

第2期中期目標期間  
(平成22～27年度)  
自己点検・評価報告書

平成28年3月  
量子ナノエレクトロニクス  
研究センター

# 目 次

- I 中期目標期間の実績概要
- II 特記事項
- III 次期中期目標期間に向けた課題等
- IV 中期目標・中期計画ごとの自己点検・評価

# I 中期目標期間の実績概要

## 1. 組織の特徴

半導体の寸法がナノメートルのスケールで発現する量子効果を用いて、従来技術の延長では達成できない新奇の高性能電子デバイス・光デバイスの研究を行い、世界的中核研究拠点を目指して、「量子効果エレクトロニクス研究センター」がH6年度に10年の時限で発足した。H16年度の法人化に伴い、「量子ナノエレクトロニクス研究センター」と改称し、クリーンルーム実験室を有する南9号館が建設された。教員組織としては、教授2，准教授2，助教2，ほかに非常勤として外国人客員教授1，非常勤研究員3，研究支援推進員1という比較的小規模な組織であるが、電気電子工学専攻，電子物理工学専攻の教員の一部とは密接に連携して、国内はもとより世界的にも存在感の高い組織として認められている。とくに電子ビーム露光による半導体微細加工技術では国内の中核的拠点として、文部科学省のナノテクノロジーネットワークおよびナノテクノロジープラットフォーム事業を請け負っている。また、国際的にも知名度が高く、世界トップレベル大学からの客員教授招聘，博士課程修了者のポスドク研究員としての滞在，アジアだけでなく欧米諸国からの留学生も多く，若手研究者のキャリアパスとして世界的研究拠点ネットワークの一角を担っている。

## 2. 実績の概要

第2期中期目標で最大の目標である，ナノテクノロジー国家プロジェクトの継続・推進については，ナノテクノロジーネットワークプロジェクト(H19～23)が順調に，ナノテクノロジープラットフォーム事業(H24～33)に継続された。また，クリーンルームを主体としたナノファブリケーション設備の整備・共有化も順調に進み，学内および学外の利用も促進されて設備の有効利用が進んだ。課金システムも順調に整備され，自己収入の継続的確保の道を確認した。

これらの設備を有効に活用して，光デバイス関連では，横方向電流注入構造半導体薄膜レーザの低電流動作化を推進すると共に，これと半導体薄膜光検出器を集積したデバイスを実現し，超高速光リンク実現のための基礎固めを行った。また，ナノシリコン量子ドット，ナノワイヤの作製，評価および量子情報デバイスの集積化を目指す研究ならびにテラヘルツセンサの高度化に関する研究にも格段の進展があった。

第2期中期目標の第二の目標である，異分野融合，横断的領域の形成については，当センターの教員が中心になって，文部科学省「革新的イノベーション創出プログラム拠点 COI-STREAM」(H25～33)を推進している。このプログラムでは，電気情報系のデバイス，回路，通信，人工知能，インターフェースばかりでなく，心理学や言語学にまで広がる45の研究室が参加する分野横断型のプロジェクトになっている。

国際化についても著しい進展があり，世界トップレベルの海外大学教員招聘プログラムでは，ケンブリッジ大学のW. I. ミルン教授を，H26年度からH28年度までそれぞれ3ヶ月間招聘し，さらに同研究室から准教授，助手の短期間招聘，博士課程修了生を「若手外国人研究者長期招へいプログラム」特任助教として2年間雇用するなど，実質的な国際共同研究の推進を図っている。さらに大学院生を対象とするセミナー講演，メンター指導，ケンブリッジ大学の授業を集中講義で開講するなど，若手研究者の育成にも貢献している。

## II 特記事項

### 1. 優れた点

#### (1) ナノテクノロジー国家プロジェクトの継続・推進

当センターの電子ビーム露光による半導体微細加工技術を基盤とする国家プロジェクトは、ナノテクノロジーネットワークプロジェクト(H19～23)の終了後、ナノテクノロジープラットフォーム事業(H24～33)に継続された。センター教員だけでなく、我が国の中核的ナノファブリケーション装置として、学内の多くの専攻や外部機関に広く開放している。また、クリーンルームを主体としたナノファブリケーション設備の整備・共有化も順調に進み、学内および学外の利用も促進されて設備の有効利用が進んだ。課金システムも順調に整備され、自己収入の継続的確保の道を確認した。

