

## 平成17年度「魅力ある大学院教育」イニシアティブ 採択教育プログラム 事業結果報告書

教育プログラムの名称	: 生体・ナノ電子科学国際教育拠点
機関名	: 東北大学
主たる研究科・専攻等	: 工学研究科 電子工学専攻、電気・通信工学専攻、応用物理学専攻
取組実施担当者名	: 伊藤隆司
キーワード	: ナノ構造科学、ナノ材料・ナノバイオサイエンス、医用生体工学・生体材料学、マイクロ・ナノデバイス、電子・電気材料工学

## 1. 研究科・専攻の概要・目的

東北大学大学院工学研究科は、本学の伝統である「研究第一主義」を理念として掲げ、人間及び自然に対する広い視野及び深い知識を基本として、安全かつ豊かな社会の実現のために自ら考えて研究を遂行し、将来の科学技術を発展させ、革新を起こすことができる、豊かな創造性及び高い研究能力を有する人材並びに高度な知識を有する技術者を育成することを教育の目的としている。

この目的を達成するために、博士前期課程にあつては、研究を遂行する上で必要な幅広い基礎学力、研究課題を独自の発想により展開させて論文としてまとめ、学会において発表する能力、広い視野並びに専門分野における研究能力又は研究指導若しくは技術指導のための基本的能力及び高度な技術のかん養を教育目標としている。

また、博士後期課程にあつては、社会的必要性を視野に入れて研究課題を開拓し、独自の発想により展開させて国際水準の論文としてまとめ、国際会議において発表する能力及びその研究経験をもとに関連の専門分野において主体的に研究を遂行し、広い視野に立って研究指導を行うことができる能力のかん養を教育目標としている。

本教育プログラムは、大学院工学研究科にある17専攻のうち、電子工学専攻、電気・通信工学専攻、応用物理学専攻の3専攻に所属する大学院博士前期課程の学生を主たる対象として実施したものである。これら3専攻は、学部教育を共通化し（平成18年度まで「電気情報・物理工学科」、平成19年度から「情報知能システム総合学科」に名称変更）、大学院教育の相互乗り入れを実施するなど、緊密な協力関係にある。また、東北大学電気通信研究所、多元物質科学研究所等の教員が協力講座教員として大学院教育に参画しているほか、情報科学研究科等の教員とも緊密な協力関係を築いている。

3専攻に在籍する学生・教員数の構成は表1に示す通りである。

表1 専攻の構成 (H18. 5. 1現在)

専攻名	学生数	教員数
電子工学専攻	前期課程 117名	39名、うち 協力教員 17名
	後期課程 68名	
電気・通信工学専攻	前期課程 175名	43名、うち 協力教員 13名
	後期課程 51名	
応用物理学専攻	前期課程 67名	36名、うち 協力教員 13名
	後期課程 25名	
計	前期課程 359名	118名、うち 協力教員 43名
	後期課程 144名	

電子工学専攻は、メディカルエレクトロニクスや知的情報処理からディスプレイ、ストレージ、半導体デバイスにわたる情報エレクトロニクス、さらにはプラズマ、スピннаノテクノロジーなど、次世代のユビキタスネット社会を支える基盤技術に関する教育・研究をミッションとする。

電気・通信工学専攻は、知的情報通信システムや次世代知能処理から、クリーンエネルギー、ナノテクノロジー、さらには医療・福祉、地球環境維持など、現代社会を支える基盤技術に関する教育・研究をミッションとする。

応用物理学専攻は、21世紀の社会に対応できる人材の育成を目指して、量子力学と物性物理学を中心とした物理学の基礎から先端材料工学及び境界領域の分野までの広い範囲での教育・研究をミッションとする。

これらの研究分野にまたがる大きなテーマのひとつである情報エレクトロニクスについては、平成14年度から21世紀COEプログラム「新世代情報エレクトロニクスシステムの構築」によって教育・研究を強力に推進してきた。

本教育プログラムは、今後もう一つの大きなテーマになると予想される、ナノ電子科学とバイオ科学の学際分野における教育の実質化が目的である。

## 2. 教育プログラムの概要と特色

本教育プログラムは、ナノ電子科学とバイオの学際分野において、将来的にこの学問領域・産業分野をリードする人材を育成することを目的として実施した。

現在は萌芽的段階であるが、飛躍的に発展しようとしているこの研究領域において、国際的に活躍できる人材と、その分野の教育・指導を行う人材とを育成することにより、生体・ナノ電子科学領域の基盤研究と産業分野における国際競争力の確保に資することができるよう、複眼的視野を持ち、デザイン能力と高度なコミュニケーション能力に優れ、かつ豊かな感性をもった人材を養成するために、以下のような特徴の体系的な教育を計画・実施した。

