中 諭  | セラミックス製造における構造発達過程解明とその制御                            |
| (5)  | 名古屋工業大学先進<br>セラミックス研究センター                 | 藤 正督  | フッ化アンモニウム触媒によるナノシリカ中空粒子の短時間合成                        |
| (6)  | 名古屋工業大学先進<br>セラミックス研究センター                 | 白井 孝  | マイクロ波局所加熱を用いた Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 合成とその応用 |
| (7)  | 富山大学大学院理工学研究部<br>(工学)ナノ新機能材料学域            | 森 英利  | リン酸八カルシウム生体活性骨前駆体の多孔質化に関する研究                         |
| (8)  | 早稲田大学理工学術院                                | 所 千晴  | 機械的手法による未利用資源からの金属回収に関する研究                           |
| (9)  | 早稲田大学理工学術院                                | 松岡 光昭 | 機械的手法による未利用資源からの金属回収に関する研究                           |
| (10) | 東北大学多元物質科学研究所                             | 加納 純也 | 凝集粒子の崩壊現象のシミュレーション                                   |
| (11) | 東北大学多元物質科学研究所                             | 石原 真吾 | 凝集粒子の崩壊現象のシミュレーション                                   |
| (12) | 富山大学大学院理工学研究部<br>(工学)                     | 山本 辰美 | 晶析による微粒子生成プロセスにおける微結晶の構造制御と特性評価                      |
| (13) | 東京工業大学大学院<br>材料工学専攻                       | 安田 公一 | 成形体の不均質構造形成に関する研究                                    |
| (14) | (国研)産業技術総合研究所<br>物質計測標準研究部門               | 阿部 陽香 | 多孔質材料の熱物性評価  |
| (15) | 和歌山工業高等専門学校<br>知能機械工学科                    | 大村 高弘 | 超低熱伝導材料の熱物性評価  |

- |      |                             |        |                      |
|------|-----------------------------|--------|----------------------|
| (16) | (国研)産業技術総合研究所<br>物質計測標準研究部門 | 阿子島めぐみ | 複合材料の熱物性評価           |
| (17) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 勝山 茂   | 粒子複合化による高性能熱電変換材料の創製 |

先導的重点課題 [微粒子を利用した界面接合制御に基づくスマート接合技術の開拓 (役割分担型)]

- |     |                  |       |
|-----|------------------|-------|
| (1) | 東北大学多元物質科学研究所    | 加納 純也 |
| (2) | 名古屋大学            | 入山 恭寿 |
| (3) | 大阪府立大学大学院工学研究科   | 野村 俊之 |
| (4) | 東北大学多元物質科学研究所    | 石原 真吾 |
| (5) | 横浜国立大学大学院環境情報研究院 | 多々見純一 |

国際共同研究員

- |     |   |                |  |
|-----|---|----------------|--|
| (1) | Shanghai Jiao Tong University<br>/ State Key Lab of Metal<br>Matrix Composites  | Fan Genlian    | Fabrication of nanocarbon / aluminum composites through smart powder processing  |
| (2) | Shanghai Jiao Tong University<br>/ State Key Lab of Metal<br>Matrix Composites  | Li Zhiqiang    | Fabrication of nanocarbon/aluminum composites through smart powder processing  |
| (3) | Shanghai Institute of Ceramics<br>/ the State Key Lab of High<br>Performance Ceramics and<br>Superfine Microstructure | Zhang Jingxian | Microstructure tailoring and properties control of Porous Cathode for Lithium-Ion Batteries by gel-tape-casting method |

氏名：阿部 浩也

- |     |                             |               |                              |
|-----|-----------------------------|---------------|------------------------------|
| (1) | 群馬大学大学院理工学府                 | 佐藤 和好         | ナノ結晶複合膜の微細構造評価               |
| (2) | 群馬大学大学院理工学府                 | 岩田 千鶴         | ナノ結晶複合膜の微細構造評価               |
| (3) | 群馬大学大学院理工学府                 | Nanthana Pouy | ナノ結晶複合膜の微細構造評価               |
| (4) | 室蘭工業大学<br>くらし環境系領域          | 山中 真也         | 磁性粒子の異方成長と特異な粘弾性特性           |
| (5) | 室蘭工業大学大学院工学<br>研究科環境創生工学系専攻 | 渡邊 省吾         | 磁性粒子の異方成長と特異な粘弾性特性           |
| (6) | 筑波大学数理物質系                   | 鈴木 義和         | 自発的マイクロ球体化現象を用いた新奇多孔質球状粒子の合成 |

氏名：小澤 隆弘

(1) 高知大学理学部  
附属水熱化学実験所

柳澤 和道

水熱ホットプレスを用いた粒子間接合に関する研究



## スマートプロセス研究センター ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野

### 4.1 研究概要

本講座では、金属やセラミックのナノ微粒子を液体樹脂に分散してペースト状の特殊素材を活用した、独自のアディティブ・マニファクチャリングを実践している。薄い任意形状の2次元断面層を積み重ねて大きな複雑形状の3次元構造物を作製するプロセスであり、リソグラフィーならびにデポジション方式のプロセスの実践を経て、研究・教育・社会貢献を進めている。リソグラフィー方式では、微粒子を分散した光硬化性樹脂ペーストを平板上に塗布し、紫外線レーザー走査により断面を描画しつつ積み重ね、層間を順次確実に接合することで複合材料の構造物を作製する。光造形法とも呼ばれ、構造物への脱脂焼結を経て実用材料の複雑形状部材が得られる。デポジション方式では、微粒子を分散した高粘度ペーストを圧搾ガスで噴霧し、プラズマやガスフレームなどの各種熱流へ導入することで部材表面へ吹き付け、肉盛り溶射を繰り返しながら緻密皮膜や凹凸模様を作製する。亀裂や空孔の発生を抑えた高速コーティングであり、微粒子ペースト溶射とも呼ばれる。

リソグラフィー方式に関する今年度の研究では、微粒ペーストを用いた光造形プロセスを最適化する過程で、脱脂焼結などの熱処理を経ない金属やセラミック部材の直接成形法を考案した。微粒子ペーストを平板に薄く塗布し高強度の紫外線レーザーを照射すると、樹脂が熱分解されるとともに加熱された微粒子が焼結することを見出した。紫外線レーザーの波長と粉体素材の粒径が同程度であることから、粒子間を導波路として光が伝搬し、効率よく脱脂ならびに焼結処理が達成されることが考えられる。現在のところ焼結密度は9割程度であるが、レーザー光源の高強度化を図れば更なる緻密化にも期待が持てる。セラミック部材の直接造形は世界的に見ても実現されておらず、当該プロセスは現時点での有力候補である。金属造形プロセスとして考えた場合にも得られる部材表面が比較的滑らかであるため、電解研磨などを経れば平滑面の達成も容易であると考えている。

デポジション方式に関する今年度の研究では、微粒子ペーストを利用した溶射プロセスにおける成膜速度と緻密性を向上させるため、フレーム形成用の燃焼ガスとして新たに水素を採用した。アセチレンなど従来の燃焼ガスと比較して導入圧力の増加限界が高いため、強いフレーム噴射が実現し粒子速度の向上が達成された。また、微粒子ペーストをミスト化する噴射ガスに酸素を用いることで、燃焼効率を向上させつつ粒子温度を高めることにも成功した。緻密なセラミック層を高速成膜できるコーティング手法として確立するとともに、産学連携により実用性のある溶射システムの開発研究も進めた。ナノ微粒子を溶融させることなく高温状態で部材表面に吹き付けつつ焼結するプロセス原理であるため、固体素材の結晶構造を保ちながらの成膜が可能である。民間企業との共同研究を経て社会人博士学生も受け入れており、研究成果の円滑な社会還元を果たした。

### 4.2 研究課題

1. ナノ微粒子ペーストへの紫外線レーザー照射によるセラミック部材の直接造形プロセス
2. 水素フレームの安定形成とナノ微粒子ペーストの酸素噴霧による高速溶射プロセス
3. 紫外線レーザー造形における樹脂成分脱脂ならびに微粒子焼結の予測シミュレーション
4. 水素フレーム溶射におけるバーナノズルの燃焼解析と温度分布のシミュレーション
5. ゆらぎ構造を導入したセラミック音響構造の紫外線レーザー造形と消音装置への応用
6. 多孔体制御により選択的な生態親和性を示す人工骨インプラントの紫外線レーザー造形

## 7. 固体電解質で構成されるマイクロエンボスの紫外線レーザー造形と全個体電池への応用

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. ナノ微粒子ペーストへの紫外線レーザー照射によるセラミック部材の直接造形プロセス

粒径400~800nmのセラミック微粒子を原料とし、液体樹脂へ体積分率40~60%で分散したペースト素材を用いた。平板ステージ上に薄く塗布したペースト素材へ強度1.0~1.5Wの紫外線レーザーを走査すると、粒子間への光伝導と局所的な共振を経て発熱が生じ、樹脂成分が分解されるとともに微粒子が焼結された。レーザー走査により任意形状の断面層が描画できるため、工程を繰り返して積層することで複雑形状のセラミック構造が得られた。造形に用いる紫外線レーザーの焦点径を10~100 $\mu$ mの範囲で可変させ、精密部分と大面積領域の描画に自動で割り当てることで、高精細と高速化を両立させることに成功した。

##### 2. 水素フレイムの安定形成とナノ微粒子ペーストの酸素噴霧による高速溶射プロセス

粒径400nm~5.0 $\mu$ mの微粒子を分散した樹脂ペーストに対して、高圧の酸素ガスを吹き付けてマイクロミストを噴霧し、水素フレイムへ同軸方向から導入することに成功した。微細な粉体粒子を素材として用いることで、亀裂や空孔の発生を抑えつつ、緻密な皮膜の大面積かつ高速形成を達成した。高温で高速の微粒子を基板に衝突させることで、焼結過程を経て固体状態での結晶構造を保存しつつ成膜も実現させた。高圧水素のフレイム噴射により、基板に対する微粒子の付着効率を増加させることに成功した。溶射ガンのロボット制御により遠隔プロセスが実現され、騒音やナノ微粒子に対する作業者の安全も確保された。

##### 3. 紫外線レーザー造形における樹脂成分脱脂ならびに微粒子焼結の予測シミュレーション

樹脂ペースト素材における金属やセラミック微粒子の分散状態を勘案し、複合媒質中における光伝播について電磁気シミュレーションを経て可視化した。予測計算には有限要素法の一つである伝送線路行列法を用いた。粒子間の樹脂中における共振と誘電損失による発熱について予測し、樹脂成分の分解と微粒子の結合について検討を進めた。微粒子径と導入光波長の関係を明らかにし、精密で効率の良い造形プロセスを実現するために必要な条件を最適化した。樹脂溶媒の成分調整を検討するとともに、光吸収剤配合による脱バイндаの効率向上を図ることで、微粒子焼成の後に残留する炭素成分の低減にも成功した。

##### 4. 水素フレイム溶射におけるバーナノズルの燃焼解析と温度分布のシミュレーション

フレイム溶射バーナノズルの立体モデルを有限要素シミュレータに導入し、微粒子を分散した樹脂ペーストを高圧酸素で噴霧するとともに、同軸方向から水素フレイムに供給する際の燃焼解析を実施した。燃焼ガスのストリームライン解析と温度分布をシミュレーションにより可視化し、成膜に最適なバーナノズルの形状について検討した。バーナ直後において微粒子ミストと酸素ならびに水素ガスを効率よく混合することで、十数mm進んだ時点で燃焼が起こる状況を作り出し、樹脂の不完全燃焼と炭素成分によるノズル細孔の目詰まりを防止することに成功した。燃料ガスの消費を必要最小限に抑える条件の最適化も進めた。

## 5. ゆらぎ構造を導入したセラミック音響構造の紫外線レーザー造形と消音装置への応用

自然界に存在する木目をはじめ小川のせせらぎや蛍の瞬きなどは、それらの形状寸法をはじめ物質の移動量やエネルギー変化に「ゆらぎ」を含む。ゆらぎ変化は無数にある振動関数の和で表現され、フーリエ変換によりスペクトル解析を行うと振幅成分が周波数に対して反比例することから、自然な強弱変化は「 $1/f$  ゆらぎ」と称される。セラミックス製の幾何学構造に対してゆらぎ変動を導入し、表面凹凸により人間に不快な雑音を取り除く消音構造の作製を試みた。音響シミュレーションを用いてセラミック製の共鳴器を設計し、フレーム溶射ノズルから生じる高周波騒音を吸収するべく紫外線レーザー造形を実施した。

## 6. 多孔体制御により選択的な生態親和性を示す人工骨インプラントの紫外線レーザー造形

優れた生体適合性を有するバイオセラミックスとして、ハイドロキシアパタイトやベータ型リン酸三カルシウムが提案されており、これらを素材として紫外線レーザー造形によるインプラント作製を進めた。骨組織の再生を促す構造としてはスキャフォールド多孔体が必要とされているが、細菌などの付着や混入による発病リスクも懸念される。骨芽細胞を選択的に侵入させつつ不要な細菌などを排除するべく、インプラント表面に穿つ微細孔の形状や寸法について検討した。流体シミュレーションを駆使して最適な多孔構造を設計し、紫外線レーザー造形における焦点径を制御することで、微細な多孔構造の効率的な成形を実現した。

## 7. 固体電解質で構成されるマイクロエンボスの紫外線レーザー造形と全固体電池への応用

固体電解質であるリチウム系化合物の微粒子を分散した樹脂ペーストを用いて、紫外線レーザー造形によりマイクロエンボス構造を有する極薄のセラミックシートを作製した。全固体電池における電解質パーツとして利用可能な部材であり、エンボス構造の両面から正極ならびに負極物質を導入することでバッテリー素子として機能する。基板へ塗布した微粒子ペーストに紫外線レーザー描画を繰り返し、極薄の固体電解質シートを直接造形することに成功した。実電池サンプルを組み立て抵抗値や充放電特性を調査しつつ、紫外線レーザーの照射強度や走査速度を順次検討し、固体電解質の結晶化を促すプロセスの最適化を鋭意進めた。

### (2) 研究に対する自己評価

本研究分野では、金属やセラミック素材など実用材料を用いたアディティブ・マニュファクチャリングに関して、リソグラフィーならびにデポジション方式のプロセス最適化を通じ、研究・教育・社会貢献など各種活動を進めている。今年度の研究成果については、査読付の学術論文として英文誌に9報が掲載され、内2報分の掲載誌にインパクトファクターが付されている。当該教員は、近年のアディティブ・マニュファクチャリング工学への関心の高まりから、国内および国際会議で8件ならびに13件の招待講演を受けている。研究分野間の共同研究も進められ、国際会議での発表論文について1報がプロシーディングに掲載された。国内および国際学会での講演発表もそれぞれ11件および24件を数え、その中で当該准教授が登壇した講演はそれぞれ3件および9件であり、学術知見の迅速な公開を果たしている。その他にも、国内の学術団体が編纂する解説記事として3編を寄稿し、国際組織が編纂する著書への分担執筆も1編が挙げられ、学術知見の社会還元についても効率的に役割を果たしている。本年度の外部資金は総計17,165千円であり、新エネルギー産業技術総合開発機構 NEDO や科学技術振興機構 JST をはじめ、経済産業省・ものづくり基盤技術高度化

支援事業など、公的研究助成を含む競争的資金に加えて、民間企業との共同研究に応じた資金や財団からの奨学寄附金などを含め、全体的に適度な金額とバランスで獲得した。

#### 4.4 教育に対する自己評価

本研究分野は接合科学研究所において主たる活動を進めつつ、協力講座として工学部の環境・エネルギー工学科ならびに工学研究科の環境・エネルギー工学専攻と連携している。今年度は、学部生2名をはじめ博士前期課程の大学院生3名ならびに後期課程の社会人大学院生1名の教育研究指導を行った。学部学生については本学大学院に合格を果たした。博士前期課程の学生については独自の研究テーマに沿い学会発表や論文執筆などを行った。博士後期課程の3回生は共同研究企業に所属する社会人学生であり、得られた成果を論文として取り纏めるべく当該教員による研究指導に沿い活動を進めた。規定数の査読付論文の公開ならびに学会発表を経て、得られた成果を博士論文としてまとめ博士号を取得し卒業を果たした。研究成果の積極的な発表を推奨し、学生本人が登壇した国内会議および国際会議発表はそれぞれ8件ならびに15件であった。当該教員は同学科ならびに専攻において、前期から後期にかけて9件の学部講義と2件の大学院講義を担当した。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

当該教員は溶接学会や日本溶射学会をはじめ日本セラミックス協会や粉体粉末冶金協会など合計7つの学術団体において、学術誌の編集委員や学術講演会の運営委員をはじめ特別研究会主査や各賞審査委員を25件つとめ積極的な協力を行った。また、海外を拠点とする学術団体においても4件の委員をつとめ国際的な貢献も進めるとともに、組織委員として実質的な運営に参加した国内外の国際シンポジウムは17件を数えた。さらに、国際的な論文誌6件の編集委員を務めることで、当該学術コミュニティにおける知見の公表に関して貢献を果たした。国内を代表する学術・産業団体として溶接接合工学振興会が開催するセミナーにおいても、「アディティブ・マニファクチャリングに関する溶接・接合」をテーマに企画運営を担い、合計105名の参加を集め当該分野に関する最新知見の社会還元を果たした。また、アディティブ・マニファクチャリングをテーマとして、溶接学会ならびに粉体粉末冶金協会の研究会も複数開催し、それぞれ延べ60名ならびに80名の参加者を迎えた。民間企業6社と共同研究および受諾研究契約を結び、若手技術者への研究指導や技術相談などを通じた産学連携も推し進めた。私立大学の産学連携研究事業における委員としての活動や、近畿経済産業局との学術ならびに産業振興に関する連携を通じ、アディティブ・マニファクチャリング技術に関して、関西地域における社会貢献も積極的に行った。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本研究分野では、金属ならびにセラミック微粒子を分散した樹脂ペーストを素材とし、リソグラフィならびにデポジション方式の独創的なアディティブ・マニファクチャリングを基盤として、実験主体の活発な研究連携を進めた。今年度の活動では、全国の国公立大学ならびに公設研究機関より共同研究員として8名を受け入れた。得られた成果は、共同研究員と連携した学術活動の中で国内学会ならびに国際シンポジウムにおいて特定セッションを開催し、講演発表を通じて学術知見を社会への還元を果たした。また、複数の和文学術誌で解説特集を組むとともに、英文学術書籍として編纂し出版する活動も積極的に進めた。さらに、先導的重点課題として「異種材料をインク素材とする多色刷的な3Dプリンタプロセスの構築」を所内教員3名とともに提案し、全国から共同研究員として8名を受け入れた。当該課題は役割分担型であり得られた成果を取りまとめた。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Introduction of Micro Resin Fragments with Ceramic Nanoparticles into Plasma Flame to Create Fine Coated Layers  
Thermal Spray, 2016, 1 (2016), 1079-1082.  
M. Katsuki, H. Harada and S. Kirihara
- (2) Thermal Nanoparticle Spraying to Create Ceramic Layers with Crystallized Microstructures  
Thermal Spray, 2016, 1 (2016), 462-465.  
S. Kirihara and K. Nonaka
- (3) Additive Manufacturing of Ceramic Components Using Laser Scanning Stereolithography  
Weld. World, 60, 4 (2016), 697-702.  
S. Kirihara
- (4) Additive Manufacturing of Micro Functional Structures through Diameter Variable Laser Stereolithography and Precursor Sintering Heat Treatments  
Ceram. Trans., 258 (2016), 3-10.  
S. Kirihara
- (5) High Speed Formation of Fine Ceramic Layers by Nanoparticles Filler Rod Thermal Spraying  
Ceram. Trans., 258 (2016), 163-168.  
S. Kirihara and K. Takai
- (6) Nanoparticles Paste Injection into Gas Flame Thermal Spray for Speedy Ceramics Coating  
Ceram. Trans., 258 (2016), 123-129.  
S. Kirihara
- (7) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramics Dendrites to Modulate Energy and Material Flows  
Ceram. Trans., 258 (2016), 11-17.  
S. Kirihara
- (8) Stereolithographic Additive Manufacturing of Solid Electrolyte Dendrites with Ordered Porous Structures for Fuel Cell Miniaturizations  
Ceram. Trans., 258 (2016), 168-176.  
S. Kirihara
- (9) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Components by Using Nanoparticle Paste Feeding  
Mater. Sci. Forum, 879 (2016), 2485-2488.  
S. Kirihara

##### (3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) SiC/SiC Joining Utilizing Paste-like Si Powder in a Graphite Pipe Heated Electrically  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 895-898.  
K. Kohama, K. Ito, S. Terada and S. Kirihara

(7) 国際会議発表

- (1) Stereolithographic Additive Manufacturing of Bulky Ceramic Components with Functionally Geometric Micropattern  
Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies (CICMT 2016), Denver, USA (2016.4.19-22)  
S. Kirihara
- (2) Stereolithographic Additive Manufacturing of Solid Electrolyte Ceramic Sheets with Micro Emboss Pattern for All Solid Battery Application  
Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies (CICMT 2016), Denver, USA (2016.4.19-22)  
K. Nonaka and S. Kirihara
- (3) Design and Fabrication of Ceramic Sound Structures by Stereolithographic Additive Manufacturing  
13th Int. Conf. on Ceramic Processing Science (ICCPS 2016), Nara, Japan (2016.5.8-11)  
S. Kisanuki and S. Kirihara
- (4) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Components with Micro Emboss Patterns  
13th Int. Conf. on Ceramic Processing Science (ICCPS 2016), Nara, Japan (2016.5.8-11)  
K. Nonaka and S. Kirihara
- (5) Stereolithography of an Artificial with 1/F Fluctuation  
13th Int. Conf. on Ceramic Processing Science (ICCPS 2016), Nara, Japan (2016.5.8-11)  
H. Nozaki and S. Kirihara
- (6) Stereolithographic Additive Manufacturing of Artificial Rocks with 1/F Fluctuation for Environmental Compatibility  
Int. Symp. on the Science of Engineering Ceramics (EnCera 2016), Niigata, Japan (2016.5.9-12)  
H. Nozaki and S. Kirihara
- (7) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Objects with Functional Geometries of Periodic, Self-Similar and Fluctuated Patterns  
Int. Symp. on the Science of Engineering Ceramics (EnCera 2016), Niigata, Japan (2016.5.9-12)  
S. Kirihara
- (8) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Sound Structures with Geometrically Modulated Acoustic Cavities  
Int. Symp. on the Science of Engineering Ceramics (EnCera 2016), Niigata, Japan (2016.5.9-12)  
S. Kisanuki and S. Kirihara
- (9) Introduction of Micro Resin Fragments with Ceramic Nanoparticles into Plasma Flame to Create Fine Coated Layers  
Int. Thermal Spray Conf. & Exposition (ITSC 2016), Shanghai, China (2016.5.10-12)  
M. Katsuki and S. Kirihara

- (10) Thermal Nanoparticle Spraying to Create Ceramic Layers with Nanocomposite Structures  
Int. Thermal Spray Conf. & Exposition (ITSC 2016), Shanghai, China (2016.5.10-12)  
S. Kirihara
- (11) Stereolithographic Additive Manufacturing of Biological Scaffolds with Structural Fluctuation  
9th Int. Conf. on High Temperature Ceramic Matrix Composites (HTCMC 2016), Toronto, Canada (2016.6.26-30)  
S. Kirihara
- (12) Stereolithographic Additive Manufacturing of Geometric Structures for Spatial Modulation of Energy and Material Streamlines  
69th IIW Annual Assembly and Int. Conf. (IIW 2016), Melbourne, Australia (2016.7.10-15)  
S. Kirihara
- (13) Design and Fabrication of Metal Sound Structures by Stereolithographic Additive Manufacturing  
9th Pacific Rim Int. Conf. on Adv. Materials and Processing (PRICM 2016), Kyoto, Japan (2016.8.1-5)  
S. Kisanuki and S. Kirihara
- (14) Stereolithographic Additive Manufacturing of Micro Metal Patterns to Terahertz Wave Modulation  
9th Pacific Rim Int. Conf. on Adv. Materials and Processing (PRICM 2016), Kyoto, Japan (2016.8.1-5)  
S. Kirihara
- (15) Diffusion Bonding of SiC with Si Powder Application for High-Temperature Resistant Joint  
The 6th East Asia Symp. on Technology of Welding and Joining, Incheon, Korea (2016.9.8-9)  
K. Kohama, S. Terada, K. Ito and S. Kirihara
- (16) Stereolithographic Additive Manufacturing of Geometric Micro Patterns in Bulky Metal and Ceramic Components  
14th Int. Symp. | Functionally Graded Materials (ISFGMS 2016), Bayreuth, Germany (2016.9.18-21)  
S. Kirihara
- (17) Fabrication of Ceramic and Metal Microstructures by Nanoparticles Joining in Ultraviolet Ray Lithography  
3rd Int. Conf. on Nanojoining and Microjoining (NMJ 2016), Ontario, Canada (2016.9.25-29)  
S. Kirihara, K. Nonaka, S. Kisanuki and H. Nozaki
- (18) Stereolithographic Additive Manufacturing of Geometrically Modulated Metal and Ceramic Components  
10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14)  
S. Kirihara
- (19) Design and 3D Fabrication the Sound Structures with Internal Fractal Structure  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Kisanuki and S. Kirihara

- (20) Fabrication of SOFC and Cell Stack by Slurry Coating on Plastic Mold Made by 3D Printing  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Kudoh, M. Suzuki, S. Kanehira, K. Kikuta and S. Kirihara
- (21) Process Visualizations of Thermal Nanoparticles Spraying Using Micro Composite Fragments  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
M. Katsuki, S. Kirihara, H. Harada and K. Yamase
- (22) SiC/SiC Joint Formation by Diffusion Bonding Using Paste-Like Si Powder for High-Temperature Application  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Terada, K. Kohama, K. Ito and S. Kirihara
- (23) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Objects with 1/F Fluctuation to Modulate Environmental Compatibility  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
H. Nozaki and S. Kirihara
- (24) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ultra Thinness Ceramic Sheets with Micro Emboss Patterns  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
K. Nonaka and S. Kirihara

(8) 国内学会発表

- (1) 紫外線レーザ造形による金属ならびにセラミックスのアディティブ・マニファクチャリング  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
桐原 聡秀
- (2) ゆらぎ構造を有する人工岩石の立体成型と環境制御への応用  
平成28年度スマートプロセス学会春季総合学術講演会, 大阪 (2016.5.20)  
野崎 浩寿, 桐原 聡秀
- (3) 幾何学的な凹凸を有する音響構造体の設計と三次元造形  
平成28年度スマートプロセス学会春季総合学術講演会, 大阪 (2016.5.20)  
木佐貫 祥一郎, 桐原 聡秀
- (4) 光造形アディティブマニファクチャリングによる全個体電池パーツの作製  
平成28年度スマートプロセス学会春季総合学術講演会, 大阪 (2016.5.20)  
野中 公貴, 桐原 聡秀
- (5) 光造形アディティブ、マニファクチャリングによるセラミックス構造体の創製  
第11回日本セラミックス協会関西支部学術講演会, 大阪 (2016.7.29)  
桐原 聡秀, 野中 公貴, 木佐貫 祥一郎, 野崎 浩寿

