

労多くして益少なしー不必要な「プルサーマル」

舘野 淳

1. 何のためのプルサーマル

再処理を行いプルトニウムを取り出すのは、プルトニウムの利用価値が非常に大きく、再処理やプルトニウム利用のデメリット（経済的コスト、安全上リスク、技術的不利益）を打ち消し、それ以上のおつりがくるから行うはずである。ところがプルサーマルは以下に述べるように、プルトニウム利用の利益は小さく、不利益ばかり大きい。

国（資源エネルギー庁）が全国一律のプルサーマルを実施しようとしている真の目的は、「核燃料リサイクル」、「資源の有効活用」がうまくいっているという宣伝の下に、各地原発から六ヶ所への使用済み燃料の搬出をスムーズに行わせるためである。

しかしながら六ヶ所再処理工場の現状を見れば分かるように、再処理技術はそう簡単ではなく、さらにプルサーマルを実施すれば「燃えないプルトニウム」（高次化プルトニウム）が蓄積して、核燃料サイクルの流れを「詰まらせる」（燃料価値の低いプルトニウムを含む、使用済み MOX 燃料の再処理はありえない）。あるいは処分も利用もできない厄介な物質を大量に抱え込むことになる。こうした事実を伏せたまま、あるいは何もコメントしないまま、プルサーマルを推進するのは国民への裏切りになると考える。

人々に幻想を抱かせる「その場しのぎの」方策である、プルサーマルをやめて、使用済み燃料をどのようにするか、中間貯蔵も含めて問題を正面から取り組むべきである。

2. プルトニウムについて

プルトニウムは半減期 2 万 4000 年（Pu239、以下同じ）という長い寿命を持ち、かつ強い α 線を出す（比放射能 2.3×10^9 、ウラン 238 の 20 万倍）元素であり、体内に摂取された場合、がんを誘発しやすい危険な物質である。プルトニウム利用に当たっては、環境・生活圏に放出されないよう厳重に閉じ込めて、安全性を確保が必要なのはもちろんであるが、同時に「大きなリスクをかかえるプルトニウムは、その利用によってよほど大きなメリットが得られない限り、利用すべきではない」というのが従来から研究開発に当たる専門家の一致した見解である。

プルトニウム： α 線を出す放射性元素。ごく少量でも体内に取り込まれると（体内被曝）がん発生の原因となる。寿命も 24,000 年などと長い。核燃料、核兵器の材料にもなる。

プルサーマル：プルトニウムを軽水炉（サーマル・リアクター）で燃やすこと

MOX 燃料：ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料

再処理：原子炉で燃やした使用済み燃料を解体し、化学処理によって、燃え残りのウラン、プルトニウム、（高レベル）放射性廃棄物の三つに分けること。

3. プルサーマルのメリット・デメリット

<再処理の価値（山名氏）>

- ・廃棄物処分技術の改良
- ・燃料価値の取り出し（#）

<再処理のデメリット>

- ・経済的コスト
- ・安全上のリスク

（#）軽水炉利用（プルサーマル）の場合

<燃料価値の増加分>

せいぜい 10%程度（ウラン
可採年数 10 年増）

<プルサーマルのデメリット>

- ・燃えない（高次化）プルトニウムの蓄積
- ・MOX燃料再処理は無意味（低い燃料価値）
- ・廃棄物中に超長寿命TUR増加
- ・プルサーマルのリスクとコスト

（#）高速増殖炉利用

<燃料価値の増加分>

原理的には 100 倍程度（ウ
ラン可採年数で 8000 年増）

<高速増殖炉のデメリット>

- ・高速炉技術の未完成（リスクとコスト）
- ・核拡散問題（核兵器級プルトニウム）

4. 軽水炉では資源有効利用は「羊頭狗肉」

上の表に示したように、高速増殖炉の場合、天然ウランに 99.3%含まれるウラン 238 をプルトニウムに転換して燃料とするため、原理的には 100 倍近いウランの資源活用が可能となる。ところが軽水炉でプルトニウムを燃やしてもせいぜい 10~20%程度のウラン資源の有効利用ができるに過ぎない。ウラン資源の量を可採年数で表すと 80 年程度であるが、高速増殖炉ではこれを 8000 年にふやすことができる一方、プルサーマルではせいぜい 10 年程度伸びるに過ぎない。ウラン資源の有効活用というメリットの差は一目瞭然である。

大幅にウランの資源利用効率が向上する高速増殖炉を利用しない限り、プルトニウム利用のメリット・デメリットのバランスは成り立たない。以下に、プルサーマルのデメリットについて具体的に説明する。

5. プルサーマルのデメリット

（1）安全上のリスク

プルトニウムは放射性物質の中でも、比放射能の高い α 放射体であること、きわめて長い寿命をもつことから、環境に放出された場合、他の短寿命放射性物質と比較してきわめて大きなダメージを環境に与えることは明らかである。通常のウラン燃料中に生成するプルトニウムは 1%程度であるのに対して、MOX燃料では最大 13%と 10 倍以上高濃度であり、したがって大きな「潜在的危険性」が存在することは明らかである。「潜在的危険性」

