

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)

国立大学法人筑波大学  
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  
立大学法人筑波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	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：数理物質系	6
III. 本事業3年間を通しての取組及び成果	13
取組（達成状況）	13
成果	18
IV. 今後の展開	23

## 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。

筑波大学においては、パワーエレクトロニクス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：数理物質系】

#### ①共用システムの運営

##### 1) 保守管理の実施

「IRエミッション顕微鏡」、「光電子分光装置」、「低温プローブステーション」、「超高温炉」、「ドライエッチングシステム」等の保守を予定している。

##### 2) スタッフの配置

平成30年度から引き続き、技術職員1名程度と技術補佐員1名程度を雇用する。技術職員は、以下の業務を担当する。

- (1) 共用ルームの整備に関連する業務全般を行う。
- (2) 会合・打ち合わせに関連する業務全般を行う。
- (3) 共用システムのホームページの保守・管理・更新ならびに関連するPR業務全般を行う。
- (4) 対象機器の保守・管理・更新や利用者支援・講習会等の現場に密着した対応を行う。
- (5) 自立的運用を目指して、利用収益等の利用実態の把握や機器利用のPR等を計画・立案する。

技術補佐員は、上記(1)～(5)の業務を補佐する。

##### 3) 共用機器の数、稼働率・共用率の向上策

従来の本事業登録機器5機に加え、IRエミッション顕微鏡と連動して使用することが多いパワーデバイスアナライザーをオープンファシリテ

ィーの共用機器とすることで、登録機器数は6機とする。また、本事業により空いたスペースを活用して実施される、SEM（走査型電子顕微鏡）関連機器の集約化事業において設置予定の関連機器について、共用システムへの登録を検討する。

共用機器の稼働率（総稼働時間）を向上させるための基本的な対策として、共用システムの広報活動を促進することにより利用者に対する利便性を図る。以下に、これらに関する具体的な方策、さらに対象機器ごとの詳細な対応を示す。

#### （1）広報活動の促進

- a) 新たに立ち上げた共用システムホームページにより、登録機器に関する最新情報を発信する。
- b) 筑波大学オープンファシリティー研究機器共同利用説明会にて、学内外に向けて共用システムに関する発表を行う。
- c) TGI（つくばグローバルイノベーション推進機構；筑波大学、茨城県、つくば市、研究学園都市内の研究機構・企業）のホームページに、共用システムのオペレーショントレーニング（機器使用トレーニングのこと。以下「オペトレ」という。）等の開催イベント情報を掲載する。
- d) TIA（つくばイノベーションアリーナ）オープンイノベーション拠点（筑波大学、KEK、NIMS、AIST、東京大学）の共用施設ネットワークの会合に際して、本共用システムの現況報告とともに、宣伝ビラの配布を行う。
- e) TIA ナノテクキャリアアップアライアンス（Nanotech CUPAL；科学技術人材育成事業）主催のシンポジウム、講習会や国際ナノテクノロジー総合展・技術会議（nano tech）のTIAブースにおいて、ポスターや宣伝ビラを掲示する。

#### （2）利用者の利便性

- a) 定期的なオペレーショントレーニングを開催する。特に、機器ごとに操作に習熟した人員（技術職員、研究室学生 [TE: Technical Expert、テクニカル・エキスパート] 等）を配して、個々の利用者に密着したトレーニングを企画する。終了後の利用者アンケートにより、更なる利便性の向上を図る。
- b) 定期的な機器の保守と管理に努め、長期間に亘り利用不可能な期間が生じる事態を避ける。

#### （3）対象機器ごとの対応

- a) IR エミッション顕微鏡、 パワーデバイスアナライザー

機器管理研究室以外の利用に関して、前記（１）および（２）の稼働率向上対策に加え、当該装置を利用した研究成果（パワーモジュールの発熱分析に関する研究あるいは故障分析の研究）を国内の学会等で情報発信することにより、学外の共同利用ユーザーの拡大を図る。

b) 低温プローブステーション

前記（１）および（２）の稼働率向上対策に加え、研究室レベルでの情報発信（具体的には、メールや Web 等での装置の存在の周知、スペックのほか実際の測定例の公開および定期的なオペトレの開催）をすることで、稼働率の向上を図る。

また、本装置はパワーエレクトロニクス分野に特化された装置であるので、ハードウェアを改良することにより半導体や磁性材料分野などでも活用できるようにし、利用者の拡大を図る。

c) ドライエッチングシステム、超高温炉

前記の稼働率向上対策（１）および（２）を講じながら、さらに、研究室レベルで当該機器の情報発信（共同研究時に当該機器が共用機器対象であることの周知や測定例の紹介など）を行うことにより、地道にユーザー獲得数を増やす。

d) 光電子分光装置

既にコンスタントに十分な共同利用実績を示しているが、前記（１）および（２）の稼働率向上対策により、まだ余裕のある稼働可能時間を有効利用することでさらなる利用者獲得を図る。

4) その他、特徴的な取組

(1) 本学の特色を生かした外部共用プラン

- ・ 共用機器の外部共用を促進するに当たって、前述3)「共用機器の数、稼働率・共用率の向上策」で言及したTIAおよびTGIを活用する取組みの他に、本学が中核機関の一つとして関与しているTPEC(つくばパワーエレクトロニクスコンステレーション)を活用して当該共用システムの周知を図る。TPECには次世代パワーエレクトロニクス(以下「パワエレ」という。)技術開発を目指す16の企業が参画している(主要メンバーとして、AIST、富士電機、住友電工、トヨタ自動車等)。TPECの様々な会合の折に、本共用システムの使用実施例などを提示し、直接パワエレに深く関与するこれらの企業群にPRすることにより利用の促進を図る。その際、利用による成果の公開または非公開の希望やそれ

に応じた利用料金の差別化など、柔軟できめ細かな対応を行う。  
・本学では、第3期中期計画・目標にも掲げているとおり、世界のパートナー校との連携やスーパーグローバル大学創成支援事業におけるキャンパス・イン・キャンパス、海外研究ユニット招致等の構想を実現するため、グローバル化が日常化している。外国人研究者にとっても快適な研究環境を提供するために、筑波大学オープンファシリティの英語化システムも有効に活用しながら、国際的に対応可能な共用システムとしての機能強化を推進する。

