

## 平成28年度 部局自己評価報告書 (32: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(第2期中期計画取組分)**

※ 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

※ 字数の上限:(1)~(2)合わせて7,000字以内(6923字)

**(1)全学の第2期中期目標・中期計画への貢献及び部局の第2期中期目標・中期計画の達成に向けた特色ある取組等の成果(㉓)**

- ・ **部局第2期中期目標・中期計画 I-1(1,2) 放射線、RI、加速器の専門教育の実施、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で国際的な高度教養教育を展開した(II-1(1)国際レベルの人材育成に関する取組(㉑)、および(2)学生支援の充実・強化(㉒)を参照)。
- ・ **I-2(1)-1 研究水準及び研究成果に関する目標、I-3-1 社会との連携や社会貢献に関する目標**  
**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ブ開発研究は、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。学術研究機関との連携も順調に進んでおり、平成28年4月時点で国外40施設、国内10施設と共同研究を展開している。他にも交渉中の施設が多数あり、これからもグローバルな連携研究のさらなる展開が期待できる。
- ・ **I-2(1)**：新たにレーザー冷却RI源のビームラインを立ち上げ、宇宙創生機構に迫る基礎科学から生命科学にいたる新しい研究領域の開拓を図り、理化学研究所で国際会議「Fundamental Symmetry Using Atoms 2015」を主催した。
- ・ **I-2(2)**：「光・量子ビーム連携科学推進室」と共同で、量子ビームを用いた地球・環境科学に関するワークショップを開催し、本センター加速器を用いた環境科学関連の共同利用活性化を推進した。
- ・ **I-3(1)**：経産省・先端技術実証・評価設備整備事業により、「高品質量子ビームによる半導体・高機能材料の放射線耐性評価整備事業」を推進し、イオンビーム、中性子ビーム、RIビーム照射コースの高度化を進め、産学連携による共同研究を活発に行った。
- ・ **I-3(2)**：部局間交流協定を締結している台湾・Academia Sinica 研究所との国際共同研究を推進し、本センターの加速器を用いた実験により、国際共著論文として成果発表を行った。
- ・ **III**：工業製品の半導体照射事業、大強度中性子ビームによる産学連携事業の発展などを通じた社会貢献、製薬企業との共同研究などを推進し、財務内容の改善に努めた。
- ・ **V-1 (施設整備)**：課題採択部会、研究報告会と利用者の会を通じて、実験設備の高度な有効利用の達成を目指した。センターの運用や利用者の希望を受け止めることで改善に努めた。
- ・ **V-3 (法令遵守)**：放射線障害防止法等の原子力規制法令に関する監督官庁や関連団体等の講習会等への職員派遣を積極的に進めた。学内の複数の対象事業所の担当者間の連絡を円滑に行うためのメーリングリストを開設し、頻りに相互連絡を行った。
- ・ **V-3**：安全担当理事・総長の配慮により全学の放射線安全管理担当の技術職員を環境安全推進課に雇用できることになった。これにより、今後は俯瞰的な全学放射線管理が可能となる。
- ・ **V-3**：管理下のない放射性線源(湧き出し線源)や未登録の核燃料物質が学内で発見された場合の連絡体制を確立した。発見時の対応方針の決定や関係職員への教育訓練の指導を行った。
- ・ **V-3**：「東北大学放射線障害予防規程」、「東北大学放射性同位元素等の取扱い等に関する基準」を改訂して、最新の放射線障害予防法に対応できるようにした。「核燃料物質等に係る指針」を整備して、計量管理担当者専門部会を立ち上げ、学内における核燃料物質に関する一元管理を可能にした。次に、部局間で対応がバラバラだったX線発生装置の安全管理体制を全学的に整備する計画である。

- ・V-3：平成25年度のJ-PARC事故を踏まえて、放射線安全管理上の現場および安全管理体制の再確認を行った。環境・安全委員会原子科学安全専門委員会の担当部局としての役割を果たし、本学における放射線・加速器、核燃料・原料物質を対象とした放射線安全管理を徹底した。全学の放射能作業環境測定機器および測定データの状況を集約し、その管理と調整を進めた。

## (2)「部局ビジョン」の重点戦略・展開施策及びミッションの再定義(強み・特色・社会的役割)の実現に向けた取組等の成果(24)

### 【教育に関する目標達成のための措置と成果】

- ・全学放射線教育講習会の英語化の推進・IT化((1)国際レベルの人材育成に関する取組(17)及びII-1(1)グローバルな修学環境の整備を参照)
- ・加速器教育に関するグローバル教育の充実(同上を参照)
- ・全国職員研修の拡大：全国アイソトープセンター長会議会長校として幹事校(東大、京大、阪大、名大)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。分子イメージング研究・教育を担う人材育成のために、全国の大学、研究所等に所属する研究者、技術者、および放射線安全管理担当者を対象に、2日間にかけて講義と実習を実施した。
- ・プレゼンテーション・テクニック講座の開催：大学学生・教職員の発信力向上のため、他大学の専門家を招いて、プレゼンテクニックに関するセミナーを学内で全学に向けて実施した。
- ・サイエンス・ビジュアライゼーション講座の開催：仙台市や他部局等と連携して、第一線の講師を招いてインフォグラフィックスに関する講習会を開催した。科学的な情報発信に関わる基本を学びながら実際に制作を行い、議論しながらスキルを深める独自の教育手法を構築した。
- ・サイエンス・ビジュアライゼーション授業の実践：全学教育科目として「可視化の時代」を開講し、医用画像やイラスト、プレゼンテーションのデザイン、3D-Computer Graphicsなどに関する歴史的背景や社会的意義、実際の現場などを学ぶ機会を提供した。

