

2023年度

事業報告書

自 2023年4月 1日
至 2024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。

2023年度は、中長期経営計画期間の3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38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2,207百万円と、予算に対して32百万円下回り、支出総額も2,152百万円と予算に対して55百万円下回った結果、収支差は予算より23百万円上回る、55百万円となった。

2023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8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「AI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」「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」等22テーマ、新規プロジェクトについて「高速放電技術のための新規コンデンサ材料の探索」等8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23テーマを実施し、新規に12テーマを獲得した。

政府等からの受託収入総額は1,154百万円（うち科研費等は191百万円）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34回JFCC研究成果発表会を2023年7月に名古屋で開催し、229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.137号～No.139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(東京工業大学、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、2023年10月30日にJFCC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(協賛:名古屋商工会議所)」は、2023年11月22日にあいち産業科学技術総合センターにおいて4年ぶりに会場で開催した。「ファインセラミックスシンポジウム2023」については、2022年度に引き続き中止とした。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11日、8月24日、10月19日、12月7日に実施し、延べ823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「戦略的基盤技術高度化支援事業」「成長型中小企業等研究開発支援事業」において、中小企業と連携して4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

2023年12月に高田専務理事はじめ4名が中国/清華大学(交流協定締結先)を訪問し、「2023 Joint Workshop on Advanced Ceramic Materials」に参加し、情報交換を行った。

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

コロナ禍を脱し、コロナ以前と同様の活動を本格的に再開した。顧客への訪問、技術交流会および見学会の実施等、直接的な活動を通じて受託拡大を図った。また、ホームページへのJFCC WEB見学サイトの新設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を行い、またWeb会議を活用しての打ち合わせの実施等を行った結果、大口の受託もあったことから受託額は昨年度から177百万円増加し、409百万円となった。

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。年度当初から電子部品関連を始めとするセラミックス産業の低迷が続き、産業界からのアウトソーシングも抑え気味のスタートであったが、年度後半になり試験評価受託事業も大幅に回復し423百万円となった。

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、17百万円となった。

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8回セラミックスジャパン(高機能セラミックス展)」及び「第8回関西セラミックスジャパン(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年度上期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。2023年度下期は回復傾向にあるものの、リファサーモの頒布金額は2023年度上期の受注減の影響により前年度比約73%の146百万円となった。なお、リファパウダーは在庫僅少となったため、2023年3月31日受注分をもって頒布中止とした。

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32百万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、歴代2位の収入となった。

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2,152百万円と予算より55百万円の減少となり、収支差は予算より23百万円改善して55百万円の黒字となった。

2023年度収支状況

(単位：百万円)

	予算	実績	増減
収入合計	2,239	2,207	△32
支出合計	2,207	2,152	△55
収支差	+32	+55	+23

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。2023年度の会員の異動は、5企業の入会、6企業の退会があり、当期末の会員数は前年度末に比べ1企業減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。2023年度は、2企業の退会があり、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	△1
特別賛助会員	57	△2
合計	190	△3

(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 (2024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
◇ 寺師茂樹	トヨタ自動車(株) Executive Fellow
◇ 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
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) 常務執行役員
杉浦慎也	(株)デンソー 執行幹部
杉村健一	(株)ノリタケカンパニーリミテド 研究開発センター長
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
西村信治	(株)日立製作所 研究開発グループ 基礎研究センター長
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
坂野公治	名古屋鉄道(株) 専務執行役員
矢野仁	愛知県陶磁器工業協同組合 副理事長
山岡充昌	名古屋市 経済局 参事
山口知宏	愛知県 経済産業局 技監
四柳端	(株)東芝 特別嘱託

(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 (株)東芝 技術企画部 エネルギー転換・新タイプ・エミッション領域技術責任者 東芝エネルギーシステムズ(株) エネルギーシステム技術開発センター センtralマネージャー
加 古 慈 七 瀧 努	トヨタ自動車(株) 先進技術開発カンパニー 材料技術領域 統括部長 日本ガイシ(株) 専務執行役員
鍋 田 和 宏	中部電力(株) 専務執行役員
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
渡 邊 直 哉	(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14回評議員会(2023年6月14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
東原 敏昭	十倉 雅和
大野 尚則	郷 泰彦
杉村 健一	永田 滉
丹羽 智明	武内 幸久
拝郷 丈夫	小野田 久彦
坂野 公治	安藤 直樹
山口 知宏	福田 嘉和 (2023年3月31日辞任)
-	川本 英司

2) 評議員の選任

第15回評議員会(2023年7月31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
江藤 浩太	川本 英司 (2023年6月14日退任)

② 評議員会議長〔会長〕の選任

第14回評議員会(2023年6月14日)において、次のとおり評議員会議長〔会長〕の交代について議決された。

新任者	前任者
東原 敏昭	十倉 雅和

③ 理事・監事

1) 理事・監事の選任

第14回評議員会(2023年6月14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
光岡 健	小島 多喜男
北岡 諭	-

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14回評議員会

2023年6月14日 Web会議併用

議決事項

第1号議案 2022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 評議員会議長(会長)・副議長(副会長)の選任について

第4号議案 理事・監事の選任について

第5号議案 顧問の委嘱について

第6号議案 理事の報酬総額について

報告事項(1) 2022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) 2023年度事業計画及び予算について

② 理事会

第32回理事会

2023年5月24日 Web会議併用

議決事項

- 第1号議案 2022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14回評議員会の招集について

第33回理事会

2023年6月14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 代表理事（理事長・専務理事）及び業務執行理事（常務理事・執行理事）の選定

第34回理事会

2024年3月12日

議決事項

- 第1号議案 2024年度事業計画及び予算の承認について
- 報告事項（1） 2023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

2023年度における委員会等は、以下のとおり開催された。

- ① 「第11回 理事候補者選考委員会」 2023年 5月15日
- ② 「第12回 研究技術委員会」 2023年10月27日
- ③ 「第12回 JFCC研究技術等報告会」 2023年12月20日

8. 職員等に関する事項

（1）要員数

（人）

	2022年度末 a	2023年度末		増減 b-a	
		b	男		女
職員・嘱託	71	74	61	13	+3
出向者	9	8	8	0	-1
合計	80	82	69	13	+2