#### (2) 人材育成（技術職員）

技術職員は、共用システムの利用支援に際して、教員・研究者と機器の仕様や管理情報を共有することで、スキルを習得する。さらに、学内のほか、学外で開催される専門講習会等には積極的に参加を支援する。また、機器を管理する教員・研究者との信頼関係を構築し、共同研究者として研究自体にも関与することを促すことで、高度なスキルアップを図る。

#### (3) 人材育成（若手研究者・学生）

- ・頻繁に機器を利用する若手研究者に、研究費や機器使用のインセンティブを付与する。
- ・新たに設けた技術支援制度により、機器の操作に習熟した学生をTEと認定し各機器に配して、装置の簡易なメンテナンスや利用者に密着したトレーニングを行い、利用者を支援する側の立場から運用に協力してもらう仕組みを作る。
- ・継続的に若手研究者や学生を確保するために、定期的なオペレーショントレーニングを開催する。

## 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

本共用システムは、本学の第3期中期計画・目標に掲げている装置設置施設の機能別集約化に向けた取組の一つと位置づけている。機器共用の推進・管理・運用部署として、研究基盤総合センター内にオープンファシリティ推進室を設置し、現在171台（令和2年5月現在）装置を運用している。

一方、数理物質系では、エネルギー物質科学研究センターを設立し、

その一部門としてパワエレに特化した電気エネルギー制御部門を設置した。当該プロジェクトでは、学内外3か所に分散設置されているパワエレ関連の機器を一施設に集約したうえで、オープンファシリティに本共用システムを一括登録し、全学的に管理・運用する体制を構築した。これにより、電気エネルギー制御部門の研究環境の整備および研究者の利便性の促進を図った。

さらに、本学は令和元年10月に「イノベティブ計測技術開発研究センター」を設立した。本センターは、つくばの地域性を活かし、学内外の専門家が結集し、横断的かつ集中的に、精度・質の高い革新的計測評価技術の開発研究を推進することを目的として設立したものである。本事業では、本センターと密接に連携をとり、質、量ともにさらなる共用化の推進を図った。

## 2. 既存の共用システムとの整合性

本共用システムをオープンファシリティシステムに接続することによって、研究環境の整備、利用者の利便性の拡大および研究力の強化を図ることが可能になるので、両者の統合・連携には必然的な整合性がある。これを踏まえ、対象となる全6機器（IRエミッション顕微鏡、パワーデバイスアナライザー、低温プローブステーション、ドライエッチングシステム、超高温炉、光電子分光装置）をオープンファシリティに登録した。

さらに、オープンファシリティを通して、組織を跨いで多角的に機器の閲覧・予約が出来る体制を整え、本事業の登録機器と文部科学省「ナノテクノロジープラットフォーム事業」の一環である本学微細加工プラットフォーム及びイノベティブ計測技術開発研究センターの登録機器を相補的に利用できる連携体制を構築した。例えば、パワーデバイスにおいて、試作した試料の評価や改良を目的とした場合、本事業のパワーデバイスアナライザーやイノベティブ計測技術開発研究センターの測長SEMなどで物性や構造の評価を行い、その後、本事業のIRエミッション顕微鏡を使って不良箇所や改良箇所の特定制を行う。これに基づき、微細加工プラットフォームのFIB-SEM等を用いて、試料の加工や修正を行うことで、原因究明や効率的な試料の改良が可能になった。上記連携体制の構築により、学内のパワエレ関連機器を機能別に集約し、一元管理することができるようになり、利用者の増加促進を図ることができた。

### 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

基本的に、運用ルールおよび利用料金体系は、オープンファシリティー推進室で制定されている機器共用細則に従う。なお、必要に応じて、学内外の利用状況を勘案して、利用料収入と利用者数を最適化すべく柔軟な対応を行った。

#### 《研究組織別の取組内容》

##### 【研究組織名：数理物質系】

##### ① 共用システムの運営

##### 1) 保守管理の実施状況

「IR エミッション顕微鏡」、「低温プローブステーション」、「光電子分光装置」、「超高温炉」、「ドライエッチングシステム」については、本事業により機器メーカーと新たに年間保守契約を締結し、保守管理を実施した。「パワーデバイスアナライザー」については、学内予算により保守を実施した。また、日常的な保守に関しては、技術職員および技術補佐員が中心となり、担当教員の協力も得ながら一元的に行った。さらに、機器メーカーによる利用者講習会を実施して機器管理者（機器管理教員、技術職員及びTE）の育成を行った。

##### 2) スタッフの配置状況

本事業により技術職員1名と技術補佐員1名を雇用した。技術職員が担当した業務は、以下の通りである。

##### (1) 共用ルームの整備に関連する業務全般を行った。

- ・ 保守作業に関する業者等との連絡調整および作業時の立ち合い。
- ・ 電源確保のための機器設置、配線作業および関連業務。
- ・ 耐震固定作業等、共用ルームの安全衛生活動。
- ・ 共用ルーム内の試薬管理。
- ・ 機器のチェックおよび自主保守作業。

##### (2) 会合・打ち合わせに関連する業務全般を行った。

- ・ 業務参加者全員のメーリングリストの更新。
- ・ 定例の打ち合わせの開催および議事要旨の作成。

##### (3) 共用システムのホームページのアップデート作業およびセキュリティ対策ならびにインターネット公開における検索エンジン最適化作業を行った。

##### (4) 対象機器の保守・管理・更新や利用者支援・講習会等の現場に密着した対応を行った。

- ・登録機器すべてに関して、機器メーカーもしくは機器管理研究室スタッフによるトレーニング講座を企画・立案し、開催した。
  - ・本事業登録の共用機器に関する簡易マニュアルの改訂版作成。
  - ・低温プローブステーションのマニピュレータの配線配置の変更及びサンプル固定治具の追加。
  - ・超高温炉における導入ガス配管の改修作業。
  - ・オープンファシリティー共用機器見学会および学外利用者への対応。
  - ・オープンファシリティーへのTE登録作業。
- (5) 自立的運用を目指して、利用収益等の利用実態の把握、機器利用のPR活動および機器管理者と若手研究者へのインセンティブ付与対応を行った。
- 技術補佐員は、上記(1)～(5)の業務を分担・補佐した。

