

(プルサーマル)

2 - 1 核燃料サイクルにおいて、プルサーマルをどのように位置付けますか。

プルサーマルは、ウランと使用済燃料から回収されたプルトニウムを混合したMOX燃料¹¹を現行の軽水炉に装荷する方法です。既に稼働している軽水炉を利用することから、現段階でも実用規模で導入することが可能です。

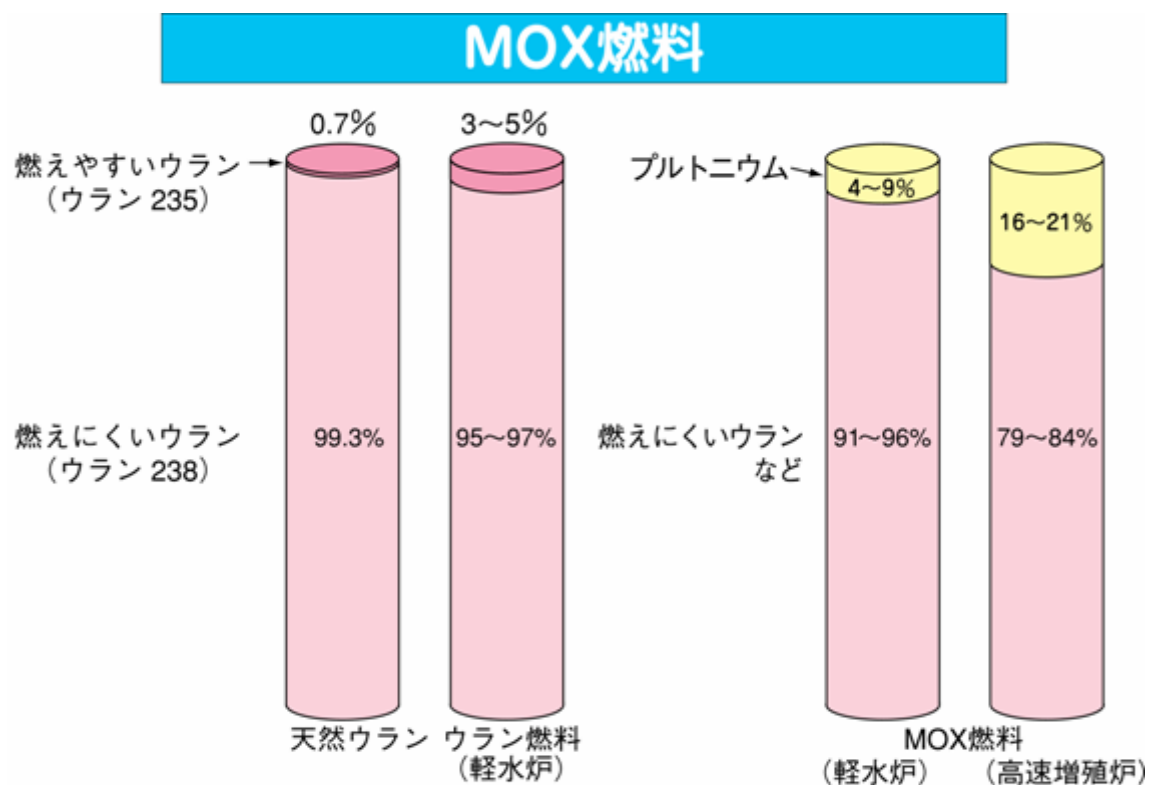
プルトニウムを利用する高速増殖炉は未だ原型炉で実用の段階ではありませんから、プルサーマルは、現段階において、国内の軽水炉内で生産されるプルトニウムを利用する現実的な方法であり、それによって我が国のエネルギー自給率を向上させる有力な手段です。ウランの利用効率については、2 - 5で述べますが、プルサーマルによるウランの利用効率は直接処分と比べて1 . 5倍になるという試算例があります。

さらに、プルサーマルは、高速増殖炉の導入といった核燃料サイクル分野における将来の本格的な資源リサイクル時代に備えて、民間における実用規模でのプルトニウム利用技術の蓄積・維持に貢献

¹¹MOX燃料 (Mixed Oxide Fuel): プルトニウムとウランを混ぜ合わせて作った燃料 (ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料) のことを言います。

するとともに、プルトニウム利用の実績を積みあげるにより、
プルトニウム利用に対する社会の理解を深めることができると思
います。

図2－1－1 ウラン燃料とMOX燃料との違い



MOX(Mixed Oxide)燃料：プルトニウムとウランを混ぜ合わせて作った燃料(ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料)で、軽水炉のプルサーマル計画や高速増殖炉などで使用される。

2 - 2 使用済燃料の長期的な貯蔵を選択し、画期的な処分技術若しくは再処理技術が確立するまで、処分等を凍結すべきではないでしょうか（再処理を急ぐ必要はあるのでしょうか。）

これまでの使用済燃料の発生量は、1990年度に630トン、95年度に910トン、2000年度に890トンとなっており、今後も原子力発電量の増加により、発生量が増加することが予想されます。このため、今後、日本原燃（株）六ヶ所再処理工場（以下「六ヶ所再処理工場」といいます。）の現在の処理能力（800トン／年）を上回る状況が続くものと考えられます。このため、2010年ころから、六ヶ所再処理工場に続く再処理工場の建設を検討することとされています。現在、2010年を目途に操業すべく、検討が進められている中間貯蔵施設については、使用済燃料が再処理されるまでの間の時間的調整を可能にするので、核燃料サイクルの計画に柔軟性を与えるものとして重要であると考えます。なお、中間貯蔵されることが予定される使用済燃料についても、中間貯蔵の後、再処理を行うこととしております。

他方、当面、使用済燃料を再処理するという方針を中断し、画期的な処分技術若しくは再処理技術が確立するまで、長期的な貯蔵を行い、処分等を待つべきではないかとの意見もあります。このよう

な考え方を採れば、相当大規模な使用済燃料貯蔵施設を建設するか、発電所内の使用済燃料プールを大幅に拡張することが必要となります。使用済燃料の再処理の代替となる方策が確立するまでは、いつまで貯蔵をすればいいのか、その期間を明示することはできません。

さらに、仮に将来核燃料サイクルを実施するのか、直接処分を行うのか、いずれを選択するとしても、その実施に当たっては、技術基盤の確立を含めて相当の準備期間が必要となるものであり、実施時点までにコストもかかります。このような観点から、最終処分を先送りすることは、将来の世代に処分の負担を残すことになると思います。

むしろ、海外で実績のある既存の技術を使い、使用済燃料の再処理とプルサーマルを進め、回収できるプルトニウムを再利用することによって、ウラン資源を有効に利用するとともに、再処理によって処分する高レベル放射性廃棄物¹²の量を削減することが可能で現実的であると考えます。

¹²高レベル放射性廃棄物：使用済燃料の再処理工程において排出される放射能レベルの高い廃液、またはこれの固化体をいいます。核分裂生成物（FP）と、マイナーアクチニド（Np,Am,Cm）を含み、高いレベルの放射能を有し、大きな崩壊熱を発生します。

図2－2－1 使用済燃料の発生量と発電電力量

年度	使用済燃料の発生量 (トン) ^(注1)	原子力発電所 基数 ^(注2)	発電電力量 (億kWh) ^(注3)
1990	630	40	2,014
1995	910	50	2,911
2000	890	52	3,219
2002	740	52	2,951

(注1) 経済産業省調べ

(注2) 各年度末時点の我が国の原子力発電所の基数。

(注3)〔出典〕(社)日本原子力産業会議調べ

2 - 3 既存の軽水炉で原子力の意義は十分確保されているので、核燃料サイクルを切り分けて考えるべきではないでしょうか。

核燃料サイクル政策を原子力政策と切り分け、軽水炉による原子力発電のみを政策の対象とし、発電により発生する使用済燃料の対策を考えない（若しくは別途使用済燃料の直接処分を行うことを政策として掲げる）とすれば、どのような便益と課題があるのでしょうか。

まず、原子力発電は、エネルギー安全保障の確保と環境適合性といった政策目標に合致しており、核燃料サイクルまで進めなくても、政策目標が達成できるのではないかとの意見もあります。また、経済性においても、核燃料サイクルは不要ではないかとの意見もあります。

2 - 1 で述べたとおり、国内における核燃料サイクルを確立することは、ウラン資源を更に有効に利用することとなり、エネルギー供給の安定性の確保というメリットを増やすことになると思います。

また、燃料のライフサイクルで見れば、新燃料が原子力発電所に搬入されて発電に利用された後に、使用済燃料が再処理工場へ搬出されるという流れが核燃料サイクルによって構築されています。この結果、核燃料サイクルまでを一体として考えなければ、国内にお

ける原子力発電所の使用済燃料の搬出先がなくなり、原子力発電所運転にも支障が出る可能性があると考えます。

さらに、海外再処理に伴う国際輸送に関する沿岸諸国の動向を考えれば、原子力発電所の使用済燃料を海外再処理により解決することは大変困難になっていくと思います。

経済性についても、2 - 4 で述べるように、両者に大きな差はないと考えます。

このような観点からみれば、原子力発電所そのものを切り分けて議論するのではなく、原料の調達、燃料の製造から、使用された燃料の処分に至るまで、ウラン燃料のライフサイクル全体で考えていくべきであり、原子力発電と核燃料サイクルとを一体とした政策を進めていくことが必要と考えます。

