

【令和元年度実績】

1. 大学院教育の充実

No.03 ②-2 大学院教育の充実

No.18 ①-2 アドミッションポリシーに適合する入学者選抜方法の改善

No.63 ①-1 教育研究組織の点検・見直し

計画

医工学は、医学と工学の融合による実学的学問分野であり、特に多様なバックグラウンドを有する学生の獲得と、クロスオーバー的な教育の充実を図るべく以下のような体制整備をさらに推進する。

1) 入試体制: 様々な専門分野をバックグラウンドに持つ学生を獲得するため、医学系・機械系・電気情報系及び材料系の入試科目を設けている。社会のニーズにあった多様な人材を輩出できるように医工学分野の動向を踏まえて大学院入学者選抜方法の点検・改善を行う。

2) 学部学生の研究室配属: 従来は工学部に限られていた学部学生の研究室配属を医学部保健学科等にも拡大したが、学部から大学院へスムーズにつながる持続的な教育・研究体制の構築をさらに推進する。

3) 他大学出身学生の積極的獲得: 大学院説明会に関する広報範囲を拡大し、他大学からの優秀な進学者のさらなる獲得を図る。

4) 工学部設置の医工学コースとの連携強化: 本研究科教員が兼担している工学部に平成 27 年度に設置された(電気情報物理工学科)バイオ・医工学コース及び平成 28 年度に設置された(機械知能・航空工学科)機械・医工学コースとの接続を意識したカリキュラムの整備を行い、大学院における専門教育の更なる高度化を図る。

5) 再編コース(医療機器創生コース)と新設・改編科目の充実: 現在及び将来生じる医療・健康・福祉・介護ニーズにマッチする医療機器やヘルスケア機器の研究開発を推進する人材を養成するために、医療機器創生専攻を前提に立ち上げた医療機器創生コースの講義・実習内容のブラッシュアップを図る。

6) 設備整備: 概算要求により学生実習用の医療機器を追加購入し、これらの機器の操作により、病院見学では体験できない医療機器開発のための基礎知識を教授する実習のさらなる充実を図る。

7) 教育研究体制の整備: 医工学分野の広がり比べて本研究科の講座はほとんどが教授1人体制であること、また定員内教員だけでは広い領域をカバーできないため、今後も他部局に所属する協力教員の参画によって教育研究体制の充実を図ることを継続する。また、今後の医工学分野の社会的な位置づけを踏まえ、他大学にはない教育研究体制を敷くべく点検と検討を行う。特に、入学定員の増加に対応する研究体制と教育体制の再編を行い、新たに受験を希望する大学院生がキャリアパスを理解しやすい体制を整える。また、医工学研究科の将来を見据え、本研究科を継承していく若手教員の確保・育成に向けた仕組みの検討を推進する。

実績報告

医工学は、医学と工学の融合による実学的学問分野であり、特に多様なバックグラウンドを有する学生の獲得と、クロスオーバー的な教育の充実を図るべく以下のような体制整備を推進した。

1) 入試体制

様々な専門分野をバックグラウンドに持つ学生を獲得するため、医学系・機械系・電気情報系及び材料系の入試科目を設けている。社会のニーズにあった多様な人材を輩出できるように医工学分野の動向を踏まえて、材料系、機械系入試の入試科目の一部改訂を行った。

2) 学部学生の研究室配属

従来は工学部に限られていた学部学生の研究室配属を医学部保健学科等にも拡大した。すなわち、医工学研究科への進学を希望する学生に関しては、4年時に医工学研究科の研究室に配属させ卒業研究を指導教員として指導する体制を構築し、大学院進学に関してスムーズな連携拡大を実施した。

3) 他大学出身学生の積極的獲得

大学院説明会に関する広報範囲を拡大し、他大学からの優秀な進学者のさらなる獲得を図った。(大学院説明会を令和2年3月27日に予定していたが、新型コロナウイルス感染拡大防止のため、中止とした。)

4) 工学部設置の医工学コースとの連携強化

本研究科教員が兼担している工学部に平成27年度に設置された(電気情報物理工学科)バイオ・医工学コース及び平成28年度に設置された(機械知能・航空工学科)機械・医工学コースの卒業生の入学を考慮し、一貫性のある学部教育から大学院教育への継続を考慮し、同コース卒業生に対する、同コースでの履修内容を考慮した履修指導について検討した。

