

## ALPS処理水の海洋放出に係る運用体制の変更及び測定・評価対象核種の選定に関する実施計画の指摘事項

No.	分類	指摘事項	回答	反映箇所	頁番号
1	運用体制	水処理当直が2名/班増員され、10名/班の体制となるが、現在在籍している当直の役割分担や1日の交代回数について、補足説明資料に追記すること。	補足説明資料に水処理当直の役割分担や1日の交代回数について追記しました。 今回の2名/班の増員により、水処理当直は10名/班で対応することになりますが、この人数で、現在担当している設備の運転管理に加えて、ALPS処理水の海洋放出に関する設備の運転管理を行っていく計画です。	【資料1-1-1】 補足説明資料 別紙-1 参考資料-1	P17~18
2	核種分析	今回の追加分析については「告示濃度限度の1/100以下で検出限界値未満」と記載があるところ、今回の追加分析には難測定核種も含まれているが、全ての核種に対して検出下限値は告示濃度限度の1/100以下を達成しているという理解でよいか？	今回の追加分析では、各々の社外分析機関に可能な限り、告示濃度限度の1/100以下を目標とした分析をお願いして、結果として全ての核種で目標を達成できたことから、検出下限値の分析結果は、告示濃度限度の1/100以下となっています。	【資料1-1-1】 補足説明資料 別紙-2 2.5	P24~33
3	核種分析	鉄55の告示濃度が17 Bq/Lであり、告示濃度限度の2000Bq/Lの1/100を下回っていると読めるが、ろ液については、<4.1Bq/Lであり、残渣とろ液の2つを足すと21.1 Bq/Lになり、告示濃度限度の100分の1である20 Bq/Lを上回っている。 東電の足し算すればよいわけではないという考え方については理解するが、ここで出てきている分析値について、どれだけの幅があるのか示されていない中で議論するのも難しいと思うので、今後説明すること。	No.18参照。 なお、社外分析では検出値のみ不確かさが算出されており、滞留水のFe-55の残渣では±1Bq/L、Ni-59では滞留水のろ液が±0.7Bq/L、ストロンチウム処理水で±0.3Bq/Lの不確かさがあることを確認しています。	【資料1-1-1】 補足説明資料 別紙-2 2.5	P25-27 P29-33
4	インベントリ評価	国内の廃止措置や埋設の知見なども踏まえて、炉内構造物の放射化を実施しているが、今回の結果について、どの程度不確かさがあるのかという点を説明を補足説明資料の中へ追記すること。	インベントリ評価のうち、放射化生成物評価の入力条件として、評価対象機器と機器重量や、元素濃度条件、照射量/中性子束・照射期間の設定に不確かさが存在しています。これらの条件は、インベントリ評価が保守的となるよう設定しています。 一例として、その他構造材の炉心支持板や上部格子板では、機器中央の中性子束で評価しており、半径方向に1/2の地点における中性子束と比較すると、(n,γ)で生成する放射性物質の単位重量当たりのインベントリ量に約1.3倍の保守性があります。その他の条件（特に元素濃度）は、実機の条件が不明であるため、全体としてどの程度の保守性があるかについて、定量的に示すことは困難ですが、これらの仮定をおくことで、インベントリの生成量としては保守側の不確かさがあります。	【資料1-1-1】 補足説明資料 別紙-3 2.4	P51~52
5	インベントリ評価	インベントリ評価の結果は、相対的傾向としてある程度の信頼性はあると思うが、放射化生成物の方に関しては、放射化物の全量に大きな不確かさがあると思う。燃料由来の放射化物と放射化生成物の二つを計算結果としても交じっていると、どの程度の不確かさがあるかわからず、議論がふわっとしてしまい、結論が見えなくなる。 手順4を検討した時に、その不確かさがどのように広がっているのかを押さえておく必要がある。	No.4に記載の通り、インベントリ評価のうち、構造材の放射化計算は、燃料の計算に比べて、保守側の不確かさが存在します。これは、手順3まで保守側に作用しています。 一方、手順4の移行評価においては、分析結果が無い核種等について、同じ性質を持つ核種（同位体、放射平衡等）を、グループ化して、グループの中の代表核種の汚染水の移行のしやすさ（分析値/インベントリ量）を算出しますが、グループ内にFPとAPが混在する場合、AP核種を代表核種として扱う場合、FP核種が非保守的になることが考えられます。 このことから、FPとAPが混在するグループに対して、FP核種を代表核種とするように、評価手法の中で明確化しました。 なお、非保守的な評価となる可能性がある核種に、測定・評価対象核種はないことから、実際の影響は殆どないと考えています。	【資料1-1-1】 補足説明資料 別紙-4 2.4	P81,87
