

「グローバルCOEプログラム」(平成19年度採択拠点)事業結果報告書

概要

機関名	東北大学	機関番号	11301	拠点番号	E01
1. 機関の代表者 (学長)	(ふりがなくローマ字) SATOMI SUSUMU (氏名) 里見 進				
2. 申請分野 (該当するものに0印)	A<生命科学> B<化学、材料科学> C<情報、電気、電子> D<人文科学> E<学際、複合、新領域>				
3. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	新世紀世界の成長焦点に築くナノ医工学拠点 Global Nano-Biomedical Engineering Network Centre				
研究分野及びキーワード	<研究分野> 人間医工学(医用・生体画像) (バイオメカニクス) (医用マイクロ・ナノマシン) (細胞・組織工学) (人工臓器工学)				
4. 専攻等名	医工学研究科医工学専攻(平成20年4月1日)、工学研究科(バイオロボティクス専攻、電子工学専攻)、医学系研究科医科学専攻、東北大学病院(平成22年11月1日)、流体科学研究所、加齢医学研究所、サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター、サイバーサイエンスセンター(情報シナジー機構 平成20年4月1日)				
5. 連携先機関名 (他の大学等と連携した取組の場合)	該当無し				
6. 事業推進担当者	計 27 名 ※他の大学等と連携した取組の場合：拠点となる大学に所属する事業推進担当者の割合 [%]				
ふりがなくローマ字> 氏名(年齢)	所属部局(専攻等)・職名	現在の専門 学位	役割分担 (事業実施期間中の拠点形成計画における分担事項)		
(英訳ローマ字) YAMAGUCHI TAKAMI 山口 隆美(63) (事業推進担当者)	医工学研究科(医工学専攻)・教授	生体医工学 医学博士、 工学博士	総括責任者、ナノバイオメカニクス		
HAYASHI TOSHIYUKI 早瀬 敏幸(56)	流体科学研究所(流体融合研究センター)・教授	流体工学 工学博士	総括分担者、ナノバイオメカニクス		
SATO MASAOKI 佐藤 正明(63)	医工学研究科(医工学専攻)・教授	バイオメカニクス 工学博士	ナノバイオメカニクス		
WADA HIROSHI 和田 仁(63)	工学研究科(バイオロボティクス専攻)・教授	生体工学 工学博士	ナノバイオメカニクス		
NAGATOMI RYOICHI 永富 良一(53) (平成22年4月1日追加)	医工学研究科(医工学専攻)・教授	体力科学、健康科学 医学博士	ナノバイオメカニクス		
KANAI HIROSHI 金井 浩(53)	工学研究科(電子工学専攻)・教授	医用超音波工学 工学博士	総括分担者、ナノバイオイメージング		
TASHIRO MANABU 田代 学(45) (平成19年8月1日追加)	サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター (サイクロトロン核医学研究部)・准教授	核医学 臨床薬理学 博士(医学)	ナノバイオイメージング		
FUKUDA HIROSHI 福田 寛(63)	加齢医学研究所(加齢脳・神経研究部門)・教授	画像医学 医学博士	ナノバイオイメージング		
TAKASE KEI 高瀬 圭(47) (平成22年11月1日交替(追加))	東北大学病院(放射線診断科)・准教授	放射線診断学 医学博士	ナノバイオイメージング		
UMEMURA SHIN-ICHIRO 梅村 晋一郎(59)	医工学研究科(医工学専攻)・教授	医用超音波工学 工学博士	ナノバイオイメージング		