### 3) 共用化した研究設備・機器の数、稼働率・共用率等の実績

共用化した機器は6台である。平成31年度の稼働率および共用率は、それぞれ29.6%および100%であった。稼働率は、稼働可能時間に対する総稼働時間の比率とし、共用率は、総稼働時間に対する共用時間の比率とした。なお、稼働可能時間は、本学職員対応可能時間（平日の各日9:00～17:00）とし、共用時間は、利用者の区分に拘らず全ての利用分を共用時間とした。稼働率は、平成30年度に比して5%アップし、総稼働時間は、平成30年度の2,398時間から平成31年度は3,405.5時間と大幅に増加し、約142%の伸びとなった。

### 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  
平成31年度に該当する事項はなかった。
- ・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  
学内利用の若手研究者（40歳未満）に対する研究支援の一環として、機器利用に際し、利用料の半額を還付する等のインセンティブを付与した。また、海外からの研究者への支援として、オープンファシリティーのWeb上に、英語版による登録機器の利用手続きや機器の説明が公開済である。さらに、本共用システムの登録機器に関する英語版の操作マニュアルを、新規登録したパワーデバイスアナライザーの

項目を追加したうえで改訂した。

- ・試作機の導入・利用等による技術の高度化について

平成 31 年度に該当する事項はなかった。

- ・ノウハウ・データ共有について

本共用システムの登録機器に関する既存の日本語版および英語版の操作マニュアルに、新規共用化したパワーデバイスアナライザーの項目を追加し、基本的な測定操作の充実化を図った。利用者講習会の折に、これらを利用者へ紹介してノウハウの共有を行った。

- ・技術専門職のスキル向上・キャリア形成について

技術職員は、機器メーカーによる使用方法のトレーニングを開催し参加することで、機器に関する理解の深化を図った。さらに、利用拡大のための知見を得るため、関連分野の教員・研究者が主催するセミナー等に参加し、方策を模索した。また、第 6 回設備サポートセンター整備事業シンポジウム（主催：宮崎大学、令和 2 年 1 月 30 日）および同大学施設見学会（令和 2 年 1 月 31 日）ならびに併催の第 1 回研究基盤イノベーション分科会に参加し、文部科学省による基調講演やパネルディスカッションを通して、分析機器事業の現状や課題、今後の戦略などについて知見を得た。特に、ポスターセッションでは他の研究機関と設備サポート事業に関する議論を行い、本事業に有用な情報の収集を行った。

以上のほかに、下記の学内外の専門講習会等に参加し、スキル向上を図った。

- ・第 7 回営業職・文系にも役立つ真空技術講座（平成 31 年 4 月 19 日、高エネルギー加速器研究機構）
- ・第 7 回オープンファシリティ研究機器共同利用説明会（令和元年 5 月 30 日、筑波大学）
- ・IR エミッション顕微鏡オペレーショントレーニング（令和元年 6 月 20 日～21 日、筑波大学）
- ・Keysight World 2019 Web セミナー（令和元年 7 月 1 日～5 日、11 日～12 日、筑波大学）
- ・低温プローブステーションオペレーショントレーニング（令和元年 7 月 16 日～17 日 午前、筑波大学）
- ・パワーデバイスアナライザーオペレーショントレーニング（令和

元年7月17日 午後、筑波大学)

- 光電子分光装置オペレーショントレーニング (令和元年8月7日～8月8日、筑波大学)
- JASIS コンファレンス 2019 (主催：文部科学省、令和元年9月4日～6日、幕張メッセ国際会議場) 先端研究基盤共用促進事業シンポジウム 2019、JAIMA セミナー、JSCA 表面化学分析国際標準化セミナー 2019、微細構造解析：分析連携セミナー等
- 超高温炉オペレーショントレーニング (令和元年9月10日、筑波大学)
- 2019年日本表面真空学会学術講演会 (令和元年10月28日～30日、つくば国際会議場)
- 第3回新共用連絡協議会及び施設見学会 (令和元年10月31日～11月1日、金沢大学)

• 共用施設を利用した教育・トレーニングについて

登録機器に関して、機器メーカーもしくは機器管理研究室スタッフおよび TE によるオペレーショントレーニングを開催し、研究者および学生のための機器使用の講義並びに実習を行った。オペレーショントレーニングの内容は、装置の原理、実機操作トレーニング、実試料測定である。また、利用依頼ごとに随時開催したものを含めて、月平均1回以上の頻度で実施した。以下に、主なオペレーショントレーニングの開催日程を記す。

- IR エミッション顕微鏡オペレーショントレーニング (令和元年6月20日～21日、筑波大学)
- 低温プローブステーションオペレーショントレーニング (令和元年7月16日～17日、筑波大学)
- パワーデバイスアナライザーオペレーショントレーニング (令和元年7月17日、筑波大学)
- ドライエッチングシステムオペレーショントレーニング (令和元年8月1日、筑波大学)
- 光電子分光装置オペレーショントレーニング (令和元年8月7日～8日、筑波大学)
- 超高温炉オペレーショントレーニング (令和元年9月10日、筑波大学)

- スペースマネジメントについて

本事業により、学内に分散設置してあったパワエレ関連機器を1か所に集約化したため、移設前の設置スペースに余剰が発生することになった。これらの一部のスペースを有効活用して、イノベティブ計測技術開発研究センター登録の測長 SEM および小型 SEM を設置した。

さらに、本事業のために改修した共用ルーム内に散在していた古い機器を廃棄して上記センター登録の TEM を搬入し、パワエレ共用装置群とのシームレスな利用が可能になった。

- 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

- (1) 学外への利用促進について

民間企業（3社、うち2社は継続利用登録）、他大学・研究機関（2機関）の外部利用があった。また、共用機器の外部共用を促進するため、以下の取り組みを行った。これらの取り組みにより、パワエレ共用システムの学外における認知と利用実態の理解が進んだ。

