

## 4．実験ステーション

### 4-1 共用ビームライン

#### 1．物質科学分野の実験ステーション（共用ビームライン） 開発

利用促進部門 は、物質科学分野の共用ビームラインを担当し共同利用の支援を行う研究組織であり、産業応用・利用支援、構造物性 および、分光物性 および の5グループから構成される。

産業応用・利用支援 グループは、産業利用ビームラインBL19B2に設置された4つの測定装置の整備を行い、一般課題の利用研究に供すると共に、他の共用ビームラインでの産業利用課題の支援を行ってきた。平成13年度末に行った「トライアルユース」プロジェクトで始められたいくつかの研究課題が順調に発展し、このプロジェクトが新規ユーザーの開拓に有効であることが明らかになった。このプロジェクトで実施された課題、コーティング被膜など金属材料表面における内部応力解析、単繊維の構造解析、XAFSなどの反応プロセスのリアルタイム計測技術等、多くのテーマがその後の公募課題として申請・実施されており、産業現場でのニーズに合わせた放射光利用研究分野が発展してきたものとして、評価できると考えられる。

構造物性 グループでは、単結晶（BL02B1）および粉末結晶（BL02B2）構造解析、地球物質科学の高温高圧（BL04B1）、非晶質・液体等の構造解析（BL04B2）、超高压構造物性（BL10XU）、R&D（BL46XU）のビームラインを担当し、測定装置の整備を行ってきた。今年度、新規の設備としては、BL04B1に地球科学の研究グループによって設置された焼結ダイヤモンドアンビル高圧プレスがある。従来の炭化タングステンアンビル高圧プレスに比べより高い圧力領域をカバーできることとなり、下部マントル深部の高温高圧下の物質構造解析が可能となる。

構造物性 グループは、高エネルギーX線散乱、コンプトン散乱（BL08W）、核共鳴散乱（BL09XU）、表面構造解析（BL13XU）、高分解非弾性散乱（BL35XU）白色X線トポグラフィー（BL28B2）のビームラインを担当している。2002年度からはBL13XUおよびBL35XUでの本格的な供用が開始され、全てのBLで完全な供用が行われることとなった。特に、BL35XUは、固体および液体のフォノンなどの励起を1meVの高分解能で決定できる優れたユニークな性能を持っており、種々の超伝導体および液体金属のフォノン分散関係が詳細に測定され、今後、中性子非弾性散乱に匹敵する測定手法として大きな期待がもたれる。

分光物性 グループは、X線分光分野のビームライン、EXAFS（BL01B1、BL10XU、BL28B2、BL38B1）、磁気構造およびXMCD（BL39XU）を担当している。新しい測

定装置として、BL28B2に時間分解測定が可能なエネルギー分散型XAFS分光装置を試作し、供用を始めた。現在、装置としての時間分解能は10msec程度、エネルギー分解能 $2 \times 10^{-4}$ であり、いくつかの触媒反応のin situ測定が始められている。この時間分解能は、CCD検出器の計測時間に依存しており、今後、データ収集の高速化によってXAFSの新しい利用分野が拓かれることになる。BL39XUは、従来、XMCDを中心とする磁性測定と蛍光X線分析測定装置がタンデムで設置され、タイムシェアリングしていたが、今年度から、蛍光X線分析装置はBL37XU（分光分析）に移設された。

分光物性 グループは、軟X線およびIR分光のビームライン、軟X線分光（BL25SU、BL27SU）とIR分光（BL43IR）を担当している。BL25SUのアンデューレーターは、円偏光の方向をスイッチできる特殊なものであり、今年度、この円偏光スイッチ測定を開始した。これにより軟X線領域でのMCD測定の精度が飛躍的に改善された。現在、新しく磁場可変のMCD装置（ナノテクノロジー総合支援プロジェクト）の導入が行われており、3d金属を中心とする磁性研究の発展が期待できる。BL27SU（軟X線光化学）は、ビームの安定性等の性能改善等に不断の努力がなされてきており、極めて高いエネルギー分解能が達成され、分子化学研究にユニークな展開がなされてきた。BL43IRは、ベンディングマグネットのすぐ下流に挿入されているミラー（M0）が熱負荷のため変形していたが、これを改造するなど、光学系の改善を行い本来の性能が得られることとなった。

物質科学に関連する7つの共用ビームラインでは、文部科学省の主導によるナノテクノロジー総合支援プロジェクトに関わる設備の整備が行われた。BL25SUにおける磁場可変のMCD装置およびPEEM装置の導入、BL39XUにおける偏向制御用の移相子の整備、BL02B2におけるIP読み取り装置の整備、などである。放射光利用のナノテクノロジー分野における新しい研究が始められた。

この他、ビームラインに関しては、5つの共用ビームラインで、「ビームライン評価」を実施した。これは、供用開始後、5年を経たビームラインについて、個別に評価委員会を設置し、設備の性能と整備状況、共同利用状況および支援体制、利用研究の成果等について評価し、設備と運営に関する改善およびビームラインの改廃に関する助言を得ようとするものである。平成13年度には、BL01B1（XAFS）、BL02B1（単結晶構造解析）、BL08W（高エネルギー非弾性散乱）、BL10XU（高圧構造物性）、BL41XU（構

