



Photo: Masaki Abe

Index

| | | |
|--|-------|----|
| 迎春のごあいさつ | 細田 敏和 | 1 |
| アジア太平洋地域の中等学校「生徒100万人」にNST教育を － IAEA技術協力プログラム (2018-2021) の挑戦 － | 飯本 武志 | 2 |
| [施設訪問記②] － 大阪重粒子線センターの巻 － ～世界最先端の都心型がん治療施設～ | | 7 |
| [コラム] 13th Column 【多死社会 がん社会】 | 中川 恵一 | 12 |
| ガラスバッジサービスの進化を目指して 3 | | 13 |
| [放射線道場の喫茶室] 第 1 回 政治的判断と科学的判定 | 鴻 知己 | 18 |
| [サービス部門からのお願い] 測定依頼票が見当たらないときは…? | | 19 |

迎春の

ごあいさつ



株式会社 **千代田テクノ**

代表取締役会長 兼 社長 細田 敏和

新年あけましておめでとうございます。

皆様におかれましては、本年が素晴らしい一年となりますことを心よりお祈り申し上げます。

2020年は東京オリンピック・パラリンピック開催の年です。

開催期間中は海外より多くの方が日本に訪れ、大いなる賑わいをみせることでしょう。

日本の代表選手の皆さんの大いなる活躍と多くのメダル獲得を願って応援したいと思います。

また、この東京オリンピック・パラリンピックが大きな経済効果を生み出し、景気に拍車がかかることにも期待したいところです。

さて、弊社では世界最高性能を誇る「ガラスバッジ」、「ワイドレンジニューピット」、「DOSIRIS」をお客様に提供することにより、放射線安全管理をよりの確に、簡便に行うことができるようシステムを構築・改良しております。それに伴い、本年1月よりガラスバッジサービスのシステムを全面的にリニューアルいたしました。

より快適になったガラスバッジサービスとガラスバッジWebサービスをぜひご利用ください。

弊社は継続的な改善により、皆様へおとどけるサービスの更なる向上、放射線安全利用の文化・技術の発展に貢献できるよう、社員一同努めて参ります。

本年もご支援とご愛顧を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

以上

| | | | |
|--------|-------|-----|-------|
| 取締役副社長 | 井上 任 | 取締役 | 小山 重成 |
| 常務取締役 | 安川 弘則 | 取締役 | 新田 浩 |
| 常務取締役 | 赤座 太郎 | 取締役 | 尾崎 英樹 |
| 取締役 | 今井 盟 | 監査役 | 本圖 和夫 |
| 取締役 | 馬場 一郎 | | |

アジア太平洋地域の中等学校 「生徒100万人」にNST教育を － IAEA技術協力プログラム(2018-2021)の挑戦 －



飯本 武志*

セカンダリスクール（中等学校。日本では中学校、高等学校に相当）の教員や生徒の原子力科学技術（Nuclear Science and Technology：NST）に関するリテラシー醸成を目的としたIAEAアジア太平洋地域の技術協力プログラム（Technical Cooperation Programme：TCP）が第2期2年目を終えようとしている。本稿を通じて、このプログラムの動機、経緯の概略、最近の動向や今後の活動計画についてFBNews読者と情報共有したい。

1. IAEA技術協力プログラム(TCP)の動機

本稿で紹介するIAEA主宰の地域TCP（RAS/0/079 TCP）の前身となる活動は、RAS/0/065 ‘Supporting Sustainability and Networking of National Nuclear Institutions in Asia and the Pacific Region（2012-2016年）’の枠組みの中でスタートした。筆者はこの一連の活動の当初から、中核メンバーとして継続的な参加の機会を得ている。関連の詳細は参考文献¹⁾に詳述しているので参考にされたい。以下に、このプログラムの開始当初の議論を紹介する。

当時から将来に向けてのエネルギー確保の話題は、アジア太平洋地域における各国の共通かつ喫緊の課題であった。さらには東京電力・福島第一原子力発電所の災害直後であったこともあり、大量エネルギー確保のひとつ

の手段としての原子力にはその是非をめぐっての国際的な注目がさらに高まっていた時期といえる。一方、多くの一般市民にとっては「原子力」といえば電力エネルギーに関連した位置づけのみで理解されがちであったが、実は医療、工業、農業等の領域でもNSTは歴史的にも、現時点においてもきわめて重要な役割を果たしていることも事実である。当時のTCP技術アドバイザーが、アジア太平洋地域におけるNST分野の学位取得者数が減少傾向にあることを示し、近い将来における各国での専門家の不足が、地域の持続可能性に大きな影響を与えるとの強い懸念を表明したことを受け、本プログラムの方向性が動機づけられた経緯がある。すなわち、中等学校の生徒や教師に、均一でかつ国際的なコンセンサスの得られたNSTの情報を提供し、日常生活と関連づけながら同分野の存在を認知してもらい、興味を抱いた生徒が専門家としての道を選択しやすくなるよう支援することが、本プログラム当初の究極の目的となった。その導入における具体的な活動としては、教育を受けた生徒らの将来の進路が文系理系のどの方向性であろうとも、NST分野そのものにまずは一定の知識と興味をもってもらうことこそが本プログラムの重要な課題であるとされ、参加各国の経験を集約、共有するミッションを開始した。以後、このプログラムの活動の展開と共に活動目標がより明確化、

* Takeshi IIMOTO 東京大学 環境安全本部 教授

具体化され、2018年から公式にスタートした後継のRAS/0/079 ‘Educating Secondary Students and Science Teachers on Nuclear Science and Technology (2018-2021)’ で一気に拡大することとなる。当初の究極の目標であった「次世代層にNST専門家への道を」、の意識はだいぶ薄れ、むしろ「自ら情報を取得し、発信できる世代にNSTリテラシーの醸成を」、にプログラムの目的がシフトしていったといえる。

2. STEAM教育とWOW Factor

STEAMの語源となったSTEM (Science (科学)、Technology(技術)、Engineering(工学)、Mathematics (数学)) は、1990年初頭頃から米国における科学技術教育業界で使用されはじめた用語である。2001年に米国国立科学財団等が公式に採用、後にオバマ米国大統領(当時) が人材育成と教育方針のキーワードとして使用したことで、アジア太平洋地域を中心にこの用語は広がっていった。このSTEMに自由な創造や表現をコンセプトとするArt (芸術) が加わり、現在は主にSTEAMという用語が使用されている。

STEAM教育方針の目的は、複雑な現代社会における困難な現実の問題に力強く取り組み解決するための総合力や、従前のコンセプトにはない新たなものを創造する豊かな発想力を育むことにある。最近では、Roboticsを含むSTREAMが使用され、Ethicsをこの理念に加える場合があるなど、正にSTEAM自体が元気で自由な成長をしているようにも感じられる。我が国でも日本STEM教育学会や一般社団法人STEAM教育協会などが設立され、関連の動きが活発になっている。文部科学省は今後の教育方針についての報告書「Society5.0に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～」²⁾ を2018年6月に公開し、「文章や情報を正確に読み解き、対話する力」