5) 再編コース(医療機器創生コース)と新設・改編科目の充実

医療機器開発に関連したより実学的な実習に対する学生からのニーズ、要望を受け立ち上げた『医療機器創生コース』及び同コースの授業科目(医療機器開発論、医療機器開発実習、医療機器創生国際インターンシップ、医療機器レギュラトリーサイエンス、医療機器ビジネス学)のブラッシュアップを図った。

6) 設備整備

概算要求で措置された予算にて大型モニターシステム、呼吸音シミュレーターなどの機器を追加購入し、これらの機器の操作により、病院見学では体験できない医療機器開発のための基礎知識を教授する実習を実施した。

7) 教育研究体制の整備

医工学分野の広がり比べて本研究科の講座はほとんどが教授1人体制であること、また定員内教員だけでは広い領域をカバーできないため、令和元年度も他部局に所属する1名の協力教

員(医用ナノシステム学、准教授)の参画を実現するなど、本年度も教育研究体制のさらなる充実を図った。

その他

○社会要請が強い新たな実習科目の開講

研究科発足時より開講してきた、「医用機械・電気工学実習」、「臨床生理学実習」、「細胞遺伝子工学実習」の実習に加え、2019年(令和元年)度、新たに「医療機器開発実習」を開講した。従来の3つの実習においては、医工学分野で一般的に習得しておくべき基本的技術・実学的知識の修得に重点がおかれていたが、医療機器開発に関連したより実学的な実習に対する学生からのニーズ、要望を受け、臨床現場における未解決ニーズ探索から、医工連携エンジニアリングによる解決方法の提案能力開発に主眼を置く実習科目として開講した。

また、この実習科目の新設に関連して、2018年(平成30年)度には、概算要求により内視鏡、心電図、超音波診断装置などの医療機器を購入し、これらの機器の共同利用により病院見学などだけでは体験できない医療機器開発のための基礎知識を教授する実習の推進も図った。

○研究倫理専門家による倫理教育レクチャー

従来、学生の倫理教育は、入学時に実施する研究科専任教員によるレクチャーにより実施してきたが、より体系的な研究倫理教育が必要不可欠で極めて重要なものであるとの認識から、2019年(令和元年)度からは研究倫理の専門家(外部講師)による倫理教育レクチャーを開始した。これにより、学生に必要とされるレベル1-3に対応する倫理学習内容を漏れなく、効率的に学習することができるようになった。

○コーチング技能を習得するための新規講座の開講

大学院における研究活動ならびに修了後のキャリアにおいて役に立つコーチング技能を学ぶことを目的として、「医工コーチング概論」を2014年(平成26年)度から開講し、コミュニケーション能力開発に関する教育内容の充実を図ってきたが、授業アンケートなどによる学生評価が大変良好であったことに基づき、2017年度からは全学講義(基礎ゼミ)で、さらに2019年(令和元年)度からは未来医療創造卓越大学院プログラムにおけるファシネーター教員のFDとしても実施し、大学院教育の指導体制充実に貢献している。

2. 外国人留学生の戦略的受入れと修学環境の整備及び教育の質の向上策推進

No.11 ①-4 教育の質の向上方策の推進

No.43 ②-1 外国人留学生の戦略的受入れと修学環境の整備
計画

1)受入れ戦略: ABE イニシアティブ推奨コースへの登録、英語版ホームページや入試関係書類の充実や共同研究先との人的交流などを通じて、海外の優秀な学生の継続的獲得を図る。

2) 修学環境の整備: 全講義の英語版資料(シラバス、講義スライド)の作成をさらに進める。また、本研究科で開講している科目の英語開講講義数の増加を図るとともに、工学研究科、医学系研究科で英語開講されている関連講義の受講可能性についても検討を進める。さらに、講義実施の英語開講講義の関連研究科また外国人教員の整備を一層推進する。

実績報告

1) 受入れ戦略: ABE イニシアティブ推奨コースへの登録、英語版ホームページや入試関係書類の充実や共同研究先との人的交流を通じて、海外の優秀な学生の獲得を目指し、令和元年度は50の留学生(修士課程11名、博士課程20名、非正規19名)を受け入れた。

