

KUR スタックの処理処分の方向性について

1. 現在保管中の旧スタックの経緯について

研究用原子炉（KUR）の鉄筋コンクリート製の高さ 35m の排気塔(スタック)の改修が平成 25 年 9 月から 12 月にかけて実施された。具体的には鉄筋コンクリート（RC）製から鋼製に改修された。工程としては、平成 25 年 7 月 18 日に設工認申請、同 8 月 13 日に承認され、その後工事、使用前検査（平成 26 年 2 月 13 日及び 14 日）が行われ、合格後今日に至っている。改修工事では旧スタック（RC 製）は分割解体され、スタック近傍の敷地に原子炉施設保安規定に従い、一時管理区域を設定した（平成 25 年 10 月 7 日）上で、保管した。

当時、こうした旧スタックの保管方法は一時的と考え、最終的には当時建設計画中であった第 2 固形廃棄物倉庫の建設予定地（現在の第 1 固形廃棄物倉庫の横）の傍に保管場所を確保し、移動する計画であった。ところが、第 2 固形廃棄物倉庫の設置変更承認申請に必要な被ばく評価(敷地境界)において、その立地場所が適切ではないことが判明し、急遽建設場所を現在の場所(研究棟北側)に移動し、種々の規制対応の後、平成 26 年 2 月から使用を開始した。その際、解体された旧スタックの保管場所としての十分な広さの敷地が確保できず、今日まで一時管理区域内に保管せざるを得なくなった。その結果、一時管理区域設定当時に記載した設定期間（平成 25 年 10 月 8 日～平成 26 年 5 月 31 日の約 8 か月）を変更する手続きを行うべきところ失念して今日に至ってしまった。この件については不適合処理の手続きを行った上で（10 月 13 日付け決裁終了、11 月の CAP 小委員会にて議論の予定）、本年度末までの期間での一時管理区域設定の手続きの準備を行った（10 月 18 日付け）。今後は必要に応じて 1 年毎に一時管理区域設定の更新手続きを行う予定である。

なお、保管に当たっては野外であるため、ブルーシートで覆い、養生を継続して行うとともに、通常の場合と同様に一時管理区域に求められる放射線管理として、週に 1 回の外部線量測定、表面密度測定を行ってきておりこれまで問題は生じていない。またスタックを保管している場所の土壌中に含まれる放射能（ガンマ線放出核種、およびトリチウムを対象）の測定を行ったが、周囲の土壌と比べて問題となるようなことはなかった。

2. これまでの旧スタックの汚染の有無について

KUR のスタックは 1964 年の運転開始から 2013 年まで使用されてきた。

KUR の排気中の放射能濃度についてはスタックのガスモニタより連続的に監視されて、その全放出量については毎年地元自治体等へ報告しているが、その間にスタックを通過し

た可能性がある放射性物質について検討する。なお、スタックから放出される排気にはホットラボ実験室からの排気も含まれている。

2.1 放射性廃棄物管理状況報告書の記載

毎年、地元自治体等報告している放射性廃棄物管理状況報告書には排気中の全放射能を記載し、核種分析結果として揮発性物質 (^{131}I 、 ^{133}I)、粒子状物質 (^{54}Mn 、 ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、全アルファ線放出核種、全ベータ線放出核種)、気体状物質 (トリチウム) を記載している。これまでに次項で説明する 2010 年下半期の放射性ヨウ素の ^{131}I 、 ^{133}I が検出限界値を超えて検出した例、および 1986 年頃の重水漏れに伴いトリチウムが漏えいした例以外では有意な核種が検出された事例は無いと思われるが、再度スタック設置以来の過去の記録を確認している。

2.2 排気中に含まれる核種についての検討

① 空気の放射化生成物

通常運転時の排気中に含まれる放射性物質のほとんどは空気の放射化に伴い発生する ^{41}Ar である。 ^{41}Ar は、化学的な反応性の非常に乏しい希ガスであることと、半減期が 109.6 分と短いことから、スタックには残存していない。

② 核分裂生成物

燃料板が破損するようなトラブルが発生した場合には、燃料板中に保持されていた核分裂生成物が 1 次冷却水中に漏えいし、その後、炉室建屋内に移行してスタックから放出される可能性がある。しかし 2013 年までの運転期間中に燃料板破損のトラブルは発生していない。

一方、2010 年に燃料体を初めて使用した際に燃料製造過程で燃料体の表面に付着していた微量のウラン (燃料の使用前検査では表面密度が基準値以下であることを確認) が核分裂し、生成した放射性ヨウ素 (^{131}I または ^{133}I) が水中から気中に移行してスタック排気中に検出限界値を超えて検出した例があるので、長半減期の放射性ヨウ素がスタックに吸着していないか確認する必要がある。他方、排気口において監視している ^{134}Cs 、 ^{137}Cs は検出された事例はなく、ヨウ素を除く核分裂生成物による汚染の可能性は低い。

③ 構造材等で中性子により放射化した物質

炉心周辺の実験孔などの中性子照射により放射化した物質が何らかの原因で粉体となって排気中に混在する可能性がある。排気はスタックを流れる前にフィルタ (グラスウールフィルタ、HEPA フィルタ) を通るため、粉体であればそのフィルタで除去することができる。したがって、スタックを流れる排気中に含まれたことはないと考えられる。また、排気口に

