

高次生体イメージング先端テクノハブ

実施予定期間：平成18年度～平成27年度

総括責任者：国立大学法人京都大学

学長 尾池 和夫

協働機関：キヤノン株式会社

I. 概要

基礎医科学の研究成果を臨床医学分野の画像診断モダリティとして実用化するために、京都大学（医学・工学・情報学ほか）とキヤノンが協働し、医療現場が求める「分子プローブを統合した高次生体イメージング」のイノベーションにフォーカスした融合研究を推進する。京都大学は生体の形態・機能・代謝を、生体分子の動態も含めて、高感度・高分解能・高次元で計測・画像化する低侵襲性の診断用イメージング技術を創出し、キヤノンはその研究成果の製品化に取り組む。また、京都大学が蓄積する科学技術の「知」を医療診断技術に転換する国際的トランスレーショナルリサーチ・センターを設立し、医工融合研究と教育で世界を先導する。

1. 機関の現状

国立大学法人京都大学は、学長の責任とリーダーシップのもとに運営している。学長が主宰する役員会のもとに教学面を審議する教育研究評議会と経営面を審議する経営協議会を設置するとともに、事務本部を専門職域に応じて教育研究推進本部と経営企画本部に分割し、全学の管理運営に当たっている。教育研究の実施セグメントとして、平成20年度現在、10学部、15研究科、13研究所、16教育研究施設（センター）、4専門職大学院を設置しているほか、教育研究の円滑な実施を図るための全学支援セグメントとして、6機構（高等教育研究開発推進機構・環境安全保健機構・国際交流推進機構・情報環境機構・図書館機構・産官学連携本部）を整備した。これらにより、創設以来築いてきた自由の学風を継承・発展させつつ、多角的な課題の解決に挑戦するとともに、地球社会の調和ある共存に貢献するために、高い倫理性を備えた研究・教育活動を展開し、世界的に卓越した知の創造と継承を持続する学問の府として国際社会で広く認知されている。

2. 拠点化の対象とする先端融合領域及び研究開発

a. 取り組む先端融合領域と本事業の目的およびその内容

疾病の早期発見と予防医療を実現するために、医学・工学・情報学の多角的な学理を融合し、低侵襲性で人にやさしく、高感度・高分解能・高次元に、疾病の予兆や原因となる特異的生体分子の動態も含めた生体の形態・機能・代謝を計測・

画像化できる分子プローブを活用した先端「高次生体イメージング」診断用モダリティの製品化に取り組む。

形態計測・画像化技術と多機能分子プローブとの統合化と、形態や特異的な生体分子の画像化を臨床診断の場で達成できるモダリティの製品化により、アルツハイマー、がん、虚血性心疾患、生活習慣病等の早期診断に道を拓き、更には、探索医療、再生医療、移植医療、生殖医療等の最先端医療分野にも大きく貢献し、最終的には、医療費を軽減する治療技術開発につなげる。

また、この目標達成型研究の実践を通じて、京大がストックしている多角的な科学技術の「知」を医療診断技術に転換する国際的トランスレーショナルリサーチ拠点を形成するとともに、若手研究者を育成する融合教育拠点を構築し、医工融合研究・教育分野でも世界を先導する。

b. 先端融合領域として取り組む必要性・重要性

臨床医、化学、電子工学、機械工学、薬学、情報学の先端領域が融合してはじめて、分子プローブとイメージング技術を相補的かつ統合的に結びつけることができる。本拠点で複数の分野が協力し、研究者が専念して研究開発にあたることにより生み出される高次生体イメージング技術は、融合分野を広げ大きな医療イノベーションを起こすとともに、現在の医療の姿を大きく変えるキーテクノロジーとなる。

c. 先端融合領域として見込まれる将来性

本拠点の目指す生体イメージングは、単に病巣の形態イメージングを高精度、高分解能で行うという量的な革新ではない。生体内で分子や細胞レベルで起こる生命機能や代謝活動のイメージングを目指すものであり、さらには、これまで形態では計れなかった精神的、感覚的な分野にまで科学的手法が踏み込むという、質的な画期的医療イノベーションの可能性を秘めている。

将来の医療現場において、一般市民病院レベルでの人間ドックや、保健所レベルでの健康診断で使えるような簡便で安価な検査装置が開発され、健康人や乳幼児、抵抗力のない老人に対して安全かつ高精度のイメージングが可能になれば、医療の進歩と国民の健康維持に画期的な貢献ができる。この拠点が産み出す技術的成果は広く医療や医療を取り巻くさまざまな機関の質的なイノベーション、厚生政策に変化をもたらすほどのイノベーション効果が期待できる。