2) 修学環境の整備: 全講義の英語版資料(シラバス、講義スライド)の作成を実施した。また、英語開講講義数の増加を図るとともに(修士課程29年度9件→30年度16件→令和元年度15件、博士課程29年度0件→30年度2件→令和元年度5件)、工学研究科、医学系研究科で英語開講されている関連講義の受講できるよう事務レベルでの調整を行った。

3. 世界を牽引する高度な人材の養成

No.07 ②-6 世界を牽引する高度な人材の養成 計画

世界トップレベルの医工連携教育をさらに展開するため、医療機器実用化先進地域のスタンフォードバイオデザインやオランダにおける医工連携コンソーシアムであるメディカルデルタよりアントレプレナー養成に国際的な実績を有する研究者などを招へいする。また、ロシア、台湾、香港、カナダなどの大学においてスタートアップ企業を設立した経営者や関連する研究者を招へいし、新産業創出のための様々な観点・手法を学ぶ。

医療機器開発実習においては、医工学研究科・工学研究科博士課程前期学生および医学系研究科博士課程学生を対象に、4～5名で1チームのグループを作り、各グループを大学病院に派遣し医工学研究科の臨床系教員により、医療現場におけるニーズ探索と定量的評価、課題解決のためのアイデア創出、医療機器のプロトタイプ製作、ビジネスモデルの提案を行う。また、海外でプロモーションしオランダにおけるアントレプレナー現場を体験するため、オランダのエラスムスメディカルセンター(ロッテルダム)、デルフト工科大学および学内のインキュベーション施設であるYes!Delft(デルフト)、ラドバウド大学(ナイメーヘン)、トウエンテ大学(エンスヒーデ)等を訪問し、国際感覚あふれるアントレプレナー育成を行う。

ジャパンバイオデザイン事業を東京大学、大阪大学と連携して強力に推進し、より高度なグローバルアントレプレナーを養成する。これは、スタンフォードバイオデザインの手法に基づき、医療機器市場・医療機器創生に関わる規制および規制への対処など基礎知識を学んだ上で、背景の異なる(医師・エンジニア)の最大4名の混成チームが臨床現場の注意深い観察から、現場では意識されない未解決ニーズを探索し、ビジネス適合性のある未解決ニーズを解決するための方法を考案し、プロトタイピング・ビジネスモデルを提案することをゴールとする10ヶ月の革新的医療機器創生人材育成プログラムである。

さらに、文部科学省の次世代アントレプレナー育成事業EDGE-NEXTの部局横断的な教育事業を活用し、バイオデザインプログラム終了後の起業サポートのためにVCセミナーを通じてネットワーク構築を図るとともに、東北大学病院臨床研究推進センター、東北大学産学連携本部のビ

ジネスインキュベーションプログラムの支援機会を提供し、エコシステム構築を促進することで、医療機器やシステムにおけるイノベーションをリードしていく人材の養成を図る。

医療機器関連企業へは、長期・短期インターンシップで学生を派遣し、産学共同プロジェクトを実感させるとともに、ビジョン共創型研究プロジェクトによる共同研究などを積極的に推進する。さらに技術者のための医学・医工学教育システム EMBEE を推進することで社会人教育を行う。

加えて、未来型医療創造卓越大学院プログラム、人工知能エレクトロニクス(AIE)卓越大学院プログラムに医工学研究科学生を積極的に参加させることで、大学院博士課程後期学生についても医工連携・産学連携教育を推進する。

実績報告

世界トップレベルの医工連携教育を展開するため、医療機器実用化先進地域のスタンフォードバイオデザインやオランダにおける医工連携コンソーシアムであるメディカルデルタよりアントレプレナー養成に国際的な実績を有する研究者などを招へいした。オランダトゥエンテ大学からも研究者を招へいし、オランダにおける医工連携の新しい取り組みである Technical Medicine(工学系学生を医療従事者として病院勤務させるための国家資格)に関する教育について討議し、本学においてもそれに近い取り組みを行うことを検討している。

「医療機器開発論」においては、医療機器に関する総論・各論についての座学の講義とともに、4つの企業からの講師を招へいし、実践的教育を行った。

「医療機器開発実習」においては医工学研究科博士課程前期学生 21 名を大学病院に派遣し、医療の現場におけるニーズ探索と定量的評価、課題解決のためのアイデア創出、医療機器のプロトタイプの作製、ビジネスモデルの提案をグループワークで実践した。

