

平成29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
(共用プラットフォーム形成支援プログラム)

アトミックスケール電磁場解析
プラットフォーム
委託業務成果報告書

平成30年5月
株式会社日立製作所

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、株式会社日立製作所が実施した平成29年度アトミックスケール電磁場解析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	4
1. 2 委託業務の目的	4
II. 平成29年度の実施内容	
2. 1 実施計画	4
2. 2 実施内容（代表機関）	15
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人材育成	
⑤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	
⑥コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築	
2. 3 実施内容（実施機関）	21
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人材育成	
⑤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	
⑥コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築	
2. 4 協力機関の取組状況	36
III. フォローアップ調査項目	
3. 1 分野融合・新興領域の拡大について	37
3. 2 スタートアップ支援について	37
3. 3 共同研究・受託研究について	37
3. 4 試作機の導入・利用による技術の高度化について	37
3. 5 ノウハウ・データ共有について	38
3. 6 技術専門職のスキル向上・キャリア形成について	38
3. 7 利用アンケートについて	38

I. 委託業務の目的

1. 1 委託業務の題目

「アトミックスケール電磁場解析プラットフォーム」

1. 2 委託業務の目的…

本事業は、産学官が共用可能な研究施設・設備等について、その整備運用を含めた施設間のネットワーク構築により、高度な計測分析機器を中心としたイノベーション創出のためのプラットフォームを形成するとともに、日本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、世界最高分解能超高压ホログラフィー電子顕微鏡をはじめとする原子レベルの分解能の電磁場計測装置及びその技術を、国内外の第一線の材料研究および量子物理分野の課題解決に広く活用できるように共用プラットフォーム化し、イノベーションの創出を目指す。

II. 平成29年度の実施内容

2. 1 実施計画

(i) 代表機関としての業務

【委託先：日立製作所研究開発グループ基礎研究センタ】

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

装置共用の概略をまず説明する。代表機関はユーザーからの申し込みを受け付けるための共用プラットフォーム専用インターネット窓口を、5月を目途に開設する。申し込みの課題を採択するか否か、どの実施機関の装置を使用するかは代表機関が主催する3か月に一度の運営委員会を開催し、さらに必要に応じて臨時の会議を開催して決定する。ここには実施機関以外の有識者の先生方にも適宜参加をお願いする予定である。また、委員会ではそれぞれの実施機関における課題の進捗状況の共有も行う。使用する装置が決まった段階で原則としてその装置を保有する実施機関がユーザーの対応を行う。装置共用の使用料金の徴収は代表機関が専用の口座をFS期間中に開設しているのでこれに一本化し、他の三つの実施機関の装置使用状況に応じて各実施機関に振り込む形とする。

また、代表機関は課題の募集、装置共用にあたって必要に応じて協力機関に技術的または運営上のアドバイスを求める際の窓口となる。さらに代表機関は、本採択が決定した段階で外部の有識者数名にステアリング委員への就任を依頼し、採択テーマの決定や共用方法などについて客観的な視

点でアドバイスを頂く。

以下は具体的な装置共用の流れを図と表を用いて説明する。

実施四機関はそれぞれ特徴のあるホログラフィー電子顕微鏡を保有しており、試料の観察・計測はユーザーの要求内容に応じて適切に割り振ることとする。ホログラフィー電子顕微鏡観察用試料加工作業は、試料加工のノウハウを多く持つ一般財団法人ファインセラミックスセンター（以下、「JFCC」という）のメンバーの判断により、JFCC内で実施するか外部機関に委託するかを決定する。

本プラットフォーム事業ではインターネット窓口を開設しユーザーからの申し込みを受け付ける。ユーザーの課題解決に最適な利用形態および装置・計測手順を各機関で協議して決定、その後は使用装置を保持する機関がユーザーの対応を行う。

課題実施の流れと役割分担を図1に、同じく各実施機関との協議に基づいて策定した利用形態の一覧を表1及び表2に示した。また使用する装置を選択する基準は原則として表2に基づいて判断する。

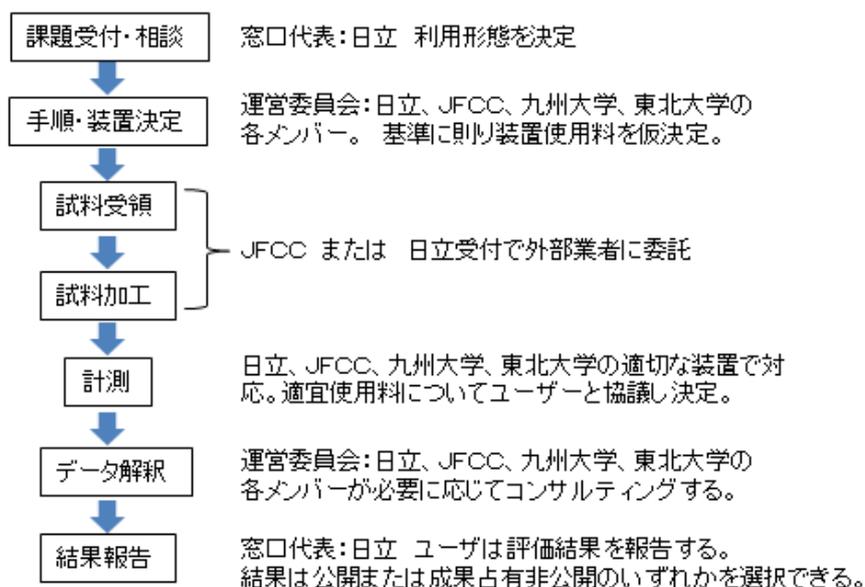


図1 装置利用の流れ

表1 利用形態の一覧

種類	内容
技術代行	オペレータが利用者に代行して装置を操作
技術補助	オペレータが補助、操作方法を指導しながら利用者が機器を操作する技術支援
共同研究	契約に基づき利用者とプラットフォーム実施機関が共同で実施する研究。公開型、非公開型いずれもあり。
技術相談	利用者の技術的な相談に応えるコンサルタントとしての支援
利用相談	利用に関する問い合わせや相談。
トライアルユース	利用を考えているユーザーが1回のみ試すことのできる利用。
非公開利用	利用の公開を一切しない利用

表2 使用装置選択基準

選択基準例	条件	使用する装置の候補			
要求分解能	<200pm	日立1.2MV	東北大300kV		
	≥200pm	日立1MV	日立350kV	JFOC300kV	九大300kV
試料厚さ	>数百nm	日立1.2MV	日立1MV		
	<数百nm	日立350kV	JFOC300kV	九大300kV	東北大300kV
冷却	<100K	日立1MV	日立350kV	JFOC300kV	
	≥100K	日立1.2MV	九大300kV	東北大300kV	
加熱	あり	JFOC300kV	九大300kV		
	なし	日立1.2MV	日立1MV	日立350kV	東北大300kV
観察中磁場	>100mT	日立1.2MV	日立1MV		
	≤100mT	日立350kV	JFOC300kV	九大300kV	東北大300kV
その他	探針挿入	東北大300kV			
	観察中の光・電子の照射	東北大300kV			
	視野フリー(分離照射)	JFOC300kV	日立1.2MV (2016年度後半から)		

2)他のプラットフォームと連携するための取組

電子線ホログラフィーの計測対象は、材料物性や原子配列などであり、フォトンビームプラットフォーム、原子分子のイメージングプラットフォームと親和性が高い。申し込まれた課題の内容を判断し、上記二つの計測法で成果が出せる可能性がある場合は紹介する。適宜上記二つのプラットフォームと交流会を企画する。

②利用支援体制の構築

リエゾン業務とコーディネーター業務を代表機関が一括して行い、補助者を含めた3名で実施する。ここでは、ホームページの管理、共用申し込み者への対応、他の実施機関との連携、会議の開催を行う。

代表マネージャーはホログラフィー電顕グループのマネージャーである品田が務め、各実施機関の責任者3名と共同でマネジメントを行う。

技術スタッフは各実施機関に数名ずつ配置する。これについては次項の“実施機関としての業務”に記載する。どの実施機関においても技術スタッフは計測対象試料の作製、装置の操作、結果の解析などのエキスパートである。さらに必要に応じて研究所内の磁性、電子顕微鏡以外の計測、シミュレーションのエキスパートのアドバイスを得ることができる環境にある。

③ワンストップサービスの設置

前述した運営体制の構築と重複するが、プラットフォーム専用ホームページ開設と申し込み・問い合わせ窓口、研究実施に関する覚書締結などは代表機関で一本化、装置使用料処理の一本化などでワンストップサービスを実現する。

④人材育成

若手研究者向けのセミナーの開催や、ユーザーが一定期間滞在して装置を使用できる環境（宿泊設備やネット環境等）を準備して、世界最先端の研究を担う若手研究者の育成に貢献する取り組みを計画している。代表機関としてはその企画のとりまとめを行いホームページに掲載する。具体的な取り組みに関しては各実施機関の特性に合わせた取り組みとなるので次項の“実施機関としての業務”に記載する。

⑤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

装置共用で得られた公開可能な成果は、逐次ホームページに掲載し、それらをまとめて年に一回冊子を発行する。

利用システムの高度化に関しては、電子顕微鏡の大容量画像データをアップして、ライセンスされたユーザーが閲覧できる専用クラウドシステムを準備中である。なお、本クラウドシステム本体は既存のものを利用し、運営費のみを委託費で賄う。電子顕微鏡の画像は大容量であり、多量のデータを取得した場合一度に数十ギガバイトを超えることもあるためデータの転送方法が課題となる。不用意に外部ストレージを装置に接続してデータを搬送することはウィルス感染や盗難、紛失などのリスクがある。多くのデータ共有サーバーが一般に広く提供されているが、不特定多数の者が利用するという点で必ずしも安心できるものではない。導入予定のシステムはこの共用・プラットフォームで利用する電子顕微鏡のユーザーに限定したもので、セキュリティも十分考慮されており上記のリスクが大幅に低減できる。また、インターネットを利用してリアルタイムに電子顕微鏡の画像を遠隔から共有することも技術的には可能であり、ユーザーの利便性が大きく向上する。

