

大阪大学  
接合科学研究所  
年次報告

2017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

2017年度（平成29年度）の年次報告をお届け致します。

本研究所は、溶接・接合分野における我が国で唯一の総合研究所で、接合科学の基礎を支える接合プロセス、接合機構、接合評価の3基盤研究と、ナノ・メゾの視点で材料加工の未来を切り開く先進プロセス科学に関する研究を両輪とし、人類社会のニーズに応える接合科学の発展に貢献しています。

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ています。世界的にも溶接・接合科学に関する3大研究拠点の1つとして認知され、この分野での近年の学術論文数は世界で群を抜いています。

2017年度の特筆した取組みとしては、2016度から開始した6大学6研究所（本研究所、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）の連携による「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」において、本研究所が主幹を務め、公開討論会を主催するなど、6研究所間の学際融合・異分野融合研究を推進しました。2017年7月には、附属のスマートプロセス研究センターに「ライフイノベーション材料プロセス学分野」を新設し、本プロジェクトとのスパイラルにより、生活革新に資する新材料とその加工プロセス技術の開発に挑んでいます。

共同利用・共同研究拠点の活動としては、拠点内に設けた国際共同研究員制度、および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」（以下、広域アジア事業）を活用し、国際共著論文の比率が35.8%と昨年度の50%以上の伸び幅となりました。また、2018年4月1日より、本学の重点グローバルナレッジパートナーの1つの上海交通大学、およびハノイ工科大学、王立メルボルン工科大学に国際ジョイントラボを設置することが認可され、昨年度から継続のUCLAを加えた4ラボ体制により、本学の国際化と機能強化に資する国際ネットワークを構築しました。

産学共創研究では、工学研究科と連携し、本研究所に新たに鉄鋼メーカーとの協働研究所を2018年4月1日より設置することを決定し、本研究所の世界トップレベルの溶接・接合に関する「学術知」と鉄鋼メーカーの材料開発「技術知」を融合させ、新しいものづくり科学技術へのブレークスルーを図ることとしました。

国際協働では、ハノイ工科大学のJWRI オフィス活用したASEAN諸国との連携強化を図ると共に、2013年度から開始した広域アジア事業の最終年度として、アジア各国との研究交流、および5ヶ国5機関でカップリングインターナショナル(CIS)によるグローバル人材育成活動を行いました。5か年に渡る本事業の成果は、13か国25学術交流協定の締結、国際ワークショップ開催29件、国際協働研究49件、CIS実施28回に及んでいます。これらの成果により、本事業は2018年度から新たにフェーズ（4年間）の活動に入り、国際研究連携強化と実践型グローバルリーダー養成を2本柱とした事業を展開します。

昨年4月1日に本研究所長に就任して1年が経過しましたが、研究所の運営に携わる中で、本研究所のミッションは、溶接・接合分野でダントツの研究力の研鑽、培った「学術知」の社会への実装と循環、世界で活躍できるグローバル人材の育成、の3点であることを改めて認識しました。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を重ねていく所存です。

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 .....	7
1. 4 共同研究運営委員会委員 .....	8
予 算	
2. 予 算 .....	9
研究業績	
3. 研究業績 (研究業績件数表) .....	13
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 .....	15
エネルギー変換機構学分野 .....	39
加工プロセス学分野 .....	51
レーザプロセス学分野 .....	53
接合機構研究部門	
溶接機構学分野 .....	75
接合界面機構学分野 .....	91
複合化機構学分野 .....	115
接合評価研究部門	
接合構造解析学分野 .....	133
接合構造評価学分野 .....	147
接合設計学分野 .....	167
信頼性評価・予測システム学分野 .....	185
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 .....	211
スマートグリーンプロセス学分野 .....	225
ライフィノベーション材料プロセス学分野 .....	237
接合界面微細構造解析室 .....	243
日立造船先進溶接技術共同研究部門 .....	245
大阪富士工業「先進機能性加工」共同研究部門 .....	249
「高度ジョイント生産システム構築」共同研究部門 .....	257
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拠点 .....	259
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 .....	263
国際連携溶接計算科学研究拠点 .....	267
溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点 .....	271
研究集会等	
5. 1 研究集会 .....	275
5. 2 特別講演会 .....	278
5. 3 共同研究員・共同研究成果発表会 .....	279
5. 4 第2回6大学連携プロジェクト公開討論会 .....	280
国際交流	
6. 1 国際交流協定締結大学等 .....	281
6. 2 海外出張・研修 .....	284
6. 3 来訪者 .....	296
ニュース	
7. 1 国立台湾大学材料科学工学学科とのワークショップ .....	303
7. 2 接合科学研究所第14回産学連携シンポジウム .....	304
7. 3 タイ国立金属材料技術研究センターとのワークショップ .....	305
7. 4 英国 TWI との会議 .....	306
7. 5 広域アジア国際シンポジウム .....	307
7. 6 東京セミナー「微粒子を利用した界面接合制御・スマートプロセスの開拓」 .....	308
7. 7 大阪大学接合科学研究所とホーチミン工科大学との国際合同ワークショップ .....	309
7. 8 外国人研究員紹介 .....	310

## 1.1 研究所職員

(H30.3.1現在)

所長(兼)		[先端基礎科学分野]	
教授	南 二 三 吉	招へい教授	千 葉 晶 彦
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	田 中 学	准教授	三 上 欣 希
接合プロセス研究部門		講師(兼)	高 橋 誠
		助教	小 濱 和 之
	[エネルギー制御学分野]		[接合界面機構学分野]
教授	田 中 学	教授	藤 井 英 俊
准教授	茂 田 正 哉	准教授	柳 楽 知 也
助教	田 代 真 一	助教	劉 恢 弘
招へい教授	中 田 一 博	特任教授	潮 田 浩 作
事務補佐員	増 田 万 里	特任准教授	孫 玉 峰
	[エネルギー変換機構学分野]	特任准教授	森 貞 好 昭
教授	節 原 裕 一	招へい教授	竹 内 栄 一
特任教授	斧 高 一	特任研究員	青 木 祥 宏
准教授	内 田 儀 一 郎	特任研究員	LEE SEUNGJOON
助教	竹 中 弘 祐	特任研究員	YOON SUNGOOK
	[加工プロセス学分野]	特任研究員	CHENG CHUN
教授(兼)	塚 本 雅 裕	特任研究員	VICHARAPU BUCHIBABU
	[レーザプロセス学分野]	事務補佐員	山 下 佳 子
教授	塚 本 雅 裕	事務補佐員	橋 本 佳 代
准教授	川 人 洋 介		
特任講師	佐 藤 雄 二		
特任研究員	東 野 律 子		
特任研究員	升 野 振 一 郎		
特任研究員	WANG HONGZE		
事務補佐員	小 林 初 芽		
事務補佐員	古 本 麻 実 子		
事務補佐員	下 小 牧 智 子		
	[複合化機構学分野]		
教授		教授	近 藤 勝 義
准教授		准教授	梅 田 純 子
助教		助教	設 樂 一 希
招へい教授		招へい教授	馬 玲
特任研究員		特任研究員	堀 江 光 雄
特任研究員		特任研究員	村 木 義 徳
特任研究員		特任研究員	藤 井 寛 子
特任研究員		特任研究員	南 谷 良 二
特任研究員 S		特任研究員 S	刈 屋 翔 太
事務補佐員		事務補佐員	武 田 寛 子

接合評価研究部門

[接合構造化解析学分野]

教授 麻 寧 緒  
 准教授 芹 澤 久  
 特任研究員 榎 崎 邦 男  
 特任研究員 河 原 充  
 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 山 口 純 子

[接合設計学分野]

教授(兼) 南 二 三 吉  
 准教授 堤 成 一 郎  
 特任助教(常勤) FINCATO RICCARDO  
 特任研究員 RAMY SAEED  
 SHAFEAK GADALLAH

[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  
 助教 鴫 田 駿  
 事務補佐員 森 垣 章 子

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  
 助教 小 澤 隆 弘  
 招へい教授 釘 宮 公 一  
 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

[ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野]

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 KIM MIN-SU  
 特任研究員 KIM GAEON  
 招へい研究員 小日向 茂  
 事務補佐員 高 橋 里 実

[ライフイノベーション材料プロセス学分野]

准教授 阿 部 浩 也  
 派遣職員 來 間 和 男

[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]

特任准教授(常勤) 中 谷 光 良  
 特任助教(常勤) 阿 部 洋 平  
 招へい教授 北 側 彰 一  
 招へい教授 片 山 聖 二  
 招へい准教授 原 田 浩 希  
 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  
 特任助教(常勤) 林 良 彦  
 特任助教(常勤) 安 積 一 幸  
 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]

特任准教授(常勤) 甘 崎 哲 也  
 招へい教授 椋 田 宗 明  
 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  
 特任助教 (常勤) 寺 西 未 沙  
 特任研究員 (常勤) 氷 見 太  
 事務補佐員 大 庭 則 子

[環境資源開発プロジェクト]

特任教授 高 橋 康 夫  
 特任研究員 衡 中 皓  
 事務補佐員 島 林 有紀子

[国際連携溶接計算科学研究拠点]

拠点リーダー (教授 (兼)) 麻 寧 緒  
 招へい教授 村 川 英 一  
 招へい教授 RASHED SHERIF  
 招へい教授 平 岡 和 雄  
 招へい教授 松 山 欽 一  
 招へい准教授 柴 原 正 和  
 准教授(兼) 芹 澤 久

[溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点]

拠点リーダー (教授 (兼)) 南 二 三 吉  
 招へい教授 豊 貞 雅 宏  
 招へい教授 寺 田 賢二郎  
 准教授(兼) 堤 成 一 郎  
 助 教(兼) 高 嶋 康 人  
 特任助教 (常勤)(兼) FINCATO RICCARDO

客員部門

客員教授 菅 哲 男  
 招へい教授 安 田 功 一

招へい教授 小 林 明  
 招へい教授 小 溝 裕 一  
 招へい教授 三 田 常 夫  
 招へい教授 内 田 成 明  
 招へい教授 中 西 保 正  
 招へい教授 板 倉 啓二郎  
 招へい准教授 平 木 博 久

技術部  
 技術部長 (教授 (兼)) 田 中 学  
 技術副部長 (兼)  
 技術専門員 水 谷 正 海  
 技術専門員 釜 井 正 善  
 技術専門職員 中 辻 義 弘  
 技術職員 植 原 邦 佳  
 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  
 技術補佐員 塔 本 健 次

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  
 技術補佐員 城 野 隆 子

事務部  
 事務長 丸 田 博 一

庶務係  
 係 長 山 咲 和 久  
 主 任 榊 原 聡 子  
 特任事務職員 時 水 清 美  
 事務補佐員 稲 森 和 代

事務補佐員 中 村 久美子

会計係

係 長 近 藤 裕

主 任 橋 中 希

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) 近 藤 裕

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]
所長	南 二 三 吉	接合科学研究所 任命	H29.4.1
教授	麻 寧 緒	接合構造化解析学分野 採用	H29.4.1
准教授	三 上 欣 希	溶接機構学分野 採用	H29.4.1
助教	鴫 田 駿	信頼性評価・予測システム学分野 採用	H29.4.1
招へい教授	千 葉 晶 彦	先端基礎科学分野 受入れ	H29.4.1
招へい教授	竹 内 栄 一	接合界面機構学分野 受入れ	H29.4.1
招へい教授	釘 宮 公 一	スマートコーティングプロセス学分野 受入れ	H29.4.1
招へい教授	板 倉 啓二郎	接合科学研究所 受入れ	H29.4.1
特任研究員	YOON SUNGOOK	接合界面機構学分野 採用	H29.4.1
教授	塚 本 雅 裕	レーザプロセス学分野 昇任	H29.4.16
教授	桐 原 聡 秀	ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野 昇任	H29.4.16
特任助教 (常勤)	FINCATO RICCARDO	接合設計学分野 昇任	H29.4.16
特任研究員	CHENG CHUN	接合界面機構学分野 採用	H29.5.1
准教授	阿 部 浩 也	ライフイノベーション材料プロセス学分野 配置換	H29.7.1
特任研究員	樽 崎 邦 男	接合構造化解析学分野 採用	H29.7.1
特任講師	佐 藤 雄 二	レーザプロセス学分野 昇任	H29.7.16

特任教授	潮 田 浩 作	接合界面機構学分野 採用	H29.8.16
特任助教 (常勤)	寺 西 未 沙	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 採用	H29.8.16
特任研究員	RAMY SAEED SHAFEAK GADALLAH	接合設計学分野 採用	H29.10.16
特任研究員	VICHARAPU BUCHIBABU	接合界面機構学分野 採用	H29.12.1
特任研究員	KIM GAEON	スマートグリーンプロセス学分野 採用	H29.12.1
特任講師	SHEN JIANGHUA	複合化機構学分野 昇任	H29.12.16
特任講師	CHEN BIAO	複合化機構学分野 昇任	H29.12.16
特任研究員	河 原 充	接合構造化解析学分野 採用	H30.1.1
特任助教 (常勤)	安 積 一 幸	大阪富士工業「先進機能性加工」 共同研究部門 採用	H30.2.1
招へい教授	中 田 一 博	エネルギー制御学分野 受入れ	H30.2.1
助 教	設 樂 一 希	複合化機構学分野 採用	H30.3.1

### 1.3 運営委員会委員

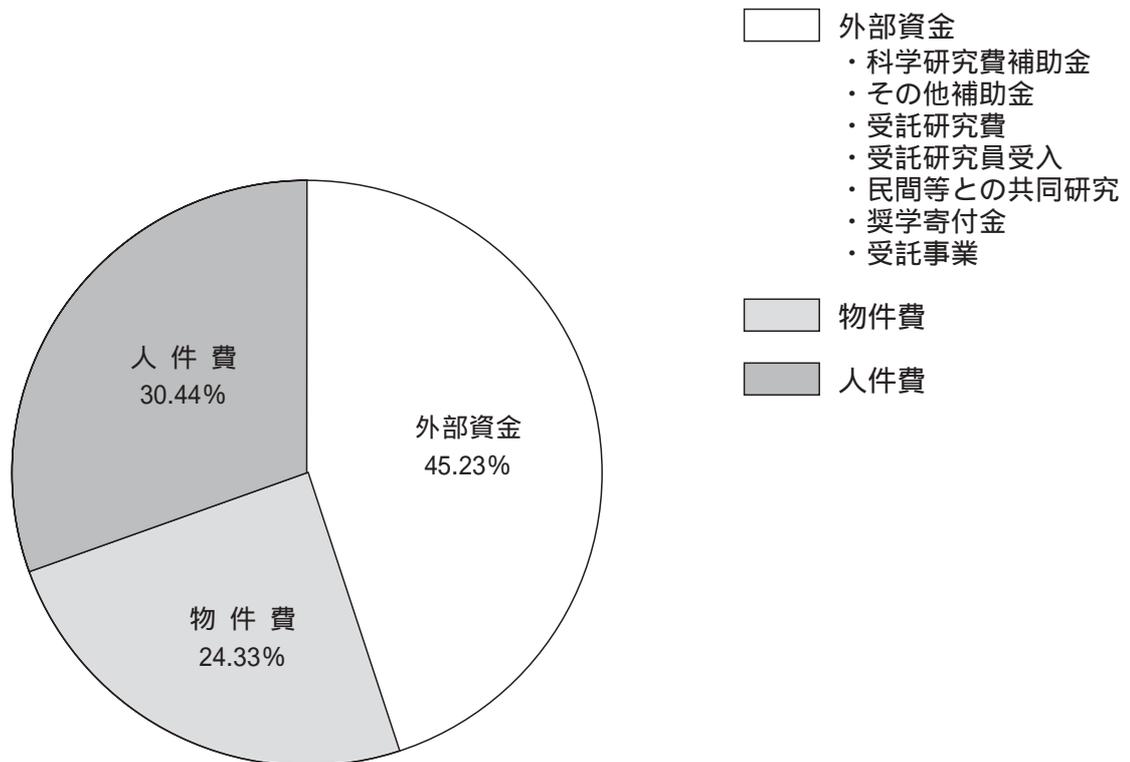
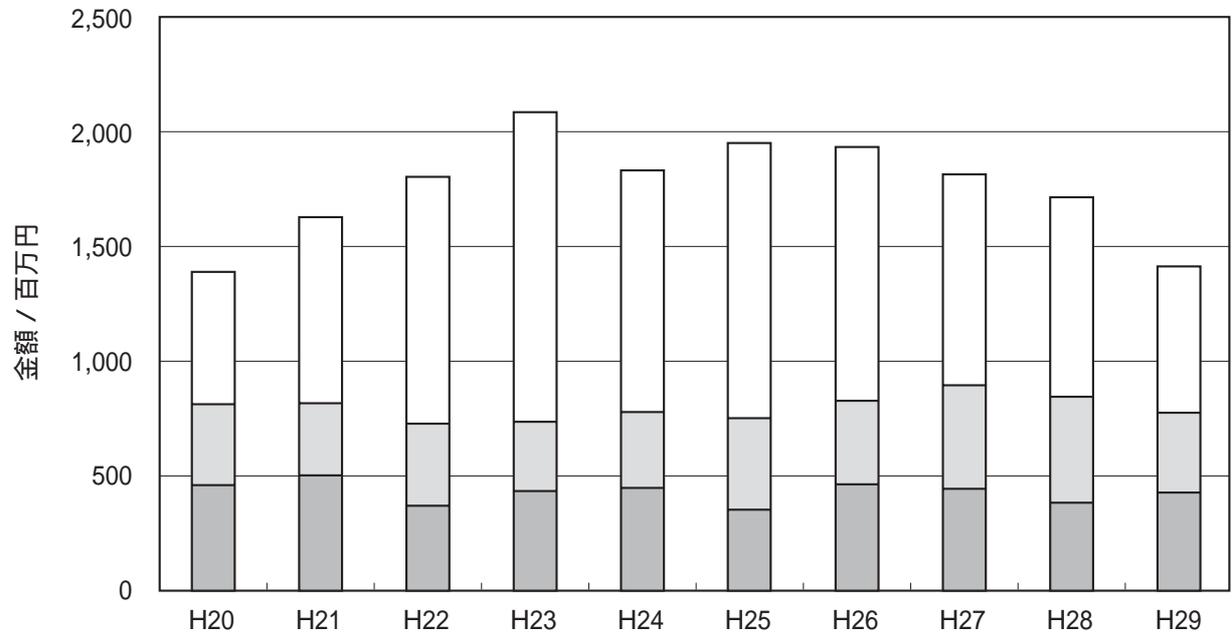
[氏名]	[所属]	[職名]	[任期]
学外委員			
栗飯原周二	一般社団法人 日本溶接協会 東京大学 大学院工学系研究科	会長 教授	H28. 6. 9 ~ 30. 3.31
石出 孝	三菱重工業株式会社 総合研究所	執行役員フェロー 技師長	H28. 4. 1 ~ 30. 3.31
上山 智之	一般社団法人 溶接学会 株式会社 ダイヘン	副会長 溶接機事業部長	H28. 4.13 ~ 30. 3.31
安田 秀幸	京都大学 大学院工学研究科	教授	H29. 4. 1 ~ 31. 3.31
高梨 弘毅	東北大学 金属材料研究所	所長	H28. 4. 1 ~ 30. 3.31
花田 和明	九州大学 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	H28. 4. 1 ~ 30. 3.31
神谷 利夫	東京工業大学 科学技術創成研究院フロンティア 材料研究所	所長	H29. 4. 1 ~ 31. 3.31
所内委員			
南 二三吉	接合科学研究所	所長	H29. 4. 1 ~ 31. 3.31
節原 裕一	接合科学研究所 附属スマートプロセス研究センター	副所長 センター長	H29. 4. 1 ~ 31. 3.31
田中 学	接合科学研究所	副所長	H29. 4. 1 ~ 31. 3.31

#### 1.4 共同研究運営委員会委員

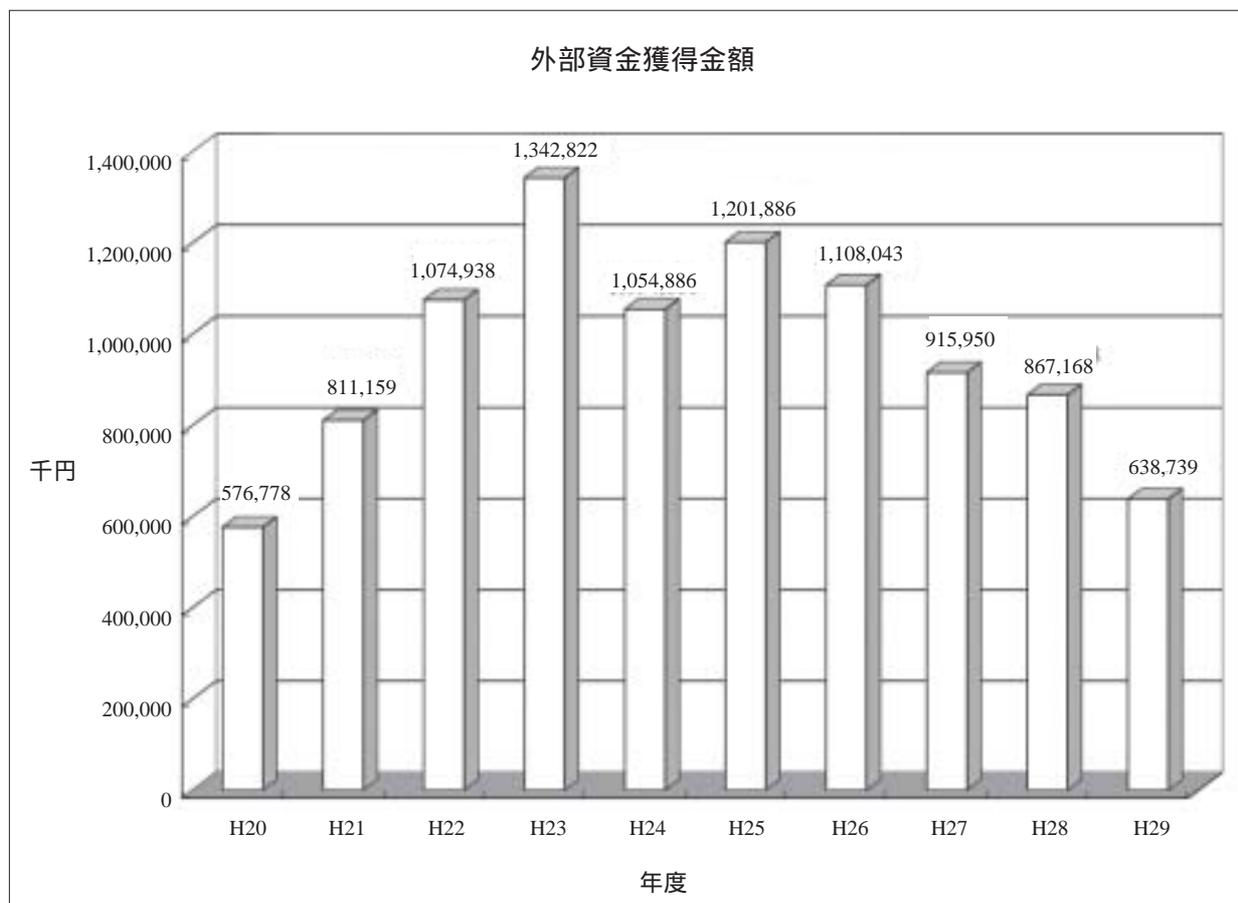
[氏名]	[所属]	[職名]	[任期]
学外委員			
興戸 正純	名古屋大学未来材料・システム研究所	所 長	H29. 4. 1～31. 3.31
岸本 泰明	京都大学 エネルギー理工学研究所	所 長	H29. 4. 1～31. 3.31
久保 雅男	パナソニック株式会社 エコソリューションズ社 エナジーシステム事業部 システム機器ビジネスユニット	ビジネスユニット長	H29. 4. 1～31. 3.31
黒田 聖治	国立研究開発法人 物質・材料研究機構 構造材料研究拠点	特命研究員	H29. 4. 1～31. 3.31
塩野谷 哲	トヨタ自動車株式会社 鍛圧・表改生技部	開発室長	H29. 4. 1～31. 3.31
清水 弘之	株式会社 神戸製鋼所 溶接事業部門 技術センター	溶接開発部長	H29. 4. 1～31. 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	H29. 4. 1～31. 3.31
牧野 吉延	東芝エネルギーシステムズ株式会社	シニアエキスパート	H29. 4. 1～31. 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	所 長	H29. 4. 1～31. 3.31
学内委員			
大畑 充	大学院工学研究科	教 授 (生産科学コース長)	H29. 4. 1～31. 3.31
藤原 康文	大学院工学研究科	教 授 (マテリアル科学コース長)	H29. 4. 1～31. 3.31
所内委員			
南 二三吉	接合科学研究所	所 長	H29. 4. 1～31. 3.31
節原 裕一	接合科学研究所 附属スマートプロセス研究センター	副所長 センター長	H29. 4. 1～31. 3.31
田中 学	接合科学研究所	副所長	H29. 4. 1～31. 3.31
藤井 英俊	接合科学研究所	教 授	H29. 4. 1～31. 3.31

## 2. 予 算

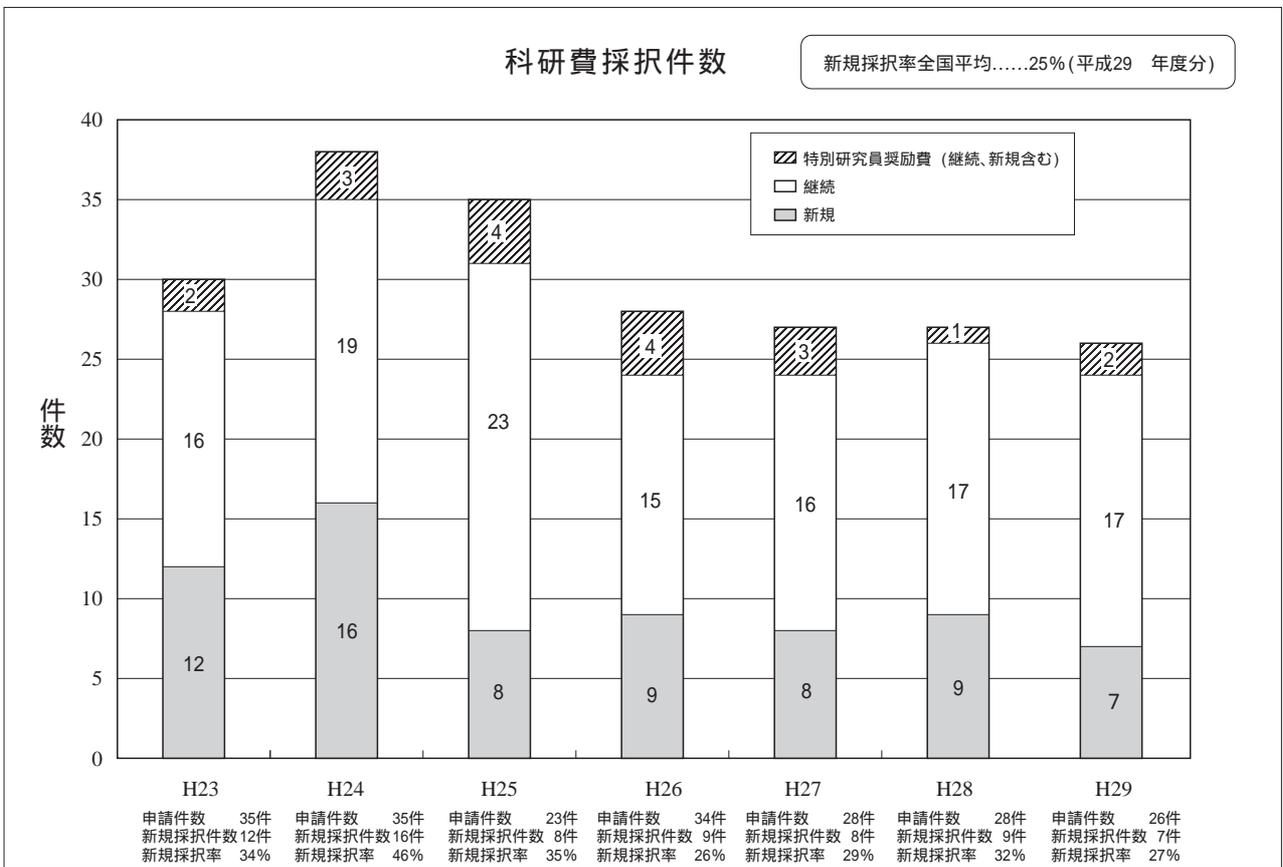
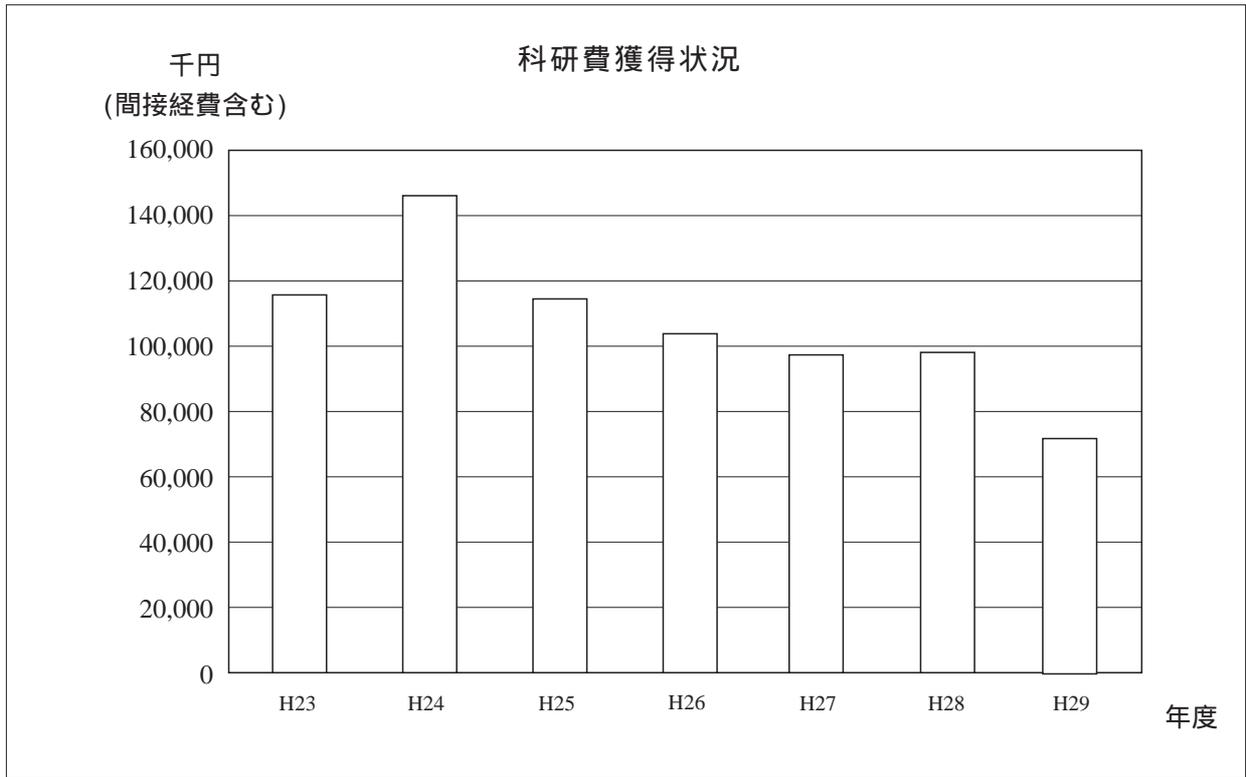
総予算



## 外部資金



区 分	H29年度 獲得金額(千円)
科学研究費補助金	71,250
その他補助金	8,128
受託研究費	237,862
受託研究員受入	3,340
民間等との共同研究	266,217
奨学寄付金	43,632
受託事業	8,310
合 計	638,739

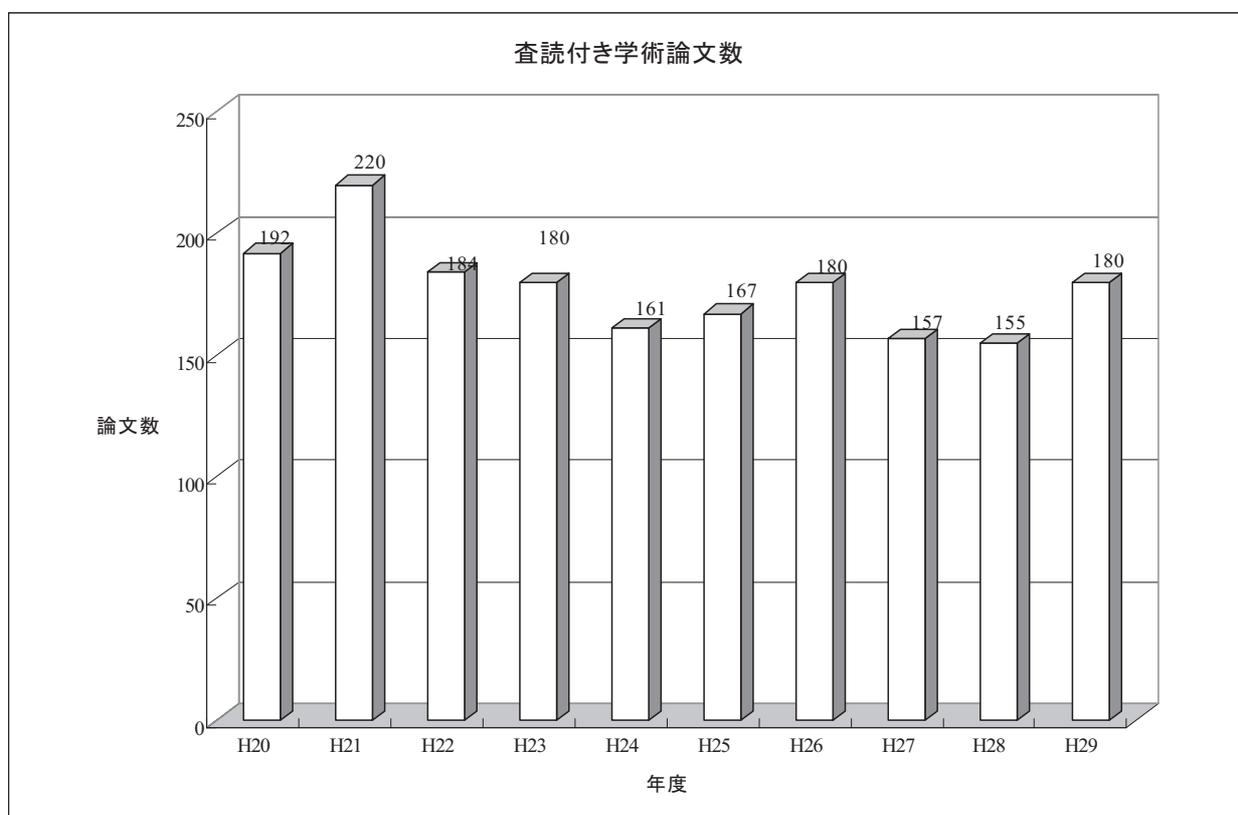




### 3. 研究業績

研究業績件数

区 分	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
査読付き学術論文	192	220	184	180	161	167	180	157	155	180
国際会議発表論文	72	113	54	57	41	89	52	60	82	62
国内会議発表論文	17	21	10	25	13	8	35	24	13	32
国際会議発表	195	133	164	121	208	183	162	124	172	107
国内学会発表	264	256	195	231	215	243	243	250	241	234
講 演	150	123	148	136	132	139	150	182	166	151
解説・総説	36	39	32	47	58	58	43	39	28	43
著 書	5	16	13	17	14	30	15	11	8	7
国内特許	39	24	33	29	34	25	18	20	19	19
海外特許	22	23	31	12	22	5	17	5	15	10
受 賞	27	23	19	26	22	27	29	30	29	32



## 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溶融池制御技術の開発

### 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

ガスマタルアーク溶接プロセス時に生成される多成分系アーク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、マグ溶接時のスプレー移行とグロービュラー移行の遷移電流域におけるCO<sub>2</sub>混合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>混合アーク溶接におけるアークプラズマの拳動が溶滴移行形態に及ぼす影響も明らかにした。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。

また、溶接中の内部情報の実験的調査が困難なサブマージアーク溶接を対象に簡易モデルを構築し、数値シミュレーションによりアークプラズマ熱源特性を明らかにした。さらに耐消耗性に優れたより良い電極の開発に向けて、ティグ溶接中の電極における添加物の拡散、蒸発現象について二次元空間での数値シミュレーションを行い、電極寿命に与える因子を調査した。その結果、トリア入り電極ではトリアの融点を超える領域においてトリウムの蒸発速度が拡散により供給速度を上回り、電極表面ならびに電極内部のトリウムの濃度が低下することが明らかとなった。また電極の消耗が一度始めると急激に進行するのは、添加物の表面占有率の低下に伴う温度上昇により表面からの蒸発速度が上昇し、さらに表面占有率が低下するためであることが示された。

##### 2. 溶融池熱流動解析のための新型シミュレーター開発

消耗電極式のガスマタルアーク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多くのことが未解明である。そこでガスマタルアーク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、電極先端に溶滴が形成した後に離脱する過程と、溶滴が落下し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過程が再現された。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術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、外部磁場によってプロセスを制御できることを示した。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

プラズマミグ溶接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。

当該年度はプラズマミグ溶接における溶滴温度を分光計測し、その制御手法を提案した。プラズマミグ溶接における溶滴温度は、従来型ミグ溶接のものと比較して、同一ミグ電流値のもとで最大 500K 程度低下することが明らかとなった。これは、プラズマ電流によりワイヤ先端近傍のガスが

電離し、その電気伝導率が増加することでミグ電流が分散して溶滴への入熱密度が低下するためと考えられる。また、この溶滴温度の低下度合いはプラズマ電極径等により変化し、それらの調整により溶滴温度の制御が可能であることが示された。

#### 5. アーク溶接における溶融池制御技術の開発

ステンレス鋼のプラズマキーホール溶接における溶融池形成プロセスを明らかにしその制御を可能とするため、溶融池内部に対する高輝度 X 線透過型溶接接合機構 4 次元可視化システム による三次元流動計測ならびに溶融池表面に対するトレーサ法による二次元流動計測及び二色測温法による二次元温度場計測から成る総合的な実験観察を実施した。その結果、キーホール背後にはプラズマ流のせん断力を主たる駆動力とした大きな 2 つの溶融池対流が定常的に形成され、これが溶融池の熱輸送プロセスを支配し、溶融池形成に強い影響を及ぼしていることが明らかとなった。また、このせん断力の加わり方はキーホール形状に強く依存することから、キーホール形状の変化を通じて溶融池形成プロセスの制御が可能となることが示唆された。

#### (2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、溶接・接合を中心に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・茂田准教授による上記 4.3-(1)-1 および 4.3-(1)-3 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、4.3-(1)-3 の成果が *International Journal of Heat and Mass Transfer* (IF: 3.46) に掲載、田中教授・田代助教による 4.3-(1)-4 および 4.3-(1)-5 の成果が *Journal of Physics D: Applied Physics* (IF: 2.59) に掲載、さらに 4.3-(1)-3 の成果により茂田准教授が国際シンポジウムにおいて 2 件、日本学術振興会第 153 委員会において 1 件の招待講演、田中教授が国際溶接学会 (IIW) 年次大会で基調講演、さらに、溶接学会から長年の研究功績に対して業績賞を受賞、など本研究分野から発信している研究成果が国内外から高く評価された。また、本年度に雑誌掲載された査読付き論文数は 27 件であり、国立大学法人化後の過去 14 年間の合計が 210 件、平均して毎年 15 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、茂田准教授及び大学院生 2 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 25 件、国際会議が 28 件、国内学会が 36 件ある。その中で、大学院生 4 名が発表賞またはポスター発表賞を受賞した (合計 5 件)。

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」を通じて、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」の運営に対して、田中教授はコース長として、田代助教はコース文書管理責任者補佐として尽力し、コースの第8期及び9期生の計14名修了、既修了生を含めて11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)日本溶接協会溶接技能者教育委員会委員長、(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、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、溶接教育に大きく貢献している。

国際的には、田中教授は国際会議「FiMPART 2017」及び「WSE & CAWE 2017」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30年3月に国際会議「ISPlasma2018/IC-PLANTS 2018」の実行委員として開催の準備に尽力した。田代助教は国際会議「ISAPS'18」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22年度より就任している山東大学の博士共同指導教授、平成26年度より就任している蘭州理工大学の客座教授、さらには平成28年度より就任している上海交通大学の重点研究室学術評価委員会外部有識者委員、として中国における大学の国際的な人材育成と学術発展に貢献した。一方、国内に対しては、田中教授は溶接学会全国大会担当理事として、春季と秋季の溶接学会全国大会を監督し、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16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6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) Study on the Upset Welding of Shear Reinforcement with Large Diameter  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 9s-12s.  
K. Hayashi, H. Terasaki, Y. Miyahara, M. Tanaka, K. Konishi, H. Inoue and Y. Hayashi
- (2) Study on New GMA Welding Process with Duplex Current Feeding - Influence of Welding Wire -  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 56s-60s.  
M. Seto, M. Tanaka, S. Tashiro and A. Aoki
- (3) ティグ溶接中の電極における添加物の動的挙動シミュレーション  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 73-84.  
小西 恭平, 田中 学, 茂田 正哉, 石田 和也, 黒川 顕稔, 瀧田 朋広, 中林 誠治, 辻 あゆ里
- (4) Mixing of Multiple Metal Vapours into an Arc Plasma in Gas Tungsten Arc Welding of Stainless Steel  
J. Phys. D-Appl. Phys., 50 (2017), 43LT03 (7pp).  
H. Park, M. Trautmann, K. Tanaka, M. Tanaka and A. B. Murphy
- (5) Mathematical Model of Complex Weld Penetration Profile: A Case of Square AC Waveform Arc Welding  
J. Manuf. Process., 30 (2017), 483-491.  
S. Choudhury, A. Sharma, U. K. Mohanty, R. Kasai, M. Komura, M. Tanaka and T. Suga
- (6) Numerical Analysis of Plasma Arc Physical Characteristics under Additional Constraint of Keyhole  
Chin. Phys. B, 27, 3 (2018), 34701-1-34701-8.  
X. Bin, J. Fan, M. Tanaka, S. Tashiro, V.-A. Nguyen and C. Shujun
- (7) Simulation of Flux Melting Process during a SAW by DEM-ISPH Hybrid Method  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 38s-41s.  
H. Komen, M. Shigeta, M. Tanaka, M. Nakatani and Y. Abe
- (8) Diagnostic of Heat Source Characteristics in Gas Metal Arc Welding Using CO<sub>2</sub> Shielding Gas  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 35, 2 (2017), 103s-107s.  
T. Methong, M. Shigeta, M. Tanaka, R. Ikeda, M. Matsushita and T. Kataoka
- (9) アルミニウム溶接における狭窄ティグアークの熱源特性解析  
軽金属溶接, 55, 6 (2017), 227-232.  
小西 恭平, 茂田 正哉, 田中 学, 村田 彰久, 村田 唯介, A. B. Murphy
- (10) Effect of Rare Earth Metal on Plasma Properties in GMAW Using CO<sub>2</sub> Shielding Gas  
Weld. World, 61, 5 (2017), 1039-1047.  
T. Methong, T. Yamaguchi, M. Shigeta, M. Tanaka, R. Ikeda, M. Matsushita and B. Poopat
- (11) Visualization of Gas Metal Arc Welding on Globular to Spray Transition Current  
Sci. Technol. Weld. Joining, 23, 1 (2017), 87-94.  
T. Methong, M. Shigeta, M. Tanaka, R. Ikeda, M. Matsushita and B. Poopat

- (12) サブマージアーク溶接現象のモデル化とその熱源特性に関する実験的検討  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 93-101.  
古免 久弥, 松井 翔, 小西 恭平, 茂田 正哉, 田中 学, 加茂 孝浩
- (13) Modeling for collective growth of fume primary particles with charge effect in arc welding  
Welding In The World, 62 (2018), 203-213.  
Masaya Shigeta, Shota Minami, Manabu Tanaka
- (14) Numerical simulation of molten metal droplet transfer and weld pool convection during gas metal arc welding using incompressible smoothed particle hydrodynamics method  
Int. J. Heat Mass Trans., 121 (2018), 978-985.  
Hisaya Komen, Masaya Shigeta, Manabu Tanaka
- (15) 狭窄ノズルを用いたティグ溶接におけるシールド性の実験的検討  
溶接学会論文集, 36, 1 (2018), 21-25.  
三木 聡史, 小西 恭平, 茂田 正哉, 田中 学, 村田 彰久, 村田 唯介
- (16) Influence of Admixture of Oxygen into Shielding Gas on Cathode Spot Behavior  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 47s-50s.  
T. Yuji, S. Tashiro, T. Methong, H. Kinoshita, K. Yasui, T. Bouno, N. Kamata, L. H. PHAN and M. Tanaka
- (17) Influence of Pilot Gas Composition on Convective Pattern on Weld Pool Surface in Plasma Keyhole Arc Welding  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 98s-102s.  
V.-A. Nguyen, S. Tashiro, B. V. Hanh and M. Tanaka
- (18) Influence of Preheating on Oxygen Plasma Cutting Process  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 94s-97s.  
S. Tashiro, A. V. Nguyen, M. Sadaike, Y. Matsumoto, Y. Yamaguchi and M. Tanaka
- (19) Numerical Analysis on Influence of Electrical Conductivity of Wire on Droplet Temperature in Duplex Current Feeding MIG Welding  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 51s-55s.  
S. Tashiro, M. Tanaka, M. Seto and A. Aoki
- (20) Observation of Metal Transfer in Plasma MIG Welding Process  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 33s-37s.  
S. B. Mamat, S. Tashiro and M. Tanaka
- (21) Development of Plasma-Mig Hybrid Welding Process for Butt Joint Welding of Thick Plate Steel  
J. Sci. Technol., 119 (2017), 11-15.  
L. Tran, V. A. Nguyen, S. Tashiro, M. Tanaka and T. H. Nguyen
- (22) Development of Plasma-MIG Hybrid Welding Process  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 132s-136s.  
V.-A. Nguyen, S. Tashiro, B. V. Hanh and M. Tanaka

- (23) Single Pass Full Penetration Welding of 12-mm Thick Mild Steel with Square Edge Preparation Using Plasma - MIG Hybrid Welding Process  
Frontier Appl. Plasma Technol., 10, 2 (2017), 65-70.  
L. Tran, S. Tashiro, M. Tanaka and T. H. Nguyen
- (24) Droplet Temperature Measurement in Metal Inert Gas Welding Process by Using Two Color Temperature Measurement Method  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 160s-164s.  
S. B. Mamat, T. Methong, S. Tashiro and M. Tanaka
- (25) Experimental Investigation on Weld Pool Formation Process in Plasma Keyhole Arc Welding  
J. Phys. D-Appl. Phys., 51 (2017), 015204 (14pp).  
V.-A. Nguyen, S. Tashiro, B. V. Hanh and M. Tanaka
- (26) Behavior of Exit Keyhole Diameter during Switch off Period in Plasma Keyhole Arc Welding  
Adv. Eng. Forum., 26 (2018), 87-92.  
A. N. Van, S. Tashiro, H. M. Ngo, M. Akihisa, M. Tadasuke and T. Manabu
- (27) Study on Factors Affecting the Droplet Temperature in Plasma MIG Welding Process  
J. Phys. D-Appl. Phys., 51, 13 (2018), 135206 (23pp).  
S. B. Mamat, S. Tashiro, M. Tanaka and M. Yusoff
- (2) 国際会議発表論文 (査読あり)
- (1) Numerical Simulation of TIG Arcs Including Tungsten Electrode Phenomena  
Proc. IWIT & TWIT 2017, Chantaburi, Thailand (2017.11.11-12), 61.  
M. Tanaka, K. Konishi, M. Shigeta, T. Takida, S. Nakabayashi and A. Tsuji
- (2) Trends in Advanced Research on Visualizations of Welding Arcs  
Proc. 3rd Int. Workshop on Welding and Joining (IWWJ) 2017, Hanoi, Vietnam (2017.11.23), 27-31.  
M. Tanaka
- (3) Visualization of Arc Phenomena during TIG Welding with a Constricted Nozzle  
Proc. 3rd Int. Workshop on Welding and Joining (IWWJ) 2017, Hanoi, Vietnam (2017.11.23), 66-69.  
K. Konishi, M. Tanaka, M. Shigeta, A. Murata and T. Murata
- (4) Computational Analysis of Weld Pool Convection Phenomena during Gas Metal Arc Welding Using Tree-dimensional Incompressible SPH Method  
Proc. IWIT & TWIT 2017, Chantaburi, Thailand (2017.11.11-12), 27.  
H. Komen, M. Shigeta and M. Tanaka
- (5) Effect of Surface Tension on Simulation of Weld Pool Formation in TIG Welding  
Proc. IWIT & TWIT 2017, Chantaburi, Thailand (2017.11.11-12), 36.  
A. Kurokawa, K. Konishi, M. Shigeta and M. Tanaka
- (6) Plasma Characteristics of Gas Metal Arc Welding on Globular Spray Transition Current  
Proc. IWIT & TWIT 2017, Chantaburi, Thailand (2017.11.11-12), 25.  
T. Methong, M. Shigeta, M. Tanaka, R. Ikeda and M. Matsushita

- (7) Visualization of Metal Vapor Behavior in Helium Plasma during Gas Tungsten Arc Welding  
Proc. IWIT & TWIT 2017, Chantaburi, Thailand (2017.11.11-12), 29.  
K. Tanaka, M. Shigeta and M. Tanaka
- (8) Influence of Welding Current on Molten Pool Flow during Plasma Keyhole Arc Welding  
Proc. 3rd Int. Workshop on Welding and Joining (IWWJ) 2017, Hanoi, Vietnam (2017.11.23),  
56-59.  
V.-A. Nguyen, N. H. Manh, B. V. Hanh, S. Tashiro and M. Tanaka
- (3) 国際会議発表論文 (査読なし)
- (1) Numerical Analysis of Plasma Arc Physical Characteristics under Additional Constraint of Keyhole  
IIW Annual Assembly in Shanghai, 2017 (USB), Shanghai, China (2017.4.25-30), Xu\_212-1471-17\_XII-2344-17.  
B. Xu, F. Jiang, M. Tanaka, S. Tashiro, V.-A. Nguyen and S. Chen
- (2) Computational Analysis of Arc Phenomena during GTA Welding with a Constricted Nozzle  
Proc. CHT-17, Napoli, Italy (2017.5.28-6.1), CHT-17-229.  
K. Konishi, M. Tanaka, M. Shigeta, A. Murata, T. Murata and A. B. Murphy
- (3) Research on Laser-Arc Hybrid Welding of Lap Fillet Joints of Steel Sheet  
70th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Shanghai, China (2017.6.25-30), IIW Doc. X -2309-17.  
T. Kobashi, Y. Murai, M. Hadano, T. Era, T. Okamoto, M. Tanaka and T. Suga
- (4) Penetration Control of Arc Welding Utilizing Electromagnetic Controlled Molten Pool Welding Process  
Proc. WSE & CAWE 2017, Jinan, China (2017.10.18-20), 118-122.  
S. Matsuda, Y. Tanahara and M. Tanaka
- (5) State-of-the-art Research on Welding Process in Japan  
Proc. WSE & CAWE 2017, Jinan, China (2017.10.18-20), 4-9.  
M. Tanaka
- (6) The Physical Structure of Arc Spots in Metal Inert Gas Welding  
Proc. WSE & CAWE 2017, Jinan, China (2017.10.18-20), 93-96.  
J. J, A. B. Murphy and M. Tanaka
- (7) Time-dependent 3D Simulation of Nanopowder Growth and Transport in a Turbulent Field Induced by a Thermal Plasma Jet  
Book of Extended Abstracts of the 23rd Int. Symp. on Plasma Chemistry (2017), 661-663.  
M. Shigeta
- (8) Measurements of Oxygen Contamination in TIG Welding with a Constricted Nozzle  
Proc. WSE & CAWE 2017, Jinan, China (2017.10.18-20), 414-417.  
S. Miki, K. Konishi, M. Shigeta, M. Tanaka, A. Murata and T. Murata
- (9) Observation of Dynamic Metal Vapor Behavior in Gas Tungsten Arc Welding  
Proc. WSE & CAWE 2017, Jinan, China (2017.10.18-20), 218-221.  
K. Tanaka, M. Shigeta, M. Tanaka and A. B. Murphy

- (10) Numerical Simulation of Fume Formation Process in GMA Welding  
 IIW Annual Assembly in Shanghai, 2017 (USB), Shanghai, China (2017.4.25-30), Doc. 212-1484-17.  
 S. Tashiro, A. B. Murphy and M. Tanaka
- (7) 国際会議発表
- (1) A Numerical Model Considering Dynamic Interaction between Tungsten Electrode and Arc Plasma for TIG Welding Process  
 70th IIW Annual Assembly and Int. Conf., Shanghai, China (2017.6.25-30)  
 K. Konishi, M. Tanaka, M. Shigeta, T. Takida, S. Nakabayashi and A. Tsuji
- (2) Computational Modelling of Three-gas Mixtures in Arc Welding  
 WSE & CAWE 2017, Jinan, China (2017.10.18-20)  
 H. Park, A. B. Murphy, M. Trautmann, K. Tanaka and M. Tanaka
- (3) Potential of Advanced Joining Technologies to Reduced Activation Ferritic/Martensitic Steels for Fusion Reactor  
 18th Int. Conf. on Fusion Reactor Materials (ICFRM-18), Aomori, Japan (2017.11.5-10)  
 H. Serizawa, M. Tanaka, Y. Kawahito, T. Hirose and H. Tanigawa
- (4) Diffusion and Evaporation Simulation of Additives in TIG Welding for Long-Lifetime Electrode  
 Int. Welding & Joining Conf. -Korea 2017 (IWJC-Korea 2017), Gyeongju, Korea (2017.4.11-14)  
 A. Kurokawa, K. Konishi, M. Shigeta, M. Tanaka, T. Takida, S. Nakabayashi and A. Tsuji
- (5) Numerical Analysis of Smart Welding Process Considering Electrode Phenomena  
 Int. Welding & Joining Conf. -Korea 2017 (IWJC-Korea 2017), Gyeongju, Korea (2017.4.11-14)  
 K. Konishi, M. Shigeta, M. Tanaka, A. Murata, T. Murata and A. B. Murphy
- (6) Visualization of Gas Metal Arc Welding Process on Globular Spray Transition Current  
 Int. Welding & Joining Conf. -Korea 2017 (IWJC-Korea 2017), Gyeongju, Korea (2017.4.11-14)  
 T. Methong, M. Shigeta, M. Tanaka, R. Ikeda, M. Matsushita and T. Kataoka
- (7) Visualization of Metal Vapor Behavior in Gas Tungsten Arc Welding Using Helium Gas  
 Int. Welding & Joining Conf. -Korea 2017 (IWJC-Korea 2017), Gyeongju, Korea (2017.4.11-14)  
 K. Tanaka, T. Methong, M. Shigeta and M. Tanaka
- (8) Modelling for Simultaneous Growth and Transport of Nanoparticles around a Thermal Plasma Flow  
 Energy Materials Nanotechnology (EMN) Meeting on Nanoparticles 2017, San Sebastian, Spain (2017.5.9-13)  
 M. Shigeta
- (9) Numerical Simulation of Flux Melting Process during Submerged Arc Welding Using DEM-ISP Hybrid Method  
 70th IIW Annual Assembly and Int. Conf., Shanghai, China (2017.6.25-30)  
 H. Komen, M. Shigeta, M. Tanaka, M. Nakatani and Y. Abe

- (10) Simulation of Ambient Gas Entrainment into a Thermal Plasma Flow  
70th IIW Annual Assembly and Int. Conf., Shanghai, China (2017.6.25-30)  
M. Shigeta and M. Tanaka
- (11) Smoothed-particle-hydrodynamics Modeling of Droplet Detachment in Flux-Cored Arc Welding  
70th IIW Annual Assembly and Int. Conf., Shanghai, China (2017.6.25-30)  
M. Shigeta, T. Fujimoto, H. Komen, M. Tanaka, N. Mukai and R. Suzuki
- (12) Spectroscopic Observation of Dynamic Metal Vapor Behavior in Gas Tungsten Arc Welding  
70th IIW Annual Assembly and Int. Conf., Shanghai, China (2017.6.25-30)  
K. Tanaka, T. Methong, M. Shigeta and M. Tanaka
- (13) Numerical Analysis of Molten Metal Convection during Gas Metal Arc Welding Using Three-dimensional Incompressible SPH Method  
PARTICLES 2017, Hannover, Germany (2017.9.26-28)  
H. Komen, M. Shigeta and M. Tanaka
- (14) Numerical Investigation of Axial Magnetic Effects on a Turbulent Thermal Plasma Jet with Nanopowder Using 3D Time-Dependent Simulation  
Fourteenth Int. Conf. on Flow Dynamics (ICFD2017), Sendai (2017.11.1-3)  
M. Shigeta
- (15) Numerical Simulation of Molten Metal Behavior in Gas Metal Arc Welding by Three-dimensional Incompressible SPH Method  
Fourteenth Int. Conf. on Flow Dynamics (ICFD2017), Sendai (2017.11.1-3)  
H. Komen, M. Shigeta and M. Tanaka
- (16) Numerical Simulation of Weld Pool Formation and Slag Forming Processes during Submerged Arc Welding Using DEM and ISPH Method  
IIW Commissions I, IV, XII/SG 212 Joint intermediate meeting, Slovenia (2018.3.12-13)  
H. Komen, M. Shigeta, M. Tanaka, M. Nakatani and Y. Abe
- (17) Visualization of Dynamic Transport Phenomena of Metal Vapor in TIG Welding  
IIW Commissions I, IV, XII/SG 212 Joint intermediate meeting, Slovenia (2018.3.12-13)  
K. Tanaka, M. Shigeta and M. Tanaka
- (18) Convection Pattern of Weld Pool in Plasma Keyhole Arc Welding  
Int. Welding & Joining Conf. -Korea 2017 (IWJC-Korea 2017), GyeongJu, Korea (2017.4.11-14)  
N. V. Anh, S. Tashiro and M. Tanaka
- (19) Droplet Temperature Measurement in Plasma MIG Welding Process  
Int. Welding & Joining Conf. -Korea 2017 (IWJC-Korea 2017), GyeongJu, Korea (2017.4.11-14)  
S. Mamat, S. Tashiro and M. Tanaka
- (20) Numerical Simulation on Plasma MIG Welding Process  
IIW Commissions I, IV, XII/SG 212 Joint intermediate meeting, Slovenia (2018.3.13-14)  
S. Tashiro, S. B. Mamat, M. Tanaka and A. Murphy

- (21) Study on Factors Affecting the Droplet Temperature in Plasma MIG Welding Process  
IIW Commissions I, IV, XII/SG 212 Joint intermediate meeting, Slovenia (2018.3.13-14)  
S. B. Mamat, S. Tashiro and M. Tanaka
- (8) 国内学会発表
- (1) REM 添加ワイヤを用いた GMA 溶接におけるアークプラズマ現象  
(一社) 溶接学会第238回溶接法研究委員会, 東京 (2017.5.15)  
田中 学, 茂田 正哉, ティティナン ミートン, 池田 倫正, 松田 広志, 松下 宗生, 澤西 央海
- (2) ティグ溶接時のタングステン電極における添加物の蒸発・拡散現象の可視化  
(一社) 溶接学会第239回溶接法研究委員会, 大阪 (2017.8.8)  
小西 恭平, 田中 学, 茂田 正哉, 瀧田 朋広, 中林 誠治, 辻 あゆ里
- (3) ティグ溶接におけるタングステン電極の消耗現象の可視化  
(一社) 日本鉄鋼協会 第174回秋季講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
小西 恭平, 田中 学, 茂田 正哉, 黒川 顕稔, 瀧田 朋広, 中林 誠治, 辻 あゆ里
- (4) REM 添加ワイヤを用いた GMA 溶接におけるアークプラズマ現象によるシールドガスの影響  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
ティティナン ミートン, 茂田 正哉, 田中 学, 池田 倫正, 松下 宗生
- (5) ティグ溶接におけるタングステン電極現象とアークプラズマ現象の連成数値シミュレーション  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
小西 恭平, 田中 学, 茂田 正哉, 黒川 顕稔, 瀧田 朋広, 中林 誠治, 辻 あゆ里
- (6) 電流波形変化におけるアークプラズマ挙動の非定常数値解析  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
北村 佳昭, 田尾 博昭, 水野 雅夫, 黒川 顕稔, 小西 恭平, 田中 学
- (7) 大気圧アーク放電の電極内電子エミッターの挙動予測  
(一社) スマートプロセス学会 平成29年度秋季総合学術講演会, 東京 (2017.11.28)  
小西 恭平, 田中 学, 茂田 正哉, 黒川 顕稔, 瀧田 朋広, 中林 誠治, 辻 あゆ里
- (8) GTA 溶接におけるアークプラズマ中の金属蒸気挙動の可視化  
(一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
田中 慶吾, Methong Titinan, 茂田 正哉, 田中 学
- (9) GTA 溶接におけるアークプラズマ中の金属蒸気挙動の観測  
(一社) スマートプロセス学会 平成29年度 春季総合学術講演会, 大阪 (2017.5.23)  
田中 慶吾, Methong Titinan, 茂田 正哉, 田中 学
- (10) TIG 溶接中における電極添加物の蒸発拡散現象シミュレーション  
(一社) スマートプロセス学会 平成29年度 春季総合学術講演会, 大阪 (2017.5.23)  
黒川 顕稔, 小西 恭平, 茂田 正哉, 田中 学, 辻 あゆ里, 中林 誠治, 瀧田 朋広
- (11) 狭径ノズルを用いたティグ溶接におけるアークプラズマの特性の調査  
(一社) スマートプロセス学会 平成29年度 春季総合学術講演会, 大阪 (2017.5.23)  
三木 聡史, 小西 恭平, 茂田 正哉, 田中 学, 村田 彰久, 村田 唯介

- (12) 非圧縮性 SPH 法による GMA 溶接中の溶融池対流現象の三次元数値解析  
 (一社) スマートプロセス学会 平成29年度 春季総合学術講演会, 大阪 (2017.5.23)  
 古免 久弥, 茂田 正哉, 田中 学
- (13) 熱プラズマ流動シミュレーションの最前線  
 日本学術振興会 第153委員会 第131回研究会, 東京 (2017.6.20)  
 茂田 正哉
- (14) ガスタングステンアーク溶接におけるアークプラズマ中の金属蒸気挙動の実験観測  
 (一社) 日本鉄鋼協会 第174回秋季講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
 田中 慶吾, 茂田 正哉, 田中 学
- (15) 狭窄ノズルを用いたティグ溶接における酸素混入量の調査  
 (一社) 日本鉄鋼協会 第174回秋季講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
 三木 聡史, 小西 恭平, 茂田 正哉, 田中 学, 村田 彰久, 村田 唯介
- (16) 非圧縮性 SPH 法と離散要素法の連成計算手法を用いたサブマージアーク溶接中の三次元フラックス溶融モデルの開発  
 (一社) 日本鉄鋼協会 第174回秋季講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
 古免 久弥, 茂田 正哉, 田中 学, 中谷 光良, 阿部 洋平
- (17) DEM-ISPH 連成計算モデルによる SAW 中のスラグ形成シミュレーション  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 古免 久弥, 茂田 正哉, 田中 学, 中谷 光良, 阿部 洋平
- (18) FCAW においてフラックス気化により離脱する溶滴の SPH シミュレーション  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 須貝 友裕, 藤本 貴大, 古免 久弥, 茂田 正哉, 田中 学, 迎井 直樹, 鈴木 励一
- (19) ガスタングステンアーク溶接におけるプラズマ温度場の可視化  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 田中 慶吾, Titinan Methong, 茂田 正哉, 田中 学, A. B. Murphy
- (20) ティグアーク周辺におけるヒューム粒子群の非平衡集団成長・輸送過程の高次精度シミュレーション  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 茂田 正哉, 田中 学
- (21) ティグ溶接における溶融池形成シミュレーションに与える表面張力の影響  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 黒川 顕稔, 茂田 正哉, 田中 学
- (22) 狭窄ノズルを用いたティグ溶接における酸素混入量の実験計測  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 三木 聡史, 小西 恭平, 茂田 正哉, 田中 学, 村田 彰久, 村田 唯介
- (23) 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  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 島田 克之, 茂田 正哉, 田中 学, 谷口 公一, 松田 広志, 池田 倫正

- (24) REM 添加ワイヤを用いた GMA 溶接におけるアークプラズマ現象によるシールドガスの影  
 (一社) スマートプロセス学会 平成29年度秋季総合学術講演会, 東京 (2017.11.28)  
 ミートン ティティナン, 茂田 正哉, 田中 学, 池田 倫正, 松下 宗生
- (25) SPH 法と離散要素法を用いた練成計算モデルによる SAW 中のスラグ形成シミュレーション  
 (一社) スマートプロセス学会 平成29年度秋季総合学術講演会, 東京 (2017.11.28)  
 古免 久弥, 茂田 正哉, 田中 学, 中谷 光良, 阿部 洋平
- (26) ガスシールドアーク溶接における大気酸素の混入量計測  
 (一社) スマートプロセス学会 平成29年度秋季総合学術講演会, 東京 (2017.11.28)  
 三木 聡史, 小西 恭平, 茂田 正哉, 田中 学, 村田 彰久, 村田 唯介
- (27) ティグ溶接におけるアークプラズマ中の金属蒸気挙動の解析  
 (一社) スマートプロセス学会 平成29年度秋季総合学術講演会, 東京 (2017.11.28)  
 田中 慶吾, 茂田 正哉, 田中 学
- (28) ティグ溶接の溶融池形成予測における表面張力データの評価  
 (一社) スマートプロセス学会 平成29年度秋季総合学術講演会, 東京 (2017.11.28)  
 黒川 顕稔, 小西 恭平, 茂田 正哉, 田中 学
- (29) 数値解析を用いた定電圧アーク熱源特性の基礎的研究  
 (一社) スマートプロセス学会 平成29年度秋季総合学術講演会, 東京 (2017.11.28)  
 山田 哲生, 茂田 正哉, 田中 学
- (30) 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  
 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
 V.-A. Nguyen, 田代 真一, 田中 学
- (31) プラズマミグ溶接プロセスの数値解析  
 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
 田代 真一, サリザム ビン ママツ, 田中 学
- (32) プラズマミグ溶接法での溶滴温度の制御要因の検討  
 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
 サリザム ビン ママツ, 田代 真一, 田中 学
- (33) ガスメタルアーク溶接プロセスの数値解析  
 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 田代 真一, 田中 学, A. B. Murphy
- (34) プラズマアークによるキーホール溶接プロセスにおける溶融池の対流に関する調査  
 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 V.-A. Nguyen, 田代 真一, 田中 学
- (35) プラズマミグ溶接法においてプラズマ電極径が溶滴温度に及ぼす影響  
 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 サリザム ビン ママツ, 田代 真一, 田中 学
- (36) 交流ティグ溶接プロセスにおける陰極点挙動の観察  
 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 L. P. Huy, 田代 真一, 田中 学, 湯地 敏史, 房野 俊夫, 鎌田 憲嗣

- (37) 被覆アーク溶接の溶滴移行現象に及ぼす被覆剤成分の影響  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 高知 真名, 濱田 悦男, 栗山 良平, 川崎 浩之, 佐藤 統宣, 菅 哲男, 田代 真一, 茂田 正哉,  
 田中 学
- (38) TIG 溶接アークと溶融池に及ぼす開先形状の影響に関する一考察  
 (一社) 溶接学会第240回溶接法研究委員会, 鹿児島 (2017.11.1-2)  
 三木 聡史, 田代 真一, 田中 学, 木坂 有治, 木村 文映
- (39) Time-variation in Properties of Cathode Spot during Electrode Positive (EP) Period of AC TIG  
 Welding  
 (一社) スマートプロセス学会 平成29年度秋季総合学術講演会, 東京 (2017.11.28)  
 ファン フィレ, 田代 真一, 田中 学, 湯地 敏史, 房野 俊夫, 鎌田 憲嗣
- (40) プラズマキーホール溶接においてプラズマガス流量が溶融池形成に及ぼす影響  
 (一社) スマートプロセス学会 平成29年度秋季総合学術講演会, 東京 (2017.11.28)  
 ヌエン ヴァン アン, 田代 真一, 田中 学, ブイ ヴァン ハン
- (41) プラズマミグ溶接法での溶滴温度を制御する要因  
 (一社) スマートプロセス学会 平成29年度秋季総合学術講演会, 東京 (2017.11.28)  
 サリザム ピン ママツト, 田代 真一, 田中 学

(9) 国際会議講演

- (1) Visualizations and Calculations of Arc Welding Process  
 Dong-Eui University Lectures, Busan, Korea (2017.4.10)  
 M. Tanaka
- (2) Towards Smart Arc Welding Process through Visualizations  
 International Welding & Joining Conference-Korea 2017 (IWJC-Korea 2017), GyeongJu, Korea  
 (2017.4.11-14)  
 M. Tanaka
- (3) Understanding of Welding Arcs through Visualizations of Phenomena  
 70th IIW Annual Assembly and International Conference, Shanghai,China (2017.6.25-30)  
 M. Tanaka
- (4) Visualizations of Arcs for the New Dawn of Welding Technology  
 Technical Seminar and Workshops on High Precision Arc Welding Technology in India,  
 Gurugram, India (2017.8.2-3)  
 M. Tanaka
- (5) Heat Source Characteristics of a TIG Arc with Constricted Nozzle for Dissimilar Materials  
 Joining  
 2nd International Joint TWI-JWRI Symposium on Joining and Welding -Dissimilar materials  
 joining, Cambridge, UK (2017.9.27)  
 M. Tanaka
- (6) State-of-the-art Research on Welding Process in Japan  
 7th International Conference on Welding Science and Engineering, Jinan, China (2017.10.18-20)  
 M. Tanaka

- (7) Numerical Simulation of TIG Arcs Including Tungsten Electrode Phenomena  
Conference of International Welding and Inspection Technology (IWIT2017), Chantaburi,  
Thailand (2017.11.11-12)  
M. Tanaka, K. Konishi, M. Shigeta, T. Takida, S. Nakabayashi and A. Tsuji
- (8) Trends in Advanced Research on Visualizations of Welding Arcs  
The 3rd International Workshop on Welding and Joining (IWWJ) 2017, Hanoi, Vietnam  
(2017.11.23)  
M. Tanaka
- (9) The Break of Dawn for New Arc Welding Technology through Visualizations  
Joining and Welding Reserch Institute, Osaka University & Fronius Japan Joint Welding  
Workshop "Requirement for the future welding & how to simplify welding process", Osaka,  
Japan (2018.1.24)  
M. Tanaka
- (10) Modelling for Simultaneous Growth and Transport of Nanoparticles around a Thermal Plasma  
Flow  
Energy Materials Nanotechnology (EMN) Meeting on Nanoparticles 2017, San Sebastian  
(2017.5.9-13)  
M. Shigeta
- (11) Simulation of Ambient Gas Entrainment into a Thermal Plasma Flow  
70th IAWQ Annual Assembly and International Conference, Shanghai,China (2017.6.25-30)  
M. Shigeta and M. Tanaka
- (12) An Experimental Investigation on Weld Pool Formation Process in Plasma Keyhole Arc  
Welding  
Joining and Welding Reserch Institute, Osaka University & Ho Chi Minh City University of  
Technology "International Joint Welding Workshop", Osaka, Japan (2018.2.8)  
V.-A. Nguyen, B. V. Hanh, S. Tashiro and M. Tanaka
- (10) 国内会議講演
- (1) 溶接プロセスのシミュレーション・可視化技術  
第229回西山記念技術講座「鋼材の性能を引き出す溶接技術の最先端」, 東京 (2017.6.7)  
田中 学
- (2) 溶接技術の基本  
技術セミナー「圧力設備の材料、設計、施工、維持管理の基礎」, 東京 (2017.7.4-5)  
田中 学
- (3) 溶接プロセスのシミュレーション・可視化技術  
第230回西山記念技術講座「鋼材の性能を引き出す溶接技術の最先端」, 大阪 (2017.7.5)  
田中 学
- (4) 溶接法基礎論  
平成29年度溶接工学夏季大学, 大阪 (2017.7.24-26)  
田中 学

- (5) アーク溶接プロセスの可視化  
平成29年度溶接工学専門講座ものづくり力伝承講座「溶接プロセスの可視化を極める」, 東京 (2017.11.10)  
田中 学
- (6) アーク溶接プロセスの可視化の最前線～あたりまえの再構築から生まれる次世代技術～  
長崎県「第24回先端技術導入促進セミナー」, 長崎 (2017.12.7)  
田中 学
- (7) 熱プラズマ流動シミュレーションの最前線  
日本学術振興会 第153委員会 第131回研究会「産業応用に役立つプラズマ計算科学～ニーズと挑戦～」, 東京 (2017.6.20)  
茂田 正哉
- (8) 熱プラズマを用い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  
2017年度核融合科学研究所共同研究会 平成29年度第1回「境界プラズマ挙動の理解と異分野間融合による新展開」研究会, 土岐 (2017.8.9-10)  
茂田 正哉
- (9) 狭窄ノズルを用いたティグ溶接における酸素混入量の実験計測  
平成29年度溶接技術講演会・見学会, 大阪 (2018.1.16)  
三木 聡史, 小西 恭平, 茂田 正哉, 田中 学, 村田 彰久, 村田 唯介
- (11) 解説・総説
- (1) 溶接プロセスのシミュレーション・可視化技術  
第229・230回 西山記念技術講座 (2017), 23-48.  
田中 学
- (2) 国際的動向  
溶接学会誌, 86, 5 (2017), 344.  
田中 学
- (3) 溶接・接合工学の最近の動向「溶接法研究委員会」  
溶接学会誌, 86, 5 (2017), 347-356.  
浅井 知, 田中 学, 山根 敏, 宮坂 史和, 野村 和史
- (4) 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 (2017), 117-163.  
田中 学
- (5) 溶接法基礎論  
平成29年度溶接工学夏季大学教材 (2017), 1-28.  
田中 学
- (6) 『あたりまえ』の再考察から生まれる新技術を夢見て  
スマートプロセス学会誌, 7, 1 (2018), 1.  
田中 学
- (7) アーク溶接における溶融金属流動の粒子法シミュレーション  
溶接学会誌, 86, 6 (2017), 14-20.  
茂田 正哉

