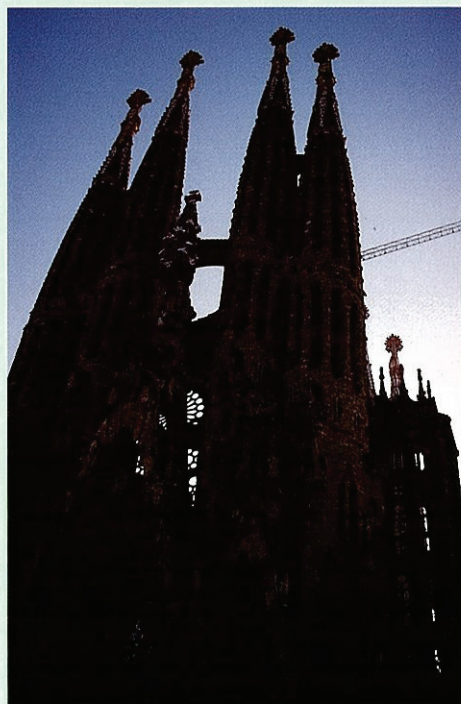


Plutonium

Spring 1995 No. 9



オピニオン

高レベル放射性廃棄物は恐いですか？

シリーズ・プルトニウム

先進的核燃料リサイクル技術開発の
現状と課題

冥王星

五重塔

CONTENTS

Plutonium

Spring 1995 No.9

オピニオン	1
高レベル放射性廃棄物は恐いですか？	
シリーズ・プルトニウム 9	2
先進的核燃料リサイクル技術開発の現状と課題	
山村 修	
インタビュー	7
環境問題とエネルギー	
近藤 次郎	
寄稿	12
高レベル放射性廃棄物の初搬入	
福島 明男	
プルトニウム平和利用技術の開発	14
大石 博	
冥王星 ㊟	15
五重塔	後藤 茂



表紙の写真 夕暮れのバルセロナの聖家族教会

ガウディの天才ぶりは、この教会を見ると特に実感させられる。完成までにはまだ250年が必要であり、その歳月を聞いただけでもスペイン国民の情熱を感じる。そのスペインの36%の電力を支えている原子力発電は、国の政策により今後の建設、計画が凍結されている。

高レベル放射性廃棄物は恐いですか？

原子力発電の後に取り出される使用済燃料は、そのまま処分すると全てが「高レベル放射性廃棄物」となってしまうが、わが国では、その使用済燃料に含まれるウラン、プルトニウムをリサイクルするため、再処理を行う政策を原子力平和利用を始めて以来一貫して進めている。そのためわが国では、再処理した後、分離されたウラン、プルトニウム以外の物質を総称して「高レベル放射性廃棄物」と呼んでいる。

この高レベル放射性廃棄物には、原子炉内でウランやプルトニウムの核分裂により生じたあらゆる種類の元素が含まれている。それをガラスで固化した、高さほぼ1メートル、約100リットルの容器1本には、金額にして5,000万円程度の白金族の元素も含まれているが、残念ながらまだそれを経済的に分離できる技術が開発されていない。

ゴミ問題でもっとも重要なことは、その発生量である。わが国の一般廃棄物(家庭系と事業系)の排出量は、平成3年度のデータで年間5,077万トン、一人あたりの発生するゴミの量は1日に1.1kgに達する。産業廃棄物は平成2年度の排出量が年間3億9,474万トンで、一般ゴミの7.8倍である。それらのゴミの行き先は、地方自治体やゴミ処理業者に任されている。さらに石油、石炭、天然ガスなどの化石資源を燃料として、あるいは動力源として利用した後の炭酸ガス、その他のガスにいたっては、空中に放出しっぱなしである。

原子力平和利用のゴミは、はなはだその量が少ない。わが国の全電力の50%を原子力発電で賄うとすると(現在は30%)、発生する高レベル放射性廃棄物は日本人一人当たり80年の生涯の間に、ガラスの固化体にしてゴルフボール3個分という程度である。ただ、そのゴミには放

射能があり、放射線を出すという厄介な性質がある。しかしゴミの処理、管理という観点からすれば、その性質ゆえにこれほど測定し易く、確認し易いもの他にない。

原子力産業は、産業の創設当初から、ゴミの量が少ない、放射線を出す、という特性を生かして、発生したゴミを自分達の手で処理、処分し、後世にも影響を与えないようにするという計画を進めている。今までの産業にはないゴミに対する考え方である。また化石燃料のように炭酸ガスを発生しない点からも地球環境からすれば、地球にたいへん優しい産業である。

再処理工場で分離された高レベル放射性廃棄物は、最も安定な物質の一つであるガラスの分子の中に閉じこめ、容器に入れ、地下500メートル程度の深地層に埋設する計画である。私としては、埋設してしまうよりは深地層においても管理し続ける、人間の管理下におき、常に安全をチェックし続けることが必要であり、それが当然であると考えている。

高レベル放射性廃棄物の固化体は、発電所と違って核分裂を起こすものではなく、また他の廃棄物のようにしみ出す心配も無い。あえて言うなら、安全性を徹底的に追及した原子力発電所よりも、この管理施設の上に住む方がさらに、はるかに安全である。

茨城県東海村で動力炉・核燃料開発事業団が再処理工場を運転している。その再処理工場の敷地に高レベル放射性廃棄物の液体を貯蔵している建物があり、誰でもすぐ側まで近づいて見学ができる。ましてガラスで固化して、何重にも容器で囲み、地下500メートルに貯蔵するのが危険なのかどうか、まともな感覚を持っている人なら誰にでも分かることである。

実際に建設、操業される高レベル放射性廃棄物の管理施設は、決してゴミ捨て場というようなイメージのものではなく、鉱山の活動ととらえることができる。その事業だけを考えても、高レベル放射性廃棄物固化体4万本程度の規模で、従業員も500人程度、100年程度の操業が見込まれ、その建設、操業費も直接費だけでも6,000億円以上と試算されている。

そのような深地層空間は、当然最新技術を集めたものになるだろうし、その建設を機会に、地層空間を研究、生産、民生など各分野の利用に拡大することができる。すなわち、高レベル放射性廃棄物固化体の貯蔵、管理施設は、その新地層空間の幅広い利用の一つと位置づけられる。このような地層空間利用の新たな展開は、地域社会との密接なつながりの上に成り立つし、その利用方策を早めに考え、施設を上手に利用した者の勝ちである。

フランスからわが国に高レベル放射性廃棄物の固化体が輸送され、4月下旬には青森県六ヶ所村に到着するが、その容器は国際原子力機関(IAEA)の基準で造られたものであり、輸送船も二重構造の3,000トンの専用船である。100回以上海上輸送している使用済燃料と同様の安全を確保している。今どうして高レベル放射性廃棄物の輸送に反対する国があるのか理解に苦しむ。

しかしながら、全く問題のない廃棄物輸送の情報が、輸送する側の国同士考え方の違いから提供されていないということも問題である。情報が提供されていないことにより、国際環境保護団体と称する環境問題の総会屋ごとき団体の情報に踊らされてしまうのは、余りに悲しい。

編集長

先進的核燃料リサイクル技術開発の現状と課題

山村 修

動力炉・核燃料開発事業団
核燃料サイクル技術開発部長

エネルギー資源に恵まれないわが国が、将来にわたり社会活動を維持・発展させていくためには、将来を展望しながらエネルギー・セキュリティの確保を図っていることが不可欠です。一方、原子力平和利用独自の技術開発や放射性廃棄物の低減、安全性・信頼性の一層の向上などの多様な課題に対応できる技術の可能性を追求し、技術の選択の幅を広げていかななくてはなりません。今回は動力炉・核燃料開発事業団（動燃事業団）核燃料サイクル技術開発部長の山村修氏に高速炉技術をベースにした新たなリサイクルシステムとして、先進的な核燃料リサイクル技術についてお話を伺いました。（編集部）

理想的な核燃料リサイクルを考えた先進的核燃料リサイクルとは

昨年6月の原子力長期計画改訂の最後の段階で「核不拡散の観点から、余分なプルトニウムは持たないという政策をきちっと出すべきだ」という意見がありました。余分なプルトニウムを持たないという視点に立って、今まで開発してきた核燃料サイクルの技術を見直してみますと、再処理技術はPUREX法と言う、いわゆる爆弾の材料となるようなきれいなプルトニウムをつくる技術からスタートしています。このため、本当に平和利用という観点から見たときに、これとは別の理想的な核燃料サイクルがあるのではないかとことから、「先進的核燃料リサイクル」という考え方を動燃事業団として打ち出しました。

そのときの議論となったことの一つは、再処理コストをもっと安くできないだろうかということです。例えば、動燃事業団の再処理工場での処理費は、1t当たり約3億円で、回収したプルトニウムとウランの価値は約5,000万円です。理想的には、再処理費と回収したプルトニウムとウランの価値が同等となることです。もう一つの議論は、放射性廃棄物の問題です。これは、高レベル廃棄物の処分が