（2）受章・外部表彰

1) 外部表彰

- ① 公益財団法人日本板硝子材料工学助成会
「令和5年度（第45回）研究助成」
仲山啓
- ② 公益財団法人池谷科学技術振興財団
「2023年度研究助成」
姚永昭

- ③ 公益財団法人池谷科学技術振興財団
「2023年度研究助成」
設樂一希
- ④ 一般社団法人粉体粉末冶金協会
「論文賞」
加藤大夢（東北大学、現(株)日立製作所）、松原秀彰（JFCC 客員研究員／東北大学）、
寺坂宗太、高田真之（日本特殊合金（株））、上高原理暢（東北大学）
- ⑤ 公益社団法人日本セラミックス協会
「名誉会員」
高田雅介
- ⑥ 日本学士院
「日本学士院賞」
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）
- ⑦ 公益財団法人花王芸術・科学財団
「花王科学奨励賞」
野村優貴
- ⑧ 公益社団法人日本顕微鏡学会
「日本顕微鏡学会和文誌賞」
野村優貴、穴田智史、山本和生、平山司、齋藤晃（名古屋大学）
- ⑨ 公益社団法人日本顕微鏡学会
「第24回奨励賞」
穴田智史
- ⑩ 公益財団法人村田学術振興財団
「研究助成」
野村優貴
- ⑪ 公益社団法人日本セラミックス協会 第36回秋季シンポジウム
「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」
設樂一希
- ⑫ 公益財団法人大倉和親記念財団
「2023年度 大倉和親記念財団研究助成 若手研究者部門」
設樂一希
- ⑬ 公益財団法人大倉和親記念財団
「2023年度 大倉和親記念財団研究助成 女性研究者部門」
植松昌子
- ⑭ 愛知県・公益財団法人科学技術交流財団・公益財団法人日比科学技術振興財団
「第18回わかしゃち奨励賞 基礎研究部門 優秀賞」
穴田智史
- ⑮ 公益財団法人風戸研究奨励会
「風戸研究奨励賞」
野村優貴

- ⑩ 公益財団法人永井科学技術財団
「研究奨励金」
田口綾子

9. 許認可に関する事項

無し

10. 登記事項

2023年度中に次のとおり登記を行った。

- ① 2023年6月14日 評議員・理事変更登記
- ② 2023年7月31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。

2023年6月20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

2023年度中に交付された助成金等は、231,801千円であった。

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)	190,613千円
戦略的基盤技術高度化支援事業補助金(経済産業省)	12,700千円
成長型中小企業等研究開発支援事業補助金(経済産業省)	11,364千円
研究助成金((公財 大倉和親記念財団)	4,465千円
研究助成金((公財 村田学術振興財団)	3,500千円
研究助成金((公財 池谷科学技術振興財団)	3,300千円
研究助成金((公財 花王芸術・科学財団)	2,000千円
研究助成金((公財 住友財団)	1,300千円
研究助成金((公財 風戸研究奨励会)	1,228千円
研究助成金((公財 日立財団)	997千円
研究助成金((公財 日本板硝子材料工学助成会)	246千円
研究助成金((公財 天田財団)	88千円

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、コロナ禍後の影響を考慮しつつ研究成果発表会、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 Sociey5.0 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8テーマ（材料技術研究所3テーマ+ナノ構造研究所5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1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セラミックスの焼結挙動に及ぼす水蒸気の影響評価

セラミックス製造にカーボンニュートラル燃料（水素、アンモニア等）を利用する場合、従来に比べて処理雰囲気中の水蒸気濃度が増加し、焼結性に影響を及ぼす可能性があることから、リファサーモをモデル材に用いて種々の水蒸気濃度で熱処理を行い、水蒸気が緻密化挙動や焼結体の微細組織に影響を及ぼすことを明らかにした。

②X線の異常透過現象を利用した III 族窒化物結晶欠陥の 3D 可視化

窒化ガリウム (GaN) は青色 LED 用半導体だけでなく、次世代の高耐圧・高速パワーデバイス用半導体としても大きな期待が寄せられている。しかし、結晶成長の困難さから格子欠陥が高密度に残り、デバイスの初期不良と信頼性低下の要因となる。本研究は、X線の動力学回折現象である「異常透過」を利用し、従来の手法で評価できない結晶内部の欠陥の可視化に成功した。複数の回折条件を適用することで、格子欠陥の 3D 分布だけでなく、欠陥の種類を把握することも可能となった。

③誘電特性を利用した CMC の非破壊検査技術の開発

損傷蓄積が可能な SiC 繊維強化 SiC マトリックス複合材料に微視的/物理的損傷を人工的に導入する手法を検討するとともに、高温酸化により表面に形成され

る SiC 繊維集合体の化学的損傷を調べた。高温酸化による化学的損傷の度合いは、誘電特性の周波数依存性と相関があり、周波数依存性を用いた損傷パラメータを活用することで、化学的損傷の非破壊検出が可能であることが示唆された。

2) ナノ構造研究所

2-1) 戦略技術領域テーマ

①量子コンピューティングの技術開発および応用についての調査研究

量子コンピュータの技術開発および材料科学への適用についての最新事情を数多くの情報源から収集した。さらに、国際会議で国内外の産官学の研究者と協議し、研究活動や今後の展望について知見を得た。その結果、セラミックス分野への応用の利点を理解した上で、将来の研究への戦略的提案を策定した。また、量子コンピュータの使い方についての知識を中部地区の研究者に広めるために、量子コンピュータをテーマにした計算セミナーを開催した。

②理論計算によるクリーンエネルギーデバイス用強相関酸化物の基礎研究

新規な汎関数を適用した第一原理計算を使用し、ペロブスカイト型 LaFeO_3 、 LaCoO_3 、 PrNiO_3 などの強相関酸化物の研究を行った。特に、バンド構造とバンドギャップ、さらに相安定性と格子定数に対するハバード U パラメータの影響を系統的に調べた。その結果、強磁性状態と反強磁性状態の両方で、遷移金属含有酸化物の特性をより正確に再現する知見を得た。

