

平成31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
(新たな共用システムの導入・運営)

国立大学法人大阪大学
委託業務成果報告書

令和2年5月

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、国
立大学法人大阪大学が実施した平成31
年度「新たな共用システムの導入・運
営」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. 平成31年度の実施内容	
2. 1 実施計画	1
2. 2 実施内容	5
研究機関全体での取組内容	5
研究組織別の取組内容	10
研究組織名：化学スペクトロスコープソリューション	10
研究組織名：ナノ構造量子解析ソリューション	21
研究組織名：ライフ・バイオソリューション	27
III. 本事業3年間を通しての取組及び成果	32
取組（達成状況）	32
成果	35
IV. 今後の展開	47

I. 委託業務の目的

1. 1 委託業務の題目

「新たな共用システムの導入・運営」（平成29年度採択）

1. 2 委託業務の目的

研究開発への投資効果を最大化し、最先端の研究現場における研究成果を持続的に創出し、複雑化する新たな学問領域などに対応するため、研究設備・機器を共用するシステムを導入、運営する。

大阪大学においては、多様な専門知を生み出すための先端研究基盤を整備・強化し、複雑多様化する様々な学問領域において最先端の研究成果を持続的に創出し、また先端機器の共用を介して「知の協奏による新たな統合知や共創知の創出」をインキュベートするため、阪大ソリューション方式（機器の種別や研究分野ごとに部局横断で共用ユニットを形成する方式）による先端機器の共用システムを導入し、運営する。

II. 平成31年度の実施内容

2. 1 実施計画

【研究組織名：化学スペクトロスコーピーソリューション】

①共用システムの運営

1) 保守管理の実施

日本電子株式会社製の装置（ECA400WB・ECA500×2台・ECS400×5台・JMS-Q1000GC・JMS-HX110/110・JMS-T100LP×2台・JMS-700EI・JMS-700等）14台程度とVARIAN社製の装置（VNS300・Unity-Inova500・VNS600等）3台程度・NMR用液体窒素再凝縮装置（ECS400×2台・AVANCE600WB・700MHzNMR等）4台程度について、一括保守契約を行うことでスケールメリットを生かし1～2割程度のコスト削減を行う。また、機器の性能が保持され共用利用に資する機器（LTQ Orbitrap XL・J-720W・GCMS-QP2010ULTRA・2400 II CHNS/O・FT/IR 6100等）については、定期保守点検を行う。

2) スタッフの配置

技術連携コーディネーターについては、特任技術職員として1名程度雇用し主に研究室から共用化された質量分析において共用利用の環境整備を行う。それと同時に全体の共用利用促進の為の講習会やセミナー・技術相談を行う。

事務補佐員については、1名程度雇用し共用利用の集計や事務発注業務などを行うことで、本事業を円滑に進める為の事務業務を行う。

学生アシスタントオペレーター（以下、「学生A0」という。）については、理学研究科・基礎工学研究科・太陽エネルギー研究センター・工学研究科の博士課程学生を特任研究員Sとして17名程度雇用し、各装置の管理・測定支援業務を担ってもらうことで、常に良好な状態で機器を運営すると共に学生の能力向上を図る。

3) 共用機器の数、稼働率・共用率の向上策

64台程度の機器を共用機器とする。

機器を保有する研究室や本事業未参画部局への働きかけにより、共用機器登録台数を5台程度増加させ、学内水平展開を進める。

稼働率・共用率を向上させるために、部局間利用については、分析相談をより一層充実させることで利用者数の増加を図る。さらに学外利用の一部については、特任研究員Sを教育・育成することで対応キャパシティーを拡大させ、利用件数を増加させる。

上記の取組により共用時間を向上させる事で収益性を高め、事業終了後も安定的な運用ができる体制を構築する。

また、稼働率とは、機器の稼働可能な時間に対する実際の利用時間の割合と定義する。共用率とは、機器の利用時間に対する機器を管理しているグループ以外の利用時間の割合と定義する。

4) その他、特徴的な取組

学生・若手教員向けの全学共通セミナーや機器管理者向け講習会を開催することで、機器に対する理解を深め、高度利用を促進する。

共用機器管理のために学生A0を雇用することで、教職員の機器管理業務や依頼分析業務に関わる負担を軽減する。また、それらの業務を通して、学生A0の研究能力・技術の向上やキャリアパス形成を支援する。さらに、機器管理者向け講習会については、機器管理担当の教員や技術職員の能力向上及び担当者間での情報共有を行い、分析相談・依頼分析に対し、全学の機器担当者で連携して対応する体制を整備する。これによって共用機器群の特徴や性能、高度専門技術者の持つ測定技術をフル活用して研究支援を行えるように整え、研究者全体の研究をより一層後押しする支援体制を強化していく。

また、一部機器に関しては、学外対応を進める。加えて、統括部局であるオープンファシリティ推進支援室（以下、「OPF推進支援室」という。）と連携して、研究基盤を支える基幹的な各種共用機器に関して、現状・課題、将来の在り方について検討し、事業成果として「研究基盤を支える設備・機器共用及び整備・維持・高度化等の推進方策」の

提言として取り纏める。

【研究組織名：ナノ構造量子解析ソリューション】

①共用システムの運営

1) 保守管理の実施計画

平成 31 (2019) 年度は X 線回折装置 (VariMaxRAPID II、XtaLabP200、XRD、全自動多目的 X 線回折装置)、X 線光電子分光分析装置 (AXIS-165)、光電子分光装置 (AXIS-ULTRA)、XPS (JPS-9010)、ICPS8100、EPMA、蛍光 X 線 (ZSX100e)、SIMS、走査型電子顕微鏡 SEM (日立 SU6600、JSM-7600F)、透過型電子顕微鏡 (日立 H-7650) などを含む表面観察装置を中心に、ナノ構造量子解析装置についてメンテナンスを行う。このように、装置の保守管理を一元化し計画的に保守を進めることで、メンテナンスコストの縮減を行う。

2) スタッフの配置計画

業務担当職員として X 線関連装置などの状態分析装置を支援するために特任研究員を技術連携コーディネーターとして 1 名程度雇用する。また学生を特任研究員 S (学生 A0) として 5 名程度雇用し、測定支援や機器管理などに関して、機器担当者の補助を行う。またそれらの業務を通して、学生 A0 の研究能力・研究技術の向上を支援する。

3) 共用機器の数、稼働率・共用率の向上策

29 台程度の機器を共用機器とする。

新たな共用システムのために最適化された新共通予約・会計システムを本格的に稼働させることで、利用件数を増やす。また、機器利用講習会を通じた利用者増によって、利用時間を向上させる。利用時間の増加に伴い、稼働率 (装置利用可能時間中の実際の利用時間の割合) を向上させる。共用率 (装置利用時間中の共用利用時間の割合。共用利用時間とは機器を管理しているグループ以外の利用時間) は既に高いが、共用化文化が定着するよう、その必要性を講習会等で継続して利用者に周知する。

4) その他、特徴的な取組

事業終了後の自立化、水平展開を目指し、機器管理者用機器講習会などを積極的に開催し、機器管理者の技術向上ならびに全学技術支援人材ネットワークの強化を進めていく。本事業における人材育成の集大成として国内著名研究者による構造解析技術の最先端に関する講演

と、本事業に関係した若手技術支援者による成果発表会を行う。

また、一部機器に関しては、学外対応を進める。加えて、OPF推進支援室と連携して、研究基盤を支える基幹的な各種共用機器に関して、現状・課題、将来の在り方について検討し、事業成果として「研究基盤を支える設備・機器共用及び整備・維持・高度化等の推進方策」の提言として取り纏める。

【研究組織名：ライフ・バイオソリューション】

①共用システムの運営

1)保守管理の実施

プロテオーム解析装置（BioPlex）、分子間相互作用解析装置（Biacore T200）ICP-質量分析装置（Agilent 7000）、X線回折装置（MicroMax、Rapid）、共焦点顕微鏡（FV1000）等の保守契約を行う。

2)スタッフの配置

技術連携コーディネーターについては、特任研究員として1名程度雇用し主に生命機能研究科内の共用機器管理・修理等の際の受付を行うとともに、ソリューション内の技術コーディネート（技術相談、機器担当者-利用者間の調整、問い合わせ対応等）を行う。

技術補佐員については1名程度を雇用し、薬学研究科の共用機器の管理業務を行う。

学生A0については、薬学研究科の学生を4名程度雇用し、主に臨床研究関連の装置の管理業務を担当させ、常に機器を良好な状態に維持すると共に、学生自身の研究能力向上を図る。

3)共用機器の数、稼働率・共用率の向上策

51台程度（薬学研究科40台程度、生命機能研究科11台程度）の機器を共用機器とする。

稼働率は、年間の稼働可能時間（装置により異なるが薬学研究科は概ね1,600時間、生命機能研究科は8,760時間）に対する総稼働時間（利用者の利用時間）の割合とする。共用率は、薬学研究科は総稼働時間中の機器所有研究室以外、生命機能研究科は研究科外の利用者の稼働時間を共用時間として算出する。

稼働率・共用率を向上させるため、技術連携コーディネーターを中心にOPF推進支援室と連携を深め、ソリューション内の機器の存在をホームページやメール配信などで広く周知して利用者を増やす。また、クライオ電子顕微鏡利用講習会の新規開催といった講習会開催に加え

て、新規利用者を対象に技術連携コーディネーターを中心として随時技術支援を行う。利用者からの意見をマニュアルや機器管理に反映させて、使いやすい機器利用環境を整える。また、バイオイメーシングに関する技術シンポジウムなどを開催し、機器の活用法など広く学内の研究者に周知する。

4) その他、特徴的な取組

日本医療研究開発機構 医療研究開発推進事業費補助金 創薬等ライフサイエンス研究支援基盤事業で取得した創薬関連機器についても、本事業との一層の連携を図ることで、インパクトのある研究成果を、効率的に創出できる機器利用環境を整備する。

平成30年度に引き続き、全編英語、日本語両方で別々に会場を設けて、それぞれ約1週間、バイオイメーシングの技術講習会を開催する。

また、全国的に珍しいスポット利用が可能な共用機器となっているクライオ電子顕微鏡の利用を促進するため、同機器に関する利用講習会を開催する。

平成30年度に開催し非常に好評だった全学共用機器技術シンポジウム「超解像の闘い：電子 vs. 光」の第2弾として、要望の多かった「バイオイメーシング vs. 質量分析イメーシング」を開催する。

加えて、OPF推進支援室と連携して、研究基盤を支える基幹的な各種共用機器に関して、現状・課題、将来の在り方について検討し、事業成果として「研究基盤を支える設備・機器共用及び整備・維持・高度化等の推進方策」の提言として取り纏める。

2. 2 実施内容

《研究機関全体での取組内容》

1. 大学及び研究機関の経営・研究戦略等における共用システムの位置づけ

大阪大学における機器共用の基本方針

大阪大学では、自己変革の基本指針として「Open Education・Open Research・Open Innovation・Open Community・Open Governance」の5つからなるOUビジョン2021を定めている（図1）。全学で研究設備・機器を共用し、「お互いのために」役立て、さらには学外へも開放（オープンファシリティ化）することは、まさにこの基本指針である「Openness」の具現化そのものであり、大阪大学の基本理念である大阪大学憲章にも合致する。



図1 創立90周年を迎える2021年を見据えて、開かれた大学「Openness（開放性）」を志向する大阪大学のビジョン。

そのため、「研究設備・機器は、研究者個人のものではなく公共財であり、大阪大学全体の資産でもある」という共通理解のもとで、総長のリーダーシップの下、本学全体の研究設備・機器共用システムを構築・運用していくとの基本方針を決定した。

この基本方針に基づき、「研究設備・機器の共用に関する基本的な考え方」を研究担当理事・副学長から学内に通知（平成28年12月21日通知）し、以下のように大阪大学における機器共用システムの位置づけを明示し、今後の機器共用事業の進め方の基本方針を学内に示した。

大阪大学における機器共用の位置づけ

- ① 研究設備・機器は大学全体の資産でもある
- ② 研究担当理事・副学長の主導によって、OUビジョンを具現化する新たな全学共用システムを構築・運用する

全学的な機器共用を推進するため、研究担当理事・副学長の主導の下、本部事務機構研究推進部研究推進課の下にオープンファシリティ推進支援室（以下、「OPF推進支援室」という。）を新設した。OPF推進支援室

