

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
(新たな共用システムの導入・運営)

国立大学法人京都大学
委託業務成果報告書

令和3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
立大学法人京都大学が実施した令和2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. 令和2年度の実施内容	
2. 1 実施計画	1
2. 2 実施内容	3
研究機関全体での取組内容	3
研究組織別の取組内容	4
研究組織名：高等研究院物質－細胞統合システム拠点（iCeMS）解析センター	4
III. 本事業3年間を通しての取組及び成果	8
取組（達成状況）	8
成果	11
IV. 今後の展開	19

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30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。

京都大学においては、高等研究院 物質－細胞統合システム拠点（以下「iCeMS」という。）解析センターにて研究設備・機器を共用するシステムの導入・運営を行い、そこで得られた実績を基盤として、他の研究組織への水平展開を図る。

II. 令和2年度の実施内容

2. 1 実施計画

【研究組織名：高等研究院物質－細胞統合システム拠点（iCeMS）解析センター】

①共用システムの運営

1)保守管理の実施

顕微鏡装置 4 台程度（高速共焦点顕微鏡 A1R、STED 超解像顕微鏡 TCS SP8 STED、共焦点・FCCS 顕微鏡 LSM780、超解像顕微鏡 LSM880 Airyscan 等）に対する年度単位の保守契約をメーカーと結ぶ。フローサイトメーターFACS Canto II、キャピラリーDNA シーケンサー3130xl Genetic Analyzer については、年 1 回の保守点検を実施する。他の装置は必要に応じて保守点検及び装置較正を行う。機器予約システムの運用にあたってはシステム開発業者の年間サポートを受ける。

2)スタッフの配置

令和元年度から雇用した教務補佐員 1 名程度と技術補佐員 2 名程度の計 3 名程度を引き続き配置する。技術補佐員は、システムの運用、利用者の管理、利用状況の管理などを担当する。教務補佐員はバイオ分野のフローサイトメーター、セルソーター及び極めて高機能な顕微鏡 7 台（保守管理を実施する顕微鏡装置 4 台と、共焦点顕微鏡 LSM710、多光子超解像高速顕微鏡 LSM980NL0 Airyscan2、高速共焦点顕微鏡統合システム Dragonfly）及び多孔性材料分野の開発・評価機器の特徴、操作を習得して本人の技能の向上を図りつつ、教員と協力して管理・運営し、機器の利用指導に当たる。

3) 共用機器の数、稼働率・共用率の向上策

これまでの利用実績を踏まえ、令和元年度に学内外の資金を獲得して新たに導入した2台のニーズの高い高機能な顕微鏡（LSM980NLO Airyscan2、Dragonfly）及び核磁気共鳴装置（JNM-ECZ600R/M3）を含む、31台程度の研究設備・機器を共用機器として運用する。また、部局内で個々の研究室が管理している共用性の高い機器の移管を図る。稼働率を向上させるために、利用実績の少ない機器や旧式化した機器の整理・置換や利用料金の再検討を行うとともに、潜在的なユーザーに向けた広報活動を引き続き行う。具体的には、平成30年度に構築した京都大学本部構内設備サポート拠点の機器検索ポータルサイトを含むウェブサイトの充実・周知、学内の他の設備サポート拠点との相互紹介や予約システムの利便性の向上、学内外向けの利用者講習会の主催や共催等を行う。また、平成30年度に類似の研究分野で利用されている機器を物理的に集約した効果を見極めながら、今後も機器の集約を検討する。

4) その他、特徴的な取組

① 学内他部局との連携

京都大学ナノテクノロジーハブ拠点と本部構内設備サポート拠点を構築し、一部の機器の共同運用、合同説明会開催など順調に連携を進めており、今後体制を更に強化する。また別の学内設備サポート拠点である医学・生命科学研究支援機構とは、共用光学顕微鏡に関する説明会を合同で開催するなど、ネットワークの構築を開始しており、更に連携を深める。

② 人材戦略と育成

引き続き当事業で雇用した教務補佐員と技術補佐員の3名程度のスタッフに対して、精密機器の専門的知識の習得を促し、研究者に技術協力・指導を行える技能育成を図り、新たなキャリアパスの可能性をひらく。本部局には、若手研究者や学部生・大学院生に対する機器利用教育のみならず、高校生対象のアクティブラーニングプログラム（iCeMS キャラバン）や研究紹介・キャリア教育プログラム（iCeMS サイエンスフェスティバル）を実施してきた実績がある。これらの経験を活かして、本センターの装置群を活用し、本部局の特徴であるバイオ分野、材料分野の融合研究を題材として、多分野・未踏学問領域への興味を誘発するプログラムを実施することにより、次世代の科学者育成に取り組む。

③ 地域、企業の誘致

これまでの 2 年間に引き続き、地域連携として、京都の大学、企業（特に中小企業、ベンチャー企業）への利用促進セミナーを開催し、京都バイオ計測センター（平成 21 年度 JST 地域産学官共同研究拠点整備事業採択機関）との連携を継続する。共通実験スペースを有効活用して、地域の他大学や企業を積極的に誘致し、人的交流の促進により新たな学問領域を開拓してその産業利用を加速することによって、科学技術イノベーションを創出する基盤を整備する。