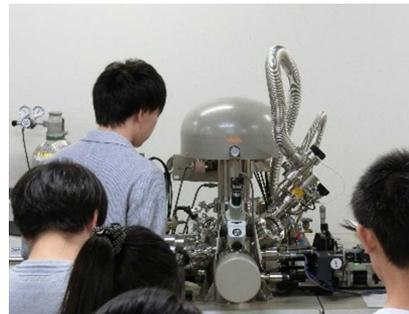
- TGI のホームページに利用者講習会等の開催イベント情報を掲載
- 第14回 TPEC バリュー・戦略会議（令和元年6月開催）において、パワエレ共用システムのパンフレット配布
- TIA 共用施設ネットワーク MG（Management Group）会議（令和元年7月、12月開催）においてパワエレ共用装置の利用状況等の説明
- TPEC のワークショップ（令和元年8月開催）において、宣伝ビラ配布
- 2019年日本表面真空学会学術講演会 企業展示（令和元年10月開催）において、ポスター展示による発表ならびに同学会機関紙「表面と真空」（2020年3月号：Vol.63, 前付12頁）への広告掲載
- TIA ナノテクキャリアアップアライアンス主催のシンポジウム（令和元年10月開催）において宣伝ビラを配布
- 筑波大学共用研究機器見学会 Open Facility Week（令和元年10月開催）において、装置見学会を開催。
- 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議（令和2年1月開催）の TIA ブースにおいてポスターを掲示
- 第8回筑波大学パワーエレクトロニクス未来技術研究会（SiC アライアンス共催、TPEC 協賛：令和2年2月開催）において、ポスター展示およびパンフレットを配布

### (2) 研究者が研究開発活動に専念できる環境整備について

TE 費用を増額することによって技術支援体制を強化した。これにより、本事業の運用における機器管理研究者の負担が軽減され、研究時間の確保ができるようになった。平成 31 年度の委嘱費用はオープンファシリティ推進室により支援された（図 1）。



(a) ドライエッチングシステム



(b) 光電子分光装置

図 1. TE による操作講習会風景

### (3) 登録機器の追加及び高機能化について

IR エミッション顕微鏡と連動して効率的な利用が見込まれるパワーデバイスアナライザーを本事業の登録機器に加え、さらにオープンファシリティの共用装置として追加登録した（図 2）。また、学内予算等を活用して、以下の高機能化を実施した。

- ・低温プローブステーションに新たに真空計を設置した（図 3-a）。
- ・ドライエッチングシステムを改修し、新たに Ar ガスをエッチングガスとして使用できるようにした（図 3-b）。
- ・光電子分光装置および超高温炉については、粉末試料用のホルダーを設置した（図 3-c, d）。



図 2. 追加登録機器：パワーデバイスアナライザー



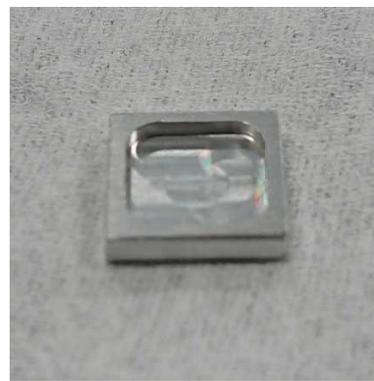
(a) 真空計



(b) Ar エッチングガス



(c) 超高温炉用粉末用ホルダー(試作)



(d) 光電子分光用粉末ホルダー

図 3. 高機能化

#### (4) インセンティブの付与について

前述の「・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」に記載のとおり、学内の若手研究者（40歳未満）の利用に際してインセンティブを付与し、研究費の支援に貢献した。また、学外利用のある機器について、管理者にインセンティブを付与し、研究費支援のみならず学外利用者の拡大を促した。

#### (5) 学内の研究促進について

オープンファシリティー研究機器共同利用説明会等の広報活動による学内への事業展開を促進したことによって、複数の他の組織（イノベティブ計測技術開発研究センター、システム情報系、生命環境系）からの利用があった。また、本共用機器を使用した研究の論文数、口頭発表数が、平成30年度に比べて増加した。（論文数

H30:8 件 H31:17 件、口頭発表数 H30:67 件 H31:70 件、特許出願数 H30:6 件 H31:4 件) このように、本事業は研究分野の活性化に向けて有意な貢献をすることができた。

### 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

本事業の登録機器の管理および保守業務は、研究組織の事業運営主体となるパワエレ共用システム運用チーム（業務主任者のほか、機器管理教員、技術職員、事務職員などにより構成）を構築し、同チームによって行った。運営の円滑化と透明化のため、年度当初に運用チームメンバー全員が参加する会合を開催し情報の疎通を図った。さらに、業務主任者および技術職員が参加する小規模な会合を毎週開催し、機器の管理状況の包括的把握や運営上の諸々の判断を行った。これらの審議内容は、同チームのミーティングリストを介して直ちに全員に配信された。

さらに、統括部局であるオープンファシリティ推進室との連携の下で、管理・保守の作業日程などは学内外に周知される体制を構築した。オープンファシリティ推進室長も上記の年度当初の会合に参加し、連携状況の把握と情報の疎通を図った。

（図 4：管理・共用・利用支援体制の概略を参照。）

#### 2) 研究設備・機器の共用の運営を行う体制

平成 30 年度に、本事業の対象となる機器のうち 5 機器（IR エミッション顕微鏡、低温プローブステーション、ドライエッチングシステム、超高温炉、光電子分光装置）をオープンファシリティへ統合した。さらに、平成 31 年度に、1 機器（パワーデバイスアナライザー）を追加統合した。これにより、オープンファシリティの利用細則のもとで、Web システムを利用した一元的な共用利用の運営体制が構築できた。

（図 4：管理・共用・利用支援体制の概略を参照。）

#### 3) 研究者が利用するために必要な支援体制

登録機器を利用する研究者への支援は、パワエレ共用システム運用チームが対応した。機器メーカーもしくは機器管理研究室スタッフおよび TE 学生による定期的及び随時のオペレーショントレーニングの設定と、学内の若手研究者（40 歳未満）の利用に対するインセンティブ付与（利