2 - 4 プルサーマルは直接処分と比較して経済性がないと考えます。直接処分を選択すべきではないでしょうか。

エネルギー供給については、我が国の地理的・資源的な制約条件を踏まえたエネルギーの長期的な安定供給や地球温暖化対策という環境適合性の面を勘案して、更に経済性を考慮しながら、エネルギー選択を考えることが重要です（安定供給、環境適合性の面は1 - 1 から1 - 7 で説明したとおりです。）

プルサーマルの経済性に関しては、直接処分¹³と比較して、使用済燃料をリサイクルするために、再処理経費、MOX加工経費等が必要となる一方、リサイクルによって回収される燃料により、その分のウランの採掘や濃縮の経費はかかりません。

プルサーマルを実施した場合、発電コストに占める再処理のコストは、現在の試算では0.63円/kWhと見積もられており、総発電コスト（5.9円/kWh）に占める割合は10%強にすぎません。直接処分を行う場合には、再処理費用がかからなくなります。別途直接処分に関して、処分費用が増加することになります。

¹³直接処分：使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

また、１９９４年の経済協力開発機構原子力機関（OECD/NEA）による試算では、燃料費と処分費用を合わせたものをサイクルコストと位置づけていますが、直接処分と比較して、プルサーマルのサイクルコストは１割増程度となっています。この試算においては、サイクルコストは発電コストの１５～２５％程度ですので、直接処分とプルサーマルのコストの差は１．５～２．５％程度と考えられます。

したがって、プルサーマルは、直接処分と比較して、経済性において大きな差はないと考えますが、今後とも精査していく必要があります。

なお、原油価格、天然ガス価格は、国際政治情勢により、時には数倍になるなど大きく変動しており、その変動幅は再処理に係る費用と直接処分に係る費用との差よりも大きいことから、再処理に係る費用のみを取り上げて議論することは適切ではありません。

核燃料サイクルはわが国の脆弱なエネルギー供給構造を改善するものであり、対外的にもエネルギーの海外依存度を常に低くしようとする姿勢を示すことが、エネルギー資源の輸入交渉を行う際にも有利に働くことや処分させるガラス固化体の放射能が使用済燃料に比べて早く減衰することによる環境への負荷を低減する効果があります。これらの効果を、現段階では経済的に数量化できる状態はありませんが、経済的に見積もるよう努力していきたいと思えます。

図2-4-1 原子力発電の経済性試算結果

我が国の原子力発電及び各種電源の運転期間発電原価

98年度運転開始モデルプラントを想定し、一定の前提条件の下で試算した発電原価

- ・運転年数については各種電源の比較の観点及び実績等を踏まえ40年に統一するとともに、設備利用率についても比較の観点から80%（水力を除く）に統一。

【試算結果】

電源種	原子力	水力	石油火力	LNG火力	石炭火力
発電原価 (円/kWh)	5.9	13.6	10.2	6.4	6.5

<前提条件>

(主要経済指標等)

- ・為替レート : 128.02円/\$
(平成10年度平均値)
- ・割引率 : 3%
- ・燃料価格(平成10年度平均値)
 - 石油 : 13.13\$/bbl
 - 石炭 : 38.8\$/t
 - LNG : 18902円/t
- ・燃料価格上昇率
 - 石油 : 3.36%/年
 - 石炭 : 0.88%/年
 - LNG : 1.82%/年

IEA「World Energy Outlook」
の2015～2020年の予測値と
平成10年度平均値より試算

電源種 条 件	原子力	水力	石油 火力	LNG 火力	石炭 火力
出力 (万kW)	130	1.5	40	150	90
運転年数(注) (年)	40	40	40	40	40
設備利用率 (%)	80	45	80	80	80

【原子力発電コストの内訳】

総費用	5.9 円/kWh
資本費(減価償却費、固定資産税、廃炉費用等)	2.3 円/kWh
運転維持費(修繕費、一般管理費、事業税等)	1.9 円/kWh
燃料費(核燃料サイクルコスト)	1.7 円/kWh
フロントエンド	0.74 円/kWh
鉱石調達、精鉱、転換	0.17 円/kWh
濃縮	0.27 円/kWh
再転換・成型加工	0.29 円/kWh
再処理	0.63 円/kWh
バックエンド	0.29 円/kWh
中間貯蔵	0.03 円/kWh
廃棄物処理・処分	0.25 円/kWh

(出典)「平成11年12月総合エネルギー調査会 第70回原子力部会資料」より作成

(注)原子炉設置許可申請書に示されている発電原価は、例えば、運転年数として16年を、設備利用率として70%を使用するなど、上の試算とは前提が異なる。

図2-4-2 核燃料リサイクルの経済性の評価

(経済協力開発機構 / 原子力機関 (OECD / NEA) の評価* より)

○ 2000年に運開するPWRを想定し、「使用済燃料を再処理してプルトニウムを利用(リサイクル)するケース」と「再処理せず直接処分(ワンス・スルー)するケース」場合の経済性を比較。

○ 評価結果(ワンス・スルーの発電コストを1として表示)

	サイクルコスト	発電コスト
ワンス・スルー	0.15 ~ 0.25	1
リサイクル	約0.165 ~ 0.275	1.015 ~ 1.025

注1) リサイクルの場合のサイクルコストは、ワンス・スルーの場合のサイクルコストの1.1倍と評価されている。

注2) サイクルコストは、濃縮、再処理、燃料製造等に係るコストであり、発電コストの15~25%程度。

* : 核燃料サイクルの経済性(OECD/NEA THE ECONOMICS OF NUCLEAR FUEL CYCLE (1994))

2 - 5 バックエンド・コスト（再処理、処分、廃止などに係る費用）を更に精査することとなっているのに、それを待たずに、プルサーマルを進めるのですか。

総合資源エネルギー調査会電気事業分科会は、2003年2月、「バックエンド¹⁴事業全般にわたるコスト構造、原子力発電全体の収益性等を分析、評価する場を立ち上げ、その結果を踏まえて、官民分担のあり方、既存の制度との整合性等を整理の上、平成16年末（2004年末）を目途に、経済的措置等具体的な制度、措置のあり方について必要性を含め検討するべきである。」とまとめました。

具体的には、バックエンド・コストについても、2004年末までに、TRU廃棄物¹⁵の処分費用や施設の廃止措置の費用などの評価を行うこととなると考えます。

しかしながら、これまでに試算されている総発電費用のなかには、

¹⁴ バックエンド：核燃料サイクル上の燃料の流れは、原子炉を中心に考えると前段（フロントエンド）と後段（バックエンド）にわけられ、その後段の工程を指します。すなわち、軽水炉の核燃料サイクルの例について言えば、使用済燃料の冷却・再処理、回収ウラン及びプルトニウムの再加工の各工程とそれらの工程の間に必要となる輸送工程、さらにはそれらの各工程から発生する廃棄物の処理処分のことを言います。なお、使用済燃料をそのままの形で処分あるいは保管する場合も、バックエンドといえます。

¹⁵ TRU廃棄物：再処理施設及びMOX燃料加工施設の運転・解体に伴い発生する超ウラン核種を含む放射性廃棄物。具体的には、ハル（数cmにせん断された燃料棒を、溶解槽で溶解させた際に溶け残る燃料被覆管）・エンドピース（使用済燃料集合体の端末部分）、プロセス濃縮廃液（再処理工場の各工程で発生する高レベル放射性廃液（HLW）以外の廃液）、雑固体廃棄物（再処理工場の各工程で発生する雑多な固体上の廃棄物（紙、布、金属配管、他）等です。

バックエンド・コストに関しては、中間貯蔵費用、再処理費用、高レベル放射性廃棄物の処分費用など相当程度含まれていること、また発電原価に占める再処理費用の割合が1割程度と小さいことを踏まえると、TRU廃棄物の処分費用などを加えた場合でも、発電総費用に与える影響はさほど大きくないと考えられますが、今後とも精査していく必要があると考えます。

プルサーマルは、地元の理解やMOX燃料¹⁶の製造、輸送等に相当の時間がかかることから、先を見据えて進めることが重要であると考えます。

¹⁶MOX燃料 (Mixed Oxide Fuel): プルトニウムとウランを混ぜ合わせて作った燃料 (ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料) のことを言います。

2 - 6 プルサーマルは資源の有効利用に資するとのことですが、どの程度効率的になると考えますか。

ウランの利用効率は、どのような燃料をどのように使うか、どの程度燃やすか、並びにプルサーマルの場合は再処理で回収したプルトニウムやウランをどのように利用してどの程度燃やすか、などの条件によって変わりますが、以下では直接処分¹⁷とプルサーマルの両者を比較した1つの試算例を紹介します。

天然ウランの中には、核分裂しやすいウラン235（いわゆる燃えやすいウラン）が約0.7%、核分裂をしにくいウラン238（いわゆる燃えにくいウラン）が約99.3%含まれています。ウラン238は、中性子を吸収することにより、プルトニウム239になるという性質を持っています。

軽水炉においてウラン燃料を利用する場合には、天然ウランの中のウラン235を濃縮し、その割合が約3%の濃縮ウランを製造し、これを燃料として使います。炉の中では、ウラン235と、ウラン238からできるプルトニウム（及びごくわずかのウラン238）

