

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、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様な学際分野にわたり、情報処理技術の不揮発化、高度センシング、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、将来の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 年間で学理と各要素技術を創成し、今後 20～30 年で格段に発展させ互いに融合する。高度な学術と基盤技術により、我が国の情報社会基盤の革新を牽引する。本連携ネットワークの活動により、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。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をもたらすものであり、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は不可欠である。

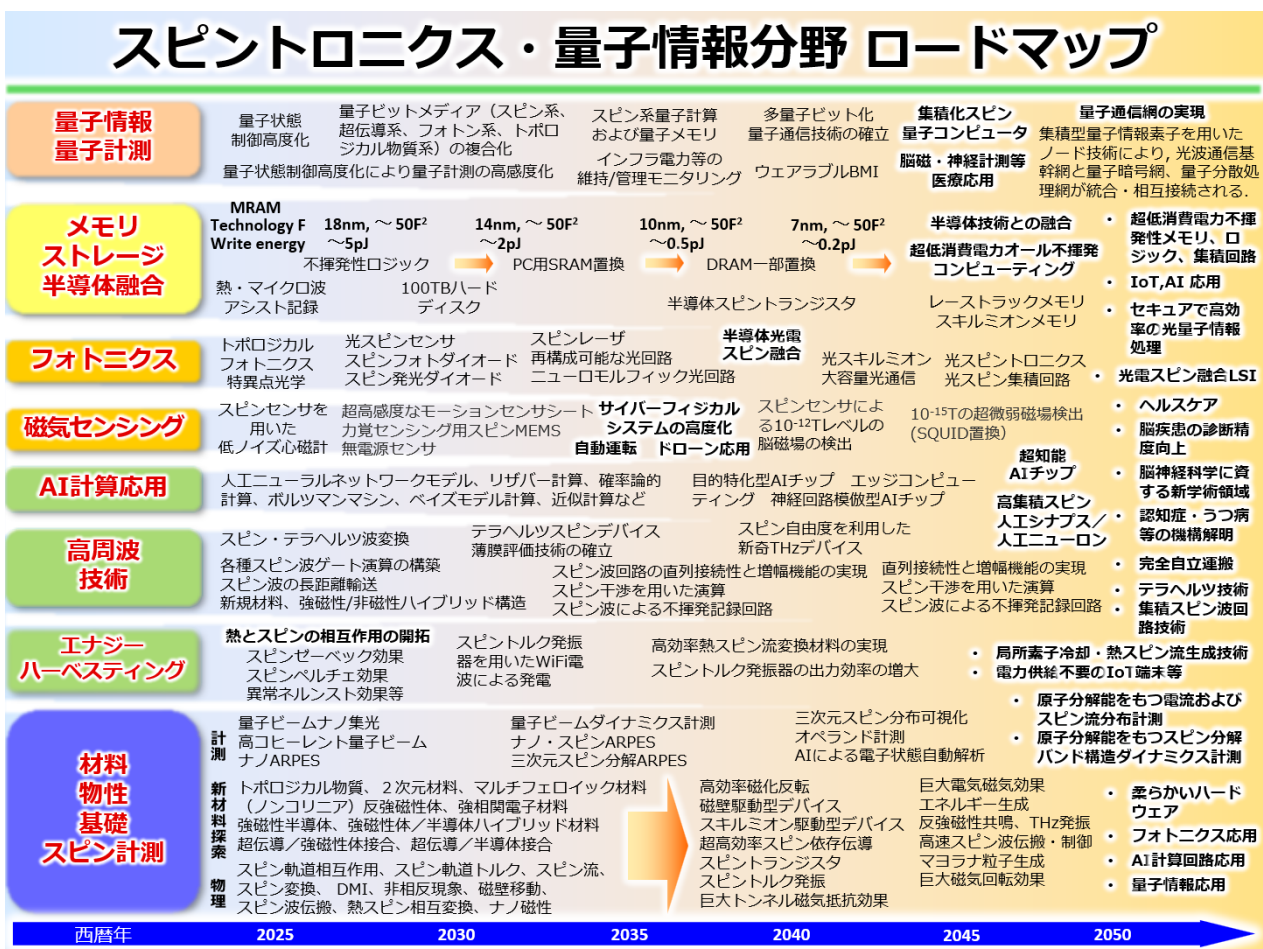


図 1 スピントロニクス分野のアカデミックロードマップ

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学術・技術である。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基盤を構築する研究を行う。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、学際分野間での緊密な連携により、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、世界的レベルでの大きな潮流となっている。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、革新的な情報科学技術の構築と日本発の世界をリードする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推進する（図2）。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

従来、電子の電荷自由度を主に用いてきた材料・電子デバイスの分野において、スピン自由度を積極的に利用し、新たな機能やデバイスの実現を目指すスピントロニクス研究は、世界的に重要な基幹研究分野として注目されている。強磁性金属多層膜における磁気抵抗効果を用いた磁気センサは、ハードディスク装置の記録密度の向上に貢献してきた。また磁気ランダムアクセスメモリ(MRAM)も開発が進展しており、高速動作と不揮発性を兼ね備えた次世代メモリとして期待されている。これらの研究において、日本の研究者と研究グループは本分野の発展を牽引している。

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の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、新情報技術、高周波・熱、スピノフォトニクス、量子情報、量子計測を含む量子科学技術に至るまで、世界をリードし、将来の日本の学術を揺るぎないものとする。本構想は Society 5.0、SDGs、GX の実現に直結し、日本の科学技術と社会に長期的価値をもたらす。

⑧ 実施計画等について

<実施計画・スケジュール>

- (1) 2025 年度～2027 年度（第1期）：基盤強化と融合領域の開拓
- (2) 2028 年度～2032 年度（第2期）：学理の確立と産業展開への橋渡し
- (3) 2033 年度～2035 年度（第3期）：社会実装と国際発信

<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、東京科学大学、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。

<総経費> 60 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

国内の主要研究機関(大学、国研、企業)で活動し、世界をリードする研究者の力を結集してネットワークを構築、世界の研究機関とも連携し、イノベーションを通じて社会へ貢献する



図2 本ネットワーク組織の概要