

令和4年度科学技術試験研究委託費
先端研究基盤共用促進事業
(先端研究設備プラットフォームプログラム)

顕微イメージングソリューション
プラットフォーム
委託業務成果報告書

令和5年5月
国立大学法人北海道大学

本報告書は、文部科学省の科学技術試験研究委託事業による委託業務として、国立大学法人北海道大学が実施した令和4年度「顕微イメージングソリューションプラットフォーム」の成果をとりまとめたものです。

目次

I. 委託業務の目的	
1. 1 委託業務の題目	1
1. 2 委託業務の目的	1
II. 令和4年度の実施内容	
2. 1 実施計画	1
(i) 委託機関（代表機関）としての業務	
(ii) 再委託機関（代表機関を除く実施機関）としての業務	
(iii) 協力機関の取組	
2. 2 成果・実績	15
(i) 委託機関（代表機関）としての業務	
①プラットフォーム運営体制の構築	
②利用支援体制の構築	
③ワンストップサービスの設置	
④共用機器	
⑤専門スタッフの配置・育成	
⑥遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等	
⑦コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築	
⑧その他	
(ii) 再委託機関（代表機関を除く実施機関）としての業務	22
①利用支援体制の構築	
②共用機器	
③専門スタッフの配置・育成	
④遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等	
⑤その他	
(iii) 協力機関の取組	34

Ⅲ. フォローアップ調査項目

- 3. 1 スタートアップ支援について 35
- 3. 2 共同研究・受託研究について 35
- 3. 3 利用アンケートについて 36

I. 委託業務の目的

1. 1 委託業務の題目

「顕微イメージングソリューションプラットフォーム」

1. 2 委託業務の目的

本事業では、国内有数の先端的な研究施設・設備について、その整備・運用を含めた研究施設・設備間のネットワーク構築し、全ての研究者への高度な利用支援体制を有する全国的なプラットフォームを形成することで、我が国の研究開発基盤の持続的な維持・発展に貢献することを目的とする。

本プラットフォームでは、世界唯一で最先端の高分解能・高感度イメージング装置の共用により、基礎物理からマテリアル、バイオ、環境、エネルギー、宇宙までの幅広い分野における物質の構造からその機能（元素・同位体・電磁場などの分布）まで多面的な顕微イメージングソリューションを提供する。各先端分析技術の融合による新たなイノベーション創出を推進する人材を育成する。バーチャルな研究機関として継続的な活動を続けられる組織を構築する。

II. 令和4年度の実施内容

2. 1 実施計画

(i) 委託機関（代表機関）としての業務

①プラットフォーム運営体制の構築

1) プラットフォーム実施機関、協力機関、事業支援機関と連携するための取組

顕微イメージングソリューションプラットフォーム推進室運営委員会（以下、「運営委員会」とする。）とコンサルティング集団、そして顕微イメージングソリューションプラットフォーム推進室利用課題選定委員会（以下、「選定委員会」という。）を設置する。

運営委員会は、事業運営に関する事項を審議する。委員長は代表機関の担当責任者1名に、委員は各実施機関の担当責任者各1名の計7名に、それぞれ委嘱する。

コンサルティング集団は、利用相談内容の実現性や技術的課題を議論し、複合解析も含めたソリューションを検討する。代表機関および実施機関の分析エキスパート各1名以上、計8名以上により構成する。

選定委員会は、運営委員会が定める利用選定基準を元に利用課題申請を公平に審査し、その採否を決定する。委員長は代表機関の担当責任者1名に、委員は各実施機関の担当責任者各1名計7名、協力機関

のうち装置共用を実施している2機関（国立大学法人岡山大学、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所）からの各1名を加えた計9名にそれぞれ委嘱する。

2) 他のプラットフォームと連携するための取組

令和3年度に事業を開始した他プラットフォームの実務担当者等と連絡を取り、情報共有を進める。

② 利用支援体制の構築

コーディネーターとして特任助手1名（エフォート率100%）、技術専門職員として学術研究員2名、補助者として派遣職員1名をそれぞれ配置本事業にて雇用する。

コーディネーターは、ワンストップサービスの窓口業務と広報活動等を担当する。また、大学教員・技術専門職員と協力し、装置ポータル構築と運用、対話式受付システムの構築に取り組み、ソリューションマッチングプログラムの調整を担当する。

技術専門職員・補助者は、大学教員と協力し、採択された利用課題の実施を担当する。またソリューションマッチングプログラムにおける複合解析ソリューションの提案、そして同位体顕微鏡システム用遠隔操作システムの構築に取り組む。

③ ワンストップサービスの設置

装置ポータルにより、共用機器紹介説明、利用案内、そして利用成果等を、インターネット上で公開する。

利用相談の効率化を目的とし、対話式受付システムを構築する。コーディネーターが定型化した聞き取り項目に沿って利用相談を実施し、利用者から得られた要望を利用相談レポートにまとめる。相談内容の実現性や技術的課題を議論し、複合解析も含めたソリューションを検討後、実現性を明らかにした上で相談者に適切なソリューションを提案し利用課題申請に導く。

④ 共用機器

・ 同位体顕微鏡システム

物質中の同位元素の三次元分布を可視化できる装置。

・ 次世代同位体顕微鏡システム

物質中の同位元素の三次元分布を可視化できる装置。特に点分

析において、超高感度質量分析が可能。

・形状測定レーザー顕微鏡システム

簡単な操作で、試料表面の高解像度・超高深度観察や粗さ測定ができる装置。

・他3機器

⑤専門スタッフの配置・育成

各先端分析技術の融合による新たなイノベーション創出を推進する人材の育成として、本事業に参加する技術専門職員・補助者などに対し、以下の育成プログラムを行う。

1. 技術専門職員・補助者等は、ワンストップ窓口で集約された利用者の課題に対し複合解析ソリューションの提案を行う。
2. 提案された複合解析ソリューションをコーディネーターがとりまとめ、利用者に提示し申請を促す（年2課題程度）。利用者により申請された複合解析ソリューションは提案者がサポートして実施を進める。
3. 実施されたものを含めた提案された全複合解析ソリューションは、随時開催するビデオ会議と技術専門職員等全員が参加する技術交流会（年3回）でグループディスカッションし、その結果を提言としてコンサルティング集団に提出する。座長と提言のとりまとめは利用者の課題ごとに技術専門職員等から選出した者が担当する。
4. コンサルティング集団は提言をレビューし、人材育成を進める。

⑥遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

同位体顕微鏡システムは、令和3年度に遠隔立ち会いと遠隔操作に対応し、海外研究者約100名を率いて探査機はやぶさ2試料を分析したデータに対し、令和4年度に遠隔データ解析を行う。令和4年度に遠隔操作の利便性向上のため遠隔装置制御システムを導入する。

各参画機関における情報セキュリティーポリシー基本方針を確認し、データ資産の洗い出しを進める。

⑦コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築

同位体顕微鏡システムの遠隔対応により海外トップ研究者の利用拡

大を図り、利用課題と計測技術のレベル向上を推進する。

⑧その他

新技術習得プログラムを実施する。このプログラムは、若手研究者（35歳以下）、スタートアップ研究者（所属機関異動後2年以内）、海外研究者（サバティカル・研究休暇により日本に滞在）を対象とした共用機器を用いる短期研修である。

広報活動を実施する。事業紹介パンフレットを作成して配布する。コーディネーター等が中心となり日本顕微鏡学会学術講演会、JASIS2022 展示会、BioJapan 2022 展示会、nano tech 2023 学会・展示会へ出展し、新規利用者の開拓を図る。

(ii) 再委託機関（代表機関を除く実施機関）としての業務

【機関名：国立大学法人浜松医科大学】

①利用支援体制の構築

大学教員と協力し採択された利用課題の実施を担当する技術専門職員2名（うち1名は共用促進リエゾンを兼務）、技術専門職員と大学教員の指示により試料調製・測定・データ評価を行う技術補佐員を1名、利用窓口業務を担当する共用促進リエゾン補助として事務補佐員1名を本事業にて雇用する。

技術専門職員は共用機器として設置されている、超高分解能 MALDI-FTICR 型質量分析イメージング装置 solarixXR、脱離エレクトロスプレーイオン化顕微質量分析装置 Xevo® TQ-XS などの質量分析装置に対し遠隔操作システム構築に取り組む。

大学教員・職員の協力を得ることに加え、それらの補助として大学院生を配置することにより、人材の充実を図る。

また、技術専門職員、技術補佐員を質量分析イメージング装置5台含む共用機器の管理者として配置し、共用機器の維持管理を行う。

②共用機器

- ・MALDI-IT-TOF 型顕微質量分析装置 iMScope β 機

空間解像度 5 μm の解析が可能な質量分析イメージング装置。

- ・超高分解能 MALDI-FTICR 型質量分析イメージング装置 solarixXR

高い質量分解能によって精密質量分析が可能な質量分析イメージング装置。

- ・脱離エレクトロスプレーイオン化顕微質量分析装置 Xevo® G2-XS

Qtof

脱離エレクトロスプレーイオン化 (DESI) によりソフトなイオン化が可能な質量分析イメージング装置。

- ・脱離エレクトロスプレーイオン化顕微質量分析装置 Xevo® TQ-XS
トリプル四重極の質量分析計に高感度化技術を適用したハイエンド質量分析イメージング装置。
- ・液体クロマトグラフィー質量分析装置 - SYNAPT-G2 HDMS
UHPLC を装着した高速・高分解能での精密質量分析が可能な四重極-飛行時間型質量分析装置
- ・感染防止対策用クライオスタット CM1950
紫外線処理とナノシルバー表面コーティングを装備しているクライオスタット。
- ・マトリクス噴霧装置 - TM-Sprayer
MALDI イメージング測定試料に対しマトリクスを自動噴霧する装置。
- ・マトリクス蒸着装置 - iMLayer
MALDI イメージング測定試料に対しマトリクスを自動蒸着する装置。