「科学的に思考、吟味し活用する力」「価値を見つけ出す感性と力、好奇心・探求力」、これらの3つの力を身に着けるための思考の基盤をつくるためにSTEAM教育を導入すべきとし、文系理系を問わずすべての生徒に学ばせる必要がある、としている。

本稿の主題となっているIAEA TCPでも、STEAM教育のコンセプトを効果的に導入する挑戦に取り組み続けている。この活動を強力に推進し、効果を高めるためのさらなるキーワードとして、我々は「WOW Factor」を選び、常にそれを関係者と共有してきた。ロングマン現代英英辞典ではこの語を「an interesting, exciting, or unusual feature of something, that people will notice and think is very impressive」と解説している。これは参加者に驚きや感動、新たな発見の機会を提供し、思わず「ワオ!」といわせてしまうような要素のことであり、もっと関わりたい、もっと知りたいなどの参加者の強い前向きな姿勢に直接的につながる要素だと考えている。本TCPの目的に完全に合致する、メッセージ性の強いキーワードである。

3. RAS/0/065 TCPからRAS/0/079 TCPへの進化³⁾

IAEA RAS/0/065 (2012-2016) では、中高生レベルのSTEAM教育にNSTを題材として導入し、その実施にWOW factorを付加して効果を高める試みがなされた。具体的には(1)NST分野の先進的な加盟国(日本、米国、豪州、英国等)の経験や知見を基に教育モジュールや教材、さらにはそれらの経緯や背景の解説を関係者で共有するための冊子(Compendium (コンベンディウム))を策定し、(2)掲載内容のアジア諸国における学校現場への適用性を評価することを目的とした試験的な活動(パイロット活動)が実施された。本プログラムへの参加申請の条件に、

各国における活動の継続性を見据えて、原子力・エネルギー開発関連省庁のみならず教育関連省庁が本活動に強く関与することをいれた点が類似のプログラムとは異なる特徴といえる。フィリピン、インドネシア、マレーシアが最初の公式パイロット国に選ばれ、成果の具体例として、15人の代表教員が育成されたのち、その教員が900人以上の他の教員を育成、最終的には約半年のパイロット活動の中でほぼ10,000人の生徒がSTEAM教育の枠組みの中でNST教育を受けた⁴⁾。この複利的な経験（IAEAはドミノ効果と称した）が紹介され、関係者を驚かせた。2016年にはタイ、スリランカが、また、次期のための準備期間となった2017年にもヨルダンが追加的なパイロット国に加わっている。

この後継プログラムとなったRAS/0/079 TCP (2018-2021) では、教育展開のドミノ効果と持続性に着眼し、各国における活動の頂点・起点となる「スター教員（特に高いレベルの知識と意欲、魅力と牽引力を備えたリーダー教員）」の育成に注力することになった。掲げられた具体的な数値目標は各国スター教員から他の教員を通じて生徒へと広がる「4年間で100万人のNST教育」である⁵⁾。2018年にはオマーンとモンゴルがパイロット国に加わると共に、この枠組みへの公式参加を模索、あるいは準備段階にある国々も巻き込んだの大きな活動に発展した。具体的には2018

年から2020年の3年間で、2週間の指導者（スター教員及び教育省関係者）育成コースを全9回開催する運びとなった。これまでに、インドネシア（2018年4月）、米国（2018年8月）、日本（2019年2月）、フィリピン（2019年8月）、マレーシア（2019年9月）において、開催国の特徴により吟味された各カリキュラムで開催され、毎回15～20カ国から全員で20～30名程度の各国指導者が参加している。今後、2019年内に豪州ともう1カ国、2020年にも2カ国での開催が計画の中で合計9回となる。一連のコースが完了し約200名のスター教員が育成され、生徒に至るドミノ効果が機能すれば、目標である「生徒100万人のNST教育」が達成できる……との見積もりとなっている。この他、中核メンバー（IAEA、日本、米国、インド、フィリピン、インドネシアの代表者）による2020年2月と2021年2月頃に2回の特



第1期RAS/0/065 TCP総括会議（2015年豪州ANSTO）



第1期パイロット活動例（2015年11月フィリピンWS）



第2期パイロット活動例（2017年7月ヨルダンWS）

別会議開催が計画されており、本プログラム終了後の持続性支援を考慮しての国際標準テキスト (Compendium II (仮)) の策定も現時点での活動視野に入っている。

4. Team JAPANの役割と活動経緯

本プログラムへの日本としての参画をより安定的かつ力強いものにするため、筆者は、中等学校レベルの放射線教育に造詣の深い国内組織や機関に協力を求め、ボランティアメンバーで構成されるTeam JAPANを編成し、関連の活動に取り組んできた。Team Japanがこれまでに各国メンバーに展開した我が国の経験⁶⁾の中で、公式パイロット国8カ国のすべてが「2時間放射線教育プログラム (座学+霧箱実験 / 「はかるくん」実習)」を選択し、そのまま試験導入を開始している。霧箱の工作的要素、環境計測の体験要素が大きなWOW Factorとなり、彼らに受け入れられたといえる。我が国において関係者が築いてきた歴史ある放射線教育のプログラムと、関連教材の質の高さ、現場における取り組みやすさが国際社会の中で改めて高く評価され、日本の存在感が際立っていることを関係者と共に素直に喜びたい。2017年第60回IAEA総会 (ウィーン) の場で公表された外務省によるTCP活動紹介動画の中で、Team JAPANの一連の活動が我が国の国際貢献の代表例として扱われたことは、構成員の大きな自信と動機向上になっている。

Team JAPANは、このTCPを通じて我々がすでにもつ経験や工夫を彼らに伝承するだけでなく、各国の関係省庁の関係者、放射線や原子力、リスクコミュニケーション分野の専門家、プログラムに参加した教員等との意見交換を積極的に行ってきた⁷⁾。彼らからのフィードバックに基づき、NST教育のひとつに位置づけられる放射線教育のための新たなツールやモジュールの開発にも取り組ん

でいる。アジア太平洋地域各国の文化や要求、独特な事情に適合し、すぐに活用できるツールやモジュールである。具体的には、大視野ペルチェ冷却式霧箱、教育用次世代型環境放射線サーベイメータ、教育用工作式簡易放射線計数管、自然物質を材料とした放射線源、等が主な開発事例である。その詳細については参考文献⁷⁾に譲りたい。

5. TTWS 2019 JPNの概要

RAS/0/079 TCPで計画された9回の指導者育成コースの第3回目を、筆者がホストとなり、日本原子力研究開発機構の協力、外務省、文部科学省及びNPO法人科学技術情報フォーラム他の後援、千代田テクノル社や富士電機社の支援等を得て、IAEA Train Trainers Workshop (TTWS) 2019 Japanとして日本で開催した (平成31年2月18日~3月1日)⁶⁾。参加者はアジア太平洋地域15カ国からの20名であった。

本ワークショップでは、①基礎講習15講座 (NSTの利用、放射線の物理、生物、計測と線量評価、NST利用の社会的な視点、放射線の基礎知識 (総整理)、放射線防護の理念、放射性廃棄物の管理、核不拡散と安全保障、原子炉の種類と安全、加速器の種類とその利用、学校外でのNST教育、さまざまな教科での放射線教育、福島第一原子力発電所の事故の実際と復興への道、福島第一原子力発電



