

平成 28 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
プラットフォームに係る調査・検討 (FS)
委託業務成果報告書

平成 29 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、日立製作所が実施した平成 28 年度「アトミックスケール電磁場解析プラットフォームに係る調査・検討」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 28 年度の実施内容	
2. 1 実施計画	4
2. 2 実施内容（代表機関）	5
①プラットフォーム運営体制の構築（プラットフォームの構想の企画 ・立案）	5
②利用支援体制の構築	7
③支援実績	7
④ワンストップサービスの設置・運営	7
⑤人材育成	8
⑥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	8
⑦コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築	8
2. 3 実施内容（実施機関）	15
2. 4 協力機関の取組状況	15
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	15
3. 2 スタートアップ支援について	16
3. 3 共同研究・受託研究について	16
3. 4 試作機の導入・利用による技術の高度化について	16
3. 5 ノウハウ・データ共有について	16
3. 6 技術専門職のスキル向上・キャリア形成について	16
3. 7 利用アンケートについて	16

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に係る調査・検討」

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、FIRST（最先端研究開発支援プログラム）の助成で平成26年に完成した世界で初めて原子レベルの分解能で電磁場を計測できる原子分解能・ホログラフィー電子顕微鏡をはじめとして、微細領域の電磁場を計測できる国内唯一の電子線ホログラフィー拠点として、電子線ホログラフィー技術の専門家以外のユーザーニーズにも対応できる利用支援体制を構築し、イノベーション創出のためのプラットフォームの形成を目指す。

このため、本委託業務では本プラットフォームの実現に向けた調査・検討を実施する。

II. 平成28年度の実施内容

2. 1 実施計画

①プラットフォームの構想の企画・立案

株式会社日立製作所（以下、「日立製作所」という。）、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。）、国立大学法人九州大学（以下、「九州大学」という。）及び国立大学法人東北大学（以下、「東北大学」という。）が共同で業務を行う本プラットフォームの実現に向けて、コーディネーター1名を配置する。コーディネーターは、機関間の調整を行いながら、プラットフォームの構想を企画・立案する。

また、プラットフォームの構想に基づき企画立案書を作成し、文部科学省に提出するとともに、文部科学省が実施する審査等に対応する。

②FIRSTプログラムで開発した世界最高性能の原子分解能・ホログラフィー電子顕微鏡のプラットフォームとしての外部利用者数を把握し増加を図る試みとして11月に国内の日本顕微鏡学会と共催でシンポジウムを開催する。

- ③海外の電子顕微鏡分野の研究者を招いて電子線ホログラフィー関係のワークショップを企画する。これにより海外利用者数の把握を試みるとともに利用者を増加し、イノベーションの創出に関する議論を行なう。
- ④超高圧ホログラフィー電子顕微鏡を用いた応用研究の成果発表（論文、国際会議での講演など）を加速し、プラットフォームとしてのユーザー数の増加を図る。

2. 2 実施内容（代表機関）

①プラットフォーム運営体制の構築（プラットフォームの構想の企画・立案）

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実績

平成 28 年度はフィージビリティスタディ（FS）期間として、コーディネーターが中心となって、機関間の調整を行いながらプラットフォームの構想を企画・立案した。具体的には、平成 29 年度の事業開始に向けた課題に関する議論、特に、想定するユーザー数の見積もりとイノベーション創出の可能性に対する参画 4 機関の合同検討会を表 1 に示すように計 2 回実施した。

表 1 開催した検討会

開催日	場所	参加メンバー
平成 28 年 5 月 20 日	ファインセラミックスセンター (愛知県名古屋市)	各実施機関の代表者・ 従事予定者
平成 29 年 2 月 17 日	日立製作所基礎研究センタ (埼玉県比企郡)	各実施機関の代表者