③専門スタッフの配置・育成

令和3年度と同様に、職員の補助として配置された浜松医科大学所属の大学院生に対し、技術専門職員、大学教員によるスキルアップ支援を継続し人材の育成を図る。質量分析イメージング測定技術習得のための技術講習会を実施する。利用者支援のために、作業一連の動画マニュアルシリーズの作成を進める。また、質量分析討論会等へ参加することで、利用者支援と機器活用における技術高度化、イメージングへの応用可能な分野の探索を行う。

④遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

「超高分解能 MALDI-FTICR 型質量分析イメージング装置 solarixXR」および「脱離エレクトロスプレーイオン化顕微質量分析装置 Xevo® TQ-XS」制御 PC のアップグレードを実施し、リモートデスクトップシステムを利用した質量分析装置遠隔操作システムを構築することで、遠隔地からの質量分析イメージング装置利用に対応する。

令和3年度に続き、ISO/TC201 バイオWG 国内委員会への参画を通じて国際標準化を推進し、GLP 原則順守信頼性保証体制の整備を行う。

「バイオマテリアルと生体試料の準備、保存、輸送の方法」の標準化に関する新規 NWIP について、「Specimen taking, storage and transport of biomaterials in the surface chemical analysis」文章の、NP 投票を目指す。

⑤その他

令和3年度と同様に、ブルカージャパン株式会社、株式会社島津製作所、株式会社プレッパーズ、日本ウォーターズ株式会社などのメーカーが協力機関となり装置の機能向上への協力と、利用課題から得られたニーズや新技術の実用化を図る。

「超高分解能 MALDI-FTICR 型質量分析イメージング装置 solarixXR」の冷却メンテナンスを実施する。

【機関名：国立大学法人広島大学】

①利用支援体制の構築

特任教授1名、技術指導研究員（特任助教）1名、ポスドク1名および技術職員（教育研究補助職員）1名を本事業にて雇用する。また、大学教員・職員の協力を得て人材を確保し、利用体制を充実させる。さらに、一細胞解析の指導と実践についても核酸解析の応用まで広げて推し進める。

技術指導研究員（特任助教）は大学教員・職員と連携し、採択された利用課題の実施や共用機器の維持管理を担当する。ポスドクおよび技術職員（教育研究補助職員）は、特任助教や大学教員・職員と連携し、一細胞解析に関する技術支援を担当する。特任教授は課題実施や一細胞解析等、これらの業務に関する指示・助言等統括にあたる。

②共用機器

- ・サーマル電界放出形走査電子顕微鏡 JSM-7800F

材料系、固定後の乾燥した生体試料の表面観察・分析ができる。また、生体試料や海洋生物、植物のような含水試料を形態維持した状態で観察できるクライオシステムを搭載している。乾燥試料・含水試料ともに元素分析も可能。

- ・3D-SIM 超高解像度イメージングシステム DeltaVision OMX

従来の共焦点顕微鏡よりも高い分解能の像が得られる顕微鏡で、

分解能は最大で 90nm (XY 軸)、220nm (Z 軸)。細胞内構造物などの微細構造の観察を可能とする。励起レーザーは 4 種類を搭載しており、最大で同時に 4 種の標的タンパク質の観察が可能。

・ ナノインジェクションシステム

顕微鏡直視下、標的細胞へのナノピペットの低侵襲の穿刺とインジェクションなどを自動化する顕微鏡コンポーネントシステム。低侵襲のため、ライブセルを対象とした一細胞の操作と解析が可能。

・ 一細胞採取解析装置

顕微鏡直視下、一細胞を先端径数 μm のナノスプレーチップの中に吸引採取して、直接ゲノム、プロテオーム解析する広島大学独自の解析技術装置群。

・ 他 9 機器。

③ 専門スタッフの配置・育成

技術指導研究員および業務参加者を共用機器および一細胞解析の支援のために配置する。

本学のコアファシリティ構築支援プログラムとの連携による技術職員（教育研究補助職員）の育成を図る。

④ 遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

令和 3 年度に引き続き、測定画像の同時配信による装置利用の遠隔化を図り、また、遠隔画面操作についても試みる。また、業務協力者の横河電機株式会社とナノ領域のピペットシステムに関連する技術について、一細胞解析技術の自動化とより確実な採取法を確立および利便性を向上させるするため共同開発を継続して推進する。

⑤ その他

新たに研究員及びポストドクを受け入れること等により、研究者間のコミュニティ構築を進め、一細胞解析の応用範囲を広げる。

【機関名：株式会社日立製作所】

① 利用支援体制の構築

令和 3 年度に引き続き、コーディネーターと業務主任者兼担当責任

者、そしてコーディネーターを含めた実施担当6名（うち2名はエフオート 80%、42%）を配置し、さらに、実施機関内の磁性物理や計測・シミュレーションのエキスパートを業務協力者として必要に応じて装置利用課題の遂行のためのアドバイスが得られる体制とする。

コーディネーターは、全プラットフォームの申請課題に関する協議に参画するとともに、微細領域の電磁場解析に関する採択された課題の実務マネージメントを主たる業務とし、電磁場解析を担当する複数の実施機関の担当責任者と協議のうえ共用機器の性能や特徴、利用者の利便性を総合的に検討して利用者のニーズに最適な共用機器を決定する。日立製作所が保有する機器以外で対応する場合はその機器を保有する代表機関または実施機関に実務を移管する。

②共用機器

機器1：原子分解能・ホログラフィー電子顕微鏡：加速電圧1.2MV、最高分解能43pm、原子一層レベルの磁場分布を計測可能。

機器2：超高压ホログラフィー電子顕微鏡：加速電圧1MV、最高分解能120pm、液体ヘリウム冷却環境での観察が可能。

機器3：ホログラフィー電子顕微鏡：加速電圧350kV、最高分解能200pm、試料周囲が広く多様な計測に対応。

機器4：スピン偏極走査電子顕微鏡：最高分解能5nm、試料表面の微細な磁区構造を観察可能。

③専門スタッフの配置・育成

コーディネーターを含めて機器共用の技術面をサポートするスタッフは5名おり、いずれも実施機関に直接雇用される研究者で、電子顕微鏡（超高压電子顕微鏡、ホログラフィー電子顕微鏡、スピン偏極走査電子顕微鏡など）の専門家である。そのうち研究員1名は平成31年度に採用した若手研究者で、多数の機器利用者の多様な課題に取り組むことで電子線ホログラフィーの幅広いニーズへ対応できる研究者として育成する。

④遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

電子顕微鏡画像のリアルタイム共有を実際の機器共用において遠隔地の利用者に対して実施し効果をあげてきた。これまでのノウハウを

踏まえて引き続き遠隔利用を実施するとともに、スタッフの自宅からの機器状態モニタおよびリモート操作の適用も検討していく。

JST-CREST「情報計測」領域のテーマなどこれまでに開発してきた、多量試料のインテリジェント計測手法や自動計測技術などを本事業の機器利用に適用する。

また、実施機関相互のデータや書類のファイル共有のために Box（クラウドストレージ）を活用するとともに、自動計測等で取得した多量の計測データを解析するために高性能のワークステーションを活用する。

⑤その他

日本顕微鏡学会または応用先の材料に関する主要な学会において機器利用者との連名で成果発表を行っていくとともに、ユーザー層の拡大のため代表機関と連携しながら、日本顕微鏡学会、日本磁気学会など微小領域の磁場計測に関連する学会での広報活動を主導する。

これまでに築いてきた国際的ネットワークを通じて、海外トップ研究者の利用拡大を図りインパクトの大きい成果創出を図る。

【機関名：一般財団法人ファインセラミックスセンター】

①利用支援体制の構築

業務主任者及び担当責任者の兼任者と、実施担当からなる支援体制を整備する。実施担当は、電子線ホログラフィーを主とする透過電子顕微鏡観察の試料作製、実験並びに実験指導の主席研究員1名、上級研究員1名、主任研究員1名、上級技師1名の計4名及び透過電子顕微鏡観察の支援、試料作製や画像解析の補助、見積書、報告書等の書類作成業務（一部）を担う技術補助員2名の合計6名を配置する。また、業務協力者1名は必要に応じて実験試料作製の指導や実験結果の解釈を行うことで実施担当の業務を支援する。利用者側との技術打ち合わせは、実施機関のメンバーが利用者側に出向いて行うこともある。

従来、一般財団法人ファインセラミックスセンター（以下、「ファインセラミックスセンター」という。）が技術相談や共同研究を受けてきた企業・大学との連携関係を生かして本事業としての電磁場解析を発展させるとともに、利用者の開拓を図る。また、単なる機器利用時間だけでなく、データ解析や事前準備に実施担当が従事する時間も考慮して機器使用料を算出する。

