

- トップコラム／長崎大学大学院医歯薬学総合研究科
生命薬科学専攻・教授 中山 守雄
- X線検査における患者線量の評価／〔シリーズ3〕NDD法
- まだまだ知られていない福島の実況／
〔その7〕放射能という「化け物」と科学の精神
- お願い／ご担当者・送付先の変更手続きについて
- お年玉クイズ／当選者発表

ト
ッ
プ
コ
ラ
ム
160



中山 守雄

天然海水からのウラン採取に想う

海洋中には、人にとっての必須元素であるミネラルが数多く含まれていることは良く知られているが、核燃料物質のウランが極微量とはいえ含まれていることを知る人は、そう多くはないかもしれない。私は、30代前半、この天然海水中に存在するウランを回収するための選択吸着剤の開発に関わっていたことがある。海水ウランは、濃度にして3.3ppb (3.3 μ g/L)と極めて微量であるが、海水量が膨大であるため、全体で45億トンにもおよび、それは陸上の埋蔵量よりも遥かに多いといわれた。1970年代にはいわゆる公害からの脱却のための環境保全技術開拓も一段落し、オイルショックを契機として、石油に依存しないエネルギーへの転換が模索され始めた頃であったように思う。1982年に助教として採用していただいた江川博明教授の研究室も、重金属類の選択吸着樹脂の開発から、原子力発電のための有用資源としての海水ウラン採取のための吸着剤の開発へとシフトしていた。既に人形峠でのウラン回収用アミドキシム型樹脂の実用化を達成されていた江川教授は、国家的プロジェクトともいえる海水ウラン班の重要なメンバーでもあった。多数のミネラルが共存する海水中に、極めて安定な化学形の炭酸ウラニルイオンとして、極微量しか存在しないウランを回収するというテーマは、薬学出身の私にとって新鮮であったし、大学院で選択吸着剤の開発をめざしていた者としては、非常に魅力的な研究テーマでもあった。

それから、約4分の1世紀が経過し、福島原発事故が起きた。日本で原発事故は起こりえないという安全神話は、予想をはるかに超える津波によって、一瞬にして崩壊した。日

本中の原発が停止した時、ネット上で、“海水からウランを採取しようという荒唐無稽なプロジェクトがかつて行われていた”という内容の書き込みを目にした。すでに海水ウラン採取の仕事から離れてはいたが、以前の仕事にこのような評価がくだされることもあるのかと知り愕然とした。海水ウラン採取は、海水から希少金属を回収するという最初の試みでもあり、その採取技術は、ウランに対して高い親和性を有するアミドキシム基の導入によって、現実味を帯びたものとなってきていた。少なくとも、私が、アミドキシム型ウラン吸着剤の改良研究に参画していた時点ですでに、絵空事ではないレベルに達していたと断言できる。

その後個人的には、薬学部の放射薬品学研究室に移動し、工学部で温めていた“アミドキシム基の放射薬品への応用”という構想を実行に移した。幸い、考えは的中し、アミドキシム基(論文ではヒドロキサムアミド基)は、放射性薬剤に多用されている^{99m}Tcに対しても、有力な配位基となることが明らかにできた。未だ、医薬品のレベルには達していないものの、海水ウラン採取の仕事は、私にとっての薬学分野での研究再開の起点となった。さらに、長崎大学薬学部の教授として採用していただいたから、放射能の平和利用の一環としての分子イメージング薬剤の開発を続けさせてもらっている。つい最近、ネット上で、海水ウラン採取というキーワードで再検索をおこなってみたが、このプロジェクトを揶揄するページは姿を消し、海水ウラン採取の採算性向上に努力が続けられていることがわかるページも増加していた。多少の安堵感を覚えると同時に、これも最近の原発再稼働の動きを反映してのことだろうかやや複雑な印象も持った。福島原発事故は、今後の方向を真剣に考える重要なきっかけともなりうるもので、その最後の機会を逸しつつあるのではないかという危惧も感じないわけではなかった。そして、水銀の捕集回収用吸着剤の開発というテーマから、有用資源としての海水ウラン採取にシフトした頃を顧み、今度は人間が作り出したアクチニド元素回収のために、アミドキシム基の能力を少しでも活用したいという想いにも駆られている。

.....