指導者養成コースTTWS 2019 JPN (2019年2月東京)

所の現況と今後の課題)、②実習・実演講習3講座(さまざまな霧箱の特徴と観察、手作りGM計数管による距離と遮蔽実習、学校教育用サーベイメータによる環境放射線の調査と考察)、③応用展開(福島第一原子力発電所やJ-PARC等の見学、3日間の教育学的視点に基づく特別セッション、他)を扱った。開催国である日本が大規模な原子力災害を経験し、現在もその復旧復興に全力で取り組んでいる現状を受け、社会科学的な視点を組み合わせたりスクリテラシーに関する項目もカリキュラムに加え、ホストからの強いメッセージとした。参考文献⁶⁾も参照されたい。

6. 展 望

一般的な国際技術協力プログラムでは一方通行になりがちなところを、我々Team JAPANはパイロット国からのフィードバックを活かし、さらなる教育ツール、モジュールの開発に視野を広げている点に、大きな特徴があると自負している。パイロット国らも、NST先進国から学んだものをそのまま導入するにとどまらず、自国の歴史、文化、環境、教育の目的に適合した形態へと、ツールやモジュールを進化させつつあることに、この活動の力強さを感じている。

NSTの話題では社会科学的な視点からのアプローチが重要になる局面もある。NSTがもつメリットのみならず、導入に伴う事故や被ばくのリスクや放射性廃棄物対応の課題など、弱点側にも目を向けたバランスのよい安定的な教育の追求も忘れてはならず、これは参加各国メンバーの共通認識になっている。筆者らはアジア太平洋諸国における活動成果の日本へのフィードバックも期待しており、関係諸国からのニーズを受けての新たな教材開発の機会、パイロット国での教育実践の効果測定の結果は我々にとっても大変に有益と考えている。この機会に多くの方にこの活動

を認知、ご理解いただき、各方面からさらなるご支援ご協力を賜れば幸いである。

本稿で紹介したTeam JAPANの活動の一部は、平成25-27年度文科省科研費基盤研究(B):研究課題番号25282034及び平成28-30年度同基盤研究(A):研究課題番号JP16H01813によって実施された。

参考文献

- 1) 飯本武志, 高木利恵子, 掛布智久, 戸田武宏, 高橋 格: アジア太平洋地区の中等学校における原子力科学技術教育の展望と課題; 保健物理; 52 (2), 107-113 (2017)
- 2) 文部科学省 Society 5.0 に向けた人材育成 ~ 社会が変わる、学びが変わる ~ http://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afieldfile/2018/06/06/1405844_002.pdf
- 3) 飯本武志; 特別寄稿「日本の放射線教育モジュールと実践経験が国際社会で高く評価されています」; 原子力文化, 2018年(平成30年)1月号; 12-13 (2018)
- 4) IAEA: Inspiring Tomorrow's Scientists: The IAEA Presents a New Nuclear Science and Technology Educational Resource Package for Secondary Schools, <https://www.iaea.org/newscenter/news/inspiring-tomorrows-scientists-the-iaea-presents-a-new-nuclear-science-and-technology-educational-resource-package-for-secondary-schools>
- 5) IAEA: The Journey to 1,000,000: IAEA Organizes the Third Training Course in a Series Which Aims to Teach a Million Students about Nuclear Science; <https://www.iaea.org/newscenter/news/the-journey-to-1000000-iaea-organizes-the-third-training-course-in-a-series-which-aims-to-teach-a-million-students-about-nuclear-science>
- 6) Takeshi IIMOTO, Tomohisa KAKEFU, Rieko TAKAKI, et al; Experts Activities and Development for NS&T HRD Focusing on Secondary School Levels in Asia Pacific Region _Case of Japan; Journal of Radiation Emergency Medicine, Vol.8 (1), 33-38 (2019)
- 7) 飯本武志, 高木利恵子, 掛布智久, 戸田武宏, 高橋 格, 若林源一郎, 飯塚裕幸, 真壁佳代, 小足隆之; アジア太平洋地区における中等学校NST教育の新たな展開と日本の役割; 環境と安全; Vol. 9, No. 3, 1-7 (2018)

著者プロフィール

早稲田大学大学院理工学研究科(物・応物)博士後期課程修了。博士(工学)。早大・東大・放医研・電中研の研究員、東大原総センター助手、東大環安本部准教授を経て2017年7月より現職。東京大学放射線安全推進主任者。専門は放射線防護。日本保健物理学会(副会長)、日本原子力学会(保物・環境部会副部会長)、日本放射線安全管理学会等に所属。放射線防護/放射線教育に関する政府系委員会(環境省、原子力規制庁、文部科学省等)や国際組織(ICRP、IAEA等)の専門委員等を務める。新領域・環境システム学専攻で環境安全マネジメント学分野を主宰。リスクソースとしての放射線をキーワードとして、環境安全管理分野の専門家育成に取り組み、国内外の学校教員の支援と育成、児童・生徒への教育にも力を入れている。

－ 大阪重粒子線センターの巻 －



2018年3月、大阪重粒子線センターは国内6番目の重粒子線治療施設として大阪に誕生しました。当センターは世界最小サイズの重粒子線治療装置による都心型重粒子線がん治療施設であり、最新のスキヤニング照射など日本が世界に誇る技術により、最先端のがん治療を実現しています。ちなみに愛称は「OSAKA HIMAK」、千葉県で国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（放射線医学総合研究所）にある世界初の医療用重粒子加速装置「HIMAC：Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba」に掛けて、「in Kansai」とのことです。世界でも最先端をいく当センターを我々FBNews編集委員会一行は、残暑厳しい9月の上旬に取材させていただきました。

院治療にも適した好立地であり、国内だけでなく中国や韓国など国外からの患者も受け入れています。近接するがん治療拠点である大阪国際がんセンターをはじめ、近隣病院である国家公務員共済組合連合会大手前病院、在阪5大学やがん診療連携拠点病院等と連携しながら総合的ながん治療を提供すると共に、我が国の放射線医学利用分野の発展・継承に寄与することなどを目的に、2018年2月には、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構と公益財団法人大阪国際がん治療財団とは包括連携協定を締結しています。

1. 施設概要

大阪重粒子線センターは、大阪市内でも大阪城を近くに臨むことができる中央区大手前地区に立地し（図1）、Osaka Metro御堂筋線「新大阪」駅から約25分と、通

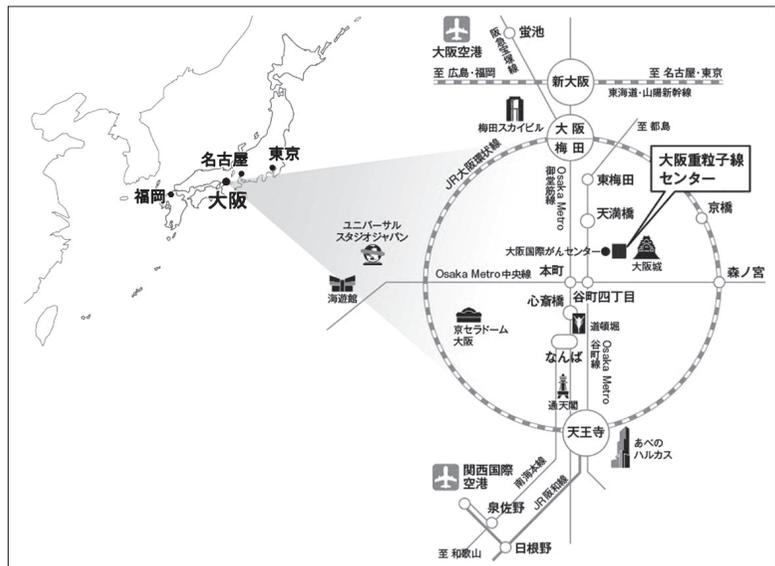


図1 全国からもアクセス可能な好立地(センターHPより)

