

核燃料サイクルについて

1999 年 6 月 15 日
原子力資料情報室
共同代表 伴英幸

はじめに

フランス、イギリスからの MOX 燃料の輸送が間近に迫っています。しかし、この計画にはなお解決されていないさまざまな問題があり、また、「国民的合意」が得られたとは言い難い状況です。

高速増殖炉開発の先進国が技術上および経済上、あるいは国民の意見を反映して、その開発から撤退を進めています。もんじゅの事故で日本の高速増殖炉開発の先行きが見えなくなりました。開発計画を見直すよい機会です。また、もんじゅの運転を再開することの意義は今やなくなっています。

日本原燃（株）がこの 4 月 26 日に六ヶ所再処理工場の操業延期を発表しました。同時に発表された建設費の見直しでは、総工費が 2 兆 1400 億円に跳ね上がっています。高速増殖炉計画の先送りが確実となっている今、再処理工場建設の意味はなくなっています。

今必要なことは、過去の開発計画に固執せず、他の電源を含めた総合的な見地から再処理—プルトニウム利用の是非を検討することです。

プルサーマル

国際 MOX 評価の結論

原子力資料情報室は 95 年から 97 年にかけてプルサーマルに関する総合的な評価（通称 IMA）¹を行ない、「MOX 総合評価」²として出版しました。この評価は内外の専門家 9 人によって構成されました。その結論を以下に紹介します。

「プルトニウム分離と MOX の軽水炉利用という路線のデメリットは、核燃料の直接処分の選択肢に比べて圧倒的であり、それは、産業としての面、経済性、安全保障、安全性、廃棄物管理、そして社会的な影響のすべてにわたって言える。換言すれば、プルトニウム分離の継続と MOX の軽水炉利用の推進には、今や何の合理的な理由もなく、社会的な利点も見いだすことができない。」

次に、いくつかの問題点について述べます。

¹ タイトルは「MOX 燃料の軽水炉利用の社会的影響に関する包括的評価」

(Comprehensive Social Impact Assessment of MOX Use in Light Water Reactors)

² 高木仁三郎、マイケルシュナイダー他著、98 年 8 月七つ森書館発行

MOX 使用の危険性

プルトニウムの核的な性質の違いから、MOX 燃料を装荷した炉心においては次のような危険が増すと言われています。1) 制御棒の効が悪くなる 2) 燃料棒破損の危険が増す 3) 出力急上昇の危険が増す 4) 出力の制御が難しくなる 5) 中性子照射により圧力容器や炉内構造物がより脆くなる、などです (図 1)。

(図 1)

ウラン燃料と比較した MOX 燃料の安全面での特徴

	特 徴	問 題 点
物理化学的性質 ●酸溶解性 ●融点 ●熱伝導度 ●希ガス放出率	硝酸に溶けやすい 40℃～60℃低下する 下がる 高くなる	溶解が容易になるため、核拡散上問題 燃料が破損しやすくなる 危険性を増す
核的特性 ●核反応 ●核分裂生成物のでき方 ●アクチニド	反応しやすく、また、中性子を吸収しやすい ヨウ素、トリチウムが増える ネプツニウム－237、プルトニウム－240、242、アメリシウム－241、キュリウム－242、243、244 などが増加する	制御棒やボウ素の効果が減少する 反応度係数をより負とするなど、総じて安全面に悪影響 ヨウ素の増大は被覆管を損傷しやすくし、トリチウムの増大は放出率を高める 使用済み燃料や放射性廃棄物の管理を厄介にする 中性子線やアルファ線の問題 原子炉の安全性にも影響？
放射線 ●中性子線 ●アルファ線	増える 増える	原子炉容器の脆化を早める 労働者被曝を増大させる 使用済み燃料の発熱を増やす 放射能毒性を増大させる 内部被曝はきわめて深刻で、事故の結果をより重大にする 使用済み燃料や放射性廃棄物の管理をいっそう困難にする
炉物理 ●制御棒やボウ素の効果 ●出力の局所的上昇 ●反応度係数 ドップラー係数 ボイド係数 減速材温度係数 ●遅発中性子の割合 ●即発中性子の寿命	効が悪くなる 増える より負 より負 (BWR) より負 (PWR) より小さくなる より短くなる	原子炉の停止余裕が減少する 燃料が破損しやすくなる 原子炉の停止余裕が減る ある種の事故時に反応度の増加がいっそう急になり、原子炉の停止余裕を減らす 反応度増加時の出力上昇が早く、かつ大きくなり、運転制御がより困難になる

