

2024年度

事業報告書

自 2024年4月 1日
至 2025年3月31日

一般財団法人ファインセラミックスセンター
J F C C

事業の執行概要

JFCCは、1985年5月に財団法人として設立され、1987年に試験研究所（現：材料技術研究所）の建物が竣工し、ファインセラミックスを主とした材料の研究及び試験評価事業を本格的に開始した。2007年には新たにナノ構造研究所を設立してナノ分野における技術力の強化により、国内有数の研究機関としての地位を確保した。2012年2月に新公益法人制度に基づき非営利・一般財団法人へ移行した。

また、JFCCの目指すべきビジョンとして「科学の根源である真理を常に追究し、自らの夢と思いを実現しつつ、産業への応用を通じて、社会に貢献していくこと」としており、これを念頭に国内外の動向を踏まえて第7次中長期経営計画を策定し、その実現のために着実に事業を進めている。

2024年度は、中長期経営計画期間の4年目にあたり、産業への応用を通じて、社会に貢献していくことを目指す姿として再確認し、あらためて世の中の動向・社会ニーズと財団設立以来39年培ってきた技術力を踏まえて「戦略技術領域」を設定した。

具体的には、材料技術研究所とナノ構造研究所の一層の連携強化を図り、最先端解析・シミュレーション技術から新材料創製への指針を得ることに取り組むとともに(1)先端かつオンリー・ワンのエキスパート集団を目指し研究力・技術力を一層高め、(2)社会のニーズ・動向を敏感に捉え自らの研究・試験評価の位置付けを理解のうえ的確に対応し、(3)「人材育成」と「チームワーク重視」により組織総合力の向上を図ることを重点として、職員一丸となりスピード感を持ってチャレンジした。

本年度の事業収支については、収入総額は2,857百万円と、予算に対して201百万円上回り、支出総額も2,852百万円と予算に対して217百万円上回った結果、収支差は予算より16百万円下回る、5百万円の黒字となった。

2024年度の各事業の実施概要は以下のとおりである。

I. 公益事業

1. 研究開発事業

時代的・社会的要請に即した革新的素材の研究開発など、ファインセラミックスを主とした材料イノベーションの創出に関する基礎・応用研究を実施し、その成果をもって社会・産業への貢献を図った。

(1) 先端技術育成研究

戦略技術領域の中長期的な研究戦略の観点に立って、将来の研究の柱となる独創的発想を重視した基礎的・先行的な研究11テーマをJFCCの自主財源で推進した。

(2) 政府等からの研究受託

政府、NEDO、JST等から、継続プロジェクトについて「次世代ファインセラミックス製造プロセスの基盤構築・応用開発」「高速放電技術のための新規コンデンサ材料の探索」等26テーマ、新規プロジェクトについて「大口径 β -Ga₂O₃エピウエハおよびトランジスタ、モジュールの研究開発」等3テーマの研究を受託した。

また、将来の研究の柱となる新規研究分野を創成するための科研費（文科省：日本学術振興会科研費補助金）等については、継続研究34テーマを実施し、新規に10テーマを獲得した。

政府等からの受託収入総額は1,825百万円（うち科研費等は110百万円）となった。

(3) 材料の試験評価方法の開発

材料関連の研究開発事業の実施に伴い、パワーデバイス用ウェハの結晶欠陥評価、5Gに対応した電波吸収体/シールド材の評価技術等の開発・向上に取り組んだ。

(4) 標準化事業の推進

国内的・国際的な標準化活動等を関連機関と連携して推進した。

(5) 研究成果発表会の開催・成果集の作成

第35回JFCC研究成果発表会を7月に名古屋、東京で開催し、2会場合計で328名の参加を得た。また、研究成果を広く普及するための成果集を作成し、配布した。

2. 研究技術普及啓発事業

定期刊行誌「JFCCニュース」を3号(No.140号~No.142号)発行し、関係先に配付するとともに、幅広く閲覧していただけるようホームページにも掲載した。

「5セラミックス研究機関(東京科学大学、名古屋工業大学、物質・材料研究機構、産業技術総合研究所、JFCC)合同講演会」は、10月22日に物質・材料研究機構にて開催した。「3研究機関(名古屋市工業研究所、あいち産業科学技術総合センター、JFCC)による合同発表会(共同主催:名古屋商工会議所)」は、11月15日に名古屋市工業研究所において開催した。研究の取り組みや成果をより深く普及するために2021年度から立ち上げた先端技術セミナーは、5月23日、8月22日、10月17日、12月6日に実施し、延べ850名の参加を得た。

3. 中小企業技術支援事業

経済産業省中小企業支援事業「成長型中小企業等研究開発支援事業(Go-Tech事業)」において、中小企業と連携して2件の研究開発を実施した。

また、「中部イノベネット」への参画等を通じて中小企業の技術支援を行った。

4. 国際交流事業

4月に中国/清華大学(交流協定締結先)から4名の研究者をJFCCに招聘し、2024 Joint Workshop(清華大学-JFCC)を開催した。また、9月には高田専務理事、他2名が武漢理工大学を訪問し、学術協力協定を締結することになった。

また、米国セラミックス学会等の国際学会・シンポジウム等への研究員の派遣、海外研究機関・大学等との共同研究を実施した。

II. 収益事業

1. 民間受託・共同開発事業

顧客への訪問、Webと見学会を併用した形での技術交流会および学会、団体等見学会を通じたアピールの実施等、直接的な活動を通じて受託拡大を図った。また、ホームページへのWeb見学サイトの拡充や先端技術セミナーを通じての研究シーズ、先端設備等のPRを行った結果、大口の受託が予定通りの縮小もあったが、受託額は当初予算を超える328百万円となった。

2. 試験評価受託事業

民間受託・共同開発事業と同じく、ホームページでの情報発信、メールマガジンでの技術紹介および研究成果発表会や技術交流会などで受託拡大活動を行った。年度当

初から「電磁気特性評価」、「熱的特性評価」、「機械的特性評価」、「加工」を中心に好調な需要があり、452百万円と昨年度を上回った。

3. 施設・機器貸出事業

産業界の効率的な研究開発の推進に寄与すべく、JFCCが所有する原料調製、焼成、粉体特性測定、電気特性測定、微構造解析等の各種設備の効果的な利用提供を行った。特に電波吸収特性評価に関する利用率が高く、11百万円となった。

4. 広告・宣伝事業

広報活動については、ホームページに設置したJFCC Web見学サイトの拡充を図り、発信力の向上を行った。メールマガジン、メディア関係へのプレスリリースについても積極的に推進した。

また、「第9回CERAMIC JAPAN[大阪]（高機能セラミックス展）」及び「第9回CERAMIC JAPAN（高機能セラミックス展）」に協賛団体として参加し出展を行った。

5. 標準物質頒布事業

材料特性評価、生産管理の基準となるリファサーモの頒布は、2023年度にセラミックス業界の稼働率低下に伴い受注量が大きく減少したが、2024年度は受注が回復し、頒布金額は前年度比約122%の179百万円となった。

Ⅲ. 事業収支

本年度は第7次中長期経営計画の折り返しの年度にあたり、確実な収支黒字を達成すべく、具体的な増収策を検討し最大の努力で実現可能なレベルを目標とし、本年度予算は21百万円の収支黒字を計画した。

今期の事業収入については、政府受託は関係機関と連携しながら、経済産業省、文部科学省のほか、防衛装備庁等の公募に幅広く提案し、受託拡大を図り、大幅な増収となった。民間受託事業は、コロナ禍の影響が徐々に薄まったことにより、顧客への訪問、技術交流会および見学会の実施等、直接的な受託拡大活動を再開した。大規模の研究から試験評価のサイクルを回す方向に受託が移っている試験評価・機器利用は、研究開発活動の回復と、上記民間受託からの移行、半導体、電子部品の好況により、高収入となった。

一方、支出については、最大限の節約に努めた結果、支出総額は2,852百万円と予算より217百万円の増加となり、収支差は予算より16百万円悪して5百万円の黒字となった。

2024年度収支状況 (単位：百万円)

	予算	実績	増減
収入合計	2,656	2,857	+201
支出合計	2,635	2,852	+217
収支差	+21	+5	△16

事業報告書

1章. 法人の概況

1. 設立年月日

1985年5月7日 設立

2012年2月1日 非営利・一般財団法人移行

2. 定款に定める目的

本財団は、ファインセラミックスを主とした材料イノベーションの創出に関する基礎・応用研究等を通じ、学術及び科学技術の振興を図り、かつ技術を利用する立場から、ものづくりに関連する産業を広く振興し、もって我が国経済の発展と国民生活の向上に貢献することを目的とする。

3. 定款に定める事業内容

本財団は、前項の目的を達成するため、ファインセラミックスを主とした材料に関する以下各号の事業を行う。

- (1) 研究開発事業
- (2) 研究技術普及啓発事業
- (3) 中小企業技術支援事業
- (4) 国際交流事業
- (5) 民間受託・共同開発事業
- (6) 試験評価受託事業
- (7) 施設・機器貸出事業
- (8) 広告・宣伝事業
- (9) 標準物質頒布事業
- (10) その他上記各号に関連する事業及び本財団の目的を達成するために必要な事業

4. 会員の状況

(1) 普通賛助会員制度

技術・産業振興に資する制度で、各種事業利用の料金割引、刊行物配布等を実施している。2024年度の会員の異動は、3企業の入会、3企業の退会があり、当期末の会員数は前年度末に比べ変動はなく、133企業・団体となった。

(2) 特別賛助会員制度

JFCCへの研究員派遣等を通じて、企業等との密接な交流を促進する制度である。2024年度は、入退会の変動はなく、当期末の会員数は57企業・団体となった。本年度中のJFCCへの研究員派遣は3企業3人であった。

	当期末	前期末比
普通賛助会員	133	±0
特別賛助会員	57	±0
合計	190	±0

(社・団体)

5. 主たる事業所

主たる事業所：愛知県名古屋市中熱田区六野二丁目4番1号

6. 役員等に関する事項

(1) 役員名簿 (2025年3月31日現在)

① 評議員

氏 名	所 属 ・ 役 職
◆ 東 原 敏 昭	(株)日立製作所 取締役会長 代表執行役
◇ 尾 堂 真 一	日本特殊陶業(株) 代表取締役会長
◇ 勝 野 哲	中部電力(株) 代表取締役会長
◇ 中 嶋 裕 樹	トヨタ自動車(株) 取締役・執行役員・副社長
◇ 水 野 明 久	(一社)中部経済連合会 会長
内 田 吉 彦	名古屋商工会議所 専務理事
江 藤 浩 太	三重県 雇用経済部 新産業振興課 課長
大 野 尚 則	岐阜県 商工労働部 産業イノベーション推進課長
金 田 浩	(株)東芝 常務執行役員
木 村 雅 彦	(株)村田製作所 先端技術研究開発部 部長
後 藤 光 宏	住友電気工業(株) 上席理事研究開発本部技師長シニアフェロー
杉 浦 慎 也	(株)デンソー 執行幹部
柘 植 弘 安	名古屋市 経済局 担当部長 (産業技術・技術革新支援)
永 井 淳	新東工業(株) 代表取締役社長
仲 川 彰 一	京セラ(株) 執行役員 研究開発本部長
丹 羽 智 明	日本ガイシ(株) 代表取締役副社長
拝 郷 丈 夫	東邦ガス(株) 常務執行役員
東 山 明	ノリタケ(株) 代表取締役社長
三 輪 俊 晴	(株)日立製作所 研究開発グループ 基礎研究センタ長
矢 野 仁	愛知県陶磁器工業協同組合 副理事長
山 縣 正 明	名古屋鉄道(株) 執行役員
山 口 知 宏	愛知県 経済産業局 技監