- A 複数専攻にまたがる従来の専門基礎科目及び専門科目の講義に加えて、専攻教員による講義と招へい研究者（海外からの招へい研究者を含む）の講演からなる分野横断的なシリーズ講義（特別講義）の履修により、基礎的・学際的な知的学識を培う。
- B 学会、国際会議での研究発表、海外研修、招へい研究者による指導などにより多様な研究者とふれあう機会を通じて、広い視野をもち国際的な場面で活躍する研究者になるための研鑽を積む。
- C 博士課程前期進学後の早い時期から個々の学生に研究課題を与え、自らの力で責任を持って問題解決をするというデザイン能力を鍛える指導を行う。
- D 国際的コミュニケーション能力を身につけさせるため、外国語能力の開発カリキュラムを充実させ、海外からの学生の受け入れ、海外研究者の招へい、外国語授業、学生や若手教員の海外派遣などの方策を講じる。
- E 現在、企業からの社会人入学生を積極的に受け入れ、またリカレント教育の講義を大学外の人たちに公開しており、大学・社会・企業の連携を考慮した教育課程を実践している。本プログラムにおいても独自の公開講座の開講とリカレント教育の実施及び社会人学生の受け入れを行う。

これらの取り組みによって創造性豊かな若手研究者の養成を図り、また、これから若手研究者としての一步を踏み出す前段階の大学院学生に、早い段階で海外における研究現場・開発現場の雰囲気に触れさせたり、授業における外国語の使用や海外の研究者・学生との交流など、国際教育拠点としての環境を整備することによって、国際的な場面で活躍する意欲とそのための基礎（コミュニケーション能力を含む）を身につけさせるプログラムを実施した。

履修プロセスの概念図を図1に示す。

新しい学問領域・産業分野をリードする人材の育成

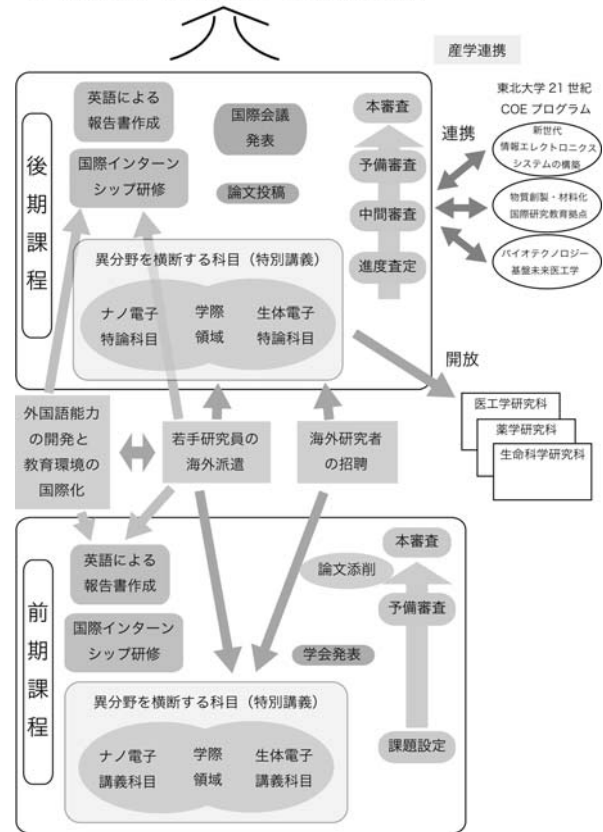


図1 履修プロセスの概念図

## 3. 教育プログラムの実施状況と成果

本教育プログラムの実施にあたり図2の実施体制を構築した。

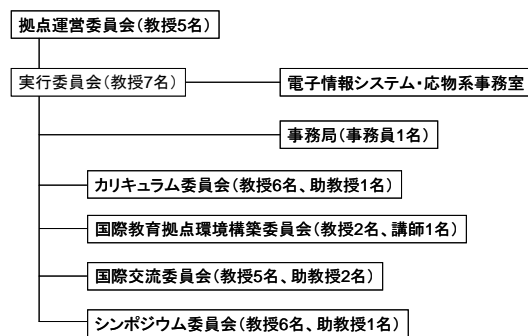


図2 教育プログラムの実施体制

実行委員会は月1回開催し、カリキュラム・国際教育拠点環境構築・国際交流・シンポジウム各委員会の活動計画の策定と進捗状況の把握を行った。

カリキュラム委員会は、ナノバイオエレクトロニクスコースのカリキュラム設計、新規開講授業科目の検討、ナノバイオエレクトロニクス学生実験の企画、学生に対するオリエンテーションなどを企画・実施した。

国際教育拠点環境構築委員会は、CALL システムによ

る英語教育のためのコンピュータネットワーク整備、国際シンポジウムや講演会を行うための映像音響設備の整備などを行った。

国際交流委員会は、大学院学生および若手研究者の海外派遣、国内派遣、海外研究者および学生の招へい等の国際交流プログラムの企画、招へい研究者等による特別講演会の企画などを行った。

シンポジウム委員会は、International Symposium on Bio- and Nano-Electronics in Sendai を企画・実施した。このシンポジウムでは、海外および国内の著名な研究者による招待講演のほか、本プログラムに参加する大学院学生が英語による発表を行った。