が顕在化するかどうかは、肯定も否定も難しい。否定する側は色々とシナリオを仮定して「ありえない」と結論付ける。しかしながら、多くの事故が「思っても見なかった」原因によって発生していることを考えると、「思っても見なかったシナリオ」によって環境に放出されることは大いにありうると思えるべきであろう（耐震設計指針での「残余のリスク」）。ちなみにチェルノブイリ原発事故の際に環境に放出されたプルトニウムの量は原子炉内部に存在した量の3%程度とされる（USSR1986、INSAG1986）。これをそのまま軽水炉に当てはめることはできないが、顕在化が完全に否定できない以上、「潜在的危険性」をできるだけ小さくするべきである。ましてプルサーマルのように、緊急性のあるものでなく、メリット小さく、デメリットのみ大きい（以下に述べる）場合はなおさらである。

なお国が認可している13%プルトニウム含有率は世界各国の例から見てもきわめて高く（その理由は後述）、軽水炉燃料としての実施例、実証試験例はほとんどないとする。

技術問題をはなれても、プルサーマルはプルトニウムという危険な物質を大量に社会に流通させることとなる。このような面からの考察も必要になるだろう。

（2）経済的コスト

再処理・プルサーマル路線のほうがコストはかかることを推進論者が認めている。しかしながら、原子力発電では発電単価に占める割合は、設備費が大きく、運転費は30%程度で、その一部分である核燃料サイクルコストが若干上昇しても、たいしたことはないとしている。しかしながら最近の新聞によると、海外で再処理を行ったMOX燃料の価格が燃料集合体あたり8億7300万円（17億5000万円/トン）、対してウラン燃料が1～2億円（2～4億円/トン）と5～10倍高いことが報じられている（読売新聞2009.9.15）。再処理技術は六ヶ所再処理工場をふくめ世界各国でも事故・故障を起こしており、費用がより増大する可能性は大きい（六ヶ所：当初予算の3倍、2兆1400億円）。

（3）技術的デメリット—高次化プルトニウムの生成

プルトニウムと一口で言うが「プルトニウムもいろいろ」で、Pu238、239、240、241などのいくつかの同族（同位体）があり、表に示したように、その含まれる割合によってプルトニウムの燃えやすさが変わってくる。（偶数質量数の同位体は燃えにくく、おのおの燃えやすさを示す等価フィッサイル係数を組成比にかけて足し合わせたのが、等価フィッサイル値である。ウラン235を100とする）

表 等価フィッサイル値による性能比較

Puの種類	Puの組成 (%)						等価フィッサイル値 (軽水炉)
	238	239	240	241	242	Am241	
ウラン燃料再処理直後	2	58	23	12	5	0	55
上記14年経過後	2	58	23	6	5	6	34
MOX燃料再処理直後	1.9	40.4	32.1	17.8	7.8	0	38
上記14年経過後	1.9	40.4	32.1	8.9	7.8	8.9	6.7

舘野、野口、吉田編『どうするプルトニウム』より

まず、通常のウラン燃料の使用済み燃料から再処理によって取り出したプルトニウムの組成はよく燃える Pu239 だけではなく、表の 2 行目のように他の同位体を含んでいる。このように高い番号の同位体が増えることを「高次化」と呼ぶ。この処理済みのプルトニウムを放置しておくと、Pu241 がガンマ線を出して半減期 Am(アメリシウム)241 に変化する。Am241 は中性子を無駄食いするので、燃えやすさ（等価フィッサイル値）が大幅に低下する。今回のプルサーマルで、MOX 燃料のプルトニウム含有量が 13% と大幅に高いのは、昔海外で再処理を行い、Am241 が多く含まれるプルトニウムを利用しているためである。さてこのプルトニウムを使って MOX 燃料を作り、軽水炉で燃やして（プルサーマル）取り出した使用済み燃料のなかにもプルトニウムが含まれるが、この性質がどうなるであろうか。結論を言うと、さらに高次化が進み、等価フィッサイル値で言うと最初のプルトニウムの 55 から 38 へと大幅に（30%）低下する。したがってこのプルトニウムの燃料としての価値は低く、もはや再処理の対象になりえない。国のいうように（次々に）「リサイクル」というのはうそである。それだけではない、このように高次化したプルトニウムは「利用する」こともできず「廃棄する」こともできない大変厄介な物質であり、プルサーマルを続けるとこの高次化プルトニウムが年々蓄積することになる。このような物質の蓄積が「健全な」核燃料サイクルの阻害要因になることはあきらかである。

さらにプルトニウムの高次化は、高レベル廃棄物中の超長寿命の核種である超ウラン元素（TRU、アメリシウム、キリウムなど）の量を増大させ、廃棄物の処分問題をさらに困難にする。従来から、高レベル廃棄物から TRU を分離して、放射能の早い減衰を図り、TRU は原子炉などで照射して短寿命の放射性元素に転換するという技術が提案されているが、プルサーマルは明らかにこうした技術的方向に逆行するものである。

また、高次化プルトニウムでは Am241 が遮蔽しにくいガンマ線を出すため、取扱者の被曝量が増えるため「ダーティプルトニウム」と呼んで嫌がられた、いずれにせよプルトニウムの高次化は技術的にはさまざまなデメリットを生じる。プルサーマルは「愚かな」プルトニウムの利用法である。

6. 結語

プルサーマルは、プルトニウムという危険な放射性物質を大量に社会に流通させる一方、資源の有効活用の点からもそのメリットはきわめて小さく、その上処分に困る、劣悪なプルトニウム（高次化プルトニウム）を大量に生み出すという、きわめて拙劣なプルトニウムの利用技術である。安全確保の上でも地域住民を十分納得させていない。国は現在進行しているプルサーマル計画を凍結して、核燃料サイクル政策の抜本的検討を行い、改めて国民合意を形成すべきである。