

平成26年度 部局自己評価報告書（サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター）

Ⅲ 部局別評価指標

1 東北大学グローバルビジョンにおいて各部局が定めた「部局ビジョン」の重点戦略・展開施策または部局第2期中期目標・中期計画における特色ある取組の進捗状況と成果

※ 評価年次報告「卓越した教育研究大学へ向けて」で報告する内容

【教育に関する目標を達成するための措置と成果】

- ・加速器を用いた学生および職員教育への貢献：加速器の量子ビームを用いたサイエンスを担う次世代若手研究者の人材育成を行うために、高エネルギー加速器研究機構(KEK)と連携した KEK 加速器科学支援事業を用いて、全国の大学・学部3年生・4年生を対象とした加速器実験実習スクールを実施して教育に貢献した。全学教育「基礎ゼミ」でも加速器の見学実習を行って、全学教育に貢献した。また、全国アイソトープセンター長会議会長校として他の幹事校（東大、京大、阪大、名古屋大）と連携して、全国の大学職員を対象にした実験実習を実施した。平成26年には分子イメージングの実験実習も実施する計画である。
- ・放射線教育への貢献：放射線科学研究分野のグローバルリーダーとなりうる人材を育成するために、全学教育から大学院に至る異文化融合的な高度教養教育を展開した。基礎ゼミ「PET とサイクロトロン」では体験学習を通じて広い視野と問題発見能力を育成した。大学院の「分子イメージング講義」「核放射線物理学特論」では広範な放射線科学研究分野に関する知識と思考力および問題発見・解決能力を養成するとともに、国際的な環境で適切な情報交換ができるグローバルな人材を育成する体制を構築した。
- ・学生の英語による情報発信力の向上：平成26年度より、全学教育授業として「科学英語」を新規に立ち上げて、サイエンス全般に関する実践的な科学技術英語教育を展開した（グローバルリーダー養成プログラムにも登録）。センターの学際性を生かして、サイクロトロン装置や PET 装置の見学実習に基づいて、放射線技術の原理や医学利用に関して英語で発表して議論しあう独自のトレーニングプログラムを構築し、本学学生の英語による情報発信能力の向上に努めた。平成26年度以降も内容を随時改善しながら継続的にグローバルリーダーの育成に寄与していく。
- ・次世代に向けた融合型教育プログラムの確立：「サイエンス・ビジュアライゼーション」に関する基礎ゼミ集中講座を実施し、創造的探求心と多元的・相対的な思考力および多様な価値観をはぐくむ教育を展開した。医用画像教育からサイエンス・アートを包含し、科学活動全般に関するあらゆる視覚表現をカバーする新領域の理解と実習による体験学習を進めた。企業の協力も得て、画像教育、イラスト教育を包括的・総合的に進めていくためのプラットフォームを構築できたので、今後もさらに改善を続け、次世代教育のモデルを構築する。

【研究に関する目標を達成するための措置と成果】

- ・東北大学病院との機能的連携強化：探索的 PET 臨床試験と PET 治験を積極的に実施できる体制を構築するために、大学病院関係部門と本センターとの機能的連携強化が進んだ。その第一ステップとして、臨床研究推進センターの中に大学病院 PET 臨床研究ユニットを作成してセンター長がユニット長を兼務し、大学病院内での出口に近い臨床試験（PET による治験や高度医療）を推進した。その成果として、 $[^{11}\text{C}]$ メチオニンを用いた臨床研究を開始し、大学病院から高く評価されている。大学病院との連携を通じて、センター内に臨床研究用 PET 装置を新設した。
- ・「量子脳疾患・がん研究センター」の整備：「量子脳疾患・がん研究センター」の改修計画が着実に進み、画像解析室や診察・処置室、患者・被験者待合室等を拡充した。研究棟（RI 総合センタ

