

●トップコラム／原子力安全研究協会 技術顧問 朽山 修

●放射線の特徴を生かした新しいがん治療戦略の開発／
〔第1回〕日本発放射性治療薬による悪性脳腫瘍の新治療法開発●新 Webサービス「B-Web^{plus}」のご紹介〔その2〕

●お願い／ご連絡の際は、事業所番号を！

●製品紹介／新型ハイブリッドサーバイメータ RaySafe 452

ト
ッ
プ
コ
ラ
ム

245



朽山 修

HLWの地層処分のハザードとリスク

高レベル放射性廃棄物(HLW)の地層処分について聞かされたとき、人々は、それが原子力の利用の結果発生した廃棄物で、膨大な放射能を含んでいて何十万年もなくなること、何十年もかけて、処分に適したサイトの調査・選定がなされ地下深部に広大な処分施設が建設されること、合意形成が大変なことなどから直感的に類推して、地層処分のリスクは非常に大きいものに違いないと誤解してしまう。この誤解により、地層処分事業は過大なリスクを押し付ける倫理的に不正な行為と受け取られ、これに反対する感情を呼び起こすとともに、HLWの問題を解決する方法はなく、気候変動に対処するための原子力エネルギーの利用は選択肢となりえないと判断されてしまう。このような誤解が生まれる原因は、地層処分のリスクの正体をあいまいなままにして、関係がありそうで実は直接関係のない情報をもとに、喚起される感情の強さによって直感的にリスクの大きさを推定しようとしているからと思われる。

リスクの推定では、避けたい危害は何か、その原因となるハザードは何か、ハザードとリスクはどのような関係にあるかを特定することがその第一歩となる。ハザードとは危害をもたらす原因物質や現象である。例えば、放射線あるいは放射性物質、新型コロナウイルスや豪雨や自動車はリスクではなくハザードである。これに対して、リスクは、ハザードを原因として、ある行為によって望ましくない結果(危害)がもたらされる可能性であり、その危害の大きさと危害が発生する可能性の積として推定される。HLWの地層処分のリスクは、HLWに含まれる放射性物質が原因となって、何らか

の事象の連鎖を通じて、人に接近して放射線被ばくという危害を与える可能性とその危害の大きさであり、HLWは爆発することはないので、心理的に増幅される風評被害や事業遂行上の社会的リスクを別として、それ以外の危害はない。

重要な点は、リスクは、ハザードである放射性物質の状態(それ自身と周囲の状態)によって決まるということである。地層処分では、放射性物質はガラス材料とともに固化されて地下深部の岩盤中に閉じこめられ厚い岩盤により隔離されるため、放射性物質が固体から漏れ出して地表に到達し、環境中に分布して、人に接近して被ばくを与えるリスクも、人が放射性物質に偶発的に接近するリスクも、固化や地層処分をしない時に比べて、大きく低減されている。

HLWの地層処分の安全評価においては、放射性物質による人への被ばくという望ましくない結果が起こると仮定して、ハザードと結果を結びつけるには、どういう事象の連鎖があり得るかを考える。これには、固体中の放射性物質のごく一部が、岩石間隙中の地下水に浸出されて地表まで運ばれることが一番考えられることで、そのほか、火山によるマグマの直撃や隆起侵食による地表への露出、人間による処分施設への不慮の侵入などあまり起こりそうもないことも想像される。安全評価の目的は、リスクが問題になるほど大きくないことを示すことであるので、それぞれの事象の連鎖について、予測の不確実性を考慮して、合理的に考えてそれを超えることのないような最大の結果(被ばく)が計算できるように、一般化、単純化して記述するモデルと計算条件を設定して結果を求めて、その程度が倫理的に考えて問題にならないほどであることを確認する。このように地層処分の安全評価では、リスクとハザード(の状態)を特定して、最大限のリスクを推定してそれが十分小さいことにより、HLWの問題は地層処分により解決できるとしている。