また、事業実施の際に各機関をサポートする体制（図 1）を決定した。また、プラットフォーム内の運営委員会とアドバイザーの設置、および協力機関を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。）と国立大学法人大阪大学（以下、「大阪大学」という。）とすることに決定した。

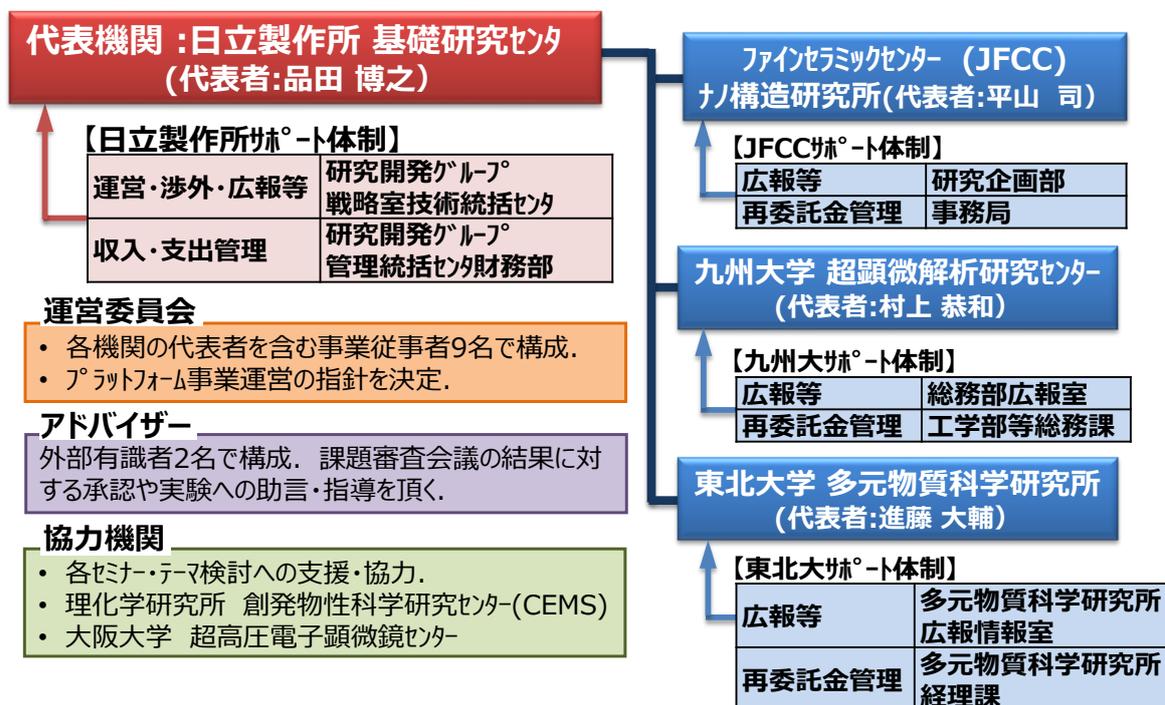


図1 運営体制

2) 他のプラットフォームと連携するための取組

表2に示すように、すでに実施中の他のプラットフォームと共通のイベント(文部科学省「先端研究基盤共用促進事業」キックオフ、JASIS 2016 など)へ参加し、運営体制の設計・構築に関する情報交換とアドバイスを頂いた。また、『NMRプラットフォーム』、『ナノテクプラットフォーム』の運営窓口へ装置利用や料金徴収のフローについて情報収集を行った。

表2 他のプラットフォームとの連携

開催日・場所	内容
平成28年9月6日 文部科学省	<ul style="list-style-type: none"> 共用事業キックオフシンポジウム及びポスターセッションへ参加 他社幹部(日本電子(株)ほか)を交えたプラットフォーム事業に関する議論
平成28年9月7日 幕張メッセ	<ul style="list-style-type: none"> JASIS2016へ共用プラットフォームとして参加
平成28年4月19日 九州大学	<ul style="list-style-type: none"> 利用規程の構成および利用料金の徴収手段と課題実施フローについてプラットフォームの窓口担当者にヒアリング