### 【研究に関する目標達成のための措置と成果】

#### ◎臨床研究

- ・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を進めた。臨床研究推進センター内に大学病院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、大学病院内で臨床試験を推進した。その成果として、[11C]メチオニンの臨床研究が実施され、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装置が設置され、共同利用研究事業に積極的に利用されている。
- ・認知症対策研究の進展：認知症対策は災害弱者支援対策にも応用が期待される。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な認知症の全体像を学ぶことが可能になった。その結果、学際的な研究目的を理解した研究者が育成できるようになった。ロンドン先進国首脳会議G8「認知症サミット」への提言内容が国際誌に掲載された。また、中山人間科学振興財団「老化のヒューマンサイエンス」において「中山賞奨励賞」を受賞した。

- ・軽度認知障害の高齢者に対する世界初の3群無作為割付試験の成果を公開した。
- ・全国多施設共同研究 (SEAD-Japan) に参加し、FDG-PET が軽度認知障害 (MCI) からアルツハイマー病 (AD) への移行予測に有用であることを証明した。
- ・失語症患者に対して音楽療法が有効であることを示す研究を公開した。
- ・**鎮静性薬剤の副作用に関する研究**: 抗ヒスタミン薬服用時の脳機能抑制作用を確認した (**【産学連携に関する目標達成のための措置と成果】** を参照)

#### ◎基礎技術開発・基礎研究 (ライフサイエンス)

- ・**薬剤に関する基礎研究環境の拡張**: 平成26年度に整備した分析実験室・生物実験室を生かして、効率的かつ強力に基礎研究を推進できるようになった。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が可能となり、世界屈指の PET プローブ開発拠点へと着実に成長している。
- ・**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た。特に薬剤の品質に関する検定が重要であるため、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。
- ・ **$\alpha$ -シヌクレイン標的薬剤の開発**: パーキンソン病に関連が強い  $\alpha$ -シヌクレインを標的としたイメージング薬剤の有力なリード化合物をすでに見出しており、臨床応用可能な薬剤への改良を進めている。シヌクレインプローブは、開発が非常に困難ではあるが、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が期待できる。
- ・**新規心筋血流イメージング薬剤の開発**: 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薬剤」の開発を進めている。利便性の高い 18F 標識のホスホニウム型薬剤で、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。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たことから特許出願を行い、産学連携を視野に入れて共同研究パートナーとなる企業を調査している。
- ・**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薬剤のプロロデオキシマンノース (FDM) の開発研究も進展している。脳腫瘍イメージングや動脈硬化プラークの炎症イメージングに有効であることが基礎研究で示された。FDM の臨床応用を目的とした高収率簡便標識合成法の開発研究を進め、新規製造プロセスの条件検討を完了した。臨床実用化の目処が立ちつつある。
- ・**新規 BNCT 用薬剤の開発**: ホウ素中性子補足療法 (BNCT) の実用化が期待されているが、BNCT で利用できるホウ素化合物は限られており、その開発が喫緊の課題である。特に、PET でホウ素の動態推定ができる 18F 標識ホウ素化合物の開発はより重要である。我々は、腫瘍ミトコンドリアを標的とした全く新規の 18F 標識ホウ素化ホスホニウム化合物の開発を進めており、既に複数の標識体の合成に成功している。今後、生体での動態および腫瘍集積性の詳細な検証と改良を進め、新しい 18F 標識 BNCT 用薬剤の開発を目指す。
- ・**抗体型イメージング薬剤の開発**: これまでに 11C 標識抗体の合成法を確立し、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。そして今後は実用性の観点から、 $^{18}\text{F}$  や  $^{64}\text{Cu}$  標識抗体の合成研究を展開する計画である。
- ・Pax6 遺伝子ノックアウトマウスにおける脳の発達異常を明らかにした。
- ・**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きた脳 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・提案を行い、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無償公開した。
- ・**画像データベースの基盤構築**: 臨床系・基礎系の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て韓国放射線医学研究所との共同研究を進めた。
- ・**環境イメージング分野および核農学分野の構築**: 東日本大震災および福島原発事故によって、我々の自然環境は激変した。その評価と対策立案には環境変化に関する客観的な評価手段が必要である。

そこで、本センターにおけるPET、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」の構築を開始した。日本原子力研究開発機構との共同で、植物中のインビボ放射性物質測定を可能にするコンプトンカメラの開発を進めている。（(3) 東北大学復興アクションの着実な遂行 (19) も参照）