- (6) 1/F ゆらぎを導入した環境調和型構造体の光造形  
粉体粉末冶金協会第118回講演大会, 仙台 (2016.11.9-11)  
野崎 浩寿, 桐原 聡秀
  - (7) フラクタル構造を有する音響構造体の三次元積層造形  
粉体粉末冶金協会第118回講演大会, 仙台 (2016.11.9-11)  
木佐貫 祥一郎, 桐原 聡秀
  - (8) 光造形法により作製した導電体構造への誘電体複合材料の含浸  
粉体粉末冶金協会第118回講演大会, 仙台 (2016.11.9-11)  
桐原 聡秀
  - (9) フラクタル凹凸を有する音響構造体の設計と三次元光造形  
スマートプロセス学会28年度秋期総合学術講演会, 大阪 (2016.11.21)  
木佐貫 祥一郎, 桐原 聡秀
  - (10) ゆらぎ因子の制御を施した人工岩石の立体造形  
スマートプロセス学会28年度秋期総合学術講演会, 大阪 (2016.11.21)  
野崎 浩寿, 桐原 聡秀
  - (11) フラクタル構造を有する音響構造体の設計と三次元積層造形  
第23回エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術シンポジウム, 横浜 (2017.1.31-2.1)  
木佐貫 祥一郎, 桐原 聡秀
- (9) 国際会議講演
- (1) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Objects with Functional Geometries of Periodic, Self-Similar and Fluctuated Patterns  
International Symposium on the Science of Engineering Ceramics (EnCera 2016), Niigata, japan (2016.5.8-11)  
S. Kirihara
  - (2) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramics Components for Geometric Modulations of Energy and Material Streamlines  
13th International Conference on Ceramic Processing Science (ICCPS 2016), Nara, japan (2016.5.8-11)  
S. Kirihara
  - (3) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic and Metal Topological Components for Streamline Modulations in Energy and Material Flows  
17th International Symposium on Laser Precision Microfabrication (LPM 2016), Xi'an, China (2016.5.25-29)  
S. Kirihara
  - (4) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic and Metal Components by Using Nanoparticle Paste Feeding  
9th International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC 2016), Graz, Austria (2016.5.29-6.3)  
S. Kirihara

- (5) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramics Components with Geometrically Modulated Structures  
The World Academy of Ceramics (WAC 2016), Italy (2016.6.14-17)  
S. Kirihara
- (6) Stereolithographic Additive Manufacturing of Functional Ceramic Components  
9th International Conference on High Temperature Ceramic Matrix Composites (HTCMC 2016), Toronto, Canada (2016.6.26-7.2)  
S. Kirihara
- (7) Stereolithographic Additive Manufacturing of Diamond Photonic Crystals with Defect Cavities for Terahertz Wave Modulations  
Microwave Materials and Their Applications (MMA 2016), Seoul, Korea (2016.7.3-6)  
S. Kirihara
- (8) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Structures with Functionally Geometric Patterns  
6th International Congress on Ceramics (ICC 2016), Dresden, Germany (2016.8.21-25)  
S. Kirihara
- (9) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Components  
4th International Symposium on New Frontier of Advanced Si-Based Ceramics and Composites (ISASC 2016)., Busan, Korea (2016.9.25-28)  
S. Kirihara
- (10) Fabrication of Functional Components with Modulated Geometries by Using Stereolithographic Additive Manufacturing  
The 1st International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Kirihara
- (11) Stereolithographic Additive Manufacturing of Bulky Components with Functional Geometries  
The International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. Kirihara
- (12) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Components with Micro Geometric Patterns  
Materials Science & Technology (MS&T 2016), Salt Lake City, USA (2016.10.23-27)  
S. Kirihara
- (13) Stereolithographic Additive Manufacturing of Metal Photonic Crystals for Terahertz Wave Modulation  
Materials Science & Technology (MS&T 2016), Salt Lake City, USA (2016.10.23-27)  
S. Kirihara
- (10) 国内会議講演
- (1) 微粒子ペースト光造形によるセラミックス構造体の作製  
第50回日本セラミックス協会基礎科学部会セミナー, 京都 (2016.7.7-8)  
桐原 聡秀

- (2) アディティブ・マニファクチャリングにおける溶接・接合  
溶接学会平成28年度秋季全国大会フォーラム, 群馬 (2016.9.14-16)  
桐原 聡秀
- (3) 3次元造形の歴史  
溶接接合工学振興会第27回セミナー, 東京 (2016.10.18)  
桐原 聡秀
- (4) 光造形法による機能的な幾何学構造の作製  
溶接接合工学振興会第27回セミナー, 東京 (2016.10.18)  
桐原 聡秀
- (5) 接合から考えるモノの作り方のつくりかた  
大阪大学リサーチクラウドカフェ, 大阪 (2016.12.7)  
桐原 聡秀
- (6) 光造形アディティブ・マニファクチャリング  
第116回マイクロ接合研究委員会/第1回異材接合3Dプリンタ合同研究委員会, 東京  
(2016.12.9)  
桐原 聡秀
- (7) アディティブ・マニファクチャリング手法による複雑形状3次元構造形成プロセスの概要  
と最近の動向について  
平成28年度第1回原子力構造物の高経年化に関わる維持技術の高度化に関する調査委員会,  
大阪 (2016.12.27)  
桐原 聡秀
- (8) レーザ光造形アディティブ・マニファクチャリング  
レーザ加工技術シンポジウム (LPM2017), 大阪 (2017.2.9-10)  
桐原 聡秀
- (11) 解説・総説
  - (1) 光造形法を用いた機能性セラミック構造の創製  
工業材料, 64, 5 (2016), 61-67.  
桐原 聡秀
  - (2) ロボット溶射によるナノ微粒子を用いたセラミックコーティング  
セラミクス, 51, 7 (2016), 442-446.  
桐原 聡秀
  - (3) 光造形アディティブ・マニファクチャリングを用いた傾斜構造の創製  
金属, 86, 9 (2016), 763-771.  
桐原 聡秀
- (12) 著 書
  - (1) Additive Manufacturing and Strategic Technologies in Advanced Ceramics  
Wiley-American Ceramic Society, (2016), 共同編集  
K. Shimamura, S. Kirihara, J. Akedo, T. Ohji, M. Naito, M. Singh and A. Michaelis

(17) 外部資金 (単位:千円)

民間等との共同研究

(1)	サーマルナノパーティクルスプレーシステム 開発に関する研究	桐原 聡秀	900
-----	----------------------------------	-------	-----

受託研究

(1)	光造形法を用いた固体電解質の三次元構造化	桐原 聡秀	1,690
(2)	高付加価値セラミックス造形技術の開発	桐原 聡秀	12,075

奨学寄付金

(1)		桐原 聡秀	2,500
-----	--	-------	-------

4.8 教育

氏名：桐原 聡秀

(1) 大学院等講義科目

(1)	2016年度体感科学研究	最先端の3Dプリンタを使って未来のものづくりをしよう！
(2)	環境・エネルギー工学科	ナノ材料構築学
(3)	環境・エネルギー工学科	環境・エネルギー科学
(4)	環境・エネルギー工学科	環境・エネルギー工学コア演習・実験
(5)	環境・エネルギー工学科	環境・エネルギー工学コア演習・実験
(6)	環境・エネルギー工学科	環境・エネルギー総合科目
(7)	環境・エネルギー工学科	環境・エネルギー特別講義
(8)	環境・エネルギー工学科	材料・構造力学
(9)	環境・エネルギー工学専攻	循環型材料資源システム論
(10)	環境・エネルギー工学専攻	先端材料・資源循環利用システム学特論
(11)	全学共通教育	基礎セミナー
(12)	全学共通教育	先端教養科目

(2) 博士論文 (主査)

- (1) 環境・エネルギー工学専攻, 勝木 誠 微粒子が分散した樹脂粉末を用いた溶射法の開発と防食コーティングへの応用に関する研究

4.9 社会貢献

氏名：桐原 聡秀

(1) 学会役員

- |                                  |                      |
|----------------------------------|----------------------|
| (1) (一財) 航空宇宙技術振興財団<br>傾斜機能材料研究会 | 顕彰制度委員長              |
| (2) (一財) 航空宇宙技術振興財団<br>傾斜機能材料研究会 | 幹事                   |
| (3) (一社) スマートプロセス学会              | 企画委員                 |
| (4) (一社) スマートプロセス学会              | 学会誌編集委員              |
| (5) (一社) スマートプロセス学会              | 総合学術講演会実行委員長         |
| (6) (一社) 日本ファインセラミックス協会          | コーティング研究委員会幹事        |
| (7) (一社) 日本溶射学会                  | 全国講演大会実行委員           |
| (8) (一社) 日本溶射学会                  | 学会誌編集委員長             |
| (9) (一社) 日本溶射学会                  | 代議員                  |
| (10) (一社) 日本溶射学会                 | 西日本支部幹事              |
| (11) (一社) 日本溶接協会                 | 表面改質技術研究委員会幹事        |
| (12) (一社) 粉体粉末冶金協会               | 粉末積層3D造形技術委員会副委員長    |
| (13) (一社) 粉体粉末冶金協会               | 代議員                  |
| (14) (一社) 溶接学会                   | 学会誌編集委員              |
| (15) (一社) 溶接学会                   | 異材接合3Dプリンタ特別研究会主査    |
| (16) (一社) 溶接学会                   | マイクロ接合研究委員会 MJ 賞選考委員 |
| (17) (一社) 溶接学会                   | 全国大会セッションオーガナイザ      |
| (18) (一社) 溶接学会                   | マイクロ接合研究委員会幹事        |
| (19) (公社) 日本セラミックス協会             | 基礎科学部会役員             |

- |      |  |   |
|------|--|---|
| (20) | (公社) 日本セラミックス協会  | エンジニアリングセラミックス部会役員                              |
| (21) | (公社) 日本セラミックス協会  | 行事企画委員  |
| (22) | (公社) 日本セラミックス協会  | 学会誌編集委員   |
| (23) | (公社) 日本セラミックス協会  | 基礎科学セミナー実行委員長                                   |
| (24) | (公社) 日本セラミックス協会  | 関西支部行事企画委員                                      |
| (25) | (公社) 日本セラミックス協会  | 関西支部学術講演会実行委委員長                                 |
| (26) | 3D-Printed Materials and Systems   | Editorial Committee Member                      |
| (27) | International Forum of Functionally Graded Material  | International Advisory Board Member             |
| (28) | International Forum of Functionally Graded Material  | International Award Committee Chair             |
| (29) | International Journal of Applied Ceramic Technology  | Editorial Committee Member                      |
| (30) | International Scholarly Research Network-Materials Science   | Editorial Committee Member                      |
| (31) | Journal of Nanoengineering and Nanomanufacturing   | Editorial Committee Member                      |
| (32) | Materials Transactions   | Editorial Committee Member                      |
| (33) | The American Ceramic Society   | Spriggs Phase Equilibria Award Committee Member |
| (34) | The American Ceramic Society   | Engineering Ceramics Division Member            |
| (2)  | 国際会議委員   |   |
| (1)  | 12th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies (CICMT) | 実行委員  |
| (2)  | 1st International Symposium on Ceramic Integration and Additive Manufacturing Technologies (HTCMC)                 | 実行委員  |
| (3)  | Global Forum on Advanced Materials and Technologies for Sustainable Development (GFMAT)                            | 実行委員  |

- |      |  |      |
|------|--|------|
| (4)  | 9th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing (PRICM)  | 実行委員 |
| (5)  | 6th International Congress on Ceramics (ICC)   | 実行委員 |
| (6)  | 14th International Symposium on Functionally Graded Materials (ISFGMS)   | 実行委員 |
| (7)  | 3rd International Conference on Nanojoining and Microjoining (NMJ)   | 実行委員 |
| (8)  | 10th International Conference on Trends in Welding Research & 9th International Welding Symposium (TWR&WS)                               | 実行委員 |
| (9)  | 41th International Conference on Advanced Ceramics & Composites (ICACC)  | 実行委員 |
| (10) | 3rd Focused Session on Additive Manufacturing and 3D Printing Technologies (ICACC)   | 実行委員 |
| (11) | 12th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM)   | 実行委員 |
| (12) | 1st Additive Manufacturing and 3D Printing Technologies (PACRIM)   | 実行委員 |
| (13) | 1st Ceramic Integration and Joining Technologies (PACRIM)  | 実行委員 |
| (14) | 1st Additive Manufacturing and 3D Printing Technologies (PACRIM)   | 実行委員 |
| (15) | 1st Ceramic Integration and Joining Technologies (PACRIM)  | 実行委員 |
| (16) | 6th International Symposium on Advanced Ceramics and Technology for Sustainable Energy Applications toward a Low Carbon Society (ACTSEA) | 実行委員 |
| (17) | 14th International Conferences on Modern Materials and Technologies (CIMTEC)   | 実行委員 |
| (3)  | 他大学等での非常勤講師  |      |
| (1)  | 大阪府立池田高校   | 特別ゼミ |

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

(1) 同志社大学微粒子科学技術研究センター 微粒子科学技術研究センター嘱託研究員

(7) 社会への情報発信

(1) モノづくり日本を支える基盤テクノロジー  
「溶接接合技術」光造形アディティブ・  
マニファクチャリング  
(大阪大学接合科学研究所) 日刊工業新聞 (2016.12.05)

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成28年度共同研究員と研究テーマ

氏名：桐原 聡秀

- |     |                                      |       |  |
|-----|--------------------------------------|-------|--|
| (1) | 東北大学大学院工学研究科<br>附属先端材料強度科学<br>研究センター | 小川 和洋 | スラリー状ナノポリマーおよびセラミックス粒子を用いた低エネルギー型コーティングプロセスの開発 |
| (2) | 首都大学東京大学院<br>都市環境科学研究科<br>分子応用化学域    | 棟方 裕一 | マイクロ光造形法を用いた金属およびセラミックス製微細構造の形成                |
| (3) | 琉球大学工学部                              | 中野 敦  | 海洋環境での耐久性向上を目指した新規溶射プロセスの確立                    |
| (4) | 東北大学大学院工学研究科                         | 野村 直之 | 金属構造体の精密アディティブ・マニファクチャリング                      |
| (5) | 東京理科大学工学部<br>工業化学科                   | 田中 優実 | 酸化タングステン系水和物を用いた中温型燃料電池用セラミック電解質の開発            |
| (6) | 東北大学金属材料研究所                          | 小泉雄一郎 | 電子ビーム積層造形した金属材料の接合科学的観点からの評価                   |
| (7) | (国研) 産業技術総合研究所                       | 堀田 幹則 | 微粒子ペースト光造形によるセラミックス構造体の作製                      |
| (8) | 九州大学病院                               | 住田 知樹 | 微粒子ペースト光造形法によるセラミックスインプラントの作製                  |

先導的重点課題 [異種材料をインク素材とする多色刷的な3Dプリンタプロセスの構築  
= 造形体の内部における接合界面の観察と評価 = (役割分担型)]

- |     |                               |       |
|-----|-------------------------------|-------|
| (1) | 九州大学病院                        | 住田 知樹 |
| (2) | 東北大学大学院工学研究科<br>附属先端材料強度科学研究所 | 小川 和洋 |

- |     |                               |       |
|-----|-------------------------------|-------|
| (3) | 東北大学金属材料研究所                   | 小泉雄一郎 |
| (4) | 琉球大学工学部                       | 中野 敦  |
| (5) | 東京理科大学工学部工業化学科                | 田中 優実 |
| (6) | 首都大学東京大学院都市環境科学<br>研究科分子応用化学域 | 棟方 裕一 |
| (7) | (国研)産業技術総合研究所                 | 堀田 幹則 |
| (8) | 東北大学大学院工学研究科                  | 野村 直之 |



## スマートプロセス研究センター スマートグリーンプロセス学分野

### 4.1 研究概要

本研究分野では、ものづくり、廃棄とリサイクルにおける環境負荷低減に寄与できる先進的技術（スマートグリーンプロセス）開発を目的としてその基礎学術および要素技術の確立を行う。特に、エレクトロニクス製品及び輸送関連機器のものづくりにおいて、有害物質フリー・エコマテリアル等への材料代替、接合プロセスにおける環境低負荷物質の使用・省エネルギー化、微細高密度実装部の信頼性向上などを旨とする。このため、希少金属や貴金属からの汎用材料への接合材料の代替、ナノ材料や低融点材料を用いた新規接合プロセスの確立、接合界面制御による継手信頼性の向上、低温接合のための導電性接着継手の高機能化など、環境面にも配慮したエレクトロニクス向け各種スマート接合プロセス及びその要素技術の研究開発を推進する。

### 4.2 研究課題

1. 電気・電子機器微細高密度実装における有害物質フリー化
2. 鉛フリーはんだ接合界面制御と実装機器の長寿命化
3. 低融点鉛フリーはんだの各種特性評価とその機械的特性の改善
4. レーザを用いた微細接合プロセス開発とその継手性能評価
5. 金属フィラーを用いた導電性接着継手の高信頼性化
6. ナノ材料・ナノ構造を利用したスマートボンディング技術の確立
7. 金属ガラスなど先端材料の低温接合プロセス開発及び接合特性評価

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

#### 1. 低融点鉛フリーはんだ接合部の耐熱性向上

汎用の鉛フリーはんだとして Sn-Ag-Cu 系はんだが利用されているが、接合対象部材に耐熱性の低い有機材料も多く含まれるようになったことから、接合プロセスの低温化が求められている。そこで、138 の融点をもつ Sn-Bi 共晶はんだが注目されているが、融点が低いためにはんだ付後の接合部の耐熱性も低く、接合部の耐熱性向上が求められている。本年度から Sn-Bi はんだの特性向上を目的として、Sn-Bi はんだへの元素微量添加の影響評価を開始した。今年度は Ti や Zn を微量添加した Sn-Bi はんだを試作し、Sn-Bi はんだの機械的性質に与える Ti や Zn の影響を評価した。その結果、元素の種類により適切な量を添加することではんだの伸びを低下させることなく最大荷重を上昇させることが可能であることを示した。低融点鉛フリーはんだを用いた接合部の耐熱性向上に向けた貴重な成果を得た。

#### 2. レーザはんだ付におけるはんだへの元素微量添加の影響評価

はんだ付におけるレーザ加熱の利点として、局所加熱により基板や電子部品への熱影響を少なくできること、また非接触加熱であるためはんだこて先のような損傷問題が生じないことなどが挙げられる。レーザによる急速加熱・冷却の影響により、はんだ/基板界面やはんだ組織自体に大きな影響を与えることをこれまでに明らかにしており、レーザ加熱により形成されたはんだバンプの評価を継続的に行っている。本年度は、Ni を微量添加した Sn-Ag-Cu 系はんだバンプの長期信頼性の

評価を開始し、特にはんだ/Cu 基板界面でのボイド形成を評価した。その結果、Ni を微量添加した場合、界面に形成されるボイドの形成が抑制されることが分かり、はんだバンプの信頼性向上に繋がる貴重な成果を得た。今後、ボイドの抑制が時効処理による接合強度の変化に与える影響についても評価していく予定である。

### 3. マイクロサイズ金属粒子を利用した高温はんだ代替接合技術の開発

パワーモジュールなどに使用される Pb 含有高温はんだ (Pb-10Sn など) の有害物質フリー化が求められており、高温はんだ代替接合材料として金属粒子を用いる新規接合プロセスの構築に向けた基礎研究を継続的に行っている。今年度は、マイクロサイズ Cu 粒子を用いた新規接合プロセスの研究を行った。一般にマイクロサイズ Cu 粒子同士を300 程度で加熱焼結することは出来ないが、Cu 粒子表面を適切な温度・時間で酸化することで Cu 表面にナノ構造を作製し、そのナノ構造を利用した焼結型接合プロセスの検討を行った。その結果、表面にナノ構造を有するマイクロサイズ Cu 粒子を還元雰囲気中で加熱することで Cu 粒子同士の焼結が可能となり、Cu 同士の接合が可能となり十分な接合強度が得られることを明らかにした。今後、接合部の長期信頼性の評価についても研究を行い、当分野オリジナルのマイクロサイズ Cu 粒子を用いた新たな接合プロセスとして広く世界に提案していく予定である。

### 4. ナノポーラス材料を利用した焼結型接合技術の開発

パワーモジュールなどに使用される Pb 含有高温はんだ (Pb-10Sn など) の有害物質フリー化が求められており、高温はんだ代替接合材料として低温焼結性にも優れたナノマテリアルを用いる新規接合プロセスの構築に向けた基礎研究を行っている。従来までの Au や Ag のナノポーラスシートから更に汎用的な材料である Cu のナノポーラスシートに関する研究に今年度から着手した。具体的には二元系合金から Cu ナノポーラスシートを作製するプロセスの検討を行った後、作製した Cu ナノポーラスシートによる Cu 同士や Au めっき同士の接合実験を実施した。その結果、今年度は Au めっき同士の接合が可能な Cu ナノポーラスシートの作製に成功した。来年度も引き続き、Cu ナノポーラスシートの作製方法を含め、新規接合プロセスの構築と接合部の信頼性評価に関する研究を行っていく予定である。

### 5. Cu ワイヤ接合部の高信頼性化

ワイヤボンディングは、チップ上の電極とリーグフレームや基板上の回路導体をワイヤで接合する技術である。現在、Au ワイヤと Al 電極 (パッド) の組み合わせ主流となっているが、近年、コストなどの観点から Au ワイヤの代替材料として Cu ワイヤが注目されている。そこで Cu ワイヤ接続の高信頼性化に向けた研究開発を継続的に行っている。今年度は、Cu/Al 界面の腐食現象を基礎的に理解するため Cu/Al のクラッド材を模擬サンプルとして試作し、Cu/Al 界面近傍のポテンシャル測定と NaCl 水溶液を用いた腐食実験を実施した。Al/金属間化合物層/Cu それぞれのポテンシャル差と界面での腐食発生状況に関係があることを明確にし、腐食抑制に向けた貴重な成果を得た。

### 6. その他

上記以外にも、フレキシブルデバイスやウェアラブルデバイスの出現により接合対象部材の耐熱性の問題から、接合プロセスの低温化が強く求められており、この問題を解決するため新たな接合プロセスとして局部加熱が可能な誘導加熱方式を用いた加熱プロセスや新たな合金系による100

以下の融点を持つはんだ材料の開発に着手した。

## (2) 研究に対する自己評価

研究の独自性、研究レベル：本研究分野は、環境調和型スマートグリーンプロセスとして、エレクトロニクス実装における次世代微細接合技術の構築や鉛フリーはんだ特性に関係した各種問題点解消のための先駆的研究を推進している。具体的には、鉛フリーはんだ接合部界面微細組織解析・継手特性評価とその改善、導電性接着剤の各種特性評価とその向上、ナノマテリアルやナノ構造を利用した新規接合プロセスの確立を3本柱として研究を進めており、独自性の高い先進的研究成果をあげている。特に、ステンレス鋼の溶融鉛フリーはんだによる損傷（エロージョン）に関しては、国プロにより世界をリードした研究を推進した結果、得られた成果から IEC（国際電気標準会議）に標準試験方法を提案し、今年度に2件が IEC 規格となって発行された。現在、JIS 化についても取り組んでいる。またこれまでの高温はんだ代替接合技術に関する研究成果が認められ、平成27年度から開始された省エネルギー等国際標準開発（国際電気標準分野）事業（テーマ名：パワーデバイス実装に関する国際標準化）に今年度も参画している。その他、世界に先駆けて Au や Ag, Cu ナノポーラス構造の接合への適用やマイクロサイズの Cu 粒子表面に作製したナノ構造を利用する焼結型接合プロセスを世界に先駆けて提案するなど、常に先駆的な研究に取り組んでいる。

研究の成果発表等：研究成果は数種の国内外の欧文誌を中心に掲載しており、研究論文は、査読付き学术论文12件（うち欧文誌12件）、査読なし国際会議論文6件、査読付き国内会議論文2件、査読なし国内会議論文2件、国際会議発表10件、国際会議招待講演4件となっており、常勤研究者1名による成果としては高く評価できる数値である。今年度も外国雑誌中心に投稿した結果、インパクトファクター（IF）が2.0を超える学術雑誌（Scr. Mater., J. Alloy. Compd, Adv. Powder Technol.）に4件が掲載され、その他も概ね1.0以上の学術雑誌を中心に掲載されており、接合分野としては比較的レベルの高い雑誌に掲載されていると自負している。継続して IF の高い欧文誌への投稿を増やすことに努力していく。

研究成果の社会への貢献：鉛フリーはんだによるステンレス鋼のエロージョンに関する研究成果は、日本発の国際標準試験方法の策定に大いに貢献しており、その結果、IEC/TC91委員会において日本代表として試験方法を提案し、今年度に IEC62739-2, IEC62739-3の2件が国際規格化された。今年度も国プロ・省エネルギー等国際標準開発（国際電気標準分野）事業（テーマ名：パワーデバイス実装に関する国際標準化）にも参画している。新たなシーズとして接合用材料としてのナノポーラスシートやマイクロサイズ粒子の表面改質方法を世界に先駆けて提案しており、他大学や民間企業との共同研究を通じて、実用化を目指している。

研究予算と共同研究：平成28年度外部資金は科学研究費補助金「基盤研究(B)」を新規で獲得し、JST「研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP)」と経済産業省「省エネルギー等国際標準開発（国際電気標準分野）事業」を継続実施した。科学研究費補助金1件11,050千円、民間等との共同研究3件9,012千円、受託研究2件10,300千円、奨学寄付金3,710千円で、外部資金合計は34,072千円となり、平成27年度と同様に30,000千円を上回ることが出来た。今後も積極的に民間企業との共同研究を行う等して総額の上積みを目指すとともに、さらに大型研究予算の継続的な獲得に向けて努力していく。

## 4.4 教育に対する自己評価

本研究分野は、大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻（工学部環境・エネルギー工学科）

の協力講座として参加しており、大学院教育では「先端環境材料・資源循環利用システム学特論」を担当すると共に、全教員担当の複数の講義（集中講義を含む）を分担している。また学部教育では3年生の「構造・材料力学」、「スマートグリーンプロセス学」、「環境・エネルギー工学コア演習・実験第2部」、「環境・エネルギー工学コア演習・実験第3部」を主に担当しており、大きな教育貢献と考える。平成28年度に配属された大学院生ならびに学部学生は大学院博士後期課程7名、前期課程3名、学部4年生1名であり、協力講座としては平均以上の人数であると自負している。

