

1月24日 原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第6回)

番号	ご発言委員 (敬称略)	ご発言 ("→"は対応案)	アクション 担当
1	伴	P. 7 P. 8 ブルーリボン委員会及びOECD/NEAで検討された燃料サイクルの各委員会における検討結果を追加すること	内閣府
2	伴	P. 15 放射性廃棄物が減容するとあるが、再処理することによって廃棄物の総量は増える。減容は高レベル廃棄物のことであり、今の記載は誤解を与えるので見直すこと	対応不要
3	伴	P. 15 資源の乏しい日本とあるが、再生可能エネルギーがあることを考えるとウラン資源が乏しいと限定して記載するべき	
4	伴	技術選択肢を並べるだけでなく、どういう技術がどこまで成立し得るのかを議論していくべき →評価軸整理の中に技術的成立性を追加するとともに、参考資料として燃料サイクルの絵をつけて視覚的にも補足する	内閣府
5	伴	FRとFBRは技術的観点から大きく異なるのではないか、その技術情報を提示すべき	JAEA
6	山名	P. 17 廃棄物・使用済燃料管理の施設数、保管量は、燃料サイクルに伴う物量、物流であり技術的特性ではないか。	ステップ2で 対応
7	山名	我が国が作ってきたインフラの現状あるいは今後、インフラを変えた場合にはどのようなようになるのかを考えるべき	
8	田中	MOX燃料を2, 3回トリサイクルすることが出来るのかという技術的、経済的な議論をすべき	JAEA
9	田中	MOXの使用済燃料を中期的には貯蔵しておくオプションも考慮すべき	ステップ2で 対応
10	田中	MOX使用済燃料をどのような形(使用済燃料or粉末)で貯蔵しておくのが良いのかというオプションを検討しておくべき →貯蔵の観点から、MOXの使用済燃料の特徴をまとめる	
11	近藤	ウランの値段が上がればワンスルーでは発電単価が上がる、MOXのマルチリサイクルすると安全性の確保が難しくなると言った技術の特性については記載しておいても良い	JAEA
12	田中	アクチノイド燃焼については、どのような燃焼システムがよいのか技術開発の検討オプションとして幅広く検討しておくべき →第6回委員会資料の参考で示した各炉型の特徴を次回再掲し、その一つとして1枚もののADS説明資料を加える	
13	伴	技術選択肢には現時点での到達点や課題を追記すべき	
14	山名	技術選択肢に実用化までの課題を記載すべき	内閣府
15	伴	フランスのフェニックスで発生した制御できない出力変動の原因調査を教えて欲しい	JAEA
16	山名	LWRとFBRが共存するサイクルがあってもよいのではないか(FBRサイクルの中にこれが含まれると考えても良い)	
17	山名	P. 10 海水ウラン捕集は、ウラン需給の話であるのでここでの記載は不要ではないか	
18	山名	P. 13 新型転換炉はFRの代替とはならないのではないか、どういう趣旨で書いたのか?	会議で回答 済み
19	山地 (代理ご発言)	P. 10-13に記載されている代替オプションは不要	
20	鈴木	各技術選択肢の実用化の可能性、そこまでの課題を書き込む	内閣府
21	田中	第2ステップの議論が上手くできるように第1ステップをまとめるべき	対応不要
22	鈴木	各技術選択肢の中に、あるオプションを選択すると他の選択肢をとりづらくなるという特徴の記載を含める	ステップ2で 対応
23	伴	各技術的選択肢を並列して評価していくことに違和感を感じる →項目13, 14で対応	内閣府