HLWの地層処分では、リスクについての人々の誤認知とそれによる反対感情が大きな障壁となっている。この誤解を解くためのリスクの理解に向けた安全コミュニケーションの実践が喫緊の課題である。

とちやま おさむ(原子力安全研究協会 技術顧問)

プロフィール●京都府出身。1969年京大大学院修士課程修了。同博士課程中退後1971年より東北大助手、助教授、教授を経て2008年原子力安全研究協会処分システム安全研究所所長。2015年より現職。2013年から2020年まで経済産業省の総合資源エネルギー調査会放射性廃棄物ワーキング委員および地層処分技術ワーキンググループ委員長。専門はアクチノイドの溶液化学、放射性廃棄物処理処分。

放射線の特徴を生かした新しいがん治療戦略の開発

〔第1回〕日本発放射性治療薬による悪性脳腫瘍の新治療法開発

量子科学技術研究開発機構 吉井 幸恵



はじめまして。量子科学技術研究開発機構（旧 放射線医学総合研究所）の吉井幸恵と申します。我々は、「放射線の特徴を生かした新しいがん治療戦略を開発したい」と願い、放射性薬剤の開発研究に取り組んでいます。この度、3回シリーズで我々の研究をご紹介します。この場をお借りして編集関係の皆様へ御礼申し上げます。初回では、只今我々が研究開発し第I相医師主導臨床試験を実施しております放射性治療薬 ^{64}Cu -ATSMの紹介をさせていただきます。

悪性脳腫瘍に対する放射性治療薬 ^{64}Cu -ATSMの開発

悪性脳腫瘍は、現在有効な治療法が確立されておらず、新規治療法の開発が強く望まれています。既存治療が効きづらい原因として、腫瘍内部が低酸素化し、従来の化学療法や放射線治療が効きにくくなることが知られています。これに対し、量子科学技術研究開発機構（量研）では、低酸素化がんを高集積し高い

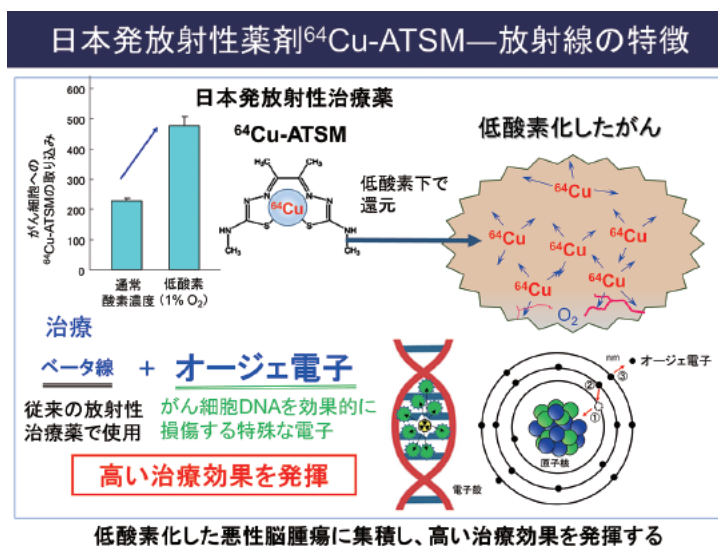
治療効果を発揮する放射性治療薬 ^{64}Cu -ATSMの開発を行ってきました。本薬剤は組織浸透性が高いため血流の乏しい腫瘍内にも到達できます。また、本薬剤は低酸素環境において還元されて放射性核種 ^{64}Cu を放出し、これが低酸素化したがん細胞内に蓄積することが私たちの研究から明らかになっています¹⁾。細胞内に高集積した ^{64}Cu は、既存放射性治療薬（ ^{131}I や ^{90}Y 等）が放出する β -線だけではなく、局所的に高エネルギーを付与し細胞殺傷効果がより高いオージェ電子も放出するため、低酸素化がん細胞のDNAに複雑な障害を与えこれを効果的に殺傷することも分かっています（図）。さらに、我々は、がん細胞株移植モデル等を用いた非臨床試験で ^{64}Cu -ATSMが悪性脳腫瘍の増殖を抑制し、生存率を改善することも示してきました²⁾。