②利用支援体制の構築

専任のコーディネーター1名を配置し、必要に応じ日立製作所研究開発グループの技術統括センタ、管理統括センタ（財務部門と総務部門）、および電子顕微鏡の研究室の技術者などがサポートして下記の業務を実施した。

1) 事業開始前の調査・広報活動 2) 各実施機関との連絡・調整 3) 平成 29 年度に技術スタッフを担当予定の技術者を伴って共用装置の状況を確認し整備を実施 4) 総務部門の協力を得て外部来訪者の訪問に備えた執務室の整備（什器、ネットワークなど）また、図 1 の運営体制に示すように各機関のサポート部門が組織として本事業をサポートできる体制を構築し、平成 29 年度事業実施の際の利用フローを図 2 のように決定した。

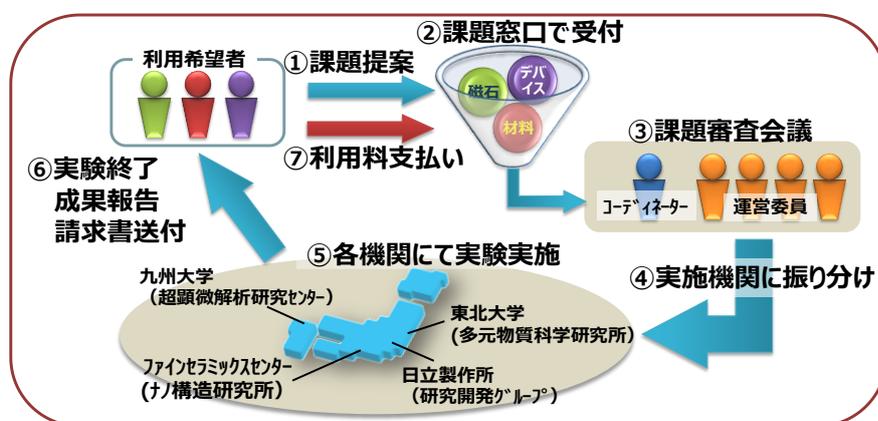


図 2 利用支援の仕組み

③支援実績

平成 28 年度は FS 期間につき、これに該当する実績は無い。ただし、代表機関の日立製作所がホログラフィー電子顕微鏡を用いて外部の研究者の課題に共同研究として取り組んだ実績は 4 件ある。これについては「⑦コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築」および「3. 3 共同研究・受託研究について」で触れる。

④ワンストップサービスの設置・運営

参画する 4 機関はそれぞれ特徴のある装置を保有しており、利用者の課題に最適な装置を選択して用いることになる。したがって、装置利用において必ずしも一つの機関（一か所）で完結するわけではない。ここでのワンストップサービスとは、受付窓口を代表機関に一本化して、利用申し込み・技術相談・装置利用に必要な覚書締結などを実施する体制の構築であると理解し、図 2 に示すようなフローを決定した。

また、利用料金振り込専用の銀行口座を代表機関の日立製作所に新規に開設した。本 PF における装置使用料はすべてそこで支払いを受けることも検討したが、実施機関間の振込手続きの煩雑さと手数料の問題から装置利用料の支払いは利用した装置を保有する実施機関毎に用意し、そこに支払いを受けることとした。

⑤人材育成

この項目は FS 期間のため、当初計画には記載はないが、FS 期間中に 3 か月間インターンシップの学生を日立製作所基礎研究センタで受け入れた。この学生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。また、ホログラフィー技術者育成講習会を平成 28 年 9 月 28 日～30 日に九州大学で実施した。これは九州大学との連携により進めたもので、技術スタッフの予定者が日立製作所基礎研究センタから出張して、九州大学のメンバー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。

