

令和5年2月1日

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構  
理事長 平野 俊夫 殿

量子医学・医療研究開発評価委員会  
委員長 酒井 一夫

研究開発課題の事後評価について（答申）

令和4年7月4日付け文書にて当委員会に諮問のあった下記の研究開発課題の事後評価について、その評価結果を別紙のとおり答申します。

記

- ・研究開発課題「量子医学・医療研究」に関する事後評価

以上

## 1. はじめに（委員長所感）

量子医学・医療部門の活動に係る事後評価を実施した。

本年も昨年につき、新型コロナ感染拡大防止の観点から、対面式での評価会合は行わず、成果報告はビデオメッセージの形で配信された。これに対するコメントをメールで送付し、これに答える形でのビデオ会議を実施した。研究実施担当者も、評価委員の側も、ビデオ会議のシステムに慣れたこともあり、昨年よりも発表および質疑応答はスムーズであったと思う。

慣れたとはいえ、ビデオ会合の実施や膨大な資料の準備等、大変な作業量であったと思われる。事務局の運営努力に改めて感謝したい。

量子医学・医療研究開発評価委員会  
委員長 酒井 一夫

## 2. 事後評価の概要

量子医学・医療研究開発評価委員会は、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成28年12月21日 内閣総理大臣決定）に示された考え方に沿って、量子科学技術研究開発機構（QST）が実施する量子医学・医療に係る研究開発等について、目標の達成状況および成果の内容について確認等を行うための事後評価を行った。

評価対象は、平成28年度から令和4年度末までの7年間に実施された光・量子イメージング技術を用いた疾患診断研究、放射性薬剤を用いた次世代がん治療研究、重粒子線を用いたがん治療研究、放射線影響研究及び被ばく医療研究の各研究開発課題に加え、原子力災害対策・放射線防護等における中核機関としての機能、福島復興再生への貢献、人材育成業務の各事業とし、それらの目標の達成状況及び成果の内容について評価し、次の基準によりS～Dの5段階で評定を付した。

S：計画を十分に上回って達成している／特に顕著な成果がでている、A：計画を上回って達成している／顕著な成果がでている、B：計画を達成している／成果がでている、C：概ね計画を達成している／概ね成果がでている、D：計画を達成していない／成果がでていない

評価委員は次の11名である（五十音順）。

宇野 隆	千葉大学大学院医学研究院	教授
榮 武二	筑波大学医学医療系	教授
酒井 一夫	東京医療保健大学東が丘看護学部	客員教授
定藤 規弘	自然科学研究機構生理学研究所	教授
篠原 厚	大阪青山大学	学長
高田 穰	京都大学大学院生命科学研究科放射線生物研究センター (RBC)	教授
根本 建二	山形大学	理事・副学長
畑澤 順	日本アイソトープ協会	専務理事
本田 浩	ふくおか公衆衛生推進機構	理事長
百瀬 琢磨	日本原子力研究開発機構福島研究開発部門福島研究開発拠点 所長代理	
若尾 文彦	国立がん研究センターがん対策研究所	事業統括



### 3. 評価結果

評価は下表のとおりである。続けて、課題ごとの（１）目標の達成状況および（２）成果の内容について委員会からのコメントを記す。

課 題	目標の 達成状況	成果の 内容
光・量子イメージング技術を用いた疾患診断研究	S	S
放射性薬剤を用いた次世代がん治療研究	S	S
重粒子線を用いたがん治療研究	S	S
放射線影響研究	A	A
被ばく医療研究	A	A
原子力災害対策・放射線防護等における中核機関としての機能	A	A
福島復興再生への貢献	A	A
人材育成業務	A	A

#### （１）目標の達成状況について

##### ①光・量子イメージング技術を用いた疾患診断研究

【評価の内訳（以下同様）：S11】

イメージング技術を用いたマイクロレベルからマクロレベル、また動物から臨床までを一貫通貫に行う研究開発体制と、中心的な役割を果たした産学・学学連携また国際連携等により、研究開発を最大限効率的にマネジメントしてきた。化学遺伝学 DREDD による脳内意思決定や作業記憶の回路メカニズム同定等の先進的成果を挙げるとともに、精神・神経疾患の患者への適用を視野に入れた研究が進んだ。

