線源セキュリティ対策を巡る動向

　線源テロ対策への国際的な議論が進められる中[[1]](#footnote-1)、国際原子力機関（IAEA）において行動規範に基づいた取り組みが進められています[[2]](#footnote-2)。具体的には、使用しなくなった線源の長期間管理に関する安全とセキュリティ確保のための行動規範の適用における国際的な調和を推進するための技術文書の策定が目指されています。

　このような背景の中、原子力規制委員会の核セキュリティに関する検討会[[3]](#footnote-3)において、今後の規制整備を目指して、ＲＩセキュリティワーキンググループが平成26年8月に設置されました[[4]](#footnote-4)。これまでの検討により、核セキュリティに関する検討会では、放射性同位元素のセキュリティに係る制度設計の考え方を平成27年10月に提示しています[[5]](#footnote-5)。これらの規制整備では、医療用の線源も対象となり、医療分野への影響が少なくないと考えられます。医療用の線源のうち、放射能の数量が大きいものの一つが輸血用血液照射装置に使われている線源です。

線源セキュリティ対策を考えるための前段階としての知識

（以下の情報は施設内にとどめておくようにお願いいたします）

1. 放射線源のセキュリティとはどのようなことを意味しますか？

　悪意ある行為から放射線源を防護することです。“悪意ある行為”とは、放射線源を盗んだり、放射線源の使用施設・設備を使用できないようにして社会的,経済的混乱を招く行為や放射線源を使って故意に人を被曝させる行為です[[6]](#footnote-6)。

　線源を使用している事業者はセキュリティ対策を実施し、人・社会・環境を防護することが期待されており、その責任を果たすことが求められます。

1. 現在保有するセシウム線源血液照射装置の簡単な仕様を教えて下さい。

（大きな放射能量）

　線源の放射能量としては線源セキュリティ対策が必要な線源としては最上位のランクとなり、医療機関にある線源としては最も大きなものとなります（カテゴリ1）。遮蔽なく近づいた場合、数分から1時間で死に至ると考えられます。

カテゴリ1の線源を有する事業所は日本では250施設程度あり、そのうち200程度の事業所が、医療機関で、その大半がセシウム線源血液照射装置の線源です[[7]](#footnote-7)。

（頑丈なカプセル）

　わが国にある血液照射装置はガンマセルとIBLの2種類に限りますと、装荷されている線源のカプセルは全てステンレス製です。この線源はステンレスカプセルで溶接密封されており、さらにステンレスの線源ホルダーに収納されているので、機械的な衝撃には十分な強度があると考えられています。

　ガンマセルについて、USNRCのSpecial Form Certificateを見る限り、ステンレススチール316L相当とあります。

また、一般的にCs-137の小線源は飛散しにくいようにセラミックになっているとも考えられますが、線源の化学形や融点、沸点は企業秘密であり開示されていないようです。IBLもガンマセルもCs-137はセラミック固化でもガラスビーズでもなく、powder（粉体）かcompressed powder pellet（ペレット）との情報があり今のところ確認できていません。

　これが正しいとすると、カプセルが破れてしまうと、水分を吸って、漏出することになります。両装置のカプセルは、二重カプセルですから、よほどの衝撃が加わらない限り、密封性は破綻しませんが、爆破などの衝撃はその限りではありません。

　なお、ブラジルのゴイアニアの事例では、線源カプセルにドライバーにより穴を開けられ地域が汚染してしまいました。

　密封線源のISO耐温度等級で最高ランクのクラス6とされ、800度1時間の耐火性を持っています。IBLのCs-137は鉛が溶けてもその外側の6mmの鉄で耐えると考えられています。

　消防庁の資料では火災時の温度は火盛り期段階（有炎）（高換気）で最高1200℃となっていますが[[8]](#footnote-8)、装置の遮蔽体では、この温度ですと、6mm厚の鉄の筐体の中の鉛は溶解して液体状になっていると考えられます。しかしながら、この温度での鉛の蒸気圧が高くないので、鉛が筐体を破って飛び出ることがないので遮蔽性能は維持されます。