また、拠点事務局に事務員 1 名を配置し、工学研究科および電子情報システム・応物系事務室と連携して事務を行った。

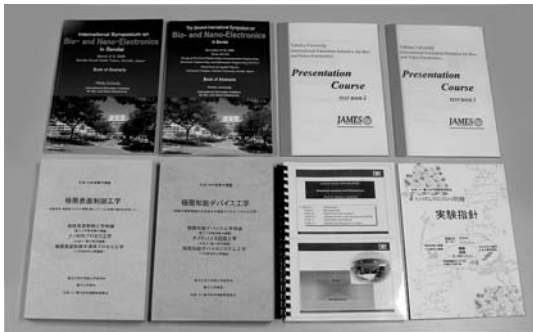


写真1 本教育プログラムで開発したテキスト類

(1) 教育プログラムの実施状況と成果

① 「ナノバイオエレクトロニクスコース」の新設

大学院工学研究科の電子工学専攻、電気・通信工学専攻、応用物理学専攻の3専攻に、ナノ電子科学とバイオの学際分野を学ぶ「ナノバイオエレクトロニクスコース」を新たに設けた。これは、各専攻の前期課程修了要件に加えて、本コース独自の修了要件を満たすことにより、所属専攻の修士(工学)学位記の他にナノバイオエレクトロニクスコースの修了証書が交付される制度である。新規開講された授業科目を含む生体・ナノ電子関連の授業科目を重点的に履修すること、およびインターンシップ研修が必修となっていることが特徴である。学生便覧に記載されているナノバイオエレクトロニクスコースのカリキュラムを表2に示す。

コースは登録制になっており、ガイダンスの後、登録票を提出することによってナノバイオエレクトロニクスコース登録学生となる。コース登録学生には、特別講義・特別セミナーや集中講義に関する情報のほか、英語コース、国際交流プログラムの募集など、本教育プログラムで実施する各種プログラム・行事の情報が電子メールで通知される。生体・ナノ関連の研究室所

属の学生の登録が多いが、それ以外の学生も登録しており、この分野への関心の高さがうかがわれる。

平成19年3月現在の同コース登録学生数は前期課程1年次学生31名、2年次学生42名の計73名であり、これは3専攻の博士前期課程に在籍する学生の約20%にあたる。専攻別の内訳は図3のとおりである。

平成19年3月には、1期生として8名の学生がナノバイオエレクトロニクスコースを修了した。

表2 ナノバイオエレクトロニクスコースのカリキュラム

この表は電子工学専攻および電気・通信工学専攻所属学生向けのカリキュラムであり、応用物理学専攻所属学生向けのカリキュラムは若干異なる。

ナノバイオエレクトロニクスコース

電気・通信工学専攻、電子工学専攻にはナノバイオエレクトロニクスコースが設置されており、前期課程の修了要件に加えてコース所定の修了要件を満たすことにより、ナノバイオエレクトロニクスコース修了証が授与される。

区分	授業科目	単位			備考	
		必修	選択必修	選択		
専門基礎科目	応用微分方程式論	2				
	線形代数学基礎	2				
	電磁理論	2				
	固体物性工学	2				
	半導体工学	2				
	システム工学基礎	2				
	通信システム	2				
	信号計測・処理	2				
	ソフトウェア基礎	2				
	ハードウェア基礎	2				
	アルゴリズム基礎	2				
	専門科目	システム制御工学	2			
		プラズマ基礎工学	2			
		情報計測学	2			
		生体電磁工学*	2			
生体システム工学*		2				
画像電子工学		2				
生体電子工学*		2				
電子制御工学		2				
固体電気音響デバイス工学		2				
微細プロセス科学		2				
デバイス生産工学		2				
高集積電子工学		2				
分子電子工学		2				
電子工学技術英語特別講義A		2				
界面物理学		2				
随情報科学*		2				
非線形物理学		2				
ナノ構造物性学*		2				
ナノバイオフィジクス*		2				
ナノバイオセンシング*		2				
生命倫理*		2				
生体ナノ電子特別講義*		2				
国内インターンシップ研修(ナノバイオエレクトロニクス国内インターンシップ研修)		1~2				
国際インターンシップ研修(ナノバイオエレクトロニクス国際インターンシップ研修)	1~2					
関連科目	本研究科委員会において関連科目として認めたもの					
専門科目	工学セミナー**	6				
	電気・通信工学修士研修(ナノバイオエレクトロニクスコース)	8			電気・通信工学専攻所属学生	
	電子工学修士研修(ナノバイオエレクトロニクスコース)	8			電子工学専攻所属学生	

\*\*工学セミナーは p.48~p.49の知覚ネットワーク工学セミナーから極限表面制御工学セミナーまでを意味する。

修了要件単位数	6単位以上	工学セミナー	6単位
専門基礎科目	6単位以上		
上表の専門科目及び関連科目	8単位以上	修士研修	8単位
インターンシップ研修	1単位以上	合計	上表の科目を30単位以上

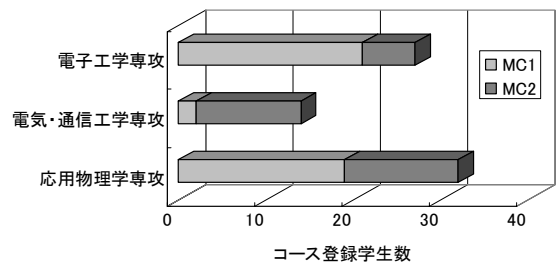


図3 ナノバイオエレクトロニクスコース登録学生内訳(専攻別、平成19年3月現在)