#### (2) 外部研究資金の獲得

上述のナノテクノロジー国家プロジェクトの他にも、センター教員を研究リーダーとするCOI-STREAM(H25～33)、環境エネルギー機構エネルギーセンター太陽電池部門との協力による「低炭素社会構築に向けた研究基盤ネットワーク整備事業」(H21 補正予算)、センター教員を代表者とする卓越した大学院拠点形成支援プログラム「フォトニクス集積コア エレクトロニクス拠点」、センター教員を代表者とする科研費特別推進研究(H19～23)、科研費基盤研究(S)(H21～25, H27～30)をはじめとする大型プロジェクト・外部研究資金を獲得している。また、センターとの実験設備共有化に関わっている電気系専攻教員も、最先端研究開発支援プログラム(FIRST)、最先端・次世代研究開発支援プログラム、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)などの大型プロジェクトを獲得している。

#### (3) 国際的ナノテクノロジー研究拠点

外国人客員教授として、カリフォルニア大学サンタバーバラ校、スイス連邦工科大学ローザンヌ校、中国・南京大学、パリ大学、フランス CEA-LETI 研究所から国際的に著名な研究者を招聘し、セミナー講演や研究討論を通じて国際共同研究体制の構築を行った。

世界トップレベルの海外大学教員招聘プログラムでは、ケンブリッジ大学の W. I. ミルン教授を、H26年度から H28 年度までそれぞれ 3 ヶ月間招聘し、さらに同研究室から准教授、助手の短期間招聘、博士課程修了生を「若手外国人研究者長期招へいプログラム」特任助教として 2 年間雇用するなど、真に実質的な国際共同研究の推進を図っている。

JSPS 外国人招へい研究者、JSPS 外国人特別研究員、JSPS 二国間共同研究などの JSPS 国際協力事業を活用して、国際共同研究を格段に推進した。

グローバル COE、卓越した大学院拠点形成支援経費と共同で、世界的に著名な研究者を招聘し、光デバイスおよび光通信、ナノデバイスおよび集積システムなどに関する国際ワークショップをほぼ毎年開催し、これらを通じて東工大の研究を国際的に発信すると同時に若手研究者に刺激を与えた。

## 2. 特色ある点

### (1) 世界トップレベルのナノデバイス作製技術

量子ナノエレクトロニクス研究センターは、本学電気系の末松安晴名誉教授および高橋清名誉教授が1970年代から継続してこられたデバイス研究の伝統を引き継いでいる。その技術の蓄積により、世界最高水準の結晶成長技術へと昇華し、他の研究期間では追随できないレベルの高品質レーザの作製が可能になった。また、本センター教員が1995年頃に発明したシリコンナノ結晶成長技術は世界唯一の技術であり、他機関では製造できない独創的な技術である。電子ビーム露光技術も1980年代から改良を重ねており、日本ではもとより世界的にもトップレベルの水準にある。

### (2) 国際的な研究環境

量子ナノエレクトロニクス研究センターには外国人客員教授を招聘する予算があり、世界的に著名な教授や気鋭の研究者を短期間受け入れてきた。特にドイツ・ポールドルーデ研究所、ビュルツブルグ大学、英国・ケンブリッジ大学、米国・カリフォルニア大学サンタバーバラ校などとは20年以上にわたって交流がある。これらの研究者との交流を通じて、若手の研究者が非常勤研究員経費やJSPS外国人特別研究員制度により長期間滞在するようになり、東工大での任期を終了後は海外の一流研究期間に就職して活躍するという、国際的研究ネットワークの一角を担うようになっている。また、インド工科大学や中国・南京大学からの客員教授は、優秀な留学生を東工大大学院に紹介してきた。さらに、センター教員は、国際的に著名であるため、留学生やポストクの希望者が多く、特に優れた学生を受け入れてきた。このようにして、研究室内は国際的な環境となり、高い水準を維持すると共に日本人学生にも良い刺激と国際コミュニケーション能力の向上が達成されている。

### Ⅲ 次期中期目標期間に向けた課題等

#### (1) ナノテクノロジー国家プロジェクトの推進

文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業（H33年度まで）を引き続き継続・運営する。課金システムの利用料金体系を必要に応じて見直す。