また、装置共用により見出された新たなニーズは機器開発の課題であり、次の機器開発の提案の種としてユーザーとともに開発提案を目指す。

⑥コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築

毎年の電子顕微鏡または応用先の材料に関する主要な学会において成果発表を行っていく。また、平成29年2月に開催した国際ワークショップのような会議を適宜開催する予定である。開催場所と議題に応じて各実施機関がそれぞれ分担して開催する。なお、平成31年5月または6月にJFCCが主催する最先端の顕微鏡と理論計算に関する国際シンポジウム(The 6th International Symposium on Advanced Microscopy and Theoretical Calculations: AMTC-6)が計画中であり、当プラットフォームとの共催を検討中である。さらに、様々なイメージング技術研究部会(日本顕微鏡学会)が主催する研究会とも共催し、非電顕分野とのコミュニティを維持継続することで、新しいアイデアに基づいた共同研究を探索していく予定である。

(ii) 実施機関としての業務

①プラットフォーム運営体制の構築

【代表(実施)機関：日立製作所研究開発グループ基礎研究センタ】

運営体制の構築に関しては代表機関としての業務で前述した通りである。

【実施機関：一般財団法人ファインセラミックスセンター（J F C C）】

プラットフォーム体制の一員として、代表機関が指揮する活動に協力する。代表機関が開催する定例会議や臨時会議に出席し、使用する装置や担当する機関に関して議論し、J F C Cの装置を用いて行うと決まった解析業務を担当する。その他、事業全体の活動を円滑に行うための代表機関の活動に全面的に協力する。

【実施機関：九州大学超顕微解析研究センター】

本プラットフォーム事業の推進に際して、国立大学法人九州大学 超顕微解析研究センター（以下、「九州大学」という）は以下にあげる運営体制を整備する。(1)低加速電圧の条件（100 k V－300 k V）で電子線ホログラフィーの実験を行える環境整備（既存の装置の条件設定）を行い、電子照射に弱い物質・材料の研究課題にも対応できる体制を整える。(2)超顕微解析研究センターが推進するナノテクノロジープラットフォーム事業との連携を通して、同センターに設置された各種電子顕微鏡設備（結晶構造解析や組成分析に関わる先進設備）と電子線ホログラフィー装置との相補的な利用を促進する。

【実施機関：東北大学多元物質科学研究所】

定例会議及び進捗報告会を通して、代表機関である株式会社日立製作所 研究開発グループ基礎研究センタ（以下、「日立製作所」という）および他の実施機関と緊密に連携を図りつつ、担当の課題を進める体制をとる。当機関が開発した種々の特徴的な機能を有する試料ホルダを活用したその場観察に適した共同研究環境を提供する。

②利用支援体制の構築

【代表（実施）機関：日立製作所研究開発グループ基礎研究センタ】

実施機関としての日立製作所は、超高圧ホログラフィー電子顕微鏡を2台備えていることが最大の特徴であり、これらの装置を共用することを主な業務とする。支援する人員としてはコーディネーター業務を兼任する者を含めて技術スタッフが3名従事し、さらに技術面での協力者4名を用意している。また、必要性がありかつユーザーの承諾が得られれば電子顕微鏡以外の計測技術やシミュレーションのエキスパートのアドバイスを得ることも可能な環境である。

具体的な支援環境構築に関しては下記のような状況である。

1. 装置共用ユーザーである外来者の情報セキュリティを確保できるス

ペースの確保及び個室の準備完了。ネット環境、ドアロック、室内備品(机・椅子等)等の整備も進んでいる。

2. 取得した大容量画像データへユーザーがインターネット環境からIDとパスワードを取得してリモートアクセス可能なシステムを準備中。

【実施機関：一般財団法人ファインセラミックスセンター（JFCC）】

主に加速電圧300kVのホログラフィー電子顕微鏡（HF3300EH）と集束イオンビーム試料作製装置（NB5000）を共用装置として最大活用し、本事業の業務を行う。ファインセラミックスセンターが担当する課題について、実施責任者と実施担当者（1名）が解析手法を検討し、電子線ホログラフィーを専門とする他の3名の技術スタッフが実験と解析を担当する、また、必要に応じて所内外の3名の協力者にも助言をもらいながら全員で結果の解釈を行う。これまで、技術相談や共同研究を行ってきた企業・大学との連携関係も最大限生かし、利用者への支援を行う。

【実施機関：九州大学超顕微解析研究センター】

九州大学担当の課題については、実施責任者と本事業で雇用する実施担当職員の2名が、実験計画の立案支援、九州大学でのデータ収集、データ解析支援、成果取りまとめに関わる助言等を行う。なおホログラフィー装置を使った特殊な実験条件を必要とする課題については、必要に応じて当該装置に精通した日立製作所の技術スタッフの支援を得る形をとり、本事業の円滑な推進に取り組む。

構造解析・組成分析専用の電子顕微鏡の併用については、既にナノテクノロジープラットフォーム事業で整備している九州大学の共用設備の運用システムと連動し、利用者に対して効率的な装置利用の機会を実施責任者が調整・提供する。

【実施機関：東北大学多元物質科学研究所】

ホログラフィー観察用に改造された日本電子株式会社製の分析電子顕微鏡JEM-3000Fを活用する。またこれまでに当研究所で開発された各種試料ホルダ（磁場印加ホルダ、2探針ピエゾ駆動ホルダ、光照射ホルダ、熱電子照射ホルダ）を活用し、共同研究に供する。電子線ホログラフィーを専門とする研究スタッフ3名に加え、高い技術力を有する技術室からの支援(職員1～2名)を予定しており、実験計画の立案支援、データ収集、データ解析支援等を行う。

③ワンストップサービスの設置

【代表（実施）機関：日立製作所研究開発グループ基礎研究センター】

装置共用申し込みは原則としてホームページからとし、研究実施に関する覚書締結などは代表機関がまとめて実施する。4実施機関の協議で超高压ホログラフィー電子顕微鏡を共用すると決まった後は日立製作所の技術スタッフが対応する。

【実施機関：一般財団法人ファインセラミックスセンター（JFCC）】

4実施機関の協議でJFCCが対応すると決まったテーマに関してその観察解析業務を引き受ける。「集束イオンビームを用いた観察試料作製」に関しては、必ずしもJFCCが観察や解析を担当しない場合でも必要に応じて検討や作製に加わる。

【実施機関：九州大学超顕微解析研究センター】

電子線ホログラフィーと各種電顕微鏡設備の相補的利用に関しては、②項利用支援体制の構築で述べた通り、ナノテクノロジープラットフォーム事業で整備した共同利用実施体制と連携する形で個別課題の実施スケジュールを調整し、利用者に対して最も効率良い利用環境を提供する。実験後のデータ解析支援や各種の打合せに関しては、必要に応じてウェブ会議の実施や九州大学サテライトオフィスを利用した打合せの設定等、適切な形での支援を行うものとする。

【実施機関：東北大学多元物質科学研究所】

代表機関が主催する運営委員会における協議を踏まえて東北大学が担当すると決定したテーマに関する装置使用や結果の解析等のユーザーへのサービスをフロントとなって実施する。

④人材育成

【代表（実施）機関：日立製作所研究開発グループ基礎研究センター】

F S期間中に、3か月のインターンシップ学生の基礎研究センターへの受け入れとホログラフィー技術者育成講習会（平成28年9月28日～30日@九州大学）を実施した。前者は、ホログラフィー電子顕微鏡により独力でデータを取得できるようになって大学に戻った。後者は九州大学との連携で、日立製作所から技術スタッフ予定者が出張して、九州大学メンバ

一と一緒にポスドクと大学院生の3名にホログラフィー電子顕微鏡の使用方法を指導し、受講者は基本的な操作ができるようになった。本実施機関（日立製作所）では、主に前者のインターンシップ受け入れに力を入れる計画である。すでに海外の大学から8月スタートの想定でインターンシップ学生受け入れのオファーが来ている。なお代表機関において本事業で雇用を予定している人員は事務補助のアルバイトであり、現時点ではそれ以外に本事業で雇用する予定はない。

【実施機関：一般財団法人ファインセラミックスセンター（JFCC）】

JFCCでは、電子線ホログラフィー技術を活用できる企業人を育成することを目的の一つとして、以前から①出向社員の受け入れ、②オープンラボ制度（企業の分析・解析業務のためにファインセラミックスセンターの電子顕微鏡を有料で活用していただく制度）による企業の電子線ホログラフィー活用の支援、を行っている。現在すでにこの目的のために3名（3企業）の出向社員を受け入れ、実験現場での技術指導を行っている。本事業においても、この活動を維持発展させ、講演会や講習会ではできない実践的技術指導を行い、企業で電子線ホログラフィーを活用できる人材の育成に貢献する。本事業を担当する博士研究員はすでに平成28年4月に自主財源で採用しており、約1年かけて基本的な電子線ホログラフィー技術を確実に習得させた。今後さらに高感度位相シフト電子線ホログラフィー技術等を習得させ、本事業の利用者の希望に応えられるように早急に育成する。

【実施機関：九州大学超顕微解析研究センター】

九州大学の超顕微解析研究センターでは、電子顕微鏡学の基礎・応用に関わる技術講習会を年間10回程度開設しており、学生のほか、学内外の若手研究者・技術者に対する教育・育成活動に注力している。電子顕微鏡を使った結像や回折現象の基礎講座に加えて、元素分析の原理と実用性、装置構成、基礎光学・基礎物性など電子顕微鏡学に関わる充実した教育プログラムを整備しており、今後、電子線ホログラフィーの内容も含める計画である。本プラットフォーム事業の利用者にも講習会プログラムを周知し、希望者には受講の機会を提供する。

一方、本事業で雇用する事業当者（九州大学の職名では学術研究員）に対しては、本事業への従事を契機に電子線ホログラフィーに関わる先導的な技術の取得と実績を積みせると共に、事業実施機関内の連携（日立製作所、JFCC、国立大学法人東北大学多元物質科学研究所（以下、「東北

大学」という)の事業参加者との交流)に積極的に参加させ、学問的・技術的な育成と人脈の形成を促し、将来に向けたスキルアップを支援する。

【実施機関：東北大学多元物質科学研究所】

東北大学のホログラフィー電子顕微鏡の実験補助と装置メンテナンスに必要な人材は、東北大学・多元研の技術室に依頼している。様々な研究内容に対応できるように、担当技術職員に対して事業担当者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ている。