3. 拠点化構想の内容

a. システム改革

京都大学は、協働機関との連携を通じて高次生体イメージ

ング技術を実用化するとともに、新興分野の研究を担う若手研究者を育成するという目標を達成するために、次の3つの観点からシステム改革を進め、効果的な研究組織を構築する。

(1) 科学技術イノベーションを指向した目的達成型研究開発拠点の形成を促進するための知財管理・機密保持等の合目的なシステム整備

(2) 年齢・性別・国籍を問わず国際公募で登用した優秀な研究者が研究教育に実力を発揮し得る環境の整備

(3) 従来の日本の大学にはない新興融合領域の研究者育成プログラム、新教育システムの試行

b. 企業との協働体制

(1) 企業からのコミットメントの具体的な内容

協働機関のキャンソンは、本拠点事業を京都大学と協働で運営するために、本拠点事業に関して、第Ⅰ期(1年目～3年目)、第Ⅱ期(4年目～7年目)、第Ⅲ期(8年目～10年目)の各期間、研究資源を負担する。その具体的内容は次の通りである。

| 負担先/期 | 第Ⅰ期 | 第Ⅱ期 | 第Ⅲ期 | |
|-------|-----|-------|-------|-----------|
| | 初年度 | 2～3年度 | 4～7年度 | 8～10年度 |
| 調整費 | 190 | 600 | 3,076 | 2,307 百万円 |
| キャンソン | 190 | 600 | 3,076 | 2,307 百万円 |

(2) 協働体制の運営方法

拠点形成事業の企画立案段階から、京都大学とキャンソンは完全に対等な立場で連携しつつ、事業計画を協働策定する。

(a) 総括責任者である学長を最高運営責任者(CEO)とする協働体制の運営組織を構築し、総長のリーダーシップの下に担当補佐が協力して事業運営に当たる。

(b) 最高執行責任者の下に、プログラム推進室におけるマネジメントを担当するプログラム・マネージャー(PM)をおく。

(c) 京都大学とキャンソンのスタッフから構成されるプログラム支援室を配置する。支援室は、PMと連携しつつ、知的財産の一元管理と発明の出願業務、情報セキュリティ関連業務、その他融合研究推進に必要な諸業務に当たる。

(4) 研究成果の取扱いの方針

(a) 成果については、産業界で活用されることを最優先事項とし、協働機関による利用が促進されることを目的として、独占実施許諾や権利譲渡の設定等を可能にする制度を構築する。

(b) 知的財産の実用化・産業化へつなげるために、協働機関が行う本事業から生じた知的財産に基づく機器・システムの製品化、製品の市場調査・治験・許認可等に協力する。

c. 人材育成

人材育成の目標は、統合的医用イメージングモダリティの研究開発を通して、工学、医学、情報学の学問領域が融合したイノベーションを創出できる人材、つまり融合領域に対して明確なモチベーションと知識、研究能力をもち、自立して学際的に考え、学べ、働ける、そしてコミュニケーションできる人材を養成することである。さらに社会に貢献する研究技

術者としての意識をもつ人材を育成する。

育成対象者としては、本拠点が最も重きを置くのは、次世代の研究開発を担う大学院生である。さらに、博士研究員、若手研究者に対しても次代の研究指導者としての資質を磨かせることにより、キャリアアップに向けた人材育成を行う。