こうした研究から、私たちは、悪性脳腫瘍に対する新治療薬として ^{64}Cu -ATSMが有効であると考え、臨床試験の準備を行ってきました。そして、量研では ^{64}Cu -ATSMの製剤化、治験薬GMP製造体制の確立を実施し、国立がん研究センター中央病院と共同で、臨床試験（STAR-64）を開始することができました。本治験は、悪性脳腫瘍の患者さんを対象に、量研で製造した ^{64}Cu -ATSM治験薬を使用した第I相臨床試験で、治療目的での ^{64}Cu -ATSMを初めてヒトに投与するファースト・イン・ヒューマン試験となります。また、本試験は日本発の放射性治療薬を国内で製造・供給し実施する初めての治験であり、参加機関が緊密に連携し治験を進めています。また現在は、治験薬製造

施設に国立がん研究センター中央病院を、治験実施医療機関に神奈川県立がんセンターを加え、多施設体制を整え、治験を実施しております（2020-2021年AMED革新的がん医療実用化研究事業）。放射性治療薬開発に必要なこと【WISH】

こうした経験から、筆者は放射性治療薬開発には重要な4つのプロセス（ここでは【WISH】と呼びます）があると考えようになりました。WISH

という言葉は【希望】を意味する英単語ですが、ここでは筆者が考える放射性治療薬開発に必要な4つのプロセスの頭文字、すなわち①Why（なぜこの研究が必要か？という問い、アンメットメディカルニーズ解決につながる試験デザイン）、②Insight（非臨床試験結果に基づく有効性・安全性に関する洞察）、③Society（社会とのつながり、薬剤製造・ロジスティクス・放射線防護等）、④Humans（チーム構築、医療関係者・科学者・技術者・患者等の参画）を意味しています。今後も、【WISH】を持ちつつ、一日も早く患者様に革新的な放射性薬剤をお届けできるよう研究を推進したいと願っております。



図：日本発放射性薬剤 ^{64}Cu -ATSM の特徴のまとめ

1) Yoshii Y et al. Nucl Med Biol. 2012;39:177-185.

2) Yoshii Y et al. Transl Oncol. 2018;11:24-30.

新 Webサービス **B-Web** ^{plus} のご紹介 (その2)

今月号から3回シリーズで **B-Web** ^{plus} サービスに搭載された
新機能についてご紹介いたします。

◆被ばく情報を逃さずキャッチ !!

B-Web ^{plus} サービスでは、新たに「線量限度 (法令)」「眼の近傍推奨」「管理基準線量超過」のアラート通知機能が加わりました。アラート対象着用者が
出た場合メールにて通知し、Web上ですぐに確認できる「安心機能」となっております。また今回のバージョン

アップにより手続きなく、電子化された「外部被ばく線量測定算定報告書」のダウンロードができるようになりました。これまで以上にスピーディーで効率的な放射線管理業務に向け **B-Web** ^{plus} サービスを活用いただければ幸いです。

アラート通知機能

「線量限度 (法令)」アラート

線量限度 (法令) アラートは、法令で定められた「線量限度」を超えた方 (線量限度超過)、あるいは「線量限度」の70%以上に達した方 (線量限度間近) の集計値が確認できます。

「眼の近傍推奨」アラート

日本保健物理学会発行の「眼の水晶体の線量モニタリングのガイドライン」では、水晶体等価線量が年13 mSvを超える可能性がある場合、眼の近傍で3 mm線量当量を測定するという考え方が例示されています。

上記に該当する着用者の確認ができます。

「管理基準線量超過」アラート

管理基準線量とは放射線管理に活用いただく当社のサービスで、法令で定められたものではなく、お客

様が任意で設定した値です。この設定値の超過者をPDFで報告します。

管理基準値の設定と併せて **B-Web** ^{plus} の機能をご利用いただき、お客様の被ばく線量管理にご活用ください。

The screenshot shows a table with columns for 'Person ID', 'Person Name', 'Alert Type', 'Alert Date', 'Alert Value', and 'Alert Status'. The table lists several individuals who have exceeded their management standard line dose, with specific values and dates recorded.