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

大気圧 SEM カプセルを用いた湿潤材料観察の検討において、苔に生息するクマムシの SEM 観察を行い、液体内で動くクマムシの姿を観察することに成功した。また、EBSD-Wilkinson 歪み解析については、半導体ウェハーによる解析で測定方向によって試料のエッジ効果により発生信号に不安定が生じるため、EBSD-Wilkinson 歪み解析時の試料配置の最適化による測定時のアーティファクトの抑制を試みた。

④プラズマ FIB を活用した大規模精密三次元解析

プラズマタイプの集束イオンビーム (FIB) 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、従来困難であった大領域の加工を実施した。Ga-FIB に比べておよそ 260 倍の体積を有する 3D データの取得に成功した。

⑤原子・イオン変位情報に基づく新規誘電材料・イオン伝導性材料の創出

高プロトン伝導を示すジルコン酸バリウムを対象に、第一原理計算とグラフ理論に基づく長距離拡散における伝導経路探索と会合エネルギーおよび伝導の活性化エネルギーの評価を行った。イットリウム添加系では八面体回転が支配的であるのに対し、スカンジウム添加系では回転以外の歪みの効果が大きく、活性化エネルギーの濃度依存性も異なることを明らかにした。検討した添加元素の範囲では、スカン

ジウムを高濃度に添加することで高いプロトン伝導度を達成可能であるという材料設計指針を得た。

(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22テーマ（材料技術研究所8＋ナノ構造研究所14）に加え、新規に8テーマ（材料技術研究所4＋ナノ構造研究所4）の受託を獲得した。総受託額は、963百万円であった。

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23テーマ（材料技術研究所10＋ナノ構造研究所13）に加えて、新規に12テーマ（材料技術研究所4＋ナノ構造研究所8）を獲得した。補助額は昨年度を93百万円上回り、191百万円であった。加えて民間財団等からの助成事業については、継続5テーマ（材料技術研究所4＋ナノ構造研究所1）、新規5テーマ（材料技術研究所1＋ナノ構造研究所4）を実施した。

1) 材料技術研究所

1-1) 受託研究【継続】（8テーマ）

①戦略的基盤技術高度化支援事業/次世代パワーデバイス用結晶中欠陥の3次元非破壊検査装置の開発（2021～2023）

次世代パワーデバイス用結晶中欠陥の3次元非破壊検査装置として開発した高分解能位相差顕微鏡システムとPLトポグラフ偏光顕微鏡システムの精度検証を行った。SiCおよびGaN結晶中の貫通転位が検出できること、転位の3次元分布が観察できること、従来装置で検出の困難なタイプのMPが検出できること等を確認した。また、転位の面内方向のバーガースベクトルの判定が可能なことも示唆された。

[近畿経済産業局]

②戦略的基盤技術高度化支援事業/自動車の高度自動運転化に寄与する新規フレキシブル形状ミリ波吸収体の開発（2021～2023）

炭素繊維・粒子・ナノチューブを含む導電性不織布についてミリ波吸収帯の複素誘電率を解析するとともに、それらの導電性不織布をプリント加工した電磁波吸収体の吸収性能を評価した。炭素材料選定の最適化を進め、それらを分散したプリント加工サンプルにおいて目標とする電磁波吸収性能を達成することができた。

[四国経済産業局－高知県産業振興センター]

③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ことに成功した。一方の高温大気中での長期安定性については目標とする 600°C10 年以上に届いておらず、その劣化メカニズム解析を進めるとともに対策案を抽出して次年度の開発方針を決めた。 [近畿経済産業局]

④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 (2021～2023)

高温高压水中での C/ポリイミド被覆ファイバーおよび C/Cu 被覆ファイバーの劣化メカニズムを明らかにするとともに、高温高压水中における金属材料の水素透過量を評価する装置を開発し、基礎的なデータを集積した。

[新エネルギー・産業技術総合開発機構]

⑤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新たな製造プロセス最適化手法として期待されるプロセスインフォーマティクス技術の基盤技術構築を目的として、セラミックス製造の各工程に対応した要素プロセスシミュレーション技術を開発し、さらに、開発したシミュレーション技術の連携による「統合型プロセスシミュレーション」を構築した。

[新エネルギー・産業技術総合開発機構]

⑥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、原料粉末合成プロセスの開発を行った。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を作製し、焼結温度の低減を図った。また、大量生産に適したプロセス技術の開発にも着手した。

[文部科学省－物質・材料研究機構]

⑦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)

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リアルタイムで観察するために開発した装置について光学系を改良するとともに、測定中の電流電圧印加を可能にした。これによりオペランド観測技術を実証した。

[防衛装備庁－ノベルクリスタルテクノロジー]

⑧安全保障技術研究推進制度委託事業／熱制御の高度化による革新的遮熱コーティングシステムの基盤構築 (2021～2023)

超低熱伝導性を有する耐熱性酸化物セラミックスに対して、機械学習により、所望の結晶系と高い輻射熱不透過性を併せ持つ化学組成を予測する手法を構築した。

また、予測した候補素材をトップコートに用いた遮熱コーティングシステムを電子ビーム PVD 法により創成するとともに、このシステムが水素燃焼バーナー加熱による遮熱性の向上に有効であることを実証した。 [防衛装備庁]

1-2) 受託研究【新規】 (4テーマ)

①NEDO先導研究プログラム／新産業・革新技術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検討した。また、非対称型基材の作製を行い、対向拡散 CVD 法にてガス分離膜の試作を行った。 [新エネルギー・産業技術総合開発機構]

②NEDO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／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)
航空機 CFRP 廃材の水平リサイクルに向けて、一方向繊維強化 CFRP 廃材から高品位なリサイクル炭素繊維を高効率かつ連続繊維として再生する必要がある。今年度は静置した状態で局所加熱による CFRP 廃材からの樹脂の迅速除去を検討し、熱処理条件と樹脂除去の挙動および得られる炭素繊維の機械的特性の関係について明らかにした。 [新エネルギー・産業技術総合開発機構]

③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 (2023～2027)
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う。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、研究を進める。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行う。 [新エネルギー・産業技術総合開発機構—東芝]

