

今後の原子力バックエンド対策に係る課題について



随 筆

里 山 朝 紀*

Current Status and Issues for Decommissioning and Radioactive Waste Management

Key Words: Decommissioning, Clearance, Disposal, Waste Treatment

はじめに

大阪大学大学院生のときの就職活動で就職先を悩んでいたところ、指導教官からの「これからの原子力はバックエンドの時代になる。」という助言を信じ、当時の日本原子力研究所東海研究所バックエンド技術部(現日本原子力研究開発機構原子力科学研究所)に就職し、主に原子力バックエンドに係る業務一筋にあつという間に30年が経過した。そして今、原子力業界を見渡すと、東日本大震災による東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故を機に、福島第一原子力発電所1号機から6号機を含めて多くの原子力発電所の廃止措置が決定し、我が日本原子力研究開発機構(以下「原子力機構」という。)においても、所期の研究目標の達成や施設の老朽化等によって多くの原子力施設が廃止措置に移行しており、まさに原子力バックエンドの時代に突入したと考える。そして、原子力施設の廃止措置、それに伴って発生する放射性廃棄物の処理処分、使用済燃料の再処理等の原子力バックエンド対策を安全かつ効率的、合理的に実施するためには多くの課題があり、今後、これらの課題を解決する必要がある。

ここでは、今後のバックエンド対策、特に筆者が勤務する原子力機構等の研究機関から発生する「研究施設等廃棄物」の処理処分において解決すべき課題について述べる。

研究施設等廃棄物の合理的な処理処分

我々がよく耳にする「放射性廃棄物」は、多くの場合は原子力発電所から発生するものを連想させる。しかし、放射性廃棄物は原子力発電所からだけでなく、国の研究機関、大学や民間企業、医療機関等の様々な施設における原子力利用や放射線利用に伴って放射性廃棄物は発生している。これらを「研究施設等廃棄物」と呼ぶ。

研究施設等廃棄物の特徴は、放射性廃棄物の性状も含まれる放射性核種も多種多様であるという点にある。紙くず、ゴム手袋、ガラス製品、金属類、樹脂、コンクリート、さらには動物実験で使用された動物の死骸、水銀や鉛等の有害物質まで、材質も形状も様々である。さらに、過去にこれらの放射性廃棄物を圧縮処理やセメントで固化してドラム缶に詰めたものもある。また、放射性廃棄物に含まれる放射性核種も研究開発等に用いた核燃料物質や放射性同位元素(RI)、照射後試験に用いた照射材料や照射燃料に含まれる放射化核種や核分裂生成物、TRU核種、研究用原子炉や加速器の運転に伴い発生する中性子等により放射化した物など、多種にわたる。

放射性廃棄物を埋設処分するには、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(以下「原子炉等規制法」という。)等に定められた技術基準に適合させる必要がある。これらの基準のうち、研究施設等廃棄物の埋設処分における主な課題は、「放射能濃度が埋設事業の許可を受けたところによる最大放射能濃度を超えないこと」と「廃棄物に含まれる物質により健全性を損なうおそれがないものであること」への適合である。

原子力発電所から発生する放射性廃棄物に含まれる核種は、生成機構が原子炉構成材料の放射化に伴って発生する腐食生成物及び核燃料物質の核分裂に



* Tomonori SATOYAMA

1969年4月生まれ
大阪大学大学院 工学研究科 原子力工学専攻博士前期課程(1995年)
現在、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所 副所長
TEL : 029-282-5014
FAX : 029-282-6111
E-mail: satoyama.tomonori@jaea.go.jp

伴って発生する核分裂生成物であり、その核種組成比はほぼ一定であることから、放射性廃棄物に含まれる核種の放射能濃度に相関関係が見込まれる。このため、原子力発電所から発生する放射性廃棄物の埋設処分に当たっては、廃棄物容器の外部から比較的測定が容易な γ 線放出核種(^{60}Co や ^{137}Cs)と難測定核種の相関関係を利用して放射能濃度を評価するスクリーニングファクタ法(SF法)などの放射能濃度決定方法が用いられている¹⁾。

一方、研究施設等廃棄物では、研究用原子炉から発生する放射性廃棄物などの一部は原子力発電所と同様にSF法等が適用できると考えられるが、核燃料物質やRIの使用施設から発生する放射性廃棄物に含まれる放射性核種は多種であり、核種間に相関関係もない。このため、放射能濃度の決定方法が課題となっている。

また、廃棄体に含まれる物質により健全性を損なうおそれがないものであることの技術基準に適合させるためには、健全性を損なうおそれのある物質の分別が必要である。過去に発生した放射性廃棄物は埋設処分を考慮しておらず、材質毎の分別が十分ではない。さらにこれらの放射性廃棄物を圧縮処理やセメントで固化してドラム缶に収納したものもある。このため、ドラム缶から放射性廃棄物を取り出し、作業員による目視確認と手作業で健全性を損なうおそれのある物質の分別を行うには、多大な労力と時間を要する。

