

大阪大学  
接合科学研究所  
年次報告

2015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 田中 学

2015年度（平成27年度）の年次報告をお届けいたします。

2015年度は第2期中期計画の最終年度でもあり、評価とそれに基づく改革の一年になりました。2015年11月に学内外の有識者8名から構成される外部評価委員会を開催し、研究所運営および活動に対する外部評価を実施いただきました。2012年度にも第2期中期計画期間の中間評価の位置づけで同様の外部評価を実施しております。これら2回の外部評価委員会を通じてご指摘いただいた事項を真摯に受け止め、本研究所の特色と強みが最大限に発揮されると共に、本学の機能強化に資する研究所組織とは何か？、について教授会をはじめ研究所内の種々の会議において議論を重ねました。その結果、本研究所の改組・改革を行い、2016年4月1日から新しい体制でスタートすることになりました。すなわち、「接合プロセス研究部門」、「接合機構研究部門」、「接合評価研究部門」の3研究部門が「溶接・接合」の圧倒的な強みとなってその基盤研究を行います。また、「スマートプロセス研究センター」が接合科学の未来を探る役割を担うことにより、3研究部門とセンターが個々の専門性を発揮しつつ、相互が有機的に連繋することにより、溶接・接合技術のイノベーション創出を通して、人類社会に貢献することを目指します。また、大阪大学の特色の一つである、「実学の伝統を生かし、基礎と応用のバランスに配慮して、現実社会の要請に応える教育研究を実践する」に沿いながら、本学が目指す「世界トップクラスの多様性に富む研究型総合大学」への機能強化に資することを目指します。この新体制での年次報告は来年度になりますが、この改組に併せて、2016年1月に信頼性評価・予測システム学分野の教授を採用するなど、2015年度から着実に改組・改革を推し進めております。

また、文部科学省によります全国の共同利用・共同研究拠点の期末評価の実施もありました。本研究所の接合科学共同利用・共同研究拠点は評価「A」でした。拠点活動は概ね認められたものの、もう一つ上の評価「S」ではありませんでした。研究のエキスパートである研究所として、世界トップクラスの高いインパクトファクターを有する国際雑誌に掲載する必要性と、共同研究員との共著論文の掲載推進の必要性を痛感しました。その一方で、当該拠点のグローバル化を推進するため、従来、国内に限定されていきました共同研究員の受け入れを、世界の研究者コミュニティに開放した、国際共同研究員制度（JWRI International Joint Research Collaborator [JIJReC] Program）を2015年度より開始しました。この取り組みについては、上述の期末評価において、溶接・接合に関して国内外の研究者と活発な共同研究・交流を行い研究者コミュニティの発展に貢献している、との高い評価をいただきました。

その他、特筆すべき2015年度の研究所としての取り組みでは、東北大学、東京工業大学、名古屋大学、東京医科歯科大学、早稲田大学との連携による「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」の最終年度を取り纏めるとともに、6大学が連携して後継プロジェクトの立ち上げに尽力しました。その結果、2016年4月より「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」事業が新たにスタートすることになりました。さらに、文部科学省による「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業 - カップリング・インターンシップによる実践型グローバル人材育成 -」プロジェクトを本学言語文化研究科等と連繋して推進し、インドネシア大学、ハノイ工科大学、インド工科大学ハイデラバード校、カタール大学など

8か国8機関でカップリング・インターンシップを実施し、実践型ものづくりグローバル人材育成活動を実施しました。

第2期中期計画に関わる評価の一年を終えましたが、そこで賜った貴重なアドバイスを踏まえつつ、また、この間に得られた私共自身の気づきを生かして、今後の改革・改善に引き続き努めて参りたいと考えております。21世紀の人類社会のニーズに応え、未来に輝くグローバル社会を夢見て、溶接・接合分野のグローバル研究拠点として健全で豊かな人類の繁栄と発展に資するべく、所員一同努力していく所存です。年次報告書を一読していただき、研究所の活動として不十分な点や改善すべき点など、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に宜しくお願い申し上げます。

メールアドレス：tanaka@jwri.osaka-u.ac.jp

# 目 次

組 織	
1. 1 研究所職員 .....	1
1. 2 人 事 .....	4
1. 3 運営委員会委員 .....	5
1. 4 共同研究運営委員会委員 .....	6
予 算	
2. 予 算 .....	7
研究業績	
3. 研究業績 (研究業績件数表) .....	11
分野別活動成果と自己評価	
加工システム研究部門	
エネルギー制御学分野 .....	13
エネルギー変換機構学分野 .....	31
エネルギープロセス学分野 .....	45
環境調和プロセス学分野 .....	63
接合機構研究部門	
溶接機構学分野 .....	71
レーザ接合機構学分野 .....	87
複合化機構学分野 .....	105
機能評価研究部門	
数理解析学分野 .....	125
接合構造化評価学分野 .....	141
信頼性設計学分野 .....	157
機能性診断学分野 .....	173
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 .....	195
ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野 .....	213
スマートグリーンプロセス学分野 .....	231
日立造船先進溶接技術共同研究部門 .....	243
大阪富士工業「先進機能性加工」共同研究部門 .....	247
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拠点 .....	253
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 .....	259
国際連携溶接計算科学研究拠点 .....	265
接合界面微細構造解析室 .....	269
研究集会等	
5. 1 研究集会 .....	273
5. 2 特別講演会 .....	275
5. 3 共同研究員・共同研究成果発表会 .....	276
5. 4 第6回6大学6研究所連携プロジェクト公開討論会 .....	277
国際交流	
6. 1 国際交流協定締結大学等 .....	279
6. 2 海外出張・研修 .....	282
6. 3 来訪者 .....	295
ニュース	
7. 1 接合科学研究所第12回産学連携シンポジウム .....	301
7. 2 ICCCI 2015: The Fifth International Conference on the Characterization .....	302
7. 3 チュラロンコン大学&接合研二国間ワークショップ .....	303
7. 4 カセサート大学&接合研二国間ワークショップ .....	304
7. 5 ハノイ工科大学&接合研二国間ワークショップ .....	305
7. 6 Globalization in Joining Technology and Materials Science - Enhancing Collaboration Network in Greater Asia Region - .....	306
7. 7 3rd International Conference in Africa and Asia Welding and Failure Analysis of Engineering Materials (WAFA-2015) .....	307
7. 8 Joining Technologies and Materials Science - Expand collaboration network in Middle East - .....	308
7. 9 東京セミナー「アディティブ・マニファクチャリングにおける溶接・接合」 .....	309
7.10 Workshop on Joining and Welding Technology at Nanyang Technological University, Singapore .....	310
7.11 第3回広域アジア事業シンポジウム .....	311
7.12 外国人研究員紹介 .....	312

## 1.1 研究所職員

(H 28.3.1 現在)

所長 (兼)		招へい研究員	板 倉 啓二郎
教授	田 中 学	事務補佐員	島 林 有紀子
秘書(派遣職員)	吉 村 淳 子	[先端基礎科学分野]	
		招へい教授	辻 伸 泰
副所長 (兼)			
教授	節 原 裕 一	接合機構研究部門	
教授	南 二 三 吉		
		[溶接機構学分野]	
加工システム研究部門		教授	伊 藤 和 博
		講師 (兼)	高 橋 誠
		助教	小 濱 和 之
[エネルギー制御学分野]			
教授	田 中 学		
准教授	茂 田 正 哉	[レーザ接合機構学分野]	
助教	田 代 真 一	教授	片 山 聖 二
事務補佐員	増 田 万 里	准教授	川 人 洋 介
		事務補佐員	伊 藤 薫
		事務補佐員	下小牧 智 子
[エネルギー変換機構学分野]			
教授	節 原 裕 一		
准教授	内 田 儀一郎	[複合化機構学分野]	
助教	竹 中 弘 祐	教授	近 藤 勝 義
		招へい教授	馬 令
		講師	今 井 久 志
[エネルギープロセス学分野]		助教	梅 田 純 子
招へい教授	中 西 保 正	特任研究員	堀 江 光 雄
准教授	塚 本 雅 裕	特任研究員	村 木 義 徳
特任助教 (常勤)	永 塚 公 彬	特任研究員	藤 井 寛 子
特任研究員	升 野 振一郎	特任研究員	SHEN JIANGHUA
特任研究員	佐 藤 雄 二	特任研究員	YE XIAOXIN
事務補佐員	吉 澤 香 織	事務補佐員	武 田 寛 子
事務補佐員	宮ノ前 直 子		
		機能評価研究部門	
		[数理解析学分野]	
教授	高 橋 康 夫	教授	村 川 英 一
招へい教授	左 海 哲 夫	客員教授	平 岡 和 雄
招へい教授	碓 井 建 夫	招へい教授	松 山 欽 一
招へい教授	内 田 成 明	准教授	芹 澤 久
招へい准教授	平 木 博 久		

特任研究員 林 田 守 弘  
 特任研究員 片 山 泰 夫  
 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 三 村 さおり

[信頼性設計学分野]

教 授 (兼) 南 二 三 吉  
 招へい教授 豊 貞 雅 宏  
 准教授 堤 成 一 郎  
 特任研究員 FINCATO RICCARDO

[機能性診断学分野]

教 授 藤 井 英 俊  
 准教授 上 路 林 太 郎  
 特任講師 孫 玉 峰  
 特任講師 森 貞 好 昭  
 特任研究員 IMAM MURSHID  
 特任研究員 青 木 祥 宏  
 派遣職員 岳 山 裕 美

スマートプロセス研究センター

センター長 (兼) 節 原 裕 一

[スマートコーティングプロセス学分野]

教 授 内 藤 牧 男  
 准教授 阿 部 浩 也  
 助 教 小 澤 隆 弘  
 特任研究員 (常勤) 近 藤 光  
 特任研究員 (常勤) 松 岡 光 昭  
 事務補佐員 廣 瀬 志 津 子  
 派遣職員 福 山 香 代  
 派遣職員 來 間 和 男

[ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野]

准教授 桐 原 聡 秀

[信頼性評価・予測システム学分野]

教 授 井 上 裕 滋

[スマートグリーンプロセス学分野]

准教授 西 川 宏  
 特任研究員 OMID MOKHTARI  
 特任研究員 ROH MYONGHOON  
 事務補佐員 一 階 王 子

[日立造船先進溶接技術共同研究部門]

招へい教授 北 側 彰 一  
 特任准教授 (常勤) 中 谷 光 良  
 特任助教 (常勤) 阿 部 洋 平  
 招へい研究員 山 田 順 也  
 招へい研究員 日 置 幸 男  
 招へい研究員 山 里 久 仁 彦  
 招へい研究員 山 崎 洋 輔  
 事務補佐員 中 野 由 紀 子

[大阪富士工業「先進機能性加工」共同研究部門]

特任教授 阿 部 信 行  
 特任准教授 (常勤) 山 崎 裕 之  
 特任助教 (常勤) 林 良 彦  
 招へい研究員 米 山 三 樹 男  
 招へい研究員 辰 巳 佳 宏

[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拠点]

拠点リーダー (教授) 節 原 裕 一  
 特任准教授 (常勤) 大 原 智  
 特任研究員 山 本 和 広  
 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]

極限環境グローバル接合部門]

教授 (兼) 片 山 聖 二  
 准教授 (兼) 川 人 洋 介  
 特任准教授 (常勤) 勝 又 美 穂 子  
 特任研究員 (常勤) 氷 見 太  
 事務補佐員 大 庭 則 子

[国際連携溶接計算科学研究拠点]

拠点リ-ダ- (教授) 村 川 英 一  
 特任教授 奥 本 泰 久  
 招へい教授 麻 寧 緒  
 招へい准教授 柴 原 正 和  
 准教授(兼) 芹 澤 久

[接合界面微細構造解析室]

講 師 高 橋 誠

[NEDO 未来開拓研究プロジェクト]

特任教授 中 田 一 博  
 特任研究員 肖 伯 律  
 特任研究員 吳 利 輝  
 事務補佐員 柏 原 美佐緒

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 豊 田 政 男  
 招へい教授 山 田 猛  
 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

技術部

技術部長 (兼) 南 二 三 吉  
 技術副部長 (兼) 水 谷 正 海  
 技術専門員 釜 井 正 善  
 技術専門職員 塔 本 健 次  
 技術専門職員 中 辻 義 弘  
 技術補佐員 岩 井 紀 夫  
 技術補佐員 伊 東 万寿雄  
 技術補佐員 村 上 猛  
 技術補佐員 堀之内 力  
 技術補佐員 小 倉 卓 哉

図書室

事務補佐員 中 宮 弥 生

産学連携室

客員教授 多 田 英 昭

広報・データ管理室

派遣職員 田 中 喜 隆

事務部

事務長 佐 波 隆

庶務係

係 長 伊 藤 栄時郎  
 事務職員 光 森 幸 子  
 特任事務職員 時 水 清 美  
 事務補佐員 今 村 まり子  
 事務補佐員 稲 森 和 代

会計係

係 長 山 中 正  
 主 任 橋 中 希  
 主 任 奥 村 美香子  
 事務職員 横 川 千佳代  
 事務補佐員 松 本 守美恵

研究推進係

係長 (兼) 山 中 正  
 事務職員 長谷川 ゆ い  
 特任事務職員 平 松 詩 史  
 事務補佐員 和 田 由紀子

## 1.2 人事

[職名]	[氏名]	[異動内容]	[年月日]
特任教授	中田 一博	NEDO 未来開拓研究プロジェクト採用	H27.4.1
招へい教授	小林 明	接合科学研究所受入れ	H27.4.1
招へい教授	小溝 裕一	接合科学研究所受入れ	H27.4.1
招へい教授	三田 常夫	接合科学研究所受入れ	H27.4.1
招へい教授	辻 伸泰	先端基礎科学分野（国内客員）受入れ	H27.4.1
助教	高嶋 康人	接合構造化評価学分野採用	H27.4.1
特任助教 （常勤）	阿部 洋平	日立造船先進溶接技術共同研究部門採用	H27.4.1
特任研究員	藤井 寛子	複合化機構学分野採用	H27.4.1
特任研究員	青木 祥宏	機能性診断学分野採用	H27.4.1
招へい研究員	山崎 洋輔	日立造船先進溶接技術共同研究部門受入れ	H27.4.1
特任研究員 （常勤）	氷見 太	広域アジアものづくり技術・人材高度化研究センター 極限グローバル接合部門 採用	H27.5.1
特任研究員	SHEN JIANGHUA	複合化機構学分野採用	H27.7.1
特任研究員	YE XIAOXIN	複合化機構学分野採用	H27.9.1
特任研究員	山田 廣志	レーザ接合機構学分野採用	H27.11.16
特任研究員	呉 利輝	NEDO 未来開拓研究プロジェクト採用	H27.12.1
教授	井上 裕滋	信頼性評価・予測システム学分野採用	H28.1.1

### 1.3 運営委員会委員

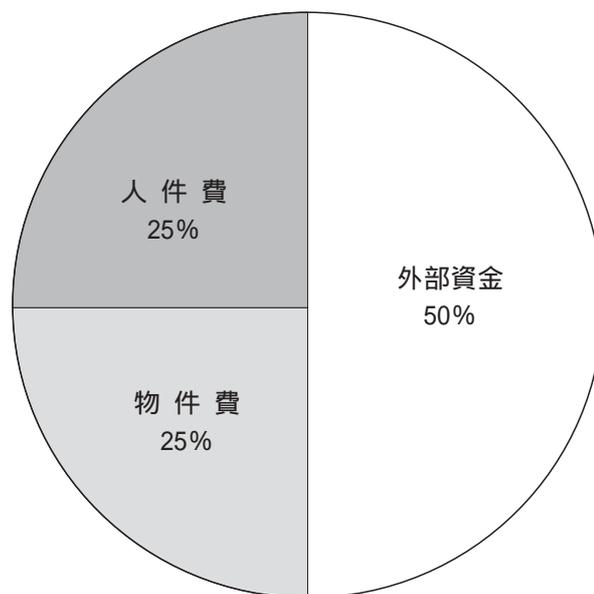
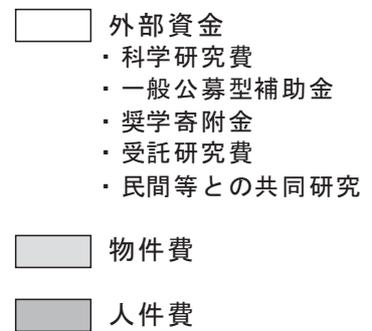
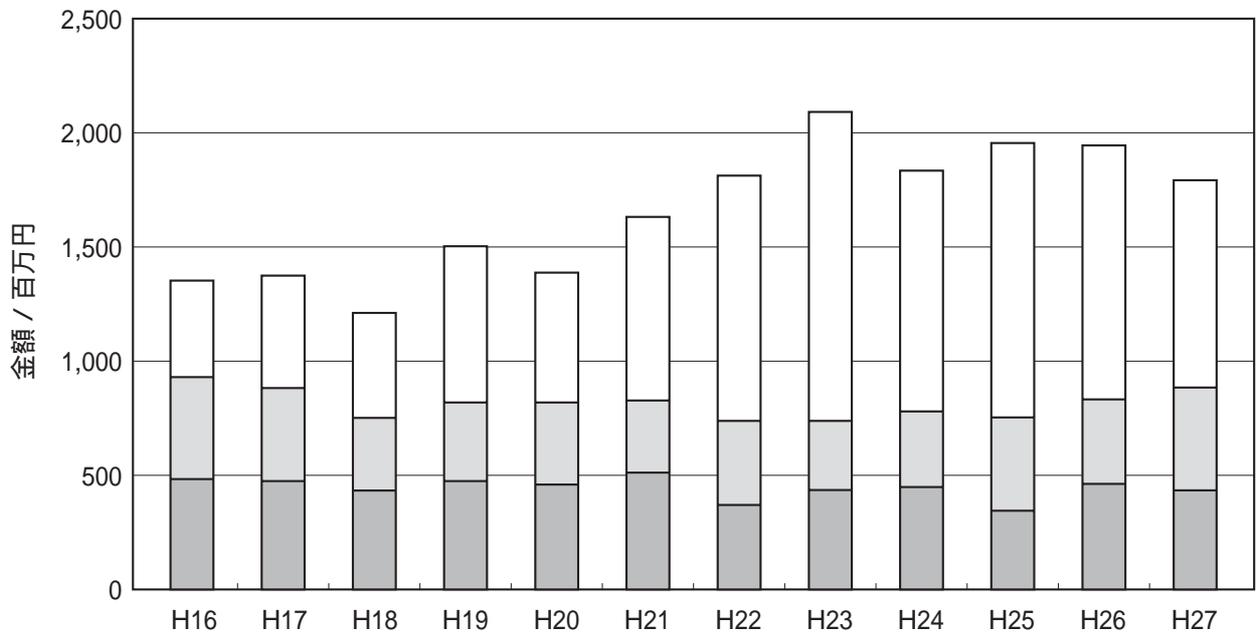
[氏名]	[所属]	[職名]	[任期]
学外委員			
大屋 裕二	九州大学 応用力学研究所	所 長	H26. 4. 1～28. 3.31
牛尾 誠夫	産業技術短期大学	顧 問	H26. 4. 1～28. 3.31
石出 孝	三菱重工業株式会社 執行役員フェロー 技術統括本部	技師長	H27. 4. 1～28. 3.31
天野 嘉一	日新電機株式会社	代表取締役会長	H26. 4. 1～28. 3.31
小関 敏彦	東京大学 東京大学大学院工学研究科	副学長 教 授	H27. 4. 1～29. 3.31
若井 史博	東京工業大学 応用セラミックス研究所	所 長	H27. 4. 1～29. 3.31
富浦 梓	東京工業大学 独立行政法人科学技術振興機構社会技術 開発センター研究開発成果実装支援プログラム	元監事 プログラムオフィサー	H26. 4. 1～28. 3.31
粉川 博之	一般社団法人溶接学会 東北大学大学院工学研究科	会 長 教 授	H26. 5.12～28. 3.31
高梨 弘毅	東北大学 金属材料研究所	所 長	H26. 4. 1～28. 3.31
野本 敏治	東京大学	名誉教授	H26. 4. 1～28. 3.31
森中 郁雄	関西電力株式会社	常務執行役員	H26. 4. 1～28. 3.31
宮田 隆司	一般社団法人日本溶接協会 名古屋大学	会 長 名誉教授	H26. 4. 1～28. 3.31
学内委員			
掛下 知行	大学院工学研究科	研究科長	H25. 8.26～27. 8.25
田中 敏宏	大学院工学研究科	研究科長	H27. 8.26～29. 8.25
八木 康史	産業科学研究所	所 長	H26. 4. 1～27. 8.25
中谷 和彦	産業科学研究所	所 長	H27. 8.26～28. 3.31
所内委員			
田中 学	接合科学研究所	所 長	H27. 4. 1～29. 3.31
節原 裕一	接合科学研究所	副所長	H27. 4. 1～29. 3.31
南 二三吉	接合科学研究所	副所長	H27. 4. 1～29. 3.31
片山 聖二	接合科学研究所	教 授	H27. 4. 1～28. 3.31

## 1.4 共同研究運営委員会委員

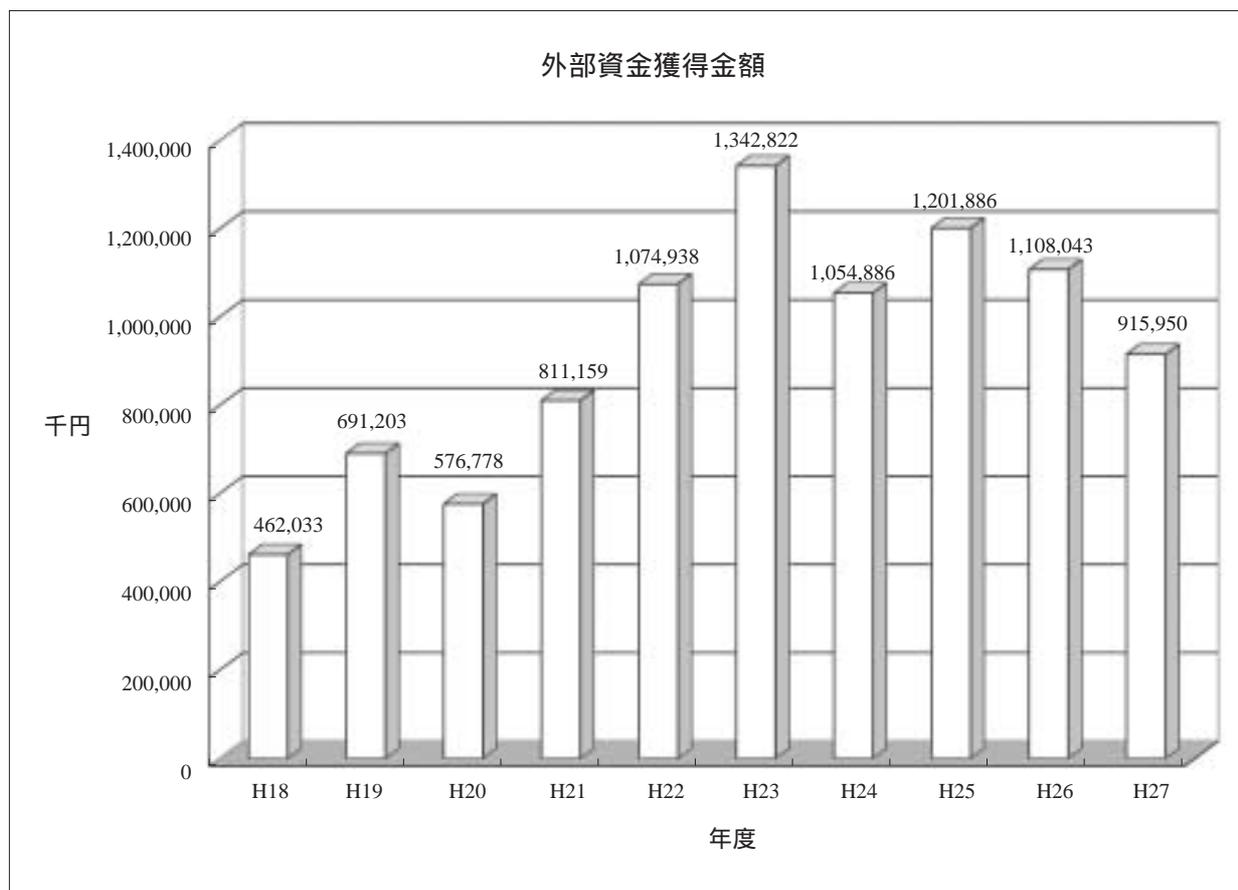
[氏名]	[所属]	[職名]	[任期]
学外委員			
清水 弘之	株式会社神戸製鋼所 溶接事業部門 技術センター	溶接開発部長	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31
水内 亨	京都大学 エネルギー理工学研究所	所長	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31
久保 雅男	パナソニック株式会社 エコソリューションズ社 エナジーシステム事業部	R&D センター長	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31
興戸 正純	名古屋大学 エコトピア科学研究所 10月1日から改組のため 名古屋大学未来材料・システム研究所	所長	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31
山岡 弘人	株式会社IHI 技術開発本部 生産技術センター	溶接技術部長	H27. 6. 1 ~ 29. 3.31
牧野 吉延	株式会社東芝 電力システム社 京浜事業所	参事	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31
浜谷 秀樹	新日本製鐵株式会社 技術開発本部 鉄鋼研究所	接合研究部長	H27. 4. 1 ~ 27. 9.30
平田 弘征	新日本製鐵株式会社 技術開発本部 鉄鋼研究所	接合研究部長	H27.10.28 ~ 29. 3.31
黒田 聖治	国立研究開発法人物質・材料研究機構 環境・エネルギー材料部門	先進高温材料ユニット長	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31
塩野谷 哲	トヨタ自動車株式会社 鍛圧・ 表改生技部 第2鍛圧技術室	主査	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31
学内委員			
藤本 公三	大学院工学研究科	教授	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31
安田 弘行	大学院工学研究科	教授	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31
所内委員			
田中 学	接合科学研究所	所長	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31
節原 裕一	接合科学研究所	副所長	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31
南 二三吉	接合科学研究所	副所長	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31
藤井 英俊	接合科学研究所	教授	H27. 4. 1 ~ 29. 3.31

## 2. 予 算

総予算

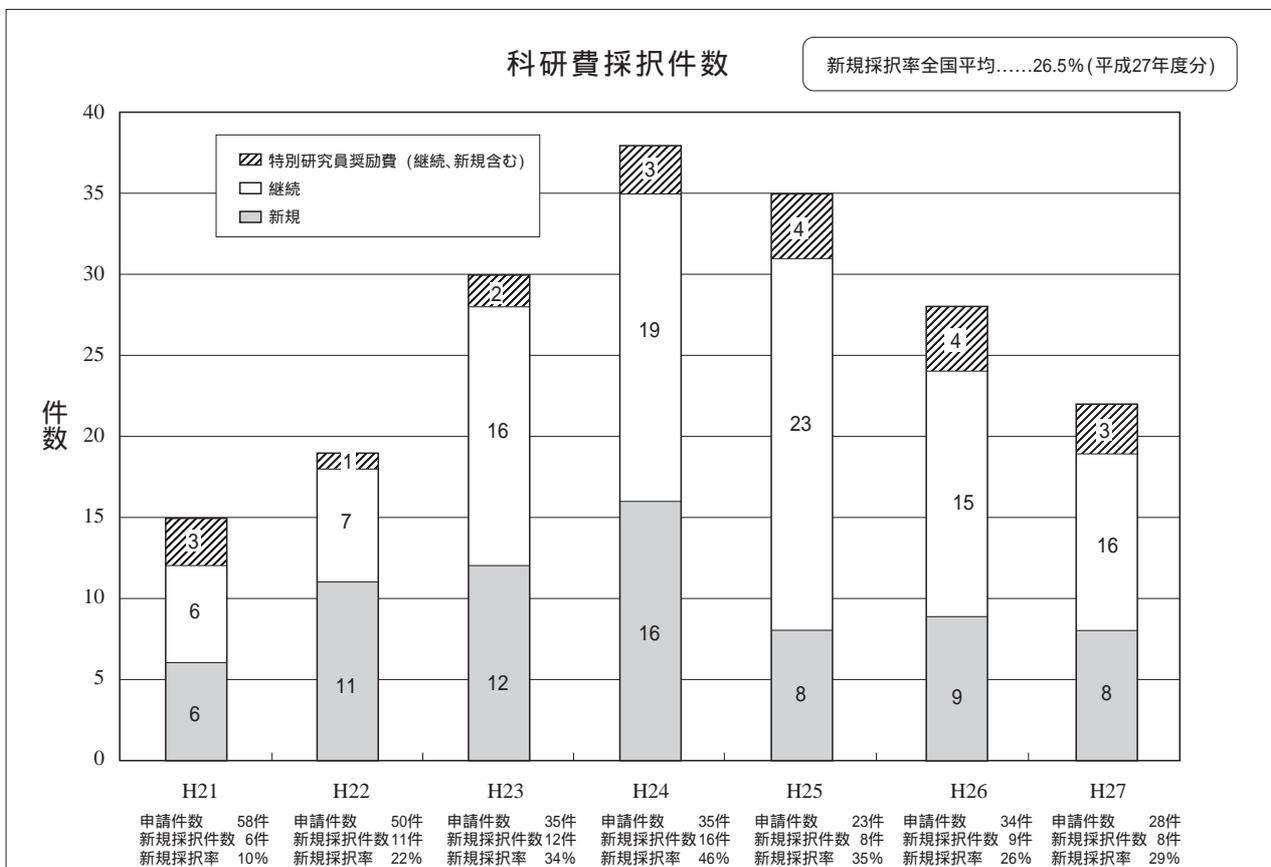
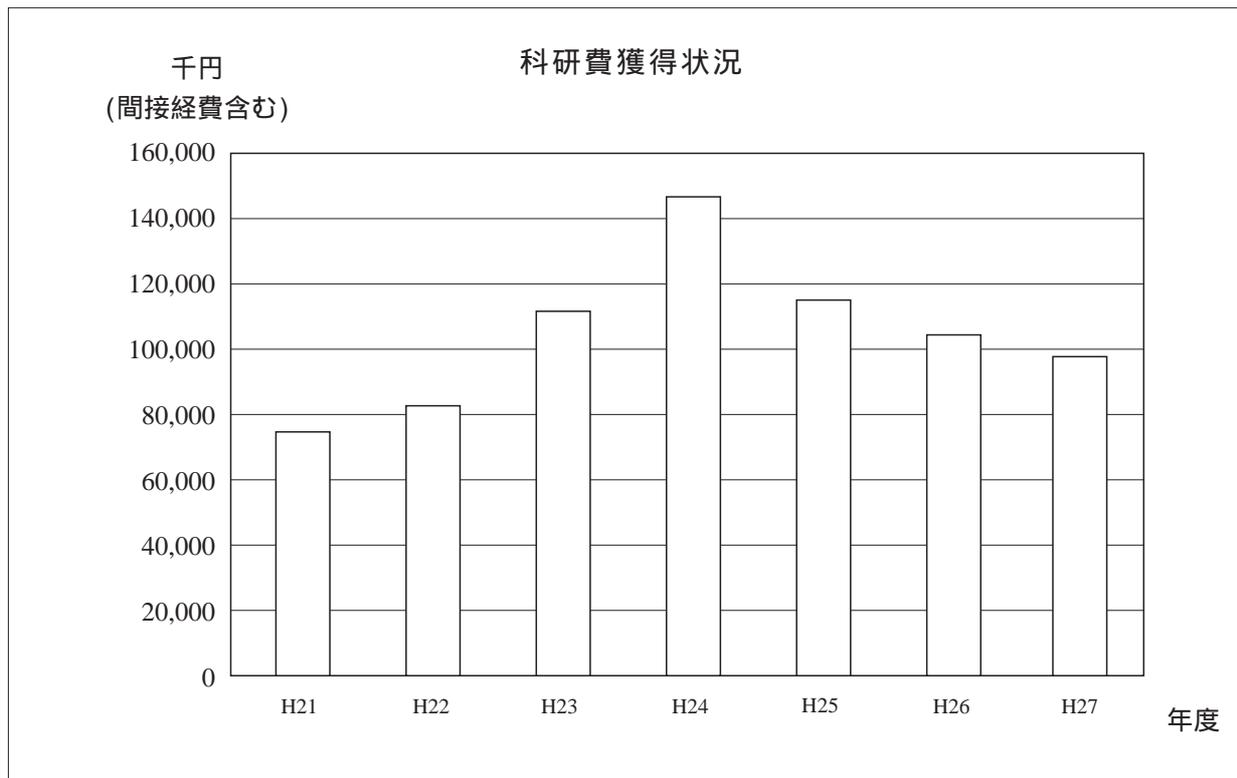


## 外部資金



区 分	H27年度 獲得金額(千円)
科学研究費補助金	97,180
その他補助金	73,356
受託研究費	481,795
受託研究員受入	2,505
民間等との共同研究	202,508
奨学寄付金	58,606
合 計	915,950

# 科研費

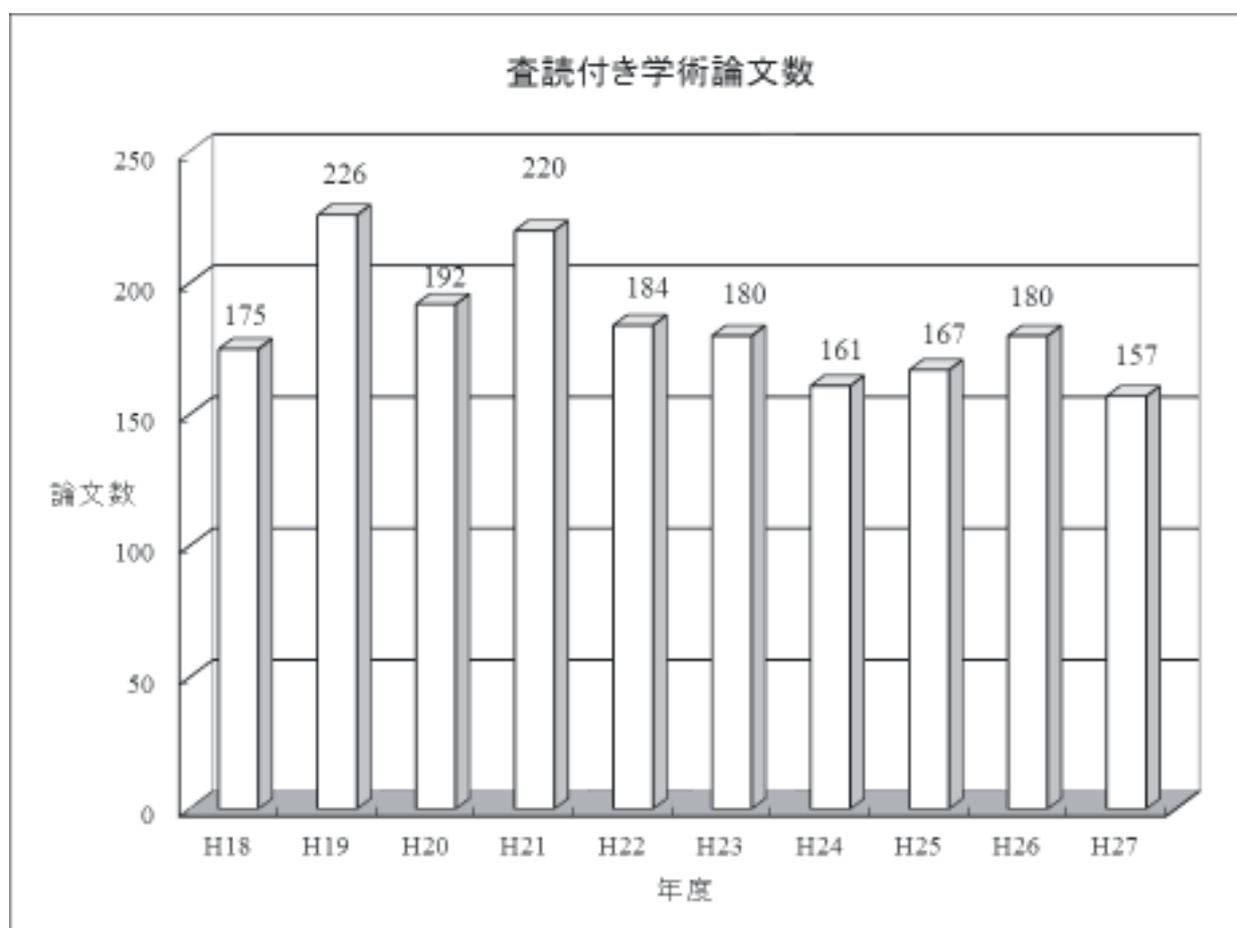




### 3. 研究業績

研究業績件数

区 分	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27
査読付き学術論文	175	226	192	220	184	180	161	167	180	157
国際会議発表論文	84	101	72	113	54	57	41	89	52	60
国内会議発表論文	55	23	17	21	10	25	13	8	35	24
国際会議発表	99	140	195	133	164	121	208	183	162	124
国内学会発表	268	225	264	256	195	231	215	243	243	250
講 演	129	148	150	123	148	136	132	139	150	182
解説・総説	28	61	36	39	32	47	58	58	43	39
著 書	18	28	5	16	13	17	14	30	15	11
国内特許	24	40	39	24	33	29	34	25	18	20
海外特許	20	17	22	23	31	12	22	5	17	5
受 賞	23	30	27	23	19	26	22	27	29	30





## 加工システム研究部門 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、溶融池現象、および溶接輸送現象解析
2. アーク溶接における環境技術の開発
3. 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
4. 熱プラズマ材料プロセスの数値計算シミュレーション

### 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、溶融池現象、および溶接輸送現象解析

アルゴンプラズマ域とメタルプラズマ域のそれぞれに適した温度計測法によって、溶滴が成長・離脱・移行する際の周囲のプラズマの状態およびその動的挙動を観察し、シールドガスへの炭酸ガスの混合が溶滴移行形態に及ぼす影響を明らかにした。シールドガスを85%Ar+15%CO<sub>2</sub>とした場合には、ワイヤ端で溶滴が成長する際に溶滴下部の領域においてプラズマの温度が上昇し、鉄蒸気濃度は最も高くなり、溶滴を囲い込むように鉄蒸気が分布する。このとき溶滴下部の領域において電子密度も著しく高くなる。シールドガスに100%Arを用いたスプレー移行の場合には、アルゴンプラズマ域における電子密度がメタルプラズマ域に比べて2倍程高くなる。一方で、85%Ar+15%CO<sub>2</sub>を用いたグロービュール移行時にはアーク中心近傍のメタルプラズマ域の電子密度の方が高い状態となる。このときアーク中心近傍における導電率が高くなるため、アーク中心に電流がより流れやすい状態となる。このとき溶滴下部において電流の集中が起き、電磁気力に起因した上向きのアーク力が発現することにより溶滴が落下するのを妨げる方向の力が作用してスムーズな移行とならず、結果としてグロービュール移行となる。一方で炭酸ガスの混合がないか、極めて少ない場合には、溶滴の離脱と移行を妨げる力は大きく作用せず、スプレー移行となることが明らかとなった。

#### 2. アーク溶接における環境技術の開発

被覆アーク溶接におけるアークプラズマの特性（アーク安定性およびスパッタ発生）を、人間による感覚的な評価と整合しながらも、より客観的に、かつ定量的に評価するために画像処理を基盤とした新手法の開発を行った。開発の過程で、アーク安定性については、溶接技術者の視覚的情報とアーク中心変動の二乗平均平方根が概ね一致することが明らかとなった。また、スパッタの発生量とサイズについて、二値化した取得画像を用いて溶接技術者の視覚情報と概ね一致する定量値を

算出するための白色ピクセル数のカウント手法を見出した。スパッタ発生の画像情報の取得の際には、通常の撮影手法ではその発生・飛散挙動を捉えることが困難であったため、赤外線反射光を利用した画像取得システムも同時に構築した。これらの成果により、被覆材の種類（化学種の混合割合等）がアーク安定性やスパッタ発生に及ぼす影響も明らかとなった。また直流・交流の違いや、アーク電流の大きさの違いによってもアークプラズマの特性が異なることが定量的に明らかとなった。被覆アーク溶接におけるアークプラズマの特性は、本手法の開発以前には、溶接技術者の感覚で良し悪しが評価されていたのみであったが、本成果により初めて客観的かつ定量的な評価が可能となった。

### 3. 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

本研究ではプラズマミグブレイジングによるアルミニウムと鋼の異材接合法の技術開発を行っている。プラズマ電極により作られたプラズマは低エネルギー密度でソフトな熱源特性をもつため、母材を溶融させずに広範囲を均一に加熱することができ、ろう材の高いぬれ性を確保できるものと考えられる。また、母材上の陰極点により、酸化膜の除去が自動的に行われるため、高品質な継手を得られやすいというメリットも期待できる。

これまでの研究により、純アルミニウムと鋼の異材接合に関しては良好な継手を得られたため、現在はマグネシウム系アルミニウム合金 A5005と鋼の異材接合を行っている。本年度はプラズマ電極構造が接合に及ぼす影響を検討した。ここでは内径 3 mm、5 mm 及び 7 mm の 3 種類のプラズマ電極を作成した。プラズマ電極により作られたプラズマのエネルギー密度はプラズマ電極内径によりコントロールできるものと考えられる。プラズマ電極内径 3 mm の場合、溶接ワイヤの送給時の曲りやワイヤ液柱の揺動により、ワイヤとプラズマ電極が間欠的に接触し、アークが不安定となることがあることがわかった。一方、プラズマ電極内径 7 mm の場合、プラズマ電極内径の拡大によりプラズマのエネルギー密度が低下し、より広範囲に対して均一な予熱効果が得られた。その結果、ぬれ性が向上し良好な溶接ビードが得られた。溶接金属とプラズマ電極内径 7 mm の場合の母材との界面の金属間化合物層の厚さは 5  $\mu\text{m}$  程度となり、5 mm の場合の 10  $\mu\text{m}$  程度と比較して改善されることがわかった。

### 4. 熱プラズマ材料プロセスの数値計算シミュレーション

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

溶滴移行を伴う GMA 溶接では、ヒューム生成を支配するアークの温度場及び速度場ならびに金属蒸気の濃度場等が、時間的に極めて大きく変化することとなる。したがって、ヒュームの低減化及び無害化に向け、溶接プロセスや溶接材料、溶接パラメータ等の違いがヒューム生成機構に及ぼす影響を明らかにするためには、GMA 溶接モデルとヒューム生成モデルを完全に連成した新たな数値解析モデルを用いた検討が望ましい。

そこ本研究では上記の連成モデルの開発を行っている。本年度は研究のファーストステップとし

て、純鉄製ワイヤ及び純アルゴンガスを用いたパルス MIG 溶接を仮定した計算を行った。その結果、溶滴移行現象やアーク現象に加え、金属蒸気の溶滴からの蒸発やアーク中での輸送、アーク柱外縁部での核生成によるヒュームの生成、その後の凝縮及び凝集による成長、周囲空間への散逸といった一連の現象を同時に取り扱うことが可能となった。

## (2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、溶接・接合を中心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・茂田准教授が(一社)溶接学会 溶接法研究委員会より溶接アーク物理研究賞を授与されたほか、田中教授は大阪大学総長顕彰を、茂田准教授は大阪大学総長奨励賞等を受賞しており、上記4.3-(1)-2の成果が国際溶接学会 (IIW) において推薦論文として *Welding in the World* に掲載されたことから、その研究レベルは世界のトップレベルであると考えている。また、本年度に雑誌掲載された査読付き論文数は13件であり、国立大学法人化後の過去12年間の合計が175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。一方、研究成果の社会への貢献については、平成22年度に最終年度を迎え完了した経済産業省による戦略的基盤技術高度化事業「小物部品のバレル式プラズマ浸炭・窒化大量処理システムの開発研究」の平成27年度補完研究をプロジェクトリーダーとして指揮・指導し、木造耐震補強システム構造用ねじの製品化に向け学術的側面からサポートした。研究予算については、田中教授、茂田准教授、田代助教及び大学院生1名が科学研究費補助金に採択されるとともに、民間企業との共同研究を幅広く展開し、外部資金の獲得にも積極的に取り組んできたと考えている。

## 4.4 教育に対する自己評価

本研究分野は、世界レベルの研究活動を通じて大学院教育を実施し、溶接・接合に関する高度な知識と研究推進能力を有する研究者・技術者の育成に努力している。また、国内会議での研究発表はもちろんのこと、国際会議での研究発表も積極的に行わせ、研究成果の総括力と表現力ならびにコミュニケーション力の発現に努力している。具体的には、大学院生が著者または共著者となった発表件数は、本年度だけでも査読付き雑誌論文6件、国際会議が5件、国内学会が15件ある。その中で、平成27年度溶接学会秋季全国大会において大学院生2名が優秀研究発表賞および優秀ポスター発表賞をそれぞれ受賞した。さらに大学院生1名は自動車技術会大学院研究奨励賞も受賞した。

一方、工学研究科マテリアル生産科学専攻の協力講座として大学院講義を担当し、大学院修士学生の座学教育についても努力している。また、学部学生(2年生、3年生)の講義も担当し、溶接・接合プロセスに必要な機器システムの専門知識習得に貢献している。さらに全学部に対して教育科目「基礎セミナー」及び「先端教養科目」を開講し、工学部以外の学生も含む学部1年生に向けて接合科学の基礎から最先端研究に渡る幅広い知識教育を行っている。その他、ISOに準拠したIIW溶接技術者資格認証制度に基づく、大学院修士学生向け教育課程「接合科学研究所国際溶接技術者(IWE)コース」の運営に尽力し、コースの第7期生5名の修了、既修了生を含めて8名のIWE資格取得に大きく貢献した。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

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

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

田中教授は、国際協力機構 (JICA)「インド国 高精度アーク溶接技術普及促進事業」に参画し、インド国内研修の講師を務めた。加えて、文部科学省による「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業 - カップリング・インターンシップによる実践型グローバル人材育成 -」プロジェクトの一環として、インド工科大学ハイデラバード校において溶接・接合技術の基礎に関する講師を務めた。また、平成22年度より就任している山東大学の博士共同指導教授として山東大学の国際的な人材育成に貢献した。一方、国内に対しては、田中教授は溶接学会全国大会運営委員会委員長として、春季と秋季の溶接学会全国大会を組織・運営し、最新の溶接科学技術に関する情報発信と溶接・接合に関わる研究者コミュニティのための交流の場の提供に努めた。その他、田中教授は経済産業省近畿経済産業局の各種委員に就任し、国のものづくり基盤技術の高度化施策に貢献している。

また、茂田准教授は日本機械学会流体工学部門広報委員、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、Canada Council of the Arts から依頼を受け、カナダにおける研究助成金申請の査読審査を行ったことに加え、現在 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するなど、国際的にも最先端科学の進展のために多大なる貢献している。

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

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

本研究分野では、他の研究機関より17名の共同研究員を迎えて共同研究を実施した。また、他大学から大学院生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) テンパービード工法による多層肉盛補修溶接プロセスの予測シミュレーションモデル  
圧力技術, 53, 2 (2015), 88-95.  
岡野 成威, 宮坂 史和, 田中 学, 望月 正人
- (2) On Process-Structure-Property Interconnection in Anti-Phase Synchronised Twin-Wire GMAW of Low Carbon Steel  
Sci. Technol. Weld. Joining (2015), DOI: 10. 1080/13621718. 2015. 1124960.  
S. Q. Moinuddin, A. Kapil, K. Kohama, A. Sharma, K. Ito and M. Tanaka
- (3) Effects of Surface Tension on Predictions of Weld Pool Formation in TIG Welding  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 116s-119s.  
M. Miyake, M. Shigeta and M. Tanaka
- (4) Numerical Simulation of Joining Process in a TIG Welding System Using Incompressible SPH Method  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 34s-38s.  
M. Ito, S. Izawa, Y. Fukunishi and M. Shigeta
- (5) 画像分光法によるガスメタルアーク溶接における動的プラズマ挙動の解析  
溶接学会論文集, 33, 2 (2015), 118-125.  
茂田 正哉, 中西 省太, 田中 学, A. B. Murphy
- (6) 溶滴を伴う溶融池内流れの非圧縮 SPH シミュレーション  
スマートプロセス学会誌, 4, 3 (2015), 165-170.  
古免 久弥, 茂田 正哉, 田中 学
- (7) Simple Nonequilibrium Model of Collective Growth and Transport of Metal Nanomist in a Thermal Plasma Process  
Theor. Appl. Mech. Jpn., 63 (2015), 147-154.  
M. Shigeta
- (8) アーク溶接時に発生するヒューム一次粒子群の集団成長過程の数値解析  
溶接学会論文集, 33, 4 (2015), 365-375.  
茂田 正哉, 三宅 正誉志, 田中 学
- (9) GMA 溶接における溶滴輸送を伴う溶融池対流の非圧縮性 SPH シミュレーション  
溶接学会論文集, 33, 4 (2015), 332-340.  
古免 久弥, 茂田 正哉, 田中 学, 福西 祐
- (10) Effect of Precursor Fraction on Silicide Nanopowder Growth under Thermal Plasma Conditions: a Computational Study  
Powder Technol., 288 (2016), 191-201.  
M. Shigeta and T. Watanabe
- (11) Qualitative and Quantitative Analyses of Arc Characteristics in SMAW  
Weld. World, 60, 2 (2016), 355-361.  
M. Shigeta, T. Ikeda, M. Tanaka, T. Suga, B. Poopat, S. Peansukmanee, N. Kunawong, A. Lersvanichkool, H. Kawamoto, S. Thongdee, K. Suenaga and M. Ota

- (12) Observation of the Behavior of Cathode Spots in AC Tungsten Inert Gas Welding on Aluminum Plate  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 135s-138s.  
T. Yuji, S. Tashiro, A. Fujimaru, H. Kinoshita, K. Yasui, T. Bouno, T. Methong and M. Tanaka
- (13) Numerical Simulation on Laser Welding Considering Surface Deformation and Convective Heat Transfer  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 180s-184s.  
S. Tashiro, M. Tanaka, M. Tamura and W. Kouno
- (3) 国際会議発表論文 (査読なし)
- (1) Effects of Surface Tension on Predictions of Weld Pool Formation in GTA Welding  
Proc. Joint Intermediate Meeting of Int. Institute of Welding (IIW) Comm. IV, XII and SG212, Columbus, USA (2015.4.8-10), Doc. XII-2220-15/IV-1239-15/212-1364-15.  
M. Tanaka and M. Shigeta
- (2) A Simplified Numerical Model of Submerged Arc Welding  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.4), IIW Doc. 212-1376-15.  
M. Tanaka, M. Shigeta, F. Miyasaka and K. Kasano
- (3) Visualization of Arcs by High-speed Monochromatic Image Capturing in GMA Welding  
Proc. 6th Int. Conf. on Welding Science and Engineering (WSE2015), Beijing, China (2015.9.20-23), 9-12.  
M. Tanaka
- (4) Quantitative Analysis of Arc Characteristics in SMAW  
Proc. Joint Intermediate Meeting of Int. Institute of Welding (IIW) Comm. IV, XII and SG212, Columbus, USA (2015.4.8-10), Doc. XII-2204-15/IV-1225-15/212-1351-15.  
M. Shigeta and M. Tanaka
- (5) Numerical Analysis of Arc Plasma in TIG Welding with an Additional Gas Nozzle  
Proc. ASME-ATI-UIT 2015 Conf. on Thermal Energy Systems: Production, Storage, Utilization and the Environment, Napoli, Italy (2015.5.17-20), Paper #134(3 pages).  
K. Konishi, M. Shigeta, M. Tanaka, A. Murata and T. Murata
- (6) Simulation of Weld Pool Convection during GMA Welding Using Incompressible Smoothed Particle Hydrodynamics Method  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.4), IIW Doc. 212-1377-15.  
H. Komen, M. Shigeta, M. Tanaka and Y. Fukunishi
- (7) Two-temperature Model Analysis of Non-LTE Arc Plasma  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.4), IIW Doc. 212-1375-15.  
K. Konishi, M. Shigeta, M. Tanaka, A. Murata, T. Murata and A. B. Murphy

- (8) Numerical Prediction of Growth and Convective Transport of Si Nanoparticles around an Ar Thermal Plasma Jet with He Mixture  
Proc. 22nd Int. Symp. on Plasma Chemistry (ISPC22), Antwerp, Belgium (2015.7.5-10), OS-21-4 (4 pages: USB).  
M. Shigeta and M. Tanaka
- (9) Numerical Analysis of TIG Arc Phenomena Considering Non-LTE Plasma  
Proc. 6th Int. Conf. on Welding Science and Engineering (WSE2015), Beijing, China (2015.9.20-23), 151-154.  
K. Konishi, M. Shigeta, M. Tanaka, A. Murata, T. Murata and A. B. Murphy
- (10) Numerical Analysis of Convective Transfer of Nanopowder Generated around a Turbulent-Like Thermal Plasma Jet  
Proc. First Pacific Rim Thermal Engineering Conf. (PRTEC), Hawaii, USA (2016.3.13-17), PRTEC-14664 (5 pages).  
M. Shigeta and M. Tanaka
- (11) Numerical Analysis of Welding Fume Formation Mechanism  
IIW\_Intermediate meeting\_Genova\_March 7-8\_2016 (USB), Genova, Italy (2016.3.7-15), IIW Doc. I-1256-16, IIW Doc. IV-1274-16, IIW Doc. XII-2265-16, IIW Doc. 212-1413-16.  
S. Tashiro, A. B. Murphy and M. Tanaka
- (12) Observation of Three-Dimensional Weld Pool Convection in Plasma Keyhole Arc Welding  
IIW\_Intermediate meeting\_Genova\_March 7-8\_2016 (USB), Genova, Italy (2016.3.7-15), IIW Doc. XII-2260-16.  
V.-A. Nguyen, S. Tashiro and M. Tanaka
- (5) 国内会議発表論文 (査読なし)
- (1) プラズマキーホール溶接における溶融池3次元流動の X 線観察  
プラズマ放電パルスパワー放電合同研究会資料, 宮崎 (2015.10.22-24), 19-23.  
田代 真一, V.-A. Nguyen, 田中 学
- (2) 交流 TIG 溶接における陰極点及び溶融池の時間変化  
プラズマ放電パルスパワー放電合同研究会資料, 宮崎 (2015.10.22-24), 7-12.  
安井 賢太郎, 藤丸 厚志, 木之下 広幸, 湯地 敏史, 房野 俊夫, Methong Titinan, 田代 真一, 田中 学
- (6) Trans. JWRI 論文
- (1) Optical Observation of Cathode Spot in AC Tungsten Inert Gas (TIG) Welding on Aluminum Plate Using Helium  
Trans. JWRI, 44, 2 (2015), 1-4.  
S. Tashiro, T. Yuji, A. Fujimaru, H. Kinoshita, K. Yasui, T. Bouno, T. Methong and M. Tanaka
- (7) 国際会議発表
- (1) Dissimilar Metal Joining Using Plasma MIG Brazing Process  
The 6th Int. Symp. on Adv. Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials(AMDI-6), Tokyo, Japan (2015.6.9)  
S. Tashiro and M. Tanaka

(8) 国内学会発表

- (1) アーク溶接におけるガス物性がプラズマに与える影響  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
早河 毅, 白井 秀彰, 田中 学, 望月 正人
- (2) 太径せん断補強筋のアブセット溶接に関する研究  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
田中 学, 寺崎 秀紀, 林 義信, 井上 裕史
- (3) 薄板重ねすみ肉のレーザ・アークハイブリッド溶接の検討  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
小橋 泰三, 村井 康生, 秦野 雅夫, 恵良 哲生, 岡本 孝生, 田中 学, 茂田 正哉, 菅 哲男
- (4) 波形制御サブマージアーク溶接の溶融現象に及ぼす極性の影響  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
佐々木 誉史, 河西 龍, 幸村 正晴, 杉山 大輔, 横田 大和, 田中 学, 田代 真一, 菅 哲男
- (5) プラズマミグによる高機能材料のブレイジング技術の開発  
第6回6大学6研究所連携プロジェクト公開討論会, 仙台 (2015.11.20)  
田中 学, 田代 真一
- (6) GMA 溶接における溶滴落下の再現実験と SPH シミュレーション  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
岡田 裕貴, 茂田 正哉, 田中 学
- (7) アーク溶接時に発生するヒューム一次粒子の集団成長過程の数値計算  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
南 翔太, 茂田 正哉, 田中 学
- (8) ティグ溶接中の電極における添加物の拡散挙動シミュレーション  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
石田 和也, 茂田 正哉, 田中 学
- (9) プラズマの熱非平衡性を考慮した数値解析による TIG アーク熱源特性の解明  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
小西 恭平, 茂田 正哉, 田中 学, 村田 彰久, 村田 唯介, A. B. Murphy
- (10) 狭窄ノズルを装着したティグ溶接の入熱特性の計測  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
三木 聡史, 茂田 正哉, 田中 学
- (11) 炭酸ガスアーク溶接におけるプラズマ挙動の計測  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
山口 翼, 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, 片岡 時彦
- (12) 非圧縮 SPH 法による GMA 溶接中の溶融池対流現象に関する一考察  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
古免 久弥, 茂田 正哉, 田中 学

- (13) 二温度数値解析モデルによる溶接アーク現象の可視化  
 (一社) 日本鉄鋼協会 第170回秋季講演大会, 福岡 (2015.9.16-18)  
 小西 恭平, 茂田 正哉, 田中 学, 村田 彰久, 村田 唯介, A. B. Murphy
- (14) 非圧縮性 SPH 法を用いた GMA 溶接中の溶融金属対流シミュレーション  
 (一社) 日本鉄鋼協会 第170回秋季講演大会, 福岡 (2015.9.16-18)  
 古免 久弥, 茂田 正哉, 田中 学
- (15) 熱プラズマを用いたナノ粒子量産プロセスの数値シミュレーション  
 (一社) 日本機械学会熱工学コンファレンス2015, 吹田 (2015.10.24-25)  
 茂田 正哉
- (16) アルミニウム板の交流ティグ溶接における陰極点挙動の観察  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 田代 真一, 湯地 敏史, 藤丸 厚志, 木之下 広幸, 安井 賢太郎, 房野 俊夫,  
 METHONG Titinan, 田中 学
- (17) プラズマキーホール溶接における溶融池の3次元対流の可視化  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 V.-A. Nguyen, 田代 真一, 田中 学
- (18) Observation of Three-Dimensional Convection Flow in Weld Pool in Plasma Arc Keyhole  
 Welding of Stainless Steel  
 (一社) 日本鉄鋼協会 第170回秋季講演大会, 福岡 (2015.9.16-18)  
 又エン ヴァン アン, 田代 真一, 田中 学
- (9) 国際会議講演
- (1) Visualizations and Analyses of Gas Metal Arcs in Welding  
 Workshop between Department of Metallurgical Engineering, Chulalongkorn University and  
 JWRI, Osaka University, Bangkok, Thailand (2015.8.5)  
 M. Tanaka
- (2) Visualizations and Analyses of Gas Metal Arcs in Welding  
 Workshop between Faculty of Engineering, Kasetsart University and JWRI, Osaka University,  
 Bangkok, Thailand (2015.8.6)  
 M. Tanaka
- (3) Visualization of Arcs by Monochromatic Image Capturing in GMA Welding  
 The second workshop on welding and Joining (WWJ2015), Hanoi, Vietnam (2015.8.19)  
 M. Tanaka
- (4) Visualization of Arcs by High-speed Monochromatic Image Capturing in GMA Welding  
 The 6th International Conference on Welding Science and Engineering (WSE2015), Beijing,  
 China (2015.9.20)  
 M. Tanaka
- (5) Introduction to Science and Technology of Welding for a New Era in Manufacturing  
 Technical Seminar and Workshop on High Precision Arc Welding Technology in India,  
 Ahmadabad, India (2015.11.25)  
 M. Tanaka

- (6) State-of-the-art Technology of Visualization in Welding Arcs  
JICA-IITH Friendship Project Special Lectures, Hyderabad, India (2016.2.9)  
M. Tanaka
- (7) Modelling for Turbulent Transport of Nanoparticles Growing around a Thermal Plasma Jet  
68th Annual Gaseous Electronics Conference (GEC-68) held jointly with 9th Annual  
International Conference on Reactive Plasma (ICRP-9) & 33rd Symposium on Plasma  
Processing (SPP-33), Honolulu, USA (2015.10.12-16)  
M. Shigeta
- (8) Modelling of Collective Formation of Nanoparticles Transported with a Thermal Plasma Jet  
Frontier of Nano-Materials Based on Advanced Plasma Technologies (International Symposium)  
at 25th Annual Meeting of MRS-Japan 2015, Yokohama, Japan (2015.12.8-10)  
M. Shigeta
- (9) Computational Study on Collective Growth of Silicide Nanoparticles under a Thermal Plasma  
Condition  
The Second International Symposium on Nanoparticles/Nanomaterials and Applications (ISN2A  
2016), Caparica, Portugal (2016.1.18-21)  
M. Shigeta and T. Watanabe
- (10) 国内会議講演
  - (1) クールなアーク溶接を目指して  
溶接学会九州支部 溶接研究会「未踏接合技術の開発・実用化」, 熊本 (2015.11.9)  
田中 学
  - (2) アーク放電のタングステン電極で生じる現象の物理  
第27回タンモリ工業会セミナー, 大阪 (2015.11.13)  
田中 学
  - (3) 国産産業用レーザー発振器開発とレーザー加工プラットフォーム創設への期待  
NEDO 次世代レーザー技術シンポジウム - イノベーションを創出する日本発のものづくり  
技術 -, 東京 (2015.11.18)  
田中 学
  - (4) 溶接アークの可視化の最前線～あたりまえの再構築から生まれる次世代技術～  
日本鉄鋼協会接合・結合フォーラム平成27年度見学会, 大阪 (2016.1.19)  
田中 学
  - (5) 熱プラズマシミュレーションの最前線  
溶接学会 平成27年度春季全国大会 フォーラム, 東京 (2015.4.22-24)  
茂田 正哉, 田中 学
  - (6) 熱プラズマシミュレーションの最前線  
溶接学会関西支部 平成27年度役員総会, 大阪 (2015.5.29)  
茂田 正哉
  - (7) 熱プラズマ流を用いたナノ粒子創製プロセスのモデリング  
第6回エネルギー理工学研究所国際シンポジウム, 宇治 (2015.8.31-9.1)  
茂田 正哉

- (8) 熱プラズマ流を利用したナノ粒子量産プロセスにおける諸現象のモデル化と数値シミュレーション  
第134回 NEC C&C システム SP 研究会, 東京 (2015.9.25)  
茂田 正哉
- (9) 溶接アークをはじめとした熱プラズマの可視化による動的挙動観察  
第21回応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会プラズマ新領域研究会, 大阪 (2015.10.3)  
茂田 正哉, 田中 学
- (10) アーク溶接等の熱プラズマプロセスに内在する流動現象のシミュレーション  
国際連携溶接計算科学研究拠点主催 第9回講演会『溶接計算科学の実用展開と今後の展望』, 大阪 (2016.3.8)  
茂田 正哉
- (11) アルミニウム板の交流ティグ溶接における陰極点挙動の実験観察  
日本溶接協会 電気溶接機部会技術委員会 2015年度 溶接技術講演会, 奈良 (2016.1.13)  
田代 真一, 田中 学
- (11) 解説・総説
- (1) アルミニウム合金の溶接ではクリーニング作用が必要? の巻  
WE-COM マガジン(日本溶接協会), 16 (2015)  
田中 学
- (2) 国際会議参加報告4th IIW Welding Research and Collaboration Colloquium  
溶接学会誌, 84, 4 (2015), 279-281.  
小西 恭平, 田中 学
- (3) 特別インタビュー「大阪大学接合科学研究所 所長」  
溶接技術, 63, 6 (2015), 61-63.  
田中 学
- (4) アーク現象の解明が溶接を革新する  
溶接技術, 63, 7 (2015), 42-47.  
田中 学, 平田 好則, 茂田 正哉, 野村 和史, 荻野 陽輔
- (5) 溶接現象の可視化がもたらす未来  
溶接技術, 64, 1 (2016), 51-55.  
田中 学
- (6) アーク溶接を観て診る - 溶滴移行を決めるプラズマの質を測る -  
溶接技術, 64, 2 (2016), 40-44.  
茂田 正哉, 田中 学
- (7) プラズマ技術とその適用分野 プラズマ技術の総論  
エレクトロヒート, 36, 1 (2015), 78-83.  
田代 真一, 田中 学

(12) 著 書

- (1) Welding Dictionary  
The Japan Welding Engineering Society, (2015), 共同編集、分担執筆  
M. Tanaka

(15) 受 賞

- (1) 大阪大学総長顕彰  
大阪大学 (2015.07.14)  
田中 学
- (2) 溶接アーク物理研究賞  
(一社) 溶接学会 溶接法研究委員会 (2015.08.04)  
田中 学, 茂田 正哉
- (3) 大阪大学総長奨励賞  
大阪大学 (2015.07.14)  
茂田 正哉
- (4) 平成27年度溶接学会優秀ポスター発表賞  
(一社) 溶接学会 (2015.12.21)  
石田 和也 (M2)
- (5) 平成27年度溶接学会優秀研究発表賞  
(一社) 溶接学会 (2015.12.21)  
南 翔太 (M1)
- (6) 大学院研究奨励賞  
(公社) 自動車技術会 (2016.03.11)  
石田 和也 (M2)

(17) 外部資金 (単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |          |  |       |        |
|-----|----------|--|-------|--------|
| (1) | 基盤研究(A)  | プラズマジェットによる金属蒸気輸送ダイナミクスと溶接アーク熱輸送現象の可視化 | 田中 学  | 3,250  |
| (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 | 13,780 |
| (3) | 基盤研究(C)  | マンガン系ヒュームの無害化のためのヒューム粒子径・粒子形状制御技術の開発   | 田代 真一 | 1,170  |
| (4) | 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 | 900    |

民間等との共同研究

- |     |  |                          |      |       |
|-----|--|--------------------------|------|-------|
| (1) |  | タングステン TIG 電極材料の評価に関する研究 | 田中 学 | 1,000 |
|-----|--|--------------------------|------|-------|

(2)	ボロン鋼の溶接割れに関する研究	田中 学	4,000
(3)	SMAW および塩基性 FCW のアーク現象解析に関する研究	田中 学	3,600
(4)	実機条件でのアーク脱ガス量の定量化に関する研究	田中 学	980
(5)	スラブ切断における下ノロ剥離性機構の解明	茂田 正哉	1,200
(6)	炭酸ガスアーク溶接におけるアークプラズマ現象の解明	田中 学	4,018
(7)	スポット溶接における散り発生挙動の数値シミュレーション解析	田中 学	1,296
(8)	プラズマ切断システムの実用化に向けた研究開発	田中 学	1,296
(9)	二段給電式 M I G 溶接の数値シミュレーションによる現象解析	田中 学	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	2,300
-----	--------------------------	------	-------

#### 奨学寄付金

(1)		田中 学	4,667
-----	--	------	-------

### 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

氏名：茂田 正哉

#### (1) 大学院等講義科目

(1)	マテリアル生産科学専攻	加工物理学 I
(2)	マテリアル生産科学専攻	材料機能化設計学

- |  |   |
|--|---|
| (3) 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                                      |
| (5) 全学教育                                     | 基礎セミナー                                      |
| (6) 全学教育                                     | 先端教養科目                                      |
| (3) 博士論文 (副査)                                |   |
| (1) 東北大学大学院工学研究科<br>機械システムデザイン工学専攻,<br>伊藤 真澄 | 非圧縮性 SPH 法を用いたアーク溶接プロセス中<br>流動現象の数値シミュレーション |

氏名: 田代 真一

- |                            |        |
|----------------------------|--------|
| (1) 大学院等講義科目               |        |
| (1) マテリアル生産科学科目<br>生産科学コース | 情報工学演習 |

#### 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     | 理事                          |
| (2) (一社) 軽金属溶接協会        | アルミニウム溶接管理技術者教育委員会 委員長      |
| (3) (一社) 電気学会           | 論文委員会 委員                    |
| (4) (一社) 日本鉄鋼協会         | 接合・結合フォーラム 主査               |
| (5) (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    |
| (6) (一社) 日本溶接協会         | 電気溶接機部会技術委員会 副委員長           |
| (7) (一社) 日本溶接協会         | メールマガジン編集委員会委員              |
| (8) (一社) 日本溶接協会         | 溶接管理技術者教育委員会委員              |
| (9) (一社) 日本溶接協会         | 国際活動委員会 委員                  |
| (10) (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 |
| (11) (一社) 日本溶接協会        | 溶接作業指導者運営委員会 委員             |
| (12) (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議 | 第212委員会 委員長                 |

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| (13) (一社) 溶接学会                            | 溶接法研究委員会 副委員長                      |
| (14) (一社) 溶接学会                            | 溶接教育委員会 副委員長                       |
| (15) (一社) 溶接学会                            | 全国大会運営委員会 委員長                      |
| (16) (一社) 溶接学会                            | 「若手溶接技術者・研究者のグローバルネットワークの形成」委員会 幹事 |
| (17) (一社) 溶接学会                            | 論文査読・審査委員会 副委員長                    |
| (18) (一社) 溶接学会                            | 企画委員会 委員                           |
| (19) (一社) 溶接学会                            | 関西支部 幹事                            |
| (20) (一社) 溶接学会                            | 理事                                 |
| (21) (一社) 溶接学会                            | 溶接情報化委員会 委員                        |
| (22) (独) 日本学術振興会                          | プラズマ材料科学第153委員会 委員                 |
| (23) IIW (国際溶接学会)                         | Study Group 212委員会 委員長             |
| (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                           |
| (7) 社会への情報発信                              |                                    |
| (1) 阪大接合研所長に田中学教授                         | 溶接ニュース (2015.04.14)                |
| (2) この人に聞く 基礎研究で世界をリード                    | 溶接ニュース (2015.06.02)                |
| (3) 阪大・ムラタ溶研 狭窄ノズル<br>TIG 溶接, 高品質に        | 日刊工業新聞 (2015.06.16)                |
| (4) 第12回産学連携シンポジウム開く<br>大阪大学接合科学研究所       | 溶接ニュース (2015.06.23)                |
| (5) 究極のアーク溶接                              | 日刊工業新聞 (2015.06.27)                |
| (6) 阪大接合研、国際シンポジウムを開催<br>広域アジア圏の交流推進      | 溶接ニュース (2015.10.27)                |
| (7) アジアでの人づくりなど報告<br>阪大・広域アジアものづくり人材育成 PJ | 溶接ニュース (2016.02.16)                |

氏名：茂田 正哉

(1) 学会役員

- |     |                   |               |
|-----|-------------------|---------------|
| (1) | (一社) 日本機械学会流体工学部門 | 広報委員会 委員      |
| (2) | (一社) 溶接学会         | 研究論文に対する査読審査員 |
| (3) | (一社) 溶接学会         | 溶接法研究委員会 委嘱委員 |
| (4) | (一社) 溶接学会         | 全国大会運営委員会 委員  |
| (5) | (一社) 溶接学会関西支部     | 副支部長          |

(3) 他大学等での非常勤講師

- |     |            |                  |
|-----|------------|------------------|
| (1) | 九州大学大学院工学府 | 数値プラズマ流体工学の基礎と実例 |
|-----|------------|------------------|

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- |     |                                |                         |
|-----|--------------------------------|-------------------------|
| (1) | Canada Council of the Arts     | 研究助成金申請に対する査読審査員        |
| (2) | European Union                 | External Advisory Board |
| (3) | Pergamon-Elsevier Science Ltd. | 研究論文に対する査読審査員           |

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成27年度共同研究員と研究テーマ

氏名：田中 学

- |     |                            |       |                                      |
|-----|----------------------------|-------|--------------------------------------|
| (1) | 東京都市大学大学院工学<br>研究科電気電子工学専攻 | 山本 真司 | TIG アーク溶接における三次元電磁熱流体<br>解析プログラムの開発  |
| (2) | 東京都市大学大学院工学<br>研究科電気電子工学専攻 | 田中 達朗 | パルスアークにおける溶融池より生じる鉄<br>蒸気濃度の時間変化     |
| (3) | (国研) 物質・材料研究機構             | 中村 照美 | レーザを用いた溶融金属液柱切断による純<br>Ar-MIG 溶接の安定化 |
| (4) | 東京都市大学大学院<br>工学研究科電気電子工学専攻 | 佐藤 健  | 器壁安定化アークにおけるアーク加熱のエ<br>ネルギーバランスの解明   |
| (5) | 沖縄県工業委技術センター               | 棚原 靖  | 局所的な磁場を与えた場合のアークと裏波<br>ビード形状の制御について  |
| (6) | 東京都市大学                     | 岩尾 徹  | 金属蒸気混入時のパルスアークにおける放<br>射分布の解明        |

- |      |                           |       |   |
|------|---------------------------|-------|---|
| (7)  | 金沢大学理工研究域<br>電子情報学系       | 田中 康規 | 固・液・気・プラズマの重相構造を有する<br>高速ガス吹付けアークプラズマの電磁熱流<br>体解析 |
| (8)  | 宮崎大学教育文化学部                | 湯地 敏史 | 交流ティグ溶接時の溶融池及び酸化膜上の<br>陰極点挙動観測に関する研究              |
| (9)  | 九州大学工学府科学<br>システム工学専攻     | 橋詰 太郎 | 高速度ビデオカメラを用いた熱プラズマの<br>可視化技術の開発                   |
| (10) | 九州大学工学府化学<br>システム工学専攻     | 今辻 智幸 | 高速度ビデオカメラを用いた熱プラズマの<br>可視化技術の開発                   |
| (11) | 九州大学工学研究院<br>化学工学部門       | 田中 学  | 高速度ビデオカメラを用いた熱プラズマの<br>可視化技術の開発                   |
| (12) | 熊本大学大学院<br>自然科学研究科        | 寺崎 秀紀 | 高張力鋼すみ肉溶接手順が継手特性に与え<br>る影響                        |
| (13) | 九州大学工学府<br>化学システム工学専攻     | 千綿 啓太 | 反応性熱プラズマの高精度数値シミュレー<br>ション                        |
| (14) | 九州大学工学研究院<br>化学工学部門       | 渡邊 隆行 | 反応性熱プラズマの高精度数値シミュレー<br>ション                        |
| (15) | 育英学院サレジオ工業<br>高等専門学校電気工学科 | 房野 俊夫 | 溶接アーク電流による陰極点挙動の解明及<br>び挙動制御のための基礎研究              |
| (16) | 琉球大学工学部<br>機械システム工学科      | 松田 昇一 | 溶融池磁気制御アーク溶接の溶融池の流動<br>および温度解析                    |

国際共同研究員

- |     |                              |  |
|-----|------------------------------|--|
| (1) | CSIRO/Manufacturing Flagship | Murphy Anthony Modelling of multiple<br>metal vapours in arc welding of alloys |
|-----|------------------------------|--|

(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, Trans. JWRI 論文)

- |     |    |   |
|-----|----|---|
| (1) | 合計 | 7 |
|-----|----|---|



## 加工システム研究部門 エネルギー変換機構学分野

### 4.1 研究概要

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

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

これらの一見多岐に亘る研究内容に共通するテーマは、「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表界面制御プロセスの開発
2. 新しいプラズマ源、粒子ビーム源の開発と高度プロセス技術（CVD、PVD）の研究
3. 大面積・低ダメージ・高密度プラズマ源の開発と先進的プロセス制御技術の研究
4. 無機/有機ハイブリッドデバイス創製に向けたソフトマテリアルプロセス科学の開拓と先進的グリーンナノテクノロジーの開発
5. 生体適合性に優れた革新的医療用プラズマ源の開拓

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

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

透明酸化物半導体 InGaZnOx (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、製膜プロセスに介在する反応過程の解明を通じた反応性の高度制御によ

り、高品質酸化物半導体薄膜トランジスタの低温形成に向けた新しいプロセスの確立を目的として研究を推進している。

本年度は、これまでに培ってきた相互作用ならびに放電制御因子に関する知見を基に、製膜プロセスの低温化にも注力して、反応性の高度制御に基軸をおいた研究を推進した。

まず、酸化物半導体薄膜の形成プロセスに介在するプラズマ気相の反応性について検討し、気相の反応性制御により、原子状酸素に加えて、より酸化力の強いヒドロキシラジカルを製膜中の気相に生成可能であることを示した。

さらに、ヒドロキシラジカル生成を加味したスパッタ製膜プロセスを用いることにより、半導体として動作するプロセスウィンドウを従来よりも格段に広域化することが可能であることを明らかにした。加えて、製膜中のプラズマ気相で生成した反応性粒子の基板表面への照射プロセスについて検討し、本研究での反応性高度制御プラズマスパッタ製膜プロセスにより、酸化物薄膜の緻密化においても有効であることを示した。

これらの研究成果は、大型基板での低温製膜プロセスとしての実用化に向けた課題解決策となることが期待される。

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）挑戦的萌芽研究の支援を受けて実施したものである。

## 2. 長尺プロセスに展開可能なハイブリッド製膜プロセスの開発

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エレクトロニクス分野でのメートルサイズを超える大面積あるいは長尺の基板での高速加工プロセス（製膜、エッチング、クリーニング）の実現に向けて、インダクタンスを低減した独創的な構造の高周波誘導結合アンテナを用いたマルチアンテナ方式によるプラズマ生成制御技術を基に、新しいスパッタ製膜技術への展開を目指し、スパッタ放電にマルチアンテナ方式の長尺かつ高密度の高周波誘導結合プラズマを重畳したハイブリッド製膜技術の研究開発を推進している。

これまでに開発してきたプラズマ支援スパッタ製膜系を用いて、窒化物薄膜形成に適用し、製膜プロセスに介在する反応性制御に有効な放電制御法を開発した。

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）挑戦的萌芽研究の支援を受けて実施したものである。

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

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

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

本年度は、まず、上記の研究課題[3]について、これまでに蓄積した数 kHz から 100 MHz にわたる広範な周波数領域での系統的な大気圧放電プラズマ生成技術と共に放電ガス流体挙動依存性に関する知見を駆使して大気圧プラズマ源を開発し、『プラズマ医療科学総合拠点』での活性種計測に関する共同研究を通じて、広範な制御性を実現可能であることを示した。

さらに、大気圧プラズマジェットについて、電気的な直接測定により、電離波動としての伝搬挙

動と共に固体表面あるいは液体表面への照射状態を直接的に評価可能であることを示し、プラズマ照射状態に関する評価指標の一つとして利用可能であることを提案した。

加えて、放電状態ならびにガス流れが、活性酸素種 (ROS) ならびに活性窒素種 (RNS) の液中での生成挙動に及ぼす効果を示した。

さらに、研究課題[4]について、『プラズマ医療科学総合拠点』での共同研究を通じて開発した上述の大気圧プラズマ生成照射系を用いて、液中での活性種生成制御に関する基礎データを基に、本新学術領域内の医学系グループと連携して細胞応答に関する共同研究により、プラズマ源開発に向けた研究を推進した。

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

また、上述の研究成果に対して、前期課程2年の学生が Award for Encouragement of Research in the 25th Annual Meeting of MRS-J を受賞した。

#### 4. プラズマ支援ミスト化学気相堆積法を用いた高品質酸化亜鉛薄膜形成

本研究では、フレキシブルデバイスの高性能化ならびに高機能化を念頭に、革新的なフレキシブルデバイス創製技術の開発を目指して、高品質酸化亜鉛薄膜の低温高速形成を可能にするプラズマ支援ミスト化学気相堆積法の開発を行っている。

これまでに酢酸亜鉛 $[Zn(CH_3COO)_2]$ を溶解したミストを低圧プラズマ中に通過させて製膜した膜において基板温度200 程度の低温で高結晶性酸化亜鉛薄膜の製膜を実現している。本年度は、酸化亜鉛薄膜のテクスチャ構造の形成メカニズムについて詳細に調べ、ミスト粒径に起因していることを明らかにし、太陽電池用透明導電膜への応用が期待されている。

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。

また、当該研究成果に対して、2015年応用物理学会秋季学術講演会 Poster Award を受賞した。

#### (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、材料表面の高機能化と高度制御に向けた基礎学理を追求すると共に、先進的な加工エネルギー源ならびにプロセス制御法の創成と診断評価を通じて、接合科学の高度化に資する基礎研究および応用技術開発ならびに人材育成を行っている。

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

本研究分野でのアプローチは、既製の従来装置を用いた材料開発あるいはプロセス開発ではなく、独創的な加工エネルギー源の生成・制御技術を基に、プロセスを決定する本質である粒子種あるいはエネルギー状態などの機構解明に基づく新しいプロセスの高度制御法の開発や新規な材料開発を対象領域としており、この点において独自性を有すると考えている。

上記のアプローチは、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。プラズマ支援スパッタ製膜プロセスならびに長尺基板に対応可能なハイブリッド製膜技術の開発においては、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、成果を上げてきている。さらに、科学研究費補助金・新学術領域研究（研究領域提案型）「プラズマ医療科学の創成」の計画研究として、放電の高度時空間制御に基づく系統的研究により、生体適合性に優れた革新的医療用プラズマ源の開拓に向けた研究を展開している。

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を依頼され、さらに研究発表に対する表彰として Award for Encouragement of Research in the 25th Annual Meeting of MRS-J ならびに2015年応用物理学会秋季学術講演会 Poster Award を受賞するなど、内外において高く評価されているものとする。また、学術誌への成果発表では、共同研究者との共著論文を含め、国際的にも比較的高いインパクト・ファクターを有する学術誌を含めて多数の原著論文として掲載された。

研究成果の社会への貢献 研究成果の内、プラズマならびに半導体プロセス関連の研究については、共同研究を通じて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効果的に図られているものとする。

研究予算 外部資金として、プラズマならびにプロセス関連の研究（節原）については、科学研究費助成事業（科学研究費補助金）新学術領域研究の計画研究に加えて、科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）挑戦的萌芽研究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、博士前期課程ならびに博士後期課程の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、学内での多彩な教育活動にも貢献している。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

（節原）

国内外での学会等活動：学協会での理事、評議員、幹事長等を歴任している。

産学連携：民間企業との共同研究等を通じて、産学連携を推進している。

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

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

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

プラズマプロセスに関わる共同研究では、大面積プラズマ制御に関する要素技術の開発、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) Analysis of Dynamic Discharge Characteristics of Plasma Jet Based on Voltage and Current Measurements Using a Metal Plate  
IEEE Trans. Plasma Sci., 43, 11 (2015), 3821-3826.  
Y. Setsuhara, G. Uchida, K. Kawabata, A. Nakajima and K. Takenaka
- (2) Effects of Discharge Voltage Waveform on the Discharge Characteristics in a Helium Atmospheric Plasma Jet  
J. Appl. Phys., 117, 15 (2015), 153301-1-153301-6.  
G. Uchida, K. Takenaka and Y. Setsuhara
- (3) Effects of Gas Flow on Oxidation Reaction in Liquid Induced by a He/O<sub>2</sub> Plasma-Jet Irradiation  
J. Appl. Phys., 118, 4 (2015), 043301-1-043301-9.  
A. Nakajima, G. Uchida, T. Kawasaki, K. Koga, T. Sarinont, T. Amano, K. Takenaka, M. Shiratani and Y. Setsuhara
- (4) Gas Flow Rate Dependence of the Discharge Characteristics of a Plasma Jet Impinging Onto the Liquid Surface  
IEEE Trans. Plasma Sci., 43, 12 (2015), 4081-4087.  
G. Uchida, A. Nakajima, K. Takenaka, K. Koga, M. Shiratani and Y. Setsuhara
- (5) Influence of Voltage Pulse Width on the Discharge Characteristics in an Atmospheric Dielectric-Barrier-Discharge Plasma Jet  
Jpn. J. Appl. Phys., 55, 1s (2016), 01AH03-1-6.  
G. Uchida, K. Takenaka and Y. Setsuhara
- (6) Quantum Characterization of Si Nano-Particles Fabricated by Multi-Hollow Discharge Plasma Chemical Vapor Depositio  
Sci. Adv. Mater., 8, 3 (2016), 636-639.  
H. Seo, G. Uchida, N. Itagaki, K. Koga and M. Shiratani
- (7) Low-temperature Formation of Amorphous InGaZnO<sub>x</sub> Films with Inductively Coupled Plasma-Enhanced Reactive Sputter Deposition  
Jpn. J. Appl. Phys., 54, 6s2 (2015), 06GC02-1-5.  
K. Takenaka, K. Cho, Y. Ohchi, H. Otani, G. Uchida and Y. Setsuhara
- (8) Process Controllability of Inductively Coupled Plasma-Enhanced Reactive Sputter Deposition for the Fabrication of A-InGaZnO<sub>x</sub> Channel TFTs  
Jpn. J. Appl. Phys., 55, 1s (2016), 01AA18.  
K. Takenaka, K. Nakata, H. Otani, S. Osaki, G. Uchida and Y. Setsuhara