３）装置の廃棄を考えたとき、実際にはどうするのか？ 費用、手続きなど

 現在のところ国内に処分場はないために輸出国に返送することになります。国際原子力機関のガイダンスでは、線源を製造したところが線源を引き取りことが求められ、そこまでの輸送に関して各加盟国が協力することが求められています。ただし、リスクが高いことなどから輸送方法に制限があります。輸送会社等ではリスクを負うことになることからその費用を負担することが求められます。費用は装置販売会社などにご相談下さい（丸紅US、SML、千代田テクノル）。線源廃棄や線源輸送では法令に基づき手続が必要です。不明な点は規制当局にお尋ねください。

1. 装置の耐用年数はどれくらいか？

現在のIBL473C の日本代理店であるセティ・メディカルラボ（SML）社での資料では耐用年数については明確に公表されてはいないようです。ただ、現時点では、部品が入手できる限り保守は実施されています。現在、SMLに確認しています。

しかしながら、製造終了後の部品保有期間7年であることやCs-137の一般的なRecommended Working Lifeが15年であることを考えれば、IBLはすでにそれらの期限を優に超えています。

ガンマセルについては、丸紅ユティリティ・サービス株式会社が対応しており、部品の入手など保守上の問題はないとのことでした。

５）装置の破損による事故がどの様な被害を生むのか？

（環境を汚染させた場合）

　農林水産省では土壌中の放射性セシウム濃度が5,000Bq/㎏（深さ15cm）を超えている農地では、表土削り取り等を行うことが適当としています[[9]](#footnote-9)。

100TBqのセシウム137は8km平方の範囲に、その程度の濃度をもたらす量に匹敵します。

FAQ

Q.輸血用血液照射装置で使われている線源の放射能は？

A.100TBqを超える場合があります。線源の種類としては数量がとても大きいためにセキュリティ対策の観点からは、カテゴリ1あるいは**２**に分類されています。Cs-137のD値は0.1TBqです。このため、100TBqを超える場合にはカテゴリ1となります。線源が一つの保管庫に保管されていたり、使用する環境が近接している場合等については、ＲＩは合算して取り扱うことが想定されています[[10]](#footnote-10)。

　一方、規制委員会資料「これまでのRIセキュリティに係る検討について」[[11]](#footnote-11)には、血液照射装置とガンマナイフがカテゴリ２になっています。千代田テクノル社によると血液照射装置の線源1本あたりは最大で65TBｑ程度ですが、これを超えるものもあるようです。

Q.放射線治療に使われる線源よりも放射能が大きいのですか？

A.放射線治療に使われる他の線源と比べるとほとんどの場合、輸血用血液照射装置の線源の方が放射能の数量が大きいです。最悪の場合、重大な被害がもたらされます(死亡例や土壌の入れ替えなど)。

Q.装置が故障することはあるのですか？

A.故障して修理が不能となった例があります。

　３）にあるように、SMLやCTCは部品が入手しにくい状況の中で、装置の維持に努めておりますが、販売後20年前後も経た装置であることゆえ、故障の状況では修理ができないこともあります。

Q.100TBqとはどのような数量ですか？

A.