番号	ご発言委員 (敬称略)	ご発言 ("→"は対応案)	アクション 担当
24	山名	100年程度のシナリオ対比評価をすべきである。これを政策評価と読んでいるのならば、シナリオ評価と呼ぶべき	ステップ2で 対応
25	又吉	評価軸として、各技術選択肢の技術的成熟度、現段階、今見えている将来のアウトルック、国内外を視野に入れた整理を加えるべき(過去に積み上げた知的財産等を取捨選択するに当たって、メリット・デメリットを評価するため) →第4回策定会議資料2-1号P. 34の諸外国の使用済燃料の取扱いをベースに作成する。	内閣府
26	田中	各技術選択肢における燃料加工の観点からの技術的成立性や安全性について追加すること →項目13, 14で対応	内閣府
27	伴	ステップ2においては、日本の再処理政策が各国に及ぼす影響を記載した方がよい	ステップ2で 対応
28	伴	評価軸におけるMOX燃料を使用した場合のウラン節約効果とあるが、本来の目的ではないのにこのように記載することはおかしい →余剰Pu抑制のための処置であることの記載をするか検討する	内閣府
29	伴	MOX燃料の使用が10~20%のウラン資源の節約となる評価の精査が必要	電事連
30	山名	技術的選択肢の核不拡散については、幅が広いのでいくつかの視点(転用抵抗性、保障措置、計量管理、技術拡散)に絞った方がよい	内閣府
31	山名	政策選択肢の核不拡散・セキュリティについては、多国間管理など国際的な核不拡散動向に対する整合性を考えるべき	ステップ2で 対応
32	山名	政策選択肢の政策変更に伴う課題については、既存インフラに対する影響という視点で考えるべき	
33	又吉	国際的な技術貢献を、技術選択肢の評価軸に加えるべき	
34	山名	廃棄物管理の最適化(再処理だけではなく、サイクル全体を含む)とそれに対する廃棄物マネジメントの自由度(埋設までの管理期間の合理化、コストの合理化)が、どれぐらいシナリオによって異なるかが評価には重要←代理からの問いかけにより、田中委員より、現状の記載で期間と量が入っているので十分だが、さらに低レベルについて含めればよいとご意見あり →対応検討中(ステップ2でシナリオができてないと回答できないのではないか?)	内閣府
35	伴	被ばくリスクの観点から言えば、低レベル廃棄物の増加によるリスク増加についても記載すべき	電中研
36	山地 (代理ご発言)	廃棄物の被ばくリスク評価は、フロントエンドからバックエンドまでのライフサイクルで考えるべき →項目35と同時対応、OECD/NEAの2002、2003年頃のレポート(原産協会訳あり)の更新版があれば参考になるのではないか	
37	伴	ステップ2でも良いが、回収ウランの取扱いについて記載すべき	ステップ2で 対応 (電事連)
38	伴	政策評価に当たっては、核燃料サイクルの他国の現状についてもまとめておくべき →項目27で一緒に対応	ステップ2で 対応
39	田中	回収ウランの取扱は重要な視点	ステップ2で 対応 (電事連)
40	又吉	高レベルと低レベルの廃棄物を分けて整理する際に、総合的に管理しやすいという視点、総合的に見てどれが最適かという視点も重要	
41	又吉	経済性についてはウラン価格の前提についても記載すべき →技術小委におけるウラン価格の燃料コストへの感度解析を利用、高速炉のコストはJAEAにて検討	内閣府 JAEA

番号	ご発言委員 (敬称略)	ご発言 (“→”は対応案)	アクション 担当
42	田中	ウラン価格だけではなく、ウラン資源を我が国が購入しやすいとか、国際競争、アジア地域での我が国の立ち位置という視点も重要 →エネルギーセキュリティの視点と解釈	ステップ2で 対応
43	伴	六ヶ所の現時点での成立性を踏まえて議論するために金子委員を呼んで話をしてもらうべき →検討小委では対応しない	対応不要
44	山名	日本原燃の経営の話を、政策を議論するの事業の話をここするのはフェアではないので、ここするべきではない	対応不要
45	山地	評価軸整理(案)の『経済性』は、技術選択肢が複数の原子炉の組み合わせとして設定する場合があるので、経済性評価を再度実施する必要がある。このとき、再処理等の経済性は、原子力規模を想定する必要がある。	ステップ2で 対応
46	山地	政策選択肢の評価軸において、エネルギーセキュリティを評価軸に加えること	ステップ2で 対応
47	山地	政策選択肢の評価軸において、廃棄物・使用済燃料管理は、独立の評価軸とする費用は無く、他の評価軸の中で評価できる	ステップ2で 対応



文献リスト

- [NEA2000] Radiological Impacts of Spent Nuclear Fuel Management Options: A Comparative Study
- [NEA2001] Trends in the Nuclear Fuel Cycle: Economic, Environmental and Social Aspects
- [NEA2009] Nuclear Fuel Cycle Transition Scenario Studies: Status Report

【概要】 燃料サイクル運用（再処理リサイクル、直接処分）におけるリスクのデロキシとして、サイクル各段の被ばく線量（従事者、一般公衆）比較評価事例を紹介する。ただし、報告書刊行が10年前と古く、その後のデータ改定については不詳のため、有用性は限定的。