④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、従来電池に比較して充電時間が短縮できることなどが期待されている。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および合成プロセスの検討を開始した。 [科学技術振興機構]

1-3) 科研費等研究【継続】 (14テーマ)

①耐熱・耐環境セラミックスの高機能化 (2019～2023)
酸素・水蒸気ポテンシャル勾配下において、粒界を介したカチオン・アニオンの移動と粒界コア構造の関係を解明した。また、耐熱性に優れる低熱伝導性酸化物の結晶系とナノドメインを同時に制御することにより、ナノドメイン構造由来のフォノン散乱が増大することを明らかにするとともに、さらなる低熱伝導化のための指針

を示した。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金]

②機能コアの材料科学 (2019～2023)

機能コアの概念に立脚した新しい材料科学の学理構築の一環として、計画研究班間の連携研究の促進を図った。

[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]

③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)

炭化ケイ素膜とアルミナ多孔質基材の熱膨張係数差を考慮し、基材径を小径化するとともに非対称型基材の透過率を向上させるための構造制御を行った。

[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 (2020～2023)

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」からなるデバイスを作製するとともにその発電効果を実証する人工ソーラー光源による評価システムを構築した。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑤セグメント構造酸化チタンコーティングによる抗菌性と生体親和機能の創成 (2021～2023)

成膜時の温度と雰囲気ガス種を制御することにより、針状組織の発達したセグメント構造を有する TiNO 膜を形成する手法を確立するとともに、成膜後の熱処理により表面形状を維持して表面電位を大きく変化させることに成功した。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金]

⑥高効率水素製造を可能とするガス分離セラミックス多孔体に関する研究 (2021～2023)

数十 nm の孔径を有する多孔体を用いることで水素と二酸化炭素を効率的に分離する研究が行われている。均一孔径で高気孔率の多孔体の作製が困難であることから実用化が困難となっている。従来研究で、多孔質球状アルミナ粒子を用いた 200～900nm 程度の均一孔径を有し、50%以上の気孔率の多孔体の合成に成功している。本研究で、80nm の孔径を有し、開気孔率 60%以上のアルミナ多孔体の合成に成功した。今後、水素ガスの分離特性を評価する予定である。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑦超温度場セラミックス材料創成科学 (計画研究) (2021～2025)

電子線や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の場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。また、金属における超温度場プロセスとの比較により、セラミックスにおける超温度場の特长や応用可能性について検討した。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金]

⑧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]

⑨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（SinterPro）を用いて、焼結後組織における気孔の残留条件を調べた。焼結の計算に使用する乱数値を変化させてシミュレーションを行い、初期組織と焼結後の組織を比較し、残留する気孔の条件（大きさ、分布等）を解析した。

[日本学術振興会科研費 科研費補助金 名古屋大学分担研究]

⑩レーザーを用いた選択的粒界加熱プロセスの開発と高熱伝導性セラミックス部材への展開（2022～2023）

半導体の放熱基板材料として優れた特性を有する AlN の焼結プロセスについて、レーザーを用いて焼結助剤を選択的に加熱して緻密化を進行させることにより、短時間で高熱伝導 AlN 緻密質焼結体の合成が可能なプロセスの開発を行った。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑪動作中の β 型酸化ガリウムパワーデバイスにおける結晶欠陥挙動のオペランド観測（2022-2023）

ワイドギャップ半導体 β -Ga₂O₃ は次世代のパワー半導体として期待されるが、現行の β -Ga₂O₃ 単結晶には高密度の格子欠陥が含まれており、高電圧・大電流の印加によってこれらの欠陥がデバイスの性能と信頼性に影響を及ぼす可能性がある。本研究では、放射光 X 線トポグラフィーをベースにし、実動作中の β -Ga₂O₃ パワーデバイス内の格子欠陥を非破壊かつリアルタイムで観察する方法（オペランド観測法）の確立に取り組んだ。

[住友財団助成金]

⑫動作中の β 型 Ga₂O₃ パワーデバイスにおける結晶欠陥挙動のオペランド観測技術の開発（2022-2023）

β -Ga₂O₃ 単結晶に内在する格子欠陥がデバイスの性能と信頼性に及ぼす影響を解明するために、動作前後のデバイスの静的観察だけでは不十分であり、実動作中のデバイスにおいて、欠陥の振る舞いを動的に評価することが重要である。本研究では、放射光 X 線トポグラフィーを礎とし、高空間分解能と高速撮影を同時に実現する X 線イメージング技術、および電気回路と放射光光学系の連動技術を確立した上で、高電圧・大電流印加下での欠陥評価技術を開発した。

[日立財団助成金]

⑬ウイルス検出用のマグネタイト高分散シリカ微粒子の合成 (2022-2023)

ウイルス抗原の濃縮に使用される磁性微粒子を開発するために、抗体の特異的結合に必要な表面官能基を表面処理によって導入しやすいシリカ系原料を用い、シリカのマトリックス中にマグヘマイトが高充填・高分散した微粒子を合成した。超常磁性を示し、磁石に対する応答性も市販品を上回ることを明らかにした。

[大倉和親記念財団助成金]

⑭レーザーを用いたSiC系セラミックスにおける高付加価値製造技術の開発(2022-2023)

SiC を単成分とする炭化物-ホウ化物系共晶セラミックスは優れた機械的・熱的特性を有するが、共晶温度が 2000°Cを超えるため、従来プロセスでの実用化は困難であると考えられている。そこで、高出力のレーザー加熱により共晶系混合粉末を加熱溶解して部材化するプロセスを検討した。

[天田財団助成金]

1-4) 科研費等研究【新規】 (5テーマ)

①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、実際の電力変換・制御時と同様な高電圧・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欠陥の正体と劣化の機構を突き止め、高性能・高信頼性のパワーデバイスを実現するために必要な欠陥低減の指針を検討した。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金]

②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 (2023-2026)

電子ビーム PVD 法により創成したイットリア部分安定化ジルコニア膜に対して、抗菌性と細胞増殖性の相関関係を評価するための材料側の課題を抽出するとともに、その課題解決に向けた成膜プロセスの検討を行った。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金 東北大学分担研究]