② 融合領域における授業科目の新規開講

ナノバイオエレクトロニクスコースの新しい授業科目

として

- 「ナノバイオフィジクス」
- 「ナノバイオセンシング」
- 「生命倫理」
- 「生体ナノ電子特別講義」

の4科目を3専攻で新たに開講した。これらの科目は他専攻の学生が関連科目として履修することも可能である。各科目の授業要旨を表3に示す。

表3 新規開講授業科目の授業要旨

科目	授業要旨
ナノバイオフィジクス	生体細胞の中では、タンパク質分子でできた様々なナノマシンが、生命を維持するために必要な仕事を遂行している。これらのタンパク質分子機械の仕組みを理解できれば、工学や医学への応用の可能性が広がる。熱ゆらぎの影響を受けながら、化学反応のエネルギーを利用して仕事をするナノメートルスケールの分子機械の動作原理を解明するためには、統計物理学的視点が不可欠である。この講義では、生体内で働く代表的なタンパク質分子機械について概観し、その仕組みを理解する上で重要な生物物理学と非平衡統計力学の基礎を学ぶ。最近の研究成果も適宜紹介する。
ナノセンシング	生命現象を分子レベルで解析する手法の研究が進んでいる。ナノテクノロジーや光学的手法を駆使し、生体分子を対象としたさまざまなセンシング技術が開発されている。本講義では、この分野における最新の研究成果を集中講義形式で紹介する。
生命倫理	バイオエレクトロニクスは従来の工学では果たすことのできなかった、「弱った人体」、「病んだ人体」、「限界のある人体」あるいは「手なづけ難い家畜」などに高い能力を付与し、かつ第3者の制御も可能にする技術へと発展する。それらを人類の幸福へと導く力とするか否かはこれを開発・研究する者の考え方一つで変わる。バイオエレクトロニクスの持つ潜在力が大きいだけにこれを利用・開発・発展させる世代にはとりわけ高い倫理的規範が求められている。本講義はテキストを用いた講義と永年医療や介護に尽力されている関係者を交えた討論を含めて実施する。
生体ナノ電子特別講義	生命現象を分子レベルで解析し、理解し、あるいは診断に活かすための研究が活発に行われるようになってきている。ナノエレクトロニクスで培われた微細加工技術は、今後さまざまな形でバイオ分野にも応用され、新しいデバイス開発に繋がるのが期待される。本特別講義ではナノエレクトロニクスとバイオとの融合領域における最新の研究について紹介する。

平成17年度は、「ナノバイオセンシング」「生命倫理」を集中講義形式で開講した。「ナノバイオセンシング」は、留学生を対象に長年英語の講義を行っている University of Applied Sciences, Aachen (ドイツ) の M. J. Schöning 教授を特別講師に迎えてバイオセンサに関する2日間の集中講義を実施した。「生命倫理」は

国立国際医療センター研究所の山本健二副所長を特別講師に迎えて2日間の集中講義を実施した。平成18年度は University of Montpellier (フランス) の A. Parmeggiani 助教授を特別講師に迎えて「ナノバイオフィジクス」の集中講義を実施した。これらの科目の実施状況を表4に示す。

表4 特別講師による集中講義の実施状況

年度	平成17年度		平成18年度
授業科目	ナノバイオセンシング (英語)	生命倫理	ナノバイオフィジクス (英語)
日時	平成18年3月6~7日	平成18年3月8~9日	平成19年2月19~21日
講師	University of Applied Sciences, Aachen, Germany M. J. Schöning 教授	国立国際医療センター研究所 山本健二副所長	University of Montpellier II, France A. Parmeggiani 助教授
受講者数	34名	41名	8名

新設授業科目のうち「ナノバイオフィジクス」「ナノバイオセンシング」「生命倫理」の3科目は平成19年度以降、隔年で開講する予定である。また「生体ナノ電子特別講義」は随時開講する。

### ③ナノバイオエレクトロニクス学生実験室の整備

従来のカリキュラムでは、学部の4~7セメスターに配置された「電気・通信・電子・情報工学実験」「応用物理学実験」において実験技術の基礎を学んでいたが、バイオ関連の実験技術についてはもっぱら配属研究室における研究を通じて身につける形となっており、学生実験の形では体系化されていなかった。

本教育プログラムは、電気系の学生に対して大学院教育レベルでバイオ関連の基礎知識を体系的に学ばせることを目的としているが、その知識をエレクトロニクスと融合・応用する能力を養うためには、バイオ関連の実験技術も同時に学ばせることが必須である。

そこで、電子工学専攻、電気・通信工学専攻、応用物理学専攻の3専攻の学生が、主としてバイオ関連の実験を行うためのナノバイオエレクトロニクス学生実験室(工学研究科管理棟5階、4室合計面積144m<sup>2</sup>、写真2,3)を整備し、平成18年10月から工学研究科経費によってナノバイオエレクトロニクス学生実験担当の助手1名を新たに配置した。



