

2月23日 原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第8回)

番号	資料	ご発言委員	ご発言 (“→”は対応案)	アクション
29	1-1	山地	P.44 放射性廃棄物の発生量の面積の定義を示すこと	JAEA
30	-	伴	放射性廃棄物の発生量に伴う処分場の総面積を示すこと →シナリオ評価の時に示す	シナリオ評価時
31	1-2	尾本	P.3 評価対象とする技術選択肢が選択された理由を示すこと(資料1-1号と同じ)	内閣府
32	1-2	山地	P.4 ワンスルー、MOX多重リサイクルが既に実用化とは言い過ぎなので表現を見直すこと	内閣府
33	1-2	伴	P.4 MOX多重リサイクルは実用化されていないので、表現を見直すべき	内閣府
34	1-2	山名	P.4 ワンスルーとMOX 多重リサイクルが既に実用化はしているとは言い過ぎ、表現を見直すこと	内閣府
35	1-2	尾本	P.4 “過去50年の研究開発を経てきているが実用化されていない。”という表現は、技術的な見込みが無いと読めるので表現を工夫すること	内閣府
37	1-2	松村	P.4 ウラン価格が上昇すると専門家が思っているのであれば、どの程度上昇すればMOXのコストを上回るのか評価すること	内閣府
38	1-2	松村	P.5 資源制約解放の定義を記載すること	内閣府
39	1-2	山地	P.5 長寿命炉は長寿命炉心に見直すこと	内閣府
40	1-2	山名	P.5 長寿命炉の名前だけでは良くわからない	内閣府
41	1-2	山名	P.6 ワンスルーの経済優位性は20年くらいは続くかもしれないが、30年は続かないと考える。 →その旨、併記する。	内閣府
42	1-2	山名	P.9 保障措置とセキュリティは、それぞれの項目毎に記載すること。	内閣府
43	1-2	山地	P.10 “MOXリサイクル”は“MOXを利用する”という表現の方が現段階では適切ではないか	内閣府
44	1-2	山地	P.10 MOXリサイクルからFBR移行がもっとも有望とあるが、有望とは何か表現を見直すこと	内閣府
45	1-2	松村	P.10 MOXリサイクルからFBR移行がもっとも有望とあるが、総合評価はしていないので表現を見直すこと	内閣府
46	2	山地	P.3 核燃料サイクルの議論を行うに当たって、どのリスクが当てはまるのか定義を記載する(山地委員のコメントに対する代理	内閣府
47	2	松村	P.10までの化石エネルギーとの比較については、この委員会の趣旨とは異なるのではないか?	内閣府
48	2	近藤	P.16 ウランの確認埋蔵量は630万tではなく、1500万tではないか?	内閣府
49	2	鈴木代理	天然ウランについては、長期的な資源の問題よりは、短期的な供給不安のリスクの方がより課題として重要	内閣府
50	2	鈴木代理	Puの利用することが供給不安のリスク低減にどれだけ貢献するか議論が必要	内閣府
51	2	鈴木代理	濃縮については、我が国の濃縮事業の位置づけに関する議論が必要	内閣府
52	3-1	山地	P.9 軽水炉使用済燃料貯蔵の容量を示すこと	電中研
53	3-2	伴	P.6 東海第2の乾式貯蔵の容量を示すこと	電事連
54	3-2	尾本	P.9 “地元の理解と同意が重要である”とあるが、大綱の場でどのように地元の合意を得られるようにして行くべきかを投げかけるべき。	?
55	3-2	山名	貯蔵の定義を明確化すべき、長期貯蔵をする場合には長期の燃料の健全性を考える必要があるので、貯蔵方針を議論しておくべき	?