③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)

圧入で発生する転位パタン毎の転位種を TEM 解析により同定した。各転位パタンの生成エネルギーは同じとの仮定の許、同定した転位種で転位エネルギーを計算して得られた転位パタンサイズは実験から得られた転位パタンサイズと整合することを確認した。基底面上の転位の転位線方向によって異なる発光特性を見出した。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

④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徹底解明に向けて、実際の電力変換・制御時と同様な高電圧・大電流・高温の条件でデバイスを実動作させながら、これまで実現不可能とされていた「転位の動的な挙動の5D観察法」の確立を目的とした。転位周囲の微小な格子歪みによるX線回折の乱れを利用して転位の二次元分布をイメージングする放射光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]

⑤実動作中のパワーデバイスにおける転位挙動のオペランド観測法の開発 (2023)

高電圧・大電流印加、または高温動作等実動作中のデバイスにおける結晶格子欠陥の挙動を調べるために、X線イメージングを利用した高速撮影システムの構築に取り組んだ。光学系の改良と回折条件の最適化を行うことで、サブ μm の空間分解能で 100 frame/秒の高速撮影を実現した。

[池谷科学技術振興財団]

2) ナノ構造研究所

2-1) 受託研究【継続】 (14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 CO_2 の排出をもたらすため、電気防錆加工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の開発の一環として、電子顕微鏡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)

作製条件と触媒活性の異なるPtナノ粒子について、触媒能が最も高い(111)面ファセットの最表面における出現割合を微構造解析により定量評価する観察技術を開発した。また、加熱機構を有するTEMホルダーを用いて Pt_3Co ナノ粒子に対して昇温条件下でのその場観察を行い、規則-不規則相転移挙動の解析を行った。

[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)

昨年度の成果に基づいて、高性能プロトン伝導セラミック燃料電池用空気極母材の候補であるペロブスカイト型遷移金属酸化物 LnMO_3 (Ln =希土類, M =遷移金属) に注目し、計算構造からプロトンの固溶性要因を系統的に解析した。そして、Aサ

イトドーパントの影響を調べるために、 LaCoO_3 に Sr ドーパントを添加し、Sr とプロトンの距離に応じたプロトン溶解度の変化を調べた。

[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 (2020-2029)

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とともに統計学的解析を行う手法の高度化を検討した。さらに、外部機関と協力して、測定領域を最大 512×512 に分割して測定したスペクトルデータをピクセルごとに正規分布 (ガウス関数) に回帰処理することで測定精度を高める手法を確立した。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行い、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)

前年度までに確立した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、フッ化物系電池の標準電極として用いられる Pb のフッ化/脱フッ化反応における組織変化に関して電子線後方散乱回折法 (EBSD) 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金属電析形態 (銅もしくは亜鉛) 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 正極における析出物の分析を実施した。

[新エネルギー・産業技術総合開発機構]

⑥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/プロセス-結晶構造データベース化 (2019～2025)

本プロジェクトの標準物質である 3 種類のカルボン酸修飾 CeO_2 ナノ粒子 ($5 \sim 7 \text{nm}$ 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 AI を利用することで測定の合理化を進めた。これによって、単分散 (凝集していない) 状態の試料については、従来の $1/10$ 程度の負担で画像の二値化処理が可能となり、測定時間の短縮化を実現した。その他、上記ナノ粒子の単分散試料について、保管温度と経時劣化 (沈殿発生) の関係を明らかにした。今後、劣化機構 (沈殿形成機構) の解析を行う。また、ナノ粒子用セラミックス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解析の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方向で検討を進めている。

[文部科学省－東北大学]

⑦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)

大学や企業からの依頼に基づき、化合物半導体デバイス内部の電位分布解析や固体電解質の組成分析等を行った。また、電子波の干渉を用いて結晶内の格子欠陥を解析する実験を行った。

[文部科学省－北海道大学]

⑧科学技術試験研究委託事業/データ創出・活用型マテリアル研究開発プロジェクト 本格実施/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)

材料創製グループより提供された材料について、組成分布や電子状態、また原子分解能での局所構造解析などの測定の電子顕微鏡観察技術の開発に着手し、SrTiO₃基板の下部電極 SrRuO₃(SRO)上に形成された Bi_{0.5}K_{0.5}TiO₃(BKT)薄膜を対象に、各原子列の微小変位量を算出した。また、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網羅的に安定構造、生成エネルギー、電子構造、ポテンシャル表面等の計算を実施し、候補物質の探索スクリーニングのためのデータ創出を開始した。これらの組成のウルツ鉱型構造の相対エネルギーは 0.1 eV/atom 以下であり、薄膜化や固溶体形成によるウルツ鉱型構造の安定化の可能性がある。以上のように創出を進めたデータベースは、強誘電材料の設計に有用であることが示唆された。

[文部科学省－東京工業大学]

⑨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、後方散乱電子線回折および TEM/STEM 観察から、微細構造を明らかにした。これらの観察結果から、超電導接合および低抵抗接合に関する設計指針を明らかにした。

[科学技術振興機構委託]

⑩戦略的創造研究推進事業/チーム型研究 (CREST) /実験と理論・計算・データ科学を融合した材料開発の革新/実験と計算科学の融合による革新的プロトン伝導性無機化合物の創製/計算を用いたプロトン伝導性無機化合物開発手法の革新 (2018～2023)

ICSD の結晶構造データベースから非ペロブスカイト型構造を持つ新規プロトン伝導性材料の探索を行う探索プロセスについて、改良を行った。水和エネルギーとアクセプター添加元素の固溶エネルギーによるスクリーニング結果に基づいた合成と計測の結果、Zn 系スピネル酸化物におけるプロトン伝導性を新たに見出した。

実験グループの探索によって見いだされた、酸化物イオン、プロトン、ホールの 3 種類の伝導性を同時に発現するペロブスカイト系酸化物トリプル伝導体について、

第一原理計算による点欠陥形成エネルギーの計算を行い、点欠陥形成挙動と電子系伝導キャリア濃度を定量的に明らかにした。 [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。一方で電子顕微鏡解析において課題となる樹脂材料の電子線照射損傷に対して、電子顕微鏡および放射光解析による定量的評価から、低損傷解析の条件最適化とナノスケール解析の高度化を進めている。 [科学技術振興機構委託]