接合科学研究所が実施している、共通教育機構の授業も分担しており、今年度は「基礎セミナー」と「先端教養科目」をそれぞれ担当した。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

国内外での学会等活動：

本研究分野では溶接・接合、特にエレクトロニクス実装に関わる学協会を中心に活発な社会貢献を展開している。特に平成27年度から（一社）エレクトロニクス実装学会では理事を務め、（一社）溶接学会、（一社）日本溶接協会、（一社）エレクトロニクス実装学会、その他学協会等の委員会、ワーキング等においても幹事、主査等を務めており、微細接合ならびに鉛フリーはんだ実装の進展、及び関連する評価試験方法の国際規格化、技術者教育に貢献している。

産学連携：

平成28年度産学連携関係の外部資金は受託研究としてJST「研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）ハイリスク挑戦タイプ」を実施しており、平成24年度に採択されていた「A-STEP シーズ顕在化タイプ」の後継と位置づけられ、企業目線でもより実用的な研究開発も実施している。また民間企業との共同研究も継続的に行っており、H28年度は3件実施した。今後は大型外部資金獲得に繋げていきたい。また平成28年度省エネルギー等国際標準開発（国際電気標準分野）事業及び平成28年度経済産業省 高機能 JIS 等整備事業に参画し、規格制定に向けた活動にも注力している。今後も、産学連携に注力しながら、外部資金獲得額の増加と継続的な大型プロジェクト採択が課題と位置付けている。

国際貢献

IEC /TC91関連委員会とWGに参加し、フローはんだ槽材料評価試験方法に関しては日本代表として試験方法の提案をおこない平成25年度に1件の試験方法を国際規格化でき、平成28年度にも新たに2件国際規格化できた。鉛フリーはんだおよびエレクトロニクス実装関連の日本発のIEC国際規格制定に貢献している。

毎年、留学生（研究生を含む）が複数在籍しており、本年度は中国からの留学生4名、韓国からの留学生2名が在籍している。

その他、本研究所が受け入れを行ったJST「日本・アジア青少年サイエンス交流事業・さくらサイエンスプラン」では、タイと台湾からの学生を3週間受け入れ、研究指導を行った。海外欧文誌J. Electronic Mater.やJ. Mater. Sci. -Mater. Electron.等の査読を担当している。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本研究分野では、環境に優しいスマートグリーンプロセスの研究に関して共同研究員を募集しており、主としてエレクトロニクス実装にかかわる研究者が集まっている。本年度は10名を迎えて、共同研究を実施した。今後も研究員の研究領域と人数の拡大を目指すとともに、共同研究員との共同成果発表を増やせるように務めていきたい。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Effect of Magnetic Flux Density on Sn Crystallographic Orientation in a Solder Joint System  
J. Mater. Sci. -Mater. Electron., 27, 4 (2016), 3710-3714.  
K. Yamanaka, H. Nishikawa, H. Taguchi, M. Harada and K. Ochi
- (2) The Shear Strength of Transient Liquid Phase Bonded Sn-Bi Solder Joint with Added Cu Particles  
Adv. Powder Technol., 27 (2016), 1000-1005.  
O. Mokhtari and H. Nishikawa
- (3) Transient Liquid Phase Bonding of Sn-Bi Solder with Added Cu Particles  
J. Mater. Sci. -Mater. Electron., 27, 5 (2016), 4232-4244.  
O. Mokhtari and H. Nishikawa
- (4) Pressureless Bonding by Micro-Sized Silver Particle Paste for High-Temperature Electronic Packaging  
Mater. Trans., 57, 7 (2016), 1209-1214.  
M.-H. Roh, H. Nishikawa, S. Tsutsumi, N. Nishiwaki, K. Ito, K. Ishikawa, A. Katsuya, N. Kamada and M. Saito
- (5) Reliability of Ag Nanoporous Bonding Joint for High Temperature Die Attach under Temperature Cycling  
Mater. Trans., 57, 7 (2016), 1192-1196.  
M.-S. Kim, K. Matsunaga, Y.-H. Ko, C.-W. Lee and H. Nishikawa
- (6) Interfacial Reaction between Sn-Ag-Cu-Mg Solder and ENIG Substrate  
Key. Eng. Mater., 706 (2016), 2016-2019.  
H. Nishikawa, A. N. Alhazaa, S. He, A. A. Almajid and M. S. Soliman
- (7) Low-pressure Cu-Cu Bonding Using In-Situ Surface-Modified Microscale Cu Particles for Power Device Packaging  
Scr. Mater., 120 (2016), 80-84.  
X. Liu and H. Nishikawa
- (8) Effect of Zn Addition on Interfacial Reactions Between Sn-Bi Solder and Cu Substrate  
Mater. Trans., 57, 8 (2016), 1272-1276.  
O. Mokhtari, S. Zhou, Y. C. Chan and H. Nishikawa
- (9) Pressureless Sintering Bonding Using Hybrid Microscale Cu Particle Paste on ENIG, Pure Cu and Pre-Oxidized Cu Substrate by an Oxidation-Reduction Process  
J. Mater. Sci. -Mater. Electron., 28, 7 (2016), 5554-5561.  
X. Liu and H. Nishikawa
- (10) Effect of Bonding Temperature on the Joining of Ti-6Al-4V Alloy Using Cu Coatings and Sn Interlayers  
J. Mater. Eng. Perform., 26, 1 (2017), 407-417.  
A. N. Alhazaa, S. H. Algharbi and H. Nishikawa

- (11) Interfacial Reaction, Ball Shear Strength and Fracture Surface Analysis of Lead-Free Solder Joints Prepared Using Cobalt Nanoparticle Doped Flux  
*J. Alloy. Compd.*, 695 (2017), 981-990.  
 G. K. Sujan, A. S. M. A. Haseeb, H. Nishikawa and M. A. Amalin
- (12) Low Temperature Solid-State Bonding Using Sn-coated Cu Particles for High Temperature Die Attach  
*J. Alloy. Compd.*, 695 (2017), 2165-2172.  
 X. Liu, S. He and H. Nishikawa
- (3) 国際会議発表論文 (査読なし)
- (1) Bonding Process without Pressure Using a Chestnut-burr-like Particle Paste for Power Electronics  
*Proc. 2016 International Conf. on Electronics Packaging, Sapporo, Japan (2016.4.20-23)*, 391-394.  
 M.-H. Roh, H. Nishikawa, S. Tsutsumi, N. Nishiwaki, K. Ito, K. Ishikawa, A. Katsuya, N. Kamada and M. Saito
- (2) Investigation of Connecting Techniques for High Temperature Application on Power Modules  
*Proc. 2016 International Conf. on Electronics Packaging, Sapporo, Japan (2016.4.20-23)*, 378-381.  
 F. Kawashiro, Y. Endo, T. Tonedachi and H. Nishikawa
- (3) Low Temperature Bonding Using Microscale Cu Particles Coated with Thin Sn Layers at 200  
*Proc. 2016 International Conf. on Electronics Packaging, Sapporo, Japan (2016.4.20-23)*, 306-309.  
 X. Liu, S. He and H. Nishikawa
- (4) Effect of Isothermal Aging at 250 on Shear Strength of Joints Using Au Nanoporous Bonding for Die Attach  
*Proc. IMAPS Int. Conf. and Exhibition on High Temperature Electronics (HiTEC2016)*, Albuquerque, USA (2016.5.10-12), 143-147.  
 H. Nishikawa, K. Matsunaga, M.-S. Kim, M. Saito and J. Mizuno
- (5) Improved Joint Strength with Sintering Bonding Using Microscale Cu Particles by an Oxidation-reduction Process  
*Proc. 2016 IEEE 66th Electronic Components and Technology Conf., Las Vegas, USA (2016.5.31-6.3)*, 455-460.  
 X. Liu and H. Nishikawa
- (6) Bonding Process Using Microscale Ag Particle Paste for Die Attach  
*Proc. 6th Electronics System-Integration Technology Conf., Grenoble, France (2016.9.13-16)*, sp4p8:1-sp4p8:4.  
 H. Nishikawa, X. Liu, X. Wang, A. Fujita, N. Kamada and M. Saito

(4) 国内会議発表論文 (査読あり)

- (1) ギ酸雰囲気を用いた無電解 Ni/Au めっき上へのはんだバンプ形成  
第23回エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術シンポジウム論文集, 横浜, 23  
(2017.1.31-2.1), 77-80.  
何 思慮, 西川 宏
- (2) ナノポーラス金接合に向けた真空紫外光による表面前処理  
第23回エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術シンポジウム論文集, 横浜, 23  
(2017.1.31-2.1), 429-432.  
金田 建志, 岡田 愛姫子, 付 偉欣, 庄子 習一, 齋藤 美紀子, 西川 宏, 水野 潤

(5) 国内会議発表論文 (査読なし)

- (1) リフローはんだ付におけるフラックスとギ酸雰囲気の比較  
第26回マイクロエレクトロニクスシンポジウム論文集, 名古屋 (2016.9.8-9), 107-110.  
何 思亮, 西川 宏
- (2) レーザはんだ付した Sn-Ag-Cu-Ni/Cu 界面における金属間化合物形成とその成長  
第27回マイクロエレクトロニクスシンポジウム論文集, 名古屋 (2016.9.8-9), 95-98.  
松延 諒, 西川 宏

(7) 国際会議発表

- (1) High Temperature Die Attach without Organic Materials Using Ag Nanoporous Material  
The 21th Int. High Technologies Environment Safety & Health (IHTESH2016), Kobe, Japan  
(2016.5.31-6.2)  
M.-S. Kim and H. Nishikawa
- (2) Intermetallic Compound Formation at the Interface between Sn-Bi Solder and Cu by Laser Soldering  
3rd Int. Conf. on Nanojoining and Microjoining (NMJ 2016), Ontario, Canada (2016.9.25-28)  
H. Nishikawa and S. Kubota
- (3) Low-Pressure and Low-Temperature Bonding Using Micro-Sized Ag Paste for Power Electronic Devices  
3rd Int. Conf. on Nanojoining and Microjoining (NMJ 2016), Ontario, Canada (2016.9.25-28)  
M.-H. Roh, H. Nishikawa, S. Tsutsumi, N. Nishiwaki, K. Ito, K. Ishikawa, A. Katsuya,  
N. Kamada and M. Saito
- (4) Effect of Aging Time on the Formation of IMC Layer as Well as Voids in the Sn-Ag-Cu-Ni/Cu Substrate Interface in Laser Soldering  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
R. Matsunobu and H. Nishikawa
- (5) Effect of Solder Paste Addition on Shear Strength Using Micro-sized Silver Particle Paste without Pressure for Power Device Packaging  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
M.-H. Roh, M.-S. Kim and H. Nishikawa

- (6) Effect of Thermal Aging on the Impact Strength of Soldered Bumps under Formic Acid Atmosphere  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
S. He and H. Nishikawa
- (7) Microstructural Characteristics of Al-Ag Precursor for Fabricating Nanoporous Ag and Its Dealloying Behavior in HCl Solution  
The 1st Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-1), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
M.-S. Kim and H. Nishikawa
- (8) Fracture Behavior of Low-Pressure Assisted Cu to Cu Joint Using Micro-Sized Ag Particle Paste for Power Device Packaging  
The 15th Int. Symp. on Microelectronics and Packaging (ISMP2016), Seoul, Korea (2016.10.24-26)  
M.-H. Roh, H. Nishikawa, S. Tsutsumi, N. Nishiwaki, K. Ito, K. Ishikawa, A. Katsuya, N. Kamada and M. Saito
- (9) TEM Investigation on the Oxidation Behavior of Electroless Ni/immersion Au Surface Finish at 250  
Int. Conf. on Electronic Materials and Nanotechnology for Green Environment (ENGE2016), Jeju, Korea (2016.11.6-9)  
M.-S. Kim and H. Nishikawa
- (10) Bonding Process Using a Nanoporous Gold Sheet for High Temperature Electronics  
Int. Symp. on Micro-Nano Science and Technology 2016, Tokyo, Japan (2016.12.16-18)  
H. Nishikawa, K. Matsunaga, M.-S. Kim, M. Saito and J. Mizuno
- (8) 国内学会発表
- (1) ギ酸雰囲気を用いたはんだ付でのボイド形成に及ぼす加熱条件の影響  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
何 思亮, 西川 宏
- (9) 国際会議講演
- (1) Pb-free Bonding Process for Electronics Packaging  
The 21th International High Technologies Environment Safety & Health (IHTESH2016), Kobe, Japan (2016.5.31-6.2)  
H. Nishikawa
- (2) Intermetallic Compound Formation and Mechanical Property of Sn-Cu-xCr/Cu Lead-free Solder Joint  
The International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
J.-H. Bang, D.-Y. Yu, Y.-H. Ko, H. Nishikawa and C.-W. Lee
- (3) Formation and Growth of Intermetallic Compound Layer at the Lead-free Solder/Cu Interface Using Laser Soldering Process  
TMS 2017 146th Annual Meeting & Exhibition, California, USA (2017.2.26-3.2)  
H. Nishikawa, N. Iwata and S. Kubota

- (4) Pb-free Bonding Process for Semiconductor Power Device  
The 10th Thailand International Metallurgy Conference (TIMETC-10), Bangkok, Thailand  
(2017.3.30-31)  
H. Nishikawa

(15) 受賞

- (1) MES2015 研究奨励賞  
(一社) エレクトロニクス実装学会 (2016.09.08)  
松永 香織(M2)

(16) 規準・規格等の作成

- (1) Test method for erosion for wave soldering equipment using molten lead-free solder alloy- Part 2: Erosion test method for metal materials with surface processing  
IEC  
H. Nishikawa
- (2) Test method for erosion for wave soldering equipment using molten lead-free solder alloy- Part 3: Selection guidance of erosion test methods  
IEC  
H. Nishikawa

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |                                   |    |   |        |
|-----|-----------------------------------|----|---|--------|
| (1) | 基盤研究(B) ナノポーラス構造を用いた焼結型高耐熱接合技術の深堀 | 西川 | 宏 | 11,050 |
|-----|-----------------------------------|----|---|--------|

民間等との共同研究

- |     |                     |    |   |       |
|-----|---------------------|----|---|-------|
| (1) | 低温接合技術に関する研究        | 西川 | 宏 | 4,560 |
| (2) | 誘導加熱を利用したはんだリフローの研究 | 西川 | 宏 | 1,452 |
| (3) | 新規接合材料に関する研究        | 西川 | 宏 | 3,000 |

受託研究

- |     |                               |    |   |       |
|-----|-------------------------------|----|---|-------|
| (1) | 高強度・高放熱接合技術による次世代パワーデバイスの特性向上 | 西川 | 宏 | 7,800 |
| (2) | パワーデバイス実装に関する国際標準化            | 西川 | 宏 | 2,500 |

奨学寄付金

- |     |  |    |   |       |
|-----|--|----|---|-------|
| (1) |  | 西川 | 宏 | 3,710 |
|-----|--|----|---|-------|

#### 4.8 教育

氏名：西川 宏

##### (1) 大学院等講義科目

- |                  |                      |
|------------------|----------------------|
| (1) 環境・エネルギー工学科  | スマートグリーンプロセス学        |
| (2) 環境・エネルギー工学科  | 環境・エネルギーコア演習・実験第2部   |
| (3) 環境・エネルギー工学科  | 環境・エネルギーコア演習・実験第3部   |
| (4) 環境・エネルギー工学科  | 環境エネルギー特別講義          |
| (5) 環境・エネルギー工学科  | 構造・材料力学              |
| (6) 環境・エネルギー工学専攻 | 先端環境材料・資源循環利用システム学特論 |
| (7) 全学共通教育       | 先端教養科目               |
| (8) 全学共通教育       | 基礎セミナー               |

##### (2) 博士論文 (主査)

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| (1) 環境・エネルギー工学専攻, Min-Su Kim | Solid-state bonding using Ag nanoporous sheet for high temperature die attach |
|------------------------------|---|

#### 4.9 社会貢献

氏名：西川 宏

##### (1) 学会役員

- |                       |                                 |
|-----------------------|---------------------------------|
| (1) (一社) エレクトロニクス実装学会 | 関西支部幹事                          |
| (2) (一社) エレクトロニクス実装学会 | 第25回マイクロエレクトロニクスシンポジウム<br>実行委員  |
| (3) (一社) エレクトロニクス実装学会 | 理事                              |
| (4) (一社) スマートプロセス学会   | エレクトロニクス生産科学部会 企画委員会 委員         |
| (5) (一社) スマートプロセス学会   | エレクトロニクス生産科学部会 電子デバイス実装研究委員会 幹事 |
| (6) (一社) スマートプロセス学会   | 編集委員会 委員                        |
| (7) (一社) 電子情報技術産業協会   | IEC/TC91国内委員会 委員                |

- (8) (一社) 電子情報技術産業協会      パワーデバイス実装の国際標準化研究委員会 副委員長
- (9) (一社) 日本溶接協会      はんだ・微細接合部会技術委員会規格分科会 委員
- (10) (一社) 日本溶接協会      はんだ・微細接合部会微細接合技術分科会 幹事
- (11) (一社) 日本溶接協会      マイクロソルダリング教育委員会 委員
- (12) (一社) 溶接学会      マイクロ接合研究委員会幹事
- (13) (一社) 溶接学会      全国大会運営委員会 委員
- (14) (一社) 溶接学会      第23回エレクトロニクス実装におけるマイクロ接合・実装技術シンポジウム 実行委員
- (15) (一社) 溶接学会      編集委員会 委員
- (16) (一社) 溶接学会      論文査読・審査委員会 委員

(2) 国際会議委員

- (1) The 10th Thailand International Metallurgy Conference (TIMETC-10)      International Advisory Board
- (2) ICEP2016      論文委員
- (3) 6th Electronics System-Integration Technology Conference (ESTC 2016)      Technical Program Committee
- (4) International Conference on Nanojoining and Microjoining 2016 (NMJ2016)      Organizing Committee
- (5) ICEP2017      論文委員
- (6) The Third International Conference on the Science and Engineering of Materials (ICoSEM2017)      International Advisory Committee

(6) 外国人招へい研究員・研究留学生

- (1) 研究留学生：Zhou Shiqi      低融点はんだの特性に及ぼす微量元素の影響

#### 4.10 全国共同利用に関する研究

##### (1) 平成28年度共同研究員と研究テーマ

氏名：西川 宏

- |      |                                      |       |                            |
|------|--------------------------------------|-------|----------------------------|
| (1)  | 中京大学工学部<br>電気電子工学科                   | 山中 公博 | Sn 結晶方位配向による高信頼性はんだ接合部     |
| (2)  | 早稲田大学ナノ・ライフ<br>創新研究機構                | 齋藤美紀子 | ナノマテリアルを用いたスマート接合プロセス      |
| (3)  | 群馬大学                                 | 小山 真司 | 金属塩の生成・分解反応を利用した新規拡散接合法の開発 |
| (4)  | 群馬大学                                 | 西城 舜哉 | 金属塩の生成・分解反応を利用した新規拡散接合法の開発 |
| (5)  | 群馬大学                                 | 齋藤 広輝 | 金属塩の生成・分解反応を利用した新規拡散接合法の開発 |
| (6)  | 大阪府立大学大学院<br>工学研究科物質・<br>化学系専攻化学工学分野 | 齋藤 文靖 | 硬質膜の微細構造制御による熱伝導特性の解析      |
| (7)  | 大阪大学大学院工学研究科                         | 惣田 訓  | 微生物・植物による金・銀ナノ粒子の合成        |
| (8)  | 大阪大学大学院工学研究科<br>環境・エネルギー工学専攻         | 南川 泰輝 | 微生物・植物による金・銀ナノ粒子の合成        |
| (9)  | 大阪大学大学院工学研究科                         | 森 健太郎 | 微生物集積系による水中からのアンチモンの除去     |
| (10) | 大阪大学大学院工学研究科                         | 馬形さやか | 微生物集積系による水中からのアンチモンの除去     |

##### (2) 共同研究員との共著論文数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

- |     |    |   |
|-----|----|---|
| (1) | 合計 | 2 |
|-----|----|---|

## 接合界面微細構造解析室

### 4.1 研究概要

日々進歩する材料と接合技術によって得られる継手の性質を理解するには、接合界面や継手部の材料組織の構造を詳細に把握することが必要である。そのため当解析室では研究所内外からの要請に応じて、分析機能を備えた透過型電子顕微鏡 (TEM) による継手材料組織の微細構造観察を行い、また集束イオンビーム加工装置 (FIB) やイオンミリング装置によって、加工が困難な異材継手や複合材料などの TEM 用の薄膜試料作成の技術を提供する。

また異材精密接合の金属組織学的研究等の、TEM を用いた独自のテーマの研究を進めることで、継手組織の TEM 観察技術の維持・向上に努める。

### 4.2 研究課題

1. 各種溶接・接合組織の微細構造の解明
2. 陽極接合継手の接合界面微細構造と継手性能の関係の解明
3. 陽極接合の原理を応用した金属・無機材料の接合と加工手法の開発

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

本年度、当解析室では、研究所内の7分野、学内2講座、また国内他大学ほかの研究機関4か所からの依頼により、各種の材料・継手組織の TEM 観察およびそのための試料作成に協力した。加工・観察を行った試料は溶接、FSW、ろうづけ、さらに酸化物の還元反応を利用した新しい手法などによる接合継手、焼結体、表面改質材、電子デバイス用積層構造体、セラミックス、電池材料などの粉体、生体関連材料等と多岐にわたり、微細な空間的構造の観察、結晶構造の解析や EDS・EELS を用いた元素分析による組織中の元素分布の観察と構成相の同定、結晶中の格子欠陥の観察等、TEM なしには取得困難な多くのデータを提供した。これらの要求にこたえるため、解析室員の試料作成技術・観察技術のさらなる向上と利用者の指導に努めた。また、解析室独自の研究活動としては以下のことを行った。

#### ・光透過性・導電性の異なる部分が共存するガラス同士の陽極接合界面の作成

酸化物ガラスの導体の陽極接合では、接合中の電圧印加に伴って生じるガラス中のイオンの移動によって接合界面にガラス側から酸素が供給され、その酸素で導体の接合面が酸化されることで両者の接合が成立する。陽極接合は導体とガラスを接合する方法であるが、これを用いて導体層を仲立ちとしたガラス同士の貼り合わせ接合を行うこともできる。この場合、仲立ちとなる導体層が残存した継手界面は光に対して不透明かつ通電性を持つようになる。しかし導体層が十分に薄ければその大部分は接合中に酸化物に変わる。金属や半導体の酸化物の多くは可視光に対して高い透過率を持つので、この場合継手界面は透明になる。光に対する透明性はガラスに期待されるもっとも重要な機能であり、ガラスで複雑形状の製品を作るときには継手界面を透明に保ちながらガラス同士を接合する必要が生じる。従来、そのような場合に多く用いられる接合法は樹脂による接着であるが、接着で得た継手の耐熱性や耐食性、強度は用いる接着剤の性能によって制限される。そこでこれまでに、耐熱性、耐食性に優れた強固な継手が得られる陽極接合によって、接合中の導体の酸化

を利用して透明な継手界面が得られるガラス同士の接合を実現するための研究を進めてきた。28年度はそこからさらに発展させて、接合を仲立ちする導体層に酸化による消尽が生じやすい部分と生じにくい部分を作り分けて、継手界面上に導体がすべて酸化されて高い透明度を持つ部分と導体が残存して光を通さない部分が共存するガラス同士の継手を作成するための研究を行った。

ソーダライムガラスの基板表面に RF スパッタを用いて場所によって厚さの異なるチタン層を製膜した。このチタン層をはさむように同材のガラス板を重ね合わせて、チタン層を陽極、両側のガラスを陰極として電圧を加えてガラス同士の貼り合わせ陽極接合を行い、得られた継手界面の状態を観察した。継手界面に厚さ20nmのチタン層を施した部分では電圧印加時間に対して速やかに光透過率が上昇したのに対し、チタン層が40nmであった部分ではその上昇は緩やかであった。さらに厚いチタン層を施した部分では、電圧を長時間加えても光透過率の上昇は小さかった。これは、陽極接合では接合中のガラス中のイオンの移動に伴って接合界面近傍のガラス中に生じる陽イオン欠乏層がイオンの移動を妨げるようになるため、継手界面に供給される酸素イオンで酸化され得る導体の量に限りがあるためと考えられる。このようにして継手界面上に光透過率の高い部分と低い部分が共存するガラス同士の陽極接合継手が得られたが、継手界面のチタン層の厚さが変わる領域を詳細に観察すると、チタン層の段差に起因するものと考えられる未接合部が残存しているのが見いだされた。チタンを製膜していないガラスとチタン層の間の接合をより強固にして未接合部をなくすために、電圧印加をチタン層とチタン未製膜のガラスの間のみに対して行う接合を試みた。この方法で、チタン層の厚さが変わる領域に未接合部が見られない継手を得ることができた。

ガラス同士の陽極接合継手界面上に導体層が酸化によって消尽して絶縁性となった部分と導体層が残存して導通性が保たれた部分を作り分けることができれば、陽極接合でガラス板のあいだに封止した電子素子に継手界面を通して外部から電気回路を接続することができる。そこでガラス同士の接合を仲立ちする導体層の電気抵抗の接合前後の変化を測定した。継手界面の光透過率と導体層の電気抵抗の変化はよい相関を示し、薄い導体層を仲立ちとした継手では継手界面の光透過率の上昇と並行して急激に電気抵抗が増加してほぼ絶縁にまで達するのに対し、厚い導体層を用いた継手では電気抵抗の増加の割合は小さかった。

## (2) 研究に対する自己評価

当解析室は、研究所内外の材料・接合研究に対して TEM 観察技術の提供による協力を行うことを第一の業務としている。

本年度も引き続き TEM 試料作成・観察技術の向上に努めつつ多数の観察を行い、また利用者からの要請によって観察結果の解析の指導・支援を行った。そのようにして本年も多くの所内分野、学内講座および学外研究機関へデータを提供した。協力した研究者からは、解析室員を共著者とした雑誌論文10件、また国内学会・国際会議での多数の講演・論文発表が行われた。また研究成果に示したように解析室独自の研究活動を行い、得られた成果の対外発表を行った。今後も、観察結果の解析の支援や観察結果についての議論を通じてより研究内容に立ち入った共同研究型の研究協力活動を増やし、また独自の研究活動も進めていく。

FIB による試料作成・TEM 観察の技術の指導を続けた結果、それらの操作を自らこなす利用者が増えてきた。そこで今後は同様の指導を続けるとともに、基本的な作業は利用者自身で行い、より技術を要する作業を解析室員が担うような形での効率的な研究活動を進めていく。また、溶接・接合研究の発展に伴う材料組織観察のニーズの高度化に対応していくため、新しい TEM 試料の作成技術や組織解析の手法の取得・開発にさらに努める。

