

分光物性Ⅱ 研究分野

BL25SU

軟X線固体分光

BL25SUでは、第1ステーションに光電子分光装置が設置され、高分解能、バルク敏感での固体の電子状態解析が行われている。フェルミレベルのマッピングやバンド分散の測定など特徴ある成果が出ている^[1]。このステーションでは、試料マニピレーターが従来の手動方式からモーター駆動方式に更新され、角度分解光電子分光測定の実験効率が向上した。第2ステーション光電子顕微鏡 (PEEM) では、強磁性体、反強磁性体の磁区観察などナノテク、産業利用を含めた幅広い応用が進行している。また、BL43IRに既設のTiサファイヤレーザーを改良した上でBL25SUデッキ下流部に新設したレーザーブースに移設し、時間分解元素別磁区測定に関する試行実験を開始した。現時点では、パルス磁場トリガー用のフォトスイッチを開閉するためのタイミング光源として利用しているが、2007年度には再生増幅器の導入によってレーザー光を磁気励起源とした実験も展開される予定である。第3ステーション二次元表示型光電子分光装置では、キッカーとの連動計測^[2]が可能になるなど、主に測定ソフトの機能と利便性が向上した。また、新しいアルゴリズムにより、光電子ホログラフィーによる原子配列の決定が、これまでにない精度で行えるようになった^[3]。第4ステーション磁気円二色性測定装置でもPEEMステーション同様ナノテクから産業利用に至るまで多くの利用課題が実施されている^[4]。計測モジュールの追加と計測ソフトの改良により3ch、同時計測が可能になった。3ch、同時計測によって、これまで別々に測定していた全電子収量法、透過法、蛍光法を同時に計測可能な環境が整った。一方、ビームラインの計測PCとユーザーデータのバックアップ用にローカルRAID

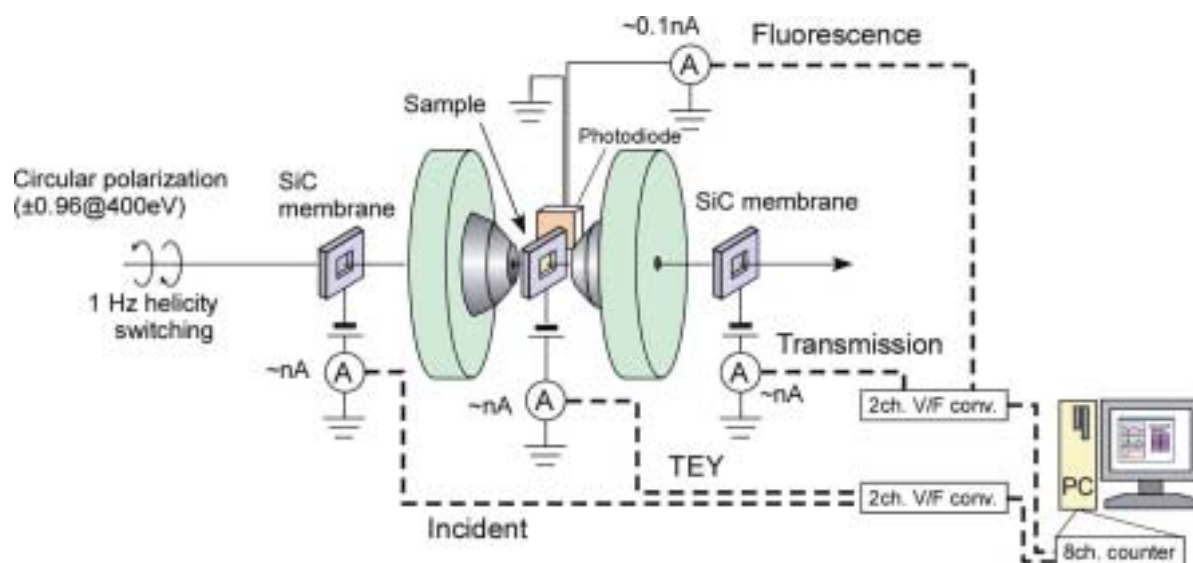
(Redundant Arrays of Inexpensive Disks) を設置した。

