

第2章第3項 放射性廃棄物問題

【問題の所在】

放射性廃棄物の問題とは、主として原子力発電によって発生する使用済核燃料をどう扱うかという問題である。使用済核燃料にはプルトニウムをはじめとする強い放射能を有する放射性物質が含まれており¹、それらの放射性廃棄物の放射能の半減期が何万年という単位であるため、この使用済核燃料をどのように処理するかという問題に対する解を見出すことは容易ではない。このため、原発を有するいずれの国においても深刻な問題となっている。

【処理の方法】

使用済核燃料の処理の仕方としては、大きく分けると以下の3つの方法があげられる

- ① 再処理あるいは核燃料サイクル²：使用済核燃料からプルトニウムを取り出して、原子力発電の新しい核燃料として活用する方法³。再処理の際に出てくる高レベル放射性廃棄物（＝ガラス固化体）は地層深くに埋設処分するのが一般的。
- ② 直接処分（ワンスルー）：使用済核燃料をそのまま地層深くに埋設処分する方法。
- ③ 貯蔵(Wait & See)あるいは暫定保管(temporal safe storage)⁴：使用済核燃料を数十年から数百年程度の期間、キャスクといわれる容器に貯蔵。その後の処分については、数十年から数百年後に、その時点の技術状況なども勘案して、あらためて①～③あるいはその他の方法を選択するというもの。

【日本のこれまでの選択】

- 日本は、1956年の原子力長期計画以後、これまで、「①核燃料サイクル」を進めてきた。

¹ 1トンの核燃料の燃焼後の成分は、ウラン 238：950kg、ウラン 235：10kg、プルトニウム：10kg、生成物：30kg（内訳は下記の通り）。

- 白金族 2kg
- 短半減期核分裂生成物 SLFP26kg（ストロンチウム、セシウムなど高発熱量は10kg、即ガラス固化できる低発熱量は16kg）
- 長半減期核分裂生成物 LLFP（ヨウ素など半減期7000年前後のもの）1.2kg
- マイナーアクチノイド(MA) 0.6kg（ウランやプルトニウムに近いアメリカシウムやネプツニウムやキュリウム）

² 日本では直接処分も含めて使用済核燃料の処理全体を「核燃料サイクル（政策）」と呼ぶことがあるが、ここでは核燃料サイクル路線＝再処理路線という整理をする

³ 再処理により抽出された新しい核燃料は、高速増殖炉、高速炉、軽水炉で使うことがあるが、このうち、軽水炉で使う場合をプルサーマルと呼ぶ。

⁴ 日本学術会議が原子力委員会委員長からの審議依頼に基づき、2012年9月11日に発表した「高レベル放射性廃棄物の処分について」の中で示しているのが「暫定保管」という考え方。同様の考え方は、原子力バックエンド問題勉強会（会長：馬淵澄夫衆議院議員）の第一次提言（2012年2月7日）でも「責任保管」という形で提案されている。

- 1967年の原子力長期計画では、高速増殖炉を「昭和60年代の初期(1980年代後半)に実用化すること」を目標とし、「消費したよりも多量の核燃料を生成する」ことを目指してきた。
- しかしながら、高速増殖炉は予定通り開発が進まず、2005年の原子力政策大綱では、2050年頃から商業ベースでの導入を目指すこととなっている。しかし、「もんじゅ」(高速増殖炉の原型炉(開発研究用))の状況を見る限り、それすら実現できない可能性大。
- 高速増殖炉の実現が難しくなっている中で、プルトニウムを処理するために、軽水炉でウランとプルトニウムの混合物を燃焼させる「プルサーマル(プルトニウムとサーマルリアクター(軽水炉)を組み合わせた日本の造語)」計画を進めることで、再処理路線を維持してきた。
- こうした中で、東電福島第一原発事故を踏まえて、エネルギー・環境戦略を見直すことになり、2012年9月14日にエネルギー・環境会議で決定された「革新的エネルギー環境戦略」が決定された。その中では、原発に依存しない社会の実現を目指すこととしつつ、核燃料サイクルについては、これまでの青森県との約束を守り、核不拡散と原子力の平和的利用という責務を果たすという観点から、引き続き従来の方針に従い再処理事業に取り組みながら、今後、政府として青森県をはじめとする関係自治体や国際社会とコミュニケーションを図りつつ、責任を持って議論することになった。⁵