造生物I)の5本について行った。各評価委員会は、5~6名の委員(外国の委員1~2名を含む)から構成され、それぞれ評価報告書が所長に提出された。BL01B1については、装置の完成度が高くユーザーフレンドリーな光学系は評価できるが、利用研究のさらなる開発・発展が求められ、BL02B1については、装置の完成度は高いが研究成果をさらに充実拡大すべきであるとの指摘を受け、BL08Wについては、世界的にも高いアクティビティーをもつステーションと評価するが、研究分野とユーザーの拡大に努力すること、BL10XUについては、高圧技術等世界的にもトップレベルにあるが、XAFS実験装置の分離および高圧実験の市場開拓を努力すべきであること、BL41XUについては、我が国でも最も優れた施設であり研究成果も高く評価できること、等が報告された。これらの評価・助言の他、評価委員会報告に共通した問題点は、ビームラインスタッフを充実すべきである、との指摘であった。

今後も、毎年5本程度のビームラインについて、個別評価を行うこととなっている。

利用研究促進部門 壽榮松 宏仁

## 2. 生命科学・環境科学分野の実験ステーション(共用ビームライン)開発

利用研究促進部門は、産業応用・利用支援、構造生物、生物・医学および顕微・分光グループの4グループで構成される。それぞれのグループは、生命科学および環境科学をキーワードとするビームラインを担当して共同利用を支援する。

産業応用・利用支援グループでは、カメラ長が1,000mm真空チャンバーを持つGuinier型粉末回折計を試作した。医薬品の構造解析や品質管理、ドラッグデザインのためのタンパク質と医薬品など小角散乱分子の相互作用を調べることを目的とする。リゾチームやパントテン酸カルシウムを使ったテストデータの集積が行われ、高い空間分解能と低い背景散乱が確認されている。

構造生物グループはタンパク質など生体高分子の結晶構造解析を支援する。担当するビームラインは、BL38B1、BL40B2およびBL41XUである。BL41XUでは、昨年と今年、実験ステーションの高度化プログラムが実行されている。今年度は、20ミクロン級のスリット系の整備、X線照射位置の高精度化、入射ビーム強度の操作、実験ステージ調整の効率化およびデータ収集系のネットワーク整備などを行っている。偏向電磁石光源を持つBL38B1及びBL40B2では、波長可変システムや結晶センタリングシステムの改良が行われた。多波長異常回折法(MAD)のためにADSC・MAD自動連続測定システムが整備され、データ処理ソフトウェアHKL2000により迅速な処理が行われている。

生物・医学グループでは、生物チームによってBL40XU

及びBL40B2での時分割及び非時分割小角散乱課題の支援が行われている。高フラックスビームライン、BL40XU、では蓄積リングのバンチと同期させたシャッターシステムを用いることにより、単一バンチを切り出すことが可能となった。このシステムを使って、時間分解能結晶構造解析が可能となっている。また、BL40B2の小角散乱実験装置では、スリット系の改良が行われ寄生散乱をほぼ完全に除去することによって小角分解能900を実現している。検出器、R-AXIS IV++については、低散乱強度に対してバックグラウンド補正の問題が残っている。医学チームはBL20B2およびBL28B2における医学関係の研究課題の利用支援を行う。BL20B2では、大きな視野を使って、X線屈折や回折を利用した医学試料の結像、可視化の研究が行われている。高空間分解能検出器が開発されてきているが、分光器での振動の除去について細かい改良が重ねられている。BL28B2では、検出器と同期させたシャッターを使って、1フレームあたり数ミリ秒だけ露出することが可能となっている。このシステムにより、心臓など動きが速い被写体でも「ブレ」を抑えて撮影することが可能となった。また、単一結晶による単色X線システムでは、分光器の改良によってヨウ素の吸収端エネルギーである33keVで最大11mm幅のビームが得られるようになっている。

顕微・分光グループは、顕微チームがBL20XU、BL20B2およびBL47XUにおいて、マイクロビームを使った高エネルギーX線によるイメージングを行っている。今年度は、分光器による振動問題の解決及びベリリウム窓の欠陥を克服するためのカプトン窓の利用が行われている。BL20XUでは実験ステーションが光源から約250mと離れていることから、X線照射による損傷がある程度軽減されることが分かった。BL47XUにおいては、X線マイクロトモグラフィーにおいて、8keV X線で空間分解能0.8ミクロンを達成、3時間程度でマイクロトモグラフィー像を得ることが可能である。また、フレネルゾーンプレートをつかった走査型X線顕微鏡では1ミクロン以下のビームを使った高エネルギーX線でのイメージングが可能である。BL37XUは、蛍光X線を使った顕微法、 $\mu$ -XAFSやホログラフィーなどへの利用を目指しているが、2002年第9サイクルから共同利用が開始された。Aブランチでは標準に結晶分光器を用いた低エネルギーX線を、Bブランチでは1枚の結晶による75.5keVといった高エネルギーX線を利用した実験が可能である。このビームを使って、SbやLaなどの重金属元素について、大気中での測定でもピコグラムの微量分析が可能であることを示した。

利用研究促進部門としては、生命科学と環境科学をキーワードとする共同利用についてかなりのレベルにあると思われるが今後も改良を行っていく。

利用研究促進部門 植木 龍夫