

**研究成果展開事業
産学共創基礎基盤研究プログラム**

**技術テーマ「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」**

追跡評価用資料

令和4年1月

目 次

1. 技術テーマの詳細	3
(1) 概要	3
(2) プログラムオフィサー (PO)	3
(3) アドバイザー	4
2. 追跡調査の概要	5
(1) 調査の目的	5
(2) 調査の対象	5
(3) 調査の方法	7
3. 追跡調査結果	8
(1) 研究開発の継続状況	8
(2) 研究開発資金等	11
(3) 研究開発成果 (科学技術や社会・経済への波及効果)	14
(4) 主な研究活動 (主要論文、特許、受賞、テレビ、新聞報道等)	17
(5) 研究開発成果に対する制度支援の効果等	39
4. 総合所見	41

1. 技術テーマの詳細

(1) 概要

「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」
(平成 22 年度発足、令和元年度終了)

本技術テーマでは、革新的な構造用金属材料の創製のための基盤技術と指導原理の構築のための基礎基盤研究を行い、今後数十年～百年にわたる我が国の社会基盤の強化と、製造業の国際競争力の維持・強化に資する成果を得ることを目的とした。

金属材料中の様々な不均一性（ヘテロ構造）を積極的に利用することで、強度、延性、靱性、加工性、耐環境性等、構造用金属材料に要請される諸性質の飛躍的な改善、さらには、従来は両立が困難であった複数の機能を同時に向上させるような革新的な材料設計・開発思想を確立することを目指した。

今までの金属学、材料工学の知識の延長線上での取り組みを超えた新たな学術的、技術的な指導原理を構築できる独創的な基礎基盤研究を推進した。また、これらの成果が将来的に材料の実用化に貢献できるよう、産業界と研究者との意見交換（産学共創の場）の結果を基礎基盤研究の推進方針に積極的に反映した。

(2) プログラムオフィサー (P0)

加藤雅治（東京工業大学 名誉教授）

(3) アドバイザー

技術テーマ設定時に下記の観点で産学双方からアドバイザーに就任頂いた。

- ・基礎基盤研究、産学共創の場というプログラムの長を考慮し、産業界と学官界のバランスをとった。
- ・少数精鋭かつ効率良いプログラム運営を目指すため、PO を加えて8人体制とし、アドバイザーは産業界3名、学官界4名とした。
- ・鉄鋼材料、非鉄金属材料をカバーすると共に、力学特性、計算科学、溶接・接合の4分野の専門家を含むようにした。
- ・各分野で第一人者の技術者・研究者の中から、本技術テーマの運営に積極的に協力して頂ける方をお願いした。
- ・本技術テーマが10年間継続することを考慮して、人選時点で65歳以上の方は対象外とした。
- ・産業界のアドバイザーは、素材メーカーを代表した的確なアドバイスが得られる人選とし、特定のユーザー企業の研究要望に対して、課題研究者との共同研究等の可能性に対するアドバイスをお願いした。

表1 アドバイザー

氏名	所属 役職	任期
相浦直	一般社団法人軽金属溶接協会 専務理事	平成23年1月～令和2年3月
稲積透	JFEテクノリサーチ株式会社 フェロー	平成25年4月～令和2年3月
潮田浩作	日鉄総研株式会社 シニアアドバイザー	平成23年1月～令和2年3月
落合庄治郎	京都大学 名誉教授	平成23年1月～令和2年3月
小野寺秀博	元 国立研究開発法人物質・材料研究機構 特別研究員	平成23年1月～令和2年3月
粉川博之	東北大学 名誉教授	平成23年1月～令和2年3月
辻伸泰	京都大学 大学院工学研究科 教授	平成23年1月～令和2年3月
細谷佳弘	JFEスチール株式会社 主席研究員 (退任時)	平成23年1月～平成25年3月

※所属、役職は技術テーマ終了時の情報に基づく。

2. 追跡調査の概要

(1) 調査の目的

追跡調査は技術テーマ終了後、一定期間を経過した後、副次的効果を含めて研究成果の発展状況や活用状況を明らかにし、JST（科学技術振興機構）事業の改善に資することを目的に行うもので、研究終了後から現在までの研究課題の発展状況等を調査した。

(2) 調査の対象

本追跡調査は、産学共創基礎基盤研究プログラム 技術テーマ「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」（ヘテロ構造制御）（平成 22 年度～令和元年度）の採択課題を対象とした。表 2 に追跡調査対象課題を示す。

表 2 追跡調査対象課題（採択課題）

採択年度	終了年度	項番	研究代表者（所属 役職）		研究課題名
H22	H27	01	飴山恵	立命館大学工学部教授	調和組織制御による革新的力学特性を有する金属材料の創製とその特性発現機構の解明
H22	H24	02	木村勇次	物質・材料研究機構 元素戦略材料センター 主幹研究員 →構造材料研究拠点 主幹研究員	フェールセーフ機能を付与した強くて壊れにくい超微細繊維状結晶粒鋼の力学特性解明
H22	H25	03	里達雄	東京工業大学精密工学研究所 教授 →東京工業大学 名誉教授	鉄を活用した新規ナノヘテロ構造 アルミニウム合金の創製と 3D 構造解析
H22	H27	04	下川智嗣	金沢大学理工研究域 教授	材料科学と固体力学の融合によるヘテロナノ構造金属における高強度・高靱性両立の指導原理確立
H22	H24	05	瀬沼武秀	岡山大学自然科学研究科 教授 →退官	超微細マルテンサイト相を母相としたヘテロ組織の創成とその特性の解明（相反する複数特性を満足する超高強度鉄鋼部材製造の基礎基盤研究）
H22	H24	06	土山聡宏	九州大学工学研究院 准教授 →教授	高強度鋼板の塑性変形に伴う軟質分散粒子のヘテロ→ホモ構造変化の有用性評価
H22	H27	07	藤井英俊	大阪大学接合科学研究所 教授	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

採択年度	終了年度	項番	研究代表者（所属 役職）		研究課題名
H22	H25	08	毛利哲夫	北海道大学工学研究院 教授 →北海道大学 名誉教授	ハミルトニアンからの材料強度設計
H22	H25	09	柳本潤	東京大学生産技術研究所 教授 →工学系研究科 教授	幅拘束大圧下制御圧延による易成形高強度バイモーダル薄鋼板の製造基盤研究
H23	H27	10	鳥塚史郎	兵庫県立大学工学研究科 教授	10000G Pa% J 高強度・高延性・高靱性鋼を実現できる 5% Mn 組成を利用した超微細ヘテロ変態組織の生成とその機構解明
H23	H28	11	廣澤渉一	横浜国立大学工学研究院 教授	超微細粒強化と時効析出強化を並立させる新規アルミニウム合金展伸材の開発とその合金設計指導原理の確立
H23	H27	12	武藤泉	東北大学工学研究科 教授	鋼／介在物ヘテロ界面のマイクロ電気化学特性解明と界面ナノ構造制御による高耐食化原理の導出
H26	R01	13	津崎兼彰	九州大学工学研究院 主幹教授 →物質・材料研究機構 フェロー	鉄鋼における水素/マルテンサイト変態相互作用の定量的・理論的解明と水素利用材料の創製 ～利用可能な新固溶元素獲得を目指して～
H26	R01	14	戸田裕之	九州大学工学研究院 主幹教授	水素分配制御によるアルミニウム合金の力学特性最適化
H26	R01	15	三浦博己	豊橋技術科学大学機械工学系 教授	オーステナイト鋼への単純強圧延によるヘテロナノ構造の付与と超高強度化の実現
H27	H29	16	佐藤英一	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 教授	協調的粒界すべりのすべり群サイズの決定機構（超塑性変形速度向上の指導原理）の解明
H27	R01	17	戸高義一	豊橋技術科学大学機械工学系 教授	「鋼材／潤滑油」界面における機能性ヘテロナノ構造制御に基づく転動疲労高特性化のための指導原理の確立
H27	H30	18	安田秀幸	京都大学工学研究科 教授	鉄鋼材料の凝固過程におけるマッシュアップ的変態の解明と新しい凝固・鑄造原理の構築

採択年度	終了年度	項番	研究代表者（所属 役職）		研究課題名
H28	H30	19	近藤勝義	大阪大学接合科学研究所 教授	固溶原子と相変態を利用したマルチスケールでのヘテロ構造化によるチタン焼結材の高強度・高延性同時発現機構の解明と高次機能化
H28	R01	20	芹澤愛	芝浦工業大学工学部 准教授	階層的マルチヘテロ構造の創出によるアルミニウム合金の多機能化とその指導原理の解明
H28	R01	21	中田伸生	東京工業大学物質理工学院 准教授	ミクロな内部応力の不均一分布形成機構の理解とその制御技術の確立
H28	R01	22	宮本吾郎	東北大学金属材料研究所 准教授	ナノクラスタリング・ナノ析出の学理に基づく鉄鋼材料の表面硬度分布制御と摩擦摩耗特性向上の指導原理確立
H28	R01	23	渡辺義見	名古屋工業大学 工学研究科 教授	ヘテロ凝固機構により高造形性・高強度を実現する積層造形用金属粉末の開発

（3）調査の方法

研究代表者に依頼して、研究開発の現状に関する調査票に回答頂いた。回答頂いた 21 課題について本追跡評価用資料をまとめた。回答内容のうち、共同研究を実施する企業名、共同研究費等の機密性の高い情報は非公開とした。なお、本追跡評価用資料の公表にあたり、研究代表者から記載内容の確認と公表の許諾を頂いた。

3. 追跡調査結果

(1) 研究開発の継続状況

①継続状況

本技術テーマで実施した研究開発の現在の継続状況を図1に示す。

76%を超える研究課題が「A. 現在も継続している」と回答し、このうち終了後3年以上経過した研究課題が半数を占める。また、「E. 研究開発は断念したが、派生的に創出された成果について研究開発が継続している」研究課題は約10%ある。本技術テーマにおける研究開発終了後も研究開発を中断・中止することなく長期間に渡り研究開発を継続する研究課題が約86%を占める。

一方で、約10%が「C. 一旦中断しているが、条件が揃えば再開する予定である」、「D. 中止した(課題のシーズについて研究開発を断念した)」と回答した。

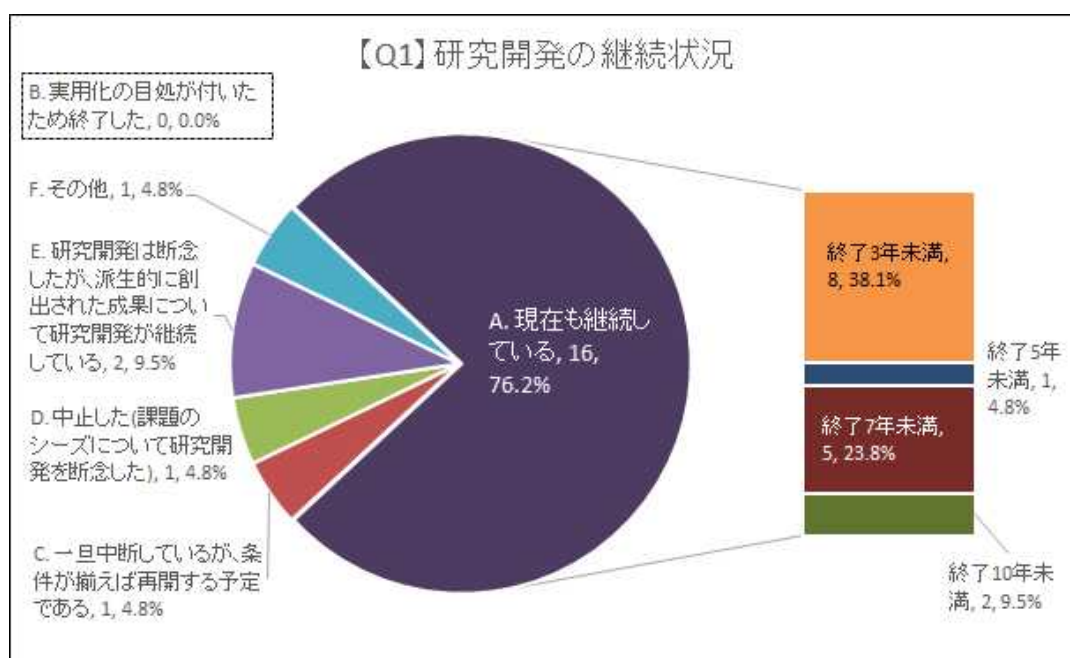


図1 研究開発の継続状況

②現在の研究開発体制

①で「A. 現在も継続している」もしくは「E. 研究開発は断念したが、派生的に創出された成果について研究開発が継続している」と回答した研究課題の現在の研究開発体制を図2に示す。

約28%が「A. 産学共同研究開発(産学共創実施中にマッチングした企業)」、約24%が「B. 産学共同研究開発(上記とは別の企業)」と回答し、半数が企業との共同研究を実施している。

本プログラムの特徴の1つが、年に1回程度、全ての実施課題が非公開で最新の研究開発成果を産業界に報告し、研究の方向性を議論する「産学共創の場」の開催であった。本プログラムの良かった取り組みとして産学共創の場を挙げる回答が多数あったこと(後述)や本設問の回答結果から、本技術テーマにおける研究開発中のみならず研究開発の終了後も、多くの研究課題で産学共創の場をきっかけに企業との共同研究を継続的に取り組まれていることがわかった。

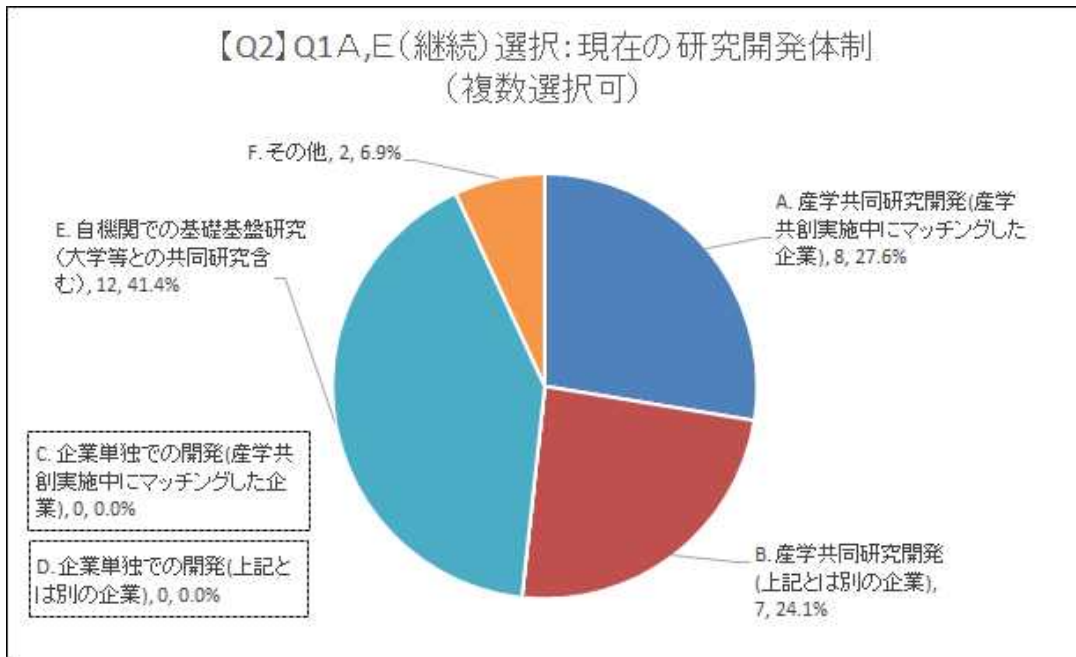


図2 現在の研究開発体制

③派生的に創出された成果

本技術テーマで実施した研究課題から派生的に創出された研究成果は、研究課題ごとに「(3) 研究開発成果(科学技術や社会・経済への波及効果)」に記載する。

④研究の中断・中止の理由

①で「C. 一旦中断しているが、条件が揃えば再開する予定である」もしくは「D. 中止した(課題のシーズについて研究開発を断念した)」と回答した研究課題が研究開発を中断・中止した理由を図3に示す。