において監視している全 α や全 β 放射能の異常が検出された事例はなく、 γ 線測定によって監視している ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co も検出された事例はない。そのため、中性子放射化物の汚染の可能性は低い。

④ トリチウム

KURの重水にはトリチウムが含まれており、重水がタンクから漏えいした際には排気中に含まれる可能性がある。KURでは旧スタックを使用中の1987年~1988年頃に重水タンクの腐食により約28.2リットルの重水が漏えいするトラブルを起こしたことがあり、その重水中に含まれていたトリチウム約 $2.5 \times 10^{11}\text{Bq}$ が炉室内に漏えいした。そのトリチウムの一部は排気中に含まれてスタックを通過したと考えられる。なお、旧スタックの使用におけるKURでの重水漏えいのトラブルはこの1回のみであるが、重水タンクや給排水系等のメンテナンス等で配管を外すような作業の際にごく僅かな重水が蒸発するなどして排気中にトリチウムが移行してスタックを通過した可能性がある。

⑤ ホットラボの実験室系統からの排気

ホットラボのフード系やホットケープセル等の実験装置からの排気もスタックを通して排気される。非密封RIについてはスクラバ付きフードを用いて取り扱うようにしており、またスタック前の排気系統にはHEPAフィルタも設置されているため、気体状のRI以外はそのフィルタで除去することができる。気体のRIとしては ^{38}Cl 、 ^{41}Ar が考えられるが、いずれも短半減期(^{38}Cl は37分)であるためスタックには残存していない。ホットケープセル等の他の実験装置では密封状態の照射物を取り扱うため ^{41}Ar は放出される可能性があるが、短半減期以外のRIが排気系に含まれる可能性は低い。

以上より、スタックに含まれている可能性がある放射性物質としてはまずはトリチウムが重要でありしっかりと確認する必要がある。その他の放射性物質についてはこれまでのスタック排気利用の経緯から考えて、現時点で含まれている可能性は非常に低いが、これについても測定等により確認する必要がある。

3. 旧スタックの放射能測定結果について

旧スタックは解体時に円筒部12体、矩形部2体に分割されており、図1のように垂直方向についてそれぞれ複数本のコアを抜き出して保管している。これらについて図2に示すような治具で固定しスタック内面の一部を削り出し、それらの試料についてゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線測定、および液体シンチレーション検出器によるトリチウム測定を行い、スタックに含まれる放射性物質を確認する。

現在、その測定を行っているが、現在までのところスタックに残存している可能性がある

KUR およびホットラボが起因となる核種（ガンマ線放出核種およびトリチウム）については確認されていない（バックグラウンドレベル）。

引き続き試料の測定を行い報告書を作成する。

4. 今後の方針について

①旧スタックを通過した排気中の放射性物質の検討、これまでの汚染の有無を確認する。

②放射能測定結果を確認する。

③①②の汚染確認とは別に、原子炉施設保安規定の放射性廃棄物ではない廃棄物の管理（第96条の2）の運用に従って廃棄するための手順書を作成する（保安規定の下部規定である保安指示書として）。

④①②の結果を元に手順書に従って旧スタックの処分方法を決定する。

(以上)



図1 サンプルングしたコア



図2 コア粉砕の準備

【参考資料】

京都大学原子炉施設保安規定

(一時管理区域)

第105条 中央管理室長は、前条第2項の管理区域以外の区域が、一時的に同条第1項の各号のいずれかに該当する場合、主任技術者、放射線取扱主任者及び放射線管理部長と協議の上、当該区域36を一時管理区域に設定し、所長に報告しなければならない。また、該当しなくなった場合は、所長、主任技術者、放射線取扱主任者及び放射線管理部長の承認を得て、速やかに設定を解除するものとする。この設定期間中、一時管理区域は、管理区域に準じて取扱わなければならない。

(放射性廃棄物でない廃棄物の管理)

第96条の2 放射性廃棄物処理部長は、管理区域内において設置された金属、コンクリート類、廃油、プラスチック等（以下「資材等」という。）であって、「核燃料物質及び核燃料物質によって汚染された物で廃棄しようとするもの」でない廃棄物（以下「放射性廃棄物でない廃棄物」という。）として廃棄又は資源として有効利用しようとする場合に必要な以下の事項を定める。

(1) 放射性廃棄物でない廃棄物の判断をしようとする対象物の範囲

(2) 放射性廃棄物でない廃棄物の判断方法等

イ 使用履歴の記録等による判断方法

ロ 使用履歴、設置状況の記録等が適切に管理されていない資材等についての判断方法

ハ 汚染された資材等について、汚染部位の特定・分離を行う場合の判断方法

ニ 念のための放射線測定に係る事項

(3) 放射性廃棄物でない廃棄物と判断したものと、核燃料物質によって汚染されたものとの混在防止措置

2 「放射性廃棄物でない廃棄物」として廃棄又は資材として有効利用しようとする者は、前項で定めた事項に基づき実施計画をたて、放射線管理部長及び放射性廃棄物処理部長の承認を得なければならない。

3 主任技術者及び放射線取扱主任者は前2項が適切に行われていることを確認しなければならない。