原子力科学研究所には、低レベル放射性廃棄物を材質等に応じて減容・安定化处理し、将来の処分に備えて廃棄体を作製する「減容処理棟」が設置されており、筆者はこの減容処理棟の建設整備に携わった。減容処理棟は、放射性廃棄物の発生施設と材質によって大きく3つの処理施設(SF法等が利用可能と考えられる研究用原子炉から発生する金属廃棄物を圧縮処理する高圧圧縮装置、SF法等の利用が困難な金属廃棄物を溶融処理する金属溶融設備、金属以外のガラス、コンクリート等の雑固体廃棄物を溶融処理するプラズマ溶融設備)が設置されている。この溶融処理は、SF法等の適用が困難な放射性廃棄物を溶融して含まれる放射性核種を均一にし、そこから試料を採取して放射能を測定し放射能濃度を決定することを目的としたものである²⁾。しかし、これらの設備は、試運転中に火災が発生したため、再発

防止のための安全対策を講じたものの、未だにホット運転には至っていない。

このような状況から、今後、研究施設等廃棄物の処理処分に当たっては、合理的かつ効果的な方策を検討する必要があると考える。

例えば、放射能濃度の決定方法においては、

- ・溶融処理により放射性核種を均一化する方法ではなく、保守的な核種組成比と非破壊 γ 線測定によって放射能濃度を決定する方法
- ・か焼による ^3H 、 ^{14}C 等の揮発性ベータ核種の放射能濃度評価対象核種からの削減
- ・埋設施設の設計対応による放射能濃度評価対象核種の削減

健全性を損なうおそれのある物質の分別においては、

- ・分別前に非破壊検査により健全性を損なうおそれのある物質を含むものの選定(分別要否の判断)
- ・AIを活用した自動分別装置の導入
- ・埋設施設の構造高度化及び安全評価による安全性向上(含有割合の緩和)

が期待できる³⁾。

クリアランス制度の活用

クリアランス制度とは、原子力施設等から発生する資材のうち、放射能レベルが極めて低く、人体への放射線影響が無視できると国が確認したものを有価物として再利用することで、我が国が目指す循環型社会の形成に貢献することを目的とした制度である。クリアランス制度では、原子力施設等から発生する資材がどのように使用あるいは廃棄されたとしても、人体への影響がないように放射能濃度の基準(クリアランスレベル)を設けており、1年間に受ける放射線の量が0.01ミリシーベルトとなる放射能濃度と定められている。この線量は、私たちが自然界の放射線から受ける線量の1/100以下であり、仮に複数の影響が重なった場合でも人の健康への影響を無視することができる国際的に認められている。

クリアランス制度は、2005年の原子炉等規制法の改正において導入され、これまで日本原子力発電(株)東海発電所、中部電力(株)浜岡原子力発電所、原子力機構新型転換炉ふげんの廃止措置に伴って発生する金属廃棄物の一部に適用され、クリアランス

レベル以下と確認されたものは、ベンチや側溝用の蓋、サイクリングラック等に加工されて再利用されている。

原子力科学研究所においても、クリアランス制度が導入される以前の1985年～1990年に行われたJRR-3原子炉施設の改造時に大量に発生し、放射性廃棄物として保管廃棄していた放射能レベルが極めて低いコンクリート約4,000トンについてクリアランス制度を適用し、全量、原子力科学研究所内において、東北地方太平洋沖地震の復旧工事のための資材(施設周囲の陥没箇所への埋戻し材)、駐車場整備のための路盤材、新設施設の基礎下地等として再利用した⁴⁾。

クリアランス制度には、以下のような利点がある。

(1) 「循環型社会」形成への貢献

原子力施設等の運転や廃止措置に伴って発生する放射能レベルが極めて低い資材などを資源として再利用することで、我が国が目指す循環型社会形成に貢献することができる。

(2) 原子力施設の円滑な廃止措置

原子力施設の廃止措置に伴って大量の廃棄物が発生する。一方、放射性廃棄物の保管場所は限られている。このため、クリアランス制度の適用により、放射能レベルが極めて低い資材などを資源として再利用するなど適切かつ合理的に処理処分することで、廃止措置を円滑に進めることができる。

(3) 放射性廃棄物の低減

本来、放射性廃棄物として扱う必要のない物を、クリアランス制度により資源として再利用又は一般の廃棄物と同様に処理処分することで、放射性廃棄物として処分する量を減らすことができ、放射性廃棄物としての処分費も減らすことができる。

このように、クリアランス制度を適用することに大きな利点があるものの、クリアランス制度の活用が十分にされていないと考える。特に、原子炉等規制法においては、核燃料物質の使用施設の廃止措置に伴って発生する資材へのクリアランス制度の適用例がまだ無い。また、2010年に「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律(現 放射性同位元素等の規制に関する法律。以下「RI規制法」という。)」が改正され、放射性同位元素又は放射線発

生装置から発生した放射線によって汚染された物へのクリアランス制度が導入されたが、未だにRIの使用施設や放射線発生装置の廃止措置に伴って発生する資材へのクリアランス制度の適用例はない。これは、クリアランス制度を適用するためには、クリアランス対象物の放射能濃度の測定及び評価の方法について国の認可を受ける必要がある(図1)、この規制手続きが事業者にとって大きな負担となっており、クリアランス対象物の物量や放射性廃棄物として処分するコスト等を踏まえると、クリアランス制度の適用に要する負荷が割に合わないと感じているものとする。

