

【原子カワポイント】広く利用されている放射線

(144)「等価線量と実効線量の混同」そして繰り返される 100mSv 問題(その 4)

東京新聞記事（2019年1月21日）に、「検査機器として『GM サーベイメータ』（以後『GM』と記載）が使われた。甲状腺の放射性ヨウ素の測定は通常、体内からの放射線を調べやすい『NaI サーベイメータ』（以後『NaI』と記載）を使うが、技師がいた検査会場にはなく、GM で代用したとみられる」と書かれています。GM の代用によって、放射性ヨウ素測定値の信頼性が損なわれる可能性はないでしょうか。気になるますね。調べてみましょう。

ゆりちゃん：頭を整理したいので、放射性ヨウ素(ヨウ素 131)の特徴を簡単にまとめてくれませんか？

タクさん：東京大学の中川恵一准教授がツイートⁱでわかりやすく解説しています。「放射性物質というのは、安定していない状態の物質で、より安定な物質に変化しようとしています。放射性物質が変化する際にエネルギーを放出します。これが“放射線”です。ヨウ素 131 は放射性物質であり、つまり絶えず変化する物質です。その変化する(=崩壊する)際に放射線の一つであるベータ(β)線を出して、キセノン 131 になります。キセノン 131 に変化した後は、別の放射線の一つであるガンマ(γ)線を出してこれ以上変化しない安定した物質(これを安定元素と呼びます)に変わります。安定元素になると、これ以上放射線は出しません。放射性物質の変化の速さは、物質ごとに決まっています。ヨウ素 131 の場合は約 8 日で半分が安定元素に変化することが知られています(元の物質が半分になるのが 8 日なので、これを『半減期が 8 日である』と言ったりします。) どうですか？頭の整理はできましたか？ヨウ素 131 の量(濃度)は、時間が経つと急速に少なくなっていきます。そのため、ヨウ素 131 の摂取量を正しく評価(理論計算を含みます)するためには、首の周りの放射線計測に加えて、「いつヨウ素 131 を摂取し、いつ検査したか」という情報が、とても大事になるのです。

ゆりちゃん：ヨウ素 131 に対する 通常甲状腺測定では何故、NaI が使われるのですか？

タクさん：緊急被ばく医療ポケットブックⁱⁱにも「甲状腺に沈着したヨウ素 131 の測定には、NaI が使われる」と記述されています。ちょっと図 1 を見てください。ヨウ素 131 の崩壊図式ⁱⁱⁱです。2 種類の β 線と γ 線を出して、安定元素であるキセノン 131 に変化する様子がわかりますね。ところで、「甲状腺に集まったヨウ素 131 の濃度」は、首回りで外に漏れてきた放射線の強度を測定すればわかります。ヨウ素 131 が放出する β 線が、体内を移動する距離はわずか「1~2mm」です。これに対して、日本人(22~52 歳)の、甲状腺と首表面の皮膚との距離(甲状腺前組織厚)は、頭頸部を伸ばした状態(伸展位)では「 $3.9 \pm 0.8\text{mm}$ 」という報告があります^{iv}。日本人の甲状腺前組織厚は、 β 線の飛程に比べて大きく、 β 線が皮膚の表面まで届く可能性は「ほぼゼロ」であり、体外で計測される放射線は「 γ 線だけ」と言えるでしょう。これが、 γ 線に対して高い測定精度を持つ「NaI」が通常、使用される主な理由です。

ⁱ <https://tnakagawa.exblog.jp/15214535/>

ⁱⁱ 文部科学省の平成 16 年度委託事業の「緊急時対策総合技術調査」の一環として作成された。

ⁱⁱⁱ 放射性元素の原子核が崩壊する際に放出する放射線の種類とエネルギー、崩壊後に生成される核種およびその確率などを横線と矢印で表す。

^{iv} 西澤邦秀；放射性ヨウ素の安全管理に関する技術指針(その 2)、日本放射線安全管理学会誌、第 8 巻 2 号、149-186 (2009)

ゆりちゃん：話の途中で悪いけれど、タクさんは、「GM も γ 線を測れるけれど NaI よりも不確かさが大きい（検出精度が低い）」と言いたいのか？

タクさん：その通り。よく気付きましたね。外部被ばく測定用機器の特徴を整理した図2を見てください。GMは、「薄い入射窓を持ち、『 β 線』を効率よく検出可能であり、『表面汚染の検出』に適している」と記述されていますね。このようにGMは本来、主に β 線を検出の対象として、人体や大地の表面汚染を測定・評価するために最適な仕様となっているのです。話は少し変わりますが、2019年1月21日のNHK全国ニュースの中で、「放射線医学総合研究所（放医研）は、当時使われた機器では甲状腺の被ばく量の正確な測定は難しくデータの信頼性は低かったと述べていた」と紹介されていました。ヨウ素131を体内摂取した状況がよくわかっておらず、またGMが代用された事実を考慮すれば、少女が受けた被ばく線量の評価には、無視できない「不確かさ」が含まれていると考えざるを得ません。放医研が報道に慎重であったことも理解できますね。さて、少女の検査が行われた約2週間後の2011年3月26日～30日にかけて、川俣町、飯舘村およびいわき市において、小児1080人を対象として、甲状腺の簡易測定が行われていました。興味深いので次回、その内容を紹介します。（原産協会・人材育成部）

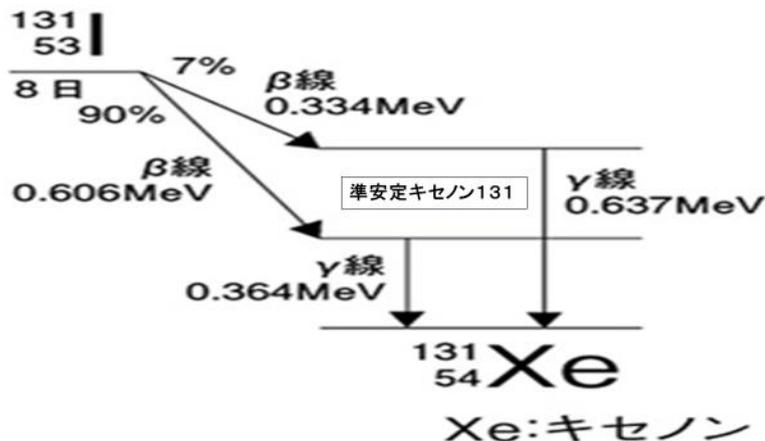


図1. ヨウ素(I)131の壊変(崩壊)

参考：文部科学省「高等学校教師用解説書」
http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/attach/1314251.htm

型		目的	
GM計数管式 サーベイメータ (電離)		汚染の検出	薄い入射窓を持ち、 β 線を効率よく検出可能である。表面汚染の検出に適している。
電離箱型 サーベイメータ (電離)		γ 線 空間線量率	最も正確であるが、シンチレーション式ほど低い線量率は測れない
NaI (TI) シンチレーション式サーベイメータ (励起)		γ 線 空間線量率	正確で感度もよい。環境レベルから10 μ Sv/h程度の γ 線空間線量測定に適している。
個人線量計 (光刺激ルミネッセンス線量計、蛍光ガラス線量計、電子式線量計等) (励起)		個人線量 積算線量	体幹部に装着し、その間に被ばくした個人線量当量を測定する。直読式や警報機能を持つタイプもある。

図2. 外部被ばく測定用の機器

環境省「放射線による健康影響に関する統一的な基礎資料」(平成29年度版)
<https://www.env.go.jp/chemi/rhm/h29kisoshiryo/h29kiso-02-04-03.html>