（放射線治療で使う線源との比較）

　高線量率小線源治療（RALS）で使う線源よりも数百倍程度大きな放射能量です。

（周辺の線量率）

100TBqの点線源から距離1mでの線量率は10Sv/hとなります。

Q.線源セキュリティに関する規制整備の状況を教えて下さい。

A. 放射性同位元素のセキュリティ措置の制度設計に関する基本的な考え方が、第5回核セキュリティに関する検討会で示されています[[12]](#footnote-12)。

関連情報

http://trustrad.sixcore.jp/qa/?p=262

http://trustrad.sixcore.jp/qa/?p=1535

山口　一郎

国立保健医療科学院　生活環境研究部

〒351-0197埼玉県和光市南２－３－６

Tel：048-458-6259（直通）

Fax：048-458-6270（生活環境研究部）

e-mail : drhyama@niph.go.jp

調査票の自由記述欄から

（使用していないため設置場所を変えた例）

* 7,000万円と廃棄費用が高額なので、当院では放射線部の地下の放射線治療の鍵付きの一室に貯蔵しています。30年間保存するつもりです。

（現状の対策で十分とする意見）

* 輸血部へのセキュリティがしっかりしていて、線源が部門職員しか近づけないなら強化不要と考えます。
* 輸血用血液照射装置は当院輸血室内に設置されています。設置場所は管理区域で専用の個室となっております。また、輸血室は専属スタッフが常時（２４時間）配置されています。
* 厳重な保管が必要と考えますが、エスカレートするのもどうかと思います。セキュリティに対して最低限必要な設備の取り決めがあればわかりやすいのですが。線源は、現在使用中ですが、いずれ廃棄となるので、今から考えておくことが必要。放棄方法、費用については定期的に確認しています。
* 現在当院では診療時間外は照射装置のある区域へはICカード（職員名札）が無いと入れないようになっています。
* 輸血用血液照射装置は当院輸血室内に設置されています。設置場所は管理区域で専用の個室となっております。また、輸血室は専属スタッフが常時配置され,IDカードで入退管理しています。

（規制の整備が必要との意見例）

* 当院の装置は数年前から使用していない状況です。漏えい線量の測定、定期確認・定期検査、立入検査時に立ち入る程度で普段は人気のないところで保管されています。そのような状況ですので日々での点検実施は難しい状況で監視装置、施錠管理によるセキュリティ確保が現実的と思います。それでもドア改修、監視対策等費用の発生する対策については使用していない装置のために新たに費用計上する事は法的拘束が無い限りはコンセンサスが得にくいものと思います。

（輸血部の役割に言及している例）

* 当院の血液照射装置は故障で使用できない状態となって，放射線部の管理区域内に保管されている．線源廃棄の部署は、特に決まっていないと思います。装置の問題点がよく分かる輸血部が、情報を発信していくことが必要ではないかと思います。
* 輸血部が導入した装置にもかかわらず、廃棄処理は他人任せでは困ります。廃棄処理の費用や手続きなど当時導入を率先したメーカーや輸血関係の学会、団体も参加し、費用や責任を分担すべきです。

（対策を模索している例）

* 費用の積立はしていませんが、商社の担当の方と密に連絡を取り、複数大学で廃棄する方法（安くなるようですので）を模索しています。
* 血液照射装置の今後を検討していますが、現在使用の建物の解体が決まった時に、どう対応するかを輸血部を交えた放射線安全委員会で検討することになっています。
* 管理している放射線部では毎年廃棄の提案をしているところです。しかし廃棄には高額な費用がかかるという問題があり現実には話に進展はありません。またここ数年において血液照射装置の使用実績がなくますます廃棄を提案していかなければならないと感じています。

（対策の検討が困難な例）

* 当院では全く使用しておらず、昨日の立入検査でも廃棄を推奨されました。
* 線源廃棄を行い、輸血血液は外部からの購入で行いたいとの意見も過去にあったが、廃棄に関する費用面や手続きの困難さにより実施できずに使用している。
* 装置の廃棄については、数年前に検討したことはありますが、廃棄金額が高額で見送った経緯があります。
* 約10年前から、使用ゼロです。廃棄したいのですが、3-5000万円の費用は病院としては簡単に出ません。完全に、お荷物状態です。セキュリティには、必要最低限しかかけたくないのが、本音です。複数施設での廃棄で安く廃棄したいのですが、話がありません。
* 何年も前から照射装置は全く使用しておりません。また、今後も使用計画はありませんが、費用の関係にて廃棄出来ない状況です。費用的にも廃棄が可能な状況になりましたら、直ぐに廃棄を行い、放射線安全を確保したいと考えております。

（複数の機関での廃棄に言及している例）

* 輸血部との話合いでは、廃棄を希望している。事務部との予算化は出来ていないのが現状である。複数大学で廃棄するのであれば、相乗りして行きたいと考えている。

（研究班への要望例）

* 線源廃棄のための費用負担の在り方についてご検討をお願いしたい。厳しい経営状況下のため、少なくとも購入費用以下でなければ対応困難です。
* 事務部門でも検討するため他機関での検討の状況を教えて欲しい。
* 当院では、殆ど使用されていないので、廃棄を検討していますが費用面が障害になっているのが現状です。研究班には、廃棄の費用負担の在り方についても検討して頂きたい。