なかやま もりお (長崎大学大学院医歯薬学総合研究科
生命薬科学専攻・教授)

プロフィール●1953年熊本生まれ、1982年京都大学大学院薬学研究科博士後期課程修了、同年熊本大学工学部助手、1988年熊本大学薬学部助教授、2000年長崎大学薬学部教授、2002年より現職。専門は衛生化学、放射薬品学。

X線検査における患者線量の評価

【シリーズ3】NDD法

茨城県立医療大学 保健医療学部 放射線技術科学科 教授 佐藤 齊



診療により患者が受ける放射線被曝は、国際放射線防護委員会 (international commission on radiological protection: ICRP) が医療被曝に分類している。放射線防護の観点から、医療被曝では被曝を受ける本人の利益を確認していること、すなわち正当化を前提とした上で、検査目的を果たし、かつ線量をできる限り低くするための最適化が求められる。この正当化の判断と最適化を実施する際には、個々のケースで患者線量を把握し、適確に線量をコントロールすることが必要とされる。

1回あたりの患者線量が比較的大きいX線CT検査については、検査前にCTDI (computed tomography dose index) を基にしたCTDIvolやDLP (dose length product) などの線量指標を表示し、あらかじめ最適化を検討するための手段がX線CT装置に標準搭載されるようになった。また、血管撮影装置には、インターベンショナルラジオロジー (interventional radiology: IVR) 施行時の重篤な放射線皮膚障害の発症を予防するために、皮膚線量を監視するための面積線量計の設置が義務付けられている。さらに最近の乳房撮影X線装置をはじめとするデジタル方式X線装置などでは線量表示機能や面積線量計の設置がオプションで用意されており、今後の普及が望まれる。

一方、X線装置に線量表示機能が無い場合、最適化を実施する日常診療の現場では、費やせる経費と労力などを考慮すると実用的な線量評価の手法は限られる。これまでに述べたように、実測による線量評価においては、適確に線量校正を実施し、不確かさの範囲を把握する必要がある。日常で施行されるX線検査では患者個々のケースについてX線照射条件が異なり、そのつど線量測定を実施することは現実的ではないため、簡易測定器や面積線量計などを用いて測定する方法や、計算により表面線量を求める方法などが用いられている。

ここでは計算により患者線量を評価するツールとして広く用いられているNDD法 (numerical dose determination) の概略を紹介する。NDD法とは、X線撮影のパラメータ、すなわち設定する管電圧、管電流時間積と焦点皮膚間距離、総濾過などのX線照射量に関するパラメータを基に、患者へのX線入射点における表面線量を計算により求める方法で、森剛彦氏 (元筑波大学付属病院) が考案したものである。このNDD法をMS-Excelで用いるためのアドインソフトNDD-M (numerical dose determination-modify: )

として佐藤が開発した。NDD法の計算に用いる係数を改良して、金属吸収体を透過したX線スペクトルを半実験式により算出した結果を、管電圧とアルミ濾過に着目して表面線量を係数化したものである。

NDD-Mにより算出される線量は、X線出力に関する設定パラメータ値に基づいているため、装置管理が適切に実施されている必要がある。また、NDD-Mの算出値は、照射野サイズが縦280mm×横240mmの場合に限定されている。その後の調査結果では大照射野サイズに対する表面線量が飽和していないことが確認されている。照射野サイズが大きい場合には過小評価となる場合があり、測定器を用いた値などと比較する際には注意が必要である。また、X線管焦点や高圧ケーブルの劣化などを含めて、装置状態によりX線出力が変化するため、適正に保守管理されたX線装置においても実測値と計算値との差異が±20%程度になる場合があることが実験的に確認されている。しかし、これまでに計算結果に対する多くの検証が実施されており、概ね測定値と一致していることが報告されている。

No.	装置種別	管電圧 [kV]	管電流 [mA]	時間 [sec]	焦点-皮膚間距離 [cm]	総ろ過 (1.5~9.0mmAl) [mmAl]	管球ろ過 [mmAl]	絞りろ過 [mmAl]	付加ろ過 [mmCu]	表面線量 [mGy]
1	2	40	1	0	0	2.5				0.127
2	2	50	1	0	0	2.5				0.238
3	2	60	1	0	0	2.5				0.368
4	2	70	1	0	0	2.5				0.512
5	2	80	1	0	0	2.5				0.682
6	2	90	1	0	0	2.5				0.854
7	2	100	1	0	0	2.5				1.034
8	2	110	1	0	0	2.5				1.218
9	2	120	100	0.10	100	2.5				1.399
10	2	130	100	0.10	100	2.5				1.571
11	2	140	100	0.10	100	2.5				1.712

図 NDD-Mによる表面線量算出画面

NDD法により患者線量を求める主な目的は、X線診断検査による患者線量が適切な範囲であるか、すなわち著しく高線量や低線量であるかどうか、防護が十分に最適化されたかどうかについて検討し、さらに、何らかの是正措置が必要かどうかを判断するためであり、医療現場で用いるものである。患者線量が適正かどうかの判断基準については、これまでに2000年に森らがガイダンスレベルの値を日本で初めて具体的に提案した。また、日本診療放射線技師会による被曝線量低減の目標値 (2006年) の設定、さらに日本放射線技術学会等においても新たな診断参考レベルの設定に向けた検討が進められている。NDD法を用いることにより、線量計を持たない医療施設において患者線量を大まかに把握して線量最適化を検討することができるため、現在でもその役割は大きいといえる。

