

核燃料サイクルについて (案)

平成15年8月
原子力委員会

目 次

はじめに

1．世界のエネルギー情勢

2．我が国と原子力

エネルギー安全保障と地球環境保全

(1) エネルギー安全保障と原子力

(2) 地球温暖化防止と原子力

(3) 原子力発電の現状

3．核燃料サイクルの考え方

(1) 核燃料サイクルの意義

(2) 核燃料サイクルの課題

核燃料サイクルの経済性

核燃料サイクルの将来展望

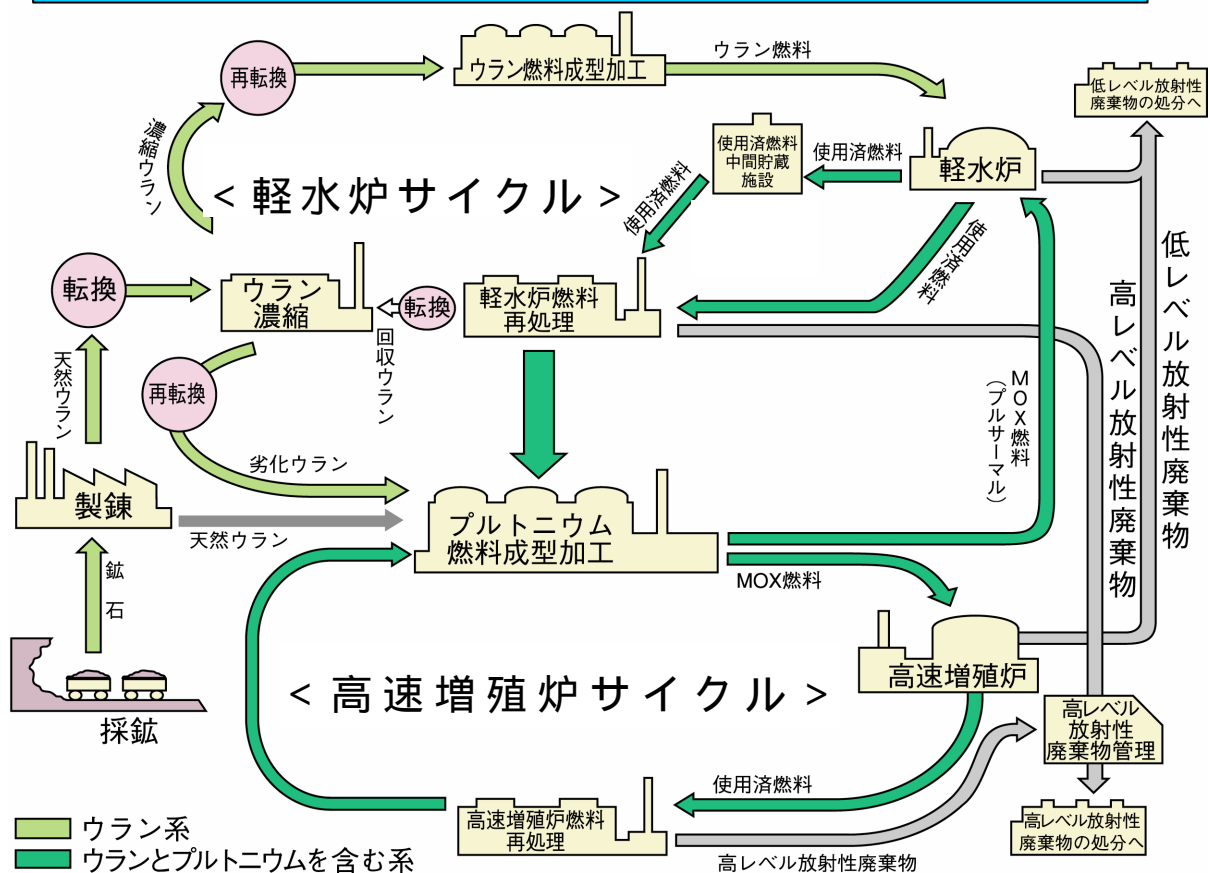
核不拡散

核燃料サイクルを巡る国際動向

(3) 国民との相互理解のために

4．今後の核燃料サイクル政策について

核燃料サイクル



注：将来の高速増殖炉の燃料としては、ウラン・プルトニウム混合酸化物（MOX）燃料以外の窒化物燃料、金属燃料などが用いられる可能性がある。

はじめに¹

原子力委員会(以下「委員会」という。)は、今般の東京電力(株)の自主点検記録の不正記載問題などによって、原子力に対する信頼が大きく揺らいでいる現状を踏まえ、2002年11月より「核燃料サイクルのあり方を考える検討会」を開催しました。

