

放射線利用に関する政策評価について(案)
(主な関係行政機関等の取組状況、課題等や解決方策、今後の関係行政機関等の取組のあり方)

平成 22 年 3 月 9 日

1. 主な関係行政機関等の取組等	2
1. 1 関係行政機関等の取組状況	
①安全管理体制に関する取組の現状について	2
②利用者・一般国民の理解醸成のための活動	4
③産学官連携の推進	5
④放射線利用技術の高度化に向けた国の支援策	6
⑤科学技術活動に貢献する先端的な施設・設備の整備	7
⑥地域産業による施設の有効活用の促進について	8
⑦各分野における放射線利用の取組、政策の進展状況	9
⑧研究施設等廃棄物の状況	18
⑨放射線利用に係る人材育成の現状	18
⑩放射線利用に係る国際協力について	19
1. 2 関係行政機関等の取組に対する評価	21
2. 放射線利用を進める上での課題等、解決に向けた方策等	23
(1) 放射線利用に係る施設・設備の整備と共用の促進	23
(2) 産学官連携の推進	24
(3) 放射線源の供給のあり方	25
(4) 安全の確保と合理的な規制について	26
(5) 放射線利用に対する理解促進のあり方	28
(6) 人材育成・確保のあり方について	30
(7) 国際協力について	30
(8) 基礎・基盤的な研究、技術の確保	31
3. 今後の関係行政機関等の取組のあり方	33

1. 主な関係行政機関等の取組等

原子力政策大綱では、放射線利用に関する「基本的考え方」及び「各分野における進め方」を示している。「基本的考え方」では、①安全管理体制の整備、②利用者・一般国民の理解促進、③産学官連携の強化、④放射線利用技術の高度化に向けた支援、⑤科学技術活動等に貢献する先端的な施設・設備の整備、⑥先端技術施設の地域産業による有効活用等についての施策の基本的考え方を示している。⑦「各分野における進め方」では、科学技術・学術分野においては基礎研究の推進、世界最先端の施設・設備の共用・支援体制の整備・推進等、工業分野においては研究開発の推進、産学官連携による研究協力・技術移転等、医療分野においては放射線治療の普及、患者被ばく線量の最適化等、その他の分野においては放射線育種、不妊虫放飼法事業、資源・環境技術、食品照射等に関する施策の基本的考え方を示している。また、⑧「廃棄物の処理・処分」の観点では、研究所等廃棄物の処分の実現に向けた取組、⑨「人材の育成・確保」の観点では、放射線医療分野の専門家の育成・確保、⑩「国際的取組の推進」の観点では、放射線利用分野における「開発途上国との協力」に関する施策の基本的考え方を示している。

原子力委員会は、定例会・臨時会において、政策評価を行うため、原子力政策大綱に示すこれらの政策に沿って関係行政機関等¹が実施している主な取組の状況について聴取した。その結果を以下に示す。

1. 1 関係行政機関等の取組状況

①安全管理体制に関する取組の現状について

我が国では、事業者が安全かつ適切に放射線利用を進めることができるよう、国は法令やそれらに基づく規制等を整備している。事業者は、これらの法令や規制等に基づき、安全管理体制を整備し、この下で適切に放射線利用を行っている。また、関係行政機関や研究開発機関は、安全確保に資する研究開発、国際協力、人材育成等の活動や、放射線による災害が生じた場合に対応するための体制の整備を行っている。

我が国では、放射性同位元素等による国民の放射線障害を防止するために、「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（以下「放射線障害防止法」という。）」に基づき、放射線発生装置の使用者及び放射性同位元素の使用・販売・廃棄等の事業を行う者には、文部科学省に対して事業内容や放射性同位元素数量につい

¹ 原子力政策大綱は、各省庁における施策の企画・推進のための指針を示すとともに、原子力行政に関わりの深い地方公共団体や事業者、さらには原子力政策を進める上で相互理解が必要な国民各層に対する期待を示すものである。これを踏まえ、ここでは、関係行政機関等を、各省庁、地方公共団体、事業者（公的な研究開発機関を含む）と定義する。

て許可または届出の申請を行うことが義務付けられている。また、文部科学省は、必要に応じて、施設の検査、定期検査・確認、立入検査等を行うことを通じて、安全管理を行っている。また、同法に基づき整備しなければならない安全管理体制としては、放射線取扱主任者の選任、放射性障害予防規程の届出、放射性同位元素を使用する者等に対する教育訓練、管理区域に立ち入る者の健康診断の実施、放射線量の測定、使用、保管、廃棄等の管理の記録等がある。

研究開発機関では、国内外における放射線安全のための法令、規制等の考え方の根拠となる科学的データを提供するための研究開発など、放射線の安全管理に資する研究開発が着実に行われている。独立行政法人放射線医学総合研究所（以下単に「放射線医学総合研究所」という。）では、放射線管理の高度化や放射線防護に関する研究開発を行っており、環境放射線の計測等、環境中に放出された放射性核種の挙動の分析、低線量放射線リスクに関する研究（自然放射線被ばく研究、放射線障害発生メカニズムに関する研究）を通じて、規制の考え方の根拠となる科学的データの提供に資する研究を行っている。

我が国の研究開発機関は、こうした放射線の安全管理活動の品質の維持・向上に資する研究開発活動を通じて、原子力安全委員会、原子力安全・保安院、放射線審議会等の放射線安全・規制関連の国内機関はもとより、国際放射線防護委員会（ICRP）、原子力放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）、国際原子力機関（IAEA）、世界保健機関（WHO）等の国際機関に対しても、科学的データの提供や新たな安全管理手法に関する知見の提供など大きな貢献を行っている。

また、我が国では、法令等²に基づき、放射線取扱主任者、作業環境測定士をはじめとする放射線安全管理のための国家資格制度が整備されており、関係機関において、資格取得のための試験や資格講習などが行われており、放射線の安全管理を支える人材の育成・確保が行われている。

万が一、災害が生じてしまった場合に備え、防災活動に対する訓練・教育、災害時の技術支援、緊急被ばく医療に関する研究や体制の整備等も行われている。

独立行政法人日本原子力研究開発機構（以下「原子力機構」という。）は、災害対策基本法に基づき、原子力に関する緊急事態が発生した場合には、国や地方自治体などの要請に応じ、指定公共施設として各種の技術支援を行う機関として指定されている。同機構では、この役割を担うために原子力緊急時支援・研修センターを設置し、地方自治体、警察、消防、自衛隊等の関係者など原子力防災に携わる者に実践的な研修・訓練を実施している。

² 放射線取扱主任者は「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（昭和三十二年六月十日法律第百六十七号）」、作業環境測定士は「作業環境測定法（昭和五十年五月一日法律第二十八号）」に基づく資格。

放射線医学総合研究所では、緊急被ばく医療研究として、線量評価、障害低減化（体内除染）、治療技術に関する研究を行っている。また、同研究所は、被ばくに関する三次医療機関³に指定されており、被ばく事故が生じた際に、初期・二次医療機関を支援するための専門家派遣を実施することとなっている。また、初期・二次医療機関では対応が困難な場合には、被ばくした患者の受入を行うなど、緊急被ばく医療体制における中核的役割を担っている。更に専門医療機関と緊急被ばく医療機関の協力のためのネットワークを構築し、被ばく医療体制の強化を図っている。また、緊急被ばく医療に関わる人材の育成のための研修、地方自治体の実施する原子力防災訓練等への専門家派遣、関係機関との連携のための「地域緊急被ばく医療連携協議会」の開催なども行っている。

②利用者・一般国民の理解醸成のための活動

○潜在的な放射線利用者への技術情報の提供や効用・安全性に関する理解促進活動

潜在的な放射線利用者への技術情報の提供や、放射線利用の効用や安全性に関する理解を促進するために、関係機関では、講演会、セミナー、関連施設の見学会の開催、広報誌の頒布等の活動を積極的に行っている。

例えば、（財）放射線利用振興協会では、放射線利用に関する話題について専門家が易しく紹介する技術誌「放射線と産業」を年4回刊行するとともに、同協会のホームページに放射線利用に関するデータベースを整備し、放射線利用に関する最新の技術情報を一般公開している。また、茨城県では、県内企業の J-PARC をはじめとする中性子利用施設の利用により地域産業の活性化を図るために、地元企業への精力的な訪問、セミナーの開催等を通じて、産業界に対して中性子利用の有効性・安全性等を説明するなど、中性子利用に関する理解促進活動を行っている。

○一般国民の放射線利用に対する理解促進のための活動

一般国民を対象とした放射線利用に関する普及・啓発事業も、関係機関において積極的に行われている。

放射線総合医学研究所、原子力機構、農業生物資源研究所放射線育種場等の放射線利用施設を有する機関では、放射線利用に関する研究開発活動等を紹介するホームページの公開やパンフレットの頒布、施設見学会の開催等を通じて、一般国民及び関係者の放射線利用に対する理解促進のための活動を行っている。

³ 緊急被ばく医療体制は、原子力施設内の医療施設や避難所のほか、汚染の有無にかかわらず初期診療や救急診療を実践する「初期被ばく医療機関」、専門的な診療を実践する「二次被ばく医療機関」、高度専門的な診療を実践する「三次被ばく医療機関」からなる。災害発生地区に近い医療機関を初期被ばく医療機関として、地域の基幹病院を二次医療機関として指定。その上に、三次医療機関として、西日本地域に広島大学、東日本地域に放射線医学総合研究所を指定している。