まだまだ知られていない福島の現状

〔その7〕

放射能という「化け物」と科学の精神

放射線教育とリスクコミュニケーションの課題について



京都女子大学 現代社会学部 教授 水野 義之

本稿では「放射線教育とリスクコミュニケーションの課題」という難しい問題に触れる。ここではこの問題を、寺田寅彦『化け物の進化』と小野昌弘『放射能恐怖という民主政治の毒』をつなぐ形で考えたい。社会に放たれた放射線・放射能は現代の「化け物」ではないか、その教育や管理にも「進化」が必要ではないか、というのがその趣旨である。

寺田寅彦の『化け物の進化』

寺田寅彦は『化け物の進化』(昭和4年、1929)の中で、「科学の目的は実に化け物を捜し出す事なのである」と述べている。この言葉はその約80年後に国立科学博物館の「化け物の文化誌展」(2006年)でも使われた。寺田はその一編『化け物の進化』の中でこう語る。「昔の化け物は昔の人にはちゃんとした事実であった」、「科学教育はやはり昔の化け物教育のごとくすべきものではないか。(中略)法律の条文を暗記させるように教え込むべきものではなく(中略)既得の知識を繰り返して受け売りするだけでは不十分」と言う。「化け物」を通して寺田は、科学教育の普遍性と困難さを語っている。

翻ってチェルノブイリ原発事故では放射線恐怖症(radiophobia)という言葉が一時期、使われた。この言葉は明確に定義できないとしてWHOではその後使わないことになったが、誰もが目に見えない放射線を「怖い」と思うのは当然である。しかしそのような「恐怖心」は「悪用」もされる。福島原発事故後に頻発したように、無責任なデマや虚偽・詭弁がその典型である。

デマ・虚偽・詭弁と風評・流言飛語

公知の例を3つ挙げる。福島原発事故後に某大学教授は、ある市長が学校給食に福島産の牛乳と食材を使うことを決定した等と書いたが、市長はそのような事実はないと冷静に抗議し、元記事は訂正された(『いわき民報』2011年4月30日)。第2は震災直後から英国の某氏が来日、全く効果がないと思われる「抗被曝薬」を高額で売っていたことを英国The Guardian紙が暴露した問題(2011年11月21日)。第3に、残念なことに某大学教授は震災後ネット上で、福島の農民を侮辱し中傷すると思われる暴言を書き続け、批判の中で所属大学から訓戒処分を受けた件(2011年12月8日報道)。実際には国と福島県の詳細調査を参考に、作付制限と出荷自粛を行った(2011年度)。また2012年度から玄米全量全袋検査を敢行した。例えば2014年度は1067万7199袋を調べて基準値超えはゼロという結果を得た(超えた場合は出荷されない)。

放射線問題の課題

他方で私自身は、本学(京都女子大学)の学生に15年前から毎年、自然科学系の講義で放射線・放射能問題を解説してきた。しかし多くの学生は今だにマスメディア以外の情報が殆ど入らない現状に驚くばかりである。開沼博氏の「俗流フクシマ論批判」に言及される通りである。もちろん事件の報道は必要であろう。しかし科学の基礎知識の部分は誰がどう伝えるのか。かくして放射能という名の「化け物」は社会的に再生産され続ける。日本の科学教育はいったいどうなったのか。

2015年1月にイギリス在住の免疫学者・医者的小野昌弘氏は論説『放射能恐怖という民主政治の毒』(<http://bylines.news.yahoo.co.jp/onomasahiro/>)を発表、そこで放射能を「おばけ」と呼んだ。「一見弱い者の味方の顔をした人たち(中略)のために放射能おばけが現れ、人々に恐怖を吹き込み、民主政治を阻害しているのだとしたら、これは座視できない」との論陣を張り、こう語る。「放射線問題においては、科学的な調査と人々の対話、つまり民主政治の促進こそが問題解決の鍵なのだということを忘れてはいけない」。

現代の「化け物」と科学の精神

本紙の読者のように放射線・放射能を科学的な測定・管理の対象だと考えられる人々には、危険性と安全性が目に見えるはずである。セーフティ(安全性、安全度)とセキュリティ(安全管理、安全保障)の違いも理解され、またリスクゼロが現実にはあり得ないこともお分かりのはずである。リスクコミュニケーションは難しい課題である。本紙の読者なら誰でも苦労を重ねた経験があると思う。しかし結局のところ放射能の問題は、人間と社会と科学の理解に帰着する。放射線・放射能が一部の専門家のものであった時代から、社会に突然放たれ混乱した状態を、ここでは現代の「化け物」と呼んでいる。