##### ②放射性薬剤を用いた次世代がん治療研究【S9、A2】

QST の拠点間横断研究、さらに外部では福島県立医科大学との学学連携、産学連携による技術移転など、研究開発が組織的にマネジメントされている。国内初の $\alpha$ 線核種 ( $^{211}\text{At}$ 、 $^{225}\text{Ac}$  など) を用いた放射性薬剤の研究開発から始まり、社会実装を視野に  $^{64}\text{Cu}$  - ATSM、 $^{211}\text{At}$  - MABG を用いた医師主導試験を推進しており、治療と診断の融合技術の開発という計画は十分に上回って達成している。標的アイソトープ治療の実施に関して、放射性薬剤の製造に始まり、調製・臨床まで、一貫して当該分野を先導している。国産放射性薬剤製造にめどが立った。

### ③重粒子線を用いたがん治療研究【S9、A2】

多くの他施設、学会との協働、組織化が行われ、全例登録を実施、得られたデータベースをもとに化学療法、外科的治療との比較を行い、臨床的優位性を科学的に証明したことは卓越したマネジメントによるものである。重粒子線治療の標準化と技術開発について、全日本的取組ならびに国際連携におけるハブ機関としての役割を十分に発揮した。量子メス開発に向けた機器開発、マルチイオン治療の治療計画装置の技術開発も順調に進んでおり、計画を十分に上回って達成している。

### ④放射線影響研究【S2、A8、B1】

着実な基礎研究による国際的レビュー・基準・勧告を通じて規制および医療安全への貢献とマネジメントを評価する。放射線リスク・防護研究基盤 (PLANET) の構築に加え、優先的研究課題およびロードマップ案の公表等、放射線影響研究分野を牽引している。量子生命科学領域の分野とも組織横断的な研究活動に参画している。学協会との連携の下に限られた人的資源を効果的に活用して幅広い分野における放射線安全に関連する研究を進展させた。

### ⑤被ばく医療研究【S1、A10】

内部被ばくの線量評価や被ばく軽減について基礎レベルの研究から除染法や治療薬開発まで計画的に進められており、研究マネジメントも正常に機能している。研究開発推進のための各種連携体制は良好で、機構内研究所間の組織横断的研究を展開している。

### ⑥原子力災害対策・放射線防護等における中核機関としての機能【S1、A10】

基幹高度被ばく医療支援センター間のジョブローテーションによる司令塔人材育成の取り組みなど、画期的な課題解決策が実施されている。東電福島第一原発事故の影響に関する国際機関の見解とりまとめ支援を引き続き行っており、

また放射線影響関連の国内のハブ的役割や関連する国際機関との連携も ICRP2023 のホストを務めるなど、大きな貢献している。

#### ⑦福島復興再生への貢献【A10、B1】

福島再生への支援に向けた包括的調査・研究として住民の外部被ばく線量推計、リスク予防、放射性物質の環境内での動態解明等を継続して行っており、中長期計画の目標を上回って達成されている。得られたデータは IAEA など関連する国際機関にも発信され国際的貢献も高い。福島県立医大との連携・協力もうまくマネジメントされている。

#### ⑧人材育成業務【S1、A9、B1】

社会的なニーズを的確に把握し、放射線の知識を国民に伝えるための活動、高度専門人材の育成を通じて中長期計画の目標を上回って達成されている。医療分野では国際的な人材育成を行い、放射線医療の普及に貢献している。アンケート等に基づく評価も行われており、将来に向けた適格な課題と解決策に継続した検討が行われている。

### (2) 成果の内容について

#### ①光・量子イメージング技術を用いた疾患診断研究【S11】

優れた論文執筆実績・学術賞の受賞、特許の取得、積極的なプレス発表、多額の研究費の獲得やムーンショットへの採択など、学術的・社会的インパクトを与える研究である。新たな PET プローブ・ヘルメット型デバイスの開発の成功など、臨床での実用化につながる研究成果が見られる。タウたんぱく可視化は認知症の治療に向けてインパクトの高い革新に至る研究開発であるし、創薬アライアンスは複数企業との研究マネジメントとして橋渡しを進める取り組みになった。

#### ②放射性薬剤を用いた次世代がん治療研究【S9、A2】

$^{64}\text{Cu}$  - ATSM、 $^{211}\text{At}$  - MABG など難治性がん治療に用いる新たな核種の研究開発を推進し、前臨床試験・臨床試験への橋渡しを進めた。 $\alpha$ 線放出抗ポドプラニン抗体による悪性中皮腫治療は臨床応用研究に向けて準備が進んでいる。トレーラーハウス型 RI 施設の容認と、安全に治療を実施するための被ばく線量評価法を確立したことは、顕著で且つ国内普及推進に資する特に顕著な成果である。標的アイソトープ治療線量評価研究会の立ち上げは当該分野での今後大きな問題となる課題に対応したもので、重要な貢献である。