YANAI KAZUHIKO 谷内 一彦(55) (平成20年4月1日追加)	医学系研究科(医科学専攻)・教授	薬理学・臨床薬理学 医学博士	ナノバイオイメージング		
TAKAHASHI AKIRA 高橋 明(59) (平成22年4月1日追加)	医工学研究科(医工学専攻)・教授	脳血管内治療 医学博士	ナノバイオイメージング		
SALJO YOSHIFUMI 西條 芳文(49) (平成22年4月1日追加)	医工学研究科(医工学専攻)・教授	医用イメージング 医学博士	ナノバイオイメージング		
NISHIZAWA MITSUHIKO 西澤 松彦(46)	工学研究科(バイオロボティクス専攻)・教授	バイオデバイス工学 博士(工学)	総括分担者、ナノバイオデバイス		
KAWASE TETSUAKI 川瀬 哲明(54)	医工学研究科(医工学専攻)・教授	耳鼻咽喉科学 医学博士	ナノバイオデバイス		
TANAKA TETSU 田中 徹(48)	医工学研究科(医工学専攻)・教授	バイオナデバイス 博士(工学)	ナノバイオデバイス		
YOSHINORU TATSUO 吉信 達夫(47)	医工学研究科(医工学専攻)・教授	パイオセンサ工学 博士(工学)	ナノバイオデバイス		
TANAKA MAMI 田中 真美(42)	医工学研究科(医工学専攻)・教授	バイオメカニクス 博士(工学)	ナノバイオデバイス		
KOSUGE KAZUHIRO 小菅 一弘(56) (平成20年4月1日追加)	工学研究科(バイオロボティクス専攻)・教授	ロボティクス 工学博士	ナノバイオデバイス		
FUKUSHIMA KOUHEI 福島 浩平(54) (平成22年4月1日追加)	医工学研究科(医工学専攻)・教授	消化器外科学 医学博士	ナノバイオデバイス		
MURATA SATOSHI 村田 智(49) (平成22年6月11日追加)	工学研究科(バイオロボティクス専攻)・教授	分子ロボティクス、DNAナノエ ンゼリング博士(工学)	ナノバイオデバイス		
YOSHIZAWA MAKOTO 吉澤 誠(56)	サイバーサイエンスセンター(先端情報技術 研究部)・教授	生体制御工学 工学博士	総括分担者、ナノバイオインターベンション		
MATSUKI HIDETOSHI 松木 英敏(61)	医工学研究科(医工学専攻)・教授	生体電磁工学 工学博士	ナノバイオインターベンション		
OHUCHI NORIYUKI 大内 憲明(60)	医学系研究科(医科学専攻)・教授	腫瘍外科学 医学博士	ナノバイオインターベンション		
YAMBE TOMYUKI 山家 智之(52)	加齢医学研究所(臓器病態研究部門)・教授	人工臓器学 医学博士	ナノバイオインターベンション		
CHIBA NATSUOKO 千葉 奈津子(43)	加齢医学研究所(免疫遺伝子制御研究分野)・准教授	分子腫瘍学 博士(医学)	ナノバイオインターベンション		
IZUMI SHIN-ICHI 出江 紳一(54) (平成22年4月1日追加)	医工学研究科(医工学専攻)・教授	機械工学 博士(工学)	ナノバイオインターベンション		
TAKAHASHI SHOUKI 高橋 昭喜(62) (平成22年11月1日交替(辞退))	医学系研究科(医科学専攻)・教授	放射線診断学 医学博士	ナノバイオイメージング		
ARAI FUMIHIRO 新井 史人(48) (平成20年4月1日追加、平成22年 4月1日辞退)	工学研究科(バイオロボティクス専攻)・教授	機械工学 博士(工学)	ナノバイオインターベンション		
IIO MASATOSHI 伊藤 正敏(64) (平成19年7月31日辞退)	サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター・教授	核医学 医学博士	ナノバイオイメージング		

