令和2年度科学技術試験研究委託費
先端研究基盤共用促進事業
（共用プラットフォーム形成支援プログラム）

光ビームプラットフォーム
委託業務成果報告書

令和 3 年 5 月

大学共同利用機関法人
高エネルギー加速器研究機構

本報告書は、文部科学省の科学技術試験研究委託事業による委託業務として、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構が実施した令和２年度光ビームプラットフォームの成果をとりまとめたものです。

目次

Ⅰ. 委託業務の目的
1．1　委託業務の題目・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
1．2　委託業務の目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1

Ⅱ. 令和2年度の実施内容
2．1　実施計画・・1
(i) 委託機関(代表機関)としての業務・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
①プラットフォーム運営体制の構築・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
②利用支援体制の構築・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2
③ワンストップサービスの設置・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3
④共用機器・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3
⑤人材育成・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・4
⑥ノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化
に向けた利用支援(利用と機器開発の連携拡大)等・・・・・・・・・・・・・・・・・・4
⑦コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築・・・・・・・・・・・・・・・・・・・5
⑧その他・・・6
(ii) 再委託機関(実施機関)としての業務・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
①利用支援体制の構築・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
②共用機器・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9
③人材育成・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・12
④ノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化
に向けた利用支援(利用と機器開発の連携拡大)等・・・・・・・・・・・・・・14
⑤その他・・16
(iii) 協力機関の取組・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・17

2．2　実施内容(代表機関)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・17
①プラットフォーム運営体制の構築・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・17
②利用支援体制の構築・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・19
③ワンストップサービスの設置・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・20
④共用機器・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・24
⑤人材育成・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・25
⑥ノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化
に向けた利用支援(利用と機器開発の連携拡大)等・・・・・・・・・・・・・26

⑦コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・33
⑧その他・・34

2．3 実施内容（実施機関）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・43
①利用支援体制の構築・・・43
②共用機器・・45
③人材育成・・48
④ノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化
に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等・・・・・・・・・・・・・51
⑤その他・・・54

2．4 協力機関の取組状況・・60

Ⅲ．フォローアップ調査項目・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・61
3．1 分野融合・新興領域の拡大について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・61
3．2 スタートアップ支援について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・61
3．3 共同研究・受託研究について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・61
3．4 試作機の導入・利用による技術の高度化について・・・・・・・・・・・・・・・・・・61
3．5 ノウハウ・データ共有について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・61
3．6 技術専門職のスキル向上・キャリア形成について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・61
3．7 利用アンケートについて・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・62

Ⅳ．本事業 5 年間を通しての取組及び成果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・63
4．1 共用体制・・・63
4．2 技術の高度化・・66
4．3 人材育成・・・85
4．4 研究開発基盤の維持・発展・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・88
4．5 その他・・91

Ⅴ．事業終了後の展望・・・93
5．1 本事業にて形成した共用プラットフォームの運用方針・・・・・・・・・・・・・・・93
5．2 本事業にて雇用した技術職員等のキャリアパス・・・・・・・・・・・・・・・・・・93
5．3 今後の課題、問題点・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・94

Ⅰ．委託業務の目的

1．1　委託業務の題目

「光ビームプラットフォーム」

1．2　委託業務の目的

本事業は、産学官が共用可能な研究施設・設備等について、その整備・運用を含めた施設間のネットワーク構築により、高度な計測分析機器を中心としたイノベーション創出のためのプラットフォームを形成するとともに、日本の研究開発基盤の持続的な維持・発展に貢献することを目的とする。

本プラットフォームでは、各機関の連携を活かした利用者支援として、複数の施設を活用して課題解決を図る複数施設連携の普及と、そのための基盤的要素として共用支援・連携サービス基盤を確立することを目指す。

本プラットフォームにおいて実施する取組は、

①事業全体の取り纏め及び事業の円滑な推進

②企画運営

③放射光高度利用推進

④地域発課題連携推進

⑤人材育成

の 5 項目である。

このため、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構（以下、「KEK」という。）、公益財団法人佐賀県地域産業支援センター（以下、「九州 SR」という。）、公益財団法人高輝度光科学研究センター（以下、「JASRI」という。）、公立大学法人兵庫県立大学（以下、「兵庫県立大学」という。）、国立大学法人大阪大学（以下、「大阪大学」という。）、学校法人立命館（以下、「立命館大学」という。）、公益財団法人科学技術交流財団（以下、「あいち SR」という。）、学校法人東京理科大学（以下、「東京理科大学」という。）は、共同で業務を行う。

なお、KEK は代表機関として、プラットフォーム全体の運営に係る業務を行う。

Ⅱ．令和2年度の実施内容

2．1　実施計画

（ｉ）委託機関（代表機関）としての業務

【機関名：大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構】

①プラットフォーム運営体制の構築

1) プラットフォーム実施機関、協力機関、事業支援機関と連携するための取組

代表機関である KEK が、令和元年度までと同様に令和 2 年度も、光ビームプラットフォーム事務局（以下、「事務局」という。）を運営する。事業に関わる審議や進捗

状況等の情報共有を行う運営委員会を同様に年 3 回程度実施し、円滑な事業の運営を図る。主要な取組課題については、表 1 に示すグループリーダー機関（GL 機関）が、機動力のある事業の推進を主導する。施設間での実験データの比較検証を行うラウンドロビンの議論や個別の課題に際しては、適時に個別会議を実施して遅滞のない運営を行う。

表 1 グループリーダー機関の設置

取組課題	グループリーダー機関
①事業全体の取り纏め及び事業の円滑な推進	KEK
②企画運営	
③放射光高度利用推進	JASRI 及び KEK
④地域発課題連携推進	あいち SR
⑤人材育成	大阪大学

また各構成機関の進捗状況を四半期毎程度に把握し、運営委員会、メール、ファイル共有用のレンタルサーバ等のツールを用いて進捗状況を構成機関で情報共有することで、機関間の連携強化を支援する。なお、運営委員会や個別会議にはビデオ会議を積極的に活用して、予算の効率的な運用を図る。

その他、文部科学省との窓口として活動し、事業に関わる指示や情報を得るとともに、実施機関に適切に周知を行い、取り纏めを実施する。

2) 他のプラットフォームと連携するための取組

令和 2 年度では、現在 5 つある共用プラットフォーム間の連携をより高めるために共用プラットフォームの担当者による連絡協議会（仮称）を設置し、課題解決の方策や連携効果が期待できる取組課題等を議論する。

また、光ビームプラットフォームは、ナノテクノロジープラットフォームや TIA とも交流を持っており、ユーザーの要望に応じて相互に斡旋紹介も行ってきている。令和 2 年度も両者との交流を維持し、共用の促進に役立てる。

②利用支援体制の構築

共用は各機関の自主事業として取組み、光ビームプラットフォームは連携を活かして、複数施設の活用による高度な課題解決、及び標準化を通したサービス基盤の構築という上位サービスの提供を行うことで、産学官の課題の解決を支援することを目標とする。複数施設の活用による高度な課題解決については、地域発課題連携推進の GL 機関であるあいち SR が中核となって活動するとともに、各構成機関も利用

者に積極的に斡旋紹介を行うことで実施事例を蓄積する。また標準化については放射光高度利用推進の GL 機関である JASRI と KEK が中核となって、標準試料を用いたスペクトルデータ収集実験に取組む（具体的内容は⑥項に記載）。

このような形で事業を推進するため、KEK はコーディネーター1 名を雇用し、光ビームプラットフォームの事務局の任にあてる。コーディネーターは本事業の責任者に協力し、プラットフォームの円滑な運営を行う。具体的には、コーディネーターは運営委員会の招集・開催、ラウンドロビン等の事業の進捗把握、事業に関わる資料作成、ホームページの維持管理、広報活動、展示会やシンポジウム等のイベントの企画・運営、予算管理などを行う。また、放射光高度利用推進の GL 機関として、放射光実験施設（以下、「KEK-PF」という。）の硬 X 線分光や軟 X 線分光の専門家である職員と調整を行い、ラウンドロビンを推進する。

KEK-PF の利用支援体制に関しては、大学共同利用機関法人の共用施設として学術利用に関する共同利用の体制は確立しており、産業利用に関しても、旧事業及び自主事業により体制は構築されている。その上で、本事業による産業利用の促進や、標準化・施設連携の取組等については、コーディネーターが KEK-PF の産業利用関係者と調整を行い、利用支援体制の維持改善に協力する。

③ワンストップサービスの設置

令和元年度と同様に、令和 2 年度においても事務局が主体となって光ビームプラットフォームの一元的な情報提供や総合相談窓口のためにホームページの維持を行い、掲載情報の更新やコンテンツの充実を行う。各構成機関のニュースやイベント情報などに関しても、トップページに掲示してポータル的な運用を行うことで、ワンストップ的な情報サービスを運用する。

また、利用支援を推進する上で光ビームプラットフォームとしての知名度を高めることが重要であることから、広報活動に注力し、パンフレット等の広報メディアの制作、展示会への出展や合同のシンポジウムなどを開催するほか、各構成機関が主催する講習会や報告会等にも積極的に協賛や共催などの形として相互協力を行う。これらにより光ビームプラットフォームのワンストップサービスの基盤維持を行うとともに、将来に向けた自立化の一助とする。

④共用機器

KEK は、大学共同利用機関法人として、KEK-PF の共同利用を本来業務として行っている。放射光施設として、PF 及び PF-AR の 2 つの加速器リングにおいて計 47 本のビームラインが整備され、共同利用に供されている。これらの設備は原則としてすべて企業による有償利用も可能であり、これら PF と PF-AR の全ビームラインが本事業の共用設備である。ただし、学術目的の共同利用が主務であることから、全ビ

ームタイムの 80%以上は主務に充て、残りの 20%以内を有償利用や職員の優先ビームタイム等に活用することを一つの指標として運用する。

⑤人材育成

本事業全体における人材育成は令和 2 年度も従来同様に下記の 3 つのカテゴリで捉え、それぞれに対して活動を行う。

1) レーザーと放射光の融合領域における次世代人材の育成
2) 標準化活動を通した構成機関の技術者・研究者層の人材育成
3) 施設利用者・外部研究者等の人材育成

第 1 項は人材育成の GL 機関である大阪大学が主体的に取組む。第 2 項は構成機関の協力のもと、ラウンドロビンを施設間で公開することにより、他施設の設備に関わる知見の吸収や、実験解析ノウハウの共有などを通して促進する。第 3 項は原則として各構成機関の本来業務や自主活動にもとづいた講習会、報告会、研究会等により取組む整理とする。なお、令和元年度に実施した施設横断合同研修会は参加者に好評だったことから、令和 2 年度も引き続き実施し、定着化を進める。

これらの活動に際し、KEK は事業全体を俯瞰する代表機関として人材育成全般の活動を把握し、必要に応じてイベントや人材育成の機会の調整を行い、支援する。また、1 構成機関として、硬 X 線 XAFS や軟 X 線 XAFS 等に関わる複数の職員がラウンドロビンに協力し、KEK-PF における実験日程を確保するとともに、データ収集実験を通して人材交流の場を提供する。また、都合のつく限り、他機関で実施されるラウンドロビンにも参加して人材交流と人材育成に協力する。

⑥ノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援(利用と機器開発の連携拡大)等

本項は、人材育成とともに本事業で大きな力点を置く事項であり、放射光利用実験の標準化の推進と、施設連携による放射光の高度利用支援の二つの取組を行う。

1) 放射光利用実験の標準化の推進

令和元年度までの活動体制を維持しつつ、放射光高度利用推進の GL 機関である JASRI と KEK が密に連携して、X 線吸収微細構造(XAFS)と光電子分光(PES、但し硬 X 線光電子分光は HAXPES という)の標準試料のスペクトルデータ収集とラウンドロビンによる施設間の比較、データベース化の推進、実験手法の規約化、実験成果の公開等を進める。硬 X 線 XAFS と光電子分光に加えて、平成 29 年度に着手した軟 X 線 XAFS の検討も同様に発展させる。また、平成 30 年度、令和元年度に実施した小角散乱のラウンドロビンで得られた結果を整理して公開する。

硬 X 線 XAFS に関しては、幅広いエネルギー域での各放射光施設の特徴を一層

明確にするために、Au、Pt、Mo、Pd、In など中～重元素を含む物質、および産業界が関心を持つ学会が頒布する参照物質や業界が頒布する標準物質を取り上げてラウンドロビンを実施する。光電子分光では、これまで行ってきた 3 keV、 8 keV 励起の測定に加えて、6 keV、 10 keV 励起の測定に取り組む。特に 10 keV 励起測定は、実験室装置を扱っている明治大学やシエンタオミクロン社等の外部の協力も得ながら実施する。また、実験室装置をもちいた電子分光測定の標準化も視野に入れつつ、測定データフォーマットの検討を行う。

標準化の推進やデータベースの構築に際しては内外の関係機関との連携や協調が不可欠であることから、令和 2 年度は関連機関との協調関係を深める。本事業の実施機関でも SPring-8 等でデータベースを公開しているが、外部でも例えば硬 X 線 XAFS のデータベースに関しては北海道大学触媒科学研究所（朝倉研究室）、光電子分光のデータベースに関しては物質・材料研究機構の材料データプラットフォームセンターが注力を行っている。そのため、このような関連機関と、データ収集の在り方や規約の整合化等を図るために情報交換を行う。また、外部への情報発信も重要であることから、成果や進捗状況を国内外の学会や専門家会議等で適時に発表してアピールし、イニシアティブをとる。特に硬 X 線 XAFS に関しては、硬 X 線 XAFS の国際ラウンドロビンを先導し、前進させる。

また、CT 実験技術の発達などの昨今のイメージング技術隆盛の現状がある。研究者間でのデータのやり取りを容易にし、同研究領域の発展に資するために、共通画像フォーマットの構築に取り組む。

KEK は、代表機関として、上記の取組の調整や取り纏め等を行うとともに、1 構成機関として複数の職員がラウンドロビンに積極的に参加し、標準化の推進を行う。

2) 施設連携による放射光の高度利用支援

放射光の高度利用支援は、地域発課題連携推進の GL 機関であるあいち SR が引き続き主体となって本課題を牽引する。ユーザーによる複数の施設の連携活用は、これまでの活動により、徐々に浸透してきていることから、引き続き、斡旋紹介活動や施設横断合同研修会などを活用して、ユーザーの不安感を払拭し、連携活用の底上げを図る。また、あいち SR だけでなく、他の構成機関も、連携活用が好ましいと考えられる実験課題に対しては、積極的にユーザーへ連携の斡旋を行い、ユーザーへの浸透に取り組む。

⑦コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築

コミュニティ形成は、共用プラットフォームのコミュニティと、レーザーと放射光の融合領域のコミュニティの 2 領域で取組む。共用プラットフォームのコミュニティは、本事業が開始された平成 28 年度以降継続している、JASIS 展示会合同出展や担当者

間の打合せを令和2年度も継続して実施する。打合せの場を連絡協議会（仮称）としてプラットフォーム間の交流を深める。また、光ビームプラットフォームはナノテクノロジープラットフォームや TIA との交流を持っており、令和 2 年度も両者との交流を維持し、共用の促進に役立てる。

国際的ネットワークの構築に関しては、ラウンドロビンの成果を国際会議で発表して海外の専門家と標準化に関わる議論を深め、海外他施設との連携活動の醸成を図ることを通して取り組む。

また、共用施設に関わる情報提供の在り方について、欧州の Wayforlight や韓国の WOLF（World of Large Facilities）などの海外の共用施設ポータルサイトを参照し、国際的な視点を含むポータルサービスの将来展開シナリオの検討を行う。

⑧その他

平成 30 年度の中間評価結果とそれに対する令和元年度の活動を踏まえ、令和 2 年度は以下の活動を実施する。

1) プラットフォームの形成が外部実績にどの程度寄与しているのかを評価するために、令和元年度に調査に着手した。令和 2 年度はこの調査に継続して取組み、分析を行う。
2) 令和元年度に重要業績評価指標（Key Performance Indicators, 以下、「KPI」という。）の整理を行った。令和 2 年度は、KPI の自己評価を行うとともに、今後の戦略についても議論して明確化する。
3) 令和元年度に光ビームプラットフォームのホームページの改修を行い、各機関の利用料金の詳細情報等を把握しやすいように情報提供の工夫を行った。令和 2 年度も引き続き維持改修して、ユーザビリティ向上を図る。
4) 利用支援体制における人的リソースの確保を目的とした、受託分析会社の活用等の民間企業との連携・協業については、様々な視点を踏まえた議論を進め、令和 2 年度中に取組指針を出す。
5) データベースに関しては、国内で顕著な活動を行っている外部機関（北海道大学、物質・材料研究機構など）があるため、それらと情報交換を行い、データ収集の在り方や規約についてオールジャパン的な活動を行う。
6) 専門スタッフの人材育成に関わるインセンティブは、運営委員会の議論の結果、学術活動の支援をすることとなった。これに基づき令和 2 年度は、標準化等の本事業活動の成果に関する学術活動（学会発表、論文執筆）に対して、活動の奨励と予算措置を講ずる。
7) 放射光とレーザーの融合領域の活性化に関しては、令和元年度に引き続き、令和 2 年度もセミナーやシンポジウムの活動を協働的に実施し、質の向上を行う。

さらに、令和 2 年度の継続審査に関わる 2 件の審査員コメントに対処するために、以下の 2 点の活動を行う。

a) 中間評価における指摘事項に対する取組として掲げる上記 1～7 項の活動について、四半期毎に進捗状況を把握し、事業最終年度である令和 2 年度末までに、すべての指摘事項に対しての応対を遂行する。

b) 光ビームプラットフォームの構成機関の連携は、我々の活動基盤の最も重要な要素として認識し、今後とも維持・向上を行う。また、放射光学会との連携も、標準化や施設連携等の親和性のある課題を切り口として更に深める。

（ⅱ）再委託機関（実施機関）としての業務

①利用支援体制の構築

【機関名：公益財団法人佐賀県地域産業支援センター】

九州 SR の本来業務として、利用課題の募集、利用相談受付、課題審査事務、広報等の担当部署（利用企画課）、実験の技術打合せ、実験時の技術支援等の担当部署（ビームライングループ）、放射線取扱いと実験に関する安全等の担当部署（安全管理室）による利用支援体制を構築済みである。

その中で、令和 2 年度は、企業や公設試験研究機関等とのマッチングを強化するためにコーディネーター2 名を継続して配置し、利用支援体制の充実を図る。

【機関名：公益財団法人高輝度光科学研究センター】

SPring-8 は『特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律』に基づいて運用が行われており、利用相談、利用申請支援（利用申請書作成支援）、実験準備支援、実験実施支援、実施報告書作成支援等を職員が行う体制は構築済みである。同事業の一環として、他施設より紹介され課題として採択された実験の支援と、他施設に紹介した利用者の他施設での課題実験支援を必要に応じて共同実験者として実施する。

また、産業分野での放射光利用者コミュニティ形成に向けて、他放射光施設の協力・協賛のもとに SPring-8 産業利用報告会を開催する。

【機関名：公立大学法人兵庫県立大学】

共用利用体制は構築済みであり、光ビームプラットフォームを利用してより丁寧な利用者支援、安定したビームライン運用および技術向上に当たる。運営委員を正副 2 名選出し、運営委員会等に参加して光ビームプラットフォームの事業活動に関する討論や審議に参画するとともに事業の円滑な推進に協力する。コーディネーター1 名を配置して、施設間連携および利用促進に努める。

放射光高度利用推進に関わる体制として、所内に「放射光先端分析研究センター」

を設置している。このセンターはプラットフォーム施設と連携して、放射光分析技術開発を進めて成果を利用者支援に活用する。

【機関名：国立大学法人大阪大学】

共用装置の利用支援体制は構築済みである。これを強化するため、コーディネーター2 名（研究員）を本事業で雇用し、レーザー・放射光の融合領域活性化を目指した利用支援に取組み、他機関と協働しつつ、レーザーユーザーを放射光に導引する利用支援を積極的に行う。令和元年度に取組を開始した『レーザーと放射光の連携課題』を引き続き実施し、レーザーユーザーに放射光の利用を斡旋して連携活用を働きかける。特に、CRM の考え方にたち、これまで当大学の共用装置の利用を行った既存レーザーユーザーに対して積極的に働きかけ、活用件数の増大を図る。また、レーザー・放射光の融合領域や装置に関する情報発信を継続することで、双方のコミュニティ、関連企業に施設の相互利用を促す。さらに、新規ユーザー獲得を目的として幅広いコミュニティに対して情報発信を行うため、令和 2 年度も、当機関のレーザー科学研究所（以下、「レーザー研」という。）と産学連携推進部やグローバルイニシアチブセンターとの情報共有体制を整備し、広報戦略などにおいて連携を強化し、利用支援を推進する。

【機関名：学校法人立命館】

当機関は規模が比較的小さいものの、職員であるセンター長、副センター長、技術スタッフ等によって利用支援体制をとっており、従来の共用促進事業や自主事業等に基づいて利用制度も確立している。ここに、施設連携や標準化等の光ビームプラットフォームの活動に従事するコーディネーター1 名を加え、利用支援体制をより強固なものとする。

【機関名：公益財団法人科学技術交流財団】

ユーザー対応の専門スタッフを統括するリエゾン 1 名、問合せ対応、利用申込から報告書提出に至るまでの諸手続き支援、試料準備から結果解析までの支援、並びに広報活動等を担う産業利用コーディネーター4 名、およびユーザー利用の技術指導とサポートを担務する技術指導研究員をビームラインにつき1～2 名配置している。令和 2 年度も、施設横断利用の課題抽出や標準化活動の運営を担う共用コーディネーター1 名および施設横断的に一貫したユーザー支援を担うと共に標準化活動も担う技術指導研究員 1 名を本事業で雇用することで継続的にユーザー支援業務を行う。

【機関名：学校法人東京理科大学】

赤外自由電子レーザー（以下、「FEL」という。）の利用支援体制を、センター長 1 名、FEL 運転技術者 1 名、光利用支援研究員 1 名、産学連携コーディネーター1 名および事務職員 1 名で構成する。FEL 運転技術者は、FEL ハードウェアの維持・管理を行い、安定した光ビームを利用者に提供する。本事業で雇用する光利用支援研究員は、光照射データ獲得・収集のための準備、光ビーム利用者の支援の他、④に掲げる施設連携を通じた技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）に関する業務を実施する。産学連携コーディネーターは、当センターの広報活動、企業との共同研究の呼び込み等を行う。

②共用機器

【機関名：公益財団法人佐賀県地域産業支援センター】

九州 SR では、「地域産業の高度化と新規産業の創出」、「優秀な頭脳の集積」、「多様な産学官連携拠点の形成」、「先端科学技術を担う人材の育成」及び「科学技術への理解の促進」の 5 項目を目標に、半導体や電池、プラスチックなどの様々な材料の原子レベルでの解析のほか、微細加工や突然変異育種などの研究のため、1.4 GeV 電子蓄積リングで発生させた放射光を 6 本の県有ビームライン（軟 X 線～硬 X 線）に導いて共用に供する。

【機関名：公益財団法人高輝度光科学研究センター】

本事業においては、産業利用推進室が所管する SPring-8 の 3 本のビームライン（BL14B2、BL19B2、BL46XU）を共用設備とする。そのビームラインで使用できる代表的な共用機器を記す：

1) XAFS 測定装置（BL14B2： 代表的な触媒元素の Pd、 Rh、 Ru や触媒担体に用いられる Zr、 Ce などの重元素で広域な K 吸収端の XAFS スペクトルが得られる。）
2) X 線イメージング装置（BL14B2、BL46XU： 冷凍食品中の微細な氷結晶など、通常の X 線 CT 装置では検出できない低コントラストな対象を観察できる。BL46XU は 1μm 程度の高分解能観察や時分割観察が可能である。）
3) 多軸回折装置（BL19B2、BL46XU：厚さ数 nm の薄膜試料の結晶構造や配向評価、外力印加で発生する歪測定、水溶液中の金属錯体構造解析など多様な測定に柔軟に対応できる。BL46XU は微小試料の測定、BL19B2 は X 線損傷の懸念がある試料に適する。）
4) 粉末 X 線回折装置（BL19B2： 微量な粉末試料でも短時間で高波数分解能な粉末 X 線回折データが全自動で得られる。試料温度 100 K～1,000 K の範囲で試料温度を制御した全自動測定が可能である。Fe より重く Ba より軽い元素では異常分散効果を利用した測定が可能である。）

5) 小角及び極小角散乱装置(BL19B2:0.005 nm^{-1} ～ 3.0 nm^{-1} の波数域での小角散乱を全自動で測定できる。異常分散効果を利用した測定も可能である。)
6) 硬 X 線光電子分光装置(BL46XU:SPring-8 発祥の測定技術で 6 keV～14 keV の X 線励起で発生する光電子スペクトルの測定により従来法では不可能だった材料深部の化学状態の非破壊観測が可能である。大気非暴露測定や電圧印加応答測定も可能である。)

【機関名:公立大学法人兵庫県立大学】

ニュースバル放射光施設(以下、「ニュースバル」という。)が共用設備であり、軟X線領域の高輝度放射光を発生できる施設である。以下の 9 本のビームラインを有する。

1) BL01(γ 線ビームライン) コンプトン散乱ガンマ線(1～76 MeV)を発生し、光核反応研究、対生成陽電子発生と利用、核変換やガンマ線非破壊検査等を行う。
2) BL02(LIGA 大面積ビームライン) 12 keV 以下の X 線を用いて A4 サイズでマイクロ構造体の高アスペクト比放射光加工を行う。
3) BL03(EUVL ビームライン) 極端紫外線(EUV)リソグラフィー技術の開発用にコヒーレントスキャトロメトリ顕微鏡を設置し、マスク欠陥検査を行う。
4) BL05(産業用分析ビームライン) 回折格子分光器と二結晶分光器を有した2本のブランチを持ち、4 keV までの XAFS 測定によって、産業材料の局所構造分析を行う。
5) BL06(新素材創製ビームライン) 1,000 eV までの白色光により、表面改質を行う。4段の差動排気により、軟 X 線領域でガス雰囲気照射が可能となっている。
6) BL07(アンジュレータ分析ビームライン) 3 m アンジュレータ光をミクロビーム化し、光電子分光・吸収分光により、物質中の結合状態や局所構造を分析する。
7) BL09(アンジュレータ EUVL ビームライン) 11 m アンジュレータのコヒーレントで高輝度な軟X線を用いて干渉計測、干渉露光、発光分光、材料分析等を行っている。
8) BL10(EUV 汎用ビームライン) 世界最大の反射率計を有し、800 mm の直径を有する多層膜ミラーの反射率を測定することができる。
9) BL11(LIGA ビームライン) 基板の走査機構、および多軸稼働ステージにより、平面のみならず立体形状へ 2 keV から 7 keV の X 線を露光し、マイクロ立体構造体を形成する。

【機関名：国立大学法人大阪大学】

レーザー研が所有する、多様なレーザー装置及び光分析・計測装置を含む光学材料データベースシステム（光学材料 DBS）を引き続き共用機器とする。多様なレーザー光源（真空紫外から中赤外域、フェムト秒からマイクロ秒）及び高輝度白色光源の利用を提供する。計測面でも、本研究所独自開発の真空紫外ストリークカメラを始め、2 次元空間分解分光器、イメージング測定系や低温クライオスタットも備え、様々な光学測定に対応する。

【機関名：学校法人立命館】

SR センター共用ビームラインを共用設備とする。放射光軟 X 線を中心にして、赤外、硬 X 線もふくむ幅広いエネルギー領域をカバーする分光実験が可能なビームライン（実験装置）が 7 台、共用に供されており、機能性材料の評価を中心とした利用実験が行われている。

【機関名：公益財団法人科学技術交流財団】

共用設備は、あいちシンクロトロン光センターが保有する、以下に示す 8 本のビームラインとする。

1) 硬 X 線 XAFS Ⅰ（BL5S1）：硬 X 線領域（エネルギー 5 ～ 20 keV）の X 線吸収微細構造（XAFS）測定を行い、材料中の原子の結合状態や局所構造を解析する。
2) 硬 X 線 XAFS Ⅱ（BL11S2）：硬 X 線領域（エネルギー 5 ～ 26 keV）の X 線吸収微細構造（XAFS）測定を行い、材料中の原子の結合状態や局所構造を解析する。
3) 軟 X 線 XAFS・光電子分光 Ⅰ（BL6N1）：軟X線領域（エネルギー 1.75 ～ 6.0 keV）の X 線吸収微細構造（XAFS）測定や光電子分光が可能で、材料中の原子の結合状態や局所構造を解析する。
4) 軟 X 線 XAFS・光電子分光 Ⅱ（BL1N2）：軟 X 線領域（エネルギー 0.15 ～ 2.0 keV）の X 線吸収微細構造（XAFS）測定を行い、材料中の原子の結合状態や局所構造を解析する。
5) 真空紫外分光（BL7U）：真空紫外から超軟 X 線領域（エネルギー 30 ～ 850 eV）の吸収分光および内殻準位や価電子帯の光電子分光が可能で、無機・有機材料、特に燃料電池や磁性材料の化学状態や電子状態を評価解析する。
6) 粉末 X 線回折（BL5S2）：エネルギー 5 ～ 23 keV の X 線を用いて、粉末状結晶あるいは多結晶の試料でX線回折測定を行い、結晶構造や粒径を評価する。

7) 薄膜 X 線回折（BL8S1）：エネルギー 9.1、14.3、22.7 keV の X 線を用いて、有機・無機多層膜の X 線反射率測定、X 線 CTR 散乱測定等を行うことができる。
8) 広角・小角 X 線散乱（BL8S3）：エネルギー 8.2、13.5 keV の X 線を用いて、X 線小角散乱法により、分子薄膜や繊維など、主に有機・高分子材料の構造を解析する。また、小角と広角の同時測定も可能である。

【機関名：学校法人東京理科大学】
共用設備は、FEL とする。その主な特徴は、① 5～14 μm（中赤外領域）で周波数可変、② 高出力パルス光源、③ 直線偏光性を有すること、等である。ほとんどすべての分子は中赤外領域に強い吸収帯を有するため、多くの分子（材料、生体関連分子、表面吸着物質等）が実験対象となりうる。特に②の特徴を利用することにより、一度に複数の光子を吸収する多光子吸収過程が生じ、通常の中赤外光源では達成できない化学反応を誘起できることから、共用に際してこの特徴を活かした利用を積極的に推進する。

③人材育成
【機関名：公益財団法人佐賀県地域産業支援センター】
九州 SR の本来業務により、企業の若手研究者や大学院生を対象としたサマースクールを開講し、ユーザー層の人材育成を進める。また、光ビームプラットフォームの標準化活動やデータ収集実験などによる技術交流を通して、当センター及び他構成機関の技術者や研究者のスキル向上や人材交流を行う。

【機関名：公益財団法人高輝度光科学研究センター】
XAFS 測定標準化、HAXPES 標準化、小角散乱測定標準化等の活動の一環として実施するラウンドロビンへの参加と、標準化活動で得られた知見の学会発表や論文投稿を通じて、各技術を担当する職員の技術、知識の修得・深化を図る。また、利用者の放射光利用に関する知識、技術の向上に向けて、これまでどおり研修会、講習会を実施する。