回答数が少ないため特徴的な傾向は見られないが、「A. 研究開発資金の不足」、「B. 研究開発人材の不足」、「C. A, B 以外の研究環境的要因(異動、退職、所属機関の方針転換等)」に対して回答があった。研究開発資金が不足すると研究開発人材は集められなくなるため、研究の中断・中止の理由の殆どが研究開発資金の不足に相当すると推量する。

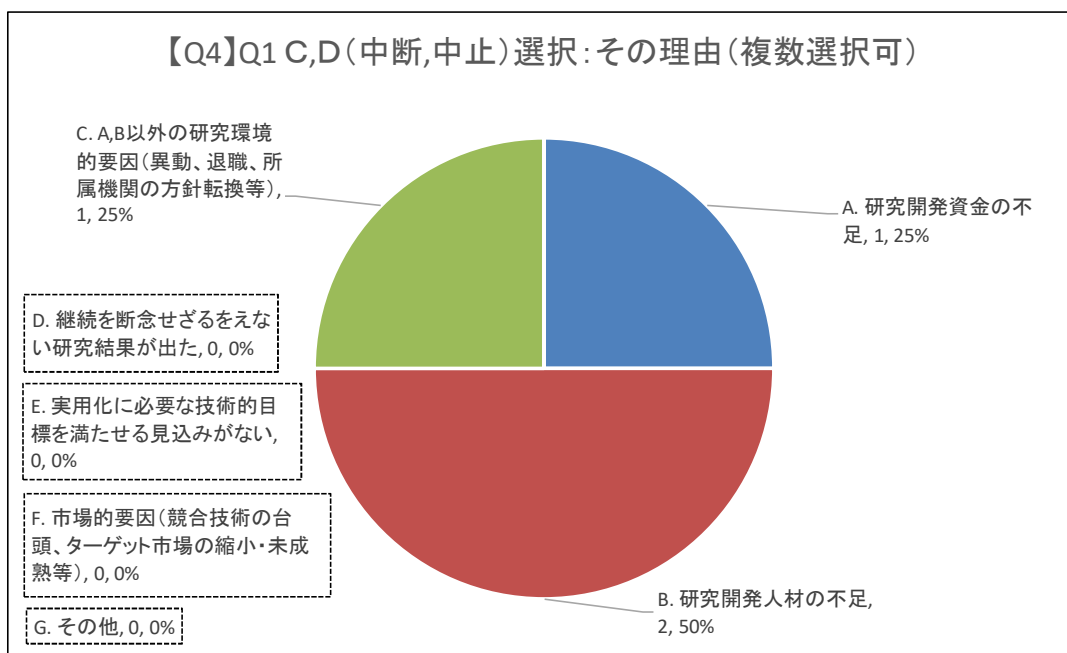


図3 研究中断・中止の理由

⑤進捗状況(技術成熟度)

研究開発を継続している場合は現在の、中断・中止した場合はその時点の技術成熟度を図4に示す。なお、技術成熟度は下図に示すように、基礎研究、応用研究・開発研究、実用化開発、実運用の9項目と定義する。

約半数が基礎研究(技術成熟度1~3)と回答する一方で、基礎研究の後期から応用研究・開発研究(技術成熟度3~6)が合計56%、応用研究から実運用(技術成熟度4~9)が合計48%を占めることから、本プログラムがターゲットとした基礎基盤研究から研究開発フェーズが進展している研究課題を確認できた。

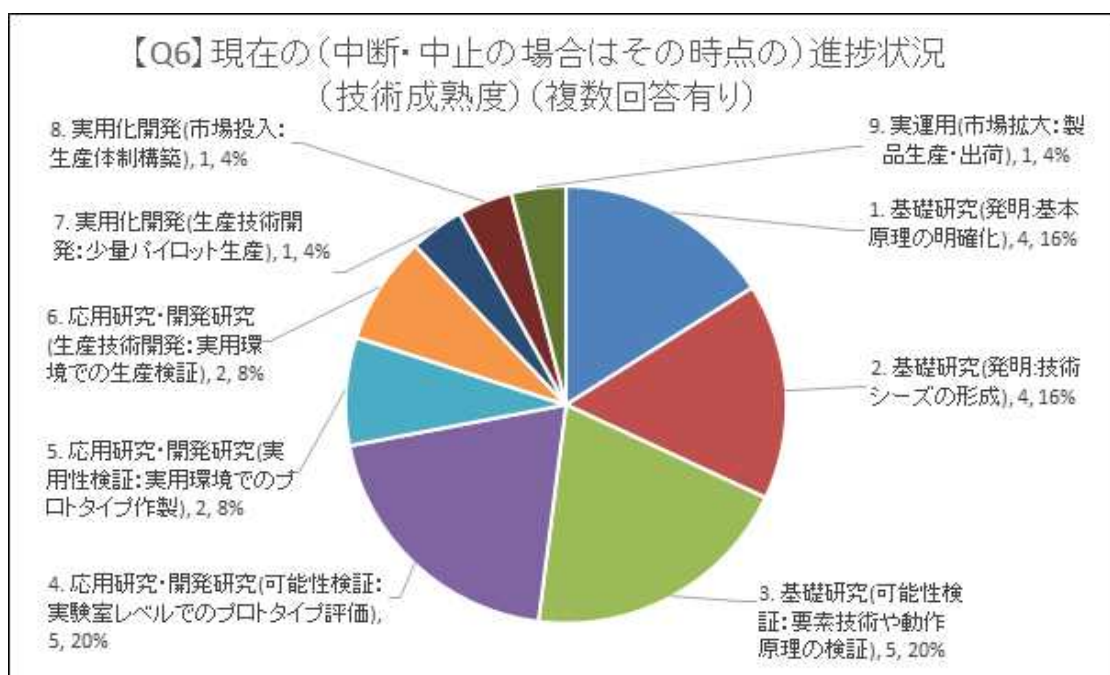


図4 技術成熟度

(2) 研究開発資金等

①資金の種別

「(1) 研究開発の継続状況 ①継続状況」で「A. 現在も継続している」、「B. 実用化の目処が付いたため終了した」もしくは「E. 研究開発は断念したが、派生的に創出された成果について研究開発が継続している」と回答した研究課題の、本技術テーマにおける研究開発終了後から現在までの研究開発資金を図5に示す。

「B. JSTの競争的資金等で実施」、「C. JST以外の競争的資金・公的資金で実施」が合計で約62%あり、大学等の研究開発において競争的資金等の公的資金の寄与は依然として大きい。

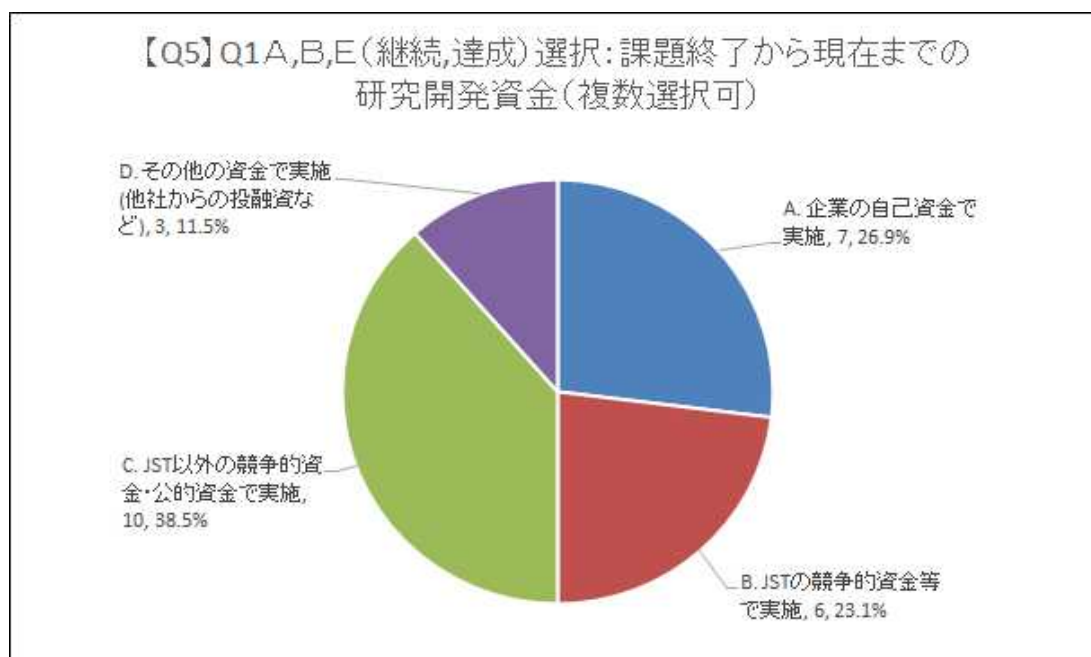


図5 研究開発資金の種別

②資金の獲得状況(公的研究資金)

本技術テーマにおける研究開発終了後に獲得した公的研究資金のうち現在実施中のものを表3に示す。

研究資金の支援組織は、JST、JSPS、国、財団等と多岐に渡る。一部獲得した研究費が不明な制度もあるが、各研究課題が獲得した研究資金を合計すると約20億円にのぼる。この他に、実施期間が終了した制度、企業との共同研究もあり、様々な研究資金を獲得して研究開発に取り組まれている。

表3 公的研究資金リスト

項番	研究代表者	資金の詳細（制度名「課題名」、実施期間、代表者）
01	飴山恵	<p>(i) JSPS 科研費基盤研究 S「調和組織材料の革新的力学特性発現機構の解明と次世代構造材料創製指導原理の創発」(2018~2022) 飴山恵</p> <p>(ii) JSPS 科研費新学術領域研究(研究領域提案型)「先端プロセスによるハイエントロピー合金の作製とナノ・マイクロ組織制御」(2018~2022) 辻伸泰</p> <p>(iii) JSPS 二国間交流事業(中国(NSFC)との共同研究)「ヘテロ構造金属材料の組織制御ならびに力学特性の解明」(2019~2021) 飴山恵</p>
02	木村勇次	<p>(i) JSPS 科研費基盤研究 B「超微細繊維状結晶粒組織を有するフェールセーフ鋼の遅れ破壊機構解明」(2019~2023) 木村勇次</p>
04	下川智嗣	<p>(i) JSPS 科研費基盤研究 B「異相界面における疲労破壊のエンブリオ形成メカニズムの解明研究課題」(2020~2022) 下川智嗣</p>
07	藤井英俊	<p>(i) METI (2013), NEDO(2014~) 「革新的新構造材料等研究開発」(2013~2022) 新構造材料技術研究組合(ISMA)</p> <p>(ii) JST 未来社会創造事業探索加速型「難接合材料を逆活用した接合/分離統合技術の確立」(2019~2024) 藤井英俊</p> <p>(iii) JSPS 科研費基盤研究 A「完全接合(接合部のない接合)技術の開発と新規構造材料の提案」(2019~2023) 藤井英俊</p> <p>(iv) 日本鉄鋼協会研究プロジェクト「摩擦接合技術の高度化と鋼材設計指針の提案」(2021~2023) 藤井英俊</p> <p>(v) METI 戦略的基盤技術高度化支援事業(サポイン)「金属製品の高品質化・低コスト化を達成する低温摩擦接合装置の開発」(2019~2021) 大阪大学, 東洋工業株式会社</p>
08	毛利哲夫	<p>(i) MEXT 元素戦略磁性材料研究拠点(ESICMM) (2012~2021) 広沢哲</p> <p>(ii) JSPS 科研費新学術領域研究(研究領域提案型)「ハイエントロピー合金: 元素の多様性と不均一性に基づく新しい材料の学理」(2018~2022) 乾晴行</p> <p>(iii) MEXT 原子力システム研究開発事業「金属被覆ジルコニウム合金型事故耐性燃料の開発」(2020~2023) 阿部広亨</p>
10	鳥塚史郎	<p>(i) 第 30 回鉄鋼研究振興助成「セメントイタメタラジーによる超微細マルテンサイト+オーステナイトハニカム構造創製」(2021~2022) 鳥塚史郎</p>
11	廣澤渉一	<p>(i) JSPS 科研費基盤研究 B「TEM 内その場引張試験と転位動力学法によるアルミニウム合金のナノ析出強化機構の解明」(2021~2023) 廣澤渉一</p>
12	武藤泉	<p>(i) JSPS 科研費挑戦的萌芽研究「防食機能を備えたスマートアロイの創製: 耐食元素の固溶から第二相化への発想の転換」(2021~2022) 武藤泉</p>

項番	研究代表者	資金の詳細（制度名「課題名」、実施期間、代表者）
13	津崎兼彰	<p>(i) JSPS 科研費基盤研究 C「油井管用 Ni 合金の水素脆化粒界破壊の素過程解明と耐水素脆性ミクロ組織の創出」(2021~2023) 津崎兼彰</p> <p>(ii) JSPS 科研費基盤研究 A「水素トラップ状態に及ぼす応力の影響と水素脆化の解明」(2019~2023) 秋山英二</p> <p>(iii) JSPS 科研費基盤研究 B「微小き裂先端の転位運動その場観察および解析法確立：金属疲労を克服する」(2020~2022) 小山元道</p> <p>(iv) JSPS 科研費挑戦的研究(萌芽)「ミクروسケール塑性変形挙動に基づいたマルテンサイト鋼の脆性破壊特性の定量理解」(2020~2021) 柴田暁伸</p> <p>(v) JST さきがけナノ力学「高強度鋼における水素脆性クラック伝播挙動のマルチスケール解析」(2020~2023) 柴田暁伸</p> <p>(vi) JFE21 世紀財団 鉄鋼技術研究助成「水素による固溶強化と双晶変形促進効果を利用した高性能ステンレス鋼の開発」(2021/1~2021/12) 小川祐平</p> <p>(vii) 岩谷直治記念財団 岩谷科学技術研究助成「水素により高強度・高延性化を示す革新的ステンレス鋼の開発 ~固溶強化と双晶変形促進効果の応用」(2021~2022) 小川祐平</p> <p>(viii) JSPS 科研費若手研究「合金元素としての水素の有効活用：構造用耐水素オーステナイト鋼開発の新境地」(2021~2023) 小川祐平</p> <p>(ix) 吉田学術教育振興会 学術奨励金「オーステナイト鋼における水素誘起固溶強化メカニズムの実験×解析的究明」(2021/10~2023/9) 小川祐平</p> <p>(x) 三井住友信託銀行 公益信託 ENEOS 水素基金「高圧水素ガスインフラ用構造材料のパラダイムシフト ~水素脆化から水素誘起高強度・高延性化への転換~」(2021/10~2023/9) 小川祐平</p>
14	戸田裕之	<p>(i) JST CREST ナノ力学「ナノ~マクロを繋ぐトモグラフィ：界面の半自発的剥離」(2019~2024) 戸田裕之</p> <p>(ii) JSPS 科研費基盤研究 A「超高分解能 X 線顕微鏡が拓く 3D/4D マルチスケール・マルチモーダル材料科学」(2021~2023) 戸田裕之</p>
19	近藤勝義	<p>(i) JST A-STEP シーズ育成タイプ「航空機部材向け廉価な高強度・高延性レアメタルフリーチタン粉末鍛造合金の開発」(2019/10~2023/3) 近藤勝義, ハイレックスコーポレーション</p> <p>(ii) 環境再生保全機構 環境研究総合推進費事業「工程内廃材使用による廉価高強度チタン合金開発と応用」(2021/4~2024/3) 近藤勝義</p>
20	芹澤愛	<p>(i) JST 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム(OPERA)「地域資源活用型エネルギーエコシステムを構築するための基盤技術の創出」(2018~2022) 名古屋大学</p> <p>(ii) JSPS 科研費基盤研究 B「アルミニウム合金上への高耐食性、高導電性ヘテロ構造皮膜の創製」(2019~2021) 芹澤愛</p>