2. 重粒子線治療とは

現在、外科手術・化学療法に加え、がん治療の3本柱である放射線治療において広く用いられる光子線（エックス線やガンマ線）は、体表付近で最大の効果を発し、体内深くなるに従いその効果は弱まります。つまり放射線治療の標的となるがんが体の深くにある場合、がん周囲の正常組織にも大きなダメージを与えてしまう可能性があります。一方、重粒子線や陽子線からなる粒子線は、治療照射時の

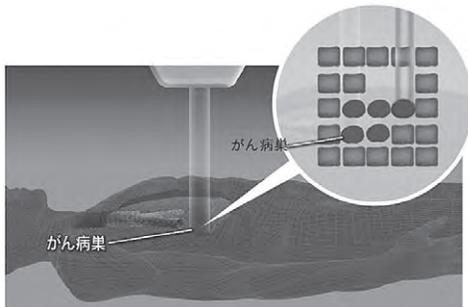


図2 重粒子線治療のイメージ(センターHPより)

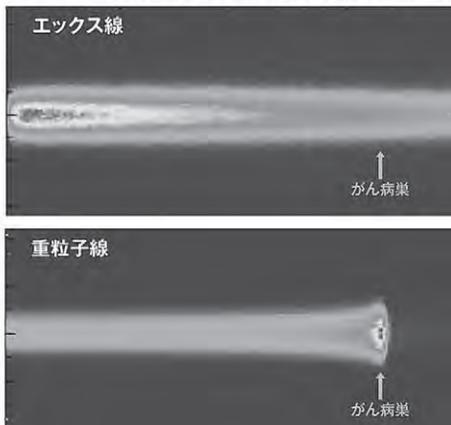
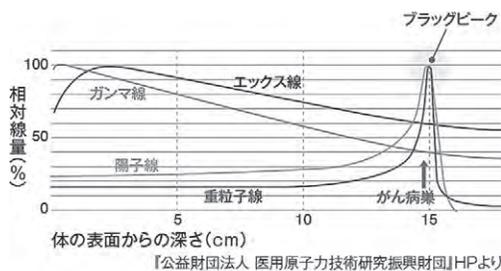


図3 重粒子線治療の特徴(センターHPより)

エネルギーを調整することで体内の任意の深さで最大の効果を発揮させることができるため、がん病巣に効果を集中しながら、周囲の正常組織へのダメージは抑えることができます(図2、3)。さらに重粒子線は、同じ粒子線である陽子線と比べて照射対象物中を真っ直ぐに透過していく直進性が優れているため、高い線量で限局した照射が可能であり、より高い治療効果が期待できます。そのため従来のエックス線等の治療より、治療回数や通院日数を減らすことができ、仕事や日常生活を続けながら外来での治療も可能となるメリットがあります。これまでに重粒子線治療は2016年4月に「骨軟部腫瘍」で保険が適用され、2018年4月からは新たに前立腺がん、頭頸部がんも保険対象となっています。また先進医療でも多くの疾患が対象となっており、今後も保険適用の拡大が期待されます(図4)。



図4 重粒子線治療の治療部位と治療期間(センターHPより)



図5 全国の重粒子線治療施設(重粒子線治療ガイドHPより)

現在までに国内の重粒子線治療施設は、量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所(千葉市)、群馬大学 重粒子線医学センター(前橋市)、神奈川県立がんセンター(横浜市)、兵庫県立粒子線医療センター(たつの市)、九州国際重粒子線がん治療センター(鳥栖市)で稼働中であり、当センターが大阪初の国内6施設目となります(図5)。さらに山形大学医学部を中心としたプロジェクトにより、2020年夏には東北初の重粒子線治療施設である「東日本重粒子センター」の診療が開始される予定です。

引用：公益財団法人 大阪国際がん治療財団、「大阪重粒子線センター公式Webサイト 重粒子線治療の特長」, <<https://www.osaka-himak.or.jp/whats/merit/>>, (最終アクセス日：2019年9月19日)。

引用：公益財団法人 大阪国際がん治療財団、「大阪重粒子線センター公式Webサイト 治療設備紹介」, <<https://www.osaka-himak.or.jp/about/equipment/>>, (最終アクセス日：2019年9月19日)。

地球環境に配慮した自然に優しい省エネ設計が採用されています(写真1)。また都心型重粒子線がん治療施設を実現するための加速器システムは、直径約17m、周長約57mの日立製初の重粒子線治療システムが採用され、これは放射線医学総合研究所のHIMACの3分の1サイズを実現した群馬大学 重粒子線医学センターの普及小型重粒子線照射装置よりコンパクトになります。治療室は3室6ポートで年間1室あたり最大600人、3室で合計1,800人の治療が可能であり、2018年10月からのテスト運転期間含め、2019年6月までに259名の重粒子線治療が実施されました。

当システムは「患者の不安や身体的負担、医療従事者の作業負担を軽減する重粒子線治療装置とその空間」のコンセプトを基にデザインされ、患者と医療スタッフに優しい治療装置・空間デザインが将来的な医療費の軽減、本治療の発展と普及にも大きく貢献することが期待され、2018年度に公益財団法人日本デ

3. 施設紹介

建物は地上3階地下1階(図6)であり、施設全体としてユニバーサルデザインを採用していることで、当センターを利用するすべての方に配慮された設計となっています。さらに建物設備および重粒子線治療システムは

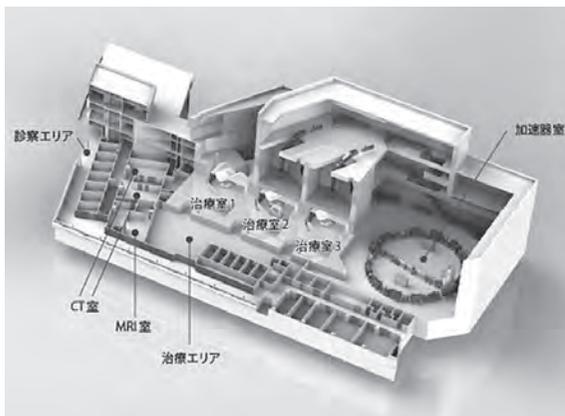


図6 センター俯瞰図(センターHPより)



写真1 洗練された施設内装



写真2 グッドデザイン賞を受賞した粒子線治療システム(グッドデザイン賞HPより)