【機関名：公立大学法人兵庫県立大学】
ニュースバルは大学の所有であり、当機関の高度産業科学技術研究所に配属された卒業研究生、大学院生のほかに工学研究科などの学内共同研究を実施している大学院生が利用して、放射光の知識や利用経験を有した人材を育成している。また、工学部材料工学コースの3年生を対象として、ニュースバルでの3回の実習を含んだ材料工学実験Ⅲを開講しており、当大学の特有の放射光教育を行っている。さ

らに、近隣の市町村等との協力のもとで、企業の技術者を対象にニュースバルでの実習を伴った講習会を実施し、地元産業界での人材育成に取り組んでいる。また、当機関及び他実施機関等の若手技術者・研究所の人材育成を目的に、光ビームプラットフォームのラウンドロビンの実施/派遣/受入れを推進する。

【機関名：国立大学法人大阪大学】

人材育成は、本事業における当機関のミッションの一つである。レーザー及び放射光両分野の研究者、学生、関連企業を交えた勉強会やセミナーを令和元年度に引き続いて継続し、これらの融合領域や双方の装置に関する豊富な知識を有する人材の育成を行う。令和元年度同様に、令和 2 年度も学生向けの単位認定講座『放射光とレーザー』(全 14 回)を開講し、次世代人材の育成に注力する。また、プラットフォーム関係者や企業研究者の参加が可能な公開セミナー、および放射光・レーザーの融合領域の創出に向けたシンポジウム(レーザー・放射光連携シンポジウム)を、従来より質の向上を図りつつ、それぞれ年 1 回開催する。さらに、光科学に関する国際会議(OPIC2020)にて放射光及びレーザー分野の専門会議を開催する。また、標準データを収集するレーザー実験を構成機関間で公開して、光ビームプラットフォームの放射光とレーザーの研究者・技術者層の交流を活性化し、ノウハウの共有と技術・知見の修得を図る。

【機関名：学校法人立命館】

SR センターは、大学の付属施設であることから、特徴ある学部教育の一環として放射光利用実験がカリキュラムに組み込まれており、学部 3 年から放射光利用の機会を持っている。そして、大学院学生も研究に積極的に利用している。これらのカリキュラムを通して放射光を担う次世代人材の育成を行っている。

また、任期制のビームライン担当者はユーザー支援を行うだけでなく、新規手法の開発や解析システムの構築に参画することで、放射光利用研究のエキスパートに成長し、企業や他大学に転出し、新陳代謝が活発に行われている。

これらの実績をもとに、令和2年度においては、ビームライン担当者が軟 X 線 XAFS ラウンド ロビンに主体的に取り組むことで、高度な解析技術をもつ人材を育成する。

【機関名：公益財団法人科学技術交流財団】

令和元年度に引き続き、実際に測定装置を使用して測定を実体験させる実地研修や解析技術の講習会を実施する。また成果公開無償利用課題の発表会を実施する。

当センターの専門スタッフについては、ラウンドロビンや施設連携の利用支援に積

極的に参加させ、他施設の測定を体験させることで技術交流を図る。

【機関名：学校法人東京理科大学】

FEL センターにおいては、卒業研究生および修士課程の大学院生が光利用実験の中核であるので、将来的に企業等において分子や材料等に関する基礎知識を有し、レーザー光を用いる計測や分析を遂行できる人材を育成することが本来業務である。FEL の発振原理は放射光、出力はレーザー、と両者の特長を合わせもつ。そのため、特に阪大レーザー研に所属する学生及び留学生を対象に、先端光源の特徴や利用法を教示し、レーザーと放射光の融合領域の知見を有する人材の育成に注力する。

学内においては Chemical Physics Seminar を開催し、赤外光科学の知識を有する学生の育成に努める。また FEL ユーザーミーティング（バイオ系を中心に）を企画し、電磁波を用いた生化学研究の最新の動向をフォローするとともに、各種光源の特徴を理解して研究活動を展開できる人材の発掘・育成を行う。

④ノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

【機関名：公益財団法人佐賀県地域産業支援センター】

九州 SR では、硬 X 線 XAFS と軟 X 線 XAFS は実験が可能であることから、GL 機関である JASRI 及び KEK と協調し、硬 X 線 XAFS と軟 X 線 XAFS のラウンドロビンに積極的に参加し、標準化の推進と、データの蓄積・ノウハウの共有による技術力向上と利用者支援を行う。

【機関名：公益財団法人高輝度光科学研究センター】

1) XAFS 標準化に向けて測定データフォーマット更新の検討に参画する。
2) 平成 28 年度に公開した XAFS スペクトルデータベースに、新規に測定した試料のデータの追加と公開を行う。
3) XAFS 標準化に向けて 4 keV から 30 keV に吸収端を有する元素を対象としたラウンドロビンを BL14B2 で実施するとともに、他施設での XAFS 測定に参加する。また、BL19B2 での XAFS 測定にも取り組む。
4) HAXPES 標準化に向けて検出深さの定量化と定量組成分析に向けた相対感度係数の検討を目的とするラウンドロビンを BL46XU で実施するとともに、他施設での HAXPES 測定に参加する。これまで実施してきた 8 keV 励起測定に加えて 6 keV 及び 10 keV 励起測定も行う。10 keV 励起測定は明治大学とシエンタオミクロン社の協力のもとに実施する。また、実験室装置をもちいた電子分光測定の標準化も視野に入れつつ、測定データフォーマットの検討

に着手する。更に、これらの測定で得られたデータの公開を行う。

5) これまでに実施した小角散乱のラウンドロビン測定のデータを検討し、公開する。必要があれば BL19B2 での測定を追加して実施する。

6) XAFS と HAXPES の測定データ集を発行する。

【機関名：公立大学法人兵庫県立大学】

光ビームプラットフォームの他の実施機関と連携して、軟 X 線 XAFS のラウンドロビンに積極的に参加し、標準化の推進とデータの蓄積を進める。また、オペランド測定、大気圧測定など高度測定技術のノウハウの共有による性能向上を行って、利用者に対する支援を質的に拡大する。

【機関名：国立大学法人大阪大学】

これまで事業活動の一環として取得してきた一連のデータの公開を行う。

また、令和元年度整備した高輝度白色光源を用いた可視領域の光学測定系の積極的な利用をユーザーに促し、より高度なデータ取得の実績を他のユーザーへの宣伝に活用する。放射光とレーザー光の連携課題としてユーザーから要望があった、放射光施設に可搬可能な小型レーザー装置の整備等を行い、「光励起下における材料物性」等の新領域の発展を推進する。

【機関名：学校法人立命館】

軟 X 線 XAFS のラウンドロビンを主導し、各施設にある軟 X 線ビームライン、検出手法の評価を行い、軟 X 線スペクトルの標準化に取り組む。

【機関名：公益財団法人科学技術交流財団】

あいち SR は、地域発課題連携推進グループのグループリーダーとして、施設横断的に一貫したユーザー支援の実現を図る。

1) 従来からのユーザー情報や事例検索ホームページ等を活用し、施設連携活動を推進する。

2) 具体的な施設連携課題は各施設間で相談し、ユーザーの了解のもと、他施設への斡旋・紹介、元施設からの支援研究者派遣など、積極的な支援を行う。

3) 平成 29 年度に運用を開始した、プラットフォーム参画機関のビームライン情報、公開事例検索システムの維持・更新を進める。また、ユーザーにとって、より活用しやすい施設横断情報が取得できるように、必要に応じてホームページの改良を行う。

4) 施設連携の促進並びに標準化活動の一環と人材育成に向けた取組として、ユーザーと支援研究者のための試料持込を前提とした施設横断合同研修会を

各施設でそれぞれ開催する。

また、あいちSRは放射光高度利用推進グループの一員としてJASRIとKEKに協力し、あいちSR内ビームラインにおける標準試料のラウンドロビンの実施、他施設での標準試料測定への参加を行う。また、標準試料データベースのユーザー活用を広げるため、プラットフォーム内外機関と協力し、データの一元管理を含めた活動を推進する。

【機関名：学校法人東京理科大学】

施設連携に関しては、光ビームプラットフォーム内だけでなく、遠赤外自由電子レーザーを保有する大阪大学産業科学研究所、広帯域の中赤外自由電子レーザーを保有する京都大学エネルギー理工学研究所、近赤外から可視光の自由電子レーザーを有する日本大学量子科学研究所との共同研究を実施する。これにより、FEL施設コミュニティの形成と技術的ネットワークの構築、FEL照射解析技術の高度化を図り、ユーザー支援に活用する。

⑤その他

【機関名：公益財団法人佐賀県地域産業支援センター】

平成 30 年度の中間評価結果に対処するための、光ビームプラットフォームとしての施策策定・実施に積極的に協力する。

【機関名：公益財団法人高輝度光科学研究センター】

学会発表、論文投稿により放射光測定標準化で得られた知見の普及を行う。研究会、講習会、研修会の実施を通じて利用者及び潜在的利用者の放射光技術に関する知識と技術を高める。

平成 30 年度の中間評価結果に対処するための、光ビームプラットフォームとしての施策策定・実施に積極的に協力する。

【機関名：公立大学法人兵庫県立大学】

高度産業科学技術研究所主催の「ニュースバルシンポジウム」、大学主催の「知の交流シンポジウム」、兵庫県が開催する「国際フロンティア産業メッセ」などの関連する様々な展示会・交流会を通じて、学内若手教員・地元産業界に本事業の周知を行い、放射光利用の普及を図る。また、異分野教員間の連携を深めることで各ビームラインの性能向上に努める。

平成 30 年度の中間評価結果に対処するための、光ビームプラットフォームとしての施策策定・実施に積極的に協力する。

【機関名：国立大学法人大阪大学】
平成 30 年度の中間評価結果に対処するための、光ビームプラットフォームとしての施策策定・実施に積極的に協力する。

【機関名：学校法人立命館】
平成 30 年度の中間評価結果に対処するための、光ビームプラットフォームとしての施策策定・実施に積極的に協力する。

【機関名：公益財団法人科学技術交流財団】
平成 30 年度の中間評価結果に対処するための、光ビームプラットフォームとしての施策策定・実施に積極的に協力する。

【機関名：学校法人東京理科大学】
平成 30 年度の中間評価結果に対処するための、光ビームプラットフォームとしての施策策定・実施に積極的に協力する。

(iii) 協力機関の取組
協力機関は設置していない。

2．2 実施内容（代表機関）
【機関名：大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構】
①プラットフォーム運営体制の構築
1) プラットフォーム実施機関、協力機関、事業支援機関と連携するための取組
代表機関である KEK が、令和元年度までと同様に令和 2 年度も事務局を運営した。事業に関わる審議や進捗状況等の情報共有を行う運営委員会を3回実施し、円滑な事業の運営を図った。主要な取組課題については、表 1（再掲）に示す GL 機関が、機動力のある事業の推進を主導した。施設間での実験データの比較検証を行うラウンドロビンの議論や個別の課題に際しては、適時に個別会議を実施して、遅滞のない運営を行った。
また、各構成機関の進捗状況を四半期毎に把握し、運営委員会、メール、ファイル共有用のレンタルサーバ等のツールを用いて進捗状況を構成機関で情報共有することで、機関間の連携強化を支援した。令和 2 年度の運営委員会の開催実績を表 2 に示す。可能であれば対面会議を織り交ぜて実施したかったが、コロナ感染症拡大防止のために、令和 2 年度の会議は結果的にすべてオンラインでの開催となった。

表 1(再掲) グループリーダー機関の設置

取組課題	グループリーダー機関
①事業全体の取り纏め及び事業の円滑な推進	KEK
②企画運営	
③放射光高度利用推進	JASRI 及び KEK
④地域発課題連携推進	あいち SR
⑤人材育成	大阪大学

表 2 令和2年度の運営委員会の開催実績

会議	日程	形式	参加者数
第1回運営委員会	令和2年5月29日	オンライン会議	15人
第2回運営委員会	令和3年1月22日	オンライン会議	13人
第3回運営委員会	令和3年3月10日	オンライン会議	12人

事業の進捗状況は運営委員会における報告やメールの活用などにより、四半期毎に把握を行った。その他、事務局は本事業に関わる文部科学省の窓口として活動し、委員会の開催情報や共通基盤領域に関わる公募情報等を随時実施機関に周知したり、必要に応じて資料の集計や取り纏め等を行った。

2) 他のプラットフォームと連携するための取組

本事業が開始された平成 28 年度以降、共用プラットフォームの 5 団体は JASIS 展示会への合同出展や担当者間の打合せを継続して実施してきた。令和 2 年度も引き続き同様な活動を行い、JASIS2020(令和 2 年 11 月 11 日～13 日、幕張メッセ国際展示場、図 1)に合同出展してプラットフォーム間の交流を深め、イベント情報の共有や、ユーザーに対しての相互の斡旋・紹介を行った。なお、今回の JASIS2020 では、コロナ感染症拡大防止策として、パンフレットや資料などは紙媒体での配布を自粛し、ウェブ上でデジタルコンテンツを配布する対応をとった。

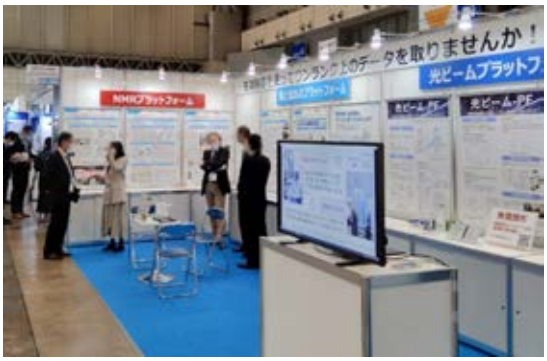


図 1 JASIS2020 出展風景

主催者の発表による総来場者数、及び我々の出展ブースへの来場者数を表 3 に示す。コロナ感染症拡大に起因して全体の総来場者数は令和元年度より著しく減少したが、出展ブースに立ち寄ったブース来場者数は総来場者数の1%で、その率はおおむね令和元年と同程度であった。0.3 ポイントの低下については、総来場者数の中には出展関係者がかなり含まれることや、従来、同期間中に隣接する国際会議場で開催される文部科学省主催の共用促進事業に関わるシンポジウムが、今回延期となって相乗効果が期待できなかったことなど、複数の要因が考えられる。

表 3　JASIS2020 における共用プラットフォーム・ブースへの来場者数

	JASIS 総来場者数	ブース来場者数※（割合）
JASIS2020	7,299 人	75 人 （1.0%）
（参考）JASIS2019	23,409 人	307 人 （1.3%）

※：計測はスマートデバイスによる見学者 ID の読取りによって実施

また、共用プラットフォームの連携に関しては、個々のプラットフォームが抱える課題の情報共有や課題解決のための議論を協力して取り組んだ。共用プラットフォーム連絡協議会のメンバー間で、活動状況の共有や連携の将来展開案等について、オンライン会議やメールによる議論を繰り返し行った。ナノテクノロジープラットフォームや TIA とも交流を維持し、共用の促進に役立てた。

②利用支援体制の構築

共用は各機関の自主事業として取組み、光ビームプラットフォームは連携を活かして、複数施設の活用による高度な課題解決、及び標準化を通したサービス基盤の構築という上位サービスの提供を行うことで、産学官の課題の解決を支援することを目標とした。複数施設の活用による高度な課題解決については、地域発課題連携推進の GL 機関であるあいち SR が中核となって活動するとともに、各構成機関も利用者に積極的に斡旋・紹介を行うことで実施事例を蓄積した。また標準化については放射光高度利用推進の GL 機関である JASRI と KEK が中核となって、標準試料を用いたスペクトルデータ収集実験に取り組んだ（具体的内容は⑥項に記載）。

このような形で事業を推進するため、KEK はコーディネーター1 名（エフォート 80%）を雇用し、光ビームプラットフォームの事務局の任にあてた。コーディネーターは本事業の責任者に協力し、プラットフォームの円滑な運営を行った。具体的には、コーディネーターは運営委員会の招集・開催、ラウンドロビン等の事業の進捗把握、事業に関わる資料作成、ホームページの維持管理、広報活動、展示会やシンポジウム等のイベントの企画・運営、予算管理などを行った。また、放射光高度利用推進の

GL 機関として、KEK-PF の硬 X 線分光や軟 X 線分光の専門家である職員と調整を行い、ラウンドロビンを推進した。

実施機関でも GL 機関を中心にスタッフの雇用が行われた。本事業による令和 2 年度のスタッフ雇用状況を表 4 に示す（2.2 章以降の各機関の利用支援体制の内容をもとに整理）。

表 4　本事業で雇用されたスタッフとそのエフォート Ef* 及び業務内容

機関	要員	期間	Ef	業務内容
KEK	コーディネーター	通期	80 %	事務局、事業取り纏め・運営等
兵庫県立大学	コーディネーター	通期	100 %	事業コーディネート
大阪大学	コーディネーター	4~6月	100 %	人材育成、LSC2020開催支援
	コーディネーター	4~8月	100 %	人材育成、分野融合、運営支援
	コーディネーター	9~3月	35 %	人材育成、分野融合、運営支援
	コーディネーター	9~3月	35 %	人材育成、分野融合
立命館大学	コーディネーター	通期	25 %	人材育成、分野融合
あいち SR	コーディネーター	通期	100 %	施設連携、標準化、運営支援
	技術指導研究員	通期	100 %	施設連携、標準化
東京理科大学	技術員	通期	10 %	施設連携、領域融合

＊ ： エフォートは勤務期間における配分率

KEK-PF の利用支援体制に関しては、大学共同利用機関法人の共用施設として学術利用に関する共同利用の体制は確立しており、産業利用に関しても、旧事業及び自主事業により体制は構築されている。その上で、本事業による産業利用の促進や、標準化・施設連携の取組等については、コーディネーターが KEK-PF の産業利用関係者と調整を行い、利用支援体制の維持改善に協力した。

図 2　ホームページ
https://photonbeam.jp

③ワンストップサービスの設置

令和元年度までと同様に、令和 2 年度においても事務局が主体となっ

て光ビームプラットフォームの一元的な情報提供や総合相談窓口のためにホームページの維持を行い、掲載情報の更新やコンテンツの充実化を行った(図 2)。各構成機関のニュース、イベント情報、実験課題募集日程などをトップページに掲示してポータル的な運用を行うことで、ワンストップ的な情報サービスを運用した。さらに、春季に発せられた緊急事態宣言の際には、構成機関の放射光施設の運転状況やユーザー受入対応などの速報を一覧整理し、トップページで頻繁に更新しつつ情報発信を行った(図 3)。

図 3 緊急事態宣言時にホームページ上で行った施設情報の発信

ホームページの閲覧状況は令和元年度同様に、Google Analytics を用いて統計処理を行った。令和2年度の1年間の累計のページビュー数と訪問数(セッション数)はそれぞれ 15,001 と 5,612 で、令和元年度の 15,540 と 5,599 とおおむね同数であった。ホームページの全訪問数に対する再訪問数の割合(リピーター率)は1年間平均で 12%だった。アクセスは、シンポジウムの開催情報などの、メーリングを活用したプッシュ型の情報発信に敏感に反応して増加することが確認された。

ホームページには電子メールによる相談窓口の機能があるが、シンポジウム等の参加申込以外のメール相談は令和元年度同様に少なく、1 件であった(令和元年度は 2 件)。問合せが少ない背景としては、施設連携の活動によって各機関の相談窓口におけるワンストップ化が進んだこと、ユーザーも他施設の利用について気兼ねなく相談するようになったこと、施設横断検索等の公開情報の充実化により相談の必要性が減ってきたこと、などによるものと考察している。さらにもう 1 点、ユーザーの固定化が進み、問合せを必要

図 4 施設横断検索
http://search.astf-kha.jp/Search1.php

とする機会自体が減少してきたことも一因ではないかと思われる。

このホームページからリンクが張られている、あいち SR が主体となって平成 28 年度に構築した“光ビームプラットフォーム施設横断検索”のウェブサイト（図 4）は、詳細な設備情報と 3,900 件を超える豊富な利用事例の掲載が特長であり、令和 2 年度は約 3,800 のアクセスがあった。実装開始以降の累計では 11,000 アクセスを超えて活用されている状況である。

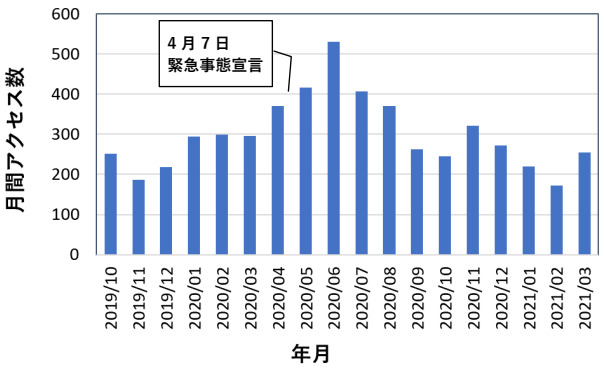


図 5　施設横断検索の月間アクセス数の推移

この施設横断検索サイトは、コロナ感染症の流行が見られはじめた令和 2 年 1 月頃より徐々に利用頻度が高まり、令和 2 年度上半期においては、緊急事態宣言が解除になった 5 月 25 日以降、6 月にアクセスのピークが見られた（図 5）。これは実験可能な施設の検討のために実験事例や設備性能などの調査に多用されたためではないかと推測される。

その他、利用支援を推進する上で光ビームプラットフォームとしての知名度を高めることが重要であるとの認識から、令和元年度までと同様に広報活動に注力し、展示会への出展やシンポジウムなどの開催のほか、各構成機関が主催する講習会や報告会等に対して協賛などの形で積極的に相互協力を行った。主催・後援・協賛等を行ったイベントの一覧を表 5 に示す。これらにより光ビームプラットフォームのワンストップサービスの基盤維持を行うとともに、将来に向けた自立化の一助とした。

表 5　主催・後援・協賛等イベント一覧*

日程	主催者	参画	イベント名	人数
令和 2 年 4 月 22~24 日	大阪大学	共催	conference on Laser and Synchrotron Radiation Combination Experiment 2020 (LSC2020) （オンライン）	50
令和 2 年 7 月 9 日	JASRI	協賛	小角 X 線散乱測定研修会 （対面）	9
令和 2 年 7 月 16 日 他、3 回	JASRI	協賛	【常時募集】初中級者を対象とした XAFS 測定研修会 （ハイブリッド、対面）	16
令和 2 年 7 月 16 日	JASRI	協賛	X 線イメージング実験研修会 （ハイブリッド）	9
令和 2 年 7 月 17 日	JASRI	協賛	粉末回折測定研修会 （ハイブリッド）	4

令和 2 年 9 月3~4 日	サンビーム、 他	協賛	第 17 回 SPring-8 産業利用報告会 （ハイブリッド）	232
令和 2 年 9 月 15 日 他 4 回	愛知県	協賛	愛知県実地研修（X 線回折, XAFS） （対面）	計 12
令和 2 年 9 月 23 日	IUSS、他	後援	SPring-8 データ科学研究会（第 8 回）／兵庫県マテリアルズ・インフォマティクス講演会 （オンライン）	12
令和 2 年 10 月 21 日	九州 SR	協賛	第 14 回九州シンクロトロン光研究センター研究成果報告会 （対面）	91
令和 2 年 10 月 30 日	愛知県、 あいち SR	協賛	第 8 回あいちシンクロトロン光センター事業成果発表会 （対面）	92
令和 2 年 11 月 6~7 日	JASRI	協賛	硬 X 線光電子分光測定研修会 （対面）	2
令和 2 年 11 月 9 日 他、2 日	愛知県	協賛	シンクロトロン光計測入門講習会 （対面）	計 43
令和 2 年 11 月 24 日	JASRI	協賛	第 3 回放射光・中性子の連携利用に向けた合同研修会、小角散乱測定研修会 （対面）	6
令和 2 年 12 月 8 日	JASRI	協賛	粉末回折測定研修会 （対面）	4
令和 2 年 12 月 8 日	あいち SR	協賛	AichiSR／SPring-8 施設横断合同研修会 2020 （対面）	3
令和 2 年 12 月 18 日	JASRI、他	後援	第 9 回 SPring-8 グリーンサスティナブルケミストリー研究会/第 55 回 SPring-8 先端利用技術ワークショップ （オンライン）	77
令和 2 年 12 月 20~23 日	SPRUC、他	後援	第 4 回 SPring-8 秋の学校 （対面）	47
令和 2 年 12 月 21 日	名古屋大学 SR センター	協賛	2020 年度 XAFS 入門講習会 （ハイブリッド）	53
令和 3 年 2 月 2 日	JASRI	協賛	SPring-8/AichiSR シンクロトロン光利用者研究会 施設横断合同研修会 「XAFS 測定研修会」 （オンライン）	2
令和 3 年 2 月 18 日	JASRI	協賛	2 次元検出器を用いた薄膜 X 線回折研修会 （オンライン）	5
令和 3 年 3 月 3 日	JASRI、他	後援	第 8 回 SPring-8 次世代先端デバイス研究会／ 第 56 回 SPring-8 先端利用技術ワークショップ （オンライン）	56
令和 3 年 3 月 4 日	JASRI、他	協賛	第 16 回 SPring-8 金属材料評価研究会／ 第 57 回 SPring-8 先端利用技術ワークショップ （ハイブリッド）	78
令和 3 年 3 月 4~5 日	JASRI、他	協賛	産業利用に役立つ XAFS による先端材料の局所状態解析 2020 （ハイブリッド）	33

令和 3 年 3 月 5 日	あいち SR	協賛	2020 年度シンクロトロン光産業利用セミナー （ハイブリッド）	74
令和 3 年 3 月 12 日	光ビーム PF	主催	光ビームプラットフォームシンポジウム （オンライン）	56
令和 3 年 3 月 21 日	日本化学会、 JASRI、他	後援	第 4 回 SPring-8 先端放射光技術による化学イノベーション研究会／第 60 回 SPring-8 先端利用技術ワークショップ （オンライン）	―
令和 3 年 3 月 25 日	大阪大学	協賛	レーザー・放射光産学連携セミナー及びレーザー・放射光合同シンポジウム （オンライン）	19
令和 3 年 3 月 26 日	JASRI、他	後援	SPring-8 データ科学研究会（第 9 回）／兵庫県マテリアルズ・インフォマティクス講演会 （オンライン）	12

* ・イベント欄のカッコ内は開催形式。ハイブリッドは対面とオンラインの併用。
・主催者欄の略称は以下の通り：
サンビーム： 産業用専用ビーム ライン建設利用共同体
IUSS： SPring-8 利用推進協議会
SPRUC： SPring-8 ユーザー協同体
・“ー”は参加者数が把握出来なかったことを示す

表 5 に示すイベントの開催数は 28 回、参加者総数は 1,097 人であった。令和 2 年度では、コロナ感染症拡大防止のために中止となったイベントが多かったため、参加者総数は令和元年度より約 32%少ない数値となった。ただし、オンライン開催の講習会は単体で見れば参加者が多いことから、今後、実習を伴わない場合には、オンライン開催がかなり普及するのではないかと思われる。また、ユーザーにとっても時間や経費の側面で負担が少なくなるため、参加できる機会が増え、人材育成の観点からも利点が多いように想像される。

なお、大阪大学の単位認定講座である基礎セミナーは、本事業の開始当初に放射光とレーザーの融合領域の人材育成の場として開設され、令和 2 年度は 3 コースが開講された（各コースは通年で全 14 回）が、従来の集計処理に準じてこの協賛リストには含めていない。それを加算する場合には、参加者は延べ 503 人（ユニーク数で 36 人）の追加となる。

④共用機器

KEK は大学共同利用機関法人として KEK-PF の共同利用を本来業務として行っている。放射光施設として、フォトンファクトリー（PF）及びフォトンファクトリーアドバンストリング（PF-AR）の 2 つの加速器リングにおいて計 47 のビームラインが整備され、令和 2 年度も共同利用に供された。これらの設備は、原則としてすべて企業による有償利用も可能であり、これら PF と PF-AR の全ビームラインが本事業の共用設備である。ただし、学術目的の共同利用が主務であることから、全ビームタイムの

80%以上は主務に充てられ、残りの 20%以内を有償利用や職員の優先ビームタイム等に活用することを一つの指標として運用が行われた。利用件数等の共用状況の統計に関しては後述する。

⑤人材育成

人材育成は、標準化及び施設連携とともに本事業の 3 本柱の一つである。人材育成は令和 2 年度も従来同様に下記の 3 つのカテゴリで捉え、それぞれに対して活動を行った。

1. レーザーと放射光の融合領域における次世代人材の育成
2. 標準化活動を通した構成機関の技術者・研究者層の人材育成
3. 施設利用者・外部研究者等の人材育成

1 項目は人材育成の GL 機関である大阪大学が主体的に取り組み、放射光とレーザーの分野融合をスコープとする基礎セミナーの開催などを行った(詳細は 2.3 実施内容(実施機関)の③人材育成、大阪大学の欄に記載)。このような大阪大学の活動に対し、光ビームプラットフォームも共催等の形で支援を行った。

2 項目は構成機関の協力のもと、令和元年度に引き続き、令和 2 年度もラウンドロビンを施設間で公開することにより、他施設の設備に関わる知見の吸収や実験解析ノウハウの共有などを支援し、促進を図った(図 6)。この取組は各機関のコーディネーターや技術支援者・研究者が人的交流を深められること、及び分析ノウハウや要点をラウンドロビンを通して OJT 的に相互共有しあえることにポイントがある。ただし、令和 2 年度においては、コロナ感染症拡大防止のために、外来者の受入制限や出張の自粛などにより、ラウンドロビンのデータ収集を自機関のスタッフだけで行うケースも多数あった。

3 項目は原則として各構成機関の本来業務や自主活動にもとづいた講習会、報

図 6 ラウンドロビンの場を活用した人材育成の実施例
(左)KEK-PF、令和 2 年 11 月 14 日
(右)あいち SR、令和 2 年 11 月 11 日

告会、研究会等により取組む整理とし、各構成機関が各々実施した。なお、平成 30 年度から取組を開始した施設横断合同研修会はユーザーに好評だったことから、令和 2 年度もあいち SR（令和 2 年 12 月 8 日）及び JASRI/SPring-8（令和 3 年 2 月 2 日）で実施された。

これらの人材育成の取組に際し、KEK は事業全体を俯瞰する代表機関として活動全般を把握し、必要に応じて機会の調整等を行って支援した。また、1 構成機関として、硬 X 線 XAFS や軟 X 線 XAFS 等に関わる複数の職員がラウンドロビンに協力し、KEK-PF における実験日程を確保するとともに、データ収集実験を通して人材交流の場を提供した。また、他機関で実施されるラウンドロビンにも参加して人材交流と人材育成に協力を行った。

3 項目に関わる研究会や講習会は各構成機関がそれぞれ自主的な取組を行った。その中で KEK-PF においては PF 研究会が 1 回（対面 1 回）、ユーザー向けの講習会が外部資金や自己財源の活用により、2 回実施された（対面 1 回、オンライン開催 1 回）。