④政策連携

令和元年度に発足に至ったカールツァイスマイクロスコーピー社（ドイツ）との共同開発室（ZEISS-iCeMS Innovation Core）を通じて、市場投入前の顕微鏡機器を含む最先端技術の提供、デモ使用によるデータフィードバック、人的交流の活発化を図る。国内光学機器メーカーとの協力体制の強化も推進する。マテリアル部門の強化のため、日本電子株式会社との技術提携協議を継続する。

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

本学では、設備共用に向けた取組を本学にとって重要な課題であるとして「重点戦略アクションプラン」の中に位置付けており、平成 30 年度より全学的な支援を実施している。

設備サポート拠点については、平成 30 年度には「医学・生命科学研究支援機構」「本部構内設備サポート拠点」を、令和元年度には「宇治地区設備サポート拠点」についても認定した。また、「桂結一最先端機器の進化するネットワーク」について令和 2 年 4 月から活動を開始するとともに、「北部キャンパス機器分析拠点」が新たに認定され、本学における設備サポート拠点は 5 拠点となり、本学の主要なキャンパスすべてに設置された。

設備サポート拠点は、地区別・分野別等の区分で複数の部局から構成される組織で、本学の教員及び共用設備が集まり、本学における設備共用を実行する組織である。

2. 既存の共用システムとの整合性

設備サポート拠点の公募にあたって、関係組織間の連携を図るため連絡会の開催を明示することにより、ナノテクノロジーハブ拠点等既存の共用システムとの整合性を確保するための仕組みを整えた。

また、認定された拠点に対しては、大学本部より拠点運営に必要な経費の支援を行うとともに、各拠点における事業計画や実績報告を設備整備・共用促進委員会にて精査し、各拠点にフィードバックを行うことで、各拠点はこれを参考に設備共用の取組を行った。

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

従前から本学では、設備共用へ向けた取組をより推進するため、「設備の共同利用に関するガイドライン」を策定し、手続きや料金体系に関する統一指針を示してきたところである。ただし、本学は複数のキャンパスに分かれていることや、非常に多様な研究分野を持つ大学であることなどの背景もあり、研究分野に沿った形での設備共用は必然であるものの、それゆえに課題も多いのが現状である。設備整備・共用促進委員会における数多くの議論の中で、本学においては設備共用を行う組織を固定化するのではなく、公募する形をとり、研究分野の特性・強み・弱みを踏まえたうえで、部局を越えた設備共用のための組織を自主的に構成する体制づくりを行うこととなった。このことにより、運用・利用料金等の整備についても、以前から整備している統一的なガイドラインをベースにしながら、自由に運用することが可能な仕組み作りとなっている。また、設備サポート拠点に対するヒアリング等の中で寄せられた運用・利用料金等の課題への対応策について、設備整備・共用促進委員会において検討を行った。

また、設備サポートセンター整備事業に採択された医学・生命科学研究支援機構において、既存の財務会計システムと連動させ、検索から課金までを一元的に実施できるシステムを導入し、運用を開始した。今後、学内設備サポート拠点に水平展開を図ることにより、利用料金の集計や徴収に掛かるコストの全学的な削減や利用者の利便性の向上を目指していく。

《研究組織別の取組内容》

【研究組織名：高等研究院物質－細胞統合システム拠点（iCeMS）解析センター】

①共用システムの運営

1) 保守管理の実施状況

顕微鏡装置 4 台（高速共焦点顕微鏡 A1R、STED 超解像顕微鏡 TCS SP8 STED、共焦点・FCCS 顕微鏡 LSM780、超解像顕微鏡 LSM880 Airyscan）に対する年度単位の保守契約をメーカーと結んだ。フローサイトメーターFACS Canto II、キャピラリーDNA シーケンサー3130xl Genetic

Analyze、吸着装置 BELSORP-mini II、高精度ガス・蒸気吸着量測定装置 BELSORP-max12-N-S については、年 1 回の保守点検を実施した。他の装置は必要に応じて保守点検及び装置較正を行った。機器予約システムの運用にあたってはシステム開発業者の年間サポートを受けた。

2) スタッフの配置状況

令和元年度から雇用した教務補佐員 1 名と技術補佐員 2 名の計 3 名を引き続き配置した。技術補佐員は、システムの運用、利用者の管理、利用状況の管理などを担当した。教務補佐員はバイオ分野のフローサイトメーター、セルソーター及び極めて高機能な顕微鏡の内特に 6 台（保守管理を実施する顕微鏡装置上記 4 台と、共焦点顕微鏡 LSM710、多光子超解像高速顕微鏡 LSM980NL0 Airyscan2）の特徴、操作を習得して本人の技能の向上を図りつつ、高速共焦点顕微鏡統合システム Dragonfly 及び多孔性材料分野の開発・評価機器も含めて教員と協力して管理・運営し、機器の利用指導に当たった。