項番	研究代表者	資金の詳細（制度名「課題名」、実施期間、代表者）
21	中田伸生	(i) JST さきがけナノ力学「ナノスケール内部応力制御による鉄鋼強靱化」(2020~2022) 中田伸生
22	宮本吾郎	(i) JSPS 科研費挑戦的萌芽研究「クラスタ強化鋼創製を目指した侵入型/置換型溶質クラスタによる強化機構解明」(2021~2022) 宮本吾郎
23	渡辺義見	(i) 岐阜県技術シーズ移転・実証事業費補助金(2021) 徳田工業株式会社

(3) 研究開発成果（科学技術や社会・経済への波及効果）

研究課題ごとに、研究開発成果の科学技術や社会・経済への貢献についての事例を示す。文中には企業との共同研究の内容も記載しているが、秘密保持の観点から、企業名、研究期間、企業からの共同研究費等の機密情報を非公開とした。

研究成果の詳細は「(4) 主な研究活動（主要論文、特許、受賞、テレビ、新聞報道等）」に記載する。

01 飴山は、超微細粒組織と粗大粒組織の混合体（ヘテロ構造体）である調和組織材料の高強度と高延性・高靱性の両立や様々な特異な力学特性を解明し、軽量化も達成できる、安心・安全な次世代構造材料の創製を試みている。従来の半分のプロセス時間で調和組織を創製できるバイモーダルミリング法の開発により、任意の微細粒割合をデザインすることで強度・延性バランスの制御が容易になり、より短時間で大型サンプルを作製できるようになった。関連の特許出願、特許登録の実績がある。

派生成果として、日本ビジネススクール・ケース・コンペティション（JBCC）※で調和組織材料が2021年度のケース課題に選定され、飴山が本ケース作成に協力した。

※日本企業が抱える問題をテーマに、現役MBA生が課題を抽出し、企業化に向けた戦略提言を競う大会。これまで通算6,147人の現役MBA生が参加し、2021年度大会で12回目を迎える。2021年度は、国内外の25校のビジネススクールから、大会史上最多の215チーム999名が参加し、約1万名の視聴者を集めたオンライン形式で開催した。

04 下川は、異相界面の新しいモデリング、微細組織中の加工硬化モデリングを提唱し、企業との論文共著や複数の論文賞を受賞した。共同研究グループでは、伸線パーライト鋼のデラミネーション発生メカニズムに関して鉄鋼メーカーと共同研究を実施している他に、他の企業と共同研究実施に向けた協議中であり、産業界の製造過程の様々な現象解明に取り組んでいる。

07 藤井は、下記の製品化実績がある。

①低温摩擦接合機(2020年4月、株式会社北川鉄工所)：世界初A1変態点以下での接合を実現。大阪大学との共同研究により、大阪大学の低温摩擦接合技術と同社の強みである材料の間につなぎの金属を挟む「センタードライブ」技術とを組み合わせることで実用化・製品化に至る。

②センタードライブ LFW 装置 (2021 年 1 月、東洋工業株式会社) : 国内初線形摩擦接合 (LFW) 装置を販売。経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業 (サポイン事業) において、大阪大学と共同で LFW 装置開発を実施し製品化に至る。

③自動車部品 (2017 年度、電機メーカー) : 12,000 台/月生産
製品化を目指したプロトタイプ・サンプルの作製の実績は下記の通りである。

①装置メーカーと汎用の LFW 装置、LFW 部材 (ライセンス)

②ツールメーカーと摩擦撈拌接合 (FSW) 用ツール材料 (ライセンス)

これらの製品化、プロトタイプ・サンプルの作製とは別に、下記の通り様々な共同研究にも取り組み、多数の関連する特許出願 (共同研究企業との共同出願含む)、特許登録の実績がある。

- ・ 高速高精度マイクロ FSW (電機)
- ・ 摩擦接合装置 (建機)
- ・ 異種金属接合 (プレス)
- ・ 耐震補強技術 (建設)
- ・ FSW 用ツール (セラミックス)
- ・ 薄肉パイプの接合 (部品メーカー)
- ・ 非溶融接合 (鉄鋼)
- ・ 銅コーティング金属製容器 (原子力関連公的機関)
- ・ 摩擦圧接 (工作機械・自動車部品)
- ・ 異種金属接合 (医療部材)
- ・ 社会インフラ構造物 (インフラ)
- ・ 摩擦接手法の確立と最適化 (装置メーカー)

※括弧内は共同研究企業の業種

表 3 の通り、本技術テーマで実施した研究開発の一部を経産省/NEDO/ISMA「革新的構造材料等研究開発」に展開し、鉄鋼メーカー3社と共同で高炭素鋼の接合技術に取り組んでいる。本技術テーマで A1 点以下の接合を確立したことで、鋼材の炭素量の上限が緩和され、上記テーマがメインテーマになるきっかけとなった。また、FSW のツールの寿命の問題を解決するために、素材同士を直接摩擦させる LFW にも取り組んでいる。素材同士を押し付けて圧力を制御することにより、温度を精度よく制御できることを明らかにしたことによって、再び、A1 点以下での接合を達成した。その後、これらの技術をさらに発展させ、圧力制御通電圧接や固相抵抗スポット接合等、産業構造を大きく変え得る接合法を次々と開発している。

08 毛利は、本技術テーマの研究グループがそれぞれ研究開発を継続する中で、多元系合金中の短・中距離化学秩序形成に関する新しい数値シミュレーション手法の開発およびそれを用いた化学秩序形成シミュレーションを行い、派生成果として秩序形成が合金の力学特性に与える影響についての知見が得られた。

09 柳本は、派生成果として、2019 年 7 月~2021 年 7 月迄、10 機関 (8 大学 2 社) が参加した NEDO 先導研究プログラム (エネルギー・環境新技術先導研究プログラム/熱制御科学による革新的省エネ材料創製プロセスの研究開発) で、省エネを可能とする構造材料創製基盤技術確立のための基盤技術の研究に、代表者として取り組んだ。本プロジェクトの内容は、材料創製と沸騰伝熱の素過程にまで遡った熱制御科学の解明・利用である。具体的には、沸騰伝熱の素過程の解明に関連する課題 (項目 B)、鋼板の圧延後水冷に対応した高温移動体の急速冷却に関連する課題 (項目 C) ならびに、強水冷と停止温度制御を組み合わせることで次世代高強度鋼である Q&P 鋼 (焼入れ分配処理鋼) を創製するための課題 (項目 A) の研究を実施した。項目 A で圧延による新規加工熱処理プロセス開発を行い、10mm から 5 mm 板厚への熱間圧延・制御冷却試験によって、ワンヒートプロセスの実現可能性を示した。これは、本技術テーマの研究成果である大圧下熱間圧延を発展させて利用している。

この他に、ヘテロな構造制御を板材成形等で重要になる異方性を司る集合組織に発展させた論文発表を行った。

12 武藤は、金属材料の耐環境機能高度化（腐食防食、耐食性等）に関連する複数の特許出願、特許登録の実績がある。2020年4月より学内に共同研究部門「マルチスケールマテリアル工学(日本製鉄)」が設置され、研究成果の実用化等を見据えた共同研究を推進している。

13 津崎は、2020年9月16日に九州大学においてプレスリリース「鉄鋼材料を強く・しなやかにする、水素の知られざる一面を発見 -安全・安心な水素社会実現への構造材料開発に新風を吹き込む-」を行った。水素侵入に伴い生じる材料物性変化の一部を有効利用すると、引張強度×伸びの指標で30%、破断応力にして50%の向上が得られた。「鉄鋼材料は水素により脆化する」という従来の固定観念を根底から覆す研究成果であり、材料系のトップジャーナルである「Acta Materialia」で発表した。

共同研究グループでは、応力負荷条件が水素トラップ状態に及ぼす影響と破壊メカニズムの解明、高強度鋼の不連続クラック伝播挙動の解析等の様々な基礎研究を継続して行っている。

14 戸田は、2020年4月7日に日本原子力研究開発機構、九州大学、富山大学においてプレスリリース「アルミニウムの自発的破壊現象の解明 ~水素でアルミがもろくなる原因の解明と、計算科学による高強度合金への期待~」を行った。水素の集積によって微細粒子とアルミニウムの界面に自発的な剥離を生じ、高強度アルミニウム合金の破壊が促進されることを電子状態計算とナノスケールの実験との連携によって明らかにした。従来見ることが困難であった材料中の水素挙動を捉えたことで、産業利用価値の高い高強度合金開発の発展につながることを期待される研究成果であり「Scientific Reports」で発表した。関連の国内・海外特許出願の実績がある。

シンクロトロン放射光イメージング技術と原子レベルの観察結果を忠実に反映したシミュレーションを組み合わせ、粒子界面の剥離による延性破壊プロセス解明の基礎研究を継続して行っている。研究は、JST CREST ナノ力学プロジェクトでさらに発展しつつある。

15 三浦は、本技術テーマで対象としたオーステナイト系ステンレス鋼にヘテロナノ構造を導入すると高強度が得られる現象を他の金属でも同様に得られることを発見し、企業との共同申請で研究資金を獲得した。研究成果は論文賞を受賞した。

17 戸高は、材料組織制御による低摩擦化技術を自動車部品に適用するため、自動車部品メーカーと製品化を目指したプロトタイプ・サンプルの作製を行っている。本技術を用いると、従来材に比べて約20%の低摩擦係数化が期待できる。

このプロトタイプ・サンプルの作製とは別に、材料組織制御による摩擦・摩耗の高特性化に関して、熱処理メーカー、鉄鋼メーカーとそれぞれ共同研究を実施している他、自動車部品メーカー、潤滑油メーカーにサンプル・ノウハウの提供を行っている。

19 近藤は、酸素固溶強化・鉄固溶 β 相強化技術を航空機用チタン合金（エンジン用ファンブレード等）に適用するため、原料粉末メーカー、素形材メーカーおよび輸送用機器メーカーと共同で製品化を目指したプロトタイプ・サンプルの作製・特性評価を行っている。また、酸素固溶強化・鉄固溶 β 相強化技術、圧延加工技術を食品加工用刃物素材に適用するため、刃物用鋼材加工メーカーと製品化を目指したプロトタイプ・サンプルの作製を行っている。

これらのプロトタイプ・サンプルの作製とは別に、それぞれの企業と酸素や窒素、水素、鉄等の廉価な元素を利用した高強度・高延性チタン粉末合金の開発、スポンジチタン製造工程内で発生する鉄や酸素等の不純物を多量に含むチタン廃材の直接原料化による廉価高強度

チタン焼結合金開発とその応用に関する共同研究を実施している。

20 芹澤は、耐食性を向上させるための水蒸気を利用した表面処理技術を Al 合金への表面処理技術に適用し、企業との共同研究を介して製品化を目指したサンプル作製を行っている。また、この水蒸気を利用した表面処理技術により作製した耐食性皮膜の疲労特性を評価した結果、その疲労特性が大きく向上したため、別の企業と共同研究を実施し、製品化を目指したサンプル作製ならびに特性評価を行っている。

これらのサンプル作製とは別に、ねじ・金物メーカーを始めとする複数の企業と共同で、特に複雑な形状を有する Al 合金部材の表面処理技術に関する共同研究も実施している。

21 中田は、金属材料の内部応力問題は、本技術テーマで対象としたパーライト組織に限定されたものではないことから、派生成果として実用的な鉄鋼材料における課題と捉え、鉄鋼の更なる強靱化を目指して基礎研究を継続し、論文賞等を受賞した。

22 宮本は、ナノクラスタリング・ナノ析出を利用した窒化処理の強化機構解明の基礎研究を継続する他に、表面硬化材のさらなる高機能化を目指し、鉄鋼メーカー2社と窒化や窒素を利用した鉄鋼材料の高強度化機構解明について、共同研究、受託研究を実施している。

23 渡辺は、本プログラムで開発したヘテロ凝固核粒子を用いることにより、航空機構造部品加工により排出される超々ジュラルミン切削屑のリサイクルが高品位に行えることを見だし、実用化に向けた研究開発を行っている。積層造形に関しては、国際宇宙ステーション (ISS)での軌道実験「ヘテロ凝固核を添加した積層造形用金属粉末の凝固挙動の解明」(実験名称: Hetero-3D)に向けて準備を進めている。鋳造アルミニウム合金の微細化と高強度化に関しては、いくつかの企業と共同研究を実施している。

(4) 主な研究活動 (主要論文、特許、受賞、テレビ、新聞報道等)

①主要論文

本技術テーマにおける研究開発終了後に発表した論文のうち、プロジェクトリーダーから回答のあった主要な査読付き論文 (10 報程度まで) を示す。【 】内の記載は、プロジェクトリーダーが主要論文として選定した理由等である。

・ 01 飴山

(i) J. Li, J. Liu, G. Dirras, K. Ameyama, F. Gazes, Mie Ota. A three-dimensional multi-scale polycrystalline plasticity model coupled with damage for pure Ti with harmonic structure design. *International Journal of Plasticity* 100, 192-207 (2018).
<https://doi.org/10.1016/j.ijplas.2017.10.006>

(ii) G. Dirras, D. Ueda, A. Hocini, D. Tingaud, K. Ameyama. Cyclic shear behavior of conventional and harmonic structure-designed Ti-25Nb-25Zr β -titanium alloy: Back-stress hardening and twinning inhibition. *Scripta Materialia* 138, 44-47 (2017).
<https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2017.05.033>

(iii) Z. Zhang, H. Ma, R. Zheng, Q. Hu, M. Nakatani, M. Ota, G. Chen, X. Chen, C. Ma, K. Ameyama. Fatigue behavior of a harmonic structure designed austenitic stainless steel under uniaxial stress loading. *Materials Science & Engineering A* 707, 287-2

94(2017). <https://doi.org/10.1016/j.msea.2017.09.063>

(iv) S. Kikuchi, Y. Nukui, H. Kubozono, Y. Nakai, A. Ueno, M. O. Kawabata, K. Ameyama. Fractographic analysis of fatigue crack initiation and propagation in CP titanium with a bimodal harmonic structure. *Materials Science & Engineering A* 716, 228–234(2018). <https://doi.org/10.1016/j.msea.2018.01.054>

(v) H. K. Park, K. Ameyama, J. Yoo, H. Hwang, H. S. Kim. Additional hardening in harmonic structured materials by strain partitioning and back stress. *Materials Research Letters* 6(5) 261–267(2018). <https://doi.org/10.1080/21663831.2018.1439115>

(vi) P. K. Rai, S. Shekhar, K. Yagi, K. Ameyama, K. Mondal. Fretting wear mechanism for harmonic, non-harmonic and conventional 316L stainless steels. *Wear* 424–425, 23–32(2019). <https://doi.org/10.1016/j.wear.2019.02.005>

