

リモート実験等諮問委員会報告書

2020, 2021年度放射光学会会長 朝倉清高

2020年、人類をパンデミックがおそった。COVID-19である。2020年の春には緊急事態宣言が発出され、県境を越える移動が制限された。これまでの放射光実験は実験者が現地に赴き、自ら手を動かして行うのが常識であった。COVID-19の蔓延は、この通常の形の放射光実験を行えないことを意味しており、放射光科学が迎えた危機ともいえた。しかし、2020年において、放射光科学の進歩は止らなかつた。放射光実験に使われたマシンタイムは例年並みであった。各放射光施設が工夫し、新たな形の放射光実験を開始したためである。すなわち、実験者は放射光施設に出向かなくても実験ができるというシステムである。それは、アフターコロナあるいはウィズコロナ時代におけるニューノーマルな放射光実験方式となるだけでなく、放射光科学のあらたなる発展の可能性を秘めている。一方で、問題もある。この機会に放射光学会としてその問題点を洗い出し、今後の議論の出発点となるべく、リモート実験等諮問委員会を立ち上げた。とくに、リモート実験が施設によ

り名称が異なることで、混乱を生まないように、その形態分類と名称の定義をリモート実験等諮問委員会にお願いした。委員長は SPring-8 JASRI の木下豊彦先生にお願いし、報告書の末尾にあるメンバーで、リモート実験等にもなう問題点、将来に向けた課題を議論していただいた。放射光施設だけでなく、産業界、一般ユーザからも参加していただき、広い意見を集約していただいた。委員会は3月に立ち上がり、4回議論を重ね、9月に答申をもらうというスピード審議であった。これも完全オンラインで可能となった。

この報告書はあくまでたたき台であり、今後議論を深めていく必要がある。ただ、ここで提案した分類、名称、定義を、各施設・各学会員が使っていたらと、混乱を最小限に防げると思う。この報告書をもとに、放射光学会や評議員会等で議論が深まり、今後のニューノーマルな放射光実験が円滑に進み、放射光科学や加速器を使った量子ビーム利用研究の発展につながることを期待したい。

日本放射光学会リモート実験等諮問委員会2021報告

リモート実験等諮問委員会委員長 木下豊彦

§ 1. 初めに

2019年末から流行がはじまった COVID-19は、その後世界中に拡大し、2021年の現在でも終息の兆しが見えない。学会員の所属する各機関においてもその影響は大きい。現在、日本の自然科学に関する研究論文のうち、2%近くが何らかの形で放射光を利用したものになっており、各放射光施設では、COVID-19の影響を受けながらもその運営に工夫をこらし、アクティビティの維持に努めている。とりわけ、リモート実験を拡大・発展させていくことは重要と考えられる。一方で、タンパク質結晶の構造解析分野や、産業利用などの分野では、測定代行、自動測定、メールインサービスなどと呼ばれる様々な形態のリモート実験等が発展してきた。以上の背景を受けて、朝倉会長をはじめとする日本放射光学会執行部から、今後のリモート実験等の発展のため、学会として何らかの提言を行うことで、その支援ができないかとの提案がなされた。評議員会での承認を経て、本委員会が設置されることになった。朝倉会長から、施設、ユーザーそれぞれの立場での委員(計18名、オブザーバー3名)が指名され、2021年3月1日

の会合を皮切りに、議論が始まった。すべての議論はWEB会議方式で行われた。本稿では、半年にわたって行われた議論の様子を紹介するとともに、委員会でまとめられた提言を示す。これらの議論の内容が、今後の発展につながることを期待する。委員会メンバーは、文末に示す。

§ 2. 第1回委員会(3月1日)