3) 共用化した研究設備・機器の数、稼働率・共用率等の実績

これまでの利用実績を踏まえ、令和元年度の 33 台から 4 台の機器を除外する一方、学内外の資金を獲得して新たに導入した、ニーズの高い高機能な顕微鏡 (Dragonfly) 及び核磁気共鳴装置 (JNM-ECZ600R/M3) の 2 台を追加し、31 台の研究設備・機器を共用機器として運用した。総稼働時間/稼働可能時間×100 (%) を稼働率、共用時間 (iCeMS 解析センター登録者による利用時間) /総稼働時間×100 (%) を共用率と定義した場合、機器の稼働率・共用率はそれぞれ 24.7%、100%である。同じ定義で算出した令和元年度の値は、それぞれ 24.6%、100% (機器数 33 台) であったので、コロナ禍にもかかわらず稼働率がわずかに上昇した。

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

共に本部構内設備サポート拠点 (MaCBES) を構成する学際融合教育研究推進センター (ナノテクノロジーハブ拠点) において、iCeMS の博士課程大学院生をバイオ系の機器コンセルジュとして雇用し、ナノテクノロジーハブ拠点の研究者のガイダンスを実施することにより、ナノバイオテクノロジー分野のバイオ系領域の裾野を広げた。また、産官学連携強化の施策として、京都市産業技術研究所・京都バイオ計測

センターとの連携を引き続き図った。

- ・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

令和2年度は他機関より1研究グループがiCeMSに移籍してきた。移籍半年以上前から、共用機器や共通実験スペース及びグループの研究スペースの構築に関する情報交換・提供を行うことにより、スムーズな移設機器選定やサンプルの移設、各種手続きの効率化、また費用・時間の両コスト削減に寄与した。引越作業翌週には最初の実験を開始できた。また、3研究グループがiCeMSから移籍したが、その際にも、機器全般に対する管理ノウハウや情報の交換・提供を行うことにより、主任研究者の研究時間確保に貢献した。

- ・試作機の導入・利用等による技術の高度化について

カールツァイスドイツ本社と技術提携契約を結んだ共同開発室(ZEISS-iCeMS Innovation Core)の活動として、令和2年1月より最新の先端超解像顕微鏡Elyra7の性能と利用ニーズを評価するためのデモ運用を開始し、引き続き令和2年度も、利用者から提供された測定データのメーカーへのフィードバック、および、開発中の新技術の評価をおこなった。約1年間に合計120日、学内外の23の研究グループが試用し、デモ期間に取得されたデータを含む論文が既にハイインパクトジャーナルに出版されていることから、顕微鏡観察技術の高度化による高クオリティなデータ創出につながった。

- ・ノウハウ・データ共有について

バイオ機器とマテリアル機器のタグ付けによるホームページ文献リスト検索機能の強化で、分野融合の成果の共有を進めた。また、コロナ禍により緊急事態宣言が発出された際には、ラボの閉鎖や宣言期間中の機器のメンテナンスを実施し、解除後には、機器を一元管理していることにより、速やかに、効果的に、利用を再開することができた。また、最低限のメンテナンス要員数も部局として2名程度に抑えることが可能になったことから、出勤する人数を抑え、人の移動を極力控えるという社会要請に貢献することができた。

- ・技術専門職のスキル向上・キャリア形成について

教務補佐員は平成31年度までにバイオ分野のフローサイトメーター、

セルソーターの操作を習得してきたので、極めて高機能な顕微鏡のうち、特に6台（①（１）の項で記載した顕微鏡装置4台と、共焦点顕微鏡 LSM710、多光子超解像高速顕微鏡 LSM980NLO Airyscan2）の特徴、操作を習得して本人の技能の向上を図った。高速共焦点顕微鏡統合システム Dragonfly 及び多孔性材料分野の開発・評価機器も含めて教員と協力して管理・運営し、機器の利用指導に当たった。技術補佐員は、システムの運用、利用者の管理、利用状況の管理などを担当しながら、まずは、バイオ分野のフローサイトメーター、セルソーターの特徴、操作の習得を図った。また、実験動物の管理、飼育技術の習得も図った。いずれについても、ほぼ単独での取扱いが可能な習熟度に達することができた。

- ・ 共用施設を利用した教育・トレーニングについて

令和2年4月と6月及び7月に合計9日間、高速共焦点顕微鏡統合システム Dragonfly のハンズオントレーニングを実施した。また、iCeMS 解析センターに令和3年度に新規導入した多角度ダイナミック光散乱高度計 DLS-8000HL と4キャピラリーDNAシーケンサーSeqStudio 及び核磁気共鳴装置 AVANCE III 500USP に追加したオートサンプラーとサンプル冷却装置に関する取扱いトレーニングを令和3年3月にそれぞれ1回ずつ実施した。

- ・ スペースマネジメントについて

令和2年度は該当なし。

- ・ 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

超解像顕微鏡 LSM880AiryScan 等3台の光学顕微鏡の遠隔操作環境の導入等利用者の利便性を更に向上させたり、機器の利用促進セミナーの実施や利用負担金の見直し等により利用料収入増加に取り組んだ結果、平成31年度に比べて700万円以上、利用料収入が増加した。日本電子株式会社との技術提携により、多孔性配位高分子（PCP/MOF）等の固体サンプルの核磁気共鳴装置（NMR）による測定技術の高度化を図った。具体的には、PCP/MOF を測定する際のジグの改良などを図り、引き続き、令和3年度以降3年間の共同研究契約に繋がった。

学内における共用に関する制度改革としては、学内に最初に認定された本部構内設備サポート拠点（MaCBES）において、学際融合教育研究推進センター（ナノテクノロジーハブ拠点）と部局の枠組みを超え