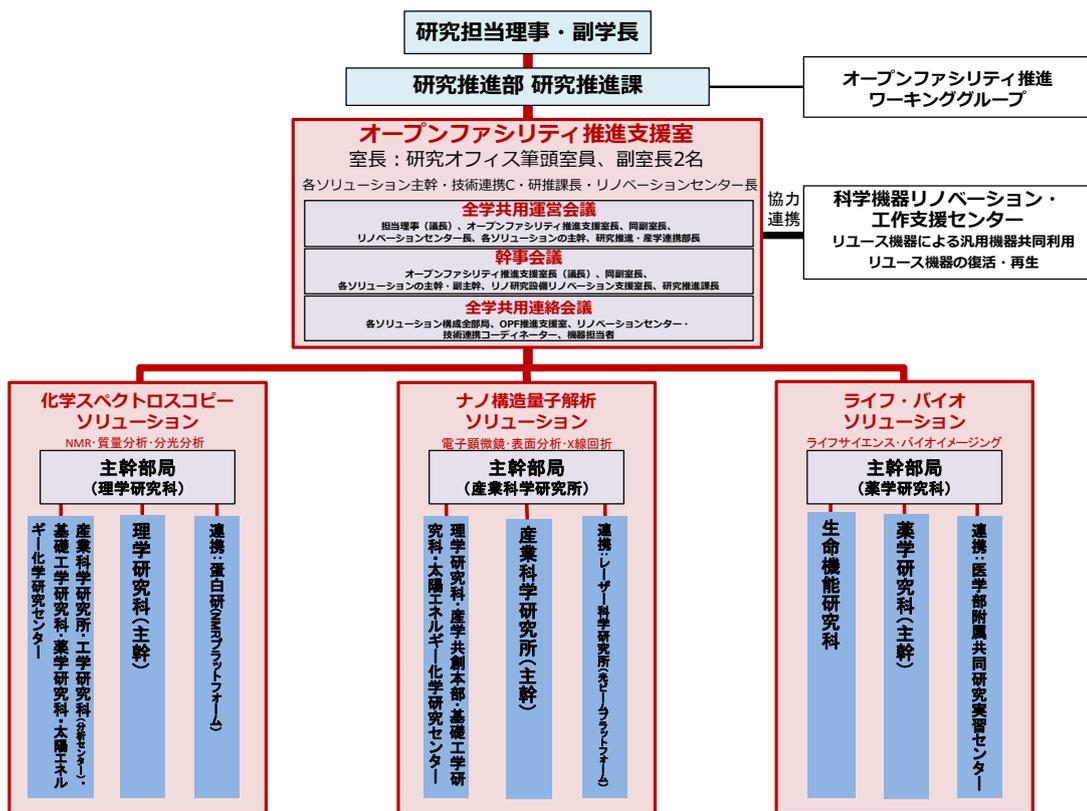


図2 研究担当理事・副学長が統括するオープンファシリティ推進支援室(OPF 推進支援室)を中心とした、大阪大学における先端機器共用事業の推進体制。より密接な連携やシナジー効果が期待できる「阪大ソリューション方式」により、機器タイプや研究分野ごとに部局横断に全学連携した3つの研究組織を構築した。また、OPF 推進支援室は、主に汎用機器を対象としたリユース機器による全学機器共用を進める科学機器リノベーション・工作支援センターなどとも連携・協力し全学での機器共用を推進した。

は統括部局として、関連する部局などと密接に連携をとりながら、大阪大学における先端研究基盤共用促進事業を推進した(図2)。

先端機器の全学共用を推進するに当たり、先端機器共用の効果を最大化し、様々な好循環を生じさせるために、大阪大学では単なる部局の連合ではなく、「研究分野や機器の種別ごとに部局横断で共用ユニット」を形成する「阪大ソリューション方式」による先端機器共用を進めることにした。この阪大ソリューション方式による先端機器共用システムの構築を通して、

- ① 基盤から先端までを網羅する先端機器群の効果的な共用を介して、多様な専門知を生み出すための研究基盤を強化し、複雑多様化する様々な学問領域において最先端の研究成果を持続的に創出できる基盤を維持・発展させる

- ② 先端機器の共用を介して研究者が繋がり、「知の協奏による新たな統合知や共創知の創出」を目指すとともに、大阪大学の自己変革を進めるエンジンの1つとして活用し、人材育成、若手研究者の自律的研究、部局連携、産学連携を促進する
- ③ 研究者の共用・連携への前向きなマインドを醸成し、「共用はお互いのためである」、「連携することで新たに統合知・共創知が生まれる」ことを実感してもらい、「研究者の意識改革」や「部局の壁」を越えた全学的な連携協奏のモデルケース化

といった好循環を生むことを目指した。

2. 既存の共用システムとの整合性

大阪大学では、これまで科学機器リノベーション・工作支援センターによって、リユース支援（機器のアップグレードや修理経費の支援による共用機器を拡充）を通して、リユース機器（主に汎用機器）による全学機器共用が進められてきた。文部科学省先端研究基盤共用促進事業を開始するに当たり、OPF 推進支援室と科学機器リノベーション・工作支援センターとで協議を行い、全面的に協力していくことで合意した。この強力な協力的体制を基に、一体的に本事業を進めてきた。

先端機器の全学共用を進める OPF 推進支援室と、汎用機器（リユース機器）を中心に全学共用を進める科学機器リノベーション・工作支援センター、また、本事業を実施する3つのソリューションが協力し、大阪大学の「機器共用のポータルサイト（ワンストップ窓口）」となる共通予約・会計システムを共同で構築し、共同で運用した（図3）。

共通予約・会計システムの稼働によって、これまで独立に運用されてきた部局内での予約簿、部局間利用と学外利用の予約簿の3つが一元化され、予約管理の煩雑さが解消した。また、同システムは、財務会計システムで管理されている財源情報を持っており、各機器利用に対して支払い財源や財源コードと紐付けすることができるようになった。これにより、これまでは手入力で行っていた財源との照合や請求処理の手間が削減され、事務処理の手間も大幅に削減された。更に、従来は利用の都度、紙ベースでの申込が必要であった学外者の利用申込も、ユーザーID付与によるオンライン予約化され（令和元年9月より）、予約事務手続きの簡略化だけでなく、予約から測定までの時間が大幅に短縮され（最低でも1-2週間 => 最短当日）、学外ユーザーのリピート利用増に貢献した。

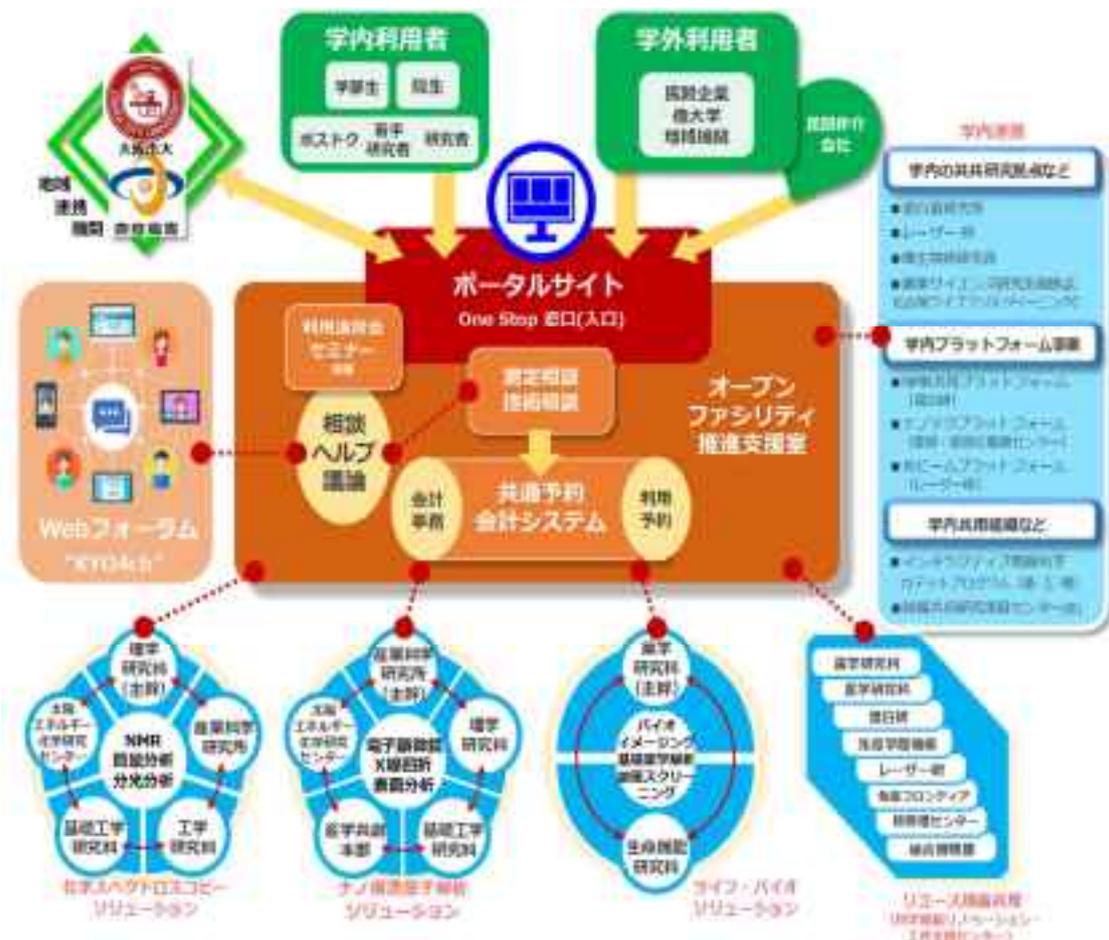


図3 共通予約・会計システムを本学の「機器共用のポータルサイト（ワンストップ窓口）」とした共用管理システムと共用体制。リユース機器（主に汎用機器）の全学機器共用を運営していた科学機器リノベーション・工作支援センターとは、全面的に協力し、先端機器と汎用機器の全学共用を一体的に進めた。

本事業で構築した全学での機器共用連携体制は、「本学の機器分析支援サービス」の全学統一組織として捉えることができる。この全学機器共用連携体制を、他大学との相互研究支援・相互研究力の強化のための連携の枠組み、民間企業からの分析依頼の一元化窓口として活用し、機器共用・機器利用を介した、本学と他研究機関・民間企業を繋げる手段として活用した。特に平成31年度には、大阪大学・大阪市立大学・奈良高専が中心となって開始した機器共用の地域連携「阪奈機器共用ネットワーク事業」（文部科学省先端研究基盤共用促進事業（研究機器相互利用ネットワーク導入実証プログラム(SHARE)採択事業、事業期間：平成31年度～令和2年度）が始動した。この地域連携事業は、事業実施3機関がそれぞれの強みを互いに活かし合い、研究力・研究支援

の強化、スケールメリットを活かした人材育成や産学官連携を図ることが目的である。大阪大学では、先端研究基盤共用事業において構築したソリューション体制や共通予約・会計システムを、この阪奈機器共用ネットワーク事業にも活かして、学内機器共用と地域機器共用とを結びつけ活用した。

3. 研究分野の特性等に応じた運用・利用料金等の規定の整備

3つのソリューションは、化学スペクトロスコーピー、ナノ構造量子解析、ライフ・バイオと主たる支援対象の研究分野が大きく異なり、共用する研究機器の種類や利用形態なども大きく異なる。そこで、現場の実情に合った利用条件や課金条件設定を行うため、これらの設定は研究機器の責任者が行い、それをOPF推進支援室が承認するという形とした。OPF推進支援室が担当する共用機器に関する利用規定は、科学機器リノベーション・工作支援センターが制定したリユース機器利用規程を基に、若干の修正を行い制定した。OPF推進支援室において毎月2回、共用機器の追加認定、利用料金決定・改訂などの審議を行い、随時、その結果を共通予約・会計システムに反映させた。

なお、課金に関する基本ルールは、①機器所有部局内での利用に関しては機器所有部局だけが課金し、その部局の収入とする、②部局間あるいは学外からの機器利用に関しては、OPF 推進支援室が利用のコーディネーションを行うため、課金収入を機器所有部局と OPF 推進支援室とで 50%ずつ折半することとしている。収入は本事業から支出できない、システム改修費や機器修理費などに活用した。

《研究組織別の取組内容》

【研究組織名：化学スペクトロスコーピーソリューション】

①共用システムの運営

1) 保守管理の実施状況

日本電子株式会社製の核磁気共鳴装置（NMR）および質量分析装置（MS）の計 14 台（ECA400WB・ECA500×2 台・ECS400×5 台・JMS-Q1000GC・JMS-HX110/110・JMS-T100LP×2 台・JMS-700EI・JMS-700）と、VARIAN 社製の NMR（VNS300・Unity-Inova500・VNS600）3 台・NMR 用液体窒素再凝縮装置（ECS400×2 台・AVANCE600WB・700MHzNMR）4 台について、一括保守契約を行い、スケールメリットを生かし 2～3 割の保守コストの削減を行った（表 1）。また、機器の性能が保持され、共用利用に資する機器（LTQ

Orbitrap XL・J-720W・GCMS-QP2010ULTRA・2400 II CHNS/O・FT/IR 6100) については、定期保守点検を行った。

2) スタッフの配置状況

技術連携コーディネーターを特任技術職員として1名雇用し、主に研究室管理機器であり全学共用化された質量分析装置に関して、共用利用するための環境整備や使用支援を担当させた。また、全学での共用利用促進の為に講習会やセミナーの企画・実施や、機器利用に関する技術相談を行った。これらのコーディネート業務の結果、部局間の連携が大幅に進み、利用者のレベルに合った各種講習会を充実させることができ、また学内外の研究者から寄せられる高度で多様な分析相談や分析依頼に対応できるようになった。

表1 一括保守契約による保守管理費の削減率(平成31年度)

役務内容	該当機器	削減率
日本電子社製 NMR・MS 保守	ECA400WB・ECA500・ECS400・JMS-Q1000GC ・JMS-HX110/110・JMS-T100LP・JMS-700EI ・JMS-700	23%
VARIAN社製 NMR 保守	VNS300・Unity-Inova500・VNS600	31%
液体窒素 再凝縮装置 保守	ECS400・AVANCE600WB・700MHzNMR	20%

