

平成 30 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)

国立大学法人京都工芸繊維大学
委託業務成果報告書

令和元年 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、国立大学法人京都工芸繊維大学が実施した平成 30 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 30 年度の実施内容	
2. 1 実施計画	1
2. 2 実施内容	4
研究機関全体での取組内容	4
研究組織別の取組内容	6
研究組織名：デザイン主導未来工学センター グリーンイノベーション ラボ	6
III. 本事業 3 年間を通しての取組及び成果	9
取組（達成状況）	9
成果	13
IV. 今後の展開	15

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」

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。

国立大学法人京都工芸繊維大学においては、既設のクリーンルームを共用施設とし、当該クリーンルームを改良し高機能化して、そこに学内の微細加工装置を結集する。研究の出口イメージの明確化や国際競争力強化の観点から、材料研究（材料の創製や特性の分析）のみにとどまらず、機能実証(デバイス試作)まで展開することが急務となっている。基本的なグリーンイノベーションデバイス（パワーエレクトロニクスデバイス、センサー、有機デバイス、簡易集積回路など）の試作を、学内資源(製作・加工装置)の再配置・共用化により実現する。機能実証に必要な最低限の機能を持つシステムを構築する。

II. 平成 30 年度の実施内容

2. 1 実施計画

【研究組織名：デザイン主導未来工学センター グリーンイノベーションラボ】

①共用システムの運営

1) 保守管理の実施計画

平成 30 年度は、保守管理として、電界放出型走査電子顕微鏡（FE-SEM）、触針段差計のオーバーホールを行う。

また、本共用システムの基盤であるクリーンルームの管理を、スタッフにより一元的に進める。具体的には、清浄度と温湿度の管理や冷却水、窒素ガスなどのユーティリティ管理を進める。

平成 29 年度に開設したクリーンルーム装置共用化に関するホームページに、クリーンルームの紹介、共用装置の説明、利用の仕方、運用ルールの説明などを掲載することで、共用化事業の円滑な運営を進める。

2) スタッフの配置計画

特任専門職（平成 28 年度から継続）1 名、技術職員(平成 29 年度から継続)1 名、事務補佐員（平成 28 年度から継続）1 名を配置する。

特任専門職としては、電子産業での豊富な経験を有するシニア人材を配置する。特任専門職はその知見と経験を活かして、クリーンルームの維持と装置の保守管理、本共用システムの維持、保守管理全般の企画・運営を担当する。これにより、大学教員のみでは困難な高機能化を維持する。

技術職員は、本事業の終了後も継続して雇用することを視野に、定期的なクリーン度測定などクリーンルームの維持作業に従事するとともに、装置使用に必要な資格（エックス線作業主任者免許）の取得や、操作難度がやや高い装置の操作方法の習得など、本共用システムの今後の円滑な維持に必要な技能習得を開始する。

事務補佐員は、クリーンルーム整備などの共用化に関する物品手配や事務手続き、教員との連絡・連携などの事務全般を行う。

特任専門職、技術職員、事務補佐員の3名により、課金システムと機器予約システムの運用を行う。

3) 共用機器の総稼働時間の向上計画

以下の方策により総稼働時間の向上を図る。

共用システム内への装置の追加による稼働時間の向上：需要の大きい装置を新たに本共用システムに追加し、稼働時間の向上を図る。具体的には、

- ①全自動で金属薄膜が形成できるロードロック式電子ビーム蒸着装置
- ②高品質の絶縁薄膜が簡便に製作できる TEOS-CVD 装置
- ③微細な凹凸などの試料形状が簡便に観察し測長できるレーザー顕微鏡
- ④微細構造の組成分析と形状観察が同時に行える卓上 SEM(EDX)

を導入する。これらの装置は汎用性が高く、特に③と④の装置は計測装置であるので、高い利用率が見込まれる。本共用システム内の装置の充実により、微細加工や測定手法の幅を広げ、学内の需要を喚起し、総稼働時間の向上を図る。

技術職員の活用によるユーザー拡大 (I) 汎用性の高い装置の業務受託：技術職員が特に汎用性の高い装置（具体的には、電界放出型走査電子顕微鏡、触針段差計など）の使用方法を修得し、学内からの測定業務の受託を開始する。これにより、本共用システムの学内の潜在的な需要を顕在化し、当該装置の稼働時間の向上を図る。業務委託の費用を装置使用料より高めに設定することで、継続使用の場合は、技術職員への委託によらず研究者自身による使用に移行することを促す。これにより、限られた技術スタッフによる測定業務の受託を継続する。