(評議員：22名)

◆会長 (評議員会議長)

◇副会長 (評議員会副議長)

② 理事

氏 名	所 属 ・ 役 職
◎ 服 部 哲 夫 落 合 誠	元トヨタ自動車東日本(株) 名誉顧問 東芝エネルギーシステムズ(株) 社長付エネルギーシステム技術開発 センター・ゼネラルマネジャー (センター長)
加 古 慈 七 瀧 努	トヨタ自動車(株) 材料技術領域 統括部長 日本ガイシ(株) 常勤参与
野 田 英 智	中部電力(株) 専務執行役員 技術開発本部長
増 田 義 則	(一社) 中部経済連合会 専務理事
光 岡 健	日本特殊陶業(株) 科学研究所 フェロー
湯 次 善 麿	(株)日立製作所 中部支社 支社長執行役員
獅 山 有 邦	(一財)ファインセラミックスセンター 専務理事
高 田 雅 介	(一財)ファインセラミックスセンター 専務理事 材料技術研究所長兼ナノ構造研究所長
森 元 秀	(一財)ファインセラミックスセンター 常務理事 事務局長
木 村 英 樹	(一財)ファインセラミックスセンター 常務理事
平 山 司	(一財)ファインセラミックスセンター 執行理事
北 岡 諭	(一財)ファインセラミックスセンター 執行理事

(理事：14名)

◎理事長 (代表理事)

③ 監事

氏 名	所 属 ・ 役 職
武 藤 陽 一 矢 野 友三郎	(公財)中部科学技術センター 専務理事 (一社)日本ファインセラミックス協会 専務理事

(監事：2名)

(2) 役員の変動

① 評議員

1) 評議員の選任

第16回評議員会(2024年6月5日)において、次のとおり交代とその他の任期満了者の再任について議決された。

新任者	前任者
中嶋 裕樹	寺師 茂樹
柘植 弘安	山岡 充昌
東山 明	杉村 健一
三輪 俊晴	西村 信治
山縣 正明	坂野 公治

2) 評議員の選任

第17回評議員会(2024年7月24日)において、次のとおり選任について議決された。

新任者	前任者
金田 浩	四柳 端

3) 評議員の辞任

2025年3月31日 山口 知宏 評議員が辞任された。

② 評議員会副議長〔副会長〕の選任

第16回評議員会(2024年6月5日)において、次のとおり評議員会副議長〔副会長〕の交代について議決された。

新任者	前任者
中嶋 裕樹	寺師 茂樹

③ 理事・監事

1) 理事の選任

第16回評議員会(2024年6月5日)において、次のとおり交代とその他の任期満了者の再任について議決された。

「理事の選任」

新任者	前任者
野田 英智	鍋田 和宏
木村 英樹	渡邊 直哉

2) 理事の辞任

2025年3月31日 光岡 健 理事が辞任された。

7. 役員会等に関する事項

(1) 評議員会、理事会の開催

次のとおり開催され、それぞれの議案が議決承認された。

① 評議員会

第16回評議員会 2024年6月5日

議決事項

- 第1号議案 2023年度決算の承認について
- 第2号議案 評議員の選任について
- 第3号議案 評議員会副議長(副会長)の選任について
- 第4号議案 理事の選任について
- 第5号議案 顧問の推薦について
- 第6号議案 理事の報酬総額について
- 報告事項(1) 2023年度事業報告について

- (2) 公益目的支出計画実施報告について
- (3) 2024年度事業計画及び予算について

② 理事会

第35回理事会 2024年5月14日

議決事項

- 第1号議案 2023年度事業報告及び決算の承認について
- 第2号議案 公益目的支出計画実施報告書の承認について
- 第3号議案 第16回評議員会の招集について

第36回理事会

2024年6月5日 定款第31条第2項に定める決議の省略の方法

議決事項

- 第1号議案 業務執行理事（常務理事）の選定

第37回理事会 2025年3月18日

議決事項

- 第1号議案 2025年度事業計画及び予算の承認について
- 報告事項(1) 2024年度事業進捗状況及び決算見通しについて

(2) その他の委員会等の開催

2024年度における委員会等は、以下のとおり開催された。

- ① 「第12回 理事候補者選考委員会」 2024年 5月 9日
- ② 「第13回 研究技術委員会」 2024年11月27日
- ③ 「第13回 JFCC研究技術等報告会」 2024年12月11日

8. 職員等に関する事項

(1) 要員数

(人)

	2023年度末 a	2024年度末		増減 b-a	
		b	男		女
職員・嘱託	74	78	65	13	+4
出向者	8	7	7	0	-1
合計	82	85	72	13	+3

(2) 受章・外部表彰

1) 外部表彰

- ① 公益財団法人フジクラ財団
「2024年度研究助成」
橋本雅美
- ② 公益社団法人日本表面真空学会
「講演奨励賞（新進研究者部門）」
勝部大樹
- ③ 公益社団法人日本顕微鏡学会
「奨励賞」

- 仲山啓
- ④ 公益社団法人日本顕微鏡学会
「学会賞（瀬藤賞）」
山本和生
- ⑤ 公益社団法人日本顕微鏡学会
「論文賞（和文誌賞）」
大江耕介、関岳人（東京大学/JST さきがけ）、河野祐二（日本電子株式会社）、
中村明穂（日本電子株式会社）、幾原雄一（JFCC客員主管研究員/東京大学）、
柴田直哉（JFCC客員研究員/東京大学）
- ⑥ 公益財団法人池谷科学技術振興財団
「2024年度研究助成」
小川貴史
- ⑦ The 22nd International Meeting on Lithium Batteries (IMLB2024)
「Best Poster Award」
山本和生、孫海明（元JFCC、現大阪大学）、麻生亮太郎（九州大学）
- ⑧ The 22nd International Meeting on Lithium Batteries (IMLB2024)
「Best Poster Award」
平岡紘次、鈴木直毅（日本サムスン株式会社）、関志朗（工学院大学）
- ⑨ 公益財団法人村田学術振興・教育財団
「第40回（2024年度）研究助成」
小林俊介
- ⑩ 公益財団法人村田学術振興・教育財団
「第40回（2024年度）研究助成」
設樂一希
- ⑪ 公益社団法人日本セラミックス協会
「(第49回) 学術写真賞 最優秀賞」
孫海明（元JFCC、現大阪大学）、山本和生
- ⑫ 日本セラミックス協会 第37回秋季シンポジウム 特定セッション 23. 先進的な
構造科学と分析技術
「特定セッション最優秀講演賞」
仲山啓
- ⑬ 日本セラミックス協会 第37回秋季シンポジウム 特定セッション 誘電材料の
最前線 ～社会課題解決のためのイノベーション創出～
「特定セッション最優秀賞」
設樂一希
- ⑭ 公益社団法人日本セラミックス協会
「セラミックス貢献賞（技術・研究部門）」
小川光恵
- ⑮ The 10th International Symposium on Surface Science (ISSS-10)
「Young Researcher Prize」
勝部大樹
- ⑯ 公益財団法人風戸研究奨励会
「国際会議発表渡航助成」
佐々木祐聖
- ⑰ 公益財団法人大倉和親記念財団
「2024年度 大倉和親記念財団研究助成 一般部門」
田中誠
- ⑱ 公益財団法人大倉和親記念財団
「2024年度 大倉和親記念財団研究助成 一般部門」
村田秀信
- ⑲ 公益財団法人中部科学技術センター
「学術・みらい助成 優秀提案」
設樂一希

- ⑳ 公益財団法人風戸研究奨励会
「風戸研究奨励賞」
仲山啓
- ㉑ 公益財団法人永井科学技術財団
「研究奨励金」
町田慎悟
- ㉒ 公益財団法人永井科学技術財団
「研究奨励金」
横江大作
- ㉓ 公益財団法人永井科学技術財団
「研究奨励金」
黄馨慧
- ㉔ 公益社団法人電気化学会
「進歩賞（佐野賞）」
野村優貴

9. 許認可に関する事項

無し

10. 登記事項

2024年度中に次のとおり登記を行った。

- ① 2024年6月5日 評議員・理事変更登記
- ② 2024年7月24日 評議員変更登記

11. 申請・届出事項

内閣総理大臣あて、以下の書類を提出した。

2024年6月24日 公益目的支出計画実施報告書等の提出

12. 寄付金・助成金

2024年度中に交付された助成金等は、132,091千円であった。

学術研究助成基金助成金・科学研究費補助金(日本学術振興会)	109,505千円
成長型中小企業等研究開発支援事業補助金(経済産業省)	8,926千円
研究助成金((公財 村田学術振興財団)	5,713千円
研究助成金((公財 大倉和親記念財団)	3,049千円
研究助成金((公財 池谷科学技術振興財団)	2,000千円
研究助成金((公財 日本板硝子材料工学助成会)	1,054千円
研究助成金((公財 風戸研究奨励会)	898千円
研究助成金((公財 フジクラ財団)	746千円
研究助成金((公財 軽金属奨学会)	200千円

2章. 事業の状況

I. 公益事業

1. 研究開発事業

「先端技術育成研究」及び「政府等からの研究受託」においては、革新的な先端材料の開発指針を得るべく材料技術研究所のプロセス・材料開発とナノ構造研究所の微構造解析・計算科学のコラボレーションをより深化させて研究開発を推進した。また、ものづくりに不可欠な試験評価などの基盤技術の高度化を図った。研究で得られた成果については、研究成果発表会、学会活動などを通じて広く公開・普及を行った。

(1) 先端技術育成研究

本年度も、SDGs や Society5.0 など社会の重点課題を意識しつつ、中長期経営計画の研究技術戦略の観点に立つとともに、あらためて世の中の動向・社会ニーズと財団設立以来38年培ってきた技術力を踏まえて「戦略技術領域」を見直した上で、以下の11テーマ（材料技術研究所5テーマ＋ナノ構造研究所6テーマ）の先端技術育成研究を自主財源により実施した。その結果、政府受託3件、民間受託2件獲得の成果につながった。

1) 材料技術研究所

1-1) 戦略技術領域テーマ

① プラズモンによる新機能創出に関する調査研究

半導体マトリックス中に分散させた金属ナノ粒子のプラズモン共鳴によって発現する特異な光物性について、さらなる赤外屈折率の向上と消衰係数の低減を目指すとともに、その応用分野の開拓を推進した。共鳴による消衰係数ピークによって太陽光から熱への変換効率を大幅に向上できるメリットを活かして太陽熱デバイスを開発する NEDO 事業に提案し採択された。

② 誘電特性を利用した CMC の非破壊検査技術の開発

CMC のモデル材とした SiC 繊維集合体 (SA チラノヘックス) について、種々の条件で静的3点曲げ試験を実施し、物理的損傷導入のための疲労試験条件について検討した。CMC (SiC 繊維強化 SiC 複合材料) 試料は、繊維方向 0/90°とし、SiC マトリックスが比較的壊れやすい試料の作製を試みた。

