

## 中性子散乱、NMR、 $\mu$ SR で多角的に見る高温超伝導体の新奇な磁性

東北大金研 藤田 全基

### 1. はじめに（1から5まで10ポイント）

本ワークショップでは、高温超伝導体における磁気相関をテーマに、中性子散乱、核磁気共鳴（NMR/NQR）、ミュオンスピン回転法（ $\mu$ SR）という、日本が世界に誇る磁性研究の手法を用いて得られた、最新の研究成果について議論を行いました。また、輸送特性、さらには理論研究とも合わせて、磁気相関を包括的に理解することを目的としました。

銅酸化物における高温超伝導の発見以来、電子対形成に関わる引力の起源として銅スピン間の磁気相互作用が注目されています。故に、磁気相関の研究は、高温超伝導体の発見当初から精力的に行われていますが、現在でも研究の進展が著しい重要な研究テーマであります。例えば、最近、磁気相関に対する磁場効果や不純物置換効果が系統的に調べられていますが、超伝導との密接な関連性を示す新たな実験結果が次々に得られています。また、最近の中性子散乱実験によって、銅酸化物高温超伝導体における磁気励起スペクトルの、普遍的側面を示唆する結果が得られました。このようなスピンと電荷が密接に絡んだ系でのスピン状態を理解するには、単に物質の静的な磁気応答を見るだけでは不十分で、時間的にどのようにスピンの揺らいでいるかを直接調べる必要があります。

本ワークショップでは、幅広い波数やエネルギー領域における磁気応答を研究できる中性子散乱、微視的研究手段である NMR/NQR 法、および  $\mu$ SR 法で相補的、多角的に磁気相関を捉え、広い立場からその特徴と超伝導との関係を議論しました。

以下は本ワークショップの要旨です。

「最近の中性子散乱をはじめとする実験により、磁気相関のキャリアタイプ（電子・ホール）依存性や超伝導状態と競合する特異な反強磁性秩序状態の存在など、超伝導発現機構を理解する上で重要な結果が次々ともたらされている。量子力学的な揺らぎが顕著なスピン・電荷複合系でこのような磁性と超伝導の関わりを調べるためには、時間的・空間的にどのようにスピンの揺らいでいるかを明らかにすることが重要である。本ワークショップでは、これら新奇磁性という対象に対して、観測スケールの異なる実験手法で多方向から光を当て、その多彩な現象の背後にある超伝導体の磁性（それと密接に関連する電子状態）について理解を深める。」

### 2. ワークショップ報告

本ワークショップの講演は、内容を大別して4つのセクションに対して行われました。

#### 1. ホールドープ型銅酸化物の磁気相関

低ドープ領域から高ドープ領域に至る、幅の広いドーピング領域でのスピンと電荷の相関を議論した。

特に石田氏、小嶋氏は  $\mu$ SR の結果から、アンダードープ組成や最適組成領域での磁気秩序と超伝導の共存・競合問題について議論しました。また、鈴木氏はオーバードープ領域のあるホール濃度において、物性異常が存在することを報告しました。さらに、空間的な電荷の不均一性の起源が、滝川氏、土浦氏によって理論的に論じられました。

#### 2. 磁気相関に対する不純物効果、および圧力効果

$\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  の磁気相関に対する化学的（元素置換）、物理的（圧力印可）変化の実験結果を報告し、その起