技術職員の活用によるユーザー拡大 (II) 難易度の高い装置の利用促進：難易度が高いために稼働率の低い装置(スプレーコータなど)の使用法を

技術職員が修得し、教員と学生に使用法のトレーニングを積極的に行うことで、当該装置の稼働時間の向上を図る。

学生向けマニュアルの充実による稼働時間の向上：薄膜 X 線回折装置ではマニュアルが充実しているため、複雑な装置や操作に対して使いやすさを提供でき、使用者が多くなる一因となっている。これを先行事例とし、潜在需要が大きいと考えられる電界放出型走査電子顕微鏡（FE-SEM）などの学生向けマニュアルの充実により稼働時間の向上を図る。

学外研究者の利用：学外向けの使用ルールと料金表を平成 29 年度に策定し、平成 30 年度から実施する。これにより、学外研究者の利用を促し、総稼働時間の向上を目指す。

4) その他、特徴的な取組

技術職員のスキル向上・キャリア形成：特任専門職の指導のもと、技術職員は定期的なクリーン度測定などクリーンルームの維持作業に関するスキルを修得しており、今後、特任専門職の指導による一層のスキルの向上に努める。さらに、すでに取得したエックス線作業主任免許に加えて使用に必要な資格の取得を進める。また、業務委託にむけて、操作難度がやや高い装置の操作方法の習得など、本共用システムの今後の円滑な維持に必要な技能習得を開始する。

若手研究者の育成に資する取り組み：平成 29 年度は、平成 29 年 3 月に着任した文部科学省卓越研究員が本共用システムを利用することで、当該研究員の研究環境の構築に貢献した。また、平成 30 年 2 月に、別途、文部科学省卓越研究員が着任予定であり、本共用システムを用いて研究環境の構築を支援する計画である。

研究者が研究開発活動に専念できる環境整備：本用システムの利用者に対してアンケート調査を行い、運営上の改善点などを明確にし、研究者のための環境整備を進める。

新たな融合領域の創出：機械工学など、これまで、本共用システムの利用のない分野に、積極的に利用を勧めている。平成 30 年 2 月に着任予定の機械工学分野の文部科学省卓越研究員の選考にあたり、本共用システムを活用することでバイオと機械工学を融合した領域の研究テーマを推進できることが明らかになった。このことが、当該卓越研究員の着任につながり、本共用システムによる本学における新たに融合領域の先行事例となると期待される。

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

平成 26 年度（2014 年度）から学長のリーダーシップの下に、スーパーグローバル大学事業で、図 1 に示すように大学全体を閉鎖系から開放系へ転換し、人材・場・カリキュラムを魅力化するオープンテックイノベーションを実践している。