この研究支援の高度化によって新しい研究成果の創出に繋がった(後述)。

事務補佐員を1名雇用し、本事業を円滑かつ効率的に進めるための共用機器利用実績の集計や事務発注業務などを担当させた。

学生A0については、理学研究科・基礎工学研究科・太陽エネルギー研究センター・工学研究科の博士課程学生を特任研究員Sとして17名雇用し、各機器の管理・運用補助業務を担わせた。その結果、機器が常に良好な状態に維持され、円滑に機器運用を行うことができた。また、これらの業務を通して、機器の理解向上や自分の専門以外の研究に接することで、学生A0の研究能力を向上できるようにした。

3) 共用化した研究設備・機器の数、稼働率・共用率等の実績

未参画部局や研究室への働きかけにより、平成 31 年度から低温センターが新たに化学スペクトロスコープソリューションに加わり、研究室管理の機器も含めて、6 機器が全学共用化された。この結果、共用機器は合計 70 機器となった。

稼働率・共用率を向上させるため、分析相談や技術相談をより一層充実させた。その結果、部局間の利用件数（他部局からの利用件数）が大幅に増加し、利用件数は前年度比で 35%増となった。学外利用（学外者の利用）については、学外利用対応機器を 3 機器に増加させて合計 18 機器とし、一部の機器については学生 A0 の活用により、対応キャパシティーを拡大させることで、前年より利用件数を 23%増加させることができた。

上記の取組により、共用時間が増大し収益が増え、本事業終了後も安定的に機器共用事業を継続するための基盤を強化した。

機器の内訳、稼働率および共用率は表 2 に示す。稼働率とは機器毎に設定している総稼働可能時間に対する、実稼働時間を指す。共用率とは実稼働時間に対する、機器管理グループ以外の利用者が機器を利用した時間を指す。

大阪大学は、平成 30 年 6 月に発生した大阪北部地震に被災し、機器の破損や故障が生じた。これらの機器の修理や更新は、平成 31 年度半ばに実施したが、修理や更新後に行う機器調整に時間を要し、研究室から共用化した機器が増えたこともあり、稼働率は 45%と平成 30 年度の稼働率 46%に対してやや減少したものの、共用率は前述の部局間利用および学外利用の大幅増により平成 30 年度の 86%に対して 88%に増加した。

表 2 装置種別毎の稼働率・共用率（平成 31 年度）

	共用台数 (台)	①稼働可能 時間 (時間)	②総稼働時間 (時間)	③共用時間 (時間)	④稼働率% (②/①)	⑤共用率% (③/②)
NMR	21	130,611	77,419	67,948	59	88
MS	25	44,268	12,381	10,509	28	85
分光装置等	14	22,845	1,668	1,603	7	96
元素分析	6	7,968	4,136	3,999	52	97
ESR 等	4	6,082	262	262	4	100
合計	70	211,774	95,866	84,321	45	88

4) 共用システムの運営

・分野融合・新興領域の拡大について

利用支援を行う技術職員は、ある特定の機器タイプを担当するよう配置されており、異なる機器タイプを担当する技術職員同士が協働することは殆どなかった。また、同じ機器タイプを担当していても、他部局の担当者と連携・協力することは殆どなかった。ところが、本全学共用事業によって、全学的な技術支援人材の連携や交流が進み、また異なる機器タイプを担当する技術職員同士で協働する環境が生まれた。

例えば、高分解能 NMR と高分解能質量分析装置による、高分子材料の測定や複合的解析が実現し、より高度な高分子材料評価法を提案できるようになった。また、基礎工学研究科で研究が進められているナノ素材の評価においても、異なる機器タイプを担当する 2 部局間の技術職員の連携・協力が進み、研究成果の創出（研究力の強化）に繋がった（基礎工学研究科が行っているナノ素材の評価には、これまで電子顕微鏡といったナノサイエンス系の分析機器が使われていたが、理学研究科の濃厚系粒径アナライザーを用いた新しい評価法が活用されるようになり、基礎工学研究科の研究者による理学研究科の濃厚系粒径アナライザー利用が大きく増えた。）。また、同じく基礎工学研究科や工学研究科で研究が進められているポリマー素材の評価においても、理学研究科が保有する高分解能 MALDI-TOF/TOF 質量分析装置や ESI-Orbitrap 質量分析装置の活用が増加し、ポリマーの分子量測定や末端構造解析の強力なツールとして位置付けられるようになった。さらに、理学研究科宇宙地球科学専攻の研究室から共用化されたマルチターン飛行時間型二次イオン質量分析装置（マルチターン TOF-SIMS）は、これまで同専攻が扱う鉱物試料分析のみに使用されてきたが、学外から材料表面分析の依頼を受け、同先端 TOF-SIMS 装置の適用分野が大きく広がった。また、本事業を通して、研究設備・機器共通予約システムや技術連携コーディネーターの認知度が増したことにより、これまで共用機器利用実績がほとんどなかった生命機能研究科や医学研究科からも分析相談が寄せられるようになった。さらに、令和元年7月にライフ・バイオソリューションと共同で企画したシンポジウム「バイオイメージング vs. 質量分析イメージングシンポジウム」（学外にも広報して開催。56名参加、うち学外から6名）を機に、学外のバイオ関連の研究者から分析相談が寄せられるようになった。

- ・若手研究者や海外・他機関から移籍してきた研究者の速やかな研究体制構築（スタートアップ支援）について

理学研究科主催の機器利用講習会を、基礎工学研究科の若手研究者向けに別個に開催し、同一キャンパス内の部局間利用をスムーズに行えるよう支援した。また、他機関から異動してきた地球科学分野の若手研究者に対して、化学スペクトロスコーピーソリューションとナノ構造量子解析ソリューションの技術連携コーディネーター2名が、連携して必要な機器とその機器担当者を紹介し、速やかに研究が開始できるよう支援した。

ESR 装置用のサンプル管や質量分析用試料プレートは高額であるため、貸出できるものを準備し、自前で購入しなくても手軽に ESR 測定や質量分析が使える環境を整え、若手研究者などが速やかな研究スタートアップできるよう支援した。

- ・試作機の導入・利用等による技術の高度化について

NMR 周辺機器メーカーと共同で開発した固体 NMR 用 MAS コントローラー（Magic Angle Spinning 装置コントローラー、固体サンプルを測定する際にサンプルを数 10 kHz で回転させるが、その回転を安定化させる装置。安定化により分解能が高まる。）を共用機器に設置して運用することにした。開発した MAS コントローラーは、従来のコントローラーよりも高精度であり、また NMR メーカーを選ばず旧型 NMR 装置にも装着できるため、共用 NMR 装置においても高精度 NMR スペクトルの取得が可能となった。

- ・ノウハウ・データ共有について

機器担当者の指導のもと、学生 A0 に初心者向け機器操作マニュアル（日本語、英語）を作成させた。初心者理解しやすいよう、装置の操作の流れに沿ったマニュアルを作るように指導した。学生 A0 にとっては、機器について知識が深まり、機器を利用する学生の間でも、より細かな測定ノウハウを共有できるようになった。



図 4 固体試料の NMR 測定用に共同開発した MAS コントローラー（PC 下）。分解能が向上し、高精度のスペクトルが測定可能となる。

研究室管理のタンデム磁場型質量分析装置を共用化するに当たって、同装置を担当することとなった理学研究科の担当技術職員に対して、基礎工学研究科で類型の磁場型質量分析装置を長年運用してきたベテラン技術職員が、同装置による測定やメンテナンスの方法について講習を実施した。その結果、測定・管理ノウハウなどを部局間でシェアすることができ、効率的な装置運用に繋がった。

また、本学で新たに元素分析装置を導入する際、同型装置を所有する鳥取大学と本学担当者とが事前に技術交流を行うことで、導入予定機器の特性などを導入前に把握することができた。その結果、導入後スムーズな研究支援を開始することができた。

令和元年 9 月より、学外利用者の利用予約を従来の紙ベースでの申込から、平成 30 年 3 月に構築した共通予約・会計システム（令和元年 9 月より研究設備・機器共通予約システムと命名）でのユーザーID を使ったオンライン予約に変更した。共通予約・会計システムの利用開始に伴い、依頼分析結果を同システム内にある、各ユーザーのマイページにアップロードできるようになり、機器担当者、学外ユーザーおよび学内事務担当者間のデータ共有が容易となった。その結果、測定後の事務処理が効率化された。

・技術専門職のスキル向上・キャリア形成について

大阪北部地震によって復旧不能なダメージを受け、更新された機器について、全学の機器管理者を対象に技術向上を目的とした専門講習会を実施した。複数部局から機器管理担当の教員や技術職員・学生 A0 が受講し、機器管理担当者の能力向上が図れただけでなく、異なる部局に所属する機器担当者間での情報共有を行うことができた。

NMR 機器担当者向けに開催された Bruker 解析ソフト利用講習会は、平成 31 年度より開始した文部科学省先端研究基盤共用促進事業（研究機器相互利用ネットワーク導入実証プログラム（SHARE））において、共に事業を実施している大阪市立大学へも、TV 会議システム ZOOM を使って Web 配信した（大阪市立大学の技術職員 1 名が Web 受講）。

表3 機器担当者向けの技術向上講習会の一覧
(平成31年度)

講習会名	開催日	参加人数
MS 担当者専門講習会 (島津 MALDI-TOF)	令和元年9月30日	3名
MS 担当者専門講習会 (日本電子 MALDI-TOF/TOF)	令和元年11月28日	4名
NMR 担当者専門講習会 (Bruker 解析ソフト)	令和元年12月28日	7名
MS 担当者メンテナンス講習会 (FT-ICR MS)	令和2年2月21日	5名

工学研究科が主催した NMR 短期集中セミナー（表 4、令和元年 9 月開催）に参加した大阪市立大学、奈良高専、および大阪産業技術総合研究所（3 機関とも阪奈機器共用ネットワーク事業（SHARE 事業）の参画機関）の NMR 担当で、NMR 担当者のスキル向上に必要なアドバンスド講習会の共同開催などについて意見交換を行った。NMR 装置に関する、地域の学術機関や公設試験研究機関との人的ネットワーク形成に役立った。

理学研究科の研究室で管理されていたフーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴質量分析装置（FT-ICR MS）を共用化したが、機器管理をしていた教員の負担を軽減するため、理学研究科技術職員 2 名も機器メーカーの講習会等を受講し、FT-ICR MS による測定や機器管理のスキルを身につけた。これにより、1 名の技術職員は、従来から担当している質量分析装置に加えて、市販質量分析計の中で最も高い質量分解能をもつ FT-ICR MS を利用できるようになり、スキル向上だけでなく、これまで対応できなかった測定対象や試料も対応可能となった。さらにもう 1 名の技術職員は、これまで低温センターでの業務に従事しており、FT-ICR MS の液体窒素やヘリウム充填を担当していたが、質量分析装置による測定スキルを身につけることで業務の幅を広げると共に、将来のキャリアパスの選択肢を広げることができた。

本事業を含めた機器共用の実績が評価され NMR を管理している技術職員が、理学研究科における分析機器分野のマネジメントポストに昇進した（平成 31 年 4 月）。

表4 機器利用講習会・機器分析セミナー一覧とその参加者
(平成31年度)

No	セミナー・講習会名	開催日	人数	実施回数
1	初心者 NMR 講習会	平成31年4月16日、4月19日、 令和元年10月3日、10月4日	21名	4回
2	初心者 NMR 講習会(英語)	平成31年4月12日	13名	1回
3	円二色分散計(CD)講習会	平成31年4月17日	12名	1回
4	旋光計講習会	平成31年4月15日、4月19日	14名	2回
5	赤外分光光度計講習会	平成31年4月16日、4月19日	29名	2回
6	NMR 安全講習会	令和元年5月8日	82名	1回
7	DART-MS 講習会	令和元年5月10日、5月27日、10 月2日	5名	3回
8	NMR 測定講習会	令和元年5月15日	5名	1回
9	多核 NMR 講習会	令和元年5月23日、5月24日	2名	2回
10	DART-MS 講習会(英語)	令和元年5月29日、10月9日	2名	2回
11	HPLC 基礎・LC-MS セミナー	令和元年6月10日	8名	1回
12	CD 講習会	令和元年6月12日	1名	1回
13	ESI-LIT-Orbitrap 基礎・応用実 習	令和元年6月13日、6月14日、10 月17日、10月18日	19名	4回
14	中級 NMR 講習会	令和元年6月19日、6月20日、10 月31日	4名	3回
15	中級 NMR 講習会(英語)	令和元年6月21日	4名	1回
16	バイオイメージング vs. 質量分析 イメージングシンポジウム	令和元年7月9日	78名	1回
17	集中講義「質量分析」 基礎・応用から実習	令和元年8月23日～8月29日(5日 間)	33名	4回
18	集中講義「NMR」 基礎・応用から実習	令和元年8月26日～8月29日(4日 間)	30名	4回
19	NMR 短期集中セミナー	令和元年9月17日～9月18日(2日 間)	154名	2回
20	MALDI-TOFMS 基礎・応用実習	令和元年9月30日、10月1日、10 月2日	6名	3回
21	NMR・ESR 試料封管のための実践ガ ラス工作講習会	令和元年10月16日	1名	1回
22	FT-ICR MS 基礎セミナー・応用 実習	令和元年10月21日	8名	1回
23	近赤外分光光度計講習会	令和元年10月25日	2名	1回
24	分析機器基礎講座 LC & LC-MS	令和元年11月13日	13名	1回
25	赤外分析セミナー	令和元年12月13日	4名	1回