本検討会においては、全国の立地地域の首長、電気事業者、ジャーナリスト、消費者、専門家、研究機関及び行政庁から、9回にわたり原子力を巡る問題点の本質は何か、信頼回復のために何が求められているか、核燃料サイクルはどのようにあるべきかなどについて意見を伺いました。

委員会は、今回の検討会で提起された意見を踏まえて、核燃料サイクルについては自ら原点に立ち返って検証し、考え方を示していくこと、また、核燃料サイクル政策に対する様々な疑問が投げかけられていることを踏まえ、国民から提示されている様々な疑問に対して真摯に答えることが必要であると考えました。

そのため、本冊子では、これまでの核燃料サイクル政策に対する議論を整理し、広く国民にお示しすることとしました。

¹ 参考資料4 - 1を参照。

原点に立ち返って、まず、世界的な視点からのエネルギーの議論とそこでの原子力発電に対する認識を確かめ、次いで我が国のエネルギー安全保障の考え方と地球環境の維持の観点から見た原子力発電の役割を再考し、更に核燃料サイクルの全体像について、その意義と課題を捉え直し、最後にしめくくりとして、核燃料サイクルに対する委員会の姿勢を述べました。ただし、本冊子の中で議論が尽くされていない論点もありますので、その点につきましては引き続き議論を行いたいと考えています。

別添の参考資料においては、核燃料サイクルを巡る個別の考え方や疑問に対するより詳しい説明を示すよう努力いたしました。また、核燃料サイクルについては、原子力政策の中核をなすものでありながら、専門用語等が多くご理解いただくことが難しいとの意見がありましたので、できるだけわかりやすいものとなるように努めました。

我が国の将来のエネルギー政策にとって、核燃料サイクルがなぜ重要なのか、そしてなぜ核燃料サイクルなのか、委員会は引き続き様々な機会を捉えて、立地地域をはじめとする多くの国民の皆さんと広く議論していきます。

本冊子がその一助になることを期待しております。

1．世界のエネルギー情勢²

世界が将来世代の要求を満たしつつ、現在の世代を満足させる持続可能な発展を続けていくためには、環境保全に配慮しつつ、経済成長と生活基盤の根幹となるエネルギーが安定的に供給されることが必要です。

国際エネルギー機関の見通しでは、開発途上国を中心とする人口増とアジアを中心とする開発途上国の経済発展にともない、2030年の世界全体のエネルギー需要は、2000年に比べると約66%増えることが予測されています。

20世紀のように、化石燃料を中心にエネルギー生産を行った場合には、世界全体での二酸化炭素の排出量が急増し、地球温暖化が加速されると懸念されています。従って、石油や石炭を代替できるエネルギーを十分に利用する技術を有している先進国が中心となって、化石燃料の消費を抑制していかなければなりません。

しかも、化石燃料資源は石炭にしろ、石油、天然ガスにせよ限りがあります。人類は地球が数億年かかって創りあげた資源を産業革

² 参考資料1 - 1及び1 - 2を参照。

命以降、急速に消費しています。化石燃料がどの位持つのか、いわゆる確認可採年数ⁱには諸説がありますし、技術の進歩や資源価格によって伸びる可能性もありますが、いずれにせよ限りがあります。埋蔵量が減ってくれば、価格が急騰することを考えておく必要があります。

それでは、化石燃料の消費を抑制するためには、どのようにすれば良いのでしょうか。

一つ目は、「省エネルギー」です。ただし、発展途上国によっては先進国と同様の省エネルギーを迫られることにより、経済成長が鈍るのではないかと懸念する向きがあります。我が国は努力目標をかけた懸命に取り組んでいますが、世界のすべての国が進めることには困難な面もあります。

二つ目は、「化石燃料に代りうるエネルギー」の導入です。その中には、太陽光、風力、バイオマスなどの再生可能エネルギー、燃料電池などの開発と原子力発電の利用促進があげられます。太陽光発電や風力発電は、自然からエネルギーを得るため資源制約が少なく、発電過程において二酸化炭素を排出しないとの長所を有していますが、発電量が自然条件に左右されることから安定供給の面で課