初めに、朝倉会長から本委員会設置に至る経緯と、議論すべき内容、役割についての説明があった。

- リモート実験等は放射光科学における研究形態の一つになる可能性がある。そこで、本諮問委員会には、リモート実験等の現状、その用語と定義の統一、現状における問題と解決策、将来への方向性についての議論・提言をお願いしたい。
- 本答申は、放射光学会誌および学会 HP 上に掲載し、放射光コミュニティに広く周知し、リモート実験等をより円滑に行うための材料とする。また、放射光学会として行うべきことについても提言いただきたい。さらに、前年度から開催されていた、文部科学省の科学

技術・学術審議会 研究計画・評価分科会・量子科学技術委員会のもとに設置された量子ビーム利用推進小委員会での議論の様子も紹介された。(以下の URL に資料が公開されている。)

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/090/houkoku/1413947_00001.htm

2回目以降の委員会では、以下の諮問に対する提言について議論することとした。

リモート実験の現状調査 (日本の施設)

- 現状調査に基づく、用語と定義の統一。
- 現状における問題点と放射光学会のアクション
 - あ) 設備、装置などの自動化の方法論とその問題点 (人的安全・機器保護・情報セキュリティの担保)
 - い) 完全自動化が完了するまでの間のマンパワー確保の方法論と提言
 - う) サンプル受け入れに関わる様々な問題点
 - (1) 各施設のミッション、ポリシーの違いによる対応の違いの周知法
 - (2) 施設共通の施策
 - え) 輸入手続き
 - お) サンプルの取り扱い (輸送手段)
 - か) トラブル回避のための共通認識および必要なアクション
 - き) 放射光科学の若手人材育成
 - く) その他
- 将来の放射光の利用形態 (自由討論)

以上の様な課題の検討を行うため、第2回以降で、すでに運用されているリモート実験等の実際を、比較的先行している SACLA/SPring-8 および PF から紹介いただくこととした。その後、あいち SR や立命館大学 SR センター、九州シンクロトロンセンターなどにも報告をお願いすることとした。

§ 3. 第2回委員会 (4月28日)

SACLA/SPring-8 の報告が矢橋委員より、PF の報告は山田委員によりなされた。

3-1. 「SPring-8/SACLA」

【報告概要】

COVID-19対応として2020年4~6月の一般ユーザーの利用を停止したことに伴い、今後の人の往来制限に備えて研究開発を止めない仕組みの確立を意図。これにより新規参入バリアを下げつつ、新たな連携の構築。ルーチン作業からの解放による人材獲得・育成も期待できる。

DX 実験：以下のような分類を考えている。

- Aユーザーがリアルタイムに実験に参加 (機器操作をしないリモート参加/機器操作をするリモート制御)
- Bリアルタイムに実験には参加しない (代行測定)

それぞれのメリット、デメリットもあわせて紹介された。

- (1) 理論家、試料提供者、海外共同研究者もリアルタイムで参加可能。業務従事登録が不要。海外勢とチームを組むことで昼夜連続実験も可能。オートメーションによる省人化が必要。
- (2) ハッチの中の操作 (サンプルチェンジャーなど) の自動化は進んでいるが、試料調製の部分はこれから。XAFS, PXRD の自動試料調製システムを2021上期に試験利用開始。
- (3) タンパク質結晶 (BL45XU) 128試料を一括して装填でき、11s/試料で交換可能、673試料セット可能なシステムも開発中。
- (4) ビーム位置の高精度プロファイルモニタ (10 μ m 精度で取得可能)
- (5) 新たなネットワークゾーンの検討 (来所ユーザーもリモート実験等のユーザーも同じ体験)

この報告に対し、多数の質問や議論があった。主なものはネットワークとファイアーウォールに関するもの、インターロックに関するもの、所外からの制御に対するアクセスなど、今後検討すべき課題も含めての議論があった。また、関連して、オープンデータに伴うデータポリシーの問題、データフォーマットの問題も指摘された。さらに、リモート実験等が進むことで、施設スタッフの負担が増えることへの懸念、現場での経験を積む機会が少なくなることによる若手育成への懸念の問題も委員の間で共有された。