用料金の半額還付) および機器管理研究室の利用に対するインセンティブ付与(学外利用料金の全額還付)を行った。なお、TEの委嘱費用はオープンファシリティー推進室により支援した。

(図4: 管理・共用・利用支援体制の概略を参照。)

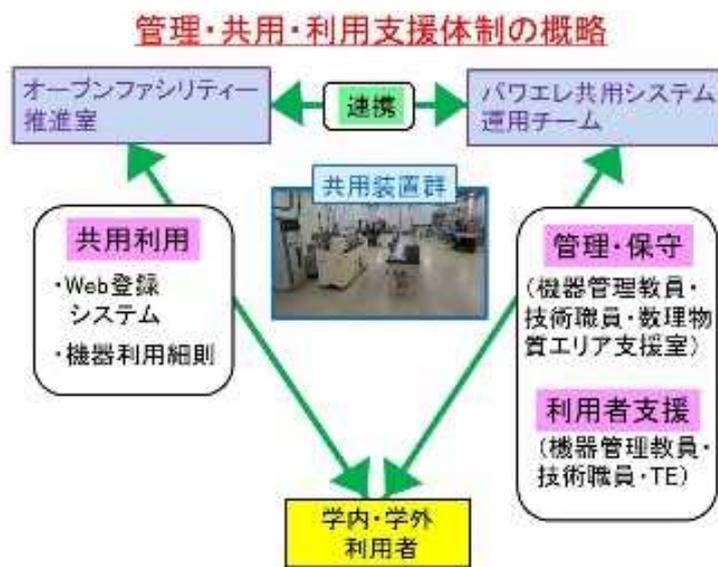


図4. 管理・運営・利用支援体制の概略

#### 4) これまでの取組を踏まえた自己評価

本事業申請時に計画された以下の(1)-(4)の取組に関して、5段階(S, A, B, C, D)の自己評価を行った。なお、ランクの定義は以下のとおり。

- S: 顕著な成果があった
- A: 計画以上の成果があった
- B: 計画どおりの成果があった
- C: 計画をやや達成できなかった
- D: 計画より大きく達成できなかった

##### (1) 共用システムの導入 (S)

###### ・共用スペースの確保 (S)

本事業の眼目となる当初計画は、学内外に分散設置してあるパワエレ機器群を一つの共用ルームに集約化してシームレスな共用利用体制を構築することであった。学内予算支援によって、多くの既設装置やクリーンルームの移設・撤去などを行い、211m<sup>2</sup>の広大な共用ルームを確保できた。このスペースはマイナーな改修を継続して

おり、余剰スペースにイノベティブ計測技術開発研究センター関連の機器を移設し、パワエレ共用機器群との円滑な連携を構築した。このような連携は今後も計画されている。また、パワエレ共用機器の移設前のスペースも有効に利用した。

・機器の集約化 (A)

当初計画は、学内外 3 か所に分散設置されているパワエレ関連の機器 15 台を集約したうえで、オープンファシリティに登録し、全学的に管理・運用する体制を構築することであった。

本事業の 3 年間で共用スペースに集約した機器はパワエレ研究のコアとなる 6 台であった。事業申請時に計画された他の 9 台のパワエレ関連装置群も順次オープンファシリティ登録を行い、コアの 6 台の機器と Web システムを介して共用利用が可能になり、相乗的な利用が進行した。

(2) 組織体制 (S)

当初計画は、業務主任者のほか、機器管理教員、技術職員、事務職員から成る共用システム運用チームを立ち上げ、共用機器に関して網羅的に対応できる支援体制を構築することであった。

計画に沿ってチームを立ち上げ、前出の図 4 で示したように、オープンファシリティ推進室とパワエレ共用システム運用チームがそれぞれ共用と管理・保守・利用者支援業務を分担しながら連携する体制を構築した。両者間の円滑な意思疎通に努めたため、細部に渡って組織体制はうまく機能した。また、機器管理教員とは、管理・保守に関する情報の共有化などを通して信頼関係を構築できたので、機器利用の現場の諸々の問題に対して迅速に把握し対応することができた。

(3) 機器の稼働状況および保守・更新 (A)

・機器の稼働状況 (B)

当初計画は、分散設置されていた装置群の稼働率は必ずしも高くなかったため、集積化により利便性を高め、稼働率の向上を図ることであった。

共用機器 6 台の利用状況は、利用件数・稼働率（総稼働時間）ともに年次増加傾向にある（後述の《成果》の項参照）。これらの指標を向上させるため、広報活動の促進や利用者に対する利便性の拡充の対策を講じてきた。3 年間という制限された事業期間内に一定

の効果が得られたことは評価し得る。ただし、現状の問題点を明確化し対策を講じることが必要である。今後、パワエレという研究分野の特殊性によるバイアスを廃すべく、共用機器が隣接学際研究分野においても有効に活用できる事例をさらに蓄積し情報を発信し続けることが重要と思われる。また、学外利用者数の更なる増加が望まれる。

・保守・更新 (A)

当初計画は、本事業および利用収益を原資に保守・更新を計画することであった。

本事業により、業者との年間保守契約を結び、機器の経年劣化による不具合に迅速に対応することが可能になった。とりわけ、光電子分光装置の更新再生により、測定の高精度化を図ったことは高く評価できる。また、利用収益から財源を確保することは困難であったが、これを補填するため学内予算を確保した。これを基にして、低温プローブステーションへマニピュレータの増設を行い、高性能化を実現したことも高く評価できる。

(4) 共用化により期待される効果 (A)

・人材育成 (A)

技術職員の育成に係る当初計画は、本事業の保守・管理業務に主体的に関与し学内外の様々な専門的なイベントに積極的に参加することによって、共用機器の保守・管理に関する高度な知識・ノウハウを獲得することであった。

学内外で開催される専門講習会等に積極的に参加の支援をしたことにより高度な知識・ノウハウを獲得でき、さらに本事業の国内の取組全般に関する広範な政策や情報に精通することができた。このような人材育成の取り組みが高度なスキルアップと事業終了後のキャリアパス形成に大いに寄与した。