6	測定・評価対象核種	手順3と手順4で使用している、告示濃度限度の1/100というクリテリアについて、現在の記載ではこのクリテリアが適切か判断が難しいため、各々の手順で除外される核種の告示濃度限度比総和を示した上で、適切かを議論すべき。	手順3、手順4に、次の手順に進む核種の告示濃度限度比総和と、除外される核種の告示濃度限度比総和を追記した上で、当該基準が妥当であるという説明にしました。	【資料1-1-1】 補足説明資料 別紙-4 2.3、2.4.1	P60,63
7	測定・評価対象核種	移行係数を設定するにあたって、分析値は過去最大値、これまで検出値が無いものは検出下限値の一番小さい値を用いた理由を説明すること。	分析値のうち、検出された核種については、最大値を用いることで最も汚染水へ移行した際の濃度を踏まえて評価していることとなります。 一方、検出下限値の考え方として、その値より低い濃度で存在する可能性があることを示すものの、その濃度より高いことが無いことを保証していることから、過去に一度も検出されていない核種は、分析結果の中で最小の検出下限値で評価しても十分に保守的と考えています。	【資料1-1-1】 補足説明資料 別紙-4 2.4.2	P65

No.	分類	指摘事項	回答	反映箇所	頁番号
8	測定・評価対象核種	同位体等の性質に類似性のある核種のグルーピングについて、妥当性があることを最初に説明したうえで、代表核種を測定するという説明とすること。また、グループ化できなかった核種については、個別の性質に基づいて測定するという流れで説明すること。	前回の補足説明資料では、核種のグループ化の中で、同位体の記載がありませんでしたので、(1)放射平衡、(2)崩壊系列、(3)同位体、(4)水中の性質に類似性がある核種、の4つを説明した上で、核種のグループ化を行い、その後にグループの代表核種と、個別に測定する核種の測定値について説明する流れとしました。なお、Snはこのグループ化した中で、最も低い分析結果を確認出来ているSn-121mの結果を適用しています。また、白金族やCf等については、(4)で類似性を説明して、他の核種の汚染水への移行のしやすさ（移行係数）だけを他の核種から参照して評価としていましたが、今回の調査結果等を精査した結果、グループ化が可能と判断して、評価を見直しています。特にCfについては、AmとCmと同様の挙動をすることということで、これらを一緒にグループとした結果、これまでの測定・評価対象核種に含まれていた、Cm-243を除外することが妥当と考えます。	【資料1-1-1】 補足説明資料 別紙-4 2.4.3	P69～86
9	測定・評価対象核種	核種のグルーピングでCsとTlを同じものとして分類しているが、Tlは周期表では右側の方にあるものなので、移行係数を同じにするという趣旨と思うが、同じグループにすることについて、理由を説明すること。	Csは第1族、Tlは第13族に属していますが、今回文献調査した結果、TlはCsと同様に1価の陽イオンで、イオン半径もアルカリ金属のCsやKと同等であること、その他ゼオライトやその他物質への吸着特性が、アルカリ金属と同等であることを確認した結果から、TlをCsと同じグループとして扱っています。	【資料1-1-1】 補足説明資料 別紙-4 2.4.3	P78
10	測定・評価対象核種	手順4の汚染水への移行評価で使用した分析結果の詳細を示すこと。	別紙-4の参考資料-1として、汚染水への移行評価に使用したの分析の詳細について記載しました。	【資料1-1-1】 補足説明資料 別紙-4 参考資料-1	P98～108