## 日立造船先進溶接技術共同研究部門

### 4.1 研究概要

本研究部門（平成23年1月1日発足）では、国際競争力のあるものづくりを実現するための溶接技術、表面処理技術の研究開発を推進している。接合科学研究所が保有するレーザー溶接技術や数理解析技術などの先進的な技術と日立造船株式会社が保有する製造技術を融合し、広範な厚板構造物の製造を革新する溶接技術、表面処理技術を開発している。

本研究部門で開発した厚板に対する大出力レーザー溶接技術は実用レベルに達した。溶接技術の開発として、現在は、アーク溶接のプロセスシミュレーション技術やデジタル波形制御の大入熱サブマージアーク溶接技術の開発を実施している。

製品性能を向上させる表面処理技術として、高耐磨耗の三次元造形肉盛溶接技術、高温部品の耐食性向上をねらいとしたナノ微粒子溶射技術の開発を推進している。

研究開発における国際競争力を強化するためインド工科大学ハイデラバード校との共同研究も開始した。

### 4.2 研究課題

1. レーザ溶接技術
2. 高効率 SAW 技術
3. 三次元造形肉盛溶接技術
4. ナノ微粒子溶射技術

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. レーザ溶接技術

軽量化が期待でき、高耐食性能を有するアルミ合金は様々な工業分野で用いられるようになってきている。しかしながら、強固な酸化皮膜が表面を覆っており、炭素鋼に比べ線膨張係数が大きく熱伝導率が高いため、通常のアーク溶接では溶接性が悪い。

異材のアルミ合金を対象として、開先形状、レーザーおよびアークの狙い位置を最適化したレーザー・アークハイブリッド溶接による板厚 8 mm の突合せ溶接技術を確立した。安定した裏波溶接を実現し、溶接部裏面側へのスパッタを極少としている。

次年度は、実構造物への適用を図り、溶接長さ 5 m 以上に対してブローホール欠陥を防止しレーザーセンシング技術を活用した自動倣いによるロボットによる自動溶接を実現する予定である。

##### 2. 高効率 SAW 技術

SAW（サブマージアーク溶接）は厚板の溶接に欠陥少なく安定して施工できる溶接方法として、広く用いられている。しかしながら、完全自動化は実現されておらず、溶接士が監視しながらの施工となっている。近年、開発されたデジタル電源は、完全自動化を実現するための大きなツールである。

本年度は、従来のサイリスタ電源とデジタル電源の溶接特性を把握する実験を実施した。溶接電流、アーク電圧、溶接速度、フラックス散布高さ、CTWD（Contact Tip to Work Distance）が溶融

形状に及ぼす影響について定量的に把握し、相関図にまとめた。

IITH (インド工科大学ハイデラバード校) との共同研究も開始し、溶込み形状を予測するシミュレーションモデルの骨格を完成させた。

田中研との共同研究では、粒子法を用いてフラックスの溶融現象をモデル化し金属が溶融池となる現象とフラックスが溶融する現象を同時に解くシミュレーションモデルの基礎を完成させた。

次年度は、IITH と田中研の共同研究を推進し、それぞれのシミュレーション技術を確立する予定である。

### 3. 三次元造形肉盛溶接技術

本年度は、まず、三次元造形肉盛溶接の対象を選定し、要求される耐摩耗性能を整理した。手法として、LMD (Laser Metal Deposition) 法を選定し、基礎実験を実施した。

肉盛溶接部への要求される耐摩耗性能として、割れがなく硬さ800HV 以上とした。そのために、Co 合金による粉体を肉盛溶接材料として肉盛溶接試験体を作製した。肉盛溶接試験体は割れがなく硬さ800HV 以上を満足した。さらに、作製した試験体に対し、乾式および湿式による磨耗試験を実施した。硬さと磨耗量の関係を定量的に評価した。

次年度は、実用化を推進するために三次元造形に必須の技術である CAM の高度化 (三次元計測データから三次元 CAD、CAM データへの変換技術)、三次元造形に適する LMD 装置の仕様を確立する予定である。

### 4. ナノ微粒子溶射技術の開発

ナノオーダーのサイズの微粒子を溶射材料として取り扱う本技術において、材料粒子の溶射熱源内における飛翔、相変化等の挙動を数値解析により表現することは、溶射条件の試行錯誤の簡略化、効率化だけでなく、新たな展開を模索する強力なツールとなる。本年度はプラズマ溶射のプラズマジェット内における粒子の飛行軌跡と温度変化の挙動をモデル化しきわめて高い精度で表現することができた。さらには、フレイム溶射への展開、さらなるチャレンジとして異種材料共存下を対象とした数値シミュレーションへと進める。また実験では非金属材料の直接焼結による超緻密質の製膜に成功した。

本研究項目において、3 件の査読付き学術論文、1 件の講演、1 件の特許出願の実績があり、勝木招へい研究員が博士 (工学) を取得した。

#### (2) 研究に対する自己評価

本年度の研究成果は、1 件の査読付き学術論文、5 件の国際会議発表、10 件の国内学会発表、2 件の解説・総説である。なお、本研究部門は企業との共同研究部門の性格上、外部資金の導入は慎重にしている。

2011 年 1 月に発足した本研究部門は、着実な研究成果をあげてきていると評価している。今後は、当部門の設立目的と整合性の高い分野でのより一層充実した研究成果を目指す。

#### 4.4 教育に対する自己評価

本共同研究部門は、研究スタッフ以外に、日本人学生および留学生等は在籍せず、また講義も実施していない。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

本共同研究部門は、大阪大学が積極的な産学連携を通じて社会貢献するために、全国に先駆けて設置した共同研究講座制度に則り、接合科学研究所と日立造船株式会社が共同研究を推進している。また、大学で得た研究成果を迅速に産業応用し、その成果をグローバルに展開しようとしている。

北側招へい教授は溶接学会理事、レーザ加工学会理事はじめ各種学協会の幹事など重要な役割を担っていると共に、中谷特任准教授も溶接学会編集委員、溶接法研究委員会副幹事長、溶接構造研究委員会副委員長、溶接冶金研究委員会委員、高エネルギービーム加工研究委員会委員、溶接接合工学振興会評議員、溶接学会関西支部幹事など各種学協会において主要な委員を務めている。

#### 4.7 研究業績

##### (3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Development of Multi-axial Pipe Joint with High Fatigue Strength  
69th IIW Annual Assembly and Int. Conf. 2016, Melbourne, Australia (2016.7.10-15), IIW Doc. X-1848-16.  
M. Nakatani, H. Yuto, A. Nagai, K. Tani, D. Ma, H. Morita, S. Tu, S. Tsutsumi and M. Toyosada
- (2) Application to Duplex Stainless Steel of Narrow Gap Oscillation Laser Welding  
Proc. 10th Int. Conf. on Trends in Welding Research & 9th Int. Welding Symp. of Japan Welding Society (9WS), Tokyo, Japan (2016.10.11-14), 136-139.  
Y. Abe, Y. Yamazaki, Y. Hioki and M. Nakatani

##### (7) 国際会議発表

- (1) Development of a Blowhole Detection System for Robotic MAG Welding  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
Y. Sasaki, Y. Dai, Y. Hioki, S. Tu and M. Nakatani
- (2) Simulation of Flux Melting Process during a SAW by DEM-ISPH Hybrid Method  
The Int. Symp. on Visualization in Joining & Welding Science through Adv. Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
H. Komen, M. Shigeta, M. Tanaka, M. Nakatani and Y. Abe

##### (8) 国内学会発表

- (1) Grade91鋼 SAW 溶接金属マトリックス組織の結晶学的特徴に関する研究  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
寺崎 秀紀, 田中 智大, 安部 正光, 中谷 光良, 宮原 優
- (2) 実構造物への展開を目指した溶接変形予測技術の検証 - ラウンドロビンの概要 -  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
村川 英一, 芹澤 久, 柴原 正和, 津村 秀一, 中谷 光良, 山田 順也, 永木 勇人,  
中谷 裕二郎, 只野 智史, 上谷 佳祐, 鷹羽 新二, 麻 寧緒, 福本 学, 成田 忍
- (3) 実構造物への展開を目指した溶接変形予測技術の検証 - ラウンドロビン成果に基づく解析指針 -  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
中谷 光良, 山田 順也, 村川 英一, 芹澤 久, 柴原 正和, 津村 秀一, 永木 勇人,  
中谷 祐二郎, 只野 智史, 上谷 佳祐, 鷹羽 新二, 麻 寧緒, 福本 学, 成田 忍
- (4) 実構造物への展開を目指した溶接変形予測技術の検証 - 多層溶接試験の FEM 解析モデルと計算方法 -  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
中谷 祐二郎, 只野 智史, 村川 英一, 芹澤 久, 柴原 正和, 津村 秀一, 永木 勇人,  
中谷 光良, 山田 順也, 上谷 佳祐, 鷹羽 新二, 麻 寧緒, 福本 学, 成田 忍

- (5) 実構造物への展開を目指した溶接変形予測技術の検証 - 多層溶接試験の FEM 解析ラウンドロビン -  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 永木 勇人, 中谷 光良, 山田 順也, 村川 英一, 柴原 正和, 芹澤 久, 津村 秀一,  
 中谷 祐二郎, 只野 智史, 上谷 佳祐, 鷹羽 新二, 麻 寧緒, 福本 学, 成田 忍
- (6) 実構造物への展開を目指した溶接変形予測技術の検証 - 多層溶接試験の方法および実験結果 -  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 山田 順也, 中谷 光良, 永木 勇人, 村川 英一, 芹澤 久, 柴原 正和, 津村 秀一,  
 中谷 祐二郎, 只野 智史, 上谷 佳祐, 鷹羽 新二, 麻 寧緒, 福本 学, 成田 忍
- (7) 多軸パイプの疲労強度向上方法の検討  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 ト ショウ, 湯藤 尚人, 永井 昭弘, 谷 和彦, 馬 東輝, 森田 寛之, 中谷 光良, 堤 成一郎,  
 豊貞 雅宏
- (8) 溶接欠陥自動検知システムの開発  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 佐々木 要輔, 戴 英達, 日置 幸男, ト ショウ, 中谷 光良
- (9) パイプ溶接部のビード形状計測技術の確立  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 小田 和生, 阿部 洋平, 中谷 光良, 足達 昌彦, 谷 和彦, 湯藤 尚人
- (10) 厚板二相ステンレス鋼突合せレーザ積層溶接システムの開発  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
 阿部 洋平, 山崎 洋輔, 日置 幸男, 中谷 光良
- (9) 国際会議講演
- (1) Application Study to Duplex Stainless Steel of Narrow Gap Oscillation Laser Welding  
 The International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced  
 Measurements and Simulation (Visual-JW2016), Osaka, Japan (2016.10.17-18)  
 Y. Abe, Y. Yamazaki, Y. Hioki and M. Nakatani
- (11) 解説・総説
- (1) 高疲労強度のパイプ溶接継手の開発 - 次世代型大型望遠鏡のパイプ・ガセットプレート溶  
 接継手 -  
 溶接技術, 64 (2016), 47-53.  
 中谷 光良, 湯藤 尚人, 永井 昭宏, 谷 和彦, 馬 東輝, 森田 寛之, 堤 成一郎, 豊貞 雅宏



## 大阪富士工業「先進機能性加工」共同研究部門

### 4.1 研究概要

近年の地球資源・環境問題の高まりとともに、自動車、鉄道などの輸送機器、ロケットなどの宇宙構造体、微細エレクトロニクス電子機器など多くの産業分野で、工業製品の小型・軽量化、省エネ・省資源化の要求が激しさを増してきており、それらの材料に対して付加価値の高い機能を効率的に付与することのできる先進機能性加工が必要とされている。

本共同研究部門では、接合科学研究所が有するレーザ加工や材料科学などの先進加工技術と大阪富士工業株式会社が有する製造技術を融合し、微細から長大までの広範な構造体に様々な先進機能を付加する「先進機能性加工」技術を開発することを目的としている。

具体的には、半導体レーザなどを用いたレーザクラッティング法による機能性材料の効率的表面処理法の開発、半導体レーザやファイバーレーザなどを用いた難溶接材の微細接合など新しいレーザ技術の開拓を行い、最終的には、開発した技術を応用した次世代機能性加工技術の実用化を目指している。

### 4.2 研究課題

1. レーザクラッティング法による材料表面機能高度化技術の開発
  - (1) レーザクラッティングに関する基礎的検討
  - (2) レーザクラッティングに適したレーザ装置及びプロセス技術の開発
2. 小径、薄板部品への表面機能高度化技術の開発
  - (1) 小径、薄板材料への表面機能化に関する基礎的検討
  - (2) 小径、薄板材料への表面機能化に適した装置とプロセス技術の開発
3. OCC 鑄造技術とレーザ加工複合技術の開発
4. レーザアディティブマニュファクチャリング (LAM) 技術の開発

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. レーザクラッティング法による材料表面機能高度化技術の開発

###### モルテンプル型レーザコーティングの基礎的研究

最大出力6000W の高出力実用機において、高速度カメラを用いて溶融池挙動に対する粉末粒径の効果について検討を行った。粉末粒径が小さい方が溶融池挙動が穏やかであることが分かり、大きな粒子が溶融地に落下すると溶融地の輝度が減少することが分かった。さらに粉末供給がある場合にはすぐに溶融池が形成されるのに対し、粉末供給が無い場合には基材の溶融による溶融地の形成が困難であることが分かった。このことから、モルテンプル型レーザコーティングにおいては粉末が存在することにより溶融地が容易に形成され、形成された溶融地によってさらに粉末が溶融されることが明らかとなった。

最大出力1000W のビームプロファイル可変型半導体レーザシステムを用い、モルテンプル型レーザコーティングにおける粉末供給方向の影響についてさらに検討を進めた。高速度カメラを用いて溶融池の挙動や溶融池の温度分布を解析し、レーザの掃引方向に対して前方から粉末を供給するパウダー先行型の方が、後方から供給するレーザ先行型に比べて品質の良いコーティング皮膜形

成が可能である理由について検討を行った。パウダー先行型の方が、溶融池温度分布が平坦で溶融池挙動も安定しているのに対し、レーザ先行型では溶融池先端の温度が高く溶融池挙動も激しいことが分かった。

## 2. 小径、薄板部品への表面機能高度化技術の開発

### - 非モルテンプール型レーザコーティングの基礎的研究

小径、薄板材料への表面機能化に適した装置とプロセス技術の開発を目指し、微量粉末を効率よく成膜できる直噴型半導体レーザクラディング方式を開発し研究を進めている。従来のモルテンプール型レーザクラディングでは、レーザによって形成されたモルテンプールにレーザの周囲から粉末を供給して溶融させているが、本方式では少量の粉末供給を中心軸に配置し、レーザを周囲から集光して粉末を直接にレーザで溶融する方式を採用した。これにより、基板に与える熱影響を著しく低減することができ、薄板部品に対しても熱影響を抑制してコーティングできる。さらに、本年度は従来の近赤外線半導体レーザから近年実用化が進んできた青色半導体レーザを搭載することで、これまで困難であった銅粉末を用いた表面機能化が可能であることを示した。

## (2) 研究に対する自己評価

本研究部門は、高出力半導体レーザやディスクレーザを用いた先進機能性加工に関する研究を行っている。

### 1. 研究の独自性

半導体レーザは既存レーザ中では最も電気 - 光変換効率が高く、コストパフォーマンスの高いレーザであり、構造的に簡単なため、表面熱加工を必要とする産業用には最も適していると考えられる。半導体レーザを多数個集合させて高出力化し材料加工を行うことは従来より行われてきたが、本研究では、個々の半導体レーザを効率的に配置することによりビームプロファイルを自由に変更することができる。これにより効率的な表面熱加工を行い、処理品質や速度の向上と装置の低価格化の両立を目指している。高出力ディスクレーザによる表面熱加工の基礎的検討についてはまだ始まったばかりであり、十分な情報が得られていないのが現状である。本研究では、実用化を目指して各種基礎データの収集を行い、産業化に寄与することを目指している。また、青色半導体レーザを用いた高出力加工装置の開発と表面機能化への応用の試みは、世界的にも新しい試みである。本研究では銅などの難溶融材に対する応用展開を目指している。

### 2. 研究レベル

研究成果は国内では溶接学会、レーザ加工学会、レーザー学会、応用物理学会および学会付置の各種研究委員会で発表を行っている。国外ではレーザ加工に関する世界最大級の国際会議である ICALEO (International Congress on Applications of Lasers and Electro-Optics) や光応用における世界的学会である SPIE (The International Society for Optical Engineering) 主催の Photonics West などにおいて発表を行っている。

### 3. 研究成果の社会への貢献

一般社団法人レーザプラットフォーム協議会の理事として、啓発セミナーやレーザ加工技術者講習会などを通じ、ものづくり中小企業に対するレーザ加工の普及啓発活動を行っている。

#### 4.4 教育に対する自己評価

本共同研究部門には、学生は在籍せず、講義も実施していない。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

##### 1. 国内外での学会活動

国内では溶接学会、レーザ加工学会、レーザー学会、応用物理学会に参加し合計15件の発表を行った。また、レーザー学会技術専門委員会「次世代産業用レーザー」研究会で発表を行った。

国際会議では ICPEPA10で2件、ICALEO2016で4件、Photonics Wes2017において2件の発表を行った。

溶接学会「高エネルギービーム加工研究委員会」監事、レーザー学会「次世代産業用レーザー」技術専門委員会委員、電気学会「パワー光源産業応用技術調査専門委員会」委員として活動を行った。

##### 2. 産学連携

大阪富士工業株式会社と連携し、平成26年度より近畿経済産業局の戦略的基盤技術高度化支援事業「レーザークラディング表面機能化技術による次世代高速鉄道用ブレーキディスクの開発」を推進するとともに、レーザ加工技術に関する技術相談やアドバイスをを行っている。

大阪富士工業株式会社と連携し、平成26年度より NEDO による SIP (戦略的イノベーション創造プログラム) /革新的設計生産技術の「高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発」を推進している。

##### 3. その他社会貢献

一般社団法人レーザプラットフォーム協議会の理事として、近畿地方の公設試や企業、大学の協力を得て、ものづくり中小企業会員約50社に対し各種セミナーやフォーラムを通じ、レーザ加工の普及啓発活動、技術支援、レーザ加工技術者認証事業等を推進している。

#### 4.7 研究業績

##### (3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Experimental Study on Ti Alloy Plate Fabrication by Vacuum Selective Laser Melting  
Proc. SPIE9738, Laser 3D Manufacturing III97381C, San Francisco, USA (2016.2.13-18),  
97381C(6pages).  
Y. Sato, M. Tsukamoto, Y. Yamashita, S. Masuno and N. Abe

##### (7) 国際会議発表

- (1) Development of Sputter-Less Selective Laser Melting in Vacuum for 3D Fabrication of Titanium Alloy  
10th Int. Conf. on Photoexcited Processes and Applications(ICPEPA10), Brasov, Romania  
(2016.8.29-9.2)  
Y. Sato, M. Tsukamoto, Y. Yamashita, S. Masuno, T. Ohkubo, K. Yamashita and N. Abe
- (2) Thermal Effect on CFRP Ablation with 150W Class Pulse Fiber Laser Using PCF Amplifier  
10th Int. Conf. on Photoexcited Processes and Applications(ICPEPA10), Brasov, Romania  
(2016.8.29-9.2)  
Y. Sato, M. Tsukamoto, F. Matsuoka, T. Ohkubo and N. Abe
- (3) Copper Layer Formation Produced with 100 W Blue Direct Diode Laser System  
The Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO) 2016, San Diego,  
USA (2016.10.16-20)  
K. Asano, M. Tsukamoto, Y. Funada, D. Tanigawa, T. Nakaaze, M. Sengoku, N. Abe and  
T. Yamazaki
- (4) Development of 100w Blue Direct Diode Laser System for Cladding of Copper  
The Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO) 2016, San Diego,  
USA (2016.10.16-20)  
T. Nakaaze, D. Tanigawa, K. Asano, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, N. Abe, Y. Funada  
and M. Sengoku
- (5) Effect on Beam Profile of Ti Plate Fabricated by L-Pbf in Vacuum  
The Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO) 2016, San Diego,  
USA (2016.10.16-20)  
S. Yamagata, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, K. Yamashita, Y. Yamashita and N. Abe
- (6) Micro-structural Characterization of Ti64 Fabricated by SLM in Vacuum  
The Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO) 2016, San Diego,  
USA (2016.10.16-20)  
Y. Sato, M. Tsukamoto, Y. Yamashita, K. Yamashita, S. Yamagata, R. Higashino, T. Ohkubo  
and N. Abe
- (7) Development of 100W Class Blue Direct Diode Laser Coating System for Laser Metal  
Deposition  
Photonics West 2017, San Francisco, USA (2017.1.31-2.5)  
R. Higashino, M. Tsukamoto, Y. Sato, N. Abe, K. Asano and Y. Funada

- (8) Effect on Beam Profile of Ti Alloy Plate Fabrication from Powder by Sputter-Less Selective Laser Melting  
 Photonics West 2017, San Francisco, USA (2017.1.31-2.5)  
 Y. Sato, M. Tsukamoto, Y. Yamashita, K. Yamashita, S. Yamagata, R. Higashino and N. Abe
- (8) 国内学会発表
- (1) レーザクラディングにおける成膜条件が溶融池挙動に与える影響  
 (一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
 中畔 哲也, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 谷川 大地, 仙石 正則, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (2) 直噴型粉末供給レーザクラディングにおけるレーザ照射部の温度測定  
 (一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
 谷川 大地, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男, 中畔 哲也, 仙石 正則
- (3) 青色半導体レーザを用いたレーザクラディングシステムの開発  
 (一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.9-10)  
 仙石 正則, 吉田 実, 中畔 哲也, 浅野 孝平, 谷川 大地, 佐藤 雄二, 舟田 義則, 阿部 信行, 塚本 雅裕
- (4) レーザ金属積層造形における Ti 合金粉末の溶融挙動観察とスパッタ発生メカニズムの解明  
 第86回レーザ加工学会講演会, 岡山 (2016.12.12-13)  
 山縣 秀人, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 東野 律子, 山下 顕資, 阿部 信行
- (5) 青色半導体レーザを用いたレーザクラディング装置の開発と純銅皮膜の形成  
 第86回レーザ加工学会講演会, 岡山 (2016.12.12-13)  
 仙石 正則, 吉田 実, 浅野 孝平, 東野 律子, 佐藤 雄二, 舟田 義則, 阿部 信行, 塚本 雅裕
- (6) 直噴型レーザクラディング法によるステライト皮膜の形成と溶融挙動の実時間測定  
 第86回レーザ加工学会講演会, 岡山 (2016.12.12-13)  
 佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 東野 律子, 左近 佑, 山下 順広, 舟田 義則, 村谷 外博, 菖蒲 敬久, 阿部 信行
- (7) レーザー粉末床溶融法を用いた Ti 合金の造形と溶融凝固ダイナミクスの観察  
 レーザー学会第37回年次大会, 徳島 (2017.1.7-9)  
 西 貴哉, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 東野 律子, 山下 顕資, 山縣 秀人, 阿部 信行, 中野 人志
- (8) レーザクラディングにおける成膜条件が溶融池挙動に与える影響 - 材料粉末粒径が溶融池温度に与える影響 -  
 レーザー学会第37回年次大会, 徳島 (2017.1.7-9)  
 中畔 哲也, 谷川 大地, 仙石 正則, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (9) 青色半導体レーザを用いたコーティング装置の開発と銅皮膜形成  
 レーザー学会第37回年次大会, 徳島 (2017.1.7-9)  
 佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 東野 律子, 船田 義則, 山下 順広, 村田 外博, 能和 功, 阿部 信行

- (10) マルチレーザー加工ヘッドを用いたレーザーコーティング法の開発  
第64回応用物理学会春季学術講演会, 横浜 (2017.3.14-17)  
佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 菖蒲 敬久, 舟田 義則, 山下 順広, 村谷 外博, 左今 佑, 東野 律子,  
阿部 信行
- (11) レーザー選択的溶融法における造形時の粉末挙動の観察とスパッタの低減化  
第64回応用物理学会春季学術講演会, 横浜 (2017.3.14-17)  
山縣 秀人, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 菖蒲 敬久, 升野 振一郎, 東野 律子, 山下 顕資,  
山下 順広, 阿部 信行
- (12) 直噴型粉末供給レーザクラディングにおける成膜特性  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.9-10)  
谷川 大地, 塚本 雅裕, 仙石 正則, 中畔 哲也, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男,  
阿部 信行
- (13) レーザクラディングにおける粉末供給量の影響  
(一社) 溶接学会 平成28年度春季全国大会, 大阪 (2016.4.12-14)  
林 良彦, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 山崎 裕之, 谷川 大地, 安積 一幸, 米山 三樹男
- (14) レーザクラディングにおける成膜条件が溶融池挙動に与える影響 - 溶融池温度の影響 -  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.9-10)  
中畔 哲也, 塚本 雅裕, 仙石 正則, 谷川 大地, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏,  
米山 三樹男, 阿部 信行
- (15) レーザクラディングにおける粉末供給量がWC複合皮膜に及ぼす影響  
(一社) 溶接学会 平成28年度秋季全国大会, 群馬 (2016.9.14-16)  
林 良彦, 山崎 裕之, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 谷川 大地, 安積 一幸, 米山 三樹男

(15) 受賞

- (1) 第85回レーザ加工学会講演会 優秀ポスター賞  
(一社) レーザ加工学会 (2016.06.09)  
山縣 秀人, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 山下 顕資, 山下 順広, 阿部 信行
- (2) Best Poster 3rd Place  
10th International Conference on Photoexcited Processes and Applications (2016.09.02)  
Y. Sato, M. Tsukamoto, F. Matsumoto, T. Ohkubo, N. Abe
- (3) Development of 100w blue direct diode laser system for cladding of copper  
The International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (2016.10.19)  
T. Nakaaze, D. Tanigawa, K. Asano, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, N. Abe, Y. Funada,  
M. Sengoku

(17) 外部資金 (単位:千円)

一般公募型補助金研究

- (1) 中小企業経営 支援等対策費 補助金 (戦略的基盤技術高度化支援事業) レーザクラディング表面機能化技術による次世代高速鉄道用ブレーキディスクの開発 阿部 信行 87

## 「高度ジョイント生産システム構築」共同研究部門

### 4.1 研究概要

本研究部門では、小型化と高機能化の進展とともに高い信頼性が要求されるコンシューマ製品群をターゲットに、生産性、品質および環境に配慮した接合技術の研究開発を進めている。接合技術を高度なアSEMBルプロセスあるいはモジュール化プロセスと位置づけ、先端金属接合を展開する高度ジョイント生産システムの構築を目指している。

摩擦攪拌接合を中心としてアルミ合金や鉄鋼を対象としたマイクロ接合、異種金属接合の高速化と高精度化を追求し、それらを製品製造現場で具現化していくため、接合科学研究所が保有する研究成果と実験装置を活用しながら、高効率な接合生産設備の試作開発、接合品質の管理手法の確立を進めている。