- (8) アーク溶接という複雑な電磁熱流体现象を診る  
スマートプロセス学会誌, 7, 1 (2018), 3-7.  
茂田 正哉, 田中 学
- (15) 受 賞
- (1) 田中亀久人賞  
(一社) 溶接学会 (2017.04.20)  
田中 学
- (2) 溶接学会業績賞  
(一社) 溶接学会 (2017.04.20)  
田中 学
- (3) 平成29年度「科研費」審査委員表彰  
日本学術振興会 (2017.09.29)  
田中 学
- (4) 接合科学共同利用・共同研究賞  
大阪大学接合科学研究所 (2018.01.04)  
湯地 敏史, 藤丸 厚志, 安井 賢太郎, 木之下 広幸, 房野 俊夫, 田中 学, 田代 真一
- (5) 大阪大学賞  
大阪大学 (2017.11.21)  
茂田 正哉
- (6) 優秀ポスター発表賞  
(一社) 溶接学会 (2017.04.20)  
古免 久弥(D2)
- (7) 平成28年度溶接学会優秀ポスター発表賞  
(一社) 溶接学会 (2016.12.19)  
古免 久弥(D1)
- (8) (一社)スマートプロセス学会学術奨励賞  
(一社) スマートプロセス学会 (2017.05.23)  
小西 恭平(D3)
- (9) First Award of Excellent Paper  
International Institute of Welding & Chinese Welding Society (2017.10.20)  
田中 慶吾(M2)
- (10) Second Award of Excellent Paper  
International Institute of Welding & Chinese Welding Society (2017.10.20)  
三木 聡史(M2)

## (17) 外部資金

(単位:千円)

## 科学研究費補助金

(1)	挑戦的 萌芽研究	水プラズマ廃棄物処理プロセス最適設計の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	1,430
(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目指した超臨界プラズマ流動場の創成	茂田 正哉	780
(3)	特別研究員 奨励費	スマートアーク溶接への技術革新を誘起する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)		DC 大容量リレーにおけるアーク遮断に関する解析技術	田中 学	3,048
(2)		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
(3)		アルミアーク溶接の技術開発	田中 学	3,950
(4)		ショートアークランプの現象可視化に関する研究	田中 学	240
(5)		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
(6)		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
(7)		中炭素ボロン鋼の溶接割れに関する研究	田中 学	1,005
(8)		塩基性 FCW のアーク現象解析に関する研究	田中 学	3,945
(9)		多電極 SAW のアーク熱源モデル構築に関する研究	田中 学	500
(10)		消耗式電極における溶接時エネルギーバランス予測評価手法に関する研究	田中 学	1,500
(11)		狭窄ノズルを用いたティグ溶接の現象解析に関する研究	田中 学	600
(12)		高 Ar シールドガス MAG 溶接現象の研究	田中 学	2,000
(13)		ガス切断におけるノ口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	2,298
-----	--	--------------------------	------	-------

## 受託事業

- |     |  |      |     |
|-----|--|------|-----|
| (1) | 一般財団法人 インドにおける溶接人材育成環境向上支援<br>海外産業人材<br>育成協会 | 田中 学 | 240 |
|-----|--|------|-----|

## 奨学寄付金

- |     |  |      |       |
|-----|--|------|-------|
| (1) |  | 田中 学 | 4,961 |
|-----|--|------|-------|

## 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 |

### (2) 博士論文 (主査)

- |     |                              |   |
|-----|------------------------------|---|
| (1) | マテリアル生産科学専攻, 小西 恭平           | ティグ溶接プロセスにおけるシールドガス流用いたアーク熱源制御に関する研究  |
| (2) | マテリアル生産科学専攻, Methong Titinan | Influence of rare earth metal added to electrode on plasma characteristics in gas metal arc welding |
| (3) | マテリアル生産科学専攻, Nguyen Van Anh  | A study on weld pool formation process in plasma keyhole arc welding                                |

### (3) 博士論文 (副査)

- |     |                   |  |
|-----|-------------------|--|
| (1) | マテリアル生産科学専攻, 佐竹 真 | MRAM 製造向け炭素と水素と酸素含有プラズマを用いたエッチング技術に関する研究 |
|-----|-------------------|--|

### (4) 修士論文

- |     |                    |   |
|-----|--------------------|---|
| (1) | マテリアル生産科学専攻, 黒川 顕稔 | ショートアークランプにおける電極消耗過程のモデル化とその消耗予測に関する研究  |
| (2) | マテリアル生産科学専攻, 田中 慶吾 | ティグ溶接におけるアークプラズマ中の金属蒸気の輸送メカニズムに関する実験的検討 |

(3) マテリアル生産科学専攻, 三木 聡史 アルミニウム合金ダイカスト材に対するミグ溶接の適用およびブローホール低減に関する研究

(5) 卒業論文

(1) 応用理工学科マテリアル生産科学科目, 山田 哲生 パルスティグ溶接の二温度非定常モデルによる数値解析

氏名: 茂田 正哉

(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) 応用理工学科マテリアル生産科学科目	輸送現象論 I
(4) マテリアル生産科学専攻	加工物理学 I
(5) マテリアル生産科学専攻	材料機能化設計学

#### 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	理事
(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                      | 溶接技能者教育委員会 委員長   |
| (15) (一社) 日本溶接協会                      | 溶接・接合技術入門改訂編集委員会 委員  |
| (16) (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議               | 第212委員会 委員長  |
| (17) (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議               | 理事   |
| (18) (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議               | 溶接連合講演会実行委員会 委員長   |
| (19) (一社) 溶接学会                        | 溶接法研究委員会 副委員長  |
| (20) (一社) 溶接学会                        | 溶接教育委員会 副委員長   |
| (21) (一社) 溶接学会                        | 全国大会運営委員会 副委員長   |
| (22) (一社) 溶接学会                        | 論文査読・審査委員会 副委員長  |
| (23) (一社) 溶接学会                        | 企画委員会 委員   |
| (24) (一社) 溶接学会                        | 関西支部 幹事  |
| (25) (一社) 溶接学会                        | 理事   |
| (26) (一社) 溶接学会                        | 溶接情報化委員会 委員  |
| (27) (独) 日本学術振興会                      | プラズマ材料科学第153委員会 委員   |
| (28) IIW (国際溶接学会)                     | Study Group 212委員会 委員長   |
| (29) IIW (国際溶接学会)                     | 技術マネジメント委員会 (TMB) 委員   |
| (2) 国際会議委員                            |  |
| (1) FiMPART 2017                      | International Scientific Committee   |
| (2) WSE & CAWE 2017                   | International Advisory Committee   |
| (3) IWIT 2017                         | Technical Committee  |
| (3) 他大学等での非常勤講師                       |  |
| (1) 経済産業省 平成29年度<br>技術協力活用型・新興国市場開拓事業 | Technical Seminar and Workshops on High<br>Precision Arc Welding Technology in India |
| (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
- (4) 上海交通大学 (中国, 上海市) 重点研究室学術評価委員会 委員
- (5) 蘭州理工大学 (中国, 蘭州市) 客座教授

(6) 外国人招へい研究員・研究留学生

- (1) 研究生: 吳 子昂 アーク溶接プロセスの分光計測

(7) 社会への情報発信

- (1) 溶接学会 溶接学会業績賞受賞 溶接ニュース (2017.05.09)
- (2) 第1回テックディにて特別講演 溶接ニュース (2017.05.30)
- (3) IIW 年次大会、上海で開催 溶接ニュース (2017.07.04)
- (4) 初の技能講習会 溶接ニュース (2018.02.06)

氏名: 茂田 正哉

(2) 国際会議委員

- (1) ISPlasma2018/ISPLANT2018 Organizing Committee
- (3) 他大学等での非常勤講師

- (1) (一社) 溶接学会・溶接工学専門講座 溶接ヒュームの集団形成過程のシミュレーション
- (5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- (1) 科学技術・学術政策研究所 専門調査員

氏名: 田代 真一

(2) 国際会議委員

- (1) ISAPS '18 Executive Committee

(1) 平成29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 アークプラズマの発生と制御および材料プロセスへの応用
- (2) 鹿児島県工業技術センター 生産技術部 堀之内悠介 アークプラズマの発生と制御および材料プロセスへの応用

- |      |   |       |                               |
|------|---|-------|-------------------------------|
| (3)  | お茶の水女子大学<br>情報基盤センター  | 桑名 杏奈 | 溶接アーク現象, 溶融池現象および溶接輸<br>送現象解析 |
| (4)  | お茶の水女子大学 大学院<br>人間文化創成科学研究科<br>理学専攻 情報科学コース                 | 雲井みのり | 溶接アーク現象, 溶融池現象および溶接輸<br>送現象解析 |
| (5)  | お茶の水女子大学 大学院<br>人間文化創成科学研究科<br>理学専攻 情報科学コース                 | 駒崎真以美 | 溶接アーク現象, 溶融池現象および溶接輸<br>送現象解析 |
| (6)  | お茶の水女子大学 理学部<br>情報科学科                                       | 河村 哲也 | 溶接アーク現象, 溶融池現象および溶接輸<br>送現象解析 |
| (7)  | 宮崎大学 教育学部   | 湯地 敏史 | 溶接アーク現象, 溶融池現象および溶接輸<br>送現象解析 |
| (8)  | 熊本大学  | 寺崎 秀紀 | 溶接アーク現象, 溶融池現象および溶接輸<br>送現象解析 |
| (9)  | 国立研究開発法人 物質材料<br>研究機構 構造材料研究拠点<br>構造材料基盤技術分野 溶接<br>接合技術グループ | 北野 萌一 | 溶接アーク現象, 溶融池現象および溶接輸<br>送現象解析 |
| (10) | 国立佐世保工業高等専門学校<br>電気電子工学科                                    | 房野 俊夫 | 溶接アーク現象, 溶融池現象および溶接輸<br>送現象解析 |
| (11) | 東京都市大学 大学院<br>工学研究科 電気電子工学専攻                                | 岩田 総司 | 溶接アーク現象, 溶融池現象および溶接輸<br>送現象解析 |
| (12) | 東京都市大学 大学院<br>工学研究科 電気電子工学専攻                                | 岩尾 徹  | 溶接アーク現象, 溶融池現象および溶接輸<br>送現象解析 |
| (13) | 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 | 溶接アーク現象, 溶融池現象および溶接輸<br>送現象解析 |
| (14) | 琉球大学工学部機械<br>システム工学科  | 松田 昇一 | 溶接アーク現象, 溶融池現象および溶接輸<br>送現象解析 |

#### 国際共同研究員

- |     |   |                          |   |
|-----|---|--------------------------|---|
| (1) | Universität der Bundeswehr<br>Munchen   | Marina<br>Kuhn-Kauffeldt | Arc physics, molten pool behavior, and<br>transport theory in fusion welding. |
| (2) | Engineering Research Center<br>of Advanced Manufacturing<br>Technology of Automotive<br>Structural Parts, Ministry of<br>Education, Beijing University<br>of Technology | Xu Bin                   | Numerical simulation of material processing<br>employing thermal plasmas      |

(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            10

## 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、独自のプラズマ生成・制御技術に基づき、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を念頭に置いて、低温かつ低ダメージでの高品位材料プロセスの実現に資する先進的な表界面制御プロセスに関する研究開発を推進している。さらに、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」での研究実績と研究体制を活用して、放電の高度時空間制御ならびに生体分子・細胞との相互作用の解明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、粒子ビーム源ならびに高度プロセス技術の開発
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
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に据えて研究を推進している。

上記の研究目的を達成するため、本年度は膜形成プロセスの低温化に資するプラズマプロセス技術の創出に向けて研究を推進した。

まず、高密度プラズマによる低温酸化アニールプロセスの高度化に向けて、プラズマ反応性の高度制御を通じてプロセス技術を開発し、従来の熱プロセスではアニール効果を示さない低温のプロセスでも、従来の特性を凌駕する良好な薄膜トランジスタ特性を示す半導体薄膜を形成可能であることを示した。

さらに、気相での反応性粒子生成・制御に着目して、気相からの反応性粒子の照射プロセスが半導体特性に及ぼす効果を系統的に調べ、半導体薄膜中の弱結合酸素の低減に有効であることを示唆する結果が得られた。

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。また、本研究の成果の一部は、Applied Physics Letters 誌に掲載予定（accepted for publication）となっている。

## 2. プラズマジェット乱流場を用いた溶液中活性種制御とがん幹細胞選択的死滅効果の検証

現在のがん治療において増殖能が高く、抗がん剤や放射線に強い抵抗性を示す、がん幹細胞の死滅は非常に困難であり、新たな治療法の探索が急務となっている。このような課題に対し、本研究では、プラズマ照射細胞培養液などのプラズマ処理溶液を投与することで、がん幹細胞の選択的死滅現象の発現を実現することを目標としている。

本年度は細胞培養液の主成分であるアミノ酸とプラズマとの相互作用についての解析を行った。具体的には純水に7種類のアミノ酸を別途混合し、非平衡プラズマジェットをそれぞれの溶液に照射したところ、メチオニン、トリプトファン、アルギニンに関して、顕著な濃度の減少が観測された。そのメチオニン、トリプトファン、アルギニンの質量スペクトルを液体クロマトグラフ質量分析装置を用いて詳細に測定したところ、トリプトファンに関しては、トリプトファンに相当する質量数205のスペクトルがプラズマ照射により大きく減少し、質量数221と237に新たなピークが観測された。

一方、メチオニンに関しては、メチオニンに相当する質量数150より低い質量数121と高い質量数166にそれぞれ新たなピークが観測された。また、アルギニンに関しては、アルギニンに相当する質量数175より低い質量数60から146の領域に新たなピークが多数観測された。

このようにプラズマ照射により、特定のアミノ酸の酸化・分解反応が促進されることが明らかになった。また、プラズマ/液面接触照射と非接触照射で、メチオニンの質量スペクトルに大きな差異が観測され、プラズマ照射条件がアミノ酸の化学反応を制御できる重要なパラメータであることを見いだした。

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。また、本研究で用いた非平衡プラズマジェット生成技術ならびにプラズマ処理溶液中の活性種診断技術は、平成28年度まで実施した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培った学術的知見を活用したものである。

### 3. 物理・化学的機能性付与によるの高機能有機材料表面形成技術の開発

本研究では、構造・機能材料の抜本的な軽量化に向けて、有機材料に新たな機能を付加して適材適所に使用するマルチマテリアル化により、新規エンジニアリング部材創成に革新的なブレークスルーをもたらす技術開発を念頭に、化学・物理的機能性付与による高性能・高機能有機材料表面形成のための非平衡プラズマの高活性化反応場を用いた有機材料表面への改質および薄膜形成技術の開発と、革新的構造材料創成のための技術確立を目的としている。

有機材料の最表面の構造の精密制御し、その表面に官能基付与し、物理的・化学的に機能性を有する表面改質および薄膜形成技術開発を念頭に、イオン・ラジカル・光を制御した低圧プラズマを生成し、このプラズマと生体材料応用で有望視されている PEEK（ポリエーテルエーテルケトン）との表面相互作用の解明に向けた研究を推進している。

本研究の成果はプラズマによる表面改質制御製膜技術および物理的構造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。

本研究分野での研究アプローチは、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。

##### 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（国際会議：8件、国内会議：7件）を依頼されるなど、内外において高く評価されているものとする。さらに、学術誌への成果発表では、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への投稿を旨に行ってきた。また、成果の一部は、Applied Physics Letters 誌に掲載予定（accepted for

publication) となっている。

#### 研究成果の社会への貢献

研究成果の内、プラズマプロセスならびに半導体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、大気圧プラズマ源の応用に関する研究では、特許出願（大阪大学継承）に向けた手続きを進めており、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）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担しており、「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：民間企業へのシーズ提供等を通じて、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：（節原）日本学術振興会の産学協力研究委員会委員（プラズマ材料科学第153委員会、水の先進理工学第183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。（内田）文部科学省研究振興局学術調査官を併任し、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。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Development of a Non-Equilibrium 60 MHz Plasma Jet with a Long Discharge Plume  
J. Appl. Phys., 122 (2017), 033301-1-033301-8.  
G. Uchida, K. Kawabata, T. Ito, K. Takenaka and Y. Setsuhara
- (2) Selective Production of Reactive Oxygen and Nitrogen Species in the Plasma Treated Water by Using a Nonthermal High-Frequency Plasma Jet  
Jpn. J. Appl. Phys., 57, 1 (2017), 0102B4-1-0102B4-6.  
G. Uchida, K. Takenaka, K. Takeda, K. Ishikawa, M. Hori and Y. Setsuhara
- (3) Low-temperature Formation of C-Axis Orientated Aluminum Nitride Thin Films with Plasma-Assisted Reactive Pulsed-DC Magnetron Sputtering  
Jpn. J. Appl. Phys., 57 (2017), 01AD06-1-01AD06-5.  
K. Takenaka, Y. Satake, G. Uchida and Y. Setsuhara

##### (7) 国際会議発表

- (1) Development of Low-Temperature Plasma Process for High Quality Functional Films Formation  
Int. Conf. on Materials and Systems for Sustainability 2017 (ICMaSS2017) in conjunction with 2nd Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-2), Nagoya, Japan (2017.9.29-10.2)  
Y. Setsuhara, K. Takenaka, G. Uchida, K. Ide and T. Kamiya
- (2) Functionalization of Organic Material Surfaces for Development of Functional Materials  
Int. Conf. on Materials and Systems for Sustainability 2017 (ICMaSS2017) in conjunction with 2nd Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-2), Nagoya, Japan (2017.9.29-10.2)  
Y. Setsuhara, K. Takenaka and G. Uchida
- (3) Low-Temperature Formation of High-Mobility IGZO Thin Film Transistors Using ICP-Enhanced Reactive Plasma Processes  
39th Int. Symp. on Dry Process (DPS2017), Tokyo, Japan (2017.11.16-17)  
Y. Setsuhara, M. Endo, K. Takenaka, G. Uchida and A. Ebe
- (4) Irradiation of a Nonequilibrium Plasma Jet to Liquid Water with Amino Acids  
IUMRS The 15th International Conf. on Adv. Materials (IUMRS-ICAM 2017), Kyoto, Japan (2017.8.27-9.1)  
G. Uchida, Y. Mino, T. Ito, K. Takenaka and Y. Setsuhara
- (5) Development of an Atmospheric Pressure Very-High-Frequency Plasma Jet  
The 11th Asian-European Int. Conf. on Plasma Surface Engineering (AEPSE 2017), Jeju, Republic of Korea (2017.9.11-15)  
G. Uchida, T. Ito, K. Takenaka, J. Ikeda and Y. Setsuhara
- (6) Analysis of Amino Acids in Plasma-Activated Water with Mass Spectrometer  
10th Int. Symp. on Adv. Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma 2018) / 11th Int. Conf. on Plasma Nano Technology & Science (IC-PLANTS 2018), Meijo University, Nagoya, Japan (2018.3.4-8)  
G. Uchida, Y. Mino, T. Suzuki, K. Takenaka and Y. Setsuhara

- (7) Low-Temperature Formation of High-Mobility IGZO Thin Film Transistors for Flexible Electronics with ICP-Enhanced Reactive Plasma Processes  
The 11th Asian-European Int. Conf. on Plasma Surface Engineering (AEPSE 2017), Jeju, Republic of Korea (2017.9.11-15)  
K. Takenaka, Y. Setsuhara, M. Endo, G. Uchida and A. Ebe
- (8) Advanced Plasma Processing for Formation of Functional Thin Films  
Int. Conf. on Materials and Systems for Sustainability 2017 (ICMaSS2017) in conjunction with 2nd Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-2), Nagoya, Japan (2017.9.29-10.2)  
K. Takenaka, G. Uchida, K. Ide, T. Kamiya and Y. Setsuhara
- (9) Effects of Film Microstructures on Operation Characteristics of Amorphous In-Ga-Zn-O Thin-Film Transistors  
Int. Conf. on Materials and Systems for Sustainability 2017 (ICMaSS2017) in conjunction with 2nd Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-2), Nagoya, Japan (2017.9.29-10.2)  
K. Ide, M. Ota, T. Katase, K. Takenaka, Y. Setsuhara, A. Hiraiwa, H. Kawarada, H. Hiramatsu, H. Hosono and T. Kamiya
- (10) Formation of C-Axis Orientated AlN Films Using ICP-enhanced Reactive DC-pulsed Sputtering  
39th Int. Symp. on Dry Process (DPS2017), Tokyo, Japan (2017.11.16-17)  
K. Takenaka, Y. Satake, G. Uchida and Y. Setsuhara
- (11) Low-temperature Fabrication of High-Performance IGZO Thin Film Transistor Using Plasma-Assisted Reactive Processes  
10th Int. Symp. on Adv. Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma 2018) / 11th Int. Conf. on Plasma Nano Technology & Science (IC-PLANTS 2018), Meijo University, Nagoya, Japan (2018.3.4-8)  
K. Takenaka, M. Endo, T. Yoshitani, G. Uchida, Y. Setsuhara and A. Ebe

(8) 国内学会発表

- (1) 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 (II)  
第78回応用物理学会秋季学術講演会, 福岡国際会議場・国際センター、福岡 (2017.9.5-8)  
節原 裕一, 遠藤 雅, 竹中 弘祐, 内田 儀一郎, 江部 明憲
- (2) プラズマ支援反応性プロセスを用いた高移動度 IGZO 薄膜の低温形成  
第65回応用物理学会春季学術講演会 (2018.3.17-20)  
節原 裕一, 遠藤 雅, 竹中 弘祐, 内田 儀一郎, 江部 明憲
- (3) 長尺高周波非平衡プラズマジェットの開発  
第78回応用物理学会秋季学術講演会, 福岡国際会議場・国際センター、福岡 (2017.9.5-8)  
内田 儀一郎, 伊藤 泰喜, 竹中 弘祐, 節原 裕一
- (4) 非平衡プラズマジェット照射溶液中のアミノ酸成分に関する液体クロマトグラフ質量分析  
Plasma Conf. 2017, 姫路商工会議所 (2017.11.21-24)  
内田 儀一郎, 美濃 祐資, 竹中 弘祐, 節原 裕一

- (5) Development of a 60 MHz Nonthermal Plasma Jet and Selective Production of Reactive Oxygen and Nitrogen Species in the Plasma Treated Water  
第27回日本 MRS 年次大会, 横浜市開港記念館 他 (2017.12.5-7)  
G. Uchida, Y. Mino, T. Suzuki, K. Takenaka and Y. Setsuhara
- (6) Oxidation and Decomposition of Amino Acids in Water Induced by Plasma Irradiation  
第27回日本 MRS 年次大会, 横浜市開港記念館 他 (2017.12.5-7)  
Y. Mino, G. Uchida, T. Suzuki, K. Takenaka and Y. Setsuhara
- (7) 非平衡プラズマジェットと水溶液中アミノ酸との相互作用に関する研究  
第65回応用物理学会春季学術講演会 (2018.3.17-20)  
内田 儀一郎, 美濃 祐資, 鈴木 天翔, 竹中 弘祐, 節原 裕一
- (8) プラズマ支援パルス DC マグネトロンスパッタリングによる結晶化窒化アルミニウム薄膜の低温形成  
第78回応用物理学会秋季学術講演会, 福岡国際会議場・国際センター、福岡 (2017.9.5-8)  
竹中 弘祐, 佐竹 義旦, 内田 儀一郎, 節原 裕一
- (9) 誘導結合プラズマ支援反応性 DC パルススパッタリングを用いた窒化アルミニウム薄膜の堆積  
Plasma Conf. 2017, 姫路商工会議所 (2017.11.21-24)  
竹中 弘祐, 内田 儀一郎, 節原 裕一
- (10) Development of Plasma-Assisted Reactive Sputtering Processes for Functional Thin Films Formation  
第27回日本 MRS 年次大会, 横浜市開港記念館 他 (2017.12.5-7)  
K. Takenaka, Y. Yoshitani, G. Uchida and Y. Setsuhara
- (11) Fabrication of High Mobility IGZO Thin Film Transistor at Low Temperature Using Plasma-assisted Reactive Processes  
第27回日本 MRS 年次大会, 横浜市開港記念館 他 (2017.12.5-7)  
M. Endo, K. Takenaka, G. Uchida, Y. Setsuhara and A. Ebe
- (12) 機能性材料創成に向けたプラズマプロセス  
第26回 プラズマ医療 サイエンスの扉 / 第26回 サイエンスカフェ - プラズマ医療 -, 名古屋大学 (2017.12.15)  
竹中 弘祐
- (13) プラズマ支援反応性パルス DC スパッタリングによる C 軸配向窒化アルミニウム薄膜の形成  
第65回応用物理学会春季学術講演会 (2018.3.17-20)  
竹中 弘祐, 吉谷 友希, 内田 儀一郎, 節原 裕一
- (9) 国際会議講演
- (1) Low-Temperature Formation of High-Mobility IGZO Thin Film Transistor by Advanced Reactive Sputter Deposition Enhanced with ICP  
Frontiers in Materials Processing Applications, Research and Technology, Bordeaux, France (2017.7.9-12)  
Y. Setsuhara, M. Endo, K. Takenaka, G. Uchida and A. Ebe

- (2) Plasma-Enhanced Reactive Processes for Low-Temperature Formation of High-Mobility IGZO Thin Film Transistor and Functional Films for Solar Cells  
5th Japan-Korea Joint Symposium on Advanced Solar Cells 2018 and 2nd International Symposium on Energy Research and Application, Suwon, Korea (2018.2.5-6)  
Y. Setsuhara, M. Endo, K. Takenaka, G. Uchida and A. Ebe
- (3) Development of a 60 MHz Non-Thermal Plasma Jet and Selective Production of Reactive Oxygen and Nitrogen Species in the Plasma Treated Water  
27th Annual Meeting of MRS-Japan 2017 International Symposium "Frontier of nano-materials based on advanced plasma technologies", Yokohama, Japan (2017.12.5-7)  
G. Uchida, Y. Mino, T. Suzuki, K. Takenaka and Y. Setsuhara
- (4) ICP-Enhanced Reactive Sputter Deposition for Low-Temperature Formation of High-Mobility IGZO Thin Films Transistor Yuichi Setsuhara  
The 22nd Korea-Japan Workshop on Advanced Plasma Processes and Diagnostics and The 9th Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-Nano Materials, Suwon, Korea (2017.4.5-7)  
Y. Setsuhara, M. Endo, K. Takenaka, G. Uchida and A. Ebe
- (5) Functional Thin Film Deposition by Advanced Plasma Assisted CVD & PVD Process  
International union of materials research societies-The 15th International conference of advanced materials, Kyoto, Japan (2017.8.27-9.1)  
K. Takenaka, M. Endo, G. Uchida and Y. Setsuhara
- (6) Advanced ICP-Enhanced Plasma Systems for Meters-Scale Large-Area Processes  
The 11th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering, Jeju, Korea (2017.9.11-15)  
A. Ebe, K. Nishisaka, K. Okazaki, A. Osawa, K. Takenaka and Y. Setsuhara
- (7) Advanced Plasma Processing for Formation of Functional Thin Films  
Int. Conf. on Materials and Systems for Sustainability 2017 (ICMaSS2017) in conjunction with 2nd Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-2), Nagoya, Japan (2017.9.29-10.2)  
K. Takenaka, G. Uchida, K. Ide, T. Kamiya and Y. Setsuhara
- (10) 国内会議講演
- (1) プラズマ支援反応性プロセスを用いた高移動度 IGZO 薄膜の低温形成  
第65回応用物理学会春季学術講演会, 東京 (2018.3.18-21)  
節原 裕一, 遠藤 雅, 竹中 弘祐, 内田 儀一郎, 江部 明憲
- (2) プラズマ医療科学の発展に向けて ~ 医療用プラズマ源, プラズマ計測の観点から ~  
公開シンポジウム「プラズマ医療科学の未来を若手が語る会 in 日本橋」, 東京 (2017.5.19-21)  
内田 儀一郎, 竹田 圭吾
- (3) プラズマ生成の基礎とプラズマ制御  
第11回プラズマエレクトロニクスシンポジウムホール, 静岡 (2017.8.24-26)  
内田 儀一郎

- (4) 反応性ダストプラズマプロセスの開発とナノ粒子デバイスへの応用  
PLASMA2017 Workshop プラズマによるナノ材料・ナノデバイス創成の深化, 姫路  
(2017.11.20)  
内田 儀一郎
- (5) ダストプラズマプロセスの開発とエネルギーデバイスへの応用展開  
第33回先端プラズマ技術研究会, 名古屋 (2018.2.16)  
内田 儀一郎
- (6) 機能性材料創成に向けたプラズマプロセス  
第26回 プラズマ医療 サイエンスの扉/第26回 サイエンスカフェ - プラズマ医療 -, 名  
古屋 (2017.12.15)  
竹中 弘祐

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |         |   |       |       |
|-----|---------|---|-------|-------|
| (1) | 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 | 3,380 |
| (2) | 基盤研究(B) | プラズマによる表面ナノ周期構造形成に関する研究                 | 斧 高一  | 1,690 |
| (3) | 基盤研究(C) | プラズマジェット乱流場を用いた溶液中活性種制御とがん幹細胞選択的死滅効果の検証 | 内田儀一郎 | 2,080 |
| (4) | 基盤研究(C) | 物理・化学的機能性付与による高機能有機材料表面形成技術の開発          | 竹中 弘祐 | 2,340 |

4.8 教育

氏名: 内田儀一郎

(1) 大学院等講義科目

- |     |           |           |
|-----|-----------|-----------|
| (1) | マテリアル科学専攻 | 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 | 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 | 学術・技術奨励賞審査委員会 委員長     |
| (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 | 理事                    |
| (4) | (一社) 日本MRS      | 理事                    |
| (5) | (一社) 表面技術協会     | 学術国際交流委員会 委員          |
| (6) | (一社) 表面技術協会     | 関西支部 常任幹事             |
| (7) | (一社) 表面技術協会     | 関西支部 支部長              |

##### (2) 国際会議委員

- |     |   |                                 |
|-----|---|---------------------------------|
| (1) | IUMRS-ICAM 2017   | Program committee, Chair        |
| (2) | The 11th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering (AEPSE 2017) | International Program Committee |
| (3) | The 1st Global Plasma Life Fair   | Organizing committee member     |
| (4) | 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) | (独) 大学改革支援・学位授与機構 | 電気電子工学部会 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 |
|-----|-----------------------------|-----------------------------|

##### (2) 国際会議委員

- |     |  |                   |
|-----|--|-------------------|
| (1) | 10th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2018) | Program Committee |
|-----|--|-------------------|

- (2) XXXIV International Conference on Phenomena in Ionized Gases (XXXIV ICPIG) and 10th International Conference on Reactive Plasmas (ICRP-10) Local Organizing Committee
- (3) XXXIV International Conference on Phenomena in Ionized Gases (XXXIV ICPIG) and 10th International Conference on Reactive Plasmas (ICRP-10) Program Committee

(3) 他大学等での非常勤講師

- (1) 九州大学大学院システム情報科学研究院 ナノプロセス工学特論(特別講義)
- (5) 国・自治体・公益法人等への貢献
- (1) 九州大学プラズマナノ界面工学センター 客員准教授
- (2) 九州大学大学院システム情報科学研究院 客員准教授
- (3) 九州大学大学院システム情報科学府 博士後期課程学生アドバイザー委員
- (4) 文部科学省 学術調査官

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, (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, (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29年度共同研究員と研究テーマ

氏名：節原 裕一

- (1) 佐世保工業高等専門学校 川崎 仁晴 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研究
- (2) 日本文理大学 川崎 敏之 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研究
- (3) 名城大学 理工学部 電気電子工学科 平松美根男 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研究

- |     |                     |       |   |
|-----|---------------------|-------|---|
| (4) | 九州大学                | 古閑 一憲 | 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 |
| (5) | 九州大学 プラズマナノ界面工学センター | 白谷 正治 | 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 |
| (6) | 九州大学 大学院システム情報科学研究所 | 徐 鉉雄  | 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 |
| (7) | 九州大学 大学院システム情報科学研究所 | 板垣 奈穂 | 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 |
| (8) | 佐世保工業高等専門学校         | 柳生 義人 | 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開発      |

氏名：内田 儀一郎

先導的重点課題 [非金属異材接合に向けた先進材料プロセスの開発 (FS 型)]

- |     |                     |       |
|-----|---------------------|-------|
| (1) | 岐阜大学 工学部 機械工学科      | 上坂 裕之 |
| (2) | 九州大学                | 古閑 一憲 |
| (3) | 九州大学 プラズマナノ界面工学センター | 白谷 正治 |
| (4) | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所  | 布村 正太 |
| (5) | 佐世保工業高等専門学校         | 川崎 仁晴 |

(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 | 0 |
|-----|----|---|

## 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. 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
4. 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 兼任のためレーザプロセス学分野に記載

### 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生産科学コース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 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 1 名、大学院前期課程学生 3 名、他大学から大学院前期課程学生を 2 名の研究指導を行っている。大学院生及に対し、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、11件、国際会議において、6 件である。大学院博士前期課程学生が、レーザー学会第38回年次大会優秀論文賞を受賞した。大学院博士前期課程学生が、米国アトランタで開催された国際会議 International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics 2017 (ICALEO 2017) において Poster Presentation Award 3rd place および米国サンフランシスコで開催された国際会議 Photonics West 2018において、Best student Poster Award を受賞した。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

兼任のためレーザープロセス学分野に記載

#### 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29年度18名の共同研究員と共同研究を行い、2 編の共著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。

## 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

本研究分野では、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実施している。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の知能化等の研究に焦点を当てている。さらに、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むとともに、レーザー光源およびレーザー加工システム開発も行い社会に発信を行っていく。

### 4.2 研究課題

1. 新機能材料のレーザ溶接・接合プロセスの開発と評価
2. レーザ溶接現象および溶接欠陥形成機構の解明と欠陥防止法の開発
3. レーザ溶接時のモニタリングの知能化および適応制御法の開発
4. レーザによるクラディングおよび積層造形技術の開発
5. レーザを用いた表面改質による新機能創製
6. レーザと物質との相互作用現象の解明およびレーザによる切断・表面改質・除去加工法に関する基礎研究
7. 超短パルスレーザによる材料加工の基礎減少解明とその応用
8. 材料加工用高出力半導体レーザ加工システムの開発
9. ファイバーレーザによる超微細化工技術の開発
10. 青色半導体レーザ加工システムの開発とその応用

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

#### 1. フェムト秒レーザ照射によるナノ周期構造形成

フェムト秒レーザを照射し、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。また、プラスチック（透明材料）を通して金属基盤表面上にフェムト秒レーザを照射することで、ナノ周期構造をプラスチック表面に転写することに成功した。

#### 2. 半導体レーザおよびファイバーレーザを用いたレーザ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と青色半導体レーザを組み合わせたマルチカラーレーザー加工ヘッドによる直噴型レーザコーティング装置の開発を行った。

3. 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搭載 SLM 型 3D プリントの開発および100W級青色半導体レーザーの製品化に成功した。

#### 4. 高パワー密度レーザ溶接における熱と質量の動的バランス（溶接現象・欠陥形成機構の解明）

レーザ溶接における熱および質量バランスシステムは、キーホールおよび溶融池の観察および測

定された内部現象に基づいて初めて報告した。溶融池内部の2種類の循環する湯流れを、ガラス板を通して高速度カメラで観測した。これらの循環する湯流れは、キーホールの前部から後部に質量を移し、高品質のレーザ溶接の質量バランスを維持する役割を示した。測定された溶融池の内部温度の結果は、循環する湯流れが熱収支を維持するためにキーホールから熱を奪ったことを示した。また、気孔が、液体金属の流れの衝撃によって、または金属蒸気によって誘発されたキーホールの後壁に誘起されて、ポロシティが形成されることが新たに観察された (Optics Express (IF: 3.307), 26, 5 (2018), 6392-6399に掲載)。

#### 5. 純アルミニウムのレーザ溶接における X 線位相コントラストにより決定される固液界面と気孔形成のダイナミクス (溶接基礎現象の解明)

大型放射光施設 Spring 8を使用した X 線位相差法により、純アルミニウムのレーザ溶接における固液界面、キーホール、空隙率を明確に観察でき、定量的に評価することができた。鍵穴の底部には溶融金属がほとんど発生せず、その温度勾配および冷却速度は溶接プールの他の場所と比較して非常に大きいと推定された。キーホール底部周辺の溶融金属の流れは溶接プールの上部の約2倍速く、底部周辺の熱輸送量が上部よりも大きかったことが示唆された。多孔のポロシティ形成は、キーホールの挙動によって決定される。レーザ誘起プルームを除去するファンを用いて得られた安定したキーホールの場合、空隙率は約6%であり、空隙内のガスは完全に水素で構成されていた。ファンを使用せずに得られた不安定な鍵穴の場合、気孔率は約18%であり、水素は水素に加えて空気の成分 (窒素) を含んでいたことを明らかにした。(Journal of Materials Processing Technology (IF:3.147), 250, (2017), 9-15に掲載)。このような基礎現象解明は、レーザ溶接時のモニタリングの知能化および適応制御法では重要な知見となる。

#### (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、ピコ秒レーザ、ナノ秒レーザ、半導体レーザ、青色半導体レーザ、ファイバーレーザ、ディスクレーザ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29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材料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2kW半導体レー

ザシステムを日本で最初に開発して以来、半導体レーザによる10mmまでの厚板溶接から5mm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、ピコ秒レーザおよびナノ秒レーザの研究成果は国内では主に応用物理学会、レーザー学会、レーザ加工学会および溶接学会で、国外ではレーザ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。

半導体レーザおよびファイバーレーザ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加工学会、国外ではレーザ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、平成29年度は3rd place を受賞している。

目覚ましい研究成果としては、レーザ溶接・接合の基礎研究に関する論文を12件発表し、内9件が、Optics Express (IF: 3.307)、International Journal of Heat and Mass Transfer (IF: 3.458)、Journal of Materials Processing Technology (IF: 3.147)、Optics Letters (IF: 3.18)、Mater. Design (IF: 4.364) のインパクトファクター3以上の雑誌」に掲載された。また、溶接学会秋季全国大会での大学院博士前期課程学生のレーザ溶接基礎現象の数値計算の発表に対し、溶接学会 研究発表賞を受賞している。

## 3. 研究成果の社会への貢献

### 【塚本】

平成28年度に引き続き平成29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の産業応用」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「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」が採択され、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。

#### 【川人】

解説の依頼があり、「集まれエンジニア！ "レーザー溶接現象を観る" (溶接学会誌,.)」を執筆した。また、溶接夏工学夏季大学で「レーザー溶接法概論」で講師をしており、レーザー溶接・接合の知識の社会普及に貢献した。

#### 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29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「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、大学院工学研究科機械工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。大学院教育ではレーザープロセス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について講義を行っている。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、レーザープロセス学の理解を深めさせている。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(社会人)、大学院前期課程学生4名、学部4年生2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、5件である。学部4年生が、第88回レーザー加工学会講演会 優秀ポスター賞を受賞した。配属の大学院生に対しては、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。また、外国籍のポスドク(1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、レーザー溶接の研究者の育成に努めている。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

##### 1. 国内外での学会活動

#### 【塚本】

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、レーザー学会次世代産業用レーザー専門委員会、レーザー加工学会誌編集委員会 委員長、レーザー加工学会講演会 実行委員、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。

## 【川人】

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、情報を講演会や学会誌の記事で紹介するなどして社会貢献をしている。

### 2. 産学連携

ファイバーレーザおよび半導体レーザ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29年度も引き続き開発研究を継続中である。

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 The 24th Congress of the International Commission for Optics のプログラム委員長および、OPTICS & PHOTONICS International Congress 2018 (OPIC2018) の運営委員・組織委員を務め、OPIC2018で開催される国際会議 Smart Laser Processing Conference 2018 (SLPC 2018) の議長を務めている。

### 4. その他社会貢献

#### 【塚本】

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。

NEDO プロジェクト「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」では、100W 級青色半導体レーザーを2018年1月25日に製品化することを発表した。

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29年度事業として、1回のフォーラムと3回のセミナーを開催した。

#### 【川人】

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。

### 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29年度12名の共同研究員と共同研究を行い、4編の共著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) スパッタレス SLM 法を用いたチタン合金の積層造形  
電気学会論文誌 A, 137, 5 (2017), 265-270.  
佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 山下 順広, 升野 振一郎, 山下 顕資, 山縣 秀人, 東野 律子
- (2) Response of Preosteoblasts to Titanium with Periodic Micro/nanometer Scale Grooves Produced by Femtosecond Laser Irradiation  
J. Biomed. Mater. Res. Part A, 105, 12 (2017), 3456-3464.  
P. Chen, M. Miyake, M. Tsukamoto, Y. Tsutsumi and T. Hanawa
- (3) Suppression of Dilution in Ni-Cr-Si-B Alloy Cladding Layer by Controlling Diode Laser Beam Profile  
Opt. Laser Technol., 99 (2017), 326-332.  
D. Tanigawa, Y. Funada, N. Abe, M. Tsukamoto, Y. Hayashi, H. Yamazaki, Y. Tatsumi and M. Yoneyama
- (4) Thermal Effect on CFRP Ablation with a 100-W Class Pulse Fiber Laser Using a PCF Amplifier  
Appl. Surf. Sci., 417 (2017), 250-255.  
Y. Sato, M. Tsukamoto, F. Matsuoka, T. Ohkubo and N. Abe
- (5) Laser Brazing of a Hexagonal Boron Nitride Block to a Cemented Carbide Plate with Silver-Copper-Titanium Alloy Filler in Argon Atmosphere Including Different Oxygen Contents  
溶接学会論文集, 35, 2 (2018), 89-93.  
Y. Sechi, K. Nagatsuka, T. Fujimoto, M. Tsukamoto and K. Nakata
- (6) The Effect of Particle Size on the Heat Affected Zone during Laser Cladding of Ni-Cr-Si-B Alloy on C45 Carbon Steel  
Opt. Lasers Eng., 101 (2018), 23-27.  
D. Tanigawa, N. Abe, M. Tsukamoto, Y. Hayashi, H. Yamazaki, Y. Tatsumi and M. Yoneyama
- (7) Thermal Effect of Laser Ablation on the Surface of Carbon Fiber Reinforced Plastic during Laser Processing  
Appl. Phys. A, 124, 2 (2018)  
T. Ohkubo, Y. Sato, E. Matsunaga and M. Tsukamoto
- (8) Formation of Microstructures on Ni Film Surface by Nanosecond Laser  
Appl. Phys. A, 124, 594 (2018), 227.  
K. Kouda, W. Kobayashi, H. Imai and M. Tsukamoto
- (9) Perheat Effect on Titanium Plate Fabricated by Sputter-Free Selective Laser Melting in Vacuum  
Appl. Phys. A (2018)  
Y. Sato, M. Tsukamoto, T. Shobu, Y. Yamashita, S. Yamagata, T. Nishi, R. Higashino, T. Ohkubo, H. Nakano and N. Abe
- (10) 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

- (11) Stabilization Effect of Space Constraint in Narrow Gap Laser-Arc Hybrid Welding Analyzed by Approximate Entropy  
Int. J. Adv. Manuf. Technol. (2017), 1-10.  
M. Gong, Y. Kawahito, G. Li, M. Gao and X. Zeng
- (12) Development of a High-Power Blue Laser (445nm) for Material Processing  
Opt. Lett., 42, 12 (2017), 2251.  
H. Wang, Y. Kawahito, R. Yoshida, Y. Nakashima and K. Shiokawa
- (13) Effect of Laser Solution-Treatment on a Ti-based Shape Memory Alloy  
Mater. Res. Bull., 90 (2017), 41-46.  
H. Tadaa, H. Nakamura, T. Shobu, R. Kitai, K. Kikuta and Y. Kawahito
- (14) Effects of Laser-Arc Distance on Corrosion Behavior of Single-Pass Hybrid Welded Stainless Clad Steel Plate  
Mater. Des., 123, 5 (2017), 80-88.  
K. Kang, Y. Kawahito, M. Gao and X. Zeng
- (15) Observation and Understanding in Laser Welding of Pure Titanium at Subatmospheric Pressure  
Opt. Express, 25, 12 (2017), 13539-13548.  
M. Gao, Y. Kawahito and S. Kajii
- (16) Effects of Welding Speed on Absorption Rate in Partial and Full Penetration Welding of Stainless Steel with High Brightness and High Power Laser  
J. Mater. Process. Technol., 249 (2017), 193-201.  
H. Wang, M. Nakanishi and Y. Kawahito
- (17) Mechanical and Superelastic Properties of Laser Welded Ti-Ni Shape-Memory Alloys Produced by Powder Metallurgy  
J. Mater. Process. Technol., 248 (2017), 198-206.  
A. Bahador, E. Hamzaha, K. Kondoh, Y. Kawahito, J. Umeda and T. A. A. Bakara
- (18) Dynamics of Solid-Liquid Interface and Porosity Formation Determined through X-Ray Phase-Contrast in Laser Welding of Pure Al  
J. Mater. Process. Technol., 250 (2017), 9-15.  
M. Miyagi, Y. Kawahito, H. Kawakami and T. Shoubud
- (19) A Model to Calculate the Laser Absorption Property of Actual Surface  
Int. J. Heat Mass Transf., 118 (2018), 562-569.  
H. Wang, Y. Kawahito, R. Yoshida, Y. Nakashima and K. Shiokawa
- (20) Dynamic Balance of Heat and Mass in High Power Density Laser Welding  
Opt. Express, 26, 5 (2018), 6392-6399.  
H. Wang, M. Nakanishi and Y. Kawahito
- (21) 高出力・高輝度レーザを用いたステンレス鋼の水中レーザ貫通溶接特性  
溶接学会論文集, 36, 1 (2018), 122-128.  
氷見 太, 川人 洋介, 水谷 正海, 井上 裕滋, 近藤 勝義

(3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Influence of Double Pulse Irradiation on Ablation Area by Femtosecond Laser with Different Delay Time.  
, Toyama, Japan (2017.6.5-8)  
M. Katto, T. Sugihara, M. Tsukamoto, M. Kaku and A. Yokotani
- (2) Reduction of Ablation Rate on Silicon Surface Irradiated by a Double-Pulse Beam  
, Toyama, Japan (2017.6.5-8)  
M. Hashida, S. Masuno, Y. Furukawa, M. Kusaba, H. Sakagami, S. Inoue, S. Sakabe and M. Tsukamoto
- (3) Blue Direct Diode Laser Induced Pure Copper Layer Formation on Stainless Steel Plate for Reduction of Heat Affected Zone  
, Nunich Germany (2017.6.26-29)  
M. Sengoku, M. Tsukamoto, K. Asano, Y. Sato, R. Higashino, Y. Funada, M. Yoshida and N. Abe
- (4) Effect of Baseplate Temperature on Molten Titanium Particle for Development of Sputter-Less SLM  
, Nunich Germany (2017.6.26-29)  
Y. Sato, M. Tsukamoto, T. Shobu, Y. Yamashita, S. Yamagata, R. Higashino, S. Masuno and N. Abe"
- (5) Effect of Ti Surface Dielectric Constant on Periodic Nanostructures Formation by Femtosecond Laser Irradiation  
, 名古屋 (2017.9.29-10.1)  
T. Oga, M. Tsukamoto, Y. Sato, K. Takenaka and S. Asai
- (6) Variation of Femtosecond Laser Induced Periodic Nanostructures by Changing Dielectric Constant of Plastic on Ti Substrate  
, 名古屋 (2017.9.29-10.1)  
M. Tsukamoto, T. Oga, K. Takenaka, Y. Sato, G. Miyaji and T. Shinonaga
- (7) Copper Film Formation on Metal Surfaces with 100W Blue Direct Diode Laser System  
Proc of ICALEO2017, Atlanta, GA USA (2017.10.22-26), paper#501.  
K. Asano, M. Tsukamoto, N. Abe, Y. Sato, R. Higashino, Y. Funada, Y. Sakon, M. Sengoku and M. Yoshida
- (8) Effect of Baseplate Temperature on Sputter-Generation for Development of SLM in Vacuum  
Proc of ICALEO2017, Atlanta, GA USA (2017.10.22-26), paper#1102.  
S. Yamagata, M. Tsukamoto, Y. Sato, S. Masuno, R. Higashino, N. Abe, T. Nishi, H. Nakano and Y. Yamashita
- (9) Effect of Laser Wavelength from Blue to IR on Pure Copper Film Formation by Laser Cladding  
Proc of ICALEO2017 paper, Atlanta, GA USA (2017.10.22-26), paper#P142.  
R. Higashino, M. Tsukamoto, Y. Sato, N. Abe, K. Asano and Y. Funada

- (10) Experimental Analysis on Melting and Solidification Process of Titanium with Synchrotron X-Ray for Development of Sputter-Less SLM  
Proc of ICALEO2017, Atlanta, GA USA (2017.10.22-26), paper#102.  
Y. Sato, M. Tsukamoto, S. Yamagata, R. Higashino, N. Abe, T. Shobu, T. Nishi, H. Nakano, Y. Yamashita and T. Ohkubo
- (11) Experimental Investigation on Temperature Distribution of Molten Pool for Copper with Blue Direct Diode Laser Cladding  
Proc of ICALEO2017, Atlanta, GA USA (2017.10.22-26), paper#P119.  
M. Sengoku, M. Tsukamoto, Y. Sato, N. Abe, K. Asano, R. Higashino, Y. Funada and M. Yoshida
- (12) Metal Powder Bed Fusion Additive Manufacturing with 100W Blue Diode Laser  
, Atlanta, GA USA (2017.10.22-26), paper#P130.  
S. Masuno, M. Tsukamoto, K. Tojo, K. Asano, K. Asuka, Y. Funada and Y. Sakon
- (13) Development of High Intensity Blue Diode Laser System for Materials Processing  
, San Francisco (2018.1.27-2.1)  
M. Tsukamoto, S. Masuno, Y. Sato, R. Higashino, T. Tojo and K. Asuka
- (14) Development of Laser Metal Deposition Technology with IR and Blue Diode Lasers  
, San Francisco (2018.1.27-2.1)  
M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, K. Asano, Y. Funada, K. Asuka, Y. Sakon, T. Tojo and N. Abe
- (15) Femtosecond Laser Induced Periodic Nanostructures Formation on Medical Polymer Plate Surface for Control of Cell Spreading  
Proc. SPIE 10519, Laser Applications in Microelectronic and Optoelectronic Manufacturing (LAMOM)XXIII, San Francisco (2018.1.27-2.1), 105191A.  
K. Takenaka, M. Tsukamoto, T. Ooga, Y. Sato, K. Murai and S. Asai
- (16) In-situ X-Ray Observation of Molten Pool Dynamics While Laser Cladding with Blue Direct Diode Laser  
Proc. SPIE 10523 Laser 3D Manufacturing V, San Francisco (2018.1.27-2.1), 105231A.  
R. Higashino, M. Tsukamoto, Y. Sato, N. Abe, T. Shobu, Y. Funada, Y. Yanashita, Y. Sakon, M. Sengoku and M. Yoshida
- (17) Selective Laser Melting for Copper Modeling with High Power Blue Diode Laser  
, San Francisco (2018.1.27-2.1)  
S. Masuno, M. Tsukamoto, K. Tojo, K. Asano, K. Asuka, Y. Funada and Y. Sakon
- (18) Synchrotron X-Ray Induced Real Time Observations of Cobaltchromium Alloy Layer Formation by Micro Laser Cladding  
SPIE Laser 3D Manufacturing V, San Francisco (2018.1.27-2.1), 10523M.  
Y. Sato, M. Tsukamoto, T. Shobu, R. Higashino, Y. Funada, Y. Yamashita, Y. Sakon and N. Abe

(5) 国内会議発表論文 (査読なし)

- (1) レーザを用いたジルカロイ - SiC/SiC 接合体製作時のチタン粉末封入法に関する研究  
溶接構造シンポジウム2017講演論文集, 大阪, 日本 (2017.12.5-6), 135-140.  
元木 裕崇, 芹澤 久, 朝倉 勇貴, 中里 直史, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 朴 峻秀, 岸本 弘立,  
香山 晃

(7) 国際会議発表

- (1) Improving Fatigue Properties of Laser Welded 2024 Aluminum Alloy Using Femtosecond Laser Peening  
The 18th Int. Symp. on Laser Precision Microfabrication, Toyama, Japan (2017.6.5-8)  
T. Sano, T. Eimura, A. Hirose, S. Tsutsumi, Y. Kawahito, S. Katayama, K. Arakawa, A. Shiro,  
T. Shobu, K. Masaki and Y. Sano
- (2) Development of a High-Power Blue Laser (445 Nm) and Its Absorption Rate Estimation Based on Fractal Theory  
The 70th IIV Annual Assembly and Internatinal Conf., Shanghai, China (2017.6.25-29)  
W. Hongze and Y. Kawahito
- (3) Three-dimensional X-ray Transmission in Situ Observation of Spatter Formation and Reduction in Laser Welding of Stainless  
The 70th IIV Annual Assembly and Internatinal Conf., Shanghai, China (2017.6.25-29)  
W. Hongze and Y. Kawahito
- (4) Three-dimensional X-ray Transmission in Situ Observation of Spatter Formation and Reduction in Laser Welding of Stainless Steel  
Lasers in Manufacturing(LiM)2017, Munich, Germany (2017.6.26)  
Y. Kawahito
- (5) Potential of Advanced Joining Technologies to Reduced Activation Ferritic/Martensitic Steels for Fusion Reactor  
18th Int. Conf. on Fusion Reactor Materials (ICFRM-18), Aomori, Japan (2017.11.5-10)  
H. Serizawa, M. Tanaka, Y. Kawahito, T. Hirose and H. Tanigawa

(8) 国内学会発表

- (1) 革新的イノベーション創造プログラム (SIP)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  
第87回レーザー加工学会講演会, 東京 (2017.4.4-5)  
塚本 雅裕
- (2) 細胞伸展制御のためのフェムト秒レーザーを用いた PMMA 表面への微細構造形成  
第87回レーザー加工学会講演会, 東京 (2017.4.4-5)  
竹中 啓輔, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 三宅 正誉志, 大賀 隆寛
- (3) 真空レーザー積層造形法を用いたチタンの造形とチタン溶融挙動観察  
第87回レーザー加工学会講演会, 東京 (2017.4.4-5)  
佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 山下 順広, 菖蒲 敬久, 東野 律子, 山縣 秀人, 阿部 信行

- (4) 青色半導体レーザーを用いた SUS 基板上への純銅皮膜形成と熱影響層の評価  
第87回レーザー加工学会講演会, 東京 (2017.4.4-5)  
仙石 正則, 塚本 雅裕, 浅野 孝平, 佐藤 雄二, 東野 律子, 舟田 義則, 吉田 実, 阿部 信行
- (5) レーザ溶接による Al 合金と Mg 合金の異材接合  
日本金属学会 2017年秋期 (第161会) 講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
松本 幸樹, 西本 明生, 永塚 公彬, 石川 武, 伊藤 和博, 塚本 雅裕, 中田 一博
- (6) In 添加活性 Ag ろう材を用いたレーザー局所加熱法による単結晶ダイヤモンドとろう材の界面反応層評価  
溶接学会平成29年度秋期全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
瀬知 啓久, 永塚 公彬, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 中田 一博
- (7) マルチビーム加工ヘッドを用いたレーザークラディング法の開発と高輝度 X 線による皮膜形成過程の実時間測定  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 菖蒲 敬久, 舟田 義則, 山下 順広, 左今 佑, 東野 律子, 阿部 信行
- (8) レーザ積層造形法を用いた Ti 造形におけるスパッタ低減のための溶融凝固挙動の観察  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
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, 西 貴哉, 山下 順広, 中野 人志, 阿部 信行
- (9) レーザ溶接による Al 合金と Mg 合金の異材接合  
溶接学会平成29年度秋期全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
松本 幸樹, 永塚 公彬, 伊藤 和博, 塚本 雅裕, 中田 一博, 西本 明生, 石川 武
- (10) 原料粉末の同軸噴射による非溶融池型レーザークラディング  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
舟田 義則, 山下 順広, 塚本 雅裕, 阿部 信行, 佐藤 雄二, 左今 佑, 牧野嶋 和貴
- (11) 耐摩耗性に及ぼすレーザークラディングの影響  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
林 良彦, 安積 一幸, 米山 三樹男, 山崎 裕之, 阿部 信行, 塚本 雅裕
- (12) 直噴型レーザークラディング装置を用いた SUS 基盤表面への純銅皮膜形成と熱影響層の評価  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
原 隆裕, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 東野 律子, 仙石 正則, 舟田 義則, 吉田 実, 阿部 信行
- (13) スパッタレスレーザー金属積層造形を用いた純チタンの積層造形と金属組織の評価  
第88回レーザー加工学会講演会, 大阪 (2017.10.12-13)  
西 貴哉, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 東野 律子, 山縣 秀人, 中野 人志, 阿部 信行
- (14) ナノ秒レーザーを用いた CFRP のアブレーション加工と HAZ の評価  
第88回レーザー加工学会講演会, 大阪 (2017.10.12-13)  
梶井 省吾, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二
- (15) 高輝度青色半導体レーザー搭載溶接機および積層造形装置の開発  
第88回レーザー加工学会講演会, 大阪 (2017.10.12-13)  
升野 振一郎, 塚本 雅裕, 東條 公資, 浅野 孝平, 飛鳥 慶太, 舟田 義則, 左今 佑

- (16) 青色半導体レーザーを用いた選択的レーザー溶融法による純銅の積層造形  
第88回レーザー加工学会講演会, 大阪 (2017.10.12-13)  
原 隆裕, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 升野 振一郎
- (17) 2波長重畳型レーザーコーティング装置によるアルミニウム基板合金への純銅皮膜形成  
一般社団法人レーザー学会学術講演会第38回年次大会, 京都 (2018.1.24-26)  
仙石 正則, 塚本 雅裕, 浅野 孝平, 佐藤 雄二, 東野 律子, 舟田 義則, 吉田 実, 阿部 信行
- (18) SLM 型 3D プリンティングにおけるレーザー波長依存性  
一般社団法人レーザー学会学術講演会第38回年次大会, 京都 (2018.1.24-26)  
柴田 知希, 塚本 雅裕, 原 隆裕, 佐藤 雄二, 升野 振一郎, 森本 健斗
- (19) スパッタレス SLM を用いた Ti 合金の積層造形と機械的特性評価  
一般社団法人レーザー学会学術講演会第38回年次大会, 京都 (2018.1.24-26)  
山縣 秀人, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 升野 振一郎, 東野 律子, 西 貴哉, 内川 智仁,  
山下 順広, 中野 人志, 阿部 信行
- (20) ナノ周期構造形成のための PLLA-Ti 界面へのフェムト秒レーザー照射  
一般社団法人レーザー学会学術講演会第38回年次大会, 京都 (2018.1.24-26)  
清家 翼, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 大賀 隆寛, 竹中 啓輔, 吉田 実, 浅井 知
- (21) フェムト秒レーザーの2波長ダブルパルス照射によるチタン基板へのアブレーション抑制  
一般社団法人レーザー学会学術講演会第38回年次大会, 京都 (2018.1.24-26)  
竹中 啓輔, 浅井 知, 塚本 雅裕, 升野 振一郎, 橋田 昌樹, 阪部 周二, 井上 峻介,  
古川 雄規
- (22) 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周期制御に関する研究  
一般社団法人レーザー学会学術講演会第38回年次大会, 京都 (2018.1.24-26)  
大賀 隆寛, 竹中 啓輔, 浅井 知, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 清家 翼, 吉田 実, 篠永 東吾
- (23) レーザー金属積層造形法におけるステンレス鋼粉末の溶融挙動観察と造形面評価  
一般社団法人レーザー学会学術講演会第38回年次大会, 京都 (2018.1.24-26)  
内川 智仁, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 升野 振一郎, 東野 律子, 山縣 秀人, 西 貴哉,  
山下 順広, 中野 人志, 阿部 信行
- (24) 青色半導体レーザーを用いた直噴型レーザーコーティング技術の開発と純銅の造形  
一般社団法人レーザー学会学術講演会第38回年次大会, 京都 (2018.1.24-26)  
原 隆裕, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 阿部 信行, 浅野 孝平, 仙石 正則, 吉田 実, 舟田 義則
- (25) スパッタレス SLM 法を用いたチタン合金の積層造形  
第65回応用物理学会春季学術講演会, 東京 (2018.3.17-20)  
佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 菘蒲 敬久, 山縣 秀人, 東野 律子, 西 貴哉, 山下 順広, 中野 人志,  
阿部 信行
- (26) フェムト秒レーザー照射により PLA 表面へ形成したナノ周期構造上での細胞伸展制御  
第65回応用物理学会春季学術講演会, 東京 (2018.3.17-20)  
竹中 啓輔, 塚本 雅裕, 大賀 隆寛, 佐藤 雄二, 清家 翼, 吉田 実, 村井 健介, 浅井 知
- (27) 高強度レーザーによる新機能性付加とアディティブマニユファクチャリング技術開発  
第65回応用物理学会春季学術講演会, 東京 (2018.3.17-20)  
塚本 雅裕

- (28) ジルカロイ - SiC/SiC 接合体作製時のチタン封入溝形状に関する検討  
(公社) 日本金属学会 2018年春期大会, 千葉 (2018.3.19-21)  
芹澤 久, 元木 裕崇, 中里 直史, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 朴 峻秀, 岸本 弘立
- (29) Conduction and Keyhole Laserwelding of Ti-Ni Shape-Memory Alloys Produced by Spark Plasma Sintering  
ACMME 2017, 東京 (2017.6.9-11)  
A. Bahador, E. Hamzah, K. Kondoh, Y. Kawahito, J. Umeda, T. Bakar and F. Yusof
- (10) 国内会議講演
- (1) CFRP の接合加工  
MF-Tokyo2017 プレス・板金フォーミング展, 東京 (2017.7.14)  
塚本 雅裕
- (2) レーザ接合等に関する最新技術動向  
澁谷工業株式会社 講演会, 石川 (2017.8.17)  
塚本 雅裕
- (3) レーザーコーティング技術の現状と将来  
SIP 事業研究成果公開発表会, 石川 (2017.8.29)  
塚本 雅裕
- (4) 産業応用の未来「プロセスへの応用」  
ハイパワーレーザーによる高密度化学調査専門委員会報告会, 大阪 (2017.9.29)  
塚本 雅裕
- (5) 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24回レーザー夏の学校, 北海道 (2017.10.7-8)  
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  
SIP 革新的設計生産技術 公開シンポジウム2017-革新的なものづくりを目指して-, 東京  
(2017.11.13)  
塚本 雅裕
- (7) 青色半導体レーザーの高輝度化と純銅の3D プリンターへの展開  
溶接学会 界面接合研究委員会, 東京 (2018.1.19)  
塚本 雅裕
- (8) 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)/革新的設計生産技術について  
レーザーコーティング技術 (肉盛溶接の高度化) に関するセミナー, 長崎 (2018.1.22)  
塚本 雅裕
- (9) SIP 次世代レーザーコーティングプロジェクトの成果と今後の展開  
レーザー学会学術講演会第38回年次大会, 京都 (2018.1.24-26)  
塚本 雅裕
- (10) ハイパワーレーザーによる高エネルギー密度科学2 - レーザープロセス -  
レーザー学会学術講演会第38回年次大会, 京都 (2018.1.24-26)  
塚本 雅裕

- (11) 青色半導体レーザー開発と AM への展開  
第 8 回 AM シンポジウム, 東京 (2018.1.24-25)  
塚本 雅裕
- (12) 事故耐性燃料開発に向けた SiC/SiC 複合材料管封止技術に関する基礎的検討 - レーザ照射によるジルカロイ - SiC/SiC 複合材料管接合技術の開発 -  
平成29年度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 第3回委員会, 大阪 (2018.2.2)  
芹澤 久, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕
- (13) 錬金術師? - 金属コーティングの極意 -  
接合科学カフェ, 大阪 (2018.3.6)  
塚本 雅裕
- (14) 青色半導体レーザーを用いたアディティブマニュファクチャリング  
2018年度精密工学会春季大会 公開シンポジウム「レーザーおよびレーザー援用加工の新展開」,  
東京 (2018.3.16)  
塚本 雅裕
- (15) 高強度レーザーによる新機能性付加とアディティブマニュファクチャリング技術開発  
第65回応用物理学会春季学術講演会, 東京 (2018.3.17-20)  
塚本 雅裕
- (16) 精密打抜き・切断加工に関する次世代技術動向等の特別講演  
超精密打抜き・切断加工セミナー, 大阪 (2018.11.14)  
塚本 雅裕
- (11) 解説・総説
- (1) 革新接合技術開発への道しるべ - レーザ表面処理 -  
溶接学会誌, 86, 2 (2017), 29-33.  
塚本 雅裕
- (2) 金属積層造形技術に関する研究および開発の進展  
日本金属学会「まてりあ」, 56, 12 (2017), 691-694.  
佐藤 雄二, 塚本 雅裕
- (3) 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 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」  
月刊 OPTRONICS, 4月号, 424 (2017), 174-177.  
塚本 雅裕
- (4) 金属 AM 技術を支えるレーザー技術開発  
スマートプロセス学会誌, 6, 3 (2017), 104-108.  
塚本 雅裕
- (5) 革新的イノベーション創造プログラム (SIP) 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」 - 100W 級青色半導体レーザーコーティング装置開発 -  
レーザー加工学会誌, 24, 2 (2017), 4-6.  
塚本 雅裕

- (6) 高輝度青色半導体レーザー及び加工技術の開発  
レーザー学会誌「レーザー研究」, 45, 9 (2017), 576-579.  
塚本 雅裕
- (7) 次世代レーザーコーティング技術の開発と今後の展望  
レーザー加工学会誌, 25, 1 (2018), 12-17.  
佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 菖蒲 敬久, 舟田 義則, 山下 順広, 左今 佑, 阿部 信行
- (8) 集まれエンジニア! "レーザー溶接現象を観る"  
溶接学会誌, 86, 4 (2017), 9-12.  
川人 洋介
- (13) 特許出願・登録
- (1) 金属部材および当該金属部材を用いた半導体素子、樹脂金属複合体、半導体装置、異種金属複合体並びに当該金属部材の製造方法  
特願2017-238832  
塚本 雅裕, 他 3 名
- (2) 粉末溶融による線材の製造方法  
特願2018-038901  
塚本 雅裕, 阿部 信行, 他 5 名
- (15) 受 賞
- (1) レーザー学会第38回年次大会優秀論文賞  
(一社) レーザー学会 (2017.07.10)  
山縣 秀人, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 升野 振一郎, 東野 律子, 西 貴哉, 内川 智仁,  
山下 順広, 中野 人志, 阿部 信行
- (2) 優秀ポスター賞  
(一社) レーザ加工学会 (2017.04.04)  
佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 山下 順広, 菖蒲 敬久, 東野 律子, 山縣 秀人, 阿部 信行
- (3) Encouragement presentation award  
名古屋大学・未来材料 システム研究所 (2017.09.30)  
P. Chen, M. Tsukamoto, T. Shinonaga, Y. Tsutsumi, M. Ashida, H. Doi, T. Hanawa
- (4) 優秀ポスター賞  
(一社) レーザ加工学会 (2017.10.12)  
原 隆裕, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 升野 振一郎
- (5) Poster Presentation Award Contest 3rd Place  
Laser Institute of America (2017.10.26)  
M. Sengoku, M. Tsukamoto, Y. Sato, N. Abe, K. Asano, R. Higashino, Y. Funada,  
M. Yoshida
- (6) Best Student Poster Award  
SPIE (2018.02.01)  
K. Takenaka, M. Tsukamoto, T. Ooga, Y. Sato, K. Murai, S. Asai

## (17) 外部資金

(単位:千円)

## 科学研究費補助金

(1)	基盤研究(C)	水中レーザー溶接における水素生成機構の解明	川人 洋介	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)	青色レーザーを用いた樹脂金属三次元動的(ヘム機構連動)接合技術の開発	川人 洋介	468
-----	---------------------------------	------------------------------------	-------	-----

## 民間等との共同研究

(1)		パルスレーザーによる表面改質に関する研究	塚本 雅裕	1,560
(2)		直噴型レーザーコーティング装置を使用した低歪コーティング技術に関する研究開発	塚本 雅裕	1,524
(3)		金属積層造形に関する研究	塚本 雅裕	1,632
(4)		青色レーザーを使用した銅系材料の接合に関する研究	塚本 雅裕	1,560
(5)		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	2,400
(6)		レーザーによる樹脂と金属のダイレクト接合技術に関する研究	川人 洋介	996
(7)		レーザー溶接欠陥防止技術の研究	川人 洋介	1,575
(8)		中炭素ボロン鋼の溶接割れに関する研究	川人 洋介	630
(9)		厚鋼板レーザー切断現象の解明	川人 洋介	1,944
(10)		圧縮機メカ部品の低歪化を実現するレーザーブレイジングに関する研究	川人 洋介	2,100
(11)		塩基性FCWのアーク現象解析に関する研究	川人 洋介	1,575
(12)		眼鏡フレームおよび医療機器におけるレーザー加工の研究	川人 洋介	100
(13)		高品位溶接・接合プロセス工学共同研究講座	川人 洋介	3,990

## 受託研究

(1)		高輝度・高効率次世代レーザー技術開発	塚本 雅裕	50,777
-----	--	--------------------	-------	--------

(2)	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	52,610
-----	--------------------------------------	-------	--------

受託研究員

(1)	杉山 友明 (長期) レーザ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	557
-----	--	-------	-----

(2)	谷原 康友 (短期) 銅板上への銅含有粉の肉盛溶接	塚本 雅裕	278
-----	------------------------------	-------	-----

奨学寄付金

(1)		塚本 雅裕	4,700
-----	--	-------	-------

(2)		川人 洋介	3,500
-----	--	-------	-------

#### 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)	機械工学専攻	レーザプロセス学
(3)	全学共通教育	先端教養科目
(4)	全学共通教育	基礎セミナー

(3) 博士論文 (副査)

(1)	機械工学専攻, 藤田 淳司	酸化カルシウムの熱分解による Al-Ca 系金属間化合物の固相合成機構の解明とマグネシウム基複合材料の高温特性
-----	---------------	---

(4) 修士論文

(1)	マテリアル生産科学, 大賀 隆寛	細胞伸展制御のためのフェムト秒レーザーを用いたチタン表面へのナノ周期構造形成における周期制御
(2)	マテリアル生産科学, 山縣 秀人	レーザ金属積層造形法を用いたチタン合金の造形とスパッ抑制
(3)	機械工学, 田中 潤	マルチビーム重畳型青色半導体レーザクラディングに関する研究

(5) 卒業論文

- |     |             |                            |
|-----|-------------|----------------------------|
| (1) | 機械工学, 原 隆裕  | 青色半導体レーザーを用いた純銅皮膜形成に関する研究  |
| (2) | 機械工学, 柴田 知希 | 青色半導体レーザーを用いた金属の積層造形に関する研究 |

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 | Best Review 賞審査委員会 委員              |
| (2) | (一社) レーザー学会     | レーザー学会研究委員会 委員                     |
| (3) | (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」調査研究委員会 委員 |
| (4) | (一社) レーザー学会     | 次世代産業用レーザー専門委員会 主査                 |
| (5) | (一社) レーザ加工学会    | 2017年度レーザ加工学会誌編集委員会 委員長            |
| (6) | (一社) レーザ加工学会    | 第88回レーザ加工学会講演会 実行委員                |
| (7) | (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) | ICO-24    | プログラム委員 |
| (2) | OPIC 2018 | 運営委員    |
| (3) | OPIC 2018 | 組織委員    |
| (4) | SLPC 2018 | 議長      |

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- |     |                    |                                |
|-----|--------------------|--------------------------------|
| (1) | (一社)レーザプラットフォーム協議会 | レーザプラットフォーム協議会 会長              |
| (2) | 職業訓練法人 アマダスクール     | 優秀板金製品技能フェア運営委員                |
| (3) | 文部科学省              | 次世代レーザー加工に係るロードマップ検討グループ 専門有識者 |

(7) 社会への情報発信

- |      |  |                                  |
|------|--|----------------------------------|
| (1)  | マルチカラーレーザーコーティング装置<br>被膜加工品質を向上                                    | 日刊工業新聞 (2017.04.18)              |
| (2)  | 2種レーザーで加工品質向上  | 北國新聞 (2017.08.29)                |
| (3)  | レーザー技術活用探る   | 北國新聞 (2017.08.30)                |
| (4)  | レーザーコート 金沢で研究発表  | 中日新聞 (2017.08.30)                |
| (5)  | 阪大、青色半導体レーザーの高輝度化により<br>純銅を積層造形できる3D プリンタを開発                       | 日本経済新聞 (2017.10.24)              |
| (6)  | 大阪大、世界初、青色半導体レーザーの<br>高輝度化により純銅を積層造形できる 3D<br>プリンターを開発             | Motar Fan TECH (2017.10.24)      |
| (7)  | 阪大ら、銅を積層する3D プリンターを<br>始めて開発                                       | OPTRONICS ONLINE (2017.10.24)    |
| (8)  | 純銅を積層造形できる3D プリンタを開発<br>- 航空・宇宙・EV 産業への応用期待                        | マイナビニューステクノロジー<br>(2017.10.24)   |
| (9)  | 阪大、島津製作所など、純銅を積層造形<br>できる3D プリンターを開発                               | fab cross for エンジニア (2017.10.25) |
| (10) | NEDO と大阪大学、純銅積層3D プリンタ開発   | 鉄鋼新聞 (2017.10.25)                |
| (11) | 青色レーザーを高輝度化、純銅を積層造形<br>できる3D プリンター                                 | 日経テクノロジー online (2017.10.26)     |
| (12) | 阪大 3D 印刷で純銅造形<br>- 青色レーザー高輝度化                                      | 化学工業日報 (2017.10.26)              |
| (13) | 純銅を積層造形  | 日経産業新聞 (2017.10.31)              |
| (14) | ”モノづくり” 日本を支える基盤テクノロジー<br>テーマ：金属アディティブマニュファクチャ<br>リングと高輝度青色半導体レーザー | 日刊工業新聞 (2017.12.04)              |
| (15) | NEDO と島津製作所と阪大、高出力・高輝度<br>青色半導体レーザーを製品化                            | 日本経済新聞 (2018.01.25)              |
| (16) | NEDO・島津製作所・阪大 世界最高性能の<br>青色 - 半導体レーザー製品化                           | 日刊工業新聞 (2018.01.26)              |
| (17) | 出力100ワット、高輝度 - 島津製作所<br>金属加工の光源に                                   | 化学工業日報 (2018.01.26)              |
| (18) | 金属加工用の青色半導体レーザー発売<br>- 阪大と開発 出力・輝度、世界最高クラス                         | 電波新聞 (2018.01.29)                |