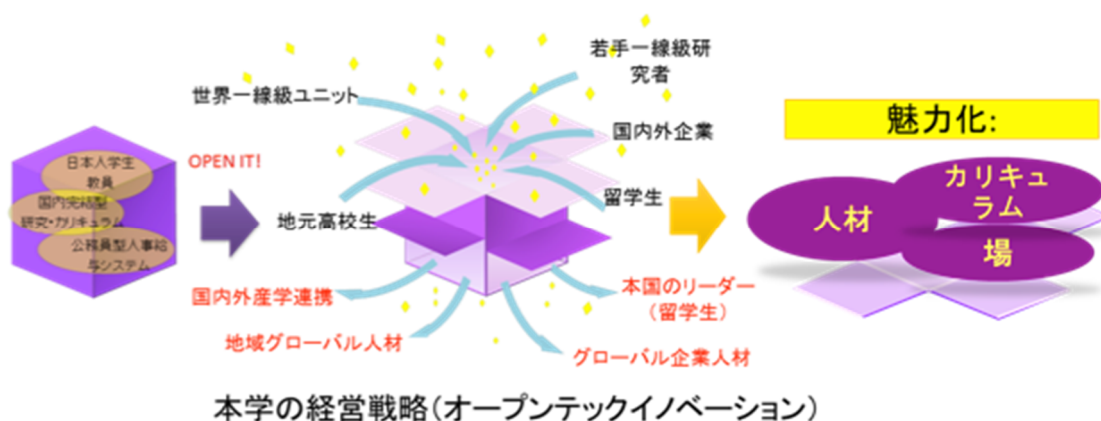


図 1. 本学の経営戦略

その成果の一つとして、「デザイン・建築」、「高分子・繊維材料」、「グリーンイノベーション」の3分野を中心に世界一線級研究者のユニット誘致の機能強化事業を推進して、研究の国際協力強化を図っている。人材育成・場の魅力化の観点から、デザイン主導未来工学センターに「KYOTO Design Lab」、「新素材イノベーションラボ」、「グリーンイノベーションラボ」などを集約して、大学院生、留学生、国内外の研究者および国内外の企業が集う環境を整えている。本学では、この経営戦略「オープンテックイノベーション」に沿って、平成30年7月に「国立大学法人京都工芸繊維大学が所有する設備等の共用・共同利用における利用料等に関する規則」（以下「同規則」という。）を制定し、学内の装置類の共用化を進めている。また、平成30年10月に従来の研究推進組織の再編を実施し、分野横断組織「デザイン主導未来工学センター」の下にグリーンイノベーションラボ、新素材イノベーションラボ、KYOTO Design Lab、ものづくり教育研究センター等を集約させ、機器の共用化を一元的に推進している（図2）。KYOTO Design Labデザインファクトリー、ものづくり教育研究センター及びグリーンイノベーションラボ等においては、すでに学内及び学外向けの利用料金を定め、装置の学内及び学外共用化を行っている。新素材イノベーションラボにおい

ても、平成30年度からの試行結果に基づき利用料金を定め、同規則に集約する形で水平展開を行う準備を行った。

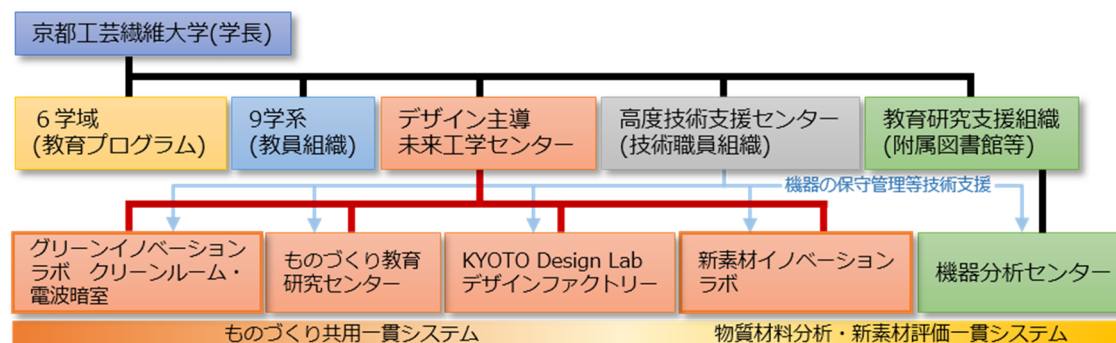


図2 本学の組織体制

2. 既存の共用システムとの整合性

「ものづくり」の教育研究に関する装置・設備の共用化を、3つの組織でトップマネジメントのもと共用化を進めている。

- ・グリーンイノベーションラボ（本事業）：クリーンルームに微細加工に関する学内の装置を結集し、共用化することで、微細加工の学内拠点を形成している。
- ・ものづくり教育研究センター：工作機械などの機械加工に関する装置を共用化している。
- ・KYOTO Design Lab デザインファクトリー：プロダクトデザインを担う。木材加工システム、金属加工システムや 3D プリンターの共用体制を完備している。

以上により、ミクロン単位の微細加工からミリ単位以上の機械加工までを取り揃えた「ものづくり共用一貫システム」を形成している。これにより、微細加工を軸として、機械工学分野と電気電子工学分野、電気電子工学分野とライフサイエンス分野などの分野融合の研究推進が、容易に可能となる。

さらに、KYOTO Design Lab デザインファクトリーにおけるプロダクトデザインと連携することで、新しい価値創造につながるものづくりにむけた共用体制を構築する。

また、ものづくりと表裏一体の関係にある物質・材料分析の分野においても、2つの組織でトップマネジメントのもと共用化を進めている。

- ・新素材イノベーションラボ（本事業）：特に有機材料、セラミックス、ナノ材料に関する装置を集約し、集約した装置群を用いた企業との共同研究を推進する。

・機器分析センター：各種測定・分析装置を集中管理し、特に学部課程、大学院専攻の教育研究を測定手段や設備面で支援する役割を果たしている。

機器分析センターで管理している測定・分析装置を本事業で推進する「物質材料分析・新素材評価一貫システム」に組み込むことで、複数学系の教員や複数専攻の大学院生の結集を促し、研究の異分野交流による新素材開発、人材育成の拠点構築を推進している。

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

すでに学内及び学外共用化を行っている KYOTO Design Lab デザインファクトリー、ものづくり教育研究センター及びグリーンイノベーションラボにおいては、それぞれ「京都工芸繊維大学 KYOTO Design Lab デザインファクトリー設備使用要項」、「京都工芸繊維大学ものづくり教育研究センター装置利用要項」及び「京都工芸繊維大学グリーンイノベーションラボ装置運用要項」を制定し、装置の運用体制を整備している。