⑥ノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

本項は、人材育成とともに本事業で大きな力点を置く事項であり、放射光利用実験の標準化の推進と、施設連携による放射光の高度利用支援の二つの取組を行った。

(1) 放射光利用実験の標準化の推進

令和元年度までの活動体制を維持しつつ、放射光高度利用推進の GL 機関である JASRI と KEK が密に連携して、X 線吸収微細構造（XAFS）と光電子分光（PES、ただし硬 X 線光電子分光は HAXPES という。）の標準試料のスペクトルデータ収集とラウンドロビンによる施設間の比較、データベース化の推進、実験手法の規約化等を進めた。また、硬 X 線 XAFS と光電子分光に加えて、軟 X 線 XAFS の検討も発展させた。プラットフォーム全体で行われたラウンドロビンの実験実施状況を表 6 に示す。なお、レーザー施設の標準試料を用いたデータ収集も本表に含めた。

表 6 ラウンドロビン、データ収集実験の実施状況

利用施設	日程	時間数	実験内容
あいち SR	令和 2 年 7 月 28~29 日	16 時間（4 シフト）	光電子分光
JASRI/SPring-8	令和 2 年 10 月 7~9 日	48 時間（6 シフト）	光電子分光
KEK-PF	令和 2 年 10 月 23~24 日	12 時間	軟 X 線 XAFS
あいち SR	令和 2 年 11 月 11 日	8 時間（2 シフト）	硬 X 線 XAFS 軟 X 線 XAFS

KEK-PF	令和 2 年 11 月 14~15 日	24 時間	硬 X 線 XAFS
JASRI/SPring-8	令和 2 年 11 月 22~23 日	24 時間（3 シフト）	光電子分光
JASRI/SPring-8	令和 2 年 11 月 24~25 日	24 時間（3 シフト）	光電子分光
立命館大 SR	令和 2 年 12 月 1~2 日	13.5 時間	軟 X 線 XAFS
九州 SR	令和 3 年 1 月 14~15 日	2 日	硬 X 線 XAFS
立命館大 SR	令和 3 年 2 月 25~26 日	18 時間＠BL02 18 時間＠BL10	軟 X 線 XAFS
あいち SR	令和 3 年 2 月 26 日	8 時間（2 シフト）	軟 X 線 XAFS
大阪大学 レーザー研	令和 3 年 2 月 22~26 日、 3 月 1~5 日	10 日	レーザー分光
あいち SR	令和 3 年 3 月 2~3 日	16 時間（4 シフト）	光電子分光
九州 SR	令和 3 年 3 月 2、5 日	2 日	tendar-XAFS
KEK-PF	令和 3 年 3 月 12 日	4 時間	軟 X 線 XAFS
KEK-PF	令和 3 年 3 月 16~17 日	22 時間	軟 X 線 XAFS
九州 SR	令和 3 年 3 月 18~19 日	2 日	硬 X 線 XAFS

ラウンドロビンの実験結果に関する従来の学会報告や、シンポジウムや学会企画講演等を通した普及・啓蒙活動により、ユーザーからも大きな関心が寄せられるようになった。令和 2 年度においては、企業ユーザーから 2 件の実験協力の申し出があり、光ビームプラットフォームでのラウンドロビンに使用した試料を貸与して、企業ユーザーによる硬 X 線 XAFS のラウンドロビンが行われた。1 件は SPring-8 にある専用ビームラインで、令和 2 年 7 月 2 日に実験が実施された。もう 1 件は九州 SR にある専用ビームラインで、令和 3 年 1 月 21 日に実験が実施された。なお、いずれも光ビームプラットフォーム内で公開して頂き、スペクトルの再現性やバックラウンドノイズ等の誤差要因等について、その場で共同作業による検討が行われた。このような形で、ユーザーと接点を持ちながら検討を進める段階に至ったことは、本事業での活動がユーザーにとっても非常に関心の高い、かつ、有用な活動である証拠と受け止められた。企業ユーザーにとっても、また、我々にとっても貴重な機会であったと考えている。

各手法に関する技術検討の進展度や、データ基盤形成に向けた活動、コミュニティの理解を目指した情報発信については、以下に個別に記述する。なお、一部の手法は実施機関が主体的に検討したものであるが、事業全体の進捗を俯瞰できるように、代表機関の実施内容の項で記述する。

＜硬 X 線 XAFS＞

令和 2 年度の実施計画に沿い、幅広いエネルギー域での各放射光施設の特徴を一層明確にするために、Au、Pt、Mo、Pd、In など中～重元素を含む物質、及び産業界が関心を持つ学会が頒布する参照物質や業界関連組織が頒布する標準物質を取り上げて、ラウンドロビンに取り組んだ。具体的には、中～重元素としては、大気中の安定性等も考慮して Pt、PbO、WO_3、Ta、Ir などを選択した。また、社会や産業界で使用される実試料として、鉄鋼の原材料である赤鉄鉱（不純物を含む Fe_2O_3）、触媒学会から頒布されている標準触媒の一つであるジルコニア（微量の不純物を含む ZrO_2）、ディスプレイに使用される蛍光物質（Er を含む）などを選択した。また、これらの実験を行うにあたり、例えば Quick XAFS の走査速度等の装置条件もパラメーターとして操作して、適正な実験条件の把握も併せて行った。実験結果の事例を図 7 に示す。

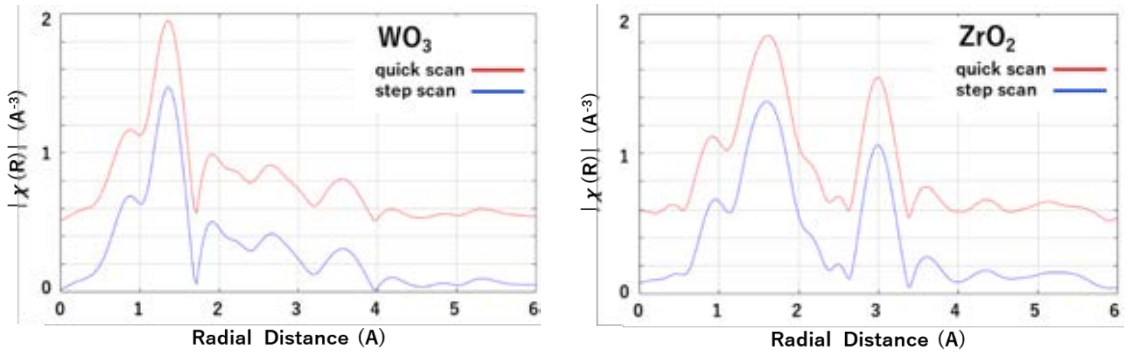


図 7　WO_3 と ZrO_2 の硬 X 線 XAFS の事例
step scan と quick scan の実験条件の評価も同時に実施

＜光電子分光＞

光電子分光の検討は JASRI/SPring-8 とあいち SR の 2 機関が推進した。後述するように、これまで行ってきた 3 keV、8 keV 励起の測定に加えて、令和 2 年度は 6 keV、10 keV 励起の測定を行った。なお、10 keV 励起測定は、HAXPES の実験室装置を扱っている明治大学や、光電子分光等の分析装置ベンダーであるシエンタオミクロン社の協力も得ながら実施した。得られた実験結果は理論計算値との比較検討を行って検証した。また、相対感度係数の表を論文で公開してユーザーの便に供した [†]。実験結果の事例を図 8 に示す。実験で得られた光電子分光のスペクトルデータは、データ基盤形成の項に記述するように、硬 X 線 XAFS のデータとともに、DVD 化して、頒布を行った。

† S. Yasuno, et al, Surf. Interface Anal. 52, 869 (2020). https://doi.org/10.1002/sia.6855.

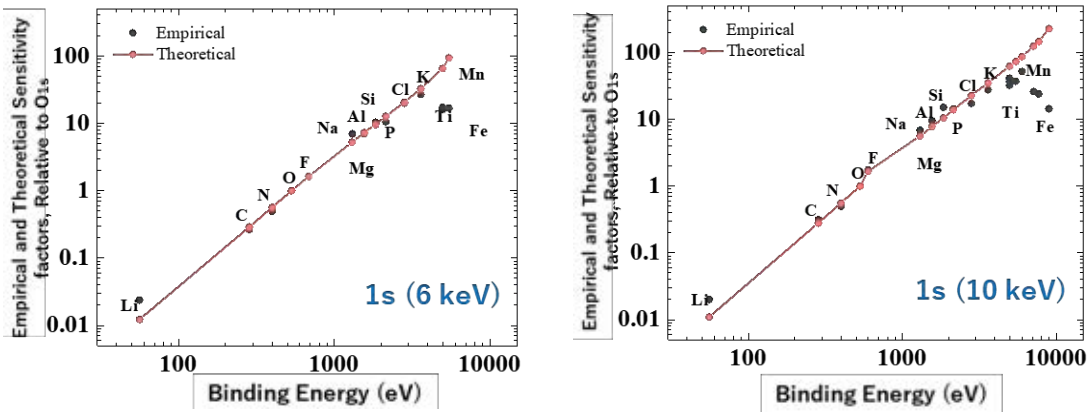


図 8　HAXPES の実測値と計算値の比較、相対感度係数の評価
（左）6 keV 励起、（右）10 keV 励起。いずれも SPring-8 で測定

＜軟 X 線 XAFS＞

令和 2 年度は事業最終年度であることから、立命館大学の主導のもと、軟 X 線領域（50 eV ～ 5 keV）に吸収端を持つ元素を含む代表的な物質を改めてリスト化し、従来の実験結果を補完しつつ漏れのないデータ収集に取り組んだ。ビームラインによって実験可能なエネルギー範囲が異なるため、リストアップされた物質すべてを 1 か所のビームラインで実験できるとは限らないが、関係機関との意思疎通を踏まえて KEK-PF では表 7 に示す物質と X 線吸収端を実験対象とした。軽元素の K 吸収端を基本としつつ、二次電池材料等で学術や産業利用上でも有用な重元素の L 吸収端をカバーすることを意識し、新たに整備された BL-19 を中心にデータ収集を行った。

これらの実験で得たデータの公開のために、図 9 に示すような形でスペクトルデータ集のウェブサイトを制作し、従来収集してきた実験結果と併せて軟 X 線 XAFS のデータ公開を行った。他の実施機関においても、軟 X 線 XAFS のスペクトルデータは、ユーザーの便を図るためにウェブサイトでの公開が進められた。

その上で、検討を先行させていた立命館大学とあいち SR で

図 9　KEK における軟X線 XAFS の実験データ公開。各吸収端のスペクトルはサブウィンドウで表示。https://photonbeampf.kek.jp

表 7 軟 X 線 XAFS の実験試料と X 線吸収端

試料	吸収端	試料	吸収端	試料	吸収端
HOPG※	C-*K*	Graphite	C-*K*	$LiCoO_2$	O-*K*, Co-*L*
BN	B-*K*, N-*K*	LiF	Li-*K*, F-*K*	r-TiO_2	O-*K*,Ti-*L*,Ti-*K*
MgO	Mg-*K*	α-Al_2O_3	Al-*K*	Si wafer	Si-*K*
SiO_2	Si-*K*	$FePO_4$	P-*K*	K_2SO_4	S-*K*
NaCl	Cl-*K*	KCl	K-*K*	$Ca(OH)_2$	Ca-*K*
AlN	N-*K*, Al-*K*	CaF_2	F-*K*, Ca-*K*	$CaTiO_3$	O-*K*, Ti-*L*
V_2O_3	O-*K*, V-*L*	Cr_2O_3	O-*K*, Cr-*L*	MnO_2	O-*K*, Mn-*L*
α-Fe_2O_3	O-*K*, Fe-*L*	CoO	O-*K*, Co-*L*	CuO	O-*K*, Cu-*L*
ZnO	O-*K*, Zn-*L*	※HOPG：Highly Oriented Pyrolytic Graphite			

は、上記試料類に加え、産業で利用される実試料として、リン等の微量不純物を含むオーストラリア赤鉄鉱や微量の希土類元素を含む蛍光材料を対象とした実験も進め、ビームラインの検出下限の把握に取り組んだ。軟 X 線 XAFS の検出下限の典型的な参考事例として、産業界のユーザーにも有用な実験データが得られた。

＜小角散乱＞

JASRI の期首計画においては、追試の必要性があれば実験を行うとしていたが、令和元年度までに行った、SPring-8 とあいち SR との実験データの比較検討の結果、スペクトルのノイズ成分の大きさ（ノイズ／ベースライン比）は設備の性能の他、試料や試料セルにも影響を受けていることが分かった。そのため、令和 2 年度は追試を行う必要はないと判断された。

＜共有画像フォーマットに関する取組＞

物体の内部を非破壊で 3 次元画像化できる CT 技術は、コンピューター技術の発展に伴って急速に発展している。しかし同時に、CT は大量の画像データを集積するためにデータ量が膨大になること、特に放射光分析ではダイナミックレンジが大きい事からこの課題が顕著になること、また、検出器のベンダー依存の部分があり、データフォーマットの標準化が遅れていること、などの現状がある。これらに関して、九州 SR が主体となって X 線 CT 用の共通画像フォーマットの構築に取り組む計画を立案し、令和 2 年度はその緒として医療用画像の分野で利用される高精細の画像記録技術である DICOM（Digital Imaging and Communications in Medicine）の仕様調査を行った。

＜データ基盤形成にむけた取組＞

標準化の推進やデータベースに際しては内外の関係機関との連携や協調が不可欠であることから、令和元年度に引き続き、令和 2 年度も関連機関との協調関係の醸成を図った。また、令和 2 年度までに光ビームプラットフォームで行われたラウンドロビンで得られた硬 X 線 XAFS 及び HAXPES のスペクトルデータを、JASRI が KEK、九州 SR、あいち SR の各機関の協力を得ながら、JASRI で構築済みであったデータベースと併せ、スペクトルデータ集としてとりまとめた。そのスペクトルデータ集を DVD 化して無償頒布を行った（図 10）。この DVD は各構成機関に配布されてユーザーに提供されるとともに、シンポジウム等でも頒布が行われた。また、各構成機関においては、軟 X 線 XAFS を含めた実験データや報告書の公開をホームページで積極的に行い、ユーザーへの提供を図った。

その他、XAFS Database Workshop が進める、国内の各施設が保有する硬 X 線 XAFS データの集約化について、検討に参加して協力を行った。

図 10 JASRI 制作のスペクトルデータ集 DVD

＜コミュニティにむけた情報発信＞

標準化活動においては、特に産業界のユーザーのニーズや利便性に配慮する必要があることから、外部への情報発信とフィードバックが重要である。そのため、成果や進捗状況を国内外の学会や専門家会議等で適時に発表してアピールし、イニシアティブをとる努力を行った。特に、これまでの活動の成果を取りまとめるという考え方で、一つは事業開始以降のシンポジウムの予稿集や主なプレゼーテンションスライドをホームページに掲載するとともに、資料を収録した CD を制作して無償頒布した（図 11）。

図 11 KEK 制作の資料集

さらに、事業最終年度として、活動を総括する内容で光ビームプラットフォームシンポジウムを開催し(令和 3 年 3 月 12 日、オンライン開催)、硬 X 線 XAFS、HAXPES、軟 X 線 XAFS などの各々の手法のラウンドロビン結果のまとめ、及び人材育成と施設連携も含めて総括する講演会を開催した(図 12)。これらと歩調ととりつつ、光ビームプラットフォームのホームページでは、ポータルとして各機関のデータベース、報告書、論文リスト等のページを作成し、活動の成果を情報発信した。

図 12 光ビームプラットフォームシンポジウム
(令和 3 年 3 月 12 日、オンライン開催)

なお、期首計画では硬 X 線 XAFS に関して国際ラウンドロビンを先導して前進させるとしていたが、予定していた米国の国際会議がコロナ感染症拡大により中止となり、外国出張の自粛もあって、令和 2 年度は国際的な活動を取りやめた。それに替えて、国内で開催された会議や学会などで成果の報告を行って、アクティビティのアピールを進めた。

(2)施設連携による放射光の高度利用支援

放射光の高度利用支援は、地域発課題連携推進の GL 機関であるあいち SR が引き続き主体となって本課題を牽引した。複数の施設の連携活用は、これまでの活動により、徐々に浸透してきていることから、引き続き、斡旋・紹介活動や施設横断合同研修会などを活用して、ユーザーの不安感を払拭し、連携活用の底上げを図った。また、あいち SR だけでなく、他の構成機関も、連携活用が好ましいと考えられる実験

表 8 施設連携の事例

工番	ユーザー	連携施設(手法)
1	企業	あいち SR(X 線回折)←KEK-PF(蛋白 BL)
2	企業	あいち SR(軟 X 線 XAFS)←PF、SPring-8
3	大学	あいち SR(小角散乱), 軟X線 XAFS ←SPring-8、立命館大 SR
4	大学	東京理科大(FEL)⇔ 立命館大 SR(赤外顕微鏡)
5	企業	大阪大学レーザー科学研究所(分光分析) ⇔ KEK-PF (XAFS)

課題に対しては、ユーザーに対して連携の斡旋を積極的に行い、ユーザーへの浸透に取り組んだ。表 8 に事例を示す。なお、工番 1~3 は、コロナ感染症拡大に起因して施設のユーザー運転が休止となった際、あいち SR に問合せがあったものであり、セーフティネットの事例としてもみなせる。ここでは明らかな 3 例を掲示しているが、利用の問合せはこれ以外にも複数あったことが確認されており、プラットフォームの連携はセーフティネットの基盤としても有効に機能したと考えている。

⑦コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築

コミュニティ形成は、共用プラットフォームのコミュニティと、放射光とレーザーの融合領域のコミュニティの 2 領域で取り組んだ。共用プラットフォームのコミュニティは、本事業が開始された平成 28 年度以降、JASIS 展示会合同出展や担当者間の打合せを継続して実施してきた。『①プラットフォーム運営体制の構築』の『2) 他のプラットフォームと連携するための取組』の項に記載したように、令和 2 年度も引き続き同様な活動を行い、プラットフォーム間の交流を深めた。

放射光とレーザーの分野融合領域におけるコミュニティ形成と国際的な活動への発展については『2.3 実施内容(実施機関)』『③人材育成』の大阪大学の項目に記載のように、人材育成の GL 機関である大阪大学が中核となって取り組んだ。大阪大学は国際会議(OPIC2020)の中の専門会議である LSC2020 の開催(令和 2 年 4 月 22~24 日、オンライン開催)のほか、放射光とレーザーの融合領域をテーマとする大阪大学単位認定の基礎セミナーや、レーザー・放射光産学連携セミナー及びレーザー・放射光合同シンポジウム(令和 3 年 3 月 25 日、同日開催)の主催等を通して、融合領域の将来を担う若手人材の育成を進めた。また、東京理科大学は『2.3 実施内容(実施機関)』『③人材育成』の東京理科大学の項目に記載するように、赤外自由電子レーザーの技術領域において京都大学、日本大学等との連携利用を進め、新たなコミュニティ形成を図った。

国際的ネットワークの構築に関しては、期首計画で、米国で開催される 2 つの国際会議での論文発表を通して、硬 X 線 XAFS の標準化のためのネットワーク形成とその推進を企画していたが、2 つの国際会議がいずれもコロナ感染症拡大により中止となったこと、また、海外出張の自粛も求められたため、令和 2 年度は活動を見送った。

共用を支援するウェブシステムとして EU の Wayforlight と韓国の WOLF について、ウェブサイトの構成や掲載内容を調査した。Wayforlight は放射光、レーザー、FEL の 3 種類のビームをカバーし、その各々で課題申請書の統一化や、共用装置の情報提供を行っている。また、講習会などのトレーニングについても枠組みを作って実施している模様で、共用促進の在り方の一つの見本のような取組に見受けられた。掲載されている情報は必ずしも詳細という訳ではないが、情報の粒度が揃ってお

り、情報の階層構造を想定したシステム設計が行われているように見受けられた。一方、WOLF は世界の様々な研究施設・設備を網羅するデータベースを指向している模様で、視点は素晴らしいと感じるものの、情報の掲載量がまだかなり限定的であることから、構築途上のように見受けられた。

⑧その他

本項目では、平成 30 年度の中間評価コメントに関する検討結果と、これまでの成果報告書に倣って対外発表や広報活動の統計などについて報告する。

＜中間評価コメント対応＞

中間評価結果を踏まえ、令和元年度に引き続き、下記の 1)～7)の 7 つの事項に関して検討を行った。以下、各論にて各検討の結果を示す。

1) プラットフォーム形成の外部実績への寄与に関する評価・可視化

旧事業（先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業）から本事業への移行を含めて評価するために、旧事業の最終年度である平成 27 年度（2015 年度）から、共用設備の利用件数、利用者数、利用料収入、出版論文数の統計分析を行った。結果を図 13 に示す。図 13 の各データは光ビームプラットフォームの構成機関 8 機関の合算値である 。光ビームプラットフォームは旧事業でも同じ構成のため、平成 27 年度（2015 年度）の集計は現集計方法を適用して求めた。なお、旧事業においては無償利用制度が実施され、技術スタッフも利用支援体制の構築のために事業費で雇用可能であった。その制度から本事業への移行に際し、光ビームプラットフォーム事業においては、共用は本来業務あるいは自主事業で取り組む整理とした。旧事業の終了により、利用件数や利用料収入の減少が懸念されたが、結果は図 13 に示すように全体としては微増した。その理由は 2 点挙げられる。1 点目は、放射光施設は元来、共用を前提として設計されており、共用法により設置された JASRI/SPring-8、国立大学法人法により設置された KEK-PF、県有／財団運営施設の九州 SR、あいち SR など、それぞれ共用の基盤が維持されていること、その上で、2 点目として、平成 25 年度に開所したあいち SR の設備増強やサービス拡大が利用件数や利用料収入の嵩上げに貢献したことである。利用件数が増加しているにも関わらず利用者数が減少傾向にあるのは、自動測定の普及や測定代行の普及等により、無人や少人数のユーザー参加で行える実験機会が増えたためと考えている。なお、令和 2 年度（2020 年度）に関しては、コロナ感染症拡大の影響が大きく、利用者数（ユニーク数）は令和元年度比で約 15%減、利用料収入も約 11％減となった。一方、出版論文数は出版年（PY）で調査したが、PY2020 は、それまでの微減状態から復帰したように見える。様々なプロジェクトの開始終了等のタイミングで増減が現れやすいので、

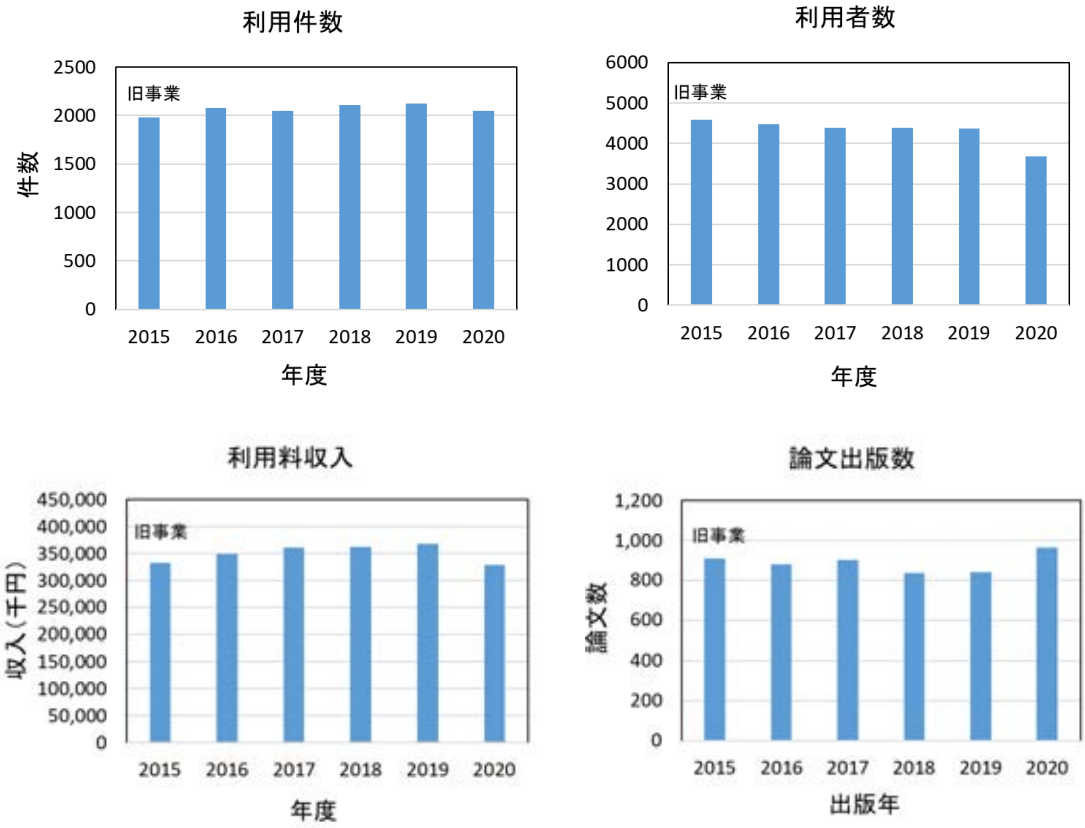


図 13　外部実績に関わる諸統計。構成機関の合算値で評価

その類の外部要因によるものかもしれないが、コロナ感染症拡大が遠因となって、研究者の執筆活動が活発になった可能性も考えられる。巨視的に見れば全体として出版論文数のアクティビティは維持されていると考えられた。

本事業がこれらの利用件数や利用料収入等の外部利用実績に貢献していることは、広報活動や施設連携の事例、あるいは後段で述べるアンケート調査結果等を考えると十分に期待できる。平成 31 年度の成果報告書で考察を行っているが、各施設の年間運転経費は、平成 30 年度の調査によると、JASRI を除いた †光ビームプラットフォーム 7 機関の総計で約 34 億円／年であり、この運転経費に対して本事業費は 1.4~1.5%程度である。本事業費と外部実績に正の相関があることは十分に期待できるので、利用件数や利用収入などへの波及効果を同程度の割合と仮定すると、利用件数と利用料への波及効果は各々、30 件、500 万円程度と推計される。本事業費は施設の運転経費に使用されていないことや、JASRI に関わる運転経費がこの試算には含まれていないこと等を考慮すると、寄与度はこれらより小さくなるはずである。結局、本事業の外部実績への影響は、これらの図表上では分散の範囲内に収ま

† 予算管理に関しては所管が異なるため

ってしまう程度と見込まれる。従って、外部実績への寄与を可視化する場合には、上述のような経費の比率に基づくマクロな推計で見積もり、施設連携等の事例で考察するのが適切と思われる。

2) 今後の戦略及び KPI の検討・明確化

今後の戦略及び KPI については、令和元年度で行った検討をベースにして検討を進めた。その結果として、今後の戦略における目的と目標は以下のように設定した。

目的	研究基盤強化と共用の促進を通した、我が国の研究力向上とイノベーションへの貢献
目標	ユーザーによる施設の高度利用を促すために、ユーザー指向の持続的で発展的な施設の連携活動

具体的な取組課題としては、標準化の推進、施設の連携を活かしたソリューションの提供やコンシェルジュ的アドバイス・コンサルティング、中長期的な視野にたった人材育成などが考えられた。同時にそれらを実施する財源の確保が課題ということも明らかとなり、マインドを維持しつつ、外部資金の調達を行うことが最初に行うべきアクションとの結論となった。しかし、令和 2 年度はコロナ感染症拡大の影響が非常に大きく、設備の自動化やリモート化を切り口としたデジタルトランスフォーメーション（DX）へのパラダイムシフトが必要不可欠になり、優先順位については再考が必要になりつつある。光ビームプラットフォームはこれまで、XAFS Database Workshop を切り口に、データ基盤の整備を活動の一つに設定していた。その際、データフォーマットの整備は設備側からのボトムアップを念頭においていたが、最近の DX 化の急速な動きを踏まえると、ユーザー目線を踏まえた、トップダウンによるデータ仕様やインターフェース仕様の推進が、機を見据えた課題設定ではないかと考えられた。

一方、KPI に関しては活動を 3 分類、6 項目に整理する、表 9 に示す枠組みで考えるのが適当と考えた。これらに基づいて統計調査を補強した。

表 9 KPI 案

分類	大項目	具体的な評価内容、指標
1 類	標準化	［取組］ 実施項目（XAFS 等）、RR 実験（数量）、関係機関との連携（記述） ［成果］ 対外発表数（国内／国際）、進展度の記述、データ公開 ［ユーザーへの波及効果］ アンケート調査
	施設連携	［取組］ 実施内容（記述） ［成果］ 斡旋紹介の成功数、事例・成果 ［ユーザーへの波及効果］ アンケート調査

	人材育成	［取組］ 実施内容（記述）、RR 実験（数量）、研修会実施数 ［成果］ 参加者数、事業による雇用者（数量）とそのキャリアアップ状況 ［ユーザーへの波及効果］ アンケート調査
2 類	企画運営	［取組］ HP 運用、イベント企画、問合せ対応 ［成果］ イベント及び参加者数、HP 閲覧数 ［ユーザーへの波及効果］ アンケート調査
	放射光・レーザー連携	［取組］ 活動（記述）、連携実験 ［成果］ シンポジウム等のイベント及び参加者数、連携実験の数と事例・成果 ［ユーザーへの波及効果］ アンケート調査
3 類	共用状況（外部実績）	従来と同様の形式で実験課題数、ユーザー数、利用料収入等を整理

（注）表中の「RR」は「ラウンドロビン」を、「HP」は「ホームページ」を意味する。

3) 各機関の利用制度と利用料金の詳細情報のホームページ掲載

本アクションアイテムは令和元年度末までに実施済みである。各実施機関の料金改訂等に合わせて情報をアップデートするとともに、一部の施設のホームページでわかり難かった点については、施設に改善を促した。

4) 受託分析会社の活用等の民間企業との連携・協業の可能性の検討

利用支援体制における人的リソースの確保を目的とした、受託分析会社の活用等の民間企業との連携・協業については令和元年度末までに、施設の性格や規模、利用方針等の様々な視点を踏まえた議論を実施済みである。その結果として、

A) 連携・協業の検討の必要性が低い施設
・ 外部利用を本務とし、国や自治体により、そのリソースが確保されている施設 （JASRI/SPring-8、九州 SR、あいち SR） ・ 学内利用主体、設備はシングルユーザー用※で、外部利用が量的に少ない施設（大阪大学、東京理科大学） ※施設／設備を同時に利用できるユーザー
B) 連携・協業の検討を行う価値のある施設
・ 外部共用は本務ではないが、外部利用が多いために要員の不足感が大きい施設 （KEK-PF） ・ 外部共用は本務ではないが、小規模なために人的リソースの不足感が大きい施設 （兵庫県大学、立命館大学）

の 2 カテゴリ、4 分類として分析を行った。その結果、下記 3 点の結論を得た。

結論	・ 企業の専用のビームラインは一案としてありうる。ただし、多大な投資が必要のために、最終的には企業の事業性判断に基づく ・ 従来、分析会社は分析サービスを事業として行ってきているため、オンデマンドスポット的なユーザー支援において、協業の可能性はありうる。ただし、ユーザーの守秘情報の取扱い、手順、費用等、新たな制度設計が必要のため、研究施設側での検討課題は多い。 ・ 企業の(若手)人材を共同研究等の研究員として出向してもらうことで、人材育成と研究基盤の維持を協業としてバランスさせる考え方はありうる。