写真2 ナノバイオエレクトロニクス学生実験室



写真3 ナノバイオエレクトロニクス学生実験に用いる  
蛍光顕微鏡システム

現在までに「DNA のハイブリダイゼーション」「生物分子モーター」「細胞培養の基礎と細胞死の観察」「神経情報はシナプスを超えて伝わる」の4テーマを設定し、各テーマの担当者が実験指針を執筆してテキストを作成した(写真4)。各テーマの概要は表5に示す通りである。



写真4 ナノバイオエレクトロニクス学生実験のテキスト

表5 H18年度ナノバイオエレクトロニクス学生実験のテーマ

テーマ1 DNA のハイブリダイゼーション  
生体内における DNA 分子の役割とその構造についてレクチャーを行った後、各班で DNA 配列

をデザインする。実験では、相補的な DNA が2本鎖構造を形成する過程を紫外吸収分光器を用いて観察する。

テーマ2 生物分子モーター  
筋肉を構成している主要なタンパク質であるミオシンとアクチンについてレクチャーを行った後、実験ではミオシンに駆動されてアクチンフィラメントが滑り運動する様子を蛍光顕微鏡を用いて観察する。

テーマ3 細胞培養の基礎と細胞死の観察  
細胞の構造や遺伝子発現の概要、細胞培養の必要性についてレクチャーを行った後、実験では培養細胞の継代を各自が実際に行い、細胞死の観察を行う。

テーマ4 神経情報はシナプスを超えて伝わる  
神経細胞間の接合部位(シナプス)の構造、膜電位についてレクチャーを行った後、実験ではカエルの神経・筋肉組織を用いて活動電位の計測や刺激応答を観察する。

平成18年度は11名の受講学生が2班に分かれ、各実験テーマについて以下のサイクルで学生実験を進めた。

[第1週] 実験の原理・背景と実験内容に関するレクチャー

[第2週および第3週] 実験

[第4週] 実験結果・解析に関するディスカッションおよびレポート提出

受講学生には生物学に関する予備知識はほとんど無かったが、各テーマを通じて生物の階層的な構造(低分子-高分子-細胞-組織)について順を追って理解し、基本的な器具や装置の使用法、実験技術について習熟できるようにした。また、十分なディスカッションの時間を設けることによって、学生の興味をかき立てながらカリキュラムを進めることが出来た。

今後さらに新しい実験テーマを開発して、教育内容の充実を図っていく予定である。また、平成19年度から学部でメディカルバイオエレクトロニクスコースを設置したので、それに合わせて学部と大学院を通して効率よく学習を進めることができるようなカリキュラムを検討していく予定である。

#### ④英語能力向上のためのプログラム実施

国際会議での口頭発表を想定した実践的英語教育を行う「サイエンスプレゼンテーションコース」を設け、合計72名の学生をレベル別に6つのクラスに分けてトレーニングを行った(図4)。

各クラスとも全 19 回、合計 50 時間のトレーニングを行い、コースの最後には各学生が英語によるプレゼンテーションを行った。

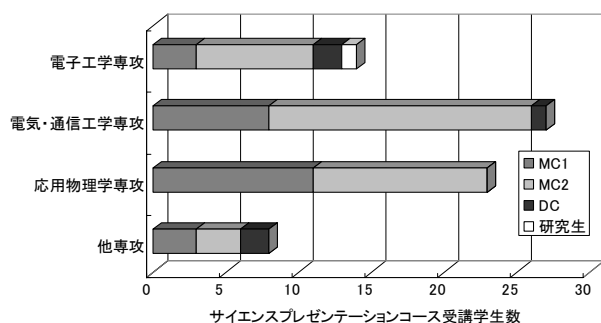


図4 サイエンスプレゼンテーションコース受講学生数

また、コンピュータを利用した英語コミュニケーション能力判定テスト CASEC (Computerized Assessment System for English Communication) を導入した。このシステムは学部学生や教員も利用可能であり、合計 518 名が利用した。

#### ⑤国際交流プログラムの実施

博士前期課程学生に早い段階で国際的な学術活動へのモチベーションを持たせるため、海外研究機関での研修や国際会議への参加を推進する国際交流プログラムを実施した。派遣先および招へい対象は、主として共同研究先で生体・ナノ電子科学関係の研究を行っている機関とし、指導教員の推薦に基づいて、国際交流委員会の審査によって決定した。

平成 17 年度は、大学院学生および若手研究者の海外派遣 (18 件)、国内派遣 (7 件)、海外学生の招へい (2 件) を実施した。平成 18 年度は、大学院学生および若手研究者の海外派遣 (27 件)、国内派遣 (17 件)、海外研究者の招へい (3 件)、海外学生の招へい (3 件) を実施した。

国別の海外派遣人数を図 5 に示す。派遣された学生は英文のレポートを提出し、指導教員および系内大学院教務委員会で審査のうえ、国際インターンシップ研修の単位を与えた。