放射線医学総合研究所では、リスクコミュニケーション活動の一環として、年に1～2回の頻度で、一般国民向けに専門家との対話方式のダイアログ・セミナーを開催し、一般国民の関心が高いテーマを設定して意見交換を行っている。

(社)日本原子力産業協会では、放射線及びその利用の概要と食品照射に関する情報を一つ冊にした普及啓発リーフレットを作成・配布する等の普及啓発活動を実施している。

○放射線利用に関する教育活動

平成20年3月に中学校学習指導要領の改訂が行われ(平成24年度から完全実施)、「放射線の性質と利用」が取り扱われることとなった。

文部科学省では、小、中、高等学校の教員を対象とした原子力・放射線の教育に関する研修事業を行っており、(財)放射線利用振興協会やNPO法人放射線教育フォーラム等の関係団体とも協力しつつ、教職員を対象として、学習指導要領に基づいた放射線の取扱等に関する指導方法の研修を行うとともに、先行して実践されている授業例の紹介等を行うなどの取組を行っている。

また、学校教育への支援として、放射線総合医学研究所、原子力機構では、研究開発施設の周辺にある学校を対象とした出張授業等を行うなど学校教育への支援を行っている。茨城県では、スーパーサイエンスハイスクールにおいて放射線利用施設を使った体験学習の実績もある。

③産学官連携の推進(事業者・国・研究者の相互交流のためのネットワーク、産学官による情報提供・経験交流・共同開発等)

○放射線利用に関する研究成果の技術移転、産学官連携の推進

文部科学省では、平成18年度より、(財)放射線利用振興協会と連携しつつ、企業等に対して原子力機構が有する研究炉JRR-3を用いて実施する中性子利用実験の計画立案や利用支援を行う「中性子利用技術移転推進プログラム」事業を実施している。平成18年から平成20年の3年間で、126研究グループ(173課題)の支援を実施し、このうち47研究グループ(40%弱)が事業終了後も独自に研究炉を利用している。この結果、JRR-3における全産業利用課題数は3倍に増加している。

原子力機構では、産学連携推進部を設置し、民間企業と共同研究等を進める産学官連携活動や、研究開発された技術や特許等を用いて実用化・製品化を図るための技術移転活動を積極的に進めている。放射線利用に関する研究開発を主として行っている高崎量子応用研究所では、民間企業との共同研究等を積極的に行うとともに、地方自治体と共同で開催するシンポジウム、地域の産学官連携によるイベントを通じて、研究成果の報告や技術移転の取組の紹介などを行っている。このような活動

を通じて、ハイドロゲル創傷被覆材、改質ポリテトラフルオロエチレン、新規植物活力剤の開発など、放射線を利用した研究開発成果の実用化・商品化を行っている。

(社)日本原子力産業協会は、産学官の関係機関が問題意識を共有し、協力・協調して放射線利用に係る普及活動を行うための「量子放射線利用普及連絡協議会」を設置、相互の情報交流、連携・協力を行っている。

○重粒子線がん治療装置等に関する技術移転、産学官連携

重粒子線がん治療装置については、放射線医学総合研究所で研究開発された重粒子線がん治療装置に係る技術を用いて、群馬大学や佐賀県に小型化かつ低コスト化された普及型の重粒子線がん治療施設の建設が進められるなど、円滑な技術移転が進められている。

群馬大学は、放射線医学総合研究所における研究開発の成果を踏まえ、平成 18 年から普及型重粒子線がん治療装置の第 1 号機の建設を行い、平成 22 年度に運転開始を予定している。放射線医学総合研究所は、建設に際して技術的な支援とともに、治療に必要となる放射線治療医、医学物理士等の人材養成等の支援も行っている。

佐賀県では、我が国で初めて、民間を事業主体とする重粒子線がん治療施設「九州国際重粒子線がん治療センター」(SAGA HIMAT)を建設するプロジェクトが進められている(平成 25 年春に開院予定)。佐賀県が中心となって企画し、地域経済界が中心となって資金調達を行い、地元大学が、医療関係人材を育成・確保し、放射線医学総合研究所は専門家派遣の人材育成等の支援等を行うなど、産学官の緊密な連携により、プロジェクトが着実に進行している。

これらの取組は、研究開発機関で開発された技術が、円滑に民間等へ移転された良好な事例であり、この際に、研究開発機関で研究開発に携わってきた人材が、技術移転段階において中核的人材となり重要な役割を果たしている。

④放射線利用技術の高度化に向けた国の支援策

文部科学省では、我が国の原子力研究の裾野をひろげ、効率的・効果的に基礎的・基盤的研究の充実を図るため、平成 20 年度より公募事業「原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ」を創設している。本事業では、政策ニーズを踏まえた戦略的な 3 プログラムを設定し⁴、プログラムごとにテーマを設定して研究の公募を行っている。プログラムの 1 つである「戦略的原子力共同研究プログラム」では、放射線影響や放射線利用に関するテーマの公募を行い、平成 20 年には、「放射線による影響・

⁴ 「戦略的原子力共同研究プログラム」、「研究炉・ホットラボ等活用研究プログラム」、「若手原子力研究プログラム」

リスク評価技術の高度化」、「放射線利用による医療技術の高度化」、「量子ビームを利用した新素材や加工・計測技術の開発」、「放射線利用による食品安全への貢献」、平成 21 年には、「環境放射線・被ばく線量の評価に係る安全研究」、「量子ビームを利用したライフサイエンスへの貢献」のテーマについて研究開発が進められている。また、その他のプログラムにおいても放射線利用に関する課題が提案され、採択されている。

⑤科学技術活動に貢献する先端的な施設・設備の整備

我が国が国際競争力のある科学技術活動を行うためには最先端の施設・設備の整備が重要であり、理化学研究所、原子力機構、放射線医学総合研究所等の研究開発機関において、科学技術活動に貢献する世界最先端の施設・設備が整備されている。現在、大型放射光施設（SPring-8）、大強度陽子加速器施設（J-PARC）、RI ビームファクトリー（RIBF）、重粒子線がん治療施設（HIMAC）などが稼働している。また、X線自由電子レーザー（XFEL）については、平成 22 年度の完成を目指して施設の建設が進められている。

<大型放射光施設（SPring-8）>

世界最高性能の放射光を発生・利用することができる施設で、兵庫県播磨科学公園都市に設置され、平成 9 年 10 月より共用を開始した。主に物質の種類・構造・状態の解析や材料の加工に用いられ、これまでに科学技術、産業等の幅広い分野で利用されている。平成 20 年 6 月時点で、延べ利用者人数が 10 万人に達し、施設利用による製品開発が行われるとともに、施設を利用した研究に関する論文が著名な学術誌に多く掲載されるなど一定の成果があがっている。

<X線自由電子レーザー（XFEL）>

高輝度、高空間分解能、高時間分解能のX線レーザーを発振する施設で、SPring-8に隣接する場所に、平成 22 年から稼働開始を目指して整備が進められている。化学反応の超高速動態・変化の観察や、結晶化が難しい膜タンパク質の構造解析など、従来の放射光施設では観察できなかった現象、物質の計測・分析を可能とする。今後、ライフサイエンスやナノテクノロジーなど最先端の科学技術分野、産業分野等での活用が期待される。

<大強度陽子加速器施設（J-PARC）>

世界最高レベルのビーム強度を有する陽子加速器施設であり、陽子ビームから得られる多彩な二次粒子（中性子、ミューオン、ニュートリノ等）を用いて、物質科学、

生命科学、原子核・素粒子物理等の基礎科学から産業応用までの幅広い研究開発が行われている。施設は、リニアック、3GeVシンクロトロン、50GeVシンクロトロンの加速器施設と、物質・生命科学実験施設（MLF）、原子核・素粒子実験施設、ニュートリノ実験施設等の加速器からのビームを利用する施設で構成されており、茨城県東海村の原子力機構原子力科学研究所に設置されている。MLFでは、3GeVシンクロトロンの陽子ビームから得られる中性子により、物質、生命科学等の研究が行われている。原子核・素粒子実験施設、ニュートリノ実験施設では、50GeVシンクロトロンの陽子ビームから得られる二次粒子を利用した研究を行っている。平成21年度までにすべての施設が稼働開始しており、今後はビームの出力の向上を図る予定である。

<RI ビームファクトリー（RIBF）>

水素からウランまでの全元素の同位元素を世界最大の強度でビームとして発生させるための施設であり、埼玉県和光市にある理化学研究所和光研究所に整備が進められている。「RI ビーム発生系施設」と、発生系施設で生成したRI ビームの各種精密測定及び利用実験に用いる「基幹実験設備」から構成される。「RI ビーム発生系施設」は、平成18年度までに整備が完了し、ウランイオンの加速によるRI ビーム生成に成功した。「基幹実験設備」は、平成19年度より平成24年度までの6年計画で施設の整備を行っている。RIBFでは、新たなRI ビームの解析・利用により、基礎科学（核図表の拡大、新たな原子核モデル構築、元素起源の解明等）から応用利用（炭素-9による新たな重粒子線がん治療、分子イメージング、高レベル放射性廃棄物核種の核データ、重イオンビーム育種、RI 製造等）までの幅広い分野における成果が期待されている。