（税金を投入すべきとの要望例）

* 処分の価格が高額すぎるので、国が音頭をとり、複数の病院分をまとめるなどして、補助してほしい。
* とにかく、Ｃｓ線源の廃棄が困難すぎる。廃棄希望の国内すべての施設を取りまとめ、国で対処できないのでしょうか。
* 検討はしていますが費用が高額すぎます。国としての引き取り等の実施を希望します。

（日赤への要望例）

* 日赤が引き取って、有効利用してほしい。

（アイソトープ協会の役割への言及例）

* 教えて頂きたいことがあります。廃棄手続きにアイソトープ協会は関わらないのでしょうか？関わったとしても結局製造元で廃棄処理することになり廃棄費用は変わらないのでしょうか？

（その他）

* 当院は放射線部線源を用いての照射で、血液製剤専用の照射装置はありません。
* 現在はＰＣに個々が入力する形式だが、ＩＤ管理等のシステムがあれば、現場側も煩雑にならずに、セキュリティの強化ができてよいと思う。しかし、これに関しても費用面での問題があるため、国から施設長へ強い形での指示がないと現場側から要望を出しても簡単には通らない。最近の生体認証システムはとても進歩しているのでいいと思うが、Ｑ２－2同様、予算取りが大変なので、国から施設長へ要望がないと困難。
* 血液照射装置は検査部検査室の一角にあり使用頻度も多く、平日業務時間内は装置が設置されているすぐ近くで多くの検査技師が勤務しているため入退室管理はされていないが、時間外・休日、検査室は施錠され暗証番号入力による入室になると共に、装置が設置されている箇所がシャッターで閉じられ施錠されるためセキュリティは強化される。
* 不正に検査室および設置箇所が解放された場合の警報システムの設置は必要と考える。
* 照射室へのセキュリティについては、2重鍵と24時間監視カメラで対応しています。可能であればIDや指紋認証等の認証システムを導入するのが理想とは思います。

（線源廃棄を推奨すべきとの意見）

* 照射血液は、血液センターからの供給が可能ですので、必ずしも院内に置く必要はなく、テロ対策を行うのであれば、セキュリティの強化を行うより、廃棄することへの対策をお願いしたい。

輸血用血液照射装置の放射線管理の課題に関する調査

The survey on the management of sealed radioactive sources for blood irradiation in JAPAN

○山口一郎1, 大山正哉　2, 小高喜久雄3，成田浩人4，芳賀昭弘5，渡邊浩6（1: 保健医療科学院, 2: 東京医療センター, 3: 原安技センター, 4: 慈恵医大病院, 5: 東大病院, 6:横浜労災病院）

○I. Yamaguchi1, M. Ohyama2, K. Kodaka3, H. Narita4, A. Haga5, H. Watanabe6

(1: NIPH, 2: Tokyo Medical Center, 3:NUSTEC, 4: The Jikei Univ. Hospital, 5: Tokyo Univ. Hospital, 6: Yokohama Rosai Hospital)

１．背景・目的

　線源テロ対策への国際的な議論が進められている。国際原子力機関（IAEA）では、不使用線源の長期間管理に関する安全とセキュリティ確保における国際的な調和を推進するための技術文書の策定が目指されている。このような背景の中、原子力規制委員会の核セキュリティに関する検討会において線源のセキュリティ措置の制度設計の考え方がとりまとめられた（平成27年10月）。

　そこで、日本の医療分野の特性を考慮した放射線源セキュリティ対策のあり方を明らかにするために、医療現場の実情に関する調査を行った。

２．方法

　輸血用血液照射装置の線源セキュリティ対策に関して日本輸血・細胞治療学会等関係学会団体の協力を得て平成27年11月から12月に実情把握調査を実施した。調査は国立保健医療科学院のクラウドサービスを利用し、セキュリティに配慮して実施した。本研究は、国立保健医療科学院の研究倫理審査委員会から承認を得て実施した（NIPH-IBRA#12091）。

