

我が国全体を俯瞰した量子ビーム施設の在り方について

1. 今後の議論の進め方について

先般の調査結果や調査結果を踏まえた議論の論点も参照しつつ、施設種毎（放射光施設／中性子・ミュオン源施設／レーザー施設／イオンビーム施設／その他電子線施設等）及び施設運営主体毎（国／地方自治体／国立研究開発法人／大学・大学共同利用機関法人）に、以下の観点等について、「現状をどう捉えているか」「今後どうあるべきか」「その解決策・方法論は何か」といった議論を進めてはどうか。

（観点（例））

産学連携を含む利用者の確保や利用者への支援
施設の役割分担や施設相互の連携
海外施設・海外研究者との連携
オープンデータ・オープンアクセスの取組
人材育成

こうした議論や有識者ヒアリング等を踏まえ、

量子ビーム施設全体の今後の整備計画やこれらの施設を活用した研究全体のポートフォリオ設計の在り方

各量子ビーム施設の運営主体に応じた国の支援の在り方

各量子ビーム施設における好事例の整理や横展開の方策

等について最終的に議論をとりまとめていくこととしてはどうか。

(施設リスト)

施設種 / 運営 主体	国	地方自治体	国立研究 開発法人	共同利用・共同 研究拠点、大学 共同利用機関	大学
放射光施設	SPring-8	・AichiSR ・SAGA-LS		・KEK PF、PF-AR ・分子研 UVSOR ・広大 HiSOR	・立命館大 SR センター ・兵庫県立大 NewSUBARU
中性子 ・ミュオン施設	J-PARC MLF	・青森県量子科 学センター ・いばらき iBNCT	・JAEA JRR-3 ・理研 RANS	・京大複合原子力科 学研究所 ・J-PARC・MLF(KEK IMSS)	・北大 HUNS ・東北大 CYRIC ・名大 NUANS ・京大 KUANS
レーザー施設	SACLA		QST J-KAREN	・京大化学研究所 T6-Laser ・京大 KU-FEL ・阪大レーザー科学研 究所	・理科大 EL-TUS
イオンビーム施設		福井県 W-MAST	・JAEA 20MV タンデム加速器 ・QST TIARA ・理研 RIBF	・阪大 RCNP 加速器 施設	・東北大高速中性子実 験室 ・東北大臨界未満実験 装置室 ・筑波大附属病院陽子 線医学利用研究センタ ー ・筑波大研究基盤総合 センター応用加速器部 門 ・東大重照射研究設備 HIT ・東大 MALT ・東工大ペレットロン ・神戸大加速器・粒子 線実験施設
その他電子線 施設			QST HIMAC	・東北大電子光理学 研究センター ・KEK 低速陽電子実 験施設 ・阪大産業科学研究 所附属量子ビーム科 学研究施設	・東大原子力専攻電子 ライナック ・日大 LEBRA

2. 前回までの議論の概要

(論点)

- (1) 産学連携を含む利用者の確保や利用者への支援
- (2) 施設の役割分担や施設相互の連携

(主な意見)

大型施設から小型施設まで、各施設を相補的に有効活用するためには、施設全体を
通貫した「活用方針」が必要ではないか。

各施設の相補的利用の促進のためには、運営主体間でのシステマチックな連携（ユー
ザー登録・施設申請の際のフォーマットの統一、相談窓口のワンストップ化など）が必要
ではないか。

放射光施設はビームラインの本数が多すぎるので、全ての施設を一括して扱うことは難しい。連携を図る際の施設毎のコンディションの調整が必要。（次世代放射光施設の建設は一つの契機になるのではないか。）

プラットフォーム化を検討するにあたっては、

- ・個々の施設の取組を妨げるべきではない。
- ・国内民間企業の海外施設ユーザーの取り込みや産学連携による研究者の掘り起こし
が必要だが、施設の役割や規模、共通化に要するコストにも留意すべき。

施設の知見やノウハウをユーザーが知りたい深いところまでアドバイス・コーディネートしたり、
生データを基にデータ解析を行うことができる人的なプラットフォームがあるべき。