ザイン振興会が主催する「グッドデザイン賞」を受賞しています(写真2)。

4. 治療設備紹介

重粒子線治療に欠かすことのできない加速器システムは、荷電粒子(炭素イオン C^{6+})に高い電圧を加え、方向と速度の揃った高い運動エネルギーの粒子を作り出すシステムです。治療のためには体内にある腫瘍の深さまで粒子を加速する必要があることから、最大で光速の約70%にも加速させます。当センターの加速器システムは同規模エネルギー(430MeV/u)のシンクロトロンにおいて世界最小クラスの設計が採用され、入射器をシンクロトロンの内側に配置し、設置スペースを縮小していることが大きな特徴になります。また、採用されている最先端の重粒子線治療技術として、スキヤニング照射方式と動体追跡照射システムがあります。

スキヤニング照射方式は、従来法であるブロードビーム照射方式によりビームを散乱させて立体的に広げ、患者毎に専用の補償フィルタおよびコリメータなどでビーム整形する照射法と比較して、細かいビームを用いて腫瘍の形状に合わせて「一筆書き」で塗りつぶすように、正確に照射することを可能にする技術です。従来法と比べると、周囲の正常な組織の影響を抑えることが可能となっているほか、補償フィルタや患者毎専用のコリメータが不要であるため治療準備期間と治療時間が短縮され、患者および医療スタッフの負担軽減につながります。またシンクロトロンの小型化とスキヤニング照射を実現するために、ノイズを極力軽減した安定な電源が必要であり、当システムのために特殊な偏向電磁石電源を開発し、高いビーム位置精度が実現されています。

動体追跡照射システムは肺や肝臓のように

呼吸等で動く組織周囲に位置する腫瘍に対して、リアルタイムで腫瘍位置を補正し、正確な照射を可能とする技術です。当システムは2方向から照射するエックス線装置と位置決め計算する処理装置、ビームゲート信号発生部から構成されていて、腫瘍近傍に直径2mmの金マーカーを留置し、CT装置であらかじめ腫瘍との位置関係を把握しておくことで、透視画像上の金マーカーをパターン認識技術にて自動抽出し、腫瘍の位置を周期的に繰り返し計算します。これにより呼吸等により体



写真3 世界最小クラスのシンクロトロン (センターHPより)



写真4 装置の説明を受けている様子



写真5 取材の様子

内で位置が動く腫瘍に対しても高精度な治療が可能となり、動いている腫瘍の範囲をすべて照射する従来の方法に比べて、動体追跡照射を導入することで照射領域を減らし、正常組織へのダメージを大幅に減らすことが可能となっています。重粒子線による治療目的での当システムの導入は初めてとなります。

治療室は3室あり、治療毎にエックス線あるいは室内設置のCT（現在、治療室2のみ）にて位置照合を行い治療がされています。治療室1は水平/45度方向、治療室2・3は水平/垂直方向で、治療室1・2では動体追跡照射が可能であり、治療症例により使い分けられています。また診断や治療計画に用いるCT装置は金属による画質低下を防ぐ機能を持つ異なる機種2台を設置し、主に治療計画用として治療を受ける際と同じ体位をとることが可能で、尚且つ体輪郭がすべて入る撮像可能な装置と、高速な回転速度での撮影が可能なることにより時間分解能に優れた画像を短時間で撮像できる装置がそれぞれ採用されています。またMRI装置も一台完備され、治療計画用CT装置に加え詳細な解剖学的情報を取得し、より精度の高い治療計画を実現します。

引用：公益財団法人 大阪国際がん治療財団、「大阪重粒子線センター公式Webサイト 治療設備紹介」, <<https://www.osaka-himak.or.jp/about/equipment/>>,
(最終アクセス日：2019年9月19日)。

5. 見学を終えて

国民の2人に1人ががんを発症し、3人に1人ががんで亡くなる時代となった昨今において、がん治療の中でも放射線治療は、治療効果とQOL（Quality Of Life）を両立できる治療法として期待されており、特に重粒子線治療は、従来根治が困難であったがんに対しても高い治療成績を上げていることが注目されています。重粒子線治療施設が世界と比較

しても群を抜いて多く、全国に点在する我が国の現状は国民として喜ばしいことであり、さらに同治療施設間のネットワークや他拠点病院などとの強固な連携があることは、これから私たちが迎えるであろう超高齢化社会に対してオールジャパンでがん治療に臨む姿勢として心強くも思えます。また近く、当センターの技術の諸外国への導入が予定されていることから、研修として現地スタッフを受け入れるなど、今後ともこの業界において世界をリードしていくことが期待されています。

末筆ながら、大阪重粒子線センター金井達明副センター長、石居隆義技師長、大阪重粒子線施設管理株式会社 坂本豪信部長および関係者の方々にお礼を申し上げます。お忙しい中貴重なお時間をいただき誠にありがとうございました。

今回はFBNews編集委員会より編集委員中村尚司、中本由季、弊社大阪営業所より渡辺竜哉、岩佐夏実、線量計測事業本部より中村浩二、アイソトープ・医療機器事業本部より瀬下幸彦の6名がお伺いさせていただきました（写真6）。

参考：公益財団法人 大阪国際がん治療財団、「大阪重粒子線センター公式Webサイト」, <<https://www.osaka-himak.or.jp/>>,
(最終アクセス日：2019年9月19日)。



写真6 取材後の記念撮影

右から2番目より大阪重粒子線センター 石居隆義技師長
大阪重粒子線施設管理株式会社 坂本豪信部長
編集委員 中村尚司 ほか編集委員一行

(文責：瀬下幸彦)



中川 恵一

東京大学医学部附属病院

多死社会 がん社会

2018年の人口動態統計によると、日本における死亡数は前年より2万以上多い約136万人（うちがん死亡は約38万人）と戦後最多でした。一方、出生数は過去最少の約92万人で、死亡数から出生数を引いた自然減は44万超と、初めて40万人を突破しました。

東京の葛飾区や町田市、あるいは長崎市、高松市、富山市クラスの地方中核都市が消滅した計算です。人口減は今後も加速すると予測されています。

日本人の死亡数は2039年ごろにピークを迎え、今より30万人以上多い167万人に達する見込みです。団塊の世代が人生の幕を閉じる時期を迎えるためです。短期間でこれほど死亡数が増えるのは戦争などを除くと、世界的にも珍しい現象です。

数年前、「死を忘れた日本人」（朝日出版）という本を出版したことがあります。死を忘れるどころか、日本は「多死社会」を迎えることとなります。ちなみにこの本は渾身の一冊でしたが、タイトルのせいか、あまり売れませんでした（涙）。

1950年代には8割以上の方が自宅で亡くなっていましたが、今や、病院で亡くなる人が8割を占めます。（図）

多死社会といっても、死が病院に隠蔽されてしまい、そのリアリティーが失われていると言えるでしょう。自分自身の死を考える機会も少なくなったと思います。

小学生372人に、「死んだ人が生きかえることがあると思いますか?」と質問したところ、「ある」が34%、「ない」が34%、「分からない」が32%だったという調査もあります。死生観の喪失が実感させられます。