これらの変化が生じてもおお安全余裕があるという主張も聞かれますが、MOX 利用が安全余裕を切りつめての運転になることは間違いありません。

経済性はない

再処理から取り出されたプルトニウムの価格を「ゼロ」(フリー・プルトニウム)で計算されることがあります。しかし、本来のコスト計算は再処理含めて行われるべきだと考えます。そこで IMA の評価では、ウラン燃料の場合、フリー・プルトニウムの場合、再処理費用を考慮した場合の 3 つのケースを扱いました。その結果、ウラン燃料を 1 とした場合、フリー・プルトニウムで 1.2~1.4 倍、再処理を考慮した場合 2.4~2.8 倍に達しています。

コスト高は現在進められている電力の自由化を阻害する要因となりえます。

核拡散の危惧

原子炉級プルトニウムであっても核兵器の材料となりうる³ことを考えると、再処理ープルトニウム利用技術の獲得は核兵器技術の獲得につながる危険があります。また、プルトニウムを大量に貯蔵することは核開発への疑惑を高めることになります。

それだけでなく、原子炉施設は攻撃の対象となりえます。通常兵器であっても原子炉施設が攻撃されれば、場合によっては莫大な被害に進展します。

輸送の困難

さらに、輸送途上においてテロ行為の対象となりえます。あかつき丸が 1.5 トンのプルトニウムをフランスから日本へ運搬したとき、その航路は 38000 キロメートルにおよんだと言われています。現在計画されているヨーロッパからの MOX 燃料の輸送ルートは公表されていませんが、同様のルートをとることが予想されます。長距離を運搬すればするほどテロ行為の対象となる危険は増します。今回の輸送計画では 2 艘の民間船に機関砲などの武器を装備させて相互に護衛しながら運ぶことになっています。しかしながら、テロ攻撃に対して十分とは言えません。

核防護とは別に、輸送の安全性もはっきりしていません。輸送容器に課せられている強度などの基準は IAEA の基準⁴に基づいたものではありませんが、それ自体が不十分です。

輸送には沿線ルート国からの反対が予想されます。92 年のプルトニウムの輸送時には 30 を超える国々から反対や懸念の声があがりました(資料 1)。

³ 『21 世紀の原子力』(原子力未来研究会、「原子力 eye」98 年 9 月号 p.65、日刊工業新聞社

⁴ 衝撃テスト 9 メートルの高さから自由落下、強度テスト丸棒の上に 0.9 メートルの高さから落下、耐火テスト 800℃で 30 分、浸漬テスト水深 15 メートルに 8 時間、このほか水深 200 メートルで 1 時間など

<資料1>

日本のプルトニウム海上輸送に関する各国の反応

1993年 1月4日 原子力資料情報室

★懸念表明、声明、輸送船の通過拒否、回避要請などを発表した政府、国々、団体

ハワイ州・・・・・・州知事 5月21日

西部州知事連合（アメリカ西部21州）・・・・・・6月23日

南アフリカ共和国・・・・・・国民教育環境相 7月7日、環境相 11月17日

A N C（アフリカ民族会議）・・・・・・7月7日

南太平洋フォーラム参加15か国・・・・・・7月9日

（オーストラリア、クック島、ミクロネシア連邦、フィジー、キリバス、マーシャル諸島、ナウル、ニュージーランド、ニウエ、パプア・ニューギニア、ソロモン諸島、トンガ、ツバル、バヌアツ、西サモア）

