

低温（ $-270.65^{\circ}\text{C}$ ）環境で、外部磁場を用いることなく、電場のみで  $\text{Dy}_{0.7}\text{Tb}_{0.3}\text{FeO}_3$  単結晶全体の磁化の反転に成功（図2）

- ・ 特殊な磁性材料（非中心対称性の B20 型立方晶構造を持つらせん型磁性体  $\text{Fe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{Si}$  単結晶）によるスキルミオン（スキルム氏によって提唱された磁性体中で渦状のスピンの構造として現れる粒子）の実験実証に続けて、絶縁体材料（キラル構造のフェリ磁性絶縁体  $\text{Cu}_2\text{OSeO}_3$  単結晶）でのスキルミオン観測及びその電気分極状態の確認、らせん磁性体  $\text{FeGe}$  単結晶マイクロデバイス中にスキルミオン結晶を作製し、室温近傍（ $-3^{\circ}\text{C}$ ）環境で、僅かな電流密度（ $5\text{ A/cm}^2$ ）でスキルミオン結晶の駆動に成功（図3）

といった学術的に高いインパクトをもつ成果が得られている。これらの理論と実験が相互に刺激を与えながら協働して得られた成果が著名学術誌に多数掲載され、また、11編の論文が引用回数トップ1%論文になっていることから、世界をリードする研究開発が展開されており、研究課題全体として、順調に進捗していると判断される。

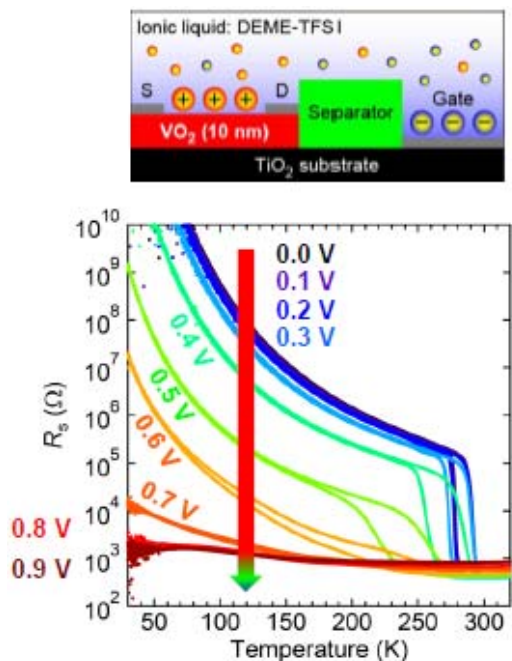


図1. 電気二重層モットトランジスタ

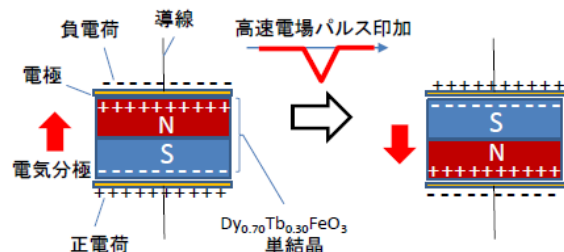
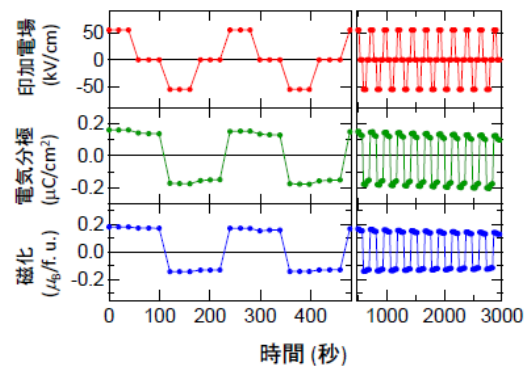


図2. 電場のみによる磁化反転

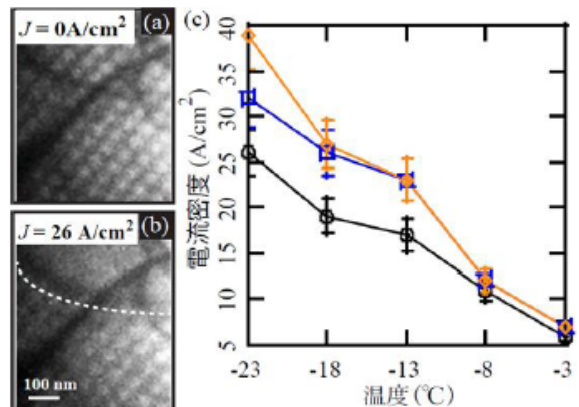
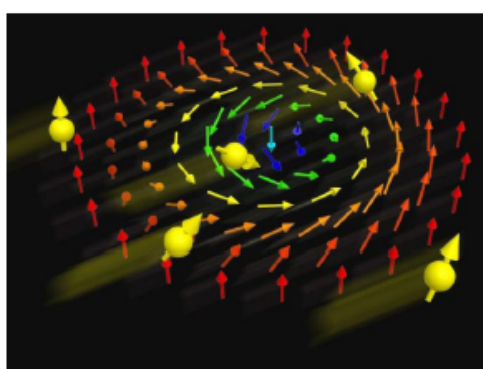


図3. スキルミオンの微小電流駆動

## (2) 課題及び留意点等

本研究課題は基盤科学的研究であることから、具体的な適用先についてはさらに検討を深める必要があるものの、学術的に高いインパクトをもつ新分野を開拓しているため、引き続き新たな知見の発見、新原理の提唱等に野心的に取り組む、世界の物性物理分野をリードすることが期待される。