11	測定・評価対象核種	手順4の汚染水への移行評価で使用した分析データのうち、データ数が少ない核種について、そのデータを使用する妥当性を説明すること。また、ALPS処理前のデータで補完するときの妥当性について説明すること。	個別に評価が必要な核種のうち、分析数が10回以下の核種としては、Fe-55、Zr-93、Nb-93m、Mo-93、Ba-133の5核種があります。これらは全て、建屋滞留水とストロンチウム処理水で告示濃度限度の1/100以下で不検出であったため、ALPS処理水への影響は無視できる程度と考えています。これらの中で、Fe-55、Nb-93m、Mo-93、Ba-133については、今後の廃炉の進捗に応じた変化を確認する、監視対象核種として選定しています。一方、Zr-93は、ICP-MSによる測定であり、かつ半減期が長いため、建屋滞留水とストロンチウム処理水の2試料、ALPS処理水3試料で、告示濃度限度の約1/1000まで測定して不検出でした。このことから、ほとんど汚染水へ移行していないと考えられるうえ、評価の中で保守性を見込んで、手順4で除外されることから、監視対象核種にも選定していません。	【資料1-1-1】 補足説明資料 別紙-4 2.5	P92～93
			また、手順4では、ALPS処理前のデータで補完を行っていますが、建屋滞留水はCs等の濃度が高く、Ge半導体検出器で測定できる核種は検出下限値が高く、実態を表している値とは言い難い状況である他、分析員の被ばくの影響を考えて、個別の核種の調査を数多く行うことが出来ないことから、これら核種の一部はALPS処理前で確認しています。なお、定性的には、セシウム吸着装置の性能として、CsやSrと同様の化学的性質やイオン半径を持つ核種を除去できますが、それ以外の核種については、ほとんど除去出来ないこと、実際に図1.1.4-4の分析結果の通り、今回個別評価するI-129やCo-60、Ni-63、Tc-99の結果については、集中Rwの建屋滞留水との分析結果に大きな差がないこと等を確認していることから、今回の使用に当たり問題ないと考えています。	【資料1-1-1】 補足説明資料 別紙-4 2.5	
12	測定・評価対象核種	汚染水中のトレンド確認について、今現在、それぞれの核種をどこでこういった頻度で測定・確認しているか、補足説明資料に追記すること。	月1回以上、実施しているトレンド確認の内容に以下内容を資料に追加しました。 ・集中Rwでは、Cs、Sr、全β、全α、H-3を確認 ・ALPS入口では主要7核種、Tc-99、全β、全α、H-3を確認	【資料1-1-1】 補足説明資料 別紙-4 3.2	P96
13	測定・評価対象核種	集中Rwの滞留水のα核種の濃度が今後、燃料デブリの取り出し作業等で上昇することも想定されるが、そういう状況でも、測定・評価対象核種への影響はなく、確認するのは、ALPS処理前の汚染水の放射能濃度とするという部分について、もう少し説明を追加すること。	1Fの33.5m盤で目指しているα核種管理の状態について説明を追加しました。その上、その目的のために8.5m盤にα核種除去設備を設置することから、33.5m盤のALPS処理水に影響する水としてALPS処理前の汚染水を監視することを考えているという説明にしました。	【資料1-1-1】 補足説明資料 別紙-4 3.2	P96～97
14	測定・評価対象核種	特定された37核種について、線量評価に与える影響の程度を把握するため、ALPS処理水中において検出されている核種、α核種、α核種以外の核種で分析データ数が十分にあるもの/データ数が少ないものに分類し、それぞれの分類毎に測定値又は検出下限値と告示濃度限度の比の和を比較できるよう整理すること。また、全β測定で計数されない低エネルギーβ核種を示すこと。	特定された35核種（H-3と今回選定外としたCm-243を除く）の分類の方法と、告示濃度限度比総和の比較を記載した資料を準備しました。	【資料1-1-2】 ALPS入口/出口における告示濃度限度比総和の比較	-

No.	分類	指摘事項	回答	反映箇所	頁番号
15	測定・評価対象核種	α核種の中で最も小さい告示濃度限度が4 Bq/Lであるため、その核種が検出下限値の放射能濃度を持つと考えて、告示濃度を評価すれば、全てのα核種に全α値を代入する対応をしなくても良いのではないか。	ご指摘頂いた内容と、線量限度等を定める告示第八条（周辺監視区域外の濃度限度等）にて、放射性物質の種類が明らかでない場合の濃度限度の考え方（水中に含まれないことが明らかである放射性物質を除いて、最も低い濃度を使用）を参考に、測定・評価対象核種に選定されたα核種のうち、最も告示濃度限度が小さいプルトニウムの告示濃度限度4Bq/Lで、全α値を割る形に修正しました。なお、実際の運用でも今回のように評価していくことを考えています。 REIAについては、全αの値を各α核種の濃度に割り振る方法がないこと、又、告示濃度限度比総和のように1つのα核種だけに全αの値を割り振って評価することは説明性に乏しいことから、REIAに関しては全αの値を全てのα核種に代入する評価を継続することを考えています。	【資料1-1-2】ALPS入口/出口における告示濃度限度比総和の比較  【資料1-1-1】補足説明資料別紙－4 2.6	－  P95