③ ナノおよびマイクロプラスチックの補足のための積層無機フィルタの創成

マイクロプラスチック捕捉部位のフィルタに関してガラスビーズ・ミルドファイバ複合フィルタの作製手法を弊所で確立できた。このフィルタのマイクロプラスチックろ過性能に関し、従来技術と異なる手法を確立した。従来はフィルタで除去したマイクロプラスチックをフィルタごと蛍光色素で染色し、逆洗して別のフィルタで捕捉していた。一方、本研究では予め染色したマイクロプラスチックを上記のフ

イルタでろ過し、蛍光顕微鏡で捕捉されていることを証明できた。

④計算・データ科学を活用したナノ粒子プロセス設計技術の革新

粉碎によるナノ粒子作製プロセスには多数のパラメータが存在するが、それらの条件設定は経験に頼ることが大きかった。粉碎効率の向上や、付随して起こるメカノケミカル反応や非晶質化を制御するためには精緻な条件設定が要求されるため、計算科学・情報科学手法を粉碎プロセスに導入することで多変数最適化を試みた。モデル物質において、メカノケミカル反応や非晶質化を制御する要素を解明するとともに、多量のデータを処理するためのプログラムを構築した。

⑤媒質屈折率調整による高分散性スラリーの作製

混合分散媒を用いてセラミックスラリーを調製し、分散媒および分散質（セラミック粒子）の光学特性に着目して、スラリー中の分散性に関する検討を進めた。その結果、当初想定していたよりもさらに詳細な分散媒の光学特性制御および最適化が必要であることが明らかとなり、さらに検討を進めることとした。

2) ナノ構造研究所

2-1) 戦略技術領域テーマ

①材料科学への量子コンピュータの応用を目指した調査研究と技術研究開発

量子コンピュータ技術とアプリケーションは急速に進歩しており、今年度はいくつもの注目すべきブレイクスルーが報告されている。文献調査や国際会議への参加を通じて、これらの進展と材料科学およびセラミック研究に関連する情報を収集した。また、量子コンピュータ関連の専門家や企業との協力関係の構築に向けて取り組んでいる。同時に、Qulacs や Qiskit などのオンライン量子コンピューティングプラットフォームを使用して、新たなプログラミング技術を習得した。

②ソフトマテリアルの原子・分子スケール化学反応解析

分子吸着現象の高分解能直接観察法の実現に向けて収差補正環境電子顕微鏡を用いたソフトマテリアル観察の高度化を進めている。多孔性材料のほとんどが有機系、無機系いずれにおいても電子線への耐性が高分解能電子顕微鏡観察で課題となるため、電子線照射損傷の影響を十分に考慮する必要がある。こうした観点から無機系多孔材料であるゼオライトのカチオン吸着に注目し、カチオン種に応じた吸着状態を直接観察から構造を明らかにした。

③SEM 観察および分析にて材料本来の姿を観るための各種条件・手法に関する調査研究

湿潤生物試料観察の検討において、大気圧 SEM カプセル、ナノスーツ溶液、大気圧 SEM 「Clair Scope」を用いて苔に生息するクマムシを対象に実施した。その結果、ナノスーツ溶液ではクマムシが乾眠状態になってしまい、活動状態を確認することができなかった。大気圧 SEM 「Clair Scope」ではスキャンスピードが遅く、クマムシの俊敏な動きを記憶することが困難であった。大気圧 SEM カプセルを用いた観察

では安定してクマムシの活動状態の観察に成功している。HR-EBSD 法を用いた結晶歪み解析については Si、SiC、GaN による同条件加工を行った面の加工影響層の比較を行い、材料種によって歪みの大きさや深さが異なることを明らかにした。

④プラズマ FIB を活用した大規模精密三次元解析

プラズマ集束イオンビーム (FIB)-走査型電子顕微鏡 (SEM) では、従来の Ga イオンタイプの FIB に比べて 20 倍以上の大電流を取り出すことが可能である。この大電流を活用し、0.6 mm×0.3 mm サイズの積層セラミックコンデンサ (MLCC) 全体の 3 次元構造の可視化を実現した。従来の Ga-FIB に比べて 190 倍の大体積の 3 次元構築を実証した。

⑤強相関電子系材料における計算手法の最適化および計算枠組みの構築

最新の第一原理計算手法および交換相関汎関数の調査を進めた。加えて、層状遷移金属酸化物および遷移金属を含む反強磁性体に対して、計算条件の最適化を実施した。これにより、強相関電子系材料に対する高精度計算の基盤構築に向けた知見を得た。

⑥透過電子顕微鏡と電子直接検出型カメラを用いた量子観測の基礎実験

透過電子顕微鏡と電子直接検出型カメラを用いて、電子線の照射条件とカメラの作動条件を調整し、結像面で電子を 1 つずつ検出する実験条件を見出した。

(2) 政府等からの研究受託

政府等からの受託事業等については、科学技術イノベーション政策の動向と産業界のニーズを踏まえて、関係機関と連携しながら、経済産業省、文部科学省のほか、防衛装備庁等の公募に幅広く提案し、受託拡大を図った。その結果、継続研究 26 テーマ (材料技術研究所 10 + ナノ構造研究所 16) に加え、新規に 3 テーマ (材料技術研究所 3) の受託を獲得した。総受託額は、1,715 百万円であった。

また、将来の研究の柱となる新規研究分野を創成するための科研費 (日本学術振興会科研費補助金) 等についても積極的に応募した結果、継続研究 34 テーマ (材料技術研究所 17 + ナノ構造研究所 17) に加えて、新規に 10 テーマ (材料技術研究所 2 + ナノ構造研究所 8) を獲得した。補助額は、110 百万円であった。加えて民間財団等からの助成事業については、継続 6 テーマ (材料技術研究所 4 + ナノ構造研究所 2)、新規 9 テーマ (材料技術研究所 3 + ナノ構造研究所 6) を実施した。

1) 材料技術研究所

1-1) 受託研究【継続】 (10 テーマ)

①成長型中小企業等研究開発支援事業/産業設備の高温部からふく射する熱ロスを削減し、省エネに貢献する遮熱膜の連続成膜法開発 (2022~2024)

金属シリサイド (NiSix) の赤外高反射性=低輻射性による遮熱膜について、量産成膜レベルの Roll to Roll スパッタリング法 (RTR 法) にて目標とする輻射率 5% 以下を安定的に達成するとともに、高温 (600°C) 大気中での 10 年以上の長期安定

性の確保にも成功した。共同研究先である尾池アドバンスフィルムでは 600mm×100m の大面積成膜もできており、サンプル出荷をスタートする予定である。

[近畿経済産業局]

②地熱発電導入拡大研究開発／超臨界地熱資源技術開発／光ファイバーDAS による超臨界地熱資源探査技術開発（2021～2024）

亜臨界～超臨界水中における金属管で環境遮蔽された光ファイバーの劣化挙動を調べ、金属管の水熱酸化によって生じた水素が金属管を透過することで光ファイバーの光伝送特性劣化原因となることを明らかにするとともに、金属管中にガスフローすることで、光ファイバーの劣化抑制が可能であることが分かった。

[新エネルギー・産業技術総合開発機構]

③次世代ファインセラミックス製造プロセスの基盤構築・応用開発／次世代ファインセラミックス製造プロセスの基盤構築・応用開発（2022～2026）

ファインセラミックス部材の製造プロセス条件を最適化する手法として、プロセスインフォマティクス技術の基盤技術構築を進め、代表的な製造工程に対応したプロセスシミュレーション技術を開発し、インフォマティクス活用に不可欠なプロセスビッグデータ収集のためのサイバー実験プラットフォームの構築を進めた。

[新エネルギー・産業技術総合開発機構]

④NEDO先導研究プログラム／新産業・革新技术創出に向けた先導研究プログラム／不燃性ガス田における高効率ヘリウム膜分離回収技術の開発（2023～2025）

純ガスの透過データを基に膜シミュレーションを行い、ガス田に必要な膜特性を有する膜を CVD 法にて開発した。また、供給圧 10MPa に対応した高圧試験機を導入し、膜の耐圧性を確認するとともに高差圧におけるガス分離特性の評価を行った。

[新エネルギー・産業技術総合開発機構]

⑤NEDO先導研究プログラム／エネルギー・環境新技术先導研究プログラム／リサイクル炭素繊維の連続化技術および航空機適用技術の研究（2023～2025）

導入した設備を用いたレーザー照射による局所加熱により、一次処理により樹脂を粗取りした一方向繊維強化 CFRP 廃材から連続的に樹脂残渣除去が可能であることを明らかにした。また、所定の条件において、バージン繊維に対して相対強度が 90%以上のリサイクル炭素繊維が得られることを確認した。

[新エネルギー・産業技術総合開発機構]

⑥経済安全保障重要技術育成プログラム／ハイパワーを要するモビリティ等に搭載可能な次世代蓄電池技術の開発・実証／ニオブチタン酸化物負極を用いたハイパワー長寿命二次電池の研究開発（2023～2025）

ニオブチタン酸化物負極を用いたハイパワー長寿命二次電池を大型モビリティ向けの電池の開発を行った。株式会社東芝を中心として、JFCC—三菱鉛筆—エナックスが再委託を受け、研究を進めた。JFCC では、高性能ニオブチタン酸化物粒子の合

成プロセスの開発を担当し、高結晶微粒子の合成を行った。

[新エネルギー・産業技術総合開発機構－東芝]

⑦科学技術試験研究委託事業/全固体電池を実現する接合プロセス技術革新/材料の易焼結化や反応相生成を抑制する表面層形成などを可能とする、粉末製造・粉末表面制御プロセスの開発 (2019～2025)

全固体型リチウムイオン二次電池の高度化を目的として、コアシェル型複合原料粉末を合成するためのプロセス技術の開発を行った。その結果、高イオン伝導酸化物粒子表面を易焼結性イオン伝導材料により被覆したコアシェル型原料粒子では、焼結温度を低減できることを明らかにした。

[文部科学省－物質・材料研究機構]

⑧革新的 GX 技術創出事業 (基金) /GteX/蓄電池領域/高安全・長寿命な酸化物型固体電池の開発/高安全・長寿命な酸化物型固体電池の開発(デバイス化 Gr) (2023～2027)

全固体型酸化物系二次電池はエネルギー密度が高く、また、従来電池よりも充電時間が短縮できる。より安全で長寿命の全固体電池を実現するため、微構造を高度に制御した酸化物系複合原料粉末の合成プロセスの検討を進めるとともに、種々の組成の複合粉末を用いて固体電解質焼結体を作製し、特性評価に供した。

[科学技術振興機構]

⑨安全保障技術研究推進制度委託事業/反転MOSチャネル型酸化ガリウムトランジスタの研究開発 (2020～2024)

β -Ga₂O₃反転MOSチャネル型FETの高耐圧化、大電流化を阻害する結晶欠陥、特性を劣化させる結晶欠陥を明らかにし、基板作製、エピ成長、デバイス作製にフィードバックするために、放射光X線トポグラフィー法でデバイス動作中の欠陥挙動を反射配置および透過配置でオペランド観測した。

[防衛装備庁－ノベルクリスタルテクノロジー]