<重粒子線がん治療装置（HIMAC）>

優れた線量集中性、強い生物効果を有する重粒子線（炭素イオン線）による放射線がん治療の臨床研究を行うための装置で、放射線医学総合研究所に設置されている。平成6年より臨床試験を開始し、平成15年より高度先進医療、平成18年に先進医療としての承認を受け、治療を行っている（平成21年度までに5000件を超える治療実績がある）。

なお、治療が行われていない夜間は研究開発にも供されており、生物、物理、治療装置等に関する幅広い研究が行われている。

⑥地域産業による施設の有効活用の促進について（地方公共団体のイニシアティブによる施設の整備・共用、大学等との連携、地域産業振興等）

茨城県は、サイエンスフロンティア 21 構想の下、J-PARC を核にした先端産業地域の形成に向け、県独自のビームライン⁵を整備するとともに、中性子利用産業利用を推進するための産学官による連絡協議会や産学協同研究施設を設置するなど、産学官の連携の強化を図るための取組を積極的に行っている。随時の課題募集、秘密保持の規定等の整備、産業利用に適した申請システム等の取組を通じて産業利用の促進を図っており、県独自のビームラインを使用した研究課題については、平成 20 年度から平成 21 年度までの期間に約 100 件の課題を採択している。

「茨城県中性子利用促進研究会」では、産学官のセミナーの開催や中性子を利用するモデル実験を実施するなどの試みが行われている。「県内中性子利用連絡協議会」では、県内企業の中性子利用促進とともに、中性子関連の産業の育成に資するため、中性子利用に関する技術情報、利用成果、周辺機器開発等の情報提供や情報交換が行われている。「中性子産業利用推進協議会」では、全国の産業界の意見を集約して、J-PARC などの中性子の産業利用を推進するとともに、産業界が利用しやすい仕組みや施設の充実について国等へ提案する取組が行われている。

また、県立の産学協同研究施設「いばらき量子ビーム研究センター」を J-PARC の近くに設置し、産学官連携の拠点として活用されている。

佐賀県では、文部科学省、経済産業省の支援を得て、地方自治体として初めて産業利用を主な目的とする放射光施設を設置し、平成 18 年より施設の供用を行っている。県有ビームライン 6 本と、大学、企業などの他機関のビームライン 3 本が設置され、県有ビームラインは、企業、大学、県の公設試等により利用されている。地域産業に資する利用としては、放射光を利用した陶器の絵具・釉薬開発、緑茶の産地識別、魚群識別等による海産資源管理への応用等の地域の特色を生かした研究が行われている。

⑦各分野における放射線利用の取組、政策の進展状況

《科学技術》

○放射線を利用した基礎研究

放射線を利用した最先端の基礎研究が、原子力機構、高エネルギー加速器研究機構、理化学研究所等の研究開発機関で行われている。

原子力機構及び高エネルギー加速器研究機構は、茨城県東海村に設置した大強度陽子加速器施設（J-PARC）に、原子核・素粒子実験施設、ニュートリノ実験施設、物質生命科学実験施設などを設置し、基礎的な分野の研究を行っている。平成 22 年に、J-PARC のニュートリノ実験施設において人工的に発生させたニュートリノを、約

⁵ 茨城県は、J-PARC に茨城県材料構造解析装置（iMATERIA）、茨城県生命物質構造解析装置（iBIX）のビームラインを設置

295km離れた岐阜県飛騨市神岡町の検出器スーパーカミオカンデにおいて検出することに成功するなど世界最先端の研究を行っている。

その他、原子力機構は、J-PARC等から得られる中性子線やSPRING-8の放射光の利用により、高温超伝導、負の熱膨張の要因となる局所ナノ構造などの物質構造の解明に関する研究、宇宙進化機構の解明に資する強誘電性氷の研究、レーザー及び電子線を使った光速飛翔鏡による新たな量子ビーム源開発に関する研究など広く基礎科学分野の発展に資する研究を行っている。

理化学研究所では、RIビームファクトリー(RIBF)を用いて、これまでに発見されていない放射性同位元素を発見し、その性質を調べる研究を行っており、核図表への新たな知見の反映、新たな原子核モデルの構築、元素起源の解明、新たなRI利用技術の発展等に資する研究開発を行っている。この研究の中で、超重元素113番元素の生成に世界で初めて成功し、国際純正・応用化学連合(IUPAC)に新元素命名権を申請した。これは、新元素として登録されるとアジア初の新元素発見となる。

○共用・支援体制の整備・推進

(共用促進法による先端研究施設の共用の促進)

SPRING-8、J-PARC中性子線施設等の特定の大型先端研究施設については、多様な研究等の活用により、その価値を最大限に発揮することが望ましい。この観点から、「特定先端施設の共用の促進に関する法律(共用促進法)」(平成6年策定、平成21年最終改正)に基づき、施設の設置者は、設置者以外の者に対しても幅広い利用の機会を提供することとしている。施設の設置者は、施設の建設・維持管理を行い、これを研究者等の共用に供するとともに必要な支援を行うこととしている。

SPRING-8では、理化学研究所が施設の維持・管理を行い、研究者等の共用に供するとともに、共用促進法に定められる「登録施設利用促進機関」に登録されている高輝度光科学研究センターが利用者選定業務および利用者支援業務を行っている。53本のビームラインを整備しており、理化学研究所や高輝度光科学研究センター以外にも、大学、研究開発機関及び企業が、専用のビームラインを整備する、あるいは共用のビームラインを利用するなどして研究を行っている。

J-PARCにおいては、原子力機構が施設の維持・管理、共用の業務を行っており、平成23年度に共用促進法に基づく共用を開始する予定である。

(国の事業による研究施設の共用の促進)

大学、独立行政法人等の研究機関が有する先端的な研究施設・設備を幅広い分野において活用し、科学技術活動全般の高度化を図ることを目的として、文部科学省は、利用ニーズがあり、更なる共用が見込める等の要件を満たす施設を所有する事業

者を対象に補助金を交付する「先端研究施設共用促進事業」を実施している。補助を受けた事業者は、外部の利用者に提供できる適切な利用時間を確保し、利用課題の募集・選定を行い、選定された利用者に対して、施設を提供するとともに必要な技術的支援等を行うこととしている。

これまでに、当該事業の対象となる放射線利用施設としては、京都大学のタンデムおよびシングルエンド加速器、筑波大学のタンデム加速器、大阪大学激光XII号レーザーシステム、高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所の放射光科学研究施設（フォトンファクトリー）、原子力機構・高崎量子応用研究所のイオン照射研究施設（TIARA）等が指定されている。

（研究開発機関による研究施設の共用の促進）

研究開発機関は、それぞれ独自に施設を機関以外の者の利用に供するための取組を進めている。

原子力機構では、上述した J-PARC や TIARA のほか、原子科学研究所の JRR-3、4、タンデム加速器、放射線標準施設、大洗研究開発センターの材料試験炉、高崎量子応用研究所の電子加速器、コバルト 60 照射施設、関西光科学研究所の光量子科学研究施設、放射光科学研究施設等について、施設共用の促進を行っている。

放射線医学研究所においては、重粒子線がん治療装置（HIMAC）を、治療に用いない夜間に生物・物理分野の研究、治療機器の研究開発等に供すとともに、放射性同位元素の製造に用いている 3 台のサイクロトロン、PIXE 分析装置、ラドン・トロンばく露実験施設等を共用施設として、外部利用者の利用に供している。

《工業》

○放射線を利用した研究開発

放射光や中性子線による加工・測定技術、新規材料の開発・評価等が行われている。

原子力機構では、熱・放射線2段グラフト重合技術により燃料電池用の高耐久性電解質膜の開発を行うとともに、中性子ラジオグラフィによる燃料電池の機能解析、放射光による触媒機能の解明等の研究開発が行われている。また、中性子回折による残留応力解析技術が、産業界ニーズに対応するために開発され、研究炉における共用利用において多様な利用が行われている。

放射線利用振興協会は、原子力機構の研究炉において、ハイブリットカーのバッテリーに使用するシリコン半導体へのリンのドーピング技術の開発を行っている。ドーピングは従来化学的な方法により行われていたが、中性子線照射ではより均一で性能の良い半導体を製造できることから、世界的にもこの方法の有効性が認めら

れ、平成 16 年には世界で 160t 製造されている。国内では JRR-3 を利用して年間 5t の製造を行ってきたが、今後は、平成 23 年に再起動予定の JMTR で増産予定である。

○技術移転、産学官連携、民間による先端施設利用

研究協力の推進、円滑な技術移転、民間による先端施設の利用等の連携・共同活動については、別項で紹介したように、原子力機構や茨城県等における取組事例がある。

○放射線、放射能標準技術

各種放射線の標準照射場、放射性同位元素の放射能標準を整備・維持することは、放射線や放射性物質の正確な測定を行い、放射線作業従事者の線量管理や、放射線診断・治療における線量の管理、工業製品への正確な照射など、各分野において安全かつ適切に放射線利用を行う上で、極めて重要な取組である。産業技術総合研究所がこの分野において、