3-2. 「PF」

【報告概要】

PF では、リモート実験等に関する新技術開発も重要なミッションと捉えている。

2020年5~6月の運転をキャンセルし、6月後半に2週間特別運転を実施した。3/4程度のビームラインで何かしらのリモート実験等を実施 (現場スタッフが試料交換等必要な作業を実施、リモートデスクトップ等で測定装置の制御)。

2020年10月以後に全自動測定の開発促進/運用、真空が必要な低エネルギー BL では、実施が難しいものもあるが、取組み中である。

【「タンパク質構造解析」の状況】

- (1) 全自動測定/リモート実験/来訪実験/代行測定の4スタイルになっている (2020年10月のビームタイム全自動53, リモート66, 来訪43)。ラピッドアクセスビームタイム (ビームタイム配分がされていなくても試料を送ることで測定が可能) を設定。
- (2) 測定ソフトウェアで外部からの測定が可能、スタッフとのチャットによるやりとりも可能。
- (3) 多量の試料とバックアップ用 HDD が毎日届き、取り違えは致命的。リモート実験では BL スタッフが測定

準備とユーザー対応（トラブル対応）を、全自動測定では測定準備とトラブル対応を行う。どちらも BL スタッフへの負荷は高いが、リモート実験でのユーザー対応は即時性が求められる点でより負荷が高い。

- (4) 試料輸送管理システムを導入し、取り違えを防いでいる。IT インフラ整備、試料管理（液体窒素中でも読めるタグの開発）、測定データの解析、リモート支援（スタッフがリモートでユーザーを支援）などに取り組み中。

タンパクだけでなく、他分野でも取り組み中。例えば、国内外の放射光施設・量子ビーム施設と連携して、横断型試料搬送システム（サンプルを超高真空中で運搬）の整備を進め、真空搬送ネットワークの確立をめざす。

これらの報告に関する、質疑、議論が行われた。主な議題はタンパクビームライン以外でのリモート実験等の実施状況に関するものであった。その際に、サンプルをいかにしてビームラインまで搬送するか、（特に真空、超高真空を必要とするもの）、リモートといってもどの程度スタッフがかわる必要があるかで議論があった。サンプルの移送に関しては、光ビームプラットフォーム等で開発されたトランスファーベッセルが実用化されており、低真空もしくは、Ar 雰囲気下での利用が可能とのことであった。リモートに関して例えば、走査型透過エックス線顕微鏡のビームラインでは、サンプルの装置へのセットまではスタッフがいき、以後の真空排気以降の実験は外部から遠隔で制御可能とのことであった。

前回に引き続いて、今後討議すべき論点などについても意見交換がなされた、内容は重複するので、省略する。

§ 4. 第 3 回委員会（6 月 3 日）

AichiSR（渡辺委員）、立命館大 SR センター（稲田委員）、SAGA-LS（妹尾オブザーバー）からリモート実験等に関する現状を報告いただいた。

4-1. 「AichiSR」

【報告概要】

あいちシンクロトロン光センターは産業利用のための施設として運用している。基本的には「成果非公開」。10：00-14：00、14：30-18：30、平日は年間を通じて運転、1シフト4時間の利用料¥167,600（一般企業）・¥83,800（中小企業）・¥83,800（学術：成果公開）

DX 実験：前回示された矢橋委員の使ったカテゴリで分けると、以下のような形態の実施である。

A1：リモート参加、zoom で画面共有（試行的運用）

A2：リモート操作（施設方針が整理できてないため未実施）

B1：測定代行（COVID-19後にリモート参加を認める（画面共有）方針に変更）測定時間の見

積もりができなくても実施容認

測定代行を含めた年度別時間数は2019年度、2020年度でもほぼ同じ（9000時間弱）

測定代行は2019年度（450時間弱）→2020年度（950時間）と倍増、測定実績がなくても受け入れるようになったことが大きいと考えられる。

必要最小限の人数（1-2名）での参加が可能となった2020/6 以後も代行測定時間は2019年度よりも多くなっている。

光ビームプラットフォーム事業で構築した「施設横断検索」のアクセス数は COVID-19の影響により増加している。

【自動化の状況】

• 硬 X 線（5BLs） 実現しつつある、PXRD ではキャピラリー100個の自動交換・自動アライメントが可能になっている。課題として「試料調製」（ロボット化、コンビナトリアル手法）、「測定時間の見積りや確認」（AIによる支援が可能？）