て連携することで、人材育成、装置整備、利用者利便性向上などを図った。これにより多分野・未踏学問領域への対応、例えばナノバイオテクノロジーに資する研究支援体制を発展させるための枠組みを構築した。重要事項を協議する連携運営協議会を2回開催し、実務的な課題を検討する4つのワーキンググループ（WG）にて、主に以下に示す活動を行った。①連携体制整備の発展、②汎用設備導入支援等を活用した機器整備、③学内外と連携した広報活動等による稼働率（利用料収入）向上、④装置説明会開催等による技術スタッフの相互乗り入れ促進、⑤コンセルジュサービスなど利用者利便性向上策の充実、⑥社会貢献・地域連携、⑦先端研究設備整備補助事業への提案（応募）⑧マテリアル先端リサーチインフラ事業への応募。

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

財務委員会のもとに設置された設備整備・共用促進委員会が、本学における設備共用の全学的な司令塔の役割を果たし、後述する設備サポート拠点の審査・認定を行うとともに、各拠点における運営・共用状況（外部共用率、収支状況等）、研究成果等を把握・分析の上、管理体制の強化を目的としたオペレーターの人件費等に対する財政支援、設備整備の際の優遇措置等、共用化の促進に必要な支援施策を講じており、引き続き、学内における設備共用の水平展開を図る計画である。

iCeMS 解析センターには、機器が主に利用される分野を考慮して、マテリアル解析部門とバイオ解析部門、そして、両者にまたがる汎用性の高い機器の管理を行う共通設備支援部門を設置している。センター長の下、それぞれの部門に1名以上の教員を配置し、機器予約システムや全体の利用者の管理、利用状況の管理などを担う教務補佐員、技術補佐員を合計3名配置した。

2) 研究設備・機器の共用の運営を行う体制

京都大学においては、総長のリーダーシップの下、「京都大学の改革と将来構想（WINDOW 構想）」の着実な実現に向けて、本学が戦略的・重点的に実施すべき事業を取りまとめた京都大学重点戦略アクションプランに「設備整備・共用促進を通じた質の高い教育研究基盤構築事業」を位置付け、既存の部局の枠組みを超え、地区別や研究分野別など設備の共用を効率的・効果的に実施する設備サポート拠点を設置し支援

を行った（図 1）。

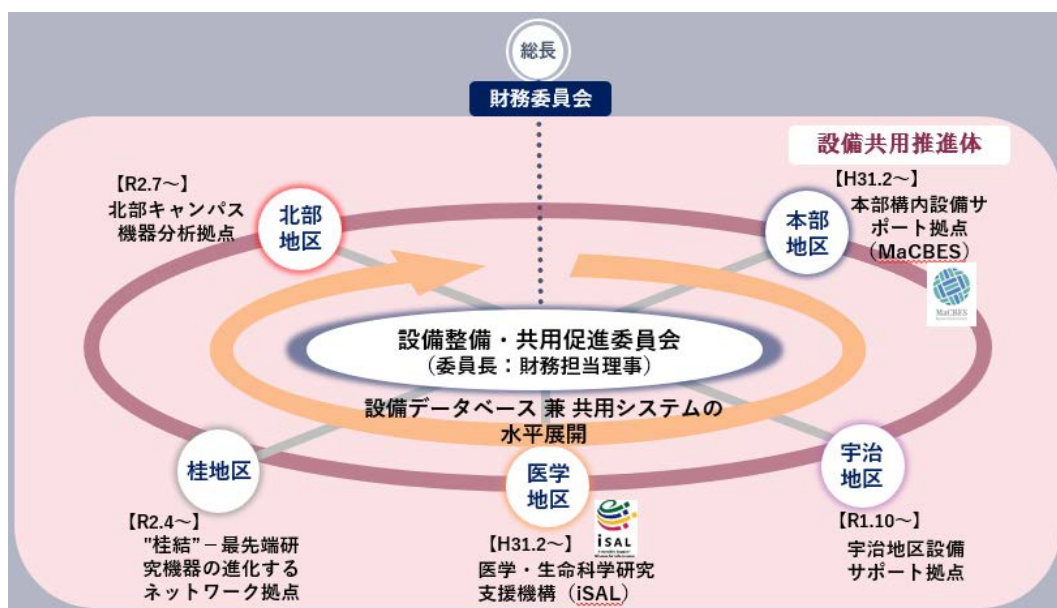


図 1 京都大学における設備共用体制

「設備整備・共用促進を通じた質の高い教育研究基盤構築事業」を京都大学重点戦略アクションプランに位置付け、平成 30 年度より事業を開始しているが、この事業の大きな柱が、設備サポート拠点制度である。設備サポート拠点は、既存の部局の枠組みを超え、地区別や研究分野別など設備の共用を効率的・効果的に実施するために設立される組織で、学内外に対して設備の共用を実施する。

具体的には、設備サポート拠点は、教育・研究環境の向上を目指し、維持管理を始めとする人的及び物的サポート体制等、設備にかかわる資源管理について、研究室単位から研究組織単位への移行を実質的に行う組織であり、「連携体制」、「設備管理体制」、「持続可能性」、「人材戦略」、「教育・研究力強化」の各観点から、設備共用を推進した。