現在修学中の大学院生4名への研究指導を行っている。その他、「東北発素材技術先導プロジェクト/超低損失磁心材料技術領域」や、5大学附置研究所による「ダイナミック・アライアンス」での大阪大学産業技術研究所との共同研究、新日鐵住金・国立研究開発法人理化学研究所(以下、理化学研究所という)と連携した「多元研プロジェクト」、東北大学学際科学フロンティア研究所による「学際研究支援プログラム」などの共同研究の場に於いて、研究討論を踏まえて電子線ホログラフィーの解説を行っている。

⑤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

【代表(実施)機関：日立製作所研究開発グループ基礎研究センター】

前述した電顕画像クラウドの構築を先導して実施する計画である。すでに超高圧ホログラフィー電顕をこのクラウドシステムに接続する準備を開始している。平成28年度中にまずは九州大学との画像データの共有を可能とする予定である。

⑥コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築、機器の更新に関する方針

【代表(実施)機関：日立製作所研究開発グループ基礎研究センター】

電子線ホログラフィーを軸とした量子力学や電子顕微鏡の研究者同士のコミュニティはすでに確立しており、それをベースに平成29年2月15日～17日のホログラフィー国際ワークショップが開催できた。同等の会議を4年に一度程度のペースで開催することを目指す。また、平成28年11月に開催して好評であった日本顕微鏡学会の分科会の研究会を基礎研究サイトで定期的にも開催することも検討していく。また前述したように、大規模な機器の更新による装置機能向上は、機器開発事業などの装置開発関係の国家プロジェクトや社内の開発予算を確保することで実施していく。共用事業の利用率は前述したとおり最終的には40%程度を見込んでいる。

残りの60%は新たな技術開発に向けた研究用または自社利用の予定であり、それらを実施するための資金により装置の性能向上を進めていくというのが基本的な方針である。

【実施機関：一般財団法人ファインセラミックスセンター（JFCC）】

JFCCでは2年に一度、最先端の顕微鏡と理論計算に関する国際シンポジウム（International Symposium on Advanced Microscopy and Theoretical Calculations：AMTC）を主催してきており、電子線ホログラフィーをはじめ収差補正電子顕微鏡や環境顕微鏡といった最先端計測技術と理論計算を扱う世界トップクラスの国内外研究者との議論の場を提供している。本シンポジウムは毎回10カ国以上の海外研究者と100件を超える講演、250人以上の参加者からなり、この分野では国内有数の国際シンポジウムに発展している。本プラットフォームでは事業の一環としてAMTCを共催・後援することで電子顕微鏡技術の国際的ネットワークの深化が図れるものと考えている。次回の第6回AMTCは、日本顕微鏡学会 学術講演会と連結して開催することを計画中であり、平成29年度は次回開催に向けた学術的成果の創生と開催準備の双方に注力する。

【実施機関：九州大学超顕微解析研究センター】

九州大学と日立製作所が実施するJST-CREST・情報計測の研究課題として、電子顕微鏡技術と情報処理技術の融合を進めている（東北大学、JFCCとも連携）。同研究課題で整備する大量画像の取得システムやノイズ処理等に関わる基盤技術は、最終的に本プラットフォーム事業の推進にも有効に活用できる。また本プラットフォーム事業を通して拡充される電子線ホログラフィーの新規テーマを基軸として、先端情報科学との分野間融合が加速され、情報計測に関わるコミュニティの成熟に資すると期待される。

(iii) 協力機関の取組状況

協力機関として理化学研究所は日立製作所と共同で電子線ホログラフィーの研究開発を長年推進してきた。装置共用の実施機関としては参画しないが、電子線ホログラフィー技術の発展のための必要に応じて技術的な協力が相互にできる体制にある。たとえば研究会の共催や計測技術の課題解決などで協力する。

もう一つの協力機関である大阪大学超高压電子顕微鏡センターは超高压電子顕微鏡の共同利用に関して長年の実績があり運用上の多くのノウハウ

を蓄積していることから、主に運用面での各種アドバイスを頂くこと予定である。

2. 2 実施内容（代表機関）

【代表機関：日立製作所研究開発グループ基礎研究センタ】

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

平成29年5月に本プラットフォームのホームページを立ち上げ、ユーザーからの申し込みを受け付けるための共用プラットフォーム専用インターネット窓口を開設した。4月11日、9月6日と12月13日に、申し込みの課題を採択するか否か、どの実施機関の装置を使用するかを審議する運営委員会を開催し、9月の委員会で7件、12月の委員会で2件の合計9件の装置利用課題を取り上げることとした。そのほか適宜電子メールにより運営に必要な事項を情報共有した。それに先立ち、実施機関以外の有識者2名にステアリング委員への就任を受諾いただき、運営委員会で採択した課題に取り組むことの承認をいただいた。また、平成30年1月に1件の課題追加応募があり、平成29年度に着手することを臨時の運営委員会にて承認を得て着手した。これらを表3に示す。利用課題全10件のうち1件はテーマ名称と依頼者に関しても完全非公開、また1件は結果の詳細が非公開の案件であった。いずれの装置利用に関しても期待された計測結果が得られた。なお、使用する装置は、ユーザーの要求する計測の仕様にもとづいて決定し、その装置を保有する実施機関がユーザーの対応をすべて行った。

装置利用料の納入に関して、当初口座を一本化することで準備を進めたが、複数の実施機関に跨って装置を使用することがなかったため口座も実施機関ごとに独立させた。

また、代表機関は課題の募集、装置共用にあたって必要に応じて協力機関に技術的または運営上のアドバイスを求める際の窓口となる体制を整えており、平成30年3月に東北大学の実施担当者が理化学研究所に技術的なアドバイスを受けるために出張した。また、前述のように、代表機関は、本採択が決定した段階でステアリング委員に採択テーマの決定や共用方法（具体的にはどの装置を利用するか）などについて客観的な視点でアドバイスを仰ぎ、すべて、運営委員会にて決定された。

2) 他のプラットフォームと連携するための取組

平成29年度は他のプラットフォームとの連携が必要となる利用課

題はなかったもので技術的な連携は行なわなかったが、9月6日～8日に幕張メッセで開催されたJASISの展示会場において他のプラットフォームとの担当者とプラットフォーム運用面の課題を共有した。特に、装置利用料の振込み口座をプラットフォームで一本化せずに各機関で設けるほうが効率良いというアドバイスは参考になった。また、広報活動用パンフレットのフォーマットを各プラットフォームで統一化すると良いのではないかという意見など、現場の運用面に関する意見交換を行った。

表 3 平成29年度に審議した装置利用課題

審議日時:平成29年9月6日			
出席者:課題審査委員(4機関に所属する8名+ステアリング委員2名)			
番号	課題申請者(所属機関)	実施機関の候補(*)	採否:実施機関
	課題テーマ及び概略		
1	大阪府立大学	日立製作所	採:日立製作所
	【低次元強磁性体(K ₂ CuF ₄)における極低温での磁気構造観察】 低次元強磁性体の磁気構造観察を電子線ホログラフィー及びローレンツ顕微鏡法により観測する。		
2	北海道大学	JFCC	採:JFCC
	【彗星起源宇宙塵の残留磁化のホログラフィーTEM観察】 起源と思われる宇宙塵内部の物質の残留磁化などを観測する。		
3	名古屋大学	日立製作所	採:日立製作所
	【金属多層膜中に生じるスキルミオンの観測】 金属多層薄膜において室温で発現するスキルミオンの電子線ホログラフィー及びローレンツ顕微鏡観察を通じ、発現機構および磁化構造を分析する。		
4	大阪大学	九州大学	採:九州大学
	【遷移金属酸化物における電位分布の解析】 仕事関数の異なる物質を接合させた際に生じる電荷移動と、それに伴って発生する界面近傍での電位分布の変化を、電子線ホログラフィーで実測する。		
5	【非公開提案】	東北大学	採:東北大学
	【高周波トランス用MnZnフェライト磁区構造の観察】トランス材料の磁区構造を、静磁場 or 印加磁場状態で電子線ホログラフィー及びローレンツ顕微鏡法により観察。		
6	古河電気工業株式会社	JFCC	採:JFCC
	【GaAs p-n 接合試料のその場電位計測】GaAs 基板上にn+GaAs、p+GaAs の順で積層したウェハを薄膜化し、pn 接合領域の電位分布を電子線ホログラフィーで観察する。		

審議日時:平成29年12月13日			
出席者:課題審査委員(4機関に所属する8名+ステアリング委員2名)			
7	兵庫県立大学 【強磁性/強誘電体ヘテロ界面によって誘起される磁気状態の物理機構の究明】強磁性/強誘電体ヘテロ界面の創製と、その界面を介して発現する磁気状態変化を原子レベルで観測する。	JFCC	採: JFCC
8	【非公開提案】 【電圧駆動型磁性体メモリの記憶層内部の磁化状態観察】 電圧駆動型磁性体メモリの記憶素子(記憶層)内部の磁化状態(特に素子の端部の磁化状態)を電子線ホログラフィーにて観察する。	日立製作所	採: 日立製作所
9	産業技術総合研究所 【GaN半導体内部のドーパント濃度分布の計測】 極低濃度($\sim 10^{15} \text{cm}^{-3}$)不純物領域を含むGaN半導体について、 n^{++} と n^{+} 境界の電位分布を電子線ホログラフィーにより計測する。空乏層の厚みを考慮すれば厚い($t \sim 1.5 \mu\text{m}$)膜での観察が要求され、超高压ホログラフィーTEMでの観察が必要である。 【酸化半導体の拡散層及び接合層の電位分布解析】 電子線ホログラフィーによる、酸化半導体から構成された薄膜トランジスタ素子内部の電位分布解析。	日立製作所	採: 日立製作所

審議日時:平成30年2月23日メールベースで審議			
10	東芝メモリ株式会社 【酸化半導体の拡散層及び接合層の電位分布解析】 電子線ホログラフィーによる、酸化半導体から構成された薄膜トランジスタ素子内部の電位分布解析。	JFCC	採: JFCC

