

朝鮮民主主義人民共和国の核疑惑なるものについて

京都大学原子炉実験所 小出裕章

．原理的な確認

燃焼する核分裂性物質の量

ウラン 235 (U-235)の原子核が1個核分裂すると、平均約 200 MeV (1MeV = 1.602×10^{-13} Joule) のエネルギーが出る。一方、1ワット (W) は、1 Joule/s のエネルギーに相当しており、1 MW の出力で1日 (86400 秒) エネルギーを出し続けた場合のエネルギー量を[MWD]なる単位で表す。すなわち、1 MWD = 86,400 MJoule。したがって、簡単な計算で分かるように、1 g の U-235 が核分裂すると、ほぼ1 MWD に相当するエネルギーを発生する。逆に言えば、1 MW の原子炉が1日動いた場合、

1 g の U-235 など核分裂性の物質が核分裂している。

転換比とプルトニウム生成量

また、原子炉の中では、U-235 などが核分裂する一方、発生した中性子を U-238 などの非核分裂性物質が吸収することによって新たにプルトニウム 239(Pu-239)などの核分裂性物質が生み出される。前者に対する後者の比を転換比と呼ぶ。この値は、燃料に用いる核分裂性物質の核的性質によるし、炉内の中性子スペクトルにもよっている。もしこの比が1を超えるのであれば、燃えた核分裂性物質以上に新たに核分裂性物質がえられることになり、そのような原

発生した中性子 () ~ 2.40	吸収	燃料が吸収 (U-235)	単に吸収してしまう	(-)
			次の核分裂を起こすために使う	
		親物質が吸収し、新たに燃料となる (B) (U-238) (Pu-239)		(- 1) ~ 2.06
	制御棒で吸収 (C)			
燃料や親物質、制御棒以外の物質が吸収 (A)				
	漏れ	(L)		

(数字や、核種名は、U-235 を燃料とし、熱中性子を利用する原子炉の場合のもの。)

と は本来、核燃料物質についてのミクロの量、A, B, C, Lは原子炉についてのマクロな量であり、厳密な意味で上の図は使うべきでない。ここでは、理解を容易にするために使った。 は、ウランを燃料として使い、熱中性子を利用する原子炉の場合 2.40、同じく は 2.06 である。そのうち、厳密に 1.0 の部分は原子炉を継続的に運転するために使わねばならないので、残りは 1.06 となる。さらにそこから C, A, Lなどに消費されてしまう部分があるので、結局Bに使える部分は高くても 0.8 程度となってしまう。その上、実際には、一度生成された核分裂性物質も、それを炉内に入れておくかぎりどんどん消費されていってしまい、転換比はさらに小さくなる。

子炉を増殖炉と呼ぶ。

しかし、一度生み出された Pu-239 などの新たな核分裂性物質も、それがそのまま原子炉の中に存在していればそれ自身が核分裂して燃えてしまうし、さらに中性子を吸収して非核分裂性の核種に変わっていつてしまう。したがって、マクロにみた転換比は燃料の燃焼度に依存しており、燃焼度の低いうちに燃料を交換するか、あるいは十分に燃焼させた上で交換するかに大きく依存している。たとえば、今日の日本で広く利用されている軽水炉の場合、燃料は平均 3 年炉内に入っていて、できるだけ燃焼度を高くするような運転方法を採用している。その軽水炉では、燃えた核分裂性物質に対して生成される Pu-239 の量は約 0.6 であるが、そのうち半分は炉内にある間に燃えてしまう。その上、非核分裂性の Pu-240, 242 などに変換されていくものもあるため、燃料交換時に取り出される核分裂性の Pu-239, 241 の量を転換比として表せば、0.2 程度になってしまう。