「医療機器海外インターンシップ」においては、作製したプロトタイプとビジネスモデルのアイデアを海外でプロモーションするとともに、オランダにおけるアントレプレナー現場を体験するため、医工学研究科大学院生 15 名、若手研究者 1 名、教員 1 名で、オランダのエラスムスメディカルセンター(ロッテルダム)、デルフト工科大学および学内のインキュベーション施設である Yes!Delft(デルフト)、ラドバウド大学(ナイメーヘン)、トゥエンテ大学(エンスヒーデ)を訪問し、国際感覚あふれるアントレプレナー育成を行った。加えて、台湾の国立成功大学に医工学研究科大学院生 6 名、教員 4 名を派遣し、現地の研究者・学生とともに歯学領域における医療機器イノベーションについて異なる視点から討議し、国際感覚あふれるアントレプレナー育成を図った。また、実践的学修プログラムとして、医療機器メーカーを中心とした国内インターンシップの他、医療機器開発実習における実習成果の海外でのプレゼンの機会も国際インターンシップ研修として単位認定しており、2019 年(令和元年)度は国内インターンシップ 4 名、国際インターンシップ 3 名を単位認定した。

ジャパンバイオデザイン事業においては、東京大学、大阪大学と連携して強力に推進し、より高度なグローバルアントレプレナーを養成した。これは、スタンフォードバイオデザインの手法に基づき、医療機器市場・医療機器創生に関わる規制および規制への対処など基礎知識を学んだ上で、背景の異なる(医師・エンジニア)の 3 名の混成チームが臨床現場の注意深い観察から、現場では意識されない未解決ニーズを探索し、ビジネス適合性のある未解決ニーズを解決するための方法を考案し、プロトタイピング・ビジネスモデルを提案することをゴールとする 10 ヶ月の革新的医療機器創生人材育成プログラムである。

文部科学省の次世代アントレプレナー育成事業 EDGE-NEXT の部局横断的な教育事業に医工学研究科が新たに開講した「医療機器ビジネス学」により受講生に実践的教育を行った。また、UC Berkeley (Haas MBA)×東北大学 デザイン思考ワークショップに学生を参加させ、ピッチの体験を行わせた。バイオデザインプログラム終了後の起業サポートのために VC セミナーを通じてネットワーク構築を図り、東北大学から起業した若手研究者に対する研究科としての支援を行った。さらに、東北大学病院臨床研究推進センター、東北大学産学連携本部のビジネスインキュベーションプログラムの支援機会を提供し、エコシステム構築を促進することで、医療機器やシステムにおけるイノベーションをリードしていく人材の養成を図った。

医工学研究科教員と共同研究を行っていて医療機器産業に進出を希望している電気・情報系企業 5～6 社からの若手社員への医学教育の要請を受け、東北大学大学院医工学研究科として公式に新たに『医学・医工学の社会人教育を行うプロジェクト』として EMBEE (Education of Medicine and Biomedical Engineering for Engineers)を開始した(2019 年(令和元年)度参加者 19 名)。EMBEE では、新たに放射線治療科、産婦人科、眼科、麻酔科などの講義を追加することで臨床科をより広くカバーし当該領域における基礎知識から最新の知識をまとめて教授するように教育プログラムを発展させた。また、最新の医工学研究についても科目を追加し教育している。

これらの取り組みに対し医療機器関連企業からの関心も非常に高く、長期・短期インターンシップ、医工学研究科修了者の採用、ビジョン共創型研究プロジェクトによる共同研究などに結び付いた。

さらに、医工学という学際領域の学位(修士(医工学)並びに博士(医工学))認定にふさわしい、国際基準を満たす高いレベルの論文審査を行うため及び海外の教員の審査への参加を得られやすくするため、2019 年(令和元年)度の審査から、海外在住の審査員の skype システムなどでの審査会への参加、判定が可能になるように内規の変更を実施した。

4. 国際的ネットワークの構築による国際共同研究等の推進

No.21 ①-3 国際的ネットワークの構築による国際共同研究等の推進計画

国際競争力の強化を図るため、医療機器創生分野においてスタンフォードバイオデザインやオランダメディカルデルタや台湾などの革新的医療機器創生ネットワークに加わり、実用化に向けた国際的エコシステムを構築し、共同研究開発及び実用化を推進する。

