

部局における教育・研究・診療・産学連携・社会貢献・国際化における特筆すべき取組と成果

(1) 特筆すべき教育活動の取組と成果（大学教育改革の支援プログラム（GP等）の採択状況と取組、グローバルCOE等の大型プロジェクトの採択・実施状況などを含む。）

- ・グローバル COE プログラム「物質階層を紡ぐ科学フロンティアの新展開」（平成 20～24 年度）において、事業推進担当者として参画。
- ・東北大学・重点戦略支援プログラム「宇宙における物質の起源の解明」プロジェクト（平成 22 年～26 年度）において、事業推進者として参画。
- ・プロジェクト指向型の異分野融合研究者の養成として、医学、歯学、薬学、工学の 4 研究科の連携による「分子イメージング教育プログラム」に実施中心施設として参画し、平成 19 年度以来、分子イメージング講義に積極的に貢献している。さらに東北大学と放射線医学総合研究所の連携大学院による大学教育改革プログラムに積極的に参画している。全国に向けた情報発信の場としての分子イメージングのホームページ作成にも貢献した。
- ・グローバル COE プログラム「新世紀世界の成長焦点に築くナノ医工学拠点」において、「ナノバイオイメージング」分野の事業推進担当者として参画（平成 19～23 年度）し、無事に終了した。

(2) 特筆すべき研究・診療・産学連携活動の取組と成果

- ・本学 TRセンター（現臨床試験推進センター）、加齢医学研究所、医学系研究科等との共同研究により、認知症早期診断用の新領域と期待されているタウイメージング用の PET 薬剤の開発に成功し、現在、臨床試験実施のための準備を進めている。
- ・医学系研究科、本学 TRセンター（現臨床試験推進センター）、加齢医学研究所等との共同研究により、本学独自に開発したアミロイドイメージング薬剤（ ^{11}C -BF-227）の臨床応用を世界で初めて実施し、さらに汎用化を期待した新規薬剤 ^{18}F -FACT の開発も完了し、臨床試験を行った。 ^{11}C -BF-227 を用いて、家族性全身性アミロイドーシス患者における心臓へのアミロイド沈着を世界で初めて視覚化することに成功し、有名な国際誌 *Circulation* (IF=14.8) に発表した。また ^{11}C -BF-227 はパーキンソン病などに蓄積する α -シヌクレインに結合する唯一のプローブとして世界的に高い評価を受け、その成果を *Brain* (IF:9.23) に掲載している。
- ・実用的な ^{18}F -標識プローブのマイクロリアクター合成を実現する電気化学的手法による ^{18}F -フッ素イオンの高濃縮法を世界に先駆けて開発し注目を浴びている。この革新的な技術を応用して実用的な PET 診断プローブのマイクロリアクター合成を実現すべく、JST のプロトタイプ実証・実用化プログラムに「小型高性能 ^{18}F -標識 PET プローブ合成装置の実用化研究」の課題でサブリーダーとして参画し、 ^{18}F -標識ペプチド・タンパク質を自動合成するマイクロリアクターシステムの開発に取り組んでいる（平成 22 年度～24 年度、配分開発費総額 26,300 千円）。本研究は岩田錬教授と島津製作所との共同研究として行っている。
- ・タンパク質のような巨大分子を放射性標識するための方法では、タンパク質に後から放射性核種を標識するのが従来の方法であったが失敗が多かった。本センターでは、無細胞系翻訳系を用いる安定したポジトロン標識法の確立に成功し、インターロイキン 8 (IL8) の標識化合物 (^{11}C -IL8) の合成に成功した。この技術は高分子のポジトロン標識に応用可能であり、将来性が高いと考えられる。本研究に関連して、大陽日酸と共同研究を行い、さらにセンタ