5) データベースに関する外部機関との情報交換、データ収集の在り方や規約のオールジャパン的な整合化

北海道大学・朝倉教授が主宰する XAFS Database Workshop を契機として、国内の放射光施設で蓄積された公開可能な XAFS データを、物質・材料研究機構の MDR(Material Database Repository)に集約化する検討が、平成 30 年より進められてきた。令和 2 年度において光ビームプラットフォームは、スタッフによる技術検討やコンセンサス形成等の形でこの動きを支援した。令和 3 年 5 月現在、データ仕様面での技術的課題はおおむねクリアし、事務処理のフェーズの取組が進められている。

6) 専門スタッフの人材育成に関わるインセンティブに関する取組方法の検討、改善

スタッフの人材育成に関わるインセンティブについて、令和元年度に取組方法を運営委員会で検討した結果、学会発表や論文発表等の学術活動を奨励することが良いとの判断となった。令和 2 年度はこの指針に基づいて学術活動を奨励した。その結果、図 14 に示すように数量的な成果は大きく伸びた。

図 14 学会・講演会・論文発表等の対外活動の量的推移

7) 放射光とレーザーの融合領域の活性化

放射光とレーザーの融合領域の活性化に関するセミナーやシンポジウムの活動を、

大阪大学を中心とした光ビームプラットフォームの構成機関の協働的な参画により実施し、量とともに質の向上を行った。活動内容は『2．2実施内容（代表機関）』の『⑤人材育成』及び『⑦コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築』、『2．3実施内容（実施機関）』の『③人材育成』に記載した。

【本事業に関わる学会等の対外発表、広報活動の集計について】

令和元年度までと同様な集計方法で、事業に関わる学会等の対外発表や広報活動などの集計を行った。令和 2 年度における対外発表を表 10 に、広報活動の集計を表 11 に示す。

表 10　令和 2 年度の学会等の対外発表、論文出版等

発表機関	発表日等	発表者・演題・学会名等
東京理科大学	令和 2 年 6 月 1~12 日	T. Kawasaki, “Laser Processing of Fiber Biopolymers by using Infrared Free Electron Laser Combined with ESI-MS Analysis”, American Society for Mass Spectrometry 2020 Reboot, Online, Poster_Kawasaki0616（会議開催中常設展示）.
KEK	令和 2 年 9 月 8 日	木村、“X 線顕微鏡による材料機能の階層構造のマルチスケール観察とパーシステントホモロジーによる解析”、日本物理学会 2020 秋季大会、「界面におけるエネルギー変換と輸送」、講演 5。
東京理科大学	令和 2 年 9 月 15 日	T. Kawasaki, “Degradation of Cellulose Aggregate by using Infrared Free Electron Laser”, The 11th Intentional Symposium of Advanced Energy Science, Kyoto University, Invited speaker of session 2.
兵庫県立大学	令和 2 年 9 月 16 日	羽島ら、“シリコン結晶による回折を用いたレーザー・コンプトン散乱ガンマ線の(E, θ)分布の診断”、2020 年原子力学会の秋の大会、3L04。
KEK	令和 2 年 9 月 17 日	君島ら、“放射光施設における参照触媒の硬 X 線 XAFS ラウンドロビン実験”、第 126 回触媒討論会、P100。
東京理科大学	令和 2 年 9 月 24 日	川崎ら、“赤外自由電子レーザーの応用研究－様々な生体関連物質への照射効果－”、KEK 加速器セミナー。
九州 SR	令和 2 年 10 月 21 日	瀬戸山、“国内施設横断硬 X 線 XAFS ラウドロビン実験への取組み” 、第 14 回 九州シンクロトロン光研究センター研究成果報告会。
東京理科大学	令和 2 年 10 月 26 日	川﨑ら、“テラヘルツ波照射による水溶液中のアミロイド線維の構造制御”,、2020 年度日本分光学会年次講演会シンポジウム　オンライン開催、招待講演。

あいち SR	令和 2 年 10 月 29 日	上原ら、“光ビームプラットフォーム・ラウンドロビン実験－AichiSR での実施結果 3－”、第 56 回 X 線分析討論会、O2-31A。
KEK	令和 2 年 12 月 8 日	君島、“国内放射光施設における硬X線XAFSラウンドロビン実験”、MRM Forum 2020, session TS-4。
JASRI	令和 2 年 12 月 8 日	安野ら、“硬X線光電子分光法におけるデータベース開発－光ビームプラットフォームによる施設間連携の取り組み－”、MRM Forum 2020, session TS-4。
九州 SR	令和 3 年 1 月 10 日	瀬戸山ら、“国内放射光施設での硬X線XAFSラウンドロビン実験”、6B005、日本放射光学会年会。
立命館大学	令和 3 年 1 月 10 日	家路ら、“立命館大学での軟X線XAFSラウンドロビン実験の取組”、10P020、日本放射光学会年会。
東京理科大学	令和 3 年 1 月 10 日	川﨑ら、“赤外自由電子レーザーの医療・産業応用へ向けた基礎研究”、第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム「赤外・テラヘルツ分野」招待講演、オーラル7E。
東京理科大学	令和 3 年 3 月 8 日	T. Kawasaki, “Use of Intense Terahertz Waves for Regulation of Amyloid Fibrillation”, The 8th International Workshop on Far-Infrared Technologies (IW-FIRT 2021), online, Invited speaker, #8-2.
KEK	令和 3 年 3 月 10 日	山下ら、“フォトンファクトリーでの軟X線XAFS ラウンドロビンに関する取組み”、 2020年度量子ビームサイエンスフェスタ、P1-188S。
KEK	令和 3 年 3 月 12 日	木村、“硬X線XAFSラウンドロビン総合報告”、光ビームプラットフォームシンポジウム、講演1。
JASRI	令和 3 年 3 月 12 日	廣沢、“ HAXPES ラウンドロビン総合報告”、光ビームプラットフォームシンポジウム、講演 2。
立命館大学	令和 3 年 3 月 12 日	太田、” 軟 X 線ラウンドロビン総合報告”、光ビームプラットフォームシンポジウム、講演 3。
あいち SR	令和 3 年 3 月 12 日	渡辺、“施設連携・人材育成の総合報告”、光ビームプラットフォームシンポジウム、講演 4。
大阪大学	令和 3 年 3 月 12 日	猿倉、“レーザーの産業利用の将来動向”、 光ビームプラットフォームシンポジウム、講演 5。
KEK	令和 3 年 3 月 12 日	雨宮、“KEK 量子ビーム連携研究センター（CIQuS）における共用設備の自動化・リモート化の取組、将来構想”、講演 6。
東京理科大学	令和 3 年 3 月 22 日	川﨑、 “高出力赤外線電磁波による生体物質の構造制御”、第 27 回 FEL と High-Power Radiation 研究会オンライン開催。
KEK	令和 3 年 3 月 25 日	木村、“放射光 XAFS を用いた材料研究”、レーザー・放射光合同シンポジウム 2021、講演 1。

大阪大学	令和 3 年 3 月 25 日	清水、“レーザー科学研究所 光学材料データベースシステムの紹介”、レーザー・放射光合同シンポジウム 2021、講演 2。
KEK	専門雑誌	木村、“放射光/X 線を用いた材料の高温その場 (in situ) 観察”、放射光、33(6), pp.388-397 (2020)。
あいち SR	専門雑誌	竹田、“あいちシンクロトロン光センターの概要と産業利用”、軽金属、70(10)、pp.483-489 (2020)。
あいち SR	論文誌	上原ら、“光ビームプラットフォーム・軟 X 線吸収分光ラウンドロビン実験～あいちシンクロトロン光センターでの結果を中心に～”、X 線分析の進歩、52、pp.113 – 126（日本分析化学会・X 線分析研究懇談会編）。
JASRI	論文誌	T. Watanabe et al., “Development of in situ A-SAXS and XAS Measurements of Pt Catalyst under Controlled Electrochemical Condition Using Channel Flow Electrode Cell”, ECS Trans. 98 477 (2020).
JASRI	論文誌	S. Yasuno et al., “Relative Sensitivity Factors for Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy with Photon Energies of 3.0, 5.9, 7.9, and 9.9 keV”, Surface and Interface Analysis, 52, 869-874 (2020). DOI：10.1002/sia.6855
東京理科大学	論文誌	川崎ら、“赤外自由電子レーザーによる生体物質の構造制御”、J. Jpn. Soc. Infrared Science & Technology,30(1), 82-88 (2020).
東京理科大学	論文誌	T. Kawasaki et. al., “Cellulose Degradation by Infrared Free Electron Laser”, Energy Fuels, 34(7), 9064-9068 (2020).
東京理科大学	論文誌	A. Onoda et al., “Carbon nanoparticles induce endoplasmic reticulum stress around blood vessels with accumulation of misfolded proteins in the developing brain of offspring”, Sci. Rep.10, 10028 (2020).
東京理科大学	論文誌	T. Kawasaki et. al., “Infrared Laser Induced Amyloid Fibril Dissociation: A Joint Experimental/Theoretical Study on the GNNQQNY Peptide”, J. Phys. Chem. B, 124(29), 6266-6277 (2020).
東京理科大学	論文誌	T. Kawasaki et. al., “Irradiation effect of a submillimeter wave from 420 GHz gyrotron on amyloid peptides in vitro”, Biomed. Opt. Express 11(9), 5341-5351 (2020).
東京理科大学	論文誌	川﨑ら、“赤外自由電子レーザーによる生体物質の構造制御”、J. Jpn. Soc. Infrared Science & Technology, 30(1), 82-88 (2020).
東京理科大学	論文誌	T. Kawasaki et. al., “Application of mid-infrared free-electron laser for structural analysis of

		biological materials", J. Synchrotron Rad. 28(1), 28–35 (2021).
大阪大学	論文誌	Y. Minami et al., "Achromatic Deep Ultraviolet Lens Using Novel Optical Materials." Physica Status Solidi (B), 1900480 (2020).
大阪大学	論文誌	Marilou Cadatal-Raduban et al., "Investigation of cross luminescence in lanthanum fluoride as a potential fast-response scintillator." Japanese Journal of Applied Physics, 152005 (2020).
大阪大学	論文誌	Erick John Carlo D. Solibet et al., "Spray Pyrolysis Deposition of Al-doped ZnO Thin Films for Potential Picosecond EUV Scintillator Applications." Physica Status Solidi (B), 1900481 (2020).
大阪大学	論文誌	Mui Viet Luong et al., "Numerical investigation of the electronic and optical properties of LiLuF(4)vacuum ultraviolet material." Jpn. J. of Appl. Phys., 072001 (2020).
大阪大学	論文誌	Kohei Yamanoi et al., "Luminescence Properties of Nd^{3+} -Doped AlF_3 -Based Fluoride Glass in the Vacuum Ultraviolet Region." Physica Status Solidi (B), 1900475 (2020).
大阪大学	論文誌	Shino Iwami et al., "Current Status and Enhancement of Collaborative Research in the World: A Case Study of Osaka University." Journal of Data and Information Science, 5(4), 75-85 (2020).
大阪大学	論文誌	Verdad C. Agulto et al., "Anisotropic complex refractive index of ß-Ga_2O_3 bulk and epilayer evaluated by terahertz time-domain spectroscopy." Applied Physics Letters, 042101 (2021).
大阪大学	論文誌	Manuel M. Balmeo et al., "Density functional theory-based investigation of hydrogen adsorption on zinc oxide (10(1)over-bar0) surface: Revisited." SURFACE SCIENCE, 121726 (2021).
大阪大学	論文誌	Youwei Lai et al., "Investigation of gamma-ray induced optical property changes in non-doped and Ce-doped lithium-rich oxide glass." Applied Physics Letters, 042101 (2021).
大阪大学	論文誌	Marilou Cadatal-Raduban et al., "Mid-infrared imaging through up-conversion luminescence in trivalent lanthanide ion-doped self-organizing optical fiber array crystal." Opt. Lett. 46, 941-944 (2021).

大阪大学	論文誌	Melvin John F. Empizo et al., “Investigations on the electric-dipole allowed $4f^2 5d \rightarrow 4f^3$ broadband emission of Nd^{3+}-doped $20Al(PO_3)^{3-}$-80LiF glass for potential VUV scintillator application.” Journal of Alloys and Compounds, 158096 (2021).
兵庫県立大学	論文誌	Y. Kirihara et al., “Neutron emission spectrum from gold excited with 16.6 MeV linearly polarized monoenergetic photons”, Journal of Nucl. Sci. Technol., 57(4), pp.444–456 (2020).

表 11　令和 2 年度の広報活動の集計

ホームページの利用状況	閲覧数（ページビュー数）	15,001PV
	アクセス数（セッション数）	5,612 セッション
	相談件数	1 件
あいち SR による施設横断検索システムの利用数		3,841 回
広報活動	主催・協賛等のイベントの件数	27 件
	同　参加者総数	1,094 人

2．3　実施内容（実施機関）

①利用支援体制の構築

【機関名：公益財団法人佐賀県地域産業支援センター】

当センター（以下、「九州 SR」という。）の本来業務として、利用課題の募集、利用相談受付、課題審査事務、広報等の担当部署（利用企画課）、実験の技術打合せ、実験時の技術支援等の担当部署（ビームラインググループ）、放射線取扱いと実験に関する安全等の担当部署（安全管理室）による利用支援体制を構築済みである。

その中で、令和 2 年度は、企業や公設試験研究機関等とのマッチングを強化するためにコーディネーター3 名（2 名継続の期首計画に対し、1 名増員）を配置し、利用支援体制の充実を図った。

【機関名：公益財団法人高輝度光科学研究センター】

SPring-8 は『特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律』に基づいて運用が行われており、利用相談、利用申請支援（利用申請書作成支援）、実験準備支援、実験実施支援、実施報告書作成支援等を職員が行う体制は構築済みである。同事業の一環として、他施設より紹介され課題として採択された実験の支援と、他施設に紹介した利用者の他施設での課題実験支援を必要に応じて共同実験者として実施した。

また、産業分野での放射光利用者コミュニティ形成に向けて、他放射光施設の協力・協賛のもとに SPring-8 産業利用報告会を開催した。

【機関名：公立大学法人兵庫県立大学】

共用利用体制は構築済みであり、光ビームプラットフォームを利用してより丁寧な利用者支援、安定したビームライン運用及び技術向上に当たった。運営委員を正副2名選出し、運営委員会等に参加して光ビームプラットフォームの事業活動に関する討論や審議に参画するとともに事業の円滑な推進に協力した。コーディネーター1名を配置して、施設間連携及び利用促進に努めた。

放射光高度利用推進に関わる体制として、所内に「放射光先端分析研究センター」を設置している。このセンターはプラットフォーム施設と連携して、放射光分析技術開発を進めて成果を利用者支援に活用した。

【機関名：国立大学法人大阪大学】

共用装置の利用支援体制は構築済みである。これを強化するため、コーディネーターを通期としては 2 名分を本事業で雇用し、加えて、LSC2020 開催の支援や後期の業務推進のために期間を限定して 2 名を追加雇用した。これらにより、レーザー・放射光の融合領域活性化を目指した利用支援に取組み、他機関と協働しつつ、レーザーユーザーを放射光に導引する利用支援を積極的に行った。令和元年度に取組を開始した『レーザーと放射光の連携課題』を引き続き実施し、レーザーユーザーに放射光の利用を斡旋して連携活用を働きかけた。特に、CRM（Customer Relationship Management）の考え方に立ち、これまで当大学の共用装置の利用を行った既存レーザーユーザーに対して積極的に働きかけ、活用件数の増大を図った。また、レーザー・放射光の融合領域や装置に関する情報発信を継続することで、双方のコミュニティ、関連企業に施設の相互利用を促した。さらに、新規ユーザー獲得を目的として幅広いコミュニティに対して情報発信を行うため、令和 2 年度も、当機関のレーザー科学研究所（以下、「レーザー研」という。）と産学連携推進部やグローバルイニシアチブセンターとの情報共有体制を整備し、広報戦略などにおいて連携を強化し、利用支援を推進した。

【機関名：学校法人立命館】

当機関は規模が比較的小さいものの、職員であるセンター長、副センター長、技術スタッフ等によって利用支援体制をとっており、従来の共用促進事業や自主事業等に基づいて利用制度も確立している。ここに、施設連携や標準化等の光ビームプラットフォームの活動に従事するコーディネーター1名を加え、利用支援体制をより強固なものとした。

【機関名：公益財団法人科学技術交流財団】

ユーザー対応の専門スタッフを統括する主席研究員 1 名（注：人事によりリエゾンから昇格）、問合せ対応、利用申込から報告書提出に至るまでの諸手続き支援、試料準備から結果解析までの支援、並びに広報活動等を担う産業利用コーディネーター4 名、及びユーザー利用の技術指導とサポートを担務する技術指導研究員をビームラインにつき 1～2 名配置している。令和 2 年度も、施設横断利用の課題抽出や標準化活動の運営を担う共用コーディネーター1 名及び施設横断的に一貫したユーザー支援を担うと共に標準化活動も担う技術指導研究員 1 名を本事業で雇用することで継続的にユーザー支援業務を行った。

【機関名：学校法人東京理科大学】

赤外自由電子レーザー（以下、「FEL」という。）の利用支援体制を、センター長 1 名、FEL 運転技術者 1 名、光利用支援研究員 1 名、産学連携コーディネーター1 名及び事務職員 1 名で構成する。FEL 運転技術者は、FEL ハードウェアの維持・管理を行い、安定した光ビームを利用者に提供することに努めた。しかし、FEL の故障により、令和 2 年度は FEL のユーザー運転はできなかった。本事業で雇用する光利用支援研究員は、光照射データ獲得・収集のための準備、光ビーム利用者の支援の他、④に掲げる施設連携を通じた技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）に関する業務を実施した。産学連携コーディネーターは、当センターの広報活動を行った。

②共用機器

【機関名：公益財団法人佐賀県地域産業支援センター】

九州 SR では、「地域産業の高度化と新規産業の創出」、「優秀な頭脳の集積」、「多様な産学官連携拠点の形成」、「先端科学技術を担う人材の育成」及び「科学技術への理解の促進」の 5 項目を目標に、半導体や電池、プラスチックなどの様々な材料の原子レベルでの解析のほか、微細加工や突然変異育種などの研究のため、1.4 GeV 電子蓄積リングで発生させた放射光を 6 本の県有ビームライン（軟 X 線～硬 X 線）に導いて共用に供した。

【機関名：公益財団法人高輝度光科学研究センター】

本事業においては、産業利用推進室が所管する SPring-8 の 3 本のビームライン（BL14B2、BL19B2、BL46XU）を共用設備とした。それらのビームラインで使用できる代表的な共用機器を以下に記す。令和 2 年度もこれらの設備を使った共用を進めた。

1) XAFS 測定装置（BL14B2、代表的な触媒元素の Pd、Rh、Ru や触媒担体に用いられる Zr、Ce などの重元素で広域な K 吸収端の XAFS スペクトルが得られる。）
2) X 線イメージング装置（BL14B2、BL46XU：冷凍食品中の微細な氷結晶など、通常の X 線 CT 装置では検出できない低コントラストな対象を観察できる。BL46XU は 1μm 程度の高分解能観察や時分割観察が可能である。）
3) 多軸回折装置（BL19B2、BL46XU： 厚さ数 nm の薄膜試料の結晶構造や配向評価、外力印加で発生する歪測定、水溶液中の金属錯体構造解析など多様な測定に柔軟に対応できる。BL46XU は微小試料の測定、BL19B2 は X 線損傷の懸念がある試料に適する。）
4) 粉末 X 線回折装置（BL19B2： 微量な粉末試料でも短時間で高波数分解能な粉末 X 線回折データが全自動で得られる。試料温度 100 K～1,000 K の範囲で試料温度を制御した全自動測定が可能である。Fe より重く Ba より軽い元素では異常分散効果を利用した測定が可能である。）
5) 小角及び極小角散乱装置（BL19B2： 0.005 nm^{-1} ～ 3.0 nm^{-1} の波数域での小角散乱を全自動で測定できる。異常分散効果を利用した測定も可能である。）
6) 硬 X 線光電子分光装置（BL46XU： SPring-8 発祥の測定技術で 6 keV ～ 14 keV の X 線励起で発生する光電子スペクトルの測定により従来法では不可能だった材料深部の化学状態の非破壊観測が可能である。大気非暴露測定や電圧印加応答測定も可能である。）

【機関名：公立大学法人兵庫県立大学】

ニュースバル放射光施設（以下、「ニュースバル」という。）が共用設備であり、軟 X 線領域の高輝度放射光を発生できる施設である。以下の 9 本のビームラインを有する。なお、これらの設備を活用した共用を進める計画であったが、コロナ感染症拡大による施設への立ち入り制限や、令和 2 年 8 月以降の入射器新設工事により、利用は限定的な範囲にとどまった。

1) BL01（γ 線ビームライン） コンプトン散乱ガンマ線（1~76 MeV）を発生し、光核反応研究、対生成陽電子発生と利用、核変換やガンマ線非破壊検査等を行う。
2) BL02（LIGA 大面積ビームライン） 12 keV 以下の X 線を用いて A4 サイズでマイクロ構造体の高アスペクト比放射光加工を行う。
3) BL03（EUVL ビームライン） 極端紫外線（EUV）リソグラフィー技術の開発用にコヒーレントスキャトロメトリ顕微鏡を設置し、マスク欠陥検査を行う。
4) BL05（産業用分析ビームライン） 回折格子分光器と二結晶分光器を有した

2本のブランチを持ち、4 keV までの XAFS 測定によって、産業材料の局所構造分析を行う。

5) BL06（新素材創製ビームライン） 1,000 eV までの白色光により、表面改質を行う。4段の差動排気により、軟 X 線領域でガス雰囲気照射が可能となっている。

6) BL07（アンジュレータ分析ビームライン） 3 m アンジュレータ光をミクロビーム化し、光電子分光・吸収分光により、物質中の結合状態や局所構造を分析する。

7) BL09（アンジュレータ EUVL ビームライン） 11 m アンジュレータのコヒーレントで高輝度な軟X線を用いて干渉計測、干渉露光、発光分光、材料分析等を行っている。

8) BL10（EUV 汎用ビームライン） 世界最大の反射率計を有し、800 mm の直径を有する多層膜ミラーの反射率を測定することができる。

9) BL11（LIGA ビームライン） 基板の走査機構、及び多軸稼働ステージにより、平面のみならず立体形状へ 2 keV から 7 keV の X 線を露光し、マイクロ立体構造体を形成する。

【機関名：国立大学法人大阪大学】

レーザー研が所有する、多様なレーザー装置及び光分析・計測装置を含む光学材料データベースシステム（光学材料 DBS）を引き続き共用機器とした。多様なレーザー光源（真空紫外から中赤外域、フェムト秒からマイクロ秒）及び高輝度白色光源の利用を提供した。計測面でも、本研究所独自開発の真空紫外ストリークカメラを始め、2 次元空間分解分光器、イメージング測定系や低温クライオスタットも備え、様々な光学測定に対応した。

【機関名：学校法人立命館】

本学の放射光施設（以下、「SR センター」という。）の共用ビームラインを共用設備とした。放射光軟 X 線を中心にして、赤外、硬 X 線もふくむ幅広いエネルギー領域をカバーする分光実験が可能なビームライン（実験装置）が 7 台、共用に供されており、機能性材料の評価を中心とした利用実験を行った。

【機関名：公益財団法人科学技術交流財団】

共用設備は、あいちシンクロトロン光センターが保有する、以下に示す 8 本のビームラインとした。令和 2 年度もこれらの設備を使用した共用を推進した。

1) 硬 X 線 XAFS I（BL5S1）：硬 X 線領域（エネルギー 5～20 keV）の X 線吸収微細構造（XAFS）測定を行い、材料中の原子の結合状態や局所構造を解

析する。

2) 硬 X 線 XAFSⅡ(BL11S2):硬 X 線領域(エネルギー 5 ～ 26 keV)の X 線吸収微細構造(XAFS)測定を行い、材料中の原子の結合状態や局所構造を解析する。
3) 軟 X 線 XAFS・光電子分光Ⅰ(BL6N1):軟X線領域(エネルギー 1.75 ～ 6.0 keV)の X 線吸収微細構造(XAFS)測定や光電子分光が可能で、材料中の原子の結合状態や局所構造を解析する。
4) 軟 X 線 XAFS・光電子分光Ⅱ(BL1N2):軟 X 線領域(エネルギー 0.15 ～ 2.0 keV)の X 線吸収微細構造(XAFS)測定を行い、材料中の原子の結合状態や局所構造を解析する。
5) 真空紫外分光(BL7U):真空紫外から超軟 X 線領域(エネルギー 30～850 eV)の吸収分光及び内殻準位や価電子帯の光電子分光が可能で、無機・有機材料、特に燃料電池や磁性材料の化学状態や電子状態を評価解析する。
6) 粉末 X 線回折(BL5S2):エネルギー 5～23 keV の X 線を用いて、粉末状結晶あるいは多結晶の試料でX線回折測定を行い、結晶構造や粒径を評価する。
7) 薄膜 X 線回折(BL8S1):エネルギー 9.1、14.3、22.7 keV の X 線を用いて、有機・無機多層膜の X 線反射率測定、X 線 CTR 散乱測定等を行うことができる。
8) 広角・小角 X 線散乱(BL8S3):エネルギー 8.2、13.5 keV の X 線を用いて、X 線小角散乱法により、分子薄膜や繊維など、主に有機・高分子材料の構造を解析する。また、小角と広角の同時測定も可能である。

【機関名:学校法人東京理科大学】

共用設備は、FEL とした。その主な特徴は、① 5～14μm (中赤外領域)で周波数可変、② 高出力パルス光源、③ 直線偏光性を有すること、等である。ほとんどすべての分子は中赤外領域に強い吸収帯を有するため、多くの分子(材料、生体関連分子、表面吸着物質等)が実験対象となりうる。特に②の特徴を利用することにより、一度に複数の光子を吸収する多光子吸収過程が生じ、通常の中赤外光源では達成できない化学反応を誘起できることから、期首計画では、共用に際してこの特徴を活かした利用を積極的に推進するとした。しかし、令和 2 年度は設備の故障により、ユーザー運転ができなかった。

③人材育成

【機関名:公益財団法人佐賀県地域産業支援センター】

九州 SR の本来業務により、企業の若手研究者や大学院生を対象としたサマースクールを開講し、ユーザー層の人材育成を進めた。また、光ビームプラットフォーム

の標準化活動やデータ収集実験などによる技術交流を通して、当センター及び他構成機関の技術者や研究者のスキル向上や人材交流を行った。

【機関名：公益財団法人高輝度光科学研究センター】

XAFS 測定標準化、HAXPES 標準化、小角散乱測定標準化等の活動の一環として実施するラウンドロビンへの参加と、標準化活動で得られた知見の学会発表や論文投稿を通じて、各技術を担当する職員の技術、知識の修得・深化を図った。また、利用者の放射光利用に関する知識、技術の向上に向けて、これまでどおり研修会、講習会を実施した。

【機関名：公立大学法人兵庫県立大学】

ニュースバルは大学の所有であり、当機関の高度産業科学技術研究所に配属された卒業研究生、大学院生のほかに工学研究科などの学内共同研究を実施している大学院生が利用して、放射光の知識や利用経験を有した人材を育成した。また、工学部材料工学コースの 3 年生を対象として、ニュースバルでの 3 回の実習を含んだ材料工学実験Ⅲを開講し、当大学の特有の放射光教育を行った。ただし、実験実習は放射光実験に関するノウハウ等の習得を目的とした Web による座学及びコロナ感染症拡大防止として密集を避けての施設見学に内容を変更した。また、近隣の市町村等との協力のもとで、企業の技術者を対象にニュースバルでの実習を伴った講習会を開催する計画に関しては、主催者である姫路市等の判断により中止となった。当機関及び他実施機関等の若手技術者・研究所の人材育成を目的とした、光ビームプラットフォームのラウンドロビンの実施/派遣/受入れは、当大学の出張規制や外来受入規制を踏まえて自粛した。その代わり、学内研究生等を対象に、ニュースバルの入射器建設を題材として放射光分野の技術者人材の育成を OJT 的に進めた。このような活動を通して、専門スタッフのスキル向上を行った。

【機関名：国立大学法人大阪大学】

人材育成は、本事業における当機関のミッションの一つである。レーザー及び放射光両分野の研究者、学生、関連企業を交えた勉強会やセミナーを令和元年度に引き続いて継続し、これらの融合領域や双方の装置に関する豊富な知識を有する人材の育成を行った。まず、放射光及びレーザー分野の専門家会議として、Conference on Laser and Synchrotron Radiation Combination Experiment 2020（LSC2020、令和 2 年 4 月 22~24 日、パシフィコ横浜）を、LSC2018 に引き続いて隔年で開催し、基礎研究から応用に至るまでの、レーザーとシンクロトロンに関する最新の開発、活動、動向を紹介する場を提供した。また、令和元年度までと同様に学生向けの単位認定講座を開講したが、令和 2 年度はこの取組を強化して、従

来、開講していた『放射光とレーザー』(全 14 回、単位取得者=13 人)に加え、『Introduction to Laser Engineering』(全 14 回、単位取得者=6 人)、『理系研究生活の基本』(全 14 回、単位取得者=17 人)の 2 コースを学部生向けに追加し、次世代人材の育成を拡大した。これらの開講により、将来的に放射光・レーザーの分野で活躍が期待される大阪大学の学生計 36 名が単位を修得した。また、期首計画に掲げていた、プラットフォーム関係者や企業研究者の参加が可能な公開セミナー、及び放射光・レーザーの融合領域の創出に向けたシンポジウム(レーザー・放射光連携シンポジウム)に関しては、コロナ感染症拡大防止のためにレーザー・放射光連携シンポジウムをオンライン開催にして、公開セミナーを併設することで実施した。また、標準データを収集するレーザー実験を構成機関間で公開して、光ビームプラットフォームの放射光とレーザーの研究者・技術者層の交流を活性化し、ノウハウの共有と技術・知見の修得を図った。これらの総合的な活動により、令和 2 年度、本施設を利用した論文は 11 報が投稿された。また、セミナーやシンポジウム、授業・勉強会等の取組において適宜コーディネーター等の専門スタッフに裁量を与え、人材育成に貢献した。

【機関名:学校法人立命館】

SR センターは、大学の付属施設であることから、特徴ある学部教育の一環として放射光利用実験がカリキュラムに組み込まれており、学部 3 年から放射光利用の機会を持っている。そして、大学院学生も研究に積極的に利用している。これらのカリキュラムを通して放射光を担う次世代人材の育成を行った。

また、任期制のビームライン担当者はユーザー支援を行うだけでなく、新規手法の開発や解析システムの構築に参画することで、放射光利用研究のエキスパートに成長し、企業や他大学に転出し、新陳代謝が活発に行われている。