4. 具体的な達成目標

a. 3年目における具体的な目標

(1) 研究開発(製品化)の達成目標

(a) 現行技術の技術革新による眼底診断システム(第一世代)の核となる技術の要素試作を行い、プロト機の作製に取り掛かっている。

(b) 新規モダリティの核となる要素技術の創出を行い、その選択・統合がなされている。

(c) 新規モダリティに用いる分子プローブの候補が複数、挙がっている。

(2) 教育の達成目標

(a) 京都大学ナノメディシン融合教育ユニットと連携し、拠点の研究に参加する大学院学生ならびに協働機関研究者を対象とした社会人教育を開始する。

(b) 京都大学の部局間連携による全学組織として「連携高等研究院」を整備し、5年一貫制博士課程ならびに独立専攻の設立に向けた学内調整を行う。

(3) 拠点化の達成目標

(a) 臨床現場のある吉田キャンパス地区に「京大-キャンソン・イノベーション融合研究センター」を整備し、異分野融合研究のフィールドとして機能させる。

(b) 工学・情報学研究科の大学院教育研究拠点となる桂キャンパスに「京大-キャンソン・イノベーション融合研究センター・医用デバイス開発研究施設」を設置する。

(c) 協働機関との連携研究が円滑に行われるように、京都大学の知財、機密、人事、給与など、制度改革を進める。

b. 7年目における具体的な目標

(1) 研究開発(製品化)の達成目標

(a) 眼底診断システム(第一世代)のプロト機を用いた臨床試験を行い、製品化判断をできる状態にある。

(b) 新原理/マルチ化による眼底診断システムの核となる技術の要素試作を行い、プロト機作製の目途がついている。

(c) 多機能分子プローブを用いる新規モダリティの核となる技術の要素試作を行い、その選択統合がなされている。

(d) 新規モダリティに用いる多機能分子プローブの選択・統合がなされている。

(2) 教育の達成目標

(a) 京都大学連携高等研究院医工学専攻を設置し、5年一貫制博士課程学生を教育している。併せて各研究部門に修士学生を受け入れ、独立専攻として組織的な教育を行っている。

(b) 本拠点独自の給付奨学金付き国際連携教育研究プログラムを創設し、学術交流協定及び学生交換交流協定による海外

短期教育研修派遣を開始する。

(3) 拠点化の達成目標

国際公募による人材確保を実質化するとともに、若手研究者のキャリアパスを促進するためのテニュア・トラック制度とスタートアップ資金制度を整備する。

c. 実施期間終了後における具体的な目標

(1) 研究開発（製品化）の達成目標

(a) 眼底診断システム（第二世代）のプロト機を用いた臨床試験を行い、製品化判断をできる状態である。

(b) 多機能分子プローブを用いる新規モダリティ及び読影診断システムのプロト機の作製の目処がついている。

(2) 教育の達成目標

(a) 本拠点より、年間 5 名の博士学位取得者を輩出し、医工学融合科学技術の発展に寄与できる人材を産業界に送出する。

(b) 連携高等研究院医工学専攻を原資として概算要求を行い、融合領域教育組織を新設して、拠点事業終了後も継続して医工学融合科学技術領域の人材育成に寄与する。

(3) 拠点化の達成目標

「京都大学医工連携トランスレーショナルリサーチ・センター」を創設し、基盤科学技術の成果を産業化技術に転換する国際的産学連携研究拠点として、国内外の企業から協働研究資金を受け入れて連携研究を展開する。

5. 実施期間終了後の取組

構築する先端テクノハブの機能は、期間終了後もより広い融合領域の研究者育成を行うために医工学独立専攻として維持・運営する。また、研究の実施および新たな産学連携研究開発拠点となるために、運営経費を自立的に賄う研究組織（ト

ランスレーショナルセンター）を京都大学内に構築し、国内外の企業との連携研究を展開する。

また、5 年一貫制の博士課程を設置し、国際的産学連携拠点として医工学融合教育を実施するほか、広く社会人を対象としたキャリアアップのためのリカレント教育も提供する。

6. 期待される波及効果

京都大学の産学連携拠点がイノベーション創出の成功モデルとなることにより、他の組織や関連する研究機関の改革を触発し、波及することが期待できる。これらの施策により達成される融合研究のイノベーション成功例は、単にイメージング医用機器に限らず、さまざまな分析機器・計測機器の研究開発を促し、医学、薬学のみならず、生命科学の発展に欠かすことができない基盤的要素を提供する。本拠点の成功により、他の研究機関が社会的ニーズの高いこれらの融合分野へ積極的に参入することとなり、これによりこの分野のさらなる発展を加速することができ、さらに関連科学技術を開発する研究機関全体に大きな波及効果を与えるはずである。

7. 実施体制

「高次生体イメージング先端テクノハブ」を京都大学として本拠点形成事業として遂行する。他の医工学連携事業との整合の中で産学連携並びに医工連携事業およびその事業を通じた人材育成事業と捉え、本学の国際イノベーション機構、安全管理保健機構、情報環境機構が事業実施のため、プログラム支援室の全面的なバックアップを行う体制をとる。また、医学研究科、工学研究科、情報学研究科が、研究の遂行および教育に全面的な支援を行う。