３．結果

3-1調査の概要

　輸血用血液照射装置所有施設を対象に調査を実施し、62件の回答を得た。このうち1件はＸ線で血液を照射していたので解析対象から除いた。また、7つの施設から、輸血部と放射線部の両方から回答が得られ、回答が得られた施設数は54であった。なお、輸血用血液照射装置を所有する施設はおよそ百程度と考えられている。

3-2輸血用血液照射装置の管理に関する考え方

　約7割の施設が線源の廃棄を検討すべきと回答したが、施設内で検討されているのは半数に留まった。

表１．線源の廃棄を目指すべきだと思いますか？

|  |  |
| --- | --- |
| 廃棄を検討すべき | 41 |
| 継続して使用する予定 | 11 |
| 使用しなくなる予定だが廃棄の検討は不要 | 0 |
| その他・どちらとも言えない・無回答 | 9 |

表２．廃棄を検討すべきとした施設での検討状況

|  |  |
| --- | --- |
| 費用負担など検討中 | 19 |
| 事務部門を含めた検討がなされていない | 8 |
| どちらとも言えない・無回答 | 13 |

４．考察

　医療機関の輸血用血液照射装置は、今後、半数以上の線源が使用されないまま医療機関に保管され続けられると推測された。使用しなくなった線源は適切な管理が国際的にも求められることから、放射線管理上の課題になる。このような線源セキュリティ対策を進めていくためには、各医療機関内での情報共有を促進する必要があると考えられた。

５．まとめ

　輸血用血液照射装置のセキュリティ対策について実情に基づき課題を整理した。

本研究は、厚生労働科学研究費補助金（地域医療基盤開発推進研究事業）「医療における放射線防護と関連法令整備に関する研究」（H26-医療−一般-019）（研究代表者：細野眞）の資金援助を受けました。日本輸血・細胞治療学会等関係学会団体による調査へのご協力に感謝申し上げます。

1. 大量破壊兵器の不拡散・放射線源の安全確保に関するＧ８首脳声明

　『我々は、放射線源の安全を改善することに合意。放射性物質を用いたテロとの闘いにおける国際原子力機関（ＩＡＥＡ）の役割を認識。ＩＡＥＡの活動を支援し補完し、テロリストが放射線源を入手し得ないことを確保するため、以下の措置をとることを決定。』

http://www.kantei.go.jp/jp/koizumispeech/2003/06/02anzen\_s.html [↑](#footnote-ref-1)
2. 国際原子力機関（IAEA）第47回通常総会細田博之政府代表（科学技術政策担当大臣）演説『今回理事会で承認された「放射線源の安全とセキュリティに関する改正行動規範」については、我が国としてこれを支持するとともに、放射線源のセキュリティの強化のために、多くの国がこれを支持しその取り入れのために努力することを求めます。』

http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/atom/iaea47\_enz.html [↑](#footnote-ref-2)
3. http://www.nsr.go.jp/disclosure/committee/yuushikisya/nuclear\_security/index.html [↑](#footnote-ref-3)
4. http://www.nsr.go.jp/disclosure/committee/yuushikisya/nuclear\_security\_wg\_doui/index.html [↑](#footnote-ref-4)
5. https://www.nsr.go.jp/data/000126736.pdf [↑](#footnote-ref-5)
6. http://www.jrias.or.jp/books/201307\_TRACER\_KUSAMA.pdf [↑](#footnote-ref-6)
7. http://www.n.t.u-tokyo.ac.jp/kosako/modules/doc8/pdf/sengen.pdf [↑](#footnote-ref-7)
8. <http://www.fdma.go.jp/html/data/tuchi1406/140607tokusai71.html> [↑](#footnote-ref-8)
9. http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/jyosen/joho/sinrin\_nouchi.html [↑](#footnote-ref-9)
10. http://www.nsr.go.jp/data/000126736.pdf [↑](#footnote-ref-10)
11. http://www.nsr.go.jp/disclosure/committee/yuushikisya/nuclear\_security\_wg\_doui/20141010.html [↑](#footnote-ref-11)
12. http://www.nsr.go.jp/disclosure/committee/yuushikisya/nuclear\_security/00000005.html [↑](#footnote-ref-12)