### 4.2 研究課題

1. 高速高精度接合技術の開発
2. 微小接合領域接合工法の最適化
3. 異種金属接合の高信頼化
4. 高効率接合生産装置の評価機開発
5. 接合信頼性評価と品質管理手法の確立

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

#### 1. 二次元高速摩擦攪拌接合におけるトラベル前進角の保持制御技術の開発

摩擦攪拌接合ではツールの挿入角度が接合品質に影響を及ぼす。本研究部門では摩擦攪拌接合法を用いて二次元接合を高速高精度に行うため、接合進行方向に対するツール挿入角度を常に一定に保持するための制御技術を検討した。主な検討項目は次の通り。

- 1) トラベル前進角、ワーク角を常に一定に保持するツール姿勢制御
- 2) 接合速度、接合負荷および装置メカロスを考慮したモータ駆動制御

接合線の接線方向に傾斜させたツール挿入角度(トラベル前進角)と法線方向に傾斜させたツール挿入角度(ワーク角、通常は $0^\circ$ )の両角度を常に一定に保ったまま二次元接合するため、接合線のベクトル方向に追従してツールヘッドを含む主軸全体をサーボモータで回転する機構を設計し、開発試作機に導入した。本開発試作機を使用した試作評価から、1000mm/min以上の高速接合でツール挿入角度の追従精度の低下や接合負荷の増大により角度制御に脈動現象が現れるなどの新たな課題が抽出されたが、接合速度と接合負荷の相関をフィードバックしサーボモータの制御パラメータを最適化することによりこれら課題を解決した。

#### 2. 二次元高速摩擦攪拌接合のためのアクティブクランプ制御の開発

摩擦攪拌接合で安定した接合品質を得るためには被接合物の固定や保持機構の適正化も重要である。二次元接合、特に接合線がループ状となる接合などでは、被接合物の固定治具と接合ツールの干渉を回避することが必要である。このため接合構造の設計自由度に制約が生じる。また、被接合物の固定と接合を複数回の工程に分割することで対応することも可能だが、生産性が低下するとともに、接合欠陥が発生しやすい接合開始点と終了地点を多数内在することになり品質管理上の問題

も生じやすい。

本研究部門では、これら二次元接合における制約や問題点を解決し二次元高速接合を実現するため、適正な固定保持力の確保と固定治具と接合ツールの干渉の回避を両立するアクティブクランプ制御による二次元高速接合を検討した。主な検討項目は以下の通り。

- 1) 接合線近傍の加圧と接合時の保持力の変動の緩和を両立する緩衝固定治具
- 2) 接合ツールの進行動作と連動したアクティブクランプの開閉制御

被接合物を複数のエアシリンダー駆動のクランプで固定する機構と、クランプ点数やクランプ位置による保持力の変動を緩和する緩衝固定治具を組合せたアクティブクランプ装置を製作した。この装置を摩擦攪拌接合の開発試作機と連携動作するようにした。これにより、接合ツールの進行に連動してクランプがアクティブに開閉し接合ツールと治具干渉を無くすとともに、接合面の面圧を常に一定とすることを実現した。これにより、接合構造の設計自由度を高めるとともに、複雑な接合構造においても複数の接合工程に分割することなく二次元高速接合を可能にした。

## (2) 研究に対する自己評価

2016年7月の開設から短期間で高速高精度接合の研究開発のベースとなる開発試作装置の開発、製作が完了できた。本開発試作装置を製作する過程において二次元高速接合を実行する上で装置に要求される動作とその制御に対し独自の制御技術の研究開発が行えた。今後、本開発試作装置を使用した接合実験により、接合品質と生産性の関係において最適接合ツールや最適制御に関する研究開発の遂行が可能となった。これら研究開発の継続により高速高精度の接合技術の開発の加速化、高効率な接合生産装置の開発および製品適用への拡大が見込める。

## 4.4 教育に対する自己評価

本共同研究部門に、学生は在籍していない。また講義も実施していない。

## 4.5 社会貢献に対する自己評価

本共同研究部門では、産学共創により接合科学研究所が保有する知見と装置を活用して、生産時のエネルギー消費抑制や生産効率向上による環境配慮型接合の確立を目指している。さらに確立した接合技術をコンシューマ製品群へと適用することにより、生産側の視点では中小を含む生産企業の裾野の拡大と生産現場活性化、消費者側の視点では消費者に対して技術適用した製品を提供することの副次的間接的な効果としてゆとりある社会の実現に貢献できるものとする。

## 学際・国際的高度人材育成ライフイノベーション マテリアル創製共同研究プロジェクト拠点

### 4.1 研究概要

大阪大学接合科学研究所は、平成17年度開始の「金属ガラス・無機材料接合技術開発拠点プロジェクト」、そして平成22年度開始の「特異構造金属・無機融合高機能材料開発共同研究プロジェクト」に11年間に亘って継続して参画し、新機能材料の実用化に不可欠な新接合技術の開発を推進してきた。そして、これらの先行プロジェクトの成果を基に、平成28年度から本プロジェクトである「学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト」に参画している。

本プロジェクトは、大阪大学接合科学研究所、東北大学金属材料研究所、東京工業大学フロンティア材料研究所、名古屋大学未来材料・システム研究所、東京医科歯科大学生体材料工学研究所、早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構がその強みを発揮・連携して、「ライフイノベーションマテリアル(生活革新材料)」を志向した共同研究を実施することで、新しい社会基盤材料の提案と実用化を図ると共に、研究を通じた国際交流・産学連携・高度人材育成を推進する。本年(平成28年)度は5年間実施予定のプロジェクトの初年度となる。

本プロジェクトにおいて本研究所は主に、東北大学金属材料研究所と東京工業大学フロンティア材料研究所と連携し、素材の特性と機能を活かす接合技術の開発を通じて、国民生活に役立ち、そして、その生活の革新に繋がる新たな材料創製を担っている。また、ここで創製された新材料は、名古屋大学未来材料・システム研究所、早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構、東京医科歯科大学生体材料工学研究所のそれぞれが有する環境・エネルギー、エレクトロニクス・デバイス、生体・医療の各分野の卓越した学術研究と融合することにより、具体的な「生活革新材料」として創製される。本研究所は、この6大学6研究所の学際連携を通じて、我が国の産業界の発展はもとより、安心安全で豊かな人類社会の創造に貢献することを目指している。

### 4.2 研究課題

接合科学研究所では、「環境保全・持続可能材料分野」、「生体医療・福祉材料分野」、「要素材料・技術開発分野」の3研究分野に対して、教職員(特任も含む)25名が17件の研究課題を掲げて参画した。それらは、研究所間での学際的な共同研究を視野に入れたものあり、他の研究所との強固な連携を強く意識して取り組んだ。

#### 1. 環境保全・持続可能材料分野

- 1-1: 環境材料創成に向けた表界面処理プロセスの開発
- 1-2: 環境用金属・セラミックスナノクリスタルの高次構造制御と複合・集積化

#### 2. 生体医療・福祉材料分野

- 2-1: 生体親和性材料創成に向けた低ダメージプラズマプロセス技術の開発
- 2-2: 生体適用を目指した完全固溶型高強靱性チタン焼結材の基礎物性評価
- 2-3: 医療用金属・セラミックスナノクリスタルの高次構造制御と特異接合
- 2-4: 表面微細構造形成による高度生体材料創製

- 2 - 5 : バイオセラミック光造形法を用いた選択的生体親和パターンの作製
- 2 - 6 : 強化加工プロセスによる Co-Cr-Mo 合金の組織制御と力学的特性の改善  
および生体適合性の評価

### 3. 要素材料・技術開発分野

- 3 - 1 : 高品質機能性薄膜の低温形成に向けたプラズマプロセス技術の開発
- 3 - 2 : 摩擦攪拌プロセスを用いた鋼溶接部補強・補修基盤技術開発
- 3 - 3 : 外場応答性レオロジー材料を用いたハプティックインターフェースの開発
- 3 - 4 : 核融合炉用先進高機能異材溶接・接合継手の照射特性に関する基礎的研究
- 3 - 5 : 生体用チタンの高品質・高効率レーザー溶接法の開発
- 3 - 6 : パワーエレクトロニクス用カーボンナノチューブ/Cu 接合
- 3 - 7 : オーステナイトの加工誘起変態を考慮した結晶塑性 FE 解析システム
- 3 - 8 : 導通部・絶縁部が共存するガラス/ガラス陽極接合界面の作成方法の開発
- 3 - 9 : プラズマミグプロセスの高度制御技術の開発及び異材接合への適用

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

接合科学研究所では所内公募によって教職員（特任も含む）25名が3研究分野に関して17件の研究を実施した。研究成果は平成29年1月19日に開催された接合科学研究所所内研究成果報告会で発表・議論すると共に、平成28年度研究成果報告書を作成して配布した。また、本プロジェクトの特任教員および兼任教員は拠点リーダーの下で接合科学研究所のみならず他の研究所の研究者との連携を深めた。複数の研究機関が連携して開催した各分野分科会に参加し密接な情報交換を行い、共同研究における研究役割分担を明確にした。平成29年3月30日には第1回6大学連携プロジェクト公開討論会において、本プロジェクトの研究成果を取り纏めて発表し、社会に向けて情報発信を行った。

また、本研究所は本プロジェクトの第1回国際会議「The 1st International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development (iLIM-1)」開催の主幹を務め、世界をリードする6大学6研究所のポテンシャルの高い研究集団が有機的に連携・協力するための交流の場を設け、研究所間での学際的な共同研究が生み出される環境整備に努めた。

#### (2) 研究に対する自己評価

接合科学研究所の17件の研究課題の内6件は研究所間での横断的な共同研究であり他の研究機関と連携を図った。その結果、本年度の接合科学研究所に係る研究成果としては、投稿論文17件、国際会議発表が47件、国内会議発表が37件あり、密度の高い成果が得られた。

また、国際会議「The 1st International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development (iLIM-1)」では6大学連携プロジェクトの全体の研究成果として、招待講演セッションで計12件の招待講演が行われ、接合科学研究所からは大原特任教授、桐原准教授が講演した。また、ポスターセッションでは当研究所から16件の発表があった。さらに、第1回6大学連携プロジェクト公開討論会においても、全体の研究成果とし

て招待講演セッションで計6件の招待講演が行われ、本研究所からは川人准教授が講演した。また、ポスターセッションにおいて当研究所から16件の発表が行われた。

本プロジェクトは今年度が初年度になるが、研究所間の有機的な連携により当初の目標を達成し、世界に大きなインパクトを与える研究成果がたくさん生み出されたものと確信している。

なお、大原特任教授は金属やセラミックス等の無機ナノ粒子の高次構造制御と特異接合に関する研究に取り組み、5報の査読付き原著論文（その内2報は海外研究機関との共同研究）を発表した。これらはインパクトファクター（IF）が高く、国際的に認識された雑誌に掲載されており、特に学際共同研究成果である Radiation Oncology に発表された論文（過酸化チタンナノ粒子の放射線治療増感による難治性がんの新規治療法の開発）は、今後、世界からの注目を集めるものと自負する。

#### 4.4 教育に対する自己評価

6大学連携プロジェクトの研究活動を通じてそれぞれの研究機関に所属する研究者、特任研究員、大学院生等がお互いに異なる研究分野の情報を共有し、接合科学の新しい潮流を起こすべく人材の育成に努めた。

なお、大原特任教授は大学院の協力講座を担当していないが、招へい教授として全学共通教育において基礎セミナーを担当した。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

接合科学研究所内の活動状況、国際会議、公開討論会等をニュースレター（Vol.1, No.1, 2016年9月30日発行、Vol.1, No.2, 2017年3月31日発行）やホームページにより、社会に幅広く紹介することに努めた。



## 広域アジアものづくり技術・人材高度化研究センター 極限環境対応グローバル接合部門

### 4.1 研究概要 (活動概要)

国際社会において、教育・研究機関におけるグローバル化の流れは激しく、日本の教育機関においても機関のグローバル化を始め、グローバルネットワークの構築とグローバル人材育成が喫緊の課題となっている。特に、目覚ましい発展を遂げているアジア地域における関係強化はグローバル化に欠かせない要素の一つと言える。こうした背景を基に、2013年度から実施されている「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」では同地域における、大学・研究機関、企業とのグローバルネットワーク構築、ものづくりの基本となる接合・材料科学に関する技術基盤の構築、カップリング・インターンシップ (CIS) の実施 (文系理系・日本と相手国融合型インターンシップ) に取り組んでいる。

### 4.2 研究 (活動) 課題

1. 広域アジア地域における大学・研究機関、企業とのグローバルネットワーク構築
2. 水中レーザ加工技術の開発
3. カップリング・インターンシップ (CIS) の実施

### 4.3 研究成果と研究(活動)に対する自己評価

#### (1) 成果

#### 1. 大学・研究機関、企業とのグローバルネットワーク構築に係る成果

##### 1-1. ワークショップ等の開催

2016年度については、これまで協定を締結してきた大学・部局との国際共同研究の拡充と成果発信の強化に注力した。これまでの締結機関は13か国24部局である。

国際共同研究に向けた協議を目的としたワークショップについて2016年度の開催件数は4件であり、海外の研究者を招へいする形で本学にて開催した。詳細は表1の通りである。

表1 2016年度ワークショップ・シンポジウム開催一覧

	共同開催機関	開催場所	開催日程
1	南洋理工大学国際合同会議	接合科学研究所	2016/7/26-27
2	タイ国立金属材料技術研究センター(MTEC)国際合同会議	接合科学研究所	2016/8/10
3	インドネシア大学二国間ワークショップ	接合科学研究所	2016/11/15
4	広域アジア第四回シンポジウム	大阪大学中之島センター	2017/3/6

#### 1-2. 国際共同研究の実施と国際共著論文

本年度は、マラヤ大学(マレーシア)、南洋理工大学(シンガポール)、インド工科大学ハイデラバード校(インド)をそれぞれパートナーとした新規の共同研究を1件ずつ(計4件)開始すると共に、インド工科大学ハイデラバード校(インド)、カップリング・インターンシップの連携日系企業とその現地法人、及び当研究所の4者による国際共同研究1件が始動した。その他、昨年度から

の継続分としてイスタンブール工科大学（トルコ）1件、モンクット王トンプリ工科大学（タイ）各1件、タイ国立金属材料技術研究センター（MTEC）（タイ）2件、インド工科大学ハイデラバード校（インド）2件がそれぞれ実施された。これら活動を通じて、国際共著論文の執筆も活発に行われた。それらの成果を表2に示す。

表2 2016年度国際共同研究の論文掲載及び国際学会発表リスト

	連携大学	代表研究者	論文タイトル	ジャーナル	掲載情報・時期
1	モンクット王トンプリ工科大学	近藤 勝義 P.Khemglad	Strengthening Effect of N-addition on Ti-Si-N Ternary Alloys Fabricated by Spark Plasma Sintering	2016 International Conference on Sustainable Energy, Environment and Information Engineering (SEEIE 2016)	国際学会発表 06/2016
2	キングサウド大学	西川 宏 Abdulaziz N. Alhazaa	Interfacial Reaction between Sn-Ag-Cu-Mg solder and ENIG substrate	Key Engineering Materials	Vol. 701 (2016), 2016-2019 7/2016
3	香港城市大学	西川 宏 Y.C. Chan	Effect of Zn Addition on Interfacial Reactions Between Sn-Bi Solder and Cu substrate	Materials Transactions	Vol. 57, No. 8 (2016), 1272-1276. 8/2016
4	南洋理工大学	堤 成一郎 Jonh Lye Hock Pang	Residual stresses induced by sandblasting and laser-cladding analyzed by X-ray diffraction with cosAlfa method	Visual-JW 2016(Osaka,Japan)	国際学会発表 (2016),237-238 10/2016
5	インド工科大学ハイデラバード校	伊藤 和博 Abhay Sharma	Investigation on Cooling Strategies during Wire Arc Additive Layer Manufacturing	Visual-JW 2016(Osaka,Japan)	国際学会発表 10/2016
6	マラヤ大学	藤井英俊 Farazila Binti Yusof	Effect of Al-Ni power addition on dissimilar friction stir welding (FSW) between AA7076-T6 Aluminum alloy and 304L stainless steel	Advances in Materials and Processing Technologies 2016(KL,Malaysia)	国際学会発表 10/2016
7	インド工科大学ハイデラバード校	伊藤 和博 Abhay Sharma	Thermal management in manufacture of thin-walled components produced by arc-based additive manufacturing	Proceedings of 10th International Conference on Trends in Welding Research & 9th International Welding Symposium of Japan Welding Society	国際学会発表 10/2016
8	キングサウド大学	西川 宏 Abdulaziz N. Alhazaa	Effect of Bonding Temperature on the Joining of Ti-6Al-4V Alloy Using Cu Coating and Sn Interlayers	Journal of Materials Engineering and Performance	Vol. 26, No. 1 (2017), 407-417 11/2016
9	マラヤ大学	西川 宏 A.S. MD. ABDUL HASEEB	Interfacial reaction, ball shear strength and fracture surface analysis of lead-free solder joints prepared using cobalt nano particle doped flux	Journal of Alloy and Compounds	Journal of Alloy and Compounds xxx (2016) 1-10 12/2016
10	インド工科大学ハイデラバード校	伊藤 和博 Abhay Sharma	A New Process for Design and Manufacture of Tailor-made Functionally Graded Composites through Friction Stir Additive Manufacturing	Journal of Manufacturing Processes	26 (2017), 122-130 2/2017

### 1 - 3 . その他の国際化活動

2016年度の新規展開としては、重要な連携先として交流を図ってきたハノイ工科大学工学部溶接工学金属技術学科内(ベトナム)に JWRI オフィスを開設し、常時滞在者として当研究所教員を一名派遣したことである。また、本事業で構築した研究ネットワークの展開として、昨年度に続き、科学技術振興機構 (JST) が支援する日本・アジア青少年サイエンス交流事業・さくらサイエンスプランで2度に渡る学生・研究者の招へいを実施した。まず2016年7月20日～8月9日の期間単年度交流にて10名の学生を招へいし、同年11月16日～12月6日の期間複数年交流(向こう3年)により8名の学生・研究者を招へいした。いずれも、滞在中に受け入れ研究室にて共同研究を実施し、得られた結果が後に国際共著論文として2件発信された。また、これまでに合計4名の学生(初回受入れの2014年度からの合計)が研究及び留学目的で当研究所を再来訪するという成果も出ている。

### 2 . 水中レーザー加工技術の開発に係る成果

2016年度は、深海水圧を模擬してレーザー照射できる圧力容器を開発し、水圧下でのレーザープロセス現象について探求した。2015年度より実施中の水中レーザー切断については、さらに研究を深耕して、水中レーザー切断能力の改善を図った。アシストガス供給ノズル内径を大きくし、ガス供給量を最適にすることで、カーフ内への水の巻き込みが防止され、レーザー出力3kwにおいて、ワンパスで切断できる炭素鋼 SS400の厚さが、最大 t 28mmから t 50mmまで改善した。オーステナイト系ステンレス鋼 SUS304の水中レーザー切断では、レーザー出力3kwにおいて、t 38mmまでワンパスで切断可能である。炭素鋼 SS400の無垢材面に対しピアス穴明け実験を行い、ピアス穴明け加工には、小径ノズルが最適であることを明らかにした。ピアスと厚板切断加工を組み合わせ炭素鋼 SS400 x t 50mmを一連の動作で切断することができた。溶接学会平成28年度春季全国大会において、上述した水中レーザー切断能力の改善成果について、講演発表を行った。

### 3 . カップリング・インターンシップ (CIS) の実施に係る成果

2016年度は表3の通り5カ国においてCISを実施した。参加学生はグローバル活動に必要な問題解決力、コミュニケーション力、異文化への柔軟性、相手国(人)への理解、個人の専門性等について考察を行い、各学生からはグローバルに活躍するために必要な能力、対応、準備などを理解できたとの意見があり、成果があがった。企業からも、文理融合、日本と現地融合型の活動におけるインターンシップとしてユニークであったとの高評価を受けた。なお、2017年春卒業の日本人学生3名がインターンシップ実施先に就職しており、人的交流に関する成果も得られた。

表3 2015年度カップリング・インターンシップ実績

	国名	期間・日程	連携大学	実習企業
1	インドネシア	2016/8/21～9/3	インドネシア大学	チレゴンファブリケーターズ
2	ベトナム	2016/9/18～10/1	ハノイ工科大学	IHI インフラストラクチャーアジア
3	ミャンマー	2016/10/30～11/12	ヤンゴン工科大学	J&M スチールソリューションズ
4	タイ	2016/10/30～11/12	カセサート大学	OTC ダイヘンアジア
5	シンガポール	2016/12/11～12/24	南洋理工大学	千代田シンガポール

## (2) 研究（活動）に対する自己評価

グローバルネットワーク構築活動では、構築されたネットワークを基盤に、10件の国際共同研究の実施と、10件の国際共著論文の発表があり、構築したネットワークが有機的に活用されている。また、本ネットワークを通して、初の海外事務所の設置、また JST さくらサイエンスによる活発な交流など新たな国際化への展開が行われており、研究や人的交流が活発化された。以上、当研究所の国際化に資する具体的な成果が出ており、海外機関との連携基盤が形骸化されることなく実質的な活動として遂行されている。

水中レーザー加工技術の開発では水中レーザー切断・溶接プロセスの細密な現象観察・解明に取り組み、水中レーザー切断では、鋼材の切断厚さを改善して加工技術を向上した。また、水中レーザー溶接では、キーホールの材料貫通状況と継手強度評価の分析から、プロセスの成立要件を明らかにした。深海水圧を模擬した水中レーザー溶接実験では、溶込み深さが圧力により変化する現象を発見し、環境圧力が重要なプロセス因子である新たな研究知見を得た。

CIS については、各国での受け入れ企業、連携大学からは無類の文理融合、2カ国の学生融合型のインターンシップであり、実践的グローバル体験の実現に対して効果的な取り組みであると高い評価を得た。また、特に理工系学生で見ると応募倍率が5倍に達する国もあり、本学内での注目度も高まっている。

### 4.4 教育に対する自己評価

CIS で実施した日本における事前研修では、文理融合の日本人学生20名が参加する中、異文化理解・コミュニケーションに関する講義、及び接合科学の基礎知識に関する講義などを当研究所教員が実施し、本事業特有の教育活動を実施した。また、CIS 現地渡航後の事前研修では、当研究所で製作した英語による接合科学の基礎知識に関するビデオを上映し、海外連携大学の学生に対しても、同分野の理解を深める教育活動を行った。

一方、本活動で構築した海外連携ネットワークを活用の上、展開している JST さくらサイエンスプランにおいて、2016年度は修士学生10名、博士学生7名、ポスドク1名（合計18名）の海外学生・研究者を受け入れ、国際協働研究の目的のもとで海外との研究活動の推進及び参加者に対する研究教育を積極的に推進した。

### 4.5 社会貢献に対する自己評価

産学連携としては、CIS の活動において5社の在海外日系企業に受け入れを依頼、実施し、連携を強化した。その他、実施した国際共同研究のうち1件は、CIS のネットワークを基盤に日立造船、ISGEC/日立造船、インド工科大学ハイデラバード校と当研究所の4者による産学国際共同研究として開始された。

国際貢献としては、CIS 活動において、海外の学生20名に対し海外日系企業における実践経験の機会を提供すると共に、異文化・コミュニケーション理解、問題解決力などに係る学習及び体験の機会を提供した。

その他の社会貢献として、本事業4回目となるシンポジウム、「産学共創」によるグローバル人材育成 ～多様なカップリングから生まれる新たな可能性～、を主催し、国内外からの講演及び本事業の活動報告を行い、66名参加の下、本活動で得た知見などに関するアウトリーチ活動を行った。また、本事業の活動については溶接ニュース2件、溶接技術3件、産業特信1件、Welding Promenade 1件の掲載があり、情報発信を通して社会に貢献した。更に、グローバル人材育成教育学会の全国大会運営委員を務め、開催支援を実施した。

## 国際連携溶接計算科学研究拠点 (CCWS)

### 4.1 研究概要

接合科学研究所は、溶接現象を解明するための手法として理論に基づくシミュレーションを1970年代に提案しており、この分野ではまさに世界の先駆であり、平成8年には"Theoretical Prediction in Joining and Welding"をテーマとした国際シンポジウムを開催している。その後、溶接における計算科学の展開を目的として、"溶接技術の高度化による高効率・高信頼性溶接技術の開発"をテーマとしたNEDOプロジェクトが当研究所を中心として実施され、その成果がさらに発展し、平成22年11月には"Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation"を開催している。一方、日本のものづくりは経済・社会のグローバル化の中で大きな変革期を迎えており、経験や熟練技能者に頼らない新しいものづくり、すなわち理論的予測に基づく生産技術が求められている。このようなニーズに応えるとともに接合科学研究所の世界的な地位を維持するためには、基礎研究のさらなる充実と人材の育成が不可欠であり、本研究拠点は溶接計算科学の分野においてこの目的を果たすために平成19年度に設立され10年が経過した。

### 4.2 研究課題

1. 次世代溶接シミュレーション法開発
2. 溶接変形・残留応力・割れの力学的解明
3. 実用溶接シミュレーションソフト開発
4. 溶接変形・残留応力データベースの構築
5. 溶接計算科学の構築と普及

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

溶接現象は、アークやレーザなどからエネルギーが投与されプラズマや溶融池が形成される過程を研究対象としたプロセス学、溶融された金属が凝固する際に金属組織が形成される過程を対象とした材料学、凝固・収縮の結果生じる溶接変形・残留応力・割れを対象とした力学の3本の学問的柱がそろって真に統一的な理解が可能な複雑な現象である。したがって、本研究拠点は将来構想としてプロセス、材料、力学の3分野における計算科学の構築を目指す。設立時点では力学分野をまず立ち上げ、順次プロセス分野および材料分野を立ち上げる予定である。設立後10年が経過し、その間10回の講演会と12回の実習セミナーを開催している。なお、CCWSの構成員は兼任教授1名、兼任准教授1名、招聘教授6名、招聘准教授各1名と限られている。現在は一般に公開し広く活用して頂くための溶接変形・残留応力解析ソフトの開発に力を注いでおり、固有変形概念に基づく溶接組立変形予測プログラム(JWRIAN)を開発し、シンポジウム、講演会、接合科学研究所のホームページを介して一般の企業に体験版を広く配布するとともに、JWRIANを基本にしてソフトウェア会社が溶接組立変形予測および溶接変形・残留応力詳細解析を目的とした商用ソフトを開発し販売を行っている。なお、基礎研究の成果については構成員の兼任元である接合評価研究部門 接合構造化解析学分野の項を参照願いたい。