・共用施設を利用した教育・トレーニングについて

学生・若手教員向けの全学共通セミナーや、機器利用者向け機器利用講習会、管理者向けの専門講習会などを、異なる対象やスキルレベルに応じた講習会を以下のように開催することで、機器に対する理解を深め、高度利用を促進した（表4）。

- ▶ 初心者 NMR 講習会、初心者 NMR 講習会(英語)、NMR 安全講習会および NMR データ解析実習を、NMR 測定の為の一般操作・測定実習・解析実習として日本語・英語で行った。(1, 2, 6, 8)
- ▶ 円二色分散計(CD)、旋光計、赤外分光光度計に関して一般操作・測定実習・解析実習の3講習を日本語で行った。(3, 4, 5, 12)
- ▶ DART-MS 測定講習会および DART-MS 測定講習会(英語)を、MS 測定の為の一般操作・実習として日本語・英語で行った。(7, 10)
- ▶ 多核 NMR 測定講習会および中級者 NMR 測定講習会を、それぞれ多核 NMR 測定・固体 NMR 測定・二次元 NMR 測定の為の一般操作・実習として日本語で行った。(9, 14, 15)
- ▶ HPLC 基礎・LC-MS セミナーを、装置の基本原理から最新の応用事例に関するセミナーとして行った。(11)
- ▶ ESI-LIT-Orbitrap 基礎・応用実習、MALDI-TOFMS 基礎・応用実習を、それぞれ測定の為の一般操作・実習として日本語（一部英語）で行った。(13, 20)
- ▶ バイオイメージング vs 質量分析イメージングシンポジウムをライフ・バイオソリューションと共催した。学内外からの参加者に対して、理学研究科および生命機能研究科の教員による現在のイメージング技術に関する話題提供が行われ、パネルディスカッションではイメージング技術を適用できそうな研究分野や、今後に期待する技術開発について参加者と議論が行われた。(16)
- ▶ 集中講義「先端的研究法：質量分析」（基礎・応用と実習）では、質量分析の基本原理、装置の原理、応用事例や装置開発に関する講義および測定・解析実習の一部を、講習会として受講できるようにした。若手研究者、技術職員ならびに本学に設置されている一般企業との協働研究所研究員が参加した。(17)
- ▶ 集中講義「NMR」（基礎・応用と実習）では、NMR の原理から応用に関する講義、測定・解析実習の一部を、講習会として受講できるように

した。技術職員などの受講希望者が参加した。(18)

- ▶ NMR 短期集中セミナーを、NMR 測定の基礎からデータ解析に関するセミナーとして2日間行った。SHARE 関係機関のNMR 担当者も参加した。(19)
- ▶ NMR・ESR 試料封管のための実践ガラス工作講習会では、科学機器リノベーション・工作支援センターガラス工作メインショップと共同で、揮発性サンプルや空気中で不安定なサンプルを測定するための試料ガラス管封実習を行った。(21)
- ▶ FT-ICR MS 基礎セミナーを、装置の基本原則から最新の応用事例に紹介するセミナーとして行った。また、FT-ICR MS に搭載されているETD (MS/MS の一種) をより一層活用していくため、測定操作の実習も行った。(22)
- ▶ 近赤外分光光度計講習会を、測定の為の一般操作・測定実習・解析実習として日本語で行った。(23)
- ▶ 本学を会場として開催されたアジレントテクノロジー社の分析機器基礎講座 LC & LC-MS を、質量分析の基礎から最新の応用事例に関するセミナーとして、本学学生も参加した。(24)
- ▶ 赤外分析セミナーを、新たに追加した時間分解測定機能の紹介および操作の実習として日本語で行った。(25)

・スペースマネジメントについて

研究室で保有していた近赤外分光光度計、ならびに質量分析装置(新規導入)を共用化し、共通スペースに設置することで、研究室のスペースを有効に活用できるようになった。

・その他、共用システムの運営に際して実施した事項とその効果

▶ 共用に関する制度改革・意識改革

本事業で実施した阪大ソリューション方式(単なる部局の連携ではなく、同じ種類の機器や研究分野ごとにソリューションユニットを形成する)による全学機器共用事業は、部局の壁を超えて、機器担当者の連携を始める良い機会となった。そのため、分析相談・依頼分析に対し、全学の機器担当者で連携して対応する体制を構築することができた。これによって共用機器群の特徴や性能、高度専門技術者の持つ測定技術を、フル活用して研究支援を行えるようになり、研究者から

の多様な要望に応え、研究をより一層後押しすることが可能となり、研究支援を強化することができた。

共用機器の管理・運営補助のために、学生 A0 を雇用することで、共用機器の運用を担う教職員の維持管理業務などに関する負担が減り、より高度な研究支援に注力する時間を確保できるようになった。また、学生 A0 の中には、機器担当職員に代わって測定支援を行えるまでスキルを身につけた者もあり、これらの補助業務を通して、自身の研究力・研究技術向上に繋がったと考えている。また、学生アルバイトではなく、原則として特任研究員 S として雇用しており、学生の研究キャリアパス形成にも貢献した。

理学研究科では、研究室管理の機器を共用化する際の規定、ならびに共用化後の運営方式などについて定めた「共用登録機器利用要項」を制定した。この制定により、本事業終了後も継続して共用機器を管理・支援していく仕組みを構築することができた。また、工学研究科分析センターにおいては、OPF 推進支援室に学外利用登録した機器については、部局独自の学外利用規定は適用せず、OPF 推進支援室の学外利用規定に基づいて、学外利用に対応する事を決めた。この柔軟な対応方式により、工学研究科による学外対応が増えていくと期待される。

▶ 共用 NMR・質量分析装置に関する大阪大学の現状分析と提言

共用 NMR や質量分析装置など、大阪大学の研究基盤を支える基幹的な共用機器に関して、技術職員が専門的な知識や観点から OPF 推進支援室に助言を行い、大学全体としてより効果的な共用機器の維持管理や整備を行っていくかを考える資料となる、大阪大学における現状・課題、および将来の在り方についての提言作成に協力した。

同現状・課題分析では、これらの共用機器に関して、どのような性能やオプション機能をもった装置が、どの部局に配置されているかという現状把握から始まり、大阪大学のラインナップや測定技術の特徴、研究ニーズへの対応状況、使用年数からみた更新の必要性、今後の更新・アップグレードへの指針などが示された。

専門的な観点から、現有機器の状況がよく分析されており、単なる機器データベースとは情報の質が大きく異なっており、研究戦略立案の観点から非常に有用な提言となった。

OPF 推進支援室が作成したこれらの提言は、本事業の関係者で共有し、大阪大学において研究推進ならびに施設整備を担当する部門へも、今後の設備整備の参考としてもらうよう提出する予定である。

・学外機関との連携

学内の機器分析セミナーを、SHARE 関係機関にも開放し、技術連携コーディネーターや技術職員が互いに参加し合うことで、各機関の装置の強みや得意分野を理解し、人的な交流も深めながらスムーズな相互利用環境作りが進んだ。

分子科学研究所の大学連携研究設備ネットワークと連携して、NMR・質量分析のスキル向上研修を企画・実施した（表 5）。全国有志の NMR 担当技術職員と企業向け「NMR セミナー～マテリアルダイナミクス編～」を実施し、参加者 40 名に対し、各大学の特徴的な分析技術を広報した（表 5）。

表 5 大学連携研究設備ネットワークと連携した企画・実施した技術者研修の一覧（平成 31 年度開催分）。全て、化学スペクトロスコープソリューション所属の技術職員が講師あるいは企画・提案を行った。

講習会名（開催場所）	日程	参加人数
固体拡散 NMR 講習会（東北大学）	7 月 16 日～17 日	3 名
NMR メンテナンス研修（名古屋大学）	8 月 1 日～2 日	10 名
質量分析個別研修会（信州大学）	6 月 7 日	2 名
質量分析個別研修会（愛媛大学）	6 月 14 日	2 名
質量分析上級者研修会（奈良先端大学） ～JMS700 を用いた negative モードでの測定～	8 月 28 日	3 名
NMR セミナー～マテリアルダイナミクス編～	10 月 25 日	40 名
質量分析個別研修会（信州大学）	11 月 27 日	3 名
NMR メンテナンス講習（北海道大学）	1 月 24 日	10 名

【研究組織名：ナノ構造量子解析ソリューション】

①共用システムの運営

1) 保守管理の実施状況

本事業にて下記装置のメンテナンスを行った。

- ① VariMaxRAPID II（単結晶 X 線回折装置）の保守を行った結果、真空系が回復し、本来の性能に戻った。
- ② XtaLabP200（単結晶 X 線回折装置）の保守を行った結果、ターゲットが回復し、本来の性能に戻った。

- ③ XRD (多目的 X 線回折装置)の保守を行った結果、ターゲットが回復し、本来の性能に戻った。
- ④ 全自動多目的 X 線回折装置(X 線回折装置)の保守を行った結果、検出器の性能が回復し、本来の性能に戻った。
- ⑤ X 線光電子分光分析装置 (AXIS-165)の保守を行った結果、高圧電気系が回復し、本来の性能に戻った。
- ⑥ 光電子分光装置 (AXIS-ULTRA)の保守を行った結果、真空系が回復し、本来の性能に戻った。
- ⑦ XPS (JPS-9010) (X 線光電子分光装置)の保守を行った結果、真空系が回復し、本来の性能に戻った。
- ⑧ ICPS8100 (高周波誘導結合プラズマ発光分光分析装置)の保守を行った結果、装置内部の汚れが取れ、本来の性能に戻った。
- ⑨ EPMA (X 線マイクロアナライザー)の保守を行った結果、試料台制御機構が回復し、本来の性能に戻った。
- ⑩ 蛍光 X 線 (ZSX100e)の保守を行った結果、装置内部の汚れが取れ、本来の性能に戻った。
- ⑪ SIMS (二次イオン質量分析装置)の保守を行った結果、イオン源が安定化し、本来の性能に戻った。
- ⑫ 日立 SU6600 (走査型電子顕微鏡)の保守を行った結果、真空系が回復し、本来の性能に戻った。
- ⑬ JSM-7600F (走査型電子顕微鏡)の保守を行った結果、真空系が回復し、本来の性能に戻った。
- ⑭ 透過型電子顕微鏡 (日立 H-7650)の保守を行った結果、真空系が回復し、本来の性能に戻った。

保守管理を一元化し、計画的に保守計画を進め、XRD と熱分析装置の保守日を合わせることでメンテナンス業者の出張費、作業費の削減を図ろうとしたが、日程調整が上手くいかず、費用の削減には至らなかった。

2) スタッフの配置状況

業務担当職員として X 線関連装置などの状態分析装置を支援するために特任研究員を技術連携コーディネーターとして 1 名雇用し、講習会の開催や装置の保守管理を行った。また、技術相談などにも対応し、他のソリューションの技術連携コーディネーターとも連携し、機器利用のサポートを行った。

学生を特任研究員 S として 5 名雇用し、装置管理補助業務を行った。具体的には以下の通り。

- ① H-7650(透過型電子顕微鏡)
特任研究員 S : TEM の管理と測定補助
- ② JEM-2100(透過型電子顕微鏡)、H-7650(透過型電子顕微鏡)
特任研究員 S: 初心者実験サポート、全学講習会でのアシスタント
- ③ SEM S-5000H(走査型電子顕微鏡)
特任研究員 S: SEM の管理と共通測定室の全般管理
- ④ KratosXPS(X 線光電子分光装置)
特任研究員 S: 管理と測定補助、依頼測定
- ⑤ XtaLAB-P200 および RASA-7R(単結晶 X 線回折装置)
特任研究員 S: 管理と測定補助

3) 共用化した研究設備・機器の数、稼働率・共用率等の実績

ナノ構造を解析するための関連装置を 29 台登録した。平均稼働率(稼働率:稼働可能時間中の実際に利用した割合。)は 39%と、平成 30 年度の 42%より低下したものの、平均共用率(共用率:稼働可能時間中の共用化可能な割合。)は、全ての機器を完全に共用化することで 100%を達成した(表 6)。

表 6 ナノ構造量子解析ソリューションの機器種別共用台数・稼働率・共用率実績

種別	台数	平均稼働率	平均共用率
X 線回折装置	11	44%	100%
SEM,TEM	7	30%	100%
SEM,TEM 以外の表面解析装置	6	46%	100%
その他	5	30%	100%
合計	29	39%	100%