(vii) 永田勝也, 堀川直樹, 川畑美絵, 飴山恵. 調和組織制御された純 Ni の機械的性質に及ぼす微細組織の影響. *日本金属学会誌* 83(7) 231–237(2019). <https://doi.org/10.2320/jinstmet.J2019006>

(viii) S. Kikuchi, Y. Nukui, Y. Nakatsuka, Y. Nakai, M. Nakatani, M. O. Kawabata, K. Ameyama. Effect of Bimodal Harmonic Structure on Fatigue Properties of Austenitic Stainless Steel under Axial Loading. *International Journal of Fatigue* 127, 222–228(2019). <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.06.016>

(ix) P. K. Rai, K. Mondal, K. Ameyama, K. Yagi, S. Shekhar. Corrosion behavior of harmonic structured 316L stainless steel in 3.5% NaCl and simulated body fluid solution. *Journal of Materials Engineering and Performance* 28, 7554–7564(2019). <https://doi.org/10.1007/s11665-019-04428-x>

(x) 入谷竜平, 堀憲太, Bhupendra Sharma, 川畑美絵, Guy Dirras, 古原忠, 飴山恵. 調和組織制御された 0.3mass%炭素鋼の微細組織と機械的性質. *鉄と鋼* 106(10) 735–744(2020). <https://doi.org/10.2355/tetsutohagane.TETSU-2020-007>

・ 02 木村

(i) 木村勇次, 井上忠信. 超微細繊維状結晶粒組織鋼の強靱化に及ぼす炭素量の影響. *鉄と鋼* 100(9) 1104–1113(2014). <https://doi.org/10.2355/tetsutohagane.100.1104>

(ii) Y. Kimura, T. Inoue. Influence of Carbon Content on Toughening in Ultrafine Elongated Grain Structure Steels. *ISIJ Int.* 55(5) 1135–1144(2015). <https://doi.org/10.2355/isijinternational.55.1135>

(iii) Y. Kimura, T. Inoue. Influence of Prior-Austenite Grain Structure on the Mechanical Properties of Ultrafine Elongated Grain Structure Steel Processed by Warm Tempforming. *ISIJ Int.* 55(8) 1762–1771(2015). <https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2015-081>

(iv) Y. Kimura, T. Inoue. Combined Effect of Ausforming and Warm Tempforming on the Strength and Toughness of an Ultra-High Strength Steel. *ISIJ Int.* 56(11) 2047–2056(2016). <https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2016-275>

(v) Y. Kimura, T. Inoue, E. Akiyama. Warm Tempforming Effect on the Hydrogen Embrittlement of 1.8-GPa-Class Ultra-High-Strength Low-Alloy Steel. *Mater. Sci. Eng. A* 703, 503–512(2017). <https://doi.org/10.1016/j.msea.2017.07.091>

(vi) Y. Kimura, T. Inoue. Mechanical Property of Ultrafine Elongated Grain Structure Steel Processed by Warm Tempforming and Its Application to Ultra-High-Strength Bolt. *ISIJ Int.* 60(6) 1108–1126(2020). <https://doi.org/10.2355/isijinternational>

・ 04 下川

(i) T. Shimokawa, T. Yamashita, T. Niiyama, N. Tsuji. Grain Subdivision Mechanism Related to Partial Disclinations in Severe Plastic Deformation: A Molecular Dynamics Study. *Materials Transactions* 57(9)1392-1398(2016). <https://doi.org/10.2320/matertrans.MH201518> 【日本金属学会第 65 回論文賞 (組織部門)】

(ii) T. Niiyama, T. Shimokawa. Barrier effect of grain boundaries on the avalanche propagation of polycrystalline plasticity. *Physical Review B* 94(14)140102(1-5) (2016). <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.94.140102> 【IF: 4.0】

(iii) 安田洋平, 下川智嗣, 大橋鉄也, 新山友暎. フェライト/セメンタイト積層体の延性に関する結晶塑性解析: 界面の転位吸収能力の影響. *鉄と鋼* 105(2)146-154(2019). 【異相界面の新しいモデリングの提唱】 <https://doi.org/10.2355/tetsutohagane.TETSU-2018-082>

(iv) Y. Yasuda, T. Ohashi, T. Shimokawa, T. Niiyama. Strain-hardening characteristics of ferrite layers in pearlite microstructure. *Materials Science and Technology* 34(7)772-779(2019). <https://doi.org/10.1080/02670836.2017.1397941> 【微細組織中の加工硬化モデリングの提唱】

(v) T. Shimokawa, T. Niiyama, M. Okabe, J. Sawakoshi. Interfacial-dislocation-controlled deformation and fracture in nanolayered composites: Toward higher ductility of drawn pearlite. *Acta Materialia* 164, 602-617(2019). <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2018.10.061> 【IF: 8.2】

(vi) 下川智嗣, 安井紀一郎, 新山友暎, 木下恵介, 澤田英明. 炭素クラスターの強化機構に関する原子論的研究. *日本金属学会誌* 84(1)19-27(2020). <https://doi.org/10.2320/jinstmet.J2019036> 【日本金属学会第 69 回論文賞 (力学特性)】

(vii) T. Shimokawa, T. Oto, T. Niiyama. Molecular Dynamics Simulation of the Effect of Cementite Decomposition on Yield Phenomena in Pearlite Microstructure. *ISIJ International* in press(2021). 【非晶質化した異相界面モデリングの提唱】

(viii) M. Tanaka, T. Manabe, T. Morikawa, K. Higashida. Mechanism behind the Onset of Delamination in Wire-drawn Pearlitic Steels. *ISIJ International* 60(11)2596-2603(2020). <https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2020-158> 【企業との共同研究成果】

(ix) 田中将己, 安井隼人, 東田賢二. 0.2mass%炭素鋼における低温焼戻し脆性と脆性-延性遷移挙動. *鉄と鋼* 102(6)340-346(2016). <https://doi.org/10.2355/tetsutohagane.TETSU-2015-113> 【転位遮蔽理論を用いた BDT 挙動の説明】

(x) M. Tanaka, K. Higashida. Temperature dependence of effective stress in severely deformed ultralow-carbon steel. *Philosophical Magazine* 96(19)1979-1992(2016). <https://doi.org/10.1080/14786435.2016.1183828> 【有効応力に対する温度依存性に対する新しい考え方の提唱】

・ 06 土山

(i) T. Tsuchiyama, S. Yamamoto, S. Hata, M. Murayama, S. Morooka, D. Akama, S. Takaki. Plastic deformation and dissolution of ϵ -Cu particles by cold rolling in an over-aged particle dispersion strengthening Fe-2mass%Cu alloy. *Acta Materialia* 113, 48-55(2016). <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2016.03.018> 【IF: 8.203】

(ii) M. Asano, T. Masumura, T. Tsuchiyama, S. Takaki, J. Takahashi, K. Ushioda. Quantitative evaluation of Cu particle dissolution in cold-worked ferritic iron. *Scrip*

ta Materialia 140, 18–22 (2017). <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2017.05.025>
【IF: 5.611, 企業との共同研究】

(iii) 土山聡宏, 古賀茉冬, 下地いずみ, 平林秀, 増村拓朗. 硬質 VC 粒子および軟質 Cu 粒子を分散させたフェライト鋼における局部変形能と延性破壊挙動の相違. 鉄と鋼 105(2) 182–189 (2019). <https://doi.org/10.2355/tetsutohagane.TETSU-2018-088>

・ 07 藤井

(i) A. Sharma, Y. Morisada, H. Fujii. Bending induced mechanical exfoliation of graphene interlayers in a through thickness Al–GNP functionally graded composite fabricated via novel single-step FSP approach. Carbon 186, 475–491 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2021.10.018> 【IF: 9.594, FSW (FSP) 中の組成変化を用いてヘテロ構造を作製】

(ii) J–W. Choi, W. Li, K. Ushioda, H. Fujii. Flat hardness distribution in AA6061 joints by linear friction welding. Scientific Rep. 11:11756, 1–7 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91249-5> 【新規接合技術である低温線形摩擦接合で 6061 アルミニウム合金に対して全く軟化しない接合法を開発, 日本経済新聞 (2020/5/18), 日刊工業新聞 (2020/12/8) 掲載】

(iii) H. Liu, Y. Aoki, Y. Aoki, K. Ushioda, H. Fujii. Principle for Obtaining High Joint Quality in Dissimilar Friction Welding of Ti–6Al–4V Alloy and SUS316L Stainless Steel. J. Mater. Sci. Tech 46, 211–224 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2019.10.037> 【IF: 8.203, Ti 合金とステンレス鋼の摩擦圧接, 印加圧力により接合温度の制御・2つの材料がともに変形する条件を見出し 100%の継手効率を達成, 関連装置を北川鉄工所 (株) から販売, 日刊工業新聞掲載 (2016/8/25, 2021/2/22) 掲載】

(iv) Y. Sun, H. Fujii, Y. Morisada. Double-sided Friction Stir Welding of 40 mm Thick Low Carbon Steel Plates Using a pcBN Rotation Tool. J. Manuf. Proc. 50, 319–328 (2020). <http://doi.org/10.1016/j.jmapro.2019.12.043> 【両面からの FSW に取り組み世界最厚の 40mm の FSW に成功, 日本経済新聞掲載 (2016/3/7)】

(v) R. Kuroiwa, H. Liu, Y. Aoki, S. Yoon, H. Fujii, G. Maruyama, M. Yasuyama. Microstructure Control of Medium Carbon Steel Joints by Low-Temperature Linear Friction Welding. Sci. Tech. Weld. Join. 25(1) 1–9 (2020). <http://doi.org/10.1080/13621718.2019.1600771> 【材料同士を摩擦させツールが不要な低温線形摩擦接合法, 読売新聞 (2017/1/18), 日刊工業新聞 (2017/1/30), 日経産業新聞 (2018/3/19), 日本経済新聞 (2020/5/18) 掲載, 文部科学大臣表彰 (研究部門) (2016/4/20), 溶接学会業績賞 (2017/4/20), Arconic Russia Special Award (2019/6/4), 鉄鋼協会三島賞 (2020/3/17) 受賞】

(vi) X. C. Liu, Y. F. Sun, T. Nagira, K. Ushioda, H. Fujii. Evaluation of dynamic development of grain structure during friction stir welding of pure copper using a quasi in situ method. J. Mater. Sci. Tech. 35(7) 1412–1421 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2019.01.018> 【IF: 8.067, ストップアクション法と液体 CO₂ の急速冷却を用いて積層欠陥エネルギーの低い Cu の FSW 中の組織形成メカニズムを解明, 引用 32 回】

(vii) Y. F. Sun, H. Fujii, Y. Sato, Y. Morisada. Friction Stir Spot Welding of SPCC Low Carbon Steel Plates at Extremely Low Welding Temperature. J. Mater. Sci. Tech. 35(5) 733–741 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2018.11.011> 【IF: 8.067, 鉄鋼材料を 300°C 程度の極低温で FSW し優れた機械的特性を達成, 日本経済新聞掲載 (2016/7/25)】

(viii) H. Liu, K. Ushioda, H. Fujii. Elucidation of interface joining mechanism durin

g friction stir welding through Cu/Cu-Zn Interfacial Observations. *Acta Mater.* 166, 324-334 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2019.01.004> 【IF:8.203, TEM レベルの解析でFSWの接合メカニズムを解明】

(ix) J-W. Choi, H. Liu, H. Fujii. Dissimilar Friction Stir Welding of Pure Ti and Pure Al. *Mater. Sci. Eng. A* 730, 168-176 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.msea.2018.05.117> 【Ti合金とAl合金異種材料のFSW, 引用52回】

(x) S-J. Lee, Y. Sun, H. Fujii. Stacking-Fault Energy, Mechanical Twinning and Strain Hardening of Fe-18Mn-0.6C-(0, 1.5)Al Twinning-Induced Plasticity Steels during Friction Stir Welding. *Acta Mater.* 148, 235-248 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2018.02.004> 【IF:8.203, 高Mn鋼のFSW継手に対する積層欠陥エネルギー, 変形双晶, 加工硬化等】

・08 毛利

(i) L. Huang, W-Z. Han, S. Ogata, H. Kimizuka, Z-C. Yang, C. Weinberger, Q-J. Li, B-Y. Liu, X-X. Zhang, J. Li, E. Ma, Z-W. Shan. From “Smaller is Stronger” to “Size-Independent Strength Plateau”: Towards Measuring the Ideal Strength of Iron. *Advanced Materials* 27(22) 3385-3390 (2015). <https://doi.org/10.1002/adma.201500377> 【IF:30.849】

(ii) S. K. Vajpai, H. Yu, M. Ota, I. Watanabe, G. Dirras, K. Ameyama. Three-dimensional ly gradient and periodic harmonic structure for high performance advanced structural materials. *Materials Transactions* 57(9) 1424-1432 (2016). <https://doi.org/10.2320/matertrans.MH201509> 【本技術テーマ他グループ(01 飴山恵)との共同研究成果】

(iii) T. Mohri, Y. Chen, M. Kohyama, S. Ogata, A. Saengdeejing, S. K. Bhattacharya, M. Wakeda, S. Shinzato, H. Kimizuka. Mechanical properties of Fe-rich Si alloy from Hamiltonian, *npj Computational Materials-Nature* 3(10) (2017). <https://doi.org/10.1038/s41524-017-0012-4> 【本プロジェクトの総まとめの論文】

(iv) H. Kondo, M. Wakeda, I. Watanabe. Atomic study on the interaction between superlattice screw dislocation and γ -Ni precipitate in γ -Ni₃Al intermetallics. *Intermetallics* 102, 1-5 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.intermet.2018.08.008> 【電子状態の理論の析出強化への典型的な適用例】

(v) Z. Xu, S. Tanaka, M. Kohyama. Grain-boundary segregation of 3d-transition metal solutes in bcc Fe: ab initio local-energy and d-electron behavior analysis. *Journal of Physics: Condensed Matter* 31(11) 115001 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.intermet.2018.08.008> 【電子状態の理論の粒界偏析への適用例】

(vi) I. Watanabe, A. Yamanaka. Voxel coarsening approach on image-based finite element modeling of representative volume element. *International Journal of Mechanical Sciences* 150, 314-321 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2018.10.028> 【画像ベースのFEMの新らしいアプローチ】

(vii) Y. Sato, S. Shinzato, T. Ohmura, T. Hatano, S. Ogata. Unique universal scaling in nanoindentation pop-ins. *Nature Communications* 11, 4177 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17918-7> 【IF:14.919】

(viii) R. Yamada, M. Ohno, T. Mohri. Configurational kinetics studied by Path Probability Method. *Progress in Materials Science* 120, 00765 (23pages) (2021). <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2020.100765> 【IF:39.58】

(ix) Z. Xu, S. Tanaka, M. Kohyama. Atomic configurations and energies of Mg symmetric

ic tilt grain boundaries: ab initio local analysis. *Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering* 29(8)085010(2021). <https://doi.org/10.1088/1361-651X/ac3050> 【原子配列と粒界強度の理論】

(x) P. Yu, J-P. Du, S. Shinzato, F-S. Meng, S. Ogata. Theory of history-dependent multi-layer generalized stacking fault energy— A modeling of the micro-substructure evolution kinetics in chemically ordered medium-entropy alloys. *Acta Materialia* 224, 117504(2022). <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2021.117504> 【合金短距離秩序構造と強度変形の新理論】

・ 09 柳本

(i) H. W. Park, K. Shimojima, S. Sugiyama, H. Komine, J. Yanagimoto. Mechanical Properties and Anisotropies of 0.2% Carbon Steel with Bimodal Microstructure Subjected to Heavy-Reduction Controlled-Rolling Process. *Steel Research International* 87(7)947-956(2016). <https://doi.org/10.1002/srin.201500294> 【成果の発展：ヘテロな構造制御に留まっていた成果を板材成形等で重要になる異方性 Anisotropy を司る集合組織 Texture に発展】

