

SPRUC

第1回 BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート
研究会等からの回答まとめ

BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート研究会回答

研究会名：マイクロ・ナノイメージングと生体機能研究会 代表：伊藤 敦（東海大学）、副代表：百生 敦（東北大学）
問1 SPring-8 では、SPring-8-II を意識しながら、BL の再定義、スクラップアンドビルド、アップグレードが開始されようとしています。BL の大きな変革において、今後、新たに導入すべき計測技術、計測手法等とそれを必要とする理由。
1. 検出器技術：生体試料観察では広視野での高分解能観察が目標となる。例えば、マウス個体の中の1細胞観察、あるいは生体組織の中のナノ粒子の検出など。また、4K x 4K などより高精細画像の要求もある。これらの目的を明確にし、独自開発も視野に入れて実現する検出器の開発は重要な課題であり、できれば専用のグループの構築も考えるべきである。 2. 大容量データの処理システム：上記検出器の高度化に伴い、イメージングデータも年々大きくなり、実験後のユーザーPC へのデータ移動、ユーザーの所属機関からのデータアクセスがユーザーにとって深刻な問題となりつつある。システムを構築するコンピュータサイエンティスト、運営するコンピュータエンジニアとの連携を考慮する必要がある。また、複数のイメージング関連ビームラインにおいて画像フォーマット、画像処理ソフトウェアなども共通化されると利便性が格段に向上する。 3. 最終目標である研究成果を上げる観点から、ハードウェアの革新ばかりでなく、合わせて、進歩したハードウェアを有効に生かすための人的資源への配慮も必須である。例えば、APS とくらべてビームラインサイエンティストの異常な少なさ、宿泊施設が飽和しても増築を避けて通る、など。APS は真逆で、装置はそれほどでもないが、人に対しては大変手厚く、充実している。このことが publication の差になっていないか、アイデアを練り上げ、実験を行い、論文にまとめる作業はビームラインサイエンティストとの共同によって質、効率ともに相乗的に向上することを改めて真剣に考えるべきよい機会と思われる。
問2 SPring-8-II では、これまでの SPring-8 の光源に比べ、輝度やコヒーレンシーが飛躍的に向上するなど光源特性が大きく変わることが期待されています。新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望とそれに必要な BL についての提案。
1. ナノメータースケールでの三次元可視化。輝度向上により、時分割や <i>in situ</i> 解析が可能になり、応用分野が広がる→今後、ナノトモグラフィ専用ビームラインが必要になると思われる。 2. 数 keV のエネルギー領域 (<i>tender energy</i>) の高輝度を利用したイメージング：Si, P, S, Ca などの吸収端を含む領域でのイメージングやマイクロビームによるスペクトロマイクロコピーは諸外国の施設に比べて特に遅れている。コヒーレンスを利用するイメージング（タルボ光学系やホログラフィー）のこの領域への展開も考えられる。なお、東北放射光、PF との連携も必要かも知れない。

BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート研究会回答

研究会名：X線スペクトロスコープ研究会 代表：山添 誠司（首都大学東京）、副代表：折笠 有基（立命館大学）
問1 SPring-8 では、SPring-8-II を意識しながら、BL の再定義、スクラップアンドビルド、アップグレードが開始されようとしています。BL の大きな変革において、今後、新たに導入すべき計測技術、計測手法等とそれを必要とする理由。
<ul style="list-style-type: none">・ 溶液用XAFSに向けた循環システム設備の設置 ガスを用いたin-situ測定については設備が整ってきているが、溶液サンプルのin-situ測定に関する設備が整っていない。最近、金属錯体や金属クラスター分野で溶液中でのin-situXAFS測定が反応中間体の電子・幾何構造解明に有効であることがわかってきており、注目を集めている。汎用的に利用可能な装置の導入を含めて、溶液試料のin-situセル（循環している溶液試料の測定システム）の開発・設置を実施して欲しいとの意見があった。
<ul style="list-style-type: none">・ 微量試料の高速測定のための検出器の拡充 微量サンプルの測定では半導体検出器を用いている。次期計画ではアンジュレータ光の利用による微量サンプルの高感度測定が計画されているが、アンジュレータ光でサンプルが壊れてしまう事例が数多く報告されている。そこで、ベンディングでも高速で微量サンプルを測定できるように、多素子検出器の導入などの高性能化をお願いしたいとの意見がでた。
<ul style="list-style-type: none">・ XAFSの自動測定について 透過法で容易に測定が可能なサンプルについてはBL14B2にあるような自動測定システムを導入し、測定時間の節約ができると有難いという意見が出た。適宜、測定サンプルの募集等を行ってもらえるような申請システムも導入して欲しいとの意見があった。
問2 SPring-8-II では、これまでの SPring-8 の光源に比べ、輝度やコヒーレンシーが飛躍的に向上するなど光源特性が大きく変わることが期待されています。新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望とそれに必要な BL についての提案。

BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート研究会回答

研究会名：表面界面・薄膜ナノ構造研究会 代表：高橋 正光 (QST)、副代表：田尻 寛男 (JASRI)
問1 SPring-8 では、SPring-8-II を意識しながら、BL の再定義、スクラップアンドビルド、アップグレードが開始されようとしています。BL の大きな変革において、今後、新たに導入すべき計測技術、計測手法等とそれを必要とする理由。
<ul style="list-style-type: none">・オペランド計測は現存のどの手法であっても積極的に導入すべき。スルメを一生懸命研究しても生のイカのことわからないのと一緒に。・ビームサイズがミクロンからナノサイズまで小さくなったことでデバイス評価における一つの壁を超えたと感じており非常に評価している。さらなる高度化を期待したい。・最先端分野の要望にタイムリーに応えられる高度化を進めてほしい。
問2 SPring-8-II では、これまでの SPring-8 の光源に比べ、輝度やコヒーレンシーが飛躍的に向上するなど光源特性が大きく変わることが期待されています。新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望とそれに必要な BL についての提案。
<ul style="list-style-type: none">・サイエンスはとにかく細かく分析するのがその方向性。放射光でいえば、エネルギー・時間・空間の分解能を追求することがサイエンスになる。・産業界が真に求めている要望に対して現在の放射光施設の分解能はまだ足りない。産業界からの要望は非常に高いレベルのものであり利用技術の開拓は必須だと言える。本多光太郎先生の「産業は学問の道場なり」と言葉がまさに当てはまる。・軟 X 線専用リングが東北にできるので、SPring-8II は硬 X 線の方向でつき進んで欲しい。・輝度が上がることは諸手を挙げてよろこばしい一方で、X線ダメージへのケアもこれから必要だろう。・産業利用の観点からは、実デバイスの観察が究極の目標であり、その場合、デバイスの特性を最も理解している企業研究者が放射光実験と一緒に参加し、その場観察の結果をその場で判断・議論するというようなことが必要になる。これが、産業と放射光の一つの形とっており、さらに言えば、放射光利用だけに限定せず電子線や他の量子ビーム、手法を横断的に紹介して研究を展開することが産業開発では大いに有効と思う。住友ゴムが好例だが、放射光だけにとどまらず、中性子や電顕など複合的な測定をユーザが進められるようにすることが、結果的に放射光にも有益である。施設スタッフもそのような視点でのバックアップが求められているのではないかと。一方で、コーディネーター機能を施設が全面的に引き受けるべきかどうかという議論はある。例えば、ヘビーユーザやパートナーユーザの協力を得て上記のようなケアを行うコンシェルジュを導入するなどが考えられる。

BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート研究会回答

研究会名：結晶化学研究会 代表：橋爪 大輔（理研）、副代表：河野 正規（東工大）、杉本 邦久（JASRI）
問1 SPring-8 では、SPring-8-II を意識しながら、BL の再定義、スクラップアンドビルド、アップグレードが開始されようとしています。BL の大きな変革において、今後、新たに導入すべき計測技術、計測手法等とそれを必要とする理由。
<u>先端的測定手法: ラウエ回折計測</u> ラウエ回折計測は、単色 X 線回折計測と比べて多数（おおよそ 1,000 倍を超える数）の回折データを 1 枚のデータフレームに記録可能であることから、結晶構造解析に必要な回折データセットの計測時間を大幅に短縮、あるいはシングルショットの高輝度パルス X 線によるラウエ回折計測で結晶構造解析を実現させる可能性を有している。上記のような結晶構造解析の迅速化が達成できれば、結晶中での化学反応過程や、実動作下で物質が機能を発現する様子などの動的分子構造変化を、結晶構造解析で観察し評価することが可能になる。ラウエ回折計測には高輝度かつ広いエネルギー幅を持った白色 X 線が必要であることから、輝度が不十分な実験室系 X 線発生装置の利用や、SACLA のような単色 X 線を発生させる施設での実施は適切ではなく、SPring-8 (SPring-8-II) のような蓄積リング型の放射光施設での実施がふさわしい。
<u>ID-BL に高精度「定番」測定装置を設置</u> 既存の定番測定は科学研究の基盤をなすものであり、SPring-8-II においても変わることはない。特に実験室系での実験を凌駕する高精度な単結晶および粉末回折、小角散乱は、化学系研究(広い意味で物質科学研究)に不可欠なものになっている。実際、放射光を利用した多くの高インパクトな化学系研究は単結晶および粉末、小角散乱といった、定番 BL からの成果である。しかし残念ながら、現在、これらの BL は SPring-8 において、ベンディングマグネットによる BL で運用されています。化学系の研究をさらに高度化するためには、ID-BL による強度・質の高いビームが必要と考えます。是非、SPring-8-II においては、高性能な単結晶、粉末、小角散乱の定番装置を ID-BL に設置し、未踏の精度・測定速度・分解能を誇る標準的装置の設置を強く希望します。また、最新のシステムだけでなく、実験室から消え去って久しい 4 軸型装置も ID-BL を利用した極微弱データの測定など、科学研究の裾野を確保する意味で必要と考えます。
問2 SPring-8-II では、これまでの SPring-8 の光源に比べ、輝度やコヒーレンシーが飛躍的に向上するなど光源特性が大きく変わることが期待されています。新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望とそれに必要な BL についての提案。
<u>ラウエ法による新たなサイエンスの展開</u> 従来より、SPring-8 で行われている単結晶回折は単色 X 線を使った回転法によって行われている。単結晶を用いた通常のルーチン測定においてはこの方法が最善であると考えられる。しかし、結晶を回転させるという制約が、環境変数を変化させた測定や、オペランド測定の障害になっている。そこで、結晶を回転させずに済む、ラウエ法が今後の化学を含む物性科学研究に不可欠であろうと考えられる。ラウエ法が使えれば、(1) 試料環境を変化させながらの測定、(2) 単結晶オペランド測定、(3) これまで単結晶法の適用外であった、薄膜中のシングルドメインからの回折による構造解析の実現、(4) 電子線回折の独断上であった、マトリックス上のナノ結晶の測定(精度的には当然電子線回折を凌駕する)が挙げられる。いままで視野に入っていなかった試料を研究できるようになることは、新しいサイエンス開拓に直結する。特に、ナノ結晶の測定では、電子線回折と比較して、以下の利点がある。 [1] 全空間をカバーできる。: 電顕では、結晶試料の方位調整に制限があるため、限られた範囲の回折データしか計測できない場合があり、解析精度に課題がある。

- [2] 絶対配置の決定: X線回折データを用いた場合は試料の絶対配置が決定可能であるが、電子線回折データからは決定できない。
- [3] ダメージが少ない: 電子線は物質との相互作用が強いため物質へのダメージが大きい。
以上より、ラウエ法を導入すれば、分野を問わず新たなサイエンスの展開が期待できる。

BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート研究会回答

研究会名：ソフト界面科学研究会 代表：矢野 陽子（近畿大理工）、副代表：谷田 肇（日本原子力機構）
本研究会では、独自に開発した試料水平型のX線反射率計（溶液界面反射率計）をもちいた液体界面の反射率測定を行っています。ところが現在設置されているBL37XUでは、主に「X線マイクロ・ナノビームを用いた分光分析」が行われているため、ビームタイムの獲得が大変厳しい状況であること、獲得したビームタイムの内、ビームアラインメントに1シフト以上を要するという問題があります。また測定にも専門的な知識を必要とするため、新規ユーザーの参入が困難です。当該装置のような試料水平型のX線反射率計が設置されている放射光施設は、世界でも数えるほどしかありませんので、オリジナリティの高い成果を輩出する大きなポテンシャルを持っています。したがって次期計画では、アラインメントを大きく変えなくても済むような計測同士を組み合わせたBLの再定義を期待いたします。 以下、本研究会の要望についてまとめます。
問1 SPring-8 では、SPring-8-II を意識しながら、BL の再定義、スクラップアンドビルド、アップグレードが開始されようとしています。BL の大きな変革において、今後、新たに導入すべき計測技術、計測手法等とそれを必要とする理由。
(1) 新規ユーザーに対して、フレンドリーな計測および解析インフラの整備 トライアルユース課題を設定したり、計測の手ほどきをするスタッフを配置する。 (2) 中性子の利用(JPARCのBL16)を組み合わせた相補的計測技術の開発 同じセットアップ（試料周辺）で測定できるようなインフラを整備する。 (3) 産業界からのユーザーの積極的な取り込み（製品改良、新製品創出への取り組み） 同種の測定は、他所ではできないため、産業利用などのシステムを作る。
問2 SPring-8-II では、これまでの SPring-8 の光源に比べ、輝度やコヒーレンシーが飛躍的に向上するなど光源特性が大きく変わることが期待されています。新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望とそれに必要な BL についての提案 (建設的で、かつ、波及効果の大きい内容は、「フリーディスカッション2」でご発表をお願いします場合があります) 下記欄に 500 文字程度でお願いいたします。
(1) 課題審査システムの見直し ビームラインや分野による採択率の違いや、不採択を重ねるユーザーに配慮した公平な審査システムを構築してほしい。 (2) radiation damageを防ぐためのノウハウの共有 現在、radiation damage の問題は、個々に試行錯誤した経験に基づいて解決しているように思える。このようなビームタイムの無駄使いを減らすためには、ノウハウを共有し、安全管理と同様に課題採択の時点で radiation damage の可能性と対策方法についてアドバイスしてほしい。

BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート研究会回答

研究会名：運動量空間におけるスピン・電子密度科学研究会

代表：櫻井 浩（群馬）、副代表：松田 和博（京都大学）

問1 SPring-8 では、SPring-8-II を意識しながら、BL の再定義、スクラップアンドビルド、アップグレードが開始されようとしています。BL の大きな変革において、今後、新たに導入すべき計測技術、計測手法等とそれを必要とする理由。

[光源関係]

- 100keV 程度の高エネルギーX線をサブミクロン程度に集光
- 100keV 以上の高エネルギー円偏光 X 線の高速スイッチングを提案したい。

[計測システム]

- 広い実験ハッチを利用した測定アームの長尺化による高分解能化 (0.1-0.05au) ・、測定アームの複数化。
- シンチレータを利用した短時間でスピン選択磁化曲線を測定するシステム⇒開発中。近日中に実現可能性。
- 高係計数率検出器/多素子検出器の導入

[測定環境]

- 高磁場 (少なくとも 10T)with an evacuated beam path with no windows, and with a fast field ramping capability
- 低温から高温 (2K-800K) (⇒現在開発中)
- 高圧測定できる測定環境
- accurate crystallographic directions without remove the sample from the cryogenic system

[理由]

- コンプトン散乱によるフェルミ面の測定ではバルクの情報を広い運動量空間で得られるのみならず、フェルミ面の温度、磁場、圧力などの変化を直接観測できる有望な実験手法である。しかし、分解能が不十分、コンプトン散乱断面積が小さいため計測時間が長いなど欠点がある。提案する新しい計測技術により、格子定数 1nm 程度の試料まで研究が可能となる。
- field-dependent Fermi surface experiments
- 動作中の (蓄電) デバイスの変化を追跡したいという潜在的なニーズが多い印象を持っている。特に大型のデバイスの局所領域 (積層構造の 1 層毎の情報など) は多くの需要があると考えている。
- 磁場印可による磁性構造物内部の磁区移動の直接観測

問 2 SPring-8-II では、これまでの SPring-8 の光源に比べ、輝度やコヒーレンシーが飛躍的に向上するなど光源特性が大きく変わることが期待されています。新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望とそれに必要な BL についての提案。

[新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望]

○広い実験ハッチを利用した測定アームの長尺化による高分解能化 (0.1-0.05au) ・、測定アームの複数化によって、格子定数 1nm 程度の試料まで研究のフェルミ面の研究が可能になる。

○構造不規則系における電子状態の観測

○高圧下など特殊条件下での電子状態観測

○Co 酸化物のスピンクロスオーバーなど。分子軌道性を詳しく解析。

○コンプトン散乱による実蓄電デバイスの operando 測定。現状よりの 10 マイクロメートル程度・計測時間は 1 点 1 分程度を 1/10 あるいは 1/100 としたい。

○100keV 以上の高エネルギー円偏光 X 線の高速スイッチングの実現により磁場印可による磁性構造物内部の磁区移動の直接観測が可能

[それに必要な BL についての提案]

○100keV 以上の高エネルギーは必須

○高分解能化をめざした測定アームの長尺化に対応した光源と BL。高輝度化は必須。

○実蓄電デバイスの operando 測定において、ビームサイズを現在の 1/10 から 1/100、同時に輝度を 10 倍から 100 倍にしてほしい。高輝度化、ナノビームは必須だろう。

○構造不規則系における電子状態や高圧下など特殊条件下での電子状態観測には、ビームサイズが小さくかつ高輝度が必須

○100keV 以上の高エネルギー円偏光 X 線の高速スイッチングを有する BL

BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート研究会回答

<p>研究会名：構造物性研究会 代表：久保田 佳基（大阪府立大学）、副代表：河口 彰吾（JASRI）</p>
<p>問1 SPring-8 では、SPring-8-II を意識しながら、BL の再定義、スクラップアンドビルド、アップグレードが開始されようとしています。BL の大きな変革において、今後、新たに導入すべき計測技術、計測手法等とそれを必要とする理由 (アンケート内容は主に、「事前に研究会からの提案を取りまとめた要約」のセッションでまとめて報告されます) 下記欄に 500 文字程度でお願いいたします。</p>
<p>問2 SPring-8-II では、これまでの SPring-8 の光源に比べ、輝度やコヒーレンシーが飛躍的に向上するなど光源特性が大きく変わることが期待されています。新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望とそれに必要な BL についての提案 (建設的で、かつ、波及効果の大きい内容は、「フリーディスカッション2」でご発表をお願いする場合があります) 下記欄に 500 文字程度でお願いいたします。</p>
<p>問1、問2 回答</p> <p>すべての回答者から、“高強度かつ高エネルギー X 線を用いた多目的かつハイスループットの散乱・回折 ID ビームラインが必要”との回答がありました。構造物性研究会は、主に単結晶・粉末回折のビームラインにおいて活動していますが、ユーザーニーズとしては、①共用装置として温度、圧力、磁場、電場、ガスや蒸気や溶液の雰囲気等の試料環境周りの整備、②回折だけではなく PDF 解析のような全散乱や小角散乱との同時計測、③それらの外場と計測手法を組みあわせたマイクロ秒～ミリ秒における時間分解/連続構造計測、④高精度な回折データが得られる高圧実験システム、が挙げられます。これらの計測を実現するためには SPring-8 II における高エネルギー・高輝度ビームが必須となります。そして、これらの計測手法は新しいサイエンスの発展に寄与することは間違いありません。なお、ハイスループット計測という側面では、既存の BL02B2 や BL02B1 で実現されておりますが、特別な実験環境に対して1つの回折計で装置の調整や切替をその都度行っているため効率が悪いことに加えて、人的負担・リソースの懸念もあるとの意見も複数ありました。</p> <p>SPring-8 II では、これまでの蓄積された BL 高度化による計測技術を維持するとともに、より発展的な共用 BL を構築し、全体が自動化され、ユーザーが目的に応じて実験環境を迅速に切り替えられるシステムにすることにより、少数の研究者の突出した研究だけではなく、多数のニーズが集約されたビームラインとなります。多様かつ多数のユーザーニーズを鑑みれば、自動計測に特化した BM ビームライン+それら自動計測を踏襲しつつ先端計測に特化した ID ビームラインという形が好ましいと考えられます。SPring-8 II での回折 ID ビームラインでは、世界トップレベルの質の回折データを取得することが可能であると考えられ、特に、輝度の向上は、オペランドを含む特殊環境・複合条件下での測定に対して大きく貢献すると考えられます。例えば、高圧実験の例に見られるように測定位置における試料の条件を一定に保つことは、データの精度や信頼性を高めることにつながり、微小領域に高輝度のビームを照射できることは重要となります。また、時間分解測定の場合にも十分な統計精度を確保するために高輝度ビームは必要不可欠であり、3次元 PDF 解析を例とした散漫散乱の強度測定にも大きく貢献すると考えられます。</p> <p>以上のような回折・散乱ビームラインが構築されれば、それらは、これまでの成果創出の質や量を考えても、今後安定的に成果創出の見込まれるビームラインとなると考えられます。</p>

BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート研究会回答

研究会名：固体分光研究会 代表：曾田 一雄 (名古屋大学)、副代表：今田 真 (立命館大学)
問1 SPring-8 では、SPring-8-II を意識しながら、BL の再定義、スクラップアンドビルド、アップグレードが開始されようとしています。BL の大きな変革において、今後、新たに導入すべき計測技術、計測手法等とそれを必要とする理由。
<ul style="list-style-type: none">・高分解能阻止電場型 2次元分析器を備えた光電子回折実験ステーション： これからの機能性材料開発に必要な不可欠な不純物や欠陥などの局所構造解析および時分割測定を併用した触媒等表面反応機構解析に威力を発揮すると期待する。集光サイズを小さくすることで高分解能阻止電場型 2次元分析器の性能を向上できる。・硬X線光電子分光ビームライン・実験ステーションの充実： 光電子の運動エネルギーが高いことを利用し、偏光依存測定（電子状態の対称性決定）、時分割測定（励起状態や動的電子構造の観測）、電場・磁場印加測定（摂動下電子状態の観測）、常圧下測定（液体や反応下の電子状態観測）を組み合わせた硬X線光電子分析ビームラインや実験ステーションを充実する。これらのパラメータあるいは摂動下における電子状態観測は、物性解明をはじめ、新たな物質科学の展開に大きく寄与すると期待する。・軟X線および硬X線スピン・角度分解光電子分光実験ステーション： 次世代永久磁石やスピントロニクスなどの磁性材料開発および電子物性や合金の相安定性研究など、磁性体内部における多数スピンバンドと少数スピンバンドの分散を明らかにすることが工学・理学分野で今後ますます重要となる。
問2 SPring-8-II では、これまでの SPring-8 の光源に比べ、輝度やコヒーレンシーが飛躍的に向上するなど光源特性が大きく変わることが期待されています。新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望とそれに必要な BL についての提案。
<ul style="list-style-type: none">・微小集光の利用： ウォルターミラー型集光系でサブμmに集光し、ドメインを選択したスピン・角度分解光電子分光測定および阻止電場型 2次元光電子回折測定を行うビームラインを提案する。従来の平均情報に対してドメインごとに情報が得られる。また、集光サイズが小さくなることで高分解能阻止電場型 2次元分析器の性能が向上する。・高い平行性の利用： ダイヤモンド位相子を用いた直線・円偏光切り替えを標準的に備えた光電子分光実験ステーションを提案する。s 偏光配置と p 偏光配置の切り替えを高効率化することで 2色性測定や対称性決定などが質的に向上する。 <p>どちらも物性科学や機能性材料開発など、工学・理学分野の発展に大きく寄与すると期待できる。</p>

BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート研究会回答

研究会名：不規則系物質先端科学研究会 代表：梶原 行夫（広島大学）、副代表：尾原 幸治（JASRI）
問1 SPring-8 では、SPring-8-II を意識しながら、BL の再定義、スクラップアンドビルド、アップグレードが開始されようとしています。BL の大きな変革において、今後、新たに導入すべき計測技術、計測手法等とそれを必要とする理由。
【PDF 解析（構造解析）】 機能性材料として有用な不規則物質への適用の重要性が近年上がっている。特に、できあがったモノの測定ではなく、それらの生成過程を追う、その場時分割測定の需要が大きい。そのために重要されるのが高速化。現在、分から秒のオーダー（試料にも依存）が達成できているが、次のターゲットとしてミリ秒の需要がある。その実現に必要な技術として以下がある。 ・ 2次元検出器 時分割測定には2次元検出器は必須。近年、フラットパネル検出器の導入によりかなりの高速化が実現できてきた。今後さらに高速な検出器の開発を強く望みたい。ここでは、現状の CsI シンチレータ+Si 検出器などの間接方式のシステムと、CdTe 検出器+チャンネルアナライザーを利用する高速な直接方式検出器を利用するシステムの両方の進化を見極める必要がある。高速化そのもの、あるいはエネルギー分解能を有する点では、後者の方式が有利と見られるが、素子そのものの性能（精度）では現状前者に優位性がありそうである。CdTe 2次元検出器については、現状比較的サイズの小さいものが試作されているようだが、大面積+高速化を望みたい。 また、フィルム材料の一軸方向の延伸や熱処理など、方向依存性のある構造変化を観測する上で2次元検出器は有用である。 ・ ピンクビーム 異常散乱法[*]は元素選択の構造解析ができるため、その有用性が高いのは当然であるが、現状時間がかかりすぎるのが難点である。測定効率を上げる上でピンクビームは期待できる。またこの時間オーダーが分単位まで挙がってくれば、有意な時分割測定が可能になると考えられ、適用範囲が劇的に広がると期待している。エネルギー分解能の向上や、上記検出器の開発を含め、推進したい。 [*]注目元素の吸収端近傍のエネルギー依存散乱パターンを取ることで、元素選択構造解析を実現する手法 その他、PDF 解析の材料への適用で重要な要素技術としては、以下が考えられる。 ・ 高エネルギーX線 機能性材料の中には、高質量数の元素も数多く存在する。また単純に非常に厚いサンプルを測定したい場合もある。これらの意味で100keV程度の高エネルギーの利用は重要である。また比較的小さな視野角で広いQ依存性を取得できるという観点からも利点は大きい。高圧などの極限条件や、多重環境などで複雑な試料容器が必要な場合など、散乱角が大きくとれない条件でも測定が可能になる。 ・ 視野制限スリット（ソーラーズスリット） 厚みのある材料のその場観察をする場合、観測したい場所を制御する上で必要となる。検出器の性能（画素サイズ：具体的な提案として60μm×60μm）と併せて技術の向上が望まれる。 ・ 大型サンプル用の環境整備 製品内部丸ごとをその場観察するため、ステージおよびそのストロークの大型化が必要。具体的な提案として、高さ100mm、水平200mmのストローク。 【小角X線散乱（SAXS）】 （軽元素対象の）通常のSAXSについては別途専門の研究会があるので、ここでは対象としない。ここでは高エネルギーX線を用いたSAXSについて述べる。この重要度についてはあ

まり海外では認知されておらず、日本の優位性が発揮できると期待している。ガラスや合金材料などの特性理解には、生成過程である融体の構造解析が重要である。ただ局所構造以上に重要なのが、少し大きなサイズでQ範囲で言うと中角～小角 (10^{-1} - 100nm^{-1}) の領域で、既にいくつか研究例が報告されてきている。高速2次元検出器の導入で現在、分単位の時分割測定が可能になってきているが、より高速・精度の高い SAXS 測定を目指す。そのためには、感度が高くエネルギー分解能を持った検出器などが重要になる。また、高エネルギーSAXSは単純に重元素を含む材料の中距離構造を決定するためにも重要である。

【非弾性X線散乱 (IXS)】

エネルギー分解能、フラックスはある程度頭打ちの状態、現在ではある意味「枯れた技術」となっている。ただ、手法の重要性は未だ大きい。近年 BL35XU では機器の老朽化などにより測定の安定性がかなり悪化している状況である。測定機器の更新を惜しまず、安定性の向上に努めると共に、少しでも性能を向上させてほしい。

問2 SPring-8-II では、これまでの SPring-8 の光源に比べ、輝度やコヒーレンシーが飛躍的に向上するなど光源特性が大きく変わることが期待されています。新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望とそれに必要な BL についての提案。