フランス緑の党（8月18日）

インドネシア・・・・・・インドネシア原子力庁・運輸省 8月22日、環境大臣 8月28日、外相 9月17日

マレーシア・・・・・・水産省 8月29日、外相 9月14日、科学技術環境相 9月17日

アルゼンチン・・・・・・国会議員 9月2日、外相 10月11日

ブラジル・・・・・・原子力国家委員会 9月2日

チリ・・・・・・国有財産相 9月10日、外相 10月21日、大統領 10月21日、下院 11月3日

シンガポール・・・・・・外務省 9月19日

セントクリストファーネビス・・・・・・首相 10月1日、議会 10月9日

プエルトリコ・・・・・・議会 10月8日

バヌアツ・・・・・・首相 10月8日

フィリピン・・・・・・天然資源環境省 10月17日、大統領 10月19日、海軍提督 11月9日、11月10日

ウルグアイ・・・・・・外務省 10月19日

スリランカ・・・・・・10月21日

南米5か国共同声明・・・・・・10月26日

（エクアドル、コロンビア、チリ、ペルー、パナマ）

カリブ共同体共同市場共同声明）・・・・・・10月30日

モーリシャス・・・・・・外務大臣 10月

英国バージン・アイランド・・・・・・議会 10月28日

ポルトガル・・・・・・外務省 11月9日

コスタリカ・・・・・・政府 11月10日
大韓民国・・・・・・法曹界 11月17日
核戦争防止国際医師の会（米国）・・・・・・11月18日
欧州議会・・・・・・11月19日
ニューカレドニア・・・・・・カナク社会主義民族解放戦線 12月21日
ソロモン諸島・・・・・・12月21日
バヌアツ・・・・・・12月22日
ナウル共和国・・・・・・12月22日
北マリアナ諸島／グアム共同声明・・・・・・12月23日

（1993年1月4日現在）

原子力資料情報室では4月末より、プルトニウム輸送予想ルート上の沿線国政府に宛て、プルトニウム輸送が貴国のそばを通るかもしれないという、警告のハガキを出したり、プルトニウム輸送に関するさまざまな情報提供をしてきました。その結果ともいえるようになりそうですが、日本政府はこれだけの国々の懸念、抗議を無視して、プルトニウム輸送を強行してきたといえます。これは、国際社会のなかにおける日本のイメージをひどく傷つけ、永く汚点として、消えることはないでしょう。

さらにそれらの国々から高レベル廃棄物の輸送を含めて、輸送事故時の災害評価を求める声⁵があがっていますが、未だに日本政府は行っていません。誠意ある対応が必要です。

乏しい海外の実績

MOX燃料の使用実績に関して、日本では美浜1号炉と敦賀1号炉での少数体試験しか行っていませんので、海外の実績が引き合いに出されます。しかし、実際には海外の実績はこれまでの総計でも1800体ほどで、ウラン燃料に比べて実績があるとは言えません。97年現在もMOX燃料を使用している原子炉は23基しかありません。そのうち、東京電力所有の原発と同型の沸騰水型炉の実績はドイツの2基のみです。その内の1基は95年に16体を原子炉に入れてから新たなMOX燃料の追加はありません。もう1基は96年と97年にそれぞれ32体を装荷しています⁶。これを十分な実績とは言えないでしょう。

幻の実用規模の実証計画

1987年に改定された「原子力の研究開発および利用に関する長期計画」では、加圧水型炉と沸騰水型炉がそれぞれ1基で実用規模の実証計画がうたわれていました⁷。ところが94

⁵ 例えば、第29回南太平洋フォーラムでのコミュニケ

⁶ 「97年度発電用新型炉等開発調査」財団法人エネルギー総合工学研究所、98年3月

⁷ 第2部第3章2. (1)、抜粋すると「実用規模での実証計画については、実用規模のMOX燃料を装荷した際の炉心特性、運転特性などの確認並びに実用規模の軽水炉用MOX