(ii) H. W. Park, K. Shimojima, S. Sugiyama, J. Yanagimoto. Formability of Bimodal Steel Strips subjected to Heavy-reduction Controlled-rolling Process. *Tetsu-to-Hagane (鉄と鋼)* 105(2)190-196(2019). <https://doi.org/10.2355/tetsutohagane.TETSU-2018-074> 【同上】

(iii) T. Taylor, S. Sugiyama, A. Ishikawa, H. Wang, J. Yanagimoto. Evaluation method for hot rolling & run out table cooling parameters. *Materials Science and Technology* 37, 17(2021). <https://doi.org/10.1080/02670836.2021.2010176> 【成果の発展：圧延による新規加工熱処理プロセス開発を行い、10mm から 5 mm 板厚への熱間圧延・制御冷却試験によって、ワンヒートプロセスの実現可能性を示した】

・ 10 鳥塚

(i) T. Adachi, A. Ito, H. Adachi, S. Torizuka. Effect of Prior Structure to Intercritical Annealing on Rapid Formation of Ultrafine Ferrite + Austenite Structure and Mechanical Properties in 0.1%C-2%Si-5%Mn Steels. *ISIJ international* 60(4)764-773(2020). <https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2019-401>

(ii) S. Torizuka, R. Oya, K. Prasad, A. Ito. Formation of Ultrafine Single Variant Martensite from Prior Ferrite + Cementite Microstructure and Its Mechanical Properties. *Materials Performance and Characterization* 11(2)MPC20200187(2021). <https://www.astm.org/mpc20200187.html> 【超微細マルテンサイトに関する先駆的論文】

(iii) 古金駿, 鳥塚史郎. オーステナイト系ステンレス鋼における加工誘起変態挙動に及ぼす結晶粒径および転位密度の影響. *鉄と鋼* 105(8)827-836(2019). <https://doi.org/10.2355/tetsutohagane.TETSU-2019-004>

(iv) Y. Izuta, K. Prasad, A. Ito, M. Tanaka, S. Torizuka. Transmission X ray diffraction characterization of deformation induced martensite in 301 and 304 stainless steels rolled at 77K: Role of grain size. *Materials Science and Engineering: A* 794, 139984(2020). <https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.139984>

(v) 安達節展, 鳥塚史郎, 足立大樹, 伊東篤志. 0.1%C-2%Si-5%Mn 超微細フェライト+オーステナイト鋼の短時間組織形成と力学的特性に及ぼす二相域焼鈍前組織の影響. *鉄と鋼* 105(2)197-206(2019). <https://doi.org/10.2355/tetsutohagane.TETSU-2018-121>

・ 11 廣澤

(i) T. Masuda, X. Sauvage, S. Hirosawa, Z. Horita. Achieving highly strengthened Al-Cu-Mg alloy by grain refinement and grain boundary segregation. *Materials Science and Engineering A* 793, 139668 1-11 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.139668> 【海外研究機関との共同研究】

(ii) T. Masuda, S. Hirosawa, Z. Horita. Continuous high-pressure torsion of pure Al and Al-2 wt% Fe alloy using multi-wires. *J. Materials Science* 56(14)8679-8688 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10853-020-05484-8>

(iii) T. Masuda, K. Fujimitsu, K. Sumikawa, T. Kajita, Y. Tang, S. Hirosawa, Y. Takizawa, M. Yumoto, Y. Otagiri, Z. Horita. Homogeneous strain introduction using reciprocation technique in high-pressure sliding. *Metallurgical and Materials Transactions A* 52, 3860-3870 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11661-021-06347-w>

・ 12 武藤

(i) S. Tokuda, I. Muto, Y. Sugawara, N. Hara. Effect of Sensitization on Pitting Corrosion at MnS and CrS in Type 304 Stainless Steel. *Journal of The Electrochemical Society* 168, 091504 (2021). <https://doi.org/10.1149/1945-7111/ac28c6> 【IF:7.2】

(ii) S. Tokuda, I. Muto, Y. Sugawara, N. Hara. The role of applied stress in the anodic dissolution of sulfide inclusions and pit initiation of stainless steels. *Corrosion Science* 183, 109312 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2021.109312> 【IF:7.2】

(iii) M. Nishimoto, I. Muto, Y. Sugawara, N. Hara. Cerium addition to CaS inclusions in stainless steel: Insolubilizing water-soluble inclusions and improving pitting corrosion resistance. *Corrosion Science* 180, 109222 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2020.109222> 【IF:7.2】

(iv) H. Kakinuma, I. Muto, Y. Oya, T. Momii, Y. Sugawara, N. Hara. Morphological Change and Open-circuit Potential of Single Metastable Pit on AA1050 Aluminum in NaCl Solution. *Journal of the Electrochemical Society* 168(2)021504 (2021). <https://doi.org/10.1149/1945-7111/abdee9> 【IF:4.3】

(v) T. Kosaba, I. Muto, Y. Sugawara. Effect of Anodizing on Galvanic Corrosion Resistance of Al Coupled to Fe or Type 430 Stainless Steel in Diluted Synthetic Sea water. *Corrosion Science* 179, 109145 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2020.109145> 【IF:7.2】

(vi) M. Nishimoto, I. Muto, Y. Sugawara, N. Hara. Passivity of (Mn,Cr)S inclusions in type 304 stainless steel: The role of Cr and the critical concentration for preventing inclusion dissolution in NaCl solution. *Corrosion Science* 176, 109060 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2020.109060> 【IF:7.2】

(vii) M. Kadowaki, A. Saengdeejing, I. Muto, Y. Chen, H. Masuda, H. Katayama, T. Doi, K. Kawano, H. Miura, Y. Sugawara, N. Hara. First-principles analysis of the inhibitive effect of interstitial carbon on an active dissolution of martensitic steel. *Corrosion Science* 163, 108251 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2019.108251> 【IF:7.2】

(viii) M. Kadowaki, A. Saengdeejing, I. Muto, Y. Chen, G. S. Frankel, T. Doi, K. Kawano, Y. Sugawara, N. Hara. Roles of Interstitial Nitrogen, Carbon, and Boron in Steel Cor

rosion: Generation of Oxyanions and Stabilization of Electronic Structure. Journal of The Electrochemical Society 167,081503(2020). <https://doi.org/10.1149/1945-7111/ab8926> 【IF:4.3】

(ix) L.Pao, I.Muto, Y.Sugawara. Pitting at inclusions of the equiatomic CoCrFeMn Ni alloy and improving corrosion resistance by potentiodynamic polarization in H₂SO₄. Corrosion Science 191,109748(2021). <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2021.109748> 【IF:7.2】

(x) Z. Shao, M.Nishimoto, I.Muto, Y.Sugawara. Real-time in situ observation of the corrosion process of die-cast AZ91D magnesium alloy in NaCl solutions under galvanostatic polarization. Corrosion Science 192,109834(2021). <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2021.109834> 【IF:7.2】

・ 13 津崎

(i) M.Koyama, C.Hao, E.Akiyama, K.Tsuzaki. Hydrogen Enhances Shape Memory Effect of a Ferrous Face-Centered Cubic Alloy. Metallurgical and Materials Transactions A. 51,4439-4441(2020). <https://doi.org/10.1007/s11661-020-05886-y>

(ii) Y.Ogawa, H.Hosoi, K.Tsuzaki, T.Redarce, O.Takakuwa, H.Matsunaga. Hydrogen, as an alloying element, enables a greater strength-ductility balance in an Fe-Cr-Ni-based, stable austenitic stainless steel. Acta Materialia 199,181-192(2020). <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2020.08.024> 【プレスリリース「鉄鋼材料を強く・しなやかにする、水素の知られざる一面を発見ー安全・安心な水素社会実現への構造材料開発に新風を吹き込むー」(2020/9/16九州大学)】

(iii) M.Koyama, H.Wang, V.K.Verma, K.Tsuzaki, E.Akiyama. Effects of Mn content and grain size on hydrogen embrittlement susceptibility of face-centered cubic high entropy alloys. Metallurgical and Materials Transactions A 51,5612-5616(2020). <https://doi.org/10.1007/s11661-020-05966-z>

(iv) M.Koyama, B.Bal, D.Canadinc, K.Habib, T.Tsuchiyama, K.Tsuzaki, E.Akiyama. Potential Effects of Short-Range Order on Hydrogen Embrittlement of Stable Austenitic Steels-A Review. Advances in Hydrogen Embrittlement Study 1-18(2021). https://doi.org/10.1007/978-3-030-66948-5_1

(v) 小林直弘, 小山元道, 小林憲司, 北條智彦, 秋山英二. 純Ni およびNi-Cr 合金における水素脆化挙動の結晶粒径依存性. J. Jpn. Inst. Met. 85(2)49-58(2021). <https://doi.org/10.2320/jinstmet.J2020036>

(vi) Y. Soejima, A. Heima, H. Akamine, T. Inamura, M. Nishid. Comparison of In Situ/SEM and TEM Observations of Thermoelastic Martensitic Transformation in Ti-Ni Shape Memory Alloy. Mater. Trans. 60(11)2107-2114(2020). <https://doi.org/10.2320/matertrans.MT-M2020219> 【第69回日本金属学会論文賞(2021/9/14)】

・ 14 戸田

(i) T. Tsuru, K. Shimizu, M. Yamaguchi, M. Itakura, K. Ebihara, A. Bendo, K. Matsuda, H. Toda. Hydrogen-accelerated spontaneous microcracking in high-strength aluminum alloys. Scientific Reports 10,1998(2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58834-6> 【プレスリリース「アルミニウムの自発的破壊現象の解明～水素でアルミがもろくなる原因の解明と、計算科学による高強度合金への期待～」(2020/4/6日本原子力研究開発機構,九州大学,富山大学)】【IF:4.4】【日経産業新聞(2020/4/14),日刊工業新聞(2020/6/18)】

掲載】

(ii) H. Fujihara, H. Toda, M. Arita, K. Shimizu, A. Takeuchi, K. Uesugi. Assessment of hydrogen accumulation behavior in AlZnMg alloy under strain with Kelvin force microscopy. *Materials Transactions* 62(5) 636–641 (2021). <https://doi.org/10.2320/matertrans.L-M2020873> 【JST CREST プロジェクトに発展】

(iii) 清水一行, 戸田裕之, 平山恭介, 藤原比呂, 松本佳久, 伊藤大介, 齊藤泰司, 鎌田康寛. 中性子ラジオグラフィ・トモグラフィによる純パラジウム中の水素濃度解析. *日本金属学会誌* 84(8) 270–275 (2020). <https://doi.org/10.2320/jinstmet.J2020017> 【他機関との共同研究】

(iv) M. Yamaguchi, T. Tsuru, K. Ebihara, M. Itakura, K. Matsuda, K. Shimizu, H. Toda. Hydrogen Trapping in Mg₂Si and Al₇FeCu₂ Intermetallic Compounds in Aluminum Alloy: First-Principles Calculations. *Materials Transactions* 61(10) 1907–1911 (2020). <https://doi.org/10.2320/matertrans.MT-M2020201> 【国内・海外特許出願】

(v) A. Bendo, K. Matsuda, K. Nishimura, N. Nunomura, T. Tsuchiya, S. Lee, C. D. Marioara, T. Tsuru, M. Yamaguchi, K. Shimizu, H. Toda. The possible transition mechanism for the meta-stable phase in the 7xxx aluminium. *Materials Science and Technology* 36(15) 1621–1627 (2020). <https://doi.org/10.1080/02670836.2020.1821323> 【海外機関との共同研究】

(vi) 戸田裕之, 山口正剛, 都留智仁, 清水一行, 松田健二, 平山恭介. ナノ～マクロを繋ぐトモグラフィ：界面の半自発的剥離. *まてりあ* 60(1) 13–18 (2021). <https://doi.org/10.2320/materia.60.13> 【JST CREST プロジェクトに発展】

(vii) K. Hirayama, H. Toda, D. Fu, R. Masunaga, H. Su, K. Shimizu, A. Takeuchi, M. Uesugi. Damage micromechanisms of stress corrosion cracking in Al–Mg alloy with high magnesium content. *Corrosion Science* 184, 109343 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2021.109343> 【IF:7.3】

・ 15 三浦

(i) H. Miura, M. Kobayashi, C. Watanabe, N. Suigiura, N. Yoshinaga. Static recrystallization behavior and mechanical properties of heterogeneous nanostructured duplex phase stainless steel. *Materials Transactions* 61(2) 416–419 (2020). <https://doi.org/10.2320/matertrans.MT-M2019302>

(ii) N. Koga, S. Suzuki, H. Jiang, C. Watanabe, Y. Aoyagi, M. Kobayashi, H. Miura. Characterization of heterogeneous-nano structure in austenitic stainless steel: crystal orientations and hardness distribution. *Journal of Materials Science* 55(22) 9299–9310 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10853-020-04643-1>

(iii) 小林正和, 岩間翔平, 渡邊千尋, 青柳吉輝, 三浦博己. 強冷間圧延によりヘテロナノ組織を発達させた SUS316LN ステンレス鋼板材の疲労特性. *鉄と鋼* 106(7) 507–516 (2020). <https://doi.org/10.2355/tetsutohagane.TETSU-2019-130>

・ 16 佐藤

(i) H. Masuda, E. Sato. Diffusional and dislocation accommodation mechanisms in superplastic materials. *Acta Materialia* 197, 235–252 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2020.07.042>

(ii) R. Kamikawa, S. Ukai, S. Kasai, N. Oono, S. Zhang, Y. Sugino, H. Masuda, E. Sato. Cooperative grain boundary sliding in creep deformation of FeCrAl–ODS steels at

high temperature and low strain rate. *Journal of Nuclear Materials* 511, 591–597 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.jnucmat.2018.04.050>

(iii) G. Itoh, R. Kaibyshev, E. M. Taleff, M. Tikhonova, E. Sato. Continuous Dynamic Recrystallization in Dual-Phase Titanium Alloy in Superplasticity. *Defect and Diffusion Forum* 385, 126–130 (2018). <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/DDF.385.126>

(iv) H. Masuda, T. Kanazawa, H. Tobe, E. Sato. Dynamic anisotropic grain growth during superplasticity in Al-Mg-Mn alloy. *Scripta Materialia* 149, 84–87 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2018.02.021>

(v) G. Itoh, R. Kaibyshev, E. M. Taleff, M. Tikhonova, E. Sato. Local Accommodation Processes of Superplastic Grain Boundary Sliding: Their Direct Observation in Two-Dimensional Grain Boundary Sliding. *Defect and Diffusion Forum* 385, 155–160 (2018). <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/DDF.385.155>

・ 17 戸高

(i) 戸高義一, 足立望. 鉄鋼材料の組織制御に基づく油潤滑下における低摩擦係数化・高摩擦係数化. *表面技術* 71(12) 756–762 (2020). <https://doi.org/10.4139/sfj.71.756> 【解説記事】

(ii) Y. Oba, N. Adachi, Y. Todaka, E. P. Gilbert, H. Mamiya. Anomalous magnetic anisotropy and magnetic nanostructure in pure Fe induced by high-pressure torsion straining. *Physical Review Research* 2(3) 033473 (2020). <https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.2.033473> 【他機関との共同研究】