これらの実績をもとに、令和 2 年度においては、ビームライン担当者が軟 X 線 XAFS ラウンド ロビンに主体的に取り組むことで、高度な解析技術をもつ人材を育成した。

【機関名:公益財団法人科学技術交流財団】

令和元年度に引き続き、実際に測定装置を使用して測定を実体験させる実地研修や解析技術の講習会を実施した。また、成果公開無償利用課題の発表会を実施した。

当センターの専門スタッフについては、ラウンドロビンや施設連携の利用支援に積極的に参加させ、他施設の測定を体験させることで技術交流を図った。

【機関名:学校法人東京理科大学】

FEL センターにおいては、卒業研究生及び修士課程の大学院生が光利用実験の中核であるので、将来的に企業等において分子や材料等に関する基礎知識を有し、レーザー光を用いる計測や分析を遂行できる人材を育成することが本来業務である。FEL の発振原理は放射光、出力はレーザー、と両者の特長を合わせもつ。そのため、特に阪大レーザー研に所属する学生及び留学生を対象に、先端光源の特徴や利用法を教示し、レーザーと放射光の融合領域の知見を有する人材の育成に注力した。

技術員は施設連携を通じて、赤外自由電子レーザーのみならず放射光施設特有の実験方法や新規な計測手法を習得することができた。

学内においては Chemical Physics Seminar の開催等、赤外光科学の知識を有する学生の育成に努めた。また、FEL ユーザーミーティング（バイオ系を中心に）を企画し、電磁波を用いた生化学研究の最新の動向をフォローするとともに、各種光源の特徴を理解して研究活動を展開できる人材の発掘・育成を行った。なお、本学ではコロナ感染症拡大防止のために対面による学内行事は中止となったため、第 27 回 FEL と High-Power Radiation 研究会をオンライン開催した際に、Chemical Physics Seminar に招へいする予定であった外部講師を招待講演としてプログラムし、本学の学生に視聴させることで Chemical Physics Seminar の代替とした。同時に、FEL ユーザーの講演を 4 件組み入れることで FEL ユーザーグループミーティングの代替とした。

④ノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

【機関名：公益財団法人佐賀県地域産業支援センター】

九州 SR では、硬 X 線 XAFS と軟 X 線 XAFS は実験が可能であることから、GL 機関である JASRI 及び KEK と協調し、硬 X 線 XAFS と軟 X 線 XAFS のラウンドロビンに積極的に参加し、標準化の推進と、データの蓄積・ノウハウの共有による技術力向上と利用者支援を行った。

また、CT 画像の実験データを研究者間で容易に受け渡しができるようにすることを目標とし、共通画像フォーマットの構築に取り組む計画を立てた。医療用画像の分野で使用される高精細の画像記録技術である DICOM を参照すべく、そのフォーマット仕様の調査を行い、代表機関である KEK と進捗打合せを行った（令和 3 年 3 月 23 日）。

【機関名：公益財団法人高輝度光科学研究センター】

1） XAFS 標準化に向けて測定データフォーマット更新の検討に参画した。

2） 平成 28 年度に公開した XAFS スペクトルデータベースに、新規に測定した試

料のデータの追加と公開を行った。

3) XAFS 標準化に向けて 4 keV から 30 keV に吸収端を有する元素を対象としたラウンドロビンを BL14B2 で実施するとともに、他施設での XAFS 測定に参加した。また、BL19B2 での XAFS 測定にも取り組んだ。

4) HAXPES 標準化に向けて検出深さの定量化と定量組成分析に向けた相対感度係数の検討を目的とするラウンドロビンを BL46XU で実施するとともに、他施設での HAXPES 測定に参加した。これまで実施してきた 8 keV 励起測定に加えて 6keV 及び 10 keV 励起測定も行った。10 keV 励起測定は明治大学とシエンタオミクロン社の協力のもとに実施した。また、実験室装置をもちいた電子分光測定の標準化も視野に入れつつ、測定データフォーマットの検討に着手した。更に、これらの測定で得られたデータの公開を行った。

図 10（再掲） 制作したスペクトルデータ集 DVD

5) これまでに実施した小角散乱のラウンドロビンのデータを検討し、公開した。なお、必要があれば BL19B2 での測定を追加して実施する計画としていたが、令和元年度までに得た実験結果を精査した結果、差分の要因として施設間の設備性能の差の他に試料や試料窓材などの影響があることを把握できたため、追加測定は不要と判断して行わなかった。

6) JASRI 産業利用推進室にて従来、蓄積してきた XAFS と HAXPES の測定データに、九州 SR、あいち SR、KEK-PF で行われたラウンドロビンで収集された実験データを追加し、スペクトルデータ集第 1 版を令和 2 年 10 月に発行した（図 10）。このスペクトルデータ集は SPring-8 をはじめ、光ビームプラットフォームの各構成機関からユーザーへの無償配布が行われた。さらに、令和 2 年 9 月以降の実験で得られたデータを追加したスペクトルデータ集第 2 版を令和 3 年 2 月に発行し、ユーザーへのデータ公開を行った。

【機関名：公立大学法人兵庫県立大学】

光ビームプラットフォームの他の実施機関と連携して、軟 X 線 XAFS のラウンドロビンに積極的に参加し、標準化の推進とデータの蓄積を進める計画に関しては、本学の出張規制や外来受入規制を踏まえ、ラウンドロビンの参加は自粛した。また、オペランド測定、大気圧測定など高度測定技術のノウハウの共有による性能向上を行

って、利用者に対する支援を質的に拡大する計画に関しては、ニュースバルの入射器建設に合わせてビームライン（BL05）を抜本的に再設計し、性能向上を図ることで対応し、性能向上後に新たに取得したデータを公開した。また、SPring-8 との共同研究により連携拡大を進めた。

【機関名：国立大学法人大阪大学】

これまで事業活動の一環として取得してきた一連のデータの公開を行った。また、令和元年度に整備した高輝度白色光源を用いた可視領域の光学測定系の積極的な利用をユーザーに促し、より高度なデータ取得の実績を他のユーザーへの宣伝に活用した。放射光とレーザー光の連携課題としてユーザーから要望があった、放射光施設に可搬可能な小型レーザー装置の整備等を行い、「光励起下における材料物性」等の新領域の発展を推進した。

【機関名：学校法人立命館】

光ビームプラットフォームにおける軟 X 線 XAFS のラウンドロビンを主導し、各施設にある軟 X 線ビームライン、検出手法の評価を行い、軟 X 線スペクトルの標準化に取り組んだ。また、SR センターのウェブサイトのデータ公開方法を改修して元素種別に整理し、スペクトルと詳細な実験条件が把握できるスペクトルデータベースの公開を行った（図 15）。これにより、ユーザーの便を図った。

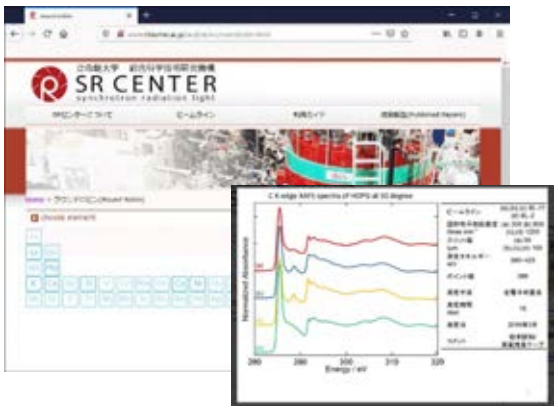


図 15　立命館大学 SR センターの軟 X 線 XAFS の実験データ公開

【機関名：公益財団法人科学技術交流財団】

あいち SR は、地域発課題連携推進グループのグループリーダーとして、施設横断的に一貫したユーザー支援の実現を図った。

1) 従来のユーザー情報や事例検索ホームページ等を活用し、施設連携活動を推進した。
2) 具体的な施設連携課題は各施設間で相談し、ユーザーの了解のもと、他施設への斡旋・紹介、元施設からの支援研究者派遣など、積極的な支援を行った。
3) 平成 29 年度に運用を開始した、プラットフォーム参画機関のビームライン情報、公開事例検索システムの維持・更新を進めた。また、ユーザーにとって、より活

用しやすい施設横断情報が取得できるように、必要に応じてホームページの改良を行った。

4) 施設連携の促進並びに標準化活動の一環と人材育成に向けた取組として、ユーザーと支援研究者のための試料持込みを前提とした施設横断合同研修会を各施設でそれぞれ開催した。

また、あいちSRは放射光高度利用推進グループの一員としてKEKとJASRIに協力し、あいちSR内ビームラインにおける標準試料のラウンドロビンの実施、他施設での標準試料測定への参加を行った。さらに、標準試料データベースのユーザー活用を広げるため、プラットフォーム内外機関と協力し、データの一元管理を含めた活動を推進した。

【機関名:学校法人東京理科大学】

施設連携に関しては、光ビームプラットフォーム内だけでなく、遠赤外自由電子レーザーを保有する大阪大学産業科学研究所、広帯域の中赤外自由電子レーザーを保有する京都大学エネルギー理工学研究所、近赤外から可視光の自由電子レーザーを有する日本大学量子科学研究所との共同研究を実施した。これにより、FEL施設コミュニティの形成と技術的ネットワークの構築、FEL照射解析技術の高度化を図り、ユーザー支援に活用した。

光ビームプラットフォームの構成機関内での連携ではないものの、東京理科大学は同種の国内レーザー施設との連携を深め、自らがユーザーとなって、レーザーコミュニティにおける施設連携の促進を図った。参考情報として併せて記す(表12)。

表12 FELレーザーコミュニティにおける連携促進

工番	ユーザー	連携施設(手法)
1	東京理科大学	東京理科大学(顕微赤外分光)⇔大阪大学(THz-FEL)、日本大学(NIR-FEL)
2	東京理科大学	あいち SR(SAXS)⇔福井大学遠赤外領域開発研究センター(Gyrotron)
3	東京理科大学	立命館大学 SR(顕微赤外分光)⇔京都大学(MIR-FEL)、日本大学(NIR-FEL)
4	東京理科大学	分子科学研究所(遠赤外分光)⇔大阪大学(THz-FEL)

注)『⇔』は相互で実験

⑤その他

【機関名:公益財団法人佐賀県地域産業支援センター】

平成 30 年度の中間評価結果に対処するための、光ビームプラットフォームとして

の施策策定・実施に積極的に協力した。

【機関名：公益財団法人高輝度光科学研究センター】
学会発表、論文投稿により放射光測定標準化で得られた知見の普及を行った。研究会、講習会、研修会の実施を通じて利用者及び潜在的利用者の放射光技術に関する知識と技術を高めた。
平成 30 年度の中間評価結果に対処するための、光ビームプラットフォームとしての施策策定・実施に積極的に協力した。

【機関名：公立大学法人兵庫県立大学】
高度産業科学技術研究所主催の「ニュースバルシンポジウム」、本学主催の「知の交流シンポジウム」、兵庫県が開催の「国際フロンティア産業メッセ」、兵庫県や公益財団法人高輝度光科学研究センター等が主催の「SPring-8 産業利用報告会」などの関連する様々な展示会・交流会を通じて、学内若手教員・地元産業界に本事業の周知を行い、放射光利用の普及を進めた。なお、コロナ感染症拡大防止のために令和 3 年 3 月に開催予定であったニュースバルシンポジウムは令和 3 年 11 月に延期することとした。一方、「知の交流シンポジウム」はオンライン開催で、「国際フロンティア産業メッセ」は対面により実地で開催されたため、広報や放射光利用の普及活動は、これらのイベント時に注力した。また、異分野教員間の連携を深めることで各ビームラインの性能向上に努めた。
平成 30 年度の中間評価結果に対処するための、光ビームプラットフォームとしての施策策定・実施に積極的に協力した。

【機関名：国立大学法人大阪大学】
平成 30 年度の中間評価結果に対処するための、光ビームプラットフォームとしての施策策定・実施に積極的に協力した。

【機関名：学校法人立命館】
平成 30 年度の中間評価結果に対処するための、光ビームプラットフォームとしての施策策定・実施に積極的に協力した。

【機関名：公益財団法人科学技術交流財団】
平成 30 年度の中間評価結果に対処するための、光ビームプラットフォームとしての施策策定・実施に積極的に協力した。

【機関名：学校法人東京理科大学】

平成 30 年度の中間評価結果に対処するための、光ビームプラットフォームとしての施策策定・実施に積極的に協力した。

○各機関の共用機器の利用件数・利用者数等について

中間評価コメント等を踏まえ、従来同様に令和 2 年度の各構成機関の共用機器の利用件数、利用者数、利用料収入の考え方等を機関毎に整理する。

＜大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構＞

表 13 に KEK-PF の共用状況等を示す。利用者数は KEK-PF の共同利用者支援システムの登録ユーザー数で評価した。令和 2 年度はコロナ感染症拡大防止のために、施設の運転スケジュールの変更、実験ホール内への立ち入り制限、測定代行の普及促進等を行ったため、利用者数は 16%ほど減少した。利用件数自体はおおむね令和元年度と同等を維持した。

表 13 KEK-PF の共用状況

時点	利用件数			利用者数
	企業等	産学連携	大学等	
令和 2 年度	52 件	0 件	702 件	2,235 名
(参考) 令和元年度	50 件	0 件	733 件	2,656 名

注) 企業等・・・企業が利用した件数; 大学等・・・大学及び公設試が利用した件数;
利用者数・・・施設を利用した延べ人数

利用料収入の考え方を下記に示す。なお、光ビームプラットフォームでは、共用は自主事業として行う整理としているため、委託費は標準化等の本事業の取組に係る経費に使用しており、共用の補助や共用設備の維持に用いていないことを付記しておく。これは以下に記す全ての実施機関で同様である。

KEP-PF における利用料収入に関する考え方を下記に記す。

利用料収入は研究開発基盤の維持・改善にとって貴重な外部資金の要素として位置付けている。大学共同利用が主務であるため、施設の有償利用は一定割合以下に設定しているが、その制限範囲内で利用料収入を最大化すべく産業利用に力を入れている。

＜公益財団法人佐賀県地域産業支援センター＞

令和 2 年度の九州 SR の共用状況を表 14 に示す。企業等の利用件数が 34%近く減少したが、九州北部の主要な交通機関経路(空港、鉄道網)の地域におけるコロ

ナ感染症拡大により、関東・関西からの利用者が自粛したことによる、一過性の現象と判断している。

表 14　九州 SR の共用状況

時点	利用件数			利用者数
	企業等	産学連携	大学等	
令和 2 年度	49 件	0 件	102 件	543 名
(参考) 令和元年度	74 件	0 件	95 件	464 名

利用料収入の考え方を下記にまとめる。

当研究センターは、公の施設(県有施設)を地方自治法に基づく指定管理者として管理運営しており、その経費は、県からの委託料と施設の利用者からの料金収入で賄っている。
施設の管理運営に当たっては、公の施設として適正な管理を確保しつつ、県からの委託料をできるだけ縮減する必要があるため、効率的な管理運営と併せて利用料収入の一層の確保が必要と考えている。

＜公益財団法人高輝度光科学研究センター＞

表 15 に本事業に携わる産業利用推進室所管の 3 本のビームライン(BL14B2、BL19B2、BL46XU)の共用状況を示す。この 3 本に限定した利用者数は、算出に煩雑な処理を要するために、実験課題責任者数で代用した。令和元年度と比較し、約 30%程度利用が減少しているが、その要因は令和 2 年 4 月 15 日から 6 月 15 日までの間、外来者の受入を中止したためである。

表 15　JASRI(産業利用推進室所管の 3 本の BL のみ)の共用状況

時点	利用件数			利用者数
	企業等	産学連携	大学等	
令和 2 年度	107 件	74 件	35 件	216 名
(参考) 令和元年度	132 件	116 件	58 件	306 名

注) 対象とする 3 本のビームラインにおける実験課題責任者数を利用者数として掲示。「企業等」とは実験責任者(PI)が民間企業に所属する課題とした。「産学連携」は PI が民間企業以外の機関に所属する課題で、民間企業が共同実験者として参画することが義務付けられている成果非専有の一般課題と重点課題(産業新分野支援課題)の合計とした。「大学等」は上記以外とした。

利用料収入の考え方を下記にまとめる。

SPring-8 では、共用法の下で整理された利用料収入の考え方に基づき、主に成果専有利用についてビーム使用料を徴収している。本事業において使用しているビームライン（BL14B2, BL19B2, BL46XU）が、SPring-8 共用ビームラインにおける産業利用（代表者の所属機関が民間企業）の約 53%（R1 年度課題数実績）と高く、産業界の有償利用課題全体に占める割合は約 62%（R1 年度課題数実績）となっている。

＜公立大学法人兵庫県立大学＞

兵庫県立大学ニュースバル放射光施設の共用状況を表 16 に示す。春季はコロナ感染症拡大と緊急事態宣言にもとづく実験ホールへの立ち入り制限があり、令和 2 年 8 月以降は入射器の新設工事により施設が年度末まで運転休止したため、一過的に利用件数、利用者数ともに大きく減少した。

表 16 兵庫県立大学ニュースバル放射光施設の共用状況

時点	利用件数			利用者数
	企業等	産学連携	大学等	
令和 2 年度	0 件	0 件	3 件	15 名
（参考） 令和元年度	2 件	0 件	16 件	103 名

利用料収入の考え方を下記にまとめる。

利用料単価は、施設運転経費を（運転時間×ビームライン本数）で割って基準を定めている。ただし、アンジュレータービームラインは、性能が高いため、他のビームラインに対して、1.5 倍（短尺アンジュレーター）及び 2 倍（長尺アンジュレーター）の重みを付けている。利用料収入は、ビームラインの保守と必要な運転経費にあてている。

＜国立大学法人大阪大学＞

大阪大学レーザー研の共用設備の共用状況を表 17 に示す。コロナ感染症拡大に伴う緊急事態宣言のため令和 2 年度の利用者数は減少した。

表 17 大阪大学レーザー研の共用状況

時点	利用件数			利用者数
	企業等	産学連携	大学等	
令和 2 年度	3 件	3 件	1 件	7 名
（参考） 令和元年度	1 件	5 件	5 件	11 名

利用料収入の考え方を下記にまとめる。

利用料収入はレーザー装置・計測機器の維持及び品質向上に充てている。利用料収入自体は少ないが、施設利用をきっかけとした受託研究や外部資金獲得に繋げる事を重視している。

＜学校法人立命館＞

立命館大学 SR センターの共用状況を表 18 に示す。令和 2 年度の利用者数は大きく減少した。これは、コロナ感染症拡大防止のため、立命館大学の方針に従って、利用運転を停止または制限したためである。

表 18　立命館大学 SR センターの共用状況

時点	利用件数			利用者数
	企業等	産学連携	大学等	
令和 2 年度	29 件	0 件	22 件	61 名
(参考) 令和元年度	33 件	22 件	49 件	124 名

利用料収入の考え方を下記にまとめる。

当 SR センターは私学が有する先端設備であり、共同利用機関ではないが、その目的は、本学の教育、研究だけでなく、外部の大学、国公立研究所、民間企業による放射光利用研究に供することによって、我が国の科学技術の発展と産業の振興に貢献することである。施設運転のための必要経費は、基本的には大学の運営費(授業料収入などから配分される)によって賄われているが、巨額になるので可能な限り外部資金や利用料収入による補填が望ましいところである。科学技術の発展に向けては、成果公開型で、できるだけ低価格(1 万円/日)で利用してもらい、産業振興に向けては、成果非公開型のスポット利用、委託分析などでの利用をしてもらうことで利用料収入を得るようにしている。

＜公益財団法人科学技術交流財団＞

あいち SR の共用状況を表 19 に示す。令和 2 年度の利用者数は令和元年度に比べて減少したが、その要因は令和 2 年 5 月にはコロナ感染症拡大による緊急事態宣言に基づき測定代行のみ実施、令和 2 年 6 月からは来所による利用を必要最小限の人数(最大 2 名まで)として再開するというコロナ感染症拡大防止対策を実施したことによると考えている。一方、利用件数が令和元年度に比べて大幅に増加したが、主に測定代行の件数増加であることから、コロナ感染症の影響による一過性の可能性もあると考えている。

表 19　あいち SR の共用状況

時点	利用件数※			利用者数
	企業等	産学連携	大学等	
令和 2 年度	479 件	6 件	383 件	602 名
(参考) 令和元年度	470 件	6 件	297 件	676 名

※利用件数は測定代行を含む

利用料収入の考え方を下記にまとめる。

あいち SR は産業利用を主たる目的に地域の産学行政が連携して設置した共同利用施設であり、当該施設を利用する場合は、企業、公設試験場はもとより大学等の研究機関についても、利用目的の如何を問わず、経費を負担していただくこととしている。なお、利用料については、他施設の状況を踏まえ必要最小限の金額に設定していることから、利用料収入は当施設の運営に必要な経費の 3～4 割程度となっており、不足分は愛知県の補助金で賄っている。

＜学校法人東京理科大学＞

東京理科大 FEL-TUS の共用状況を表 20 に示す。緊急事態宣言による施設の利用制限、及び FEL の故障により令和 2 年度はユーザー運転ができなかった。

表 20　東京理科大 FEL-TUS の共用状況

時点	利用件数			利用者数
	企業等	産学連携	大学等	
令和 2 年度	0 件	0 件	0 件	0 名
(参考) 令和元年度	0 件	0 件	7 件	18 名

利用料収入の考え方を下記にまとめる。

大学及び公的研究機関の基礎的研究を促進するため、企業については 40,000 円/1 日、学術利用については 25,000 円/1 日と設定している。学内利用者も受益者負担の観点から 20,000 円/1 日(いずれも半日の場合は半額)の課金が行われている。利用料収入は人件費、外部委託費、給与、消耗品費の一部として充当される。

2．4　協力機関の取組状況

協力機関は設置していない。

Ⅲ. フォローアップ調査項目

3．1　分野融合・新興領域の拡大について

分野融合に関しては2．2章⑤項で記述したように、レーザーと放射光の融合領域の創成及びその活性化を図るべく、大阪大学が中核となって基礎セミナーやシンポジウムなどを開催し、この融合領域における次世代人材の掘り起しと育成に狙いをおいて活動した。

また、新興領域に関しては2．2章⑥項で記述したように、複数施設を活用して高度なソリューションを図る『施設連携』の取組が軌道に乗りつつある。これは利用者の課題解決を積極的に支援する枠組みであり、施設の利用支援から一歩前進した課題解決のコンセルジュサービスに昇華してゆくものと期待している。

3．2　スタートアップ支援について

一部の構成機関では若手支援の自主施策として、例えば KEK のT型課題（大学院生奨励）、P 型（初心者・予備実験型）、JASRI/SPring-8 の大学院生提案型課題などのプログラムを実施しているが、光ビームプラットフォームとしての施策は行っていない。

3．3　共同研究・受託研究について

各構成機関は個別にそれぞれの研究的側面から外部機関との共同研究や受託研究等にも取り組んでいるが、光ビームプラットフォームの事業活動に関わるものはなかった。

3．4　試作機の導入・利用による技術の高度化について

光ビームプラットフォームの事業活動の中で、試作機の導入・利用による技術の高度化はなかった。

3．5　ノウハウ・データ共有について

データ共有の活動については、『2．2章　実施内容（代表機関）』の『⑥ノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）』及び『⑧その他』の『5)　データベースに関する情報交換、データ収集の在り方や規約』の事項等に記述した。

なお、光ビームプラットフォーム内においては、外部のレンタルサーバを利用して実験データや文書類の共有を行った。

3．6　技術専門職のスキル向上・キャリア形成について

技術専門職のスキル向上・キャリア形成に関する取組は 3 点ある。1 点目は、ラウンドロビンの場を活用した OJT 的なスキル習得である。他施設のビームラインで行われる実験に参加することで、異なるビームラインの使用方法や操作手順を理解できる場として、さらには人的交流の場として、活用が進められた。また、施設連携合同研修会も主として若手スタッフの OJT 的な研修の場として活用が行われた。詳細は『2. 2 実施内容(代表機関)』の『⑤人材育成』に、ラウンドロビンの実施実績は表 6 に記載済みである。

2 点目は学会発表・論文執筆等の学術活動の奨励である。専門スタッフの人材育成に関わるインセンティブに関する取組は『2. 2 実施内容(代表機関)』の『⑧その他』の第 6 項に記載済みである。学会等の対外活動、論文発表の実績は表 7 に記載済みである。

3 点目は人材流動によるキャリア形成である。本事業の活動に従事した若手スタッフの人材流動については、これまでの成果報告書には報告してこなかったが、本事業期間中に 10 名強が企業に異動または学内異動/昇格した。人材流動も人材育成の取組に関する重要な 1 視点であるが、5 年間の事業期間を通して 10 人程度であることから、5. 2章『本事業にて雇用した技術職員等のキャリアパス』でまとめて述べる。

3. 7 利用アンケートについて

令和 2 年度はコロナ感染症拡大の影響により、調査を行う機会がほとんどなく、調査を行ったのは光ビームプラットフォームシンポジウム(オンライン開催)のみであった。調査結果を図 16 に示す。有効回答者数は 13 人である。なお調査項目は前年の令和元年度から変えていない。シンポジウム参加者は、ホームページ、放射光施設のメーリングリスト(KEK-PF、SPring-8 利用推進協議会)、学会(日本化学会、日本放射光学会)のメディアへの掲載などを契機として申込みのあった方であり、質問 2 の利用経験の結果が 100%となっていることからも分かるように、このアンケート回答者の多くは放射光ユーザーである。そのようなユーザー層を対象とした調査であったが、結果として注目したいのは、プラットフォームの認知度が高いこと、標準化や施設連携の取組はユーザーから高評価を得ていることであり、一方、人材育成については総じて良い評価であるものの『よくわからない』の回答も多かったことである。これらの傾向は令和元年度に行ったアンケートと同様であり、スタッフの人材育成はユーザーに理解されにくい側面があることがうかがえる。結論としての総合評価は高い評価を得た。

このような取組の評価は、プラットフォームの認知度と密接に関係しているように思われる。後述する 2 年間の調査でも同様の傾向がみられている。従って、取組が適切に理解され、評価されるには、まず認知度を高めることが重要であると考えられる。

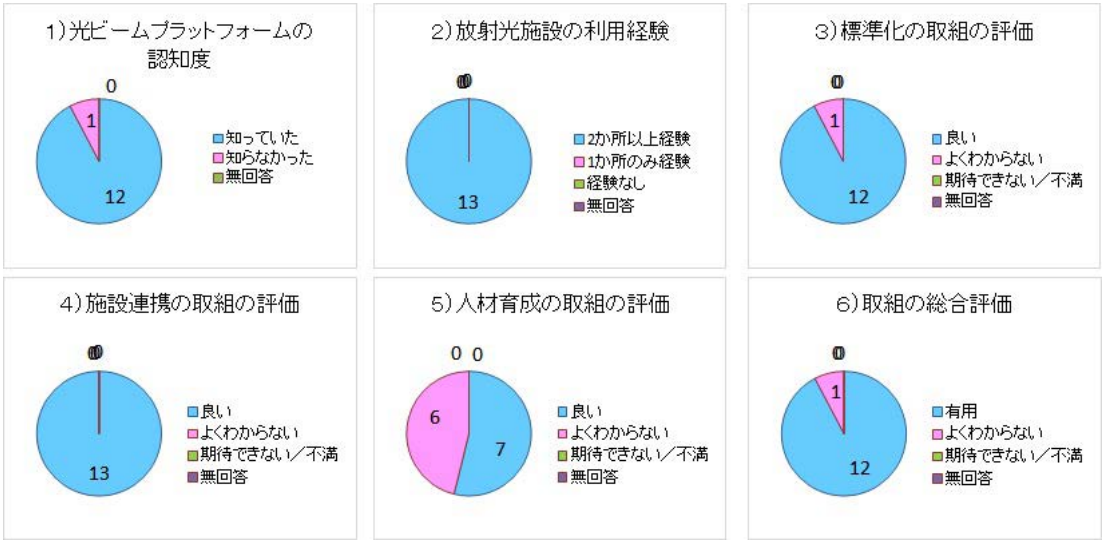


図 16　アンケート調査結果
回答者数が少ないため、度数（人数）表示とした

Ⅳ. 本事業 5 年間を通しての取組及び成果

4. 1　共用体制

＜本事業の実施 5 年間で構築されたワンストップサービス設置＞

光ビームプラットフォームの多くの構成機関は、この事業の前身である先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業（平成 25 年度～平成 27 年度）から、あるいはそれ以前から、独自に共用を行っていた。例えば JASRI／SPring-8 は「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」に基づいて平成 9 年から SPring-8 の共用を開始している。また、KEK-PF は、昭和 58 年から共同利用実験を行っている。それぞれの施設の歴史の中で、設備規模や施設の目的、性格に合致した利用制度が整備されてきたことから、利用制度の統一は実質的に無理であった。また、施設の申請様式の統一化に関しては、化学物質の安全審査等の限定的な範囲の中で仕様検討を行ったことはあるが、大規模施設で運用されているフルスペックの安全審査を小規模施設に導入することは、小規模施設の機動性を損ねる結果になりかねない、という結論となり、見送った経緯がある。

そのため、光ビームプラットフォームにおけるワンストップ化は、プラットフォームのホームページを通した施設の運転情報や利用料金情報等の一元的な情報提供と、問合せ窓口機能の2つに目標を定めた。それと同時に、各施設はユーザーの囲い込みを行うのではなく、ユーザー指向の立場に立ち、施設間のハードルを越えて最適な施設をユーザーに紹介する、との方針にすることで、各施設へ持ち込まれた相

談案件も、そこでワンストップ的に解決が図られる運用とした。利用料金体系も施設の光源強度や運転経費が大きく異なることから、一元的な統一は無理と判断され、光ビームプラットフォームのホームページにおいて利用案内やポータル的な支援を行うことで、ユーザーの利便性を図ることにした。

ホームページを活用した一元的な情報提供に関しては、旧事業から取組を行っていたが、本事業でコンテンツを大幅に充実化（図 17）し、ユーザーサービスの向上を図った。同時に、ホームページの内製化により情報提供の機動性を高めた。これにより、コロナ感染症拡大による緊急事態宣言の発令時においても、機敏かつ詳細に各施設の運転状況等を一覧表示し、学会よりもはるかに即応性の高い情報提供を行った。施設横断検索システムはすでに述べたように令和 2 年 6 月に高いアクセス数を示したことから、コロナ感染症拡大に対応した実験計画の検討に多く利用された模様であった。これは、設備情報や実験事例の一元的な集約の有用性を示すものと考えている。

