

## 長計策定会議政策評価視点「環境適合性」について

地層処分問題研究グループ

<http://www.geodispo.org>

原子力長期計画の新計画策定会議では、4つの基本シナリオを10項目の「評価の視点」から検討することとしているが、第9回策定会議において事務局から提示された具体案は、各シナリオを公平に検討しておらず、六ヶ所再処理工場を予定通り稼働する全量再処理路線の堅持が結論となるよう一方的に誘導している。このうち「環境適合性」について、事務局案は、再処理は資源を回収利用し廃棄物を減らす活動であるため、「循環型社会の哲学と整合的」とであると評価しているが、これは一方的な評価と言わざるを得ず、本稿ではこの問題を論じる。本稿における各論の要点は、以下の通りである。

- ①循環型社会において最優先される廃棄物発生抑制の最も直接的な対応策は、できるだけ原子力発電を使わずに済ませることである。
- ②事務局案の再処理による発生量の抑制、有害度の低減の効果は顕著ではない。
- ③再処理は、放射性物質を環境に直接放出し、また低レベル放射性廃棄物の発生量を増大させる。
- ④現時点でのプルトニウム利用は、コストとエネルギー収支の面から、良いリサイクルであるかどうか疑わしい。

これらの点を総合して考えると、事務局案とは正反対に「再処理は循環型社会の哲学と整合しない」という評価も十分に成り立つ。したがって「環境適合性」という観点から、広く合意が得られる結論として各シナリオ間に明らかな優劣をつけることはできない。

### はじめに

第9回策定会議（10月7日）の事務局提出資料「環境適合性について」では、環境基本法の長期的目標の「循環」を引用し、

廃棄物等の発生抑制や循環資源の循環的な利用及び適正処分を図るなど、物質循環をできる限り確保することによって、環境への負荷をできる限り少なくし、循環を基調とする社会経済システムを実現する。

という部分を強調しており、同会議において事務局から提示された評価の視点の整理の具体案では、「環境適合性」について次の3点が挙げられている。

- 高レベル放射性廃棄物の発生量は、再処理した場合、直接処分した場合に比べて体積で30～40%程度（処分場面積では約半分～2/3程度）に抑制される。
- 高レベル放射性廃棄物の放射能の潜在的な有害度は、直接処分する場合（使用済燃料）は、再処理する場合（ガラス固化体）の約8倍（同一発電量当たり発生量の千年後時点）になる。
- 再処理により資源を回収利用し廃棄物を減らすことを目指す活動は、循環型社会の哲学（資源消費及び廃棄物発生抑制、資源再利用や再生利用）と整合的である。

事務局案は、第1点と第2点により、再処理によって高レベル放射性廃棄物の体積（および処分場面積）と有害度が減り、再処理で回収したプルトニウム利用によるウラン資源の節約も合わせて考えると、再処理が「循環型社会の哲学」と整合していると第3点で結ぶものとなっている。しかしながら、このような評価の視点の整理は、以下に論じるように、特定の論点だけを一面的に取り上げたものであり、これをもって各シナリオ間に優劣をつけるのであれば恣意的であると言わざるを得ない。

## 循環型社会と廃棄物発生抑制

事務局案は「循環型社会の哲学」という観点を打ち出しているが、ここで問題なのは「循環型社会の哲学」として何に重きを置くかである。循環型社会形成推進基本法では、いわゆる3Rについて、廃棄物発生抑制（リデュース）・再使用（リユース）・再生利用（リサイクル）の順に優先順位をつけている。放射性廃棄物を発生する原子力発電について、廃棄物発生抑制とは、原子力発電による発電量を減らすことが最も直接的な対応策であると考えるのが、原子力の賛否によらずごく自然である。もちろん現実的な制約のもとで、放射性廃棄物を減らすためにどれだけ原子力発電を減らすかは、立場や価値観の違いを反映するので、どう結論するのが正しいと一方的に決めつけることは難しい。しかしながら循環型社会の形成が目指すものは、大量生産・大量消費・大量廃棄から脱却し、持続的な社会をつくることであり、できるだけエネルギー使用量の少ない社会を目指すということは、その精神とよく整合している。

したがって、事務局案のように「再処理が循環型社会の哲学と整合している」という論説を張ることも可能ではあるが、それは論点を都合よく選んでいるに過ぎず、広く合意の得られる考え方ではない。