(iii) Y. Oba, R. Motokawa, M. Hino, N. Adachi, Y. Todaka, R. Inoue, M. Sugiyama. Nanostructural Characterization of Oleyl Acid Phosphate in Poly- α -olefin Using Small-angle X-ray Scattering. *Chemistry Letters* 49(7) 823–825 (2020). <https://doi.org/10.1246/cl.200204> 【IF:1.389, 他機関との共同研究】

(iv) H. Kato, K. Yamashita, Y. Todaka. Wear and adhesion properties of high-pressure torsion processed carbon steel. *Key Engineering Materials* 846, 157–161 (2020). <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.846.157> 【IF:0.451, 他機関との共同研究】

(v) N. Adachi, Y. Matsuo, Y. Todaka, M. Fujimoto, M. Hino, M. Mitsuhashi, Y. Oba, Y. Shihara, Y. Umeno, M. Nishida. Effect of grain boundary on the friction coefficient of pure Fe under the oil lubrication. *Tribology International* 155, 106781 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2020.106781> 【IF:4.872 (2020)】

(vi) I. Lobzenko, Y. Shihara, Y. Umeno, Y. Todaka. Adsorption enhancement of a fatty acid on iron surface with $\Sigma 3(111)$ grain boundary. *Applied Surface Science* 543, 148604 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.148604> 【IF:6.707 (2020), 他機関との共同研究】

(vii) M. Bersweiler, E. P. Sinaga, I. Peral, N. Adachi, P. Bender, N. J. Steinke, E. P. Gilbert, Y. Todaka, A. Michels, Y. Oba. Revealing defect-induced spin disorder in nanocrystalline Ni. *Physical Review Materials* 5(4) 044409 (2021). <https://doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.5.044409> 【IF:3.989 (2020), 他機関との共同研究】

(viii) Y. Oba, M. Bersweiler, I. Titov, N. Adachi, Y. Todaka, E. P. Gilbert, N. J. Steinke, K. L. Metlov, A. Michels. Role of higher-order effects in spin-misalignment small-angle neutron scattering of high-pressure torsion nickel. *Physical Review Materi*

als 5(8)084410(2021). <https://doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.5.084410> 【IF:3.989(2020), 他機関との共同研究】

(ix) H.Kato, W.Hirokawa, Y.Todaka, K.Yasunaga. Improvement in Surface Roughness and Hardness for Carbon Steel by Slide Burnishing Process. *Materials Sciences and Applications* 12(5)171-181(2021). <https://doi.org/10.4236/msa.2021.125011> 【他機関との共同研究】 ”

・ 19 近藤

(i) A.Issariyapat, A.Bahador, P.Visuttiptukul, S.Li, J.Umeda, K.Kondoh. Strengthening and deformation mechanism of selective laser-melted high-concentration nitrogen solute α -Ti materials with heterogeneous microstructures via heat treatment. *Materials Science & Engineering A* 826, 141935(2021). <https://doi.org/10.1016/j.msea.2021.141935> 【IF: 5.234】

(ii) K.Shitara, M.Yoshiya, J.Umeda, K.Kondoh. Substantial role of charge transfer on the diffusion mechanism of interstitial elements in α -titanium: A First-principles study. *Scripta Materialia* 203, 114065(2021). <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2021.114065> 【IF: 5.234】

(iii) J.Umeda, T.Tanaka, T.Teramae, S.Kariya, J.Fujita, H.Nishikawa, Y.Shibutani, J.Shen, K.Kondoh. Microstructures analysis and quantitative strengthening evaluation of powder metallurgy Ti-Fe binary extruded alloys with ($\alpha+\beta$)-dual-phase. *Materials Science & Engineering A* 803, 140708(2021). <https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.140708> 【IF: 5.234, 企業との共同研究に展開した成果】

(iv) K.Kondoh, M.Fukuo, S.Kariya, K.Shitara, S.Li, A.Alhazaa, J.Umeda. Quantitative strengthening evaluation of powder metallurgy Ti-Zr binary alloys with high strength and ductility. *Journal of Alloys and Compounds* 852, 156954(2021). <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.156954> 【IF: 5.316】

(v) A.Issariyapat, P.Visuttiptukul, J.Umeda, K.Kondoh. Refined grain formation behavior and strengthening mechanism of α -titanium with nitrogen fabricated by selective laser melting. *Additive Manufacturing* 36, 101537(2020). <https://doi.org/10.1016/j.addma.2020.101537> 【IF: 10.998】

(vi) J.Umeda, H.Ishizaka, S.Li, A.Alhazaa, K.Kondoh. Comparison study on mechanical properties of powder metallurgy titanium materials with nitrogen solutes and TiN dispersoids. *Journal of Alloys and Compounds* 846, 156455(2020). <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.156455> 【IF: 5.316, 企業との共同研究に展開した成果】

(vii) K.Kondoh, E.Ichikawa, A.Issariyapat, K.Shitara, J.Umeda, B.Chen, S.Li. Tensile property enhancement by oxygen solutes in selectively laser melted titanium materials fabricated from pre-mixed pure Ti and TiO₂ powder. *Materials Science and Engineering A* 795, 139983(2020). <https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.139983> 【IF: 5.234】

(viii) K.Kondoh, A.Issariyapat, J.Umeda, P.Visuttiptukul. Selective laser-melted titanium materials with nitrogen solid solutions for balanced strength and ductility. *Materials Science & Engineering A* 790, 139641(2020). <https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.139641> 【IF: 5.234】

(ix) W. Shi, S. Lu, J. Shen, B. Chen, J. Umeda, Q. Wei, K. Kondoh, Y. Li. ASB induced phase transformation in high oxygen doped commercial purity Ti. *Materials Science*

and Engineering A 830, 142321 (2022), <https://doi.org/10.1016/j.msea.2021.142321>
【IF: 5.234】

(x) K. Kondoh, S. Kariya, A. Khantachawana, A. Alhazaa, J. Umeda. Quantitative Strengthening Evaluation of Powder Metallurgy Titanium Alloys with Substitutional Zr and Interstitial O Solutes via Homogenization Heat Treatment. *Materials* 14(21)6561 (2021). <https://doi.org/10.3390/ma14216561> 【IF: 3.623】

・ 20 芹澤

(i) 芹澤愛, 伊藤友佑, 栗原健輔. 水蒸気を利用したアルミニウム合金の表面改質による多機能性の発現. *材料の科学と工学* 58(4)139-143 (2021). 【本事業の内容】

(ii) S. Y. Lee, T. Matsubara, D. Numata, A. Serizawa. Facile Synthesis of Potassium-Doped Titanium Oxide Nanostructure (K₂TiO₆)/AlO(OH) Composites for Enhanced Photocatalytic Performance. *Catalysts* 11(5)548-560 (2021). <https://doi.org/10.3390/catal11050548> 【本事業の応用研究、IF: 4.146】

(iii) H. Li, N. Takata, M. Kobashi, A. Serizawa. Adhesion properties of hydroxide films formed on the Al-Mg-Si aluminum alloy sheets prepared by steam coating process. *Journal of Light Metal Welding* 58, Supplement102-106 (2020). <https://doi.org/10.11283/jlwa.58.102s> 【本事業の内容】

・ 21 中田

(i) Y. Amemiya, N. Nakada, S. Morooka, M. Kosaka, M. Kato. Dynamic Accommodation of Internal Stress and Selection of Crystallographic Orientation Relationship in Pearlite. *ISIJ Inter.* 62(2022) accepted. 【同一内容の和文誌が日本鉄鋼協会の論文賞「俵論文賞」に選ばれ、この内容を海外にも広く発信するため英文誌に転載したもの】

※ 雨宮雄太郎, 中田伸生, 諸岡聡, 小坂誠, 加藤雅治. パーライトにおける内部応力の動的緩和と結晶方位関係の選択. *鉄と鋼* 105(2)314-323 (2019) <https://doi.org/10.2355/tetsuohagane.TETSU-2018-086>

・ 22 宮本

(i) G. Miyamoto, Y. Tateyama, T. Uesugi, Y. Hayasaka, T. Furuhashi. Solute cluster-induced precipitation and resultant surface hardening during nitriding of Fe-Al-V alloys. *Scripta Materialia* 203, 114121 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2021.114121> 【IF: 5.079】

(ii) S-W. Young, M. Sato, K. Yamamitsu, Y. Shimada, Y. Zhang, G. Miyamoto, T. Furuhashi. Effect of Alloying Elements on the High-Temperature Tempering of Fe-0.3N Martensite. *Acta Materialia* 206, 116612 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2020.116612> 【IF: 7.656】

(iii) H. Dong, Y. Zhang, G. Miyamoto, M. Inomoto, H. Chen, Z. Yang, T. Furuhashi. Unraveling the effects of Nb interface segregation on ferrite transformation kinetics in low carbon steels. *Acta Materialia* 215, 117081 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2021.117081> 【The 2020 Acta Student Award, IF: 7.656】

・ 23 渡辺

(i) T. Fujinaga, Y. Watanabe, Y. Shibuta. Nucleation Dynamics in Al Solidification with Al-Ti Refiners by Molecular Dynamics Simulation. *Computational Materials S*

science 182, 109763 (6pages) (2020). <https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2020.109763>

(ii) 渡辺義見, 佐藤尚, 佐藤直子, 中野禪, 鈴木進補. チタン合金積層造形体の内部空孔形成に及ぼす TiC ヘテロ凝固核粒子の影響. チタン 68 (3) 250-256 (2020).

(iii) 大矢泰正, 船瀬貴広, 佐藤尚, 渡辺義見. 高力黄銅製遠心鑄造材の機械的性質に及ぼす鑄型内に挿入した切削屑形状の影響. 鑄造工学 92 (9) 477-486 (2020). <https://doi.org/10.11279/jfes.92.477>

(iv) 渡辺義見, 鍵本亮, 岩田壮一郎, 山田素子, 成田麻未, 佐藤尚, 嶋崎真一. TP-1 試験鑄型を用いたアルミニウム結晶粒微細化剤評価法の提案. 軽金属 71 (1) 8-15 (2021). <https://doi.org/10.2464/jilm.71.8>

(v) S. B. Duraisamy, H. Sato, Y. Watanabe. Changes in the Spatial Distributions of Platelet Al₃Ti Particles in an Al-Al₃Ti Alloy by Equal-Channel Angular Pressing. Materials Characterization 171, 110757, 1-16 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2020.110757>

(vi) N. Date, S. Yamamoto, Y. Watanabe, H. Sato, S. Nakano, N. Sato, S. Suzuki. Effects of Solidification Conditions on Grain Refinement Capacity of TiC in Directionally Solidified Ti6Al4V Alloy. Metallurgical and Materials Transactions A 52 (8) 3609-3627 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11661-021-06333-2>

(vii) 渡辺義見, 長谷川宗平, 城井つくし, 山田素子, 知場三周, 佐藤尚. 遠心力混合粉末法への適用に向けた 3D プリンター製石膏鑄型の溶浸, 焼成条件の検討. 鑄造工学 93 (9) 525-531 (2021). <https://doi.org/10.11279/jfes.93.525>

②特許

本技術テーマにおける研究開発終了後の特許出願、特許登録を示す(出願人企業名非公開)。

・ 01 飴山

(i) 【発明の名称】金属材料の製造方法、及び、金属材料

【出願人】学校法人立命館 【登録番号】特許第 6871600 号 (2021. 4. 20)

(ii) 【発明の名称】双晶変形が抑制されたチタン合金の製造方法及びチタン合金

【出願番号】特願 2019-38687 (2019. 3. 4) (特開 2020-143310) 【出願人】学校法人立命館

(iii) 【発明の名称】水素及び/又は水素化物を用いた耐熱性合金製の耐熱部材の製造方法

【出願番号】特願 2019-175731 (2021. 9. 26) (特開 2020-158876) 【出願人】企業

・ 07 藤井

登録順

(i) 【発明の名称】金属材の加工方法及び金属材の加工装置

【出願人】国立大学法人大阪大学, 企業, 企業 【登録番号】JP:特許第 5966118 号 (2016. 7. 15)

(ii) 【発明の名称】金属材の接合方法及び金属材の接合装置

【出願人】国立大学法人大阪大学 【登録番号】JP:特許第 5988265 号 (2016. 8. 19)

(iii) 【発明の名称】回転ツール

【出願人】企業, 国立大学法人大阪大学, 地方独立行政法人大阪市立工業研究所

- 【登録番号】 JP:特許第 5988265 号 (2016. 8. 19)
- (iv) 【発明の名称】 鉄鋼材の製造方法
【出願人】 国立大学法人大阪大学 【登録番号】 JP:特許第 5900922 号 (2016. 3. 18) ※課題実施中, US:9617613 (2017. 4. 11), KR:10-2095607 (2020. 3. 31), IN: 343366 (2020. 8. 5)
- (v) 【発明の名称】 継手の製造方法及び複合材料の製造方法
【出願人】 国立大学法人大阪大学, 企業 【登録番号】 JP:特許第 6192040 号 (2017. 8. 18)
- (vi) 【発明の名称】 チタン合金の接合方法及び構造物
【出願人】 国立大学法人大阪大学, 企業 【登録番号】 JP:特許第 6192040 号 (2017. 9. 8)
- (vii) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合方法
【出願人】 企業, 国立大学法人大阪大学 【登録番号】 JP:特許第 6296329 号 (2018. 3. 2)
- (viii) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合方法
【出願人】 企業, 国立大学法人大阪大学 【登録番号】 JP:特許第 6296330 号 (2018. 3. 2)
- (ix) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合方法、及び摩擦攪拌接合装置
【出願人】 企業, 国立大学法人大阪大学 【登録番号】 JP:特許第 6351069 号 (2018. 6. 15)
- (x) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合装置及び摩擦攪拌接合方法
【出願人】 国立大学法人大阪大学, 企業 【登録番号】 JP:特許第 6383961 号 (2018. 8. 17)
- (xi) 【発明の名称】 金属材の摩擦攪拌接合方法
【出願人】 国立大学法人大阪大学, 企業 【登録番号】 JP:特許第 6435533 号 (2018. 11. 22)
- (xii) 【発明の名称】 摩擦接合方法
【国際出願番号】 PCT/JP2016/003281 (2016. 7. 11)
【各国移行】 US:15/748349 (2018. 1. 29), CN:201680045092. 2 (2018. 1. 31), EU:16832474. 7 (2018. 2. 28) 【出願人】 国立大学法人大阪大学 【登録番号】 JP:特許第 6500317 号 (2019. 3. 29), KR:102077408 (2020. 2. 13)
- (xiii) 【発明の名称】 異種金属接合体及びその製造方法
【出願人】 企業, 国立大学法人大阪大学 【登録番号】 JP:特許第 6574691 号 (2019. 8. 23)
- (xiv) 【発明の名称】 金属材の低温接合方法及び接合構造物
【国際出願番号】 PCT/JP2017/007677 (2017. 2. 28) 【各国移行】 US:16/080780 (2021. 7. 8)
【出願人】 国立大学法人大阪大学 【登録番号】 JP:特許第 6579596 号 (2019. 9. 6), KR:10-2090416 (2020. 3. 17), CN:108778602 (2020. 9. 29)
- (xv) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合方法及び摩擦攪拌接合部材
【出願人】 国立大学法人大阪大学, 企業 【登録番号】 JP:特許第 6590334 号 (2019. 9. 27)
- (xvi) 【発明の名称】 溶接部の補強方法
【出願人】 国立大学法人大阪大学 【登録番号】 JP:特許第 6606730 号 (2019. 11. 1)