さて、多死化と少子化のなか、減少する労働力人口を補うには、働き方改革による労働生産性の向上の他に、高齢者の就労がどうしても必要です。

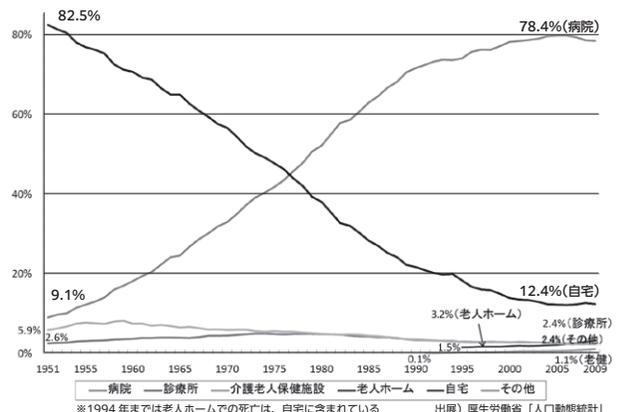
実際、総就労人口に占める65歳以上の割合は日本では世界でもトップクラスの約12%で、増加の一途です。ドイツでは2%、フランスで1%程度ですから、日本の高齢者がいかに働いているかが分かります。西欧社会とちがって、若い移民を受け入れてこなかったことも高齢者が働かざるを得ない大きな理由でしょう。

高齢者の体力、知力は10~20年前と比べて、5~10歳も若返っているという調査結果もあります。日本人は高齢まで働く必要があり、働くことも可能だというわけです。

しかし、がんは「遺伝子の経年劣化」と言える病気ですから、肉体的な若さとは関係なく、年齢によってそのリスクは決まります。日本人男性の場合、55歳までにがんになる確率は5%にすぎませんが、65歳までは15%、75歳では3割を超えます。

働く高齢者ががんが多発する「がん社会」が到来しています。この社会を生き抜くためのカギは、各自が「がんを知る」ことだと思います。

死亡場所の推移



ガラスバッジサービスの進化を目指して 3

FBNews2019年9月号 (No.513) および2019年12月号 (No.516) でご紹介しておりましたとおり、より良いガラスバッジサービスを目指して、2020年1月よりガラスバッジサービスのシステム変更を実施します。

ガラスバッジサービスおよびガラスバッジWebサービス (Web上で変更等のお手続きができるサービス) の2020年1月以降の主な変更内容を再度ご紹介いたします。

1. ガラスバッジサービスの変更内容

1.1 ガラスバッジご使用者変更連絡

ガラスバッジWebサービスを充実し、Web上での変更等のお手続きがより簡単にできるようにいたしました。その為ガラスバッジに同封しておりました「ご使用者変更連絡票」の送付を取りやめ、「お届けのご案内・測定依頼票」、「FBNews」のみ同封いたします。

紙での変更等のお手続きをご希望のお客様には「線量計お届明細」と「測定依頼明細 兼 ご使用者変更連絡明細」を同封いたします。

ご使用者の追加・中止・休止・名義変更などは、「測定依頼明細 兼 ご使用者変更連絡明細」に必要事項を記入し、FAXまたはガラスバッジ返却時に同封いただくことで受付が可能です。

* 「線量計お届明細」と「測定依頼明細 兼 ご使用者変更連絡明細」は、別途お申込みが必要になります。

線量計お届明細 (お客様控用) 帳票番号 MH006-20200110-01234

株式会社千代田テクノル
グループ名 検査計測事業本部
ご担当者 千代田 太郎様 TEL 03-3816-5210
お受検コード 123-4567-001
使用期限 2020/02/01~2020/02/28

2020年03月01日ご使用開始日分のご使用者変更は、02月06日までにご連絡いただけますと変更後の内容でお届けいたします。

| 測定器 番号 | 個人コード 職員コード | 使用名称/職種名 | 性別 | 役職 | フリガナ 使用姓名 | 生年月日 (西暦) | 職種 | 個人コード 職員コード | 変更年月日 (西暦) | 備考 |
|-----------|----------------|-----------------|----|----|--------------|-----------|----|----------------|------------|----|
| 1 | C01 | コントロール | | | ***** | ***** | * | ***** | ***** | |
| 2 | 101 | 12345678 千代田 太郎 | 男 | PS | ***** | ***** | * | ***** | ***** | |
| 3 | 102 | 23456789 千代田 花子 | 女 | PS | ***** | ***** | * | ***** | ***** | |

測定依頼明細 兼 ご使用者変更連絡明細 (返却用) 帳票番号 MH006-20200110-01234

株式会社千代田テクノル
グループ名 検査計測事業本部
ご担当者 千代田 太郎様 TEL 03-3816-5210
お受検コード 123-4567-001
使用期限 2020/02/01~2020/02/28

職種一覧
1 医師 2 看護師 3 診療放射線技師 4 薬剤師
5 臨床検査技師 6 歯科医師 7 理学療法士
8 歯科技工士 9 獣医師
上記以外は「アプリケーション」でお届けいたします。

2020年03月01日ご使用開始日分のご使用者変更は、02月06日までにご連絡いただけますと変更後の内容でお届けいたします。

| 測定器 番号 | 個人コード 職員コード | 使用名称/職種名 | 性別 | 役職 | フリガナ 使用姓名 | 生年月日 (西暦) | 職種 | 個人コード 職員コード | 変更年月日 (西暦) | 備考 |
|-----------|----------------|-----------------|----|----|--------------|-----------|----|----------------|------------|----|
| 1 | C01 | コントロール | | | ***** | ***** | * | ***** | ***** | |
| 2 | 101 | 12345678 千代田 太郎 | 男 | PS | ***** | ***** | * | ***** | ***** | |
| 3 | 102 | 23456789 千代田 花子 | 女 | PS | ***** | ***** | * | ***** | ***** | |
| 4 | | 湯島 次郎 | 男 | FS | ***** | ***** | * | ***** | ***** | |
| 5 | | ユシマ ジロウ | | | ***** | ***** | * | ***** | ***** | |

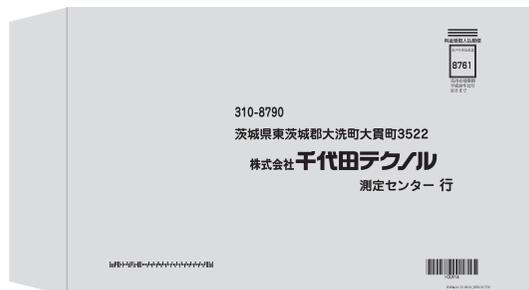
「線量計お届明細」と「測定依頼明細 兼 ご使用者変更連絡明細」(イメージ図)

1.2 ガラスバッジ追加時の返送用封筒再送

ガラスバッジに同封している返送用封筒について、現在は定期的にお送りしているガラスバッジ個数に合わせた大きさの返送用封筒を同封しております。

2020年1月以降追加でガラスバッジをお送りした場合、「定期的にお送りしたガラスバッジ」+「追加でお送りしたガラスバッジ」の個数が最初にお送りした返送用封筒に入りきらない場合、ご返却時のガラスバッジ個数に合わせた大きさの返送用封筒を、追加でお送りするガラスバッジに同封いたします。