## 処分場面積で比較する廃棄物の発生量

計算の条件にもよるが、再処理をしてガラス固化体を廃棄体にすることによって、事務局案の第1点が述べるように、処分場の面積が直接処分より何割か減少すること自体は確かではある。しかし、その程度の減少が実質的にどれだけの効果があるのかは検証されていない。

また、MOXの使用済み核燃料は発熱量が高いため、ウランの使用済み核燃料のガラス固化体処分に比べて必要となる処分場面積は、直接処分した場合に4倍程度以上、ガラス固化体処分でも再処理時期によって2~4倍程度になる。このため、ウラン燃料とMOX燃料とを足し合わせてサイクル全体で評価すると、必要となる処分場面積はウラン燃料の直接処分とさほど変わらない。したがって、処分場面積の比較によって、再処理と直接処分の廃棄物の発生量の大小に優劣をつけるほどの差はない。詳細については本稿の付記1を参照されたい。

## 放射性物質の有害度で比較する廃棄物の発生量

事務局案の第2点である潜在的な有害度の低減は、再処理でプルトニウムを除去する効果によるもので、それ自体は間違っておらず、潜在的な有害度が減るにこしたことはない。

しかし、使用済み核燃料を直接地層処分したときに、処分場の「人工バリア」と「天然バリア」が期待通りに機能するのであれば、将来の被曝への潜在的な影響が大きいのはプルトニウムではなく、ヨウ素、炭素、セシウムなどの移動度の高い元素の長寿命核種である。すなわち、地層処分の安全性評価という観点からは、再処理によって将来の潜在的な被曝影響はまったく低減していない。この論点の詳細については、本稿の付記2を参照されたい。

一方、事務局案ではまったく触れていないが、再処理工場の運転によってクリプトン 85、炭素 14 などの日常的な放射能の放出があり、その量は安全規制のもとにあるとはいえ、実質的効果のない「潜在的な有害度の低減」に比べれば、実際に放射能を放出するという点で環境負荷は確実にある。また、再処理によって低レベル放射性廃棄物が大量に発生することも確実である。

したがって、放射性物質の有害度については、以上の観点の何に重きを置くかに応じて、再処理によって廃棄物の発生量が増えるか減ると評価するのかが一義的には決まらない。

### ウラン資源の節約効果

事務局案では、プルトニウム利用はウラン資源を節約することから、循環型社会の哲学に整合するものとして、無条件に良いものと評価しているが、ある資源のリサイクルが良いリサイクルであるかどうかを判断するには、様々な条件をよく吟味する必要がある。

他の資源をもって代えることのできない用途にある資源であれば、コストやエネルギー収支が不利であっても、リサイクルを選択せざるを得ないであろうが、プルトニウムは核燃料として使われるのであるから、ウラン利用とのあいだのコストとエネルギー収支を十分に比較検討する必要がある。コストについては、別稿「核燃料サイクルのコスト評価について」でも詳細に検討したように、現状のウラン価格のもとではプルトニウム利用は不利である。エネルギー収支については、ウラン濃縮のエネルギー効率が良い場合に再処理は直接処分よりも劣るという報告もある\*。コストやエネルギー収支が見合わないリサイクルは、その分だけ環境負荷も与えることになるので、「循環型社会の哲学」に照らして、再処理が良いリサイクルとは言えない可能性は高い。特に、プルトニウムの軽水炉利用は、本質的にウラン消費が主であり、ウラン資源の節約も 10%程度と小さいので、1 回目の再利用のときにしか資源節約効果はないので、ウラン利用にくらべてメリットが大きい時期を選んで行わねば意味がない。

したがって、ウラン資源の希少化がある程度進み、プルトニウム利用の効果が大きい時点になるまでは再処理は研究開発にとどめておくということも、一つの方策である。その場合に技術の継承をどうするのかは大きな問題であるが、そのことについても定量的な検証が必要であり、六ヶ所工場を稼働させさえすれば技術が継承されるのかも自明ではない。

### まとめ

長計策定会議の政策評価の視点の「環境適合性」について検討し、事務局案が評価している再処理の優位性は、廃棄物の発生量、廃棄物の有害度、資源の節約効果について特定の論点から一面的に論じたものであり、広く合意が得られる結論とはいえない。原子力利用とプルトニウム利用を積極的に進めない立場からは、再処理こそ環境適合性がないと評価することが可能であり、再処理を放棄はせずに原子力利用を進める立場からは、現時点での再処理・プルトニウム利用は適切でないという評価がありえる。したがって、現在策定会議で審議中の核燃料サイクル政策の評価について、「環境適合性」という観点で安易に優劣をつけることは避けるべきである。