簡単にできないかということです。そして資源の面では、ウラン資源を有効利用するためにはプルトニウムを極力リサイクルすべきですが、プルトニウムを使うと核不拡散の観点から騒がれます。

それで考え出されたのが、プルトニウムをその他のものと一緒に取り出すということです。これによって、廃棄物も処分し易くなるし、資源の面でも有利だし、ラフな取り出し方をすることから、経済的にもなるのではないかと、さらに、簡単には爆弾にできない燃料をリサイクルすることになることが期待されます。高速増殖炉の実用化まであと35年ほどあり、一つの理想に向かった研究開発を行ってみてはどうかということが、原子力長期計画の中で位置付けられました。

その後、今年の1月頃から、今度はそれを具体化するために原子力委員会の中にこのための専門部会が設けられまして、具体的にどういう技術開発をやっているだろうかということを議論することになりました。このような技術は日本だけではなくて、アメリカも手がけようとしていましたし、イギリス、フランス、ロシア等も模索していました。

これからこういう研究開発が、20年、30年かけて行われるわけですが、多くの方のご理解、ご支援を得まして、実用化



山村 修氏

できるように開発していきたいと思っております。

核燃料リサイクルの果たすべき役割は何か？

最近、核燃料リサイクルの果たすべき役割、要求課題がますますはっきりしてきました。それは、核燃料リサイクルを経済的で環境に優しいものにしていくこと、かつ、核が拡散してしまうのでは世の中の信頼を失い、不安をあおるため、核拡散抵抗性を強化することです。さらに、資源をより一層有効に利用するという観点からの燃料サイクルを確立していくという課題もあります。

我々は、これまでにウランやプルトニウムを高速炉に燃料として供給してきま

した。ところが、アクチニド元素系列(15核種)の中には、ウランとかプルトニウムのほかに、核分裂によって生ずるネプチニウム、アメリシウム、キュリウムという元素が、量的にも多いため、これらの元素も一緒に燃料体として使用できないだろうかという発想にたちました。これらの元素を、ウラン、プルトニウムというメジャーなアクチニドと対比して、マイナーアクチニド核種とネーミングしています。

燃やすことにより、環境への負荷は減少する

100万kW級の原子炉におけるマイナーアクチニド核種の生成量を比較してみると、軽水炉の場合は1年に約30kg生成します。プルトニウムを軽水炉に利用するプルサーマルでは、約60kg生成し、高速炉の場合は、約30kg生成いたします。生成する核種の割合は、それぞれの炉型によって若干違います。

現行の核燃料リサイクルでは、再処理

工場において大部分のウラン、プルトニウムが取り出され、その後燃料体に成型、焼結、加工されて、原子炉に供給されています。再処理の工程でマイナーアクチニドであるネプチニウム、アメリシウム、キュリウムは、大部分が分離精製の工程で高レベル廃液に移行し、高レベル廃棄物に、あるいは2次廃棄物となっております。

高レベル廃液に移行しているマイナーアクチニドが、環境負荷へ与える影響について述べます。高速炉の場合、再処理工程から発生する放射能の非常に強いストロンチウム、セシウム、ルテニウム等の核分裂生成物の環境負荷への影響は25%程度です。残る約75%は、マイナーアクチニドで占められます。この中には、キュリウムとかアメリシウムの他にプルトニウムの同位体もあります。(図1、図2)

一方、現在発電に供されている軽水炉の場合、環境負荷へ与える影響は、核分裂生成物の比率がやや高くなり、5割で

す。しかし、残りの5割はマイナーアクチニドで占めています。

いずれの場合でも、マイナーアクチニドが環境への負荷に大きく寄与しております。つまり、非常に放射能も強く、半減期も長いということで、高レベル廃棄物をガラス固化体にして処分するにしても、環境への負荷が大きくなるのが、現状です。この環境への負荷が100年、1,000年、1万年という期間まで続くということです。したがって、このマイナーアクチニドを除去することによって、核分裂生成物の100年から1,000年ぐらいまでの管理体系を考えればよいということを目指したいと考えました。

先進的核燃料リサイクルの構成は、軽水炉の再処理プラントから、プルトニウム、ウランの他に、ネプチニウム、アメリシウム等のマイナーアクチニドを取り出して、それを燃料の製造プラントで燃料体に成型加工し、高速炉体系で燃焼させます。それで発生する使用済燃料をまた再処理し、プルトニウム、ウラン、マイナーアクチニドを可能な限り回収して、高速炉で燃焼するというサイクルを繰り返していくというものです。キュリウムについては、半減期が約18年ですので、無理にリサイクルしないで保管することも一つの選択肢としてあります。

このように、核分裂生成物だけを廃棄物処分体系に持って行ってやれば、環境への負荷は随分減少します。

生成量より消滅量の方が多い

平均的な100万kW級の高速炉では、1年間に約30kgのマイナーアクチニドが発生しますが、マイナーアクチニドを例えば炉心燃料平均で5%ぐらい均一に混合、あるいは特定ピンだけに非均質に混

高レベル廃棄物の環境負荷の時間推移(FBR)

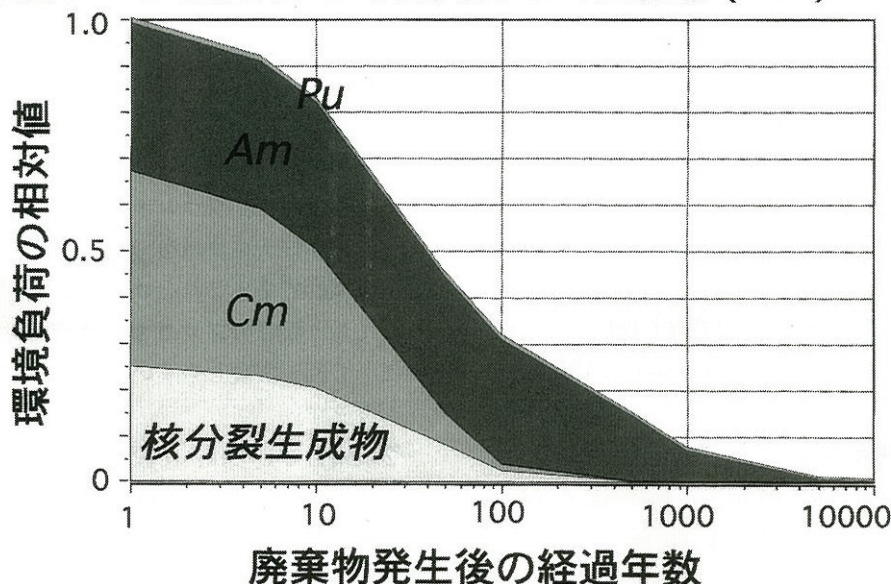


図1

合し、燃焼させますと、約200kg近く消滅することができます。つまり、生成量よりはるかに消滅量のほうが多いということです。ただし、これは高速中性子を用いる高速炉体系でなければ成立しません。

また、マイナーアクチニドを高速炉で燃焼させる場合と燃焼させない場合について、その蓄積量を比較してみますと、マイナーアクチニドを燃焼させない場合、図2に示すように、22世紀初頭にはマイナーアクチニドが約310tぐらい蓄積します。これは相当なインパクトを環境に与えます。それに対して、マイナーアクチニドを燃焼させる場合、蓄積量は燃焼させない場合の約2割の約60tであり、かつ、これも核燃料リサイクル内に閉じ込められており、処分体に移行する量は約1%であろうと期待されます。したがって、マイナーアクチニドを高速炉体系でリサイクルする必要があります。

この評価の前提条件は、21世紀初頭から1年に100万kWずつ電力需要が増加し、これは原子力で賄うこと、及び2025年から高速炉のみを導入するという条件です。

再処理した方が環境への負荷は減る

年数を追うごとに環境へのインパクトがどのように変化するかについて一つの指標として図3に示しました。

1番上の線は使用済燃料をワンス・スルーつまり再処理なしで貯蔵してしまうというケースです。これはスウェーデンとか、最近ではアメリカもそんな考え方のようなようです。

それに対して、現在の再処理技術をそのまま使いますと、2番目のカーブとなり、環境へのリスクがやや減ってきます。

この一番下のカーブは、マイナーアク

高レベル廃棄物の環境負荷の時間推移(LWR)