- (19) 最高水準の半導体レーザー 京都新聞 (2018.02.15)
- (20) 大学の現在を社会へ伝達 溶接ニュース (2018.03.20)  
- 阪大接合研、愉快で真剣な挑戦

#### 4.10 全国共同利用に関する研究

##### (1) 平成29年度共同研究員と研究テーマ

氏名：塚本 雅裕

- |      |  |       |                               |
|------|--|-------|-------------------------------|
| (1)  | 宮崎大学 産学<br>地域連携センター                                | 甲藤 正人 | エネルギービームと物質との相互作用現象の解明        |
| (2)  | 近畿大学 大学院<br>総合理工学研究科<br>エレクトロニクス系工学専攻<br>レーザー工学研究室 | 西 貴哉  | エネルギービームと物質との相互作用現象の解明        |
| (3)  | 近畿大学<br>理工学部電気電子工学科                                | 中野 人志 | エネルギービームと物質との相互作用現象の解明        |
| (4)  | 産業技術総合研究所<br>電子光技術研究部門 先進<br>プラズマプロセスグループ          | 加藤 進  | エネルギービームと物質との相互作用現象の解明        |
| (5)  | 東京農工大学   | 宮地 悟代 | エネルギービームと物質との相互作用現象の解明        |
| (6)  | 近畿大学 大学院<br>総合理工学研究科<br>エレクトロニクス系工学専攻<br>光回路研究室    | 仙石 正則 | エネルギービームによるクラディングおよび積層造形技術の開発 |
| (7)  | 近畿大学<br>理工学部電気電子工学科                                | 吉田 実  | エネルギービームによるクラディングおよび積層造形技術の開発 |
| (8)  | 秋田大学<br>大学院理工学研究科                                  | 小玉 展宏 | エネルギービームによる機能性セラミックス材料の創製     |
| (9)  | 岡山大学 大学院<br>自然科学研究科                                | 篠永 東吾 | エネルギービームによる新表面改質機能の創製         |
| (10) | 京都大学 化学研究所   | 橋田 昌樹 | エネルギービームによる新表面改質機能の創製         |
| (11) | 千葉大学 大学院工学研究科<br>人工システム科学専攻                        | 松坂 壮太 | エネルギービームによる新表面改質機能の創製         |
| (12) | 大阪大学 工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻                          | 浅井 知  | エネルギービームによる新表面改質機能の創製         |

- |      |   |       |   |
|------|---|-------|---|
| (13) | 大阪大学 工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻                     | 竹中 啓輔 | エネルギービームによる新表面改質機能の<br>創製                 |
| (14) | 石川県工業試験場                                      | 山下 順広 | レーザーベアリングおよびレーザープロトタイ<br>ピング (レーザー積層造形)   |
| (15) | 石川県工業試験場                                      | 舟田 義則 | レーザーベアリングおよびレーザープロトタイ<br>ピング (レーザー積層造形)   |
| (16) | 岡山大学異分野融合<br>先端研究コア                           | 仁科 勇太 | レーザー加工におけるビームと材料の相互作<br>用ならびにレーザー加工現象の解明  |
| (17) | 長岡技術科学大学                                      | 田辺 里枝 | レーザー加工におけるビームと材料の相互作<br>用ならびにレーザー加工現象の解明  |
| (18) | 東京工科大学 工学部<br>機械工学科                           | 大久保友雅 | レーザー加工におけるビームと材料の相互作<br>用ならびにレーザー加工現象の解明  |
| (19) | 鹿児島県工業技術センター<br>生産技術部                         | 瀬知 啓久 | 各種材料のレーザー接合性とその接合部の特<br>性評価               |
| (20) | 大阪大学  | 安田 清和 | 高能率 高効率 低環境負荷溶接 接合プロ<br>セスの開発と評価          |
| (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<br>ノベル ジョイニング領域 | 田村廉之介 | 高能率 高効率 低環境負荷溶接 接合プロ<br>セスの開発と評価          |
| (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<br>ノベル ジョイニング領域 | 内田 裕己 | 高能率 高効率 低環境負荷溶接 接合プロ<br>セスの開発と評価          |
| (23) | 東京工科大学 メディア学部                                 | 菊池 司  | 数値シミュレーション援用による溶接 接<br>合 切断加工システムの知能化、最適化 |

氏名：川人 洋介

- |     |                                     |       |  |
|-----|-------------------------------------|-------|--|
| (1) | 新居浜工業高等専門学校<br>環境材料工学科              | 日野 孝紀 | レーザー アークハイブリッド溶接法の開発                     |
| (2) | 阿南工業高等専門学校<br>創造技術工学科 機械コース         | 西本 浩司 | レーザー異材接合およびレーザーブレージング                    |
| (3) | 三重大学 大学院工学研究科<br>機械工学専攻             | 尾崎 仁志 | レーザー加工におけるビームと材料の相互作<br>用ならびにレーザー加工現象の解明 |
| (4) | 大阪大学 大学院工学研究科                       | 箕島 弘二 | レーザー加工におけるビームと材料の相互作<br>用ならびにレーザー加工現象の解明 |
| (5) | 大阪大学 大学院工学研究科<br>機械工学専攻<br>箕島 平方研究室 | 近藤 俊之 | レーザー加工におけるビームと材料の相互作<br>用ならびにレーザー加工現象の解明 |

- |     |                              |       |                              |
|-----|------------------------------|-------|------------------------------|
| (6) | 広島大学 大学院工学研究科<br>機械物理工学専攻    | 山本 元道 | レーザ溶接時のインプロセスモニタリング<br>と適応制御 |
| (7) | 大阪大学 大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 山下正太郎 | レーザ溶接時のインプロセスモニタリング<br>と適応制御 |

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溶接技術の研究 (役割分担型)]

- |     |  |       |
|-----|--|-------|
| (1) | 三重大学 大学院工学研究科<br>機械工学専攻                  | 尾崎 仁志 |
| (2) | 新居浜工業高等専門学校<br>環境材料工学科                   | 日野 孝紀 |
| (3) | 大阪大学グローバル<br>イニテシアティブ センター<br>海外拠点部門北米拠点 | 長谷川和彦 |

国際共同研究員

- |     |  |                      |  |
|-----|--|----------------------|--|
| (1) | Auckland University of<br>Technology   | Pasang Timotius      | Assessment of laser weldability and joint<br>properties of various materials |
| (2) | Indian Institute of<br>Technology, Kharagpur,<br>West Bengal, India  | Nath Ashish<br>Kumar | Laser joining of dissimilar materials, and<br>laser brazing                  |
| (3) | National Metal and Materials<br>Technology Center Metals<br>research unit Coating and<br>joining technology laboratory | Chanthapan<br>Sinthu | Laser joining of dissimilar materials, and<br>laser brazing                  |

(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 | 16 |
|-----|----|----|

## 接合機構研究部門 溶接機構学分野

### 4.1 研究概要

溶融溶接余盛止端部に、直接、摩擦攪拌プロセス (FSP) を施工し溶接部の曲げ疲労強度を増加させるプロセス開発と曲げ疲労強度増加およびその機構を解明した。自動車用ターボエンジン回転翼に軽量耐熱材の TiAl 合金を適用し軸材の鋼との直接通電拡散接合する手法を開発した。従来800、1時間にて引張応力160 MPa の報告に対し、600、20分にてせん断応力200 MPa を得ることに成功した。Al 添加 Si 系ペーストを用いて、高融点材料；SiC 焼結材、SiC のセラミックス複合材 (CMC)、高融点異材の接合法を開発した。高融点遷移金属薄板と Cu 板との爆発圧接に関し、高融点遷移金属の密度や機械特性の違いが界面組織形成に及ぼす影響を明らかにし、接合界面近傍の温度場および温度履歴を明らかにする基本的な数値解析モデルを構築した。二相ステンレス鋼について、構成相の異なる強度および拡散係数が応力・ひずみ分布および拡散性水素濃度分布の不均一性を材料組織レベルで与えており、材料組織の違いや水素チャージの有無による割れ発生特性の違いを明らかにした。最後に、低炭素鋼のタンデム MAG 溶接時に被溶接材の高周波数 (250 Hz 付近) 振動が溶接金属の溶込み形状に与える影響を、フィラーと母材で濃度の異なる元素、例えば Si に着目して、溶接金属中の Si の濃度分布と溶け込み形状の違いを系統的に明らかにし、その機構について議論した。

### 4.2 研究課題

- ・溶接止端部への摩擦攪拌プロセス(FSP)への直接適用プロセス検討 (M2, D2 学生)
- ・軽量耐熱金属間化合物 TiAl と SCM440との直接通電を用いた接合について (M2 学生)
- ・Al 添加 Si 系ペーストを用いた高融点材料の接合温度低減と界面微細組織評価 (B4, M1 学生)
- ・高融点薄板金属と銅板との爆発圧接界面組織評価とその形成機構解明、ならびに界面近傍の温度場シミュレーション (M1, D2 学生)
- ・二相ステンレス鋼母材および溶接金属の水素割れ発生特性の評価 (共研)
- ・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 (D1 学生)
- ・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 (IITH との国際共同研究)
- ・溶融亜鉛めっき割れ対策鋼溶接部における塑性ひずみが溶融亜鉛脆性に及ぼす影響 (共研)

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. 溶接止端部への摩擦攪拌プロセス (FSP) への直接適用プロセス検討

490 MPa 級の実用高張力鋼の突合せ溶接余盛止端部へ FSP を施工した。FSP ツール形状や FSP 施工方法を変え、継手曲げ疲労強度が向上する FSP 施工方法を検討した。三角錐形状のツールを斜めから挿入する方法と、球状形状のツールを真上から挿入する方法の大きく 2 種類の方法にて継手曲げ疲労強度の評価まで行った。その結果、球状形状のツールを真上から挿入する方法にて、継手止端部の応力集中軽減、圧縮残留応力の付与、FSP 施工部の結晶粒微細化による強化が得られ、溶接まま材 (曲げ疲労強度：150 MPa) と比較して応力振幅において75 MPa (2 × 10<sup>6</sup>回) の増加

が得られた。疲労強度は増加したが、FSP 施工端部において圧縮残留応力が軽減し若干の引張残留応力になった部分で疲労破断していた。更に、より応力集中軽減効果が大きかった入熱量が少ない FSP 条件では、FSP 施工表面の表面粗さが疲労き裂の発生が増加しており、FSP による溶接部の疲労強度改善では、FSP 施工面についても考慮する必要があることが明らかとなった（溶接学会秋季全国大会にて優秀研究発表賞）。

## 2. 軽量耐熱金属間化合物 TiAl と SCM440 との直接通電を用いた接合について

自動車用ターボエンジンの回転翼には軽量耐熱材が求められ、軸材には汎用鋼が使用され、その接合には各社異なる手法が適用されている。軽量耐熱材には、従来 Ni 基合金が用いられているが、より軽量の TiAl 合金が注目され実用化例もある。本研究では、より低温にて接合するため直接通電拡散接合法を検討した。その結果、従来 800、1 時間にて引張応力 160 MPa の報告に対し、600、20 分にてせん断応力 200 MPa を得ることに成功した。その接合強度に対応した接合界面（ナノレベルの反応相厚）が得られていた。直接通電接合では、接合面の高抵抗にて局部加熱により接合を可能にすることを期待するが、例えば 2 相組織の SS400 ではセメントタイトにより約 400 nm の最大粗さがあったが、SCM440 では 140 nm 程度となり、この表面粗さの低さが低温での直接通電拡散接合を可能にしていたことも明らかにした。

## 3. Al 添加 Si 系ペーストを用いた高融点材料の接合温度低減と界面微細組織評価

航空機用部材として期待される CMC 材の一種である炭化ケイ素 (SiC) の拡散接合について、SiC 繊維強化 CMC の SiC 繊維特性が劣化しない 1400 以下での接合が切望されている。その接合のために、Al 添加 Si 系ペーストを開発した。このペーストを用いた拡散接合では、Al 添加によりペースト融点を下げ、ペースト全体を液化し、同温度にて Al 蒸発がペースト融点を上昇させ、ペーストが凝固することにより接合を促す。本年度は、CMC の接合のみならず、4 回生が高融点異材接合にこのペーストを用いた接合について、接合界面と接合強度の関係を明らかにした（生産科学コースの卒業発表優秀発表賞を受賞）。

## 4. 高融点薄板金属と銅板との爆発圧接界面組織評価とその形成機構解明、ならびに界面近傍の温度場シミュレーション

高融点遷移金属薄板と Cu 板との爆発圧接による接合に成功している（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。また、界面組織形成過程を考察するうえで重要な情報である接合界面近傍の温度場および温度履歴について、実測が不可能であることから、数値シミュレーションを活用した推定に着手し、基本的な数値解析モデルを構築した。

## 5. 二相ステンレス鋼母材および溶接金属の水素割れ発生特性の評価

二相ステンレス鋼が使用される環境は、腐食性、深度ともに過酷化しており、二相ステンレス鋼の適用拡大が期待される。ところが、構成するフェライト相およびオーステナイト相の強度および拡散係数に差があり、材料組織レベルでは応力・ひずみ分布および拡散性水素濃度分布が不均一になっていると予想される。この不均一性が拡散性水素の関与する割れの発生特性に及ぼす影響を明確にすることが本研究の目的である。本年度は、二相ステンレス鋼の母材および溶接金属について水素割れ試験を実施し、材料組織の違いや水素チャージの有無によって割れ発生特性が大きく異な

ることを明らかにした。

#### 6. 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

本研究は、広域アジア事業におけるインドの IITH 校の Prof. Sharma との共同研究である。低炭素鋼のタンデム MAG 溶接時に被溶接材を高周波数 (250 Hz 付近) にて振動させると、溶接金属の溶込み形状がフィンガー形状から鍋底形状へ変化する。投入エネルギーによる形状変化の効率は大きい。フィンガー形状では高硬度の三日月状の HAZ が形成し、硬度・強度の異なる部分が溶接部底部に偏って形成するが、被溶接部の振動により溶込み形状が鍋底形状になると高硬度な部分が薄くなり溶接部底部に均等に分布した。当研究室では、この振動による影響の機構を明らかにするため、上記の硬度計測や組織観察、溶接部の元素分布観察を行った。その結果、母材よりフィラーでの濃度が高い元素の中で、Si をプローブとして溶接金属中の Si 分布を被溶接材の振動有無、振動波形、振動パラメータを変化させ、被溶接材の振動により溶滴が溶融池で溶接中にどのように分散混合したかを観察した。その結果、サイン振動の 250 Hz 近傍というある特定の条件下のみにて Si が溶融池全体に均等に分散していた。溶滴が溶融池に浸入後に例えば共振現象のような効果によりせん断変形・破壊され、溶滴の高温部が小さく分散し、溶融池との混合が促進されたと考えられ、その結果高温の溶滴が母材を溶融してフィンガー形状を形成することができなかったと考えられる。その共振現象当の機構についてはまだ議論の余地がある。

#### (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関係指針を発信することを目的とした。複数分野の研究経験や接合に関わる複数分野の研究者との共同研究による知見を生かし、特異な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。さらに、溶接変形・残留応力および溶接・接合継手強度シミュレーションを専門とする三上を准教授として平成29年4月より加え、溶接・接合部の材料学的評価から、継手性能の力学的評価に至るまで融合的に研究を実施可能な体制に整えた。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、博士後期課程学生も多く、論文執筆を急いでいる。

研究予算では、三上と高橋が基盤研究 (C) を、小濱が若手研究 (B) を獲得した。また、民間等との複数共同研究を、伊藤、三上、高橋が行った。

#### 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。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、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。応用理工学科 2 年次の学生に、三上は材料力学 I および確率・統計基礎の講義を行った。材料力学 I は構造部材の応力・変形評価、確率・統計基礎は実験データ処理の基礎となるもので、実際の応用例を交えながら重要性を認識させることを目指した。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、三上、高橋、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。上海交通大学にて開催の夏季大学 "2017 "Zhi-Hong" International Summer School of Advanced Materials-Advanced Functional Materials" にて講師として招聘され4つの講義を行った。「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 IITH 校に三上が平成30年2月に赴き、大学院生を対象に90分の特別講義を1回行った。

本年度は、博士後期課程4月入学と10月入学の計3名、前期課程2年生2名と1年生3名、学部学生2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。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

伊藤は、(一社)溶接学会にて編集委員会委員長代行、副委員長、総合企画G委員を兼務、企画委員会委員、論文査読委員会委員、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、(公社)日本金属学会では、分科会・講演大会委員として春期・秋期講演大会の2セッションのプログラム編成と概要査読を、第27回奨励賞材料プロセッシング、第76回功績賞材料プロセッシングの選考委員を、(一社)スマートプロセス学会では学術・技術奨励賞審査委員会委員を行った。また、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登録しているが、今年度は事前書面審査のマッチングが無かった。昨年度の事前審査に続き、National Institute of Technology, Warangal (India)のPh.D論文の本審査にMember on the Board of Examinersとして参加した。また、MOUを締結している韓国Kumoh National Institute of Technologyから博士後期学生1名と学部学生2名を1か月、さくらサイエンスでは長期と短期の2度、2名ずつをインターンシップ生として受け入れた。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春夏学期に受入、共同研究に関する研究指導を行った。

三上は、(一社)溶接学会にて、溶接構造研究委員会幹事、溶接構造シンポジウム2017実行委員会幹事、溶接冶金研究委員会委員、編集委員会委員、若手会員の会運営委員会委員として、(一社)日本溶接協会にて、鉄鋼部会CTE委員会中立機関委員として活動した。

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、芝浦工業大学、東北大学、熊本大学、西日本工業大学、関西大学、(一財)発電設備技術検査協会、学内複数研究室から約20名の共同利用・共同研究者と研究補助者を受入れ、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、本年度も査読付き学術論文、国際・国内会議発表論文、国際・国内会議発表を行った。詳細は研究成果をご参照下さい。国際共同研究員Sクラスを1件受入、査読付き学術論文は執筆中である。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Study on the Microstructure and Liquid Phase Formation in a Semisolid Gray Cast Iron  
Metall. Mater. Trans. B, 48, 5 (2017), 2293-2303.  
D. M. Benati, K. Ito, K. Kohama, H. Yamamoto and E. J. Zoqui
- (2) Improvement of Smooth Surface of RuO<sub>2</sub> Bottom Electrode on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Buffer Layer and Characteristics of RuO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/RuO<sub>2</sub> Capacitors  
J. Vac. Sci. Technol. A, 35, 6 (2017)  
T. Sawada, T. Nabatame, T. D. Dao, I. Yamamoto, K. Kurishima, T. Onaya, A. Ohi, K. Ito, M. Takahashi, K. Kohama, T. Ohishi, A. Ogura and T. Nagao
- (3) Spherical Porous Granules in MgOFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> System: In Situ Observation of Formation Behavior Using High-Temperature Confocal Laser-Scanning Microscopy  
J. Eur. Ceram. Soc., 37, 16 (2017), 5339-5345.  
Y. Suzuki, H. Abe, H. Yamamoto, K. Ito, H. Inoue and M. Nakamura
- (4) Effects of Insert Metal Type on Interfacial Microstructure during Dissimilar Joining of TiAl Alloy to SCM440 by Friction Welding  
Metals and Materials International (2018)  
J.-M. Park, K.-Y. Kim, K.-K. Kim, K. Ito, M. Takahashi and M. H. Oh
- (5) Application of Friction Stir Processing to Weld Toe for Fatigue Strength Improvement of High-strength Low-alloy Steel Joint  
WL (2018)  
H. Yamamoto, Y. Danno, K. Ito, Y. Mikami, K. Kohama and H. Fujii
- (6) Multiple Self-Exothermic Reactions for Room-Temperature Aluminum Bonding via Instantaneous Melting  
Mater. Des., 121 (2017), 136-142.  
T. Matsuda, M. Takahashi, T. Sano and A. Hirose
- (7) Low-temperature Metal-To-Alumina Direct Bonding Process Utilizing Redox Reaction between Silver Oxide and Organic Agent  
Mater. Sci. Eng. A-Struct. Mater., 702 (2017), 398-405.  
K. Asama, T. Matsuda, T. Ogura, T. Sano, M. Takahashi and A. Hirose
- (8) Length Effect of Carbon Nanotubes on the Strengthening Mechanisms in Metal Matrix Composites  
Acta Mater., 140 (2017), 317-325.  
B. Chen, J. Shen, X. Ye, L. Jia, S. Li, J. Umeda, M. Takahashi and K. Kondoh
- (9) Modeling of Hydrogen Diffusion Behavior Considering the Microstructure of Duplex Stainless Steel Weld Metal  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 23s-27s.  
Y. Shibamoto, Y. Mikami and M. Mochizuki

- (10) Numerical Simulation of Hydrogen Diffusion and Accumulation Behavior under Residual Stress Distribution in Resistance Spot Welds  
 溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 108s-111s.  
 T. Kizaki, Y. Mikami, N. Kawabe, H. Matsuda, R. Ikeda and M. Mochizuki
- (11) Numerical Simulation of Relationship between Member Dimension and Weld-Induced Stress in Plate-Fin Type Heat Exchanger  
 溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 72s-75s.  
 S. Yamagishi, Y. Mikami, K. Otani, N. Hisada, S. Aoki and M. Mochizuki
- (12) Numerical Simulation of Residual Stress Modification by Reverse Bending of Notched Fracture Toughness Test Specimens of Multipass Welds  
 Theor. Appl. Fract. Mec., 92 (2017), 214-222.  
 Y. Mikami, T. Kawabata, T. Tagawa, H. Kitano, A. Kiuchi, Y. Kayamori, S. Kanna, T. Sakurai, Y. Imai, M. Ohata, M. Mochizuki, F. Minami, S. Aihara and Y. Hagihara
- (3) 国際会議発表論文 (査読なし)
- (1) Application of Friction Stir Processing to High-tensile-steel Welds  
 Proc. WSE & CAWE 2017, Jinan, China (2017.10.18-20), 263-266.  
 K. Ito, H. Yamamoto, M. Takahashi, K. Kohama and H. Fujii
- (2) Application of Friction Stir Processing to High-tensile-steel Welds  
 Proc. IWIT & TWIT 2017, Chantaburi, Thailand (2017.11.11-12), 12-18.  
 K. Ito, H. Yamamoto, T. Okuda, H. Izumi, M. Takahashi, K. Kohama and H. Fujii
- (3) Numerical Modeling of Diffusible Hydrogen Localization in Duplex Stainless Steel Weld Metal  
 Proc. WSE & CAWE 2017, Jinan, China (2017.10.18-20), 145-148.  
 Y. Mikami, Y. Shibamoto, G. Ogita, K. Ito and M. Mochizuki
- (4) 国内会議発表論文 (査読あり)
- (1) 厚板多層溶接部の破壊靱性試験片における逆曲げ法による残留応力緩和挙動の検討  
 溶接構造シンポジウム2017講演論文集, 大阪 (2017.12.5-6), 333-340.  
 三上 欣希, 望月 正人, 川畑 友弥
- (2) 低変態温度溶接材料による残留応力低減効果に及ぼす溶接止端形状の影響に関する検討  
 溶接構造シンポジウム2017講演論文集, 大阪 (2017.12.5-6), 427-434.  
 三上 欣希, 谷川 和司, 北野 萌一, 中村 照美, 望月 正人
- (3) 二相ステンレス鋼溶接金属の微視組織形態を考慮した水素拡散・集積挙動の解析  
 溶接構造シンポジウム2017講演論文集, 大阪 (2017.12.5-6), 387-394.  
 芝本 優平, 荻田 玄, 三上 欣希, 望月 正人
- (4) 微視的な強度および残留応力分布を有する鋼材におけるき裂開閉口の数値解析  
 溶接構造シンポジウム2017講演論文集, 大阪 (2017.12.5-6), 303-310.  
 田口 雄大, 三上 欣希, 島貫 広志, 望月 正人

(5) 国内会議発表論文 (査読なし)

- (1) Ge 薄膜の FLA 結晶化におけるキャップ層の効果  
(一社)電子情報通信学会信学技報, 117, 372 (2017), 77-80.  
吉岡 尚輝, 秋田 佳輝, 部家 彰, 松尾 直人, 小濱 和之, 伊藤 和博

(8) 国内学会発表

- (1) 水中衝撃波を用いた第5族高融点金属と銅との異材接合界面評価  
(一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
古手川 将大, 山本 啓, P. P. Kumar, 伊藤 和博, 外本 和幸
- (2) 摩擦攪拌プロセスにより微細化された高張力鋼溶接部組織のシャルピー吸収エネルギー  
(一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
山本 啓, 段野 芳和, 伊藤 和博, 小濱 和之, 藤井 英俊
- (3) Variation in Bending Strength and Interface Morphology of Underwater Explosive Welded RM/Cu Joints  
(公社) 日本金属学会 2018年秋期大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
P. P. Kumar, 古手川 将大, 山本 啓, 伊藤 和博, 外本 和幸
- (4) タンデムマグ溶接における溶融池内での溶滴流動に及ぼす被溶接材振動の影響  
(公社) 日本金属学会 2018年秋期大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
山本 啓, 伊藤 和博, 三輪 剛士, P. P. Kumar, Sharma Abhay
- (5) レーザ溶接による Al 合金と Mg 合金の異材接合  
日本金属学会 2017年秋期(第161会)講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
松本 幸樹, 西本 明生, 永塚 公彬, 石川 武, 伊藤 和博, 塚本 雅裕, 中田 一博
- (6) 溶接余盛止端部への直接摩擦攪拌プロセスが疲労強度へ及ぼす効果  
(公社) 日本金属学会 2018年秋期大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
段野 芳和, 山本 啓, 伊藤 和博, 三上 欣希, 小濱 和之
- (7) 6063Al 合金摩擦攪拌接合部の機械的特性に及ぼす接合入熱の影響  
(一社) 溶接学会 平成29年秋春季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
趙 天波, 佐藤 裕, 粉川 博之, 伊藤 和博
- (8) Correlation between Thermo-Physical Property to Microstructure Evolution of Underwater Explosive Welds of Mo/Cu and W/Cu  
(一社) 溶接学会 平成29年秋春季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
P. P. Kumar, 古手川 将大, 山本 啓, 伊藤 和博, 外本 和幸
- (9) タンデムマグ溶接における溶融池内での溶滴流動に及ぼす被溶接材振動の影響  
(一社) 溶接学会 平成29年秋春季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
山本 啓, 伊藤 和博, 三輪 剛士, P. P. Kumar, Sharma Abhay
- (10) レーザ溶接による Al 合金と Mg 合金の異材接合  
溶接学会平成29年度秋期全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
松本 幸樹, 永塚 公彬, 伊藤 和博, 塚本 雅裕, 中田 一博, 西本 明生, 石川 武

- (11) 過剰応力下低合金鋼での亜鉛脆化割れに及ぼす熱影響部組織・引張応力・溶融亜鉛温度の影響  
 (一社) 溶接学会 平成29年秋春季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 武藤 宏, 伊藤 和博, 山本 啓, 段野 芳和
- (12) 余盛止端部への摩擦攪拌プロセスの適用とその疲労強度改善効果  
 (一社) 溶接学会 平成29年秋春季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 段野 芳和, 山本 啓, 伊藤 和博, 三上 欣希, 小濱 和之
- (13) A Study on Characteristics of Explosively Welded RMs/Cu Joints at Different Relationship between Horizontal-Collision and Sonic Velocities  
 (公社) 日本金属学会 2019年春期大会, 千葉 (2018.3.19-21)  
 P. P. Kumar, 古手川 将大, 山本 啓, 伊藤 和博, 外本 和幸
- (14) 球面先端形状ツールを用いた摩擦攪拌プロセスによる低炭素鋼溶接余盛止端部の組織および形状改善と疲労強度に及ぼす影響  
 (公社) 日本金属学会 2019年春期大会, 千葉 (2018.3.19-21)  
 山本 啓, 段野 芳和, 伊藤 和博, 三上 欣希, 藤井 英俊
- (15) 純 Ti と Mg-Al 合金の固相接合過程における化合物形成機構と接合強度  
 溶接学会平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 近藤 勝義, P.Pripanapong, 梅田 純子, 高橋 誠
- (16) 抵抗スポット溶接部における温度・応力変化を考慮した水素拡散解析  
 一般社団法人 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
 川邊 直雄, 松田 広志, 沖田 泰明, 池田 倫正, 三上 欣希, 望月 正人
- (17) 抵抗スポット溶接部の遅れ破壊挙動に及ぼす水素侵入環境の影響に関する数値解析的検討  
 一般社団法人 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 川邊 直雄, 松田 広志, 沖田 泰明, 池田 倫正, 三上 欣希, 望月 正人
- (18) 破壊靱性試験片に対する局部圧縮法による溶接残留応力除去処理の数値解析  
 一般社団法人 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 三上 欣希, 本多 正信, 望月 正人, 川畑 友弥
- (19) CTOD パラメータを用いた鋼材の破壊靱性評価における最近の規格改善活動  
 一般社団法人 日本高圧力技術協会 平成29年度秋季講演会, 熊本 (2017.12.7)  
 川畑 友弥, 田川 哲哉, 三上 欣希
- (20) Si/Al 混合粉末ろう材の Al 蒸発による等温凝固を用いた SiC の低温接合  
 (一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
 小濱 和之, 寺田 俊一, 伊藤 和博, 山本 啓, 篠原 貴彦, 坂元 理絵
- (21) 放電プラズマ焼結装置を用いた直接通電加熱による TiAl 合金/鋼の拡散接合  
 (公社) 日本金属学会 2018年秋期大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
 小濱 和之, 西端 惇, 伊藤 和博, 江川 相輝
- (22) 放電プラズマ焼結装置を用いた TiAl 合金と鋼の直接通電加熱接合  
 (一社) 溶接学会 平成29年秋春季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 西端 惇, 小濱 和之, 伊藤 和博, 江川 相輝

(9) 国際会議講演

- (1) Application of Friction Stir Processing to High-Tensile-Steel Welds  
7th International Conference on Welding Science and Engineering, Jinan, China (2017.10.22-26)  
K. Ito, H. Yamamoto, M. Takahashi, K. Kohama and H. Fujii
- (2) Application of Friction Stir Processing to High-Tensile-Steel Welds  
The Conference of International Welding and Inspection Technology (IWIT 2017), Chantaburi, Thailand (2017.11.11-15)  
K. Ito, H. Yamamoto, T. Okuda, H. Izumi, M. Takahashi, K. Kohama and H. Fujii
- (3) Application of Friction Stir Processing to High-Tensile-Steel Welds  
3rd International Conference on Friction Based Processes (ICFP2017), Osaka, Japan (2017.11.23-27)  
K. Ito, H. Yamamoto, M. Takahashi, K. Kohama and H. Fujii

(10) 国内会議講演

- (1) FSPによる鋼溶接部表面改質と機械的特性改善の関係  
日本溶接協会第4回溶接・接合プロセス研究委員会シンポジウム, 東京 (2017.11.17)  
伊藤 和博, 小濱 和之, 藤井 英俊
- (2) 応力場および材料組織を考慮した水素拡散・集積挙動シミュレーション  
JWS プリテン16「溶接冶金現象のシミュレーションと可視化」出版記念シンポジウム, 東京 (2017.5.12)  
三上 欣希
- (3) 応力分布および拡散性水素濃度分布を考慮した局所限界条件に基づく高強度鋼溶接金属の低温割れ発生特性に関する検討  
一般社団法人 溶接学会 平成29年度秋季全国大会 平成28年度溶接学会論文賞受賞記念講演, 福岡 (2017.9.12)  
三上 欣希

(11) 解説・総説

- (1) III 溶接構造研究委員会 (溶接・接合をめぐる最近の動向 / 第II部 溶接・接合工学の最近の動向)  
溶接学会誌, 86, 5 (2017), 375-381.  
三上 欣希
- (2) 応力場および材料組織を考慮した水素拡散・集積挙動のシミュレーション (溶接・接合をめぐる最近の動向 / 第II部 溶接・接合工学の最近の動向 II 溶接冶金現象のシミュレーションと可視化 - 溶接冶金研究委員会 - )  
溶接学会誌, 86, 5 (2017), 372-373.  
望月 正人, 三上 欣希

(15) 受賞

- (1) 平成29年度溶接学会優秀研究発表賞  
(一社) 溶接学会 (2017.12.18)  
段野 芳和, 山本 啓, 伊藤 和博, 三上 欣希, 小濱 和之

- (2) 溶接学会論文賞  
(一社) 溶接学会 (2017.04.20)  
三上 欣希
- (3) Professor Koichi Masubuchi Award  
The American Welding Society (2017.11.07)  
Y. Mikami
- (4) 卒業研究優秀発表賞 (2018.3.22)  
早崎 来未(B4)

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |         |  |       |       |
|-----|---------|--|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(C) | 複相鋼におけるミクロ組織レベルの水素拡散解析に基づく微視的水素割れ限界条件の導出 | 三上 欣希 | 1,690 |
| (2) | 基盤研究(C) | 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        | 高橋 誠  | 1,820 |
| (3) | 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 | 1,690 |

民間等との共同研究

- |     |  |                                      |       |       |
|-----|--|--------------------------------------|-------|-------|
| (1) |  | 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   |
| (2) |  | 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 | 300   |
| (3) |  | 異種金属拡散接合の接合状態評価と接合可能化に関する研究          | 伊藤 和博 | 1,080 |
| (4) |  | スポット溶接部における水素拡散挙動の解析                 | 三上 欣希 | 1,944 |

受託事業

- |     |                              |                     |       |     |
|-----|------------------------------|---------------------|-------|-----|
| (1) | 一般財団<br>法人海外<br>産業人材<br>育成協会 | インドにおける溶接人材育成環境向上支援 | 伊藤 和博 | 210 |
|-----|------------------------------|---------------------|-------|-----|

学術相談

- |     |  |                           |      |     |
|-----|--|---------------------------|------|-----|
| (1) |  | グラスライニングとガラスとの接合可能性に関する相談 | 高橋 誠 | 330 |
|-----|--|---------------------------|------|-----|

奨学寄付金

- |     |  |  |       |     |
|-----|--|--|-------|-----|
| (1) |  |  | 伊藤 和博 | 600 |
|-----|--|--|-------|-----|

(2) 三上 欣希 1,500

#### 4.8 教育

氏名：伊藤 和博

##### (1) 大学院等講義科目

- |                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| (1) マテリアル生産科学専攻 | 機能材料学               |
| (2) 言語文化研究科     | 日本語溶接講義「溶接・接合の基礎知識」 |
| (3) 全学共通教育      | 基礎セミナー              |

##### (2) 博士論文（主査）

- |                      |   |
|----------------------|---|
| (1) 知能・機能創成工学専攻, 張 浩 | Low-temperature and pressureless micron Ag particle paste for high-temperature die attachment in power devices (パワーデバイスの耐熱ダイアタッチのための低温・無加圧ミクロン Ag 粒子焼結ペーストに関する研究) |
|----------------------|---|

##### (4) 修士論文

- |                   |   |
|-------------------|---|
| (1) 生産科学専攻, 段野 芳和 | 高張力鋼溶接余盛止端部への摩擦攪拌プロセスの適用と継手溶接部の組織・残留応力・疲労強度に及ぼす効果 |
| (2) 生産科学専攻, 西端 惇  | 放電プラズマ焼結装置を用いた TiAl 合金と鋼の直接通電加熱接合                 |

##### (5) 卒業論文

- |                   |                              |
|-------------------|------------------------------|
| (1) 生産科学専攻, 早崎 来未 | Si/Al 混合粉末ペーストを用いた W/Ta 異材接合 |
|-------------------|------------------------------|

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：三上 欣希

##### (1) 大学院等講義科目

- |            |         |
|------------|---------|
| (1) 全学共通教育 | 先端教養科目  |
| (2) 応用理工学科 | 材料力学 I  |
| (3) 応用理工学科 | 確率・統計基礎 |

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

論文賞審査委員会 委員

(2) (一社) スマートプロセス学会

平成29年度論文賞受賞候補者審査

(3) (一社) 溶接学会

編集委員会 副委員長

(4) (一社) 溶接学会

日本溶接会議(JIW)第9委員会委員(副委員長)

(5) (一社) 溶接学会

溶接冶金研究委員会 学術幹事

(6) (一社) 溶接学会

界面接合研究委員会 幹事

(7) (一社) 溶接学会

企画委員会 委員

(8) (一社) 溶接学会

溶接教育委員会 委員

(9) (公社) 日本金属学会

講演大会委員

(10) (公社) 日本金属学会

分科会委員

(11) (公社) 日本金属学会

第74回功績賞「材料プロセッシング部門」選考委員

(12) Korean Society for Heat Treatment

Guest Editors (Foreign Researchers)

(2) 国際会議委員

(1) 7th International Conference  
on Welding Science and Engineering

Organizing Committee

(2) The Conference of International Welding  
and Inspection Technology 2017

Technical Committee

(3) 3rd International Conference  
on Friction Based Processes

Local Organizing Committee

(3) 他大学等での非常勤講師

- (1) Shanghai Jiao Tong University (SJTU) 2017 SJTU Zhi-Hong International Summer School of Advanced Materials (ISS-AM) - Advanced Functional Materials-
- (2) National Institute of Technology, Warangal(India) Member on the Board of Examiners Dept. of Mechanical Engineering for the award of Ph. D Degree of NIT, Warangal

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- (1) (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 事前書面審査委員
- (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学外委員群馬大学

氏名: 三上 欣希

(1) 学会役員

- (1) (一社) 溶接学会 若手会員の会運営委員会 委員
- (2) (一社) 溶接学会 編集委員会 委員
- (3) (一社) 溶接学会 溶接構造研究委員会 幹事
- (4) (一社) 溶接学会 溶接冶金研究委員会 委員
- (5) (一社) 溶接学会 溶接構造シンポジウム2017実行委員会 幹事

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- (1) (一社) 日本溶接協会 鉄鋼部会 CTE 委員会 中立機関委員

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 委員 (勉強会)

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成29年度共同研究員と研究テーマ

氏名: 伊藤 和博

- (1) 熊本大学 外本 和幸 異材界面の微細構造の観察、評価及び制御  
パルスパワー科学研究所

(2)	熊本大学 パルスパワー科学研究所	田中 茂	異材界面の微細構造の観察、評価及び制御
(3)	芝浦工業大学 工学部 応用科学科	大石 知司	異材界面の微細構造の観察、評価及び制御
(4)	大阪大学 大学院 工学研究科	伊波 康太	異材界面の微細構造の観察、評価及び制御
(5)	大阪大学 大学院 工学研究科	最上 英雄	異材界面の微細構造の観察、評価及び制御
(6)	大阪大学 大学院 工学研究科	松田 朋己	異材界面の微細構造の観察、評価及び制御
(7)	大阪大学 大学院 工学研究科	足立 寛延	異材界面の微細構造の観察、評価及び制御
(8)	大阪大学 大学院 工学研究科	八尾 崇史	異材界面の微細構造の観察、評価及び制御
(9)	大阪大学 大学院 工学研究科	廣瀬 明夫	異材界面の微細構造の観察、評価及び制御
(10)	大阪大学 大学院 工学研究科 マテリアル生産科学専攻	小椋 智	異材界面の微細構造の観察、評価及び制御
(11)	物質 材料研究機構	生田目俊秀	異材界面の微細構造の観察、評価及び制御
(12)	物質 材料研究機構	大井 暁彦	異材界面の微細構造の観察、評価及び制御
(13)	物質 材料研究機構	池田 直樹	異材界面の微細構造の観察、評価及び制御
(14)	関西大学 化学生命工学部 化学 物質工学科	西本 明生	界面接合、FSW、クラッドなどの複合化プロセスの開発と界面現象の解析
(15)	室蘭工業大学 大学院工学 研究科もの創造系領域	安藤 哲也	界面接合、FSW、クラッドなどの複合化プロセスの開発と界面現象の解析
(16)	室蘭工業大学 大学院工学 研究科生産システム工学専攻	榎本 峻汰	界面接合、FSW、クラッドなどの複合化プロセスの開発と界面現象の解析
(17)	東北大学 大学院 工学研究科	佐藤 裕	固相接合現象に関する材料学的研究
(18)	(一財) 発電設備技術検査協会 溶接 非破壊検査技術センター	西川 聡	溶接部の機能を支配する材料学的因子の解明
(19)	西日本工業大学	高橋 雅士	溶接部の微細組織の観察 解析とその形成機構
(20)	大阪大学 大学院 工学研究科 生命先端工学専攻	井上慶太郎	溶接部の微細組織の観察 解析とその形成機構
(21)	大阪大学 大学院 工学研究科 生命先端工学専攻	岡 博史	溶接部の微細組織の観察 解析とその形成機構
(22)	大阪大学 大学院 工学研究科 生命先端工学専攻	志村 考功	溶接部の微細組織の観察 解析とその形成機構

- (23) 大阪大学 大学院 工学研究科 富田 崇史 溶接部の微細組織の観察 解析とその形成  
生命先端工学専攻 機構

国際共同研究員

- (1) Indian Institute of Technology Simhambhatla Observation and characterization for weld  
-Hyderabad Department Suryakumar microstructure and understanding their for-  
of Mechanical & Aerospace mation mechanism  
Engineering,

- (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 10



## 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）や溶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、溶融池形成機構の解明
4. 接合界面構造の解析

### 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、1.5GPa 級 TRIP 鋼、高 Mn TWIP 鋼、亜鉛メッキ鋼、40mm 厚鋼、高強度 Ti 合金、Ti 合金、難燃性 Mg 合金、各種銅合金、CoCrFeNiAl<sub>0.3</sub> ハイエントロピー合金などの難接合材の摩擦攪拌接合や、Al/Mg、Mg/鋼、V 合金/ステンレス鋼、Ti/Al、Ti/Mg、金属/セラミックス、WC/12Co サーマット/鋼などの組み合わせにおける異種接合に取り組んだ。

従来の摩擦攪拌接合に加え、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。摩擦攪拌接合と同様に中・高炭素鋼などの難接合材の低温接合や Ti/ステンレス鋼などの異種接合に取り組んだ。

摩擦攪拌接合において、レーザを局所的に照射し、欠陥の形成やツールトルクの変化を調べることで、ツールの役割を前進側、中央部、後退側に区分し、それぞれの役割を明らかにした。本研究成果に関して、鉄鋼協会学生ポスターセッション優秀賞ならびに溶接学会優秀ポスター発表賞を受賞した。

この他にも、Al 合金、Mg 合金、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の材質、形状の最適化、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。また、これらの研究成果により、平成29年度溶接学会業績賞を受賞した。

2. 新規接合&改質プロセスの開発

ツールを用いない線形摩擦接合法や摩擦圧接においては、試料に付与する圧力によって接合温度

を制御することを明らかにし、接合初期から高圧力を付与することで、鉄鋼材料を A1 点以下で、Ti 合金を トランザス以下で接合できることを明らかにした。これにより、従来、接合が困難とされていた高炭素鋼の接合が実現でき、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。加えて、半径方向に温度勾配の存在する摩擦圧接においては、多段階の圧力制御により、良好な継手が得られることを示した。これらの成果は、3 件の PCT、1 件の国内特許出願につながっている。これまで、当研究室では摩擦攪拌接合を用いて A1 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。

この他、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立した。本年度は、本技術を鉄鋼材料へも適応可能にした。

HCP 構造を有する Mg 合金は、通常の摩擦攪拌接合を用いると、ツールによるせん断変形に伴う極めて強い集合組織が形成するが、ツールを上下に配置し、その形状や角度を非対称にする非対称両面摩擦接合を用いることにより、高い継手効率を得ることを可能にした。

### 3. 溶接界面、溶融池形成機構の解明

Ti / Al、Ti / Mg、Ti / ステンレス鋼などの摩擦接合に積極的に取り組み、界面反応と界面強度の関係や欠陥形成メカニズムについて検討した。Ti / Mg は 2 相分離系であるため、接合が困難な組み合わせであるが、Al 薄膜を付与することで界面反応が促進され、接合が可能となるメカニズムを明らかにした。Mg 中に Al が固溶することより積層欠陥エネルギーが低下するため、接合温度が高いほど結晶粒が微細化する逆転現象を観察した。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。

本年度から SPring-8 を活用した溶接凝固割れに関する研究を開始した。Al-Cu 合金の TIG 溶接時における初晶及び共晶の成長速度、溶融池内の溶質の濃度分布変化、ひずみ分布を測定することにより、割れの発生メカニズムの解明ならびにその改善案を提案した。

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ために、組織および靱性に及ぼす微量酸素の影響を調査するとともに、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。

### 4. 接合界面構造の解析

積層欠陥エネルギーの異なる FCC 金属である純アルミニウム、黄銅、純銅、BCC 金属である純鉄に対して、液体 CO<sub>2</sub> とストップアクション法を組み合わせた新規手法及び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。

Al 合金や Mg 合金に対して、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。このような低温での接合においても、接合部では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。Mg-Li 合金に対して、摩擦攪拌プロセスを施すことで結晶粒を 500nm 以下にすることにより、473K で 1000% を超

える超塑性現象が発現することを明らかにした。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。

## (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29報発表した。また、これら多くは Materials Design (4.364)を始め、Materials and Science and Engineering A (3.094) 5報、Journal of Materials Processing Technology (2.764) 2報、Materials Characterization (2.714) 2報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。また、今年度から、SPring-8を活用した溶接凝固割れのメカニズムの解明を新規テーマとして取り組んだ。

また、特許は9件出願し、以前出願した特許が7件権利化された。国際会議の招待講演が7件、国内招待講演14件、解説・著書2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。

これらの一連の研究成果に対して、溶接学会業績賞、日本鑄造工学会日下賞、溶接学会優秀発表賞、鉄鋼協会学生ポスターセッション優秀賞、溶接学会優秀ポスター賞、日本鑄造工学会奨励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た。H29年度における研究予算 (外部資金獲得総額)は、298百万円であり、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

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、藤井はグローバル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2名の指導を行い、博士前期課程2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1年の周が溶接学会優秀研究発表賞を受賞したのを始め、博士前期課程2年の和田が溶接学会優秀ポスター発表賞ならびに日本鉄鋼協会の学生ポスターセッション優秀賞、博士前期課程2年の青木が日本鑄造工学会奨励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考えられる。

また、常勤教員（助教）として外国人研究者を雇用するとともに、海外から研究員（特任研究員）を4名および留学生7名を受け入れ、国際化も図るとともに、社会人ドクターを1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、（一社）日本鉄鋼協会、（公社）日本金属学会、（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。

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、日本経済新聞などに掲載されるなど、社会への情報発信も積極的に行っている。特に、H28年度に企業とともに開設した共同研究部門はH30年度も延長が決定し、さらに新たな企業とも共同研究講座の開設が予定されている。1つの研究室が2つの共同研究講座を担当することは、全学的にも珍しいと伺っている。接合界面機構学分野から、前者に対しては2名の教員が兼任教授、兼任准教授として、後者に対しては、3名の教員が兼任教授、兼任准教授、兼任助教として携わり、共同で新規接合技術の確立を目指している。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本研究分野は、青森から沖縄に至る全国の研究機関と29件の共同研究を行った。特に、高窒素鋼の接合を始めとした種々の鉄鋼材料、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、鉄鋼材料用ツールの開発、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、レーザ肉盛層金属組織の微細化、TIG溶接部の改質、摩擦攪拌プロセスを用いたCuポーラス材の作製とその機械的特性の測定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。SPring-8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8件に上り、Materials and Science and Engineering A (3.094)を始め、Journal of Manufacturing Processing Technology (2.764)、Materials Characterization (2.714)などの国際的な一流誌にも掲載された。球面ツールを用いた点接合技術（摩擦アンカー接合）の開発に関しては、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) Optimazation of Mechanical Properties of Fine-Grained Non-Combustive Magnesium Alloy Joint by Asymmetrical Double-Sided Friction Stir Welding  
J. Mater. Proc. Tech., 242 (2017), 117-125.  
J. Chen, H. Fujii, Y. Sun, Y. Morisada and K. Kondoh
- (2) Static Strength of Hot-Stamped Spot Welded Joints: Study on Spot Welding Tailored Blank Technology  
Welding Int., 31, 9 (2017), 681-691.  
H. Fujimoto, M. Yasuyama, H. Ueda, R. Ueji and H. Fujii
- (3) Effect of Abnormal Grain Growth on Microstructure and Mechanical Properties of Friction Stir Welded SPCC Steel Plates  
Mater. Sci. Eng. A, 694 (2017), 81-92.  
Y. Sun and H. Fujii
- (4) Post-uniform Elongation and Tensile Fracture Mechanisms of Fe-18Mn-0.6C-xAl Twinning-Induced Plasticity Steels  
Acta Mater., 131 (2017), 435-444.  
H.-Y. Yu, S.-M. Lee, J.-H. Nam, S.-J. Lee, D.Fabregue, M.-H. Park, N.Tsuji and Y.-K. Lee
- (5) Design for Fe-high Mn Alloy with an Improved Combination of Strength and Ductility  
Sci. Rep., 7, 1 (2017), 3573.  
S.-J. Lee, J.Han, S.Lee, S.-H. Kang, S.-M. Lee and Y.-K. Lee
- (6) 中炭素鋼の低温線形摩擦攪拌接合  
鉄と鋼, 103, 7 (2017), 422-428.  
青木 祥宏, 黒岩 良祐, 藤井 英俊, 村山 元, 泰山 正則
- (7) Microstructure-property Relation and Evolution in Friction Stir Welding of Naturally Aged 6063 Aluminum Alloy  
Int. J. Adv. Manuf. Technol, 91, 5 (2017), 1753-1769.  
M. Imam, V. Racherla, K. Biswas, H. Fujii, V. Chintapenta, Y. Sun and Y. Morisada
- (8) Fabrication and Compression Properties of Functionally Graded Copper Foam Made Using Friction Powder Sintering and Dissolution  
J. Mater. Eng. Perform., 26, 9 (2017), 4508-4513.  
Y. Hangai, K. Zushida, H. Fujii, O. Kuwazuru and N. Yoshikawa
- (9) Improving the Particle Distribution and Mechanical Properties of Friction-Stir-Welded Composites by Using a Smooth Pin Tool  
Mech. Compos. Mater., 53, 4 (2017), 515-524.  
H. Liu, Y. Hu, Y. Zhao and H. Fujii
- (10) Clarification of Microstructure Evolution of Aluminum during Friction Stir Welding Using Liquid CO<sub>2</sub> Rapid Cooling  
Mater. Des., 129 (2017), 151-163.  
X. C. Liu, Y. F. Sun and H. Fujii

- (11) Friction Stir Welding of a CoCrFeNiAl<sub>0.3</sub> High Entropy Alloy  
*Mater. Lett.*, 205 (2017), 142-144.  
 Z. G. Zhu, Y. F. Sun, M. H. Goh, F. L. Ng, Q. B. Nguyen, H. Fujii, S. M. L. Nai, J. Wei and C. H. Shek
- (12) Characterization of WC/12Co Cermet-Steel Dissimilar Friction Stir Welds  
*J. Manufacturing Processes*, 31 (2018), 139-155.  
 M.-N. Avettand-Fenoel, T. Nagaoka, H. Fujii and R. Taillard
- (13) Friction Stir Welding of a Ductile High Entropy Alloy: Microstructural Evolution and Weld Strength  
*Mater. Sci. Eng. A.*, 711 (2018), 524-532.  
 Z. G. Zhu, Y. F. Sun, F. L. Ng, M. H. Goh, P. K. Liaw, H. Fujii, Q. B. Nguyen, Y. Xu, C. H. Shek, S. M. L. Nai and J. Wei
- (14) Superplasticity in a Lean Fe-Mn-Al Steel  
*Nat. Commun.*, 8, 1 (2018), 751.  
 J. Han, S.-H. Kang, S.-J. Lee, M. Kawasaki, H. J. Lee, D. Ponge, D. Raabe and Y.-K. Lee
- (15) Large Load Friction Stir Welding of Mg-6Al-0.4Mn-2Ca Magnesium Alloy  
*Mater. Sci. Technol.* (2018), Available online.  
 N. Xu, Q. Song, Y. Jiang, Y. Bao and H. Fujii
- (16) Tensile Properties and Deformation Mode of Si-added Fe-18Mn-0.6C Steels  
*Acta Mater.*, 144 (2018), 738-747.  
 S.-M. Lee, S.-J. Lee, S. Lee, J.-H. Nam and Y.-K. Lee
- (17) Microstructure and Mechanical Properties of Friction-Welded S20C and SCM415H Steels  
*Mater. Trans.*, 59, 3 (2018), 503-506.  
 E.-H. Kim, H. Fujii, J.-H. Kim and K. H. Song
- (18) A6N01アルミニウム合金とAZ31マグネシウム合金の摩擦攪拌接合におけるプロセス因子とその影響  
*溶接学会論文集*, 36, 1 (2018), 9-15.  
 渥美 健太郎, 藤井 英俊, 森貞 好昭, 石川 武, 河田 直樹
- (19) X線イメージングと蛍光X線分析を利用したFe-Cr-Ni-Mo合金の溶質分配係数のその場測定  
*鉄と鋼*, 103, 12 (2017), 678-687.  
 上部 伊織, 道原 健人, 森下 浩平, 柳楽 知也, 安田 秀幸
- (20) 時間分解X線イメージングを利用した金属合金における固液共存体の引張および圧縮変形挙動のその場観察  
*鉄と鋼*, 103, 12 (2017), 668-677.  
 柳楽 知也, 安田 秀幸, 宇野 木諒, 森下 浩平, 杉山 明, 吉矢 真人, 上杉 健太郎
- (21) Investigation of Temperature Dependent Microstructure Evolution of Pure Iron during Friction Stir Welding Using Liquid CO<sub>2</sub> Rapid Cooling  
*Mater. Charact.*, 137 (2018), 24-38.  
 X. C. Liu, Y. F. Sun, T. Nagira and H. Fujii

- (22) Dynamics of Rotational Flow in Friction Stir Welding of Aluminium Alloys  
*J. Mater. Process. Technol.*, 252 (2017), 643-651.  
 X. C. Liu, Y. F. Sun, Y. Morisada and H. Fujii
- (23) 異種アルミニウム合金の摩擦かくはん接合特性  
 軽金属溶接, 55, 10 (2017), 392-400.  
 畑中 伸夫, 西本 浩司, 西野 精一, 森貞 好昭, 藤井 英俊
- (24) Ultrafine Grained Structure and Improved Mechanical Properties of Low Temperature Friction Stir Spot Welded 6061-T6 Al Alloys  
*Mater. Charact.*, 135 (2018), 124-133.  
 Y. Sun, Y. Morisada, H. Fujii and N. Tsuji
- (25) Dissimilar Friction Stir Lap Welding of Magnesium to Aluminum Using Plasma Electrolytic Oxidation Interlayer  
*Mater. Sci. Eng. A.*, 711 (2018), 109-118.  
 Y. Gao, Y. Morisada, H. Fujii and J. Liao
- (26) Effect of Mo Addition on the Mechanical Properties and Microstructures of Ti-Mn Alloys Fabricated by Metal Injection Molding for Biomedical Applications  
*Mater. Trans.*, 58 (2017), 271-279.  
 P.F.Santos, M. Niinomi, K. Cho, H. Liu, M. Nakai, T. Narushima, K. Ueda and Y. Itoh
- (27) Heat Treatment to Improve Fatigue Strength of Friction Stir Welded Ti-6Al-4V Alloy Butt Joint  
*Mater. Trans.*, 58 (2017), 1223-1226.  
 M. Nakai, M. Niinomi, Y. Ishida, H. Liu, H. Fujii and T. Ninomiya
- (28) Improved Fatigue Properties with Maintaining Low Young's Modulus Achieved in Biomedical Beta-Type Titanium Alloy by Oxygen Addition  
*Mater. Sci. Eng. A.*, 704 (2017), 10-17.  
 H. Liu, M. Niinomi, M. Nakai, S. Obara and H. Fujii
- (29) Microstructural and Mechanical Properties of a Beta-Type Titanium Alloy Joint Fabricated by Friction Stir Welding  
*Mater. Sci. Eng. A.*, 711 (2018), 140-148.  
 H. Liu and H. Fujii
- (2) 国際会議発表論文 (査読あり)
- (1) Exploring Semi-solid Deformation with the Discrete Element Method and Synchrotron Radiography  
*Proc. 6th Decennial Int. Conf. on Solidification* (2017), 512-515.  
 T. C. Su, C. O'sullivan, T. Nagira, H. Yasuda and C. M. Gourlay
- (2) Massive-like Transformation in Fe-Cr-Ni Alloys: In-situ and Time-resolved Observation  
*Proc. 6th Decennial Int. Conf. on Solidification* (2017), 431-433.  
 T. Nishimura, K. Morishita, T. Nagira, M. Yoshiya and H. Yasuda

(3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Deposition of Metal Vapor Grown Carbon Fibers via in Situ Chemical Vapor Deposition and Fabrication of Metal Matrix Composites Utilizing Coated Fibers  
Proc. SUSTAINABLE INDUSTRIAL PROCESSING SUMMIT, 2017 (2017), 1-17.  
F. Ogawa, C. Masuda and H. Fujii
- (2) Application of Friction Stir Processing to High-tensile-steel Welds  
Proc. WSE & CAWE 2017, Jinan, China (2017.10.18-20), 263-266.  
K. Ito, H. Yamamoto, M. Takahashi, K. Kohama and H. Fujii
- (3) Application of Friction Stir Processing to High-tensile-steel Welds  
Proc. IWIT & TWIT 2017, Chantaburi, Thailand (2017.11.11-12), 12-18.  
K. Ito, H. Yamamoto, T. Okuda, H. Izumi, M. Takahashi, K. Kohama and H. Fujii

(5) 国内会議発表論文 (査読なし)

- (1) 摩擦攪拌接合法を用いた V 合金/ステンレス鋼異材継手作製試験  
溶接構造シンポジウム2017講演論文集, 大阪, 日本 (2017.12.5-6), 177-180.  
小倉 啓嵩, 芹澤 久, 森貞 好昭, 藤井 英俊, 森 裕章, 長坂 琢也

(7) 国際会議発表

- (1) Dissimilar FSW of Steel and Magnesium Alloys(Immiscible Combination)  
70th IIW Annual Assembly & Int. Conf., Shanghai China (2017.6.25-30)  
H. Fujii, H. Kasai and Y. Morisada
- (2) Dissimilar FSW of Steel & Mg Alloys  
2nd Int. Joint TWI-JWRI Symp. on Joining and Welding-Dissimilar materials joining,  
Cambridge U. K (2017.9.27)  
H. Fujii
- (3) Effect of Process Parameters on Linear Friction Welding of Medium Carbon Steel Plates  
ICFP2017, Osaka, Japan (2017.11.22-24)  
S. Yoon, Y. Aoki and H. Fujii
- (4) Friction Stir Lap Welding of WC-12Co Cermet and Carbon Steel  
ICFP2017, Osaka, Japan (2017.11.22-24)  
T. Nagaoka, M.-N. Avettand-Fenoel, H. Fujii and R. Taillard
- (5) Friction Stir Welding of 1.5GPa High Strength TRIP Steels  
ICFP2017, Osaka, Japan (2017.11.22-24)  
Y. Sun, H. Fujii and T. Murakami
- (6) Localized Elasto-Plastic Deformation and Serration Characteristics of 20mm A5083-O FSW Joint  
3rd Int. Conf. on Friction Based Processes, Osaka (2017.11.22-24)  
S. Tsutsumi, M. Sano, M. Imam, Y. Sun, H. Fujii and N. Ma
- (7) Mechanical Properties and Microstructure of Friction Stir Butt Welds of High Nitrogen-Containing Austenitic Stainless Steel  
ICFP2017, Osaka, Japan (2017.11.22-24)  
Y. Miyano, H. Fujii, Y. Sun, Y. Katada and O. Kamiya

- (8) Rotational Distortion Prevention and Residual Stress Measurement in FSW Butt Joint of Thick Aluminum  
3rd Int. Conf. on Friction Based Processes, Osaka (2017.11.22-24)  
N. Ma, H. Murakawa, S. Tsutsumi, M. Imam, Y. Sun and H. Fujii
- (9) Stacking-fault Energy, Mechanical Twinning and Strain Hardening of Fe-18Mn-0.6C-(0,1.5)Al Twinning-Induced Plasticity Steels during Friction Stir Welding  
ICFP2017, Osaka, Japan (2017.11.22-24)  
S.-J. Lee, Y. Sun and H. Fujii
- (10) Strength of Dissimilar Three-Lapped Spot Welds of Al Alloy, Steel and Steel by Friction Stirring  
ICFP2017, Osaka, Japan (2017.11.22-24)  
M. Sakamura, Y. Takeyasu and H. Fujii
- (11) Radiographic Inspection of Defects in Joined Aluminum Alloy AA5083 for Shipbuilding by the Friction Stir Welding  
24th ABCM Int. Congress of Mechanical Engineering, Curitiba, Brasil (2017.12.3-8)  
L. C. Fabricio Filho, C. A. Fernandes, A. H. Shinohara, T. L. Rolim, A. Ono and H. Fujii
- (12) Stacking-fault Energy, Mechanical Twinning and Strain Hardening of Fe-18Mn-0.6C-(0,1.5)Al Twinning-Induced Plasticity Steels during Friction Stir Welding  
JWRI, Osaka University & Ho Chi Minh City University of Technology Joint Welding Workshop, Osaka, Japan (2018.2.8)  
S.-J. Lee, Y. Sun and H. Fujii
- (13) Effect of Laser-preheating on Material Flow during Friction Stir Welding  
2017 Int. Congress on Welding, Additive Manufacturing and associated non-destructive testing, Metz, France (2017.5.17-19)  
T. Wada, Y. Morisada and H. Fujii
- (14) Dissimilar Friction Stir Welding between ODS Ferritic Steel and RAFM Steel  
18th Int. Conf. on Fusion Reactor Materials (ICFRM-18), Aomori, Japan (2017.11.5-10)  
W. T. Han, F. Wan, K. Yabuuchi, A. Kimura, Y. Morisada, H. Serizawa and H. Fujii
- (15) Influence of Friction Stir Welding Conditions on Joinability of V-Alloy/SUS316L Dissimilar Joint  
18th Int. Conf. on Fusion Reactor Materials (ICFRM-18), Aomori, Japan (2017.11.5-10)  
H. Serizawa, H. Ogura, Y. Morisada, H. Fujii, H. Mori and T. Nagasaka
- (16) Friction Welding of High-Speed Steel at Low Temperature  
2017 Int. Congress on Welding, Additive Manufacturing and associated non-destructive testing, Metz, France (2017.5.17-19)  
Y. Aoki, Y. Aoki, H. Liu and H. Fujii
- (17) Optimize The Microstructure and Mechanical Properties of High Pressure Torsion Processed Co-Cr-Mo Alloy by Short Annealing  
The 2nd Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-2), Nagoya, Japan (2017.9.30-10.2)  
H. Liu, M. Isik, M. Niinomi, P. Chen, T. Hanawa, T. Nagira and H. Fujii

- (18) Effect of Solution Treatment and Again on Fatigue Strength of Friction Stir Welded Ti-6Al-4V Alloy Butt Joint  
ICFP2017, Osaka, Japan (2017.11.22-24)  
M. Nakai, M. Niinomi, H. Liu and H. Fujii
- (19) Elucidation of Microstructural Evolution of Friction Stir Welded Beta-Type Titanium Alloy Joint by Using Liquid CO<sub>2</sub> Cooling  
ICFP2017, Osaka, Japan (2017.11.22-24)  
H. Liu and H. Fujii

(8) 国内学会発表

- (1) AA-TIG 溶接部の機械的性質に及ぼす摩擦攪拌プロセスの影響  
(一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
徳田 龍也, 森 正和, 青木 祥宏, 藤井 英俊, 森貞 好昭, 三浦 拓也
- (2) Interface Controlled Plastic Flow Using Accelerated Cooling in Friction Stir Welding of Pure Iron  
(一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
M. Imam, Y. Sun and H. Fujii
- (3) 液体 CO<sub>2</sub>急速冷却による銅の摩擦攪拌接合における微細構造形成の解明  
(一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
劉 小超, 孫 玉峰, 藤井 英俊
- (4) 線形摩擦攪拌接合過程における接合部ミクロ組織の形成過程  
(一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
青木 祥宏, 黒岩 良祐, 藤井 英俊
- (5) 摩擦攪拌プロセスにより微細化された高張力鋼溶接部組織のシャルピー吸収エネルギー  
(一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
山本 啓, 段野 芳和, 伊藤 和博, 小濱 和之, 藤井 英俊
- (6) 摩擦攪拌接合により発生した摩擦熱を利用し発泡させた ADC12ポラス Al の作製  
(一社) 軽金属学会 第132回春季大会, 名古屋 (2017.5.20-21)  
高田 桂佑, 半谷 禎彦, 藤井 英俊, 青木 祥宏, 周 夢然, 宇都宮 登雄
- (7) 球状人口砂を用いたインクジェット法の砂型積層造形  
(公社) 日本鑄造工学会 第169回全国講演大会, 東京 (2017.5.26-29)  
富田 祐輔, 藤井 英俊
- (8) 摩擦熱を利用しダイカスト材内部のガスのみで発泡させた ADC12ポラス Al の作製  
(公社) 日本鑄造工学会 第169回全国講演大会, 東京 (2017.5.26-29)  
高田 桂佑, 半谷 禎彦, 藤井 英俊, 青木 祥宏, 宇都宮 登雄
- (9) 高速度鋼の多段階低温摩擦圧接  
(一社) 日本鉄鋼協会第174回秋期講演大会, 札幌 (2017.9.6-8)  
青木 洋, 青木 祥宏, 劉 恢弘, 藤井 英俊
- (10) 摩擦熱により発泡させた ADC ポラス Al の気孔形態安定剤の有無による影響  
(公社) 日本金属学会 2017年秋期講演大会, 札幌 (2017.9.6-8)  
高田 桂佑, 半谷 禎彦, 宇都宮 登雄, 藤井 英俊, 青木 祥宏, 吉川 暢宏

- (11) Friction Stir Welding of C-added Twinning-Induced Plasticity(TWIP) Steels  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 S.-J. Lee, Y. Sun and H. Fujii
- (12) FSW 接合された A5083-O 継手の弾塑性変形の局在化とセレーション特性  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 堤 成一郎, 佐野 萌, Imam Murshid, 孫 玉峰, 藤井 英俊, 麻 寧緒, 村川 英一
- (13) FSW 接合された A5083-O 継手の弾塑性変形の局在化とセレーション特性  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 堤 成一郎, 佐野 萌, Imam Murshid, 孫 玉峰, 藤井 英俊, 麻 寧緒, 村川 英一
- (14) Microstructure and Mechanical Properties of Friction Stir Processed Mg-Gd Alloys  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 J. Han, J. Chen, L. Peng and H. Fujii
- (15) Ti-6Al-4V 合金線形摩擦接合継手の微細組織に及ぼす印加圧力の影響  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 青木 祥宏, 藤井 英俊
- (16) 亜鉛めっき鋼薄板の重ね型突合せ摩擦攪拌接合法の開発  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 高 業飛, 廖 金孫, 藤井 英俊, 森 貞 好昭
- (17) 液体 CO<sub>2</sub>急速冷却による純鉄の摩擦攪拌接合における微細構造形成の解明  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 劉 小超, 孫 玉峰, 藤井 英俊
- (18) 高周波誘導加熱を用いた予熱プロセスによる薄鋼板 FSW の高速化  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 松下 宗生, 高田 充志, 谷口 公一, 池田 倫正, 藤井 英俊
- (19) 鉄鋼用摩擦攪拌接合ツールの各部形状の役割  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 生田 明彦, 藤井 英俊, 村上 俊夫
- (20) 摩擦攪拌プロセスを施した AA-TIG 溶接部の機械的性質に及ぼす接合条件の影響  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 徳田 龍也, 森 正和, 青木 祥宏, 藤井 英俊, 三浦 拓也
- (21) 人口砂を用いた砂型積層造形  
 (公社) 日本鑄造工学会 第170回全国講演大会, 秋田 (2017.9.29-10.2)  
 富田 祐輔, 藤井 英俊
- (22) 摩擦攪拌接合の摩擦熱を利用し発泡させた発泡剤不使用 ADC12ポークラス Al の作製  
 軽金属学会第133回秋期大会, 栃木県 (2017.11.4-5)  
 高田 桂佑, 半谷 禎彦, 藤井 英俊, 青木 祥宏, 周 夢然, 宇都宮 登雄, 吉川 暢宏
- (23) FSW 中の摩擦熱で発泡させたポークラス Al ~ 金型による形状付与の試み ~  
 (公社) 日本金属学会 2018年春期講演大会, 千葉 (2018.3.19-21)  
 高田 桂佑, 半谷 禎彦, 藤井 英俊, 青木 祥宏, 周 夢然, 宇都宮 登雄, 吉川 暢宏

- (24) 球面先端形状ツールを用いた摩擦攪拌プロセスによる低炭素鋼溶接余盛止端部の組織および形状改善と疲労強度に及ぼす影響  
(公社) 日本金属学会 2019年春期大会, 千葉 (2018.3.19-21)  
山本 啓, 段野 芳和, 伊藤 和博, 三上 欣希, 藤井 英俊
- (25) 金属合金の凝固、固液共存体の変形とその場観察による凝固組織形成および鑄造欠陥形成機構の解明  
日本鑄造工学会第169回全国講演大会, 東京 (2017.5.26-29)  
柳楽 知也
- (26) 固相移動、固相間相互作用を考慮したマクロ偏析モデル・シミュレーションと鑄造実験の比較・検討  
日本鑄造工学会第169回全国講演大会, 東京 (2017.5.26-29)  
宇野木 諒, 安田 秀幸, 森下 浩平, 江阪 久雄, 柳楽 知也, 吉矢 真人
- (27) 0.45C 鋼のマッシュ的変態に及ぼす Ti 添加の影響  
日本鉄鋼協会第174回秋季講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
清 尚暉, 西村 友宏, 森下 浩平, 安田 秀幸, 柳楽 知也, 吉矢 真人
- (28) 4D-CT による Fe-C 系のマッシュ的変態前後における体積変化測定  
日本鉄鋼協会第174回秋季講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
橋本 隆弘, 富依 勇太, 森下 浩平, 安田 秀幸, 柳楽 知也, 吉矢 真人
- (29) Al-Cu 合金における固液共存体のせん断変形時の力学特性と組織の関係  
日本金属学会第161回秋期講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
柳楽 知也, 安田 秀幸, 森下 浩平, 東森 稜, 杉山 明, 吉矢 真人, 上杉 健太郎
- (30) 固液共存体の変形モデルにおける固相粒子間相互作用の影響  
日本金属学会第161回秋期講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
東森 稜, 宇野木 諒, 森下 浩平, 安田 秀幸, 柳楽 知也, 吉矢 真人
- (31) 時間分解 X 線 CT を用いた Al-Cu 合金の凝固過程の液相濃度の評価  
日本金属学会第161回秋期講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
富依 勇太, 森下 浩平, 安田 秀幸, 柳楽 知也, 吉矢 真人
- (32) Al-Cu 合金における音響流が凝固組織に及ぼす影響  
軽金属学会第133回秋期大会, 栃木県 (2017.11.4-5)  
柳楽 知也, 安田 秀幸, 中塚 憲章, 上杉 健太郎
- (33) 放射光 X 線を利用した Al-Cu 合金の TIG 溶接における凝固割れのその場観察  
日本金属学会第162回春期講演大会, 千葉県 (2018.3.19-21)  
柳楽 知也, 山下 大輔, 釜井 正善, 青木 祥宏, 劉 恢弘, 藤井 英俊
- (34) 40mm 厚鋼板の摩擦攪拌接合  
(一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
孫 玉峰, 森貞 好昭, 武岡 正樹, 藤井 英俊
- (35) アルミニウム合金の反転摩擦攪拌接合  
(一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
森貞 好昭, 武岡 正樹, 藤井 英俊

- (36) 摩擦攪拌接合中の材料流動挙動に及ぼすレーザ予熱の影響  
 (一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
 和田 拓也, 森貞 好昭, 藤井 英俊, 松下 宗生, 池田 倫正
- (37) レーザ予熱摩擦攪拌接合の攪拌部形成機構  
 (一社) 日本鉄鋼協会第174回秋期講演大会, 札幌 (2017.9.6-8)  
 和田 拓也, 森貞 好昭, 藤井 英俊
- (38) 摩擦攪拌接合法による V 合金/ステンレス鋼異材継手に関する基礎的研究  
 (公社) 日本金属学会 2017年秋期大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
 芹澤 久, 小倉 啓嵩, 元木 裕崇, 森貞 好昭, 藤井 英俊, 森 裕章, 長坂 琢也
- (39) Mg-Li 合金の摩擦攪拌接合  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 周 夢然, 森貞 好昭, 柳楽 知也, 藤井 英俊, 王 建義
- (40) レーザ予熱摩擦攪拌接合の攪拌部形成機構  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 和田 拓也, 森貞 好昭, 藤井 英俊, 松下 宗生, 池田 倫正
- (41) 高輝度 X 線透過装置を用いた Fe-Al 異材摩擦攪拌接合の直接観察  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 森貞 好昭, 和田 拓也, 藤井 英俊, 松下 宗生, 池田 倫正
- (42) 高強度中炭素鋼版の摩擦攪拌接合  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 孫 玉峰, 森貞 好昭, 藤井 英俊, 村上 俊夫
- (43) 低温摩擦圧接時の高速度鋼継手における接合温度制御方法  
 (一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
 青木 洋, 青木 祥宏, 劉 恢弘, 藤井 英俊
- (44) 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  
 (一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
 劉 恢弘, 藤井 英俊
- (45) 純チタン/純アルミニウムにおける異材摩擦攪拌接合  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 崔 正原, 劉 恢弘, 藤井 英俊
- (46) 摩擦圧接による Ti-6Al-4V/SUS16L の異材接合  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 青木 洋, 青木 祥宏, 劉 恢弘, 藤井 英俊
- (47) 摩擦攪拌接合した 型チタン合金継手の微細組織及び機械的特性に及ぼす液体 CO<sub>2</sub>冷却の影響  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 劉 恢弘, 藤井 英俊
- (48) 界面観察による Cu の摩擦攪拌接合における接合機構の解明  
 (公社) 日本金属学会 2018年春期講演大会, 千葉 (2018.3.19-21)  
 劉 恢弘, 藤井 英俊