上記課題の他、不採択課題1件

(*) 略称の正式名称は下記の通り。

日立製作所→株式会社日立製作所研究開発グループ基礎研究センター

JFCC→一般財団法人ファインセラミックスセンター

九州大学→国立大学法人九州大学 超顕微解析研究センター

東北大学→国立大学法人東北大学多元物質科学研究所

②利用支援体制の構築

リエゾン業務とコーディネーター業務を代表機関が一括して行い、代表マネージャー、コーディネーター、実施担当1名の合計3名で実施した。

業務主任者(担当責任者、代表マネージャーを兼ねる)はプラットフォームの運営と支援体制構築に関わる全体とりまとめを担当した。コーディネーターおよび実施担当1名は、ホームページの管理、装置利用申込者への対応、他の実施機関との連携、会議の開催等、より具体的には、装置利用の申し込みに対する窓口業務、申し込まれた課題の内容を検討する運営委員会(電話会議や電子メールを含む)の設定と進行、仮決定された採択課題をアドバイザーに承認いただく作業、各種広報活動(具体的には、ホ

ホームページやパンフレットなどの広報ツール用コンテンツの準備とそれらの制作者への発注、学会での展示ブース申し込みや各種研究会でのプラットフォームの紹介等)などを担当した。平成29年度の参加者リストに記載のあるその他3名の実施担当者は、実施機関としての業務、すなわち装置共用における技術的な面での貢献であるので2.3 実施内容(実施機関)の項に記載する。

③ワンストップサービスの設置・運営

プラットフォーム専用ホームページ

(https://www9.hitachi.co.jp/atomic-scale_pf/)を設置し、このホームページに問い合わせのメール atomic-scale@rdgml.intra.hitachi.co.jp や装置利用申し込み方法を掲載した。トップページを図2に示す。このホームページのアクセス数は、平成30年2月20日から3月19日の一か月間で約900件であった。コーディネーターは、プラットフォーム専用ホームページの維持管理と装置利用の申し込み・問い合わせ窓口、研究実施に関する覚書締結などを代表機関で一括に運営し、利用者から見てワンストップサービスとなるように運営した。すなわち、利用申し込みは代表機関のコーディネーターが対応し、申し込み・問い合わせ、装置利用課題の内容のヒアリング、研究実施に関する覚書締結など利用装置が決まるまでの対応をすべて行った。利用装置が決定した後は各実施機関で対応者をあて、利用者へのサービスをワンストップで行った。



図2 ホームページのトップページ

④人材育成

各実施機関において、若手研究者向けのセミナーまたはそれに準ずる出向社員の受け入れ、オープンラボ制度（企業の分析・解析業務のためにJFCCの電子顕微鏡を有料で活用していただく制度）による企業の電子線ホログラフィー活用の支援をとおした教育の機会を設けた。また、ユーザーが一定期間滞在して装置を使用できる環境を整えて装置利用に備えた。具体的な取り組みに関しては各実施機関の特性に合わせた取り組みとなるので“実施機関としての業務”に記載する。代表機関として、各実施機関で計画・実施した人材育成の企画をとりまとめてホームページのイベント&ニュース欄に掲載した。

⑤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。

平成29年度に実施した利用課題の報告をまとめた冊子を作成し、実施機関、ステアリング委員、協力機関に配布した。

また、九州大学と共同で電子顕微鏡画像データを管理する専用クラウドシステムを導入し、大規模な画像データの蓄積や日立製作所と九州大学相互での情報共有を行った。装置利用ユーザーも利用者として登録し画像共有が可能な仕様であるが、平成29年度のユーザーはリアルタイムに電子顕微鏡像を確認したり、遠隔地でモニターしたりするなどのニーズがなかった。そのため、九州大学と日立製作所間での大規模データの共有のみに用いた。日立製作所は、セキュリティ確保のため内規により公開クラウドシステムは使用できないので、このシステムがなければ九州大学との間でディスクの郵送でしか共有手段がなく日単位の多大な時間を要するところであったが、このシステムのおかげで即時に、またセキュリティを確保して共有できた。

また、平成29年度の装置利用課題に関しては特に新たなニーズを見出すことはなかったが、本事業よりも先行して平成29年度に完成していた磁性薄膜の高分解能計測技術が今後の装置利用に有効活用できる可能性があることが分かった。

⑥コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築

平成29年度の装置利用成果創出は年度の後半に集中した。平成29年度の主要な学会講演会の発表申込み締め切り時点で装置利用及び結果の解析は完了していなかったため平成29年度内の学術発表は実施していないが、平成30年2月に平成30年度顕微鏡学会学術講演会に、関連する成果2件の発表を実施機関であるJFCCが申し込み、採択が決まった。

一方、利用者の拡大とコミュニティ形成を図るために以下の取り組みを行った。(1)平成29年5月30日から6月1日に札幌で開催された日本顕微鏡学会第73回学術講演会で商業展示エリアにてポスター掲示、超高圧ホログラフィー電顕を適用した具体的な研究テーマの打診を5件頂いたが、装置利用申し込みには至らなかった。(2)9月6日から8日に幕張メッセにて開催されたJASISにてポスター展示を行った。取り上げる可能性のある課題を持って訪れた来訪者は21名で、ハードディスクに関連した課題は装置利用提案の可能性が高かったがユーザー側の事情により装置利用申し込みには至らなかった。(3)10月12日に開催された中性子利用促進協議会主催の磁性材料研究会に参加し、研究会後の交流会にて本事業を紹介した。この研究会での交流がきっかけで装置利用申し込みにつながった。(4)11月15日には新たな装置利用者拡大のための広報活動として株式会社日立ハイテクノロジーズが主催する荷電粒子線計測交流会にてポスター展示を行った。幅広い分野のエンジニアが訪れ、特に磁石

開発の研究者が興味を示した。(5) 11月24日に学校法人金沢工業大学大学院虎ノ門キャンパスで開催されたナノテスティング学会電子線応用技術研究会第11回研究会における研究者間の交流がきっかけで装置利用申し込みを受けた。(6) 12月に宮崎で開催された日本顕微鏡学会第60回記念シンポジウム(本件のみ実施機関の東北大学の実施担当が担当)にて研究者と交流し、本事業の周知を図ったが、平成29年度内の装置利用課題には結びつかなかった。(7) 平成30年3月19日から21日に学校法人千葉工業大学で開催された日本金属学会学術講演会にて本プラットフォームの取り組みを説明するポスターを展示した。また、学会の予稿集に広告を掲載した。装置利用申し込みにはまだつながっていないが金属関連材料はホログラフィー電子顕微鏡応用研究として最適なものであり、その研究者に本プラットフォームの存在を周知させることができた。

また、JFCC主催の国際学会の準備を行った。これは、2.3 実施内容(JFCC)の項で述べる。また、平成31年2月頃に日本顕微鏡学会高分解能分科会の幹事と相談し、平成30年度に研究会を共催することを内定した。

2.3 実施内容(実施機関)

①プラットフォーム運営体制の構築

【実施機関：日立製作所研究開発グループ基礎研究センター】

運営体制の構築に関しては代表機関としての業務で前述した通りである。

【実施機関：一般財団法人ファインセラミックスセンター(JFCC)】

運営体制を以下の通り整備した。プラットフォーム体制の一員として、代表機関が指揮する活動に協力した。代表機関や参加機関と議論し、JFCCの装置を用いて行うと決まった4件の装置利用課題に取り組んだ。その他、日立製作所の主担当課題についても一部の実験に参加するなどして、本事業全体の活動を円滑に行うための代表機関の活動に協力した。

【実施機関：九州大学超顕微解析研究センター】

運営体制を以下の通り整備した。(1) 課題申請が想定される「電子線照射に弱い物質・材料の観測」を実現させるために、九州大学のホログラフィー電子顕微鏡を用いた低加速電圧実験条件の整備を行った。日立製作所の技術支援のもとで、加速電圧100kVから300kVの条件で実験データを取得することを可能にした。(2) 電子線ホログラフィーの実験・解析に関わる補足情報(結晶構造や化学組成など)を取得するための運営

体制を構築するため、九州大学のナノテクノロジープラットフォーム事業との密接な連携を図った。両プラットフォームに関わる合同の学内運営会議を設け、結晶構造や化学組成の解析に適した専用電子顕微鏡を補足的に利用できる体制を整えた。このような実施体制のもとで、結晶構造や化学組成の分析に特化した各種電子顕微鏡とホログラフィー電子顕微鏡の相補的な利用を実現させることができた。

【実施機関：東北大学多元物質科学研究所】

運営体制を以下の通り整備した。課題選定等の会議は電子メールも活用して実施した。利用料金請求や報告書作成等に関する事務面では、日立製作所と東北大学の事務部との間で、具体的な書類の流れの取り決めを行い、装置利用を進めることに遅れを生じるなどの問題はなかった。

平成29年度の依頼課題では、東北大学で開発した「磁場印加ホルダ」を活用し、磁壁移動のその場観察の実験を行った。

②利用支援体制の構築

【実施機関：日立製作所研究開発グループ基礎研究センタ】

実施機関としての日立製作所は、超高圧ホログラフィー電子顕微鏡2台を用いて、完全非公開案件1件を含む4件の装置利用に対応した。3件は試料内の微小領域磁場、1件は電場を計測することに成功し、利用者の満足を得ることができた。支援した人員は、コーディネーター1名と実施担当2名、および平成30年1月から3月まで嘱託として雇用した実施担当者1名である。加えて、参加者、協力者リストに記載の業務協力者4名から技術面、特にホログラフィーから得られた位相再生像の解釈や磁性薄膜の計測における留意点などのアドバイスを受けた。なお、平成29年度の利用課題ではシミュレーションのアドバイスは必要なかった。加えて日立製作所は、支援環境として情報セキュリティを確保できる個室を準備（ネット環境、ドアロック、室内備品(机・椅子)等の整備）ユーザーの利用に供した。また、装置利用者が画像データをリモートアクセスする必要はなかったためクラウドシステムの利用者へのリリースは行わなかった。

取り組んだ4つの課題の成果を簡潔に述べる。

表3のNo. 1の「低次元強磁性体 (K_2CuF_4) における極低温での磁気構造観察」は公立大学法人大阪府立大学か

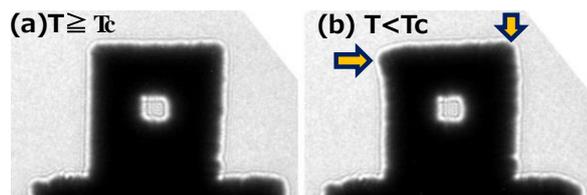
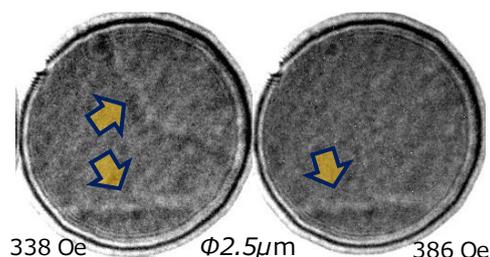