平成 30 年度に初めて行った設備サポート拠点の公募では、「医学・生命科学研究支援機構」、「本部構内設備サポート拠点」の 2 組織を設備サポート拠点として認定し、平成 31 年 2 月より活動を開始した。なお、本事業を実施している高等研究院 iCeMS 解析センターは、学際融合教育研究推進センター ナノテクノロジーハブ拠点と共に、本部構内設備サポート拠点の構成組織となっている。

さらに、令和元年 10 月からは「宇治地区設備サポート拠点」が、令和 2 年 4 月からは「桂結」－最先端研究機器の進化するネットワーク、

そして「北部キャンパス機器分析拠点」が新たに認定され、本学における設備サポート拠点は5拠点となり、本学の主要なキャンパスすべてに設置された。

設備サポート拠点に対しては、拠点運営費・汎用設備導入費の支援を行うとともに、大型設備の導入については、設備サポート拠点からの要求を基に、設備整備・共用促進委員会にて審査を行い、一定の評価を得た設備に対して、支援を行っている。本部構内設備サポート拠点では、大型設備として、ユーザーからのニーズが高い高速共焦点統合顕微鏡システム Dragonfly の導入支援を受け、令和2年度より本事業の共用機器としても運用開始している。

iCeMS 解析センターでは、上記の管理を行う体制をもって共用の運営も行う一方、機器の予約などをオンラインで行うシステムを導入した。また、他の部局保有の機器とのスムーズな運用を目指したポータルサイトを構築し、学内のナノテクノロジーハブ拠点と共に運用している。現在、構築した共用システムへの両機器共用機関以外の保有機器の登録を目指して、調整中である。

3) 研究者が利用するために必要な支援体制

大学としては、設備の状況把握、検索、利用申込、課金に至るまでを一元的に行うデータベース・システムの整備を大学本部主導で進めている。これまでのシステムは大型設備データベースとして蓄積されたデータのうち、共用が可能な設備に関するデータを抽出するという仕組みになっており、大型設備の保有状況把握が主目的で、設備共用を前提とした利用が考慮されていない仕様となっていた。

これを踏まえ、学内向けポータルサイトの変更時期に合わせ、システムの改修を行い、ユーザビリティが向上するよう検索ツールの表記や画面構成を変更するとともに、引き続き、表示項目等の調整について検討を行った。また、本学ホームページに掲載している「学外の研究者も利用できる設備」欄について、設備のカテゴリ別に閲覧できるようにするなど、順次改修を進めており、今後も設備管理者側・利用者側の意見を踏まえながら、研究者が利用しやすい環境を整えていく計画である。

iCeMS 解析センターは極めて高機能な顕微鏡を保有していることから、それらを適切に利用するための技術指導を行う顕微鏡メーカー出身の特任教授1名を配置している。電子顕微鏡の撮影を含む技術指導が可能な特定研究員も1名配置している。令和3年度以降も継続配置し、安全指導や利用方法に関する講習の英語対応や迅速な講習実施を実現する。また、

実際に研究機器が設置された場所以外からの操作に対する需要が見込まれる最近の社会状況を考慮し、一部顕微鏡の遠隔操作やそのサンプル細胞の遠隔観察を可能とするような環境を構築した。今後更に各種機器の遠隔化や自動化を図り、利用者へのセミナー等で普及や利用支援を図る計画である。

4) これまでの取組を踏まえた自己評価

当初の計画通り、設備の全学的な有効利用・共同利用化の方向性を決定し推進していくための設備整備・共用促進委員会を設置した。あわせて、主要なキャンパスを網羅する5つの設備サポート拠点の設立を果たし、機器を各研究室だけで所有・利用している体制から、全学的に研究者が機器を共用に拠出することができる制度的基盤を整えることができた。これにより、外部資金獲得時に、機器の共用を求められることがあっても、各研究者がそのシステム作りを1から行う必要がなくなり、また、新規研究課題に関して、既存の機器を活用することにより、効果的な資金の利用ができる体制が整った。

また、財務会計システムと連動させ、利用申込から課金までを一元的に実施できる設備データベース兼共用システムを構築し、設備サポート拠点のひとつである医学・生命科学研究支援機構に導入、運用を開始しており、今後他の拠点にも順次導入を予定している。

その他、設備整備・共用促進委員会において、拠点の自立に向けた目標の策定を行うとともに、事業実施期間中に収入増加を目指した取組を促し、事業終了後の自立化を目指してきた。認定した拠点に対しては、拠点運営を安定して行えるよう、「重点戦略アクションプラン」を活用し、拠点運営及び設備導入のための支援を行うとともに、活動計画に対して設備整備・共用促進委員会からフィードバックを行うことで、将来的な自立化のため資金面のみならず、ソフト面からのサポートも行った。

《成果》

・ 共用機器の数

	平成 30 年度	平成 31 年度	令和 2 年度
機器数 (台)	32	33	31

・ 共用機器の利用件数

	平成 30 年度	平成 31 年度	令和 2 年度
利用件数 (回)	1,926	3,801	6,394

・共用機器の稼働率、共用率等

	平成 30 年度	平成 31 年度	令和 2 年度
稼働可能時間 (①)	1,458 時間	1,426 時間	1,677 時間
総稼働時間 (②)	356.7 時間	350.9 時間	414.4 時間
共用時間 (③)	356.7 時間	350.9 時間	414.4 時間
稼働率 (②/①)	24.5%	24.6%	24.7%
共用率 (③/②)	100%	100%	100%