#### (2) 新領域への展開

超高速エレクトロニクス・通信，超低消費電力デバイス・回路・通信などのこれまでのデバイス研究ターゲットには転換が必要である。量子情報通信など新しいアーキテクチャーによる計算システム，生体情報検出のための量子センシング技術など，異分野融合も含めて新領域への果敢な挑戦が必要である。

## IV 中期目標・中期計画ごとの自己点検・評価

### 1. 研究に関する目標

#### (1) 研究水準及び研究の成果等に関する目標

中期目標 「I-2-1. 新しいエレクトロニクスのブレークスルーとなる種の育成と、量子工学およびナノテクノロジーの産業応用により、我が国および人類に貢献することを理念とし、この理念実現に向けて、グリーンナノテクノロジーをも視野に入れた高性能・低消費電力デバイスおよびシステム構築のための、量子工学による光・電子デバイスの高性能化および新デバイスの創出と、その基盤となるナノテクノロジーおよびそれに関わる物理を研究することを目的とする。この目的のために、具体的研究目標を次のように設定する。

第一の目標は量子工学による光・電子デバイスの研究成果を産業に結びつけること、第二の目標はナノスケール加工技術の最先端を切り開くこと、第三の目標は量子効果を原理に用いる新デバイス概念の具現化に向けた研究推進とする。」

#### 中期計画「【21-1】各グループの研究およびグループ間共同研究の推進

##### 各グループの研究およびグループ間共同研究の推進

センターミッション遂行に向けて、定例でセンター長、専任スタッフによる各研究のグループ代表者、電気系専攻の協力研究グループ代表者からなるメンバー会議を開き、研究計画や進捗状況の話し合いを通じて、センターのアイデンティティ、まとまりの増強を図ることにより、グループ間共同研究を積極的に組織する。また、産業界に積極的にコンタクトし、技術移転あるいは共同研究実施に取り組む。

#### 【21-2】各研究部門の研究推進

##### (1) 量子ナノ機能材料・デバイス研究部門

ナノテクノロジー研究の進展に伴い、単一の量子構造の寸法制御だけでなく、量子構造の表面状態制御、位置制御が今後の重要な課題となっている。原子レベルで制御された結晶成長技術、微細加工技術を駆使して、量子ドット構造間の相互作用を制御した量子相関デバイスの構築を目指す。量子化した電子を演算・情報の担い手として利用する量子ナノデバイスの実現には、均一な電子準位を有するナノスケール材料開発、その材料の電子的性質を明らかにする超極微構造の量子物性計測手法の開発、その材料を組み込んだデバイスを構築するプロセス技術の開発が必須である。本研究分野では、量子ドットやナノワイヤの、ユニークな電子機能を利用した、超高感度電荷検出素子、超低消費電力電子素子、超高効率光電変換素子、超並列量子情報処理素子実現へのデバイス設計指針を得ることを目的とする。

##### (2) 超ヘテロ構造材料・デバイス研究部門

近年、情報通信システムの広帯域化への要求だけでなく、環境負荷の低い低消費電力化に向けた新技術（グリーン情報通信技術：グリーン ICT）への要求が非常に高まっている。本研究分野では、これらの観点から第1期計画に引き続き従来の半導体ヘテロ接合を基本とする光デバイスの限界を打破する新しい光/電子デバイスの創製およびその学術基盤の確立を図ると共に、他研究機関との研究交流および共同研究を推進して応用展開を図る。

具体的には、光ファイバ通信を代表とする超広帯域通信だけでなく、高速化に限界が見え始めている電子集積回路への光配線技術も視野に入れた研究を展開する。既に、従来の二重ヘテロ接合構造を基本とする半導体レーザとは異なり、厚さ数百ナノメートルの半導体薄膜に光を閉じ込める高屈折率差光導波路構造を基本とする半導体薄膜レーザの研究を開始し、基本的動作確認をしているが、第2期ではこのレーザの電流注入動作下での低電力動作・高速動作の観点での研究を推進すると共に、半導体薄膜構造を基本とするレーザ以外の光素子の実現可能性と集積化の探究を行う。このため、本研究分野の人員だけでなく、新電子・光素子材料、光素子、電子素子、集積回路に関する国内外の研究者との広い研究交流を通じて、より深い連携研究および共同研究の可能性を発展させる。」

