

## 必要がなく安全余裕を削るだけのプルサーマル

小林圭二

### I. プルトニウムは使ってはいけない物質

#### 1. プルトニウム利用は原爆を作るために始まった（原爆の材料）。

プルトニウムはもともと地上になかった物質です。それが人の手で最初に作られたのは、原爆を作るためでした。作られた原爆の一つが長崎に落とされ、約10万人を殺害しました。その桁外れの破壊力を見て、戦後、大国は核兵器開発競争に走り出しました。やがて、一発で何か国も破壊するものまで生まれ、作った国自身も他国の核兵器におびえる時代になってしまいました。

#### 2. 原子力「平和利用」が核兵器を世界に広めた（核拡散）。

1968年、核兵器を保有する米ソ英仏中の五カ国は、新たな核保有国の誕生を阻止するため、非核保有国に核不拡散条約（NPT）への加盟を求め、見返りに、原子力「平和利用」の技術と物資の提供を約束しました。

ところが、「平和利用」は新たな核保有国を産み出す皮肉な結果をもたらしました。それは、「平和利用」の技術が軍事利用技術と何ら本質的に変わらないからです。原発の原子炉は、もともとウラン燃料中の燃えないウランから原爆用プルトニウムを作るために発明されたものです。できたプルトニウムを使用済燃料から取りだして原爆を作るために再処理技術が発明されました。

「平和利用」によって核実験に成功したのがインドです。その動きは、インドと対立する隣国パキスタンを刺激し、こちらはウラン濃縮技術を入手して広島原爆と同じ濃縮ウラン原爆を作りました。

#### 3. いま、世界は核疑惑によって緊張が高まっている。

インド核実験をきっかけに、世界は「平和利用」の動きにも疑惑の目を向け始めました。国際原子力機関（IAEA）による検査制度が強化されました。それにもかかわらず、パキスタンの核開発の中心にいたカーン博士による国際的な「核の闇市場」がリビア、北朝鮮などの核開発に手を貸していたことがわかりました。

一方、偽情報によって核開発の濡れ衣を着せられたイラクは、米国等に武力で征服されてしまいました。その米国に「ならず者国家」と名指された北朝鮮とイランは、対抗するため核開発を急ぎ始めました。すでに北朝鮮では、原子炉の使用済燃料を再処理して取り出したプルトニウムが、核兵器数個から10個分になると推定されています。この動きをめぐる六カ国協議の話題が連日テレビや新聞紙上をにぎわせています。

イランは「平和利用」の権利をたてにウラン濃縮を始めました。これをやめさせる目的の仏独英の交渉はうまくいかず、今は国連安保理の場で激しい攻防が続けられています。

このように、世界はいま、核開発をめぐる緊張が高まっています。その中心にプルトニウムがあり、その入手や製造のわずかな芽にも神経をとがらせて争っています。

#### 4. 世界はプルトニウム利用から撤退を始めた。

「先進諸国」の多くは、かつてプルトニウムに手を出していました。高速増殖炉とプルサーマルの

二つです。しかし、核拡散の危険も一因となって次々手を引いていきました。

高速増殖炉は、米国が20年以上も前に、英国とドイツが10年以上前に開発をやめました。フランスも、原型炉フェニックスを2009年廃止、最後に撤退を決めています。ロシアとインドで1基ずつ動いていますが、ロシアの炉は燃料が濃縮ウランで、プルトニウムを利用する本来の高速増殖炉ではありません。インドの炉は、今年3月の「米印原子力協力合意」によって査察対象から外され、軍事用であることが明らかになりました。

プルサーマルでは、米国、オランダ、スウェーデン、イタリアが十数年以上も前にやめました。英国は最初から手を出さず、ベルギーは2001年以後の再処理を中止しました。ドイツは原子力法改正によって、2005年7月以後の再処理を禁止、スイスは10年間の再処理凍結を決めています。フランスだけが残りますが、これ以上の拡大計画は中止しています。

今や世界のすべての国がプルトニウム商業利用の中止や自粛、縮小へと向かっています。

## 5、国際道義に反し、世界の流れに逆行する日本

日本だけが世界の流れに逆らい、これからプルトニウムの大量利用、大量流通に踏み出そうとしています。プルサーマルが始まると、プルトニウムを積んだ大型トラックが、一般車に混じって北海道から九州まで頻繁に行き交う状況になります。日本がそんな時代に入ることを、世界のどこものぞんでいません。現にイランは、日本の行為を引き合いに出して自国の核開発を正当化しています。日本のプルサーマルが、他国に核開発の口実を与えることは明らかです。これは国際道義上、許されることではありません。

