

汎用 3 軸型中性子分光器 (4G GPTAS)

装置責任者：佐藤 卓 (東京大学物性研究所)

GPTAS は炉室内水平実験孔 4G に設置された汎用の非偏極 3 軸型中性子分光器である。分光器本体は、試料・アナライザ・検出器の 3 テーブルに分かれ、その駆動には空気浮上方式を採用している。モノクロ・アナライザとともに PG(002) 反射を用いる可変集光型である。必要に応じて水平垂直集光が可能であり、通常の垂直集光のみの場合に比較して、非弾性散乱測定効率で最大 20 倍程度を達成している。装置制御は、Linux に移植された FLMM で行う。

1. 装置の概略

モノクロ	1.PG 垂直可変集光型 2.PG 水平垂直可変集光型 $18^\circ \leq 2\theta_M \leq 75^\circ$ ($5\text{meV} \leq E_i \leq 80\text{meV}$)
コリメータ	第 1 : 10', 20', 40' (open) 第 2 ~ 4 : 10', 20', 40', 80
サンプル	耐加重ゴニオメーター $-45^\circ \leq 2\theta_S \leq 150^\circ$
アナライザ	1. PG 垂直可変集光型 2. PG 水平可変集光型 (垂直固定集光型) $0^\circ \leq 2\theta_A \leq 80^\circ$
フィルター	PG フィルター (モノクロ、アナライザ)
検出器	縦型 ^3He ガス検出器 (直径 2inch)
ビーム	40mm(H)×60mm(V) : 非集光 40mm(H)×20mm(V) : 縦集光 20mm(H)×20mm(V) : 両集光

2. 装置の制御

- ・分光器制御プログラム
FLMM (Linux)
- ・温度制御プログラム
TEMCON (Windows)
- ・その他

Telnet で Linux マシンにログインして分光器を制御する。

4G の最新情報は以下のサイトを参照ください。

<http://www.issp.u-tokyo.ac.jp/labs/neutron/inst/GPTAS/index.htm>

3. 装置の特色

GPTAS は General Purpose Triple Axis Spectrometer の略であり、非偏極の中性子弾性・非弾性散乱実験一般に用いることのできる汎用の 3 軸型分光器である。1990 年に完成し、1991 年より共同利用に供され、構造相転移や磁性の研究に幅広く用いられている。2004 年度には制御システムを一新し、さらに使いやすく高度化を図った。さらに 2007 年度には水平集光アナライザーを導入し測定効率を最大 6 倍に増強した。2008-2009 年度には水平垂直集光モノクロメータが導入され、さらに 2 倍以上の強度増強が達成された。

4. 装置の全景



写真 1 : 4G GPTAS を 3G 側から眺めた様子

4G GPTAS での測定例

Fe 系超伝導体母物質 BaFe₂As₂ の磁気励起

2008 年 2 月に報告された鉄系超伝導体はその高い超伝導転移温度($T_c \sim 55\text{K}$ が現在迄の最高値)より大変大きな興味を集め、現在世界中で精力的な研究が行われている。鉄系超伝導体は鉄という通常磁性を持つ元素を含む事より、銅酸化物高温超伝導体同様に、磁気揺らぎ起源の超伝導の可能性が示唆されている。一方で、鉄系超伝導体の母物質は金属的な反強磁性体であり、同酸化物高温超伝導体の母物質がモット絶縁体で有る事と対照的である。このため鉄系超伝導体の母物質の磁性の起源解明に興味を持たれた。

4G-GPTAS では鉄系超伝導体の報告とほぼ同時にその母物質の一つである BaFe₂As₂ の磁気励起研究を開始した[1]。BaFe₂As₂ は $T_N \sim 140\text{K}$ 以下で $Q=(1,0,1)$ を持つ整合反強磁性構造を持つ。図 1 に最低温での反強磁性ゾーンセンターでの磁気励起スペクトルを示す。スペクトルには 9.5meV のギャップが見られ、それ以上で非弾性散乱強度が観測されている事が分かる。このスペクトルの $\hbar\omega=10\text{meV}$ および 12meV での Q スキャンを図 2 に示す。 Q スキャンより分かるようにこの励起はほぼ反強磁性ゾーンセンターに局在している。高いエネルギーに行くにつれてピーク幅が広がっているが、これはこの励起が分散を持つスピンの波動的なものである事を示している。 L スキャンの広がり H スキャンに比較して大きな事は、この系の 2 次元性を示している。

[1] K. Matan, R. Morinaga, K. Iida, and T. J. Sato, Phys. Rev. B 79 (2009) 054526.

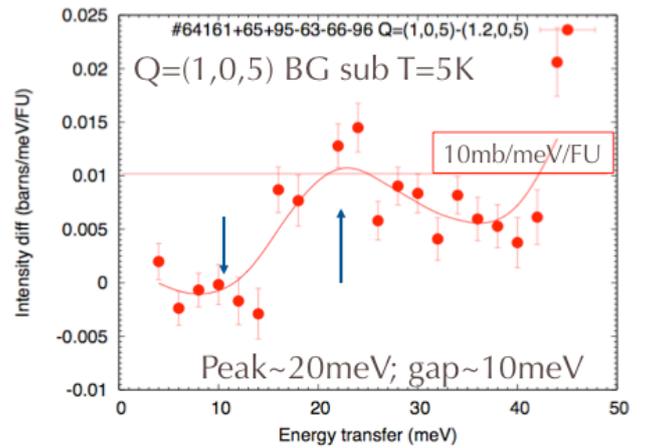


図 1: BaFe₂As₂ の $Q=(1,0,5)$, $T=5\text{K}$ における磁気励起スペクトル。バックグラウンドは既に差し引かれている。

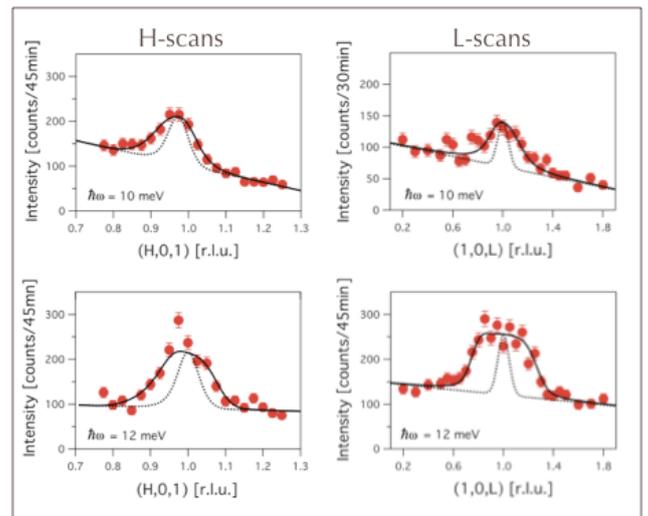


図 2: $Q=(1,0,1)$ 周りの H および L スキャン。 $\hbar\omega = 10$ および 12meV での結果を示す。温度は $T = 5\text{K}$ 。