機関（連携先機関）名	東北大学
拠点のプログラム名称	新世紀世界の成長焦点に築くナノ医工学拠点
中核となる専攻等名	医工学研究科医工学専攻
事業推進担当者	（拠点リーダー） 山口 隆美・教授 外 26 名
<p>〔拠点形成の目的〕</p> <p>21世紀における世界の科学技術・産業の中核的課題はナノ・バイオ技術であり、これを担う地域は、東アジア・環太平洋圏、欧米大西洋周辺地域、ユーラシアの三極となる。我が国の進む道は、東アジア・環太平洋圏の諸国・諸社会と緊密な連携を構築し、もっとも成長能力の高いこの地域を世界のナノ・バイオ技術の中心とすることである。このため、我々は東アジア・環太平洋圏において確固たる科学技術上の拠点を形成しつつある諸国・諸大学と強固な連携体制を構築する。これを、地域に根ざしてはいるが汎世界的な問題、たとえば、マラリアのような感染症の研究など、地域の緊急課題から共通の社会的・医療的課題を抽出して協同の研究・教育を実現し、医療工学の手段で課題を解決する体制を築くことで実現する。本拠点形成では、このような地域共通の課題を細胞と分子レベルで解決する最先端のナノ・マイクロスケール医工学研究・教育を通じ、地域内の拠点を中域的国際ネットワークに統合し、世界の医工学技術開発を領導することを目的とする。</p> <p>〔拠点形成計画及び達成状況の概要〕</p> <p>1. バイオ21COE (A03)で成功を収めた2大教育プログラムを継承・発展させる。すなわち①遊牧的教育 (Nomadic Education) と②遍歴学生制度 (Itinerant Studentship) により、次のような資質をもつ大学院博士課程学生を輩出する。それは、○専門研究分野はもちろん、歴史文化までの深い教養と大局観をもった指導者としての素養、○若くして世界に羽ばたき、世界の将来の指導者たる人物との深い交友関係・ネットワークを築く経験、○研究・教育の必要に応じて、世界のどこでも活動できるフットワークをもつ活力、○条理を極めて議論し、情理を尽くして説得のできる外国語能力、そして○研究・教育を世界と人類の未来、人々の夢と希望に根拠をおいて計画・推進できる先見性である。この計画に従い、東アジア・環太平洋地域に限らず、欧米を含む世界最高レベルの大学へ学生等を派遣し、長期および短期の研究教育を経験させるプログラムを実施し、その成果が得られた。</p> <p>2. 教育プログラム自身の国際化を行い、重層化されたメンターシップを導入する。すなわち①ピアメンターシップ：東アジア・環太平洋地域から招聘する学生・若手研究者と本拠点の学生が友人として相互に教え、ともに学ぶことにより将来の世界を担う友誼を確立させる。②インターナショナルメンターシップ：拠点からノマディック教育で送り出す学生・若手研究者を指導する世界の研究者を招聘し、拠点組織化し、生涯のメンターとする。③ 拠点の教員（事業推進担当者）が自分自身を鍛え直す国際化FD：これを通じ、事業推進担当者が、世界、とりわけ東アジア・環太平洋地域からの学生・若手研究者のメンターとなるための自己研鑽、相互教育を組織的に実施する。これらの目的のために、事業実施5年間において国際シンポジウムを18回開催（第16回国際シンポジウムは震災の影響により誌上開催）、内、海外では6回実施した。この他、シンガポール国立研究財団とMITのアライアンスであるSMART等とのワークショップ、ポルトガルのポルト大学等との共催シンポジウムを開催した。また、東北大と NUS の学生が主体となって実行委員を組織し運営する東アジア学生シンポジウムの開催(5回)、さらに定例で毎月1回開催するナノ医工学セミナーに積極的に外国人講師を招聘するなど計画通りに国際化を実現した。</p> <p>3. 教育を通じて、人材を社会に還元し、さらに、これらの人材による研究成果を世界に還元する。すなわち、①双方向の社会人技術者教育では、社会・産業界との人事交流・相互再教育により、ナノバイオ医療工学産業分野の創成を促進する。このため、平成16年度から平成20年度にかけ科学技術振興調整費により実施した社会人再教育プログラム (REDEEM, ESTEEM) を本プログラムに統合し、平成21年度から、医工学研究科および本GCOEプログラム等の共催により、自立化した再教育プログラムとして再スタートした。②国際インターンシップでは、大学院学生を積極的に世界の産業・企業、MOT事業、バイオビジネスへ派遣し、また受入を行うこととしたが、実際に大学院学生を派遣した企業への博士課程学生の就職が実現するなどの成果が上がった。</p> <p>4. 組織および事業の概要と今後の計画</p> <p>本グローバルCOEのメンバーを中心として、平成20年度に我が国はじめての独立の大学院レベルの教育組織である医工学研究科が発足した。この研究科内に、本グローバルCOEの活動を踏まえて、東アジアナノ医工学研究・教育ネットワークを構築するための組織を構築し、本拠点が中心となって、東アジア・環太平洋圏規模の研究教育ネットワークを構築することを目指している。このために、シンガポール国立大学医工学大学院プログラムとの間で定期的な学生交換活動を準備し、学生の相互訪問によるシンポジウムを5回開催した。また具体的な活動としては、台湾、シンガポール、ニュージーランド、米国など各国の研究拠点および本学の教員・研究者・学生の交換留学、相互訪問、研究交流、国際シンポジウムを実施、単行本研究書、定期刊行物（年報）、プロシーディングス等の共通出版物（累計6598ページ）の発行、国際的な e-Learning システムの構築、優秀な学生のRAあるいは PDとしての派遣・雇用などを実施して成果を挙げている。</p>	

