

4. 材料科学分科評定票

評価対象ビームライン

BL-2A	138	BL-11B	164
BL-3A	140	BL-12C	166
BL-4A	142	BL-14A	168
BL-4B2	144	BL-14C1	170
BL-4C	146	BL-15A	172
BL-7C	148	BL-16A	174
BL-8A,B,C	150	BL-17A,C	176
BL-9A	152	BL-20B	178
BL-9C	154	BL-27A	180
BL-10A	156	BL-28A	182
BL-10B	158	AR-NE1B	184
BL-10C	160	AR-NE5A	186
BL-11A	162	AR-NE5C	188

材料科学分科評価

1. はじめに

本報告書は、PF の過去 6 年間における成果と、これに関わるビームラインの運営や組織体制について、「材料科学」の分野から総括することによって、今後のこの分野におけるさらなる材料科学の発展に資する指針を得ようというものである。本報告書は、事前に配布された施設担当者からの内部評価結果を加味しながら、中井泉委員（東京理科大学理学部教授）、庭野道夫委員（東北大学電気通信研究所教授）、松原英一郎委員（東北大学金属材料研究所教授）、圓山裕委員（広島大学大学院理学研究科教授）、松井純爾委員（姫路工業大学理学部教授）からなる「材料科学分科会」の各委員による、各ビームラインに対する評価結果を、松井分科会主査が纏めるかたちで行ったものである。各委員による評価に際しては、平成 13 年 10 月 5 日にビームライン担当者から説明を受けて各委員による事前評価を行い、平成 13 年 11 月 15 日に委員間の意見交換と調整を行っている。

2. 材料科学分野における利用研究の現状と特筆すべき成果

- BL-10A で行われた、単結晶回折法に分光法を導入した Valence Difference Contrast 法（VDC 法）は優れた成果であって、外部からの評価も高い。
- BL-16A および 4C における共鳴 X 線散乱と ATS 散乱の実験は、スピン・軌道・電荷秩序に関する実験、とくに強相関電子系 $3d$ 遷移金属酸化物で大きな成果となっており、国内外の物性研究者に与えたインパクトは大きい。BL-7C での共鳴 X 線発光分光実験においても電子状態の理解に吸収と発光の両面から迫る研究は有意義である。
- XAFS ビームライン群は、BL-9A など従来のビームラインに加えて整備が最も進んでいるといえる。したがって XAFS ステーションとして、他の施設に対してまだ十分な競争力を有しているといえよう。しかしながら、多素子検出器の整備が遅れているなどまだ問題点も残している（後述）。
- MCD に関する成果では、BL-28A や AR-NE1B での薄膜磁性体における磁気モーメントの L - S 分離、ならびに BL-11A における金属表面に吸着した気体分子の MCD の結果は興味深い。
- 我が国は大型高圧プレスの開発と利用において、世界最高の技術と実績を有している。放射光利用においても AR-NE5C では MAX80 により先駆的研究がなされてきた。この状態を維持できるように今後も積極的な展開が必要であり、施設側からの支援が重要である。
- 第三世代の高輝度放射光施設に比して、光束数の上で必ずしも PF が有利ではない状況の中で、時分割マイクロビーム回折による液晶の評価実験（BL-4A）な

ど、PF ビームラインを最大限に活用する試みがあることは評価に値する。

- ・精密構造解析や平行 X 線による精密回折のステーション (BL-15C など) での成果は、大型高輝度放射光施設でのこの種の実験の基礎となるような、多くの初期的成果を排出したといえよう。今後は、他の大型施設での同類実験との競合を避けつつも、どのようにこれを発展させるべきか熟慮すべきところである。
- ・軟 X 線を用いた放射線生物効果 (BL-27A など) や垂直ウイグラーラインでの回折実験 (BL-14A) などは世界的に見てもあまり例がない。とくに BL-14C では、S 型研究課題実施を目的に、縦偏光利用のためにステーションの改造が実施された結果、実験効率の向上、実験精度アップが見られたことなど、外部要因とはいえ大きな進展が見られたことは喜ばしい。
- ・AR-NE5A における医学診断システムの開発では基礎的な診断データを取得できるラインとして多くの貢献があった。これらの成果は高輝度放射光施設の利用にいずれは引き継がれるにせよ、新しい施設でのいろいろな制約からすぐにはできない基礎的実験は今後も PF で進められるよう促したい。

3. 技術的問題点と今後改善すべき課題

(1) 個別ビームラインの技術的問題点

- ・BL-2A, 11A, 11B などでは、実験装置の常駐化、専用化も進め、ビームタイムの高効率化と質の高いデータ取得に心がけて欲しい。
- ・日本各地に大小新たな放射光施設ができていますが、BL-10A, 10B などのように PF の安定した放射光源は極めて魅力的であり、この利点を十二分に活かすために思い切ったビームラインの整理統合を進めるべきである。また一方では、このようなビームラインで一部の装置に老朽化が目立ち (モノクロメータのミスマッチなど)、測定装置や制御部分の改善が必要になっている。高エネルギー X 線用 XAFS ステーションの建設など新しい発想も具体的な計画として欲しい。
- ・BL-10C などでは、小角領域のダイナミクス、小角広角両域での同時測定、異常散乱などの新しい研究課題に積極的に取り組むべきである。
- ・BL-28A などでは、偏光の制御と新しい解析システムを導入して、より機能を高めた実験に備えて貰いたい。
- ・今後の直線部増強計画の中でミニポールアンジュレータを光源とする新たなステーションを建設して、軟 X 線領域のマイクロビーム利用や発光分光実験などさらに研究を発展させて欲しい。軽金属原子の局所構造や電子状態を解析できるビームラインの整備も計ってもらいたい。軟 X 線領域の可変偏光アンジュレータビームラインを早期に建設するなどの要求が顕在化しつつある。

