

Plutonium

Summer 2001 No.34



オピニオン

がんばれブッシュ政権

- エネルギー政策は原子力を主軸に -

提言

地球温暖化防止のために

- プルトニウム平和利用の促進 -

原子炉級プルトニウムと兵器級プルトニウム
調査報告書

Nourriture

アジアのコメと食文化

- 韓国旅行に思う -

Plutonium

Summer 2001 No.34

オピニオン	—————	1
がんばれブッシュ政権		
エネルギー政策は原子力を主軸に		
提言	—————	2
地球温暖化防止のために		
プルトニウム平和利用の促進		
原子炉級プルトニウムと兵器級プルトニウム		
調査報告書	—————	3
冥王星 ^㊿	—————	9
井川五郎ダム	後藤 茂	
スタディ・レポート	—————	12
使用済燃料の中間貯蔵	赤間 紘一	
	武黒 一郎	
Nourriture-13	—————	22
アジアのコメと食文化		
韓国旅行に思う	津島 雄二	

Plutonium は、インターネットで日本語版、英語版がご覧になれます。

URL  <http://www.cnfc.or.jp/>

e-mail  pu-info@cnfc.or.jp/



沖縄の「平和の礎」

二度と戦争をしない祈りを込めて、沖縄戦でなくなった人を中心に、軍人、民間人区別なく、237,969名の名前が刻まれている。沖縄県人148,287名、県外75,219名、米国人14,006名、大韓民国人263名、朝鮮民主主義人民共和国人82名、英国人82名、台湾人28名。
<http://www.prof.okinawa.jp/97/ishiji/ishiji-j.html>

がんばれブッシュ政権

エネルギー政策は原子力を主軸に

この5月に出されたブッシュ政権のエネルギー政策（National Energy Policy）に感銘を覚えた。そのレポートの第5章「新世紀のエネルギー」に、大統領が国家のエネルギー政策の一つとして、原子力利用の拡大を支援するための勧告が明示されていたからである。もう一点、この勧告には、原子力利用と地球環境保全の問題も書かれている。それは、「空気をよくすることのできる原子力の潜在的な能力」について、エネルギー省長官と環境保護局にその評価を命じている点である。

米国には現在、103基10,117万kWの原子力発電所が稼働しており、これは、世界の原子力発電所の1/4強が米国に存在していることになる。103基の原子力発電所で発電されている電力は、米国の全電力の約20%を賄っており、これらの原子力発電所は、全てTMI事故（1979年3月）以前に発注されたもので、この資産が今まで大いに役立ってきたということだ。ブッシュ政権の支援により新たに原子力発電所が発注されると、20数年ぶりのこととなる。

しかし、原子力平和利用を最初に提唱し、率先して原子力発電所を建設してきた米国としては、原子力の発電量の割合が約20%というのは、世界で31ヶ国中の20番目と低い。運転段階には、まったくと言っていいほど炭酸ガスを排出しない原子力発電の、その発電量割合が高いほど、その国での地球温暖化防止に対する貢献度が高いと見ることができるからである。ブッシュ政権の下でこれから発注されるだろう原子力発電所が、新たな電力需要に対応するためばかりでなく、石油火力などの

化石燃料発電所にとって代わるためのものであることも、地球環境保全から期待するところである。

地球温暖化対策も含めて、米国が電力需要増大対策のために従来の軽水型発電炉を続々建設することとなれば、ウラン資源の需給が逼迫するのが目に見えている。ウラン資源は発電のために大いに利用すべきであるが、世界の1/4以上のウラン資源を使っている米国としては、ウラン資源の有効利用、すなわち従来あまり利用されていなかったウラン238（ウラン資源の99.3%を占める）を活用すべきであり、カーター政権以前の米国はそれを積極的に利用しよう提唱していた国でもある。

この新エネルギー政策には、今後の原子力平和利用について、「先進的原子燃料サイクルや次世代技術を開発」「核拡散抵抗性のある再処理や燃料処理の技術を開発することも検討」「世界に対して分離プルトニウムの備蓄を阻止し続ける」とも書かれている。そこで、地球温暖化対策への積極的な対応も含めて、米国に対して、次の具体案を提案したい。

1) 初めのステップとして、米国もロシアと同様に、核兵器を解体して取り出された兵器級プルトニウムをMOX燃料にして活用することである。米国には核軍縮を進めるに当たって、START-IIIでは核弾頭の数を1,500発まで削減するとの意見もあるようだが、そうすると解体核から数百トン、原子炉級プルトニウムならぬ兵器級プルトニウムが備蓄されることとなる。これを発電用の燃料に加工して燃やせば、核物質の拡散防止、国民へのエネルギーの供給、地球温暖化の防止、そして世界に対して

米国が核軍縮を本気で進めていることの証にもなる。

2) 次のステップとして、軽水型発電炉で作られたプルトニウムをも発電用燃料として利用するため、米国での再処理工場の早期建設をお勧めする。米国はカーター政権以来、このプルトニウムの拡散に大変気を使っているが、今まで軽水炉において発電の後に取り出されたプルトニウムで「核爆発装置」を作り、爆発させたこともないし、ましてやどこの国においてもそれで「核兵器」を造った形跡すらない。核不拡散のための対策はとても大切な国際協調であるが、ウラン235だけを利用する「ウンス・スルー方式」では、現状での計算としては70年でウラン資源が底をついてしまう。

3) 3番目のステップとして米国は、残った「燃えないウラン238」を、燃料とするための高速増殖炉（FBR）の研究開発を再開すべきである。ロシア、フランス、日本の政治家は、超長期のエネルギー政策のために、FBRの研究開発を続ける選択を取っている。単純に計算すれば、今のままでは70年しか保たないウラン資源が、FBRによりその60倍の4,200年に飛躍的に利用可能となる。

また、新しい概念の炉、すなわち小型炉の実用化、導入にとっても今がいい機会である。日本のように全土が大電力網で形成されている国と違い、小規模な電力網の地域が多い米国にとっては、米国での小型炉の実用化、建設が世界各国に大きなインパクトを与えることとなるだろう。米国にとってそれは技術的にも簡単であろうし、社会的環境面から見ても導入し易いに違いないからである。（編集長）

地球温暖化防止のために

プルトニウム平和利用の促進

地球温暖化を防止することは、化石燃料を野放図に使い続けてきた現代人の義務であり、責任です。しかしながら、人類社会の健全性を維持するためには「持続可能な発展」を続ける必要があります。そのためにはエネルギーの安定供給が欠かせません。この相矛盾する課題を解決するには、省エネルギーの促進や自然エネルギーの開発も不可欠のことですが、これからの世界の人口の急増を考慮すると、水力発電と共に、大量なエネルギーが供給でき炭酸ガスをほとんど排出しない原子力発電の積極的な、しかも早急な利用が必要です。

幸いにしてすでに世界では、31ヶ国で、430基・総容量36,334万kWの原子力発電所が稼働していますが、世界全体の16%の電力を賅っているに過ぎません。まだまだ化石燃料が発電や内燃機関のためにエネルギーとして燃焼されており、炭酸ガスを早急に減らすには発電部門だけでも極力原子力エネルギーに転換する必要があります。

しかしながら、現在の軽水炉を中心とした、ウラン資源をリサイクルしないワンス・スルー方式では、ウラン資源のほんの一部、1%未満しか利用できません。今後さらに原子力発電を効率的に導入するためには、残りのウランをも利用できる方式に転換する必要があります。それには使用済燃料に含まれているプルトニウムを発電に利用することが最も有効です。このプルトニウムは、ウラン・プルトニウム混合酸化物(MOX)燃料に加工され、すでに2,200体以上の燃料が、仏国、ドイツ、ベルギー、スイス、米国、オランダ、スウェーデンなどの各国において、30年以上にわたって従来のウラン燃料

と同様に軽水炉で使用されており、安全性に何ら問題がないことが証明されています。

原子力発電所の使用済燃料から取り出され、リサイクルされるプルトニウムの平和利用について、米国はカーター政権以来反対し続けています。米国エネルギー省(US・DOE)によれば、米国は1962年に英国の商業炉(当時の英国には6万kWのガス炉が8基のみ)からのプルトニウム(1958年米英防衛協定に基づき供与)で「核爆発装置」を作り、爆発させた(爆発力が20キロトン以下)ということを経験したことを1994年6月27日に発表しました。私ども研究会の調査では、軽水炉で作られプルトニウム(原子炉級プルトニウム)で核兵器を作った国は未だにどこにもありません。そのようなプルトニウムは核兵器にとって質が悪く(発熱する、放射能が高い、中性子を勝手に出して核分裂するなど)作る側にとっても危険きわまりないもので、それでわざわざ核兵器を作る必然性がないからです。(3ページ報告書参照)その点については、1994年のDOEの発表のときの質疑応答の記録にも記述されていますし、また、米国が朝鮮民主主義人民共和国(北朝鮮)に核兵器の開発を中止させるための見返りに、軽水炉を提供しようとしていることから明らかです。

開発途上国の中には、今後のエネルギーの需給バランスに不安を抱き、また地球環境保全からも原子力発電所の建設を進めようとして計画している国もあります。また、米国や英国のように、新規の原子力発電の計画がなかった国々でも見直しが始まるなど、地球温

暖化対策と絡めて、原子力発電の推進が行われようとしています。今や21世紀から先の人類の生存をかけて、地球環境とエネルギー安定供給のために原子力発電の積極的な導入を図る時に来ています。

このような観点を踏まえて、長期のエネルギー安定供給並びに地球温暖化防止のための手段として、原子力エネルギーを有効に利用するためには原子炉級プルトニウムを積極的に利用することが有効であることから、下記の諸点を提言いたします。ご検討下さいますようお願い申し上げます。

原子炉級プルトニウムの利用・管理について、正確な評価、検討するための国際的な委員会の場を設ける。評価にあたっては、学識者などが広範な観点から議論をし、評価できる場とする。そのためには、まずわが国が国内に同様の内容を検討する場を設け、世界に働きかける。

プルトニウムの平和利用のために、原子炉級プルトニウムと兵器級プルトニウムの組成や技術的問題を明確にし、それに対応した合理的な保障措置制度のあり方を考える。

核不拡散条約(NPT)未批准国への批准の促進をはかる。

一部の国や組織によるテロの対策が最も重要であり、その方策としてすでに国際条約である核物質防護条約はあるものの、プルトニウム施設へのテロ行為を防止するための対策を講じるため、原子燃料サイクルに関する地域的共同体のような国際組織を検討する。

核兵器解体により取り出されたプルト

トニウムについては、作り出した国が責任を持って原子力発電所で燃料として燃やし、ならず者国家やテロ組織に流出することのないように、エネルギーへの転換を図る。

2001年 8月 1日

社団法人 原子燃料政策研究会

- 会 長 西澤 潤一 岩手県立大学学長
- 副会長 津島 雄二 衆議院議員
- 理 事 今井 隆吉
元国連ジュネーブ軍縮会議大使
- 理 事 江渡 聡徳 前衆議院議員
- 理 事 大鷹 理森 衆議院議員
- 理 事 大島 章宏 衆議院議員

- 理 事 後藤 茂 元衆議院議員
- 理 事 田名部匡省 参議院議員
- 理 事 向坊 隆 元東京大学学長
- 理 事 山本 有二 衆議院議員
- 理 事 吉田 之久 前参議院議員
- 理 事 渡辺 周 衆議院議員



原子炉級プルトニウムと兵器級プルトニウム 調査報告書

本調査にあたって

「原子力発電所から取り出される使用済燃料中のプルトニウムで核兵器が作れるか？」とは、以前からよく聞かれることであるが、質問する側も問われる側もお互いに核兵器のことは何も分からない同士である。核兵器を作った人でない限りは、「できる」「できない」と明確に答えられる人などいない。

核分裂現象を発見したオットー・ハーン、世界最初の原子炉を作ったエンリコ・フェルミなど多くの科学者が、原子力のその計り知れないエネルギーの恵みを人類にもたらすために大きな貢献を行った。しかし不幸にして第二次世界大戦が政治家をしてこの新しいエネルギーを大量殺戮兵器へと変貌させた。大戦後、この核分裂エネルギーは原子力発電という形で具現化され、エネルギーの安定供給の一助となっているばかりか、地球温暖化対策の最も

優れたエネルギー源として今日に至っている。

原子力の平和利用は、化石燃料に比べ100万倍のエネルギー利用効率を実現できる革新的な技術であるが、それもプルトニウムの利用無くしては70年程度しか利用できない。プッシュ政権が今年5月に今後の米国のエネルギー問題、電力問題、地球環境問題に対処するために、原子力発電所の積極的な建設を発表したが、米国が今までのようにプルトニウムを利用することなく、ウランを使い捨てると、その70年もさらに短くなってしまう。

(社)原子燃料政策研究会は、原子力の膨大なエネルギーを有効利用するための原子燃料サイクルの必要性を多くの人に理解していただくために設立された。プルトニウムの利用無くしては革新的技術である原子力の本来の利点が利用できない。そのため、原子力発

電所(軽水炉)の使用済燃料から抽出されたプルトニウムで本当に核兵器が作れるのか作れないのか、それを明確にしたいと以前から考えていた。

わが国は非核兵器国であり、原子炉級プルトニウムにより核兵器が製造できるかどうかを具体的に検証することは不可能である。そこで、米国で発表された技術的資料や関係者との意見交換などをもとに、兵器級プルトニウムと原子炉級プルトニウムの組成の比較、およびその技術的課題を洗い出すことにより、原子炉級プルトニウムによって、「実用可能な兵器」(単なる核爆発装置ではなく)が作れるかどうかの調査を行うこととし、その調査を、(財)電力経済研究所(理事長:今井隆吉氏)に委託した。