##### (6) Trans. JWRI 論文

- (1) Discharge Conditions of a Non-Thermal Plasma Jet in Helium, Surrounded by Flows of Nitrogen-Oxygen Mixtures of Various Proportions  
Trans. JWRI, 44, 2 (2015), 5-7.  
G. Uchida, A. Nakajima, T. Ito, K. Takenaka and Y. Setsuhara

(7) 国際会議発表

- (1) Formation of Thin Film Transistor Using A-IGZO Channels Deposited by Plasma-Enhanced Reactive Sputtering  
The 5th Int. Conf. on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Adv. Materials and the 51st Summer Symp. on Powder Technology (ICCCI2015), Kurashiki, Japan (2015.7.7-10)  
Y. Setsuhara, K. Takenaka, Y. Suyama, Y. Nakata, G. Uchida and A. Ebe
- (2) Low-Temperature Formation of A-IGZO TFTs with ICP-Enhanced Reactivity-Controlled Sputter Deposition  
The 10th Anniversary Asian-European Int. Conf. on Plasma Surface Engineering (AEPSE 2015), Jeju, Korea (2015.9.20-24)  
Y. Setsuhara, K. Takenaka, K. Nakata, G. Uchida and A. Ebe
- (3) Dynamical Characterizations of Atmospheric-Pressure Plasma Jets as Evaluation Protocols for Plasma Medicine  
The 21st Korea-Japan Workshop on Adv. Plasma Processes and Diagnostics & The Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-Nano Material, Yangyang, Korea (2015.10.3-4)  
Y. Setsuhara, G. Uchida, K. Kawabata, A. Nakajima and K. Takenaka
- (4) Discharge Characteristics in Atmospheric Plasma Jets Produced in Various Gas Flow Patterns  
9th Int. Conf. on Reactive Plasmas (ICRP-9) / 33rd Symp. on Plasma Processing (SPP-33) / 68th Gaseous Electronics Conf. (GEC-68), Hawaii, USA (2015.10.12-16)  
Y. Setsuhara, G. Uchida, A. Nakajima, K. Takenaka, K. Koga and M. Shiratani
- (5) ICP-Enhanced Sputter Deposition for Reactivity Control and Low-Temperature Formation of A-IGZO Films  
9th Int. Conf. on Reactive Plasmas (ICRP-9) / 33rd Symp. on Plasma Processing (SPP-33) / 68th Gaseous Electronics Conf. (GEC-68), Hawaii, USA (2015.10.12-16)  
Y. Setsuhara, K. Nakata, Y. Satake, K. Takenaka, G. Uchida and A. Ebe
- (6) ICP-Enhanced Reactivity-Controlled Sputter Deposition of A-IGZO Films for Thin Film Transistor Applications  
9th Asia-Pacific Int. Symp. on the Basics and Applications of Plasma Technology (APSPT-9) / 28th Symp. on Plasma Science for Materials (SPSM-28), Nagasaki, Japan (2015.12.12-15)  
Y. Setsuhara, K. Nakata, K. Takenaka, G. Uchida and A. Ebe
- (7) Site-selective Coating of Carbon Protective Layer on Sub-micron Trenches Using Plasma CVD  
42nd Int. Conf. on Metallurgical Coatings and Thin Films (ICMCTF 2015), San Diego, USA (2015.4.20)  
M. Shiratani, X. Dong, K. Koga, N. Itagaki, H. Seo and G. Uchida
- (8) Discharge Characteristics of a Helium Atmospheric Plasma Jet Impinging Onto the Liquid Surface  
The 10th Anniversary Asian-European Int. Conf. on Plasma Surface Engineering (AEPSE 2015), Jeju, Korea (2015.9.20-24)  
G. Uchida, A. Nakajima, K. Takenaka, Y. Setsuhara, K. Koga and M. Shiratani

- (9) Effects of Discharge Voltage Waveform on Discharge Characteristics in a Helium Atmospheric Plasma Jet  
The 10th Anniversary Asian-European Int. Conf. on Plasma Surface Engineering (AEPSE 2015), Jeju, Korea (2015.9.20-24)  
G. Uchida, K. Takenaka and Y. Setsuhara
- (10) Effects of N<sub>2</sub> Dilution on Fabrication of Ge Nanoparticles by Rf Sputtering  
9th Int. Conf. on Reactive Plasmas (ICRP-9) / 33rd Symp. on Plasma Processing (SPP-33) / 68th Gaseous Electronics Conf. (GEC-68), Hawaii, USA (2015.10.12-16)  
S. Hashimoto, S. Tanami, H. Seo, G. Uchida, D. Yamashita, K. Kamataki, N. Itagaki, K. Koga and M. Shiratani
- (11) Gas Flow Rate Dependence of the Production of Reactive Oxygen Species in Liquid by a Plasma-Jet Irradiation  
9th Int. Conf. on Reactive Plasmas (ICRP-9) / 33rd Symp. on Plasma Processing (SPP-33) / 68th Gaseous Electronics Conf. (GEC-68), Hawaii, USA (2015.10.12-16)  
G. Uchida, A. Nakajima, T. Kawasaki, K. Koga, K. Takenaka, M. Shiratani and Y. Setsuhara
- (12) Substrate Temperature Dependence of Au-induced Crystalline Ge Film Formation Using Sputtering Deposition  
9th Int. Conf. on Reactive Plasmas (ICRP-9) / 33rd Symp. on Plasma Processing (SPP-33) / 68th Gaseous Electronics Conf. (GEC-68), Hawaii, USA (2015.10.12-16)  
S. Tanami, D. Ichida, D. Hashimoto, G. Uchida, H. Seo, D. Yamashita, K. Kamataki, N. Itagaki, K. Koga and M. Shiratani
- (13) Two Dimensional Visualization of Oxidation Effect of Scalable DBD Plasma Irradiation Using KI-starch Solution  
American Vacuum Society 62nd Int. Symp. and Exhibition (AVS), SanJose, USA (2015.10.18-23)  
K. Koga, T. Amano, T. Sarinont, T. Kawasaki, G. Uchida, H. Seo, N. Itagaki, M. Shiratani, Y. Nakatsu and A. Tanaka
- (14) A Simple Method for Quantifying Dose of Reactive Species Generated by Atmospheric Pressure Plasmas  
2015 MRS Fall Meeting, Boston, USA (2015.11.29-12.4)  
T. Amano, T. Sarinont, G. Uchida, T. Kawasaki, K. Koga and M. Shiratani
- (15) Measurement of Ar Metastable Atom and Void Structure in Reactive Dusty Plasma  
16th Workshop on Fine Particle Plasmas, National Institute for Fusion Science, Toki, Japan (2015.12.10-11)  
G. Uchida, K. Koga and M. Shiratani
- (16) Electrical Discharge Characteristics of Atmospheric Plasma Jets  
8th Int. Symp. on Adv. Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma 2016) / 9th Int. Conf. on Plasma Nano Technology & Science(IC-PLANTS 2016), Nagoya, Japan (2016.3.6-10)  
G. Uchida, A. Nakajima, K. Takenaka and Y. Setsuhara
- (17) A Investigation of Metal Nanocluster Structure and Electronic Property  
The 6th Int. Symp. on Adv. Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials (AMDI-6), Tokyo, Japan (2015.6.9)  
T. Ueno, T. Morishita, M. Mizushita, N. Saito, K. Takenaka, Y. Setsuhara and G. Uchida

- (18) Development of Reactivity Controlled Low-Temperature Plasma Processing for Fabrication of Flexible Devices  
The 6th Int. Symp. on Adv. Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials (AMDI-6), Tokyo, Japan (2015.6.9)  
K. Takenaka, Y. Setsuhara, G. Uchida and T. Kamiya
- (19) Low-damage Plasma Processing Technology for Fabrication of Advanced Catalyst  
The 6th Int. Symp. on Adv. Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials (AMDI-6), Tokyo, Japan (2015.6.9)  
K. Takenaka, Y. Setsuhara, G. Uchida, T. Ueno and N. Saito
- (20) Low-Temperature Growth of Zinc Oxide Films by Atmospheric-Pressure Plasma-Assisted Mist CVD  
The 5th Int. Conf. on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Adv. Materials and the 51st Summer Symp. on Powder Technology (ICCCI2015), Kurashiki, Japan (2015.7.7-10)  
K. Takenaka, G. Uchida and Y. Setsuhara
- (21) Atmospheric-Pressure-Plasma Assisted Mist CVD of Zinc Oxide Films  
The 10th Anniversary Asian-European Int. Conf. on Plasma Surface Engineering (AEPSE 2015), Jeju, Korea (2015.9.20-24)  
K. Takenaka, G. Uchida and Y. Setsuhara
- (22) Plasma-Assisted Mist Chemical Vapor Deposition of Zinc Oxide Films for Flexible Electronics  
9th Int. Conf. on Reactive Plasmas (ICRP-9) / 33rd Symp. on Plasma Processing (SPP-33) / 68th Gaseous Electronics Conf. (GEC-68), Hawaii, USA (2015.10.12-16)  
K. Takenaka, G. Uchida and Y. Setsuhara
- (23) Plasma-Assisted Mist CVD for Formation of Textured ZnO Films : Effect of Mists on Surface Structure of ZnO Films  
9th Asia-Pacific Int. Symp. on the Basics and Applications of Plasma Technology (APSPT-9) / 28th Symp. on Plasma Science for Materials (SPSM-28), Nagasaki, Japan (2015.12.12-15)  
K. Takenaka, G. Uchida and Y. Setsuhara
- (8) 国内学会発表
- (1) プラズマ支援反応性スパッタ製膜プロセスによる IGZO 薄膜デバイス低温形成  
第27回酸化物半導体討論会, 東京 (2015.5.18)  
節原 裕一, 陶山 悠太郎, 中田 慶太郎, 竹中 弘祐, 内田 儀一郎, 江部 明憲
- (2) プラズマ医療装置に求められている要素と世界動向  
第76回応用物理学会学術講演会, 名古屋 (2015.9.13-16)  
節原 裕一, 内田 儀一郎, 竹中 弘祐, 竹田 圭吾, 石川 健治, 堀 勝
- (3) プラズマ支援反応性スパッタリングを用いたアモルファス IGZO 薄膜トランジスタの低温形成  
第63回応用物理学会春季学術講演会, 東京 (2016.3.19-22)  
節原 裕一, 中田 慶太郎, 佐竹 義且, 竹中 弘祐, 内田 儀一郎, 江部 明憲
- (4) 大気圧非平衡プラズマ照射による液中ラジカル生成の制御  
応用物理学会九州支部 特別講演会, 福岡 (2015.4.27)  
内田 儀一郎, 竹中 弘祐, 節原 裕一

- (5) 大気圧非平衡プラズマと液面の相互作用の可視化  
平成27年度 東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究会, 仙台 (2015.8.31)  
内田 儀一郎, 竹中 弘祐, 節原 裕一
- (6) 液面に入射するプラズマジェットの放電特性  
第76回応用物理学会学術講演会, 名古屋 (2015.9.13-16)  
内田 儀一郎, 中島 厚, 竹中 弘祐, 古閑 一憲, 白谷 正治, 節原 裕一
- (7) 大気圧 He/O<sub>2</sub>プラズマジェット照射による液中活性酸素種生成に及ぼすガス流パターンの効果  
第76回応用物理学会学術講演会, 名古屋 (2015.9.13-16)  
中島 厚, 内田 儀一郎, 川崎 敏之, 古閑 一憲, Thapanut Sarinont, 天野 孝昭, 竹中 弘祐, 白谷 正治, 節原 裕一
- (8) KI-デンプン水溶液を用いた大気圧プラズマの活性種照射量の簡便な評価法  
平成27年度 (第68回) 電気・情報関係学会九州支部連合大会, 福岡 (2015.9.26-27)  
天野 孝昭, Thapanut Sarinont, 内田 儀一郎, 川崎 敏之, 古閑 一憲, 白谷 正治
- (9) RF スパッタリングによる Ge ナノ粒子作製への窒素希釈の効果  
平成27年度 (第68回) 電気・情報関係学会九州支部連合大会, 福岡 (2015.9.26-27)  
橋本 慎史, 田浪 荘汰, 徐 鉉雄, 内田 儀一郎, 山下 大輔, 板垣 奈穂, 古閑 一憲, 白谷 正治
- (10) プラズマを用いた低温高速層交換結晶成長に対する金触媒膜厚の効果  
平成27年度 (第68回) 電気・情報関係学会九州支部連合大会, 福岡 (2015.9.26-27)  
田浪 荘汰, 橋本 慎史, 内田 儀一郎, 徐 鉉雄, 山下 大輔, 鎌滝 晋礼, 板垣 奈穂, 古閑 一憲, 白谷 正治
- (11) 非平衡プラズマジェットの動的放電特性  
第21回 プラズマ新領域研究会 『プラズマ流の可視化』, 大阪 (2015.10.3)  
内田 儀一郎, 竹中 弘祐, 節原 裕一, 川崎 敏之, 古閑 一憲, 白谷 正治
- (12) プラズマジェットによりアガロース膜を移動した活性酸素の検出 プラズマジェットによりアガロース膜を移動した活性酸素の検出  
平成27年度応用物理学会九州支部講演会, 沖縄 (2015.12.5-6)  
佐藤 晃弘, 久壽米木 捷太, 工藤 章裕, 坂之下 朋大, 鶴丸 拓也, 若林 泰昂, 川崎 敏之, 内田 儀一郎, 古閑 一憲, 白谷 正治
- (13) Control of Discharge Characteristics of a Plasma Jet by Ambient Gas-Flow Conditions  
第25回日本 MRS 年次大会, 横浜 (2015.12.8-10)  
G. Uchida, A. Nakajima, K. Takenaka and Y. Setsuhara
- (14) Effects of Plasma-Irradiation Distance on Oxidation Reaction in Liquid Induced by He/O<sub>2</sub> Plasma-Jet Irradiation  
第25回日本 MRS 年次大会, 横浜 (2015.12.8-10)  
A. Nakajima, G. Uchida, T. Kawasaki, K. Koga, K. Takenaka, M. Shiratani and Y. Setsuhara
- (15) プラズマスパッタリングによる酸化シリコン中への埋め込み Ge ナノ粒子の粒径制御  
プラズマ・核融合学会九州・沖縄・山口支部 第19回支部大会, 熊本 (2015.12.19-20)  
大井手 芳徳, 橋本 慎史, 田浪 荘汰, 徐 鉉雄, 内田 儀一郎, 山下 大輔, 板垣 奈穂, 古閑 一憲, 白谷 正治

- (16) 周辺雰囲気ガス制御型プラズマジェット照射による溶液中活性酸素・窒素種生成  
第63回応用物理学会春季学術講演会, 東京 (2016.3.19-22)  
内田 儀一郎, 中島 厚, 伊藤 泰喜, 竹中 弘祐, 節原 裕一
- (17) プラズマ支援ミスト化学気相堆積におけるミストが製膜形状に与える影響  
第76回応用物理学会学術講演会, 名古屋 (2015.9.13-16)  
竹中 弘祐, 内田 儀一郎, 節原 裕一
- (18) Effect of Mists on Surface Structure of ZnO Films Deposited with Plasma-Assisted Mist CVD  
第25回日本 MRS 年次大会, 横浜 (2015.12.8-10)  
K. Takenaka, G. Uchida and Y. Setsuhara
- (19) Reaction Controllability of A-IGZO Films Deposited with Plasma-Enhanced Reactive Sputtering  
第25回日本 MRS 年次大会, 横浜 (2015.12.8-10)  
K. Nakata, K. Takenaka, G. Uchida, Y. Setsuhara and A. Ebe
- (9) 国際会議講演
- (1) Dynamical Characterizations of Atmospheric-Pressure Plasma Jets as Evaluation Protocols for Plasma Medicine  
The 21st Korea-Japan Workshop on Advanced Plasma Processes and Diagnostics & The Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-Nano Material, Yangyang, Korea (2015.10.3-4)  
Y. Setsuhara, G. Uchida, K. Kawabata, A. Nakajima and K. Takenaka
- (2) Dynamical Behaviors and Plasma-Liquid Interactions of Atmospheric-Pressure Dielectric-Barrier-Discharge Plasma Jets  
The 2nd Asian International Workshop on Advanced Plasma Technology and Applications Major Topics: Plasma Technology for Agriculture, Bio and Medicine, Chiang Mai, Thailand (2016.2.23-26)  
Y. Setsuhara, G. Uchida, A. Nakajima, T. Ito and K. Takenaka
- (3) Fabrication of Ge Nanoparticle Composite Films by Reactive Dusty Plasma Process for Next Generation Energy Devices  
The 10th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering, Jeju, Korea (2015.9.20-24)  
G. Uchida, H. Seo, K. Koga and M. Shiratani
- (4) Fabrication of Si and Ge Nanoparticle Films Using Discharge Plasma and Their Application to Solar Cells  
Workshop on Nanomaterials for Energy Applications - AIST, Tsukuba, Japan (2015.9.29-30)  
G. Uchida, H. Seo, K. Koga and M. Shiratani
- (10) 国内会議講演
- (1) プラズマ支援反応性スパッタ製膜プロセスによる IGZO 薄膜デバイス低温形成  
第27回酸化物半導体討論会, 東京 (2015.5.18)  
節原 裕一, 陶山 悠太郎, 中田 慶太郎, 竹中 弘祐, 内田 儀一郎, 江部 明憲
- (2) プラズマ医療装置に求められている要素と世界動向  
第76回応用物理学会学術講演会, 名古屋 (2015.9.13-16)  
節原 裕一, 内田 儀一郎, 竹中 弘祐, 竹田 圭吾, 石川 健治, 堀 勝

- (3) 大気圧非平衡プラズマ照射による液中ラジカル生成の制御  
応用物理学会九州支部 特別講演会, 福岡 (2015.4.27)  
内田 儀一郎, 竹中 弘祐, 節原 裕一
- (4) プラズマ医療のための大気圧放電プラズマの時空間制御  
新学術領域研究「プラズマ医療科学の創成」+「統合的神経機能の制御を標準とした糖鎖の作動原理解明」合同公開シンポジウム, 名古屋 (2015.8.5)  
内田 儀一郎, 竹中 弘祐, 節原 裕一
- (5) 非平衡プラズマジェットの動的放電特性  
第21回プラズマ新領域研究会「プラズマ流の可視化」, 大阪 (2015.10.3)  
内田 儀一郎, 竹中 弘祐, 節原 裕一, 川崎 敏之, 古閑 一憲, 白谷 正治

(15) 受賞

- (1) 大阪大学総長奨励賞  
大阪大学 (2015.07.14)  
内田 儀一郎
- (2) Young Scientist Award Gold  
AEPSE2015 Conference (2015.09.24)  
G. Uchida
- (3) 大阪大学総長奨励賞  
大阪大学 (2015.07.14)  
竹中 弘祐
- (4) 2015年応用物理学会秋季学術講演会 Poster Award  
応用物理学会 (2015.09.15)  
竹中 弘祐, 内田 儀一郎, 節原 裕一
- (5) Award for Encouragement of Research in the 25th Annual Meeting of MRS-J  
MRS-Japan (2015.12.10)  
中島 厚 (M2)

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

(1)	新学術領域研究	高度時空間制御による生体適合放電生成の基盤確立と革新的医療プラズマ源の創成	節原 裕一	21,840
(2)	基盤研究(C)	インフライトプラズマプロセスを用いたLiイオン電池用大容量Ge系ナノ複合膜堆積	内田 儀一郎	1,820
(3)	基盤研究(C)	大気圧非平衡プラズマを用いた表面ナノ構造を制御した酸化亜鉛薄膜形成技術の開発	竹中 弘祐	1,300
(4)	挑戦的萌芽研究	反応性製膜プロセスの高効率超高速化に向けた新しい原子層堆積プラズマPVD法の創成	節原 裕一	2,470

## 民間等との共同研究

- (1) 大面積製膜プロセスにおけるイオンエネルギー制御技術の開発 節原 裕一 1,200

## 4.8 教育

氏名：節原 裕一

### (1) 大学院等講義科目

- (1) マテリアル生産科学専攻 材料電磁プロセス学
- (4) 修士論文
- (1) マテリアル生産科学専攻マテリアル科学コース, 中島 厚 活性種制御大気圧非平衡プラズマ源の開発に向けた気液界面での動的挙動解析
- (2) マテリアル生産科学専攻マテリアル科学コース, 中田 慶太郎 プラズマ支援反応性スパッタリング法を用いた透明酸化半導体薄膜形成におけるプロセス制御に関する研究

氏名：内田儀一郎

### (1) 大学院等講義科目

- (1) マテリアル応用工学専攻 材料電磁プロセス学
- (2) 全学共通教育 先端教養科目

氏名：竹中 弘祐

### (1) 大学院等講義科目

- (1) 全学共通教育 基礎セミナー

## 4.9 社会貢献

氏名：節原 裕一

### (1) 学会役員

- (1) (一社) スマートプロセス学会 理事
- (2) (一社) スマートプロセス学会 平成27年 Best Review 賞審査委員会 委員
- (3) (一社) 日本溶接協会 表面改質技術研究委員会 幹事長
- (4) (一社) 表面技術協会 関西支部常任幹事
- (5) 日本 MRS 役員 (理事)

(2) 国際会議委員

- (1) 15th International Conference on Plasma Surface Engineering International Scientific Committee

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- (1) (独) 日本学術振興会 水の先進理工学第183委員会 委員
- (2) (独) 日本学術振興会 プラズマ材料科学第153委員会 庶務幹事
- (3) Asian Joint Committee for Applied Plasma Science and Engineering (AJC/APSE) Vice-Chairman
- (4) Flexible Electronics Research Institute International Committee Executive Committee Member
- (5) 名古屋大学未来材料・システム研究所 共同利用・共同研究委員会委員

氏名：内田儀一郎

(1) 学会役員

- (1) (一社) プラズマ・核融合学会 編集委員

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- (1) 九州大学客員准教授

氏名：竹中 弘祐

(1) 学会役員

- (1) (一社) スマートプロセス学会 平成27年 Best Review 賞審査委員会 委員

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成27年度共同研究員と研究テーマ

氏名：節原 裕一

- |     |                        |       |  |
|-----|------------------------|-------|--|
| (1) | 名城大学理工学研究科<br>電気電子工学専攻 | 東松 真和 | 3次元ナノグラフェンを基盤とした次世代<br>グリーンプラットフォームの開発 |
| (2) | 名城大学理工学部<br>電気電子工学科    | 平松美根男 | 3次元ナノグラフェンを基盤とした次世代<br>グリーンプラットフォームの開発 |
| (3) | 九州大学大学院<br>システム情報科学研究院 | 古閑 一憲 | コンビナトリアルプラズマプロセス解析装<br>置の創成            |

- |      |                                 |       |                                       |
|------|---------------------------------|-------|---------------------------------------|
| (4)  | 九州大学大学院<br>システム情報科学研究院          | 徐 鉉雄  | コンビナトリアルプラズマプロセス解析装置の創成               |
| (5)  | 九州大学プラズマナノ<br>界面工学センター          | 白谷 正治 | コンビナトリアルプラズマプロセス解析装置の創成               |
| (6)  | 九州大学システム<br>情報科学研究院             | 板垣 奈穂 | コンビナトリアルプラズマプロセス解析装置の創成               |
| (7)  | (国研) 産業技術総合研究所<br>太陽光発電工学研究センター | 布村 正太 | ハイブリッド太陽電池の高性能化に関する研究                 |
| (8)  | 岡山理科大学<br>技術科学研究所               | 中谷 達行 | 医療用 DLC 薄膜のプロセス技術とプラズマ表面科学に関する研究      |
| (9)  | 大阪大学工学研究科                       | 伊藤 剛仁 | 凝縮相を利用したプラズマ材料プロセスの研究                 |
| (10) | 佐世保工業高等専門学校                     | 柳生 義人 | 大気圧プラズマによるナノ粒子分散溶液や金属イオン溶液を原料とした薄膜の作製 |
| (11) | 日本文理大学工学部<br>機械電気工学科            | 川崎 敏之 | 大気圧非熱平衡プラズマジェットの放電基礎特性に関する研究          |

(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, Trans. JWRI 論文)

(1) 合計 3

## 加工システム研究部門 エネルギープロセス学分野

### 4.1 研究概要

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

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

### 4.2 研究課題

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

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. フェムト秒レーザ照射による酸化チタン膜の光学特性変化

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

##### 2. フェムト秒レーザ照射によるナノ周期構造形成

酸化チタン膜にフェムト秒レーザを照射し、ナノ周期構造を形成した。SPP (表面プラズモンポラリトン) モデルを構築し、実験で得られたナノ周期構造の周期領域を予測することができた。金

属基板上の誘電率を変化させることでナノ周期構造の周期を減少させることに成功した。

### 3. フェムト秒レーザー誘起周期構造による細胞伸展制御

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

### 4. ピコ秒レーザーおよびナノ秒レーザーによる炭素繊維強化プラスチックの切断加工に関する研究

NEDO プロジェクトにおいて開発したフォトニッククリスタルファイバーを用いた増幅技術をベースに平均出力150W、繰り返し周波数1MHz、パルス幅400ps および10ns のパルスファイバーレーザーを用いてCFRPの切断実験および切断機構について調べた。

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

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

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

## (2) 研究に対する自己評価

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

### 1. 研究の独自性

フェムト秒レーザー加工の研究はガラスやプラスチックのような非金属が主流であったが、金属材料加工への応用性に早くから着目し、他機関との共同研究により基礎研究を進め、いち早く基礎データの蓄積を行ってきた。経済産業省の地域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。また文部科学省全国共同利用附置研究所連携事業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」においては、チタンおよびチタン合金の生体適合性向上への展開を行った。

超微粒子ビームによる皮膜形成についても早くから着目し（NEDOの「ナノレベル電子セラミックス低温成形・集積化技術プロジェクト」に参画）、上述した6大学連携プロジェクト「特異構造金属・無機融合高機能材料開発共同研究プロジェクト」にて、チタンおよびチタン合金の生体適合性向上のために超微粒子ビームを用いた酸化チタン膜形成の研究を行った。さらに酸化チタン膜上にフェムト秒レーザーを用いて周期的微細構造を形成することで、細胞を目的の方向に伸展させることができるようになった。

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

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

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

各種レーザー加工によって得られた知見を基に内閣府 SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）革新的設計生産技術に「高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発」において100W級青色半導体レーザーコーティングシステムを開発した。

## 2. 研究レベル

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

半導体レーザーおよびファイバーレーザー加工の研究成果は国内では主に溶接学会、応用物理学会、レーザー学会及びレーザー加工学会、国外ではレーザー加工の中心的国際会議 ICALEO(International Congress on Applications of Lasers and Electro-Optics)で発表を行っており、平成26年および平成27年、2年連続で ICALEO Poster Presentation Award の1st place を受賞している。

## 3. 研究成果の社会への貢献

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

平成26年度に引き続き平成27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「ファイバーレーザーの基礎」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 プロジェクト平成27年度エネルギー・環境新技術先導プログラム「新機能材料創成のための非熱レーザー加工技術の開発」が採択され、大阪大学接合科学研究所研究開発拠点において非熱レーザー加工技術の開発を推進している。

## 4. 研究予算

フェムト秒レーザーによる細胞伸展制御に関する研究は、科学研究費補助金基板研究（C）にて研究を行った。

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文部科学省全国共同利用附置研究所連携事業（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」）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。本プロジェクト受託により平成27年度大阪大学総長顕彰を受賞した。

NEDO プロジェクト平成27年度エネルギー・環境新技術先導プログラム「新機能材料創成のための非熱レーザー加工技術の開発」は NEDO からの委託費で行っている。

### 4.4 教育に対する自己評価

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

当している。また工学部生産科学コース3年生の生産創成工学および情報工学演習を分担している。大学院博士後期課程学生1名、大学院前期課程学生5名、学部4年生1名の研究指導を行っている。大学院生及び学部4年生に対し、国内学会および国際会議での発表を推奨・推進している。本年度の学生の発表件数は、国内会議において、26件、国際会議において、9件である。大学院博士前期課程学生が、第84回レーザー加工学会講演会にて優秀ポスター賞を受賞した。大学院博士後期課程学生が、The 7th International Congress on Laser Advanced Materials Processing(LAMP2015)にてThe HPL 2015 Best Student Presenter を、レーザー学会第35回年次大会にて論文発表奨励賞を受賞した。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

##### 1. 国内外での学会活動

溶接学会高エネルギービーム加工研究委員会幹事、レーザー学会研究委員会委員、レーザー学会次世代産業用レーザー技術専門委員会主査、レーザー加工学会誌編集委員会 委員長、スマートプロセス学会学術企画運営委員会委員、平成27年 Best Review 賞審査委員会 委員、レーザー学会学術講演会第36回年次大会プログラム委員として活動した。

##### 2. 産学連携

ファイバーレーザーおよび半導体レーザーを用いた溶接の研究は平成20年度から企業との共同研究を開始し、平成27年度も引き続き開発研究を継続中である。

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

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

##### 3. 国際貢献

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

##### 4. その他社会貢献

SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）革新的設計生産技術「高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発、平成26年度 - 平成30年度」の研究開発責任者（プロジェクトリーダー）として当プロジェクトを4推進するとともにユーザー連携企業と共同研究を推進した。

一般社団法人 レーザプラットフォーム協議会（中小企業へのレーザー加工の利用・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27年度事業として、1回のフォーラムと4回のセミナーを開催した。

NEDO（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構）のNEDO技術委員として「次世代パワーレーザー応用検討委員会」において、将来的日本のレーザー及びレーザー加工のあるべき姿（ロードマップ）について議論した。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本研究分野は、平成27年度15名の共同研究員と共同研究を行い、9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) Effect of Laser Path Overlap on Surface Roughness and Hardness of Layer in Laser Cladding  
Sci. Technol. Weld. Joining, 20, 7 (2015), 601-606.  
D. Tanigawa, N. Abe, M. Tsukamoto, Y. Hayashi, H. Yamazaki, Y. Tatsumi and M. Yoneyama
- (2) 波長388nm 及び775nm のフェムト秒レーザーにより形成した周期的微細構造が細胞伸展に与える効果  
電気学会論文誌 A, 135, 10 (2015), 587-591.  
篠永 東吾, 塚本 雅裕, 陳 鵬, 埜 隆夫
- (3) Hierarchical Periodic Micro/nano-Structures on Nitinol and Their Influence on Oriented Endothelialization and Anti-Thrombosis  
Mater. Sci. Eng. C, 57 (2015), 1-6.  
K. Nozaki, T. Shinonaga, N. Ebe, N. Horiuchi, M. Nakamura, Y. Tsutsumi, T. Hanawa, M. Tsukamoto, K. Yamashita and A. Nagai
- (4) ラマン散乱スペクトルによる CFRP のレーザー切断加工評価と雰囲気ガスの効果  
電気学会論文誌 A, 135, 10 (2015), 569-574.  
佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 松岡 史浩, 山下 顕資, 高橋 謙次郎, 升野 振一郎
- (5) 細胞伸展制御のための PET フィルム表面へのナノ周期構造の形成  
レーザー学会誌, 43, 11 (2015), 772-776.  
佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 篠永 東吾, 原 一之, 河 拓弥, 笹木 隆一郎
- (6) Cell Spreading on Titanium Periodic Nanostructures with Periods of 200, 300 and 600 Nm Produced by Femtosecond Laser Irradiation  
Appl. Phys. A-Mater. Sci. Process., 122 (2016), 120-123.  
M. Tsukamoto, T. Kawa, T. Shinonaga, P. Chen, A. Nagai and T. Hanawa
- (7) Femtosecond Laser-Induced Periodic Nanostructure Creation on PET Surface for Controlling of Cell Spreading  
Appl. Phys. A-Mater. Sci. Process., 122 (2016), 184-189.  
Y. Sato, M. Tsukamoto, T. Shinonaga and T. Kawa
- (8) Heat Conduction Analysis of Laser CFRP Processing with IR and UV Laser Light  
Compos. Pt. A-Appl. Sci. Manuf., 84 (2016), 114-122.  
K. Takahashi, M. Tsukamoto, S. Masuno and Y. Sato
- (9) Investigation of the Microstructure and Surface Morphology of a Ti6Al4V Plate Fabricated by Vacuum Selective Laser Melting  
Appl. Phys. A-Mater. Sci. Process., 122 (2016), 439-443.  
Y. Sato, M. Tsukamoto, S. Masuno, Y. Yamashita, K. Yamashita, D. Tanigawa and N. Abe
- (10) Numerical Simulation of Combustion Effects during Laser Processing of Carbon Fiber Reinforced Plastics  
Appl. Phys. A-Mater. Sci. Process., 122 (2016), 196-200.  
T. Ohkubo, M. Tsukamoto and Y. Sato

- (11) Interface Microstructural Control by Probe Length Adjustment in Friction Stir Welding of Titanium and Steel Lap Joint  
Mater. Des., 65 (2015), 17-23.  
Y. Gao, K. Nakata, K. Nagatsuka, F. C. Liu and J. Liao
- (12) Direct Joining of Carbon-Fiber Reinforced Plastic to an Aluminum Alloy Using Friction Lap Joining  
Compos. Pt. B-Eng., 73 (2015), 82-88.  
K. Nagatsuka, S. Yoshida, A. Tsuchiya and K. Nakata
- (13) 摩擦重ね接合によるアルミニウム合金と炭素繊維強化樹脂の異材接合特性に及ぼすシランカップリング処理の影響  
溶接学会論文集, 33, 4 (2015), 317-325.  
永塚 公彬, 田中 宏宜, 肖 伯律, 土谷 敦岐, 中田 一博
- (14) Friction Welding Technique and Joint Properties of Thin-Walled Pipe Friction-Welded Joint between Type 6063 Aluminum Alloy and AISI 304 Austenitic Stainless Steel  
Int. J. Adv. Manuf. Technol., 82 (2016), 489-499.  
M. Kimura, M. Kusaka, K. Kaizu, K. Nakata and K. Nagatsuka
- (15) Microstructures and Mechanical Properties of Friction Stir Welded Brass/steel Dissimilar Lap Joints at Various Welding Speeds  
Mater. Des., 90 (2016), 1018-1025.  
Y. Gao, K. Nakata, K. Nagatsuka, T. Matsuyama, Y. Shibata and M. Amano
- (16) Optimizing Tool Diameter for Friction Stir Welded Brass/steel Lap Joint  
J. Mater. Process. Technol., 229 (2016), 313-321.  
Y. Gao, K. Nakata, K. Nagatsuka, Y. Shibata and M. Amano
- (3) 国際会議発表論文 (査読なし)
- (1) Effect of Several Gas Ambiences on HAZ Suppression in CFRP Cutting with Nanosecond Laser  
Proc. Lasers in Manufacturing 2015 (LiM2015), Munich, Germany (2015.6.22-25), USB.  
Y. Sato, M. Tsukamoto, F. Matsuoka, K. Yamashita and S. Masuno
- (2) Influence of Particle Size on Heat Affected Zone in Laser Cladding  
Proc. Lasers in Manufacturing 2015 (LiM2015), Munich, Germany (2015.6.22-25), USB.  
D. Tanigawa, N. Abe, M. Tsukamoto, H. Yamazaki, Y. Hayashi, Y. Tatsumi and M. Yoneyama
- (3) Experimental Investigation on Crystal Orientation of Ti6Al4V Plate Fabricated by Vacuum SLM Process  
Proc. ICALEO 2015, Atlanta, USA (2015.10.18-22), 79-82.  
Y. Sato, M. Tsukamoto, Y. Yamashita and S. Masuno
- (4) High-quality Cutting of CFRP with 150W Pulse Fiber Laser under Control of Ambient Gas  
Proc. ICALEO 2015, Atlanta, USA (2015.10.18-22), 784-786.  
F. Matsuoka, M. Tsukamoto, K. Yamashita, Y. Sato, S. Masuno, A. Fujisaki, S. Matsushita, H. Hashimoto, T. Sakagawa and T. Yamamura

- (5) Influence of Laser Parameters on Hardness of the Ni-Cr-B-Si Cladding Layer  
Proc. ICALEO 2015, Atlanta, USA (2015.10.18-22), 378-381.  
D. Tanigawa, N. Abe, M. Tsukamoto, Y. Hayashi, H. Yamazaki, Y. Tatsumi, M. Yoneyama and Y. Funada
- (6) Trans. JWRI 論文
- (1) Dissimilar Materials Joining of Al Alloy/ CFRTP by Friction Lap Joining  
Trans. JWRI, 44, 1 (2015), 9-14.  
K. Nagatsuka, X. Bolyu, A. Tsuchiya, M. Tsukamoto and K. Nakata
- (7) 国際会議発表
- (1) Control of Cell Spreading on Ti Substrate with Periodic Nanostructures Formed by Femtosecond Laser Irradiation  
The 7th Int. Congress on Laser Adv. Materials Processing, LAMP2015, Kitakyushu, Japan (2015.5.26-29)  
T. Kawa, M. Tsukamoto, T. Shinonaga, P. Chen, A. Nagai and T. Hanawa
- (2) Effect of Particle Diameter on Heat Input in Laser Cladding  
The 7th Int. Congress on Laser Adv. Materials Processing, LAMP2015, Kitakyushu, Japan (2015.5.26-29)  
D. Tanigawa, N. Abe, M. Tsukamoto, H. Yamazaki, Y. Hayashi, Y. Tatsumi and M. Yoneyama
- (3) Effects of Laser Peening Parameters on Plastic Deformation in Several Metals  
The 7th Int. Congress on Laser Adv. Materials Processing, LAMP2015, Kitakyushu, Japan (2015.5.26-29)  
M. Tsuyama, Y. Kodama, Y. Miyamoto, I. Kitawaki, M. Tsukamoto and H. Nakano
- (4) High-quality Cutting of CFRP by Nanosecond Laser Irradiation under Air, Argon and Nitrogen Gases.  
The 7th Int. Congress on Laser Adv. Materials Processing, LAMP2015, Kitakyushu, Japan (2015.5.26-29)  
F. Matsuoka, M. Tsukamoto, K. Yamashita, Y. Sato, K. Takahashi and S. Masuno
- (5) Control of Cell Elongation on Titanium Materials by Femtosecond Laser Irradiation  
The 6th Int. Symp. on Adv. Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials (AMDI-6), Tokyo, Japan (2015.6.9)  
M. Tsukamoto, T. Shinonaga, T. Kawa, P. Chen, A. Nagai and T. Hanawa
- (6) Femtosecond Laser Induced Periodic Nano-Structure on PET Surface for Controlling of Cell Elongation  
The 13th Conf. on Laser Ablation (COLA-2015), Cairns, Australia (2015.8.31-9.4)  
Y. Sato, M. Tsukamoto, T. Shinonaga and T. Kawa
- (7) Investigation of Micro Structure and Surface Morphology of Ti64 Plate Fabricated by Vacuum Selective Laser Melting  
The 13th Conf. on Laser Ablation (COLA-2015), Cairns, Australia (2015.8.31-9.4)  
Y. Sato, M. Tsukamoto, S. Masuno, Y. Yamashita, D. Tanigawa and N. Abe

- (8) Periodic Nanostructures Produced on Ti Substrate with Femtosecond Laser for Controlling of Cell Spreading in Multi Direction  
The 13th Conf. on Laser Ablation (COLA-2015), Cairns, Australia (2015.8.31-9.4)  
T. Kawa, M. Tsukamoto, T. Shinonaga, P. Chen, A. Nagai and T. Hanawa
- (9) Influence of Microstructures Formed by Femtosecond Laser Ablation under Vacuum and Air on Cell Spreading  
Int. Symp. on EcoTopia Science 2015 (ISETS'15), Nagoya, Japan (2015.11.27-29)  
M. Miyake, M. Tsukamoto, Y. Sato, T. Kawa, T. Nakaaze, A. Nagai, P. Chen and T. Hanawa
- (10) The Cell Spreading on Ti Plate Surface with Microstructures Formed by Femtosecond and Nanosecond Laser  
Int. Symp. on EcoTopia Science 2015 (ISETS'15), Nagoya, Japan (2015.11.27-29)  
T. Nakaaze, M. Tsukamoto, Y. Sato, T. Kawa, M. Miyake, P. Chen, A. Nagai and T. Hanawa
- (11) Dissimilar Laser Brazing of Single Crystal Diamond and Cemented Carbide and Wetting Behavior of Single Crystal Diamond by Silver-Copper-Titanium Alloy Braze  
Int. Conf. on High Temperature Capillarity (HTC-2015), Bad-Herrenalb, Germany (2015.5.17-21)  
Y. Sechi, K. Nagatsuka, K. Nakata and H. Fujii
- (12) Effect of Ti Content in Ag-28mass%Cu-5mass%Sn-Xmass%Ti Active Filler Metal on Dissimilar Laser-Brazed Joint Formation of Polycrystalline Diamond/WC-Co Alloy  
The 6th Int. Symp. on Adv. Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials (AMDI-6), Tokyo, Japan (2015.6.9)  
K. Nagatsuka, T. Fujimoto, Y. Sechi and K. Nakata
- (13) Dissimilar Materials Joining of Aluminum Alloy to Polymers and Carbon Fiber Reinforced Thermoplastic by Friction Lap Joining  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.3)  
K. Nagatsuka, B. Xiao, A. Tsuchiya and K. Nakata

(8) 国内学会発表

- (1) レーザクラディングにおける母材表面状態が皮膜形成に及ぼす影響  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
林 良彦, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 山崎 裕之, 谷川 大地, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (2) 入熱量に与える粉末粒径の影響 -レーザクラディングに関する基礎的研究(第5報)-  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
谷川 大地, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (3) レーザクラディングによる Ni-Cr-B-Si 合金皮膜形成  
溶接学会高エネルギービーム加工研究委員会, 東京 (2015.5.12)  
谷川 大地, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (4) フェムト秒 レーザ照射により変化した酸化チタン膜の光触媒機能  
第83回レーザ加工学会講演会, 大阪 (2015.6.11-12)  
山縣 秀人, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 中野 人志

- (5) レーザクラディングにおけるパワー密度が皮膜硬さに与える影響  
第83回レーザ加工学会講演会, 大阪 (2015.6.11-12)  
谷川 大地, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (6) 高出力サブナノ秒レーザを用いた炭素繊維強化プラスチックのアブレーション加工と熱的影響領域に関する研究  
第83回レーザ加工学会講演会, 大阪 (2015.6.11-12)  
山下 顕資, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 升野 振一郎, 松岡 史浩
- (7) 雰囲気制御下における高出力パルスレーザを用いた CFRP の高品質加工  
第83回レーザ加工学会講演会, 大阪 (2015.6.11-12)  
松岡 史浩, 塚本 雅裕, 山下 顕資, 佐藤 雄二, 升野 振一郎
- (8) 150W サブナノ秒レーザを用いた CFRP の切断加工と熱的影響領域の評価  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
山下 顕資, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 升野 振一郎, 松岡 史浩
- (9) フェムト秒レーザにより形成されたナノ及びマイクロ周期構造の細胞伸展への影響  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
中畔 哲也, 塚本 雅裕, 篠永 東吾, 佐藤 雄二, 河 拓弥, 陳 鵬, 永井 亜希子
- (10) 直噴型粉末供給レーザクラディングにおける成膜現象  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
谷川 大地, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (11) 半導体レーザによるジルカロイ - SiC/SiC 複合材料接合体作製に関する基礎的検討  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
芹澤 久, 朝倉 勇貴, 谷川 大地, 塚本 雅裕, 朴 峻秀, 岸本 弘立, 香山 晃
- (12) 粉末供給式レーザクラディングにおける粉末粒径が皮膜形成に及ぼす影響  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
林 良彦, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 山崎 裕之, 谷川 大地, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (13) 雰囲気制御下におけるチタン基板へのフェムト秒レーザーアブレーション  
第76回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋 (2015.9.13-16)  
三宅 正誉志, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 河 拓弥, 中畔 哲也, 陳 鵬, 永井 亜希子, 塙 隆夫
- (14) SIP 革新的設計生産技術について  
レーザー学会第481回研究会「次世代レーザー加工」, 大阪 (2015.9.29)  
塚本 雅裕
- (15) ファ이버レーザーを用いた粉末Ti合金の積層造形と評価  
レーザー学会第481回研究会「次世代レーザー加工」, 大阪 (2015.9.29)  
佐藤 雄二, 塚本 雅裕
- (16) 細胞伸展制御のためのフェムト秒レーザ照射による周期的微細構造形成  
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 第6回研究所連携プロジェクト公開討論会, 仙台 (2015.11.20)  
塚本 雅裕, 河 拓弥, 篠永 東吾, 陳 鵬, 永井 亜希子, 塙 隆夫, 黒田 健介

- (17) PCF増幅150W級パルスファイバーレーザーを用いたCFRPの高品質加工とHAZ評価  
レーザー学会第36回年次大会, 名古屋 (2016.1.9-11)  
松岡 史浩, 塚本 雅裕, 山下 顕資, 佐藤 雄二, 升野 振一郎
- (18) フェムト秒レーザー照射によって形成されたチタン基板上の溝の曲率に依存した細胞伸展方向の変化  
レーザー学会第36回年次大会, 名古屋 (2016.1.9-11)  
福永 二三佳, 河 拓弥, 三宅 正誉志, 中畔 哲也, 大賀 隆寛, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 小川 圭二
- (19) フェムト秒レーザー誘起周期的微細構造における雰囲気依存性  
レーザー学会第36回年次大会, 名古屋 (2016.1.9-11)  
河 拓弥, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 橋田 昌樹, 三宅 正誉志, 大賀 隆寛, 福永 二三佳
- (20) フェムト秒レーザー照射により変化した酸チタン膜の光触媒機能 - 可視光応答性 -  
レーザー学会第36回年次大会, 名古屋 (2016.1.9-11)  
山縣 秀人, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 中野 人志
- (21) レーザクラディングにおける粉末粒径が基板熱影響部に与える影響  
レーザー学会第36回年次大会, 名古屋 (2016.1.9-11)  
谷川 大地, 中畔 哲也, 仙石 正則, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (22) レーザクラディング法を用いたステライト皮膜の形成  
レーザー学会第36回年次大会, 名古屋 (2016.1.9-11)  
仙石 正則, 吉田 実, 谷川 大地, 中畔 哲也, 阿部 信行, 塚本 雅裕
- (23) 細胞伸展方向制御のためのフェムト秒レーザーを用いたPET表面への周期的微細構造形成  
レーザー学会第36回年次大会, 名古屋 (2016.1.9-11)  
大賀 隆寛, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 河 拓弥, 三宅 正誉志, 中畔 哲也, 福永 二三佳
- (24) フェムト秒レーザー誘起ナノ周期構造による細胞伸展制御 - 酸素雰囲気がナノ周期構造表面の濡れ性に与える影響 -  
第84回レーザ加工学会, 名古屋 (2016.1.19-20)  
三宅 正誉志, 河 拓弥, 中畔 哲也, 大賀 隆寛, 福永 二三佳, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕
- (25) レーザクラディングにおける基板熱影響部低減におよぼす粉末粒径の影響  
第84回レーザ加工学会, 名古屋 (2016.1.19-20)  
谷川 大地, 中畔 哲也, 仙石 正則, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (26) レーザクラディングにおける溶融池挙動の観察  
第84回レーザ加工学会, 名古屋 (2016.1.19-20)  
中畔 哲也, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 谷川 大地, 仙石 正則, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (27) レーザ金属積層造形法における溶融凝固プロセスのハイスピードビデオカメラ観察  
第84回レーザ加工学会, 名古屋 (2016.1.19-20)  
山下 顕資, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 升野 振一郎

- (28) フェムト秒レーザー照射による酸化チタン光触媒の光触媒機能を誘起する波長領域の変化  
第63回応用物理学会春季学術講演会, 東京 (2016.3.19-22)  
山縣 秀人, 中野 人志, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二
- (29) レーザー粉末床溶融法における Ti 合金粉末の溶融凝固プロセスのハイスピードビデオカメラ観察及び造形物の組織観察  
第63回応用物理学会春季学術講演会, 東京 (2016.3.19-22)  
山下 顕資, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 升野 振一郎, 山下 順広, 阿部 信行
- (30) チタン粉末援用によるジルカロイ - SiC/SiC 接合体作製に関する基礎的検討  
(公社) 日本金属学会 2016年春期大会, 東京 (2016.3.23-25)  
芹澤 久, 朝倉 勇貴, 谷川 大地, 塚本 雅裕, 朴 峻秀, 岸本 弘立, 香山 晃
- (31) アルミニウム合金 / 炭素繊維強化熱可塑性樹脂の摩擦重ね接合継手強度に及ぼすシランカップリング処理の影響  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
永塚 公彬, 田中 宏宜, 肖 伯律, 土谷 敦岐, 中田 一博
- (32) 多結晶ダイヤモンドと超合金の異材レーザーブレイジング継手形成に及ぼす活性金属ろう材中の Ti 添加量影響  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
藤本 貴大, 永塚 公彬, 瀬知 啓久, 中田 一博
- (33) 摩擦重ね接合によるステンレス鋼とポリアミド6との異材接合  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
肖 伯律, 三輪 剛士, 北川 大喜, 永塚 公彬, 山岡 弘人, 中田 一博
- (34) 摩擦重ね接合によるステンレス鋼と炭素繊維強化熱可塑性樹脂との異材接合  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
三輪 剛士, 北川 大喜, 永塚 公彬, 山岡 弘人, 中田 一博
- (35) Al 合金と樹脂・CFRP の摩擦重ね接合性に及ぼす材料因子の影響  
第111回軽構造接合加工研究委員会, 愛知 (2015.11.24)  
永塚 公彬, 中田 一博, 土谷 敦岐
- (36) 摩擦重ね接合法による Al 合金と炭素繊維強化熱可塑性樹脂の異材接合  
日本金属学会2016年春季(第158回)大会, 東京 (2016.3.23-25)  
永塚 公彬, 土谷 敦岐, 中田 一博
- (37) レーザーによる短時間・局所加熱のセラミックス / 金属の異材ろう付  
第10回真空紫外光源およびレーザーアブレーションに関するワークショップ, 大阪 (2016.3.28)  
永塚 公彬, 瀬知 啓久, 塚本 雅裕, 中田 一博
- (38) PCF 増幅150W 級パルスファイバーレーザーを用いた CFRP の高品質加工と HAZ 評価  
平成27年度 三研究室 合同研究発表会, 京都 (2015.12.15)  
松岡 史浩
- (39) フェムト秒レーザー誘起ナノ周期構造による細胞伸展制御 - 酸素雰囲気ナノ周期構造表面の濡れ性に与える影響 -  
平成27年度 三研究室 合同研究発表会, 京都 (2015.12.15)  
三宅 正誉志

- (40) レーザクラディングにおける粉末粒径が入熱量に与える影響  
平成27年度 三研究室 合同研究発表会, 京都 (2015.12.15)  
谷川 大地
- (41) レーザクラディングにおける溶融池挙動の観察  
平成27年度 三研究室 合同研究発表会, 京都 (2015.12.15)  
中畔 哲也
- (42) レーザ粉末床溶融法におけるハイスピードビデオカメラを用いた溶融凝固過程の観察  
平成27年度 三研究室 合同研究発表会, 京都 (2015.12.15)  
山下 顕資
- (43) 細胞伸展方向制御のためのフェムト秒レーザーを用いた PET 表面への周期的微細構造形成  
平成27年度 三研究室 合同研究発表会, 京都 (2015.12.15)  
大賀 隆寛
- (9) 国際会議講演
- (1) Development of Caulked Joint between Zircaloy and SiC/SiC Composite Tubes By Using Diode Laser  
40th International Conference & Exposition on Advanced Ceramics and Composites, Daytona Beach, USA (2016.1.24-29)  
H. Serizawa, Y. Asakura, H. Motoki, D. Tanigawa, M. Tsukamoto, J. S. Park, H. Kishimoto and A. Kohyama
- (10) 国内会議講演
- (1) 次世代レーザーコーティング技術の開発  
ナノ物質集積複合化技術研究会, 愛知 (2015.4.24)  
塚本 雅裕
- (2) SIP 次世代レーザーコーティング技術開発プロジェクト - 「次世代素材等レーザー加工技術開発プロジェクト」成果の応用展開 -  
第83回レーザ加工学会講演会, 大阪 (2015.6.11-12)  
塚本 雅裕
- (3) フェムト秒レーザーにより形成した微細構造による細胞伸展制御  
「鉄鋼材料の生物劣化を誘導する影響因子の解明」自主フォーラム 第1回研究会, 大阪 (2015.6.23)  
塚本 雅裕
- (4) 国産産業用レーザ発振器開発 - 将来への期待と展望 -  
中部レーザ第94回研究会, 名古屋 (2015.8.26)  
塚本 雅裕
- (5) 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2015, 東京 (2015.9.17)  
塚本 雅裕
- (6) 金属3D プリンタの最新動向と将来  
3D プリンタ研究会第5回利活用セミナー, 石川 (2015.11.12)  
塚本 雅裕

- (7) SIP 革新的設計生産技術における次世代レーザーコーティング技術開発の成果と今後の展開  
第6回レーザー共同研究所成果報告会, 福井 (2015.11.26)  
塚本 雅裕
- (8) 次世代レーザー3D プリンタ基盤技術開発  
(一社) レーザー学会学術講演会第36回年次大会シンポジウム, 名古屋 (2016.1.9)  
塚本 雅裕
- (9) レーザの基礎について 最新のレーザー加工技術に関する概要説明  
鹿児島ハイテク研究会, 鹿児島 (2016.1.12)  
塚本 雅裕
- (10) レーザー加工  
レーザー・光技術が拓く科学技術の新潮流調査委員会, 大阪 (2016.1.22)  
塚本 雅裕
- (11) ものづくりの未来を拓くレーザー加工技術開発  
IEEE Photonics Society Kansai Chapter 特別講演会, 神戸 (2016.1.28)  
塚本 雅裕
- (12) SIP 戦略的イノベーション創造プログラム「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研究開発 (SIP レーザーコーティング PJ)」  
レーザー加工機の現状と今後, 東京 (2016.2.3)  
塚本 雅裕
- (13) 次世代レーザーコーティング技術と青色半導体レーザー加工装置の開発  
SIP「高付加価値設計製造を実現するレーザーコーティング技術研究開発 (SIP レーザーコーティング PJ)」研究会, 大阪 (2016.2.26)  
塚本 雅裕
- (14) ものづくりのためのレーザー加工技術と今後の展開～レーザーで壊してつないで新機能をゲット!～  
『光の日』公開シンポジウム 2016 光科学技術の発展を願う日～光速速度( $3 \times 10^8$  m/s)にちなんで～, 東京 (2016.3.8)  
塚本 雅裕
- (15) レーザーを用いた短時間・局所加熱によるセラミックスと金属の新しい異材ブレージング法  
(一社) レーザー学会学術講演会第36回年次大会, 名古屋 (2016.1.9-11)  
永塚 公彬, 瀬知 啓久, 塚本 雅裕, 中田 一博
- (11) 解説・総説
- (1) フェムト秒レーザーを用いたナノ周期構造形成による新機能生体材料創成  
精密工学会誌, 81, 8 (2015), 726-730.  
篠永 東吾, 塚本 雅裕
- (2) パルスファイバレーザの開発と CFRP 切断加工  
レーザー加工学会誌, 23, 1 (2016)  
塚本 雅裕

(12) 著 書

- (1) シランカップリング剤の使いこなし ノウハウ集  
(株) 技術情報協会, (2016), 分担執筆, 218-225.  
永塚 公彬, 中田 一博

(13) 特許出願・登録

- (1) 炭素繊維複合材料の加工方法および加工装置  
特願2016 - 037718  
塚本 雅裕, 他 5 名
- (2) レーザ加工装置及びレーザ加工方法  
特願2016 - 71462  
塚本 雅裕, 他 3 名

(15) 受 賞

- (1) レーザー学会上級会員認定  
(一社) レーザー学会 (2015.05.29)  
塚本 雅裕
- (2) 大阪大学総長顕彰  
大阪大学 (2015.07.14)  
塚本 雅裕
- (3) The HPL 2015 Best Student Presenter  
(一社) レーザ加工学会 (2015.05.29)  
谷川 大地 (D2)
- (4) 論文発表奨励賞  
(一社) レーザー学会 (2015.05.29)  
谷川 大地 (D2)
- (5) ICALEO 2015 Poster Presentation Award 1st place  
Laser Institute of America (2015.10.22)  
佐藤 雄二
- (6) 第84回レーザ加工学会講演会 優秀ポスター賞  
(一社) レーザ加工学会 (2016.01.19)  
佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 升野 振一郎, 山下 順広, 山下 顕資
- (7) 金属学会優秀ポスター賞  
(公財) 日本金属学会 (2016.03.24)  
永塚 公彬, 肖 伯律, 中田 一博, 土谷 敦岐

(17) 外部資金 (単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |         |  |       |       |
|-----|---------|--|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(C) | フェムト秒レーザーを用いた新機能生体適合材料の創製                | 塚本 雅裕 | 910   |
| (2) | 若手研究(B) | 界面微細加工組織制御を応用したプラスチックと金属の異材摩擦重ね接合と接合機構解明 | 永塚 公彬 | 2,080 |

民間等との共同研究

- |     |  |                        |       |       |
|-----|--|------------------------|-------|-------|
| (1) |  | 金属加工における波長依存性の検証に関する研究 | 塚本 雅裕 | 1,200 |
|-----|--|------------------------|-------|-------|

受託研究

- |     |  |                                  |       |         |
|-----|--|----------------------------------|-------|---------|
| (1) |  | 高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発 | 塚本 雅裕 | 150,033 |
| (2) |  | 新機能性材料創成のための高品位レーザー加工技術の開発       | 塚本 雅裕 | 345     |

受託研究員

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

奨学寄付金

- |     |  |  |       |       |
|-----|--|--|-------|-------|
| (1) |  |  | 塚本 雅裕 | 7,500 |
|-----|--|--|-------|-------|

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) | 全学共通教育             | 基礎セミナー  |
| (3) | 全学共通教育             | 先端教養科目  |
| (4) | 修士論文               |   |
| (1) | マテリアル生産科学専攻, 河 拓弥  | 新機能生体材料創製のためのフェムト秒レーザーを用いたチタン材の表面構造制御に関する研究     |
| (2) | マテリアル生産科学専攻, 松岡 史浩 | ナノ秒パルスファイバーレーザーを用いた炭素繊維強化プラスチックのアブレーション加工に関する研究 |

(5) 卒業論文

- (1) 応用理工学科, 大賀 隆寛 細胞伸展方向制御のためのフェムト秒レーザーを用いたポリエチレンテレフタレート表面へのナノ周期構造形成に関する研究

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 学術企画運営委員会委員
- (2) (一社) スマートプロセス学会 平成27年 Best Review 賞審査委員会 委員
- (3) (一社) レーザー学会 研究委員会委員
- (4) (一社) レーザー学会 次世代産業用レーザー専門委員会主査
- (5) (一社) レーザー学会 レーザー学会学術講演会第36回年次大会プログラム委員
- (6) (一社) レーザ加工学会 2015年度レーザ加工学会誌編集委員会 委員長
- (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) OPTICS & PHOTONICS International Congress 2016 (OPIC2016) 運営委員
- (3) 他大学等での非常勤講師
- (1) 光産業創成大学院大学 レーザーによるものづくり中核人材育成事業 実証講義
- (2) 大阪府立池田高校 特別ゼミ
- (5) 国・自治体・公益法人等への貢献
- (1) (一財) 大阪科学技術センター  
ニューマテリアルセンター運営委員会 研究開発推進委員会 委員
- (2) (一社) レーザプラットフォーム協議会 会長
- (3) (公財) レーザー技術総合研究所 共同研究員
- (4) 光産業創成大学院大学 平成27年度レーザーによるものづくり中核人材育成講座講師

(7) 社会への情報発信

- (1) 阪大など開発, 青色半導体レーザー採用の  
金属材料微細被覆加工装置 日刊工業新聞 (2015.11.25)
- (2) 世界初 青色レーザーの装置開発  
部品加工を省エネ化 北國新聞 (2015.12.12)

氏名: 永塚 公彬

(7) 社会への情報発信

- (1) 金属・CFRP 直接接合  
シリーズスポット溶接機改良 阪大など 日刊工業新聞 (2015.12.15)

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成27年度共同研究員と研究テーマ

氏名: 塚本 雅裕

- |     |                     |       |  |
|-----|---------------------|-------|--|
| (1) | 近畿大学理工学部<br>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<br>の解明   |
| (2) | 近畿大学理工学部<br>電気電子工学科 | 吉田 実  | パルスレーザーによる酸化チタンへの新機能<br>付加に関する研究   |
| (3) | 東京農工大学大学院<br>工学研究院  | 宮地 悟代 | フェムト秒レーザー照射による固体表面の<br>微細周期構造生成現象の解明   |
| (4) | 岡山大学                | 篠永 東吾 | フェムト秒レーザー誘起ナノ周期構造形成に<br>よる高度生体材料創製に関する研究                                       |
| (5) | 秋田大学大学院<br>工学資源学研究科 | 工藤 瑞己 | フォトニック結晶に向けたフェムト秒レー<br>ザーアブレーションによる透明酸化物結晶<br>及びガラスへのナノホールまたはナノポイ<br>ドの形成と形態評価 |
| (6) | 秋田大学大学院<br>工学資源学研究科 | 小玉 展宏 | フォトニック結晶に向けたフェムト秒レー<br>ザーアブレーションによる透明酸化物結晶<br>及びガラスへのナノホールまたはナノポイ<br>ドの形成と形態評価 |
| (7) | 近畿大学                | 津山 美穂 | レーザーピーニングによる金属表面改質   |
| (8) | 東京工科大学メディア学部        | 大久保友雅 | レーザー加工時における炭素繊維強化プラ<br>スチックの熱的現象に関する数値解析                                       |
| (9) | 鹿児島県工業技術センター        | 瀬知 啓久 | レーザーブレイジングによる異種材料接合プ<br>ロセス開発及び評価  |

- |      |                       |       |                                |
|------|-----------------------|-------|--------------------------------|
| (10) | 富山大学大学院<br>理工学研究部（工学） | 柴柳 敏哉 | レーザ局所加熱による軽金属材料の高次組織制御         |
| (11) | 石川県工業試験場機械金属部         | 山下 順広 | 造形環境（雰囲気、周辺温度）が与える造形精度への影響     |
| (12) | 龍谷大学理工学部              | 小川 圭二 | 短パルスレーザーを用いた新機能生体材料創製に関する研究    |
| (13) | 千葉大学大学院工学研究科          | 松坂 壮太 | 短パルスレーザー照射による金属微粒子分散ガラスの光学特性変化 |
| (14) | 宮崎大学産学・<br>地域連携センター   | 甲藤 正人 | 超短パルスレーザーによる加工プロセスに関する研究       |
| (15) | 東京工科大学メディア学部          | 菊池 司  | 難加工材のレーザー加工に関する数値計算の可視化に関する研究  |

(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, Trans. JWRI 論文）

(1)                    合 計                    9

## 加工システム研究部門 環境調和プロセス学分野

### 4.1 研究概要

本研究分野では、環境エネルギー・環境調和プロセスをキーワードとして環境配慮型設計および環境低負荷生産接合加工プロセスの機構解析並びにその最適化システムに関する研究と教育を行っている。特に、微細接合機構解析とその最適化条件に照らしたエコデザインと資源再利用・ゼロエミッションを目指して研究を遂行している。

パワーエレクトロニクス素子を外部配線に実装接続する技術として、超音波接合に代表される固相接合技術の開発と接合機構解明を進め、はんだ等の低融点金属を用いないロバストな実装界面形成技術開発に取り組んでいる。先進電子実装技術における微細接合機構の解明に関する研究を推進することにより、エネルギーフローを制御する電子機器の信頼性を高め、高性能化を図っている。環境負荷を低減した生産プロセスの確立を目指して、低環境負荷電子実装と資源再利用に関する研究を展開している。主要研究課題として、1) パワーモジュールの配線接合、超音波接合（太線ワイヤボンディング、リボンボンディング、銅テープボンディング）プロセスに関する実験的検討、2) 次世代化合物半導体インターコネクション形成機構解析（SiC, GaN の電極形成機構とその特性評価）、3) 各種固体間面接合機構解析とその機構同定、固相接合最適条件選定支援システムに関する研究、4) 環境エネルギー創成とエネルギー材料循環に関する研究を掲げている。

### 4.2 研究課題

1. 次世代化合物半導体インターコネクション形成とその特性評価
2. 環境調和次世代パワー電子デバイスの高信頼性配線接合に関する研究
3. 環境調和機器製造への接合技術の応用
4. 環境低負荷プロセスのモデリングとシミュレーション
5. 超塑性材料の固相接合機構同定に関する研究
6. 環境エネルギー創成とエネルギー材料循環に関する研究

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. 炭化ケイ素に対するコンタクト形成プロセス制御

SiC 半導体デバイスのコンタクト材料は p 型 SiC、n 型 SiC で異なり、ともに次世代パワーエレクトロニクスデバイスに不可欠な構成要素である。本研究では「熱処理をしても機械的特性が低下せず、オーミック特性を示す電極を形成する」ことに主眼を置いて研究した。高周波マグネトロンスパッタ法により、SiC 基板にコンタクト材を蒸着し、電流電圧特性を測定した。Ti/C/n-SiC for C-face コンタクトでは、TEM 観察から、熱処理によりコンタクト膜全体に TiC 多結晶粒子が形成されているが、コンタクト界面はほぼ均一であることが判明した。電流電圧特性も、オーミック特性を示した。Ni/SiC コンタクトを熱処理すると一般的に Ni シリサイドが形成され、それに伴い遊離炭素が生じる。これがコンタクト膜の機械的特性を悪くすることが知られているので、遊離炭素と化合する Ti を添加し、コンタクト膜を形成させた。Ti 添加により遊離炭素は形成されず、機械的特性も改善され、電気的特性に優れた Ti/Ni/n-SiC for Si-face を形成することができた。一方、p 型 SiC のオーミックコンタクト材料としては、中間半導体化合物薄膜  $Ti_3SiC_2$  が有望視されてきた。

しかし、4H-SiC デバイスの結晶方位(0001)面から  $[11\bar{2}0]$  に向かって約8°傾斜しているために、均一膜形成が困難となり、均一エピ界面形成に関して問題点が残存している。p-4H-SiC コンタクトには Ti/Al 薄膜を用い、熱処理を施し、 $Ti_3SiC_2$  層形成に関する研究を昨年に引き続き実施した。熱処理温度を973~1273K と低温側に設定して、 $Ti_3SiC_2$  相の相成長を検討した。その結果、973K で SiC/電極膜界面に島状の  $Ti_3SiC_2$  微結晶が生じるが、層成長は著しく遅いことが分かった。

## 2. 窒化ガリウムに対するコンタクト形成プロセス

GaN は超高速大容量情報通信、省エネルギー低損失デバイス材料として期待されているが、p 型 GaN の電気伝導特性が n 型 GaN に比べ非常に悪く、しかも、コンタクト特性も悪い。p-GaN に対しては、仕事関数が高いため、適当なコンタクト材料はない。トンネル効果によってコンタクト界面特性をたかめるためには、キャリアー密度もあげる必要がある。LED などでは Ni、Au 薄膜が p-GaN コンタクト材として用いられているがコンタクト特性は良いとは言えない。GaN デバイスには、形成時 (MOCVD, MOVPE) に水素が混入するためである。この水素が Mg を不活性化させる。一般には、高温熱処理して水素除去処理を行い Mg を活性化し、p-GaN を発現させているが、その電気伝導は良いとは到底言えない。低温 (673K 以下) で電界をかけ、さらに熱処理中に通電することにより、水素を除去し、p-GaN 内のキャリアー密度を高め、トンネル効果を高めて、コンタクト特性を改善することを試みた。結果として、673K 以下の高純度窒素ガス中の熱処理の際に、デバイスに電界、通電を印加することにより、電気特性が改善することを突き止めた。さらに、熱処理中の電気特性を in-situ で計測し、電気特性改善の速度論的検討も実施した。また、TEM 観察により、界面には、反応形成物は生じていなく、ホール計測でも p-GaN が保たれていることを明らかにした。さらに、電気特性が改善されていくプロセスを速度論的に考察し、その機構に関して検討した。

## 3. パワーエレクトロニクス超音波配線接合機構解析

エレクトロニクス実装配線に対して超音波接合は不可欠と言ってよい。本研究では、Al リボン超音波接合における接合界面の摩擦摺動現象及び接合界面と基板における応力進展に関して、実験及び数値計算結果を基に検討した。接合界面での摩擦摺動を観察するために、高速度ハイスピードカメラを用いて接合界面の「その場観察」を行った。接合ツール先端の振動についてもレーザドップラー振動計測装置を用いて計測し、界面の振動振幅と連動させて接合部進展を観察した。また、ロードセルを用いて界面せん断応力を計測した。基板としてシリカを用い、直接接合界面を見ることが出来る系で実験を行った。

数値シミュレーション結果に基づき、Al リボンの変形挙動、界面摺動並びに応力状態を定量的に検討し、それらの現象を可視化した。実験及び数値的検討から、以下の事柄を明らかにした。すなわち、接合初期には界面で凝着が発生しておらず、リボンは基板上でほぼ自由にすべっている。接合初期ではツール振幅と界面振幅はほぼ等しいことが再確認できた。接合が進行すると振動振幅は減衰する。界面摺動によって接合界面における凝着部が拡大し、リボンが界面から受ける拘束が強まると、界面振幅はツール振幅よりも小さくなっていく。強く凝着した領域は最初島状であり、それが超音波振動方向に拡大していき、さらに太くなり合体進展していくことがその場観察から明らかとなった。その場観察結果に基づく、接合部での摩擦摺動はスムーズに振動していることも判明した。一般に理解されている stick and slip というような摩擦すべり挙動は生じていないことが判明した。初期凝着が達成されると界面拘束は急激に強まり、基板での応力も非常に大きい値となる。

#### 4. 超塑性材料の固相密着接合過程の優勢機構同定に関する研究

真空高温下で金属材料を固相接合すると、密着過程が律速して接合が達成される条件が成立する。超塑性鉄鋼材料でも同じことが言える。本研究では、高炭素鋼 SK4に熱処理を繰り返すことで2相微粒径組織を作り、 $T = 1023\sim 1053\text{K}$  の温度域、変形応力 $35\sim 50\text{MPa}$  (歪み速度 $\sim 10^{-4}/\text{s}$  レベルの変形速度)において変形加工すると、その応力指数  $n$  値が2.5程度( $m$  値 0.4)となり、高炭素鋼 SK4は超塑性変形挙動を示す。この超塑性鉄鋼材料を用いて固相接合を行った。また、超塑性材の接合表面に凹凸を設け、相手の接合材 SK4オリジナル鋼の表面はフラット (鏡面) にして、接合した。接合圧力  $P$  は $10\sim 100\text{MPa}$ 、接合温度  $T$  は $700\sim 800$  の範囲で変化させた。密着域を進展させる支配機構として、例えば、塑性変形機構、粘塑性 (クリープ) 変形機構、超塑性変形機構、拡散機構が挙げられるが、それらは、接合圧力、接合温度、表面凹凸によって、優勢に働く度合いが異なる。ある接合条件 ( $P, T$ ) で、接合率が  $S_1$  から増加し  $S_2$  になったとすると、その増加割合 ( $S = S_2 - S_1$ ) に要する接合時間  $t_s$  の応力依存性 ( $\ln P - \ln t_s$  図) の勾配から、 $n$  値を求めることが理論的に可能である。その結果、 $P > 50\text{MPa}$  の高応力域と  $20\text{MPa} < P < 30\text{MPa}$  の中応力域では、応力指数  $n$  値が  $n > 4$  となる累乗則クリープ変形が優勢となった。しかし、 $T = 1023\text{K}, P = 35\sim 45\text{MPa}$  において  $n$  値は  $2.5\sim 3$  になることがわかった。また、表面凹凸が十分大きければ、凹凸の形状に大きく影響されることなく、同条件で、 $n$  値が  $2.5\sim 3$  を示すことが判明した。この条件では、超塑性変形が優勢であることが示唆された。しかし、表面凹凸が微細で、 $P < 20\text{MPa}$  の低応力域で且つ接合プロセス後期では、応力指数  $n$  値が  $1.6\sim 0.5$  となった。また、温度依存から求めた活性化エネルギーは鉄の体積自己拡散に近い値となった。接合後期終期の微小空隙消失に対しては、拡散機構が優勢であることが推察された。凹凸形状は、支配機構の遷移過程に影響することも判明した。

#### 5. 環境エネルギー循環システムとマグネシウム電池の高出力化

Mg はその貯存量、エネルギー密度、安全性・輸送性の高さから、注目を集めている。太陽エネルギーにより海水等から Mg を抽出し、発電等でエネルギーに変換・消費し、さらに Mg 酸化物を還元するという『Mg によるエネルギー循環社会』を目指している。

本研究では、そのなかでも重要となる Mg 空気電池の高出力化について昨年に引き続き研究を遂行した。高出力化には、活発に正極反応 ( $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{OH}^-$ ) がおきることが重要であり、そのためには、酸素、水、炭素が会う三相共存界面の存在が必要である。三相共存界面 (実際には線状のネットワーク構造になる) を形成するために、Mg 電池の正極界面設計を行った。その際、電極が水溶液で覆われてしまうフラッディング現象を抑制するように工夫した。すなわち、水溶液側では親水性を、一方、空気側に行くに従い撥水性となるように微細構造を設計した。カーボンシートを重ね、また、適当な添加物質を加え、層を2重3重の構造とし、さらに空気の透過を容易にできる多孔質メッシュ構造とした。電池出力の時間的変化を計測した。その結果、従来比の数倍の改善効果を得ることができた。また、複数回の電解液注入により、 $3\text{Wh}$  の出力が得られた。炭素電極への PTFE 繊維、コバルト酸化粉末の添加効果についても検討した。出力の安定持続性と高出力化を検討した。1セルの出力は小さいが、並列、直列化を行えば、大きな出力が得られるので、今後、高出力化に向けて研究を実施する。

#### (2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、固相状態での接合をはじめとする異相界面創出プロセスの開発と制御および界面機能発現を主たるスローガンとして、環境調和型プロセス開発とその基礎研究を行ってきた。特にパワーエレクトロニクスを研究対象とし、その技術応用を目指して研究活動を推進している。SiC, GaN 等の広禁制帯幅次世代化合物半導体コンタクト形成に関しては、コンタクト界面制御と電気

的機能発現に注目して、研究を遂行している。H27年度では、p型 GaN のキャリアー密度を上げるために、熱処理時にデバイスに電界通電を与え、Ni/p-GaN、Au/p-GaN のコンタクト特性改善をそれぞれ果たした。パワーエレクトロニクスデバイスの超音波配線接合に関しては、実験計測と数値解析を行い、非常に短時間に進行する複雑な摩擦摺動、発熱、変形挙動の解明を進めている。H27年度では、その場観察により、接合領域の増加過程を明確にした。荷重の印加プロセスとして、ステップ荷重、ランプ荷重を与え、接合過程を観察した。固相接合機構同定に関する基礎研究では、超塑性材料であっても、接合終期の密着過程では拡散機構が優勢になることを明らかにした。

平成27年度の研究成果は査読付き学術論文7件（うち英文6件）、国際会議発表報告2件、国内シンポジウム論文（査読付き）6件、解説1件である。研究プロジェクトについては、科学研究費補助金1件(分担)、民間との共同研究1件を実施した。更に、学内では、多部局（環境イノベーションデザインセンター等）と協力して、研究を行った。多くの関係者の協力を得て、分野の研究使命を十分果たしたと自己評価する。

#### 4.4 教育に対する自己評価

本研究分野では、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領域として大学院生および学部学生を受け入れ、教育を行っている。平成27年度では、社会人論文博士、1名、博士後期課程2名、博士前期課程3名（博士後期3年生2名、修士2年生3名、外国人留学生2名を含む）の研究指導を行った。研究成果発表（学会発表）の機会も積極的に与え、大学院生を共著者に含む査読付き論文は12件、大学院生が発表者した口頭発表は6件であった。また、工学研究科マテリアル生産科学専攻生産科学コースの大学院講義を1科目、高度副プログラム2科目を担当したほか、学部学生に対する専門教育1科目の講義を担当した。全学共通教育においても、基礎セミナーを1科目、先端教養科目を1科目、分担した。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

H25年度から引き続き、環境調和技術と持続性社会に向けた取り組みを行い、幅広い学術分野の研究者、異分野の研究者・技術者と交流を深めている。環境調和機能性材料プロセッシングに関する科学技術の発展に大いに貢献した。

学会活動としては、溶接学会では、委員長として、界面接合研究委員会の運営等に尽力した。また、マイクロ接合研究委員会のシンポジウム MATE の組織 / 実行委員会メンバーとして、開催に協力している。溶接学会、日本金属学会の論文誌の査読委員として査読 / 編集にもかかわっている。

民間事業者に対しては、共同研究を進めているほか、マイクロ接合、固相接合等の技術相談に応じ、社会貢献として実施し、これらの活動を通じて、研究成果の実業への応用普及を進めている。環境イノベーションデザインセンターの兼任教員として、「想創技術社会」に関する教科書の共同執筆を遂行した。出版は2016年3月31日。

#### 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27年度の全国共同利用研究としては、6件を実施した。環境調和プロセスに関する研究実施と討論を行った。界面接合、溶射、ろう付に関する研究と議論も活発に実施した。共同研究成果として1件の論文を投稿した。共同研究分野は 1) 半導体インターコネクション技術、2) 高密度実装とマイクロ通信技術、3) 傾斜機能材の液相接合 / ろう付、3) 環境調和固相接合とその最適化、4) 常温超音波接合、5) 機能薄膜形成、6) 異種材界面の熱抵抗解析に分類でき、どの分野も界面表面に関する接合と環境調和プロセスに関する技術開発とその基礎研究である。専任教員が一人であるので、分野としては、共同研究の数が少ないが、それぞれの内容は濃く、今後の優れた研究発展に繋がると思う。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Interfacial Contact Process Controlled by Superplastic Flow in Solid-state Bonding of Superplastic High Carbon Steel  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 67s-70s.  
Z. Heng, T. Matsushima, Y. Nashiki, M. Maeda, K. Zhang and Y. Takahashi
- (2) Improvement of Electrical Properties of p-type GaN and Au Contact Interface  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 84s-87s.  
A. B. M. Halil, K. Tsuchida, M. Maeda and Y. Takahashi
- (3) Macroscopic and Microscopic Structure Evaluation of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Plasma Sprayed Coatings  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 30s-33s.  
J. Takeuchi, R. Yamasaki, K. Taguchi and Y. Takahashi
- (4) Ultrasonic Weldability of Al Ribbon to Cu Sheet and the Dissimilar Joint Formation Mode  
Mater. Trans., 56, 11 (2015), 1842-1851.  
G. Zhang, Y. Takahashi, Z. Heng, K. Takashima and K. Misawa

##### (2) 国際会議発表論文 (査読あり)

- (1) Micro Ultrasonic Bump Bonding Applied to Eco Electronics Packaging  
Int. Conf. on Innovative Technologies IN-TECH 2015, Dubrovnik, Croatia (2015.9.9-11), 170-173.  
Y. Takahashi

##### (4) 国内会議発表論文 (査読あり)

- (1) p型 GaN 中の水素除去促進のための通電熱処理と電気特性改善効果  
Mate シンポジウム論文集, 横浜, 22 (2016.2.2-3), 193-198.  
土田 啓介, アイマン ビン モハド ハリル, 高橋 康夫, 前田 将克
- (2) マグネシウム空気電池の高出力化に関する研究  
Mate シンポジウム論文集, 横浜, 22 (2016.2.2-3), 171-176.  
板倉 啓二郎, 筒井 剛大, 平木 博久, 内田 成明, 高橋 康夫
- (3) マグネシウム空気電池の電流密度に関する一考察  
Mate シンポジウム論文集, 横浜, 22 (2016.2.2-3), 455-456.  
筒井 剛大, 板倉 啓二郎, 平木 博久, 内田 成明, 高橋 康夫
- (4) 超音波 Al リボンボンディングにおける凝着界面形成及び接合部信頼性  
Mate シンポジウム論文集, 横浜, 22 (2016.2.2-3), 73-78.  
三澤 浩太, 高岡 勇介, 前田 将克, 高橋 康夫
- (5) 超音波 Al リボン接合過程における界面凝着挙動のその場観察  
Mate シンポジウム論文集, 横浜, 22 (2016.2.2-3), 453-454.  
高岡 勇介, 三澤 浩太, 前田 将克, 高橋 康夫

- (6) 超塑性材料の固相接合における微小空隙消失機構解析  
 Mate シンポジウム論文集, 横浜, 22 (2016.2.2-3), 177-182.  
 梨木 悠介, 衡 中皓, 前田 将克, 高橋 康夫
- (6) Trans. JWRI 論文
- (1) Microstructures Observation of N-type GaN Contacts and the Electrical Properties  
 Trans. JWRI, 44, 1 (2015), 19-22.  
 A. B. M. Halil, K. Kimura, M. Maeda and Y. Takahashi
- (8) 国内学会発表
- (1) 超音波接合における Al リボン接合界面の進展挙動  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 三澤 浩太, 高嶋 万将, 高岡 勇介, 高橋 康夫, 前田 将克
- (2) 超塑性材料の固相接合におけるマイクロボイド消失機構  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 梨木 悠介, 衡 中皓, 高橋 康夫, 前田 将克
- (3) 通電熱処理による p 型窒化ガリウムのアクセプター活性化とコンタクト特性改善  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 土田 啓介, A. B. M. Halil, 前田 将克, 高橋 康夫
- (9) 国際会議講演
- (1) Micro Ultrasonic Bump Bonding Applied to Eco Electronics Packaging  
 International Conference on Innovative Technologies IN-TECH2015, Dubrovnik, Croatia  
 (2015.9.9-11)  
 Y. Takahashi
- (10) 国内会議講演
- (1) 界面接合・インターコネクション形成技術  
 第99回界面接合研究委員会, 東京 (2015.6.4)  
 高橋 康夫
- (2) 微細熱圧着 / 超音波接合機構  
 マイクロ接合研究委員会, 東京 (2015.6.5)  
 高橋 康夫
- (3) 研究委員会活動史/溶接学会90周年を迎えて  
 第100回界面接合研究委員会, 東京 (2015.10.30)  
 高橋 康夫
- (12) 著 書
- (1) 想創技術社会 - サステナビリティ実現に向けて -  
 大阪大学出版会, (2016), 分担執筆  
 高橋 康夫

(17) 外部資金 (単位:千円)

民間等との共同研究

- |     |                                       |       |        |
|-----|---------------------------------------|-------|--------|
| (1) | マグネシウム空気電池の高出力化に資する電極構造および接合技術に関する研究  | 高橋 康夫 | 1,000  |
| (2) | 環境負荷の少ない基幹的再生可能エネルギーシステムの要素技術の基礎的調査研究 | 高橋 康夫 | 1,000  |
| (3) | 接合・界面科学を駆使した環境資源エネルギーシステム開発共同研究プロジェクト | 高橋 康夫 | 30,000 |

奨学寄付金

- |     |  |       |       |
|-----|--|-------|-------|
| (1) |  | 高橋 康夫 | 1,500 |
|-----|--|-------|-------|

4.8 教育

氏名: 高橋 康夫

(1) 大学院等講義科目

- |     |        |        |
|-----|--------|--------|
| (1) | 全学共通教育 | 基礎セミナー |
| (2) | 全学共通教育 | 先端教養科目 |

4.9 社会貢献

氏名: 高橋 康夫

(1) 学会役員

- |     |           |                                 |
|-----|-----------|---------------------------------|
| (1) | (一社) 溶接学会 | マイクロ接合研究委員会シンポジウム Mate 組織委員会 委員 |
|-----|-----------|---------------------------------|

