

BL43IR 赤外物性

BL43IR赤外物性ビームラインでは、高輝度赤外放射光を利用した微小領域、微小試料の赤外顕微分光を行っている。強相関電子系の電子物性、生体分子などの構造物性、ほかにも様々な分野、薬学、高分子化学、地球科学、考古学、産業利用などからの幅広いユーザー利用がある。2011年度は、2010年度末に導入した赤外顕微分光装置の性能試験を行い、供用を開始した。また赤外近接場分光装置の開発試験を行っている。

1. 新規赤外顕微分光装置

性能試験は毛髪試料を用いて、従来顕微分光装置との比較を行った。新規顕微分光装置は高性能対物鏡を備え、空間分解能が向上している。図1のように、アパーチャーを全開から数マイクロメートルまで狭めたとき、マッピングデータにほとんど劣化がなく、集光プロファイルの半値幅が狭く、高輝度性を保ち、空間分解能が高いことが分かる。一方、従来顕微分光装置は集光プロファイルを反映して、毛髪周囲の立ち上がりが鈍く、アパーチャーを狭めると、光量低下による検出器の定量下限付近での吸光度飽和が起り、S/N比が大きく低下する。

また信号処理系の進歩により、測定時間が大幅に短縮された。図2のように、ほぼ同じ測定条件下で、新規顕微分光装置では5分の1の測定時間となっている。なおかつ上に述べた空間分解能の向上でS/N比が高くなっているのので、実質的には同じクオリティーのデータを得るのに、5分の1以上の測定時間短縮を達成している。

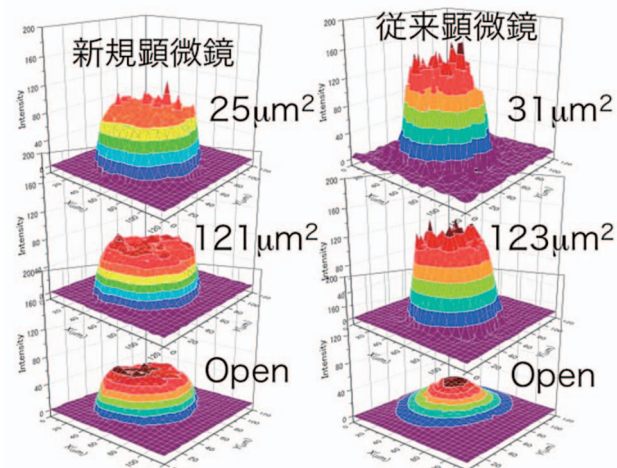


図1 アパーチャー開口面積による毛髪マッピングデータの変化

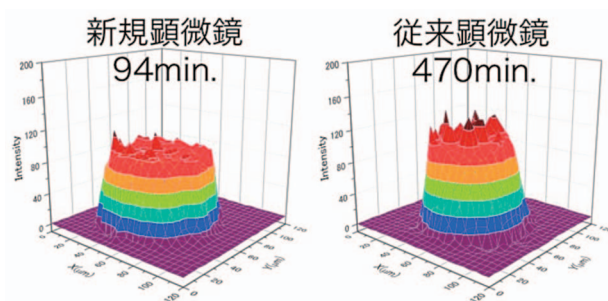


図2 ほぼ同じ測定条件下での毛髪マッピング測定時間

2. 近接場分光装置

BL43IRでは、赤外放射光の高輝度性を利用した赤外近接場分光装置の開発を行っている。これまでの装置開発により、Si基板上的Au薄膜試料をテストサンプルとして、 1000 cm^{-1} ($10\text{ }\mu\text{m}$) 付近のスペクトル領域で300 nmの空間分解能を達成した^[1]。装置は、AFMを改造した近接場顕微鏡と、分光のための干渉計を組み合わせている。近接場信号は微弱なため、AFMプローブ振動を利用した変調分光を行って検出する。2011年度は、スペクトルのS/N比を向上させ、測定対象となる試料を拡張するため、装置の改造を行った。図3に改造後の装置の光学系模式図、図4に装置の写真を示す。改造前は、干渉計を通った後の光を

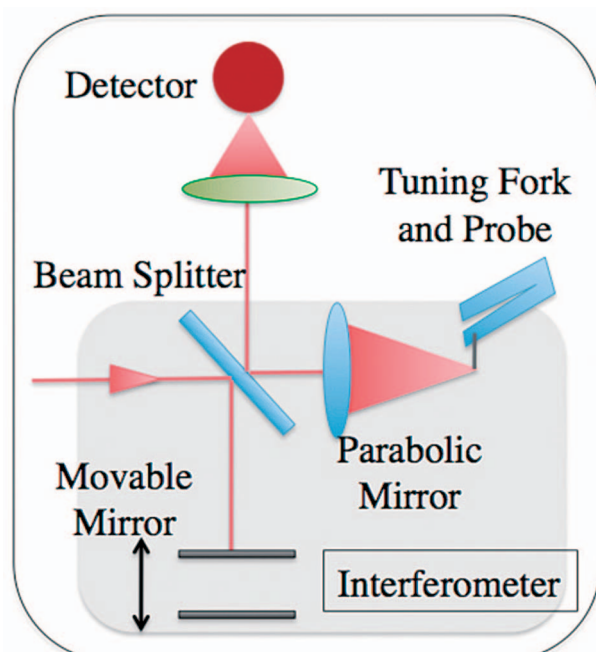


図3 改造を施した近接場分光装置の光学系模式図

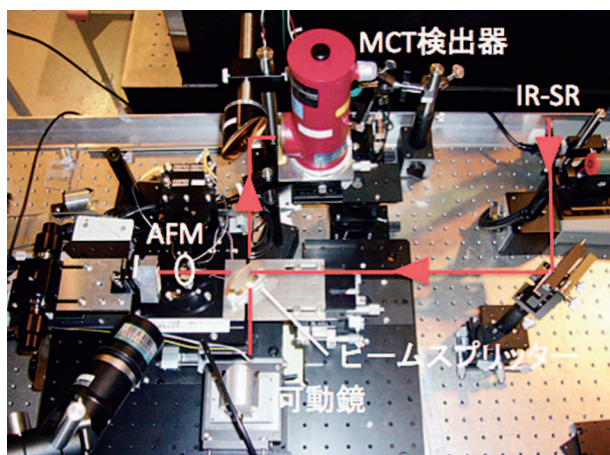


図4 改造後の装置写真

AFMプローブ先端に集光させていたが、改造後は、干渉計の片側にAFMプローブを配置している。改造後の光学系では、プローブからの散乱光と可動鏡に反射された参照光とを干渉させる。近接場光の電場は、入射光に対して2-3桁弱い。改造後の配置では、参照光と散乱光のクロスタームを観測することができるため、近接場光観測に際してinterferometric gainが期待できる。装置改造後、種々の調整を行った結果、プローブ先端100 nm程度の領域に局在する近接場信号を観測することができた。また、この配置で、インク材料のスペクトルも確認した。

- [1] Y. Ikemoto, M. Ishikawa, S. Nakashima, H. Okamura, Y. Haruyama, S. Matsui, T. Moriwaki and T. Kinoshita: Optics Communications, **285** (2012) 2212.

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