

スピントロニクス・量子情報学術研究基盤と連携ネットワーク

① ビジョンの概要

今後 10 年間で培われるスピントロニクスの学理と要素技術を、20~30 年でより進化させ互いに融合していくことにより、さらに高度な学術と技術、新機能デバイスを創製する。本分野の応用範囲は多岐にわたり、情報処理技術の不揮発化、高度センシング技術、テラヘルツ通信、エナジーハーベスティング、IoT、AI、量子情報通信、古典/量子インターフェースの実現等が期待され、社会基盤技術に革新的な変革をもたらす。

② ビジョンの内容

スピントロニクス・量子情報学術研究基盤と連携ネットワークを形成・強化することで、今後 10 年間で培われる学理と各要素技術を、今後 20~30 年で格段に発展させ互いに融合することにより、さらに高度な学術と技術を創製し、我国の情報社会基盤の革新を牽引する。本ネットワークにより、図 1 に示すような多岐にわたる新しい学術と技術が実現されるものと期待される。この取り組みは、科学技術全般および社会に大きな波及効果があり、日本および世界の低消費電力・情報社会基盤の革新と確立のために不可欠である。

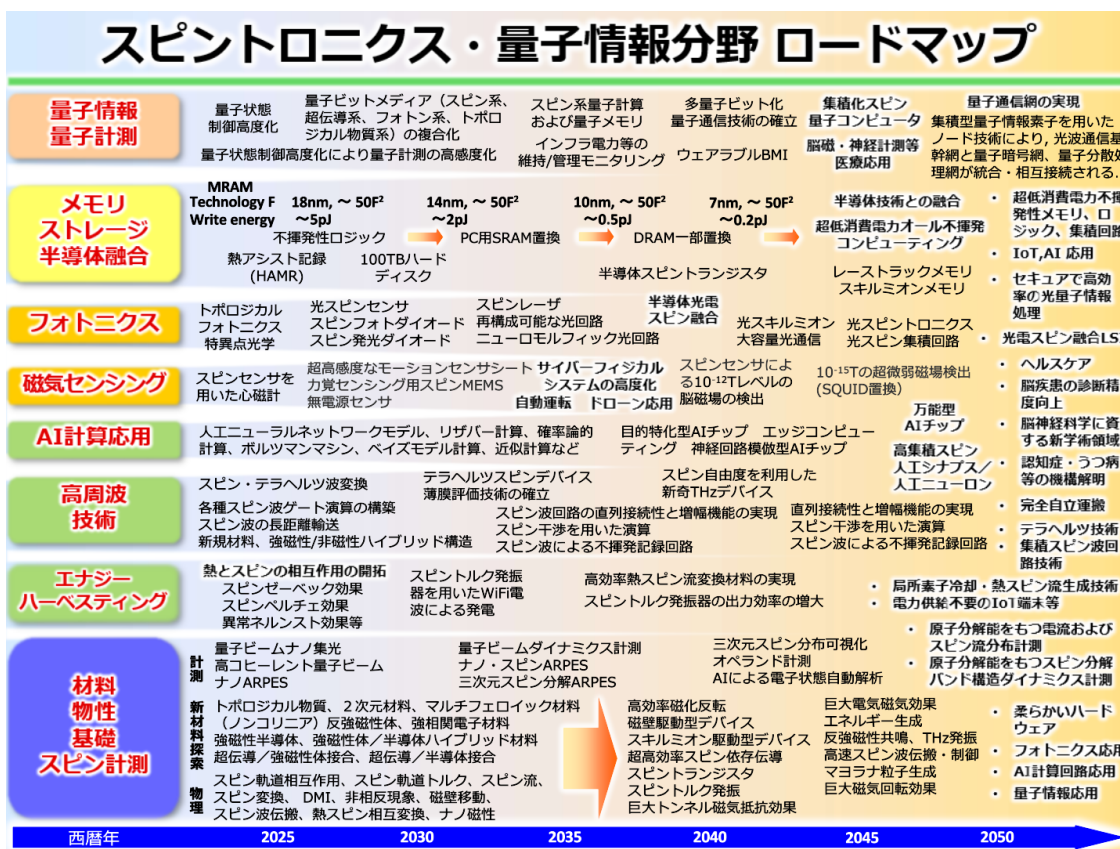


図 1 スピントロニクス分野のアカデミックロードマップ

③ 学術研究構想の名称

スピントロニクス・量子情報学術研究基盤と連携ネットワーク

④ 学術研究構想の概要

「スピントロニクス」は、「電荷」とともに「スピン」の自由度を積極的に用いた材料・デバイス・システムの研究開発を行う分野であり、将来の革新的なエレクトロニクスと量子情報技術の中核となる分野である。不揮発性記憶と演算の機能を兼ね備えたスピントランジスタ、再構成可能な論理回路、右脳型の柔軟な情報処理技術、さらに人工知能(AI)に適したニューロモルフィック(NM)デバイス、IoTに適した超低消費電力デバイス、それらを可能にするスピントロニクス材料や物性機能の開発を目指す。また、電子スピン、核スピン、電荷、光を融合させた量子情報科学技術の研究を行う。これらの研究は、材料物性、ストレージ、メモリ・ロジック、量子情報、NM、AI、IoTなどの新しい情報技術に大別されるが、分野間で緊密に連携しつつスピントロニクス学術研究基盤を構築する。