## (2) 研究に対する自己評価

国際的な研究拠点として認知されるためには、突出した研究成果が必要であり、薄板から厚板構造にいたる幅広い実構造物への適用を視野に入れた大規模かつ高速な熱弾塑性解析法の開発および、溶接変形・残留応力の生成源である固有変形に着目した研究では、世界のトップレベルであり実用問題に対する適用も進んでいる。平成28年度はこの分野における国際連携を進めるため、提携大学であるハルピン工業大学から博士課程の大学院生を研究生として1年間の予定で受け入れた。一方、溶接計算科学の普及に関しては、生産現場の技術者であっても簡便に使うことができ、しかも溶接組立順序や逆歪など生産技術のノウハウ的な部分も考慮したシミュレーションが実施できる溶接組立変形シミュレーションソフトの体験版 USB を講演会やセミナー等で配布するとともに、溶接の熱弾塑性シミュレーションソフトの実用版の開発を進め、現在では自動車、建設機械などの企業に導入されつつある。また、溶接構造物の疲労寿命を予測することを目的とした簡便なエンジニアリングデザインツールの原型版を開発し企業における活用推進を行った。

### 4.4 教育に対する自己評価

溶接はその現象が複雑な連成問題であるために、企業の生産現場における溶接技術の多くの部分が経験に依存しているが、熟練技術者、技能者が減少するという時代の流れの中で、経験工学から理論的予測に基づいた科学への脱皮が求められている。そのような変革を推進するためには、基礎研究の推進と人材の育成が必要であり、松山欽一博士や村川英一博士、奥本泰久博士、Sherif Rashed 博士らを招聘教授として招き、若手研究者および学生の研究に対して指導や助言を頂いた。また、本研究拠点では、平成19年度に共著出版した『技術者のための「溶接変形と残留応力」攻略マニュアル』をテキストとして、企業の若手研究者、技術者を対象に毎年実習セミナーを開催しており『第12回 溶接変形と残留応力のシミュレーション実習セミナー』を溶接学会溶接構造研究委員会との共催の形で平成29年3月3日(金)に接合研にて実施し、合計19名(中国およびシンガポールからの参加者を含む)が受講した。

### 4.5 社会貢献に対する自己評価

本研究拠点は設立より継続的に講演会を開催しており、平成28年度は『溶接計算科学の産学連携と実用化への展開』をテーマとした講演会を平成29年3月2日(木)に開催した。この講演会では、溶接における高温割れおよびレーザー溶接の研究における第一人者であるとともに Hiroshima Novel Manufacturing Research Center の拠点リーダーを務められている篠崎賢二先生(広島大学教授)の基調講演『広島大学革新的ものづくり研究拠点の研究活動と産学連携について』および CCWS が開発した溶接シミュレーションソフト JWRIAN やこれから派生した商用ソフトの産業への展開について、大沢直樹先生(大阪大学教授)には『造船生産現場における溶接変形シミュレーションの活用』、法川剛二郎氏(株)先端力学シミュレーション研究所)には『産学連携による溶接熱変形の熱弾塑性予測ツール ASU/WELD の開発と応用』、立石絢也氏(株)JSOL)には『産学連携による溶接構造組立変形の高速度予測ツール Virfac MEGA (JWELD)の開発とグローバル展開』の講演を頂いた。講演者および研究所関係者を含め105名(企業からの参加者75名)が参加した。なお例年は、CCWS が開発を進めている溶接シミュレーションソフト(JWRIAN)、大阪府立大学が開発を進めている大規模溶接シミュレーションソフト、(株)JSOL および(株)先端力学シミュレーション研究所が JWRIAN をベースに開発した J-WELD、ASU/WELD を直接体験して頂くための技術展示を実施し

ているが本年度は接合科学研究所の耐震改修工事にとまなう会場の制約により中止としたが、講演会終了後には技術交流会を開催し多数の方が参加し活発な情報交換が行われた。国際的には、大連理工大学を平成28年8月11日に訪問し、「数値溶接力学」に関する招待講演を実施するとともに研究者と学術交流を行った。また、平成29年2月19日には University of Michigan を訪問した。国内的には、溶接学会定期講座 中堅技術者講座 平成27年度溶接工学夏季大学（平成28年7月31日）、日本機械学会関西支部主催、第345回講習会「熱応力による変形・破壊の評価方法と対策事例」（平成28年10月6日）、公益財団法人えひめ東予産業創造センター主催 2016年度 第2回えひめ溶接・接合研究会（平成28年11月17日）、溶接学会四国支部主催 溶接技術講座（平成28年11月18日）において講演を行った。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

平成28年度も引き続き大阪府立大学などとの共同研究を実施し、大規模熱弾塑性解析技術や抵抗スポット溶接を対象とした溶接プロセスと力学的評価を統合したシミュレーション技術において成果が得られた。また、『日本発の独自シミュレーション技術の開発と世界への展開』をテーマとして平成22年に開催された CCWS 講演会が契機となり東京理科大学、大阪府立大学、広島大学などの大学と企業が中心となり、平成23年度から「溶接プロセスから経年化構造物の信頼性評価までの一貫シミュレーション実現」を目的としたプロジェクトが立上った。さらに平成27年度には共同申請した科学研究費基盤研究（B）（3年間）が採択され、平成28年度も引き続き同じ体制で共同研究を実施した。このように、CCWS は文部科学省共同利用・共同研究拠点制度を活用しながら国内における研究ネットワークの形成に努めており、今後の展開が期待される。



## 溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点

### 4.1 研究概要

各国の規格・基準・認証制度の違いが貿易障害とならないよう、GATTスタンダードコードが1994年5月にTBT協定として改定合意され、翌年1月にWTO協定に包含されてWTO一括協定となった。これを機に、我が国の規格・基準・認証制度を国際標準とするか、あるいは国際標準に整合させることが重要になっている。新しい製品化技術・構造化技術の国際標準化は、国際市場の新たな開拓と拡大に直結することから、各国とも極めて活発な国際標準化活動を展開している。構造設計は、近年の巨大災害を背景に、安心・安全な社会インフラを実現すべく、これまでの「仕様設計」から「性能設計」へ向かっており、すでに土木業界は性能設計を取り入れ、他の業界も追随する動きが見られる。しかし、構造物の損傷の大部分は疲労によるものと言われていながら、各国とも疲労設計は、依然として等級分類に基づく「仕様設計」の域を出ていないのが実情である。

疲労が問題となる溶接構造物の安全性を設計段階から保証する設計・評価手法を確立できれば、ものづくり技術立国の復活につながり、国際社会における我が国の構造化技術の優位性を主張できる。このような視点から、大阪大学接合科学研究所に2016年度から「溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点 (FDWS)」が設立された。本拠点は、接合科学研究所の接合科学共同利用・共同研究拠点としての特徴を活かし、学内外の研究機関・研究者との連携によって、溶接構造の破壊安全性、特に疲労破壊に対する安全性を設計段階から保証する設計・評価手法を研究開発するもので、亀裂安全性を見える化した破壊評価手法の国際標準化を目指す。

### 4.2 研究課題

1. 疲労設計の現状分析
2. 構造不連続部からの亀裂発生評価と破壊力学的手法のリンク
3. 塑性拘束の影響を組み入れた疲労強度評価法の研究
4. 溶接構造の疲労性能設計を実現できる試験法の開発
5. 疲労性能設計手法の国際標準化

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

溶接構造に生じる疲労破壊現象の詳細な理解には、アークやレーザなどからエネルギーが投与されプラズマや溶融池が形成される過程を研究対象としたプロセス学、溶融された金属が凝固する際に金属組織が形成される過程を対象とした材料学、凝固・収縮の結果生じる溶接変形・残留応力・割れやその後の疲労破壊を対象とした力学の3本の学問的柱がそろって真に統一的な理解が可能となる。また、等級分類に頼る従来の疲労設計法は、小型試験片と大型構造要素の力学場の違いを考慮しておらず、そのため過度に安全側になることがある。その結果、優れた材料（高機能高強度鋼など）が開発されてもその機能を活かしきれないばかりか、設計の自由度を自ずと狭めてしまうことになる。この問題をブレイクスルーするには、小型試験片の疲労特性を大型構造要素の疲労特性に置き換える手法（疲労特性の transferability analysis）が必要であり、試験片間の疲労特性の変換や、無亀裂状態から任意ランダム荷重下での疲労寿命予測も不可欠である。本研究拠点では、軽量化、許容応力の倍増、設計自由度の拡大などにより、従来のコンセプトを大きく変えるノベル・デ

ザイン構造の創出を目指す。

FDWS の構成員は兼任教授 1 名、兼任准教授 1 名、兼任助教 1 名、兼任特任研究員 1 名、招へい教授 2 名である。設立後 1 年が経過し、その間に適宜拠点運営会議を開催するとともに第 1 回講演会『溶接構造の疲労性能設計の現状と今後の展開』を開催した。なお、溶接に関連する CCWS および FDWS 両研究拠点の同時開催として、平成29年 3 月 2 日に接合科学研究所荒田記念館にて実施した。FDWS に関しては、下記 2 件の基調講演、1 件の海外招待講演、ならびに FDWS 拠点活動の紹介を行った。

(1) [基調講演] 九州大学 豊貞雅宏 名誉教授, トヨタ自動車(株) 河村拓昌 氏

「実働荷重下における無亀裂状態における構造的応力集中場からの、亀裂発生・成長曲線の推定 ADSIC の開発経緯、き裂進展を考慮したスポット溶接部の疲労寿命解析」

(2) [基調講演] 横浜国立大学 角 洋一 名誉教授

「疲労き裂伝播における残留応力影響の諸相と数値シミュレーション」

(3) [海外招待講演] Professor John H.L. Pang, Nanyang Technological University

「Laser Metal Deposition Materials-Process-Performance Research」

(4) 大阪大学 接合科学研究所 FDWS 堤 成一郎 准教授

「溶接構造の疲労寿命評価に関する実験計測と非線形 CAE」

特に、参加者の半数以上が産業界からであり、産学連携に向けて活発な意見交換が行われた。また講演会後には技術交流会を行い、活発な意見交換が行われた。

## (2) 研究に対する自己評価

疲労き裂の発生と進展のメカニズム解明および長寿命化、地震防災、さらには新材料の開発を目指した研究などを対象として、先進の計測技術を用いた実験的研究と数値シミュレーションを用いた解析的研究をマルチスケール（ミクロからマクロレベル）に実施している。また、溶接学会溶接構造研究会および溶接疲労強度研究委員会の幹事やその他多くの関係学協会での活動を通じて産学による共同研究を行い、得られた知見は新材料開発や溶接継手の強度評価手法の高精度化に寄与している。

## 4.4 教育に対する自己評価

FDWS および CCWS の両研究拠点で共同開催した第 1 回講演会『溶接構造の疲労性能設計の現状と今後の展開』の参加者は105名であり、その半数以上は産業界からの参加であったが、それ以外では、大阪大学関係者を除いても長崎大学、九州大学、広島大学、大阪府立大学、京都大学、横浜国立大学、東京大学などから教員および学生が参加しており、講演会およびその後の技術交流会を通じて活発な意見交換が行われた。また、FDWS 研究拠点の兼任教員の協力講座先である工学研究科社会基盤工学部門における大学院生対象の大ゼミ（参加者28名）では、"最新疲労研究の紹介" を定期的に行うことにより、社会インフラの老朽化問題や疲労寿命評価・寿命延伸技術に関する研究の重要性を伝えるとともに、学生からも多くの質問を受け付けることにより、教育的な面でも貢献できていると考える。

## 4.5 社会貢献に対する自己評価

第 1 回講演会『溶接構造の疲労性能設計の現状と今後の展開』において海外招待講演を行って頂

いた南洋理工大学 Professor John H.L. Pang とは、国内外で社会問題化している老朽化構造物に対する補修を想定した肉盛溶接に伴って顕在化する疲労問題に関する研究をスタートさせている。また、FDWS の活動を通じて得られた各種知見は、下記のように溶接および疲労強度評価に関連する学協会主催の講演会やフォーラムにおいて積極的に公表している。

- 1) 第29期 非線形 CAE 勉強会「実験・計測とシミュレーションのクロスアプローチ」、東京、(2016.07.17)、溶接構造の諸特性計測と疲労寿命予測技術
- 2) 第1回残留ひずみ・応力解析研究会、東京、(2016.08.22)、溶接構造の疲労強度設計
- 3) 溶接学会 第216回溶接構造研究委員会、大阪、(2016.11.10)、硬・軟化 HAZ を有する突合せ溶接継手の弾塑性変形挙動
- 4) 溶接学会 第252回溶接疲労強度研究委員会、東京、(2017.01.12)、溶接条件に依存する継手ビード形状および疲労き裂発生寿命の予測
- 5) 溶接学会 第217回溶接構造研究委員会、東京、(2017.01.24)、疲労き裂発生寿命に対するオーバーマッチと角変形の影響

さらに、溶接構造物の疲労問題に対する研究の取り組みを解りやすく説明することを目的として、溶接学会誌およびスマートプロセス学会誌に解説を掲載した。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

平成28年度は FDWS 設立初年度であるが、多くの共同研究を実施し疲労寿命評価および寿命延伸技術開発に関する基礎研究を進めている。また FDWS は全国共同利用制度を活用しながら国内外における研究ネットワークの形成に努めており、今後の展開が期待される。

## 5.1 研究集会

### a. Investigation of Single-edge Tension (SE(T)) Specimens in J(CTOD)-R Curve Testing for Energy Pipelines

日時 2016年5月9日(月) 14:45~16:00  
場所 接合科学研究所 荒田記念館

講演者 Wenxing Zhou カナダ Western Ontario 大学・准教授  
(日本学術振興会外国人招へい研究員)

参加者 20名

#### 概要

Wenxing Zhou 氏の専門研究分野は、パイプラインの耐破壊安全性・健全性評価であり、この分野で近年注目を集めている研究アイテムに、片側き裂を設けた小型引張試験片 (Single-Edge Notched Tension Specimen, SE(T)と略されることが多い) を用いたパイプラインの破壊性能評価がある。

SE(T)試験片は、英国規格 BS 8571: 2014 Method of test for determination of fracture toughness in metallic materials using single edge notched tension (SENT) specimens としてオーソライズされているが、パイプラインが遭遇する表面傷との塑性拘束度の違い、溶接継手への適用性などが問題となっている。

そこで、Wenxing Zhou 氏は、2ヶ月間の接合科学研究所での滞在期間において、SE(T)試験片の適用に関する破壊力学的アプローチについて文献レビューを行うとともに、特に、当研究室で開発している「ワイブル応力をパラメータとした破壊評価手法」に大きな関心を示した。

5月9日の接合科学研究所研究集会では、自身の研究と文献レビュー、および南研での研究 discussion を基にして、片側切欠き引張試験片 (SE(T)試験片) によるエネルギー輸送パイプラインの J(CTOD) - 抵抗曲線について発表が行われた。SE(T)試験片の破壊力学的数値解析とその考察が主たる発表内容であり、次のような事項が紹介された。

- ・北米におけるエネルギー輸送パイプラインの現状
  - ・き裂進展抵抗評価のための SE(T)試験片の現状と動向
  - ・SE(T)試験片を用いて破壊駆動力としての J 積分を求める手順とき裂先端開口変位 (CTOD) への換算
  - ・SE(T)試験片におけるき裂前縁形状の影響
  - ・SE(T)試験片を溶接継手に適用する際の溶接残留応力の影響
- 発表後は、多くの質問が会場からあり、有意義な討論がなされた。主な質問事項を以下に挙げる。
- ・SE(T)試験片のパイプラインの破壊限界評価への適用性検証
  - ・英国や米国の評価手順で求まる J 積分と数値解析で得られる J 積分の比較
  - ・英国や米国の試験規格での SE(T)試験片のき裂前縁形状の validity 考察
  - ・溶接部 SE(T)試験片の残留応力緩和のための Local Compression 手順
  - ・提案された残留応力の強さパラメータの意義

この研究集会後、「ワイブル応力をパラメータとした破壊評価手法」について、個人的に discussion を行った。Discussion 項目は、以下のように多岐にわたった。

- ・ワイブルパラメータの温度、ひずみ速度への依存性有無
- ・試験片の拘束度とワイブルパラメータの関係
- ・ワイブルパラメータ決定へのベイズの手法の適用
- ・ワイブル応力クライテリオンで定義される等価 CTOD 比と試験体厚さの関係
- ・パイプライン用鋼およびその溶接部の延性-脆性遷移温度
- ・片側き裂広幅試験体と SE(T)試験片の関係

Wenxing Zhou 氏の当研究室への滞在は2ヶ月と短期間であったが、滞在中の Zhou 氏との研究討論は、パイプラインの耐破壊安全性・健全性評価研究に示唆に富む方向性を与えるものであり、Zhou 氏との研究交流を定期的に続けていくこととした。

b. 国際連携溶接計算科学研究拠点 (CCWS) 第10回講演会  
「溶接計算科学の産学連携と実用化への展開」

日 時 2017年3月2日 (木) 10:30~13:50  
場 所 接合科学研究所 荒田記念館

講演者 篠崎 賢二 広島大学 教授  
大沢 直樹 大阪大学 教授  
法川剛二郎 (株) 先端力学シミュレーション研究所  
立石 絢也 (株) JSOL  
村川 英一 大阪大学接合科学研究所 招へい教授

参加者 105名

概 要

国際連携溶接計算科学研究拠点 (CCWS)は設立より継続的に講演会を開催しており、平成28年度は『溶接計算科学の産学連携と実用化への展開』をテーマとした講演会を開催した。この講演会では、溶接における高温割れを中心とした溶接冶金学およびレーザー溶接の研究における第一人者であるとともに Hiroshima Novel Manufacturing Research Center の拠点リーダーを務められている篠崎賢二先生 (広島大学教授) の基調講演『広島大学革新的ものづくり研究拠点の研究活動と産学連携について』、および CCWS が開発した溶接シミュレーションソフト JWRIAN やこれから派生した商用ソフトの産業への展開について、大沢直樹先生 (大阪大学教授) には『造船生産現場における溶接変形シミュレーションの活用』、法川剛二郎氏 (株)先端力学シミュレーション研究所) には『産学連携による溶接熱変形の熱弾塑性予測ツール ASU/WELD の開発と応用』、立石絢也氏 (株)JSOL) には『産学連携による溶接構造組立変形の高速度予測ツール Virfac MEGA (JWELD) の開発とグローバル展開』の講演を頂いた。講演者および研究所関係者を含め105名 (企業からの参加者75名) が参加した。なお例年は、CCWS が開発を進めている溶接シミュレーションソフト (JWRIAN)、大阪府立大学が開発を進めている大規模溶接シミュレーションソフト、(株)JSOL および(株)先端力学シミュレーション研究所が JWRIAN をベースに開発した J-WELD、ASU/WELD を直接体験して頂くための技術展示を実施しているが、本年度は接合科学研究所の耐震改修工事ともなう会場の制約により中止となったものの、講演会終了後には技術交流会を開催し多数の方が参加し活発な情報交換が行われた。



南二三吉教授の開会挨拶



篠崎賢二教授の基調講演

c. 溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点 (FDWS) 第1回講演会 (第2部)

「溶接構造の疲労性能設計手法の現状と今後の展開」

日 時 2017年3月2日 (木) 14:00~16:30

場 所 接合科学研究所 荒田記念館

講演者 豊貞 雅宏 九州大学 名誉教授(大阪大学接合科学研究所 招へい教授)  
河村 拓昌 トヨタ自動車株式会社 (株)  
角 洋一 横浜国立大学 名誉教授  
John H.L. Pang Nanyang Technological University, Professor  
堤 成一郎 大阪大学接合科学研究所 准教授

参加者 105名

概 要

構造設計は、安心・安全な社会インフラを実現すべく、これまでの仕様設計から性能設計へと向かっている。しかしながら、構造物の損傷の大部分を決めている疲労に対して、各国の設計手法は依然として等級分類に基づく仕様設計の域をでていない。この主原因は、小型試験片と大型構造要素の力学場の違いを特性化できず、多分に保守的に設計しようとするところにある。本研究拠点は、接合科学共同利用・共同研究拠点としての特徴を活かし、学内外の研究機関・研究者との連携によって、溶接構造の破壊安全性、特に疲労破壊に対する安全性を設計段階から保証する設計・評価手法を開発し、亀裂安全性を見える化した破壊評価手法の国際標準化を目指した研究開発を行うことを目的としている。

本年度は、疲労寿命評価に関する研究開発の強化および人材の教育・育成を目的として、溶接に関連する CCWS (第1部) および FDWS (第2部) の両研究拠点の講演会を同時開催しました。

また、講演会終了後には技術交流会も実施しました。なお、第2部として開催された FDWS 講演会の講演情報は次のとおりです。

第2部 14:00 - 16:35

(1) 14:00~14:45 [基調講演] 九州大学 豊貞 雅宏 名誉教授  
トヨタ自動車(株) 河村 拓昌 氏

「実働荷重下における無亀裂状態における構造的応力集中場からの、亀裂発生・成長曲線の推定 - ADSIC の開発経緯、き裂進展を考慮したスポット溶接部の疲労寿命解析 - 」

(2) 14:45~15:30 [基調講演] 横浜国立大学 角 洋一 名誉教授  
「疲労き裂伝播における残留応力影響の諸相と数値シミュレーション」

(3) 15:30~16:00 [海外招待講演] Professor John H.L. Pang,  
Nanyang Technological University

「Laser Metal Deposition Materials-Process-Performance Research」

(4) 16:00~16:30 大阪大学 接合科学研究所 堤 成一郎 准教授  
「溶接構造の疲労寿命評価に関する実験計測と非線形 CAE」

また100名を超える参加者があり、大変活発な情報交流が行われました。

## 5.2 特別講演会

### 金属材料の強化機構・・・鉄を例として

日 時 2017年1月20日(金) 13:00~15:00

場 所 接合科学研究所 荒田記念館

講演者 高木 節雄 九州大学大学院工学研究院材料工学部門 主幹教授  
鉄鋼リサーチセンター長  
(大阪大学接合科学研究所 招へい教授)

参加者 60名

#### 概 要

平成28年度の当研究所先端基礎科学分野の招へい教授に御就任いただいている九州大学の高木節雄先生(九州大学大学院工学研究院材料工学部門 主幹教授、鉄鋼リサーチセンター長)をお招きし、平成29年1月20日に当研究所荒田記念館において、特別講演会を開催した。高木先生は、鉄鋼材料科学分野において世界的に著名な研究者であり、金属強化機構の基礎理論と機能向上を図る応用技術について研究されている。特別講演では、「金属材料の強化機構・・・鉄を例として」と題して、金属材料の強化機構の基礎、および各種強化機構とそれらの相互関係について鉄を例に平易に解説いただき、幅広い視点からご講演をいただいた。ご講演後も活発な討論が行われ、金属の強化機構への理解が深まり、今後我々の研究の役に立つと感じられた。以下、ご講演の要旨である。

本題に入る前に、結晶中の転位と塑性変形、強度の関係について説明された後、金属の強化原理と強化機構について説明がなされた。強化原理としては、転位をピン止めする"ピン止め強化"と転位を障害物で堆積させる"Pile-up 強化"の二種類があり、これら強化原理に基づいて金属を強化する4つの強化機構(固溶強化、転位強化、粒子分散強化、結晶粒微細化強化)がある。固溶強化は、溶質原子の固溶で生じた弾性応力場と転位の弾性応力場の相互作用で、転位がピン止めされて降伏強度が増大する現象であり、置換型元素より侵入型元素の方が強化能は大きい。転位強化は、転位が絡み合っ、動こうとする転位が他の転位によってピン止めされて降伏強度が増大する現象であり、特にマルテンサイト中では転位は均一に飽和しており、マルテンサイトの降伏強度は転位強化で説明できる。粒子分散強化は、炭化物などの硬質の第二相粒子によって転位が直接ピン止めされて降伏強度が増大する現象であり、この強化を効果的に利用するには粒子の粒径を小さくするだけではなく、粒子分布の幅をできるだけ狭くすることが重要である。また、光学顕微鏡レベルで観察される粒子は強化には寄与せず、鉄鋼材料の場合の有効臨界粒子径は4~10nmである。同じ意味で使われる析出強化は、強化する手法や強化現象のことであり、強化機構を意味するものではない。結晶粒微細化強化は、粒界で転位がPile-upされて降伏強度が増大する現象であり、固溶強化などよりその強化への寄与は遙かに大きい。またこれら4つの強化機構の相関性について、ピン止め強化とPile-up強化は競合関係にあり、各強化機構の単純な加算速は成立しない。その他、鉄鋼材料の降伏現象に関して最近明らかとなった事実なども紹介された。

### 5.3 共同研究員・共同研究成果発表会

接合機構研究部門 溶接機構学分野

教授 伊藤 和博

日時 2016年10月18日 (火) 10:00~12:35  
場所 ホテル阪急エキスポパーク  
参加者 269名

#### 概要

大阪大学接合科学研究所では、溶接・接合分野におけるビジュアル化をテーマとして取り上げ、世界中の溶接・接合分野に関わる研究者・技術者が一堂に会し、数値計算シミュレーションや、その場観察や計測も含めて、溶接・接合科学におけるビジュアル化の最先端について議論を交わす国際会議「The International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation」を開催しており、本年は、平成28年10月17日(月)と18日(火)の二日間にわたり、国際会議 Visual-JW 2016としてホテル阪急エキスポパークにおいて開催した。それに併せて、当研究所拠点事業である共同研究員・共同研究成果発表会(英語による)を10月18日(火)の午前中に開催した。共同研究員・共同研究成果発表会での発表件数は8件で、2つの国際シンポジウムと共同研究員・共同研究成果発表会の参加者総数は269名で、これら会議の参加者は、全ての発表の聴講が可能であった。

共同研究員・共同研究成果発表会では、火災損害を受けた既設橋梁部材のシャルピー吸収エネルギー評価(名古屋大学 廣畑先生)、Ni基合金のアーク溶接材の粒界腐食に及ぼすショットピーニングと人工時効の効果(発電設備技術検査協会 西川氏)、ハンマーピーニングにより導入された残留応力の分析シミュレーション(京都大学 松本氏)、低変態温度を有する溶接金属を用いた補修溶接部に応力負荷した時の応力分布評価(大阪大学 三上先生)と力学に関連する発表が4件、シリカ被覆した $Fe_3O_4$ のサイズと形を精緻に制御しそれが磁場中の鎖状配置およびその磁気粘性向上に与える影響(東北大学 蟹江先生)、摩擦攪拌プロセスによる真空プラズマプレーWコーティング層の熱伝導性と硬さの改善(量子科学技術研究開発機構 谷川氏)とナノ・マイクロ材料に関する発表が2件、歯科用Tiの生体適合性に及ぼすカーボンナノチューブコーティング層の影響(北海道大学 宮治先生)、レーザ積層造形法を用いたCo-Cr-Mo-N合金歯科用補綴物の機械的特性(東北大学 野村先生)とバイオメディカルに関する発表が2件など8つの異なる分野から溶接・接合に関する最近のトピックについて発表があり、今後の分野融合について考える機会を得られた。