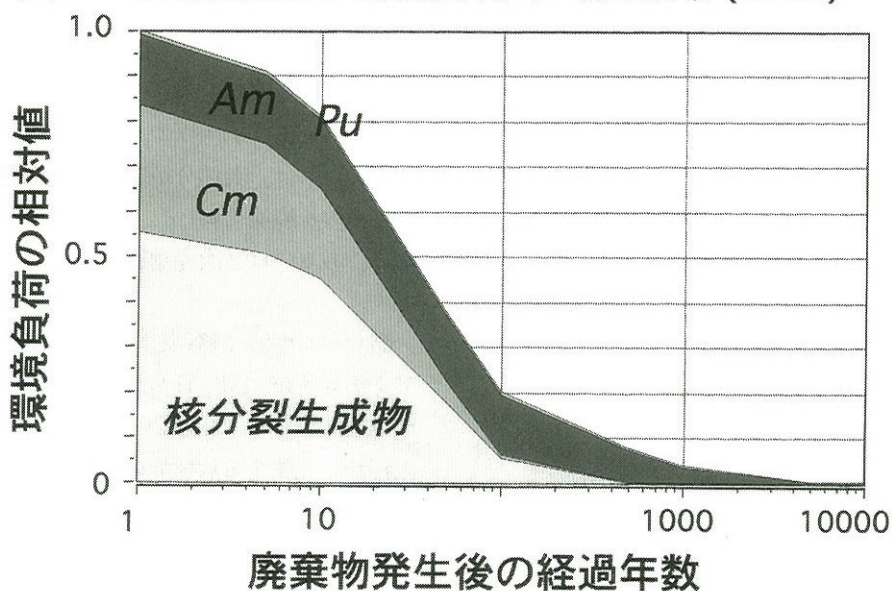


図2

チニドを99.9% (目標値) 回収するとともに、プルトニウム、ウランも99.99%の回収率で回収した場合の環境への負荷です。この場合、環境への負荷が100年を超えた段階でかなり減ります。

以上、3つのケースを比較しますと、もちろんワンス・スルーで何もしないケースに比べて、再処理したほうが環境への負荷は減るし、さらにマイナーアクチニドを回収して高速炉で燃焼させることによって、廃棄物の環境に対する負荷は飛躍的に減るというのがわかります。

新しい燃料製造と新しい再処理を考える

こういう先進的核燃料リサイクル体系を実現するためには、従来の工程をさらに高度化して、かつ、経済性も追求すると言う多面的な課題があります。すなわち新しい燃料製造と新しい再処理を考えていく必要があります。

このためには、できるだけシンプルな再処理工場あるいは再処理プロセスを実

現しなくてはなりませんし、燃料製造工程についても、中性子線、ガンマ線の強いマイナーアクチニドを取り扱うことから、遠隔で操作可能なように、工程を簡素化・合理化しなくてはなりません。マイナーアクチニドを取り込むために要求される技術は、それらの相互分離技術とか、燃料設計、製造工程といったものです。

また、再処理には、それを実現する概念として3つの概念があります。

1段階目は、PUREX法を少し改良することによって、ウラン・プルトニウムとともにネプチニウムと一緒に抽出するという概念です。これをコプロセス型と称しており現在のプロセスを少し改良することで割と実現しやすい技術だと考えております。

2段階目としては、1段階目の技術に加えて、HLW (高放射性廃液) の中に含まれているアメリカニウムとかキュリウムを特殊な溶媒を用いて回収する概念です。この技術は、日本原子力研究所、フラン

スでも考えられております。動燃事業団ではCMPOという溶媒を用いたTRUEX法の研究を進めています。回収されたアメリシウム、キュリウムは高速炉へ装荷します。

3段階目は、新しい溶媒を用いた湿式工程の高度化、あるいは乾式法まで視野に入れた新しい再処理工程を導入することによって、不要な核分裂生成物を除いて、それ以外のものを一気に回収するという概念です。こうすることによって、工程そのものは非常に簡単になります。もちろんこれを実現するための技術的課題はいろいろあります。

そういう再処理の技術開発を進めるに当たっての選定条件というのは、プルトニウム、ウラン、マイナーアクチニドと一緒に抽出することによって、環境への負荷を減らす意味と同時に、廃棄物に移行する量を少なくすることです。それから、PUREX法に比べてさらに合理的な工程があれば、採用すべきです。ここで注意しなければならないのは、高放射性

廃液の中の希土類元素が、現状技術ではマイナーアクチニドと一緒に抽出されてしまうということです。この元素は原子炉の運転にあまりいい影響を与えないため、分離する必要があります。これを分離するための方法は既に目安がついてきております。

現在、新しい再処理技術の候補としては、いろいろな新溶媒の開発、既に開発された溶媒を用いた新しい分離スキム、電気化学／光化学的な新しい原理を用いた分離工程の開発、乾式分離などです。この乾式分離というのは、最近までアメリカで進められていましたし、現在もロシアその他の国で研究開発が進められております。

次に、抽出法以外の湿式分離、これはイギリスで最近、新しい湿式法をベースにした技術の適用を進めております。

最後に、前処理工程の合理化です。この前処理工程というのは、使用済燃料を切って、溶かして、きれいに仕分けて、溶解液を抽出工程に送り込むまでの工程、

ここが非常に複雑で、もちろんトラブルを起こしやすいため、六ヶ所の再処理工場では2系統化しております。この工程をもう少し合理的にできないかということが一つの検討課題として挙げられております。

燃料を製造する観点からの技術開発について述べます。選定条件ということでは、燃料設計、つまり炉心に装荷する場合の合理化と合わせて検討する必要があります。さらに、遠隔／自動化、粉末ハンドリング極少の工程が挙げられます。現在、再処理工場から取り出したプルトニウムを、プルトニウム燃料工場に供給し、混合転換した後、粉末をペレットとして、「もんじゅ」等の燃料体にしていきます。燃料体は、かなり精緻な設計となっているため、非常に検査工程が多くなっています。また微粉末が発生しやすい工程であるため廃棄物量が増えるし、また最近ご指摘もある核物質の回収という問題も出てきます。このため、遠隔／自動化製造に適した燃料設計、廃棄物の発生を少なくするような工程の開発が必要だという意味です。新しい燃料製造技術を実現するための候補技術としては、まず再処理工場から供給される硝酸溶液を粉末にする転換工程についてはシンプルな方法にすることによって工程の簡素化、合理化を図るということで、ゲル化法、あるいは噴霧熱分解法というものが挙げられます。

製造技術では、顆粒、これは仁丹を想定してもらえばよろしいのですが、そういう形状の燃料の採用があります。ウランでは日本原子力研究所の高温ガス炉でも同じタイプのものが用いられております。それから、押出成型、振動充填法というシンプルな方法が従前から工業技術レベルでは確立されておりますので、燃

MA回収による環境負荷低減効果(FBRサイクル)

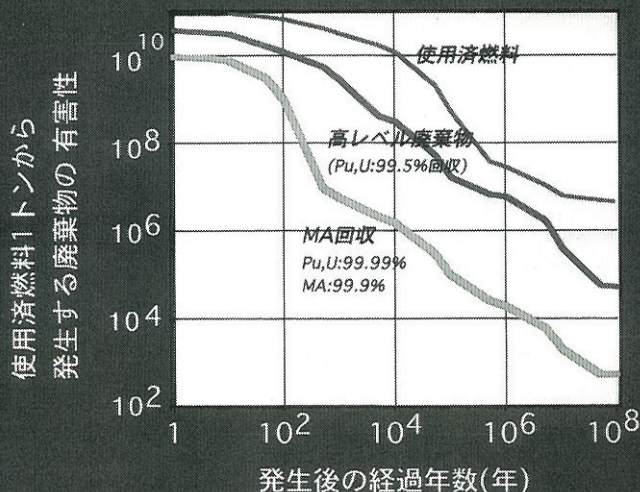


図 3

料製造にこういう技術を採用すればかなり工程を簡素化、合理化することができま

す。遠隔操作技術が重要になってきますが、動燃事業団では相当技術開発を進めてきており、20年前とは格段の相違があります。

以上のように、燃料製造技術については、工学的に、あるいは一般工業界ではかなり開発された技術をベースに研究開発を進めていくことになり、また再処理技術については、基礎的なところをきちんと押さえていく必要があります。

それら技術を工学規模に、いずれはプラント規模に展開していくためには、安全審査を受けて、安全性の立証をしていく必要があります。このためには、かなり広範な基礎データ、原子炉でいえば核定数的な照射データが必要になります。こういうデータを積極的に取っていく心構え、あるいは協力というものが重要です。プロセスのイメージを早く決めて、チェック・アンド・レビューを受けながら開発していくことになりますが、このためには、国内外研究機関との積極的な共同研究を進めていきたいと考えています。

我々のこの考え方を諸外国に紹介するために、2月に、5カ国（計8機関）を訪問してきましたが、外国では、既に基礎的な部分を押さえており、例えばフランスでは、ピン単位ですが燃料を製造して、それをフェニックスに装荷して燃焼させ、核定数等も取得しております。スイス、イギリス、ドイツも同じようなことを実施しております。

ロシアはもっと進んでおりまして、全然違った方法ですが、乾式再処理で燃料

を処理し、それで出てきた燃料を成型加工して、高速炉の実験炉用の集合体を組み上げて、実験炉で燃焼させ、その後、使用済燃料の再処理を行うとともに、燃焼した後の燃料を一部を用いた評価試験を行う等、非常に効率的に実施しております。各国で規模の大小、研究開発の段階（基礎的、工学的）等、いろいろありますが、かなりの技術を保有しております。そういう機関と積極的に共同研究なり技術情報交換なりをして、研究開発を加速させていきたいと考えております。そうすることで、さらに幅広い技術の取り組みが可能になると期待しています。