2006A, 2006B期を通じ、文部科学省ナノテクノロジー支援プロジェクトで10課題 (105シフト) の利用支援を行うと共に、文部科学省先端大型研究施設戦略活用プログラムに関わる利用支援を5課題 (63シフト) 行った。今後の高度化へ向け、時間分解測定によるダイナミクス観測、ビームサイズの微小化など、高度な分光測定を実施できるようR&Dを進めている。

参考文献

- [1] A. Sekiyama, S. Kasai, M. Tsunekawa, Y. Ishida, M. Sing, A. Irizawa, A. Yamasaki, S. Imada, T. Muro, Y. Saitoh, Y. Ōnuki, T. Kimura, Y. Tokura, and S. Suga, Phys. Rev. B **70**, 060506 (2004)
- [2] T. Matsushita, F. Z. Guo, T. Muro, F. Matsui and H. Daimon, AIP conference proceedings, **879**, 1164 (2007).
- [3] T. Matsushita, F. Z. Guo, F. Matsui, Y. Kato and H. Daimon, Phys. Rev. B, **75**, 085419 (2007).
- [4] 例 え ば、M. Tsunoda, T. Nakamura, M. Naka, S. Yoshitaki, C. Mitsumata, M. Takahashi, Appl. Phys. Lett. **89**, (2006), 172501.

利用研究促進部門 分光物性Ⅱグループ
中村哲也、室隆桂之、木下豊彦



BL27SU

軟X線光化学

軟X線光化学ビームライン（BL27SU）は、分光素子を介さず高強度軟X線を利用できる照射実験ステーションと、不等間隔刻線平面回折格子型分光器（VLS-PGM）により単色化された超高分解能軟X線を利用できる分光実験ステーションを備えている。現在は、主に分光実験ステーションを中心に活発なユーザー利用が行われている^[1]。ビームラインの共用利用開始から7年が経過し、建設当初と比較して実験テーマやユーザーグループも多様化してきた。そこで、現在のユーザー利用のニーズに対応し、より効率的にビームラインを運用するべく、2006年度は分光実験ステーションの再配置を実施した。

再配置後の分光実験ステーション（Cステーション）の機器配置を図1に示す。実験ステーションは、(C1) 気相高分解能光電子分光実験ステーション、(C2) イオン分光実験ステーション並びに、(C3) 固体分光実験ステーションの3箇所の実験ステーションと、それらの間に配置された差動排気ステーションから構成されている。ビームライン最上流のC1ステーションには、最もユーザー利用頻度が高い気相高分解能光電子分析装置（SES-2002）を配置した。さらに、SES-2002は分光器と一元的に駆動できるよう制御系も改良された。その結果、Constant-Initial-State（CIS）やConstant-Final-State（CFS）と呼ばれる二次元光電子分光測定が簡便に実施できるようになり、光電子分光実験のさらなる活性化につながると期待される。C2ステーションには、リフレクトロン型高分解能質量分析装置を中心としたイオン分光ステーションが配置されている。実験チャンバーは、従来のEffusiveな分子線に加えて、超音速分子線を利用した分子クラスターの生

成も可能である。さまざまな気相試料を対象として、高分解能質量分析法（PEPICO, PIPICO, PEPIPICO）を利用した気相分子の解離ダイナミクスの研究^[2] 部分イオン収量法を利用した高分解能吸収測定^[3] が可能である。最下流のC3ステーションには、光電子アナライザーと軟X線発光分光器を備えた固体試料用の分光装置を整備している。劈開等によって表面処理された試料に対し、光電子分光と発光分光^[4] を同じ超高真空チャンバー内で測定することができる。この装置は2006年夏にビームライン上に設置され、2006年後半に放射光を用いた装置の調整を行った。2007A期からユーザー利用に提供される。