社会の進化と共に「化け物」の理解も進化しなければならない。これが冒頭の寺田寅彦の論旨である。「科学は化け物を捜し出さねばならない」。しかし寺田は「化け物」は姿・形を変えてもなくなるとも言っていて、「この化け物と科学者の戦いはおそらく永遠に続くであろう」と語る。小野はその論説を科学とは何かという趣旨で語り、結局のところ科学は、「知識」だけでも「方法」だけでなく、ある種の心構えあるいは「精神」であり「人類の力」とであると語る。「福島の現状」という問題は、現代の私たちに科学とは何かという問題を、改めて提起しているように思われてならない。

お願い

ご担当者・送付先の変更手続きについて

お問い合わせ：お客様サポートセンター
Tel. 029-839-3322 Fax. 029-836-8441

当社では、バッジサービスにおいて次の3つの送付先別にご担当者と送付先を登録しております。

- ・ バッジ送付先
- ・ 測定報告書送付先
- ・ 請求書送付先

人事異動等でご担当者や送付先住所等に変更が生じた場合は、バッジに同封しております「登録変更依頼書」の通信欄に、変更事項をご記入の上、Fax(または郵送)にてご連絡ください。

ご担当者変更の場合はフリガナを、住所変更の場合は郵便番号も併せてご記入ください。

なお、「登録変更依頼書」の最上段「ご記入者名」欄に新しいご担当者名をご記入いただいても変更の処理は行われませんのでご注意ください。

登録内容に変更が生じた場合はお早めにお手続きくださいますようお願い申し上げます。



お年玉クイズ
当選者発表

NLだより1月号「お年玉クイズ」へご応募ありがとうございました。総数777通、正解者数699通(A賞174通、B賞308通、C賞87通、D賞130通)で各賞の中から厳正な抽選の結果、下記の方々が当選されました。おめでとうございます。抽選は、茨城県土浦土木事務所の皆川様に来社していただき、当社の中井社長と二人でハガキをひいて当選者を決定いたしました。

答え【錦織 圭】



右から二人目 皆川様、左から二人目 中井社長、他、女子社員

*編集担当から：今回の不正解は、錦→綿と書かれたハガキが多く、また例年同様、重複応募および氏名、商品名の記入もれハガキも見られました。残念ながら無効といたしました。

当選者

- A賞 (3名)** ノンフライヤー (PHILIPS製)
福島県 安達様 茨城県 酒井様 徳島県 九十九様
- B賞 (3名)** 布団クリーナー (raycop製)
静岡県 齊藤様 兵庫県 前田様 広島県 山田様
- C賞 (7名)** お茶プレッソ (SHARP製)
宮城県 鈴木様 埼玉県 真霜様 千葉県 大胡様
兵庫県 吉原様 大分県 荒金様
大分県 小野様 福岡県 富山様
- D賞 (7名)** えらべるブランド東北
千葉県 飯山様 京都府 梅田様 兵庫県 田中様
愛知県 大橋様 福岡県 関様
鹿児島県 宮崎様 鹿児島県 小園様

編集後記



子供のころに見たSFアニメや映画の中で存在し現実には無かったものが、技術の進歩により実現できた身近なものとして携帯電話があります。今ではなくては困る存在になっています。さらに近未来には「車の自動運転」や「宇宙旅行」もいよいよ現実味を帯びてきました。中山先生の海中ウランの採取の記事を読み、そのう

ち宇宙戦艦ヤマトに出てくる瞬間に放射能を除去してくれる装置「コスモクリーナーD」が現実になるのでは?と子供のような夢を見てしまいました。国土が小さく資源に乏しい日本では、アミドキシム基の応用テクニックはとても重要なものと思われ、もしかすると未来に家庭用収集装置ができ、町中に「収集カートリッジ高価買取」なんて看板を出しているお店があったりするかもしれません。(飯田 泰二)

長瀬ランダウア(株)ホームページ・Eメール
<http://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.029-836-8441
大阪 Tel.06-6535-2675 Fax.06-6541-0931

NLだより No.448
平成27年<4月号>
毎月1日発行 発行部数：37,000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
発行人 中井 光正

お詫び：平成27年2月号編集後記にて「吉野様」と記載がありましたが、「浅野様」の誤りです。ここに訂正させていただくと共に、ご迷惑おかけしましたこと、お詫び申し上げます。