発表者と聴衆の質疑応答

## 5.4 第1回6大学連携プロジェクト公開討論会

学際・国際的高度人材育成ライフィノベーション材料創製共同研究プロジェクト拠点

特任教授 大原 智

日 時 2017年3月30日(木) 13:00~19:00  
場 所 名古屋大学  
参加者 108名

### 概 要

学際・国際的高度人材育成ライフィノベーション材料創製共同研究プロジェクト拠点(六大学研究所連携プロジェクト)は2017年3月30日(木)に名古屋大学・ES館ホールにおいて、第1回公開討論会を開催した。

当該プロジェクトは平成28年度特別経費[全国共同利用・共同実施分]により、大阪大学接合科学研究所、東北大学金属材料研究所、東京工業大学フロンティア材料研究所、名古屋大学未来材料・システム研究所、東京医科歯科大学生体材料工学研究所、早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構がその強みを発揮・連携して、「ライフィノベーション材料」を志向した共同研究を実施することで、新しい社会基盤材料の提案と実用化を図ると共に、研究を通じた国際交流・産学連携・高度人材育成を推進する。

今回の公開討論会では、開会の挨拶の後、まず、加藤一美先生(産業技術総合研究所)より「ナノクリсталエンジニアリングの開発-形・サイズを利用した新価値創造-」と題して基調講演が行われた。講演ではチタン酸バリウムやセリアナノキューブの合成とその成膜プロセス、また、ナノキューブに起因する新奇な物性や機能について述べられた。次に若手研究者を中心とした招待講演が行われ、片瀬貴義先生(北海道大学)、且井宏和先生(東北大学)、乗松航先生(名古屋大学)、川人洋介先生(大阪大学)、由井伸彦先生(東京医科歯科大学)から、最先端の研究成果についてそれぞれ非常にアクティブな発表があった。その後、当該プロジェクトで取り組む3分野(環境保全・持続可能材料分野、生体医療・福祉材料分野、要素材料・技術開発分野)から84件のポスター発表があり、今後の共同研究の展開に向けた活発な意見交換が研究交流会まで引き続き行われた。



加藤先生基調講



川人先生招待講演



ポスター発表

## 6.1 国際交流協定締結大学等

[締結大学等名]	[国名]	[担当教員]
オハイオ州立大学産業溶接システム工学科	アメリカ合衆国	中田 一博
スロバキア溶接研究所	スロバキア共和国	伊藤 和博
ハルビン工業大学材料科学及工程学院	中華人民共和国	藤井 英俊
西ボヘミア大学応用物理学部	チェコ共和国	節原 裕一
成均館大学プラズマ応用表面技術研究所	大韓民国	節原 裕一
エジプト中央金属研究所	エジプト共和国	近藤 勝義
慶南大学校産学共同研究センター	大韓民国	内藤 牧男
セルビア科学芸術アカデミー技術科学研究所	セルビア共和国	大原 智
天津大学材料科学及び工程学院	中華人民共和国	桐原 聡秀
山東大学材料連接技術研究所	中華人民共和国	田中 学
スペイン・マドリッド州立先進材料研究所	スペイン共和国	内藤 牧男
韓国生産技術研究院光州本部	大韓民国	藤井 英俊
フレミッシュ科学技術研究所	ベルギー共和国	桐原 聡秀
フラウンホーファー IPA	ドイツ連邦共和国	近藤 勝義
ドイツ材料技術研究所	ドイツ連邦共和国	内藤 牧男
オークランド工科大学設計創造科学技術学部	ニュージーランド	川人 洋介
ヤンゴン工科大学	ミャンマー連邦共和国	近藤 勝義
インド工科大学カラグプール校	インド共和国	田中 学
マラヤ大学工学部	マレーシア	田中 学
インド工科大学ハイデラバード校	インド共和国	田中 学
国立インド溶接研究所	インド共和国	田中 学
インドネシア大学 工学部	インドネシア共和国	田中 学
モンクット王北バンコク工科大学 機械教育工学科	タイ王国	田中 学

東義大学校理工学院新材料工程系 及び溶接技術者教育センター	大韓民国	田中 学
ロシア極東連邦総合大学 工学部溶接工学科	ロシア連邦	近藤 勝義
国立台湾大学 工学部	台 湾	阿部 浩也
パリ国立高等鉱業学校 材料センター	フランス共和国	堤 成一郎
キングサウド大学工学部	サウジアラビア	堤 成一郎
香港城市大学 工科学部	中華人民共和国	西川 宏
ハノイ工科大学 溶接工学 金属技術学科	ベトナム社会主義共和国	勝又美穂子
カセサート大学 工学部	タイ王国	勝又美穂子
タイ国立科学技術開発庁	タイ王国	近藤 勝義
デ・ラ・サール大学理学部・工学部	フィリピン共和国	川人 洋介
ハノイ国家大学科学技術大学	ベトナム社会主義共和国	勝又美穂子
中国科学院上海珪酸塩研究所 高性能セラミックス研究所	中華人民共和国	内藤 牧男
韓国先端科学技術大学機械工学科	大韓民国	川人 洋介
チュラロンコン大学 工学部	タイ王国	西川 宏
ローマ大学ベルゲータ校 インダストリアル・エンジニアリング科	イタリア共和国	内藤 牧男
モンクット王トンブリ工科大学 キングウエルド溶接研究・コンサルティングセンター	タイ王国	勝又美穂子
モンクット王トンブリ工科大学 工学部	タイ王国	近藤 勝義
蘭州理工大学非鉄金属高度処理 及び再利用国家重点研究所	中華人民共和国	田中 学
西安理工大学材料工学部	中華人民共和国	近藤 勝義
ロシア極東連邦総合大学高等教育機関	ロシア連邦	田中 学
ドルトムント工科大学機械工学科	ドイツ連邦共和国	田中 学
イスタンブール工科大学船舶海洋構造工学学科	トルコ	近藤 勝義
天津理工大学材料工学部	中華人民共和国	南 二三吉
広東工業大学機械工学科	中華人民共和国	内藤 牧男

朝鮮大学接合工学科	大韓民国	南 二三吉
オーストラリア連邦科学産業研究機構	オーストラリア連邦	田中 学
北京工業大学自動車構造部材 先進製造技術工学研究センター	中華人民共和国	南 二三吉
マレーシアペルリス大学	マレーシア	西川 宏
西安石油大学材料工学部	中華人民共和国	田中 学
フラウンホーファー研究機構・材料・ ビーム技術研究所	ドイツ連邦共和国	川人 洋介
金烏工科大学先端材料・部材自発的創造教育センター	大韓民国	伊藤 和博
UCLA 機械航空工学部	アメリカ合衆国	近藤 勝義

## 6.2 海外出張・研修

[氏名]	[期間]	[国名]	[用務]
南 二三吉	H28.4.1 ~ H28.4.6	トルコ	IIW (国際溶接学会) 第10委員会ワークショップと中間会議に出席する
田中 学	H28.4.5 ~ H28.4.10	インド	6th Welding Research and Collaboration Colloquium に参加し、最新の溶接科学技術の動向を調査するため
ROH MYONGHOON	H28.4.6 ~ H28.4.8	韓国	国際会議 (20th KAMP International symposium on Trend of Micro-electronics Packaging Technology for C
桐原 聡秀	H28.4.18 ~ H28.4.21	アメリカ合衆国	セラミック接合実装技術国際会議に参加し研究発表や情報収集を行う
佐藤 雄二	H28.4.24 ~ H28.5.1	チェコ/ドイツ	Prof. Mocek 氏とディスカッションを行う/AKL'16に参加し情報収集を行う
西川 宏	H28.5.8 ~ H28.5.13	アメリカ合衆国	Pre-Conference Professional Development Course (5/9) と国際会議 (HiTEC 2016) に参加するため
桐原 聡秀	H28.5.11 ~ H28.5.12	中国	国際溶射会議に参加し研究発表や情報収集を行う
森貞 好昭	H28.5.14 ~ H28.5.22	イギリス	11th ISFSW に参加し、鉄鋼材料およびその接合に関する情報収集を行う
SUN YUFENG	H28.5.14 ~ H28.5.22	イギリス	11th ISFSW 参加し、鉄鋼材料およびその接合に関する情報収集を行う
青木 祥宏	H28.5.14 ~ H28.5.22	イギリス	11th ISFSW に参加し、鉄鋼材料およびその接合に関する情報収集を行う
IMAM MURSHID	H28.5.14 ~ H28.5.22	イギリス	11th ISFSW に参加し、鉄鋼材料およびその接合に関する情報収集を行う
藤井 英俊	H28.5.14 ~ H28.5.21	イギリス	11th ISFSW に参加し、鉄鋼材料およびその接合に関する情報収集を行う

近藤 勝義	H28.5.21 ~ H28.5.28	アメリカ合衆国	本事業に関する AEROMAT2016に参加する
桐原 聡秀	H28.5.24 ~ H28.5.26	中国	レーザ加工国際会議に参加し研究発表や情報収集を行う
南 二三吉	H28.5.26 ~ H28.6.3	オーストリア	Thermec2016国際会議に参加し、研究発表や情報収集を行う
高嶋 康人	H28.5.27 ~ H28.6.3	オーストリア	Thermec2016国際会議に参加し、研究発表や情報収集を行う
芹澤 久	H28.5.27 ~ H28.6.4	オーストリア	International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials 2016に出席
節原 裕一	H28.5.28 ~ H28.6.3	ドイツ/オーストリア	国際会議発表内容の事前確認と検討/先進材料プロセス・生産に関する国際会議 (THERMEC2016) に参加し、研究成果発表ならびに情報収集を行う
桐原 聡秀	H28.5.29 ~ H28.6.1	オーストリア	材料加工国際会議に参加し研究発表や情報収集を行う/セラミックコーティング研究会に参加し研究発表や情報収集を行う
FINCATO RICCARDO	H28.5.30 ~ H28.6.6	スペイン	ICMFF2016に参加し、研究発表や情報収集を行う
藤井 英俊	H28.6.2 ~ H28.6.5	ポーランド	金属材料のキャストイングおよび接合に関する情報収集
西川 宏	H28.6.13 ~ H28.6.17	アメリカ合衆国	ITC/TC91 (電子実装技術) 国際会議への出席するため
内藤 牧男	H28.6.14 ~ H28.6.20	ルーマニア	国際会議 ModTech 2016 (第4回生産工学の最新技術に関する国際会議)に参加
桐原 聡秀	H28.6.15 ~ H28.6.19	イタリア	産学連携検討会議に参加し研究発表や情報収集を行う/世界セラミックス会議に参加し研究発表や情報収集を行う
南 二三吉	H28.6.17 ~ H28.6.25	イタリア	第21回欧州破壊国際会議 (ECF21)に参加し、研究発表と最近の破壊力学研究について情報収集を行う
高嶋 康人	H28.6.18 ~ H28.6.26	イタリア	国際会議 ECF21に参加し、研究発表と情報収集を行う

節原 裕一	H28.6.19 ~ H28.6.25	カナダ	第43回プラズマ科学に関する IEEE 国際会議に参加し、研究成果発表ならびに情報収集を行う
FINCATO RICCARDO	H28.6.24 ~ H28.7.8	ギリシャ/イタリア	ISOPE2016に参加し、研究発表や情報収集を行う/疲労強度評価に関する研究打合せ
内藤 牧男	H28.6.26 ~ H28.7.2	カナダ	第9回高温セラミックス複合材料会議、並びに先進材料に関する国際会議 (HTCMC 9&GFMAT 2016) に参加
桐原 聡秀	H28.6.26 ~ H28.6.29	カナダ	高温セラミック材料国際会議に参加し研究発表や情報収集を行う
西川 宏	H28.6.28 ~ H28.6.29	韓国	共同研究の打ち合わせ
茂田 正哉	H28.7.3 ~ H28.7.7	ドイツ	The 14th High-Tech Plasma Processes Conference (HTPP14) に参加し、プラズマ工学に関する最新の情報を収集
堤 成一郎	H28.7.4 ~ H28.7.17	オーストラリア	ICRS に参加し、研究発表や情報収集を行う/IIW に参加し、研究発表や情報収集を行う
桐原 聡秀	H28.7.4 ~ H28.7.5	韓国	電磁波応用国際会議に参加し研究発表や情報収集を行う
南 二三吉	H28.7.8 ~ H28.7.17	オーストラリア	第69回国際溶接学会年次大会に出席し、第10委員会を議長として運営すると共に TMB 会議および Chiarman 会議に出席
中谷 光良	H28.7.8 ~ H28.7.18	オーストラリア	国際溶接学会 IIW2016に参加して、研究発表を行うとともに最新技術情報を収集する
阿部 洋平	H28.7.8 ~ H28.7.15	オーストラリア	国際溶接学会 IIW2016に参加して、研究発表を行うとともに最新技術情報を収集する
片山 聖二	H28.7.8 ~ H28.7.17	オーストラリア	IIW 2016に参加し、レーザ溶接の情報収集をおこなう
水谷 正海	H28.7.8 ~ H28.7.17	オーストラリア	IIW 2016に参加

田中 学	H28.7.9 ~ H28.7.19	オーストラリア	国際溶接学会 (IIW) 第69回年次大会に参加し、最新の溶接科学技術の動向を調査する/オークランド工科大学を訪問し、今後の共同研究打合せのため
茂田 正哉	H28.7.9 ~ H28.7.16	オーストラリア	International Institute of Welding, Annual Assembly2016に参加し、溶接工学に関する最新の情報を収集する
藤井 英俊	H28.7.9 ~ H28.7.12	オーストラリア	69TH IIW Annual Assembly And International Conference に出席するため
中田 一博	H28.7.9 ~ H28.7.16	オーストラリア	69 t h IIWAnnual Assembly And International Conference に参加し、研究発表や情報収集を行う
芹澤 久	H28.7.9 ~ H28.7.15	オーストラリア	建造から品質・安全性・寿命まで評価可能な四次元可視化 CAE システムの開発に関する会議に出席
田代 真一	H28.7.9 ~ H28.7.16	オーストラリア	国際溶接学会 (IIW) 第69回年次大会に参加し、最新の溶接科学技術の動向をする
西川 宏	H28.7.10 ~ H28.7.14	オーストラリア	国際溶接学会 (IIW) 2016年次大会に参加しマイクロ接合や高温はんだに関する情報収集を行うため
桐原 聡秀	H28.7.11 ~ H28.7.14	オーストラリア	国際溶接学会に参加し研究発表や情報収集を行う/産学連携研究検討会に参加し発表や情報収集を行う
LIU HUIHONG	H28.8.11 ~ H28.8.15	台湾	ISAMR2016に参加し、チタン合金に関する情報を収集する
勝又美穂子	H28.8.16 ~ H28.8.21	タイ	タイ科学技術博覧会に出展するため/E - ASIA (JST) の事務局を訪問し情報収集及び今後の応募の可能性の相談/E - ASIA (JST) の事務局を訪問し情報収集及び今後の応募の可能性の相談
大原 智	H28.8.17 ~ H28.8.26	セルビア/ドイツ	共同実験と論文共同執筆/国際会議 ICC 6 に参加をし発表を行う
佐藤 雄二	H28.8.27 ~ H28.9.5	ルーマニア	10th International Conference on Photoexcited Processes and Applications (ICPEPA-10) に参加

近藤 勝義	H28.8.29 ~ H28.9.3	タイ	KMUTT 大学にて共同研究の打合せを行う
菅 哲男	H28.8.29 ~ H28.9.3	シンガポール/ インドネシア	IITH、日立造船、ISGEC、HZ と接合研の共同研究の著名式に参加のため/シンガポール CIS の事前受ち合わせ/インドネシア CIS 最終報告会に出席のため
大原 智	H28.9.3 ~ H28.9.10	モンテネグロ	YUCOMAT2016に参加し発表を行う
節原 裕一	H28.9.3 ~ H28.9.16	スロバキア/ オーストリア/ ドイツ	第6回プラズマ医療に関する国際会議 (icpm6) に参加し、研究成果発表ならびに情報収集を行う/第15回プラズマ表面工学国際会議 (PSE2016) に参加し、研究成果発表ならびに情報収集を行う
内田儀一郎	H28.9.4 ~ H28.9.11	スロバキア	国際会議 icpm6に参加し、研究発表を行う
南 二三吉	H28.9.8 ~ H28.9.10	韓国	6th EAST-WJ 国際会議に参加し、情報収集を行う
田中 学	H28.9.8 ~ H28.9.10	韓国	第6回東アジア溶接・接合技術国際シンポジウム (EAST-WJ 2016) に参加し、最新の溶接科学技術の動向を調査
高嶋 康人	H28.9.8 ~ H28.9.10	韓国	6th EAST-WJ 国際会議に参加し、情報収集を行う
藤井 英俊	H28.9.8 ~ H28.9.10	韓国	国際会議 6thEAST-JW に参加し、接合技術に関する情報収集を行う
塚本 雅裕	H28.9.11 ~ H28.9.14	アメリカ合衆国	International Manufacturing Technology Show 2016 (IMTS2016) に参加し、情報収集を行う
佐藤 雄二	H28.9.11 ~ H28.9.15	アメリカ合衆国	International Manufacturing Technology Show 2016 (IMTS2016) に参加し、情報収集を行う
西川 宏	H28.9.12 ~ H28.9.16	フランス	6th Electronics System-Integration Technology Conference (ESTC2016) に出席するため
桐原 聡秀	H28.9.18 ~ H28.9.21	ドイツ	傾斜機能材料国際会議に参加し研究発表や情報収集を行う

西川 宏	H28.9.25 ~ H28.9.30	カナダ	International Conference on Nano-joining and Microjoining 2016 (NMJ 2016) に参加するため
ROH MYONGHOON	H28.9.25 ~ H28.9.30	カナダ	International Conference on Nano-joining and Microjoining 2016 (NMJ 2016) に参加するため
桐原 聡秀	H28.9.25 ~ H28.9.26	韓国	シリコン基材料国際会議に参加し研究発表や情報収集を行う
桐原 聡秀	H28.9.27 ~ H28.9.30	カナダ	ナノマイクロ接合国際会議に参加し研究発表や情報収集を行う
田代 真一	H28.10.3 ~ H28.10.9	インド	IWS2k16に参加し研究発表を行うため
梅田 純子	H28.10.9 ~ H28.10.15	中国	中国政府による日本の大学若手研究者等の招へいプログラムに参加する
西川 宏	H28.10.10 ~ H28.10.14	ドイツ	IEC/TC91国際会議に出席するため
内田儀一郎	H28.10.10 ~ H28.10.16	ドイツ	国際会議 GEC 2016に参加し、研究発表や情報収集を行う
田中 学	H28.10.11 ~ H28.10.16	ベトナム	国際シンポジウム (AWS & JWS 共同開催) /ハノイ工科大学設立60周年記念行事に参加
今井 久志	H28.10.13 ~ H28.10.17	タイ	ICMSET2016に参加し、研究発表や情報収集を行う
近藤 勝義	H28.10.13 ~ H28.10.15	韓国	AEARU Annual General Meeting 2016参加のため
塚本 雅裕	H28.10.15 ~ H28.10.23	アメリカ合衆国	35th International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO2016) に参加し研究発表/Dr. I Z U M I を訪問し次世代レーザーコーティングの基盤技術・応用展開についての情報収集を行う
佐藤 雄二	H28.10.15 ~ H28.10.23	アメリカ合衆国	35th International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO2016) に参加し研究発表/Dr. I Z U M I を訪問し次世代レーザーコーティングの基盤技術・応用展開についての情報収集を行う
近藤 勝義	H28.10.20 ~ H28.10.27	アメリカ合衆国	共同研究に関する打合せを行う/研究成果の発表を行う

桐原 聡秀	H28.10.21 ~ H28.10.29	アメリカ合衆国	材料科学国際会議に参加し研究発表や情報収集を行う
芹澤 久	H28.10.22 ~ H28.10.30	アメリカ合衆国	国際会議 Materials Science & Technology (MS&T) 2016に出席
小溝 裕一	H28.10.23 ~ H28.10.27	アメリカ合衆国	MS&T16 (Materials Science & Technology 2016) の参加のため
伊藤 和博	H28.10.24 ~ H28.10.26	韓国	金烏工科大学先端材料・部材自発的創造教育センターと接合科学研究所との MOU の締結
ROH MYONGHOON	H28.10.24 ~ H28.10.27	韓国	国際会議 (ISMP2016) に参加するため
内藤 牧男	H28.10.31 ~ H28.11.2	台湾	スマート接合による複合材料の作製に関する調査を行う
KIM MIN-SU	H28.11.5 ~ H28.11.10	韓国	the 4th International Conference on Electronic Materials and Nanotechnology for Green Environment
菅 哲男	H28.11.9 ~ H28.11.13	タイ	来年度の接合研との共同研究について協議する/タイ CIS の最終報告会に出席
勝又美穂子	H28.11.10 ~ H28.11.11	ミャンマー	ミャンマー CIS の最終報告会に出席のため
田中 学	H28.11.10 ~ H28.11.13	タイ	国際会議 (TWIT2016) 及びモンクット王トンプリ工科大学を訪問
佐藤 雄二	H28.11.17 ~ H28.11.20	ドイツ	第28回日本国際工作機械見本市 (JIMTOF2016) に参加し、情報収集を行う
塚本 雅裕	H28.11.17 ~ H28.11.20	ドイツ	第28回日本国際工作機械見本市 (JIMTOF2016) に参加し、情報収集を行う
藤井 英俊	H28.11.19 ~ H28.11.27	ブラジル	軽金属の摩擦攪拌接合に関する情報収集を行う
近藤 勝義	H28.11.21 ~ H28.11.24	タイ/シンガポール	共同研究に関する打合せ
近藤 勝義	H28.11.28 ~ H28.11.29	中華民国	研究成果を発表し、共同研究に関する打合せを行う

西川 宏	H28.11.30 ~ H28.12.3	シンガポール	国際会議 (18th Electronics Packaging Technology Conference (EPTC 2016)) に参加して情報収集を行うため
内藤 牧男	H28.12.4 ~ H28.12.8	ドイツ	カーボン材料、ナノ粒子材料、並びにそれらの製造プロセスに関する調査を行う
勝又美穂子	H28.12.11 ~ H28.12.24	シンガポール	CIS (カップリング・インターンシップ)
菅 哲男	H28.12.21 ~ H28.12.24	シンガポール	CIS 最終報告会に出席/接合研との今後の連携について打ち合わせ
西川 宏	H29.1.8 ~ H29.1.11	ドバイ/ サウジアラビア	共同研究の打ち合わせ
南 二三吉	H29.1.10 ~ H29.1.14	フランス	IIW 中間会議に出席し、共同研究に関係した専門学術情報の収集と、意見交換を行う
田中 学	H29.1.10 ~ H29.1.14	フランス	国際溶接学会 IIW の中間会議に参加し、最新の溶接科学技術の動向を調査するため
節原 裕一	H29.1.10 ~ H29.1.13	ベトナム	第3回先進プラズマ技術と応用に関する国際ワークショップにて成果発表ならびに当該分野の最新の研究動向調査を行う
藤井 英俊	H29.1.15 ~ H29.1.16	中国	摩擦攪拌接合に関する情報収集をする
芹澤 久	H29.1.21 ~ H29.1.27	アメリカ合衆国	41st International Conference & Exposition on Advanced Ceramics and Composites (ICACC2017) に出席
小澤 隆弘	H29.1.22 ~ H29.1.30	アメリカ合衆国	第41回先進セラミックスと複合材料に関する国際会議」に出席/サンディア国立研究所を訪問
内藤 牧男	H29.1.23 ~ H29.1.30	アメリカ合衆国	先進セラミックスと複合材料に関する第41回国際会議 (ICACC2017) 参加/米国サンディア国立研究所訪問
西川 宏	H29.1.24 ~ H29.1.25	韓国	Sungkyunkwan 大学を訪問し、研究発表会や共同研究打ち合わせをおこなうため

KIM MIM-SU	H29.1.24 ~ H29.1.25	韓国	Sungkyunkwan 大学を訪問し、研究発表会や共同研究打ち合わせをおこなうため
ROH MYONGHOON	H29.1.24 ~ H29.1.25	韓国	Sungkyunkwan 大学を訪問し、研究発表会や共同研究打ち合わせをおこなうため
佐藤 雄二	H29.1.28 ~ H29.2.4	アメリカ合衆国	Photonics West 2017に参加し研究発表や情報収集を行う
東野 律子	H29.1.28 ~ H29.2.4	アメリカ合衆国	Photonics West 2017に参加し研究発表や情報収集を行う
塚本 雅裕	H29.1.28 ~ H29.2.2	アメリカ合衆国	Photonics West 2017に参加し研究発表や情報収集を行う
阿部 信行	H29.1.29 ~ H29.2.5	アメリカ合衆国	Photonics West 2017に参加し研究発表や情報収集を行う
茂田 正哉	H29.2.13 ~ H29.2.17	チェコ	Jan Hlina 教授のグループを訪問し、熱流体工学に関する最新の情報を収集するため
佐藤 雄二	H29.2.18 ~ H29.2.24	アメリカ合衆国	Dr.大志氏とレーザーコーティングに関するディスカッションを行う/ L A M2017に参加し、情報収集を行う
川人 洋介	H29.2.21 ~ H29.3.1	アメリカ合衆国/ カナダ	Global Lightweight Vehicles Manufacturing Summit に参加し、レーザー溶接に関する情報収集を行う。/Prof Elod Gyenge を訪問し、レーザー溶接に関する研究打ち合わせをおこなう
近藤 勝義	H29.2.25 ~ H29.3.3	アメリカ合衆国	本事業に関するセミナーおよび研究打合せを行う。/TMS2017において研究成果の発表を行う
藤井 英俊	H29.2.26 ~ H29.3.4	アメリカ合衆国	TMS2017に参加し、鉄鋼材料およびその接合に関する情報収集を行う
IMAM MURSHID	H29.2.26 ~ H29.3.4	アメリカ合衆国	TMS2017に参加し、鉄鋼材料およびその接合に関する情報収集を行う
LIU HUIHONG	H29.2.26 ~ H29.3.4	アメリカ合衆国	TMS2017に参加し、研究成果を発表する。また種々の金属材料の接合に関する情報収集を行う
伊藤 和博	H29.2.27 ~ H29.3.3	アメリカ合衆国	TMS2017年次総会に参加し、研究発表や情報収集を行う