産業技術総合研究所では、X 線、 γ 線、 β 線、中性子線などの標準照射場を整備し、一次標準を維持するとともに、二次標準器の校正サービスを提供している。

一次標準に関する取組としては、放射能絶対測定装置群を用いて 60 以上の核種の放射能標準の維持・供給を行っている。特に、近年重要度を増している診断・治療技術の高度化に寄与するため、I-125 シード線源やマンモグラフィ用の軟 X 線標準、さらに、小型電子線加速器による治療レベルの吸収線量標準などの開発と整備を進め、原子力機構や放射線医学総合研究所、及び（財）医用原子力技術研究振興財団などと連携を計りつつ、放射線、放射能標準の供給と高度化に関する研究開発を行っている。

原子力機構では、放射線標準施設を設置し、放射線測定器の校正及び特性試験を行うとともに、測定器や線量評価に関する研究開発を行っている。

《医療》

○放射線、放射性同位元素を利用した研究開発

（放射線を利用した診断・治療技術の高度化）

放射線医学総合研究所では、1994 年より炭素線を用いた重粒子線がん治療の臨床研究を開始し、平成 21 年までに 5000 件を超える治療を行い、放射線を利用した治療技術の開発研究を行っている。この結果、適応疾患の拡大、治療期間・回数の短縮化、呼吸同期照射などによる患部以外の被ばくの低減等が図られるなど治療技術の高度化が進められている。

また、同研究所で開発された技術を元に開発されたよりコンパクトでコストパフ

オーマンスに優れる重粒子線がん治療装置の普及機が、群馬大学に建設され、平成 22 年度に運転開始予定である。また、平成 25 年春の開院を目指して、計画が進められている佐賀県鳥栖市の「九州国際重粒子線がん治療センター」に同様の普及機が建設されることとなっており、この装置にはより高度なスキャンニングビーム技術が将来的に採用される予定である。

原子力機構では、医療用加速器の小型化を目指し、レーザー駆動の陽子線加速器の開発を行っており、20MeV の加速に成功している。また、同機構では、イオンマイクロビームを用いたマイクロ PIXE 分析により、肺組織内のアスベストの検出法を開発している。また、量子ビームを創薬に活かす研究として、元素に対する選択性の異なる中性子と放射光を相補的に使った生体高分子の構造解析による新規治療法や効果の高い薬剤の創出に資する取組を行っている。

（放射性同位元素を利用した診断・治療技術の高度化）

放射線医学総合研究所では、がんの診断、精神・神経疾患の病態解析のための標的分子の探索、高比放射能のプロープ製造、イメージング計測技術、基礎・臨床研究などの分子イメージング技術の開発を行っている。

原子力機構では、銅-64 を標識したがん治療薬の開発などの新規の診断・治療用放射性同位元素の開発、放射性同位元素の摂取による内部被ばく線量評価のデータベースの構築、量子ビームを使った創薬に資する研究等を行っている。

米国核医学界の MIRD 委員会が開発した線量評価法に基づく被ばく評価用核種データベース（MIRD）は、核医学診断等における被ばく線量推定の世界標準データベースとして世界中で利用されているが、平成 20 年の改訂版の作成にあたり、原子力機構は、一部の放射線の線量を評価する新たな手法の開発により、これに貢献している。

○放射線治療の情報の共有（医療、教育の場）

（財）医用原子力技術研究振興財団では、原子力の技術を用いて行われる粒子線等によるがんを初めとする各種疾病の診断・治療に関して、国民や関係者への理解促進活動等を行っている。全国を対象とした講演会の実施や広報誌の発行を行っているほか、また、医学部大学生等が主催する、放射線医学への興味・関心を高めるための「放射線医療施設の見学ツアー」への支援・協力を行っている。

○関係団体と現場の医療関係者等との連携等による、診断・治療による患者の被ばくの適正化・指針の策定等

（診断による患者の被ばくの適正化・指針の策定）

我が国では、診断参考レベル（診断に最適な線量）は指針等の規制に取り入れられていないが、関連学会や技師会等から個別にガイドラインが出されている。これに関しては、世界では、患者の線量の目安となる診断参考レベルを規制に取り入れている国もある。

WHO の Global Initiative は、昨年から医療放射線防護の実践に向けて取組をはじめており、これに対応するため、放射線医学総合研究所が中心となって、オールジャパンとして対応可能なハブ的母体としての委員会の立ち上げ準備を進めている。

厚生労働省では、平成 19 年度より、厚生労働科学研究費補助金研究事業において、医療機関において患者の被ばく線量を簡便かつ安価に計測する手法の検討、全国の医療機関のエックス線 CT に関する医療被ばくの現状把握等を行い、診断参考レベルの導入に向けた調査研究を実施している。

今後、医療放射線被ばくの最適化を行うためには、医療被ばく関連データ、生物学的・疫学的知見の収集・蓄積が必要である。海外ではこのようなデータを一元的に収集・管理している国もあるが、我が国では未整備であり、この分野における課題といえる。

（放射線治療装置の校正）

医用原子力技術研究振興財団では、放射線治療の精度向上に資するため、全国の医療機関の放射線治療機器の線量計の校正、放射線治療機器の出力線量測定を実施している。線量計の校正事業では、全国の放射線治療施設（721 施設）の 98.5%に相当する 710 施設の線量計校正を実施している。世界の先進国のほとんどが治療用出力線量の外部監査を実施している中で、我が国は未実施の国であったが、2007 年 11 月より実施国として国際的に認められている。

○医療用アイソトープの安定供給

核医学診断で利用件数が最も多い放射性医薬品（テクネチウム製剤）の原料である放射性同位元素モリブデン-99 については、我が国はその 100%を輸入に依存している。（世界のモリブデン-99 市場において、我が国の需要は世界需要の約 1 割を占める）。この放射性同位元素の 9 割以上は、世界にある数基の原子炉により担われているが、一部の原子炉の故障等により、世界的なモリブデン-99 の供給不足が生じている。また、いずれの炉も老朽化しており、さらに深刻な事態が起き得ることが想定される（カナダの NRU が 4 月末、オランダの HFR が 8 月頃に再起動予定であること、南アフリカやオーストラリア等の炉では増産を予定していることなどを踏まえると、今後、短期的にはモリブデンの供給危機が緩和する方向にある）。

このような状況の中、これまで世界のモリブデン-99 の約 4 割（平成 20 年 7 月時点）

を供給してきたカナダの要請を受け、経済協力開発機構原子力機関（OECD/NEA）は、各国の原子炉運転者、放射性医薬品の製造・販売業者、行政関係者等を集め、供給問題についての議論を行うワークショップを平成 21 年 1 月に、国際会議を同年の 6 月、12 月に開催した。この会議には、文部科学省及び日本アイソトープ協会が我が国の代表として参加している。この会議では、モリブデン-99 の製造を行っている原子炉が同時に停止することのないように国際的に連絡を取りつつ、より一層の連携を行っていくことの重要性や、供給構造の脆弱性に関する検討の必要性、国の保健機関等のより強い関与の必要性などが指摘された。

また、平成 21 年 12 月に行われたアジア原子力協力フォーラム（FNCA）大臣級会合においても、この課題が認識され、決議において、「研究炉に関して、既存炉及び計画中新設炉の効率的活用、それらによるアイソトープ（モリブデン-99 を含む）の製造・供給に関するネットワークを含めた連携協力の可能性を検討する。」との旨、言及されている。

このような状況を踏まえ、医薬品を供給する製薬企業は、医療機関等の理解を得ながら、厚生労働省等の関係省庁や、日本アイソトープ協会と連携・協力し、代替検査方法の有無を勘案して、当該医薬品以外の代替検査法が見当たらない検査については供給を確保しつつ、代替検査法があるものについては代替検査を実施するなどの対応を行っている。この結果として、当該放射性医薬品による検査の 80%を確保しつつ、他の放射性医薬品による核医学検査や他の検査方法に代替するなどして、医療現場への影響を軽減している。また、製薬会社では、調達ルートの多様化による安定的調達を図るとともに、より効率的にモリブデン-99 を使うため、可能な限りテクネチウム製剤として頒布する等の対応を行っている。また、近隣アジア諸国との供給ネットワークの構築については、日中韓の放射性同位元素を供給する事業者等の関係者間での検討・議論が行われている。

原子力機構では、平成 23 年度より再起動予定の材料試験炉（JMTR）を使って、天然もしくは濃縮モリブデン-98 の放射化法によりモリブデン-99 を製造するための研究開発を行っている。

この方法は、現在主流の高濃縮ウランの核分裂反応による製造方法に代替する方法であり、核不拡散上の懸念のある高濃縮ウランを使用しないこと、生じる放射性廃棄物の量が少なく、低コストで製造できる等のメリットがある。一方で、比放射能（モリブデンの同位体全体に占める放射性同位元素モリブデン-99 の割合・濃度）が低いことなど、同原料を用いて既存の放射性医薬品と同等のものが製造可能かどうかといった技術的課題なども指摘されている。現在、この課題を克服するため、アジア原子力協力フォーラム（FNCA）のテクネチウム-99m ジェネレータプロジェクトで開発された PZC（Poly Zirconium Compound）吸着材を用いて、テクネチウムを効率的

に抽出し、製剤を集中的に製造して病院に頒布することが検討されている。現在、原子力機構が、インドネシアと共同で、PZC の実用化に向けた耐放射線性等の性能試験を行っている。