具体的な研究開発をチャレンジ精神で進める

動燃事業団では、現在までにいろいろな施設を整備しており、プルトニウム、ウランの混合転換技術によって、MOX燃料を製造して、これを実験炉「常陽」、原型炉「もんじゅ」に装荷し、高速炉の実証体系のステップを踏んできました。これらの既存施設を有効に利用しながら、アクチニドリサイクル技術開発を進めていく計画です。例えば、大洗の照射燃料試験施設（AGF）は、照射燃料の照射後試験を行うとともに、燃料の試作もできるような工程を整備しております。また、照射燃料集合体試験施設（FMF）では、集合体単位での照射後試験を行います。照射には、実験炉「常陽」あるいは「もんじゅ」を使用します。これらの既存施設を用いて、マイナーアクチニドの供給、照射燃料製造、照射、照射後燃料の評価試験等を実施し、できるだけデータベースを整備したいと考えております。既に、動燃事業団では、アメリシウムを含有し

た燃料ピンを「常陽」で照射し、照射データを取得しつつあります。

このように、既存の施設を十分活用するところから、マイナーアクチニドを燃焼させる体系の実現に向かって研究開発を進めたいと考えております。

今世紀中は既存施設をうまく活用しながら、できるだけ自分たちのマイナーアクチニドを取り扱う能力を向上させるとし、取扱量はあまり大きくありません。ただし、ピン数本の照射試験のみでは、多くのデータは集まらないので、数十本の単位、さらには集合体を含める位の規模まで拡大して、技術力をアップしていかなければなりません。

それで来世紀の初めには集合体規模で扱えるように、アクチニドリサイクル研究施設を建設して、これで燃料と乾式再処理分野の研究、技術開発を行うとともに、マイナーアクチニド入りの照射燃料を製造して、「もんじゅ」に供給し、実証データを集める計画です。このように、だんだん技術をステップアップして施設を整え、最終段階としてほぼ全炉心にアクチニドを入れた燃料のリサイクルを実証するためのリサイクルプラント、試験炉の組み合わせを考えています。

なお、安全性をさらに向上させる点から、金属燃料や窒化物燃料はMOX燃料に比べ有利だと言われております。金属燃料については、最近までアメリカが開発を進めていました。窒化物燃料については、フランス、スイスの研究機関、日本原子力研究所で基礎的な研究が進められております。こういう機関の知恵も借りながら、より有利な燃料サイクル体系があれば、それにもチャレンジしていきたいと思っています。

地球環境問題とエネルギー

—近藤次郎氏に聞く—

「人間が地球という一つの世界の中で、共生していくためには、お互いに信頼しあっていくことが重要です。そのためには我々が地球の環境保全のため何ができるかを考えていくことが必要です。今後人口がさらに増大し、それとともにエネルギー消費が増大すれば、エネルギー資源の確保と有効利用がもたられます。」と日本学術会議の前会長の近藤次郎氏は言われます。地球環境問題とエネルギーについて近藤次郎氏のお話を伺いました。

(編集部)

酸性雨問題が環境問題の糸口だった

—現在、環境問題が国際的な問題として大きな比重を占めていますが、一体いつ頃から国際的な話題となってきたのでしょうか。

近藤 私は1978年に現在の国立環境研究所（当時は公害研究所）に勤めるようになって、環境問題に関心を持ったのですが、そのころは水俣病とか、あるいは四日市喘息とかの問題が中心でした。例えば環境基準をどのようにすればいいとか、 SO_2 や NO_2 が人体にどのような影響があるのかなどを中心に研究していました。

1980年の初めのころ外国から来た研究者が、「日本では酸性雨問題はないのですか」と私に尋ねるようになりました。その方々と話をしているうちに、どうして日本では酸性雨がいないのだらうということに興味を持つようになりました。この酸性雨問題が、いわゆる越境する環境問題、つまりもっと広い意味の地球環境問題というものの糸口だったと思うのです。

その後、1985～1986年頃フロンによって非常に大きなオゾンホールができるとか、二酸化炭素問題が非常にやかましくなっていて、地球の気候変動などが話題にな



りました。その頃私は、有名な二酸化炭素が増加しているというハワイのキーリング博士のデータをグラフで見ました。私はこれは多分、人口がハワイで増え、その人間の活動の影響であろうと考えたのですが、どうもマウナロアの測候所の写真を見ると、富士山の山頂みたいところで、海中から富士山が顔を出しているような島ですから、人間の活動が直接それに影響を与えたとは思えないと考えました。それが温室効果ガスに関心を持った最初です。

そのころ、向坊隆さんが「どうして公害研究所は CO_2 を測定しないのか」とおっしゃるので、「いや CO_2 は、有害ガスという、つまり大気汚染ガスという認識で

はない」と、当時はそのような話をしていたのです。その後、私はちょうど1985年に国立公害研究所をやめ、日本学術会議の会長になったのですが、それから多くの外国の方々と話をすることにより、自分自身もだんだん地球規模の環境問題、気候変動問題に関心を持つようになりました。

日本学術会議の中でも、通商産業省でもこの問題への関心がだんだん高まり、二酸化炭素問題を解決するため、通商産業省では「ニューアース21」、「地球再生100年計画」と言う人もいますが、そういう計画をつくりました。それを実行する機関として地球環境産業技術研究機構（RITE）を1990年7月につくったのです。同時にこの機構のもとに地球環境産業技術研究所ができて、日本学術会議もそれを提案したものですから、通商産業省の要請によりこの研究所の所長になり、現在に至っているというわけです。

CO_2 を固定しようと研究しているのは世界でRITEだけ

— CO_2 問題というのは、海外諸国で切実な問題としてとらえるようになり、わが国でも問題視するようになったと言うことでしょうか。

近藤 そうです。ただし、 CO_2 を実際に固

定しようということを考え、研究を始めたのは、このRITEが初めて、実際にこういう研究所をつくって研究を始めているのは日本だけです。CO₂を海の底に貯留しようと提案している国はありますが。

1991年の2月、私はアメリカで当時上院議員のゴアさん（現副大統領）のオフィスへ行って話をする機会があり、このRITEができたばかりのころでしたので、RITEの話をしました。そうしましたら、ゴアさんいわく、「これはすばらしい。自分はこのことをやろうと思っていた。それをいつも共和党の政府に働きかけていたけれども、政府はちっともやらない」ということを言っていました。ちょうど湾岸戦争が終わった日でしたから、私は非常に印象深く憶えています。

ただ、二酸化炭素問題が世界的な関心事になってきたのは、何といっても地球変動枠組み条約もできた1992年のリオ・サミットからです。それより前からIPCC（気候変動に関する政府間パネル）ができ、専門家の間では議論されておりましたけれども。

地球環境問題を解決するのは人口問題がカギ

——地球環境問題について、一体今、何が本当に大きな問題で、それに対してどういう解決策があるかとお考えですか。

近藤 これを解決するのは根本的にはやはり人口問題と貧困問題です。特に人口問題が一番大きな問題でして、昨年9月にはカイロで人口問題に関する第3回目の国連の会議がありました。人口問題にはある種のタブーがありまして、結局この会議でも非常に難しい議論となりま

した。二つの大きな問題が取り上げられたと思いますが、一つは人口の増加をどのようにしてコントロールするかということです。母性の健康というか、女性の方々が自主的に「リプロダクティブ・ライト」と名付けていますが、そういう問題でした。

もう一つの大きなテーマは人口と環境の関係でした。これは割合地道なテーマで、人口の統計というものを中心にして、環境アセスメントをするということが議論されました。つまり、特に非常に脆弱な生態系への人口増加の影響としては、例えば南米のアマゾンのように、どんどん人間が入って行って密林を切り倒す。そういうことが起こると、環境の保全に非常に大きな影響が出てくるわけです。そこで、「ブラジルはアマゾン開発を制限しなさい」というようなことを国際会議の場で議論することは難しいのですが、結局環境と結びつけた人口の問題を考えてもらい、自然を保護するために、人口統計をもっと積極的に利用すべきであるという議論をしました。しかしこのことは比較的知られていません。新聞にも書かれてませんでした。私は基本的にはそういう問題、環境と結びついた人口の問題が非常に大事だと思っていますから、カイロ会議がその点である種の目的を達成したと私は思っています。

人口問題には、二つの大きな流れがあります。一つは男性の視点から見た流れで、もう一つは女性の視点から見た流れです。男性の視点から見た流れは、遡れば結局、マルサス式の考え方で、環境学者はどっちかというところのマルサス流の考え方です。人口が増えてくると環境が

悪くなるから、ここらで人口を止めなきゃいかん、と考えます。もう一つは、近年現れてきたフェミニズム的な考え方で、子供を産むか止めるかは女性が主体的に決めなくてはいけないという議論です。このように人口問題に新しい切り口が出てきたと思います。その流れは次の北京の会議に引き継がれていくでしょう。