プルサーマルは、必要性や安全性を考える以前に、まず、世界に緊張をもたらす極めて政治的行為であることを念頭に置く必要があります。

## II. プルサーマルに必要性はあるのか

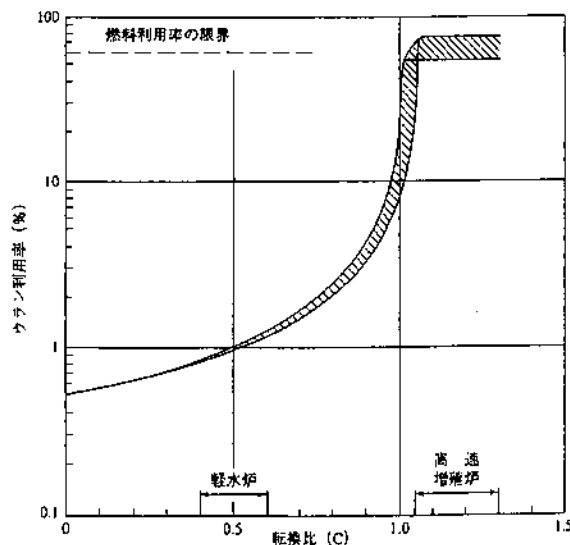
### 1、国や電力会社、原子力業界があげるプルサーマルの主な必要理由はいずれも疑問

- ① ウラン資源の節約ないし有効利用
- ② 余剰プルトニウムを持たない（国際公約）
- ③ 高レベル放射性廃棄物量の低減

### 2、プルサーマルはウラン資源の有効利用にならない。

(1) もともとプルサーマルに資源面の利点がないことは、原子力界の常識でした。

図1は、軽水炉のプルサーマルや高速増殖炉で燃料のリサイクルを無限に繰り返した場合のウラン資源利用率です。プルサーマルでは、利用率はわずか1%にすぎません。現実には無限回のリサイクルなんて不可能です。現在のように最初の使用済MOX燃料さえ使う計画がなければ、プルサーマルに資源的利点はほとんどないことがわかります。リサイクルは、高速増殖炉で初めて意味を持つことがわかります。



図中の「軽水炉」とは、プルサーマル、使用済燃料再処理を無限に繰り返した場合を指す。

図1 炉の種類によるウラン資源利用率

このようなことは原子力界では始めからわかっていました。だからこそ日本の原子力政策は高速増殖炉中心に作られてきたのです。プルサーマルは、約45年前の第二回原子力開発利用長期計画（長計）以来国策にうたわれ続けてきたにもかかわらず、加圧水型、沸騰水型とも一度だけの少数体試験を除き、ほとんど何も実施されませんでした。名目だけの半世紀に近い歴史が、プルサーマルの無意味さを物語っているとと言えます。

#### (2) 国、電力会社が言う節約効果はごまかし

四国電力のような加圧水型軽水炉では、プルサーマルで約25%の節約効果があると宣伝されています。これはゴマカシです。

使用済ウラン燃料のうちプルサーマルによってエネルギー発生に役立つ分は、わずか0.7%の燃えるプルトニウムだけです。しかも、そのうち1/5が燃えずに残ります。プルサーマルで有効に燃える分は、私の試算では、最初のウラン燃料で燃えた分に対し約10%となります。しかし、これは純然たる節約効果ではありません。このために投入された再処理、MOX燃料加工、貯蔵、輸送などに消費されるエネルギーや、使用済MOX燃料処理・処分で消費されるエネルギーを、10%から差し引かねばなりません。具体的消費分は実績がないので不確定ですが、差し引いた結果エネルギー収支がゼロ近いかマイナスになる恐れさえあります。

それだけでなく、推進側は、プルサーマルとは関係のない回収ウラン（再処理で回収された燃えないウランが約99%を占めるウラン）と、MOX燃料に混ぜるためよそから持ってきた燃えないウラン（劣化ウラン）の量をそのまま加えているというゴマカシをやっています。