(9) 国際会議講演

- (1) Innovateive Microstructure Control During Friction Stir Welding of Steel  
2017 International Congress on Welding, Additive Manufacturing and associated non-destructive testing, Metz, France (2017.5.17-19)  
H. Fujii
- (2) Asymmetric Double-Sided Friction Stir Welding of Magnesium Alloys  
7th Asian Symposium on Magnesium Alloys, Seoul (2017.6.12-14)  
H. Fujii and Y. Morisada
- (3) Urtra-deep Penetration in TIG Arc Welding by Control of Marangoni Convection-A-TIG,AA-TIG(Advanced A-TIG),CAP-TIG  
7th International Conference on Welding Science and Engineering in conjunction with 3rd International Symposium on Computer-Aided Welding Engineering, Osaka, Japan (2017.10.18-20)  
H. Fujii
- (4) Application of Friction Stir Processing to High-Tensile-Steel Welds  
7th International Conference on Welding Science and Engineering, Jinan, China (2017.10.22-26)  
K. Ito, H. Yamamoto, M. Takahashi, K. Kohama and H. Fujii
- (5) Application of Friction Stir Processing to High-Tensile-Steel Welds  
The Conference of International Welding and Inspection Technology (IWIT 2017), Chantaburi, Thailand (2017.11.11-15)  
K. Ito, H. Yamamoto, T. Okuda, H. Izumi, M. Takahashi, K. Kohama and H. Fujii
- (6) Application of Friction Stir Processing to High-Tensile-Steel Welds  
3rd International Conference on Friction Based Processes (ICFP2017), Osaka, Japan (2017.11.23-27)  
K. Ito, H. Yamamoto, M. Takahashi, K. Kohama and H. Fujii
- (7) Latest Welding for High Strength and Toughness -Friction Stir Welding and Linear Friction Welding of Steel without Transformation  
24th ABCM International Congress of Mechanical Engineering, Osaka, Japan (2017.12.3-8)  
H. Fujii

(10) 国内会議講演

- (1) 「鉄鋼材料を溶かさず、変態させないで接合する - いくつかの摩擦攪拌接合 - 」  
大阪大学 接合科学研究所 第14回 産学連携シンポジウム, 大阪大学 (2017.5.24)  
藤井 英俊
- (2) 炭素鋼とマグネシウム合金の摩擦攪拌接合 (2相分離系)  
第117回 軽構造接合加工研究委員会プログラム, 東京 (2017.6.7)  
藤井 英俊
- (3) 摩擦攪拌接合技術  
平成29年度溶接工学夏季大学, 大阪大学 (2017.7.25-27)  
藤井 英俊

- (4) チタン合金の摩擦攪拌接合  
平成29年度 素形材技術セミナー 「チタンの製造技術の最先端」, 東京 (2017.8.28)  
藤井 英俊
- (5) 鉄鋼工学セミナー(5)「溶接・接合科学専科」  
鉄鋼工学セミナー(5)「溶接・接合科学専科」, 大阪大学 (2017.8.31-9.1)  
藤井 英俊
- (6) 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合、線形摩擦接合 - 無変態で接合する -  
一般社団法人溶接学会 第240回溶接法研究委員会, JIW 第12委員会および JIW 第212委員会, 大阪大学 (2017.11.1)  
藤井 英俊
- (7) マグネシウム合金の摩擦攪拌接合 - 集合組織の制御 -  
軽金属学会第133回秋期大会, 大阪大学 (2017.11.4-5)  
藤井 英俊
- (8) FSP による鋼溶接部表面改質と機械的特性改善の関係  
日本溶接協会第4回溶接・接合プロセス研究委員会シンポジウム, 東京 (2017.11.17)  
伊藤 和博, 小濱 和之, 藤井 英俊
- (9) 鉄鋼材料の摩擦接合 - 材料を変態させないで接合する -  
第2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, 大阪大学 (2017.12.1)  
藤井 英俊
- (10) 「鉄鋼材料の摩擦攪拌接合 (FSW) に関する現状と課題」  
超塑性加工ものづくり研究会第85回勉強会, 大阪大学 (2018.2.23)  
藤井 英俊
- (11) 摩擦攪拌接合の発展と現状  
ものづくり技術特別講演会～最先端のものづくりを探る～, 大阪大学 (2018.2.27)  
藤井 英俊
- (12) 金属合金の固液共存体の変形による高温割れのその場観察  
日本学術振興会鋳物第24委員会 鋳造プロセス分科会第18回会議, 東京 (2017.7.26)  
柳楽 知也, 安田 秀幸, 森下 浩平, 東森 稜, 杉山 明, 吉矢 真人, 上杉 健太郎
- (13) 金属合金の固液共存体の変形による高温割れのその場観察  
第13回 SPring-8金属材料評価研究会, 東京 (2018.1.16)  
柳楽 知也
- (14) 放射光を利用した金属合金の固液共存体の変形による凝固割れのその場観察  
第231回溶接冶金研究委員会, 大阪 (2018.3.14)  
柳楽 知也, 安田 秀幸, 森下 浩平, 吉矢 真人
- (11) 解説・総説
- (1) マグネシウム合金の摩擦攪拌接合  
金属, 87, 4 (2017), 315-320.  
森貞 好昭, 藤井 英俊

(12) 著 書

- (1) インサート材を用いたマグネシウム合金/鋼の摩擦攪拌接合技術  
(株)技術情報協会, (2017), 分担執筆, 440-451.  
森貞 好昭, 藤井 英俊

(13) 特許出願・登録

- (1) Method for manufacturing ferrous material  
米国 US 9,617,613 B2  
藤井 英俊, 森貞 好昭
- (2) パルスアーク溶接方法  
特許第6155454号  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 2 名
- (3) 溶接方法、溶接用ノズル及び溶接装置  
特許第6127300号  
藤井 英俊, 森貞 好昭
- (4) 継手の製造方法及び複合材料の製造方法  
特許第6192040号  
藤井 英俊, 他 3 名
- (5) 摩擦攪拌接合法  
特許第6296329  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 3 名
- (6) 摩擦攪拌接合法  
特許第6296330  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 3 名
- (7) チタンの接合方法及び構造物  
特許第6201263  
藤井 英俊, 上路 林太郎, 森貞 好昭, 他 3 名
- (8) マグネシウム-リチウム系合金の接合方法及び接合体  
特願2017-152922  
藤井 英俊, 森貞 好昭
- (9) 摩擦接合法  
特願2017-532363  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (10) 線形摩擦接合法  
PCT/JP2018/003391  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 2 名
- (11) 線形摩擦接合法  
PCT/JP2018/003392  
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  
PCT/JP2018/003390  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 2 名
- (13) 摩擦攪拌接合装置  
特願2018-027322  
藤井 英俊, 他 2 名
- (14) 摩擦圧接方法  
PCT/JP2018/009202  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (15) 摩擦攪拌接合方法  
特願2018-043695  
藤井 英俊, 森貞 好昭
- (16) 金属材の接合方法  
特願2018-053392  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 劉 恢弘, 青木 祥宏 他 1 名
- (15) 受 賞
  - (1) 溶接学会業績賞  
(一社) 溶接学会 (2017.04.20)  
藤井 英俊
  - (2) 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 (2017.11.27)  
坂村 勝, 藤井 英俊
  - (3) 日下賞  
(公社) 日本鑄造工学会 (2017.05.27)  
柳楽 知也
  - (4) 学生ポスターセッション 優秀賞  
(一社) 日本鉄鋼協会 (2017.09.07)  
和田 拓也( M2)
  - (5) 平成29年度溶接学会優秀ポスター発表賞  
(一社) 溶接学会 (2017.12.18)  
和田 拓也 (M2)
  - (6) 平成29年度溶接学会優秀研究発表賞  
(一社) 溶接学会 (2017.12.18)  
周 夢然 (D1)
  - (7) 奨励賞  
(一社) 日本鑄造工学会 (2018.03.01)  
青木 洋 (M2)

## (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 | 3,120 |
| (2) | 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 | 3,380 |
| (3) | 若手研究(B) | Principle for controlling "changeable Young's modulus" - biofunctionality in biomedical titanium alloys for spinal fixation applications | 劉 恢弘  | 1,300 |

## 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 | 7,327 |
|-----|---------------------------------|--------------------------------|-------|-------|

## 民間等との共同研究

- |      |  |  |       |        |
|------|--|--|-------|--------|
| (1)  |  | Fe-Al 異材重ね FSW における接合部形成プロセスの解明                                  | 藤井 英俊 | 2,592  |
| (2)  |  | FSW ツールの耐久性評価  | 藤井 英俊 | 2,000  |
| (3)  |  | FSW 継手の評価に関する研究  | 藤井 英俊 | 19,744 |
| (4)  |  | アルミニウム合金製鉄道車両の構体製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)  |  | マグネシウム合金の摩擦攪拌接合に関する研究 (Friction stir welding of magnesium alloy) | 藤井 英俊 | 1,000  |
| (6)  |  | 低温摩擦接合による接合材作製に関する研究   | 藤井 英俊 | 1,000  |
| (7)  |  | 摩擦接合手法の確立と最適化  | 藤井 英俊 | 2,000  |
| (8)  |  | 金属の電解採取用陽極材料の作製と評価に関する研究   | 藤井 英俊 | 1,000  |
| (9)  |  | 金属材料の摩擦攪拌接合に関する研究  | 藤井 英俊 | 3,240  |
| (10) |  | 鋼の摩擦攪拌接合に関する研究   | 藤井 英俊 | 2,500  |
| (11) |  | 高度ジョイント生産システム構築共同研究部門  | 藤井 英俊 | 30,000 |

## 受託研究

(1)	マグネシウム合金のブ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	1,999
(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	47,462
(3)	両面複動式（フラット）摩擦攪拌接合装置	藤井 英俊	154,500
(4)	革新的FSW技術の探索	藤井 英俊	4,968

## 受託研究員

(1)	飯塚 紘章 (短期)	RT 検査対応溶接の自動化	藤井 英俊	278
(2)	岩本 祐一 (短期 + 短期)	厚物平板および円筒材へのFSW技術の適用	藤井 英俊	557
(3)	阿野 元貴 (短期 + 短期)	厚物平板および円筒材へのFSW技術の適用	藤井 英俊	557
(4)	高 業飛 (長期)	鋳造合金の摩擦攪拌接合	藤井 英俊	557

## 学術相談

(1)	球状黒鉛鋳鉄と鋼の摩擦圧技術に関する相談	藤井 英俊	285
-----	----------------------	-------	-----

## 奨学寄付金

(1)		藤井 英俊	3,500
(2)		柳楽 知也	1,000

## 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) 修士論文

- (1) マテリアル生産科学専攻, 青木 洋 新規接合温度制御法を用いた同種および異種材料の摩擦圧接
- (2) マテリアル生産科学専攻, 和田 拓也 中高炭素鋼の摩擦攪拌接合性に及ぼす予熱および初期組織の影響

氏名: 柳楽 知也

(1) 大学院等講義科目

- (1) マテリアル生産科学専攻 機能性評価学
- (2) 全学共通教育 先端教養科目

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・技術奨励賞審査委員会 委員長
- (2) (一社) スマートプロセス学会 学術企画運営委員会委員長
- (3) (一社) 軽金属溶接協会 FSW 技術委員会 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 関西支部 支部委員
- (7) (一社) 日本鉄鋼協会 代議員
- (8) (一社) 日本鉄鋼協会 建設用鋼材利用検討 WG 委員
- (9) (一社) 日本溶接協会 第34期 学識委員
- (10) (一社) 日本溶接協会 FSW 情報交換会幹事
- (11) (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議 第 委員会委員
- (12) (一社) 溶接学会 論文査読委員会副委員長
- (13) (一社) 溶接学会 研究推進部会副委員長
- (14) (一社) 溶接学会 理事
- (15) (一社) 溶接学会 代議員

- |                     |   |                             |
|---------------------|---|-----------------------------|
| (16)                | (一社) 溶接学会   | 企画委員会委員                     |
| (17)                | (一社) 溶接学会   | 軽構造接合加工研究委員会副委員長            |
| (18)                | (一社) 溶接学会   | 溶接法研究委員会幹事                  |
| (19)                | (公社) 日本金属学会   | 関西支部委員                      |
| (20)                | (公社) 日本鋳造工学会  | 関西支部平成29年度支部代議員             |
| (21)                | (公社) 日本鋳造工学会  | 査読委員                        |
| (22)                | (公社) 日本鋳造工学会  | 関西支部理事                      |
| (23)                | (公社) 日本鋳造工学会  | 代議員                         |
| (24)                | Poland Foundry Research Institute   | Member of Science Committee |
| (2) 国際会議委員          |   |                             |
| (1)                 | 2nd International Conference Joint TWI-JWRI Symposium on Joining and Welding Dissimilar Materials Joining   | Conference Co-Chair         |
| (2)                 | 7th International Conference on Welding Science and Engineering in conjunction with 3rd International Symposium on Computer-Aided Welding Engineering | Executive Committee         |
| (3)                 | 3rd International Conference on Friction Based Processes  | Conference Chair            |
| (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)                 | 研究生: WU ZEXI  | アルミニウム合金厚板の摩擦攪拌接合への研究について   |
| (2)                 | 研究生: 李 蔚豪   | 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合                 |
| (7) 社会への情報発信        |   |                             |
| (1)                 | 溶接学会 溶接学会業績賞受賞  | 溶接ニュース (2017.05.09)         |
| (2)                 | 金属、摩擦で接合 イノベーション下支え   | 日経産業新聞 (2018.03.19)         |

氏名：劉 恢弘

(1) 学会役員

- (1) (一社) 溶接学会 溶接学会若手会員の会 委員

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成29年度共同研究員と研究テーマ

氏名：藤井 英俊

- |      |                                      |       |                                    |
|------|--------------------------------------|-------|------------------------------------|
| (1)  | 広島県立総合技術研究所<br>東部工業技術センター<br>加工技術研究部 | 山本 健  | 界面接合、FSW、クラッドなどの複合化プロセスの開発と界面現象の解析 |
| (2)  | 茨城県工業技術センター                          | 行武栄太郎 | 固相接合現象に関する材料学的研究                   |
| (3)  | 龍谷大学                                 | 森 正和  | 構造体の高寿命化のための表面改質技術の確立と経年変化の解析      |
| (4)  | 龍谷大学 大学院                             | 徳田 龍也 | 構造体の高寿命化のための表面改質技術の確立と経年変化の解析      |
| (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        | 鈴木 賢紀 | 高温濡れ現象の解析                          |
| (6)  | 京都大学 大学院 工学研究科                       | 安田 秀幸 | 高効率 TIG 溶接技術の開発                    |
| (7)  | 近畿大学 工学部 機械工学科                       | 生田 明彦 | 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価         |
| (8)  | 群馬大学                                 | 高田 桂佑 | 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価         |
| (9)  | 群馬大学                                 | 小林 龍聖 | 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価         |
| (10) | 群馬大学                                 | 大槻 晃平 | 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価         |
| (11) | 群馬大学 大学院 理工学府<br>知能機械創製部門            | 半谷 禎彦 | 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価         |
| (12) | 広島県立総合技術研究所<br>東部工業技術センター            | 松葉 朗  | 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価         |
| (13) | 広島県立総合技術研究所<br>東部工業技術センター加工<br>技術研究部 | 坂村 勝  | 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価         |

- |      |   |       |                            |
|------|---|-------|----------------------------|
| (14) | 広島大学 大学院工学研究科                               | 菅田 淳  | 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価 |
| (15) | 地方独立行政法人<br>神奈川県立産業技術<br>総合研究所 事業化支援部       | 薩田 寿隆 | 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価 |
| (16) | 地方独立行政法人<br>大阪産業技術研究所<br>物質 材料研究部           | 長岡 亨  | 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価 |
| (17) | 東京大学 大学院工学系研究科                              | 伊藤 海太 | 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価 |
| (18) | 福井大学 学術研究院<br>工学系部門                         | 三浦 拓也 | 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価 |
| (19) | 阿南工業高等専門学校<br>創造技術工学科                       | 西野 精一 | 非鉄材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価 |
| (20) | 阿南工業高等専門学校<br>創造技術工学科 機械コース                 | 西本 浩司 | 非鉄材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価 |
| (21) | 沖縄工業高等専門学校<br>機械システム工学科                     | 政木 清孝 | 非鉄材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価 |
| (22) | 近畿大学 理工学部                                   | 仲井 正昭 | 非鉄材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価 |
| (23) | 国立研究開発法人物質<br>材料研究機構                        | 下田 一哉 | 非鉄材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価 |
| (24) | 国立研究開発法人物質<br>材料研究機構                        | 村上 秀之 | 非鉄材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価 |
| (25) | 大阪大学 大学院 工学研究科                              | 趙 研   | 非鉄材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価 |
| (26) | 日本大学<br>生産工学部機械工学科                          | 前田 将克 | 非鉄材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価 |
| (27) | 量子科学技術研究開発機構<br>核融合エネルギー研究開発<br>部門六ヶ所核融合研究所 | 濱口 大  | 非鉄材料の摩擦攪拌接合 (FSW) と継手の機能評価 |
| (28) | 秋田大学  | 宮野 泰征 | 溶接部の機能を支配する材料学的因子の解明       |
| (29) | 秋田大学 理工学研究科                                 | 神谷 修  | 溶接部の機能を支配する材料学的因子の解明       |

## 国際共同研究員

(1)	Coimbatore institute of technology mechanical engineering welding research cell	Sundarrajan Kirubanidhi Jebabalan	Functional assessment of non-ferrous FSW joints
-----	--	---	--

(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 材の高強度・高延性化に係るダイナミクスの包括的理解を目指す。H29年度においては、H28年度からの継続課題である Ti-Zr 系焼結合金 (Zr: /  $\alpha$ -Ti 相への全率固溶元素) に加えて、廉価な  $\beta$  相安定化元素である鉄 (Fe) を添加粒子とし、焼結後の熱間塑性加工後の  $\beta$  相変態と残留  $\beta$  相が Ti-Fe 系焼結合金の組織形態に及ぼす影響を調査すると共に、同合金 (Ti-6wt%Fe) が常温において引張強さ1200MPa 以上、破断伸び20%といった高強度・高延性の発現機構を解明することを中心に研究を遂行した。具体的には、Fe 固容量の増加による  $\beta$ -transus の低下挙動に関して計算状態図より解析した上で、異なる Fe 固容量の Ti-Fe 焼結合金を作製し、その後の熱間押出加工温度を各試料の  $\beta$ -transus を境に設定して押出加工を施すことで / 相比率、 $\beta$ -Ti 結晶粒径と形状 (等軸/針状結晶)、 $\beta$  相内の Fe 固容量の変化に関して、X 線回折、SEM-EDS/EBSD、EPMA、HR-TEM などを用

いて詳細に調査した。結果の一例として、Fe 原子が素地を構成する Ti 中に固溶する際、その領域において  $\beta$  相が生成され、Fe 固溶量の増加に対して  $\beta$  相比率はほぼ比例して増大した。また、相安定化元素である Fe 成分の添加によって  $\beta$  相変態点が低下し、熱間押出加工時の試料の相状態が  $\beta$  相 +  $\alpha$  相  $\rightarrow$   $\beta$  相へと変化することで各試料において結晶配向性に差異が生じた結果、 $\beta$ -Ti の結晶粒微細化が発現した。なお、Fe 成分を含まない純 Ti 焼結材における  $\beta$ -Ti の平均結晶粒径は  $12.4 \mu\text{m}$  であるのに対して Ti-4%Fe 焼結材では  $1.3 \mu\text{m}$  となり、約 1/10 の微細な  $\beta$ -Ti 等軸結晶粒の形成に寄与することを明らかにした。また、このような熱間塑性加工後の相変態による組織形成機構に関しては、Ti-Fe 系合金のみならず、同じ  $\beta$  相合金である汎用 Ti-6Al-4V (Ti-64) 合金の組織形成においても適用できることを明らかにした。そして、等軸微細組織を有する Ti-Fe 系焼結合金における主たる強化因子である  $\beta$  相の結晶粒微細化強化および Fe 固溶による硬質  $\beta$  相の分散強化の 2 点について考察を行った。特に、後者に関しては  $\beta$  相を分散相とした複合則に即した強化モデルとして定量化できることを実証した。なお、上記の Ti-Fe 系焼結合金および Ti-64 焼結合金に関する研究は学部 4 年生の卒業研究課題として実施し、両名は日本金属学会 2018 年度春期講演大会にてそれぞれの成果を発表した。さらに、上記の成果に基づいて固相焼結過程での固溶強化機構を金属粉末積層造形体に展開すべく、H29 年度より JST 未来社会創造事業 (2017 ~ 2021 年度・酸素・窒素を活用したチタン積層造形体の高強靱化) において金属積層造形プロセスを用いた酸素・窒素固溶強化チタン材の創製に向けた基礎研究を開始した。特に、酸素や窒素の  $\beta$ -Ti 粒結晶界での偏析・濃化を抑制すべく、熱処理による Ti 粉末素地中への各元素の固溶プロセスを確立し、レーザを用いた積層造形法 (SLM) による事前検証実験を行ない、窒素原子が均質に固溶することを X 線回折および TEM-電子線回折により明らかにした。

上記の研究成果に関して、日本機械学会講演論文賞、粉体粉末冶金協会春季講演大会優秀講演発表賞 (大学院生) を受賞した。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; 3.133)、Materials Science and Technology A (IF; 3.094) など英文雑誌に学術論文 16 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、豪州メルボルン工科大学 Ma 教授との共著論文が Journal of Metallurgy (IF; 1.860) に、また西安理工大学 Li 教授との研究成果が Composites Part A (IF; 4.075) 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行っている。H29 年度では、純 Al 粉末と MWCNT の混合体を乾式混合処理する過程で機械的エネルギーによる Al 結晶粒の微細化強化に加えて、処理過程での自然酸化現象により生成する  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ナノ粒子と MWCNT の均一単分散強化 (Orowan-Ashby model) とその際のサイズ効果を考慮した応力伝達 (Shear-lag model) の 3 因子を取り上げ、数値計算による解析結果と実験値の比較を通じて強化因子のインパクトを定量的に考察した。さらに、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  球状ナノ粒子近傍での応力集中により周辺に多数の微小ボイドが形成し、その増加とボイド同士の連結による試験片破断に至る過程を SEM 内引張試験によるその場観察により明らかにした。これは、一般の鉄鋼材料における微小不純物に起因するボイド形成から局部変形に至るまでの挙動と類似している。以上の解析を通じて、本研究にて粉末冶金法で作製した MWCNT/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ /Al ナノコンポジットの高強度・高延性化

機構の解明に至った。上記の研究成果に関する論文は Acta Materialia (IF; 5.301) に掲載され、H28年度粉体粉末冶金協会・研究進歩賞を受賞した。また、米国 TMS 国際会議にて基調講演を行うと共に、本研究課題に関するシンガポール南洋理工大学との共著論文が Scripta Materialia (TF; 3.747) に掲載された他、J. Metallurgy (IF; 1.860) などにおいて査読付き学術論文 3 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

本分野で開発した 3 次元ナノ空孔を有するもみ殻由来非晶質シリカ ( $\text{SiO}_2$ ) 微粒子の高い反応活性を活用し、セメントに添加することで短時間での緻密化を可能することでコンクリート素材の高強度化と長寿命化 (高耐久性) を実現した。さらに、高レベル放射性廃棄物処分施設において、多層バリア処理した廃棄物を埋設する際のコンクリート壁からの強アルカリ水がバリア層を破壊する問題に対して、上記の反応活性なシリカ微粒子をセメント素材に添加することで緻密化に伴うアルカリ成分の抑制に寄与し、国際原子力機関 IAEA が要求する弱アルカリ性 ( $\text{pH} < 11$ ) を短期間で達成できる世界初・世界最高水準の注入材とセメント混和材の開発に成功した。本成果を活用し、日本原子力研究開発機構 JAEA、大成建設、日鉄住金セメントの共同体が JAEA の運営する北海道・幌延地下坑道でのフィールド試験に開発素材を投入し、亀裂部への素材の注入性や  $\text{pH} < 11$  の達成による耐バリア性能を実証した。なお、粉殻由来シリカ微粒子の製法に関する研究成果に関して、スマートプロセス学会論文賞を受賞し、また高強度コンクリートへの適用に関する成果は、コンクリート工学年次論文に掲載された。

### 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。そこで、H29年度においては、衝撃エネルギー吸収性能に優れた軽量金属材料を創製すべく、工業用金属材料で最も低比重である Mg 合金 (Mg-3%Al-1%Zn/AZ31 合金) 板材と純 Al 板材の積層構造を提案し、AZ31/Al 積層材における接合界面に形成する金属間化合物層の厚さ制御により同積層材の衝撃破壊特性が著しく向上を実証した。具体的には、AZ31/Al 積層材を試作し、その接合界面に生成する 2 種類の金属間化合物を同定した上で、固相拡散現象に基づき、各化合物の成長挙動を明らかにすると共に、それぞれの生成に必要な活性化エネルギーを算出した。その値を用いて各化合物層の厚さが異なる AZ31/Al 積層材を試作するために必要な熱処理温度および保持時間を設定した。小型衝撃試験により各積層材における衝撃破壊特性に及ぼす各化合物層の厚さの影響を明らかにすると共に、荷重を付与した際に発生する化合物層内でのき裂の進展挙動について SEM 内引張試験でのその場観察を通じて、衝撃破壊特性の向上に有効な金属間化合物層の厚さを同定することに成功した。

#### (2) 研究に対する自己評価

平成29年度の研究活動を通じて、査読付き学術論文27報 (うち IF 付英文誌24報、国際共著論文10報) が掲載され、国際会議にて 8 件の講演発表 (うち基調講演 3 件、招待講演 1 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、7 件の特許出願、2 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」を通じてマレーシア工科大学から博士後期課程学生 1 名を共同研究員として H28年度に続いて再度、半年間の受入れを行ない、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 3 件として Materials and Design (IF;

4.364) などに掲載された。また、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、本学国際共同研究推進プログラムによる米国 UCLA との共同研究を実施した。さらに、当分野の特任講師 2 名が2018年 1 月と 2 月にそれぞれ中国西北工業大学の専任教授、准教授に着任するなど、国際化に対応した活発な国際協働研究を遂行した。なお、民間企業との共同研究を含めた H29年度における研究予算（外部資金獲得総額）は62百万円であり、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。また社会人博士後期課程学生 1 名の学位審査委員（主査）を担当すると共に、博士後期課程学生 1 名、前期課程学生 3 名、学部 4 年生 2 名、加えて外国人招へい研究員 2 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 名を受け入れて約 3 週間の研究実習を行った。さらに、本学の FrontierLab@OU プログラムにおいて UC バークレー校から留学生 1 名を半年間受入れて研究実習を行ない、最終報告会にて Best Presentation Award を受賞した。以上のように国内外の学生および社会人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。

#### 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：梅田准教授が当研究所に所属する女性所員（教職員および学生）の集まり「JWRI 女会」を立ち上げ、女性所員同士の連携体制を築き、女性力を活用したダイバーシティ環境の改善を図った。また、本学・男女協働推進センターとの共催によりコミュニケーションセミナーを開催し、接合研31名・他部局や外部28名の教職員と学生の参加を得て、男女協働関係の形成を通じた当研究所の活性化にとどまらず、部局間の連携にも貢献した。また、2017年 6 月に本学が女子中高生向けに開催した（参加者約250名）「理系進学を考えているあなたへ のぞいてみよう！ 理系女子の「いま」 SciTech Girls in Handai 」において、梅田准教授が「紆余曲折を経て理系研究者に」と題して女子中高生および保護者、学校関係者らに研究者への道のりや、ものづくりに関する研究の魅力について講演を行い、本学のダイバーシティ事業へ積極的に参画した。

産学連携：民間との共同研究 6 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：マレーシア工科大学工学部の学位審査委員会委員、タイ王立 KMUTT 客員教授、J. Powder Technology 等の海外ジャーナルにて Co-Editor や Editorial Board Member 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

H29年度は22名の全国共同利用研究員ならびに 1 名の国際共同研究員を受け入れ、それらの成果に関して査読付き学術論文 3 報が掲載された。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Optimazation of Mechanical Properties of Fine-Grained Non-Combustive Magnesium Alloy Joint by Asymmetrical Double-Sided Friction Stir Welding  
J. Mater. Proc. Tech., 242 (2017), 117-125.  
J. Chen, H. Fujii, Y. Sun, Y. Morisada and K. Kondoh
- (2) 酸化物粒子の熱分解を利用したチタン焼結材の結晶粒微細化と高強度化 (第1報)  
チタン, 65, 2 (2017), 130-137.  
近藤 勝義, 池増 竜帆, 梅田 純子, 刈屋 翔太, ANAK Khantachawana
- (3) Defocusing Effects of Laser Beam on the Weldability of Powder Metallurgy Ti-Based Shape Memory Alloys  
Procedia. Eng., 184 (2017), 205-213.  
A. Bahador, E. Hamzaha, K. Kondoh, T. Abubakara, F. Yusofc, S. N. Saudd, M. K. Ibrahima and M. A. Ezazic
- (4) In Situ Decomposition of Silicon Nitride Particles in Titanium Composite and Its Mechanical Properties  
Key. Eng. Mater., 737 (2017), 38-43.  
H. Imai, H. Yamabe, K. Kondoh, J. Umeda and A. Khantachawana
- (5) マグネシウム粉末焼結押出合金における異方性塑性硬化特性の実験測定と変形挙動の解析  
塑性と加工, 58, 678 (2017), 587-592.  
麻 寧緒, A.Elsayed, 近藤 勝義
- (6) 酸化物粒子の熱分解を利用したチタン焼結材の結晶粒微細化と高強度化 (第2報)  
チタン, 65, 3 (2017), 114-119.  
近藤 勝義, 池増 竜帆, 梅田 純子, 刈屋 翔太, ANAK Khantachawana
- (7) Effect of Si Content on Mechanical Properties of Ti-Si-N Ternary Alloys Prepared by Spark Plasma Sintering  
Key. Eng. Mater., 751 (2017), 14-18.  
P. Khemglad, J. Kajornchaiyakul, K. Kondoh and A. Khantachawana
- (8) Metallurgical Challenges in Carbon Nanotube-Reinforced Metal Matrix Nanocomposites  
Metals, 7, 10 (2017), 1-44.  
Abolfazl Azarniya, M. S. Safavi, Saeed Sovizi, Amir Azarniya, Biao Chen, H. R. M. Hosseini and Seeram Ramakrishna
- (9) Mechanical and Superelastic Properties of Laser Welded Ti-Ni Shape-Memory Alloys Produced by Powder Metallurgy  
J. Mater. Process. Technol., 248 (2017), 198-206.  
A. Bahador, E. Hamzaha, K. Kondoh, Y. Kawahito, J. Umeda and T. A. A. Bakara
- (10) C-O Bond Enhancing Direct Bonding Strength between Plastic and Pure Titanium  
Mater. Lett., 211 (2018), 331-334.  
K. Kondoh and J. Umeda

- (11) Microstructure and Synergistic-Strengthening Efficiency of CNTs-SiCp Dual-Nano Reinforcements in Aluminum Matrix Composites  
Compos. Pt. A-Appl. Sci. Manuf., 105 (2018), 87-96.  
X. Zhang, S. Li, D. Pan, B. Pan and K. Kondoh
- (12) Effect of Graphite Content on Properties of B<sub>4</sub>C-W2B5 Ceramic Composites by In-situ Reaction of B-Gr-WC  
J. Am. Ceram. Soc. (2018), Available online.  
D. Pan, S. Li, X. Zhang, B. Pan, S. Zhou, Y. Fu and K. Kondoh
- (13) 窒素固溶強化純チタン焼結材の摩擦摺動特性  
粉体および粉末冶金, 64, 6 (2017), 275-280.  
山辺 康宏, 梅田 純子, 今井 久志, 近藤 勝義
- (14) Synthesis of Al<sub>2</sub>Ca Dispersoids by Powder Metallurgy Using a Mg-Al Alloy and CaO Particles  
Materials, 10, 7 (2017), 716.  
J. Fujita, J. Umeda and K. Kondoh
- (15) バイオシリカのコンクリート混和材としての利用に関する研究  
コンクリート工学年次論文, 37, 1 (2017), 145-150.  
森脇 慶幸, 周藤 将司, 梅田 純子, 道浦 吉貞
- (16) Strength and Strain Hardening of a Selective Laser Melted AlSi10Mg Alloy  
Scr. Mater., 141 (2017), 45-49.  
B. Chen, S. K. Moon, X. Yao, G. Bi, J. Shen, J. Umeda and K. Kondoh
- (17) 酸化物分散マグネシウム複合焼結材の高温での強化機構解明  
粉体および粉末冶金, 64, 9 (2017), 479-485.  
藤田 淳司, 梅田 純子, 近藤 勝義
- (18) Advanced Mechanical Properties of Powder Metallurgy Commercially Pure Titanium with a High Oxygen Concentration  
J. Mater. Res., 32, 19 (2017), 3769-3776.  
B. Chen, J. Shen, X. Ye, J. Umeda and K. Kondoh
- (19) Powder Forming Process from Machined Titanium Chips via Heat Treatment in Hydrogen Atmosphere  
Mater. Trans., 58, 12 (2017), 1702-1707.  
J. Umeda, T. Mimoto, H. Imai and K. Kondoh
- (20) Length Effect of Carbon Nanotubes on the Strengthening Mechanisms in Metal Matrix Composites  
Acta Mater., 140 (2017), 317-325.  
B. Chen, J. Shen, X. Ye, L. Jia, S. Li, J. Umeda, M. Takahashi and K. Kondoh
- (21) TiO<sub>2</sub> 粒子添加 TiNi 混合素粉末焼結材の組織構造と力学特性  
粉体および粉末冶金, 64, 11 (2017), 589-594.  
早場 亮一, 田邊 由紀子, 米澤 隆行, 梅田 純子, 近藤 勝義
- (22) Tribological Property of - Pure Titanium Strengthened by Nitrogen Solid-Solution  
Mater. Trans., 59, 1 (2017), 61-65.  
Y. Yamabe, J. Umeda, H. Imai and K. Kondoh

- (23) Microstructures and Mechanical Properties of Shape Memory Alloy Using Pre-Mixed TiNi Powders with TiO<sub>2</sub> Particles  
Mater. Trans., 59, 1 (2018), 117-122.  
R. Soba, Y. Tanabe, T. Yonezawa, J. Umeda and K. Kondoh
- (24) Microstructure and Mechanical Properties of CP-Ti Fabricated via Powder Metallurgy with Non-Uniformly Dispersed Impurity Solutes  
Mater. Sci. Eng. A., 716 (2018), 1-10.  
J. Shen, B. Chen, J. Umeda and K. Kondoh
- (25) TiNi 形状記憶粉末合金の組織および力学的特性に及ぼす形状記憶熱処理の影響  
粉体および粉末冶金, 65, 2 (2018), 85-90.  
早場 亮一, 田邊 由紀子, 米澤 隆行, 梅田 純子, 近藤 勝義
- (26) Comparison Study on Additive Manufacturing (AM) and Powder Metallurgy (PM) AlSi10Mg Alloys  
JOM (2018), 1-6.  
B. Chen, S. K. Moon, X. Yao, G. Bi, J. Shen, J. Umeda and K. Kondoh
- (27) Advanced Mechanical Properties of a Powder Metallurgy Ti-Al-N Alloy Doped with Ultrahigh Nitrogen Concentration  
JOM (2018), 1-6.  
J. Shen, B. Chen, J. Umeda and K. Kondoh
- (28) Study on Aluminum Matrix Composites Reinforced with Singly Dispersed Carbon Nanotubes  
粉体および粉末冶金, 65, 3 (2018), 139-144.  
B. Chen, J. Umeda and K. Kondoh
- (7) 国際会議発表
- (1) Advanced Mechanical Properties of Powder Metallurgy Titanium with a High Concentration of Oxygen and Nitrogen  
2017 MRS, Phonix, USA (2017.4.17-21)  
J. Shen, B. Chen, X. Ye, H. Imai, J. Umeda and K. Kondoh
- (2) Conduction and Keyhole Laserwelding of Ti-Ni Shape-Memory Alloys Produced by Spark Plasma Sintering  
ACMME 2017, Tokyo, Japan (2017.6.9-11)  
A. Bahador, E. Hamzah, K. Kondoh, Y. Kawahito, J. Umeda, T. Bakar and F. Yusof
- (3) Atomic/nano-scale Structured Titanium Materials with High Strength and Excellent Ductility  
Advances in Functional Materials 2017, Los Angeles, USA (2017.8.14-17)  
K. Kondoh
- (4) Dissolution of Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Particles in Ti Sintered Material and Strengthening Behavior  
Materials Science & Technology 2017 (MS&T17), Pittsburgh, USA (2017.10.8-12)  
K. Kondoh, R. Ikemasu and J. Umeda
- (5) Hot Pressing Effect on Microstructural and Mechanical Properties of SLM Al10Si1Mg Alloy  
Materials Science & Technology 2017 (MS&T17), Pittsburgh, USA (2017.10.8-12)  
K. Kondoh, B. Chen, J. Umeda, S. Moon, X. Yao and G. Bi

- (6) Ti-Nb and Ti-Ni Shape Memory Alloys Produced by Powder Technology: Microstructure, Mechanical and Superelastic Properties  
JSPM Int. Conf. on Powder and Powder Metallurgy, Kyoto, Japan (2017.11.6-9)  
A. Bahador, E. Hamzah, K. Kondoh, T. A. A. Bakar, F. Yusof, J. Umeda and S. Kariya
- (7) Investigation into the Deformation Twins in Pure Ti via In Situ and Ex Situ Microstructure Observation  
2017 MRS, Phonix, USA (2017.4.17-21)  
J. Shen, B. Chen, X. Ye, H. Imai, J. Umeda and K. Kondoh
- (8) Effect of Substitutional/Interstitial Solid Solution on Tensile Properties on Powder Metallurgy -Ti Materials  
ICoSEM2017, Kuala Lumpur, Malaysia (2017.10.24-25)  
S. Kariya, M. Fukuo, J. Umeda, M. Yoshiya and K. Kondoh
- (9) Solid Solution Strengthening Mechanisms of PM -Ti Materials with Zirconium and Oxygen Atoms via Thermal Decomposition of ZrO<sub>2</sub> Additives in Sintering  
JSPM Int. Conf. on Powder and Powder Metallurgy, Kyoto, Japan (2017.11.6-9)  
M. Fukuo, S. Kariya, J. Umeda and K. Kondoh
- (10) Strengthening Mechanism of -Ti Materials by Synergy Effect of Substitutional and Interstitial Solid Solution via Powder Metallurgy  
JSPM Int. Conf. on Powder and Powder Metallurgy, Kyoto, Japan (2017.11.6-9)  
S. Kariya, M. Fukuo, J. Umeda, M. Yoshiya and K. Kondoh
- (8) 国内学会発表
- (1) 初殻由来のナノ構造体シリカ微粒子を用いたセメントの低アルカリセメントへの適用検討  
第71回セメント技術大会, 東京 (2017.5.29-31)  
羅 承賢, 金沢 智彦, 近藤 勝義, 梅田 純子
- (2) 軽元素固溶強化を利用した希少金属フリー 型チタン粉末焼結材の高強度化  
粉体粉末冶金協会平成29年度春季大会, 東京 (2017.5.31-6.2)  
近藤 勝義, 山辺 康宏, 梅田 純子
- (3) 初殻由来のナノ構造体シリカ粒子を用いた低アルカリ注入材の材料特性  
第52 回地盤工学研究発表会, 名古屋 (2017.7.12-14)  
羅 承賢, 若杉 伸一, 金沢 智彦, 西川 奈那, 近藤 勝義, 梅田 純子
- (4) Effect of Laser Welding on the Superelasticity, Mechanical Properties and Microstructure of Powder Metallurgy Processed Shape Memory Alloys  
日本金属学会2017年秋期講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
A. Bahador, E. Hamzah, K. Kondoh, T. A. A. Bakar, F. Yusof, J. Umeda and S. Kariya
- (5) 純 Ti と Mg-Al 合金の固相接合過程における化合物形成機構と接合強度  
溶接学会平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
近藤 勝義, P.Pripanapong, 梅田 純子, 高橋 誠
- (6) 焼結過程での熱分解を利用したジルコニウムと酸素の複合固溶による純チタン粉末押出材の強化機構の解明  
粉体粉末冶金協会平成29年度春季大会, 東京 (2017.5.31-6.2)  
福生 瑞希, 刈屋 翔太, 梅田 純子, 近藤 勝義

- (7) 炭素系ナノ材料の単分散によるアルミニウム焼結材料の強化機構に関する研究  
粉体粉末冶金協会平成29年度春季大会, 東京 (2017.5.31-6.2)  
陳 彪, 梅田 純子, 近藤 勝義
- (8) バイオシリカのコンクリート混和材としての利用に関する研究  
コンクリート工学会年次大会2017, 仙台 (2017.7.12-14)  
森脇 慶幸, 周藤 将司, 梅田 純子, 道浦 吉貞
- (9) バイオシリカを利用したコンクリート二次製品の開発に関する基礎的研究  
平成29年度農業農村工学会大会講演会, 神奈川 (2017.8.29-9.1)  
森脇 慶幸, 周藤 将司, 梅田 純子, 道浦 吉貞, 高田 龍一
- (10) ヘテロ組織をもつ鉄固溶強化チタン焼結材の腐食特性に及ぼす鉄含有量の影響  
日本金属学会秋季(第161回)講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
竹内 彰吾, 吉矢 真人, 刈屋 翔太, 梅田 純子, 近藤 勝義, 畠山 賢彦, 砂田 聡
- (11) 置換・侵入複合固溶を利用した 型チタン粉末焼結材の高強度化  
日本金属学会2017年秋期講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
刈屋 翔太, 福生 瑞希, 梅田 純子, 吉矢 真人, 近藤 勝義
- (12) 鉄固溶強化チタン焼結材の電気化学特性  
粉体粉末冶金協会平成29年度秋季大会, 京都 (2017.11.9-10)  
竹内 彰吾, 吉矢 真人, 刈屋 翔太, 梅田 純子, 近藤 勝義, 砂田 聡
- (13) 鉄固溶強化チタン焼結材の腐食特性に及ぼす鉄含有量の影響  
平成29年度日本金属学会・日本鉄鋼協会北陸信越支部連合講演会, 福井 (2017.12.2)  
竹内 彰吾, 吉矢 真人, 刈屋 翔太, 梅田 純子, 近藤 勝義, 畠山 賢彦, 砂田 聡
- (14) 急冷による酸素過剰添加脆性チタン材の延性回復とその機構解明  
日本金属学会2018年春期講演大会, 千葉 (2018.3.19-21)  
刈屋 翔太, 梅田 純子, Ma Qian, 近藤 勝義
- (15) 酸素固溶強化 Ti-6Al-4V 焼結合金の高延性発現機構の解明  
日本金属学会2018年春期講演大会, 千葉 (2018.3.19-21)  
上山 健人, 刈屋 翔太, 福生 瑞希, 梅田 純子, 近藤 勝義
- (16) 鉄固溶チタン焼結材における相変態挙動と力学特性  
日本金属学会2018年春期講演大会, 千葉 (2018.3.19-21)  
田中 貴之, 刈屋 翔太, 梅田 純子, 近藤 勝義
- (17) Ti6Al4V-TiB 複合材料の微細構造と引張特性の関係  
第9回日本複合材料会議, 京都 (2018.2.28-3.2)  
鈴木 潮里, 栗田 大樹, 坂井田 喜久, 近藤 勝義, 梅田 純子, 吉年 規治
- (9) 国際会議講演
- (1) PM Titanium Alloys with High Strength and Ductility by Using Ubiquitous Elements and Phase Transformation  
APMA 2017, Hsinchu, Taiwan (2017.4.9-11)  
K. Kondoh

- (2) The Current Research Activities Regarding Materials Science and Engineering Processing Technology in Osaka-Japan  
The FTUI Seminar Series 2017, Indonesia (2017.5.9)  
K. Kondoh
- (3) Solid Solution Strengthened Powder Metallurgy Ti Materials  
PMTi2017, Xi ' an, China (2017.9.8)  
K. Kondoh
- (4) State of the Art Titanium Alloys by Powder Metallurgy Process  
3rd International Conference on the Science and Engineering of Materials (ICoSEM2017),  
Kuala Lumpur, Malaysia (2017.10.24)  
K. Kondoh
- (5) Solid-state Sintering of Al Alloy Powder and AlN Synthesis in Sintering  
TMS2018, Phonix, USA (2018.3.11-15)  
K. Kondoh
- (10) 国内会議講演
  - (1) 材料の脆化を利用した高効率粉砕加工とバルク体への再生プロセス  
粉体の機械的単位操作に関する参加型講演会, 大阪 (2017.11.29)  
近藤 勝義
  - (2) 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  
2017年春季総合学術講演会, 大阪 (2017.5.23)  
梅田 純子, 藤井 寛子, 近藤 勝義
  - (3) 紆余曲折を経て理系研究者に  
理系進学を考えているあなたへ『のぞいてみよう！理系女子の「いま」』-SciTech Girls in  
Handai-, 大阪 (2017.6.3)  
梅田 純子
- (11) 解説・総説
  - (1) 金属粉末の圧粉成形挙動  
塑性と加工, 58, 678 (2017), 577-581.  
近藤 勝義, 谷口 幸典
- (13) 特許出願・登録
  - (1) 高強度加工素材およびその製造方法ならびにその製造装置  
ヨーロッパ2080571  
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  
6261618  
近藤 勝義
  - (3) 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 ZL201480072562.5  
近藤 勝義, 他

- (4) 放射性廃棄物処分場用セメント系材料  
特願2017-532419  
近藤 勝義, 他
- (5) 放射性廃棄物処分場用セメント系材料  
韓国10-2017-7034942  
近藤 勝義, 他
- (6) 放射性廃棄物処分場用セメント系材料  
中国201680039754.5  
近藤 勝義, 他
- (7) 放射性廃棄物処分場用セメント系材料  
米国15/747,788  
近藤 勝義, 他

(15) 受賞

- (1) 奨励講演論文賞  
日本機械学会 (2017.09.04)  
近藤 勝義, 山辺 康弘, 梅田 純子, 今井 久志
- (2) スマートプロセス学会論文賞  
スマートプロセス学会 (2017.05.23)  
梅田 純子, 藤井 寛子, 近藤 勝義
- (3) 平成28年度粉体粉末冶金協会研究進歩賞  
(一社)粉体粉末冶金協会 (2017.05.31)  
陳 彪, 梅田 純子, 近藤 勝義
- (4) 優秀講演発表賞  
(一社)粉体粉末冶金協会 (2017.06.02)  
福生 瑞希 (M1)
- (5) Best Presentation Award  
大阪大学 (2017.08.02)  
Jack Peterson (特別聴講学生)

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

(1)	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	1,430
(2)	基盤研究(A)	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	近藤 勝義	10,530
(3)	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	1,820

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)	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	333
-----	---------------------------------	--	-------	-----

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
-----	--	--------------------	-------	-----

受託研究

(1)		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	4,111
(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	1,158
(3)		研究課題「酸素・窒素を活用したチタン積層造形体の高強靱化」	近藤 勝義	6,890
(4)		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燃結材の高強度・高延性同時発現機構の解明と高次機能化	近藤 勝義	28,665

受託事業

(1)	(国研) 科学技術振興機構中国総合研究交流センター日本・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	3,635
(2)	(国研) 科学技術振興機構中国総合研究交流センター日本・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	3,400

奨学寄付金

(1)			近藤 勝義	250
(2)			梅田 純子	150

#### 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, 藤田 淳司 | 酸化カルシウムの熱分解による Al-Ca 系金属間化合物の固相合成機構の解明とマグネシウム基複合材料の高温特性 |
|-------------------|---|

(4) 修士論文

- |                   |  |
|-------------------|--|
| (1) 機械工学専攻, 三宮 広之 | 界面反応層の厚さ制御による Mg/Al 積層材料の衝撃破壊特性向上機構の解明 |
|-------------------|--|

(5) 卒業論文

- |                         |                                  |
|-------------------------|----------------------------------|
| (1) 応用理工学科機械工学科目, 田中 貴之 | 鉄固溶チタン焼結材における相変態挙動と強化機構の解明       |
| (2) 応用理工学科機械工学科目, 上山 健人 | 酸素固溶強化 Ti-6Al-4V 焼結合金の高延性発現機構の解明 |

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 |
| (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  |
| (4) 全学共通教育 | 先端教養科目  |

(3) 博士論文 (副査)

- |                   |   |
|-------------------|---|
| (1) 機械工学専攻, 藤田 淳司 | 酸化カルシウムの熱分解による Al-Ca 系金属間化合物の固相合成機構の解明とマグネシウム基複合材料の高温特性 |
|-------------------|---|

#### 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                       | 粉体加工成形プロセス分科会主査             |
| (5)  | (一社) 日本塑性加工学会                       | 校閲委員                        |
| (6)  | (一社) 日本塑性加工学会 関西支部                  | 第53期・54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                       | 春季大会優秀講演発表賞 審査委員            |
| (10) | (一社) 粉体粉末冶金協会                       | 研究功績賞・研究進歩賞選考委員             |
| (11) | (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        |
| (12) | (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          |
| (13) | (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        |
| (14) | (一社) 粉体粉末冶金協会                       | JSPMIC2017 Poster Award 審査員 |
| (15) | (一社) 粉体粉末冶金協会                       | 新技術・新製品賞選考委員                |
| (16) | (一社) 粉体粉末冶金協会                       | 論文賞選考委員                     |
| (17) | Materials Physics and Chemistry     | Editorial Board             |
| (18) | Materials Science: Materials Review | Editorial Board             |

##### (2) 国際会議委員

- |     |   |                              |
|-----|---|------------------------------|
| (1) | 4th International Conference on Titanium Powder Metallurgy & Additive Manufacturing | International Advisory Board |
| (2) | 4th International Conference on Titanium Powder Metallurgy & Additive Manufacturing | International Advisory Board |
| (3) | 創立60周年記念事業国際会議部会  | 副委員長                         |

- |                     |   |   |
|---------------------|---|---|
| (4)                 | 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   |
| (5)                 | 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  |
| (6)                 | 2018 International Conference on Key Engineering Materials(ICKEM 2018)        | Technical Committee                                 |
| (7)                 | 2018 6th Asia Conference on Mechanical and Materials Engineering (ACMME 2018) | Technical Committee                                 |
| (8)                 | 2018 Conference on Energy, Electrical and Power Engineering (CEEPE 2018)      | Technical Committee                                 |
| (3) 他大学等での非常勤講師     |   |   |
| (1)                 | タイキングモンクット工科大学  | 機械工学ゼミ  |
| (4) 企業等への貢献         |   |   |
| (1)                 | (株) 松浦機械製作所   | 技術アドバイザー  |
| (2)                 | 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会委員                         |
| (3)                 | (独) 国際協力機構  | JICA E-JUST プロジェクト国内支援委員会専門部会 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) 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) 運営指導調査              |
| (6)                 | (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構   | 低炭素社会を実現するナノ炭素材料実用化プロジェクト分科会会長                      |
| (7)                 | (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構   | NEDO 技術委員 (分科会会長)                                   |
| (8)                 | (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                                  |
| (9)                 | (独) 日本学術振興会   | 科学研究費委員会専門委員  |
| (10)                | Advances in Materials Science and Engineering                                 | Editorial Board Member                              |

- |      |  |                        |
|------|--|------------------------|
| (11) | International Journal of Mechanical Engineering and Automation | Editorial board member |
| (12) | Materials  | Guest Editor           |
| (13) | Research and Reports on Metals                                 | Editorial board member |
| (14) | The Maternal and Pediatric Nutrition                           | Editorial board member |
| (15) | 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 : ABDOLLAH Bahador,<br>Universiti Teknologi Malaysia 博士課程学生 | チタン基形状記憶粉末材料の溶接・接合に関する研究                |
| (2) | 研究生 : AMMARUEDA ISSARIYAPAT  | 界面反応制御による多層ナノコンポジットの高強靱化機構の解明           |
| (3) | 研究生 : Patcharawat Khemglad   | 粉末冶金法による窒素固溶強化 Ti-Si 合金の機械特性と組織構造に関する研究 |

(7) 社会への情報発信

- |     |             |                     |
|-----|-------------|---------------------|
| (1) | 強度 3 倍のチタン材 | 日本経済新聞 (2017.07.24) |
|-----|-------------|---------------------|

氏名 : 梅田 純子

(7) 社会への情報発信

- |     |                |                       |
|-----|----------------|-----------------------|
| (1) | もみ殻発電事業可能性調査着手 | 日刊建設産業新聞 (2017.08.21) |
|-----|----------------|-----------------------|

4.10 全国共同利用に関する研究

- (1) 平成29年度共同研究員と研究テーマ

氏名 : 近藤 勝義

- |     |                                  |        |                                       |
|-----|----------------------------------|--------|---------------------------------------|
| (1) | 北海道大学 大学院<br>歯学研究科 歯周<br>歯内療法学教室 | 部 佳奈子  | カーボンナノチューブの単分散化プロセスによる金属基複合材料の創製と特性解析 |
| (2) | 北海道大学病院<br>歯周 歯内療法学科             | 宮治 裕史  | カーボンナノチューブの単分散化プロセスによる金属基複合材料の創製と特性解析 |
| (3) | 北海道大学病院<br>歯周 歯内療法学科             | 西田 絵利香 | カーボンナノチューブの単分散化プロセスによる金属基複合材料の創製と特性解析 |
| (4) | 大阪大学 大学院 工学研究科<br>機械工学専攻         | 赤松 史光  | バイオマスカスケードを利用したアモルファスシリカ創製プロセス        |

- |      |   |       |                                |
|------|---|-------|--------------------------------|
| (5)  | 大阪大学 大学院 工学研究科<br>機械工学専攻                    | 林 潤   | バイオマスカスケードを利用したアモルファスシリカ創製プロセス |
| (6)  | 大阪大学 大学院 工学研究科<br>附属オープンイノベーション<br>教育研究センター | 中塚 記章 | バイオマスカスケードを利用したアモルファスシリカ創製プロセス |
| (7)  | 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 | バイオマスカスケードを利用したアモルファスシリカ創製プロセス |
| (8)  | 東京大学<br>政策ビジョン研究センター                        | 古月 文志 | バイオマスカスケードを利用したアモルファスシリカ創製プロセス |
| (9)  | 富山大学 大学院<br>理工学研究部                          | 砂田 聡  | 塑性加工を利用した軽合金複合材料の開発と特性解析       |
| (10) | 静岡大学 工学部 機械工学科                              | 栗田 大樹 | 粉体プロセスによる機能性焼結材料の開発と特性解析       |
| (11) | 静岡大学 大学院                                    | 坂柳 和哉 | 粉体プロセスによる機能性焼結材料の開発と特性解析       |
| (12) | 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 | 粉体プロセスによる機能性焼結材料の開発と特性解析       |
| (13) | 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 | 粉体プロセスによる機能性焼結材料の開発と特性解析       |
| (14) | 大阪大学 大学院 文学研究科                              | 福永 伸哉 | 粉体プロセスによる機能性焼結材料の開発と特性解析       |
| (15) | 大阪大学文学研究科                                   | 中久保辰夫 | 粉体プロセスによる機能性焼結材料の開発と特性解析       |
| (16) | 地方独立行政法人<br>大阪産業技術研究所                       | 水内 潔  | 粉体プロセスによる機能性焼結材料の開発と特性解析       |
| (17) | 東北大学 大学院 工学研究科                              | 角田 健吾 | 粉体プロセスによる機能性焼結材料の開発と特性解析       |
| (18) | 東北大学 大学院 工学研究科                              | 青柳 慶真 | 粉体プロセスによる機能性焼結材料の開発と特性解析       |
| (19) | 東北大学 大学院 工学研究科                              | 孫 小湊  | 粉体プロセスによる機能性焼結材料の開発と特性解析       |
| (20) | 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  | 粉体プロセスによる機能性焼結材料の開発と特性解析       |
| (21) | 東北大学 大学院 工学研究科<br>材料システム工学専攻                | 菊池 圭子 | 粉体プロセスによる機能性焼結材料の開発と特性解析       |

(22) 日本大学 生産工学部 久保田正広 粉体プロセスによる機能性焼結材料の開発  
機械工学科 と特性解析

国際共同研究員

(1) Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT University) School of Engineering Centre for Additive Manufacturing Ma Qian Development and evaluation of joining, welding and cutting processes for the light weight structural materials

(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・接合科学を主としてものづくり全工程における熱源・材料・プロセス・力学が連成した諸現象の数値モデル化に関する研究と教育を行い、その成果に基づいて、工学問題へ実用化する数値シミュレーションのソフトウェア JWRIAN を開発している。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手法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・接合技術および各種加工技術を用いて作製される製品における変形や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応用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、溶接力学シミュレーション技術を産業界へ実用化するための活動を積極的に行っている。

### 4.2 研究課題

1. 陽解法と陰解法のハイブリッド解法に関する研究とソフト JWRIAN-Hybrid 開発
2. 場計測技術と有限要素法を融合したソフト JWRIAN-MFEM の研究開発
3. 機能傾斜材料 3D プリンティングの熱伝導・熱応力・熱変形の解析
4. 金属と樹脂複合材の接合プロセスにおける発熱モデルと熱応力の数値解析
5. 第3世代超高張力鋼板のスポット溶接プロセスと強度評価に関する研究
6. 自動車部品の型レス塑性加工におけるシミュレーション技術の研究
7. V 合金とステンレス鋼との異材接合技術開発
8. MAG 溶接法を用いた車体部品溶接継ぎ手の溶込み形状予測
9. 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
10. アルミニウム合金の抵抗スポット溶接における溶接性予測
11. 大強度核破砕中性子源高出力用水銀標的容器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. 陽解法と陰解法のハイブリッド解法に関する研究とソフト JWRIAN-Hybrid 開発

大規模な溶接熱弾塑性解析の計算時間を短縮するために、村川、柴原、麻は、それぞれ ISM 陰解法、理想化陽解法 (IEFEM)、加速陽解法 (ACEXP) を提案した。これらの解法には優れた点があれば課題もある。本研究では、溶接の加熱過程と冷却過程に陽解法と陰解法の利点をそれぞれ活用したハイブリッド解法を開発し、解析の効率化と精度向上を図った。また、溶接構造体の建造には薄板や厚板をそれぞれ利用していることを考慮し、ソリッド要素およびシェル要素を用いるハイブリッドモデリング手法と要素技術を開発した。さらにハイブリッド有限要素法の溶接プログラム JWRIAN-Hybrid を開発し、溶接非定常熱伝導・熱弾塑性力学挙動の解析を実施し、解析精度を保証しながら、隅肉継手やパイプ突合せ継手および重ね継手を対象にして溶接変形と残留応力を高効率かつ高精度で予測した。

## 2. 場計測技術と有限要素法を融合したソフト JWRIAN-MFEM の研究開発

近年、試験体の表面にスプレーにより作られたランダムパターンの表面模様を利用した画像相関 DIC 法または電気エッチングによる規則的なグリッドパターンを使用したデジタル画像グリッド法 (DIGM) は変位場計測技術として広く利用されている。本研究では、薄板鋼板やアルミ合金における非線形変形特性、局所破断ひずみ、延性破壊限界を高精度に解析するため、変位場計測技術 (Measurement) と有限要素法 (FEM) を融合させる解法 (MFEM) を開発した。本手法の利用手順としては、まず計測点を有限要素法 (FEM) の節点とし、計測点の過渡変位を節点変位に代入し、応力とひずみを直接に計算することになる。本 MFEM 手法に基づいて開発したソフトウェア JWRIAN-MFEM により自動車用超高強度鋼板やアルミ合金の薄板引張試験中における局所的な大塑性変形、局所応力および延性破壊損傷値の計算を行い、MFEM 実用性を検証した。特に、従来の複雑な試験による延性破壊限界の測定法と比較して、MFEM を用いることにより簡単な単軸引張試験で材料の延性破壊限界値を同定できる。

## 3. 機能傾斜材料 3D プリンティングの熱伝導・熱応力・熱変形の解析

現在、同種材料 3D プリンティング技術の研究が盛んに行われているが、今後、機能傾斜材料 3D プリンティング技術は必ず必要とされる。このような次世代異材製造技術を研究するには、造形過程の熱流動・熱伝導と熱ひずみ・熱応力を高速・高精度でシミュレーションできる技術の開発が必須となる。

本研究では、陽解法と陰解法の長所を活用したハイブリッド高速化計算手法とソフトウェア JWRIAN-Hybrid を開発すると共に、機能傾斜材料 3D プリンティングによる熱伝導および熱ひずみ・熱応力などの過渡現象の解析を行った。具体的な応用例としては、異材 3D プリンティング技術を用いて、直接接合できないチタン TC4 とセラミックス ZrC-SiC の間に TC4 と SiC の機能傾斜材料 (FGM) という中間層を作ることにより、TC4-FGM/ZrC-SiC の接合継手を製作し、諸製造工程における熱伝導・熱応力・熱変形を精度高く解析した。

## 4. 金属と樹脂複合材の接合プロセスにおける発熱モデルと熱応力の数値解析

近年、輸送機器においては軽量化を目的にアルミニウム合金が使われている。また、更なる軽量材料として非金属である樹脂材の利用が注目されている。現在、これらの異材を接合する技術として、機械的締結または接着接合などがあるがどれも問題点が残る。機械的締結ではボルト等の副資材によるコストや重量の増大や、気密性や水密性への対策により設計の自由度に制限がある。接着接合では、接着剤に対して用いられる有機溶剤の蒸気が作業者の健康を害することや、長時間で使用すると接着材は劣化してしまう。

密着性のよい直接接合法として、樹脂の界面を局所的に溶融させて溶着する手法が注目されている。溶融させるための熱源としては、レーザーや超音波など様々に研究が行われているが、本研究では棒状のツールを回転させながら材料に押し込むことにより発生した摩擦熱を利用した摩擦重ねスポット接合 (FLSJ: Friction Lap Spot Joining) のプロセスについて研究を行った。特に、樹脂の局所的溶融を利用するアルミ合金と樹脂の異材接合において接合の要といえる熱に関して、温度履歴や温度分布の定量評価を行うことで接合機構の解明や最適な接合条件の決定に有効である。

本研究では、アルミニウム合金 A5052 と樹脂材 PA6 を用いて、FLSJ によるアルミニウム合金と樹脂材の異材接合における熱発生および熱伝導の解析を行った。ツール回転数、押し込み深さ、押し込み時間の 3 つのパラメータを変化させ、その影響を計算により明らかにした。ツール回転数と押し込み深さは、大きくなると温度上昇、温度分布ともに大きくなる。

## 5. 第3世代超高張力鋼板のスポット溶接プロセスと強度評価に関する研究

自動車車体の衝突安全性能や軽量化および車体構造の合理化を図るため、引張強度も伸び率もよい第3世代超高張力鋼板の利用技術や接合技術が求められている。同時に接合継手、特に車体構造の組立によく利用されている抵抗スポット溶接継手の強度評価技術と強度予測技術の確立が不可欠である。本研究では、スポット溶接部や熱影響部およびコロナボンド部などの局部における非線形力学特性および破断限界を明らかにするため、微小引張試験片を用いて溶接継手の不均一な材料の応力ひずみ特性や破断ひずみを同定した。

## 6. 自動車部品の型レス塑性加工におけるシミュレーション技術の研究

インクリメンタルシートフォーミング (ISF) は、型レス塑性加工技術として注目されている。板材プレス成形法と比較して、ISF 成形法は、簡単な工具を所定の加工経路に移動させることにより薄板を設計形状に徐々に成形する方法であり、高価な金型と専用プレス機を必要としない。本研究では、大型自動車部品の型レス ISF で成形する数値シミュレーション技術を開発し、型レスの ISF 成形時に生じる割れ、しわおよびスプリングバックを、高精度・高効率で予測した。さらにスプリングバックを見込んだ部品形状と加工経路の最適化を設計する基礎を構築した。

## 7. 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。昨年度、非溶融溶接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ステンレス鋼 SUS316L との異材接合試験を実施し、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。しかしながら、接合が進行にともない、FSW ツールに母材部が付着し、最終的に、接合が不可能になるという問題があったため、新たに、チタンカーバイド系の硬質皮膜を施した FSW ツールを用いて、純 V板を対象にした接合試験を行った。その結果、接合初期において、母材が FSW ツールに付着することなく接合が行われるが、接合が進行し、接合部の温度が上昇すると、母材が FSW ツールに付着してしまうことが分かった。つまり、接合時の温度を制御することで、FSW ツールへの母材の付着を抑制した上で、V合金と SUS316L との異材接合が可能になることを明らかにした。

## 8. MAG 溶接法を用いた車体部品溶接継ぎ手の溶込み形状予測

MAG 溶接法は高効率なアーク溶接法であり、様々な溶接継ぎ手の作製に用いられているが、MAG 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、その溶込み形状が継ぎ手の溶接変形や強度に影響を及ぼすため、溶込み形状の予測法の確立が強く望まれている。そこで本年度は、これまで開発を行ってきた、MIG 溶接法を用いて作製されるアルミニウム合金の溶接継ぎ手の溶込み形状予測法を、車体部品に多く用いられている、MAG 溶接法を用いて作製される鉄鋼材料溶接継ぎ手の溶け込み形状の予測に適用し、その可能性について検討を行った。その結果、アルミニウム合金の場合には、ワイヤから供給される溶滴の影響を、線状分布熱源を用いてモデル化していたが、鉄鋼材料の場合には、熱伝導がアルミニウム合金よりも悪いため、溶融池に投入された溶滴自身の熱量の影響が大きく、点熱源を用いたモデルを導入する必要があることを分かった。そして、点熱源を導入したモデルを用いて、平板のビードオン溶接における溶け込み形状を良

好に再現可能であることを明らかにした。

#### 9. 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な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29年度は、平成28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、チタン微粉末を封入する際の、封入方法を変化させることで、接合性の向上を目指した。具体的には、SiC/SiC 複合材料円管の外表面と、ジルカロイ円管の内表面とにねじ加工を施す場合と、SiC/SiC 複合材料円管の外表面に、円周状に均一なスリット加工を施す場合の二種類について検討を行った。その結果、円周状にスリット加工を施した接合体で、円周状にほぼ均一な、チタン微粉体とジルカロイの主成分であるジルコニアとの固溶体が形成可能であることを明らかにした。

#### 10. アルミニウム合金の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29年度は、平成28年度に行った二枚のアルミニウム合金板を対象にした抵抗スポット溶接におけるナゲット形成予測解析に続き、三枚のアルミニウム合金板を対象にした抵抗スポット溶接におけるナゲット形成予測解析を行った。その結果、平成28年度に同定した、アルミニウム合金板と銅電極との間の大きな伝熱抵抗値では、三枚板のナゲット形成過程を正確には予測することが困難あり、融点の半分程度まで、大きな伝熱抵抗値が保持されると仮定することで、実験で得られているナゲット形状が再現可能になることを明らかにした。

#### 11. 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。

平成28年度では、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) に基づいた高速熱弾塑性有限要素解析法を用いた解析を行ったが、試験条件に不明な点が多く、き裂発生要因の解明には至らなかった。そこで平成29年度では、新たに、溶接中の過渡温度変化計測も実施した、大きさの異なる二種類の模擬試験体作製試験結果を対象に、同じく ISM に基づいた高速熱弾塑性有限要素解析法を用いた解析を実施した。その結果、構造的な要因により、溶接トーチが通過した直後に溶接部が急冷する部分が存在し、その急冷する部分において、大きな塑性主ひずみが生じることで、き裂の原因である溶接割れが発生したと考えられることを明らかにした。

## (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。具体的には、上記の11研究テーマについて、数値計算手法の研究とソフトウェア JWRIAN の開発、さらにそれらを用いた数値シミュレーションにより物理現象を明らかにした。研究成果は、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14件、国際会議発表論文1件（査読有り）、国際会議発表11件、国内学会発表9件、国際会議講演2件、国内会議講演2件、解説・総説3件、特許出願1件を、執筆あるいは講演し、論文2件を受賞した。外部資金については、民間との共同研究8件（総額21,360,000円）、奨学寄附金（総額2,000,000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、『数値構造解析』（大学院）、『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）、『数値構造解析学』（学部3年）、『海事専門実用英語』（学部3年）、『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。大学院生の研究指導においては、博士前期課程3名、特別研究生1名の指導を行った。また、学部学生4名の卒業研究指導も行っており、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）日本塑性加工学会理事、会誌「ぷらすとす」編集委員長、（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29年度は8名の共同研究員を受入れ、共同研究の成果を11件の共著論文として発表した。先導的重点課題での連携を引継ぐ形で東京理科大学、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た。個別の共同研究としては、東海大学と「ショットピーニングによる圧縮残留応力の生成に関する研究」や室蘭工業大学と「セラミックス - 金属材料の接合技術に関する研究」および本学工学研究科と「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) Effects of Heat Input on Welding Buckling Distortion by Experimental Measurement Method  
Sci. Technol. Weld. Joining, 22, 5 (2017), 381-388.  
N. Guo, X. Yin, J. Liang and N. Ma
- (2) Measurement of Residual Stress in Arc Welded Lap Joints by Cos X-ray Diffraction Method  
J. Mater. Process. Technol., 243 (2017), 387-394.  
J. Lin, N. Ma, Y. Lei and H. Murakawa
- (3) Influence of Bauschinger Effect and Anisotropy on Springback of Aluminum Alloy Sheets  
Mater. Trans., 58, 6 (2017), 921-926.  
T. Uemori, S. Sumikawa, T. Naka, N. Ma and F. Yoshida
- (4) マグネシウム粉末焼結押出合金における異方性塑性硬化特性の実験測定と変形挙動の解析  
塑性と加工, 58, 678 (2017), 587-592.  
麻寧緒, A.Elsayed, 近藤 勝義
- (5) Comparative Study on Evaluation of Tendon Force for Welding Distortion Prediction in Thin Plate Fabrication  
China Welding, 26, 3 (2017), 1-11.  
J. Wang, H. Zhou, H. Zhao, F. Zhou and N. Ma
- (6) Fast Prediction of Welding Distortion of Large Structures Using Inherent Deformation Database and Comparison with Measurement  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 137s-140s.  
N. Ma, J. Tateishi, S. Hiroi, A. Kunugi and H. Huang
- (7) Efficient Simulation of Welding Distortion in Large Structures and Its Reduction by Jig Constraints, Journal of Materials Engineering and Performance  
J. Mater. Eng. Perform., 26, 11 (2017), 5206-5216.  
N. Ma and H. Huang
- (8) Effect of Groove Shape on Laser Welding-Brazing Al to Steel  
J. Mater. Process. Technol., 253, 2 (2018), 573-581.  
L. Li, H. Xia, C. Tana and N. Ma
- (9) Influence of Laser Power on Interfacial Microstructure and Mechanical Properties of Laser Welded-Brazed Al/steel Dissimilar Butted Joint  
J. Manufacturing Processes, 32 (2018), 160-174.  
L. Li, H. Xia, C. Tan and N. Ma
- (10) In Situ SEM Observations of Fracture Behavior of Laser Welded-Brazed Al/Steel Dissimilar Joint  
J. Mater. Eng. Perform. (2018), 1-11.  
H. Xia, C. Tan, L. Li and N. Ma
- (11) Development of Laser Welding Technology for Fully Austenitic Stainless Steel  
Welding Int., 31, 11 (2017), 827-836.  
K. Takano, N. Koizumi, H. Serizawa, S. Tsubota and Y. Makino

- (12) Deformation of Dissimilar-Metals Joint between F82H and 316L in Impact Tests after Neutron Irradiation  
Fusion Sci. Des., 124 (2017), 1063-1067.  
H. Y. Fu, T. Nagasaka, M. Yamazaki, T. Toyama, W. H. Guan, S. Nogami, H. Serizawa and H. Tanigawa
- (13) Dissimilar-Metals Bonding Between NIFS-HEAT-2 Vanadium Alloy and Hastelloy X Nickel Alloy by Controlling Intermetallics  
Fusion Sci. Technol., 72 (2017), 680-685.  
H. Y. Fu, T. Nagasaka, T. Tanaka, A. Sagara, H. Serizawa and Y. Satou
- (14) Impact of Friction Stir Welding on Recrystallization of Oxide Dispersion Strengthened Ferritic Steel  
J. Mater. Sci. Technol., 34 (2018), 209-213.  
W. H. Han, P. Liu, X. Yi, Q. Zhan, F. Wan, K. Yabuuchi, H. Serizawa and A. Kimura
- (2) 国際会議発表論文 (査読あり)
- (1) New Combined Method of MPS and FEM For Simulating Friction Stir Processing  
Ceramic Engineering and Science Proc., Daytona Beach, USA, 38, 3 (2017.1.22-27), On-line.  
H. Serizawa and F. Miyasaka
- (5) 国内会議発表論文 (査読なし)
- (1) レーザを用いたジルカロイ - SiC/SiC 接合体製作時のチタン粉末封入法に関する研究  
溶接構造シンポジウム2017講演論文集, 大阪, 日本 (2017.12.5-6), 135-140.  
元木 裕崇, 芹澤 久, 朝倉 勇貴, 中里 直史, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 朴 峻秀, 岸本 弘立, 香山 晃
- (2) 三次元非定常分布モデルを用いたアルミニウム合金実用継手の溶け込み形状解析  
溶接構造シンポジウム2017講演論文集, 大阪, 日本 (2017.12.5-6), 125-130.  
佐藤 真悟, 芹澤 久, 宮坂 史和
- (3) 摩擦攪拌接合法を用いた V 合金/ステンレス鋼異材継手作製試験  
溶接構造シンポジウム2017講演論文集, 大阪, 日本 (2017.12.5-6), 177-180.  
小倉 啓嵩, 芹澤 久, 森貞 好昭, 藤井 英俊, 森 裕章, 長坂 琢也
- (7) 国際会議発表
- (1) Welding Induced Deformation with Forming Stress  
IIW2017, Shanghai, China (2017.6.26-7.1)  
N. Ma
- (2) Residual Stress Distribution in Multi Beam Electron Welded Joint of Titanium Alloy  
WSE2017, Shandong, China (2017.10.18-20)  
Y. Lei, J. Lin, N. Ma, X. Zhang and P. Fu
- (3) Localized Elasto-Plastic Deformation and Serration Characteristics of 20mm A5083-O FSW Joint  
3rd Int. Conf. on Friction Based Processes, Osaka (2017.11.22-24)  
S. Tsutsumi, M. Sano, M. Imam, Y. Sun, H. Fujii and N. Ma