人口問題を考える上で、女性の教育水準（識字率：フィーメール・リテラシー）が重要です。例えば生活水準の尺度としてのエネルギー消費の関係をみますと、一般的にいつて、フィーメール・リテラシーが高いところほどエネルギー消費が高いのです。エネルギー消費が高ければ、国の経済、GNPも高い。貧困がなくなる。そういう関係の統計は幾らでもあります。フィーメール・リテラシーと乳幼児死亡率、あるいはフィーメール・リテラシーとGNP、これはどんな統計を取っても、きちっとした直線的な相関が出てくるわけです。

だから、逆にいいますと女性の地位が高いということは、フィーメール・リテラシーが高いということです。女性から、女性の地位が高い国は、一般にいつて、産児制限もできているということになります。そのところのメカニズムは非常に難しく、統計的には幾らでも表現することができますが、それが本当に理屈があつての統計か、見かけの統計かは分かりませんので、そのような統計関係があるということが言えるということだけです。結局は、女性の地位が高いということは、ライフ・スタイルという問題にも非常にかかわってくると思います。

今のように、資源をたくさん使って、

エネルギーもたくさん使う、そして生産をするという、いわゆる大量生産、大量消費、大量放棄というライフ・スタイルを進めていくと破綻が来るということは、前から言われていることです。

人類のために地球環境の保全をする

最近私は、「21世紀地球懇話会」という会で、細川内閣、羽田内閣、村山内閣の3代にわたって座長を務め、1年の間ですが、12回の会合を開きました。今年の1月17日に最終報告を答申したんですが、残念なことに、阪神大震災と同じ日になってしまったものですから、あまり一般に知られておりません。最近、政府のほうでも少し余裕ができて、その報告についての動きが少しあるように思います。

昨年12月に、環境基本計画が閣議で決定され、さらにその前年には環境基本法が制定されました。環境基本法は1993年のことです。リオ・サミットが1992年の6月で、その後1年ちょっと経って、今までの公害防止基本法が環境基本法に変わったのです。その理由の一つはリオ・サミットです。大気汚染とか水質汚濁とか、そういう自分たちの健康に直接関係のあることの他に、地球環境に目を向けて、人類全体のために地球環境の保全を進めなくてはならなかったのです。こういう新しい視点に変わったわけです。そこで環境基本法ができ、中央環境審議会としてそれを実際に実施するために基本計画というのをつくった次第です。

これら環境基本法、基本計画と、21世紀地球懇話会との間には整合性があるの

です。例えば基本計画の中では四つのキーワードがあります。一つは循環（サーキュレーション）です。二番目が共生（コ・イグデイスティンス）です。三番目が参加（パーティシペーション）です。四番目が国際貢献（インターナショナル・コントリビューション）ということです。

1月17日の答申には、そのいずれについても触れています。1番目の循環は、物を大事にするというだけでなく、何度も使う、リサイクルをしっかりとすることです。資源を大事にするということです。2番目は、共生です。共生というのは、いろいろな意味があり、例えば空間をひとり独占しないということも入っているわけです。日本のように国土が狭い国で、例えばゴルフ場があまり多くの面積を取っていて、住宅地が非常に小さくなっているのはよくないということです。

持続可能な発展が重要

——環境との共生を考える時に、よく「持続可能な発展」という言葉が使われますが、それには小さい魚は逃がしましうとか、切ってしまった木の根本には植林



しましうとか、そういう意味も含まれてくるわけですか。

近藤 そうです。持続可能な発展ということは非常に大事なことです。徳川時代のように人口が3,000万人ぐらいでしたら、これは何でもないので。鎖国していても、我々は暮らしていけました。ところが、今のうちに、その4倍の1億2,000万人の人口が日本で暮らしています。4倍の人口がこんな狭いところで暮らしていくためには、やはり海外からも物を買わなくてはどうしてもだめです。しかし、外国の木をどんどん切り倒して紙をつくればいいというわけにはいかないのです。

円高の今は外国から輸入したものは安いものですから、つい無駄遣いするおそれがあります。エネルギーや資源でもそうです。お金さえ払えば、輸出する国だって金が入って喜んでいると考えるのはいけないのです。永続きしません。それが持続可能という意味です。

資源をリサイクルする「もんじゅ」 は高く評価できる

今、石油を輸入するのに何の苦勞もないものですから、原子力に対してもそんなに無理して進めなくてもいいではないかという意見が一般にあるのは、地球的規模で見て嘆かわしいことです。

この間、私は、高速増殖原型炉の「もんじゅ」を見てきました。私は「もんじゅ」を非常に高く評価しているのです。言うまでもないことですが、ウラン資源というのは限られていますから、増殖炉のように原子燃料をリサイクルをするということはぜひ進めなくてはなりません。プルトニウムのリサイクルについても、核兵器に使われる危険性があるとか、危険だからやめたほうが良いと言う人がいますが、私は研究開発をすべきだと思います。

2番目には、日本が核武装することはありませんということ。以前原子力平和利用について、日本学術会議で議論したことがありましたが、そのときに、広島で被爆なさった先生がその体験をお話しになり、原子力の研究はやるべきでないとおっしゃいました。するとある法学部の先生が登壇なさって、日本学術会議は学術をどうやったら一番進むかということを討議する場であり、ある研究をすべきでないと決議をするのはおかかなものか、ということをおっしゃったので、すっかりその時のムードが変わりました。

そこで、研究を進めるにあたって条件をつけることになり、日本の原子力研究は平和利用だけに限り、自主・民主・公

開という三原則を提案しました。これが法律に盛り込まれ、現在の原子力基本法が昭和31年1月1日に施行されました。このようないきさつから、日本は核兵器の開発はしないということになりました。

信頼が基本

北朝鮮の問題が去年起こりまして、日本人の関心を非常に引きました。私はこれは基本的には国と国との信頼性の問題であって、信頼がなかったらとってもだめだと思っています。私自身は核不拡散条約(NPT)を支持しているし、わが国も基本的には支持しています。しかし、この問題の基本は、やはり信頼ということです。わが国が核兵器を開発しないということも、わが国に対する外国の信頼の問題ということです。私たちはできれば北朝鮮は核武装しないと信頼したいと思います。中国は核を持っていますけれども、戦争には使わないだろうと信頼する。そういう信頼感がなければ、中国とはうまくいきません。

原子力技術の開発をするというのは、それを戦争に使わないということが基本になればなりません。そして外国の人からも信頼され、自分も外国を信頼する態度でなければならぬと思います。そのためには、やはりアジアの人たちがお互いに相手国を信頼する、君子の交わりをすることが大切です。同様に世界の人たちがお互いに信頼をするということが非常に大事ではないかと思っています。それにはその国の立場になって生活の水準を上げる手伝いをする、そういう気持ちになってあげることが大事ではないでし

うか。それが共生という考え方なのです。国際貢献というのは、広く地球の中での共生と相互理解、相互信頼ということなのです。

環境問題解決にはライフ・スタイル を変えることが必要

それから「参加」ということですが、歌人の俵万智さんが子供の心身が成長する段階のときに、自然の大事さというのを教えなくてはいけないということを言っていました。

統計数理研究所の千野さんによれば、子供の40%ぐらいが太陽が本当に昇るところを見たことがないということでした。結論は、親が子供を海へ連れていき海から出る太陽をみせる、あるいは、山へ連れていって、雲海の上から太陽が昇ってくるのを見せる。そういうことが積み重なって自然を大事にするようになります。自然を守っているボランティアの人たちと一緒に虫を見に行くというだけでも、「参加」ということではないかと思います。

そういうことで、環境の問題というのは結局ライフ・スタイルを変えるということまで進まないといけないと思います。それで実際に身の回りを見てみると、使いもしないようなものがいっぱい、無駄遣いをしているということが非常にたくさんあります。大量生産、大量消費、大量廃棄といいますか、それをできるだけなくすことが必要ではないかと思います。

再利用できないエネルギーは無駄 使いしないことが基本

——確かに、これだけ経済が発展してまいりますと、エネルギーを一度に使って大量に物をつくったほうが安く売れるということがあります。結局は有効期限の切れたものは捨ててしまっているという悪循環ですね。そうすると、物と一緒にエネルギーもまた捨ててしまうということですね。

近藤 そうですね。だから、物質とエネルギーが両方ともなくなる。物質のほうは回収して、例えば古新聞を再利用するということができます。しかしエネルギーのほうは、目に見えないけれども熱力学、エントロピーの法則というのがあって、非常に再利用が難しいのです。一旦使ってしまうと、もう一度使うということとはできません。

エネルギーはどうするかというと、無駄に使わないということは基本的なんです。やっぱりエネルギーを効率よく使うということです。これは企業では利益に直接関連することですから、やり甲斐のあることだと思います。

日本の技術開発は世界人類のため

——各国によってエネルギー事情が随分違っているので環境保全のやり方を一つには決められないところもあると思います。わが国としては、資源が少ないということからも、極力、資源をリサイクルというところに重点をおいていかなければならないわけですね。