この報告書は今井氏が調査したその結果である。

2001年 5月

社団法人 原子燃料政策研究会



1. はじめに

この研究は、(社)原子燃料政策研究会の委託により、2000年度を通じて(財)電力経済研究所が行ったものである。研究のテーマ自身は広く知られたものであり、最近になって機密解除の指定になった米国の文献も多い事から、インターネットを通じ、あるいは出版元に直接問い合わせで文献を入手した。特にアメリカIBMのRichard Garwin氏と筆者は、以前から本問題について(社)原子燃料政策研究会の機関誌「Plutonium」紙上での公開論争を続けており、この報告の取りまとめに当たっては2001年2月にニューヨーク市での再度の面談を含め、文献の入手など随分お世話になった。従来、何年かにわたってこの問題について話し合ったアメリカの物理学者としては、Glenn T. Seaborg、Harold Agnew、William Panovsky、Mike May、John Holdren、Victor Gilinsky等、多数にわたることを付記しておく。但し最も詳しく内容に立ち入って議論をし、文書や資料の手交を受けたのはGarwin氏である。

報告の主題が、核兵器の具体的構造と機能に関わるものであるから、この報告書では全体の概要を述べるに止め、核兵器設計の詳細にわたる内容については、主要参考文献のリストを添付するにとどめた。リストに見られるように、Richard Garwin氏の他、ハーバード大学John Holdren教授と筆者の往復書簡が参考文献としてあげられている。技術的詳細にわたる部分も議論の展開に必要な部分はデータを含めて、特に「3. 技術上の解明」に引用されているので、念のため申し添える。「4. Discussion」は、アメリカの主張する論点が結局は科学的な「証明」や勿論「説明」もなしに、原子炉級プルトニウムで核爆発が可能であるとの立場を一本調子に主張し、それに基づいて使用

済核燃料の再処理、プルトニウムの抽出、その燃料利用などを世界に向かって「禁止しよう」とするのは、「世界の警官」らしい思い上がりでしかなく、その立場を受け入れる事は出来ない。むしろアメリカは、「核不拡散」の名のもとに自国の核政策が世界の正義を代表するかのようない思い上がりについて反省する事が必要である。同時に我が国としても、プルトニウム利用を将来のエネルギー政策の主要な一環とするためには、広義の安全保障の枠の中での「核政策」をもっと自由闊達な立場から規定し、アメリカに対しても単なる感情論と気分的な論議以上のものを挑んで行く気概が必要であろう。

このことは、この報告書の主題が実際には科学、技術というよりは、核保有の立場、そのものの分析となっている事を意味している。

なお、この報告書の作成に当たって、日本原子力研究所の向山武彦氏、黒井英雄氏両氏から関連論文の読み方を含めて大変お世話になったことを付記して感謝する。勿論、報告書の中身に関する責任一切は筆者個人にある。

2. 全体像

原子炉級プルトニウムで核兵器が作れるかどうかについて、いずれもアメリカ政府専門家の見解と言えらるるもの2つを以下に引用する。

米国科学アカデミー・国際安全保障と軍備管理委員会(CISAC) 1994 Management and Disposition of Excess Weapons Plutonium:

プルトニウム・アイソトープの殆ど全ての組み合わせが、核兵器製造の目的に使用が可能である。但し、全ての組み合わせが同様に便利であり有効である訳では無い。もっとも通常のアイソトープPu-239はウランの最もありふれたアイソトープU-238が中性子を吸収

し、直ちにプルトニウムに崩壊する事で得られる。それは核兵器の製造に最も有用なプルトニウム・アイソトープであり、原子炉のあらゆる運転を通じて生産される。

原子炉内の燃料がより長い期間中性子の照射に晒されると、プルトニウム・アイソトープの一部が更に中性子を吸収して、Pu-240、Pu-241等々の、より高次のアイソトープに転換する。Pu-238は、U-235を起点とする中性子吸収と放射崩壊のチェインから生まれてくる。核兵器製造に当たっては、Pu-239の比較的純粋な組成が選ばれるため、核兵器用プルトニウム生産のために原子炉を運転する時には、燃料棒は比較的短期間の照射(低burn-up)後に原子炉から取り出され、プルトニウムが分離される。典型的な兵器用プルトニウムは、Pu-239が約93%である。このような短期照射は出力の経済性が悪い。発電用やその他に出力を目的とする原子炉の場合であると、燃料はより長い期間原子炉内に置かれ、これによってより高次のアイソトープをより多く含むプルトニウム(原子炉級プルトニウム)が得られる。

原子炉級プルトニウムの利用は、幾つかの理由から爆弾の設計を複雑にする。第1に重要な点は、Pu-240の即時分裂(spontaneous fission)が大きく、恒に多量のバックグラウンドの中性子(background neutron)を持つ事である。第2に、Pu-238は比較的早い速度で崩壊し、当該物質の発熱量を高める。第3に、アメリカシウム-241がPu-241から半減期14年で発生して原子炉級プルトニウムの中に蓄積し、強いガンマ線を発生し、当該物質を取り扱う人員を高度の放射線照射に晒す事になる。

プルトニウムを利用した核爆発装置では、プルトニウム・コアは当初、核分裂の連鎖反応を維持出来ない、つま



り臨界未満である。プルトニウムを通常の密度以上に圧縮するためには高性能火薬が用いられ、これによって核分裂で発生する中性子が他の原子と衝突して核分裂を起こすチャンスが増える。兵器級プルトニウムを使用し、良く設計された装置であれば、中性子のパルスがこの連鎖反応を引き起こす最適な瞬間に開始される。但し、Pu-240の即時分裂から発生するバックグラウンドの中性子 (background neutron) が、連鎖反応を最適条件より早く引き起こす可能性がある。原子炉級プルトニウムでは、そのような早期発生のチャンスが非常に大きい。早期発生は、エネルギーを解放する連鎖反応が完成する以前に装置を爆発させ、爆発効果を設計値より大幅に引き下げる。計算によれば、核物質が初めて連鎖反応維持可能な大きさまで圧縮された時点、つまり設計上最悪の時点で早期発生が起きた場合でも、長崎型の比較的単純な装置で1ないし数キロトン (kt: TNT火薬1000トンに相当する爆発力) 程度の爆発力になる筈である。このような爆発力は「fizzle yield」と呼ばれるが、1ktの爆弾は、破壊力の半径が広島爆弾の3分の1程度に及び、潜在的に恐るべき爆発である。厄介なアイソトープの比率が如何に高くても、爆発力はそれ以上低下しない。より高度の設計技術を適用すれば、原子炉級プルトニウムでもより高度の破壊力を持つものが生産可能である。

原子炉級プルトニウムの第2の問題であるPu-238、Pu-240の発熱については、装置の熱処理に注意深く当たらねばならない。たとえば、プルトニウムの熱を周辺の火薬部分を通じて外部に導く装置、或いは爆発が必要になる数分前まで装置の最終組立てを待つ等が含まれる。

Am-241の放射線に対処するには、原

子炉級プルトニウムから爆弾を製造、或いは取り扱うに当たって遮蔽その他放射線防護が必要であるが、いずれも不可能なわけではない。

要するに潜在的核拡散の立場からすれば、原子炉級プルトニウムを使って簡単な設計で1ないし数キロトン (kt) の爆発力を、より進歩した設計によれば更に大きな爆発力を得ることが可能である。使用済核燃料から分離されたプルトニウムは、核兵器級、原子炉級に関わらず、重大な安全保障上のリスクを意味する。

議会技術評価局 (Office of Technology Management) 1994

原子炉内で生産されたプルトニウムは、燃料が原子炉から除去されるまで中性子の照射を浴び続ける。その結果、Pu-239以外にPu-238、240、241、242など、他のプルトニウム・アイソトープが蓄積される。分子数の偶数番のものは奇数番のものよりも自発核分裂 (spontaneous fission) の可能性が高く、従って中性子兵器としては好ましくない性質を示す。現在の米国の規定では、原子炉級プルトニウムは少なくとも20%の偶数番 (非核分裂) のアイソトープを含み、他方、兵器級は6%またはそれ以下である。Pu-239以外のプルトニウム・アイソトープは、より放射性が高く、より多くの即発中性子 (spontaneous neutrons) を発生するので、プルトニウム兵器の設計をより困難にする (Pu-238の濃度が高いところでは実質的に設計は不可能である)

問題には少なくとも二面性がある。爆弾の性能という点からすると、240または242が多すぎると、即発中性子が連鎖反応を早く始めてしまい、爆発力を大幅に削減する。第2に原子炉級プルトニウムは、兵器級のそれに比べ、単位質量あたり6ないし10倍の熱を発生す

る。IAEA査察の規定有意量 (significant quantity) 8kgの原子炉級プルトニウムは、優に100ワット以上の熱を発生する。

しかしながら原子炉級プルトニウムの臨界量は、兵器級に比べて僅かに25%多いだけであり、原子炉級プルトニウムを原料とする核爆発装置を設計し、使用することは可能である。非核分裂性プルトニウム (240、242) が50%を超える物質を、高燃焼度の軽水炉燃料或いはMOX燃料 (ウランとプルトニウムの混合燃料) から分離し、キロトン級の爆破圧力を持つ装置を作る事が可能である。

3. 技術的な解明

アメリカ政府、政府を屢々代表する人々の見解は、上記2つの文章にほぼ全面的に代表されている。更に言えば、これらを含めこの分野の見解は殆ど全部が

「J. Carson Mark: Explosive Properties of Reactor Grade Plutonium」の引用である。Mark論文は、1945年の最初の原爆実験 (Trinity) に先だって、オッペンハイマーがグローブスに宛てて、装置の爆発力が設計値である20ktに満たない確率を予測した手紙を根拠に、ロスアラモスのSerberによる数学モデルを拠り所として「単純化した核兵器の数学モデル」の計算結果を示したもので、後にFrank von Hippel等が数学そのものを解説している (いずれも添付「参考文献リスト」所載)

このほかに、1962年にアメリカが原子炉級プルトニウム (英国産のプルトニウムを使ったといわれる) を使って核爆発装置を作り、それが所期どおりに作動したと言われている。それ以外の詳細はまったく明らかにされていないが、著者は1976年にワシントンで、当時の軍備管理軍縮局 (ACDA) にただ一人招かれ、Lawrence Livermore研



究所のRobert W. SeldenからReactor Plutonium and Nuclear Explosivesという文書を手渡され、原子炉級プルトニウムで爆発装置を作って核爆発を行った件について説明を受けたことがある。

アイソトープの組成、核爆発の大きさ、初期の爆発力を達成したかどうかなどについては一切返事が無く、当時

の筆者には勿論、Carson Markの論文の知識など無かったので、アメリカがプルトニウム問題に執着している強い印象を受けたに止まった覚えがある。逆に言えば、筆者が承知している限りでは、アメリカは軽水炉で造られたプルトニウムで核爆発装置を作り、それを爆発させ、結果を測定したという経験は持っていない。Markの論文も、

von Hippelの解説も、実際の核爆発装置との関係が不明な、単純化した数学モデルで、オープンハイマーの1945年の計算を説明した以外の何物でもない。

以下にCarson Mark論文の主要点の図表、並びに融合反応を中性子源とした場合の図を掲げる。

表2 プルトニウム・アイソトープの性質

Isotope	Half-life ^a years	Bare critical mass kg, -phase	Spontaneous fission neutrons (gm-sec) ⁻¹	Decay heat watts kg ⁻¹
Pu-238	87.7	10	2.6x10 ³	560
Pu-239	24,100	10	22x10 ⁻³	1.9
Pu-240	6,560	40	0.91x10 ³	6.8
Pu-241	14.4	10	49x10 ⁻³	4.2
Pu-242	376,000	100	1.7x10 ³	0.1
Am-241	430	100	1.2	114

a. By ⁻decay, except Pu-241, which is by ⁻decay to Am-241.