⑩環境研究総合推進費/バイオエタノールで動作するポータブル固体酸化物形燃料電池 (2023～2024)

イットリア安定化ジルコニア (YSZ) と酸化ニッケル (NiO) が複合した多孔体の作製に成功し、さらにはその気孔構造を SPring-8 の X 線 CT で撮影できた。多孔化には炭素繊維を用いたが、これに由来する穴が厚さ方向に平行に存在していた。すなわち、ガスを流した際により YSZ-NiO にガスを留められるような多孔体の作製に成功したといえる。

[環境再生保全機構]

1-2) 受託研究【新規】 (3テーマ)

①経済安全保障重要技術育成プログラム/高出力・高効率なパワーデバイス/高周波デバイス向け材料技術開発/ β -Ga₂O₃ ウエハ、パワーデバイス及びパワーモジュールの開発 (2024～2028)

β -Ga₂O₃のウエハ品質の向上およびデバイスの信頼性向上のために、インライン検査に適した装置規模で6inch ウエハ全面の欠陥を室温・大気中での非破壊かつ高速で検査する検査技術開発を実現するために、位相差顕微鏡技術を選択し開発を進めた。
[新エネルギー・産業技術総合開発機構]

②再生可能エネルギー熱の面的利用システム構築に向けた技術開発／再エネ熱利用システムに資する要素技術開発／高温冷温熱源の面的利用のための超高効率太陽光集熱システムの研究開発（2024～2028）

太陽光から300℃までの高温熱源を生み出す太陽光集熱デバイスの変換効率を大幅に向上させるべく、革新的な太陽光波長選択吸収膜を開発する。Agナノ粒子がもたらすプラズモン共鳴吸収によって太陽光の波長帯を高効率で吸収して熱に変換でき、従来の世界基準となる変換効率を大幅に凌駕できることを実証できた。今後はコスト低減に向けてAl箔基材をもとに耐熱性を確保できる薄膜構成・熱処理プロセスを見出していく。
[新エネルギー・産業技術総合開発機構]

③安全保障技術研究推進制度委託事業／光学特性を制御した革新的遮熱・環境遮蔽システムの基盤構築（2024～2028）

遮熱・環境遮蔽コーティングの光学特性を考慮した伝熱計算を実施し、遮熱性を飛躍的に向上するために必要な多層システム構成層の光学的・熱的特性と層厚を予測するとともに、モデルシステムの成膜と遮熱性検証を実施した。
[防衛装備庁]

1-3) 科研費等研究【継続】（20テーマ）

①炭化ケイ素系ガス分離膜の細孔径チューニング技術開発と評価（2020～2024）

再現性の高いCVD製膜技術を開発し、同一原料でH₂/N₂分離からCO₂/N₂分離に適した膜を目的に応じて造り分けすることに成功した。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

②太陽光から熱・電気エネルギーを創るハイブリッド変換デバイスの開発（2020～2024）

一つのデバイスで太陽光を熱および電気エネルギーに変換できる新規な材料システムの実現を目指し、「光励起吸収層」と「熱電子放出」からなるデバイスについて人工ソーラー光源による発電効果の実証には至っておらず、今後も先端技術育成研究などを通じて検討を進める。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

③超温度場セラミックス材料創成科学（計画研究）（2021～2025）

レーザーの照射によって生じる「超温度場」を新たな微構造形成プロセスとして活用するため、レーザーを用いた固相プロセス、液相プロセス、気相プロセスの開発を行った。特に、レーザーを用いた焼結プロセスでは、レーザー焼結助剤を新たに開発し、短時間で緻密な焼結体を得られることを明らかにした。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金]

④超温度場材料創成学：巨大ポテンシャル勾配による原子配列制御が拓くネオ 3DP の運営（2021～2025）

学術変革領域研究「超温度場 3DP」における研究活動を統括するとともに、国際シンポジウムの開催、学会での特別セッションの設置などを通じて、同領域における研究成果を、異分野研究、産業界に波及させるための活動を行った。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金 大阪大学分担研究]

⑤アルミニウムの BJT 積層造形を実現する化学的液相焼結のダイナミクスと指導原理構築（2022～2025）

モンテカルロ法を用いた焼結シミュレーションソフト (SinterPro) を用いて、Al-Cu 助剤を用いた Al 粉末の液相焼結挙動を再現するシミュレーション因子を調べた。焼結計算の因子を変化させてシミュレーションを行い、粒径と気孔率を解析し、実験結果と比較した。実験結果を再現する因子を得ることができた。今後、種々の組織、条件への適用についての検討を行う。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金 名古屋大学分担研究]

⑥パワーデバイス劣化機構の解明に向けた格子欠陥のオペランド観察技術の開発（2023-2026）

カーボンニュートラル実現の鍵となるワイドギャップ化合物半導体パワーデバイスの劣化機構の徹底的解明に向けて、実際動作時に近い高電圧・大電流・高温の条件でデバイスを動作させながら、半導体結晶に含まれる格子欠陥の挙動をサブ μm の高空間分解能かつリアルタイムで可視化する手法「パワーデバイス格子欠陥のオペランド観察法」の開発に取り組んだ。観察の結果に基づき、劣化を引き起こすキラ一欠陥の種類と構造を調べた。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金 三重大学分担研究]

⑦生体模倣技術を応用したイットリア部分安定化ジルコニアの構造改質による生体機能化（2023-2025）

電子ビーム PVD 法により、現用材の同等の生体親和性を維持しつつも、現用材よりも抗菌性に優れる表面形状制御イットリア安定化ジルコニア膜の創成に成功した。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金 東北大学分担研究]

⑧ワイドバンドギャップ半導体結晶の加工変質層厚の非破壊評価法の開発（2023-2025）

従来の加工変質層厚を加工後に評価する方法は破壊試験であるため、加工条件が変わると加工変質層厚がわからなくなるという課題があった。本研究では荷重・圧子・スweep速度などを制御したモデル条件下で発生する転位の三次元サイズと加工で生じる表面形状の変化（圧痕・スクラッチ）の相関を調べ、非破壊で加工変質層厚を推定するための科学的根拠の確立に取り組んだ。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑨実動作中のワイドギャップ半導体パワーデバイスにおける転位の動的な挙動の観察 (2023-2026)

カーボンニュートラル実現の鍵となるワイドギャップ化合物半導体 (SiC、GaN、 β 型 Ga_2O_3 等) のパワーデバイスを研究対象とし、転位によるデバイス劣化機構の解明のために、実動作時に近い高電圧・大電流・高温の条件でデバイスを動作させながら観察する「転位の動的な挙動の 5D 観察法」の確立を目指した。放射光 X 線トポグラフィーをベースとし、高分解能転位結像技術、高速撮影技術、撮影中の電圧電流印加技術、の 3 つのコア技術の確立に取り組んだ。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金 三重大学分担研究]

⑩遷移金属の層状複水酸化物を正極とした新しい電気化学デバイスの材料設計と創製 (2022-2024)

難焼結性物質である層状複水酸化物 (LDH) 緻密体の作製方法の開発と、層間物質移動に関する調査を行った。粉末試料では親和性が低いとされている陰イオンが、LDH 緻密体では高い層間物質移動を示すとともに、他の陰イオンの物質移動を促進することがわかった。この結果は陰イオンを移動種とする電気化学デバイスの創製につながると期待される。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑪リング状光格子アレイを利用した光トラップに基づく浮遊型動的メタマテリアルの光形成 (2022-2024)

強度分布の時空間変形が可能なビームを用いた光ピンセット技術に立脚し、光学的にトラップされた微粒子アレイから成る動的なメタマテリアルを光形成することを目指して、液中での微粒子の光ピンセットによる制御条件を検討した。光ピンセットに用いるビームの波面を調整することにより、微粒子に対する光ピンセットが可能な条件を見出した。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金 長岡技術科学大学分担研究]

⑫単層ゲルマネンの水素化による安定なハンドリング用中間体の開発 (2023~2025)

14 族二次元物質であるゲルマネンのデバイス化を目指して、プロセス中の酸化耐性を持つ中間体の開発を目的としている。酸化サイトの解析には、ゲルマネンそのものの構造の理解が必要となるため、走査トンネル顕微鏡によるゲルマネンの構造解析を行った。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金

日本原子力研究開発機構分担研究]

⑬価電子帯上端が反結合性軌道からなる三元系銅ハライドの探索：欠陥耐性半導体として (2023~2025)

価電子帯上端が反結合性軌道となり、欠陥耐性半導体としての性質を示すことが期待される三元系複合銅ヨウ化物に関する結晶構造および電子状態の調査を行った。既知のプロトタイプ結晶構造に関する網羅的第一原理計算により、複合銅ヨウ化物は複合酸化物には見られない特徴的な配位構造を持つ可能性が示唆された。また、実際に

合成された複合ヨウ化物の電子状態を明らかにするために、電子状態や点欠陥の形成に関する第一原理計算を実施した。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金 中部大学分担研究]

⑭遷移金属イオンの混合による相乗的電荷移動促進作用を利用した酸素発生触媒の創成 (2023~2025)

複数の遷移金属イオンの混合による相乗的電荷移動促進作用を利用した新奇酸素発生触媒材料の物質探索を実施した。添加した数 mol%の遷移金属元素の種類によって触媒活性が劇的に変化する系を発見し、これらの物質を対象に X 線吸収微細構造による構成元素の状態分析を行い、触媒活性発現メカニズムに関して解析を進めた。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金 東京大学分担研究]

⑮有効配位数変調による半導体バンド構造の新しい制御軸構築 (2023~2026)

構成元素の有効配位数が可変な結晶構造に着目し、有効配位数変調によるバンド構造制御を試みた。対象となるモデル物質として硫化スズおよび同形の物質を選定し、外場印加および異種元素添加による有効配位数とバンド構造変化に関する第一原理計算を実施した。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金 産業技術総合研究所分担研究]

⑯天然鉍物顔料「岩絵具」の資源対策研究：Phase1 群青・緑青に求められる特性の考察 (2023~2025)

資源枯渇および価格高騰が懸念されている群青及び緑青を対象に、天然鉍物顔料の分析およびそれらの性質を持つ代替物質の開発に取り組んだ。天然鉍物顔料の性質を模倣して試作した人工岩絵具を実際の作品制作に提供し、使用感などの官能評価も含めて岩絵具として求められる特性を検討した。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金 女子美術大学分担研究]

⑰層状粘土鉍物と銅を使った抗かび機能に優れた光触媒コーティングの作製 (2023~2025)

上記課題に資するような層状粘土鉍物の基礎設計を行えた。従来ではイオン交換により抗かび機能に優れたイオンを導入したが、共有結合により抗カビ機能に優れた官能基を粘土鉍物表面に固定化することができた。また、代表は長鎖アルキルアンモニウムイオンを粘土鉍物に吸着しているが、全てのアルキル鎖長が等しいアルキルアンモニウムイオンを吸着させた試料も作製できたため、次年度の抗菌試験において比較に価値のある試料の作製に成功したといえる。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金 東京都立産業技術研究センター 分担研究]

⑱高温高比強度を有する TiC 強化型 β -Ti 合金の設計 (2022-)

TiC を強化相とする β -Ti 合金の機械的性質に及ぼす TiC の効果を調べた。TiC と β -Ti 相の二相が平衡する合金の 3 点曲げ試験から、TiC の体積率の増加に伴い、合