利用料金の規定についても、平成 30 年 7 月に同規則を制定し、共用設備における学内及び学外向けの利用料金を集約した。

4. 事業終了後の自立化に向けた取組

本事業実施期間と事業終了後の料金体系を明確にし、本事業終了後の自立化を確実にする。研究室単位のオープンラボ登録料と装置の利用料金に加えて、外部資金に係る間接経費などを維持管理費に充当する。さらに、大学から共用機器の利用実績に応じて配分される教育研究設備維持運営費を維持管理費に充当する。企業との共同研究では、シェアラボの使用面積に応じた使用料を定めて収入を得る。本事業で雇用した職員の雇用費用は、大学内の予算に内在化させて本事業終了後も継続して雇用できる体制をとる。

《研究組織別の取組内容》

【研究組織名：デザイン主導未来工学センター グリーンイノベーションラボ】

①共用システムの運営

1) 保守管理の実施状況

共用化機器のうち、利用回数が 1 番目に多い薄膜 X 線回折評価装置は、前年度に学内経費により保守点検を実施したため、2 番目に多い触針段差計と、3 番目に多い電界放出型高分解能走査電子顕微鏡について、当初の計画通り保守点検を行い、その結果、これら利用頻度の高い装置も当初の性能を維持し共用システムに供することができた。

保守管理を一元化し、同メーカー装置のメンテナンスを同日に調整することにより、業者の作業費や交通費を節約できた。例えば、同メーカーのドライエッチング装置 2 台があり、片方のドライポンプオーバーホールと、もう片方の材料ガス交換によるパージ作業のメンテナンスを同日に行うことにより 109 千円の節約ができた。

2) スタッフの配置状況

特任専門職 1 名、技術職員 1 名、事務補佐員 1 名の 3 名を配置した。

特任専門職は、平成 29 年度に引き続き、クリーンルームの維持と装置の保守管理、本共用システムの維持、保守管理全般の企画・運営を担当した。これにより、大学教員のみでは困難な高機能化が維持できた。また本事業の終了後も共用システムを維持するために、継続して雇用する技術職員に対し、技術的な教育を行い、技術継承できた。

技術職員は、本事業の終了後も継続して雇用することを視野に、定期的な温湿度管理や室圧管理などのクリーンルームの維持作業を含め、特任専門職と協同してクリーンルームや装置の保守管理を行った。また、一部の装置保守や装置使用トレーニングを担当することにより、教員の負担を軽減できた。

事務補佐員は共用化に関する事務全般を行った。これにより円滑に共用システムを運用できた。

3) 共用化した研究設備・機器の数、稼働率・共用率等の実績

平成 30 年度からは、平成 29 年度までの 19 台の共用装置に加え、文部科学省地域科学技術実証拠点整備事業で購入した絶縁膜製作 (TEOS-CVD) 装置、大学の自己資金で購入したロードロック式電子ビーム蒸着装置、レーザー顕微鏡、卓上 SEM (EDX) の 4 台の機器を新たにクリーンルームに設置し、共用システムに組み入れた。特に絶縁膜製作 (TEOS-CVD) 装置、レーザー顕微鏡、卓上 SEM (EDX) の 3 台は共用率の向上に寄与した。

平成 30 年度対象の 23 台とクリーンルームの稼働率 (総稼働時間/稼働可能時間) は平成 29 年度の 16 % から平成 30 年度の 13 % まで減少したものの、共用率 (共用時間・機器提供者以外が当該装置を使用した時間/総稼働時間) は平成 29 年度の 91 % から平成 30 年度の 93 % まで向上した。

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

利用規則を公式に制定したことにより、電気電子工学分野だけでなく、材料化学分野や機械工学分野の研究者がさらに利用するようになった。クリーンルームでの微細加工技術を通じて上記の異分野間での交流が図られ、共著論文が5件出版された。例えば、K. Yamashita, U. Huynh, J. Richter, L. Eyre, F. Deschler, A. Rao, K. Goto, T. Nishimura, T. Yamao, S. Hotta, H. Yanagi, M. Nakayama, and R. H. Friend. Ultrafast dynamics of polariton cooling and renormalization in an organic single-crystal microcavity under nonresonant pumping. ACS Photonics. 2018. Vol. 5, No. 6, pp. 2182-2188.がある。

- ・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

他大学から当大学へ移籍してきた卓越研究員（文部科学省卓越研究員事業）が、移籍直後の研究開始時期にクリーンルームの共用設備を積極的に活用した。若手研究員の迅速な研究環境の立ち上げに寄与できた。