# 核燃料サイクルの技術選択肢： 第1ステップのまとめ(案) **改定版**

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会

平成24年2月23日

内閣府原子力政策担当室

## 第1ステップ議論の目的

—政策選択肢の議論をする前に—

- 第2ステップにて政策選択肢の議論をするうえで、必要と思われる「技術の特性」について、我が国のみならず世界における研究開発・実用化等の最新情報の共有と理解を深めること。
- 現在我が国が進めている核燃料サイクル・高速増殖炉路線に加え、検討するにふさわしい代替サイクル路線(技術選択肢)を整理すること。
- 不確実性が高い炉型やサイクル技術については、将来の検討に資するよう情報の整理を行うこと。
- 既存路線と代替路線について、それらの得失について整理し、その評価の視点(評価軸)を整理すること。
- 以上について合意できる点、そうでない点を整理すること。

## 小委員会での評価する技術選択肢について

- 日本の現行政策、諸外国(米国グループ)リボン委員会及びOECD/NEAを代表例として紹介)の状況及び後述の革新概念の技術成熟度に鑑み、本評価ではウランープルトニウム体系を中心に核燃料サイクルオプションを検討

- なお、本評価対象以外にも、後述の革新概念に挙げるような様々な概念が提案されている。本評価はそれらの技術開発や実現可能性を否定するものではない

2012/2/16

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第7回)

3

## 評価対象とした技術選択肢

軽水炉	再処理	高速炉		選択肢
		アチチノイド燃焼	燃料増殖	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	LWRワンズルー
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	LWR-MOX限定リサイクル (ウラン燃料のみ)
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	LWR-MOX多重リサイクル (全量)
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	LWR-FR(アチチノイド専焼)
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	FBR

2012/2/23

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第8回)

4

## まとめ(1)

■ **技術成立性**: ウンスルー、MOXリサイクルは、**地層処分を除き、商業化された\*実績があるが、それ以外は研究開発段階であり、経済実証の運転等を経て、実用化に至るには20～30年以上かかる。**

□ 今後20～30年を考えた場合、軽水炉(次世代を含む)発電によるウンスルーとMOXリサイクル(限定、多重にかかわらず)が成立しうる選択肢である。MOX(限定)は英米でフルトウラム燃焼用として計画されている。

□ また、今後30年以降を考えた場合、革新炉の中ではFBR(ナトリウム冷却)と超高温ガス炉が最も実現可能性が高い。ただし、FBRは過去50年の研究開発を経てきて、一部では実証炉まで完成したものの、**社会経済情勢の変化などもあり、商業化されていない。**他の革新炉は概念設計段階。

□ 次世代再処理技術では、先進湿式、乾式再処理が工学試験規模で実証されている。海水ウラン、トリウム燃料は要素技術開発段階。

\*「商業化」とは研究機関ではない事業者が設計・建設・製造・利用すること。

2012/2/23

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第8回)

5

## まとめ(2)

■ **資源利用効率**: ウンスルーは効率が最も低い。資源制約解放をもたらすのはFBRのみ。

□ MOXリサイクルはウンスルーより効率的。ただし、その効果はFBRに比べ限定的。FRMLWRより資源利用効率は高い。

□ ウラン資源確認埋蔵量はウンスルーでも今後50年程度の需要を満たせると考えられる。ウラン需給ひっ迫に対してはウンスルーが最も脆弱だが、FBRが実用化されるまではどの技術選択肢でもウラン需給ひっ迫への対応が必要。

□ FBRが商業化されれば、ウラン資源埋蔵量は数百～数千倍となり、事実上資源制約から解放される。ウラン資源を数倍程度に拡大できる代替案として、トリウムサイクル、ウンスルーでも海水ウラン、燃料交換を必要としない長寿命燃料を用いた**原子炉等(燃焼度向上)があいうる。**

2012/2/

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第8回)

6

### まとめ(3)

- **経済性**: ウンスルーが最も経済的。MOXリサイクルは今後ウラン価格、再処理費・MOX加工費の動向により経済性は向上しうる。FBR・FRの経済性は研究開発の成否に依存する。
- ウンスルーはウラン価格の影響を受けやすく、MOXリサイクルは再処理・MOX価格の影響を受けやすい。