金の強度だけでなく、破壊靱性値も上昇することがわかった。すなわち、 β -Ti 合金中の TiC は多量添加しても合金の靱性を大きく下げないことを見出した。

[軽金属奨学会]

⑱多糖ネットワーク造孔剤を用いた連通多孔質セラミックス作製プロセスの開発 (2023-2024)

ネットワーク構造を有する多糖類を造孔剤として用いると、細孔が連続した連通多孔質セラミックスが作製できる。本研究ではこの手法を応用して、汎用性の高いアルミナの連通多孔質体を作製した。また、独自の微構造観察手法によって、このような特徴的な多孔質構造を三次元観察できることを明らかにした。

[大倉和親記念財団]

⑳Fe ドープ SrAl_2O_4 を用いた炉内の酸化・還元・還元雰囲気指標の開発 (2023-)

SrAl_2O_4 およびその他の種々の母材において、Fe を 1~10 mol% 内割でドープした。その結果 3~5 mol% が最適であることが明らかとなった。また、Spring-8 の XAFS において、XANES の pre-edge ピークの立ち上がり、また EXAFS 振動領域の挙動から、加熱時 Fe の変化を追うことが可能な展開が示された。

[大倉和親記念財団]

1-4) 科研費等研究【新規】 (5テーマ)

①原子分解能計測に基づく光触媒による水分解反応過程の解明 (2024-2027)

光触媒による水分解反応の原子レベルの理解を目指して、光触媒反応の原子スケール観測を行うための実験系の構築と光触媒表面への水分子の吸着サイトの解析を行った。実用化されている光触媒であるアナターゼ型 TiO_2 の最安定面である (101) 面における水分子の吸着と原子レベルの表面構造の関係性の解析を行った。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

②ジェットエンジン材料の為に Mo/TiC モディファイド高温高比強度 β -Ti 合金開発 (2024-2027)

本合金中の TiC は非化学量論性を有しており、その物性は化学量論組成の TiC と大きく異なる。この非化学量論性を持つ TiC の機械的性質をマイクロピラー圧縮試験で調べた。その結果、非化学量論性を持つ TiC は高い塑性変形能を有しており、化学量論性の TiC よりも十分高い塑性変形能を有していた。さらに、非化学量論性を持つ TiC の転位は化学量論組成の TiC とは異なるすべり系でも活動していることを見出した。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

③体外診断薬用の高感度磁性微粒子の創製 (2024-2025)

シリカ溶液中にナノサイズのマグネタイト粒子を分散させた原料溶液を用い、噴霧熱分解法により $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ 複合微粒子を合成した。この微粒子は、 SiO_2 マトリックス中に約 10 nm の $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ が分散した約 60 nm の一次粒子からなり、この一次粒子が凝集して約 1 μm の二次粒子を形成していた。これらの微粒子は超常磁性を示し、

市販品よりも高い磁気応答性を示した。また、これらの微粒子のゼータ電位は-30～-25 mV で表面は負に帯電しており、アルブミンなどの酸性タンパク質よりもシトクロムCなどの塩基性タンパク質を吸着する傾向が強かった。 [フジクラ財団]

④磁場と超音波を活用した粒子衝突常温成膜によるセラミックス膜の結晶配向制御 (2024-)

粒子衝突成膜時に粒子噴射ノズルへ印加する超音波の周波数について検討を行った。超音波発振器の整合回路の調整による周波数制御、並びに超音波振動体の改造による周波数制御可能範囲について検討を実施した。 [大倉和親記念財団]

⑤固相反応法を対象とした小規模データ駆動型研究の実証：多種主要元素化合物光触媒の化学組成最適化 (2024-)

粉体を取り扱う実験を自動化するためには高額な設備が必要であり、データ駆動型研究の導入の障害となっている。この問題を解決するために、固相反応法を対象として小規模な研究環境でも実施可能な手法の構築と、使用する機械学習ツールの開発に取り組んだ。また、実証実験の候補物質として6種類の陽イオンを含む光触媒材料を選定し、データ駆動型探索を開始した。 [大倉和親記念財団]

2) ナノ構造研究所

2-1) 受託研究【継続】 (16テーマ)

①成長型中小企業等研究開発支援事業/低環境負荷・高精度加工を実現する加工液に水のみを使用したマシニングセンタの開発 (2022-2024)

機械加工に使用される切削油など加工液は、作業環境の悪化や焼却廃棄の際にCO₂の排出をもたらすため、電気防錆加工法システムと水循環再生システムを取り入れることで加工液に水のみを使用したマシニングセンタを開発し、その一環として、電子顕微鏡及びX線回折装置による加工物の分析を実施した。

[中部経済産業局]

②燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業／共通課題解決型基盤技術開発／プラットフォーム材料の解析及び解析技術の高度化の技術開発 (2020-2024)

Pt₃Co 合金ナノ粒子の最表面に存在するCoを含まないPtスキン層をピコメートルオーダーの高精度で原子位置計測し、Ptスキン層の配位環境が、純Ptナノ粒子の表面とは異なることを明らかにした。また、第一原理計算を用いてPt₃Co(111)表面スラブモデルの電子構造解析を行い、触媒活性と関係するPtのdバンド中心の変化がPtスキン層における異方的なPt-Pt結合状態に起因することを明らかにした。 [新エネルギー・産業技術総合開発機構]

③燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業／超高効率プロトン伝導セラミック燃料電池デバイスの研究開発 (2020-2024)

プロジェクトの最終年度には、高性能プロトン伝導セラミック燃料電池の空気電

極材料候補として、より広範囲のペロブスカイト遷移金属酸化物 $LnMO_3$ ($Ln =$ 希土類、 $M =$ 遷移金属) をシミュレーションした。これらのペロブスカイトと固溶体 $Ln(M'_{0.5}M''_{0.5})O_3$ におけるプロトン溶解度を計算した。また、A サイトドーパントとプロトンの相互作用の影響の調査を継続し、いくつかの有望な材料におけるプロトン移動の活性化エネルギーを推定した。

[新エネルギー・産業技術総合開発機構]

- ④ムーンショット型研究開発事業／地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現／窒素資源循環社会を実現するための希薄反応性窒素の回収・除去技術開発 (2020-2025)

ゼオライトおよびその前駆体ゲルの組成分析 (Si/Al 原子比) をシングルナノメートルの空間分解能で定量分析し、その組成分布結果をマッピング表示する手法のさらなる高度化のためにベイズ統計法を活用したデータ解析手法を開発した。また、NO_x 浄化触媒として低温活性に優れた特性を示した Mn 系触媒や耐久性に優れたゼオライト触媒について、電子顕微鏡法を手段とした解析を継続し開発を支援・加速した。

[新エネルギー・産業技術総合開発機構]

- ⑤電気自動車用革新型蓄電池開発／フッ化物電池の研究開発、亜鉛負極電池の研究開発 (2021~2025)

走査透過型電子顕微鏡 (STEM) 法と電子エネルギー損失分光 (EELS) 法を組み合わせたフッ化物電池材料の大気非曝露による試料作製技術と電子状態計測技術を用いて、プロジェクト内の各研究拠点で開発された電極活物質および固体電解質を対象として STEM EELS 法を主とした電子顕微鏡解析技術を用いた構造解析を実施した。また、正極活物質フッ化反応における組織変化に関して透過電子顕微鏡結晶方位解析システムによる解析を行った。第一原理計算を用いて固体電解質におけるフッ素イオン伝導機構の解析を行った。

大気圧走査電子顕微鏡 (A-SEM) をベースとする電気化学反応観察 (EC-SEM) システムを用いて硫酸銅および硫酸亜鉛水溶液からの亜鉛電析のその場観察を実施し、電流量の変化、電解液濃度の変化により析出形態が変わることを確認した。また亜鉛負極電池の Mn 正極における電析酸化物における価数分析を STEM EELS を用いて実施した。

[新エネルギー・産業技術総合開発機構]

- ⑥次世代全固体蓄電池材料の評価・基盤技術開発／次世代全固体 LIB 基盤技術開発 (2023-2027)

全固体蓄電池の性能向上に向け、固固界面でのイオンと電子の伝導メカニズムを解明し、伝導ボトルネック箇所での改良技術の提案を行う。本年度は、ナノビーム電子回折と電子エネルギー損失分光法を用いた正極/固体電解質界面における抵抗層の解析手法の開発とその評価を行った。電子線ダメージを軽減した状態での界面解析を実現した。

[新エネルギー・産業技術総合開発機構委託]

- ⑦科学技術試験研究委託事業/ナノ材料の界面・構造制御プロセスサイエンス (2019

～2025)

本プロジェクトの標準物質であるカルボン酸修飾 CeO_2 ナノ粒子 (5～7nm ϕ) を TEM 法で撮影した画像から、その粒子径分布計測する方法に教師画像を必要しない自動 AI 法を用いることで更なる測定法の合理化を進めた。また、粒子径分布を測定するための三通りの方法 (「人間の手作業」、「教師あり AI 法」、「自動 AI」) について、測定精度の比較検討を開始した。その他、上記ナノ粒子を有機溶剤中に単分散した試料の経時劣化 (沈殿発生) 機構について解析をすすめ、有機溶剤中にわずかに溶存する水分による加水分解反応が関係していることを示唆する結果を得た。今後、劣化機構 (沈殿形成機構) の解析を進める。また、ナノ粒子用セラミックろ過フィルターの断面観察を継続し、フィルターの細孔閉塞構造を解析するためのデータの蓄積を継続した。これら結果の一部は、化学工学便覧に掲載する。併せて、本プロジェクトでは、新たにナノプロセス便覧の出版を計画しており、そこに本研究成果を反映させる予定である。 [文部科学省－東北大学]

⑧科学技術試験研究委託事業/顕微イメージングソリューションプラットフォーム (2021～2025)

企業からの依頼に基づき、複合材料や半導体デバイスなどの電子線ホログラフィーによる内部電位計測およびエネルギー分散型 X 線分光法による元素組成分析等を行った。 [文部科学省－北海道大学]

⑨科学技術試験研究委託事業/智慧とデータが拓くエレクトロニクス新材料開発拠点 (2022～2030)

材料創製グループなどが合成した試料について、電子顕微鏡を用いて組成分布や電子状態の観察、原子分解能での局所構造解析など、研究代表機関や他の連携研究機関では実施できない測定を実施した。測定結果は、試料提供元及び理論計算グループなどへフィードバックしていくことで、材料開発へ貢献した。さらに、短時間で効率良く高い信頼性で原子分解能にて観察・評価するため、短時間撮影した電子顕微鏡像を対象に各種画像解析技術を組み合わせ、原子の微小変位等の測定精度向上を目指した。

材料創製グループが選定したそれぞれの材料系について、誘電体・圧電体材料特性に大きな影響を与えるソフトモードに着目して、構成元素を変えて安定構造、生成エネルギー、電子構造、ポテンシャル表面等の計算を行い、候補物質の探索スクリーニングのためのデータ創出を実施した。また、そのための材料探索計算手法についても並行して開発を行った。開発を進めた材料探索計算手法は、強誘電体材料の設計に有用であることが示唆された。 [文部科学省－東京科学大学]