- ・試作機の導入・利用等による技術の高度化について
平成30年度は該当なし。

- ・ノウハウ・データ共有について
装置を故障がなく、安全に長く利用するために、利用上のワンポイントアドバイスを装置付近に掲示した。

- ・技術専門職のスキル向上・キャリア形成について
平成30年度で技術職員が新たに操作マニュアルの作成や操作方法の指導を行うことのできる装置が増えた。また、技術職員がクリーンルームの空調システムやユーティリティ設備管理を行う上で有用な資格（エネルギー管理士）を取得した。

- ・共用施設を利用した教育・トレーニングについて
平成30年度は、当該クリーンルームに初めて入室する利用者に対し、入室の仕方や利用の方法、パーティクルに関する考え方の説明を11回、22名に対して行った。また、溶剤などの薬品を扱う場合も同様に廃棄液の処理方法や安全上の注意を説明し、正しく安全に利用するための教育を4回、7名に対して行った。

- ・スペースマネジメントについて
平成 30 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
平成 30 年度は該当なし。

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

本事業開始前は、クリーンルームに集約し共用化した設備・機器は各教員が個別に管理していた。すでに共用化していた装置についても、管理に関する明文化されたルールは無く、管理は個々の教員の裁量に委ねられていた。共用化していない装置に関しては、教員間の個別の交渉・協議を経て、ようやく装置を管理していない教員も使用可能になる状況であった。3 年間の本事業を通じて、以下の管理体制を構築した。

【統括部局の体制】研究推進組織を学長直下の分野横断型の「デザイン主導未来工学センター」に再編した。同センターに所属する「グリーンイノベーションラボ」傘下の設備として、クリーンルームを位置付けた。これにより、本事業前は、1 専攻(電子システム工学専攻)でもっぱら使用されてきたクリーンルームが、全学共用の設備であることを明確にした。

学内規則の面からは、「京都工芸繊維大学グリーンイノベーションラボ規則」により「グリーンイノベーションラボ」で必要な事項を定めた。クリーンルームの運営、利用料金やその他の事項など具体的な事項は「京都工芸繊維大学グリーンイノベーションラボクリーンルーム作業部会要項」に基づき、クリーンルーム作業部会が調査審議することとした。また、クリーンルームの装置の使用料金は「国立大学法人京都工芸繊維大学が所有する設備等の共用・共同利用における利用料等に関する規則」の中で定めている。以上のように、クリーンルームの運営や利用料金を規則化することで、学長のリーダーシップのもと、学内の個別の組織ではなく大学として、クリーンルームを管理できる体制を確立した。

【運営組織の体制】23 台にのぼる多種多様な装置を共用化するためには、マシンタイムの配分ルールと使用料の積算根拠を、公平かつ明瞭に設定することが、円滑かつ持続可能な共用化の鍵である。クリーンルームでは、事業開始後に、クリーンルーム作業部会を立ち上げ、原則として、繰り返し利用する教員全員を同部会のメンバーとした。この部会で、

事業報告を行い、装置の利用状況や、保守・修理の状況、使用料金の積算根拠や用途などを明確にすることで、利用者が納得して利用できるようにした。この部会は、最終的に学内規則（具体的には、要項）で明文化した。クリーンルーム作業部会で使用者の要望や課題を吸い上げつつ、「グリーンイノベーションラボ運営委員会」を通じて、「デザイン主導未来工学センター運営委員会」や「役員会」で決定される大学としての方針に沿って管理できる体制を確立した。

2) 研究設備・機器の共用の運営を行う体制

前項の管理面と同じく運用面でも、本事業開始前は、クリーンルームに集約し共用化した設備・機器は各教員が個別に運用していた。すでに共用化していた装置についても、運用は個々の教員の裁量に委ねられていた。共用化していない装置に関しては、教員間の個別の交渉・協議を経て、ようやく使用可能になる状況であった。3年間の本事業を通じて、以下の運用体制を構築した。

【統括部局の体制】管理体制と同じく、クリーンルームを、学長直下の分野横断型の研究組織「デザイン主導未来工学センター」の傘下におき、全学共用の設備であることを明確にして運用できるようにした。また、クリーンルームを共用設備として明確にすることで、クリーンルーム設備・装置に対して、学内措置している装置維持費を配分できるようにした。共用化することで維持費の配分対象となることで、今後さらに共用化を促進するインセンティブとなることを期待している。