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成27年度共同研究員と研究テーマ

氏名: 高橋 康夫

- |     |                       |       |   |
|-----|-----------------------|-------|---|
| (1) | 鹿児島大学学術研究院<br>理工学域工学系 | 西川健二郎 | ミリ波・テラヘルツ波帯に最適な半導体 IC インターコネクト, 配線技術の研究 |
| (2) | 東海大学工学部材料科学科          | 宮沢 靖幸 | 異種金属材料ろう付時の界面反応現象                       |
| (3) | 広島大学大学院工学研究院          | 加藤 昌彦 | 界面ナノワイヤ形成による環境配慮中間層レス機能性薄膜              |

- |     |                            |       |                                  |
|-----|----------------------------|-------|----------------------------------|
| (4) | 熊本大学大学院自然科学<br>研究科産業創造工学専攻 | 富村 寿夫 | 固体接触界面の熱抵抗モデルの構築と簡易<br>熱解析ツールの開発 |
| (5) | 東京工業大学                     | 高橋 邦夫 | 些末なエネルギー源を利用したエネルギー<br>ハーベスティング  |
| (6) | 日本大学生産工学部<br>機械工学科         | 前田 将克 | 次世代パワー素子用半導体材料へのコンタ<br>クト電極形成と評価 |
- (2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文, Trans. JWRI 論文)
- (1)                    合 計                    3

## 接合機構研究部門 溶接機構学分野

### 4.1 研究概要

安価な溶融溶接法で形成した溶接部表層のみを摩擦攪拌プロセス (FSP) により微細化することで、従来のピーニングなどと同様に溶接部疲労寿命が増加できることを示し、鋼材の強度が増加しても FSP による効果が得られることを明らかにした。鋼母材がフェライト+パーライトの 490 MPa 級とマルテンサイトの 780 MPa 級では疲労寿命増加に違いがあり、その差異は異なる母材組織の微細化の違いによること、溶接部への応力の負荷状態が異なる3点曲げ疲労と引張疲労において FSP による疲労強度の増加傾向は同じであることを明らかとした。また、溶接困難なセラミックス基複合材料に Si ペーストを用いて直接通電加熱により1300 で拡散接合可能であること、Si ペースト中の Si 粉体の粒径分布と体積分率による接合強度への影響を明らかにした。共同研究・共同利用および6大学連携プロジェクトでは、IGZO 膜に対する Cu (Ti) 合金膜を用いた低接触抵抗電極開発とその薄膜トランジスタ特性の関係を明らかにした。これら特性評価や微細組織との関係を、材料科学的研究手段と学理を用いて、大学院生がそれら評価方法の理解、材料研究への応用を学び、研究成果発表とその発表スキル向上を獲得する研究環境を提供した。

### 4.2 研究課題

- ・摩擦攪拌プロセスによる高張力鋼突合せ溶接継手の引張疲労強度増加
- ・摩擦攪拌プロセスにより微細化した TIG 溶接 SS400鋼組織のシャルピー吸収エネルギー
- ・放電プラズマ焼結装置による TiAl 基合金と低炭素鋼 SS400の拡散接合
- ・溶接部亜鉛めっき割れに及ぼす鋼材の強度と組織の影響
- ・非晶質 IGZO 薄膜トランジスタへの低接触抵抗 Cu (Ti) 電極の開発
- ・タンデムパルス MIG 溶接時の正弦波振動が溶接部組織に及ぼす影響
- ・セラミックス基複合材料の Si ペーストを用いた接合

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

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

これまで、SS400鋼の TIG 溶接部、490 MPa 級と780 MPa 級の実用高張力鋼溶接部に摩擦攪拌プロセス (FSP) を施工することで、溶接部の3点曲げ疲労強度が増加することを明らかにしてきた。溶接金属、熱影響部表層に均質な微細組織が形成されるため、簡易な3点曲げで疲労強度を評価してきたが、溶接部周辺を含む試験体に均一に応力/歪が負荷される引張疲労試験においても同様の効果が得られることを明らかにした。フェライト+パーライト組織の490 MPa 級では、微細フェライト粒と大傾角粒界の増加により疲労強度の劇的な増加が得られ、マルテンサイト組織の780 MPa 級では、完全ランダム方位の等軸マルテンサイトが得られるものの、大傾角粒界の増加はなく、疲労強度は増加するもののその増加は490 MPa 級より少なかったと考えられる。

また、SS400鋼 TIG 溶接部のシャルピー吸収エネルギーに与える FSP の効果を検討した。FSP 入熱が小さい FSP (L) と FSP (H) について検討したが、両者とも2.5mm 厚サブサイズ試験片に-110 ~ 40 の温度範囲でほぼ一定の約100 J の高いシャルピー吸収エネルギーが得られることを明らか

にした。液体窒素温度では、FSP (L) が約40 J ほどで、FSP (H) が 0 J と差がみられた。破面も前者はディンプルパターンの延性破面で、後者は脆性破面となった。FSP (L) で得られる組織は FSP (H) よりより微細であると同時に、セメントタイトの分布が異なった。FSP (L) では薄膜上のセメントタイトが微細フェライト粒を包み込みように覆っており、フェライトコア/セメントタイトシェルのコアシェル微細粒の集合体であったのに対し、FSP (H) ではセメントタイト膜が厚く、あるいは粒界三重点に凝集し塊となるような傾向が見られ、このようなセメントタイト形状と分布の違いも靱性の差異の原因と考えられる。

以上のように、接合ではなく表層組織改質として FSP を用いることで、局所的オーソフォーム (高硬度化と高靱性化) が可能となる可能性を見出し、複合溶接部 (表層部強化) を形成する、溶接部補修に役立つプロセスである原理実証を行った。

## 2. 高融点炭化物の接合プロセス開発と接合機構の解明

超高融点 ZrC の直接拡散接合に続いて、航空機用部材として期待されるセラミックス基複合 (CMC) 材の一種である炭化ケイ素 (SiC) の拡散接合について検討している。SiC 繊維強化 SiC 複合材料では SiC 繊維の特性が劣化しない1400 以下での接合が必須である。

本年度も小濱が中心となり、現象理解のため、CMC ではなく SiC 焼結体の Si ペーストを用いた接合法の開発・理解を試みた。接合温度が低いいため、SiC 焼結体の接合面には Si 焼結層が形成される。Si 焼結層の緻密さが接合強度と関連しているため、Si 粉末の粒度分布、Si ペースト中の Si 粉末の体積比を調整し、接合強度 (最大せん断応力) と Si 体積率および接合面積率の関係を明らかにした。Si 粉末の体積比が40, 50, 56%のいずれにおいても1300 , 60分保持にて接合可能であり、Si 体積比が大きいほど接合強度は増加した。Si 体積比56%で最大約61 MPa のせん断強度が得られた。Si 体積比が大きいほど、SiC 焼結体接合界面の Si 焼結層が緻密化し、破断は Si 焼結層/SiC 焼結体の界面で起こった。Si 体積比の増加に伴い接合面積率が増加し、Si 体積比56%の時に接合面積率は48%であった。また、Si 体積比の増加に伴い、接合面積率と接合強度のばらつきも低減した。

今後は、上記知見を基に、合金元素添加による接合温度の低減と、再溶融温度を維持する新規な接合法の取組みを、共同研究契約を結んでいる連携企業とともに発展させる予定である。

## 3. その他の研究成果

Cu 合金/IGZO 接合界面での低接触抵抗電極作製とその半導体特性の解明については、当研究室のシーズを基に、共同利用共同研究員の NIMS 関係者と連携して、6 大学連携プロジェクト関係の AMDI-6 および TMS の年次大会にて招待講演を行った。小濱により発表された関連研究成果は、日本金属学会第25回優秀ポスター賞を受賞した。

溶接部亜鉛めっき割れに及ぼす鋼材の強度と組織の影響については、デンロコーポレーションからの技術相談を基に、どの程度の過度な荷重が負荷されると鋼材溶接部/鋼材にて溶融亜鉛脆化が起こるか、鋼材組織/強度と関連させ結論を得た。来年度は、引き続き、実際の多層盛溶接部について、検討を行う予定である。タンデムパルス MIG 溶接時の正弦波振動が溶接部組織に及ぼす影響については、インド工科大学ハイデラバード (IITH) 校との国際共同研究で、文部科学省プロジェクト「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」の一環である。タンデム MIG アーク時のアーク電流および架台の正弦波振動が溶融池の冷却および形成組織に与える影響を系統的に

調べている。プロセスは IITH、組織評価は当研究室という役割分担で、共著論文の登載に至っている。その他の研究課題についても検討し、国際シンポジウムでの発表や投稿論文執筆に至っている。

## (2) 研究に対する自己評価

本研究分野の研究対象は、材料としては鉄鋼、非鉄金属、金属ガラス、ガラス、およびセラミックスであり、また溶接法についても溶融溶接から各種固相接合法まで含み、材料およびプロセスとも研究対象は広範囲に及んでいる。単なる観察結果の羅列など総花的研究でなく、接合機構・関連する機械的特性・界面伝導機構などの解明を通じ、その接合プロセスに開発指針を発信することを目的とし、体系的な研究取りまとめを行い、他研究者との差別化を意識して研究を行っている。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、昨年同様、論文執筆・投稿の時間を十分に作れなかった。

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

## 4.4 教育に対する自己評価

マテリアル生産科学専攻の博士前期課程の学生に、伊藤と高橋は、機能材料学の講義を行った。生産科学の学生に欠落気味である材料科学的な知識の再獲得と、特に組織制御による高強度化の機能付加を講義の中心に据え、溶接時の材料組織変化が強度などの機能にどのような影響を及ぼすか想像できる講義とした。

伊藤と高橋は全学共通科目である前期配当の基礎セミナーを、小濱は後期配当の先端教養科目の分担講義も行った。伊藤は上記の「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、8カ国現地での溶接教育に貢献した。

平成27年度溶接工学夏季大学にて溶接冶金学 I-2「溶接部の組織と材質変化」の講義を、平成28年2月に、IITH校にて、大学院生対象に "Role of Microstructure in mechanical properties of welds, diffusion bonding, and ..." の講演を行った。

本年度は、博士前期課程2年生3名と1年生2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。2年生1名は、3rd International Conference in Africa and Asia Welding and Failure Analysis of Engineering Materials (WAFWA-2015)にて英語の口頭発表を行った。

## 4.5 社会貢献に対する自己評価

伊藤は、(一社)溶接学会にて、論文査読委員会委員、編集委員会委員(総合企画)、溶接教育委員会委員、溶接冶金研究会幹事、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嘱託委員(次期より幹事)として活動した。論文査読委員会では、当研究所主催国際学会 Visual-JW 2016の論文委員長として、投稿論文の主査・査読者選定などを行う旨、溶接学会に依頼

し、活動中である。編集委員会では総合企画として、新年号にて、「溶接学会90周年を迎えて - 日本の溶接接合技術の国際競争力とグローバル人材育成 - 」という特集企画を立案、まとめた。なお、本特集は、当研究所の文部科学省プロジェクト「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」での人材育成事例も付記し、当研究所の取組の広報・啓蒙活動を兼ねた。日本溶接会議 (JIW) 第9委員会委員として、国際溶接学会2016年次大会の日本の発表者5名の発表内容を国際溶接会議 (IIW) 第9委員会に報告した。

(公社) 日本金属学会では、分科会・講演大会委員、分科会幹事セミナーシンポジウム委員として、学会講演大会・シンポジウム企画運営、学会内研究会の研究集会 (九州大学伊都キャンパス) の企画運営を行い、2016年開催の The 9th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing (PRICM9) の Abst.& Manuscript 査読委員を担っている。また、第74回功績賞 (材料プロセッシング部門) 選考委員として選考の任にあたった。会誌・欧文誌編集委員会査読委員として、月に1回程度、校閲者指名・審査報告書の作成などと、年に2回、若手講演賞論文審査を行った。

その他、(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として、学術・技術論文の審査を行い、Korean Society for Heat Treatment では、Guest Editors (Foreign Researchers) の任についた。

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、技術委員として、複数回公募資料の事前書面審査を行った。群馬大学先端科学研究指導者育成ユニットに係る学外委員として、関係教員1名の間評価を行った。BENATI Davi Munhoz (カンピーナス州立大学機械工学科博士課程) を招へい研究員として受入、「Cr 鋼の固相-液相変態中の相変態挙動の Cr 濃度依存性」に関する研究のサポートを行った。

企業への貢献として、(株) デンロコーポレーション、技術顧問として、研究指導を行った。

小濱は(一社) 溶接学会 平成26・27年度若手会員の会運営委員会 運営委員界として活動し、学会の運営・発展に貢献した。

また、京都大学大学院工学研究科附属量子理工学教育研究センターが主催する第16回公開シンポジウムにて、「Cu(Ti)/IGZO 接合界面を有する IGZO-TFT の電気特性と界面微細構造の関係」と題してポスター発表を行い、一般向けに研究・教育の公開に努めた。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

(独) 物質・材料研究機構 MANA ファウンドリ、京都大学、東北大学、熊本大学、愛媛大学、兵庫県立大学、芝浦工業大学、崇城大学、(一財) 発電設備技術検査協会、長野県工業技術総合センター、富山県工業技術センター、学内複数研究室から37名の共同利用・共同研究者を受入れ、接合界面などの微細組織観察・評価を行った。継続利用の方もおられ、本年度は査読付き学術論文3報、査読あり国際会議発表論文1報、国内会議発表論文 (査読有と無、それぞれ1件) 2件、国際会議発表2件 (1件は大学院生共同研究員)、国内会議発表1件 (大学院生共同研究員1件) の成果発表を行った。(独) 物質・材料研究機構 MANA ファウンドリの生田目氏のグループは H27年度接合科学共同利用・共同研究賞を「金属/酸化物接合界面のナノオーダーレベル構造解析」にて受賞し、12月の東京セミナーにて受賞講演を行った。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Low-Temperature Cu-Cu Bonding Using Spark Plasma Sintering System  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 185s-189s.  
K. Ito, K. Kohama and T. Saito
- (2) Improvement of the Effective Work Function and Transmittance of Thick Indium Tin Oxide/ultrathin Ruthenium Doped Indium Oxide Bilayers as Transparent Conductive Oxide Thin Solid Films, 598 (2016), 126-130.  
K. Taweessup, I. Yamamoto, T. Chikyow, G. Lothongkum, K. Tsukagoshi, T. Ohishi, S. Tungasmita, P. Visuttipitukul, K. Ito, M. Takahashi and T. Nabatame
- (3) ニッケル基600合金用被覆アーク溶接金属の耐粒界腐食性に及ぼすショットピーニングと熱時効処理の影響  
溶接学会論文集, 33, 2 (2015), 153-159.  
西川 聡, 大井 浩一, 高橋 誠, 古川 敬
- (4) Enhanced Age Hardening in an Al-Mg-Si Alloy Using High-Speed Compression  
Mater. Trans., 56, 7 (2015), 1058-1062.  
K. Horikawa, Y. Kitani, T. Ogura, M. Takahashi, A. Hirose and H. Kobayashi
- (5) Epitaxial Grain Growth during 8YSZ Splat Formation on Polycrystalline YSZ Substrates by Plasma Spraying  
Surf. Coat. Technol., 274 (2015), 37-43.  
E.-J. Yang, X.-T. Luo, G.-J. Yanga, C.-X. Lia, C.-J. Lia and M. Takahashi
- (6) Carbon Nanotube Induced Microstructural Characteristics in Powder Metallurgy Al Matrix Composites and Their Effects on Mechanical and Conductive Properties  
J. Alloy. Compd, 658 (2015), 608-615.  
B. Chen, S. Li, H. Imai, L. Jia, J. Umeda, M. Takahashi and K. Kondoh
- (7) Microstructural Evolution and Characteristics of Weld Fusion Zone in High Speed Dissimilar Welding of Ti and Al  
Int. J. Precis. Eng. Manuf., 16, 10 (2015), 2121-2127.  
S.-J. Lee, M. Takahashi, Y. Kawahito and S. Katayama
- (8) Impact of Deposition Temperature on Crystalline Structure of Plasma-Sprayed Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Splats Revealed by FIB-HRTEM Technique  
Ceram. Int., 42, 1 (2015), 853-860.  
E.-J. Yang, X.-T. Luo, G.-J. Yanga, C.-J. Lia, M. Takahashi, S. Kuroda and K. H. Kim
- (9) Simultaneously Enhancing Strength and Ductility of Carbon Nanotube/aluminum Composites by Improving Bonding Conditions  
Scr. Mater., 113 (2016), 158-162.  
B. Chen, K. Kondoh, H. Imai, J. Umeda and M. Takahashi
- (10) On Process-Structure-Property Interconnection in Anti-Phase Synchronised Twin-Wire GMAW of Low Carbon Steel  
Sci. Technol. Weld. Joining (2015), DOI: 10.1080/13621718.2015.1124960.  
S. Q. Moinuddin, A. Kapil, K. Kohama, A. Sharma, K. Ito and M. Tanaka

(2) 国際会議発表論文 (査読あり)

- (1) Characteristics of  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$  Capacitors with Plasma-enhanced ALD  $\text{RuO}_2$  Bottom Electrode for Future DRAM  
Proc. 2015 Int. Workshop on Dielectric thin films for future electron devices - Science and Technology -, Tokyo, Japan (2015.11.2-4)  
T. Sawada, T. Nabatame, I. Yamamoto, K. Kurishima, T. Onaya, A. Ohi, K. Ito, M. Takahashi, K. Kohama, T. Ohishi, A. Ogura and T. Nagao

(3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Fatigue Life Increase by Surface Modification Using Friction Stir Processing for TIG-welded SS400 Steel Plates  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.4), IIW Doc. #IX-2517-15, XIII-2578-15.  
K. Ito, T. Okuda, R. Yamasaki, K. Kohama, R. Ueji, H. Fujii and C. Shiga
- (2) Charpy Impact Value of TIG-welded SS400 Steel Plates with Surface-Microstructure Modification by Friction Stir Processing  
3rd Int. Conf. in Africa and Asia, Welding and Failure Analysis of Engineering Materials (WAFSA-2015), Luxor, Egypt (2015.11.2-5), A-31.  
K. Ito, H. Izumi, K. Kohama and H. Fujii
- (3) Increase of Fatigue Strength of High-Tensile Steel Welds with Increase of Their Yield Stress Using Friction Stir Processing  
3rd Int. Conf. in Africa and Asia, Welding and Failure Analysis of Engineering Materials (WAFSA-2015), Luxor, Egypt (2015.11.2-5), A-6.  
R. Yamasaki, K. Ito, K. Kohama, M. Takahashi, H. Yamamoto, H. Fujii, R. Ueji and C. Shiga

(6) Trans. JWRI 論文

- (1) Diffusion Bonding of Titanium Aluminide and Low-Carbon Steel Using a Spark Plasma Sintering System  
Trans. JWRI, 44, 2 (2015), 23-26.  
K. Kohama and K. Ito

(7) 国際会議発表

- (1) Contact-Resistance Reduction for  $\text{Cu}(\text{Ti})/\text{Conductive-Oxide-Film}$  Junctions  
The 6th Int. Symp. on Adv. Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials (AMDI-6), Tokyo, Japan (2015.6.9)  
K. Ito
- (2) Fatigue Life Increase by Surface Modification Using Friction Stir Processing for TIG-Weld SS400 Steel Plates  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.3)  
K. Ito, T. Okuda, R. Yamazaki, K. Kohama, R. Ueji, H. Fujii and C. Chiga
- (3) Increase in Fatigue Life of Arc-welded Steel Plates by Friction Stir Processing  
3rd Int. Conf. in Africa and Asia, Welding and Failure Analysis of Engineering Materials (WAFSA-2015), Luxor, Egypt (2015.11.2-5)  
K. Ito, H. Izumi, K. Kohama and H. Fujii

- (4) Increase of Fatigue Life of High-Tensile Steel Welds with Increase of Their Yield Stress Using Friction Stir Processing  
3rd Int. Conf. in Africa and Asia, Welding and Failure Analysis of Engineering Materials (WAFA-2015), Luxor, Egypt (2015.11.2-5)  
R. Yamasaki, K. Ito, K. Kohama, M. Takahashi, H. Yamamoto, H. Fujii, R. Ueji and C. Shiga
- (5) Contact-Resistance Reduction for Cu(Ti)/Conductive-Oxide-Film Junctions  
TMS 2016 145th Annual Meeting & Exhibition, Nashville, USA (2016.2.15-19)  
K. Ito, K. Kohama, T. Sano, A. Nishijima, T. Nabatame and A. Ohi
- (6) Interfacial Microstructure in Anodically-bonded Glass/metal Joints  
The 6th Int. Symp. on Adv. Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials(AMDI-6), Tokyo, Japan (2015.6.9)  
M. Takahashi
- (7) Effects of Friction Stir Processing on Charpy Impact Value for Welded Joints of Steel Plates  
The 6th Int. Symp. on Adv. Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials(AMDI-6), Tokyo, Japan (2015.6.9)  
K. Kohama, K. Ito and H. Izumi
- (8) Formation of ZrC-ZrC Joints Using Spark Plasma Sintering System  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.3)  
K. Kohama and K. Ito
- (8) 国内学会発表
- (1) 摩擦攪拌プロセスにより微細化した TIG 溶接 SS400鋼組織のシャルピー衝撃値  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
和泉 博貴, 伊藤 和博, 小濱 和之, 藤井 英俊
- (2) 摩擦攪拌プロセスによる溶接部疲労強度増加に及ぼす母材強度の影響  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
山崎 亮太, 伊藤 和博, 小濱 和之, 高橋 誠, 山本 啓, 藤井 英俊, 上路 林太郎, 志賀 千晃
- (3) 鋼溶接部シャルピー衝撃吸収値の摩擦攪拌プロセスによる改善  
(公社) 日本金属学会 2015年秋期大会, 福岡 (2015.9.16-18)  
和泉 博貴, 伊藤 和博, 小濱 和之
- (4) 摩擦攪拌プロセスによる溶接部疲労強度増加に及ぼす母材強度の影響  
(公社) 日本金属学会 2015年秋期大会, 福岡 (2015.9.16-18)  
山崎 亮太, 伊藤 和博, 小濱 和之, 高橋 誠, 山本 啓
- (5) 摩擦攪拌プロセスによる高張力鋼突合せ溶接部の引張疲労強度増加  
(公社) 日本金属学会 2016年春期大会, 東京 (2016.3.23-25)  
山本 啓, 伊藤 和博, 小濱 和之, 藤井 英俊
- (6) SPS 法により作製した Ti/Mg 接合材の腐食特性  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
パライパナポン パチャラ, 刈屋 翔太, 近藤 勝義, 高橋 誠

- (7) アルミニウム層を介した酸化物ガラス同士の陽極接合  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
高橋 誠
- (8) 金属層を介した酸化物ガラスの接合  
(公社) 日本金属学会 2015年秋期大会, 福岡 (2015.9.16-18)  
高橋 誠
- (9) 導体薄膜を仲立ちとした光学ガラス同士の陽極接合  
(公社) 日本金属学会 2016年春期大会, 東京 (2016.3.23-25)  
高橋 誠
- (10) Si ペースト塗布による炭化ケイ素の低温接合  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
小濱 和之, 伊藤 和博, 寺田 俊一, 桐原 聡秀
- (11) Si ペースト中間材の初期粒子径分布制御による SiC の低温・高強度接合  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
寺田 俊一, 小濱 和之, 伊藤 和博, 桐原 聡秀
- (12) Cu(Ti)/IGZO 接合の接触抵抗値低減および薄膜トランジスタ特性と界面微細構造の関係  
(公社) 日本金属学会 2015年秋期大会, 福岡 (2015.9.16-18)  
小濱 和之, 伊藤 和博, 佐野 貴之, 生田目 俊秀, 大井 暁彦
- (13) a-Ge 膜の FLA 結晶化における SiO<sub>x</sub> キャップ膜の効果  
(公社) 日本金属学会 2016年春期大会, 東京 (2016.3.23-25)  
吉岡 尚輝, 平野 翔大, 部家 彰, 松尾 直人, 中村 祥章, 横森 岳彦, 吉岡 正樹, 小濱 和之,  
伊藤 和博, 河本 直哉
- (14) Si ペーストの粒子体積分率制御による SiC 低温接合と接合強度向上  
(公社) 日本金属学会 2016年春期大会, 東京 (2016.3.23-25)  
小濱 和之, 寺田 俊一, 伊藤 和博, 桐原 聡秀
- (9) 国際会議講演
- (1) Increase in Fatigue Life of Arc-welded Steel Plates by Friction Stir Processing  
Workshop between Department of Metallurgical Engineering, Chulalongkorn Univ. & JWRI,  
Bangkok, Thailand (2015.8.5)  
K. Ito
- (2) Increase in Fatigue Life of Arc-welded Steel Plates by Friction Stir Processing  
Workshop between Department of Metallurgical Engineering, Kasetsart Univ. & JWRI, Bangkok,  
Thailand (2015.8.6)  
K. Ito
- (3) Increase in Fatigue Life of Arc-welded Steel Plates by Friction Stir Processing  
The second workshop on welding and Joining (WWJ2015), Hanoi, Vietnam (2015.8.19)  
K. Ito

(10) 国内会議講演

- (1) 金属物理学の観点から接合を考えたものづくり-溶接継手の疲労寿命改善からバルク材の直接接合・電子デバイスの電極まで-  
第12回産学連携シンポジウム, 大阪 (2015.5.27)  
伊藤 和博, 小濱 和之
- (2) 摩擦攪拌プロセスを用いた鋼溶接部疲労寿命増加  
大阪大学新技術説明会, 東京 (2015.7.14)  
伊藤 和博
- (3) 溶接冶金学 I-2 [溶接部の組織と材質変化] 溶接部の相変態と組織、組織の硬さ・靱性、溶接欠陥  
平成27年度溶接工学夏季大学, 大阪 (2015.7.31-8.2)  
伊藤 和博
- (4) 接合部の微細組織制御による固相拡散接合温度の低温化  
(一社) 溶接学会四国支部・(一社) 溶接学会若手会員の会共催研究会, 香川 (2015.11.12)  
小濱 和之

(11) 解説・総説

- (1) 溶接冶金学 I-2 [溶接部の組織と材質変化] 溶接部の相変態と組織、組織の硬さ・靱性、溶接欠陥  
平成27年度溶接工学夏季大学教材 (2015), 167-184.  
伊藤 和博
- (2) ガラス/金属陽極接合と、そのガラス同士の接合への応用  
セラミックス, 51, 2 (2016), 87-90.  
高橋 誠

(14) その他資料

- (1) 「アジア圏の日系企業でのインターンシップを通じたグローバル学生の育成事例 - インターンシップ参加学生(大阪大学)による座談会」  
溶接学会誌, 85, 1 (2016), 56-71.  
伊藤 和博, 勝又 美穂子
- (2) 接合部の微細組織制御による固相拡散接合温度の低温化  
(一社) 溶接学会四国支部・(一社) 溶接学会若手会員の会共催研究会 (2015), 45-53.  
小濱 和之
- (3) 平成27年度 第1回若手グループ研究会・施設見学会共催の報告  
溶接学会誌, 85, 2 (2016)  
小濱 和之

(15) 受賞

- (1) 大阪大学総長顕彰  
大阪大学 (2015.07.14)  
伊藤 和博

- (2) 日本金属学会第25回優秀ポスター賞  
 (公社) 日本金属学会 (2015.09.17)  
 小濱 和之, 伊藤 和博, 佐野 貴之, 生田目 俊秀, 大井 暁彦

(17) 外部資金 (単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |         |                                      |       |       |
|-----|---------|--------------------------------------|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(C) | 陽極接合による接合界面が透明化する<br>ガラス同士の接合法の開発    | 高橋 誠  | 1,170 |
| (2) | 若手研究(B) | SiC 繊維強化 SiC 複合セラミックスの<br>低温固相接合法の開発 | 小濱 和之 | 1,950 |

民間等との共同研究

- |     |  |                                       |       |     |
|-----|--|---------------------------------------|-------|-----|
| (1) |  | SPS による 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・<br>進展に及ぼす諸条件の影響解明 | 伊藤 和博 | 43  |

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) | マテリアル生産科学専攻 | 接合メタラジー論            |
| (3) | 言語文化研究科     | 日本語溶接講義「溶接・接合の基礎知識」 |
| (4) | 全学共通教育      | 基礎セミナー              |

(3) 博士論文 (副査)

- |     |                                      |                               |
|-----|--------------------------------------|-------------------------------|
| (1) | マテリアル生産科学専攻,<br>Aiman Bin Mohd Halil |                               |
| (2) | マテリアル生産科学専攻, 庄司 博人                   | 二相鋼の組織特性を組み入れた延性損傷評価手法<br>の構築 |

(4) 修士論文

- |     |                    |   |
|-----|--------------------|---|
| (1) | マテリアル生産科学専攻, 和泉 博貴 | 摩擦攪拌プロセスにより微細化した TIG 溶接 SS<br>400鋼組織のシャルピー衝撃値 |
| (2) | マテリアル生産科学専攻, 江川 相輝 | 放電プラズマ焼結装置による TiAl 基合金と低炭<br>素鋼 SS400の拡散接合    |

- (3) マテリアル生産科学専攻, 山本 啓 摩擦攪拌プロセスによる高張力鋼突合せ溶接継手の引張疲労強度増加
- (5) 卒業論文
- (1) 生産科学コース, 段野 芳和 溶接部亜鉛めっき割れに及ぼす鋼材の強度と組織の影響
- (2) 生産科学コース, 西端 惇 高効率デバイス開発のための金属/IGZO 接合の低接触抵抗化

氏名: 高橋 誠

(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) 全学共通教育 基礎セミナー

氏名: 小濱 和之

(1) 大学院等講義科目

- (1) 全学共通教育 先端教養科目

#### 4.9 社会貢献

氏名: 伊藤 和博

(1) 学会役員

- (1) (一社) スマートプロセス学会 学術・技術奨励賞審査委員会委員
- (2) (一社) 溶接学会 論文査読委員会 委員
- (3) (一社) 溶接学会 編集委員会 委員
- (4) (一社) 溶接学会 溶接冶金研究委員会 委嘱委員
- (5) (一社) 溶接学会 界面接合研究委員会 委嘱委員
- (6) (一社) 溶接学会 日本溶接会議 (JIW) 第9委員会委員 (副委員長)
- (7) (一社) 溶接学会 溶接教育委員会 委員
- (8) (一社) 溶接学会 溶接冶金研究委員会 幹事
- (9) (公社) 日本金属学会 分科会委員
- (10) (公社) 日本金属学会 会誌・欧文誌編集委員会査読委員

- (11) (公社) 日本金属学会 分科会委員幹事 セミナーシンポジウム委員
- (12) (公社) 日本金属学会 講演大会委員
- (13) (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
- (14) Korean Society for Heat Treatment Guest Editors (Foreign Researchers)
- (2) 国際会議委員
- (1) IIW 68th Annual Assembly and Int. Conference C-IX Committee member
- (2) 3rd International Conference in Africa and Asia Welding and Failure Analysis of Engineering Materials (WAFA-2015) Scientific Committee member
- (3) The 9th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing (PRICM9) Abst.&Manuscript 査読委員
- (4) Visual-JW 2016 Program Committee Chair
- (3) 他大学等での非常勤講師
- (1) Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH) Role of Microstructure in mechanical properties of welds, diffusion bonding, and ...
- (4) 企業等への貢献
- (1) (株)デンロコーポレーション 技術顧問
- (5) ・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
- (6) 外国人招へい研究員・研究留学生
- (1) 招へい研究員: BENATI Davi Munhoz, カンピーナス州立大学機械工学科博士課程 Cr 鋼の固相-液相変態中の相変態挙動の Cr 濃度依存性
- (2) さくらサイエンス研究留学生: Angshuman Kapil, IITH
- (3) さくらサイエンス研究留学生: Bandari Vijendra, IITH
- (4) さくらサイエンス研究留学生: Yadagiri Nallolla, IITH

(7) 社会への情報発信

- (1) 製造分野の高度化に応える「溶接・接合技術」 日刊工業新聞 (2015.12.07)

氏名:小濱 和之

(1) 学会役員

- (1) (一社) 溶接学会 平成26・27年度若手会員の会運営委員会  
運営委員

(2) 国際会議委員

- (1) Visual-JW2016 Executive committee

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成27年度共同研究員と研究テーマ

氏名:伊藤 和博

- |     |                            |                       |   |
|-----|----------------------------|-----------------------|---|
| (1) | 東北大学大学院工学研究科<br>材料システム工学専攻 | 鴫田 駿                  | 304オーステナイト系ステンレス鋼ウェルド<br>ディケイ抑制のための微細組織制御                                   |
| (2) | (一財) 発電設備技術検査協会            | 西川 聡                  | オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属に<br>発生した応力腐食割れの微細組織観察                                    |
| (3) | (一財) 発電設備技術検査協会            | 齊藤 直樹                 | オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属に<br>発生した応力腐食割れの微細組織観察                                    |
| (4) | 京都大学大学院工学研究科               | El Asfoury<br>Mohamed | ビスマスアンチモン熱電材料へのグラフェン<br>添加効果の研究   |
| (5) | 京都大学大学院工学研究科               | 中村 裕之                 | ビスマスアンチモン熱電材料へのグラフェン<br>添加効果の研究   |
| (6) | 京都大学工学研究科                  | 和氣 剛                  | ビスマスアンチモン熱電材料へのグラフェン<br>添加効果の研究   |
| (7) | 兵庫県立大学大学院<br>工学研究科         | 松尾 直人                 | フラッシュランブアニール法により作製した<br>Si ナノ結晶粒(Er)/SiO <sub>x</sub> /ガラスにおける<br>各接合界面と結晶性 |
| (8) | 兵庫県立大学工学部<br>応用物質科学科       | 日下部昂志                 | フラッシュランブアニール法により作製した<br>Si ナノ結晶粒(Er)/SiO <sub>x</sub> /ガラスにおける<br>各接合界面と結晶性 |
| (9) | 兵庫県立大学大学院<br>工学研究科         | 部家 彰                  | フラッシュランブアニール法により作製した<br>Si ナノ結晶粒(Er)/SiO <sub>x</sub> /ガラスにおける<br>各接合界面と結晶性 |

(10)	兵庫県立大学大学院 工学研究科物質系工学専攻	平野 翔大	フラッシュランプアニール法により作製した Si ナノ結晶粒(Er)/SiO <sub>x</sub> /ガラスにおける各接合界面と結晶性
(11)	大阪大学大学院工学研究科 ビジネスエンジニアリング 専攻	森 裕章	レーザー照射されたステンレス鋼箔のマイクロ組織に及ぼす製造プロセスの影響
(12)	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	界面ナノ構造解析による異種金属材料接合部の高信頼化組織制御
(13)	大阪大学大学院工学研究科	松田 朋己	界面ナノ構造解析による異種金属材料接合部の高信頼化組織制御
(14)	大阪大学大学院工学研究科	浅間 晃司	界面ナノ構造解析による異種金属材料接合部の高信頼化組織制御
(15)	大阪大学大学院工学研究科	波多野遼一	界面ナノ構造解析による異種金属材料接合部の高信頼化組織制御
(16)	大阪大学大学院工学研究科	本山 啓太	界面ナノ構造解析による異種金属材料接合部の高信頼化組織制御
(17)	大阪大学大学院工学研究科	廣瀬 明夫	界面ナノ構造解析による異種金属材料接合部の高信頼化組織制御
(18)	大阪大学大学院工学研究科 生命先端工学専攻	志村 考功	急速加熱液相エピタキシャル成長により作製した半導体微細構造の結晶性評価
(19)	大阪大学大学院工学研究科 生命先端工学専攻	天本 隆史	急速加熱液相エピタキシャル成長により作製した半導体微細構造の結晶性評価
(20)	大阪大学大学院工学研究科 生命先端工学専攻	富永 幸平	急速加熱液相エピタキシャル成長により作製した半導体微細構造の結晶性評価
(21)	(国研) 物質・材料研究機構	生田目俊秀	金属/金属酸化物の接合界面の反応層の解析
(22)	(国研) 物質・材料研究機構	大井 暁彦	金属/金属酸化物の接合界面の反応層の解析
(23)	(国研) 物質・材料研究機構	木津たきお	金属/金属酸化物の接合界面の反応層の解析
(24)	大阪大学大学院工学研究科 マテリアル生産科学専攻	石本 卓也	骨微細組織ならびに骨/インプラント接合界面の観察と解析
(25)	大阪大学大学院工学研究科 マテリアル生産科学専攻	中野 貴由	骨微細組織ならびに骨/インプラント接合界面の観察と解析
(26)	熊本大学パルスパワー 科学研究所	外本 和幸	水中衝撃波を用いた高機能薄板材料の接合による異材界面の評価

- |      |                                    |       |                                      |
|------|------------------------------------|-------|--------------------------------------|
| (27) | 京都大学エネルギー理工学<br>研究所原子エネルギー<br>研究分野 | 笠田 竜太 | 水中衝撃波を用いた高機能薄板材料の接合<br>による異材界面の評価    |
| (28) | 崇城大学工学部機械工学科                       | 森 昭寿  | 水中衝撃波を用いた高機能薄板材料の接合<br>による異材界面の評価    |
| (29) | 芝浦工業大学工学部<br>応用化学科                 | 大石 知司 | 有機/無機接合界面の微構造観察及び解析                  |
| (30) | 愛媛大学大学院理工学研究科                      | 吉澤 俊希 | 粒内ベイナイト生成に及ぼすオーステナイト<br>に導入された転位網の効果 |
| (31) | 愛媛大学大学院理工学研究科                      | 阪本 辰顕 | 粒内ベイナイト生成に及ぼすオーステナイト<br>に導入された転位網の効果 |
| (32) | 愛媛大学大学院理工学研究科                      | 小西 早苗 | 粒内ベイナイト生成に及ぼすオーステナイト<br>に導入された転位網の効果 |
| (33) | 愛媛大学大学院理工学研究科                      | 仲井 清真 | 粒内ベイナイト生成に及ぼすオーステナイト<br>に導入された転位網の効果 |
| (34) | 愛媛大学大学院理工学研究科                      | 平本 貴史 | 粒内ベイナイト生成に及ぼすオーステナイト<br>に導入された転位網の効果 |

氏名：高橋 誠

- |     |                               |       |                                 |
|-----|-------------------------------|-------|---------------------------------|
| (1) | 大阪大学大学院基礎工学<br>研究科機能創成専攻      | 堀川敬太郎 | Al 合金の点欠陥集合体の組織解明               |
| (2) | 富山県工業技術センター<br>ものづくり研究開発センター  | 山岸 英樹 | アルミニウム合金とマグネシウム合金の鍛<br>接界面の構造解析 |
| (3) | 長野県工業技術総合センター<br>精密・電子技術部門測定部 | 池田 健次 | 強化ガラス/金属材料の陽極接合と接合界<br>面の微細構造評価 |

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文, Trans. JWRI 論文)

(1) 合計 6



## 接合機構研究部門 レーザー接合機構学分野

### 4.1 研究概要

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

現在、レーザー溶接・接合現象について、高速度ビデオやX線透視その場観察法、分光分析法、マイケルソン干渉法、シャドウグラフ法、放射温度計測法、大型放射光等により高速度に観察・計測し、レーザー誘起ブルーム挙動、レーザーと物質との相互作用、熔融溶接現象および溶接欠陥発生機構の解明と防止法の開発に関する研究を行っている。また、金属材料において高品質・高機能なレーザー接合部を常時作製するための基礎知見を得るため、溶接時のセンシング、モニタリングおよび適応制御法に関する研究を行っている。さらに、リモート溶接、レーザー・アークハイブリッド溶接、各種金属の異材溶接、各種金属とプラスチックまたはCFRPとのレーザー異材接合、金属やCFRPのレーザー切断機構の解明と切断法の開発、水中レーザー補修溶接、低真空中レーザー溶接、原子間結合エネルギー計算やレーザー溶接現象のシミュレーションなどに関する研究も行っている。

### 4.2 研究課題

1. 大型放射光によるレーザー溶接時の割れ伝搬と合金組成が及ぼすキーホールへの影響
2. 三次元X線透視観察法によるスパッタ低減に対する焦点はずしとレーザー入射角の効果
3. 超大出力レーザーによる鉄鋼材料の溶接
4. 高張力鋼厚板のレーザー溶接における減圧雰囲気と割れの関係
5. 粒子法に基づくレーザー溶接時のキーホール形成機構の解明
6. 金属と複合材料とのレーザー接合と新たな展開
7. 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レーザー切断現象の解明

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

1. 大型放射光によるレーザー溶接時の割れ伝搬と合金組成が及ぼすキーホールへの影響

アルミニウム合金のレーザー溶接では、溶接金属部に高温割れが、熱影響部に液化割れが生じる。これまで材料内部の割れ伝搬について直接観察は実施されておらず、溶接金属部の高温割れの伝搬過程を、大型放射光施設 spring8の高強度・高ビーム品質X線を用いたX線位相コントラスト法によって直接観察を実施した。X線位相コントラスト法は、X線の位相差によって固液界面および気液界面が強調され、界面状態を明瞭に観察できる。その結果、割れの伝搬速度は650 mm/s以上であり、ポロシティから割れが伝搬するのではなく、割れがポロシティに到達して止まる場合があること等の新しい知見が得られた。さらに、気液界面が明瞭に観察できるX線位相コントラスト法の特性を活かし、1000系、2000系、5000系、6000系のアルミニウム合金の合金組成がキーホールに及ぼす影響を調べた。蒸発しやすいMgの元素量の増加に伴い、キーホールの直径および深さが増加することを世界で初めて直接観察で明らかにした。

2. 三次元X線透視観察法によるスパッタ低減に対する焦点はずしおよびレーザー入射角の効果

適切な焦点はずし位置では、熔融池全体の湯流れが遅くなり、キーホール口後方の凸状溶融部に循環する湯流れが形成され、溶接欠陥アンダーフィルを招くサイズ0.1mm以上の大きなスパッタの

原因である柱状の溶融部形成が抑制され、大きなスパッタ発生数を半減させる効果があることがわかった。一方、レーザー入射角では、前進角20度にする事で溶融池上部に明瞭な反時計回りの循環する湯流れが発生し、キーホール付近の湯流れの鉛直成分が抑えられ、柱状の溶融部形成の抑制だけでなく、液柱が溶融池へ吸収され易くなる為、大きなスパッタ発生数を3分の1に低減できることが明らかにした。また、焦点はずしおよびレーザー入射角の両条件を用いることで、より理想的な循環する湯流れが生じ、大きなスパッタ発生数が10分の1にまで低減できることも明らかにした。

### 3. 超大出力レーザーによる鉄鋼材料の溶接

近年の固体レーザーの飛躍的な進歩により100 kW（世界最大出力）超大出力レーザーの使用が可能となり、厚板の高エネルギー溶接への適用が期待され、100 kW レーザを用いて厚鋼板の溶け込み特性について検討を行った。材料は板厚50mmの溶接構造用圧延鋼板 SM490B である。溶接の溶込みは、溶接速度の増加に伴い浅くなり、レーザー出力の増加に伴い深くなる傾向にあった。最大出力100kW、溶接速度 1 m/min で50mmの鋼板を貫通し、溶接速度 4 m/min では30mm以上の溶込みが得られた。溶込み形状については、0.5 m/min では表面から深さ方向に溶融幅が緩やかに小さくなる逆三角形となり、1 m/min 以上では、高輝度・高出力レーザーに特徴的な直線形状が得られることが判明した。

### 4. 高張力鋼厚板のレーザー溶接における減圧雰囲気と割れの関係

減圧雰囲気では、材料の沸点が低下して材料の蒸発が容易になり大気圧雰囲気下と比較してキーホールの深長が促進され、より深い溶込みの溶接が可能である。板厚23mmの高張力鋼 HT980 に対し、雰囲気圧力が101（1気圧）から0.1 kPa までの様々な条件の下において、溶接速度を5mm/s から25mm/s の間でメルトランレーザー溶接を行い、健全で高品質な貫通溶接部を実現できる溶接条件について検討した。雰囲気圧力0.1 kPa、レーザー出力16 kW、溶接速度20mm/s では、溶接欠陥高温割れのない良好な貫通溶接部が得られた。溶接部の硬さ分布を測定した結果、母材硬さ（約350～370 Hv）に対し、溶接金属部では約100 Hv 程度増加（硬化）し、溶接ボンド部から少し離れた熱影響部では母材より約30 Hv 程度低下（軟化）していた。この硬化は急冷による硬いマルテンサイトの生成により起こり、軟化は高温に加熱された温度領域で軟らかいフェライト相が生成したために起こったと推察された。本結果によって、当研究室で独自開発した減圧雰囲気下のレーザー溶接法の適切な入熱により高温割れが抑制される可能性が示された。

### 5. 粒子法に基づくレーザー溶接時のキーホール形成機構の解明

深溶込みはキーホール型レーザー溶接の大きな特徴である。キーホール形成機構について、キーホールのような大変形に適した数値計算手法（粒子法）を基に、レーザー溶接特有のフレネル吸収や蒸発反力を考慮してレーザー溶接専用の粒子法を開発した。キーホール形成時の X 線透視観察結果と比較することで、レーザー照射による温度変化や相変化、溶融部の挙動を明らかにするとともに、キーホール現象を特徴づける蒸発速度の変化を理論的な視点から明らかにした。具体的には、キーホール形成時にキーホールの成長速度が大幅な変化することが X 線透視観察されるが、この原因がレーザーによるキーホール底部の加熱から、レーザー光の多重反射によるキーホール壁面部の加熱に移行することを明らかにした。

### 6. 金属と複合材料とのレーザー接合と新たな展開

金属（オーステナイト系ステンレス鋼）と CFRP（マトリクス：ナイロン）のレーザーを用いた接

合を行い、特定の条件で、30mm幅の継手でせん断荷重4000 N に達する異材接合継手の作製に成功した。また、レーザー接合以外のスポット溶接等においても接合条件を最適化することで、当研究室で独自開発した金属樹脂レーザー直接接合法と同様に、樹脂（ナイロン）と金属（ステンレス鋼等）とを金属酸化被膜を通じて直接接合できることが確認できた。

#### 7. 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レーザー切断現象の解明

高品質レーザー切断の実現には、ドロスが被加工物の裏面からスムーズに排出される必要がある。ドロスの排出挙動は、切断フロントの形状に影響される。高輝度 X 線透過型溶接接合機構4次元可視化システムを利用し、レーザー切断部のその場観察により、切断速度の変化に伴い切断フロントの形状変化を確認した。さらに、切断フロントの形状を定量的に評価し、各種切断条件がそれに及ぼす影響についても検討した。具体的には、みがき棒鋼用一般鋼材 SGD3M の酸素レーザー切断において、切断条件にかかわらず、切断フロント上部の傾斜角は最大でも 4 度程度であった。しかしながら切断フロント下部の遅れ角は、切断条件によって85度から45度まで大きく変化することがわかった。この原因である、切断フロント上部ではレーザーによる溶融が支配的で、下部では上部から移動してきたドロスと酸素ガスによる燃焼作用による溶融が支配的であり、レーザーによる溶融と燃焼作用による溶融では大きな違いがあることを明らかにした。

#### (2) 研究に対する自己評価

世界初の成果としては、大型放射光によるレーザー溶接時の割れ伝搬と合金組成が及ぼすキーホールへの影響の解明および世界最大出力の100 kW 超大出力レーザーを用いた鉄鋼材料の溶接が挙げられる。これらの研究は日本原子機構や大手鉄鋼会社等の接合科学研究所以外とコラボレーションして得られた成果である。これらの研究は、共同研究に発展し、平成27年度秋季全国大会溶接学会にて発表を行った。また、これまでに一貫して継続的に実施してきたレーザー溶接プロセスの解明に関する研究としては、スパッタ低減に対する焦点はずしとレーザー入射角の効果、高張力鋼厚板のレーザー溶接における減圧雰囲気と割れの関係、金属と複合材料とのレーザー接合およびレーザー切断現象の解明等について研究を進めることができ、学術的・産業応用的に有効な知見が多く得られた。特に、金属と複合材料とのレーザー接合については、レーザー接合以外のスポット溶接でも実証し、基本特許の出願を行った。さらに新しい研究としては、粒子法に基づくレーザー溶接時のキーホール形成機構の解明に取り組み、当研究室が得意とする X 線や光学観察手法では得られないキーホール形成の蒸発速度変化等の新たな知見が得られた。これまで述べた研究成果は本（書物）や学協会で発表し、広く公表している。他にも、従来から、レーザー溶接等に関連して種々の研究成果が得られたことから、近年、各種雑誌において解説および書物の依頼が多い。「革新プロセス開発への道しるべ-レーザー溶接-」や「自動車軽量化のための材料開発と強度、剛性、強靱性の向上技術」などについて執筆してきている。今後も、レーザー溶接の発展に繋がる解説や書物が書けるように、十分な研究成果を得るための努力をしていく。

以上のような成果は、日本だけでなく、外国（特に、レーザー加工の分野で最も進んでいるドイツ）でも認められ、国際会議での招待講演、レーザー溶接の本作成に関する編集の依頼、雑誌社からのインタビューの依頼などがあり、また、諸外国から、研究室所属の教員の研究指導の下に研究を行いたいという院生、ポスドク研究者や受託・共同研究を行いたいという研究機関からの要望も多い。

上述のように、研究成果は、分野構成の教員数が2人と少ないにもかかわらず、着実に得られている。今後も現状に満足することなく、同様の研究成果を上げ、社会貢献をしていく。

#### 4.4 教育に対する自己評価

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

配属の大学院生に対しては、輪講、研究室発表練習会、実験・研究などを通じて、実験・研究の仕方や国内外の会議や委員会での発表・講演の仕方を教えている。特に、大学院生に対しては、溶接学会、米国レーザ協会（LIA）などによる全国大会や国際会議への出席を支援し、論文発表の仕方や日本語論文および英語論文の書き方を指導している。特に、中国等からの留学生の指導も行い、大学院教育の国際化・グローバル化に貢献している。また、大学院生の博士論文の作成を指導したり、副査として論文構成の指導をしたりして、研究者の育成に努めている（本年度は3名）。特に、本年度は、機能評価研究部門 数理解析学分野と部門を超えて連携し、粒子法に基づくレーザ溶接時のキーホール形成機構の解明の研究について社会人博士を輩出した。今後も同様に指導をしていく所存である。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

片山は、レーザ加工学会では会長と査読委員長を務め、溶接学会の高エネルギービーム加工研究委員会では委員長、日本溶接協会のレーザ加工研究委員会では副委員長、また、軽金属溶接構造協会でのレーザ溶接委員会でも委員長を務め、さらに、IIW(International Institute of Welding)のCommission IVのレーザ加工のグループ長と日本代表（IIWの第4委員会の委員長）であり、諸外国の雑誌の編集委員、国際会議のCo-Chairや実行委員長、プログラム委員なども務め、国内外のレーザ加工関連の会議に出席し、情報を講演会や学会誌の記事で紹介するなどして、レーザ加工やレーザ溶接の分野をリードするとともに社会貢献をしている。

川人は、溶接学会で軽構造接合加工研究委員会・高エネルギービーム加工研究委員会・溶接法委員会の幹事や軽金属溶接構造協会レーザ溶接委員会の幹事を務め、社会貢献をしている。

両者は、特に、学会の研究委員会やセミナーの講演を通じて、社会貢献をしている。また、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。特に、本年度は、外部資金獲得の為、積極的に競争的資金に応募し、新たにNEDO エネルギー・環境新技術先導プログラム、戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン事業）、科研費萌芽研究挑戦的萌芽等で採択された。

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

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本年度も、継続的に10名を超える共同研究員を受け入れ、共同研究においてある程度の成果が得られている（共著論文：1件）。特に、高輝度X線透過型溶接接合機構4次元可視化システムによるレーザ切断の解明については、共同利用・共同研究のフレームを活用して、接合科学研究所以外と新規テーマとして研究を開始し、得られた研究成果を外国雑誌に投稿中である。今後も、共同研究員数をさらに増やす活動を継続し、論文および成果発表の件数もさらに増やすように努力をする。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) 低真空中における高出力ディスクレーザ溶接による高張力鋼厚版の貫通溶接  
溶接学会論文集, 33, 3 (2015), 262-270.  
片山 聖二, 井戸 諒治, 西本 浩次, 水谷 正海, 川人 洋介
- (2) Numerical Analysis and In-Situ Observation of Bubble Behavior and Microporosity Formation in Laser Beam Welds of Aluminum Alloy  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 53s-57s.  
Q. Zhou, Y. Honshou, H. Mori, F. Miyasaka, Y. Uemura, M. Mizutani, Y. Kawahito and S. Katayama
- (3) Elucidation of Melt Flows and Spatter Formation Mechanisms during High Power Laser Welding of Pure Titanium  
J. Laser Appl., 27, 3 (2015), 032008-1-5.  
H. Nakamura, Y. Kawahito, K. Nishimoto and S. Katayama
- (4) Microstructural Evolution and Characteristics of Weld Fusion Zone in High Speed Dissimilar Welding of Ti and Al  
Int. J. Precis. Eng. Manuf., 16, 10 (2015), 2121-2127.  
S.-J. Lee, M. Takahashi, Y. Kawahito and S. Katayama
- (5) High Power Disk Laser-Metal Active Gas Arc Hybrid Welding of Thick High Tensile Strength Steel Plates  
J. Laser Appl., 28, 1 (2016), 012004-1-9.  
Q. Pan, M. Mizutani, Y. Kawahito and S. Katayama

##### (2) 国際会議発表論文 (査読あり)

- (1) Fundamental Research of 100 kW Fiber Laser Welding Technology  
Lasers in Manufacturing - LiM 2015, Munchen, Germany (2015.6.22-25), USB(8 pages).  
S. Katayama, M. Mizutani, Y. Kawahito, S. Ito and D. Sumimori
- (2) Numerical Method for Laser Welding Simulation Using Particle Method and Finite Element Method  
Proc. 25th Int. Ocean and Polar Engineering Conf., Hawaii, USA (2015.6.21-26)  
I. Chimura, Y. Uemura, Y. Kawahito, H. Murakawa and S. Katayama
- (3) Laser-Arc Hybrid Welding of Thick High Tensile Strength Steel Plates  
Proc. 34th Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO), Atlanta, USA (2015.10.18-22), #705.  
Q. Pan, M. Mizutani, Y. Kawahito and S. Katayama

##### (3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Investigation of Laser-Arc Hybrid Welding Utilizing CMT, Effects upon Oxygen and Nitrogen Contents as Well as the Weld Stability Due to Oxygen Contents of the Shielding Gas and Gap Oxides  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.3), IIW Doc. XII-2248-15/IV-1247-15/212-1398-15/I-1237-15.  
J. Frostevarg, M. Mizutani, Y. Kawahito and S. Katayama

- (2) Laser-Arc Hybrid Welding Phenomena of Thick High-Tensile Strength Steel Plates  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.3), IIW  
Doc. XII-2245-15/IV-1236-15/212-1396-15/I-1234-15.  
Q. Pan, M. Mizutani, Y. Kawahito and S. Katayama
- (3) Numerical Analysis of Microbubble Behavior and Microporosity Formation in Laser Beam  
Welds of Aluminium Alloy  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.3), IIW  
Doc. IV-1264-15.  
H. Mori, Q. Zhou, K. Koyama, F. Miyasaka, Y. Murakami, Y. Kawahito, M. Mizutani and  
S. Katayama
- (4) Observation of Space above Specimen during Laser Welding  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.3), IIW  
Doc. IV-1235-15.  
M. Mizutani, Y. Kawahito and S. Katayama
- (5) Development of Spatter Suppression Technology for Copper by High Speed Laser Scanner  
Welding  
Proc. 34th Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO), Atlanta, USA  
(2015.10.18-22), #807.  
M. Miyagi, X. Zhang, Y. Kawahito and S. Katayama
- (5) 国内会議発表論文 (査読なし)
- (1) レーザ溶接・接合  
第84回レーザ加工学会講演論文集, 名古屋 (2016.1.19-20), 1-10.  
片山 聖二, 川人 洋介, 水谷 正海
- (2) 厚板鋼のレーザ・アークハイブリッド溶接  
第84回レーザ加工学会講演論文集, 名古屋 (2016.1.19-20), 123-128.  
田中 悠介, 清水 翔太, 八木 義隆, 潘 慶竜, 水谷 正海, 片山 聖二
- (3) 多電極アークを用いた厚鋼板のレーザ・アークハイブリッド溶接  
第84回レーザ加工学会講演論文集, 名古屋 (2016.1.19-20), 117-122.  
落合 彦太郎, 木村 陵介, 小野 昇造, 潘 慶竜, 水谷 正海, 片山 聖二
- (6) Trans. JWRI 論文
- (1) Fundamental Study for Relationship between Melt Flow and Spatter in High Power Laser  
Welding of Pure Titanium  
Trans. JWRI, 44, 2 (2015), 27-32.  
H. Nakamura, Y. Kawahito and S. Katayama
- (7) 国際会議発表
- (1) Development of Hybrid Laser-Arc Welding with CO<sub>2</sub> Shielding Gas  
The 7th Int. Congress on Laser Adv. Materials Processing, LAMP2015, Kitakyushu, Japan  
(2015.5.26-29)  
M. Wahba, M. Mizutani and S. Katayama

- (2) Enhancement of the Hybrid Laser-Arc Welding Capabilities for the Ship Building Industry  
3rd Int. Conf. in Africa and Asia, Welding and Failure Analysis of Engineering Materials (WAFSA-2015), Luxor, Egypt (2015.11.2-5)  
M. Wahba, M. Mizutani and S. Katayama
- (3) Validation of the Remote Handling in LF05-JA -Laser Welding and Cutting Validation Tests-  
7th IFMIF Workshop, ENEA Brasimone, Italy (2015.5.20-22)  
S. Niitsuma, M. Ida, K. Nakaniwa, E. Wakai, H. Serizawa, Y. Kawahito and K. Furuya
- (4) Laser-Arc Hybrid Weldability of High-Tensile Strength Steel and Welding Phenomena  
The 7th Int. Congress on Laser Adv. Materials Processing, LAMP2015, Kitakyushu, Japan (2015.5.26-29)  
Q. Pan, M. Mizutani, Y. Kawahito and S. Katayama
- (5) Observation of Space above Specimen during Laser Welding  
The 7th Int. Congress on Laser Adv. Materials Processing, LAMP2015, Kitakyushu, Japan (2015.5.26-29)  
M. Mizutani, Y. Kawahito and S. Katayama
- (6) High Power Disk Laser-GMA Hybrid Welding of Thick Section High Tensile  
3rd Int. Conf. in Africa and Asia, Welding and Failure Analysis of Engineering Materials (WAFSA-2015), Luxor, Egypt (2015.11.2-5)  
Q. Pan, M. Mizutani, Y. Kawahito and S. Katayama
- (8) 国内学会発表
- (1) 100kW 出力レーザーの溶接性の可能性  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
片山 聖二, 水谷 正海, 川人 洋介, 河野 渉, 牧野 吉延, 住森 大地, 伊藤 晋吾, 鈴木 啓市
- (2) アルミニウム合金のシングルモードファイバーレーザー溶接時におけるキーホール挙動と欠陥生成機構  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
中田 光紀, 片山 聖二, 川人 洋介, 近藤 勝義, 菖蒲 敬久, 今井 久志, 川上 博士
- (3) LA-TIG 溶接における溶込み増大の試み  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
水谷 正海, 片山 聖二
- (4) X線位相差法を用いたアルミニウム合金のシングルモードファイバーレーザー溶接時における割れ発生過程の解明  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
横田 哲士, 片山 聖二, 川人 洋介, 近藤 勝義, 今井 久志, 富沢 雅美, 菖蒲 敬久
- (5) レーザ溶接におけるスパッタ生成メカニズムと制御法  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
中田 光紀, 片山 聖二, 川人 洋介, 上村 洋輔
- (6) 各種アルミニウム材料のシングルモードファイバーレーザーによる突合せ溶接時のキーホール挙動および欠陥生成機構  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
中西 基, 片山 聖二, 川人 洋介, 近藤 勝義, 今井 久志, 川上 博士, 菖蒲 敬久

- (7) 極限環境下における水中レーザー貫通溶接に関する基礎研究  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
水見 太, 片山 聖二, 近藤 勝義, 川人 洋介, 水谷 正海
- (8) 造船用鋼材へのレーザー・アークハイブリッド溶接法の適用  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
水谷 正海, ワハバ モハメッド, 片山 聖二, 村上 睦尚, 岩田 知明
- (9) 非結晶性熱可塑性樹脂とステンレス鋼のレーザー直接接合に関する基礎研究  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
野崎 友哉, 片山 聖二, 川人 洋介, 林 俊輔
- (10) 30kW 出力を超える大出力レーザー溶接における低真空の効果  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
川人 洋介, 水谷 正海, 片山 聖二, 河野 渉, 牧野 吉延, 住森 大地, 伊藤 晋吾, 鈴木 啓市
- (11) X線透過装置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  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
尾崎 仁志, M. Q. Le, 川上 博士, 鈴木 実平, 上村 洋輔, 土井 雄一郎, 水谷 正海,  
川人 洋介
- (12) ガルバノスキャナを用いたレーザー溶接  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
宮城 雅徳, 清水 政男, 王 済業, 張 旭東, 川人 洋介, 片山 聖二
- (13) 高張力鋼 HT780のレーザー・アークハイブリッド溶接におけるシールドガスの影響  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
潘 慶竜, 水谷 正海, 川人 洋介, 片山 聖二
- (14) 100kW 出力レーザーを用いた厚鋼板の溶接における溶込み特性  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
角 博幸, 木谷 靖, 大井 健次, 住森 大地, 水谷 春樹, 伊藤 晋吾, 川人 洋介, 片山 聖二
- (15) X線透過装置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 (第2報) / 切断  
フロント形状におよぼす切断条件の影響  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
赤尾 嘉仁, M. Q. Le, 尾崎 仁志, 川上 博士, 鈴木 実平, 上村 洋輔, 土井 雄一郎,  
水谷 正海, 川人 洋介
- (16) アーク溶接時の溶融池と気流の同時観察法の開発  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
水谷 正海, 川人 洋介, 片山 聖二
- (17) レーザー・アークハイブリッド溶接による厚板高張力鋼の溶接性  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
潘 慶竜, 水谷 正海, 川人 洋介, 片山 聖二
- (18) レーザ焼入れの高深度化に関する研究  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
中島 悠也, 川人 洋介, 吉田 悟

- (19) レーザ溶接時試料上部空間の観察  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 水谷 正海, 川人 洋介, 片山 聖二
- (9) 国際会議講演
- (1) Development of Welding Process with High Power Laser (Invited)  
 KWJS HiDEC-2015, Busan, Korea (2015.5.21-22)  
 S. Katayama
- (2) Fundamentals and Evolution of Laser Welding (Plenary)  
 The 7th International Congress on Laser Advanced Materials Processing, LAMP2015,  
 Kitakyushu, Japan (2015.5.26-29)  
 S. Katayama
- (3) Fundamental Research of 100 kW Fiber Laser Welding Technology (Invited)  
 Lasers in Manufacturing - LiM 2015, Munchen, Germany (2015.6.22-25)  
 S. Katayama
- (4) Interpretation of Laser Welding Phenomena and Development of Preventive Procedures for  
 Welding Defects (Plenary Lecture)  
 The 5th East-Asia Symposium on Technology of Welding and Joining, Sapporo, Japan  
 (2015.9.2-3)  
 S. Katayama
- (5) Fundamentals and Evolution of Laser Welding (Invited)  
 3rd International Conference in Africa and Asia, Welding and Failure Analysis of Engineering  
 Materials (WAFA-2015), Luxor, Egypt (2015.11.2-5)  
 S. Katayama
- (6) Fundamentals of Laser Welding  
 International Symposium in Qatar "Joining Technologies and Materials Science -Expand collabo-  
 ration network in Middle East-", Doha, Qatar (2015.12.7)  
 S. Katayama
- (7) Innovation of Welding with 100 kW Fiber Laser (Plenary Speech)  
 INT. Laser Symposium & INT. Symposium "Tailored Joining", Dresden, Germany (2016.2.23-  
 24)  
 S. Katayama
- (8) Ultrasonic Phased Array Imaging for the Inspection of Austenitic Welds  
 NTU-JWRI Workshop on Joining and Welding Technology, Singapore (2015.12.10)  
 Y. Kawahito
- (10) 国内会議講演
- (1) レーザ溶接技術の発展とその応用  
 西淀川区ものづくり支援技術セミナー, 大阪 (2015.4.28)  
 片山 聖二

- (2) 最近のレーザー加工の技術動向  
大阪銀杏技術士会, 大阪 (2015.5.2)  
片山 聖二
- (3) レーザ加工の現状と展開  
第5回フレンドシップサロン 光加工産業への参入, 大阪 (2015.5.8)  
片山 聖二
- (4) レーザ溶接の基礎と応用  
MF-Tokyo2015プレス・板金・フォーミング展, 東京 (2015.7.15)  
片山 聖二
- (5) レーザ・アークハイブリッド溶接現象  
第2回溶接・接合プロセス研究委員会シンポジウム～ハイブリッド溶接・接合～, 東京  
(2015.7.17)  
片山 聖二
- (6) レーザ溶接の基礎と異材接合への展開～異種金属材料・金属とプラスチックの直接接合技術・  
評価～  
R&D 支援センター「レーザー異材接合」セミナー, 東京 (2015.8.25)  
片山 聖二
- (7) レーザ溶接・接合のメカニズム、トラブル防止策、異種材料接合の現状と展開  
サイエンスアンドテクノロジーセミナー, 東京 (2015.9.28)  
片山 聖二
- (8) CFRPの加工特性と金属材料との異材継手のレーザー溶接・接合  
産報出版(株), セミナー「構造材料としてのCFRPとその加工技術」, 名古屋 (2015.9.29)  
片山 聖二
- (9) 戦略策定の概要及び各種レーザーの特徴と用途 - 金型熱処理への適用の可能性 -  
素形材技術セミナー「レーザー技術を利用した金型イノベーション」～レーザー熱処理の新たな  
挑戦が、今ここから始まる～, 大阪 (2015.10.16)  
片山 聖二
- (10) レーザ溶接・ハイブリッド溶接の基礎  
平成27年度溶接工学専門講座モノづくり力伝承講座～レーザー溶接のすべてを知る～, 東京  
(2015.10.29)  
片山 聖二
- (11) レーザ溶接・接合法の発展と異材接合への応用展開  
第390回光産業技術マンスリーセミナー, 東京 (2015.11.17)  
片山 聖二
- (12) レーザープロセッシング技術開発のマネジメント、品質管理、モニタリング機器・インプロセ  
ス制御  
平成27年度レーザーによるものづくり中核人材育成講座(加工技術コース), 浜松  
(2015.11.20)  
片山 聖二

- (13) 「レーザ溶接・接合」～基礎と最新の応用事例～  
レーザ加工によるものづくりセミナー，京都（2015.11.24）  
片山 聖二
- (14) レーザ溶接・接合 [基調講演]  
第84回レーザ加工学会講演会，名古屋（2016.1.19-20）  
片山 聖二
- (15) レーザ溶接の基礎  
LMP シンポジウム2016「最新のレーザ加工技術と自動車車体への応用」，  
名古屋（2016.2.8-9）  
片山 聖二
- (16) レーザによる異種材料の接合  
平成27年度第31回新材料・新技術利用研究会，京都（2016.2.10）  
片山 聖二
- (17) レーザ加工の現状と動向 [基調講演]  
広島大学革新的なものづくり研究拠点平成27年度シンポジウム，広島（2016.3.22）  
片山 聖二
- (18) レーザ溶接プロセス  
溶接学会 平成27年度春季全国大会 フォーラム，東京（2015.4.22-24）  
川人 洋介，片山 聖二
- (19) レーザ溶接時の3次元湯流れ観察  
第230回溶接法研究委員会およびJIW 第12及び212委員会，東京（2015.5.15）  
川人 洋介，上村 洋輔，中田 光紀，片山 聖二
- (20) レーザ溶接の基礎  
広島大学革新的なものづくり研究拠点「溶接・接合部会セミナー」 レーザ加工技術の基礎お  
よび最近レーザ機器・レーザ加工技術，広島（2015.8.20）  
川人 洋介
- (21) レーザ溶接時の可視化、モニタリングと適応制御  
平成27年度溶接工学専門講座モノづくり力伝承講座～レーザ溶接のすべてを知る～，東京  
（2015.10.29）  
川人 洋介
- (22) レーザ溶接・接合の可能性  
レーザ利用革新的材料開発研究会，名古屋（2015.12.1）  
川人 洋介
- (23) X線透視法によるレーザ溶接基礎現象の観察  
第112回軽構造接合加工研究委員会，東京（2016.1.19）  
川人 洋介
- (24) アルミニウムのレーザ溶接時における溶解金属の流動とポロシティの形成に関する数値シミュ  
レーション  
第84回レーザ加工学会講演会，名古屋（2016.1.19-20）  
川人 洋介

- (25) レーザ溶接・接合  
第84回レーザ加工学会講演会, 名古屋 (2016.1.19-20)  
川人 洋介
- (26) 高輝度 X 線透過装置によるレーザ切断現象のその場観察への取組み  
第112回軽構造接合加工研究委員会, 東京 (2016.1.19)  
川人 洋介
- (11) 解説・総説
- (1) レーザ溶接の基礎と潮流  
溶接技術, 63, 5 (2015), 42-47.  
片山 聖二
- (2) 材料に応じたレーザー溶接技術活用の留意点  
型技術, 30, 6 (2015), 26-29.  
片山 聖二
- (3) レーザー加工の現状と展開  
生産と技術, 67, 4 (2015), 18-28.  
片山 聖二
- (4) 鉄鋼材料のレーザー・アークハイブリッド溶接  
溶接技術, 63, 11 (2015), 42-47.  
片山 聖二
- (5) 革新プロセス開発への道しるべ -レーザ溶接-  
溶接学会誌, 84, 8 (2015), 582-590.  
片山 聖二
- (6) 高エネルギービーム加工研究委員会  
溶接学会誌, 85, 1 (2016), 127-130.  
片山 聖二
- (7) LAMP 接合法による金属樹脂直接接合と異種金属接合への展開  
レーザ加工学会誌, 22, 3 (2015), 173-179.  
西本 浩司, 川人 洋介, 片山 聖二
- (12) 著 書
- (1) CFRP の繊維 / 樹脂界面制御と成形加工技術  
(株) 技術情報協会, (2015), 分担執筆, 226-235.  
片山 聖二
- (2) CFRP の形成・加工・リサイクル技術最前線 ~ 生活用具から産業用途まで適用拡大を背景として ~  
エヌ・ティー・エス (株), (2015), 分担執筆, 133-144, 221-233.  
片山 聖二
- (3) 自動車軽量化のための材料開発と強度、剛性、強靱性の向上技術  
(株) 技術情報協会, (2015), 分担執筆, 303-316.  
片山 聖二

(13) 特許出願・登録

- (1) 突合せ溶接方法  
特願2015-241728  
片山 聖二, 他2名

(15) 受賞

- (1) 大阪大学総長奨励賞  
大阪大学 (2015.07.14)  
川人 洋介

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |             |  |       |       |
|-----|-------------|--|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(B)     | レーザー照射部の溶接ポロシティ制御による<br>その場局所マイクロポーラス金属の創成 | 川人 洋介 | 2,470 |
| (2) | 挑戦的<br>萌芽研究 | 熱可塑性エンブラと金属とのレーザー直接接合<br>機構の解明             | 川人 洋介 | 2,210 |

一般公募型補助金研究

- |     |                         |   |       |        |
|-----|-------------------------|---|-------|--------|
| (1) | 中小企業経営<br>支援等対策費<br>補助金 | 青色レーザーを用いた樹脂金属三次元動的<br>(ヘム機構連動) 接合技術の開発 | 川人 洋介 | 12,338 |
|-----|-------------------------|---|-------|--------|

民間等との共同研究

- |     |  |  |       |       |
|-----|--|--|-------|-------|
| (1) |  | レーザー溶接現象の可視化                                   | 川人 洋介 | 4,320 |
| (2) |  | 眼鏡フレームおよび医療機器における<br>レーザー加工の研究                 | 片山 聖二 | 100   |
| (3) |  | レーザーによる樹脂と金属のダイレクト<br>接合技術に関する研究               | 川人 洋介 | 1,080 |
| (4) |  | シングルモードレーザーのビームスキャナーを<br>用いた難溶接材のレーザー溶接技術の研究開発 | 片山 聖二 | 540   |
| (5) |  | レーザー・アークハイブリッド溶接現象・<br>溶込み特性の解明                | 片山 聖二 | 1,296 |
| (6) |  | レーザー溶接欠陥防止技術の研究 (3次)                           | 川人 洋介 | 1,800 |

受託研究

- |     |  |                                     |       |       |
|-----|--|-------------------------------------|-------|-------|
| (1) |  | レーザー (電磁波) 溶着技術の開発                  | 片山 聖二 | 3,998 |
| (2) |  | 世界最大出力レーザーによる次世代重電産業での<br>超厚板溶接技術開発 | 片山 聖二 | 955   |

(3)	溶接部性能保証のためのシミュレーション 技術の開発	片山 聖二	1,150
(4)	高温岩体発電に向けた超耐食タービンのための マルチビームレーザ表面改質の研究	川人 洋介	54,896

受託研究員

(1)	林 俊輔 (長期)	レーザ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
-----	--------------	---------------------------------	-------

奨学寄付金

(1)		片山 聖二	3,500
(2)		川人 洋介	7,800

4.8 教育

氏名: 片山 聖二

(1) 大学院等講義科目

(1)	機械工学専攻	レーザプロセス学
(2)	機械工学専攻	機械工学ゼミナール I,
(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, 宮崎 康信	薄板溶接用光源の炭酸ガスレーザから固体レーザ への変遷
(2)	機械工学専攻, 潘 慶竜	高張力鋼のレーザ・アークハイブリッド溶接現象 の解明と溶接性の評価

(3) 博士論文 (副査)

(1)	機械工学専攻, 三本 嵩哲	純チタンの微細構造と機械的性質に対するユビキ タス軽元素の機能解明
(2)	機械工学専攻, Biao Chen	Processing and Strengthening Mechanisms of Aluminum Metal Matrix Composites Reinforced with Carbon Nanotubes

(4) 修士論文

(1)	機械工学専攻, 中田 光紀	X線透視観察法による高輝度レーザ溶接時の溶接 ビード形成機構の解明
-----	---------------	--------------------------------------

(2) 機械工学専攻, 野崎 友哉

金属と樹脂のレーザー直接接合と複合材料接合への展開

氏名: 川人 洋介

(1) 大学院等講義科目

(1) 機械工学専攻

レーザープロセス学

(2) 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, 宮崎 康信

薄板溶接用光源の炭酸ガスレーザーから固体レーザーへの変遷

(2) 機械工学専攻, 潘 慶竜

高張力鋼のレーザー・アークハイブリッド溶接現象の解明と溶接性の評価

(3) 地球総合工学専攻, 千村 伊作

粒子法を用いたレーザー溶接時におけるキーホール形成機構の解明および溶接変形予測

#### 4.9 社会貢献

氏名: 片山 聖二

(1) 学会役員

(1) (一社) スマートプロセス学会

編集委員会 委員

(2) (一社) スマートプロセス学会

レーザープロセス部会 部会長

(3) (一社) スマートプロセス学会

理事

(4) (一社) スマートプロセス学会

総合企画運営委員会 委員

(5) (一社) スマートプロセス学会

平成27年 Best Review 賞審査委員会 委員

(6) (一社) レーザ加工学会

査読委員会 委員長

(7) (一社) レーザ加工学会

理事

(8) (一社) レーザ加工学会

高パワー加工分科会長

(9) (一社) レーザ加工学会

会長

(10) (一社) 軽金属溶接協会

レーザー溶接委員会 委員長

(11) (一社) 日本溶接協会

レーザー加工技術研究 (LMP) 委員会 副委員長

(12) (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議

JIW 第 IV 委員会 委員長

- |   |   |
|---|---|
| (13) (一社) 溶接学会  | 軽構造接合加工研究委員会 委嘱委員                       |
| (14) (一社) 溶接学会  | 高エネルギービーム加工研究委員会 委員長                    |
| (15) (一社) 溶接学会  | 溶接法研究委員会 委嘱委員                           |
| (16) (一社) 溶接学会  | 理事                                      |
| (17) (一社) 溶接学会  | 溶接学会論文賞・論文奨励賞審査委員会                      |
| (2) 国際会議委員  |   |
| (1) LiM 2015  | Program Committee                       |
| (2) LiM 2015  | International Scientific Committee      |
| (3) ICALEO 2015   | Program Committee                       |
| (4) 10th International Conference on Beam Technology in Halle (Saale) | Program Committee                       |
| (5) LANE 2016   | Scientific Committee                    |
| (6) ICALEO 2016   | Program Committee                       |
| (4) 企業等への貢献   |   |
| (1) (株)エクセディ  | 技術アドバイザー                                |
| (2) (株)ノーリツ   | 技術アドバイザー                                |
| (3) リードエグジビションジャパン(株)   | 第8回レーザー加工技術展<br>2015年 専門技術セミナー企画委員会 委員長 |
| (4) 近畿工業 (株)  | 平成27年度連略的基盤技術高度化支援事業計画におけるアドバイザー        |
| (5) 高橋金属 (株)  | 技術アドバイザー                                |
| (5) 国・自治体・公益法人等への貢献   |   |
| (1) (一財) 近畿高エネルギー加工技術研究所  | 副所長                                     |
| (2) (一財) 光産業技術振興協会  | 技術アドバイザー                                |
| (3) (公財) 天田財団   | 評議員、選考委員                                |
| (4) (公財) 福井県若狭湾エネルギー研究センター  | 副総括研究代表者                                |
| (5) Journal of Industrial Engineering                                 | 編集委員                                    |

- |     |   |                             |
|-----|---|-----------------------------|
| (6) | Journal of Laser Micro/Nano Engineering (JLMN)  | 編集委員                        |
| (7) | Journal of Laser-based Manufacturing and Materials Processing (LAMMP)                       | 編集委員                        |
| (8) | Journal of Materials Processing Technology(JMPT)  | 編集委員                        |
| (9) | 上海交通大学  | 客座教授                        |
| (6) | 外国人招へい研究員・研究留学生   |                             |
| (1) | 招へい研究員 : Tim PASANG,<br>オークランド工科大学<br>機械工学科科長、准教授   | 異種金属のレーザー溶接                 |
| (2) | 招へい研究員 : FENG Shengqiang,<br>Inner Mongolia Metallic Materials<br>Research Institute 助手兼副所長 | アルミニウム合金厚板のレーザー・アークハイブリッド溶接 |
| (3) | 研究留学生 : CHEN Ziqin  | レーザー溶接中の正確なシームトラッキング技術      |
| (7) | 社会への情報発信  |                             |
| (1) | レーザー加工学会会長年頭所感<br>レーザー加工技術活用の裾野を広げ国際<br>競争力のあるレーザー技術の開発に努める！                                | レーザー新報 (2016.01.01)         |
| (2) | 片山阪大教授、集大成の講演<br>第84回レーザー加工学会講演会  | 溶接ニュース (2016.02.02)         |

氏名：川人 洋介

(1) 学会役員

- |     |                |                     |
|-----|----------------|---------------------|
| (1) | (一社) 軽金属溶接構造協会 | レーザー溶接委員会 幹事        |
| (2) | (一社) 溶接学会      | 高エネルギービーム加工研究委員会 幹事 |
| (3) | (一社) 溶接学会      | 溶接法研究委員会 幹事         |
| (4) | (一社) 溶接学会      | 軽構造接合加工研究委員会 幹事     |

#### 4.10 全国共同利用に関する研究

##### (1) 平成27年度共同研究員と研究テーマ

氏名：片山 聖二

- |      |                             |       |  |
|------|-----------------------------|-------|--|
| (1)  | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 詠村 嵩之 | シングルモードファイバーレーザーによる高速溶接時の割れ感受性評価       |
| (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 | 岩田 匠平 | シングルモードファイバーレーザーによる高速溶接時の割れ感受性評価       |
| (3)  | 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 | シングルモードファイバーレーザーによる高速溶接時の割れ感受性評価       |
| (4)  | 大阪大学大学院工学研究科                | 松田 朋己 | レーザー・アークハイブリッド溶接 鉄鋼材料のレーザー・アークハイブリッド溶接 |
| (5)  | (一財) 近畿高エネルギー加工技術研究所        | 殖栗 成夫 | レーザーによる厚板溶接現象に関する研究                    |
| (6)  | 広島工業大学工学部<br>機械システム工学科      | 日野 実  | レーザーによる鉄-アルミニウム異材接合部材の腐食評価             |
| (7)  | 三重大学大学院工学研究科<br>機械工学専攻      | 川上 博士 | レーザー切断                                 |
| (8)  | 三重大学大学院工学研究科<br>機械工学専攻      | 尾崎 仁志 | レーザー切断                                 |
| (9)  | 大阪市立大学大学院<br>工学研究科          | 佐藤 嘉洋 | 抗菌性金属材料の材料特性およびその接合性                   |
| (10) | 大阪大学大学院工学研究科                | 廣瀬 明夫 | 鉄鋼材料のレーザー・アークハイブリッド溶接                  |

氏名：川人 洋介

- |     |                                 |      |  |
|-----|---------------------------------|------|--|
| (1) | 大阪大学工学研究科<br>ビジネスエンジニアリング<br>専攻 | 周 嶺楓 | アルミニウム合金レーザー溶接部におけるポロシティの発生挙動に関する数値解析 とその場観察 |
|-----|---------------------------------|------|--|

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

- |     |    |   |
|-----|----|---|
| (1) | 合計 | 3 |
|-----|----|---|

## 接合機構研究部門 複合化機構学分野

### 4.1 研究概要

本研究分野では、エネルギーの効率的利活用と環境低負荷および低炭素化に資するエネルギー創出を可能とする材料科学の基盤構築を主題に、材料の組織構造・界面制御と多機能化に着目し、材料・加工プロセスの観点から原子配列・ナノ構造制御を基本としたマルチスケールでの組織構造設計による材料の複合化・高機能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。さらに、これらの成果を活用し、省エネ化・低炭素化に有効な材料・加工技術の確立を目指す。

### 4.2 研究課題

1. コピキタス元素を用いたレアメタルフリー・高強度高延性チタンの創製
2. 単分散 CNT の真の機能発現に向けた固相结合プロセスによる複合化材料設計
3. 金属 - 樹脂直接接合体における界面構造解析および物性評価による接合機構の解明
4. 粉末冶金法による高強度 TiNi 系形状記憶合金の低侵襲医療デバイスへの適用
5. バイオマス由来ナノ構造体シリカ粒子の社会実装に向けた微細粒化プロセスの確立

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. コピキタス元素を用いたレアメタルフリー・高強度高延性チタンの創製

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コピキタス軽元素に着目し、固相プロセスを用い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 (2013~2015年度・水素・酸素を利用した純チタン焼結材の高強靱化ダイナミクスの解明)、同・基盤研究 C (2012~2014年度・TiO<sub>2</sub>の熱分解を利用した廉価 TiH<sub>2</sub>からの高強靱性レアメタルフリーチタンの創製)、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) および環境省環境研究総合推進費補助金 (2013~2015年度・水素を利用したチタン合金切削屑の高効率再資源化技術の実用化研究) を活用して実施した。ここでは、チタンの組織構造制御性と高強度・高延性化への潜在能力に優れた酸素、窒素、水素等の軽元素に着目し、粉末冶金法による固相状態での原子配列制御による革新的チタン創製のための材料・プロセス設計の提案・実証を行った。得られた主たる成果は次の通りである。従前より脆性と認識されてきた TiH<sub>2</sub>化合物が引張応力下において、素地の  $\alpha$ -Ti と同等に20%以上の塑性変形能を有するといった新奇な現象を SEM 内引張試験による in-situ 観察により明らかにした。 $\alpha$ -Ti 結晶内において侵入型固溶元素として存在する酸素原子や窒素原子により引張耐力 (0.2%YS) は2倍以上の値を示す際、破断伸びは大きく変化しないという新奇な挙動を確認した。Tiに限らず hcp 構造を有する金属 (マグネシウム Mg やジルコニウム Zr など) では、主すべり系が塑性変形機構を支配し、その際に c 軸と a 軸の格子定数の比率 (c/a 値) によってすべり系が変化することは既往研究で報告されている (I.P. Jones et al., Acta Metallurgica, 29 (1981) 951)。そこで、酸素や窒素の固溶による c 軸方