⑥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 28 年度は FS 期間のため該当する実績は無い。

⑦コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築

本項目は平成 28 年度 FS 期間の主目的であり、大きく分けて二つの活動を行った。第一の活動としてはイベントへの参加またはイベントの開催である。これを通して、ホログラフィー電子顕微鏡を広く認知してもらい、コミュニティ形成と国際的ネットワーク構築を進め、それを踏まえて外部利用者数の推定も行った。第二の活動としては、超高压ホログラフィー電子顕微鏡を用いた応用研究の成果発表（論文、国際会議での講演など）を加速することであり、これによりプラットフォームユーザー候補者の増加を図った。

最初に第一の活動について報告する。平成 28 年 9 月には JASIS 2016 へポスター展示を行った。展示ブースに立ち寄り展示説明員と議論した来客は 18 機関あり、うち企業 9、公的研究機関 4、大学は 5 であった。そのなかで公立大学法人兵庫県立大学（以下、「兵庫県立大学」という。）からの相談はプラットフォームですぐに取り上げることが可能な具体的内容であった。

平成 28 年 11 月には日本顕微鏡学会“様々なイメージング技術研究部会”主催の第 4 回研究会の共催者として二日間の日程のうちの二日目(平成 11 月 21 日)を日立製作所基礎研究センタにて開催した(図 3)。本研究会では、光、X 線、電子線などのホログラフィー/干渉計測の専門家を一同に集め、各種計測法の特徴や応用分野などについて議論を行った。

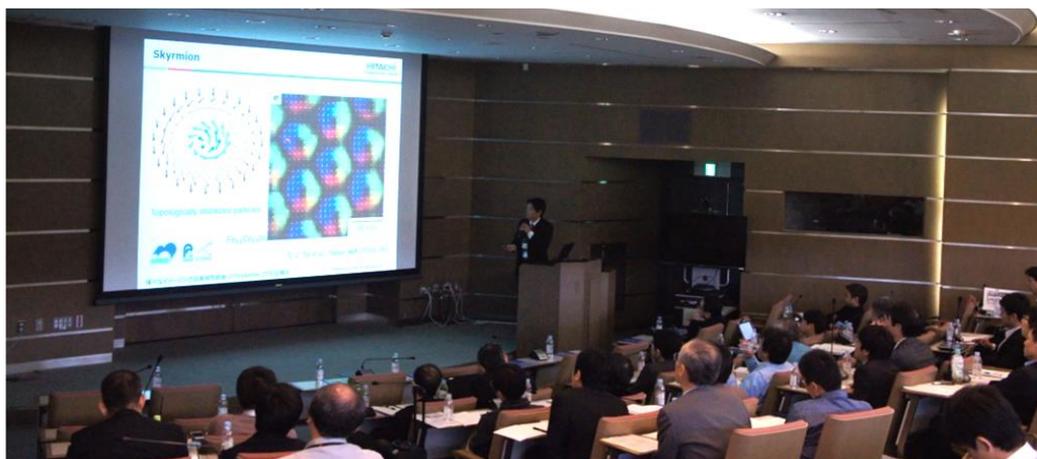


図 3 日本顕微鏡学会“様々なイメージング技術研究部会”第 4 回研究会

本研究会への参加者は大学、公的研究機関、企業から合計約 40 名であった。研究会では共用利用装置としての超高圧ホログラフィー電子顕微鏡の技術内容の発表と見学会も実施した。課題の方向性が合致すれば原則としてだれでも利用できることを参加者に伝えたところ非常に興味を持っていただけた。例えば光ホログラフィー分野の教授(国立大学法人京都工芸繊維大学)からは、「圧巻であった。光ホログラフィーで発展した技術を電子線ホログラフィー分野に移行できる研究も考えられ、さらなる応用分野拡大や技術の高度化に向けて協力したい。」という発言があった。放射光や X 線を用いた研究者からも同様の意見があり、非電子顕微鏡分野の研究者とのコミュニティを構築できた。また、本研究会での議論から、光や X 線分野では電子線分野に比べて学生が多いということが話題に上がり、本研究部会のコミュニティをうまく利用して非電子顕微鏡分野から電子顕微鏡分野への学生のパスを構築すれば、電子線ホログラフィーや電子顕微鏡分野の人材育成に繋がることが考えられる。これについては、日本顕微鏡学会会長の田中信夫名誉教授(国立大学法人名古屋大学(以下、「名古屋大学」という。))とも協議し、学会をあげて取り組むことを検討していただくきっかけになった。