---

\*内山洋司・横山速一，原子力発電新技術のライフサイクル分析，電力経済研究，37 (1996)の要旨（下記 URL）による。<http://criepi.denken.or.jp/jp/serc/periodicals/summary/37.html>

## 付記1 高レベル放射性廃棄物の発熱量と処分場面積

策定会議では、六ヶ所再処理工場を稼働させたとしても、第2再処理工場の稼働時期は明確ではなく、再処理で取出したプルトニウムから作った MOX 燃料は、原子炉から取出して45年後に再処理される場合を全量再処理シナリオと想定してコスト評価を行っている。MOX の使用済み核燃料はウランの使用済み核燃料にくらべて超ウラン元素の割合が高いため、プルトニウム238（半減期 87.7 年）とアメリシウム241（半減期 432 年）が発熱

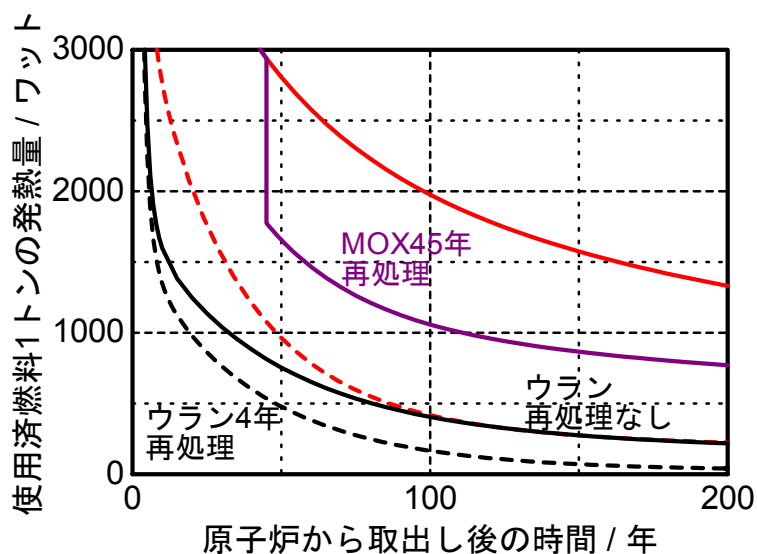


図1 ウランまたは MOX の使用済み核燃料とガラス固化体の発熱量

量の大半を占め、発熱量は4倍程度大きくなる。アメリシウム241は原子炉からMOX燃料が取出されてからもプルトニウム241（半減期14.4年）からも生成するため、再処理の時期によってガラス固化体の発熱量も変わる。図1に示したように、MOX燃料の炉取出し45年後再処理のガラス固化体の発熱量は50年後時点で約1700Wであり、ウラン燃料の4年後再処理のガラス固化体発熱量の3.5倍にもなる。なおMOX燃料4年後再処理の場合の発熱量は、ウラン燃料4年後再処理の約2倍となる。

使用済みMOX燃料のガラス固化体の発熱量をウラン燃料のガラス固化体の発熱量と同じにするのならば、MOX使用済み核燃料から作るガラス固化体の本数は、4年後再処理ならばウラン燃料の場合の2倍、45年後再処理ならば3.5倍の本数になるように、ガラス固化体1本当たりが含む高レベル放射性廃液を薄めることになる。処分場の面積は、ガラス固化体の本数に比例するので、再処理による次世代MOX燃料の再生率を核燃料サイクルコスト評価と同様に15%であるとすると、ウラン燃料のガラス固化体の処分場面積を1としたとき、そのウラン燃料の再処理で得られたMOX燃料のガラス固化体のために、4年後再処理の場合  $0.15 \times 2 = 0.3$ 、45年後再処理の場合  $0.15 \times 3.5 = 0.53$  だけ処分場面積がさらに必要になる。MOX燃料はウラン燃料の発電を肩代わりするものと位置づけられているので、直接処分と比較するには、発電量あたりの面積で考える必要があり、ウラン燃料とMOX燃料の燃焼度の違いを考慮するとウラン燃料+MOX燃料による発電量は  $1 + (40000/45000) \times 0.15 = 1.13$  であるから、発電量あたりの処分場面積は4年後再処理の場合、 $1.3/1.13 = 1.15$ 、45年後再処理の場合  $1.53/1.13 = 1.35$  となり、それぞれ15%増と35%増となるので、約半分～2/3程度とされる再処理による処分場面積の抑制の効果はさらに小さいものとなる。