【3つの方法の比較・検証】

2004年11月12日に原子力委員会新計画策定会議がまとめた「核燃料サイクル政策についての中間取りまとめ」、及びそれに基づいて決定された2005年10月11日の原子力政策大綱においては、使用済燃料の扱いについて、再処理(完全再処理、部分再処理)、直接処分、中間貯蔵のそれぞれのシナリオを10項目の視点から評価を実施⁶。

その結果として、我が国としては、使用済燃料を国内において再処理することを基本方針とされたが、今回、その評価結果について、主な項目について再検証してみたい。

○技術的に成り立つか

⁵ 革新的エネルギー・環境戦略においては、あわせて、当面先行して行うこととして、以下のような事項があげられている。

－直接処分の研究に着手

－「もんじゅ」についての年限を区切った研究計画の策定・実行、成果を確認の上で研究終了

－廃棄物減容及び有害度低減等を目的とした使用済核燃料の処理技術、専焼炉等の研究開発の促進

－バックエンド事業に国も責任を持つ

－国が関連自治体や電力消費地域と協議する場を設置。使用済核燃料の直接処分の在り方、中間貯蔵の体制・手段の問題、最終処分場の確保に向けた取組など、結論を見出していく作業に直ちに着手

⁶ 安全性、技術的成立性、経済性、エネルギー安定供給、環境適合性、核不拡散性、海外の動向、政策変更に伴う課題及び社会的受容性、選択肢の確保(将来の不確実性への対応能力)という10項目

<2005年原子力政策大綱策定時の評価結果>

- ・再処理：実施が不可能になるような特段の技術的課題は見当たらない
- ・直接処分：我が国の自然条件に対応した技術知見の蓄積が欠如
- ・中間貯蔵：技術の選択が将来になることから、それまでの間の技術基盤の維持と研究開発の継続が困難

<上記評価結果に関する論点>

- ・六ヶ所再処理工場については、事故・故障が起き、完成予定時期の延期はこれまでに19回にも及んでおり、また、英仏の再処理工場もガラス固化施設が順調に稼働しないことなども踏まえると、再処理の技術的課題がないとはいえないのではないか。

○資源制約性及び供給安定性（エネルギーセキュリティ）

<2005年原子力政策大綱策定時の評価結果>

- ・再処理：プルサーマルにより、1～2割程度（プルトニウム利用で約13%、さらに回収ウランを利用すると約26%）のウラン資源節約効果がある。高速増殖炉サイクルに移行できれば、国内に半永久的な核燃料資源が確保できる可能性がある。
- ・直接処分：資源節約効果を受けない。
- ・中間貯蔵：将来の選択次第。

<上記評価結果に関する論点>

- ・1割程度の利用効率の向上であれば、ウラン燃料の高燃焼化で対応可能ではないか。
- ・ウランの供給安定性が必要なのであれば、備蓄という手段もあるのではないか。
- ・高速増殖炉サイクルであれば、理論上は数十倍以上の利用効率であるが、実用化の見通しは立っていない（当初の予定から60年以上後ろ倒しになっており、それでも必ずしも実用化の目途がたっているとはいえない）ことを考えると、高速増殖炉サイクルを前提とすることは難しいのではないか。

○環境適合性

<2005年原子力政策大綱策定時の評価結果>

- 1年間の発電（58GW）により発生する廃棄物の体積と処分に要する面積
 - ・再処理：高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）＝約1400m³と約14万m²、低レベル放射性廃棄物＝約1.9万m³と約1.7万m²
 - ・直接処分：高レベル放射性廃棄物（使用済核燃料）＝約3800～5200m³と約21～25万m²、低レベル放射性廃棄物＝約1.5万m³と約1.1万m²
 - ・中間貯蔵：将来の選択次第
- ガラス固化体と比べ、使用済燃料の千年後の放射能の潜在的な有毒度は約8倍

<上記評価結果に関する論点>

- ・再処理の場合、直接処分では存在すらしない中レベル廃棄物（TRU廃棄物）が大量に

第2章3項 放射性廃棄物問題【植田会長】

発生。さらに大量の低レベル放射性廃棄物が発生。特に再処理工場の廃止に伴う廃棄物の発生量まで合計すれば、廃棄物体積は4～5倍になる。従って、再処理の方が放射性廃棄物の発生量が少ないとはいえないのではないか。