→自動化は可能な分野から産学連携で試行。

• 軟 X 線（3BLs） ユーザーと施設間での宅急便利用の複数試料真空搬送 vessel を日常的に利用しているので、測定代行にも活用している。試料ホルダの共通化はすでに実現（Omicron-type ホルダ）。課題として、試料セット後の測定の自動化は進展しているものの、その後の試料交換や自動アライメントは難しいことがあげられる。

まとめ

測定代行は自動化が未完成であるため、スタッフのルーチンワークからの解放になっていない。

リモート参加ではスタッフの負担が増えるため、現状では、コーディネーターが支援している。

リモート操作については施設方針の決定が先決であるものの、終夜運転をしていないことから、リモート操作の必要性から議論する必要がある。

本発表に関しては、スタッフの測定代行に伴う労力増大、サンプル移送に関してのトランスファーベッセルの共通化などが議論となった。

4-2. 「立命館大 SR センター」

【報告概要】

装置制御はビームライン端末からのみ（学内 LAN には接続可能）

COVID-19対応として代行測定を実施

測定はすべてスタッフ/測定時にメールで対応/測定中に Zoom でライブ対応

今年度中に学内 LAN からのビームライン端末の制御、軟 X 線ビームラインの自動化を目指す

代行測定によるスタッフの負荷が増えたということはあまりなかった模様だが、ユーザーとのコミュニケーションの

点で不自由を感じる部分もあった

硬 X 線ビームライン：

サンプル交換システムを置くことで自動化測定は可能となる

軟 X 線ビームライン：

トランスファーベッセルの接続、測定室への搬送などが自動化の課題

いずれの場合でもメインシャッターとメインバルブは現地での操作が必要。トランスファーベッセルを活用しているが、その設置・交換・撤収はマニュアル

SR センターは学部の学生実験にも利用しているが、2020年度は正課授業での利用がなかった（実験の様子を動画視聴で代替した）。ただ、教育目的で考えるとリアルでの操作が必要であることを痛感。放射線業務に関する手続きについては、継続利用者はリモート環境での教育でも良いが、学生と新規ユーザーは対面での現場教育が必要

本発表に関し、以下のような質疑、議論がなされた。超高真空下での自動サンプル交換の可能性、大学に設置されている施設であるが、コロナ禍の中での実施教育機会の減少、外部利用における料金などについてである。

4-3. 「SAGA-LS」

【報告概要】

上記の議論でも話題になっているサンプル移送システムであるが、SAGA-LS では真空ポンプ付きの試料搬送装置を用意している。

SAGA-LS では、基本方針として、ユーザーには現地に来て手を動かしてもらいたい、という方針で運営している。遠隔地からのリモート実験は現状実施不可で、将来的にも予定は無い。ただ、データ解析等のリモート化については必要と考えている。イメージング実験（巨大データセット）の場合に特に考慮が必要。データ移送・データ解析（ソフトウェアの利用）をどうするかが検討事項。

実験実施サービス：「包括利用」制度が県内企業を対象に行なわれており、申込者の立ち会いを求めているが、ほとんどは担当者任せで事実上代行測定と同じ状況になっている。

データフォーマットの共通化の推進については協力したい。イメージング実験ではデータフォーマットを提案し、可能な範囲で共通化に向けて動いている。

実験の自動化という観点では、XAFS（試料自動切り替え、イオンチャンバーのガス自動切り替え、イオンチャンバーの感度自動切り替えなど）、Topography（光エネルギーと回折角の自動計算など）は対応できる。