## 付記2 再処理による毒性低減

事務局案では、再処理によって放射能の潜在的な有害度が低減されるとしているが、これは地層処分の安全性評価のうえではほとんど意味をもたない。

図2にガラス固化体処分と使用済み核燃料直接処分、そしてTRU廃棄物処分の安全評価の結果を1つのグラフにまとめて示した。図の主要部分は核燃料サイクル開発機構の第2次取り

まとめ報告書から転載したもので、レファレンスケースにおいて処分場から100mの地点での核種の移行量を仮想的に人間の生活圏での被曝線量に換算したもので、横軸は処分後の時間である。人工バリアと天然バリアの遅延効果のため、プルトニウムのうちプルトニウム239（半減期2万4100年）の寄与だけがこのグラフの範囲に入る（紫の実線）。図には、仮想的に、再処理によってプルトニウムを除去しない場合のプルトニウム239による被曝線量を紫の破線で示し、視覚的な補助として再処理による効果を紫の矢印で表した。つまり再処理によって、潜在的な有害度は減少するもの、処分の安全性という観点からは、プルトニウム以外の核種の影響のほうが大きい。

策定会議の技術検討小委員会に提出された直接処分の場合の予備的な線量評価の結果をピンクの実線で描いた（線量の評価地点はガラス固化体処分とは異なるが、ここでの比較の精度への影響は小さい）。この場合、炭素14の寄与が大きく、ガラス固化体処分よりも処分の安全性という観点での有害度は格段に大きい。再処理をした場合には、炭素14やヨウ素129がガラス固化体に含まれず、「超ウラン元素を含む廃棄物」（TRU廃棄物）として地層処分される。このTRU廃棄物地層処分の安全評価の結果（策定会議技術検討小委員会配布資料より）は緑の実線であり、直接処分の被曝線量に近い。TRU廃棄物処分の安全評価と直接処分およびガラス固化体処分とは評価条件がまったく同じではないので、厳密な比較はここでは意味を持たないが、再処理によって最終的に地層処分される放射性廃棄物による被曝影響は低減しないということには変わらない。

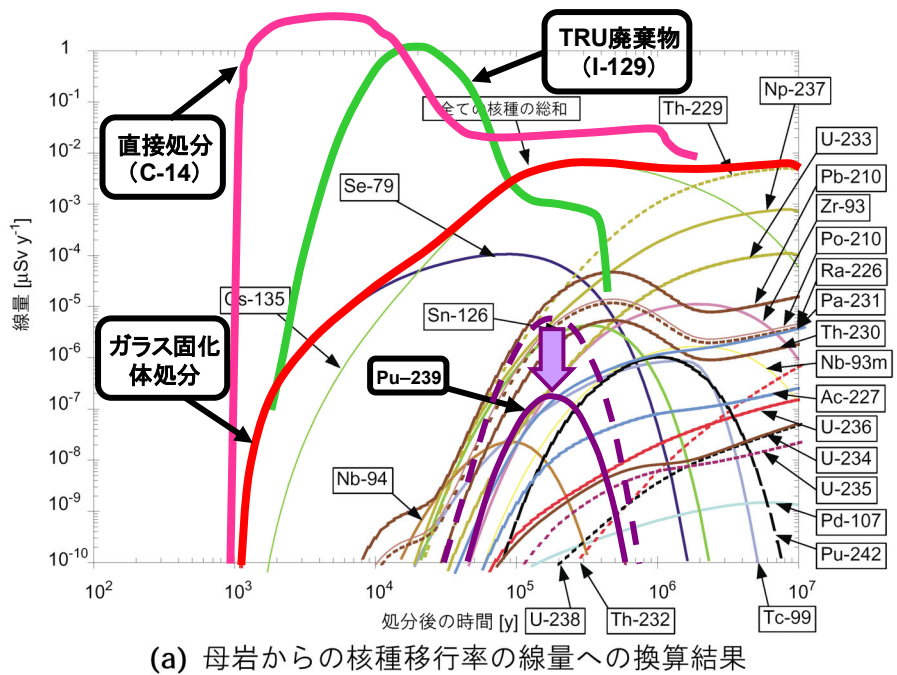


図2 高レベル放射性廃棄物とTRU廃棄物処分の安全評価