- ・再処理の過程で、原子力発電所とは桁違いの恒常的な放射線被ばくが発生（本格稼働した場合に、本再処理工場から空と海に放出される放射能は1日分で原発1年分になるという主張もある）し、環境適合性という観点からは問題ではないか。
- ・大綱では、使用済MOX燃料の発熱量と放射能毒性がまったく考慮されていないのではないか。

○経済性

<2005年原子力政策大綱策定時の評価結果>

- ・再処理：約1.6円/kWh
- ・直接処分：約0.9～1.1円/kWh+政策変更コスト約0.9～1.5円/kWh（六ヶ所再処理関連分約0.2円/kWh、代替火力関連分約0.7～1.3円/kWh）
- ・中間貯蔵：約1.1～1.2円/kWh+政策変更コスト約0.9～1.5円/kWh（六ヶ所再処理関連分約0.2円/kWh、代替火力関連分約0.7～1.3円/kWh）

<上記評価結果に関する論点>

- ・平成24年12月19日に発表されたエネルギー・環境会議のコスト等検証委員会報告書では、全量再処理の場合と全量直接処分の場合の核燃料サイクル費用（バックエンドとフロントエンドのコストの合計）は、割引率3%の場合で、前者が2.0円/kWh、後者が1.0円/kWhとなっている。
- ・2005年の政策大綱で出されている政策変更コストについて、六ヶ所に既に投資された2兆円以上の費用を含められている場合は、それは回収不能の埋没費用であり、費用分析に含めるべきではない。代替火力関連分についても、極めて極端なシナリオに基づいていると考えられ、使用済燃料についての結論をきちんと導き出すことで原子力発電所がすぐに、永久に止まるということは回避可能ではないか。
- ・そもそも再処理のコストについては、六ヶ所の再処理工場が40年間100%順調に稼働するという前提での試算に基づくものであるが、再処理工場の稼働が大幅に遅れていることなどを考えると、もっと高くなる可能性を考慮することが必要ではないか。また、使用済MOX燃料の処理コストなどが適切に盛り込まれていないのではないか。

○核不拡散性

<2005年原子力政策大綱策定時の評価結果>

- ・直接処分では、処分後数百年から数万年にわたり転用誘因度が継続するので、この間、侵入活動に対するモニタリングや物的防護の効率的かつ効果的で国際的に合意できる手段の開発と実施が必須

- ・中間貯蔵については、国際的に合意できる措置を確立するのに10年以上の時間がかかる可能性がある。

<上記評価結果に関する論点>

- ・数百年後のテロリストが地下数百mの処分場に侵入し使用済核燃料ごとプルトニウムを盗むことを防ぐよりも、現在の地上において貯蔵加工輸送されるプルトニウムやMOX燃料を防護する方がはるかに困難ではないか。
- ・原発依存度を低減していこうとする中では、再処理をした後のMOX燃料の使用可能性も低減し、その結果として、使い道が明らかではないプルトニウムを作り出す再処理を継続することは核不拡散の観点からも問題。

○海外の動向

<2005年原子力政策大綱策定時の評価結果>

- ・再処理：フランス、ロシア、中国、ドイツ、スイス、ベルギー
- ・直接処分：米国、韓国、カナダ、スウェーデン、フィンランド
- ・中間貯蔵：先進国ではない

<上記評価結果に関する論点>

- ・2011年2月21日の原子力委員会新政策大綱策定会議で報告された資料によると、商用の再処理施設がある国は、フランス、イギリス、ロシア、インドであり、中国はパイロットプラントがあるという状況。ドイツは、2002年の原子力法改正による、2005年7月以降の再処理事業者への使用済核燃料の引き渡しを禁止。

【再処理を前提とした核燃料サイクル路線を見直した場合の課題】

上記の再検証の結果を踏まえると、再処理という方法が日本にとって取るべき選択であるという結論を見直すべきではないか。

他方、これまでの国の方針であった再処理を前提とした核燃料サイクル路線を見直すことについては、以下のような課題について議論がある。

○使用済核燃料や高レベル放射性廃棄物の貯蔵先がなくなる

<課題>

- ・これまで核燃料サイクル事業を前提に、青森県や六ヶ所村は、各原発からの使用済核燃料や海外からの高レベル放射性廃棄物を受け入れてきた。核燃料サイクル事業の凍結あるいは中止は、これらの地方公共団体との約束を反故にしたこととなり、使用済核燃料や海外からの高レベル放射性廃棄物の受入先がなくなり、あるいは現在、六ヶ所村で受け入れている分も各電力会社に返還ということになる可能性がある。その場合、そもそも各原発サイトの使用済核燃料の保管プールがいっぱいにな