・朝鮮民主主義人民共和国 の原子炉

朝鮮民主主義人民共和国には、25 MW(熱出力、電気出力は 5 MW)の原子炉がある。この炉が 1 年(365 日)間フルに運転すると、燃焼する核分裂性物質の量は約 9 kg となる。実際には、定期的な検査、トラブルによる停止などがあるので、稼働率は高々 80 %であろう。その場合、1 年間に燃焼する核分裂性物質の量は約 7 kg となる。そして、この炉は増殖炉ではないから、燃えた核分裂性物質以上の Pu はできない。

燃料交換パターンと実際の転換比

および Pu 組成

問題の炉は黒鉛減速炭酸ガス冷却のマグノックス炉と呼ばれる原子炉に似ている。この炉は英国で核兵器製造用に開発されたもので、日本が原子力開発の一番始めに導入した東海 1 号炉(熱出力 58.7 万 kW, 電気出力 16.6 万 kW)もこの炉である。

なぜ、マグノックスタイプの原子炉が核兵器製造に適しているかと言えば、この炉では、炉の運転中に次から次へと燃料を交換することが可能だからである。つまり、燃焼度が低いうちに次々と燃料を交換するような運転方法をとれば、核分裂でなくなってしまふ Pu-239 の量を減らすことができるし、非核分裂性で核兵器製造のじゃまになる Pu-240, 242 に悩まされることもなくなる。このタイプの炉が、そのような運転方法をとった場合の転換比は 0.8 程度である。

逆に、運転中に燃料交換を行うのではなく、原子炉を長期間運転した後に原子炉を停止し、その時に燃料を交換する方式をとるのであれば、転換比は 0.3 から 0.4 程度となる。また、Pu の組成も非核分裂性の成分が多くなってきて、核兵器製造には適さなくなる。

朝鮮民主主義人民共和国の問題の原子炉は 1986 年 1 月に運転が始められた。そして、この炉では、燃料交換は運転中ではなく原子炉を停止してから行われる。したがって、問題の炉に、生成された Pu の量は年間でせいぜい 2 ないし 3 kg、それも核兵器製造には適さない組成のものでしかない。

その上、この炉は現在まで初装荷燃料のまま運転されてきたといわれており、もしそうだとすれば、生成した Pu は燃料の中に存在したままになっており、もともと核兵器などにはならない。現在問題にされている燃料交換も、少なくとも保障措置協定

が発効し IAEA の査察が行われた 1992 年以来初めてで、かつ先日の IAEA 自身の査察でも、炉から取り出された燃料がすべてプールに保管されていることが確認されている。

ただし、この炉は 1989 年に 100 日ほど停止したことがある。朝鮮民主主義人民共和国自身は、この時に破損した燃料棒を取り出し、1990 年になって建設途上の放射化学実験施設¹⁾のグローブボックスを使ってミリグラムオーダーの Pu を取り出したと認めている。一方、米国などは、その時に大規模に燃料交換が行われ、核兵器製造に十分な Pu が取り出された可能性があると問題にしている。しかし、大規模に燃料棒が抜き出されたとしても、原子炉の運転開始から 3 年しかたっていないし、朝鮮民主主義人民共和国自身が運転初期の 4 から 5 年は様々なトラブルのため、十分な運転ができなかったと主張しており、そうした説明は十分に肯首できる。したがって、それまでに炉内に溜まっていた Pu をかりに全量回収できたとしても、なお核兵器製造が可能とは思えない。

再処理工場がなければ Pu は取り出せない

問題の原子炉は、トータルで言えば、すでに約 8 年運転されている。したがって、最大約 20 kg ほどの Pu が生成されたことになる。しかし、燃料棒の中に核分裂生成物とともに存在している Pu は、再処理を通じて取り出さないかぎり利用できない。そして、そもそも朝鮮民主主義人民共和国には再処理施設は存在しない。現在、そこでは先に述べた放射化学実験施設を建設中であり、それが再処理用の実験施設であることは彼らも認めている。ところが、その完成予定は 1996 年であり、燃料内に Pu が