西川 宏	H29.2.27 ~ H29.3.4	アメリカ合衆国	TMS2017に参加し、情報収集を行うため
門井 浩太	H29.3.4 ~ H29.3.11	スウェーデン	IIW 中間会議 (Commission II and IX) に参加のため
近藤 勝義	H29.3.11 ~ H29.3.14	サウジアラビア	共同研究打ち合わせのため
青木 祥宏	H29.3.15 ~ H29.3.19	イギリス	第4回線形摩擦接合に関する会議に出席し、当該接合技術に関する情報収集を行う
藤井 英俊	H29.3.15 ~ H29.3.19	イギリス	第4回線形摩擦接合に関する国際会議に出席し、当該接合技術に関する情報収集を行う
近藤 勝義	H29.3.16 ~ H29.3.19	タイ	WCSM-2017にて研究成果の招待発表を行う
梅田 純子	H29.3.16 ~ H29.3.19	タイ	WCSM-2017に参加し、情報収集を行う
西川 宏	H29.3.19 ~ H29.3.22	カタール	Texas A & M University at Qatar を訪問して研究紹介を行うため
内藤 牧男	H29.3.19 ~ H29.3.26	ドイツ	ドイツセラミックス協会年次総会に出席、ドイツ材料技術研究所 (BAM) 訪問し、粉体の微細構造制御による材料の高機能化に関する欧州の研究動向を調査
南 二三吉	H29.3.24 ~ H29.3.29	イギリス	IIW 第10委員会中間会議に出席して意見交換を行う
高嶋 康人	H29.3.25 ~ H29.4.2	イギリス/スペイン	IIW 第10委員会中間会議に出席する /The International Symposium on Notch Fracture (ISNF) に参加し、意見交換を行う
村川 英一	H29.3.25 ~ H29.3.29	イギリス	International Institute of Welding Commission-X 中間会議に出席
近藤 勝義	H29.3.29 ~ H29.3.31	タイ	TMETC 10にて研究成果の発表を行う
西川 宏	H29.3.29 ~ H29.4.1	タイ	国際会議 (The 10th Thailand International Metallurgy Conference) に出席するため

### 6.3 来訪者

[氏名]	[国籍]	[所属・身分]	[来訪日]	[目的]
Jean-Christophe Valmalette	フランス	Institute Materiaux Microelectronique Nanoscience de Proovnce, Universite du Sud Toulon Var	H28.4.4 ～ 4.24	研究打ち合わせ その他
Myung-Hoon Oh	韓国	Kumoh National Institute of Technology	H28.5.12	施設・設備等々の 見学及び視察
Myung-Hoon Oh	韓国	Kumoh National Institute of Technology	H28.6.20	研究打ち合わせ
Tram Lam	ベトナム	ハノイ工科大学	H28.7.1 ～ 7.29	研究打ち合わせ・ その他
Mr.wang Hongze	中国	上海交通大学	H28.7.12 ～ 7.13	研究打合せ
Sorasit Buapong	タイ	カセサート大学	H28.7.20 ～ 8.9	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打ち合わせ
Thanakorn Sanguanwongwan	タイ	キングモンクット王立工科 大学トンブリ校	H28.7.20 ～ 8.9	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打ち合わせ
Sutthinai Uthaiwattananont	タイ	キングモンクット王立工科 大学トンブリ校	H28.7.20 ～ 8.9	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打ち合わせ
Atchara Khamkongkaeo	タイ	チュラロンコン大学	H28.7.20 ～ 8.9	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打ち合わせ
Chun-An Yang	台湾	国立台湾大学	H28.7.20 ～ 8.9	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打ち合わせ
Tsung-Te Chou	台湾	国立台湾大学	H28.7.20 ～ 8.9	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打ち合わせ
Trinh Quang Ngoc	ベトナム	ハノイ工科大学	H28.7.20 ～ 8.9	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打ち合わせ
Wasupol Methong	タイ	キングモンクット 王立工科大学トンブリ校	H28.7.20 ～ 8.9	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打ち合わせ

Tanuvat Gulrueang	タイ	カセサート大学	H28.7.20 ~ 8.9	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打ち合わせ
Didi Rooscote	インドネシア	インドネシア大学	H28.7.20 ~ 8.9	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打ち合わせ
Paul J.L. Webstor, Ph, D	カナダ	Laser Depth Dynamicks,Inc	H28.7.25 ~ 7.26	施設・設備等々の 見学及び視察、講 義
Pang Hock Lye	シンガポール	南洋理工大学	H28.7.25 ~ 7.28	研究打合わせ・そ の他
Moon Seung ki	韓国	南洋理工大学	H28.7.25 ~ 7.28	研究打合わせ
Zhou Wei	シンガポール	南洋理工大学	H28.7.25 ~ 7.28	研究打合わせ
Julathep Kajornchaiyakul	タイ	MTEC	H28.8.10	施設・設備等々の 見学及び視察、講 義
Aree Thanaboonsombut	タイ	MTEC	H28.8.10	施設・設備等々の 見学及び視察、講 義
Panadda Sheppard	タイ	MTEC	H28.8.10	施設・設備等々の 見学及び視察、講 義
Sasitorn Srisawadi	タイ	MTEC	H28.8.10	施設・設備等々の 見学及び視察、講 義
Sutee Olarnrithinun	タイ	MTEC	H28.8.10	施設・設備等々の 見学及び視察、講 義
Sinthu Chanthapan	タイ	MTEC	H28.8.10	施設・設備等々の 見学及び視察、講 義
Parchuri Pradeep Kumar	インド	Indian Institute of Technology Hyderabad	H28.8.24 ~ 8.26	研究打合わせ・そ の他
Senior Lecturer	マレーシア	マラヤ大学 工学部 機械工学科	H28.9.25 ~ 10.1	研究打ち合わせ

Mohd Fadzil Bin Jamaludin	マレーシア	マラヤ大学 工学部 機械工学科	H28.9.25 ~ 10.1	研究打ち合わせ
Mohd Ridha Bin Muhamad	マレーシア	マラヤ大学 工学部 機械工学科	H28.9.25 ~ 10.1	研究打ち合わせ
Boonrat Lohwongwatana	タイ	チュラロンコン大学	H28.11.9 ~ 11.12	研究打ち合わせ
Prof. Winarto	インドネシア	インドネシア大学	H28.11.15	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究集会・講演会等 の参加
Prof. Mohammad Anis	インドネシア	インドネシア大学	H28.11.15	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究集会・講演会等 の参加
Prof. Dedi Priadi	インドネシア	インドネシア大学	H28.11.15	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究集会・講演会等 の参加
Dr. Deni Ferdian	インドネシア	インドネシア大学	H28.11.15	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究集会・講演会等 の参加
Dr. Arios Sunnar Baskoro	インドネシア	インドネシア大学	H28.11.15	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究集会・講演会等 の参加
Mr. Sanatan Choudhury	インド	インド工科大学 ハイデラバード校	H28.11.16 ~ 12.6	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打ち合わせ
Mr. PANCHAGNULA, JAYAPRAKASH SHARMA	インド	インド工科大学 ハイデラバード校	H28.11.16 ~ 12.6	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打ち合わせ
KAO, I-CHENG	台湾	国立台湾大学、 インターン生	H28.11.16 ~ 12.6	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打合せ
YANG, CHUN-HSIANG	台湾	国立台湾大学、インターン生	H28.11.16 ~ 12.6	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打合せ

Nutt Vorapattanapaibul	タイ	モンクット王トンブリ 工科大学、インターン生	H28.11.16 ~ 12.6	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打合せ
Nat Sammavipavekul	タイ	モンクット王トンブリ 工科大学、インターン生	H28.11.16 ~ 12.6	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打合せ
SANTHAN REDDY KOLLAMORUM	インド	インド工科大学ハイデラ バード校、インターン生	H28.11.16 ~ 12.6	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打合せ
MANISH KUMAR	インド	インド工科大学ハイデラ バード校、インターン生	H28.11.16 ~ 12.6	施設・設備等々の 見学及び視察、研 究打合せ
Jean-Christophe VALMALETTE	フランス	Institute Materiaux Microelectronique Nanoscience de Provace, Universite du Sud Toulon Var, Professor	H28.11.18 ~ 12.13	研究打合せ、論文 共同執筆・共同実 験
Kuk-hyun, Song	大韓民国	朝鮮大学、Associate Professor	H28.12.21 ~ 12.24	研究打合せ
Pang Hock Lye	シンガポール	南洋理工大学、准教授	H29.2.28 ~ 3.3	研究打合せ、実験、 CCWS 講演会に て講演及び聴講
Tsang Kin Shun	シンガポール	南洋理工大学	H29.2.28 ~ 3.3	研究打合せ、実験、 CCWS 講演会に て講演及び聴講
Suryakumar.S	インド	Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Indian Institute of Technology Hyderabad、Associate Professor	H29.3.9	研究打合せ
Sinthu Chanthapan	タイ	National Metal and Materials Technology Center, National Science and Technology Development Agency、研究員	H29.3.14 ~ 3.16	研究打合せ、共同 研究実験
Paiboon Wattanapornphan	タイ	National Metal and Materials Technology Center, National Science and Technology Development Agency、研究員	H29.3.14 ~ 3.16	研究打合せ、共同 研究実験
Abhay Sharma	インド	Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Indian Institute of Technology Hyderabad, Associate Professor	H29.3.16 ~ 3.22	研究打合せ、共同 研究実験

Jean-Christophe  
VALMALETTE

フランス

Institute Materiaux  
Microelectronique Nanoscience  
de Provace, Universite du Sud  
Toulon Var, Professor

H29.3.21  
~ 4.7

研究打合せ、共同  
実験

## 7.1 接合科学研究所第13回産学連携シンポジウム

スマートプロセス研究センター スマートコーティングプロセス学分野

教授 内藤 牧男

平成28年5月25日午後から大阪大学中之島センター・佐治敬三メモリアルホールにおいて、第13回産学連携シンポジウムならびに懇談会が開催された。今回は各部門を代表して4件の技術シーズに関する講演発表（講演者：今井久志講師、西川宏准教授、井上裕滋教授、南二三吉教授）と、大阪富士工業先進機能性加工共同研究部門の山崎裕之特任准教授(常勤)による産学連携活動に関する講演「産学連携を活用した新規分野への取り組み」が行われた。当研究所が誇る最新の優れた研究成果や技術シーズの詳細が発表されるとともに、中小企業がいかに新規分野に挑戦し成果をもたらしてきたのか、産学連携におけるノウハウやメリット等、産学連携活動の取り組みなどが紹介された。また、当研究所における平成27年度接合科学共同利用・共同研究賞の授賞式ならびに受賞者による講演発表（講演者：東北大学・福西祐教授）も行われた。82名（うち外部52名）が参加し、各講演内容に対して活発な質疑応答が行われ、今年度も懇談会を含めて盛況裏に終えることができた。



## 7.2 南洋理工大学（シンガポール）との国際合同会議

Joint Meeting between Joining and Welding Research Institute, Osaka University and  
School of Mechanical and Aerospace Engineering, Nanyang Technological University  
- Collaborative Joint-Research -

広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業 極限環境対応グローバル接合部門

特任准教授 勝又 美穂子

2016年7月26日～27日の2日間にわたり、当研究所と南洋理工大学（シンガポール）School of Mechanical and Aerospace Engineering との間で国際合同会議を開催した。本開催は、本学の国際合同会議開催支援により南洋理工大学から4名の教員及び研究者を招へいし、実現した。南洋理工大学とは2015年12月10日に南洋理工大学側にてワークショップを開催し、当研究所から5名の教員が参加することで双方の研究活動について情報共有を行った。その後、国際共同研究の実施に向けコミュニケーションを図ってきたが、今回の会議は実際に接合研の機材、設備を見学することで、具体的に国際共同研究実現へ踏み出すことが目的となった。

南洋理工大学からはPang 准教授、Zhou 准教授、Moon 助教、Tsang 研究員の4名が、当研究所からは近藤教授、西川准教授、堤准教授、菅客員教授が共同研究協議に参加した。既に昨年12月のワークショップ以降、研究分野によって双方関係者のマッチングが行われコミュニケーションを図ってきたことから、26日初日に研究所紹介及び設備見学が行われた後は、各研究室に分かれて具体的な協議を実施した。

2日間の協議の結果、それぞれ "Direct Bonding of SLM parts" や、 "Fatigue crack initiation and propagation analysis of laser clad specimens" 及び "Laser soldering and brazing" などに関する国際共同研究及び研究協力が開始されることとなった。

昨年のワークショップ開催に加え、今回の訪問により、当研究所と南洋理工大学の研究交流が大きく前進する成果が得られた。



### 7.3 タイ国立金属材料技術研究センターとの国際合同会議

Joint Meeting between JWRI and MTEC - Promotion of the Joint Research -

広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業運営委員会委員

客員教授 菅 哲男

2016年8月10日に、当研究所とタイ国立金属材料技術研究センター（MTEC, National Metals and Materials Technology Center）との間で国際合同会議を当研究所で開催した。

MTECからは、Julashep 所長、Aree 副所長、Panadda ユニット長、Sasitorn 研究員、Sutee 研究員、Sinthu 研究員の6名が、当研究所からは田中所長、伊藤教授、西川准教授、川人准教授、菅客員教授らが協議に参加した。接合研の概要を田中所長が、MTEC の状況を Julashep 所長が説明し、今後の連携を確認した。また、溶射/3D プリンター（桐原准教授）、摩擦攪拌接合（藤井教授）、構造性能評価システム（Fincato 研究員）、レーザ溶接（川人准教授）などの各設備を見学して、接合研のポテンシャルを把握してもらった。更に、将来の共同研究の候補を抽出することを目的として、レーザ溶接（川人准教授）、溶接シミュレーション（堤准教授）、レーザ・コーティング（塚本准教授）に関するニーズとシーズのすり合わせの協議も実施した。今回の合同会議を踏まえて、来年度には新たな共同研究を実施していく計画である。

当研究所と MTEC とは、過去において、ワークショップ（2013年10月）や国際シンポジウム（2014年11月、バンコク）を開催し、連携を強化して来た。2013年11月には、国際交流協定を締結している。また、昨年度においては「アルミのレーザ溶接」に関する共同研究を実施し、共同の对外発表を推進中である。

MTEC は、総員が約500名で各種材料の研究ユニットを9部門有するアジア有数の研究機関である。当研究所の溶接・接合技術とのマッチングにより、優れた研究を世界に発信して行くことが期待される。今後、更に研究交流を深めていく予定である。



## 7.4 Visual-JW2016: The International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation

接合機構研究部門 溶接機構学分野

教授 伊藤 和博

大阪大学接合科学研究所では、平成22年、24年、26年に開催した国際会議「The International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation (Visual-JW 2010, Visual-JW 2012, Visual-JW 2014)」の第4回目として、平成28年10月17日(月)と18日(火)の二日間にわたり、国際会議 Visual-JW 2016をホテル阪急エキスポパークにおいて開催した。当研究所が主催し、(一社)溶接学会が共催であった。実行委員長は大阪大学接合科学研究所 所長 田中 学 教授であった。また、学際・国際高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクトのシンポジウムを10月17日(月)に、当研究所拠点事業である共同研究員・共同研究成果発表会(英語による)を10月18日(火)の午前中に、国際会議 Visual-JW 2016と並行して開催した。

2つの国際シンポジウムと共同研究員・共同研究成果発表会の参加者総数は、269名で、海外10カ国からの39名を含む。発表件数の総数は220件で、うちポスター発表137件を含む。国際会議 Visual-JW 2016の口頭発表は63件、ポスター発表66件、学際・国際高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクトの口頭発表は12件、ポスター発表71件、共同研究プロジェクト共同研究員・共同研究成果発表が8件であった。日本から181件、中国から22件、韓国から5件、ドイツから3件、オーストラリア、ロシアから各2件、インド、フィンランド、カナダ、オランダ、アメリカから各1件と11カ国から、主に国際会議 Visual-JW 2016にて溶接・接合関連の研究発表があり、国際色豊かな会議となった。

本国際会議の各セッションに先立って、プロセス・組織の2部門と学際・国際高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクトより3件の全体講演・基調講演を聴講した。各講演の題目と講演者を以下に記す。

3件の全体講演・基調講演の後、続いて5つの分野に分類した本国際会議の発表が、2つのパレルセッションにて行われた。その中で、Visualization of joining and welding process (JWP)の口頭発表では、アーク関係が11件(3件が招待講演)、レーザ関係が10件(3件が招待講演)、電子ビームが1件、摩擦接合関係が7件(2件が招待講演)、その他の接合プロセスが2件の発表が行われた。Visualization of advanced material processing (AMP)の口頭発表では Advisory Committee の Babu 先生からの提案により、複数の熱源：アーク、電子ビーム、レーザを用いた金属 AM と、セラミックスなどの光造形研究の先駆的な研究成果4件を全体講演・基調講演の直後に特別セッション(4件は招待講演)として設けられた。それらを加え16件(7件が招待講演)の発表が行われた。国際会議の大部分をアーク・レーザ・摩擦接合のプロセスに関する研究成果報告が占めた。ポスター発表も同様の傾向が見られ、可視化を含めたアーク・レーザ・摩擦接合のプロセスの研究が前回同様に盛んであることが伺われた。



本国際会議の全体講演・基調講演者

## 7.5 インドネシア大学とのワークショップ

Workshop 2016 : JWRI Osaka University & Faculty of Engineering University of Indonesia

広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業 極限環境対応グローバル接合部門

特任准教授 勝又 美穂子

2016年11月15 (火)、当研究所とインドネシア大学工学部との間で当研究所荒田記念館にてワークショップを開催した。本ワークショップは本学国際合同会議支援助成によりインドネシア大学から5名の教員を招へいすることで実現した。当研究所とインドネシア大学工学部は2012年11月に部局間学術交流協定を締結し、その後2015年に本学とインドネシア大学で大学間学術交流協定が締結されている。今回のワークショップの主旨は、当研究所とインドネシア大学工学部（主に冶金・材料学科）との国際共同研究を含む具体的な交流の開始を目指すものとした。

インドネシア大学からはそれぞれインドネシア大学学長 Prof. Mohammad Anis、工学部長 Prof. Dedi Priadi、溶接研究室長 Prof. Winarto、インドネシア大学シニアスタッフ及び Veteran Development State University in Jakarta 学長 Prof. Eddy S. Siradj、冶金・材料学科副学科長 Dr. Deni Ferdian の5名が、当研究所からは田中 学所長、近藤勝義教授、伊藤和博教授、井上裕滋教授、堤成一郎准教授の5名からそれぞれ研究発表を行った。各発表後には熱心な質疑応答及び議論が交わされ、また今後の連携強化に関する具体的な取り組み内容についても協議し、限られた時間を最大限に活用した有意義なワークショップとなった。

研究発表後には当研究所藤井研究室（摩擦攪拌接合機材）及び伊藤研究室（3次元EBSD）の施設見学を行った。その後は、交流を実現すべく、双方の提案を突き合わせながら具体的な交流協議を実施した。

インドネシア大学のご一行、田中所長、近藤教授は更にその後本学西尾総長の表敬訪問及び工学研究科の研究室見学に参加された。丸一日の短い時間ではあったが、当研究所及び本学をより深く理解頂き、今後の各種交流の実現に向けた大きな前進となった。



## 7.6 東京セミナー

### 「界面科学の理解を通じた新奇な材料・プロセス研究」

接合機構研究部門 複合化機構学分野

教授 近藤 勝義

准教授 梅田 純子

平成22年度より、溶接・接合に関する最先端の研究をテーマに公開セミナーを東京で開催している。今回も12月9日（金）東京田町のキャンパス・イノベーションセンター 1F 国際会議室にて開催されました。平成25～27年度において、当所共同研究の先導的重点課題として取り組んだ「異種材料接合におけるマルチスケール界面の科学と物性」の成果を中心に、界面科学の理解と物性評価に基づく革新的な接合プロセスや新奇な材料設計に係る研究成果に関して、幅広い分野から以下に記載の6件の講演が行われた。そのうち2件は、接合科学共同利用・共同研究賞受賞講演となった。総数67名の参加を頂き、活発な議論が交わされた。

- (1) 炭素系分散金属基複合材料の界面が特性に与える影響  
広島大学 佐々木元 教授
- (2) 樹脂/金属異材接合体の界面強度評価  
長岡技術科学大学 宮下幸雄 准教授
- (3) 【受賞講演】バイオマテリアル表面のナノカーボン修飾による生体適合性制御  
北海道大学 宮治裕史 講師
- (4) 【受賞講演】界面設計に基づく酸化物ナノ結晶の精密ボトムアップ合成  
群馬大学 佐藤和好テニュアトラック 助教
- (5) 放射光を利用した凝固界面のダイナミクスの時間分解・その場観察  
京都大学 安田秀幸 教授
- (6) 凝固界面反応の理解と電子ビーム積層造形における金属材料組織制御  
東北大学 小泉雄一郎 准教授



## 7.7 文部科学省特別経費事業 広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業 第4回広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業シンポジウム

広域アジアものづくり技術・人材高度化研究センター極限環境対応グローバル接合部門

特任准教授 勝又 美穂子

平成25年度より、当研究所と本学言語文化研究科が主となり、文部科学省特別経費事業「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」を実施している。本事業は広域アジア地域における 大学・研究機関、企業とのネットワーク構築、接合技術基盤の構築、カップリング・インターンシップ (CIS) の実施 (文理+海外連携大学融合型) を3本の柱として取り組んでいる。この一環として開催している本シンポジウムは今回第四回目となり、「『産学共創』によるグローバル人材育成～多様なカップリングから生まれる新たな可能性～」と題して2017年3月6日に本学中之島センターにて開催された。

第三回までのシンポジウムにおいて実践的グローバル人材の育成の重要性が改めて確認されたことを受け、第四回は産学連携によるグローバル人材育成に着目した。基調講演一人目は産業能率大学の平田譲二教授より、歴史的、地政学的に見た日系企業が持つ強みとそれを活かしたグローバル展開、グローバル展開時に日系企業が抱える人材に関する課題などについて講演があった。基調講演二人目は南洋理工大学キャリア・アタッチメントオフィス Loh Pui Wah 部長より、南洋理工大学で行われているキャリア形成支援及びその一環であるグローバルキャリア形成支援について具体的な状況及び取り組み方法の講演があった。グローバル化しか選択肢は無いとしたシンガポールにおける大学の取り組みは日本の大学にとっても大変参考になるものであった。第二部の事例紹介では、株式会社ダイヘン技術部長山口耕作氏よりダイヘンのアジア圏への展開及び本学 CIS を受け入れた企業側からの感想などについて講演があった。次に上智大学の鈴木隆教授より、上智大学で実施されているボルボグループとの産学連携講座及びインターンシップ活動について紹介が行われた。一般社団法人九州日韓経済交流会専務理事及び麻布スリーエーコンサルティング合同会社代表業務執行役、鈴木重幸氏からは主に韓国におけるグローバル人材育成への政府の取り組み、K-Move についてご紹介頂き、その取り組みの中で九州県内の企業がどのように連携しているかをご紹介頂いた。また、最後の講演として筆者からは本学カップリング・インターンシップにおける産学連携について整理、分析した内容を講演した。

グローバル人材育成に係る産学連携と一言で言っても、多様な取り組みがあり、それぞれが産と学の強みを持ちより、しかし違う方法で、また異なる効果をもたらすものであることが改めて把握された。その中でも、どのような連携が効率的かつ学生にとって効果的で、また Win-Win をもたらすかについては、今後も引き続き産と学が対話する中で模索が期待される。



本事業、田中 学センター長



南洋理工大学 Loh PuiWah 氏

## 7.8 外国人研究員紹介

Ayman Hamada Abdelhady ELSAYED

エジプト中央金属研究所 ポストドクター研究員



Funded by Monbukagakusho scholarship, I have finished my Ph.D. study between the years 2007 and 2011 at Kondoh laboratory, JWRI, Osaka University in the field of powder metallurgy of magnesium alloys. I worked on the development of various magnesium alloys by powder technology for structural and strategic application. That study has been a major international scientific collaboration project to extend applications of magnesium alloys in severe conditions like high dynamic loading applications.

After finishing my Ph.D. in 2011, I joined back my institute (Central Metallurgical Research and Development Institute, Cairo, Egypt) as a researcher in the field of powder technology. Since then, I have been involved, or managing, some national and international scientific and technical projects with both universities and Egyptian industry in the field of powder technology. The background and experience gained during the Ph.D. study has helped me a lot to pursue my career in the field, which required me to start new applications in my institute like, but not limited to, functionally graded materials, nano-composites and Shape Memory Alloys (SMA) manufacturing.

SMAs has been of great interest in Egypt since there is not yet any single company investing in this subject. That is why I was granted a postdoctoral scholarship by the Egyptian government for 6 months at Osaka University. I have done an extensive study on the development of Ti-Ni based alloys by powder metallurgy. The study has been performed using the technique of spark plasma sintering followed by hot extrusion and heat treatment to obtain both the super-elasticity and shape memory properties. The main ideas for the improvement of the properties of the alloys have been; alloying with copper and niobium, strengthening with carbon nanotubes, and the use of cryogenic temperature quenching in the heat treatment. Various tests conducted on the alloys developed have shown some promising results which are now under the procedure for publication.

The stay in Osaka, Japan during both the Ph.D. and the postdoctoral studies have been a great experience for me which was also full of enjoyable memories. This encourages me to work for future possible opportunities to extend the continual cooperation between both institutions.

Wenxing ZHOU, PhD, PEng

Associate Professor,  
Department of Civil and Environmental Engineering  
The University of Western Ontario  
London, Ontario, CANADA N6A 5B9  
ウェスタンオンタリオ大学 土木環境工学科 准教授



I was awarded the FY2015 Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) Fellowship for the short-term research program in Japan. Professor Fumiyoshi Minami graciously hosted my visit to JWRI as the JSPS Fellow between March 22 and May 20, 2016. My main research interests are the structural integrity management of oil and gas pipelines, including fracture mechanics-based assessments of welded pipelines containing flaws. Professor Minami's expertise in the structural integrity and failure assessment of material joining/welding compliments my research interests nicely. This was my first time visiting Japan, and I am indebted to Prof. Minami and his colleagues for making my two-month stay at JWRI a truly wonderful experience. During my visit, Prof. Takashima offered me a tour of the main research laboratories at JWRI; I gave a research seminar on the use of the single-edge tension (SE(T)) specimen to evaluate the fracture toughness resistance curve for high-strength pipeline steels, which had been investigated by my research group at the University of Western Ontario from 2012 to 2015. I also had fruitful discussions with Prof. Minami and Prof. Takashima on a variety of topics including the use of the Weibull stress approach in the structural integrity assessment, correction of the fracture toughness to account for the crack-tip constraint, fracture toughness under dynamic loading, and analyses of residual stresses in weldments. My visit to Prof. Minami and JWRI has been an extremely valuable and rewarding experience not only in terms of establishing a potentially long-term collaborative research relationship with Prof. Minami and broadening my knowledge in the structural integrity assessment of welded materials, but also in terms of the appreciation of rigorous and hard-working attitudes of the researchers at JWRI and understanding of the Japanese society and culture. I am also grateful to JSPS for the JSPS Fellowship Award that supports my visit to JWRI.