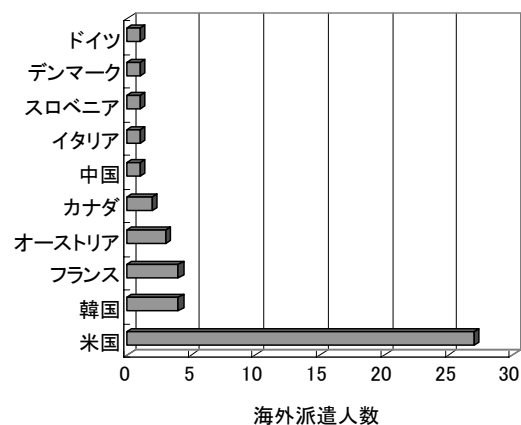


図5 大学院学生および若手研究者の海外派遣人数 (行先国別、平成17~18年度合計)

#### 派遣の事例

前期課程学生 1 名と教員 1 名がフランスのモンペリエ第 2 大学、Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles、キュリー研究所、パリ第 7 大学を訪問して、生物分子モーターの研究者とディスカッションを行った。さらに Ecole de Physique des Houches で 5 日間にわたって行われた「分子機械の物理」というワークショップに参加して、生物分子モーターの実験と理論に関する最新の成果について講義を受け、世界各国からの参加者と交流を深めた。

#### 招へいの事例

オーストリアの Graz 工科大学で脳・コンピュータ間インターフェイスの研究を行っている博士課程学生を招へいし、同じテーマで研究を行っている学生との情報交換・研究交流を行ったほか、セミナーを実施してより多くの教員・学生とディスカッションを行った。

#### ⑥国際シンポジウムの開催

ナノバイオエレクトロニクスコースの学生を含む大学院前期課程および後期課程の学生が、生体・ナノ電子科学分野の最新の研究成果に触れ、また自らの研究成果を発表する機会として、「International Symposium on Bio- and Nano-Electronics in Sendai」を 2 回開催した (写真 5)。

第 1 回シンポジウムは仙台エクセルホテル東急において平成 18 年 3 月 2 日～3 日の 2 日間にわたって開催した。海外招待講演者 4 名 (米国 2、ドイツ 1、ポルトガル 1)、国内招待講演者 5 名を含む 12 件の講演と、大学院学生を中心とする 60 件のポスター発表が行われた。ナノバイオエレクトロニクスコースの学生を含めた参加者は 126 名であった (写真 6)。

第 2 回シンポジウムは東北大学青葉山キャンパスにお

いて平成18年12月9日～10日の2日間にわたって開催した。海外招待講演者4名(米国2、韓国2)、国内招待講演者1名を含む15件の講演と、大学院学生を中心とする60件のポスター発表が行われた。ナノバイオエレクトロニクスコースの学生を含めた参加者は127名であった(写真7)。

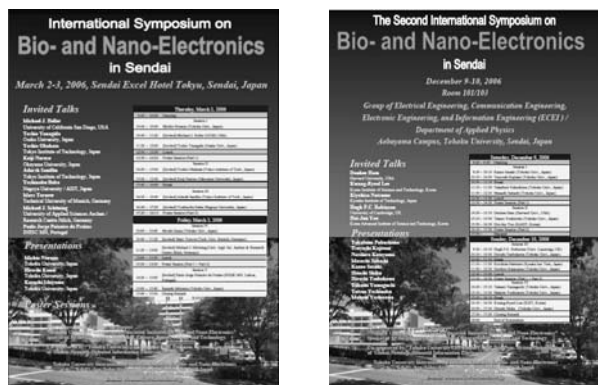


写真5 第1回および第2回International Symposium on Bio- and Nano-Electronics in Sendaiのポスター



写真6 第1回シンポジウム・口頭発表セッションの様子

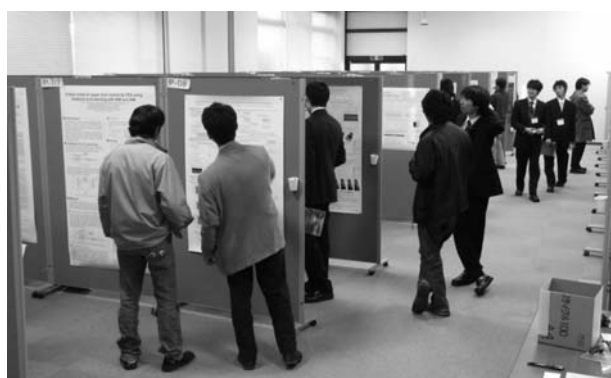


写真7 第2回シンポジウム・ポスターセッションの様子

⑦特別講演会・セミナー等の実施

生体・ナノ電子科学分野における最新の研究状況を学生に紹介するため、特別講演会・セミナーを随時企画・実施した(表6)。

表6 特別講演会およびセミナーの実施状況(共催を含む)