⑤ 学術的な意義

スピントロニクスの研究は、物理学、化学、材料科学、電子工学、磁気工学、情報工学およびそれらを融合する学際領域において、世界的に大きな潮流となっている。近年は、スピンと磁化、光（電磁波）、熱などが関わる新しい物理現象の発見が相次いでいることもあって、学術とその応用において新しい展開をもたらしつつある。さらに、未だに決定的なデバイスが欠如しているニューロモルフィック・コンピューティング、人工知能(AI)やIoT等への応用にむけて、スピン自由度を用いた超低消費電力デバイスの進展が見込まれており、革新的情報技術の構築に日本発の大きな貢献が期待できる。

5拠点大学（東京大学、東北大学、大阪大学、慶應大学、京都大学）に設置したスピントロニクス学術連携研究教育センター（CSRN）を中心に「スピントロニクス学術研究基盤と連携ネットワーク拠点（Spin-RNJ）」の構築と国際連携を含めた継続的発展を進める（図2）。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

電荷を主に用いていた材料やデバイスの世界に、スピンを積極的に利用して、新しい機能やデバイスを実現しようとするスピントロニクス研究は、世界でも非常に重視され大きな潮流になっている。中でも強磁性金属多層膜をベースとした磁気抵抗効果を用いた磁気センサ開発は、ハードディスク装置（ストレージ）の記録密度大容量化に貢献してきた。またMRAMの開発が進み、不揮発性メモリとして期待されている。これらの研究において、日本の研究者の役割は極めて大きく世界をリードしている。

⑦ 社会的価値

本構想を実現することにより、世界トップレベルの日本のスピントロニクス研究力と技術力をさらに高め、基礎的な材料物性、ストレージ、メモリ、ロジック、新しい情報技術、高周波・熱、スピントロニクス、量子情報、量子計測を含む量子科学技術に至るまで、国際貢献をしつつ、将来の日本の学術を揺るぎないものとする。新産業の創成、基幹産業の活性化、SDGsに寄与し、将来の情報化社会に向けた新しい情報技術の構築に貢献する。

⑧ 実施計画等について

- (1) 1年目～2年目：スピントロニクス連携研究教育センターをすでに5拠点大学に設置、専任および兼任の教員と職員を置き、運営に責任をもつ体制を整える。国際的な連携ネットワークを構築する。
 - (2) 3年目～8年目：スピントロニクス連携研究教育センターとその連携ネットワークを強化・確立し、アカデミックロードマップの目標に沿って各分野における学術基盤を確立し、産業応用に展開する。
 - (3) 9年目～10年目：連携ネットワークを生かした研究と人材育成を進める。企業への技術移転を積極的に進める。主催する国際会議で成果発表を行うとともに、学術的成果としてオンライン／書籍にて出版する。
- 実施機関と実施体制：本構想は上述の5拠点大学を中心に実施する。主要研究機関は北海道大学、東北大学、筑波大学、東京大学、早稲田大学、東京農工大学、東京工業大学、慶應義塾大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、広島大学、九州大学、産業技術総合研究所、物質材料研究機構、理化学研究所、および民間企業数社である。All-Japanで利用できるネットワーク型のラボを設立し、拠点横断型人事により採用される若手研究主催者を中心に、スピントロニクス、量子科学技術を含む挑戦的・創発的な研究を推進する。

総経費：50億円

⑨ 連絡先

大矢 忍（東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻、スピントロニクス学術連携研究教育センター）

スピントロニクス・量子情報学術研究基盤と連携ネットワーク

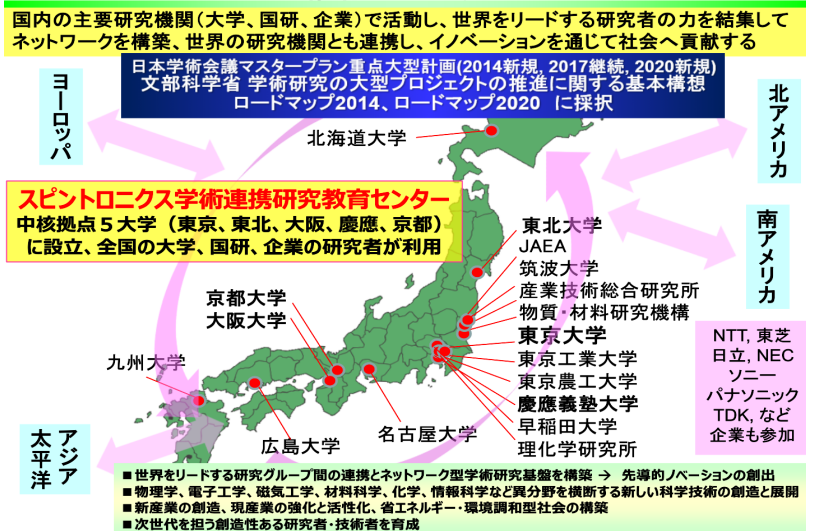


図2 本ネットワークの構造