年に改定された長期計画では、「海外に多くの実績」があるとして、実用規模の実証計画は消えてしまったのです。その海外の実績が上に述べた実績で、とうてい多くの実績とは言えません。90年代前半には実用規模の実証が終わり、後半には10基程度でMOX燃料が装荷されるという87年長期計画が大きく遅れていたため、その遅れをカバーするために実用規模実証計画をとばしたのではないのでしょうか。

資源節約効果は疑問

仮にMOX燃料を利用しても、現在計画⁸されている2010年までに16基程度という規模ではウラン資源の節約にはほとんどつながりません。

プルトニウム余剰

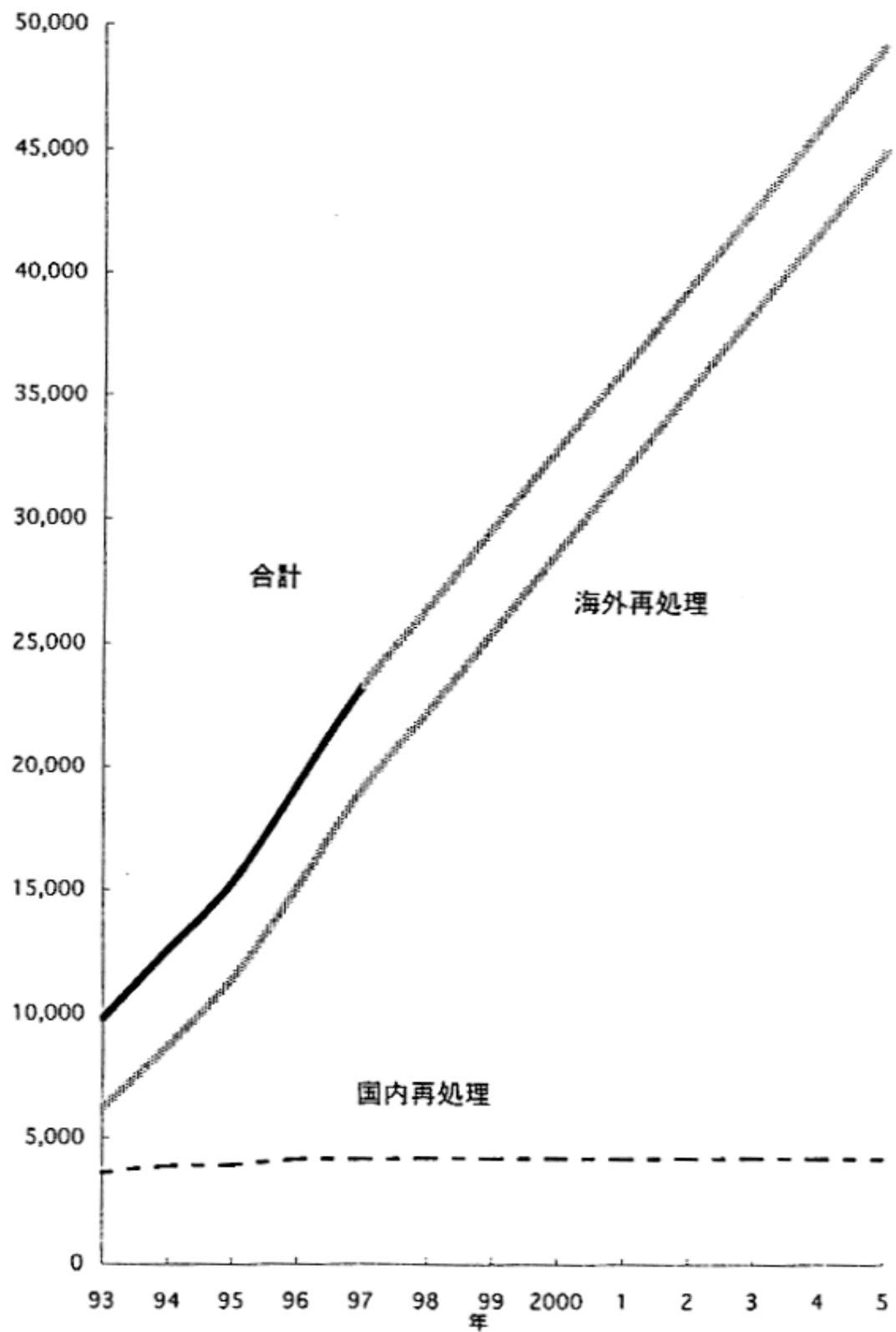
プルトニウムは高速増殖炉で使うのが本来の姿であり、資源の有効利用につながると説明されています。プルサーマルは高速増殖炉が開発されるまでのつなぎという位置づけでした。ところが、高速増殖炉開発の見通しは長計見直しごとに先に延び、94年長期計画では「2030年頃までには実用化が可能となるよう高速増殖炉の技術体系の確立を目指して」いくとなっています。ところがこの見通しと関係なく再処理を続けているので、プルトニウムの貯蔵量が増え続けています（図2）。98年度版原子力白書で公表されている97年末のデータによりますと、フランスに約15.5トン、イギリスに約3.5トン、国内に約5トン、実に約24トンものプルトニウムが在庫となっています。「余剰を持たない」という国際公約のために、結局のところ海外再処理分をプルサーマルで消費しようと言うわけです。特に、もんじゅ事故によって高速増殖炉による利用計画が頓挫したことから、プルサーマルによる消費計画を立てざるをえなくなったのです。