一方、研究課題全体の目標を達成するために、残る研究期間において個々のサブテーマで得られた研究成果をどのように集約し、完成度を高めていくかの検討が引き続き行われることが期待される。

## 3. 研究の推進・支援体制の状況

### (1) 全体の推進・支援状況

研究推進体制については、中心研究者の所属する理化学研究所及び共同研究機関4機関（2大学、2独立行政法人）を中心に、協力研究機関4企業が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、週1回開催の課題全体の運営会議（リーダー会議）、週1回のサブテーマ単位の会議等が設置されている。

また、研究推進等についての意見や助言を受けるために年2回程度開催されるアドバイザー会議が設置されている。

本研究課題の研究体制の特徴として、各研究分担者は3つのサブテーマのうちのいずれかに属するが、その形式的な枠にとらわれることなく、全テーマに関してチーム間の緊密な共同研究を行うことを前提として、チーム間・テーマ間の垣根を取り払った研究スタイルを確立している点が挙げられ、この研究スタイルで進めることが有効に機能し、国際的にも顕著な成果を挙げることに繋がっている。

新しい物理学を開拓するため、理論と実験の両手段を巧みに活用した研究推進体制により引き続き効果的な研究開発が推進されることを期待する。

研究支援体制については、研究支援担当機関である理化学研究所及び共同研究機関である東京大学、産業技術総合研究所、高エネルギー加速器研究機構に研究支援チーム（理化学研究所：専任3名、兼任1名、東京大学：専任4名、産業技術総合研究所：専任1名、兼任2名、高エネルギー加速器研究機構：専任1名）を設置して研究支援が行われている。

知的財産権については特許出願が平成22年度2件から平成23年度7件に増加した。昨年度のフォローアップで指摘された産業へ応用する道筋の明確化に対しては、パテント動向調査・マップ等を担当する客員主管研究員と特許戦略と新材料開発等を担当するシニア研究員を新たに採用する体制強化が図られている。

## (2) 課題又は留意点等

優れた研究成果が得られていることに対して、特許出願件数がまだ十分な水準ではない。研究支援担当機関による強化策を活用して、重点出願領域や国際出願戦略を設定し、基礎研究で創出された革新原理や先駆的成果による基本特許を確実に取得することが期待される。その際、実用デバイスへの橋渡しに必要な技術課題の検討・抽出に向けて、高い工学的センスを有する技術者、研究者との連携を引き続き強化することで、デバイス応用の観点からも一層充実した研究開発が推進されることが期待される。

## 4. 総合判断

これまでの研究進捗において、中心研究者らによって得られた研究成果は、Nature等のインパクトの高い学術誌に数多く掲載されるとともに、多数の引用（引用回数トップ1%論文が11編）がなされており、研究課題終了時においても、学術的に世界をリードするトップ水準の成果が得られると見込まれる。

目標の達成見通しについては、これまでに得られた物性物理分野を風靡する新しい科学的知見・新現象発見等の研究成果についてさらなる追求・完成度向上を図るとともに、それらの研究成果を集約化することで極限的機能実現への道筋が提示できれば、目標の達成は可能と見込まれる。

以上を総合的に勘案して、本研究課題については以下の取扱いとする。  
プロジェクトを継続とする。

研究課題名	宇宙の起源と未来を解き明かすー超広視野イメージングと分光によるダークマター・ダークエネルギーの正体の究明ー
中心研究者名	村山 斉
研究支援担当機関名	東京大学

## 1. 研究課題の概要

本研究課題は、米国ハワイ島のすばる望遠鏡に改造を加え、超広視野のイメージング用超高性能カメラ(超広視野イメージング)及びロボットを使った自動制御で2,400銀河を同時に観測できる分光器(超広視野分光)の2つを製作することを通じて、宇宙の9割以上を占めるとされる正体不明のダークマター(暗黒物質)とダークエネルギーの性質の解明を目指している。

本研究課題は、「超広視野分光によるダークマター・ダークエネルギーの研究」と「超広視野イメージングによるダークマター・ダークエネルギーの研究」の2つのサブテーマから構成され、それぞれのサブテーマについては、以下を具体的な研究要素としている。

### [1] 超広視野分光によるダークマター・ダークエネルギーの研究

- ①国際協力体制による2,400銀河を同時観測する多天体分光装置(プライム・フォーカス・スペクトログラフ)の設計・製作

### [2] 超広視野イメージングによるダークマター・ダークエネルギーの研究

- ①すばる主焦点超広視野カメラ(ハイパー・シュプリーム・カム)の製作
- ②同カメラによる銀河大規模観測研究
- ③2億個の銀河の光度・形状に関する詳細カタログの作成

## 2. 研究課題の進捗状況

### (1) 全体の進捗状況

サブテーマ1は分光器の詳細設計・製作に若干の遅れが見られ、サブテーマ2は、すばる望遠鏡への主焦点超広視野カメラの搭載時のトラブルなどにより大幅な遅れがでており、研究全体としては、進展はしているものの、当初計画より1年程度遅れが生じている。

しかしながら、スケジュールの遅れを取り戻すため、データ解析のソフトウェアを自動化・パイプライン化するなど、観測データ解析の準備体制を拡充し、成果達成に向けた加速が行われているところである。

特筆すべき研究成果としては、重力レンズ効果を用いた宇宙のダークマター分布や宇宙の加速膨張に関するもので、ハイパー・シュプリーム・カムのイメージング観測を想定した先駆的で極めて重要な科学成果を創出した。