<拠点化構想に携わる研究者等(京都大学)>

業務項目番号は、①プロジェクト推進室、②生体分子機能解析、③分子プローブ合成、④バイオイメーキングデバイス開発、⑤生体情報計測画像化、⑥画像診断・臨床（読影）を示す

| 氏名 | 所属 | 職名 | 業務項目 |
|---------|------------|--------------|--------|
| ◎尾池 和夫 | 国立大学法人京都大学 | 学長 | ①②③④⑤⑥ |
| 松本 紘 | 国立大学法人京都大学 | 理事・副学長 | ① |
| 大寫 幸一郎 | 大学院工学研究科 | 教授・研究科長 | ① |
| 塩田 浩平 | 大学院医学研究科 | 教授・研究科長 | ① |
| 中村 孝志 | 大学院医学研究科 | 教授・医学部附属病院院長 | ① |
| 平岡 真寛 | 大学院医学研究科 | 教授 | ①⑥ |
| ○西本 清一 | 大学院工学研究科 | 教授 | ①③ |
| 伊藤 紳三郎 | 大学院工学研究科 | 教授 | ①③ |
| 大嶋 正裕 | 大学院工学研究科 | 教授 | ①④ |
| ○鍋島 陽一 | 大学院医学研究科 | 教授 | ② |
| ○青山 安宏 | 大学院工学研究科 | 教授 | ③ |
| ○田畑 修 | 大学院工学研究科 | 教授 | ④ |
| ○松田 哲也 | 大学院情報学研究科 | 教授 | ⑤ |
| ○富樫 かおり | 大学院医学研究科 | 教授 | ⑥ |

| 氏名 | 所属 | 職名 | 業務項目 |
|-------------------|----------|----------------|------|
| 梅村 晋一郎 | 工学研究科 | 特命教授 | ⑤ |
| 石川 潔 | 工学研究科 | 特命准教授 | ⑤ |
| C.K. Hitzengerger | 工学研究科 | 特命教授 | ⑤⑥ |
| 小松 利行 | キヤノン株式会社 | フロンティア研究本部本部長 | ① |
| 篠田 信比古 | キヤノン株式会社 | 製品総合研究本部長 | ① |
| 桜永 昌徳 | キヤノン株式会社 | 製品総合研究副本部長 | ① |
| 八木 隆行 | キヤノン株式会社 | 製品総合研究本部上席担当部長 | ① |
| 辻井 正晴 | キヤノン株式会社 | 担当部長 | ① |
| 齋藤 恵志 | キヤノン株式会社 | 主席研究員 | ① |

8. 各年度の計画と実績

a. 平成 18 年度

・計画

超音波、OCT、MRI、というモダリティごとにデバイス技術の改良を進め、イメージング精度の向上を図る研究と、新測定原理に対応できる分子プローブの探索を行う。そのため、高精度 OCT 診断装置、超音波撮影装置に伴う備品、動物用 MRI を購入するとともに分子プローブ・生体分子解析研究の研究を開始するためのインフラ整備を行う。

プロジェクト推進室と、生体分子機能解析研究、分子プローブ合成研究、バイオイメージングデバイス開発研究、生体情報計測画像化研究、画像診断・臨床（読影）研究のチームで研究を進める。

・実績

プロジェクト推進室は研究業務の推進、指導を行い、研究プロジェクト全体の運営統括と共に全学組織である先端医工学研究ユニットを設立し、医工連携の集学組織を整備した。

生体分子機能解析研究はアルツハイマー病変のイメージング、癌細胞の機能的な違いに基づくイメージング、血管形態イメージングのための分子マーカーの選択と提案を行った。

分子プローブ合成研究は、多重共鳴法の有用性の確認とともに、新規 Gd 錯体の合成に成功し、フッ素核の利用を目指したプローブ合成とカプセル化の進展、ハイパーリン酸化タウタンパク質の可視化プローブの合成に成功した。

イメージングデバイス開発研究は生体情報画像化グループと連携して、デバイスへの要求性能を明確にした。さらに、トランスジューサ原理の探索を行い、また、集積化プロセス開発を開始した。

生体情報計測画像化研究は超音波イメージングでは、不均一媒質内の音場シミュレーションや実験による音場分布計測の環境を整備した。MRI では原子磁気センサを候補として選定すると共に原理検証・高感度化実験系の立ち上げを開始した。画像診断・臨床（読影）研究は新規プローブ開発後に必要となる 7TMR 装置における動物実験系を整える等、次年度に向けての整備を行い、さらに OCT による組織切片的イメージン

グにむけての準備を開始した。

b. 平成 19 年度

・計画

超音波、OCT、MRI、というモダリティごとにデバイス技術の改良を進め、イメージング精度の向上を図る研究と、新測定原理に対応できる分子プローブの探索を行う。18 年度で購入した装置を骨格として高精度化を図るために US、OCT 関連の設備品、分子プローブチーム、デバイスチームの研究設備を早期に整える。一方で、研究人員の完備を行う。