- (xvii) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合用鋼及び摩擦攪拌接合方法
【出願番号】 特許 2016-149768 (2016. 7. 29) 【出願人】 国立大学法人大阪大学, 企業
【登録番号】 JP:特許第 6634616 号 (2019. 12. 27)
- (xviii) 【発明の名称】 マグネシウムーリチウム系合金の接合方法及び接合体
【国際出願番号】 PCT/JP2018/026130 (2018. 7. 11)
【移行に関する情報】 JP:特願 2019-535043 (2019. 10. 18)
【出願人】 国立大学法人大阪大学 【登録番号】 TW:1683715 (2020. 2. 1)
- (xix) 【発明の名称】 マグネシウム合金材の接合方法
【出願人】 国立大学法人大阪大学, 企業 【登録番号】 JP:特許第 6731601 号 (2020. 7. 9)
- (xx) 【発明の名称】 摩擦圧接方法
【国際出願番号】 PCT/JP2018/009202 (2018. 3. 9) 【各国移行】 CN:201880018841. 1
(2019. 9. 17), EP:18767938. 6 (2019. 10. 17) 【出願人】 国立大学法人大阪大学
【登録番号】 JP:特許第 6739854 号 (2020. 7. 28), US:11110542 (2021. 9. 7)
- (xxi) 【発明の名称】 線形摩擦接合方法及び線形摩擦接合装置
【出願人】 国立大学法人大阪大学, 企業 【登録番号】 JP:特許第 6796839 号 (2020. 11. 19)
- (xxii) 【発明の名称】 線形摩擦接合方法
【国際出願番号】 PCT/JP2018/003391 (2018. 2. 1) 【出願人】 国立大学法人大阪大学, 企業
【登録番号】 JP:特許第 6819958 号 (2021. 1. 6)
- (xxiii) 【発明の名称】 線形摩擦接合方法
【国際出願番号】 PCT/JP2018/003392 (2018. 2. 1) 【各国移行】 US:16/479043 (2019. 7. 18),
CN:201880010054. 2 (2019. 8. 2), EP:18747104. 0 (2019. 9. 2) 【出願人】 国立大学法人大阪
大学, 企業 【登録番号】 JP:特許第 6819959 号 (2021. 1. 6), KR: 102182709 (2020. 11. 24)
- (xxiv) 【発明の名称】 溶接部の改質方法
【出願人】 国立大学法人大阪大学 【登録番号】 JP:特許第 6840383 号 (2021. 2. 19)
- (xxv) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合装置及び摩擦攪拌接合方法
【出願人】 国立大学法人大阪大学, 企業 【登録番号】 JP:特許第 6875698 号 (2021. 4. 27)
- (xxvi) 【発明の名称】 窒化珪素焼結体製摩擦攪拌接合ツール部材およびそれを用いた摩擦
攪拌接合装置
【国際出願番号】 PCT/JP2017/028457 (2017. 8. 4) 【各国移行】 JP:特願 2018-533012
(2018. 11. 1), CN:201780048170. 9 (2019. 2. 1), EP:17839379. 9 (2019. 3. 11)
【出願人】 国立大学法人大阪大学, 企業 【登録番号】 US:11097374 (2021. 8. 24)
- (xxvii) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合用ツール部材およびそれを用いた摩擦攪拌接合装置
並びに摩擦攪拌接合方法
【国際出願番号】 PCT/JP2017/028458 (2017. 8. 4) 【各国移行】 JP:特願 2018-533013

(2018. 11. 1), CN:201780048238. 3 (2019. 2. 1), EP:17839380. 7 (2019. 3. 11)
【出願人】 国立大学法人大阪大学, 企業 【登録番号】 US:11130194 (2021. 9. 28)

(xxviii) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合装置
【出願人】 国立大学法人大阪大学, 企業 【登録番号】 JP:特許第 6964311 号 (2021. 10. 21)

(xxix) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合用回転工具及び摩擦攪拌接合方法
【出願人】 企業, 国立大学法人大阪大学 【登録番号】 JP:特許第 6964840 号 (2021. 10. 22)

出願順

- (i) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合用ツール
【出願番号】 特願 2017-053546 (2017. 3. 17) (特開 2018-153847)
【出願人】 国立大学法人大阪大学
- (ii) 【発明の名称】 金属材の固相接合方法及び固相接合装置
【国際出願番号】 PCT/JP2019/006719 (2019. 2. 22) (W02019/181360)
【各国移行】 JP:特願 2020-507455 (2020. 8. 25), US:16/981001 (2020. 9. 15), CN:201980020
236. 2 (2020. 9. 18), EP:19770353. 1 (20. 10. 2020) 【出願人】 国立大学法人大阪大学
- (iii) 【発明の名称】 金属部材と樹脂部材の摩擦攪拌接合方法及びその接合構造
【出願番号】 特願 2018-033184 (2018. 2. 27) (特開 2019-147293)
【出願人】 企業, 国立大学法人大阪大学
- (iv) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合方法及び摩擦攪拌接合装置
【出願番号】 特願 2018-043695 (2018. 3. 12) (特開 2019-155394)
【出願人】 国立大学法人大阪大学
- (v) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合用ツール及び摩擦攪拌接合方法
【国際出願番号】 PCT/JP2019/021018 (2019. 5. 28) (W0/2019/235295)
(2018. 6. 6) 【出願人】 国立大学法人大阪大学, 学校法人近畿大学
- (vi) 【発明の名称】 C F T 構造物の製造方法及び C F T 構造物
【出願番号】 特願 2018-130432 (2018. 7. 10) (特開 2020-007805)
【出願人】 国立大学法人大阪大学
- (vii) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合用ツール部材およびそれを用いた摩擦攪拌接合方法
【国際出願番号】 PCT/JP2019/040211 (2019. 10. 11) (W0/2020/080286)
【各国移行】 JP:特願 2020-553154 (2021. 4. 6), CN:201980067973. 8 (2021. 4. 15), EP:19872
912. 1 (2021. 5. 17), US:17/230358 (2021. 4. 14) 【出願人】 国立大学法人大阪大学, 企業
- (viii) 【発明の名称】 線形摩擦接合用固定治具及び線形摩擦接合方法
【国際出願番号】 PCT/JP2020/003710 (2020. 1. 31) (W0/2020/170765)
【各国移行】 JP:特願 2021-501801 (2021. 7. 1) 【出願人】 国立大学法人大阪大学
- (ix) 【発明の名称】 固相接合用鋼、固相接合用鋼材、固相接合継手及び固相接合構造物

【国際出願番号】 PCT/JP2020/006683 (2020. 2. 20) (WO/2020/184123)
【各国移行】 JP:特願 2021-504876 (2021. 9. 3) 【出願人】 国立大学法人大阪大学

(x) 【発明の名称】 固相接合用耐候性鋼、固相接合用耐候性鋼材、固相接合構造物及び固相接合方法

【国際出願番号】 PCT/JP2020/006684 (2020. 2. 20) (WO/2020/184124)
【各国移行】 JP:特願 2021-504877 (2021. 9. 3), CN:202080020607. X (2021. 9. 10),
US:17/441569 【出願人】 国立大学法人大阪大学

(xi) 【発明の名称】 学習済みモデル、制御装置、摩擦攪拌接合システム、ニューラルネットワークシステム、及び学習済みモデルの生成方法

【国際出願番号】 PCT/JP2020/008622 (2020. 3. 2) (WO/2020/189235)
【各国移行】 JP:特願 2021-507153 (2021. 9. 3) 【出願人】 国立大学法人大阪大学

(xii) 【発明の名称】 鉄鋼材の表面改質方法及び鉄鋼構造物

【国際出願番号】 PCT/JP2020/008623 (2020. 3. 2) (WO/2020/195569)
【各国移行】 JP:特願 2021-508877 (2021. 9. 3) 【出願人】 国立大学法人大阪大学

(xiii) 【発明の名称】 異材固相接合方法及び異材固相接合構造物

【国際出願番号】 PCT/JP2020/026796 (2020. 7. 9) (WO/2021/024687)
【優先権情報】 特願 2019-144978 (2019. 8. 7) 【出願人】 国立大学法人大阪大学

(xiv) 【発明の名称】 防食構造および防食構造の製造方法

【国際出願番号】 PCT/JP2020/033837 (2020. 9. 7) (WO/2021/095333)
【優先権情報】 特願 2019-206774 (2019. 11. 15) 【出願人】 企業, 国立大学法人大阪大学

(xv) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合用ツール及び摩擦攪拌接合方法

【国際出願番号】 PCT/JP2020/009861 (2020. 9. 17) (WO/2020/184483)
【優先権情報】 特願 2019-042785 (2019. 3. 8) 【各国移行】 CN:202080008666. 5
(2021. 7. 9), EP:20768918. 3 (2021. 10. 8) 【出願人】 国立大学法人大阪大学, 企業

(xvi) 【発明の名称】 異材固相接合方法、異材固相接合構造物及び異材固相接合装置

【国際出願番号】 PCT/JP2020/040395 (2020. 10. 28) (WO/2021/095528)
【優先権情報】 特願 2019-204361 (2019. 11. 12) 【出願人】 国立大学法人大阪大学

(xvii) 【発明の名称】 固相接合用鋼、固相接合用鋼材、固相接合継手及び固相接合構造物

【国際出願番号】 PCT/JP2021/010577 (2021. 3. 16) (WO/2021/187473)
【優先権情報】 特願 2020-048218 (2020. 3. 18) 【出願人】 国立大学法人大阪大学

(xviii) 【発明の名称】 線形摩擦接合装置

【国際出願番号】 PCT/JP2021/012371 (2021. 3. 24) (WO/2021/200504)
【優先権情報】 特願 2020-063332 (2020. 3. 31) 【出願人】 国立大学法人大阪大学

(xix) 【発明の名称】 異材接合部材及びその製造方法

【出願番号】 特願 2020-073831 (2020. 4. 17) (特開 2021-169189)

【出願人】 国立大学法人大阪大学, 国立大学法人群馬大学

(xx) ~ (xxv) 未公開国内出願 5 件、未公開海外出願 1 件

・ 12 武藤

(i) 【発明の名称】 金属表面の電位分布可視化用デバイス

【出願番号】 特願 2018-095665 (2018. 5. 17) 【登録番号】 JP:特許第 6739048 号
(2020. 7. 27)

(ii) 【発明の名称】 腐食液性解析用高感度イメージングデバイスの作製方法

【出願番号】 特願 2019-014609 (2019. 1. 30) 【出願人】 国立大学法人東北大学
【登録番号】 JP:特許第 6837681 号 (2021. 2. 15)

(iii) 【発明の名称】 耐食性評価用金属試験片の作製方法

【出願番号】 特願 2019-098463 (2019. 5. 27) 【出願人】 国立大学法人東北大学
【登録番号】 JP:特許第 6804777 号 (2020. 12. 7)

(iv) 【発明の名称】 耐食性に優れる窒化物含有焼結鋼の製造方法

【出願番号】 特願 2018-238217 (2018. 12. 20) (特開 2020-100856)
【出願人】 国立大学法人東北大学

(v) 【発明の名称】 C e 含有耐食鋼

【出願番号】 特願 2019-221583 (2019. 12. 6) (特開 2021-091923)
【出願人】 国立大学法人東北大学

(vi) 【発明の名称】 耐孔食性に優れる F e 基合金およびその製造方法

【出願番号】 特願 2019-221778 (2019. 12. 9) (特開 2021-091925)
【出願人】 国立大学法人東北大学

・ 14 戸田

(i) 【発明の名称】 アルミニウム合金材およびアルミニウム合金材の水素脆化防止剤

【出願番号】 特願 2020-096333 (2020. 6. 2) (特開 2021-188102)
【出願人】 国立大学法人九州大学

(ii) 未公開海外出願 1 件

・ 19 近藤

(i) 【発明の名称】 窒素固溶チタン焼結体およびその製造方法

【出願人】 近藤勝義, 企業 【登録番号】 JP:特許第 6669471 号 (2020. 3. 2), US:10807164
(2020. 10. 20)

(ii) 【発明の名称】 酸素固溶チタン材料焼結体およびその製造方法

【各国移行】 US:15/773018 (2018. 5. 2) 【出願人】 近藤勝義, 企業
【登録番号】 JP:特許第 6861164 号 (2021. 3. 31)

・ 23 渡辺

(i) 【発明の名称】 積層造形用金属粉末および金属粉末を用いた積層造形体
 【出願人】 国立大学法人名古屋工業大学, 国立研究開発法人産業技術総合研究所
 【登録番号】 JP:特許第 6819952 号 (2021. 1. 6)

(ii) 【発明の名称】 異質核粒子を含有した 3次元積層造形用粉末、それを用いた造形体
 およびその造形体の製造方法
 【出願人】 国立大学法人名古屋工業大学, 国立研究開発法人産業技術総合研究所
 【登録番号】 JP:特許第 6997984 号 (2021. 12. 22)

③受賞

本技術テーマにおける研究開発終了後の受賞歴を表 4 に示す。

表 4 受賞リスト

項番	研究代表者	受賞者	賞の名称(授与機関)	受賞年月
02	木村勇次	木村勇次	2018 年度技術賞(粉生賞)(日本熱処理技術協会)	2018. 05
02	木村勇次	木村勇次, 井上忠信	2018 年度学会賞(論文)(日本機械学会):1. 8G Pa 級超高強度フェールセーフボルトの耐遅れ破壊特性, 日本機械学会論文集 84, 860, 17-00493	2019. 04
02	木村勇次	木村勇次	第 40 回学術貢献賞(三島賞)(日本鉄鋼協会)	2020. 03
02	木村勇次	木村勇次	2021 年度論文賞(日本鋼構造協会): 1700 MPa 級超高力ボルトの力学性能に及ぼすボルト形状寸法の影響, 鋼構造論文集 27(107)41-50	2021. 11
04	下川智嗣	下川智嗣, 山下智彬, 新山友暁, 辻伸泰	第 65 回論文賞[組織部門](日本金属学会): Grain Subdivision Mechanism Related to Partial Disclinations in Severe Plastic Deformation: A Molecular Dynamics Study, Materials Transactions 57, 9	2017. 09
04	下川智嗣	下川智嗣	第 76 回功績賞[力学特性部門](日本金属学会)	2018. 03
04	下川智嗣	下川智嗣, 安井紀一朗, 新山友暁, 木下恵介, 澤田英明	第 69 回論文賞[力学特性部門](日本金属学会): 炭素クラスターの強化機構に関する原子論的研究, 日本金属学会誌 84, 1	2021. 09
04	下川智嗣	田中将己	第 75 回功績賞[力学特性部門](日本金属学会)	2017. 03
04	下川智嗣	田中将己	第 54 回学術記念賞(西山記念賞)(日本鉄鋼協会)	2021. 03
04	下川智嗣	東田賢二	第 16 回学術貢献賞(日本金属学会)	2018. 09