・分野融合・新興領域の拡大について

iCeMS は材料科学と細胞生物学の学際領域の研究拠点であり、設立当初より分野融合・新興領域の拡大に貢献してきた。本事業の実施に伴い、平成 30 年度に吸着装置が集約・利用開放されたことにより、この分野への新規参入者が直ちに新材料の吸着測定を行うことが可能になり、iCeMS が当該分野を先導する役割に一役買っている。また、共に本部構内設備サポート拠点（MaCBES）を構成する学際融合教育研究推進センター（ナノテクノロジーハブ拠点）において、iCeMS の博士課程大学院生をバイオ系の機器コンセルジュとして雇用し、ナノテクノロジーハブ拠点の研究者のガイダンスを実施することにより、ナノバイオテクノロジー分野のバイオ系領域の裾野を広げた。また、地域連携および産官学連携強化の施策として、平成 31 年 2 月に教員 2 名が地方独立行政法人京都市産業技術研究所京都バイオ計測センターを視察し、平成 31 年 4 月には京都バイオ計測センターからの iCeMS 解析センター施設見学を実施した。令和元年 9 月には京都バイオ計測センター研究交流発表会を共催するなど、連携を強化することにより、様々な分野をまたぐ研究者の異分野参入を促進する環境を整備した。

・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

当該分野で必要な機器が共用機器として使用できることから、研究のセットアップの時間が短縮され、iCeMS 到着や移籍後、速やかに実験に着

手可能となっている。また、部局内部の共有実験スペースを利用することにより、直ちに研究を開始することができる体制が整っている。また、共通実験室における安全教育や掲示等の英語対応、即時対応がなされているため、国内外を問わず利用者の短期実験がスムーズに実行可能であり、海外からの移籍や招聘などの外国人研究者が利用する際の、利用者、受入れ研究者双方の負担が軽減されている。本事業の実施3年間には他機関より3研究グループが iCeMS に移籍してきた。また、1研究グループが独立を果たした。移籍や独立判明後から、共用機器や共通実験スペース及びグループの研究スペースの構築に関する情報交換・提供を行うことにより、スムーズな移設機器選定やサンプルの移設、各種手続きの効率化、また費用・時間の両コスト削減に寄与した。概ね引越作業翌週には最初の実験を開始できた。また、3研究グループが iCeMS から他機関へ移籍したが、その際にも、機器全般に対する管理ノウハウや情報の交換・提供を行うことにより、主任研究者の研究時間確保に貢献した。

・試作機の導入・利用等による技術の高度化について

後述するように ZEISS-iCeMS Innovation Core を発足させたことにより、カールツァイスマイクロスコピー社（ドイツ）より、令和元年11月、既設の多光子超解像高速顕微鏡 LSM880NLO Airyscanfast を、データ取得と処理を大幅に高速化した最新機種、LSM980NLO Airyscan2 にアップグレードする技術提供を受けた（図2）。



図 2 LSM980NLO Airyscan2

さらに、平成 31 年度 1 月より最新の先端超解像顕微鏡 Elyra7 の性能と利用ニーズを評価するためのデモ運用を開始し、最先端技術の評価と利用者からのフィードバックを受けた。先端顕微鏡開発者からの専門的な技術アドバイスや優先的に導入される公開前の新技術を利用者に提供したことにより、約 1 年間に合計 120 日、学内外の 23 の研究グループが試用し、デモ期間に取得されたデータを含む論文が既にハイインパクトジャーナルに出版されていることから、顕微鏡観察技術の高度化による高クオリティのデータ創出につながっている。

・ノウハウ・データ共有について

吸着装置の利用開放により、多種多様な物質の吸着測定を行なったところ、信頼性の高いデータを効率的に得るためには測定条件の最適化が必須であることがわかった。検体の特徴などを考慮した条件を設定し何度か測定を行うことで、信頼性の高い測定結果を迅速に得られるノウハウを獲得することができた。利用者が装置を利用して測定する際には、獲得したノウハウに基づいたアドバイスを機器担当者が提供することにより、利用者の当該装置利用に対する利便性が向上した。また、バイオ機器とマテリアル機器のタグ付けによるホームページ文献リスト検索機能の強化で、分野融合の成果の共有を進めた。他にもコロナ禍により緊急事態宣言が発出された際には、ラボの閉鎖や宣言期間中の機器メンテナンス、解除後の再開について、機器を一元管理していることにより、速やかに、効果的に、実行することができた。また、最低限のメンテナンス要員の人数も部局として 2 名程度に抑えることが可能になったことから、出勤する人数を抑え、人の移動を極力控えるという社会要請に貢献することができた。

・技術専門職のスキル向上・キャリア形成について

iCeMS は材料科学と細胞生物学の学際領域の研究拠点であり、設立当初より分野融合・新興領域の拡大に貢献してきたことから、教務補佐員、技術補佐員ともに、材料科学と細胞生物学等の異なる分野で利用される機器の特徴・操作を習得して、異分野に挑む研究者への支援につながる要員となるべくスキルアップにつとめてきた。教務補佐員はまずバイオ分野のフローサイトメーター、セルソーターの操作を習得し、次に極めて高機能な顕微鏡 6 台の特徴、操作を習得して本人の技能の向上を図っ