また、各実験ステーションの間には差動排気ステーション（DPC）が設けられている。各差動排気チャンバーには、小型のマイクロチャンネルプレートを利用した簡便な吸収測定装置を備えている。上流側に配置した差動排気チャンバー（DPC1）には、主に複雑な試料処理を必要としないサンプルを対象として、全蛍光収量並びに全電子収量法を用いた、高分解能軟X線吸収測定が可能である。また、C1-C2ステーション間に配置された差動排気チャンバー（DPC2）には、2台の阻止電場型イオン分析器が90度の角度で配置されている。こちらの検出器は、主に気相孤立分子を対象として、直線偏光された励起光と組み合わせることで対称性を分離した気相試料の吸収測定が可能である。BL25SUと同様に、マイクロビームの利用など今後の高度化へ向けてのR&Dが進行している。

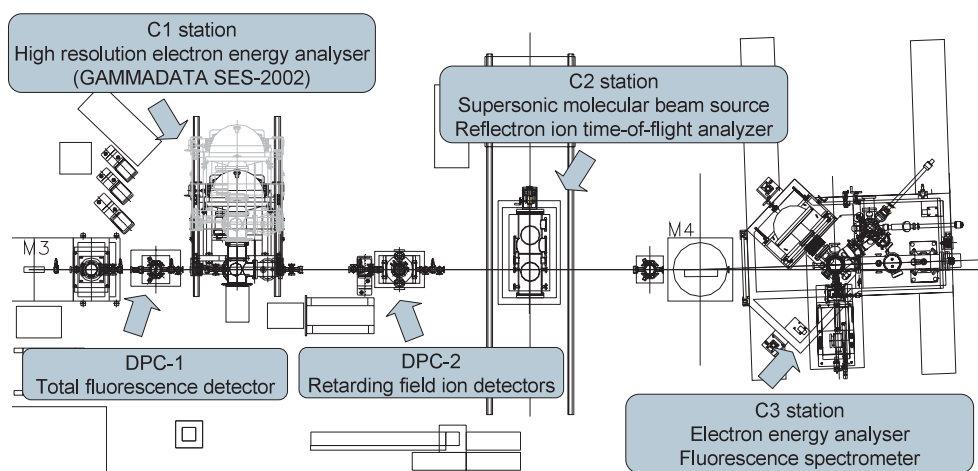


図1 BL27SU- 分光実験ステーション（Cステーション）の実験装置の配置図

参考文献

- [1] H. Ohashi, E. Ishiguro, Y. Tamenori, H. Kishimoto, M. Tanaka, M. Irie, and T. Ishikawa, Nucl. Instr. Methods, **A467-468**, 529 (2001); K. Ueda, J. Phys. B At. Mol. Opt. Phys. **36**, R1-R47 (2003)
- [2] Y. Tamenori, K. Okada, K. Tabayashi, A. Hiraya, T. Gejo, and K. Honma, Chem. Phys. Lett. **433**, 43 (2006)
- [3] K. Tabayashi, K. Yamamoto, K. Okada, O. Takahashi, Y. Tamenori, T. Gejo, K. Honma, I. H. Suzuki, S. Nagaoka, H. Tanaka, and T. Ibuki, J. Chem. Phys. **125**, 194307 (2006)
- [4] T. Tokushima, Y. Harada, H. Ohashi, Y. Senba, and S. Shin, Rev. Sci. Instrum. **77**, 063107 (2006).

利用研究促進部門 分光物性Ⅱグループ
為則雄祐、室隆桂之、木下豊彦

BL43IR

赤外物性

BL43IRでは2006年1月に行われたビームライン評価委員会の報告を受け、SPring-8赤外放射光の高輝度性を最大限活かすため赤外顕微分光に重点を置くことにした。世界中に多数稼働している赤外BLの中でSPring-8/BL43IRを差別化するのは、39.3mの大きな軌道半径を持つ偏向電磁石から放射される高輝度光である。熱輻射光源のサイズは比較的大きく、光は四方八方に放射される。小さい領域に対してはアパーチャーなどを通して光の照射面積を制限しなければならないので、光強度が大幅に低下し、スペクトルのS/N比が劣化する。これに対してBL43IRの赤外放射光は、アパーチャーなどを用いることなく、赤外光の回折限界に近い領域を照射することができる。例えば $10\mu\text{m}$ 程度の小さな試料のスペクトルにおいて、熱輻射光源、他の赤外BLに比較して高いS/N比を保持する。