6-1. 国際的に卓越した拠点形成としての成果

国際的に卓越した教育研究拠点の形成という観点に照らしてアピールできる成果について具体的かつ明確、簡潔に記入してください。

拠点リーダーの山口隆美は、計算生体力学分野における国際的リーダーとして、バイオメカニクス世界会議における基調講演などを多数依頼されたほか、本拠点に関して、東アジア諸国(韓国、台湾、シンガポールなど)における代表的研究教育機関とのネットワークを築き、国際シンポジウムなどの開催を通じて、本プログラムの研究成果をひろく発信することができた。

早瀬敏幸は複雑な血流動態や壁せん断応力を正確に再現することが可能な超音波計測連成シミュレーションシステムを世界に先駆けて開発し、循環器系疾患の研究の進展に貢献した。

佐藤正明は、実験生体力学の世界的権威として各国から招待講演などの依頼を受けた他、中国・重慶大学の博士課程在学中の学生1名を政府派遣の学生として受け入れ、研究指導を行った。そのほかにも、フランス、イギリスなどから博士課程への入学希望やポストドクへの採用依頼が相次いでいる。

金井 浩は事業推進担当者がIEEEなど関係する諸学会において招待講演を行うとともに、海外の大学との共同研究・人材交流なども行っている。また、海外からの留学生を博士として輩出した。これらは、本拠点が医用超音波に関する研究において国際的に卓越した教育研究拠点であると認知されていることを示すものである。

田代 学は核医学的方法を用いたナノバイオイメージング(分子イメージング)法を駆使して、運動や代替医療などの健康増進効果の評価法として、また薬物副作用の評価法、および精神神経疾患の病態メカニズム解析の方法として確立することができ、国際的に注目された。加えて、新しい診断機器である超高分解能PET装置および乳がん専用PETカメラ(PEM)を構築して臨床試験を開始している。

福田 寛は国内唯一、世界でも有数規模の脳MRIデータベースを用いて、最先端の画像解析技術を駆使した研究を行い、ヒト脳の発達と加齢、およびそれに影響を与える因子を明らかにした。また、その成果を一流の欧米誌に公表した(原著論文15報)。

高瀬 圭はMDCTによる微細血管病変を用いた、副腎静脈サンプリング手技がアルドステロン過剰産生部位の局在診断に不可欠であるが、東北大学病院は年間150症例のサンプリングを99%の成功率で施行し、症例数・成功率ともに世界一となり、高血圧患者の約10%(我が国で推定400万人)を占める原発性アルドステロン症に対する研究・診療拠点となった。心臓外科の術中脊髄冷却還流法と組み合わせたAdamkiewicz a.の微細血管構築解析は、当科にて世界でも早く論文化し、臨床成績向上における意義の最先端研究を行っている。