#### ◎基礎技術開発（物理工学系）

- ・ **短寿命RI 供給プラットフォームの構築**：本センターの特徴である短寿命RI の高度利用をさらに展開するために、文科省・新学術領域研究・学術研究基盤形成事業「短寿命RI 供給プラットフォーム」を、阪大・核物理研究センター、理化学研究所、東北大・電子光物理学研究センターとともに、連携して全国ネットワークを立ち上げ、先端研究に必要なRI を供給し、異分野融合研究を加速させる活動を開始した。
- ・ **レーザー冷却 RI 源の整備**：放射性同位元素（RI）を用いた新しいサイエンスを開拓するため、生成RI をオンラインで引き出し、レーザー冷却技術によりマイクロケルビン程度まで極低温に冷却し、冷却RI を格子状に配列する「レーザー冷却RI 源」ビームラインを建設した。このレーザー冷却RI 源により宇宙創生機構の解明から、 $\alpha$ エミッター内用療法の基礎研究に至るまで研究可能なビームラインを立ち上げ、共同利用に向けて整備を進めている。また関連する研究会 FPUA2015: Fundamental Physics Using Stoms 2015 を主催した。
- ・ **中性子科学の展開**：サイクロトロンを高度化しビーム強度を増強することで、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。
- ・ **光・量子ビームを用いた異分野融合研究の開拓**：本学の光・量子ビーム科学連携推進室と共同で、光・量子ビームを用いた地球・環境科学の展開に関するワークショップを開催し、様々な量子ビーム利用の研究の活性化を進めた。

#### ◎サイエンス・ビジュアルリゼーション研究

- ・ **サイエンス・イラストレーション研究**：科学研究の図の役割について社会学的分析を進めた。プロのサイエンス・イラストレーターに関する江戸時代から現代までの活動の歴史の概略を整理した。また、イラストレーターが科学的知識の表象実践においてどのような役割を担っているのか、イラストレーターのどのようなクリエイティビティが科学実践に入り込んでいるのかを明らかにする社会学的研究を行った。
- ・ **科学雑誌における説明図の変遷**：世界的な科学雑誌「CELL」に掲載された歴代の図に関する新しい分類法を構築した。今後はこの分類法をもとにジャーナルの図の変遷の分析を進める。この成果は科学論における表象実践の理解への大きな手がかりとなると同時に、画像やデータの研究不正の議論における基礎データとなる。

#### 【産学連携に関する目標達成のための措置と成果】

##### ◎物理工学系

- ・ **工業製品に関する半導体照射事業**：放射線による電子システム・集積回路の誤動作は、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し、その経済的損失は深刻である。本センターでは、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の構築に向けた産学連携事業を推進してきた。経産省・先端技術実証・評価設備整備事業の補助を受けて、日立製作所等とともに、環境放射能による半導体誤動作の評価事業を進めた。
- ・ **大強度中性子ビームによる産学連携事業**：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。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・高度化を進めた。

**◎臨床研究**

- ・ **鎮静性薬剤と自動車運転に関する研究**：製薬企業と共同研究（臨床研究）を実施し、抗ヒスタミン薬服用時の自動車運転能力を測定し、若年者と高齢者の違いを比較した。予想に反して、高齢者のほうが若年者よりも薬剤の副作用が発現しにくいことを初めて明らかにした。
- ・ **鎮静性薬剤とヒトの前頭葉機能に関する研究**：前頭葉機能に関する薬剤効果の研究をPETおよびNIRSの二種類の脳画像計測法と組み合わせて検証する臨床研究を実施している。
- ・ **加齢疾患を対象とした新規PET 薬剤開発**：東北大学発のベンチャー企業(クリノ)を当センターコラボ研究棟に誘致し、タウイメージング薬剤に次ぐ加齢疾患を標的とした新規 PET 薬剤開発を綿密な連携によって進めている。

**◎その他**

- ・ **民間企業への技術指導を通じた社会貢献**：（2）東北大学復興アクションの着実な遂行 を参照
- ・ **産学連携推進のためのPR ルームの完備**：「分子イメージング研究センター」内にPR ルームを設置し、放射線技術に関する一般の方の啓発活動に役立てている。

**【社学連携に関する目標達成のための措置と成果】**

- ・ **オープンキャンパスへの参加**：平成 27 年度よりオープンキャンパスにおける見学と展示プログラムを開始し、センターの活動を広く社会にアピールする機会として生かした。今後も継続して参加の方針である。
- ・ **社学連携推進のためのPR ルームの完備**：分子イメージング研究センターのPR ルームを一般の方の啓発活動にも役立てている。
- ・ **センターの広報リーフレットの作成と配布**：センターへの訪問者がセンターの概要を短時間で理解できるリーフレットを作成し、センターの活動への理解の普及を努めた。
- ・ **本学本部の研究推進部との連携**：学際研究重点拠点の社会インパクト研究群の広報のため、当センターのサイエンスビジュアライゼーション・コミュニケーションの制作技術を活用し、資料全体の構成とデザイン・イラスト制作を行った。これにより、大学本部の研究推進と社会との連携に貢献した。