⑫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)

本研究で目標とする先端材料の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観察) を実現するための高速電子顕微鏡システムを完成させた。このシステムを用いて1秒間に最高で3000フレーム以上の高速動画を撮影し、機械学習を用いて原子レベルの高分解能で鮮明な画像を得ることができるようになった。今後は、電池、半導体、触媒、生体試料などの応用計測を行い、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。 [防衛装備庁]

⑬安全保障技術研究推進制度委託事業／全固体電池の開発に向けた電極-電解質のナノ構造界面設計 (2021～2023)

高性能固体電池の設計指針を得ることを目指すために、化学溶液法を用いてモデル電池材料を合成した。正極材料や固体電解質材料の合成条件を検討するとともに、正極膜と固体電解質との界面構造について走査透過型電子顕微鏡による構造解析を実施した。また、理論計算を用いて、固体電解質のドメイン粒界構造の拡張化モデルを検討した。 [防衛装備庁]

⑭RE 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 $(Y, Gd)Ba_2Cu_3O_7$ 超電導線材作製のための最適熱処理条件を探るため、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、主に、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 $(Y, Gd)Ba_2Cu_3O_7$ 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】 (4テーマ)

①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、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。界面近傍における元素分布と結晶構造分布を可視化する手法を構築した。

[新エネルギー・産業技術総合開発機構委託]

②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)

特殊試料ホルダーを使用して、 MoS_2 を対象に、電子顕微鏡内でLi挿入反応が起こることを確認した。また、Li挿入時の組織変化および結晶構造変化についてその場STEM観察を実施し、サブナノメートル分解能での動的観察を達成した。

[科学技術振興機構委託]

③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る。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予定である。また、FIBを用いた3D解析も行う。2023年度は、酸化物系全固体電池のFIBによる3D解析の観察条件について実験的検討を行った。

[科学技術振興機構委託]

④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、巨大誘電率発現機構のモデル化を検討し BaTiO_3 の巨大誘電率の起源が Γ 点のソフトモードによる非常に浅いポテンシャル障壁にあると推定。これを用いて巨大誘電率材料探索のためのモデル化を実施。立方晶ペロブスカイト構造でのフォノン計算データベースによる特徴量の抽出に取り組んでいる。

[防衛装備庁]

2-3) 科研費等研究【継続】 (14テーマ)

① 高度計測の統合利用による蓄電固体界面の物理化学局所状態の解明 (2019-2023)

Nano-shield コーティングを行うことで、固体電解質 LiLaZrO、LiAlTiPO、NaZrSiPO の高分解能像や精度の高い EDS 像を得る事に成功し、論文を2本掲載した。また、operando STEM-EELS を用いて、LiTiO 正極材料中の Li の動きを可視化することに成功し、論文1本を掲載した。さらに、全固体薄膜 Li イオン電池の operando 電子線ホログラフィー計測にも成功し、論理的な解釈まで行った。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金 東北大学分担研究]

② 2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 (2020~2023)

本研究で目標とする新しいダメージレス観察方法の数学的な式に従い、実際の観察手法と必要な電子顕微鏡の構成要素を整えた。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

③ 前駆体からの Li 電池単結晶固体電解質薄膜の設計とナノ構造解析 (2021~2023)

前駆体を用いた Li 電池用固体電解質膜の作製手法について検討を行い、配向性固体電解質薄膜の作製に成功した。これらの固体電解質膜の結晶性、配向構造設計技術は、今後の Li 電池材料設計に寄与することが期待できる。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

④ 蛍石型酸化物における低温構造の探索 (2021~2023)

2種類のカチオンと酸素欠損を含む蛍石型酸化物結晶において、第一原理計算とニューラルネットワークポテンシャルを連携したモンテカルロシミュレーションを用いて、結晶格子内の原子配置についての有限温度サンプリングを実施した。各温度における酸素、カチオン、及び空孔の分布と動的挙動を解析し、比較的低温にて現れる局所的な秩序状態を明らかにした。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑤ 実空間における超精密原子位置計測技術の開拓 (2021~2023)

STEM 法を用いて実空間での Pt および Pt₃Co 触媒粒子表面の精密原子配列計測を実施した。Pt₃Co 粒子では内部の規則構造に起因した複雑な Pt-Pt 原子間距離を表面で形成することを明らかにした。今後、触媒活性と密接に関係する表面構造を系統的に明らかにすることで、新たな触媒設計指針獲得が期待できる成果である。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑥ ゼオライト触媒内カウンターカチオンと反応種の構造解析 (2022-2023)

触媒機能を有する遷移金属カチオン保持型ゼオライトについて、触媒機能発現メカニズムの解明を目的として高分解能電子顕微鏡法による原子スケール構造解析を行なった。イオン交換機構の複雑な遷移金属カチオンから構造がシンプルとなる典型元素カチオンでの価数の影響について解析したところ、ゼオライト内イオン交換機構にはカチオン径と細孔内径のマッチングが非常に重要であることが明らかとなった。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金]

⑦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逆ペロブスカイト化合物、正ペロブスカイト化合物を ICSD データベースから検索、構成元素や分子ユニットのデータベースを作成し、合成可能性に関する推薦システムの構築を検討した。Zn(NCN)、Zn(SCN)₂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を実施し、異方的な熱膨張挙動を明らかにした。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金]

⑧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、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。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金 東京工業大学分担研究]

⑨Unravelling the structural rules of antiperovskites and their derivatives (2022-2026)

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]

⑩水素イオンセラミックス (2022-2026)

水素イオンセラミックス、すなわち、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、また、In-situ 加熱ホルダーを導入し加熱時における構造変化に関して透過電子顕微鏡法を用いて実施した。得られた解析結果を各合成グループと共有し、新たな材料開発へ繋がる成果が創出しつつある。本研究を進めていくことで、「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]

⑪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) 法における超高感度イメージング手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、OBF STEM 法に用いる画像処理に対して理論的な拡張を試みることにより、従来ではデータ取得が困難な動力的散乱の顕著な条件における本手法の適用可能性を検討した。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金]