### ③重粒子線を用いたがん治療研究【S9、A2】

臨床研究の科学的根拠にもとづき、多くの保険収載に至った点が高く評価できる。免疫チェックポイント阻害剤との併用療法、量子メスなど新たな方法論、マルチイオン照射による生物効果研究などの研究開発は、重粒子線治療のさらなる高度化に向けた社会的インパクトになる。多くの悪性腫瘍の治療が早期に保険収載されたことは、最先端の重粒子線治療の普及に貢献する。重粒子線治療の人材育成も世界各国から研修を受け入れており、世界のトップランナーとしての地位を確立した。

### ④放射線影響研究【S1、A10】

中性子線の発がん影響、ゲノム変異の放射線感受性への影響、被ばく年齢と発がんの関係について新たな知見を得たことは、一層の放射線による発がん機序解明につながることである。宇宙環境等における放射線計測と線量低減化、また医療現場での放射線防護など、幅広い職業被ばく分野に寄与することである。動物実験、疫学データによるリスクモデル作成、放射線被ばくによる中長期的影響が表れるメカニズムの解明、被ばくの実態把握・アーカイブ構築、いずれにおいても顕著な成果がでている。

### ⑤被ばく医療研究【S4、A7】

放射線事故頻度が少なく、成果の有効性が見えにくい一方で、放射線災害時の被ばく事故に際しては社会的に最も期待される研究であり、社会実装が必要な分野である。原子力規制庁と協働し、乳幼児用甲状腺モニタ、染色体画像解析システム開発、バイオアッセイの迅速化で十分に高い評価である顕著な成果をだしている。AI技術を用いた染色体異常算定によるバイオドシメトリの自動化は画期的な手法であり、解析速度の加速化により大規模災害時での有効性に期待できる。

### ⑥原子力災害対策・放射線防護等における中核機関としての機能【A11】

委託費中心の体制から安定的補助金の獲得、人材育成事業の新規実施など、適切なマネジメントのもと、事業が実施されてきた。高度被ばく医療支援センターの設立、緊急被ばく医療ダイヤルの運営、被ばく医療診療手引きの作成・配布など、国内の原子力災害医療の中核機関として、高い評価ができる顕著な成果がでている。非常時の備え的な分野なので、平時のインパクトは少ないかもしれないが、国際情勢をみると、社会的重要性は高まっている。

#### ⑦福島復興再生への貢献【A10、B1】

福島県における調査で得られた知見を復興再生に役立つ形で提供している。福島土壌から事故由来の<sup>235</sup>Uは検出されないこと、また福島県沖海洋堆積物から検出されたPuは事故由来のものではないことなど、事故の影響に関して安心材料となる科学的知見を明らかにしており、福島復興再生へむけた顕著な成果がでていいる。避難行動の違いが内部被ばく量の差として表れてくることを示すデータは初期内部被ばく線量評価を行う上で重要である。大気拡散シミュレーションとの組み合わせによる避難行動の誘導等、具体的な実装に繋がることが期待される。

#### ⑧人材育成業務【S2、A9】

放射線防護や安全な取り扱い、事故・災害・テロ・原子力規制に至るまで、多くのコースを設定しており多数の受講生を送り出した。コロナ過の中でも研修方法を工夫の上、研修事業を継続したことが評価できる。オンライン等を駆使し、受講者の減少を最小限にとどめ、370回を超える研修でのべ19,000人を超える受講生を送り出したことは評価できる。

### (3) 総合評価【A】

### (4) 総合所見

多岐にわたる研究分野のそれぞれについて着実な成果があがっているものと評価する。量子科学技術面からの現象の記述や機構解明を越えて医学応用や社会実装へ歩を進めつつある。次期(第2期)中長期計画における研究開発活動の基礎がしっかりと構築されたものと評価する。

改めて研究成果を俯瞰すると相補う研究課題のあることに気づく。例えば被ばく医療における影響評価や予防措置は、標的アイソトープ治療の副作用の軽減につながり得る。次期中長期計画を実施するにあたり、このような分野の連携を期待したい。

以上