

東大物性研 震災対応旅費支援・実験報告書
(採択課題名: 11563 空間反転対称性のない超伝導体CeIrSi₃の磁気励起)

平成24年11月20日

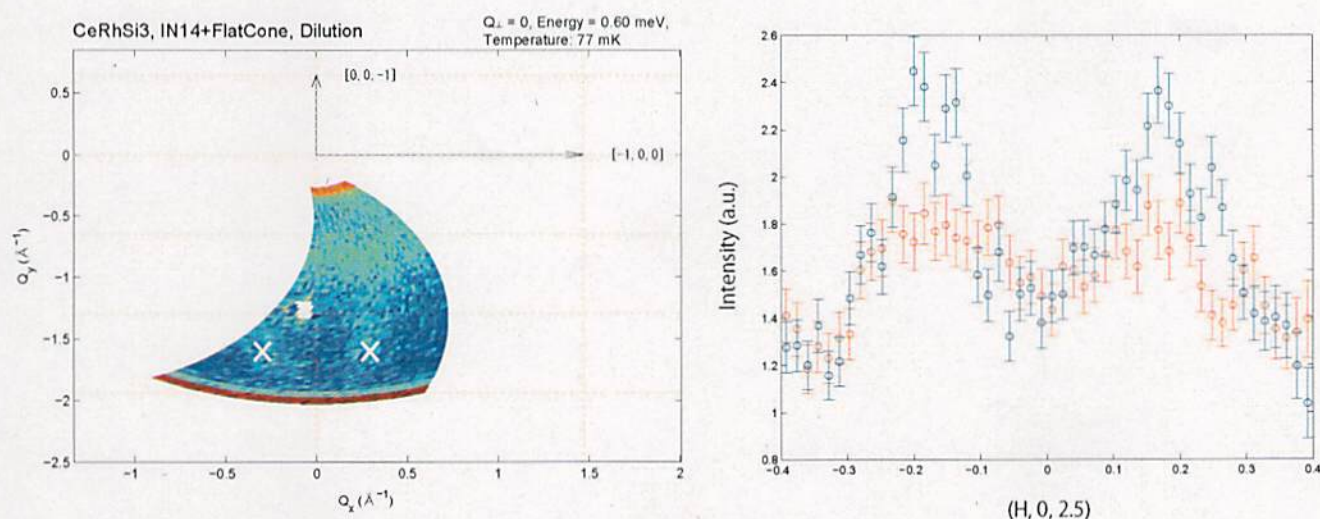
琉球大学理学部・物質地球科学科
准教授 阿曾尚文

CeRhSi₃ は重い電子系反強磁性体 ($T_N \sim 1.6$ K) であり, 圧力下で超伝導を示す物質である. 超伝導の発起源を調べる目的で, CeRhSi₃の磁気揺動の Q-E 空間異方性の詳細, 特に低温 (反強磁性相および常磁性相) での低エネルギー磁気励起を明らかにする研究を行った. また, (H 0 L) の散乱面で実験ができるように単結晶試料を8本アSEMBルし (益田研の高エネルギーX線を使用), 中性子散乱実験については, ILL の冷中性子3軸分光器 IN14, 31本の検出器を備えた FlatCone 装置を用いた. なお, 希釈冷凍機を用いて 100 mK 以下に試料は冷却された.

マルチ検出器の分光器では試料を回転させることにより, 散乱面内のある特定のブリューアンゾーンを短時間に完全に網羅して実験が可能となる. まず最初に, 弾性散乱の条件でスキャンを行ったところ, $k = (0.215 \ 0 \ 0.5)$ の磁気波数ベクトルの所にきちんと磁気反射が観測された. また, この磁気波数ベクトル以外には磁気反射は観測されないことが実験的に初めて示された. さらに核ブラッグ反射 (0 0 2) の c^* 方向に極めて弱いストリークが観測され, 結晶構造の c 軸方向の積層に不完全性があることも初めて分かった. 後者の原因等については今後よく検討する必要がある.

本実験の主目的は非弾性散乱条件における磁気揺らぎの観測である. 下の左図が, $\Delta E = 0.6$ meV, $T = 77$ mK における散乱強度の波数マッピングの結果であり, $L = 2 \sim 3$ の範囲の散乱強度がよく見えるようにスケールを調整してある. 白抜きで示した部分が, $Q = (\pm 0.215 \ 0 \ 2.5)$ の磁気波数ベクトルの位置に相当し, 何らかの散乱強度があることが分かる. 散乱強度を見やすくするために, $L = 2.5$ のライン上でカットプロットした結果が下の右図である. $H = \pm 0.2$ 付近に磁気散乱強度があることが明瞭に観測できた. $L = 2.5$ のラインのみならず, 他の L でも似たようなピーク構造を示し, c^* 方向に波数依存性の弱い磁気散乱であることが初めて分かった. これは, a-b 面内での二次元的磁気揺らぎが支配的であることを強く示唆する結果となった.

なお, 右図にはネール点以上の高温でのデータも示され, この磁気揺らぎが生き残っていることも示されている. 今後, この磁気揺らぎのエネルギースペクトルの同定, 温度変化等を明らかにする実験を継続して行いたい.



(左図) CeRhSi₃ の低エネルギー磁気励起. $\Delta E = 0.6$ meV に固定し, 波数をマッピングした. 白抜きで示した部分が磁気波数ベクトルに対応する. (右図) (H, 0, 2.5) のライン上のカットプロット. 青が 77 mK のデータ, 赤が 5 K のデータ.