向での格子の拡張（格子定数の増加）を勘案し、 $\alpha$ -Ti において柱面すべりの限界理論  $c/a$  値 (1.593) を超えない範囲で各原子の固溶量を管理すれば、高延性を維持しつつ、高強度を発現できるといった新たな設計指針を提案・実証した。さらに、その汎用性を検証すべく、 $\alpha$ -Ti 結晶内への固溶元素であり、 $c$  軸方向の格子定数を低下させる珪素 (Si) を用い、固溶強化による強度増加と同時に伸び（延性）も増大することを確認した。なお、本研究を継続すべく、科研費・基盤研究 A (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) では、冷却時の局所相変態、再結晶粒界での元素濃化、不均一核生成等の複雑系起源が固溶強化  $\alpha$ -Ti 材における特異な力学特性の発現機構に及ぼす影響をその場構造解析により解明し、Ti 材の高強靱化に係るダイナミクスの包括的理解を通じて、パラダイムチェンジを引き起こす新規材料設計原理の構築を目指す。上記の研究成果に関して、国際会議にて7件の講演（基調講演1件、招待講演3件を含む）、国内学会で4件の発表を行うと共に、Material and Design (IF; 3.501)、Applied Surface Science (IF; 2.711) など英文ジャーナルに学術論文5報が掲載された。さらに、本研究に参画した博士後期課程学生が本学より博士号（工学）を取得した。また、大学院学生が粉体粉末冶金協会優秀講演論文賞や自動車技術会研究奨励賞を受賞した。

## 2. 単分散 CNT の真の機能発現に向けた固相结合プロセスによる複合化材料設計

粉末冶金法を基調とした固相焼結技術を用いて、CNT の均一ナノ分散による金属基複合材料の高強度設計ならびに強化機構解明に関する研究を進めている。ここでは主に、軽量・高電気伝導率を有する純アルミニウムの高強度・高機能化を目的とする。コアプロセスとなる CNT の単分散手法に関して、高エネルギー混合法による CNT への過剰なエネルギー投与を抑制すると共に、Al 粉末の扁平化を促すことで CNT の付着率を改善すべく、CNT 分散液中に Al 粉末を投入した状態で遊星型混合ミルによる機械エネルギー付与によって目的とする CNT 被覆 Al 複合粉末の作製に成功した。その結果、CNT の分散強化に加えて、Al 粉末の扁平化に伴う結晶粒微細化が進行し、500MPa を超える引張強さを発現した。なお、上記の研究成果に関して、国際会議にて4件の講演（基調講演1件を含む）と、国内学会で2件の論文発表を行うと共に、Scripta Materialia (IF; 3.224)、Journal of Alloys Compounds (IF; 2.999)、Materials (IF; 2.651) など英文雑誌に学術論文4報が掲載された。さらに、本研究に参画した博士後期課程学生が本学より博士号（工学）を取得した。

## 3. 金属 - 樹脂直接接合体における界面構造解析および物性評価による接合機構の解明

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。本研究では、軽量効果に資する炭素繊維強化プラスチック (CFRP) と工業用金属材料を汎用性の高い温間プレス成形法により直接接合すべく、その接合機構解明に関する基礎的研究を進めている。予備実験結果として樹脂側での C=O 結合の有無により接合強度が大きく変化することを踏まえ、FT-IR、XPS および接合界面の高分解能 TEM 観察を通じて、C=O/C-O 結合を構成する酸素原子と金属の親和性に起因する成形過程での反応（酸素原子の金属側への固溶・酸化物生成）により接合現象が進行すること、また金属試料表面に存在する安定な酸化膜により接合強度が低下することも確認した。これらの結果を踏まえて H28 年度から科研費・挑戦的萌芽研究 (2016～2018年度・C=O 二重結合を利用した金属 - CFRP の接着剤フリー高信頼性接合技術の構築) を活用し、更なる接合強度の向上に向けた被接合体の表面活性化に関する研究を実施する。なお、上記の研究成果に関して、国際会議にて2件、国内学会で1件の論文発表を行った。

#### 4. 粉末冶金法による高強度 TiNi 系形状記憶合金の低侵襲医療デバイスへの適用

本研究は、2012～2014年度において JST・研究成果展開事業「戦略的イノベーション創出推進プログラム」のもと、粉末冶金法を用いて超弾性 TiNi 系合金において 3d 遷移系金属元素を置換固溶することでマルテンサイト変態温度 ( $M_s$  温度) の低下と、それによるプラトー応力の向上を実証した。本結果を踏まえ、高強度 TiNi 系形状記憶合金の社会実装を目指し、H27年度より日本医療研究開発機構 (AMED)・医工連携事業化推進事業 (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) をテルモ(株)と共同で開始した (第 1 フェーズ: 3 年間で予定)。超低侵襲医療デバイスの開発による事業化推進という観点から、これまでの研究成果に基づく高強度 TiNi 系合金の加工性 (成形加工および切削加工) を向上し、薄肉化しても血管拡張力の高いステントの実現を目指す。強度 (プラトー応力) と加工性は、Ni 固溶量により制御できることから従来の溶解製法ではなく、原子配列が可能な粉末冶金法による固相プロセスの適用によって  $Ti_3Ni_4$  化合物のナノ析出 (10～30nm) を実現し、血管拡張力と形状回復率の両立と、成形加工・切削加工性の向上を同時に達成する。その結果、ステントシステムのサイズダウンを可能とし、従前的大腿骨動脈からのアプローチから橈骨動脈からのデバイス挿入へと変更でき、その結果、出血合併症の低減や、術後すぐに歩行が可能となることで入院日数の短縮による患者への肉体的負担の低減効果、医療経済性への貢献が期待できる。さらには、膝窩動脈など細い血管の治療や、硬化性の病変に対しても拡張力の強い本 TiNi 系合金製ステントの適用が可能となる。

Ni 粉末中の酸素含有量を低減することで  $Ti_4Ni_2O$  酸化物の生成を抑制し、上記の形状回復率と加工性の向上が確認でき、また Ni 固溶量に関しては、従前の溶解製法では均質組織の形が困難であった Ni 含有量; 51.0～51.5 at.% の範囲において固相焼結法により成分偏析を生じることなく、均質固溶・ナノ析出組織を形成し、常温付近でのマルテンサイト変態の発現を DSC 解析により検証すると共に、ヒステリシス試験を通じて、本 TiNi 合金が溶製材に対して約 2～2.5 倍のプラトー応力 (血管拡張力) の発現を検証した。

#### 5. バイオマス由来ナノ構造体シリカ粒子の社会実装に向けた微細粒化プロセスの確立

籾殻から抽出した高純度非晶質ナノ構造体シリカは、人体 (発がん性) に対する高い安全性と共に、多孔質構造に起因する高い反応性を有することから工業用素材や化学薬品原料など幅広い分野での利活用が期待できる。そこで、本シリカ粒子の社会実装に向けたプロジェクトとして、農林水産省革新的技術創造促進事業・異分野融合共同研究 (2017～2018年度・ナノ構造体シリカ粒子の高純度・低コスト化製法開発と工業用機能性素材の用途開拓) を行った。低コスト化に向けた課題は、数ミリ程度のシリカ素材を数ミクロンの粒子に微細化する際の加工時間の短縮である。籾殻の主成分であるセルロース等の炭化燃焼に伴う脆化現象に着目し、籾殻の 1 次焼成後にシリカと炭化物からなる積層構造を形成した後にボールミルによりシリカ層の微細粉碎を促進し、その後の 2 次焼成での炭化物の完全燃焼により高純度シリカ微粒子の生成法を検証した。その結果、平均粒子径 1  $\mu m$  のシリカ微粒子を従来の約 1/20 の粉碎時間により作製でき、同比率で加工費削減を可能とした。本成果は事業参画機関である日鉄住金セメント(株)へ技術移転し、連続処理装置を導入して実証実験において同様の結果を検証している。なお、本結果に関しては特許出願を完了している。

#### (2) 研究に対する自己評価

平成27年度の研究活動を通じて、I.F 付き英文誌を中心に計15報の学術論文が掲載され、国際会

議にて16件の講演発表を行うなど、同研究領域では国内外で高い研究水準にあると考える。また、これらの研究成果に対して粉体粉末冶金協会や自動車技術会から各賞を受賞し、加えて国際会議では2件の基調講演と3件の招待講演を行うなど、国内外にて高い評価を得ている。他に、特許出願10件、解説1件、新聞等での成果発表33件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。また、クロスアポイントメント制度（本学国際共同促進プログラム）を活用して中国・西安理工大学 Li 教授を当分野に約1か月招へいし、上記1項に記載の研究課題を中心に共同研究を行うなど、国際化に対応した活発な国際連携研究を遂行した。さらに、文部科学省・特別経費「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」を通じて、高強靱性チタン材を用いた医療デバイス開発に関する国際共同研究をタイ王立 KMUTT と実施し、同大学から留学生2名を2回受け入れて研究指導を行った。なお、民間企業との共同研究を含めた H27年度における当分野の研究予算（外部資金獲得総額）は101百万円であり、研究環境も十分に整備できたと考える。

#### 4.4 教育に対する自己評価

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

#### 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・各分科会委員長などを継続就任する中、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「A US/Seed-Net 事業」国内支援委員、信州大学・外部諮問評価委員、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：高大連携活動の一環として、当研究所唯一の女性専任教員として近隣高校を訪問し、1年生を対象にナノサイエンスとリケジョへの転身に関する講義を行った。

産学連携：民間との共同研究など4件を実施するなか、上述した JST および AMED での研究事業の他、戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン事業）を継続実施した。

国際貢献：タイ王立 KMUTT の客員教授、J. Powder Technology や J. Powder Metallurgy にて Co-Editor、APMA2015国際会議（京都）のプログラム委員などを務めた。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

H27年度は22名の共同利用研究員を受け入れ、得られた研究成果に関して、国際共同研究員による共著論文が Material and Design (IF; 3.501)に掲載され、また、国内共同研究員が国際会議において Young Investigator Award を受賞するなど、国内外の共同研究員制度を通じて得られた研究成果の量・質ともに評価できる内容と考える。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Effect of Strain Rate on the Mechanical Properties of Magnesium Alloy AMX602  
Mater. Sci. Eng. A., 649 (2015), 338-348.  
J. Shen, K. Kondoh, T. L. Jones, S. N. Mathaudhu, L. J. Kecskes and Q. Wei
- (2) Strengthening Behavior of in Situ-Synthesized (TiC-TiB)/Ti Composites by Powder Metallurgy and Hot Extrusion  
Mater. Des., 95 (2016), 127-132.  
S. Li, K. Kondoh, H. Imai, B. Chen, L. Jia, J. Umeda and Y. Fu
- (3) Simultaneously Enhancing Strength and Ductility of Carbon Nanotube/aluminum Composites by Improving Bonding Conditions  
Scr. Mater., 113 (2016), 158-162.  
B. Chen, K. Kondoh, H. Imai, J. Umeda and M. Takahashi
- (4) Fabrication and Compressive Properties of Low to Medium Porosity Closed-Cell Porous Aluminum Using PMMA Space Holder Technique  
Materials, 9, 4 (2016), 252.  
N. A. Jamal, A. W. Tan, Y. Farazila, K. Kondoh, H. Imai, S. Ramesh and A. Hazleen
- (5) Suppression of Hydrogen-Induced Damage in Friction Stir Welded Low Carbon Steel Joints  
Corrosion Sci., 94 (2015), 88-98.  
Y. Sun, H. Fujii, H. Imai and K. Kondoh
- (6) Effect of Chromium Behavior on Mechanical and Electrical Properties of P/M Copper-Chromium Alloy Dispersed with VGCF  
Int. J. Chem. Nucl. Mater. Metall. Eng., 9, 7 (2015), 898-901.  
H. Imai, K.-Y. Chen, K. Kondoh, H.-Y. Tsai and J. Umeda
- (7) Effect of Welding Parameters on the Hydrogen Embrittlement of Cathodic Hydrogen-Charged Friction Stir Welded High Carbon Steel Joints  
Corrosion, 71, 8 (2015), 923-936.  
Y. F. Sun, H. Fujii, H. Imai and K. Kondoh
- (8) Carbon Nanotube Induced Microstructural Characteristics in Powder Metallurgy Al Matrix Composites and Their Effects on Mechanical and Conductive Properties  
J. Alloy. Compd, 658 (2015), 608-615.  
B. Chen, S. Li, H. Imai, L. Jia, J. Umeda, M. Takahashi and K. Kondoh
- (9) Effect of Alloying Elements on Mechanical Properties and Electrical Conductivity of P/M Copper Alloys Dispersed with Vapor-Grown Carbon Fiber  
Ceram. Trans., 252 (2015), 383-392.  
H. Imai, K.-Y. Chen, K. Kondoh and H.-Y. Tsai
- (10) Deformation Mechanisms of Pure Mg Materials Fabricated by Using Pre-Rolled Powders  
Mater. Sci. Eng. A., 658 (2016), 309-320.  
J. Shen, H. Imai, B. Chen, X. Ye, J. Umeda and K. Kondoh

- (11) Biological Response to Nanostructure of Carbon Nanotube/titanium Composite Surfaces  
Nano Biomed., 7, 1 (2015), 11-20.  
E. Nishida, H. Miyaji, J. Umeda, K. Kondoh, H. Takita, I. Kanayama, S. Tanaka, A. Kato,  
B. Fugetsu, S. Akasaka and M. Kawanami
- (12) Titanium Powders via Gas-Solid Direct Reaction Process and Mechanical Properties of Their  
Extruded Materials  
Mater. Trans., 56, 8 (2015), 1153-1158.  
T. Mimoto, J. Umeda and K. Kondoh
- (13) Fe/SiC 粒子分散 Mg 粉末合金の力学特性と腐食挙動  
粉体および粉末冶金, 6, 9 (2015), 1-6.  
刈屋 翔太, 梅田 純子, 今井 久志, 宇野澤 晴生, Manuel MARYA, 近藤 勝義
- (14) Friction Behavior of Network-Structured CNT Coating on Pure Titanium Plate  
Appl. Surf. Sci., 357 (2015), 721-727.  
J. Umeda, B. Fugetsu, E. Nishida, H. Miyaji and K. Kondoh
- (15) Effect of Vapor Grown Carbon Fiber Content on Microstructure and Tensile Properties of  
Ti64/TiC Composite Fabricated by Powder Metallurgy Method  
J. Compos Mater. (2015), DOI: 10. 1177/0021998315620849.  
P. Pripanapong, T. Mimoto, J. Umeda, H. Imai and K. Kondoh
- (16) Corrosion Resistant Evaluation of Oxygen Solid-Soluton Strengthened Pure Titanium  
Chiang Mai J. Sci., 43 (2016), 381-392.  
S. Sunada, A. Takagi, M. Hatakeyama, J. Umeda, L. Shufeng and K. Kondoh
- (6) Trans. JWRI 論文
- (1) Interfacial Structure Analysis on Direct Bonding Metals to Plastics  
Trans. JWRI, 44, 1 (2015), 23-26.  
H. Imai, K. Kondoh, T. Izawa and J. Umeda
- (7) 国際会議発表
- (1) Carbon Nano-material Enhancing Strength of Aluminum Matrix Composite  
Materials Science & Technology 2015 (MS&T15), Columbus, USA (2015.10.4-9)  
K. Kondoh, B. Chen, H. Imai and J. Umeda
- (2) Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub> Nano-rods Reinforced PM Aluminum Composites  
3rd Int. Conf. on Powder Metallurgy in Asia (AMPA2015), Kyoto, Japan (2015.11.8-10)  
B. Chen and K. Kondoh
- (3) Novel Processing of High-strength & High-ductility PM Pure Titanium with Light Elements  
3rd Int. Conf. on Powder Metallurgy in Asia (AMPA2015), Kyoto, Japan (2015.11.8-10)  
K. Kondoh
- (4) Effect of Initial State on Dispersion Evolution of Carbon Nanotubes in Aluminum Matrix  
Composites during High Energy Ball Milling Process  
TMS 2016, Nashville, USA (2016.2.14-18)  
K. Kondoh, B. Chen, H. Imai and J. Umeda

- (5) Fundamental Properties of PM Ti Materials with Nitrogen Solid-solution and TiN Particle Dispersion  
TMS 2016, Nashville, USA (2016.2.14-18)  
K. Kondoh, T. Mimoto, Y. Yamabe, J. Umeda and H. Imai
- (6) Advanced TiNi-X Alloy via Powder Metallurgy Process  
BIT's 2nd Annual World Congress of Smart Materials-2016, Singapore (2016.3.4-6)  
K. Kondoh
- (7) Direct Bonding Mechanism of Metals with CFRP  
The 6th Int. Symp. on Adv. Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials(AMDI-6), Tokyo, Japan (2015.6.9)  
H. Imai, K. Kondoh, J. Umeda and T. Izawa
- (8) Effect of Chromium Behavior on Mechanical and Electrical Properties of P/M Copper-Chromium Alloy Dispersed with VGCF  
17th Int. Conf. on Materials Science, Engineering and Manufacturing (ICMSEM 2015), Singapore (2015.7.4-5)  
H. Imai, K.-Y. Chen, K. Kondoh, H.-Y. Tsai and J. Umeda
- (9) High Temperature Mechanical Properties of P/M Cu/CNT Composite  
Materials Science & Technology 2015 (MS&T15), Columbus, USA (2015.10.4-9)  
H. Imai, K. Kondoh and J. Umeda
- (10) In-situ Formed AlN Nano-particles Reinforced P/M Al Composites  
Materials Science & Technology 2015 (MS&T15), Columbus, USA (2015.10.4-9)  
M. Onishi, H. Imai, L. Jia, J. Umeda and K. Kondoh
- (11) Interfacial Structure Analysis on Direct Bonding Material of Metals with CFRP  
Materials Science & Technology 2015 (MS&T15), Columbus, USA (2015.10.4-9)  
H. Imai, K. Kondoh, T. Izawa and J. Umeda
- (12) Wear Characteristics of P/M Ti Composite with High Hardness Obtained by In-situ Reaction between Titanium and Silicon Nitride Particles  
3rd Int. Conf. on Powder Metallurgy in Asia (AMPA2015), Kyoto, Japan (2015.11.8-10)  
H. Imai, K. Kondoh, J. Umeda and A. Khantachawana
- (13) Mechanical Performance and Microstructure of Extruded Pure Ti Based Materials Reinforced with Nitrogen and Hydrogen via Powder Metallurgy Route  
The 13th World Conf. on Titanium (Ti-2015), San Diego, USA (2015.8.16-20)  
T. Mimoto, J. Umeda and K. Kondoh
- (14) Effect of Fe and SiC Particle Addition on Mechanical Property and Corrosion Behavior of Powder Metallurgy Mg Alloy Composite  
Materials Science & Technology 2015 (MS&T15), Columbus, USA (2015.10.4-9)  
S. Kariya, J. Umeda, H. Imai, K. Kondoh, H. Unosawa and M. Marya
- (15) Strengthening Behavior and Mechanisms of Extruded Powder Metallurgy Ti Materials Reinforced with Ubiquitous Light Elements  
TMS 2016, Nashville, USA (2016.2.14-18)  
T. Mimoto, J. Umeda and K. Kondoh

- (16) Tribological Properties of Carbon Nanotubes Coated Onto Pure Titanium Plate  
BIT's 2nd Annual World Congress of Smart Materials-2016, Singapore (2016.3.4-6)  
J. Umeda, B. Fugetsu, H. Miyaji, E. Nishida and K. Kondoh

(8) 国内学会発表

- (1) アルミニウム合金のシングルモードファイバーレーザ溶接時におけるキーホール挙動と欠陥生成機構  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
中田 光紀, 片山 聖二, 川人 洋介, 近藤 勝義, 菖蒲 敬久, 今井 久志, 川上 博士
- (2) SPS 法により作製した Ti/Mg 接合材の腐食特性  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
パライパナポン パチャラ, 刈屋 翔太, 近藤 勝義, 高橋 誠
- (3) X線位相差法を用いたアルミニウム合金のシングルモードファイバーレーザ溶接時における割れ発生過程の解明  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
横田 哲士, 片山 聖二, 川人 洋介, 近藤 勝義, 今井 久志, 富沢 雅美, 菖蒲 敬久
- (4) 各種アルミニウム材料のシングルモードファイバーレーザによる突合せ溶接時のキーホール挙動および欠陥生成機構  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
中西 基, 片山 聖二, 川人 洋介, 近藤 勝義, 今井 久志, 川上 博士, 菖蒲 敬久
- (5) 極限環境下における水中レーザ貫通溶接に関する基礎研究  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
水見 太, 片山 聖二, 近藤 勝義, 川人 洋介, 水谷 正海
- (6) 水素化物相による変形双晶の進展抑制による  $\alpha$ -Ti 焼結押出材の高延性化  
(一社) 日本鉄鋼協会第170回秋季講演大会, 福岡 (2015.9.16-18)  
近藤 勝義, 三本 嵩哲, 梅田 純子, 今井 久志
- (7) カーボンナノチューブ分散強化アルミニウム複合材料の破壊機構  
第23回機械材料・材料加工技術講演会(M&P2015), 広島 (2015.11.13-15)  
近藤 勝義, Biao Chen, 梅田 純子, 今井 久志
- (8) CFRP と金属の超音波接合界面の構造解析  
第6回6大学6研究所連携プロジェクト公開討論会, 仙台 (2015.11.20)  
近藤 勝義, 今井 久志, 梅田 純子
- (9) 超音波振動を援用した CFRP と金属の異材接合界面の解析  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
今井 久志, 井澤 尊, 梅田 純子, 近藤 勝義
- (10) その場分解反応を利用した窒化ケイ素粒子添加 Ti 基粉末材料の高温強度特性  
(公社) 粉体粉末冶金協会平成27年度秋季大会, 京都 (2015.11.11-12)  
今井 久志, 近藤 勝義, 梅田 純子, Anak Khantachawana
- (11) その場合成による  $Al_4C_3$  ナノロッド分散高強度 Al 基複合粉末材料  
第23回機械材料・材料加工技術講演会(M&P2015), 広島 (2015.11.13-15)  
陳 彪, 今井 久志, 大西 玄洋, 近藤 勝義

- (12) 固気直接窒化法による Al/AlN 複合粉末押出材の組織構造と力学特性  
第23回機械材料・材料加工技術講演会(M&P2015), 広島 (2015.11.13-15)  
大西 玄洋, 今井 久志, 梅田 純子, 近藤 勝義
- (13) 窒化ケイ素粒子添加 Ti 基粉末押出材の組織構造と力学特性  
第23回機械材料・材料加工技術講演会(M&P2015), 広島 (2015.11.13-15)  
今井 久志, 近藤 勝義, 梅田 純子, Anak Khantachawana
- (14) 高濃度窒素固溶純チタン粉末押出材における高強度と高延性の両立  
(一社) 日本機械学会2015年度年次大会, 札幌 (2015.9.13-16)  
三本 嵩哲, 梅田 純子, 近藤 勝義
- (15) チタンと生体界面間へのカーボンナノチューブによるナノ構造の応用  
第15回日本再生医療学会総会, 大阪 (2016.3.17-19)  
西田 絵利香, 宮治 裕史, 梅田 純子, 近藤 勝義, 滝田 裕子, 吉田 崇, 村上 秀輔,  
眞弓 佳代子, 薮 佳奈子, 古月 文志, 川浪 雅光
- (9) 国際会議講演
- (1) State-of-the-Art in Metal Matrix Composites Reinforced with Carbon Nanotubes by Powder Metallurgy Process (Plenary Talk)  
Nanotech France 2015 International Conference & Exhibition, Paris, France (2015.6.15-17)  
K. Kondoh
- (2) State of The Art PM Ti Materials with Ubiquitous Light Elements (Invited)  
PM Titanium 2015: 3rd conference on Powder Processing, Consolidation and Metallurgy of Titanium, Luneburg, Germany (2015.8.31-9.3)  
K. Kondoh
- (3) Osaka University: No.1 Innovative University in Japan  
International Symposium in Qatar, Joining Technologies and Materials Science -Expand collaboration network in Middle East-, Doha, Qatar (2015.12.7)  
K. Kondoh
- (4) State-of-the-Art in Powder Metallurgy Materials with Atomic/Nano Scale Microstructures (Plenary Talk)  
Global Advanced Materials & Surfaces Forum (GAMS 2015), Dubai, UAE (2015.12.7-9)  
K. Kondoh
- (5) Direct Bonding Mechanism of Metals with CFRPs Using C=O Double Bonds  
NTU-JWRI Workshop on Joining and Welding Technology, Singapore (2015.12.10)  
K. Kondoh
- (6) Effect of Initial State on Dispersion Evolution of Carbon Nanotubes in Aluminum Matrix Composites during High Energy Ball Milling Process  
TMS 2016, Nashville, USA (2016.2.14-18)  
K. Kondoh, B. Chen, H. Imai and J. Umeda

(10) 国内会議講演

- (1) 粉末成形の基礎  
第23回新粉末冶金入門講座, 京都 (2015.12.3)  
今井 久志

(11) 解説・総説

- (1) 粉末冶金および押し加工を用いた高性能材料の創製  
塑性と加工, 56, 651 (2015), 290-294.  
近藤 勝義, 今井 久志

(13) 特許出願・登録

- (1) アモルファス酸化ケイ素粉末およびその製造方法  
中国 ZL200680031532.5  
近藤 勝義, 他
- (2) チタン材料およびその製造方法  
特許第5760278号  
近藤 勝義, 他
- (3) 有機系廃棄物由来の球状シリカ粒子およびその製造方法  
韓国10-1588548  
近藤 勝義, 他
- (4) 有機系廃棄物由来の球状シリカ粒子およびその製造方法  
タイ1501003692  
近藤 勝義, 他
- (5) 有機系廃棄物由来の球状シリカ粒子およびその製造方法  
ベトナム1-2015-02352  
近藤 勝義, 他
- (6) 有機系廃棄物の燃焼灰の無害化方法および有機系廃棄物の燃焼設備  
PCTPCT/JP2015/071460  
近藤 勝義, 他
- (7) 放射性廃棄物処分場用セメント系材料  
特願2015-151830  
近藤 勝義, 他
- (8) 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  
未着  
近藤 勝義, 他
- (9) 酸素固溶チタン焼結体およびその製造方法  
特願2015-215846  
近藤 勝義

(10) 窒素固溶チタン焼結体およびその製造方法  
特願2015-215847  
近藤 勝義

(15) 受賞

- (1) 平成27年度科研費の審査委員表彰  
(独) 日本学術振興会 (2015.11.02)  
近藤 勝義
- (2) ADM/JSDMD Joint Award for Young Investigator  
Academy of Dental Materials (2015.10.08)  
W. Kiba, H. Imai, K. Kondoh, S. Imazato
- (3) 平成27年度春季大会優秀講演発表賞  
(一社) 粉体粉末冶金協会 (2015.05.26)  
Chun-Yu LIN (特別聴講学生)
- (4) 大学院研究奨励賞  
(公社)自動車技術会 (2016.03.11)  
三本 嵩哲 (D3)

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |          |  |       |       |
|-----|----------|--|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(A)  | 水素・酸素を利用した純チタン焼結材の高強靱化ダイナミクスの解明          | 近藤 勝義 | 8,060 |
| (2) | 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 | 1,040 |
| (3) | 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 | 1,040 |
| (4) | 特別研究員奨励費 | ユビキタス元素を利用した微細構造設計によるレアメタルフリー高強靱性チタンの創製  | 三本 嵩哲 | 1,000 |

一般公募型補助金研究

- |     |                 |                                 |       |        |
|-----|-----------------|---------------------------------|-------|--------|
| (1) | 環境研究総合推進費補助金    | 水素を利用したチタン合金切削屑の高効率再資源化技術の実用化研究 | 近藤 勝義 | 40,932 |
| (2) | 中小企業経営支援等対策費補助金 | 低侵襲治療用医療機器に最適なチタン系高強度・高靱性素材の開発  | 近藤 勝義 | 778    |

民間等との共同研究

- |     |  |                    |       |     |
|-----|--|--------------------|-------|-----|
| (1) |  | 薄板シート接合・成形加工部の特性解析 | 近藤 勝義 | 360 |
| (2) |  | 高強度純チタン粉末焼結材の開発    | 近藤 勝義 | 600 |

(3)	レアメタルフリー・高強靱性チタン材の開発とその応用	近藤 勝義	1,000
-----	---------------------------	-------	-------

受託研究

(1)	ナノ構造体シリカ粒子の高純度・低コスト化製法開発と工業用機能性素材の用途開拓	近藤 勝義	29,791
-----	--	-------	--------

(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	9,124
-----	---	-------	-------

(3)	ユビキタス元素によるナノ構造制御を活用した高信頼性ボルト向け高強靱性チタン素材の開発	近藤 勝義	780
-----	--	-------	-----

奨学寄付金

(1)		近藤 勝義	2,650
-----	--	-------	-------

(2)		今井 久志	600
-----	--	-------	-----

(3)		梅田 純子	2,800
-----	--	-------	-------

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, 三本 嵩哲	純チタンの微細構造と機械的性質に対するユビキタス軽元素の機能解明
-----	---------------	----------------------------------

(2)	機械工学専攻, 陳 彪	Processing and Strengthening Mechanisms of Aluminum Metal Matrix Composites Reinforced with Carbon Nanotubes
-----	-------------	--

(3) 博士論文 (副査)

(1)	機械工学専攻, 宮崎 康信	薄板溶接用光源の炭酸ガスレーザーから固体レーザーへの変遷
-----	---------------	------------------------------

(2)	機械工学専攻, 潘 慶竜	高張力鋼のレーザー・アークハイブリッド溶接現象の解明と溶接性の評価
-----	--------------	-----------------------------------

(4) 修士論文

- (1) 機械工学専攻, 刈屋 翔太 Mg とラジカル種の反応による表面酸化皮膜の成膜機構の解明と物性評価
- (2) 機械工学専攻, 井澤 尊 分子構造変化に着目した熱可塑性プラスチックと金属の直接接合機構の解明

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

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 平成27年論文賞審査委員会 委員
- (2) (一社) スマートプロセス学会 編集委員会委員
- (3) (一社) 日本機械学会 Associate Editor
- (4) (一社) 日本機械学会 高機能性粉末材料分科会主査
- (5) (一社) 日本塑性加工学会 粉体加工成形プロセス分科会主査
- (6) (一社) 日本塑性加工学会 校閲委員
- (7) (一社) 日本塑性加工学会 粉末成形評価分科会主査
- (8) (一社) 日本塑性加工学会 関西支部 第51期・52期商議員
- (9) (一社) 日本鉄鋼協会 創形創質工部工学粉粒体工学フォーラム幹事
- (10) (一社) 粉体粉末冶金協会 理事
- (11) (一社) 粉体粉末冶金協会 功労賞選考委員
- (12) (一社) 粉体粉末冶金協会 第23回新粉末冶金入門講座実行委員
- (13) (一社) 粉体粉末冶金協会 技術功績賞・技術進歩賞選考委員
- (14) (一社) 粉体粉末冶金協会 新技術・新製品賞選考委員
- (15) (一社) 粉体粉末冶金協会 粉体成形分科会主査
- (16) (一社) 粉体粉末冶金協会 成形・加工委員会 委員長

- (17) (公社) 日本金属学会 材料系英文誌ポータルサイト運営委員
- (2) 国際会議委員
- (1) Nanotech France 2015 International Conference & Exhibition Permanent Member of the International Technical/Advisory Committee
- (2) 3rd International Conference on Powder Metallurgy in Asia APMA 2015 Program Committee
- (3) World Summit on Nanotechnology and Nanomedicine Research Advisory Board Member
- (3) 他大学等での非常勤講師
- (1) モンクット王立トンブリ工科大学 集中講義
- (4) 企業等への貢献
- (1) (株) スギノマシン 技術顧問 (非常勤)
- (2) BBS ジャパン (株) 技術顧問 (非常勤)
- (3) サンエツ金属 (株) 技術顧問 (非常勤)
- (4) 日華化学 (株) 技術顧問 (非常勤)
- (5) 国・自治体・公益法人等への貢献
- (1) (独) 国際協力機構 「エジプト日本科学技術大学 (E-JUST) 設立プロジェクト」に係る国内支援委員会・専門部会 (キャンパス施設 WG) 委員
- (2) (独) 国際協力機構 JICA-AUS/Seed-Net 事業国内支援委員
- (3) (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 分科会委員
- (4) (独) 日本学術振興会 平成27年度科学研究費委員会専門委員
- (5) International Journal of Metallurgy and Metal Physics Board editor
- (6) Journal of Mineral, Metal and Material Engineering Editorial board member
- (7) Journal of Nanomaterials Guest Editor
- (8) Metal Powder Report magazine Editorial advisory panel member
- (9) Science Publishing Group Editorial member

- |      |  |   |
|------|--|---|
| (10) | TMS (The Minerals, Metals & Materials Society )                                | PM Committee member                       |
| (11) | Universal Journal of Materials Science   | Reviewer                                  |
| (12) | モンクット王立トンブリ工科大学  | 客員教授                                      |
| (13) | 信州大学先鋭領域融合研究群<br>カーボン科学研究所   | 外部諮問評価委員会委員                               |
| (6)  | 外国人招へい研究員・研究留学生  |   |
| (1)  | 招へい研究員 :Ayman Hamada<br>Abdelhady ELSAYED, エジプト中央<br>金属研究所 ポストドクター研究員          | CNT 強化 Ti-Cu-Ni 系形状記憶粉末合金の創製              |
| (7)  | 社会への情報発信   |   |
| (1)  | Carbon nanotubes take the load in composites<br>(Compos. Sci. Technol.掲載論文の紹介) | online news, Materials Today (2015.04.23) |
| (2)  | もみ殻で高性能セメント<br>原発廃棄物最終処分に利用  | 共同通信 (2015.10.04)                         |
| (3)  | 室蘭・日鉄住金セメンなど共同<br>もみ殻使い高性能開発   | 室蘭民報 (2015.10.05)                         |
| (4)  | 核ごみ最終処分場建設に利用<br>もみ殻で高性能セメント   | 山形新聞 (2015.10.05)                         |
| (5)  | もみ殻で高性能セメント  | 北日本新聞 (2015.10.05)                        |
| (6)  | もみ殻で高性能セメント<br>阪大研究所など共同開発   | 産経新聞 (2015.10.05)                         |
| (7)  | もみ殻で高性能セメント<br>阪大、日鉄住金が共同開発  | 福井新聞 (2015.10.05)                         |
| (8)  | 最終処分場建設に必要<br>もみ殻で高性能セメント  | 福島民友 (2015.10.05)                         |
| (9)  | 放射性廃棄物処分場に活用へ<br>セメント新開発 阪大と日鉄住金   | 福島民報 (2015.10.05)                         |
| (10) | もみ殻で高性能セメント<br>原発廃棄物最終処分に 大阪大と日鉄住金   | 上毛新聞 (2015.10.05)                         |
| (11) | 高性能セメントもみ殻使い開発<br>高レベル廃棄物最終処分に活用も  | デーリー東北 (2015.10.05)                       |
| (12) | もみ殻で高性能セメント<br>大阪大が企業と共同開発   | 中部経済新聞 (2015.10.05)                       |

- |      |  |                     |
|------|--|---------------------|
| (13) | 大阪大・日鉄住金セメント共同開発<br>「もみ殻」で高性能素材<br>放射性廃棄物最終処分に活用 | 茨城新聞 (2015.10.05)   |
| (14) | もみ殻で高性能セメント 弱アルカリ性<br>「核ごみ処分場に有効」 大阪大など          | 愛媛新聞 (2015.10.05)   |
| (15) | もみ殻で高性能セメント 原発廃棄物<br>最終処分場建設に活用 大阪大など開発          | 秋田さきがけ (2015.10.05) |
| (16) | もみ殻で高性能セメント<br>大阪大教授ら開発                          | 四国新聞 (2015.10.05)   |
| (17) | もみ殻で高性能セメント 阪大研究所など<br>共同開発 高レベル最終処分に利用          | 東奥日報 (2015.10.05)   |
| (18) | もみ殻で高性能セメント 大阪大チーム<br>開発 原発廃棄物最終処分に利用            | 新潟日報 (2015.10.05)   |
| (19) | もみ殻発電で発がん物質 燃焼灰に<br>「結晶質シリカ」 事業者の対応ばらつき          | 共同通信 (2016.03.05)   |
| (20) | もみ殻発電で発がん物質                                      | 愛媛新聞 (2016.03.06)   |
| (21) | もみ殻発電で発がん物質                                      | 岩手日報 (2016.03.06)   |
| (22) | もみ殻発電で発がん物質                                      | 東奥日報 (2016.03.06)   |
| (23) | もみ殻発電で発がん物質                                      | 沖縄タイムス (2016.03.06) |
| (24) | もみ殻発電で発がん物質                                      | 山陰新聞 (2016.03.06)   |
| (25) | もみ殻発電で発がん物質                                      | 山陰中央新報 (2016.03.06) |
| (26) | もみ殻発電で発がん物質                                      | 千葉日報 (2016.03.06)   |
| (27) | もみ殻発電で発がん物質                                      | 日本海新聞 (2016.03.06)  |
| (28) | もみ殻発電で発がん物質                                      | 茨城新聞 (2016.03.06)   |
| (29) | もみ殻発電で発がん物質                                      | 伊勢新聞 (2016.03.06)   |
| (30) | もみ殻発電で発がん物質                                      | 神奈川新聞 (2016.03.06)  |
| (31) | もみ殻発電で発がん物質                                      | 北国新聞 (2016.03.06)   |
| (32) | もみ殻発電で発がん物質                                      | 富山新聞 (2016.03.06)   |
| (33) | もみ殻発電で発がん物質                                      | デーリー東北 (2016.03.06) |

氏名：梅田 純子

(3) 他大学等での非常勤講師

(1) 大阪府立池田高校 特別ゼミ

(4) 企業等への貢献

(1) 日華化学（株） 技術顧問（非常勤）

#### 4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成27年度共同研究員と研究テーマ

氏名：近藤 勝義

- |      |                                       |             |                                     |
|------|---------------------------------------|-------------|-------------------------------------|
| (1)  | 大阪大学大学院歯学研究科<br>歯科理工学教室               | 騎馬和歌子       | アモルファスシリカの歯科用材料への適用                 |
| (2)  | 大阪大学大学院工学<br>研究科応用化学専攻                | 沈 炫希        | バクテリアセルロースの複合化による機能<br>化性材料の開発      |
| (3)  | 大阪大学大学院工学研究科<br>応用化学専攻                | 宇山 浩        | 機能性多孔体の開発                           |
| (4)  | 大阪大学大学院工学研究科<br>応用化学専攻                | 土橋 歩実       | 砂桃殻を原料にした活性炭の製造と応用                  |
| (5)  | 京都大学大学院<br>エネルギー科学研究科                 | 浜 孝之        | 種々の負荷経路におけるマグネシウム合金<br>圧延板のひずみ挙動    |
| (6)  | 北海道大学病院保存系歯科                          | 宮治 裕史       | 単分散 CNT を利用した金属材料の高機能<br>発現機構の解明    |
| (7)  | 北海道大学大学院歯学<br>研究科口腔健康科学講座             | 西田絵利香       | 単分散 CNT を利用した金属材料の高機能<br>発現機構の解明    |
| (8)  | 大阪大学文学研究科<br>文化形態論考古学専修               | Joseph Ryan | 超高精細表面性状分析による古代青銅鏡の<br>摩滅痕生成過程の解明   |
| (9)  | 大阪大学文学研究科                             | 中久保辰夫       | 超高精細表面性状分析による古代青銅鏡の<br>摩滅痕生成過程の解明   |
| (10) | 大阪大学大学院文学研究科                          | 福永 伸哉       | 超高精細表面性状分析による古代青銅鏡の<br>摩滅痕生成過程の解明   |
| (11) | 大阪大学大学院工学研究科<br>附属アトミックデザイン<br>研究センター | 井藤 幹夫       | 電磁エネルギー支援プロセスを利用した金<br>属・半導体材料の機能制御 |

- |      |                              |       |                             |
|------|------------------------------|-------|-----------------------------|
| (12) | (地独) 大阪市立工業研究所               | 水内 潔  | 電磁プロセスによるセラミックス/金属複合材料の開発   |
| (13) | 大阪大学大学院工学研究科<br>機械工学専攻       | 赤松 史光 | 燃焼場におけるもみ殻シリカの球状化に関する研究     |
| (14) | 大阪大学大学院工学研究科<br>附属高度人材育成センター | 中塚 記章 | 燃焼場におけるもみ殻シリカの球状化に関する研究     |
| (15) | 大阪大学大学院工学研究科<br>機械工学専攻       | 林 潤   | 燃焼場におけるもみ殻シリカの球状化に関する研究     |
| (16) | 東北大学大学院工学研究科                 | 山本 晃大 | 粉体加工学に関する研究                 |
| (17) | 東北大学大学院工学研究科                 | 周 偉偉  | 粉体加工学に関する研究                 |
| (18) | 東北大学大学院工学研究科<br>材料システム工学専攻   | 川崎 亮  | 粉体加工学に関する研究                 |
| (19) | 東北大学大学院工学研究科                 | 村上 捷  | 粉体加工学に関する研究                 |
| (20) | 東北大学大学院工学研究科                 | 馮 曉鵬  | 粉体加工学に関する研究                 |
| (21) | 日本大学生産工学部<br>機械工学科           | 久保田正広 | 粉末冶金法による高機能性チタンの創成およびその特性評価 |

先導的重点課題 [異種材料接合におけるマルチスケール界面の科学と物性 (役割分担型)]

- |      |                            |       |
|------|----------------------------|-------|
| (1)  | (国研) 物質・材料研究機構             | 生田目俊秀 |
| (2)  | (国研) 物質・材料研究機構             | 大井 暁彦 |
| (3)  | 東北大学大学院工学研究科               | 山本 晃大 |
| (4)  | 東北大学大学院工学研究科               | 周 偉偉  |
| (5)  | 東北大学大学院工学研究科               | 村上 捷  |
| (6)  | 東北大学大学院工学研究科               | 馮 曉鵬  |
| (7)  | 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  |
| (8)  | 兵庫県立大学工学部応用物質科学科           | 日下部昂志 |
| (9)  | 兵庫県立大学大学院工学研究科             | 松尾 直人 |
| (10) | 兵庫県立大学大学院工学研究科             | 部家 彰  |
| (11) | 兵庫県立大学大学院工学研究科物質系工学専攻      | 平野 翔大 |
| (12) | 北海道大学大学院歯学研究科口腔健康科学講座      | 西田絵利香 |

(13) 北海道大学病院保存系歯科

宮治 裕史

国際共同研究員

(1) Xi'an University of Technology, School  
of Materials Science and Engineering

Li Shufeng Materials science in  
multi-scale interface of jointed dissimilar  
material

(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, Trans. JWRI 論文)

(1) 合計 5



## 機能評価研究部門 数理解析学分野

### 4.1 研究概要

本研究分野では、溶接・接合科学における、熱源・材料・プロセス・力学が連成した諸現象の数学的モデル化と数値シミュレーションの工学問題への展開に関する教育および研究を行っている。前者は未解明現象のモデリングに必要な数値計算技術に関する基礎研究であり、研究のシーズに相当し、後者はこうしたシーズの各種接合構造体の製作時に発生する溶接変形、残留応力、割れの予測、製品の機能および信頼性評価という実用的ニーズに向けての展開である。また、溶接・接合技術を用いて作製される製品に対する溶接変形・残留応力などの影響、および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、数理解析学分野は、溶接における計算科学に関する基礎研究の推進と人材の育成を目的とし所内組織として設立された国際連携溶接計算科学研究拠点において溶接力学分野を担当している。

### 4.2 研究課題

1. 大規模熱弾塑性問題の高速解析法の開発
2. 薄板および厚板大型構造を対象とした溶接変形予測
3. 抵抗スポット溶接における溶接性予測
4. 粒子法 - 有限要素法連成による摩擦攪拌接合プロセス解析
5. 狭開先 TIG 溶接を用いた円周多層溶接変形予測
6. MIG 溶接を用いたアルミニウム合金溶接継手の溶込み形状予測
7. ズルカロイ円管と SiC/SiC 複合材料円管との直接接合法の開発

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

#### 1. 大規模熱弾塑性問題の高速解析法の開発

当分野は熱弾塑性解析を高速に実施するため反復サブストラクチャー法 (ISM)、固有ひずみの概念に基づく反復サブストラクチャー法 (i-ISM)、非線形領域を熱源の移動に従い動的に細分割する動的細分化法を開発している。平成27年度は動的細分化法を疲労寿命の簡易予測およびコンター法に適用し、計算の効率化と精度向上を図った。

#### 2. 薄板および厚板大型構造を対象とした溶接変形予測

船などの薄板構造物の溶接組立変形を予測する有効な手法として固有変形を用いた弾性シェル FEM (固有変形法) がある。平成27年度は固有変形法の産業界への普及を図るため、基礎溶接継手を対象に熱弾塑性 FEM 解析を実施、逆解析による固有変形の抽出、大型構造物の溶接組立変形予測の3種類の計算が一貫して実施できる版のプログラムを開発し広く配布した。厚板溶接継手については系統的なシリーズ計算を実施し残留応力および固有変形に及ぼす諸因子の影響を明らかにした。

### 3. 抵抗スポット溶接における溶接性予測

近年における鋼材の高強度化は必ずしもスポット溶接継手の強度向上にはつながっておらず、十字引張試験での強度は材料強度の上昇に従って低下の傾向を示すことが知られている。そこで、大阪大学と大阪府立大学が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。今年度は、後熱処理がナゲット周辺での硬さ分布やリンの偏析に及ぼす影響を明らかにするとともに十字引張試験における延性き裂発生を相当塑性ひずみおよび応力3軸度に基づき予測するためのFEMプログラムを開発した。

### 4. 粒子法 - 有限要素法連成による摩擦攪拌接合プロセス解析

摩擦攪拌接合法は、材料の塑性流動をともなう接合法であるため、接合後の変形や残留応力の生成要因である固有ひずみを、溶融接合法の場合に用いられている有限要素法熱弾塑性解析のみで予測することは困難である。そこで平成24年度から、ツール近傍の攪拌現象を粒子法の一つであるMPS法を用いて解析し、MPS法で算出した攪拌による発熱現象の解析結果を活用し、有限要素法と組み合わせることで、ツール近傍も含めた摩擦攪拌接合における過渡温度履歴を詳細に予測可能な新たな解析法を開発してきた。平成27年度は、MPS法で算出したツール近傍周りの不均質な発熱量を、直接、有限要素法の熱伝導解析における熱源とする解析法を開発し、MPS法で算出した解析結果を直接的に有限要素法と組み合わせることに成功した。また開発した解析法を用いて、材料の塑性流動が摩擦攪拌接合後に生成する、接合方向の塑性ひずみ分布に及ぼす影響を調べた結果、溶接における冷却時の焼きなましと類似した現象として考えられる可能性があることを明らかにした。

### 5. 狭開先 TIG 溶接を用いた円周多層溶接変形予測

水力・火力などの発電機器タービン軸の製造においては、肉厚100mm以上の円管を溶接する必要があり、変形の抑制ならびに溶接部の機械的特性劣化を防ぐため、狭開先 TIG 溶接による多層盛溶接が用いられるが、溶接変形による開先の閉口が問題となっている。そこで、平成26年度に引き続き、有限要素熱弾塑性解析により、狭開先溶接を用いた異材円周多層盛り溶接時の開先の閉口変形予測について検討を行った。その結果、溶接にともなう閉口現象は、溶接初期（10パス以下）とそれ以降との二つに大きく分類することができ、実部材と同程度の長さを対象にした解析では、円管の4分の1のモデルで、実現象を再現可能であることが分かった。また、溶接変形予測に重要とされる溶け込み形状について検討した結果、大きく二つに分類される溶接初期とそれ以外の閉口現象の変形傾向には影響を及ぼさず、変形傾向が変化する点に大きな影響を及ぼし、その結果として、最終的な変形量に影響を及ぼすことを明らかにした。

### 6. MIG 溶接を用いたアルミニウム合金溶接継手の溶込み形状予測

MIG 溶接は高効率なアーク溶接法であり、アルミニウム合金継手の作製に用いられているが、MIG 溶接では溶込み形状がフィンガー形状になるという特徴を有しており、溶接継手の溶接変形や強度予測に際して、溶込み形状の予測法の確立が強く望まれている。そこで平成26年度に引き続き、TIG 溶接や MAG 溶接における溶込み形状を高精度に推定可能な、表面分布熱源のみを考慮した三次元非定常モデルに、新たにワイヤから供給される溶滴の影響を考慮した線状分布熱源を導入

したモデルを開発し、適用可能性について検討を行った。その結果、平成26年度までに平板のビードオン溶接や突合せ溶接から同定した入熱パラメータを用いて、重ね隅肉溶接の溶け込み形状を再現する場合には、溶接トーチの狙い位置、トーチの狙い角度に加えて、溶接前の二枚の板の重なり部における熱伝導の有無を正確に考慮する必要があることを明らかにした。

#### 7. 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。本年度は、微細加工熱源として活用されている、レーザを用いた接合法として、SiC/SiC 複合材料円管の外側にジルカロイ円管をはめ込んだ後、ジルカロイ円管の外周にレーザ照射し、局所的な焼きばめにより接合する方法を検討した結果、両円管をはめ込む際に施す加工法として、ねじ加工を用いることで、良好な接合が可能にな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。また、溶接割れのシミュレーション法の開発、抵抗スポット溶接における溶接性予測、固有ひずみを用いた溶接残留応力・変形解析はそれぞれユニークな研究であり、着実に成果を挙げている。研究成果は、輸送機器やプラントなどの各種溶接構造物の安全性、健全性をより高め、その信頼性向上に大いに貢献している。査読付き学術論文16件、国際会議発表論文10件 (査読有り：5件、査読無し：5件)、国際会議発表6件、国内学会発表12件、国際会議講演1件、国内会議講演2件、解説1件を執筆あるいは講演し、The American Ceramic Society より The Engineering Ceramics Division Best Paper Award (Second Place)を受賞している。外部資金については、科研1件 (総額9,230,000円)、一般公募型補助金研究2件 (総額3,541,000円)、民間との共同研究7件 (総額10,520,000円)、受託研究3件 (総額6,258円)、奨学寄附金 (総額9,649,000円) を受け入れた。

#### 4.4 教育に対する自己評価

本研究分野は、主として工学研究科地球総合工学専攻 (船舶海洋工学コース) および工学部地球総合工学科 (船舶海洋工学科目) の学生を対象として教育を行っており、講義においては、『弾塑性学』 (大学院)、『数値構造解析』 (大学院)、『船舶海洋工学ゼミナール』 (大学院)、『船舶海洋工学ゼミナール』 (大学院)、『基礎構造解析学』 (学部3年)、『数値構造解析学』 (学部3年)、『海洋工学実験』 (学部3年)、『海洋構造物製図』 (学部3年)、『先端教養科目』 (全学共通教育)、『基礎セミナー』 (全学共通教育) を担当している。研究においては、博士後期課程5名、博士前期課程7名の指導を行った。また、学部学生の卒業研究の指導も行っており、学部学生の数は3名であり、学位審査については、主査4件、副査7件 (学内5件、学外1件、インド工科大学1件) を担当し、教育・研究指導の両面において貢献している。また、溶接学会が主催する溶接工学夏季大

学において講義を行った。

#### 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；溶接構造研究委員会委員長および幹事、軽構造接合加工研究委員会副委員長、溶接学会誌会員モニター、日本溶接協会学識会員、日本溶接協会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、高温学会評議員、Computer Modeling in Engineering & Science の編集委員を務めた。

産学連携：造船における溶接組立精度予測および低変態温度溶接材料を用いた疲労強度の飛躍的改善技術が評価され、日刊工業新聞および日本経済新聞に技術が紹介された。

国際貢献：国際連携溶接計算科学研究拠点（CCWS）の事業として、山東大学、清華大学および北京工業大学において「数値溶接力学」に関する集中講義あるいは招待講演を実施した。また、CCWS が重慶交通大学、イスタンブール工科大学、西安交通大学、西安石油大学から受け入れた4名の外国人招聘研究員と共同研究を実施した。

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、（独）日本原子力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、室蘭工業大学 FEEMA 研究課題選定委員会委員、また学協会などが主催する2回の講習会において講師を務めた。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本研究分野は、全国共同利用の制度を活用して、平成27年度は9名の共同研究員を受入れ、共同研究の成果を4件の共著論文として発表している。なお、先導的重点課題での連携を引継ぐ形で東京理科大学、大阪府立大学、広島大学などと"溶接プロセスから経年化構造までの一気通貫シミュレーションの実現"を目指した共同研究を実施しており、共同申請した科学研究費基盤研究(B)が採択され、平成27年度より3年間の研究が開始した。個別の共同研究としては、大阪府立大学とは大型多層溶接厚板構造物の大規模計算に関して継続的な共同研究を実施、東北大学とは核融合炉用低放射化金属材料を用いた異材接合体に関する研究の実施、ならびに核融合炉用低放射化金属に関する冶金学的共同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) An Efficient FE Computation for Predicting Welding Induced Buckling in Production of Ship Panel Structure  
Mar. Struct., 41 (2015), 20-52.  
J. Wang, N. Ma and H. Murakawa
- (2) Residual Stresses in Laser-Arc Hybrid Welded Butt-Joint with Different Energy Ratios  
J. Mater. Process. Technol., 220 (2015), 36-45.  
N. Ma, L. Li, H. Huang, S. Chang and H. Murakawa
- (3) Impact Analysis of Aluminum-Fiber Composite Lamina  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 166s-170s.  
Y. Abdel-Nasser, N. Ma, H. Murakawa and I. El-Malah
- (4) Effect of Jig Constraint Position and Pitch on Welding Deformation  
J. Mater. Process. Technol., 221 (2015), 154-162.  
N. Ma, H. Huang and H. Murakawa
- (5) Optimization of Forming Process of a U-Rib by Gas Heating Based on Theoretical Prediction  
CMES-Comp. Model. Eng. Sci., 106, 1 (2015), 53-75.  
J. Blandon, S. Takaba, T. Omae and H. Murakawa
- (6) Welding Deformation and Residual Stresses in Arc Welded Lap Joints by Modified Iterative Analysis  
Sci. Technol. Weld. Joining, 20, 7 (2015), 571-577.  
H. Huang, N. Ma, T. Hashimoto and H. Murakawa
- (7) Determination of Local Constitutive Behavior and Simulation on Tensile Test of 2219-T87 Aluminum Alloy GTAW Joints  
Trans. Nonferrous Metals Society of China, 25, 9 (2015), 3072-3079.  
Y.-J. Li, Q. Li, A.-P. Wu, N.-X. Ma, G.-Q. Wang, H. Murakawa, D.-Y. Yan and H.-Q. Wu
- (8) Dynamic Mesh Refining and Iterative Substructure Method for Fillet Welding Thermo-Mechanical Analysis  
CMES-Comp. Model. Eng. Sci., 106, 3 (2015), 187-201.  
H. Huang and H. Murakawa
- (9) Investigation and Development of Inverse Analysis Method to Estimate Inherent Deformation of Al-alloy Thin-Plate Joint  
Chin. J. Nonferrous Met., 25, 11 (2015), 3011-3018.  
W. Liang, D. Deng and H. Murakawa
- (10) Investigation of Welding Residual Stress in Flash-Butt Joint of U71Mn Rail Steel by Numerical Simulation and Experiment  
Mater. Des., 88 (2015), 1296-1309.  
N. Ma, Z. Cai, H. Huang, D. Deng, H. Murakawa and J. Pan

- (11) Weldability of 9Cr-ODS and JLF-1 Steels for Dissimilar Joining with Hot Isostatic Pressing and Electron Beam Welding  
Plasma Fusion Res., 10 (2015), 3405015-1-3405015-4.  
H. Fu, T. Nagasaka, T. Muroga, W. Guan, S. Nogami, A. Hasegawa and H. Serizawa
- (12) 完全オーステナイト系ステンレス鋼のレーザ溶接技術開発  
溶接学会論文集, 33, 2 (2015), 126-132.  
高野 克敏, 小泉 徳潔, 芹澤 久, 坪田 秀峰, 牧野 吉延
- (13) Fast Computation Based on an Iterative Substructure Method for Three-Dimensional Simulation of Multipass Welding  
J. Press. Vessel Technol. -Trans. ASME, 137, 4 (2015), 041410-1-041410-11.  
A. Maekawa, H. Serizawa and H. Murakawa
- (14) Modifications of Grain-Boundary Structure by Friction Stir Welding in the Joint of Nano-Structured Oxide Dispersion Strengthened Ferritic Steel and Reduced Activation Martensitic Steel  
Scr. Mater., 105 (2015), 2-5.  
W. T. Han, D. S. Chen, Y. Ha, A. Kimura, H. Serizawa, H. Fujii and Y. Morisada
- (15) Plastic Deformation Behavior and Bonding Strength of An EBW Joint between 9Cr-ODS and JLF-1 Estimated By Symmetric Four-Point Bend Tests Combined With FEM Analysis  
Fusion Eng. Design, 102 (2016), 88-93.  
H. Y. Fu, T. Nagasaka, T. Muroga, W. H. Guan, S. Nogami, H. Serizawa, S. F. Geng, K. Yabuuchi and A. Kimura
- (16) Prediction of Residual Stresses Induced by Low Transformation Temperature Weld Wires and Its Validation Using the Contour Method  
Mar. Struct., 44 (2015), 232-253.  
R. Gadallah, S. Tsutsumi, K. Hiraoka and H. Murakawa
- (2) 国際会議発表論文 (査読あり)
- (1) Numerical Method for Laser Welding Simulation Using Particle Method and Finite Element Method  
Proc. 25th Int. Ocean and Polar Engineering Conf., Hawaii, USA (2015.6.21-26)  
I. Chimura, Y. Uemura, Y. Kawahito, H. Murakawa and S. Katayama
- (2) Numerical Study on Heat Straightening Process for Welding Distortion of a Stiffened Panel Structure  
Proc. 25th Int. Ocean and Polar Engineering Conf., Hawaii, USA (2015.6.21-26)  
J. Blandon, N. Osawa, S. Masanori, S. Rashed and H. Murakawa
- (3) Investigation on Practical Application of Low Transformation Temperature Welding Materials to Ship Hull Structure Made of High Tensile Strength Steel Plates for Fatigue Life Improvement  
Proc. IIW Int. Conf., Helsinki, Finland (2015.7.2-3), IIW-2015-0702.  
C. Shiga, H. Murakawa, H. Hiraoka, N. Osawa, H. Yajima, T. Tanino, S. Tsutsumi, T. Fukui, H. Sawano, K. Kamita, T. Matsuzaki, T. Sugimura, T. Asoda and K. Hirota
- (4) New Combined Method of MPS and FEM Fro Simulating Friction Stir Processing  
Ceramic Engineering and Science Proc., Daytona Beach, USA, 36, 6 (2015.1.25-30), CD-ROM.  
H. Serizawa and F. Miyasaka

- (5) Development of Advanced Fatigue Strength Improvement Method for Ship's Out-of-Plane Gusset Welded Joints Using Low Transformation Temperature Welding Material  
Proc. 25th Int. Ocean and Polar Engineering Conf., Hawaii, USA (2015.6.21-26), 508-513.  
C. Shiga, K. Hiraoka, H. Yajima, T. Tanino, H. Murakawa, S. Tsutsumi and N. Osawa

(3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Development of Elongated Bead Weld Method for Improvement of Fatigue Properties in Welded Joints of Ship Hull Structure Using Low Transformation Temperature Welding Materials  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.4), IIW Doc. IX-2519-15, XIII-2579-15.  
C. Shiga, H. Murakawa, H. Hiraoka, N. Osawa, H. Yajima, T. Tanino, S. Tsutsumi, T. Fukui, H. Sawano, K. Kamita, T. Matsuzaki, T. Sugimura, T. Asoda and K. Hirota
- (2) Engineering Tool for Rough Estimation of Fatigue Life Based on Simulation of Welding Residual Stress - Application to Weld Joint Made of Low Transformation Temperature Welding Materials -  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.4), IIW Doc. X-1817-15.  
H. Murakawa, C. Shiga, K. Hiraoka, N. Osawa, S. Tsutsumi, H. Yajima, T. Tanino, T. Fukui, H. Sawano, K. Kamita, T. Matsuzaki, T. Sugimura and T. Asoda
- (3) Measurement of Welding Residual Stress in Thin and Thick Plate Using Contour Method  
Proc. 6th Int. Conf. on Welding Science and Engineering (WSE2015), Beijing, China (2015.9.20-23), 24-27.  
T. Miyazaki, H. Huang, S. Tsutsumi, N. Ma, J. Wang, L. Li and H. Murakawa
- (4) Finite Element Analysis of Deformation in Early Stage of Multi-pass Circumferential Dissimilar Welding of Thick-walled Pipes with Narrow Gap  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.3), IIW Doc. X-1810-15.  
H. Serizawa, Y. Okuda and H. Murakawa
- (5) Development of Advanced Fatigue Strength Improvement Method for Ship's Out-of-Plane Gusset Welded Joints Using Low Transformation Temperature Welding Material  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.4), IIW Doc. XIII-2610-15.  
C. Shiga, K. Hiraoka, H. Yajima, T. Tanino, H. Murakawa, S. Tsutsumi and N. Osawa

(5) 国内会議発表論文 (査読なし)

- (1) ファイバー・レーザを用いた低放射化フェライト鋼/ステンレス鋼異材接合継手作製に関する研究  
第83回レーザ加工学会講演論文集, 大阪 (2015.6.11-12), 13-17.  
芹澤 久, 森 大樹, 荻原 寛之, 森 裕章

(7) 国際会議発表

- (1) Influence of Rotational Speed in Friction Stir Welding on Heat Generating Behavior of MPS Analysis  
12th Int. Conf. on the Mechanical Behavior of Materials, Karlsruhe, Germany (2015.5.10-14)  
H. Serizawa, T. Hayami and F. Miyasaka

- (2) Validation of the Remote Handling in LF05-JA - Laser Welding and Cutting Validation Tests - 7th IFMIF Workshop, ENEA Brasimone, Italy (2015.5.20-22)  
S. Niitsuma, M. Ida, K. Nakaniwa, E. Wakai, H. Serizawa, Y. Kawahito and K. Furuya
- (3) Development of Joining Method for Zircaloy and SiC/SiC Composite Tubes By Using Fiber Laser  
11th Int. Conf. on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications, Vancouver, Canada (2015.6.14-19)  
H. Serizawa, Y. Asakura, J. S. Park, H. Kishimoto and A. Kohyama
- (4) Development of Line-Type Heat Source for Finger Type Penetration in MIG Welding  
11th Int. Seminar "Numerical Analysis of Weldability", Graz, Austria (2015.9.27-30)  
H. Serizawa, M. Yoshiyama and F. Miyasaka
- (5) Influence of Friction Stir Welding Conditions on Joinability of ODS/F82H Joint  
17th Int. Conf. on Fusion Reactor Materials, Aachen, Germany (2015.10.11-16)  
H. Serizawa, M. Murakami, Y. Morisada, H. Fujii, T. Nagasaka and H. Tanigawa
- (6) Microstructure, Chemical and Hardness Analyses in Heat Affected Zone of Dissimilar Joint between F82H and SUS316L under Fiber Laser Welding  
17th Int. Conf. on Fusion Reactor Materials, Aachen, Germany (2015.10.11-16)  
S. Kano, A. Oba, H. L. Yang, Y. Matsukawa, Y. Satoh, H. Serizawa, H. Sakasegawa, H. Tanigawa and H. Abe
- (8) 国内学会発表
- (1) 溶接残留応力のシミュレーション結果を活用した疲労寿命予測エンジニアリングツール  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
村川 英一, 今井 武志, 高橋 遼太郎
- (2) コンター法による薄板および厚板の溶接残留応力の計測  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
村川 英一, 堤 成一郎, 黄 輝, 宮崎 俊幸
- (3) パイプの多層溶接突合せ継手における残留応力分布に及ぼす外径および板厚の影響  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
高橋 遼太郎, 河原 充, 前川 晃, 村川 英一
- (4) 高強度鋼板スポット溶接における相変態および焼戻しを考慮した熱弾塑性解析  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
高良 直克, 村川 英一, 千葉 晃司
- (5) 低変態温度溶接材料を用いたスチフナ角回し溶接部の疲労強度向上施工法の開発  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
村川 英一, 大沢 直樹, 滋賀 千晃, 平岡 和雄, 堤 成一郎, 矢島 浩, 谷野 忠和, 木村 俊介, 福井 努
- (6) 溶接残留応力のシミュレーション結果を活用した薄板溶接継手の疲労寿命予測  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
大栗 尚寿, 村川 英一

- (7) MIG 溶接におけるフィンガー溶け込み形状再現のための線状分布熱源の開発  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
芹澤 久, 吉山 花夢, 宮坂 史和
- (8) 半導体レーザーによるジルカロイ - SiC/SiC 複合材料接合体作製に関する基礎的検討  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
芹澤 久, 朝倉 勇貴, 谷川 大地, 塚本 雅裕, 朴 峻秀, 岸本 弘立, 香山 晃
- (9) 溶接熱入力下における F82H 鋼の熱影響部の  $M_{23}C_6$  の安定性評価  
(一社) 日本原子力学会 2015年秋の大会, 静岡 (2015.9.9-11)  
叶野 翔, 大場 彰, 松川 義孝, 佐藤 祐樹, 芹澤 久, 谷川 博康, 阿部 弘亨
- (10) MPS 法を用いた摩擦攪拌接合の発熱現象に関する解析的検討  
(公社) 日本金属学会 2015年秋期大会, 福岡 (2015.9.16-18)  
芹澤 久, 速水 拓, 宮坂 史和
- (11) ファイバーレーザー溶接法による低放射化フェライト/マルテンサイト鋼の HAZ 組織評価、  
ならびに組織学的観点による熱勾配の見積もり  
(公社) 日本金属学会 2015年秋期大会, 福岡 (2015.9.16-18)  
叶野 翔, 大場 彰, 松川 義孝, 佐藤 祐樹, 芹澤 久, 谷川 博康, 阿部 弘亨
- (12) チタン粉末援用によるジルカロイ - SiC/SiC 接合体作製に関する基礎的検討  
(公社) 日本金属学会 2016年春期大会, 東京 (2016.3.23-25)  
芹澤 久, 朝倉 勇貴, 谷川 大地, 塚本 雅裕, 朴 峻秀, 岸本 弘立, 香山 晃

(9) 国際会議講演

- (1) Development of Caulked Joint between Zircaloy and SiC/SiC Composite Tubes By Using Diode Laser  
40th International Conference & Exposition on Advanced Ceramics and Composites, Daytona Beach, USA (2016.1.24-29)  
H. Serizawa, Y. Asakura, H. Motoki, D. Tanigawa, M. Tsukamoto, J. S. Park, H. Kishimoto and A. Kohyama

(10) 国内会議講演

- (1) 溶接力学の基礎、溶接変形のメカニズムと評価・制御技術  
(株) HT 企画セミナーセンター セミナー, 東京 (2015.7.10)  
芹澤 久
- (2) 浪速博士に学ぶ溶接がっせん！パート2 - 溶接変形の基礎の基礎 -  
石川県工業試験場 技術講習会, 小松 (2016.3.10)  
芹澤 久

(11) 解説・総説

- (1) 低変態温度溶接材料を用いた伸長ビード溶接処理による溶接部疲労特性の向上  
溶接技術, 64, 1 (2016), 66-72.  
志賀 千晃, 平岡 和雄, 村川 英一, 大沢 直樹, 堤 成一郎, 矢島 浩, 谷野 忠和

(15) 受賞

- (1) The Engineering Ceramics Division Best Paper Award : Second Place  
The American Ceramic Society (2016.01.25)  
H. Serizawa, F. Miyasaka

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |         |  |       |       |
|-----|---------|--|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(B) | 建造から品質・安全性・寿命まで評価可能な四次元可視化 CAE システムの開発 | 村川 英一 | 9,230 |
|-----|---------|--|-------|-------|

一般公募型補助金研究

- |     |                         |  |       |       |
|-----|-------------------------|--|-------|-------|
| (1) | 中小企業<br>経営支援等<br>対策費補助金 | 「新規なダイヤモンド接合技術を開発し、革新的機能と低価格を備えた CMP コンディショナの開発に適應する」の開発 | 村川 英一 | 928   |
| (2) | 中小企業<br>経営支援等<br>対策費補助金 | 溶接部応力制御技術開発による自動車用サスペンション部品の軽量化                          | 村川 英一 | 2,613 |

民間等との共同研究

- |     |  |                                  |       |       |
|-----|--|----------------------------------|-------|-------|
| (1) |  | 二輪車体溶接継手最適化技術の開発                 | 芹澤 久  | 3,000 |
| (2) |  | 高効率な溶接残留応力解析法の開発                 | 村川 英一 | 1,080 |
| (3) |  | 構造物の溶接熱変形解析・予測技術を応用した疲労寿命予測技術の開発 | 村川 英一 | 1,000 |
| (4) |  | 先進溶接技術を用いた低放射化フェライト鋼溶接継手の変形挙動予測  | 芹澤 久  | 1,500 |
| (5) |  | 効率的な目的固有ひずみ算出 (曲面展開) に関する研究      | 村川 英一 | 1,200 |
| (6) |  | スポット溶接シミュレーション手法の確立              | 村川 英一 | 740   |
| (7) |  | 厚板構造物の溶接変形と焼曲げ・歪取りシミュレーション       | 村川 英一 | 2,000 |

受託研究

- |     |  |  |       |       |
|-----|--|--|-------|-------|
| (1) |  | SiC/SiC 燃料被覆管のアッセンブリ技術開発<br>アッセンブリ評価技術、SiC/SiC 燃料被覆管の耐環境性影響評価 冷却材共存性評価 | 芹澤 久  | 1,950 |
| (2) |  | 溶接部性能保証のためのシミュレーション技術の開発   | 村川 英一 | 2,300 |

(3)	革新的安全性向上を実現させるセラミック 複合材料の燃料集合体への適用技術開発	芹澤 久	2,000
-----	---	------	-------

奨学寄付金

(1)		村川 英一	8,649
(2)		芹澤 久	1,000

4.8 教育

氏名: 村川 英一

(1) 大学院等講義科目

(1)	地球総合工学科	基礎構造解析学
(2)	地球総合工学専攻	数値構造解析
(3)	地球総合工学専攻	船舶海洋工学ゼミナール
(4)	地球総合工学専攻	船舶海洋工学ゼミナール

(2) 博士論文 (主査)

(1)	地球総合工学専攻, 千村 伊作	粒子法を用いたレーザー溶接時におけるキーホール 形成機構の解明および溶接変形予測
(2)	地球総合工学専攻, 佐野 仁則	溶接シミュレーション技術を活用した立体ブロッ クの高精度組立に関する研究
(3)	地球総合工学専攻, Juan Blandon Rodriguez	Simulation of Line Heating Using Gas Torch for Industrial Problems
(4)	地球総合工学専攻, Hui Huang	Large Scale Thermal Elastic-Plastic Analysis Based on Dynamic Mesh Refining Method and Iterative Substructure Method

(3) 博士論文 (副査)

(1)	インド工科大学, Debabrata Podder	Numerical and Experimental Study of Fusion Welding on Residual Stresses, Distortions and Its Mitigation
(2)	地球総合工学専攻, 木治 昇	強度ミスマッチを有する大入熱溶接継手における CTOD 評価手法に関する研究
(3)	地球総合工学専攻, 田中 義照	複合荷重を受ける船体梁の実用的最終強度評価法 に関する研究

(4) 修士論文

- |     |                 |  |
|-----|-----------------|--|
| (1) | 地球総合工学専攻, 大栗 直寿 | Tool for Rough Estimation of Fatigue Life Based on Simulation of Residual Stress in Weld Joints                                |
| (2) | 地球総合工学専攻, 高橋遼太郎 | Influence of Thickness and Constraint on Inherent Deformation in Multi-Pass Welded Joints                                      |
| (3) | 地球総合工学専攻, 高良 直克 | Development of Finite Element Method for Predicting Cross Tension Strength and Failure Mode in Spot Welded High Strength Steel |
| (4) | 地球総合工学専攻, 宮崎 俊幸 | Measurement of Welding Residual Stress in Various Joints Using the Contour Method  |

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) | 地球総合工学専攻 | 船舶海洋工学ゼミナール |
| (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 | 弾塑性学        |

(3) 博士論文 (副査)

- |     |  |   |
|-----|--|---|
| (1) | 総合研究大学院大学 物理科学研究科<br>核融合科学専攻, Haiying Fu | Dissimilar-Metal Bondings for Reduced-Activation Ferritic/Martensitic Steel, Oxide-Dispersion-Strengthened Steel, and Stainless Steel |
| (2) | 地球総合工学専攻, 佐野 仁則                          | 溶接シミュレーション技術を活用した立体ブロックの高精度組立に関する研究   |
| (3) | 地球総合工学専攻,<br>Juan Blandon Rodriguez      | Simulation of Line Heating Using Gas Torch for Industrial Problems  |
| (4) | 地球総合工学専攻, Hui Huang                      | Large Scale Thermal Elastic-Plastic Analysis Based on Dynamic Mesh Refining Method and Iterative Substructure Method                  |

(4) 修士論文

- |     |                 |   |
|-----|-----------------|---|
| (1) | 地球総合工学専攻, 土井 良介 | Finite Element Analysis of Groove Shrinkage in Multi-Pass Circumferential Welding with Narrow Gap |
|-----|-----------------|---|

(2) 地球総合工学専攻, 速水 拓 Study on Numerical Analysis of Friction Stir Welding with A New Combination of MPS and FEM

(5) 卒業論文

(1) 地球総合工学科, 渡邊栄二郎 実用 MIG 溶接継手の溶込み形状再現モデルにおけるパラメータ最適化に関する研究

#### 4.9 社会貢献

氏名: 村川 英一

(1) 学会役員

(1) (一社) 日本溶接協会 溶接管理技術者再認審査・サーベイランス小委員会幹事

(2) (一社) 溶接学会 溶接構造研究委員委員長

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

(1) (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議 日本溶接会議第10委員会委員

(2) ハルビン工業大学 客座教授

(6) 外国人招へい研究員・研究留学生

(1) 招へい研究員: LIANG Wei, 重慶交通大学教授 アルミ合金の溶接変形予測手法に関する研究

(2) 招へい研究員: Serdar Aytekin KOROGLU, イスタンブール工科大学海洋構造物海洋工学科 講師 造船における溶接変形予測と溶接法及び建造法の影響

(3) 招へい研究員: YIN Xianqing, 西安交通大学材料科学与工程学院 副教授 薄板溶接による過渡熱座屈変形の測定と解析

(4) 招へい研究員: LIU Jing, 西安石油大学材料科学与工程学院 講師 パイプの塑性加工と溶接が複合した加工工程の解析

(7) 社会への情報発信

(1) 内海造船 川路道博氏新社長に多様な造船技術生かす 日刊工業新聞 (2015.07.07)

(2) 溶接の耐久性 最大10倍 阪大や三菱重工インフラ寿命延長 日本経済新聞 (2015.12.07)

氏名：芹澤 久

(1) 学会役員

- |      |             |                           |
|------|-------------|---------------------------|
| (1)  | (一社) 日本溶接協会 | 溶接情報センター運営委員会委員長          |
| (2)  | (一社) 日本溶接協会 | 溶接情報センター運営委員会システム検討委員会委員長 |
| (3)  | (一社) 日本溶接協会 | 出版委員会委員                   |
| (4)  | (一社) 日本溶接協会 | 学識会員                      |
| (5)  | (一社) 日本溶接協会 | 広報ワーキング委員                 |
| (6)  | (一社) 日本溶接協会 | 試験問題 DB 検討ワーキング委員         |
| (7)  | (一社) 日本溶接協会 | 溶接情報センター委員会委員             |
| (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 リーダー |
| (9)  | (一社) 溶接学会   | 溶接構造研究委員会幹事               |
| (10) | (一社) 溶接学会   | 軽構造接合加工研究委員会副委員長          |

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- |     |                    |                                       |
|-----|--------------------|---------------------------------------|
| (1) | (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議 | 日本溶接会議第10委員会委員                        |
| (2) | (公財) スズキ財団         | 審査委員                                  |
| (3) | (独) 日本学術振興会        | 第133委員会委員                             |
| (4) | (独) 日本原子力研究開発機構    | 平成26年度核融合炉工学研究委員会 原型炉・ブランケット専門部会 専門委員 |
| (5) | 核融合科学研究所           | 共同研究員                                 |
| (6) | 京都大学               | 産業支援産業利用課題選定委員会委員                     |
| (7) | 室蘭工業大学             | FEEMA 計画課題選考委員会委員                     |

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成27年度共同研究員と研究テーマ

氏名：村川 英一

- |     |                             |       |                                |
|-----|-----------------------------|-------|--------------------------------|
| (1) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 三上 欣希 | 補修溶接部の残留応力分布特性および再供用時の応力分布特性評価 |
|-----|-----------------------------|-------|--------------------------------|

- |     |              |       |                                |
|-----|--------------|-------|--------------------------------|
| (2) | 広島大学大学院工学研究院 | 田中 智行 | 溶接構造物の大規模破壊力学解析に関する研究          |
| (3) | 大阪大学大学院工学研究科 | 宮坂 史和 | 溶接熱源形態およびビード形成を考慮した溶接熱変形モデルの構築 |

氏名：芹澤 久

- |     |                                    |       |   |
|-----|------------------------------------|-------|---|
| (1) | 大阪大学大学院工学研究科<br>ビジネスエンジニアリング<br>専攻 | 森 裕章  | 低放射化フェライト鋼 F82H と SUS316L 鋼の異材レーザ溶接部に関する基礎的研究 |
| (2) | 東北大学                               | 阿部 弘亨 | 低放射化フェライト鋼を用いた異材継手の微視的評価                      |
| (3) | 東北大学金属材料研究所                        | 叶野 翔  | 低放射化フェライト鋼を用いた異材継手の微視的評価                      |
| (4) | 東北大学大学院工学研究科                       | 管 文海  | 非定常熱負荷下における核融合炉ダイバータの構造健全性の解析的評価              |
| (5) | 東北大学大学院工学研究科                       | 福田 誠  | 非定常熱負荷下における核融合炉ダイバータの構造健全性の解析的評価              |
| (6) | 東北大学大学院工学研究科                       | 野上 修平 | 非定常熱負荷下における核融合炉ダイバータの構造健全性の解析的評価              |

(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, Trans. JWRI 論文)

- |     |    |    |
|-----|----|----|
| (1) | 合計 | 10 |
|-----|----|----|



## 機能評価研究部門 接合構造化評価学分野

### 4.1 研究概要

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

### 4.2 研究課題

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

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. ワイブル応力を駆使した鋼構造の破壊安全性評価

構造物の耐破壊安全性評価には、一般に応力拡大係数  $K$  や  $J$  積分、亀裂先端開口変位  $CTOD$ 、などのパラメータを用いる破壊力学的手法が適用され、「構造要素の破壊抵抗値=破壊靱性試験片の破壊抵抗値」が前提となっている。しかし、これらのパラメータは主に平面ひずみ状態を対象に開発されているので、現実の亀裂材に適用すると、破壊抵抗値 ( $K_c$ ,  $J_c$ ,  $c$ ) は亀裂寸法や負荷様式などの影響を受け、「構造要素の破壊抵抗値 > 破壊靱性試験片の破壊抵抗値」となりやすい。この傾向は、降伏比の高い高強度鋼で特に著しく、高強度鋼の大型構造への適用拡大阻害要因の一つになっている。

これは、亀裂先端付近の塑性域の発達様式が、破壊靱性試験片と構造要素で異なることに起因する。すなわち、破壊靱性試験片は曲げ負荷モードにあり、亀裂前方の中立軸の存在が塑性域の拡大を抑制する（塑性拘束が強い）のに対し、構造要素は主に引張負荷モードにあり、塑性域が自由に発達できるので拘束が緩和されやすい。このような拘束緩和によって、構造要素は亀裂先端近傍の応力レベルが破壊靱性試験片ほども高くならず、脆性破壊限界が見かけ上大きくなる。

これに対して、亀裂材の形状・寸法、負荷様式によらず材料固有の破壊抵抗値を評価できる指標としてワイブル応力がフランスの破壊力学研究グループによって提案され、その有効性が検証されてきた。我が国では、本研究所の南が先駆者として、ワイブル応力に基づく破壊評価手法の研究開発に早くから取り組み、多くの研究成果を挙げてきた。これまでは、構造用鋼の脆性破壊評価を主に取り扱ってきたが、構造物の脆性破壊は部材のつなぎ目である溶接部から生じることが多く、本

手法の溶接部への適用が期待されてきた。

溶接部の破壊評価では、溶接残留応力の影響、材質の巨視的な不均質性、の影響を考える必要がある。本年度は780 MPa 級高張力鋼溶接継手の溶接ボンド部に亀裂を有する場合を対象とした実験及び解析的研究によって、残留応力の影響は破壊靱性試験片ではほとんどないものの、広幅継手では全面降伏以前の破壊に対してはその影響をワイブル応力評価に組み入れる必要があること、溶接ボンド部では熱影響部粗粒域(CGHAZ)が破壊起点となりやすく、破壊駆動力としてのワイブル応力はCGHAZ内に限定して評価すればよいことを明らかとし、これらとを考慮することによって、小型の破壊靱性試験結果から大型溶接継手の脆性破壊強度を予測できることを示した。

## 2. 溶接構造物の供用適性評価手法の開発

石油精製、石油化学、化学プラントなどの圧力設備は、運転開始から長期間経過している高齢設備が多く、安全運転および機能維持確保の観点から、設備保全管理の重要性がますます増大している。検査等によって発見されたキズ・損傷を有する設備や構造物の継続供用、補修、取替え等の対応策を決定する方法は、一般に供用適性(Fitness-For-Service, FFS)評価方法とよばれ、海外ではAPI 579-1/ASME FFS-1、BS 7910、FITNETなどがある。一方、国内の圧力設備分野では、石油連盟・石油化学工業協会において、API/ASME規格を基にした圧力設備の供用適性評価基準が2013年に作成された。これを広く産業界に普及させるために、特に要望の強い腐食減肉評価に特化したFFS手法を、南が委員長を務めている日本溶接協会化学機械溶接研究委員会に国内規格化することの要請があった。そこで、2014年から規格原案作成委員会委員長に就任し、その傘下に組織したFFS小委員会とあわせ2年間の規格化活動を行い、パブリックコメント公募を経て、日本溶接協会規格WES 2820「圧力設備の供用適性評価方法 - 減肉評価」を2015年6月1日に発行した。

一方、構造物鋼及びその溶接継手の破壊靱性値を評価する手法として、我が国では亀裂先端開口変位CTODをパラメータとする試験方法が、日本溶接協会規格WES1108として規格化されている。CTOD試験法は、英国や米国でも規格化されているが(英国規格BS7448、米国規格ASTM E1290)、材料のひずみ硬化能が考慮されていない。そこで、ひずみ硬化能の影響を組み入れたCTOD評価式の開発が日本溶接協会鉄鋼部会FTE委員会で行われ、数年にわたる検討を経て2016年1月1日に改定版が発行された。この改定版の作成・発行に関連WG主査として貢献した。

## 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ために用いられ、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クラッド継手を対象とした実験と解析により、低強度側靱性と高強度側靱性を評価する場合で、強度ミスマッチの影響度が異なることを明らかとした。

## 4. 動的荷重下での破壊性能評価

構造物には基本条件としての静的な負荷だけでなく、地震による繰返し大変形を伴う動的負荷や、

衝突などによる衝撃負荷が作用することがある。衝撃負荷では慣性力の影響が無視できず、静的な場合とは材料挙動が異なるため、そのことを考えて性能評価する必要がある。

動的荷重下での破壊挙動の理解を深めるため、本年度は衝撃負荷を受けるシャルピー靱性試験を対象とした研究に取り組み、動的応力拡大係数への慣性力の影響や、脆性破壊温度におけるシャルピー吸収エネルギーの確率的分布特性を明らかにした。また、狭隘硬化部を有するレーザ溶接部の衝撃靱性評価にも取り組み、サイドグループ付き試験片と標準 V ノッチ試験片では、溶接金属部のひずみエネルギー分布が異なることを明らかとし、その特性をふまえた溶接金属部靱性の適切な評価手法を提案した。