平成 29 年 2 月 15～17 日には、アトミックスケール電磁場解析プラットフォーム主催で国際ワークショップ (EHWJ2017:Electron Holography Workshop 2017) を日立製作所基礎研究センターにて開催した。このワークショップはノーベル賞受賞者を含むこれまでの海外の研究者とのネットワークをつてとして若手から中堅の第一線の研究者(海外 18 名、国内 10 名)の招待講演を実現した(表 3 参照)。本ワークショップでは、カーボンナノチューブの発見とその研究で著名な飯島澄男先生の基調講演をプログラムに組み込み、参加者は聴講者を含めて約 50 名であった。電子線ホログラフィーの応用分野である磁石、スキルミオン(安定的に生じる微小な磁性渦)、二次電池、半導体デバイスなどに関する最新の研究成果の発表と相俟っていずれのセッションでも活発な議論が交わされた(図 4)。また、電子線照射ダメージに弱い薄膜材料さらには生体試料への展開を目指した手法や三次元計測の自動化、超高速現象を計測するための技術など計測手法の最新結果に関する議論も活発に行われた。



図 4 電子線ホログラフィー国際ワークショップ(EHWJ2017)の会場の様子

参加者には 1.2MV 原子分解能ホログラフィー電子顕微鏡のライブデモ(実際に試料を観察)をお見せした。予想以上の安定性とクリアな画像に感心したとの感想を多くの方々に頂き、アンケートでは 8 名の研究者が具体的に取り組みたいテーマがあるので使ってみたいとの回答を寄せ、そのなかでもすぐ検討に着手できるテーマが 4 名から提案された。また今後は化学分野の研究者と連携を進めるべきとの提案も数名の参加者から頂いた。また、この分野では若手メンバーの増員と経験豊富なスペシャリスト確保の両方が非常に重要であり、それもきちんと進めてほしいとの意見をいただいた。これに関しては本プラットフォームでも取り組むべき課題

ととらえて取り組んでいく。

表 3 電子線ホログラフィー国際ワークショップ招待講演者

氏名	所属機関
Marco Beleggia	デンマーク工科大学
David Cooper	グルノーブル大学 (フランス)
Rafal Dunin-Borkowski	ドイツ ユーリッヒ研究センター
Houdellier Florent	フランス国立研究センター
原田 研	理化学研究所
Rodney Herring	ビクトリア大学 (カナダ)
平山 司	ファインセラミックスセンター
Martin Hÿtch	フランス国立研究センター
飯島 澄男	名城大学
近藤 行人	日本電子 (株)
桑原 真人	名古屋大学
Tatiana Latychevskaia	チューリッヒ大学 (スイス)
Michael Lehmann	ベルリン工科大学 (ドイツ)
Martin Linck	セオス社 (ドイツ)
Marek Malac	カナダ 国立ナノテクノロジー研究所
Martha McCartney	アリゾナ州立大学 (米国)
Benjamin McMorran	オレゴン大学 (米国)
森 茂生	大阪府立大学
村上 恭和	九州大学
Hyun Soon Park	東亜大学 (韓国)
Charudatta Phatak	アルゴンヌ国立研究所 (米国)
柴田 直哉	東京大学
進藤 大輔	東北大学
Etienne Snoeck	フランス国立研究センター
高井 義造	大阪大学
谷垣 俊明	(株) 日立製作所
Daniel Wolf	Helmholtz-ZentrumDresden Rossendorf (ドイツ)
于 秀珍	理化学研究所
Yimei Zhu	ブルックヘブン国立研究所 (米国)