外部被ばく線量測定算定報告書のダウンロード

The screenshot shows a detailed report titled '外部被ばく線量測定算定報告書' (External Line Dose Measurement Calculation Report). It includes a header with the company name 'SAMPLE 民間総合病院' and the report period '2021年12月1日 ~ 2021年12月31日'. The main body of the report is a table with columns for 'Person ID', 'Person Name', 'Dose Type', 'Dose Value', 'Dose Unit', 'Dose Category', and 'Dose Status'. The table lists various individuals and their corresponding dose measurements, categorized by different types of exposure.

報告書データの準備が整い次第、メールにてお知らせいたします。

B-Web ^{plus} サービスから報告書PDFのダウンロードができます。

来月号は法定帳票作成支援ツールを
ご紹介いたします。

お 願 い

ご連絡の際は、事業所番号を！

(お問い合わせ：お客様サポートセンター)
Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8440

お客様サポートセンターへご連絡いただく際には、最初に「事業所番号」をお伝えください。

当社では、お客様の情報は「事業所番号」を、ご着用者の情報は「個人番号」をキーとして管理しております。事業所番号を先にお伝えいただけますと、スムーズにお問い合わせやご依頼事項に対応できます。

また、ご着用者を取り消す場合や以前着用

されていた方を復活させる場合にも、個人番号をお知らせくださいますとミスを防ぐことができます。

事業所番号は「登録変更依頼書」「外部被ばく線量測定算定報告書」の左上、「請求書」の請求日のとりに記載しております。ご連絡の際には、今一度ご確認くださいませようお願い申し上げます。

製品紹介

〔新型〕ハイブリッドサーベイメータ

RaySafe 452



半導体とGM管の技術を組み合わせて開発された新しいサーベイメータ『RaySafe 452』の登場です。1台で様々な測定環境に対応することが可能です。その高い可能性や簡便性は、お客様のコスト削減、生産性向上を実現します。



●様々な測定用途にご使用いただけます。

- ・ X線装置からの漏洩線量測定
- ・ 管理区域の漏洩線量測定
- ・ 撮影室内の散乱線測定
- ・ 表面汚染の検出
- ・ 環境放射線測定
- ・ 非破壊検査用X線管の線量測定など

製品情報はこちら



お問い合わせ：営業部 Tel.029-839-3322

編集後記

トップコラムHLWの地層処分について、正しく理解することが重要な課題であるとともに100年後そして、もっと先の人々へも伝えていくことが大切だと思いました。

古い言葉は廃れるものであるし、新しい言い回しや新語・造語は次々と生まれ、絶えず変化しているもの。正しい日本語はないと、ある学者は言います。

まったく変わらなければ、今でも鎌倉時代の言葉を使っているはずですし、古代エジプトのヒエログリフだって、すらすら読めるはずです。

もし、処分地の存在が不明となり、掘り返されるような事態が起きたら？

もちろん、そうならないよう処分地に絵等を記したマーカーやモニメントの設置をすることが国際的にも検討されているようです。(N.M.)

長瀬ランダウア(株)ホームページ・Eメール
<https://www.nagase-landauer.co.jp>
E-mail: mail@nagase-landauer.co.jp

■当社へのお問い合わせ、ご連絡は

本社 Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8440
大阪 Tel.06-6535-2675 Fax.06-6541-0931

NLだより No.533
2022年〈5月号〉

毎月1日発行 発行部数：41,700部

発行 長瀬ランダウア株式会社
〒300-2686

茨城県つくば市諏訪C22街区1
浅川 哲也