#### 5. 破壊靱性の拘束緩和補正手法の国際標準化

ワイブル応力を破壊駆動力とする手法は、3次元 FEM 解析を併用した特殊な数値計算が必要で、一般の設計者・技術者には馴染み難い。そこで、代表的な構造要素についてワイブル応力をあらかじめ計算し、破壊靱性試験片と構造要素が等価なワイブル応力を呈する CTOD レベルの比を等価 CTOD 比 と定義し、これをき裂寸法・形状や材料の降伏比などの関数として標準化した手法を、南がプロジェクトリーダーとして2009年に国際規格 ISO 27306 「Method of constraint loss correction of CTOD fracture toughness for fracture assessment of steel components」として誕生させた。この ISO 27306は、日本から発信した世界初の、鉄鋼材料に関する破壊評価国際規格である。ISO 27306は、発行5年を経過した2014年に定期見直し時期を迎え、各国の P メンバー投票の結果、そのまま ISO 規格として存続することが認められた。しかし、等価 CTOD 比 の適用範囲拡大と評価の高精度化を図るため、日本から規格改正提案を行い、南がプロジェクトリーダーとして金属系材料研究開発センターに規格改正委員会を組織してワークを行ってきた。その成果を ISO/DIS 27306として ISO TC164委員会に提示し、各国の P メンバー投票の結果、2015年11月に規格最終ドラフト ISO/FDIS 27306としての登録に至った。

#### (2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、機能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27年度は査読付き研究論文7件、査読付き国際会議発表論文4件、査読なし国際会議発表論文1件、国際会議発表3件が掲載されると共に、国内学会発表7件、国際会議講演7件（内招待講演6件）、国内会議講演3件を行った。また、解説・総説2件、著書1件、記事2件、規準・規格等の作成3件があった。これらの成果により、溶接学会学術振興賞及び大阪大学総長顕彰を受賞した。

国際会議委員は、平成27年度に国際溶接学会 (IIW) の第10委員会ワークショップ副委員長、Thermec 国際会議の Scientific Committee Member、第21回欧州破壊国際会議 (ECG21) の Track Director など、12の委員を本研究分野で請け負った。

また、平成27年度の外部資金は、8件で合計10,639千円であった。

#### 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27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8科目の講義、応用理工学科生産科学科目において構造化メカニクスなど7科目の講義を担当するとともに、応用理工学科の導入科目の応用理工学序論Ⅱ、及び全学共通教育の先端教養科目を担当した。構造化評価学と構造化メカニクスⅡでは、それぞれ100頁を越える独自のテキストを作成し、講義で活用した。

平成27年度の指導学生・研究員は、博士後期課程に係る特任研究員1名、社会人1名、前期課程学生8名及び学部学生4名で、修士論文2件、卒業論文6件を指導した。博士後期課程への受入では、社会人1名と韓国からの外国人留学生1名が平成29年度入学試験に合格した。前期課程学生との共著論文は査読付き研究論文4件で、学会発表では国内学会発表5件を経験させた。

また、IWE（国際溶接技術者）コースの実施責任者としてコースを運営し、IIW 指針(IAB-252r2-14)に準拠してコース実施要領書を全面改正した。平成27年度のIWE 取得者は、7期生5名と6期生（過年度生）3名の合計8名であった。

学術交流協定では、コンタクトパーソンとして天津理工大学材料工学部及び朝鮮大学接合工学科と学術交流協定を締結した。また、カナダのウエスタンオンタリオ大学から准教授をJSPS 外国人招へい研究員として受け入れた。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

平成27年度の本研究分野の学会および公益法人での役員・委員数は48であった（非公開のものを除く）。国際学会では、国際溶接学会(IIW)において理事、Technical Management Board メンバー、第10委員会委員長、国際標準化機構(ISO)TC164委員会においてISO 27306改正プロジェクト主査などを務め、国際社会への我が国の研究アクティビティの発信に努めた。

一方、国内の学・協会では、溶接学会において理事・副会長、代議員、溶接情報化委員会委員長、日本溶接協会において、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 FTS 委員会幹事、WES2808改正 WG 主査、溶接管理技術者評価委員会幹事、試験小委員会副委員長、日本溶接会議(JIW)において理事及び第10委員会委員長などの要職を務めた。また、公益法人への貢献では、金属系材料研究開発センター(JRCM)においてISO 27306サーベイランス対応委員会委員長、溶接接合工学振興会において常務理事及びセミナー企画幹事などを務めた。

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

社会への情報発信は、雑誌「溶接技術」に3件、新聞「溶接ニュース」に1件、海外のweb site に1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27年度は国内から共同研究員11名を受け入れた。研究成果として、査読付き学術論文4件、査読付き国際学会発表論文1件を共著で発表した。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Simulation-Based Method for Hierarchical Material Design to Improve Ductile Crack Growth Resistance of Structural Component  
Int. J. Fract., 192, 2 (2015), 167-178.  
H. Shoji, M. Ohata and F. Minami
- (2) Brittle Crack Propagation/Arrest Behavior in T-Joint Structure of Heavy Gauge Steel Plate Weld. World, 59, 6 (2015), 823-838.  
T. Handa, S. Igi, K. Oi, T. Tagawa and F. Minami
- (3) Prediction of Ductile Fracture Path in Charpy V-Notch Specimen for Laser Beam Welds  
Weld. World, 59, 5 (2015), 667-674.  
M. Ohata, G. Morimoto, Y. Fukuda, F. Minami, K. Inose and T. Handa
- (4) Application of Weibull Stress Criterion to Brittle Fracture Assessment of Heat-Affected Zone-Notched Welds with Residual Stress  
J. Press. Vessel Technol. -Trans. ASME, 138 (2015), 021404-1-021404-8.  
Y. Seko, Y. Imai, M. Mitsuya, N. Oguchi and F. Minami
- (5) 高強度第二相を有する二相組織鋼の延性損傷メカニズムの考察  
溶接学会論文集, 33, 4 (2015), 341-348.  
庄司 博人, 日野 慶一, 大畑 充, 篠原 康浩, 南 二三吉
- (6) Proposal for a New CTOD Calculation Formula  
Eng. Fract. Mech., 159 (2016), 16-34.  
T. Kawabata, T. Tagawa, T. Sakimoto, Y. Kayamori, M. Ohata, Y. Yamashita, E. Tamura, H. Yoshinari, S. Aihara, F. Minami, H. Mimura and Y. Hagihara
- (7) Numerical Analysis of Strength Mismatch Effect on Stress Field in Charpy Specimen  
Weld. World, 59, 3 (2015), 433-441.  
Y. Takashima, Y. S. Yamada, T. Handa, S. Igi, K. Oi and F. Minami

##### (2) 国際会議発表論文 (査読あり)

- (1) Estimation Method of Cracking Probability of Stacked Overhang Die During Wire Bonding  
Proc. Int. Conf. Electric Packaging and iMAPS All Asia Conf. (ICEP-IAAC 2015), Kyoto, Japan (2015.4.12-17), FE1-2.  
K. Sawada, H. Aoki, E. Matsuura, H. Mukaida and F. Minami
- (2) Toughness Assessments of Laser Arc-Hybrid Welds of Ultra High Strength Steel  
Proc. IIW Int. Conf. on High-Strength Materials - Challenges and Applications, Helsinki, Finland (2015.7.2-3), IIW-2015-1603.  
K. Inose, H. Yamaoka, Y. Nakanishi and F. Minami
- (3) Hydrogen Embrittlement Evaluation Criteria for Ultra-High High Strength Steels Considering Fracture Characteristics  
Proc. Asia Steel Int. Conf. 2015, Yokohama, Japan (2015.10.5-8), 534-535.  
S. Takagi, K. Tsuzaki, T. Inoue and F. Minami

- (4) Evaluation of Charpy Impact Toughness Using Side-Grooved Specimen for Laser Arc-Hybrid Welds of Ultra High Strength Steel  
Proc. IIW Int. Conf. on High-Strength Materials - Challenges and Applications, Helsinki, Finland (2015.7.2-3), IIW-2015-1601.  
Y. Takashima, M. Ohata, K. Inose, H. Yamaoka, Y. Nakanishi and F. Minami
- (3) 国際会議発表論文 (査読なし)
- (1) Brittle Fracture Assessment of Embedded Flaw in Heat Affected Zone  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.4), IIW Doc. X-1816-15.  
Y. Seko, Y. Imai, M. Mitsuya, N. Oguchi and F. Minami
- (7) 国際会議発表
- (1) Review of C-X Meeting: 2014-2015  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.1)  
F. Minami
- (2) Fracture Toughness Evaluation of Pipe Weld  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.3)  
Y. Abe, M. Nakatani, H. Yuto, A. Nagai, K. Tani, K. Oda, Y. Takashima, M. Ohata and F. Minami
- (3) Overview of Weld Joint Strength Evaluation for Multi-axial Pipe Structure  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.3)  
M. Nakatani, H. Yuto, A. Nagai, K. Tani, T. Tsuji, S. Asada, N. Kawaguchi, H. Yamauchi, J. Takaki, Y. Takashima, S. Tsutsumi, M. Ohata, M. Toyosada and F. Minami
- (8) 国内学会発表
- (1) 内在き裂を有する溶接継手の破壊駆動力におよぼす残留応力およびき裂形状の影響  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
瀬古 祐介, 今井 康仁, 三津谷 維基, 小口 憲武, 南 二三吉
- (2) 二相組織鋼の延性破壊挙動に及ぼす高強度第二相の影響  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
庄司 博人, 日野 慶一, 大畑 充, 篠原 康浩, 南 二三吉
- (3) 二相組織鋼の不均質特性と延性の歪履歴依存性の関係予測  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
丸尾 茂喜, 大畑 充, 松野 崇, 桜田 栄作, 瀬戸 厚司, 南 二三吉
- (4) 異材接合継手のシャルピー吸収エネルギー遷移特性に及ぼす強度ミスマッチの影響  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
高嶋 康人, 山田 有剛サルバドル, 半田 恒久, 伊木 聡, 大井 健次, 南 二三吉
- (5) サイドグループ法による HT980鋼レーザ・アークハイブリッド継手の靱性評価  
(一社) 溶接学会 溶接構造研究委員会, 大阪 (2015.7.31)  
高嶋 康人, 大畑 充, 猪瀬 幸太郎, 山岡 弘人, 中西 保正, 南 二三吉

- (6) 構造用鋼のシャルピー吸収エネルギーの確率論的性質の検討  
日本材料学会関西支部 第10回若手シンポジウム, 滋賀 (2015.12.18-19)  
有木 信也, 高嶋 康人, 南 二三吉
- (7) 動的陽解法 FEM によるき裂材の動的応力拡大係数の基礎検討  
日本材料学会関西支部 第10回若手シンポジウム, 滋賀 (2015.12.18-19)  
山田 卓, 高嶋 康人, 南 二三吉
- (9) 国際会議講演
- (1) Fracture Assessment Standards Developed in JWES  
Technological Exchange Event between Finland and Japan, Espoo, Finland (2015.6.26)  
F. Minami
- (2) Welding Technology and Design for Smart Manufacturing  
Technical Seminar and Workshop on High Precision Arc Welding Technology in India,  
Gurgaon, India (2015.7.9)  
F. Minami
- (3) Smart Welding Technology and Design for Qualified Manufacturing  
朝鮮大学特別講演, 光州, 韓国 (2015.8.7)  
南 二三吉
- (4) Fracture Strength Evaluation of Welded Joints - Part I  
天津理工大学特別講演, 天津, 中国 (2015.10.12)  
南 二三吉
- (5) Smart Welding Technology Developed in Japan  
天津理工大学特別講演, 天津, 中国 (2015.10.13)  
南 二三吉
- (6) Fracture Strength Evaluation of Welded Joints - Part II  
天津理工大学特別講演, 天津, 中国 (2015.10.14)  
南 二三吉
- (7) Activities of Chemical Plant Welding Reserch Committee Trainer  
Seminar on Repair Welding of Pressure Equipment in Refineries and Chemical Plants, Kuala  
Lumpur, Malaysia (2016.3.14-15)  
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27年度溶接学会夏季大学, 大阪 (2015.7.30-8.1)  
南 二三吉
- (2) 溶接・接合部の切欠き靱性評価に関する数値解析アプローチ  
若手研究者・技術者講演会 金属材料加工シンポジウム, 東京 (2015.6.19)  
高嶋 康人

- (3) シャルピー衝撃試験の動的応力・ひずみ場シミュレーション  
溶接・接合若手研究会, 滋賀 (2016.3.8-9)  
高嶋 康人
- (11) 解説・総説
- (1) 構造用鋼溶接継手の強度と破壊評価  
ボイラ研究, 390 (2015), 19-25.  
南 二三吉
- (2) 溶接力学 I-2 溶接継手の強度力学 (三訂版)  
平成27年度溶接工学夏季大学教材 (2015), 113-166.  
南 二三吉
- (12) 著 書
- (1) Guidelines for Repair Welding of Pressure Equipment in Refineries and Chemical Plants, 2nd edition  
(一社) 日本溶接協会化学機械溶接研究委員会, (2016), 共同編集, 分担執筆, 1-2.  
F. Minami and E. Al
- (14) その他資料
- (1) Spot Light 若手の特集記事 インタビュー 私の溶接履歴 (My History for Welding)  
溶接学会誌, 84, 3 (2015), 208-211.  
高嶋 康人
- (2) 溶接・接合部の切欠き靱性評価に関する数値解析アプローチ  
若手研究者・技術者講演会 金属材料加工シンポジウム 講演資料集 (2015), 13-18.  
高嶋 康人
- (15) 受 賞
- (1) 溶接学術振興賞  
(一社) 溶接学会 (2015.04.23)  
南 二三吉
- (2) 大阪大学総長顕彰  
大阪大学 (2015.07.14)  
南 二三吉
- (16) 規準・規格等の作成
- (1) WES 2820: 圧力設備の供用適性評価方法 - 減肉評価  
(一社) 日本溶接協会  
南 二三吉 (原案作成委員長)
- (2) ISO DIS 27306: Metallic materials - Method of constraint loss correction of CTOD fracture toughness for fracture assessment of steel components  
ISO TC 164  
F. Minami (Project Leader), Y. Takashima

- (3) WES 1108：き裂先端開口変位(CTOD)試験方法  
 (一社) 日本溶接協会  
 南二三吉 (原案作成委員会幹事)

(17) 外部資金 (単位:千円)

民間等との共同研究

(1)	極低温用厚鋼板の溶接継手靱性に及ぼす強度不均一および残留応力の影響解析	南 二三吉	1,000
(2)	多重複枝パイプ構造物の脆性破壊評価	南 二三吉	1,080
(3)	微小試験片による溶接部局所領域の破壊靱性評価	南 二三吉	1,296
(4)	シャルピー衝撃試験による破壊靱性値の直接計測技術の開発	南 二三吉	1,296
(5)	高強度鋼を用いた柱梁接合部の破壊性評価に関する研究	南 二三吉	1,296
(6)	内在き裂を有する高張力鋼の脆性破壊限界に及ぼすき裂位置の影響に関する研究	南 二三吉	1,296
(7)	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

奨学寄付金

(1)		南 二三吉	1,450
-----	--	-------	-------

4.8 教育

氏名：南 二三吉

(1) 大学院等講義科目

(1)	応用理工学科	応用理工学序論
(2)	応用理工学科生産科学科目	インターンシップ(生産)
(3)	応用理工学科生産科学科目	構造化メカニクス
(4)	応用理工学科生産科学科目	構造化メカニクス
(5)	応用理工学科生産科学科目	材料の強さ
(6)	応用理工学科生産科学科目	生産科学実験
(7)	応用理工学科生産科学科目	生産創成工学

(8)	応用理工学科生産科学科目	特別講義
(9)	工学研究科マテリアル生産科学専攻	インターンシップ
(10)	工学研究科マテリアル生産科学専攻	構造化設計・評価学特論
(11)	工学研究科マテリアル生産科学専攻	構造化設計学
(12)	工学研究科マテリアル生産科学専攻	構造化評価学
(13)	工学研究科マテリアル生産科学専攻	生産科学ゼミナール
(14)	工学研究科マテリアル生産科学専攻	生産科学創成工学
(15)	工学研究科マテリアル生産科学専攻	生産科学創成工学
(16)	工学研究科マテリアル生産科学専攻	生産科学特別講義
(17)	工学研究科マテリアル生産科学専攻	先端構造評価論
(18)	全学共通教育	先端教養科目
(4) 修士論文		
(1)	マテリアル生産科学専攻, 清水 万真	鋼管継手構造における多格点部の脆性破壊性能評価に関する研究
(2)	マテリアル生産科学専攻, 丸尾 茂喜	組織不均一を考慮した二相組織鋼の延性の歪履歴依存性予測手法
(5) 卒業論文		
(1)	応用理工学科, 野路 草太	梁部材の延性破壊性能に対する表層部硬化低減効果の検討
(2)	応用理工学科, 小辻 成美	延性損傷数値モデルを用いた予歪材の延性き裂発生・進展抵抗予測手法
(3)	応用理工学科, 田垣 文乃	高張力鋼のスポット溶接ナゲット部の破壊靱性評価手法
(4)	応用理工学科, 高橋 良輔	上部ベイナイトのへき開破壊靱性予測への確率論的アプローチ
(5)	応用理工学科, 廣田 佳	レーザ溶接継手の FPD 挙動に及ぼす塑性拘束の影響の検討
(6)	応用理工学科, 伊藤 勇佑	強度急変部近傍に切欠きをもつ場合のシャルピー靱性の考察

#### 4.9 社会貢献

氏名：南 二三吉

##### (1) 学会役員

- |      |                    |   |
|------|--------------------|---|
| (1)  | (一社) 日本溶接協会        | 溶接情報センター運営委員会委員                                 |
| (2)  | (一社) 日本溶接協会        | 学識会員  |
| (3)  | (一社) 日本溶接協会        | 鉄鋼部会 FTS 委員会幹事                                  |
| (4)  | (一社) 日本溶接協会        | 鉄鋼部会技術委員会委員                                     |
| (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        | 日本溶接協会機関誌「溶接技術」編集委員                             |
| (7)  | (一社) 日本溶接協会        | 化学機械溶接研究委員会委員長                                  |
| (8)  | (一社) 日本溶接協会        | 溶接管理技術者認証委員会委員                                  |
| (9)  | (一社) 日本溶接協会        | AWF 対応小委員会委員                                    |
| (10) | (一社) 日本溶接協会        | 鉄鋼部会 WES2808改定 WG 主査                            |
| (11) | (一社) 日本溶接協会        | 溶接管理技術者評価委員会幹事                                  |
| (12) | (一社) 日本溶接協会        | 溶接管理技術者評価委員会評価委員会試験小委員会副委員長                     |
| (13) | (一社) 日本溶接協会        | 国際活動委員会副委員長                                     |
| (14) | (一社) 日本溶接協会        | 出版委員会委員長  |
| (15) | (一社) 日本溶接協会        | 溶接作業指導者運営委員会委員長                                 |
| (16) | (一社) 日本溶接協会        | 保全技術者に役立つ「WES2820圧力設備の供用適性評価方法 - 減肉評価」シンポジウム委員長 |
| (17) | (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議 | 第10委員会委員長 (Delegate)                            |
| (18) | (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議 | 理事  |
| (19) | (一社) 溶接学会          | 企画委員会委員   |
| (20) | (一社) 溶接学会          | 溶接情報化委員会委員長                                     |
| (21) | (一社) 溶接学会          | 理事  |
| (22) | (一社) 溶接学会          | 研究推進部会委員  |

- (23) (一社) 溶接学会 溶接構造研究委員会名誉委員
- (24) (一社) 溶接学会 Mate 組織委員会委員
- (25) (一社) 溶接学会 代議員
- (26) (一社) 溶接学会 副会長
- (27) (一社) 溶接学会 関西支部幹事
- (28) (公社) 日本材料学会 信頼性工学部門委員会幹事
- (29) (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
- (30) Engineering Fracture Mechanics Advisory Board of the Journal
- (31) IIW 資格日本認証機構(J-ANB) 資格認証委員会委員
- (32) 国際標準化機構(ISO)TC 164 ISO 27306改正プロジェクト主査
- (33) 国際溶接学会 第10委員会委員長
- (34) 国際溶接学会 Technical Management Board Member
- (35) 国際溶接学会 理事 (Member of Board of Directors)
- (36) 米国材料試験学会 (ASTM) E08委員会委員

(2) 国際会議委員

- (1) 68th IIW Annual Assembly, Commission X Meeting Chairman of Commission X
- (2) IIW International Conference on High-Strength Materials - Challenges and Applications International Scientific Committee Member
- (3) 3rd International Conference in Africa and Asia, Welding and Failure Analysis of Engineering Materials International Advisory Board Member
- (4) Seminar on Repair Welding of Pressure Equipment in Refineries and Chemical Plants Trainer
- (5) Workshop on Welding and High Temperature Assessment of Nuclear Power Plant Components Co-Chairman
- (6) Commission X Intermediate Meeting Chairman of Commission X
- (7) International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC 2016) Scientific Committee Member

- |                     |   |  |
|---------------------|---|--|
| (8)                 | International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC 2016) | Topic Coordinator of Materials Performance |
| (9)                 | 21st European Conference on Fracture  | International Advisory Board Member        |
| (10)                | 21st European Conference on Fracture  | Track Director of Minisymposium            |
| (11)                | Visual-JW2016   | Advisory Committee Member                  |
| (5) 国・自治体・公益法人等への貢献 |   |  |
| (1)                 | (一財) 金属系材料研究開発センター (JRCM)   | ISO 27306サーベイランス対応委員会委員長                   |
| (2)                 | (公財) 溶接接合工学振興会  | 企画委員会委員                                    |
| (3)                 | (公財) 溶接接合工学振興会  | 常務理事                                       |
| (4)                 | (公財) 溶接接合工学振興会  | 第26回セミナー「溶接管理のためのマルチスケール・モニタリングの展望」世話役     |
| (5)                 | (公財) 溶接接合工学振興会  | 第27回セミナー「溶接管理のためのマルチスケール・モニタリングの展望」世話役     |
| (6)                 | (公財) 溶接接合工学振興会  | 第28回セミナー「3次元造形(3DP,RP,AM)の最前線」主査           |
| (7)                 | 関西原子力懇談会  | 個人会員                                       |
| (6) 外国人招へい研究員・研究留学生 |   |  |
| (1)                 | 招へい研究員 :Wenxing ZHOU, ウェスタンオンタリオ大学土木環境工学科 准教授   | 溶接部靱性破壊試験片における疲労亀裂導入法                      |
| (7) 社会への情報発信        |   |  |
| (1)                 | Panasonic Welding Systems in Association with CII and JICA                                  | News Voir (2015.07.09)                     |
| (2)                 | 日本-フィンランド技術交流会について  | 溶接技術 (2015.09.01)                          |
| (3)                 | 新春特別座談会「溶接技術の未来と役割」   | 溶接技術 (2016.01.01)                          |
| (4)                 | 減肉評価シンポジウムに70人  | 溶接ニュース (2016.02.09)                        |
| (5)                 | 減肉評価シンポジウムに70人  | 溶接技術 (2016.03.01)                          |

氏名：高嶋 康人

(1) 学会役員

- |     |                          |                      |
|-----|--------------------------|----------------------|
| (1) | (一社) 日本溶接協会              | 鉄鋼部会 FTE 委員会 WG-R 委員 |
| (2) | (一社) 溶接学会                | 溶接構造研究委員会 委嘱委員       |
| (3) | (一社) 溶接学会<br>若手会員の会運営委員会 | 全国大会幹事               |
| (4) | (公社) 日本材料学会 関西支部         | 第64期常議員              |

(2) 国際会議委員

- |     |   |          |
|-----|---|----------|
| (1) | The 5th East-Asia Symposium on Technology of Welding and Joining(The 5th EAST-WJ) | 実行委員会 委員 |
|-----|---|----------|

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- |     |                           |                          |
|-----|---------------------------|--------------------------|
| (1) | (一財) 金属系材料研究開発センター (JRCM) | ISO 27306サーベイランス対応委員会 委員 |
|-----|---------------------------|--------------------------|

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成27年度共同研究員と研究テーマ

氏名：南 二三吉

- |     |                             |       |                                |
|-----|-----------------------------|-------|--------------------------------|
| (1) | 名古屋大学大学院工学<br>研究科社会基盤工学専攻   | 廣畑 幹人 | サブサイズ試験片による火災を受けた橋梁<br>部材の靱性評価 |
| (2) | 東京大学大学院<br>工学系研究科           | 川畑 友弥 | ベイナイト組織における脆性破壊発生過程<br>の素過程解明  |
| (3) | 東京大学                        | 浅子 翔平 | ベイナイト組織における脆性破壊発生過程<br>の素過程解明  |
| (4) | 大阪大学大学院工学研究科                | 鈴木 礼士 | 異種金属継手の破壊強度と接合界面構造に<br>関する研究   |
| (5) | 大阪大学大学院工学研究科                | 丸尾 茂喜 | 延性き裂成長抵抗向上のための材料組織制<br>御に関する研究 |
| (6) | 大阪大学大学院工学研究科                | 日野 慶一 | 高強度第二相を有する二相組織鋼の延性破<br>壊挙動の分析  |
| (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 | 庄司 博人 | 材質劣化と構造部材性能の関係の予測手法<br>の構築     |

- |      |                             |       |                              |
|------|-----------------------------|-------|------------------------------|
| (8)  | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 大畑 充  | 材質劣化と構造部材性能の関係の予測手法<br>の構築   |
| (9)  | 大阪大学大学院工学研究科                | 多谷 大輔 | 三次元延性き裂進展シミュレーション法の<br>構築    |
| (10) | 大阪大学大学院工学研究科                | 高橋 準也 | 微小試験片による溶接部局所領域の特性試<br>験     |
| (11) | 大阪大学大学院工学研究科                | 清水 万真 | 溶接構造部材のシミュレーションベース破<br>壊性能評価 |

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文, Trans. JWRI 論文)

(1)                    合 計                    5



## 機能評価研究部門 信頼性設計学分野

### 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. 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載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載荷に伴う累積・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と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。単調載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、載荷回数が増加と共に、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。繰返し載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。

## 2. 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、豊かで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、低回数の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。

## 3. 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。

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

鋼橋やクレーンガーダ等の溶接部に疲労き裂が生じることが報告され、社会問題となっている。この種の疲労き裂の発生をレーザーピーニングの適用により、引張応力場を圧縮応力場に変えることで、長寿命化する、あるいは疲労破壊を防止する研究を行っている。そこで、パルスエネルギーを小さくしたレーザーピーニング条件に関しては実験的に、ハンマーピーニング処理効果に関しては数値解析を用いて、生成される残留応力と疲労寿命に及ぼす影響について検討した。その結果、パルスエネルギーが小さくな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27年度は査読付き研究論文7件、査読付き国際会議発表論文6件、査読なし国際会議発表論文5件、査読なし国内会議発表論文5件、Trans. of JWRI 1件、国際会議発表3件が掲載されると共に、国内学会発表31件、国際会議講演2件、国内会議講演4件を行った。また、解説・総説2件があった。また、大阪大学総長奨励賞および土木学会関西支部年次学術講演会 優秀発表賞を受賞した。

研究予算は、運営費交付金を除き、平成27年度は16,194千円であった。

### 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27年度は後期課程1名、前期課程2名および学部学生2名の研究指導補助を行なった。一方、学部および前期課程学生との共著論文として、査読あり研究論文4件、査読あり国際会議発表論文2件、査読なし国内会議発表論文1件、Trans. of JWRI 1件、国際会議発表1件が掲載されると共に、国内学会発表12件を経験させた。

他方、H27年度に学術交流協定を締結した研究機関より研究者を招聘し、ワークショップを主催するとともに、共同研究に関する打合せおよび意見交換を行った。さらに、H23年度にコンタクトパーソンとして学術交流協定を締結したフランス・パリ鉱業大学校・材料センターの Esteban Busso 教授との共同研究に関する打合せおよび意見交換を継続して行なっている。

### 4.5 社会貢献に対する自己評価

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

会である。

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

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

また、超高速衝撃試験機などの実験設備の公開、見学受け入れを積極的に行った。

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

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

平成27年度は国内から共同研究員29名を受け入れた。

研究成果として、査読付学術論文3件、査読あり国際学会発表論文3件、査読なし国際学会発表論文5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) A Crystal Plasticity FE Analysis Considering Mechanically Induced Martensitic Phase Transformation  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 102s-106s.  
S. Tsutsumi, R. Fincato, K. Ueda and K. Terada
- (2) Cyclically Triggered Instability and Yield-vertex Effect on a Welded Plate Investigated by Means of the Extended Subloading Surface Model with Tangential Plasticity  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 111s-115s.  
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (3) Tangential Plasticity Effect on Buckling Behavior of a Thin Wall Pier under Cyclic Loading Condition  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 161s-165s.  
S. Tsutsumi, H. Momii and R. Fincato
- (4) Cohesive Crack Model to Reflect Local Chemical Action at Grain and Its Boundaries in Polycrystalline Metals  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 152s-155s.  
Y. Shintaku, M. Muramatsu, S. Takase, S. Tsutsumi and K. Terada
- (5) Prediction of Residual Stresses Induced by Low Transformation Temperature Weld Wires and Its Validation Using the Contour Method  
Mar. Struct., 44 (2015), 232-253.  
R. Gadallah, S. Tsutsumi, K. Hiraoka and H. Murakawa
- (6) ハンマーピーニング処理による残留応力の解析的検討  
構造工学論文集, 62A (2016), 685-692.  
松本 理佐, 石川 敏之, 堤 成一郎, 河野 広隆, 山田 健太郎
- (7) 水平2軸漸増繰返し負荷を受ける薄肉円形断面鋼製橋脚の弾塑性挙動に対する接線塑性の影響  
構造工学論文集, 62A (2016), 72-83.  
堤 成一郎, 初井 秀斗, Fincato Riccardo

##### (2) 国際会議発表論文 (査読あり)

- (1) Elastoplastic Simulations with a Tangential Plasticity Constitutive Model for a Thin Wall Bridge Pier Subjected to Various Non-proportional Cyclic Loading Conditions  
2015 SIMULIA COMMUNITY CONFERENCE, Berlin, Germany (2015.5.19-21), 1-14.  
H. Momii, S. Tsutsumi and R. Fincato
- (2) Development of Advanced Fatigue Strength Improvement Method for Ship's Out-of-Plane Gusset Welded Joints Using Low Transformation Temperature Welding Material  
Proc. 25th Int. Ocean and Polar Engineering Conf., Hawaii, USA (2015.6.21-26), 508-513.  
C. Shiga, K. Hiraoka, H. Yajima, T. Tanino, H. Murakawa, S. Tsutsumi and N. Osawa

- (3) Numerical Study of the Tangential Inelastic Effect of the Subloading Surface Model on the Non-nonproportional Loading Condition  
Proc. 25th Int. Ocean and Polar Engineering Conf., Hawaii, USA (2015.6.21-26), 602-607.  
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (4) Welding Residual Stress Relaxation at the Weld Bead Toe of a Non-load Carrying Fillet Joint under Cyclic Loading Condition  
Proc. 25th Int. Ocean and Polar Engineering Conf., Hawaii, USA (2015.6.21-26), 228-232.  
S. Tsutsumi, K. Morita, R. Fincato and H. Momii
- (5) Investigation on Practical Application of Low Transformation Temperature Welding Materials to Ship Hull Structure Made of High Tensile Strength Steel Plates for Fatigue Life Improvement  
Proc. IIW Int. Conf., Helsinki, Finland (2015.7.2-3), IIW-2015-0702.  
C. Shiga, H. Murakawa, H. Hiraoka, N. Osawa, H. Yajima, T. Tanino, S. Tsutsumi, T. Fukui, H. Sawano, K. Kamita, T. Matsuzaki, T. Sugimura, T. Asoda and K. Hirota
- (6) Local Stress Increase Due to Mechanically Induced Phase Transformation Predicted by a Crystal FE Analysis  
Materials Today: Proc., Bilbao, Spain, 2, 3 (2014.7.6-11), S611-S614.  
S. Tsutsumi, R. Fincato, K. Terada and T. Ishida

(3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Development of Advanced Fatigue Strength Improvement Method for Ship's Out-of-Plane Gusset Welded Joints Using Low Transformation Temperature Welding Material  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.4), IIW Doc. XIII-2610-15.  
C. Shiga, K. Hiraoka, H. Yajima, T. Tanino, H. Murakawa, S. Tsutsumi and N. Osawa
- (2) Development of Elongated Bead Weld Method for Improvement of Fatigue Properties in Welded Joints of Ship Hull Structure Using Low Transformation Temperature Welding Materials  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.4), IIW Doc. IX-2519-15, XIII-2579-15.  
C. Shiga, H. Murakawa, H. Hiraoka, N. Osawa, H. Yajima, T. Tanino, S. Tsutsumi, T. Fukui, H. Sawano, K. Kamita, T. Matsuzaki, T. Sugimura, T. Asoda and K. Hirota
- (3) Engineering Tool for Rough Estimation of Fatigue Life Based on Simulation of Welding Residual Stress - Application to Weld Joint Made of Low Transformation Temperature Welding Materials -  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.4), IIW Doc. X-1817-15.  
H. Murakawa, C. Shiga, K. Hiraoka, N. Osawa, S. Tsutsumi, H. Yajima, T. Tanino, T. Fukui, H. Sawano, K. Kamita, T. Matsuzaki, T. Sugimura and T. Asoda
- (4) Fatigue Test of Actual-Size Multi-Axial Pipe Joint  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.4), IIW Doc. X-1826-15.  
S. Tsutsumi, M. Toyosada, H. Yuto, A. Nagai, K. Tani, D. Ma, H. Morita, K. Oda and M. Nakatani

- (5) Measurement of Welding Residual Stress in Thin and Thick Plate Using Contour Method  
Proc. 6th Int. Conf. on Welding Science and Engineering (WSE2015), Beijing, China  
(2015.9.20-23), 24-27.

T. Miyazaki, H. Huang, S. Tsutsumi, N. Ma, J. Wang, L. Li and H. Murakawa

(5) 国内会議発表論文 (査読なし)

- (1) 地震荷重を受ける鋼製橋脚のき裂進展評価  
日本計算工学会 計算工学講演会論文集, つくば, 20 (2015.6.8-10), A-1-2.  
番場 良平, 新宅 勇一, 村松 眞由, 高瀬 慎介, 森口 周二, 寺田 賢二郎, 堤 成一郎
- (2) 埋込型結合力モデルを導入した損傷構成則  
日本計算工学会 計算工学講演会論文集, つくば, 20 (2015.6.8-10), D-4-2.  
新宅 勇一, 村松 眞由, 高瀬 慎介, 森口 周二, 寺田 賢二郎, 堤 成一郎
- (3) 有限被覆法による自動き裂進展解析  
日本計算工学会 計算工学講演会論文集, つくば, 20 (2015.6.8-10), B-8-3.  
新宅 勇一, 村松 眞由, 高瀬 慎介, 森口 周二, 寺田 賢二郎, 堤 成一郎, 車谷 麻緒
- (4) 加工誘起変態を考慮した結晶塑性 FE 解析による局所応力評価  
日本鉄鋼協会シンポジウム「ベイナイト鋼脆性破壊の微視的機構とそのモデル化」, 福岡  
(2015.9.16), 13-20.  
堤 成一郎, Fincato Riccardo, 寺田 賢二郎
- (5) 鋼板の繰返し座屈挙動に対する材料軟化の影響に関する基礎的検討  
日本船舶海洋工学会講演会論文集, 東京, 21 (2015.11.16-17), 435-438.  
堤 成一郎, 植田 一史, Riccardo Fincato, 藤久保 昌彦

(6) Trans. JWRI 論文

- (1) Cyclic and Tangential Plasticity Effects for the Buckling Behavior of a Thin Wall Pier under  
Multiaxial and Non-proportional Loading Conditions  
Trans. JWRI, 44, 1 (2015), 41-47.  
H. Momii, S. Tsutsumi and R. Fincato

(7) 国際会議発表

- (1) Femtosecond Laser Peening without Sacrificial Overlay under Atmospheric Conditions  
The 7th Int. Congress on Laser Adv. Materials Processing, LAMP2015, Kitakyushu, Japan  
(2015.5.26-29)  
T. Sano, T. Eimura, S. Iwata, N. Matsuyama, R. Kashiwabara, T. Matsuda, Y. Isshiki,  
A. Hirose, K. Arakawa, T. Hashimoto, S. Tsutsumi, K. Masaki and Y. Sano
- (2) Crystal Plasticity FE Analysis on the MIMT Effect of the Retained Austenite  
The 6th Int. Symp. on Adv. Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic  
and Inorganic Materials(AMDI-6), Tokyo, Japan (2015.6.9)  
S. Tsutsumi, R. Fincato and K. Terada
- (3) Overview of Weld Joint Strength Evaluation for Multi-axial Pipe Structure  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.3)  
M. Nakatani, H. Yuto, A. Nagai, K. Tani, T. Tsuji, S. Asada, N. Kawaguchi, H. Yamauchi,  
J. Takaki, Y. Takashima, S. Tsutsumi, M. Ohata, M. Toyosada and F. Minami

(8) 国内学会発表

- (1) 建築構造用高強度鋼 H-SA700へのレーザ溶接の適用  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
崎野 良比呂, 塩出 健太郎, 松本 直幸, 猪瀬 幸太郎, 堤 成一郎
- (2) 鋼板へのピーニング処理による疲労強度向上効果に関する数値解析的検討  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
堤 成一郎, 植田 一史, Fincato Riccardo, 石川 敏之, 松本 理佐
- (3) 残留オーステナイトの TRIP 効果が局所応力分布に与える影響に関する結晶塑性 FE 解析  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
堤 成一郎, Fincato Riccardo, 寺田 賢二郎
- (4) 溶接構造物の疲労強度予測技術 - 疲労き裂発生伝播・座屈寿命, ピーニング長寿命化効果 -  
第12回大阪大学接合科学研究所産学連携シンポジウム, 大阪 (2015.5.27)  
堤 成一郎
- (5) ピーニングによる鋼構造物の長寿命化効果に関する基礎的研究  
平成27年度 土木学会関西支部年次学術講演会, 大阪 (2015.5.30)  
植田 一史, 堤 成一郎, Riccardo Fincato, 石川 敏之, 松本 理佐
- (6) 鋼構造物の疲労メカニズムを考慮した高精度寿命評価手法の確立  
平成27年度 土木学会関西支部年次学術講演会, 大阪 (2015.5.30)  
森田 花清, 堤 成一郎, Riccardo Fincato, 矢嶋 泰基, 初井 秀斗
- (7) Cyclic and Damage Plasticity Model Based on the Extended Subloading Surface Concept  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (8) Numerical Study on the Ductile Fracture Initiation for a Notched Steel Bar Using an Elasto-Plasto-Damage Formulation under Low-Cyclic Fatigue Loading Condition  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (9) アルミニウム合金 A2024のフェムト秒レーザピーニングとその疲労特性  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
詠村 崇之, 佐野 智一, 廣瀬 明夫, 堤 成一郎, 政木 清孝, 佐野 雄二
- (10) コンター法による薄板および厚板の溶接残留応力の計測  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
村川 英一, 堤 成一郎, 黄 輝, 宮崎 俊幸
- (11) スカラップ形状及び補強溶接施工が現場型柱梁溶接接合部の変形能力に与える影響に関する実験的研究 - その1 試験体・実験方法 -  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
増田 開, 中込 忠男, 堤 成一郎, 巻島 淳
- (12) スカラップ形状及び補強溶接施工が現場型柱梁溶接接合部の変形能力に与える影響に関する実験的研究 - その2 実験結果・考察 -  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
巻島 淳, 中込 忠男, 堤 成一郎, 増田 開

- (13) ピーニングによる圧縮残留応力導入技術に関する基礎的検討  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 植田 一史, 堤 成一郎, Fincato Riccardo
- (14) 巨視的弾性域となる低疲労荷重により誘発される鋼板の繰返し座屈挙動  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 堤 成一郎, 植田 一史, Riccardo Fincato, 藤久保 昌彦
- (15) 繰返し非比例負荷を受ける円形・矩形断面鋼製橋脚の接線塑性構成モデルによる弾塑性有限要素解析  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 初井 秀斗, 堤 成一郎, Fincato Riccardo
- (16) 建築構造用高強度鋼 H-SA700へのレーザー/アークハイブリット溶接の適用  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 崎野 良比呂, 小早川 真治, 濱田 泰樹, 松本 直幸, 猪瀬 幸太郎, 堤 成一郎
- (17) 現場溶接型梁端部仕口ディテールが柱梁溶接接合部の変形能力に与える影響に関する解析的研究  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 増田 開, 中込 忠男, 曾田 五月也, 金子 洋文, 堤 成一郎, 巻島 淳
- (18) 現場溶接型梁端部仕口ディテールが柱梁溶接接合部の変形能力に与える影響に関する実験的研究 - その1 試験体・実験方法 -  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 巻島 淳, 中込 忠男, 曾田 五月也, 金子 洋文, 堤 成一郎, 増田 開
- (19) 現場溶接型梁端部仕口ディテールが柱梁溶接接合部の変形能力に与える影響に関する実験的研究 - その1 実験結果・考察 -  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 増田 開, 中込 忠男, 曾田 五月也, 金子 洋文, 堤 成一郎, 巻島 淳
- (20) 多軸パイプ構造体の溶接継手の強度評価  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 小田 和生, 湯藤 尚人, 永井 昭弘, 谷 和彦, 馬 東輝, 森田 寛之, 中谷 光良, 堤 成一郎, 豊貞 雅弘
- (21) 低変態温度溶接材料を用いたスチフナ角回し溶接部の疲労強度向上施工法の開発  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 村川 英一, 大沢 直樹, 滋賀 千晃, 平岡 和雄, 堤 成一郎, 矢島 浩, 谷野 忠和, 木村 俊介, 福井 努
- (22) 鉄鋼材料のフェムト秒レーザーピーニングに関する基礎的検討  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 岩田 匠平, 佐野 智一, 松田 朋己, 廣瀬 明夫, 堤 成一郎
- (23) 平均応力下で導入されたピーニング残留応力の疲労荷重に伴う緩和挙動  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 堤 成一郎, 植田 一史, Fincato Riccardo

- (24) 溶接継手の性能予測技術の開発  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 大畑 充, 堤 成一郎, 佐野 智
- (25) 溶接継手の疲労強度と材料強度の関係に対する数値解析的検討  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 堤 成一郎, 森田 花清, Fincato Riccardo
- (26) 溶接残留応力/強度分布/ビード形状/繰返し塑性/残留応力緩和を考慮した疲労寿命評価  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 森田 花清, 堤 成一郎, Fincato Riccardo, 初井 秀斗
- (27) 現場溶接型柱梁溶接接合部における梁端仕口ディテールに関する実験的研究 その1  
 2015年度日本建築学会大会, 神奈川 (2015.9.4-6)  
 中村 洋一, 中込 忠男, 曾田 五月也, 金子 洋文, 堤 成一郎, 中澤 好道, 廣重 隆明,  
 藤田 哲也
- (28) 現場溶接型柱梁溶接接合部における梁端仕口ディテールに関する実験的研究 その2  
 2015年度日本建築学会大会, 神奈川 (2015.9.4-6)  
 巻島 淳, 中込 忠男, 曾田 五月也, 金子 洋文, 堤 成一郎, 内田 昌克, 鈴木 孝彦,  
 板谷 俊臣
- (29) 現場溶接型柱梁溶接接合部における梁端仕口ディテールに関する実験的研究 その3 破壊  
 性状  
 2015年度日本建築学会大会, 神奈川 (2015.9.4-6)  
 増田 開, 中込 忠男, 曾田 五月也, 金子 洋文, 堤 成一郎, 的場 耕, 嶋 徹, 鈴木 励一
- (30) 種々の非比例多軸繰返し負荷を受ける鋼製橋脚の接線塑性構成式による弾塑性座屈解析  
 土木学会第70回年次学術講演会, 岡山 (2015.9.16-18)  
 堤 成一郎, 初井 秀斗
- (31) 相変態を考慮した結晶塑性 FE シミュレーションによる局所応力評価  
 日本鉄鋼協会 第170回秋季講演大会, 福岡 (2015.9.16-18)  
 堤 成一郎, Fincato Riccardo, 寺田 賢二郎
- (9) 国際会議講演
- (1) Femtosecond Laser Peening without Sacrificial Overlay under Atmospheric Conditions  
 5th International Conference on Laser peening and Related Phenomen, Cincinnati, USA  
 (2015.5.10-15)  
 T. Sano, T. Eimura, S. Iwata, N. Matsuyama, R. Kashiwabara, T. Matsuda, Y. Isshiki,  
 A. Hirose, K. Arakawa, T. Hashimoto, S. Tsutsumi, K. Masaki and Y. Sano
- (2) Fatigue Life Assessment of Welded Structures Considering Bead Shape, Residual Stress and  
 Crack Initiation  
 NTU-JWRI Workshop on Joining and Welding Technology, Singapore (2015.12.10)  
 S. Tsutsumi

(10) 国内会議講演

- (1) 繰り返し座屈挙動および疲労強度評価に関する研究  
平成27年度第1回 KSSG 研究会, 大阪 (2015.7.8)  
堤 成一郎
- (2) 力学設計を高度化する上で必要な非線形現象の理解  
土木学会東北地区応用力学フォーラム - 計算力学コロキウム -, 仙台 (2015.11.24)  
堤 成一郎
- (3) 溶接構造の疲労性能設計手法(FDWS)国際研究拠点構想  
国際連携 溶接計算科学研究拠点主催 第9回講演会, 大阪 (2016.3.9)  
堤 成一郎
- (4) 材料の非線形挙動と疲労き裂発生・座屈寿命予測技術  
第213回 JWS 溶接構造研究委員会, 第32回 JASNAOE 材料・溶接研究会 合同委員会, 東京  
(2016.3.18)  
堤 成一郎

(11) 解説・総説

- (1) 低変態温度溶接材料を用いた伸長ビード溶接処理による溶接部疲労特性の向上  
溶接技術, 64, 1 (2016), 66-72.  
志賀 千晃, 平岡 和雄, 村川 英一, 大沢 直樹, 堤 成一郎, 矢島 浩, 谷野 忠和
- (2) ハンディーな残留応力計測技術  
溶接学会誌, 85, 2 (2016), 24-27.  
堤 成一郎

(15) 受賞

- (1) 大阪大学総長奨励賞  
大阪大学 (2015.07.14)  
堤 成一郎
- (2) 年次学術講演会 優秀発表賞  
(公社) 土木学会関西支部 (2015.05.30)  
森田 花清(M1)

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- (1) 基盤研究(B) 溶接構造体に対する疲労寿命予測システムの確立 堤 成一郎 4,420

民間等との共同研究

- (1) X線を用いた土木構造物変状の非破壊評価  
手法に関する研究 堤 成一郎 1,575
- (2) 厚板多層溶接の内部残留応力同定手段に  
関する研究 堤 成一郎 2,280

(3)	高精度疲労強度評価手法の評価	堤 成一郎	1,000
(4)	多重複枝パイプ構造物の疲労強度評価	堤 成一郎	1,080
(5)	溶接止端からのき裂発生におけるミクロ組織の影響解明	堤 成一郎	1,296
(6)	疲労繰返しによる塑性軟化に関する研究	堤 成一郎	500

#### 受託研究

(1)	溶接部性能保証のためのシミュレーション技術の開発	堤 成一郎	2,588
-----	--------------------------	-------	-------

#### 奨学寄付金

(1)		堤 成一郎	2,000
-----	--	-------	-------

### 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

#### (5) 卒業論文

(1)	地球総合工学科 社会基盤工学科目, 長尾 涼太	ピーニングによるUリブ鋼床版の疲労寿命向上効果に関する基礎的研究
(2)	地球総合工学科 社会基盤工学科目, 北村 拓也	高強度鋼溶接継手の強度評価手法に関する基礎的研究

#### 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 | 平成27年学術・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) 日本鉄鋼協会     | 計算工学による組織と特性予測技術Ⅱ研究会<br>委員         |
| (4)  | (一社) 日本鉄鋼協会     | 高強度鋼の破壊靱性委員会委員                     |
| (5)  | (一社) 日本溶接協会     | 溶接監理技術者 評価委員                       |
| (6)  | (一社) 日本溶接協会     | 再認証・サーベイランス小委員会 委員                 |
| (7)  | (一社) 日本溶接協会     | 抵抗溶接試験法検討委員会 委員                    |
| (8)  | (一社) 日本溶接協会     | JISZ3140原案作成委員会 委員                 |
| (9)  | (一社) 溶接学会       | 溶接学会誌編集委員会力学分野モニター                 |
| (10) | (一社) 溶接学会       | 溶接構造委員会幹事                          |
| (11) | (一社) 溶接学会       | 溶接構造委員会 副幹事長                       |
| (12) | (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               |
| (13) | (公社) 土木学会       | 編集委員会委員                            |
| (14) | (公社) 土木学会       | 調査研究部 応用力学委員会 委員                   |
| (15) | (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 |
| (16) | (公社) 日本材料学会     | 疲労部門委員会委員                          |
| (17) | (公社) 日本材料学会     | 塑性工学部門委員会委員                        |
| (18) | (公社) 日本材料学会     | 破壊力学部門委員会委員                        |
| (19) | (公社) 日本材料学会     | 強度設計・安全性評価部門委員会委員                  |
| (20) | (公社) 日本船舶海洋工学会  | 西部支部構造研究会委員                        |
| (21) | (公社) 日本船舶海洋工学会  | 西部構造部会・技術研究会構造部会委員                 |
| (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 KSSG-Jr.委員
- (24) (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
- (25) (公社) 日本船舶海洋工学会 S14委員会 委員
- (2) 国際会議委員
- (1) Visual-JW 2016 Program Committee
- (5) 国・自治体・公益法人等への貢献
- (1) (一社) 日本鉄鋼連盟 土木鋼構造研究ネットワーク 委員
- (2) 福岡県築上郡築上町 有識者委員
- (7) 社会への情報発信
- (1) 溶接の耐久性 最大10倍 阪大や三菱重工 インフラ寿命延長 日本経済新聞 (2015.12.07)

#### 4.10 全国共同利用に関する研究

##### (1) 平成27年度共同研究員と研究テーマ

氏名: 堤 成一郎

- |     |                             |       |   |
|-----|-----------------------------|-------|---|
| (1) | 早稲田大学理工学術院<br>総合研究所         | 中込 忠男 | 鋼構造部材および接合部の安全性能・耐久性の評価 建築鉄骨柱梁溶接接合部の耐震安全性に関する研究 |
| (2) | 京都大学大学院工学研究科                | 松本 理佐 | ICR 処理を準用したピーニング処理を溶接止端に施工した場合の残留応力の評価に関する研究    |
| (3) | 京都大学大学院工学研究科                | 服部 篤史 | ICR 処理を準用したピーニング処理を溶接止端に施工した場合の残留応力の評価に関する研究    |
| (4) | 名古屋大学大学院工学研究科<br>社会基盤工学専攻   | 廣畑 幹人 | インフラ鋼構造物の溶接部における防食塗装の耐久性評価                      |
| (5) | 東北大学災害科学国際研究所               | 寺田賢二郎 | き裂発生・進展シミュレーション技術の高度化                           |
| (6) | 東北大学大学院工学研究科<br>土木工学専攻      | 新宅 勇一 | き裂発生・進展シミュレーション技術の高度化                           |
| (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 | 望月 正人 | き裂発生・進展に及ぼす微視組織の影響に関する検討                        |

- |      |                                       |       |   |
|------|---------------------------------------|-------|---|
| (8)  | 大阪大学大学院地球総合工学専攻社会基盤設計学領域              | 福上 大貴 | コンクリートを対象とした二電極法に関する基礎的研究                       |
| (9)  | 大阪大学工学研究科                             | 大沢 直樹 | 間欠高周波重畳繰返し荷重下の溶接継手のき裂発生寿命に関する研究                 |
| (10) | 長崎大学大学院工学研究科                          | 勝田 順一 | 繰返し荷重下の応力-ひずみ関係の計測法と数値解析法の高精度化                  |
| (11) | 九州大学大学院工学研究院海洋システム工学部門                | 後藤 浩二 | 繰返し損傷を考慮した弾塑性モデルの疲労亀裂伝播シミュレーションへの導入             |
| (12) | 九州大学大学院工学研究院海洋システム工学部門                | 村上 幸治 | 繰返し損傷を考慮した弾塑性モデルの疲労亀裂伝播シミュレーションへの導入             |
| (13) | 近畿大学工学部建築学科                           | 崎野良比呂 | 建築構造用高張力鋼への高エネルギー密度溶接の適用                        |
| (14) | 信州大学工学部建築学科                           | 金子 洋文 | 鋼構造部材および接合部の安全性能・耐久性の評価 建築鉄骨柱梁溶接接合部の耐震安全性に関する研究 |
| (15) | 早稲田大学創造理工学研究科建築学専攻                    | 増田 開  | 鋼構造部材および接合部の安全性能・耐久性の評価 建築鉄骨柱梁溶接接合部の耐震安全性に関する研究 |
| (16) | 信州大学大学院理工学研究科                         | 金崎信太郎 | 鋼構造部材および接合部の安全性能・耐久性の評価 建築鉄骨柱梁溶接接合部の耐震安全性に関する研究 |
| (17) | 信州大学大学院理工学研究科                         | 堀場 亮佑 | 鋼構造部材および接合部の安全性能・耐久性の評価 建築鉄骨柱梁溶接接合部の耐震安全性に関する研究 |
| (18) | 信州大学大学院理工学系研究科                        | 巻島 淳  | 鋼構造部材および接合部の安全性能・耐久性の評価 建築鉄骨柱梁溶接接合部の耐震安全性に関する研究 |
| (19) | 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻船舶海洋工学部門船舶構造強度学領域 | 室 尚仁  | 鋼板の繰返し座屈挙動に関する研究                                |
| (20) | 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻船舶海洋工学部門船舶構造強度学領域 | 辰巳 晃  | 鋼板の繰返し座屈挙動に関する研究                                |
| (21) | 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻船舶海洋工学部門          | 藤久保昌彦 | 鋼板の繰返し座屈挙動に関する研究                                |
| (22) | 大阪大学大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻               | 詠村 嵩之 | 新しいレーザーピーニング技術の開発                               |

- |      |                              |       |  |
|------|------------------------------|-------|--|
| (23) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻  | 岩田 匠平 | 新しいレーザーピーニング技術の開発  |
| (24) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻  | 佐野 智一 | 新しいレーザーピーニング技術の開発  |
| (25) | 立命館大学理工学部<br>機械工学科           | 伊藤 隆基 | 多軸負荷における疲労強度特性の評価とモデル化   |
| (26) | 大阪工業大学工学部<br>機械工学科           | 伊與田宗慶 | 抵抗スポット溶接継手の接合強度に関する信頼性評価   |
| (27) | 大阪大学大学院工学研究科                 | 鎌田 敏郎 | 法面受圧板におけるグランドアンカー緊張力の非破壊評価手法の研究 (X線による残留応力測定装置を利用したグランドアンカー緊張力の非破壊評価手法の研究) |
| (28) | 大阪大学大学院工学研究科                 | 寺澤 広基 | 法面受圧板におけるグランドアンカー緊張力の非破壊評価手法の研究 (X線による残留応力測定装置を利用したグランドアンカー緊張力の非破壊評価手法の研究) |
| (29) | 大阪大学大学院地球総合工学<br>専攻社会基盤設計学領域 | 服部 晋一 | 法面受圧板におけるグランドアンカー緊張力の非破壊評価手法の研究 (X線による残留応力測定装置を利用したグランドアンカー緊張力の非破壊評価手法の研究) |

(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, Trans. JWRI 論文)

(1)                    合 計                    11

## 機能評価研究部門 機能性診断学分野

### 4.1 研究概要

構造体はその用途に応じた機能性を要求される。たとえば大型構造物では強度、靱性などの機械的特性、化学プラント機器では機械的特性以外に化学的特性、小型のものでは用途に応じて、電気的特性、熱的特性、光学的特性、化学的特性、生体機能的特性などが求められる。

本研究分野では、最終的により高機能な構造体（接合体）を得るという目的を達成するために、(1) 素材の機能評価、最適化 (2) 接合プロセスの機能評価、最適化 (3) 構造体（接合体）の機能評価、高機能化を3つの柱とした総合的な研究を行い、構造体の安全性および機能性を総合的に評価するための学問体系の確立ならびに合理的な補修、補強、延命対策のための基礎研究を行う。

### 4.2 研究課題

1. 高温融液の熱物性値の測定
2. 摩擦攪拌接合法の開発および接合部の特性評価技術の確立
3. 高効率・高品質 TIG 溶接技術の開発
4. 構造体および部材の高機能化、長寿命化に関する研究
5. ニューラルネットワークシステム等を用いた接合部機能の多変量解析

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. 高温融液の熱物性値の測定

濡れ性の測定で最も一般的に用いられる静滴法において、通常の方法を用いると前進接触角となり、真の値より大きい値が得られやすい。この問題を解消するために、超音波振動子を用いた新しいシステムを構築することにより、同一系、同一環境下で前進接触角と後退接触角を同時に測定する手法を開発した。本年度は、濡れの悪いテフロン/純水系と濡れの良いテフロン/エチレングリコール系で実験を行い、得られた2つの値から真の接触角を測定する手法を確立した。

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

##### 2. 摩擦攪拌接合法の開発および接合部の特性評価技術の確立

中・高炭素鋼、原子炉用鋼、ODS 鋼、TRIP 鋼、Ni 鋼、1600MPa 級ハイテン鋼、高強度 Ti 合金、難燃性 Mg 合金、各種銅合金などの難接合材の摩擦攪拌接合や、Al/Mg、Mg/鋼、金属/セラミックスなどの組み合わせにおける異種接合に取り組んだ。Al/亜鉛メッキ鋼に対しては、摩擦アンカー接合を用いて接合に成功し、本成果に対して軽金属溶接協会論文賞を受賞した。この技術は、2枚板の接合にとどまらず、3枚板の重ね接合や反応しない組み合わせに対しても適用可能であることが特長である。また、2つの X 線源からなる 3次元可視化システムを用いて、世界に先駆けて摩擦攪拌接合中の塑性流動の可視化に成功し、本年度は、ひずみ速度分布の推定や素材間の流動の違いを明らかにした。これらの成果により、溶接学会論文賞を受賞した。

この他、純銅、黄銅、純アルミニウムなどの種々の FCC 金属に対して、液体 CO<sub>2</sub> とストップアクション法を組み合わせた FSW 中の組織の凍結と、その後の熱処理を組み合わせることにより、FSW の攪拌中の組織形成と冷却中の焼きなまし効果を分離し、摩擦攪拌接合の組織形成の本質に迫った研究成果は特筆に値する。

また、FSW のツールの寿命を解決するため、ツールを用いない線形摩擦接合法や摩擦圧接を用いて、接合界面に強加工を加える手法を確立した。この手法に対して、溶接学会から優秀研究発表賞、日本鉄鋼協会から学生ポスターセッション努力賞を頂いた。また、Al 合金や超高張力鋼に対しては、HAZ 軟化の生じない低回転摩擦攪拌接合法を開発した。

さらに、種々の Ti 合金や鉄鋼材料継手の疲労特性の評価や熱処理による組織の安定性、複動式ツールを用いたツール各部位の役割などの基礎的な課題についても詳細に解析し、アコースティックエミッション法を用いた欠陥形成や変態の開始点・終了点の同定手法の開発にも取り組んだ。

### 3. 高効率・高品質 TIG 溶接法の開発

当研究室で高精度に測定した Fe-O 系の表面張力のデータをもとに開発した AA-TIG (Advanced A-TIG) 溶接法が、世界 8 か国で権利化されているが、さらに適用範囲の拡大に繋げる新提案を行った。例えば、同じく当研究室で開発した超音波-TIG と組み合わせることにより、Mg 合金の溶接の際に問題となる、水素に起因するブローホールの形成と浅い溶け込み深さの問題を同時に解決する「超音波 AA-TIG 法」を開発した。鋼材の種類によっては、AA-TIG 法による溶融池内の酸素量の増大が問題となる。そこで、組織および靱性に及ぼす微量酸素の影響を調査した。2 相ステンレス鋼などの鋼材では、微量酸素を添加しても靱性の低下はわずかであること、靱性が低下する材料に対して摩擦攪拌処理を行うことで、特性を改善できることなどを明らかにした。

中高炭素鋼の TIG 溶接を実現するために、HAZ と溶融池に分け、それぞれにおける組織を最適化する手法を確立した。まず、いわゆる粗大粒 HAZ 組織を回避するために、粗大粒 HAZ の組織形成の詳細なメカニズムを解明するとともに、低速溶接技術を用いることで冷却速度を低下させ、当該組織の形成を防止した。一方で、溶接金属に関しては、溶加材から Cr を 2 % 程度添加することにより、マルテンサイト形成時の靱性低下を抑制する技術を確立した。

### 4. 構造体および部材の高機能化、長寿命化に関する研究

摩擦攪拌接合、摩擦攪拌プロセスを用いて、オーステナイトの安定化を図り、改質部の強度および延性のいずれもが、母材と比較して大幅に向上する現象を明らかにした。本年度は、これを Fe-Ni-C 鋼、Cr-Mo 鋼等へ展開し、この現象の発現するメカニズムに迫った。本研究により、溶接学会から優秀研究発表賞を頂いた。

また、摩擦攪拌プロセス中に異種の金属の粉末を混入させることで、構造物の一部を組織制御する目的で開発した摩擦攪拌粉末プロセス (FSPP) を用いて、反応系である SiC 粒子を添加し、Al 基複合材料の作製に取り組んだ。同様な手法を用いて、WC-CrC-Ni、WC-12Ni 等の溶射皮膜やレーザーグラデーション層の改質、H82H 鋼に対して真空プラズマ溶射と FSP を組み合わせた方法で耐照射鋼に対する W コーティング層の形成することに成功した。

また、工具の表面改質の目的で行ったコーティング薄膜について、工具の性能 (溶着性、寿命) 等と濡れ性との間に密接な関係があることを明らかにした。

この他、摩擦攪拌プロセスを用いたポーラス材料の生成や鉄鋼材料を TIG 後に FSW を行い、強度、疲労特性を大幅に向上させる手法の確立、水素脆化特性向上のための手法にも取り組み、多くの論文発表に繋がった。

### 5. ニューラルネットワークシステム等を用いた接合部機能の多変量解析

産業界との共同研究により、関数の自由度の高いニューラルネットワークシステムと統計的概念を持つベイズ推定の組み合わせにより、強度、靱性等の種々の溶接継手の機械的特性に及ぼす溶接条件の影響を予測するシステムを構築、改良した。

本システムにより、従来不可能であった誤差の評価が可能となり、任意の条件における特性を短時間で予測できるとともに、実験的には不可能な「独立した一つのファクターの影響」を調べることが可能となった。また、エラーバーの大きさはトレーニングに使用したデータに依存し、データ

量が不足している実験条件やバラ付きの大きい実験条件では大きく出力されるが、該当のデータを追加することにより、その精度を向上させた。このように、本システムは、年々精度を高めることが可能で、国内外から高い評価を得ており、最近の他研究機関で立ち上げられているマテリアルインフォーマティクスなどのプロジェクト等においても、これらの知見が活かされており、最近の時流を牽引している。

## (2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、高温融体の物性値の測定、高融点金属、難接合材を含む種々の素材の摩擦攪拌接合、溶融池内の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26報発表した。また、これら多くは International Journal of Corrosion Science (4.422)、Materials Design (3.501) 4報を始め、Hydrogen Energy (3.313)、Scripta Materialia (3.224) 2報、Materials Science and Engineering A (2.567) 2報、Journal of Materials Processing Technology (2.236) 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。これらの成果に対して、溶接学会論文賞、軽金属溶接協会論文賞、米国溶接学会 Professor Koich Masubuchi Award、溶接学会優秀研究発表賞2件、鉄鋼協会学生ポスターセッション努力賞などの多数の受賞をした。また、これらの成果に対して、平成28年4月20日に科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞（研究）が授与された。

研究内容に関しては、従来困難とされていた中・高炭素鋼、ODS 鋼、1600MPa 級ハイテン鋼などの種々の鉄鋼材料および Ti 合金、難燃性 Mg などの難接合材の摩擦攪拌接合に成功するとともに、継手の強度、疲労特性ならびに水素脆化特性などの特性向上のための手法を提案した。この間、HAZ 軟化を伴わない新規スポット接合法やツールを用いない摩擦接合法等のチャレンジングな取り組みを積極的に行っている。特に、2つの X 線源からなる 3次元可視化システムを用いて、世界に先駆けて摩擦攪拌接合中の塑性流動の可視化し、欠陥形成メカニズムの解明やひずみ速度の推定を行ったことは特筆に値すると考えている。本研究に対して、溶接学会論文賞が授与された。

また、特許は5件出願し、以前出願した特許が4件権利化された。国際会議の招待講演が4件、国内招待講演12件、解説・著書6件と研究成果を社会に対して還元し、十分にその責務を果たしている。国際会議で藤井が行った招待講演2件は、いずれも Plenary Lecture であり、各国で当研究室の研究に興味を持っていただいていると考えている。

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、JST 産学共創基礎基盤研究「革新的構造用金属材料創製を目指したヘテロ構造制御に基づく新指導原理の構築」、経済産業省「次世代構造部材創生・加工技術開発」などから外部資金を獲得するとともに、奨学寄付金を含めた企業との共同研究も積極的に推進している。

## 4.4 教育に対する自己評価

大学院教育においては、マテリアル生産科学専攻の協力講座として、機能性評価学およびマテリアル生産科学ゼミナールの授業を担当した。授業後のアンケート調査等によれば、毎年、極めて高い評価を得ている。また、接合研全体として担当している基礎セミナーおよび先端教養科目においても授業を行い、学部生に対する教育を行った。さらに、グローバル COE プログラム「構造・機能先進材料デザイン教育研究拠点」の後継である、構造・機能先進材料デザイン教育研究センターの教授を兼任している。この他、豊橋科学技術大学の非常勤講師として特別講義を行った。

博士後期課程7名、博士前期課程8名、研究生1名の指導を行い、博士論文の主査3件、および博士前期課程3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、博士前期課程2年（当時）の今泉が溶接学会誌の論文賞、博士後期課程3年の坂村が軽金属溶接協

会誌の論文賞、博士後期課程3年の三浦が溶接学会優秀研究発表賞、博士前期課程2年の白沢が溶接学会優秀研究発表賞並びに日本鉄鋼協会学生ポスターセッション努力賞を受賞したことなどは、このような教育研究活動が評価されたものとする。

また、海外から研究員（特任研究員および招へい研究員）計3名および留学生5名を受け入れ、国際化も図るとともに、社会人ドクターを4名受け入れ、社会人教育も積極的に進めた。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

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

学会においては、（一社）溶接学会、（一社）日本溶接協会、（公社）日本金属学会、（一社）日本鉄鋼協会（一社）、（一社）軽金属溶接協会、（一社）スマートプロセス学会、（公社）日本鑄造工学会、（一社）日本マグネシウム協会それぞれ各種委員等としてその責務を果たしている。特に溶接学会では理事を務めている。海外においても、Poland Foundry Research InstituteのMember of Science Committeeを務めている。また、国・自治体・公益法人等に対しても、各種委員、審査委員を務めた。

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、日刊工業新聞などに計4度や掲載されるなど、社会への情報発信も積極的に行っている。また、JST産学共創基礎基盤研究「革新的構造用金属材料創製を目指したヘテロ構造制御に基づく新指導原理の構築」において、「産学共創の場」を通じて産業界と連携して研究開発を行う枠組みを構築し、積極的に取り組んでいる。加えて、留学生を積極的に受け入れており、本年度は5名の留学生が、当分野で研究活動を行った。

また、今後の幅広い実用化を鑑みて、FSWに関するISOであるISO25239のJIS化に関して、原案作成委員会委員長として取り組んだ。

#### 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28件の共同研究を行った。特に、摩擦攪拌プロセスを用いた表面高機能化、コーティング層、タングステン皮膜の改質、局所合金化、ポーラス化や難燃性マグネシウム、鉄鋼材料、純銅および銅合金、アルミニウム合金、アルミニウム/鋼、アルミニウム/マグネシウム、セラミックス/金属の接合を始めとした種々の材料の摩擦攪拌接合、継手の機能評価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。異材接合継手材やFSW継手の疲労き裂進展機構解明の調査やの特性改善、AEによる欠陥形成の検出、FSWツールの探索、数値解析モデル化などの機能性診断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12件に上り、Materials and Design (3.501)、Scripta Materialia (3.224)などの国際的な一流誌にも掲載された。この他にも、共同研究員との共著で2報の解説を執筆した。

広島県立総合研究所と共同研究を行い、軽金属溶接誌に掲載された「金属流動を利用したアルミニウム合金/鋼/鋼3枚重ね異種金属点接合 摩擦アンカー接合のアルミニウム合金/鋼/鋼3枚重ね継手への適用」は、軽金属溶接協会最優秀論文に選ばれ、論文賞を受賞した。

この他にも、複合材料の作製や放射光を利用した異材継手材の攪拌組織の可視化等にも取り組んだ。エジプト中央金属研究所のProf. El-Batahgy Abdel-Monemと「Friction Stir Welding of Quenched and Tempered Low Alloy Steel」に関する国際共同研究を行い、その成果がMaterials Science and Engineering A誌に掲載された。また、このような共同研究がさらに発展し、平成27年11月にエジプトで開催された国際会議の共同主催にも繋がった。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Suppression of Hydrogen-Induced Damage in Friction Stir Welded Low Carbon Steel Joints  
Corrosion Sci., 94 (2015), 88-98.  
Y. Sun, H. Fujii, H. Imai and K. Kondoh
- (2) Fatigue Damage Evaluation of Friction Stir Spot Welded Cross-Tension Joints under Repeated Two Step Force Amplitudes  
J. Mater. Eng. Perform., 24, 6 (2015), 2494-2502.  
S. Joy-A-Ka, Y. Ogawa, H. Akebono, M. Kato, A. Sugeta, Y. Sun and H. Fujii
- (3) Improved Resistance to Hydrogen Embrittlement of Friction Stir Welded High Carbon Steel Plates  
Int. J. Hydrog. Energy, 40 (2015), 8219-8229.  
Y. Sun and H. Fujii
- (4) 金属流動を利用したアルミニウム合金 / 溶融亜鉛めっき鋼の重ね異種金属点接合 - 摩擦ア  
ンカー接合のアルミニウム合金 / 亜鉛めっき鋼重ね継手への適用 -  
溶接学会論文集, 33, 2 (2015), 187-193.  
坂村 勝, 大石 郁, 大田 耕平, 竹保 義博, 水成 重順, 藤井 英俊
- (5) Effect of Welding Parameters on the Hydrogen Embrittlement of Cathodic Hydrogen-Charged  
Friction Stir Welded High Carbon Steel Joints  
Corrosion, 71, 8 (2015), 923-936.  
Y. F. Sun, H. Fujii, H. Imai and K. Kondoh
- (6) Modifications of Grain-Boundary Structure by Friction Stir Welding in the Joint of Nano-  
Structured Oxide Dispersion Strengthened Ferritic Steel and Reduced Activation Martensitic  
Steel  
Scr. Mater., 105 (2015), 2-5.  
W. T. Han, D. S. Chen, Y. Ha, A. Kimura, H. Serizawa, H. Fujii and Y. Morisada
- (7) 金属流動を利用したアルミニウム合金 / 合金化溶融亜鉛めっき鋼の重ね異種金属点接合  
溶接学会論文集, 34, 1 (2016), 8-19.  
坂村 勝, 大石 郁, 大田 耕平, 竹保 義博, 水成 重順, 藤井 英俊
- (8) Enhanced Mechanical Properties of 70/30 Brass Joint by Multi-Pass Friction Stir Welding with  
Rapid Cooling  
Sci. Technol. Weld. Joining, 20, 2 (2015), 91-99.  
N. Xu, R. Ueji and H. Fujii
- (9) Microstructural Control and Mechanical Properties in Friction Stir Welding of Medium Carbon  
Low Alloy S45C Steel  
Mater. Sci. Eng. A., 636 (2015), 24-34.  
M. Imam, R. Ueji and H. Fujii
- (10) ホットスタンプ処理されたスポット溶接継手の静的強度特性 - スポット溶接テーラードブ  
ランク技術の検討 -  
溶接学会論文集, 33, 2 (2015), 144-152.  
富士本 博紀, 泰山 正則, 上田 秀樹, 上路 林太郎, 藤井 英俊

- (11) Double-sided Friction-stir Welding of Magnesium Alloy with Concave-Convex Tools for Texture Control  
Mater. Des., 76 (2015), 181-189.  
J. Chen, R. Ueji and H. Fujii
- (12) Effect of Rotation Rate on Microstructure and Texture Evolution during Friction Stir Welding of Ti-6Al-4V Plates  
Mater. Charact., 106 (2015), 353-358.  
S. Yoon, R. Ueji and H. Fujii
- (13) ホットスタンプ処理されたスポット溶接継手の疲労強度特性 - スポット溶接テーラードブラク技術の検討 -  
溶接学会論文集, 33, 3 (2015), 253-261.  
富士本 博紀, 上田 秀樹, 中山 英介, 上路 林太郎, 藤井 英俊
- (14) 急速冷却を用いた Ni-C 鋼の摩擦攪拌接合部の組織改質  
溶接学会論文集, 33, 4 (2015), 358-364.  
三浦 拓也, 上路 林太郎, 藤井 英俊
- (15) Effect of Initial Microstructure on Ti-6Al-4V Joint by Friction Stir Welding  
Mater. Des., 88 (2015), 1269-1276.  
S. Yoon, R. Ueji and H. Fujii
- (16) Investigation into Feasibility of FSW Process for Welding 1600 MPa Quenched and Tempered Steel  
Mater. Sci. Eng. A., 651 (2016), 904-913.  
A. El-Batahgy, T. Miura, R. Ueji and H. Fujii
- (17) Stabilization of Austenite in Low Carbon Cr-Mo Steel by High Speed Deformation during Friction Stir Welding  
Mater. Des., 90 (2016), 915-921.  
T. Miura, R. Ueji, H. Fujii, H. Komine and J. Yanagimoto
- (18) Microstructure and Texture Distribution of Ti-6Al-4V Alloy Joints Friction Stir Welded below -Transus Temperature  
J. Mater. Process. Technol., 229 (2016), 390-397.  
S. Yoon, R. Ueji and H. Fujii
- (19) 摩擦攪拌プロセスによる WC-CrC-Ni 溶射超硬合金皮膜の高硬度化  
粉体および粉末冶金, 62, 5 (2015), 252-257.  
長岡 亨, 木元 慶久, 渡辺 博行, 福角 真男, 森貞 好昭, 藤井 英俊
- (20) 摩擦攪拌粉末プロセスによる SiC 粒子分散 AI 基複合材料の作製  
粉体および粉末冶金, 62, 5 (2015), 258-262.  
木元 慶久, 長岡 亨, 渡辺 博行, 福角 真男, 森貞 好昭, 藤井 英俊
- (21) Determination of Strain Rate in Friction Stir Welding by Three-Dimensional Visualization of Material Flow Using X-ray Radiography  
Scr. Mater., 106 (2015), 57-60.  
Y. Morisada, T. Imazumi and H. Fujii

- (22) Impacts of Friction Stir Processing on Irradiation Effects in Vacuum-Plasma-Spray Coated Tungsten  
Fusion Eng. Design, 98-99 (2015), 2054-2057.  
K. Ozawa, H. Tanigawa, Y. Morisada and H. Fujii
- (23) Modification of Vacuum Plasma Sprayed Tungsten Coating on Reduced Activation Ferritic/martensitic Steels by Friction Stir Processing  
Fusion Eng. Design, 98-99 (2015), 2080-2084.  
H. Tanigawa, K. Ozawa, Y. Morisada, S. Noh and H. Fujii
- (24) Friction Stir Processing of a D2 Tool Steel Layer Fabricated by Laser Cladding  
Mater. Des., 83 (2015), 224-229.  
T. Nagaoka, Y. Kimoto, H. Watanabe, M. Fukusumi, Y. Morisada and H. Fujii
- (25) Microstructural Evolution of Body-Centred Cubic Fe-Al Alloy by Friction Stir Processing with SiC Particles Addition, Materials Science Forum  
Mater. Sci. Forum, 838-839 (2016), 326-331.  
T. Nagaoka, Y. Kimoto, M. Fukusumi, Y. Morisada, H. Fujii and H. D. H. Bhadeshia
- (26) Nanostructurization of Magnesium Alloy via Friction Stir Lap Processing  
Mater. Sci. Forum, 838-839 (2016), 332-337.  
Y. Kimoto, T. Nagaoka, H. Watanabe, Y. Morisada and H. Fujii
- (3) 国際会議発表論文 (査読なし)
- (1) Charpy Impact Value of TIG-welded SS400 Steel Plates with Surface-Microstructure Modification by Friction Stir Processing  
3rd Int. Conf. in Africa and Asia, Welding and Failure Analysis of Engineering Materials (WAFSA-2015), Luxor, Egypt (2015.11.2-5), A-31.  
K. Ito, H. Izumi, K. Kohama and H. Fujii
- (2) Increase of Fatigue Strength of High-Tensile Steel Welds with Increase of Their Yield Stress Using Friction Stir Processing  
3rd Int. Conf. in Africa and Asia, Welding and Failure Analysis of Engineering Materials (WAFSA-2015), Luxor, Egypt (2015.11.2-5), A-6.  
R. Yamasaki, K. Ito, K. Kohama, M. Takahashi, H. Yamamoto, H. Fujii, R. Ueji and C. Shiga
- (3) Fatigue Life Increase by Surface Modification Using Friction Stir Processing for TIG-welded SS400 Steel Plates  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.4), IIW Doc. #IX-2517-15, XIII-2578-15.  
K. Ito, T. Okuda, R. Yamasaki, K. Kohama, R. Ueji, H. Fujii and C. Shiga
- (6) Trans. JWRI 論文
- (1) Friction Stir Welding of Ultrafine Grained TWIP Steel  
Trans. JWRI, 44, 1 (2015), 27-30.  
R. Ueji, H. Fujii and K. Kunishige

(7) 国際会議発表

- (1) Dissimilar Laser Brazing of Single Crystal Diamond and Cemented Carbide and Wetting Behavior of Single Crystal Diamond by Silver - Copper - Titanium Alloy Braze  
Int. Conf. on High Temperature Capillarity (HTC-2015), Bad-Herrenalb, Germany (2015.5.17-21)  
Y. Sechi, K. Nagatsuka, K. Nakata and H. Fujii
- (2) Effect of Ultrasonic Vibration on Contact Angle between Water and PTFE  
8th Int. Conf. High Temperature Capillarity (HTC-2015), Karlsruhe, Germany (2015.5.17-21)  
T. Urai, M. Kamai, H. Fujii and C. Masuda
- (3) Effect of Ultrasonic Vibration on Contact Angle between Various Liquid and PTFE  
EUROMAT 2015, Karlsruhe, Germany (2015.9.20-24)  
T. Urai, M. Kamai, H. Fujii and C. Masuda
- (4) Friction Stir Powder Processing of Low Carbon Steel  
3rd Int. Conf. in Africa and Asia, Welding and Failure Analysis of Engineering Materials (WAFSA-2015), Luxor, Egypt (2015.11.2-5)  
M. Newishy, M. Morsy, H. Fujii, M. Elkousy, N. Abdel-Rahem and Y. Morisada
- (5) Increase in Fatigue Life of Arc-welded Steel Plates by Friction Stir Processing  
3rd Int. Conf. in Africa and Asia, Welding and Failure Analysis of Engineering Materials (WAFSA-2015), Luxor, Egypt (2015.11.2-5)  
K. Ito, H. Izumi, K. Kohama and H. Fujii
- (6) Increase of Fatigue Life of High-Tensile Steel Welds with Increase of Their Yield Stress Using Friction Stir Processing  
3rd Int. Conf. in Africa and Asia, Welding and Failure Analysis of Engineering Materials (WAFSA-2015), Luxor, Egypt (2015.11.2-5)  
R. Yamasaki, K. Ito, K. Kohama, M. Takahashi, H. Yamamoto, H. Fujii, R. Ueji and C. Shiga
- (7) Fatigue Life Increase by Surface Modification Using Friction Stir Processing for TIG-Weld SS400 Steel Plates  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.3)  
K. Ito, T. Okuda, R. Yamazaki, K. Kohama, R. Ueji, H. Fujii and C. Chiga
- (8) Manufacturing of Non-Combustive Magnesium Alloy Joints by Asymmetry Double-Sided Friction Stir Welding  
3rd Int. Conf. in Africa and Asia, Welding and Failure Analysis of Engineering Materials (WAFSA-2015), Luxor, Egypt (2015.11.2-5)  
M. Zhou, R. Ueji and H. Fujii
- (9) Influence of Friction Stir Welding Conditions on Joinability of ODS/F82H Joint  
17th Int. Conf. on Fusion Reactor Materials, Aachen, Germany (2015.10.11-16)  
H. Serizawa, M. Murakami, Y. Morisada, H. Fujii, T. Nagasaka and H. Tanigawa
- (10) Effect of Deformation Resistance of Steel on Material Flow in Friction Stir Welding by X-Ray Radiography  
3rd Int. Conf. in Africa and Asia, Welding and Failure Analysis of Engineering Materials (WAFSA-2015), Luxor, Egypt (2015.11.2-5)  
Z. Lei, Y. Morisada and H. Fujii

(8) 国内学会発表

- (1) Effect of Post Weld Heat Treatments on Microstructure and Mechanical Properties of Friction Stir Welding  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
孫 玉峰, 藤井 英俊
- (2) 鋼インサート材を利用したアルミニウム合金/合金化溶融亜鉛めっき鋼の摩擦アンカー接合  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
坂村 勝, 大石 郁, 大田 耕平, 水成 重順, 竹保 義博, 藤井 英俊
- (3) 鋼インサート材を利用したアルミニウム合金/溶融亜鉛めっき鋼の摩擦アンカー接合  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
坂村 勝, 大石 郁, 大田 耕平, 水成 重順, 竹保 義博, 藤井 英俊
- (4) 高輝度 X 線透過装置による摩擦攪拌接合中の材料流動観察  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
雷 哲, 森貞 好昭, 藤井 英俊
- (5) 摩擦攪拌接合により作製した A1050/A6061傾斜機能ポーラスアルミニウムの衝撃圧縮挙動  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
半谷 禎彦, 久保田 直之, 宇都宮 登雄, 川島 久宜, 藤井 英俊, 桑水流 理, 吉川 暢宏
- (6) 摩擦攪拌接合を施した Ti-6Al-4V 合金におけるミクロ組織と引張特性  
第128回軽金属学会春期講演大会, 仙台 (2015.5.16-17)  
石田 悠, 新家 光雄, 仲井 正昭, 趙 研, 劉 恢弘, 藤井 英俊, 森貞 好昭
- (7) 摩擦アンカー接合によるマグネシウム合金と鋼の接合時における押込み量の影響  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
大石 郁, 大田 耕平, 坂村 勝, 藤井 英俊
- (8) 摩擦攪拌プロセスにより微細化した TIG 溶接 SS400鋼組織のシャルピー衝撃値  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
和泉 博貴, 伊藤 和博, 小濱 和之, 藤井 英俊
- (9) 摩擦攪拌プロセスによる溶接部疲労強度増加に及ぼす母材強度の影響  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
山崎 亮太, 伊藤 和博, 小濱 和之, 高橋 誠, 山本 啓, 藤井 英俊, 上路 林太郎, 志賀 千晃
- (10) 摩擦攪拌接合を施した Ti-6Al-4V 合金の力学特性  
第170回日本鉄鋼協会講演大会, 福岡 (2015.9.16-18)  
石田 悠, 新家 光雄, 仲井 正昭, 劉 恢弘, 藤井 英俊, 森貞 好昭
- (11) 摩擦攪拌接合を施した Ti-6Al-4V 合金の力学的特性  
日本金属学会2015年秋期 (第157回) 大会, 東京 (2015.9.16-19)  
石田 悠, 新家 光雄, 仲井 正昭, 劉 恢弘, 藤井 英俊, 森貞 好昭
- (12) 種々の液体によるテフロン濡れに及ぼす超音波振動の影響  
平成27年度スマートプロセス学会秋季総合学術講演会 (2015.11.18)  
浦井 拓也, 釜井 正善, 藤井 英俊