⑫第一原理欠陥濃度計算による PCFC 空気極材料の探索 (2022-2024)

Sr-LaCoO₃を対象として、La サイトに Sr を置換したモデル及びプロトンと Sr の会合モデルという外因性欠陥モデルを作成し、第一原理計算により会合エネルギーを計算した。その結果、Sr とプロトンが第一近接の関係の際に、会合が最も強くな

ることが明らかとなった。今後、他の添加元素も計算しそれらの結果をもとに材料設計指針を提案していく。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑬hcp 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、格子間溶質原子の点欠陥エネルギーを第一原理計算により計算した。酸素は四面体孔サイトおよび八面体孔サイトが安定サイトであり、両者の点欠陥形成エネルギーはほぼ同じであった。したがって、酸素はこれらの2つのサイトを介した経路で拡散することが示唆された。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑭新規撮像システムと機械学習を利用した高速 TEM 技術の開発 (2022-2023)

高速撮影した TEM 像への画像解析技術(Kalman フィルター、三次元テンソル分解等)の応用効果について検証した。その結果、マイクロ秒オーダー/原子レベルの時/空間分解能の TEM 観察が可能であることを実証できた。また、本技術を金ナノ粒子触媒の高速 TEM 観察に応用することで金ナノ粒子の原子移動・構造変化の観察に成功した。

[風戸研究奨励会助成金]

2-4) 科研費等研究【新規】 (12テーマ)

①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 Li イオン移動挙動の観察を行うため、各種設備を導入し実験環境の構築を実施した。また、原子分解能レベルでの Li イオン移動の観察にも取り組み、課題の抽出を行った。今後、実空間での Li イオン移動計測を通して、界面設計・制御を確立するための指針を獲得することで Li イオン二次電池の性能向上への貢献が期待できる。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金]

②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)

高速オペランド電子線ホログラフィーの実現に向けて、高速 TEM 観察技術の構築および実験条件の最適化を実施した。高速 TEM 観察技術として、静電偏向サブフレーミングシステムを導入することで、TEM の時間分解能を 10 倍以上に向上することに成功した。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金]

③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た。

[日本学術振興会科研費 科学研究費補助金 熊本大学分担研究]

④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)

第一原理計算を使用して、いくつかのペロブスカイト型窒化物の相安定性や電子

構造を検討した。また、実験で検証された強誘電体 LaWN₃における点欠陥の形成エネルギーに関する全体的な計算を行った。

[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)

大気暴露した Li を電子顕微鏡内で MoS₂に接触させ、MoS₂への Li 挿入反応を起こした。実際に Li が挿入されたことについては電子エネルギー損失分光法 (EELS) により確認した。Li 挿入に伴う組織変化および結晶構造変化についてその場 STEM 観察を実施し、サブナノメートル分解能での動的観察に成功した。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑥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)

ゼオライトは工業的に幅広く利用される多孔質材料だが、電子線照射への耐性が低く電子顕微鏡による原子スケールの局所構造解析は困難だった。今年度は、走査透過型電子顕微鏡 (STEM) 法において、ゼオライトのようなポーラス材料を観察するうえで適切な条件・光学パラメータについて、系統的なシミュレーションを通して解析を行った。

[日本学術振興会科研費 学術研究助成基金助成金]

⑦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 (2023-2025)

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]

⑧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)

電子エネルギー損失分光 (EELS) を用いた全固体 Li イオン電池の解析手法の開発を行った。EELS 信号に多次元テンソル分解法を適用することによって、電子線ダメージを軽減した状態で電池材料の解析が可能とな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]

⑨Li イオン電池内部の界面イオン伝導メカニズムの解明 (2023)

オペランド透過電子顕微鏡解析を用いて、全固体 Li 電池内部の Li イオンの移動・拡散をその場観察した。解析の結果、負極材料表面の特異な Li イオン伝導挙動を解明した。また、結晶粒界における高速な Li イオン伝導現象を実空間で観察することにも成功した。

[花王芸術・科学財団]

⑩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)

STEM 用の特殊試料ホルダーにおいてプローブと試料の接触が可能であること、ま

た、プローブ接触状態での原子分解能像取得が可能であることを確認した。また、 MoS_2 への Li 挿入反応を対象にその場観察を実施し、Li 挿入に伴う組織変化および結晶構造変化に対してサブナノメートル分解能での動的観察を行った。

[日本板硝子材料工学助成会]

⑪パルス電子線を用いた全固体電池の高時/空間分解能オペランド透過電子顕微鏡システムの開発 (2023)

高速オペランド観察のための、パルス電子線の生成とその特性評価を行った。静電偏向方式で生成したパルス電子線の立ち上がり速度を評価し、ナノ秒オーダーでパルス電子線の ON/OFF が可能であることを実証した。

[村田学術振興財団]

⑫ペロブスカイト型プロトン伝導体の B サイト添加元素効果の解明と選択 (2023)

ジルコン酸バリウムを対象に、第一原理計算とグラフ理論に基づく長距離拡散におけるプロトン伝導経路探索と会合エネルギーおよび伝導の活性化エネルギーの評価を行った。B サイトに導入する添加元素のうち、イットリウムでは八面体回転が支配的であるのに対し、スカンジウムでは回転以外の歪みの効果が大きく、会合および活性化エネルギーの濃度依存性も異なることを明らかにした。

[池谷科学技術振興財団]

(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エハ (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 4 回 J F C C 研究成果発表会を名古屋会場で開催し、2 2 9 名の参加を得た。

・ 2 0 2 3 年 7 月 2 1 日 (金)

・ 口頭発表 : 1 2 件 ポスターセッション : 5 2 件

・ 特別講演 : 自然科学研究機構 (NINS) 機構長 川合眞紀 氏

「固体表面における電子や分子の振る舞い」

また、研究成果を広く普及するために成果集を1,500部作成し、JFCC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

「JFCCニュース」No. 137号(2023年4月号)、No. 138(2023年8月号)、No. 139(2024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「ファインセラミックスシンポジウム」の開催