私には現在のプルサーマル計画がどうしてもつじつま合わせに見えてなりません。これ以上プルトニウムを増やさないために、まず、再処理をやめることが必要です。

燃料加工および取り扱い経験の蓄積を目的として、1990年代前半を目途にPWRおよびBWRそれぞれ1基（電気出力80万キロワット級以上）に最終規模で4分の1炉心のMOX燃料を装荷するものとし・・・とある。

⁸ 1997年2月に電気事業連合会が発表した計画

kg 日本の中ニウム在庫（実績と計画）



本当に地元合意が得られたか

プルサーマル導入について、これまで国や電力会社による地元説明会が幾度か開催されました。地元市町村長や知事の同意という形式を整えてきていますが（福井県を除く、6月9日現在）、しかし、地元住民の合意が得られているとは言い難い状況です。例えば、福島県で行われたアンケート調査⁹では45%が「情報が足りないので判断できない」と答えています。

これまでの議論で、安全性、経済性、核拡散、輸送などなどの面で十分な議論が尽くされたとは言えません。国や電力会社の姿勢は、計画や安全性にかんする一方的な説明だけで議論ではありません。

高速増殖炉

原子力長期計画で高速増殖炉が言及された1962年から今日までに6回の改定がありましたが、改定ごとに高速増殖炉の実用化の時期は遠のいています。

このことは高速増殖炉開発が技術的に非常に困難であることを物語っています。

そしてついに、もんじゅ事故後に設置された高速増殖炉懇談会の報告¹⁰では、高速増殖炉の実用化の時期を定めないことになりました。

この間に投じられた資金は総務庁行政監察局の報告¹¹によればおよそ1兆6000億円に達します。そして開発を続けるならさらに2兆円以上の資金が必要¹²になると見られています。

前述の行政監督局報告には「研究開発に要する費用とその成果を明らかにし、その妥当性を議論していくことが必要であり、そのような議論を広く巻き起こしつつ事業を幅広く見直していくことが求められる」と結んでいます。この表現は、行政監察局が高速増殖炉と関連技術の開発計画へ大きな疑問を投げかけ、計画の見直しを提言していると受け取れます。