¹⁷直接処分：使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

が核分裂を起こし、エネルギーを発生します。

600 kg (ウラン235 : 4 . 2 kg、ウラン238 : 595 . 8 kg) の天然ウランを濃縮すると、100 kg (ウラン235 : 3 kg、ウラン238 : 97 kg) の濃縮ウランが製造されます (残りの500 kgは劣化ウラン (ウラン235 : 1 . 2 kg、ウラン238 : 498 . 8 kg) となります。)。この100 kgの濃縮ウランを軽水炉で燃やすと、燃焼度を約3万MWd/tとした場合、そのうちの約3% (= 3 kg (ウラン235 : 2 kgとウラン238からできるプルトニウム239 : 0 . 8 kg、ウラン238 : 0 . 2 kg)) が核分裂を起こします (1 kgのウラン235が燃え残ります)。

従って、ウラン燃料を1回限りしか使わないワンスルーの場合には、ウランの利用効率は $3 \text{ (核分裂してエネルギーを出すウラン、プルトニウムの量)} \div 600 \text{ (元々の天然ウランの量)} = 0 . 5 \%$ 程度になるものと考えられます。

他方、プルサーマルにおいては、軽水炉内で発生する使用済燃料からプルトニウムと燃え残りのウランを回収して、MOX燃料を製造し、併せて燃え残りのウランを再濃縮してウラン燃料も製造して、両者を利用します。

軽水炉の使用済ウラン燃料には、ウランが約96 kg (ウラン23

5 : 約 1 kg、ウラン 2 3 8 : 約 9 5 kg) プルトニウムが約 1 kg、核分裂生成物が約 3 kg含まれており、再処理においてウランとプルトニウムが分離、回収されます。

回収されたプルトニウム約 1 kgと天然ウラン約 2 9 kgを混合することで、3 %濃縮ウランにほぼ等価なMOX燃料約 3 0 kgを作ることができます。また、回収されたウラン約 9 6 kg (ウラン 2 3 5 : 約 1 kg、ウラン 2 3 8 : 約 9 5 kg) から3%濃縮ウランを作ると、約 2 7 . 9 kg (ウラン 2 3 5 : 約 0 . 8 4 kg、ウラン 2 3 8 : 約 2 7 kg) ができます。(同時に、劣化ウラン約 6 8 . 1 kg(ウラン 2 3 5 : 約 0 . 1 6 kg、ウラン 2 3 8 : 約 6 8 kgができます。)

このように、回収されたプルトニウムとウランに天然ウラン約 2 9 kgを追加して、約 5 7 . 9 kg (MOX燃料約 3 0 kg、濃縮ウラン燃料約 2 7 . 9 kg) の燃料を作ることができます。これを燃やすと、燃焼度を約 3 万MWd/tとした場合、そのうちの約 3 %、それぞれ約 0 . 9 kg及び約 0 . 8 kgが核分裂して発電に寄与します。

従って、プルサーマルの場合、天然ウラン約 6 2 9 kg (濃縮ウラン約 1 0 0 kgを作るのに必要な量約 6 0 0 kg + MOX燃料を作るのに必要な量約 2 9 kg) に対し、約 4 . 7 kgが核分裂に寄与することになります。(最初にウラン燃料を燃やした際の寄与約 3 kg + MOX

燃料を燃やした際の寄与約 0 . 9 kg + 回収ウランを濃縮した燃料を
燃やした際の寄与約 0 . 8 kg)

つまり、プルサーマルを行った場合のウランの利用効率は、

$$\text{約 } 4 . 7 \div \text{約 } 629 = \text{約 } 0 . 75 \%$$

程度になるものと考えられます。

よって、この試算例で両者を比較すると、プルサーマルは直接処分
に比べてウランの利用効率が 1 . 5 倍程度になると考えられます。

図2-6-1 ワンス・スルーにおけるウラン利用量

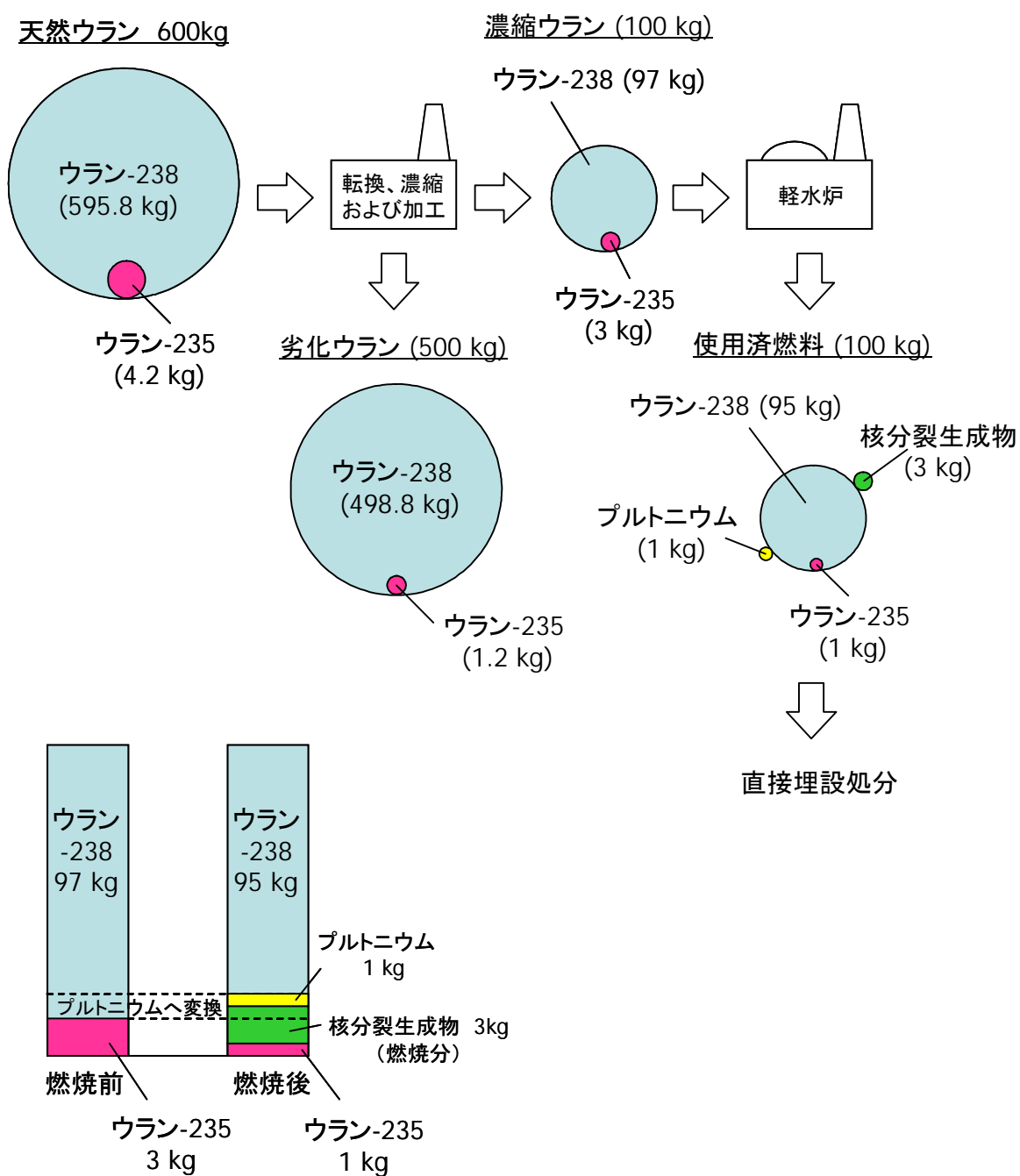
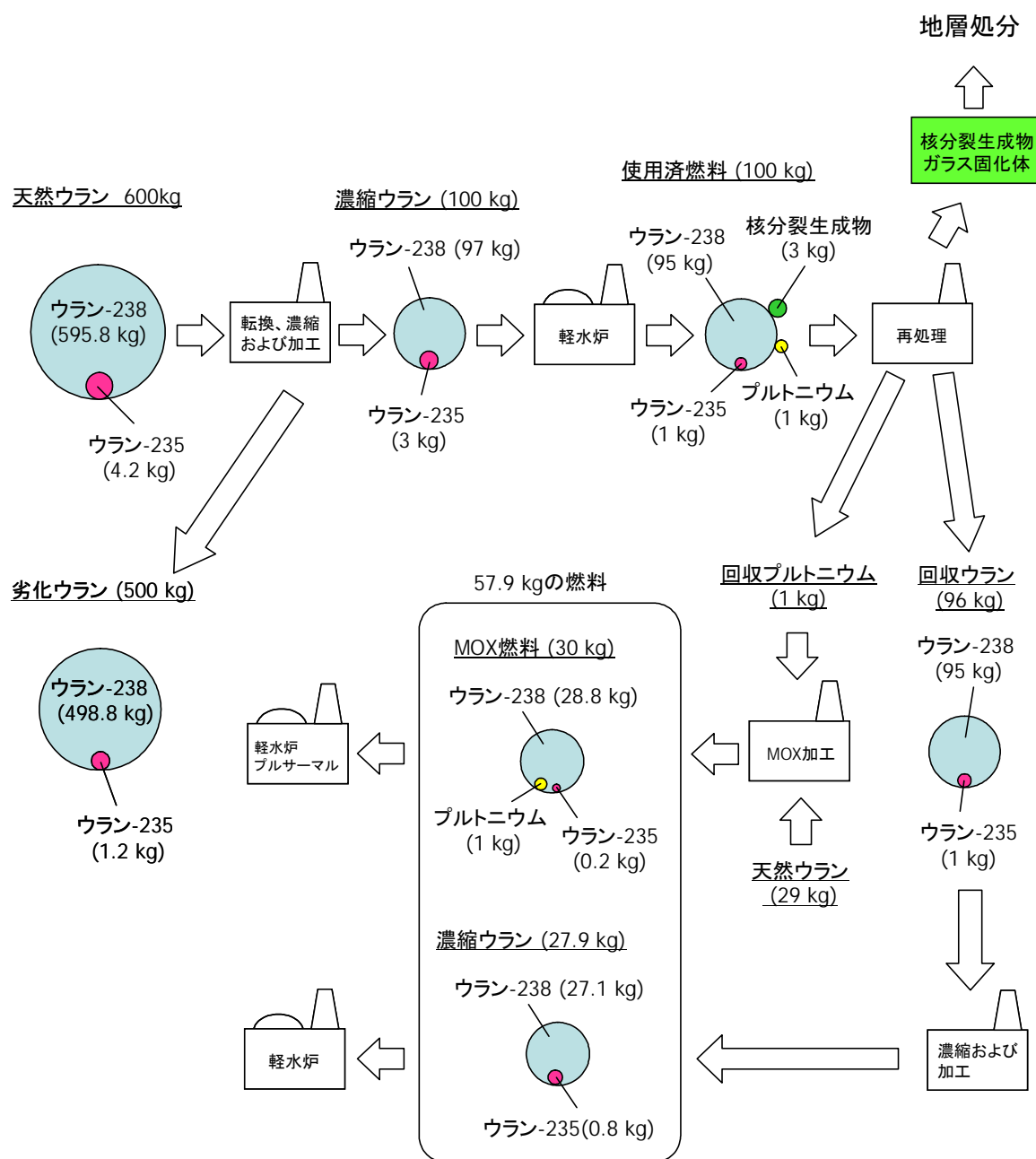