表3 Trinity実験装置で中性子源を大きくした場合の爆発力の確率

例えば中性子源が30倍になったとして、Pu-240がそれだけ余分に含まれていたとして、設計値20ktを達成する確率は2%だが、1ktの爆発力を達成する確率は55%もある事になる。

Neutron source (multiple of Trinity)	Nominal (20 kilotons)	Yield		
		above 5 kt	above 1 kt	fizzle to 1 kt
Trinity	.88	.94	.98	.02
10x	.28	.54	.82	.18
20x	.08	.29	.67	.33
30x	.02	.16	.55	.45
40x	.006	.08	.45	.55

表4 表3と同じ条件に爆圧(implosion)の速度が2倍になったとする
上記と同じ条件で(Pu-240の割合が30倍)の爆圧速度が倍になれば、1ktの爆発力達成の確率は74%に増大する。

Neutron source (multiple of Trinity)	Nominal (20 kilotons)	Yield		
		above 5 kt	above 1 kt	fizzle to 1 kt
Trinity	.94	.97	.99	.01
10x	.54	.74	.90	.10
20x	.28	.54	.82	.18
30x	.16	.40	.74	.26
40x	.08	.30	.67	.33

表5 各種グレードのプルトニウムの発熱量

Grade	Spontaneous fission neutrons (gm-sec) ⁻¹	Decay heat watts kg ⁻¹
Super-grade	20	2.0
Weapons-grade	66	2.3
Reactor-grade	360	10.5
MOX-grade	570	13.7

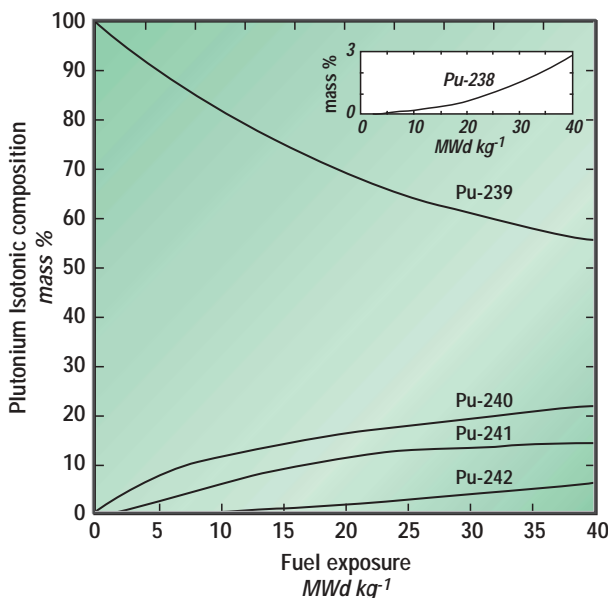


図1: 燃料の燃焼度とプルトニウム・アイソトープ組成

表1 各種プルトニウムのアイソトープ組成

Grade	Isotope				
	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241 ^a	Pu-242
Super-grade	-	.98	.02	-	-
Weapons-gradeb	.00012	.938	.058	.0035	.00022
Reactor-gradec	.013	.603	.243	.091	.050
MOX-graded	.019	.404	.321	.178	.078
FBR blankete	-	.96	.04	-	-

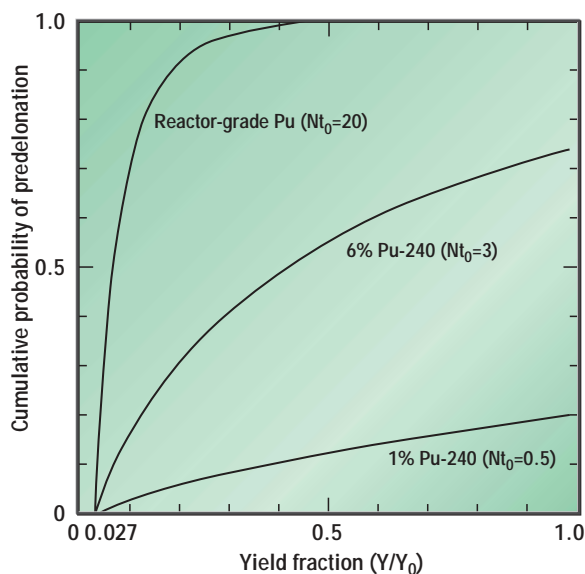
a. Pu-241 plus Am-241.

b. N. J. Nicholas, K. L. Coop and R. J. Estep, Capability and Limitation Study of DDT Passive-Active Neutron Waste Assay Instrument (Los Alamos National Laboratory, LA-12237-MS, 1992).

c. Plutonium recovered from low-enriched uranium pressurized-water reactor fuel that has released 33 megawatt-days/kg fission energy and has been stored for ten years prior to reprocessing (Plutonium Fuel: An Assessment (Paris:OECD/NEA, 1989) Table 12A).

d. Plutonium recovered from 3.64% fissile plutonium MOX fuel produced from reactor-grade plutonium and which has released 33 MWd/kg fission energy and has been stored for ten years prior to reprocessing (Plutonium Fuel: An Assessment(Paris:OECD/NEA, 1989) Table 12A).

出典: 図1、2、表1 - 5は「Explosive Properties of Reactor-Grade Plutonium」より。図3、4は「Fourth Generation Nuclear Weapons」より。



$P(Y/Y_0 < 1)$ as a function of y/y_0 for plutonium cores with $N=0.5, 3,$ and 20×10^5 spontaneous fissions per second for $t_0=10^{-9}$ and $t_0=10^{-8}$ seconds.

図2：異なったグレードのプルトニウムによる設計目標値の達成率

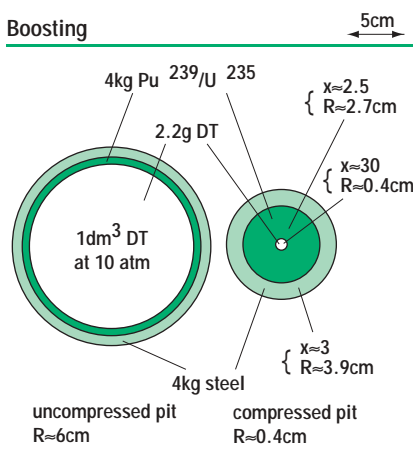
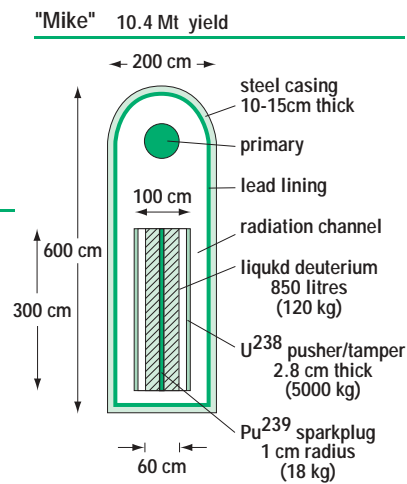


図4
アメリカ最初の水爆（Mikeの略図）
Primaryのプルトニウム爆弾のエネルギーにより、radiation channelがプラズマ状態になる。

図3
D-T融合反応を中性子源とした Boostingによるプルトニウム爆弾

爆圧の瞬間にboosterが無限の中性子を提供するので、原子炉級、兵器級の差はなくなるという説明。



4 . Discussion

原子炉級プルトニウムで核兵器が作れるというアメリカの主張を、もっと具体的に探らうと思って随分努力をした結果が、上記「3 . 技術的な説明」で記した程度で、それ以上に得るところはなかった。J. Carson Markの短い論文が広く引用されている事は前述の通りであるが、その内容はというと、引用した幾つかの表と図による単純化した算術モデル以上のものは殆ど無いのが実体である。Markの論文自体が、オープンハイマーの設計爆発力達成の確率を説明するというスタイルであり、実質的な技術情報としては、Robert Serberが1943年にロスアラモスで行った爆発所要時間と達成爆発力の相互間の大雑把な数学的関係だけであり、3章の表3と表4に示した様に、Trinity原爆の設計爆発力（20kt）、5kt、1kt、fizzle（0.5kt）の4段階について、それぞれの達成確率をオープンハイマー自身の計算から逆算するという単純な問題に置き換えてしまった。Mark自身が、この

論文の主旨が表3と表4を計算する事で、Pu-240による中性子供給が大きくとも fizzle yield（理論上の最小達成爆発力）以上の核爆発が、場合によっては50%以上の確率で達成出来る事を論証する事であって、核兵器設計の理論的考察ではないと説明している。逆に言うMarkの論文は、算術的な検証であって技術の証明ではない。

要するに、Markの論文は討論のためのテクニクであって、科学者が核兵器技術の内容を科学的に説明する為の手段ではない。このことは論文上の諸点について、或いは1962年の原子炉級プルトニウムによる核実験について、上記以上の情報を得ることは、今回私と話をしたGarwin、Holdrenの両氏を始め、「核兵器の技術情報を既に公開になっている以上に提供することは、アメリカ原子力法の違反になる」のでという理由で、拒否している事からも明らかである。

前記2つのアメリカ科学アカデミーの報告書が、実質的にCarson Markの論

文の繰り返しになっている事も、これが原子力法で許容されている限界であることを示している。この点について個々のアメリカの科学者を非難するのが妥当だとは考えられない。

むしろ問題とすべきは、アメリカという国が核不拡散のかけ声の下に上記の原子炉級プルトニウムの議論を「正義と真理」に昇格させ、他の国々に対して核燃料の再処理とプルトニウム抽出を禁止させようとしている事である。表立ってプルトニウム利用を核拡散であると位置付けたのは、1977年のカーター政権の時以来であるが、この時の交渉で筆者は、わが国の立場を「エネルギー安全保障を護る為である」と強調した覚えがある。科学と外交の中に、突然一方的な「正義」が登場して立場が強調されると、あまり物事が円滑に働かなくなって来るのが常識である。

核不拡散条約が不平等条約であることは初めから明らかであり、1970年代の軍縮、軍備管理の実体の中ではやむを得ない事態であった。だからと言っ




て、米・ソが(ましてや英、仏、中が)核の正義を代表し、NPT第6条の義務を十分に満足しないで済ませる理由には全くならないのである。それぞれ数万発の核兵器を保有し、10万人規模の核兵器産業を抱えていた米ソが、「ならず者の国」に於ける核兵器の秘密開発に対して、「核不拡散」の名の下に世界の警察官として接する事自体に何らの矛盾を感じず、反省もしないとしたら、人類のモラルにとってはその方が大問題である。核兵器の廃絶が一朝一夕に成立出来る訳ではないとしても、米ソの世論の中に核独占に関する反省や反発が全く見られないという事実は極めて遺憾である。この点になると、筆者の友人でもあるアメリカの核兵器科学者、核不拡散を強調する安全保障の専門家に対しても反省を要望せざるを得ない。同じ事は、日本国内の一部の核不拡散論者に対しても注意を喚起すべき点であろう。

問題が矛盾に満ちている事は、今更指摘するまでもないであろう。上記のような議論の結果として、アメリカが核兵器の製造技術を具体的に公開すれば筆者の知的好奇心は大いに満足されるであろうが、核拡散の危険は一層増大する事になる。

原子炉級プルトニウムで核爆発装置が作れるかどうかという点自体に関しては、それほど問題があるとは思えない。むしろTrinityが設計された頃の中性子源(ポロニウム・ベリリウム等)は半減期が短い事、取り扱いが面倒であること等によって、早くから二重水素・三重水素の核融合による「ブースター」にとって代わられており、D-T反応主体の核分裂primary(3章 Figure 12 等参照)であれば、原子炉級プルトニウムでも十分役に立つ筈である。むしろ問題は、2章で指摘した様なPu-238、240、241等に関する多くの技術的問題点にも関わらず、発熱体であり、放射

線源であり、爆発力が不確かで、技術的に不安定で信頼が置けない原子炉級プルトニウムの核兵器を、敢えて製造し、保有するメリットを誰が認めるかという点である。インド、パキスタン、或いは北朝鮮(DPRK)ですら核兵器には兵器級プルトニウム或いは高濃縮ウランを開発している。原子炉級プルトニウムで核爆発装置を作る以外に手段のない国、或いは集団にとっては、この核爆発装置の作成は技術的に難しく、技術的に可能な国にとっては、兵器としての信頼度に欠けるというのが実体であろう。つまり「作れるかどうか」ではなくて「作る意味があるかどうか」の問題であり、答えは「ノー」である。

今回の調査を行って見て筆者自身反省したのは、原子炉級プルトニウムで核兵器を作る件については、頭から「不可能である、無意味である」としてそれ以上の検討を怠っていた点である。このことは筆者自身に限らず、我が国でのプルトニウム論議に一般に欠けていると言えるのではあるまいか。我が国は、アメリカが核不拡散に関して実質的に甚だ傲慢であるという事も、友人としてもっと指摘すべきであり、核兵器の設計という科学上の問題の論議に世界的に「蓋をしている」現状について、もっと意識を高めるべきであろう。その意味においても、今回の調査の委託を受けた事の意味は極めて大きかった。(社)原子燃料政策研究会の判断に対して、改めて感謝の意を表明する次第である。 

【参考文献資料】

- "Plutonium," *Nuclear Issues Briefing Paper 18, February 1999, Appendix November 1999*
- J. Carson Mark, "Explosive Properties of Reactor-Grade Plutonium," *Science and*

Global Security, 1993, Volume 4, pp.111-128 (Director, Theoretical Division, Los Alamos National Laboratory, 1947-1972)

- Robert Serber, "Introduction Courses" given in April 1943 in connection with the starting of Los Alamos Project and printed in the Los Alamos Primer, unclassified in 1963
- Committee on International Security and Arms Control, National Academy of Sciences, "Management and Disposition of Excess Weapons Plutonium," National Academy Press, Washington D.C. 1994
- Richard L. Garwin, IBM Fellow Emeritus, "Letter to Ryukichi Imai" Via E-Mail, November 9, 2000
- "Nuclear Weapons Frequently Asked Questions" Version 2.24, February 20, 1999
 - Section 1.0 Types of Nuclear Weapons
 - Section 2.0 Introduction to Nuclear Weapon Physics and Design
 - Section 4.0 Engineering and Design of Nuclear Weapons
- Richard L. Garwin, "Reactor-Grade Plutonium Can be Used to Make Powerful and Reliable Nuclear Weapons: Separated plutonium in the fuel cycle must be protected as if it were nuclear weapons." August 1998
- Richard L. Garwin, "Maintaining Nuclear Weapons Safe and Reliable Under a CTBT" What Types of Weapons Can Be Developed Without Nuclear Explosions?" May 31, 2000
- John P. Holdren and Ryukichi Imai, "Letters Exchanged December 2000"
- André Gsponer and Jean-Pierre Hurni, Technical Report "Fourth Generation Nuclear Weapons," International Network of Engineers and Scientists Against Proliferation, Seventh edition, September 2000