- (4) Rotational Distortion Prevention and Residual Stress Measurement in FSW Butt Joint of Thick Aluminum  
3rd Int. Conf. on Friction Based Processes, Osaka (2017.11.22-24)  
N. Ma, H. Murakawa, S. Tsutsumi, M. Imam, Y. Sun and H. Fujii
- (5) Numerical Study on Joining Process for Dissimilar Pipe Joint of Low Activation Ferritic Steels  
Int. Conf. on Materials and Systems for Sustainability (ICMaSS2017), Nogoya, Japan (2017.9.29-10.1)  
H. Serizawa, M. Murakami, T. Nagasaka and H. Tanigawa
- (6) Numerical Prediction of Penetration Shapes in MIG Welding of Aluminum Alloy Joints  
Materials Science & Technology 2017 (MS&T 17), Pittsburgh, USA (2017.10.8-12)  
H. Serizawa, S. Sato and F. Miyasaka
- (7) Applicability of Conventional Weld Technologies on Fusion Blanket Fabrication Using Reduced Activation Ferritic/Martensitic Steel  
18th Int. Conf. on Fusion Reactor Materials (ICFRM-18), Aomori, Japan (2017.11.5-10)  
T. Hirose, M. Nakajima, T. Kato, H. Sakasegawa, H. Mori, H. Serizawa and H. Tanigawa
- (8) Dissimilar Friction Stir Welding between ODS Ferritic Steel and RAFM Steel  
18th Int. Conf. on Fusion Reactor Materials (ICFRM-18), Aomori, Japan (2017.11.5-10)  
W. T. Han, F. Wan, K. Yabuuchi, A. Kimura, Y. Morisada, H. Serizawa and H. Fujii
- (9) Influence of Friction Stir Welding Conditions on Joinability of V-Alloy/SUS316L Dissimilar Joint  
18th Int. Conf. on Fusion Reactor Materials (ICFRM-18), Aomori, Japan (2017.11.5-10)  
H. Serizawa, H. Ogura, Y. Morisada, H. Fujii, H. Mori and T. Nagasaka
- (10) Potential of Advanced Joining Technologies to Reduced Activation Ferritic/Martensitic Steels for Fusion Reactor  
18th Int. Conf. on Fusion Reactor Materials (ICFRM-18), Aomori, Japan (2017.11.5-10)  
H. Serizawa, M. Tanaka, Y. Kawahito, T. Hirose and H. Tanigawa
- (11) Development of Coupled Method of MPS and FEM for Demonstrating Heterogeneous Behavior in Friction Stir Processing  
3rd International Conference on Friction Based Processing (ICFP2017), Osaka, Japan (2017.11.22-24)  
H. Serizawa and F. Miyasaka
- (8) 国内学会発表
- (1) アイソジオメトリックメソッドによる板成形シミュレーションの試み  
H29年度塑性加工学春季講演会, 岐阜 (2017.6.8-9)  
麻寧緒, 清水 則雄, 高田 賢治, 菊地 徹
- (2) FSW 接合された A5083-O 継手の弾塑性変形の局在化とセレーション特性  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
堤 成一郎, 佐野 萌, Imam Murshid, 孫 玉峰, 藤井 英俊, 麻寧緒, 村川 英一
- (3) FSW 接合された A5083-O 継手の弾塑性変形の局在化とセレーション特性  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
堤 成一郎, 佐野 萌, Imam Murshid, 孫 玉峰, 藤井 英俊, 麻寧緒, 村川 英一

- (4) チタン合金・傾斜複合材のレーザ積層による残留応力のシミュレーション  
H29年度塑性加工学連合講演会, 福井 (2017.11.9-10)  
石 俊秒, 南 達郎, Jicai Feng, 麻 寧緒
- (5) J 積分法を用いたスポット溶接部強度評価 (十時引張試験) 解析における解析条件の検討  
(一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
石坂 達郎, 岡田 裕, 遊佐 泰紀, 千葉 晃司, 村川 英一, 芹澤 久, 柴原 正和, 田中 智行
- (6) 摩擦攪拌接合法による V 合金/ステンレス鋼異材継手に関する基礎的研究  
(公社) 日本金属学会 2017年秋期大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
芹澤 久, 小倉 啓嵩, 元木 裕崇, 森貞 好昭, 藤井 英俊, 森 裕章, 長坂 琢也
- (7) 線状分布熱源を用いたアルミニウム合金実用継手の溶け込み形状解析  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
佐藤 真悟, 芹澤 久, 宮坂 史和
- (8) 中性子照射した核融合炉用異材溶接継手における不均一変形の解析  
(一社) 日本原子力学会 2017年秋の年会, 北海道 (2017.9.13-15)  
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
- (9) ジルカロイ - SiC/SiC 接合体作製時のチタン封入溝形状に関する検討  
(公社) 日本金属学会 2018年春期大会, 千葉 (2018.3.19-21)  
芹澤 久, 元木 裕崇, 中里 直史, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 朴 峻秀, 岸本 弘立
- (9) 国際会議講演
- (1) Global Collaborative Research on Computation Welding Mechanics  
上海交通大学 JWRI オフィス設立ワークショップ, Shandong, China (2017.10.16)  
N. Ma
- (2) Simulation for Reduction and Correction of Welding Assembly Deformation of Practical Structures  
WSE2017, Shandong, China (2017.10.18-20)  
N. Ma, H. Murakawa and N. Osawa
- (10) 国内会議講演
- (1) ひずみ依存異方性の延性破壊材料モデルと計測-有限要素法による破壊限界の同定  
LS-DYNA ユーザカンファレンス2017, 東京 (2017.9.5)  
麻 寧緒
- (2) 事故耐性燃料開発に向けた SiC/SiC 複合材料管封止技術に関する基礎的検討 - レーザ照射によるジルカロイ - SiC/SiC 複合材料管接合技術の開発 -  
平成29年度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 第3回委員会, 大阪 (2018.2.2)  
芹澤 久, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕
- (3) 薄板構造物の接合・加工技術に関する軽構造接合加工研究委員会の取り込み  
国際連携溶接計算科学研究拠点 第11回講演会, 大阪 (2018.2.21)  
芹澤 久

(11) 解説・総説

- (1) 塑性加工や溶接加工と強度評価の連携シミュレーション技術と解析例  
塑性と加工, 58, 1 (2017), 13-17.  
麻 寧緒
- (2) 数値計算手法の開発と薄板接合の熱伝導・熱応力ひずみの解析  
スマートプロセス学会誌, 7, 1 (2018), 14-20.  
麻 寧緒, 芹澤 久
- (3) 突合せ多層溶接継手における残留応力分布の実測技術と解析の妥当性検証  
産報出版社 雑誌, 66, 2 (2018), 72-75.  
永井 卓也, 川嶋 純一, 麻 寧緒

(13) 特許出願・登録

- (1) 特性テンソルに基づく破壊現象シミュレーションに関わるプログラムと装置  
特願2017-125035, 村川英一, 麻寧緒

(15) 受 賞

- (1) 論文賞  
日本塑性加工学会 (2017.06.06)  
麻 寧緒, 佐藤 健太郎, 高田 賢治
- (2) The Engineering Ceramics Division Best Paper Award : First Place  
The American Ceramic Society (2018.01.22)  
H. Serizawa, F. Miyasaka

(17) 外部資金

(単位:千円)

民間等との共同研究

(1)	加速陽解法と ISM 陰解法のハイブリッド解法に関する研究開発	麻 寧緒	4,920
(2)	型レス成形工法の現象解析、その簡易評価手法に関する共同研究	麻 寧緒	4,000
(3)	抵抗 SPOT 溶接 LME 割れの強度シミュレーションに関する研究	麻 寧緒	3,600
(4)	抵抗スポット溶接の組立変形と固有ひずみに関する研究	麻 寧緒	2,000
(5)	新延性破壊材料モデルに関する研究	麻 寧緒	2,700
(6)	溶接部の熱弾塑性解析に関する研究	麻 寧緒	600
(7)	スポット溶接シミュレーション手法の確立	芹澤 久	740

(8)	核破碎中性子源水銀標的容器の大強度化対応のための溶接線近傍の割れ感受性及び溶接時の力学特性に関する研究	芹澤 久	2,800
-----	---	------	-------

奨学寄付金

(1)		麻 寧緒	1,000
(2)		芹澤 久	1,000

4.8 教育

氏名：麻 寧緒

(1) 大学院等講義科目

(1) 地球総合工学科	数値構造解析学
-------------	---------

(2) 地球総合工学科	海事専門実用英語
-------------	----------

(3) 地球総合工学専攻	数値構造解析
--------------	--------

(5) 卒業論文

(1) 地球総合工学科, 島川 活志	アルミ合金と樹脂の摩擦重ねスポット溶接における熱発生および熱伝導解析
--------------------	------------------------------------

(2) 地球総合工学科, 天田 進也	超高張力鋼板抵抗スポット溶接の先端部における応力分布の解析
--------------------	-------------------------------

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, 元木 裕崇 Development of Joining Method for Zircaloy and SiC/SiC Composite Tubes by Using Laser

(5) 卒業論文

- (1) 地球総合工学科, 石川 徹 異材接合継手作製における FSW ツール表面硬質薄膜の影響に関する研究

4.9 社会貢献

氏名: 麻 寧緒

(1) 学会役員

- (1) (一社) 日本塑性加工学会 理事  
(2) (一社) 日本塑性加工学会 塑性加工学会会誌委員長  
(3) (一社) 溶接学会 溶接構造研究委員会幹事

(2) 国際会議委員

- (1) WSE&CAWE2017: Co-Chairman  
(7th Int. Conf. on Welding and Engineering)  
(2) NUMISHEET2018 : (mini-symposium on welding and joining in int. conf. NUMISHEET2018) Local Organization Committee

(6) 外国人招へい研究員・研究留学生

- (1) 特別研究生 : 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  
(2) 外国人招へい研究員 : 路 永新, 西安石油大学 材料科学与工程学院 講師 超高張力鋼板スポット溶接強度の解析  
(3) 外国人招へい研究員 : Yehia Yehia Abdel-salam Abdel-nasser, Alexandria University 教授 薄板成形と残留応力のシミュレーションに関する研究

氏名: 芹澤 久

(1) 学会役員

- (1) (一社) 日本原子力学会 和文・英文論文誌 編集委員  
(2) (一社) 日本溶接協会 溶接情報センター運営委員会委員長

- |  |  |
|--|--|
| (3) (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<br>委員長          |
| (4) (一社) 日本溶接協会  | 溶接情報センター委員会委員                          |
| (5) (一社) 日本溶接協会  | 試験問題 DB 検討ワーキング委員                      |
| (6) (一社) 日本溶接協会  | 出版委員会委員                                |
| (7) (一社) 日本溶接協会  | 広報ワーキング委員                              |
| (8) (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<br>リーダー           |
| (9) (一社) 日本溶接協会  | 溶接技術者交流会運営グループ委員                       |
| (10) (一社) 日本溶接協会   | 学識会員                                   |
| (11) (一社) 溶接学会   | 溶接構造研究委員会幹事                            |
| (12) (一社) 溶接学会   | 軽構造接合加工研究委員会委員長                        |
| (13) (一社) 溶接学会   | 溶接情報化委員会副委員長                           |
| (2) 国際会議委員   |  |
| (1) THERMEC'2018 (10th International<br>Conference on Processing &<br>Manufacturing of Advanced Materials) | Scientific Committee                   |
| (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  | 核融合炉工学研究委員会原型炉設計・工学 R&D<br>専門部会専門委員    |
| (5) (独) 日本学術振興会  | 第133委員会委員                              |
| (6) (独) 日本学術振興会  | 科学研究費委員会専門委員                           |
| (7) 核融合科学研究所   | 共同研究員                                  |
| (8) 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29年度共同研究員と研究テーマ

氏名：麻 寧緒

- |     |                     |       |                     |
|-----|---------------------|-------|---------------------|
| (1) | 東海大学 工学部<br>動力機械工学科 | 太田 高裕 | ショットピーニングの数値解析手法の検討 |
|-----|---------------------|-------|---------------------|

氏名：芹澤 久

- |     |                           |       |                            |
|-----|---------------------------|-------|----------------------------|
| (1) | 広島大学 大学院 工学研究院            | 田中 智行 | クリープなどの力学的経年変化に関する理論的予測    |
| (2) | 室蘭工業大学                    | 朝倉 勇貴 | 異種材料で構成された構造体における各種強度の評価理論 |
| (3) | 室蘭工業大学<br>もの創造系領域         | 岸本 弘立 | 異種材料で構成された構造体における各種強度の評価理論 |
| (4) | 室蘭工業大学<br>もの創造系領域         | 中里 直史 | 異種材料で構成された構造体における各種強度の評価理論 |
| (5) | 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  | 異種材料で構成された構造体における各種強度の評価理論 |
| (6) | 東京理科大学 理工学部<br>機械工学科      | 岡田 裕  | 熱源、材料、力学が連成した非線形問題の解析法開発   |
| (7) | 東京理科大学 理工学部<br>機械工学科      | 遊佐 泰紀 | 熱源、材料、力学が連成した非線形問題の解析法開発   |

##### (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 | 11 |
|-----|----|----|

## 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) 高速亀裂伝播/停止の科学的探求

### 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

太陽系外惑星の探査や宇宙初期の天体の成り立ちの解明等に期待される次世代超大型望遠鏡(TMT)が計画されている。日本、アメリカ、カナダ、中国、インドの五カ国の国際プロジェクトである。日本では、国立天文台が駆動系・制御系を含む望遠鏡構造の計画を推進し、三菱電機(株)がその基本設計と詳細設計を、日立造船(株)が主構造の製造技術を担当している。この製造技術に関する研究を本研究所の日立造船先進溶接技術共同研究部門が管轄し、本分野が主構造部材の疲労強度及び脆性破壊強度評価に協力している。

TMTとは、Thirty Meter Telescopeの略称で、その名が示すごとく有効口径が30mの巨大望遠鏡である。望遠鏡を回転させる土台構造はAzimuth構造と呼ばれ、各点で多方向からパイプが交わる多軸パイプ構造となっている。このAzimuth構造の要求仕様は、-16のサバイバル温度で1,000年に1度の大地震(3.5G)に耐えることであり、厚板パイプが多軸接続することによる、大きな塑性拘束、完全溶込み溶接とすることのできない未溶融部の存在、溶接残留応力の3要因から、脆性破壊の可能性が指摘されている。

このような構造特徴を有する多軸パイプ構造の耐破壊安全性は、従来の破壊力学では高い信頼度で評価することはできず、本分野が有するワイブル応力手法による破壊評価が要請された。溶接部の破壊靱性試験と多軸構造のワイブル応力解析の結果、多軸パイプ接続部に1/3円周の表面欠陥(未溶融部)が仮に存在したとしても、脆性破壊の危険性は極めて低いことが明らかとなり、要求仕様を十分満たすことを顕示した。

## 2. 溶接構造物の供用適性評価手法の開発

2003年に発行された日本溶接協会 (JWES) 規格 WES 2808 (動的繰返し大変形を受ける溶接構造物のぜい性破壊性能評価方法) の評価精度向上を図り、適用範囲を780N/mm<sup>2</sup>級鋼まで拡大する共同研究を JWES 鉄鋼部会 LDF II 委員会にて実施し、WES 2808改正版を発行すると共に主要成果を国際雑誌に発表した。WES 2808改正版の特徴は次のようである。

大変形下でのき裂材の破壊駆動力の評価法：地震による大変形を受ける鉄骨構造の破壊駆動力の評価には、き裂先端開口変位 (CTOD) をパラメータとする WES 2805の CTOD 設計曲線が適用できる。

動的・繰返し荷重下での破壊靱性評価法：動的負荷、及び繰返し負荷による予ひずみは、一般に鋼材の破壊靱性を低下させる。このため、動的・繰返しを受ける構造物ではその条件下の破壊靱性値が必要であるが、そのような破壊靱性値の入手は容易でなく、素材の静的破壊靱性値で代用する温度シフト概念を導入した。この温度シフト量を、同条件下での流動応力の変化量の関数として単純化した。

構造要素の塑性拘束緩和を考慮した CTOD 破壊靱性の補正：破壊靱性試験片と構造要素の破壊抵抗性を等しいとおく従来の破壊力学的手法は、構造としての破壊性能を過度に安全側 (小さめ) に評価する傾向にあり、高強度鋼ほどその傾向が大きい。その原因は構造要素の塑性拘束緩和にあり、合理的な破壊評価が得られるよう、ワイブル応力破壊基準に基づく限界 CTOD の塑性拘束補正を導入した。

WES 2808の適用性を検証するため、柱・梁構造実大試験体の繰返し載荷試験を実施し、梁端の破壊ひずみの測定値が WES 2808による予測値とほぼ一致することを確認した。

## 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て、シャルピー吸収エネルギーに対する強度ミスマッチの影響度について動的 FEM 解析を実施し、ワイブル応力を媒体として、継手のシャルピー試験結果から接合部の破壊靱性値を評価する手法の構築に取り組んだ。得られた成果は国内学会及び国際会議で発表し、査読付き学術論文 1 報と査読付き国内会議論文 1 報が掲載された。

また、研究課題「自動車のマルチマテリアル化に向けた異材接合部の耐衝撃性支配因子の解明」が科学研究費補助金の若手 B 研究に採択され、異材接合部について衝撃時の慣性による荷重や変形の応答と塑性仕事による発熱を考慮した 3 次元動的解析に取り組んだ。この解析の妥当性を明らかにするため、高速撮影可能な赤外線カメラを導入して高速変形中の異材接合部の温度上昇特性の計測に着手した。

## 4. 動的荷重下での破壊性能評価

構造物には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、静的条件とは材料挙動

が異なることを考えて、部材の性能を評価する必要がある。

動的荷重下での靱性を調べる破壊試験法としてシャルピー衝撃試験があるが、これまでの取り組みにおいて、シャルピー試験片と打撃ストライカーの接触剛性が打撃直後の荷重振動に影響することを明らかにしている。それをふまえて、衝撃部の接触問題を Hertz 理論に基づいてモデル化し、衝撃負荷時の過渡現象を再現する動的三次元シミュレーション手法の研究に着手した。本年度は、Hertz 理論に基づいた数値解析モデルを用いて、打撃ストライカーの形状がシャルピー試験片の衝撃応答に及ぼす影響を明らかにするとともに、衝撃負荷を受けたときの試験片の運動エネルギーとひずみエネルギーの関係を計算することによって、打撃速度が大きくなると運動エネルギーが相対的に小さくなることを明らかにした。また、衝撃試験による実部材の破壊抵抗評価の研究では、

火災を受けた鋼製橋梁部材を対象に、採取可能なサブサイズ試験片を用いてシャルピー衝撃特性を調査し、母材と火災材ではエネルギー遷移温度への試験片厚さの影響が異なることを示した。以上の成果を、国内会議で発表するとともに、査読付き学術論文2報に発表した。本研究成果は日本材料学会で高く評価され、「材料の衝撃問題シンポジウム賞」を受賞した。

## 5. 高速亀裂伝播/停止の科学的探求

鋼材のぜい性亀裂伝播は非常に高速な現象で、構造物を一瞬にして致命的な破損に至らしめるため、ぜい性破壊を防ぐことの重要性は言うまでもない。ぜい性亀裂を伝播停止させるのに必要な材料抵抗値について従来から経験的知見に基づく検討がなされているが、伝播メカニズムについては未解明な点が多く、亀裂伝播現象の基本的理解が必要である。

ぜい性破面は一般に荒々しく、破面に多くのティアリッジや分岐したへき開亀裂が観察される。ぜい性亀裂の伝播過程では、多数のマイクロクラックが発生・連結し、ティアリッジを伴う破面を生成すると考えられる。このようなマイクロクラックやティアリッジの生成は、散逸エネルギーを増大させ、ぜい性亀裂の伝播を停止させる効果があると考えられ、そのメカニズム解明に向けた研究に取り組んでいる。本年度は、破面付近のマイクロクラックの分布形態を詳細に観察し、ぜい性破面の直下に多数のマイクロクラックが存在することを確認した。特に、亀裂停止直前でマイクロクラックの発生が多いことを明らかにし、マイクロクラックがエネルギー散逸に寄与していることを定量化することに成功した。また、ティアリッジ生成に伴う散逸エネルギーを定量化するために、隣接する結晶粒それぞれの内部にへき開亀裂を模擬した鋭い切欠きを FIB によって導入した試験片を作製し、ティアリッジ生成エネルギーを実験的に計測する手法の構築に取り組んだ。これらの成果を、国内会議で発表するとともに、査読付き学術論文1報に発表した。

## (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29年度は査読付き研究論文9報（内共同研究員との共著論文6報）が掲載されると共に、国際会議発表7件、国内学会発表9件、国際会議講演8件（内プレナリー講演1件、招待講演5件）、国内会議講演4件を行った。また、解説・総説3報、国際会議資料9件、規準・規格等の作成2件があった。このような研究成果に対して、国内・海外でそれぞれ1件の受賞をいただくと共に、研究論文が Advances in Engineering (AIE) 社により工学的に重要度の高い論文として選ばれ、AIE

のサイトにて紹介された。

また、平成29年度の外部資金の受入は、科学研究費補助金 1 件、共同研究 4 件、受託研究 2 件、受託事業 1 件、奨学寄付金 3 件の合計11件で、受入合計金額は14,183千円であった。

#### 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29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 8 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「知性への誘い」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改編し、講義で活用した。

平成29年度の指導学生・研究員は、博士後期課程学生 3 名（うち社会人 2 名）、前期課程学生 11 名及び学部学生 5 名で、修士論文 2 件、卒業論文 1 件を主査指導した。学生との共著論文は、前期課程学生との査読付き研究論文 2 件、国内会議論文 1 件であった。学生による学会発表は、国内学会発表 6 件があった。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

平成29年度に本分野が務めた学会役員・委員数は69件（非公開のものを除く）、自治体・公益法人等への貢献は12件であった。

国際会議では、国際溶接学会（IIW）の第10委員会 Chair、JWRI オフィス@上海交通大学開所記念シンポジウム副議長、Thermec 国際会議のオーガナイザ及び International Advisory Member、TWI-JWRI 合同シンポジウム実行委員、広域アジア事業国際シンポジウム「海外から見る日本のグローバル人材育成」責任者など、12の国際会議委員を本研究分野で務め、国際社会への我が国の研究・教育アクティビティの発信に努めた。

国内の学・協会では、溶接学会において代表理事（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、試験小委員会委員長、原子力委員会 CAF 小委員会主査、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、日本高圧力技術協会 JPVRC 施工部会長などの要職を務めた。また、公益法人等への貢献では、溶接接合工学振興会において常務理事、物質材料研究機構の第3期中期計画研究プロジェクト事後評価委員、国立大学共同利用・共同研究拠点協議会幹事等を務めた。

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 history book や年次報告に 4 件、雑誌「溶接技術」に 7 件、新聞「溶接ニュース」に13件など、合計39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29年度は、国内から共同研究員18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 6 報発表した。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Applicability of New CTOD Calculation Formula to Various A0/W Conditions and B X B Configuration  
Eng. Fract. Mech., 179 (2017), 375-390.  
T. Kawabata, T. Tagawa, Y. Kayamori, M. Ohata, Y. Yamashita, M. Kinefuchi, H. Yoshinari, S. Aihara, F. Minami, H. Mimura and Y. Hagigara
- (2) Plastic Deformation Behavior in SEB Specimens with Various Crack Length to Width Ratios  
Eng. Fract. Mech., 178 (2017), 301-317.  
T. Kawabata, T. Tagawa, Y. Kayamori, M. Ohata, Y. Yamashita, M. Kinefuchi, H. Yoshinari, S. Aihara, F. Minami, H. Mimura and Y. Hagigara
- (3) Toughness Assessments of Laser Arc-Hybrid Welds of Ultra High Strength Steel  
Weld. World, 61, 5 (2017), 955-961.  
K. Inose, H. Yamaoka, Y. Nakanishi and F. Minami
- (4) Numerical Simulation of Residual Stress Modification by Reverse Bending of Notched Fracture Toughness Test Specimens of Multipass Welds  
Theor. Appl. Fract. Mec., 92 (2017), 214-222.  
Y. Mikami, T. Kawabata, T. Tagawa, H. Kitano, A. Kiuchi, Y. Kayamori, S. Kanna, T. Sakurai, Y. Imai, M. Ohata, M. Mochizuki, F. Minami, S. Aihara and Y. Hagihara
- (5) Fracture Assessment Procedure Developed in Japan for Steel Structures under Seismic Conditions  
Eng. Fract. Mech., 187 (2018), 142-164.  
F. Minami, Y. Takashima, M. Ohata, Y. Shimada, T. Suzuki, H. Shimanuki, S. Igi, T. Ishii, M. Kinefuchi, T. Yamaguchi and Y. Hagihara
- (6) Characteristic of Charpy Absorbed Energy for Steel Bridge Member with Fire Damage  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 122s-126s.  
M. Hirohata, Y. Takashima and F. Minami
- (7) Influence of Impact Velocity on Transition Time for V-notched Charpy Specimen  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 80s-84s.  
Y. Takashima and F. Minami
- (8) Strength Mismatch Effects on Charpy Absorbed Energy and CTOD Fracture Toughness  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 61s-65s.  
Y. Ito, Y. Takashima and F. Minami
- (9) Observation of Micro-Cracks Beneath Fracture Surface during Dynamic Crack Propagation  
Theor. Appl. Fract. Mec., 92 (2017), 178-184.  
Y. Takashima, T. Kawabata, S. Yamada and F. Minami

##### (4) 国内会議発表論文 (査読あり)

- (1) 溶接部のシャルピー吸収エネルギーに及ぼす強度ミスマッチの影響の考察  
溶接構造シンポジウム2017講演論文集, 大阪 (2017.12.5-6), 211-218.  
伊藤 勇佑, 高嶋 康人, 南 二三吉

(7) 国際会議発表

- (1) Fracture Toughness Evaluation of Welds with Small-Size Specimen Based on the Master Curve Approach  
C-X meeting, 70th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Shanghai, China (2017.6.25-28)  
M. Ohata, J. Takahashi, H. Shoji, F. Minami, T. Sadasue, S. Igi and K. Oi
- (2) Review of Commission X Meeting, 2016-2017  
C-X meeting, 70th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Shanghai, China (2017.6.25-28)  
F. Minami
- (3) Fracture Assessment Procedure for Steel Structures under Seismic Conditions  
IIW Commission X Intermediate Meeting, Auckland, New Zealand (2018.3.12-13)  
F. Minami
- (4) Numerical Analysis of Strength Mismatch Effects on Charpy Absorbed Energy and Critical Ctod  
3rd MSE-JWRI Workshop on Materials Design and Joining, Osaka, Japan (2017.5.19)  
Y. Ito, Y. Takashima and F. Minami
- (5) Thickness Effect on Charpy Impact Properties at Brittle Fracture Initiation  
3rd MSE-JWRI Workshop on Materials Design and Joining, Osaka, Japan (2017.5.19)  
S. Noji, Y. Takashima and F. Minami
- (6) Numerical Study on Charpy Impact Properties for Cross-Bond Specimen  
C-X meeting, 70th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Shanghai, China (2017.6.25-28)  
Y. Takashima and F. Minami
- (7) Influence of Strength Mismatch on Charpy Absorbed Energy for Dissimilar Steel Joints  
2nd Int. Joint TWI-JWRI Symp. on Joining and Welding -Dissimilar materials joining, Cambridge, UK (2017.9.27)  
Y. Takashima, T. Handa, Y. Ito and F. Minami

(8) 国内学会発表

- (1) サブサイズシャルピー試験片の脆性破壊駆動力に対する板厚効果の解析  
(一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
高嶋 康人, 廣畑 幹人, 南 二三吉
- (2) シャルピー衝撃試験の荷重応答に対する打撃部先端半径の影響解析  
日本材料学会第66期学術講演会, 名古屋 (2017.5.26-28)  
高嶋 康人, 南 二三吉
- (3) シャルピー試験片の脆性亀裂伝播エネルギーに及ぼす微視亀裂の影響  
(一社)日本鉄鋼協会第174回秋季講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
高嶋 康人, 山田 卓, 川畑 友弥, 滑川 哲也, 南 二三吉
- (4) サブサイズ試験片を用いた橋梁用鋼のシャルピー衝撃靱性の考察  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
野路 草太, 高嶋 康人, 廣畑 幹人, 南 二三吉

- (5) 強度急変部近傍のシャルピー吸収エネルギーに及ぼす強度ミスマッチの影響の考察  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
伊藤 勇佑, 高嶋 康人, 南 二三吉
- (6) 刃先半径を考慮した接触剛性モデルによるシャルピー試験片の衝撃応答解析  
第12回材料の衝撃問題シンポジウム, 京都 (2017.10.13-14)  
高嶋 康人, 南 二三吉
- (7) 低炭素鋼の脆性破面付近の微視破壊と応力拡大係数の関係  
日本材料学会関西支部 第12回若手シンポジウム, 大阪 (2017.12.2)  
出口 涼介, 高嶋 康人, 川畑 友弥, 南 二三吉
- (8) サブサイズ試験片を用いた橋梁用鋼の切欠きじん性評価法の検討  
(一社) 溶接学会 第223回 溶接構造研究委員会, 東京 (2018.3.9)  
高嶋 康人, 野路 草太, 原口 靖司, 廣畑 幹人, 南 二三吉
- (9) エネルギー散逸をもたらす破面付近のマイクロクラック発生特性  
(一社) 日本鉄鋼協会 第175回 春季講演大会, 千葉 (2018.3.19-21)  
高嶋 康人, 川畑 友弥, 滑川 哲也, 出口 涼介, 頓所 史章, 南 二三吉
- (9) 国際会議講演
  - (1) Fracture Assessment Procedure for Weld Structures under Seismic Conditions  
International Welding/Joining Conference-Korea 2017, GyeongJu, Korea (2017.4.11-14)  
F. Minami
  - (2) Recent Activities of Japan Welding Society  
Fronius Japan TECH DAY, Nagoya, Japan (2017.5.16)  
F. Minami
  - (3) Fracture Assessment Procedure for Weld Structures under Seismic Conditions  
3rd MSE-JWRI Workshop on Materials Design and Joining, Osaka, Japan (2017.5.19)  
F. Minami
  - (4) Introduction to JWRI, Osaka University  
3rd MSE-JWRI Workshop on Materials Design and Joining, Osaka, Japan (2017.5.19)  
F. Minami
  - (5) International Standardization of Fracture Assessment Procedure Based on Weibull Stress  
Approach  
JWRI-MTEC Research Collaboration Workshop, Bangkok, Thailand (2017.7.7)  
F. Minami
  - (6) Structural Performance of Welded Joints - Fracture Avoidance  
Technical Semiar and Workshop on High Precision Arc Welding Technology in India,  
Bengaluru, India (2017.8.23-24)  
F. Minami
  - (7) Current Activities of Joining and Welding Research Institute  
Celebrating Symposium for Opening JWRI & MLPM Cooperation Center at SJTU, Shanghai,  
China (2017.10.16)  
F. Minami

- (8) International Standardization of Constraint-Based Fracture Assessment Procedure  
Celebrating Symposium for Opening JWRI & MLPM Cooperation Center at SJTU, Shanghai,  
China (2017.10.16)  
F. Minami
- (10) 国内会議講演
- (1) 溶接力学 I-2 溶接継手の強度力学  
平成29年度溶接学会夏季大学, 大阪 (2017.7.24-26)  
南 二三吉
- (2) ISO 27306 - 改正骨子と FITNET との比較 -  
原子力研究委員会 CAF 小委員会講演会, 東京 (2018.1.23)  
南 二三吉
- (3) WES2808-2017: 動的繰返し大変形を受ける溶接構造物のぜい性破壊性能評価方法  
JPVRC 委員会講演会, 東京 (2018.3.5)  
南 二三吉
- (4) 溶接構造の破壊強度評価技術と国際規格化の最前線  
溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点第2回講演会, 大阪 (2018.3.7)  
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29年度溶接工学夏季大学教材 (2017), 119-172.  
南 二三吉
- (2) 接合部衝撃特性の動的シミュレーション  
スマートプロセス学会誌, 7, 1 (2018), 21-27.  
高嶋 康人, 南 二三吉
- (3) 浪速博士の溶接がってん! じん性を調べるシャルピー試験って何? の巻  
WE-COM マガジン(日本溶接協会), 27 (2018)  
高嶋 康人
- (14) その他資料
- (1) Agenda of Commission X Intermediate Meeting, HERA, Auckland, New Zealand  
Web of IIW Commission X (2017), IIW Doc. X-1895-18.  
F. Minami
- (2) Minutes of Commission X Intermediate Meeting, TWI, UK, 2017  
Web of IIW Commission X (2017), IIW Doc. X-1871-17.  
F. Minami
- (3) Agenda of Commission X Meeting, IIW 2017 Annual Meeting in Shanghai, China  
Web of IIW Commission X (2017), IIW Doc. X-1873-17.  
F. Minami

- (4) List of Documents of Commission X Meeting, IIW 2017 Annual Meeting in Shanghai, China  
Web of IIW Commission X (2017), IIW Doc. X-1872-17.  
F. Minami
- (5) Minutes of Commission X Meeting, IIW 2017 Annual Meeting in Shanghai, China  
Web of IIW Commission X (2017), IIW Doc. X-1894-17.  
F. Minami
- (6) IIW2017第 X 委員会出席報告  
溶接学会誌, 86, 8 (2017), 610-613.  
南 二三吉, 大畑 充
- (7) Agenda of Commission X Intermediate Meeting, Auckland, New Zealand  
Web of IIW Commission X (2018), IIW Doc. X-1895-18.  
F. Minami
- (8) Review of C-X Meeting at 2017 IIW Annual Assembly Commission X in Shanghai, China  
Web of IIW Commission X (2018), IIW Doc. X-1896-18.  
F. Minami
- (9) Minutes of Commission X Intermediate Meeting, G, Auckland, New Zealand  
Web of IIW Commission X (2018), IIW Doc. X-1906-18.  
F. Minami and M. Ohata
- (15) 受 賞
- (1) Recognition of Participation in 20 IIW Annual Assemblies  
国際溶接学会(IIW) (2017.06.26)  
F. Minami
- (2) Citation in Advances in Engineering  
Advances in Engineering (2017.09.26)  
F. Minami
- (3) 第12回材料の衝撃問題シンポジウム優秀講演発表賞  
(公社) 日本材料学会 (2017.11.01)  
高嶋 康人
- (4) 卒業研究優秀発表賞 (2018.3.22)  
原口 靖司(B4)
- (16) 規 準 ・ 規 格 等 の 作 成
- (1) WES 2808: 動的繰返し大変形を受ける溶接構造物の脆性破壊性能評価方法  
(一社) 日本溶接協会  
南 二三吉, 大畑 充, 高嶋 康人
- (2) WES 8107: Standard for certification of welding practitioner  
(一社) 日本溶接協会  
F. Minami

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |         |                                    |       |       |
|-----|---------|------------------------------------|-------|-------|
| (1) | 若手研究(B) | 自動車のマルチマテリアル化に向けた異材接合部の耐衝撃性支配因子の解明 | 高嶋 康人 | 2,990 |
|-----|---------|------------------------------------|-------|-------|

民間等との共同研究

- |     |  |   |       |       |
|-----|--|---|-------|-------|
| (1) |  | 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 |
| (2) |  | 高クロム耐熱鋼溶接部における冷間加工時の破壊靱性評価                    | 南 二三吉 | 1,080 |
| (3) |  | 高強度鋼材および溶接技術の組み合わせによる繰返し载荷を受ける接合部の延性・脆性破壊防止技術 | 南 二三吉 | 1,944 |
| (4) |  | 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) |  | 原子炉容器の破壊力学評価手法の高度化に係る評価   | 南 二三吉 | 1,040 |
| (2) |  | 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 |

受託事業

- |     |                  |                     |       |     |
|-----|------------------|---------------------|-------|-----|
| (1) | 一般財団法人海外産業人材育成協会 | インドにおける溶接人材育成環境向上支援 | 南 二三吉 | 210 |
|-----|------------------|---------------------|-------|-----|

奨学寄付金

- |     |  |  |       |       |
|-----|--|--|-------|-------|
| (1) |  |  | 南 二三吉 | 1,750 |
|-----|--|--|-------|-------|

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 | 工学英語基礎 II    |

- |          |                              |                                      |
|----------|------------------------------|--------------------------------------|
| (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                 | 構造化メカニクス                             |
| (6)      | 応用理工学科生産科学科目                 | 材料の強さ                                |
| (7)      | 応用理工学科生産科学科目                 | 生産科学実験                               |
| (8)      | 応用理工学科生産科学科目                 | 生産創成工学                               |
| (9)      | 応用理工学科生産科学科目                 | 特別講義                                 |
| (10)     | 工学研究科マテリアル生産科学専攻             | インターンシップ                             |
| (11)     | 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                          |
| (12)     | 工学研究科マテリアル生産科学専攻             | 構造化設計学                               |
| (13)     | 工学研究科マテリアル生産科学専攻             | 構造化評価学                               |
| (14)     | 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                            |
| (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             | 生産科学創成工学                             |
| (17)     | 工学研究科マテリアル生産科学専攻             | 生産科学特別講義                             |
| (18)     | 工学研究科マテリアル生産科学専攻             | 先端構造評価論                              |
| (19)     | 全学共通教育                       | 知性への誘い                               |
| (4) 修士論文 |                              |                                      |
| (1)      | マテリアル生産科学専攻生産科学コース,<br>伊藤 勇佑 | 異材接合体のシャルピー吸収エネルギーの<br>考察と破壊靱性への換算手法 |
| (2)      | マテリアル生産科学専攻生産科学コース,<br>野路 草太 | 梁部材の延性破壊性能への板厚方向強度傾<br>斜の影響に関する考察    |
| (5) 卒業論文 |                              |                                      |
| (1)      | 応用理工学科生産科学コース, 原口 靖司         | サブサイズシャルピー衝撃試験による構造<br>用鋼の靱性評価       |

#### 4.9 社会貢献

氏名：南 二三吉

##### (1) 学会役員

- |      |               |                                     |
|------|---------------|-------------------------------------|
| (1)  | (一社)日本高圧力技術協会 | JPVRC 施工部会長                         |
| (2)  | (一社)日本高圧力技術協会 | JPVRC 運営委員会副会長                      |
| (3)  | (一社)日本鉄鋼連盟    | 建築鋼構造研究ネットワーク委員                     |
| (4)  | (一社)日本溶接協会    | AWF 対応小委員会委員                        |
| (5)  | (一社)日本溶接協会    | IWP 小委員会委員長                         |
| (6)  | (一社)日本溶接協会    | JIS Z 3001「溶接用語」改正素案作成拡大 WG 委員      |
| (7)  | (一社)日本溶接協会    | WE 口述試験小委員会 内規改訂 WG 委員              |
| (8)  | (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             |
| (9)  | (一社)日本溶接協会    | 化学機械溶接研究委員会委員長                      |
| (10) | (一社)日本溶接協会    | 化学機械溶接研究委員会運営 WG 顧問                 |
| (11) | (一社)日本溶接協会    | 化学機械溶接研究委員会情報化 WG 顧問                |
| (12) | (一社)日本溶接協会    | 化学機械溶接研究委員会幹事会主査                    |
| (13) | (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               |
| (14) | (一社)日本溶接協会    | 化学機械溶接研究委員会60周年記念シンポジウム<br>実行委員会委員長 |
| (15) | (一社)日本溶接協会    | 学識会員                                |
| (16) | (一社)日本溶接協会    | 国際活動委員会副委員長                         |
| (17) | (一社)日本溶接協会    | 出版委員会委員長                            |
| (18) | (一社)日本溶接協会    | 鉄鋼部会 CTE 委員会委員                      |
| (19) | (一社)日本溶接協会    | 鉄鋼部会 LDF-II 委員会主査                   |
| (20) | (一社)日本溶接協会    | 鉄鋼部会 WES 2808改定 WG 主査               |
| (21) | (一社)日本溶接協会    | 鉄鋼部会技術委員会研究委員会委員                    |
| (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        | 理事                                       |
| (29) | (一社) 日本溶接協会        | 溶接構造シンポジウム：化学機械溶接研究分野セッション企画主査           |
| (30) | (一社) 日本溶接協会        | 「二相ステンレス鋼の溶接施工ガイドラインについてのシンポジウム」委員長      |
| (31) | (一社) 日本溶接協会        | 化学機械溶接研究委員会圧力設備製作テキスト作成小委員会顧問            |
| (32) | (一社) 日本溶接協会        | 溶接・接合技術入門改定編集委員会委員                       |
| (33) | (一社) 日本溶接協会        | 70年史編集委員会委員長                             |
| (34) | (一社) 日本溶接協会        | 塑性拘束効果を考慮した破壊評価基準の確立検討小委員会 (CAF 小委員会) 主査 |
| (35) | (一社) 日本溶接協会        | WES7700改正原案作成委員会委員長                      |
| (36) | (一社) 日本溶接協会        | 溶接管理技術者試験問題 DB 検討 WG 委員                  |
| (37) | (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                              |
| (38) | (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議 | 第10委員会委員長 (Delegate)                     |
| (39) | (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議 | 副理事長                                     |
| (40) | (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議 | 理事                                       |
| (41) | (一社) 溶接学会          | Mate 組織委員会委員                             |
| (42) | (一社) 溶接学会          | フェロー                                     |
| (43) | (一社) 溶接学会          | 会長                                       |
| (44) | (一社) 溶接学会          | 企画委員会顧問                                  |
| (45) | (一社) 溶接学会          | 教育委員会顧問                                  |
| (46) | (一社) 溶接学会          | 研究推進部会顧問                                 |

- |            |  |   |
|------------|--|---|
| (46)       | (一社) 溶接学会                                      | 支部長連絡会議議長                               |
| (47)       | (一社) 溶接学会                                      | 代議員                                     |
| (48)       | (一社) 溶接学会                                      | 溶接学会・協会連携 WG 主査                         |
| (49)       | (一社) 溶接学会                                      | 溶接構造研究委員会名誉委員                           |
| (50)       | (一社) 溶接学会                                      | 理事                                      |
| (51)       | (公社) 日本材料学会                                    | 信頼性工学部門委員会幹事                            |
| (52)       | (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                     |
| (53)       | Asian Welding Federation                       | Asian Welding Federation (アジア溶接会議) 対応委員 |
| (54)       | Engineering Fracture Mechanics                 | Advisory Board of the Journal           |
| (55)       | IIW 資格日本認証機構 (J-ANB)                           | J-ANB 管理委員会委員                           |
| (56)       | 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                  |
| (57)       | The International Institute of Welding         | Welding in the World 編集委員               |
| (58)       | 国際溶接学会   | Task Group of Market Survey at BoD      |
| (59)       | 国際溶接学会   | Technical Management Board 理事           |
| (60)       | 国際溶接学会   | Welding in the World 編集理事               |
| (61)       | 国際溶接学会   | 第10委員会委員長                               |
| (62)       | 国際溶接学会   | 理事 (IIW Board of Directors)             |
| (63)       | 国際溶接学会   | WG of Communication at BoD              |
| (64)       | 国際溶接学会   | WG of Regional Activity at BoD          |
| (65)       | 日本学術会議   | 理学・工学系学協会連絡協議会委員                        |
| (66)       | 米国材料試験学会 (ASTM)                                | E08委員会委員                                |
| (2) 国際会議委員 |  |   |
| (1)        | 70th IIW Annual Assembly, Commission X Meeting | Chairman of Commission X                |
| (2)        | 70th IIW Annual Assembly, Commission X Meeting | Session Chair                           |
| (3)        | TWI-JWRI Joint Symposium 2017                  | Executive Committee Member              |

- |      |   |  |
|------|---|--|
| (4)  | Celebrating Symposium for Opening JWRI & MLPM Cooperation Center at SJTU                                | Co-Chairman                                |
| (5)  | 7th International Conference on Welding Science and Engineering   | International Advisory Committee Member    |
| (6)  | 海外から見る日本のグローバル人材育成 / Discuss Cultivation of Gloval Human Resource of Japan through Foreign Prospectives | 広域アジアものづくり技術・人材高度化センター長 (主催者代表)            |
| (7)  | IIW Commission X Intermediate Meeting   | Chairman of Commission X                   |
| (8)  | IIW Commission X Intermediate Meeting   | Session Chair                              |
| (9)  | International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC 2018)             | International Advisory Board Member        |
| (10) | International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC 2018)             | Topic Coordinator of Materials Performance |
| (11) | 71th IIW Annual Assembly, Commission X Meeting  | Chairman of Commission X                   |
| (12) | 71th IIW Annual Assembly, Commission X Meeting  | Session Chair                              |
| (13) | 4th Interbational Conference “Welding and Failure Anakysis of Engineering Materials” (WAFSA-2018)       | Scientific Committee Member                |

(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 | 企画委員会委員                      |
| (2) | (公財) 溶接接合工学振興会 | 常務理事                         |
| (3) | (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 |
| (4) | (公財) 溶接接合工学振興会 | 第29回セミナー「水素社会を支える溶接技術」企画主査   |
| (5) | (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        |
| (6) | 関西原子力懇談会       | 個人会員                         |
| (7) | 京都大学           | 京都大学エネルギー理工学研究所共同利用運営委員会委員   |

- |              |   |  |
|--------------|---|--|
| (8)          | 九州大学  | 九州大学応用力学共同研究拠点運営委員会委員  |
| (9)          | 国立大学共同利用・共同研究拠点協議会                              | 国立大学共同利用・共同研究拠点協議会幹事   |
| (10)         | 国立大学附置研究所・センター                                  | 国立大学附置研究所・センター長会議会員  |
| (11)         | 東京工業大学  | 東京工業大学先端無機材料共同研究拠点運営委員会委員                                      |
| (12)         | 東北大学  | 東北大学金属材料研究所運営協議会委員   |
| (7) 社会への情報発信 |   |  |
| (1)          | 日溶協と溶接学会が共同企画委員会設立                              | 産報出版：溶接技術 (2017.04.01)   |
| (2)          | 阪大接合研所長に南二三吉教授就任                                | 産報出版：産業特信 溶接版 (2017.04.07)                                     |
| (3)          | 新所長に南二三吉教授 -<br>大阪大学接合科学研究所                     | 産報出版：溶接ニュース (2017.04.18)                                       |
| (4)          | 19日から都内で春季大会 - 溶接学会、<br>90件の研究発表                | 産報出版：溶接ニュース (2017.04.18)                                       |
| (5)          | 溶接学会 通常総会・表彰式を開催                                | 産報出版：溶接ニュース (2017.05.09)                                       |
| (6)          | 阪大溶生会が「春の会」                                     | 産報出版：溶接ニュース (2017.05.09)                                       |
| (7)          | 第1回テックデイにて特別講演                                  | 溶接ニュース (2017.05.30)  |
| (8)          | 2017年度春季全国大会・第85回通常総会を開催<br>南会長「今年は溶接界にとって節目の年」 | 産報出版：溶接技術 (2017.06.01)   |
| (9)          | 会長総会挨拶  | 溶接学会誌 (2017.06.05)   |
| (10)         | IIW Board of Directors                          | IIW History Book, Linking People, Joining Nations (2017.06.25) |
| (11)         | IIW Commission Chairs                           | IIW History Book, Linking People, Joining Nations (2017.06.25) |
| (12)         | IIW Board of Directors 2016-2017                | IIW Annual Report (2017.06.25)                                 |
| (13)         | Technical Highlights 2016                       | IIW Annual Report (2017.06.25)                                 |
| (14)         | 阪大接合研第14回産学連携シンポジウム<br>開く：新シーズをテーマに3講演          | 産報出版：溶接ニュース (2017.06.27)                                       |
| (15)         | 大阪大学接合科学研究所<br>第14回産学連携シンポジウム開催                 | 日本溶射学会：溶射技術 (2017.06.30)                                       |
| (16)         | 平成29年度溶接工学夏季大学序文                                | 溶接学会：平成29年度溶接工学夏季大学教材 (2017.07.01)                             |

- |   |  |
|---|--|
| (17) 会長挨拶   | 溶接学会 HP (2017.07.01)                                     |
| (18) IIW 年次大会、上海で開幕   | 産報出版：溶接ニュース (2017.07.04)                                 |
| (19) 接合科学研究所－その使命   | 生産技術振興協会：生産と技術<br>(2017.07.10)                           |
| (20) IIW 年次大会、上海で開幕：溶接界の<br>頭脳が42ヶ国から1、400人集う               | 産報出版：溶接技術 (2017.08.01)                                   |
| (21) 阪大接合研が産学連携シンポ開催  | 産報出版：溶接技術 (2017.08.01)                                   |
| (22) 接合科学研究所 - その使命と役割                                      | 一般社団法人 金属系材料研究開発センター：<br>JRCM NEWS (2017.08.01)          |
| (23) 研究は「もっと先へ」の姿勢で   | 産報出版：溶接ニュース (2017.08.08)                                 |
| (24) 溶接接合工学振興会講演会「インフラ経年<br>劣化の現状と課題」の懇談会で司会                | 公益財団法人国民工業振興会 JIPA News<br>No.34 March/2017 (2017.09.29) |
| (25) 溶接接合工学振興会講演会第27回セミナー<br>「3次元造形の最前線」の懇談会で司会             | 公益財団法人国民工業振興会 JIPA News<br>No.34 March/2017 (2017.09.29) |
| (26) 上海交通大学にオフィス開設  | 産報出版：溶接ニュース (2017.11.14)                                 |
| (27) 二相鋼ガイドラインを解説<br>- 化学機械研究委、シンポジウムを開く                    | 産報出版：溶接ニュース (2017.11.21)                                 |
| (28) 阪大溶接研が上海交通大にオフィス開所<br>- 中国における溶接・接合分野の国際<br>共同研究を推進    | 産報出版：溶接技術 (2017.12.01)                                   |
| (29) 大阪大学 グローバル人材育成セミナー開催<br>技術・人材高度化に向け意見交換                | 産報出版：溶接技術 (2017.12.12)                                   |
| (30) Greetings from the President<br>at the General Meeting | 溶接学会英文 HP (2017.12.20)                                   |
| (31) 化学機械溶接研究委がシンポジウム開催                                     | 産報出版：溶接技術 (2018.01.01)                                   |
| (32) 日本の溶接関連産業の展望<br>- ものづくりとIoTの融合                         | 産報出版：溶接ニュース (2018.01.02)                                 |
| (33) 「溶接力」の持続的発展目指す   | 産報出版：溶接ニュース (2018.01.02)                                 |
| (34) 年頭のご挨拶   | 溶接学会誌 (2018.01.05)                                       |
| (35) 年頭のご挨拶   | 溶接学会 HP (2018.01.05)                                     |
| (36) New Year's Greetings                                   | 溶接学会 HP (2018.01.15)                                     |

- (37) 2018年溶接界賀詞交換会, 関係者800人参集, 新年祝う 産報出版: 溶接ニュース (2018.01.16)
- (38) 第21回中国大学生 《走近日企・感受日本》訪日団滞在記 日中経協ジャーナル (2018.03.01)
- (39) 溶接学会賞決まる 産報出版: 溶接ニュース (2018.03.27)

氏名: 高嶋 康人

(1) 学会役員

- (1) (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
- (2) (一社) 溶接学会 「インフラ溶接構造物の維持管理のための評価技術の展開」ミニ研究会 副査
- (3) (一社) 溶接学会 溶接構造研究委員会 委嘱委員
- (4) (公社) 日本材料学会 関西支部 第66期常議員

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成29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 小辻 成美 き裂発生 進展シミュレーション技術の高度化
- (2) 大阪大学 大学院工学研究科 柴谷 徹也 き裂発生 進展シミュレーション技術の高度化  
大畑研究室
- (3) 大阪大学 大学院 工学研究科 清水 万真 ワイブル応力を駆使した鋼構造の破壊安全性評価
- (4) 大阪大学 大学院工学研究科 高橋 良輔 ワイブル応力を駆使した鋼構造の破壊安全性評価  
マテリアル生産科学専攻
- (5) 大阪大学 大学院 工学研究科 沼田 朝陽 異材接合界面の破壊強度評価手法
- (6) 大阪大学 大学院 工学研究科 森 浩基 延性き裂の成長と脆性破壊への遷移限界評価
- (7) 大阪大学 大学院 工学研究科 大畑 充 延性き裂の成長と脆性破壊への遷移限界評価
- (8) 大阪大学 大学院 工学研究科 廣田 佳 延性き裂の成長と脆性破壊への遷移限界評価  
マテリアル生産科学専攻

- |      |                              |       |                      |
|------|------------------------------|-------|----------------------|
| (9)  | 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 | 延性き裂の成長と脆性破壊への遷移限界評価 |
| (10) | 国立大学法人 東京大学                  | 川畑 友弥 | 動的荷重下での破壊性能評価手法      |
| (11) | 国立大学法人 東京大学                  | 中西 大貴 | 動的荷重下での破壊性能評価手法      |
| (12) | 大阪大学 大学院 工学研究科               | 須賀亜里紗 | 動的荷重下での破壊性能評価手法      |
| (13) | 大阪大学 工学研究科                   | 高岡 勇介 | 微小領域の破壊靱性試験法         |
| (14) | 東京大学                         | 柴沼 一樹 | 微小領域の破壊靱性試験法         |
| (15) | 東京大学 大学院<br>工学系研究科           | 逸見 拓弘 | 微小領域の破壊靱性試験法         |
| (16) | 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 | 微小領域の破壊靱性試験法         |
| (17) | 名古屋大学 工学研究科<br>土木工学専攻        | 根津 海都 | 溶接構造物の供用適正評価手法の開発    |
| (18) | 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 | 溶接構造物の供用適正評価手法の開発    |

(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29年度は査読付き研究論文15件、査読付き国際会議発表論文 1 件、査読なし国際会議発表論文 6 件、国内会議発表論文17件、国際会議発表 6 件が掲載されると共に、国際会議および国内学会発表19件、国際講演 1 件、国内講演10件を行った。また、特許 2 件、JIS 規格 1 件、解説・総説 4 件があった。また、接合科学共同利用・共同研究賞、土木学会関西支部・優秀発表賞を受賞するとともに、研究に関する記事が産経ニュースおよび日刊建産速報社に掲載された。

研究予算は、運営費交付金を除き、平成29年度は25,931千円であった。

#### 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29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13件、国際会議発表 6 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。

#### 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、サクラサイエンスプログラム等を通じて海外の若手研究者を受け入れるとともに、International Institute of Welding (IIW) において発表を行い、また溶接、塑性、破壊問題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29年度は国内から共同研究員28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) Effect of Temperature and Substrate on Shear Strength of the Joints Formed by Sintering of Micro-Sized Ag Particle Paste without Pressure  
J. Mater. Sci. -Mater. Electron., 28, 10 (2017), 7292-7301.  
M.-H. Roh, H. Nishikawa, S. Tsutsumi, N. Nishiwaki, K. Ito, K. Ishikawa, A. Katsuya, N. Kamada and M. Saito
- (2) Numerical Study of a Welded Plate Instability Using the Subloading Surface Model  
Mar. Struct., 55 (2017), 104-120.  
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (3) High Performance Computation of Residual Stress and Distortion in Laser Welded 301L Stainless Sheets  
Finite. Elem. Anal. Des., 135C (2017), 1-10.  
H. Huang, S. Tsutsumi, J. Wang, L. Li and H. Murakawa
- (4) Closest-point Projection Method for the Extended Subloading Surface Model  
Acta. Mech., 228, 12 (2017), 4213-4233.  
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (5) 現場溶接型梁端仕口ディテールが先組みビルト H 梁を用いた柱梁溶接接合部の変形能力に及ぼす影響に関する実験的研究  
日本建築学会構造系論文集, 82, 739 (2017), 1497-1506.  
中込 忠男, 金子 洋文, 堤 成一郎, 増田 開, 巻島 淳, 堀場 亮佑
- (6) A Return Mapping Algorithm for Elastoplastic and Ductile Damage Constitutive Equations Using the Subloading Surface Method  
Int. J. Numer. Methods Eng., 2017 (2017), 1-26.  
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (7) Anisotropic Damage Constitutive Law for Cleavage Failure in Crystalline Grain by Cohesive Zone Model  
Q. J. Jpn. Weld. Soc., 35, 2 (2017), 165s-168s.  
Y. Shintaku, K. Terada and S. Tsutsumi
- (8) Dynamic Thermo-Elasto-Plasticity FE Analysis on Nano- and Femto-second Laser Shock Peenings for a Ferrite Material  
Q. J. Jpn. Weld. Soc., 35, 2 (2017), 151s-154s.  
S. Tsutsumi, K. Ueda, R. Fincato and T. Sano
- (9) Numerical and Experimental Study on Fatigue Life Extension of U-rib Steel Structure by Hammer Peening  
Q. J. Jpn. Weld. Soc., 35, 2 (2017), 169s-172s.  
S. Tsutsumi, R. Nagao, R. Fincato, T. Ishikawa and R. Matsumoto
- (10) Ductile Damage Evolution under Non-Proportional Loading  
土木学会論文集 A2 (応用力学), 73, 2 (2018), I\_355-I\_361.  
R. Fincato and S. Tsutsumi

- (11) Effect of the Stress Triaxiality and Lode Angle on the Ductile Damage Evolution  
Q. J. Jpn. Weld. Soc., 35, 2 (2018), 185s-189s.  
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (12) Local Elasto-plasticity Behavior of HT780 Butt Welded Joint Analyzed by Digital Image Correlation Technique  
Q. J. Jpn. Weld. Soc., 35, 2 (2018), 181s-184s.  
S. Tsutsumi, T. Kitamura and R. Fincato
- (13) ピーニングにより導入された残留応力の疲労荷重による緩和挙動  
構造工学論文集, 64A (2018), 1-8.  
堤 成一郎, 植田 一史, Riccardo Fincato
- (14) Critical Investigation on the Influence of Welding Heat Input and Welding Residual Stress on Stress Intensity Factor and Fatigue Crack Propagation  
Eng. Fail. Anal., 89 (2018), 200-221.  
R. Gadallah, N. Osawa, S. Tanaka and S. Tsutsumi
- (15) Low Temperature Bonding with High Shear Strength Using Micro-Sized Ag Particle Paste for Power Electronic Packaging  
J Mater Sci: Mater Electron, 29, 5 (2018), 3800-3807.  
M.-H. Roh, H. Nishikawa, S. Tsutsumi, N. Nishiwaki, K. Ito, K. Ishikawa, A. Katsuya,  
N. Kamada and M. Saito
- (2) 国際会議発表論文 (査読あり)
- (1) Simulation of Fatigue Crack Initiation in Heat Affected Zone Microstructure Using Crystal-Plasticity Finite Element Method  
Proc. ASME 2017 Pressure Vessels & Piping Division, Hawaii, USA, PVP2017-65947 (2017.7.16-20), 1-7.  
T. Hiraide, S. Igi, T. Tagawa, R. Ikeda and S. Tsutsumi
- (3) 国際会議発表論文 (査読なし)
- (1) FEM Analyses of Stress Distributions around Inclusions at Interior Crack Initiation Site in Very High Cycle Fatigue  
The Seventh Int. Conf. on Very High Cycle Fatigue(VHCF7), Dresden, Germany (2017.7.3-5), 181-186.  
T. Sakai, R. Fincato, S. Tsutsumi, M. Sano, D. S. Paolino, T. Miyoshi, N. Oguma and A. Nakagawa
- (2) Formation Mechanism of Fine Granular Area (FGA) around Interior Inclusion at Crack Initiation Site in Very High Cycle Fatigue  
The Seventh Int. Conf. on Very High Cycle Fatigue(VHCF7), Dresden, Germany (2017.7.3-5), 57-62.  
T. Sakai, N. Oguma, A. Nakagawa, S. Tsutsumi, O. Naimark and M. Bannikov
- (3) A Cyclic Plasticity Model for Carbon Steels Considering Stress Triaxiality and Lode Angle Effect  
31st Asian-Pacific Technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structures, Osaka, Japan (2017.9.25-27), 1-5.  
S. Tsutsumi, T. Kitamura and R. Fincato

- (4) Effect of the Loading Path on the Ductile Damage Evolution  
31st Asian-Pacific Technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structures, Osaka, Japan (2017.9.25-27), 1-8.  
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (5) Numerical and Experimental Investigation on Fatigue Life Extension Mechanism of Weld Joint by Hammer Peening  
31st Asian-Pacific Technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structures, Osaka, Japan (2017.9.25-27), 1-6.  
S. Tsutsumi, R. Nagao, K. Ueda and R. Fincato
- (6) Prediction of Fatigue Crack Initiation Life of Aluminum Alloy Joints Using Cyclic Elasto-Plasticity FEM Analysis  
31st Asian-Pacific Technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structures, Osaka, Japan (2017.9.25-27), 1-5.  
S. Tsutsumi, M. Sano and R. Fincato
- (4) 国内会議発表論文 (査読あり)
- (1) 溶接継手の疲労強度に及ぼす付加溶接の影響  
日本船舶海洋工学会講演会論文集, 広島, 52 (2017.11.27-28), 347-352.  
白土 透, 猪原 正義, 今井 達也, 森長 謙太, 下田 太一郎, 堤 成一郎, 大田 元希, 村川 英一
- (2) Ductile Damage Evolution of Aluminum Alloy under Proportional and Non-proportional Cyclic Loadings  
溶接構造シンポジウム, 大阪 (2017.12.5-6), 273-280.  
Riccardo Fincato, 堤 成一郎
- (3) HFMI 処理された面外ガセット継手の疲労寿命延伸効果  
溶接構造シンポジウム, 大阪 (2017.12.5-6), 223-227.  
堤 成一郎, 長尾 涼太, フィンカト リカルド, 植田 一史
- (4) Influence of Welding Sequence on Residual Stress and Deformation Pattern Using Conventional and LTT Wires  
溶接構造シンポジウム, 大阪 (2017.12.5-6), 435-443.  
R.-H. Jesus, 堤 成一郎, リカルド フィンカト, Saha Baidya
- (5) Statistical Validation of Thermo-Mechanical Model for Welding Deformation through 3D Optical Scanner  
溶接構造シンポジウム, 大阪 (2017.12.5-6), 193-201.  
R.-H. Jesus, Saha Baidya, 堤 成一郎, Fincato Riccardo
- (6) 応力三軸度およびロード角に依存する溶接構造用 SM490鋼の延性破壊特性に関する実験および解析的検討  
溶接構造シンポジウム, 大阪 (2017.12.5-6), 289-293.  
北村 拓也, 堤 成一郎, フィンカト リカルド
- (7) 局所加熱と荷重負荷による疲労強度向上に関する解析的検討  
溶接構造シンポジウム, 大阪 (2017.12.5-6), 269-272.  
平野 雄一, 松本 理佐, 堤 成一郎, 服部 篤史, 河野 広隆

- (8) 繰返し弾塑性解析によるアルミニウム合金継手の疲労き裂発生寿命評価  
溶接構造シンポジウム, 大阪 (2017.12.5-6), 219-222.  
堤 成一郎, 佐野 萌, フィンカト リカルド
- (9) 繰返し弾塑性問題に対する大規模有限要素解析数値演算処理効率の検証  
溶接構造シンポジウム, 大阪 (2017.12.5-6), 117-120.  
長尾 涼太, 堤 成一郎, フィンカト リカルド, 大山 知信
- (10) 鋼製橋脚の2軸漸増繰返し大変形挙動に及ぼす接線塑性の影響  
溶接構造シンポジウム, 大阪 (2017.12.5-6), 281-287.  
粕井 秀斗, 堤 成一郎, フィンカト リカルド
- (11) 十字継手の疲労強度に及ぼす付加溶接の影響に関する数値解析的検討  
溶接構造シンポジウム, 大阪 (2017.12.5-6), 229-233.  
堤 成一郎, 長尾 涼太, 大田 元希, フィンカト リカルド, 白土 透, 猪原 正義, 今井 達也, 森長 謙太, 下田 太一郎
- (12) 付加溶接による疲労寿命延伸効果に関する数値解析的検討  
溶接構造シンポジウム, 大阪 (2017.12.5-6), 235-239.  
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
- (13) 溶接継手疲労寿命に及ぼす熱影響部の繰返し負荷下の材料挙動の影響  
溶接構造シンポジウム, 大阪 (2017.12.5-6), 241-247.  
平出 隆志, 半田 恒久, 田川 哲哉, 池田 倫正, 堤 成一郎
- (5) 国内会議発表論文 (査読なし)
- (1) 繰返し荷重を経験した鋼構造物の残存耐力評価のための基礎的検討  
日本計算工学会 計算工学講演会論文集, 埼玉, 22 (2017), D01-3-1-D01-3-4.  
新宅 勇一, 番場 良平, 渡部 慎也, 堤 成一郎, 寺田 賢二郎
- (2) 結合力埋込型損傷構成則の疲労問題への適用  
日本計算工学会 計算工学講演会論文集, 埼玉, 22 (2017), E07-4-1-E07-4-4.  
新宅 勇一, 堤 成一郎, 寺田 賢二郎
- (3) 疲労強度評価に必要な非線形材料モデリングと CAE 技術  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会フォーラム, 福岡 (2017), F21-F25.  
堤 成一郎
- (4) 動画解析によるひずみ分布計測の高張力鋼溶接部の引張試験への適用  
日本建築学会中国支部研究報告集, 41 (2018), 217-220.  
長田 大, 崎野 良比呂, 松本 慎也, 堤 成一郎
- (7) 国際会議発表
- (1) Improving Fatigue Properties of Laser Welded 2024 Aluminum Alloy Using Femtosecond Laser Peening  
The 18th Int. Symp. on Laser Precision Microfabrication, Toyama, Japan (2017.6.5-8)  
T. Sano, T. Eimura, A. Hirose, S. Tsutsumi, Y. Kawahito, S. Katayama, K. Arakawa, A. Shiro, T. Shobu, K. Masaki and Y. Sano

- (2) An Adaptive Transition Approach from Weak- to Strong-Discontinuity by Cohesive-Traction Embedded Damage-Like Constitutive Law and Finite Cover Method  
XIV Int. Conf. on Computational Plasticity, Barcelona, Spain (2017.9.5-6)  
Y. Shintaku, K. Terada and S. Tsutsumi
- (3) Numerical Investigations on the Stress Distribution around Local Inclusions  
Int. Conf. on Materials and Systems for Sustainability 2017, Nagoya (2017.9.29-10.1)  
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (4) "Improvement of Fatigue Properties of Friction Stir Welded 2024 Aluminum Alloy Using Femtosecond Laser Peening  
3rd Int. Conf. on Friction Based Processes, Osaka (2017.11.22-24)  
T. Sano, T. Eimura, A. Hirose, S. Tsutsumi, K. Masaki, A. Shiro, T. Shobu and H. Hori
- (5) Localized Elasto-Plastic Deformation and Serration Characteristics of 20mm A5083-O FSW Joint  
3rd Int. Conf. on Friction Based Processes, Osaka (2017.11.22-24)  
S. Tsutsumi, M. Sano, M. Imam, Y. Sun, H. Fujii and N. Ma
- (6) Rotational Distortion Prevention and Residual Stress Measurement in FSW Butt Joint of Thick Aluminum  
3rd Int. Conf. on Friction Based Processes, Osaka (2017.11.22-24)  
N. Ma, H. Murakawa, S. Tsutsumi, M. Imam, Y. Sun and H. Fujii
- (8) 国内学会発表
- (1) 重ねすみ肉溶接継手の疲労シミュレーションに関する検討  
(一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
永井 卓也, 村川 英一, 堤 成一郎, 菅 哲男
- (2) 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とHAZ強度特性を反映した疲労き裂発生寿命予測  
(一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
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
- (3) Ductile Damage Evolution under Non-Proportional Loading  
土木学会 第20回 (2017年度) 応用力学シンポジウム, 京都 (2017.5.20-21)  
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (4) 金属材料の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  
材料学会第66期学術講演会, 名古屋 (2017.5.26-28)  
酒井 達雄, 小熊 規泰, 中川 明義, 堤 成一郎
- (5) ハンマーピーニングによる疲労寿命延伸メカニズムについての考察  
土木学会 関西支部年次学術講演会, 大阪 (2017.5.27)  
長尾 涼太, 堤 成一郎, 植田 一史, Fincato Riccardo
- (6) 弾塑性 FEM 解析によるアルミニウム合金接合体の疲労き裂発生寿命評価手法の確立  
土木学会 関西支部年次学術講演会, 大阪 (2017.5.27)  
佐野 萌, 堤 成一郎, Fincato Riccardo

- (7) 溶融池形成解析により得られる溶接ビード形状と HAZ 強度特性を反映した疲労き裂発生寿命評価  
土木学会 関西支部年次学術講演会, 大阪 (2017.5.27)  
北村 拓也, 堤 成一郎, Fincato Riccardo, 荻野 陽輔, 平田 好則, 浅井 知
- (8) FSW 接合された A5083-O 継手の弾塑性変形の局在化とセレーション特性  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
堤 成一郎, 佐野 萌, Imam Murshid, 孫 玉峰, 藤井 英俊, 麻 寧緒, 村川 英一
- (9) FSW 接合された A5083-O 継手の弾塑性変形の局在化とセレーション特性  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
堤 成一郎, 佐野 萌, Imam Murshid, 孫 玉峰, 藤井 英俊, 麻 寧緒, 村川 英一
- (10) HFMI 処理された面外ガセット継手の局所的弾塑性挙動と疲労寿命延伸効  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
堤 成一郎, 長尾 涼太, 植田 一史
- (11) HFMI 処理された面外ガセット継手の疲労寿命延伸効果に対する数値解析的検討  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
長尾 涼太, 堤 成一郎, Riccardo Fincato, 植田 一史
- (12) Loading Path Influence on the Ductile Damage Evolution  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
Riccardo Fincato, 堤 成一郎
- (13) SM490鋼の応力三軸度およびロード角影響に関する検討  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
北村 拓也, 堤 成一郎, Fincato Riccardo
- (14) アルミニウム A5083-O 接合体の繰返し弾塑性挙動と疲労き裂発生寿命評価  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
佐野 萌, 堤 成一郎, Riccardo Fincato
- (15) アルミニウム合金7075の摩擦圧雪接合継手のフェムト秒レーザピーニング  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
川嶋 光将, 佐野 智一, 廣瀬 明夫, 堤 成一郎, 政木 清孝, 堀 久司
- (16) 巨視的弾性範囲一定および多段変動繰返し応力下の溶接構造用高強度鋼板の弾塑性挙動  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
北村 拓也, 堤 成一郎, Fincato Riccardo, 米澤 隆行, 島貫 広志
- (17) 繰返し弾塑性問題に対する大規模有限要素解析数値演算処理効率の検証  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
長尾 涼太, 堤 成一郎, Riccardo Fincato, 大山 知信
- (18) 付加溶接ビード形状と HAZ 強度特性が疲労き裂発生寿命に与える影響  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
北村 拓也, Fincato Riccardo, 荻野 陽輔, 平田 好則, 浅井 知, 堤 成一郎
- (19) 結合力埋込型損傷構成則と有限被覆法を用いた不連続面進展解析の基礎的検討  
(一社) 日本機械学会 第30回計算力学講演会, 大阪 (2017.9.16-18)  
新宅 勇一, 寺田 賢二郎, 堤 成一郎

(9) 国際会議講演

- (1) Mezo- and Macro-scale Cyclic Plasticity Analysis for Fatigue Design of Weld Structures  
The Workshop between JWRI and MTEC of Thailand, Bangkok, Thailand (2017.7.7)  
S. Tsutsumi and R. Fincato

(10) 国内会議講演

- (1) HFMI 処理による継手疲労寿命延伸効果に対する形状変化および材料硬化の影響  
溶接学会 第253回 溶接疲労強度研究委員会, 東京 (2017.4.26)  
堤 成一郎, 植田 一史, フィンカト リカルド
- (2) 溶接構造の繰返し弾塑性挙動と疲労寿命の予測精度向上を目指して  
日本溶接協会 鉄鋼部会 技術委員会, 東京 (2017.6.2)  
堤 成一郎
- (3) 溶接継手に対するピーニング疲労寿命延伸効果に関する実験および解析的検討  
溶接学会 第220回溶接構造研究委員会, 大阪 (2017.7.11)  
堤 成一郎
- (4) 溶接構造の力学と設計  
溶接学会東北支部 溶接・接合技術基礎セミナー, 秋田 (2017.8.19)  
堤 成一郎
- (5) 溶接構造の疲労問題に関する実験計測と非線形 CAE によるメカニズム解明  
(一社) 溶接学会 東海支部 第88回溶接研究会, 名古屋 (2017.9.29)  
堤 成一郎
- (6) 変形挙動の可視化と数値解析による構造性能予測技術の高度化  
島津製作所試験機100周年記念講演・謝恩会, 大阪 (2017.11.22)  
堤 成一郎
- (7) 溶接構造の疲労寿命延伸技術に関する実験と非線形 CAE によるメカニズム解明  
溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点 第2回講演会, 大阪 (2018.3.7)  
堤 成一郎

(11) 解説・総説

- (1) 結晶塑性と加工誘起マルテンサイト変態を考慮した非線形有限要素解析  
溶接学会誌, 86, 6 (2017), 21-25.  
堤 成一郎, Fincato Riccardo, 寺田 賢二郎

(15) 受賞

- (1) 接合科学共同利用・共同研究賞  
大阪大学接合科学研究所 (2018.01.04)  
新宅 勇一, 寺田 賢二郎, 堤 成一郎
- (2) 優秀発表賞  
土木学会 (2017.05.27)  
長尾 涼太(M1)

(16) 規準・規格等の作成

- (1) JIS Z 3140: スポット溶接部の検査方法及び判定基準  
日本規格協会  
堤 成一郎

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- (1) 基盤研究(B) メゾ・マクロ繰返し弾塑性挙動を考慮したハイブリッド疲労寿命評価 堤 成一郎 9,100