図2-6-2 プルサーマルにおけるウラン利用量



2 - 7 ウランの利用効率が10%上昇する程度ならば、なぜプルサーマルを選択するのですか。直接処分でもいいのではないのでしょうか。

1 - 2 で述べているとおり、ウランも、石油やLNGなどと同じように有限な資源です。現段階では、ウランは今後約60年間の需要を賄うことができるものと考えられていますが、使用済燃料を直接処分¹⁸するのであれば、ウランも化石燃料と同じく近い将来に枯渇することになります。

プルサーマルによってウランの利用効率が10%程度しか上昇しないとの試算もあります。六ヶ所再処理工場における現在の計画では、使用済燃料から回収された回収ウランの大部分を当面MOX燃料¹⁹として利用する予定がないので、2 - 6 で述べた試算に基づくと、利用効率は27%程度の上昇に留まります。しかし、2 - 6 で述べたとおり、理想的な状態、すなわち回収ウランをMOX燃料や、濃縮してウラン燃料として利用することにより、ウラン資源の利用効率は0.5%程度から0.75%程度へと1.5倍になると考えら

¹⁸直接処分：使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

¹⁹MOX燃料 (Mixed Oxide Fuel)：プルトニウムとウランを混ぜ合わせて作った燃料 (ウ

れています。

また、直接処分を選択する場合、使用済燃料に含まれるプルトニウムを資源として利用しないので、未利用のプルトニウムは高レベル放射性廃棄物²⁰となって処分されます。他方、プルサーマルで発生する使用済MOX燃料は、再処理するまでの間、適切に貯蔵・管理することとなっており、そのまま全てが放射性廃棄物となることはありません。2 - 10で述べますが、高レベル放射性廃棄物の地層処分について比較すると、核燃料サイクルを行う場合は、ガラス固化体²¹にして処分を行うため、直接処分と比較して高レベル放射性廃棄物の重量は約40%に減少されるため、高レベル放射性廃棄物の削減の観点からプルサーマルは望ましいと考えます。

このように、プルサーマルは、ウラン資源の有効利用を図る技術であるとともに、軽水炉内で生産される純国産資源であるプルトニウムも利用することから、エネルギー安全保障の確保に寄与するものであります。さらに、高速増殖炉の導入といった核燃料サイクル分野における将来の本格的な資源リサイクル時代に備えて、民間における実用規模でのプルトニウム利用技術の蓄積・維持に貢献する

ラン・プルトニウム混合酸化物燃料)のことを言います。

²⁰高レベル放射性廃棄物：使用済燃料の再処理工程において排出される放射能レベルの高い廃液、またはこれの固化体をいいます。核分裂生成物(FP)と、マイナーアクチニド(Np,Am,Cm)を含み、高いレベルの放射能を有し、大きな崩壊熱を発生します。

²¹ ガラス固化体：高レベル廃液をガラスの材料とともに溶かして、キャニスタというステ

とともに、着実にプルトニウムを利用することにより、プルトニウム利用に対する社会の理解を深めることができると考えます。

ステンレス製の容器に入れて固めたものです。

2 - 8 プルサーマルは軽水炉と比較して安全性が低下するという情報がありますが、安全性についてどのように考えますか。

プルサーマルに利用するMOX燃料²²とウラン燃料を比較すると、その特性には多少差がありますが、国内外での使用実績から得られたデータ等により、安全設計手法の信頼性を実証する結果が得られています。また、新型転換炉「ふげん」においても、これまでに772体のMOX燃料を利用した実績があり、我が国においても、プルトリウム²³の利用実績は十分あります。

原子力安全委員会は、MOX燃料の安全性についての報告書を1995年6月に取りまとめました。その中で、原子炉の中でのMOX燃料の振る舞いはウラン燃料と大きな差はなく、MOX燃料の装荷割合が炉心全体の約1/3程度までの範囲においては、現在と同じ安全設計、評価手法を使うことが可能であると結論づけています。そして、その報告書の内容を原子力安全・保安院の安全審査に反映しています。

さらに、同委員会は、1999年6月に、全炉心MOX燃料装荷を目指すABWR（改良型沸騰水型軽水炉）についても、その基本

²²MOX燃料（Mixed Oxide Fuel）：プルトリウムとウランを混ぜ合わせて作った燃料（ウラン・プルトリウム混合酸化物燃料）のことを言います。

仕様の変更を伴うことなく実施可能との技術的見通しを明らかにしています。

プルトニウムは、放射線の一種であるアルファ線²³を放出する物質であり、主に体内に摂取した場合の発ガンの危険性が大きいので、適切に管理する必要があります。核燃料サイクル施設の内部で、プルトニウムを取り扱う場合には、閉じこめ機能を備えた設備（例えばMOX燃料製造においてMOX粉末を扱う際には、グローブボックス²⁴など）を利用すること等により、人が直接接触することがないようにして取り扱うように定められています。

サイクル施設内で、プルトニウムがMOX燃料として加工された後、落下や火災等の事故に対しても安全性を確保できるよう、国の技術基準を満足する容器（キャニスタ）に収め、厳重に管理し、発電所に輸送します。

²³ アルファ（ α ）線：プラス2の電荷をもつ粒子線のことで、ヘリウムの原子核の流れです。ヘリウムの原子核は電子などに比べて重い粒子であるため、アルファ線が物質中を飛ぶ距離は短く、数cmの空気や薄い紙で十分止めることができます。しかし電離作用が強いので、物質と強く反応する性質があります。

²⁴ グローブボックス（glove box）：放射性物質や毒性のある物質を隔離した状態のまま、目視しながら取り扱えるように、窓や手袋を取り付けた機密性のある箱型装置のことです。グローブボックスの中は、大気圧より低い圧力（-25～-35mmAq：1気圧より約0.3%低い圧力）に維持され、放射性物質が漏洩しないようになっています。

図2-8-1 プルサーマルの安全性に関する報告書の概要

原子力安全委員会では、MOX燃料の安全性について検討した報告書を1995年6月に取りまとめ、原子炉の中でのMOX燃料の振る舞いはウラン燃料と大きな差はなく、MOX燃料の装荷割合が炉心全体の約1/3程度(*)までの範囲においては、現在と同じ安全設計、評価手法を使うことが可能であると結論しています。

また、同委員会は、1999年6月に、全炉心MOX燃料装荷を目指すABWR(改良型BWR)についても、その基本仕様の変更を伴うことなく実施可能との技術的見通しを明らかにしています。

軽水炉においてMOX燃料を利用する場合の安全上の課題及び必要な措置について、上記検討では以下のとおり示されています。

(原子炉の特性に関する問題)

○ 原子炉の出力を調整する反応度制御材(制御棒や冷却材中のホウ素(PWRの場合))の効きが低下する傾向にあるので、ホウ素濃度を上昇させたり、ウラン燃料による原子炉と同等の制御棒の効きを確保するような炉内の燃料配置を行うといった措置を講じる必要があります。

○ 原子炉内の圧力上昇時及び温度低下時において出力上昇の度合いが大きくなる場合もあるので、事前に安全評価を行い、その結果によっては運転制限値の一部変更を行うなどして、従来のウラン燃料による原子炉と同等の安全性を確保するための措置を講じる必要があります。

○ 事故などで通常よりも大きな反応度が加えられた際に、原子炉出力が上昇し易くなりますが、出力上昇を抑制しようとする効果もより大きくなること等により、結果として従来のウラン燃料炉心と比較して大きな差異とはなりません。