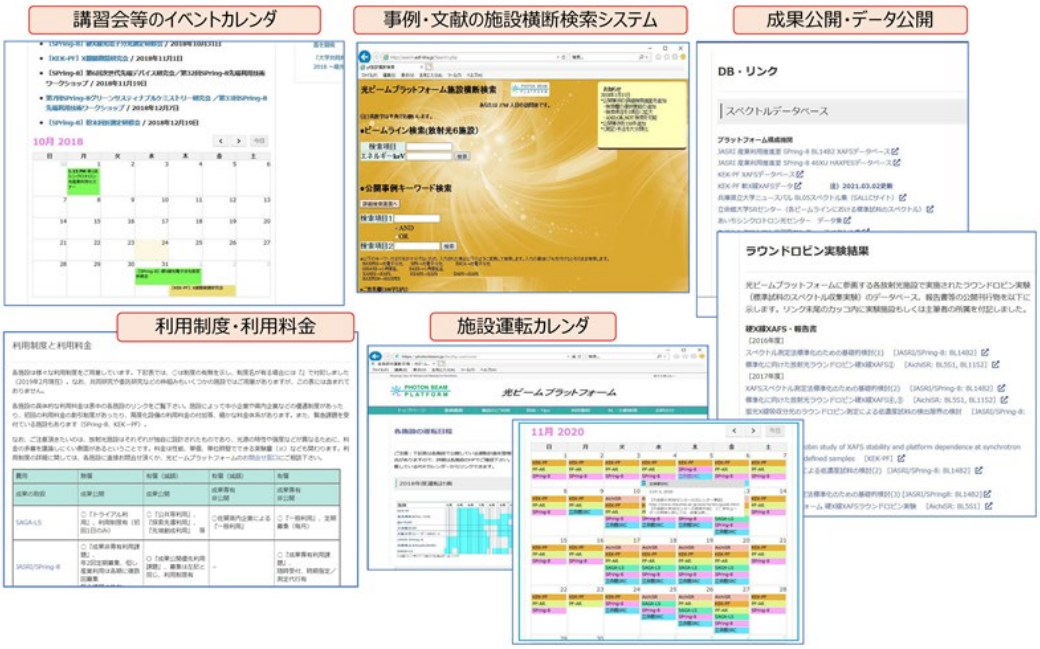


図 17　旧事業から拡充された、光ビームプラットフォームのホームページのコンテンツ。施設連携横断検索はあいち SR の制作、掲載は http://search.astf-kha.jp/Search1.php

＜利用料金体系＞

施設の維持経費や運転経費は施設によって大きく異なること、特に放射光施設の場合には、施設が各々独自設計であり、機能や性能が施設によって大きく異なるか

ら、一元的な利用料金体系を定めることは実質的に無理と判断された。そのため、利用料金体系については各機関が経営的な側面を踏まえて判断すべき事項として、光ビームプラットフォームは関与しなかった。

しかし、各々の施設は、例えば中小企業の優遇制度、トライアルユース、試行利用制度、測定代行、コンサルティングサービスなどの、施設の特徴を活かしたユーザーサービスを独自に展開して、それぞれ経営的な側面を踏まえて利用料金設定を行っている。従って、需要と供給の市場経済の原理が働いて利用料金が適正化されている、と見ることもできる。ただし、国や自治体などの予算によって運営される機関の利用料金には、研究基盤の維持経費や営業利益が必ずしも含まれていないため、本来は一定のガイドラインが国から提示される方が良いのではないかとも思われる。

＜利用支援体制＞

本事業の光ビームプラットフォームでは、共用は本来業務もしくは自主事業として行うという整理を行っているため、施設の利用支援体制の構築には光ビームプラットフォームは関与していない。しかし、施設の利用者数等の統計から判断できるように、利用支援体制はマクロで見れば各施設とも維持できていた。各施設では本事業を遂行するにあたって、スタッフを雇用したため、旧事業との比較を行った。結果を表 21 に示す。旧事業で雇用されたスタッフは主としてトライアルユースや産学連携無償利用制度を推進する要員であり、利用支援体制の一部であった。

表 21　事業参加者数、本事業で雇用したスタッフ数

機関・施設	KEK-PF	九州 SR	JASRI / SPring-8	兵庫県立大学 ニュースバル
本事業の参加者数*1	11	14	8	15
本事業の雇用者数	1	0	0	1
旧事業の雇用者数*2	5	1	－	6
機関・施設	大阪大学 レーザー研	立命館大学 SR センター	あいち SR	東京理科大学 FEL
本事業の参加者数*1	6	4	27	5
本事業の雇用者数	2	1	2	1
旧事業の雇用者数*2	5	5	4	2

*1:業務主任者、実施担当等
*2:共用促進担当＋プラットフォーム担当。エフォート 100%ではない場合は切り上げて実人数で記載

＜利用システムの標準化＞

各施設では各々放射線作業従事者管理や施設の利用管理システム等の整備・導入がすでに行われていたため、光ビームプラットフォームは関与していない。

デジタルトランスフォーメーション（DX 化）に絡み、今後、実験測定のレイヤでの利用支援システムの統合化や、DX へのアクセス方法やデータフォーマットの共通化などの側面で標準化が進められるものと期待される。

4．2　技術の高度化

【本事業の実施 5 年間で高度化されたユーザーの利便性】

光ビームプラットフォームの施策として掲げる複数施設の連携活用は、一種のソリューション支援サービスであり、複数施設の連携による課題解決が好ましいと考えられる実験課題に対して、積極的にユーザーに他施設の斡旋紹介を行い、課題解決の支援を行うというコンシェルジュサービスである。同時に、他施設を積極的に利用してもらうという、施設利用の底上げの効果も含みにしている。スキームを図 18 に示す。XAFS と X 線 CT のような異なる手法の組合せや、申込みから実験までの待機日数の短い施設で予備実験を行って、本実験を光源性能の高い施設で実施する、というような実験計画支援など、様々なパターンがある。それらを総計すると、事業開始から令和 2 年度末までに 40 例以上の連携活用を支援した。

また、このような横の連携を活かした活動を常日頃行うことにより、担当者間の意思疎通が深まり、非常時にユーザーを他施設に斡旋紹介するセーフティネットの基盤作りにも効果があると期待される。令和 2 年度のコロナ感染症拡大に際しては、ユー

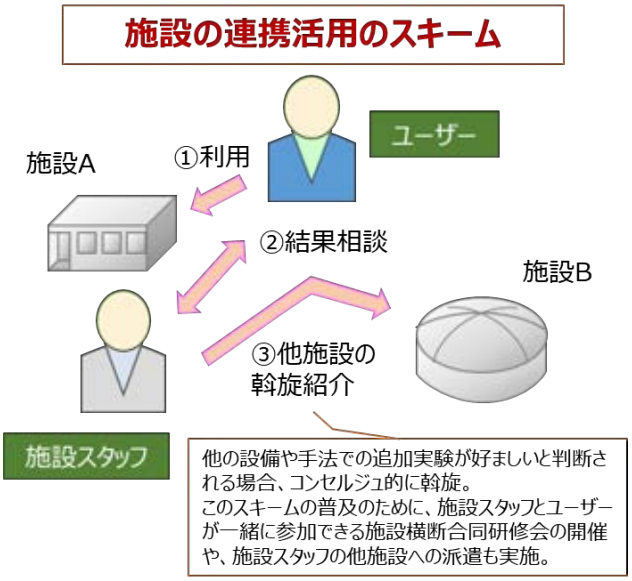


図 18　施設の連携活用のスキーム

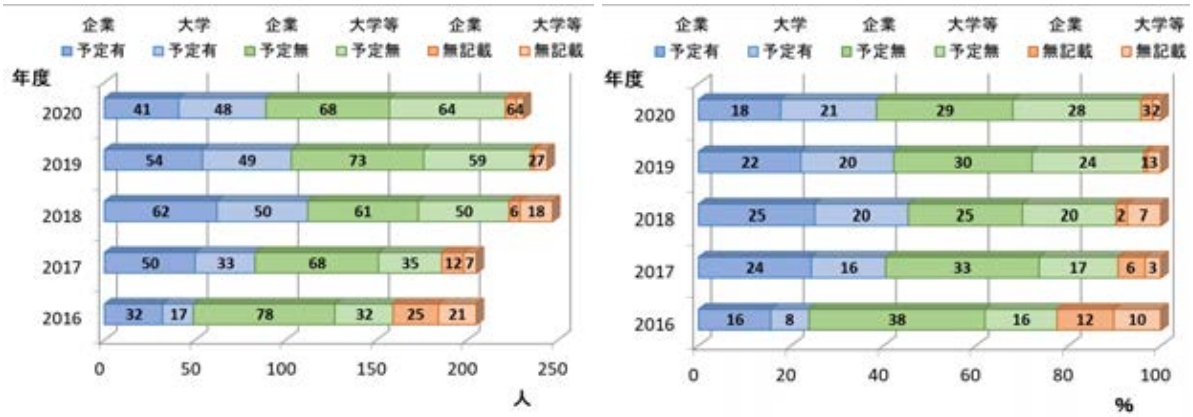


図 19 あいち SR によるユーザーの利用意識調査
(左)度数分布、(右)百分率

ザーの意思で利用施設の変更が行われたと窺い知れるケースがいくつかあった。施設スタッフは斡旋紹介に介在しなかったものの、標準化の取組と相まって、ユーザーも安心して複数の施設を利用するようになってきた証と考えられる。

あいち SR では毎年、他施設の利用予定に関する質問を実験責任者に対して行っている。その結果を図 19 に示す。事業開始の 2 年目(平成 29 年度、図中の 2017 年度)から、他の施設の利用予定者が企業ユーザーと大学ユーザーのそれぞれにおいて増えており、事業開始当初時は約 20%だった状況から、倍の約 40%となり、その後もおおむねその分率を維持する結果となった。なお、この調査に測定代行のユーザーは含まれていない。他施設利用予定者が令和元年度(図中の 2019 年度)以降、特に企業ユーザーにおいて微減している理由は、コロナ感染症対策を含めて、代行への移行が加速したためではないかと思われる。

もう 1 点、注目したいのは、回答の無記載が年度毎に減っていることである。これは他施設の利用という、従来ならはばかられた話題を、ユーザーが施設と率直にコミュニケーションできるようになってきたことを反映していると思われる。光ビームプラットフォームが施設連携を掲げて環境作りを進めてきた効果と考えている。

【本事業の実施 5 年間で行われた、先端計測機器開発との連携】

光ビームプラットフォームの事業参加者が獲得した外部資金はいくつかあるが、個別の研究課題がほとんどであり、光ビームプラットフォームが先端計測機器開発と連携する形のものは無かった。

【本事業の実施 5 年間で行われた、ノウハウ・データの蓄積・共有、イノベーション創出への貢献】

本事業では中核的活動の一つとして標準化活動を掲げた。これは大型先端研究施設のそれぞれが独自に設計されることから、全く同一の施設はないという事実により、施設間の実験データの相互互換性が重要になるためである。この点は、市中製品として入手可能な実験室装置と大きく異なる点である。特に企業ユーザーにおいては、限られた研究開発期間内で実験を遂行するために複数の施設を使う場合や、特許係争等において短期間で検証データが必要になる場合などがあり、施設間のデータの互換性が非常に重要になる場合がある。また、施設間だけでなく、同一施設であっても過去データとの比較において、実験データの再現性が必要になる場合がある。そのため、本事業は標準化を掲げ、特に放射光施設間では、同一試料の実験データを比較して互換性評価を行うラウンドロビン（図 20）に取り組んだ。本事業が開始された平成 28 年度は硬 X 線 XAFS と硬 X 線光電子分光の 2 手法から取組を開始し、報告会等の機会を通してユーザーの要望を受けつつ、軟 X 線 XAFS と小角散乱のメニュー拡大を行った。本事業期間中に行った実験の総回数は 90 回以上に及び、時間数では 2,000 時間を超えた。

なお、レーザー施設においては、標準的な試料を用いた標準データの収集実験をこの取組の中で実施した。これらを合わせ、最終的には基盤的データの蓄積と公開を図る狙いとした。以下では、放射光分析の代表的な 4 手法について、各々の取組内容と成果を報告するとともに、データ基盤の検討について述べる。後段では、コミュニティへの広報・啓蒙活動、及びデータ基盤に関わる取組について報告する。

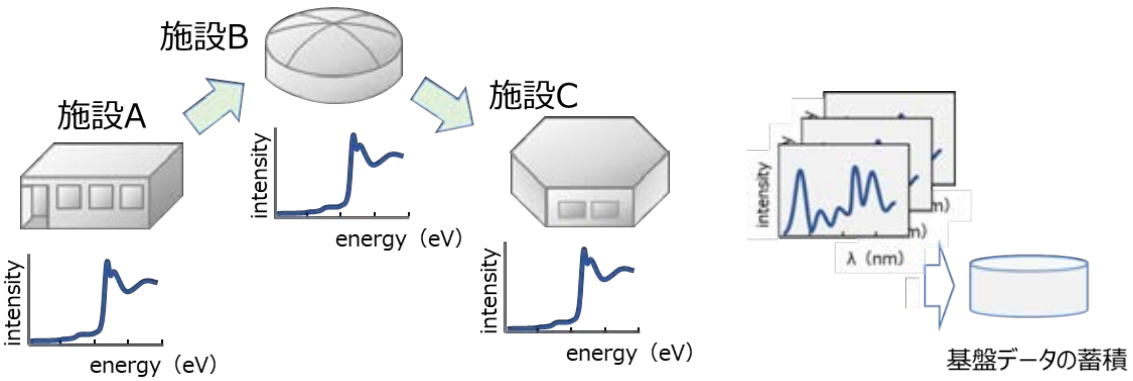


図 20　ラウンドロビンのスキーム（左）と標準データの蓄積（右）

＜硬X線XAFSの標準化検討の総括＞

1) 概要

硬 X 線 XAFS は放射光分析の中で最も多用される手法の一つであり、産官学の

様々な技術領域のユーザーに活用されている状況を踏まえ、具体的な目的として以下の 3 点を設定した。

1. ユーザーにとっての目安となるデータを提供 （実験結果の妥当性の判断指標）
2. 施設スタッフにとって目安となるデータを提供 （技術力向上、高度化）
3. データベース構築や情報科学処理に展開可能なデータを提供 （データ基盤）

2) 実施内容

異なる施設間でのラウンドロビンは初めての試みであるため、図 21 に示す展開シナリオを設定し、以下の 3 ステップで取り組んだ。

Phase 1: 確実に測定できる、容易に入手可能で単純な組成や構造の“標準試料”で実験。主な狙いは、お互いの施設・ビームラインの違いを知ること、及び人的交流（ヒューマンネットワーク構築）。

Phase 2: それぞれの施設・ビームラインで測定可能な範囲内ではあるが、設備間の差異がでやすい“短時間測定（装置条件）”と“希薄試料（試料条件）”の実験を行い、適正範囲を把握。

Phase 3: Phase 1 及び Phase 2 の結果を総括するとともに、様々なニーズの測定に対応するために、産業界で使用される“実試料”を用いて検証。

3) 結果:

－Phase 1－

本実験に参画した施設、ビームライン、用いた標準試料を図 22 に示す。図中に示す“共通のエネルギー領域”は、今回実験したビームライン以外でも硬 X 線 XAFS で用いられる機会の多いエネルギー領域である。その中央附近での実験として、 Cu *K* 端（8.98 keV ）を選定した。Cu 金属箔や CuO の実験の結果、外観上は同一の XANES スペクトルが得られ、細部の検証として XAFS 測定で求められる多体効果による減衰因子 S_0^2（XAFS 振動を決める重要因子）の値と、その値が理想的な結晶モデルからどれだけズレているかを示す R-値（一般的には 5%以下なら充分良い精度とされている）において、定量的な差異は極めて少ないことが確認できた（表 22）。ただし、実験試料を変えて、エネルギー領域の端部で実験を行うと、

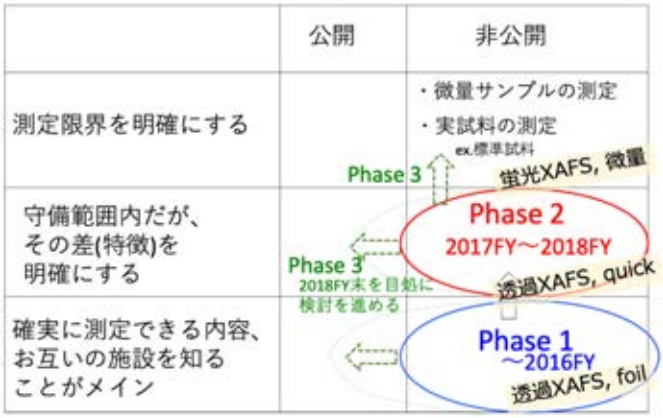
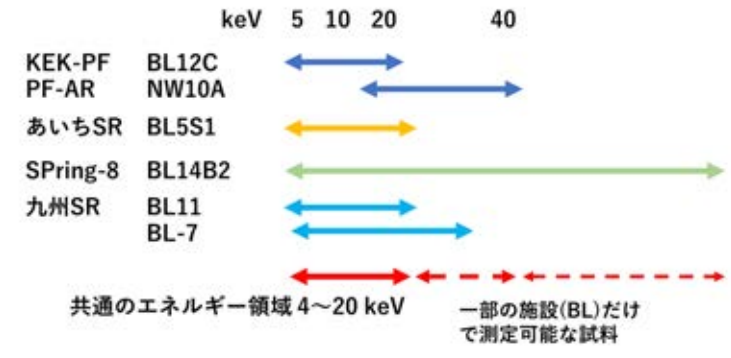


図 21 硬 X 線 XAFS のラウンドロビンの実施内容



共通標準試料

吸収端	物質
Ti K	Ti foil, TiO_2
Cu K	Cu, CuO
Pt L3	Pt foil
Pb K	PbO
Zr K	Zr foil, ZrO_2

図 22　Phase 1 における参画施設・ビームライン、標準試料と共通エネルギー領域の設定

XANES スペクトルの分解能やノイズレベルで差異が生じることも確認した。

表 22　Cu *K*端での測定結果

Facility		S_0^2	R-factor (%)
KEK-PF	BL-12C	0.889	0.57
あいちSR	BL5S1	0.886	0.61
SPring-8	BL14B2	0.885	0.60
九州SR	BL11	0.901	0.70

－Phase 2－

希薄試料として、BN 粉末に CuO 粉末を異なる濃度（1~1,000 ppm）で混合した試料の XAFS 測定を行った。差異が明瞭に確認できた 2 施設の事例を図 23 に示す。1,000 ppm 試料では大きな差異が無かったが、100 ppm 以下の濃度の試料では高波数領域（図 23 の円で示された領域）の XAFS 振動が、施設 B で不明瞭となっていることが確認できた。ただし、施設 A が施設 B よりも高い性能を有している、という意味ではない事に留意が必要である。各施設、ビームラインは、それぞれの設計思想のもと、適用領域を設定して設計されている。そのため、得意とする実験が異なっている、ということである。適用範囲を的確に把握することは、ユーザ

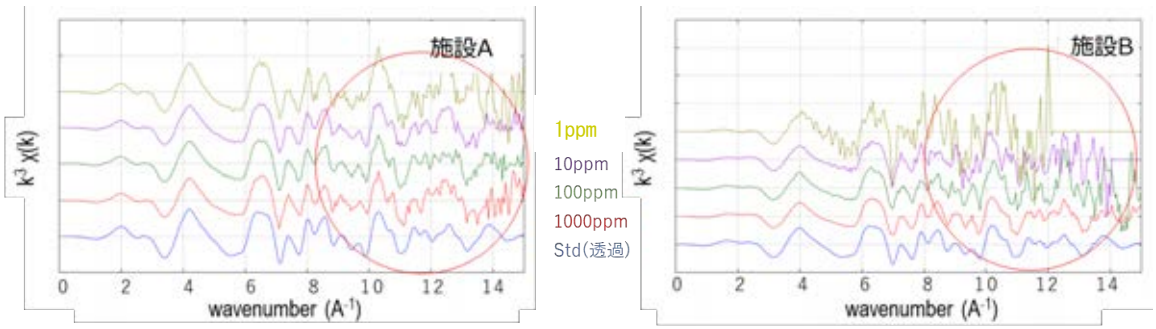


図 23　Phase 2：希薄試料でのラウンドロビンの実験結果

ーが自分の目的にあった設備を選定するのに不可欠な情報である。本事業のラウンドロビンが、この種の情報をユーザーや施設スタッフに提供することの一助になったと考えている。

－Phase 3－

社会や産業界で使用される実試料として、市中製品として入手可能な触媒（酸化チタン 、ジルコニア、酸化セリウム、酸化ニオブ 等）、鉄鉱石、蛍光体等に着目し、ラウンドロビンを行った。しかし、試料によっては、その不均一性のために、異なる試料ロット間で実験結果のばらつきが見られた。市中製品であっても、混合物やロット管理されている物質は、成分比率や不純物濃度等において有意な差がある場合があり、成分や試料の均一性を確認することや、全く同一の試料を巡回させて測定する等、十分な対策を講じた上でラウンドロビンを行う必要があることが分かった。ただし、同一試料の巡回に関しては、別途、吸湿性等による変化に留意する必要がある。

4) まとめと今後の課題

異なる施設間でのラウンドロビンを行うことにより、ユーザーはもちろん、ビームラインスタッフにとっても有益な結果を得ることができた。例えば、希薄試料で差異が見られた設備においては、その原因の究明と、光学系や実験条件へのフィードバックが進められた。ラウンドロビンで得られた結果は、論文や WEB での公開準備を進めており、広くユーザー等に活用してもらえることを期待している。

各施設のビームライン設備は、これからも各々継続的に改良が進められるはずであり、その都度、性能や適用範囲の確認が行われるであろうことから、本事業の実験結果は、取組の必要性やステップ論を示した、良い例示になったに違いないと考えている。硬 X 線 XAFS の標準化の取組内容については、本事業期間中において、ワークショップ、シンポジウム、学会企画講演等で発表を行い、ユーザーからのフィードバックも得て進めてきた。それらを踏まえつつ、今後とも各施設は、可能であればユーザーの参加協力を仰ぎつつ、以下の課題に取り組むべきと考えている。

1. ラウンドロビンの実験方法のガイドラインの策定
    1.1 スペクトルの横軸であるエネルギー値の校正方法
    1.2 測定系の高度化へのフィードバックの進め方
2. 標準試料の共有の在り方
3. 硬 X 線 XAFS 専用でないビームラインへの 展開
4. 解析方法の標準化、パラメーター設定等のガイドライン

例えば、専用ビームラインでない場合は、ミラーを汎用的な設定条件にしていると高次光の混入が多い場合がある。また解析方法の標準化については、ベースライン

の取り方や、任意パラメーターなど、マニュアル操作部分について、実験結果の一致度を高めるために、一歩詰めた形でガイドラインを共有することが好ましいと考えている。

また、国際展開に関しては、XAFS2018 において、海外の著名な施設との連携のもとで国際ラウンドロビンの提案を行ったものの、令和 2 年度末の時点でコロナ感染症拡大の影響で保留状態になっているため、沈静化した暁には活動を再開すべく準備を進めておく必要がある。

<硬X線光電子分光の標準化検討の総括>

1) 概要

放射光を光源に用いた光電子分光、特に高エネルギーのX線励起(3～10 keV: Tender-X 線から硬 X 線)に於ける光電子分光は、ラボ XPS に比べて、分析深度が大きい、励起可能な内殻準位が多いなどの利点をもっている。光ビームプラットフォームでは、Tender-X 線 PES から HAXPES について、ラウンドロビンを中心にして標準化活動を進めた。本事業の 5 年間の取組の指針を図 24 に示す。以下では図 24 に示す検討プロセスに沿って記述する。

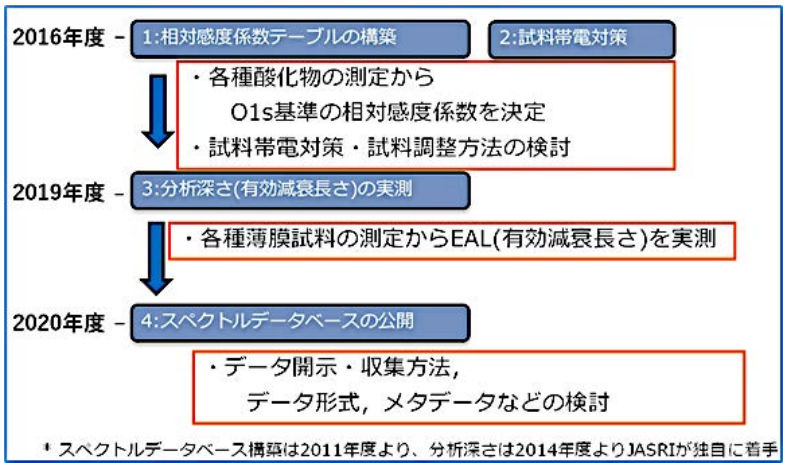


図 24　HAXPES の取組の指針

2) 試料帯電対策

試料に X 線を照射すると光電子の放出によって試料は正に帯電する。特に試料が絶縁体の場合にはサンプルホルダを通しての接地が不十分となりがちのため、光電子スペクトルの変形や出現位置のずれが生じやすい。従って、光電子分光の実験に当たっては帯電対策が非常に重要な要素となる。電子線照射によって電荷補償を行う方法もあるが、ここでは帯電対策として図 25 に示す 6 種類の試料調整方法について検討を行った。

その結果、導電性のカーボンブラック(b)もしくはコロイダルグラファイト(c)を混練

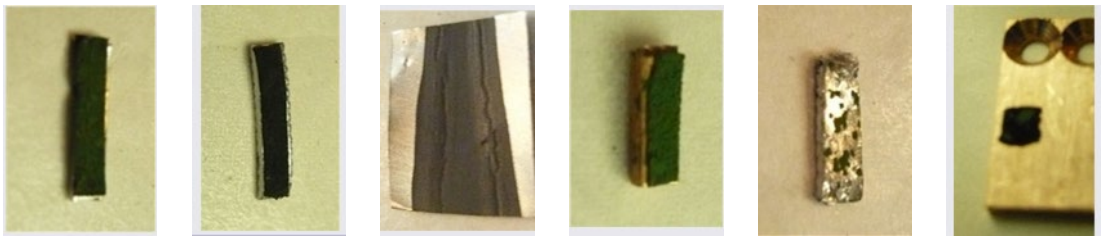


図 25　絶縁体粉末試料の帯電対策
(a) グラファイト(粒径:約200 μm)と混合、カーボンテープに塗布
(b) カーボンブラック(粒径:約50 nm)と混合、カーボンテープに塗布
(c) コロイダルグラファイト(粒径:10～30 nm)と混合、アルミ箔に塗布
(d) そのまま、カーボンテープに塗布
(e) そのまま、In シートに塗布
(f) そのまま、カーボンナノチューブシートに塗布

する方法が有効であると判明した。微細なカーボンにより局所的な帯電が効率よく分散されるためと考えられる。また、試料保持剤としてカーボンナノチューブシートを用いると帯電緩和に効果があることも判明した。粉末試料に関しては、図 26 に示すとおり、熱分析用アルミニウム製サンプルパンを用いてプレス処理することが、粉末試料をタブレット状にしつつ、均質化することができるために帯電ムラを回避しやすいと分かった。

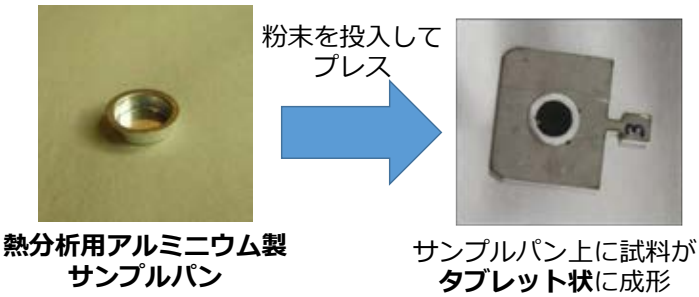


図 26 熱分析用アルミニウム製サンプルパンを用いた試料調整

3) 相対感度係数

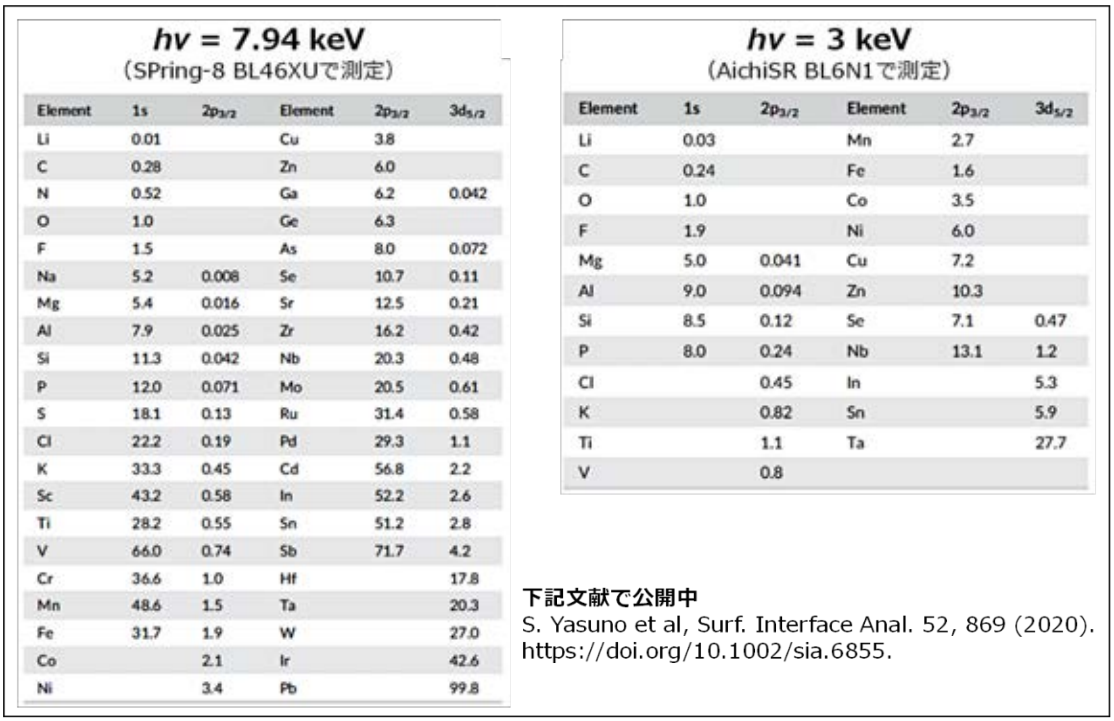
高エネルギーのX線励起による光電子分光を利用した組成の定量分析を行うことを目的として、Tender-X 線及び硬 X 線励起による内殻準位スペクトル測定から相対感度係数の実測値を求めた。ラボ XPS ではフッ化物の測定による F_{1s} 基準の相対感度係数が広く用いられているが、フッ化物の種類が少なく入手が難しいものも多いことから、ここでは、酸化物の測定による O_{1s} 基準の相対感度係数を求めることにした。

元素 a を含む組成既知の酸化物のスペクトルの元素 a の電子準位と O_{1s} の光電子強度比（I_a/I_O）と組成比（n_a/n_O）から O_{1s} 基準の相対感度係数（S_a/S_{O1s}）を求めた。O_{1s} 基準の相対感度係数の算出式を（1）式に示す。

$$\frac{S_a}{S_{O1s}} = \frac{I_a/n_a}{I_{O1s}/n_O} \qquad (1)$$

図 27 に相対感度係数の評価結果例を示す。8 keV 励起（正確には 7.94 keV）と 3 keV 励起を示しているが、本事業期間中は、これらの励起エネルギーを主にしつつ、6 keV 励起と 10 keV 励起の実験を令和 2 年度に実施して、幅広いデータの収集に努め、ユーザーへの公開を行った。

HAXPES に関しては最終的に図 28 にカラー表示で示す元素のデータを収集した。全ての元素の実験データを収集した訳ではないものの、特に産業上で利用度の高い元素を中心にしつつ、幅広い結合エネルギー（スペクトルの横軸）をカバーする形で元素を選択しており、得られたデータは校正曲線として極めて有用なものと考え



***hν* = 7.94 keV**
（SPring-8 BL46XUで測定）

Element	1s	$2p_{3/2}$	Element	$2p_{3/2}$	$3d_{5/2}$
Li	0.01		Cu	3.8	
C	0.28		Zn	6.0	
N	0.52		Ga	6.2	0.042
O	1.0		Ge	6.3	
F	1.5		As	8.0	0.072
Na	5.2	0.008	Se	10.7	0.11
Mg	5.4	0.016	Sr	12.5	0.21
Al	7.9	0.025	Zr	16.2	0.42
Si	11.3	0.042	Nb	20.3	0.48
P	12.0	0.071	Mo	20.5	0.61
S	18.1	0.13	Ru	31.4	0.58
Cl	22.2	0.19	Pd	29.3	1.1
K	33.3	0.45	Cd	56.8	2.2
Sc	43.2	0.58	In	52.2	2.6
Ti	28.2	0.55	Sn	51.2	2.8
V	66.0	0.74	Sb	71.7	4.2
Cr	36.6	1.0	Hf		17.8
Mn	48.6	1.5	Ta		20.3
Fe	31.7	1.9	W		27.0
Co		2.1	Ir		42.6
Ni		3.4	Pb		99.8

***hν* = 3 keV**
（AichiSR BL6N1で測定）

Element	1s	$2p_{3/2}$	Element	$2p_{3/2}$	$3d_{5/2}$
Li	0.03		Mn	2.7	
C	0.24		Fe	1.6	
O	1.0		Co	3.5	
F	1.9		Ni	6.0	
Mg	5.0	0.041	Cu	7.2	
Al	9.0	0.094	Zn	10.3	
Si	8.5	0.12	Se	7.1	0.47
P	8.0	0.24	Nb	13.1	1.2
Cl		0.45	In		5.3
K		0.82	Sn		5.9
Ti		1.1	Ta		27.7
V		0.8			

下記文献で公開中
S. Yasuno et al, Surf. Interface Anal. 52, 869 (2020).
https://doi.org/10.1002/sia.6855.