なお、JMTR でモリブデン-99 を製造する場合、新たに製造施設を整備する必要があり、費用確保の課題がある。

《その他の分野》

〈農業〉

○放射線育種等

独立行政法人農業生物資源研究所の放射線育種場では、放射線育種技術の開発と品種改良、突然変異が生じるメカニズムを明らかにする研究、大学との放射線育種場共同利用運営などによる共同研究や、大学、民間企業、研究開発機関等から依頼照射等を実施している。2008 年現在、我が国で生み出された突然変異直接利用品種数 242 のうち、放射線育種場で品種改良を行ったものが 100 種を占めるなど大きな成果を出している。菊やバラなどの花卉類、耐病性のナシ、リンゴ等の果実類、糖尿病患者のための易消化性タンパク質含有量の低いコメなど、多数の品種改良を行い、国民生活に大きな便益を与えている。近年は、韓国、マレーシア、ベトナム等のアジア諸国の γ 線照射施設による突然変異育種への期待が大きく、50 年近い実績を有する我が国の技術協力への期待が高まっている。

原子力機構では、イオンビームを用いた育種技術による新種のキクや NOx 高吸収化オオイトビ等の新品種開発が行われている。

その他に、原子力機構では、ポジトロンイメージング技術を利用した植物機能の定量的解析、かにの殻などの海産資源を放射線加工して農作物の活力剤を製造する等の農業に関する研究開発が行われている。

○不妊虫放飼法

沖縄県、鹿児島県の奄美群島には、さつまいもに重大な害を与えるアリモドキゾウムシおよびイモゾウムシが生息している。現在は、これら害虫の未発生地域への蔓延防止のため、宿主となる植物の移動の禁止または制限の措置がとられている。

農林水産省では、これらの害虫の発生地における農業生産振興とともに、未発生地域への蔓延を防止するため、放射線を用いた不妊虫放飼法の技術による根絶に向け、特殊病害虫駆除事業を行っている。

また、既に根絶が達成されたウリミバエについても、不妊虫放飼法による再侵入防止事業を継続している。

〈資源・環境〉

○放射線を利用した研究開発

放射線照射による有害物質の除去、放射線照射による有害物質除去あるいは資源の捕集のための材料の製造、ハイブリットカーの電池の材料の製造など、放射線利用による環境・資源問題の解決に資する取組が行われている。

有害物質の除去に関しては、原子力機構において、ダイオキシン等の環境汚染物質を電子ビームにより分解・除去する浄化プロセスの開発が行われている。また、希少金属あるいは有害金属を選択的に吸着できる分子を基材に結合させるグラフト重合技術の開発も行われている。この技術は、汚染物質の除去による環境浄化、海水中からのウラン捕集などの有用資源回収など、資源・環境分野における多様な利用が期待されている。

また、近年需要が高まっているハイブリットカーの性能向上のためには、電力損失の少ない高性能シリコン半導体部品が求められている。この製造方法の一つとして、研究炉の中性子照射により、シリコンにリン不純物をドーピングする方法がある。従来の化学的なドーピングに比較して、均一な製品が得られるため、有効な方法として注目されている（世界において中性子照射により製造されている半導体は 2004 年推計で年間 160 トン製造。我が国では 5 トン製造している（JRR-3 を利用）。JMTR において再起動後に現状の 3 倍の量の生産をするための検討も行われている）。

〈食品照射〉

平成 18 年 9 月に原子力委員会食品照射専門部会の報告書が取りまとめられ、同 10 月に原子力委員会にて同報告書の考え方を尊重すべきものとする決定を行った。同決定では、関係省庁において、「食品安全行政の観点からの判断等」、「検知技術の実用化等」、「食品照射に関する社会的受容性の向上」の取組が進められることが必要であるとしている。

平成 18 年 12 月、厚生労働省薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会において、食品安全行政の観点から食品への放射線照射について検討することが了承された。これを受けて、科学的知見の収集及び消費者の意見等について外部機関に調査を委託し、その結果をもって部会で検討していくことが了承された。今後、部会での検討に資するよう、当該調査結果の取りまとめ等を行っていくこととしている。

なお、食品安全委員会では、平成 21 年度より食品健康影響評価技術研究において、「アルキルシクロブタノン類を指標とした照射食品の安全性解析」を実施している。

また、食品の吸収線量が 0.10 グレイ以下及びばれいしよに発芽防止の目的で照射する場合を除き、食品の製造工程又は加工工程における照射は認められておらず、食品等の輸入時には、照射食品はその旨を届け出ることとされている。厚生労働省では、

平成 19 年 7 月より、熱ルミネセンス（TL）法による輸入香辛料に関する食品照射の検査を開始し、その後も、検知法の開発にあわせて、検査品目を拡大している。また、農林水産省の委託プロジェクトとして、事業者が自主管理等で利用できる簡易分析法の開発が行われている。

⑧研究施設等廃棄物の状況

研究施設等から発生する低レベル放射性廃棄物（研究施設等廃棄物）は、研究機関、大学、医療機関、民間事業者等の多様な事業所において発生している。その量は、平成 21 年 3 月現在において、200 リットルドラム缶換算で累積約 56 万本生であり（うち、約 35 万本は原子力機構）、この処理・処分が課題となっている。

これまで原子力機構では、自らが発生した廃棄物については施設内で保管してきた。また、原子力機構以外で発生する研究施設等廃棄物のうち、RI 廃棄物については、（社）日本アイソトープ協会が集荷し、これを同協会が所有する貯蔵施設に貯蔵している。（将来的に処理施設において RI 廃棄物を、処分に適する性状に処理する予定）

このような背景を踏まえ、平成 20 年 6 月に原子力機構法が改正され、廃棄物発生量のほとんどを占め、処分にに関する技術的知見を有する原子力機構が処分業務を実施することとなった。原子力機構は、国が定める基本方針に即して埋設処分業務の実施計画を作成し、平成 21 年 11 月にこの計画の認可を受けており、今後は、この計画に沿って、埋設施設の概念設計、立地基準・手順の作成など処分に向けた取組を、RI 協会等の関係機関と協力しつつ進めていくこととしている。

⑨放射線利用に係る人材育成の現状

放射線利用に関わる人材の意識と技術の向上に資するものとして、資格制度、研修等の事業が行われている。

平成 16 年度には、技術士制度に原子力・放射線部門が新設され、試験及び登録が行われ、平成 20 年末現在技術登録者数は 231 名となっている。

また、我が国では、法令等に基づき放射線取扱主任者をはじめとする国家資格制度が整備されており、日本アイソトープ協会や原子力機構等の関係機関において、資格取得のための講習が行われている。放射線医学総合研究所では、医療分野の人材の育成を行っており、医療現場での放射線取扱に関する看護師、医師への研修とともに、特に、人材不足が指摘されている医学物理士の養成を行っている。

（財）医用原子力技術研究振興財団では、文部科学省の委託事業として、「粒子線がん治療に係る人材育成プログラム」を実施しており、粒子線がん治療に従事する放射線腫瘍医、診療放射線技師、医学物理士等の中核的人材を平成 19 年より 5 年間で

40 名程度育成することを目指し、既存の粒子線がん治療施設等との協働で事業を行っている。また、同財団では、医学物理士の海外研修支援事業を行っており、毎年 3 名の医学物理士を海外の先進的な放射線診療施設に派遣し、2 週間の期間の研修を行っている。

⑩放射線利用に係る国際協力について

○開発途上国との協力

原子力分野におけるアジア地域協力を効果的かつ効率的に推進するために、我が国が中心となって、1990 年に「アジア地域原子力協力国際会議」を創設し、1999 年からは「アジア原子力協力フォーラム」として協力を推進している。毎年、閣僚級会合を開催するとともに、特定テーマに関する協力を進めるための実務者レベル会合を開催している。研究炉利用、ラジオアイソトープ・放射線の農業利用（突然変異育種とバイオ肥料）、医学利用、原子力広報、放射線安全・廃棄物管理、原子力安全文化、人材養成、工業利用の各分野において協力を行っている。

途上国のニーズに合ったテーマを設定し、協力を行っているが、放射線利用分野では、特に貧困の撲滅に資する農業・食糧、医療分野を重要な柱として協力している。この成果として、かにの殻などの海産資源を放射線加工して製造する成長促進剤の開発による農産物の収量向上、子宮頸ガンの治療プロトコルの作成、PET 診断技術の訓練及び診断のための参考画像・解釈集（アトラス）の作成など、途上国のニーズに対応した分野において著しい成果が得られている。加えて、テクネチウム-99m 製剤を我が国で国産化する試みにおける枢要技術として注目されている高性能吸着剤 PZC の開発など、我が国にとっても利益となる成果が得られており、互恵的な協力体制が築かれている。

国際原子力機関（IAEA）では、アジア地域の開発途上国を対象とした、原子力科学技術に関する研究開発等を、締約国間の相互協力及び IAEA の協力により行うことを目的として、「原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定」（RCA）が締結され、協力が行われている。現在、アジア諸国、オーストラリア及びニュージーランドなど 17 カ国が締約国となっており、農業、健康、工業、環境、エネルギー・研究炉・廃棄物管理、放射線防護、一般の 7 分野で合計 30 のプロジェクトが行われている。我が国では、放射線医学総合研究所、原子力機構等がこのプロジェクトに参加している。

○先進国との協力

放射線医学総合研究所は、米国、ロシア、韓国、欧州など、12 カ国 1 地域 22 大学・研究所及び IAEA と 25 件の協定、覚書を結んでおり、医学、粒子線がん治療、放