一) の改修工事が完了し、増築棟の工事が平成 26 年 10 月に完了する予定である。また、大学病院との連携を通じて、臨床研究用 PET 装置が新たに設置された。薬剤開発研究との効率的な連携を通じて、PET を用いた臨床研究が 9 月から再開する見込みである。再開後は新規タウイメージング薬剤の臨床試験が予定されている。

- ・ **薬剤に関する基礎研究環境の拡張**：「量子脳疾患・がん研究センター」整備の一環として、PET 薬剤の開発に欠かせない基礎研究環境の拡張を行った。これまでは、非管理区域で行う基礎の非放射性実験は、化学実験室の一部のみであったが、世界屈指のプロープ開発拠点を目指すには研究環境として明らかに不十分であった。そこで、PET 薬剤開発に不可欠な分析実験室及び生物実験室を新たに整備した。これによって効率的かつ強力に基礎研究を推進できる環境が整った。PET トランスレーショナル研究の積極的な展開を視野に入れた薬剤の開発及び製造に必要な環境整備が進み、世界屈指の PET プロープ開発拠点へと着実に成長していると評価できる。
- ・ **GMP 準拠の高品質 PET 薬剤製造環境の充実化**：将来的に製薬の GMP に準拠した高品質 PET 薬剤の製造環境を実現するための整備を進めてきた。特に、製造した薬剤の品質に関する検定が重要であるため、その生物学的安全性の評価や化学的分析に必要な専用機器を導入して、検定環境の充実化を図る整備を進めた。
- ・ **六カ所村分室の予算組替え**：本センターの六カ所村分室の「核燃料科学研究部」と「放射線高度利用研究部」は優れた研究・教育実績を上げ、予算の組替えにより恒常化された。全学における教育・研究効果の最適化を図る目的で、平成 25 年 10 月から工学研究科に移管された。
- ・ **寄附研究部門の設置**：平成 26 年 4 月より「高齢者高次脳医学寄附研究部門」を新しく設置して、分子イメージング手法 PET を用いた脳科学的エビデンスに基づく介護技術の開発をも考慮に入れた、包括的システムモデルの開発を開始した。また、認知症対策＝災害弱者支援対策にも応用が期待される。教育への貢献は分子イメージングを駆使した包括的システムモデルの開発研究に携わることで、医療福祉介護の包括的理解が必要不可欠な認知症という病気の全体像を学ぶことができるようになり、学際的な研究目的を理解した研究者を育成することが可能となった。国内外の複数の学会で受賞し、また、平成 25 年 11 月ロンドンの先進国首脳会議（サミット）におけるアルツハイマー病対策の共同声明論文の共著者となった。
- ・ **タウイメージング研究の進展**：本センターで進められているタウプロープ開発研究は、当該標識薬剤の合成から臨床評価までのトランスレーショナルリサーチであり、その成果は世界的に高く評価されている。例えば、その成果は Nature Reviews Neurology 誌（22 April 2014、doi:10.1038/nrneuro.2014.71）においてハイライト研究として紹介され、また 2014 年米国核医学会・分子イメージング学会（June 7-11, 2014, St. Louis, Missouri, USA）において”Image of the Year” Award を受賞し、現在、核医学・分子イメージング研究領域において世界的に最も注目度の高い研究成果として評価された。そして学術研究機関との連携も順調に進んでおり、平成 26 年 6 月時点で国外 15 施設、国内 4 施設と共同研究を展開している。現在、他にも交渉中の施設が多数あり、例えば平成 26 年 7 月には海外 2 施設の研究グループが本センターを訪問して共同研究に向けての会議を実施するなど、今後、グローバルな連携研究のさらなる展開が大いに期待できる。タウプロープ開発は世界的な評価を高めつつグローバルな連携研究を拡大することができ、またタウプロープに続く新規 PET プロープの創出研究も着々と進めることができた。
- ・ **PET による代替医療の科学的検証**：カイロプラクティック施術によるリラクセーション効果にともなう脳内反応を明らかにした。その成果により、米国の Association of Chiropractic Colleges Research Agenda Conference (ACC-RAC) 2014 にて NBCE 賞 (National Board of Chiropractic Examiners) を受賞した。