梅村 晋一郎は超音波治療分野における国際的研究拠点の1つであるとの認識が徐々に広まりつつあることを示す例として、中国およびパキスタンの学生から留学による研究の申し込みがあった。また、超音波治療の1分野 histotripsy の創始者であり第1人者であるミシガン大学 Cain 教授に、sabbatical を過ごす研究拠点として選ばれた。

谷内 一彦の研究グループは、独自の脳診断用プローブの開発、新規 β アミロイドイメージング剤の開発、独自の自動標識合成装置の開発、独自の高分解能・高感度PETの開発など世界で高く評価されている。また、産業化・実用化をめざして、多くの製薬企業・PETサイクロトロンメーカーとの共同研究を積み上げ、多くの研究者(外国人留学生を含む)に博士号(医学、薬学、工学、理学、歯学)を与え、PET関連研究者を育てて社会へ送り出している。分子イメージング研究で独自の世界的に高い評価を得ている東京都健康長寿医療センター研究所、国立長寿医療センター、メルボルン大学などと密接に研究協力することにより、東北大学内外の分子イメージング研究教育が有機的に連携することにより国際的分子イメージング研究教育拠点の形成が実質的になされている。

高橋 明は脳動脈瘤の発生機序および発生、成長に関わる因子の薬物制御、およびそれぞれの因子のメカニズムに関わる血流動態の解析において先進的業績をあげた。

西條 芳文は7th International Conference on Ultrasound Biomedical Microscanningを主催し、その後も高周波数超音波イメージングの研究領域における国際的リーダーとして本学術領域の発展に貢献した。

川瀬 哲明は留学生の研究指導(タイ1名)、指導大学院生の海外研究室派遣(米国ハーバード大学1名、イタリアグループオロジコ1名)。

吉信 達夫はイオンや分子の分布を画像化することができる半導体デバイスである化学イメージセンサの開発を先導的に行っており、秒間数百コマの動画撮影が可能レベルまで性能を高めた。

村田 智は国際生体分子デザインコンペティションBIOMOD2011に学生チームが出場し、金賞を受賞した。指導下学生の国際的な活動が評価されたものである。

松木 英敏は電磁誘導をベースに、医療分野においては、失った機能を電気刺激によって復元する直接給電法を用いたFESシステムやがん患者への新たな治療方法の提案となるソフトヒーティング法を用いたハイパーサーミアに関する論文を多数報告してきた。また、産業分野において、携帯機器や電気自動車への電磁誘導方式による非接触給電システムに関する論文も報告してきた。医療と産業の両分野において研究を行っている機関はほとんどなく、国際的に見ても唯一の存在であることから、非接触給電の教育研究拠点としての役割を担ってきた。

大内 憲明は本GCOEプロジェクトを基盤として、医学系研究科の6人の大学院生(内5人が医師免許保持者)が工学技術を医学に応用した研究テーマで博士号を取得し、4人の大学院生(全員が医師免許保持者)の博士過程教育を継続中である。また厚生労働科学研究費補助金(厚生労働省)、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のがん超早期診断・治療機器の総合研究開発、さらにはいくつかの科学研究費助成事業(文部科学省、日本学術振興会)が、本プロジェクトを基盤として進められた。

山家 智之は人工心臓の開発をはじめとする様々な人工臓器の研究、循環器病学の治療や診断等の研究や、カオス力学をはじめとして自律神経機能の研究も行われており、画像刺激の生体影響調査も通算のプロジェクトに参画している。人工心臓研究には三十年以上の開発研究の蓄積があり人工心筋、人工括約筋、人工食道などの開発研究や、全国の6大学が結集しての波動人工心臓プロジェクトなどに参画した。生体計測・解析は臨床研究にも応用され、ホルター心電図のカオス解析の研究などにも結実している。心臓超音波断層法は、世界で初めて我が研究室で開発されたものであり現在も先進的な研究開発が続けられている。このような多施設共同研究においても海外の研究者が参画できる体制を整えている。