近藤 それと共に、やはりわが国としては、外国では興味を示していないことでも研究しなくてはいけないと思います。二酸化炭素を固定することは、そんな生易しいことではないのです。原子力で言えば、日本はなぜ「もんじゅ」を進めているのか。プルトニウムを嫌がる人が多いのに、グリーンピースが追っかけ回すのに、それを海上輸送してまでなぜ進めるのか。ほかの国が止めているのだからわが国も止めればいいじゃないですかといわれるのですが、そんなことはないのです。

私は、去年京都でIEA20周年記念の国際会議がありましたときに、「もんじゅ」は日本のために研究しているのではなくて、世界のために研究しているのだ言いました。なぜならば、「もんじゅ」は計画から臨界に達するまで30年かかっています。世界の資源が枯渇してしまってから、ウランがなくなってから、さあ開発しようといっても、それから30年間は世界中の人がみんな暗い電気のままでしんぼうしなくてはならないわけです。だから、世界がしていなくても、日本が研究開発をするということ、もっと日本人にも分かってほしいし、外国の人にも分かってほしい。

わが国ではよその国で手掛けていないようなことができるわけがないとよくいわれるのですが、よその国でやってないからこそやるのです。CO₂を固定すること、これを研究しているのもそのためです。人がやるからやる、人がやらないからやめるということでは科学はいつまでも後進国です。

高レベル放射性廃棄物の初搬入

福島 明 男

日本原燃株式会社
理事
立地広報部長

年に1、2度、十数年間にわたり
返還

現在、日本の全発電電力量の約3割を占める原子力発電。この原子力発電はウランを燃料として使用しています。ウラン燃料は、発電所で使用した後も、高レベル放射性廃棄物は3%程度しか発生せず、残りは再び燃料として使用できるウランやプルトニウムです。この有益な燃料となるウランとプルトニウムを取り出すことを再処理といいますが、日本には、現在、商業用の大規模な再処理工場がないため、この再処理をフランスとイギリスに委託しています。

再処理により取り出されたウランとプルトニウムは日本に返還されますし、再処理の工程で発生する高レベル放射性廃棄物も日本へ返還されます。

この高レベル放射性廃棄物を、耐水性、耐熱性及び耐放射線性に優れているうえ、長期間にわたり極めて安定している性質

を持つガラスと一緒に混ぜ合わせ、腐食に強いステンレス製の容器であるキャニスターに入れ、「ガラス固化体」とします。これがキャスクと呼ばれる輸送容器に入れられ返還されます。フランスやイギリスからの輸送は、年1～2回程度実施され、10数年間で合計3千数百本のガラス固化体が、返還される予定です。そして、一時冷却貯蔵した後、最終処分地に搬出することになります。

最終処分の進め方としては、平成6年6月に原子力委員会で決定された「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」いわゆる原子力長計により方向性が示されています。

最終処分の実施主体については、2000年を目安に設立を図り、処分地は2030年代から遅くとも2040年代半ばまでに操業開始することを目途とする方針が示されています。この処分事業の準備は、現在、平成5年5月に設立された高レベル事業推進準備会により検討されています。

輸送は100回以上の経験のもとに

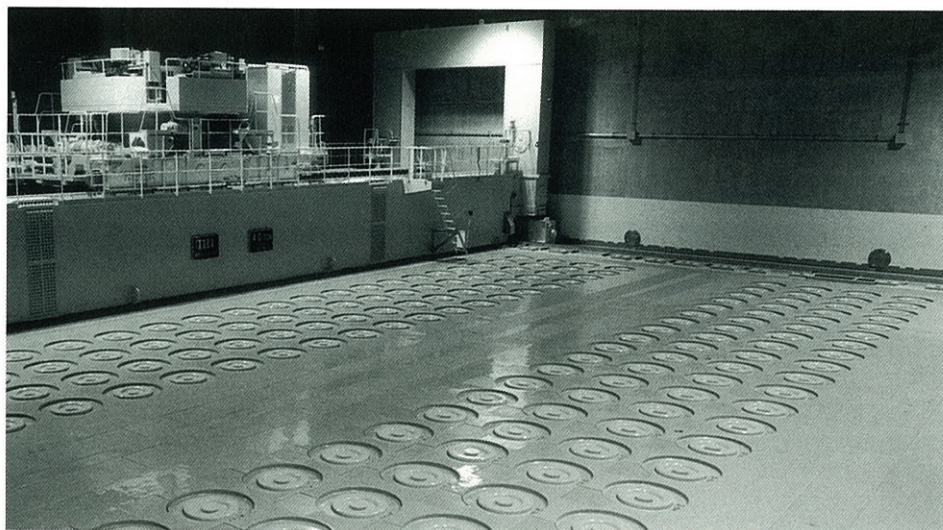
高レベル放射性廃棄物の海外からの第一回の返還輸送については、現在実施中ですが、フランスからの輸送船の出港の様子が報道機関等で大きく報じられたため、ご存じの方も多いと思います。

高レベル放射性廃棄物は、フランスのラ・アーグ再処理工場からシェルブール港へ運ばれ、ここで、輸送船である「パシフィック・ピンテール」号に積載され、今年2月23日現地時間の11時25分（日本時間で19時25分）に出港しました。

輸送には、1.5ヵ月から2ヵ月程度かかる見込みで、今年4月に青森県上北郡六ヶ所村のむつ小川原港へ入港する予定です。

この高レベル放射性廃棄物の返還輸送は、初めての輸送でもあり、色々危惧する声もありますが、今回、むつ小川原港までの輸送の実施者であるBNFL社（COGEMA社から委託）は、使用済み燃料の輸送に関して、100回以上の実績があり、十分信頼性があります。今回は、初めての高レベル放射性廃棄物の輸送ということで、以下で述べるように、安全性に関しては特に万全を期し、輸送に当たることとなっています。

まず、輸送容器に関しては、放射線の遮蔽能力と放射能の閉じ込め能力を持った頑丈な輸送容器を使用します。今回の輸送ではTN28VT型輸送容器を使用しますが、これは国際原子力機関（IAEA）が定めた基準を取り入れた国内法令を満足するよう製造されています。この容器は放射線を遮蔽する材料を使用しており、



廃棄物管理施設

ガラス固化体を収納した状態でも、輸送容器から出る放射線の量は、法令で定められている基準値以内になるよう設計されています。

また、様々な試験を行い安全性が確認されています。

主な試験条件は、

- ・落下試験1 9メートルの高さから
固い鋼板（非降伏面）
の上に落下
- ・落下試験2 1メートルの高さから
棒上に落下
- ・耐火試験 摂氏800度の環境に30
分
- ・浸漬試験 15メートルの水底に8
時間

等です。

次に、輸送船については、様々な安全対策が設けられています。その中の主な対策は以下のとおりです。

・万一の船舶との衝突、座礁等を考慮し、船底及び船側を二重構造とし、損傷時の復元性を高め、極めて難沈性の高い構造になっていること

・輸送容器及びガラス固化体は不燃性のものであるが、万一の火災に備え、消火設備が広範囲に設置されていること

・ガラス固化体の冷却のため、輸送容器に対する空気冷却装置が各船倉内に設置されていること

・万一の電源喪失に備え、予備の発電装置が追加設置されていること



パシフィック・ピンテール号

・船舶との衝突を避けるため、自動衝突予防援助装置付きレーダーが設置されていること
等があります。

地震にも万全の管理施設

次にガラス固化体の受入れ施設である当社の廃棄物管理施設の安全性について記します。

施設内で放射能を閉じ込める機能として、ガラス固化体を入れる収納管の内部やガラス固化体を取り扱うガラス固化体検査室等は、放射能が施設外に漏れることがないように、施設内を施設外より低い気圧となるように設計しています。

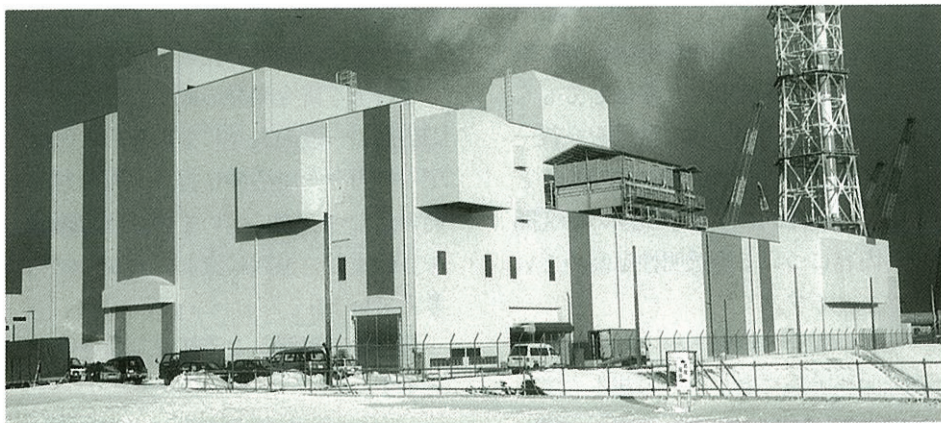
また、放射線の遮蔽については、厚さが1.5メートルから2メートルのコンクリート壁等により放射線を遮蔽していま