②共用機器

機器：加速電圧 300kV ホログラフィー電子顕微鏡

特徴：電子加速電圧:300kV、4 個のプリズム装備、液体窒素冷却、磁場印加、電圧印加、試料加熱、高感度計測

③専門スタッフの配置・育成

上記の①で記載のとおり、業務主任者及び担当責任者の兼任者、実施担当 6 名（パーマネント職員 4 名、補助員 2 名）を配置する。

なお、ファインセラミックスセンターでは、電子線ホログラフィー技術を活用できる研究者を育成することを目的の一つとして、以前から大学院生（博士後期過程）を研究生として受け入れている。令和 4 年度もこの制度で研修員を受け入れ、本研究分野の技術向上と人材育成に貢献する。講演会や講習会などの座学だけではできない実践的技術指導を行い、電子線ホログラフィーを活用できる人材の確実な育成と電子線ホログラフィー活用分野の拡大に貢献する。

④遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

令和 4 年度は、既存の Teams、Zoom などのオンライン会議システムを用いて利用者と相談しながら実験を進めたり、画像データを迅速に利用者へ送信したりするなどして、業務効率の向上と研究のスピードアップを図る。特に電子顕微鏡室で撮影した像を利用者に迅速に送信するシステムについての検討を行う。

⑤その他

得られた成果は、日本顕微鏡学会、応用物理学会等の学術講演会や学会誌に積極的に発表し、本事業の PR と利用者拡大を図る。

【機関名：国立大学法人九州大学】

①利用支援体制の構築

令和 3 年度の支援体制を踏襲し、業務主任者兼担当責任者と 4 名の実施担当（技術系は本事業にて雇用する学術研究員 1 名を含め計 3 名、事務系 1 名）からなる支援体制を整備する。実施課題については、業務主任者、技術系実施担当、課題申請者の三者による協議を経て、綿密な実験計画を立案する。業務主任者は、本事業の統括とともに、研

究コーディネーターや人材育成に関わる業務を行う。技術系実施担当は、要請に応じて予備的・相補的な電子顕微鏡観察を行うとともに、電子線ホログラフィーに関わるデータ収集とその解析、並びにホログラフィー電子顕微鏡のメンテナンス業務を行う。事務系実施担当は、物品購入契約を含めた事務の支援を行う。

②共用機器

機器：加速電圧 300kV ホログラフィー電子顕微鏡

特徴：加速電圧可変（300kV、200kV、100kV）、最高分解能：200pm、高速・高感度カメラ搭載、試料加熱、試料冷却（液体窒素）、試料への光照射

③専門スタッフの配置・育成

学術研究員に対して、電子線ホログラフィーに関わる高度な技術と研究力の修得を促すため、月1回程度の頻度で技術セミナー兼研究討論会を開催する。また、学術研究員による研究計画立案や実験主導の機会を意図的に設定し、当該技術分野の指導者としての育成を図る。

④遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

西日本地域における支援拠点としての役割を果たすとともに、必要に応じてリモート手段によるコーディネーターやデータ共有を積極的に展開し、遠隔地の利用者に適時なサービスを提供する。

また、令和3年度の実績を継承し、微弱信号の抽出など新規な解析技術の共用化を進める。

⑤その他

令和4年度から機器共用を開始するマテリアル先端リサーチインフラ事業（九州大学ハブ）と連携し、電子線ホログラフィーと高い親和性のある微細構造解析の支援機能を、本事業で効果的に利用する。

【機関名：国立大学法人東北大学】

① 利用支援体制の構築

多元物質科学研究所の研究所長を業務主任者・担当責任者とし、電子線ホログラフィーを専門とする研究者（講師）1名、及び技術職員

1名と学術研究員1名の実施担当からなる支援体制を整備する。なお、上記の学術研究員1名は本事業にて雇用する。

②共用機器

機器：日本電子製 加速電圧 300kV 分析電子顕微鏡 JEM-3000F

特徴：シングルバイプリズム、各種の特殊試料ホルダを利用したオペランド環境での電子線ホログラフィー観察が可能（磁場印加ホルダ、2探針ピエゾ駆動ホルダ（外力および電流電圧の印加が可能）、光照射ホルダ、熱電子照射ホルダ、冷却・加熱ホルダ）、交流磁場印加システムでローレンツ顕微鏡法による動的磁壁移動観察（令和4年度より高速 CMOS カメラによる記録）が可能。

③専門スタッフの配置・育成

様々な研究内容に対応できるように、学術研究員、および技術職員に対して実施担当の研究者（講師）が電子線ホログラフィーの基礎から応用までを指導し、専門的な情報を共有する。

学生を対象とした先端材料評価学の授業にて電子線ホログラフィーを取り上げ、電磁場解析の重要性についての説明を行う。

④遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

遠隔地からの利用の対策として、ビデオキャプチャとウェブ会議システムを活用した遠隔からの実験立ち合いができる環境を整える（令和4年度より4K の操作画面を共有できるように環境を改善する）。令和3年度末に導入した高速動作可能な透過電子顕微鏡用 CMOS カメラを活用し、観察技術の高度化を進める。具体的には、（1）スクリプト等を利用したデータ処理法の開発および改良、（2）動的磁区構造観察法の高度化（カメラ導入による画質と fps の大幅な向上と撮影手順の最適化）や、（3）電場変動を検出する技術の高度化（電場変動はホログラムの干渉縞のコントラストの時間変化を CMOS カメラでとらえることで検出し、その後、電磁場解析ソフトウェアによる試料の帯電量の定量評価と組み合わせて解析を行う手法を確立する）を進め、外部からも利用できるようにする。

⑤その他

上記観察技術の高度化で得られた成果を、日本金属学会、日本顕微鏡学会の学術講演会で積極的に発表することにより、利用者の拡大を図る。

【機関名：国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学】

①利用支援体制の構築

令和3年度に引き続き、業務主任者1名、担当責任者1名、専門スタッフ3名（教授、講師、助教）及び事務補助1名。装置メンテナンスは随時、超高圧電子顕微鏡施設技術職員1名を配置する。

②共用機器

機器1：分光走査透過電子顕微鏡 JEM2100（200kV）日本電子製

特徴：5種類の分光検出器（電子エネルギー損失分光、波長分散型 X 線分光、エネルギー分散型 X 線分光、カソードルミネッセンス分光、二次電子/反射電子検出器）及び二台の CCD カメラ（広角/高分解能）搭載する分光 STEM 各種試料ホルダ（一軸傾斜加熱/一軸傾斜冷却/二軸 Be 分析/面内回転/可視光発光集光） ナノビーム走査モード、ホロコーン照射モード、ビームロックモード装備 STEM 分解能 1 nm

機器2：高圧用収差補正開発試験装置 EM-10000BU（200kV）日本電子製

特徴：ショットキー型電解放出電子銃、ダブル（照射系/結像系）収差補正 STEM 分解能 0.07nm エネルギー分散 X 線分光およびエネルギー損失分光検出器、反射電子検出器搭載 ホログラフィー用パイプリズム ナノビーム回折による回折イメージングモード 各種試料ホルダ（二軸傾斜加熱/二軸傾斜冷却/二軸 Be 分析）

③専門スタッフの配置・育成

令和3年度に引き続き3名（うち2名が30代の若手研究者（講師、助教））の専門スタッフ、1名の技術職員、1名の事務補助を配置する。専門スタッフ及び技術職員の全員が透過電子顕微鏡及び関連分光法のエキスパートであり、各種の受託分析、技術支援を進める。特に、データ解析及び実技講習、技術相談の経験を通じた若手研究者のさらなるレベルアップ、コンサルティング業務、国際共同研究において必

要な渉外経験などの経験値を上げる。

- ④遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

令和3年度に機器制御PCをWindows10化したことにより、令和4年度は遠隔立ち会い機能（画面共有システム）を搭載し、一定のサービスを提供する。

また、本機関の特徴である以下の2点により立ち会うことなく測定結果が得られる。

- ・各種分光測定の実自動化：GatanMicroscopySuite(GMS)上のスクリプトプログラムによって長時間の分光測定を自動化
- ・AI技術利用によるデータ解析の実自動化：スペクトル解析において長年の実績あり

- ⑤その他

本学では令和3年度同様、分光測定及びデータ解析の実績を生かした独自の分析手法（複合電子顕微分光によるサイト選択的ドーパント化学分析、スペクトラムイメージと機械学習法の組み合わせによる物性空間マッピング、結晶格子欠陥の3D解析、エネルギー損失磁気カイラル二色性によるナノ領域磁気角運動量測定）によって事業への貢献を図る。

- (iii) 協力機関の取組

装置共用体制を構築している国立大学法人岡山大学と国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所は、選定委員会に参加し申請された課題を審査する。

アメテック株式会社、日東分析センター株式会社、株式会社島津製作所、ブルカージャパン株式会社、日本ウォーターズ株式会社、株式会社プレッパーズは、本プラットフォームからの依頼に応じ人材育成及び新しい測定技術の開発に向けた情報交流等を検討する。横河電機株式会社はナノ領域のピペットシステムに関連する技術において、操作性のさらなる向上に取り組む。株式会社ヒューマニクスは一細胞解析技術に関連するナノスプレーチップの高精度化に取り組む。

2. 2 成果・実績

(i) 委託機関（代表機関）としての業務

【機関名：国立大学法人北海道大学】

①プラットフォーム運営体制の構築

1) プラットフォーム実施機関、協力機関、事業支援機関と連携するための取組

顕微イメージングソリューションプラットフォーム推進室運営委員会（以下、「運営委員会」とする。）とコンサルティング集団、そして顕微イメージングソリューションプラットフォーム推進室利用課題選定委員会（以下、「選定委員会」という。）を設置した。