- ・**α-シヌクレイン標的薬剤の開発**：タウプローブに続く神経変性疾患領域の新規 PET プローブとしては、パーキンソン病などに深く関与している α-シヌクレインを標的としたプローブがある。すでに有力なシード化合物を見出しており、これまでのアミロイドプローブやタウプローブの開発で培ってきた技術と知見を活かして、臨床応用可能なプローブへの改良を進めている。シヌクレインプローブは、開発が非常に困難なタイプのプローブであるが、我々のこれまでの成果は、世界的に見ても最先端に行くレベルであり、今後、タウプローブと同様にグローバルな展開を視野に入れてこれまで以上に精力的に研究を推進していく。
- ・**新規心筋血流イメージング薬剤の開発**：PET プローブ開発の新しい挑戦として、心筋血流イメージングや腫瘍イメージングへの応用が期待されているミトコンドリア標的プローブの開発を進めている。利便性の高いフッ素 18 標識のホスホニウム型プローブで、これまでにその新規標識合成法を開発し、その有用性を実証した。現在、当該プローブの最適化研究を進めると同時に、将来的に臨床への応用を期待できる有望な成果が得られつつあることから、産学連携を視野に入れて知財化も進めている。
- ・**新規腫瘍イメージング薬剤の開発**：腫瘍を標的とした糖代謝標的プローブのフロロデオキシマンノース (FDM) の開発研究も学外研究機関や民間企業との連携によって堅実に進展している。FDM は FDG が苦手とする脳腫瘍イメージングへの応用可能性を基礎研究で明らかにしたが、さらに、今後連携を計画している久留米大学のグループによって、動脈硬化プラークの炎症イメージングについても、FDG よりも優れていることが基礎研究で示された。そこで、FDM の臨床応用を目的とした高効率簡便標識合成法の開発研究を進めており、これまでに新規製造プロセスの条件検討を完了しており、臨床実用化の目処が立ちつつある。
- ・**抗体型イメージング薬剤の開発**：抗体型 PET プローブの開発研究も学外研究機関や民間企業との連携によって堅実に進展している。抗体型プローブについては、これまでに企業との連携により、ある特定の抗体 (1 種類) について、その炭素 11 標識合成法を確立してきたが、その方法の汎用化を視野に入れて多種多様な抗体についても同様に標識合成するための基礎研究を進めてきた。そして多種多様な抗体についても当該標識法を適用できる見通しが立ち、今後、その標識研究を展開する計画である。
- ・**脳 PET 画像解析ソフトの開発**：これまで本センターで進められている脳 PET 画像研究の画質向上を目指して部分容積効果補正法の開発・提案を行ってきたが、その成果をユーザーフレンドリーな画像処理パッケージとして英語版・日本語版のマニュアルと共に下記 URL にて無償公開した。
<http://www.noninvasive.med.tohoku.ac.jp/ShidaharaLab/SFSRR.html>
- ・**画像データベースの基盤構築**：分子イメージング研究のための画像データベースなどの基盤構築を行い、このシステムを用いた韓国放射線医学研究所 (Korean Institute of Radiological and Medical Sciences, KIRAMS) との共同研究を進めた。日本原子力研究開発機構との共同で、植物中のさまざまな放射性物質の同定を、植物を生かしたまま行えるコンプトンカメラの開発を進めている。
- ・**サイクロトロンビーム大強度化による中性子科学の展開**：本センターのサイクロトロンが多目的利用という部局の基本理念と、異分野融合型研究という特徴を更に発展させるために、概算要求等により、サイクロトロンを高度化しビーム強度を 100 倍に増強することで、大強度・高品質中性子ビームを実現し、ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) を軸とした新しい中性子科学を開拓する活動を開始した。本計画で実現する高品質中性子ビームにより、スピン偏極中性子による原子核・素粒子物理学や中性子イメージングによる物質科学・工学等の研究領域を拡充していく。
- ・**環境イメージングへの取り組み**：本センターは長年、PET や PIXE に代表されるサイクロトロンを