井川五郎ダム

後藤 茂



箱根八里は馬でも越すが、越すに越されぬ大井川

新幹線に乗って大井川を渡るとき、私は、よくこの馬子唄を口にする。

松永安左エ門の旅日記（大正15年7月16日）に、大倉喜八郎翁との語らいが記されている。「家康公が駿府に引退して、その防衛が果たして安全かという事が気になって来た。これは背面に甲斐の山と水とがあるからだ。そこで評議の末、山には人の入るを禁じ、水には舟筏を浮かぶるを許さず、老臣酒井雅楽頭うたのかみに取締まりを命じた」。翁はこの話を、ふつふつと語ったというのが面白い。こうして慶応3年（1867年）の3月初め幕府討伐の官軍が、延長七百九十六間（約1,450メートル）幅二間（約4メートル）の木橋を架設するまで、大井川は越すに越されぬ川であった。

「駿河と遠江の境界を形成しているが、信州に接する甲州の南西端にある白根山より発し、百十二マイルほど真直に南にながれる。このあたりの川原は一マイルほどの幅を持つ、...流れが非常に早いため渡舟は利用できず、旅行者は『蓮台』と呼ばれる小型の台に

乗って人夫に対岸に運んでもらう。」

これは、英国の外交官、アーネスト・サトウが『明治日本旅行案内』（1881年、ロンドンで刊行）に書いた大井川の見聞記である。この蓮台には弥次郎と喜多八も乗った。「大井川の水は逆巻いて目くらむばかり」と気も動転する二人、ご存知、十返舎一九の『東海道中膝栗毛』に出てくる様子である。「蓮台に乗りしは結句地獄にて、降りたところがほんの極楽、蓮の台ではなかった。」とぼやいている。

私は、初めて金谷駅に降りた。駅前で、銘酒『蓮台越』を見つけ、つい、買い求めていた。ふと、安藤広重の浮世絵『東海道五十三次之内 金谷』が目に浮かんだ。侍や町人たちが、ある者は蓮台に乗り、またある者は肩車、かちわたり徒渉も見える。

2001年、新しい世紀を迎えた2月9日のこと、170キロワットの東河内水力発電所が、大井川水系で運転を開始したと聞かされた。私は、ゼロを二つばかり落としたのではないかと思った。出力170キロワットといえ一般家庭の約55軒程度である。箱庭のようなミ

二発電所は、私の好奇心をかきたてる。桜の季節もすぎた4月の下旬、思いがかなって、初めて金谷から大井川をさかのぼった。

石の流れる早瀬を越えて、上る川根の引舟よべば、かけた白帆に茶がかおる

里謡にも歌われた引舟は見えなかったが、八十八夜をまえにして、新茶の香りがこころよい。

わが国では数少なくなったSL蒸気機関車を、いまま定期的に走らせる大井川鉄道に乗ること一時間、終点千頭駅に着いた。千頭から井川へはいまどき珍しいアプト式電車が走っているが、今回は中部電力・大井川電力センターの太田副所長さんの出迎えをうけて、車で溪谷を北上する。途中、家々を取りまくように茶畑が見られ、山の斜面では椎茸を栽培している風景が、車窓を流れる。突然、ズドンと猟銃の音が谷間にこだました。椎茸をねらう猿を追い払う“さるおどし”の仕掛けであった。それにしても静寂である。はるか下の水際に、小さな山葵田やまわさひだが見えた。谷底を流れる瀬音が、かすかに聞こえる。

ほどなく大井川水系開発のかなめ、井川ダムに着いた。高台の井川展示館に案内され、眼下にダムを展望する。山はせまっていたが、雄大な眺めだ。

山道は悪く、登りくだりが連続した後、とるに足りない集落を二つほど通過し、やがて森の中を七つ峰の北端部でかなり高みにまで登ると山腹の開けた土地に出る。おだやかに傾斜する山に囲まれた広い谷には大井川が緩やかに蛇行し、これまで八、九里ほど通ってきた狭い地峡に行くルートと好対照をなしている。左手下方に見える集落は島和合しまわごうで、井川の一部である。

少し長いが、アーネスト・サトウの「大湾曲部が連続する大井川源流」から、その一部を引いたのは、井川ダムのために水没した「島和合」という地名を見つけたからである。

碧潭や風吹き上げて山茂り

五十嵐瓢亭

緑の風だ。上流に長さ8キロにおよぶ人造湖は、紺碧の水を満々とたたえていた。紫のヤマツツジが湖面に影を映してうつくしい。だが、説明を聞くと開発は苦難の連続であったという。しかもその歴史は古く明治時代の半ばまでさかのぼる。井川ダムは明治39年(1906年)日英水力電気株式会社の設立がくだてられたときからの懸案であった。資金面を英国のホワイト商会が担当、現地調査をしたのは顧問技師のジェームス・ディ・スカイラーであった。水力専門の技師アルバート・フ

レーンとともに、井川村にはいったのである。

「日本に來訪する者は其の到着後、幾何ならずして、注目すべき幾多の事実を発見すべし。就中其の雨量の夥多にして、著しく激流奔湍に富み、無限の水力を有するのは確かに其の一つなるべし」といって、「井川の堰堤の選定は狭小なる溪間(接岨狭)の頭部に位し、其の岩盤硬く、本急流中最も永く、自然力の蝕壞に堪えし所なるを以て、此処に於いて本川の水面勾配に段階を生じ、其の上流の勾配は、下流に於けるよりは、遙かに僅少なりとす」との報告書を残した。

全行程を徒歩で調べた貴重な資料を日本側に渡して、英国側は手を引くが、その志を引き継いで、明治43年日英水電株式会社が発足、大井川上流井川平の咽喉部、峻険接岨峡の入り口に高さ百メートルのダムが築造されたのである。昭和32年のことだ。あれから50年の歳月がながれていた。

私は、武市光章氏の600ページにおよぶ労作『大井川物語』(昭和四十一年刊)を読んで、この間に秘められた歴史を知り、あらためて感動したのであった。

昭和4年のことである。世の中は世界恐慌のさなかにあった。そんなとき、発足間もない大井川電力に東邦電力から出向してきた若い技師がいた。後に中部電力の社長となる井上五郎である。崎平にあるいまの大井川発電所の青写真をつくり、さらに28年後に、わが国ではじめて中空重力式ダムを完成

させた人だ。

古來岨狭遠ク人ヲ離ス

外客源ヲ探リ独リ身ヲ挺ス

五十年前先覺ノ夢

功成リ縹渺湖浜ニ漂フ

竣工を祝うテープにはさみをいれた井上五郎の目は、感懐の涙に潤んでいた。遠く英人技師の達識を想い、労苦をともした仲間思いをさせた、心うつ七言絶句である。

このダムを井川五郎ダムと名付けたのは、主要工事を請け負い、精魂こめて完成させた間組の社長神部満之助であった。神部社長は竣工式のあいさつの中で、「アメリカでは、建造物に人の名前をつけることが沢山ある。例えばアメリカ大統領の名前をつけたフーバーダムというのがある。日本でも人の名前を付けたダムがあっただけではないか。井上五郎の名前をとって、この井川ホロー・グラビティダムを井川五郎ダムと名付けては」と発言したのがきっかけで、愛称『井川五郎ダム』が生まれたという。エピソードを聞きながら、巨大な堰堤右岸に白く『井川五郎ダム』と大書して刻まれている崖面を、感慨深く仰いだのであった。

私は、湖面を見下ろす灌木の林の中に建てられた神部満之助の句碑に案内してもらった。

麦うるる

オオい川

大井川

大きな黒御影石に三行で彫られている。句も感動的だが、字もいい。

大日峠を上った満之助は、眼下に展

開する大井川の流れと、麦みのる黄金の里井川村を眺めて、この句を得た、と碑の裏面に書かれていた。ふと足もとを見ると、わらびが顔をだしていた。私は、そのやわらかい芽を四、五本摘みとった。

もうひとり、感慨^{ひとしお}一入の人がいた。電力の鬼といわれた松永安左工門だ。

先日、安左工門の随筆集『可笑しけりや笑え』を読んで大笑いしたばかりである。翁らしい洒脱な文章が、じつに面白かった。この本のなかの「役の行者の夢」というエッセイを楽しく読んだ。

昔、「^{えん ぎょうじや}役の行者」が、一つ歯の高下駄を履いて、昨日鳥海山に居たかと思えば、今日は大和の葛城山に走った」と伝説されたことを、八十老人の私は、大井川の上流に飛び、その山間の流砂の上に降り、その翌日には、北アルプスの鉢木岳の2700メートルの高处を越え、黒部上流のダム地点を旋回しながら、必要の時は山の中腹の僅かな草原に下降して、ゆっくり視察を遂げることが出来た。

かつて、自ら踏破した北および南アルプスの水源にヘリコプターを飛ばし、感慨深い思いで、空から視察したのは、井川ダムが完成した昭和32年、耳庵83才のときである。

大井巨川に遊びて所感を陳ぶ
平生、老懶知遇、慚
機翼来り賞、井川、湖
更に遡ル、赤石第一溪
東海、霸業吾子に属ス

松永安左工門の『山行日記』をみると、大正14年7月18日早朝、甲斐の国、^{あらくら}新倉を起ち、「駿河の国は大井川の上流二軒小屋へとたどりつく。ここにて名物のヤマメに午餐の舌つづみを鳴らし、川を渡って山また山の、道なき道を分け、東岳の一部の屋根を登」っている。

一方、井上五郎にも『ヘリコプター登山記』がある。そのなかに50年昔に計画された井川地点は完成させることができたが、「さらに奥地三十余万キロワットの開発に着手すべき時期にいたった。それはあたかも中部電力のために温存せられていたかの感がある」と感慨をこめて書いている。

井上五郎がいう地域のひとつに、松永安左工門が南アルプス登山のベースとした二軒小屋がある。

二軒小屋は徳川時代から伐木小屋が二軒あったことからその名が残ったといわれているが、大井川水系最上流標高1,400メートルと山深い。そこに2万6,000キロワットの水路式発電所が完成したのは平成7年であった。

荒れ川といわれた大井川水系に電源が開発されたのは、明治43年小山発電所（昭和11年廃止）で、現存する発電所では昭和10年の湯山発電所が最初である。大井川最大の支流寸又川の最奥にある発電所だ。さらに大井川、大間、久野脇、奥泉、井川、川口、当時日本最大揚水発電所の畑雑第一、そして畑雑第二、赤石、赤石沢、二軒小屋とつづいて今年、東河内のミニ水力発電所が完成したのである。

赤石山脈 白根山 間ノ岳（3,189メートル）付近の急崖に発する雪解けから始まって、霖雨が降りそそぎ、豪雨に見舞われる。台風の季節が終わるまで、河川は時に膨脹し、濁流と化した。その激しい流れが砂礫を運び、河原は河口に至るまで一面に円礫で埋めた。

川止めにあった芭蕉が、こんな句を残している。

さみだれの雲吹きおとせ大井川

元禄7年（1697年）芭蕉51才の作だ。

近年日本を襲った幾十度の記録的台風にも大井川は氾濫することがなかったという。「水力発電所ダム設備による洪水の調整に、その力の大半を帰せねばならないようである。水力発電の開発は、大井川流域に近代的文化を持って来ただけでなく、その流域の文化を守り、人々の生活を将来に至るまで安定してしまっただけである」。私は『大井川物語』の著者武市光章氏の思いが、この言葉に結実しているように思えたのである。

短い旅であった。久しぶりに山のしじまに小鳥のさえずりを聞き、溪のせせらぎに心を遊ばせた。しかし、なにより嬉しかったのは、この旅で、閉塞谷の、激流を掴んだ男たちの、たくましい気迫を知ったことであった。

大井川水系を開発する、ロマンに生きた男の熱情にふれて、胸を熱くしながら、帰路、口にした『蓮台越』が、興をそえてくれた。いい旅であった。

（元衆議院議員）

使用済燃料の中間貯蔵

赤間 紘一 東京電力（株）理事・立地部長
 武黒 一郎 東京電力（株）原子力計画部長

使用済燃料の中間貯蔵施設は、原子燃料サイクルを円滑に進めるための重要な施設です。この施設を誘致したいとの申し出が、青森県むつ市より東京電力（株）に対してあり、東京電力は、その申し出を受け立地可能性調査を行うこととしました。この使用済燃料の中間貯蔵施設はどのようなものか、なぜ必要なのかなどについて、海外の現状を含めて東京電力（株）理事・立地部長の赤間紘一さんと、同社原子力計画部長の武黒一郎さんから、2001年4月に当研究会の研究委員会においてお話を伺いました。（編集部）