若手研究者・学生の育成に係る当初計画は、頻繁に機器を利用する者に利用者を支援する側の立場から運用に協力してもらう仕組み作りを行い、若手研究者には研究費を、学生には TA としての雇用をインセンティブとして付与することであった。

若手研究者に関しては、インセンティブ付与による機器利用促進を図った。これは研究費の効果的な活用にも寄与したことで好評であり、研究者支援の一環として評価し得る取り組みであった。

学生に関しては、機器の操作に習熟した学生をTEとして認定し、技術支援を目的として、装置の簡易なメンテナンスや利用者に密着したトレーニングを行い、利用者を支援する側の立場から運用に協力してもらう仕組みを作った。この取組は、TEという学生のキャリアパス形成のほか経済的支援の面からも好評であり、事業終了後も継続する意向である。なお、委嘱費用はオープンファシリティ推進室により支援され、学内組織間の連携が機能した取組例として評価し得る。

・研究力強化 (A)

当初計画は、エネルギー物質科学研究センターのパワエレ研究部門に属する教員・研究者のために研究環境を整備し、さらに部門横断的な研究連携を図ることによって、相乗的な研究力の強化を促進することであった。

機器利用者の論文数等の数値データが年々増加傾向にあることから、本事業が研究力強化に繋がったことは評価できる。特に、共用装置の機器管理教員の大半がパワエレ研究の部門を有するエネルギー物質科学研究センターの兼任教員であり、機器利用と研究を緊密に連携させることが可能となっていることが研究力強化に奏功していると思われる。

・国際化 (B)

当初計画は、学内のプロジェクト等で在籍している外国人研究者に対して、共用化による充実した研究環境を提供し、本事業を通じて国際的な貢献に資することであった。

学内外の外国人研究者・学生向けに英語の利用マニュアルや機器説明書を作成し、利用環境の充実化を図った。さらに、学内の大学院ダブルディグリープログラムなどにより、在籍している外国人研究者・留学生の利用実績は年々増加した。よって、これらの取組は評価できる。今後さらに国際化に関する実績を向上させるために、学内のホスト教員との国際共同研究を通して来学する研究者・学生に対して共用装置利用を促す広報活動などが必要と思われる。

・共用プラットフォームとの連携 (A)

当初計画は、同じ数理物質系で管理・運用している微細加工プラットフォームと連携を図り、登録されている 18 機器のうちパワエレ関連機器を本共用システムに組み込んでオープンファシリティ化することであった。

本共用システムへは 1 機器 (ドライエッチングシステム) の組み

込みを行い、その他の機器については Web システムを介して登録機器を相補的に利用できる連携体制を構築した。

前出（２）の組織体制で言及したように、オープンファシリティー推進室と共用システム運用チームとの連携は緊密である。また、微細加工プラットフォームおよびイノベティブ計測技術開発研究センターと当共用システムは、機器の相乗的な利用実績が増えつつあり、連携が強化されつつある。これらは、本学の第 3 期中期計画・目標に掲げている装置設置施設の機能別集約化に向けて大きな実績になると評価できる。

〈成果〉

・ 共用機器の数

	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度
機器数（台）	5	5	6

・ 共用機器の利用件数

	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度
利用件数（件）	288	543	617

・ 共用機器の稼働率、共用率等

	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度
稼働可能時間 ①（時間）	9,600	9,600	11,520
総稼働時間 ②（時間）	1,440	2,398	3,406
共用時間 ③（時間）	1,440	2,398	3,406
稼働率 ②／①（%）	15.0	25.0	29.6
共用率 ③／②（%）	100.0	100.0	100.0

・ 分野融合・新興領域の拡大について

該当する事項はなかった。

・ 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

学内利用の若手研究者（40 歳未満）に対する研究支援の一環として、

機器利用に際し、利用料の半額を還付する等のインセンティブを付与した。また、海外からの研究者への支援として、オープンファシリテーターのWeb上に、英語版による登録機器の利用手続きや機器の説明を公開した。さらに、本共用システムのすべての登録機器に関して英語版の操作マニュアルを作成した。

- ・試作機の導入・利用等による技術の高度化について  
該当する事項はなかった。

- ・ノウハウ・データ共有について

本共用システムのすべての登録機器に関して、日本語版および英語版の操作マニュアルを作成し、基本的な測定操作の標準化を行った。利用者講習会の折に、これらを利用者へ紹介してノウハウの共有を行った。

- ・技術専門職のスキル向上・キャリア形成について

技術職員は、教員・研究者と共に機器を使用して得たデータの精度向上や解析法に関して議論し、研究内容に関する理解に努め、更なるスキルの向上を図った。さらに、機器メーカーによる使用方法のトレーニングを開催し参加することで、機器に関する理解の深化を図った。また、学内外で開催された専門講習会等に参加し、スキル向上を図った。とりわけ、設備サポートセンター整備事業シンポジウムやJASISのシンポジウムに毎年参加して、文部科学省による基調講演やパネルディスカッションを通して、分析機器事業の現状や課題、今後の戦略などについて知見を得た。また、ポスターセッション等で他の研究機関と設備サポート事業に関する議論を行い、本事業に有用な情報の収集を行った。

以下に、主な講習会やシンポジウム等への参加実績を記す。

- ・設備サポートセンター整備事業シンポジウム（第4回、第5回、第6回）
- ・新共用事業連絡協議会及び施設見学会（第1回、第2回、第3回）
- ・JASISカンファレンスおよびJAIMAセミナー（2018、2019）
- ・Keysight World Webセミナー（2018、2019）
- ・IRエミッション顕微鏡オペレーショントレーニング（平成30年度、平成31年度）
- ・低温プローブステーションオペレーショントレーニング（平成30

年度、平成 31 年度)

- ・ドライエッチングシステムオペレーショントレーニング (平成 30 年度)
- ・光電子分光装置オペレーショントレーニング (平成 31 年度)
- ・超高温炉オペレーショントレーニング (平成 30 年度、平成 31 年度)
- ・パワーデバイスアナライザーオペレーショントレーニング (平成 30 年度、平成 31 年度)
- ・衛生工学衛生管理者講習 (平成 30 年 12 月)
- ・2019 年日本表面真空学会学術講演会 (令和元年 10 月)