○ 原子炉内の出力分布が不均一な状態になる可能性があるため、設計に応じて燃料集合体内の個々の燃料棒のプルトニウム含有率に幅を持たせたり、原子炉内の燃料集合体配置を工夫したりすることにより、出力分布の平坦化を図る必要があります。

(燃料の特性に関する問題)

○ 軽水炉内の燃料(ペレット)は、プルトニウム含有率が増えるにつれて融点が低くなり、また熱伝導率が低下することから、異常時にペレットの中心が熔融を始めたり、ペレットを覆っている被覆管の損傷に至るまでの安全上の余裕が十分であることを事前に調べておく必要があります。

○ MOX燃料を製造する際には、ペレット内のプルトニウム含有率が局所的に高い領域(プルトニウムスポット)が生じ、仮にこのプルトニウムスポットが大きい場合、プルトニウムはウランより核分裂が生じやすいので、プルトニウムスポットでの燃焼が先に進んで燃料棒内の圧力が上昇したり、局所的に温度が上昇したりする恐れがありますが、実験結果などから現実的に想定される程度のプルトニウムスポットによる燃料破損への影響を特に考慮する必要はないことが示されています。

○ MOX燃料は、ペレットの径方向(断面横方向)の発熱分布を見ると、周辺部でより出力が高くなる傾向があるため、MOX燃料の設計にあたっては影響をあらかじめ考慮しておく必要がありますが、試験結果からその影響は十分に小さいことが示されています。

上記の原子力安全委員会の報告書のとおり、MOX燃料とウラン燃料の特性を比較すると多少の差はありますが、その差の程度やそれが及ぼす影響の程度は、今までのデータや知見により把握されています。

また、実際に原子力発電所でMOX燃料を使用する際には、施設ごとの特性を踏まえ、国が安全審査や保安検査等を行い、その安全性を確認することになっています。

(*)約1/3程度という数字は、海外での使用実績や代表的な炉心における検討結果を勘案したものであり、安全上の限界というものではありません。

2 - 9 使用済燃料から、どのような高レベル放射性廃棄物ができるのか示すべきではないのですか。

使用済燃料の中には、燃え残りのウラン、原子炉内でウランから生成したプルトニウム²⁵の他、マイナーアクチニド²⁵、核分裂生成物²⁶といった放射能レベルの高い物質が質量割合にしておよそ3～5%含まれています。

使用済燃料を再処理する際には、マイナーアクチニドや核分裂生成物を含む放射能の高い廃液（高レベル放射性廃液）を化学的に分離した後、ウランやプルトニウムを分離・回収します。この廃液は、ガラスの材料とともに溶かして、キャニスタというステンレス製の容器に入れて固めます。これをガラス固化体²⁷といいます。この高レベル放射性廃液やガラス固化体のことを高レベル放射性廃棄物²⁸といいます。

²⁵ マイナーアクチニド：使用済燃料中でウラン、プルトニウムに比べ存在量の少ないアクチニド（アメリシウム（Am）、キュリウム（Cm）及びネプツニウム（Np））の総称です。これらの物質は、自然界に存在しないものであり、原子炉内においてはウラン、プルトニウムなどの核燃料物質から生成されます。一般に長寿命の放射能を持ち、 α 線を出します。

²⁶ 核分裂生成物（FP）：ウラン、プルトニウムの核分裂に伴って生じた核種及びその一連の放射性崩壊で生じる核種のことで、原子炉内で核燃料物質として利用することはできません。その大部分は放射性物質で、それらの半減期は、大半のものについては数十年以下ですが、長寿命のものも含まれ、中には数百万年に及ぶものまであります。

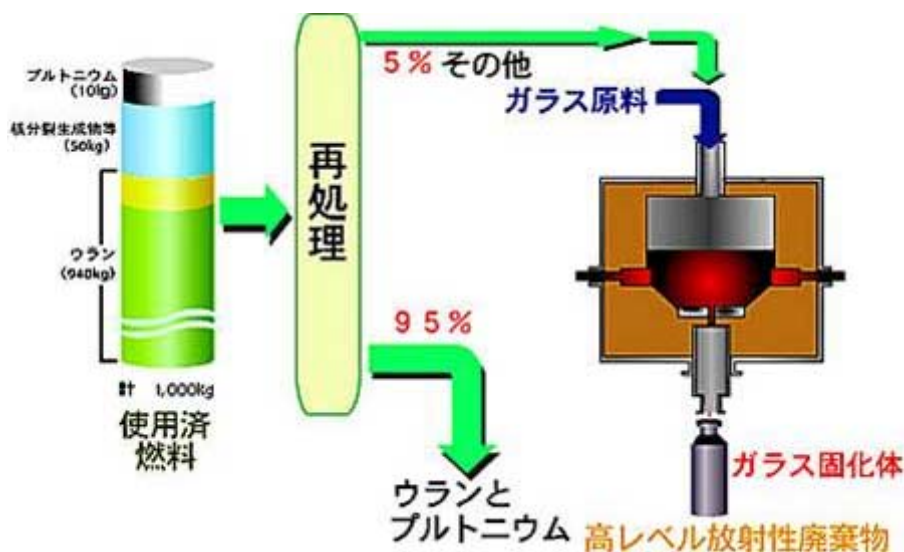
²⁷ ガラス固化体：高レベル廃液をガラスの材料とともに溶かして、キャニスタというステンレス製の容器に入れて固めたものです。

²⁸ 高レベル放射性廃棄物：使用済燃料の再処理工程において排出される放射能レベルの高い廃液、またはこれの固化体をいいます。核分裂生成物（FP）と、マイナーアクチニド

なお、使用済燃料を再処理せずに直接処分²⁹する場合は、ウラン、プルトニウム、マイナーアクチニドや核分裂生成物を含んだ使用済燃料そのものを高レベル放射性廃棄物として扱います。

図2－9－1 高レベル放射性廃棄物とは

日本の原子力発電では、一度使われた燃料から、燃え残りのウランやプルトニウムを抽出して再処理することで、使用済燃料の約95～97%を燃料として再利用することができます。あとの約3～5%は再利用されずに廃液として分離されます。廃液はガラス原料と一緒に溶かして固め、ガラス固化体にします。これが高レベル放射性廃棄物です。



注：図中の数字は、使用済燃料の95%が再利用できるとした場合のもの。

(Np,Am,Cm)を含み、高いレベルの放射能を有し、大きな崩壊熱を発生します。

²⁹直接処分：使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

2 - 1 0 プルサーマルを選択することで、放射性廃棄物の処分の負担を減らすことができるのか示すべきではないのですか。

直接処分³⁰においては、使用済燃料の再処理を行わないため、全ての使用済燃料そのものが、ウラン及び炉内で発生したプルトニウムを内包したまま高レベル放射性廃棄物³¹となります。他方再処理を行う場合には、使用済み燃料中の放射性物質の重量の大半を占めるウランと、体内に摂取した場合の危険性が大きく、かつ大半が半減期の長い核種であるプルトニウムを分離回収し、再び燃料として利用しますので、これらは高レベル放射性廃棄物にはほとんど移行しません。従って、高レベル放射性廃棄物に含まれる放射性物質の重量の観点からも、放射能による潜在的な影響度³²の観点からも有利になります。

プルサーマルを行った場合の高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の重量と、直接処分を行う場合の高レベル放射性廃棄物（使用

³⁰直接処分：使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

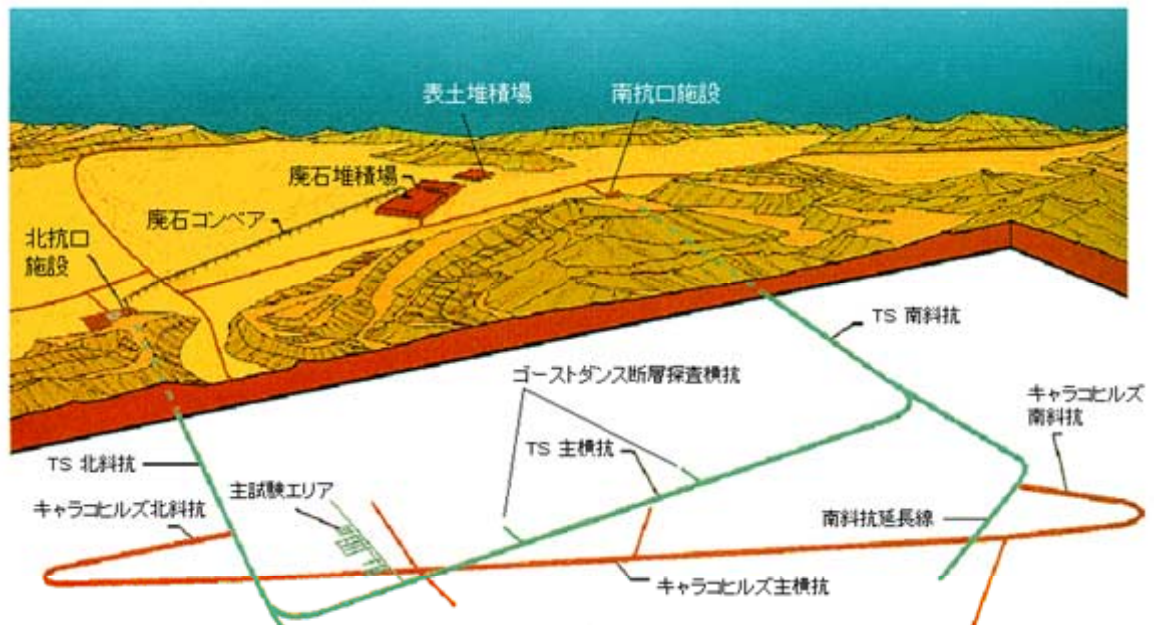
³¹高レベル放射性廃棄物：使用済燃料の再処理工程において排出される放射能レベルの高い廃液、またはこれの固化体をいいます。核分裂生成物（FP）と、マイナーアクチニド（Np,Am,Cm）を含み、高いレベルの放射能を有し、大きな崩壊熱を発生します。