本発表に関して、以下のような議論が行われた。基本的にリモートなしとのことであるが、学生だけでなく、企業にとってもブラックボックスでの測定は良くないと考えられること、オープンデータのポリシーに関する議論を進めることが、本委員会でのミッションではないが、今後につ

ながる話になると考えられること、データフォーマットに関しては XAFS では NIMS を中心に議論が進んでいるが、今後の高度な例えばイメージングと組み合わせた測定などに関しては問題になってくるであろうこと、これらのデータの問題のみならず、サンプルホルダーの共通化、サンプル搬送システムなどに関する情報共有の重要性などである。

4-4. 今後に向けて論点の整理

以上の2回にわたる各施設からの現状報告と議論を経て、今回は以下のような観点での整理を行うこととした。

(1) リモート測定等の分類

A1：ユーザーがリアルタイムに実験に参加（機器操作をしないリモート参加）

A2：ユーザーがリアルタイムに実験に参加（機器操作をするリモート制御）

B：ユーザーがリアルタイムに実験に参加しない（代行測定）

という矢橋案で良いか。その場合でも、A1/A2/Bではなく、一般ユーザーにもわかる名称は必要。

(2) 現場スタッフの労力

試料の輸送システムとその受け渡し・管理方法、共通化に向けた舵取りは学会が行うのか施設が主導か。自動測定がどのレベルで可能か、手法別に検討すべきか。

実験におけるデータの質の確保のためにも試料提供者であるユーザーが関与しないB測定だとスタッフがどこまで作業すべきか。

代行測定を実施したスタッフの評価・インセンティブ
リモート測定と通常測定との両立法

(3) 施設側での対応

外部からのアクセスを容易にし、手続き（放射線など）は可能な限り簡略化したほうが利便性は高まる一方で、安全確保、海外との情報交換に伴う安全保障の問題には留意する必要があること。

測定データへのアクセス方法（外部からアクセスできるか/試料返却と同時に送付するのか）。

支援内容に見合った課金を考えることはできるが、施設によって課金の根拠はなにかのそもそも論と見合わない可能性もある。その辺りをクリアする必要があるだろう。

(4) ユーザーへの教育

得られたデータの質に関して評価できないユーザーが増える可能性。

学生の場合は大学で教育が可能かもしれないが現実に体験して学ぶことは多い。

§ 5. 第 4 回委員会 (7 月 6 日)

第 4 回委員会では前回整理した論点にしたがって、各人が考えることを場合によっては資料を提示しながら討論した。

その中で、

- (1) リモート実験等に関する様々な分類、言葉の定義がまちまちなため、人によってイメージする実験が異なる問題に関しては、いくつかの提案があったが、議論の結果、タンパク構造解析で先行している SPring-8, PF の例を参考に、熊坂、山田委員で素案を作り、その後審議をすることとした。
- (2) リモート実験等に関しては、従来の費用に対する追加課金の問題も、施設・BL スタッフの支援が欠かせないのであれば無視して考えることはできない。企業の委員からは、出張旅費がなくなる分、支援に応じた課金制度を導入することには賛同する旨の発言があっ

た。一方で、課金による収益が施設のリモート測定推進に還元されるよう、学会の提言にもしっかり記すべきであるとの方向性が示された。

- (3) インセンティブ、スタッフのモチベーションに関しても様々な懸念があることが示された。上記課金の施設への還元とあわせ、研究成果への取り扱いに関するコンセンサスも必要である。
- (4) 前回議論になった外部からのアクセス、登録手続き、安全保障などについても議論された。規制上の制限に配慮しつつ、利便性を高める方向で提言をまとめることとなった。また、登録に関しては、これまで来所したユーザーだけをカウントしていたが、今後はそれ以外のユーザーも別途カウントしていく必要性が指摘された。

以上のような議論の結果、提言案をまとめ、本記事とともに各委員で確認することとした。次ページ以降に提言をまとめる。

放射光学会リモート実験に関する提言

1. リモート実験等の名称：各施設で様々な形態のリモート実験が実施、あるいは計画されているが、ユーザーにそれらがどのようなものであるのかイメージしやすい名称を提案する。