- (13) Cu-Al 系金属間化合物 / 純 Al からなるネットワーク組織によるポアラス Al の圧縮特性向上  
 軽金属学会第129回秋季大会, 津田沼 (2015.11.21-22)  
 森田 知朗, 半谷 禎彦, 藤井 英俊, 桑水流 理, 吉川 暢宏
- (14) Ti-6Al-4V 合金摩擦攪拌接合継手におけるミクロ組織と力学的特性  
 軽金属学会第129回秋季大会, 津田沼 (2015.11.21-22)  
 石田 悠, 新家 光雄, 仲井 正昭, 劉 恢弘, 藤井 英俊, 森貞 好昭
- (15) ADC12アルミニウム合金粉末添加ポアラスアルミニウムの気孔観察および組織観察  
 日本機械学会関東学生会第55回学生員卒業研究発表講演会, 東京 (2016.3.10)  
 池田 裕樹, 半谷 禎彦, 藤井 英俊, 上路 林太郎, 桑水流 理, 吉川 暢宏
- (16) 摩擦粉末焼結法による Cu 添加ポアラス Al の作製  
 (公社) 日本金属学会 2016年春期講演大会, 東京 (2016.3.23-25)  
 森田 知朗, 半谷 禎彦, 藤井 英俊, 上路 林太郎, 桑水流 理, 吉川 暢宏
- (17) 摩擦攪拌プロセスによる高張力鋼突合せ溶接部の引張疲労強度増加  
 (公社) 日本金属学会 2016年春期大会, 東京 (2016.3.23-25)  
 山本 啓, 伊藤 和博, 小濱 和之, 藤井 英俊
- (18) Properties Optimization through Enhanced Cooling Rate Using Liquid CO<sub>2</sub> in Friction Stir  
 Welding of Medium Carbon Low Alloy S45C Steel  
 (一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
 Murshid Imam, 上路 林太郎, 藤井 英俊
- (19) トランザス温度以下で摩擦攪拌接合した Ti-6Al-4V 攪拌部の集合組織  
 (一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
 尹 盛煜, 上路 林太郎, 森貞 好昭, 藤井 英俊
- (20) 中炭素鋼薄板 TIG 溶接継手の HAZ 組織と溶接速度の関係  
 (一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
 横地 恒平, 上路 林太郎, 藤井 英俊
- (21) 低合金 TRIP 鋼の摩擦攪拌接合部の微細組織形成挙動  
 (一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
 三浦 拓也, 上路 林太郎, 藤井 英俊, 村上 俊夫, 小橋 泰三
- (22) 摩擦攪拌接合により中炭素鋼に形成される集合組織  
 (一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
 上路 林太郎, 藤井 英俊
- (23) 難燃性マグネシウム合金 FSW 接合部の機械的特性  
 第128回軽金属学会春期講演大会, 仙台 (2015.5.16-17)  
 行武 栄太郎, 上田 聖, 上路 林太郎, 藤井 英俊, 石川 武, 橋本 健司
- (24) Cr 添加溶接金属を有する中炭素鋼薄板の低速 TIG 溶接継手の組織  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 横地 恒平, 上路 林太郎, 藤井 英俊
- (25) 低回転摩擦圧接による中炭素鋼継手の作製  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 白沢 卓大, 上路 林太郎, 森貞 好昭, 藤井 英俊

- (26) 非対称 DFSW による難燃性マグネシウム合金継手の作製  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 周 夢然, 上路 林太郎, 藤井 英俊
- (27) アコースティック・エミッション法を用いた鋼材 FSW 中のマルテンサイト変態のリアルタイム検出  
 第170回日本鉄鋼協会講演大会, 福岡 (2015.9.16-18)  
 川口 卓哉, 伊藤 海太, 榎 学, 上路 林太郎, 藤井 英俊
- (28) 難燃性マグネシウム合金 FSW 接合部での拘束条件の影響  
 軽金属学会第129回秋季大会, 津田沼 (2015.11.21-22)  
 行武 栄太郎, 上田 聖, 上路 林太郎, 藤井 英俊, 石川 武, 橋本 健司
- (29) 非対称両面摩擦攪拌接合されたマグネシウム合金の集合組織  
 軽金属学会第129回秋季大会, 津田沼 (2015.11.21-22)  
 上路 林太郎, 周 夢然, 藤井 英俊, 石川 武
- (30) 鋼材 FSW 中に発生する AE のエネルギーとマルテンサイト変態挙動との関係の解析  
 第171回日本鉄鋼協会講演大会, 東京 (2016.3.23-25)  
 川口 卓哉, 伊藤 海太, 榎 学, 上路 林太郎, 藤井 英俊
- (31) 高マンガン TWIP 鋼の引張変形による KAM 値変化の結晶粒径依存性  
 第171回日本鉄鋼協会講演大会, 東京 (2016.3.23-25)  
 上路 林太郎, 土田 紀之, 藤井 英俊
- (32) WC-12Ni 超硬合金皮膜の硬度に及ぼす摩擦攪拌プロセスの影響  
 (一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
 長岡 亨, 木元 慶久, 渡辺 博行, 福角 真男, 森貞 好昭, 藤井 英俊
- (33) 減圧プラズマ溶射タングステン皮膜への摩擦攪拌プロセス  
 (一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
 森貞 好昭, 藤井 英俊, 小沢 和巳, 谷川 博康
- (34) 重ね摩擦攪拌プロセスによるマグネシウム合金のナノ組織化  
 (一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
 木元 慶久, 長岡 亨, 渡辺 博行, 福角 真男, 森貞 好昭, 藤井 英俊
- (35) インサート材を用いたマグネシウム合金/鋼異材摩擦攪拌接合  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 森貞 好昭, 笠井 秀幸, 藤井 英俊
- (36) ナノ粒子添加摩擦攪拌プロセスによる超微細粒金属基複合材料の創製  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 木元 慶久, 長岡 亨, 渡辺 博行, 福角 真男, 森貞 好昭, 藤井 英俊
- (37) 複動式ツールを用いた摩擦攪拌接合条件の最適化  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 武岡 正樹, 森貞 好昭, 孫 玉峰, 藤井 英俊
- (38) 摩擦攪拌プロセスにより改質した溶射超硬合金の機械的性質  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 長岡 亨, 木元 慶久, 渡辺 博行, 福角 真男, 森貞 好昭, 藤井 英俊

- (39) 摩擦攪拌接合における鋼の流動挙動に及ぼす炭素含有量の影響  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 雷 哲, 森貞 好昭, 藤井 英俊, 松下 宗生, 池田 倫生
- (40) 高輝度 X 線透過装置による摩擦攪拌接合中の材料流動観察  
 第170回日本鉄鋼協会講演大会, 福岡 (2015.9.16-18)  
 雷 哲, 森貞 好昭, 藤井 英俊
- (41) 高輝度 X 線透過装置による摩擦攪拌接合中の材料流動観察  
 (公社) 日本金属学会 2016年春期講演大会, 東京 (2016.3.23-25)  
 雷 哲, 森貞 好昭, 藤井 英俊
- (9) 国際会議講演
- (1) What Happens during FSW?  
 2nd International Conference on Friction based Processes, Shanghai, China (2015.9.14-17)  
 H. Fujii
- (2) Flash Behavior during Linear Friction Welding  
 International Conference in Africa and Asia, Cairo (2015.11.2-5)  
 Y. Aoki, R. Kuroiwa and H. Fujii
- (3) Phenomena Occuring during Friction Stir Welding  
 International Conference in Africa and Asia, Cairo (2015.11.2-5)  
 H. Fujii, R. Ueji and Y. Morisada
- (4) Appropriate Tensile Properties of Friction Stir Welded Steel Joint with Enhanced Retained Austenite  
 International Conference in Africa and Asia, Cairo (2015.11.2-5)  
 R. Ueji, T. Miura and H. Fujii
- (10) 国内会議講演
- (1) 摩擦攪拌接合プロセス  
 溶接学会 平成27年度春季全国大会 フォーラム, 東京 (2015.4.22-24)  
 藤井 英俊, 森貞 好昭
- (2) 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合技術の最前線 - 接合から材料創製へ -  
 第32回科学技術講演会, 大阪 (2015.7.14)  
 藤井 英俊
- (3) FSW・レーザハイブリッド接合法  
 第2回溶接・接合プロセス研究委員会シンポジウム～ハイブリッド溶接・接合～, 東京  
 (2015.7.17)  
 藤井 英俊
- (4) 摩擦攪拌接合技術  
 平成27年度溶接工学夏季大学, 大阪 (2015.7.31-8.2)  
 藤井 英俊

- (5) なんと、鋼を溶かさず接合する～摩擦攪拌接合  
第8回適塾講座「伝統と革新～阪神地域と世界市場をつなぐ技術」, 大阪 (2015.8.1)  
藤井 英俊
- (6) 摩擦攪拌接合 (FSW) 技術とその応用例  
溶接学会四国支部 溶接技術講座, 香川 (2015.11.13)  
藤井 英俊
- (7) 可視化技術を用いた接合技術の高度化  
第5回次世代ものづくり基盤技術産業展, 名古屋 (2015.11.19)  
藤井 英俊
- (8) 鉄鋼材料の新規摩擦攪拌接合  
第5回次世代ものづくり基盤技術産業展, 東京 (2015.12.9)  
藤井 英俊
- (9) 摩擦攪拌現象を利用した接合技術 - 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合の最前線 -  
建設用鋼材利用検討 WG, 福山 (2015.12.16)  
藤井 英俊
- (10) 軽量化に繋がる摩擦攪拌接合技術の最近の動向  
オートモーティブワールド技術専門講座, 東京 (2016.1.15)  
藤井 英俊
- (11) 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合の展開と可能性  
第318回塑性加工シンポジウム, 大阪 (2016.2.24)  
藤井 英俊
- (12) 高輝度 X 線透過システムを用いた摩擦攪拌接合における欠陥形成機構の解明  
溶接学会論文賞受賞記念講演, 札幌 (2015.9.2)  
森貞 好昭, 今泉 拓也, 藤井 英俊
- (11) 解説・総説
  - (1) 溶接・接合プロセスとシステム化技術 抵抗溶接, 爆発接合・圧延接合・電磁圧接, 接着,  
機械的接合  
溶接学会誌, 84, 5 (2015), 67-70.  
池田 倫正, 松本 剛, 木村 真晃, 薩田 寿隆, 藤井 英俊
  - (2) FSW の新たな展開 - F S Wを活用した低炭素社会の実現  
溶接技術, 63, 8 (2015), 64-68.  
青木 祥宏, 藤井 英俊
  - (3) 摩擦攪拌接合の動向と工具への摘要  
砥粒加工学会誌, 59, 10 (2015), 558-561.  
青木 祥宏, 藤井 英俊
  - (4) 摩擦攪拌プロセスによる金属材料の複合化技術  
スマートプロセス学会誌, 4, 3 (2015), 148-152.  
木元 慶久, 長岡 亨, 渡辺 博行, 福角 真男, 森貞 好昭, 藤井 英俊

- (5) 摩擦攪拌プロセスによる高硬度コーティング層の改質  
スマートプロセス学会誌, 4, 3 (2015), 153-158.  
長岡 亨, 木元 慶久, 渡辺 博行, 福角 真男, 森貞 好昭, 藤井 英俊
- (6) 摩擦攪拌プロセスによる組織微細化とその応用  
スマートプロセス学会誌, 4, 3 (2015), 159-163.  
森貞 好昭, 藤井 英俊
- (13) 特許出願・登録
  - (1) 高耐食表面処理方法  
特許第5818411号  
藤井 英俊, 他 3 名
  - (2) 金属材の製造方法  
特許第5532776号  
藤井 英俊, 他 2 名
  - (3) Ti 合金の接合継手、Ti 合金の加工方法及び構造体  
特許第5858417号  
藤井 英俊
  - (4) 回転ツール  
特許第5765821号  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 7 名
  - (5) 摩擦接合方法  
特願2015-152112  
藤井 英俊, 上路 林太郎, 森貞 好昭
  - (6) マグネシウム材の溶接方法  
特願2015-156916  
藤井 英俊, 上路 林太郎, 森貞 好昭, 他 3 名
  - (7) マグネシウム合金材の接合方法  
特願2016-047823  
藤井 英俊, 上路 林太郎, 森貞 好昭, 他 2 名
  - (8) 金属材の低温接合方法及び接合構造物  
特願2016-047806  
藤井 英俊, 上路 林太郎, 森貞 好昭
  - (9) 異材摩擦攪拌接合方法  
特願2016-061064  
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 3 名
- (15) 受 賞
  - (1) 軽金属溶接論文賞  
(一社) 軽金属溶接協会 (2015.06.09)  
坂村 勝, 大石 郁, 大田 耕平, 竹保 義博, 水成 重順, 藤井 英俊

- (2) 溶接学会論文賞  
(一社) 溶接学会 (2015.04.23)  
森貞 好昭, 今泉 拓也, 藤井 英俊
- (3) Professor Koichi Masubuchi Award  
The American Welding Society (2015.11.10)  
Y. Morisada
- (4) 第170回秋季講演大会学生ポスターセッション 努力賞  
(一社) 日本鉄鋼協会 (2015.09.17)  
白沢 卓大 (M2)
- (5) 平成27年度溶接学会優秀研究発表賞  
(一社) 溶接学会 (2015.12.21)  
三浦 拓也 (D3)
- (6) 平成27年度溶接学会優秀研究発表賞  
(一社) 溶接学会 (2015.12.21)  
白沢 卓大 (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 | 6,110 |
| (2) | 挑戦的萌芽研究 | 手動で駆動可能なハンド FSW 技術の開発と集合組織の制御手法の確立     | 藤井 英俊 | 1,170 |

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 | 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 | 14,999 |
|-----|-----------------|----------------------------------|-------|--------|

民間等との共同研究

- |     |  |                           |       |       |
|-----|--|---------------------------|-------|-------|
| (1) |  | グラビア印刷用シリンダーの摩擦攪拌接合に関する研究 | 藤井 英俊 | 2,004 |
| (2) |  | 高炭素高強度材における FSW 接合技術の研究   | 藤井 英俊 | 3,888 |
| (3) |  | 鋼板 FSW の塑性流動現象の解明         | 藤井 英俊 | 2,592 |
| (4) |  | 異材接合に関する研究                | 藤井 英俊 | 2,000 |
| (5) |  | 金属材料の摩擦攪拌接合に関する研究         | 藤井 英俊 | 3,240 |
| (6) |  | 非鉄金属の溶接部位の腐食性に関する研究       | 藤井 英俊 | 2,400 |
| (7) |  | FSW ツールの耐久性評価             | 藤井 英俊 | 2,000 |

(8)	スラグ/メタル界面現象の解明と反応促進	藤井 英俊	875
(9)	高速鉄道車両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

#### 受託研究

(1)	摩擦攪拌現象を用いたインプロセス組織制御によるマクロヘテロ構造体化技術の確立	藤井 英俊	12,129
(2)	次世代構造部材創製・加工技術開発 (軽金属構造)	藤井 英俊	3,563
(3)	革新的 FSW 技術の探索	藤井 英俊	29,376
(4)	X線透過装置を用いた鋼板 FSW の 塑性流動基礎解析	藤井 英俊	6,000
(5)	摩擦攪拌接合プロセスの開発	藤井 英俊	16,001
(6)	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	上路 林太郎	3,040

#### 受託研究員

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

#### 奨学寄付金

(1)	藤井 英俊	5,500
(2)	上路 林太郎	500

#### 4.8 教育

氏名: 藤井 英俊

(1) 大学院等講義科目

(1)	マテリアル生産科学専攻	マテリアル生産科学ゼミナール
(2)	マテリアル生産科学専攻	機能性評価学

(3) 全学共通教育 基礎セミナー

(4) 全学共通教育 先端教養科目

(2) 博士論文 (主査)

(1) マテリアル生産科学専攻, 坂村 勝 金属流動を利用したアルミニウム合金と鋼の新規異種金属点接合技術の開発及びその応用

(2) マテリアル生産科学専攻, 三浦 拓也 摩擦攪拌接合による鉄鋼材料のオーステナイト安定化と機械的特性の向上に関する研究

(3) マテリアル生産科学専攻, Sungook Yoon 摩擦攪拌接合したチタン合金継手の微細組織制御と機械的特性の向上

(4) 修士論文

(1) マテリアル生産科学専攻, 白沢 卓大 中高炭素鋼のマルテンサイト変態を伴わない摩擦圧接

(2) マテリアル生産科学専攻, 横地 恒平 Cr 添加低炭素溶加材を用いた低速 TIG 溶接による中・高炭素鋼薄板の溶接組織制御

(3) マテリアル生産科学専攻, 雷 哲 高輝度 X 線透過装置を用いた材料流動の3次元可視化による摩擦攪拌接合機構の解明

氏名: 上路林太郎

(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: 藤井 英俊

(1) 学会役員

(1) (一社) スマートプロセス学会 学術企画運営委員会委員長

(2) (一社) スマートプロセス学会 平成27年学術・技術奨励賞審査委員会 委員長

(3) (一社) 軽金属溶接協会 ISO25239 JIS 原案作成委員会委員長

(4) (一社) 日本マグネシウム協会 マグネシウム合金高速車両構体実用化技術委員

(5) (一社) 日本鉄鋼協会 材料の組織と特性部会運営委員会委員

(6) (一社) 日本鉄鋼協会 論文誌編集委員会専門委員

(7) (一社) 日本鉄鋼協会 関西支部 支部委員

- |      |                                   |                             |
|------|-----------------------------------|-----------------------------|
| (8)  | (一社) 日本鉄鋼協会                       | 代議員                         |
| (9)  | (一社) 日本鉄鋼協会                       | 建設用鋼材利用検討WG委員               |
| (10) | (一社) 日本溶接協会                       | 第34期 学識委員                   |
| (11) | (一社) 日本溶接協会                       | 産報出版業務連絡委員会 技術図書編集委員会委員     |
| (12) | (一社) 日本溶接協会                       | FSW 情報交換会幹事                 |
| (13) | (一社) 日本溶接協会 日本溶接会議                | 第 委員会委員                     |
| (14) | (一社) 溶接学会                         | 企画委員会委員                     |
| (15) | (一社) 溶接学会                         | 軽構造接合加工研究委員会副委員長            |
| (16) | (一社) 溶接学会                         | 溶接法研究委員会幹事                  |
| (17) | (一社) 溶接学会                         | 理事                          |
| (18) | (一社) 溶接学会                         | 論文査読委員会委員                   |
| (19) | (一社) 溶接学会                         | 研究推進部会委員                    |
| (20) | (一社) 溶接学会                         | 代議員                         |
| (21) | (公社) 日本金属学会                       | 関西支部委員                      |
| (22) | (公社) 日本鑄造工学会                      | 査読委員                        |
| (23) | (公社) 日本鑄造工学会                      | 関西支部理事                      |
| (24) | Poland Foundry Research Institute | Member of Science Committee |
- (2) 国際会議委員
- |     |  |                     |
|-----|--|---------------------|
| (1) | 5th East Asia Symposium on Technology of Welding and Joining (EAST-WJ) | Secretary General   |
| (2) | International Conference in Africa and Asia                            | Conference Co-Chair |
- (3) 他大学等での非常勤講師
- |     |               |      |
|-----|---------------|------|
| (1) | 豊橋技術科学大学機械工学系 | 特別講義 |
|-----|---------------|------|
- (5) 国・自治体・公益法人等への貢献
- |     |              |   |
|-----|--------------|---|
| (1) | (一財) 素形材センター | 平成26年度「次世代構造部材創製・加工技術開発(次世代複合材及び軽金属部材創製・加工技術開発)」軽金属構造技術委員会 委員 |
|-----|--------------|---|

(7) 社会への情報発信

- |     |                                   |                     |
|-----|-----------------------------------|---------------------|
| (1) | 溶接学会、総会で各賞表彰                      | 溶接ニュース (2015.05.12) |
| (2) | ステンレス車両の溶接技術                      | 溶接ニュース (2015.05.26) |
| (3) | 鉄・マグネ混合接合 先端球状接合ツール<br>複数母材に挿入・圧着 | 日刊工業新聞 (2015.08.04) |
| (4) | 鉄板接合、溶接より強く<br>阪大 造船・発電所建設向け      | 日本経済新聞 (2016.03.07) |

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 平成27年度共同研究員と研究テーマ

氏名: 藤井 英俊

- |      |                            |       |                           |
|------|----------------------------|-------|---------------------------|
| (1)  | 東京大学大学院工学系<br>研究科マテリアル工学専攻 | 伊藤 海太 | AE法による鋼材FSWのインプロセスモニタリング  |
| (2)  | 宇宙航空研究開発機構<br>宇宙科学研究所      | 佐藤 英一 | FSWによるセラミックスとチタンの接合に関する研究 |
| (3)  | 宇宙航空研究開発機構<br>研究開発部門       | 小林 秀之 | FSWによるセラミックスとチタンの接合に関する研究 |
| (4)  | 宇宙航空研究開発機構<br>研究開発部門       | 池田 博英 | FSWによるセラミックスとチタンの接合に関する研究 |
| (5)  | 宇宙航空研究開発機構<br>研究開発部門       | 藤井 剛  | FSWによるセラミックスとチタンの接合に関する研究 |
| (6)  | 日本原子力研究開発機構                | 谷川 博康 | タングステン皮膜の摩擦攪拌処理による強化      |
| (7)  | 茨城県工業技術センター                | 行武栄太郎 | マグネシウム合金摩擦攪拌接合部の機能評価      |
| (8)  | 鳴門教育大学                     | 畑中 伸夫 | 異種アルミニウム材の摩擦攪拌接合          |
| (9)  | (国研) 物質・材料研究機構             | 村上 秀之 | 異種材料(セラミックスと金属)の接合技術研究    |
| (10) | 広島県立総合技術研究所                | 坂村 勝  | 金属流動を利用した異種金属点接合技術の開発     |
| (11) | 広島県立総合技術研究所<br>西部工業技術センター  | 大石 郁  | 金属流動を利用した異種金属点接合技術の開発     |

(12)	日本原子力研究開発機構	濱口 大	純銅および銅合金の摩擦攪拌処理による強化
(13)	近畿大学工学部機械工学科	生田 明彦	新提案 FSW ツールの鉄鋼材料への適用
(14)	秋田大学理工学部 システムデザイン工学科	宮野 泰征	炭素鋼を対象とした摩擦攪拌接合と継手特性評価
(15)	秋田大学大学院 工学資源学研究科	神谷 修	炭素鋼を対象とした摩擦攪拌接合と継手特性評価
(16)	秋田大学大学院 工学資源学研究科	大久保 燎	炭素鋼を対象とした摩擦攪拌接合と継手特性評価
(17)	秋田大学大学院 工学資源学研究科	牧野 滉平	炭素鋼を対象とした摩擦攪拌接合と継手特性評価
(18)	広島大学大学院工学研究院 材料・生産加工部門	菅田 淳	鉄鋼材料の FSSW の疲労き裂進展機構解明と寿命評価法の検討
(19)	沖縄工業高等専門学校機械 システム工学科	政木 清孝	放射光を利用した異材接合継手材の攪拌組織可視化に関する研究
(20)	(国研) 物質・材料研究機構	下田 一哉	摩擦攪拌接合を用いた金属・セラミックス接合の可能性検討
(21)	(地独) 大阪市立工業研究所	木元 慶久	摩擦攪拌プロセスによる軽量構造材料の改質技術の開発
(22)	(地独) 大阪市立工業研究所	長岡 亨	摩擦攪拌プロセスによる超硬合金皮膜の改質
(23)	群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門	森田 知朗	摩擦攪拌プロセスを用いた金属材料のポーラス化
(24)	群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門	須藤 俊	摩擦攪拌プロセスを用いた金属材料のポーラス化
(25)	群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門	石原 綾乃	摩擦攪拌プロセスを用いた金属材料のポーラス化
(26)	群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門	中野ゆき子	摩擦攪拌プロセスを用いた金属材料のポーラス化
(27)	群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門	半谷 禎彦	摩擦攪拌プロセスを用いた金属材料のポーラス化
(28)	龍谷大学理工学部	森 正和	摩擦攪拌接合による A7075および A7075/AZ31の接合条件の検討と 接合体の機械的特性評価

国際共同研究員

- (1) Central Metallurgical Research and Development Institute/Manufacturing Technology Department, Welding Technology Section El-Batahgy Abdel-Monem Friction Stir Welding of Quenched and Tempered Low Alloy Steel

- (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, Trans. JWRI 論文)

- (1) 合計 12

## スマートプロセス研究センター スマートコーティングプロセス学分野

### 4.1 研究概要

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

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

### 4.2 研究課題

1. 機能性流体としてのコロイド材料の開発
2. 特異反応場の創製による機能性ナノ粒子の非加熱合成技術の開発
3. 複合構造制御による二次電池用電極材料の開発
4. 新規液相プロセスを用いた複合ナノ粒子の合成プロセス開発と燃料電池等への展開
5. 複合粒子を用いた燃料電池電極材料の開発
6. 複合粒子を用いた超低熱伝導材料の開発

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. 機能性流体としてのコロイド材料の開発

アークプラズマ法で得られる鉄ナノ粒子への物理化学的な界面デザインにより、鉄ナノ粒子が高濃度に分散する磁性コロイドを作製した。このコロイド材料は、磁場強度に応じて、流動性の高い状態から大きな降伏応力を有するゲル状態に、急速且つ連続的、可逆的に変化する。平成27年度も、前年度の成果を踏まえ、引き続き磁性コロイドを磁気粘性流体として応用するための種々の検討を行った。

##### 2. 特異反応場の創製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継続するとともに、新たに、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の検討に着手した。

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。原料として、酸化イットリウム、酸化アルミニウム、酸化セリウムの三種類の粉体を用いて、これらを摩砕式ミルにて処理した。得られた粉体を焼成したところ、従来のボールミルによる混合処理後焼成した場合に比べて約400 低い焼成条件によって、YAG: $Ce^{3+}$  蛍光体を合成することに成功した。さらに得られた粉体を1800 で焼成したところ、従来法により作製した場合よりも結晶子サイズは増大し、150 で97%、200 で95%という極めて高い温度 消光特性を示すことを明らかにした。次に、以上の結果を踏まえ、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。三種類の原料粉体に加えて、フラックスとして  $BaF_2$  粉体を添加して摩砕式ミルにて処理を行った。その結果、 $BaF_2$  を適量添加すれば、外部加熱を施すことなく YAG: $Ce^{3+}$  が合成できることを明らかにした。得られた粉体から  $BaF_2$  を除去して蛍光体特性を評価したところ、57%の内部量子効率を得られた。

一方、後者においては、リチウムイオン二次電池の負極材料を対象として、液中での原料粉体への機械的作用が、材料合成に及ぼす影響を基礎的に検討した。また、この方法を用いれば、各種結晶性粒子の相転移が可能であるとともに、欠陥も導入できることを示唆した。

### 3. 粒子複合構造制御による二次電池用電極材料の開発

非加熱ワンポット処理を応用して、ナノ粒子の合成だけでなく、合成されたナノ粒子と異種粒子とを複合化することにより、複合造粒体を作製する研究を推進した。まず、全固体のリチウムイオン電池の正極材料の前駆体として、固体電解質と活物質がナノレベルで均質に複合化した造粒体の作製を試みた。その結果、固体電解質である粒子径100nm の  $Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$  と、非加熱ワンポット処理によって作製した粒子径100nm の  $LiCoO_2$  とを複合化することによって、両者が均質に分散した緻密構造の造粒体を作製することに成功した。得られた造粒体から全固体電池を試作して電池特性を評価した結果、良好なサイクル特性を示した。

また、 $LiCoO_2$  粒子の合成と合成された粒子同士の接合によって多孔質造粒体を作製し、さらに造粒体から正極材料を試作して液系リチウムイオン電池の特性を評価した。その結果、正極特性向上には、多孔質造粒体の短時間の加熱処理が有効であることを明らかにした。

### 4. 新規液相プロセスを用いた複合ナノ粒子の合成プロセス開発と燃料電池等への展開

塩基性炭酸 Zr 錯体を活用することにより、Y, Ni 陽イオンとの同時共沈を実現する新規液相プロセスの開発成果を基礎として、 $NiO$ -ScSZ (スカンジウム安定化ジルコニア) 複合ナノ粒子の合成に適用する研究を引き続き進めた。得られた複合粒子中の  $NiO$  と ScSZ の界面特性などの解析を行い、作製された燃料極特性との関係を検討した。

### 5. 複合粒子を用いた燃料電池電極材料の開発

固体酸化物形燃料電池 (SOFC) の空気極触媒として注目される  $La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.2}Fe_{0.8}O_3$  (LSCF) 粒子の合成を、非加熱の機械的処理により試み、短時間の機械的処理によって約300nm の LSCF ナノ粒子の合成に成功した。その結果を踏まえ、LSCF の原料粉体である酸化ランタン、水酸化ストロンチウム、酸化コバルト、酸化鉄と固体電解質である GDC ( $Ce_{0.9}Gd_{0.1}O_{1.95}$ ) ナノ粒子を同時に非加熱処理することによって、LSCF の合成と同時に LSCF と GDC が均質に分散した複合粒子の作製に成功した。得られた複合粒子を用いて空気極を作製し、発電特性を評価した結果、良好な低温作動を示した。

### 6. 複合粒子を用いた超低熱伝導材料の開発

ナノ粒子を直接接合する低環境負荷型の非加熱複合化プロセスにより、断熱性能の極めて高い軽

量多孔質材料を作製するプロセスを既に開発している。この方法は、シリカナノ粒子をガラス繊維粒子表面に多孔質状に接合した複合繊維粒子を作製し、それを加圧成形により断熱材を作製するものである。本年度は、作製された断熱材料の熱拡散率を評価する簡便な評価方法について検討した。具体的には、産業技術総合研究所等と共同で断熱材料を円板状のサンプルに加工して、レーザフラッシュ法による熱拡散率の評価を試みた。その結果、室温において得られた熱拡散率は、周期加熱法による測定結果とほぼ一致することが分った。さらに示差熱分析 (DSC) を用いれば、サイズの小さい試料の比熱容量が簡便に測定できるため、熱拡散率から熱伝導率の推算も可能であることを示した。このようにして開発された簡便評価法を用いて、親水性シリカと疎水性シリカのナノ粒子の混合割合が、最終的に作製される成形体の熱伝導率と強度に及ぼす影響を実験的に検討した。

## (2) 研究に対する自己評価

本研究分野では、機械的手法を基礎とした「ブレイクダウン法」と、気相法、液相法を基礎とした「ビルドアップ法」という二つのアプローチにより、スマートコーティングプロセスに関する研究開発を進めている。さら両者の連携によるシナジー効果を有効に活かして、分野全体としての研究を進めている。このような分野運営の結果、分野全体において12報の査読付き学術論文を発表した。また合計5件の解説記事を執筆するとともに、1件の著書を執筆した。なお、平成27年度には、(株)カネカとの共同研究成果に対して、粉体工学会より技術賞を受賞した。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。平成27年度は、内藤教授が1名の博士後期課程学生の学位審査の主査を担当し、また1名の副査を担当した。平成27年度に後期課程として当分野に在籍中の学生は計3名であった。

## 4.5 社会貢献に対する自己評価

### 1. 国内外での学会等活動

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

その結果、内藤教授は、学会、公益法人等の委員計22件、16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月に学会会長に就任し、学会の運営に貢献している。

また国際会議においては、粉体工学会が主催となり、当研究所が共催機関として開催された「材料界面の特性評価と制御に関する国際会議」(ICCCI2015)の議長を担当した。そして、平成27年7月7～10日に開催された会議の準備、運営を進めた。その結果、参加者は全体で255名であり、海外からは109名が参加し国際色豊かな会議となった。発表件数は194件、うち招待講演を含む口頭発表が115件、ポスター発表が79件であった。なお、本会議で発表された成果のうち論文投稿されたものは、現在査読をほぼ終了しており、2016年5月に国際論文誌 Advanced Powder Technology の Special issue として発行の予定である。なお、この国際会議には、阿部准教授と小澤助教が国内委員会委員として会議の運営を行った。このように、委員等の参画に関して、本分野は十分な活動を展開したものと自己評価できる。

## 2. 産学連携

平成26年度は、企業との共同研究を2件推進した。その結果、特許3件を共同出願した。以上、本分野は例年と同様に、技術シーズを十分に活かして、多面的かつ発展的な産学連携を推進している。

## 3. 国際貢献

本分野においては、上記に記載したように、多くの国際会議に委員として参加し国際貢献を進めた。さらに部局間の学术交流協定に関しては、ドイツの材料技術研究所(BAM)、並びにスペインのマドリッド先進材料研究所(IMDEA)との学术交流協定の延長に寄与するとともに、新たに中国の広東工業大学機械工学科との学术交流協定締結に貢献した。

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27年度も内藤教授が客員教授として2016年1月に複合材料研究所を訪問し、講演、研究交流を行った。また、上海珪酸塩研究所の客員教授として2016年2月に小澤助教と同研究所を訪問し、接合研との二国間シンポジウムを開催した。一方、国立台湾大学を2015年11月に訪問し、Prof. Tuan の研究室と共同研究に関する打ち合わせを実施した。同年7月には、イタリアのローマ大学ベルガータ校より Prof. Santo が来所し、研究情報の交換を行った。さらに、同月に上海珪酸塩研究所からも Prof. Jiang 以下3名が来所し、研究情報交換、並びに共同研究に関する打ち合わせを行った。

海外招へい研究員として、華南理工大学の特別研究員である Dr. Xiuan Xi と国立台湾大学の研究員である Dr. Hsiu-Ching Hsu の2名を受け入れ、共同研究を推進した。その他、大阪大学の FrontierLab@OsakaU プログラムを活用して、国立台湾大学より研究留学生1名を受け入れた。

## 4. その他

他大学等の非常勤講師を、阿部准教授が1件、小澤助教が1件担当した。さらに、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27年度に本分野では、計20名の共同研究員を受け入れた。本年度の内訳は、内藤教授担当が17名、阿部准教授担当が3名であり、それぞれ活発な共同研究を進めた。また、当分野における共同研究員との連名の論文は4件であった。

さらに先導的重点課題である「微粒子を利用した界面接合制御に基づくスマート接合技術の開拓」を、当分野が先導して推進した。本年度の重点課題に参加した研究員は8名であった。本年度は、3年間の研究期間の2年目であり、FS型から役割分担型に発展したため、各研究員と共同研究を推進するとともに、国際会議 ICCCI 2015においても国際的な情報交換を行った。さらに第3回シンポジウムを2016年1月19日に荒田記念館で開催した。部局間学术交流協定を締結している上海珪酸塩研究所の研究者を含め、3名の講師による講演が行われた。参加者は24名であった。

当分野では、平成27年度の国際共同研究員制度により、上海珪酸塩研究所の Prof. Jingxian Zhang とリチウムイオン電池の電極形成プロセスに関する研究を進めた。双方で研究を進めるとともに、2016年1月に Prof. Zhang が来所し、また2月には内藤教授と小澤助教が先方を訪問して研究打ち合わせを実施した。

以上報告したように、本分野では積極的に全国共同利用に関する活動を推進しているものと自己評価される。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Effect of Co-Doping NiO and Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> on Phase Stability and Mechanical Properties of Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-stabilized ZrO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Composites  
Adv. Powder Technol., 27 (2016), 877-881.  
P.-C. Chen, C.-W. Cheng, I.-C. Kao, W.-H. Tuan, T.-W. Lian and M. Naito
- (2) Rapid Thermal Conductivity Measurement of Porous Thermal Insulation Material by Laser Flash Method  
Adv. Powder Technol., 27 (2016), 882-885.  
T.-W. Lian, A. Kondo, M. Akoshima, H. Abe, T. Ohmura, W.-H. Tuan and M. Naito
- (3) Stochastic Analysis on Ceramic Granule Collapse in Powder Compact during Cold Isostatic Pressing  
Adv. Powder Technol., 27 (2016), 940-947.  
K. Yasuda, S. Tanaka and M. Naito
- (4) Hydrothermal Synthesis of Ytria-Stabilized Zirconia Nanocrystals with Controlled Ytria Content  
Inorg. Chem., 54, 16 (2015), 7976-7984.  
K. Sato, K. Horiguchi, T. Nishikawa, S. Yagishita, K. Kuruma, T. Murakami and H. Abe
- (5) Self-organized Formation of Spherical Porous Granules Only by One-Step Heat-Treatment in MgO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> System  
Mater. Lett., 163 (2015), 43-46.  
Y. Suzuki, H. Tokoro and H. Abe
- (6) Effect of Fumed Silica Properties on the Thermal Insulation Performance of Fibrous Compact  
Ceram. Int., 41 (2015), 9966-9971.  
T.-W. Lian, A. Kondo, T. Kozawa, T. Ohmura, W.-H. Tuan and M. Naito
- (7) Low Temperature Synthesis of YAG:Ce<sup>3+</sup> Phosphor by Mechanical Method  
Adv. Powder Technol., 27 (2016), 886-890.  
K. Kanai, Y. Fukui, T. Kozawa, A. Kondo and M. Naito
- (8) LSCF-GDC Composite Particles for Solid Oxide Fuel Cells Cathodes Prepared by Facile Mechanical Method  
Adv. Powder Technol., 27 (2016), 646-651.  
X. Xi, A. Kondo, T. Kozawa and M. Naito
- (9) Mechanically Induced Formation of Metastable  $\gamma$ - and  $\delta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> from Boehmite  
Adv. Powder Technol., 27 (2016), 935-939.  
T. Kozawa and M. Naito
- (10) Preparation of LiCoO<sub>2</sub>/Li<sub>1.3</sub>A<sub>10.3</sub>Ti<sub>1.7</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> Composite Cathode Granule for All-Solid-State Lithium-Ion Batteries by Simple Mechanical Method  
Adv. Powder Technol., 27 (2016), 825-829.  
E. Nakamura, A. Kondo, M. Matsuoka, T. Kozawa, M. Naito, H. Koga and H. Iba

- (11) 複合粒子造粒体の加熱処理による SOFC カソードの作製とその特性評価  
粉体工学会誌, 52, 6 (2015), 319-324.  
近藤 光, 中村 衣利, 小澤 隆弘, 内藤 牧男
- (12) 機械的手法により合成された LiCoO<sub>2</sub>造粒体の電池特性に及ぼす熱処理温度の影響  
粉体工学会誌, 52, 11 (2015), 634-640.  
中村 衣利, 近藤 光, 松岡 光昭, 小澤 隆弘, 内藤 牧男, 古賀 英行, 射場 英紀
- (4) 国内会議発表論文 (査読あり)
- (1) CIP 成形体中の顆粒の崩壊過程のモデリング  
日本機械学会第23回機械材料・材料加工技術講演会 (M&P2015) 論文集, 広島 (2015.11.14-15), No. 15-51(CD-ROM).  
安田 公一, 田中 諭, 内藤 牧男
- (6) Trans. JWRI 論文
- (1) Electrostatic Spray Deposition of Composite Particles for Li-ion Batteries  
Trans. JWRI, 44, 2 (2015), 9-12.  
H. Abe, A. Kondo, M. Naito and M. Yamaguchi
- (7) 国際会議発表
- (1) Electrochemical Properties of the SOFC Cathode Prepared by Citric Acid-Addition Ultrasonic Spray Pyrolysis (CA-USP)  
2015 Asian Aerosol Conf. (AAC2015), Kanazawa, Japan (2015.6.24-27)  
H. Maruko, A. Arastoo, T. Kinoshita, A. Kondo, M. Naito and M. Adachi
- (2) Co-doping NiO and Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> into Ytria-Stabilized Zirconia (YSZ) and Its Phase Stability  
The 5th Int. Conf. on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Adv. Materials and the 51st Summer Symp. on Powder Technology(ICCCI2015), Kurashiki, Japan (2015.7.7-10)  
P.-C. Chen, W.-H. Tuan, T.-W Lian and M. Naito
- (3) Stochastic Analysis on Granule Collapse during Powder Compaction  
The 5th Int. Conf. on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Adv. Materials and the 51st Summer Symp. on Powder Technology(ICCCI2015), Kurashiki, Japan (2015.7.7-10)  
K. Yasuda, S. Tanaka and M. Naito
- (4) Synthesis of Porous La<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>Co<sub>0.2</sub>Fe<sub>0.8</sub>O<sub>3</sub> Particles by Citric Acid-Addition Ultrasonic Spray Pyrolysis (CA-USP)  
The 5th Int. Conf. on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Adv. Materials and the 51st Summer Symp. on Powder Technology (ICCCI2015), Kurashiki, Japan (2015.7.7-10)  
T. Kinoshita, H. Maruko, A. Kondo, M. Naito and M. Adachi
- (5) Continuum Model for Estimating Stress Distribution in Powder Compact during Cold Isostatic Pressing  
STAC-9 & TOEO-9, Tsukuba, Japan (2015.10.19-21)  
K. Yasuda, S. Tanaka and M. Naito

- (6) The Effect of Elastic Inhomogeneity on Stress Distribution in Powder Compact during Cold Isostatic Pressing  
The 32nd Int. Japan-Korea Seminar on Ceramics, Nagaoka, Japan (2015.11.18-21)  
K. Yasuda, S. Tanaka and M. Naito
- (7) The Change in Stress Field in Ceramic Powder Compact during Cold Isostatic Pressing  
40th Int. Conf. & Exposition on Adv. Ceramics and Composites, Daytona Beach, USA (2016.1.24-29)  
K. Yasuda, S. Tanaka and M. Naito
- (8) Carbon Nanotubes Based Hydrogel Materials: Preparation, Characterization and Applications  
The 5th Int. Conf. on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Adv. Materials and the 51st Summer Symp. on Powder Technology (ICCCI2015), Kurashiki, Japan (2015.7.7-10)  
Z. Tan, S. Ohara, H. Abe and M. Naito
- (9) Thermal Conductivity of a Porous Composite Composed of Glass-Fiber/fumed-Silica-Nanoparticle  
The 5th Int. Conf. on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Adv. Materials and the 51st Summer Symp. on Powder Technology (ICCCI2015), Kurashiki, Japan (2015.7.7-10)  
M. Akoshima, H. Abe, T.-W Lian, A. Kondo and M. Naito
- (10) Particle Design and Mechanical Synthesis of Cathode Materials for Lithium-Ion Batteries  
11th Int. Conf. on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications, Vancouver, Canada (2015.6.14-19)  
T. Kozawa, E. Nakamura, H. Tarui, A. Kondo, M. Matsuoka and M. Naito
- (11) Effect of Fumed Silica Properties on the Thermal Insulation Performance of Fibrous Compact  
The 5th Int. Conf. on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Adv. Materials and the 51st Summer Symp. on Powder Technology (ICCCI2015), Kurashiki, Japan (2015.7.7-10)  
T.-W. Lian, A. Kondo, T. Kozawa, T. Ohmura, W.-H. Tuan and M. Naito
- (12) Effect of Milling Conditions on the Characteristics of YAG Phosphor  
The 5th Int. Conf. on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Adv. Materials and the 51st Summer Symp. on Powder Technology (ICCCI2015), Kurashiki, Japan (2015.7.7-10)  
K. Kanai, Y. Fukui, T. Kozawa, A. Kondo and M. Naito
- (13) Mechanical Synthesis and Electrochemical Properties of  $\text{LiNi}_0.5\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$  Cathode Powder for Li-ion Batteries  
The 5th Int. Conf. on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Adv. Materials and the 51st Summer Symp. on Powder Technology (ICCCI2015), Kurashiki, Japan (2015.7.7-10)  
H. Tarui, T. Kozawa, A. Kondo, M. Matsuoka and M. Naito

- (14) Mechanical Synthesis of Cathode Granules for Lithium-Ion Secondary Batteries and Its Microstructural and Electrochemical Evaluations  
The 5th Int. Conf. on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Adv. Materials and the 51st Summer Symp. on Powder Technology(ICCCI2015), Kurashiki, Japan (2015.7.7-10)  
E. Nakamura, A. Kondo, T. Kozawa, M. Matsuoka and M. Naito
- (15) Mechanically Induced Phase Transformation of Boehmite and the Conversion into Transition-Metal Aluminates  
The 5th Int. Conf. on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Adv. Materials and the 51st Summer Symp. on Powder Technology(ICCCI2015), Kurashiki, Japan (2015.7.7-10)  
T. Kozawa and M. Naito
- (16) One-step Mechanical Processing to Prepare LSCF/GDC Composite Particles for SOFC Cathode  
The 5th Int. Conf. on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Adv. Materials and the 51st Summer Symp. on Powder Technology(ICCCI2015), Kurashiki, Japan (2015.7.7-10)  
X. Xi, A. Kondo, T. Kozawa and M. Naito
- (17) One-step Mechanical Synthesis of LiCoO<sub>2</sub> Granule and Post-Heating  
The 5th Int. Conf. on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Adv. Materials and the 51st Summer Symp. on Powder Technology (ICCCI2015), Kurashiki, Japan (2015.7.7-10)  
E. Nakamura, A. Kondo, T. Kozawa, M. Matsuoka, M. Naito, H. Koga and H. Iba
- (18) One-Pot Mechanical Synthesis of LiNi<sub>0.5</sub>Mn<sub>1.5</sub>O<sub>4</sub> Cathode Powder for Li-Ion Batteries  
The 11th Pacific Rim Conf. of Ceramic Societies, Jeju, Korea (2015.8.30-9.4)  
H. Tarui, T. Kozawa, M. Matsuoka, A. Kondo and M. Naito
- (19) Preparation of Concentration-Gradient Cathode Particles for Li-Ion Battery via Mechanical Process  
The 11th Pacific Rim Conf. of Ceramic Societies, Jeju, Korea (2015.8.30-9.4)  
T. Kozawa and M. Naito
- (8) 国内学会発表
- (1) 冷間等方 加圧成形時の成形体中の圧力分布推定に関する連続体モデル  
粉体工学会2015年度秋期研究発表会, 大阪 (2015.10.13-14)  
安田 公一, 田中 諭, 内藤 牧男
- (2) Numerical Simulation for Stress Distribution in Powder Compact during CIP  
第25回日本 MRS 年次大会, 横浜 (2015.12.8-10)  
K. Yasuda, S. Tanaka and M. Naito
- (3) Rapid Thermal Conductivity Measurement of Thermal Insulation Material by Laser Flash Method  
(公社) 日本セラミックス協会2016年年会, 東京 (2016.3.14-16)  
T.-W. Lian, A. Kondo, M. Naito, M. Akoshima, H. Abe, T. Ohmura and W.-H. Tuan

- (4) LiNi<sub>0.5</sub>Mn<sub>1.5</sub>O<sub>4</sub>正極の電気化学特性におよぼす機械的作用の影響  
(公社) 日本セラミックス協会第28回秋季シンポジウム, 富山 (2015.9.16-18)  
小澤 隆弘, 垂井 洋静, 内藤 牧男
- (5) メカニカルワンステッププロセスによる高電位 LiNi<sub>0.5</sub>Mn<sub>1.5</sub>O<sub>4</sub>正極粒子の合成とその特性評価  
(公社) 日本セラミックス協会第28回秋季シンポジウム, 富山 (2015.9.16-18)  
垂井 洋静, 小澤 隆弘, 内藤 牧男
- (6) 機械的手法を用いた YAG 蛍光体の合成とその蛍光特性  
粉体工学会 2015年度 秋期研究発表会, 大阪 (2015.10.13-14)  
金井 和章, 福井 祥文, 小澤 隆弘, 近藤 光, 内藤 牧男
- (7) 湿式メカニカル法による Sr-hydrogarnet の合成  
粉体工学会 2015年度 秋期研究発表会, 大阪 (2015.10.13-14)  
小澤 隆弘, 内藤 牧男
- (8) 機械的手法による複合酸化物粒子の合成とそれを用いた SOFC カソードの特性評価  
粉体工学会2015年度春期研究発表会, 東京 (2015.5.19-20)  
近藤 光, Xiuan X, 小澤 隆弘, 内藤 牧男
- (9) 複合粒子造粒体の加熱処理による SOFC カソードの作製とその特性評価  
粉体工学会第50回技術討論会, 大阪 (2015.6.25-26)  
近藤 光, 中村 衣利, 小澤 隆弘, 内藤 牧男
- (10) DSC による比熱容量測定 - 断熱材の測定について -  
日本熱測定学会第51回熱測定討論会, 埼玉 (2015.10.18-20)  
阿部 陽香, 阿子島 めぐみ, T.-W. Lian, 近藤 光, 内藤 牧男
- (11) 被覆型複合粒子を用いた絶縁体散乱層導入による ZnO 系熱電材料性能向上の試み  
日本鉄鋼協会・日本金属学会関西支部、鉄鋼プロセス研究会・材料化学研究会、平成27年度  
第3回合同研究会, 大阪 (2015.12.7)  
山名 崇裕, 勝山 茂, 田中 敏宏, 近藤 光, 内藤 牧男
- (12) LiCoPO<sub>4</sub>/C 複合粒子造粒体のワンステップメカニカル合成  
(公社) 日本セラミックス協会2016年年会, 東京 (2016.3.14-16)  
松岡 光昭, 近藤 光, 小澤 隆弘, 内藤 牧男, 古賀 英行, 齋藤 俊哉, 射場 英紀
- (9) 国際会議講演
- (1) One-step Mechanical Method to Create Composite Particles and Its Applications for Advanced Materials  
11th International Conference on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications, Vancouver, Canada (2015.6.14-19)  
M. Naito
- (2) Smart Recycling of Composite Materials for High-Functional Applications  
11th International Conference on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications, Vancouver, Canada (2015.6.14-19)  
M. Naito

- (3) Smart Powder Processing to Create Nanocomposite Structures and Their Applications for Advanced Materials  
Advances in Materials & Processing Technologies (AMPT 2015), Madrid, Spain (2015.12.14-17)  
M. Naito, T. Kozawa and A. Kondo
- (4) Smart Powder Processing for Advanced Materials  
40th International Conference & Exposition on Advanced Ceramics and Composites, Daytona Beach, USA (2016.1.24-29)  
M. Naito, T. Kozawa, A. Kondo and M. Matsuoka
- (5) Smart Powder Processing for Advanced Materials and Sustainable Development  
2016 International Symposium based on bilateral cooperation between Shanghai Institute of Ceramics (SICCAS) and Joining and Welding Research Institute (JWRI), Osaka University, Shanghai, China (2016.2.24)  
M. Naito, T. Kozawa, A. Kondo and M. Matsuoka
- (6) Particle Design and Synthesis of Cathode Materials for Li-Ion Batteries via Mechanical Method  
2016 International Symposium based on bilateral cooperation between Shanghai Institute of Ceramics (SICCAS) and Joining and Welding Research Institute (JWRI), Osaka University, Shanghai, China (2016.2.24)  
T. Kozawa
- (10) 国内会議講演
  - (1) こうすればできるセラミックスの評価 : 粉体・焼結体構造評価  
日本セラミックス協会主催、セラミックス大学2015、ベーシックコース, 東京 (2015.6.6)  
内藤 牧男
  - (2) 高機能材料製造に関わる粉体技術  
日本粉体工業技術協会主催第6回アドホック講座, 倉敷 (2015.7.10)  
内藤 牧男, 小澤 隆弘, 近藤 光
  - (3) 微粒子・粉体の特性制御とその応用展開  
大阪市都市型産業振興センター主催、粉体処理技術展2015特別講演, 大阪 (2015.8.6)  
内藤 牧男, 小澤 隆弘, 近藤 光
  - (4) セラミックス信頼性向上のための不均質構造評価とその制御  
粉体工学会第2回機能性粉体プロセス研究会, 仙台 (2015.11.16)  
内藤 牧男, 小澤 隆弘
  - (5) 粉砕におけるトラブル対策  
(一社) 日本粉体工業技術協会主催第8回粉体エンジニア早期養成講座「粉砕」, 千葉 (2015.11.27)  
内藤 牧男
  - (6) メカニカルプロセスによる二次電池正極材料の合成とその粒子デザイン  
グリーンサイエンス講演会2015, 高知 (2015.7.3)  
小澤 隆弘

(7) 機械的手法を活用したリチウムイオン電池用正極活物質の合成とその粒子デザイン  
粉体工学会 2015年度 第1回 粉体操作に伴う諸現象に関する勉強会, 滋賀 (2015.7.30-31)  
小澤 隆弘

(11) 解説・総説

(1) 粒子複合化プロセスの開発とその応用展開  
化学装置, 57, 5 (2015), 17-24.  
内藤 牧男, 近藤 光, 小澤 隆弘

(2) ナノ粒子の加工技術と応用展開  
工業材料, 63, 6 (2015), 74-78.  
内藤 牧男

(3) 水蒸気雰囲気下での固相反応によるセラミックス粉体の促進合成  
耐火物, 67, 4 (2015), 186-192.  
小澤 隆弘, 柳澤 和道

(4) 水蒸気による複合酸化物の促進固相合成 - グリーン・プロセッシングの新提案 -  
まてりあ, 54, 9 (2015), 466-470.  
小澤 隆弘

(5) リチウムイオン電池用正極材料の粒子設計とメカニカル合成  
粉体工学会誌, 52, 10 (2015), 600-605.  
小澤 隆弘

(12) 著 書

(1) Green and Sustainable Manufacturing of Advanced Materials  
Elsevier, (2015), 共同編集, 197-222.  
M. Naito and A. Kondo

(13) 特許出願・登録

(1) 正極複合粒子の製造方法  
特願2015-129617  
内藤 牧男, 近藤 光, 小澤 隆弘, 松岡 光昭, 他1名

(2) 蛍光体及びその製造方法  
特願2015-133594  
内藤 牧男, 他1名

(3) 無機化合物の製造方法  
特願2015-190173  
内藤 牧男, 他1名

(15) 受 賞

(1) 粉体工学会2015年度技術賞  
粉体工学会 (2015.10.14)  
金井 和章, 福井 祥文, 小澤 隆弘, 近藤 光, 内藤 牧男

(17) 外部資金 (単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |              |                                       |       |       |
|-----|--------------|---------------------------------------|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(C)      | ナノ粒子分散マグネトロロジー流体の創製と可逆な機能性接合          | 阿部 浩也 | 1,040 |
| (2) | 若手研究(B)      | 焼成雰囲気がない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 | 1,690 |
| (3) | 特別研究員<br>奨励費 | 固相-気相反応場による非酸化物系材料の非加熱ワンステップ合成への挑戦    | 中村 衣利 | 900   |

民間等との共同研究

- |     |  |                      |       |        |
|-----|--|----------------------|-------|--------|
| (1) |  | 活物質・固体電解質一体形成基盤技術の開発 | 内藤 牧男 | 29,798 |
| (2) |  | 粉体の微細構造制御に関する研究      | 内藤 牧男 | 2,000  |

奨学寄付金

- |     |  |  |       |     |
|-----|--|--|-------|-----|
| (1) |  |  | 阿部 浩也 | 300 |
|-----|--|--|-------|-----|

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, 中村 衣利 機械的手法によるリチウムイオン二次電池用正極材料の作製とその特性評価

(3) 博士論文 (副査)

(1) マテリアル生産科学専攻, Kim Min-Su Effects of substrate microstructure and composition on the growth of anodic oxide layers on Ti and its alloys in fluoride-containing electrolytes

(4) 修士論文

(1) マテリアル生産科学専攻, 垂井 洋静 機械的手法による高電位スピネル正極粒子の合成とその特性評価

#### 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 | 平成27年 Best Review 賞審査委員会 委員 |
| (2) | (一社) スマートプロセス学会 | 理事                          |
| (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)  | 11th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications | Organizer of "Powder Processing Technology for Advanced Ceramics"  |
| (2)  | 11th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications | Organizer of "Innovative Processing and Microstructural Design of Advanced Ceramics-A Symposium in Honor of Professor Dongliang Jiang" |
| (3)  | ModTech 2015   | Scientific Committee Member  |
| (4)  | ICCCI 2015   | Chairman   |
| (5)  | 11th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM 11)                                    | Member of the International Advisory Board   |
| (6)  | 11th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM 11)                                    | Organizer of Symposium 5 "Advanced Powder Processing and Manufacturing Technologies"   |
| (7)  | The 6th Asian Particle Technology Symposium  | Member of International Advisory Committee   |
| (8)  | Materials Science & Technology 2015  | Organizer of "7th International Symposium on Green and Sustainable Technologies for Materials Manufacturing and Processing"            |
| (9)  | CTSEA 2015   | Member of the International Advisory Board   |
| (10) | Advances in Materials and Processing Technologies Conference, AMPT 2015                                    | Organizer  |
| (11) | Advances in Materials and Processing Technologies Conference, AMPT 2015                                    | Member of International Advisory & Scientific Committee  |

- (12) THERMEC 2016 Scientific Committee Member
- (13) 4th International Conference, Modern Technologies in Industrial Engineering (ModTech 2016) Scientific Committee Member
- (14) HTCMC-9 and GFMAT 2016 Symposium organizer of "Powder Processing Innovation and Technologies for Advanced Materials and Sustainable Development"
- (15) The 8th International Symposium on Green and Sustainable Technologies for Materials Manufacturing and Processing, Materials Science & Technology 2016 Organizer
- (16) The 7th Asian Particle Technology Symposium International Advisory Board Member
- (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  
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 標準化委員会委員 EC-3委員
- (5) (一社) 日本ファインセラミックス協会 標準化委員会委員 EC-9委員
- (6) (公財) ホソカワ粉体工学振興財団 理事
- (7) (公財) ホソカワ粉体工学振興財団 論文誌 KONA・編集委員
- (8) (独) 日本学術振興会 先進セラミックス材料124委員会・運営委員
- (9) (独) 日本学術振興会 先進セラミックス材料124委員会・粉体プロセス分科会幹事
- (10) Journal of Modern Manufacturing Technology Associate Editor
- (11) Particle journal Member of International Editorial Advisory Board
- (12) Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences Visiting Professor
- (13) The American Ceramic Society The Committee on John Jeppson Award
- (14) The State Key Lab. of Metal Matrix Composites, Shanghai Jiao Tong University Guest Professor

- (15) World Academy of Ceramics Professional Member (Academician)
- (16) 山梨県 やまなし産業立地アドバイザー
- (17) 同志社大学微粒子科学技術研究センター 嘱託研究員
- (18) 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：XI Xiuan, 複合粒子を用いた固形酸化物形燃料電池の作製とその特性評価に関する研究  
華南理工大学材料学院 特別研究員
  - (2) 招へい研究員：Hsiu-Ching Hsu, 多孔質材料の特性評価に関する研究  
国立台湾大学材料科学研究所 研究員
- (7) 社会への情報発信
  - (1) 複合粒子創製による新材料の開発 日刊工業新聞 (2015.10.08)
  - (2) スマートな粉体製造プロセスの開発と 日刊工業新聞 (2016.02.24)  
新材料への展開

氏名：阿部 浩也

- (1) 学会役員
  - (1) (一社) スマートプロセス学会 平成27年 Best Review 賞審査委員会 委員
  - (2) 国際会議委員
  - (1) ICCCI 2015 Local Organizing Committee Member
  - (3) 他大学等での非常勤講師
  - (1) 大阪府立池田高校 特別ゼミ

氏名：小澤 隆弘

- (2) 国際会議委員
  - (1) ICCCI 2015 Local Organizing Committee Member
  - (3) 他大学等での非常勤講師
  - (1) 高知大学 GS 特別講義 I

#### 4.10 全国共同利用に関する研究

##### (1) 平成27年度共同研究員と研究テーマ

氏名：内藤 牧男

- |      |                             |        |                                     |
|------|-----------------------------|--------|-------------------------------------|
| (1)  | 東北大学多元物質科学研究所               | 石原 真吾  | DEM による繊維状粒子の機械的複合化過程の解析            |
| (2)  | 大阪府立大学大学院<br>工学研究科          | 円子 弘喜  | SOFC 材料微粒子の合成と特性評価                  |
| (3)  | 大阪府立大学大学院<br>工学研究科          | 足立 元明  | SOFC 材料微粒子の合成と特性評価                  |
| (4)  | 関西大学大学院理工学研究科               | 丸本祐太郎  | SOFC 材料微粒子の合成と特性評価                  |
| (5)  | 関西大学環境都市工学部                 | 木下 卓也  | SOFC 材料微粒子の合成と特性評価                  |
| (6)  | 長岡技術科学大学工学部                 | 田中 諭   | セラミックス原料顆粒の物性評価とその充填性への影響           |
| (7)  | 名古屋工業大学先進<br>セラミックス研究センター   | 藤 正督   | ミクロ相分離を用いた銀ナノ粒子の三次元網目状微細配列形成        |
| (8)  | 東京工業大学大学院理工学<br>研究科材料工学専攻   | 安田 公一  | 成形体の不均質構造形成に関する研究                   |
| (9)  | 富山大学大学院理工学研究部<br>ナノ・新機能材料学域 | 森 英利   | 多孔質リン酸八カルシウム骨前駆体の微細構造制御             |
| (10) | (国研) 産業技術総合研究所<br>計測標準研究部門  | 阿部 陽香  | 多孔質材料の熱物性評価                         |
| (11) | 和歌山工業高等専門学校<br>知能機械工学科      | 大村 高弘  | 超低熱伝導材料の熱物性評価                       |
| (12) | 名古屋工業大学先進<br>セラミックス研究センター   | 白井 孝   | 熱反応性開始剤を用いたゲルキャストイング法による大型成形体の均一性制御 |
| (13) | 東北大学多元物質科学研究所               | 加納 純也  | 非球形粒子の運動ならびに破壊挙動のシミュレーション           |
| (14) | (国研) 産業技術総合研究所<br>計測標準研究部門  | 阿子島めぐみ | 複合材料の熱物性評価                          |
| (15) | 早稲田大学理工学術院                  | 所 千晴   | 粒子ベースモデル組み込んだ DEM シミュレーションによるミルの解析  |
| (16) | 大阪大学大学院工学研究科<br>マテリアル生産科学専攻 | 山名 崇裕  | 粒子複合化による高性能熱電変換材料の創製                |

- (17) 大阪大学大学院工学研究科 勝山 茂 粒子複合化による高性能熱電変換材料の創製  
 マテリアル生産科学専攻

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

- (1) 関西大学環境都市工学部 木下 卓也  
 (2) 関西大学大学院理工学研究科 丸本祐太郎  
 (3) 大阪府立大学大学院工学研究科 円子 弘喜  
 (4) 大阪府立大学大学院工学研究科 足立 元明  
 (5) 大阪府立大学大学院工学研究科 野村 俊之  
 (6) 筑波大学数理物質系物質工学域 鈴木 義和  
 (7) 長岡技術科学大学工学部 田中 諭  
 (8) 東北大学多元物質科学研究所 蟹江 澄志

国際共同研究員

- (1) Shanghai Institute of Ceramics Zhang Jingxian Development of Direct Fabrication Process of Porous Cathode for Lithium-Ion Batteries by Gel-casting Method

氏名: 阿部 浩也

- (1) 群馬大学大学院理工学府 佐藤 和好 ナノ結晶複合膜の微細構造評価  
 (2) 群馬大学大学院理工学府 茂木 優太 酸化ナノ粒子/炭素複合膜の微細構造評価  
 (3) 筑波大学数理物質系物質工学域 鈴木 義和 水熱法により合成した炭素質球の微細構造評価とエネルギー応用

(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, Trans. JWRI 論文)

- (1) 合計 4



## 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、薄い任意形状の2次元断面層を積み重ねて大きな複雑形状の3次元構造物を作製する、アディティブ・マニファクチャリングを基盤として研究・教育・社会貢献を進めている。金属やセラミックのナノ微粒子を液体樹脂に分散してペースト状の素材を調合し、リソグラフィーならびにデポジションを達成するのが、本講座の手掛けるプロセスの独創性である。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、構造体に脱脂焼結を施せば、実用材料の複雑形状部材が得られる。デポジション方式では、微粒子を分散した高粘度ペーストをプラズマやガスフレームなどの各種熱流へ導入し、部材表面へ吹き付けて肉盛り溶射を繰り返しながら、緻密皮膜や凹凸模様を作製する。亀裂や空孔の発生を抑えた高速コーティングであり、微粒子ペースト溶射とも呼ばれる。コンピュータ支援の設計・製造・評価と連動させることで、電子デバイス・生体インプラント・畜発電モジュールなどの研究開発を進めた。

今年度の研究では、燃料電池モジュールの製造において、ポーラス電極間を隔てる固体電解質の緻密セパレータ膜の高速形成を試みるとともに、火力発電における熱交換部材の高効率化をめざし、実用合金基材に高熱伝導セラミックスを緻密極薄に被覆した。さらに、熔融させることなく無機素材を成膜することで、光触媒など低温安定相による機能発現も検討した。アディティブ・マニファクチャリングへの応用をめざして、微粒子溶射の最適化と高精細化を進め、装置の作製など技術開発も行った。また、誘電体のマイクロ格子構造を回折理論に基づいて作製することで、テラヘルツ周波数の電磁波を効率よく制御とともに、生体親和性や体内代謝性を有するバイオセラミックスを用い、体液循環を考慮に入れた人工骨インプラントを作製した。さらに、軽金属を用いたポーラス構造体の造形において、強度向上と軽量化を両立させる幾何学設計を進めた。微粒子を分散した樹脂ペーストを用いる特殊な光造形において、接合メカニズムの体系化に重点を置き、基礎的な現象解明も進めた。

### 4.2 研究課題

1. ナノ微粒子ペーストを用いた光造形プロセスにおける高精細化ならびに高速化の両立
2. ゆらぎを導入したセラミック構造の設計と微粒子造形による環境インプラントの作製
3. 微粒子造形によるセラミック楽器の作製と音響シミュレーションによる構造の最適化
4. 微粒子造形を用いた誘電体フォトニック結晶の作製とテラヘルツ波伝搬制御の検討
5. バイオセラミック造形を用いた代謝型機能を有する人工骨インプラントの形成
6. 固体電解質セラミックで構成される多孔体電極の微粒子造形と燃料電池への応用
7. 微粒子ペースト溶射装置の開発と金属ならびにセラミックコーティング手法の確立
8. ナノ微粒子分散樹脂ロッドを用いたガスフレーム溶射によるセラミック皮膜の形成

### 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を用いた光造形プロセスにおける高精細化ならびに高速化の両立

光造形法では、粒径100~500nmの金属ならびにセラミック微粒子を原料とし、光硬化性の液体

樹脂へ体積分率40～60%で分散したペースト素材を用いる。平板ステージ上に薄く塗布したペースト素材へ紫外線レーザーを走査すると、任意形状の断面層が描画できる。工程を順に繰り返して積み重ねれば、複雑形状の立体構造が得られる。熱処理により樹脂成分を焼失させ、微粒子を緻密に焼結することも可能である。光造形に用いる紫外線レーザーの焦点径を10～100 $\mu\text{m}$ の範囲で可変させ、精密部分と大面積領域の描画に自動で割り当てることで、高精細と高速化を両立させることにも成功した。

## 2. ゆらぎを導入したセラミック構造の設計と微粒子造形による環境インプラントの作製

自然界に存在する木目をはじめ小川のせせらぎや蛍の瞬きなどは、それらの形状寸法をはじめ、物質の移動量やエネルギー変化に「ゆらぎ」を含むため、見るものの心を癒すと考えられている。ゆらぎ変化は無数にある振動関数の和で表現され、フーリエ変換によりスペクトル解析を行うと、振幅成分が周波数に対して反比例する。振幅成分はパワースペクトル密度と定義され、周波数 $f$ の逆数に応じて減衰することから、自然な強弱変化は「 $1/f$  ゆらぎ」と称される。セラミックス製の幾何学構造に対してゆらぎ変動を導入し、人工岩石や住宅壁などへ応用可能な、環境インプラントの構築について検討した。

## 3. 微粒子造形によるセラミック楽器の作製と音響シミュレーションによる構造の最適化

使用年月とともに音質が変化する金属や木質素材の楽器に代わり、経年劣化が少ないセラミック楽器が注目を集めている。微粒子造形プロセスを用いて、セラミック楽器の内部形状に微細な凹凸からなる音響パターンを形成し、より格調高い音色の実現を試みた。空気の振動が人間の耳に届くとき、鼓膜の振動が聴覚細胞を経てニューロンを刺激し、脳へと伝わり音として知覚される。広帯域の周波数成分を含む音響振動は、幅広い範囲の聴覚器官を刺激するため、心地よさを感じると考えられている。音響シミュレーションを用いて、セラミック楽器における共振構造モデルを設計し、微粒子造形により精密にモデルを作製した。

## 4. 微粒子造形を用いた誘電体フォトニック結晶の作製とテラヘルツ波伝搬制御の検討

フォトニック結晶は誘電体の周期構造を有する人工結晶であり、空間的なブラッグ回折により特定周波数の電磁波を完全反射できる。反射領域はフォトニックバンドギャップと称され、周期配列の一部を人為的に乱した構造欠陥を導入すると、空洞寸法に対応した共振モードが形成されて電磁波の局在化が実現し、バンドギャップ中に波長選択的な透過ピークが現れる。微粒子造形により、テラヘルツ領域の電磁波制御を可能にするフォトニック結晶の作製を進めた。人工結晶の格子間隔に傾斜を導入することで、特定の方位に対してのみ回折波長を変調させ、電磁波の伝搬方向を制御することに成功した。

## 5. バイオセラミックス造形を用いた代謝型機能を有する人工骨インプラントの形成

再生医療に対する関心が高まりとともに、優れた生体適合性を有するバイオセラミックスとして、ハイドロキシアパタイトやベータ型リン酸三カルシウムを材料に用いた、骨組織の再生環境が提供可能なスキャフォールド多孔体が必要とされている。微粒子造形により、生体骨と同様の気孔率分布を有する四配位格子を作製し、脱脂および焼結処理を経て緻密な材料組織へ転換するとともに、骨欠損部を健常状態へと回復させる人工骨スキャフォールドの開発を進めた。流体シミュレーションを駆使して最適な多孔構造を設計しており、骨形成細胞を含む体液の健全な分散を再現できるた

め、高い骨再生促進効果が見込まれる。

#### 6. 固体電解質セラミックで構成される多孔体電極の微粒子造形と燃料電池への応用

固体酸化物型燃料電池は、各種燃料電池の中で最も高い発電効率を示し、高出力密度であることから、複合施設や家庭の電気需要を賄う次世代のエネルギー変換機器として注目されている。イットリア安定化ジルコニアとニッケルで構成される電極は、高い電子・イオン伝導率と高温作動環境下での化学・機械的安定性を兼ね備えることから、燃料極として広く採用されている。計算機シミュレーションを用いて電極の構造を設計するとともに、有効な反応面積と良好なガス透過特性を兼ね備える、多孔質電極の微粒子造形を進めた。電極反応の活性化と拡散過電圧の抑制が見込まれ、高出力・小型化に寄与すると期待される。

#### 7. 微粒子ペースト溶射装置の開発と金属ならびにセラミックコーティング手法の確立

微粒子ペースト溶射は、金属やセラミックスの微粒子を液体樹脂に分散したペースト素材へ、圧搾空気を吹き付けてマイクロミスト化し、高温のプラズマフレアやガスフレームへ導入するプロセスである。粒径100~500nmの金属ならびにセラミックス微粒子を液体樹脂に対して、体積割合40~60%で分散しペースト素材とするため、緻密なセラミック皮膜を高速形成できるのが特徴である。微粒子ミストを連続的かつ安定して噴霧できるスプレー装置を産学連携事業に沿って開発するとともに、高温のガスフレームに対して同軸方向から、安定して素材を噴射導入できる特殊な溶射ガンの作製にも成功した。

#### 8. ナノ微粒子分散樹脂ロッドを用いたガスフレーム溶射によるセラミックス皮膜の形成

複雑形状の部材表面に耐熱コーティング層を形成するガスフレーム溶射では、高速熱流へ金属やセラミックスなどの粉体材料を導入し、溶融した粒子を吹き付ける。より微細な粉体粒子を素材に用いることで、亀裂や空孔の発生を抑えながら、た緻密な皮膜を大面積に高速形成できる。ガスフレーム流に対する新たなナノ微粒子の導入法として、粒径100~200nmのナノ微粒子を熱硬化性の液体樹脂に高濃度分散して成型して溶化棒材とし、ガスフレームに同軸方向から供給する肉盛溶接的なプロセスを提案した。実用合金部材に対する施工を検討し、電気・磁気・誘電特性など機能発現に向け皮膜の形成を試みた。

### (2) 研究に対する自己評価

本研究分野では、リソグラフィならびにデポジション方式のアディティブ・マニファクチャリングにより、研究・教育・社会貢献など各種活動を進めている。今年度の研究成果については、査読付の学術論文として英文誌に7報が掲載され、内3報分の掲載誌にインパクトファクターが付されている。当該准教授は、近年のアディティブ・マニファクチャリング工学への関心の高まりから、国内および国際会議で10件ならびに11件の招待講演を受けている。研究分野として、国内および国際会議への発表論文はそれぞれ1報ならびに2報が査読を経てプロシーディングに掲載された。国内および国際学会での講演発表もそれぞれ23件および13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8件および11件であり、学術知見の迅速な公開を果たしている。その他にも、学術団体が編纂する解説や著書への執筆協力をはじめとして、民間企業との共同研究や受諾研究を通じた特許出願など、学術知見の社会還元も果たしている。本年度の外部資金は総計109,877千円であり、新エネルギー産業技術総合開発機構 NEDO や科学技術振興機構 JST をはじめ、経済産業省・ものづくり基盤技術高度化支援事業など、公的研究助成を含む競争的資金に加えて、民間企業

との共同研究および受諾研究に応じた研究資金や、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

本研究分野では、工学部環境・エネルギー工学科ならびに工学研究科環境・エネルギー工学専攻に協力講座として参画し、学部生2名をはじめ博士前期課程の大学院生1名ならびに後期課程の社会人大学院生2名の教育研究指導を行った。学部学生については、本学大学院に合格するとともに、学士号を取得し卒業を果たした。博士前期課程の1回生については、独自の研究テーマに沿い学会発表や論文執筆などを行った。博士後期課程の2回生については、共同研究企業に所属する社会人学生であり、得られた成果を論文として取り纏めるべく研究を進めた。3回生については、規定数の査読付論文ならびに学会発表を経て、得られた成果を博士論文としてまとめ、博士号を取得し卒業を果たした。研究成果の積極的な発表を推奨し、学生本人が登壇した国内会議および国際会議発表はそれぞれ11件ならびに2件であった。当該准教授は同学科ならびに専攻において、前期から後期にかけて9件の学部講義と2件の大学院講義を担当した。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

当該准教授は溶接学会や日本溶射学会をはじめ、日本セラミックス協会や粉体粉末冶金協会など合計31の学術団体において、学術誌の編集委員や学術講演会の運営委員をはじめ、特別研究会主査や各賞審査委員をつとめ積極的な協力を行った。本研究所の主催行事を初めとして、国内外の学術団体への参画を通じ、組織委員として実質的な運営に参加した国際シンポジウムは、それぞれ22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、当該学術コミュニティにおける知見の公表に関して貢献を果たした。本研究所が毎年開催する東京セミナーにおいても、「アディティブ・マニファクチャリングに関する溶接・接合」をテーマに企画・運営を実行し、研究所内外から6件の講演にたいして、学外から合計70名の参加を集め、当該分野に関する最新知見の社会還元を果たした。また、アディティブ・マニファクチャリングをテーマとして、溶接学会ならびに粉体粉末冶金協会の特別研究会も開催し、それぞれ述べ30名ならびに80名の参加者を迎えた。民間企業7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連携を通じ、アディティブ・マニファクチャリング技術に関して、関西地域における社会貢献も積極的に行った。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本研究分野では、ナノ微粒子を分散した樹脂ペーストを素材に用いた、独創的なアディティブ・マニファクチャリングの活用により、実験主体の活発な研究連携を進めた。今年度は、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9名を受け入れた。得られた成果は、共同研究員と連携した学術活動の中で、国際シンポジウムにおける特定セッションの開催し、講演発表することで学術知見を社会への還元を果たした。また、複数の和文学術誌で特集を組むとともに、英文学術書籍として編纂する活動も進めた。さらに、先導的重点課題として「異種材料をインク素材とする多色刷的な3Dプリンタプロセスの構築」を所内教員3名とともに提案し、全国から共同研究員として9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えた。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Visualization of Nanoparticles Behavior Introduced into Gas Flame Spraying  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 49s-52s.  
K. Takai, T. Yoshioka and S. Kirihara
- (2) Effective Injection of Ceramics Nanoparticle Pastes into Plasma Spray for Speedy Layer Formation  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 148s-151s.  
S. Kirihara and Y. Itakura
- (3) Additive Manufacturing of Micro Photonic Crystals by Using Diameter Variable Laser Stereolithography for Terahertz Wave Control  
Ceram. Interconnect and Ceram. Microsystems Technol., 11, 1 (2015), 314-321.  
S. Kirihara
- (4) Ceramics Filler Rods Feeding for Plasma Flame Torch In Thermal Nanoparticles Spraying  
Thermal Spray, 2015, 1 (2015), 243-246.  
S. Kirihara
- (5) Coaxial Introductions of Resin Rods with Ceramics Nanoparticles into Gas Flame Spraying  
Thermal Spray, 2015, 1 (2015), 955-958.  
K. Takai and S. Kirihara
- (6) Stereolithography of Ceramic Components: Fabrication of Photonic Crystals with Diamond Structures for Terahertz Wave Modulation  
J. Ceram. Soc. Jpn., 123, 1441 (2015), 816-822.  
S. Kirihara
- (7) Coaxially Introduced Flame Spraying of Alumina with Different Particle Sizes  
J. Functionally Graded Mater., 29 (2015), 7-9.  
K. Takai and S. Kirihara

##### (2) 国際会議発表論文 (査読あり)

- (1) Stereolithographic Additive Manufacturing of Micro Photonic Crystals for Terahertz Wave Control  
Proc. Materials Science and Technology 2015 (MS&T), Columbus, USA (2015.10.4-8)  
S. Kirihara

##### (3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Additive Manufacturing of Ceramics and Metals Components by Using Laser Scanning and Micro Patterning Stereolithography  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.4), IIW Doc. XII-2237-15/IV-1257-15/212-1392-15/I-1238-15.  
S. Kirihara

(4) 国内会議発表論文 (査読あり)

- (1) 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  
第83回レーザー加工学会講演論文集, 大阪, 83 (2015.6.11), 39-46.  
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セラミックス成形  
第22回エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術シンポジウム論文集, 横浜, 22 (2016.2.2-3), 343-346.  
野中 公貴, 桐原 聡秀

(6) Trans. JWRI 論文

- (1) Three Dimensional Ceramics Printing to Create Ordered Dendrite Structures for Energy and Material Flows Modulation  
Trans. JWRI, 44, 2 (2015), 13-18.  
S. Kirihara

(7) 国際会議発表

- (1) Additive Manufacturing of Micro Photonic Crystals by Using Diameter Variable Laser Stereolithography for Terahertz Wave Control  
Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies 2015 (CICMT), Dresden, Germany (2015.4.20-23)  
S. Kirihara
- (2) Ceramics Filler Rods Feeding for Plasma Flame Torch In Thermal Nanoparticles Spraying  
Int. Thermal Spray Conf. & Exposition (ITSC), California, USA (2015.5.11-14)  
S. Kirihara
- (3) Coaxial Introductions of Resin Rods with Ceramics Nanoparticles into Gas Flame Spraying  
Int. Thermal Spray Conf. & Exposition (ITSC), California, USA (2015.5.11-14)  
K. Takai and S. Kirihara
- (4) Stereolithographic Additive Manufacturing of Bio-ceramics Scaffolds with Dendritic Porous Structures  
The 6th Int. Symp. on Adv. Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials (AMDI-6), Tokyo, Japan (2015.6.9)  
S. Kirihara
- (5) Additive Manufacturing of Micro Functional Structures through Diameter Variable Laser Stereolithography and Precursor Sintering Heat Treatments  
11th Int. Conf. on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications (CMCEE), Vancouver, Canada (2015.6.14-19)  
S. Kirihara
- (6) Stereolithographic Additive Manufacturing of Solid Electrolyte Dendrites with Ordered Porous Structures for Fuel Cell Miniaturizations  
11th Int. Conf. on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications (CMCEE), Vancouver, Canada (2015.6.14-19)  
S. Kirihara

- (7) Additive Manufacturing of Ceramics and Metals Components by Using Laser Scanning and Micro Patterning Stereolithography  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.3)  
S. Kirihara
- (8) Stereolithographic Additive Manufacturing of Micro Photonic Crystals with Structural Defects for Terahertz Wave Resonations  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.3)  
S. Kirihara
- (9) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Components  
The 6th Int. Conf. on Welding Science and Engineering (WSE), Beijing, China (2015.9.20-23)  
K. Nonaka and S. Kirihara
- (10) Stereolithographic Additive Manufacturing of Micro Photonic Crystals for Terahertz Wave Control  
Materials Science and Technology (MS&T), Columbus, USA (2015.10.4-8)  
S. Kirihara
- (11) Additive Manufacturing of Micro Ceramics Components by Laser Scanning Stereolithography  
3rd Int. Conf. on Powder Metallurgy in Asia (APMA), Kyoto, Japan (2015.11.8-10)  
S. Kirihara
- (12) Stereolithographic Additive Manufacturing of Micro Ceramic Components by Variable Diameter Laser Scanning  
40th Int. Conf. and Expo on Adv. Ceramics and Composites (ICACC), Florida (2016.1.24-29)  
S. Kirihara
- (13) Zirconia Toughened Alumina Ceramic Coating by Thermal Nanoparticle Spraying  
40th Int. Conf. and Expo on Adv. Ceramics and Composites (ICACC), Florida (2016.1.24-29)  
S. Kirihara

(8) 国内学会発表

- (1) Siペースト塗布による炭化ケイ素の低温接合  
(一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
小濱 和之, 伊藤 和博, 寺田 俊一, 桐原 聡秀
- (2) 点欠陥ならびに面欠陥を有するフォトリソグラフィ結晶の作製とテラヘルツ波制御  
スマートプロセス学会27年度春期総合学術講演会, 大阪 (2015.5.18)  
桐原 聡秀
- (3) 微粒子溶射プロセスを用いた海洋構造物への無機コーティング膜の形成と環境制御  
スマートプロセス学会27年度春期総合学術講演会, 大阪 (2015.5.18)  
野中 公貴, 桐原 聡秀
- (4) 可変焦点径レーザを用いた光造形によるセラミックス構造体の作製  
粉体粉末冶金協会講演概要集平成27年度春季大会, 東京 (2015.5.26-28)  
桐原 聡秀

- (5) 傾斜格子構造を有するテラヘルツ波フォトニック結晶の光造形  
粉体粉末冶金協会講演概要集平成27年度春季大会, 東京 (2015.5.26-28)  
桐原 聡秀
- (6) 光造形法を用いたデンドライト状多孔構造を有するチタン合金部材の作製  
粉体粉末冶金協会講演概要集平成27年度春季大会, 東京 (2015.5.26-28)  
野中 公貴, 桐原 聡秀
- (7) 「1/F ゆらぎ」を導入した静的人工物の光造形  
第10回日本セラミックス協会関西支部学術講演会, 京都 (2015.7.24)  
野崎 浩寿, 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セラミックス製音響構造体の設計製造  
第10回日本セラミックス協会関西支部学術講演会, 京都 (2015.7.24)  
木佐貫 祥一郎, 桐原 聡秀
- (9) Si ペースト中間材の初期粒子径分布制御による SiC の低温・高強度接合  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
寺田 俊一, 小濱 和之, 伊藤 和博, 桐原 聡秀
- (10) 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ス構造体の作製  
(一社) 日本鉄鋼協会 第170回秋季講演大会, 福岡 (2015.9.16-18)  
桐原 聡秀, 野中 公貴
- (11) 金属/セラミックス機能性構造体の光造形アディティブ・マニファクチャリング  
第26回新構造・機能制御と傾斜機能材料シンポジウム, 福岡 (2015.9.29-30)  
桐原 聡秀, 野中 公貴, 木佐貫 祥一郎, 野崎 浩寿
- (12) 光造形アディティブ・マニファクチャリングを用いたセラミック構造物の作製  
第26回新構造・機能制御と傾斜機能材料シンポジウム, 福岡 (2015.9.29-30)  
野中 公貴, 桐原 聡秀
- (13) 誘電体フォトニック結晶への構造欠陥導入と電磁波局在  
2015年セラミックス総合研究会, 鹿児島 (2015.11.12-13)  
桐原 聡秀
- (14) 1/f ゆらぎを導入した環境インプラントの光造形  
平成27年度スマートプロセス学会秋季総合学術講演会, 大阪 (2015.11.18)  
野崎 浩寿, 桐原 聡秀
- (15) ナノ微粒子分散樹脂ロッドを用いたガスフレーム溶射によるセラミックス皮膜の形成  
平成27年度スマートプロセス学会秋季総合学術講演会, 大阪 (2015.11.18)  
鷹井 一登, 桐原 聡秀
- (16) 光造形アディティブ・マニファクチャリングによる音響構造体の設計製造  
平成27年度スマートプロセス学会秋季総合学術講演会, 大阪 (2015.11.18)  
木佐貫 祥一郎, 桐原 聡秀
- (17) 光造形アディティブ・マニファクチャリングを用いたセラミック構造物の作製  
平成27年度スマートプロセス学会秋季総合学術講演会, 大阪 (2015.11.18)  
野中 公貴, 桐原 聡秀