【運営組織の体制】前述のように、事業開始後に、クリーンルーム作業部会を立ち上げ、最終的に規則化した運営組織を構築した。原則として、繰り返し利用する教員全員を同部会のメンバーとし、部会で、装置の利用状況や、保守・修理の状況、使用料金の積算根拠や用途などの情報共有や意識共有を行う。これにより、使用者の要望や課題を吸い上げつつ、利用者が納得して利用できる運用体制を確立した。

共用システムの運営に関しては、スタッフとして特任専門職1名、期間雇用技術職員1名、事務補佐員1名を配置し、クリーンルーム入室及び利用に関するシステムの登録や課金徴収に関する案内、またクリーンルームの空調管理やユーティリティ管理、クリーンルームの清掃などを担当した。これにより、本事業前は設置後20年を経て、清浄度の点でクリーンルームとしての機能をほぼ失っていたクリーンルームを再生することができた。23台の装置がクリーンルーム内で稼働することにより、クリーンルームを微細加工システムとして運用できるようになった。

研究設備・機器の日々の運用に関しては、クリーンルームの利用頻度の高い教員や装置を供出した教員を各装置の管理責任者及び問い合わせ窓口とした。各教員が即応しがたい場合は、適宜、スタッフが介在することにより円滑に装置の運用ができるようになった。また装置トラブル防止の観点から、装置利用に関しては、この管理責任者または問い合わせ窓口の教員からトレーニングを受けて、許可を受けたものでなければ、利用できないようにした。

3) 研究者が利用するために必要な支援体制

技術面の支援体制は、電子産業での豊富な経験を有する特任専門職と、本事業終了後も継続雇用することを視野にいたした技術職員の 2 名を配置した。これにより、クリーンルームのホームページを作成することができ、利用者はクリーンルームの運用ルールや利用マニュアルを手軽に知ることができるようになった。クリーンルームの環境に関しては、温湿度、室圧等を日々点検し、調整することで望ましいクリーン度を維持したクリーンルームを提供できるようになった。

また 2 3 台の装置それぞれに、管理責任者または問い合わせ窓口の教員を指定しているため、利用希望者が簡単に装置利用を開始できる体制になっている。管理責任者や問い合わせ窓口が教員であるため、早急に対応できない場合は、特任専門職や技術職員が可能な限り対応できるため、装置が使えない状態で利用希望者を待たせることはない。

主に利用料金の支払手続に関しては、事務補佐員を 1 名配置したため、利用者は事務補佐員からの案内を確認するだけで支払手続を完了でき、利用者の負担軽減に繋がった。

本事業終了後は、技術職員と事務補佐員を継続雇用し、引き続き当該スタッフが共用システムの運用やクリーンルームの設備管理を担当している。特に技術職員においては雇用期間の定めのない常勤職員とし、共用システムを今後も持続させる体制を構築した。

研究者が利用する上で、使用料金は重要な問題である。特に、クリーンルーム内の装置では、製作・加工の際に貴金属や高純度特殊ガスなどの高価な原材料を用いる。また、高価なメンテナンス費用を要する装置もある。このため、明瞭な積算根拠を利用者へ提示することが、使用者が研究を継続していく上での重要な支援である。このため、課金料金を需要に合わせて毎年更新している。この課金料金は、クリーンルーム作業部会で毎年課金料金案を提示され、最終的には学長・理事が参加する会議で決定されている。この作業部会で徴収金の使用用途や、研究員の

需要を考慮した各装置の保守費の分配もしており、作業部会は公平な料金負担の要である。

4) これまでの取組を踏まえた自己評価

平成28年度からグリーンイノベーションデバイスの試作システム及び研究者が利用するために必要な支援体制の構築を行ってきた。平成28年度は、当初の計画通り、学内装置の集約及び新たに雇用した職員に本システムの維持管理方法を修得させた。平成29年度以降も、当初の計画通り本システムの維持管理のために、各装置の保守管理や本システムの円滑な運営及び利用者拡大のための施策を進めることができた。利用件数は年間1500回程度になり、利用登録者は平成29年の52名から平成31年の99名に倍増した。

本事業前は、微細加工や関連の計測に関しては、装置を管理する個々の教員の裁量によるところが多く、教員間の個別の交渉・協議を経て利用する必要があった。本事業により明確なルールのもと明瞭な料金設定により23台の装置を微細加工に適したクリーンな環境で使えるようになった。設置後20年経過したクリーンルームを再生し、区画整理を行い、機器を再配置した。さらに、規則整備や、運用ルール、予約システム、操作マニュアルを整備した。これにより、これらの取組から本委託業務の目的であった機能実証に必要な最低限の機能を持つ微細加工システムを構築できた。令和元年以降も現在の運用体制と課金制度をもとに、持続的にクリーンルームを管理・運用できる体制を整備した。