### 3、余剰プルトニウムの焼却と矛盾する六ヶ所村再処理工場の稼働

プルサーマルは、余剰のプルトニウムを持たないという国際公約を守るためにも必要とされています。それならなぜ、プルトニウムを毎年8トンも作る六ヶ所村再処理工場を動かすのでしょうか。全く矛盾しています。再処理工場の稼働を凍結しなければ、この理由には何の説得力もありません。

### 4、高レベル放射性廃棄物量低減はプルサーマルの目的ではない。

プルサーマルは高レベル放射性廃棄物量を低減するためにやるものではありません。もともと再処理は高速増殖炉燃料用のために計画されました。高速増殖炉をやらないのであれば再処理は不要で、使用済燃料は再処理せず直接処分という別のより安価な選択があります。

さらに、再処理すれば高レベル放射性廃棄物の体積は減っても、かわりに低レベル放射性廃棄物の体積は十数倍（フランスの実績）に増えます。根本的な問題は、体積の多少に関係なく、高レベル放射性廃棄物を永久に受け入れる場所は、日本のどこにもないことでしょう。

### 5、プルサーマル計画の本当の理由は？

国や電力会社がプルサーマルを推進する理由はいったい何でしょうか。その背景には国の原子力政策の破綻があり、プルサーマルはそれを覆い隠すためと考えられます。

#### (1) 「もんじゅ」事故が示した高速増殖炉開発の破綻

図1で見たように、「資源小国」と言われる日本にとって高速増殖炉の魅力は圧倒的でした。原子力政策は高速増殖炉中心に立てられ、軽水炉の使用済燃料も将来の高速増殖炉用燃料資源と位置づけられました。そのかげで、使用済燃料の処遇は事実上先送りされてきたのです。

1995年の高速増殖原型炉「もんじゅ」事故で状況は一変しました。高速増殖炉実現の見通しが全く不透明になったのです。実は、その時点で、先行していた外国はすべて開発から撤退しており、日本だけが取り残された状態だったのです。各国の撤退理由は、

- ① 軽水炉に比べて暴走しやすいなど危険性が格段に大きい、
- ② そのため安全対策に巨額の費用がかかり経済的に成り立たない、
- ③ 核拡散の危険が飛躍的に増大する、

でした。日本は、世界の情勢に目をつぶっていたに過ぎなかったのです。

## (2) 浮上した放射性廃棄物（使用済燃料）処分問題

高速増殖炉開発の破綻によって軽水炉使用済燃料の使い道がなくなり、先送りしてきた処分問題が俄に浮上してきました。再処理の目的が失われたために、青森県は、六ヶ所村が永久的な核のゴミ捨て場にされることを恐れ、使用済燃料の受け入れを拒否しました。

一方、原発の各立地でも、同じ恐れから貯蔵容量の増加に抵抗しました。軽水炉使用済燃料の行き場がなくなり、いずれ原発停止にいたる状況が見えてきました。

この行き詰まりを打開するために、プルトニウムの新たな使い道を探する必要が出てきたのです。それがプルサーマルです。長年放置されてきたプルサーマル計画が、「もんじゅ」事故後の1997年始めに突如として急激な動きを見せたことが、その何よりの証明でしょう。

## III. プルサーマルは原発の安全余裕を削るもの

### 1. 安全余裕は原発にとっての命綱

自動車もビルも航空機も、安全余裕をもって設計されます。安全余裕は、危険なものほど、あるいは事故が起こったときの影響が大きいものほど大きくします。事故の影響が最も大きいものに原発があります。そのため原発は、一般の機械や建造物より安全余裕を大きくしているとされています。

安全余裕は、あらかじめ起こるかもしれない事故を想定し、それに十分耐えられるように決められます。それを越えてさらに大きな安全余裕を持たせれば、予想外の事態にも耐えられることがあり、それだけ安全性も増すでしょう。しかし、製造費や建設費が高くなるため、経済的にも成り立つところで線を引くことになります。そのために「あらかじめ想定する事故」を考えます。したがって安全余裕は、少なくとも想定された事故に対する命綱となります。