⑩未来社会創造事業/エネルギー損失の革新的な低減化につながる高温超電導線材接合技術/高温超電導線材接合技術の超高磁場 NMR と鉄道き電線への社会実装/REBCO 系超電導線材接合部および接合部周辺の微細組織解析 (2017～2026)

イットリウム系超電導線材を用いた超電導接合および低抵抗接合した部位について、それぞれ、SEM、後方散乱電子回折 (EBSD)、透過菊池回折 (TKD) および TEM/STEM

観察から、微細構造を明らかにした。また、超電導コイル試作後に解体し、特性劣化した超電導線材の劣化部位を詳細に SEM 観察し、超電導層にマイクロクラックが形成されていることを明らかにした。 [科学技術振興機構委託]

⑪戦略的創造研究推進事業／チーム型研究 (CREST) ／革新的力学機能材料の創出に向けたナノスケール動的挙動と力学特性機構の解明/原子分解能観察によるソフト/ハード界面の接着・破壊機構の解明/原子分解能(S)TEM による異種界面の微細構造・化学状態観察 (2019～2024)

接着の物理的・化学的メカニズムの解明を目的に、高分子 (エポキシ) /無機界面の原子スケール解析を進めている。接着界面モデルとなる各種無機結晶上でのエポキシ接着サンプルを作製し、界面構造の解析を行った。特に航空機の軽量化で重要なアルミ基材の接着に注目し、アルミおよびアルミナ単結晶基板を用いたモデル系によりエポキシの接着界面構造解析を行なった。 [科学技術振興機構委託]

⑫戦略的創造研究推進事業／個人型研究 (さきがけ) ／計測・解析プロセス革新のための基盤の構築／蓄電池充放電反応の原子分解能その場観察 (2023～2026)

タングステンプローブ先端の加工等によって前年度までの手法を改良し、正極材料単結晶試料から電子顕微鏡内で Li 脱離反応を起こす方法について実験的に検討した。また、同様の反応に対して原子分解能観察を達成するための条件について、観察条件を変えながら実験的に検討した。 [科学技術振興機構委託]

⑬革新的 GX 技術創出事業 (基金) ／GteX／蓄電池領域／高安全・長寿命な酸化物型固体電池の開発／透過型電子顕微鏡を用いた固体電池の反応・劣化解析 (2023～2027)

本プロジェクトは、酸化物系全固体電池の実用化を意識した基礎研究に関するものであり、JFCC は電子顕微鏡を用いた電気化学反応や劣化解析を行う。また、FIB を用いた 3D 解析も行う。2024 年度は、積層型酸化物全固体電池の劣化要因を STEM-EELS やラマン分光などを用いて解析した。また、LiTiO や TiNbO などの活物質に Li がどのように脱挿入するかを operando STEM-EELS を用いて可視化した。Operando ホログラフィーを用いて、電位分布のその場観察にも成功した。

[科学技術振興機構委託]

⑭安全保障技術研究推進制度委託事業／A I 的画像解析によるオペランド電子顕微鏡計測技術に関する研究 (2020～2024)

先端材料の超高速電子顕微鏡オペランド観察 (材料やデバイスを実際に使われている状態に近い環境で高速観察) を行うための情報科学原子分解能透過電子顕微鏡を用いて、触媒や蓄電池の観察・解析を行った。触媒粒子表面の原子運動や電池内部のリチウムイオン及び遷移元素の価数変化などを動的観察することに成功した。今後も電池、半導体、触媒、生体試料などの応用解析を行い、すぐれた材料やデバイスを開発することに役立てていくことを目指す。 [防衛装備庁]

⑩安全保障技術研究推進制度委託事業／高速放電技術のための新規コンデンサ材料の探索（2023～2027）

本研究では、マテリアルズ・インフォマティクスにより導出される準安定を含む候補材料を非平衡薄膜プロセスにより自動合成・評価し、高速放電技術において重要となるコンデンサ材料について、発見以来80年を超えた現在まで未開発であるチタン酸バリウムを凌駕する巨大誘電率材料の探索に挑戦し汎用的で波及効果の大きいマテリアルズ・インフォマティクスのプロセスを明確に提示することを目指して研究している。今年度は、ペロブスカイト型構造の既知物質についてスクリーニングを実施したところ、 BaTiO_3 類似の巨大誘電率材料 KNbO_3 以外には候補材料が見つからなかった。そのため一部未知物質を加えてスクリーニングを実施して RbNbO_3 など6種類の候補材料を導出した。提案物質の実験的検証を開始し、候補材料の一つであるペロブスカイト型 RbNbO_3 の合成に成功し、室温にて800～1000程度の高い比誘電率を確認した。 [防衛装備庁]

⑪RE系超電導線材の磁場中高特性化技術開発における微細構造解析に関する研究（2016～2024）

有機酸塩塗布熱分解法による BaZrO_3 ナノ粒子を導入した $(\text{Y, Gd})\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 超電導線材の磁場中特性向上を目的として、熱処理条件が異なる複数のサンプルを産総研から提供いただき、透過型電子顕微鏡観察と、エネルギー分散 X 線分光法によりその微細組織を明らかにした。これらの観察から、磁場中において高い臨界電流特性を有する超電導線材作製の設計指針が得られた。 [産業技術総合研究所委託]

2-2) 受託研究【新規】（0テーマ）

2-3) 科研費等研究【継続】（19テーマ）

①2つの可干渉光源と高度情報科学を用いた透過型電子顕微鏡ダメージレス観察法の開発（2020～2024）

本研究で目標とする新しいダメージレス観察方法の原理を数学的に定式化し、解決しなければならない課題の本質を明らかにした。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

②計算科学による超セラミックスの設計と物性機能解明（2022-2026）

分子ユニットを持つ YPO_4 においてアクセプター添加によるプロトン伝導性発現に関する点欠陥形成挙動やプロトン拡散機構について第一原理計算を用いて定量的に解析した。 $\text{Zn}(\text{NCN})$ 、 $\text{Zn}(\text{SCN})_2$ 、 $(\text{NH}_4)_3\text{SnF}_7$ 、 $(\text{NH}_4)_3\text{Mn}_2\text{Cl}_7$ などの分子ユニットを含む超セラミックス化合物の機械学習ポテンシャル分子動力学計算や第一原理分子動力学計算を実施し、異方的な格子熱膨張挙動や分子ユニットの特異な振動現象を明らかにした。 [日本学術振興会科研費 科学研究費補助金]

③超セラミックス：分子が拓く無機材料のフロンティア（2022-2026）

科研費学術変革領域(A)「超セラミックス」総括班として領域会議の主催と若手

スクールの運営を行った。また、北陸先端大の協力のもとで、計算スクールを開催し、実験系の若手研究者に計算技術の指導を行った。

[日本学術振興会 科学研究費補助金 東京科学大学分担研究]

④Unravelling the structural rules of antiperovskites and their derivatives (2022-2024)

分子ユニットを持つ逆ペロブスカイト化合物群の構造安定性について、第一原理計算で得られる電子密度分布から各イオンのBader体積を決定し、分子ユニットの体積を算出することでトレランスファクターを検討した。また、逆ペロブスカイト化合物の物性データベース（バンドギャップ、誘電率等）の構築を行った。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金 京都大学分担研究]

⑤水素イオンセラミックス (2022-2026)

プロトンやヒドリドを含むセラミックス材料の構造解析を実施した。また、導入したIn-situ加熱ホルダーを用いたFIBによる試料作製技術の構築を行い、透過電子顕微鏡法を用いて加熱時の構造変化を観察した。得られた解析結果を各合成グループと共有し、新たな材料開発へとつながる成果が創出されつつある。本研究をさらに進めることで、「水素イオンセラミックス」という新分野の確立が期待される。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金 京都大学分担研究]

⑥超高感度原子結像法による電子線敏感材料の局所構造解析 (2022-2026)

走査透過電子顕微鏡 (STEM) を活用した超高感度結像法である最適明視野 (OBF) STEM法を用いた原子構造解析に取り組んできた。今年度は、動力学的散乱モデルとOBF STEM法を組み合わせた新手法の開発を継続して進め、シミュレーションおよび実験データにおける試料ポテンシャルの定量解析を試みた。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金]

⑦第一原理欠陥濃度計算によるPCFC空気極材料の探索 (2022-2024)

PCFC 空気極候補材料に対し、第一原理計算および熱平衡濃度欠陥解析を用いてプロトン・電子濃度の定量評価を進めた。LaCoO₃に各種ドーパントを添加した際の欠陥形成エネルギーを算出した。さらに、磁性収束条件の検討も進め、安定構造の再現に成功した。これらの成果により、空気極材料設計指針の構築に向けた基礎的知見を得た。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑧hcp 金属における粒界原子構造と溶質拡散挙動の第一原理計算 (2022-2024)

hcp 構造を持つMgについて、格子間溶質原子の移動エネルギーを第一原理計算により計算した。軽元素の安定サイトは元素種によって大きく異なり、それに伴い拡散経路も元素種に大きく依存することがわかった。移動エネルギーは同じくhcp構造を持つTiよりも小さく、Mg中では軽元素が比較的拡散しやすいことが示唆された。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑩電子顕微鏡による全固体電池固固界面イオンダイナミクス計測 (2023-2025)

電子顕微鏡を用いて、Li イオン二次電池材料における原子分解能レベルでの Li イオン移動に伴う構造変化を観察することに成功した。今後、本手法をさらに発展させ、実空間での Li イオン移動の計測を通じて、電池を構成する各界面の設計指針を獲得し、Li イオン二次電池の性能向上に向けた研究を進めていく。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金]

⑪高速オペランド電子線ホログラフィーの開発と電荷挙動解析への応用 (2023-2025)

静電偏向サブフレーミング装置を用いた高速 TEM 観察・実験条件の最適化と機械学習に基づく画像解析を実施した。その結果、高時間分解能・高精度の構造解析が可能な条件を明らかにした。今後、本システムを電子線ホログラフィーに応用し、電荷挙動解析を実施する。 [日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑫誘電特性における界面効果の原子スケールメカニズム解明 (2023-2026)

誘電特性における界面効果の原子スケールメカニズム解明を目的として第一原理計算を主体とする検討を実施。熊本大学佐藤教授による原子レベル電子顕微鏡観察と連携を行い研究推進している。誘電体の第一原理計算としてベリ一位相計算、密度汎関数摂動理論に基づく計算を実施している。

[日本学術振興会 学術研究助成基金助成金 熊本大学分担研究]

⑬第一原理計算による強誘電性ペロブスカイト型窒化物の探索 (2023-2027)

第一原理計算を用いて、いくつかのペロブスカイト構造ランタニドタングステン窒化物の相安定性、点欠陥構造、電子構造を研究し、いくつかの候補となる強誘電体材料を特定しました。 [日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑭原子分解能電子顕微鏡による蓄電池電極材料の酸化還元反応その場観察技術の開発 (2023-2025)

電子顕微鏡内で正極材料単結晶試料からの Li 脱離反応を起こし、電子エネルギー損失分光法により確認した。また、同様の反応に対する原子分解能観察に向け、適切な結像条件について像シミュレーションを用いて検討した。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑮最適明視野電子顕微鏡法によるゼオライト材料特性発現機構の原子論的研究 (2023-2025)