³²放射能による潜在的な影響度：放射性核種の人体への影響度については、核種ごとに定められている放射性物質の体内摂取の年間許容限度（年摂取限度：ALI）でその核種の放射エネルギーを除いた値を尺度として表します。

済燃料集合体)の重量とを比較すると、一つの試算(総合エネルギー調査会原子力部会中間報告(1997年1月))では、再処理により、約40%に減容されます。従って、プルサーマルにより高レベル放射性廃棄物の処分における負担は軽減します。なお、低レベル放射性廃棄物については、サイクル施設の操業に伴う廃棄物や廃止措置に伴う廃棄物が発生することから、その容量は増加すると考えられます。これらは、処分方法に応じて区分し、適切に処分されることとなります。

ちなみに我が国においては、2-2でも述べられているとおり、現在で毎年約900～1,000トンの使用済燃料が発生しています。仮に毎年1,000トン程度の発生量で安定した場合、70年間に発生する使用済燃料によって、アメリカのユッカ・マウンテンと同程度の規模の処分場(約7万トン)がほぼ満杯になるものと考えられます。直接処分を選択した場合、我が国でこのような規模の処分場を70年ごとに造成していくことが必要となります。このため、核燃料サイクルを確立して高レベル放射性廃棄物の量の削減に可能な限り努めることが重要であると考えます。

図2-10-1 ユッカ・マウンテン処分場の概要



【出典】 Committed to Results : DOE's Environmental Management Program DOE/EM-0152P (1994年4月) p.36

- ・ 処分量：使用済燃料及びガラス固化体70,000tU（ガラス固化体換算9.1万本：原環機構試算）
- ・ 処分深度：最低限200m、帯水層より最低限200m上
- ・ 処分場の規模：処分坑道の総面積約1,150エーカー（約4.65Km²）、処分坑道および主要坑道の延長距離69,210m

２－１１ プルサーマルにより発生する使用済燃料の取り扱いを示すべきではないのですか。

プルサーマルによって発生する使用済ＭＯＸ燃料の再処理については、２０１０年頃から検討されることとなっている六ヶ所再処理工場に続く再処理工場において処理することが必要です。

使用済ＭＯＸ燃料の再処理については、わが国でも、これまで、東海再処理工場において新型転換炉ふげんの使用済ＭＯＸ燃料の再処理を行ったこと、海外では、フランスのラ・アーグ再処理工場において、ドイツのＭＯＸ使用済燃料の再処理を行った実績などがあります。これらの実績から、使用済ＭＯＸ燃料の再処理は技術的に可能であることは国内外で実証されています。

しかしながら、当分の間は、六ヶ所再処理工場の能力から使用済ウラン燃料の再処理を優先することが現実的です。使用済ＭＯＸ燃料は、使用済ウラン燃料と同様に安全に貯蔵管理できることから、中間貯蔵による対応を含め、再処理するまでの間、適切に貯蔵管理することが適当です。

2 - 1 2 プルサーマルを選択することで、核拡散抵抗性（プルトリウムなどが核兵器に転用されることを防止する能力）が低下するのですか。

これまで、我が国は、原子力基本法に則り、厳に平和の目的に限って、原子力の研究、開発及び利用を行って参りました。今後、我が国がプルトリウム利用を進めるにあたっては、平和利用原則を確保することはもちろん、我が国の平和利用に係る取り組みについて、国際社会の理解と信頼を得るための努力を継続することが重要です。

プルサーマルを選択した場合、再処理工場及びMOX燃料加工工場において、事業者が核物質（プルトリウム、ウラン）の計量管理を行い、国に報告するとともに、IAEA及び国による査察を受けるなど、IAEA国際保障措置³³の適用により核物質の転用がないことが確認されます。それとともに、核物質の不法な移転や施設等への妨害破壊工作から防護するために核物質防護³⁴上の措置が適用されます。

³³ 保障措置：核物質の平和利用を保障するための措置で、国際原子力機関（IAEA）による国際保障措置と政府による国内保障措置にわけられます。我が国は、核不拡散条約に基づいてIAEAとの間に保障措置協定を結び、国内のすべての核物質に対してIAEAの国際保障措置を受けることにしています。

³⁴ 核物質防護：核物質の盗難や不法な移転、または原子力施設が破壊されて核物質が散逸すること等を物理的に防護することで、国際的には核物質防護条約、国内的には原子炉等規制法等に従って実施されます。

さらに、プルサーマルには、ウランと使用済燃料から回収されたプルトニウムを混合したMOX燃料³⁵を使用しますが、純粋なプルトニウム²³⁹は核兵器への転用の危険性が高いため、核不拡散上の考慮から、MOX燃料を製造する過程でプルトニウムが単体で存在する工程をできる限り少なくすることが必要です。このため、東海再処理施設、六ヶ所再処理工場とも、プルトニウムとウランを一括して転換できる混合転換技術を採用し、技術的な側面から核拡散抵抗性を向上させています。

また、MOX燃料を燃焼した後の使用済MOX燃料においては、プルトニウム²⁴⁰、²⁴¹などが増加し、核兵器に必要なプルトニウム²³⁹が減少するため、核兵器への利用は極めて困難になります。

他方、直接処分³⁶を選択した場合でも、同様に、IAEA国際保障措置及び事業者による核物質防護上の措置が適用された上で、使用済燃料は、そのまま高レベル放射性廃棄物として、地下深くの安定した地層中に処分されることとなります。

いずれの場合においても、有効な国際的な核不拡散体制及び核物

³⁵MOX燃料 (Mixed Oxide Fuel): プルトニウムとウランを混ぜ合わせて作った燃料 (ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料) のことを言います。

³⁶直接処分: 使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、

質防護上の措置を適用することが重要であり、そのもとではどちらの処分方法をとっても、有意な差はないと考えられます。

なお、１９７７年カーター大統領によって提唱され、２年数ヶ月の歳月を費やした国際核燃料サイクル評価（INFCE）も、ワンス・スルーと核燃料サイクルは、いずれも核拡散のリスクの観点からは優劣を評価できないというとりまとめを行っています。

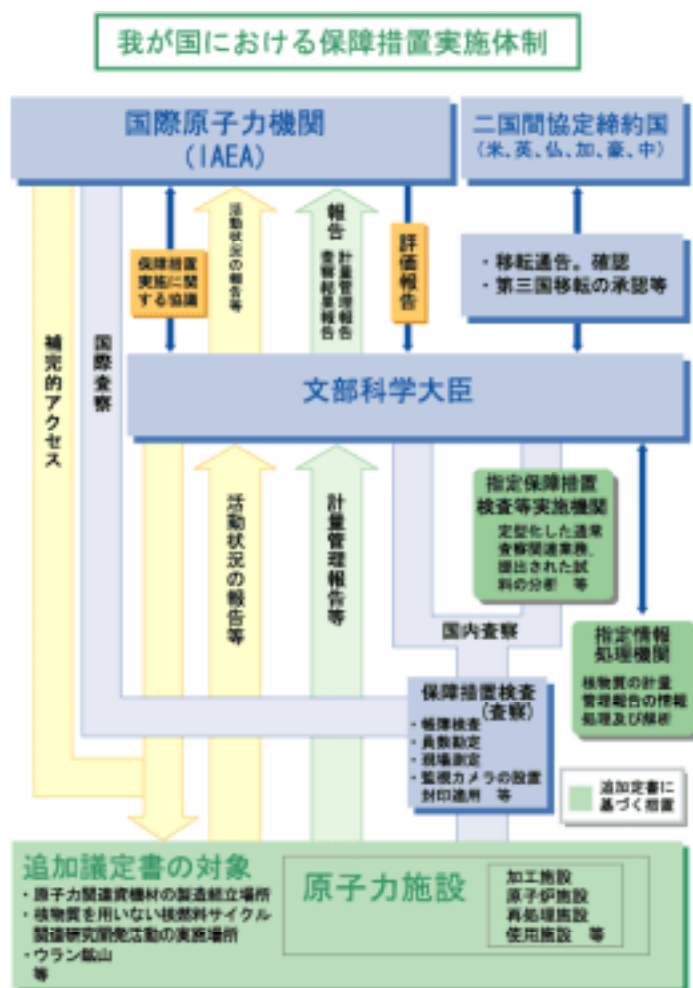
放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

図2-12-1 保障措置制度の概要

我が国における保障措置は、平和的な原子力活動にある核物質が、核兵器やその他の不明な目的のために転用されていないことを確認するため、「計量管理」と、国（文部科学省）とIAEAによる「査察」により成り立っています。