4) 共用システムの運営

- ・分野融合・新興領域の拡大について

下記の共同研究が行われ、超分子化学と光化学、材料科学と分析化学等の異分野融合が進んだ。

国内共同研究

- ① T. Tsujihara, M. Tomeba, S. Ohkubo-Sato, K. Iwabuchi, R. Koie, N. Tada, S. Tamura, T. Takehara, T. Suzuki, T. Kawano, *Tetrahedron Lett.*, **60**, Ahead of Print (2019) (岩手医大、阪大産研の共同研究)
 - ② Y. Takahashi, R. Kondo, M. Utsunomiya, T. Suzuki, H. T. Takeshita, Y. Obora, *ChemCatChem*, **11**, 2432 (2019) (関大化学生命工、阪大産研の共同研究)
 - ③ H. Sugimoto, M. Sato, K. Asano, T. Suzuki, T. Ogura, S. Itoh, *Inorg. Chim. Acta*, **485**, 42 (2019) (阪大工、阪大産研、兵庫県立大の共同研究)
 - ④ M. Hashimoto, Z. Puteri Tachrim, S. Nakagawa, T. Nakamura, F. Ohashi, N. Kurokawa, H. Wakasa, Y. Tokoro, Y. Sakihama, Y. Hashidoko, T. Suzuki, *Heterocycles*, **99**, 404 (2019) (北大、帯広畜産大、阪大産研の共同研究)
 - ⑤ T. Nagata, T. Inoue, X. Lin, S. Ishimoto, S. Nakamichi, H. Oka, R. Kondo, T. Suzuki, Y. Obora, *RSC Adv.*, **9**, 17425 (2019) (関大化学生命工、阪大産研の共同研究)
 - ⑥ Y. Fujii, Y. Suwa, Y. Wada, T. Takehara, T. Suzuki, Y. Kawashima, N. Kawashita, T. Takagi, H. Fujioka, M. Arisawa, *ACS Omega*, **4**, 5064 (2019) (阪大薬、阪大産研、近畿大の共同研究)
 - ⑦ R. Azuma, Y. Takahashi, R. Kondo, T. Suzuki, H. T. Takeshita, Y. Obora, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **92**, 710 (2019) (関大化学生命工、阪大産研の共同研究)
- ・若手研究者や海外・他機関から移籍してきた研究者の速やかな研究体制構築（スタートアップ支援）について
平成 31 年度は特になし。
 - ・試作機の導入・利用等による技術の高度化について
平成 31 年度は特になし。
 - ・ノウハウ・データ共有について
平成 31 年度は特になし。
 - ・技術専門職のスキル向上・キャリア形成について
平成 31 年度は特になし。

- 共用施設を利用した教育・トレーニングについて
全学用の講習会等を計 116 日間開催し、参加延べ人数 454 人に至った。講習会受講の認定証を発行し、5 名の大学院の単位として認定した。講習会に参加できなかった利用者が後日講習できるようにビデオ録画を行った。
- スペースマネジメントについて
平成 31 年度は特になし。
- その他、共用システムの運営に際して実施した事項とその効果
事業終了後の自立化、水平展開を目指し、装置管理者用装置講習会などを積極的に開催し、機器管理者の技術向上ならびに全学技術支援人材ネットワークの強化を進めた。
本事業における人材育成の集大成として国内著名研究者による構造解析技術の最先端に関する講演を行った（参加者 80 名、図 5・6）。また本事業に関係した若手技術支援者による成果発表会を行った（ポスター発表 9 件、図 5・6）。



図 5 構造解析技術の最先端技術に関する講演会（左）と、それと同時に開催されたナノ構造量子解析ソリューション成果報告会のポスター発表（右）の様子。

プログラム	ポスターセッション
12:30 昼食	先導研究施設共同連携事業 大阪大学ナノ構造量子解析ソリューション
13:10 オープン・アブストラクト発表会(質疑応答)	F-01 銅電極表面フェリチンナノ粒子の磁性特性の制御
13:15 開会挨拶	○鈴木 俊一(京大) 佐藤 尚(京大) 藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大)
13:20 講演開始	F-02 光分解法による有機ナノ粒子の合成制御(有機合成反応)への応用
13:30 Quality-based approach to (solid-surface) interactions ...	○藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大)
13:40 講演開始(2時): 創発的現象からオンライン駆動まで	F-03 量子研究のナノ構造制御
14:00 ポスターセッション: 先導研究施設共同連携事業	F-04 量子ナノ粒子を制御した光電変換素子の性能向上と光電変換
大阪大学ナノ構造量子解析ソリューション成果報告会	○藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大)
14:10 講演開始(3時): 天然物化学: 創薬研究への応用	F-05 量子ナノ粒子の合成制御
14:20 講演開始(4時): 天然物化学: 創薬研究への応用	○藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大)
14:30 センター公開発表	F-06 量子ナノ粒子の合成制御
14:40 閉会挨拶	○藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大)
14:50 閉会挨拶	F-07 量子ナノ粒子の合成制御
	○藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大)
	F-08 量子ナノ粒子の合成制御
	○藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大)
	F-09 量子ナノ粒子の合成制御
	○藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大)
	F-10 量子ナノ粒子の合成制御
	○藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大) 藤田 隆(京大)

図 6 構造解析技術の最先端技術に関する講演会のプログラム（左）と、ナノ構造量子解析ソリューション成果報告会ポスター発表のプログラム（右）。

- ・ 共用 X 線回折装置・電子顕微鏡・表面化学物性分析装置に関する大阪大学の現状分析と提言

共用 X 線回折装置・電子顕微鏡 (SEM・TEM) ・表面化学物性分析装置 (XPS/UPS) などの、大阪大学の研究基盤を支える基幹的な共用機器に関して、技術職員が専門的な知識や観点から OPF 推進支援室に助言を行い、大学全体としてより効果的な共用機器の維持管理や整備を行

っていく資料として、大阪大学における現状・課題、および将来の在り方についての提言作成に協力した。

同現状・課題分析では、これらの共用機器に関して、どのような性能やオプションをもった装置が、どの部局に配置されているかという現状把握から始まり、大阪大学のラインナップや測定技術の特徴、研究ニーズへの対応状況、使用年数からみた更新の必要性、今後の更新・アップグレードへの指針などを示した。

専門的な観点から、現有機器の状況がよく分析されており、単なる機器データベースとは情報の質が大きく異なっており、研究戦略立案の観点から非常に有用な提言となった。

OPF 推進支援室によって作成されたこれらの提言は、本事業の関係者で共有し、また大阪大学において研究推進ならびに施設整備を担当する部門にも提出し、今後の設備整備の参考としてもらうよう提出する予定である。

【研究組織名：ライフ・バイオソリューション】

①共用システムの運営

1) 保守管理の実施状況

プロテオーム解析装置 (BioPlex)、分子間相互作用解析装置 (Biacore T200)、ICP-質量分析装置 (Agilent 7000)、X線回折装置 (MicroMax、Rapid)、共焦点顕微鏡 (FV1000) の保守契約を行った。

2) スタッフの配置状況

技術連携コーディネーターについては、特任研究員として1名雇用し主に生命機能研究科内の共用機器管理・修理等の際の受付を行うとともに、ソリューション内の技術コーディネート（技術相談、機器担当者-利用者間の調整、お問い合わせ対応等）を行った。

技術補佐員については1名を雇用し、薬学研究科の共用機器の管理業務を行った。

学生 A0 については、薬学研究科の学生を 4 名雇用し、主に臨床研究関連の装置の管理業務を担当させ、常に機器を良好な状態に維持すると共に、学生自身の研究能力向上を図った。

3) 共用化した研究設備・機器の数、稼働率・共用率等の実績

51 台（薬学研究科 40 台、生命機能研究科 11 台）の機器を共用機器とした。

表 7 共用機器の稼働実績（平成 31 年度）

	①稼働可能時間(h)	②総稼働時間(h)	③共用共用時間(h)	稼働率 ②/①	共用率 ③/②
薬学研究科	58,423	20,784	20,672	36%	99%
生命機能研究科	59,148	37,074	14,075	63%	38%
合計	117,571	57,858	34,747	49%	60%

- ① 稼働可能時間：各装置の年間稼働可能時間を薬学研究科は概ね 1,600 時間、生命機能研究科は 8,760 時間とした総和
- ② 総稼働時間：概ねユーザーの運転時間
- ③ 共用時間：薬学研究科は総稼働時間中の機器所有研究室以外、生命機能研究科は研究科外の利用時間

稼働率は、年間の稼働可能時間（装置により異なるが薬学研究科は概ね 1,600 時間、生命機能研究科は 8,760 時間）に対する総稼働時間（利用者の利用時間）の割合とした。共用率は、薬学研究科は総稼働時間中の機器所有研究室以外、生命機能研究科は研究科外の利用者の稼働時間を共用時間として算出した（表 7）。稼働率（49%）、共用率（60%）とも平成 29 年度の実績（稼働率 29%、共用率 35%）、平成 30 年度の実績（稼働率 29%、共用率 52%）より増加した（表 7）。稼働率の増加の要因は、生命機能研究科の 11 台の共用機器のうち 4 台が故障により稼働を停止したため稼働可能時間が減少したことに加え、講習会等を通じて共同研究が増加したため総稼働時間が増加したことによる。

4) 共用システムの運営

・分野融合・新興領域の拡大について

平成 30 年度に開催し非常に好評だった全学共用機器技術シンポジウム「超解像の闘い：電子 vs. 光」の第 2 弾として、要望の多かった「バイオイメーjing vs. 質量分析イメーjing」を令和元年 7 月 9 日に開催した（図 7）。ライフ・バイオソリューションと化学スペクト

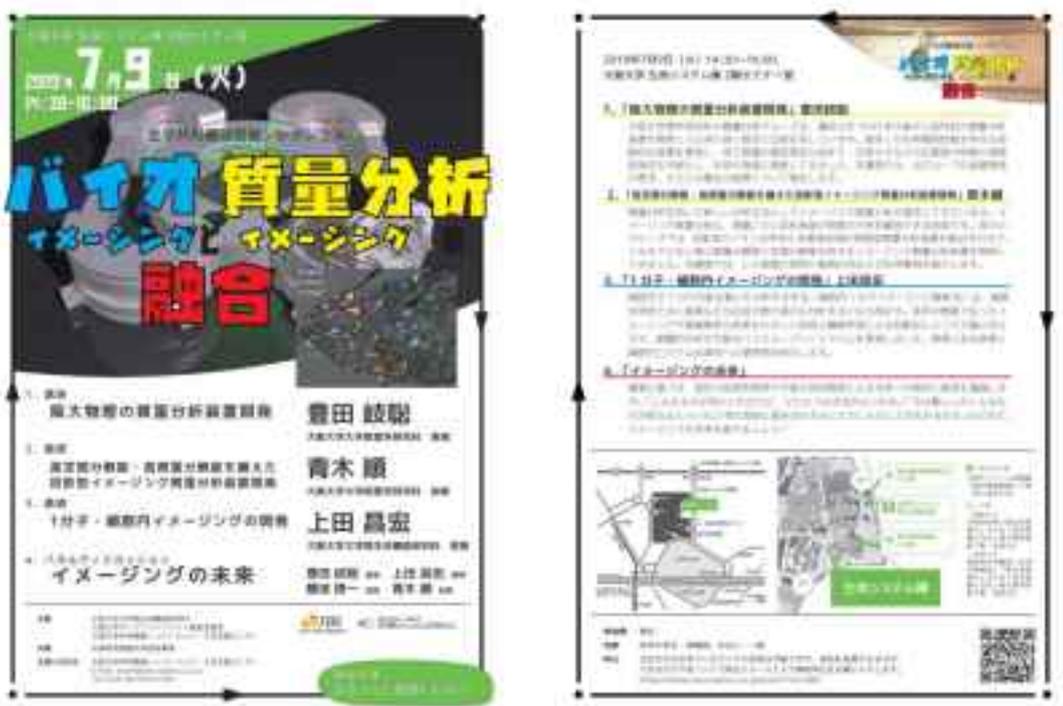


図7 大阪大学生命機能研究科で開催したシンポジウム バイオイメージングと質量分析イメージングの融合のフライヤー。大阪大学理学研究科において独自の質量分析手法によって質量分析イメージング法を開発している研究者と、生命機能研究科で蛍光顕微鏡を用いた1分子細胞内イメージングやクライオ電子顕微鏡を用いた生体分子立体構造解析を行うバイオイメージングの研究者とが議論を闘わせた。参加者は78名（うち19名は学外者）。

ロスコピーソリューションにまたがって共同研究中の研究室の講演であり、理学研究科、生命機能研究科のみならず、医歯薬工、学外からも参加があった（参加者78名、うち学外からの参加者19名）。新たな研究領域の開拓にむけ、機器の共用を超えて技術を深掘りする質問が連なり、先端の共創を刺激する濃密な内容であった。また、本シンポジウムをきっかけに質量分析イメージングに関する問合せが、学外者よりもたらされた。

- ・若手研究者や海外・他機関から移籍してきた研究者の速やかな研究体制構築（スタートアップ支援）について

日中国際連研協定を締結している浙江大学薬学部からの短期留学生への機器説明会を、令和元年8月20日に実施した(6名参加、図8)。

若手教員の招聘制度を確立しているインドネシアからの研究者のスタートアップ研究を当事業で登録した共用機器で支援した。



図8 令和元年8月20日にライフ・バイオソリューション（薬学研究科）が開催した中国からの短期留学生6名に実施した機器講習会の様子

- ・試作機の導入・利用等による技術の高度化について
平成31年度は特になし。
- ・ノウハウ・データ共有について
平成31年度は特になし。
- ・技術専門職のスキル向上・キャリア形成について
平成31年度は特になし。
- ・共用施設を利用した教育・トレーニングについて
表8に示す、利用者向け機器利用講習会と分野融合を目指したシンポジウムを開催した。