ご返却時のガラスバッジ個数により、宅配便の返送用伝票をお送りする場合があります。



ガラスバッジ返送用封筒(イメージ図)

1.3 ガラスバッジ受理連絡・放射線管理レポートの送信方法

現在、ガラスバッジ返却時の受理連絡*、放射線管理レポート（ケア・アラーム・速報連絡）は、FAXまたはお電話にてご連絡しております。

新しいシステムでは、従来の連絡方法に加えメールでのご連絡が可能になります。

*ガラスバッジ返却時の受理連絡はオプションサービスです。別途お申込みが必要になります。

| 放射線管理レポート | | ケア線量連絡リスト | | 作成日 2019/09/02 | | | | | | | | | | |
|---|------|----------------|----|-----------------------|------------|------|------|-----------|------|------|----|--------|----|----------------------|
| テクノル病院 御中 | | 算定日 2019/09/02 | | 頁 1 / 1 | | | | | | | | | | |
| このリストは弊社で定めた連絡基準線量（ケア線量）を超えた方を対象に作成しています。 | | | | | | | | | | | | | | |
| お客様コード | 整理番号 | ご使用者名 | 性別 | ご使用期間 | 個人線量 (mSv) | | | 測定値 (mSv) | | | | 受付管理番号 | | |
| | | | | | 実効線量 | 水晶体 | 等価線量 | 皮膚 | 腹部表面 | モニタ | 部位 | | 測定 | H10 |
| 123-4567-000001 | 千代田 | 花子 | 女 | 2019/06/01~2019/06/30 | 12.4 | 12.4 | 11.8 | FS | 腹 | 12.4 | | 11.8 | X | (19082811-123456789) |

放射線管理レポート ケア線量連絡リスト(見本)

1.4 使用可能文字の追加

ガラスバッジのラベルや報告書の氏名印字において、これまで使用できなかった文字の一部（高 徳 崎 など）を登録できるようになります。

新たに対応する漢字は、一部の機種依存文字となります。

2. ガラスバッジWebサービスの変更内容

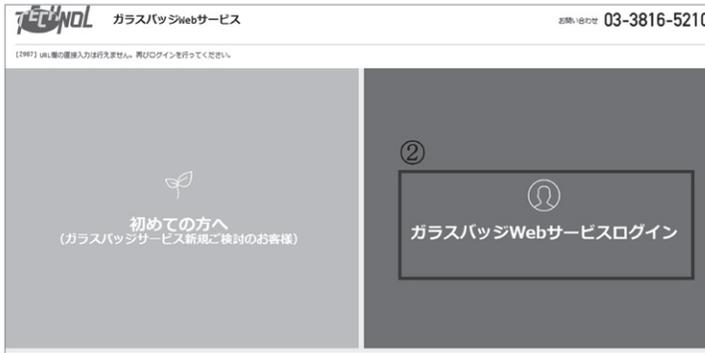
2.1 ガラスバッジWebサービスログイン方法

ガラスバッジWebサービスのログイン方法が変更になりますのでご紹介いたします。

①弊社ホームページの“ガラスバッジWebサービス”をクリックしてください。



②下記の画面に移動します。” ガラスバッジWebサービスログイン” をクリックしてください。



③ IDとパスワードを入力するログイン画面に移動します。

ID (ご登録のメールアドレス) とお持ちのパスワードを入力してログインしてください。



2.2 操作性の向上

インターネットで原則24時間ご利用いただけます。また、ご利用になりたい機能を直感的に選択できるよう、トップ画面に機能ボタンを設けます。

*深夜時間帯にご利用いただける機能はご使用者検索など照会機能のみとなります。



ガラスバッジWebサービス (画面イメージ)

2.3 マルチブラウザ対応

現在、Windows版Internet Explorerのみの対応でしたが、Windows版Google Chrome、Mozilla Firefoxも利用可能になります。



2.4 ご使用者の追加

ガラスバッジの新規ご使用者の登録において、過去に使用していた方を再開する場合、ドロップダウンリストから選択できるようにし、ご使用者情報入力の手間を軽減しました。

ご使用者の追加

ご使用者の新規追加画面

過去に使用していた方のドロップダウンリスト(画面イメージ)

2.5 年度更新時期等に行う多数のご使用者登録

年度更新時期等に行うなど多数のご使用者登録を、CSVの一覧を作成していただき一括登録できる機能を設けました。

| お客様コード | 登録開始日 | 整理番号 | 使用者姓(漢字) | 使用者名(漢字) | 使用者姓(フリガナ) | 使用者名(フリガナ) | 性別 | 生年月日 | 職種 | 線量計1 | 装着部位1 |
|------------|----------|------|----------|----------|------------|------------|----|----------|----|------|-------|
| 1234567000 | 20200201 | 1 | 千代田 | 太郎 | チヨダ | タロウ | M | 19700505 | P | FX | B |
| 1234567000 | 20200201 | 2 | 千代田 | 花子 | チヨダ | ハナコ | F | 19800101 | R | FX | C |
| 1234567000 | 20200201 | 3 | 文京 | 次郎 | ブンキョウ | ジロウ | M | 19801111 | R | FX | B |
| 1234567000 | 20200201 | 4 | 文京 | 一子 | ブンキョウ | イチコ | F | 19990101 | N | FX | C |

ガラスバッジWebサービスご使用者一括登録CSV(データイメージ)

2.6 ご使用者および線量計の一括中止・休止・再開

ガラスバッジご使用者と使用している線量計の状況を一覧で表示します。一覧から中止・休止が可能で、複数のご使用者および線量計の中止・休止が1画面でできるようになります。

ご使用者および線量計一覧表示(画面イメージ)

ガラスバッジサービスのシステム変更に関するお知らせとご協力のお願い

※本お願いはFBNews No.516 2019年12月号に掲載したものを一部追記したものになります

新システム移行によるご協力のお願い

1. FAXフリーダイヤルの変更

ご使用者様の登録内容変更等をご依頼いただくサービス部門のFAXフリーダイヤルを新しい番号に変更いたします。2020年1月6日以降、変更後の番号へFAXをお願いいたします。

[変更前] 0120-506-984 ⇨ [変更後] 0120-995-204

電話フリーダイヤル (0120-506-994) の変更はありません。

2. 送信用メールアドレスの変更

弊社からお客様にお送りしているメールアドレスのドメインが変更になります。受信許可をドメインで指定されている方は、2020年1月6日以降、ドメインの設定変更をお願いいたします。

変更前：gbweb-info@c-technol.co.jp



変更後：gbweb-info@gb.c-technol.co.jp

3. ガラスバッジWebサービス一時停止

旧システムから新システムへの移行のため、下記の期間ガラスバッジWebサービスを停止いたします。

ガラスバッジWebサービス停止期間：2019年12月26日～2020年1月5日

ガラスバッジWebサービスからのご使用者の変更等は2019年12月25日までに登録完了いただけますようお願い申し上げます。

大変ご迷惑をお掛けいたしますが、何卒ご協力のほどお願い申し上げます。

2020年1月6日より新しいガラスバッジWebサービスをご提供いたします。

現在ガラスバッジWebサービスをご利用のお客様は、既存のIDとパスワードで引き続きご利用いただけますのでぜひご活用ください。

弊社は「放射線の安全利用技術を基礎に、人と地球の“安心”を創造する。」の企業理念のもとガラスバッジサービスをより充実した利便性の高いものに変更し放射線業務従事者の方々の個人放射線被ばく線量測定を実施し安心と安全に寄与していきたいと考えております。今後とも更なるサービス向上に努めてまいりますので、引き続きご愛顧賜りますようお願いいたします。

