

## 共同利用ビームライン「高エネルギー非弾性散乱」

坂井 信彦

姫路工業大学理学部\*

## Public Beam Line: High Energy Inelastic Scattering

Nobuhiko SAKAI

Fac. of Science, Himeji Inst. of Tech.

コンプトン散乱の実験は、散乱 X 線のエネルギースペクトルの測定から、固体内電子の運動量分布（コンプトンプロファイル）が検証できることを最大の特徴として、物性科学へ貢献している。放射光との関連を述べれば、そのひとつは、高輝度光の長所を生かして高精度の運動量分解能で測定が可能に成ること、いまひとつは、放射光の円偏光特性を活用して磁気コンプトン散乱実験が可能になる点である。放射光の円偏光特性を利用した実験としては、磁気コンプトン散乱は円二色性などに先駆けて最初のものではないかと思う<sup>1)</sup>。1989年より PF の AR-NE1 に多極ウィグラーが設置され、60 keV の円偏光 X 線が物性実験に利用出来るようになってから<sup>2)</sup>、磁気コンプトンのみならず高分解能コンプトン散乱の実験が、海外からの利用者も含め、活発に展開され現在に至っている。

放射光を利用したコンプトン散乱による物性研究は、わが国では1984年より PF の14C で30 keV の放射光で開始され、高分解能コンプトンスペクトロメーターと呼ばれる装置が設置され<sup>3)</sup>、

それはその後 AR-NE1 に移り60 keV 用に改善された<sup>4)</sup>。高分解能コンプトンプロファイルから、金属や合金のフェルミ面の情報や電子系の多体相関に基づく運動量分布の変化などで新しい事実が観測されている<sup>5)</sup>。一方、磁気コンプトンプロファイルは磁性電子のみの運動量分布を選択的に測定するので、強磁性鉄の磁性電子の3次元スピン運動量密度や、磁性合金の組成原子のスピン磁気モーメントの評価など、これまでの磁性測定手法では解らない知見がつきつぎに得られている<sup>6)</sup>。

こうした新しい趨勢を受けて、放射光の今後の利用研究のなかでコンプトン散乱はきわめて重要で、ことに高エネルギー X 線の発生に有利な SPring-8 では必須の研究課題であるとの多方面の認識から、SPring-8 に「高エネルギー非弾性散乱」ビームラインが第1期の建設計画に含まれる事となった<sup>7)</sup>。

このビームラインでは、円偏光した高エネルギー X 線を必要条件とする事から、挿入光源は楕円型多極ウィグラーである。ビームラインには、

\* 姫路工業大学理学部 〒678-12 兵庫県赤穂郡上郡町金出地1479-1  
TEL 07915-8-0144 FAX 07915-8-0146  
e-mail n\_sakai@sci.himeji-tech.ac.jp

ふたつの実験ハッチが用意される。ひとつは100-150 keVのX線を利用する高分解能コンプトン散乱実験用であり、分光器はコーショワ型結晶分光器を予定している。他は300 keVのX線を利用する磁気コンプトン散乱用のハッチで、分光器にはGe半導体検出器を導入する。それぞれのX線は光学ハッチに設置されるモノクロメーターで選別され、300 keV X線は光源点より38 m地点に置かれる非対称ヨハン型湾曲Si[771]で横方向に回折( $\Delta E/E=5 \times 10^{-3}$ )集光させ、光源点より49 m地点の試料位置に縦幅約3 mm、横幅約1 mmのビームスポット( $5 \times 10^{11}$  ph/s at 300 keV,  $P_c > 0.5$ )を形成させる。100-150 keV X線は41 m地点におかれる2次元湾曲Si[400]モノクロメーターで上方向に回折( $\Delta E/E=1 \times 10^{-3}$ 以下)させ、55 m地点を試料位置として $0.5 \times 0.5$  mm<sup>2</sup>のビームスポット( $3 \times 10^{13}$  ph/s at 100 keV,  $P_L=1.0$ )を形成させる予定である。SPring-8の高輝度は高エネルギー領域での小さなビームスポット、おおきな円偏光度の確保に反映されている。

X線のエネルギーが100 keV以上に上がることにより、4f希土類あるいはそれ以上の原子番号を含んだ試料の自己吸収が改善されコンプトン散乱強度が増加して測定精度が向上すること、磁気散乱ではスピンの依存する散乱断面積が増加す

る、半導体検出器の相対的エネルギー分解能が向上して運動量分解能が現状の倍に向上するなどさまざまな好条件が期待できる。ビームスポットが小さくなることも、超高圧を含む極端条件下のコンプトン散乱実験が現実の研究課題として検討できるおおきな要因であろう。

なおこのビームラインでは原子核の励起をX線で達成させ、入射X線と励起核からの放射ガンマ線との摂動角度分布の実験なども核励起サブグループにより検討されている。

## 引用文献

- 1) N. Sakai, N. Shiotani, M. Ito, F. Itoh, H. Kawata, Y. Amemiya, M. Ando, S. Yamamoto and H. Kitamura: *Rev. Sci. Instrum.* **60**, 1666 (1989).
- 2) S. Yamamoto, H. Kawata, H. Kitamura, M. Ando, N. Sakai and N. Shiotani: *Phys. Rev. Letters* **62**, 2672 (1989).
- 3) N. Shiotani, N. Sakai, F. Itoh, M. Sakurai, H. Kawata, Y. Amemiya and M. Ando: *Nucl. Instr. and Methods in Phys. Res.* **A275**, 447 (1989).
- 4) Y. Sakurai, M. Ito, T. Urai, Y. Tanaka, N. Sakai, T. Iwazumi, H. Kawata, M. Ando and N. Shiotani: *Rev. Sci. Instrum.* **63**, 1190 (1992).
- 5) Y. Sakurai, Y. Tanaka, A. Bansil, S. Kaprzyk, A. T. Stewart, Y. Nagashima, T. Hyodo, S. Nanao, H. Kawata and N. Shiotani: *Phys. Rev. Letters* **74**, 2252 (1995).
- 6) N. Sakai: *J. Appl. Cryst.* **29**, 81 (1996).  
磁気コンプトン散乱実験の総合報告.
- 7) SPring-8 PROJECT, Scientific Program 1995 (No. 2) pp. 3-12 (1995). (JAERI-RIKEN SPring-8 Project Team).