さらに、平成29年の運用開始当初の電子工学5研究室の利用から、平成31年時点で機械工学や化学を含む14研究室へ利用分野が増大し、異分野交流が始まった。文部科学省卓越研究員制度で採用された若手教員が活発に利用しており、若手研究者の研究体制の構築に寄与している。絶縁膜製作装置など新規に装置を購入した際の集積場所としてもクリーンルームは機能しているほか、科学技術振興機構研究成果展開事業（NexTEP-A）や年額1,000万円超の大型共同研究などの外部資金導入にもつながり、好循環が始まっている。

以上のように、クリーンルームは、学内向けの共用設備としては、所期の目標を全て達成しており、共用設備として定着した。本学の共用化を先導する好事例となった。

学外利用の面では、近隣の企業から使用についての引き合いがある。また、他の国立大学の大規模クリーンルームと連携して運用する構想も進めている。しかし、まだ学外からの利用はない。今後、学外利用へと

広げることが課題と言える。

＜成果＞

・共用機器の数

	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度
機器数（台）	1 9	1 9	2 3

・共用機器の利用件数

	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度
利用件数（回）	6 6 9	1 4 6 2	1 4 9 7

・共用機器の稼働率、共用率等

	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度
稼働可能時間 (①)	1 6 6 4 時間	1 9 2 0 時間	1 9 2 0 時間
総稼働時間 (②)	1 9 1 時間	3 0 0 時間	2 4 5 時間
共用時間 (③)	1 7 0 時間	2 7 3 時間	2 2 7 時間
稼働率 (②／①)	1 1 %	1 6 %	1 3 %
共用率 (③／②)	8 9 %	9 1 %	9 3 %

・分野融合・新興領域の拡大について

これまでクリーンルームは電子システム工学課程・専攻の教職員と学生の利用のみであった。共用システムを運用してから、材料化学系や機械工学系の教員の使用登録があり、微細加工装置や分析・評価装置を中心に活発に利用されている。本事業により、電気電子工学系と化学系、機械工学系の教職員や学生の交流が活発になり、クリーンルームでの微細加工技術を通じて上記の異分野間での交流が図れ、共著論文が 5 件出版された。例えば、K. Yamashita, U. Huynh, J. Richter, L. Eyre, F. Deschler, A. Rao, K. Goto, T. Nishimura, T. Yamao, S. Hotta, H. Yanagi, M. Nakayama, and R. H. Friend. Ultrafast dynamics of polariton cooling and renormalization in an organic single-crystal microcavity under nonresonant pumping. ACS Photonics. 2018. Vol. 5, No. 6, pp. 2182-2188.がある。

- ・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

他大学から当大学へ移籍してきた卓越研究員（文部科学省卓越研究員事業）が3年間で2名おり、移籍直後の研究開始時期にクリーンルームの共用設備を積極的に活用した。若手研究員の迅速な研究環境の立ち上げに寄与できた。

- ・試作機の導入・利用等による技術の高度化について

3年間で試作機の導入・利用はなし。

- ・ノウハウ・データ共有について

装置ごとに、各装置担当者が初心者でも活用できる操作マニュアルを作成し、それらをクリーンルームのスタッフがとりまとめ、管理することで、利用者からのノウハウなどを随時吸い上げ更新していくことができ、より良いマニュアルを作成できた。またマニュアルが充実することで利用学生の上回生から下回生への指導もしやすくなり、教員の負担を軽減できた。

- ・技術専門職のスキル向上・キャリア形成について

この3年間で、シニア技術職員である特任専門職から若手の技術職員へクリーンルーム設備維持・管理に関する基礎知識を習得、クリーンルーム入退室や機器予約のシステム導入から運用のルーチン化までを担わせ、多数の装置からなる共用システムの運用実務に関するスキル向上を図った。また、クリーンルームや装置の維持・管理に必要な資格（エックス線作業主任免許、エネルギー管理士免許）取得を行ったことと、操作難度がやや高いTEOS-CVD装置の操作方法を習得し、操作マニュアル作成や操作方法の指導も行うなどスキルアップを達成した。

- ・共用施設を利用した教育・トレーニングについて

クリーンルーム利用及びクリーンルーム内の装置を利用する場合は、利用登録が必要なシステムを設けたことで、クリーンルーム利用及びクリーンルーム内の装置利用それぞれに利用講習や数回の利用トレーニングを行い、利用認定を受けた者しか登録できないようになっているため、これまでの学生間だけで行っていた不十分な伝達による装置故障などを防止できた。また共用システム事業に関するホームページを開設し、クリーンルームの利用の注意点や共用装置の紹介などを掲載することによ