第2章3項 放射性廃棄物問題【植田会長】

り、原発が稼働できなくなったり⁷、使用済核燃料が六ヶ所村に搬出されることを前提に、使用済核燃料の一時保管を認めてきた原発立地の地方公共団体が今後の原発稼働に反対することも考えられる。さらに、海外からの高レベル放射性廃棄物の受入先がなくなることで、国際的な問題となりうる。⁸

<議論>

- 上記の問題については、使用済核燃料や高レベル放射性廃棄物の貯蔵先がなくなるがゆえに、核燃料サイクルを実施するというのは本末転倒ではないか。核燃料サイクル路線を凍結した上で、1、2年以内に、使用済核燃料の扱いについての結論を出し、その結論に従って、使用済核燃料を取り扱うことにすれば、上記の問題は生じないのではないか。
- 従って、使用済核燃料の扱いについて、なるべく早く、現在の核燃料サイクル事業に関する状況、コスト、技術動向、国際環境、環境に与える影響、後世への負荷などの情報を明らかにして、透明性・客観性を確保し、国民の総意に近い形での結論を得るべき。

○核燃料サイクル路線の見直しに伴う関係自治体の対応について

<課題>

- 現在の核燃料サイクル路線を見直そうとする場合、仮に、原発が止まることはなくても、少なくとも、以下の問題が生じる可能性は大きい
 - －青森県や六ヶ所村など関連地方公共団体から、再処理事業を行わないことによる財政的な問題の補償
 - －使用済核燃料が現在置かれている地方公共団体（各原発サイト、六ヶ所村など）から、自分のところが最終処分場となってしまうのではないかという強い懸念

<議論>

- 上記のいずれの問題も極めて重要であり、電力消費地も含めた国全体の問題として対応を考えるべき。他方、上記の問題の発生を避けるために、核燃料サイクルを継続することは、目的と手段が逆転することになるため、上記のことも含めて、国民的な議論をした上で、後世に向けて、使用済核燃料をどうするかを議論すべき時ではないか。

○技術・人材について

⁷ 2010年末時点の日本における使用済核燃料の貯蔵容量は、各発電所のサイト内約2万tU、六ヶ所再処理施設約0.3万tU。現在建設中のむつりサイクル燃料貯蔵施設約0.5万tU。これに対し、2010年末時点での使用済核燃料は約1.7万tUであり、残っている貯蔵容量は限られている。

⁸ 現時点で、高レベル放射性廃棄物の貯蔵施設は、我が国では六ヶ所村にしかなく、他方、英国に再処理を委託した結果発生した高レベル放射性廃棄物が英国に残っている。

<課題>

- 再処理事業が終わり、原発のなくなる場合には、再処理技術⁹を含む原子力関係の技術が継承されず、人材が枯渇し、それが原子力の安全を脅かすことになる。

<議論>

- 原発の安全確保、使用済核燃料の安全な処理など、今後、さらに必要となる原子力関係の技術のための人材育成や技術開発は国が責任を持って対応する必要がある。例えば、原発の国有会社を作り、人材や資本の集中を図りつつ、先端的な原子力技術の開発を戦略的に行っていくことなどを考えるべき。¹⁰

○使用済核燃料を発生させた責任について

<課題>

- 原子力発電のメリットを享受してきた以上、そこから生じた使用済核燃料については、責任をもって、再処理すべきである。

<議論>

- 使用済核燃料の処理は必須。安易に海外に頼るような話ではない。
- 使用済核燃料の処理の仕方としては、必ずしも、再処理だけではなく、直接処分、あるいは、中間貯蔵をした上で最終処分を決定するという選択肢がある。
- 現段階で、半減期何万年という物質を、地下数百メートルに埋めてしまい、目に見えない形で保管すると決めることが本当に責任を取ったといえるのか。

○アジアにおける再処理について

<課題>

- 韓国をはじめとするアジア諸国で発生する使用済核燃料については、核不拡散の観点からは、六ヶ所の再処理施設で集中的に再処理することが適当。
- アジア諸国の分の使用済核燃料を六ヶ所の再処理工場で処理することで、再処理工場の稼働率を上げて、コストを抑えることができる。