放射線防護等の研究協力を行っている。原子力機構は、米国、中国、韓国、欧州等と、放射光、加速器、中性子源・利用、RI 応用等の分野での研究協力を行っている。

○国際機関への参加・協力

原子力機構、放射線医学総合研究所等の研究開発機関は、国際原子力機関（IAEA）、経済協力開発機構原子力機関（OECD/NEA）、世界保健機構（WHO）、国際放射線防護委員会（ICRP）、原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）等への情報提供、専門家派遣等を通じて、国際機関への参加・協力を行っている。また、放射線医学総合研究所は、国際原子力機関（IAEA）の協働センターとして、「低線量放射線影響研究」を推進している。

1. 2 関係行政機関等の取組に対する評価

原子力政策大綱に示す政策に沿って、関係行政機関等において取組が着実に行われており、以下に示すように、これらの取組が、科学技術・学術の進歩、産業の振興、社会の福祉、国民生活の水準の向上等に貢献していると評価できる。

(基本的考え方(分野横断事項))

事業者・研究機関等が安全かつ適切に放射線利用を進めることができるよう、放射線障害防止法を始めとする法令、規制等が整備され、事業者は、これらに基づき安全管理体制を整備し、適切に放射線利用を進めている。また、研究開発機関において、放射線安全にかかる研究開発も進められており、放射線安全・規制関連の機関に対して規制の考え方の根拠となる科学的データの提供等を行っている。

利用者・一般国民の理解醸成のための活動については、関係事業者等は、シンポジウムの開催等積極的に活動を行っている。また、平成20年に学習指導要領の改訂に伴い、中学校教育の中で「放射線の性質と利用」を新たに扱うこととなり、当該教育が国民の放射線利用への正しい理解にも貢献することが期待される。

産学官連携活動に関しては、放射線総合研究所の重粒子がん治療技術等の普及に見られるように産学官連携により研究開発成果が積極的に技術移転され、社会に大きな便益を与えている。

また、放射線利用技術を高度化するための国の支援事業、最先端の施設・設備の整備も着実に行われている。地方自治体において、放射光施設や重粒子線治療施設等も整備され、一般利用、産業利用に供する取組も精力的に進められている。

(科学技術・学術分野)

J-PARCやX-FELなど世界最先端の科学技術・学術や産業の発展に貢献する最先端の施設・設備の整備・共用が着実に進められている。また、最先端の施設・設備を利用した世界最先端の研究開発が着実に進められており、ナノテク・材料、ライフサイエンス、環境・エネルギー、情報通信等の幅広い分野の発展に貢献している。

(工業分野)

放射線を活用した燃料電池用の新素材の開発や新たな解析技術の開発など多くのイノベーションが創出され、これらが円滑に技術移転されることにより、国民生活に大きな便益を与えるとともに、我が国の経済成長に大きく貢献している。

(医療分野)

重粒子線治療施設の展開など放射線を利用した診断・治療技術の高度化・普及が行われ、痛みを伴わない高いQOLを維持できる放射線を利用した医療技術が医療現場に

において広く活用され、多くの国民の福祉に貢献している。

（農業分野）

放射線育種技術により、耐病性の果実など高付加価値の多くの品種が生み出されており、生産の効率化や食の安全の確保等に貢献している。また、不妊虫放飼による特殊病害虫駆除が着実に行われている。

（資源・環境分野）

中性子照射によるハイブリッドカーの高性能化に資する電力損失の少ない高性能シリコン半導体素子の製造のように二酸化炭素排出低減に貢献する技術や、電子線照射による排ガス浄化技術、有用金属捕集材の開発等、今後の資源確保・環境保護に貢献し得る技術開発が行われている。

一方で、財政状況が厳しい中で施設・設備の維持が困難になっていること、アイソトープの供給が不足していること等、一部の分野において課題等が指摘されており、関係行政機関等においてこれらを解決するための適切な対応が必要である。これらについては以降で述べる。

2. 放射線利用を進める上での課題等、解決に向けた方策等

原子力委員会では、定例会・臨時会において、関係行政機関等より主な取組状況について聴取し、または有識者のご意見をお伺いした。この中で、一部の分野において課題、さらに放射線利用を一層進めるための取組の必要性等があることが指摘された。ここでは、これらの課題等と、これらを解決するために考えられる方策等を紹介する。

(1) 放射線利用に係る施設・設備の整備と共用の促進

①施設・設備の整備・維持・改廃

国の財政状況が厳しくなる中、大学や研究開発機関等では、運営費交付金等の削減により、放射線利用のための施設・設備の維持/管理/運営が困難な状況にあることが関係者より指摘されている。さらに、施設・設備の中には整備されてから相当の年月が経過し、老朽化が進んでいるものが多いが、改修または代替りの施設を建設することが困難であるなどの懸念も関係者より指摘されている。

多額の予算を必要とする大型の先端的・基盤的な研究開発施設については、限られた資源の中で効果的・効率的に研究開発を進める観点から、複数の機関において共同で運用または利活用することが重要であると考えられる。また、佐賀県鳥栖市に建設が予定されている九州国際重粒子線がん治療センターのように、民間の資金を活用して大型の施設・設備を整備するような先進的な取組も見られ、大学や研究開発機関等は、このような民間の資金や寄付金をはじめとする多様な外部資金の獲得等に努めることが期待される。

大学や研究開発機関における小・中規模の実験施設・設備については、放射線利用研究の裾野の拡大や利便性の観点から、ユーザが広く身近に利用できる環境を整備することが重要である。一方で、運営のための資源節約を進める観点では、可能な場合には複数の機関で共同で運営または利活用していくことを検討することも重要である。これらの実験施設・整備を身近に利用できる便益と、複数の機関での共同運営等による資源節約ができることとのトレードオフの関係を考慮しつつ、施設・設備を効果的かつ効率的に運用することが重要である。

関係行政機関、研究開発機関、大学等の関係者は、施設・設備の共同での運営・利活用をはじめとして、効率的かつ効果的な施設・設備の維持等のあり方に関して積極的に連携して検討を進めていくことが重要である。

また、この検討を進める際には、これらの施設・設備の産業利用を通してグローバルに戦うための先端的製品の創出に資すること、サイエンスインフラの整備は国内外の優れた人材が集まることにより、広く人材育成や国際貢献にも資することに留意すべきである。

②ユーザにとって使いやすい施設・設備の整備、利用制度・支援体制の構築及び利用促進のための活動

原子力政策大綱では、「産学官が連携して活用できる環境の整備や研究者及び開発者にとって利用しやすい柔軟性に富んだ共用・支援体制の整備等に取り組むべきである。」及び、「放射線による新材料の創製技術や新しい加工技術・測定技術等の研究開発成果が産業界で効果的に活用されるよう、これらを周知する活動を強化することが重要である。」とされている。

産業界等が研究開発機関の施設・設備を利用し易い環境づくりのための取組として、利用者に対する支援スタッフの充実、随時・緊急の利用課題受付枠の設定、秘密保持システムの構築、メールインサービスなどの事例が紹介された。また、量子ビームの利用は敷居が高いことから、関係機関が、産業界と利用施設のインターフェース機能の役割を行い、実験計画の立案や実験実施の支援などを行う取組も紹介された。放射線利用施設の産業利用の拡大を図るため、常に利用者の視点に立ち、利便性の高い環境を構築するための取組が引き続き行われることが期待される。

また、潜在的ユーザの施設・設備の利用を促進するため、トライアルユースのような利用普及活動を行ない、潜在的ユーザのニーズを掘り起こし、施設の利用実績が増加した例も報告されている。今後も関係機関において、このような潜在的ユーザの利用を促進するための取組を継続・強化するとともに、このような取組に対して国が必要な支援を行っていくことが重要である。

③先端研究施設に関する国民理解の醸成

国の財政が厳しくなる中、今後、国費を投入して大型先端施設を整備・維持していくに当たって、国民の理解を得ることの必要性・重要性がさらに高まってきている。このため、施設の運営・利用に携わる関係者は、施設の意義、役割、必要性、施設利用によって得られる成果等について説明を行うなど、国民の理解を得るための取組が重要である。

(2) 産学官連携の推進

①先端研究開発施設における産学官連携

原子力政策大綱においては、「研究協力の推進や円滑な技術移転を進めるための民間による先端施設の利用等の産学官の連携・協働活動を一層推進するべきである」としている。

地方自治体の取組の中には、研究面や情報面での産学官の交流・連携を図る場として、大学・研究開発機関、地域産業界が同居する施設を設置している事例が紹介された。このような取組を通じて、産学官の交流・連携を図り、ニーズとシーズのマッチ

ングを図ることは、研究協力や技術移転を推進していくために極めて重要であり、今後も関係者において活動を継続していくことを期待する。

また、先端研究開発施設の利用支援を行うことにより、当該施設と利用者とのインターフェース機能を担う機関の活動の紹介があった。先端研究開発施設の利用は、一般の産業界にとって馴染みが少なく、利用を行うにあたっての敷居が高い場合も少なくないため、利用のサポートをする組織が重要である。今後も継続してこのような支援を行う活動が積極的に行われることを期待するとともに、国が必要な支援を行うことを期待する。