各施設の窓口になる人の流動性を高める（施設を移動する）が必要。

プラットフォームの一例として、学会の活用があるが、特に新規ユーザーの裾野拡大には
学会だけでは不十分。

施設共通の方針としては「利用の在り方に関するガイドライン」のようなものを整備し、各
施設のオリジナリティを追加して利用できる気軽な「量子ビームチャットボット」があるとよい
のではないか。

(3) 海外施設・海外研究者との連携

(主な意見)

(放射光施設) 海外の同種・同規模の施設とのネットワーク化・定期的な情報共有は、他施設のユーザーの動向を知り、施設運営を検討するにあたって極めて重要。

(中性子線施設) 放射光施設同様、施設ベース・利用者ベースでの海外施設との情報交換は最先端の研究状況の共有や若手育成という意味においても重要。

海外の研究者を含む研究者間での情報交換を契機として施設側の解析装置などの設備の発展が期待できる。

海外施設・国内施設の利用者間の情報交換を施設側が支援する取り組みが必要。

海外施設・国内施設の停止期間による施設の使い分けや海外施設停止期間中のユーザーの呼び込みが必要。

日本国内の施設は高圧ガス規制や放射線管理など海外施設よりも規制が厳しい印象。今後、国内の施設利用を推進する観点から検討が必要であり、ユーザーや産業界からの声にも期待。

(4) オープンデータ・オープンアクセスの取組

(主な意見)

データの所有権の扱いについての類型としては、米国型（データの所有権はユーザ個人に帰着）と欧州型（データの所有権は施設に帰着）があるが、欧州型の場合相当規模の予算の手当ても必要。SPring-8・SACLA は米国型に近く、施設が期限を設けてある程度保持する形をとっているが、一義的にはデータはユーザの所属機関のルールに基づき各ユーザに所有させている。

今後データが増えるにあたって、全てのデータを施設側やユーザ側が一元的に所有し続けることは現実的ではなく、データの圧縮技術の開発や保存場所の検討が必要。

量子ビーム施設におけるデータポリシーについて、SPring-8・SACLA や J-PARC など大型共用施設での議論を出発点として、今後国全体や各施設においても議論を進めていくべき。

オープンデータ・オープンアクセスに係る費用対効果の見積もり、人材の確保が課題。

3 . 今回ご議論いただきたい論点

人材育成

- ・現状をどう捉えているか
- ・今後どうあるべきか
- ・その解決策・方法論は何か

(議論の観点 (例))

専門化した職種 (研究者、技術者、運転・保守員等) の役割を明確化し、組織として体系的な人材育成や若手職員への技術継承に取り組むためにはどのような方策が考えられるか。

大学・大学院における教育プログラムを確立し展開するなど、施設運営や技術開発を担うことのできる潜在的な人材を発掘し、活用していくためにはどのような方策が考えられるか。

潜在的な人材を発掘できるポテンシャルのある大学・大学院等にはどのような課題があり、今後の方向性をどのように考えるべきか。

複数施設の連携・活用による人材の循環を進めるためには、どのような方策が考えられるか。

4 . 今後のスケジュール (案)

第9回 2020年7月頃

検討の方向性について (論点整理・中間まとめ)

秋以降 最終報告に向けた検討

2020年度内 最終報告 (まとめ)

(参考) これまでの有識者からのヒアリング概要(まとめ)

【総論】

1. 第20回量子科学技術委員会(令和元年6月6日開催)

(既存施設を有効活用して成果を最大化するための仕組み作りについて)

既存インフラの最大限の活用は大事。オールジャパンの体制で、この委員会が終わっても今後の検討のための恒常的な委員会や組織を立ち上げるべきではないか。

それぞれの施設における成果について、研究者だけでなく一般の人が分かる視点でわかりやすくアピールしてほしい。

施設を一覧化したポータルサイトなどがあってもよいのではないか。

施設を一覧化したポータルサイトやデータの扱いを検討する場合、研究者向けなのか、一般向けなのか、対象を明らかにして設計すべき。

(国内施設を俯瞰した各施設の役割分担について)