運営委員会委員長は代表機関の担当責任者1名に、委員は各実施機関の担当責任者各1名の計7名に、それぞれ委嘱した。運営委員会（令和4年4月22日以降毎月1回・オンライン、令和4年12月20日・埼玉県日立基礎研究センタ）を計12回開催し、事業運営に関する事項を審議した。運営委員会には、運営委員会委員とコーディネーターのほか、技術専門職員や補助員などの事業参加者がオブザーバとして参加した。

コンサルティング集団は、代表機関および実施機関の分析エキスパート各1名以上、計14名により構成した。コンサルティング集団は、利用相談内容の実現性や技術的課題を議論し、複合解析も含めたソリューションをメール（随時）および運営委員会（令和3年4月22日、令和5年3月24日・オンライン）にて検討した。

選定委員会は、委員長は代表機関の担当責任者1名に、委員は各実施機関の担当責任者各1名計7名、協力機関のうち装置共用を実施している2機関（国立大学法人岡山大学、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所）からの各1名を加えた計9名にそれぞれ委嘱した。利用課題申請計29件を、計19回のメール審議にて運営委員会が定める利用選定基準を元に公平に審査した。令和4年度は申請された利用課題29件全てを採択した。

2) 他のプラットフォームと連携するための取組

プラットフォーム連携意見交換会（令和4年5月9日、7月20日・オンライン、令和4年9月7日・千葉県TKPガーデンシティ幕張、令和4年11月1日、令和5年1月10日・オンライン）に参加し、展示会合同出展の打合せ、連携できる可能性がある取組についての議論、コアファシリティ構築支援プログラムなど他事業との連携実績な

どについて情報を共有した。

JASIS 2022 展示会（令和4年9月7～9日・千葉県幕張メッセ）に合同出展した。各プラットフォームが主催するシンポジウム等のイベント情報を共有し、各プラットフォームよりプラットフォーム内外に向けた広報活動を行ったほか、令和4年度「パワーレーザーDX プラットフォーム～パワーレーザーのデジタル化・スマート化による新たな価値の創出～」シンポジウム（令和4年6月28日・オンライン）、NMR プラットフォームシンポジウム2022（令和4年11月28日・オンライン）では事業紹介を行った。

プラットフォームの共通課題である AI/深層学習に関連する取組みと成果の共有を目的とした「データ駆動型・AI 駆動型研究推進のための統合環境ワークショップ」（令和5年3月9日・オンライン）を共催した。

国立大学法人北海道大学が実施するコアファシリティ構築支援プログラムの R&T コラボプロジェクトに本事業参加者（大学教員）が申請し、国立大学法人北海道大学技術職員と協働する技術開発プロジェクトを実施した。

②利用支援体制の構築

コーディネーターとして特任助手1名（エフォート率100%）、補助者として派遣職員1名を本事業にて雇用した。なお、技術専門職員として学術研究員2名を本事業にて雇用する計画としていたが、適任者を雇用することができなかったため、代わりとして大学教員（助教）1名が業務を担当した。

コーディネーターは、ワンストップサービスの窓口業務と広報活動等を担当した。また、大学教員と協力し、装置ポータル構築と運用、対話式受付システムの構築と運用、ソリューションマッチングプログラムの調整を担当した。

補助者は、大学教員と協力し、採択された利用課題の実施を担当した。また、ソリューションマッチングプログラムにおける複合解析ソリューションの提案、そして、同位体顕微鏡システム用遠隔操作システムの構築に取り組んだ。国立大学法人北海道大学の取組である先端研究基盤共用促進事業（コアファシリティ構築支援プログラム）、マテリアル先端リサーチインフラ、オープンファシリティによる共用機器の利用を大学教員・補助者等が検討し、利用者へ案内した。

③ワンストップサービスの設置

装置ポータル (<http://www.imaging-pf.jp>) を運用し、共用機器紹介説明、利用案内、利用成果等を、インターネット上で公開した。

利用相談の効率化を目的とした対話式受付システムを運用した。コーディネーターが定型化した聞き取り項目に沿って利用相談を実施し、利用者から得られた要望を利用相談レポートにまとめた。相談内容の実現性や技術的課題を議論し、複合解析も含めたソリューションを検討後、実現性を明らかにした上で相談者に適切なソリューションを提案し利用課題申請に導いた。

また、事務手続きの自動化を進めるため、利用者からのこれまでの質問をFAQにまとめ、それらを装置ポータル上で自動応答するシステムを構築し、令和4年8月より運用を始めた(画像1)。



画像1. 自動応答システム

④共用機器

- ・同位体顕微鏡システム

物質中の同位元素の三次元分布を可視化できる装置。

- ・次世代同位体顕微鏡システム

物質中の同位元素の三次元分布を可視化できる装置。特に点分析において、超高感度質量分析が可能。

- ・形状測定レーザー顕微鏡システム

簡単な操作で、試料表面の高解像度・超高深度観察や粗さ測定ができる装置。

- ・他3機器

⑤専門スタッフの配置・育成

各先端分析技術の融合による新たなイノベーション創出を推進する人材の育成として、本事業に参加する技術専門職員・補助者などに対し、以下の育成プログラムを行った。

1. 技術専門職員・補助者等は、ワンストップ窓口で集約された利用課題2件に対し複合解析ソリューションの提案を行った(表1)。

表 1. 複合解析ソリューションによる提言

利用課題	複合解析ソリューションによる提言
利用課題 A 磁性分析イメージング	質量イメージングを組み合わせる提言
利用課題 A 磁性イメージング	試料に磁場を印加しながら観察を行う提言
利用課題 A 磁性イメージング	位相シフト法により高精度に磁場分布解析を行う提言
利用課題 A 磁性イメージング	TEM-EELS による構造解析を行う提言
利用課題 A 磁性イメージング	交流磁場を印加して粒子が運動する様子のその場観察を行う提言
利用課題 B 同位体イメージング	分子分布を可視化する提言
利用課題 B 同位体イメージング	TEM 試料の作成に関する提言
利用課題 B 同位体イメージング	蛍光観察する提言
利用課題 B 同位体イメージング	高感度カメラにより組織評価や膜厚分布評価する提言
利用課題 B 同位体イメージング	HAADF 像によりヨウ素の原子配列を直接観察する提言
利用課題 B 同位体イメージング	TEM-EELS によりヨウ素の電子状態の異方性を検出する提言
利用課題 B 同位体イメージング	EELS により軽元素・重元素分布を分析する提言
利用課題 B 同位体イメージング	I3 と I5 の分布を可視化する提言

2. 提案された複合解析ソリューションをコーディネーターがとりまとめ、利用者に提示し申請を促した。利用者は提案に興味を持ってくれたが、チャレンジングな内容であるため実現が確実ではないこと、そのための利用料を準備できないことから、利用課題の申請には至らなかった。
3. 提案された全複合解析ソリューションは、随時開催したビデオ会議と技術専門職員等全員が参加した技術交流会及びオンラインドキュメント上にて適宜グループディスカッションし、その結果を提言としてコンサルティング集団に提出した。座長と提言のとりまとめは利用者の課題ごとに技術専門職員等から選出した者が担当した。

4. コンサルティング集団は提言をレビューし、人材育成を進めた。

- ⑥遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

同位体顕微鏡システムは、令和3年度に遠隔立ち会いと遠隔操作に対応し、海外研究者約100名を率いて探査機はやぶさ2試料を分析したデータに対し、令和4年度に遠隔データ解析を行った。令和4年度は遠隔操作の利便性向上のため遠隔装置制御システムを導入した。

各参画機関において、情報セキュリティーポリシー基本方針とそれに付随する規程等が制定されていることを確認した。しかし、その内容は機密事項となっているため共有していない。

- ⑦コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築

同位体顕微鏡システムの遠隔対応により海外トップ研究者の利用拡大を図り、利用課題と計測技術のレベル向上を推進した。

- ⑧その他

新技術習得プログラムを募集した。このプログラムは、若手研究者（35歳以下）、スタートアップ研究者（所属機関異動後2年以内）、海外研究者（サバティカル・研究休暇により日本に滞在）を対象とした共用機器を用いる短期研修である。しかし、令和4年度は申請がなかったため実施しなかった。

広報活動を実施した。事業紹介パンフレットを作成して配布した。コーディネーター等が中心となり日本顕微鏡学会学術講演会（令和4年5月11～13日・福島県ビッグパレットふくしま）、JASIS2022展示会（令和4年9月7～9日・千葉県幕張メッセ）、nano tech2023展示会（令和5年2月1～3日・東京都東京ビッグサイト）へ出展し、計120名程度に利用を案内し新規利用者の開拓を図った。