日時	講演・セミナー題目	講師
平成17年度		
H18.2.16 15:00 ～ 17:00	Fabrication and Characterization of Magnetic Nanostructures for Nanobio-Electronics	韓国 高麗大学 金永根教授
H18.2.23 13:30 ～ 14:30	FT-IRと多変量解析を利用したX、Y精子の識別	九州工業大学 物質工学科 竹中繁織教授
H18.3.6 9:00 ～ 10:30	Electrically Switchable DNA Layers: Fundamental Investigations and Biosensing Applications	ドイツ Technical University of Munich Dr. U. Rant
平成18年度		
H18.7.24 ～ 7.28 8:50 ～ 16:10	ナノ材料プロセス工学	東北大学 電子工学専攻 伊藤隆司教授 他
H.18.7.31 ～ 8.4 8:50 ～ 16:10	ナノデバイス回路工学	東北大学 技術社会システム専攻 須川成利教授 他
H18.10.20 10:30 ～ 12:00	One Century of Chemical Sensors. From pH Glass Electrode to Electronic Tongue	スペイン Centro Nacional de Microelectronica (CNM) Dr. A. Bratov
H19.2.6 15:00 ～ 16:30	Direct Brain-Computer Communication: Basic principle and applications of the Graz-BCI	オーストリア Graz University of Technology Dipl.-Ing. R. Scherer
H19.2.14 15:30 ～ 17:00	Non-equilibrium Collective Walks on Molecular Highways	フランス University of Montpellier II A. Parmeggiani助教授
H19.2.23 10:00 ～ 17:00	Biosensors	ドイツ University of Applied Sciences, Aachen M. J. Schöning教授
H19.3.14 13:00 ～ 18:00	スピナノ構造体の形成、計測、物理とデバイスへの応用	東北大学 電子工学専攻 佐橋政司教授 他

(2) 社会への情報提供

本教育プログラムの概要や行事日程等の情報は拠点のホームページ (<http://www.eeci.tohoku.ac.jp/bionano/>) に掲載することによって一般への情報提供を行った(図6)。

このほか大学外に対する主な情報発信としては、2006年2月7日に赤坂プリンスホテルで開催した「東北大学イノベーションフェア2006」において本教育プログラムの展示ブースを設け、来場者に対してプレゼンテーションを行った。また、2006年11月12日～13日

に財団法人文教協会が開催した「大学教育改革プログラム合同フォーラム」においても展示ブースを設け、来場者に対してプレゼンテーションを行った。



2nd International Symposium on Bio- and Nano-Electronics in Sendai December 9 - 10, 2006

The 2nd International Symposium on Bio- and Nano-Electronics in Sendai is a sequel to the first symposium in March 2006, which was successfully held with 12 oral presentations (including 9 invited lectures), 69 posters and 126 attendees.

This symposium is a part of the education program "Tohoku University International Education Initiative for Bio- and Nano-Electronics" financed by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology.

**purpose**  
This symposium intends to promote the exchange among researchers of bio- and nano-electronics and to encourage young people to join these emerging research fields.

**scope**  
The scope of the symposium covers, but is not limited to:  
Nano-Bioelectronics, Nano-BioSystems, Biomechanics, Bioinformatics, Bioimaging, Medical Electronics, Nano-Electronics and related areas.

**language**  
The official language of the symposium is English.

The symposium is organized by the Department of Electronics, the Department of Electrical and Communication Engineering, and the Department of Applied Physics of Tohoku University.

This symposium is co-sponsored by Tohoku University, Tohoku COE Program, Japan Commission of Global Science and Technology Cooperation.

EOE IAP

図6 (上) 生体・ナノ電子科学国際教育拠点および (下) シンポジウムのホームページ

#### 4. 将来展望と課題

##### (1) 今後の課題と改善のための方策

電子工学専攻、電気・通信工学専攻、応用物理学専攻では、エレクトロニクス技術の「バイオ」および「メディカル」応用を、情報エレクトロニクスに続く 21 世紀の重要テーマとして位置づけており、従来から活発に行っている研究活動に加えて、この分野の教育を体系化するための様々な戦略的取組を行っている。

本教育プログラムはその一環であり、その成果としてナノ電子科学と「バイオ」の融合領域における大学院博士前期課程の新しいカリキュラムである「ナノバイオエレクトロニクスコース」をスタートさせた。これによって、従来は配属研究室における研究を通じて得ていた知識を、より体系的に修得することが可能になった。また、生体・ナノ電子科学とは直接関係のない研究を行っている学生であっても、この分野の基礎的知識や実験技術を身につけることができるようになり、将来の活躍の場が広がることが期待される。

一方、上記 3 専攻の基礎となる工学部においては電気情報・物理工学科を平成 19 年 4 月から情報知能システム総合学科と名称変更すると同時に、「メディカルバイオエレクトロニクスコース」を含む全 7 コースのカリ

キュラムを新たにスタートさせた (図 7)。4 年後には「メディカル」「バイオ」の基礎知識を学部教育で学んだ学生が大学院に進学してくることになる。これに合わせて、学部と博士前期課程・後期課程にわたる体系的なカリキュラムを編成・改良していく。