それぞれの施設のミッションを再定義し、オーバーラップを避けるべき。

研究者の立場からは既にうまく施設利用を棲み分けており、枠組みを変な風に作ると逆に使いにくくなってしまわないか。現場に近いところでコンセンサスを取る必要がある。

2. 第22回量子科学技術委員会(令和2年2月7日開催)

個々の研究室・研究所の単位でも人材確保等、研究環境を充実させることが必要ではないか。

大学共同利用機関について、関係機関等と連携した人材育成や一貫した指導体制の構築が必要。

【レーザー施設関係】

1. 第31回量子ビーム利用推進小委員会(令和元年8月23日開催)

(1) 佐野委員発表「小型集積レーザー(TILA)の開発とTILAコンソーシアムの取組み」

レーザー施設のプラットフォーム化・ネットワーク化が重要。特に大学や公設試などが整備する小規模施設は、各々が独立した目的を持って活動しており、これら施設をネットワークに組み込むことが必要ではないか。

研究員やPM、URA、知財人材などの不足、低い人材流動性が課題。

(2) QST 河内所長発表「関西光科学研究所(木津地区)の概要」

励起光源となる YAG レーザーは海外から調達している状況であり、J-KAREN のようなレーザー施設において最先端の技術を開発しても、海外製品がないと成立しないという課題がある。

(3) 質疑応答・意見交換

日本では、レーザー分野の研究開発におけるコンソーシアム型の産学連携がほとんど進んでいない状況。

日本の企業がレーザー開発を行えるような体制にしていくことが重要。QST のような研究開発法人が中心となり、企業との連携体制を強化してほしい。

研究開発法人の人材流動性を高めるためには、大学や企業との間でクロスアポイントメント制度を活用することが有効と考えられるが、給与や社会保険の調整等においてハードルが多く、活用が進んでいない状況。

2. 第 21 回量子科学技術委員会（令和元年 9 月 12 日開催）

日本のレーザー開発は、基礎技術の面では進んでいるが、産業展開に結び付いておらず、海外からレーザー装置の供給を受けている状況。基礎技術の開発から社会実装につながるためには橋渡しのフェーズが必要であり、そのフェーズにおける技術開発を支援する仕組みが必要ではないか。

レーザー装置の市場は確立しておらず、社会実装を日本の大企業に求めることは難しい状況。このため、中小企業との製品化・マーケット化に向けた協力や、研究者自身が積極的に社会実装に取り組めるようなスキームが必要ではないか。

3. 第 32 回量子ビーム利用推進小委員会（令和元年 11 月 11 日開催）

(1) 阪部委員発表「京都大学化学研究所附属先端ビームナノ科学センター高強度レーザー施設」

レーザー分野の先端的研究のためには大型施設が必要だが、その基盤として、人材育成を行い、安定的に高い稼働率で運転できる中・小型施設の整備も重要。

国研を中心に、研究推進施設としての拠点の整備が必要。

(3) 質疑応答・意見交換

レーザーはツールであり、利用できる施設があればあらゆる研究分野で活用可能。

レーザーの装置や要素技術を開発できる人材が不足。長期的スパンで、産学で装置や技術の開発、人材育成を進めていくことが必要。

【中性子線施設関係】

1. 第33回量子ビーム利用推進小委員会（令和元年12月24日開催）

（1）鬼柳委員発表「大型から小型までの日本の中性子施設利用」

大型・中型・小型施設のネットワーク化により、ユーザーアクセスの効率化、設備展開や研究者の交流を促進し、中性子源の利用成果を最大化（学会会議マスタープランに提案）。