#### <実施内容と達成状況>

・センターミッションの遂行のため、光・電子デバイスの高性能化および新デバイス創出に向けて、センター長、センター教員、電子物理工学専攻および電気電子工学専攻の関連分野の教員からなる定例メンバー会議を開き、センターのアイデンティティ、まとまりの増強を図るとともに、研究計画や進捗状況を話し合い、各研究部門の研究およびグループ間の共同研究を積極的に推進した。

##### ・各部門の実施状況

###### [量子ナノ機能材料・デバイス研究部門]

ナノシリコン量子ドット、ナノワイヤの作製、評価および量子情報デバイスの集積化を目指す研究ならびにテラヘルツセンサの高度化に関する研究を行い、以下の成果を得た。

(1) 電子スピンの制御を目的としてシリコン2重結合量子ドットに単電子トランジスタ電荷センサを集積したデバイスを作製し、パルス測定によりパウリスピンブロックを観測するとともに、スピンコヒーレント時間が2ms以上と長い事を実証した。

(2) VHFプラズマセルによるナノ結晶シリコンの粒径微細化、均一化、高成長速度を目指した研究を行い、プラズマ発光と結晶粒径の相関を発見し、プロセスモニターに利用出来ることを示した。さらにオリフィス径の拡大とプラズマセルの小型化によりガス滞留時間を短縮して粒径を5nm以下に縮小化した。

(3) VLSCVD法によるGeナノワイヤに低温成長CVD法によりSiシェルを形成したデバイスを作製し、電気特性を測定した、Ge中の正孔がSi障壁に閉じ込められたp型伝導を観測した。さらに熱電素子を作製し、従来の材料以上の性能が期待できることを実証した。

(4) テラヘルツ帯検出器の高感度化を目指して、プラズモニクアンテナとの集積化を行った、シリコン基板により胡浸法の採用とボウタイ構造による集光度増大を図った、シミュレーションにより設計されたアンテナ構造を実測することにより、表面プラズモンモードが発生している可能性を示した。

###### [超ヘテロ構造材料・デバイス研究部門]

横方向電流注入構造半導体薄膜レーザの低電流動作化を推進すると共に、これと半導体薄膜光検出器を集積したデバイスを実現し、超高速光リンク実現のための基礎固めを行った。

(1) 回折格子を集積した半導体薄膜分布帰還形レーザのしきい値電流を0.25 mAまで低減することに成功した。

(2) 半導体結晶成長法による直接結合法により、低しきい値電流動作(0.28 mA)の半導体薄膜分布帰還形レーザと低雑音の半導体薄膜光検出器(暗電流0.8 nA, 光信号対雑音比37 dB)を出力用光導波



路を介して集積することに成功した。

(3) 半導体薄膜分布帰還形レーザの究極的低電力動作を目的として、共振器構造中に回折格子の1/4波長位相シフトを導入し、活性領域長を30 μmまで短共振器化し、低電流動作化を実現した。

(4) 分布帰還構造と半導体結晶成長法による直接結合法により形成した受動光導波路領域にも回折格子を形成して集積した分布反射型レーザを半導体薄膜構造で初めて実現し、活性領域長30 μmでしきい値電流0.25 mA、片側に高い光出力特性を有するデバイスを実現した。

<自己評価判定>

「中期計画を十分に実施している」(Ⅲ)

## (2) 研究実施体制等に関する目標

中期目標 「I-2-3. ナノエレクトロニクスおよびフォトンクスによる高性能・低消費電力デバイス実現には、ナノサイズ構造作製技術とそれを駆使したデバイス研究とが車の両輪の関係になる。特に前者において世界レベルを維持し、このポテンシャルを基礎としてナノネットワークプロジェクト等の国家プロジェクトを担っていくことを第一の整備目標にする。後者においては、ナノ構造内で生じる物理現象の解明のための物性物理研究者との協力、および、デバイス研究を集積システムに結実させるためにシステム研究者との協力をを行い、さらに、新領域や横断的領域の創成を目指して、エレクトロニクス、フォトンクス、バイオ、MEMS やそれらの境界領域の分野も重視して研究を行うことを第二の整備目標とする。」