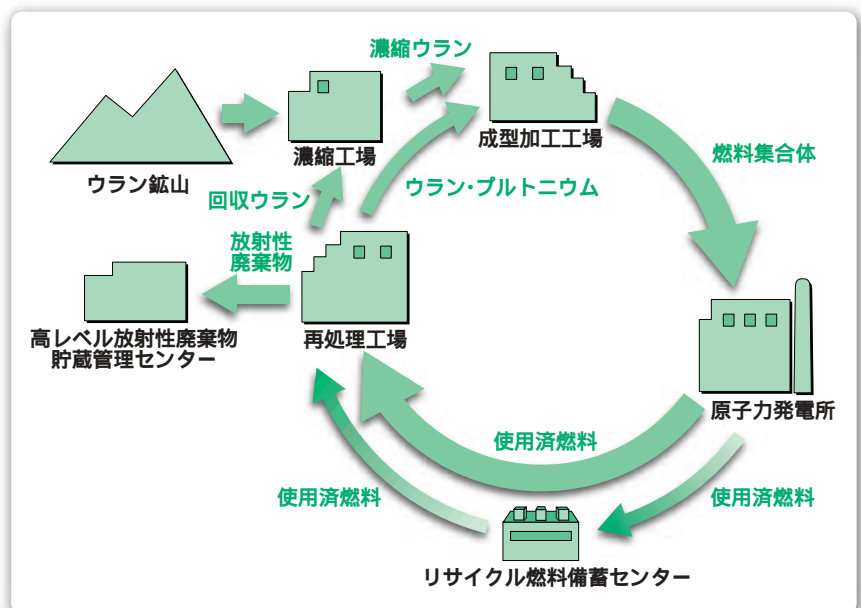
使用済燃料はリサイクル燃料資源

中間貯蔵施設はどのようなものであって、また諸外国ではどのように取り組まれているのかをご紹介させていただきます。使用済燃料とは、原子力発電所で3年ないし4年間燃やした後取り出されるもので、名前は「使用済み」ですが、まだ燃料として使えるプルトニウムあるいはウラン²³⁵がそれぞれ約1%ずつ残っています。これは再処理し、リサイクルしてまた使う燃料資源であるわけです。したがって、必要となった場合に取り出して使用できるよう、再処理を行うまでの間、中間的に貯蔵することを考えています。この中間貯蔵は、将来、原子燃料リサイクルの形成にも時間的に裕度を与えることができる施設という意味で、重要な役割が今後生まれてくると考えています。こうしたことから、この中間施設を「リサイクル燃料備蓄センター」と呼んでいます。

使用済燃料を再処理して取り出されたウランとプルトニウムは、現在、軽水炉で使う（プルサーマル）とか、「もんじゅ」など高速炉の燃料に使うというプロセスが考えられています。また、

将来的の高速増殖炉の実用化に向けて、日本の社会状況も含めて、適合したサイクルの形態や再処理の仕方、あるいは高速増殖炉の炉型などが今後技術的に開発されていくでしょうし、その段階で利用されるまでの間、使用済燃料をリサイクル備蓄センターでいったん蓄えて、将来のリサイクルに備えるという役割を期待しているところです。

このような方策については、既に1994年の前回の原子力開発利用長期計画の中でも将来的な貯蔵の方法について検討を進めることが記載されました。その方策が1997年の閣議で了解、98年の



原子力燃料サイクルの図式

通商産業省総合エネルギー調査会原子力部会での報告で「発電所外において使用済燃料を中間的に貯蔵することを目的とする施設も2010年までに利用できるようにすることが必要」と記載されています。それに基づき、1999年には国会で原子炉等規制法の改正案が成立し、貯蔵の事業に関する規制が新たに制定され、昨年の暮れの新しい原子力長期計画でもその役割が明確に定められています。

使用済燃料は2010年に400トン/年あふれる

日本全体の原子力発電所から出た使用済燃料の累積発生量は、2000年9月末の時点で、約1万5,000トンです。その内、海外に送り出して再処理をする、あるいはすでに再処理したものが5,600トン、東海村の再処理工場に搬出しているものが約900トン、六ヶ所村の再処理工場に搬出している量が30トン（2001年3月末の時点では129トン）あります。なお、発電所の中に貯蔵している量が8,900トン強あり、このように、いまは使用済燃料が発電所内を中心に貯まり続けているというのが現状です。

現在、原子力発電所は国内に51基ありますが、2010年ごろまでにあと13基増やす計画を進めています。これが計画どおり完成しますと、2010年ごろの使用済燃料の発生量は年に約1,200トンとなり、建設中の六ヶ所再処理施設の年間の処理量が800トンですので、2010年の段階では年にして約400トン溢れて

しまうこととなります。六ヶ所再処理工場は現在、2005年の操業開始をめざして建設工事を着々と進めています。実際に操業が開始されます2005年とは商業運転という意味で、その前に試運転がありますので、いまの計画では実際には2004年から再処理が開始されます。

2005年の操業開始までに六ヶ所の再処理工場では、年間処理量の約2年分の1,600トン貯蔵し、その後は年間処理量の約3年分の約2,600トン貯蔵できるよう搬入を行う予定です。処理量は2008年では800トンの計画値に達しますが、それまでは段階的に処理量を増やしていくこととなりますので、処理量と受け入れ量がバランスするのは、計画どおり進んだ場合で2008年と想定されています。

燃料の貯蔵は非常に「静的」で、安全

実際にどのようにしてこの貯まっている燃料を貯蔵するかというと、大きく分けるとプールと、キャスクと呼んでいます。乾式の容器に貯める二つの方法があります。プールに貯めるのは「湿式貯蔵方式」で、東京電力の福島第一原子力発電所にあります使用済燃料の貯蔵用の大型プールでは、その中に水を張り、その水の中に使用済燃料を入れて、冷却しながら貯蔵しています。キャスクに貯めるのは「乾式貯蔵方式」で、プールとは別の建物ですが金属キャスク1基の中に使用済燃料を数十体入れ、厳重に密封をして管理をしていま

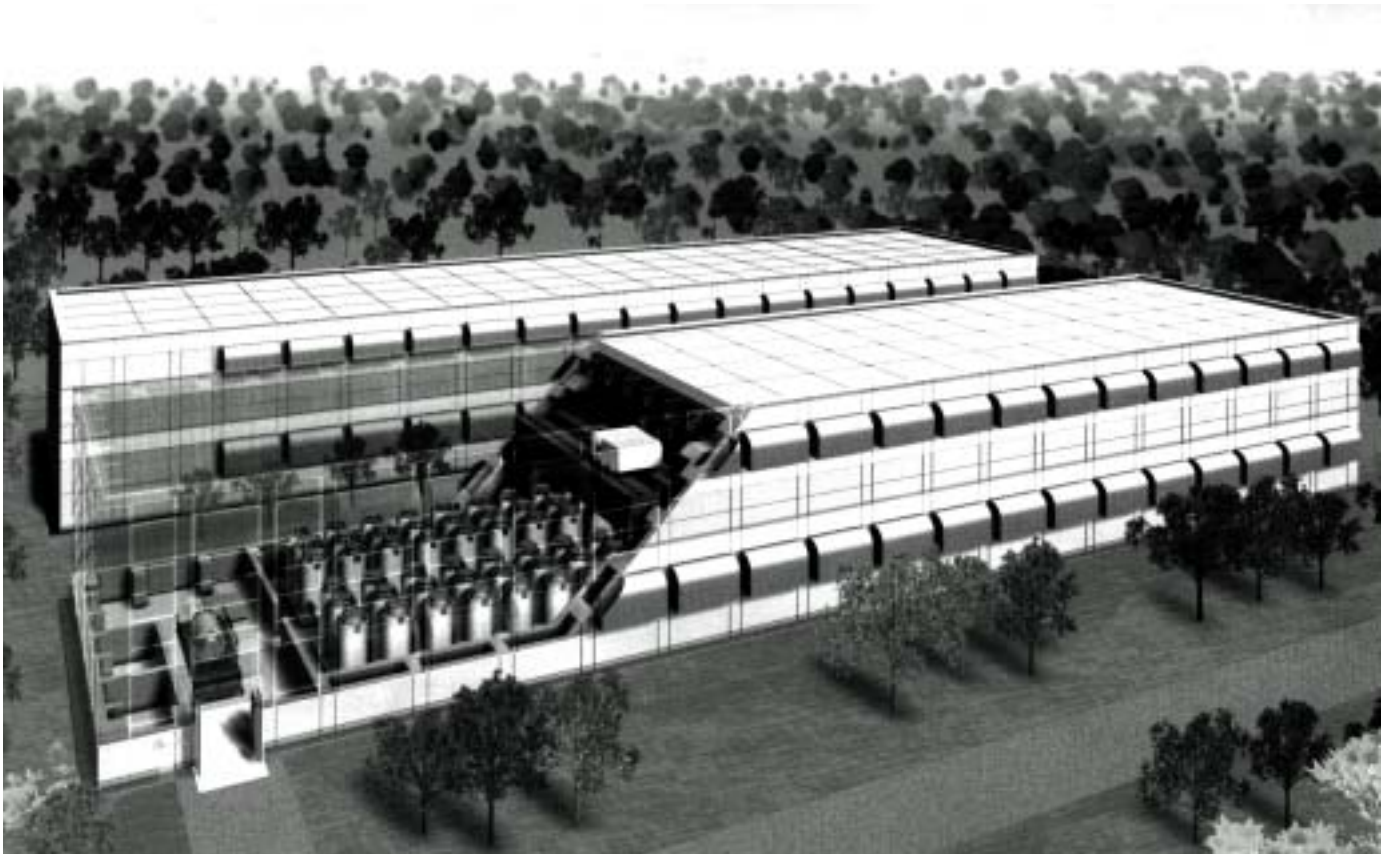
す。いずれも再処理工場へは、キャスクで輸送されるのですが、その前の段階で発電所内においてもキャスクのまま安全に貯蔵することができるものです。

どこの発電所内でも、プールの中に燃料を貯蔵していますが、その貯蔵中にトラブルが起きたという経験はこれまでありません。燃料の貯蔵というのは、モーターが動いたり、タービンが回ったりするような回転部が全くない、非常に「静的」なものですので、非常に高い安全性を持っています。

使用済燃料キャスク表面で2mSv/時以下

図1（リサイクル燃料備蓄センターイメージ図）は、リサイクル燃料を実際に発電所の敷地内あるいは敷地外でも、ある程度まとまった量を備蓄する場合のイメージ図で、金属キャスクを建物の中に立てて並べます。このキャスクの移動は天井クレーンで行い、このクレーンが建屋内を走行してキャスクを取り扱います。建物としては、敷地境界での放射線の線量率に関する規制を十二分に満足するために、日本の場合ですと1m程度の厚さのコンクリート壁になると考えています。

金属キャスクの中には使用済燃料を数十体から、将来的には69体程度収納することを考えています。このようなキャスクの中にはそれぞれ仕切りがあり、この仕切りも硫酸入りのアルミ合金できており、これによって貯蔵されている間、放出される中性子を吸収



リサイクル燃料備蓄センター イメージ図

するような構造になっています。

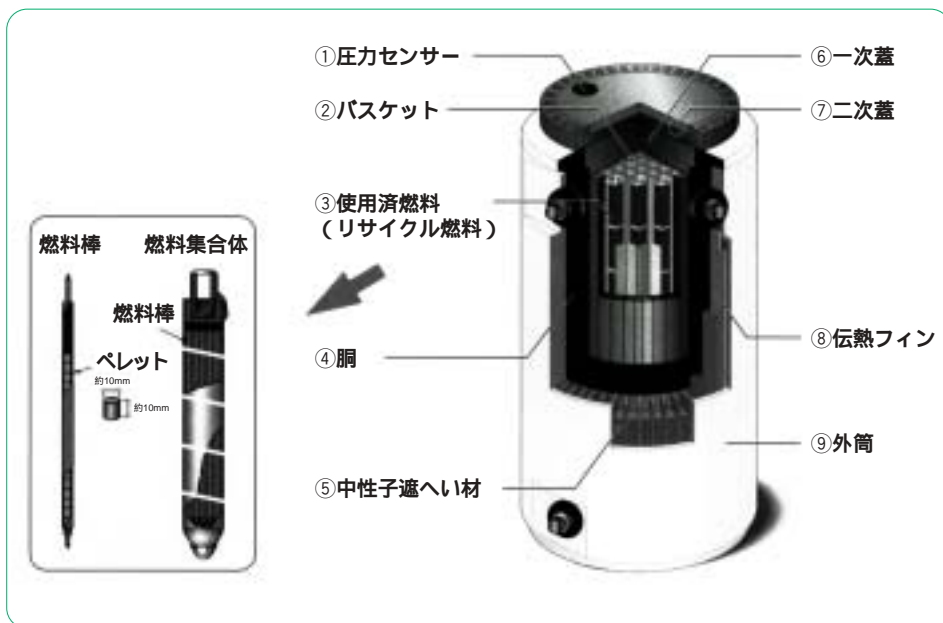
使用済燃料からもわずかですが熱が出ますので、これを放熱するためのフィンがついており、このフィンで熱を周辺の空気に逃がして、冷却を長期間にわたって行うという仕組みになっています。また、遮蔽材としては、金属製の胴体そのものと、中性子を遮蔽する水素、硼素などがまじった合成樹脂（レジン）で遮蔽することになっています。密封性がきちっと維持され、キャスク内部を負圧に保っていないと、放射性物質の外側への漏洩ということに

なりますので、二重の蓋で密封されています。

この二重蓋の間はヘリウムガスで充填されています。万一、このヘリウムガスが充填されている蓋と蓋の間の圧力が下がりますと、ヘリウムガスが外側の蓋から漏れた、あるいは内側の蓋にすきまができ、負圧になっているキャスク内部にガスが流れたとわかります。いずれにしても、異常を感知することにより、常時密封性の管理ができるようにしてあります。

使用済燃料からの放射線の量は、キ

ャスクに収納することで極端に低くなり、輸送用のキャスクでもそうですが、表面で1時間当たり2ミリシーベルト（mSv）以下ということになります。建屋でさらに1,000分の1以下に低減され、容器から遠くなればなるほど放射線の量は低減されますので、敷地境界では年間で0.05mSv程度になります。この数値そのものは、胸のX線のレントゲンの検査を1回受けるのとほぼ同じ放射線量ですので、年間での放射線量はその程度になるように設計をしていくようにしています。