ワンストップ窓口が計29件の利用課題申請を受理した。申請一覧を表2に示す。受理した利用課題申請は、利用課題選定委員会が審査・採択し、実施機関が実施を担当した。

表2. 令和4年度の利用課題

No.	利用課題名	利用者名	実施機関
1	2023年10月公開予定	(大学)	東北大学
2	非公開課題	(民間企業)	北海道大学
3	2024年3月公開予定	(大学)	ファインセラミックスセンター
4	非公開課題	(民間企業)	東北大学
5	2024年3月公開予定	(大学)	北海道大学
6	非公開課題	(民間企業)	日立製作所
7	血液灌流中の人工肺内の粘度変化と血球状態の比較	純真学園大学	広島大学
8	STEM-EELSによるポリマーアロイの無染色イメージング	旭化成株式会社	名古屋大学
9	TEMによるグラフェン/ダイヤモンド接合のイメージング	早稲田大学	名古屋大学
10	2025年3月公開予定	(大学)	九州大学
11	Beam Rocking EDSによる(Ba, Ca)TiO ₃ のCa位置の解析	東北大学	名古屋大学
12	非公開課題	(民間企業)	九州大学
13	2024年3月公開予定	(民間企業)	東北大学
14	15N同位体標識処理を施した毛髪断面の質量イメージング	クラシエホームプロダクツ株式会社	北海道大学
15	2024年4月公開予定	(国外大学)	九州大学・日立製作所
16	透過電子顕微鏡によるMn ₃ Snの磁区構造解析	名古屋大学	日立製作所
17	電子顕微鏡を利用したxLiF-LiCrO ₂ 電極イメージング	山口大学	名古屋大学
18	隕石に含まれる磁性鉱物のナノ領域磁性イメージング	北海道大学	ファインセラミックスセンター
19	非公開課題	(民間企業)	浜松医科大学
20	新規硫酸還元走磁性細菌 Fundidesulfovibrio magnetotacticus FSS-1株	東洋大学	日立製作所

	の Bullet 状マ グネタイトナノ粒子の観察		
21	MALDI Imaging を用いた骨 格筋組織及び細胞中の代謝 物の局在解析	日本大学	浜松医科大学
22	自動車用ダイクエンチ鋼板 の磁区イメージング	岩手大学	東北大学
23	Al-6.0% Zn-0.75% Mg 合金に おける微細組織の観察	株式会社 UACJ	名古屋大学
24	Beam Rocking EDS による高 クロム鑄鉄中カーバイドの 添加元素位置の解析	東北大学	名古屋大学
25	2024 年 4 月公開予定	(民間企業)	名古屋大学
26	2025 年 4 月公開予定	(公的研究機関)	東北大学
27	STEM-EELS による鈹物の水 素イオン照射損傷過程の解 明	京都大学	名古屋大学
28	高角度分解能電子チャネリ ング X 線分光による (Ba, K)NF の空孔のイメージ ング	京都大学	名古屋大学
29	非公開課題	(民間企業)	浜松医科大学

令和 3 年度に実施した成果公開利用課題のうち公開予定日を過ぎた報告書（10 件）の概要を、装置ポータル「利用例」ページに掲載し公開した。

(ii) 再委託機関（代表機関を除く実施機関）としての業務

【機関名：国立大学法人浜松医科大学】

①利用支援体制の構築

大学教員と協力し採択された利用課題の実施を担当する技術専門職員 2名（うち1名は共用促進リエゾンを兼務）、技術専門職員と大学教員の指示により試料調製・測定・データ評価を行う技術補佐員を1名、利用窓口業務を担当する共用促進リエゾン補助として事務補佐員1名を本事業にて雇用した。

技術専門職員は共用機器として設置されている、超高分解能 MALDI-FTICR 型質量分析イメージング装置 solarixXR、脱離エレクトロスプレーイオン化顕微質量分析装置 Xevo® TQ-XS に対し遠隔操作システムを構築した。

大学教員・職員の協力を得ることに加え、それらの補助として大学院生を配置することにより、人材の充実を図った。

また、技術専門職員、技術補佐員を質量分析イメージング装置5台含む共用機器の管理者として配置し、共用機器の維持管理を行った。

②共用機器

- MALDI-IT-TOF 型顕微質量分析装置 iMScope β 機
空間解像度 5 μm の解析が可能な質量分析イメージング装置。
- 超高分解能 MALDI-FTICR 型質量分析イメージング装置 solarixXR
高い質量分解能によって精密質量分析が可能な質量分析イメージング装置。
- 脱離エレクトロスプレーイオン化顕微質量分析装置 Xevo® G2-XS Qtof
脱離エレクトロスプレーイオン化 (DESI) によりソフトなイオン化が可能な質量分析イメージング装置。
- 脱離エレクトロスプレーイオン化顕微質量分析装置 Xevo® TQ-XS
トリプル四重極の質量分析計に高感度化技術を適用したハイエンド質量分析イメージング装置。
- 液体クロマトグラフィー質量分析装置 - SYNAPT-G2 HDMS
UHPLC を装着した高速・高分解能での精密質量分析が可能な四重極-飛行時間型質量分析装置。
- 感染防止対策用クライオスタット CM1950
紫外線処理とナノシルバー表面コーティングを装備しているクライオスタット。
- マトリクス噴霧装置 - TM-Sprayer

- MALDI イメージング測定試料に対しマトリクスを自動噴霧する装置。
- ・マトリクス蒸着装置 - iMLayer

MALDI イメージング測定試料に対しマトリクスを自動蒸着する装置。

③専門スタッフの配置・育成

令和3年度と同様に、職員の補助として配置された浜松医科大学所属の大学院生に対し、技術専門職員、大学教員によるスキルアップ支援を継続し人材の育成を図った。本事業参加者の大学院生2名が大学院卒業後、浜松医科大学特任研究員として採用された。

質量分析イメージング測定技術習得のために質量分析学会中部談話会と共催して第5回技術交流会（令和4年9月22日・オンライン）を開催し、本事業の利用説明、協力機関による分析技術紹介、本事業参加者によるマススペクトル解析の基礎講座、分析機器メーカーによる質量分析用ツールの紹介、イメージング分析技術開発経験者による事例紹介を行った。同会にはプラットフォーム内外から計108名が参加した。

利用者支援のために、測定試料調製のための切片作製やマトリクス塗布、測定のためのソフトウェア操作等について動画マニュアルシリーズの作成を進めた。また、各種機器操作に関連する SOP（Standard Operating Procedures）の整備を進めた。

また、第22回日本抗加齢医学会総会（令和4年6月17～19日・大阪府大阪国際会議場）・第70回質量分析総合討論会（令和4年6月22～24日・福岡県福岡国際会議場）・JASIS2022（令和4年9月7日～9日・千葉県幕張メッセ）・第6回 京都生体質量分析研究会国際シンポジウム・国際質量分析イメージングシンポジウム2023京都（令和5年1月30～31日・京都府同志社大学）へ参加することで、利用者支援と機器活用における技術高度化、イメージングへの応用可能な分野の探索を行った。

④遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

「超高分解能 MALDI-FTICR 型質量分析イメージング装置 solarixXR」および「脱離エレクトロスプレーイオン化顕微質量分析装置 Xevo® TQ-XS」制御 PC および質量分析装置制御ソフトウェアのアップグレードを実施し、リモートデスクトップシステムを利用した質量分析イメージング装置遠隔操作システムを構築することで、遠隔地からの質量分析イメージング

装置利用に対応した。

令和3年度に続き、ISO/TC201 バイオ WG 国内委員会への参画を通じて国際標準化を推進し、GLP (Good Laboratory Practice) 原則順守信頼性保証体制の整備を行った。「バイオマテリアルと生体試料の準備、保存、輸送の方法」の標準化に関する新規NWIP (New Work Item Proposal) について、総会での各国委員 (おもにドイツ) の意見に従い、NP23760 「Specimen taking, storage and transport of biomaterials in the surface chemical analysis」の改定に取り掛かった。各国のエキスパートの意見を伺いつつ、令和5年11月の総会での成立を目指している。

⑤その他

令和3年度と同様に、ブルカーージャパン株式会社、株式会社島津製作所、株式会社プレッパーズ、日本ウォーターズ株式会社などのメーカーが協力機関となり装置の機能向上への協力と、利用課題から得られたニーズや新技術の実用化を図った。

浜松医科大学で実施した利用課題1件に対し、課題終了後に利用者(企業)と株式会社プレッパーズを含む三者間での共同研究契約締結に向け手続きを進めた。

「超高分解能MALDI-FTICR型質量分析イメージング装置 solarixXR」の液体ヘリウム補充による冷却メンテナンスを実施した。

【機関名：国立大学法人広島大学】

①利用支援体制の構築

特任教授1名、技術指導研究員(特任助教)1名、研究員1名および技術職員(教育研究補助職員)1名を本事業にて雇用した。また、大学教員・職員の協力を得て人材を確保し、利用体制を充実させた。さらに、一細胞解析の指導と実践についても核酸解析の応用まで広げて推し進めた。

技術指導研究員(特任助教)は大学教員・職員と連携し、採択された利用課題の実施や共用機器の維持管理を担当した。研究員・技術職員(教育研究補助職員)は、特任助教や大学教員・職員と連携し、一細胞解析に関する技術支援を担当した。特任教授は課題実施や一細胞解析等、これらの業務に関する指示・助言等統括にあたった。

②共用機器

- ・サーマル電界放出形走査電子顕微鏡 JSM-7800F

材料系、固定後の乾燥した生体試料の表面観察・分析ができる。また、生体試料や海洋生物、植物のような含水試料を形態維持した状態で観察できるクライオシステムを搭載している。乾燥試料・含水試料ともに元素分析も可能。