中期計画「第1期中期計画において、当センターはナノサイズ構造作製技術に非常な強みを発揮し、その結果として量子効果を駆使したデバイス研究で世界レベルの成果を挙げることができた。これをさらに推し進め、上記第一および第二の目標を達成するために、下記を推進する。

- ・ナノテクノロジーネットワークプロジェクトの遂行と学内ナノテクノロジーグループの結集  
ナノエレクトロニクス・ナノフォトンクスの中核分野の研究を担いながら、大学全体のナノテクノロジー研究の中核の役割を果たすよう運営する。ナノテクノロジーネットワークプロジェクト等の成果により、日本のナノテクノロジーの中核の座を維持し、研究成果を支援として提供することで、日本全体のナノテクノロジーの技術水準のさらなる向上とグリーンナノテクノロジーに貢献する。さらに、世界各国のナノエレクトロニクス・ナノフォトンクス拠点との連携を通じて、国際的なナノファブリケーションネットワークの一員としての立場を確立する。
- ・学内連携  
電気電子工学専攻、電子物理工学専攻の関連研究室と、研究分野、実験設備の利用、学生の教育について密接に協力をを行う。物性物理学専攻、フォトンクス集積システム研究センターと研究討論を頻繁に行い、密接な情報交換を行う。
- ・産学連携  
連携講座を設けることにより産業界から著名な研究者や技術者を招聘し、講演や研究討論、学生指導、共同研究などを行ってもらおう。それらを通して、ナノデバイスの産業応用に関してセンターの研究者の問題意識を高めることにより、研究成果を産業に結びつけ、産学連携を推進する。」

## ＜実施内容と達成状況＞

・H22-23年度にはナノテクノロジーネットワーク事業を順調に遂行し、事業として400回以上の電子ビーム露光を行い、学内においては、物性物理学専攻、工学基礎科学講座、化学専攻、物質科学創造専攻等の多岐にわたる専攻の教員に利用され、学外からは、産業界からの7社を含む9機関に支援を行った。また、ナノテクノロジーの技術水準の向上を図るために、物質材料研究機構や産総研と合同で、電子ビーム露光に関するスクールを開催した。

・H24年度からは、10年間継続される予定の文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業に東工大は微細加工ナノテクノロジープラットフォームの一員として採択され、事業を開始した。事業としては200回電子ビーム露光を中心として行い、学内においては、物性物理学専攻、化学専攻、電子物理工学専攻、像情報工学研究所、物質電子化学専攻等の多岐にわたる専攻の教員に利用され、学外へは、産業界からの3社を含む14機関に支援を行った。

・電気電子工学専攻、電子物理工学専攻、物理電子システム創造専攻の関連研究室と、クリーンルームを主体とする実験設備の利用や共同運営を行うとともに、学生の教育について密接な協力を行ってきた。フォトニクス集積システム研究センター、電気電子工学専攻、および電子物理工学専攻の関連研究室とは、光デバイス・システムに関して定期的な夏季の研究発表合宿（光通信研究会）を合同に行うなどで、教員および学生の間で極めて熱心な研究討論を行い、この分野の研究・教育の推進に大きく貢献している。また、電気系専攻とは、本センターの教員（小田俊理教授、荒井滋久教授、浅田雅洋教授）をコアメンバーに含む、G-COEプロジェクト（H19～H23年度）および卓越した大学院拠点形成支援プログラム「フォトニクス集積コア エレクトロニクス拠点」（H24～H25年度）を通して博士課程学生の教育に関して密接な協力を行った。

・平成21年度の補正予算で行われた「低炭素社会構築に向けた研究基盤ネットワーク整備事業」に環境エネルギー機構エネルギーセンター太陽電池部門と協力して応募し採択された。太陽電池担当として環境エネルギー機構エネルギーセンター太陽電池部門が、微細加工担当として量子ナノエレクトロニクス研究センター関連教員が、互いに協力して電子ビーム露光による極微細加工を用いて量子細線構造を持つ高効率太陽電池の研究を開始した。

・センター教員がコアメンバーとして加わっているG-COEプログラムによる国際シンポジウム「ミリ波無線通信技術」において、産業界を含む国内外の著名な研究者・技術者の講演会や研究討論を実施した。また、G-COEの博士フォーラムセミナーにおいて、産業界から著名な研究者や技術者を招聘し、講演会・座談会を行った。