す。このため、施設からの放射線の線量は、最大でも敷地境界において年間約0.007ミリシーベルトであり、法令に定められている線量限度の年間1ミリシーベルトの140分の1と十分低くなっています。

施設の耐震設計については、最近の大きな地震の発生により原子力施設の耐震設計に関する議論が盛んに行われていますが、当社の廃棄物管理施設は鷹架層と呼ばれる堅固な地盤の上につくっており、さらに重要な施設は一般にビルを設置する場合の3倍の地震力にも耐えられ、かつ、過去の地震で当社の敷地内に最も大きな影響を与えた地震を上回る地震を想定しても耐えられるような設計としています。

以上、高レベル放射性廃棄物であるガラス固化体の輸送容器や輸送船、また貯蔵する施設の安全性について述べましたが、当社としては、何よりも安全を第一に考えており、それが地域の方々からの信頼につながるものと考えております。

今回の第一回目の海外からの高レベル放射性廃棄物の返還につきましても、受け入れ体制を強化し、また、随時受け入れ訓練を実施する等、万全の体制で臨むこととしています。



プルトニウム平和利用技術の開発

大石 博

動力炉・核燃料開発事業団
理事長



原子力開発の特徴の一つとして、それが多くの技術分野での開発成果の組合せであり、基礎研究から工学規模の開発、そして実用化までと長い期間を要することがあげられます。したがって、原子力の持つ莫大なエネルギーの平和利用を進めるためには長期間にわたる努力が必要となります。

しかし、原子力開発を如何に進めるかという問題について、慎重に、かつ長期的な観点から検討し、計画を立案し、その計画にしたがい着実に研究開発を進めれば、これからの長い人類の歴史の中で必ずその成果を享受できるものと期待できます。

最近、原子力開発の先頭を走っていた欧米先進諸国の多くが原子力開発、特にプルトニウム利用技術開発に消極的になってきていますが、これには各国各々の国内事情やエネルギー事情があると考えられます。しかし、これから21世紀にかけて世界的な人口増加、エネルギー消費量増加や生活環境の悪化等が現実的な問題として立ちはだかってくると予想される中、プルトニウムをエネルギー源として利用していくことが最も有力であると考えており、これに向けた着実な研究開発の必要性を強く感じております。

わが国では、昨年「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」が改定されました。この計画はほぼ5年毎に改定されてきていますが、原子力開発の関係者にとっての共通的な指針となるとともに、国民及び海外の人々にわが国の原子力開発について知っていただくためにも有効なものとなっています。

動力炉・核燃料開発事業団（動燃事業団）はわが国における原子力開発の中核機関として、この長計に沿って研究開発を進めています。

まず、ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料を用いるナトリウム冷却型の高速増殖炉とその核燃料リサイクル技術について経済性の向上を念頭に開発を進め、その実用化を図ります。また、放射性廃棄物の処理・処分、特に、高レベル放射性廃棄物の処理・処分技術について、ガラス固化技術を確認するとともに、地層科学等を含めた幅広い見地から地層処分に関する研究開発を行っていきます。

一方、先進的核燃料リサイクル技術の研究開発として、環境への負荷の低減や核不拡散性への配慮など将来の社会の多様なニーズに応えるべく、窒化物燃料や金属燃料といった新型燃料を用いたリサイクルや従来、廃棄物としていたアクチニド核種を燃料としてリサイクルする技術について長期的観点から研究開発に取り組んでいきます。

これらの研究開発を進めていくためには国際協力が不可欠と考えております。昨年春、臨界に達成した高速増殖炉「もんじゅ」をはじめ、動燃事業団の研究施設には外国の研究者の方に来ていただき、研究開発に参加してもらっています。このような活動を今後一層、活発化し、研究開発を推進するとともに、国際的にも当事業団の研究開発の内容についての透明性を高めていくつもりです。

また、安全の確保と核不拡散対応は研究開発実施にあたっての基本です。動燃事業団ではこれらを「車の両輪」と

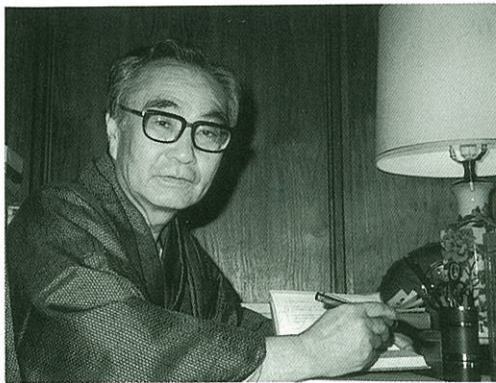
と位置づけ、今後とも力を入れていきます。現在既に研究開発や施設の運転について国際原子力機関(IAEA)の査察を受けており、平和目的の開発であるとの確認を得ています。

さらに現在、NPT延長問題についても盛んに議論がなされておりますが、この条約の無期限延長は、将来の核兵器廃絶・平和利用推進に向けた一歩であり、わが国も無期限延長を支持すべきであると考えております。これにより、わが国の原子力平和利用の研究開発について、ますます世界に胸を張って自身をもって進めていけるものと考えております。

動燃事業団では既に長年にわたりプルトニウム利用技術の開発を進めてきており、プルトニウムを安全に取り扱ってきております。これは、各研究開発の現場における着実な努力の成果であり、我々としては、プルトニウムという物質は無闇に恐れる必要はなく、高度の技術レベルと厳格で的確な管理のもと安全に取り扱えるものであると考えます。

現在、放送・通信技術の発達により、一般の人々も多様な映像情報を得ることができます。動燃事業団としてもこのマルチメディアの技術・手段を利用して着実な研究開発の成果について、国内外の一般の人々にも理解していただく努力を一層活発に行い、原子力開発の進むべき道についての長期的観点からの正しい選択に資していきたいと考えています。

皆様のご理解、ご支援をお願いいたします。



冥王星 ⑨

五重塔

後藤 茂

国宝・重文など破損——新聞で、こんな記事をみるたびに、胸がいたむ。平成7年、亥の年は荒れた。年明け早々阪神・淡路を襲った大地震は、文化・芸術にも大きなツメ跡を残していった。

文化財は破滅的な被害をうけると、ふたたび元には戻らないのである。文化庁の調べでは、近畿地方の国宝・重要文化財の被害だけでも、150件にのぼったという。

歴史的な建物の傷跡を伝えた写真や活字を拾っていた私の頭に、ふと、志賀直哉の『震災見舞』が浮んだ。

当時、京都に住んでいた志賀直哉は、関東大地震（1923年）を「電柱に貼られた号外で知る」

——上京するにしても何の道から行けるか見当つかず。鉄道は何の道も駄目と云ふ返事で、不得止、神戸から船といふことに決める。（『日記』）

そういえば、わが国でラジオの第一声が流れたのは、大正14年（1925年）のことだから、70年前までは、号外以外に事件を知る方法はなかったのだ。

志賀の『日記』は続く。

自分は一体『方丈記』をさう好かない。余りに安易に無情を感じてみるやうな所が不腹だった。然し自分は今度震災地を見て帰り、その後今日まで変に気分が沈み、心の調子とれず。否応なしに多分方丈記的な気持ちに曳き入れられるのを感じた。

『方丈記』は、鎌倉時代の歌人鴨長明が建暦2年（1212年）に書いた随筆である。仏教的無情感にたって天変地異をと

りあげ、人生の無情を述べたものだ。そのなかに元暦2年（1185年）7月9日におこった京の地震にふれたくだりがある。

そのさま、よのつねならず。山はくづれて河を埋み、海は傾きて陸地をひたせり。土裂けて水湧き出て、巖割れて谷にまろび入る、なぎさ漕ぐ船は波にただよひ、道行く馬はあしの立ちどをまどわす。都のほとりには、在々所々、堂舎塔廟、一つとして全からず。或はくずれ、或はたふれぬ。塵灰たちのぼりて盛なる煙の如し。地の動き、家のやぶる音、雷にことならず。

今回の地震は、この『方丈記』の記述を、目のあたりに見るようである。すべての交通手段は断たれ、志賀の乗った神戸の港も崩れてしまった。

私は、仕方なく姫路から岡山へ下り、空路、東京・羽田への道をとった。なに気なく全日空の機内誌『翼の王国』を手にとってみると「木の国の人々」を特集していたなかに、小川三夫さんの興味深い話があった。

「法輪寺の三重塔が出来上がって上から見たときに、そうとうな台風や地震があつて周りの家が皆なくなつたら、この塔も倒れるかもしれない。けれど、そうでない限りは倒れるなんて思えませんでしたもんね。直下型なら困るけれど、横揺れの地震なら、トトトトと歩いていっちゃいますからね。塔自体が。金属と違って木ですから、組んだときはきちつとしてても、長い間に乾燥してガタガタになります。そのガ

タガタがいいんですね。衝撃でもなんでも吸収してしまうから」

小川さんは、「法隆寺の五重塔のようなもんを造ってみたい」と、宮大工西岡常一さんのもとに弟子入りし、法輪寺や薬師寺、法隆寺の解体修理にたずさわった人だ。「トトトトと歩いていく」という口ぶりに、魅せられたのである。