・共用施設を利用した教育・トレーニングについて

登録機器に関して、機器メーカーもしくは機器管理研究室スタッフおよび TE によるオペトレを開催し、研究者および学生のための機器使用の講義並びに実習を行った。オペトレの内容は、装置の原理、実機操作トレーニング、実試料測定である。各機器についてメーカーオペトレを年 1 回程度、機器管理者及び TE によるオペトレ及び技術支援を全体で年 10 回程度の頻度で実施した。以下に、主なオペトレの開催実績を記す。

- ・ドライエッチングシステムオペレーショントレーニング (平成 30 年 8 月 6 日、令和元年 8 月 1 日、筑波大学)
- ・光電子分光装置オペレーショントレーニング (平成 30 年 8 月 22 日、令和元年 8 月 7 日～8 日、筑波大学)
- ・IR エミッション顕微鏡オペレーショントレーニング (平成 30 年 9 月 25 日～26 日、令和元年 6 月 20 日～21 日、筑波大学)
- ・低温プローブステーションオペレーショントレーニング (平成 30 年 10 月 15 日～16 日、令和元年 7 月 16 日～17 日、筑波大学)
- ・超高温炉オペレーショントレーニング (平成 30 年 11 月 7 日、令和元年 9 月 10 日、筑波大学)
- ・パワーデバイスアナライザー (平成 30 年 9 月 28 日、令和元年 7 月 17 日、筑波大学)

・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

パワエレ共用機器の保守にあたって、各機器に共通する消耗品 (Ar, N<sub>2</sub> ガス、バルブチューブ、ガス検知器、ガススタンド等) を学内予算に

よる一元的購入としたことにより、効率的な保守予算の運用が可能になった。さらに、本事業により機器メーカーと年間保守契約を締結したことによって、保守管理費の計画的な運用が可能になった。

また、パワエレ関連機器を共用ルームに移設・集約化したため、移設前の設置スペースに余剰が発生し、これらの一部のスペースをイノベーション計測技術開発研究センターが有効に活用することが可能になった。さらに、共用ルームを改修することによって発生した余剰スペースに本事業外の学内機器を搬入し、パワエレ共用装置群とのシームレスな利用が可能になった。

- ・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

パワエレ共用機器の保守にあたって、締結した各機器メーカーとの年間保守契約と技術職員およびTEによる自主的な機器の保守作業によって、機器管理研究者の負担が大幅に軽減された。それに伴って確保できた余剰時間を、研究・教育に有効に活用することが可能になった。

- ・その他特記すべき成果

#### (1) 学外への利用促進について

オープンファシリティ研究機器共同利用説明会および TIA と TGI の機器データベースを介した学外への情報発信、TIA と TPEC のワークショップ等のイベントに際しての宣伝ビラ配布、学術会議・技術展におけるポスター展示ならびに機器見学会開催などの広範な広報活動による学外への利用促進を行った。これらの取り組みにより、パワエレ共用システムの学外における認知と利用実態の理解が進み、民間企業 3 社、他大学・研究機関 2 機関との連携が構築され、水平展開が図られた。以下に具体的な取り組み実績を記す。

- ・TIA 共用施設ネットワーク MG (Management Group) 会議においてパワエレ共用装置の利用状況等の説明（平成 29 年 7 月、12 月、平成 30 年 8 月、平成 31 年 1 月、令和元年 7 月、12 月）および装置見学会を開催（平成 31 年 1 月）
- ・国際ナノテクノロジー総合展・技術会議（平成 30 年 2 月、平成 31 年 2 月、令和 2 年 1 月開催）の TIA ブースにおいてポスターを掲示
- ・オープンファシリティ研究機器共同利用説明会にて共用機器説明のために講演（平成 30 年 5 月、令和元年 5 月）

- ・TIA ナノテクキャリアアップアライアンス主催のシンポジウム（平成 30 年 6 月及び平成 31 年 2 月、令和元年 10 月開催）において宣伝ビラを配布
- ・TPEC のワークショップ（平成 30 年 7 月、11 月、令和元年 8 月開催）において宣伝ビラを配布
- ・中小企業技術交流会に際して装置見学会を開催（平成 31 年 3 月）
- ・2019 年日本表面真空学会学術講演会（令和元年 10 月開催）においてポスター展示と発表ならびに同学会機関誌「表面と真空」（2020 年 3 月号：Vol. 63, 前付 12 頁）への広告掲載
- ・TGI のホームページに利用者講習会等の開催イベント情報を掲載

(2) 研究者が研究開発活動に専念できる環境整備について

前述の「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」に記載のとおり、機器運用に協力してくれる学生を TE なる肩書を付け委嘱し、技術支援体制を作った。これにより、本事業の運用における機器管理研究者の負担が軽減され、研究時間の確保ができるようになった。委嘱費用はオープンファシリティ推進室により支援された。

(3) 登録機器の追加及び高機能化について

本事業開始当初の登録機器 5 台に加え、IR エミッション顕微鏡と連動して効率的な利用が見込まれるパワーデバイスアナライザーをオープンファシリティおよび本事業の登録機器に追加した（平成 31 年度）。また、低温プローブステーションの利用者拡大を目指してマニピュレータを増設し、既存機器の高機能化を行った（平成 30 年度）。

(4) インセンティブの付与について

前述の「〈取組（達成状況）〉3）研究者が利用するために必要な支援体制」に記載のとおり、学内の若手研究者（40 歳未満）の利用に際してインセンティブを付与し、研究費の支援に貢献した。また、学外利用のある機器について、管理者にインセンティブを付与し、研究費支援のみならず学外利用者の拡大を促した。

(5) 学内の研究促進について

本学における研究戦略の一環をなすパワエレという研究分野に、新規人事配置(2 件)が行われた。これは、本事業の導入を含め、この分野の研究力の更なる強化が評価された結果である。さらに、オープンファシリティ研究機器共同利用説明会等の広報活動によって、学内の他の組織（イノベティブ計測技術開発研究センター、システム情報系、生命環境系）からの利用が増加し、学内水平展開が促進された。