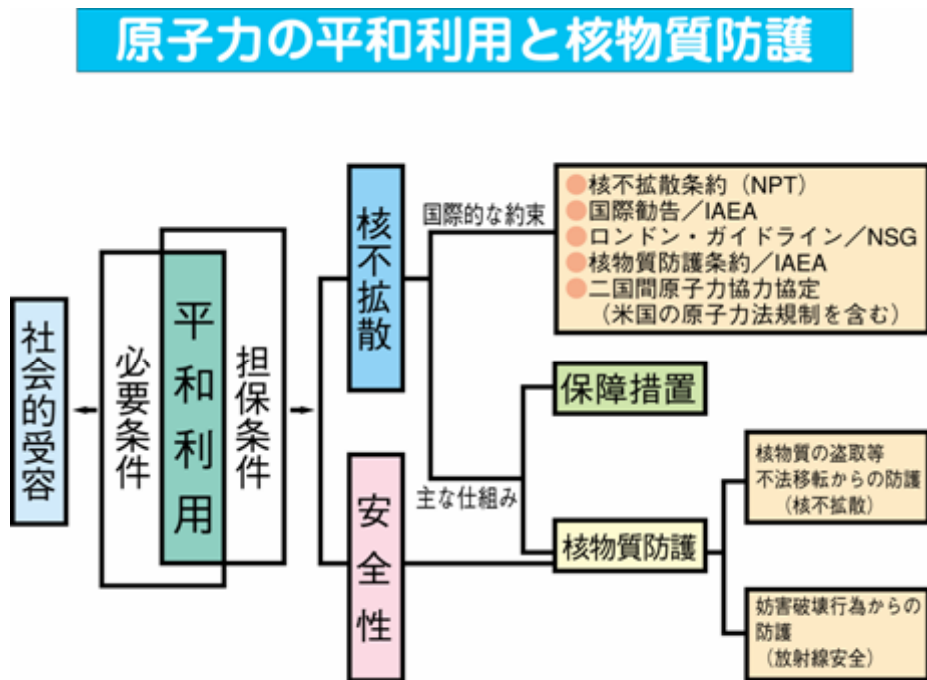
この計量管理とは、原子力施設にどのような核物質がどれだけあり、一定期間にどれだけ搬入・搬出されたか、そして現在どのような核物質がどれだけ残っているかを厳密・正確に管理する方法で、いわば厳密な家計簿のようなものです。国は、事業者から受け取った計量管理報告書を取りまとめ（国の委託により、原子炉等規正法に基づく指定情報処理機関（（財）核物質管理センター）が報告の内容の整理・解析を実施）、IAEAに提出しています。

この計量管理を基本として、国とIAEAが施設へ出向き、報告内容と現場に矛盾がないことを確認（査察）しています。なお、国の査察のうち定型的なものについては、原子炉等規制法に基づく指定保障措置検査等実施機関（（財）核物質管理センター）が国に代わって実施しています。

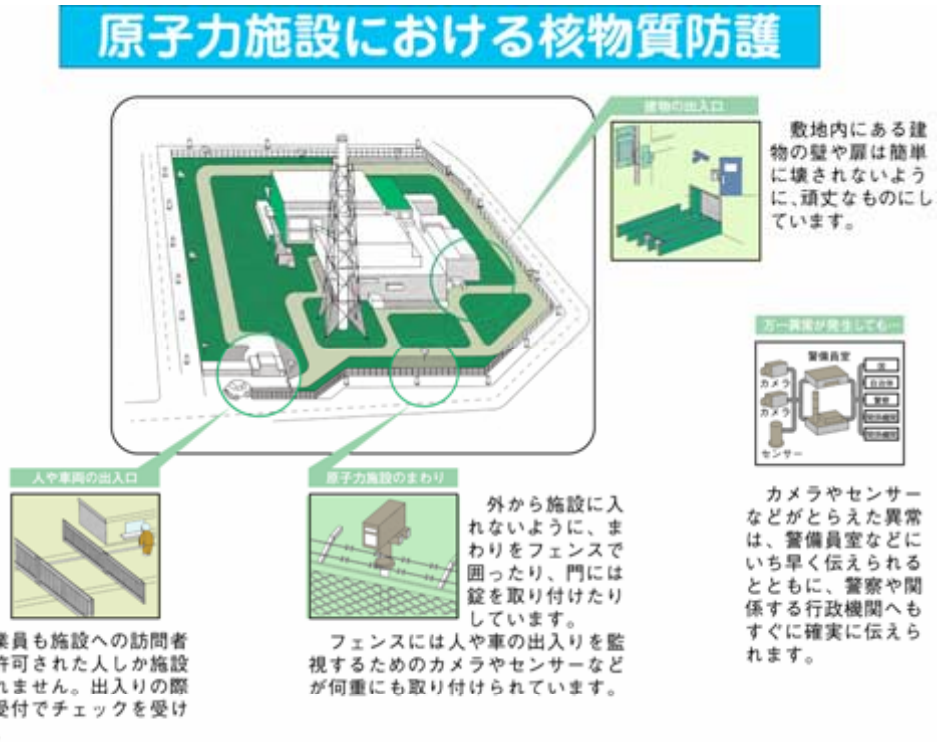


出典：文部科学省 原子力・放射線の安全確保ホームページ

図2-12-2 核物質防護措置の概要



出典：核物質管理センターパンフレット



出典：文部科学省・経済産業省パンフレット

２－１３ プルサーマルを選択することで、利用目的のないプルトニウムをもたないと言う原則は担保されるのですか。

我が国のプルトニウム利用は、これまでも、国内外から核拡散の疑念を招かないよう、原子力基本法に則り、厳に平和の目的に限って行われてきました。

我が国は、核兵器の不拡散に関する条約（ＮＰＴ）を批准し、それに基づく保障措置制度³⁷の適用を受けることにより、プルトニウムの平和利用に対する国際的な担保がなされています。しかしながら、プルトニウムという取り扱いに注意を要する物質の利用に対する国内的及び国際的な懸念を生じさせないためには、プルトニウム利用の透明性の向上を図ることにより国内外の理解を得ることが重要であると考えます。

このため、原子力委員会としては、利用目的のないプルトニウム、すなわち余剰プルトニウムを持たないとの原則を示すとともに、毎年プルトニウム管理状況を公表するなど関係者がプルトニウム平和利用に係る積極的な情報発信を進めるべきであるとの方針を示して

³⁷保障措置：核物質の平和利用を保障するための措置で、国際原子力機関（IAEA）による国際保障措置と政府による国内保障措置にわけられます。我が国は、核不拡散条約に基づいてＩＡＥＡとの間に保障措置協定を結び、国内のすべての核物質に対してＩＡＥＡの国際保障措置を受けることにしています。

きました。

我が国初の商業用再処理工場である六ヶ所再処理工場については、現在建設が最終段階に達しており、アクティブ試験³⁸の段階から使用済燃料からのプルトニウムの分離、回収が開始されることとなります。

ここで、六ヶ所再処理工場の稼動に伴い、今後は相当量のプルトニウムが分離、回収されることとなるため、原子力委員会としては、当該プルトニウムの利用目的を明確に示すことにより、プルトニウム利用についてより一層の透明性の向上を図ることが必要であると考えます。

このため、原子力委員会は、以下の基本的考え方を満たす措置を実施することが必要であると考えます。この措置により明らかにされた利用目的の妥当性については、原子力委員会において確認していきます。

プルトニウム利用計画の公表

電気事業者は、プルトニウムの所有者、所有量及び利用目的を記載した利用計画を毎年度プルトニウムを分離する前に公表することとします。利用目的は、利用量、利用場所、利用開始時期及び利用

³⁸アクティブ試験：再処理工場で実際の操業の前に行う試験の1つです。原子炉から取り出された使用済燃料を用いて運転試験を行い、生産性能・安全性能が設計通りであることを確認します。

に要する期間の目途を含みます。ただし、透明性を確保する観点から進捗に従って順次、利用目的の内容をより詳細なものとして示すように変えていくこととしています。

利用計画の変更

プルトニウム利用計画が、国内外に対する透明性の向上のための手段として実効性を有するためには、利用計画に記載されるプルトニウム利用目的が最新の状況を反映した信頼性あるものである必要があります。そのため、電気事業者はプルサーマル計画の進捗状況、日本原燃の再処理工場等の稼働状況等により利用計画への影響が懸念される場合には、電気事業者及び日本原燃は、取るべき措置について検討を行い、必要があれば利用計画の見直しを行うこととします。

なお、海外で保管されているプルトニウムは、プルサーマルに使用されるものについては、海外でMOX燃料に加工された上で我が国に持ち込まれることとなります。そのため、その利用について平和利用の面から懸念が示されることはないと考えられますが、透明性の一層の向上の観点から、燃料加工される段階において国内のプルトニウムに準じた措置を行うべきと考えます。

また、核燃料サイクル開発機構東海再処理施設において分離、回収されるプルトニウムについては、核燃料サイクル開発機構など国

の研究機関において保管されて、また研究開発等に利用されていますが、これら研究開発に利用されるプルトニウムについても、研究開発が有する情勢の変化によって機動的に対応することが求められるという性格に配慮しつつ、利用の透明性の向上が図られるよう、核燃料サイクル開発機構など国の研究機関は、商業用のプルトニウムに準じた措置を行うべきと考えます。

原子力委員会としては、プルトニウム利用を着実に進めていくためには、プルサーマル計画の推進が重要であると考えており、今後とも、原子力委員会、経済産業省、地方自治体及び事業者がプルサーマルの実現に向けて、積極的に取り組んでいきます。