表8 開催した利用者向け講習会とシンポジウム

装置・シンポジウム	開催部局	開催日	参加人数
500 MHz 核磁気共鳴装置 (日本電子)	薬学 研究科	平成31年4月5日	5名
シンポジウム バイオイメージングと質量分析イメージングの融合	生命機能 研究科	令和元年7月9日	78名
プロテオーム解析装置一式 (BioRad)	薬学 研究科	令和元年7月11日	7名
クライオ透過型電子顕微鏡 講習会	生命機能 研究科	令和元年10月25日	3名
ICP 質量分析計システム (アジレントテクノロジー)	薬学 研究科	令和元年12月12日	3名

- ・スペースマネジメントについて

平成 31 年度は特になし。

- ・その他、共用システムの運営に際して実施した事項とその効果

共用促進のためのユーザー教育の一環として、全国の学生・若手研究者に加え、イメージング共同利用施設の管理者を対象に、令和元年 7 月 29 日から令和元年 8 月 2 日にかけて、国立研究開発法人情報通信研究機構未来 ICT 研究所において、日本語でバイオイメージングの技術講習会を共催し、本ソリューションの担当責任者である教員が講師を務めた。未来 ICT 研究所が有する最先端の蛍光顕微鏡装置を活用し、装置を実際に使用した総合的な実習を行い、大阪大学から 6 名の参加者を受け付けた。

また、令和元年 9 月 9 日から 9 月 15 日、北海道大学先端生命科学研究院において、英語で超解像顕微鏡の技術講習会を共催し、本ソリューションの担当責任者である教員が講師を務めた。学内外の共同利用施設管理者を訓練することにより、効率よく共用促進が進められると期待される。

一方、令和元年 10 月 25 日に「クライオ透過型電子顕微鏡講習会」を開催した。研究科外から 3 名の参加者を受け付け、氷包埋試料の作製からクライオ透過型電子顕微鏡の使用方法まで、馴染みのない研究者をも対象とした実習を行なった。その後、受講者からの要望に応じ、自主分析が可能な環境の整備を進めている。

日本医療研究開発機構医療研究開発推進事業費補助金創薬等ライフサイエンス研究支援基盤事業で取得した創薬関連機器との連携を深め、双方の機器情報の公開、どちらのユーザーも参加できる機器講習会を開催し、効率的な創薬研究を推進できる環境を整えた。

- ・クライオ透過型電子顕微鏡に関する大阪大学の現状分析と提言

クライオ電子顕微鏡に関する大阪大学の機器整備状況や利用方式などについて、専門的な知識や観点から OPF 推進支援室に助言を行い、現状分析・提言の作成に協力した。

クライオ透過型電子顕微鏡は 2017 年のノーベル化学賞の対象となったように、生体分子の立体構造を直接解析できる画期的な手法であり、近年、精力的にこの機器を用いた研究が進められている。大阪大学の生命機能研究科には、クライオ透過型電子顕微鏡を使った生体分子の立体構造研究の第一人者が在籍しており、その他にも学内には、蛋白質研究所や超高压電子顕微鏡センターといったクライオ透過型電子顕

微鏡を運用している部局が多くある。しかし、機器共用という観点からは課題がある。

現状・課題分析では、これらの共用機器に関して、どのような性能やオプションをもった装置が、どの部局に配置されているかという現状把握から始まり、機器共用を行う上での課題、スポット利用を可能とするために必要な利用支援体制の構築の必要性などについて提言が行われた。専門的な観点から、現有機器の状況や共用機器としての課題などがよく分析されており、単なる機器データベースとは情報の質が大きく異なり、研究戦略立案の観点から非常に有用な提言となった。

OPF 推進支援室によって作成されたこの提言は、本事業の関係者で共有し、また大阪大学において研究推進ならびに施設整備を担当する部門とも共有し今後の設備整備の参考資料として提出する予定である。

Ⅲ. 本事業3年間を通しての取組及び成果

〈取組（達成状況）〉

1) 研究設備・機器の管理を行う体制

阪大ソリューション方式で部局横断に機器共用連携をするオープンファシリティ推進支援室（OPF 推進支援室）と、これまでリユース支援を通したリユース機器（主に汎用機器）による全学機器共用を進める科学機器リノベーション・工作支援センターとが協力し、一体的に全学機器共用を推進した。その結果、部局横断での機器担当者の連携や、全学の機器情報を集まるようになり、より一層全学での機器共用体制が強化された。

本事業の終了にあたり、「大阪大学における共用機器に関する現状と提言」を主要な機器（NMR、質量分析装置、X線回折装置、電子顕微鏡（SEM・TEM）、クライオ透過型電子顕微鏡、表面化学物性測定装置）に関してまとめることができた。これも全学的な連携が強化された結果の賜物である。

OPF推進支援室は図2に示したとおりであり、運営委員会と幹事会議、連絡会議からなる。幹事会議では、月2回のメール審議形式で、利用料金の改定や新規登録などの審議を行い、随時、その結果を共通予約・会計システムに反映させている。利用料金であるが、現場の実情に合った利用条件や課金条件設定を行うため、研究機器の責任者が行い、それをOPF推進支援室が承認するという形としている。

なお、課金に関する基本ルールは、①機器所有部局内での利用に

関しては機器所有部局だけが課金し、その部局の収入とする、②部局間あるいは学外からの機器利用に関しては、OPF 推進支援室が利用のコーディネーションを行うため、課金収入を機器所有部局と OPF 推進支援室とで 50%ずつ折半することとしている。

2) 研究設備・機器の共用の運営を行う体制

本事業を統括している OPF 推進支援室（本事業を通して先端機器による全学機器共用推進）と、本事業に全面的に協力してきた科学機器リノベーション・工作支援センター（リユース機器による全学機器共用を推進）も含めて、本事業終了後の機器共用推進体制について議論した。その結果、部局横断での連携体制作り非常に有効であった阪大ソリューション方式を継続すること、また先端機器とリユース機器を統合し「阪大研究基盤共用機器」として、一体的に運用することとなった。今後は、現ソリューション体制を基に、「阪大研究基盤共用機器」として、更なる学内外での水平展開を図ることとなった。

OPF 推進支援室が創設され、幹事会を中心に各ソリューションの研究設備・機器の管理状況を統括して把握することが可能となった。また、OPF 推進支援室の主導で、共通予約・会計システムが構築され、これまで部局でバラバラに運用されていたウェブ予約システムが全学的に整備され、また、財務会計機能の追加も相まって、予約事務手続きの大幅な削減が可能となった。また学外者の利用においては、これまで利用の都度、紙媒体での申込を行う必要があったが、初回申込によって共通予約・会計システムのアカウント（2年間有効）を付与し、オンラインで利用予約できるように改良した。その結果、利用受付事務処理が大幅に削減されただけでなく、利用申込から実際の利用までの期間が、これまでの最低1週間から、数日程度にまで削減され、ユーザーの利便性が非常に高まった。

3) 研究者が利用するために必要な支援体制

共通予約・会計システムの稼働により、リユース機器（主に汎用機器）だけでなく3つのソリューションの機器が登録されるようになり、概ね200機器の共用機器が予約システムにラインナップされるようになった（図3）。事業開始前は100機器程度であり、約2倍に拡大した。この台数の大幅な拡大により、研究機器の「見える化」が進み、研究活動の効率化に繋がったと考えられる。また、ワンストップ窓口としての機能も大きく強化されたと考えている（図3）。

また、阪大ソリューション方式による、部局横断での連携が非常に上手く進み、複数部局の機器担当者や技術連携コーディネーターが連携して、重層的な利用支援を行えるようになった。例えば、特殊な測定を部局間で相互紹介すること、測定ノウハウの交換すること、機器が故障中の場合には他部局の機器を紹介するなどが行われるようになり、研究者にとって「研究が効率良く行えて、しかも高度な研究支援がタイムリーに受けられる」ようになった点は、大きな進歩であったと考えている（図2、図3）。

4) これまでの取組を踏まえた自己評価

最も大きな進歩は、阪大ソリューション方式による部局横断での連携が大いに進んだ点である。大阪大学は1つの部局が単科大学程度の規模であるため、殆どの事が部局単位で実施され、部局同士で密接に連携を進めていくことは非常に稀であった。本事業によって、また阪大ソリューション方式によって、部局横断に機器担当者間の連携・協働が大きく進み、機器担当者や技術連携コーディネーターが相互に連携し、重層的な利用支援を行えるようになった点は、非常に大きな進歩であった。機器共用を通して、研究が効率良く行えて、しかも高度な研究支援が行えることは、研究力の強化に繋がり、まさに好循環である。

平成31年度から大阪市立大学・奈良高専らと開始したSHARE事業（阪奈機器共用ネットワーク事業）も、その延長線上にある。今後は、阪奈機器共用ネットワーク事業も活かしながら、この好循環を更にもう一段高いレベルに進めたいと考えている。

共通予約・会計システムの稼働により、リユース機器による全学機器共用では手薄であったライフ・バイオ系の機器も登録され、概ね200機器の共用機器が予約システムにラインナップされるようになった。事業開始前は100機器程度であったことを考えると、研究機器の「見える化」が進み、研究活動の効率化に繋がった点は大いに評価される。また、学外利用に関しても従来の都度紙媒体で申し込みから、ユーザーID発行・オンライン予約となり、財務会計処理も従来の事後手入力からオンラインバッチ処理に変わり、迅速対応や事務手続きの削減という点でも大きな進歩があった。

しかし、更なる研究支援の強化を図るには、技術支援人材の更なる活用や支援人材自体の充実、あるいは最先端機器をもつ共同利用・共同研究拠点との連携深化が不可欠であり、更なる深化・進化を遂げる

ために避けられない大きな課題である。

《成果》

・共用機器の数

化学スペクトロスコープソリューション

	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度
機器数 (台)	62	64	70

ナノ構造量子解析ソリューション

	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度
機器数 (台)	28	30	29

ライフ・バイオソリューション

	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度
機器数 (台)	53	51	51

3 ソリューション合計

	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度
機器数 (台)	143	145	150

・共用機器の利用件数

化学スペクトロスコープソリューション

	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度
利用件数 (件)	31, 993	42, 207	45, 483
部局内利用件数 (件)	31, 892	41, 943	45, 136
部局間利用件数 (件)	47	180	243
学外利用件数 (件)	54	84	104

ナノ構造量子解析ソリューション

	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度
利用件数 (件)	3, 624	3, 673	3, 741

ライフ・バイオソリューション

	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度
利用件数 (件)	1, 401	1, 615	2, 105

3 ソリューション合計

	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度
利用件数 (件)	37, 018	47, 495	51, 329

- ・ 共用機器の稼働率、共用率等

化学スペクトロスコーピーソリューション

	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度
稼働可能時間 (①)	222,508 時間	203,369 時間	211,774 時間
総稼働時間 (②)	84,067 時間	92,745 時間	95,866 時間
共用時間 (③)	69,401 時間	79,861 時間	84,321 時間
稼働率 (②/①)	38%	46%	45%
共用率 (③/②)	83%	86%	88%

ナノ構造量子解析ソリューション

	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度
稼働可能時間 (①)	48,548 時間	47,420 時間	42,366 時間
総稼働時間 (②)	20,042 時間	20,166 時間	16,662 時間
共用時間 (③)	20,042 時間	20,166 時間	16,662 時間
稼働率 (②/①)	41%	43%	39%
共用率 (③/②)	100%	100%	100%

ライフ・バイオソリューション

	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度
稼働可能時間 (①)	172,790 時間	159,275 時間	117,571 時間
総稼働時間 (②)	49,914 時間	45,395 時間	57,858 時間
共用時間 (③)	17,255 時間	23,391 時間	34,747 時間
稼働率 (②/①)	29%	29%	49%
共用率 (③/②)	35%	52%	60%

・分野融合・新興領域の拡大について

▶ 研究テーマの分野融合

学内において、本共用システムの認知度が増したことにより、これまで利用実績がなかった歯学研究科の利用、生命機能研究科や医学研究科からの相談が増加した。このような医療・バイオ関連部局の機器利用や研究分野との接点を持つことで、生体試料のイメージング質量分析などの新たなニーズを知ることができ、理学研究科で取り組んでいる質量分析装置開発にも反映させることができた。また、基礎工学研究科や工学研究科が研究対象とするナノ素材やポリマー、結晶などの素材そのものの評価や状態変化を評価する際、従来は自部局で利用できる装置での評価に留まっていたが、全学に共用化されている高分解能装置や特色ある機器を自由に選択、利用できるようになり、さらにその機器を担当する技術者の豊富な経験や知識にアクセスできるようになったことで、新たな評価法導入による研究力強化および高度化に繋がった。