キャスク イメージ図

使用済燃料は発電所からキャスクに入れられて船で運び、港からトレーラーで備蓄センターに運びます。備蓄センターでは、現段階ではキャスクを縦に置く方を想定しています。管理期間中は、密封性が維持できているか、給排気での温度が異常ないかどうか、放射線の監視で異常がないかどうか、機器の定期的な検査を行い、設備としての安全性を確認します。使用済燃料の貯蔵の期間が終了し、再処理工場へ搬出する時になりますと、搬出前の検査を経て、再度船で運び出していくというものです。したがって、搬入とか搬出というプロセスを除きますと、設備が貯蔵期間中動きませんので、発電所のようなタービンや発電機がゴォーという音をたてて回っているというイメージからすると、人が歩く「コツ

コツ」という靴音が響くような静かな設備です。私どもはこういう設備を今後、むつ市での現地の立地可能性調査を経まして、検討していきたいと考えています。

使用済燃料貯蔵は国の政策により異なり、アメリカでは野ざらしのものも

使用済燃料の貯蔵はその国の政策によって異なっています。再処理する方針、あるいは直接処分する方針を取っている国などいろいろありますが、それらの国々でも長期にわたって大量の使用済燃料を貯蔵することが必要という点では同じです。

アメリカは、直接処分する方針をとっていますが、ユッカ・マウンテンの使用済燃料処分場については、恐らく今年中にエネルギー省（DOE）からの

答申が出て、大統領が判断をするのではないかと思います。仮にそこで判断をされますと、許認可を経て2005年からの建設、2010年に操業開始ということになると思います。そこでは、発電所からの使用済燃料を処分することになりますが、キャニスターという容器に入れて処分するということになります。50年間はその貯蔵の状況を確認できるように取り出し可能な状態に維持すると聞いております。

ユッカ・マウンテンの処分場の計画では、もともともっと早くできる予定でしたが、なかなか進展しませんでした。そのため、アメリカでは発電所の敷地内に続々と使用済燃料の貯蔵施設を建設したり、既に操業したりしており、現在、34の発電所で貯蔵施設が運転あるいは計画中です。また、ユタ州には4万トンの使用済燃料を貯蔵するPFSFと呼ばれる施設の建設計画もあります。アメリカでの発電所の敷地内貯蔵では、さまざまな方式が採用されています。

サリー発電所サイトでは、鑄鉄製輸送・貯蔵兼用キャスクを屋外のコンクリートパッドに、野ざらしの形で縦置きしており、合計84基分が貯蔵できます。

ロビンソン発電所サイトでは、横型サイロ貯蔵の開発と実証を1989年に開始し、その後、いくつかの発電所で実用貯蔵に入っています。

この他にも、コンクリートキャスク貯蔵やモジュール型ポルト乾式貯蔵という方式のところもあります。

ドイツの場合は、脱原子力協定が締結されて合意されておりますが、フランスやイギリスとの再処理のための使用済燃料の輸送は2005年までは続けるということになっています。最近やっとフランスとの間で高レベル放射性廃棄物の引き取りの合意ができましたので、使用済燃料をドイツからフランスへ運ぶようになりました。年間400～500トンの使用済燃料が発生しますが、現在のところ、これを貯蔵しています。ドイツ国内では、フランスとイギリスの再処理工場への輸送以外には、国内では「ゴアレーベン」、「アーハウス」という中間貯蔵施設を操業しています。ゴアレーベンでは3,800トン、アーハウスでは約4,000トンの貯蔵能力がありますが、現在のところ組織的な反対運動などもあり、ゴアレーベンでは使用済燃料貯蔵キャスク5基、高レベル放射性廃棄物用が9基、アーハウスでも、軽水炉では6基程度のキャスクを貯蔵している状況にとどまっています。

スウェーデンは「CLAB」で3,000トンを貯蔵

スウェーデンは、かなり早い時点から直接処分を選択して、「CLAB」と呼ばれるプール方式の敷地外の集中的な中間貯蔵施設を既に設置し、操業しています。現在ここに約3,000トンの使用済燃料を貯蔵しており、将来的には8,000トンまで貯蔵能力を拡大すると聞いています。この中間貯蔵施設では30～40年間貯蔵した後、2020年頃から最終処分のために逐次搬出する計画と聞

いていますが、この最終処分についての具体的な検討はこれからという状況です。

スイスでは40年以上の中間貯蔵を行った後、処分することにしていますが、その場合には状況に応じて直接処分もしくは再処理のどちらかになります。発電所の数も少なく、年間発生量が70トン程度ですので、電力会社4社では「ヴューレンリンゲン燃料中間貯蔵会社」を設立して、中間貯蔵に備えるようにしていますが、現時点ではまだ搬入は行われていません。

フランスでは2018年まで貯蔵容量あり

フランスは再処理が前提となっており、ウラン、プルトニウム燃料のリサイクルをしています。使用済燃料が年間約1,200トン発生します。そのうち850トンはCOGEMA社のラ・アージュ再処理工場「UP2」で再処理をしておりますが、残り350トン分は貯蔵しています。これはラ・アージュの再処理工場の貯蔵能力が相当ありますので、いまのところは2018年ぐらいまでは貯蔵が可能ということになります。

フィンランドでは、直接処分する方針です。使用済燃料の年間発生量は70トンで、現在の貯蔵量は1,000トン強です。貯蔵容量は1,780トンですが、今後増容量する計画もあるようです。フィンランドでは使用済燃料の処分場の開発を閣議決定しており、「オルキルオト」という現在原子力発電所がある地域を最終処分場の候補サイトとして決定を

申請しており、政府は昨年末にその決定を承認して、議会で手続き中（5月に議会で原則決定）です。ここでは処分場を地下深くに建設するという事です。高レベル放射性廃棄物と同じように、使用済燃料をキャニスターに詰めて、回りをベントナイトで覆って、トンネルを最後に埋め戻すような仕方で直接処分することを考えています。

むつ市の申し入れを受け、立地可能性調査を開始

次に、立地地域との係わりについて、中間貯蔵をめぐる全体の動き、むつ市点におけるいままでの経過、むつ市からの申し入れ骨子、現在の状況についてそれぞれ説明いたします。

発電所の外における使用済燃料、いわゆるリサイクル燃料資源の中間貯蔵が不可欠という点から、1999年6月に原子炉等規制法が改正され、翌年2000年6月に施行されました。早速、その法の施行を受け、むつ市長が2000年8月にそのような燃料の中間貯蔵施設を受け入れる意思があるという話が持ち上がりました。

2000年8月31日ですが、地元の新聞が、むつ市で中間貯蔵施設を誘致するようだという情報をキャッチし、大々的に報道しました。それを受けて、9月の定例のむつ市議会で市長の真意を問う質問が行われ、活発に議論がされました。新聞報道は事実なのかどうかという質問に対して市長は、福祉面など市民の多様なニーズに対応するために恒久的な財源を確保していく必要があるとし、

施設誘致などの可能性を追求していきたいという意思表示をしました。しかし、この時点では、いろいろ打診したけれども事業者から全く連絡がないので、実現性はないもの、可能性はないもの、とっておられました。

その後、11月の末にむつ市長が正式に、立地可能性の調査を私ども東京電力、私どもの社長あてに依頼されました。それを受けて、翌月の12月にはむつ市長に対して立地可能性調査を実施をしたいという回答をいたしております。今年（2001年）1月になってから、むつ市内の既設の建物に、所長、副所長以下27名ほどの体制を組み、東京電力の「むつ調査所」を開設いたしました。と同時に2月から3月にかけて、気象とか地震、地盤、地質、地形、河川などの水理、地下水、社会的環境などを調査するための可能性調査について、その概要を地元の方々に説明しています。

関根浜港を使わせていただきたいと考えておりますことから港の周辺地域で現地調査を実施させていただくこととし、この4月の末にはボーリング調査などを開始できる見通しになっていきます。1年間ぐらいかけて技術的な調査を行う予定です。

むつ市を活力のある町にするために

市長がむつ市に中間貯蔵施設を誘致したい理由として表明されている主なポイントは、まず1)足腰の強い活力のある街づくりをしたい。2)原子力の先進地としての自負として、国家プロジ

ェクトの原子燃料サイクルの運営に協力していきたい。3)地方財源が厳しい折、恒久的な財源を確保していきたい。いずれにしても、安全性を前提に環境にも配慮することは勿論、立地に関しては議会と市民の理解が前提であり、理解が得られない場合はこの可能性調査は立地までつながらない。ということです。

現在この可能性調査の準備と並行して、市議会の方々、市役所の方々に私どもの事業の内容の説明をするともに、地域の地区ごとに説明会を開催しています。また、むつ市議会では3月議会において特別調査委員会が設置されております。

経済波及効果は四つ

この中間貯蔵施設を地域に立地した場合の経済波及効果は、地元の雇用や物資の発注、税収の増加、電源三法交付金の交付、それから昨年成立しました「原子力発電施設等立地地域地域振興特別措置法」による支援策、これらの四つがあります。まず初めに地元の雇用や発注関係ですが、地元の雇用は施設の建設中には、発電所は何千名のオーダーですが、中間貯蔵の場合は日量当たり最大で数百名ぐらいかと考えています。竣工後は、その貯蔵容量にもよりますが最大で十数名程度の管理要員を確保し、管理していく必要があると思います。地元発注につきましては、従来より地元企業の活用をできるだけ図れるように意を用いているところですが、土木工事、建設工事、電気

機械工事などを含めまして、相応の経済波及効果があろうかと考えています。そのほかに地元発注としては、生コンや鉄骨鉄板、塗装とか一般消費財などを含めて、それぞれの波及効果が考えられます。

税収関係では、市町村税としては当然固定資産税などの収入が見込まれます。これについては、施設の建屋、保管用のキャスクなどに対する資産税がかかるかと考えています。都道府県税は、法人事業税などが当然見込めることとなります。また、事業主体はどのようになるか、それはこれからの課題となります。

「原子力発電施設等立地地域地域振興特別措置法」による支援は一般会計から

電源三法交付金の関係では、現在決まっているのが電源立地等初期対策交付金で、この制度の目的は、立地を契機とした地域おこしの支援、福祉施設の整備とか水産振興などの事業に要する費用について交付するものです。交付対象は立地都道府県と立地市町村です。交付金には二つあり、一つは立地可能性調査を開始した年度から施設の受入表明年度まで年間1.4億円、二つ目は施設の受け入れを表明した翌年度から2年間、年間9.8億円の交付金が付与されます。これが初期対策交付金です。

その他の交付金につきましては、「電源立地促進対策交付金」等を含め現在、検討の段階にあると聞いております。

最後に「原子力発電施設等立地地域

地域振興特別措置法」による支援ですが、これは電源三法交付金の原資となっている電源開発促進対策特別会計によりません。特別措置法による財政的支援は国の一般会計から拠出されることになっており、住民生活の安全確保のための整備事業支援、あるいは地方債の元利償還に対する交付税の措置ということで、対象の事業をどう絞り込むか、その事業に対してどういう負担割合にするかの検討を現在国で進めて

います。

いずれにしても、普通の地域と違い、事業経費の国の負担割合を5%上乘せした支援策が講じられるということになっています。この特別措置法は国を挙げて支援するために成立されたもので、関係府省の大臣からなる原子力立地会議を設立して、議長は内閣総理大臣が担当し、都道府県知事が申請した振興計画案を審議し、それに予算をつけるということになっています。

としての反対運動が主流になっていると思います。

フィンランドでは、オルキルオト原子力発電所がもともとあったところで使用済燃料の最終処分場をつくらうとしているのですが、こちらでは住民の方々との対話も比較的うまくいき、住民の同意が得られ、政府の決定に至っていると聞いています。そのような国々の経験が、われわれに貴重ないろいろな示唆を与えてくれていると思っています。

[意見交換]

このような施設にも反対運動がある

【委員A】むつ市もそうですが、諸外国の例も含めて反対の動きはどうですか。最近では住民投票という形が大変盛んになってきていますが、また、外国の場合どのように住民の理解を得ているのかなどを教えてくださいと思います。

【赤 間】むつ市における動きにつきましては、地元の一部有職者や住民の方々から、立地の再考あるいは白紙撤回等の反対の意見が出されるなどのものがあります。また、住民の方々には反対の署名活動を展開されるなどの具体的な動きもあります。

【武 黒】海外の例ですと、アメリカでは発電所の敷地内での中間的な貯蔵に対してはあまり大きな反対運動に直面していないようです。ただ、ユタ州内

に4万トンの貯蔵能力を持つ中間貯蔵施設をつくらうという計画がありますが、州当局が反対の意向を示しているようです。住民運動というよりは州自体が原子力を使わない道を選んでいるということがあります。ここでは州当局、州知事の反対があると聞いています。

ドイツのゴアレーベンについては、中間貯蔵そのものというよりは、むしろ高レベル放射性廃棄物の輸送について非常に組織的な大がかりな反対運動があります。先般もフランスからドイツへ高レベル放射性廃棄物を鉄道で輸送しましたが、ここでもグリーンピースを中心とする非常に尖鋭的な反対行動があり、計画よりも時間が相当余分にかったとか、1万人ほど警官を動員したとの騒ぎになっていると聞いています。そのようにドイツでは、グリーンピースや緑の党などの組織的な活動

むつ市のようにスウェーデンでも誘致運動

【委員A】どこの国でもそうだと思いますが、どちらかというとながティブな運動のほうが大変センセーショナルに伝えられているのではないのでしょうか。例えば安全性の問題などもなかなか浸透しませんね。日本だけが特異な例ではなくて、世界的にもそういうことはあると思いますが。