第二の活動として、超高圧ホログラフィー電子顕微鏡を用いた応用研究の成果発表 (論文、国際会議での講演など) を加速し、プラットフォーム

としてのユーザー数の増加を図った。

表 4 は超高压ホログラフィー電子顕微鏡に関わる査読付き論文誌への投稿リストである。また、実験は完了し現在執筆中の論文は、微小磁気渦スキルミオンの物性について、高温超伝導の理論検証に関して、そして永久磁石の磁化反転に関する3件である。

表 5 は超高压ホログラフィー電子顕微鏡関連の主な学術講演のリストである。各種応用研究の成果を発表しているが、その中でも NdFeB 磁石（ネオジム磁石）の磁壁挙動に関する研究成果を系統的に発表している。これについて簡単に説明する。

ネオジム磁石は車載モーターなどに用いられる高性能磁石であり、希少元素を添加することで保磁力を向上している。外部磁場や温度上昇で磁壁がどのような挙動を示すかが保磁力を決めており、磁壁移動のメカニズムを解明することで保磁力と添加元素の関係を明らかにして、性能を保持したまま希少元素を減らして低コスト化したり、保磁力を向上したりする開発が加速できる。超高压ホログラフィー電子顕微鏡では、電子線の透過性能が高いことと超高分解能（無磁場の試料位置で235pm）であることを利用してこれまで見えなかった分解能で磁壁の挙動を観察している。その結果、磁化困難軸方向へ磁区が広がったり、結晶粒界を越えて磁区が侵入したりするといった従来は観察が困難だった新しい現象の観察に成功した。この発表に対して、磁石の磁壁をこれだけの分解能で観察できることや、相対的に厚い試料で電子顕微鏡観察できることに大きな反響があり、これを受けて磁性材料の高分解能観察に関する研究オファーが3件あった。うち1件は JASIS 2016 の展示の際に具体的な提案があった兵庫県立大学であり、他の2件は海外の大学からの計測依頼の提案であった。プラットフォームの開始の際には具体化を検討する。

表 4 査読付き論文誌への主な投稿

No.	年月日	タイトル	概要
		掲載誌	
1	平成28年4月	Spontaneous Polarization and Bulk Photovoltaic Effect Driven by Polar Discontinuity in LaFeO ₃ =SrTiO ₃ Hetero junctions Phys. Rev. Lett., 116, 156801	次世代光発電素子の自発分極現象の観察
2	平成28年10月	Quest of Ultimate Resolution using Coherent Electron Wave: An Aberration-Corrected High-Voltage Electron Microscope Advances in Imaging and Electron Physics DOI:10.1016	原子分解能ホログラフィー電子顕微鏡の高分解能性能に関して
3	平成29年1月	Magnetic field observations in CoFeB/Ta layers with 0.67-nm resolution by 1.2-MV holography microscopy submitted	原子分解能磁場分布の計測結果
4	平成29年1月	Potential gradient on platinum induced by hydrogen adsorption submitted	半導体水素センサの水素検出時の電位変化をホログラフィーで計測