それから数日が過ぎた。神田の本屋で私は、西岡常一著『木のいのち木のころ』（草思社）をみつけた。

代々法隆寺に仕えた西岡棟梁の語り口も面白くて、一気に読んだが、読み終わったあとの、心よい余韻、楽しい本であった。

たとえば、祖父に礎石の据え方をしこまれたときの話があった。西岡棟梁は、「柱は礎石のまんなかになすっきり立てればいい」と考えるが、「そんなことで柱が立つか」と叱りつけられる。法隆寺の境内をなん度も見て歩くが、叱られるわけがわからない。祖父は、こう教えてくれたというのである。

「石の重心というのは石のまんなかにあるんやないで。石が一番太うなつてそこにあるんや。そやから見た目がいいというて、そこに柱を立てたらどないなる。そこに建物の力が全部かかるんやで。それに耐えられるか。はじめはいいやろ。しかし時間がたったら必ずゆがんでくる。」

たしかに礎石は自然の石である。一つ一つ、石の表面が違う。石の凹凸通りに印をつけ、それに合せて柱の底を削ることを、西岡さんは学んだ。

「自然石の上に立てられた柱の底は方向がまちまちです。地震が来て揺すられても力のかかり方が違いますわ。それとなによりボルトのようなもので固定されていませんわな。ですから地震が来ましたら揺れますし、いくらか柱がずれるでしょうな。しかし、すぐ戻りますな。こうしたそれぞれ“遊び”のある動きが地震の揺れを吸収するんですわ。」

西の京の里に、いま薬師寺三重塔が並び立っている。西塔は享禄元年(1528年)の兵火で消失した。東塔だけが弧影を守っていたが、昭和56年に落慶、450年ぶりに華麗な姿を見せている。

この西塔再建にも現場棟梁としてたずさわった西岡さんは、大きな地震があって、東塔はまっすぐだが、西塔は歪んだ、では「腹きらならんわ」と笑いながら、こう語るのである。

「ここの西塔は今、基壇が高くなって塔も一尺高くなっているけど、五百年もたつと東塔と同じくらいまで沈むんですわ。そして一千年たつと東塔と並んで西塔が建っておりまして、ええですね」(『木に学べ』、小学館)。

この親方にしてこの弟子。二人の匠(たくみ)の言葉が心に沁みだ。

法輪寺の三重塔は、昭和19年の雷火で焼失、昭和50年に昔ながらの工法で蘇えている。私は、飛鳥・白鳳時代そのままの優美な姿を見るたびに、感動をおぼえるのである。

再建に力を尽くしたのは幸田文氏であった。父幸田露伴の名作『五重塔』への思いを、法輪寺の『三重塔』に重ねあわせたのであろうか。

小説『五重塔』は、「たたき大工穴鑿り大工、のっそりという忌々しい譚名さえ負せられて」いた大工のっそり十兵衛が、谷中感應寺の五重塔建立の話を聞いて、住職の朗円に頼みこみ、念願を果すという筋書である。

朗円は川越の名工源太を考えていた。源太には到底及ばぬと知りながらも、夜

を籠めて五十分の一の雛形まで作る十兵衛。親方筋にあたる源太もついに折れて、それではと設計図を提供しようとするが、これをもことわって、のっそり十兵衛、会心の『五重塔』を建てたのである。

五重塔の落成式の前夜に暴風が襲った。この嵐で、「板一枚の吹きめくれ釘一本抜かるとも、味気なき世に未練はもたねば物の見事に死んで退け」ようぞと、己の技術を信ずる十兵衛は、第五層の戸を押明け、猛風に「屈せず奮って立ち出でつ、欄を握むで屹と睥む。」その「塔の周囲を幾度となく徘徊する、怪しの男一人ありけり」。源太であった。

幸田露伴は江戸や明治に生きた職人道を愛した作家だ。私ははじめてこの小説を読んだとき、職人同士の意地と意地、火花の散るような二人の葛藤を心憎いまでに描きぬく筆の冴え、これが文豪26歳の作品かと驚嘆したのであった。

五重塔といえば、私には昭和19年の暮れ、奈良へ旅をしたときの思い出がある。翌年1月10日、学窓から陸軍騎兵学校へ入ることになっていた。恐らく生きてはかえれまいと、20年の生への別れを、私たちに告げる旅であった。

私は、和辻哲郎の『古寺巡礼』をふところに入れていた。

和辻は、法輪寺の五重塔の美しさをあらゆる方角から味わっているが、私も、和辻の見た通り「中門の壇上、金堂の壇上、講堂前の石燈籠の傍、講堂の壇上、それからまた石燈籠の傍へ帰り、右へ廻って、廻廊との間を中門の方へ出る。更にまた塔の軒下を頰が痛くなるほど仰向いたままぐるぐる廻って歩」いたのである。

小さな仏舎利を納めるだけなのに、30メートルの五層を直立させた塔は、千三百年の歴史をいまに伝え、往時のおもかげを残していた。

和辻は、木下杢太郎にあてた手紙に「魂の森のなかにいる」と書き送っている。境内は静かであった。五重塔は、何かを私に語りかけているように思えた。立ち

去りがたく、目ににじむものがあった。

奈良七重七堂伽藍八重桜

芭蕉の漢字ばかりのこの句が、私は好きだ。八重桜には少し早かったが、無性に五重塔に逢いたくて、三月も末、春の風に誘われた私は、何度目かの法輪寺を訪ねた。

貫主さんから「地震で灯ろうが二基倒れました」と聞かされたが、七堂伽藍は昔のままであった。五重塔が、松の樹間から水煙を天に沖している姿をみて、また感動を新たにしたのである。

先日も、「日本最古の木造建築、奈良・法輪寺の五重塔に最新の耐震工法に通じる技術があった」と新聞が報じているのを見た。大成建設が文献を調査してわかったというのだ。

「地面から塔頂まで貫かれた芯(しん)柱と木材同士を組み合わせた柔軟な骨組みによって、耐震構造になっている。」「塔を柔構造にすることで揺れのエネルギーを逃し、木材同士の摩擦が揺れを減退させる」——地震に強い建物に、見事に生かした先人の知恵。耐震設計や免震工事と近代工法の先端をゆく人々が、感心しているのである。

「江戸時代に一部が発掘された宇治橋断碑に、急流を渡る多くの人馬がおぼれるのを憂えた僧が、大化二年に宇治橋を架けたと刻んである。大乘仏教が日本に来て最初にやったのが、土木建設による庶民救済だった」(『阪神大震災・こころの風景』、日経新聞、3月25日)と語る哲学者の梅原猛氏。「もともと土木建設事業は、人助けのための菩薩行であった」という梅原氏の言葉を、私は、五重塔を想いながら考えさせられたのであった。

(この原稿が編集に回っている4月11日に、西岡常一さんが亡くなりました。鎮魂の文章となったことに不思議な縁を感じます。ご冥福をお祈り申し上げます。)

(衆議院議員)

Plutonium

Spring 1995 No. 9

COUNCIL for
NUCLEAR
FUEL
CYCLE

発行日/1995年4月21日

発行編集人/堀 昌雄

社団法人 原子燃料政策研究会

〒100 東京都千代田区永田町2丁目9番6号
(十全ビル 801号)

TEL 03 (3591) 2081

FAX 03 (3591) 2088

会 長

向 坊 隆 元東京大学学長

副会長 (五十音順)

津 島 雄 二 衆議院議員

堀 昌 雄 前衆議院議員

理 事

青 地 哲 男 (財)日本分析センター
専務理事

今 井 隆 吉 元国連ジュネーブ軍縮会議
日本代表部大使

大 畠 理 森 衆議院議員

大 畠 章 宏 衆議院議員

後 藤 茂 衆議院議員

鈴 木 篤 之 東京大学工学部教授

田名部 匡 省 衆議院議員

中 谷 元 衆議院議員

山 本 有 二 衆議院議員

吉 田 之 久 参議院議員

特別顧問

竹 下 登 衆議院議員

〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇

印刷/日本プリメックス株式会社

編集後記

・4月17日よりニューヨークにて核不拡散条約(NPT)の再検討・延長会議が始まりました。なりふりかまわぬ票集めのための舞台にするのではなく、真摯に核廃絶、核不拡散の議論と今後の人類のための歴史的な会議となることを願っています。

・NPTが発効した25年前の世界情勢と現在の情勢は大幅に変化しています。今回、条約が無期限延長、有期限の延長のいずれになるにしても、地球環境問題が世界的に議論され、対応がなされつつあると同様に、将来の人類社会のために、

NPT体制の再検討が必要になると思われます。

・21世紀になると、地球の人口は100億人となります。一国家のみのエネルギー政策ではなく、人類のためのエネルギー政策を真剣に策定する、それも広い意味での地球環境問題であると思います。エネルギー、環境、人口問題を別々に議論するのではなく、一緒に議論し、その対策を策定する時期に来ています。

(編集部一同)