- (18) 光造形アディティブ・マニファクチャリングによる金属・セラミックス機能性構造体の作製  
日本溶接協会溶接材料部会技術委員会第17回溶接の研究講習会, 東京 (2015.12.7)  
桐原 聡秀
- (19) 微粒子ペーストを用いた金属・セラミックス積層造形  
大阪大学接合科学研究所東京セミナー, 東京 (2015.12.10)  
桐原 聡秀
- (20) 光造形アディティブ・マニファクチャリングによるセラミックス製音響構造の設計製造  
第54回セラミックス基礎科学討論会, 佐賀 (2016.1.7-8)  
木佐貫 祥一郎, 桐原 聡秀
- (21) 光造形法による環境インプラントの作成とゆらぎパラメータの導入  
第54回セラミックス基礎科学討論会, 佐賀 (2016.1.7-8)  
野崎 浩寿, 桐原 聡秀
- (22) 光造形アディティブ・マニファクチャリングによるセラミックス成形  
第22回エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術シンポジウム, 横浜 (2016.2.2-3)  
野中 公貴, 桐原 聡秀
- (23) Si ペーストの粒子体積分率制御による SiC 低温接合と接合強度向上  
(公社) 日本金属学会 2016年春期大会, 東京 (2016.3.23-25)  
小濱 和之, 寺田 俊一, 伊藤 和博, 桐原 聡秀

(9) 国際会議講演

- (1) High Speed Formation of Fine Ceramics Layers by Nanoparticles Filler Rod Thermal Spraying  
11th International Conference on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications (CMCEE), Vancouver, Caanada (2015.6.14-19)  
S. Kirihara
- (2) Nanoparticles Paste Injection into Gas Flame Thermal Spray for Speedy Ceramics Coating  
11th International Conference on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications (CMCEE), Vancouver, Caanada (2015.6.14-19)  
S. Kirihara
- (3) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramics Dendrites to Modulate Energy and Material Flows  
11th International Conference on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications (CMCEE), Vancouver, Caanada (2015.6.14-19)  
S. Kirihara
- (4) Development of Thermal Nanoparticles Spraying to for Fine Ceramics Coating with Higher Deposition Rate  
The 11th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM), Jeju, Korea (2015.8.30-9.4)  
S. Kirihara
- (5) Stereolithographic Additive Manufacturing of Diamond Photonic Crystals with Alumina Micro Lattices for Terahertz Wave Localizations  
The 11th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM), Jeju, Korea (2015.8.30-9.4)  
S. Kirihara

- (6) Stereolithographic Additive Manufacturing of Micro Ceramics Dendrites for Material and Energy Flows Modulation in Environments  
The 11th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM), Jeju, Korea (2015.8.30-9.4)  
S. Kirihara
- (7) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramics Dendrites with Geometric Fluctuations for Energy and Material Flows Modulation  
5th International Workshop of Smart Materials and Structures (SM&S), Morocco (2015.9.9-12)  
S. Kirihara
- (8) Stereolithographic Additive Manufacturing of Functional Ceramic Components  
Advanced Ceramics and Technologies for Sustainable Energy Applications toward a Low Carbon Society (ACTSEA), Tainan, Taiwan (2015.11.8-11)  
S. Kirihara
- (9) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Components with Micro Geometric Patterns  
The 32nd Japan Korea International Ceramics Seminar (JKCS), Nagaoka, Japan (2015.11.18-21)  
S. Kirihara
- (10) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Components with Functionally Modulated Geometries  
40th International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites (ICACC), Florida, USA (2016.1.24-29)  
S. Kirihara
- (11) Fabrication of Smart Metal Patterns with Functional Structures for Distribution Control of Electromagnetic and Mechanical Energies  
The 2nd Annual World Congress of Smart Materials (WCSM), Singapore (2016.3.4-6)  
S. Kirihara
- (10) 国内会議講演
  - (1) ナノ微粒子ペーストを素材として用いたセラミックス構造体の光造形  
第1回ナノ物質集積複合化技術研究会, 名古屋 (2015.4.14)  
桐原 聡秀
  - (2) 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  
レーザ加工学会 第83回講演会, 大阪 (2015.6.11-12)  
桐原 聡秀
  - (3) 構造欠陥を導入したダイヤモンド型フォトニック結晶の光造形とテラヘルツ波制御デバイスの開発  
日本セラミックス協会関西支部 第10回学術講演会, 京都 (2015.7.24)  
桐原 聡秀
  - (4) 光造形 3D プリンタを用いた機能性構造体の作製  
愛知産業科学技術総合センター 第1回積層造形技術応用研究会, 愛知 (2015.7.31)  
桐原 聡秀

- (5) ナノ微粒子ペーストを素材とするプラズマおよびガスフレーム溶射  
日本溶射学会 コールドスプレー研究分科会, 仙台 (2015.8.5)  
桐原 聡秀
- (6) 光造形アディティブ・マニファクチャリングによる金属・セラミックス機能性構造体の作製  
生産開発科学研究所 平成27年度新材料・新技術利用研究会, 京都 (2015.8.7)  
桐原 聡秀
- (7) 金属/セラミックス機能性構造体の光造形アディティブ・マニファクチャリング  
第26回新構造・機能制御と傾斜機能材料シンポジウム, 博多 (2015.9.29-30)  
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構造体の作製  
高付加価値セラミックス造形技術シンポジウム, 名古屋 (2016.2.29)  
桐原 聡秀
- (9) 光造形アディティブ・マニファクチャリングによるセラミックス構造体の創製  
第116回ニューガラスセミナー, 東京 (2016.3.2)  
桐原 聡秀
- (10) 光造形アディティブ・マニファクチャリングによる金属・セラミックス機能性構造体の作製  
第17回日本溶接協会溶接材料部会技術委員会溶接の研究講習会, 東京 (2016.12.7)  
桐原 聡秀
- (11) 解説・総説
  - (1) 傾斜機能材料のアディティブ・マニファクチャリング  
工業材料, 63, 9 (2015), 60-64.  
桐原 聡秀
  - (2) 光造形方式のアディティブ・マニファクチャリングによる積層造形  
WE-COM マガジン(日本溶接協会), 18 (2015), 1-12.  
桐原 聡秀
  - (3) 溶射用微粒子の分散素材と特性評価  
溶射, 53, 1 (2016), 14-17.  
桐原 聡秀
- (12) 著 書
  - (1) Engineered Ceramics: Current Status and Future Prospects  
WILEY, (2016), 分担執筆  
S. Kirihara
- (15) 受 賞
  - (1) 大阪大学総長奨励賞  
大阪大学 (2015.07.14)  
桐原 聡秀

(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<br>開発に関する研究 | 桐原 聡秀 | 1,000 |
|-----|----------------------------------|-------|-------|

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 | 1,950  |
| (2) | 電子線、オゾン環境下で摺動に優れる部材のための<br>セラミック緻密膜とその製造装置の研究開発 | 桐原 聡秀 | 22,424 |
| (3) | 高付加価値セラミックス造形技術の開発                              | 桐原 聡秀 | 84,503 |

4.8 教育

氏名: 桐原 聡秀

(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)  | 環境・エネルギー工学科  | ナノ材料構築学            |
| (3)  | 環境・エネルギー工学科  | 環境・エネルギー工学コア演習・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・エネルギー特別講義       |
| (6)  | 環境・エネルギー工学科  | 環境エネルギー科学          |
| (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 | 循環型材料資源システム論       |
| (9)  | 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 |
| (10) | 全学共通教育       | 基礎セミナー             |
| (11) | 全学共通教育       | 先端教養科目             |

(2) 博士論文 (主査)

- |     |                     |  |
|-----|---------------------|--|
| (1) | 環境・エネルギー工学専攻, 鷹井 一登 | 樹脂溶媒に分散した微粒子材料を用いたガスフレーム溶射法による皮膜形成の開発と応用に関する研究 |
|-----|---------------------|--|

(5) 卒業論文

- |     |                        |  |
|-----|------------------------|--|
| (1) | 環境・エネルギー工学科,<br>木佐貫祥一郎 | 光造形アディティブ・マニファクチャリングによる音響構造体の設計製造        |
| (2) | 環境・エネルギー工学科, 野崎 浩寿     | 1/F ゆらぎを導入した環境調和構造体の光造形アディティブ・マニファクチャリング |

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                  | 代議員                  |
| (7)  | (一社) 日本溶射学会                  | 西日本支部幹事              |
| (8)  | (一社) 日本溶接協会                  | 表面改質技術研究委員会幹事        |
| (9)  | (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    |
| (10) | (一社) 溶接学会                    | マイクロ接合研究委員会 MJ 賞選考委員 |
| (11) | (一社) 溶接学会                    | 学会誌編集委員              |
| (12) | (一社) 溶接学会                    | 異材接合3Dプリンタ特別研究会主査    |
| (13) | (一社) 溶接学会                    | マイクロ接合研究委員会 MJ 賞選考委員 |
| (14) | (一社) 溶接学会                    | 全国大会セッションオーガナイザ      |
| (15) | (一社) 溶接学会                    | マイクロ接合研究委員会幹事        |
| (16) | (公社) 日本セラミックス協会              | 基礎科学部会役員             |
| (17) | (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   |
| (18) | (公社) 日本セラミックス協会              | 行事企画委員               |

- |      |  |   |
|------|--|---|
| (19) | (公社) 日本セラミックス協会  | 学会誌編集委員   |
| (20) | (公社) 日本セラミックス協会  | 関西支部行事企画委員                                      |
| (21) | (公社) 日本セラミックス協会  | 関西支部学術講演会実行委委員                                  |
| (22) | 3D-Printed Materials and Systems                             | Editorial Committee Member                      |
| (23) | International Forum of Functionally Graded Material          | International Advisory Board Member             |
| (24) | International Forum of Functionally Graded Material          | International Award Committee Chair             |
| (25) | International Journal of Applied Ceramic Technology          | Editorial Committee Member                      |
| (26) | International Scholarly Research Network - Materials Science | Editorial Committee Member                      |
| (27) | Journal of Nanoengineering and Nanomanufacturing             | Editorial Committee Member                      |
| (28) | Materials Transactions                                       | Editorial Committee Member                      |
| (29) | The American Ceramic Society                                 | Spriggs Phase Equilibria Award Committee Member |
| (30) | The American Ceramic Society                                 | Engineering Ceramics Division Member            |
| (31) | 一般社団法人日本ファインセラミックス協会   | コーティング研究委員会幹事                                   |

(2) 国際会議委員

- |     |  |      |
|-----|--|------|
| (1) | 11th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies (CICMT) | 実行委員 |
| (2) | 13th International Conference on Ceramic Processing Science  | 実行委員 |
| (3) | 11th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications (CMCEE) | 実行委員 |
| (4) | 1st International Symposium on Additive Manufacturing  | 実行委員 |
| (5) | 1st International Symposium on Advanced in Functional Coating  | 実行委員 |

- |      |  |      |
|------|--|------|
| (6)  | 1st International Symposium on 3D Printing and Printed Electronics   | 実行委員 |
| (7)  | 1st International Symposium on Advanced Ceramic Coatings (PACRIM)  | 実行委員 |
| (8)  | Advanced Ceramics and Technologies for Sustainable Energy Applications toward a Low Carbon Society (ACTSEA)        | 実行委員 |
| (9)  | 1st International Symposium on Additive Manufacturing of Powder Metallurgy (APMA)                                  | 実行委員 |
| (10) | 40th International Conference on Advanced Ceramics & Composites (ICACC)  | 実行委員 |
| (11) | 2nd Focused Session on Additive Manufacturing and 3D Printing Technologies (ICACC)                                 | 実行委員 |
| (12) | 10th International Symposium on Advanced Processing and Manufacturing Technologies (APMT)                          | 実行委員 |
| (13) | 12th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies (CICMT) | 実行委員 |
| (14) | 1st International Symposium on Ceramic Integration and Additive Manufacturing Technologies (HTCMC)                 | 実行委員 |
| (15) | Global Forum on Advanced Materials and Technologies for Sustainable Development (GFMAT)                            | 実行委員 |
| (16) | 9th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing (PRICM)                              | 実行委員 |
| (17) | 6th International Congress on Ceramics (ICC)   | 実行委員 |
| (18) | 3rd International Conference on Nanojoining and Microjoining (NMJ)   | 実行委員 |
| (19) | 10th International Conference on Trends in Welding Research & 9th International Welding Symposium (TWR&WS)         | 実行委員 |
| (20) | 41th International Conference on Advanced Ceramics & Composites (ICACC)  | 実行委員 |

- (21) 3rd Focused Session on Additive Manufacturing and 3D Printing Technologies (ICACC) 実行委員
- (22) 12th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM) 実行委員
- (3) 他大学等での非常勤講師
- (1) 大阪府立池田高校 特別ゼミ
- (5) 国・自治体・公益法人等への貢献
- (1) 同志社大学微粒子科学技術研究センター 微粒子科学技術研究センター嘱託研究員
- (6) 外国人招へい研究員・研究留学生
- (1) 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27年度共同研究員と研究テーマ

氏名 : 桐原 聡秀

- |     |                                      |       |  |
|-----|--------------------------------------|-------|--|
| (1) | (国研) 産業技術総合研究所                       | 鈴木 雅人 | サスペンション溶射を用いた機能性セラミックス皮膜の形成                    |
| (2) | 東北大学大学院工学研究科<br>附属先端材料強度科学<br>研究センター | 小川 和洋 | スラリー状ナノポリマーおよびセラミックス粒子を用いた低エネルギー型コーティングプロセスの開発 |
| (3) | 東京理科大学工学部<br>工業化学科                   | 田中 優実 | パターニング基板を用いたカーボンナノチューブの液相合成                    |
| (4) | 首都大学東京大学院<br>都市環境科学研究科<br>分子応用化学域    | 棟方 裕一 | マイクロ光造形法を用いた金属およびセラミックス製微細構造の形成                |
| (5) | 琉球大学工学部                              | 中野 敦  | 海洋環境での耐久性向上を目指した新規溶射プロセスの確立                    |
| (6) | 名古屋大学エコトピア<br>科学研究所                  | 兼平 真悟 | 光造形法による SOFC の合成                               |
| (7) | 東北大学金属材料研究所                          | 小泉雄一郎 | 電子ビーム積層造形した金属材料の接合科学的観点からの評価                   |
| (8) | (国研) 産業技術総合研究所                       | 堀田 幹則 | 微粒子ペースト光造形によるセラミックス構造体の作製                      |

- (9) 九州大学病院 住田 知樹 微粒子ペースト光造形法によるセラミック  
スインプラントの作製

先導的重点課題 [異種材料をインク素材とする多色刷的な3D プリントプロセスの構築 = 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) (国研) 産業技術総合研究所 堀田 幹則  
(2) (国研) 産業技術総合研究所 鈴木 雅人  
(3) 九州大学病院 住田 知樹  
(4) 首都大学東京大学院都市環境科学研究科 棟方 裕一  
分子応用化学域  
(5) 東京理科大学工学部工業化学科 田中 優実  
(6) 東北大学金属材料研究所 小泉雄一郎  
(7) 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  
(8) 名古屋大学エコトピア科学研究所 兼平 真悟  
(9) 琉球大学工学部 中野 敦



## スマートプロセス研究センター スマートグリーンプロセス学分野

### 4.1 研究概要

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

### 4.2 研究課題

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

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. 低融点鉛フリーはんだ接合部の耐熱性向上

汎用の Sn-Ag-Cu 系鉛フリーはんだの場合、弱点の一つに Sn-Pb 共晶系はんだに比べて融点が高いことなどが挙げられプロセス温度の高温化が問題となっており、また接合対象部材に耐熱性の低い有機材料も多く含まれるようになったことから、接合プロセスの低温化が求められている。そこで、138 の融点をもつ Sn-Bi 共晶はんだが注目されている。一方で、融点が低いためにはんだ付後の接合部の耐熱性も低く、接合部の耐熱性の向上が求められている。継続して、Sn-Bi 共晶はんだにマイクロサイズの Cu 粒子を含有した Cu 粒子含有 Sn-Bi はんだを研究開発しており、はんだ付中に Cu 粒子と溶融はんだが反応することで接合層全体を高融点化し、耐熱性を有しながら信頼性にも優れた接合部の形成を目指している。本年度は、Cu 粒子含有 Sn-Bi はんだを用い Cu 試験片同士のはんだ付を行い、そのせん断強度と時効処理による長期信頼性の評価を開始した。低融点鉛フリーはんだを用いた接合部の耐熱性向上に向けた貴重な成果を得た。

##### 2. レーザはんだ付におけるはんだへの元素微量添加の影響評価

はんだ付におけるレーザ加熱の利点として、局所加熱により基板や電子部品への熱影響を少なくできる、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などがある。また急速加熱・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ものと考え

られる。そこで、レーザ加熱により形成されたはんだバンプの評価を継続的に行っている。本年度は、Niを微量添加したSn-Ag-Cu系はんだを用いた際の界面反応にレーザ加熱が与える影響について評価した。その結果、Niを微量添加した場合、Cuとはんだ界面に形成される金属間化合物の形成・成長にリフロー加熱とは違った影響が現れることが分かり、レーザ加熱の特徴の一つを明らかにすることが出来た。今後、長期信頼性に与える影響も検討していく予定である。

### 3. マイクロサイズ金属粒子を利用した高温はんだ代替接合技術の開発

パワーモジュールなどに使用されるPb含有高温はんだ(Pb-10Snなど)の有害物質フリー化が求められており、高温はんだ代替接合材料として金属粒子を用いる新規接合プロセスの構築に向けた基礎研究を継続的に行っている。今年度は、特殊形状のマイクロサイズAg粒子と球形のマイクロサイズAg粒子を混合したペースト試作し、Auめっき/Auめっきの接合を中心に、接合体の長期信頼性を評価した。熱サイクル試験を実施した結果、接合プロセスにより試験結果に大きな違いが現れ、1000サイクル終了後も剥離の発生が抑制できる接合条件が存在することが分かった。高温はんだ代替接合技術の確立、実用化に向けた貴重な成果を得た。またマイクロサイズCu粒子を用いた接合プロセスの検討にも着手し、Cu粒子の場合には一般に粒子の酸化が問題になることから、粒子表面をコーティングしたCu粒子や粒子表面の酸化物を還元するプロセスについて検討を行った。今後、Cu粒子を用いた接合プロセスも積極的に研究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。今年度も、2元系合金から形成が可能なナノポーラス構造に注目し、ナノポーラス構造を有するシートを利用した接合サンプルを作製し、特に高温放置試験や熱サイクル試験などの長期信頼性試験を実施した。その結果、AuやAgのナノポーラスシートを使用することで、Cu/CuやAuめっき/Auめっき接合部の高温放置試験による劣化現象やSiチップを用いた接合部の熱サイクル試験による劣化現象を明らかにすることができ、ナノポーラスシートを用いた場合にも接合条件を適切に設定することで長期信頼性を確保できる可能性があることが明確になり、実用化に向け貴重な成果を得た。

### 5. Cuワイヤ接合部の高信頼性化

ワイヤボンディングは、チップ上の電極とリーグフレームや基板上の回路導体をワイヤで接合する技術である。現在、多ピン対応の細線ワイヤには信頼性の観点からAuワイヤとAl電極の組み合わせ主流となっているが、近年、コストなどの観点からAuワイヤの代替材料としてCuワイヤが注目されている。そこでCuワイヤ接続の高信頼性化に向けた研究開発を継続的に行っている。今年度は、接合部界面の腐食現象を基礎的に理解するためワイヤ材料と電極材料界面近傍のポテンシャル測定を実施し、基礎的な知見を得ることができた。今後は、実験による腐食発生と界面ポテンシャル分布の関係について明確にして行く予定である。

## (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、ナノマテリアルを利用した新規接合プロセスの確立を3本柱として研究を進めており、独自性の高い先進的研究成果をあげている。特に、ステンレス鋼の溶融鉛フリーはんだによる損傷（エロージョン）に関しては、国プロを終了後、世界をリードした研究を推進した結果、得られた成果がIEC（国際電気標準会議）に標準試験方法として提案・審議されている。またこれまでの高温はんだ代替接合技術に関する研究成果が認められ、平成27年度から開始された省エネルギー等国際標準開発（国際電気標準分野）事業（テーマ名：パワーデバイス実装に関する国際標準化）にも参画している。世界に先駆けてAuやAgナノポーラス構造の接合へ適用を試みるなど、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）、査読なし国際会議論文6件、査読付き国内会議論文2件、査読なし国内会議論文2件、国際会議発表5件、国際会議招待講演6件、解説・著書2件、Trans. JWRI 1件であり、常勤研究者1名による成果としては高く評価できる数値である。今年度も外国雑誌中心に投稿した結果、インパクトファクター（IF）が2.0を超える学術雑誌（Scr. Mater., Mater. Sci. Eng. A, Mater. Lett.）に4件が掲載され、その他概ね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。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、IEC62739-1として規格化された。さらにもう2件の新たな試験方法についての提案もIEC/TC91に行った。今年度から開始された国プロ・省エネルギー等国際標準開発（国際電気標準分野）事業（テーマ名：パワーデバイス実装に関する国際標準化）にも参画している。新たなシーズとして接合用ナノ材料としてナノポーラスシート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27年度外部資金は科学研究費補助金「基盤研究(B)」、JST「研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP)」を継続実施するとともに経済産業省「省エネルギー等国際標準開発（国際電気標準分野）事業」を開始した。科学研究費補助金1件1,560千円、民間等との共同研究2件4,020千円、受託研究3件20,400千円、奨学寄付金4,510千円で、外部資金合計は30,490千円となり、平成26年度の外部資金合計17,939千円から大幅に増加し30,000千円を上回ることが出来た。今後も積極的に民間企業との共同研究を行う等して総額の上積みを目指すとともに、さらに大型研究予算の継続的な獲得に向けて努力していく。

#### 4.4 教育に対する自己評価

本研究分野は、大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻（工学部環境・エネルギー工学科）の協力講座として参加しており、大学院教育では「先端環境材料・資源循環利用システム学特論」を担当すると共に、全教員担当の複数の講義（集中講義を含む）を分担している。また学部教育では3年生の「構造・材料力学」、「スマートグリーンプロセス学」、「環境・エネルギー工学コア演習・実験第2部」、「環境・エネルギー工学コア演習・実験第3部」を主に担当しており、大きな教育貢献と考える。平成27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5名、前期

課程 2 名、学部 4 年生 1 名であり、協力講座としては平均的な人数である。

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

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

国内外での学会等活動：

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

産学連携：

平成27年度産学連携関係の外部資金は受託研究として JST「研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) ハイリスク挑戦タイプ」を実施しており、平成24年度に採択されていた「A-STEP シーズ顕在化タイプ」の後継と位置づけられ、研究費も大幅に増加し、企業目線により実用的な研究開発も実施している。また民間企業との共同研究も継続的に行っており、H27年度は2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27年度省エネルギー等国際標準開発（国際電気標準分野）事業及び平成27年度経済産業省 高機能 JIS 等整備事業に参画し、規格制定に向けた活動にも注力している。今後も、産学連携に注力しながら、外部資金獲得額の増加と継続的な大型プロジェクト採択が課題と位置づけている。

国際貢献

IEC /TC91関連委員会と WG に参加し、フローはんだ槽材料評価試験方法に関しては日本代表として試験方法の提案をおこない平成25年度に1件の試験方法を国際規格化でき、平成26年度に1件、平成27年度にも新たに1件、日本発の試験方法原案を提案した。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3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、マレーシアとフィリピンからの学生を3週間受け入れ、研究指導を行った。海外欧文誌 J. Electronic Mater. や J. Mater. Sci. -Mater. Electron. 等の査読を担当している。

#### 4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本研究分野では、環境に優しいスマートグリーンプロセスの研究に関して共同研究員を募集しており、主としてエレクトロニクス実装にかかわる研究者が集まっている。本年度は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) Reliability of Copper Wire Bonds on a Novel Over-Pad Metallization  
Jpn. J. Appl. Phys., 54, 05EC01 (2015), 05EC01-1-05EC01-8.  
F. Kawashiro, S. Itoh, T. Maeda, T. Hirose, A. Yajima, T. Etoh and H. Nishikawa
- (2) Shear Strength of Cu-to-Cu Joints Using Mixed Ag Particle Paste  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 75s-78s.  
H. Nishikawa and K. Niwa
- (3) Improvement of Joint Reliability of Sn-Ag-Cu Solder Bumps on Cu by a Laser Process  
Mater. Trans., 56, 7 (2015), 1025-1029.  
H. Nishikawa and N. Iwata
- (4) Ball Shear Strength and Fracture Modes of Lead-Free Solder Joints Prepared Using Nickel Nanoparticle Doped Flux  
Electron. Mater. Lett., 11, 3 (2015), 452-456.  
G. K. Sujana, A. S. M. A. Haseeb, M. A. Amalina and H. Nishikawa
- (5) Effects of Bonding Temperature on Microstructure, Fracture Behavior and Joint Strength of Ag Nanoporous Bonding for High Temperature Die Attach  
Mater. Sci. Eng. A., 645 (2015), 264-272.  
M.-S. Kim and H. Nishikawa
- (6) Effect of Porous Copper on Properties of Electrically Conductive Adhesives  
J. Mater. Sci. -Mater. Electron., 26, 10 (2015), 7771-7779.  
L.-N. Ho and H. Nishikawa
- (7) Microscale Ag Particle Paste for Sintered Joints in High-Power Devices  
Mater. Lett., 161 (2015), 231-233.  
H. Nishikawa, X. Liu, X. Wang, A. Fujita, N. Kamada and M. Saito
- (8) Thermally Stable Cu<sub>3</sub>Sn/Cu Composite Joint for High-Temperature Power Device  
Scr. Mater., 110 (2016), 101-104.  
X. Liu, S. He and H. Nishikawa
- (9) Correlation between Microstructure and Mechanical Properties of Sn-Bi-X Solders  
Mater. Sci. Eng. A., 651 (2016), 831-839.  
O. Mokhatari and H. Nishikawa

##### (3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Effect of Au Nanoporous Structure on Bonding Strength  
Proc. 2015 Int. Conf. on Electronics Packaging and IMAPS ALL Asia Conf., Kyoto, Japan (2015.4.14-17), 830-833.  
K. Matsunaga, M.-S. Kim, H. Nishikawa, M. Saito and J. Mizuno

- (2) Improved Low Temperature Gold-Gold Bonding Using Nanoporous Powder Bump Using Vacuum Ultraviolet Irradiation Pre-treatment  
Proc. 2015 Int. Conf. on Electronics Packaging and IMAPS ALL Asia Conf., Kyoto, Japan (2015.4.14-17), 473-477.  
T. Kaneda, J. Mizuno, A. Okada, K. Matsunaga, S. Shoji, M. Saito and H. Nishikawa
- (3) Bonding Strength of Cu/Cu Joints Using Micro-Sized Ag Particle Paste for High-Temperature Application  
Proc. Int. Conf. on High Temperature Electronics Network(HiTEN 2015), Cambridge, United Kingdom (2015.7.6-8), 68-72.  
H. Nishikawa, X. Liu, X. Wang, A. Fujita, N. Kamada and M. Saito
- (4) Impact Strength of Sn-58mass%Bi/Cu Joints by Laser Process  
Proc. 20th European Microelectronics and Packaging Conf. & Exhibition, Friedrichshafen, Germany (2015.9.14-16), P\_B04\_1-P\_B04\_4.  
H. Nishikawa and S. Kubota
- (5) Effect of Isothermal Aging on Microstructure and Joint Strength of Ag Nanoporous Bonding for High Temperature Die Attach  
Proc. 10th Int. Microsystems, Packaging, Assembly and Circuits Technology Conf., Taipei, Taiwan (2015.10.21-23), 237-239.  
M.-S. Kim and H. Nishikawa
- (6) Microstructure of Transient Liquid Phase Sintering Joint by Sn-Coated Cu Particles for High Temperature Packaging  
IMAPS2015, Orlando, USA (2015.10.26-29), 000449-000452.  
X. Liu and H. Nishikawa
- (4) 国内会議発表論文 (査読あり)
- (1) 銀ナノポーラス材料を用いた接合部の高温放置試験による微細組織変化  
第22回シンポジウム「エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術」, Yokohama, Japan (2016.2.2-3), 101-104.  
M.-S. Kim and H. Nishikawa
- (2) 定電位電解した Au ナノポーラスシートによる Cu/Cu 接合の検討  
第22回シンポジウム「エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術」, Yokohama, Japan (2016.2.2-3), 89-92.  
松永 香織, M.-S. Kim, 西川 宏, 齋藤 美紀子, 水野 潤
- (5) 国内会議発表論文 (査読なし)
- (1) Au ナノポーラスシートを用いた接合合体の高温信頼性  
第25回 マイクロエレクトロニクスシンポジウム論文集, 大阪 (2015.9.3-4), 147-150.  
松永 香織, M.-S. Kim, 西川 宏, 齋藤 美紀子, 水野 潤
- (2) 恒温恒湿環境下での導電性接着剤の長期信頼性に与える銀フィラー形状の影響  
第25回 マイクロエレクトロニクスシンポジウム論文集, 大阪 (2015.9.3-4), 91-94.  
田島 潤, 西川 宏

(6) Trans. JWRI 論文

- (1) Effects of Indium Content on the Tensile Properties of Sn-Bi-In Solder  
Trans. JWRI, 44, 2 (2015), 19-22.  
O. Mokhtari and H. Nishikawa

(7) 国際会議発表

- (1) Microstructure of Cu-to-Cu Joint Using Nanoporous Bonding  
The 6th Int. Symp. on Adv. Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials(AMDI-6), Tokyo, Japan (2015.6.9)  
K. Matsunaga, M.-S. Kim, H. Nishikawa, M. Saito and J. Mizuno
- (2) Properties of Nanoporous Structures Obtained by Electrodeposition and Dealloying for Low-Temperature Bonding  
The 6th Int. Symp. on Adv. Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials(AMDI-6), Tokyo, Japan (2015.6.9)  
M. Saito, K. Matsunaga, J. Mizuno and H. Nishikawa
- (3) Microstructural Analysis of Cu Particulate Reinforced Sn-Bi Solder  
The 5th Int. Conf. on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Adv. Materials and the 51st Summer Symp. on Powder Technology(ICCCI2015), Kurashiki, Japan (2015.7.7-10)  
O. Mokhtari and H. Nishikawa
- (4) Interfacial Reaction between Sn-Ag-Cu-Mg Solder and ENIG Substrate  
2nd Int. Conf. on the Science & Engineering of Materials(ICoSEM2015), Kuala Lumpur, Malaysia (2015.11.16-18)  
H. Nishikawa, A. N. Alhazaa, S. He, A. A. Almajid and M. S. Soliman
- (5) Reliability of Die Attach Using Ag Nanoporous Sheet for High Temperature Electronics  
TMS2016, Nashville, USA (2016.2.14-18)  
M.-S. Kim and H. Nishikawa

(8) 国内学会発表

- (1) はんだ濡れ性および界面反応におけるギ酸雰囲気の影響  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
何 思亮, 西川 宏, 菊池 大地, 上島 稔

(9) 国際会議講演

- (1) Impact Strength of Lead-Free Solder/Cu Bumps by Laser Process  
International Conference on Frontiers in Materials Processing, Applications, Research & Technology(FiMPART2015), Hyderabad, India (2015.6.12-15)  
H. Nishikawa and N. Iwata
- (2) Recent Trends in Micro-Joining Process for Electronics Packaging  
Workshop Between Workshop between Department of Metallurgical Engineering, Chulalongkorn University and Joining and Welding Research Institute, Osaka University, Bangkok, Thai (2015.8.5)  
H. Nishikawa

- (3) Recent Trends in Micro-Joining Process for Electronics Packaging  
Workshop between Faculty of Engineering, Kasetsart University (KU) and Joining and Welding Research Institute (JWRI), Osaka University, Bangkok, Thai (2015.8.6)  
H. Nishikawa
- (4) Bonding Process Using Nanomaterials for Electronics Packaging  
The second workshop on welding and Joining (WWJ2015),, Hanoi, Vietnam (2015.8.19)  
H. Nishikawa
- (5) Micro-joints Soldered with Lead-Free Solder Using Laser Process  
International Symposium in Qatar, Joining Technologies and Materials Science, Doha, Qatar (2015.12.7)  
H. Nishikawa
- (6) Bonding Process Using Ag Nanoporous Metal for High-Temperature Application  
Workshop on Joining and Welding Technology, Singapore (2015.12.10)  
H. Nishikawa

(11) 解説・総説

- (1) エレクトロニクス分野におけるマイクロ接合・実装技術動向  
溶接学会誌, 84, 5 (2015), 388-390.  
西川 宏

(12) 著 書

- (1) 導電性フィラー, 導電助剤の分散性向上, 評価, 応用  
(株)技術情報協会, (2015), 分担執筆, 339-344.  
西川 宏

(15) 受 賞

- (1) 大阪大学総長奨励賞  
大阪大学 (2015.07.14)  
西川 宏
- (2) MES2014ベストペーパー賞  
(一社)エレクトロニクス実装学会 (2015.09.03)  
山中 公博, 田口 博久, 西川 宏, 原田 美由紀

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |  |      |       |
|-----|--|------|-------|
| (1) | 基盤研究(B) 3次元ナノポーラス構造を利用した低温焼結型微細接合技術の確立 | 西川 宏 | 1,560 |
|-----|--|------|-------|

民間等との共同研究

- |     |                     |      |       |
|-----|---------------------|------|-------|
| (1) | 低温接合技術に関する研究        | 西川 宏 | 348   |
| (2) | 誘導加熱を利用したはんだリフローの研究 | 西川 宏 | 3,672 |

## 受託研究

- |     |                                   |      |        |
|-----|-----------------------------------|------|--------|
| (1) | 高強度・高放熱接合技術による次世代<br>パワーデバイスの特性向上 | 西川 宏 | 16,900 |
| (2) | 微細はんだ形状の測定・解析                     | 西川 宏 | 1,000  |
| (3) | パワーデバイス実装に関する国際標準化                | 西川 宏 | 2,500  |

## 奨学寄付金

- |     |  |      |       |
|-----|--|------|-------|
| (1) |  | 西川 宏 | 4,510 |
|-----|--|------|-------|

## 4.8 教育

氏名：西川 宏

### (1) 大学院等講義科目

- |     |              |                      |
|-----|--------------|----------------------|
| (1) | 環境・エネルギー工学科  | スマートグリーンプロセス学        |
| (2) | 環境・エネルギー工学科  | 環境・エネルギーコア演習・実験第2部   |
| (3) | 環境・エネルギー工学科  | 環境・エネルギーコア演習・実験第3部   |
| (4) | 環境・エネルギー工学科  | 構造・材料力学              |
| (5) | 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 |
| (6) | 全学共通教育       | 基礎セミナー               |
| (7) | 全学共通教育       | 先端教養科目               |

### (3) 博士論文 (副査)

- |     |                            |  |
|-----|----------------------------|--|
| (1) | 環境・エネルギー工学専攻, Seongho Choi | Crystallographic and Thermoelectronic Properties of Group 13 Elements-added Skutterudite Compounds |
| (2) | 環境・エネルギー工学専攻, 鷹井 一登        | 樹脂溶媒に分散した微粒子材料を用いたガスフレーム溶射法による皮膜形成の開発と応用に関する研究   |

#### 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 | 第25回マイクロエレクトロニクスシンポジウム<br>実行委員           |
| (2)  | (一社) エレクトロニクス実装学会 | 関西支部幹事                                   |
| (3)  | (一社) エレクトロニクス実装学会 | 理事                                       |
| (4)  | (一社) スマートプロセス学会   | エレクトロニクス生産科学部会 企画委員会 委員                  |
| (5)  | (一社) スマートプロセス学会   | エレクトロニクス生産科学部会 電子デバイス実装研究委員会 幹事          |
| (6)  | (一社) スマートプロセス学会   | 編集委員会 委員                                 |
| (7)  | (一社) スマートプロセス学会   | 平成27年 Best Review 賞審査委員会 委員              |
| (8)  | (一社) 電子情報技術産業協会   | IEC/TC91国内委員会 委員                         |
| (9)  | (一社) 日本溶接協会       | はんだ・微細接合部会技術委員会規格分科会 委員                  |
| (10) | (一社) 日本溶接協会       | マイクロソルダリング教育委員会 委員                       |
| (11) | (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                   |
| (12) | (一社) 溶接学会         | 第22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 |
| (13) | (一社) 溶接学会         | マイクロ接合研究委員会幹事                            |
| (14) | (一社) 溶接学会         | 全国大会運営委員会 委員                             |
| (15) | (一社) 溶接学会         | 論文査読・審査委員会 委員                            |
| (16) | (一社) 溶接学会         | 編集委員会 委員                                 |

##### (2) 国際会議委員

- |     |   |                             |
|-----|---|-----------------------------|
| (1) | ICEP2016  | 論文委員                        |
| (2) | 6th Electronics System-Integration Technology Conference (ESTC 2016)    | Technical Program Committee |
| (3) | International Conference on Nanojoining and Microjoining 2016 (NMJ2016) | Organizing Committee        |

#### 4.10 全国共同利用に関する研究

##### (1) 平成27年度共同研究員と研究テーマ

氏名: 西川 宏

- |      |                         |       |  |
|------|-------------------------|-------|--|
| (1)  | 群馬大学先端科学研究<br>指導者育成ユニット | 井上 雅博 | 銀および非銀系フィラーを用いた導電性接着剤における界面化学現象と電気伝導特性発現の関連性 |
| (2)  | 早稲田大学ナノ・ライフ<br>創新研究機構   | 齋藤美紀子 | 電析法とデアロイ法による新規ナノマテリアルの創出                     |
| (3)  | 群馬大学大学院理工学<br>府知能機械創製部門 | 小山 真司 | 非鉄金属材料の低温接合に向けた金属塩皮膜処理の最適化                   |
| (4)  | 群馬大学大学院理工学<br>府理工学専攻    | 常藤 達礼 | 非鉄金属材料の低温接合に向けた金属塩皮膜処理の最適化                   |
| (5)  | 群馬大学大学院理工学<br>府理工学専攻    | 石野 竜也 | 非鉄金属材料の低温接合に向けた金属塩皮膜処理の最適化                   |
| (6)  | 群馬大学大学院理工学<br>府理工学専攻    | 富川 陽平 | 非鉄金属材料の低温接合に向けた金属塩皮膜処理の最適化                   |
| (7)  | 群馬大学大学院理工学<br>府理工学専攻    | 齋藤 広輝 | 非鉄金属材料の低温接合に向けた金属塩皮膜処理の最適化                   |
| (8)  | 大阪大学大学院工学研究科            | 仲谷 良晃 | 微生物による金属ナノ粒子の合成                              |
| (9)  | 大阪大学大学院工学研究科            | 須田 奏志 | 微生物による金属粒子の合成                                |
| (10) | 大阪大学大学院工学研究科            | 惣田 訓  | 微生物による金属粒子の合成                                |
| (11) | 大阪大学大学院工学研究科            | 馬 文博  | 微生物による金属粒子の合成                                |
| (12) | 大阪大学                    | 安田 清和 | 雰囲気制御下の鉛フリーはんだの微細ぬれ挙動に関する基礎研究                |

##### (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, Trans. JWRI 論文)

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



## 日立造船先進溶接技術共同研究部門

### 4.1 研究概要

本研究部門（平成23年1月1日発足）では、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溶接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開発を実施している。具体的には、レーザー溶接などの新しい施工プロセス技術、インプロセスでの品質保証技術、継手設計・性能保証を行うための解析技術などの個別要素開発を行い、最終的には、開発した技術を集積しCIMとリンクした次世代の省資源・省エネルギーの溶接システムを実現することを目標としている。

### 4.2 研究課題

1. 厚板レーザー溶接技術
2. レーザ肉盛溶接技術
3. 厚板溶接シミュレーション技術

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. 厚板レーザー溶接技術の開発

レーザー溶接は高能率かつ高生産性の溶接技術として実用化が各所で推進されているが、いまだその実用可能な板厚は高々25mm程度である。本研究では、100mmを超える厚板の溶接にレーザー溶接を適用し、高品質で省資源・省エネルギー溶接の実現を目標としている。

昨年度までに、揺動レーザーを用いて板厚50mmの炭素鋼のガス切断による開先角度2°の継手に対して、画像処理を用いた開先認識による狙い位置の適応制御技術を開発し、完全溶込みとなる多層突合せ溶接を実現させた。また、板厚60mmの二相ステンレス鋼の機械加工による開先角度3°のX形開先の継手に対して両面からの施工により完全溶込み溶接を実現した。これらの成果を実製品に適用すれば、変形矯正作業や反転作業を低減でき、製造のコストダウンを実現できることを示した。本年度は、基礎的に得られた研究成果をもとに実用化するためのシステムを開発した。1軸スライダ上の6軸多関節ロボットアームにオシレーションするスキャナレーザーと開発した画像処理による開先認識センサをレーザーヘッドに組込んだシステムを開発した。溶接長さ3m、板厚60mmの板継溶接の施工が可能なシステムとした。

次年度は、開発した装置による実製品への適用と装置の改良を実施する予定である。

##### 2. レーザ肉盛溶接技術の開発

レーザー溶接の特徴に局所加熱があるが、レーザー光がガスと相互作用しないことからビームを高速に揺動させることで種々な形態の熱源を創出できる特徴がある。レーザー溶接部に金属粉末を供給できれば金属表面の改質が期待できる。昨年度は、レーザーと同軸に粉末を送給するLMD（Laser Metal Deposition）による硬化肉盛溶接技術の調査を実施した。供給可能な粉体粒度、施工条件の影響を明らかにし、硬度800HV以上となるLMD硬化肉盛溶接条件を選定した。

次年度は、硬さ分布に及ぼす施工条件の影響を明らかにするとともに、磨耗試験を実施してその性能を確認する予定である。また、近年注目されている三次元CADデータを用いる三次元造形シ

ステムを LMD に適用し、種々の形状に対する肉盛溶接技術の研究を実施していく予定である。

### 3. 厚板溶接シミュレーション技術の開発

本年度は、大規模モデルに対して理想化陽解法を用いた溶接変形解析における要素サイズの影響について検討した。具体的には、一般的に用いられる炭酸ガスアーク溶接およびサブマージドアーク溶接における要素サイズの影響について検討し、計算精度を維持して要素サイズを大きくすることで、計算時間を従来に比べて50%以下に短縮した。さらに、計算時間を決定する計算ステップに対して、温度勾配、応力勾配を用いた自動算出アルゴリズムについても検討している。大規模モデルに対する理想化陽解法において問題となる計算時間のさらなる短縮を図っている。

開発した計算手法は、直径 3 m 以上の大型円筒鋼構造物の実サイズでの変形予測解析に適用した。事前に予測した変形解析結果を変形と反対側に逆ひずみとして与えることで、溶接後に正規の形状となることを示した。この手法を実機に適用することで、加熱矯正作業や機械加工時間の大幅な低減が期待できる。さらに、本解析手法により、製品の定盤への拘束、製作時の製品自体の剛性を高めるための拘束などの簡略化、省力化が可能であることを明らかにした。これをブロック継手位置の決定に活用することで、技術のデジタル化が期待できる。

#### (2) 研究に対する自己評価

本年度の研究成果は、1 件の査読付き学術論文、6 件の国際会議発表、5 件の国内学会発表、3 件の解説・総説である。この他、山崎招へい研究員が溶接学会より論文奨励賞、レーザ加工学会より The HPL 2015 Outstanding Paper Award (Oral) 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。

北側招へい教授はレーザ加工学会理事、溶接学会関西支部長はじめ各種学協会の幹事など重要な役割を担っていると共に、中谷特任准教授も溶接学会編集委員、全国大会運営委員、溶接法研究委員会幹事、溶接構造研究委員会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) Development of Low Heat Input Welding Method to Protect Back Coating Film from Heat Damage  
Quarterly J. Japan Welding Soc., 33, 2 (2015), 79s-83s.  
Y. Sasaki, M. Nakatani, O. Azumaya and M. Yamada

##### (3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Enhanced Large-scale Analysis Method and Its Application to Analysis of Multi-axial Pipe Weld  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.4), IIW Doc. X-1825-15.  
K. Ikushima, T. Minamino, A. Kawahara, M. Shibahara, H. Yuto, A. Nagai, K. Tani, T. Tsuji, J. Yamada and M. Nakatani
- (2) Fatigue Test of Actual-Size Multi-Axial Pipe Joint  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.4), IIW Doc. X-1826-15.  
S. Tsutsumi, M. Toyosada, H. Yuto, A. Nagai, K. Tani, D. Ma, H. Morita, K. Oda and M. Nakatani
- (3) Weld Joint Design and Cutting CAM System of Multi-axial Pipes  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.4), IIW Doc. X-1824-15.  
Y. Sasaki, H. Yuto, A. Nagai, K. Tani, H. Kamiyama, Y. Abe and M. Nakatani

##### (7) 国際会議発表

- (1) Overview of Weld Joint Strength Evaluation for Multi-axial Pipe Structure  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.3)  
M. Nakatani, H. Yuto, A. Nagai, K. Tani, T. Tsuji, S. Asada, N. Kawaguchi, H. Yamauchi, J. Takaki, Y. Takashima, S. Tsutsumi, M. Ohata, M. Toyosada and F. Minami
- (2) Development of Narrow Gap Multi-layer Welding Process Using Oscillation Laser Beam  
The 7th Int. Congress on Laser Adv. Materials Processing LAMP2015, Kitakyushu, Japan (2015.5.26-29)  
Y. Yamazaki, Y. Abe, Y. Hioki, T. Tanaka, M. Nakatani, A. Kitagawa and K. Nakata
- (3) Fracture Toughness Evaluation of Pipe Weld  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.3)  
Y. Abe, M. Nakatani, H. Yuto, A. Nagai, K. Tani, K. Oda, Y. Takashima, M. Ohata and F. Minami
- (4) Measurement of Residual Stress and Deformation in Multi-axial Pipe Structure  
68th Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Helsinki, Finland (2015.6.28-7.3)  
J. Yamada, H. Yuto, A. Nagai, K. Tani, Y. Abe, K. Oda, T. Nariyama and M. Nakatan

(8) 国内学会発表

- (1) 多軸パイプ構造体の溶接継手の強度評価  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
小田 和生, 湯藤 尚人, 永井 昭弘, 谷 和彦, 馬 東輝, 森田 寛之, 中谷 光良, 堤 成一郎,  
豊貞 雅弘
- (2) 大型円筒構造物における溶接変形低減のための製作方法の検討  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
山田 順也, 山里 久仁彦, 中谷 光良, 河原 充, 南野 寿造, 生島 一樹, 柴原 正和
- (3) 理想化陽解法 FEM を用いた多重パイプ溶接継手の残留応力解析  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
生島 一樹, 北村 徳識, 河原 充, 南野 寿造, 柴原 正和, 湯藤 尚人, 永井 昭弘, 谷 和彦,  
辻 丈彰, 山田 順也, 中谷 光良
- (4) 裏面同時加熱による縦曲がり変形低減長尺パイプ肉盛溶接方法の開発  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
佐々木 要輔, 山田 順也, 田中 智大, 中谷 光良
- (5) 厚板二相ステンレス鋼への狭開先揺動レーザ溶接の適用検討  
(一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
阿部 洋平, 山崎 洋輔, 日置 幸男, 中谷 光良

(15) 受賞

- (1) 溶接学会論文奨励賞  
(一社) 溶接学会 (2015.04.23)  
山崎 洋輔

## 大阪富士工業「先進機能性加工」共同研究部門

### 4.1 研究概要

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

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

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

### 4.2 研究課題

#### 1. レーザクラッティング法による材料表面機能高度化技術の開発

- (1) レーザクラッティングに関する基礎的検討
- (2) レーザクラッティングに適したレーザ装置及びプロセス技術の開発

#### 2. 小径、薄板部品への表面機能高度化技術の開発

- (1) 小径、薄板材料への表面機能化に関する基礎的検討
- (2) 小径、薄板材料への表面機能化に適した装置とプロセス技術の開発

#### 3. OCC 鋳造技術とレーザ加工複合技術の開発

#### 4. レーザアディティブマニュファクチャリング (LAM) 技術の開発

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

##### 1. レーザクラッティング法による材料表面機能高度化技術の開発

- ・モルテンプール型レーザコーティングの基礎的研究
- ・600W 級のビームプロファイル可変型半導体レーザを用い、耐食性向上用表面改質材として用いられている Hastelloy C276 について、ビームプロファイルが皮膜形成に及ぼす影響について検討した結果、ビームプロファイルが平坦な方が良好な皮膜が得られることがわかった。また、母材の表面状態が皮膜と母材の界面に大きな影響を与え、母材表面状態を制御することで皮膜特性に対するプロファイルの影響を小さくできることもわかった。
- ・最大出力4000W の高出力実用機を用いて母材表面状態が皮膜形成に与える影響について検討を行った。ブラスト加工と旋盤加工を比較した結果、旋盤加工を施したほうが界面に融合不良を生じない健全な皮膜を形成しやすくなることがわかった。
- ・最大出力1000W のビームプロファイル可変型半導体レーザシステムを開発した。これを用い、モルテンプール型レーザコーティングに対するビーム形状の効果を検討した結果、円形プロファイルに比べて矩形プロファイルの方が品質の良いコーティング皮膜形成に効果的であることを明

らかにした。さらにサイドノズル供給方式において、成膜進行方向の前方から供給する方式の方が、後方から供給する方式より良質の皮膜が形成できることを明らかにした。

## 2. 小径、薄板部品への表面機能高度化技術の開発

### ・非モルテンプール型レーザコーティングの基礎的研究

小径、薄板材料への表面機能化に適した装置とプロセス技術の開発を目指し、微量粉末を効率よく成膜できる直噴型半導体レーザクラディング方式を開発し研究を進めている。従来のモルテンプール型レーザクラディングでは、レーザによって形成されたモルテンプールにレーザの周囲から粉末を供給して溶融させているが、本方式では少量の粉末供給を中心軸に配置し、レーザを周囲から集光して粉末を直接にレーザで溶融する方式を採用した。これにより、基板に与える熱影響を著しく低減することができ、薄板部品に対しても熱影響を抑制してコーティングできることを明らかにした。

## (2) 研究に対する自己評価

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

### 1. 研究の独自性

半導体レーザは既存レーザ中では最も電気 - 光変換効率が高く、コストパフォーマンスの高いレーザであり、構造的に簡単なため、表面熱加工を必要とする産業用には最も適していると考えられる。半導体レーザを多数個集合させて高出力化し材料加工を行うことは従来より行われてきたが、本研究では、個々の半導体レーザを効率的に配置することによりビームプロファイルを自由に変更することができる。これにより効率的な表面熱加工を行い、処理品質や速度の向上と装置の低価格化の両立を目指している。

### 2. 研究レベル

研究成果は国内では溶接学会、レーザ加工学会、レーザー学会、応用物理学会および学会付置の各種研究委員会で発表を行っている。国外ではレーザ加工に関する世界最大級の国際会議であるICALEO (International Congress on Applications of Lasers and Electro-Optics) で発表を行っている。

### 3. 研究成果の社会への貢献

一般社団法人レーザプラットフォーム協議会の理事として、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10件の発表を行った。また、レーザー学会技術専門委員会「次世代産業用レーザー」研究会で発表を行った。

国際会議では ICALEO で 2 件の発表を行った。

溶接学会「高エネルギービーム加工研究委員会」副委員長、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、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行っている。

大阪富士工業株式会社と連携し、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80社に対しレーザ加工の普及啓発活動、技術支援、レーザ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) Effect of Laser Path Overlap on Surface Roughness and Hardness of Layer in Laser Cladding  
Sci. Technol. Weld. Joining, 20, 7 (2015), 601-606.  
D. Tanigawa, N. Abe, M. Tsukamoto, Y. Hayashi, H. Yamazaki, Y. Tatsumi and M. Yoneyama
- (2) Investigation of the Microstructure and Surface Morphology of a Ti6Al4V Plate Fabricated by Vacuum Selective Laser Melting  
Appl. Phys. A-Mater. Sci. Process., 122 (2016), 439-443.  
Y. Sato, M. Tsukamoto, S. Masuno, Y. Yamashita, K. Yamashita, D. Tanigawa and N. Abe

##### (3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Influence of Particle Size on Heat Affected Zone in Laser Cladding  
Proc. Lasers in Manufacturing 2015 (LiM2015), Munich, Germany (2015.6.22-25), USB.  
D. Tanigawa, N. Abe, M. Tsukamoto, H. Yamazaki, Y. Hayashi, Y. Tatsumi and M. Yoneyama
- (2) Influence of Laser Parameters on Hardness of the Ni-Cr-B-Si Cladding Layer  
Proc. ICALEO 2015, Atlanta, USA (2015.10.18-22), 378-381.  
D. Tanigawa, N. Abe, M. Tsukamoto, Y. Hayashi, H. Yamazaki, Y. Tatsumi, M. Yoneyama and Y. Funada

##### (7) 国際会議発表

- (1) Effect of Particle Diameter on Heat Input in Laser Cladding  
The 7th Int. Congress on Laser Adv. Materials Processing, LAMP2015, Kitakyushu, Japan (2015.5.26-29)  
D. Tanigawa, N. Abe, M. Tsukamoto, H. Yamazaki, Y. Hayashi, Y. Tatsumi and M. Yoneyama
- (2) Investigation of Micro Structure and Surface Morphology of Ti64 Plate Fabricated by Vacuum Selective Laser Melting  
The 13th Conf. on Laser Ablation (COLA-2015), Cairns, Australia (2015.8.31-9.4)  
Y. Sato, M. Tsukamoto, S. Masuno, Y. Yamashita, D. Tanigawa and N. Abe

##### (8) 国内学会発表

- (1) 入熱量に与える粉末粒径の影響 - レーザクラディングに関する基礎的研究 (第5報 - (一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
谷川 大地, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (2) レーザクラディングによる Ni-Cr-B-Si 合金皮膜形成  
溶接学会高エネルギービーム加工研究委員会, 東京 (2015.5.12)  
谷川 大地, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (3) レーザクラディングにおけるパワー密度が皮膜硬さに与える影響  
第83回レーザ加工学会講演会, 大阪 (2015.6.11-12)  
谷川 大地, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男

- (4) 直噴型粉末供給レーザーラッピングにおける成膜現象  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 谷川 大地, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (5) レーザーラッピングにおける粉末粒径が基板熱影響部に与える影響  
 レーザー学会第36回年次大会, 名古屋 (2016.1.9-11)  
 谷川 大地, 中畔 哲也, 仙石 正則, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏,  
 米山 三樹男
- (6) レーザーラッピング法を用いたステライト皮膜の形成  
 レーザー学会第36回年次大会, 名古屋 (2016.1.9-11)  
 仙石 正則, 吉田 実, 谷川 大地, 中畔 哲也, 阿部 信行, 塚本 雅裕
- (7) レーザーラッピングにおける基板熱影響部低減におよぼす粉末粒径の影響  
 第84回レーザ加工学会, 名古屋 (2016.1.19-20)  
 谷川 大地, 中畔 哲也, 仙石 正則, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏,  
 米山 三樹男
- (8) レーザーラッピングにおける溶融池挙動の観察  
 第84回レーザ加工学会, 名古屋 (2016.1.19-20)  
 中畔 哲也, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 谷川 大地, 仙石 正則, 林 良彦, 山崎 裕之, 辰巳 佳宏,  
 米山 三樹男
- (9) レーザー粉末床溶融法における Ti 合金粉末の溶融凝固プロセスのハイスピードビデオカメラ観察及び造形物の組織観察  
 第63回応用物理学会春季学術講演会, 東京 (2016.3.19-22)  
 山下 顕資, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 升野 振一郎, 山下 順広, 阿部 信行
- (10) レーザーラッピングにおける母材表面状態が皮膜形成に及ぼす影響  
 (一社) 溶接学会 平成27年度春季全国大会, 東京 (2015.4.22-24)  
 林 良彦, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 山崎 裕之, 谷川 大地, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (11) 粉末供給式レーザーラッピングにおける粉末粒径が皮膜形成に及ぼす影響  
 (一社) 溶接学会 平成27年度秋季全国大会, 札幌 (2015.9.2-4)  
 林 良彦, 阿部 信行, 塚本 雅裕, 山崎 裕之, 谷川 大地, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男

(17) 外部資金 (単位:千円)

一般公募型補助金研究

- |     |                         |  |       |     |
|-----|-------------------------|--|-------|-----|
| (1) | 中小企業経営<br>支援等対策費<br>補助金 | レーザーラッピング表面機能化技術による<br>次世代高速鉄道用ブレーキディスクの開発 | 阿部 信行 | 768 |
|-----|-------------------------|--|-------|-----|



## 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年度から平成21年度の5年間、東北大学金属材料研究所および東京工業大学応用セラミックス研究所と連携して、金属ガラス・無機材料接合技術開発拠点プロジェクトを実施し、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。平成22年度から平成27年度までの6年間の本特異構造金属・無機融合高機能材料開発共同研究プロジェクト(6大学連携プロジェクト)は、先行プロジェクトの成果を基に、3大学附置研究所に加えて、環境・エネルギー分野で優れた名古屋大学エコトピア科学研究所(平成27年度より未来材料・システム研究所に改組)、エレクトロニクス材料のデバイス化に優れた早稲田大学ナノ理工学研究機構(平成27年度よりナノライフ創新研究機構に改組)および生体医療材料分野で優れた東京医科歯科大学生体材料工学研究所の3研究機関の参画を得て、環境・エネルギー、エレクトロニクス、生体・医療および高機能材料の接合・応用の4分野で研究を推進してきており、本年(平成27年)度は最終年度の6年目となる。

### 4.2 研究課題

接合科学研究所では、以下の4研究分野に対して16件の研究課題を掲げて参画し、また、他の研究機関との連携を図った。

#### 1. 環境・エネルギー材料開発分野

- 1-1: 粒子複合化による三相界面の構造制御と機能発現
- 1-2: 先進触媒創成に向けたプラズマ制御低ダメージプロセスの開発

#### 2. エレクトロニクス材料開発分野

- 2-1: フレキシブルデバイス創成に向けた反応性制御プラズマプロセスの開発
- 2-2: 高鉛含有はんだ代替高温接合材料とその接合プロセスの開発
- 2-3: 酸化物半導体薄膜トランジスタへの低接触抵抗 Cu(Ti)電極の開発

#### 3. 生体・医療材料開発分野

- 3-1: 細胞伸展制御のためのチタン合金等材料表面へのレーザー誘起微細構造形成
- 3-2: 生体・医療用ナノクリスタルの高次構造制御と特異接合
- 3-3: アディティブ・マニファクチャリング法によるバイオセラミクス・インプラント造形と生体親和接合

#### 4. 高機能材料プロセス・接合・応用分野

- 4-1: Ti合金の摩擦攪拌プロセスによる組織制御と継手の力学特性の向上
- 4-2: レーザブレイジングによるセラミクス/金属の異材接合
- 4-3: チタンと光学ガラスの陽極接合における接合界面反応
- 4-4: 樹脂と金属の直接接合界面の構造解析と強度評価
- 4-5: 核融合炉先進高機能材料溶接・接合継手の照射特性に関する基礎的研究

- 4 - 6 : 結晶滑りと加工誘起変態を考慮した結晶塑性 FE 解析技術の確立
- 4 - 7 : プラズマミグによる高機能材料のブレージング技術の開発
- 4 - 8 : 鋼溶接部表層組織の摩擦攪拌プロセスを用いた高靱性化

#### 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員25名が4研究分野に関して16件の研究を実施した。研究成果は平成28年1月5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27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27年11月20日には第6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。

##### (2) 研究に対する自己評価

接合科学研究所の16件の研究課題の内6件は研究所間での横断的な共同研究であり他の研究機関と連携を図った。その結果、本年度の接合科学研究所が係る研究成果としては、投稿論文25件、国際会議発表が51件、国内会議発表が33件あり、6年目の研究はより密度の高い成果が得られた。

また、国際会議 The 6th International Symposium on Advanced Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials [AMDI-6] 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、伊藤教授、Qiu 特任研究員が講演した。また、ポスターセッションでは当研究所の6大学連携プロジェクト関係から16件の発表があった。さらに、第6回6大学連携プロジェクト公開討論会においても、当研究所からポスターセッションにおいて16件の発表が行われた。

なお、大原特任准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、3報の査読付き原著論文を発表した。これらはインパクトファクター (IF) が高く、国際的に認識された雑誌に掲載されており、特に、英国のオンライン科学誌 Scientific Reports (IP = 5.578) に発表された論文2報 (その内1報は海外研究機関との学際共同研究) は、今後、世界からの注目を集めるものと自負する。また、外部研究資金については研究代表者として、JST 戦略的創造研究推進事業先端的低炭素化技術開発 (ALCA) 等を獲得した。

#### 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、大原特任准教授は、大学院の協力講座を担当していないが、全学共通教育において先端教養科目と基礎セミナーを担当した。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

接合科学研究所内の活動状況、国際会議、公開討論会等をニュースレター (Vol.6, No.1, 2015年

9月30日発行、Vol.6, No.2, 2016年3月16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。

なお、大原特任准教授は、南方熊楠に関する著書をフランス人研究者と共同で執筆した。本書は海外向けの南方熊楠の紹介本であるばかりでなく、現在の研究者と西洋人の視点から、南方熊楠の目指した研究哲学と理想としたエコロジーについても述べており、今後の科学技術のあり方と持続可能社会の構築に微力ながら貢献できるものと自負する。

#### 4.7 研究業績

##### (1) 査読付き学術論文

- (1) Multistage Ordering and Critical Singularities in  $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Al}_2\text{O}_4$  ( $0 < x < 1$ ): Dilution and Pressure Effects in a Magnetically Frustrated System  
Phys. Rev. B., 91 (2015), 224421-1-10.  
T. Naka, K. Sato, Y. Matsushita, N. Terada, S. Ishii, T. Nakane, M. Taguchi, M. Nakayama, T. Hashishin, S. Ohara, S. Takami and A. Matsushita
- (2) Nano-architecture and Function of Chemosensory Bristles in *Drosophila* Wings  
Sci. Rep., 5 (2015), 14198-1-11.  
J.-C. Valmalette, H. Raad, N. Qiu, S. Ohara, M. Capovilla and A. Robichon
- (3) In Situ Fabrication of High-Performance Ni-GDC-Nanocube Core-Shell Anode for Low-Temperature Solid-Oxide Fuel Cells  
Sci. Rep., 5 (2015), 17433-1-6.  
K. Yamamoto, N. Qiu and S. Ohara

##### (6) Trans. JWRI 論文

- (1) Fabrication of High-performance Ni-GDC-nanocube Core-shell Anodes Prepared by a Chemical Reduction Method for Low-temperature Solid-oxide Fuel Cells  
Trans. JWRI, 44, 1 (2015), 15-18.  
K. Yamamoto, N. Qiu and S. Ohara

##### (7) 国際会議発表

- (1) High-Performance Ni Nanocomposite Anode Fabricated from Gd-doped Ceria Nanocubes for Solid Oxide Fuel Cells at Low Operating Temperature  
11th Int. Conf. and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies (CICMT 2015), Dresden, Germany (2015.4.20-23)  
S. Ohara, K. Yamamoto and N. Qiu
- (2) Synthesis of Tailor-Made Ceramic Nanocrystals Towards Bio-Medical Applications  
The 6th Int. Symp. on Adv. Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials (AMDI-6), Tokyo, Japan (2015.6.9)  
S. Ohara, N. Qiu, K. Yamamoto, K. Nozaki, A. Nagai and K. Yamashita
- (3) Carbon Nanotubes Based Hydrogel Materials: Preparation, Characterization and Applications  
The 5th Int. Conf. on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Adv. Materials and the 51st Summer Symp. on Powder Technology (ICCCI2015), Kurashiki, Japan (2015.7.7-10)  
Z. Tan, S. Ohara, H. Abe and M. Naito
- (4) Organic-ligand-assisted Hydrothermal Synthesis of Tailor-Made Ceramic Nanocrystals Towards Bio-Medical Applications  
15th Asian Bioceramics Symp. (ABC2015), Tokyo, Japan (2015.12.9-11)  
S. Ohara, N. Qiu, K. Yamamoto, K. Nozaki, A. Naga and K. Yamashita

(9) 国際会議講演

- (1) Fabrication of Metal-DNA and Metal-CNT Hybrid Nanomaterials  
The 20th OptoElectronics and Communications Conference, Shanghai, China (2015.6.28-7.2)  
S. Ohara
- (2) Collision Synthesis of Nanocarbons and Nano-Ilmenites Using Super-High-Energy Ball-Milling  
2nd Japan-France Symposium on Green-Materials and Advanced Characterization (GMAC 2015), Tsukuba, Japan (2015.8.30-31)  
S. Ohara
- (3) Synthesis of Nanocarbons and Nano-Ilmenites Using Super-High-Energy Ball Milling  
Serbian Ceramic Society Conference ADVANCED CERAMICS AND APPLICATIONS IV -  
New Frontiers in Multifunctional Materials Science and Processing-, Belgrade, Serbia  
(2015.9.21-23)  
S. Ohara
- (4) High-Performance Ni Nanocomposite Anode Fabricated from Gd-doped Ceria Nanocubes for  
Low Temperature Solid Oxide Fuel Cells  
IUPAC 11th International Conference on Novel Materials and their Synthesis, Qinhuangdao,  
China (2015.10.11-16)  
S. Ohara

(10) 国内会議講演

- (1) 生体・医療用セラミックスナノクリスタル  
ライフサイエンスワールド2015 第14回国際バイオテクノロジー展, 東京 (2015.5.13-15)  
大原 智
- (2) テーラーメイドセラミックスナノクリスタルを用いた次世代固体酸化物形燃料電池  
イノベーション・ジャパン2015ビジネスマッチング (NEDOゾーン), 東京 (2015.8.27-28)  
大原 智
- (3) 微粒子プロセスの革新によるセラミックスナノクリスタルの特異構造制御  
第5回九州若手セラミックフォーラム & 第45回窯業基礎九州懇話会, 熊本 (2015.9.1-2)  
大原 智
- (4) 新機能創製に向けたセラミックスナノ粒子の特異構造制御  
和歌山工業高等専門学校学術講演会, 御坊 (2015.10.23)  
大原 智
- (5) 新機能創製に向けた無機ナノクリスタルの高次構造制御  
粉体粉末冶金協会平成27年度秋季大会 (第116回講演大会), 京都 (2015.11.11-12)  
大原 智

(11) 解説・総説

- (1) 有機分子修飾水熱合成法によるセラミックスナノクリスタルの高次構造制御  
化学工業, 66, 10 (2015), 29-33.  
大原 智, 山本 和広

(12) 著 書

- (1) Minakata Kumagusu: L'émergence d'une pensée écologique entre Orient et Occident, Golden Nihon Collection Animaviva Multilinguee, (2016), 分担執筆  
S. Ohara and J.-C. Valmalette

(15) 受 賞

- (1) 粉体粉末冶金協会平成26年度研究進歩賞  
(一社) 粉体粉末冶金協会 (2015.05.26)  
大原 智, 山本 和広

(17) 外部資金 (単位:千円)

科学研究費補助金

- |     |         |                                   |       |       |
|-----|---------|-----------------------------------|-------|-------|
| (1) | 若手研究(B) | 特異構造セラミックスを用いた低温作動<br>空気極支持型セルの作製 | 山本 和広 | 2,600 |
|-----|---------|-----------------------------------|-------|-------|

受託研究

- |     |  |                       |      |        |
|-----|--|-----------------------|------|--------|
| (1) |  | 次世代蓄電デバイス用特異構造ナノクリスタル | 大原 智 | 13,000 |
|-----|--|-----------------------|------|--------|

4.8 教 育

氏名: 大原 智

(1) 大学院等講義科目

- |     |        |        |
|-----|--------|--------|
| (1) | 全学共通教育 | 基礎セミナー |
| (2) | 全学共通教育 | 先端教養科目 |

4.9 社会貢献

氏名: 大原 智

(1) 学会役員

- |     |                 |                       |
|-----|-----------------|-----------------------|
| (1) | (一社) スマートプロセス学会 | 平成27年学術・技術奨励賞審査委員会 委員 |
|-----|-----------------|-----------------------|

(2) 国際会議委員

- (1) 2nd Japan-France Symposium on Green-Materials Organizing Committee and Advanced Characterization (GMAC 2015)

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- |     |                               |                    |
|-----|-------------------------------|--------------------|
| (1) | Universite de Toulon (France) | Visiting Professor |
|-----|-------------------------------|--------------------|

## 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教育機関・研究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なっている。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。

上記の活動については、深海対応型水中接合技術に着目している。中でも、水中レーザ加工技術は、我が国においてもメタンハイドレード等の資源確保に向けた海洋構造物の開発や原子力発電所の補修、廃炉解体作業において有用な技術であり、その学術基盤を創設する意義は極めて大きいことから、当該技術開発に特化した研究を行っている。

### 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. 部局間学術交流協定の締結とワークショップ等の開催

2015年度は本事業活動として、表1の通り2部局との間で新たに学術交流協定を締結した。

表1 2015年度に接合科学研究所と締結された学術交流協定

	国名	調印日	部局間学術交流協定締結先大学
1	トルコ	2015/ 6/25	イスタンブール工科大学 船舶海洋構造物学科
2	マレーシア	2015/11/18	マレーシアペリス大学 材料工学部

また、具体的な国際共同研究及び協議機会として、パートナー大学・研究機関と研究に係る情報共有を目的としたセミナーやワークショップの開催を行った。2015年度は9件のワークショップ、セミナー及びシンポジウムを開催し、詳細は表2の通りである。

表2 2015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	チュラロンコン大学二国間ワークショップ	タイ	2015/8/5
2	カセサート大学二国間ワークショップ	タイ	2015/8/6
3	モンクット王トンブリ工科大学二国間ワークショップ	タイ	2015/8/6
4	ハノイ工科大学二国間ワークショップ	ベトナム	2015/8/19
5	多国間国際シンポジウム	荒田記念館	2015/10/13-14
6	カタール国際シンポジウム	カタール	2015/12/7
7	南洋理工大学二国間ワークショップ	シンガポール	2015/12/10
8	広域アジア第三回シンポジウム	東京	2016/1/28
9	インド工科大学ハイデラバードセミナー (JICA - IIT ハイデラバードジョイントプログラム)	インド	2016/2/9

1 - 2. 国際共同研究の実施と国際共著論文

本年度は昨年度から継続中である、マラヤ大学（マレーシア）1件、モンクット王トンブリ工科大学1件に加え、新たにイスタンブール工科大学（トルコ）1件、タイ国立金属材料技術研究センター（MTEC）（タイ）2件、科学技術振興機構（JST）が支援するさくらサイエンスプランの活動を通して実施されたインド工科大学ハイデラバード校1件、の国際共同研究が実施された。更に上記国際共同研究の成果の一つとして、国際共著論文の執筆と発表にも尽力した。2015年度の国際共著論文成果は表3に示す通りである。

表3 国際共同研究の論文掲載リスト

	連携大学	代表研究者	論文タイトル	ジャーナル・時期	掲載情報
1	マラヤ大学	西川 宏 A.S. Md. Abdul Haseeb	Ball Shear Strength and Fracture Modes of Lead-Free Solder Joints Prepared Using Nickel Nanoparticle Doped Flux	Electronic Materials Letter (03/2015)	Vol.11, No.3, (2015), pp.452-456
2	モンクット王トンブリ工科大学	小溝 裕一 寺崎 秀紀 Noppakorn Phuraya Isaratat Phung-on	Direct Observation of Liquation in Ni-base Superalloy by using Confocal Laser Scanning Microscopy	Key Engineering Materials (05/2015)	Vol.658, (2015), pp.36-41
3	インド工科大学ハイデラバード	田中 学 伊藤 和博 Abhay Sharma	On process-structure-property interconnection in anti-phase synchronised twin-wire GMAW of low carbon steel	Science and Technology of Welding and Joining (STWJ) (11/2015)	DOI:10.1080/13621718.2015.1124960
4	モンクット王トンブリ工科大学	田中 学 Bovornchok Poopat	Qualitative and quantitative analyses of arc characteristics in SMAW	Welding in the world (02/2016)	Vol.60, No.2, (2016), pp.355-361

### 1 - 3 . その他の国際化活動

各連携大学・研究機関との連携体制が整い、信頼と関係が強化される中、活動は他の国際化事業へも展開されている。2015年度は昨年に続き、科学技術振興機構（JST）が実施する日本・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の支援により9名の学生・研究者を招聘した。その他、JICA AUN/SEED-Net 事業からの支援を受けた国際共同研究も実施されている。

さくらサイエンスプランにおける招聘者の出身大学・研究機関は、本事業を通して協定を締結し交流を行っている機関である。招聘期間は2015年7月12日～8月1日の日程で、インド工科大学ハイデラバード校（インド）5名、マラヤ大学（マレーシア）2名、デ・ラ・サール大学（フィリピン）1名、ハノイ工科大学（ベトナム）1名の参加であった。参加者は期間中、当研究所の各研究室に配属され、共同研究を実施した。

JICA AUN/SEED-Net 事業については、ハノイ工科大学（ベトナム）と2014年5月～2016年3月の約2年計画で実施された国際共同研究であり、「プラズマアーク溶接による船舶の排気バルブの表面改質」がテーマであった。本研究はハノイ工科大学と当研究所、またベトナムの造船企業が共同で実施した産学連携による研究である。H27年度は当研究所の担当教員がハノイ工科大学を訪問し、短期滞在を行う中で研究指導、協議を行った。

### 2 . 水中レーザー加工技術の開発に係る成果

2015年度は、水中レーザー切断技術の向上を図るため、一定のレーザー出力により切断できる炭素鋼の厚さを設定し、それを目標に水中切断加工技術の開発に取り組んだ。レーザーヘッドの集光光学系の改良を行い、結像倍率を10倍または5倍と大きくした長焦点深度のレーザー加工ヘッドを開発し、厚板においても、材料底部まで高エネルギー密度のままレーザー光を照射できるようにした。更に、集光レンズへの工夫、アシストガスノズルの改良等により、目標の水中レーザー切断厚さの切断を達成した。

水中切断と気中切断を比較すると、厚板になるほど、水中での切断速度が遅くなり、一定の材料厚さになるとそれまでの1/10以下に遅くなった。透明材料で作製した模擬の切断溝へアシストガスを噴射した実験では、レーザー照射相当部へドロス排出に十分な勢いで、ガスが噴射されるが、白濁しており、周囲の水分を巻き込んでいる。レーザー出力を増大させずに、切断速度を向上するには、この点が今後の改善課題となる。

### 3 . カップリング・インターンシップ（CIS）の実施に係る成果

2015年度は表4の通り8カ国においてそれぞれCISを実施した。参加学生はグローバル活動に必要な素質、特に問題解決力、コミュニケーション力、異文化・異環境への柔軟性、相手国（人）への理解、個人の専門性等について各自身をもって考察を行い、大きな成果があがった。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、実際に就職に繋がる成果も出ている。

表4 2015年度カップリング・インターンシップ実績

	国名	期間・日程	連携大学	実習企業
1	インドネシア	2015/8/18～9/1	インドネシア大学	コマツインドネシア
2	カタール	2015/8/21～9/4	カタール大学	千代田アルマナ
3	ベトナム	2015/9/13～26	ハノイ工科大学	IHI インフラストラクチャーアジア
4	インド	2015/9/13～27	インド工科大学 ハイデラバード校	ISGEC 日立造船
5	フィリピン	2015/10/25～11/7	デ・ラ・サール大学	常石重工（セブ）
6	ミャンマー	2015/10/25～11/7	ヤンゴン工科大学	J&M スチールソリューションズ
7	タイ	2015/12/13～26	カセサート大学	OTC ダイヘン（アジア）
8	マレーシア	2016/2/16～28	マラヤ大学	千代田マレーシア

## (2) 研究(活動)に対する自己評価

1. 2015年度における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9つのワークショップ等の開催、6つの国際共同研究の実施と国際共著論文の発表、及び更なる国際化活動への展開等により研究や人的交流が活発化されたことから、本活動の目的に合致した成果があったと言える。以上の通り、具体的な成果が出ており、各国大学・研究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。

2. 本年度は水中レーザー切断技術の向上を図るため、一定のレーザー出力により切断できる炭素鋼の厚さを目標として設定し、水中切断加工技術の開発に取り組んだ。またレーザーヘッドの集光光学系の改良により、長焦点深度のレーザー加工ヘッドを開発し、厚板においても、材料底部まで高エネルギー密度のままレーザー光を照射することが可能となった。これらの設計改良とプロセスの工夫により、当初目標の水中レーザー切断厚さの切断を達成した。

3. CISについては8カ国での実施が実現され、各国受け入れ企業、連携大学からは他には無い文理融合、2カ国の学生融合型のダブルカップリングによるインターンシップであり、実践的グローバル体験の実現に対して効果的な取り組みであると高い評価を得た。また、学生からの公募が前年度の約倍に増加する等、注目も高まっている。

### 4.4 教育に対する自己評価

当研究所を軸とした広域アジア地域におけるグローバルネットワーク構築は、それを通して同地域におけるパートナー大学・研究機関の教育、研究能力向上に寄与し、長期的には共同で同地域における接合・材料科学に関する固有の課題解決、新たなニーズ発掘に取り組む等の相互発展が期待される。また、これらの交流により、当研究所若手研究者の国際化にも寄与しており、今後も外部資金との組み合わせ等により活動の拡充を目指す。

CISについて本年度は本学から32名、パートナー大学からも32名の学生が参加した。また、本活動がグローバル人材育成を目指すものであることを念頭に、事前研修、最終報告指導、企業実習中の指導の質向上を実施し、日系ものづくり企業の取り組み、企業経営、コミュニケーション、グローバル環境における業務について等、参加学生が短期間のCISで効果的に体験・吸収・考察できる

活動として成果が上がった。参加学生がより深いレベルで課題に取り組み、グローバル環境での業務に対する理解を一層深めるため、事前研修や事前学習、現地指導について更なる改善を行う。

#### 4.5 社会貢献に対する自己評価

世界の製造拠点として、また多様な環境、天然資源を持つ地域として多くの注目を集める広域アジア地域において生産技術の基盤となる接合・材料科学技術に関するグローバルネットワーク構築を行うことは、共同研究等を通じた同地域の発展は勿論、同地域で活動する日系企業においても有益な波及効果をもたらすものである。

水中レーザ加工技術については、同技術が日本においても天然資源確保に向けた海洋構造物の開発や原子力発電所の補修、廃炉解体作業において必要不可欠な技術であることから、その基盤技術を開発する意義は極めて大きい。

また、CISについては、グローバル化する社会において高まるグローバル人材への需要に対応する人材育成モデル事業となり得る。



## 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9年が経過した。

### 4.2 研究課題

1. 次世代溶接シミュレーション法開発
2. 溶接変形・残留応力・割れの力学的解明
3. 実用溶接シミュレーションソフト開発
4. 溶接変形・残留応力データベースの構築
5. 溶接計算科学の構築と普及

### 4.3 研究成果と研究に対する自己評価

#### (1) 研究成果

溶接現象は、アークやレーザなどからエネルギーが投与されプラズマや溶融池が形成される過程を研究対象としたプロセス学、溶融された金属が凝固する際に金属組織が形成される過程を対象とした材料学、凝固・収縮の結果生じる溶接変形・残留応力・割れを対象とした力学の3本の学問的柱がそろって真に統一的な理解が可能な複雑な現象である。したがって、本研究拠点は将来構想としてプロセス、材料、力学の3分野における計算科学の構築を目指す。設立時点では力学分野をまず立ち上げ、順次プロセス分野および材料分野を立ち上げる予定である。設立後9年経過し、その間9回の講演会と11回の実習セミナーを開催している。なお、CCWSの構成員は兼任教授1名、兼任准教授1名、特任教授1名、招聘教授2名、招聘准教授各1名と限られている。現在は一般に公開し広く活用して頂くための溶接変形・残留応力解析ソフトの開発に力を注いでおり、固有変形概念に基づく溶接組立変形予測プログラム(JWRIAN)を開発し、シンポジウム、講演会、接合科学研究所のホームページを介して一般の企業に体験版を広く配布するとともに、JWRIANを基本にしてソフトウェア会社が溶接組立変形予測および溶接変形・残留応力詳細解析を目的とした商用ソフトを開発し販売を行っている。なお、基礎研究の成果については構成員の兼任元である機能評価研究部門数理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27年度はこの分野における研究をさらに強化するため、所長決済の財源から支援を得、重慶交通大学、イスタンブール工科大学、西安交通大学、西安石油大学から中堅研究者を招聘し、共同研究を実施した。その結果、アルミ合金の溶接変形予測、造船における溶接変形予測と溶接法および建造法の影響、薄板溶接による過渡熱座屈変形の測定と解析、パイプの塑性加工と溶接が複合した加工工程の解析に関する研究などの各分野で成果を論文投稿やレポートとしてまとめることができた。一方、溶接計算科学の普及に関しては、生産現場の技術者であっても簡便に使うことができ、しかも溶接組立順序や逆歪など生産技術のノウハウ的な部分も考慮したシミュレーションが実施できる溶接組立変形シミュレーションソフトの体験版 USB を講演会やセミナー等で配布するとともに、溶接の熱弾塑性シミュレーションソフトの実用版の開発を進め、現在では自動車、建設機械などの企業に導入されつつある。

### 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、寺崎俊夫博士および松山欽一博士、奥本泰久博士をそれぞれ招聘教授、特任教授として招き、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11回 溶接変形と残留応力のシミュレーション実習セミナー』を溶接学会溶接構造研究委員会との共催の形で平成28年3月9日（水）に接合研にて実施し、合計38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27年度は『溶接計算科学の実用展開と今後の展望』をテーマとした講演会を平成28年3月8日（火）に開催した。この講演会では、溶接構造物の疲労および破壊強度評価の分野における第一人者である豊貞雅宏先生の基調講演およびトヨタ自動車やコマツにおける溶接シミュレーションの実用展開に関する講演を含め5名の講師の方々から講演を頂いた。講演者および研究所関係者を含み116名（企業からの参加者90名）が参加した。また講演会の会場では、CCWS が開発を進めている溶接シミュレーションソフト(JWRIAN)、大阪府立大学が開発を進めている大規溶接シミュレーションソフト、(株)JSOL および(株)先端力学シミュレーション研究所が JWRIAN をベースに開発した J-WELD、ASU/WELD を直接体験して頂くための『体験コーナー』および (株)山本金属製作所などが開発した深穴穿孔法の紹介コーナーを設置し、講演会参加者に溶接変形・残留応力予測技術の現状を紹介した。国際的には、協定校である山東大学（平成27年9月18日）、清華大学（平成27年9月23日）、北京工業大学（平成28年1月11日）において、「数値溶接力学」に関する集中講義あるいは招待講演を実施するとともに訪問大学の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27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溶接プロセスと力学を統合したシミュレーション技術に関する基礎研究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CCWSの主催により開催された講演会に参加した東京理科大学、大阪府立大学、広島大学などの大学と企業が中心となり、「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を平成23年度から立ち上げ、平成27年度には共同申請した科学研究費基盤研究(B)(3年間)が採択された。このように、CCWSは全国共同利用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。