一と医学系研究科が共同して特許申請を行っている。

- ・世界初の小動物用高分解能半導体 PET（空間分解能 1 mm 以下の半導体 PET: Fine PET）を開発して共同利用を開始しており、陽電子放出核種として新たに ^{124}I の供給を行い、微小がんの検出や抗体を用いた新規がんイメージング、歯および周囲歯槽骨の補綴歯科治療、脳内レセプターの分布の探求および遺伝子導入後の発現特性を非侵襲的画像化研究に活発に用いられた。更に、高分解能機能画像と形態画像の融合を果たすべく小動物用 PET/CT 装置も開発して、住友重機株式会社から市販されている。
- ・ヒト用超高分解能半導体 PET 装置（空間分解能約 1 mm）の開発も進めており、ファントム撮影に成功した。今後は細かい技術的問題点を改善しつつ、平成 24 年度中に臨床試験を行う計画である。
- ・認知症治療薬である塩酸ドネペジルの放射性標識化合物 (^{11}C -donepezil) を用いた PET 研究により、認知症を伴うパーキンソン病およびアルツハイマー病患者におけるコリン系の障害と塩酸ドネペジルによる治療反応性との関連について明らかにした。
- ・鎮静性抗ヒスタミン薬は、就寝前に服用すれば翌日に鎮静作用が残ることはなく安全であるとして一般に考えられていたが、 ^{11}C -doxepin PET を用いた臨床試験の結果、その認識が誤りであることが示された。前日に服用した抗ヒスタミン薬による脳内ヒスタミン受容体の占拠状態が翌日にも残存しており、その安全な使用法についてさらに検討が必要であることが初めて示唆され、社会的にも注目された。本研究は東北大学からプレスリリースされて、朝日新聞、読売新聞、河北新報などで報道された。
- ・ ^{11}C -doxepin PET を用いた健常被験者を対象とした臨床試験により、ヒト脳内ヒスタミン遊離量は、身体的ストレス（内臓痛）によって有意に増加するものの、中等度の心理的ストレス（暗算）では有意な増加を示さないことを初めて客観的に示した。
- ・製薬企業グラクソ・スミスクライン株式会社と東京都健康長寿医療センターとの PET を用いた共同研究により、新規抗ヒスタミン薬レボセチリジンのヒト脳内ヒスタミン受容体占拠率の測定を行い、同薬の中枢神経系副作用の有無についての知見を得た。また、自動車運転シミュレータを用いた測定も開始しており、新規抗ヒスタミン薬レボセチリジンが若年者および高齢者の運転パフォーマンスに与える影響を測定している（共同研究経費総額 43,500 千円）。
- ・現代社会において代替医療の利用者が急増しているが、その心身作用に関する科学的検証はまだ不十分である。鍼灸治療、カイロプラクティック、アニマルセラピー等の治療を受ける前後の被験者の局所脳活動の変化を ^{18}F -FDG PET 等を用いて検証したところ、自覚症状の変化に相関する脳内反応が十分に検出できることが明らかにされた。それぞれの関連する学会で高い評価を受けて、賞を受賞している。
- ・NEDO 予算のサポートを受けて、高速でエネルギー分解能の高い Pr:LuAg シンチレータを用いた新しい乳ガン専用 PET (Positron Emission Mammography: PEM) の開発研究を進め、臨床用装置が完成した。現在、量産も考慮に入れつつ、協力施設である仙台画像検診クリニックにおいて乳がん患者への臨床検査が進行中である（担当：伊藤正敏特任教授、馬場護研究教授。平成 21 年度～23 年度、配分開発費総額 114,240 千円）。
- ・粒子線がん治療における治療効果の増感を目指した基礎研究の推進や、スキャンニング技術による高精度照射・高速応答線量モニタリング技術の研究開発を目指し、陽子線治療システムを開発した。このシステムを用いて、陽子線照射に抗がん剤、腫瘍血管標的薬剤あるいはドラッグデリバリーシステムを併用した各種新規化学粒子線治療の動物実験を実施して、腫瘍の増殖を抑

制する効果が増強することを確認した。さらに、当センターで開発された Fine-PET を用いて、治療後のマウスに糖代謝トレーサおよび低酸素イメージング剤による PET スキャンを実施し、顕著な糖代謝の低下や広範囲な低酸素細胞領域の消失確認など、超高空間分解能次世代 PET の治療効果分析への有用性も実証した。本研究に関連して兼務教員が基盤研究(A) を取得している。

