

1. 研究領域名：100テスラ領域の強磁場スピン科学
2. 研究期間：平成17年度～平成21年度
3. 領域代表者：野尻 浩之（東北大学・金属材料研究所・教授）

4. 領域代表者からの報告

(1) 研究領域の目的及び意義

強磁場は、スピンと電子の軌道運動に直結する超精密制御の可能な外場であり、あらゆる物性研究に必要不可欠な先導的研究基盤である。本領域では、超精密計測を軸として、未踏の100テスラ領域におけるスピン科学を推進する。100テスラ領域では磁場のエネルギーは数10 meVにも及び、物質の性質を支配する電子状態を劇的に変える効果をもつ。

研究の柱として、スピンによる電子状態の制御、強磁場により誘起される様々な相の起源の解明と制御原理の確立、電子状態のプロブとしてのスピンの利用、の3つを掲げる。具体的には、100テスラ領域の強磁場下における超精密なマイクロ物性計測、50テスラ強磁場放射光X線分光による電子状態の解明、50テスラ強磁場中性子散乱による強磁場下磁気相関決定、80テスラ級固体NMRによる機能材料および生体物質の機能研究、強磁場走査プローブ顕微鏡によるナノ空間スケールのスピン・電荷相関の解明、などの世界トップの先端計測を実現する。さらに、これらの先端計測技術を利用して、学際的な強磁場スピン科学研究を推進する。具体的には、強磁場による遍歴一局在相関の制御、スピン-格子結合系における相転移、強磁場下の不均一な超伝導相の解明、ナノ磁性体の量子現象、金属タンパク質の磁性など強磁場下で現れる新現象を解明する。これにより物理、化学、生物にかかわる分野横断的なスピン科学の飛躍的発展が期待される。

(2) 研究の進展状況及び成果の概要

当領域では、これまで世界トップの先端計測の実現に力を注ぎ、放射光Xと超強磁場を組み合わせ、X線回折40テスラ、X線吸収分光50テスラの世界記録を樹立し、マルチフェロイック物質の磁場誘起多段階格子変形、希土類金属間化合物の強磁場下の価数変化の直接決定等に成功し、世界的に最先端を走っている。さらに超強磁場X線MCDを実現し、従来不可能であった”MCDによる反強磁性体の磁気状態決定”を可能にした。NMRにおいては、42テスラにおいて世界初のスピンエコーNMRを実現、この他、70テスラ強磁場ESRや、ロングパルスコイルを用いた精密・等温抵抗測定の実現、パルス強磁場中性子回折装置、独自開発したSTMヘッドによる強磁場中で原子像の観測など、超強磁場領域における先端計測手法に関して大きな進展があり、領域の設定した技術的目標を順調に達成してきた。

さらにこれらの計測手法を用いて、学際的な強磁場スピン科学研究を展開し、上記のX線実験の他、NMRによるBi2201系高温超伝導体の絶対零度極限の正常状態の解明、ESRによる磁場誘起無秩序化転移の実証、整数スピン金属タンパク質Mn-ミオグロビンの磁性の解明、近藤半導体YbB12の金属化、など、研究項目間の密接な連携により、強磁場下で現れる新現象を見だし、物理、化学、生物にかかわる分野横断的な強磁場スピン科学のフロンティアを切り開いている。

5. 審査部会における所見

A（現行のまま推進すればよい）

100テスラの強磁場発生技術については、現時点で2段階パルス磁場を用いることにより85Tを実現しており、順調に開発が進んでいる。また、強磁場X線MCDや42TでのスピンエコーNMRの実現など強磁場下での物性計測手法についても確立しつつある。本研究領域で開発される強磁場下での物性計測手法が、実際の物質研究に展開されることにより、新しい物理現象の発見が期待される。また、研究領域を物性物理分野に加えて、化学・生物分野へも広げており、スピン科学の新しい展開が期待できる。論文等による成果発表も着実に進められているとともに、若手道場を開催するなどして若手研究者の育成にも力を入れている。本領域は現在までのところ順調に研究が進められており、今後は質の高い研究成果が得られるものと期待する。