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 2,186
- (2) アルミアーク溶接の技術開発 堤 成一郎 1,050
- (3) 中炭素ボロン鋼の溶接割れに関する研究 堤 成一郎 315
- (4) 溶接継手の疲労初期過程に及ぼすミクロ組織の影響解明 堤 成一郎 1,944
- (5) 疲労寿命予測解析技術に関する研究 堤 成一郎 1,400
- (6) 砂型造型の品質予測研究 堤 成一郎 1,575
- (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) 繰返し応力下における応力ひずみ挙動の推定に関する研究 堤 成一郎 1,080
- (9) 高張力鋼板アーク溶接継手の疲労強度数値解析(薄板疲労) 堤 成一郎 1,944

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 2,298

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  |

### (2) 博士論文 (主査)

- |     |                |                                      |
|-----|----------------|--------------------------------------|
| (1) | 地球総合工学科, 初井 秀斗 | 非比例繰返し負荷を受ける構造用鋼材の 弾塑性構成式の高精度化に関する研究 |
|-----|----------------|--------------------------------------|

### (3) 博士論文 (副査)

- |     |   |  |
|-----|---|--|
| (1) | 地球総合工学科,<br>Ramy Saeed Shafeak Gadallah | Evaluation of SIFs for Fatigue Cracks in Welding Residual Stress Fields Using the Crack Face Traction Force Analysis |
| (2) | 地球総合工学科, 秋山 斉                           | 長期供用された中空円筒型ゴム防舷材の劣化に関する研究   |

### (4) 修士論文

- |     |                |  |
|-----|----------------|--|
| (1) | 地球総合工学科, 長尾 涼太 | 溶接構造の疲労寿命延伸効果に対するピーニング施工の影響解明                  |
| (2) | 地球総合工学科, 北村 拓也 | 構造用鋼材の延性破壊および低サイクル疲労特性に対する応力三軸度および Lode 角依存性評価 |

### (5) 卒業論文

- |     |               |  |
|-----|---------------|--|
| (1) | 地球総合工学科, 柴田 誉 | 980MPa 級高張力鋼板の継手疲労強度に及ぼす力学および材料因子の影響解明 |
|-----|---------------|--|

(2) 地球総合工学科, 清川 裕樹

疲労寿命延伸効果に対する付加溶接プロセス条件  
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) 日本機械学会     | マルチスケール計算固体力学研究会委員                 |
| (3) (一社) 日本溶接協会     | 規格委員会 幹事                           |
| (4) (一社) 日本溶接協会     | 学識会員                               |
| (5) (一社) 日本溶接協会     | 規格委員会 SC5 副幹事長                     |
| (6) (一社) 日本溶接協会     | 規格委員会 SC5 副幹事長                     |
| (7) (一社) 溶接学会       | 溶接疲労強度研究委員会 委嘱委員                   |
| (8) (一社) 溶接学会       | 溶接疲労強度研究委員会 副幹事長                   |
| (9) (一社) 溶接学会       | 溶接構造シンポジウム2017 幹事                  |
| (10) (一社) 溶接学会      | 溶接学会誌編集委員会力学分野モニター                 |
| (11) (一社) 溶接学会      | 溶接構造委員会 副幹事長                       |
| (12) (一社) 溶接学会      | 溶接構造委員会幹事                          |
| (13) (一社) 溶接学会      | 溶接疲労強度研究委員会 副幹事長                   |
| (14) (公社) 土木学会      | 関西支部講演会委員会                         |
| (15) (公社) 土木学会      | 調査研究部 応用力学委員会 委員                   |
| (16) (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<br>小委員会 委員 |
| (17) (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               |
| (18) (公社) 日本材料学会    | 強度設計・安全性評価部門委員会委員                  |
| (19) (公社) 日本材料学会    | 塑性工学部門委員会委員                        |
| (20) (公社) 日本材料学会    | 破壊力学部門委員会委員                        |
| (21) (公社) 日本材料学会    | 疲労部門委員会委員                          |

- (22) (公社) 日本船舶海洋工学会 KSSG 委員
- (23) (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
- (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
- (6) 外国人招へい研究員・研究留学生
- (1) 特別研究学生：ROMERO HERNANDEZ JESUS ANTONIO 溶接に関する最適化手法の開発
- (7) 社会への情報発信
- (1) X線回折を用いたグラウンドアンカー緊張力の非破壊調査手法の共同開発について 産経ニュース (2017.07.28)
- (2) 西日本高速ら、X線回折用いたアンカー緊張力 非破壊調査手法開発に 日刊建産速報社 (2017.07.28)

#### 4.10 全国共同利用に関する研究

##### (1) 平成29年度共同研究員と研究テーマ

氏名：堤 成一郎

- |      |                           |                 |                  |
|------|---------------------------|-----------------|------------------|
| (1)  | 信州大学 工学部 建築学科             | 金子 洋文           | 構造部材および接合部の信頼性評価 |
| (2)  | 信州大学 工学部 建築学科             | 中込 忠男           | 構造部材および接合部の信頼性評価 |
| (3)  | 信州大学 大学院                  | 岸 耕左            | 構造部材および接合部の信頼性評価 |
| (4)  | 信州大学 大学院                  | 宮武 純也           | 構造部材および接合部の信頼性評価 |
| (5)  | 信州大学 大学院                  | 湯田 啓介           | 構造部材および接合部の信頼性評価 |
| (6)  | 信州大学 大学院                  | 福永 湧大           | 構造部材および接合部の信頼性評価 |
| (7)  | 信州大学 大学院 総合理工研究科工学専攻建築学分野 | NGUYEN DUCQUANG | 構造部材および接合部の信頼性評価 |
| (8)  | 大阪工業大学 工学部 機械工学科          | 伊與田宗慶           | 構造部材および接合部の信頼性評価 |
| (9)  | 京都大学 大学院 工学研究科            | 松本 理佐           | 鋼構造物の長寿命化技術の開発   |
| (10) | 京都大学 大学院 工学研究科            | 平野 雄一           | 鋼構造物の長寿命化技術の開発   |

- |      |  |        |                         |
|------|--|--------|-------------------------|
| (11) | 近畿大学 工学部 建築学科                                | 崎野良比呂  | 鋼構造物の長寿命化技術の開発          |
| (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                | 佐野 智一  | 鋼構造物の長寿命化技術の開発          |
| (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  | 鋼構造物の長寿命化技術の開発          |
| (14) | 長崎大学 大学院工学研究科                                | 中村 聖三  | 鋼構造物の長寿命化技術の開発          |
| (15) | 広島大学 大学院 工学研究院<br>工学研究科 機械物理工学専攻<br>材料強度学研究室 | 鹿 智輝   | 高張力鋼や高経年鋼材の溶接性および継手性能評価 |
| (16) | 広島大学 大学院 工学研究科<br>機械物理工学専攻                   | 山本 元道  | 高張力鋼や高経年鋼材の溶接性および継手性能評価 |
| (17) | 筑波大学システム情報系                                  | 新宅 勇一  | 材料変形挙動のモデリング技術の高精度化     |
| (18) | 東北大学   | 寺田賢二郎  | 材料変形挙動のモデリング技術の高精度化     |
| (19) | 九州大学   | 豊貞 雅宏  | 疲労寿命評価手法の高度化            |
| (20) | 広島県立総合技術研究所<br>西部工業技術センター<br>生産技術アカデミー       | 門 格史   | 疲労寿命評価手法の高度化            |
| (21) | 長崎大学 大学院 工学研究科                               | 勝田 順一  | 疲労寿命評価手法の高度化            |
| (22) | 岐阜大学 工学部 機械工学科                               | 植松 美彦  | 変形 き裂計測技術の高精度化          |
| (23) | 神戸大学 大学院<br>海事科学研究科                          | 田中恵一郎  | 変形 き裂計測技術の高精度化          |
| (24) | 神戸大学 大学院<br>海事科学研究科                          | 野村 昌孝  | 変形 き裂計測技術の高精度化          |
| (25) | 大阪大学 工学部<br>応用理工学科 マテリアル<br>生産科学科目生産科学コース    | 吉田 皓太郎 | 変形 き裂計測技術の高精度化          |
| (26) | 大阪大学 大学院 工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻                | 若松 栄史  | 変形 き裂計測技術の高精度化          |
| (27) | 東北大学 大学院 工学研究科                               | 加藤 準治  | 変形 き裂計測技術の高精度化          |
| (28) | 立命館大学<br>総合科学技術研究機構                          | 酒井 達雄  | 変形 き裂計測技術の高精度化          |

(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、新体制としてスタートした分野であり、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、耐高温割れ性、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. 高強度鋼溶接金属の靱性に及ぼす凝固形態の影響
2. オーステナイト系金属材料の凝固割れ感受性に及ぼす化学組成の影響
3. 粒界工学に基づく溶接部の組織制御と凝固割れ感受性の検討
4. 炭素鋼溶接金属の粒内変態機構の解明

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. 高強度鋼溶接金属の靱性に及ぼす凝固形態の影響

高強度溶接金属において、P、Sなどの不純物元素の偏析による靱性低下が問題となっている。鉄鋼材料の凝固形態はC、Niなどの含有量によって複雑に変化し、凝固形態によって偏析挙動が大きく異なることから、それぞれの組成における凝固形態が偏析挙動に及ぼす影響を詳細に調査する必要がある。そこで本研究では、Fe-Ni系合金をベースとして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の溶接金属を対象とし、凝固挙動の結晶学的検討や、凝固形態と不純物元素の偏析挙動が靱性に及ぼす影響の調査を行った。

本年度は、室温組織から凝固形態を予測する手法を構築するため、マルテンサイトの結晶方位データから旧オーステナイトの結晶方位を算出する基礎的なプログラムの作成を試みた。オーステナイト単相凝固する鋼の溶接金属における測定結果に作成したプログラムを適用した結果、算出された旧オーステナイトの優先成長方位が凝固の成長方向と一致し、一定の信頼性を有するプログラムが構築されたことが確認された。

また、凝固形態と不純物元素の偏析が靱性に及ぼす影響を調査するため、溶接金属における微細組織の観察・解析や熱力学計算ソフトを利用した偏析量のシミュレーション計算、およびシャルピー衝撃試験による靱性評価を行った。凝固形態によって凝固偏析量が大きく変化し、オーステナイト

単相凝固する鋼の場合は、旧オーステナイト粒界に残存したSによって靱性が著しく低下することが明らかになった。偏析量のシミュレーションの結果、フェライト単相凝固に比べてオーステナイト単相凝固の方がSの偏析量が大きくなりやすく、その後の冷却過程においてもオーステナイト相の方が粒界偏析量が大きくなることが明らかになり、実験結果に対応するシミュレーション結果が得られた。

これらの成果については、溶接学会秋季全国大会における成果発表を行ったほか、マテリアル生産科学専攻生産科学コースの卒業研究優秀発表賞を受賞した。

## 2. オーステナイト系金属材料の凝固割れ感受性に及ぼす化学組成の影響

オーステナイト系金属材料において、溶接時の凝固割れ感受性の低減が課題となっている。オーステナイト系金属材料の凝固割れ感受性は、主要な添加元素であるCr、Ni当量や、炭化物やLaves相をはじめとする第二相の種類や生成量により変化することが予想されるが、これらの影響について凝固割れ感受性を系統的に調査した研究は十分に行われていない。そこで本研究では、化学組成を系統的に変化させた溶接金属の凝固割れ感受性を評価し、化学組成や生成相による凝固割れ感受性への影響を調査した。

Cr、Ni当量や、Nb含有量を広範囲に変化させて作製した溶接金属に対して凝固割れ感受性を評価したところ、Nb含有量の増加に伴い凝固割れ感受性が大幅に増大したほか、凝固割れ感受性の高い組成域はNb含有量によって異なることが明らかになった。

また、Nb、Ti、Zrの添加量を系統的に変化させた鋼において、炭化物やLaves相などの第二相の種類や生成量、生成形態が変化し、凝固割れ感受性に影響を及ぼすことが示唆された。

これらの成果については、材料科学系の権威ある国際学術誌であるMetallurgical and Materials Transactions Aに掲載されたほか、71th IIW Annual Assembly and International Conferenceや溶接学会春季全国大会において成果発表が受理されている。

## 3. 粒界工学に基づく溶接部の組織制御と凝固割れ感受性の検討

オーステナイト系ステンレス鋼の凝固割れは主に粒界において発生することから、溶接金属の粒界の性格やその分布状態を変化させることで、粒界偏析や割れ進展の抑制により、凝固割れ感受性が低減されることが期待される。一方で、加工熱処理により低エネルギーな粒界である対応粒界を材料中に高頻度に導入することで粒界腐食や粒界割れを抑制する、粒界制御が近年注目されている。しかし、粒界制御を行った材料に溶接を行った際の溶接金属の粒界性格分布や凝固割れ感受性を調査した例は報告されていない。本研究では、粒界制御のための加工熱処理や、TIGアーク溶接による溶接金属の組織変化を結晶学的に解析するとともに、粒界制御材の凝固割れ感受性の評価を行った。

加工熱処理による組織変化機構を明らかにするため、加工熱処理条件の系統的な調査や加熱その場EBSD解析を行ったところ、適度な圧下率での冷間圧延と熱処理によって生じる異常粒成長と焼鈍双晶を効果的に利用し、対応粒界を材料中に高頻度に導入できることが明らかになった。SUS 310を用いて作製した粒界制御材の凝固割れ感受性を評価した結果、総割れ長さ、最大割れ長さともに減少し、凝固割れ感受性の低減が示唆された。

これらの成果については、国際学術誌Materials Characterizationに掲載され、溶接学会秋季全国大会や溶接冶金研究委員会で成果発表を行ったほか、71th IIW Annual Assembly and International

Conference や溶接学会春季全国大会において成果発表が受理されている。

#### 4. 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が、電子ビーム溶接などの酸素含有量が極めて少ない溶接金属では、粒内変態を起こしにくく、靱性確保に不利である。そこで本研究では、低酸素溶接金属における変態核の種類および変態機構に及ぼす添加元素の影響について検討を進めた。その結果、特に S および Si 量の変化が粒内変態に及ぼす影響は大きく、高 S-高 Si 化により、粒内変態は促進され、その時の変態核は非晶質 Si-Mn 酸化物と MnS の複合介在物であるとの結果が得られた。また、従来溶接金属の変態核で報告されているような介在物の最外周での Ti 濃化層は確認されず、新しい変態機構の存在が考えられる。これらの成果は粒内変態を促進する新しい組織制御の可能性を示唆するものであり、日本鉄鋼協会秋季講演大会および溶接学会溶接冶金研究委員会にて発表を行ったほか、71th IIW Annual Assembly and International Conference での発表が受理されている。

#### (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い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。2016年12月に准教授、2017年4月に助教を迎え新体制としてスタートした今年度は、溶接実験のためのトランスバレストレイン試験機や液体 Sn 急冷装置、組織観察のための走査型電子顕微鏡、耐食性評価のための腐食試験装置、偏析シミュレーションのための熱力学計算ソフトウェアなど、溶接冶金研究の基盤となる研究設備を導入し、研究拠点としての研究遂行能力の拡充に努めた。その結果、Metallurgical and Materials Transaction A や Materials Characterization など、材料科学分野で著名な国際学術誌へ掲載され、今後の研究への展開が期待される研究成果を得ることができた。また、これまでの成果に対して、日本鑄造工学会平成29年度論文賞の受賞や天田財団創立30周年記念式典での招待講演など、高く評価頂いた。今年度の研究活動により基礎的な研究体制は確立されたことから、次年度以降はより多くの研究成果を効率よく得られるとともに、各分野の共同研究員との連携による専門分野のさらなる深化が期待される。

#### 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」を井上、門井が担当したほか、「生産科学コース特別講義」を井上が行った。全学共通教育の「基礎セミナー(ものづくりフロンティア)」を井上、門井が、「先端教養科目」を門井が分担した。

また、東北大学の非常勤講師として「材料界面設計学」を井上、門井が各1コマずつ担当したほか、井上が京都職業能力開発短期大学校での特別講義を行った。国際的な教育活動として、井上がインドネシア大学 (Metallurgy & Materials Engineering Department, University of Indonesia) での特別講義を行った。

大阪大学グローバルサイエンスキャンパス「世界適塾の教育研究力を活かした SEEDS プログラム」においては、門井、鴫田が「体感科学研究」における高校生の受け入れを行い、座学と実験に

より材料科学のおもしろさ、奥深さを体感できるような体験授業を行った。

2017年度は博士前期課程3名、学部4年生2名の学生が在籍したほか、社会人ドクター3名の受け入れを行った。また、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3名の博士論文審査の副査を井上が担当した。また、さくらサイエンスプログラムではタイからの留学生1名を受け入れ、研究補助やプレゼンテーション作成指導に当たった。

#### 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、溶接学会研究推進部会員委員、溶接学会ミニ研究会主査、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、LAMP2019の実行委員を務めている。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、広島大学、東北大学、群馬大学、大阪市立大学、第一工業大学、日本原子力研究開発機構、富山県工業技術センター、ほか学内複数の研究室から計13名（うち12名は今年度からの新規利用）の共同研究員を受け入れ、相変態や腐食、力学といった各分野の専門家との共同研究による研究の高度化を図るとともに、建築分野などの異分野の研究者との学際研究にも着手している。共同研究員との共著論文として、査読付き国際学術誌2報が掲載された。

また、国際共同研究員（Bクラス）として、ブラジルからの博士後期課程学生1名を受け入れた。その研究成果は15th International Conference on Semi-Solid Processing of Alloys and Compositesでの成果発表が受理されている。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Spherical Porous Granules in MgOFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> System: In Situ Observation of Formation Behavior Using High-Temperature Confocal Laser-Scanning Microscopy  
J. Eur. Ceram. Soc., 37, 16 (2017), 5339-5345.  
Y. Suzuki, H. Abe, H. Yamamoto, K. Ito, H. Inoue and M. Nakamura
- (2) Effect of Chemical Composition on Susceptibility to Weld Solidification Cracking in Austenitic Weld Metal  
Metall. Mater. Trans. A, 48, 12 (2017), 5860-5869.  
K. Kadoi and K. Shinozaki
- (3) In Situ EBSD Observation of Grain Boundary Character Distribution Evolution during Thermomechanical Process Used for Grain Boundary Engineering of 304 Austenitic Stainless Steel  
Mater. Charact., 131 (2017), 31-38.  
S. Tokita, H. Kokawa, Y. S. Sato and H. T. Fujii

##### (3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Solidification Cracking Behavior during Laser Welding of Type 310s Stainless Steel Evaluated Using In-situ Observation Technique  
Proc. 9th European Stainless Steel Conf., Bergamo, Italy, 34 (2017.5.25-27)  
K. Kadoi, D. Wang and K. Shinozaki
- (2) Solidification Cracking Susceptibility of Austenitic Weld Metal in Schaeffler Diagram  
70th Annual Assembly of Int. Inst. Welding, 上海, 中国 (2017.6.27-29), IX- 2611-17.  
K. Kadoi and K. Shinozaki

##### (7) 国際会議発表

- (1) Solidification Cracking Susceptibility of Austenitic Weld Metal in Schaeffler Diagram  
IIW 70th Annual Assembly, Shanghai (2017.6.27-29)  
K. Kadoi and K. Shinozaki

##### (8) 国内学会発表

- (1) 凝固形態を変化させた炭素鋼溶接金属の偏析挙動に及ぼす初晶の影響  
(一社) 日本鉄鋼協会 第174回秋季講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
中田 有紀, 門井 浩太, 鴫田 駿, 井上 裕滋, 猿渡 周雄
- (2) 初晶の選択および不純物元素による合金鋼溶接金属の機械的特性の変化  
(一社) 日本鉄鋼協会 第174回秋季講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
猿渡 周雄, 平田 弘征, 井上 裕滋
- (3) 低炭素鋼電子ビーム溶接金属の粒内フェライト形成に及ぼす S と Si の影響  
(一社) 日本鉄鋼協会 第174回秋季講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
本間 竜一, 篠原 康浩, 井上 裕滋, 門井 浩太, 鴫田 駿

- (4) 凝固形態を変化させた炭素鋼溶接金属の偏析挙動に及ぼす初晶の影響  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.12-14)  
 中田 有紀, 門井 浩太, 鴫田 駿, 井上 裕滋, 猿渡 周雄
- (5) 合金鋼溶接金属における初晶の選択と不純物元素の機械的特性に及ぼす影響  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.12-14)  
 猿渡 周雄, 平田 弘征, 井上 裕滋
- (6) 低炭素鋼電子ビーム溶接金属の粒内フェライトおよび介在物に及ぼす S と Si の影響  
 (一社) 溶接学会 第230回溶接冶金研究委員会, 東京 (2018.1.29)  
 本間 竜一, 篠原 康浩, 井上 裕滋, 門井 浩太, 鴫田 駿
- (7) 片状黒鉛鑄鉄の共金系溶接材料の検討  
 (一社) 溶接学会第227回溶接冶金研究委員会, 東京 (2017.5.11)  
 門井 浩太, 橋本 匡史, 篠崎 賢二
- (8) レーザ溶接中の凝固現象予測と溶接凝固割れ感受性  
 日本鉄鋼協会第174回秋季講演大会, 北海道 (2017.9.6-8)  
 門井 浩太, 王 丹, 篠崎 賢二
- (9) 片状黒鉛鑄鉄溶接時の黒鉛化に対する化学組成の影響  
 (一社) 溶接協会平成29年度 第3回特殊材料溶接研究委員会, 山梨(2017.12.7)  
 門井浩太, 橋本匡史, 篠崎賢二
- (10) マルチフェーズフィールド法によるレーザー溶接中のステンレス鋼の凝固形態の解析と凝固割れ感受性  
 (一社) 溶接学会第230回溶接冶金研究委員会, 東京 (2018.1.29)  
 門井 浩太, 王 丹, 篠崎 賢二
- (11) 304オーステナイト系ステンレス鋼の粒界工学制御における粒界性格分布形成機構  
 (一社) 溶接学会 平成29年度春季全国大会, 東京 (2017.4.19-21)  
 鴫田 駿, 粉川 博之, 佐藤 裕, 藤井 啓道
- (12) 加熱その場 EBSD 観察を利用したオーステナイト系ステンレス鋼の粒界性格分布制御機構の解明  
 (一社) 溶接学会 第228回溶接冶金研究委員会, 大阪 (2017.9.1)  
 鴫田 駿, 粉川 博之, 佐藤 裕, 藤井 啓道
- (13) 粒界工学によるオーステナイト系ステンレス鋼溶接熱影響部の粒界腐食抑制  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 鴫田 駿, 粉川 博之, 佐藤 裕, 藤井 啓道
- (14) 粒界工学に基づく微細組織制御を用いたオーステナイト系ステンレス鋼粒界腐食の抑制  
 (社) 腐食防食学会 第64回材料と環境討論会, 沖縄 (2017.11.8-10)  
 鴫田 駿, 粉川 博之, 佐藤 裕, 藤井 啓道
- (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29年度溶接工学夏季大学, 大阪 (2017.7.25-27)  
 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, 東京 (2017.11.21)  
井上 裕滋
- (3) Investigation of Similarly Welding Materials for Flake Graphite Cast Iron  
日本鑄造工学会 平成29年度論文賞受賞記念講演, 秋田 (2017.9.30)  
門井 浩太, 橋本 匡史, 篠崎 賢二
- (4) レーザ溶接の凝固組織予測技術と凝固割れ発生防止法の開発  
アマダ財団創立30周年記念式典, 神奈川 (2017.11.25)  
門井 浩太
- (11) 解説・総説
- (1) 構造用素材として優れたコストパフォーマンスを持つ省合金型二相ステンレス鋼 (NSSC 2120) の開発  
まてりあ, 55, 2 (2016), 70-72.  
及川 雄介, 柘植 信二, 江目 文則, 本村 洋, 井上 裕滋
- (2) 溶接金属の腐食挙動と組織形成  
生産と技術, 69, 4 (2017), 53-56.  
井上 裕滋
- (3) 開発裏話～構造用素材として優れたコストパフォーマンスを持つ省合金型二相ステンレス鋼 (NSSC 2120) の開発  
まてりあ, 56, 10 (2017), 608-609.  
及川 雄介, 柘植 信二, 江目 文則, 本村 洋, 井上 裕滋
- (4) フォーラム オーステナイト系金属材料の異材溶接部における凝固割れ感受性評価とその防止技術の検討  
溶接技術, 65 (2017), 122.  
門井 浩太
- (5) その場観察を利用した溶接凝固割れ感受性の高精度評価  
スマートプロセス学会誌, 7, 1 (2018), 8-13.  
門井 浩太
- (6) 日本溶接協会 2016年度「次世代を担う研究者助成事業」成果報告 オーステナイト系金属材料の異材溶接部における凝固割れ感受性評価とその防止技術の検討  
溶接技術, 66 (2018), 92-93.  
門井 浩太
- (12) 著 書
- (1) 新版 JIS ステンレス鋼溶接 受験の手引き  
産報出版, (2017), 分担執筆, 20-36.  
篠崎 賢二, 井上 裕滋, 岡崎 司, 葛西 省五, 金子 裕良, 菅谷 裕司, 山岡 弘人

(15) 受賞

- (1) 論文賞  
(公社)日本鑄造工学会 (2017.05.27)  
門井 浩太
- (2) 卒業研究優秀発表賞 (2018.3.22)  
宇治 拓哉(B4)

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |         |                                    |       |       |
|-----|---------|------------------------------------|-------|-------|
| (1) | 若手研究(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 | 1,040 |
|-----|---------|------------------------------------|-------|-------|

民間等との共同研究

- |     |  |                              |       |       |
|-----|--|------------------------------|-------|-------|
| (1) |  | ホットTIG溶接法の条件最適化および高能率化に関する研究 | 井上 裕滋 | 1,000 |
| (2) |  | 低酸素低合金鋼溶接部の粒内変態核に関する研究       | 門井 浩太 | 540   |
| (3) |  | TS1000MPa 超高強度溶接部の組織解析       | 鴫田 駿  | 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 | 井上 裕滋 | 574 |
|-----|--|--------------------------|-------|-----|

奨学寄付金

- |     |  |  |       |       |
|-----|--|--|-------|-------|
| (1) |  |  | 井上 裕滋 | 2,500 |
| (2) |  |  | 門井 浩太 | 1,700 |

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 | 特別講義         |
| (2) | 全学共通教育             | 基礎セミナー       |
| (3) | マテリアル生産科学専攻        | 接合プロセスメタラジー論 |

(3) 博士論文 (副査)

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| (1) マテリアル生産科学専攻,<br>NGUYEN, Van Anh  | A study on weld pool formation process in plasma<br>keyhole arc welding                                |
| (2) マテリアル生産科学専攻,<br>METHONG, Titinan | Influence of rare earth metal added to electrode on<br>plasma characteristics in gas metal arc welding |
| (3) マテリアル生産科学専攻, 小西 恭平               | ティグ溶接プロセスにおけるシールドガス流を用<br>いたアーク熱源制御に関する研究  |

(4) 修士論文

- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| (1) マテリアル生産科学専攻, 中田 有紀 | 高強度鋼溶接金属の靱性に及ぼす凝固形態の影響 |
|------------------------|------------------------|

(5) 卒業論文

- |                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| (1) マテリアル生産科学科目<br>生産科学コース, 宇治 拓哉 | 高強度鋼溶接金属における凝固挙動の結晶学的検<br>討     |
| (2) マテリアル生産科学科目<br>生産科学コース, 冠野 裕大 | 粒界工学に基づく溶接部の組織制御と凝固割れ感<br>受性の検討 |

氏名: 門井 浩太

(1) 大学院等講義科目

- |                 |              |
|-----------------|--------------|
| (1) 全学共通教育      | 基礎セミナー       |
| (2) マテリアル生産科学専攻 | 接合プロセスメタラジー論 |
| (3) 全学共通教育      | 先端教養科目       |

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 | 学識会員                             |
| (3) (一社) 日本溶接協会 | ステンレス鋼溶接技能者 受験の手引改訂 WG<br>委員     |
| (4) (一社) 日本溶接協会 | 特殊材料溶接研究委員会幹事                    |
| (5) (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<br>小委員会委員 |

- |                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| (6) (一社) 溶接学会       | フェロー                           |
| (7) (一社) 溶接学会       | プラント材溶接部腐食合同研究委員会幹事            |
| (8) (一社) 溶接学会       | 溶接冶金研究委員会 破面写真集作成 WG 主査        |
| (9) (一社) 溶接学会       | プラント材溶接部腐食合同研究委員会 事例講習会 WG 幹事  |
| (10) (一社) 溶接学会      | プラント材溶接部腐食合同研究委員会 プリテン作成 WG 幹事 |
| (11) (一社) 溶接学会      | 溶接冶金研究委員会副委員長                  |
| (12) (一社) 溶接学会      | 編集委員会委員                        |
| (13) (一社) 溶接学会      | 関西支部行事委員長                      |
| (3) 他大学等での非常勤講師     |                                |
| (1) 東北大学            | 材料界面設計学                        |
| (2) インドネシア大学        | 特別講義                           |
| (3) 京都職業能力開発短期大学校   | 特別講義                           |
| (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       | 研究推進部会委員                       |
| (2) (一社) 溶接学会       | ミニ研究会主査                        |
| (3) (一社) 溶接学会       | 編集委員会委員                        |
| (4) (一社) 溶接学会       | 企画委員会委員                        |
| (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       | 若手会員の会 運営委員                    |
| (2) 国際会議委員          |                                |
| (1) LAMP2019        | 実行委員                           |

(3) 他大学等での非常勤講師

(1) 東北大学 材料界面設計学

氏名：鴫田 駿

(1) 学会役員

(1) (一社) 溶接学会 若手会員の会 運営委員

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成29年度共同研究員と研究テーマ

氏名：井上 裕滋

- |     |   |       |                      |
|-----|---|-------|----------------------|
| (1) | 大阪市立大学 大学院<br>工学研究科                       | 川上 洋司 | 構造部材および接合部の信頼性評価     |
| (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             | 才田 一幸 | 高品質溶接部を実現する組織制御技術の開発 |
| (3) | 大阪大学 大学院 新日鐵住金<br>(マルテンサイト基礎科学)<br>共同研究講座 | 杉山 昌章 | 高品質溶接部を実現する組織制御技術の開発 |
| (4) | 東北大学 大学院 工学研究科                            | 佐藤 裕  | 高品質溶接部を実現する組織制御技術の開発 |

国際共同研究員

- |     |                                     |                            |   |
|-----|-------------------------------------|----------------------------|---|
| (1) | University of Campinas<br>- UNICAMP | Paula Leandro<br>Cassio de | Observation of solidification and transformation behavior during welding process using laser microscope |
|-----|-------------------------------------|----------------------------|---|

氏名：門井 浩太

- |     |                               |       |                      |
|-----|-------------------------------|-------|----------------------|
| (1) | 富山県工業技術センター                   | 柿内 茂樹 | 固相接合現象に関する材料学的研究     |
| (2) | 群馬大学 大学院<br>理工学府知能機械創製部門      | 西田 進一 | 高品質溶接部を実現する組織制御技術の開発 |
| (3) | 広島大学 大学院<br>工学研究院             | 濱崎 洋  | 高品質溶接部を実現する組織制御技術の開発 |
| (4) | 広島大学 大学院 工学研究院<br>機械物理工学専攻    | 曙 紘之  | 高品質溶接部を実現する組織制御技術の開発 |
| (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 | 山下正太郎 | 高品質溶接部を実現する組織制御技術の開発 |

- |     |                              |       |                      |
|-----|------------------------------|-------|----------------------|
| (6) | 第一工業大学 工学部<br>建築デザイン学科       | 位田 達哉 | 高品質溶接部を実現する組織制御技術の開発 |
| (7) | 日本原子力研究開発機構<br>原子力基礎工学研究センター | 青木 聡  | 高品質溶接部を実現する組織制御技術の開発 |
| (8) | 広島大学 大学院 工学研究科<br>機械物理工学専攻   | 小川 裕樹 | 鉄鋼材料溶接部の組織形成機構の解明    |
- (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 | 2 |
|-----|-----|---|

## 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って、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をはじめ、気相法、液相法を基礎としたビルドアップ法、さらには水蒸気を導入した新しい固相プロセスなどによって、スマートコーティングプロセスの開発を進めている。

ブレイクダウン法では、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や微粒子を合成するプロセスなどの開発に加えて、高い遠心加速度をボールミルに与えることのできる遊星ボールミルを用いて、液中で加熱操作を施さずに微粒子を合成するプロセスの開発などを進めている。またビルドアップ法では、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、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、様々な材料開発を進めている。

### 4.2 研究課題

1. 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
2. 複合構造制御による二次電池用電極材料の開発
3. 全固体リチウムイオン電池の開発
4. 複合粒子を用いた超低熱伝導材料の開発
5. 機能性微粒子合成のための水蒸気固相プロセスの開発
6. ナノ粒子接合を利用したカビ胞子の付着抑制機構の解析
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。本年度はフラッ

クスとして  $\text{YF}_3$  を選定し、 $\text{YAG:Ce}^{3+}$  の合成に及ぼす影響について実験的検討を進めた。その結果、 $\text{YF}_3$  を用いた場合においても  $\text{BaF}_2$  を用いた場合と同様に短時間で目的とする蛍光体粒子を合成できることを明らかにした。

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 ( $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ , LTO) の合成前駆体として利用可能な層状チタン酸塩 ( $\text{Li}_{1.81}\text{H}_{0.19}\text{Ti}_2\text{O}_5 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , LHTO) を、水中での原料粉体 ( $\text{TiO}_2$ ,  $\text{LiOH}$ ) の遊星ボールミル処理により合成するとともに、LHTO の焼成で得られた LTO の負極特性を評価した。本年度は、LHTO 合成時にミル容器や媒体ボールから生成粉体中に混入する不純物、あるいは原料  $\text{TiO}_2$  の残存が LTO の負極特性に及ぼす影響を検討した。その結果、不純物の混入量によらず、 $\text{TiO}_2$  の残存量を減少させることによって負極特性が改善することを明らかにした。

## 2. 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、粒子表面に異種ナノ粒子をコーティングさせたリチウムイオン二次電池用正極活物質粒子の作製に関する研究を推進し、電池特性の向上を図った。具体的には、異種正極活物質の複合化による高温作動時の性能向上、固体電解質ナノ粒子のコーティングによる充放電サイクル時の安定化等に資する粒子設計を行い、その電池特性を評価した。その結果、異種正極活物質をコートさせた複合正極粒子では、未コートの場合と比べ、50 でのサイクル劣化が抑制されることを示した。また、固体電解質ナノ粒子を正極活物質粒子表面にコートさせるプロセスを検討し、良好なコーティング層の形成を確認した。

## 3. 全固体リチウムイオン電池の開発

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、正極活物質である  $\text{LiCoPO}_4$  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、 $\text{LiCoPO}_4$  を用いた全固体電池が作動することを既に明らかにしている。本年度は、その電池特性向上のため、電極界面の解析などを実施した。さらに、固体電解質についても検討を行い、 $\text{Li-Al-Ti-P}$  系酸化物電解質 (LATP) において、その焼結特性やイオン導電率が  $\text{LiBO}_2$  の微量添加によって向上することを明らかにした。

## 4. 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調製し、それを加圧成形することにより断熱材を作製するものである。本年度は、高温用断熱材料の開発を目指して、アルミナナノ粒子をセラミック繊維粒子表面に接合することによって多孔質材料の作製を試みた。さらに、その熱伝導率を評価するため、保護熱板法を改良した簡便な熱伝導率測定技術を開発した。その結果、350 までの温度範囲で、熱伝導率  $0.036\text{W/m}\cdot\text{K}$  の断熱材料の作製に成功した。一方、高温での熱特性評価に関する検討も行い、ガラス繊維/シリカナノ粒子複合断熱材を用いて示差走査熱量計による高温での比熱容量を測定し、測定値の妥当性を検証した。さらに、親水性シリカナノ粒子を用いた断熱材料の熱伝導率に及ぼす水分の影響についても解析を行った。

## 5. 機能性微粒子合成のための水蒸気固相プロセスの開発

工業的な粉体合成法の一つである固相反応法において、大気圧下で水蒸気を導入することにより反応が加速され、空気中よりも低温で複合酸化物が合成できることを明らかにしている。本年度は、リチウムイオン二次電池の高電位正極材料として注目されている  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$  の合成を行い、その生成挙動や粒子形態が正極特性に及ぼす影響を調べた。その結果、水蒸気雰囲気下では低温から

LiNi<sub>0.5</sub>Mn<sub>1.5</sub>O<sub>4</sub>粒子が生成するとともに、粒成長が著しく進行し、結晶面の発達した粒子が得られることを示した。さらに、粒子径や露出結晶面と正極特性との関係を明らかにした。加えて、炭酸塩粒子の熱分解反応に及ぼす水蒸気の影響についても検討を行った。空気中での反応とは異なり、水蒸気雰囲気下では、熱分解によって得られる酸化物粒子が低温で多孔質化することを見出した。

#### 6. ナノ粒子接合を利用したカビ胞子の付着抑制機構の解析

微生物と他の材料との接合特性に関する研究の第一ステップとして、カビ胞子のガラス基板への付着機構を解析した。カビ胞子は、医療汚染、食品汚染、配管腐食などの弊害を起こすが、カビ胞子の付着を抑制する材料表面設計ができれば、これらの問題解決に貢献できる。そこで本研究では、ガラス基板表面への親水性シリカナノ粒子の接合が、カビ胞子の付着抑制に及ぼす効果について検討を行った。その結果、親水性シリカナノ粒子の接合によって、ガラス基板に付着したカビ胞子を洗浄によって容易に剥離できることを明らかにした。さらに、原子間力顕微鏡 (AFM) を用いた細胞に働く相互作用の直接測定によって、ナノ粒子を接合したガラス基板とカビ胞子間の付着力低下が、カビ胞子の剥離を容易にすることを明らかにした。

#### 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

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碎である。このプロセスでは、粉碎時間とともに粒子径は減少するが、ある時間で粉碎がストップし、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、昨年度からの継続実験として、アルミナ粉体の液中でのボールミル粉碎を行った。粉碎に影響する因子として媒体ボールのサイズ、固体濃度、ミル容器回転数などを幅広く変えて、粉碎時間に対する粉碎品の粒子径の変化を調べた。その結果、粒子運動シミュレーションによって、粉碎時間に対する粒子径分布の変化過程を推算できることを明らかにした。

### (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や、気相法、液相法を基礎としたビルドアップ法、さらには水蒸気を導入した新しい固相プロセスという多様なアプローチにより、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。さらに、これら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11報の査読付き学術論文を発表した。また合計2件の解説記事を執筆するとともに、2件の著書を執筆した。特に Nanoparticle Technology Handbook は、内藤教授が監修し、小澤助教が分担執筆しており、Elsevier から第3版として発行されたことは注目される。なお、平成29年度には、小澤助教が粉体工学会より研究奨励賞を受賞した。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。また、大学院後期課程の学生2名の博士学位の主査 (内藤教授) を担当した。さらに、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。その他、山口東京理科大学において、博士学位審査の副査1件を担当 (内藤教授) するとともに、大学院修士課程を対象として、2日間の特別講義を担当した。

#### 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、12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になった。この間、粉体工学会の一般社団法人化（平成30年1月）を行うとともに、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、（一社）粉体工学会が主催となり、当研究所が共催機関である「材料界面の特性評価と制御に関する国際会議」（ICCCI2018）の開催準備を行っている。この国際会議は3年に1度開催されるが、今回も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を担当している。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29年度は、企業との共同研究によって特許1件を共同出願した。また、受託研究員も2名受け入れた。以上、本分野は例年と同様に、活発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29年度も内藤教授が客員教授として交流、共同研究を進めた結果、2件の学術論文を発表した。また、上海珪酸塩研究所においても、当研究所の国際共同研究員であったProf.Zhangと共同研究を進めた結果、1件の学術論文を発表した。さらにHanyang大学（韓国）とは、リチウムイオン二次電池の電極開発の研究を進めている。これまで先方へ2回の訪問、先方から2回の訪問により、緊密な共同研究を実施した。その他、国立台湾大学とも引き続き共同研究を進めるとともに、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。平成29年9月には、部局間学術交流協定を締結しているセルビアの科学芸術アカデミー技術科学研究所を訪問し交流を進めた。また、ポーランドのSilesian工科大学から2名の研究者を招へい研究員として受け入れ、粉体プロセスの自動化に関する共同研究を行った。

##### 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29年度に本分野では、一般課題として計25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24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。その結果、当分野における共同研究員との連名の学術論文は7件であった。

さらに当分野が推進した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」は平成29年3月に終了したので、その活動成果報告の一環として平成29年11月27日に東京セミナーを開催した。その結果、62名が参加し活発な討論が行われた。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) Grain Refinement and Superplastic Behavior of Carbon Nanotube Reinforced Aluminum Alloy Composite Processed by Cold Rolling  
Mater. Sci. Eng. A., 708, 21 (2017), 537-543.  
G. Fan, H. Huang, Z. Tan, D. Xiong, Q. Guo, M. Naito, Z. Li and D. Zhang
- (2) Adhesion Control of Fungal Spores on Solid Surfaces Using Hydrophilic Nanoparticles  
Adv. Powder Technol. (2018), Available online.  
T. Nomura, M. Minamiura, K. Fukamachi, S. Yumiyama, A. Kondo and M. Naito
- (3) Design of an Efficient Flake Powder Metallurgy Route to Fabricate CNT/6061Al Composites  
Mater. Des., 142 (2018), 288-296.  
M. Chen, G. Fan, Z. Tan, D. Xiong, Q. Guo, Y. Su, J. Zhang, Z. Li, M. Naito and Z. Di
- (4) Effect of Hydrophobic Nano-Silica on the Thermal Insulation of Fibrous Silica Compacts  
J. Asian. Ceramic. Soc., 5, 2 (2017), 118-122.  
T.-W. Lian, A. Kondo, T. Kozawa, M. Akoshima, H. Abe, T. Ohmura, W.-H. Tuan and M. Naito
- (5) Effect of Flux Powder Addition on the Synthesis of YAG Phosphor by Mechanical Method  
Adv. Powder Technol., 29, 3 (2018), 457-461.  
K. Kanai, Y. Fukui, T. Kozawa, A. Kondo and M. Naito
- (6) Influence of LiBO<sub>2</sub> Addition on the Microstructure and Lithium-Ion Conductivity of Li<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>Ti<sub>2-x</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (x=0.3) Ceramic Electrolyte  
Ceram. Int., 6, 44 (2018), 6558-6563.  
H. Bai, J. Hu, X. Li, Y. Duan, F. Shao, T. Kozawa, M. Naito and J. Zhang
- (7) Preparation of Macroporous Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Microspheres via Thermal Decomposition in Water Vapor  
ChemistrySelect, 3, 5 (2018), 1419-1423.  
T. Kozawa
- (8) Scalable Synthesis of Sr<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>(OH)<sub>12</sub> Hydrogarnet by Wet Milling and Its Thermal Decomposition Behavior  
Mater. Chem. Phys., 212 (2018), 245-254.  
T. Kozawa, Y. Suzuki and M. Naito
- (9) 不均一温度場における熱伝導率測定方法  
熱物性, 31, 4 (2017), 166-173.  
大村 高弘, T.-W. Lian, 近藤 光, 早坂 良, 内藤 牧男
- (10) ガラス繊維/フュームドシリカ複合多孔体の比熱容量測定  
粉体工学会誌, 55 (2018), 147-152.  
阿部 陽香, 阿子島 めぐみ, T.-W. Lian, 近藤 光, 内藤 牧男
- (11) 親水性ナノ粒子断熱材の熱伝導率におよぼす水分の影響  
粉体工学会誌, 55 (2018), 153-157.  
大村 高弘, T.-W. Lian, 近藤 光, 早坂 良, 後藤 志宏, 藤本 哲夫, 内藤 牧男

(7) 国際会議発表

- (1) The Effect of Hydrophobic Silica Particles on the Thermal and Mechanical Properties of Fibrous Silica Compacts  
3rd MSE-JWRI Workshop on Materials Design and Joining, Osaka, Japan (2017.5.19)  
T.-W. Lian, A. Kondo, T. Kozawa, M. Akoshima, H. Abe, T. Ohmura, W.-H. Tuan and M. Naito
- (2) Insertion of Lattice Strains and Defects into High-Voltage Cathode Materials for Li-ion Batteries by Milling  
The 7th Asian Particle Technology Symp., Taoyuan, Taiwan (2017.7.30-8.3)  
T. Kozawa, T. Murakami and M. Naito
- (3) Low Temperature Synthesis of YAG with Addition of  $YF_3$  by Mechanical Method  
The 7th Asian Particle Technology Symp., Taoyuan, Taiwan (2017.7.30-8.3)  
K. Kanai, Y. Fukui, T. Kozawa, A. Kondo and M. Naito
- (4) Role of Carbon Nanoparticles in Mechanical Synthesis of Cathode Materials for Li-ion Batteries  
9th Int. Symp. on Nitrides & 5th Int. Symp. on SiAlONs and Non-Oxides, Sapporo, Japan (2017.8.27-9.1)  
T. Kozawa, A. Kondo and M. Naito
- (5) Low-temperature Synthesis of Micron-Sized  $LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O_4$  Particles by Solid-State Reaction in Water Vapor  
42nd Int. Conf. and Exposition on Adv. Ceramics and Composites, Florida, USA (2018.1.21-26)  
D. Hirobe, T. Kozawa and M. Naito
- (6) Strain Effect on Cathode Properties of  $LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O_4$  Spinel for Li-ion Batteries  
42nd Int. Conf. and Exposition on Adv. Ceramics and Composites, Florida, USA (2018.1.21-26)  
T. Kozawa
- (7) Water Vapor-Assisted Solid-State Synthesis and Particle Shape Evolution of Ceramic Powders  
42nd Int. Conf. and Exposition on Adv. Ceramics and Composites, Florida, USA (2018.1.21-26)  
T. Kozawa and K. Yanagisawa

(8) 国内学会発表

- (1) 湿式メカニカル合成での不純物がリチウムイオン電池特性へ及ぼす影響  
粉体工学会2017年度春期研究発表会, 東京 (2017.5.16-17)  
鈴木 慎司, 小澤 隆弘, 内藤 牧男
- (2) 水蒸気雰囲気下での固相反応によるリチウムイオン電池用高電位正極材料の合成とその特性評価  
日本セラミックス協会 第30回秋季シンポジウム, 兵庫 (2017.9.19-21)  
広部 大樹, 小澤 隆弘, 内藤 牧男
- (3) 機械的手法による YAG 蛍光体の合成に関するフラックスの添加効果  
粉体工学会2017年度秋期研究発表会, 大阪 (2017.10.10-11)  
金井 和章, 福井 祥文, 小澤 隆弘, 近藤 光, 内藤 牧男

- (4) 水蒸気がアシストする  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$  正極粒子の形態変化  
粉体工学会2017年度秋期研究発表会, 大阪 (2017.10.10-11)  
広部 大樹, 小澤 隆弘, 内藤 牧男
- (5) 液中粉碎による非加熱ナノ粒子合成手法の開発  
第55回粉体に関する討論会, 宮城 (2017.11.13-15)  
小澤 隆弘, 近藤 光, 内藤 牧男
- (6) 水蒸気雰囲気下での熱分解による多孔質酸化マンガン球の作製  
日本セラミックス協会 2018年年会, 宮城 (2018.3.15-17)  
小澤 隆弘
- (7) ガラス繊維/フェームドシリカ複合多孔体の比熱容量測定  
粉体工学会第53回夏期シンポジウム (2017.9.5-6)  
阿部 陽香, 阿子島 めぐみ, T.-W. Lian, 近藤 光, 内藤 牧男
- (8) 親水性ナノ粒子断熱材の熱伝導率に及ぼす水分の影響  
粉体工学会第53回夏期シンポジウム (2017.9.5-6)  
大村 高弘, T.-W. Lian, 近藤 光, 内藤 牧男
- (9) 国際会議講演
  - (1) Powder Characterization Methods for High Quality Advanced Ceramics  
ModTech 2017, Sibiu, Romania (2017.6.14-17)  
M. Naito
  - (2) Nano/microstructure Control of Advanced Materials by Smart Powder Processing  
Advanced Ceramics and Application VI, Belgrade, Serbia (2017.9.18-20)  
M. Naito, T. Kozawa and A. Kondo
  - (3) Smart Powder Processing of Advanced Materials for Sustainable Society  
42 nd International Conference & Exposition on Advanced Ceramics and Composites, Daytona  
Beach, USA (2018.1.21-26)  
M. Naito, T. Kozawa and A. Kondo
  - (4) Smart Powder Processing of Advanced Materials for Sustainable Society  
Sandia Powder Processing and Characterization Summit, Albuquerque, NM, USA (2018.1.26)  
M. Naito, T. Kozawa and A. Kondo
  - (5) Mechanical Processing of Electrode Materials for Lithium-ion Batteries  
3rd MSE-JWRI Workshop on Materials Design and Joining, Osaka, Japan (2017.5.19)  
T. Kozawa, A. Kondo and M. Naito
- (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1「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2017, 東京 (2017.6.3)  
内藤 牧男
  - (2) 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  
山口東京理科大学コロキウム, 山口 (2017.8.30)  
内藤 牧男

- (3) 粉碎とは？  
 (一社) 日本粉体工業技術協会主催粉体エンジニア早期養成講座「粉碎」，愛知 (2017.10.27)  
 内藤 牧男
- (4) 粉碎技術の応用と今後の展開  
 (一社) 日本粉体工業技術協会主催粉体エンジニア早期養成講座「粉碎」，愛知 (2017.10.27)  
 内藤 牧男
- (5) 先進セラミックス信頼性向上のための不均質構造評価  
 粉体工学会2017年度第2回粉体材料設計研究会，横浜 (2017.10.30)  
 内藤 牧男
- (6) 機械的手法による粒子の構造制御とその応用に関する研究  
 粉体工学会2017年度秋期研究発表会，大阪 (2017.10.10-11)  
 小澤 隆弘
- (7) 粉碎機を粉碎操作だけで満足していませんか？  
 APPIE 産学官連携フェア2017 シーズとニーズのマッチング 粉の技術 ，大阪  
 (2017.10.12)  
 小澤 隆弘
- (11) 解説・総説
- (1) [総論] 初歩から学ぶ粉碎技術 基礎から応用まで  
 化学装置, 59, 6 (2017), 44-50.  
 内藤 牧男
- (2) ナノマテリアルのスマートな製造技術  
 化学装置, 59, 9 (2017), 17-20.  
 内藤 牧男, 小澤 隆弘, 近藤 光
- (12) 著 書
- (1) 粉体用語ポケットブック  
 日刊工業新聞社, (2017), 分担執筆  
 内藤 牧男
- (2) Nanoparticle Technology Handbook Third Edition  
 Elsevier, (2018), 監修  
 M. Naito, T. Yokoyama, K. Hosokawa and K. Nogi
- (13) 特許出願・登録
- (1) 多孔質球状酸化物粒子及びその製造方法  
 特願2017-172776  
 小澤 隆弘
- (2) 機械化学的変性方法及び変性装置  
 特願2017-239507  
 小澤 隆弘, 内藤 牧男, 他

(15) 受賞

- (1) 粉体工学研究奨励賞  
粉体工学会 (2017.10.10)  
小澤 隆弘

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |         |   |       |       |
|-----|---------|---|-------|-------|
| (1) | 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 | 1,040 |
|-----|---------|---|-------|-------|

民間等との共同研究

- |     |  |                 |       |       |
|-----|--|-----------------|-------|-------|
| (1) |  | 粉体の微細構造制御に関する研究 | 内藤 牧男 | 7,000 |
|-----|--|-----------------|-------|-------|

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 | 9,425 |
|-----|--|---------------------------------|-------|-------|

受託研究員 (年報は金額抜き)

- |     |               |                     |       |     |
|-----|---------------|---------------------|-------|-----|
| (1) | 水田 航平<br>(短期) | 無機多孔質複合材料の作成とその特定評価 | 内藤 牧男 | 278 |
| (2) | 荒木 昭俊<br>(短期) | 無機多孔質複合材料の作成とその特定評価 | 内藤 牧男 | 278 |

奨学寄付金

- |     |  |  |       |       |
|-----|--|--|-------|-------|
| (1) |  |  | 小澤 隆弘 | 1,000 |
|-----|--|--|-------|-------|

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 |
|-----|--------|--------|

(2) 博士論文 (主査)

- |     |                             |  |
|-----|-----------------------------|--|
| (1) | マテリアル生産科学専攻, Tseng-Wen Lian | Structure Control and Characterization of Nanoporous Materials Prepared by Mechanical Method |
|-----|-----------------------------|--|

- (2) マテリアル生産科学専攻, 金井 和章 機械的手法による酸化物蛍光体の作製とその特性評価に関する研究
- (3) 博士論文 (副査)
- (1) 山口東京理科大学大学院工学研究科, 小田 浩 結晶炭化ケイ素繊維の微細構造生成機構と力学的特性の関係に関する研究
- (4) 修士論文
- (1) マテリアル生産科学専攻, 広部 大樹 Li イオン電池用高電位正極粒子の高性能化に向けた水蒸気固相反応プロセスの展開

#### 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) Advanced Powder-Processing and Manufacturing Technologies, The 12th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology Symposium Organizer
- (2) ModTech 2017 Scientific Committee Member
- (3) The 7th Asian Particle Technology Symposium International Advisory Board Member
- (4) The 9th International Symposium on Green and Sustainable Technologies for Materials Manufacturing and Processing, Materials Science & Technology 2017 Symposium Organizer
- (5) ACTSEA 2017 Member of the International Advisory Board
- (6) The Tenth International Conference on High-Performance Ceramics (CICC-10) International Advisory Committee Member
- (7) 6th International Symposium on Advanced Ceramics Organizing Committee Member
- (8) CIMTEC 2018 Member of International Advisory Board

- |                     |  |  |
|---------------------|--|--|
| (9)                 | ICCCI 2018   | Chairman   |
| (10)                | CMCEE 2018   | Symposium Organizer                              |
| (11)                | PARTEC 2019  | Scientific Committee Member                      |
| (12)                | The Eleventh International Conference<br>on High -Performance Ceramics (CICC 11)   | International Advisory Committee Member          |
| (3) 他大学等での非常勤講師     |  |  |
| (1)                 | 山口東京理科大学   | 大学院特別講義  |
| (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<br>分科会幹事                 |
| (13)                | Ceramics International   | Editorial Board Member                           |
| (14)                | Journal of Modern Manufacturing<br>Technology                                      | Associate Editor                                 |
| (15)                | Particle Journal   | Member of International Editorial Advisory Board |
| (16)                | The State Key Lab. of Metal Matrix<br>Composites, Shanghai Jiao Tong<br>University | Guest Professor                                  |

- (17) World Academy of Ceramics Professional Member (Academician)
- (18) World Academy of Ceramics Advisory Board Member
- (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 : Andrzej Wrobel, Silesian 粉体プロセスの自動化  
工科大学 機械工学科 助教
- (2) 招へい研究員 : Marek Placzek, Silesian 粉体プロセスの自動化  
工科大学 機械工学科 助教
- (7) 社会への情報発信
- (1) 高度化するモノづくりを支える粉体技術 日刊工業新聞 (2017.10.05)
- 氏名 : 小澤 隆弘
- (2) 国際会議委員
- (1) ICCCI 2018 Local Organizing Committee Member
- (7) 社会への情報発信
- (2) 拓く研究人 日刊工業新聞 (2017.08.16)

#### 4.10 全国共同利用に関する研究

##### (1) 平成29年度共同研究員と研究テーマ

氏名 : 内藤 牧男

- (1) 東京工業大学 物質理工学院 安田 公一 ナノ多孔体材料製造プロセスに関する研究  
材料系
- (2) 東北大学 多元物質科学研究所 蟹江 澄志 ナノ粒子液中分散制御とコンポジット膜創  
製プロセスに関する研究
- (3) 早稲田大学 理工学術院 加藤 達也 機能性流体並びにナノ粒子構造化プロセス  
に関する研究
- (4) 早稲田大学 理工学術院 所 千晴 機能性流体並びにナノ粒子構造化プロセス  
に関する研究
- (5) 早稲田大学創造理工学部 グラナタ 機能性流体並びにナノ粒子構造化プロセス  
ジュセッペ に関する研究

- |      |                                      |        |                    |
|------|--------------------------------------|--------|--------------------|
| (6)  | 関西大学 環境都市工学部                         | 木下 卓也  | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |
| (7)  | 関西大学 環境都市工学部<br>エネルギー 環境工学科          | 松岡 光昭  | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |
| (8)  | 関西大学 環境都市工学部<br>エネルギー 環境工学科          | 村山 憲弘  | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |
| (9)  | 関西大学 大学院 理工学<br>研究科 環境都市工学専攻         | 和田 佳也  | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |
| (10) | 国立研究開発法人<br>産業技術総合研究所                | 阿子島めぐみ | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |
| (11) | 国立研究開発法人<br>産業技術総合研究所                | 阿部 陽香  | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |
| (12) | 国立大学法人<br>長岡技術科学大学                   | 田中 諭   | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |
| (13) | 山形大学 学術研究院<br>システム創成工学分野             | 木俣 光正  | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |
| (14) | 山口東京理科大学 工学部<br>応用化学科                | 石川 敏弘  | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |
| (15) | 女子美術大学 芸術学部<br>日本画研究室                | 稲田亜紀子  | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |
| (16) | 女子美術大学 芸術学部<br>日本画研究室                | 橋本 信   | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |
| (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   | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |
| (18) | 大阪府立大学 大学院<br>工学研究科                  | 野村 俊之  | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |
| (19) | 東北大学 多元物質科学研究所                       | 加納 純也  | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |
| (20) | 東北大学 多元物質科学研究所                       | 石原 真吾  | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |
| (21) | 東北大学<br>大学院環境科学研究科                   | 久志本 築  | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |
| (22) | 富山大学 大学院 理工学<br>研究部(工学)<br>ナノ新機能材料学域 | 森 英利   | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |
| (23) | 名古屋工業大学 先進セラ<br>ミックス研究センター           | 藤 正督   | 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価 |

- (24) 和歌山工業高等専門学校 大村 高弘 微粒子、ナノ粒子の構造制御と特性評価  
知能機械工学科

国際共同研究員

- (1) King Saud University Civil Eng. Dept. Bughshan Research chair El-Sheikhy Refat Structure control and characterization of fine particles and nanoparticles
- (2) Technical University Ghenghea Laurentiu Dan Structure control and characterization of fine particles and nanoparticles

氏名：小澤 隆弘

- (1) 高知大学 理学部附属 柳澤 和道 ナノ多孔体材料製造プロセスに関する研究  
水熱化学実験所

(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 7

## 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、金属やセラミック微粒子を含有する樹脂ペーストを独自発送し、複雑形状の金属ならびにセラミック部材を高速かつ精密に構築することを目標に、産業応用を強く意識したアディティブ・マニュファクチャリングを実践している。薄い任意形状の断面層を次々に積み重ねることで、大きな複雑形状の構造体を得るプロセスであり、3Dプリンタ技術に代表されるスマートプロセスとして、アディティブ・マニュファクチャリングは産業的に認知されつつある。構造体の構築方式としては、基板に塗布した素材へレーザーを照射し層間接合を繰り返すリソグラフィー方式をはじめ、部材に対して素材を吹き付けつつレーザー援用を経て肉盛接合を繰り返すデポジション方式を採用している。金属やセラミック部材の内部へ幾何学構造を導入すれば、電気・磁気・熱・力・流体・拡散などの伝搬を効率的に制御できるため、取り組むべき学問分野として材料構築学と称し体系化に注力した。スマートプロセスの研究と実践による研究・教育・社会貢献を鋭意進めている。

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体を作製する。光造形法とも呼ばれ、構造体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。リソグラフィー方式に関する研究では、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である紫外線造形を実践した。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。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。現在のところ焼結密度は90%程度であるが、レーザー光源の高強度化を図り緻密性の更なる向上を果たした。セラミック部材の直接造形を世界に先駆けて実践し、産学連携による造形装置の市販化にも貢献している。金属造形プロセスとして考えた場合にも、熔融凝固過程を経ないことから、気体原子の固溶強化など粉末冶金的な特性制御に期待が持てる。

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、肉盛を繰り返して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デポジションであり、微粒子ペースト溶射とも呼ばれる。デポジション方式に関する最近の研究では、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水素を採用している。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。ナノ微粒子を熔融させることなく、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り産業用途が広がっている。

#### 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法の確立
2. 光造形法を用いた共鳴空洞の作製と内壁への幾何学構造付与による音響環境の制御
3. 自然界に存在する「ゆらぎ」の数値解析と光造形法を用いた流体制御パターンの付与
4. 微粒子ペースト溶射に対するロボット自動施工の導入と水素フレイム拳動の精密解析

#### 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法の確立

固体電解質であるリチウム系化合物の微粒子を体積割合50%で分散し、紫外線造形用の樹脂ペーストを調合した。分散するリチウム化合物は溶媒となる樹脂成分へのイオン溶出を示し、ペースト粘度が極端な低下する時間的劣化が顕在化したため、化学処理により粒子表面に有機被膜を形成することで問題を解消した。機械制御のナイフエッジを用いてガラス基板上へ厚さ100  $\mu\text{m}$  で平滑塗布し、波長355nmの紫外線レーザーを強度1Wで走査することで、樹脂成分の脱脂ならびに微粒子の焼結を達成した。固体電解質部材は10  $\times$  10  $\times$  0.2mmの薄板に開口部100  $\times$  240  $\times$  240  $\mu\text{m}$ の角穴が30  $\times$  30個穿たれた構造であり、積層造形において層間剥離などは生じておらず、比較的健全なマイクロ構造体を得られた。寸法精度を計測したところ誤差は10  $\mu\text{m}$ 以下に抑えられていることが確認された。レーザー描画における光強度や走査速度が適切に設定されていたと考えられる。全個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。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を最適化した。微細なエンボス構造を有する固体電解質シートの表面に活物質導入や電極メッキを施すことで、極薄ながら電気容量を示す蓄電池が得られることが共同研究により実証された。

##### 2. 光造形法を用いた共鳴空洞の作製と内壁への幾何学構造付与による音響環境の制御

構造特性を利用して流体音を制御する構造体を設計製造した。非定常の渦流れから発生する音波を制御する構造を流体音響解析により検討し、人間の聴覚器官の特性を踏まえた心地良い楽音を発生する構造や、流体音に起因する機械騒音を抑制する装置を作製した。音波は周期スペクトルを鑑みて楽音と雑音に分類した。楽音とは規則的な振動が持続する音波のうち純音を除いたものであり、広帯域のスペクトルで構成される場合において、人間の耳に心地よさをもたらす。雑音は狭帯域のスペクトルで構成され、人間の耳に刺激となる音波であり、いわゆる騒音として認知される。前者の楽音については、エアリード発音構造を有する音響構造体によってこれを制御した。フラクタル設計に沿い40mm間隔を基準とした幾何学的な凸形状を有する共鳴空洞を設計した。共鳴空洞内の層流中でキャビティ音を発生させ、基音に対して整数倍の周波数を持つ倍音の発生を促した。共鳴空洞内の凸形状間に発生した20, 10, 5mm径の渦流を起因とするキャビティ音により600, 1200, 2400 Hzの倍音がそれぞれ強調され、心地よいとされる楽音の発生が確認された。後者の雑音については、表面処理技術の一つであるガスフレイム溶射を対象として、超音速流れが起因となる噴流音の抑制をめざした。球状空洞を有するヘルムホルツ共鳴器を複数連結し、人間の聴覚特性上受容する刺激の大きい3000 ~ 5000Hzを対象に吸音体を作製した。共鳴器の連結数を増やすことで連成振動が効果を表し、実用性の高い広帯域の吸音特性が得られた。

### 3. 自然界に存在する「ゆらぎ」の数値解析と光造形法を用いた流体制御パターンの付与

森林の様相や蛍の瞬きなど、自然界における音の強弱や模様分布にはゆらぎが含まれており、我々の脳波や鼓動などの様々な生体リズムと共鳴するため、癒しの感覚として刺激が得られる。ゆらぎを平均値からの差分として捉えれば波の一種であり、振幅成分であるパワースペクトル密度  $P$  と周波数成分  $F$  に相関が見いだせる。分布はゆらぎ関数  $P=1/F^k$  で近似され、いわゆる  $1/F$  ゆらぎと呼称される根拠でもある。乗数  $k$  を調整すればゆらぎの強弱を制御できると考え、円筒管内部や球体表面にフーリエ逆変換を経て算出した凹凸を付与した。ゆらぎを導入した円筒管内部に水を流すシミュレーションを試みると、表面の凹凸変化における振幅や周期を最適化することで、渦流の発生が抑制された結果として摩擦の少ない輸送が示唆された。実際にゆらぎ管を造形し水を流してみたところ、動画による比較からも、直道管よりもスムーズな流体輸送が観察された。高効率の流体輸送をめざすパイプ構造などへ応用が期待できる。得られたゆらぎパラメータをもとに、球体表面へ凹凸分布を導入し流体解析を行ったところ、気体や液体を媒質として物体が移動する想定において、バックストレスとなる大きな渦の発生が抑えられ効率的な移動が示唆された。造形した凹凸球体へ水流を噴射したところ、しぶきの発生が抑えられ表面を滑らかに流れる様相が観察された。船舶などの水中表面にゆらぎ構造を付与することで、省エネルギー輸送への寄与も期待される。

### 4. 微粒子ペースト溶射に対するロボット自動施工の導入と水素フラーム挙動の精密解析

水素ガスフラーム式の微粒子溶射ガンを産業用ロボットへ搭載して施工実験を進めた。コーティングを施す材料基板を集塵装置のフード内に固定し、ロボットアームに搭載された溶射ガンのノズルトップを自由に移動させてコーティング施工を達成した。フラームノズルへの水素および酸素の導入を制御装置により統括管理し、供給開始と停止だけでなく設定された圧力ならびに流量を安定に保持した。燃焼フラーム中におけるセラミック微粒子の挙動を可視化するため、溶射監視装置を用いて温度や飛行速度を測定した。飛行する微粒子の表面温度は、ガスフラームに接触したときに粒子から放出される赤外線強度を測定し解析することで求めた。微粒子を加速するフラームの噴射速度は、2箇所の測定点を通過する際に生じる明度の変化を観測し、その移動時間をもとにして算出した。フラーム温度はガン開口部から遠ざかるにつれて低下し、距離70mmにおいて2100 と計測された。アルミナの融点である2072 より高い値である。フラーム速度も開口部から遠ざかるにつれて減少するが、距離70mmにおいても600m/s の値を示した。溶射ガン開口部から基材まで距離100mmに設定した場合を想定すると、アルミナ粒子がフラーム内を飛行している時間は、極めて短時間の $10^{-4}$ sと計算された。粒径が微細で熱容量が小さいため、フラーム温度が融点以上であっても基材到達までに十分な熱量が得られず、粒子は固体または半溶融状態であると推測される。得られた溶射皮膜を走査型電子顕微鏡により観察したところ、亀裂や空孔などの欠陥が見られない緻密組織が実現された。皮膜断面の結晶構造は 相で構成されていることが判明し、高分子成分に由来する炭素の混入などは見られなかった。相は機械的強度が高いだけでなく、高電圧負荷での絶縁特性にも優れるため、当該施工品は様々な電気系部品への応用が期待される。

#### (2) 研究に対する自己評価

本研究分野では、産業応用を主眼に据えたアディティブ・マニファクチャリングを基盤に、研究・教育・社会貢献など各種活動を進めてきた。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2報が掲載された。当該教員は、近年のアディティブ・マニファクチャリング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7件の招待講演を受けてきた。国内および

国際学会での講演発表もそれぞれ7件および10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5件であり、学術知見の迅速な公開を果たした。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、国内ならびに国際組織が編纂する著書への分担執筆もそれぞれ1編ずつが挙げられ、学術知見の社会還元についても効率的に役割を果たした。本年度の外部資金は総計10,915千円であり、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 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名について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進め、全員が民間企業への就職を果たした。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4件ずつであった。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1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

当該教員は国内を拠点とする溶接学会や日本溶接協会など計7つの学術団体において、学術誌の編集や学術講演会の運営に関して、合計18件の委員をつとめ積極的な貢献を果たした。海外を拠点とする学術団体においても4件の役職をつとめ、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15件を数えた。さらに、国際的な論文誌5件の編集委員を務めることで、当該学術分野における知見の公表に貢献した。日本溶接協会が開催するセミナーにおいては、「多次元アディティブ・マニファクチャリング」をテーマに企画運営を担い、合計110名の参加を集めて最新知見の社会還元を果たした。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8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、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、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6名を受け入れた。得られた研究成果については、当該教員が監修した日本溶接協会編の書籍「多次元アディティブ・マニファクチャリング」において、当該教員と共同研究員の合計4名による分担執筆がなされ、3Dプリンタで作製した構造物への2Dコーティングを施す発想など、多次元プロセスの融合を図る内容が盛り込まれた。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6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の取りまとめを鋭意進めた。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Ultraviolet Laser Stereolithography of Alumina Lattice with a Diamond Pattern  
Ceram. Interconnect and Ceram. Microsystems Technol., 13, 1 (2017), 225-231.  
S. Kirihara

##### (7) 国際会議発表

- (1) Design and Fabrication of Sound Structures with Fractal Inner Surface by Using Stereolithography  
13th Int. Conf. and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies (CICMT 2017), Nara (2017.4.19-21)  
S. Kisanuki and S. Kirihara
- (2) Stereolithographic Additive Manufacturing of Modulating Environmental Compatible Ceramic Objects with 1/F Fluctuation  
13th Int. Conf. and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies (CICMT 2017), Nara (2017.4.19-21)  
H. Nozaki and S. Kirihara
- (3) Additive Manufacturing of Ceramic Patterns by Using Fine Pattern Exposing Stereolithography  
70th IIW Annual Assembly and Int. Conf. (IIW 2016), Shanghai (2017.6.25-29)  
S. Kirihara
- (4) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Components with Functional Structures  
70th IIW Annual Assembly and Int. Conf. (IIW 2016), Shanghai (2017.6.25-29)  
S. Kirihara
- (5) Three and Two Dimensional Smart Processing by Stereolithographic Additive Manufacturing and Thermal Nanoparticles Spraying  
Joining and Welding Research Institute & National Metal and Materials Technology Center Research Collaboration Workshop, Thailand (2017.7.7)  
S. Kirihara
- (6) Stereolithographic Additive Manufacturing of Bioceramic Implants with Graded and Fluctuated Micro Lattices  
12th international Workshop on Biomaterials in Interface Science, Sendai (2017.8.4-5)  
S. Kirihara
- (7) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Components with Micro Geometric Structures  
Int. Conf. on Powder and Powder Metallurgy (JSPMIC 2018), Kyoto (2017.11.6-9)  
S. Kirihara
- (8) Manufacturing of Ceramic Objects with Geometric Fluctuation to Control Fluid Phenomena  
42nd Int. Conf. and Expo on Adv. Ceramics and Composites (ICACC2018), Daytona (2018.1.21-26)  
H. Nozaki and S. Kirihara

- (9) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Chambers to Suppress Noise Generations from High Speed Gas Flames  
42nd Int. Conf. and Expo on Adv. Ceramics and Composites (ICACC2018), Daytona (2018.1.21-26)  
S. Kisanuki and S. Kirihara
- (10) Stereolithographic Additive Manufacturing of Micro Ceramic Patterns by Ultraviolet Laser Dewaxing and Sintering  
42nd Int. Conf. and Expo on Adv. Ceramics and Composites (ICACC2018), Daytona (2018.1.21-26)  
S. Kirihara
- (8) 国内学会発表
- (1) ゆらぎのある幾何学模様の人工岩石の設計と光造形  
スマートプロセス学会29年度春期総合学術講演会, 大阪 (2017.5.23)  
野崎 浩寿, 桐原 聡秀
- (2) 光造形アディティブ・マニファクチャリングによる 金属/セラミック機能性構造体の次元制御  
第28回新構造・機能制御と傾斜機能材料シンポジウム講, 28th Symposium on Functionally Graded Materials (2017.8.7-8)  
桐原 聡秀, 木佐貫 祥一郎, 野崎 浩寿, 野中 公貴
- (3) 微粒子ペースト光造形法によるバイオセラミック製インプラント構造の作製  
2017年セラミックス総合研究会, 高知 (2017.9.29-30)  
桐原 聡秀
- (4) ゆらぎ構造の光造形とエネルギーならびにマテリアル移動の制御  
スマートプロセス学会29年度秋期総合学術講演会, 東京 (2017.11.28)  
野崎 浩寿, 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金属ならびにセラミック構造体の作製  
スマートプロセス学会29年度秋期総合学術講演会, 東京 (2017.11.28)  
桐原 聡秀
- (6) 光造形法を用いた自己相似構造を有するセラミック製音響制御構造の作製  
スマートプロセス学会29年度秋期総合学術講演会, 東京 (2017.11.28)  
木佐貫 祥一郎, 桐原 聡秀
- (7) 光造形法を用いたセラミック製熱吸収パターンの作製  
日本セラミックス協会56 回セラミックス基礎科学討論会, つくば (2018.1.11-12)  
阪口 慧人, 桐原 聡秀
- (9) 国際会議講演
- (1) Ultraviolet Laser Stereolithography of Diamond Photonic Crystals with Alumina Micro Lattices  
13th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies (CICMT 2017), Nara (2017.4.19-21)  
S. Kirihara