表 5 主な学術講演リスト

No.	年月日	タイトル	概要
		掲載誌	
1	平成28年7月24日	Development of Pulse Magnetization System on Aberration Corrected 1.2-MV Field Emission Transmission Electron Microscope Microscopy & Microanalysis 2016	超高感度高分解能の磁性体内部磁場計測
2	平成28年8月28日	In-situ Lorentz microscopy and electron holography of domain wall pinning behavior in Nd-Fe-B magnets under 3kOe applied field REPM 16@ドイツ(磁性の国際ワークショップ)	NdFeB磁石の磁壁移動の高分解能観察(2)
3	平成28年9月2日	Split-illumination Electron Holography Applied to Electrostatic Potential Analysis of Oxide Hetero junctions with Polar Discontinuity The 16 th European Microscopy Congress	新ホログラフィー光学系の次世代光発電素子の自発分極現象への応用
4	平成28年11月3日	Domain wall pinning within sintered NdFeB magnets studied by magnetic transmission electron microscopy 61 st Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials	NdFeB磁石の磁壁移動の高分解能ホログラフィー観察
5	平成29年2月17日	Three-Dimensional and High-Resolution Magnetic Field Observations Using High-Voltage Holography Electron Microscopes Electron Holography Workshop 2017	3次元高分解能ホログラフィー観察
6	平成29年3月17日	段差を有するFeGe薄片における磁気スキルミオンの電流印加応答実時間観察 日本物理学会 第72回年次大会 (2017年) 春季大会	ホログラフィーによるスキルミオンの動的観察

以上の取り組みを踏まえたうえで超高压ホログラフィー電子顕微鏡を共用化した場合の外部利用者の候補を列挙する。

平成28年後半から平成29年3月にかけての半年の間に実施された磁石材料の磁性に関する新たな課題に関しては超高压ホログラフィー電子顕微鏡

を用いた研究を具体的に実施できる状況にある。その他、高温超伝導理論の検証実験（ブルックヘブン国立研究所、カリフォルニア大学サンディエゴ校）、スキルミオン等の新磁性材料（理化学研究所）、隕石の磁気特性解析（国立大学法人北海道大学（以下、「北海道大学」という。））等の課題は平成 29 年 2 月時点で当初予定していた計測結果が得られて論文執筆中であるがこれで終了するものではなく、さらに進歩発展して次の課題の探索を進めるフェーズにある。

FS 期間中に外部の研究機関と共同で超高圧ホログラフィー電子顕微鏡を利用した課題は半年の間に高温超伝導理論の検証実験、スキルミオン等の新磁性材料、隕石の磁気特性解析の 3 件あり、その後も複数の新たな課題が提案されている。今回の国際ワークショップの開催によりさらに具体的な 4 件の新たな課題提案があった。

一方、電子線ホログラフィー計測の企業からの期待として、GaN 半導体の研究において電子線ホログラフィーを用いた半導体ドーパント分布解析には多くのニーズがある。これらには 300kV のホログラフィー電子顕微鏡で対応可能な課題も多い。具体的には、複数の民間企業および国立研究開発法人産業技術総合研究所の各々から相談依頼が来ている。たとえば、ファインセラミックスセンターがすでに共同研究を進めている研究機関から新しい課題に関して本プラットフォーム利用の要望が寄せられている。

以上のように多くの候補課題が存在することが分かった。技術的な問題で直ぐに超高圧ホログラフィー電子顕微鏡では取り組めない課題や 300kV クラスの電子顕微鏡で結果が出せる課題が含まれることを考慮すると、直ちに超高圧電子顕微鏡で着手できる比較的短期的な課題 1~2 件、並行して時間のかかる課題 1~2 件に取り組む。また、ホログラフィー計測に至る前の段階でまだ中長期の研究を要するような困難な課題もあり、次の 2~3 年分の課題の種として蓄積されると考える。すなわち、超高圧ホログラフィー電子顕微鏡に限っても年間で 2 件~4 件の共用課題に取り組めると推定した。さらにファインセラミックスセンターや九州大学、東北大学の 300kV ホログラフィー電子顕微鏡での共用課題を含めればその 3 倍程度、すなわち年間 10 件以上の課題に取り組めると推定した。

次に、ホログラフィー電子顕微鏡による応用研究がイノベーション創出に結び付く可能性について述べる。前述した外部研究機関との共同研究テーマの一つであるスキルミオンは、次世代の超低消費電力メモリーへの応用が期待されている材料である。近年の情報処理の高度化によりデータ容量が増大し、コンピュータの計算スピードも飛躍的に増大している。その際にボトルネックとなるのはそれらを構成するデバイスの消費電力である