それでも原発では、米国スリーマイル島原発事故や旧ソ連チェルノブイリ原発事故をはじめ、たびたび事故が起こります。理由は、予想外のことが起こったり、判断ミスや操作ミスをしたり、設計が間違っていたり、設計通り作られていなかったりするからです。つまり、現在の原発でも事故想定など危険性の想定が不十分であり、全体として安全余裕が不十分であることを示しています。

プルサーマルをやると、今の原発が持っている命綱の安全余裕さえ確実に削ることになります。国や電力会社もそのことはよく知っていますから、個々に対策を考えています。しかし、その対策が根本的でないため限界があります。たとえ安全評価の結果が国の定めた許容範囲内だったとしても、従来の安全余裕が削られることには変わりはありません。また、新たな対策はやり方や燃料構造を複雑にし、ミスなどによるトラブルの要因を新たに作ることもなります。

### 2. 原発の変則的な使い方

プルサーマル対策が根本的でない理由は、その変則的なやり方にあります。

今の原発は低濃縮ウランを燃料とする設計になっています。最初に炉に装荷する燃料にはプルトニウムが含まれていません。しかし、使っているうちに少しずつプルトニウムが生成され、その一部は運転中に燃えてエネルギー生産に寄与しています。このようなことが、原子炉内のどの燃料でも同じように起こっているのが今の原発です。

プルサーマルでは、最初からプルトニウムを含む燃料（MOX燃料）を炉に装荷します。その基本方針は以下のようになっています。

- ① 今の炉の構造は変えない（制御棒の追加などはしない）。その結果、炉内に入れられるプルトニウムの重量が全体の1/3以下に制限される。
- ② 今の原発の運転中の状態に似せてすべての燃料にプルトニウムを入れることはせず、プルトニウムは特定の燃料集合体（MOX燃料集合体）だけに集中して入れる（図2）。これにより、加工費の高いMOX燃料集合体の数を抑え、経済性への影響を軽減させる。
- ③ MOX燃料中のプルトニウム含有率をできるだけ大きくする。これにより一度に燃やせるプルトニウム量を多くし、MOX燃料の加工、輸送、貯蔵工数を減らし、追加出費や手間を低減させる。
- ④ ウラン燃料とMOX燃料との核的性質の違いは調整するが、多少の不整合は許容する。
- ⑤ 試験過程を省き、いきなり商業利用として始める。

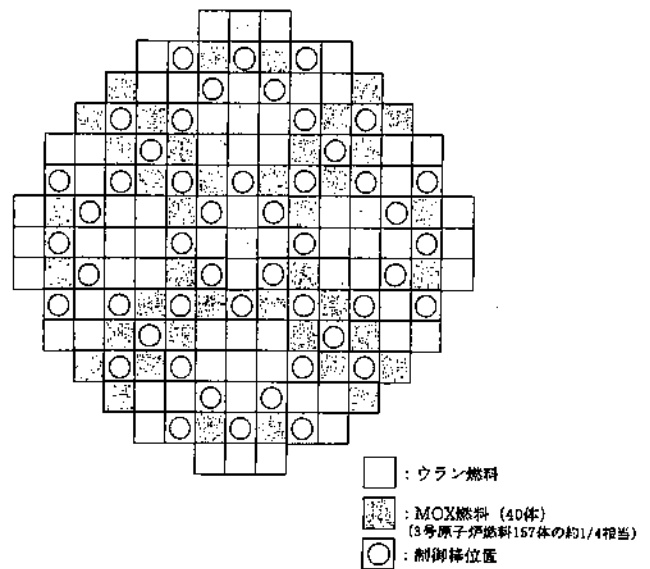


図2 MOX燃料集合体の炉心内装荷例

以上のように、経済性に重点を置いて変則的なやり方をする結果、安全上の問題が起こります。

### 3、プルサーマルによる安全余裕低下の例

(1) 原子炉制御装置や停止装置（制御棒およびホウ酸）の効きが低下します。

MOX燃料集合体やその近傍では熱中性子が少なくなるため、制御棒やホウ酸の制御効果が低下します（図3の模式図）。

伊方3号では対策として、制御用ホウ酸水の使用量増加、事故時用ホウ酸水の濃度を上げます。それにより管が詰まりやすくなる可能性があります（2004年12月伊方3号の例）。