- (2) Dimensional Modulations in Bulky Ceramic Components with Micro Geometric Patterns by Stereolithographic Additive Manufacturing  
3rd MSE-JWRI Work Shop on Material Design and Joining, Osaka, Japan (2017.5.19)  
S. Kirihara
- (3) Stereolithographic Additive Manufacturing of Diamond Photonic Crystals with Alumina Micro Lattices  
The 12th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PacRim 2017), Hawaii (2017.5.25-30)  
S. Kirihara
- (4) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Structures  
15th Conference & Exhibition of the European Ceramic Society, Budapest (2017.7.7-11)  
S. Kirihara
- (5) Fabrication of Ceramic Components with Functional Geometries by Using Stereolithographic Additive Manufacturing  
6th International Symposium on Advanced Ceramics and Technology for Sustainable Energy Applications toward a Low Carbon Society (ACTSEA 2018), Taiwan (2017.10.31-11.3)  
S. Kirihara
- (6) Stereolithographic Additive Manufacturing of Bulky Ceramic Components with Micro Geometric Structures  
1st Asia-Pacific International Conference on Additive Manufacturing (APICAM 2018), Melbourne (2017.12.4-6)  
S. Kirihara
- (7) Micro Joining Technologies in Stereolithographic Additive Manufacturing and Geometric Welding Conceptions in Drone Aided Construction  
Joint Welding Workshop of JWRI Osaka University & Fronius Japan, Osaka (2018.1.24)  
S. Kirihara
- (10) 国内会議講演
  - (1) 溶接・接合技術を用いたアディティブ・マニファクチャリング  
第238回溶接法研究委員会, 東京 (2017.5.15)  
桐原 聡秀
  - (2) 微粒子ペーストを用いた3D プリンティングならびに2D コーティング  
第14回産学連携シンポジウム, 大阪 (2017.5.24)  
桐原 聡秀
  - (3) 3Dプリンタによる光造形法を用いた機能性セラミック構造の創製  
平成29年度第1回長野県ファインセラミックス技術研究会, 長野 (2017.6.20)  
桐原 聡秀
  - (4) 微粒子ペースト光造形による金属ならびにセラミック構造の作製  
生産技術振興協会平成29年度ハイテク推進セミナー, 大阪 (2017.10.24)  
桐原 聡秀

- (5) 微粒子ペースト光造形法による金属ならびにセラミック部材の創製  
溶接学会東海支部第89回溶接研究会, 名古屋 (2017.12.4-6)  
桐原 聡秀
- (6) レーザ描画ならびにマイクロ露光方式の光造形法を用いた微細デンドライト状機能性構造体の作製  
レーザー学会学第38回年次大会, 京都 (2018.1.26-28)  
桐原 聡秀
- (7) 微粒子ペースト光造形法の現状と将来展開  
セラミックスナノ材料・インテグレーション研究会, Osaka (2018.2.5)  
桐原 聡秀
- (8) 光造形アディティブ・マニファクチャリングによる金属ならびにセラミック成型  
日本溶接協会表面改質技術研究委員会30周年記念シンポジウム, 東京 (2018.3.1)  
桐原 聡秀
- (11) 解説・総説
- (1) 微粒子ペーストを用いた造形と溶射  
セラミクス, 52, 10 (2018)696-699  
桐原 聡秀
- (2) 光造形アディティブ・マニファクチャリング体感講座  
セラミクス, 52, 11 (2018) 751-753  
桐原 聡秀
- (3) 光造形アディティブ・マニファクチャリングによるバイオセラミック製インプラントの作製  
まてりあ, 57, 4 (2018) 155-158  
桐原 聡秀
- (12) 著 書
- (1) Additive Manufacturing and Strategic Technologies in Advanced Ceramics  
Kiyoshi Shimamura, Soshu Kirihara, Jun Akedo, Tatsuki Ohji, Makio Naito, Mrityunjay Singh, Alexander Michaelis  
WILEY, 2016/08/19
- (2) 多次元アディティブ・マニファクチャリング  
日本溶接協会表面改質技術研究委員会 編  
中田一博, 桐原聡秀 監修
- (15) 受 賞
- (1) 岡崎賞  
フルラス・岡崎記念会 (2017.06.22)  
桐原 聡秀
- (2) Global Ambassador Award  
The American Ceramic Society (2018.01.22)  
S. Kirihara

(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
(2)	セラミックス微粒子溶射	桐原 聡秀	1,000
(3)	セラミックペーストを適用した緻密膜溶射・ 3D造形技術の研究	桐原 聡秀	2,000
(4)	セラミック部材の製作に向けた光造形装置の 最適化	桐原 聡秀	2,000

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	805

奨学寄付金

(1)		桐原 聡秀	1,800
-----	--	-------	-------

4.8 教育

氏名: 桐原 聡秀

(1) 大学院等講義科目

(1)	環境・エネルギー工学科	ナノ材料構築学
(2)	環境・エネルギー工学科	環境・エネルギー科学
(3)	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
(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・エネルギー総合科目
(6)	環境・エネルギー工学科	環境・エネルギー特別講義
(7)	環境・エネルギー工学科	材料・構造力学
(8)	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
(9)	全学共通教育	基礎セミナー
(10)	全学共通教育	先端教養科目

#### 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) 日本溶射学会   | 全国講演大会実行委員                          |
| (7) (一社) 日本溶射学会   | 学会誌編集委員長                            |
| (8) (一社) 日本溶射学会   | 代議員                                 |
| (9) (一社) 日本溶射学会   | 西日本支部幹事                             |
| (10) (一社) 日本溶接協会  | 表面改質技術研究委員会幹事                       |
| (11) (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                   |
| (12) (一社) 粉体粉末冶金協会  | 代議員                                 |
| (13) (一社) 溶接学会  | 学会誌編集委員                             |
| (14) (一社) 溶接学会  | 異材接合3Dプリンタ特別研究会主査                   |
| (15) (一社) 溶接学会  | マイクロ接合研究委員会 MJ 賞選考委員                |
| (16) (一社) 溶接学会  | マイクロ接合研究委員会幹事                       |
| (17) (公社) 日本セラミックス協会  | 基礎科学部会役員                            |
| (18) (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                  |
| (19) 3D-Printed Materials and Systems                       | Editorial Committee Member          |
| (20) International Forum of Functionally<br>Graded Material | International Advisory Board Member |
| (21) International Forum of Functionally<br>Graded Material | International Award Committee Chair |

- (22) International Journal of Applied Ceramic Technology                      Editorial Committee Member
- (23) International Scholarly Research Network - Materials Science                      Editorial Committee Member
- (24) Journal of Nanoengineering and Nanomanufacturing                      Editorial Committee Member
- (25) Materials Transactions                      Editorial Committee Member
- (26) The American Ceramic Society                      Spriggs Phase Equilibria Award Committee Member
- (27) The American Ceramic Society                      Engineering Ceramics Division Member

(2) 国際会議委員

- (1) 12th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM)                      実行委員
- (2) 1st Additive Manufacturing and 3D Printing Technologies (PACRIM)                      実行委員
- (3) 1st Ceramic Integration and Joining Technologies (PACRIM)                      実行委員
- (4) 1st Additive Manufacturing and 3D Printing Technologies (PACRIM)                      実行委員
- (5) 1st Ceramic Integration and Joining Technologies (PACRIM)                      実行委員
- (6) 6th International Symposium on Advanced Ceramics and Technology for Sustainable Energy Applications toward a Low Carbon Society (ACTSEA)                      実行委員
- (7) International Conference on Powder and Powder Metallurgy: 60th Anniversary of Japan Society of Powder and Powder Metallurgy (JSPMIC2017)                      実行委員
- (8) 1st International Symposium on Additive Manufacturing and 3D Printing Technologies (ICACC)                      実行委員
- (9) 14th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies (CICMT)                      実行委員
- (10) 14th International Conferences on Modern Materials and Technologies (CIMTEC)                      実行委員

- (11) 12th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications (CMCEE) 実行委員
- (12) 14th International Symposium on Functionally Graded Materials (ISFGMS) 実行委員
- (13) The 10th International Conference on Microwave Materials and Their Applications (MMA) 実行委員
- (14) 4th International Conference on Nanoinforming and Microforming (NMJ) 実行委員
- (15) 2nd Global Forum on Advanced Materials and Technologies for Sustainable Development (GFMAT) 実行委員

(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

(6) 外国人招へい研究員・研究留学生

- (1) 招へい研究員：VETAYANUGUL Bhanu, National Metal and Materials Technology Center/Senior Researcher 光造形法を用いたバイオセラミックス製人工骨の精密成形
- (2) 招へい研究員：SOONGPRASIT Kanit, National Metal and Materials Technology Center/Researcher 光造形法を用いたバイオセラミックス製人工骨の精密成形
- (3) 招へい研究員：CHANNASANON Somruethai, National Metal and Materials Technology Center 研究者 光造形法を用いたバイオセラミックス製人工骨の精密成形

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成29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 附属先端材料強度科学研究センター 小川 和洋 サーマルナノスプレーによる金属およびセラミックスの機能性クラディング
- (2) 東北大学 金属材料研究所 小泉雄一郎 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) 東北大学 大学院工学研究科 野村 直之 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

- |     |                                |       |                             |
|-----|--------------------------------|-------|-----------------------------|
| (4) | 九州大学病院                         | 住田 知樹 | 光造形法を用いた金属およびセラミックス構造体の自由成型 |
| (5) | 首都大学東京 大学院都市環境科学研究科<br>分子応用化学域 | 棟方 裕一 | 光造形法を用いた金属およびセラミックス構造体の自由成型 |
| (6) | 東京理科大学 工学部<br>工業化学科            | 田中 優実 | 光造形法を用いた金属およびセラミックス構造体の自由成型 |

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) | 首都大学東京 大学院都市環境科学研究科<br>分子応用化学域    | 棟方 裕一 |
| (3) | 東京理科大学 工学部 工業化学科                  | 田中 優実 |
| (4) | 東北大学 金属材料研究所                      | 小泉雄一郎 |
| (5) | 東北大学 大学院工学研究科                     | 野村 直之 |
| (6) | 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センター | 小川 和洋 |

(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 | 0 |
|-----|----|---|



## 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の長期信頼性向上

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てきていることから、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、融点が低いために室温でもはんだ組織の粗大化が著しく、特性劣化が懸念されており、Sn-Bi はんだの長期信頼性向上が求められている。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ており、今年度は In と Zn の2元素を微量添加した Sn-Bi はんだを試作し、Sn-Bi はんだの機械的性質や微細組織に与える2元素添加の影響を評価した。その結果、適切な量を添加することで Bi 相を微細に分散させることが可能であること、引張試験の結果からはんだの伸びを向上させることが可能であることが示され、Sn-Bi はんだの信頼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。本年度も、Niを微量添加したSn-Ag-Cu系はんだバンプの長期信頼性評価を継続して行い、レーザはんだ付直後のはんだ組織はNi添加により微細化するとともに、はんだ/Cu基板界面に形成されるCu<sub>3</sub>Sn層の成長が抑制されることが分かった。またはんだバンプのシェア試験を行った結果、Ni添加の有無によりはんだバンプの破壊位置に大きな違いがあることが分かり、レーザ加熱によるはんだバンプの信頼性向上に繋がる貴重な成果を得た。

### 3. SnめっきCu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、SnめっきしたマイクロサイズCu粒子を作製し、新規接合プロセスの研究を行った。Cu粒子表面にSnめっきを施すことで300程度でもSnめっきが溶融し、粒子同士が融合するとともにCu粒子と反応し、Cu-Snの金属間化合物化することで、接合層はCuとCu-Snの金属間化合物となり耐熱性の高い接合層が形成できることが分かった。またCu試験片を用いた接合体を作製し、せん断試験を行った結果、十分な接合強度を得られることも明らかにした。今後、接合部の長期信頼性の評価についても研究を行い、低コストなマイクロサイズCu粒子を用いた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昨年度から着手している。今年度は、昨年度、作製方法を確立したCuナノポーラスシートを利用し、接合プロセスの検討を行った。その結果、接合温度や接合時間、加圧力、接合雰囲気は接合強度に及ぼす影響を明らかにすることができ、AuやAgナノポーラスシートと同等の接合が可能であることが分かった。今後、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. 誘導加熱方式を用いたはんだ付プロセスの構築

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多く有機材料が用いられるようになり接合対象部材の耐熱性の問題や、高密度実装が進んでいることから部材の僅かな膨張や変形による不良発生が大きな問題となりつつある。このような問題を解決するため局部加熱が可能な誘導加熱を用いた加熱プロセスの構築にも着手した。今年度は、誘導加熱によるはんだ付の可能性について基礎的検討を行った。その結果、誘導加熱を用いることでSn-3.0Ag-0.5Cuはんだを溶融することが可能であり、適切な加熱条件を選択することで良好なはんだバンプを形成できることが分かった。さらに誘導加熱を用いた場合、一般的な炉を用いた場合に比べて、昇温速度と冷却速度が速いため溶融はんだとパッドとの反応時間が短く、はんだ組織の微細化やはんだ/Cuパッド界面の反応層の形成を抑制できることが分かった。今後、引き続き、接合部の接合強度や長期信頼性について評価していく予定である。

## (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、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）に参画しており、事業内で得られた成果により、今年度、IEC（国際電気標準会議）に日本から2件の標準試験方法が提案されたが、西川准教授が日本代表として本提案のプロジェクトリーダーなり、国際規格の成立まで取り組むこととなっている。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、査読付き学術論文9件（うち欧文誌8件）、査読有り国際会議論文1件、査読なし国際会議論文7件、国際会議招待講演4件、解説・総説2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（J. Alloy. Compd, J. Mater. Sci. -Mater. Electron, Opt. Laser Technol., Adv. Eng. Mater.）に半数以上となる6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、これまでIEC62739-1, IEC62739-2, IEC62739-3の3件が国際規格化され、これら3件のJIS化も今年度、完了した。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）に参画し、新たにIEC/TC91委員会において日本代表として2件の試験方法を提案し、貢献した。また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)」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4,810千円、民間等との共同研究6件23,264千円、受託研究1件15,937千円、奨学寄付金400千円で、外部資金合計は44,411千円となり、継続して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8名、前期課程4名、学部4年生2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。（一社）溶接学会、（一社）スマートプロセス学会、（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：

民間企業との共同研究を継続的に行うとともに、新規の共同研究もスタートしており、H29年度は6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29年度省エネルギー等国際標準開発（国際電気標準分野）事業に参画し、日本の産業界への貢献として、国際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、今年度は日本代表として新たにパワーデバイス実装に関する2件の試験方法を提案した。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、2回にわたり、タイや台湾からの学生を3週間受け入れ、研究指導を行った。また海外欧文誌J. Mater. Sci. -Mater. Electron.のEditorを担当するとともに、複数のエレクトロニクス関連の海外欧文誌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12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 Temperature and Substrate on Shear Strength of the Joints Formed by Sintering of Micro-Sized Ag Particle Paste without Pressure  
J. Mater. Sci. -Mater. Electron., 28, 10 (2017), 7292-7301.  
M.-H. Roh, H. Nishikawa, S. Tsutsumi, N. Nishiwaki, K. Ito, K. Ishikawa, A. Katsuya, N. Kamada and M. Saito
- (2) Brazing Graphite to Aluminum Nitride for Thermal Dissipation Purpose  
Adv. Eng. Mater., 19, 7 (2017), 1-10.  
T.-T. Chou, W.-H. Tuan, H. Nishikawa and B.-J. Weng
- (3) Influence of ENIG Defects on Shear Strength of Pressureless Ag Nanoparticle Sintered Joint under Isothermal Aging  
Microelectronics Reliability, 76-77 (2017), 420-425.  
M.-S. Kim and H. Nishikawa
- (4) Thermal Stability of Low-Temperature Sintered Joint Using Sn-coated Cu Particles during Isothermal Aging at 250 °C  
J. Mater. Sci. -Mater. Electron., 28, 17 (2017), 12606-12616.  
X. Liu, S. Zhou and H. Nishikawa
- (5) Transmission Electron Microscopy Investigation on the Oxidation Behavior of Electroless Ni/immersion Au Surface Finish at 250 °C  
J. Nanosci. Nanotechnol., 17, 11 (2017), 8522-8527.  
M.-S. Kim and H. Nishikawa
- (6) Intermetallic Compound Formation and Mechanical Property of Sn-Cu-xCr/Cu Lead-Free Solder Joint  
J. Alloy. Compd, 728 (2017), 992-1001.  
J. Bang, D.-Y. Yu, Y.-H. Ko, M.-S. Kim, H. Nishikawa and C.-W. Lee
- (7) Characterization of Moderately Halotolerant Selenate- and Tellurite- Reducing Bacteria Isolated from Brackish Areas in Osaka  
Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 82, 1 (2018), 173-181.  
S. Soda, W. Ma, M. Kuroda, H. Nishikawa, Y. Zhang and M. Ike
- (8) Transient Liquid Phase Bonding of Magnesium Alloy AZ31 Using Cu Coatings and Cu Coatings with Sn Interlayers  
Metals, 8, 1 (2018), 1-10.  
A. N. Alhazaa, M. A. Shar, A. M. Atieh and H. Nishikawa
- (9) Laser-assisted Selective Fusing of Thermal Sprayed Ni-based Self-Fluxing Alloys by Using High-Power Diode Lasers  
Opt. Laser Technol., 100 (2018), 317-324.  
E.-J. Chun, M.-S. Kim, H. Nishikawa, C. Park and J. Suh

(2) 国際会議発表論文 (査読あり)

- (1) Development of Die Attachment Technology for Power IC Module by Introducing Indium into Sintered Nano-silver Joint  
Proc. 67th Electronic Components and Technology Conf. (ECTC2017), Florida, USA (2017.5.30-6.2), 1974-1980.  
C.-A. Yang, C. Robert and H. Nishikawa

(3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Effect of Substrate Metallization on the Impact Strength of Sn-Ag-Cu Solder Bumps Fabricated in a Formic Acid Atmosphere  
Proc. 2017 Int. Conf. on Electronics Packaging (ICEP 2017), Yamagata, Japan (2017.4.19-22), 381-385.  
S. Zhou, S. He and H. Nishikawa
- (2) Effect of Isothermal Aging at 250 on Shear Strength of Joints Using Sn-Coated Cu Particle Paste for High-Temperature Application  
Proc. IMPAS Int. Conf. on High Temperature Electronics Network (HiTEN 2017), Cambridge, United Kingdom, 2017, HiTen (2017.7.10-12), 202-206.  
H. Nishikawa, X. Liu and S. He
- (3) The Evaluation of Mechanical Properties of Sn58BiXTi Solder by Tensile Test  
Proc. 18th Int. Conference on Electronic Packaging Technology, Harbin, China (2017.8.16-19), 703-704.  
S. Zhou, X. Liu, O. Mokhtari and H. Nishikawa
- (4) Effect of Bonding Conditioning Conditions on Shear Strength of Joints at 200 Using Sn-coated Cu Particle  
Proc. 18th Int. Conference on Electronic Packaging Technology, Warsaw, Poland (2017.9.10-13), 181:1-181:4.  
H. Nishikawa, X. Liu and S. He
- (5) Impact Strength of Sn-Ag-Cu/Cu Solder Bumps Formed by an Induction Heating Method  
Proc. 12th Int. Microsystems, Packaging, Assembly and Circuits Technology, Taipei, Taiwan (2017.10.25-27), 159-162.  
Y. Zhang, S. He and H. Nishikawa
- (6) Suppression of Void Formation at the Interface in Laser Soldering  
Proc. 12th Int. Microsystems, Packaging, Assembly and Circuits Technology, Taipei, Taiwan (2017.10.25-27), 338-341.  
R. Matsunobu and H. Nishikawa
- (7) Effect of Indium on Deformation of Binary In-Bi Alloys  
Proc. 19th Electronics Packaging Technology Conf., Singapore (2017.12.6-9), 181:1-181:5.  
S. Jin, M.-S. Kim, S. Kanayama and H. Nishikawa

(9) 国際会議講演

- (1) Novel Soldering Process Using Localized Heating Method for Wearable Devices  
International Welding/Joining Conference-Korea2017, Gyeongju, Korea (2017.4.11-14)  
H. Nishikawa

- (2) New Process Using Localized Heating Method for Lead-Free Solders  
The 15th international conference on QiR, Nusa Dua Bali, Indonesia (2017.7.24-27)  
H. Nishikawa, Y. Zhang and N. Iwata
- (3) New Bonding Process Using Maicroscale Particles for Die-Attach in Power Devices  
18th International Union of Materials Research Societies-International Conference in Asia (IUMRS-ICA 2017), Taipei, Taiwan (2017.11.5-9)  
H. Nishikawa
- (4) Recent Trends in Micro-joining Process for Electronics  
Monthly Seminar Talk at Abdullah Institute for Nanotechnology, Riyadh, Saudi Arabia (2017.12.13)  
H. Nishikawa

(11) 解説・総説

- (1) マイクロ接合をめぐる最近の動向 - マイクロ接合研究委員会 -  
溶接学会誌, 86, 5 (2017), 382-392.  
廣瀬 明夫, 福本 信次, 西川 宏, 佐野 智一
- (2) 次世代パワーモジュール実装に向けた高温用鉛フリー接合プロセスの現状  
スマートプロセス学会誌, 7, 1 (2018), 28-31.  
金朧 洙, 西川 宏"

(15) 受賞

- (1) Best Student Paper Award, 3rd Place  
Chinese Institute of Electronics, China (2017.08.17)  
S. Zhou, X. Liu, O. Mokhtari, H. Nishikawa

(16) 規準・規格等の作成

- (1) JIS Z 3285 微細接合用ソルダペースト-微細粉末を使用するソルダペーストの特性試験方法  
JIS  
西川 宏

(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<br>高耐熱接合技術の深掘 | 西川 | 宏 | 4,810 |
|-----|---------------------------------------|----|---|-------|

民間等との共同研究

- |     |                    |    |   |       |
|-----|--------------------|----|---|-------|
| (1) | ナノ粒子を用いた低温接合に関する研究 | 西川 | 宏 | 1,680 |
| (2) | 低温接合技術に関する研究       | 西川 | 宏 | 4,560 |
| (3) | 新規接合材料に関する研究       | 西川 | 宏 | 3,600 |

(4)	金属ポーラスシートを用いたパワーデバイス 接合技術の研究	西川	宏	5,400
(5)	金属粒子を用いた低温焼結型微細接合技術の 確立	西川	宏	2,160
(6)	高信頼ダイボンディング接合技術の開発と 評価に関する研究	西川	宏	5,864

#### 受託研究

(1)	パワーデバイス実装に関する国際標準化	西川	宏	15,937
-----	--------------------	----	---	--------

#### 奨学寄付金

(1)		西川	宏	400
-----	--	----	---	-----

### 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	構造・材料力学
(4)	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
(5)	全学共通教育	先端教養科目
(6)	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, Xiangdong Liu	Novel bonding process using surface-modified microscale Cu particles for high-temperature elec- tronic packaging
-----	--------------------------------	--

#### (3) 博士論文 (副査)

(1)	知能・機能創成工学専攻, 門口卓矢	環境対応車用パワーモジュールにおける Cu/Ni めっ き/Sn-Cu 系はんだ接合部のエレクトロマイグレー ションと高耐熱化の研究
-----	-------------------	--

#### 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27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) 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                  |
| (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 電子デバイス実装研究委員会 幹事          |
| (5)  | (一社) スマートプロセス学会   | 編集委員会 委員                                 |
| (6)  | (一社) 電子情報技術産業協会   | IEC/TC91国内委員会 委員                         |
| (7)  | (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                |
| (8)  | (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                  |
| (9)  | (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                   |
| (10) | (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                       |
| (11) | (一社) 溶接学会         | マイクロ接合研究委員会幹事                            |
| (12) | (一社) 溶接学会         | 全国大会運営委員会 委員                             |
| (13) | (一社) 溶接学会         | 第24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 |
| (14) | (一社) 溶接学会         | 編集委員会 委員                                 |
| (15) | (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) | ICEP2017  | 論文委員                             |
| (3) | The Third International Conference on the Science and Engineering of Materials (ICoSEM2017) | International Advisory Committee |

- (4) TMS2018 147th Annual Meeting & Exhibition Program Organizers
- (5) ICEP2018 Technical Program Committee Members
- (6) Electronics System-Integration Technology Conference (ESTC2018) Technical Program Committee
- (7) 4th International Conference Welding and Failure analysis of Engineering Materials (WAFM-2018) International Advisory Board
- (8) 4th International Conference on Nanojoining and Microjoining (NMJ2018) Organizing committee

(6) 外国人招へい研究員・研究留学生

- (1) 研究生 : ZHOU LAIZOU エレクトロニクスパッケージングにおける新たなマイクロ接合技術の確立
- (2) 研究生 : JIN Zhi エレクトロニクス実装分野での新たなマイクロ接合技術の確立

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成29年度共同研究員と研究テーマ

氏名 : 西川 宏

- (1) 早稲田大学 ナノ ライフ 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  
 創新研究機構
- (2) 大阪大学 大学院 工学研究科 大田 賢吾 ナノマテリアルを用いたスマート接合プロセス
- (3) 大阪大学 大学院 工学研究科 森 健太郎 ナノマテリアルを用いたスマート接合プロセス  
 環境 エネルギー工学専攻
- (4) 大阪大学 大学院 工学研究科 馬形さやか ナノマテリアルを用いたスマート接合プロセス  
 環境 エネルギー工学専攻
- (5) 大阪大学 大学院 工学研究科 黒田 真史 ナノマテリアルを用いたスマート接合プロセス  
 環境 エネルギー工学専攻
- (6) 大阪大学 大学院 工学研究科 南川 泰輝 ナノマテリアルを用いたスマート接合プロセス  
 環境 エネルギー工学専攻
- (7) 大阪大学 大学院 工学研究科 畠中 玄彦 ナノマテリアルを用いたスマート接合プロセス  
 環境 エネルギー工学専攻
- (8) 大阪大学 松嶋 道也 鉛フリーはんだ接合界面微細組織解析およびその特性評価

- |      |                           |       |                              |
|------|---------------------------|-------|------------------------------|
| (9)  | 大阪大学 工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 多谷本真聡 | 鉛フリーはんだ接合界面微細組織解析およびその特性評価   |
| (10) | 群馬大学 大学院理工学府<br>知能機械創製部門  | 井上 雅博 | 各種導電フィラーを利用した導電性接着剤による微細接合技術 |
| (11) | 大阪大学 大学院<br>工学研究科         | 渡邊 佑人 | 新奇高温用接合プロセスの開発               |
| (12) | 大阪大学 大学院<br>工学研究科         | 福本 信次 | 新奇高温用接合プロセスの開発               |

(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	1
-----	-----	---



## スマートプロセス研究センター ライフィノベーション材料プロセス学分野

### 4.1 研究概要

本研究分野は、ライフィノベーション（生活革新）に資する材料ならびにその加工プロセス技術の開発により、先進プロセス科学の観点から高福祉サステイナブル社会の実現に寄与することを目指している。人に優しい動力伝達機能を有し次世代リハビリロボットに応用可能な粘弾性接合材料をはじめとして、ライフィノベーションに貢献する材料開発を行う。また、多様な接合形態制御を高度化するためのプロセス開拓を行う。特に、ナノ粒子を含む微粒子の表面あるいは界面の特異性、ならびに微粒子集合体の動的な外部刺激応答性等に着目し、それらの高次構造制御と機能発現についての基盤研究を進める。

### 4.2 研究課題

1. 可逆な粘弾性接合技術の開発
2. 微粒子アセンブリ技術の高度化
3. 自己組織化合成プロセスの開発
4. ソフト接合プロセスの開発

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. 可逆な粘弾性接合技術の開発

人の間接の動きを模倣できるような粘弾性接合材料の創製、ならびに可逆な粘弾性接合技術の開発を目指している。次世代の感触表示デバイス（ハプティクインターフェース）、人間共存型ロボット、リハビリロボットなどへの応用を想定している。材料特性として、室温下で等温可逆的に且つメカトロニクスに適用できるような速い応答速度で（ $< 10\text{ms}$ ）、粘弾性（レオロジー）の変化が求められる。この粘弾性接合材料として、動的なレオロジー挙動を発現する微粒子分散系の材料開発を進めている。

具体的には、磁性微粒子の液中分散系に着目し、磁場強度に応じてレオロジー特性がニュートン流動（ゾル）からビンガム塑性流動（ゲル）まで変化する材料、すなわち磁気粘性流体（MR 流体）の開発を行っている。一般の MR 流体は、潤滑オイル中に約 $10\mu\text{m}$ 径の磁性粒子を分散させた非コロイド溶液である。それゆえ、粒子沈降による特性劣化や長期信頼性等が問題となっている。そこで本研究では、粒子沈降がほとんど無視できる微粒子分散系（コロイド）の MR 流体の開発を進めている。

本年度はマグネタイト（ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ）をモデル磁性微粒子として、粒子サイズが磁気粘性効果（MR 効果）に及ぼす影響について明らかにした。粒子サイズが $10\text{nm}$ の場合（磁性流体に使用されているサイズ）、MR 効果はほとんど生じない。これは熱揺らぎ（ブラウン運動）の影響が無視できないためである。一方、 $100\text{nm}$ 以上では磁気双極子相互作用の影響が強くなり結果として MR 効果が発現する。例えば、平均粒子径 $550\text{nm}$ の球状  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 粒子では、そのコロイド分散系に降伏応力が約 $2000\text{Pa}$ （at  $0.2\text{T}$ ,  $300\text{K}$ ）の MR 効果が観察された。今後は MR 効果に及ぼす磁性粒子の形状効果などを調べる予定である。

## 2. 微粒子アセンブリ技術の高度化

省資源・省エネルギー材料加工プロセス技術の観点から、ナノ粒子を含む微粒子プロセスの研究開発が広く行われている。本研究では、微粒子の表面エネルギー等の活用だけでなく、微粒子集合体の動的な外部刺激応答性にも着目することにより、2次元、3次元の形状に微粒子を集積する技術開発を進めている。

具体的には、微粒子の液中分散系であるコロイドの外部刺激応答性を利用して、ダイレクト・コロイド・ライティング(DCW)によるマイクロ構造体の3Dプリント技術の開発を進めている。コロイド中の微粒子間相互作用力の制御により、可逆なゾルーゲル転移を誘発し、マイクロノズルからの連続的な押し出しを3次元的に操作することによって、直接的に微粒子の集積した立体マイクロ構造体を形成するものである。これまでにCNT、グラフェン、金属酸化物ナノ粒子のマイクロ構造体の形成に成功している。

本年度は、異なる溶媒中でコロイド溶媒を除去させることによりゾルーゲル転移を誘発し、DCWによるマイクロ構造体の作製を行った。この方法の特徴として、コイルなどのマイクロ螺旋構造体が容易に得られること、除去速度の制御により多孔体や中空構造体も作製できることが挙げられる。また、気液界面でコロイド溶媒を除去させた場合、マランゴニ効果によって自発的に微粒子が集積した薄膜が得られることも見出している。今後はさらに材料加工プロセスとしての可能性を追求して行く予定である。

また、ライフイノベーションに資する材料加工プロセス技術開発の一環として、コロイドプロセスによるエネルギーデバイスや環境センサーへの展開も進めた。具体的には、佐藤和好先生(群馬大学)と固体酸化物形燃料電池(SOFC)について、橋新剛先生(熊本大学)と化学センサーについての共同研究を進めた。

## 3. 自己組織化合成プロセスの開発

持続可能な社会の実現に向けたロードマップ(溶接学会)の中で、ジョイントフリー・インテグレーション技術が提示されており、その中の一つに「自己組織化接合」が示されている。自己組織化とは、自発的に秩序構造を作り出す現象のことであり、その材料・プロセスへの応用は省資源・省エネルギーにつながる。本研究では、ナノ構造形成過程における自己組織化プロセスを独自に見出すとともに、その特徴とメカニズムを明らかにし、得られた知見から「自己組織化接合」への展開を進める。

本年度は、金属酸化物ナノ粒子が結晶方位を揃えて自己組織的に接合・集積した階層構造体の作製を試みた。この方法は溶解度差に基づいて、金属水酸化物から金属酸化物へと物質変換が生じる非平衡過程を利用する。溶質過飽和比が構造体及ぼす影響について調べ、比較的大きな過飽和比の場合に階層構造化が生じることを明らかにした。さらに、磁性ナノ粒子からなる階層構造体の合成にも成功した。

このような階層構造体はメソクリスタルと呼ばれている。メソクリスタルにはナノ粒子単体では見られないユニークな機能発現が期待されている。自然界にも多くのメソクリスタルが存在しているが、未だそのメカニズムは明らかにされていない。一般に界面活性剤などの有機添加剤が必要とされているが、本方法では一切使用していない。今後は、本合成法のシンプルさを活用して、メソクリスタルの形成機構を解明するとともに、メソクリスタルのライフイノベーション分野への応用を検討する予定である。また、その他の自己組織化合成プロセスの開発について、鈴木義和先生

(筑波大学)、名嘉節先生(物質材料研究機構)らとの共同研究を進めた。

### 3. ソフト接合プロセスの開発

循環型社会の環境調和型接合技術として、生体膜、生体分子などの柔らかい物質(ソフトマテリアル)への接合プロセス、接着剤等を使わずに接着と分離を繰り返す接合技術などの検討を始めた。

本年度は、ソフトマテリアルの柔軟な機能を損なわないような低温接合プロセスの開発に取り組んだ。現在までのところ、異相界面を利用することにより低温で金属ナノ粒子を固定化することに成功している。多糖類と金属ナノ粒子を用いたモデル実験では、金属ナノ粒子の局在表面増強ラマン散乱によって多糖類分子のラマンスペクトルのみが得られており、このソフトプロセスによる多糖類分子への影響はほとんど無視できると示唆された。今後は他のソフトマテリアルとの適合性、各種ソフトマテリアルの表面エネルギーとの関連性等を調べていく予定である。

#### (2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、ライフイノベーション(生活革新)に資する材料ならびにその加工プロセス技術に関する研究開発を行うことを目的として、本年度7月よりスタートした。

この目的に対し4つの研究課題を設定し、研究開発を進めている。特に、ナノ粒子を含む微粒子の表面あるいは界面の特異性、ならびに微粒子集合体の動的な外部刺激応答性等に着目し、それらの高次構造制御と機能発現についての基盤研究を行っている。4つの研究課題については一部研究成果が出始めている段階である。今後はそれらを積極的に社会に発信していく予定である。

外部資金については、科学研究費助成事業(科学研究費補助金)基盤研究(B)、並びに民間との共同研究による研究経費(1件、昨年度から二年間)を受けた。

#### 4. 4 教育に対する自己評価

本研究所が実施している共通教育機構の授業を担当し(1コマ分)、本年度は「基礎セミナー」と「先端教養科目」をそれぞれ行った。

#### 4. 5 社会貢献に対する自己評価

本研究分野では、以下を通して社会貢献を行っている。

##### 1. 国内外での学会等活動

(一社)スマートプロセス学会 Best Review 賞審査委員会委員、日本フルードパワーシステム学会 機能性流体テクノロジーの次世代FPSへの展開に関する研究委員会外部委員

##### 2. 産学連携

平成29年度は、企業との共同研究(1件)を通して、産学連携を推進した。

##### 3. 国際貢献

次年度開催されるCIMTEC 2018 Symposium CBにおいて、International advisory board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29年度に本分野では、一般課題として5名(内大学院生1名)であり、それぞれ活発な共同研究を進めた。研究成果として、査読付学術論文1件、国際会議発表3件、国内学会発表3件を行った。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Spherical Porous Granules in  $\text{MgOFe}_2\text{O}_3\text{Nb}_2\text{O}_5$  System: In Situ Observation of Formation Behavior Using High-Temperature Confocal Laser-Scanning Microscopy  
J. Eur. Ceram. Soc., 37, 16 (2017), 5339-5345.  
Y. Suzuki, H. Abe, H. Yamamoto, K. Ito, H. Inoue and M. Nakamura

##### (7) 国際会議発表

- (1) Synthesis of Colloidal Magnetorheological Fluid for Passive Haptic Interface  
Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technology (CICMT2017), Nara, Japan (2017.4.19-21)  
H. Abe
- (2) Magnetorheological Nano-Fluids as Soft Joining Materials for Soft Robotics  
70th IAW Annual Assembly and Int. Conf., Shanghai, China (2017.6.25-30)  
H. Abe
- (3) Colloidal Approach for Nano-structured LSCF/GDC Cathode of Solid Oxide Fuel Cells  
EMN 3CG & Metallic Glass Meeting, Berlin (2017.8.7-10)  
C. Iwata, K. Sato, H. Abe and N. Kannari
- (4) Growth of Oxide Nanocrystals and Nano-Composites for Energy Applications  
EMN 3CG & Metallic Glass Meeting, Berlin (2017.8.7-10)  
K. Sato, N. Kannari and H. Abe
- (5) Synthesis of Spherical Magnetic Nanoclusters and Their Magnetorheological Effect  
Int. Conf. on Materials and Systems for Sustainability 2017 (ICMaSS2017) in conjunction with  
2nd Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher  
Development (iLIM-2), Nagoya, Japan (2017.9.29-10.2)  
H. Abe, K. Sato, Y. Suzuki and T. Naka

##### (8) 国内学会発表

- (1) LSCF/GDC ナノ構造 SOFC カソードの作製とその酸素還元特性  
日本セラミックス協会 第30回秋季シンポジウム, 兵庫 (2017.9.19-21)  
岩田 千鶴, 佐藤 和好, 阿部 浩也
- (2) 水中分散  $\text{HfO}_2$  ナノ結晶の水熱合成  
日本セラミックス協会 第30回秋季シンポジウム, 兵庫 (2017.9.19-21)  
佐藤 和好, 神成 尚克, 阿部 浩也
- (3) LSCF/GDC ナノ構造 SOFC カソードの酸素還元特性  
日本セラミックス協会 2018年会, 仙台 (2018.3.15-17)  
佐藤 和好, 岩田 千鶴, 阿部 浩也

(9) 国際会議講演

- (1) Synthesis and Characterizations of Colloidal Magnetorheological Fluid for Soft-Robotics  
Workshop on Advanced Inorganic Materials (WAIM 2017), Shanghai, China (2017.10.19-21)  
H. Abe

(10) 国内会議講演

- (1) ナノ粒子分散系の刺激応答化とソフトな材料開発  
セラミックスナノ材料、インテグレーション研究会, 大阪 (2018.2.5)  
阿部 浩也

(13) 特許出願・登録

- (1) 磁性粒子及びその製造方法  
特願2017-172761  
阿部 浩也, 他 1 名

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |         |   |       |       |
|-----|---------|---|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(B) | 磁性ナノクラスター流体のレオロジカルな刺激応答化とソフト・ロボティクスへの展開 | 阿部 浩也 | 5,720 |
|-----|---------|---|-------|-------|

4.8 教育

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 |
| (2) | 全学共通教育 | 基礎セミナー |

4.9 社会貢献

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 |
| (2) | 日本フルードパワーシステム学会<br>機能性流体テクノロジーの次世代<br>FPS への展開に関する研究委員会 | 外部委員                  |

(2) 国際会議委員

- (1) CIMTEC 2018 Symposium CB                      International advisory board

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成29年度共同研究員と研究テーマ

氏名：阿部 浩也

- |     |                        |       |                         |
|-----|------------------------|-------|-------------------------|
| (1) | 群馬大学 大学院理工学府           | 岩田 千鶴 | ナノ構造化による三相界面の増大とエネルギー変換 |
| (2) | 群馬大学 大学院理工学府           | 佐藤 和好 | ナノ構造化による三相界面の増大とエネルギー変換 |
| (3) | 熊本大学<br>大学院先端科学研究部     | 橋新 剛  | 固気界面のナノ構造制御とガスセンシング機能   |
| (4) | 筑波大学 数理物質系             | 鈴木 義和 | 自己組織化に基づくスマート接合プロセスの開発  |
| (5) | 物質 材料研究機構<br>機能性材料研究拠点 | 名嘉 節  | 有機無機ハイブリッド接合系の構造制御とその特性 |

(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                      1

## 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3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、さらにナノ粒子を利用した新しい手法などによる接合継手、焼結体、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等と多岐にわたり、ピンポイントの試料作成、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、FIB・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。

導体層を仲立ちとしてガラス同士の陽極接合を行うとき、導体層は両側のガラスから供給される酸素イオンによる酸化を受ける。接合界面に未酸化のまま残る導体層の量は最初に施す導体層の厚さ、接合条件によって変化するガラスからの酸素イオンの供給量によって変わり、それに伴って接合界面の光透過性、導電性などの性質も変化すると思われる。このことを利用して接合界面に導通性を持つ部分と絶縁性の部分を作り分けられれば、ガラス同士の陽極接合界面に電流の経路を作って、その経路を通じて陽極接合で封止した電気素子に外部から電気回路を接続するような応用が可能になると考えられる。そこで、そのような接合界面の実現を目指して次のような研究を行った。

#### ・ガラス同士の陽極接合界面を仲立ちするアルミニウム層の電気抵抗の制御

28年度のチタン層を仲立ちとした接合の実験に引き続いて、アルミニウム層を用いた接合の実験を行った。接合面にアルミニウム層を製膜したソーダライムガラス板に同材のガラス板を重ね合わせ、アルミニウム層を陽極、両側のガラス板を陰極として電圧を印加して得た陽極接合継手界面に残ったアルミニウム層の電気抵抗の、最初に製膜したアルミニウム層の厚さ、接合時の電圧印加時

間による変化を観察した。薄い導体層を仲立ちとした継手では、接合電圧の印加時間を延ばすとともにアルミニウム層の電気抵抗は増加し、長時間の電圧印加を施した継手では用いた測定器の計測限界を超えた高抵抗となった。導体層を厚くした継手でも接合中の電圧印加時間とともに抵抗は増加したがその割合は小さく、長時間の電圧印加を行っても高抵抗の継手は得られなかった。継手界面の光透過率はいずれの継手でも電気抵抗と良い相関を示した。接合界面の微細組織観察によって、高抵抗となった接合界面ではほぼすべてのアルミニウム層が接合中に酸化されており、導電性が残った界面には未酸化のアルミニウムが層状に残っているのが観察された。これらの結果から、接合中にガラスから供給される酸素によって酸化される導体層の割合を制御することで、接合後の界面の導電性を制御できることが明らかになった。

・ガラス同士の陽極接合において、仲立ちとなる導体層を両側のガラスの接合面に施してこれを行う手法の探索

ガラス同士を陽極接合する場合、通常、仲立ちとなる導体層は片側のガラス板の接合面のみで形成する。両側の接合面に導体層を施した場合、それぞれのガラス板とその上に施した導体層の界面は陽極接合されるものの、重ね合わされた導体層同士の界面は接合されないため全体の接合が完了しない。しかし、両側の接合面に導体層を置くことができれば、接合界面に導体層が残存した部分とすべての導体層が酸化された部分が共存するような継手をより容易に作成できるようになると考えられる。そこで、そのような接合を可能とする手法を検討した。両側のガラス板に施す導体層の片方を十分に薄くすれば、接合中にまず薄い導体層がすべて酸化され、その後形成された酸化物層と反対側の導体層の界面が陽極接合されるのではないかと考え、この仮説の検証のために、両側のガラスに施す導体層の厚さの組合せと接合電圧の印加時間を系統的に変化させての接合を試みた。仲立ちとなる導体層にはアルミニウムを用いた。その結果、薄い導体層と厚い導体層の組み合わせでは長時間の電圧印加を行うことで健全な継手が得られ、両側のガラスに導体層を施してのガラス同士の陽極接合が可能であることが明らかになった。同じ組み合わせで電圧印加時間を短くした場合、また厚い導体層同士の組み合わせでは、両側のガラスの接合面に未酸化の導体層が残存し接合が完了しなかった。また、薄い導体層同士の組合せでは、長時間の電圧印加を行っても部分的に未接合部が残った。これは、両側の導体層の酸化がほぼ同時に完了するため、一方の酸化物層と反対側の導体層が接合されるのに十分な時間がないためと考えられた。

## (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。そこで本年度も引き続き TEM 試料作成・観察技術の向上に努めつつ多くの観察を行い、また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在所内分野、学内講座および学外研究機関へデータを提供し、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 5 件、また国内学会・国際会議での多数の講演・論文が発表された。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。

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、今後も新しい TEM 試料作成技術や組織解析手法の取得・開発に努める。また、TEM 試料作成にとどまらない微細加工手段としての FIB の可能性に注目し、これを用いた新たな研究手法を提案していく。

## 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（2011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、現在は極厚板に対する高効率な溶接技術として注目されるデジタル波形制御の大入熱サブマージアーク溶接の研究を基礎現象の解明から実施している。

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も推進している。

研究開発を国際的な観点で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を2016年10月より開始している。

### 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。本年度は異種材のアルミ合金を対象として、リアルタイムシームトラッキング方式のレーザー・アークハイブリッド溶接により板厚8mmの突合せ自動溶接技術を確立した。溶接長さ5mの構造体内部へのスパッタを極少とし、ブローホールを防止した安定な裏波溶接を実現した。

##### 2. 高効率 SAW 技術

SAW（サブマージアーク溶接）は厚板の溶接に適した溶接方法として、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）との共同研究では、溶込み形状を予測するシミュレーションモデルを完成させた。

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する現

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を完成させた。

次年度も IITH および田中研との共同研究を推進し、シミュレーション技術を高度化する予定である。

### 3. 三次元造形肉盛溶接技術

本年度は、耐磨耗性能が要求される三次元形状の肉盛溶接を対象に、LMD (Laser Metal Deposition) 法による実験を実施し、硬さ500HV 以上の低希釈の肉盛溶接試験体を製作した。

次年度は、超硬合金などの難接合材料に対して、Ni 合金を中間材として接合する技術の開発を実施する。

### 4. ナノ微粒子溶射技術の開発

100 nm<sup>2</sup>10 μm オーダー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による選定、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、これまでに開発した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のモデルをフレーム溶射に適用し、同様にきわめて高い精度で表現することができた。さらに新しい形状の溶射ノズルを開発し、より高温を維持したまま遠くまで粒子を飛翔させ、溶射距離を長くすることによるワークへの熱影響の低減に成功した。

次年度は非金属材料の直接焼結による超緻密質の膜を量産レベルで施工可能とするための研究開発を行う。

## (2) 研究に対する自己評価

本年度の研究成果は、2 件の査読付き学術論文、2 件の国際会議発表、9 件の国内学会発表、1 件の解説・総説である。溶接構造シンポジウム2017では、佐々木招へい研究員がシンポジウム賞を受賞している。

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。また、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

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Simulation of Flux Melting Process during a SAW by DEM-ISPH Hybrid Method  
溶接学会論文集, 35, 2 (2017), 38s-41s.  
H. Komen, M. Shigeta, M. Tanaka, M. Nakatani and Y. Abe

##### (5) 国内会議発表論文 (査読なし)

- (1) 9Cr-1Mo-V 鋼製プロセス機器における SAW 溶接部の機械的性質に及ぼす溶接後熱処理条件の影響  
溶接構造シンポジウム2017講演論文集, 大阪, 日本 (2017.12.5-6), 547-550.  
田中 智大, 安部 正光, 中谷 光良, 寺崎 秀紀
- (2) 狭開先レーザー多層溶接における変形解析  
溶接構造シンポジウム2017講演論文集, 大阪, 日本 (2017.12.5-6), 79-82.  
夏目 糧平, 山崎 洋輔, 中谷 光良, 河原 充, 柴原 正和
- (3) 大型円筒構造物の溶接変形に及ぼす拘束冶具および溶接順序の影響の検討  
溶接構造シンポジウム2017講演論文集, 大阪, 日本 (2017.12.5-6), 83-86.  
小田 和生, 中谷 光良, 谷 和彦, 山田 順也, 河原 充, 柴原 正和
- (4) 表面機械加工による残留応力の発生と開放が形状に及ぼす影響の検討  
溶接構造シンポジウム2017講演論文集, 大阪, 日本 (2017.12.5-6), 361-364.  
Tu Siyang, 谷 和彦, 成山 達也, 一地 剛志, 中谷 光良
- (5) パイプ溶接部のビード形状計測技術の開発  
溶接構造シンポジウム2017講演論文集, 大阪, 日本 (2017.12.5-6), 189-192.  
阿部 洋平, 中谷 光良, 足達 昌彦, 谷 和彦, 湯藤 尚人
- (6) 多軸パイプ構造物の溶接継手設計と切断 CAM システム  
溶接構造シンポジウム2017講演論文集, 大阪, 日本 (2017.12.5-6), 113-116.  
佐々木 要輔, 湯藤 尚人, 永井 昭弘, 谷 和彦, 上山 尚, 阿部 洋平, 中谷 光良

##### (7) 国際会議発表

- (1) Numerical Simulation of Flux Melting Process during Submerged Arc Welding Using DEM-  
ISPH Hybrid Method  
70th IIW Annual Assembly and Int. Conf., Shanghai, China (2017.6.25-30)  
H. Komen, M. Shigeta, M. Tanaka, M. Nakatani and Y. Abe
- (2) Numerical Simulation of Weld Pool Formation and Slag Forming Processes during Submerged  
Arc Welding Using DEM and ISPH Method  
IIW Commissions I, IV, XII/SG 212 Joint intermediate meeting, Slovenia (2018.3.12-13)  
H. Komen, M. Shigeta, M. Tanaka, M. Nakatani and Y. Abe

##### (11) 解説・総説

- (1) デジタルホログラフィによる変位・ひずみ分布計測装置  
非破壊検査, 66, 1 (2017), 29-37.  
藤垣 元治, 中谷 光良, 北側 彰一, 生駒 昇, 玉井 博貴, 目黒 栄, 村田 頼信, 森本 吉春

- (2) 次世代超大型望遠鏡の構造とその製造方法  
生産と技術, 69, 3 (2017), 79-84.  
中谷 光良, 阿部 洋平, 成山 達也, 谷 和彦, 永井 昭弘, 湯藤 尚人, 辻 丈彰

(15) 受 賞

- (1) シンポジウム論文賞  
大阪大学 接合科学研究所 (2017.12.05)  
中谷 光良, 佐々木 要輔, 阿部 洋平

## 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物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確立

- (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. 従来表面改質技術とレーザ技術との複合化

#### 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. 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

##### モルテンプー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得られた皮膜の耐摩耗性の検討を行った。SS400材上にステライト No.6を成膜し、金属間摩耗試験機を用いて摩耗量を測定した。その結果、PTA（粉体プラズマ溶接法）で作成した試料に比べて摩耗による減量が約35%少ないことが分かった。組織観察の比較から、レーザクラッティング皮膜の方は樹枝状組織が細かく、硬い複炭化物が分散した構造となっていることが分かった。

レーザクラッティングの実用化のためには、より高速に成膜を行うことでコストを下げる必要がある。そのために、従来の円形ビームのまま出力を増加させるだけでは高品質な平坦皮膜を得ることが困難と考えられるため、従来の円形ビームから成形平坦ビームによる大面積高速レーザクラッティング法の開発研究を開始した。ビーム成形にはDOE（回折光学素子）を用いて様々なビームプロファイルを作成することを考えて設計を行った。

## 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ー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ー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ークラディングでは、レーザーによって形成されたモルテンプールにレーザー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、レーザーを周囲から集光して粉末を直接にレーザー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。

本年度は、大型放射光施設 SPring 8 の高輝度放射光を用いて、ステライト皮膜形成過程の透過観察を行った。ステライト No.21 にタングステン粉末を 10% 混入して溶融部の流体挙動を可視化した。その結果、トレーサとして含有させたタングステン粒子は溶融池内で大きく対流することなく、その場で固着されていることが確認されたことから、溶融地の形成は極めて小さいことが分かった。

さらに、昨年開発した青色半導体レーザーコーティング装置により、純銅の皮膜形成に成功した。

これまでの基礎研究の成果を SLM (Selective Laser Melting) 法への応用し、Ti 造形においてスパッタを低減させることに成功した。

## (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ー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

半導体レーザーは既存レーザー中では最も電気 - 光変換効率が高く、コストパフォーマンスの高いレーザーであり、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。半導体レーザー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ー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、青色半導体レーザー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、レーザー加工学会、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。国外ではレーザー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ー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ー加工技術者講

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13件の発表を行い、合計3件の表彰を受賞した。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、LIM 2017で2件、ICALEO 2017で5件、Photonics West 2018において3件の発表を行った。

これらの成果をまとめて4件の査読付き論文が掲載された。

溶接学会「高エネルギービーム加工研究委員会」委員、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た。

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

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Suppression of Dilution in Ni-Cr-Si-B Alloy Cladding Layer by Controlling Diode Laser Beam Profile  
Opt. Laser Technol., 99 (2017), 326-332.  
D. Tanigawa, Y. Funada, N. Abe, M. Tsukamoto, Y. Hayashi, H. Yamazaki, Y. Tatsumi and M. Yoneyama
- (2) Thermal Effect on CFRP Ablation with a 100-W Class Pulse Fiber Laser Using a PCF Amplifier  
Appl. Surf. Sci., 417 (2017), 250-255.  
Y. Sato, M. Tsukamoto, F. Matsuoka, T. Ohkubo and N. Abe
- (3) The Effect of Particle Size on the Heat Affected Zone during Laser Cladding of Ni-Cr-Si-B Alloy on C45 Carbon Steel  
Opt. Lasers Eng., 101 (2018), 23-27.  
D. Tanigawa, N. Abe, M. Tsukamoto, Y. Hayashi, H. Yamazaki, Y. Tatsumi and M. Yoneyama
- (4) Perheat Effect on Titanium Plate Fabricated by Sputter-Free Selective Laser Melting in Vacuum  
Appl. Phys. A (2018)  
Y. Sato, M. Tsukamoto, T. Shobu, Y. Yamashita, S. Yamagata, T. Nishi, R. Higashino, T. Ohkubo, H. Nakano and N. Abe

##### (3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Blue Direct Diode Laser Induced Pure Copper Layer Formation on Stainless Steel Plate for Reduction of Heat Affected Zone  
, Nurnich Germany (2017.6.26-29)  
M. Sengoku, M. Tsukamoto, K. Asano, Y. Sato, R. Higashino, Y. Funada, M. Yoshida and N. Abe
- (2) Effect of Baseplate Temperature on Molten Titanium Particle for Development of Sputter-Less SLM  
, Nurnich Germany (2017.6.26-29)  
Y. Sato, M. Tsukamoto, T. Shobu, Y. Yamashita, S. Yamagata, R. Higashino, S. Masuno and N. Abe
- (3) Copper Film Formation on Metal Surfaces with 100W Blue Direct Diode Laser System  
Proc of ICALEO2017, Atlanta, GA USA (2017.10.22-26), paper#501.  
K. Asano, M. Tsukamoto, N. Abe, Y. Sato, R. Higashino, Y. Funada, Y. Sakon, M. Sengoku and M. Yoshida
- (4) Effect of Baseplate Temperature on Sputter-Generation for Development of SLM in Vacuum  
Proc of ICALEO2017, Atlanta, GA USA (2017.10.22-26), paper#1102.  
S. Yamagata, M. Tsukamoto, Y. Sato, S. Masuno, R. Higashino, N. Abe, T. Nishi, H. Nakano and Y. Yamashita

- (5) Effect of Laser Wavelength from Blue to IR on Pure Copper Film Formation by Laser Cladding  
Proc of ICALEO2017 paper, Atlanta, GA USA (2017.10.22-26), paper#P142.  
R. Higashino, M. Tsukamoto, Y. Sato, N. Abe, K. Asano and Y. Funada
- (6) Experimental Analysis on Melting and Solidification Process of Titanium with Synchrotron X-Ray for Development of Sputter-Less SLM  
Proc of ICALEO2017, Atlanta, GA USA (2017.10.22-26), paper#102.  
Y. Sato, M. Tsukamoto, S. Yamagata, R. Higashino, N. Abe, T. Shobu, T. Nishi, H. Nakano, Y. Yamashita and T. Ohkubo
- (7) Experimental Investigation on Temperature Distribution of Molten Pool for Copper with Blue Direct Diode Laser Cladding  
Proc of ICALEO2017, Atlanta, GA USA (2017.10.22-26), paper#P119.  
M. Sengoku, M. Tsukamoto, Y. Sato, N. Abe, K. Asano, R. Higashino, Y. Funada and M. Yoshida
- (8) Development of Laser Metal Deposition Technology with IR and Blue Diode Lasers , San Francisco (2018.1.27-2.1)  
M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, K. Asano, Y. Funada, K. Asuka, Y. Sakon, T. Tojo and N. Abe
- (9) In-situ X-Ray Observation of Molten Pool Dynamics While Laser Cladding with Blue Direct Diode Laser  
Proc. SPIE 10523 Laser 3D Manufacturing V, San Francisco (2018.1.27-2.1), 105231A.  
R. Higashino, M. Tsukamoto, Y. Sato, N. Abe, T. Shobu, Y. Funada, Y. Yamashita, Y. Sakon, M. Sengoku and M. Yoshida
- (10) Synchrotron X-Ray Induced Real Time Observations of Cobaltchromium Alloy Layer Formation by Micro Laser Cladding  
SPIE Laser 3D Manufacturing V, San Francisco (2018.1.27-2.1), 10523M.  
Y. Sato, M. Tsukamoto, T. Shobu, R. Higashino, Y. Funada, Y. Yamashita, Y. Sakon and N. Abe

(8) 国内学会発表

- (1) 真空レーザ積層造形法を用いたチタンの造形とチタン溶融挙動観察  
第87回レーザ加工学会講演会, 東京 (2017.4.4-5)  
佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 山下 順広, 菖蒲 敬久, 東野 律子, 山縣 秀人, 阿部 信行
- (2) 青色半導体レーザを用いた SUS 基板上への純銅皮膜形成と熱影響層の評価  
第87回レーザ加工学会講演会, 東京 (2017.4.4-5)  
仙石 正則, 塚本 雅裕, 浅野 孝平, 佐藤 雄二, 東野 律子, 舟田 義則, 吉田 実, 阿部 信行
- (3) マルチビーム加工ヘッドを用いたレーザクラディング法の開発と高輝度 X 線による皮膜成過程の実時間測定  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 菖蒲 敬久, 舟田 義則, 山下 順広, 左今 佑, 東野 律子, 阿部 信行
- (4) レーザ積層造形法を用いた Ti 造形におけるスパッタ低減のための溶融凝固挙動の観察  
(一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
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, 西 貴哉, 山下 順広, 中野 人志, 阿部 信行

- (5) 原料粉末の同軸噴射による非溶融池型レーザクラディング  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 舟田 義則, 山下 順広, 塚本 雅裕, 阿部 信行, 佐藤 雄二, 左今 佑, 牧野嶋 和貴
- (6) 直噴型レーザクラディング装置を用いた SUS 基盤表面への純銅皮膜形成と熱影響層の評価  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 原 隆裕, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 東野 律子, 仙石 正則, 舟田 義則, 吉田 実, 阿部 信行
- (7) スパッタレスレーザ金属積層造形を用いた純チタンの積層造形と金属組織の評価  
 第88回レーザ加工学会講演会, 大阪 (2017.10.12-13)  
 西 貴哉, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 東野 律子, 山縣 秀人, 中野 人志, 阿部 信行
- (8) 2波長重畳型レーザーコーティング装置によるアルミニウム基板合金への純銅皮膜形成  
 一般社団法人レーザー学会学術講演会第38回年次大会, 京都 (2018.1.24-26)  
 仙石 正則, 塚本 雅裕, 浅野 孝平, 佐藤 雄二, 東野 律子, 舟田 義則, 吉田 実, 阿部 信行
- (9) スパッタレス SLM を用いた Ti 合金の積層造形と機械的特性評価  
 一般社団法人レーザー学会学術講演会第38回年次大会, 京都 (2018.1.24-26)  
 山縣 秀人, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 升野 振一郎, 東野 律子, 西 貴哉, 内川 智仁,  
 山下 順広, 中野 人志, 阿部 信行
- (10) レーザ金属積層造形法におけるステンレス鋼粉末の溶融挙動観察と造形面評価  
 一般社団法人レーザー学会学術講演会第38回年次大会, 京都 (2018.1.24-26)  
 内川 智仁, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 升野 振一郎, 東野 律子, 山縣 秀人, 西 貴哉,  
 山下 順広, 中野 人志, 阿部 信行
- (11) 青色半導体レーザーを用いた直噴型レーザーコーティング技術の開発と純銅の造形  
 一般社団法人レーザー学会学術講演会第38回年次大会, 京都 (2018.1.24-26)  
 原 隆裕, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 阿部 信行, 浅野 孝平, 仙石 正則, 吉田 実, 舟田 義則
- (12) スパッタレス SLM 法を用いたチタン合金の積層造形  
 第65回応用物理学会春季学術講演会, 東京 (2018.3.17-20)  
 佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 菖蒲 敬久, 山縣 秀人, 東野 律子, 西 貴哉, 山下 順広, 中野 人志,  
 阿部 信行
- (13) 耐摩耗性に及ぼすレーザクラディングの影響  
 (一社) 溶接学会 平成29年度秋季全国大会, 福岡 (2017.9.11-13)  
 林 良彦, 安積 一幸, 米山 三樹男, 山崎 裕之, 阿部 信行, 塚本 雅裕
- (11) 解説・総説
- (1) 次世代レーザコーティング技術の開発と今後の展望  
 レーザ加工学会誌, 25, 1 (2018), 12-17.  
 佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 菖蒲 敬久, 舟田 義則, 山下 順広, 左今 佑, 阿部 信行
- (13) 特許出願・登録
- (1) 粉末溶融による線材の製造方法  
 特願2018-038901  
 塚本 雅裕, 阿部 信行, 他 5 名

(15) 受賞

- (1) レーザー学会第38回年次大会優秀論文賞  
(一社) レーザー学会 (1905.07.10)  
山縣 秀人, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 升野 振一郎, 東野 律子, 西 貴哉, 内川 智仁,  
山下 順広, 中野 人志, 阿部 信行
- (2) 優秀ポスター賞  
(一社) レーザ加工学会 (2017.04.04)  
佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 山下 順広, 菫蒲 敬久, 東野 律子, 山縣 秀人, 阿部 信行
- (3) Poster Presentation Award Contest 3rd Place  
Laser Institute of America (2017.10.26)  
M. Sengoku, M. Tsukamoto, Y. Sato, N. Abe, K. Asano, R. Higashino, Y. Funada,  
M. Yoshida

4.10 全国共同利用に関する研究

- (1) 平成29年度共同研究員と研究テーマ
  
- (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                    12



## 「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. 高速摩擦攪拌接合における接合現象の解明

アルミ合金の摩擦攪拌接合において、接合速度1,000mm/min以上の高速接合の可能性の追求と課題抽出を目的に、水晶圧電式切削動力計を用いて接合時に接合ツールに加わる荷重を計測し、得られた計測データの解析から接合現象の解明を検討した。高速接合においてツールの移動速度を速くすると摩擦攪拌による単位長さ当たりの入熱量が減少し、ツール荷重が増大する。ツールの折損が起こりやすく、攪拌不良による接合部の減肉や空洞欠陥も発生しやすくなる。このため、本研究部門では、ツールの折損や摩耗に対して強いツールの開発を同時に進め、高速接合時の現象解明を試みた。主な解析内容は次の通り。(開発ツールについては次節に述べる。)

- 1) 接合ツールのz軸荷重、x y水平荷重、回転トルクの変動解析
- 2) 周波数スペクトル解析によるツール荷重振幅の周波数依存性の抽出
- 3) 高速度カメラによるツール動作状態の詳細観察

接合条件を変化させた時のツールに加わる3成分の平均荷重の変動解析から、ツール移動速度の高速化に対してツールの回転速度をより高速にすることにより、ツールの平均荷重が低減し、接合速度2,000mm/minの高速接合領域においても、接合部の減肉を抑制し空洞欠陥を発生させない接合が可能であることを確認した。また、ツール荷重データの周波数スペクトル解析から、ツール回転数とは異なる低周波領域での荷重変動の発生を確認するとともに、ツール回転成分と同期した荷重変動において平均荷重が低下するほど逆に変動振幅は大きくなる等の挙動の存在を明らかにした。高速度カメラによるツール動作状態の観察から、ツール回転数の高速化によりツール荷重が過度に低下すると、ツールの弾性変形状態が変化し、接合状態が不安定化することも明らかにした。高速

接合では、ツールに加わる荷重に耐えるツール強度を確保が重要であるとともに、一定の負荷を与える接合条件とすることで安定した接合が可能であることを明らかにした。

## 2. 新規接合ツールの開発

本研究部門でターゲットとしている製品群では、小型化と高機能化および生産性向上が重要であり、狭い接合幅での高速接合の実現を目指している。接合幅を狭くするためには、ツール先端のプローブ径を細くする必要があるが、ツールの攪拌能力とツール強度の両方を維持することが必要となる。特に、高速接合ではツールに加わる荷重が増大するため、ツール強度の向上が大きな課題であった。そこで、次の検討を行い新規接合ツールの開発を行った。

1) ツール先端プローブのテーパ傾斜角と溝形状が接合品質に与える影響把握

2) 狭接合幅での高速接合とツール強度を両立するプローブ溝形状の検討

接合速度を高速化するとツール荷重は増大するが、特に $z$ 軸荷重の増大が顕著であり、接合母材の流出によるバリ発生や接合部の減肉が発生しやすい。プローブのテーパ角は接合母材の流出抑制効果とツール強度に優位であるが、テーパ角度を大きくすると接合幅が大きくなることに加え、空洞欠陥が発生しやすくなることが明らかになった。空洞欠陥に対して、プローブの溝を深くするか、溝ピッチを大きくして溝の空間体積を増加することが有効であるが、溝を大きくするとツール強度を低下させる。これら相互にトレードオフの関係にある形状パラメータについて、上述の高速摩擦攪拌接合における接合現象解明を通じて詳細に検討し、独自のツール形状を導き出した。この開発ツールにより、狭接合範囲の接合において、接合欠陥がない高速接合を実現することができた。この接合ツールは当初目標としていた接合速度 $1,000\text{mm/min}$ を2倍上回る $2,000\text{mm/min}$ 以上での接合が可能であることが確認できており、試作実績からツール長寿命化も見込めるものである。

## (2) 研究に対する自己評価

摩擦攪拌接合時の接合ツールの負荷測定とそのデータ解析および高速度カメラによる接合時のツール動作状態の詳細観察から、高速接合時の接合現象を明らかにすることで、当初の目標の2倍の速度での高速接合が実現できる独自の接合ツールを開発することができた。このツールを製品の製造に適用することで、接合品質に優れるとともに生産性の高い接合が実現できるものと考えられる。さらに、これら研究開発を継続し、ツールの改良により、高速高精度の接合技術の向上、微小領域接合工法の開発および高効率な接合生産システムの構築ができると考える。

## 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考えられる。

## 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29年)度は5年間実施予定のプロジェクトの2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18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: 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
- 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: 表面微細構造による細胞挙動変化に関する研究
- 2-4: 光造形アディティブ・マニファクチャリングによるバイオセラミック・インプラント

## 作製

- 2 - 5 : 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 - 6 : 短時間熱処理による強化加工された Co-Cr-Mo 合金の組織制御と力学的特性の改善

## 3. 要素材料・技術開発分野

- 3 - 1 : 溶接余盛止端部への摩擦攪拌プロセスの適用とその効果検証
- 3 - 2 : 金属と樹脂材重ねレーザー接合の熱応力解析
- 3 - 3 : 分散系ソフトマテリアルの創製と可変なゲル接合への展開
- 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 : レーザを用いた Ni 基超々合金の単結晶化に関する基礎研究
- 3 - 6 : カーボンナノチューブを介した SiC 接合技術の構築
- 3 - 7 : 内部起点型ギガサイクル疲労破壊に対する介在物の影響解明
- 3 - 8 : 陽極接合界面の強度評価法の開発
- 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
- 3 - 10 : 打撃接触剛性を考慮した3次元数値シミュレーションによるインプラント材料の衝撃特性評価

## 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

### (1) 研究成果

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18件の研究を実施した。研究成果は平成30年3月14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29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9月30日には第2回国際会議「The 2nd International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development (iLIM-2)」において、また、平成30年3月30日には第2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、本年度は本プロジェクトの第2回公開討論会開催と全体版ニュースレター（Vol.2, No.1、Vol.2, No.2）発行に関して本研究所が主幹を務め、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た。それによって、6研究所間の共同研究が効率的に行われる環境整備に努めるとともに、生み出された多くのインパクトある研究成果を社会に広く情報発信することに努めた。

### (2) 研究に対する自己評価

接合科学研究所の18件の研究課題の内9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21件、国際会議発表が62件、国内会議発表が42件あり、密度の高い成果が得られた。

また、国際会議「The 2nd International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for

Interdisciplinary and International Researcher Development (iLIM-2)」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塚本教授、竹中助教が講演した。また、ポスターセッションでは当研究所から14件の発表があった。さらに、第2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、本研究所からは西川准教授が講演した。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2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、1報の査読付き原著論文(国内研究機関との共同研究)と英文著書(分担執筆)を発表した。発表論文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、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、招へい教授として協力した。

#### 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.2, No.1, 2017年9月30日発行、Vol.2, No.2, 2018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。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Effect of NiO-Loading on n-Type GaN Photoanode for Photoelectrochemical Water Splitting Using Different Aqueous Electrolytes  
Int. J. Hydrogen. Energy., 42, 15 (2017), 9493-9499.  
K. Koike, K. Yamamoto, S. Ohara, T. Kikitsu, K. Ozasa, S. Nakamura, M. Sugiyama,  
Y. Nakano and K. Fujii

##### (7) 国際会議発表

- (1) Synthesis of Tailor-Made Ceramic Nanocrystals by Organic Ligand-Assisted Hydrothermal Method Towards Bio-Medical Applications  
12th Int. Workshop on Biomaterials in Interface Science, Sendai, Japan (2017.8.4-5)  
S. Ohara, K. Nozaki, A. Nagai and K. Yamashita
- (2) Organic-Ligand-Assisted Hydrothermal Synthesis of Tailor-Made Ceramic Nanocrystals Towards Bio-Medical Applications  
YUCOMAT2017, Herceg Novi, Montenegro (2017.9.4-8)  
S. Ohara, K. Nozaki, A. Nagai and K. Yamashita
- (3) Synthesis of Tailor-made Ceramic Nanocrystals by Organic Ligand-assisted Hydrothermal Method Towards Bio-medical Applications  
The 2nd Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-2), Nagoya, Japan (2017.9.29-10.1)  
S. Ohara, K. Nozaki, A. Nagai and K. Yamashita

##### (10) 国内会議講演

- (1) 生体医療用金属・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  
ライフサイエンスワールド2017 第16回国際バイオテクノロジー展, 東京 (2017.6.28-30)  
大原 智

##### (17) 外部資金

(単位：千円)

##### 奨学寄付金

- (1) 大原 智 700

#### 4.9 社会貢献

氏名：大原 智

##### (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

## 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

2017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。新たにベトナム・ホーチミン工科大学との1件の協定締結があり、これまでの締結機関は13か国25部局となった。

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を3件、及び、本事業の成果、活動報告と討議を目的とした国際シンポジウムを東京にて1件開催した。

表1 2017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	国立台湾大学	接合科学研究所	2017/5/19
2	タイ国立金属材料技術研究センター (MTEC)ワークショップ	MTEC	2017/7/7
3	広域アジア事業国際シンポジウム	東京国際交流館	2017/11/21
4	ベトナム国家大学ホーチミン校工科大学	接合科学研究所	2018/2/8

#### 1-2. 国際協働研究の実施と国際共著論文

本年度は、モンクット王トンプリ工科大学（タイ）、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）、タイ国立金属材料技術研究センター（タイ）と合計6件、前年度から継続の国際協働研究を実施し、新たにタイ国立金属材料技術研究センター（タイ）をパート

ナーとした2件の国際協働研究を開始した。これら研究活動を基軸とした国際共著論文の掲載も多数出ており、2017年度は合計42件の掲載となった。概要は表2に示す通りである。

表2 2017年度国際共著論文掲載概要抜粋

No.	国際共著論文共同執筆先	件数	投稿先	連携代表
1	Hanoi University of Science and Technology	5	溶接学会論文集, Journal of Science & Technology 他	田中 学
2	King Mongkut's University of Technology Thonburi	6	Key Engineering Materials, Welding in the World 他	近藤 勝義 田中 学
3	Indian Institute of Technology Hyderabad	2	J. Manufacturing Processes	田中 学 伊藤 和博
4	Nanyang Technological University	2	Scripta Materialia, Journal of Metallurgy	近藤 勝義
5	University of Technology Malaysia	4	Journal of Materials Processing Technology 他	近藤 勝義
6	National Taiwan University	1	Advanced Engineering Materials	西川 宏
7	Xi'an University of Technology	3	Journal of the American Ceramic Society 他	近藤 勝義
8	Kumoh National Institute of Technology	1	Metal and Materials International	伊藤 和博
9	Shanghai Jiao Tong University	1	J. Mater. Proc. Tech	藤井 英俊
10	Yonsei University	4	Acta Materialia, Scientific Reports 他	藤井 英俊
11	Indian Institute of Technology Kharagpur	1	Int. J. Adv. Manuf. Technol	藤井 英俊
12	Harbin Institute of Technology	1	Mechanics of Composite Materials	藤井 英俊
13	City University of Hong Kong	2	Mater. Lett 他	藤井 英俊
14	Henan University	1	Materials Science and Technology	藤井 英俊
15	Korea Institute of Industrial Technology	1	Journal of Alloys and Compounds	西川 宏
16	Industrial Technology of Machinery and Materials	2	Applied Surface Science	西川 宏
17	King Saud University	1	Journal of Alloy and Compounds	西川 宏
18	Beijin University of Technology	1	Chinese Physics B	田中 学
19	Sao Do University	1	Advanced Engineering Forum	田中 学
20	University Malaysia Kelantan	1	Journal of Physics D: Applied Physics	田中 学
21	De La Salle University	1	International Journal of Corrosion	西川 宏
	合計件数	42		

### 1 - 3. その他の国際化活動

2017年度は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2017年11月15日～12月5日の期間では複数年交流スキームにより8名の学生を、同年12月6日～12月26日の期間では単年度交流により9名の学生・研究者をそれぞれ招へいした。いずれも、滞在中に受け入れ研究室にて協働研究を実施し本学及び当研究所の研究活動への理解、そして実質的な研究交流を深めた。

### 2. 水中レーザー加工技術の開発に係る成果

2017年度は共同研究機関である民間企業の協力を得て大型水槽を用いた水中レーザー切断及び溶接の実証実験や切断ノズルの開発、また圧力容器を用いて各水中レーザー加工の水圧下におけるプロセス特性の解明に取り組み、その研究成果に関する学術論文を投稿した。具体的には、高輝度・高出力ディスクレーザー及び、水深25mの大型水槽、水深100m相当の圧力容器等を使用し、水中レーザー溶接、及び水中レーザー切断の技術開発・研究を実施した。特に、安定したレーザー照射環境を整えるため、独自設計したレーザーノズルとシールドガス供給方法を含めた水中レーザーシステムを提案し、実際の水中レーザー切断実験を通じて、それらの有効性を実証した。

### 3. カップリング・インターンシップ (CIS) の実施に係る成果

2017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、本CISに参加した海外学生2名が、JST さくらサイエンスプランの支援を通して当研究所に来訪するなど、CISを基盤として多角的な活動への展開もされている。