生成されたとしても、もともとそれを利用することなどできない。

朝鮮民主主義人民共和国は IAEA に対して「核」関連施設として 16 施設を申告し、問題の原子炉を含め査察を受けてきた。IAEA や米国、日本などは未申告の施設が 2 つあると言っている。しかし、朝鮮民主主義人民共和国自身は、それらは「一般軍事施設」ではあるが「核」とは無関係だと主張しており、IAEA らにしても「核廃物貯蔵施設」の疑いがあると主張しているに過ぎず、再処理工場はいずれにしても存在していない。いったいどのようにすれば、朝鮮民主主義人民共和国が核兵器用の Pu を保有することが可能になるのか？ 彼らはこの間一貫して、「核兵器を作る意志もなければ、能力もない」と表明してきた。「意志」がないという点を私は信じるが、それは証明のしようがない。しかし、少なくとも、「能力」がないことは物理学的、工学的に当然のことである。

この点を、日本政府の核問題に深く関係している知人に質問したところ、心配しているのは実は問題の原子炉で作られた Pu ではなく、朝鮮民主主義人民共和国が闇ルートで核兵器用 Pu を入手したのではないかということだと教えられた。

言いがかり

今日、IAEA は朝鮮民主主義人民共和国が査察に協力的でないと言っているが、取り上げられている点はいずれも些末なことばかりである。たとえば、放射化学実験施設のグローブボックスのふき取り試験を要求しているが、完成もしていない施設のグローブボックスでできることなど、ふき取り試験などしなくともたかがしれている。また、燃料の燃焼度を知るための線測定を

拒否されたと言っているが、取り出された燃料は IAEA の監視の下で全量保管されており、線測定など今後いつでも実施できる。

．日本の現状

日本には現在 47 基、熱出力で約 1 億 1500 万 KW の原発があり、毎年約 10 トンの Pu が生み出される。それらは現在、英国、フランス、日本の再処理工場処理され、Pu が取り出されている。1993 年 3 月の日本の Pu 在庫量は 4.5 トン(国内在庫量は 1.6 トン)、2010 年までに計画通り再処理が進めば、約 100 トンの Pu を入手する。また、朝鮮民主主義人民共和国はノドンミサイルを実験中といわれるが、日本には今年 2 月に打ち上げられた H 2 ロケットの技術がある。日本にすでに核兵器を作る材料もあれば技術もあるということは、すでに首相自身が認めていることであるし、国際的にも公知の事実となっている。

また、先日臨界になった「もんじゅ」のブランケットには超優秀な核兵器材料となる純度 98 %の Pu-239 が蓄積してくる。さらに、「もんじゅ」の燃料を製造してきた動燃の Pu 燃料第 3 開発室では、これまで 3 トンの Pu を扱い、そのうち 70 kg が装置内に回収不能の状態に残されたという。その値は放射線測定から推定されたものであり、放射線測定はもともと統計的な手法で誤差のあることを考えれば、Pu 原爆を作りうる量(これを有意量と呼び、8kg)をすでに超えている。

冷静に見つめるべき歴史と現実

広島・長崎は、たしかに実戦で原爆が使用されたただ 2 つの例である。しかし、世界には核開発の過程で生み出された歴大な

ヒバクシャがいることがすでに明らかになっている。それにもかかわらず、日本ではいまだに「唯一の被爆国」という認識が広く存在している。また、日本には平和憲法があり、原子力の平和利用三原則があるので、核兵器など作るはずがないという認識も根強く残っている。

ところが実際には、日本はすでに世界第 4 位の軍事費を支出する国となり、海外にすら派兵するようになっている。また、国民の認識と違って、日本国憲法は核兵器の保有を禁じていないというのが日本政府の公式見解であり、実戦での使用すらが国際法に違反しないというのが基本的な態度なのである。