また、がん医工学研究センターや医療機器創生センターを活用し、南アフリカやインドネシアなどの新しい医療機器に対して潜在的に高い需要がある地域の研究者と連携した共同研究を推進する。

さらに、平成 29 年度より開始している台湾国立交通大学との国際共同研究拠点の構築を本年度も推進する。台湾では教育部や科技部の主導により、大学における国際化の促進、先端的な研究および教育の促進を目的に、著名な海外大学と連携したジョイントラボラトリーの設置が推進されている。台湾国立交通大学は、マイクロエレクトロニクス分野では世界トップクラスの研究成果・論文を出しており、今や世界の半導体立国である台湾のエレクトロニクス産業の発展を研究・人材育成の両面で支えている。海外機関との学生や研究交流にも非常に力を入れており、UC Berkeley, Univ. of Illinois, Urbana-Champaign, Carnegie Mellon University, Chalmers

University of Technology, University of Paris 等と個別にリエゾンオフィス設やジョイントリサーチセンターを設置することに合意し、それぞれの機関の特徴を生かして研究・教育の連携を図っている。平成 29 年度に東北大学と台湾国立交通大学がエネルギーデバイス・システム、ナノデバイス・システム、医工学の各分野で学際的な研究連携を実現するジョイントラボラトリーを設立することで合意し、大学間リエゾンオフィスを設置している。さらに平成 30 年 7 月 17 日に設置が承認された台湾国立交通大学とのジョイントラボラトリーにおける国際共同研究の推進により、日台双方においてその重要性が一層高まっている「人口減少、超高齢化社会における持続的発展可能なスマート社会(SDGs)の実現」のに向けた学術基盤をさらに強力に構築する。大学全体の研究者の受け皿、及び国立交通大学や新竹サイエンスパークとの人的交流と共同研究等の受け皿としてのジョイントラボラトリーが国際的な知識集積・循環のハブ機能を果たしていく。本年度も教員の短期・長期滞在並びに技術ワークショップの定期開催、共同研究の共同提案、学生の交流などを一層推進し、研究・教育の飛躍的発展を図る。

実績報告

国際競争力の強化を図るため、医工学領域において国際的革新的医療機器創生ネットワークに加わり、実用化に向けた国際的エコシステムを構築し、共同研究開発及び実用化を推進するとともに、中国、東南アジア地域の医工学学術ネットワークの構築に貢献した。

・米国スタンフォードバイオデザインプログラムと連携したジャパンバイオデザインプログラムの成果として修了生が新規医療機器ベンチャー会社を東北大学ビジネスインキュベーションプログラムの支援を受けて令和 2 年 2 月に設立し、医療機器実用化に向けて研究開発を推進している。

・ジャパンバイオデザインプログラムを推進している大阪大学、東京大学と共同でアジア・太平洋地域の医療機器創生コミュニティー(BME-IDEA APAC)の学術大会(令和元年 7 月 30 日)を開催し、アジア・太平洋地域のバイオデザイン修了生を中心とした医療機器創生に向けたエコシステム構築活動を推進した。

・ジャパンバイオデザインプログラム研修生をスタンフォードおよびシリコンバレー地域の医療機器インキュベーション企業に派遣し、医療機器開発のためのエコシステムのあり方と実務に関する研修を実施した(令和 2 年 2 月)。

・医工学研究拠点設置を目指す、南方科技大学(中国)、University Malaysia Perlis(UMP;マレーシア)とそれぞれ部局間学術交流協定を締結し、医工学研究拠点設置のための大学院生および若手研究者の交流および指導者の育成のための協力体制を構築した。マレーシアからは、令和元年 7 月に JICA の交流プログラムを活用し、UMP の大学院生、若手研究者を受け入れ医工学領域の研究指導を行った。

5. 経済・社会的課題に応える戦略的研究と実用化に向けたトランスレーショナル・リサーチの推進

No.22 ②-1 経済・社会的課題に応える戦略的研究の推進

No.24 ②-3 トランスレーショナルリサーチの促進

計画

医工学研究科は医療・健康領域において医学、工学、薬学、農学、経済学、法学など多くの関連する研究領域の接点にある。その強みを生かしてメディカルサイエンス実用化推進委員会などの部局横断的ネットワークを活用し経済・社会的課題に応えるプロジェクト研究を立ち上げること