表3 2017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	2017/8/20～9/2	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	2017/9/10～9/13	ハノイ工科大学	IHI インフラストラクチャーアジア
3	インド	2017/9/10～9/14	インド工科大学 ハイデラバード	ISGEC/日立造船
4	シンガポール	2017/12/10～12/23	南洋理工大学	千代田シンガポール
5	タイ	2017/12/15～12/27	カセサート大学	OTC ダイヘンアジア

### (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、8件の国際協働研究の実施があり、特筆すべきはこれら協働研究を基軸に42件の国際共著論文の掲載があったことである。これまでに深化された各国連携機関との研究ネットワークが有効に機能し、研究活動が活発である成果と言える。また、当該海外連携機関からは、JST さくらサイエンスプランを通して継続的

に一定数の海外学生を受け入れ、協働研究の実施を通して今後の研究を目的とした再来訪、及び国際協働研究への発展に向けた基盤構築が推進されている。2017年度については2期に分けて受け入れたJST さくらサイエンスの活動で博士前期課程8名、博士後期課程5名、研究者1名、若手教員3名の受け入れを行い、協働研究活動を実施した。以上の通り、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と言える。

水中レーザ加工研究は、大型水槽を用いた水中レーザ切断、溶接の実証実験及び、圧力容器を用いて各水中レーザ加工の水圧下におけるプロセス特性の解明に取り組み、良好なビードと強度を有する貫通溶接継手を作製する方法を示すと共に、水中レーザ切断では最適な切断ノズル径とガス流量を導出し、実水深25mにおいて、厚板の水中レーザ切断としては比較的低いレーザ出力3kWにおいて、炭素鋼及びステンレス鋼の厚板50mmの切断に成功した。

#### 4.4 教育に対する自己評価

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。

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、文理融合である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。また、CIS活動をベースに得られた知見に基づき、本学「基礎セミナー」において将来世界をつなぐグローバルリーダーとして活躍するために、を念頭に置いた異文化コミュニケーションや異文化理解に関する講義を行った。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

産学連携としては、5社の在外日系ものづくり企業と連携し、CISを実施した。CISの連携企業からは、CISの受け入れは学生への指導、学生からのインタビューなどを通し社内教育としても有益であるとの意見が出ており、CIS活動の受け入れを社内活性化へ活用頂いている。

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。また、JST さくらサイエンスを通して学生・研究者・教員の受け入れを行い短期協働研究を実施することで、海外人材の研究能力向上に貢献した。

他方、同事業の活動から得た知見を社会に広く共有すべく、国際シンポジウム「海外から見た日本のグローバル人材育成」を開催し、150名弱の参加者の下、日本のグローバル人材育成の現状、取り組み事例及び、今後必要な国境を越えた産学連携によるグローバル人材育成の重要性と課題などについて議論・考察した。また、本事業の活動については溶接ニュースへ2件、溶射技術へ1件の掲載があり、情報発信を通して社会に貢献した。

## 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11年が経過した。

### 4.2 研究課題

1. 大規模高速溶接シミュレーション手法の開発
2. 実用溶接シミュレーションソフト JWRIAN の開発
3. 溶接変形・残留応力データベースの構築
4. 溶接変形・残留応力・割れの力学的解明
5. 溶接計算科学の普及教育

### 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11年が経過し、その間11回の講演会と13回の実習セミナー、1回の入門セミナーを開催している。なお、CCWSは兼任教授1名、兼任准教授1名、招へい教授4名、招へい准教授1名で構成された組織である。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 JWRIAN の開発に力を注いでおり、シンポジウム、講演会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29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ビン工業大学から博士課程の大学院生を特別研究生として1年間受け入れた。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、村川英一博士、松山欽一博士、Sherif Rashed 博士、平岡和雄博士を招へい教授、柴原正和博士を招へい准教授として招き、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13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(一社)溶接学会溶接構造研究委員会との共催で平成30年2月22日(木)接合研にて実施し、合計9名が受講した。また、平成29年9月7日(木)～8日(金)、入門セミナーを開催し、11名が受講した。

#### 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29年度は『薄板構造における溶接・接合の熱応力ひずみと強度評価のシミュレーション技術』をテーマとした講演会を平成30年2月21日(水)に開催した。この講演会では、薄板スポット溶接研究の第一人者である松山欽一招へい教授より基調講演「スポット溶接の試験方法と溶接強度の無次元化評価の試み」と題してご講演をいただき、安木剛氏(トヨタ自動車(株)車両 CAE 部)より「自動車衝突安全性を評価するための抵抗スポット溶接強度のシミュレーション技術」、澤西央海氏(JFE スチール(株)スチール研究所)より「超ハイテンの抵抗スポット溶接継手における液体金属脆化(LME)割れ発生機構の解明」、芹澤久先生((一社)溶接学会軽構造接合加工研究委員会)より「薄板構造物の接合・加工技術に関する軽構造接合加工研究委員会の取り込み」、中谷光良氏((一社)溶接学会溶接構造研究委員会溶接力学シミュレーション研究会)より「溶接力学シミュレーション研究会の活動報告」の招待講演をいただいた後、本研究拠点麻寧緒リーダーより「CCWS 活動報告と溶接力学シミュレーション専用ソフト JWRIAN の研究開発」について報告した。講演者および研究所関係者を含め106名が参加した。また、技術展示会では、CCWS が開発を進めている溶接シミュレーションソフト(JWRIAN)、(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 および ASU/WELD、また、神鋼溶接サービス(株)が3次元溶接残留応力測定技術をそれぞれ展示した。講演会終了後には技術交流会を開催し多数の方が参加され活発な情報交換が行われた。また、JWRIAN を有効に利用

していただくため、ユーザ様に対して個別フォローアップセミナーを新たに企画し、5社の技術者を対象にして5回実施した。国際的には、華中科技大学を平成29年10月17日(火)～18日(水)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。

#### 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29年度も引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ち上がった。また、平成29年度では、陽解法と陰解法を活用した溶接熱応力解析ソフトウェア「JWRIAN-Hybrid」および「疲労亀裂進展解析ツール「JWRIAN-Cprop」を新たに開発した。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 活動方針

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。

一方、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熔融池が形成される過程を研究対象としたプロセス学、熔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。この問題をブレークスルーするには、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。

以上より、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。また、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。

### 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

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、兼任特任助教 1 名、招へい教授 2 名である。設立後 2 年が経過し、その間に適宜運営会議を開催するとともに第 2 回講演会『溶接構造の強度評価技術と性能設計』を平成30年 3 月 7 日に接合科学研究所大会議室にて実施した。なお、下記 1 件の特別基調講演、2 件の基調講演、および 3 件の研究活動の紹介を行った。

大阪大学 接合科学研究所 南 二三吉 教授 溶接構造の破壊強度評価技術と国際規格化の最前線
大阪大学大学院 工学研究科 大沢直樹 教授 (基調講演) 弾性振動が重畳する場合の船体疲労強度評価法に関する研究
名古屋産業科学研究所 田中啓介 先生 (名古屋大学 名誉教授) (特別基調講演) 微視組織, 材料欠陥, 残留応力と疲労強度
九州大学大学院 工学研究科 後藤浩二 教授 (基調講演) 疲労き裂発生伝播寿命評価に関する最新の話題
ADSIC 研究会 豊貞雅宏 先生 (九州大学 名誉教授), JIP テクノサイエンス 狩野雅人 様 Advanced Design System for Structural Integrity against Cracking 研究会の活動報告
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延伸技術に関する実験と非線形 CAE によるメカニズム解明

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 主催として開催した第 2 回講演会『溶接構造の強度評価技術と性能設計』の参加者は59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立命館大学、九州大学、広島大学、京都大学、岐阜大学、名古屋大学、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社会基盤工学ゼミ & (参加者32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ている。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

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) 変形挙動の可視化と数値解析による構造性能予測技術の高度化、島津製作所試験機100周年記念講演会、大阪 (2017.11.22)
- 2) 溶接構造の疲労問題に関する実験計測と非線形 CAE によるメカニズム解明, (一社) 溶接学会 東海支部 第88回溶接研究会、名古屋 (2017.09.29)
- 3) 溶接構造の力学と設計、(一社) 溶接学会東北支部 溶接・接合技術基礎セミナー、秋田 (2017.08.19)
- 4) 溶接継手に対するピーニング疲労寿命延伸効果に関する実験および解析的検討、(一社) 溶接学会 第220回溶接構造研究委員会、大阪 (2017.07.11)
- 5) Mezo- and Macro-scale Cyclic Plasticity Analysis for Fatigue Design of Weld Structures, The Workshop between JWRI and MTEC of Thailand, Bangkok, Thailand (2017.07.07)
- 6) 溶接構造の繰返し弾塑性挙動と疲労寿命の予測精度向上を目指して、日本溶接協会 鉄鋼部会 技術委員会、東京 (2017.06.02)
- 7) HFMI 処理による継手疲労寿命延伸効果に対する形状変化および材料硬化の影響、溶接学会 第253回 溶接疲労強度研究委員会、東京(2017.04.26)

また、2016年度の FDWS 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、疲労問題に関する共同研究をスタートさせ、2017年度には論文投稿の段階に至っている。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、日本溶接協会 (WE-COM マガジン) 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29年度は FDWS 設立 2 年目であるが、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、今後の展開拡大を期待している。

## 5.1 研究集会

### a. ICFP2017 (3rd International Conference on Friction Based Process)

日時 2017年11月22日(水)～2017年11月24日(金)

場所 接合科学研究所 荒田記念館

参加者 55名

#### 概要

大阪大学接合科学研究所、Indian Institute of Science (インド)、清華大学 (中国) の3機関の主催で、国際会議「3rd International Conference on Friction Based Processes (ICFP2017)」を2017年11月22日(水)、23日(木)、24日(金)の3日間にわたり、大阪大学接合科学研究所の荒田記念館にて開催した。

本国際会議では、摩擦を基とするプロセスを大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、摩擦攪拌接合だけでなく、摩擦圧接や摩擦攪拌プロセスを含めた最先端の研究について議論するために、第1回会議を2014年にインドで、第2回会議を中国で開催してきた。第3回目は、接合科学研究所が主体となり運営を行い、摩擦を基とするプロセスの最先端について学術交流を図り、溶接・接合科学の発展と技術革新について議論を交わすことが出来た。

Friction stir welding のセッションでは、招待講演3件 (Yutaka S. Satao (Tohoku Univ.), "Effect of underwater operation and rust layer on friction stir weldability of medium carbon steel", ChuanSong Wu (Shandong Univ.), "Microstructure and mechanical properties of Al/Mg alloy joints in ultrasonic vibration enhanced FSW", Toshiaki Yasui (Toyohashi Univ. of Technology), "Direct observation of material flow in friction stir welding of dissimilar materials by simulation experiment") と一般講演8件が行われた。Friction stir welding of steel のセッションでは、一般講演が4件行われた。Friction stir welding simulation のセッションでは、招待講演1件 (Qingyu Shi (Tsinghua Univ.), "Recent progress on numerical simulation of the material flow during friction stir welding for predicting the tunnel-defects") と一般講演4件が行われた。Friction stir processing & other friction based welding のセッションでは、招待講演2件 (Zongyi Ma (Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences), "Improving comprehensive properties of high nitrogen stainless steel by application of force-cooling friction stir processing", V. Kailas Satish (Indian Institute of Science), "Development of Polymer Derived Ceramic based Aluminium Foam through Friction Stir Processing") と一般講演5件が行われた。最後に Fatigue property improvement のセッションでは、一般講演4件が行われた。日本、インド、中国、韓国からご参加いただき、全参加者数は55名であった。初日の講演会終了後にはバンケットを開催し、多数の方にご参加いただくとともに、活発な情報交換が行われた。



b. 国際連携溶接計算科学研究拠点 (CCWS) 第11回講演会

「薄板構造における溶接・接合の熱応力ひずみと強度評価シミュレーション技術」

日 時 2018年2月21日(水) 10:30~18:30

場 所 大阪大学 銀杏会館

講演者	松山 欽一	大阪大学 招へい教授
	安木 剛	トヨタ自動車株式会社 主査
	澤西 央海	JFE スチール株式会社 主任研究員
	芹澤 久	大阪大学接合科学研究所 准教授
	中谷 光良	日立造船株式会社 技術研究所 溶接グループ長 参事
	麻 寧緒	大阪大学接合科学研究所 教授 (CCWS 拠点リーダー)

参加者 106名

概 要

国際連携溶接計算科学研究拠点 (CCWS) 第11回講演会『薄板構造における溶接・接合の熱応力ひずみと強度評価シミュレーション技術』が2018年2月21日(水)に銀杏会館にて開催されました。本講演会では、溶接力学シミュレーションの最前線技術に関して、大阪大学の松山欽一招へい教授(大阪大学)、安木剛氏(トヨタ自動車(株))、澤西央海氏(JFEスチール(株))、中谷光良氏(日立造船(株))、芹澤久准教授(大阪大学)にご講演いただき、麻寧緒教授(大阪大学)がCCWSの活動について報告しました。

講演会には106名の研究者・技術者の方にご参加いただき、盛会裡に終了致しました。講演会に先立ち、溶接シミュレーション技術の「技術展示デモンストレーション」が別会場で開催されました。技術展示では、CCWSが開発した溶接シミュレーションソフト「JWRIAN」の紹介や『神鋼溶接サービス(株)』『(株)JSOL』『(株)先端力学シミュレーション研究所』の3社が「JWRIAN」ベースの商用ソフトやシミュレーション技術などを展示しました。会場はものづくりの先端分野において溶接技術の効率化を図りたいメーカーの技術者の方が多数来場され、大盛況でした。翌日2月22日(木)には接合研大会議室にてCCWSが開発した溶接力学シミュレーションソフト「JWRIAN」の実習セミナーも開催しました。



c. 溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点 (FDWS) 第2回講演会  
「溶接構造の強度評価技術と性能設計」

日 時 2018年 3月 7日 (水) 10:00 ~ 17:30  
場 所 接合科学研究所 大会議室

講演者 田中 啓介 名古屋産業科学研究所 名古屋大学 名誉教授  
後藤 浩二 九州大学大学院 工学研究科 教授  
豊貞 雅宏 ADSIC 研究会 九州大学 名誉教授  
狩野 正人 JIP テクノサイエンス  
大沢 直樹 大阪大学大学院 工学研究科 教授  
南 二三吉 大阪大学接合科学研究所 所長  
堤 成一郎 大阪大学接合科学研究所 准教授

参加者 59名

概 要

溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点 (FDWS) の第 2 回講演会『溶接構造の強度評価技術と性能設計』が2018年 3月 7日に本研究所大会議室で開催された。本講演会では、材料や構造物の強度評価技術および設計法に関する最新の研究成果に関して、名古屋産業科学研究所の田中啓介先生による特別基調講演、大阪大学の南二三吉教授および九州大学の後藤浩二教授による基調講演、ADSIC 研究会の豊貞雅宏先生、大阪大学の南二三吉教授および堤成一郎准教授による講演が、それぞれ下の題目で行われた。特に本講演会は、各講演時間を長く設定し、午前10時から17時半までと長時間の開催であったが、会場ほぼ満員の59名の研究者・技術者の方にご参加いただき、また参加者の半数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、盛会裡に終了した。

題目
大阪大学 接合科学研究所 南 二三吉 教授 溶接構造の破壊強度評価技術と国際規格化の最前線
大阪大学大学院 工学研究科 大沢直樹 教授 (基調講演) 弾性振動が重畳する場合の船体疲労強度評価法に関する研究
名古屋産業科学研究所 田中啓介 先生 (名古屋大学 名誉教授) (特別基調講演) 微視組織, 材料欠陥, 残留応力と疲労強度
九州大学大学院 工学研究科 後藤浩二 教授 (基調講演) 疲労き裂発生伝播寿命評価に関する最新の話題
ADSIC 研究会 豊貞雅宏 先生 (九州大学 名誉教授), JIP テクノサイエンス 狩野雅人 様 Advanced Design System for Structural Integrity against Cracking 研究会の活動報告
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延伸技術に関する実験と非線形 CAE によるメカニズム解明

## 5.2 特別講演会

### 金属積層造形の基礎と最近の研究開発動向

日 時 平成2018年 3月27日 (火) 13:00 ~ 15:00

場 所 接合科学研究所 荒田記念館

講演者 千葉 晶彦 東北大学・金属材料研究所 教授  
(大阪大学接合科学研究所 招へい教授)

参加者 23名

#### 概 要

平成31年 3月27日 (火) に大阪大学接合科学研究所の荒田記念館を会場として、電子ビームを用いた金属部材の3D造形をテーマに、「金属積層造形の基礎と最近の研究開発動向」と題して特別講演会を開催した。講師は当該分野で多大な業績を上げておられる、東北大学金属材料研究所の千葉晶彦教授である。同先生には平成30年度における本研究所の先端基礎科学分野へ招へい教授として就任頂いており、大変お忙しい中でありながら、誠にありがたくも特別講演を賜る運びとなった。

現在国内外で高い注目を浴びる金属部材の3D造形分野において、千葉先生は熱源に電子ビームを熱源として採用した先駆者である。さらに、複雑形状の高速成型を達成するとともに、急冷凝固を経て得られる微細組織の制御も手がけられ、まさに当該分野のパイオニアであるとともに、冶金工学における新分野を体系化する意味でも優れた業績を上げてこられた。

およそ2時間に及ぶ御講演においては、金属積層造形プロセスに関して従来の取り組みや最新の知見などが紹介された。容器内に敷き詰めた金属粉体へ熱源を照射し、微小部分を溶融しつつ凝固させる工程を繰り返す際に、固液界面の移動減少などを詳細に解析した結果について、理論と実践の両面から解説がなされた。得られる金属組織の冶金学的な成り立ちについて、熱伝搬と結晶成長の関係性について考察した結果が紹介された。

本研究所は溶接・接合分野における様々な複合的諸現象を解明し、特性に優れた信頼性の高い構造物の作製に寄与することを目標としており、その観点から得られる金属造形物内の欠陥抑制に対して興味関心が集まった。今回の講演においては、従来あまり用いられてこなかった回転電極法により金属粉体を作製し素材として使用すると、構造体内部の欠陥発生を極めて効果的に抑制できることが示され、聴講者一同の驚きと称賛を集めた。

調教募集に関しては、研究所内のみならず工学研究科の関連講座にも声をかけたため、学生諸君の参加が多数見られた。質疑応答においても若者らしく基礎的な内容ではあるが、最新プロセスに関する知見を何としても吸収しようとする姿勢が感じられた。千葉先生はそれらの質疑に対しても大変暖かく丁寧にご対応され、大変な盛り上がりを見せる中での講演会閉幕となった。

### 5.3 共同研究員・共同研究成果発表会

日 時 2017年11月15日 (水) 13:00 ~ 16:30  
場 所 接合科学研究所 荒田記念館

参加者 42人

#### 概 要

当研究所は接合科学共同利用・共同研究拠点として毎年、全国の大学や工業高等専門学校、国公立研究機関から200名を超える共同研究員を受け入れている。その共同研究の研究成果を広く公開するため、平成29年度の共同研究員・共同研究成果発表会が平成29年11月15日(水)に大阪大学荒田記念館で開催された。学外からも多くの参加者があり、40名を超える方々にご参加頂いた。「溶接・接合プロセス」及び「スマートプロセス」の2つのセッションから構成され、「溶接・接合プロセス」セッションで4件、「スマートプロセス」セッションで3件の合計7件の研究発表が行われた。プログラムは下記のものであった。アーク溶接からレーザープロセス、製膜技術、めっき技術など様々な研究分野から最新の成果が紹介され、活発な議論が交わされた。

#### プログラム

##### セッション : 溶接・接合プロセス

- |                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| (1) 交流ティグ溶接時の溶融池内の陰極点制御に関する研究         | 湯地 敏史氏 |
| (2) 粉体ターゲットを用いた機能性薄膜作製技術の開発           | 川崎 仁晴氏 |
| (3) レーザブレイジング法による高硬度セラミックスと金属の異材接合    | 瀬知 啓久氏 |
| (4) X線透過法によるレーザー切断フロントのリアルタイム観察に関する研究 | 尾崎 仁志氏 |

##### セッション : スマートプロセス

- |                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| (5) CIP 成形体中の均質化過程に関する確立論             | 安田 公一氏 |
| (6) 振動発電を指向したセラミックエレクトレットの開発          | 田中 優実氏 |
| (7) 電析と選択溶解を用いた Au-Ag ナノポーラス構造制御と接合強度 | 齋藤美紀子氏 |



#### 5.4 第2回6大学連携プロジェクト公開討論会

日時 2018年3月30日(金) 13:00~17:30  
場所 大阪大学 中之島センター

参加者 142名

#### 概要

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(6大学連携プロジェクト)は2018年3月30日(金)に大阪大学・中之島センターにおいて、第2回公開討論会を開催しました。今回の公開討論会では、幹事校である接合科学研究所の南所長の開会挨拶の後、まず、金村聖志先生(首都大学東京)より「二酸化炭素削減に資するALCA-SPRINGプロジェクトにおける革新電池の開発」と題して基調講演が行われました。講演では国のエネルギー政策やその中における電池の役割と重要性、また、二次電池やエネルギーハーベストについて最先端の研究結果が紹介されました。次に招待講演が行われ、渡邊孝信先生(早稲田大学)、大場史康先生(東京工業大学)、中村美穂先生(東京医科歯科大学)、黒田健介先生(名古屋大学)、和田武先生(東北大学)、西川宏先生(大阪大学)から、それぞれ最新の研究成果について非常にアクティブな発表がありました。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88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ました。参加者は140名(企業からも約30名参加)を超え、第2回公開討論会は成功裏に終了しました。



南所長開会挨拶



金村先生基調講演



西川先生招待講演



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	田中 学
スロバキア溶接研究所	スロバキア共和国	伊藤 和博
ハルピ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
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
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
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
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
中国科学院上海セラミックス研究所 セラミックス・超微細構造研究室	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
ローマ大学ベルガータ校 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
カリフォルニア大学ロサンゼルス校機械航空工学部	アメリカ合衆国	近藤 勝義
ミシガン大学船舶海洋工学科	アメリカ合衆国	麻 寧諸
朝鮮大学校船舶海洋工学科	大韓民国	南 二三吉
東北大学制御圧延自動化国家重点研究室	中華人民共和国	井上 裕滋
ホーチミン工科大学	ベトナム社会主義共和国	田中 学

## 6.2 海外出張・研修

[氏名]	[期間]	[国名]	[用務]
勝又美穂子	H29.4.2 ~ H29.4.10	ベトナム	広域アジアに係る業務を行うため
田中 学	H29.4.3 ~ H29.4.6	ベトナム	在ベトナム日本大使と会談、ハノイ工科大学訪問
KIM MIN-SU	H29.4.3 ~ H29.4.5	韓国	PSTEK の研究センターへ実験に行くため
節原 裕一	H29.4.5 ~ H29.4.8	韓国	第22回先進プラズマプロセスと診断に関する日韓ワークショップにて成果発表ならびに研究動向調査を行う
近藤 勝義	H29.4.9 ~ H29.4.11	台湾	APMA 2017 にて研究成果の発表を行う
南 二三吉	H29.4.10 ~ H29.4.14	韓国	International Welding/Joining Conference-Korea 2017に出席・発表
田中 学	H29.4.10 ~ H29.4.15	韓国	国際会議 IWJC-Korea2017に参加し、最新の溶接科学技術の動向を調査するため
西川 宏	H29.4.11 ~ H29.4.14	韓国	国際会議 (IWJC-Korea 2017) に出席するため
内藤 牧男	H29.4.17 ~ H29.4.18	韓国	金属酸化物粒子の構造制御と機能化に関する研究動向の調査のため
SHEN JIANGHUA	H29.4.17 ~ H29.4.22	アメリカ	MRS2017にて本事業に関する研究成果の発表を行う
井上 裕滋	H29.4.25 ~ H29.4.29	インドネシア	インドネシア大学において学部生向け授業及びパブリックセミナーを行う
勝又美穂子	H29.4.27 ~ H29.5.18	ベトナム	広域アジアの業務を行う
近藤 勝義	H29.5.8 ~ H29.5.10	インドネシア	共同研究に関する研究打合せを行う
西川 宏	H29.5.9 ~ H29.5.12	アラブ首長国連邦	Masdar Institute との共同研究の打ち合わせ
茂田 正哉	H29.5.10 ~ H29.5.14	スペイン	Energy Material Nanotechnology Meeting on Nanoparticles 2017に参加し、ナノ・プラズマ応用工学に関する最新の情報を収集するため

藤井 英俊	H29.5.14 ~ H29.5.21	ベルギー	鉄鋼材料の接合技術に関する情報収集
門井 浩太	H29.5.23 ~ H29.5.30	イタリア	第9回欧州ステンレス鋼会議にて研究発表および情報収集
勝又美穂子	H29.5.23 ~ H29.6.21	ベトナム	広域アジア関連の業務のため
桐原 聡秀	H29.5.24 ~ H29.5.27	アメリカ合衆国	環太平洋セラミック国際会議(PACRIM)に参加し研究発表や情報収集を行う
田中 学	H29.5.27 ~ H29.6.3	イタリア	国際会議 CHT-17に参加し、最新の計算熱科学の動向を調査するため
近藤 勝義	H29.6.5 ~ H29.6.7	中国	共同研究に関する研究打合せと施設見学を行う
藤井 英俊	H29.6.11 ~ H29.6.12	韓国	7th Symposium on Magnesium Alloysに参加し、マグネシウム合金に関する情報収集を行うため
内藤 牧男	H29.6.13 ~ H29.6.19	ドイツ	国際会議 (ModTech 2017) に出席し粉体の微細構造制御に関する国際的な研究動向を調査
勝又美穂子	H29.6.16 ~ H29.6.18	ベトナム	ホーチミン工科大学と今後の打ち合わせを行う
南 二三吉	H29.6.23 ~ H29.7.1	中国	国際会議70th IIW Annual Assembly & International Conference に出席し、研究発表および情報収集を行う
田中 学	H29.6.24 ~ H29.7.1	中国	国際溶接学会 (IIW) 第70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ため
茂田 正哉	H29.6.24 ~ H29.7.1	中国	国際溶接学会 (IIW) 第70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ため
麻 寧緒	H29.6.24 ~ H29.6.29	中国	第70回国際溶接協会(IIW)年次総会第10委員会にて情報収集を行う
高嶋 康人	H29.6.24 ~ H29.6.29	中国	国際会議70th IIW Annual Assembly & International Conference に出席し、研究発表及び情報収集を行う
勝又美穂子	H29.6.24 ~ H29.9.4	ベトナム	広域アジア拠点業務を行う

田代 真一	H29.6.24 ~ H29.7.1	中国	国際溶接学会 (IIW) 第70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ため
WANG HONGZE	H29.6.24 ~ H29.7.3	中国	IIW2017に参加し、レーザ溶接に関する研究発表、及び情報収集を行う
近藤 勝義	H29.6.25 ~ H29.6.30	オーストラリア タイ	APRU 21st Annual Presidents ' Meeting 参加/JICA (チュラロンコン大学)に於いて講義についての打合せを行う
佐藤 雄二	H29.6.25 ~ H29.7.1	ドイツ	L iM2017に参加し、研究発表や情報収集を行う/LASER World of PHOTONICS2017に参加し情報収集を行う
門井 浩太	H29.6.25 ~ H29.6.30	中国	国際溶接学会第70回年次大会に参加し、研究発表情報収集を行う
中田 一博	H29.6.25 ~ H29.6.29	中国	70th IIW Annual Assembly & International Conference に参加し情報収集を行う
塚本 雅裕	H29.6.25 ~ H29.6.30	ドイツ	L iM2017に参加し、研究発表や情報収集を行う/LASER World of PHOTONICS2017に参加し情報収集を行う
藤井 英俊	H29.6.25 ~ H29.6.29	中国	70thIIW に出席し、鉄鋼材料の接合技術に関する情報収集を行う
川人 洋介	H29.6.25 ~ H29.7.1	ドイツ	国際会議 LIM 2017に参加し、レーザ溶接に関する研究発表、および情報収集をおこなう
芹澤 久	H29.6.25 ~ H29.6.29	中国	第70回国際溶接協会 (IIW) 年次総会 第 III 委員会に出席
阿部 浩也	H29.6.26 ~ H29.6.29	中国	70th IIW Annual Assembly に出席し、情報収集を行うとともに、研究成果の発表を行う
西川 宏	H29.6.26 ~ H29.6.29	中国	国際会議 (The 70th IIW Annual Assembly) に参加するため
桐原 聡秀	H29.6.26 ~ H29.6.30	中国	国際溶接学会 (IIW) に参加し研究発表や情報収集を行う
内藤 牧男	H29.6.29 ~ H29.7.1	中国	複合粒子の構造制御による材料の高機能化に関する研究動向調査のため

大原 智	H29.7.1 ~ H29.7.14	フランス	ライフイノベーション材料創製の共同研究と学際・国際的高度人材育成に関する共同著書作成
高橋 康夫	H29.7.4 ~ H29.7.16	フランス	環境調和接合技術研究調査/FIMPART2017に出席/環境調和界面科学技術調査
南 二三吉	H29.7.5 ~ H29.7.8	タイ	Workshop with MTEC
佐藤 雄二	H29.7.5 ~ H29.7.9	タイ	ワークショップで成果発表を行う/レーザーコーティング技術の研究開発に関する打ち合わせ
桐原 聡秀	H29.7.5 ~ H29.7.8	タイ	泰日ワークショップに参加し研究発表や情報収集を行う
堤 成一郎	H29.7.6 ~ H29.7.8	タイ	MTEC ワークショップに参加する
勝又美穂子	H29.7.6 ~ H29.7.8	タイ	ワークショップ運営のため
菅 哲男	H29.7.6 ~ H29.7.9	タイ	MTEC とのワークショップ開催のため
塚本 雅裕	H29.7.6 ~ H29.7.9	タイ	MTEC とのワークショップで講演を行う
節原 裕一	H29.7.8 ~ H29.7.14	フランス	先進材料プロセス応用国際会議 (FIMPART2017) にて成果発表ならびに情報収集を行う
西川 宏	H29.7.9 ~ H29.7.15	イギリス	国際会議 (HiTEN2017) に参加するためと University of Bradford を訪問するため
桐原 聡秀	H29.7.10 ~ H29.7.13	ハンガリー	欧州セラミック学会 (ECerS) に参加し研究発表や情報収集を行う
中谷 光良	H29.7.15 ~ H29.7.22	アメリカ合衆国	ASME Pressure Vessels & Piping Conference に出席し、最新の技術情報を入手するため
近藤 勝義	H29.7.17 ~ H29.7.21	タイ	KMUTT にて講義および研究打合せを行う
西川 宏	H29.7.24 ~ H29.7.28	インドネシア・マレーシア	国際会議 QIR2017に参加するため/マラヤ大学の Haseeb 教授を訪問し、共同研究の打ち合わせをするため

小澤 隆弘	H29.7.30 ~ H29.8.3	台湾	国際会議「The 7th Asian Particle Technology Symposium」に参加する/国立台湾大学を訪問し、粉体プロセスに関する研究動向を調査する
内藤 牧男	H29.7.30 ~ H29.8.3	台湾	第7回アジア粉体工学シンポジウム (APT2017)などに出席し粉体の微細構造制御に関する研究動向を調査する/台湾国立大学材料工学科訪問、Prof. Tuan の研究室を訪問し、粉体の微細構造制御に関する研究情報の収集を行う
茂田 正哉	H29.7.30 ~ H29.8.6	カナダ	23rd International Symposium on Plasma Chemistry に参加し、プラズマ化学に関する最新の情報を収集するため
近藤 勝義	H29.8.13 ~ H29.8.18	アメリカ合衆国	AFM2017に参加し本事業に関する研究成果の発表を行う。また、共同研究に関する打合せを行う
西川 宏	H29.8.17 ~ H29.8.19	中国	国際会議 (ICEPT2017) に参加するため
菅 哲男	H29.8.30 ~ H29.9.1	インドネシア	2017年度インドネシア CIS 最終報告会に参加、PTCF で国際共同研究の協議を行う
大原 智	H29.8.31 ~ H29.9.9	セルビア/ モンテネグロ	ライフイノベーション材料に関する共同研究を行う/YUCOMAT 2017に参加をし、ライフイノベーション材料に関する調査と成果発表を行う
塚本 雅裕	H29.9.1 ~ H29.9.9	フランス	COLA2017に参加し、研究発表や情報収集を行う
升野振一郎	H29.9.1 ~ H29.9.9	フランス	COLA2017に参加し、成果発表や情報収集を行う
佐藤 雄二	H29.9.2 ~ H29.9.10	フランス	COLA2017に参加し、成果発表や情報収集を行う
川人 洋介	H29.9.4 ~ H29.9.7	中国	Shanghai International Automotive manufacturing Technology に参加し、中国の自動車産業に関する情報収集をおこなう
近藤 勝義	H29.9.6 ~ H29.9.9	中国	共同研究および共著論文に関する打合せを行う。/PM Ti 2017国際会議にて発表を行う

高橋 康夫	H29.9.8 ~ H29.9.17	フィンランド	IN-TECH2017学会に参加のため
勝又美穂子	H29.9.10 ~ H29.9.24	インド・ベトナム	CIS (カップリング・インターンシップ)
西川 宏	H29.9.11 ~ H29.9.15	ポーランド	国際会議 (EMPC2017) に参加するため
節原 裕一	H29.9.12 ~ H29.9.15	韓国	第11回プラズマ表面工学に関するアジアヨーロッパ国際会議 (AEPSE 2017) にて成果発表ならびに情報収集を行う
塚本 雅裕	H29.9.16 ~ H29.9.21	ドイツ	EMO Hannover2017に参加し、情報収集を行う
佐藤 雄二	H29.9.16 ~ H29.9.21	ドイツ	EMO Hannover2017に参加し、情報収集を行う
内藤 牧男	H29.9.16 ~ H29.9.22	ドイツ	セルビアでの第6回先進セラミックスとその応用に関する国際会議に出席し、粒子の微細構造制御と機能化に関する調査を行うため
中谷 光良	H29.9.17 ~ H29.9.23	インド	共同研究打合せ, 工場見学, CIS 報告会
近藤 勝義	H29.9.20 ~ H29.9.22	中国	大阪大学・上海交通大学学術交流セミナー参加
菅 哲男	H29.9.20 ~ H29.9.23	ベトナム	2017年度のベトナム CIS(最終報告会)に参加するため・今後のベトナム CIS に関する協議を IHI Infrastructure Asia (ハイフォン) と行う
田中 学	H29.9.23 ~ H29.9.29	イギリス	TWI と接合科学研究所の合同シンポジウム開催のため
KIM MIN-SU	H29.9.23 ~ H29.10.1	フランス	国際会議 (ESREF2017) に参加するため
川人 洋介	H29.9.24 ~ H29.9.29	アメリカ合衆国	カリフォルニア大学バークレー校を訪問し、レーザ溶接、およびピックデータに関する研究打ち合わせ
勝又美穂子	H29.9.24 ~ H29.10.22	ベトナム	広域アジアの業務を行う
南 二三吉	H29.9.25 ~ H29.9.28	イギリス	TWI と接合科学研究所の合同シンポジウム開催のため
藤井 英俊	H29.9.25 ~ H29.9.30	イギリス	TWI と接合研の合同シンポジウム開催のため

高嶋 康人	H29.9.25 ~ H29.9.29	イギリス	TWI にて阪大接合研とのジョイントシンポジウムに参加し、研究発表と情報収集を行う
梅田 純子	H29.9.25 ~ H29.9.29	フィリピン	SPC 粉殻発電プラント調査および研究打合せを行う。/日本大使館および JICA にて研究説明を行う
茂田 正哉	H29.9.25 ~ H29.9.30	ドイツ	PARTICLES 2017に参加し、粒子法研究に関する最新の情報を収集するため
芹澤 久	H29.10.7 ~ H29.10.13	アメリカ合衆国	研究課題に関する国際学会で発表および情報収集を行う
桐原 聡秀	H29.10.7 ~ H29.10.11	アメリカ合衆国	材料科学技術国際会議 (MS & T 2017) に参加し成果発表や情報収集を行う
近藤 勝義	H29.10.8 ~ H29.10.13	アメリカ合衆国	MS & T2017に於いて本事業に関する研究成果の発表を行う
南 二三吉	H29.10.15 ~ H29.10.17	中国	上海交通大学 JWRI Office 設置に係る調印式およびシンポジウム出席
麻 寧緒	H29.10.15 ~ H29.10.17	中国	上海交通大学 JWRI Office 設置に係る調印式およびシンポジウム出席
西川 宏	H29.10.16 ~ H29.10.20	イギリス	IEC/TC91国際会議に出席するため
伊藤 和博	H29.10.17 ~ H29.10.21	中国	7th International Conf. on Welding Science and Engineering に組織委員として参加し、成果発表と情報収集を行う
三上 欣希	H29.10.17 ~ H29.10.21	中国	国際会議 WSE2017に参加し、研究発表および情報収集を行う
田中 学	H29.10.17 ~ H29.10.21	中国	国際会議「WSE & CAWE 2017」に参加し、最新の溶接技術に関する研究調査のため
麻 寧緒	H29.10.17 ~ H29.10.21	中国	WSE & CAWE2017で発表及び情報収集を行う
MOKHTARI AMIRMAJDI OMID AHMAD	H29.10.17 ~ H29.10.20	韓国	国際会議 (ISMP2017) に参加するため
藤井 英俊	H29.10.18 ~ H29.10.21	中国	摩擦攪拌接合及びその接合に関する情報収集のため

阿部 浩也	H29.10.20 ~ H29.10.22	中国	Workshops on Advanced Inorganic Materials (WAIM 2017) に参加し、研究成果の公表と情報収集を行う
佐藤 雄二	H29.10.21 ~ H29.11.1	アメリカ合衆国	ICALEO2017に参加し研究発表や情報収集を行う/レーザーコーティング技術に関する打合せ
升野振一郎	H29.10.21 ~ H29.10.30	アメリカ合衆国	ICALEO2017に参加し研究発表や情報収集を行う/高輝度レーザー加工技術に関する打合せ
東野 律子	H29.10.21 ~ H29.10.28	アメリカ合衆国	ICALEO2017に参加し研究発表や情報収集を行う
刈屋 翔太	H29.10.22 ~ H29.10.27	マレーシア	ICOSEM2017に参加・本事業に関する発表を行う/マラヤ大学にてHAMDY 教授と本事業に関する研究打合せを行う
西川 宏	H29.10.23 ~ H29.10.27	台湾	Taiwan-Japan Student Workshop(10/24)と国際会議 (IMPACT、10/25-26) に参加するため
塚本 雅裕	H29.10.24 ~ H29.10.30	アメリカ合衆国	ICALEO2017に参加し研究発表や情報収集を行う/高輝度レーザー加工技術に関する打合せ
勝又美穂子	H29.10.24 ~ H29.11.15	ベトナム	広域アジア拠点の業務を行う
近藤 勝義	H29.10.24 ~ H29.10.27	マレーシア	ICOSEM2017に参加・発表を行う./マラヤ大学にて共同研究に関する打合せを行う
梅田 純子	H29.10.24 ~ H29.10.31	マレーシア・タイ	ICOSEM2017に参加・発表およびマラヤ大学にて共同研究に関する打合せを行う./チュラロンコン大学において共同研究打合せを行う
桐原 聡秀	H29.11.1 ~ H29.11.2	台湾	高度セラミック材料国際会議 (ACTSEA) に参加し成果発表や情報収集を行う
伊藤 和博	H29.11.5 ~ H29.11.13	台湾	セミナーおよび会議を行う/IWIT 2017に出席して発表や議論を行う
三上 欣希	H29.11.5 ~ H29.11.11	アメリカ合衆国	FABTECH 2017および AWS Welding Track Professional Program に参加し情報収集を行う
KIM MIN-SU	H29.11.5 ~ H29.11.8	韓国	HyMaP2017に参加するため

西川 宏	H29.11.7 ~ H29.11.9	台湾	国際会議 (IUMRS-ICA2017) に参加するため
斧 高一	H29.11.7 ~ H29.11.13	アメリカ合衆国	70th Gaseous Electronics Conference (GEC2017) 国際会議参加
田中 学	H29.11.9 ~ H29.11.13	タイ	国際会議「IWIT 2017」に参加し、最新の溶接技術に関する研究調査のため
大原 智	H29.11.9 ~ H29.11.12	中国	第2回微粒子ナノテクノロジー分科会に参加し、ライフイノベーション材料に関する調査を行う
升野振一郎	H29.11.13 ~ H29.11.18	ドイツ	formnext2017に参加し、情報収集を行う
塚本 雅裕	H29.11.16 ~ H29.11.18	ドイツ	formnext2017に参加し、情報集を行う
勝又美穂子	H29.11.21 ~ H30.1.22	ベトナム	広域アジア拠点事業に係る業務
植原 邦佳	H29.11.22 ~ H29.11.26	ベトナム	日越の学术交流を実施するとともに、今後の国際協働研究の可能性を調査する
田中 学	H29.11.22 ~ H29.11.26	ベトナム	日越の学术交流を実施するとともに、今後の国際協働研究の可能性を調査する
勝又美穂子	H29.11.24 ~ H29.11.26	ベトナム	今後の連携の可能性について協議する
藤井 英俊	H29.12.2 ~ H29.12.7	ブラジル	24th ABCMCOBEM2017に参加し、鉄鋼材料の接合及び加工技術に関する情報収集を行う
勝又美穂子	H29.12.6 ~ H30.1.5	ベトナム	別用務/さくらサイエンス、CIS に係る業務
勝又美穂子	H29.12.10 ~ H29.12.23	シンガポール	CIS (カップリング・インターンシップ)
寺西 未沙	H29.12.10 ~ H29.12.23	シンガポール	CIS (カップリング・インターンシップ)
近藤 勝義	H29.12.11 ~ H29.12.15	アラブ首長国連邦	共同研究に関する打ち合わせおよびセミナーにおいて発表を行う
西川 宏	H29.12.11 ~ H29.12.15	アラブ首長国連邦	共同研究に関する打ち合わせおよびセミナーにおいて発表を行う

塚本 雅裕	H29.12.13 ~ H29.12.17	ドイツ	高輝度レーザーに関する情報収集および打合わせを行う
升野振一郎	H29.12.13 ~ H29.12.17	ドイツ	高輝度レーザー加工技術に関する情報収集および打合わせを行う
菅 哲男	H29.12.20 ~ H29.12.27	タイ	共同研究の協議/シンガポール CIS の最終報告会への参加/タイ CIS の最終報告会への参加、OTCDA ダイヘンとの面談
植原 邦佳	H30.1.12 ~ H30.1.14	中国	上海交通大学との共同研究に関する打合せ
田中 学	H30.1.12 ~ H30.1.14	中国	上海交通大学にて先端溶接科学技術の研究調査、情報収集のため
西川 宏	H30.1.16 ~ H30.1.18	ベトナム	共同研究立案の打ち合わせと来日希望学生の面接
南 二三吉	H30.1.17 ~ H30.1.21	フランス	IW 中間会議とワークショップに参加し、IW の今後のビジネスプランについて協議する
田中 学	H30.1.17 ~ H30.1.20	ベトナム	共同研究の打合せのため
芹澤 久	H30.1.20 ~ H30.1.26	アメリカ合衆国	42th International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites に出席
小澤 隆弘	H30.1.21 ~ H30.1.27	アメリカ合衆国	第42回先進セラミックスと複合材料に関する国際会議 ICACC2018に参加し、国際的な研究動向を調査するため
内藤 牧男	H30.1.22 ~ H30.1.29	アメリカ合衆国	第42回先進セラミックス国際会議 (ICACC2018) に出席し、粉体の微細構造制御に関する調査を行う/Sandia National Laboratories を訪問し、粉体の微細構造制御に関する調査を行う
西川 宏	H30.1.24 ~ H30.1.25	韓国	共同研究の打ち合わせ
阿部 信行	H30.1.26 ~ H30.2.3	アメリカ合衆国	Photonics West 2018に参加し研究発表や情報収集を行う
佐藤 雄二	H30.1.27 ~ H20.2.3	アメリカ合衆国	Photonics West 2018に参加し研究発表や情報収集を行う
東野 律子	H30.1.27 ~ H30.2.3	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

升野振一郎	H30.1.27 ~ H30.2.3	アメリカ合衆国	Photonics West 2018に参加し研究発表や情報収集を行う
勝又美穂子	H30.1.27 ~ H30.2.21	ベトナム	広域アジアの業務を行う
塚本 雅裕	H30.1.28 ~ H30.2.3	アメリカ合衆国	Photonics West 2018に参加し研究発表や情報収集を行う
節原 裕一	H30.2.4 ~ H30.2.6	韓国	第5回先進太陽電池に関する 日韓シンポジウムに参加し研究成果発表ならびに情報収集を行う
勝又美穂子	H30.2.8 ~ H30.2.11	タイ ・ベトナム	H30年度のインバウンド CIS についての説明を行う/広域アジア業務を行う
伊藤 和博	H30.2.12 ~ H30.2.16	インド	共同研究実験、研究成果論文調整、今後の議論
茂田 正哉	H30.2.14 ~ H30.2.18	アメリカ合衆国	物質・材料の物理および工学に関する最先端研究の情報を収集する
勝又美穂子	H30.2.24 ~ H30.3.19	ベトナム	広域アジア事業の業務を行う
西川 宏	H30.2.28 ~ H30.3.3	イギリス	University of Warwick にて共同研究に関する打ち合わせと施設見学を行う
門井 浩太	H30.3.3 ~ H30.3.9	イタリア	IIW 中間会議 (Commission II and IX) に参加のため
伊藤 和博	H30.3.5 ~ H30.3.9	イタリア	国際溶接学会第9委員会の中間会議に出席して成果発表と情報収集を行う
内藤 牧男	H30.3.5 ~ H30.3.6	韓国	リチウムイオン電池用材料の粒子構造制御に関する調査を行う
近藤 勝義	H30.3.5 ~ H30.3.7	ベトナム	研究内容の紹介と国際共同研究に関する打合せを行う
西川 宏	H30.3.5 ~ H30.3.7	ベトナム	国際共同研究の打ち合わせと可能性検討のため
南 二三吉	H30.3.9 ~ H30.3.14	オーストラリア	IIW C-X 中間会議に出席、既に公知されている論文について発表する
田中 学	H30.3.9 ~ H30.3.15	オーストリア	オーストリアにおける先端溶接科学の見学/国際溶接学会中間会議に出席するため

田代 真一	H30.3.9 ~ H30.3.15	オーストリア	オーストリアにおける先端溶接科学の見学/国際溶接学会中間会議にて溶接科学に関する最新の情報を収集するため
植原 邦佳	H30.3.9 ~ H30.3.15	オーストリア	オーストリアにおける先端溶接科学の見学/国際溶接学会中間会議にて溶接科学に関する最新の情報を収集するため
近藤 勝義	H30.3.12 ~ H30.3.16	アメリカ合衆国	TMS2018に参加し発表を行う
西川 宏	H30.3.12 ~ H30.3.16	アメリカ合衆国	国際会議 (TMS2018) に参加して情報収集を行うため
内藤 牧男	H30.3.19 ~ H30.3.21	中国	粒子の構造制御による複合材料の機能化に関する調査のため
川人 洋介	H30.3.21 ~ H30.3.26	アメリカ合衆国	カリフォルニア大学バークレー校を訪問し、レーザー溶接、およびビックデータに関する研究打ち合わせ

### 6.3 来訪者

[氏名]	[国籍]	[所属・身分]	[来訪日]	[目的]
Dr.Sinthu Chantthapan	タイ	National Metal and Matrials technology Center 研究員	H29.5.8 ～ H29.5.12	研究打ち合わせ その他
Wei-Hsing Tuan	台湾	国立台湾大学 教授	H29.5.18 ～ 5.19	施設・設備等々の 見学及び視察 研究集会・講演会 等の参加
Man-Lin Shu	台湾	国立台湾大学 教授	H29.5.18 ～ 5.19	施設・設備等々の 見学及び視察 研究集会・講演会 等の参加
Chiao-Yi Tsai	台湾	国立台湾大学 教授	H29.5.18 ～ 5.19	施設・設備等々の 見学及び視察 研究集会・講演会 等の参加
King - Fu Lin	台湾	国立台湾大学 教授	H29.5.18 ～ 5.19	施設・設備等々の 見学及び視察 研究集会・講演会 等の参加
Yen-Chen Shih	台湾	国立台湾大学 教授	H29.5.18 ～ 5.19	施設・設備等々の 見学及び視察 研究集会・講演会 等の参加
Cheng-Heng Kao	台湾	国立台湾大学 教授	H29.5.18 ～ 5.19	施設・設備等々の 見学及び視察 研究集会・講演会 等の参加
Jer-Ren Yang	台湾	国立台湾大学 教授	H29.5.18 ～ 5.19	施設・設備等々の 見学及び視察 研究集会・講演会 等の参加
Shao-Pu Tsai	台湾	国立台湾大学 教授	H29.5.18 ～ 5.19	施設・設備等々の 見学及び視察 研究集会・講演会 等の参加
Jay Shieh	台湾	国立台湾大学 教授	H29.5.18 ～ 5.19	施設・設備等々の 見学及び視察 研究集会・講演会 等の参加

Po - Ting Lin	台湾	国立台湾大学 教授	H29.5.18 ~ 5.19	施設・設備等々の 見学及び視察 研究集会・講演会 等の参加
Lim Xin Zhi	台湾	国立台湾大学 教授	H29.5.18 ~ 5.19	施設・設備等々の 見学及び視察 研究集会・講演会 等の参加
Chun-An Yang	台湾	国立台湾大学 教授	H29.5.18 ~ 5.19	施設・設備等々の 見学及び視察 研究集会・講演会 等の参加
Pornapit Darasawang	タイ	KMUTT/キングモンクッド 工大トンプリ校 副学長	H29.6.7 ~ 6.7	施設・設備等の見 学及び視察
Dr.Sasitorn Srisawadi	タイ	MTEC 共同研究者	H29.6.12 ~ 6.15	研究打ち合わせ
Dr.Dhritti Tanprayoon	タイ	MTEC 共同研究者	H29.6.12 ~ 6.15	研究打ち合わせ
Dr.Abhay Sharma	インド	Department of Mechanical and Aerospace Engineering,Indian Institute of Technology Hyderabad 共同研究者	H29.7.7 ~ 7.14	研究打ち合わせ その他
An Gyubaek	韓国	朝鮮大学 船舶海洋工学科 准教授	H29.7.10	施設・設備等の見 学及び視察
Myung-Hoon Oh	韓国	Kumoh National Institute of Technology 教授	H29.8.1	研究打ち合わせ その他
Dr.Sinthu Chanthapan	タイ	National Metal and Matrials technology Center 研究員	H29.8.2 ~ 8.4	研究打ち合わせ その他
MR.Paiboon Wattanapornphar	タイ	National Metal and Matrials technology Center 研究員	H29.8.2 ~ 8.4	研究打ち合わせ その他
HAMED ZARGARI Habib	イラン	サハント工科大学 インストラクター	H29.8.22 ~ 8.25	研究打ち合わせ
Park,Myeong Kwan	韓国	釜山大学 機械工学部 教授	H29.8.29	施設・設備等の見 学及び視察
Choi,Jae Weon	韓国	釜山大学 機械工学部 教授	H29.8.29	施設・設備等の見 学及び視察
Park,Sang-hu	韓国	釜山大学 機械工学部 教授	H29.8.29	施設・設備等の見 学及び視察

Cheong,Cheolung	韓国	釜山大学 機械工学部	教授	H29.8.29	施設・設備等の見学及び視察
Kim,Yangjin	韓国	釜山大学 機械工学部		H29.8.29	施設・設備等の見学及び視察
Prof.Ir.Bambang Wibawarta,S.S.,M.A	インドネシア	インドネシア大学		H29.9.8	施設・設備等の見学及び視察
Dr.Hamid Chalid, S.H.,LL.M	インドネシア	インドネシア大学		H29.9.8	施設・設備等の見学及び視察
Prof.dr.Pratiwi Pudjiilestari	インドネシア	インドネシア大学		H29.9.8	施設・設備等の見学及び視察
Dr.Arry Yanuar	インドネシア	インドネシア大学 薬学部副学部長		H29.9.8	施設・設備等の見学及び視察
Dr.drg.Corputty Johan	インドネシア	インドネシア大学		H29.9.8	施設・設備等の見学及び視察
Dr.Sabarinah	インドネシア	インドネシア大学 公衆衛生学部副学部長		H29.9.8	施設・設備等の見学及び視察
Yeni Rustina,Ph.D	インドネシア	インドネシア大学		H29.9.8	施設・設備等の見学及び視察
Dr.Ir.Muhammad Asvial	インドネシア	インドネシア大学 工学部副学部長		H29.9.8	施設・設備等の見学及び視察
Prof.Ridla Bakri	インドネシア	インドネシア大学		H29.9.8	施設・設備等の見学及び視察
Dr.Petrus Mursanto	インドネシア	インドネシア大学 コンピューターサイエンス学 副学部長		H29.9.8	施設・設備等の見学及び視察
Ratih Lestari, S.H.,M.H	インドネシア	インドネシア大学 法学部副学部長		H29.9.8	施設・設備等の見学及び視察
Prof.Dr.Haula Rosdiana	インドネシア	インドネシア大学 行政学部副学部長		H29.9.8	施設・設備等の見学及び視察
Dr.Beta Yulianita Gitaharie	インドネシア	インドネシア大学		H29.9.8	施設・設備等の見学及び視察
Manneke Budiman, Ph.D	インドネシア	インドネシア大学		H29.9.8	施設・設備等の見学及び視察
Prof.Drs.Isbandi Rukminto Adi	インドネシア	インドネシア大学 社会政治学部副学長		H29.9.8	施設・設備等の見学及び視察

Prof.SriHartatiD. Reksodiputro Suradijono	インドネシア	インドネシア大学	H29.9.8	施設・設備等の見 学及び視察
Padang Wicaksono, Ph.D	インドネシア	インドネシア大学 職業学部副学部長	H29.9.8	施設・設備等の見 学及び視察
Jeongho Han	韓国	忠南大学校 准教授	H29.10.28 ~ 10.31	研究打ち合わせ・ 講演を行う
Aghaei Maryam	ベルギー	Department of Chemistry, University of Antwerp ポストドクター研究員	H29.11.6	施設・設備等の見 学及び視察
Duong Minh Hang	ベトナム	VTV4 ベトナムテレビ局 編集者	H29.11.8	施設・設備等の見 学及び視察
Dr.Surya Kumar Simhambhatla	インド	Department of Mechanical and Aerospace Engineering,Indian Institute of Technology Hyderabad	H29.11.15 ~ 12.5	研究打ち合わせ・ その他
Francoise Barbier	フランス	AIR LIQUIDE Research &Development 科学ディレクター	H29.11.16 ~ 11.16	施設・設備等の見 学及び視察
Rahmat Hidayat	インドネシア	バンドン工科大学 准教授	H29.11.17	施設・設備等の見 学及び視察
Dr.Abhay Sharma	インド	インド工科大学 ハイデラバード校 准教授	H29.11.20	研究打ち合わせ
Dr.Sasitorn Srisawadi	タイ	MTEC 研究員	H29.11.20 ~ 11.24	研究打ち合わせ
Dr.Dhritti Tanprayoon	タイ	MTEC 研究員	H29.11.20 ~ 11.24	研究打ち合わせ
Jong-Bong Lee	韓国	POMIA 委員長	H29.12.4	施設・設備等の見 学及び視察
Jin-Yui Kim	韓国	POMIA チーム長	H29.12.4	施設・設備等の見 学及び視察
Eun-Sook Park	韓国	POMIA チーム長	H29.12.4	施設・設備等の見 学及び視察
Hyun-Jun an	韓国	POMIA 研究員	H29.12.4	施設・設備等の見 学及び視察
Wei-Hsing Tuan	台湾	国立台湾大学 教授	H29.12.7 ~ 12.9	研究打ち合わせ

Se-eun Shin	韓国	順天大学校 助教	H30.1.6 ~ H30.1.12	施設・設備等の見 学及び視察
NGUYEN THANH HAI	ベトナム	PhD	H30.2.5 ~ H30.2.8	研究打ち合わせ
LIN Jian (林 健)	中国	副教授	H30.2.20 ~ H30.2.21	研究集会・講演会 等の参加
MALAIYARASU KAYAROHANAM	インド	BHARAT HEAVY ELECTRICSLTD	H30.2.20	施設・設備等の見 学及び視察
HARISH KHURANA	インド	INDIAN INSTITUTE OF WELDING	H30.2.20	施設・設備等の見 学及び視察
MANOJ JAGANNATH RATHOD	インド	COLLEGE OF ENGINEERING,PUNE	H30.2.20	施設・設備等の見 学及び視察
ASHISH TRIVEDI	インド	CONFEDERATION OF INDIAN INDUSTRY	H30.2.20	施設・設備等の見 学及び視察
VINOD KUMAR NANDALA	インド	MAHINDRA & MAHINDRA LTD.	H30.2.20	施設・設備等の見 学及び視察
RAJEEV SHEKHAR	インド	JINDAL RAIL INFRASTRUCTURE LTD.	H30.2.20	施設・設備等の見 学及び視察
BHIMRAO HANAMANTRAO KULKARNI	インド	BAJAJ AUTO LTD.	H30.2.20	施設・設備等の見 学及び視察
DEEPAK JHAMB	インド	KRISHNA MARUTI LTD.	H30.2.20	施設・設備等の見 学及び視察
VIKAS SEMALTY	インド	ESCORTS LTD.	H30.2.20	施設・設備等の見 学及び視察
THIAGAN KALIANNAN	インド	INTEGRAL COACH FACTORY,MINISTRY OF RAILWAYS	H30.2.20	施設・設備等の見 学及び視察
YOGINDER KUMAR	インド	DIRECTORATE GENERAL OF TRAINING(DGT)	H30.2.20	施設・設備等の見 学及び視察
SUBHANKAR RANA	インド	MINISTRY OF SKILL DEVELOPMENT AND ENTREPRENEURSHIP	H30.2.20	施設・設備等の見 学及び視察
Juan Pablo Trellers	アメリカ 合衆国	University of Massachusetts Lowell	H30.3.7	施設・設備等の見 学及び視察

Dr.Abhay Sharma	インド	Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Indian Institute of Technology Hyderabad	H30.3.12	研究打ち合わせ
Somnuk Sirisoonthorn	タイ	MTEC	H30.3.15	研究打ち合わせ



## 7.1 国立台湾大学材料科学工学学科とのワークショップ 3rdMSE-JWRIWorkshoponMaterialsDesignandJoining

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

2017年5月19日（金）、当研究所と国立台湾大学材料科学工学学科との間で当研究所荒田記念館にて"3rdMSE-JWRIWorkshoponMaterialsDesignandJoining" と題したワークショップを開催した。本ワークショップは国立台湾大学との間で2年に一度のペースで会場を大阪と台北交互に設定し開催しているものであり、今回は第3回目の開催となった。ワークショップには国立台湾大学より6名の教員と6名の学生が来訪した。国立台湾大学の教員6名及び当研究所の教員6名が口頭研究発表を実施したほか、午前と午後のセッションの間にポスターセッションを開催し、国立台湾大学学生6名と当研究所学生8名、合計14名の学生から各5分程度の発表を行った。

教員が実施した口頭発表は材料科学分野からアディティブマニュファクチャリング及びレーザ加工技術に関する分野まで幅広いものとなった。学生のポスターセッションでは、慣れない英語での発表に緊張する姿も見られたが、このような比較的小規模なワークショップならではのアットホームな雰囲気、学生にとっては研究発表・及び海外大学との交流において良い経験になった。

また、ワークショップ終了後には当研究所の3つの研究施設について見学を行い、充実したデモンストレーションに対し、多くの質問が飛び交った。

国立台湾大学とはこれまでも主に、博士留学生の受け入れ及び、JST さくらサイエンス事業を通じた短期受け入れと共同研究の実施などで交流を深めてきた。本ワークショップを定期的で開催することで、それらの交流がより確実なものとなり、また多方面に展開を見せていることは喜ばしい成果と言える。夕刻に開催された懇親会では、当研究所と国立台湾大学との末永いフレンドシップが約束された。

今後も更なる国際共同研究の発足などを目指し、引き続き密接な交流を継続する予定である。



## 7.2 接合科学研究所第14回産学連携シンポジウム

接合プロセス研究部門 エネルギー変換機構学分野

准教授 内田儀一郎、教授 節原 裕一

産学連携シンポジウムを、本年5月24日に大阪大学中之島センターの佐治敬三メモリアルホールで開催した。今回で第14回目を迎える本年のシンポジウムでは、初めての試みとして、大阪商工会議所ならびに一般社団法人生産技術振興協会に御共催を戴いて開催した。下記のように、接合科学研究所のシーズ研究に関する講演として3件、産学連携活動に関する講演として1件を企画し、共同利用・共同研究賞授賞式の後、叶野翔先生（東京大学）と川崎敏之先生（日本文理大学）より受賞講演を頂戴した。今回の参加者は学外ならびに産業界からの方々を中心に145名に上り、これまでも増して盛況なシンポジウムとなった。上記の共催団体による強力なご支援を戴いたお陰でもあり、ここに篤く御礼申し上げる次第である。

### 【接合科学研究所新シーズ】

1. 「鉄鋼材料を溶かさず、変態させないで接合する - いくつかの摩擦接合 - 」  
藤井 英俊 (大阪大学)
2. 「微粒子ペーストを用いた3Dプリンティングならびに2Dコーティング」  
桐原 聡秀 (大阪大学)
3. 「粉碎機を利用したリチウム二次電池用電極材料の合成」  
小澤 隆弘、近藤 光、内藤 牧男 (大阪大学)

### 【産学連携活動】

4. 「産学連携による先進接合技術の開発」  
中谷 光良、北側 彰一 (大阪大学・日立造船 先進溶接技術共同研究部門)

### 【共同利用・共同研究賞 受賞講演】

5. 「4kWファイバーレーザー溶接法により異材溶接されたSUS316L/低放射化フェライト鋼の溶接部微細組織評価」 叶野 翔、阿部 弘亨 (東京大学)、芹澤 久 (大阪大学)
6. 「プラズマジェット照射による酸化反応のKI-デンプン試薬による二次元分布可視化」  
川崎 敏之 (日本文理大学)、古閑 一憲、白谷 正治 (九州大学)、  
内田儀一郎、竹中 弘祐、節原 裕一 (大阪大学)



### 7.3 タイ国立金属材料技術研究センターとのワークショップ JWRI-MTEC Joint Workshop

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

2017年7月7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)との間でバンコクにてワークショップを開催した。

MTECからは、Julathep センター長、Aree 副センター長、Panadda 金属研究ユニット長、Nirut 工学設計研究ユニット長、Wanida バイオメディカル工学研究ユニット長、Duangduen セラミック研究ユニット長、及び日本との産学連携推進担当の行宗氏他17名が、当研究所からは南所長、桐原教授、塚本教授、堤准教授、佐藤特任研究員、菅客員教授、勝又特任准教授が参加した。双方から5名ずつの研究発表を行い、双方の研究活動についてより具体的に理解を深めた。

研究発表の中では、共同研究への発展可能性を含んだ質疑、提案なども行われ、充実した時間となった。

研究発表後には、MTEC の設備訪問を行い、熱心な研究活動の様子を見学した。

ワークショップ最後には1時間弱の時間で、シミュレーション・計算、レーザーアディティブマニュファクチャリング、3D プリンティングの各テーマ別グループに分かれ、今後の国際共同研究に向けた具体的な提案及び協議を実施した。

MTEC とはこれまでに今回を含め3回に渡るワークショップを開催しており、その成果として本年10月開始予定の研究を含め、既に3D プリンティング及びレーザーに関する国際共同研究が併せて3件進行中である。今回のワークショップでは友好及び、今後の連携強化について再度確認されたことから、国際共同研究とその成果発信にむけ、連携の加速が期待される。



## 7.4 英国 TWI との会議

### TWI-JWRI Joint Symposium 2017

接合機構研究部門 接合界面機構学分野

教授 藤井 英俊

2017年9月22日に英国 TWI で第2回 TWI-JWRI Joint Symposium を開催した。今回は、最近、輸送機器の軽量化等の目的で特に注目される異種材料の接合に関するテーマで開催した。接合科学研究所と TWI は、溶接・接合に関する世界を代表する2つの代表する研究所であり、2013年11月に開催された第1回の Joint Symposium に引き続き、最先端の情報交換を行うことで、最近の潮流を把握するとともに、世界を牽引する今後の技術について検討することができた。

TWI の Dr Paul Woollin Research Director と接合研の南所長の挨拶に引き続き、TWI から5件、接合科学研究所から3件の発表が行われた。

近年、英国政府からの援助で大幅な建物の増築、装置の導入を行ってきた TWI の施設見学を行い、電子ビームによる表面微細加工、線形摩擦接合、摩擦攪拌接合、アディティブマニュファクチャリング、ハイブリッドレーザ溶接等の最先端の装置の説明を受けた。

また、今後も Joint Symposium を継続して開催することで合意した。次回は2020年6月を目処に、大阪で開催する予定である。



7.5 公益財団法人中島記念国際交流財団助成事業及び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 国際シンポジウム  
海外から見る日本のグローバル人材育成 - 世界の大学やグローバル企業の声から学ぶ

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、本年度は本事業と中島記念国際交流財団事業からの支援により、広域アジアものづくり技術・人材高度化研究センターと日本学生支援機構 (JASSO) が共同主催で11月21日 (火) に東京国際交流館にて国際シンポジウムを開催した。本シンポジウムは、その他協賛として高橋産業経済研究財団、及び文部科学省、外務省、江東区からの後援を受けての開催となった。本年度は当事業5年目の区切りとして、「海外から見る日本のグローバル人材育成 - 世界の大学やグローバル企業の声から学ぶ」というタイトルで、特別講演に田原総一郎氏、ゲスト MC に木佐彩子氏、及び海外大学、企業からも多くのご講演者・登壇者を迎えての開催となった。基調講演 I は南洋理工大学キャリアアタッチメントオフィス部長の Loh 氏より、シンガポールの経験から日本のグローバル人材育成に係る取り組みについて客観的な意見を頂戴した。本人のみならず、家族、社会が一丸となって取り組むことの重要性が語られた。また、第一部のパネルディスカッションではゲスト MC 木佐氏のリードの下、本事業で実施してきた CIS に参加した本学及び海外からのパネラーが、活動を通して感じたこと考えたことを率直に語った。日本人の持つ先輩への配慮や周囲への遠慮がグローバル活動では時に意思疎通を滞らせる原因になる、との意見もあり、興味深いものであった。第二部の特別講演では田原総一郎氏が、日本の大手メーカーがアメリカに研究所を設置し、研究開発を行う動向、世界が反グローバル化している現実、日本の若い世代への期待及び、教育的アドバイスなどを交えて、多角的な視点から日本のグローバル人材育成について講演された。基調講演 II では千代田化工建設 ChAS・ライフサイエンス事業本部 AI ソリューションユニットジェネラルマネージャーの井川氏から、長い現場でのグローバル経験と分析から、世界ではきめ細やかなアイデアと業務姿勢が日本人の強みとして秀でていること、そうした強みを今一度捉えなおし、グローバル社会で発揮できるよう伸ばしていく必要性、及び、AI が発達する今後、自己の役割を分析し、変化を好機と捉えて活躍できることが重要であるとの考えが共有された。本学横江特任教授からは、過去5年間に渡る CIS の活動と分析報告が行われ、参加学生からは「相手への気遣い」がグローバル活動で最も重要であると述べられている点などが共有された。また、企業、国内外大学からのパネリストが集ったパネルディスカッション II では、産学・国を越えたグローバル人材育成に係る連携は継続が重要であること、また、活動のフォローの重要性も語られた。当日は平日にも関わらず140名もの方に足を運んで頂いた。このシンポジウムが今後の日本におけるグローバル人材育成活動に少しでもヒントを提供できるものとなったことを願う。



## 7.6 東京セミナー

### 「微粒子を利用した界面接合制御・スマートプロセスの開拓」

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

溶接・接合に関する最先端の研究をテーマに平成22年度より公開セミナーとして開催している「東京セミナー」を今年度は、11月27日（月）大阪大学医学・工学研究科東京ランチ（東京都中央区日本橋・日本橋ライフサイエンスビルディング9階）にて行った。今回は、当研究所の先導的  
重点課題の取り組みの一つである「微粒子を利用した界面接合制御・スマートプロセスの開拓」の  
成果を総まとめに、幅広い分野の研究者4名の講演（大阪府立大学の野村俊之准教授「ナノ粒子接  
合を利用したカビ胞子の付着抑制機構の解析」、早稲田大学の和田秀二教授「資源循環分野から  
見た接合・分離技術の重要性」、名古屋大学の入山恭寿教授「エアロゾルデポジション法を用いた  
酸化物全固体リチウムイオン二次電池の開発」、横浜国立大学の多々見純一教授「非加熱微粒子接  
合プロセスを用いたセラミックスの信頼性革新」と、平成29年度接合科学共同利用・共同研究賞  
受賞授与式ならびに受賞講演として2件（石川県工業試験場の山下順広研究員「造形プロセスが与  
える金属組織の影響について」、広島県総合技術研究所の坂村勝副部長「金属流動を利用した異種  
金属点接合技術の開発」）の講演を行った。総参加者数62名、内、学外からは51名参加いただき、  
熱心な聴講と活発な質疑応答も繰り広げられ有意義なものとなった。今年度においても盛況裏に終  
えることができた。



## 7.7 大阪大学接合科学研究所とホーチミン工科大学との国際合同ワークショップ

接合プロセス研究部門 エネルギー制御学分野

教授 田中 学

平成30年2月8日（木）に、本研究所の特別会議室において、本研究所とホーチミン工科大学との合同ワークショップが開催された。

本研究所では、ハノイ工科大学やハノイ国家大学と学术交流協定を締結するなど、首都ハノイを中心にベトナム北部との連携を深めてきた経緯がある。この度、ベトナム南部の商都、ホーチミン市にあるホーチミン工科大学から二人の研究者を招へいし、合同ワークショップを開催した。

冒頭、本研究所の南二三吉所長から開会の挨拶があり、その後、招待講演として、ホーチミン工科大学の Nguyen Thanh Hai 博士から同大学の教育研究活動について紹介があった。加えて、同博士の専門である超音波材料加工プロセスに関する最新の研究成果についての研究紹介もあった。また、同大学の Dao Duy Quy 研究員からは超音波支援 FSW プロセスに関するレビュー講演がなされた。他方、本研究所から、佐藤雄二特任講師、Seung-Joon Lee 特任研究員、Nguyen Van Anh 博士課程大学院生による3件の溶接接合科学に関する先端研究についての講演がなされた。

この度の国際合同ワークショップは、日越における溶接接合分野の先端科学について議論を交わす絶好の機会になった。特に、本研究所がベトナム全土に亘って積極的な国際学术交流を展開するための先駆けになったものと考えられる。



## 7.8 外国人研究員紹介

路 永新

西安石油大学 材料科学与工程学院 講師



Funded by Prof. Ma, I visited the laboratory of Joining Mechanics and Analyses, JWRI, Osaka University from Nov. 2017 to Mar. 2018. I worked on the strength analysis of spotweld of ultra-high strength steels. The study is helpful to optimize welding process and assess the welded joint lifetime of ultra-high strength steels welded joints in automobile manufacturing industry.

During my stay, I learned the operation of CAE software and welding process simulation. The knowledge extended my horizons. At the same time, the background and experience I gained in my stay also helped me a lot to pursue my career in weld simulation field. After I came back my university, I introduced the knowledge and technology to my Colleagues and students with high praise. Besides, the visit to Prof. Ma and JWRI made me see the rigorous and hard-working attitudes of the researchers at JWRI, and I benefited a lot from it. Finally, I am grateful to the chance to visit JWRI from Prof. Ma. Finally, I would like to express my sincerely thanks to Miss Fujimoto, Prof. Ma's secretary for her kind helps.

ABDEL-NASSER Abdel Salam Yehia

Alexandria University professor

Prof. Yehia Abdel-Nasser is a professor of Naval Architecture and marine Engineering department, Faculty of Engineering, Alexandria University, Egypt.



Prof. Yehia Abdel-Nasser is a professor of Naval Architecture and marine Engineering department, Faculty of Engineering, Alexandria University, Egypt.

My research work includes the application of the Incremental Sheet Forming (ISF).

With the support of Global Collaborative Research Center for Computational Welding Science (CCWS) and Nissan Motor Company Ltd, Prof. Ma graciously hosted my stay to JWRI as a visiting researcher from 14th September 2017 to 29th January 2018. The research work focuses on the simulation of the incremental sheet forming. The incremental sheet forming (ISF) process is an advanced flexible manufacturing process to produce complex 3D products. Unlike conventional stamping process, ISF does not require any dedicated dies. After forming, the shape imparted by the tool will be a combination of elastic and plastic deformation, the release of the elastic deformation produce the spring back. The spring back should be released to correct the final forming shape.

Performing the above research work, the following activities are done during this period:

- Prof. Ma offered me a chance to cooperate and make a research work with Nissan motor company regarding the multi stages analyses of the incremental sheet forming for Auto parts.
- I had an intensive training course about the applications of commercial software LS-Dyna to the incremental sheet forming. The training was hosted by LSTC and JSOL on 24th Nov. 2017.
- Two different parts required by Nissan motor company were simulated during different forming stages (forming-release-trimming) by applying ISF and the numerical results were examined.
- I had good academic discussions with JWRI/Nissan team members and fruitful simulation results of ISF at the forming, clamp releasing and trimming stages.
- Corresponding full papers about the application of multi-stages analyses of the incremental sheet forming and spring back were written and will be published in the next period.

In this period, I have a comprehensive understanding to the activities of JWRI, and observed more considerable development of JWRI in recent years. I have known that JWRI is trying to establish research network of welding and joining science among a variety of universities in the world.

The stay in Osaka, Japan during this period of research work has been a great experience for me which was also full of enjoyable memories. This encourages me to work for future in the same field to extend the continual cooperation between both universities.

At last I would like to express my deep thanks to Prof Ma for inviting me to JWRI, Japan. Also I wish to thank the staff members of CCWS and Nissan motor for financially supporting this research work. Finally many thanks to Miss Fujimoto, the secretary, for her help.