1. 各文献と記載内容

- [NEA2000] OSPAR 委員会¹の委嘱に基づき、PWR 対象に代表的な燃料サイクル（リサイクル、直接処分）からの放射性物質の放出・拡散についてのデータ収集と分析を加えている。
- [NEA2001] 原子燃料サイクルの開発状況とそのトレンドを概観し、それらが原子力エネルギーの競争力や持続可能性にどのように資するものかを論じている。
- [NEA2009] 原子燃料サイクルの将来像を各国毎に展望しつつ、現在から将来の endpoint に至るまでの R&D 戦略や課題を抽出している。

2. サイクル間比較

[NEA2000] 従事者集団被ばく線量は、実施設（再処理は La Hague、ウラン鉱山は Olympic Dam ほかに）での実績値に基づいている。一般公衆集団被ばく線量は、サイト条件に依存しない標準的理想に基づき（'generic'）評価である。このため、一般公衆に対する評価には、人口分布や文化、環境等サイト条件に起因する多大の不確実性を伴うことが強調されている。結論として、従事者線量はサイクル間で差がないこと、とくにその大半を占める発電段階でのそれはサイクル間で全く差がないことが指摘されている。一般公衆線量については、サイクル間で差がないこと、あくまで比較対照用途に用いるに留めるべきことが指摘されている。

¹ 廃棄物の海洋投棄を禁じたオースロ条約、対象を地上起源及び海上産業活動に拡大したパリ条約に基づき、北東太平洋海域の保護を目的に、1972年に設立。欧州15カ国とEUが加盟。 <http://www.ospar.org/>

Table 23. Summary table of dose estimation for the public and workers
 from major fuel cycle stages of each option
 (Note: Collective doses in this report are used only in a comparative fashion)

Fuel cycle stage	Public (generic calculations)		Average annual individual dose to the critical group (mSv/a)	Workers (operational data)	
	Collective dose truncated at 500 years (mansv/GW _a)	Reprocessing		Annual collective dose (mansv/GW _a)	Reprocessing
Mining and milling	1.0 ⁹¹ (1.1 000) ^{90a)}	0.8 ^{93b)} [0.8 × 1.1 000] ^{94a)}	0.30-0.50 (0.020-0.940) ^{95a)}	0.02-0.18	0.016-0.14 ^{95b)}
	0.0009				
Fuel conversion and enrichment	0.0009		0.008-0.02	0.006-0.016 ⁹⁵⁾	
Fuel fabrication	0.6		0.007	0.094 ⁹⁵⁾	
Power generation	0.6	0.6	0.0005-0.0008	1.0-2.7	1.0-2.7
Reprocessing, vitrification	Not applicable	1.2 ⁹¹ (0.6) ⁹²⁾	0.40 (0.005-0.059) ⁹⁵⁾	Not applicable	0.014 ⁹⁵⁾
Transportation	Trivial	Trivial	Trivial	0.005-0.02	0.005-0.03
Disposal	Trivial	Trivial	Trivial	Trivial	Trivial
Total	1.6 ⁹¹⁾	2.6 ⁹³⁾	Not applicable	1.04-2.93	1.14-2.99

1. Collective doses for the reprocessing option have been scaled down by the ratio of mined natural uranium needed for the two options (179.3 t and 141.7 t, see Figure 1).
2. Weighted by UO₂ and MOX-fuel amounts (21.1 t and 5.5 t, see Figure 1).
3. Site-specific assessment values are given within brackets. They provide an indication of the sensitivity of results to assumptions about population distribution, habits of individuals and characteristics of the environment in which they live, and about conditions of releases.
4. The range refers to the sensitivity discussed in other studies UNSCEAR, SENES, IEC, using longer integration times (see Table 21 and Annex A1).
5. Collective doses from mining and milling could be a few tens of mansv in case of poor tailing-pile maintenance.
6. As explained in Chapter 6, no releases of radionuclides are expected within the first 500 years after placement of waste and spent fuel in a final repository.

[NEA2001]: [NEA2000]を引用しているが、記載された数値は微妙に異なっている(相違の理由は不詳)。結論の指摘も[NEA2000]と同様であるが、一般公衆に対する generic 評価値については、微量の被ばくによって多くの人口が長期間([NEA2000]では500年)にわたって受ける線量の合算値であることから、結果の誤用の危険性に警鐘を鳴らし、従事者に対する結果のみを評価指標として適切と考える旨の指摘がある。従事者被ばくのうち、鉱山での被ばくはウラン娘核種([NEA2000]ではRn222など)の寄与が大きい。一般公衆被ばくでは、C14による長期間の被ばく影響が主である。