- ・3D-SIM 超高解像度イメージングシステム DeltaVision OMX

従来の共焦点顕微鏡よりも高い分解能の像が得られる顕微鏡で、分解能は最大で90nm (XY軸)、220nm (Z軸)。細胞内構造物などの微細構造の観察を可能とする。励起レーザーは4種類を搭載しており、最大で同時に4種の標的タンパク質の観察が可能。

- ・ナノインジェクションシステム

顕微鏡直視下、標的細胞へのナノピペットの低侵襲の穿刺とインジェクションなどを自動化する顕微鏡コンポーネントシステム。低侵襲のため、ライブセルを対象とした一細胞の操作と解析が可能。

- ・一細胞採取解析装置

顕微鏡直視下、一細胞を先端径数 μm のナノスプレーチップの中に吸引採取して、直接ゲノム、プロテオーム解析する広島大学独自の解析技術装置群。

- ・他9機器。

③専門スタッフの配置・育成

技術指導研究員（特任助教）・研究員・技術職員（教育研究補助職員）・派遣職員および業務参加者を共用機器および一細胞解析の支援のために配置し、利用課題と一細胞解析に関する実験の実施にあたった。

国立大学法人広島大学のコアファシリティ構築支援プログラムとの連携により、技術職員（教育研究補助職員）の育成のため、同じキャンパスの技術職員より機器の使用法や前処理方法を習得した。

第7回技術交流会（令和5年1月27日・オンライン）を開催し、特任教授・技術指導研究員（特任助教）がそれぞれ一細胞質量分析の紹介・事例の説明を行った。本会には本事業の技術専門職員・補助者等16名が参加した。

- ④遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

令和3年度に引き続き、測定画像の同時配信による装置利用の遠隔化を図り、遠隔画面操作についても試みた。また、業務協力者の横河電機株式会社とナノ領域のピペットシステムに関連する技術について、一細胞解析技術の自動化とより確実な採取法を確立および利便性を向上させるため共同開発を継続して推進した。令和4年度もナノ領域のピペットシステムのソフトウェアのバージョンアップを実施し、標的細胞への自動穿刺の操作性が向上した。

- ⑤その他

新たに研究員及びポスドクを受け入れること等により、研究者間のコミュニティ構築を進め、一細胞解析の応用範囲を広げた。第7回技術交流会の後日、参加者と本学で一細胞解析の打ち合わせを実施するに至った。

【機関名：株式会社日立製作所】

- ①利用支援体制の構築

令和3年度に引き続き、コーディネーターと業務主任者兼担当責任者、そしてコーディネーターを含めた実施担当6名（うち2名はエフォート80%、42%）を配置し、さらに、実施機関内の磁性物理や計測・シミュレーションのエキスパートを業務協力者として必要に応じて装置利用課題の遂行のためのアドバイスが得られる体制とした。

コーディネーターは、毎月開催された運営委員会において全プラットフォームの申請課題に関しての協議に参画するとともに、微細領域の電磁場解析に関する採択された課題の実務マネージメントを主たる業務とし、装置利用課題申請者と具体的な計測の進め方、例えば試料を磁場にさらして良いか否か、計測中の印加磁場の強さ・方向の確認、観察する際に最適な電子ビームのエネルギーなどを打ち合わせた。さらには、より価値のある研究成果となるように利用者に実験を逆提案することもあった。また、電磁場解析を担当する複数の実施機関の担当責任者と協議のうえ共用機器の性能や特徴、利用者の利便性を総合的に検討して利用者のニーズに最適な共用機器を決定した。具体的には、例えば、表2に記載の利用課題 No. 15 や 18 は当初、日立製作所の高加速すなわち高エネルギーの電子ビームの電子顕微鏡利用を希望したもの

であったが、第一段階のデータ取得としては必ずしも高加速電子顕微鏡で計測するのが最適とは限らないと判断し、使い勝手の良い 300kV の加速電圧の電子顕微鏡を保有する実施機関、具体的には九州大学やファインセラミックスセンターに実務を移管した。

②共用機器

機器 1 : 原子分解能・ホログラフィー電子顕微鏡 : 加速電圧 1.2MV、最高分解能 43pm、原子一層レベルの磁場分布を計測可能。

機器 2 : 超高圧ホログラフィー電子顕微鏡 : 加速電圧 1 MV、最高分解能 120pm、液体ヘリウム冷却環境での観察が可能。ただし令和 4 年度は全国的に液体ヘリウムの流通が滞り購入そのものが困難となったため、代替手段として課題申請者と相談して液体窒素冷却環境の温度でも対応可能な試料に変更した。

機器 3 : ホログラフィー電子顕微鏡 : 加速電圧 350kV、最高分解能 200pm、試料周囲が広く多様な計測に対応。

機器 4 : スピン偏極走査電子顕微鏡 : 最高分解能 5 nm、試料表面の微細な磁区構造を観察可能。

③専門スタッフの配置・育成

コーディネーターを含めて機器共用の技術面をサポートするスタッフは 5 名おり、いずれも実施機関に直接雇用される研究者で、電子顕微鏡（超高圧電子顕微鏡、ホログラフィー電子顕微鏡、スピン偏極走査電子顕微鏡など）の専門家である。そのうち研究員 1 名は平成 31 年度に採用した若手研究者で、多数の機器利用者の多様な課題に取り組むことで電子線ホログラフィーの幅広いニーズへ対応できる研究者として育成した。

④遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

電子顕微鏡画像のリアルタイム共有を実際の機器共用において遠隔地の利用者に対して実施し効果をあげてきた。これまでのノウハウを踏まえて引き続き遠隔利用を実施するとともに、スタッフの自宅からの機器状態モニタも行った。特に地震発生直後や瞬停後の装置状態を自宅からモニタできたことは有用であった。リモート操作の適用も検討した

が、不測の事態への対応が困難である等の理由により適用しないこととした。

JST-CREST「情報計測」領域のテーマなどこれまでに開発してきた、多量試料のインテリジェント計測手法や自動計測技術などを表2のNo.15、16の課題に適用した。

また、実施機関相互のデータや書類のファイル共有のためにBox（クラウドストレージ）を活用するとともに、自動計測等で取得した多量の計測データを解析するために高性能のワークステーションを活用した。

⑤その他

日本顕微鏡学会または応用先の材料に関する主要な学会において機器利用者との連名で成果発表を行っていくとともに、ユーザー層の拡大のため代表機関と連携しながら、日本顕微鏡学会、日本磁気学会など微小領域の磁場計測に関連する学会での広報活動を主導した。

これまでに築いてきた国際的ネットワークを通じて、海外トップ研究者の利用拡大を図りインパクトの大きい成果創出を図った。

4つの先端研究設備プラットフォームが連携し、令和5年3月9日（オンライン）に開催された『データ駆動型・AI 駆動型研究促進のための統合環境ワークショップ』では、本機関の研究者より機械学習を適用した実験データ取得技術について講演を行った。

また、令和3年度の装置利用課題が共同研究に発展し、その成果を令和4年度の日本金属学会で発表し、その計測結果が日本金属学会第73回写真賞の奨励賞を受賞した。

【機関名：一般財団法人ファインセラミックスセンター】

①利用支援体制の構築

業務主任者及び担当責任者の兼任者と、実施担当からなる支援体制を整備した。実施担当は、電子線ホログラフィーを主とする透過電子顕微鏡観察の試料作製、実験並びに実験指導の主席研究員2名、上級研究員1名、上級技師1名の計4名及び透過電子顕微鏡観察の支援、試料作製や画像解析の補助、見積書、報告書等の書類作成業務（一部）を担う技術補助員2名の合計6名を配置した。また、業務協力者1名は必要に応じて実験試料作製の指導や実験結果の解釈を行うことで実施担当の業務を支援した。利用者側との技術打ち合わせは、実施機関のメンバーが利用者側とウェブ会議で行った。

従来、一般財団法人ファインセラミックスセンター（以下、「ファイ

ンセラミックスセンター」という。)が技術相談や共同研究を受けてきた企業・大学との連携関係を生かして本事業としての電磁場解析を発展させるとともに、利用者の開拓を図った。また、単なる機器利用時間だけでなく、データ解析や事前準備に実施担当が従事する時間も考慮して機器使用料を算出した。

②共用機器

機器：加速電圧 300kV ホログラフィー電子顕微鏡

特徴：電子加速電圧:300kV、4個のプリズム装備、液体窒素冷却、磁場印加、電圧印加、試料加熱、高感度計測

③専門スタッフの配置・育成

上記の①で記載のとおり、業務主任者及び担当責任者の兼任者、実施担当6名（パーマネント職員4名、補助員2名）を配置した。

なお、ファインセラミックスセンターでは、電子線ホログラフィー技術を活用できる研究者を育成することを目的の一つとして、以前から大学院生（博士後期過程）を研究生として受け入れている。令和4年度もこの制度で研究生を受け入れ、本研究分野の技術向上と人材育成に貢献した。講演会や講習会などの座学だけではできない実践的技術指導を行い、電子線ホログラフィーを活用できる人材の確実な育成と電子線ホログラフィー活用分野の拡大に貢献した。