今後、相談窓口の一元化による階層的施設利用や中性子源装置の共通化・標準化等が特に重要。

（2）理研 RANS 大竹リーダー発表「理研小型中性子源システム RANS プロジェクト」

小型中性子源 RANS は中性子源の開発・高度化と計測技術・評価分析技術を両立。

今後、現場利用に向けた更なる小型化や小型中性子源普及に向けた計測技術の標準化等が必要。

（3）質疑応答・意見交換

大型、中型、小型の施設の相補的利用が重要であるが、一元的な相談窓口がなく、情報交換が不十分であることが課題。

小型中性子源装置については、透過性等に強みがあり、放射光による解析と使い分けが必要。また、可搬型装置と据え置き型装置の両方を開発。

2. 第36回量子ビーム利用推進小委員会（令和2年5月28日開催）

（1）J-PARC 中間評価 FU

○2018年度から2019年度にかけて、500kWのビーム強度で安定した利用運転を実施。

2019年度には1MW相当のビーム強度で10.5時間の連続運転を達成。

○1MW安定運転に向けて、中性子標的容器やリニアック、シンクロトロン的高度化を継続して実施することが必要。

○生命科学における中性子結晶解析の効果的な活用を志向した各種検討を進めている。（実験装置の整備、利用制度の改善など。）

○J-PARCを拠点とした人材育成、海外連携に係る取組を実施。例えば、日本を含む世界各

国の若手研究者が J-PARC に集まり講義・実習に参加する「中性子・ミュオンスクール」の開催や、日本・スウェーデン両国の研究者を J-PARC、ESS（スウェーデンに建設中の中性子施設）それぞれに派遣する人材交流プログラム「SAKURA プログラム」の実施など。

- MLF の JAEA ビームライン、KEK ビームラインに共用ビームタイムを導入し、施設全体として一体的に運用することを検討中。これにより、装置性能の最大限の活用や、組織の垣根を超えた利用支援が可能となり、成果の増大や産業利用の更なる促進に繋がると考えられる。
- オープンデータ・オープンアクセスの実現に向けたシステム開発、データポリシーやコスト等の検討を進めている。
- J-PARC を構成する各施設のアップグレードは、各施設の将来計画や技術に横串を通し、協力しながら進めることが重要。MLF においては、今後 20 年で、第 1 ターゲットステーションの高度化を進めながら、第 2 ターゲットステーションの建設・運用を実現する計画。

（ 2 ） 質疑応答・意見交換

- 1MW 安定運転に向けた研究開発は、機器の故障等による安全面のリスクや環境への影響に留意しながら進めている状況。
- 企業から MLF に研究者を派遣する「企業ポスドク制度」は、施設の持つポテンシャルを企業と共同して新たに見出していく取組として利点がある。
- JAEA 及び KEK ビームラインにおける共用ビームタイムの導入について、具体的な課題を検討するワーキンググループを設置するなど、実際の導入に向けた取組を進めるべき。
- 2021 年に再稼働予定の JRR-3 や、国内の中型、小型施設との有機的な連携、ネットワーク化に向けた検討を進めることが重要。
- MLF で計画している第 2 ターゲットステーション（TS2）の建設は人材育成の好機であり、要素技術開発の段階から若手人材が参画することが望まれる。
- ユーザーに向けて TS2 の実現により生まれるサイエンスをアピールすることが重要。

【放射光施設関係】

1 . 第 34 回量子ビーム利用推進小委員会（令和 2 年 1 月 28 日開催）

- （ 1 ） KEK 物質構造科学研究所 放射光実験施設 船守施設長発表「フォトンファクトリーの現状～使命と役割～」

フォトンファクトリーは大学共同利用機関の使命として世界の放射光科学を先導する新技術と若手人材を育成・供給するとともに、多様な利用研究を長期的に安定して支える先端基盤施設。

他施設では対応できないような、新手法開拓の場としての開発研究専用ビームラインの整備やパルス特性等に高い自由度をもつ新たなハイブリッドリング（究極の可変光源）の検討を開始。

将来計画などのための「先端」的予算は競争的に、運転経費を始めとする「基盤」的予算は安定的に措置されるよう制度改革が必要。

物質構造科学研究所では放射光を核として中性子、ミュオン、低速陽電子も横断的に利用するマルチプローブ研究を加速するための「量子ビーム連携研究センター」を新たに設置。