<議論>

- 再処理をすること自体が核不拡散の観点から適当ではないのではないか。
- 再処理後の高レベル放射性廃棄物の最終処分については、国内ですら目途が立っていない中で、海外の使用済核燃料も引き受けて、再処理を行うことは非現実的ではないか。

⁹ 再処理技術については、(独)日本原子力研究開発機構の東海再処理施設での研究開発が可能(既存の東海再処理施設でも、六ヶ所の4分の1の量の再処理が可能)

¹⁰ 革新的エネルギー・環境戦略においても、原子力の人材や技術の維持・強化は政策の柱として掲げられており、それを踏まえて、2012年11月27日のエネルギー・環境会議で、原子力人材・技術の維持・強化策の中間報告が経済産業省・文部科学省から報告されている。

上記の〈議論〉の中で指摘したとおり、核燃料サイクル路線の変更の課題については、それを理由として、再処理路線を継続しなければならないというものではないと考えられる。

【放射性廃棄物の問題についての考え方】

- これまで検証してきた結果を踏まえると、核燃料サイクル（再処理）が、放射性廃棄物の問題への解決策として、他の直接処分や貯蔵・暫定保管といった方法と比べて、特に優れているとは考えられない。
- この問題は、今後、超長期にわたる問題であり、これまで全量再処理を国策として進めてきたということのみをもって、選択するべきものではない。
- この問題は、本質的には、将来何万年という期間にわたって放射能を出す物質をどう扱うかということであり、その対処方針としては、その物質の処分方法として、現時点で最も安全と思える方法を選択するべきである。
- 再処理後の地層処分や直接処分は、地震国である我が国において、深い地層に埋めてしまうことが本当に適切か、いったん埋めてしまえば、「想定外」の事態の発生が起きた場合には、その影響は計り知れないものとなるおそれがある。さらに、そのリスクを何十年、何百年、何千年先の子孫にも課すことになる。他方、中間貯蔵は、地表で高レベル放射性物質を保管するというものであり、あらゆる災害やテロなどのリスクにさらされる可能性は高いといえるかもしれない。
- 原子力発電によるメリットを享受した我々が取るべき方策として、どうすべきかを真剣に考えたい。
- かかる観点から、日本学術会議が、原子力委員会に対して回答した高レベル放射性廃棄物の処分についての以下の6つの提言は十分に検討に値するものであり、これらを実行に移すべき。
 - (1) 高レベル放射性廃棄物の処分に関する政策の抜本の見直し
 - (2) 科学・技術的能力の限界の認識と科学的自律性の確保
 - (3) 暫定保管および総量管理を柱とした政策枠組みの再構築
 - (4) 負担の公平性に対する説得力ある政策決定手続きの必要性
 - (5) 討論の場の設置による多段階合意形成の手続きの必要性
 - (6) 問題解決には長期的な粘り強い取組みが必要であることへの認識

【原発政策との関係】

- 上記のとおり、放射性廃棄物をどうするかという問題は、どのような方法を選択した場合であっても、大きな課題を乗り越えなければならず、将来の世代に負担を課すことには違いない。そして、放射性廃棄物は、現状では、原子力発電を続ける以上は発生してしまう。
- 従って、放射性廃棄物の問題の確実な解は、原発に頼らないことであろう。

第2章3項 放射性廃棄物問題【植田会長】

- 「使用済核燃料は、既にある以上は、今原発を止めても一緒ではないか」という指摘もありうるが、本当にそれでいいのだろうか。
- 「技術開発が進み、後世に負担を残さない方法が確立されるかもしれないのだから、それを目指すべきだ」という指摘もあるかもしれない。もちろん、それが実現できれば素晴らしいことであり、是非とも、そうした技術開発を目指すべきであろう。しかし、あくまでも、確立できるかどうか分からない以上、その方法が確立されてから、改めて原発を推進してもいいのではないか。
- 今の我々が後世の人々のためにできることは、できる限り使用済燃料を出さないことと、既に出している使用済燃料の処理について、最も負担が少ないであろう解決策を見出すこと。
- 自分たちのことだけを考えた行動により、後世に負の遺産を残すという事態を避ける最大限の努力をすることが我々の責務ではないか。