ため、桁違いの低消費電力化の技術が待望されている。スキルミオンは、それを解決できる可能性がある、まさにイノベーション創出が期待されている材料の一つである。この材料の物性を解明し実用化するにあたって、原子レベルで磁気情報を計測できる電子線ホログラフィーが活用されている。また、イノベーションを期待できる他の例として、高温超電導体の基礎理論検証がある。高温超電導材料は多数見出されているが、その現象を統一して説明する理論は確立していない。仮説としての理論を実験検証するために、比較的厚い試料の微細領域磁場を計測できる超高压ホログラフィー電子顕微鏡の寄与が期待されている。

また、2月に開催された前述の国際ワークショップにおいても、磁石、電池、半導体デバイスなど現在の延長線にある研究のみならず、極限的な低消費電力デバイスや量子コンピュータ用デバイスを目指したスキルミオンなどのスピントロニクス材料や二次元薄膜材料の議論や提案があり、これらの材料の実現には原子分解能ホログラフィー電子顕微鏡が重要な役割を担うことが確認された。以上に述べたように、今後の社会に必要な材料イノベーション創出にホログラフィー電子顕微鏡が貢献することが期待されている。

2. 3 実施内容（実施機関）

平成 28 年度は FS 期間であり、代表機関である日立製作所のみが具体的活動を行い、他の三つの実施機関の活動は平成 29 年度の事業の構築に関する議論に参画することであり、その内容はすべて代表機関に関する章で記載している。

2. 4 協力機関の取組状況

平成 28 年度は協力機関の実施事項は無い。装置利用のフローや利用料金に関する情報を教えて頂いたのみである。

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

FS 期間のため該当する実績はない。なお、本プラットフォームの実施機関である九州大学と代表機関である日立製作所が実行中のホログラフィー電子顕微鏡に関連する分野融合の取り組みについて参考として記載する。平成 28 年 10 月から平成 32 年度まで CREST「計測技術と高度情報処理の融合によるインテリジェント計測・解析手法の開発と応用」領域の一研究テーマとして「AI と大規模画像処理による電子顕微鏡法の技術革新」が採択され、九州大

学、日立製作所および大阪大学によって共同で研究中である。これは人工知能や高度情報処理技術を駆使して大量の画像データから微弱な信号を抽出する新技術を開発するという内容であり、ここで開発された高感度計測手法は適宜、共用・プラットフォームの課題にも適用し、相互の高度化を目指して行く。

3. 2 スタートアップ支援について

平成 28 年度は FS 期間のため該当実績なし。

3. 3 共同研究・受託研究について

平成 28 年度は FS 期間であり装置共用は実施していないが、ホログラフィー電子顕微鏡を用いた外部研究機関との共同研究を下記の 3 件実施したのでそれについて記載する。1. 高温超伝導理論の検証実験（ブルックヘブン国立研究所およびカリフォルニア大学サンディエゴ校）、2. 微小磁気渦スキルミオンの物性（理化学研究所）解析、3. 隕石の磁気特性解析（北海道大学）である。これらの課題は平成 29 年 2 月時点で当初予定していた計測結果が得られて論文執筆中であり装置利用はひとまず終了した。ただしこれらの大テーマはさらに進歩発展していく計画であり、次の装置共用のテーマを生み出す可能性もある。

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 28 年度は FS 期間のため該当実績なし。

3. 5 ノウハウ・データ共有について

平成 28 年度は FS 期間のため該当実績なし。

3. 6 技術専門職のスキル向上・キャリア形成について

平成 28 年度は FS 期間のため該当実績なし。

3. 7 利用アンケートについて

平成 28 年度は FS 期間のため該当実績なし。