を推進している。具体的には「社会にインパクトのある研究」のうち「自律的に心身恒常性維持を図る調和型健康社会の実現」の担当部局として「未来社会健康デザインセンター」を立ち上げ、大型予算による研究拠点化を推進し、未来社会における健康課題の解決に取り組んでいる。

また、医工学研究科での多くの研究成果を社会実装することも強く期待される段階になっていると考え、「がん医工学センター」、「医療機器創生開発センター」及び「未来社会健康デザインセンター」を利用してトランスレーショナル・リサーチを一層促進するとともに、産学連携の強化を図る仕組みを検討する。研究科教員が参加している COI Stream 事業では、超高齢社会における健康課題に対応するために開発してきた革新的医療技術や生活管理技術の社会実装化を推進するために担当する企業とのアンダーワンルーフ型開発研究を推進しており、令和元年度より向こう3年間は参画企業による社会実装フェーズに入る。

さらに、特定企業と複数の大学教員間との産業連携促進研究プロジェクト推進するため企業と研究者との間の課題共有の場として「この指とまれ型プロジェクト」勉強会を開催するとともに、OI機構との連携をはかる。

実績報告

医工学研究科は医療・健康領域において医学、工学、薬学、農学、経済学、法学など多くの関連する研究領域の接点にある。その強みを生かしてメディカルサイエンス実用化推進委員会などの部局横断的ネットワークを活用し経済・社会的課題に応えるプロジェクト研究を立ち上げることを推進した。具体的には「社会にインパクトのある研究」のうち「自律的に心身恒常性維持を図る調和型健康社会の実現」の担当部局として「未来社会健康デザインセンター」を立ち上げ、大型予算による研究拠点化を推進し、未来社会における健康課題の解決に取り組んだ。

また、医工学研究科での多くの研究成果を社会実装することも強く期待される段階になっていると考え、「がん医工学センター」や「医療機器創生開発センター」を利用してトランスレーショナル・リサーチを一層促進するとともに、産学連携の強化を図る仕組みを検討した。実際に COI Stream 事業では、超高齢社会における健康課題に対応するために開発してきた革新的医療技術や生活管理技術の社会実装化を推進するために担当する企業とのアンダーワンルーフ型開発研究を推進した。

さらに、特定企業と複数の大学教員間で産業連携促進研究プロジェクトを立ち上げ、強力に推進した。

・社会課題解決型大型プロジェクトの推進(No.22 ②-1)

▶SDGs 目標3「あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、福祉を促進すること」に取り組む大型プロジェクト COI Stream 東北拠点の中核とし事業を推進している。医工学の先進的研究成果を参画企業とともに日常生活における予防・健康増進に資する事業として社会実装に向けた戦略的研究を推進している。プロジェクト発足当初(2014年)は2社であった社会実装の担い手である参画企業は、令和元年度には20社に達した。

・トランスレーショナル・リサーチ推進(No.24 ②-3)

▶新しい創薬ターゲットになることが記載される糖尿病性腎症の新規原因物質を発見(阿部高明教授: Nature Communications 2019)

- ▶ ヒト筋疾患の障害メカニズム探求のための「ヒトとマウスのハイブリッド筋細胞の創製と応用」
(神崎展准教授: Scientific Reports 2019)
- ▶ 新たな薬剤送達法の開発の必要性を示唆する「超早期の肺転移病巣では肺細動脈が腫瘍細胞で閉塞」することを報告(小玉哲也教授: Scientific Reports 2019)
- ▶ 東北大学発の新しい頭頸部がん患者に対する転移リンパ節治療法が医療機器医薬品総合機構の承認を受け臨床試験実施中(小玉哲也教授)
- ▶ 東北大学発の骨融合を促進する骨欠損修復材料 Bonarc(東洋紡)が 2019 年(令和元年)度に厚生労働省より製造販売承認を取得し、製品化(商品名: ボナーク®、承認番号 30100BZX00025000)に成功した。これらは、現在の標準的治療法である自家骨移植に代わり得る画期的な医療機器として世界から注目を集めており、骨欠損修復(脳神経外科領域)での治療計画も進行中である(鎌倉慎治教授)