②放射線医療分野における産学官連携

佐賀県では、民間初となる重粒子線がん治療施設（九州国際重粒子線がん治療センター）の設置に関するプロジェクトを、平成 25 年春の開院を目指して進めている。県のイニシアティブの下、地域経済界を中心とする開設資金の調達、地域の大学による人材の確保・育成等の協力連携を行いつつ、また、重粒子線がん治療の研究開発を行ってきた放射線医学総合研究所からの人材育成における協力、中核的な人材の移籍等による技術の移転を受けながら、産学官連携が良好に進められている事例といえる。

このように、産学官が緊密に連携し、産学官のリソースを結集させて、これらを有効に活用しつつ、地方のイニシアティブの下、効果的かつ効率的に行われるプロジェクトが、今後、各自治体において実施されることを期待する。

（3）放射線源の供給のあり方

核医学診断で利用件数が最も多い放射性医薬品（テクネチウム製剤）の原料である放射性同位元素モリブデン-99については、我が国はその100%を輸入に依存している。（世界のモリブデン-99市場において、我が国の需要は世界需要の約1割を占める）。この放射性同位元素の9割以上は、世界にある数基の原子炉により担われているが、一部の原子炉の故障等により、世界的なモリブデン-99の供給不足の危機が生じている。また、いずれの炉も老朽化していることから、今後、さらに深刻な事態が起き得ることが想定される。そこで、短期的には、供給不足が生じた際の国内関係機関での調整、対応を行っていくとともに、中長期的には、①既存の供給ネットワークの強化、②国産、③近隣アジア諸国との供給ネットワークの構築を図ることが重要である。

現在の世界的な供給不足を踏まえて、一部の国では、生産の増強、既設炉により新規に製造を開始、生産炉の建設などの取組が実施・検討されている。これらの動きを踏まえつつ、多様な供給先を確保する取組が行われることも重要である。

一方で、モリブデン-99 の半減期は 66 時間程度、テクネチウム-99m の半減期は 6 時間程度と短く、世界の生産地から我が国に輸送する際に放射能が低下することを踏まえれば、国内需要の一部を自国で生産することが期待される。

モリブデン-99 の生産方法には、世界各国で既に商用ベースで導入されている核分裂法⁶と、我が国において導入の検討を行っている研究開発段階の放射化法⁷がある。いずれかの方法により、我が国においてモリブデン-99 の生産を行う場合、事業化の観点では以下のような課題がある。

核分裂法の場合、海外から輸入するモリブデン-99 と同様の品質のものを製造できるため、モリブデン-99 からテクネチウム-99m を抽出するプロセスにおいて放射性医薬品会社は既存のインフラを使用できるという利点がある。他方で、我が国では、ウランを調達し、原子炉での照射を行い、核分裂法によりモリブデン-99 を供給することができる者はいない。

放射化法については、事業化を検討している実施主体はいるが、現在研究開発段階であること、得られるモリブデン-99 の比放射能が従来法に比較して低いこと、新たな製造工程の追加等のインフラ整備が必要となること、新たな製造方法であるため薬事承認が必要となること等の課題がある。

以上のようなそれぞれの課題に加え、核分裂法、放射化法のいずれの場合でも、研究炉内の照射設備、照射後のモリブデンの精製のための新たな施設の整備とそのための経費が必要となる。

現在、国のモリブデン-99 の供給に関する国際的な会議への参加、研究開発機関における放射化法に関する研究開発、国内における放射性医薬品の供給調整等の対応を行っているが、国が一体となって中長期的な対応を検討する場はない。

今般の政策評価において、この課題については、ビジネスの収益構造に問題があるのではないかと指摘もあったが、国民の健康福祉という観点で緊急の対応を要する重要かつ喫緊の課題であり、関係行政機関が連携し、国とにしての一体的な対応を検討すべきとの意見があった。

このため、関係行政機関（文部科学省・厚生労働省）が、産業界・研究開発機関等の関係機関と緊密に連携・協力しつつ、モリブデン-99 の安定供給のために国としての対応の検討を進めていくことが必要であると考えられる。

（４）安全の確保と合理的な規制について

海外と比較して国内において放射線利用が円滑に進んでいないと見受けられる幾つかの事例があり、その原因の一つとして、規制が放射線利用を行う上での障害と

⁶ 高濃縮ウランまたは低濃縮ウランを原子炉で照射し、核分裂物質からモリブデン-99 を取り出す方法

⁷ 天然のモリブデンまたは濃縮したモリブデン-98 を原子炉で照射し、モリブデン-99 を製造する方法

なっている可能性があることが事業者、有識者等から指摘された。

規制当局は、海外の状況等を踏まえ、規制体系のさらなる合理化が必要であると認められる場合には、安全確保を大前提として、関係行政機関と緊密に連携して、十分な議論を行いつつ適切な対応を行うことが期待される。

また、関係機関についても、規制が不合理であると考えられる場合は、規制当局に対して具体的に規制のどの部分を改善すべきかを、具体的なエビデンスとともに示すことが期待される。

<指摘された事例>

<放射性同位元素内用療法を行う病室に関する規制>

甲状腺がんの治療に適用されているヨウ素-131の内用療法では、3.7GBq以上を患者に経口投与し、500MBq以下になるまでRI治療病室に收容することとなっている。この治療病室は、医療法施行規則に基づき、放射線管理が要求される。具体的には、治療に伴い患者の呼気や尿等に放出されるヨウ素-131を同規則で定める濃度限度以内に抑制することが義務付けられており、このための専用の排気・排水設備等を整備しなければならない。近年の財政状況が厳しい中で、大学病院等においてこれらの費用負担の大きい施設・設備を維持・管理することは困難となっており、国内のRI治療病室は減少傾向にある。そのため、国内で治療できない人が海外に渡航する等の事例が報告されている。

これに関しては、中央社会保険医療協議会の平成22年診療報酬改正に関する答申案で、放射線治療病室管理加算や放射性同位元素内用療法管理料が引き上げられており、RI治療病室の維持管理の負担が軽減される予定である。

また、500MBq以上のヨウ素-131を投与する治療として、甲状腺がんに対する全甲状腺切除後に、1110MBqのヨウ素-131を投与することで、再発リスクを低減する試みが行われている。治療病室が不足しているため普及が進んでいないが、現在、厚生労働省において、外来で投薬を行った後、患者や患者の家族に十分な説明と指導を行った上で在宅で安全に治療できるかを検証中であり、今後、この件について、通知により指針を示す予定である。

<放射性医薬品の審査>

海外で使用されている診断や治療に用いられている放射性医薬品が我が国では使用されていないことが多く、審査に必要な臨床試験に関連する規制が負担であるとの指摘があった。臨床試験については、薬事法、医療法及び障防法に基づき実施され、治験薬の輸送も薬事法と障防法に基づいて行われるため、複雑な規制のために実施できる施設が少ないとの指摘があった。

薬事審査については、厚生労働省において、新医薬品の承認審査の迅速化や放射性医薬品の審査の合理化のための取組が行われているなど改善が図られてきているところである。現在、診断用放射性医薬品は、科学的に正当な理由が示される場合には、製造販売承認申請資料のうち、薬理作用等に関する一部の資料の添付を省略できるなどの措置が取られている。また、診断用放射性医薬品の特性を考慮した標準的な評価方法を示すための臨床評価ガイドラインを現在作成中である。

<放射性廃棄物の処理・処分について>

RI 廃棄物は、その半減期を考慮した規制となっていないこと、一般の産業利用による廃棄物や医療利用による廃棄物など異なる事業から発生した廃棄物の処分には、事業区分ごとに応じた施設が要求されることとなっていること等が課題として指摘されている。

これに関しては、文部科学省において、RI 廃棄物の中には、物理的には一定期間の保管により、自然界の放射性物質と同程度の数量・濃度となり得るものもあることから、その処理・処分のあり方を合理的なものとするべく、クリアランス制度の導入など検討が行われている。

<放射性同位元素の運搬に関して>

「放射性同位元素等の運搬の届出等に関する内閣府令」（最終改正：平成一七年五月三〇日内閣府令第七〇号）により、B 型輸送物を陸上輸送する場合には、輸送業者は都道府県公安委員会に対して、当該輸送を一つの公安委員会の管轄する区域においてのみ行う場合には運搬開始の日の一週間前までに、その他の場合には運搬開始の日の二週間前までに輸送の届出をしなければならないとしている。

放射性医薬品のテクネチウム製剤の原料であるモリブデン-99 は、半減期が短いため、製造直後に空路での輸送を行っている。しかし、世界的なモリブデン-99 の供給不足の中、需給状況は刻々と変化しており、生産地から空輸する輸送物の詳細が判明するのは空輸を行う直前とならざるを得ない。一方で、この府令により、都道府県をまたがる輸送では2週間、1つの都道府県内の輸送では1週間前に計画を提出することを要求されており、関係者より円滑な輸送に係る懸念が指摘されている。

これに関しては、各都道府県警察において、上記期限までに届出が行われていれば、その後に輸送物の変更等の事情が生じても、速やかにその旨の届出を受けることにより対応するといった柔軟な運用が図られている。

(5) 放射線利用に対する理解促進のあり方

放射線利用技術は、技術的優位性、固有の特長を有している一方で、なかなか利

用が進みにくい側面もある。この原因の一つとして、潜在的な利用者の効用と安全性についての理解不足が指摘されている。

例えば、食品照射のように、放射線利用技術が活用できる分野において、活用が十分進められていないところもあり、社会への技術情報の提供や理解活動の不足等が課題として指摘されている。また、中性子ビームの産業利用についても利用者の増加などの一定の成果が得られてきているものの、更にこの取組を進める上での課題として、潜在的な利用者である一般の産業界の中性子利用に関する技術情報や効用と安全性についての理解の不足を解消するための活動を増進していく必要性が指摘されている。