図3 自発磁化を検証した電子顕微鏡観察結果
転移温度 (T_c) 以下で自発磁化が発生し像がゆがむことが確認できた。

らの提案である。転移温度以下で巨大な磁気揺らぎを生ずることが中性子線による測定で知られている特異的な磁気異方性をもつ低次元磁性体において、極低温下での実空間の磁化構造直接観測を1 MV超高压ホログラフイー電子顕微鏡で観察することを目指した。この現象は「2次元系におけるトポロジカルな新しい基底状態の提案」としてKosterlitz-Thoulessにより報告(K-T相)されているが、磁気構造の振る舞いを詳細に観察した例はいまだ存在しておらず、この現象を直接観察できれば磁性材料の物理の点で大きなインパクトがある。平成29年度の装置利用成果としては、計測対象物質を観察用に加工した試料が所望の極低温すなわち転移温度 T_c 以下(< 6.4 K)に冷却できることを確認した(図3)。この成果を踏まえ、平成30年度に磁気渦構造の観察を実施する計画を立案できた。

表3のNo. 3の「金属多層膜中に生じるスキルミオンの観測」は国立大学法人名古屋大学からの提案である。室温で安定に存在でき、ネールタイプ(放射状のスピンの配列状態)のスキルミオン(微小な磁気渦)をとることが知られる磁性層/非磁性層多層膜におけるスキルミオンの



高分解能直接観測を目指した。平成29年度の成果としては、微細パターンニング技術により作製した金属多層膜ディスクを1 MV超高压ホログラフイー電子顕微鏡によるローレンツ顕微鏡法で観察し、スキルミオンの存在を確認した(図4)。

表3のNo. 8は新型メモリーの記憶層内部磁化状態を1.2 MV超高压ホログラフイー電子顕微鏡にて観察することを目的としたもので、課題申請者と課題内容ともに非公開の課題のため、ここでは内容は割愛する。表3のNo. 9「GaN半導体内部のドーパント濃度分布の計測」は、国立研究開発法人産業技術総合研究所からの提案で、極低濃度($\sim 10^{15} \text{cm}^{-3}$)不純物領域を含むGaN半導体について、 n^{++} と n^+ 境界の電位分布を電子線ホログラフイーにより計測するものである。低濃度の不純物ドーピングで内部電位の変化が想定どおり変化しているか確認することが目的である。低濃度のドーピング層では空乏層が厚くなるので、それを考慮するとTEM観察としてはかなり厚い($t \sim 1.5 \mu\text{m}$)膜での観察が必要となる。したがって1 MV超高压ホログラフイー電子顕微鏡での観察を行った。観察に用いた試料は階段状に $10^{15} \sim 10^{19} \text{cm}^{-3}$ までドーパントを打ち込んだ試料である。平成29年度の成果は、図5に示すように、不純物濃度が低い領域ほ

ど位相変化が小さい。すなわちドーピングゼロの領域に対する電位差は小さくなっており、定性的な傾向は一致し、 $10^{16}\text{cm}^{-3}/10^{15}\text{cm}^{-3}$ のドーピング領域の電位差も生じていることがわかった。これらの計測結果が得られたことから、平成30年度はさらに進んで、以下の課題に取り組むことを計画した。すなわち、計測された電位差の定量性の検討、現時点では差が計測できていない非ドーピング領域（u-GaN）と 10^{15}cm^{-3} の領域の電位差の検出などに取り組むこととした。

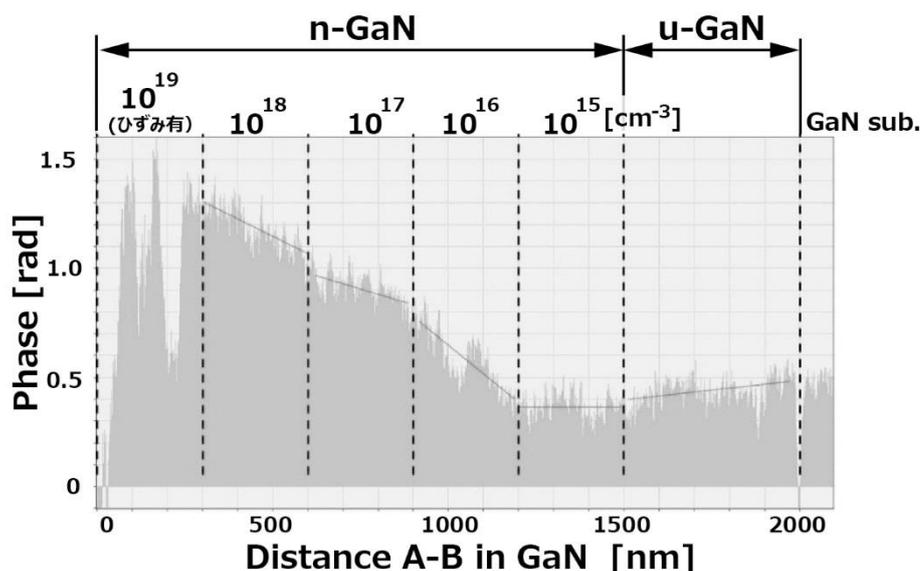


図5 GaNのドーパント濃度と内部電位に対応する位相

【実施機関：一般財団法人ファインセラミックスセンター（JFCC）】

主に加速電圧300 kVのホログラフィー電子顕微鏡（HF3300EH）を共用装置として最大活用し、表3に記載のNo. 2、No. 6、No. 7、No. 10の四つの装置利用課題に取り組んだ。これらの課題について、業務主任者および実験指導の実施担当者が解析手法を検討し、電子線ホログラフィーを専門とする実験及び実験補助の実施担当者とともに実験と解析を実施した。また、必要に応じて所内外の協力者にも助言をもらいながら全員で結果の解

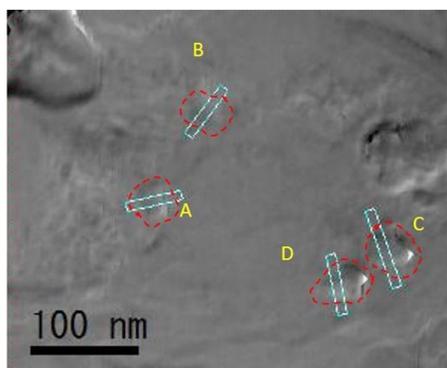


図6 宇宙塵の磁束起因の位相分布像 A, B, C, D 4つの粒子で、位相変化から磁束を定量化した。

積を行った。これまで技術相談や共同研究を行ってきた企業・大学との連携関係も最大限生かし、利用者への支援を行った。

表3のNo. 2の利用課題は国立大学法人北海道大学（以下、「北海道大学」という。）からで、「彗星起源宇宙塵の残留磁化のホログラフィーTEM観察」と題する課題を受け、宇宙塵粒子の磁場観察を実施した。その結果、粒子が持つ磁場と思われる電子波の位相傾斜を検出し、磁束として $3.0 \sim 5.6 \times 10^{-16}$ Wb という値を得た（図6）が、より定量的な計測と正確な解釈のためには、平成30年度に計測方法を改良して再度実験する必要があると考えている。

表3のNo. 6は古河電気工業株式会社（以下、「古河電工」という。）からの提案で、「電圧印加電子線ホログラフィーによるGaAs p-n 接合試料のその場電位計測」と題する課題を受け、集束イオンビーム法で作製されたGaAsのp-n 接合試料にホログラフィー電子顕微鏡内で電圧印加し、p-n 接合部の精密測定を行った。その結果、電位分布（図7）、電界分布、電荷分布、空乏層幅などの計測に成功し、その計測結果は高い精度で半

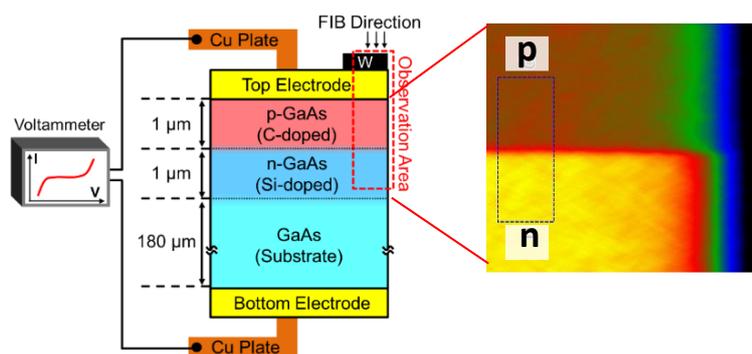


図7 GaAs p-n 接合試料の模式図と無バイアス時の電位分布の色表示

導体理論より予測される値と一致した。このことは、従来は「p-n 接合の位置が見える」というレベルであったホログラフィー計測が、半導体デバイスの機能発現の源である p-n 接合の重要な諸性質を計測する手法に進化したこと、そして、設計通りの特性を示しているかどうかなどを議論しながら、今後より深く踏み込んだデバイス設計・品質管理・不良品解析などに広く活用される可能性を示唆している。

表3 No. 7の課題は公立大学法人兵庫県立大学（以下、「兵庫県立大学」という。）からで「強磁性／強誘電体ヘテロ界面によって誘起される磁気状態の物理機構の究明」と題する課題を受けたが、観察する薄膜半導体の基板材料がリチウムを含む化合物であり、化学活性が高く洗浄・研磨・イオンミリングなどの通常の透過電子顕微鏡用の試料作製法に耐えられないのではないかと危惧された。そこで、この基板材料の提供を受け、試験的に透過電子顕微鏡用の試料を作製してみた。その結果、水・油等による洗浄・機械研磨・イオンミリングのどの過程でも問題となる変化やダ

メージは試料には入らないことがわかり、申請者が希望する実験が実施可能である見通しを得、平成30年度に実験を実施することにした。

【実施機関：九州大学超顕微解析研究センター】

本事業に従事する実施担当者（1名）を配置し、業務主任者とともに実験計画の立案支援、実験データの収集、データ解析、成果取りまとめに関わる助言等を行う体制を構築した。なお装置の修理に伴い第四四半期に集中した実験・解析を効率的に進めるため、平成30年1月～3月の期間に実施担当者2名（大学院生の補助者1名、派遣職員1名）を雇用した。両者の協力を得た結果、平成29年度の課題に対して十分な学術的知見を得ることができた。なお、ホログラムと電子回折図形の同時取得など特殊な実験の遂行については、日立製作所の実施担当スタッフの支援を得てレンズデータの最適化を行い、実験条件の構築を行った。