研究施設等廃棄物は埋設処分ができず、国の研究機関、大学、民間企業、医療機関等の保管場所で保管を継続している状況である。今後、これらの事業者では老朽化した施設の廃止措置に伴って大量の廃棄物が発生することが予想され、各事業者における放射性廃棄物の保管量が保管能力を超えるおそれがあり、研究開発や放射性物質の利用へも影響する可能性がある。筆者も旧科学技術庁、旧原子力安全・保安院及び文部科学省へ出向中に原子炉等規制法やRI規制法へのクリアランス制度の導入に携わった者として、原子力施設の廃止措置に伴って発生する資材へのクリアランス制度の活用を期待する。

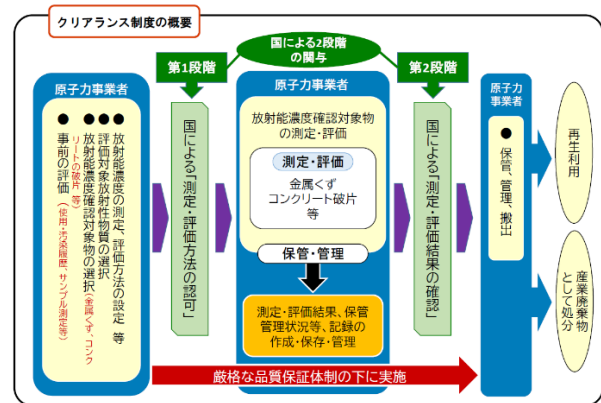


図1 クリアランス制度の概要

(出典:原子力規制委員会 <https://www.nra.go.jp/activity/regulation/nuclearfuel/haiki4.html> より)

研究施設等廃棄物の埋設施設の立地

研究施設等廃棄物の埋設施設の立地が課題であることは言うまでもない。

研究施設等廃棄物の埋設処分の実施主体である原子力機構が埋設処分の実現に向け、国や関係機関と

連携・協力し、国民の理解の増進を図る必要がある。

原子力機構のビジョン

少し話を変えて、筆者が勤める原子力機構のビジョンについて述べる。近年、気候変動への対応が世界的に加速し、日本でもGXポリシーが策定されるなど、脱炭素社会への取組みが本格化している。このような時代の大きな転換点において、原子力への期待も高まりを見せており、原子力機構には従来の研究開発業務に加え、新たな価値創造に向けた研究開発が求められる。

そのため、原子力機構は2023年4月から新たなビジョン『「ニュークリア×リニューアブル」で拓く新しい未来』を掲げた。これは、我が国の方針である2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、原子力(ニュークリア)と再生可能(リニューアブル)エネルギーが二元論を乗り越え、融合することで実現する新しい持続可能(サステナブル)な未来社会を目指すもので、次の3分野から構成される。

- ・原子力と再生可能エネルギーの相乗効果を追求する研究開発(Synergy)
- ・原子力自体を継続可能なエネルギーとする研究開発(Sustainable)
- ・原子力をエネルギー分野のみならず幅広い分野で活用する研究開発(Ubiquitous)

原子力科学研究所では、研究用原子炉、核燃料物質やRIの使用施設、加速器施設等の多様な研究施設を有しており、その強みを活かして、使用済燃料から利用価値の高い元素を分離する技術の開発、国内外に大量に存在する燃えないウラン(劣化ウラン)を活物質としたウランレドックスフロー蓄電池の開発、医療用ラジオアイソトープの製造等、社会での

活用を目指した研究開発を展開している。

(原子力機構H.P.

https://www.jaea.go.jp/nuclear_and_renewable/ 参照)

おわりに

研究施設等廃棄物の処理処分において解決すべき課題は30年前と大きく変わっておらず、課題解決に向けてほとんど進展していない。筆者も研究施設等廃棄物の処理処分の課題解決に向けた様々な業務に携わったが、大きな成果を得られないままである。

今後、残された原子力機構での就労期間において、少しでも研究施設等廃棄物の処理処分における課題解決に貢献したいと考える。また、次世代の方々に、少しでも研究施設等廃棄物の処理処分に興味を持って頂き、これらの研究施設等廃棄物の処理処分における課題の解決を期待する。

参考文献

- 1) 一般社団法人日本原子力学会：日本原子力学会標準 ピット処分及びトレンチ処分対象廃棄物の放射能濃度決定に関する基本手順：2019 (AESJ-SC-F022:2019)
- 2) 樋口秀和、大杉武史他：高減容処理施設の建設整備及び運転管理について、JAEA-Technology 2007-038(2007), 51p
- 3) 中川明憲、及川敦他：廃棄物の合理的処理処分方策の基本的考え方－廃棄物処理の加速に向けた検討結果－, JAEA-Technology 2021-006(2021), 168p
- 4) 小越友里恵、里山朝紀他：JRR-3 改造工事に伴って発生したコンクリートのクリアランス－放射能濃度の測定及び評価の結果－, JAEA-Technology 2017-017(2017), 152p