ゼオライトは幅広い応用性を持つポーラス材料でありながら、電子線照射耐性が低いため電子顕微鏡による超高分解能での局所構造解析は困難だった。今年度は、異なるカチオンを吸着したゼオライト試料における走査透過電子顕微鏡 (STEM) 像とそれに対応した STEM 像シミュレーション結果の定量比較を通じて、より精密な構造解析を試みた。 [日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑯新規超低電子線量 STEM 法の開発と還元型酸化グラフェン水浄化膜への応用

(2023-2026)

還元型酸化グラフェンの試料作製条件の検討を行った。またモデルサンプルとしてグラフェン試料を用いた低電子線量STEM観察について、撮像条件（電流量、照射時間、解像度、積算枚数等）に関する検討を行った。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑩全固体Li電池の低ドーズオペランド透過電子顕微鏡法の開発 (2023-2025)

走査透過電子顕微鏡法と電子エネルギー損失分光法を用いて、負極材料へのLiの挿入脱離実験を行った。充放電にともなうLi濃度の増減を可視化し、充放電メカニズムを解析した。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑪パワーデバイス劣化機構の解明に向けた格子欠陥のオペランド観察技術の開発 (2023-2026)

X線トポグラフィーを用いて β -Ga₂O₃ショットキーバリアダイオードのオペランド観察を行った後、デバイス動作中に形成された転位についてTEM明視野・暗視野法による構造解析を実施した。デバイス動作時には内在する転位の進展や新たな転位ループが形成されることを明らかにした。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金 三重大学分担研究]

⑫蓄電池電極材料内部における局所構造変化の動的挙動解析技術の開発 (2023-2025)

走査透過電子顕微鏡により観察された、MoS₂へのLi挿入過程で形成するドメイン構造に対して、モデル構造の構築と像シミュレーションによる妥当性の検証を行った。また、逐次的なドメイン構造変化の起源について、結晶学的な観点および内部応力変化の観点から検討した。

[日本板硝子材料工学助成会]

⑬強誘電体・高誘電率材料のための第一原理データベース構築と材料設計 (2023-)

中心対称性を持たない結晶構造候補について、第一原理計算により構造最適化および電子状態計算を行った。一部の結晶構造は中心対称性を持つ構造に構造最適化される可能性があるため最適化後の構造について再度空間群の判定を行い、バンドギャップを有し、中心対称性を持たない構造を選択して、強誘電特性評価のための候補構造とした。

[大倉和親記念財団]

2-4) 科研費等研究【新規】 (13テーマ)

①低ドーズオペランド電子線ホログラフィーによる有機EL発光/劣化メカニズムの可視化 (2024~2027)

本研究は、電子線ホログラフィーと機械学習を融合した低ドーズ計測により、有機ELの発光/劣化メカニズムを解明する基礎的研究である。2024年度は、 α -NPD/Alq₃有機半導体薄膜のp-n接合の電位分布が、劣化前後でどのように変化するかを可視化した。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金]

②熱平衡点欠陥濃度の理論評価手法の開発 (2024~2026)

電池材料の点欠陥濃度解析手法を検討し、電極電位に対する点欠陥濃度の変化を評価した。また、プログラムの改良を行い、点欠陥解析に電位の効果を取り込んだフレームワークを構築した。またセミナーを実施し、関連技術の普及に努めた。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

③MOD 超電導薄膜の結晶成長のその場電子顕微鏡観察 (2024~2026)

トリフルオロ酢酸塩 (TFA) を用いた塗布熱分解 (MOD) 法により $Y_{0.77}Gd_{0.23}Ba_2Cu_3O_y$ (YGdBCO) 超電導薄膜形成のための本焼工程中の中間熱処理を行った試料を作製した。この試料を電子顕微鏡内で結晶成長温度である 750℃まで加熱して観察を行うための条件検討を行った。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

④電子ビームで創製するマイクロ電池 (2024~2027)

電子線誘起蒸着法は、基板の上にガスノズルから供給される原料を電子線のエネルギーによって分解し、堆積させる手法である。本手法を用い、電池材料を基板の上に直接描画することで、任意の場所に作製可能なマイクロ電池の実現を目指し、各材料の堆積を行った。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑤電位形成過程の直接観察による電気化学発光セルの駆動原理の解明と設計指針の確立 (2024~2025)

電気化学発光セルの試料作製に向けて、適切な電極および発光材料の種類について調査を進めた。特に、電極の導電性や安定性がセルの発光特性に与える影響を考慮し、候補となる材料を選定した。また、試料作製に必要な装置についても、適切なプロセスが実施できるかを検討した。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑥マルチオペランド計測による全固体電池における全体反応の可視化 (2024~2025)

透過電子顕微鏡法とラマン分光法を用いて酸化物系全固体電池の反応解析に向けた実験条件の検討を行った。走査透過電子顕微鏡により、劣化電池における電極材料の構造や電子状態が変化していることを明らかにした。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑦低温ナノ接合界面における光電子機能創成と革新的ヘテロ集積デバイス技術基盤への展開 (2024~2027)

アルミナ接合界面の原子構造モデルを構築し、電子顕微鏡像との比較により、その妥当性を検証した。電子状態密度解析と電子エネルギー損失分光シミュレーションを行い、実験結果との比較を通じて接合界面の電子状態に関する考察を行った。また、界面をへき開して得られた表面モデルを用いて、接着エネルギーの評価を行った。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金 九州大学分担研究]

⑧結晶構造設計による全イオン多元素化耐熱ハイエントロピーセラミックスの実現 (2024~2026)

複数の希土類を混合したセラミックスにおいて、結晶構造安定性が希土類の組合せ（平均イオン半径）により変化することを明らかにした。構造解析により、各構造における配置エントロピーの違いが相安定性変化の要因であることを見出した。また、機械学習を用いて結晶相のマップを再現・予測するスキームを構築した。希土類の組合せによる放射特性の変化についても理論的な検討を進めた。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金 東京理科大学分担研究]

⑨オペランド透過電子顕微鏡法を用いた Li イオン電池の解析 (2024-2025)

電子顕微鏡を用いて Li イオン二次電池材料を高速にその場観察するために必要な試料ホルダーの形状とその充放電条件を検討した。また、電子線照射条件についても検討を行い、課題の抽出を行った。今後、高速なその場観察によって Li イオン電池の特性を妨げる要因について解析を行う予定である。

[風戸研究奨励会]

⑩キャリア濃度計算を用いたイオン伝導性セラミックスの伝導機構の研究 (2024)

同価数イオン混合によりイオン伝導度が向上するセラミックスにおいて、第一原理計算に基づく点欠陥濃度解析、機械学習分子動力学計算、移動経路最適化計算を連携することで、拡散する欠陥種を特定し、活性化エネルギーの内訳を評価した。その結果、欠陥形成エネルギーがイオン伝導度向上に大きく影響することが明らかになった。同様の設計手法は他の系へも展開可能であると期待される。

[池谷科学技術振興財団]

⑪電子線誘起蒸着法を用いた固体電解質直接描画手法の確立 (2024)

電子線誘起蒸着法は、基板上にガスノズルから供給される原料を電子線のエネルギーによって分解し、堆積させる手法である。本手法を用いてイオン伝導性を持つ固体電解質の堆積を行うため、新たにガスインジェクションシステムを追加した。そして、本手法による局所領域への固体電解質の堆積を実施し、イオン伝導特性の評価を行っていく予定である。

[村田学術振興・教育財団]

⑫強誘電体材料開発のための第一原理データベース構築と組成・結晶構造の開拓 (2024)

非中心対称性構造について、中心対称構造候補の列挙を行い、分極反転エネルギー計算を行い分極反転機構を決定するプログラム開発を行った。その後、分極反転エネルギー、バンドギャップ、誘電率、自発分極値などを算出し、データベース化を進めた。

[村田学術振興・教育財団]

⑬第一原理計算と機械学習に基づく強誘電体材料開発の革新 (2024-2025)

中心対称性を持たない結晶構造候補について、第一原理計算により構造最適化および電子状態計算を行った。その後、結晶構造の対称性に基づき、中心対称構造候補の列挙を行い、分極反転エネルギー計算を実施し、分極反転機構を決定した。

[中部科学技術センター]

⑭Electron holography observation of potential distribution changes inside organic light-emitting diodes before and after voltage-induced degradation (2024)

オーストラリアで開催された国際学会である The 13th Asia Pacific Microscopy Congress 2025 (APMC13) にて、有機 EL 素子の劣化前後における素子内部の電位分布変化を電子線ホログラフィーで計測した結果について発表した。本成果は Applied Physics Letters 誌に掲載済みである。 [風戸研究奨励会]

(3) 材料の試験評価方法の開発

材料関連の研究開発事業の実施に伴い、パワーデバイス用ウェハ (SiC, GaN など) の結晶欠陥評価、電磁波によるプロセスセンシング、走査型電子顕微鏡による評価技術等の開発・向上に取り組んだ。

(4) 標準化事業の推進

日本ファインセラミックス協会 (J F C A)、日本産業標準調査会 (J I S C)、ファインセラミックス国際標準化推進協議会 (J F I S)、日本粉体工業技術協会 (A P P I E)、産業技術総合研究所 (A I S T)、日本セラミックス協会 (C S J)、大阪科学技術センター附属ニューマテリアルセンター (NMC) 等と連携して、標準化連絡協議会、標準化本委員会、I S O / T C 2 0 6 (ファインセラミックス) 関係委員会、I S O / T C 1 5 0 (外科用インプラント) 関係委員会、J I S ・ I S O 対応の熱伝導率等の関係委員会の委員として、J I S 制定・I S O 規格開発に貢献した。

(5) J F C C 研究成果発表会の開催・成果集の作成

第 3 5 回 J F C C 研究成果発表会を開催し、名古屋会場 2 3 3 名、東京会場 9 5 名の合計 3 2 8 名の参加者を得た。

- ・ 7 月 1 2 日 (金) 名古屋会場 (ウインクあいち)
 - 口頭発表 : 1 2 テーマ ポスターセッション : 4 9 テーマ
 - 特別講演 : 桐蔭横浜大学 医用工学部 特任教授 / 東京大学先端科学技術研究センター・フェロー 宮坂力 氏
「ペロブスカイト太陽電池の高効率化開発と生産技術の課題」
- ・ 7 月 1 9 日 (金) 東京会場 (日本科学未来館 7F 未来館ホール、他)
 - 口頭発表 : 1 2 テーマ ポスターセッション : 4 2 テーマ
 - 特別講演 : 大阪公立大学 学長 辰巳砂昌弘 氏
「ガラス系イオン伝導体を用いた全固体電池の開発」

また、研究成果を広く普及するために成果集を 2 0 0 0 部作成し、J F C C 研究成果発表会や研究技術普及啓発事業で配布した。

2. 研究技術普及啓発事業

(1) 定期刊行物の発行

「J F C Cニュース」No. 1 4 0号（2 0 2 4年4月号）、No. 1 4 1（2 0 2 4年8月号）、No. 1 4 2（2 0 2 5年1月号）を印刷発行し、関係先に配付するとともにホームページにも掲載した。

（2）講演会等の開催

①「第22回5セラミックス研究機関合同講演会」の開催

2024年10月22日（火）に、J F C C、東京科学大学、名古屋工業大学、物質・材料研究機構、産業技術総合研究所の「5セラミックス研究機関合同講演会」を物質・材料研究機構において開催した。