このような課題に対して、関係行政機関等は、放射線利用が身近なところで行われており、その便益が日常生活を豊かにするために多大な貢献をしていることをアピールしつつ、さらに理解促進のための取組を行うことが重要である。放射線利用が与える国民生活への便益、経済規模等を以下に示す。

（参考）放射線利用が与える国民生活への便益・経済規模等

工業分野においては、半導体加工、ラジアルタイヤ、電線などの高分子加工、注射針などの医療器具の放射線滅菌などにも利用され、便利な生活を支えている（平成 17 年度、約 2 兆 3000 億円の経済規模と見積もられている）。

医療分野においては、X線、X線CT、放射性同位元素を使用した SPECT 及び PET などの診断技術、放射線によるがん治療、放射性同位元素の内服療法などのように痛みを伴わず、高い QOL を維持できる治療技術などが行われ、国民福祉に貢献している（平成 17 年度、約 1 兆 5000 億円の経済規模と見積もられている）。

農業分野においては、放射線育種技術により、耐病性、耐寒性、高い付加価値を持つ品種などを生み出すことにより、農業生産の効率化、食の安全の確保へ貢献している。また、不妊虫放飼による特殊病害虫駆除などが行われ、その結果、特殊病害虫を撲滅した地域の農産物が日本全国で食べられるようになっている（平成 17 年度、約 3000 億円の経済規模と見積もられている）。

資源・環境分野においては、中性子照射によるハイブリットカー用のシリコン半導体素子の製造のように二酸化炭素排出低減への貢献も期待できる技術や、電子線照射による排ガス浄化などの技術もある。

また、中学校学習指導改訂により、「放射線の性質と利用」についても取り扱うことになったことを踏まえ、学校教育を通して、国民の放射線利用への理解を醸成していくことが期待される。教育現場においてこれらの教育が効果的かつ着実に実施されるよう、教員の研修や副教材の作成、出前授業等を含めて、原子力関係者のさらなる協力・支援を期待する。

(6) 人材育成・確保のあり方について

○専門人材の育成・確保

放射線医学総合研究所、原子力機構等の研究開発機関から、法人の予算及び人員の減少に伴う専門人材の不足が指摘されている。また、一部の分野では、研究開発や施設運営に関わる人材の高齢化が進み、今後、後継人材の確保と育成による技術の確保も課題となっている。特に、放射線医療分野の人材、先端的な施設の産業利用を支援する人材等の不足が指摘されている。

(放射線医療人材)

日本には700台を超える放射線治療装置があるが、治療計画、線量評価などの業務に従事する医学物理士認定者は約460名(2009年11月)であるが、多くの施設では医学物理士の資格を有する診療放射線技師が兼任するなど、専任で放射線治療の品質管理業務に従事する医学物理士が不足していることが指摘されている。これを解決する方法として、広く理工系人材から医学物理士を希望する人材を募り、育成していくことが提案され、一部の機関で実施されている。しかし、課題として、医学物理士が国家資格化されておらず(現在は学会認定)、放射線治療を行う病院側での雇用が難しいとの経済的な事情が指摘されてきている。

また、一般の放射線治療装置よりも高度な専門性が要求される粒子線がん治療に従事する医学物理士については、育成できる機関が限られており、育成・確保が容易ではない。関係機関が連携・協力して、施設の建設計画とあわせて、計画的に人材を育成・確保していく必要がある。

(先端施設の利用支援人材)

先端施設の共用を更に進めていく上で、利用者への利用支援の充実が必要であり、このための人材の育成、確保が課題として指摘されている。

これを実施していくためには、施設の共用を供する機関において、施設の共用がミッションとして位置づけられ、かつ、利用支援が職務として確立されることが重要である。また、高度な研究に資する利用支援を行う場合には、研究者が支援業務を行うこともあり得ることから、研究者の支援業務についても適切に評価されるなどの柔軟な仕組みを構築することが重要である。

(7) 国際協力について

○開発途上国協力

放射線利用に関する国際協力は、内閣府及び文部科学省による「アジア原子力協力

フォーラム」(FNCA)、IAEAによる「アジア原子力地域協定」(RCA)の枠組みの中で実施されている。両者については、協力の対象となる国、対象分野などで共通するところもあるため、関係者間での連携による、さらなる効率的、かつ、効果的な取組となるよう期待する。

文部科学省では、原子力研究人材交流制度等において研究開発に携わる人材の育成を行っている。しかし、このような制度を通じて育成された途上国の人材の中には、帰国した後に、研究機材の不足のため、十分に研究が行えない人もいることが課題として指摘されている。また、機材があってもそれを維持していくことが困難な場合もあり得る。このような状況を改善するためには、例えば、人材育成と資材供与を行う関係者が連携して一体的な支援を行うことが重要である。開発途上国と連携した研究を行うことにより、開発途上国にある資源を有効に活用できる仕組みをつくる等を検討していくことも重要である。

○国際機関への協力

国際原子力機関(IAEA)への放射線利用等の技術支援分野への我が国の人的貢献不足が課題として指摘されている。例えば、IAEAの技術協力局(Department of Technical Cooperation)では、途上国への技術支援を行っているが、この部署の職員及びこの部署で行う途上国への技術支援のために派遣される専門家に占める日本人の数が少ないことなどが指摘されている。

このようなこのような分野に貢献する人材を育成・確保するとともに、国際機関への協力・貢献が関係機関によって進められていくことを期待する。

(8) 基礎・基盤的な研究、技術の確保

○産業を支える基礎、基盤的技術の研究開発

放射線利用の経済規模は大きいですが、放射線はプロセスの一部に利用されていることが多く、かつ、多様な利用が行われているため、特定の産業利用分野に限ると産業規模は比較的小さく、その分野の関連産業のみでは基礎的な研究開発に十分な投資を行っていくことは必ずしも容易ではない。

このため、長期的な展望に基づき、国としての基礎的、基盤的研究分野への支援がなされるようにしていくことが重要である。また、その際には、定常的に一定の支援がなされるべきか、また、競争的環境下で行われるべきかも含め、国としての支援のあり方を検討していくことが重要である。

○共通基盤技術の確保

平成21年に、米国エネルギー省及び商務省の指示により、米国で開発された放射

線挙動解析コードが配布制限となった。我が国では放射線挙動解析は、米国製のコードに依存してきたため、国内におけるこれらのコードを利用した研究開発、施設的设计・許認可等にも影響が生じた。

現在、コードの配布制限が解除されているが、今後、このような事態により、研究開発、施設的设计・許認可等の活動に影響が生じることのないようにするための所要の措置が必要と考えられる。そのためには、関連する分野において広く利用される基盤的な技術で、知的財産上の制約が生じる得る可能性のある技術については、その国産化等、使用できなくなるリスクを排除するための検討を行い、適切な対応を行っていくことが必要である。

3. 今後の関係行政機関等の取組のあり方

以上のような課題と解決方策等を踏まえ、今後、関係行政機関等が、原子力政策大綱に示す基本的考え方に沿って着実に取組を行っていくために、特に進めるべき取組の方向性について示す。

○放射線利用に係る施設・設備の整備と共同利活用の推進

関係行政機関、研究開発機関、大学等の関係者は、放射線利用に係る施設・設備を身近に利用できる便益と、複数の機関での運営・共同利活用を行うことにより資源節約ができることとのトレードオフの関係を考慮しつつ、今後の効果的かつ効率的な施設・設備のあり方の検討を積極的に連携して進めていくことが重要である。

○産学官連携の推進

地方公共団体において、産学官が緊密に連携し、それぞれの資金面や人材面でのリソースを結集させて、社会ニーズを真に踏まえて効果的かつ効率的にプロジェクトを推進させていくことは、地域の持続可能な成長に資するものである。今後、このようなプロジェクトが各地域において展開されることを期待する。

○放射線源の供給のあり方

モリブデン-99の安定供給のために、関係行政機関(文部科学省・厚生労働省)が、産業界・研究開発機関等の関係機関と緊密に連携・協力しつつ、国としての対応について検討を進めていくことが必要である。

○安全の確保と合理的な規制について

規制当局は、海外の状況等を踏まえ、規制体系のさらなる合理化が必要であると認められる場合には、安全確保を大前提として、関係行政機関と緊密に連携して十分な議論を行いつつ適切な対応を行うことが期待される。

○学習指導要領改訂に係る教育への協力について

中学校学習指導改訂において「放射線の性質と利用」に関する教育内容が盛り込まれたことを踏まえ、学校教育の中での放射線に関するリテラシーを養い、放射線利用に対する理解が促進されることを期待する。教育現場においてこれらの教育が効果的かつ着実に実施されるよう、教員の研修や副教材の作成、出前授業等を含めて、原子力関係者のさらなる協力・支援が期待される。

○基礎・基盤的な研究、技術のあり方について

今後、国として推進すべき放射線利用に係る基礎、基盤的技術の研究開発分野や、国として確保していくべき共通基盤的技術の分野について、関係行政機関等が連携して、検討を行うことが重要である。