（２）岸本委員発表「産業視点での量子ビーム活用に向けて」

産業利用促進・推進を議論していく際には、施設の先端研究ユーザー、利用したいと考えている潜在的ユーザー、利用を考えていない潜在的ユーザーなどを区別して対応方法を考えることが必要。

連携活用・相補的利用を推進するには、各施設のコーディネータなどの協力の下、実験に適した施設に誘導する仕組みなど、各施設の枠にとられない柔軟な仕組みを国、各施設、企業で併せて議論していくことが必要。

申請書の種別・フォーマットの共通化や施設に依存しない測定データの再現性保証が必要。

（３）質疑応答・意見交換

量子ビームの利用を促進するばかりでなく、将来の高度利用を可能とする新たな手法開発のためのビームライン等の研究基盤を整備して共用・共同利用していくことは、人材育成の観点でも重要。

共用法施設、学術施設（大学共同利用機関、大学附置の共同利用・共同研究拠点）等、施設の役割を区別して議論する必要がある。日本放射光学会では学術施設の役割を重視したネットワーク化を学術会議マスタープランに提案。

大学においても構造解析等に関する教育機会の減少に伴い人材が不足しており、産学連携を進展させる上でも課題となっている。

既存の連携体制を見直し、学会がすべきこと、各施設が自らすべきことなどを整理した

上で、新たなプラットフォームを整備する予算が必要。

人材育成に関して、企業と施設のクロスアポイントメントや既存の学会の枠を超えた活動は重要。

2. 第 35 回量子ビーム利用推進小委員会（令和 2 年 2 月 25 日開催）

（ 1 ） SPring-8 ・ SACLA 中間評価 FU

SACLA の線形加速器を SPring-8 への入射器として活用（本年 2 月テスト成功、次年度より本格導入）。

本年度より、理研・JASRI 連絡会議やユーザーとの連絡会議を行っており、ビームラインの高度化や再編についての計画を策定予定。

オープンデータ・オープンアクセスに向けた取組として、「SPring-8 データ・ネットワーク委員会」を設置し、「実験データ保持ポリシー」を策定。

SPring-8 の理研ビームラインにおいて、プロジェクト型の利用制度（外部研究機関の専用 BL が理研へ譲渡され、当該機関は利用料金を払って当該 BL を利用）を本年 3 月より開始。

今後、海外施設（SLAC）との間で合同大学院を設置し、次世代の人材育成を行う。具体的には、スタンフォード大学に合同大学院を設置し、関わっている大学が単位互換制度を利用し、理研や JASRI から講師を派遣。単位認定だけでなく、最先端の話題をタイムリーに提供し、若手を呼び込む機会になることも企図。

（ 2 ） 質疑応答 ・ 意見交換

XFEL を入射器として放射光施設にビーム入射するのは世界初の試み。

ビームラインの改廃・高度化の実施にあたっては、ユーザーニーズの把握や測定の自動化など、他のビームラインや他の施設も含めた波及効果を踏まえた優先順位付けが必要。

共用 BL ・理研 BL ・専用 BL を通貫したビームラインの「共用枠」の検討や共用施設以外の施設も含めた維持費の在り方については、考え方の共通認識・制度が必要。

一度の申請で複数のビームラインを利用できる仕組みについての需要は高いので、利用料金や仕組みの検討が必要。

施設側でワンストップの窓口で企業等の様々なニーズに対応いただけるのはありがたい。複数企業における非競争領域で共通の課題として扱っていただけるものについては、企業も協力できる点が多い。

(参考) 調査結果を踏まえた議論の論点

(調査項目の自由記述欄をベースに検討)

10 戦略的な取組状況

11 組織からの支援状況

個別機関・施設間の連携や相補的利用は数多く実績があるが、国全体で更に連携の効果を高めるためにはどのような方策が考えられるか。

(既存のプラットフォーム、コンソーシアム及び学会等の活用方策)