07	藤井英俊	富士本博紀	平成 28 年度技術貢献賞(溶接学会)	2016. 04
07	藤井英俊	藤井英俊	平成 28 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞(研究部門)(文部科学省)	2016. 04
07	藤井英俊	劉小超	The 2015 Acta Student Awards(Acta Materialia, Inc.)	2016. 07
07	藤井英俊	武岡正樹	平成 28 年度秋季全国大会優秀研究発表賞(溶接学会)	2016. 12
07	藤井英俊	藤井英俊	平成 29 年度業績賞(溶接学会)	2017. 04
07	藤井英俊	周夢然	平成 29 年度秋季全国大会優秀研究発表賞(溶接学会)	2017. 12
07	藤井英俊	青木洋	平成 29 年度奨励賞(日本鑄造工学会)	2018. 03
07	藤井英俊	越智真理子	平成 30 年度秋季全国大会優秀研究発表賞(溶接学会)	2018. 12
07	藤井英俊	藤井英俊	Arconic Russia Special Award (The 4th International Conference & Exhibition -Aluminium-21/Joining)	2019. 06
07	藤井英俊	Hu Yanging	令和元年度秋季全国大会優秀研究発表賞(溶接学会)	2019. 12
07	藤井英俊	藤井英俊	第 40 回学術貢献賞(三島賞)(日本鉄鋼協会)	2020. 03
07	藤井英俊	汪小培	2020 年度年次講演大会研究成果発表会優秀発表賞(軽金属溶接協会)	2020. 11
07	藤井英俊	劉恢弘	2021 年度奨励賞(日本マグネシウム協会)	2021. 06
08	毛利哲夫	尾方成信	第 62 回論文賞[工業材料部門](日本金属学会):Effect of Carbide Size Distribution on the Impact Toughness of Tempered Martensitic Steels with Two Different Prior Austenite Grain Sizes Evaluated by Instrumented Charpy Test, Materials Transactions 54, 7	2014. 09
08	毛利哲夫	尾方成信	2015 年度業績賞[計算力学部門](日本機械学会)	2015. 10
08	毛利哲夫	尾方成信	平成 27 年度学術貢献賞(日本材料学会)	2016. 05
08	毛利哲夫	尾方成信	第 65 回 論文賞[力学部門](日本金属学会):原子論に基づく鉄合金のマクロ降伏強度予測のための理論モデルの構築, 日本金属学会誌 80, 3	2017. 09
08	毛利哲夫	尾方成信	2017 年度業績賞[材料力学部門](日本機械学会)	2017. 10
08	毛利哲夫	尾方成信	第 22 回計算工学講演会ベストペーパーアワード(日本計算工学会)	2017. 09
08	毛利哲夫	尾方成信	第 69 回 論文賞[物性部門](日本金属学会):ナノ多結晶粒界モデルを用いた粒界偏析予測, 日本金属学会誌 84, 7	2021. 09
09	柳本潤	柳本潤	第 53 回学会大賞(日本塑性加工学会)	2019. 05

09	柳本潤	柳本潤	第 24 回学術功績賞(日本鉄鋼協会)	2020.03
10	鳥塚史郎	鳥塚史郎	第 23 回学術功績賞(日本鉄鋼協会)	2019.03
10	鳥塚史郎	鳥塚史郎	第 17 回学術貢献賞(日本金属学会)	2019.09
10	鳥塚史郎	鳥塚史郎	令和 3 年度論文賞(日本鑄造工学会): ($\alpha+\gamma$) 域からオーステンパ処理を行った球状黒鉛鑄 鉄の引張特性に及ぼす合金元素と加工誘起変 態の影響, 鑄造工学 92, 1	2021.05
12	武藤泉	武藤泉	第 26 回学術貢献賞(里見賞)(日本鉄鋼協会)	2017.03
12	武藤泉	武藤泉	2021 年度岡本剛記念講演賞(腐食防食学会)	2021.05
13	津崎兼彰	津崎兼彰	第 10 回まてりあ論文賞(日本金属学会)	2020.09
13	津崎兼彰	津崎兼彰	2021 年度論文賞(日本鋼構造協会): 1700 MPa 級超高力ボルトの力学性能に及ぼすボルト形 状寸法の影響, 鋼構造論文集 27(107)41-50	2021.11
13	津崎兼彰	柴田暁伸	第 79 回功績賞(日本金属学会)	2021.03
13	津崎兼彰	西田稔	第 69 回論文賞[組織部門](日本金属学会): Co mparison of In Situ SEM and TEM Observat ions of Thermoelastic Martensitic Transf ormation in TiNi Shape Memory Alloy, Mate rials Transactions 61, 11	2021.09
14	戸田裕之	戸田裕之	第 17 回本多フロンティア賞(本多記念会)	2020.11
15	三浦博己	三浦博己	令和 2 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞(研究部門)(文部科学省)	2020.04
15	三浦博己	三浦博己	第 54 回論文賞(日本銅学会): 異なる圧延パス スケジュールで作製した Cu-38mass%Zn 合金 の微細組織と機械的性質, 銅と銅合金 60, 1	2021.10
15	三浦博己	吉井武輝	令和 2 年度奨励賞(日本鑄造工学会)	2021.03
19	近藤勝義	刈屋翔太, 福生瑞希, 梅田純子, 近藤勝義	第 20 回論文賞(粉体粉末冶金協会): 純チタン 焼結材における軽元素固溶強化に関する実験 データを用いた Labusch モデルによる定量 解析, 粉体および粉末冶金 65, 7	2019.06
20	芹澤愛	芹澤愛	第 12 回軽金属女性未来賞(軽金属学会)	2020.11
20	芹澤愛	湯浅元仁	第 38 回軽金属奨励賞(軽金属学会)	2020.11
21	中田伸生	中田伸生	第 41 回本多記念研究奨励賞(本多記念会)	2020.05
21	中田伸生	中田伸生, 諸岡聡	第 83 回俵論文賞(日本鉄鋼協会): パーライト における内部応力の動的緩和と結晶方位関係 の選択, 鉄と鋼 105, 2	2021.03
21	中田伸生	中田伸生	第 79 回功績賞[学術部門](日本金属学会)	2021.03
22	宮本吾郎	Haokai Dong	The 2020 Acta Student Awards(Acta Materi alia, Inc.)	2021.07

④テレビ、新聞報道等

本技術テーマにおける研究開発終了後の取材実績を表5に示す。

表5 取材リスト

項番	研究代表者 取材対応者	内容	公開年月日
07	藤井英俊	日本経済新聞「車の鋼板、接合強度2倍 阪大、軽量化で燃費改善期待」	2016.07.25
07	藤井英俊	日刊工業新聞「阪大、接合部の強度が低下しない低温摩擦接合技術を開発」	2016.08.25
07	藤井英俊	読売新聞知の拠点セミナー「新規接合法によるCO2排出量やレアメタルの問題を解決する高炭素鋼社会の実現にむけて」	2017.01.08
07	藤井英俊	日刊工業新聞「鉄鋼大手3社と阪大、中高炭素鋼を摩擦接合—厚さ2ミリメートルの薄板で成功」	2017.01.30
07	藤井英俊	溶接ニュース「要求高まるマルチマテリアル化—新構造成立のカギは「接合技術」	2018.01.29
07	藤井英俊	日経産業新聞「金属、摩擦で接合 イノベーション下支え」	2018.03.19
07	藤井英俊	溶接ニュース「日独の研究最前線を紹介—線形摩擦接合の可能性に注目集まる」	2019.01.15
07	藤井英俊	日刊工業新聞「炭素量多い鋼材、短時間で簡単に接合する技術を阪大が開発」	2019.09.18
07	藤井英俊	日本経済新聞「金属の新接合技術、航空機や電車軽く」	2020.05.18
07	藤井英俊	日刊工業新聞「複雑線形を摩擦接合 阪大が技術、低音・短時間処理」	2020.10.27
07	藤井英俊	日刊工業新聞「阪大、アルミ合金を完全接合 低温・短時間で強度確保」	2020.12.08
07	藤井英俊	溶接ニュース「アルミの「完全接合」実現 阪大接合研、リニア摩擦接合応用」	2020.12.15
07	藤井英俊	日刊工業新聞「北川鉄工所、低温摩擦接合で実用機 阪大から技術」	2021.02.22
07	藤井英俊	日刊工業新聞「あすを創る 低温摩擦接合機—摩擦接合の次世代装置 北川鉄工所」	2021.02.24
14	戸田裕之	日経産業新聞「アルミの水素劣化 仕組み解明」	2020.04.14
14	戸田裕之	日刊工業新聞「アルミ合金、水素でもろく 原子力機構など原因解明」	2020.06.18
20	芹澤愛	NHK Eテレ思考ガチャ! 「かっこいいってなに?」	2021.09.10

(5) 研究開発成果に対する制度支援の効果等

本技術テーマで実施した研究開発を振り返り、また現在の状況を踏まえて、本プログラムの良かった取り組みを回答頂いた。

①産学共創の場

本プログラムの特徴の1つが、全ての実施課題が非公開で最新の研究開発成果を産業界に報告し、研究の方向性を議論する「産学共創の場」の開催であった。共同研究グループに企業が参加する研究制度、言わば企業＝身内の視点と異なる技術的課題、ニーズを多数の企業から幅広く頂き、基礎基盤研究の段階から研究開発に反映させられる機会は少ないため、この取り組みが良かったとの回答を多数頂いた。

- ・企業の方々から多くの意見を頂いた。
- ・企業の方々と意見交換ができ有意義だった。
- ・産業応用の点でかなり貴重な意見を頂いた。
- ・産業的なニーズを頂けて貴重だった。
- ・企業の方々に聞きやすい雰囲気があった。
- ・企業との連携が深まった、スムーズに研究開発ができた。
- ・他大学の方々と自由な意見交換や研究者交流ができた。本プログラムとは別の共同研究のきっかけになった。
- ・全ての研究グループが集まり、お互いを意識することにより切磋琢磨につながり、真剣勝負の場であった。自身がアドバイザーとして関わる他のプログラムでも、このような場を提供するよう心がけている。

産学共創の場がきっかけとなり、図2の通り、約28%が「A. 産学共同研究開発(産学共創実施中にマッチングした企業)」を継続している。産学共創の場での経験を活かし、本技術テーマにおける研究開発終了後も関係企業と意見交換の機会を設けている研究課題もあった。

本技術テーマでは、JST 主催の産学共創の場の他に、一般社団法人アルミニウム協会様の主催で、アルミニウムを対象とした研究課題向けの産学共創の場を毎年開催頂いた。合宿形式で産学の深い議論が行え、その後の研究活動にも役立ったと複数の先生方より回答を頂いた。

②研究環境

産学共創の場の他に良かった取り組みについても回答を頂いた。まとめると、本技術テーマに直接関係することは以下(i)、(ii)の2項目であり、本技術テーマが提供した研究環境だったと言える。

(i) 共通の目標＝技術的課題「金属材料中の様々な不均一性(ヘテロ構造)の積極的利用」の下での研究開発

- ・鉄という構造材料、金属の組織・力学的性質研究に正面から取り組めた。
- ・研究開発を深められたことで、本技術テーマにおける研究開発終了後、NEDO プログラムに進められた。
- ・基礎研究をベースにじっくり研究開発に取り組める研究環境が整備されていた。
- ・JST が継続的にプログラム全体を支援したことに対して大いに感謝している。

(ii) P0、アドバイザーのマネージメント

- ・ P0 のリーダーシップによりきめ細かく統率頂いた。
- ・ 企業研究者がアドバイザーに入っており、議論が深まった。
- ・ サイトビジットや産学共創の場等において、P0、アドバイザーから研究内容・方針に関して適切かつ詳細なコメントを頂いたことで効率的に研究開発を遂行できた。
- ・ P0、アドバイザーの方々のアドバイスは、時に厳しくもあり、研究を進める上で大変役に立った。自身の研究課題は大所帯のグループ研究であり、研究代表者だけではまとめきれない部分についてのコメント、アドバイスが有難かった。
- ・ 頻繁なレポート提出を求められることなく、科学の側面に集中できた。
- ・ 自由に研究活動を行うことを推奨頂いた。
- ・ 若手研究者同士のグループ研究を推奨頂いたことで大切な研究仲間ができた。
- ・ 比較的自由に研究計画や体制の変更を認めて頂き、研究進捗に合わせた効率的な運営ができて大変助かった。

(iii) その他 JST の支援

- ・ 本技術テーマにおける研究開発終了後、JST の他事業に採択されて研究開発を継続できた点は大きな支援であった。
- ・ 新技術説明会で発表の機会を頂いた。
- ・ 外国出願を支援頂いた（途中から支援が縮小したので継続して頂きたい）。

4. 総合所見

本プログラムが支援の対象とした産業界の技術的課題を解決するための基礎基盤研究は、一般的には息の長い取り組みが必要である。本プログラムでは、10年度の技術テーマ実施期間中に各研究課題が2～5年の研究開発を実施するため複数回の公募を実施した。従って、研究課題によって終了時期、研究開発終了後の経過年数が異なるといった事情はあるが、追跡調査を通して各研究課題の現状を把握することができた。

各研究課題の研究開発の現状は、製品の販売開始、製品化に向けたプロトタイプ・サンプルの作製、応用研究への展開、基礎基盤研究の深化、派生的成果への展開、研究の中断・中止と様々であったが、大半の研究課題が研究開発を継続、発展されていることがわかった。その中でも、「3（3）研究開発成果（科学技術や社会・経済への波及効果）」に記載のとおり、企業と共同で実用化、製品開発を実現もしくは実現に向けて取り組まれている研究課題も多数見られた。今後のさらなる展開にも期待したい。公的研究費の獲得状況から見ると、基礎基盤研究を継続する研究課題がある一方で、シーズ育成や企業化開発向けの研究資金を獲得する研究課題、企業との共同研究に取り組む研究課題も見られた。研究成果を様々な形で世に出すためには、JSTを始めとする公的研究費や企業の共同研究費は欠かすことができない。

前項で本プログラムの良かった取り組みを紹介したが、あれば良かった取り組みについても回答を頂いた。今後のJSTの事業運営に活かすべく心したい。

- ・本プログラムの実施中であっても、技術の成熟を加速させるための研究開発費等の支援があると良い。各種研究資金の申請時期が限られているため、別の形で支援があると嬉しい。
- ・マッチング企業候補の案内や斡旋等。
- ・特許出願支援がもう少しあれば有難かった。課題終了後、研究開発を継続できる仕組みがあれば嬉しい。

JSTの特許出願支援に関しては、平成30年度以降に採択された研究課題を対象に、いくつかの要件を満たすことを条件として国内出願の特許関連経費を直接経費に計上することが可能になった点を補足する。

2020年1月15日に日本で最初のコロナウイルス感染者が確認された後、4月7日に7都府県（埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、大阪府、兵庫県、福岡県）に対する緊急事態宣言があり、大学等は休講、入構規制、オンライン授業の導入等の突然の対応を迫られ、教育・研究活動にも大きな影響を及ぼした。その後、東京では2021年1月、4月、7月に緊急事態宣言が繰り返された。

本技術テーマにおける研究開発終了後から現在までの研究開発に対する新型コロナウイルス感染症の感染拡大による影響を追跡調査の設問に加えたところ、入構規制や留学生等の入国遅延による研究活動の停滞（現在も継続／復旧いずれの回答も有り）、オンライン会議の普及による研究活動の効率化といった回答を頂いた他に、企業との共同研究が停滞したという状況が複数寄せられた。

- ・関係企業および大学・研究機関における研究の速度が著しく低下した。人の活動制限と研究開発費の削減が原因である。本技術テーマで得られた成果の早期実用化を目指しているが芳しくない状況である。
- ・企業との関係が薄くなり、産学連携がフェードアウト的になり、それに伴い研究規模が収縮してしまっている。この間、自前で装置を持つ研究機関が研究を進めており、取り残された感がある。

これらの状況は、研究開発フェーズが基礎基盤研究から企業との応用研究・開発研究に進展したからこそ生じた問題である。半導体製品や研究機器の製造現場も新型コロナウイルス感染症の影響を受け、大学等の研究開発現場においても研究機器の納期遅れ等による影響を危惧する声が出始めている。大学等の研究成果を社会実装する上で企業との連携・協力は欠かすことが出来ないため、今後も企業の状況に注視が必要である。

最後に、追跡調査にご協力を頂いた研究代表者、共同研究グループの先生方に対しまして感謝の意を表します。今後も益々ご研究が発展されることを祈念します。

以上