## 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分野および1プロジェクト、学内5講座、また国内他大学ほかの研究機関6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、ろうづけ等による接合継手、金属/プラスチック異材継手、焼結体、表面改質材、電子デバイス用積層構造体、セラミックス、ナノ粉体、生体関連材料等と多岐にわたり、微細組織の観察、結晶構造の解析や EDS・EELS を用いた元素分析による組織中の元素分布の観察と構成相の同定、結晶中の格子欠陥の観察等、TEM なしには取得困難な多くのデータを提供した。これらの要求にこたえるため、解析室員の試料作成技術・観察技術のさらなる向上と利用者の指導に努めた。また、解析室独自の研究活動としては以下のことを行った。

#### ・アルミニウムを仲立ちとした酸化物ガラス同士の陽極接合

酸化物ガラスと導体の陽極接合では、ガラスから供給される酸素によって導体の接合面が酸化されることで両者の接合が完成する。金属や半導体などの導体材料のほとんどは可視光を通さないため、それらを仲立ちとしてガラス同士を陽極接合した場合、得られる継手界面も光を透過しない。しかし導体材料も酸化物になると、導電性を失うと同時に高い光透過率を持つようになるものが多い。そこで、ガラス同士の陽極接合で仲立ちとする導体層を十分薄くしてやれば、接合中にほとんどの導体が酸化されて光を通す継手界面が得られると期待できる。この発想に基づき、前年度に引き続いてアルミニウム薄膜を仲立ちとするガラス同士の陽極接合によって光を透過する継手界面を得ることを試みた。

ソーダライムガラス Matsunami 50、重フリントガラス FD110の板材の接合面に、数通りに厚さを変えたアルミニウム層を真空蒸着によって成膜し、そのアルミニウム層をはさんで同種のガラス板を重ねあわせた。そしてアルミニウム層を陽極、アルミニウム層をはさんだ両側のガラス板を陰

極として電圧を印加して、アルミニウム層を仲立ちとしたガラス板同士の陽極接合を行った。

Matsunami 50ガラスの接合では、電圧印加時間が長くなると共に得られる継手の光透過率が高くなった。特に、薄いアルミニウム層を用いた継手に長時間の電圧印加を行うと、ある時点でガラスを流れる電流が急激に減少することが見いだされ、そのような継手の界面は60%から70%の高い光透過率を示した。得られた継手界面の微細組織を観察すると、光透過率が低かった継手では界面上に連続的な金属アルミニウム層が残留していたのに対し、接合中に急激な電流の減少が生じて高い光透過率を示した継手の界面ではほとんどのアルミニウム層が酸化物に変わっていた。酸化による金属アルミニウム層の消尽が、これらの継手界面の高い光透過率と電圧印加中の電流の急激な減少をもたらしたものと考えられた。

FD110ガラスの接合でも、長時間の電圧印加ではガラスを流れる電流の急激な減少が生じ、そのような継手では継手界面の外観検査、微細組織観察によって界面のアルミニウム層が酸化によって消尽しているのが見いだされた。しかしFD110ガラスに電流を流すとガラス全体が黒く着色することが見いだされ、この着色が継手の光透過率の上昇を妨げた。薄いアルミニウム層を用いた継手では、すべてのアルミニウム層を酸化するのに必要な通電量が小さくなるためガラスの着色が抑えられ、50%程度の高い光透過率が得られた。

#### ・チタンを仲立ちとした酸化物ガラス同士の陽極接合

前年度の研究で、チタンは多くの種類のガラスと高い陽極接合性を示すことが見いだされた。そこで、前項のアルミニウムを用いた研究と同様の目的で、チタン薄膜を仲立ちとしたガラス同士の陽極接合を試みた。

Matsunami 50、FD110、それにプリントガラスのSFL-6板材の接合面にRFスパッタによって数通りに厚さを変えてチタン層を成膜し、そこに同種のガラスを重ねあわせてチタン層を陽極、両側のガラスを陰極として電圧を印加して陽極接合を行った。薄いチタン層を用いた継手では、Matsunami 50ガラスでは光透過率が80%を超える継手が得られ、SFL-6ガラス、通電による着色が生じるFD110ガラスでも光透過率の高い継手が得られた。しかし、薄いチタンスパッタ膜を用いた継手では界面に未接合部が残りやすい傾向が見いだされた。

## (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。

本年度も引き続きTEM試料作成・観察技術の向上に努めつつ多数の観察を行い、また利用者からの要請によって観察結果の解析の指導・支援を行った。そのようにして本年も多く在所内分野、学内講座および学外研究機関へデータを提供した。協力した研究者からは、解析室員を共著者とした雑誌論文8件、また国内学会・国際会議での多数の講演・論文発表が行われた。また研究成果に示したように解析室独自の研究活動を行い、得られた成果の対外発表を行った。今後も、観察結果の解析の支援や観察結果についての議論を通じてより研究内容に立ち入った共同研究型の研究協力活動を増やし、また独自の研究活動も進めていく。

TEMをはじめ解析室が管理する装置のオペレーションは依然解析室員が担う部分が多いが、利用者に対する試料作成・観察の技術の指導の結果、FIBによるTEM試料の作成は大半が利用者自身によって行われるようになったので、今後も同様の指導を続けていく。また、溶接・接合研究

の発展に伴う材料組織観察のニーズの高度化に対応していくため、新しい TEM 試料の作成技術や組織解析の手法の取得・開発にさらに努める。

## 5.1 研究集会

### a. 高輝度・高効率レーザーによる先端加工

日時 2016年2月26日(金) 13:00~16:00  
場所 大阪大学大学院 工学研究科 U2-311

講演者 小林 洋平 東京大学物性研究所 准教授  
塚本 雅裕 大阪大学接合科学研究所 准教授  
菖蒲 敬久 日本原子力研究開発機構 主任研究員  
橋田 昌樹 京都大学化学研究所 准教授  
篠原 亘 パナソニックグループ エコソリューションズ社 主幹

参加者 87名

#### 概要

##### ・小林氏「レーザー開発とレーザー加工との融合に向けた取組み」

今後の労働力減少社会において生産性を維持するためにはレーザー加工の重要性がますます大きくなる。少量多品種生産を低コストで実現する新産業革命に対応したレーザー加工機がどのようなものになるかを考えた時に、光で何故ものが切れるのか？という複雑系の物理に取り組む必要が出てくる。物性にあった光源を用いることにより非熱的加工が期待されるからである。多くの研究者で時間を掛けて取り組むべき課題について述べられた。

##### ・塚本氏「次世代レーザーコーティング技術と青色半導体レーザー加工装置の開発」

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(2014年度-2018年度)」において開発されたレーザークラディング技術および装置について説明がなされた。さらに、当研究開発で開発された世界初の青色半導体レーザーコーティング装置についても紹介がなされた。

##### ・菖蒲氏「レーザー照射による粒子溶融の時空間分解計測」

レーザー照射中の金属粒子溶融凝固現象の時空間分解観察に必要な放射光透過イメージング技術は、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(2014年度-2018年度)」の要となる技術である。1ms以下および6 $\mu$ mの時空間分解計測により、数百 $\mu$ mの金属粒子が素材や基盤ごとに系統的な溶融凝固現象を示し、それらの要素として融点が大きく関連していることが説明された。

##### ・橋田氏「複合超短パルスレーザーによる高効率微細加工技術の開発」

コヒーレント相互作用技術を応用して、2波長のレーザーを組み合わせた非熱レーザー加工の基盤を構築し、加工効率については1桁向上、加工精度については1/10の高効率・超微細レーザー加工を実証すること目的とした先導研究に取り組んでいる。当先導研究における高効率・超微細レーザー加工技術開発計画について紹介がなされた。

##### ・篠原氏「太陽電池等におけるレーザー加工技術の開発」

太陽電池分野では、結晶Si系太陽電池が市場の90%以上を占めており、変換効率(セル変換効率)の最高値は、2016年2月現在で25.6%に至っている。これは、太陽電池表面における太陽光の反射ロス、Si表面あるいはp-n接合界面におけるキャリアの再結合ロス、および金属電極等によるシャドールロス等を極限まで小さくすることが出来れば、結晶Si太陽電池の理論限界である28~29%に近接出来ることを意味している。このような期待から、レーザー加工技術を応用した微細構造の形成により、上記のようなロス要因を低減する試みが盛んに行われており、これらの加工例について紹介がなされた。

b. 国際連携溶接計算科学研究拠点 (CCWS) 主催第9回講演会  
「溶接計算科学の実用展開と今後の展望」

日 時 2016年3月8日(火) 13:00~16:50

場 所 接合科学研究所 荒田記念館

講演者 南 二三吉 大阪大学接合科学研究所 教授  
堤 成一郎 大阪大学接合科学研究所 准教授  
豊貞 雅宏 大阪大学接合科学研究所 招へい教授  
茂田 正哉 大阪大学接合科学研究所 准教授  
桑原 仁志 関西大学化学生命工学部 トヨタ自動車株式会社  
杉原 伸泰 コマツ (株式会社小松製作所)

参加者 116名

#### 概 要

2007年に『国際連携 溶接計算科学研究拠点』が大阪大学・接合科学研究所に設立されて以来、講演会を毎年開催しており、産業界から多数の出席を頂いている。第9回にあたる本年度の講演会は、『溶接計算科学の実用展開と今後の展望』をテーマに、接合科学研究所の研究集会のひとつとして企画されたものである。今回は、プログラムに示されたように、2016年4月から接合科学研究所に新たに設立される、『溶接構造の疲労性能設計手法国際拠点』から2件の基調講演とともに、接合科学研究所から1件、企業から2件の招待講演を頂いた。基調講演では、溶接構造部の疲労破壊に対する安全性を設計段階から保障する設計・評価手法の開発に向けた要素技術とともに、疲労フリー構造を実現する国際標準化に向けた指針を講演頂いた。招待講演では、粒子法を用いたプラズマの流動現象解析例を易しく講演頂くとともに、企業の現場で、溶接変形シミュレーションを用いた溶接工程の改善に向けた具体的な取り組みを講演頂いた。そして、最後には拠点リーダーの村川教授から、これまでの拠点活動とともに、今後の発展に向けた講演を頂いた。最新技術を含めた、幅広い内容の講演会であり、参加者との活発な質疑が交わされた。また、講演会に先立ち、午前中には技術展示コーナーにおいて、各種溶接シミュレーションソフトのデモが実施された。さらに、講演会後に開催された技術交流会では、講演者と参加者との間での情報交換が行われた。

#### プログラム

- (1) 溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点構想 [基調講演] 南二三吉先生、堤成一郎先生
- (2) 高度脆性・疲労構造性能設計の確立に向けて [基調講演] 豊貞雅宏先生
- (3) アーク溶接等の熱プラズマプロセスに内在する流動現象のシミュレーション 茂田正哉先生
- (4) 自動車部品におけるアーク溶接熱変形シミュレーション 桑原仁志氏
- (5) 建機溶接における製造プロセスシミュレーションの活用 杉原伸泰氏
- (6) 溶接計算科学の実用化技術と今後の発展 村川英一先生

## 5.2 特別講演会

超微細粒オーステナイトからのマルテンサイト変態と TRIP 効果

日 時 平成2015年12月22日 (火) 13:00 ~ 15:00

場 所 大阪大学接合科学研究所 ゼミ室

講演者 辻 伸泰 京都大学大学院工学研究科材料工学専攻 教授  
(大阪大学接合科学研究所 招へい教授)

参加者 14名

### 概 要

平成27年度の当研究所先端基礎科学分野の招へい教授に御就任いただいている京都大学の辻 伸泰先生(京都大学大学院工学研究科材料工学専攻 教授)をお招きし、平成27年12月22日に当研究所ゼミ室において、特別講演会を開催した。御講演では、「超微細粒オーステナイトからのマルテンサイト変態と TRIP 効果」と題して、以下に示す要旨にて幅広い視点で御講演をいただいた。本題に入る前に、組織粒微細化が高強度を発現させる反面、伸びを減少させる負の効果も合わせ持っており、その伸びの減少が局部収縮(ネッキング)に起因し、ネッキングが起こる塑性不安定条件( $\sigma = d / d_0$ )など力学の基礎的な復習から入っていただき、聴講する学生にとって理解を深めやすい講演構成となっていた。講演後の学生の印象は大変好評であった。加えて、最後に最近の転位の概念で必ずしも理解できない変形現象について説明され、塑性変形を担う新たな概念を考えるという意味でとても有意義であり、御講演後も活発な討論が行われ、塑性変形への理解が深まり、今後我々の研究の役に立つと感じられた。以下、ご講演の要旨である。

準安定オーステナイトに Ms 点以上 (T<sub>0</sub>点以下) の温度で変形を加えるとマルテンサイト変態が発現することがあり、これを変形誘起マルテンサイト変態 (deformation induced martensitic transformation) という。引張変形時のくびれ部で変形誘起マルテンサイト変態が生じると、材料が硬化し、くびれの進展 (塑性不安定) が抑制される。これによって大きな延性が得られる現象を、変態誘起塑性 (TRIP: transformation induced plasticity) といい、薄鋼板の加工性向上などにとっても重要な現象である。一方、平均結晶粒径 1  $\mu\text{m}$  以下の超微細粒多結晶金属 (バルクナノメタル: bulk nanostructured metals) が実験室レベルで容易に得られるようになり、活発な研究が行われている。超微細粒金属材料は、同じ化学組成の通常粒径材の4倍以上の強度が得られ、優れた低温靱性を示すといった特徴を有するが、多くの場合塑性不安定現象の早期発現のため、引張延性 (特に均一伸び) に乏しい。もしも準安定オーステナイトの結晶粒径を超微細化し、TRIP 現象を重畳させることができれば、強度・延性・靱性に優れた鋼が得られる可能性がある。しかし、結晶粒微細化によってオーステナイトは安定化するので、変形中に生じる現象はやや複雑になる可能性が高い。我々は最近、平均粒径 1  $\mu\text{m}$  以下の完全再結晶組織を有する準安定オーステナイト単相鋼を作製することに成功した。本講演では、変形誘起マルテンサイト変態の基礎について概説したのち、超微細粒材を含む種々の平均粒径のオーステナイトを様々な温度で引張試験して得られた結果を紹介する。Dual Phase 鋼などの複相鋼板では TRIP 現象が用いられているが、これらの鋼板組織中の残留オーステナイトは微細であり、超微細粒オーステナイトからのマルテンサイト変態挙動を理解することは DP 鋼などの変形挙動を理解する上でも重要であると考えられる。

### 5.3 共同研究員・共同研究成果発表会

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

准教授 西川 宏

日 時 2015年11月10日（火）13:00～16：35  
場 所 接合科学研究所荒田記念館  
参加者 62名

#### 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27年度の共同研究員・共同研究成果発表会が平成27年11月10日（火）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、60名を超える方々にご参加に頂いた。「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、9件の研究発表が行われた。アーク溶接からレーザープロセス、プラズマプロセス、成膜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。



## 5.4 第6回6大学6研究所連携プロジェクト公開討論会

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拠点

特任准教授 大原 智

日 時 2015年11月20日 (金) 13:00 ~ 17:00  
場 所 東北大学 片平さくらホール  
参加者 96名

### 概 要

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拠点（6大学連携プロジェクト）は2015年11月20日（金）に東北大学・片平さくらホールにおいて、第6回6大学6研究所連携プロジェクト公開討論会を開催した。

当該プロジェクトは、文部科学省の特別経費として、2010年度から当研究所を含む6研究所（大阪大学接合科学研究所、東北大学金属材料研究所、東京工業大学応用セラミックス研究所、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）の有機的な連携により、環境・エネルギー分野、エレクトロニクス分野、生体・医療分野の3研究分野での実用化に不可欠な新材料開発を目指して推進している。

今回の公開討論会では、開会の挨拶の後、まず、興戸正純教授（名古屋大学）より「表面階層構造の構築によるインプラント材料の生体活性制御」と題して基調講演が行われ、講演の中では、金属・合金、セラミックス、ポリマー等のさまざまな素材をインプラント材料に適用するための表面状態・性質制御について述べられた。また、6大学連携プロジェクトの新展開として来年度から実施予定の「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」について、その概要と新しい材料開発コンセプト（生活革新材料）が紹介された。その後、各分野から2件の計6件の招待講演に加えて、64件のポスター発表があり、当該プロジェクトの研究成果を発信するとともに、活発な議論が研究交流会まで引き続き行われた。



興戸先生基調講演



ポスターセッション



研究交流会



## 6.1 国際交流協定締結大学等

[締結大学等名]	[国名]	[担当教員]
オハイオ州立大学産業溶接システム工学科	アメリカ合衆国	中田 一博
スロバキア溶接研究所	スロバキア共和国	不在
ハルビン工業大学材料科学及工程学院	中華人民共和国	藤井 英俊
西ボヘミア大学応用物理学部	チェコ共和国	節原 裕一
東北大学国家圧延制御研究所	中華人民共和国	不在
成均館大学プラズマ応用表面技術研究所	大韓民国	節原 裕一
エジプト中央金属研究所	エジプト共和国	近藤 勝義
慶南大学校産学共同研究センター	大韓民国	内藤 牧男
セルビア科学芸術アカデミー技術科学研究所	セルビア共和国	大原 智
天津大学材料科学及び工程学院	中華人民共和国	桐原 聡秀
韓国海洋大学校海事大学及び工科大学	大韓民国	片山 聖二
光云大学校 POP 研究センター	大韓民国	節原 裕一
ワルシャワ工科大学物質材料理工学部	ポーランド	不在
山東大学材料接続技術研究所	中華人民共和国	田中 学
レイファン カルロス大学 材料工学部	スペイン共和国	不在
スペイン・マドリッド州立先進材料研究所	スペイン共和国	内藤 牧男
韓国生産技術研究院光州本部	大韓民国	藤井 英俊
フレミッシュ科学技術研究所	ベルギー共和国	桐原 聡秀
フラウンホーファー IPA	ドイツ連邦共和国	近藤 勝義
ドイツ材料技術研究所	ドイツ連邦共和国	内藤 牧男
オークランド工科大学設計創造科学技術学部	ニュージーランド	片山 聖二
ヤンゴン工科大学	ミャンマー連邦共和国	近藤 勝義
インド工科大学カラグプール校	インド共和国	村川 英一
マラヤ大学工学部	マレーシア	田中 学

インド工科大学ハイデラバード校	インド共和国	田中 学
国立インド溶接研究所	インド共和国	田中 学
インドネシア大学 工学部	インドネシア共和国	田中 学
モンクット王北バンコク工科大学 機械教育工学科	タイ王国	田中 学
東義大学校理工学院新材料工程系及び溶接技術者教育センター	大韓民国	田中 学
ロシア極東連邦総合大学 工学部溶接工学科	ロシア連邦	近藤 勝義
国立台湾大学 工学部	台湾	阿部 浩也
パリ国立高等鉱業学校 材料センター	フランス共和国	堤 成一郎
キングサウド大学工学部	サウジアラビア	堤 成一郎
香港城市大学 工科学部	中華人民共和国	西川 宏
ハノイ工科大学 溶接工学 金属技術学科	ベトナム社会主義共和国	勝又美穂子
カセサート大学 工学部	タイ王国	勝又美穂子
タイ国立科学技術開発庁	タイ王国	近藤 勝義
デ・ラ・サール大学理学部・工学部	フィリピン共和国	川人 洋介
ハノイ国家大学科学技術大学	ベトナム社会主義共和国	勝又美穂子
中国科学院上海珪酸塩研究所 高性能セラミックス研究所	中華人民共和国	内藤 牧男
韓国先端科学技術大学機械工学科	大韓民国	片山 聖二
チュラロンコン大学 工学部	タイ王国	西川 宏
ローマ大学ベルゲータ校 インダストリアル・エンジニアリング科	イタリア共和国	内藤 牧男
モンクット王トンブリ工科大学 キングウエルド溶接研究・コンサルティングセンター	タイ王国	勝又美穂子
モンクット王トンブリ工科大学 工学部	タイ王国	近藤 勝義
蘭州理工大学非鉄金属高度処理及び 再利用国家重点研究所	中華人民共和国	田中 学
西安理工大学材料工学部	中華人民共和国	近藤 勝義
ロシア極東連邦総合大学高等教育機関	ロシア連邦	田中 学

ドルトムント工科大学機械工学科	ドイツ連邦共和国	田中 学
イスタンブール工科大学船舶海洋構造工学学科	トルコ	村川 英一
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	村川 英一
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	村川 英一
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

## 6.2 海外出張・研修

[氏名]	[期間]	[国名]	[用務]
茂田 正哉	H27.4.6 ~ H27.4.12	アメリカ合衆国	国際溶接学会 IIW の中間会議に参加し、最新の溶接科学技術の動向を調査するため
田中 学	H27.4.6 ~ H27.4.12	アメリカ合衆国	国際溶接学会 IIW の中間会議に参加し、最新の溶接科学技術の動向を調査するため
桐原 聡秀	H27.4.19 ~ H27.4.24	ドイツ	セラミックス実装国際会議 (CICMT) に参加し研究発表や情報収集を行う
大原 智	H27.4.19 ~ H27.4.24	ドイツ	CICMT2015に参加し口頭発表と特異構造材料に関する調査を行う
西川 宏	H27.4.25 ~ H27.4.26	中国	The 2nd International Conference on Materials Science and Engineering Technology に参加するため
田中 学	H27.4.28 ~ H27.4.30	ロシア	ロシア極東連邦総合大学・ドイツドルトムント工科大学との3者 MOU 調印式に参加の為
藤井 英俊	H27.4.28 ~ H27.4.30	ロシア	ロシア極東連邦総合大学・ドイツドルトムント工科大学との3者 MOU 調印式に参加の為
節原 裕一	H27.5.2 ~ H27.5.3	韓国	アジアヨーロッパプラズマ表面工学に関する国際会議 (AEPSE) Program Meeting にて当該分野の最新情報を収集
芹澤 久	H27.5.9 ~ H27.5.13	ドイツ	ICM12国際会議に参加
桐原 聡秀	H27.5.10 ~ H27.5.15	アメリカ合衆国	国際溶射学会に参加し研究発表や情報収集を行う
西川 宏	H27.5.12 ~ H27.5.14	シンガポール	IEC/TC91 国際会議に出席するため
節原 裕一	H27.5.14 ~ H27.5.16	韓国	先進的プラズマプロセス技術の研究開発に関する打合せ (学術交流協定に基づく国際共同研究)
藤井 英俊	H27.5.16 ~ H27.5.23	ドイツ	国際会議 HTC2015に参加し、金属の物性に関する情報収集を行う

小西 恭平	H27.5.17 ~ H27.5.22	イタリア	The ASME-ATI-UIT 2015 Conference on Thermal Energy Systems: Production, Storage, Utilization and the Environment 参加し、最新の熱工学に関する研究調査を行なうため
中谷 光良	H27.5.17 ~ H27.5.22	アメリカ合衆国	すばる望遠鏡の現地視察、次世代望遠鏡建設予定地見学
茂田 正哉	H27.5.17 ~ H27.5.22	イタリア	The ASME-ATI-UIT 2015 Conference on Thermal Energy Systems に参加し、最新の熱工学に関する研究・調査を行うため
片山 聖二	H27.5.21 ~ H27.5.22	韓国	レーザ溶接の研究に関する資料・情報収集、資料閲覧
梅田 純子	H27.5.26 ~ H27.5.31	タイ	共同研究に関する実験および研究打合せ / 靱殻発電に関する現地調査 / バイオマスセミナーに参加する
茂田 正哉	H27.6.7 ~ H27.6.9	タイ	モンクット王トンプリ工科大学を訪問し、共同研究成果を報告するため
西川 宏	H27.6.13 ~ H27.6.16	インド	国際会議(FiMPART 2015)に参加するため
近藤 勝義	H27.6.13 ~ H27.6.17	フランス	本事業に関する成果報告および研究打合せを行う。 / 本事業に関する Nanotech France プログラム技術委員会に出席する。 / Nanotech France にて本事業に関する発表を行う
桐原 聡秀	H27.6.13 ~ H27.6.20	カナダ	セラミックス材料国際会議に参加し研究発表や情報収集を行う
芹澤 久	H27.6.13 ~ H27.6.21	カナダ	CMCEE-11 国際会議に参加
小澤 隆弘	H27.6.14 ~ H27.6.16	カナダ	エネルギーと環境へのセラミックス材料の応用に関する第11回国際会議(CMCEE) に出席し、リチウムイオン電池に関係する粉体プロセス技術、材料開発などに関する研究動向を調査するため
内藤 牧男	H27.6.14 ~ H27.6.20	カナダ	エネルギーと環境へのセラミックス材料の応用に関する第11回国際会議(CMCEE) に出席し、リチウムイオン電池に関係する粉体プロセス技術、材料開発などに関する研究動向を調査するため

FINCATO RICCARDO	H27.6.21 ~ H27.6.27	アメリカ合衆国	ISOPE に参加し、研究発表や情報収集を行う
堤 成一郎	H27.6.21 ~ H27.6.27	アメリカ合衆国	ISOPE に参加し、研究発表や情報収集を行う
村川 英一	H27.6.21 ~ H27.6.28	アメリカ合衆国	国際会議 ISOPE2015に参加し、発表及び情報収集を行う
佐藤 雄二	H27.6.21 ~ H27.7.5	ドイツ/ベルギー	LiM2015に参加し、情報収集を行う / レーザーコーティング技術の研究開発に関する情報収集
片山 聖二	H27.6.21 ~ H27.7.5	ドイツ/ フィンランド	LiM 2015に参加し、研究発表や情報収集を行う / レーザ溶接に関する研究打合せ / IIW2015に参加し、研究発表や情報収集を行う
南 二三吉	H27.6.24 ~ H27.7.4	フィンランド	フィンランド溶接協会との交流会で招待講演、および IIW2015 に出席し第10委員会を議長として運営
小西 恭平	H27.6.25 ~ H27.7.4	フィンランド	第68回国際溶接学会 IIW 年次大会に参加し、最新の溶接科学に関する研究調査のため
田中 学	H27.6.25 ~ H27.7.4	フィンランド	第68回国際溶接学会 IIW 年次大会に参加し、最新の溶接科学に関する研究調査のため
阿部 洋平	H27.6.26 ~ H27.7.3	フィンランド	IIW2015に出席し T M T の強度評価に関する発表を行う
中谷 光良	H27.6.26 ~ H27.7.10	フィンランド/ イギリス/スイス	国際溶接学会で T M T の継手強度に関する発表を行う / 最新技術の情報を得る / 溶接技術に関する技術交換を行う
芹澤 久	H27.6.27 ~ H27.7.3	フィンランド	68th IIW Annual Assembly & International Conference に出席
桐原 聡秀	H27.6.27 ~ H27.7.4	フィンランド	国際溶接学会に参加し研究発表や情報収集を行う
塚本 雅裕	H27.6.27 ~ H27.7.5	ベルギー/ドイツ	レーザーコーティング技術の研究開発に関する情報収集 / レーザーコーティング技術の研究開発に関する打合せ

升野振一郎	H27.6.27 ~ H27.7.5	ベルギー / ドイツ	レーザーコーティング技術の研究開発に関する情報収集 / レーザーコーティング技術の研究開発に関する打合せ
小濱 和之	H27.6.28 ~ H27.7.4	フィンランド	第68回国際溶接会議 (IIW2015) に参加し、炭化物接合に関する研究発表や情報収集を行う
伊藤 和博	H27.6.28 ~ H27.7.4	フィンランド	IIW2015年次大会に参加し、研究発表や情報収集を行う
堤 成一郎	H27.6.28 ~ H27.7.5	フィンランド	IIW に参加し、研究発表や情報収集を行う
永塚 公彬	H27.6.28 ~ H27.7.5	フィンランド / ドイツ	The 68th IIW Assembly and International Conference に参加し、情報収集を行う / 打合せ及び工場見学
近藤 勝義	H27.6.29 ~ H27.7.3	タイ	KMUTT 大学にて共同研究の打合せを行う
大原 智	H27.6.30 ~ H27.7.3	中国	OECC2015に参加をし講演を行う
村川 英一	H27.6.30 ~ H27.7.5	フィンランド	68th IIW Annual Assembly & International Conference に参加
高嶋 康人	H27.7.1 ~ H27.7.5	フィンランド	IIW 国際会議に参加し、研究発表と情報収集を行う
今井 久志	H27.7.3 ~ H27.7.6	シンガポール	ICMSEM2015に参加し、研究発表や情報収集を行う
菅 哲男	H27.7.5 ~ H27.7.8	シンガポール	2016年度のシンガポール CIS の内容を協議するための打ち合わせを行う
勝又美穂子	H27.7.5 ~ H27.7.8	シンガポール	2016年度 CIS に係る協議
西川 宏	H27.7.5 ~ H27.7.10	イギリス	国際会議 (International Conference and Exhibition on High Temperature Electronics Network) に参加し、情報収集を行う
茂田 正哉	H27.7.5 ~ H27.7.11	ベルギー	The 22nd International Symposium on Plasma Chemistry (ISPC22) 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
川人 洋介	H27.7.6 ~ H27.7.7	アイスランド	地熱、腐食環境のエネルギー環境に関する情報収集のため、Reykjanes GPP, Svartsengi GPP の設備見学

南 二三吉	H27.7.7 ~ H27.7.11	インド	JICA 溶接人材育成事業での講義のため
川人 洋介	H27.7.9	ドイツ	フランホーファー研究所を訪問し、レーザクラディングについての研究発表、およびレーザ技術に関する意見交換
節原 裕一	H27.7.18 ~ H27.7.20	台湾	第1回先進プラズマ技術と応用に関する国際ワークショップにて、成果発表と情報収集を行う
村川 英一	H27.7.20 ~ H27.7.26	アメリカ	ICCES'15国際会議に出席
大原 智	H27.8.2 ~ H27.8.15	フランス	特異ナノ構造に関する共同研究と論文の共同執筆の為
片山 聖二	H27.8.3 ~ H27.8.4	アメリカ合衆国	3rd iaple annual coference and agmに参加し、研究発表や情報収集を行う
西川 宏	H27.8.4 ~ H27.8.7	タイ	ワークショップの実施および今後の共同研究について協議
伊藤 和博	H27.8.4 ~ H27.8.7	タイ	チュラロンコン、カセサート、モンクット王トンプリ工科大学でワークショップを実施する。今後の共同研究についても協議する
近藤 勝義	H27.8.4 ~ H27.8.7	タイ	チュラロンコン、カセサート、モンクット王トンプリ工科大学でワークショップを実施する。今後の共同研究についても協議する
南 二三吉	H27.8.6 ~ H27.8.8	韓国	朝鮮大学校との学術交流会に出席し、研究に関する意見交換を行う
三本 嵩哲	H27.8.16 ~ H27.8.22	アメリカ合衆国	「Ti-2015: The 13th World Conference on Titanium」学会・研究会に参加し、研究発表や情報収集を行う
西川 宏	H27.8.18 ~ H27.8.20	ベトナム	ワークショップを開催するため
伊藤 和博	H27.8.18 ~ H27.8.22	ベトナム	ハノイ工科大学でワークショップを実施。今後の共同研究についても協議する
近藤 勝義	H27.8.18 ~ H27.8.22	ベトナム	ハノイ工科大学でワークショップを実施。今後の共同研究についても協議する

塚本 雅裕	H27.8.29 ~ H27.9.4	オーストラリア	COLA2015に参加し、研究発表や情報収集を行う
佐藤 雄二	H27.8.29 ~ H27.9.4	オーストラリア	COLA2015に参加し、研究発表や情報収集を行う
菅 哲男	H27.8.30 ~ H27.9.1	インドネシア	CIS の最終報告会に参加するため
桐原 聡秀	H27.8.30 ~ H27.9.4	韓国	環太平洋セラミックス学会に参加し研究発表や情報収集を行う
近藤 勝義	H27.8.30 ~ H27.9.4	ドイツ	PM Ti Conference にて本事業に関する成果発表を行う
内藤 牧男	H27.9.1 ~ H27.9.3	韓国	国際会議 PACRIM11に出席し、粉体の微細構造制御と機能化に関する調査を行うため
小澤 隆弘	H27.9.2 ~ H27.9.4	韓国	国際会議 PACRIM11に出席し、粉体の微細構造制御と機能化に関する調査を行うため
上路林太郎	H27.9.5 ~ H27.9.13	デンマーク	DTU にて開催される国際会議に出席し研究成果の発表を行う
南 二三吉	H27.9.6 ~ H27.9.11	イギリス	国際規格 ISO/DIS 27306の討議に参加し意見交換を行う
高橋 康夫	H27.9.7 ~ H27.9.17	オランダ / クロアチア / オーストリア / フランス	技術革新国際会議に参加し発表や情報収集を行う / 表面界面現象に関する研究調査
桐原 聡秀	H27.9.9 ~ H27.9.14	モロッコ	スマートマテリアル国際会議に参加し研究発表や情報収集を行う
藤井 英俊	H27.9.13 ~ H27.9.15	中国	摩擦攪拌接合の研究に関する情報収集、資料閲覧
西川 宏	H27.9.13 ~ H27.9.17	ドイツ	20th European Microelectronics and Packaging Conference & Exhibition (EMPC2015)に参加し、情報収集を行う
麻 寧緒	H27.9.17 ~ H27.9.20	中国	科学技術交流 / 国際会議 WSE2015に参加し、研究発表や情報収集を行う
村川 英一	H27.9.17 ~ H27.9.24	中国	科学技術交流 / 国際会議 WSE2015に参加し、情報収集を行う

節原 裕一	H27.9.19 ~ H27.9.24	韓国	第10回アジア・ヨーロッパ プラズマ表面工学国際会議 (AEPSE2015)にて、成果発表と情報収集を行う
内田儀一郎	H27.9.19 ~ H27.9.24	韓国	The 10th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering (AEPSE2015)に参加し、研究発表や情報収集を行う
大原 智	H27.9.19 ~ H27.9.26	セルビア	ACA 2015に参加をし発表を行う。また共同研究の打合せを行う
小溝 裕一	H27.9.20 ~ H27.9.23	中国	国際会議 WSE2015に参加し、最新の溶接科学に関する研究調査のため
藤井 英俊	H27.9.20 ~ H27.9.26	ポーランド	金属材料の接合の研究に関する資料・情報収集
竹中 弘祐	H27.9.22 ~ H27.9.24	韓国	AEPSE2015に参加し、研究発表や情報収集を行う
菅 哲男	H27.9.23 ~ H27.9.26	ベトナム	CIS 最終報告会に出席するため
芹澤 久	H27.9.26 ~ H27.10.2	オーストリア	11th International Seminar "Numerical Analysis of Weldability"国際会議に出席
節原 裕一	H27.10.2 ~ H27.10.5	韓国	先進プラズマプロセスに関する情報交換 / 第21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参加し、成果発表と情報収集を行う
桐原 聡秀	H27.10.2 ~ H27.10.9	アメリカ合衆国	材料科学技術国際会議に参加し研究発表や情報収集を行う
近藤 勝義	H27.10.4 ~ H27.10.9	アメリカ合衆国	MS & T にて本事業に関する研究成果の発表を行う
今井 久志	H27.10.4 ~ H27.10.10	アメリカ合衆国	MS&T2015に参加し、研究発表や情報収集を行う
塚本 雅裕	H27.10.7 ~ H27.10.15	イタリア / イギリス	EMO MILANO 2015に参加し情報収集を行う / レーザーコーティングに関する情報収集 / レーザーコーティングに関するディスカッション
南 二三吉	H27.10.7 ~ H27.10.17	中国	天津理工大学を訪問し、破壊力学及び溶接技術の発展に関する講演を行うとともに、学術交流協定を結ぶ

佐藤 雄二	H27.10.7 ~ H27.10.15	イタリア/イギリス	EMO MILANO 2015に参加し情報収集を行う/レーザーコーティングに関する情報収集/レーザーコーティングに関するディスカッション
芹澤 久	H27.10.10 ~ H27.10.17	ドイツ	ICFRM-17国際会議に出席
大原 智	H27.10.12 ~ H27.10.17	中国	NMS-X1国際会議に参加をし発表、調査を行う/共同研究の打合せ
茂田 正哉	H27.10.12 ~ H27.10.17	アメリカ合衆国	9th International Conference on Reactive Plasma (ICRP-9)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
節原 裕一	H27.10.12 ~ H27.10.18	アメリカ合衆国	第9回反応性プラズマ国際会議(GEC 68/ICRP9/SPP33)にて、成果発表と情報収集を行う
竹中 弘祐	H27.10.12 ~ H27.10.18	アメリカ合衆国	ICRP-9/GEC-68/SPP-33に参加し、研究発表や情報収集を行う
QIU NAN	H27.10.12 ~ H27.10.19	中国	NMS-X1国際会議に参加をし発表、調査を行う/共同研究(XAFS Soft XASに関する実験と共同打合せ)
内田儀一郎	H27.10.13 ~ H27.10.18	アメリカ合衆国	ICRP-9/GEC-68/SPP-33国際会議に参加し、情報収集を行う
片山 聖二	H27.10.17 ~ H27.10.24	アメリカ合衆国	ICALEO2015に参加し、研究発表や情報収集を行う
佐藤 雄二	H27.10.17 ~ H27.10.25	アメリカ合衆国	ICALEO2015に参加して研究発表や情報収集を行う/Dr. I Z U M Iを訪問し次世代レーザーコーティングの応用展開についての情報収集
中谷 光良	H27.10.17 ~ H27.10.25	アメリカ合衆国	燃料輸送容器の自動溶接装置の現地デモと調査
塚本 雅裕	H27.10.19 ~ H27.10.25	アメリカ合衆国	レーザークラディング技術開発に関する情報収集を行う。/Dr. I Z U M Iを訪問し次世代レーザーコーティングの応用展開についての情報収集
勝又美穂子	H27.10.25 ~ H27.11.7	ミャンマー	ミャンマーにおける CIS 実施
上路林太郎	H27.10.31 ~ H27.11.6	エジプト	3rd International conference on Welding and Failure Analysis of Engineering Materials 参加

片山 聖二	H27.10.31 ~ H27.11.7	エジプト	3RD INTERNATIONAL CONFERENCE に参加し、研究発表や情報収集を行う/レーザ溶接の研究に関する資料・情報収集、資料閲覧
藤井 英俊	H27.10.31 ~ H27.11.7	エジプト	3rd International Conference on Welding and Failure Analysis of Engineering Materials に参加し、摩擦攪拌接合およびその他の摩擦接合に関する情報収集を行う
青木 祥宏	H27.10.31 ~ H27.11.7	エジプト	3rd International Conference on Welding and Failure Analysis of Engineering Materials に参加する
伊藤 和博	H27.10.31 ~ H27.11.7	エジプト	WAFA-2015に参加し、研究成果発表と情報収集を行う
西川 宏	H27.11.2 ~ H27.11.4	アラブ首長国連邦	両部局の情報共有と今後の交流協議のため
近藤 勝義	H27.11.2 ~ H27.11.4	アラブ首長国連邦	両部局の情報共有と今後の交流協議のため
菅 哲男	H27.11.4 ~ H27.11.7	フィリピン	CIS 及び最終報告会に参加のため
森貞 好昭	H27.11.8 ~ H27.11.12	アメリカ	綿形摩擦接合、摩擦圧接、摩擦攪拌接合等の摩擦接合に関する情報収集を行う
桐原 聡秀	H27.11.10 ~ H27.11.14	台湾	持続可能エネルギー用セラミックス工学国際会議に参加し研究発表や情報収集を行う/セラミックス総合研究会に参加し研究発表や情報収集を行う/溶接学会マイクロ接合研究委員会に参加し研究発表や情報収集を行う
西川 宏	H27.11.16 ~ H27.11.19	マレーシア	ICoSEM 2015に参加するため/University Malaysia Perlis に部局間交流協定を締結するため
近藤 勝義	H27.11.17 ~ H27.11.21	オーストラリア	PRU Vice Presidents for Research Meeting に参加する
近藤 勝義	H27.11.17 ~ H27.11.21	オーストラリア	APRU Vice Presidents for Research Meeting2015参加のため
佐藤 雄二	H27.11.17 ~ H27.11.22	ドイツ	formnext powered by TCT 2015に参加し、情報収集を行う

塚本 雅裕	H27.11.18 ~ H27.11.22	ドイツ	formnext powered by TCT 2015に参加し、情報収集を行う
内藤 牧男	H27.11.19 ~ H27.11.21	台湾	Prof. Hsiu-Po Kuo 研究室訪問 / Prof. Wei-Hsing Tuan 研究室訪問
菅 哲男	H27.11.23 ~ H27.11.26	インドネシア	来年度のインドネシア CIS について協議するため
節原 裕一	H27.12.1 ~ H27.12.5	アメリカ	2015 MRS Fall Meeting に参加し情報収集
片山 聖二	H27.12.5 ~ H27.12.8	カタール	接合研主催シンポジウムで発表を行う
近藤 勝義	H27.12.5 ~ H27.12.11	カタール / アラブ首長国連邦 / シンガポール	接合研主催のシンポジウムで発表をするため / GAMS2015フォーラムにて発表をするため / 南洋理工大学と接合研のワークショップで発表をするため
西川 宏	H27.12.5 ~ H27.12.11	カタール / シンガポール	接合研主催シンポジウムで発表を行う / 南洋理工大学と接合研のワークショップで発表を行う
勝又美穂子	H27.12.5 ~ H27.12.11	カタール / シンガポール	南洋理工大学との合同シンポジウム会議開催運営のため
堤 成一郎	H27.12.9 ~ H27.12.11	シンガポール	南洋理工大学と接合研のワークショップで発表する
川人 洋介	H27.12.9 ~ H27.12.11	シンガポール	南洋理工大学と接合研とのワークショップで講演するため
田中 学	H27.12.10 ~ H27.12.13	タイ	モンクット王トンプリ工科大学を訪問し、共同研究成果を報告するため
内藤 牧男	H27.12.13 ~ H27.12.19	スペイン	先進材料とその製造プロセスに関する国際会議 (AMPT2015) に出席し、粉体による材料の構造制御と機能化に関する調査を行うため
菅 哲男	H27.12.22 ~ H27.12.26	タイ	共同研究の打ち合わせ / CIS の最終報告会等に参加する
内藤 牧男	H28.1.6 ~ H28.1.8	中国	複合材料開発の基礎となる粉体構造制御技術に関する調査のため
村川 英一	H28.1.10 ~ H28.1.12	中国	学術交流のため
西川 宏	H28.1.12 ~ H28.1.15	カタール	共同研究の打ち合わせ

茂田 正哉	H28.1.17 ~ H28.1.23	ポルトガル	2nd International Symposium on Nanoparticles/Nanomaterials and Applications (ISN2A) に参加し、ナノ粒子工学に関する最新の情報を収集するため
桐原 聡秀	H28.1.22 ~ H28.2.1	アメリカ合衆国	国際セラミック学会に参加し研究発表や情報収集を行う/セラミック接合実装国際会議の実行委員会講演会に参加し研究発表や情報収集を行う
芹澤 久	H28.1.23 ~ H28.1.30	アメリカ合衆国	ICACC2016国際会議に出席
内藤 牧男	H28.1.24 ~ H28.1.29	アメリカ合衆国	先進セラミックスと複合材料に関する第40回国際会議 (ICACC2016) に出席し、リチウムイオン電池の開発と製造技術に関する技術動向の調査を行うため
南 二三吉	H28.2.1 ~ H28.2.7	フランス	欧州での最近の破壊力学手法に関する意見交換と情報収集 / IIW Chairman-TMB 会議、Board 会議に出席
田中 学	H28.2.3 ~ H28.2.6	フランス	国際溶接学会 IIW の中間会議に参加し、最新の溶接科学技術の動向を調査するため
伊藤 和博	H28.2.8 ~ H28.2.10	インド	大学院生への講義及びシャーマ教授と共同研究の打ち合わせを行う
田中 学	H28.2.8 ~ H28.2.10	インド	大学院生への講義及びシャーマ教授と共同研究の打ち合わせを行う
佐藤 雄二	H28.2.13 ~ H28.2.19	アメリカ合衆国	SPIE Photonics West 2016に参加し、研究発表や情報収集を行う
近藤 勝義	H28.2.14 ~ H28.2.19	アメリカ合衆国	TMS2016に参加し本事業の成果を発表する
伊藤 和博	H28.2.15 ~ H28.2.19	アメリカ合衆国	2016 T M S 年次大会に参加し、招待講演や情報収集を行う
節原 裕一	H28.2.21 ~ H28.2.24	タイ	第2回先進プラズマ技術・応用に関する国際ワークショップにて、成果発表と情報収集を行う
片山 聖二	H28.2.22 ~ H28.2.26	ドイツ	International Laser Symposium & International に参加し、研究発表や情報収集を行う

川人 洋介	H28.2.22 ~ H28.2.26	ドイツ	The 9th International Symposium in Dresden に参加し、研究発表や情報収集を行う
小澤 隆弘	H28.2.23 ~ H28.2.25	中国	上海珪酸塩研究所を訪問し、微粒子、粉体の構造制御に関する研究動向調査を行うため
内藤 牧男	H28.2.23 ~ H28.2.25	中国	上海珪酸塩研究所を訪問し、微粒子、粉体の構造制御に関する研究動向調査を行うため
梅田 純子	H28.2.23 ~ H28.2.28	タイ	KMUTT にて共同研究に関する実験を行う / KMUTT にて共同研究に関する研究打合せを行う / チュラロンコン大学にて共同研究に関する研究打合せを行う / チュラロンコン大学でのセミナーにて発表を行う
西川 宏	H28.2.24 ~ H28.2.26	シンガポール	共同研究の打ち合わせ
近藤 勝義	H28.2.24 ~ H28.2.27	タイ	共同研究の打ち合わせ
菅 哲男	H28.2.24 ~ H28.2.27	マレーシア	マラヤ大学で共同研究の打ち合わせ及び CIS 最終報告会、千代田マレーシアで CIS の協議を行う
大原 智	H28.2.24 ~ H28.3.1	フランス	特異構造ナノクリスタルのラマン分光に関する共同実験を行う
佐藤 雄二	H28.3.1 ~ H28.3.5	アメリカ合衆国	LAM2016に参加し、研究発表や情報収集を行う
梅田 純子	H28.3.3 ~ H28.3.6	シンガポール	南洋理工大学において共同研究セミナーでの発表および2nd Annual World Congress of Smart Materials-2016にて発表を行う。 / 2nd Annual World Congress of Smart Materials-2016に参加する
近藤 勝義	H28.3.3 ~ H28.3.6	シンガポール	南洋理工大学において共同研究セミナーでの発表を行う。 / Grand Copthorne Waterfront Hotel において2nd Annual World Congress of Smart Materials-2016に参加・聴講及びシンガポール国立大学にて共同研究の打合せを行う
内田 成明	H28.3.3 ~ H28.3.7	シンガポール	ナノ技術カンファレンス/エキスポに出席

田代 真一	H28.3.3 ~ H28.3.10	イタリア	ポローニャ大学を訪問し、熱プラズマ数値解析に関する研究調査を行う / 国際溶接学会 IIW の中間会議に参加し、最新の溶接科学技術の動向を調査するため
田中 学	H28.3.3 ~ H28.3.10	イタリア	ポローニャ大学を訪問し、熱プラズマ数値解析に関する研究調査を行う / 国際溶接学会 IIW の中間会議に参加し、最新の溶接科学技術の動向を調査するため
西川 宏	H28.3.7 ~ H28.3.9	タイ	チュラロンコン大学とカセサート大学と合同で検討中の国際共同研究について協議を行う
勝又美穂子	H28.3.8 ~ H28.3.10	ベトナム	2016年度接合研ハノイオフィス設置に係る協議
茂田 正哉	H28.3.13 ~ H28.3.18	アメリカ合衆国	The First Pacific Rim Thermal Engineering Conference (PRTEC2016) に参加し、熱工学に関する最新の情報を収集するため
南 二三吉	H28.3.29 ~ H28.4.5	トルコ	IIW 第10委員会ワークショップと中間会議に参加し、溶接構造物の健全性評価に関して協議

### 6.3 来訪者

[氏名]	[国籍]	[所属・身分]	[来訪日]	[目的]
Jenn-Ming Song	台湾	Dept. Materials Science & Engineering, National Chung Hsing University、教授	H27.4.13	特別講演
Floran fetzer	ドイツ	University Stuttgart、研究員	H27.6.2	研究打合わせ
Daniel Forster	ドイツ	University Stuttgart、研究員	H27.6.2	研究打合わせ
Zhiming Shi	オーストラリア	The University of Queensland、研究員	H27.6.29 ~ H27.7.21	共同研究に関する 実験及び共同研究 打ち合わせ
Phan Hui Le	ベトナム	ハノイ大学、Lector	H27.7.12 ~ H27.8.1	研究打合わせ
Yin Shumei	中国	北京第十八中学、教員	H27.7.13	施設・設備等の見 学及び視察
Fan Xiaoyuan	中国	北京第十二中学、教員	H27.7.13	施設・設備等の見 学及び視察
Tao Zewei	中国	No.1 Middle School of Lanzhou、教員	H27.7.13	施設・設備等の見 学及び視察
Wu Jianing	中国	銀川市第一中学	H27.7.13	施設・設備等の見 学及び視察
Fan Zhiting	中国	幅沂市当山区友数外語 培巡学校、教員	H27.7.13	施設・設備等の見 学及び視察
Dongliang Jiang	中国	上海珪酸塩研究所、教授	H27.7.13	施設・設備等の見 学及び視察
Meiyu Zhou	中国	上海珪酸塩研究所、教授	H27.7.13	施設・設備等の見 学及び視察
Jiangxin Zhang	中国	上海珪酸塩研究所、教授	H27.7.13	施設・設備等の見 学及び視察
Qian Liu	中国	上海珪酸塩研究所、教授	H27.7.13	施設・設備等の見 学及び視察
Ensook Kim	韓国	SAMSUNG、マーケティング チームマネージャー	H27.7.13	研究打合せ
Abhay Sharma	インド	Indian Institute of Technology Hyderabad、Assistant Professor	H27.7.20 ~ H27.8.1	自国のインターン 学生との共同研究内 容を見学

Yuvaraj Chinnaiyan	インド	Ministry of Skill Deveropment & Enterpeneueship Advanced training Institute, DGT, Chennai Dupty Director of Training	H27.7.22	施設・設備等の見学及び視察、講義
Debasis Pani	インド	Ministry of Skill Deveropment & Enterpeneueship Advanced training Institute Kollata Traiing Officer	H27.7.22	施設・設備等の見学及び視察、講義
Devendra Gupta	インド	Hero Moto Corp Ltdsupplier Quality Assurance、AGM	H27.7.22	施設・設備等の見学及び視察、講義
Chander Mohan Singha Rawat	インド	Jay Bhart Marutilimited、 Head of Manufacturing	H27.7.22	施設・設備等の見学及び視察、講義
Chakkrist Phongphiusutthinan	タイ	MTEC/National Metal and Materials Technology Center、 Researcher	H27.8.23 ~ H27.8.29	研究打合わせ
Paiboon Wattanapornphan	タイ	MTEC/National Metal and Materials Technology Center、 Researcher	H27.8.23 ~ H27.8.29	研究打合わせ
Panadda Sheppard	タイ	MTEC/National Metal and Materials Technology Center、 Director of Materials Reliavility Research unit	H27.8.26 ~ H27.8.27	施設・設備等の見学及び視察、研究打合わせ
Kumaraver Murugesan	インド	Ministry of Skill Deveropment & Enterpeneueship Foremen Training Institute, BANGALOR Depty Director of Training	H27.8.27	施設・設備等の見学及び視察、講義
Dannie Mathew	インド	Tech-Sharp Engineers P Ltd. Project Director"	H27.8.27	施設・設備等の見学及び視察、講義
Babu Rao Nutalapati	インド	PES Enfeiners PVT. Ltd. Projest Managemento Department Deputy General Manager	H27.8.27	施設・設備等の見学及び視察、講義
Jagdish Baban Mahajan	インド	Ministry of Skill Deveropment & Enterpeneueship Central Training Institute for Instructor, Chennai、 Vocational instructor	H27.8.27	施設・設備等の見学及び視察、講義

Raghunath Budha Warude	インド	Ministry of Skill Deveropment & Enterpeneueship Advanced training Institute, DGT, Mumbai Vocational Instructor	H27.8.27	施設・設備等の見学及び視察、講義
Narasimaha Prasad Boya	インド	Ministry of Skill Deveropment & Enterpeneueship Advanced training Institute, DGT, Hyderabad Vocational Instructor	H27.8.27	施設・設備等の見学及び視察、講義
Venkateswaran Raman Payyalore	インド	Welding Research Institute Bharat heavy Electricals Limited, Deputy Manager	H27.8.27	施設・設備等の見学及び視察、講義
Jean-Christophe Valmalette	フランス	Institute Materiaux Microelectronique Nanoscience de Provace, Universite du Sud Toulon Var	H27.8.27 ~ H27.9.6	研究打合せ、論文共同執筆・共同研究
Han-Sur Bang	韓国	Department of Welding & Joining Science Engineering, College of Engineering, Chosun University	H27.8.29 ~ H27.8.30	学術交流協定の締結
Hee-Sun Bang	韓国	Department of Welding & Joining Science Engineering, College of Engineering, Chosun University	H27.8.29 ~ H27.8.30	学術交流協定の締結
Shin-kang Lin	台湾	National Cheng Kung University、助教	H27.9.10	特別講演
S Joo Na	韓国	Department of Mechanical Engineering, KAIST、Professor	H27.10.12 ~ H27.10.17	研究集会・講演会等参加 JWRI 主催国際シンポジウム講演のため
Ekkarut Viyanti	タイ	National Metal and Materials Technology Center National Science and Technology Agency、Senior Reseacher	H27.10.12 ~ H27.10.17	研究集会・講演会等参加 JWRI 主催国際シンポジウム講演のため
Isarata Phung-on	タイ	King Mongkut's University of Technology Thonbri、Assoiate Professor	H27.10.12 ~ H27.10.17	研究集会・講演会等参加 JWRI 主催国際シンポジウム講演のため
Gobboon Lothongkum	タイ	Department of Metallurgical Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University、Professor	H27.10.12 ~ H27.10.17	研究集会・講演会等参加 JWRI 主催国際シンポジウム講演のため

Ahmet Ergin	トルコ	Istanbul Technical University Faculty of Naval Architectre and Ocean Engineering、 Professor	H27.10.12 ~ H27.10.17	研究集会・講演会 等参加 JWRI 主 催国際シンポジウ ム講演のため
C. Viswanath	インド	Department of Mechanical and Aerospace Engineering Indian Institute of Technology Hyderabad、 Assistant Professor	H27.10.12 ~ H27.10.17	研究集会・講演会 等参加 JWRI 主 催国際シンポジウ ム講演のため
A. S. Md. Avdul Haseeb	バングラ ディッシュ	Centre for Advanced Materals, Department of Mechanical Engineering, Univesity of Malaya、 Professor	H27.10.12 ~ H27.10.17	研究集会・講演会 等参加 JWRI 主 催国際シンポジウ ム講演のため
Johon Hook Lye Pang	シンガポール	School of Mechanical and Aerospace Engineering Nanyang Technological University、 Associate Professor	H27.10.12 ~ H27.10.17	研究集会・講演会 等参加 JWRI 主 催国際シンポジウ ム講演のため
Tuan Wei-Hsing	台湾	Dept. of Materials Science and Engineering, National Taiwan University、 Professor	H27.10.12 ~ H27.10.17	研究集会・講演会 等参加 JWRI 主 催国際シンポジウ ム講演のため
C. H. Shek	中国	Department of Physics and Materials Science City University of Hong Kong、 Professor	H27.10.12 ~ H27.10.17	研究集会・講演会 等参加 JWRI 主 催国際シンポジウ ム講演のため
Wu Aiping	中国	Department of Mechanical Engineering, Tsinghua University、 Professor	H27.10.12 ~ H27.10.17	研究集会・講演会 等参加 JWRI 主 催国際シンポジウ ム講演のため
Han-Sur Bang	韓国	Dept. of Welding & Joining Science Engineering College of, Engineering, Chosun University、 Professor (学部長)	H27.10.29 ~ H27.10.30	施設・設備等の見 学及び視察、研究 打合せ、学術交流 協定締結のため
Hee-Sun Bang	韓国	Dept. of Welding & Joining Science Engineering College of, Engineering, Chosun University、 Associate Professor	H27.10.29 ~ H27.10.30	施設・設備等の見 学及び視察、研究 打合せ、学術交流 協定締結のため
Serdar Aytekin. KOROGLU	トルコ	イスタンブール工科大学 海洋構造物海洋工学科、講師	H27.11.29 ~ H27.12.5	学術交流協定に基 づく共同研究
Fan Ding	中国	蘭州理工大学、教授	H27.12.2	施設・設備等の見 学及び視察、研究 打合せ

赵 旭东	中国	蘭州理工大学	H27.12.2	施設・設備等の見学及び視察、研究打合せ
樊 丁	中国	蘭州理工大学	H27.12.2	施設・設備等の見学及び視察、研究打合せ
李 貴富	中国	蘭州理工大学	H27.12.2	施設・設備等の見学及び視察、研究打合せ
龚 俊	中国	蘭州理工大学	H27.12.2	施設・設備等の見学及び視察、研究打合せ
賀 東風	中国	中国商用飛機有限責任公司、CEO	H27.12.16	施設・設備等の見学及び視察
Ding	中国	上海交通大学、Professor	H27.12.3	施設・設備等の見学及び視察
Mortaza Bin Mohamed	マレーシア	University Malaysia Kelantan, Vice Chancellor	H27.12.28	施設・設備等の見学及び視察、研究打合せ
Razli Bin Che Razak	マレーシア	University Malaysia Kelantan, Lecturer	H27.12.28	施設・設備等の見学及び視察、研究打合せ
Mohd Adzwan Bin Kamaruzaman	マレーシア	University Malaysia Kelantan, Assistant Registrar	H27.12.28	施設・設備等の見学及び視察、研究打合せ
Hasannuddiin Bin Hassan	マレーシア	University Malaysia Kelantan, Assistant Registrar	H27.12.28	施設・設備等の見学及び視察、研究打合せ
LEE SEUNG KEON	韓国	釜山大学、Professor	H28.1.20	施設・設備等の見学及び視察
KANG CHUNGYUN	韓国	釜山大学、Professor	H28.1.20	施設・設備等の見学及び視察
HONG SOON DO	韓国	釜山大学、Professor	H28.1.20	施設・設備等の見学及び視察
YUN JAECHOL	韓国	釜山大学、Staff	H28.1.20	施設・設備等の見学及び視察
KIM BOKYUNG	韓国	釜山大学、Staff	H28.1.20	施設・設備等の見学及び視察

IM SUJIN	韓国	釜山大学、Staff	H28.1.20	施設・設備等の見学及び視察
LIM HYE JEONG	韓国	釜山大学、Staff	H28.1.20	施設・設備等の見学及び視察
KANG JIMIN	韓国	釜山大学、Staff	H28.1.20	施設・設備等の見学及び視察
PARK EUNSEON	韓国	釜山大学、Staff	H28.1.20	施設・設備等の見学及び視察
LEE SANGIL	韓国	釜山大学、Staff	H28.1.20	施設・設備等の見学及び視察
Abhay Sharma	インド	Indian Institute of Technology Hyderabad、Assistant Professor	H28.2.29 ~ H28.3.2	国際共同研究の事務打ち合わせ
Surya Kumar	インド	Indian Institute of Technology Hyderabad、Assistant Professor	H28.2.29 ~ H28.3.2	国際共同研究の事務打ち合わせ
Fan Zheng, David	中国	Assistant Professor	H28.3.1 ~ H28.3.6	施設・設備等の見学及び視察、共同研究についての協議
Farazila Binti Yusof	マレーシア	マラヤ大学工学部機械工学科、 Senior Lecturer	H28.3.7 ~ H28.3.11	研究打合わせ
Fadzil Jamaludin	マレーシア	マラヤ大学工学部機械工学科	H28.3.7 ~ H28.3.11	研究打合わせ
Mohd Ridha Bin Muhamad	マレーシア	マラヤ大学工学部機械工学科	H28.3.7 ~ H28.3.11	研究打合わせ
Paiboon Wattanapornphan	タイ	MTEC/National Metal and Materials Technology Center、 Researcher	H28.3.13 ~ H28.3.14	研究打合わせ
Chakkrist Phongphiusutthinan	タイ	MTEC/National Metal and Materials Technology Center、 Researcher	H28.3.13 ~ H28.3.14	研究打合わせ

## 7.1 接合科学研究所第12回産学連携シンポジウム

機能評価研究部門 数理解析学分野

教授 村川 英一

平成27年5月27日午後から大阪大学中之島センター・佐治敬三メモリアルホールにおいて第12回産学連携シンポジウムならびに懇談会を開催した。今回は各部門を代表して4件の技術シーズに関する講演発表（講演者：伊藤和博教授、川人洋介准教授、堤成一郎准教授、内藤牧男教授）と、日立造船先進溶接技術共同研究部門 中谷光良特任准教授による産学連携活動に関する講演「産学連携による先進溶接技術の開発」が行なわれ、接合研が保有する最新の研究施設と優れた研究環境を活用した共同研究の成果および接合科学研究所が推進するグローバル人材の育成とアジアを中心としたネットワーク形成における産学連携について詳細に紹介した。また、当研究所における平成26年度接合科学共同利用・共同研究賞の授賞式ならびに受賞者による講演発表（講演者：熊本大学・富村寿夫教授）が行なわれた。101名（うち外部72名）が参加し、各講演内容に対して活発な質疑応答が行われ、今年度においても懇談会を含めて盛況裏に終えることができた。



## 7.2 ICCCI 2015: The Fifth International Conference on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Advanced Materials

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

材料界面の評価と制御に関する国際会議 (ICCCI2015) が、7月7日～10日に岡山県倉敷市の倉敷ロイヤルアートホテルにおいて開催された。本国際会議は2003年より3年に一度開催されており、5回目の開催となる今回の会議では、粉体工学会が主催となり、当研究所との共催により実施された。参加者は全体で255名であり、海外からは17ヶ国より109名が参加し、国際色豊かな会議となった。研究発表はホテルの3会場に分かれて行われ、微粒子の合成、粉体プロセス、材料界面の評価と制御、スマートプロセス、材料の構造制御とその評価、環境・エネルギーなどのセッションにおいて、それぞれ活発な質疑討論が行われた。特にスマートプロセスのセッションでは、当研究所が接合科学共同利用・共同研究拠点の先導的重点課題として実施している「微粒子を利用した界面接合制御に基づくスマート接合」に関する国際的な研究情報交換が行われた。発表件数は全体で194件であり、招待講演を含む115件の口頭発表が行われた。また、8日の夕方には、ポスターセッションが行われ、79件のポスター発表が実施された。なお、本会議で発表された研究成果は、論文誌 *Advanced Powder Technology* において査読を実施しており、アクセプトされた論文は、2016年5月に ICCCI2015の特集号として Elsevier より発行の予定である。



### 7.3 チュラロンコン大学&接合研二国間ワークショップ

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

准教授 西川 宏

2015年8月5日にタイ・バンコクで、タイで最も古い歴史をもつチュラロンコン大学と当研究所による初めての二国間ワークショップ"Workshop 2015: Department of Metallurgical Engineering, Chulalongkorn University & Joining and Welding Research Institute Osaka University"が開催された。2015年2月に締結されたチュラロンコン大学工学部と当研究所との部局間学術交流協定に基づき、両部局の研究紹介、さらには今後の国際共同研究、双方向での人材交流などの実施を目指し開催された。ワークショップにはチュラロンコン大学から工学部長を含む冶金工学科の教員が16名、当研究所からは田中所長を含む4名の教員が参加した。ワークショップ当日は、チュラロンコン大学工学部長・Prof. Peerayuth Charnsethikul の開会挨拶の後、工学部の歴史等が紹介され、冶金工学科長の Dr. Panyawat Wangyao からは、冶金工学科のメンバーや研究概要の紹介が行われた。続いて田中所長から、当研究所の歴史や組織、研究概要の紹介が行われた。その後、チュラロンコン大学側から5件、当研究所から4件の溶接接合、材料科学に関する研究発表が行われた。チュラロンコン大学側からも"Effect of TIG Pulse Current and Nitrogen Content in Argon Shielding Gas on Microstructure and Mechanical Properties of 15Cr-4Ni-8Mn-1.3Cu Stainless Steel Weld Metal"や"In Situ Observation and Material Modelling"、"Characterizations of different approaches to soldering micro-level contacts"など幅広い発表が行われ、それぞれからの研究発表に対して活発な議論が行われ、お互いの研究活動を知る良い機会となった。またワークショップ終了後には、今後の具体的な取り組みや人材交流についての話し合いが熱心に行われた。今後、さらに両者の学術交流や国際共同研究の推進が期待される。(本シンポジウムは、本学の平成27年度大阪大学国際合同会議助成からの助成を受けて実施されたものである。)



## 7.4 カセサート大学&接合研二国間ワークショップ

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

准教授 西川 宏

2015年8月6日にタイ・バンコクで、タイで3番目に古い国立大学であるカセサート大学と当研究所による初めて二国間ワークショップ "Workshop between Faculty of Engineering, Kasetsart University and Joining and Welding Research Institute, Osaka University" が開催された。カセサート大学は、2013年度より開始した文部科学省特別経費プロジェクト「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」のひとつづくり事業（カップリング・インターンシップ（CIS））でのタイのパートナー大学であり、カセサート大学とは学生を中心とした交流を進めてきた。今回は2013年9月に締結されたカセサート大学工学部との部局間学術交流協定に基づき、学術交流をより活発化させることを目的に開催された。ワークショップ当日は、工学部長の Prof. Peerayuth Charnsethikul からの開会挨拶の後、田中所長による挨拶と当研究所の紹介でスタートした。その後、カセサート大学側から4件と当研究所側から4件の発表が行われた。カセサート大学からの発表は、当研究所と関係が深い Department of Materials Engineering 所属の教員などにより行われ、いずれの発表も溶接接合、材料科学に関する研究発表であり、お互いの研究成果に対して熱心な議論が行われ、お互いを理解する良い機会となった。ワークショップにはカセサート大学から工学部長を含む教員・学生が15名程度、当研究所からは田中所長を含む4名の教員が参加した。今後、さらに両者の学術交流が推進することが期待される。



## 7.5 ハノイ工科大学 & 接合研二国間ワークショップ

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

准教授 西川 宏

2015年8月19日に、ベトナム・ハノイでハノイ工科大学と当研究所による2回目の二国間ワークショップ The 2nd Workshop on Welding and Joining (WWJ2015)が開催されました。2013年に締結された学術交流協定に基づき、2014年8月に第1回ワークショップがハノイ工科大学で開催され、今回の第2回も同じハノイ工科大学での開催となりました。当研究所からは、田中所長を含む4名の教員・学生が参加した。ハノイ工科大学からは当研究所と関係が深い Department of Welding Engineering and Metal's Technology から多くの教員・学生の参加があり、またベトナム溶接協会の会長や事務局長など多くのベトナム溶接界関係者の参加もあり、盛大なワークショップとなった。オープニングでは、学科長の Prof. Bui Van Hanh からの開会挨拶の後、田中所長による挨拶と当研究所の紹介が行われ、その後、招待講演（接合研から3件）と口頭発表（ベトナム側から3件）が行われた。ベトナム側からの発表では、通常の研究成果の発表にとどまらず "Welding Consumable - Market & Manufacturing in Vietnam" という題目で、ベトナム溶接界の現状や動向なども報告された。いずれの発表に対しても活発な議論が行われ、お互いの研究活動を理解するだけにとどまらず、ベトナムの溶接界の状況を理解する貴重な機会となった。現在、ハノイ工科大学と当研究所の間では、アセアン工学系高等教育ネットワーク (AUN/SEED-NET) からの支援を受け、国際産学共同研究が実施されており、また当研究所研究室にハノイ工科大学で修士号を取得した1名の留学生を受け入れているが、今後、さらに両者の学術交流、人材交流が推進することを予感させるワークショップとなった。



## 7.6 Globalization in Joining Technology and Materials Science - Enhancing Collaboration Network in Greater Asia Region -

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

2015年10月13日と14日の2日間にわたり、広域アジア地域9カ国から合計11名の講演者を招待し、国際シンポジウムを開催した。当日は企業、大学関係者を含む100名を越える参加者があった。

韓国 (KAIST)、中国 (清華大学)、香港 (香港城址大学)、台湾 (国立台湾大学)、シンガポール (南洋理工大學)、トルコ (イスタンブール工科大学)、インド (インド工科大学ハイデラバード校)、タイ (チュラロンコン大学、モンクット王トンプリ工科大学、国立金属材料技術研究センター)、マレーシア (マラヤ大学) から来訪した講演者は、セミナー第一日目の13日に当研究所の片山研究室、藤井研究室、堤研究室、永塚研究室の4研究室より研究活動について紹介を受け、その後、実験施設見学に参加した。施設見学では担当教員や学生からの説明を受け、熱心な質疑応答が繰り返された。第二日目の14日にはシンポジウムが開催され、KAIST (韓国科学技術院) の Prof. Na Suck-Joo の基調講演に続き、当研究所村川教授の講演を含む11の講演が行われた。広域アジア地域における同分野トップレベル機関がこのような形で一堂に会する機会は昨年11月にバンコクで開催された同シンポジウム以来、二度目であり、各大学間および研究者間での交流・連携強化に向けた有意義な機会となった。また、シンポジウム会場外には9社の出展ブースが設置され、製品実物やビデオの紹介を受けた上で熱心に製品について質問する講演者や参加者の姿が見られた。今後も新たなメンバーを加えながらこうした機会を増やすことにより、同分野での広域アジア地域における研究連携の加速が益々期待される。



## 7. 7 3rd International Conference in Africa and Asia

### Welding and Failure Analysis of Engineering Materials (WAFA-2015)

機能評価研究部門 機能性診断学分野

教授 藤井 英俊

2015年11月2日から5日の4日間にわたり、エジプトのルクソールにおいてエンジニアリングマテリアルの接合と破壊解析に関するアフリカ・アジア国際会議を開催した。この会議は2009年から始まり、3年に一度開催され、今回は当研究所と学术交流協定を結んでいるエジプト中央研究所 (Central Metallurgical R&D Institute - CMRDI) との共同主催で行った。アフリカの研究機関との国際会議の共同開催は初めての試みで、当所のグローバル化の一環である。

3回目の開催となる今回の会議では、アフリカ・アジア7カ国 (エジプト、日本、中国、ロシア、シリア、インド、リビア)、また、ドイツの研究者からの基調講演も含め、口頭発表39件ポスターセッション29件合計68件の発表が行われた。参加者は全体でおよそ80名、モアハメッド現ルクソール知事によるオープニングセレモニーなど、エジプトの県を挙げての活気ある会議であった。

当研究所からは、9名の研究者が口頭発表し、発表後の休憩時間やバンケットでの研究者間での活発な質疑応答が行われ、互いの研究活動の理解を深める機会となった。また、第4回の開催も満場一致で同意され、次回は、2018年にアスワンで開催の予定である。

今後、アフリカ・アジア地域における研究連携、強化の加速が益々期待される。



## 7.8 Joining Technologies and Materials Science - Expand collaboration network in Middle East -

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

2015年12月7日（月）、カタール・ドーハにてカタール大学工学部と共催で Joining Technologies and Materials Science -Expand collaboration network in Middle East-と題した国際シンポジウムを開催した。カタール大学と当研究所は2014年度よりカップリング・インターンシップ（CIS）を共同実施するなどの交流を行ってきた。また、本年には本学とカタール大学との間で大学間協定が締結され、更なる交流が期待される中での本シンポジウム開催となった。

本シンポジウムは在カタール日本大使館と千代田アルマナ社の協力を受けて実現した。シンポジウムでは在カタール特命全権大使津田 慎吾大使及びカタール大学工学部副学部長 Prof. Abdul Majid Hammoda から両国、両大学の更なる交流に対する期待の辞が述べられ、それに続き千代田アルマナ井川 玄社長、カタール財団 Dr. Larry R. Pederson 他、イスタンブール工科大学（トルコ）、キングサウド大学（サウジアラビア）、Texas A&M 大学カタール校（カタール）、カタール大学、当研究所からの講演が行われた。当研究所からは近藤 勝義教授、片山 聖二教授、西川 宏准教授が参加し、本学の紹介や研究講演を行った。当日は大学関係者、企業関係者を含む40名強の参加があった。人材育成に力を入れる中東地域では、海外の大学との研究協力や人材交流への働きかけが近年益々増加しており、今後も重要な交流拠点として更なる活動が望まれる。今回のシンポジウムにより、中東地域におけるネットワークの強化が図られ、更に具体的な国際共同研究へ発展することが期待される。



## 7.9 東京セミナー「アディティブ・マニファクチャリングにおける溶接・接合」

スマートプロセス研究センター ナノ・マイクロ構造制御学プロセス分野

准教授 桐原 聡秀

今年度の東京セミナーは、平成27年12月10日（木）に東京都内のキャンパスイノベーションセンターを会場として開催された。例年通り学外の技術者や研究者から高い関心を集め、約70名の方々にご参加いただいた。今回の主たるセミナーテーマである「アディティブ・マニファクチャリング（AM: Additive Manufacturing）」とは、任意形状の断面を積層し複雑な立体構造を精密製造するプロセスである。近年では、取り扱える素材が高分子をはじめ金属やセラミックスへと拡張され、CAD/CAM/CAE（Computer Aided Design, Manufacturing and Evaluation）やレーザー技術の発展も加わり、大きな注目を集める3Dプリンタ技術へとつながった。最近では、材料を順に積層する工程を意味する「アディティブ・マニファクチャリング」が名称として定着するに至り、新しい技術分野として産業応用も強く推し進められている。

研究開発事例としては、平板上に塗布した金属やセラミックスの粉体にレーザーや電子ビームを照射し、焼結や溶融凝固により連続的に接合する手法や、同様の粉体を細孔ノズルから噴射しつつレーザー焦点に導入し、複雑形状の部材上へ自在に肉盛する手法が国内外で実践されている。最近では、国家プロジェクトとしてのバックアップもあり、素材として活用する高融点合金や機能性セラミックスの粉体素材の開発が行われるとともに、各種機械部品をはじめ電子デバイスや生体インプラントも生産し得る、新しい製造設備の開発も進められている。この様な流れを鑑みて、寸法精度の向上へ直接寄与する「粉体素材の溶接・接合現象の組織学的な挙動解明」をはじめ、部材の信頼性評価に必要不可欠な「構造欠陥の観察に基づく力学的な特性予測」などについて、溶接・接合工学の観点から深く考えたいとの意見が所内外から数多くあり、今回のセミナー開催に至った。

セミナー講演の前半部分では、当該分野における国家プロジェクト動向として、次世代3D積層造形技術総合開発機構・技術推進部・部長の橋谷道明氏から、経済産業省委託事業「3次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム」に関して、「次世代型産業用3Dプリンタ技術開発」をテーマにご講演いただくとともに、産業技術総合研究所・構造材料研究部門・首席研究員の大司達樹氏から、内閣府委託事業「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」における、「高付加価値セラミックス造形技術の開発」に関してご講演いただいた。セミナー後半部分では、東北大学・准教授の野村直之氏による「金属積層造形体の特性に影響を与える諸因子」や、筆者による「微粒子ペーストを用いた金属・セラミックス積層造形」など、実践的な研究も紹介された。これらのセミナー講演に加え、共同研究賞の受賞式と記念講演も併せて執り行われた。

## 7.10 Workshop on Joining and Welding Technology at Nanyang Technological University, Singapore

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

2015年12月10日（木）にシンガポールにおいて、南洋理工大学の School of Mechanical and Aerospace Engineering (MAE) とジョイントワークショップを開催した。南洋理工大学の MAE からは本年10月に当研究所荒田記念館で開催した国際シンポジウムに John H L Pang 准教授を招待し、ご講演頂いたが、今回は、本交流の次のステップとして、南洋理工大学でワークショップを開催する運びとなった。ワークショップでは、MAE の副学部長である Lam Yee Cheong 教授から開会の辞が述べられ、本ワークショップによって産業に貢献する具体的な国際研究交流が生まれる強い期待感が述べられた。それに続き、当研究所からは近藤 勝義教授、西川 宏准教授、川人 洋介准教授、堤 成一郎准教授が、南洋理工大学 MAE からは Zhou Wei 准教授、Fan Zheng, David 助教、John H L Pang 准教授、Moon Seung Ki 助教からの研究発表が行われた。ワークショップには約40名のシンガポール国内企業他からの参加があった。その多くは造船や海洋構造物の建設に従事している企業であり、当研究所や南洋理工大学の最新研究について熱心に聴講された。

世界から優秀な研究者が集まり、巧みな戦略で世界上位大学へと急発展を遂げている同大学との協力関係、そして溶接・接合科学分野で先端研究を行う当研究所との交流は両機関にとって共に、今後における重要な活動として位置づけられる。今回のワークショップを機に、具体的な交流への発展が期待される。



## 7.11 文部科学省特別経費事業 広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点 形成事業第3回シンポジウム

広域アジアものづくり技術・人材高度化研究センター極限環境対応グローバル接合部門

特任准教授 勝又 美穂子

平成25年度より、当研究所と本学言語文化研究科が主となり、文部科学省特別経費事業「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」を実施している。本事業は広域アジア地域における 大学・研究機関、企業とのネットワーク構築、接合技術基盤の構築、カップリング・インターンシップ (CIS) の実施 (文理+海外連携大学融合型) を3本の柱として取り組んでいる。同事業の一環である本シンポジウムも今回は第三回目となった。本年は「グローバル活動における多様な知の"協奏"と"共創" - 人材の育成及び活用をめぐる各界の動き - 」と題し、2016年1月28日 (木) にステーションコンファレンス東京にて開催、企業、教育機関、自治体など80名弱の参加があった。

第一回、第二回で浮上した課題を受け、第三回は教育機関と企業間で具体的な議論を深める場にするを目的とした。基調講演では、カリフォルニア大学名誉教授、大阪大学特任教授 JOHN INO 氏より、グローバル人材に欠かせない基礎力である "Critical Thinking" の必要性と教授法についてご講演頂いた。更に基調講演として、長崎大学教授、タイ王国工業省政策顧問、タイ王国公益法人お互いフォーラム副理事長兼共同代表、松島大輔氏からは、自らイノベーションを起こせる「トランスナショナル人材」育成の重要性が述べられた。特別講演では、日産自動車株式会社生産企画統括本部 A P W推進部アライアンス・エキスパートリーダー、市川 博氏より、NISSAN PRODUCTINO WAY を徹底した社内におけるグローバル人材育成についてご紹介頂いた。シンポジウム後半では株式会社カスタム代表取締役社長、戸田拓夫氏より中小企業における海外進出の困難、それを乗り越えて来たご経験についてご講演頂いた。その後本事業の CIS 活動について、本学大学院言語文化研究科助教、藤原久仁子氏、更に CIS インドネシアとミャンマーにそれぞれ参加した寺田しおりさん、植田一史さんより運営、経験、自己の変化などについて講演があった。パネルディスカッションでは新たに福岡大学・昭和大学客員教授、グローバル人材育成教育学会会長、小野 博氏と本学外国語学部長、東 明彦氏が参加の上、求められるイノベーターとしての能力、企業が教育機関に求める教育などについて議論が交わされた。企業からは英語、コミュニケーション、交渉、自己の役割を見つける力、ものづくりに対する意欲と技術の教授について教育機関で徹底して欲しいとの意見が出された。その上で、教育機関側からは、変化の速いグローバル教育において企業が求めるものを教員が敏感に理解する必要がある、今正にその時期であるとの発言もあった。

今回のシンポジウムを契機に、教育機関と企業との密接な対話の場を更に設定していく必要があると考えている。



## 7.12 外国人研究員紹介

Jean-Christophe VALMALETTE

フランス トゥーロン大学材料 ナノサイエンス学科教授



My main research field is the relation between micro-/nano-structures and the optical properties of materials and more particularly the plasmonic materials, metamaterials and nanoparticles assemblies. More recently, I also started collaboration with biologists to study by spectroscopic methods, different mechanism taking place in living organisms (insects or diatoms) to imagine new bio-inspired materials. I started collaboration with professor Satoshi OHARA and JWRI in 2010, leading to several publications, among them 3 papers published in Scientific Reports (Nature publishing Group).

In 2015, I was awarded by a "short term" JSPS Fellowship to conduct my research activity at JWRI on "Advanced joining of tailor-made metal nanocrystals and carbon nanotubes".

During my previous visits in Japan, I also came to work on the life of the Japanese scientist and philosopher, Kumagusu MINAKATA (1867-1942). I authored in collaboration with professor Satoshi OHARA, a book entitled "Minakata Kumagusu : L'émergence d'une pensée écologique entre Orient et Occident" (published by AnimaViva in March 2016) underlying the importance of his studies on the 21th century science and technology. This book will be also available in English version by the end of this year and a Japanese version is also in preparation.

I would like to express my gratefulness to JSPS and JWRI for giving me the great opportunity to carry out my research activities during two months in Japan, thanks to the JSPS Fellowship.

BENATI Davi Munhoz

Ph.D Candidate

Engineering and Materials Science at the University of  
Campinas, Campinas, Brazil



Semisolid alloys, whose microstructure in the semisolid state consists of globules of solid surrounded by liquid, are thixotropic materials. When such materials are allowed to stand, the spheroids agglomerate and viscosity increases, when these materials are sheared the agglomerates break apart and the viscosity decreases, allowing the shaping, given that it flows as soon as it is sheared displaying a viscosity similar to that of molten glass. The aim of my Ph.D thesis is to develop new semisolid raw materials based on cast irons alloyed to chromium (Fe-2.5C-xCr-1.5Si, x equal to 3, 5 and 7%Cr) with good stability and few microstructural variations which imply low levels of strain and viscosity during the semisolid processing.

Considering this, one of the most important steps to understand the potential of an alloy as a semi-solid raw material is understand the solid-to-liquid transition and the liquid phase formation during heating. A powerful tool to understand these transformations is the high temperature in situ observation employing a Laser Scanning Confocal Microscope (LSCM). Thus, my stay at the JWRI aimed to explore the solid-to-liquid transition and the liquid phase formation of the Fe-2.5C-xCr-1.5Si alloys by means of in situ heating experiments via LSCM. The LSCM facility available at JWRI / OU and the experienced scientists under coordination of Prof Kazuhiro Ito provided me high quality research opportunities. I have joined the research group of Prof Ito working on the in situ experiments for a period of two months.

During the in situ heating experiments the main transformations observed were graphite precipitation on the austenite grain boundaries, chromium carbides and graphite precipitates growing and coarsening with the increasing of temperature and the beginning of melt. Coarsened carbides at high temperatures resulted in a liquid continuous network after melting. Thus, the liquid phase was formed surrounding and wetting homogeneously the solid phase what favors its detachments from each other and leads to the intended solid globules immersed in liquid. It was possible to design models for the melting of primary and secondary chromium carbides. In situ heating experiments provided an innovative understanding of the melting behavior once only the solidification behavior is completely established for almost all alloys.

The outstanding support of Prof Ito, Asst Prof Kazuyuki Kohama and Ph.D Candidate Hajime Yamamoto was crucial for the successful results achieved. In addition, all the staff members of OU were also exceptionally good helping me with all my issues during my stay in Japan.

Dr. Johanna VIRKKI

Postdoctoral Researcher  
Department of Electronics and Communications Engineering  
Tampere University of Technology, Finland



My research area in Tampere University of Technology is related to novel materials and fabrication methods for wireless identification and sensing systems.

I visited Professor Hiroshi Nishikawa and his research group in Joining and Welding Research Institute, Osaka University, Japan, during 25.1.2016-5.3.2016. Professor Nishikawa and I are working together in a European Union-funded Marie Curie International Research Staff Exchange Scheme "Advanced Methods for Analyzing and Improving the Reliability and Security of Novel Environmental-friendly Wireless Devices for Internet of Things" aka "AdvIOT" (11/2013-10/2017).

We have together started to study conductive adhesives to be used to attach the IC (integrated circuit) strap to electro-textile and inkjet-printed RFID (radio frequency identification) tag antennas. These wireless components need to endure harsh environments and thus the reliability of the joints is essential. With our similar objectives but different backgrounds we have a great synergy in this area. Based on the results achieved during my visit, we have already been able to write two conference publications together. These results also give a good starting point for our future collaboration in this area. During my visit I learnt that Professor Nishikawa has a very international and talented research group.

I stayed in Osaka University Toyonaka Campus International House and I had a great time in Osaka with my family. I would very much like to visit Osaka University again.