平成 30 年度は、ソリューション間の融合ならびに超解像顕微鏡類の利用促進・機器理解増進を目指して、ライフ・バイオソリューションの主催で、超解像“光学”顕微鏡ならびに超解像“電子”顕微鏡に関する研究領域横断型シンポジウム「超解像の闘い/光 vs. 電子」を平成 30 年 6 月 28 日に開催した。これまで一堂に会する機会がなかった、本学の光学顕微鏡による超解像に関する第一人者と、電子顕微鏡による超解像に関する第一人者とが集い、「機器の強みをどう研究に生かせるか」、「光（電子）でしか実現できない測定は何か」といった機器利用の観点から、オープンに意見を戦わせた。どちらの“超解像”機器も、近年ノーベル賞の対象となり、また両機器の第一人者による“対戦形式”でのユニークなシンポジウムであったこともあり、学内では学生のみならず多くの教職員が参加したほか、学外からも参加があった（参加者数 100 名）。これら先端“超解像”機器の利用に対する興味は大きく、引き続き行ったパネルディスカッションでは、聴衆からも多くの意見や質問が出され、熱い議論（闘い）が交わされた。

平成 30 年度に開催し非常に好評だった全学共用機器技術シンポジウム「超解像の闘い：電子 vs. 光」の第 2 弾として、要望の多かった「バイオイメージング vs. 質量分析イメージング」を令和元年 7 月 9 日に開催した。ライフ・バイオソリューションと化学スペクトロスコーピーソリューションにまたがって共同研究を行っている研究グループヘッドによる講演であり、理学研究科、生命機能研究科のみならず、

医歯薬工、学外からも参加があった（参加者 56 名、うち学外からの参加者 6 名）。新たな研究領域の開拓にむけ、機器の共用を超えて技術を深掘りする質問が連なり、先端の共創を刺激する濃密な内容であった。また、本シンポジウムをきっかけに質量分析イメージングに関する問合せが学外者よりもたらされた。

▶ 分析手法の分野融合

各機器で担当が別々であった技術職員が共用化を通じて協働する環境が生まれ、上述のような新たなニーズがあることの他に、各部局の装置自身の強みや得意とする化合物の特徴等についても情報共有できるようになった。その結果、NMR と質量分析担当の技術職員がそれぞれの高分解能装置を用いて高分子材料を測定し、高分子材料の複合的な解析手法を提案できるようになった。

ネットワーク化が進み、学内共同研究のみならず、国内共同研究や国際研究を介した分野融合に発展した。その結果、3 年間で 4 件の国際共同研究、17 件の国内共同研究が達成された。

・ 若手研究者や海外・他機関から移籍してきた研究者の速やかな研究体制構築（スタートアップ支援）について

▶ 分析相談を通じたスタートアップ支援

研究に必要な先端機器が所属研究室や自部局内にない若手研究者や、他機関から移籍またはクロスアポイントを利用している研究者に対して、機器担当者と技術連携コーディネーターが連携しながら丁寧に個別の相談に応じ、必要と考えられる機器の紹介や要望に応じたタイムリーな講習会を実施したことで、研究者が速やかに機器利用できる体制構築を支援することができた。

ライフ・バイオソリューションでは、日中国際連研協定を締結している浙江大学薬学部からの短期留学生への機器説明会を 3 年間行った。

▶ 分析環境の整備を通じたスタートアップ支援

高額な試料管や試料プレート等については、貸出できるものを準備し、手軽に自主分析までできる利用環境を整えたことで、スムーズに機器利用できるようになった。また、海外からの研究者に対しては英語による講習、マニュアル整備および測定サポートを実施した。

年度中に海外の大学から着任した若手助教に対し、装置講習会を別途開催し、速やかな研究体制構築に貢献した。英語マニュアルの作成により、外国人研究者の研究支援も円滑に行われるようになった。

- ・試作機の導入・利用等による技術の高度化について

平成 29 年度は、阪大で開発し、研究室で管理していたマルチターン TOF-SIMS を共用化し、これまで学内では対応できなかった高質量分解能での材料系素材の評価が可能となった。また、平成 29 年度の科学研究費助成事業で採択された「NMR における液体窒素を用いた低温ガス安定供給システムの改良検討」で改良した測定システムを共用 NMR に導入することで、従来測定できなかった低温領域の測定を広く利用可能とした。

平成 30 年度は、技術職員が他機関での導入例を参考に試作した光励起 NMR 測定アタッチメントを共用化した。これまで測定できなかった光励起状態の NMR 測定が可能となった。

平成 31 年度には NMR 周辺機器メーカーと共同で開発した固体 NMR 用 MAS コントローラーを、共用 NMR 機器に設置して運用することで従来機器に比べ MAS コントロール精度が向上し、高精度のデータ取得が可能となった。

- ・ノウハウ・データ共有について

- ▶ 分析ノウハウの共有

自主分析が可能な共用機器については、研究室から共用化された機器も含め、初心者向け機器操作マニュアル（日本語、英語）を整備した。

ベテラン技術職員が他部局に出張し、技術職員や学生 AO に対して他部局の実機を用いた測定およびメンテナンス講習を実施し、測定ノウハウなどの伝授を行う学内部局間水平展開を行った。

他大学との技術交流を通じて、同型の装置の特性や得意とする測定対象化合物など様々な情報を収集し、技術職員で共有した。

大学連携研究設備ネットワークと共同で、全国の技術職員が測定ノウハウを互いに教え合う相互講習制度を構築した。平成 30 年度は、5 大学 1 法人において相互講習会を開催し、NMR 測定のノウハウ共有を行った。本学で開催した同相互講習会では、11 大学と NMR 測定のノウハウ共有を行った。

- ▶ 分析データの共有

理学研究科では測定データをサーバ管理することで、部局間利用におけるデータの共有をスムーズに行えるようになった。

EPMA、SIMS、走査型電子顕微鏡、透過型電子顕微鏡の測定用の日本

語及び英語マニュアルの作成や更新を通じて、測定のノウハウに関する知見の蓄積が行われた。

研究設備・機器共通予約システムに依頼分析結果をアップロードできるようになり、機器担当者、学外ユーザーおよび学内事務担当者のデータ共有が容易となった。これにより測定後の事務処理効率化や、データ提供の効率化が進んだ。

・技術専門職のスキル向上・キャリア形成について

▶ 講習会などによるスキル向上

NMR、ESR および MS の機器管理者向け各種専門講習会を開催し、機器管理者の能力向上、および管理者間での情報共有を行った（表 8）。

表 8 機器担当者向けの技術向上講習会の一覧
(平成 29-31 年度)

講習会名	開催日	人数
NMR 担当者専門講習会	平成 29 年 9 月 29 日	5 名
NMR 学生 A0 専門講習会	平成 29 年 10 月 10 日、11 月 7 日	15 名
質量分析装置学生 A0 専門講習会	平成 29 年 12 月 6 日～7 日	8 名
ESR 担当者専門講習会	平成 30 年 5 月 1 日	4 名
ESR 学生 A0 専門講習会	平成 30 年 6 月 8 日	6 名
NMR 学生 A0 専門講習会	平成 30 年 7 月 19 日	10 名
NMR 担当者専門講習会	平成 30 年 8 月 7 日～8 日	15 名
MS 担当者専門講習会 (島津 MALDI-TOF)	令和元年 9 月 30 日	3 名
MS 担当者専門講習会 (日本電子 MALDI-TOF/TOF)	令和元年 11 月 28 日	4 名
NMR 担当者専門講習会 (Bruker 解析ソフト)	令和元年 12 月 28 日	7 名
MS 担当者メンテナンス講習会 (FT-ICR MS)	令和 2 年 2 月 21 日	5 名

本学で毎年開催している工学研究科の NMR 短期集中セミナーを阪奈機器共用ネットワーク事業関係機関にも開放し、平成 30 年には奈良工業高等専門学校、平成 31 年には同校の他、大阪市立大学および大阪産業技術研究所の NMR 担当者からも参加があった。また、集まった 4 機関の NMR 担当で NMR 担当者のスキル向上に必要なアドバンスド講習会の共同開催などについて意見交換を行った。さらに、現地参加だけ

でなく、講習会の各機関への Web 配信に向けて、ライブでの画面共有方法について検討し、奈良工業高等専門学校との協力を得て ZOOM による配信および受信を試行した。平成 31 年度の 12 月に本学で開催した NMR 担当者向け Bruker 解析ソフト講習会については、大阪市立大学へ Web 配信し、技術職員 1 名と情報共有した。

平成 30 年度には大学連携研究設備ネットワークと共催で NMR 担当者専門講習会を実施し、本学関係者も含めて 12 大学の技術職員に対して低温 NMR 測定および光励起 NMR 測定という特殊な測定についての実習を行い、他大学を含めた NMR 技術職員のスキル向上に貢献した。

学外の情報収集のため、質量分析を担当する技術連携コーディネーターを機器メーカーの分析技術セミナー、他大学で実施される大学連携研究設備ネットワーク共催の機器講習会、他大学の共用施設見学などに派遣し、最新の分析技術等の情報収集を行い、分析依頼に対する対応範囲の拡大を図った。

▶ 部局外からの依頼分析等による実践的スキル向上

部局内の研究者による機器利用では、研究科内の研究内容を反映し、測定する試料や化合物に偏りがあった。しかし、機器担当者が他部局や学外など幅広い分野からの機器利用や依頼分析に対応するようになったことで必要な知識・技術の幅を広げ、スキル向上につながった。また、機器に装備した機能を最大限に引き出し、機器の高度利用を実現することができるようになった。さらに、学外からの依頼分析では、単に測定技術だけでなく、サンプル調整やデータ解析にも専門的な知識や経験を活かせるようになり、スキル向上に留まらず学外利用者の学会発表や論文発表に対して共同研究者または共著者としての成果を上げられるようになった。

▶ キャリア形成

技術連携コーディネーター（ナノ構造量子解析ソリューション）として本事業で採用された特任技術職員が、勤務していた部局で技術職員（任期無し）に採用された。技術コーディネーター制度が「次の世代を担う研究支援人材バンク」として機能した好例であった。

公募研究室から共用化した機器は、共用化当初は教員が機器管理を実施していたが、技術職員も機器管理支援を行うようになったことで、技術職員の業務の幅を広げると共に将来のキャリアパスの選択肢も広げることができた。

業務担当技術職員の 1 名が分析研究懇談会にてベストオーラルプレゼンテーション賞を受賞した。特任研究員として雇用された学生も事業を通じたスキルアップが功を奏し、企業に採用され、キャリア形成に繋がった。

▶ 共用施設を利用した教育・トレーニングについて

学生・若手教員向けの全学共通セミナーや機器利用者向け講習会を開催することで機器に対する理解を深め、高度利用を促進した（表 9）。

- ・ NMR については、安全講習から受講者レベル別・測定モード別測定講習や解析講習を日本語・英語で行った。また、集中講義「NMR」では、基本原理から応用に関する講義や実習を学びたい教職員や学生のために部分的に受講可能とした。さらに、NMR 測定の基礎から実践的な応用まで学べる短期集中セミナーを日本語で行った。
- ・ NMR・ESR 試料封管のための実践ガラス工作講習会は、揮発性サンプルや空気中で不安定なサンプルを測定するための試料ガラス管封管実習を行った。
- ・ 質量分析については、各種イオン源に対応した機器別測定講習を日本語・英語で行った。また、集中講義「先端的研究法：質量分析」では基本原理から応用に関する講義や実習を学びたい教職員や学生のために部分的に受講可能とした。さらに、高分子、LC-MS などトピックス別にセミナーを開催した。また、バイオイメージング vs 質量分析イメージングシンポジウムをライフ・バイオソリューションと協働して実施した。
- ・ 英語による質量分析&NMR 基礎講座は、日本電子株式会社と共催で留学生対象に質量分析・NMR の基礎原理から実習を行った。
- ・ 赤外分光光度計、円二色性分散計（CD）、顕微 IR、旋光計、近赤外分光光度計については、装置の基本原理や応用に関するセミナーおよび基本操作の実習を行った。
- ・ 有機微量元素分析装置については、装置の基本原理・天秤紹介・データ解析講習を行った。
- ・ 「クライオ透過型電子顕微鏡講習会」を初めて開催し、氷包埋試料の作製からクライオ透過型電子顕微鏡の使用法まで、馴染みのない研究者をも対象とした実習を行なった。
- ・ その他、講習会を 264 回開催し、1, 087 名の参加を得た。うち 31 名に大学院の単位として認定した。

表9 セミナー・機器利用講習会一覧とその参加者
(平成29-31年度)