□ 現在の見通しでは、ウンスルーの経済性優位が今後20～30年程度続く可能性が高い。

- ウラン価格が2倍の場合、ウンスルーが1.35円/kWh, 全量再処理は2.29円/kWh

■ (または)ウラン価格が\$xxx/kgUになれば、リサイクルが経済的に有利

2012/2/23

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第8回)

7

### まとめ(4)

- **安全性**: 福島事故を踏まえての安全性向上が必要。通常時の被ばくリスクは、ウンスルー、リサイクルともほぼ同程度と推定されている。

- MOXリサイクル、FR/FBRは施設数が増加するので、リスクを限定するためにはそれぞれの安全確保対策の向上が必要。
- ウンスルーでは、フロントエンドの被ばく量が高くなるが、リサイクルではバックエンドの被ばく量が高くなる。ただ、その差は誤差範囲に近く、総合的な安全性に決定的な差異をもたらすほどのものではない。
- 5つの技術選択肢に含まれない革新炉では安全性を飛躍的に高める概念も提案されているが、今後の研究開発が必要。

2012/2/23

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第8回)

8

## まとめ(5)

- **廃棄物処理・処分**: 総合的には、どの選択肢においてもその技術的困難度やリスクに大きな差はない。地層処分はどの選択肢においても必要であり、また安全に処分可能である。

- ウンスルーは、低レベル廃棄物の量が最も少ないが、高レベル廃棄物(使用済燃料)の量が最も多い。また、高レベル廃棄物の潜在的有害度が最も高い。
- FBR-FR(アクチノイド専焼)は、高レベル廃棄物の潜在的有害度が最も低い。また、処分場面積を最も低くすることができる可能性がある。アクチノイド専焼技術としてはADDSも研究段階にある。
- 地層処分の被ばくリスクは、どの選択肢においても自然放射線によるリスクに比ベ十分低く抑えることが可能。

2012/2/23

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第8回)

9

## まとめ(6)

- **核不拡散**: ウンスルーが最もリスクが低く、MOXリサイクル、FR/FBRの順でリスクが高くなるため、より高度な保障措置が必要となる。
- ウンスルーでは使用済燃料中にプルトニウムが含まれるため、地層処分後も長期的な保障措置の必要性が指摘されている。
- リサイクルオプシオンでは、分離プルトニウムが生成され、在庫量管理が大きな課題。純度の低いプルトニウムでも軍事転用は可能だが、FBRでは特に純度の高いプルトニウムが生成されることが課題。核拡散抵抗性を高めたりサイクル技術が開発されているが、その効果については意見が分かれている。

2012/2/23

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第8回)

10

## まとめ(7)

- 核セキュリティ: ウンスルーが最もリスクが低い。リサイクル、FBR・FRと分離プルトニウムを取り扱うため、より高度な核セキュリティ対策が必要。
- ウンスルーでは、使用済燃料に100年近くアクセスが困難であるので、相対的にリスクは低い。
- MOXリサイクル、FR・FBRでは分離プルトニウムの利用・在庫量、プルトニウム燃料輸送量などの増加により、テロリズムのリスクが高くなるので、より強固なセキュリティ対策が必要。

2012/2/16

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第7回)

11

## まとめ(8)

- 今後20～30年を見通した場合、MOXリサイクルとウンスルーのみが商業化の対象となる技術選択肢である。両者の相違点は、資源効率、経済性・核拡散・セキュリティリスクである。
- 資源効率でリサイクル、経済性・核拡散・セキュリティリスクでウンスルーが優位。安全面、廃棄物面では決定的差異はない。
- 長期的(30年後以降)な選択肢としては、資源効率や廃棄物面でFBRが最も顕著な特徴を有する。一方で、核拡散リスク・セキュリティ面で課題がある。FBRの代替案として多様な選択肢がありうる。
- 他の革新的技術については不確実性が極めて高いが、ウラン資源制約の緩和案を含め、代替案となりうる可能性がある。

2012/2/23

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第8回)

12