- ・中性子過剰な不安定原子核の核構造に関する知識を得るために、一秒以下の半減期の短寿命核の生成分離を行うRFイオンガイド型オンライン質量分離器を開発した。本装置はこれまで質量分離が不可能とされていた中性子過剰なRe, Rh, Pdなどの高融点金属の質量分離も可能とするものであり、世界的にもユニークな装置となった。
- ・素粒子標準模型を超える現象を探索するため電子の電気双極子能率測定を目指し、原子量最大のアルカリ原子・放射性元素フランシウム生成装置の開発を進め、世界最高レベルのフランシウム生成収量を実現した。さらにフランシウムのレーザー冷却・トラップ装置の開発を進め、サイクロ復旧後、世界初のフランシウム光トラップを目指す。
- ・原子核における特異な励起状態（12Cのホイール状態の2+励起状態）の候補を発見し、宇宙における元素合成の解明に向けた鍵となる重要な実験結果として、米国物理学会（APS）の注目論文(View points)として選ばれた。
- ・半導体の放射線損傷を研究するため、中性子・イオンビーム照射を共通のビームラインで行えるよう整備・開発を行い、世界最高レベルの中性子ビーム強度による半導体照射実験を実現した。
- ・日立製作所・横浜研究所、財団法人・宇宙システム開発利用推進機構等と共同で、中性子・イオンビームを用いた電子システムに対する放射線耐性の品質評価に関する産学連携事業を実施している。（共同研究経費総額 10,000 千円以上）
- ・高レベル放射性廃棄物を低減する分離技術として、複合吸着剤による模擬廃液からの Cs, Sr の高度分離基礎研究を行い、Cs 及び Sr に対して極めて高い選択性を示す大環状化合物吸着剤の開発に成功した。
- ・高レベル放射性廃棄物から分離された放射性同位元素を工学から医学までの広い分野で有効利用するため、放射線に対して検出効率が非常に高い TlBr 半導体検出器の開発を行い、これまで困難だった長期使用化に成功した。さらに世界最高のエネルギー分解能(<1% @ 662 keV)を示す TlBr ガンマ線検出器の開発に成功した。この研究成果は高く評価され、国内招待講演 1 件、国外招待講演 1 件を受けている。本研究に関連して専任教員が基盤研究(B) を取得している。

(3) 特筆すべき社会貢献、国際化等の活動の取組と成果

- ・工学研究科と連携して行ってきた「福島第一原子力発電所事故対策本部」の活動は、「生活環境早期復旧プロジェクト」（工学研究科量子エネルギー工学専攻）の採択という形で結実した。現在でも本センターも多面的に協力する形で活動が継続している。
- ・大学の社会貢献が重視されるようになったため、市民団体や高等学校などからの見学希望者を積極的に受け入れるための体制作りの一環として、「パンフレット編集小委員会」などを新たに編成して、社会貢献事業のさらなる活発化にむけて努力している。
- ・新しい PET 装置開発を軸とした量子診断事業、陽子線照射治療技術確立のための量子線治療事業、半導体機器の粒子線照射事業等を展開した。これらは 3 大疾患の撲滅にも繋がる研究であり、井上プランの理念に基づき、地域社会との連携、産学官連携の推進、一般市民に向けた研究成果の発信を積極的に行った。また、粒子線照射事業においては、半導体放射線損傷の研究を軸に、複数の企業とイオン・中性子ビームを用いた物性研究を促進することができた。
- ・レーザー冷却不安定原子を用いた核物理・素粒子物理推進のため、イタリア・フェラーラ大学との部局間学術交流協定、オランダ・フローニンゲン大学との大学間学術交流協定（サイクロは世話部局のひとつ）の締結を進め、大学の留学プログラム：COLABS や ICI-ECP 等のサポートを受けて、大学院生やスタッフの研究滞在等の交流を行った。

(4) その他、特筆すべき活動等の取組と成果

- ・施設見学を実施し、中高生および一般の方の放射線利用に関する知識を深めてもらった。
- ・平成 23 年 8 月 12 日に東北大学・「科学者の卵養成講座」の一環として、関東・東北エリアからの高校生・約 100 名を対象に施設見学を行い、放射線を軸に基礎科学からライフサイエンスにいたる最先端研究を紹介した。
- ・オープンキャンパスでの模擬講義、一関第一高校・鶴岡南高校等への出前講義を実施し、放射線と科学そして社会への関わりについて講義を行った。
- ・平成 23 年 11 月 23 日～25 日に、本学医学部広報室、脳科学 Global COE、医工学 Global COE および工学部生協などとの連携により、「カガクをエガくーサイエンスイラストレーション 作品展 2011」（会場：工学部生協ブック&カフェ Book）を実施し、国内外の作家による作品展覧を行った。医工学 Global COE 主催のナノ医工学シリーズセミナーおよび分子イメージング講義として実施した「医工学研究におけるビジュアルインフォメーションの役割：サイエンスイラストレーション 日米の現状」（11 月 24 日）と合わせて注目を集めた。
- ・六ヶ所村分室の地域貢献の一環として青森県立六ヶ所高等学校の全校生徒及び、教職員を対象として 2 回講演を行い、センター六ヶ所村分室・研究内容の紹介等を行った。また、六ヶ所村立尾駈小学校 6 学年の親子を対象とした理科実験教室を開催した。