2 - 1 4 我が国の発電所の使用済燃料から回収されたプルトニウムを英仏に保有し、国内においてMOX燃料の使用先が確定しない段階で、なぜ六ヶ所再処理工場の稼働を急ぐのでしょうか。現在の状況で、いわゆるプルトニウム・バランスがとれるのですか。

2 - 1、2 - 4 で述べたとおり、国内における核燃料サイクルの確立は、エネルギーの安定供給の確保のための手段であります。さらに、核燃料サイクル事業を着実に進めていくことにより、

2 - 1 0 で述べたように、使用済燃料を再処理することにより高レベル放射性廃棄物の減容化が図られ、処分の負担の軽減になること、

国内におけるいくつかの原子力発電所の使用済燃料の貯蔵プールの容量は既に限界に近づいており、2010年まで中間貯蔵施設が稼働しないことを踏まえると、使用済燃料を着実に再処理することにより原子力発電所の運転の円滑化が図られること、さらに、海外再処理を行う場合には、使用済燃料や高レベル放射性廃棄物の国際海上輸送が必要となりますが、国内再処理により、国際海上輸送の回数を減らすことができること、といった利点があると考えます。

次に、プルトニウムの回収に関しては、これまでの海外再処理委

託契約に基づいて回収されるプルトニウムは、累計約 30 トン（プルトニウム量については核分裂性プルトニウム量）と見積もられ、さらに、国内再処理工場においては、六ヶ所再処理工場は、2005 年から稼働することが予定されていますが、本格稼働した段階（2008 年予定）で年間約 5 トン弱のプルトニウムを回収することが予定されています。

プルトニウムの利用については、当面のところ、プルサーマル及び高速増殖炉などの研究開発において利用することとしています。プルトニウム利用の見込みについて述べると、プルサーマルについては、全炉心 MOX 燃料³⁹装荷の大間原子力発電所では年間 1.1 トンの利用が、他の原子炉では 1 基当たり年間 0.3 ～ 0.4 トンの利用が見込まれるので、16 ～ 18 基の規模でプルサーマルが実施された場合、合計で 5 ～ 8 トンの利用が見込まれることになります。研究開発用については、「もんじゅ」が運転再開した後には年間数百キログラムのプルトニウムの利用が見込まれます。このように、プルサーマルが着実に進めば、国内の再処理工場で回収する以上のプルトニウムを利用することになると考えられ、我が国が国内及び海外において保有するプルトニウムの総量は減少する傾向になると考

³⁹MOX 燃料（Mixed Oxide Fuel）：プルトニウムとウランを混ぜ合わせて作った燃料（ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料）のことを言います。

えられます。

その場合においても、我が国がプルトニウム利用を平和利用に限っていることを内外に示していくことが何よりも重要であることから、我が国は利用目的のないプルトニウムをもたないという原則を採っています。そこで、プルトニウムを分離、回収する場合には、原子力委員会が示したプルトニウム利用の基本的考え方に即して、事業者が利用目的を明らかにしたプルトニウム利用計画を公表することとしています。

プルトニウム利用計画が国内外に対する一層の透明性の手段として実効性を持つためには、プルサーマル計画を始めとする利用目的が最新の状況を反映することが必要であると考えます。

そのため、電気事業者のプルサーマル計画の進捗状況、日本原燃（株）の再処理工場等の稼働状況等によりプルトニウム利用計画への影響が懸念される場合には、電気事業者及び日本原燃（株）が取るべき措置についての検討を行い、必要があれば利用計画の見直しを行うことが必要であると考えます。これにより、いわゆるプルトニウム・バランスについての懸念も生じることはないものと考えます。

プルサーマル計画を進めるためには、当面、欧州の加工会社とのMOX燃料加工契約の締結が必要ですが、輸入MOX燃料に関する品質保証体制を確立し、地元の信頼を回復することが必要です。

2 - 1 5 これまでに、諸外国等でプルサーマルを実施した実績があるとのことですが、現在はどうでしょうか。また、各国の再処理工場は安全に動いているのでしょうか。

プルサーマルは、1960年代から開始され、2001年12月末までに、ベルギー、アメリカ、ドイツ、イタリア、オランダ、スウェーデン、フランス、スイス、日本、インドの55基の原子力発電所で計3,543体のMOX燃料⁴⁰集合体が装荷されました。現在は、フランス、ドイツ、ベルギー、インドにおいて、MOX燃料が装荷されています。

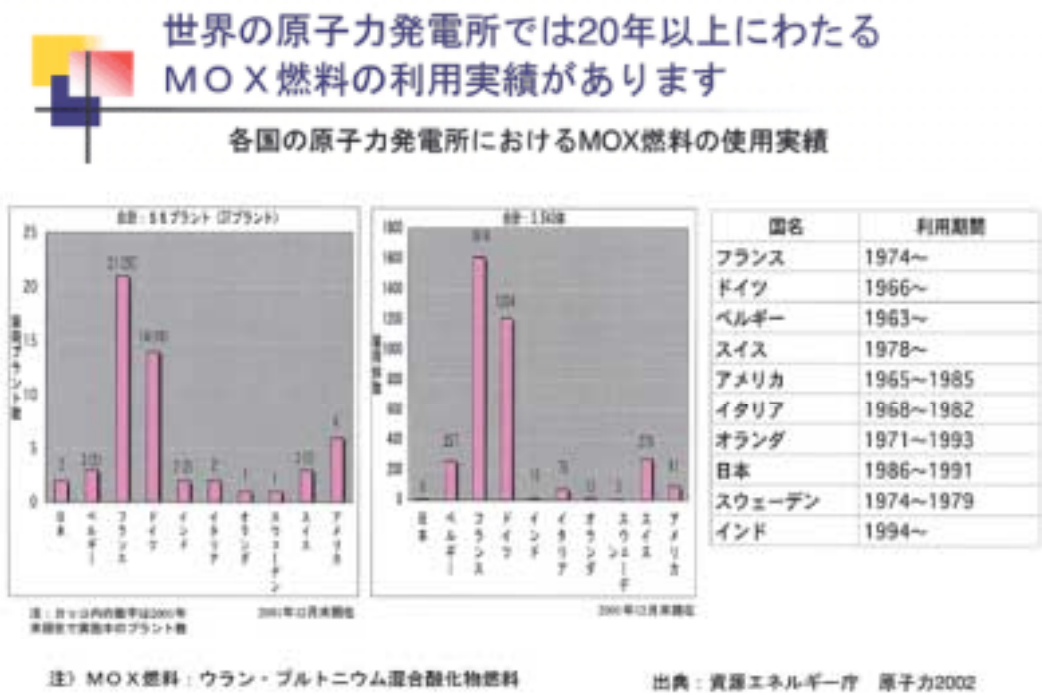
我が国においては、1986年から1991年にかけて、関西電力（株）美浜発電所1号機、日本原子力発電（株）敦賀発電所1号機でMOX燃料の実証試験を行った実績があります。さらに、新型転換炉「ふげん」においても、772体のMOX燃料を利用した実績があり、これは1つのプラントとしては世界最多の実績となっています。

再処理工場については、現在、フランス、イギリスにおいて、商業用再処理工場が稼働しており、また既に廃止されているものの、

⁴⁰MOX燃料（Mixed Oxide Fuel）：プルトニウムとウランを混ぜ合わせて作った燃料（ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料）のことを言います。

ベルギーでも商業用再処理工場が稼働していました。これまでに、これらの国々において、6万トンを超える使用済燃料を再処理した実績があります。我が国においても、1977年から、核燃料サイクル開発機構の東海再処理施設が稼働しており、これまでに、累計約1,000トンの使用済燃料の再処理を行っております。

図2-15-1 諸外国におけるMOX装荷実績



2 - 1 6 直接処分とプルサーマルを比較して、どちらの選択が望ましいと考えますか。この点について、立ち止まって比較しているのですか。

原子力委員会は、経済性、資源の利用効率、放射性廃棄物の処分などの観点から、直接処分⁴¹とプルサーマルとについて、比較検討しています。

2 - 4、2 - 7、2 - 1 0で述べたとおり、経済性の面では、プルサーマルは直接処分と比較して高いものの、総発電費用に対し1割以下の差に過ぎないとの試算があります。また、その差は、時には数倍にもなる原油価格の変動幅よりも小さいのではないかということも指摘されています。

他方、資源の利用効率については、炉内で生産される純国産資源であるプルトニウムを利用することからウラン資源の利用効率が最大1．5倍になり、エネルギー安全保障の確保に寄与します。プルサーマルを行うことで対外的にも常にエネルギーの海外依存度を低くしようとする姿勢を示すことになり、エネルギー資源の確保を行

⁴¹直接処分：使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

う際にも有効に働くものと考えます。

さらに、プルサーマルにおいては、2 - 10で述べたとおり、高レベル放射性廃棄物⁴²の重量が直接処分の場合の約40%に減容されることから、処分の負担の観点からみて大きな利点になると考えられます。

これらの論点を、個々に取り上げるだけでなく、これらを総合的に考えて政策の選択を行うとすれば、原子力委員会は、直接処分ではなく、プルサーマルを選択することが望ましいのではないかと考えています。

⁴²高レベル放射性廃棄物：使用済燃料の再処理工程において排出される放射能レベルの高い廃液、またはこれの固化体をいいます。核分裂生成物（FP）と、マイナーアクチニド（Np,Am,Cm）を含み、高いレベルの放射能を有し、大きな崩壊熱を発生します。