私は高速増殖炉開発の技術的困難さ並びに経済的困難さを考えれば、開発計画の続行にはメリットが無く、計画の撤回が妥当だと判断しています。

もんじゅ

高速増殖炉懇談会の報告は、もんじゅについて、このまま止めてしまうとこれまでに投じた資金が無駄になると、もんじゅ運転の必要性を訴えています。

しかし、これは硬直化した考えといえます。

⁹ 1998年7月18日朝日新聞社アンケート（実施は同年7月4～5日）

¹⁰ 「高速増殖炉研究開発のあり方」原子力委員会高速増殖炉懇談会97年11月

¹¹ 特殊法人に関する調査結果報告書－事業団の財務内容等を中心として－

動力炉・核燃料開発事業団（現核燃料サイクル開発機構）99年5月

¹² 1994年改定原子力長期計画

94 年の長期計画によれば、その先の実証炉は 2 基ていど建設する計画ですが、そのタイプはもんじゅとは異なっています。また、もんじゅが計画から運転開始まで 28 年の歳月を費やしたことを考えると、未だ場所が未定の実証炉はとても現実的とは見えません。

実証炉もその先の実用炉も現実的でないので、もんじゅの運転を再開することにはメリットがないと考えています。

海外の中止は技術と経済性のなさの証明

イギリス、ドイツ、フランスなどの国々が高速増殖炉開発から撤退した理由は、技術的困難、経済的困難、社会的合意の困難という 3 つの要因が重なり合っていると私は見ています。

これらの要因は日本とて例外ではありません。先達の教訓として率直に受け入れるべきだと思います。

再処理

再処理は使用済み燃料を扱うことから放射能汚染の激しい施設だと言われます。大規模な再処理施設のあるフランスとイギリスでは周辺住民に放射能による被害が出ていると報告¹³されています。これらの報告は被害の発生と再処理工場との因果関係をめぐって常に論争の的になっています。

再処理を廃棄物対策とする見方には納得できません。まず、再処理によってかえって廃棄物の量が増えますので対策とはなりません。また、仮に廃棄物対策だとすれば、プルトニウムは副産物になり、現在の政策におけるプルトニウムの位置づけと矛盾してきます。再処理はあくまでもプルトニウムの抽出を目的とするものです。

上述してきましたように、現実的にはプルトニウム大量に貯蔵されている状態で、これ以上再処理を続ける理由は見あたりません。

日本原燃（株）はこの 5 月に六ヶ所再処理工場の操業延期を申請しました。そして建設費は 2 兆 1400 億円を超える見通しを発表しました。

説得力のない東海再処理工場の運転再開

核燃料サイクル機構は東海再処理工場の運転再開を申請しました。しかし、これには説得力ある理由が見つかりません。これまで、プルトニウムの需給に合わせた運転を行うと科学技術庁は述べています。需給に合わせるのであれば、東海事業所内に貯蔵されている 5 トンものプルトニウムの需要が見込めないことを考えれば運転を再開する理由にはなりません。

言われているように、新型転換炉ふげんの燃料貯蔵プールが満杯で、持ち出さなければふ

¹³ 「ラ・アーク核廃棄物再処理工場周辺地域の若年層の白血病発生率：その感度分析」 ジャン・フランソワ・ヴィール他、Statistics in Medicine. Vol.14, p.2459-2472 (1995)

げんを止めざるをえなくなるのが理由とすれば、とても納得できません。ふげんは大間 ATR 計画が中止になった時点で、運転を続ける意義がなくなっています。いきなりの閉鎖を避けて、2003 年まで運転を続けて閉鎖する計画になっています。運転にこだわる必要はないと考えています。まして、運転を続けるために、ところてん式に再処理工場を運転することは本末転倒といわざるをえません。

東海では高速増殖炉燃料の再処理の試験研究のため、リサイクル機器試験施設 (RETF) の建設が続いています。これも高速増殖炉開発が遠のいた今、RETF の建設を続ける正当な理由は見あたりません。

まとめ

高速増殖炉開発およびプルサーマル、さらに再処理には何ら利点が無く、速やかに撤退すべきと考えます。もんじゅ事故や東海再処理工場の事故で、あるいは六ヶ所再処理工場の延期などで、計画が中断している今こそ、再処理－プルトニウム利用政策を転換する好機ととらえています。

この時期に、他の電源含めて、原子力発電、核燃料サイクルに関する総合的な評価をすることを提案します。