．米国式「正義」といじめ

NPT、IAEA とダブルスタンダード

NPT (核増殖防止条約²⁾) は核兵器保有国の核は認めた上で、核兵器未保有国には核を持たせないというものであり、本質的に不平等条約である。国際条約などひとたび国際情勢の変化があれば、たちどころに破棄されてしまうものであることを思えば、そうしたものに期待を持つ気にはならないが、せめて核保有国は非核保有国に対して核兵器を使わないと保証することが、この不平等条約を認める上での最低限の条件であろう。ところが NPT にはそうした条文もなく、米国などは他国には核兵器を持たせないよう工作しながら、自らはベトナム戦争などで度々核兵器の実戦使用を検討し続けてきた。

朝鮮民主主義人民共和国に対しては、現在 NPT に違反したとの理由で、米国、日本などの力で制裁が実施されようとしているが、もともとインド、パキスタン、イスラエル、ブラジル、アルゼンチンなどはこの

条約が不平等条約であるとしてNPTに加盟すらしていない。インドは実際に核実験をして見せたし、イスラエルはすでに 100 発近い核兵器を保有していると考えられている。その他の国も核兵器をすでに保有している可能性を指摘され続けている。また、南アフリカの旧白人政権はNPTに加盟しながらも、IAEAの査察を逃れながら原爆を開発したことを自ら認めた。しかし、米国、日本はそうした国々を「制裁」したことなどない。

「正義」と「いじめ」

現在世界には 1 万 7 千トにも相当する核兵器が存在し、それを保有している国は国連の常任理事国になっている。朝鮮民主主義人民共和国に核兵器がすでにあるなどと言うことは現実問題としてはあり得ない。しかし、かりにあったとして、どんなに多くても長崎原爆級が 3 発程度、50 キロ程度でしかない。

今日、弱肉強食の世界にあって、「国際社会」なるものの「正義」は資本主義諸国、あるいは強者による「正義」である。1993 年に開かれたある会議で科技庁の役人が、「いみじくも「(Pu を持って)いい国と悪い国がある」と発言したように、資本主義的な秩序に刃向かうものは「制裁」するというのが、今日の朝鮮民主主義人民共和国の核疑惑なるものの本質である。

NPTの下、核保有国は軍事・民事を問わず、一切の核施設の査察を受けず、一方、非核保有国は当事国が「核」と無関係だと主張する「一般軍事施設」までも査察の対象とされ、それを認めなければNPTを超えて国連による制裁があるのだという。これを強者による弱者の「いじめ」と言わずに何と呼ぶべきなのか？

朝鮮民主主義人民共和国が行っていることは、米国、日本などがすでにたどってきた原子力開発のごくごく初期の実験である。しかし、原子力開発はもともと核開発と切っても切れない関係にあり、朝鮮民主主義人民共和国が今日の「国際社会」なるものの「正義」を拒否しているが故に、米国、日本などから「いじめ」を受けているのである。文字どおり圧倒的な軍事力で脅され続け、「一般軍事施設」まで公開せよと求められれば、それを拒否するのが「一寸の虫にも五分の魂」と言うべきものだろう。彼らが、いわゆる「いじめられっ子」のように卑屈にならず、驚くほど頑強に抵抗を続けていることに私は拍手を送る。

【注】

1) Radiochemical Laboratory (R L)、1985 年着工、1996 年完成予定。朝鮮民主主義人民共和国の寧辺には、1956 年に完成された放射化学研究所 (Institute of Radiochemistry) があり、R Lはこの放射化学研究所付属の一つの実験施設である。もともとの放射化学研究所の方には、ホットセルがなく Pu を扱うことははじめからできない。

2) Non-Prolifiration Treaty、日本では通常、核拡散防止条約と呼ばれているが、Prolifiration は拡散ではなく増殖を意味し、核兵器保有国から未保有国への核の水平拡散を防止するだけでなく、核兵器保有国での増強を規制する意味も持つ。しかし、実際には水平拡散のみが問題にされてきた。この点については、従来から指摘されてきたが、「科学・社会・人間、第 46 号で松崎早苗氏も的確に取り上げている。

(「核兵器に反対する物理学者の会準備会通信」第 2 号、1994 年 6 月 26 日に掲載)