「ファインセラミックスシンポジウム」の目的は、「ファインセラミックスに関する新技術・先端技術を広く普及」させることであるが、研究成果発表会、先端技術セミナー、合同講演会、ホームページへの研究成果掲載、技術交流会、見学会など他の手段で達成されているため、今年度の開催は見送った。

②「第21回5セラミックス研究機関合同講演会」の開催

2023年10月30日(月)に、JFCC、東京工業大学、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JFCCにおいて開催した。

今回の合同講演会では「グリーン成長戦略に貢献する新材料開発と先端解析技術」をテーマに10件の講演が行われ、JFCCからは以下の2件の講演を行った。約100名の参加者があり、活発な質疑がなされた。

- ・セラミックスの焼結初期過程における組織形成と内部応力計算
- ・情報科学と透過電子顕微鏡を融合した次世代 in situ/operando 計測システムの開発

③ セミナーの開催

JFCC、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2023年1月22日にあいち産業科学技術総合センターにて開催した。

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、2023年5月11日、8月24日、10月19日、12月7日に「GX時代のマテリアル戦略を支える新材料開発と先端解析技術」をキーワードとしてオンラインにて実施し、延べ823名の参加を得た。更に「第30回ナノ構造研究所 材料計算セミナー」を2024年2月14日に「第31回ナノ構造研究所 材料計算セミナー」を2024年2月27日に開催し、それぞれ17名、14名の参加を得た。

3. 中小企業技術支援事業

(1) 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134件の技術相談を受けた。なお、コロナ禍を脱したこともあり、面談での相談を再開するとともに、引き続きWeb会議を活用して技術指導を行うことで企業の課題解決を支援した。

(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「戦略的基盤技術高度化支援事業」(通称サポイン) および「成長型中小企業等研究開発支援事業」(通称Go-tech)において、中小企業と連携して以下の4件の研究開発を実施した。

戦略的基盤技術高度化支援事業

- ・次世代パワーデバイス用結晶中欠陥の3次元非破壊検査装置の開発
- ・自動車の高度自動運転化に寄与する新規フレキシブル形状ミリ波吸収体の開発

成長型中小企業等研究開発支援事業

- ・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

2023年12月10日(日)～13日(水)に高田専務理事はじめ4名が中国/清華大学(交流協定締結先)を訪問。「2023 Joint Workshop on Advanced Ceramic Materials」に参加し、情報交換を行った。

② 海外訪問者の受入れ

海外から17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25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、ヘルムホルツ協会、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

コロナ禍を脱し、コロナ以前と同様の活動を本格的に再開した。顧客への訪問、技術交流会および見学会の実施等、直接的な活動を通じて受託拡大を図った。また、ホームページへのJFCC WEB見学サイトの新設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を行い、またWeb会議を活用しての打ち合わせの実施等を行った結果、大口の受託もあったことから受託額は昨年度から177百万円増加し、409百万円となった。

(1) 受託・共同研究

本年度は、主に以下の分野を中心に、27社・33件の研究等を受託した。

- ① 球面収差補正走査透過型電子顕微鏡による高分解の微構造解析
- 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 機能性セラミックス界面の第一原理計算による原子構造解析
- ⑤ 焼結シミュレーションに関する研究
- 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 リサイクル技術に関する研究
- ⑨ 燃料電池用電解質に関する研究
- ⑩ 分離膜の評価に関する研究

(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9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、423百万円となった。

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、J F C C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、17百万円となった。

(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、賛助会員企業と協調しながら展示の見直しに努めた結果、3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。併せてホームページ内にweb見学欄を設け、仮想的に所内見学ができる環境を整えた。また、メールマガジンは34報を発行し、トピックス、セミナーと開催案内およびシーズ技術を紹介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、J F C C関連の記事6件が新聞掲載された。

(3) 展示会・イベント等への参加

2023年5月17日～19日、インテックス大阪で開催された「第8回関西セラミックスジャパン（高機能セラミックス展）」、および、2023年10月4日～6日、幕張メッセで開催された「第8回セラミックスジャパン（高機能セラミックス展）」に協賛団体として参加、出展し、J F C C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

日本顕微鏡学会走査電子顕微鏡分科会主催「SCAN TECH 2023」参加者（2023年8月）、FC関連団体連絡協議会（2023年11月）、中部大学保健医療関連施設見学実習（2023年11月）、（一社）日本ファインセラミックス協会主催「第四回セラ3D研究会」参加者（2023年11月）等、技術交流会を除く延べ94件の見学会により、542名の見学者をJFCCに受け入れた。

② 技術交流会の開催

新型コロナウイルス感染症の5類感染症移行に伴い、面談形式での技術交流会を開催する企業が2022年度の2社から5社に増加し、延べ96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社が開催し、延べ457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134件の技術相談を受けた。なお、コロナ禍を脱したこともあり、面談での相談を再開するとともに、引き続きWeb会議を活用して技術指導を行うことで企業の課題解決を支援した。

5. 標準物質頒布事業

JFCC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年度上期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。2023年度下期は回復傾向にあるが頒布金額は2023年度上期の受注減により前年度比約73%の146百万円となった。

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3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177百万円増の409百万円となった。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、歴代2位を記録した前年度と同額の439百万円となり、好況を維持した。この結果、総収入は2,207百万円、総支出は2,152百万円で収支差は55百万円の黒字となった。また、正味財産の期末残高は前年度から132百万円増加し、8,639百万円となった。

【当期の収支内訳】

(単位：百万円)

	予算	実績	増減
政府受託	1,130	1,154	+25
民間受託	410	409	△1
試験評価受託	450	439	△11
その他 (うち標準物質頒布)	249 (200)	205 (146)	△44 (△54)
収入合計	2,239	2,207	△32
人件費	778	742	△36
管理費	334	275	△59
設備費	52	178	+126
事業経費	1,043	957	△86
支出合計	2,207	2,152	△55
収支差	32	55	+23

【直近5年間の正味財産推移】

(単位：百万円)

	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
資産合計	9,255	9,062	9,684	10,156	10,469
負債合計	604	661	1,216	1,649	1,830
正味財産合計	8,651	8,401	8,468	8,507	8,639

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。