図 27 相対感度係数の評価結果（元素・吸収端・励起エネルギー別）

ている。

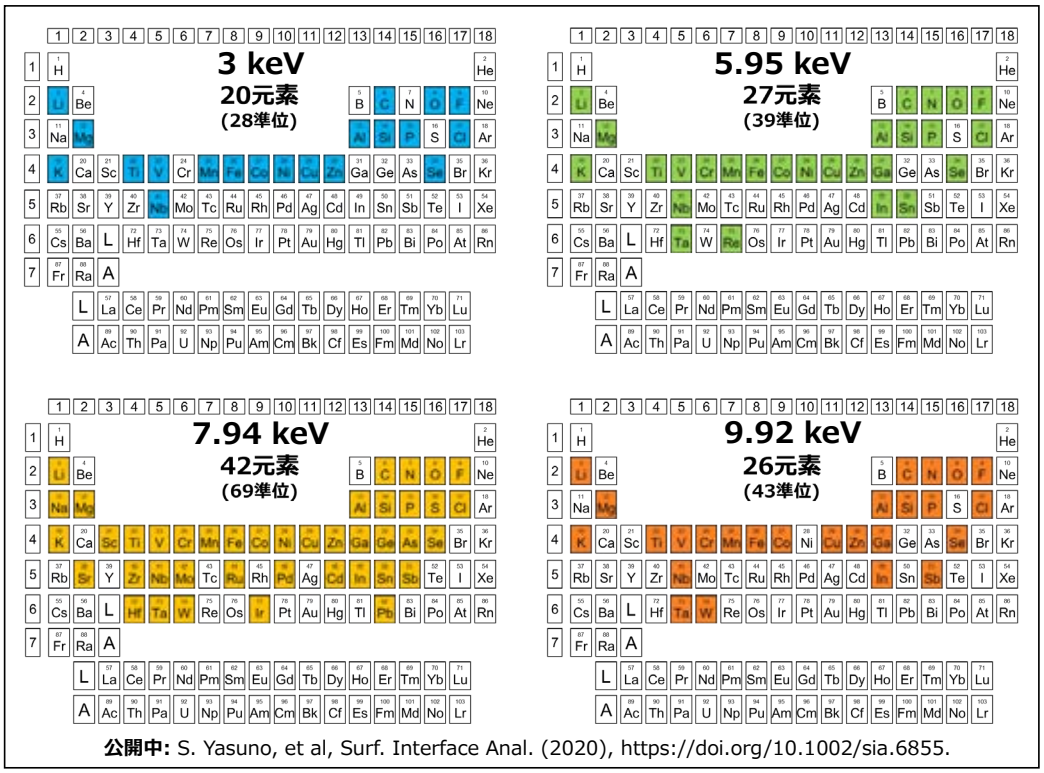


図 28　HAXPES の実験データを収集した対象元素

4) 有効減衰長さ

高エネルギーのX線励起による光電子分光は、表面直下のある程度の深さ(典型的には 30~40 nm)の情報が得られることが特長である。そのため、逆に、分析深さの知見を得る必要がある。

半導体技術を用いて膜厚制御した薄膜を Si 基板に堆積して積層膜試料を作成し、光電子強度の膜厚依存性から有効減衰長さ(Effective attenuation length 、EAL)を求めた。図 29 に結果の一例を示す。この種の実験により光電子の脱出深さを理論計算値と比較検証でき、薄膜内部の物性構造解析に有用なデータを蓄積した。

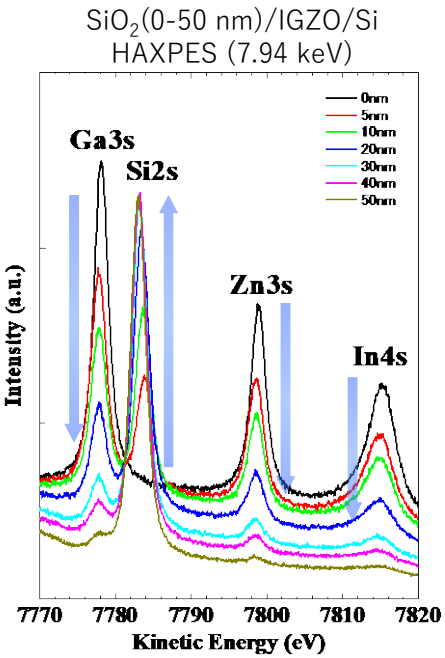


図 29　薄膜測定結果の例

5) スペクトルデータベースの公開

SPring-8 が中心となり、蓄積してきた光電子分光のスペクトルデータを硬 X 線 XAFS のデータとともに令和 2 年度に DVD 収録を行い、無償領布した。この中には、JASRI/SPring-8 の BL46XU の既存の HAXPES データベース、及び SPring-8 とあいち SR で行われた HAXPES の測定データに加え、明治大学理工学部小椋研究室のご厚意・ご協力によりデータ提供を行っていただいた LAB 装置の HAXPES データも収録した。この LAB 装置による HAXPES データはこれまで収録されたことがない初版となる。収録データは、SPring-8 実験データ転送システムである BENTEN に準拠し、DVD には図 30 に示す Data Viewer も併せて制作されて搭載された。

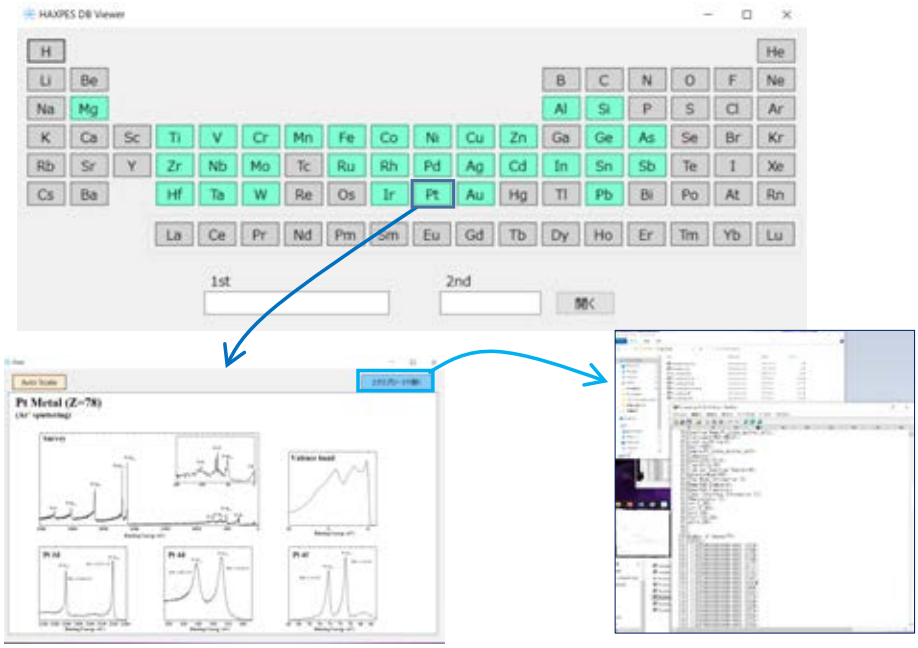


図 30 頒布した DVD に搭載したカスタム仕様の Data Viewer

<軟X線XAFSの標準化検討の総括>

1) 背景・経緯

国内の放射光施設は各々特徴ある軟 X 線のビームラインを所有している †。しかし、これまでは必ずしも相互の情報共有が円滑に行われているとは言えなかった。そ

† 太田俊明「放射光軟 X 線分光研究の進展」放射光、31 (2018) 75-83.

のため、本事業における軟 X 線 XAFS の検討目標を、光ビームプラットフォームの各放射光施設にある軟 X 線ビームラインの性能を評価し、その性能向上を図ると共に、情報を共有してユーザーにもその性能仕様を周知することとした。具体的な作業としては、軟 X 線領域（50 eV ～5 keV）に吸収端を持つ元素を含む代表的な物質を選び、それらを同一の条件下で測定し、同一の表示をすることで比較検討を可能にすることにした。当初、硬 X 線 XAFS のラウンドロビンと同じように、同一の試料を巡廻して測定することを行ったが、あるビームラインで上手く測定できても、他のビームラインでは試料面でのビーム輝度の違いからチャージアップが起こって上手く測定できないケースがでてきた。また、試料の取付け方にも、各ビームライン固有の流儀があることが分かった。そこで、試料を分割して各施設に配布し、各ビームラインで最適な試料の取付け方を選んで、できるだけ同じ測定条件で実験を行い、得られたスペクトルを各施設のホームページで開示するように方針を変更した。

2) 標準試料と実試料

軟 X 線 XAFS 用の標準試料として、化学的に安定で入手が容易な物質 10 数種を選定した。図 31 に選定した物質を示す。なお、ビームラインの評価には標準試料の測定だけでは不十分であり、測定対象元素が希薄な試料での評価も望まれた。そこで、実試料として、製鉄の原料であるオーストラリア赤鉄鉱と、ディスプレイ等で使用される蛍光材料の 2 種を実験対象に追加した。オーストラリア赤鉄鉱には図 32 に示すように、微量の不純物を多種含んでおり、その量が様々な化学分析によって調

E (50 eV ～1020 eV)

Li	K	(55 eV)	LiF
B	K	(188 eV)	BN
C	K	(284 eV)	Graphite, HOPG
N	K	(402 eV)	BN, AlN
O	K	(532 eV)	NiO, $LiCoO_2$, α-TiO_2
F	K	(685 eV)	LiF, CaF_2
Ti	L_3	(456 eV)	TiO_2
V	L_3	(513 eV)	V_2O_3
Cr	L_3	(575 eV)	Cr_2O_3
Mn	L_3	(640 eV)	MnO_2
Fe	L_3	(708 eV)	Fe_2O_3
Co	L_3	(779 eV)	CoO, $LiCoO_2$
Ni	L_3	(855 eV)	NiO
Cu	L_3	(931 eV)	CuO
Zn	L_3	(1020 eV)	ZnO

E (1080 eV ～5000 eV)

Na	K	(1.080 keV)	NaCl
Mg	K	(1.303 keV)	MgO
Al	K	(1.559 keV)	a-Al_2O_3, AlN
Si	K	(1.838 keV)	c-Si, SiO_2
P	K	(2.142 keV)	$FePO_4$
S	K	(2.470 keV)	K_2SO_4
Cl	K	(2.819 keV)	NaCl
K	K	(3.607 keV)	KCl, K_2SO_4
Ca	K	(4.038 keV)	$Ca(OH)_2$, CaF_2, $CaTiO_3$
Ti	K	(4.964 keV)	Rutile(TiO_2)

	Mass fraction %	Uncertainty
water	4.4	
Total Fe	62.77	0.05
Fe(II)	0.15	0.03
Si	1.55	0.02
P	0.083	0.002
S	0.019	0.001
Ti	0.044	0.001
Al	0.96	0.02
Ca	0.0197	0.0008
Mg	0.034	0.002
Na	0.0115	0.007
K	0.0091	0.0007
Mn	0.125	0.004
Ni	0.0013	0.0002
Cr	0.0033	0.0003
Cu	0.0012	0.0001
V	0.0018	0.0002
Zn	0.0020	0.0004

図 31　標準試料一覧

図 32　オーストラリア赤鉄鉱の分析結果

べられている。従って、これらの微量不純物の測定をすることで、各ビームラインの測定限界も分かり、ユーザーへの貴重な情報になりうると考えた。また、蛍光材料は、希土類の微量元素を多種含んでおり、それらが軟 X 線では最も難しい 800～1,500 eV の領域に M 端吸収をもっていることから、その領域の実験の実力検証には有用と考えた。実試料については、今後も随時増やしていくことが望ましいと考えている。

3) スペクトルの開示法

軟 X 線ラウンドロビンの難しさは、光学系の汚染やダメージ、光軸のずれなどによって影響を受けやすい点にある。また、スペクトルの位置や形状は、エネルギー値の校正方法やエネルギー分解能などの影響を受けるため、施設間の実験データの比較検討は注意を要する。そのため、それぞれの施設のホームページに実験結果のスペクトルを開示し、随時更新することに目標を設定した。施設によって、ホームページでのスペクトルにたどり着くまでのリンクパスは変わるが、スペクトル表示の仕方はできるだけ同一にして、他施設との比較を容易にした。SR センターの回折格子分光と結晶分光の例を図 33 に示す。分光結晶の違い、回折格子の刻線密度の違いがスペクトルにどのように影響するかなど、ユーザーの不安感を解消する情報として、役立つに違いないと考えている。

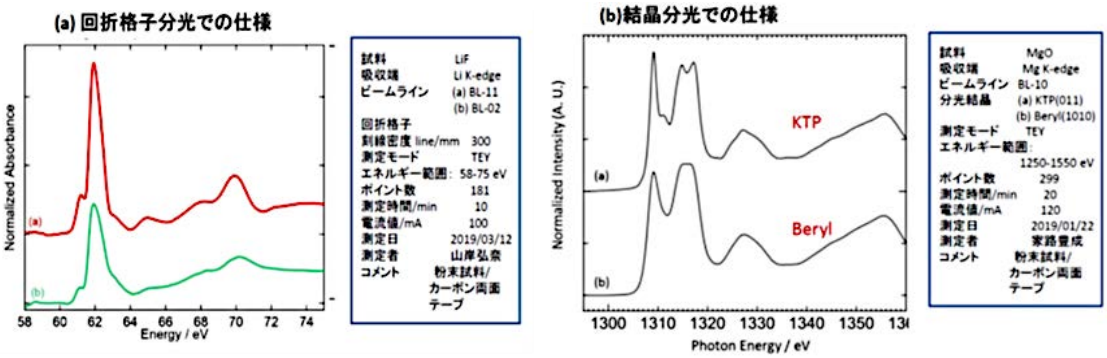


図 33 軟 X 線 XAFS スペクトルデータの例（立命館大学 SR センター）
(a)回折格子分光、(b)結晶分光

4) データベース作成に向けて

硬 X 線 XAFS の統合データベースの制作に向けた議論が物質・材料研究機構、北海道大学、光ビームプラットフォーム等により進められている。これに対して軟 X 線 XAFS のデータベースは世界的にも遅れている。その原因は、信頼できるスペクトルを得ることの難しさにある。軟 X 線 XAFS は透過法が難しく、専ら電子収量法での測定になるが、その場合に、チャージアップや他元素の吸収の混入などにより、スペクトルのベースラインがユニークに決まらないことが多く、加えて、X 線による試料のダメ

ージなどの厄介な問題が生じるためであった。しかし、まずは取組を開始することが重要と考えて、たたき台を作ることにした。立命館モデルとしてのスペクトルデータ情報(案)を図 34 に示す。実際に測定して得たデータの場合(a)は、測定条件などの詳細な情報はオリジナルデータ(測定年月日と参照番号)を参照することにして、必要最小限の情報リストとスペクトル数値情報を一つのファイルにする。これを、それぞれの元素の吸収端ごとにフォルダーに入れていく作業を、各施設で行っていく。これらを集約するホストがあれば、過度の労力をかけずにデータが蓄積されて自然にデータベースが作られていくと考えている。SR センターでは、これまで測定した S、P の化合物について、それぞれの K-XAFS スペクトルデータの集約を行っている。また、これまですでに発表されているスペクトルについても、論文で発表された図をデジタイズ処理することによって、少し精度は落ちるものの、十分役に立つスペクトルのデータベース化が可能である。その場合のスペクトル情報を図 34(b)に示した。SR センターでは、Li 化合物について、これまで発表のあった 15 報の論文から 27 種類のリチウム化合物について、63 個のスペクトルデータを収集した。参考情報として内部利用に留めているが、スペクトルを直接比較できる利便性は非常に大きい。この立命館モデルをケーススタディとして、スペクトルを直接比較できる有用性をコミュニティに理解してもらえれば、多くのユーザーが利用できるリポジトリに発展させることができるのではないかと期待している。

図 34 データベースのスペクトルデータ情報(案)
(a)測定して得た場合、(b)文献から得た場合

5) まとめと今後の課題

令和 3 年 3 月をもって本事業は終了したが、これを通して軟 X 線ビームラインスタッフ間の情報共有が進み、ビームライン性能向上に向けての意識改革にも役だった

のではないかと感じている。今後は、これまで参画していなかった広島大学・放射光科学研究センター（HiSOR）や分子科学研究所・極端紫外光研究施設（UVSOR）も含めた日本の放射光施設がまとまって進めていくべきプロジェクトと考えている。ビームラインの性能はメンテナンスの仕方で良くも悪くも変わっていく。標準試料の測定は随時行って、ビームラインの性能をチェックし、それを各施設のホームページを通してユーザーに開示することは重要な役目である。また、端緒についたばかりのデータベース作成については、今後もより良いシステム作りを目指して試行錯誤を続けることになろうが、将来に託したい。

＜小角散乱の標準化検討の総括＞

1) 背景・経緯

本事業の期首時より、各施設の特徴の把握と施設の効果的な活用に向けて、種々の放射光利用技術のラウンドロビンが開始された。当初は硬 X 線 XAFS と HAXPES の 2 手法を対象としたが、平成 28 年度の光ビームプラットフォーム合同報告会において、ユーザーから小角散乱もラウンドロビンを是非実施して欲しい、との要望があったため、平成 30 年度から、SPring-8 の BL19B2 とあいち SR の BL8S3 の 2 か所で小角散乱のラウンドロビンの取組を開始した。

小角散乱の測定対象は、複合材料中のフィラー、高分子材料の高次構造、金属中の析出物から溶液中のタンパク質などと多岐にわたり、詳細に検討する場合には、測定対象や測定目的に応じて注目すべきパラメーターが異なる。そこでこのラウンドロビンでは、共通性が比較的高い、1)測定波数領域、2)波数分解能、3)検出下限の 3 指標を評価パラメーターとして設定した。測定試料は分散の粒径分布を持つ金コロイド溶液（Sigma-Aldrich 製）とし、両施設のビームラインともユーザー実験に供する標準的な条件（あいち SR の BL8S3 は X 線エネルギー＝13.5 keV、カメラ長＝4,016 mm、検出器＝Pilatus100K、他方、SPring-8 の BL19B2 は X 線エネルギー＝18.0 keV、カメラ長＝3,045 mm 及び 40,840 mm、検出器= Pilatus2M ）で実験を行った。その結果、以下に記す知見が得られた。なお、カメラ長はコラーゲンフィブリルとベヘン酸銀の散乱パターンを用いて較正した。

2) 測定波数域

図 35 は SPring-8 BL19B2 においてカメラ長 40,840 mm で測定した平均粒径 200 nm の Au コロイド溶液の小角散乱プロファイルである。測定波数域は 0.006 nm^{-1} から 0.2 nm^{-1} とした。カメラ長 3,045 mm の場合は 0.07 nm^{-1} から 3 nm^{-1} で、同ビームラインにおいては 0.006 nm^{-1} から 3 nm^{-1} の領域が測定可能である。

同様な測定により、あいち SR BL8S3 では 0.06 nm^{-1} から 1.5 nm^{-1} の領域で有効な散乱プロファイルが得られた。測定波数域は X 線エネルギー、カメラ長、ビーム

ストップの位置と形状、検出器の配置から計算されるが、どちらの施設も測定より得られた波数域は計算値とほぼ同じになり、装置設計性能を十分に満たしていると判断された。

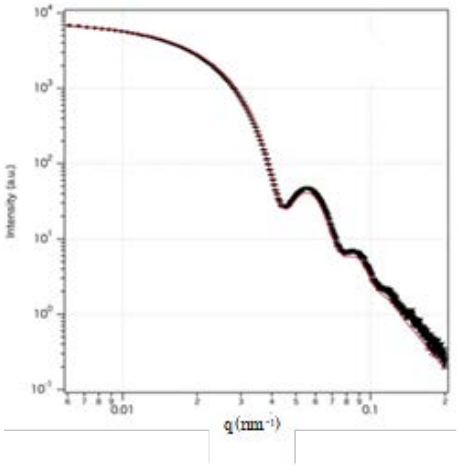


図 35　SPring-8 BL19B2 で測定した Au コロイド溶液（平均粒径 200 nm）の小角散乱プロファイル。散乱強度（縦軸）、波数（横軸）ともに対数表示

3) 波数分解能

波数分解能には測定波数域を決める上記のパラメーターに加えて入射X線の形状や発散角、及び試料厚さが影響を与える。同じ厚さの試料でも波数分解能が劣化すると散乱プロファイルが鈍ってしまい、外観上、観測プロファイルは平滑化される。図 36 に、あいち SR の BL08S3 と SPring-8 の BL19B2（カメラ長 3,045 mm）で測定した平均粒径 30 nm の Au コロイド溶液からの小角散乱プロファイルを示す。

水で希釈した様々な濃度の Au コロイド溶液を測定したが、高濃度溶液ではどちらにも 1 次の極大が明瞭に観測されて波数分解能に大きな違いは認められなかった。より定量的な比較を行うために、図 37 のような、散乱強度の対数の波数に対する 1 次微分（散乱強度の 1 次微分を散乱強度で規格化した値に対応）を用いて検討を行った。図 36 の散乱強度に観測されている 2 nm^{-1} の極小に対応する明瞭な振動が両者のデータに見られ、両者はほぼ一致した。振動の振幅（極小値と極大値の差）はあいち SR BL08S3 では 39.6、SPring-8 BL19B2 では 39.8 であり、両者の波数分解能は同じと結論された。

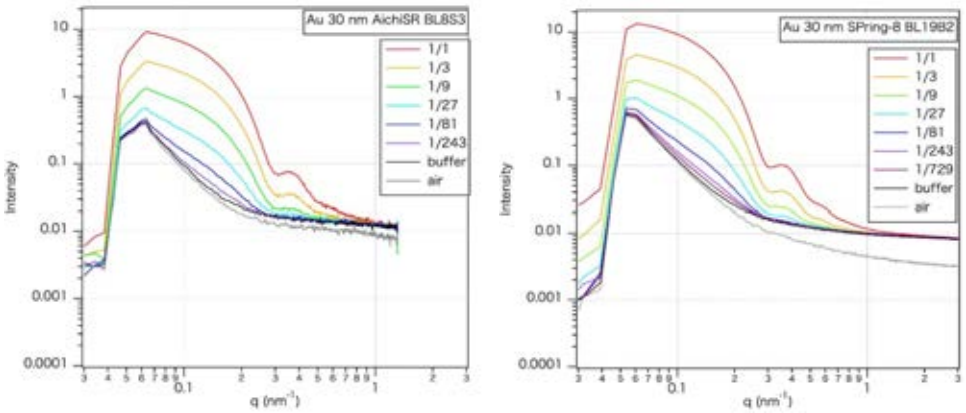


図 36　Au コロイド溶液の SAXS プロファイル
(a):あいち SR BL08S3(左図)、(b):SPring-8 BL19B2(右図)
図の凡例中に示す分数表記は試料の水による希釈率

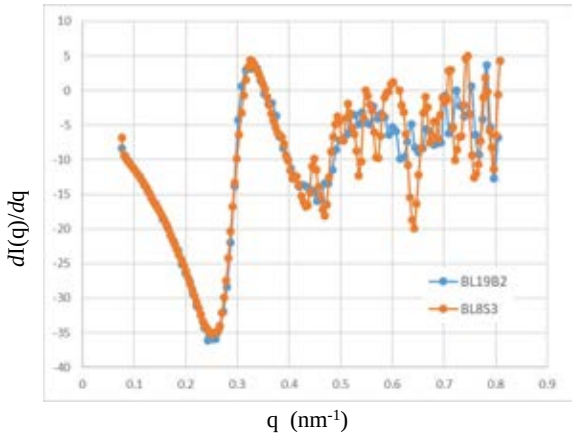


図37　観測された散乱強度対数値の波数微分。橙色があいちSR　BL8S3、青がSPring-8　BL19B2の測定データ。縦軸、横軸とも線形表示

4) 検出下限

検出下限は希釈した Au コロイド溶液の測定より検討した。希釈溶媒である水(Au コロイドなし。図　36　の黒線)からの散乱プロファイルと比較すると、あいち　SR BL08S3 では 1/243 希釈まで Au 由来の散乱パターンが観測された。一方、SPring-8 BL19B2 では 1/729 希釈まで観測された。検出下限は光学系や検出器の性能に依存するため、施設間の差分として理解すべきファクタであるものの、その他の要因として、試料調整や試料セル窓材などにも依存することが把握できた。試料調整や試料セル窓材に関してはマニュアルを整備して、個々の設備での実験の再現性を

高めることが重要と考えられた。

5) その他

ラウンドロビンに適した試料選定のため、ポリスチレン分散液など Au コロイド溶液以外の物質や試料容器の窓材の材質の検討を行った。バックグラウンドのノイズは窓材の材質や厚さと X 線エネルギーの組み合わせで変化することが明らかになり、良好なデータの取得には測定対象に応じて試料容器窓材と X 線エネルギーの最適化が必要であることが明らかになった。

＜コミュニティに向けた標準化の啓蒙活動＞

標準化の活動においては、特に産業界ユーザーのニーズや利便性に配慮する必要があることから、外部への情報発信とフィードバックが重要である。そのため、成果や進捗状況を国内外の学会や専門家会議等で適時に発表してアピールし、イニシアティブをとる努力を行った。そのような考え方から、実験結果については各機関の報告書等で公開するとともに、学会やシンポジウム等で成果の報告を随時行った。特に実験結果がある程度蓄積された令和元年度では、放射光産業利用における測定標準化ワークショップ（令和元年 9 月 4 日）、放射光学会年会・企画講演「X 線吸収分光におけるラウンドロビン・データベースを巡る状況」（令和 2 年 1 月 14 日）、光ビームプラットフォームシンポジウム（令和 2 年 2 月 26 日）などで成果を報告し、ユーザーとの対話を進めた（図 38~40）。これらの活動はユーザーから多くの共感と賛同をもって受け入れられた。その結果は本報告書の4．4項に示す、アンケート調査結果に表れている。

図 38 放射光産業利用における測定標準化ワークショップ
（令和元年 9 月 4 日）

図 39 放射光学会年会・企画講演「X 線吸収分光におけるラウンドロビン・データベースを巡る状況
（令和 2 年 1 月 14 日）

図 40　光ビームプラットフォームシンポジウム（令和 2 年 2 月 26 日）

ラウンドロビンや施設連携合同研修会等で得られた実験データは各機関のホームページで報告書やデータベースとして順次公開が行われた。光ビームプラットフォームのホームページでは、それらをリンクしてポータルとして以前より情報発信を行っていたが、手法別、年度別に再整理し、報告事例の情報を適時に追加更新して掲載を行った。

＜データ基盤形成に向けた取組＞

標準化の推進やデータベースに際しては内外の関係機関との連携や協調が不可欠であることから、平成 30 年度から関連機関との協調関係の醸成を図った。JASRI においては SPring-8 で蓄積された多くの実験データをすでに公開していたが、外部でも硬 X 線 XAFS のデータベースに関しては北海道大学触媒科学研究所（朝倉研究室）、光電子分光のデータベースに関しては物質・材料研究機構の材料データプラットフォームセンターが注力をしていた。施設等に分散して蓄積されているデータを集約してユーザーの利便性を図るとともに、データ保管を長期間に亘って安定的に行うことを目的とし、まず、関連機関とデータ収集の在り方や規約の整合化等を図るための情報交換から着手した。北海道大学・朝倉教授が主宰する XAFS Database Workshop が将来のデータ利用に関する方向性を示していたことから、密に連携することとし、KEK と JASRI が牽引する形となって、XAFS のデータフォーマットの仕様化と、データ収集やデータ公開に関わるポリシーについて議論を深めた。その結論として、物質・材料研究機構のマテリアルデータリポジトリ（MDR）に、国内の各施設が保有する硬 X 線 XAFS データを収容する考え方がまとまり、MDR ベータ版で実装テストを行い、課題の洗い出しが行われた。コミュニティの理解も得られており、今後の実装を目指して調整が進められつつあるフェーズとなった。

4．3　人材育成

＜本事業の実施 5 年間で行われた専門スタッフの育成（研修・講習）＞

1）ラウンドロビンの場を活用したスタッフの人材育成・人材交流

光ビームプラットフォームは 2 つの観点で専門スタッフの育成に取り組んだ。

1 点目は、ラウンドロビンの場を通して OJT 的に行った施設スタッフの人材育成である。ラウンドロビンを施設間で公開とし、スタッフが他施設で実験に参加できる機会を企画した（図 41）。レーザーのデータ収集実験を併せると、実験は 5 年間で 90 回以上、累計で 2,000 時間を超える実験機会を得た。実験参加者は延べ 500 人以上となった。 これにより、スタッフは他施設の設備や実験手法を体感することができ、スキルアップに役立ったとともに、専門スタッフ間の横の人的なつながりや交流を深めることができた。また、他施設で実験を経験し、様々な知見を習得したことで、スタッフがユーザーに他施設やスタッフを紹介する際にも実体験を踏まえて斡旋紹介ができるようになり、ユーザーの信頼感醸成に役立つという波及効果があった。