² 欧州「外部コスト」国際共同研究 ExternEにおいて、原子力の外部コスト評価では、集団被ばく線量 13mansv/TWhのうち93%が(再処理施設からのC14放出の海洋拡散による)全世界の一般公衆集団被ばく線量である。外部コスト換算結果(割引率0%)においても、全体結果 2.5mBqU/KWhのうち91%が上記被ばく線量によるものであるが、割引率を考慮すると、3%/yrの場合で0.095mBqU/KWhと激減してしまう(従事者被ばくが主になる)ことが論議を呼んだ。

Table 3.6 Summary of estimated doses for major fuel cycle stages of each option

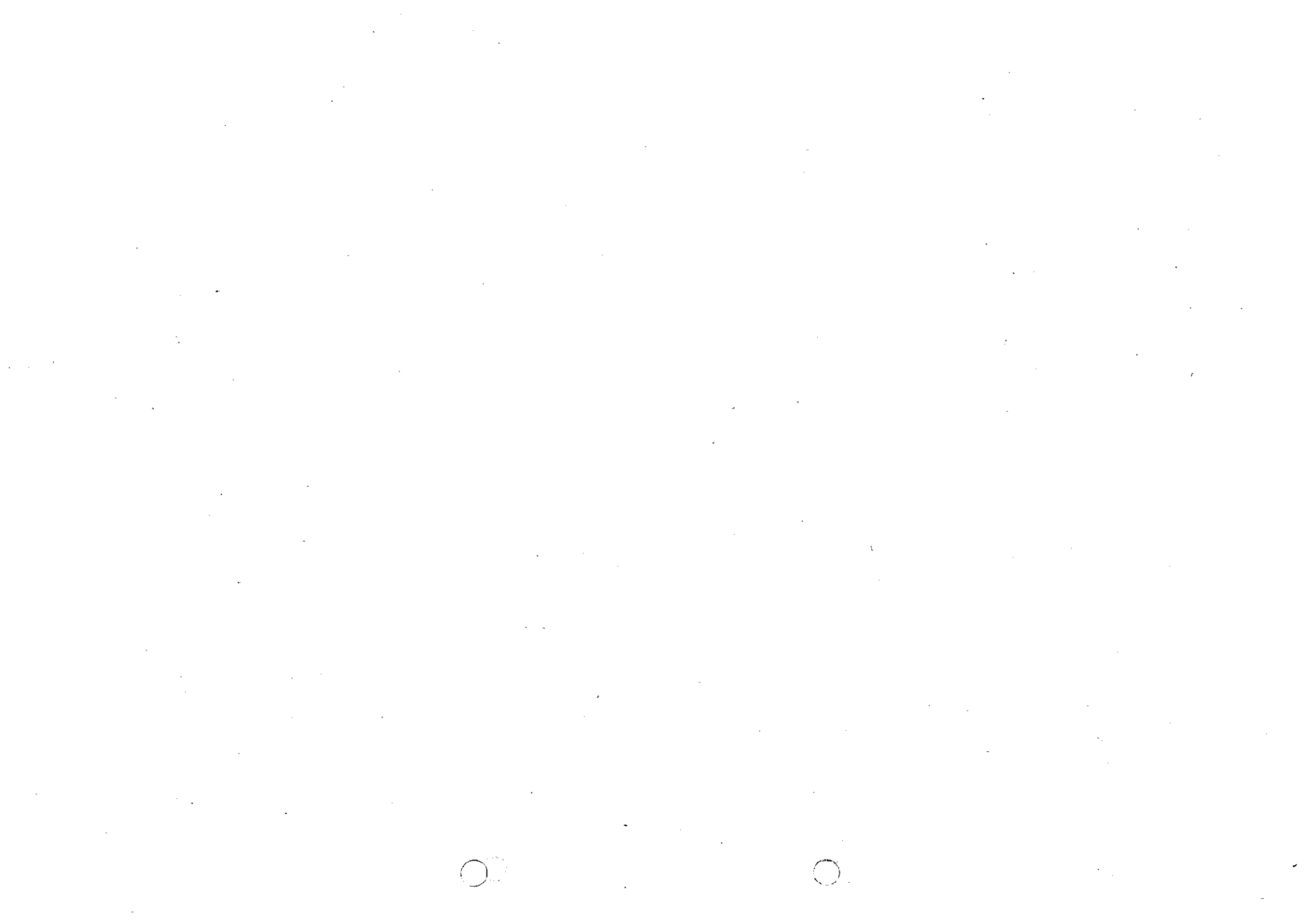
Fuel cycle stage	Generic analysis, Collective dose to population of Europe, truncated at 500y (mSv/Gwe-year)			
	Once-through	Recycle	Once-through	Recycle
Mining and milling	1	0.79 (1)	0.7	0.55 (1)
Conversion enrichment	0 (2)	0 (2)	0.02	0.016
Fuel fabrication	0.0009 (4)	0.0007 (3)	0.00657 (5)	0.0941 (3)
Power generation	0.65 (6)	0.65 (6)	2.7 (7)	2.7 (7)
Reprocessing, vitrification and interim storage	0	1.534 (8)	0	0.012 (9)
TOTAL	1.65	2.97	3.43	3.37