た。高速共焦点顕微鏡統合システム Dragonfly 及び多孔性材料分野の開発・評価機器も含めて教員と協力して管理・運営し、機器の利用指導に当たった。技術補佐員は、システムの運用、利用者の管理、利用状況の管理などを担当しながら、個々の機器のことを深く理解するために、まずは、バイオ分野のフローサイトメーター、セルソーターの特徴、操作の習得を図った。また、実験動物の管理、飼育技術の習得も図った。いずれについても、ほぼ単独での取扱いが可能な習熟度に達することができた。

・共用施設を利用した教育・トレーニングについて

表 1 顕微鏡装置の利用促進と技術普及活動

高速共焦点顕微鏡ニコン A1R による試撮会	平成 30 年 令和元年	11 月 5 月
オリンパス二波長同時全反射励起蛍光 (TIRF) イメージングシステム説明会 (ハンズオントレーニング)	平成 31 年	3 月
光ピンセット三次元粒子トラッキングシステムの操作トレーニング	令和元年	11 月
多光子超解像高速顕微鏡 LSM980NLO	令和元年	12 月
Airyscan2 や Lattice SIM を搭載した先端超解像顕微鏡 Elyra7 のワークショップ (ハンズオントレーニング)	令和 2 年	1 月
高速共焦点顕微鏡統合システム Dragonfly のハンズオントレーニング	令和 2 年	4 月 6 月 7 月

表 2 次世代の科学者育成と機器の共用事業への社会的な理解と普及のためのアウトリーチ活動

独自開発高校生対象アクティブラーニングプログラム (iCeMS キャラバン) の一環とし	平成 30 年	8 月
--	---------	-----

て、大阪女学院高校（大阪府）、京都学園高校（京都府）、三田学園高校（兵庫県）、新居浜西高校（愛媛県）に 4 台の機器体験		
奈良県立青翔中学校・高等学校（スーパーサイエンスハイスクール(SSH) 指定校）に 3 台の機器体験	平成 30 年	10 月
タイ王国 Princess Chulabhorn Science High School に、1 台の機器体験及び、ほぼ全ての解析センター共用機器の解説付見学	平成 31 年	2 月
沖縄県立球陽高校（SSH 指定校）に 2 台の機器体験	平成 31 年	3 月
大阪女学院高校（大阪府）に機器体験	令和元年	5 月
京都学園高校（京都府）に機器体験	令和元年	8 月
京都大学オープンキャンパスに合わせて iCeMS を訪問した芝中学校（東京都）に機器体験	令和元年	8 月
修学旅行で iCeMS を訪問した新居浜市立別子中学校（愛媛県）に機器体験	令和元年	10 月

- ・ 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

効率的な運用を図るため、平成 30 年度に、桂インテックセンター104 の吸着装置 2 台（BELSORP-miniII-SP、BELSORP-HP）と高精度ガス・蒸気吸着量測定装置（BELSORP-max12-N-S）1 台の計 3 台を既存の装置近辺（iCeMS 本館 A104 号室）に再配置、集約した。それに伴い、シリンダーキャビネットの導入、設置工事を行った。（図 3）



図3 吸着装置類を集約した iCeMS 本館 A104 号室

また、共に本部構内設備サポート拠点を構成するナノテクノロジーハブ拠点のバイオ系機器4台（二波長同時全反射励起蛍光（TIRF）イメージングシステム及びフォーカス補正機能付倒立型電動リサーチ顕微鏡（IX81-ZDC2）、三次元粒子トラッキングシステム（Nano Tracker、NT-0-001）、高速原子間力顕微鏡（NLV-KS））を解析センター内（それぞれ総合研究1号館203、同203、同209、総合研究1号館別館305）へ移設、利用者の利便性向上を図った。

- ・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

上記の様に吸着装置と高精度ガス・蒸気吸着量測定装置を iCeMS 本館 A104 号室に集約して、これまで3研究室で行っていた保守メンテナンスを1人で一元的に行うことにより、週当たり延べ24～32時間程度必要とされていた作業時間を週当たり8～10時間程度に削減することができた。

- ・その他特記すべき成果

カールツァイスマイクロスコピー社（ドイツ）と、研究機関では世界初となる、先端顕微鏡技術開発を目的とした技術提携契約の締結に至り、

令和元年11月、共同開発室（ZEISS-iCeMS Innovation Core）を発足させた（図4）。これにより京都大学のみならず、広く国内外の研究者に最先端の光学顕微鏡を利用する機会を提供し、新たな学問領域の開拓と科学技術イノベーションを創出する基盤を拡大させた。



図4（左上）署名した協定書を手に笑顔の（左から）ツィーマーマン氏、アルビツ社長、北川拠点長、見学副拠点長（兼 iCeMS 解析センター長）
（右上）開所記念シンポジウム参加者集合写真
（下） ZEISS-iCeMS Innovation Core の様子