放射線道場の喫茶室
第1回

政治的判断と科学的判定 鴻 知己



2011年3月に起きた東京電力福島第一原子力発電所の過酷事故は今なお事後処理に多大の困難を抱えていて、その一つは大量に発生し保管状態にあるトリチウム含有処理済み廃水の処理・処分問題である。

一般的に言って、安全対策には色々な“割り切り”が持ち込まれるものであり、そのときには前提が“安全側”に設定される。

放射線源の取扱いに係る防護や安全対策の対象としてトリチウム含有流体(気体や液体)に特別扱いを必要とする理由はなく、目標や管理の手法は管理基準値の算定法まで含めて他と同じものとなっている。しかしながら、割り切りを含めその方策の決定というのは、見掛けが如何に“科学的”なものであったとしても“政治的判断”に他ならない。

そもそも、“政治的判断”と“その判断に役立てるための科学的素材の料理(素材の収集・品質の吟味・データ処理)”とは別物なのである。

科学的判定は正誤の視点から行われ、政治的判断は当否の視点や善悪の観点でなされるという点で性格を異にしているが、真偽判定の正誤も立案政策の当否も、共に前提に依存して決まることである。

福島原発の廃炉に関し、保管する“トリチウム水”の濃度を評価し、決められた各種管理基準との比較を行うことは“科学的判定”であり、海を含め環境への放出について可否を決めるというのは“政治的判断”なのである。

科学者や技術者たる者、職務の上では科学的判定だけに関わるべし、というのは、これまで社会が是としてきた倫理規定であった。その申し合わせは変える必要を認めるものではないが、政治的判断の候補とされる選択肢の“科学的品質”について、それを専門とする科

学・技術者が、その専門性において、社会に向けて積極的に意見を表明することは推奨されてよい時代になっているように思われる。政治的判断を下すことを任務とされている人(達)にとっても悪いことではない筈である。

トリチウム水の問題は、科学的見地から見るとき、他の放射性核種の場合とは際立つ特性が目につく。それは、

- ①放出放射線のエネルギーとそれに伴って決まる物質透過力が極めて低く、線量の概念規定が求める要件を備えた線量評価が難しいこと
- ②水が、人体やそれを取り囲む環境において特別な存在となっている物質であること
- ③放射能の担体であるトリチウムが水分子の構成原子の2/3を占める原子の同位体であること

である。

ISS(国際宇宙ステーション)から見る地球は青く、地球は“水の惑星”と呼ばれる。人の生存圏にある水は、どこでもいつでも、大体1Bq/Lの濃度で、宇宙線起因のトリチウムを含んでいる。

加藤和明(2019)はこれによる内部被曝線量を、50nSv/y(ナノは10の-9乗)と見積もり、線量値は年間の集積で以て初めて“一人前”になると注意している。

今日、トリチウム含有水の摂取に係る管理基準値がいろいろ発表され使用されているが、全て、摂取放射能と預託実効線量の換算(元素状Tの場合)値1.8fSv/Bq(フェムトは10の-15乗)を基にしたものである。

科学者や技術者が政治的判断を下す任務を担う場合も少なくないが、科学的判定と政治的判断の区別を弁え判定の品質評価が適切に受けられるよう自ら努めることが求められる。

サービス部門からのお願い

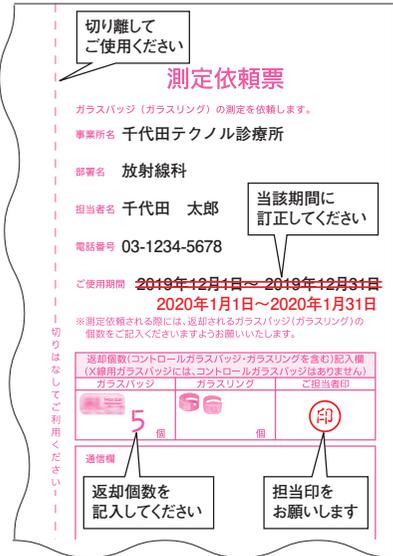
測定依頼票が見当たらないときは…？

平素より弊社のガラスバッジサービスをご利用くださいまして誠にありがとうございます。

測定依頼の際に同封をお願いしております「測定依頼票」は、「お届けのご案内」の右側部分でございます。ミシン目で切り離してご使用ください。

「測定依頼票」を紛失されたときは、次回分の「測定依頼票」をコピーし、ご使用期間を当該期間に訂正してご使用ください。「測定依頼票」の再発行は行っておりません。

コピーなどの方法が取れないお客様は、メモ用紙にご使用期間、返却モニタ個数を記入し、測定依頼してください。お客様のご理解とご協力をよろしく願いたします。



編集後記

- 読者の皆様、あけましておめでとうございます。本年もどうぞ宜しくお願いいたします。
- 今年はいよいよ東京オリンピックが開催されます。思い起こせば開催地が東京に決定したのが2013年ですから、あっという間の月日の流れを実感する今日この頃です。
- さて、今月は飯本武志先生に『アジア太平洋地域の中等学校「生徒100万人」にNST教育を』と題して、国際原子力機関IAEAが主催しているアジア太平洋地域への技術協力プログラムについてご紹介いただきました。本誌も今回のような情報提供を通して少しでも活動に貢献できればと思います。
- 中川恵一先生のコラムは毎月掲載させていただいておりますが、早くも2年目に突入いたしました。今回は『多死社会ががん社会』と題して、あらためて

「がん社会」を生きてゆくために「がんを知る」ことの重要性を解説いただきました。

- 施設訪問記では、大阪重粒子センター様へ本誌編集委員がお邪魔し、施設見学をさせていただきました。文中に紹介がありますが、さすがに“グッドデザイン賞”を受賞しているだけあって、近未来的な印象を受けました。読者の皆様も是非ページを戻して掲載写真をもう一度ご覧くださいませ。また、ご多忙の中で取材対応に時間を割いてくださった施設の皆様、本当にありがとうございました。
- 最後に、本号より鴻知己先生のコラム「放射線道場の喫茶室」がスタートしました。掲載は不定期となりますが様々な切り口から話題を提供してくださいますのでこれからもご期待ください。

(H.N)

FBNews No.517

発行日/2020年1月1日

発行人/細田敏和

編集委員/新田浩 小口靖弘 中村尚司 金子正人 加藤和明 青山伸 河村弘
谷口和史 岩井淳 高橋英典 中本由季 廣田盛一 四方田章裕

発行所/株式会社千代田テクノル

所在地/〒113-8681 東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル

電話/03-3816-5210 FAX/03-5803-4890

http://www.c-technol.co.jp/

印刷/株式会社テクノサポートシステム

—禁無断転載— 定価400円(本体364円)