図 41　ラウンドロビンにおける典型的なスタッフ間の交流・研修風景

（左）SPring-8 における実験事例

（右）あいち SR における実験事例

また、ユーザーと施設スタッフが一緒に受講する施設連携合同研修会も平成 30 年度から毎年 2 度を目標に実施した。施設連携合同研修会の主目的はユーザーに複数の施設を体感してもらうことだったが、一方、ユーザーに付き添う形で参加したスタッフにとっても、ユーザーが何に苦労しているのか、何を知りたいのか、等を理解する手がかりとなり、スタッフとユーザーの両者にとって有用な機会にすることができた。

一方、次世代の若手人材の育成、放射光とレーザーの融合領域の活性化については大阪大学が核となって取り組み、東京理科大学等の活動も交えて進めた。具体的な取組としては、大阪大学・単位認定講座の開講、融合領域に関わるレーザー・放射光連携セミナー・シンポジウムの開催、若手研究者の雇用・流動の支援、である。以下、順に述べる。

2) 大阪大学の単位認定講座・基礎セミナー

本事業の開始年度に大阪大学では学内事務部門で調整が行われ、事業 2 年目の平成 29 年度から、放射光・レーザー分野の将来の担い手となる大阪大学の理系学部学生を対象とした基礎セミナーが開講された（図 42 参照）。基礎セミナーでは、光ビームプラットフォームのネットワークを活かし、学内研究所のみならず、東京理科大学、高エネルギー加速器研究機構、兵庫県立大学等の諸大学・研究機関、あるいは企業から講師が招へいされた。

平成 29 年度に開催した『放射光とレーザー』のセミナーでは、受講生は学部学生 9 人であったが、その後講座の数が拡大され、『Introduction to Laser Engineering』及び『理系研究生活の基本』が令和 2 年度に追加となった。これにより、受講生も 36 人に増え、融合領域の人材育成の拡大を促進した。

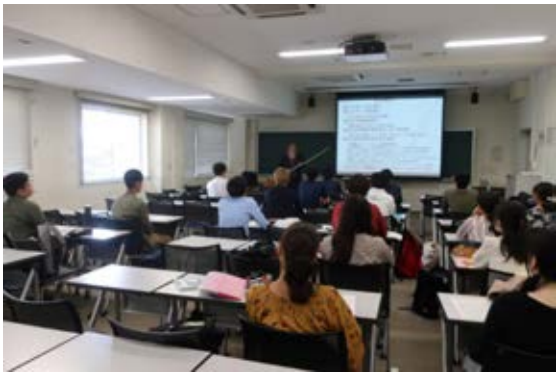


図 42 基礎セミナー開催風景
（令和元年 5 月 15 日）

3) レーザー・放射光連携セミナー・シンポジウムの開催（大阪大学）

大阪大学主催の基礎セミナーにおいては、その一部でプラットフォーム関係者や企業研究者の参加が可能な公開セミナーを毎年 1 回開催した。また、放射光・レーザーの融合領域の創出に向けたシンポジウムも毎年 1 回開催した。公開セミナーでは企業研究者の意見を交えながら、レーザー施設及び放射光施設間の情報共有と連携強化による利用促進を主眼に置き、レーザー装置や放射光装置の原理や近年の研究動向に関する若手向けの基礎的な内容とした。また、今後のレーザー施設間での技術交流の方策等について意見交換を行った。一方、シンポジウムは放射光とレーザーの連携にテーマを設定し、両分野の学際的な交流を通して幅広い知見を有する人材の育成と、放射光とレーザーの“融合分野”における発展の目覚ましい研究課題の洗い出しなどを行った（図 43 参照）。

図 43　放射光とレーザーの連携シンポジウムの開催風景（平成 29 年 8 月 1 日）

融合領域にテーマ設定して開催した基礎セミナー、シンポジウム、国際会議等のイベントは本事業期間中に計 18 回実施し、累計の参加者数は大阪大学の学生や若手研究者を中心に延べ約 600 人に達した。表 23 に本事業期間中に実施した、融合領域に関わる人材育成の取組を一覧して示す。

表 23　融合領域に関わる人材育成の取組

開催年	取組
平成 28 年度	・ レーザーと放射光に関する勉強会（全 6 回） ・ あいち SR の実地研修
平成 29 年度	・ 大阪大学基礎セミナー（全 14 回） ・ 放射光とレーザーの連携シンポジウム
平成 30 年度	・ LSC2018 国際会議開催 ・ 大阪大学基礎セミナー（全 14 回） ・ 光ビームプラットフォーム人材育成セミナー ・ レーザー・放射光合同シンポジウム
平成 31 年度 令和元年度	・ 大阪大学基礎セミナー―（全 14 回） ・ 放射光とレーザーの連携シンポジウム ・ KEK-PF、FEL-TUS の施設見学 ・ FEL-TUS 医工連携シンポジウム
令和 2 年度	・ LSC2020 国際会議開催 （オンライン開催） ・ 大阪大学基礎セミナー （全 14 回） ×3 コース 『放射光とレーザー』 『Introduction to Laser Engineering』 『理系研究生活の基本』 ・ 放射光とレーザーの連携シンポジウム

4) 若手研究者の雇用（大阪大学）

大阪大学に在籍する若手研究者等の豊富な人材の中から、果敢に取り組む若手コーディネーターを雇用し、本事業における分野融合のコーディネーションや標準データ収集等の取組に従事させることにより、関連施設や関連企業等との幅広いネットワークを持つ人材の育成を図った。コーディネーターには、ユーザーの課題の分析から解決方法の提案まで行う、いわゆるコンシェルジュサービスを意識させ、レーザーと放射光のコミュニティの壁を超えた施設連携を狙った。

【本事業の実施 5 年間で確認された、技術論文発表等】

本事業の 5 年間の中で行われた学術的な対外活動の数量を示す図 14 を再掲する。平成 30 年度（2018 年度）の英文発表数の増加に関しては、大阪大学が LSC2018 国際会議を開催したこともあるが、他方、平成 30 年度の中間評価において、専門スタッフ育成の奨励の必要性について指摘があり、それを契機として学術活動の奨励に注力するようになったことが、全体として件数の増加を促したと考えている。令和 2 年度（2020 年度）では大阪大学が LSC2020 国際会議を開催したこともあるが、他の国際会議や各機関の論文増も重なって発表件数が伸びた。

図 14（再掲） 発表・論文出版等の対外活動

4. 4 研究開発基盤の維持・発展

【本事業の実施 5 年間で確認された、プラットフォームの持続可能性】

プラットフォームの持続可能性に関しては大きく 4 つの要素が関係すると考えている。

1 点目は求心力である。機関が大型研究施設を稼働させる目的は学術活動であったり、産業利用であったり、共用であったりと様々であっても、施設の利用を行うのはユーザーであり、“ユーザーのため“という目的の共有ができていれば、協力関係の醸成を行うことができる。

2 点目はユーザーの認知である。ユーザーに受け入られない活動では、空回りになってしまう。光ビームプラットフォームの認知度や事業活動の評価に関して、令和元年度及び令和 2 年度に実施したアンケートを全集計した結果を図 44 に示す。有効回答者数は 67 人で、調査対象者は、JASIS 展のブース見学者 、nanotech 展来場者（九州 SR 出展ブース）、光ビームプラットフォーム参加者、ワークショップ参加者、施設ユーザー、令和 2 年度の光ビームプラットフォームシンポジウム参加者等である。回答者は質問事項 2 から判別できるように 8 割強が放射光経験者であったが、そのようなコミュニティを代表しているとみなせるセグメントにおいては、光ビームプラットフォームはかなり認知され、また、標準化や施設連携の取組はかなり高い評価を受けていることが明らかとなった。一方、人材育成については、約半数が「良く分からない」との回答だったが、これは施策内容がスタッフや次世代人材層の育成に重心があり、ユーザーにとって共感しにくい側面があったためと思われる。しかし、総合評価として 80%以上から「良い」との評価を得たことから、我々の活動はユーザーから好感をもって受け入れられており、基本的な持続可能性を内在していると考えている。

また、この調査の自由記述欄には

- 利用に関する窓口の一本化まで取り組まれるように期待
- 標準データは優先して欲しい物質を募集して集約して欲しい
- 標準化は絶対に必要
- 名前、内容ともにアピールが不足していると思う
- ラウンドロビンの結果、バックグラウンド低減等のインプルーブができた内容等も有用な情報なので、情報のシェアと、残る形で見られるようにして頂きたい

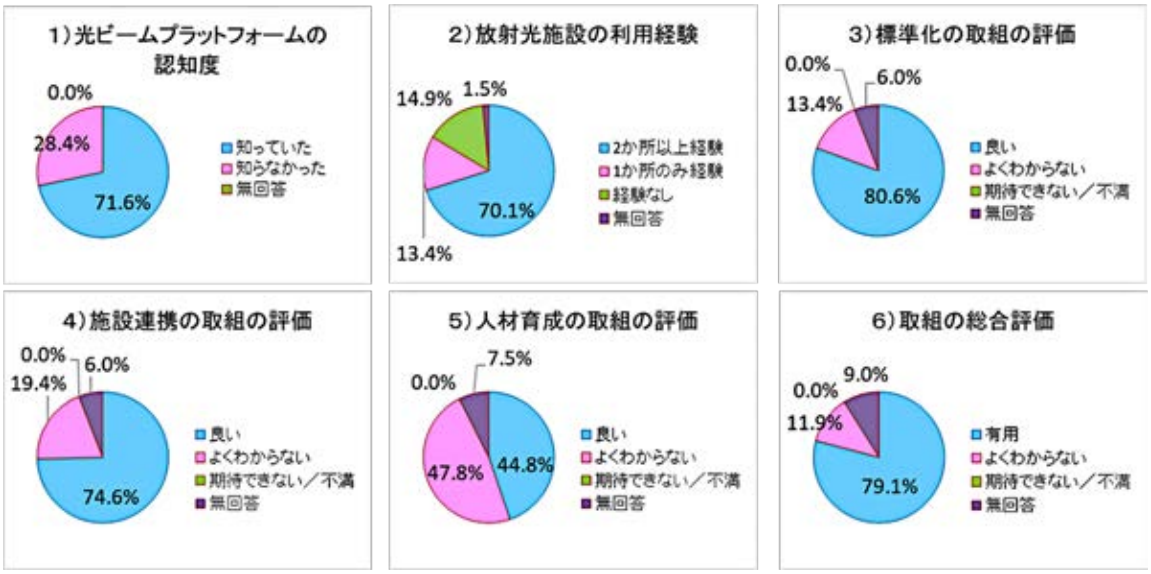


図 44　アンケート調査結果（令和元年度及び令和 2 年度に実施した調査の総計）

・ 測定サンプルの相談を行った際に、その放射光施設での測定が困難であっても、別の放射光施設の担当者を具体的に紹介して頂けると助かる

等の意見・要望が寄せられた。ユーザーの関心の高さを理解するとともに、今後の方向性について指針を得た。

ただし、放射光とレーザーのように、ユーザーのセグメントが全く異なる場合には難しさが伴う。本事業では放射光とレーザーの融合領域を活動の一つのターゲットとしていたが、融合領域はまだ萌芽期のレベルであり、明確なセグメントとして顕在化することができなかった。そのため、放射光施設同士、あるいはレーザー施設同士の連携から改めて再構築を目指すシナリオが良いのでないかと思われる。

3 点目は短期の目標となるような具体的な課題設定である。例えば標準化であっても、具体的な課題設定が必要であり、それを繰り返すことで連携活動のサイクルが展開する。

4 点目はスタッフの業務(エフォート)としての定義である。昨今は様々な形で業務の管理が行われていることから、業務としてみなされない活動は、たとえ実行したくても行い難い現実がある。本事業においても、『スタッフを他施設に出張させる理由があることが有難かった』という意見が事業参加者からあった。業務は往々にして財源とリンクする。一部の機関では、職員の積極的な参加が自主財源で行われたが、予算の裏付けがないとスタッフの業務を定義しにくい場合の方が多いはずである。スタッフに業務として参画させる名目となりうること自体に、プラットフォームの価値の一面がある。

総括としては、財源の多寡によってハードルの高さは左右されるものの、光ビームプラットフォームの持続可能性は十分にあると考えている。

【本事業の実施 5 年間で確認された、研究施設・設備及び共用体制の持続可能性】

光ビームプラットフォームの各機関の共用は、基本的に本来業務もしくは自主財源による取組によって行われているが、2. 2章⑧項で示した図 13 のように、光ビームプラットフォーム全体としての外部実績は、この 5 年間、維持できている。従って、研究施設・設備及び共用体制の持続可能性は備わっていると言える。ただし、個々で見れば、老朽化が深刻化している設備が多々あることから、運用体制よりも設備の基盤維持の方がより大きな問題と思われる。国の方針策定や適切な形での支援をお願いしたい点である。

【本事業の実施 5 年間で確認された、機器更新等について】

各施設における共用設備の数量(令和元年 12 月現在)と、旧事業終了時からの増減数を表 24 に示す。KEK-PF、九州 SR、あいち SR では本事業期間中にビームラインの増設が行われ、また、立命館大学では利用頻度の少ないビームラインが

表 24　構成機関の共用設備及びその維持の状況

機関・施設	KEK-PF	九州 SR	JASRI / SPring-8	兵庫県立大 ニュースバル
共用設備	47 BL (+1) [*1]	7 BL (+1)	3 BL （産業利用推進室）	9 BL
機関・施設	大阪大学 レーザー研	立命館大学 SR センター	あいち SR	東京理科大学 FEL
共用設備	光学装置 5 台[*2]	12 BL (-1)	8 BL (+1)	赤外自由電子 レーザー1 台

*1：BL はビームラインの意味。令和元年 12 月現在の数量。カッコ内記載の数値は旧事業終了時である平成 27 年度末からの共用設備の増減数。
*2：旧事業で登録していた共用設備は激光 VII。本事業開始時に対象設備を変更。

削減されて効率化が図られた。本事業では、施設の設備費や共用に係る支援人材の人件費にも充当されていないが、図 13 に示したように外部利用に関わる成果は旧事業の時と比較して数量的に維持できており、設備は各々の施設で更新が図られていることから、研究施設・設備は基本的に自助努力により維持できていると考えている。ただし、個別に見れば老朽化等の様々な課題がある。令和 2 年度においては、兵庫県立大学のニュースバルは入射器の新設工事が着工され（令和 3 年度 5 月完成予定）、併せて、BL05 の改造が行われた。さらに、令和 2 年度のコロナ感染症拡大を契機として、各施設では測定の自動化やリモート化等の DX 化（Digital Transformation）の動きが開始された。

4．5　その他

【本事業の実施 5 年間で行われた、国際ネットワーク構築】

KEK の XAFS 研究者は従来 XAFS に関わる国際会議に頻繁に参加していた。その中で、平成 29 年に開催された Q2XAFS2017 で光ビームプラットフォームで行っていたラウンドロビンが話題となり、翌年、XAFS2018 において KEK、DESY（独）、ノートルダム大（米）、メルボルン大（豪）、シカゴ大（米）の内外 5 機関の共著による、国際ラウンドロビンの提案が行われた（図 45）。令和元年度は XAFS に関わる適当

な国際会議がなく、令和 2 年度はコロナ感染症拡大により多くの国際会議が中止を余儀なくされたため、国際的な議論は一時中断の形になったが、従来交流のある専門家間では国際協調によるラウンドロビンの案は維持されており、今後、コロナ感染症が国際的に鎮静化した暁には、具体的な活動が再開されるものと期待される。

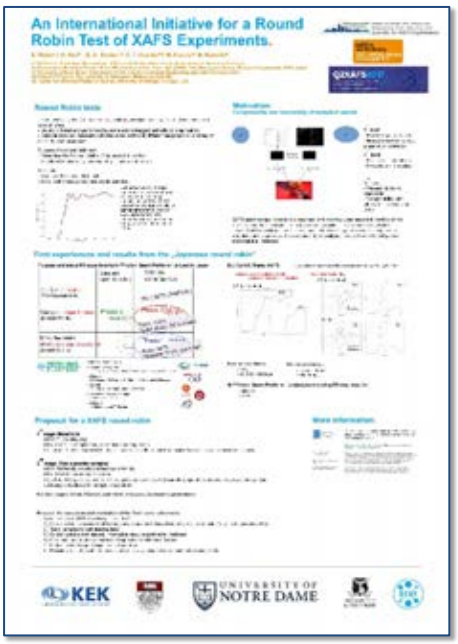


図 45 XAFS2018 国際ラウンドロビンの提案(ポスター発表)

【本事業の実施 5 年間で行われた、コミュニティ形成】

本事業の実施期間中に、共用プラットフォームの各機関との交流を深め、共用プラットフォーム連絡協議会を結成した。放射光とレーザーの融合領域に関しては、コミュニティとしての実体がまだ明瞭になっておらず、萌芽期のレベルに留まった。一方、FEL において、東京理科大学が京都大学、日本大学等との連携利用を進め、新たなコミュニティ形成を図った。近しい技術領域のため、コミュニティの形成が発展するものと思われる。国際の場では、XAFS2018 で硬 X 線 XAFS の国際ラウンドロビンの提案を行ったことを契機に、今後、連携が醸成されるものと期待されるが、世界的にコロナ感染症が拡大しているため、令和 2 年度末の時点で保留状態となっている。XAFS Database Workshop とはデータ基盤形成で連携し、物質・材料研究機構の MDR への公開データの集約が始まりつつある。今後、硬 X 線 XAFS のコミュニティの中で、データ基盤の形成や利用の新たなセグメント、サブコミュニティが生まれる可能性がある。

ナノテクノロジープラットフォームと TIA とは、旧事業の時から共用に関係する組織としてコンタクトを維持した。

【本事業の実施 5 年間で行われた、民間活力の導入】

HAXPES において民間企業(シエンタオミクロン社)の協力を得たことや、分析会社との意見交換など、民間との接点はいくつかあったものの、光ビームプラットフォームが関わる形での民間活力の導入は基本的になかった。

【本事業の実施 5 年間で行われた、政策連携】

政策連携は特になかった。

【本事業の実施 5 年間で行われた、その他プラットフォーム独自の取組】

事業開始当初より、研究基盤の維持と研究力強化を目指した外部資金の積極的な獲得に注力した。一部ではプラットフォームの連携を活かした提案も行った。本事業期間中に光ビームプラットフォームの事業参加者が得た研究助成の外部資金は計 12 件、総額約 1.45 億円であり、施設とスタッフの研究力向上に大きく貢献した。

Ⅴ. 事業終了後の展望

5. 1 本事業にて形成した共用プラットフォームの運用方針

本事業の開始当初に描いた光ビームプラットフォームのパラダイムを図 46 に示す。構成機関の連携活動を通して技術力強化とサービス向上を図り、産学官のユーザーの課題解決に連携して当たるとともに、標準化やデータベースによりサービス基盤の

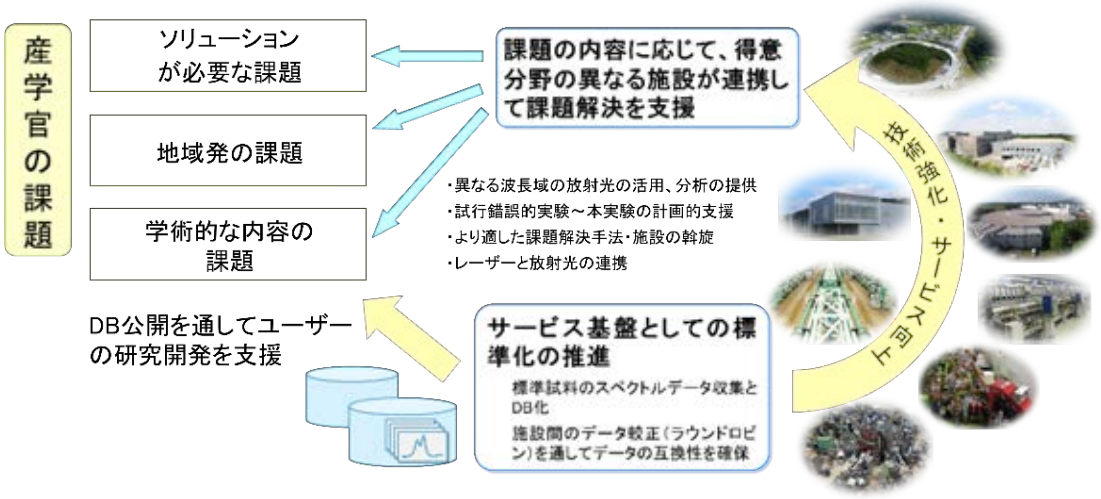


図 46 本事業開始当初に描いた光ビームプラットフォームの活動のパラダイム

強化を図る、という構図である。基本的な理念、運用方針は、“ユーザーのための活動であること”及び“施設・スタッフにとって有益であること”の 2 点とした。今後、具体的な活動は変わるとしても、これら 2 点の重要性は変わることはないと考えている。

5. 2 本事業にて雇用した技術職員等のキャリアパス

本事業ではエフォート率はそれぞれ異なるものの、毎年、事業全体で 7 名前後のスタッフが雇用されていた（2. 2章②の表 4 を参照）。多くは本事業活動に複数年間従事したが、一部は途中で異動・退職等を行った。事業期間中に他機関や他部署に異動したスタッフとそのキャリアパスを表 25 で示す（令和 2 年度末で退職した者を含む）。異動や昇格人事などの場合には、本事業期間中に発揮した研究活動の能

表 25 本事業にて雇用した技術職員等のキャリアパスの一覧

所属機関	職位	雇用(エフォート)	本事業での従事内容	退任年度	異動先	特長的なスキルや実績
大阪大学	コーディネーター	本事業(30%)	領域融合、産学コーディネーション	平成 28 年度	学内(助教、任期無)	レーザー応用の実績、研究力
立命館大学	研究員	本事業(20%)	標準化、RR 実験の推進(軟 X 線 XAFS)	平成 29 年度	企業	軟 X 線を用いた材料分析技術の実績
あいち SR	技術指導研究員	本事業(100%)	標準化、RR 実験の推進(PES、XAFS)	平成 30 年度	企業	光電子分光を主とした材料分析の能力
大阪大学	コーディネーター	本事業(70%)	領域融合、産学コーディネーション	平成 30 年度	学内(産学連携担当)	産学コーディネーション能力、企画調整力
大阪大学	コーディネーター	本事業(30%)	領域融合、産学コーディネーション	平成 30 年度	学内(特任助教)	レーザー応用の実績、研究力
あいち SR	技術指導研究員	本事業(100%)	標準化、RR 実験の推進(PES、XAFS)	令和元年度	大学(技術職員、任期無)	放射光分析の能力・知見
大阪大学	コーディネーター	本事業(30%)	領域融合、産学コーディネーション	令和元年度	学内(特任研究員)	レーザー応用に関わる研究力
大阪大学	客員研究員	本事業(100%)	コーディネーター、運営委員会(副委員)	令和 2 年度	企業	情報通信 / 情報セキュリティ研究、分析
あいち SR	コーディネーター	本事業(100%)	標準化、RR 実験の推進(PES、XAFS)	令和 2 年度末	財団法人(コーディネーター)	放射光分析の能力・知見
東京理科大学	技術員	本事業(10%)	施設間連携、領域融合	令和 2 年度末	大学共同利用機関法人(研究員)	FEL 応用研究
あいち SR	技術員	本事業(100%)	標準化、RR 実験の推進(PES、XAFS)	令和 2 年度末	国立研究機関(研究員)	X 線分光分析

力や産学連携のコーディネーションの力量などが評価されて、キャリア転身に繋がったと思われる。

5. 3 今後の課題、問題点

今後の課題として、4 点挙げることができる。1 点目は融合領域の活性化を目標とした放射光とレーザーの連携の難しさである。この点は平成 30 年度の中間評価において評価委員からも指摘されている。萌芽期の難しさとも言えるが、技術領域の違いだけでなく、共用の内容の相違も一因ではなかったかと思われる。これに関しては、今後の指針として、放射光とレーザーの連携の枠組みを発展的に解消し、各々、親和度の高い技術領域や研究領域のコミュニティの中で拡充を図り、新たな連携の枠組みを構築し直して再構成を図るのが良いと考えている。

この枠組みでは、親和度の高いセグメントの中での連携が形成されるため、各機

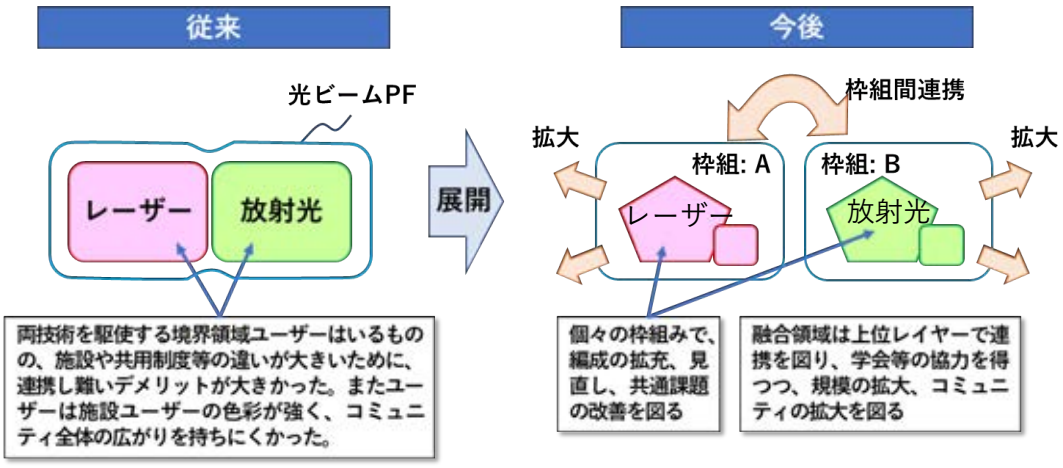


図 47　今後の発展形のイメージ

関が抱える、研究基盤、共用体制、利用制度、利用手続き等の共通性の高い課題の議論がしやすくなる。また、従来はコミュニティと言っても、施設ユーザーの色彩が強く、技術領域全体のコミュニティへの働きかけが必ずしも強くはなかったのが実情であることから、各々の枠組みでは学会等の協力を得つつ規模の拡大を図り、その上で上位のレイヤで連携を図り、コミュニティを巻き込むフレームワークを構想することが良いのではないかと考えている。イメージを図 47 に示す。

課題の 2 点目は、これまでプラットフォームに参画していなかった機関が複数あることである。日本全体を俯瞰する大所高所の視点で言えば、研究基盤のインフラストラクチャの連携をどのように捉え、組織化するか、という課題とも言える。この点に関しては、次期の取組体制として、放射光を包含しつつ、より大きな枠組みとして、中性子やミュオン等も含む量子ビーム全体の中で枠組みの再構築を目指す量子ビーム連携の構想が検討されており、関係者による意思疎通が図られつつある。なお、その場合でも、従来の光ビームプラットフォームの蓄積を、少なくとも一定期間はある程度維持する必要があると考え、ポストフォトンビームのホームページ（図 48）を KEK の自助努力により

図 48　ポストフォトンビームのホームページ。

準備し、令和 3 年以降の活動に備えた。

課題の 3 点目は、共用設備の全国的なデータベースの構築である。データベースの価値は、規模と正の相関がある。光ビームプラットフォームに関わる技術領域の中だけで検討するのではなく、他の技術領域をふくめて全国的な共用設備のデータベースを構築することが望ましい。2. 2章⑦に記述したように、令和 2 年度の取組の中で、共用を支援するウェブシステムとして EU の Wayforlight と韓国の WOLF について調査を行ったが、これらの先行事例を参照しつつ、日本の共用設備を網羅するデータベースを今後指向すべきではないかと考える。仕組みとしては、例えば、各機関が発信している共用設備の公開情報に関してデータ構造の共通化を進め、各機関がウェブサイトで設備情報を公開する際には xml（例えば ri-data.xml）で記述した設備情報を同時に公開ドメインに置けば良い。xml 構文を出力するスクリプトを作っておけば、共用設備の情報を更新すると同時に ri-data.xml が自動的に公開ドメインに生成される、ということもできる。ちなみに、これはサイトマップ用の xml（sitemap.xml）やブログなどの発信で使われる rss（rss.xml）が自動的に作成されるのと同レベルの技術である。情報が xml 化されていれば、権威機関がそれらをクローリングして自動的に収集し、再構成することで共用設備のデータベースを作ることができる。この仕組みの良い点は、仕組みを一旦作ってしまえば、手作業はほぼ不要であり、自動でデータベースを最新の状態に維持できる点にある。

4 点目はプラットフォームを長期的に維持する仕組みである。本事業で課題設定した標準化やデータ基盤形成などはゼロからの立上げを含むために、短期集中型・プロジェクト指向型と言え、委託事業と親和性があるテーマ設定である。一方、プラットフォームの維持は、学会との類似点を想起させるような、長期間に亘るからこそ有用性が発揮されるという、息の長い課題である。図 49 にポンチ絵を示す。プラットフォームの形成が一定の成果レベルに達した時、次のステップとして、それを更に加速展開するモードと維持モードの 2 つの方向性ができる。それぞれ目的が大きく異なる上、アプローチの仕方やスタッフの配置なども異なってくるはずである。維持のモードは、例えば、ボランティアベースでネットワークを維持するという取組方法もありうる。しかし、高まったレベルを維持するには、努

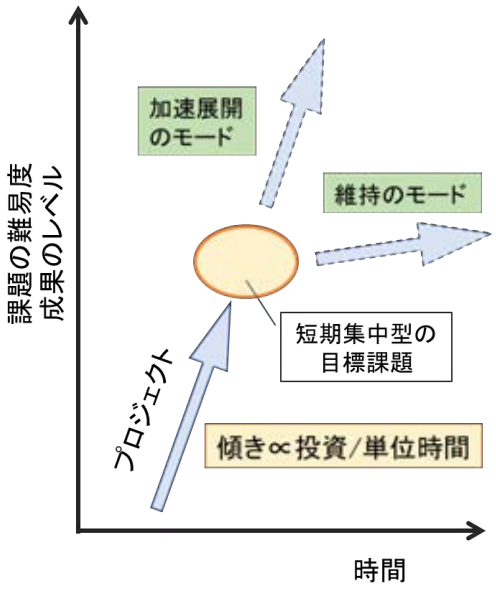


図 49　プロジェクトの展開／維持

力に加えて何某かのリソースが必要不可欠である。そこで、例えば委託事業のフォローアップ制度の創設を提案したい。この議論は、設備の新規導入とその維持の問題と似ている。維持は加速展開のモードほどのリソースは必要ない代わりに、長期に亘ることが重要となる。プロジェクト指向の委託事業とは方向性が 90 度異なるが、高い成果が見込まれるレベルを少ない投資で維持できることから、維持モードの制度化は投資対効果の高い施策であるはずである。

－以上－