構造解析・組成分析専用の電子顕微鏡の併用については、上記①項で記述した通りナノテクノロジープラットフォーム事業と連携して技術検討のミーティングを設け、電磁場解析の際に必要な補足情報の収集について議論した。この取り組みによって、平成29年度の課題推進に必要な界面領域の電磁場、結晶構造、化学組成に関する多面的なデータ収集を実現することができた。

上記の支援体制のもとで、平成29年度は以下のような活動を行った。九州大学が平成29年度に取り組んだ課題は、表3 No. 4の遷移金属酸化物における電位分布の解析である。平成29年7月～9月の期間、本課題の申請者と複数回の打合せを持ち（8月28日に大阪大学で行った直接打合せの他、メール打合せを11回実施）、本研究の進め方や試料選定について十分な意見交換を行った。

これらの打合せを経て立案した研究計画に基づき、まず当該試料（ニッケル酸化物系試料）の電子線ホログラムを取得するため電子光学系の最適化（実験条件の最適化）に着手した。平成29年度は九州大学の装置を構成するCCDカメラ等に修理・調整が必要となったため、実験条件の最適化に関わる作業は平成29年9月から平成30年1月にかけて断続的に実施した。

ニッケル酸化物系試料の解析については、その複雑な結晶学的微細構造の特徴を十分に掌握したうえで、電子線ホログラフィーの実験を進める必要がある。九州大学が参画するナノテクノロジープラットフォーム事業との連携のもと、実施担当者が構造解析・化学分析専用の共同利用設備を駆使して、当該試料の微細構造を解析した。解析に関わる結果は課題申請者と

情報共有され、最終的に電子線ホログラフィーの実験に適した形態の試料を調製することができた。これらの業務を平成29年10月から平成29年12月にかけて実施した。

上記の調査を経てニッケル酸化物系試料から電子線ホログラムを取得・解析したところ、電子線照射に伴う試料帯電の効果が予想以上に強く、当初注目していた接合界面の電位解析が難しいことがわかった。この問題を解決するために、導電性のあるカーボン膜の蒸着による帯電効果の抑制、ならびにモデル試料（バナジウム酸化物）を用いた帯電現象の温度依存性の掌握とその活用について評価を行った。カーボン蒸着の効果については、実施担当者（支援者）が蒸着装置の特性を詳細に評価したうえで、試料帯電の抑制と電子線ホログラムの鮮明度の確保を両立できる最適条件の選定を行った。バナジウム酸化物系試料については、図8に示す通り、加熱に伴う位相再生像（電子線ホログラムの解析データ）の変化を詳しく調べた。この評価をもとに、酸化物の電気伝導率の温度依存性を適切に理解することが、電子線ホログラムに重畳される帯電成分の評価・解釈において重要であることを確認した。これらは、デバイス開発を想定した遷移金属酸化物の電位分布解析を進めるうえで重要な知見と言える。以上の実験と解析を平成30年1月～3月の期間に実施した。

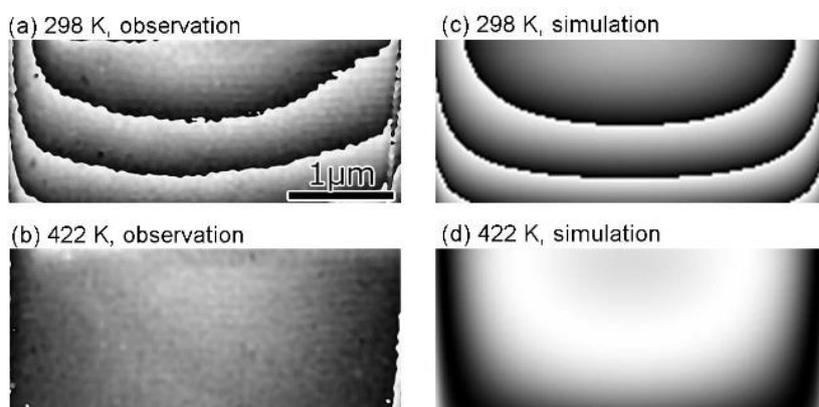


図8 バナジウム酸化物系試料の位相再生像。位相を画像階調の変化として、 2π 毎に区切って表示。(a),(b)は実験データ、(c),(d)はシミュレーションの結果を示す。

【実施機関：東北大学多元物質科学研究所】

ホログラフィー観察用に改造された日本電子株式会社製の分析電子顕微鏡JEM-3000F、およびこれまでに当研究所で開発された各種試料ホルダ(磁場印加ホルダ、2探針ピエゾ駆動ホルダ、光照射ホルダ、熱電子照

射ホルダ)を共同研究に供する体制をとった。

具体的な取り組みを以下に述べる。平成29年度は表3のNo5の課題「高周波トランス用MnZnフェライトの磁区構造観察」に取り組んだ。実験の実施にあたり、ホログラフィー観察以外に、東北大学にて依頼者の研究グループと実験打合せ(9月15日)や、進捗報告(12月7日)といった利用者支援を行った。顕微鏡の操作は依頼者の立会いの下、2名の実施担当が行った。データの解析は実施担当の学生が一部担当した。依頼者側で開発中の材料の観察も含まれるため、すべての結果を公開できないが、比較対象として観察した現行製品の観察結果の一部を図9に示す。左の列はローレンツ顕微鏡法で得られた磁壁コントラストが現れたローレンツ顕微鏡像、図9は電子線ホログラフィーで得られた位相再生像である。この観察には東北大学が開発した「磁場印加ホルダ」という観察中に試料に水平方向に外部磁場を印加できる特殊な試料ホルダを用いて観察しており、上段は4 mT、下段は6 mTの外部磁場を印加した状態で得た結果である。外部磁場の増加に応じて磁壁が移動し磁区構造が変化していく様子を観察することができた。また、ローレンツ顕微鏡像からは磁壁幅の解析を行い、製法の異なる試料にて、これらの微視的な磁気特性の違いを比較した。

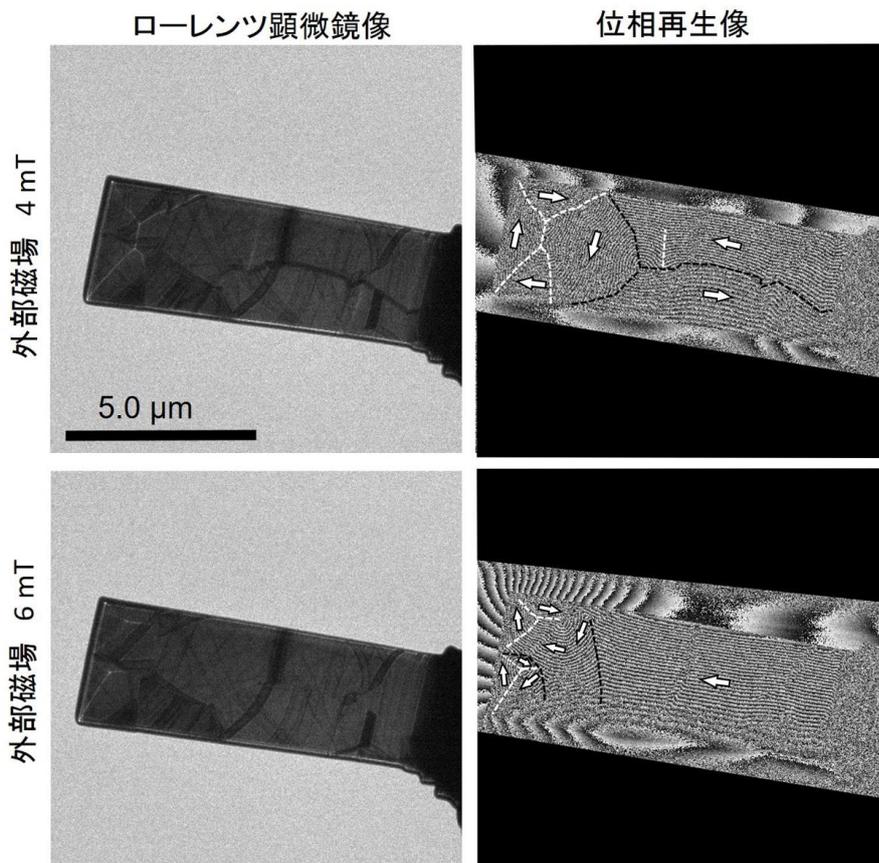


図9 高周波トランス用 MnZn フェライトのローレンツ顕微鏡像と位相再生像
 図中の矢印は磁区内部の磁化の方向を示す。

③ワンストップサービスの設置

【実施機関：日立製作所研究開発グループ基礎研究センタ】

代表機関の項で記載したとおり、装置利用の申し込み受付窓口を担当し、覚書締結などをワンストップで行った。担当する装置利用課題4件の対応を行った。

表3のNo. 1の「低次元強磁性体 (K_2CuF_4) における極低温での磁気構造観察」は、課題提案テーマの募集開始直後の平成29年6月2日に申請者(2名)とコーディネーターおよび日立製作所の実施担当者として実験内容に関する技術面の議論を実施した。これを踏まえて、実験に適用する素材の種類や形状を決定した。薄膜加工が完了した試料は平成30年2月13～14日に申請者立会いの下、実験を行い平成30年3月20日にコーディネーターから報告書を送付、申請者からの了解を得た。

表3のNo. 3の「金属多層膜中に生じるスキルミオンの観測」は、

平成29年10月5日に申請元よりコーディネーターが最初の試料を受け取り後、三度の予備観察及び観察に適した形状や配置の検討を経て平成30年1月10日に最終的な観察用試料を受領した。平成30年2月16日に申請者立会いの下、実験を行い平成30年3月20日にコーディネーターから報告書を送付した。本件に関しては、実験を進める中で新たな研究課題となり得る現象にも遭遇し、この内容に関しては平成30年度の装置利用案件として申請頂ける内諾を得た。