(2) PF 全体の技術的問題点

- 材料科学分野にとどまらず、稼動開始以来 20 年の年月を経たビームラインでは、一部の装置で明らかに老朽化が目立つ（例えば BL-3A, 10A, 10B, 14A など）。PF 全体のバランスと今後の PF の果たす使命を総合的に視野に入れながら、スクラップ&ビルトを含めたビームラインの整理統合、さらなる高度化を行うべき時期にきている。ビームタイムの効率化のために、一部のビームラインではステーションのタンデム化を計ることを検討すべきである。高輝度放射光施設が出現する背景の中で、PF における材料科学に関わる研究のあり方が問われているが、PF の安定した放射光源はいまだ魅力を失っていない。材料研究手法の観点からも思い切ったビームラインの整理統合を計って貰いたい。
- 現状では、多くのステーションで実験毎に光軸や装置を調整するのを装置担当者などごく一部の習熟した研究者に頼らざるを得ないため、かなり多くのユーザー時間が無駄になっている。このような状況では、突発的なトラブルなどへの対処は、操作に習熟しているグループでない限りかなり困難である（例えば BL-15A など）。光軸制御および装置制御の難しさから、その対策として、光軸およびゴニオ制御系をもっと簡便にし、ユーザーが容易に調整できるよう光学系および装置制御系の簡便化を推進するとともに、ある程度ユーザー独自でも行えるようにするためのマニュアルの整備をすべきである。一部のビームラインでは、光学系のハード的な見直しとリニューアルを計ることによってこの問題の低減がかなり可能であろうと推察される。
- XAFS は他の手法に比較してビームラインの数も多く、PF で最も充実しているだけに、多素子 SSD の整備や他の XAFS ビームラインとの棲み分けなどを介して一層の展開を心がける必要がある。この他にも、類似のビームラインや同種の実験装置が複数設置されているケースも見受けられる。それぞれのビームラインの特長を生かした使い分けが十分に行われれば、高輝度放射光施設の普及の中にあっても存在意義は十分維持できる。
- PF リングと PF-AR リングのメリット・デメリットを明確にして、それぞれに研究分野の棲み分けや両者を補完するような実験装置の整備を進めて貰いたい。PF-AR リングの現状（運転状況、性能）からみると、現在の研究成果は評価されるが、PF-AR リングの性能が律速となって、高輝度放射光施設の類似のビームラインと比較して必ずしも優位にはなっていない。

4. 組織・運営上の問題点・改善点と分科会からの提言

- PF 全体のビームラインの将来構想を、担当者の配置をも考慮しながら、一刻も早く具体的に提示できるよう体制を立て直して貰いたい。そのためには、PF として将来的な研究の重点をいずれに置くのか早急に検討すべき時期に来ている。

- ・各ビームラインの担当者の異動に伴って、新しい担当者が BL を完全には理解できていない場合がある。また担当者が全く配置されていない場合や所外の人材に運営，ユーザー教育を頼っている場合がある。これらの状況をもう一度見直して、担当者の再配置を含めた適材適所の人員配置を考える必要がある。そのための一策として、研究グループ制を取り入れることによる、臨機応変性（柔軟性），行動性の高いサポート体制の確立を狙うなど、PF としてのより新しい組織・運営の形を検討すべきである。
- ・各ビームラインの改良，改善と実験装置の高度化を重点配分で対処することが必要である。限られた予算の中から、ビームラインの整理・統合，高度化等に際して重点的な予算投入や人員配置を行う上で、事務方とのより密接な連携，運営が不可欠と思われる。
- ・PF 内でオフラインでの試料評価ができるシステムも同時に構築して貰いたい。さもないと、放射光照射のためユーザーが単に試料を持ち込み，単にデータを持ち帰るだけになってしまい、「物質構造科学研究所」の名に恥じる状況を作ってしまう。と同時に、内部スタッフは物質に対する興味と関心をより高め、研究所内での試料作成，評価を通じて物質科学に対する高い理解と手法開発が促進される。それでこそ「物質構造科学研究所」の名に相応しい。
- ・現状を見ると、内部スタッフに過度の負担を強いていると思われる場面が多い。これを徐々にでも軽減する策をマネジメント的観点から急いで検討すべきである。
- ・かかる時代、地の利を生かした産業利用の促進をさらに計るべきである。高輝度光源施設の存在は、在関東の産業界からすれば遠距離にあるために、往復の時間効率と求めるデータの種類によっては必ずしもベストな選択ではない。これら産業界からの利用促進を計るためにコーディネートシステムの確立を急ぐべきである。またアカデミックな利用についても、全体にユーザーが固定化しないよう常に新しいユーザーの開拓を進めるための広宣活動を積極的に進めるべきである。

5. おわりに

以上、材料科学研究の立場から、現状の利用状況、今まで得られた多くの成果を概観し、今後この分野で PF が志向すべき技術展開や組織・運営のあり方を考察してみた。表現がいささか辛らつになった感は否めないが、当分科委員にあっては、今まで PF が挙げてきた多くの輝かしい成果を十分に認知した上でのコメントであり、大型高輝度放射光施設の出現した中であるからこそ、今後の PF の発展と改革にさらに多くの期待を寄せていることを銘記したい。