【武 黒】そういう意味では、フィンランドではオルキルオトにはもともと原子力発電所が2基あり、長い間、良好な運転を続けていました。そういう状況の中で発電所と地域の方々との交流などがある程度根づいていたと思います。ですから、今回処分場をつくるという議論も住民の方々とそれなりに話ができたと思っています。

【委員B】いまの質問で思い出したのは、スウェーデンでの中低レベル放射性廃棄物の処分施設のことです。フォルスマークという発電所の隣に誘致の申し

出があり、それから十何年経っています。スウェーデンの国民はもう原子力はやめようという投票をしたぐらいですから、もともと原子力には賛成しない人がむしろ多いぐらいですが、地元の組合の人たちが、自分たちはここに受け入れたいと申し出たのです。全国の組合は反対したのにもかかわらず、支部が全国の組合をみずから説得しました。自分たちで勉強して、これは安全であるし、自分たちはここで仕事ができるとしたのです。それで事業主体である「スウェーデン核燃料・放射性廃棄物管理会社」(SKB)を説得して、むしろその仕事を始めたのです。これは随分前のことですが、非常に参考になると思います。

アメリカでも燃料の備蓄、貯蔵は非常に重要になっていると思います。いずれの国においても原子力発電の計画に柔軟性を持たせて進めるのは必要不可欠です。この議論がいままで欠落していました。極端なのは、原子力発電所を推進するのか止めるのか、二者択一しろという議論です。進めるとしても、再処理せずにワンス・スルーにする、アメリカもそうしているではないかとか、あるいは全部大事だからリサイクルしろとか、非常に極端な議論しかなかったわけです。しかし、ようやく使用済燃料の中間貯蔵の問題が出てくるといろいろ意見が当然出てくるわけで、当然いろいろなすり合わせをしていかなければなりません。エネルギーは必ず必要で、原子力発電所も必要不可欠ですので、使用済燃料の中間貯

蔵も重要な施策です。そのような課題がようやく制度として整ってきました。いいことですね。

敷地境界線量は年に0.05mSv以下

【委員C】中間貯蔵のキャスクについてですが、もちろんきちんとしたバリアをしているわけですから、放射能が漏れ出るとか、高熱が出てくることはないわけです。貯蔵をするときには、アメリカ式のように、キャスクのまま置いておいても問題がない、極端に言うとな家の軒下に置いていても問題ないというぐらいの認識を持ってもらうことが必要ではないでしょうか。危ない、危険だということを思わせるようなバリアを何重にも固めていくことはどうなのですか、ちょっと行き過ぎたやり方だと思うのです、コストの面を考えたも。

【武黒】アメリカの場合をみると、私どもからするとややあっけらかんとしたやり方で、いささか驚いたりもします。確かにコンクリート容器で貯蔵するのは経済的にも大変安くできます。同時に、遮蔽などの機能でしたら、それなりの設計上の工夫をすればできます。ただ日本の場合、遮蔽については敷地境界で年間0.05mSv以下ということを守るといふことになり、私どもは例えばむつ市で中間貯蔵施設をもし仮に建設することになった場合、当然敷地は原子力発電所ほど広くないわけです。原子力発電所でしたら原子炉から敷地の境界までの距離はかなりありますが、中間貯蔵施設の

場合はそうありません。敷地境界までの距離が十分稼げないため、敷地境界での線量率の規制値を守るためには、遮蔽物を付けなければなりません。人間が放射線による影響を全く考えなくてよいという基準が例えば年間1mSvですと、原子力施設の敷地境界では年間0.05mSv以下という規定になっていますので、それをきちっと守ることは必要なわけです。法律を守る以上に設計上は相当の裕度を持たせておくため、どうしても遮蔽壁は造らざるを得ません。

耐震性も考えなければなりません。アメリカの場合は耐震性についてあまり設計上いろいろ考えなくてもいいようなケースもありますが、私どもが計画している建物ですと、発電所と同様の耐震性を考慮して設計します。発電所は岩盤の上に直接設備を乗せる構造を取りますが、中間貯蔵施設の場合には岩盤に杭を打ち込む形で床を造る構造となると思っています。建物の壁を厚くしたり、キャスクをたくさん乗せますので、床の上が重たくなる分、余計耐震設計はそれに見合ったものにしなければならぬので、全体としては非常に残念ながら、「ごついもの」ができてしまうというのが現状です。

線量基準を国際レベルに緩和すべきでは

【委員C】仮にキャスクが転がろうと、キャスク自体は問題ないような設計にしてあるわけでしょう。

【武黒】キャスクそのものは9mの高

主的に設けていることであって、本来の規制値ではありません。設計ではいろいろな場合を考えて基本的な設計をしてあります。したがって、普通ですとこの自主的な値を超えることはないと思います。だけれども、300年先までそれは本当かと言われたらですね。ですから、極端な話、いわば事故が起きても、それでも例えば1mSvという値をクリアしていますよというのが一番健全な姿だというのが私の主張です。

【武 黒】われわれも、年間0.05mSvというのは目標値なのです。施設のスペックが決まったところは目標値という意識でいたのですが、それが原子力安全委員会のガイドラインとなって設計に反映されると、今度はそれに対してまたさらに裕度を持った設計を心がけてしまうのです。それで済んでいる時代はよかったのですが、いろいろなものがオーバーになってしまいます。それがかえって世間の人から見ると分かり難いことになっているところは反省しなければならぬところだと思います。それはまたわれわれの訴え方の問題かもしれませんし、もっと設計面でも工夫できないかなとも思っています。また、われわれの頭の中も柔軟にしないと、単に基準がこうだからと対応するだけではいけないだろうと思っています。

同時に、基準の持っている意味についてもっと多くの方々にご理解いただ

くような努力をしないといけないと思います。また、基準に合理性がなければ、それが大事なものだということにならないと思いますし、われわれがそういうことを求めていくような努力をしないで、それに寄りかかって、物だけただ頑丈にしていればいいという時代は確かに終わったと思います。

施設のイメージをいろいろ考えることが重要

【委員B】地上だから余分なこともいろいろ考えなくてはならなくなるわけです。これはむしろ地下式にしたらどうですか。

【武 黒】そういうアイデアもあります。ただ、どっちにしろ岩盤まで杭を打たなければなりません。また、地下式にすると結局はコストとの見合いになります。

【委員B】多分地下式の方がイメージがいいのではないのでしょうか。例えば、いま日曜日に原子力発電所の中をある程度開放して、住民の方々に利用していただいたりしているでしょう。そういうことをもっと積極的に進める。どんどん中に入ってもらう。

【武 黒】夢のまた夢かもしれませんが、東京にそのような施設をつくるとすれば、それこそ地下式のものとかが、いろいろなやり方があり得ると思います。

【赤 間】あまり固くがんじがらめに遮蔽して、発電所のような形にするより


は、もう少しイメージを変えて親しめるような施設にする、そういう発想でないと、角張ってごつごつした建物になりますね。

【委員C】施設を半地下式にし、上をグラウンドや公園にして、スポーツや散歩ができるようにする。そのためには法律的、制度的に何が障害になっているかということ洗い出してみる必要があるでしょう。いろいろなイメージを描き出してみてもよいのではないのでしょうか。

【委員D】おっしゃるとおりなのです。今まで固く安全です、安全ですと、オーバースペックを重ねてきたものを、どの段階でどのように本来の形に戻すのか、あるいは他の要素を入れていくか、どこでだれがそれを初めに行うのかですね。このようなことを行うには、この中間貯蔵施設が一番適切な設備だろうと思いますね。

【委員C】やはりそのようなことを提案するのは学者でしょうか。

【委員D】これは非常に大切で、また適切な施設ですから、何らかの形で逆方向のベクトルの要素を入れて、本来の安全性をもった施設にするようではないといけないのではないのでしょうか。

【委員B】この施設を本当にそういうきっかけにできれば、インパクトは大きいと思います。 

図は全て東京電力(株)のパンフレットより

アジアのコメと食文化

韓国旅行に思う

津島 雄二

今年の春開港した仁川^{インチョン}国際空港の威容、特にターミナル・ビルの近代的な装いは、韓国を訪れる外国客の目を眩らせるに充分なものがあります。そして空港地域から外に出て、首都ソウルに向けて車を走らせると、狭い日本の道路と余りにも対症的な、片側4車線の高速道路がこの国の公共インフラの整備の進展ぶりを伺わせてくれるのです。

空港のある永宗島から長い橋を渡り切って、本土に入るとすぐに目に入るのは田園風景です。丁度5月初めの連休を利用した旅行でしたので、韓国も田植えの時期とて、水を一杯に張った水田が点在します。鉛色に曇った空の色を映して静まりかえる田園こそ晩春のアジア・モンスーン地帯の絵模様の主役です。

私は、15年程も前のこと、シンガポールからの帰りの飛行機の空から、春のメコン川デルタの景色を眺めたときの驚きを今でも忘れることができませぬ。見渡す限り水に覆われた灰色の世界が眼下に拡がっているではありませんか。一見して、それは大洪水に見舞われた農村の惨状にみえるのでした。帰国してから新聞、テレビなどに注目しながら、ベトナムやカンボジアの水害の報道を探し求めたものです。しかし内外のメディアから何一つそのような報せは届かなかったのです。そして、あの洪水と憶しい風景こそ稲作農業の植付け前の赤裸々な姿だと納得させられました。

このたび訪れた韓国において、私は、

キムチのような醗酵食品、トウガラシに代表される香辛料、焼肉、ビビンバ（韓国風混ぜご飯）とクッパ（韓国風スープ）のような匙^{さし}で食べる食文化に触れて、アジアのコメ食文化について、いろいろ考えさせられるものがありました。

さし匙で食べるコメ食

ソウルの昼時、市民達はエネルギーに食事をとりに行く。私達の入った食堂は既に満席で、若い勤め人と幾らかの家族連れが賑やかにテーブルを囲んでいました。奥の方には座敷があって、日本と同じ様に膝を折って食卓のまわりに客が座っています。

案内人の肝入りで、ビビンバをご馳走になるのです。先ず幾つかの具が運ばれて色とりどりに並べられました。人参や菜類の煮付け、魚や蛸の煮ものなど海の幸、山の幸そしてご多分にもれずキムチがあります。私達は、暫くの間ビールを飲みながら、好き好きに箸でつまんで少しずつ賞味してみました。私の場合は、辛いものは苦手ですので、赤く味付けられた具はできるだけ控え目に一口味わうだけにしました。何れも日本の田舎の惣菜を思わせる好ましい食材でした。

やがて生肉に辛子味噌（コチュジャン）を添えた皿が来て、追いかけるように、中に入ったご飯がパチパチと音を立てて焦げるほどに熱くなった陶製の釜が前に運ばれました。こうなれば

混ぜて口に運ぶのに忙殺されます。何となく忙しく食べ、最後に釜の底に張りついたおこげに水を差して平らげてしまったときには汗びっしょりになっていました。それにしても不思議な味のモザイクでした。

この料理を食べるときの主役は匙なのです。箸は具を取るときに使うだけの脇役です。ものの本の教えるところによれば、朝鮮半島ではご飯は匙で食べるのが礼儀で、箸でご飯を食べることがはじかない作法とされることを知りました。従って韓国では食器を手を持たない。勿論今回の石焼き釜など、重く熱くて持てる箸もないのでありますが。

同じくコメを主食とする日本と韓国であります。日本は箸のみで食事をし、韓国では匙と箸がセットで出されるものの、匙が主役であるという違いがどこからきたものでしょうか。古い時代に、朝鮮半島から日本に渡来した食器類のなかに箸も匙もあったようですが、何故か匙の方は平安時代辺りから使われなくなるとされます。勿論、韓国料理のように他の食材やスープをご飯と一緒にかきまぜて食する場合には、匙の使用は欠くことができないでしょう。日本で主として箸を使う食文化が定着した背景には、気候、風土などの諸条件がコメや雑穀^{おかす}を主食とし、他の食材はもっぱら副食として取扱った食生活があったのではないかと。そして仏教思想の浸透が肉食を抑制し、カレーのような香辛料の使用も限られた

ことも係わっていたように思います。

稲作と食生活

(アジア・モンスーン地域の食文化)

アジアのコメ食文化と対比してしばしば論ぜられるのが、ヨーロッパの風土と食文化です。私の体験から言いますと、1962年北極圏越えのコースをとって、羽田（当時は成田空港は存在しなかった）からコペンハーゲンに飛行したとき、初めて見る北欧・デンマークの緑の牧草と麦畑の織りなす美しい風景がすべてを物語っていました。北緯56度（アジアで言えばカムチャッカ半島の中程）の朔北の地に、かくも豊かな緑したたる野山があることに驚かされた日本人も少なくない筈です。既に1927年に船でヨーロッパを南から訪れた^{せきがく}碩学和辻哲郎博士は「最も自分を驚かせたのは、・・・灰色の岩の点々と突き出ているあたりに、平地と同じように緑の草の生い育っていることであった。羊は岩山の上でも岩間の牧草を食うことができる。」と、イタリア南端の陸地の印象を語っているのです。そしてこの時に同行した農業経済学者から、「ヨーロッパには雑草がない」と教えられ、ヨーロッパの風土には正に牧歌的な特性があると断じているのです。

(注) 和辻哲郎著「風土」(昭和10年刊)