千葉 奈津子は乳癌に関連した癌抑制分子のDNA修復機構への関与のメカニズムを解析し、その癌抑制機構を明らかにした。さらに現在は本分子とその関連分子が、細胞分裂制御機構に関与することを明らかにした。これらの研究の発展により、現在はさらに遺伝子変異マウスを用いた解析や臨床検体を用いた研究にも発展した。また、国際共同研究にも発展した。よって、今後、さらに解析を進めることにより、その関連分子をバイオマーカーにした新たな治療法の開発が可能になると考えられる。

出江 紳一は教育場面における教員と学生のコミュニケーションスキルの向上を目指すためにコーチング技法を積極的に取り入れ利用した。さらに、コーチングによるコミュニケーションスキルの変化を質的評価のみならず量的評価を試み、一定の成果を得、その知見を大学院教育現場にフィードバックを行なっている。

「グローバルCOEプログラム」（平成19年度採択拠点）事後評価結果

機 関 名	東北大学	拠点番号	E01
申請分野	学際、複合、新領域		
拠点プログラム名称	新世紀世界の成長焦点に築くナノ医工学拠点		
中核となる専攻等名	医工学研究科医工学専攻		
事業推進担当者	(拠点リーダー名)山口 隆美		外 26 名

◇グローバルCOEプログラム委員会における評価（公表用）

（総括評価）

設定された目的は概ね達成された。

（コメント）

大学の将来構想と組織的な支援については、我が国初の医工学専門の大学院である医工学研究科を創設し、他の既存組織と連携しつつ活動しており、重点的に支援が行われている。

拠点形成全体については、ナノ医工学の研究教育に関する世界的連合体である Global Enterprise for Micromechanics and Molecular Medicine (GEM4) の幹事校に選ばれるなど、国際的に高い評価を獲得した。しかし、計画書にある「東アジア・環太平洋圏の特質に根差したナノ医工学」という本拠点の特徴を今後外部に対し更に明確に示していく必要がある。

人材育成面については、学生を主体とした国際シンポジウムの開催、70回におよぶ医工学セミナーなど積極的な努力が行われた点は高く評価できる。またメンターシップなど国際的に活躍できる人材育成の効果について報告書の記述は少ないが、現地調査により一定の成果を得ていることが判明した。しかし、事業推進担当者が合計100名の博士研究者を育成する、との目標には届いていない。

研究活動面については、個々の研究で大きな成果があがっている反面、拠点独自で国際的に展開する独創的テーマへの展開は数例にとどまっており、震災の影響を考慮すべきではあるが、なお研究者間の連携強化が不足していたことが原因の一つと考えられる。

中間評価結果による留意事項等への対応については、震災の影響が甚大だったにもかかわらず、アジアの一流大学との交流により国際的に通用する人材が育ちつつあることは評価できる。

今後の展望について、報告書には本拠点の展開に関する具体的な記述は少ないが、現地調査の結果、震災により中断していた国際シンポジウムの開催や実験実習施設の拡充を後継資金により再開しつつあること、RA経費に関しては大学としての支援体制が確立しつつあることなどが判明し、拠点としての継続的かつ発展的な活動が可能との感触を得た。

未曾有の大震災を克服して今後継続して更なる拠点の展開を図るためには、高い意気込みのもとに立案された、地域に根差す優れた人材育成計画を推進し、中間評価における指摘事項への対応をさらに図り、また本事業の当初の目的に照らした実績の精査を行うことが求められる。拠点担当者が東日本大震災により大きな困難に直面したにもかかわらず、拠点計画遂行の高い志を持って困難を克服されていることに敬意を表したい。