赤外顕微分光への重点移動は高輝度性を広報した結果の自然な流れであり、2006年度の利用者構成はもはや90%以上が顕微分光課題での利用である^[1-3]。さらに、高輝度性は回折限界を超える領域の分光を行う近接場顕微分光にも有利な特性と考えられる。今年度高輝度赤外放射光に最適化した赤外近接場顕微鏡の開発試験を開始した。

下図は近接場測定用のヘッドをBL43IRの顕微分光ステーションに設置して行った予備実験の結果である。プローブはFIBで微小開口を施したAFM用のカンチレバーを用いた。反射配置の光学系で試料に近接したカンチレバーの上から光を照射し、反射光を観測した。左図は、空間分解能評価のために用意した櫛形電極（電極の間 $3\mu\text{m}$ 、間隔 $3\mu\text{m}$ ）のトポグラフ像、右図は、トポグラフ中の直線部分のプロファイルである。反射スペクトル中の $600\sim 700\text{cm}^{-1}$ の強度を積分し

てプロットした。櫛形電極の周期と一致するピークが観測されており、 $3\mu\text{m}$ 間隔の電極が分離できていることがわかる。空間分解能は $\lambda/5$ に相当する。カンチレバーを使わない場合、この波数領域では $3\mu\text{m}$ 電極は分離できなかった。今回の予備的な測定から、近接場分光の可能性が確認された。今後、さらに高い空間分解能の測定を行う予定である。

参考文献

- [1] T. Sasaki, N. Yoneyama, A. Suzuki, N. Kobayashi, Y. Ikemoto and H. Kimura, J.Phys.Soc.Jpn. **74** (2005) 2351.
- [2] H.Okamura, M. Matsubara, K. Tanaka, K. Fukui, M. Terakami, H. Nakagawa, Y. Ikemoto, T. Moriwaki, H. Kimura and T. Nanba, J.Phys.Soc.Jpn. **75** (2006) 023703.
- [3] T. Nishi, S. Kimura, T. Takahashi, H.J. Im, Y.-S. Kwon, T. Ito, K. Miyagawa, H. Taniguchi, A. Kawamoto, and K.Kanoda, Phys. Rev. **B 75** (2007) 014525.

利用研究促進部門 分光物性Ⅱグループ
森脇太郎、池本夕佳、木下豊彦

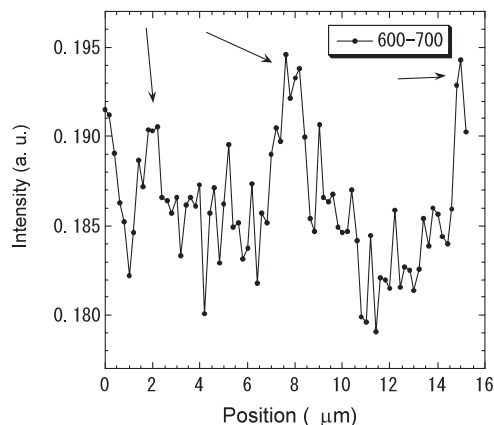
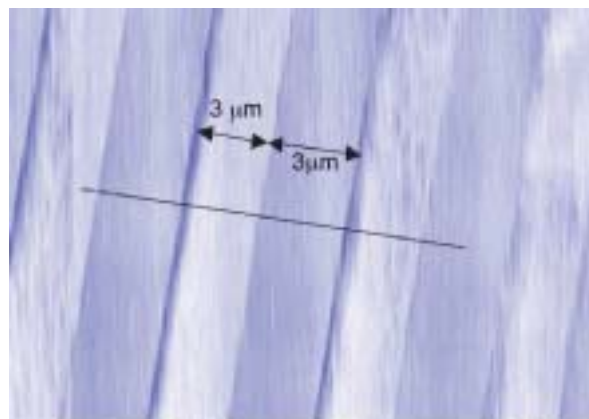


図1 空間分解能評価用櫛形電極の、(左) トポグラフ像、(右) 反射スペクトル強度によるプロファイル