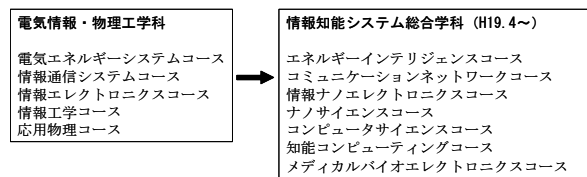


図7 工学部情報知能システム総合学科のコース編成

さらに全学的な取り組みとして、東北大学では医工学研究科 (仮称) 設立の準備を行っている。本教育プログラムでは主として「バイオ」関連のカリキュラムの充実を図ったが、将来的には医工学研究科との連携を視野に入れて「メディカル」関連のカリキュラムを充実させ、両研究科の授業科目の相互乗り入れなど、有機的な教育・研究ネットワークの形成を目指す。

##### (2) 平成 19 年度以降の実施計画

- ・ナノバイオエレクトロニクスコース

本教育プログラムで開発した新カリキュラムである「ナノバイオエレクトロニクスコース」においては、平成 19 年度以降も学生の登録を受け付け、新規開講の授業科目を含むカリキュラムによる教育を行う。今後のカリキュラムの見直しについては、本教育プログラムの実行委員と系内大学院教務委員会が協力して行う。

- ・ナノバイオエレクトロニクス学生実験

平成 18 年度に開始した 4 テーマに加えて、学生実験テーマの充実を図っていく。



写真8 生体・ナノ電子科学国際教育拠点



## 「魅力ある大学院教育」イニシアティブ委員会における事後評価結果

<b>【総合評価】</b>
<input type="checkbox"/> 目的は十分に達成された <input checked="" type="checkbox"/> 目的はほぼ達成された <input type="checkbox"/> 目的はある程度達成された <input type="checkbox"/> 目的は十分には達成されていない
<b>【実施（達成）状況に関するコメント】</b> ナノバイオエレクトロニクスコースのカリキュラム新設をはじめとして、「ナノ電子科学とバイオの学際分野において、将来的にこの学問領域・産業分野をリードする人材を育成する」という教育プログラムの趣旨に沿った講義、インターンシップ等による教育スキームを着実に実施し、目的はほぼ達成されたものと評価する。 また、バイオとナノエレクトロニクスの融合領域における有効な教育コースの一つとしてある程度の波及効果が期待される。 情報提供については、シンポジウム、講演会、セミナー等を積極的に開催することにより、広く社会への情報提供がなされている。 今後は、改組後の学部教育の成果も踏まえた上で、生体・ナノ電子科学の国際的な教育拠点として、更に洗練されていくことが期待される。
<b>（優れた点）</b> ・ 生体・ナノ電子科学に関する高等教育体系の一環として、複数の専攻に跨る教育コースである「ナノバイオエレクトロニクスコース」の新設をはじめとした計画が着実に実施されたことは評価できる。特に、講義科目の設定、学生実験、インターンシップ、国際性育成のための英語講義、国際交流プログラム等を立案し、境界領域の実質化に向けた取組が着実に実行された。
<b>（改善を要する点）</b> ・ 平成17、18年度は、主要講義が2日間の集中講義であり、コース修了生の数も少なかったが、平成19年度以降の本格実施における、今後の展開に期待したい。その過程において、ナノバイオエレクトロニクスの教育のコア科目として、どのような内容が適切かについて更なる検討が必要である。

「魅力ある大学院教育」イニシアティブ事後評価  
評価結果に対する意見申立て及び対応について

意見申立ての内容	意見申立てに対する対応
<p>「改善を要する点」  <u>主要講義が2日間の集中講義であり、コース修了生の数も少なく、今後の展開に期待したい。</u>  その過程において、ナノバイオエレクトロニクスの教育のコア科目として、どのような内容が適当かについて更なる検討が必要である。</p> <p>【意見及び理由】  全体的に肯定的な評価をいただき、ありがとうございました。上記下線部についてご説明させていただきます。  H17・18年度に集中講義として実施した3科目の全てについて、H19年度からは毎週開講の通常科目となっております。「生命倫理」は前期 Semester に開講済みで100名を越える受講者がありました。「ナノバイオセンシング」「ナノバイオフィジクス」の2科目は10月に開講いたします。  第1期生でコース修了要件を満たした学生は8名のみでしたが、これはプログラムの開始が平成17年12月であったため、第1期の学生は前期課程1年の間にコース修了に必要な科目をほとんど受講できなかったことが影響しております。現在、コースには80名の登録があり、修了生は増加するものと期待されます。  したがって、第1文をたとえば以下のよう</p>	<p>【対応】  以下の通り修正する。  <u>平成17、18年度は、主要講義が2日間の集中講義であり、コース修了生の数も少なかつたが、平成19年度以降の本格実施における、今後の展開に期待したい。</u>その過程において、ナノバイオエレクトロニクスの教育のコア科目として、どのような内容が適当かについて更なる検討が必要である。</p> <p>【理由】  実績について指摘したものであるが、事業結果報告書において、平成19年度以降の予定が示されていることから、申立て内容を考慮し、それぞれの指摘点の時期等を明記した。</p>

<p>に変更していただきたいと考えます。 「第 1 期生の修了者は少ないが、今後の展開 に期待したい。」 よろしく願い申し上げます。</p>	
--	--