リモート実験等の類型として矢橋委員の提案に基づき、図 1 の類型でまとめる。

また、各利用方法の名称として、表 1 のような分類を提案したい。

2. マンパワー、設備高度化の必要性：リモート実験等が進んでいくと、ユーザーはサンプルのみを施設に送付すればよくなる一方、その管理や、夜間休日労働など、施設ス

タッフの労力が増えることが懸念される。また、施設の研究スタッフが、代行測定ばかりを行うことで、モチベーションや自身の研究活動のアクティビティーの低下も懸念される。自動測定が確立するまでの移行期間は、いろいろな意味でのインセンティブの確保が課題である。また、安全性確保の観点からもマンパワーの確保は必須であり、事実 ESRF などでは、リモート実験等の推進とともにスタッフの増員も計画されている。

以上のような人員の確保のために、恒常的な予算が手当てされることが望ましい。その一つの方策として、上記 1 の各種リモート実験等におけるフレキシブルな課金制度の

「リモート実験」の類型

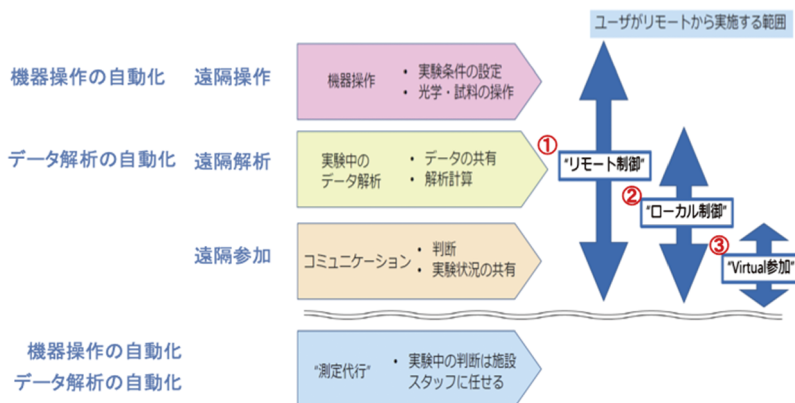


図 1 (Color online) リモート実験の類型 (理研の矢橋牧名先生のご提案に基づく)

表1 リモート実験の名称と分類

| 名称 | 測定者 | 実験責任者のリアルタイム参加 | 試料送付 | 備考 |
|----------------------------|--------------------|----------------|------|----------------------------------|
| 来所測定 | ユーザ | 要 | 不要 | 放射線登録 |
| 遠隔制御測定 (遠隔測定) | ユーザ +ソフト ウェア | 要 | 要 | リモート制御 |
| スタッフ支援遠隔 参加測定 (支援測定) | 施設 スタッフ | 要 | 要 | Virtual参加 |
| 有人代行測定 (代行測定) | 施設 スタッフ | 不可 | 要 | おまかせ測定(測定時間帯は任意) 実験内容の事前確認が必須 |
| 無人自動代行測定 (無人測定) | 施設 ソフト ウェア | 不可 | 要 | おまかせ測定 Virtual参加なら遠隔測定も？ |

- 実験に責任を負う者の視点で整理した。(実験者の単なる Virtual 参加は考慮していない)
- 遠隔解析は測定を含まないので本分類からは除外している。

導入に関して議論がなされた。例えば、ユーザーの来所を伴わない測定の場合、ユーザーは旅費が不要になる分リモート実験等の対価を支払い、施設はその資金を利用してスタッフの確保を行う、というスキームが提案された。また、ビームラインや装置の自動化、高度化などにより、結果的にスタッフの負担軽減になったり、その開発のためにモチベーションを維持することができたりするならば、リモート実験等も進展していくであろう。企業の委員からは、用途が明確（サポートのための人員の確保、自動化に向けた装置開発など）なものに対して対価を支払うことは当然であるとのコメントがあった。加えてリモート実験等で得たデータ解析支援のニーズも潜在しているのではないかとこのコメントもあった