利用した放射線イメージングの技術開発を進めてきた。放射線イメージングは、対象を可視化することにより、客観的、かつ定量的に評価できる優れた技術であり、現在、分子イメージングとして、基礎研究から創薬まで、広い分野で欠くことのできない技術である。分子イメージングの対象は実験動物あるいはヒトであるが、分子イメージングの技術はさまざまな領域において応用が可能と考えられる。東日本大震災とそれに続く福島第一原子力発電所事故によって、われわれの自然環境は大きく変化したが、その評価と対策は非常に長い月日を要すると考えられ、環境に対する客観的な評価系の構築が望まれている。そこで、本センターにおいて、PET、SPECT、X線CT、MRI、光イメージングなどの複数のイメージング技術を統合し、環境中のさまざまな対象を多面的に解析する。「環境イメージングセンター」の構築を開始した。

【産学連携に関する目標を達成するための措置と成果】

- ・ **工業製品の放射線影響評価に関する半導体照射事業**：社会インフラを支える電子システム・集積回路の放射線による誤動作等は、銀行オンラインシステムや自動車・人工衛星等の制御機器のエラーを起こし、そうしたエラーによる経済的損失は年々深刻化している。本センターでは、多彩な量子ビームを用いた半導体や電子機器の放射線損傷機構を解明し、放射線に強い電子機器構築に向けた産学連携事業を推進した。平成 25 年度に経産省・先端技術実証・評価設備整備事業に採択され、以後、この補助を受けて産学連携による環境放射能に対する半導体誤動作の評価事業を日立製作所等とともに進めた。
- ・ **大強度中性子ビームによる産学連携事業の発展**：大強度中性子ビームにより、半導体の放射線損傷機構の解明に向けた産学連携事業を一層促進した。平成 25 年度に経産省・先端技術実証・評価設備整備事業に採択され（事業期間 2 年）、この半導体の放射線損傷機構解明と品質評価を産学連携で実施する中性子照射実験設備の拡充・高度化を進めている。2014 年 10 月には、本学の光・量子ビーム科学連携推進室と協同して、本サイクロトロン的高度化による中性子科学の展開を議論するワークショップを開催し、学内及び産学連携の中性子科学の新領域開拓を推進する計画を具体化する。本プロジェクトに関連して加速器研究部准教授の公募を開始した。この中性子科学共同利用拡充の鍵となる次世代中性子検出器に関するワークショップ（Micro Pattern Gas Detector 研究会）を 2014 年 12 月に CYRIC 主催で、KEK 等との共催により仙台観光コンベンション協会の支援も得て、全国の研究者を集めて実施する。
- ・ **民間企業への技術指導を通じた社会貢献**：複数の民間企業から依頼を受けて、放射線測定器（空間線量計）の動作確認と使い方指導を行った。今後も一般向けのセミナーなどを開催し、放射線測定器に対する理解を深める活動を行った。今後も継続する。
- ・ **製薬企業との共同研究**：製薬企業とともに運転シミュレータ装置を用いた共同研究を行い、抗ヒスタミン薬服用時の自動車運転能力を測定し、若年者と高齢者の運転パフォーマンス低下の違いを比較した。高齢者のほうが薬物副作用の影響を受けやすいであろうという予想に反して、若年者のほうが運転能力の悪化が目立つことを初めて明らかにした。
- ・ **産学連携推進のための PR ルームの完備**：「量子脳疾患・がん研究センター」事業の一環として、製薬関連企業等の学外利用者によるセンター利用等も促進して産学連携を進めるために PR ルームを設置する計画である。増築棟工事の完成時（平成 26 年 10 月）に整備する計画である。

【社会学連携に関する目標を達成するための措置と成果】

- ・ **産学連携推進のための PR ルームの完備**：「量子脳疾患・がん研究センター」事業によって設置する PR ルームは、放射線技術に関する一般の方の啓発活動にも役立てる予定である。