セミナー・講習会名	人数	実施回数
初心者 NMR 講習会	72 名	15 回
初心者 NMR 講習会 (英語)	18 名	4 回
NMR 安全講習会	164 名	3 回
NMR 測定講習会	125 名	34 回
多核 NMR 講習会	23 名	6 回
中級 NMR 講習会	25 名	10 回
中級 NMR 講習会 (英語)	8 名	2 回
固体 NMR 測定講習会	2 名	2 回
溶液 NMR 測定講習会	1 名	1 回
NMR データ解析実習 (Delta ver.5)	9 名	2 回
核磁気共鳴に関するセミナー 「NMR データ処理講習」 (英語)	3 名	1 回
NMR 短期集中セミナー	678 名	10 回
集中講義「NMR」 (基礎・応用と実習)	58 名	7 回
NMR・ESR 試料封管のための実践ガラス工作講習会	12 名	4 回
DART-MS 講習会	20 名	9 回
DART-MS 講習会 (英語)	7 名	5 回
MALDI-TOF-MS 基礎・応用実習	9 名	6 回
ESI-LIT-Orbitrap 基礎・応用実習	32 名	7 回
nanoLC-ESI-Qq-TOF 型質量分析装置 基礎・応用実習	8 名	1 回
FT-ICR MS 基礎セミナー・応用実習	8 名	1 回
集中講義「質量分析」基礎・応用から実習	72 名	8 回
英語による質量分析&NMR 基礎講座	25 名	1 回
高分子の質量分析セミナー (合成ポリマーからタンパク質まで)	24 名	1 回
HPLC 基礎・LC-MS セミナー	8 名	1 回
分析機器基礎講座 LC&LC-MS	13 名	1 回
バイオイメージング vs. 質量分析イメージングシンポジウム	56 名	1 回
赤外分光光度計測定講習会	3 名	1 回
円二色分散計 (CD) 基礎・応用セミナー	12 名	1 回
顕微 IR 基礎・応用セミナー および顕微 IR 基礎・応用実習	24 名	1 回
円二色分散計 (CD) 講習会	12 名	1 回
旋光計講習会	14 名	2 回
赤外分光光度計講習会	29 名	2 回
CD 講習会	1 名	1 回
近赤外分光光度計講習会	2 名	1 回
赤外分析セミナー	4 名	1 回
有機微量元素分析装置講習会	2 名	1 回
冷却 CCD イメージングシステム (ベルトールド NightOWL)	3 名	1 回

II)		
ESI-Q-TOF 質量分析計 (Walters Ultima UPI)	2 名	1 回
600MHz 核磁気共鳴装置 (アジレント Varian Inova)	1 名	1 回
500 MH 核磁気共鳴装置 (日本電子)	5 名	1 回
プロテオーム解析装置一式 (BioRad)	7 名	1 回
クライオ透過型電子顕微鏡講習会	3 名	1 回
ICP 質量分析計システム (アジレントテクノロジー)	3 名	1 回
その他の講習会 (このうち 31 名が大学院の単位として認定)	1,087 名	264 回
合計	2,694 名	426 回

- ・共用機器化・一元化による削減効果 (保守費、設備費、スペースなど) について

保守費に関しては、スケールメリットを活かして同一装置メーカーで年間保守契約を結び、2割～3割のコスト削減を実現した。また保守費の一元化・一括化による出張費、交通費の節約により、削減効果が見られた。しかし、複数の機器の保守の日程を同一時期に行うことは容易ではなく、削減できない時もあった。

研究室から機器を共用化したことで他の研究室が同様の装置を新たに購入することなく今までできなかった研究ができるようになった。

研究設備・機器共通予約システムの導入により、単年度で契約利用していた予約システム (サイボウズ) の利用料を削減できた。予約、集計、決算等をペーパーレス化し、予約伝票等の紙ベース書類がなくなったことにより用紙代、保管場所の削減にもつながった。前システム (サイボウズ) では測定室内にサイボウズのサーバを設置する必要があり、ネットワークセキュリティ上の管理が非常に面倒であったが、そのような業務が不要となった。

また、理学研究科では研究室から共用化した質量分析装置群、分光光度計などのその他機器群などを置く共用スペースを計 3 箇所確保し、共用機器を再配置した。その結果、研究室で空いたスペースに新たな装置を置くなど、有効活用できた。

XRD 及び XPS の移設、老朽化した装置の廃棄を行い、スペースの有効活用が可能になり、多くの利用者が実地講習会に参加できる環境が整った。

- ・装置メンテナンスに係る時間の削減効果（研究者の負担軽減効果）について

研究室から共用化した機器の機器管理支援に技術職員が携わることで、教員の機器管理に係る時間を軽減し、より研究に注力できる環境作りに貢献した。また、年間保守契約により、機器管理者もメンテナンスに多くの時間を割くことなく、新しい分野の測定技術確立などに時間を有効活用できた。学生等の特任研究員 S の雇用による研究者の装置メンテナンスに係る時間の削減効果（約 470 時間削減）が見られ、負担軽減の一助になったと考えられる。

- ・その他特記すべき成果

- ▶ 共用に関する制度改革・意識改革

分析相談・依頼分析に対し、全学の機器担当者と連携して対応する体制を整備した。これによって共用機器群の特徴や性能、高度専門技術者の持つ測定技術をフル活用して研究支援を行えるようになり、研究者全体の研究を後押しする支援体制をより一層強化できた。

共用機器管理のために学生 A0 を雇用することで、教職員の機器管理業務や依頼分析業務に関わる負担を軽減した。また、それらの業務を通して、学生 A0 の研究能力・技術の向上やキャリアパス形成を支援した。

理学研究科では、研究室から共用化された機器について、技術部に「共用登録機器利用要項」を制定することで、事業終了後も安定して管理・支援していく仕組みを構築した。工学研究科では、OPF 推進支援室に学外利用登録した機器については部局独自の学外利用規定を適用せず、OPF 推進支援室の学外利用規定に基づいた学外利用を可能とした。

NMR や質量分析装置など研究基盤を支える基幹的な各種共用機器に関して、技術職員が専門的な知識や観点から現状・課題および将来の在り方についての提言をまとめ、OPF 推進支援室が大学全体としてより効果的な共用機器の維持管理や整備を行っていくための技術的支援を実施した。

- ▶ 共用機器の環境整備

装置トラブルやメンテナンスによる利用不可期間が発生した場合においても研究設備・機器共通予約システムで簡単に代替機器を探せる環境が整ったことで、学内・学外ユーザー共に研究スピードの遅延が

最小限に抑えられるようになった。

機器の部品等のメーカー保証は 8 年程度で終了することが多く、共用機器としての寿命に関わる場合があるが、メーカー保証が終了した 2 台の NMR を NMR サポート会社と共同で 1 台の NMR に統合・再生し、共用機器の運用期間延長の一方策とした。

▶ 学外との連携

学内の機器分析セミナーを、阪奈機器共用ネットワーク事業（SHARE 事業）関係機関にも開放し、技術連携コーディネーターや技術職員が互いに参加し合うことで、各機関の装置の強みや得意分野を理解し、人的な交流も深めながらスムーズな相互利用環境作りを進めた。

他大学の NMR 技術職員有志と共に、NMR 人材ネットワークの構築や人材育成プログラム作成を進め、各種測定ノウハウの共有や、自大学で測定できない案件についての情報を共有し、研究支援の迅速・高度化を図った。また、新規雇用者に対する効率的な相互育成を進めた。

分子科学研究所の大学連携研究設備ネットワークと連携して NMR・質量分析・電子顕微鏡のスキル向上研修を実施した。また、全国有志の NMR 担当技術職員と企業向け NMR 機器共用セミナーを実施し各大学の特徴的な分析技術を広報した。

職員の退職や入院等の不在期間に、他部局からの出張講習が行われた。大学連携研究設備ネットワークと連携して X 線回折セミナーを行い、学内の学生の他に国内の大学、高専からも技術職員が参加した。

国内著名研究者による構造解析技術の最先端に関する講演を行った。また、本事業に関係した若手技術支援者による成果発表会を行った。

ユーザー教育の一環として、全国の学生・若手研究者に加え、イメージング共同利用施設の管理者を対象に、国立研究開発法人情報通信研究機構未来 ICT 研究所において、日本語でバイオイメージングの技術講習会を 3 年間通して共催し、本ソリューションの担当責任者である教員が講師を務めた。未来 ICT 研究所が有する最先端の蛍光顕微鏡装置を活用し、装置を実際に使用した総合的な実習を行い、大阪大学からの参加者も受け付けた。

北海道大学先端生命科学研究院において、英語で超解像顕微鏡の技術講習会を共催し、本ソリューションの担当責任者である教員が講師を務めた。学内外の共同利用施設管理者を訓練することにより、効率よく共用促進が進められるようトレーニングを実施した。

日本医療研究開発機構医療研究開発推進事業費補助金創薬等ライフサイエンス研究支援基盤事業で取得した創薬関連機器との連携を深め、

双方の機器情報の公開、どちらのユーザーも参加できる機器講習会を開催し、効率的な創薬研究を推進できる環境を整えた。

IV. 今後の展開

・本事業にて整備した共用システムの運用方針

本事業を統括している OPF 推進支援室（本事業を通して先端機器による全学機器共用推進）と、本事業に全面的に協力してきた科学機器リノベーション・工作支援センター（リユース機器による全学機器共用を推進）も含めて、本事業終了後の機器共用推進体制について議論した。その結果、部局横断での連携体制作り非常に有効であった阪大ソリューション方式を継続すること、また先端機器とリユース機器を統合し「阪大研究基盤共用機器」として、一体的に運用することとなった。今後は、現ソリューション体制を基に、「阪大研究基盤共用機器」として、更なる学内外での水平展開を図ることとなった。

ライフ・バイオソリューションとしては、AMED 事業などで設置された分析施設や、本事業に参画しなかった本学内のライフ・バイオ系部局との連携、同ソリューションの特徴の1つであるクライオ電子顕微鏡の共同利用促進を進めていくことになった。

・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、通算4名の技術連携コーディネーターを雇用した。1名はパーマネントの技術職員として雇用され、雇用後も本事業に携わることとした。残りの3名の技術連携コーディネーターは、コーディネーターとしての育成を継続するため、当初の予定通り事業終了後も自己経費によって2年間（通算5年間）雇用することとした。

3年間の本事業の実施により、人的ネットワークが生まれ、機器共用に関わる教職員が部局の枠を超えて連携し、チームとして様々な技術相談や高度な分析に対応する形が生まれてきた。この全学連携を、分析分野ごとにコーディネートする役割を担うのが技術連携コーディネーターであり、今後もコーディネーターの育成に努める予定である。

・共用システムの水平展開目標

研究機器相互利用ネットワーク導入実証プログラム（SHARE）に採択され、大阪市立大学・奈良高専と共に阪奈機器共用ネットワーク事業を開始した。この地域機器共用ネットワークと本事業で形成された学内ネッ

トワークとを融合させ、機器共用を介した新たな産学官連携の推進や、高度な分析を受託する学外共用システムの深化を進め、地域のアカデミック分析のハブとしての機能を強化していきたいと考えている。

・今後の課題、問題点

▶ 先端機器の導入・機器の更新

本事業を通して、機器の全学共用を進めるための全学共通予約システムの構築や、部局横断型の人的ネットワークの形成は進んだものの、先端機器の導入や機器の更新などに関しては全く触れることが出来なかった。共用機器に関する現状と課題に関する提言をまとめたので、これらの提言を基に、大学経営部門の協力を得て、対応策を考えていきたい。

▶ 限られた支援人材で、どう更に高度な支援を実現するか

研究支援を担う技術職員の人数も減少傾向にある。限られた研究支援人材で、全学的な機器共用を進め、さらに研究支援を高度化するためには、研究支援人材の活躍の場を部局だけでなく全学的に拡げる必要がある。しかし、技術職員は部局で雇用され、部局単位で勤務管理されており、活動自体も部局単位となってしまう。そのため、現状では、部局の技術職員に、全学的な仕事を本務の1つとして担ってもらうことは困難である。1つの解は、全学的な技術部の設置であるが、大阪大学の現状ではデメリットばかりで現実的ではない（本学では、部局によって技術職員ポストを助教枠に振り替え、殆ど技術職員がいない部局もある。そのため、部局付技術職員の全学化によって持ち出しとなる部局と、メリットを享受するだけの部局に分かれてしまい、共通のメリットを見出すことが困難）。限られた研究支援人材で、どのように研究支援を高度化するか、そのために必要な高度技術をもった人材の流動性を、どう高めるかが課題である。

▶ 共同利用・共同研究拠点やプラットフォーム事業との連携強化

取りまとめた「共用機器の現状と課題」からも、学内の共同利用・共同研究拠点や共用プラットフォーム形成支援プログラム事業に、高性能機器が設置されていることが分かっている。しかし、これらの拠点や事業との連携はなかなか深まっていない。共同拠点やプラットフォーム事業では、学内共用への貢献が全く評価されない仕組みであることが原因であるが、共通利益を見だし、可能な範

囲で更なる連携強化を図りたい。

▶ 高度技術支援人材の拡充、教員－技術職員の関係強化

取りまとめた「共用機器の現状と課題」にあるように、支援人材が不足しているために、高度な測定のための条件検討等が必要な利用サポートができず、先端機器のスポット利用対応ができないという例が多かった。高度研究支援人材の拡充が必要であるが、学内経費だけでこれを実現することは難しい。コアファシリティ構築支援事業などを通して、これらの高度支援人材雇用経費を確保し、研究力・研究支援の強化を図りながら産学官連携の促進を進め、自立を目指す方式が良いように思われる。また技術職員と教員との協働を進めるなどして、技術職員の研究・知識レベルを高め、課題対応能力の向上を図ることも必要だと考えている。

▶ 機器共用をどう大学の研究力強化（経営方針）に明確に組み込むか？

機器共用の最終ゴールは、共用すること自体ではなく、大学の研究力強化や新しい研究成果の効率的な創出、新しい産学官連携の創出を産み出すことである。

上記の「機器共用としての課題」を解決しつつ、大学が進める研究力強化や研究経営の基本方針の中に、機器共用事業をどう明確に組み込み、実際の大学運営や研究経営に貢献していく（機器共用の位置づけを明確にし、上手に活用してもらう）かが、今後の機器共用事業の展開に、非常に重要であると考えている。