3. 試料搬送システム、ホルダーなどの共通化：施設にサンプルを送るための搬送システム（場合によっては真空の維持が重要）やサンプルホルダーなどは、今後可能な限り共通化していくことが望ましい。すでにタンパク質の結晶構造解析ではそのようなシステムが市販されており、XAFSでも施設間で共通なものが利用されつつある。さまざまな提案や仕様が存在するが、使い勝手の良いものに収斂していくものと思われる。そのような情報を広く発信し、ユーザー施設での共有を図るためのプラットフォームが必要である。放射光学会の分野ごとのホームページなどでその環境を整えることを提言する。

4. オープンデータ、データポリシー、データフォーマット：リモート実験等が進んでいくと、サンプル同様、データに関するクラウドサーバーを通してのやり取りが標準になる。昨今の国際的なオープンデータの流れにも鑑み、データポリシーの議論、データフォーマットの共通化を進める必要があるが、詳細は本WGのミッションから外れるため、ここでは放射光学会で速やかに議論すべき課題と

表2 リモート実験等諮問委員会構成員

| リモート実験等諮問委員会 | |
|--------------|-------------------------------|
| 木下豊彦 (委員長) | JASRI/SPring-8 |
| 渡辺義夫 | あいち SR |
| 船守展正 | PF |
| 山田悠介 | PF |
| 矢橋牧名 | RIKEN/SACLA/SPring-8 |
| 稲葉雅之 | 株式会社日産アーク 機能解析部 構造・反応解析室 |
| 原野貴幸 | 日本製鉄株式会社/日鉄ケミカル& マテリアル株式会社 |
| 濱松 浩 | 住友化学 |
| 山口浩司 | 住友電気工業(株) 解析技術研究センター |
| 久米卓志 | 花王株式会社 解析科学研究所 |
| 熊坂 崇 | JASRI/SPring-8 |
| 一國伸之 | 千葉大学 |
| 近藤 寛 | 慶應義塾大学 |
| 竹中幹人 | 京都大学 |
| 和達大樹 | 兵庫県立大学 |
| 稲田康宏 | 立命館大学 |
| 矢代 航 | 東北大学 |
| 朝倉清高 | 会長 |
| オブザーバー | |
| 田 旺帝 | 庶務幹事 |
| 中村哲也 | 渉外幹事 |
| 妹尾与志木 | 九州シンクロトロン 第3回より参加 |

して掲げておく。

5. 学生、若手人材育成：リモート実験等が増えてくることにより、施設に行き実際に装置を触りながら実験を行うことで、経験を積むという、教育効果の機会が減る懸念がある。これにより、リモート実験等に限らず、様々な分野での分業化がすすんでいる状況で、リモート実験等の普

及によって、異分野（例えば、材料系研究者から計測系研究者）への理解を深める機会が減少する懸念がある。一方で、リモート実験等の増加により、実験効率の向上も期待できるので、余裕ができた部分をオンサイトの教育に使う、あるいはオンライン環境を利用した教育に利用するなど、施設のみならず、企業、大学ともに検討していくことが望ましい。学会としての呼びかけ、発信を進めたい。また、学生や若手が代行測定や遠隔測定のアシスタントとして参加し、オンザジョブトレーニングすることも考えられる。

6. その他：リモート実験等の進展に伴い、従来は想定していなかった放射線従事者登録をどうするのか、ユーザー来所登録をどうするのか各施設や放射光学会で議論を進める必要がある。また、外国のユーザーを相手にする場合、輸出入安全に絡んで、該否判定をどうするのか、などの問題点も挙げられた。安全性、社会に対するコンプライアンスを確保しつつ、来所しないユーザーに対する放射線登録の手続きの簡便化、免除など各施設での検討を望みたい。また、来所しないユーザーをいかに各施設の利用者としてカウントするかも考える必要がある。