・実績

超音波、OCT、MRI、というモダリティごとにデバイス技術の改良を進め、イメージング精度の向上を図る研究と、新測定原理に対応できる分子プローブの探索を行った。購入した装置のさらなる改善・改良を重ね、本格的に活用した。またキヤノン側からの備品費を前倒しで購入し、研究設備を整え、さらに PD をはじめとする研究人員の充実をも図った。

c. 平成 20 年度

・計画

アルツハイマー・ガン悪性度・生活習慣病のマーカー・ターゲット分子を選択し、数種のマーカーを提示する。OCT 用波画補償ミラー、原子磁気センサーのプロトタイプ開発を完了する。動物 MRI を利用したプローブの探索から利用できるプローブ候補を数種提示する。当該年度末に、3 年目の中間評価を受ける。

d. 平成 21 年度

・計画

プロジェクト支援室をはじめ各研究グループの人員の拡大を行う。新規モダリティの発掘研究を積極的に推進する。博士課程研究者の導入、公募研究・若手研究助成の開始。開発した分子プローブを積極的に活かしたイメージングデバイス・画像処理技術の開発を指向し、研究を拡大する。

e. 平成 22 年度

・計画

分子プローブの動物による検証と各種モダリティの高精度化・高機能化・小型化を目指す。開発した分子プローブを積

極的に活かしたイメージングデバイス・画像処理技術の開発を継続するとともにマルチモダリティの開発を促進する。

f. 平成 23 年度

・計画

H22 年度同様。

g. 平成 24 年度

・計画

H22 年度同様。

h. 平成 25 年度

・計画

H22 年度同様及び、US/OCT に関して臨床に利用できるプ

ロタイプ機の試作を開始する。

i. 平成 26 年度

・計画

H22 年度同様及び、US/OCT に関して臨床に利用できるプロトタイプ機の改良を重ねる。

j. 平成 27 年度

・計画

US/OCT の高精度・高機能化を完了し、臨床に利用できるプロトタイプ機を試作する。磁気センサーを利用した MRI イメージング実験を行う。検討してきた各種マルチモダリティ技術から 1~2 のプロトタイプ機を試作する。

9. 年次計画

| 項目 | 18 年度 | 19 年度 | 20 年度 | 21 年度 | 22 年度 |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------|-----------------|
| ●拠点化構想 支援室設置・運営 | ←支援室設置 | 支援室運営 | 支援室運営→ | ←支援室拡大 | 支援室運営 |
| 研究設備整備 研究消耗品 | 動物 MRI・イメージング機器 133 | OCT/US 他イメージング機器 80 | OCT/US 他イメージング機器 51 | 分子計測装置他測定装置 | Invivo イメージング機器 |
| 構成員・採用人件費 | ← | | → | ← | → |
| 旅費・外国人招聘旅費・謝金 | 41 | 8 | 76 | | |
| その他 | 18 | 120 | 151 | | |
| | 4 | 4 | 12 | | |
| | 46 | 74 | 96 | | |
| ●調整費充当計画 | 242 百万円 | 286 百万円 | 386 百万円 | | |
| 総計 | 353 百万円 | 676 百万円 | 800 百万円 | | |
| うち調整費分 | 242 百万円 | 286 百万円 | 386 百万円 | | |

| 項目 | 23 年度 | 24 年度 | 25 年度 | 26 年度 | 27 年度 |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| ●拠点化構想 支援室設置・運営 | 支援室運営 | 支援室運営→ | ←支援室運営 | 支援室運営 | 支援室運営→ |
| 研究設備整備 | 画像処理イメージング装置 | 画像処理イメージング装置 | 画像処理イメージング装置 | 新モダリティ装置プロト1 | 新モダリティ装置プロト2 |
| 研究消耗品 | | | | | |
| 構成員・採用人件費 | | | | | |
| 旅費・外国人招聘旅費・謝金 | | | | | |
| その他 | | | | | |
| ●調整費充当計画 | | | | | |
| 総計 | | | | | |
| うち調整費分 | | | | | |

10. 諮問委員会

本プロジェクトでは、諮問委員会を設置する。

| 氏名 | 所属 | 職名 | 備考 |
|---------------|-----------------------------------|----------|----|
| 長尾 眞 | 国立国会図書館 | 館長 | |
| 生駒 俊明 | キヤノン (株) | 顧問 | |
| 梶谷 文彦 | 川崎医療福祉大学 | 教授 | |
| 遠藤 啓吾 | 群馬大学医学部 | 教授 | |
| Lester, R.K., | MIT Industrial Performance Center | Director | |
| 大武 健一郎 | 商工組合中央金庫 | 副理事長 | |