(2) ウラン燃料とMOX燃料との間で燃え方にムラができます。燃料棒の過熱や破損の危険が増えます。

対策は、よく燃える場所ではプルトニウム含有率を低くします。ウラン燃料よりずっと複雑になります。

(3) 反応度異常が起こったとき、ウラン燃料炉心より応答が速く出力上昇が若干大きくなります。

(4) 燃料ペレットからのガス状核分裂生成物（FPガス、通称「死の灰」）の放出率が大きくなります。

ウランとプルトニウムという異なる二物質の粉末は完全に均一には混ざらないため。

(5) MOX燃料のプルトニウム含有率の上限規制値が世界で抜きん出て高い（表1）。

プルトニウム含有率が高いほどFPガス放出率は大きくなる傾向があります。

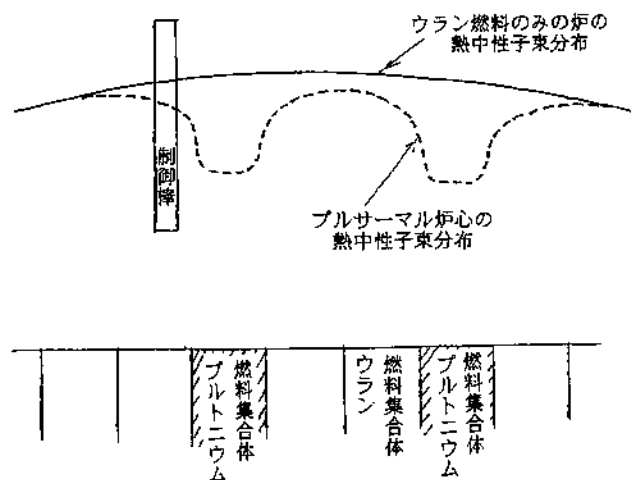


図3 プルサーマル炉心とウラン燃料炉心との熱中性子束分布のちがい

(6) ウラン燃料棒より内圧が高くなる。伊方3号では約1.2倍になると予想されています。

FPガスとアルファ線（ヘリウム）がたくさん出るから。

(7) MOX燃料は融点が高い。

プルトニウム含有率により数十℃から約百℃下がります。

(8) MOX燃料の方が熱伝導率が約5%小さい。それだけ熱を伝えにくく燃料温度が上がりやすくなります。

(9) MOX燃料加工工場、輸送などで作業員の被曝量が増えます。

試験稼働が始まったばかりの六ヶ所村再処理工場では作業員被曝事故が多発。

表1 各国のMOX燃料規制値の比較

	プルトニウム含有率 or 富化度 (%)		燃焼度 (GWd/t)		炉心装荷率 (%)	
	ペレット最大		集合体最大		炉心最大	
	富化度	含有率	PWR	BWR	PWR	BWR
フランス		7.08	40		30	
ドイツ	4.65		48	48	33	38
ベルギー		8.2	45		20	
スイス	5.5		50		40	
日本	8	13	45	40	1/3	

含有率:全プルトニウムの割合、富化度:核分裂性プルトニウムの割合

#### 4、日本の計画と同じ条件のプルサーマルは世界に実績がない。

電力会社や国は、プルサーマルは世界で多くの実績があると言います。しかし、それは単に原発や燃料集合体の数だけで言っているに過ぎません。内容を見ると、日本のように高いプルトニウム含有率で実施した実績はありません（表1）。内容の違う外国の実績では安全の証明にはなりません。

#### 5、プルサーマルは、あとで危険性がエスカレートしていく。

最初だけは、MOX燃料の燃焼度をウラン燃料より低く抑え、早く取り出すなど用心して始められますが、電力自由化のおり、いつまでもMOX燃料だけ特別扱いするはずがありません。いずれウラン燃料と同条件にするでしょう。そのうえ、プルトニウム含有率もさらに引き上げられるかもしれません。放射性廃棄物の一部を混ぜて燃やすことがあるかもしれません。そうなると、危険性は増加します。

#### IV. 使用済MOX燃料はいったいどうするのか

MOX燃料を燃やしたあとの処分先が明らかにされていません。過去の許可手続き例から見ても異例です。いつまでも伊方に置いておくつもりでしょうか。

#### V. 結論

- ① 国際的道義に反し、必要性もないのに、これまでの原発の安全余裕を削るだけのプルサーマルはやるべきではありません。
- ② 国の原子力政策の破綻のツケを、原発立地が払う必要はありません。