また、本共用機器を使用した研究の論文数、口頭発表数が年次増加した。（論文数 H30:8 件 H31:17 件、口頭発表数 H30:67 件 H31:70 件、特許出願数 H30:6 件 H31:4 件）このように、本事業は研究分野の活性化に向けて有意な貢献をすることができた。

#### 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

令和 2 年度以降、パワエレ共用システムは数理物質系共用施設委員会傘下の一事業として運用する。本事業運営主体であったパワエレ共用システム運用チームは、一部改組の上でパワエレ共用機器群グループとして自走体制下で本事業の運用継続を図る。具体的には以下のとおりである。

- (1) 予算確保：登録機器の運用による利用収入を原資として年度当初に年間予算案を作成する。予算は、全登録機器に共通する保守・管理、広報、消耗品等の経費と個々の機器に特化した経費に区分する。個々の機器の収支の黒字化を目指す。不足する分は学内予算の要求を行い、確保する予定である。
- (2) 機器の保守・管理：小規模修理は上記の利用収入で措置する。利用収入で対応が困難な大規模修理が必要になる場合は、対象となる機器の利用状況等を鑑みて、数理物質系共用施設委員会にて審議し、学内予算からの措置を検討する。
- (3) 共用：これまで通り、オープンファシリティの Web システムを利用する。
- (4) 利用者支援：機器管理研究室スタッフおよび TE による自主的な利用者講習会を主体として行う。ただし、予算の可能な範囲で機器メーカーによる利用者講習会開催を計画する。なお、TE 委嘱費用は引き続きオープンファシリティ推進室に支援依頼を行う。
- (5) 学内の連携の緊密化：イノベティブ計測技術開発研究センターとの連携を図り、本共用機器とセンター所有機器の一体的な運用体制を構築する。

##### ・本事業にて雇用した技術職員等のキャリアパス

本事業において、技術職員ならびに技術補佐員を各 1 名雇用した。技術職員は、本事業で培った様々な機器に関する豊富な知識とノウハウが高く評価されたことにより本学研究員として雇用を継続した。本共用システムの自走体制下においても技術支援の立場から運用に関与する。

・ 共用システムの水平展開目標

次のような学内外水平展開を行うことにより本共用システムの持続的かつ自走的な運営を目指す。

- (1) 学内水平展開：微細加工プラットフォームならびイノベティブ計測技術開発研究センターの登録機器を相補的に利用できる連携を緊密化し、一括して機器の閲覧・予約をできるような整備を進める。また、システム情報系におけるパワエレ研究ニーズの取り込みを強化し、加えて機器利用の実績があった生命環境系、および可能性がある藻類バイオマス・エネルギーシステム開発研究センターや人文社会系等への広報活動を行い、更なる事業展開を進める。また、全学的な今後の展開として、現在、オープンファシリティ推進室をコアとした戦略的コアファシリティマネジメント体制の構築を検討している。ここでは、オープンファシリティのシステムを基盤として全学的な展開を目指し、研究設備・機器の全学的把握や共用化の強化、利用者の拡大を戦略的に推進する方針としている。これらの取組みにより、令和6年度までに共用機器登録台数500台を目指すとともに、オープンファシリティを通して、組織を跨いで多角的に機器の閲覧・予約が出来る体制の整備を図る。
- (2) 学外水平展開：上記(1)の戦略的コアファシリティマネジメントの構築に向けた取組みにおいて、筑波研究学園都市の協力機関(KEK, AIST, NIMS)との連携を強化し、共用化のネットワークの拡大に取り組む方針である。オープンファシリティを通して、TGIおよびTIAに属するパワエレ関連の研究グループ・企業との質的連携の緊密化を促進する。さらに、TPECを通して、パワエレに深く関与する企業や組織との連携を進める。

・ 今後の課題、問題点

- (1) 予算の充実化：本共用システムの自走体制下において、利用料収入の増加と学内予算支援によって、ある程度の事業運営は可能になった。しかるに、継続的な運用のためには、現状の予算規模は依然貧弱であるため、学内のみならず学外の利用者を増やし、利用料収入の増加を図る。具体的には、利用者を増やすため、従来の広報活動による情報周知のほか、特に利用頻度の高い研究者や学外利用者に対して本共用システムのパンフレットを複数部託して、口コミによる関連研究者への情報拡散を行う、機器を数時間

利用できるトライアル利用券の配布を行うなど、新たな対応を試みる。また、利用料収入を増やすため、稼働率の低い機器と高い稼働率が見込める新規装置の入れ替えを促進するとともに、従来の装置の利用内容に付加価値を付けることによって利用料金の高額化を図ることを検討する（例えば、学外の利用件数の高い機器に関して、従来の利用者講習会の内容にさらにきめ細かな実習などを付加する）。自律的運用体制を維持するためには、学内予算支援に依存しない運用が可能になる程度まで、利用者を増やし利用料収入を増加することが必要である。

- (2) 利用件数・稼働率（総稼働時間）の増加：これらの指標は年次増加傾向にあるものの、依然改善の余地がある。学内においては、パワエレという研究分野の特殊性によるバイアスを廃すべく、共用機器が隣接学際研究分野においても有効に活用できる事例をさらに蓄積し情報発信に継続的に取り組む。また、前述の予算の充実化にも関連して、利用単価の高い学外利用者の増加が重要になる。そのためには、従来の広報活動による情報周知のほか、前述「(1) 予算の充実化」に記載のような利用者の口コミによる情報拡散を促進する。
- (3) 技術スタッフの確保：本共用システムの持続的運営のためには設置機器の保守・管理に関する高度な知識やノウハウの継承が必要である。そのために、専属の若手技術スタッフを常勤職員として雇用すべく、配置枠の要求をする必要がある。本学は第4期中期計画に向けて事務系・技術系人材のあり方の見直しを検討している。大学のマネジメントを担うジェネラリスト職員、特性を持ったエキスパート職員、URAなどの専門人材の確保と育成により、機能・能力の高度化及び人材育成を推進する。