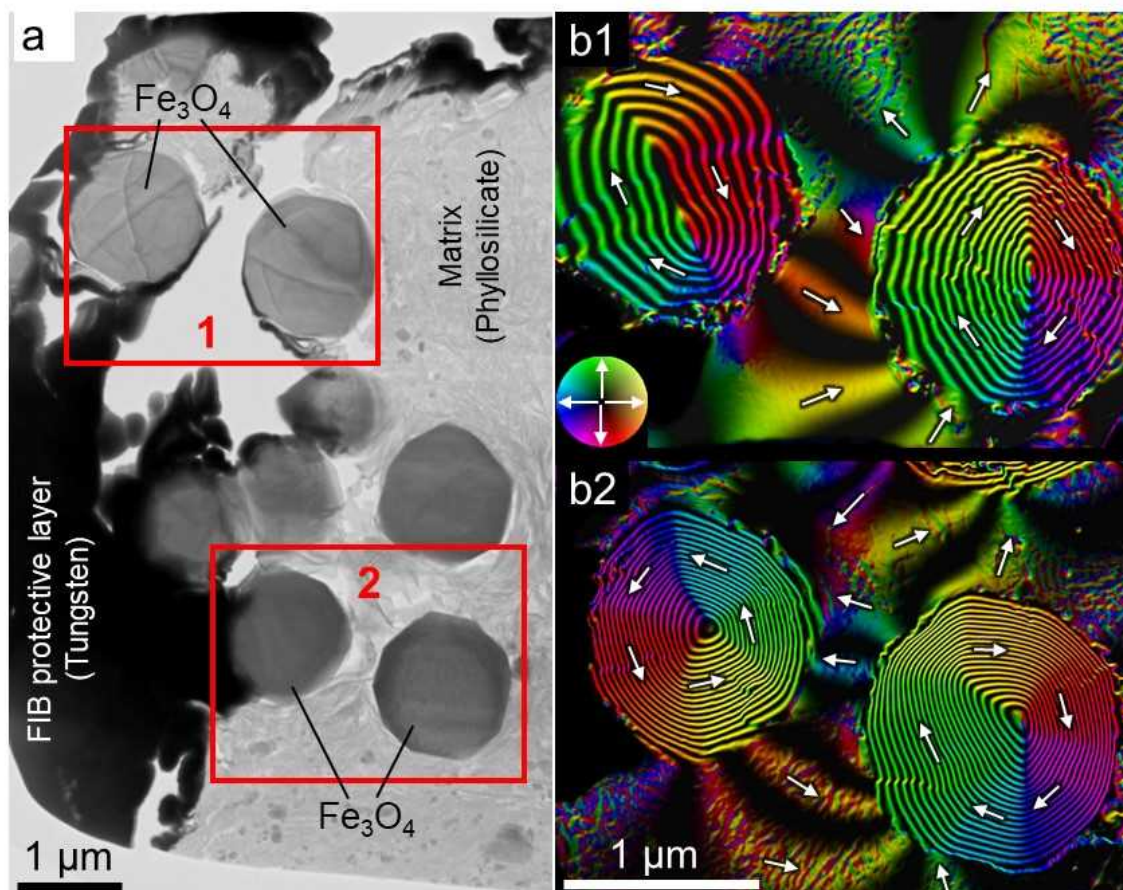
④遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

令和4年度は、既存のTeams、Zoomなどのオンライン会議システムを用いて利用者と相談しながら実験を進めたり、画像データを迅速に利用者へ送信したりするなどして、業務効率の向上と研究のスピードアップを図った。特に、電子顕微鏡室で撮影した像を利用者へ迅速に送信するシステムについての検討を行った。結果、ファイアーウォール設置の可能性や信頼性に関してリスク回避や費用の問題があることが分かった。

⑤その他

得られた成果は、日本顕微鏡学会、日本セラミックス協会等の学術講演会や学会誌に積極的に発表し、本事業のPRと利用者拡大を図った。令和3年度の課題として実施された成果（課題名：「はやぶさ2」が持ち

帰った宇宙塵内部のナノ領域磁性イメージング」) が「日本セラミックス協会学術写真最優秀賞」を記載のタイトルで受賞した(画像2)。



画像2. 「はやぶさ2探査機が持ち帰った小惑星リュウグウに含まれる磁鉄鉱粒子の磁場分布解析」(2022年日本セラミックス協会学術写真最優秀賞)

【機関名：国立大学法人九州大学】

①利用支援体制の構築

令和3年度の支援体制を踏襲し、業務主任者兼担当責任者と4名の実施担当(技術系は本事業にて雇用する学術研究員1名を含め計3名、事務系1名)からなる支援体制を整備した。実施課題については、業務主任者、技術系実施担当、課題申請者の三者による協議を経て、綿密な実験計画を立案した。業務主任者は、本事業の統括とともに、研究コーディネーターや人材育成に関わる業務を行った。特に令和4年度は国内の大学と企業に加えて、日立製作所と連携のもと海外の研究機関「国外大学」に対しても電子線ホログラフィーに関わる研究コーディネーターを実施し

た。技術系実施担当は、要請に応じて予備的・相補的な電子顕微鏡観察を行うとともに、電子線ホログラフィーに関わるデータ収集とその解析、並びにホログラフィー電子顕微鏡のメンテナンス業務を行った。事務系実施担当は、物品購入契約を含めた事務の支援を行った。

②共用機器

機器：加速電圧 300kV ホログラフィー電子顕微鏡

特徴：加速電圧可変（300kV、200kV、100kV）、最高分解能：200pm、
高速・高感度カメラ搭載、試料加熱、試料冷却（液体窒素）、
試料への光照射

③専門スタッフの配置・育成

学術研究員に対して、電子線ホログラフィーに関わる高度な技術と研究力の修得を促すため、技術セミナー兼研究討論会を令和4年度は計20回開催した。これを通して微弱情報の抽出技術や、電子線ホログラフィーと他の透過電子顕微鏡法を組み合わせた複合的なデータ解析手法に関わる技量を高めることができた。また、上記の技術セミナー兼研究討論会の他にも、学術研究員による研究計画立案や実験主導の機会を個別に指導する機会を令和4年度は計8回設定し、当該技術分野の指導者としての育成を図った。

④遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

九州地区の大学や企業、さらには東アジア（中国）の研究機関に対する支援を実施し、当該機関（九州大学）の立地環境を活かした西日本地域における支援拠点としての役割を果たした。さらに、ウェブ会議システムを利用した研究コーディネートやデータ共有を積極的に展開し、上記の支援対象機関に対してそれぞれ3回以上の遠隔サービスを提供した。

また、令和3年度を取組を継承し、微弱情報の抽出技術など新規な解析技術の共用化を進め、国内大学（表2のNo.10）、民間企業（表2のNo.12）、国外大学（表2のNo.15）の研究支援にて活用した。

⑤その他

令和4年度から機器共用を開始するマテリアル先端リサーチインフラ事業（九州大学ハブ）と連携し、電子線ホログラフィーと高い親和性の

ある微細構造解析の支援機能を、本事業で効果的に利用した。特に国内大学（表2のNo.10）と民間企業（表2のNo.12）に対しては、本事業における電子線ホログラフィーの研究支援と、マテリアル先端リサーチインフラによるエネルギー分散型X線分光法の研究支援を複合化したサービスを提供した。

【機関名：国立大学法人東北大学】

①利用支援体制の構築

多元物質科学研究所の研究所長を業務主任者・担当責任者とし、電子線ホログラフィーを専門とする研究者（講師）1名、及び技術職員1名と学術研究員1名の実施担当からなる支援体制を整備した。なお、上記の学術研究員1名は本事業にて雇用した。

②共用機器

機器：日本電子製 加速電圧 300kV 分析電子顕微鏡 JEM-3000F

特徴：シングルバイプリズム、各種の特殊試料ホルダを利用したオペランド環境での電子線ホログラフィー観察が可能（磁場印加ホルダ、2探針ピエゾ駆動ホルダ（外力および電流電圧の印加が可能）、光照射ホルダ、熱電子照射ホルダ、冷却・加熱ホルダ）、交流磁場印加システムでローレンツ顕微鏡法による動的磁壁移動観察（令和4年度より高速CMOSカメラによる記録）が可能。

③専門スタッフの配置・育成

様々な研究内容に対応できるように、技術職員、および学術研究員に対して実施担当の研究者（講師）が電子線ホログラフィーの基礎から応用までを指導し、専門的な情報を共有した。

学生を対象とした先端材料評価学の授業（令和4年7月12日・宮城県東北大学）にて電子線ホログラフィーを取り上げ、電磁場解析の重要性についての説明を行った。

④遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

遠隔地からの利用の対策として、ビデオキャプチャとウェブ会議システムを活用した遠隔からの実験立ち合いができる環境を整えた（令和4年度より4Kの操作画面を共有できるように環境を改善した）。令和3年

度末に導入した高速動作可能な透過電子顕微鏡用 CMOS カメラを活用し、観察技術の高度化を進めた。具体的には、(1)スクリプト等を利用したデータ処理法の開発および改良、(2)動的磁区構造観察法の高度化(カメラ導入による画質と fps の大幅な向上と撮影手順の最適化)や、(3)電場変動を検出する技術の高度化(電場変動はホログラムの干渉縞のコントラストの時間変化を CMOS カメラでとらえることで検出し、その後、電磁場解析ソフトウェアによる試料の帯電量の定量評価と組み合わせで解析を行う手法を確立する)を進め、外部からも利用できるようにした。

⑤その他

上記観察技術の高度化で得られた成果を、日本顕微鏡学会第78回学術講演会(令和4年5月13日・福島県ビッグパレットふくしま)、日本金属学会2022年秋季第171回講演大会(令和4年9月21日・福岡県福岡工業大学)で積極的に発表することにより、利用者の拡大を図った。