り、利用促進を図るとともに、クリーンルームや装置に関する知識を深める教育効果と、それによるクリーン度や安全性の維持に貢献した。

- ・ 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

従来は各装置それぞれにポンベやチラーなどの供給設備を付帯させていたが、平成 28 年度にクリーンルーム内の共用装置に関する冷却用循環水と排ガス押し出し窒素ガスを大型の供給系に一元化したことにより、高単価である小容量ポンベやフィルター費用の軽減効果があり、年間 259 千円程度の保守管理費節減ができた。

平成 29 年度には、一元化した冷却用循環水と排ガス押し出し窒素ガスなどのユーティリティ設備管理をスタッフが行ったことで、業者による作業日を集中させる効果や、定期点検による設備更新期間の延長効果が得られ、保守管理費の節減（22 千円）や設備更新費の節減（40 千円）などができた。

平成 30 年度には、一部の実験装置の管理もスタッフが一元化して行うことにより、個別装置の保守管理費節減（109 千円）などもできた。

- ・ 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

各装置についてのメンテナンス窓口や保守管理をスタッフが担当することにより、研究者の負担軽減ができた。

また各装置のユーティリティ設備やガスポンベなどの管理をスタッフに一元化したことにより、保守やポンベ交換などの時期を半期ごとにまとめるなどして、時間の削減効果や管理の効率化ができた。

- ・ その他特記すべき成果

文部科学省地域科学技術実証拠点整備事業で絶縁膜製作装置を導入し、本共用化システムに組み入れた。また共用システムによる成果をもとに科学技術振興機構 研究成果展開事業（研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP））「ステージⅢ（NexTEP-A タイプ）」に採択された。これらの事業を通じて、地域の産業界への公開に取り組む道筋をつけた。また、クリーンルームの整備により、電子デバイス作製が可能になったため、最終的にデバイス作成・評価が必要となる年額 1,000 万円超の大型共同研究にもつながっている。

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

本事業にて共用システムを整備できたため、引き続き利用料を徴収して運営していくが、大学の主要プロジェクトとして学内で装置集約をさらに進め、経済的かつ研究成果に貢献できるシステムとして発展させていく。今後は本システムを継続運営していく上で、稼働率拡大が課題となるため、既存利用者及び新規利用者の要望を踏まえて、管理装置及び管理体制の充実、利用料金の改定を行い、また本システムの周知を行っていく。

- ・ 本事業にて雇用した技術職員等のキャリアパス

本事業で雇用した技術職員は、大学経費にて今後も継続雇用する。継続雇用後は、引き続き共用システムの業務を行う。共用システムの業務ではクリーンルーム内装置群の管理を充実させ、将来的に技術職員を増員し、技術職員のみで維持管理していくことを視野に入れ、当該技術職員には、増員した場合の技術職員への指導を通じて、共用システム運営面の経験を積ませる。これを機に、クリーンルーム以外の共用システムへも参加し、大学全体の共用プロジェクトに関わることでキャリア形成していく。

- ・ 共用システムの水平展開目標

すでに 2. 2. 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で述べているように、分野横断組織「デザイン主導未来工学センター」の下にグリーンイノベーションラボ、新素材イノベーションラボ、KYOTO Design Lab、ものづくり教育研究センター等を集約させ、機器の共用化を一元的に推進している。このことから分野融合した研究が容易になり、材料研究からデバイス試作し、プロダクトデザインまで連携できる共用体制が展開される。

- ・ 今後の課題

直近の課題は、クリーンルームの稼働率を上げることである。

X 線回折装置のように 100%近い稼働率の装置がある一方で、急速ランプ加熱炉のように 1 回の使用時間が非常に短く、使用時間を稼働可能時間で除した現在の稼働率の定義では、本質的に稼働率が大きくならない装置もある。このようなことから、クリーンルーム全体の稼働率は 10%台と必ずしも高くないが、クリーンルームを自立化して維持運営

していくことは可能な稼働率である。

一方で、装置を維持管理するには、使用期限のあるガスボンベなど使用がない場合でも経費がかかるものもある。稼働率を向上できれば、使用料を値下げすることができ、さらに使用者を呼びこみ稼働率を向上させる好循環が期待できる。

学内では、クリーンルームにある装置と同等の装置が各研究室で専有されているケースがある。共用装置を利用しない理由に、ただ共用装置のことを知らない場合と、料金面での不安や他部門の利用者によるサンプルやプロセスガスの残留による混入などへの懸念があると考えられる。今後、共用装置について学内広報を一層進め、クリーンルームの稼働率の向上を図りたい。