## ＜自己評価判定＞

「中期計画を十分に実施している」（Ⅲ）

中期目標 「I-2-4. 光・電子デバイスおよびナノ構造造形技術の高い研究水準を維持することにより、学内のナノテクノロジー研究の中核として、研究者が研究に熱中できる環境を提供していく。このために、基盤となる研究設備の整備と水準の維持、とくに中枢となる電子ビーム露光装置を主体としたナノファブリケーション設備、および、それらのためのクリーンルーム環境の維持や整備を行うことを目標とする。」

中期計画「東工大の強い分野である光・電子デバイスの研究の基盤となっている、クリーンルームおよび電子ビーム露光装置を主体としたナノファブリケーション設備などのインフラストラクチャの維持整備を行う。」

#### <実施内容と達成状況>

H21年度の補正予算でH22年3月に納入された電子ビーム露光装置は順調に立ち上がった。さらに2台目の電子ビーム露光装置も前述の「低炭素社会構築に向けた研究基盤ネットワーク整備事業」により、加速電圧の可変が容易になる（従来は事実上50keV固定に対して一日で、25/50/100keVの切替が可能）だけでなく、偏向アンプ速度を12MHzから25MHzに向上させた電子ビーム露光装置をH23年3月に導入した。これにより、電子ビーム露光装置の更新についてはひとまずの目標を達成した。また、電子ビーム露光装置以外のナノファブリケーション設備として、 $0.5\mu\text{m}$  (L/S) が  $100\text{mm}\Phi$  のエリア内で  $\pm 0.15\mu\text{m}$  以内の誤差で解像でき、また表面アライメント精度が  $\pm 0.25\mu\text{m}$  以下の新しいマスクアライナを同じく「低炭素社会構築に向けた研究基盤ネットワーク整備事業」の一貫としてH23年2月に導入した。

文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業平成24年度補正予算において、マスクレス露光装置、原子層堆積装置、FIB/SEMデュアルビーム加工観察装置など、4品目、約1.8億円の装置追加整備を行なった。

H26年度には、超高速エレクトロニクス実験棟の空調設備更新工事を行った。

#### <自己評価判定>

「中期計画を十分に実施している」(Ⅲ)

中期目標「I-2-4. 光・電子デバイスおよびナノ構造造形技術の高い研究水準を維持することにより、学内のナノテクノロジー研究の中核として、研究者が研究に熱中できる環境を提供していく。このために、基盤となる研究設備の整備と水準の維持、とくに中核となる電子ビーム露光装置を主体としたナノファブリケーション設備、および、それらのためのクリーンルーム環境の維持や整備を行うことを目標とする。」

中期計画「ナノテクノロジー研究の中核として、ナノテクノロジーネットワークプロジェクトによる支援の推進、クリーンルームを主体としたナノファブリケーション設備の整備・共有化を行うとともに、センターおよび関連教員の所有する実験設備の供出による共有設備群を構築することにより、ナノファブリケーション技術を全国的に有効活用してもらう。」

#### <実施内容と達成状況>

H22年度には、ナノテクノロジーネットワーク事業による支援事業では、前述の様に400回以上の電子ビーム露光を行った。またナノファブリケーション設備の整備も「低炭素社会構築に向けた研究基盤ネットワーク整備事業」で電子ビーム露光装置の更新も行った。さらに「低炭素社会構築に向けた研究基盤ネットワーク整備事業」においては、経常的な研究経費がなく、設備の維持は利用者への課金に基づくという制度設計になっていた。そこで、これを期にセンター及び関連教員もいままでの様に実際の経費を各教員が負担する形ではなく、利用者として課金される形に移行し、実験施設の共用化における

透明度が増した。

ナノテクノロジープラットフォーム事業では共用設備の学外利用率にたいして高い要求があったことから、中核設備である電子ビーム露光装置・走査型電子顕微鏡・蒸着器のみで、いままで供給してきたそれ以外のナノファブリケーション設備を落として申請を行ったところ、H24年度からは文部科学省と審査委員会からの特徴ある装置の追加を要請されて、最終的にはいままで供給してきた全てのナノファブリケーション設備での支援が可能となった。また、装置毎に個別の利用料金体系を制定し、利用料を支払う体制は、成果非公開を要求する事業の為にも別途課金ルールを制定した。