今回の合同講演会では「サステナブルな社会を支えるセラミックス」をテーマに10件の講演が行われ、J F C Cからは以下の2件の講演を行った。約40名の参加者があり、活発な質疑がなされた。

- ・耐熱性酸化物の多元素化による結晶構造と放射率の制御及び遮熱コーティングへの応用
- ・走査透過型電子顕微鏡法による蓄電池電極材料内部の局所構造変化の解析

② セミナーの開催

J F C C、名古屋市工業研究所、あいち産業科学技術総合センターの「3研究機関による合同発表会」を同3研究機関及び名古屋商工会議所の主催で11月15日に名古屋市工業研究所にて開催した。

また、研究の取り組みや成果をより深く普及するために「先端技術セミナー」を開催し、5月23日、8月22日、10月17日、12月6日に「グリーンイノベーションを推進する次世代マテリアル開発と解析技術」をキーワードとしてオンラインにて実施し、延べ850名の参加を得た。更に「第32回ナノ構造研究所 材料計算セミナー」を6月12日に「第33回ナノ構造研究所 材料計算セミナー」を10月22日に、「第34回ナノ構造研究所 材料計算セミナー」を10月23日に開催し、それぞれ13名、44名、8名の参加を得た。

3. 中小企業技術支援事業

（1）技術相談

J F C C内に技術相談窓口を常設し、ファインセラミックスに関する製造技術、評価技術、利用技術、製造企業の紹介等広範囲にわたる技術相談に対応した。本年度は、中部地区のみならず全国から32件の技術相談を受け、技術指導を行うことで中小企業の課題克服の支援を行った。

（2）人材育成

中小企業の技術向上に役立つ人材育成をサポートすることを目的とするが、本年度の受け入れはなかった。

（3）共同研究開発の推進

経済産業省中小企業支援補助事業「成長型中小企業等研究開発支援事業」（通称G o - t e c h）において、中小企業と連携して以下の2件の研究開発を実施した。

- ・産業設備の高音部からふく射する熱ロスを削減し、省エネに貢献する遮熱膜の連続成膜法開発
- ・低環境負荷・高精度加工を実現する加工液に水のみを使用したマシニングセンタの開発

(4) 「イノベーションハブ関連事業」への参加

中部地域8県の研究機関、産業支援機関が連携し、名古屋駅前のウイंकあいちに共同の活動拠点として設置した「中部イノベネット」に参加し、技術シーズ発表会や窓口担当コーディネータ会議を通じて、イノベーション創出に資する活動を実施した。

4. 国際交流事業

(1) 国際交流ネットワークの構築

① 清華大学とのセミナーの開催

2024年4月5日(金)に中国/清華大学(交流協定締結先)から4名の研究者をJFCCに招聘。2024 Joint Workshop(清華大学-JFCC)を開催し、情報交換を実施した。

② 武漢理工大学との交流

2024年9月2日(月)～5日(木)に武漢理工大学を訪問。学術協力協定を締結することになった。

③ 海外訪問者の受入れ

海外から19名の訪問があった。

(2) 研究員の招請及び派遣

① 海外派遣

学会出席等、延べ23人回の研究員の海外派遣を実施した。

② 海外研究員の受入

本年度も海外研究員の受入はなかった。

(3) 国際的な共同研究開発

本年度は、ドイツ/ウルム大学、ユーリッヒ研究所、フランクフルト大学、韓国/釜山カトリック大学とそれぞれで共同研究を実施した。

II. 収益事業

1. 民間受託・共同開発事業

顧客への訪問、技術交流会および学会、団体等見学会を通じたアピールの実施等、直接的な活動を通じて受託拡大を図った。なお、企業との技術交流会については、コロナ期に培ったノウハウを活用してオンラインとオフラインを併用する形で実施した。また、ホームページへのWeb見学サイトの拡充や先端技術セミナーを通じての研究

シーズ、先端設備等のPRを行った結果、大口の受託が予定通りの縮小もあったが、受託額は当初予算を超える328百万円となった。

(1) 受託・共同研究

本年度は、主に以下の分野を中心に、28社・36件の研究等を受託した。

- ① 高分解能透過電子顕微鏡による材料の微構造解析に関する研究
- ② 第一原理計算による材料開発に関する研究
- ③ 機能材料の微構造観察に関する研究
- ④ 焼結シミュレーションに関する研究
- ⑤ 分離膜の評価に関する研究
- ⑥ 新規焼結プロセスに関する研究
- ⑦ コーティング技術に関する研究
- ⑧ パワーデバイス用材料の評価に関する研究
- ⑨ 燃料電池用電解質に関する研究

(2) オープンラボ利用

「オープンラボ」制度については、JFCCを「企業の研究分室」として活用いただく観点から、企業側からの要望に柔軟に対応し、JFCCの最先端の設備活用、研究の進め方や実験結果の解析等に関する研究員サポートを行うとともに、技術研修、人材育成機能としての効果も持つよう、各種条件に関して相談を行い、利用しやすい形に深化させるべく努力を重ねていることを評価いただき、本年度は7件の利用があった。

2. 試験評価受託事業

「機械的特性評価」「熱的特性評価」「電磁気特性評価」「焼結体合成」「セラミックスの精密加工」「非破壊試験」「微構造解析」「試作」など、研究と一体となって開発し、設立以来蓄積した評価・試験技術を活用して、依頼内容に応じた「精度の高い信頼性のあるデータ」を提供し、産業界の研究開発に寄与した。

民間受託・共同開発事業と同じく、ホームページでの情報発信、メールマガジンでの技術紹介および研究成果発表会や技術交流会などで受託拡大活動を行った。電磁波関連や熱的特性評価関連、機械的特性評価等の持続的な好況もあり、試験評価受託事業の依頼は高い水準で好調を維持し、452百万円となった。

3. 施設・機器貸出事業

(1) 機器の利用提供

産業界の効率的な研究開発の推進に寄与すべく、JFCCが所有する原料調製、焼成、粉体特性測定、電気特性測定、微構造解析等の各種設備の効果的な利用提供を行った。特に電波吸収特性評価に関する利用率が高く、11百万円となった。

(2) 常設展示ホールの充実

セラミックス製品・部品・材料等の常設展示ホールにおいて、関連企業への出展の勧誘と既出展企業と協調しながら展示の見直しに努めた結果、1社が新規出展し2社が展示内容を更新した。

総合的なセラミックス関連技術、ホログラフィー電子顕微鏡の紹介により、会員企業様の事業 PR に役立つだけでなく、大型ディスプレイを設置しセラミックス産業・技術に関する知識の普及・啓発に大いに役立つように努めている。

4. 広告・宣伝事業

(1) ホームページ・メールマガジンの充実

ホームページに研究成果集、プレスリリース情報、技術紹介その他の情報を詳細かつタイムリーに掲載して情報発信の強化を図るとともに、利用者にわかりやすく、利用しやすいようにページの全面改定を行った。ホームページ内にweb見学欄を設け、仮想的に所内見学ができる環境を整え、コンテンツの追加を行った。また、メールマガジンは39報を発行し、トピックス、セミナーの開催案内および様々な情報を掲載することで積極的な広報活動を行った。

(2) マスメディアへのPR活動の促進

プレスリリース等の積極的な広報活動により、JFCC関連の記事5件が新聞掲載された。

(3) 展示会・イベント等への参加

5月8日～10日にインテックス大阪で開催された「第9回CERAMIC JAPAN[大阪]（高機能セラミックス展）」、および10月29日～31日に幕張メッセで開催された「第9回CERAMIC JAPAN（高機能セラミックス展）」に協賛団体として参加、出展し、JFCC事業・評価技術を中心に紹介を行った。

(4) 見学会及び技術交流会の開催

① 見学会の開催

ジェイテクトサーモシステムーJFCC共催「過熱水蒸気のセラミックス高速脱脂技術に関する講演会および装置見学会」（5月）、愛知県立愛知総合工科高等学校電子情報科2年生 校外学習（11月）、横浜国立大学大学院 環境情報研究院 多々見・飯島研究室（12月）、名古屋市立大高中学校1年生職場見学（1月）、光学薄膜研究会主催「見学会」（2月）等、技術交流会を除く延べ49件の見学会により、316名の見学者をJFCCに受け入れた。

② 技術交流会の開催

対面形式での技術交流会を4グループ11社と開催し、延べ59名の参加者を得た。2021年度から開催しているオンライン形式での技術交流会も3グループ50社と開催し、延べ1,079名の参加者を得た。

(5) 技術相談

JFCC内に技術相談窓口を常設し、中小企業から大企業、研究機関まで幅広くファインセラミックスに関する製造技術、評価技術、利用技術、製造企業の紹介等広範囲にわたる技術相談に対応した。本年度は、中部地区のみならず全国から13

4件の技術相談を受けた。J F C Cに来所いただいたの面談による相談対応の他、W e b会議を活用することで効率的に企業の課題解決を支援した。

5. 標準物質頒布事業

J F C Cの目的の一つであるファインセラミックスの統一的な試験、評価面への寄与のため生産管理の基準となる以下の3種類の標準物質を継続的に頒布した。

- ・リファサーモ（共通熱履歴センサー）
- ・マイクロ波帯における複素誘電率測定用標準物質
- ・熱拡散率測定用標準物質

標準物質は継続的な需要があるが、2023年度はセラミックス業界の稼働率低下に伴いリファサーモの受注量が減少した。2024年度は受注が回復し頒布金額は前年度比約122%の179百万円となった。

Ⅲ. 当期の事業収支及び直近5年間の正味財産増減の推移

本年度は第7次中長期経営計画の4年目の折り返し年度にあたり、確実な黒字収支の継続を計画した。今期の事業収入については、政府受託は関係機関と連携しながら、経済産業省、文部科学省のほか防衛装備庁等と広く受託拡大を図り、大幅な増収となった。民間受託事業は、コロナ禍の影響が徐々に薄まったことにより、顧客への訪問、技術交流会および見学会の実施等、直接的な受託拡大活動を再開し、大規模の研究から試験評価に受託が移っているなかで昨年度から81百万円減の328百万円となった。試験評価は、研究開発活動の回復と、上記民間受託からの移行、半導体、電子部品の好況により、463百万円となり、好況を維持した。この結果、総収入は2,857百万円、総支出は2,852百万円で収支差は5百万円の黒字となった。また、正味財産の期末残高は前年度から20百万円減少し、8,619百万円となった。

【当期の収支内訳】

(単位：百万円)

	予算	実績	増減
政府受託	1,700	1,825	+125
民間受託	315	328	+13
試験評価受託	440	463	+23
その他 (うち標準物質頒布)	201 (154)	241 (179)	+40 (+25)
収入合計	2,656	2,857	+201
人件費	815	792	△23
管理費	322	331	+9
設備費	51	87	+36
事業経費	1,447	1,642	+195
支出合計	2,635	2,852	+217
収支差	21	5	△16

【直近5年間の正味財産推移】

(単位：百万円)

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度
資産合計	9,062	9,684	10,156	10,469	11,157
負債合計	661	1,216	1,649	1,830	2,538
正味財産合計	8,401	8,468	8,507	8,639	8,619

IV. 事業報告の附属明細書

附属明細書に記載すべき事項は存在しないので作成しない。