継続的に先端的な基盤技術を開発し、開発した技術を他施設を含めて有効活用していくためにはどのような方策が考えられるか。

施設の維持管理費を含め、運営費や研究費を競争的資金による関連事業も活用して継続的に確保していくためにはどのような方策が考えられるか。

大学共同利用機関法人の施設、国立研究開発法人の施設、共同利用・共同研究拠点等について、「共同」の在り方が施設毎に異なることを加味して検討するべきではないか。

12 施設利用に関わる取組状況

各施設において今後どのような先端的な基盤技術の開発、利用者の確保や利用者の資質向上を想定すべきか。

関係機関との共同研究において施設利用や技術開発を行う場合と、独自に行う場合の戦略をどのように考えるべきか。

ユーザーニーズに対応した課題を設定し、当該課題を実施するための施設の利用率を確保し、利用体制を整備するためにはどのような方策が考えられるか。

各施設における「利用」の定義など、施設によって考え方が異なる場合に留意が必要。

13 産学連携の状況

産業界が新たな科学的知見を求めて産学連携を行う場合と、自社の課題解決を求めて産学連携を行う場合の違いに留意が必要。

産学連携の推進のためには、相談窓口の一元化、産業利用課題やその利用率の設定・確保、受け入れ体制の整備等、どのような組織的対応が考えられるか。

コンソーシアムや施設共用のネットワーク等を形成・活用するなど、組織的対応を支

援・補助する仕組みをどう構築するべきか。

14 オープンデータ・オープンアクセスの取組状況

データの使用目的に鑑み、各施設におけるデータベース整備や施設間でのデータ共有を進めるためにはどのような方策が考えられるか。

海外との連携にも鑑み、どのようなデータをオープンにすべきか、明確なビジョンを示す必要があるのではないか。

15 海外連携の状況

海外利用者のニーズに応える体制（窓口整備やマシンタイムの確保等）を整備するためにはどのような方策が考えられるか。

海外機関・施設との個別機関・施設間の連携や相補的利用は数多く実績があるが、国全体で更に連携の効果を高めるためにはどのような方策が考えられるか。

海外機関・施設における動向をリアルタイムで把握する必要があるのではないか。

16 人材育成

専門化した職種（研究者、技術者、運転・保守員等）の役割を明確化し、組織として体系的な人材育成や若手職員への技術継承に取り組むためにはどのような方策が考えられるか。

大学・大学院における教育プログラムを確立し展開するなど、施設運営や技術開発を担うことのできる潜在的な人材を発掘し、活用していくためにはどのような方策が考えられるか。

潜在的な人材を発掘できるポテンシャルのある大学・大学院等にはどのような課題があり、今後の方向性をどのように考えるべきか。

複数施設の連携・活用による人材の循環を進めるためには、どのような方策が考えられるか。

18 今後の展望と課題

各施設の特長を生かした役割分担を検討するにあたって、研究テーマ毎に施設間のポートフォリオを設定するなど、同種・異種の施設における連携の在り方についてどう考えるべきか。

施設・設備の一時的停止を伴う更新・高度化を国全体でどのように計画的に進めてい

くべきか。

共同利用・共同研究、施設・設備の高度化のための先導的研究、各施設における成果の横展開、オープンデータ・オープンアクセス等を国全体でどのように進めていくべきか。

施設毎に運転経費や施設整備に充当する予算は異なるが、国全体を俯瞰して施設整備や人的交流に活用できる事業や予算が必要ではないか。

施設間や企業・大学間のクロスアポイントメントなど、人的交流を促す新たな方策はどのようなものが考えられるか。

国内の量子ビーム施設全体を俯瞰し、相補的利用や連携を促す司令塔的な機能を果たす恒常的組織が必要ではないか。

各施設の横断的利用を促進するために、各施設の利用ルール、実験ルールや課題申請の仕方等の統一を検討すべきではないか。

国全体として、量子ビーム各施設のアウトリーチ活動()の必要性・重要性等やそれを踏まえた取組状況を再確認し、推進する方策を検討すべきではないか。

()量子ビーム施設の学術的及び産業的意義について、量子ビーム以外の他の分野・領域のコミュニティや、特に一般国民・市民に向けて、恒常的にその意義を伝えていくこと

以 上