24年度を通して、学内の利用者より28,825千円の利用料を、また学外からも9機関からの450千円の利用料を徴収した。さらに、要請に基づいて、技術職員が微細加工を行う事業においては、71回の電子ビーム露光料として、5機関より計7,100千円の利用料を徴収した。25年度以降も順調に推移した。

<自己評価判定>

「中期計画を十分に実施している」(Ⅲ)

## 2. その他の目標

### (1) 国際化に関する目標

中期目標 「I-3-2. ナノテクノロジーでは世界的競争および協力が必要不可欠であるという認識の下に、第1期中期目標で推進してきた国際協力関係を引き続き強化する。国際的なナノネットワークの基幹として、欧米やアジアのナノエレクトロニクス・ナノフォトニクス拠点との連携を深める。同時に優秀な人材を海外から集めて本学での研究に携わってもらい、また我が国産業界に人材供給する役割を担うことを目標とする。」

#### 中期計画「国際協力体制

客員教授、客員研究員を招聘し、密接な情報交換や研究討論、共同研究などを通して国際協力を図る。国内、海外からのポスドク研究員を雇用する。世界各国のナノエレクトロニクス・ナノフォトニクス拠点との連携を深め、若手研究者や教員の交流を図り、国際的な研究者間のネットワーク強化を推進する。国際シンポジウムを定例で開催する。WEBによる広報を行うとともに、英文Newsletterを毎年定期的に発行する。」

<実施内容と達成状況>

客員教授として、カリフォルニア大学サンタバーバラ校の Kaustav Banerjee 教授、スイス連邦工科大学ローザンヌ校 Adrian Ionescu 教授および中国・南京大学 Kunji Chen 教授、パリ大学 Mohamed Boutichi 准教授、フランス CEA-LETI 研究所の Simon Deleonibus 博士を招聘し、セミナー講演や研究討論を通じて国際共同研究体制の構築を行った。

ケンブリッジ大学 W. I. ミルン教授を客員教授(H26年5月)および「世界トップレベル大学教員招へいプログラム」特任教授(H26年6-7月およびH27年10-12月)として採用し、大学院特別講義、セミナー講演、研究討論をおこない、またミルン研究室からは A. フリュエイト准教授、M. コール助教が短期間訪問した他、博士課程修了生が、「若手外国人研究者長期招へいプログラム」特任助教として2年間滞在することになり、国際協同研究体制の一層の充実を図った。

JSPS 外国人招へい研究者としてカリフォルニア大学サンタバーバラ校の Kaustav Banerjee 教授を招へいた。また、JSPS 外国人特別研究員としてケンブリッジ大学の D. Herbschleb 博士を招へいた。JSPS 二国間共同研究により、中国科学院半導体研究所とナノワイヤ熱電素子に関する共同研究を継続して行い、北京大学、清華大学とも研究交流を開始した。これらを通じて国際共同研究を格段に推進した。

グローバル COE と共同でケンブリッジ大学工学部から W. I. Milne 教授と J. Robertson 教授、カリフォルニア大学バークレー校から C. C-Hasnain 教授を招聘し、数回にわたるセミナー講演を開催し、国際共同研究を推進した。また、卓越した大学院拠点形成支援経費と共同でケンブリッジ大学、カリフォルニア大学サンタバーバラ校、フランス CEA-LETI、香港市立大学から著名な研究者を招聘し、IEEE EDS WIMNACT-37 国際ワークショップを開催し、これらを通じて国際共同研究を推進した。

また、ポスドク研究員として、Yogesh Chauhan (インド)、Ayse Seyhan (トルコ)、Samuel Owen (シンガポール)、Zhengyu Xu(中国)、Marolop (インドネシア) を雇用した。

さらに、英文 Newsletter を毎年発行した。

<自己評価判定>

「中期計画を上回って実施している」(IV)

### 3. 財務内容の改善に関する目標

#### (1) 外部研究資金、寄附金その他の自己収入の増加に関する目標

中期目標 「Ⅲ-1-1. ナノテクノロジーの最先端の研究を推進するために必要不可欠な外部研究資金・大型プロジェクト獲得の努力を行うとともに、研究により得られた成果を技術支援として外部に還元し、自己収入の継続的な確保をはかり、財政基盤を強化することを目標とする。」