このヨーロッパの「緑」は、人間の努力にもよりますが、何よりもその固有の気象条件から創られたもののようです。私が暫く住んでいたパリでは、夏でも蒸し暑い気候はありません（夕立の前のような限られた気象条件の時以外は例外ですが）、冬は結構寒いことは勿論ですが、東京よりも湿気があります。従って自生の草類も夏季にやたらに成長繁茂して家畜の歯が立たなくなったり、種子をばらまいて枯れたりしにくいのです。このような気象条件のもと、麦などの畑作と放牧の輪作体系ができ

上がったものとされます。穀物生産と家畜飼育が不可分に合体し、畑に必要な休耕と肥料（家畜の糞）の供給がシステム化されました。

一方水稻の栽培には、成育期に3ヶ月以上20℃を越す気温と、年間で、1,000



ミリを越す降雨量が必要といわれます。この条件に最も適合するのは、アジア・モンスーン地域に他なりません。また同時にこの気象条件は、雑草がはびこるにも好都合なのであります。従ってこの地域は放牧によるグラス・プリ・ディングに必ずしもむかないのです。

水田農業の最大のメリットは、連作が可能なことです。さきに述べたメコン・デルタの雨季の景観が端的に物語るように、古くから毎年のように春になれば河川が増水し、時には氾濫する一方で、大量の沃土を上流からもたらします。そこではイネの栽培が毎年行われても、畑作のように収量が大きく減ることがないのです。そればかりでなく、そもそも米の生産性は麦などに比べて、19世紀はじめまでの統計を調べてみても5~6倍あったといわれます。ですからヨーロッパの人達にとって日本のコメのような主食観念はとうてい生まれなかったとされ、ヨーロッパ人の肉食は決して彼等が恵まれていたからでなく、やむを得ない選択であった

と考えた方がよいようです。

(注) この辺の事情については、鯖田豊之著「肉食の思想」を参考にされたい。

日本人は、モンスーン地帯の条件（ヨーロッパの3倍に近い降雨量と豊かな水）を活かして、北緯45度の北海道に至るまで稲作農業を展開していきました。勿論、昭和に入るまではコメばかりでなく、ムギ、アワ、ヒエを混ぜたものが主食でありました。そのほか海産物、野菜そして幾らかのイノシシや鹿などの野獣や鳥類の肉が副食として供されたでしょう。しかし決して恵まれたとは言えない狭い国土で、明治の初頭には3,000万人に達する人口を支えるに至ったのは、矢張り水田農業の基盤があつたことではないでしょうか。

日本は歴史的にみれば、明らかに中国、韓国などから南方の稲作農業を受け入れた後進国でありましたし、このコメ作の北限に当たる気候条件に耐えられるジャポニカ品種の米しか選択肢がなかったようです。そしてコメを主食とする最も純粋な食文化を育んだのでしょう。

コメ食文化の種々相

東アジアの知恵が食文化に色濃く残されている共通のものは、何といたっても醱酵作用の利用であります。モンスーン地帯の気候のもとで活発に増殖するカビを利用して作られるのが味噌、醤油であり、酒であります。また、乳酸菌など有益なバクテリアを利用して、キムチなどの漬物やなれずしや塩辛を作り、コメとともに日常の食材に供したのです。勿論、チーズやモンゴルの乳酒の例もありますから、乳酸醱酵の手法は東アジアの独占ではありませんが、醱酵食品（漬物など）の種類の高さにおいては、他の地域が比肩することは到底できないようです。特に麴^{こうじ}の利用やキムチや漬物のルーツらしきも

のは、既に3千年程前に中国の記録に残されているとのこと。コメと漬物、醃酵食品とのマッチングは古く、東アジアの食文化の根幹をなしてきたようです。

その一方で東アジアのコメ食を多様にした幾つかの要因もありました。その一つが、仏教的禁忌の世界を覆した肉食遊牧民族の支配でありました。アジア諸民族の原始的生活は、手当たり次第に穀類、木の实、野生動物、魚介類など生存に必要なものは何でも食に供して生きながらえてきたに違いありません。しかし紀元1世紀前後から仏教思想が中国に入り、さらに4世紀頃から朝鮮半島や日本にも浸透するようになると、おしなべて殺生と肉食が禁止ないし抑制されるようになりました。この植物性食品に依存する農耕民族の平穩を打破って、13世紀にモンゴル族が中国、朝鮮半島を制圧し、農耕用の牛などを食用に献上させるなどして、一般民衆を肉食生活に誘ったのです。かくして、元来中国のように仏教の禁忌が民衆に余り及んでいなかった場合はもとより、朝鮮半島でも、14世紀に李朝が成立してからももとの戻ることなく肉食文化の幅が広がっていきました。元の侵略を防ぐことのできた日本だけが、近代に至るまで本格的な肉食への嗜好の変化が生じることなく、コメや雑穀を主食とする食文化が維持されたのでした。

もう一つアジアのコメ食文化に多様性をもたらしたものは、カレー、胡椒、唐辛子のようなスパイス（香辛料）との係わりです。暑い国インドでは、既に紀元前2000年にはカレーを使う食生活が行われていたと推定されています。スパイスが主役の食習慣が定着すると、当然コメは他の食材と混ぜて食べることとなりますし、粘り気のあるジャポニカ種のコメよりも、長粒でパサパサしたインディカ種の方が食感もよいで

しょう。道具も、箸よりも匙（又は手の指）の方が好都合になりましょう。日本では余り知られておりませんが、日本から一歩外に出てみると、日本人の食するジャポニカ米よりも、われわれが外米とよぶインディカ米の方が値段が高いのは、このような事情によるものです。

このついでに韓国料理で多用される唐辛子のことについて調べてみますと、何と朝鮮半島にこれが伝えられたのは、日本からであるという説が有力なのです。そもそもトウガラシは16世紀中頃ポルトガル人によって九州（豊後）に伝えられ、それが朝鮮に渡ったとされます。そしてこれがキムチなどに汎用されるまでにはかなりの年月を要したらしく、ようやく19世紀に入って本格的に使われるようになったと文献に記録されています。こうしてみると韓国における辛い食文化の歴史は決して長いものでなく、せいぜい200年足らずで、しかも日韓交流の賜ものであったのかもしれない。

コメ食と世界

アジア・モンスーン地域（インドからインドシナ、そして中国から朝鮮半島や日本へと東アジアに連なる広大な地域）の食文化の柱がコメでありました。しかし、稲作文化とコメ食の世界は以外に多様性に富んでいます。それは気候風土の相違のほか、民族の移動、交流、政治支配の歴史からもたらされたものです。そして中国のように国土が広大で多民族との交流が盛んなうえ、強力な王朝が存在したところ程、食文化は彩りを加え、素材も多く、パライティに富み、要するに高度に発展し、東の料理文化の横綱になりました。ある意味では、ブルボン王朝のような強い王朝と四方に（地中海、中欧、英国と北欧そしてスペインや大西洋に）開かれた地勢がフランス料理を西の横綱

格に引っ張り上げたのと軌を一にするものです。

アジアとヨーロッパを比較するとき、否定できない事実があります。それは、アジア・モンスーン地域の水田農業こそ何世紀にもわたって密度の高い人口を支えてきたということです。いま世界人口（約60億人）の6割以上がアジアのコメ人口で占められるに至りました。新しい世紀になって、世界の人々の移動と交流がますます盛んになり、これに伴って食文化の変化向上のスピードも加速するに違いありません。しかし、その場合においても、コメ食文化の比重は上がることがあっても決して下がることはないとは私は考えます。しかも世界人口の増加が続く一方、奇跡のコメといわれているハイブリッド米の栽培が中国などで普及し始め、これが人口問題の解決の鍵だとする説を耳にすれば、一層その感を深くします。

しかしながら、私は世界人口と食糧問題について決して楽観が許されないと考えている一人です。環境問題、特に水資源の野放図な乱用が人類の将来に暗い影を落としています。収量の多い米も、豊富な水があってこそ持続的に生産されるのです。環境と水資源問題の専門家からは、中国の水不足は既に危険な段階に達していると指摘されます。世界の大河の一つである黄河が、毎年相当長い期間、河口から下流の100キロメートル以上にわたって水が一滴も流れない干上り現象が発生しているとのこと。中国の近代化に伴って工業用水の需要が更に急増し、ダム建設によって貴重な水を蒸発させるような浪費が続くならば、数十億の人口を養ってきた稲作農業も、増加の途を辿る人類を支えきれなくなることを心配しなければならないのです。

（衆議院議員）

Plutonium

Summer 2001 No.34

COUNCIL for
NUCLEAR
FUEL
CYCLE

発行日/2001年8月1日

発行人/西澤 潤一

編集人/後藤 茂

社団法人 原子燃料政策研究会

〒100-0014 東京都千代田区永田町2丁目10番2号

(TBRビル303)

TEL 03 (3591) 2081

FAX 03 (3591) 2088

URL <http://www.cnfc.or.jp>

e-mail pu-info@cnfc.or.jp

会 長

西澤 潤一 岩手県立大学学長
前東北大学総長

副会長

津島 雄二 衆議院議員

理 事 (五十音順)

今井 隆吉 元国連ジュネーブ軍縮会議
大使

江渡 聡徳 前衆議院議員

大 鷹 理 森 衆議院議員

大 畠 章 宏 衆議院議員

後藤 茂 元衆議院議員

田名部 匡 省 参議院議員

向 坊 隆 元東京大学学長

山 本 有 二 衆議院議員

吉 田 之 久 前参議院議員

渡 辺 周 衆議院議員

印刷/アサヒビジネス株式会社

— CNFC Information —

地球温暖化対策への原子力平和利用の有効性の再認識を (社)原子燃料政策研究会・第10回通常総会

6月6日に東京・霞ヶ関において(社)原子燃料政策研究会の第10回通常総会が開催され、2000年度の業務報告、決算報告案、2001年度の事業計画、予算案が承認されました。また、理事の一部変更、及び委託調査「原子炉級プルトニウムと兵器級プルトニウム調査」が報告されました。

2001年度事業計画

2001年度の(社)原子燃料政策研究会の活動方針としては、定例研究会などの場において原子燃料サイクルの諸問題、諸課題についての研鑽を積み、地球環境問題やエネルギーの安定供給に対する各国の取り組み、原子力利用政策、プルトニウム利用に関する考え方、使用済燃料の取り扱い、高レベル放射性廃棄物に関する処分などについて、関係者との意見交換を行います。

さらにアジア地域の非核地帯化問題、核兵器の解体、解体物質の処分問題、原子炉級・兵器級のプルトニウムの問題、並びに核不拡散及び核軍縮をめぐる諸問題などについての引き続き調査・検討を行います。また、マスメディア関係者への情報提供を適宜行い、わが国のプルトニウム利用を含む原子燃料サイクル政策についての理解促進を図ります。

定例研究会などで議論、検討された情報や成果については、機関誌「Plutonium」に掲載し、国民や諸外国の関係者に広く情報提供を行い、わが国の原子力政策やプルトニウム平

和利用政策についての理解促進を図ります。

インターネット上の(社)原子燃料政策研究会のホームページ(和文、英文)については、引き続き充実を図り、より多くの世界各国の関係者、国内の一般の方々に、わが国の原子燃料サイクルに関するきめ細かな情報の提供や主張を行うこととします。

理事の一部変更と委託調査報告

当研究会の理事の中谷元衆議院議員は、小泉内閣において防衛庁長官に就任されましたので、「国務大臣、副大臣及び大臣政務官規範(抄)」により理事を退任されました。また、鈴木篤之東京大学教授は、4月より原子力安全委員に就任されましたので、理事を退任されました。

委託調査報告書(当号に掲載)については事務局よりその概要が報告され、プルトニウム平和利用についての誤解を払拭するために、「提言」を関係方面に提出することとなりました。

21世紀初めの年に当たり、エネルギーの安定供給、地球温暖化問題に真剣に取り組まなくてはならない時機であり、そのためには原子力平和利用、プルトニウム平和利用について国民一人一人にご理解いただくための努力を重ねなくてはならないと痛感している次第です。今後とも、当研究会の活動にご協力、ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

編集後記

◆ アメリカでは、ブッシュ大統領が、5月17日に新エネルギー政策を発表し、エネルギーの安定供給の方策として原子力発電を拡大するとの提言を行いました。またイギリスでは、エネルギー政策を見直し、新規の原子力発電所建設も検討するため、ブレア首相の諮問機関として委員会を設置し検討するとの発表が行われました。これらによっても、将来のエネルギーの安定供給と地球温暖化防止の両立を図るためには原子力発電の役割が大きいことが明確です。21世紀を迎え、各国ともにグローバルな観点から、長期的なエネルギー政策を考えなければならない時にきたようです。

◆ 1995年12月のナトリウム漏洩事故から停止している高速増殖原型炉「もんじゅ」の改造

工事について、6月5日、地元の福井県知事と敦賀市長が核燃料サイクル開発機構に対して安全審査入りを了承し、6月6日に核燃料サイクル開発機構は経済産業省に安全審査の申請を行いました。安全審査を通れば、改造工事を開始することができ、一步前進することになります。「もんじゅ」により培ってきた技術が無駄になることなく、将来のエネルギーの安定供給のための研究開発に早く役立つこと期待します。

◆ 日本の暑い夏がやってきました。8月は広島、長崎で核兵器廃絶に関する会議が多々開催されます。私たち原子力平和利用を推進している関係者も、核兵器廃絶を希求しています。少しでも核兵器の数が減り、紛争がなくなり、平和な地球が来ることを。