表3のNo. 8は、平成29年10月12日に行われた中性子産業利用推進協議会などが主催する「平成29年度磁性材料研究会 於エッサム神田ホール（東京都千代田区）」にて、コーディネーターが、関連する分野の講演者へ直接プラットフォーム事業をPRすることにより得た申請テーマである。平成30年1月10日に最終的な観察用試料の加工を行い、平成30年2月26日に観察実験を完了した。本件は実験後のデータ処理にも時間を要した。報告書は平成30年3月20日にコーディネーターから送付し、申請者からの了解を得た。

表3のNo. 9「GaN 半導体内部のドーパント濃度分布の計測」は、JFCCと申請者とで以前より進めてきた300kV電子顕微鏡で透過可能な領域での観察・解析の発展型の研究テーマである。本件は半導体の不純物濃度としては極めて低い濃度（ $\sim 10^{15} \text{cm}^{-3}$ ）の領域の電位分布（空乏層厚さ）の測定であり、理論上測定には700nm以上の試料の厚さが必要で超高圧ホログラフィー電子顕微鏡での実験が求められた。そこで、本事業の課題としてコーディネーターが窓口となり装置利用の申請を受け付けた。試料作製はJFCCにて実施し、平成30年3月7日に日立製作所の超高圧ホログラフィー電子顕微鏡において実験を完了した。報告書は平成30年3月20日に送付し、申請者からの了解を得た。

以上のように、日立製作所が実施機関として行った装置利用はいずれもコーディネーターがワンストップで、受付から、装置利用の日程調整、報告書送付などを対応した。

【実施機関：一般財団法人ファインセラミックスセンター（JFCC）】

4つの実施機関の協議でJFCCが対応すると決まったテーマに関してその観察解析業務を引き受けた。

表3No. 2課題：北海道大学から申請が出された課題については平成29年9月11日に日立製作所からJFCCに実施指示を受けて実験を開始した。当初、期待される磁場が観察されず実験は難航したが、データの

やりとりをしながら観察すべき粒子を慎重に選択し、磁場と思われる位相分布を計測するに至った。平成30年3月20日に報告書を送付し、3月27日には北海道大学で詳細な報告を行い、将来さらに確実な結果を得るための実験方法について検討を行った。

表3 No. 6 課題：古河電工から申請が出された課題については、平成29年9月11日に日立製作所からJFCCにメールで実施指示を受け、実務を開始した。実験方法については適宜古河電工と相談しながら実施した。10月12日には古河電工にて実験結果の中間的報告や結果の解釈に関する検討を行った。最終的には結果の確認を得た上で平成30年1月23日に正式報告書を提出した。その後、平成30年2月14日に古河電工にて詳細な報告を行い、さらに期待される新しい計測課題について議論した。平成30年度に改めて課題申請があるものと予想している。

表3 No. 7 課題：兵庫県立大学からの申請課題については平成29年12月5日に日立製作所からJFCCへメールで技術的検討依頼を受けた。課題申請者が「知の拠点愛知」に來られた平成29年12月22日に実験方法について議論検討した。予備的実験の結果、ホログラフィー電子顕微鏡による観察が可能である見込みが得られた。この予備的実験結果については、3月20日に報告書を発送した。

表3 No. 10 課題：課題提案元から「アモルファス半導体薄膜中の電位分布」の解析に関する相談があったと平成30年2月21日に日立製作所からJFCCへメール連絡を受けた。3月8日にJFCCにて提案元とJFCC関係者が議論と技術的検討を行い、「提案元にてTEM観察試料を作製し、JFCCで予備的観察を行う」ことを決定した。予備的観察で、提案元が期待する電位分布観察ができる見込みが得られれば、平成30年度の課題として実施したいと結論付けた。

【実施機関：九州大学超顕微解析研究センター】

②項でも言及したように、電子線ホログラフィーと各種電子顕微鏡の相補的な設備利用にあたっては、本事業で配置された実施担当者が一貫して装置の操作を行い、課題申請者が必要とする情報を的確、かつ効率的に取得した。課題申請者との打合せ・情報交換については、ウェブ会議や電話会議の形で定期的実施した。その他にも課題申請者やその協力者と直接議論を行う機会を設けて、データ解釈に関わる詳細部分の討論を行った。

具体的な事例として、実験が進展した段階で課題申請者と以下のような打合せ・情報共有を行っている。まず平成30年1月16日に業務主任者が課題申請者を訪ね、本課題の進捗状況を説明した。それと同時に、デバイ

ス開発を想定した遷移金属酸化物の精緻な解析を行うためには、電子線照射に伴う帯電効果の掌握と抑制が重要な技術課題であることを双方が認識し、平成29年度はその解決に優先して取り組むこととした。さらに平成30年3月14日には課題申請者が九州大学を訪れ、1月以降の進捗状況を確認するとともに、九州大学で行われる実験に立ち会った。このような実験立ち会いの機会を設定することで、電子線ホログラフィーに対する課題申請者の理解を一段と深めることができた。この機会を踏まえて、電子線ホログラフィーの特徴を活かした戦略的な研究テーマの設定と推進を、今後も協力して進めて行くこととした。

【実施機関：東北大学多元物質科学研究所】

代表機関が主催する運営委員会における協議を踏まえて東北大学が担当すると決定したテーマに関する装置使用や結果の解析等のユーザーへのサービスをフロントとなって実施した。

平成29年9月15日に課題申請者側の研究者と東北大学にて具体的な研究打ち合わせを行った。その時の計画に従って10月19日と20日に申請者と共に観察を行い（その後東北大学でデータの解析）。12月7日に東北大学にて進捗ミーティングを行った。その後もメールで連絡を取りながら補助的な実験を行った。

④人材育成

【実施機関：日立製作所研究開発グループ基礎研究センタ】

平成29年11月から1年の予定で博士課程のインターンシップ学生を受け入れて電子線ホログラフィーの実習と、新しいホログラフィー計測手法の研究を行っている。また、日立製作所において平成30年2月26日から3月2日までの期間、九州大学の実施担当者に対して日立製作所のメンバーが電子線ホログラフィーにおける重要なパーツであるバイプリズムの製法法の技術指導を行った。

【実施機関：一般財団法人ファインセラミックスセンター（JFCC）】

JFCCでは、電子線ホログラフィー技術を活用できる企業人を育成することを目的の一つとして、以前から出向社員の受け入れ、オープンラボ制度（企業の分析・解析業務のためにJFCCの電子顕微鏡を有料で活用していただく制度）による企業の電子線ホログラフィー活用の支援、を行っている。平成29年度はこの目的のために2名（2企業）の出向社員を受け入れ、1名（1企業）のオープンラボ利用者への実験現場での技術指導を行なった。

講演会や講習会ではできない実践的技術指導を行い、企業で電子線ホログラフィーを活用できる人材の育成に貢献した。本事業を担当するために平成28年4月に自主財源で採用し、基本的な電子線ホログラフィー技術を習得済みの博士研究員に、平成29年度、さらに厚さを厳密にコントロールした試料作製法、目的に合った倍率とコントラストを持つホログラムの撮影法、高感度位相シフト電子線ホログラフィーによる位相再生法などの技術等を習得させ、本事業業務の利用者の希望に応えられるレベルに育成した。これにより、本事業における実働戦略の中心となり、GaAsのp-n接合解析に関して大きな進歩を示す結果を出した。

【実施機関：九州大学超顕微解析研究センター】

ほぼ毎月の頻度で開催している九州大学の電子顕微鏡技術講習会を活用し、平成29年7月、10月、11月の各回において、学生や若手研究者に対して電子線ホログラフィーに関わる座学を提供した。このほか平成29年4月、5月、6月、9月、12月にも電子顕微鏡の基礎に関わる初心者向けの講習会を開催した。

より専門的な情報を提供する機会としては、平成30年2月3日に、電子線ホログラフィーに感心を持つJST-CREST・革新的触媒領域の研究者に対する電子線ホログラフィーの紹介、ならびに装置見学の機会を設けた。九州大学に5名の研究者を迎え、将来的な触媒材料への応用を含めた有意義な意見交換を行った。

アウトリーチ活動ならびに啓蒙活動としては、平成30年2月2日に九州大学を訪問したベトナム・ハノイ国家大学付属高校の一行（高校生8名、引率教員3名）に電子線ホログラフィーの概要説明と、関連する物理学の解説を行った。多くの参加者が関心を示した。

本事業で配置した実施担当者の育成に関しては、平成29年6月から平成30年3月の期間中、月に2回程度の頻度で、業務主任者が電子線ホログラフィーの基礎をセミナー形式で講義し、専門性の獲得を促した。また、平成30年2月26日～3月2日の期間に、実施担当者が日立製作所を訪問し、電子線ホログラフィーの実験に不可欠なバイプリズム装置の部品調製に必要な技術の指導を受けた。

この他にも、電子線ホログラフィーの解析精度を高めることを念頭に、電子顕微鏡を用いた類似の実験・解析技術の研究動向を適宜掌握させ、実施担当者の学術的な知見・技量の向上を促した。以上の活動を通して、実施担当者のスキルアップに貢献した。

【実施機関：東北大学多元物質科学研究所】

研究室所属の学生に対し詳しく技術指導を行うことで様々な実験データの解析補助に加わることができるような体制をとり、実際のデータの解析に携わらせることで技術の理解を深めさせた（学生の修士論文のテーマは「電場」解析に関わるもので、磁場解析は行っていなかったが、申請課題は磁性材料の解析がメインであることから、ホログラフィーによる磁場解析技術を特別に習得させ、申請課題の解析に充てた）。また、平成29年7月10日、24日、31日に学部一年生を対象に電子線ホログラフィー観察の基礎セミナーを行い（受講者：10名）、電磁場解析の重要性についての説明を行った。

⑤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

【実施機関：日立製作所研究開発グループ基礎研究センタ】

九州大学と共同で電子顕微鏡画像データを管理する専用クラウドシステムを導入し、大規模な画像データの蓄積や日立製作所と九州大学相互での情報共有を行った。日立製作所は、セキュリティ確保のため内規により公開クラウドシステムは使用できないのでこのシステムがなければ、九州大学との間でディスクの郵送でしか共有手段がなく多大な時間を要するところであった。

また、ある利用課題において得られた計測データに含まれていたノイズにより磁場分布結果に重大なアーティファクトが生じる事例があった。利用者の了解を得て、現在取り組み中のJST-CRESTテーマの中のノイズ低減処理法開発に活用した。その他の取り組みは代表機関としての業務で前述した通りである。