【機関名：国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学】

①利用支援体制の構築

令和3年度に引き続き、業務主任者1名、担当責任者1名、専門スタッフ3名(教授、講師、助教)及び事務補助1名を配置した。装置メンテナンスは随時、超高圧電子顕微鏡施設技術職員1名を配置した。

②共用機器

機器1：分光走査透過電子顕微鏡 JEM2100 (200kV) 日本電子製

特徴：5種類の分光検出器(電子エネルギー損失分光、波長分散型 X 線分光、エネルギー分散型 X 線分光、カソードルミネッセンス分光、二次電子/反射電子検出器)及び二台の CCD カメラ(広角/高分解能)搭載する分光 STEM 各種試料ホルダ(一軸傾斜加熱/一軸傾斜冷却/二軸 Be 分析/面内回転/可視光発光集光) ナノビーム走査モード、ホロコーン照射モード、ビームロックモード装備 STEM 分解能 1 nm

機器2：高圧用収差補正開発試験装置 EM-10000BU (200kV) 日本電子製

特徴：ショットキー型電解放出電子銃、ダブル(照射系/結像系)収差補正 STEM 分解能 0.07nm エネルギー分散 X 線分光およびエネルギー損失分光検出器、反射電子検出器搭載 ホログラフ用バイプリズム ナノビーム回折による回折イメージ

ングモード 各種試料ホルダ（二軸傾斜加熱/二軸傾斜冷却/
二軸 Be 分析）

③専門スタッフの配置・育成

令和3年度に引き続き3名（うち2名が30代の若手研究者（講師、助教））の専門スタッフ、1名の技術職員、1名の事務補助を配置した。専門スタッフ及び技術職員の全員が透過電子顕微鏡及び関連分光法のエキスパートであり、各種の受託分析、技術支援を進めた。特に、データ解析及び実技講習、技術相談の経験を通じた若手研究者のさらなるレベルアップ、コンサルティング業務、国際共同研究において必要な渉外経験などの経験値を上げた。

④遠隔地からの利用・実験の自動化等に係るノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

令和3年度に機器制御PCをWindows10化したことにより、令和4年度は遠隔立ち会い機能（画面共有システム）を搭載し、各種分光測定の実自動化（Gatan Microscopy Suite(GMS)上のスクリプトプログラムによって長時間の分光測定を自動化）およびAI技術利用によるデータ解析の自動化のサービスを提供可能となった。

⑤その他

本学では令和3年度同様、分光測定及びデータ解析の実績を生かした独自の分析手法（複合電子顕微分光によるサイト選択的ドーパント化学分析、スペクトラムイメージと機械学習法の組み合わせによる物性空間マッピング、結晶格子欠陥の3D解析、エネルギー損失磁気カイラル二色性によるナノ領域磁気角運動量測定）によって本事業への貢献を図った。

(iii) 協力機関の取組

装置共用体制を構築している国立大学法人岡山大学と国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所は、選定委員会に参加し申請された課題を審査した。

株式会社日立ハイテクは、共用装置である原子分解能・ホログラフィー電子顕微鏡（日立製作所）の電子銃に発生した不具合の修復作業に協力した。

アメテック株式会社と日東分析センター株式会社は、それぞれ国立大

学法人北海道大学と測定技術の開発に向けた共同研究を実施した。

株式会社島津製作所、ブルカージャパン株式会社、日本ウォーターズ株式会社、株式会社プレッパーズは、本プラットフォームからの依頼に応じ、第5回技術交流会にて分析技術の基礎講座と技術紹介を行い、人材育成及び新しい測定技術の開発に向けた情報交流を実施した。

横河電機株式会社はナノ領域のピペットシステムに関連する技術の高度化に取り組み、引き続きソフトウェアのバージョンアップを行って操作性を向上させた。

株式会社ヒューマニクスは一細胞解析技術の精度向上につながるナノスプレーチップの高精度化（先端径の均一化）に取り組んだ。

国立研究開発法人理化学研究所創発物性科学研究センターは、国立大学法人東北大学と、電子線ホログラフィーの技術の高度化の一環として、ホログラフィーを利用した電場変動検出に関する情報交換を行った（参考 doi: 10.1093/jmicro/dfad003）。また、国立研究開発法人理化学研究所創発物性科学研究センターは、国立大学法人東北大学が実施した複合解析ソリューション課題（利用課題 A 磁性イメージング）に対してイオン液体の透過電顕用試料の調整法について助言した。

III. フォローアップ調査項目

3. 1 スタートアップ支援について

新技術習得プログラムの受講者を募集した。このプログラムは、若手研究者（35歳以下）、スタートアップ研究者（所属機関異動後2年以内）、海外研究者（サバティカル・研究休暇により日本に滞在）を対象とした共用機器を用いる短期研修である。しかし、令和4年度は申請がなかったため実施しなかった。

3. 2 共同研究・受託研究について

国立大学法人浜松医科大学は、質量イメージング装置を用いた解析全般に関して連携することを目的として、課題終了後に利用者（企業）と株式会社プレッパーズを含む三者間での共同研究契約締結に向け手続きを進めた。

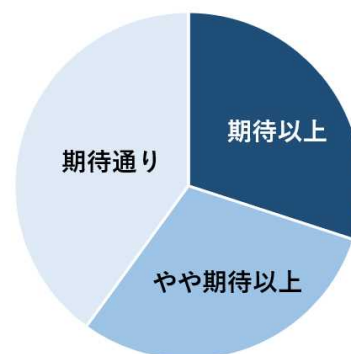
株式会社日立製作所基礎研究センターは、令和3年度の装置利用（大学）を発展させて共同研究契約を締結し令和4年度も継続した。ここでの成果の例として、II. 令和4年度の実施内容の日立製作所の⑤に記載した。

3. 3 利用アンケートについて

令和5年3月に、利用課題29件の利用者に対しアンケートを実施し、10件の回答を得た（回答率34%）。
設問と回答は次のとおり。

【設問1】測定について：ご利用の結果（測定結果）について、ご感想をお聞かせ下さい。（期待以下、やや期待以下、期待通り、やや期待以上、期待以上、より一択）

- ・「期待以下」の回答はなかった。



回答1. 利用結果について

【設問2】測定について：具体的にどのようなことを期待されていましたか？

- ・ナノスケール磁区の磁化方向の解明（期待以上）。
- ・組成の定量性（期待以上）。
- ・新規硫酸還元走磁性細菌 *Fundidesulfovibrio magnetotacticus* FSS-1 株が生合成する Bullet 状マグネタイトナノ粒子の磁束密度を測定すること（やや期待以上）。
- ・簡便に検体中の低分子を網羅的に検出すること（期待通り）。

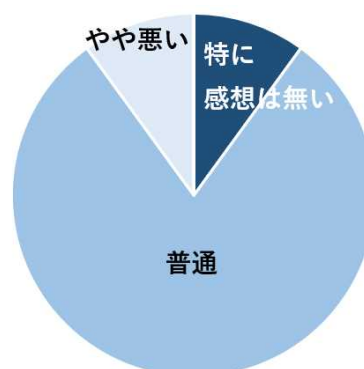
【設問3】測定について：ご利用いただいた分析装置について、改善すると良いと思われることを教えて下さい。

- ・検出器などの位置設定がマニュアルで手技を要するため、ある程度自動化できると良いなと感じました。
- ・電子線ホログラフィ測定と元素分析および化学結合状態が確認できる EELS 分析が同一の装置で実施するのが理想的だと思いました。
- ・特にありません。

【設問4】 利用手続きについて：利用手続き全般について、ご感想をお聞かせ下さい。

(非常に悪い、悪い、やや悪い、普通、特に感想は無い、より一択)

- ・「非常に悪い、悪い」の回答はなかった。



回答4. 利用手続きについて

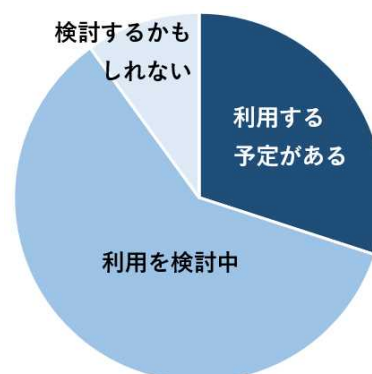
【設問5】 利用手続きについて：利用手続き全般について、改善すると良いと思われたことを教えて下さい。

(非常に悪い、悪い、やや悪い、普通、特に感想は無い、より一択)

- ・報告書の締め切りが分かりにくい。

【設問6】 今後について：今後、本事業を利用するご予定はありますか？(予定がある、検討中、検討するかもしれない、予定はない、より一択)

- ・「利用は予定ない」の回答はなかった。



回答6. 今後の利用予定

【設問7】 ご意見やご要望をご自由にお書き下さい。

- ・解析ソフトが高価なので安価になると助かります。
- ・本年度はご担当者の退職がある中にもかかわらず、ご対応いただけました。

【アンケートまとめ】

測定結果は利用者の求めに答えるものであったが、測定の自動化や同一装置での異種データ取得など、分析の簡便化を求める声を得られた。

利用手続き（設問4、設問5）に関して、令和3年度のアンケートで手続き書類についての指摘を受け、令和4度は自動受付システムにより利用までの手続き案内を充実させた。令和4度は利用後の手続きについて指摘が得られたため改善を図る。