Remarks:

- (1) Scaled for recycle option based on the need for U_{eq} dose to workers taken from UNSCEAR88.¹⁴
- (2) Public doses included in contribution by fuel fabrication.
- (3) For recycle option weighted by UO_2 and MOX fuel amounts (21.1t & 5.5t).
- (4) Public specific analysis for Romans 3.21e-4, Melox 2.51e-3.
- (5) Workers: Romans 6.57e-3, Melox 4.3e-1.
- (6) Public: coastal 0.54, inland 0.65.
- (7) Workers: average for French 900 MW(e) units.
- (8) Public: generic analysis.
- (9) Workers: La Hague data.

[NEA2009]：政策決定条件の一つとして「環境影響の最小化」を挙げているものの、定量的な言及はなく、それに資する技術開発の必要性を提唱するに留まっている。

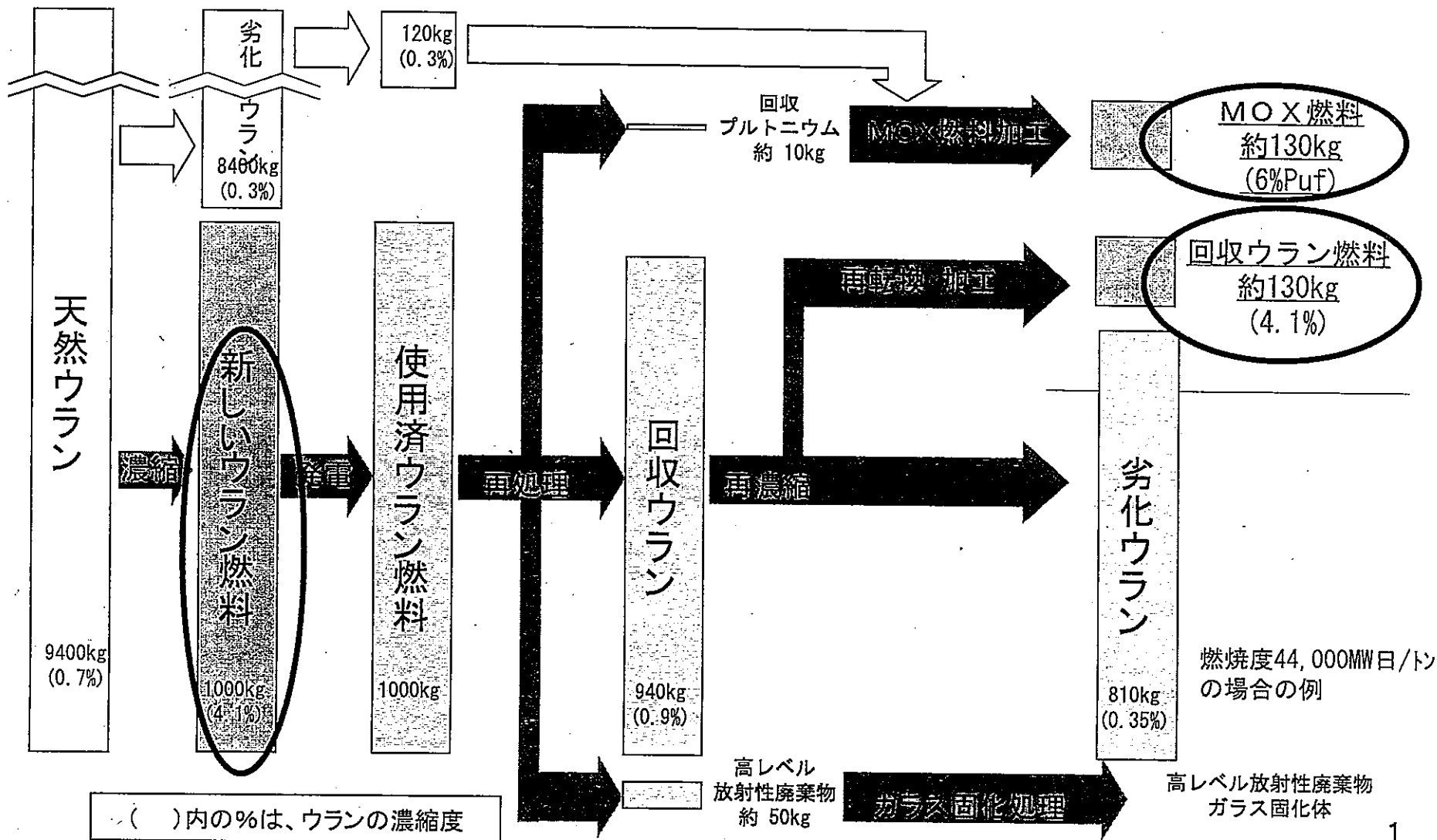
以上



プルサーマルによるウラン資源節約の効果

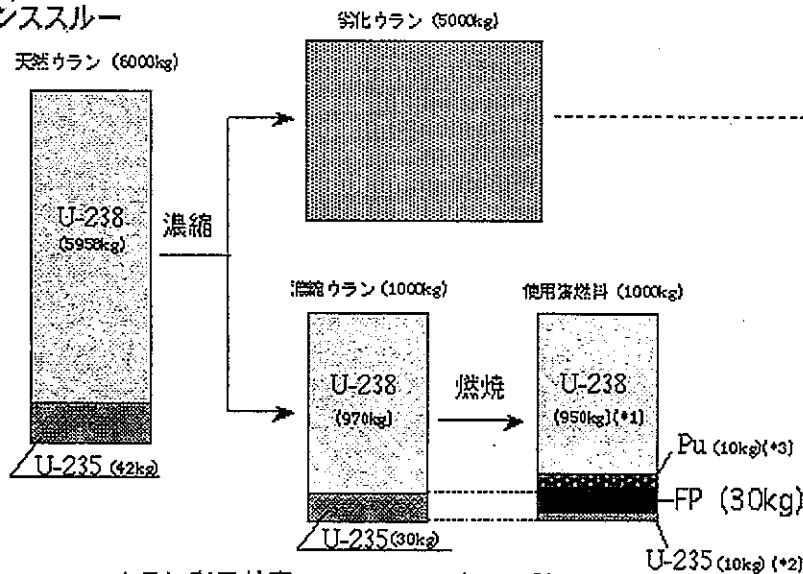
前回 大綱 (H17年) 資料

1000kgの使用済燃料を再処理すると、
約130kgのMOX燃料と約130kgの回収ウラン燃料を再生

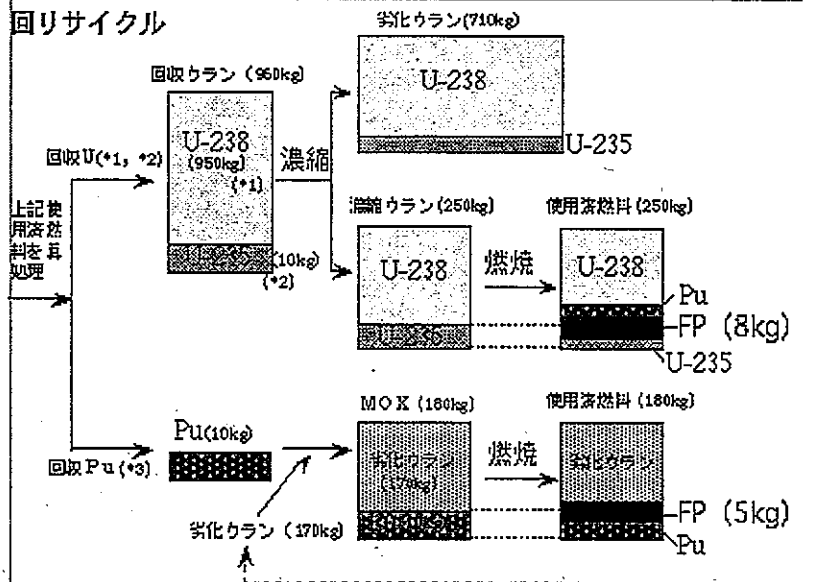


名称未設定

ワンスルー



1回リサイクル



ウラン利用効率 : $(30 + 8 + 5) / 6000 = 0.7\%$