



量子ビームを利用した超伝導発現機構の解明
～高温超伝導体に共通する揺らぎ現象の存在～

東工大元素センター¹、KEK 物構研²
山浦淳一^{1,2}、真木祥千子^{1,2}、村上洋一²
jyamaura@lucid.msl.titech.ac.jp

現代産業における材料開発では、応用と基礎といった区別無く最先端技術を用いて多面的に素材評価を行っていくことが時代の趨勢として求められている。高エネルギー加速器研究機構(KEK)物質構造科学研究所、構造物性研究センターでは、元素戦略プロジェクト電子材料領域において、材料創製グループが作製した材料を対象に、水素、酸素、窒素などの軽元素を含めた物質の結晶構造、局所構造、電子構造、磁気構造の決定を高い信頼性で行なっている。この量子ビームを用いたマルチプローブ測定から、我々はフォトンファクトリー(PF)における放射光を利用して、i) 高強度、高分解能 X 線による精密な結晶構造評価、ii) 吸収端を用いた元素選択的局所構造評価、iii) 高圧と極低温を組み合わせた多重極限条件下での構造決定などを行なっている。このようなマルチプローブ測定を用いた本プロジェクトにおける成果として、高温超伝導体における新しいタイプの母相の発見を報告した [1]。高温超伝導体における母相は、超伝導電子対を生み出す源となる基底状態であり、その解明は超伝導転移点の更新の鍵となる重要なものである。

本研究課題では、高温超伝導体における母相の性質が超伝導状態とどのように関係しているかを見出すことを目的としている。多くの高温超伝導体研究ではごく最近、母相における回転対称性の破れが非常に高温から発達し、かつ、それが超伝導相にも広がっている現象について盛んに議論されている。この回転対称性の破れは、液晶分子の配向秩序から言葉をとって、ネマチック秩序と呼ばれている。このネマチック秩序では、超伝導母相における構造や磁気秩序状態が本来の秩序相の外に広がった一種

の構造/磁気揺らぎ状態としてどのように超伝導状態と関係しているかを考察する上で重要であると思われる。このような状態は、通常の構造解析のような空間スケールの測定で検出することは難しい。我々は、放射光を用いた吸収端近傍の X 線分光測定を行い、ネマチック秩序における局所構造情報を初めて導き出すことに成功した。図 1 に、今回ターゲットにした水素置換系鉄系超伝導体の相図を示す。 $x \sim 0.5$ 付近に存在する母相 2 のかなり高温からネマチック秩序と考えられる局所構造の歪みを観測した。これは、母相 2 の構造/磁気秩序の揺らぎが非常に大きいことを示しており、超伝導 2 相の高い T_c と関連していると考えている。

[1] M. Hiraishi et al.; Nature Phys., **10**, 300 (2014).

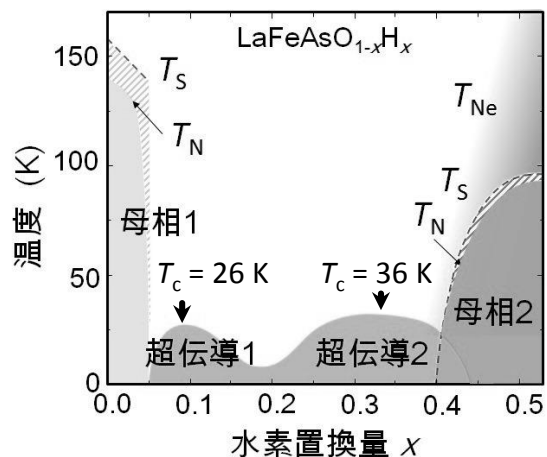


図 1. LaFeAsO_{1-x}H_x の電子相図。磁気転移 (T_N)と構造転移(T_S)を伴う母相 1 (x~0)と母相 2 (x~0.5)が存在する。超伝導 2 相の方が、超伝導転移点(T_c)が高い。T_{Ne}が局所構造解析で発見したネマチック秩序相。