16	測定・評価対象核種	検出下限値の核種における移行係数の算出方法について、検出下限値自体が保守性を持った値であることは理解しつつも、インベントリ評価結果と分析結果の基準日が異なる、現在の東電の評価では非保守的な評価になってしまうので、検出下限値の核種は、移行係数の算出において、評価に使用するインベントリ量を分析結果の基準日に合わせる形で見直すこと。	ご指摘頂いた通り、インベントリ量を分析の基準日に合わせる形に修正しました。 なお、Zn-65、Ag-110mは半減期が短いこと、検出下限値は途中で下限に達していることから、必ずしも分析の最小値が移行係数の最小値となりません。このため、これら2核種については、移行係数が低くなる分析結果を別紙－4の参考資料－3、4と記載しました。（ALPS入口のCe-144も同様の措置を実施） 他に一度も検出されたことのない核種には、Cl-36やNb-94、Cd-113m、Sn-126、Eu-155がありますが、これらの核種は半減期が長いことから、分析値の最小値が移行係数の最小値となるので、Zn-65やAg-110mと同様の措置は不要なことを確認しています。 なお、本見直しによる、測定・評価対象核種や監視対象核種に変更はありません。  具体例（Zn-65）	【資料1-1-1】補足説明資料別紙－4 参考資料－1 参考資料－2	P87～90 P98～108 P109-122
17	測定・評価対象核種	手順5について、測定・評価対象核種と監視対象核種に分ける際、検出下限値が告示濃度限度の1/100を達成していない核種についても、Nb-94のように検出値が出ていないという理由で、監視対象核種にするのは合理性がないと思っている。 また、Cd-113mについて、1.7E-01Bq/Lと告示濃度限度の1/100以下まで測定した実績あり、この数値自体も移行係数の設定のときに使用されている分析値であることを踏まえ、このCd-113mが監視対象核種ではなく、測定・評価対象核種としている考えを再度確認したい。	手順5については、過去に数多く分析しても、検出されたことのない核種については、監視対象核種と設定して問題ないと考えていましたが、ご指摘の点を踏まえて、検出、不検出に限らず、告示濃度限度の1/100以下を確認できているか？と基準を明記しました。 当該考え方で手順5を精査した結果は以下の通りです。 Nb-94については、1F構内のGe半導体検出器において測定可能となったことから、今回改めて測定したところ、ALPS入口で<6.8E-01Bq/Lと告示濃度5.0E+02Bq/Lと比較して、1/700でしたので、監視対象核種として設定して問題ないと判断しました。 Cd-113mについては、文献上は溶解度は高いですが、実際の分析結果が告示濃度限度の1/100以下まで測定して不検出であったこと、当該分析の条件等を確認して分析結果として問題ないことを確認したことから、他核種と同様に、実際に確認した分析結果を優先するという考え方に揃えて、本核種は監視対象核種としました。	【資料1-1-1】補足説明資料別紙－4 2.5	P92
18	測定・評価対象核種	No.3について、試料を残渣とろ液に分けた際、一方が検出され、他方が検出下限値の場合、試料全体の放射能濃度として、どう考えるかの決められたやり方が無い中で、それを足し合わせるというやり方は保守的に考える上では通用するやり方なのではないか。 その結果、手順5においてFe-55を測定・評価対象核種として取り扱うというやり方も可能かと思うが、この点について東電の考えを伺いたい。	試料を残渣とろ液に分けた際の、試料全体の放射能濃度の示し方として、決められた手法がないことから、Fe-55については、ご指摘頂いた通り、保守的に残渣の検出値とろ液の検出下限値を足し合わせる考え方を採用します。 その結果、監視対象核種であるFe-55を、測定・評価対象核種として取り扱うこととします。	【資料1-1-1】補足説明資料別紙－2 別紙－4	P24、28 P92、95 P99、110