中期計画「ナノテクノロジーネットワークの実績、および、センターおよび関連教員の所有する設備を供出して構築した共有設備群を基盤として、ナノファブ리케이션の技術支援を自主事業として展開し、外部に利用してもらおう。このため、これまでの課金システム等、有効利用の制度をより一層拡充し、自己収入の継続的な確保を図る。企業との共同研究を推進するとともに、センターおよび関連教員が全体またはグループとなって受託研究の受け皿になり得る研究プロジェクトやコンソーシアムを作る。」

<実施内容と達成状況>

・ナノテクノロジーネットワークプロジェクト(H19～23)、ナノテクノロジープラットフォーム事業(H24～33)、センター教員を研究リーダーとする革新的イノベーション創出プログラム拠点 COI-STREAM(H25～33)、環境エネルギー機構エネルギーセンター太陽電池部門との協力による「低炭素社会構築に向けた研究基盤ネットワーク整備事業」(H21 補正予算)、センター教員を代表者とする科研費特別推進研究(H19～H23)、科研費基盤研究(S)(H21～H25)をはじめとする大型プロジェクト・外部研究資金を獲得している。

・「低炭素社会構築に向けた研究基盤ネットワーク整備事業」での委託費は4億150万円(うち直接経費3億6500万円)であり、そのうちの2億1500万円がナノファブ리케이션設備の整備に充てられた。また、ナノテクノロジーネットワーク事業での企業への支援は7社に、さらにナノテクノロジー

ネットワーク事業の結果効果の原則に縛られない自主事業での支援においては、企業2社に対する支援を行った。

・「低炭素社会構築に向けた研究基盤ネットワーク整備事業」においては、経常的な研究経費がなく、設備の維持は利用者への課金に基づくという制度設計になっていた。そこで、これを期にセンター及び関連教員もいままでの様に実際の経費を各教員が負担する形ではなく、利用者として課金される形に移行し、実験施設の共用化における透明度が増した。

・設備の維持は利用者への課金に基づくという制度を平成23年3月に制定し、課金制度の運用を行った。外部研究資金からを中心として、課金制度全体として、毎年34,000～40,000千円の課金を行った。

<自己評価判定>

「中期計画を上回って実施している」(IV)

## 4. その他業務運営に関する目標

### (1) 施設設備の整備・活用等に関する目標

中期目標 「V-1-1. 学内の関連研究分野との協力や、外部研究資金・大型プロジェクト獲得の努力により、魅力ある教育・研究環境を確保し、研究により得られた成果に基づく技術支援や共同研究によって戦略的な施設設備の活用と最先端技術の維持保全を行うことを目標とする。」

中期計画「クリーンルームを主体としたナノファブリケーション設備の整備・共有化を行うとともに、センターおよび関連教員の所有する実験設備の供出による共有設備群を構築することにより、ナノファブリケーション技術を全学的に有効活用してもらおう。同時に、このシステムによる外部との共同研究を推進し、最先端技術の維持保全を図る。」

<実施内容と達成状況>

ナノテクノロジーネットワークプロジェクト(H19～23)、ナノテクノロジープラットフォーム事業(H24～33)、センター教員を研究リーダーとするCOI-STREAM(H25～33)、環境エネルギー機構エネルギーセンター太陽電池部門との協力による「低炭素社会構築に向けた研究基盤ネットワーク整備事業」(H21補正予算)、センター教員を代表者とする卓越した大学院拠点形成支援プログラム「フォトニクス集積コア エレクトロニクス拠点」、センター教員を代表者とする科研費特別推進研究(H19～H23)、科研費基盤研究(S)(H21～H25, H27～H30)をはじめとする大型プロジェクト・外部研究資金を獲得している。また、センターとの実験設備共有化に関わっている電気系専攻教員も、最先端研究開発支援プログラム(FIRST)、最先端・次世代研究開発支援プログラム、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)などの大型プロジェクトを獲得しており、これらを通して、クリーンルームを主体としたナノファブリケーション設備の維持・整備、実験設備の共有化に貢献している。また、本センターは東京大学、東京工業大学、早稲田大学、慶応義塾大学による4大学ナノ・マイクロファブリケーションコンソーシアムにも加わっており、コンソーシアムにおいてセンターが維持管理する実験設備の共有化を行っている。

<自己評価判定>

「中期計画を上回って実施している」(IV)