【高エネルギーX線全散乱法専用ビームライン】

高エネルギーX線を用いた PDF 解析の需要は、SPring-8II を迎えても依然旺盛であると予想できる。現在これらの測定は（共用ビームラインとしては）、BL04B2 や BL08W などベンディングやウィグラービームラインで行われているが、やはりアンジュレータービームラインによる常設運用が不可欠である。これにより、異常散乱も必要に応じて測定が可能になる。エネルギー分解能を有する大面積2次元検出器と併せて、スループットの高いビームラインを整備して、世界で優位性を確保したい。

この BL では、当然フラックスそのものの向上も目指す。ピンクビームの利用を含め、フラックスが桁で向上すれば、軽元素物質（水素、リチウム）や高圧下の液体物質への適用で、質的な変化があり得る。

【コヒーレント X 線 PDF 解析】

コヒーレントX線を用いれば、位相差情報を利用することで、より高次の構造が抽出できる。この手法の不規則系への適用としては、（不規則物質の中でも結晶に近い物質の）格子欠陥や乱れなどが、より劇的な効果が期待できる。開拓すべきフロンティアに値する。

【超高分解能非弾性 X 線散乱】

不規則系のサイエンスの観点からいくと、現状の IXS のエネルギー分解能（ $\sim 1\text{meV}$ 、時間オーダーにして ps）を超えた領域には需要がかなりある。というより極論すれば、局所運動を超えた「遅い」運動にこそ、液体など不規則系の重要な情報が潜んでいる。ニーズサイドからの大きな目標として、 0.1meV を切る分解能の技術を望んでいきたい。実際には現状では技術的な壁が大きい、数年前に APS で開発された特殊モノクロメータによる技術（適用例は報告されていない）や、放射光励起の核共鳴線を用いる技術（BL09XU にて準弾性散乱に利用）などには可能性があると考えている。

【タイコグラフィ-XAFS】

（測定企業の方の意見）微小部XAFSとして、STXMは空間分解能が数十nmオーダーと非

常に有用ですが、やはり世の中の的にはSTEMレベル（数nmオーダー）の空間分解能を希望されるお客様が多いです。STXMに携わる中で、空間分解能さえあれば対応できた案件がやはり多く、STEMに負けて悔しい思いをしています。

BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート研究会回答

研究会名：高圧物質科学研究会

代表：石松 直樹（広島大学）、副代表：町田 晃彦（QST）

問1 SPring-8 では、SPring-8-II を意識しながら、BL の再定義、スクラップアンドビルド、アップグレードが開始されようとしています。BL の大きな変革において、今後、新たに導入すべき計測技術、計測手法等とそれを必要とする理由。

[光源関係]

- ナノ（サブミクロン）サイズの X 線集光の定常化。ミクロンビームーナノビームの高速スイッチング。
- この集光を維持した状態での X 線エネルギーの高速スイッチング（例えば 7keV から 30keV 程度へのエネルギーへ数分での移動）
- ピンクビームとモノクロを使った単色光との簡便な切り替え。
- SPring-8 の特徴を活かした高エネルギー X 線（50 keV 以上）の利用。アンジュレーター BL と大容量プレスとの組み合わせの実現。

[計測システム・検出器]

- XRD, X 線吸収, Mössbauer, 核共鳴非弾性散乱, X 線非弾性散乱測定などの異なる分析手法を同じ BL での同時測定。これら原子レベルのマイクロな解析手法にマクロ測定として電気伝導測定, ホール効果測定, 誘電率測定, ラマン散乱測定を組み合わせられればベター。
- イメージングプレートと同様の高係数率と空間分解能を有し, かつ高速読み取りでエネルギー分解能をもつ大面積 2 次元検出器の充実。複合測定の実現や, ラマン散乱などの BG の除去に必要。

[その理由]

高圧科学においても結晶構造や電子状態といったあるミクロスコピックな物性を一つ明らかにするだけでは近年は論文化が難しい。観測した物性とその他の物性が関連していることを証明し, 対象物質が持つ物性を包括的かつ精緻に議論できるデータセットが高圧科学でも求められている。また再現実験が困難な高圧科学では, 一つの圧力装置と一つの BL で数種類の X 線測定が可能な実験環境が望ましい。これらの背景を踏まえつつ, さらに高圧下では X 線用の窓が制限され, 試料はアンビルやガasket材で囲まれているために生じた複合測定 of 技術的な難度も考慮して, ナノ集光と X 線エネルギーの高速スイッチングといった高度な光学系や, エネルギーおよび位置分解能をもつ検出器の必要性を提案した。これらは複合測定 of ハイスループット化を目指したものである。また, 近年では, ナノ粒子やナノ構造のドメイン構造や転位, 残留応力などを測定できるコヒーレント X 線イメージング, 結晶性を問わずに中距離相関を検出できる PDF 解析, 高圧下でも酸素, シリコンなど軽元素の電子状態と局所構造できる X 線ラマン散乱といった最先端測定も高圧科学では関心が高まっており, それに適した光学系と検出器も提案した。大容量プレスとアンジュレーター BL と大

容量プレスとの組み合わせのアイデアは、上記の最先端測定において試料体積が大きくとれることに加え、応力制御に優れた大容量プレスがダイヤモンドアンビルセルよりも適している可能性があり的を射た提案と考えている。一方で、高圧下での測定が常圧での測定と遜色ない精度に高める試みも依然としても重要である。その意味でもここに挙げた検出器の高度化は必須といえる。

問 2 SPring-8-II では、これまでの SPring-8 の光源に比べ、輝度やコヒーレンシーが飛躍的に向上するなど光源特性が大きく変わることが期待されています。新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望とそれに必要な BL についての提案
(建設的で、かつ、波及効果の大きい内容は、「フリーディスカッション 2」でご発表をお願いする場合があります)
下記欄に 500 文字程度でお願いいたします。

○コヒーレンスの向上による X 線トモグラフィーの高度化。鉱物の内部構造（分布）や高圧下での結晶成長の可視化。

○エネルギー分解顕微硬 X 線散乱ビームライン。eV の分解能のラマン散乱と meV の分解の格子振動など各種素励起の位置分解能を満たした測定。コヒーレンス性よりも強度が問題となるため、サンプルの熱負荷や放射線ダメージへの配慮が必要。

○ナノビーム高圧ビームライン。定常的なナノ集光ビームを活かしたテラパスカルの超高压領域での新奇物質および新奇物性探索。

○高エネルギー X 線回折。50keV 以上の高エネルギー X 線と大容量プレスとを組み合わせる。応力解析だけでなく、高圧下での透過イメージング、屈折イメージングに利用できる可能性がある。

○ピンクビームと X 線回折イメージングの活用。特にガラス性の試料の場合は、ピンクビームで高速化が期待できる。低密度アモルファスと高密度アモルファスの間の変化に伴う構造不均一性の観察。X 線分散型の光学系と 2 次元検出器を組み合わせれば X 線吸収を高速で測定することも可能。

BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート研究会回答

研究会名：核共鳴散乱研究会 代表：三井 隆也 (QST)、副代表：筒井 智嗣 (JASRI)
(SPRUC) BLs アップグレード検討 WS のアンケート回答に関して核共鳴散乱研究会の意見をまとめた。本アンケート結果は、2019年3月8日(金)名古屋工業大学において開催された第12回 SPRUC 核共鳴散乱研究会で実施した総合討論のアンケート結果及び (SPRUC) BLs アップグレード検討 WS 事前アンケート結果を取りまとめたものである。
問1 SPring-8 では、SPring-8-II を意識しながら、BL の再定義、スクラップアンドビルド、アップグレードが開始されようとしています。BL の大きな変革において、今後、新たに導入すべき計測技術、計測手法等とそれを必要とする理由。
問2 SPring-8-II では、これまでの SPring-8 の光源に比べ、輝度やコヒーレンシーが飛躍的に向上するなど光源特性が大きく変わることが期待されています。新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望とそれに必要な BL についての提案。
<p>新光源に期待すること</p> <p>1. 光源の運転モードに関して</p> <p>核共鳴散乱の多くの測定法では、電子散乱と核共鳴散乱を分離するために時間遅れ成分の観測を行っています。特に、時間領域干渉計による準弾性散乱法では、バンチ間隔が数100ns 程度空いたシングルバンチを有するバンチモードの利用が極めて有効であるため、このような特殊なバンチモード運手の可能性も残していただきたい。</p> <p>※ 時間領域干渉計による準弾性散乱法は、分解能$\mu\text{eV}\sim\text{neV}$ 領域の物質のダイナミクス研究を可能にするもので、今後の放射光利用研究の中でも特徴のある研究分野に成長する可能性を秘めています。</p> <p>尚、バンチ運転に関しては、昨年度、加速器の方と議論した結果、SP8-II の光源においては、1) 【バンチトレインモード】については可能であるとの回答を得ておりますが、国外の施設 (PETRA や北京リングなど) においては、2) 【エミッタンスを極限的に小さくして運転するモード (Ultra low emittance モード) と、エミッタンスを少し落として1バンチ当たりの電流値を増やすことでバンチ間隔を広げるモード (High flux モード)】のモードチェンジ機構の導入が検討されていると聞いております。SP8-II についても、是非、このような運転の可能性も検討していただければと希望します。</p> <p>2. バンチ純度に関して</p> <p>現在、核共鳴散乱研究会では、高速時間応答検出器の高度化・高効率化を進めており、より短寿命のメスバウアー核種を利用した研究の可能性を探っています。短寿命各種の利用においては、検出器の高度化に加えてパルス放射光の純度の向上も大変重要になります。現状の Spring-8 では、バンチ純度$\sim 10^{-9}$ が確保されていますが、新光源では、$\sim 10^{-10}$ の達成を目指していただきたい。</p> <p>3. 蓄積電流のトータルカレントに関して</p> <p>現在のSP8-II では、加速電圧6GeV、蓄積電流100mA の運転が想定されていますが、高エネルギーX線のフラックス低下が予想されます。核共鳴散乱研究では、Ni等の応用上重要な高エネルギーメスバウアー核種の利用研究の阻害要因になる可能性があります。このような問題の解決策として、蓄積電流のトータルカレントを200mA (可能なら300mA) まで増やしてほしい。この他、次期光源においては、放射光メスバウアー顕微鏡の開発が計画されていま</p>

すが、このような研究を行う観点からも、光源の大強度化を是非とも検討していただけることを希望します。

4. 新光源の加速エネルギーに関して

現在のSP8 高度化計画においては、加速電圧は6GeV になっていますが、ESRF、PETRAや北京リングとの差別化としてSpring-8 は8 GeV を維持する事はできないでしょうか？海外の施設と比較した時、高輝度は、もはや特徴にはなりません。SP8-II が真に優位性を誇り得る分かり易い性能を1 つでも実現していただきたいと思います。

5. ビームライン設置の基準について

SP8-II でのビームライン設置をどのような基準で決めていくのかを明確にしてほしい。現状のように手法ごとに分かれるのか？基礎研究と応用研究を同じ土俵で評価するのか？分けるのか？最近ではソフトマタービームラインや燃料電池ビームラインなど測定対象ごとに分けるという動きもあります。いずれにせよ、新光源でのビームラインをどのような基準で整備するつもりなのか？方向性を明確化してシンポジウム等でアナウンスしていただければありがたい。方向性が明確化になることで、研究会としての対応が大変取りやすくなると考えます。

6. Spring-8-II への期待

新光源の高輝度特性を活かしたナノビーム生成のための集光光学系の高度化・BL 整備を希望します。これが実現すれば、RI 線源を用いた従来のメスbauer分光では不可能な、メスbauer顕微鏡の実用化が可能となり、磁性スピントロニクス、極限下物質科学、先進鋼材の微細構造解析等の分野で飛躍的な応用の可能性が広がります。特に、集光系の高度化に関しては、施設側に専門の技術集団グループが形成されることを希望します。最後に、新光源においては、国際的な競争力を持ち人材育成の可能な設備と運営体制を持つ新光源施設の実現を強く希望します。

BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート研究会回答

<p>研究会名：地球惑星科学研究会 代表：芳野 極（岡山大学）（研究会代表）、副代表：太田 健二（東京工業大学） 共同作成者：河野 義生（愛媛大学）</p>
<p>問1 SPring-8 では、SPring-8-II を意識しながら、BL の再定義、スクラップアンドビルド、アップグレードが開始されようとしています。BL の大きな変革において、今後、新たに導入すべき計測技術、計測手法等とそれを必要とする理由。</p>
<p>今後新たに導入すべき測定手法として、高圧下における液体・非晶質物質の動径分布関数測定、高速時分割 X 線回折測定、2 次元（3 次元）X 線回折マッピングが挙げられた。このような測定を可能にするために、多くの回答者からアンジュレーター光源による高エネルギー X 線（70-100keV 以上）の必要性が提示された。高圧液体実験では、ピンクビームなどの幅広いエネルギー幅を使用した超高フラックスの X 線の導入が提案された。ピンクビームのような超高フラックスの X 線は、高速時分割測定などの他の測定においても有用である。一方、高圧変形実験分野のユーザーは、より高精度の差応力決定のために、単色 X 線を用いた高精度の X 線回折測定を要望している。そのため、アンジュレーターBL において、ピンクビームとともに bent Laue-Laue モノクロメーターなどのエネルギー幅を調整可能な光学系を導入することにより、現在一般的に使用している$\Delta E/E=10^{-4}$ のエネルギー幅の単色 X 線実験から$\Delta E/E=10^{-3}$ や 10^{-2} レベルに広げた超高フラックスの X 線が次世代の高圧プレス地球科学実験に必要不可欠であり、SPring-8-II に向けたアップグレードの最重要課題であると思われる。</p>
<p>問2 SPring-8-II では、これまでの SPring-8 の光源に比べ、輝度やコヒーレンシーが飛躍的に向上するなど光源特性が大きく変わることが期待されています。新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望とそれに必要な BL についての提案。</p>
<p>高圧下の液体・非晶質物質の構造・物性測定、岩石の変形・破壊実験、の 2 種類の実験分野から多くの新しいサイエンスの展開への期待が寄せられた。液体分野からは、地球内部のマグマの配位数増加による岩石よりも密度の高いマグマの可能性や、マグマの噴火過程におけるマグマの反応と構造・物性変化、などの現在の放射光 X 線では不可能な液体・非晶質物質の研究が示された。さらに、液体-液体相転移の問題や、液体リチウムの構造、非晶質カーボン材料の高圧構造変化など、幅広い科学分野への応用が期待できる。一方、変形・破壊実験からは、地震発生過程の高時間分解能観察や、地球深部の超高圧下における岩石の粘性率測定、2 次元（3 次元）マッピングによる岩石中の個々の粒子の動的挙動観察、といった現状困難な研究の進展への期待が多く寄せられた。このような次世代のサイエンスに必要な BL として、両分野に共通して、アンジュレーター光源による高エネルギー X 線の必要性が挙げられている。高エネルギーの範囲としては、多くは 70keV 以上を要望しており、100keV 以上の要望も複数寄せられている。また単色 X 線だけでなく、エネルギー幅を広げた超高フラックスのピンクビームの要望も挙げられている。エネルギー幅の調整により測定分解能とフラックスの調整を行うことが可能な高エネルギーアンジュレーターBL は、世界的に見ても例のないユニークな最先端高圧プレス BL となると期待される。また、従来用いている白色光のニーズもあり、特に地球深部を再現した超高圧高温実験のためには、ウィグラーを挿入光源とした高フラックスの白色 BL も必要であるという意見もあった。</p>

BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート研究会回答

研究会名：放射光構造生物学研究会 代表：栗栖 源嗣（大阪大学）、副代表：熊坂 崇（JASRI）
問1 SPring-8 では、SPring-8-II を意識しながら、BL の再定義、スクラップアンドビルド、アップグレードが開始されようとしています。BL の大きな変革において、今後、新たに導入すべき計測技術、計測手法等とそれを必要とする理由。
検討内容は以下の3点にまとめた。 1) ビーム性能の向上: 従来のマイクロビーム, 平行ビーム, 高エネルギービームに加え、さらなる微小ビームと後述のように高フラックスビーム(ピンクビーム)の開発が求められる。 2) 多様な実験を支えるエンドステーション機器の開発: 以下のように、放射光そのものの高度化だけでなく、多様化するニーズを考慮した多面的な技術開発が必要。 (ア) 自動化・効率化: 従来の基礎研究に加えアカデミア創薬の利用が高まり、成果非専有利用でも効率化高速化、自動化への期待は大きい。ロボティクス・遠隔測定・自動測定+処理(ZOO system)などの自動化に関わる開発はさらに高度化が必要。適宜、高速高精度検出器の導入で効率化も継続的に進めていただきたい。成果専有利用も含めて利用制度の改良も期待したい。遠隔測定は移動のコストをなくすことで、遠隔地における教育にも有用と考えている。 (イ) 微小結晶: 微小ビームの恩恵を受けるには、微小結晶から S/N の良い回折像を得るための試料マウント法や回折計の開発も欠かせない。これらは、単位胞数の少ないナノ結晶からの構造解析や散漫散乱の利用などの展開が期待される。 (ウ) X 線以外の計測法との連携: 構造機能関連の解析において、分子の化学状態をトレースできる顕微分光法は、回折実験と並行して行える利点を生かして、UV-Vis のみならず Raman や赤外などへの拡充を期待したい。 (エ) 室温測定技術: 室温での動的構造解析に利用可能な HAG 法や、結晶の最適化のための in situ 測定(プレートスキャン)と使いやすい試料調製環境の整備で、オンサイトでの試料最適化を進める。オンサイトでの結晶化や薬剤候補物質のスクリーニングなどへの展開も期待したい。 (オ) SAXS 法による溶液構造解析: オートサンプラーによる自動化は多様な化学状態における分子の挙動を見るだけでなく、薬剤複合体のスクリーニングなどにも有用であり、SEC-SAXS の拡充で溶液中の多量体平衡を含む分子状態と構造の解析に威力を発揮しており、SEC-MALS 法などとの組み合わせ利用も期待したい。 3) 統合的構造生物学の拠点として: 統合的構造生物学の進展は昨今特に著しい。上記の方法と独立に実施すべき測定手法 (CryoEM, microED, NMR, 分光測定など)の併用も、構造の信頼性の保証や機能解析に重要で、必要に応じてサイトへの導入と共用化を期待する。
問2 SPring-8-II では、これまでのSPring-8の光源に比べ、輝度やコヒーレンシーが飛躍的に向上するなど光源特性が大きく変わることが期待されています。新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望とそれに必要なBLについての提案。

上記の内容と重複するが、主として2点が考えられる。

- 1) 動的構造解析: SACLAにて大きく進展したタンパク質動的構造解析のための時分割測定を SPring-8でも進めていくことが必要。アンジュレータピンクビームにより強度の向上とバンド幅の広い光による測定効率化で実現していく。時分割測定では、結晶サイズ(光などによる励起と構造変化の同期に適したサイズ)とビームサイズ(損傷)の最適化が必要であるが、極端な微小ビーム化は必要ないと思われる(25 μm 程度が相場か)。パイロット試料を SPRUC から提案して集める必要がある。
- 2) 微小結晶と単分子をつなぐ開発研究: CryoEM の得意とする高分子量の試料と棲み分けつつ、回折能の高い結晶が得にくい分子の構造解析技術の開発を進めていくことが必要。これらは必然的に対象が微小結晶となっていくことが予想され、安定な微小ビームのみならず、高い S/N の回折像を得るための回折計・試料マウント法、さらには逆空間で CryoEM のような構造多型を考慮した解析法の開発などが必須となるのではないかと。

BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート研究会回答

<p>研究会名：機能性材料ナノスケール原子相関研究会 代表：小原 真司（物質・材料研究機構）、副代表：北村 尚斗（東京理科大学）</p>
<p>問1 SPring-8 では、SPring-8-II を意識しながら、BL の再定義、スクラップアンドビルド、アップグレードが開始されようとしています。BL の大きな変革において、今後、新たに導入すべき計測技術、計測手法等とそれを必要とする理由。</p>
<p>「非晶質材料の extended range における二体相関に埋もれた不均一構造の直接観察」を実現するため、以下の計測技術と計測手法が必要である。</p> <p>(1) 回折・散乱、分光実験を1つのビームラインで1回のビームタイムで行う為の versatile な回折計の設計および解析ソフトの整備</p> <p>(2) 低バックグラウンドでかつハイスループットな二次元検出器の開発</p> <p>当研究会の近年の取り組みにより、従来困難とされていた非晶質材料におけるナノスケール原子相関の評価方法の確立と解明が実現されつつある。しかし、得られた成果を社会に還元するためには、より複雑な多成分系の実用材料を取り扱う必要がある。そのためには X 線異常散乱の利用やマルチプローブの利用(XAFS の併用など)が不可欠であるが、現状では複数のビームラインを併用する必要がある。もし、これらの測定を一つのビームラインで一回のビームタイムで測定することができれば、スループットが飛躍的に向上する。</p> <p>また、非晶質材料においても不均一性が存在することが明らかになりつつあるが、バルク材料を対象とする従来の回折測定ではナノ・マイクロスケールで不均一性があったとしても評価できない。したがって、コヒーレント X 線の利用と二次元検出器等を導入することにより二体相関に埋もれた非晶質材料の構造の理解が進むことが期待され、同時にハイスループットも期待できる。</p>
<p>問2 SPring-8-II では、これまでの SPring-8 の光源に比べ、輝度やコヒーレンシーが飛躍的に向上するなど光源特性が大きく変わることが期待されています。新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望とそれに必要な BL についての提案。</p>
<p>(1) 低エネルギーコヒーレント X 線を用いたマルチプローブ測定</p> <p>これまでは主に 60keV 以上の高エネルギーの X 線を用いた広い散乱ベクトル Q 範囲の回折測定を行ってきたが、30keV 程度のエネルギーの高輝度低エミッタンスビームを用いたとしても、微小試料（厚みの薄い試料）を用いれば、X 線の吸収が抑えられる。さらに低エミッタンスの恩恵として、ビームの発散の角度依存性をデータ解析において考慮する必要がないため、$0.01 < Q < 20 \text{ \AA}^{-1}$ 程度の Q 範囲の素性の良い回折データの取得が期待でき、小角散乱領域を取り入れた PDF 解析が元素選択性を持って実現できる。また、versatile な装置を開発するにあたりエネルギー変更時のビーム定置出射が課題となるが、低エネルギーの X 線の利用するため、（特に軽元素の）XAFS を利用したマルチプローブ実験が容易になる。</p> <p>(2) 低エミッタンスピンクビームを用いたナノ・マイクロスケールの構造不均一性の評価</p> <p>これまでの成果により非晶質材料においても不均一性があることが明らかになってきたが、ナノ・マイクロスケールの不均一性については、現状では放射光 X 線により評価できてない。しかし、SPring-8 II の光源から得られるピンクビームを用いることにより、広い Q 範囲を保持したまま微小部の回折測定（マッピング）や時分割測定が可能となれば、非晶質材料の不均一性を詳細に検討することが可能となり、機能と構造の相関がより明確になる。</p>

BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート研究会回答

研究会名：放射光赤外研究会 代表：岡村 英一（徳島大学）、副代表：池本 夕佳（JASRI）
問1 SPring-8 では、SPring-8-II を意識しながら、BL の再定義、スクラップアンドビルド、アップグレードが開始されようとしています。BL の大きな変革において、今後、新たに導入すべき計測技術、計測手法等とそれを必要とする理由。
赤外放射光の高輝度性、広帯域性を活用し、グローバルランプなど実験室光源では不可能な技術として、広帯域近接場赤外分光、赤外トモグラフィ測定が挙げられる。近接場分光は、ナノメートルオーダーのサイズの異物分析や微小試料解析について需要が高い。また、トモグラフィ測定については、非破壊で試料内部の有機物分布情報が得られる強力な手法である。このほか、X線や軟X線を利用した多様な計測手法と同時に赤外分光測定を行う技術も有用であると考えられる。同時計測は、非可逆的な反応過程や、不均一な試料の特定箇所の計測を行う際に威力を発揮する。赤外分光は有機物などの軽い元素で構成する分子などの構造情報を与える。従って例えば触媒試料に関する XAFS 測定との同時測定では、XAFS によって金属元素の電子状態の変化を計測し、赤外分光によって有機分子の変化などを解析することが可能となる。一方、固体試料においては赤外分光で低エネルギーの電子状態を解明することも可能であり、回折による構造解析測定との併用で、構造変化と電子状態の変化を同時に解析することも可能となる。
問2 SPring-8-II では、これまでの SPring-8 の光源に比べ、輝度やコヒーレンシーが飛躍的に向上するなど光源特性が大きく変わることが期待されています。新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望とそれに必要な BL についての提案。
SPring-8-II などの低エミッタンスリングにおいては、蓄積リングのチャンバー径が小さいことや、電磁石などの多数のコンポーネントによりスペースが限られるなどの理由により、大きな取り込み角を必要とする赤外線の利用は困難であると予想されている。海外では、ブラジルの SIRIUS において、唯一、低エミッタンスリングでの赤外ビームラインが第一フェーズで建設が進行しており、本年度稼働予定で動向を注目している。アメリカの NSLS-II は、新しい施設だがダブルベンドを採用しており、赤外にとっては条件がマイルドである。NSLS-II においては、最近赤外の取り出しに成功したことが報告されており、やはり今後の動向に注目している。国内においては、赤外線活用に適した低エネルギーリングは稼働しているため、これを利用して、最近報告された新たな取り出し方法による赤外線の利用も視野に入れて検討する。蓄積リングにレーザーを入射し、その電場を利用して、ベンディング放射よりも約3桁高いフラックスの赤外線を取り出す案で、広帯域特性は維持しており、物理・化学・生物など広い分野で新たな利用研究が期待される。

BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート研究会回答

研究会名：企業利用研究会 代表：佐藤 眞直 (JASRI)
問1 SPring-8 では、SPring-8-II を意識しながら、BL の再定義、スクラップアンドビルド、アップグレードが開始されようとしています。BL の大きな変革において、今後、新たに導入すべき計測技術、計測手法等とそれを必要とする理由。
問2 SPring-8-II では、これまでのSPring-8 の光源に比べ、輝度やコヒーレンシーが飛躍的に向上するなど光源特性が大きく変わることが期待されています。新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望とそれに必要なBL についての提案。
<p>本アンケートについてのWEBを通じた会員からの回答はありませんでした。</p> <p>したがって、本件についての会員動向について、毎年実施してきたアンケート及び研究会における意見交換をもとにした利用者動向調査の結果から報告します。</p> <p>本研究会を構成するユーザーは利用技術や研究分野ではなく所属でカテゴライズされるため、利用技術に特化した施設に対する要望についてはまとまった共通の課題を見出しにくいです。ただ、近年行った調査を通じて共通して寄せられた要望としては、「従来活用してきた技術による研究の継続性」が挙げられます。これに関する具体的な要望の例としては、光源特性として「高エネルギー領域のフラックスの維持」などが見られます。これはこれまで培ってきた SPring-8 の利用技術が企業の開発研究の中で必須の分析ツールとなっていることを反映した要望と思います。この点は SPring-8 II を目指した BL アップグレード計画において留意したいと思います。他には、検出器や解析技術といった「実験環境の整備」に対する要望も多く寄せられています。</p>

BLs アップグレード検討ワークショップ事前アンケート回答

研究会名等：研究会無所属・その他
問1 SPring-8 では、SPring-8-II を意識しながら、BL の再定義、スクラップアンドビルド、アップグレードが開始されようとしています。BL の大きな変革において、今後、新たに導入すべき計測技術、計測手法等とそれを必要とする理由。
これまでの研究で PDF 解析を活用し、結晶、アモルファスが混在する材料中のアモルファス構造解析が可能であることを実感している。しかしながら、より高時間分解（結晶生成時）、より微小な領域（アモルファス成分が微量な試料）の解析を実現するには高強度・高エネルギーな X 線が必要であることもわかってきた。そこで全散乱計測を BM ビームラインから XU ビームラインへ移動し、高強度かつ高エネルギー X 線を用いた全散乱の実現を検討して頂きたい。
問2 SPring-8-II では、これまでの SPring-8 の光源に比べ、輝度やコヒーレンシーが飛躍的に向上するなど光源特性が大きく変わることが期待されています。新しい光源を用いて実施できる新しいサイエンスの展望とそれに必要な BL についての提案。