【実施機関：一般財団法人ファインセラミックスセンター（JFCC）】

表3のNo. 6に記載した課題を実施することによって、p-n接合の基本的特性である電位分布、電界分布、電荷分布を位相シフト電子線ホログラフィーで精度よく計測するための、標準的な試料作製方法、ホログラム撮影条件、位相再生法を確立した。これにより、電子線ホログラフィーによる解析がp-n接合の基本的特性を計測し、半導体理論と比較検討するレベルに達したため、今後半導体デバイスの開発・設計・品質管理などにより広く活用される可能性が高まった。

【実施機関：九州大学超顕微解析研究センター】

日立製作所と共同で電子顕微鏡画像データを管理するクラウドシステムの導入に取り組み、大規模な画像データの蓄積や、研究機関相互での情報共有に関する機能を整備した。この機能整備は、九州大学のホログラフィー電子顕微鏡で取得された大容量の画像データを、クラウドシステムを通して日立製作所の研究者・技術者と共有し、最適なレンズ条件を効率的に決定することができた。

電子線ホログラフィーの実験に関わるノウハウとしては、②項で述べた通り、遷移金属酸化物の観察における試料帯電の抑制について種々の技術的な知見を蓄積することができた。遷移金属酸化物は半導体、或いは絶縁体としての特徴を有するものが多い。接合界面における電位差など、デバイス化した試料が示す本来の電位分布に比べて、電子線照射によって誘発される帯電の影響（付加的な電場情報）は無視できない場合も多く、その正確な理解と対策が必要である。平成29年度は、リサーチアシスタントの実施担当者が汎用の蒸着装置の特性評価を行い、導電性のあるカーボン膜を適切な分量だけ蒸着させるための条件を求め、最終的にはその作業プロセスをマニュアル化した。一連のノウハウは、平成30年度以降の事業においても有効活用できる成果である。また遷移金属酸化物の電気伝導率に温度依存性があることに注目し、その性質を利用した帯電効果の掌握・抑制にも取り組んだ。

【実施機関：東北大学多元物質科学研究所】

東北大学多元物質科学研究所が開発した実績のある「磁場印加ホルダ」をユーザーのMnZnフェライト材料の計測に適用した。すなわち外部磁場を印加しながら試料の磁区構造変化をローレンツ顕微鏡法、および電子線ホログラフィーでその場観察する技術の経験が深まり、ノウハウをさらに積み上げることができた。具体的には、磁場印加時のビームの振り戻しと軸調整に関して、今回の実験は東北大学の電子顕微鏡のビーム振り戻し機構に大きな改造を行った後の初めての本格的な磁場印加実験であったため、軸調整の判断基準にあいまいな点があったが、今回の実験で「電圧軸調整作業」を磁場印加後の撮影前に行うというノウハウを得た。

⑥コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築

【実施機関：日立製作所研究開発グループ基礎研究センター】

平成29年2月に実施した国際ワークショップは計画書に記載の通り4年に一度程度の開催を考えているため平成29年度の活動はなかった。また、代表機関の章で前述したように平成31年2月頃に日本顕微鏡学会高分解能

分科会の研究会を共催することを内定した。

【実施機関：一般財団法人ファインセラミックスセンター（JFCC）】

JFCCでは最先端の顕微鏡と理論計算に関する国際シンポジウム（International Symposium on Advanced Microscopy and Theoretical Calculations：AMTC）を2年に一度のペースでこれまでに5回主催し、電子線ホログラフィーをはじめ収差補正電子顕微鏡や環境顕微鏡といった最先端計測技術と理論計算を扱う世界トップクラスの国内外研究者との議論の場を提供している。毎回10カ国以上の海外研究者と100件を越える講演、250人以上の参加者からなり、この分野では国内有数の国際シンポジウムに発展している。本プラットフォーム事業の一環としてAMTCを共催・後援することで電子顕微鏡技術の国際的ネットワークの深化が図れるものと考えている。平成29年度は次回の第6回AMTCの計画を立案した。日本顕微鏡学会 学術講演会と連結して平成31年6月14日（金）～15日（土）に愛知県産業労働センター（ウインクあいち）で開催することとした。

【実施機関：九州大学超顕微解析研究センター】

九州大学と日立製作所他が共同で進めているJST-CREST・情報計測の研究プロジェクトの成果、即ち電子顕微鏡技術と情報処理技術の融合を、当該事業においても活用する事を試みた。平成29年度は電子線照射に弱い試料を十分な精度で解析するために、多数の試料から取得した大量の画像を選別し、積算可能なデータを抽出してノイズ処理を施して行くというプロセスの実践を試みた。試料の損傷を抑えつつ、最終的にはノイズの少ない解析結果を導くための手段として有望であることが確認された。これらの取り組みを通して、情報科学分野における電子線ホログラフィーの理解と感心も促され、新しい研究コミュニティの育成に貢献した。

一方、平成30年2月1日に開催された九州大学エネルギーウィークのシンポジウムで本事業の取り組みを紹介したところ、同シンポジウムに参加していた無機化学系の研究者の注目を集めた（上海科学技術大学、京都大学、九州大学の各1名と議論・情報交換を行った）。電子線ホログラフィーを用いた触媒微粒子の研究について意見交換がなされ、このうち1件については平成30年度の課題の提案にむけて、具体的な相談が進んでいる。その他、平成30年3月には国立大学法人大分大学の触媒研究者とも打合せが持たれ、触媒コミュニティとの交流が活発になっている。

【実施機関：東北大学多元物質科学研究所】

平成29年度業務計画書に記載はないが下記の取り組みを行ったので報告する。11月に韓国釜山で開催されたThe 3rd East-Asia Microscopy Conference (EAMC3)および、12月に宮崎で開催された日本顕微鏡学会第60回記念シンポジウムに参加し、本プラットフォームの取り組みについて講演の中で言及し、コミュニティの形成および利用者の拡大を図った。

⑦その他（機器の更新に関して）

【実施機関：日立製作所研究開発グループ基礎研究センタ】

装置機能向上のための取り組みとしては自己資金により、液体ヘリウム冷却二軸傾斜試料ホルダを導入し、機能向上を図った。平成29年度の本プラットフォーム装置利用課題への適用はなかったが平成30年度以降の利用課題に有効活用が期待できる。

2. 4 協力機関の取組状況

協力機関として、理化学研究所は研究会の共催や計測技術の課題解決などで協力いただくことを想定していたが、平成29年度は研究会の共催は実施しなかった。ただし、東北大学の技術職員のスキル向上を目的として、平成30年3月13日に理化学研究所にて東北大学の実施担当者（技術職員）が先端的なホログラフィー装置の操作法や解析ノウハウについて学ぶ機会を設けた。もう一つの協力機関である大阪大学には運用面での各種アドバイスを頂くことを想定していたが平成29年度の利用課題に関しては具体的なアドバイスを受ける必要は生じなかった。

III. フォローアップ調査項目

3. 1 分野融合・新興領域の拡大について

II. 平成29年度の実施内容の⑤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【日立製作所】、および⑥コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築【実施機関：九州大学超顕微解析研究センター】において記載したように、JST-CREST・情報計測の研究プロジェクトの成果、即ち電子顕微鏡技術と情報処理技術の融合の加速を本プラットフォームの取り組みにより行うことができた。

3. 2 スタートアップ支援について

九州大学では、本事業の実施担当者として、平成29年10月から学術

研究員1名を雇用している。II.平成29年度の実施内容の④人材育成【実施機関：九州大学超顕微解析研究センター】の項でも言及した通り、同実施担当者に対しては、業務主任者が毎月2回程度の頻度で電子線ホログラフィーの基礎をセミナー形式で講義し、事業の推進に加えて、若手研究者のスキルアップという側面からも継続的な支援を行っている。また本事業に関わった第一線の研究者とも積極的な交流機会を与えている。例えば、課題申請者およびその共同研究者との交流に加えて、本事業の代表機関である日立製作所や、平成30年度の課題について研究打合せを行っている米国・ワシントン大学、東北大学などの研究者と交流する機会を設定し、実施担当者のネットワーク形成を支援した。

3. 3 共同研究・受託研究について

本プラットフォームにて取り組む装置利用課題は、当初から広い意味での共同研究的な取り組みが必要であると想定しており、実際、平成29年度に取り上げた課題はいずれもそのような取り組みが必要であった。具体的には電子線ホログラフィーで試料の微小領域電磁場情報といった所望の情報を引き出すためには、単に電子が透過するように薄膜化するだけでなく、膜厚の均一性や帯電防止のためのコーティングなどの工夫が必要であり、利用者との技術的な議論が必要であった。個別の装置利用課題の具体的な取り組み方法と実績については、II.平成29年度の実施内容の②利用支援体制の構築の各実施機関の記述に記載した。

3. 4 試作機の導入・利用による技術の高度化について

平成29年度は該当案件なし。

3. 5 ノウハウ・データ共有について

II.平成29年度の実施内容の⑤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【実施機関：九州大学超顕微解析研究センター】の項に記載の通り、試料帯電の抑制に有効な導電性カーボンの蒸着について、実施方法の最適化とマニュアル整備を行っている。今後、本事業に参画する他機関との情報共有を行う。

II.平成29年度の実施内容の⑤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【実施機関：東北大学多元物質科学研究所】の項に記載の通り、磁場印加状態での観察、すなわちその場観察技術の経験が深まり、ノウハ

ウを蓄積できた。

3. 6 技術専門職のスキル向上・キャリア形成について

II. (iii) 「協力機関の取り組み状況」の項目で記載したように理化学研究所創発物性科学研究センターとの学術的な協力体制をとっている。技術職員のスキル向上の意味で平成30年3月13日に理化学研究所にて東北大学の担当者（技術職員）が先端的なホログラフィー装置の操作法や解析ノウハウについて学ぶ機会を設けた。

3. 7 利用アンケートについて

平成29年度は利用アンケートという形では意見収集は行わなかったがJFCCにおいて、表3のNo. 2とNo. 6の課題に関しては、課題申請者である北海道大学と古河電工に報告書提出後足を運んで、結果に対する意見・感想を聞いた。古河電工からは、「ここまで厳密な解析結果が出たとは驚異！今後もいろいろ活用したい」という意見を頂いた。北海道大学からは、「初めての宇宙塵磁場観察として、興味深い結果が出ている。より精度が高く確かな結果を得るために、改めて課題申請することを検討する」との見解を頂いた。