日本電子株式会社（JEOL）との技術提携により、多孔性配位高分子（PCP/MOF）等の固体サンプルの核磁気共鳴装置（NMR）による測定技術の高度化を図った。具体的には、PCP/MOF を測定する際のジグの改良など部品や技術の改良を図り、引き続き、令和3年度以降3年間の共同研究契約を結んだ。

稼働率向上のために、令和元年5月と令和2年6月に学内の光学顕微鏡

共用4施設合同で利用説明会を実施した。また、業務参加者による講演等の機会を利用して、海外を含む10以上の学術機関・公益財団、30以上の企業に対して、本センターの紹介・普及活動を行った。

令和元年5月には、iCeMSと同じく世界トップレベル研究拠点プログラムで設立された名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所(iTbM)、令和元年11月には内閣官房・内閣府による地方大学・地域産業創生交付金の交付対象事業である「くすりのシリコンバレーTOYAMA」創造計画において、研究環境整備事業を担当する富山県厚生部くすり政策課くすりコンソーシアム推進班に対して施設見学を実施し、機器設備共用に係る環境作りについての取組を紹介した。令和元年11月には、世界トップレベル拠点形成推進センターに対して、外国人研究者支援の視点からの機器共用の取組を紹介した。令和元年12月には「くすりのシリコンバレーTOYAMA」創造コンソーシアムの「研究機器共用化体制構築」研修会に招かれ、機器共用化の取組について講演と参画各機関担当者との意見交換を行い、学外においても機器共用の水平展開を図った。

令和元年11月には本学の設備サポート拠点制度で令和元年10月から発足した「宇治地区設備サポート拠点」の関係者に対して、機器共用システムやその運営ノウハウの紹介や施設見学を実施し、学内における設備共用の水平展開を図った。引き続き、随時、情報提供・交換を行っている。

アウトリーチ活動としては一般向けに、令和元年8月と9月に実施されたiCeMS見学において、本センターの機器見学を実施した。

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

平成30年度にiCeMS解析センターが参画する「本部構内設備サポート拠点」と「医学・生命科学研究支援機構」の2拠点を皮切りに、令和2年度に合計5ヶ所の認定に至った設備サポート拠点の整備にあたり、京都大学の自由の学風の下、各拠点の独自性を尊重しつつ速やかな運用の安定化を図るために、先行事例として活用していく。具体的には、令和元年11月には本学の設備サポート拠点制度で令和元年10月から発足した「宇治地区設備サポート拠点」の関係者に対して、機器共用システムやその運営ノウハウの紹介や施設見学を実施し、学内における設備共用の水平展開を図った。引き続き、随時、情報提供・交換を行っていく。

- ・ 本事業にて雇用した技術職員等のキャリアパス

個々の研究室雇用の職員よりははるかに多様な機器のメンテナンスや利用者の管理、実験補助業務を通して経験を積み、関連分野の教務補佐員や技術補佐員、機器共用業務のスペシャリストになる。本事業で雇用した4名の内、1名は本事業終了後本学附置研の技術補佐員になり、2名は自己財源にて、引き続き、iCeMS 解析センターに勤務している。

- ・ 共用システムの水平展開目標

まず、本事業で作成した機器検索機能は、iCeMS 解析センター機器だけでなく、京都大学に設置された5つの設備サポート拠点のうちの1つである iCeMS 解析センターが参画する本部構内設備サポート拠点 (MaCBES)の機器が検索できるように既に展開されている。これを独立した共用システムを有する京都大学の研究室や設備サポート拠点の機器を網羅的に対象とすることが当面の目標であり、全設備サポート拠点の事務（財務）担当、システム(情報)担当、共通機器室現場対応者が集まり情報を交換する、設備共口システム口平展開室を設置し、提案をしている。

- ・ 今後の課題、問題点

研究設備・機器共用機関が魅力的であるためには、機器の陳腐化を防ぎ、最新の機能を備えた機器の装備が、特に研究技術の進歩が著しい医学・バイオ系分野の機器では重要である。数年に一度の単位で、機器の更新や保守を行って行くためには、それを可能とする利用負担金設定制度による利用負担金収入の増加を図ることは勿論のこと、その収入を繰り越すことが容易にできる柔軟な運用が可能となる会計制度の構築・採用が急務である。また、最新の先端機器の性能を最大限に活用するための技術提供を行う技術スタッフの育成を行っているが、大学にこれらのスタッフの定職がないのが現実で、本事業のような時限付き外部資金で優秀な人材の長期的な教育と確保は非常に難しい。国の予算においても、科学・技術・イノベーション分野が異なっていっても、効率的に成果が期待できるように、機器共用制度のような分野に限らず広く研究をささえる基盤的経費の増額が、ひいては国全体の科学・技術の強化と費用対効果を最大化させるために必須である。コロナ禍を経験し、研究者が実験室に滞在する時間を短くしたり、現地に足を運ばなくても実験が推進できたりする環境を整えることが、利用者の増加・関連研究領域の発展に資することが明らかになってきており、機器の自動化や遠隔化、測定代行受託等の制度や手続きのデジタル化等をより一層充実させる必要

がある。現在は、iCeMS 解析センタースタッフによる依頼測定を実施できないことが課題のひとつである。可能とする規定や遠隔操作等の環境整備、人材の育成を進めていき、利用者への更なる利便性を向上させていきたい。