題があり、また、コスト面、立地適地などの問題もあります。また、技術的には大きな進歩を見せていますが、原子力発電に代替しうるほどの発電能力には未だ達していません。燃料電池については、自動車のエネルギー源や分散型電源として期待されており、水素供給体制の確立等社会基盤の整備が重要な課題となっています。

再生可能エネルギー等については開発と利用促進を施策としても行っていますが、ここで述べたような課題があります。

一方、原子力発電については、2001年末において世界31ヶ国で432基の原子力発電所が運転され、全世界の供給電力量の約16%にあたる2兆5,440億kWhの電力を供給することにより、化石燃料の消費抑制に貢献しています。このように多くの国では、安全確保を大前提に原子力発電を導入しているのが現実だと思えます。なお、原子力発電を進めるに際しては、放射性廃棄物の適切な処理・処分、核拡散防止を行うことは言うまでもありません。

2．我が国と原子力

—— エネルギー安全保障と地球環境保全 ——

以上、グローバルな観点から原子力発電の位置づけについて触れましたが、ここで我が国と原子力について考えてみます。

(1) エネルギー安全保障と原子力³

我が国のエネルギー自給率は、原子力を除くとわずか4 %と世界の先進国の中では最も低い上に、一次エネルギー供給のうち約半分を占める石油は、ほぼ全量輸入に頼っています。しかも原油の輸入先は、必ずしも政情の安定していない中東地域が86 % (2002年) と圧倒的です。

また、我が国は国際的な送電網や石油・ガスパイプラインを有していないので、近隣諸国と直接的にエネルギーを融通し合える状況にありません。

さらに、既に述べたように、今後アジア諸国の経済成長などによって、世界のエネルギー消費は大幅に増大すると予測されており、

³ 参考資料1 - 3を参照。

石油、天然ガスの安定供給が将来にわたって確保できるのか、不透明な面があります。

ところで、エネルギー安全保障という言葉はよく使われますが、次のように理解してよいのではないのでしょうか。

一つには、国際的な要因によってエネルギー供給が不意に削減されたり、中断されたりするという、いわば緊急時に備えるためのもので、時間軸としては短期的な観点です。

もう一つは、エネルギー資源の枯渇に対するもので中長期的な観点です。このようなエネルギー安全保障の観点に照らして、原子力を評価するとどうなるのか考えてみます。

短期的観点では、ウランを資源とする原子力は、

(1) カナダ、オーストラリアなど資源供給国の政情が安定してい

ることから、燃料供給の不意の削減や中断が生じにくい。

(2) 燃料のエネルギー密度が高く備蓄が容易で、発電過程及び燃

料加工過程において事実上の備蓄効果が期待できることから、

燃料供給の変動に対する影響が少ない。

といった長所があります。

また、発電原価に占める燃料費の割合が約 3 割と小さいため、燃

料価格の高騰による発電原価への影響も限られたものとなります。
このように原子力は、短期的なエネルギー安全保障からみて優れた
特性を有していると考えられます。

中長期的な観点としては、原子力は、

(1)使用済燃料の再処理を行い、ウラン、プルトニウム等の回収、
再利用を図ることにより、ウラン資源の有効利用が可能である
こと。

(2)高速増殖炉の開発によって、ウラン資源の利用効率を飛躍的
に高める可能性があること。

などの理由から、エネルギー資源の枯渇をより遠い将来に引き伸ば
すことが期待できる技術とされ、中長期的なエネルギー安全保障に
寄与することが期待できると考えます。

また、原子力の利用によって、石油などの他のエネルギー資源へ
の依存度が減ることになります。実際、我が国では原子力発電によ
り輸入原油量の 3 割を節約していると評価されています。

原子力のこれらの特性はどの国においても当てはまるものです
が、特に脆弱なエネルギー供給構造を有する我が国において、その
役割は大きいものと考えています。

しかし、この再処理路線がいかに評価されるとしても、課題はあります。また、今再処理を行う必要性はあるのかなどの疑問をはじめ、核燃料サイクルの積極的合理性を問う声もあります。

これらのことについては、３．核燃料サイクルの考え方、４．今後の核燃料サイクル政策について及び参考資料の項で説明いたします。

（２）地球温暖化防止と原子力⁴

我が国は、京都議定書の下で、２００８年から２０１２年の第一約束期間に、温室効果ガス排出量（メタンなども温室効果ガスですが、我が国では二酸化炭素がその約９割を占めています）を１９９０年の水準と比較して６％削減することを国際社会に約束しています。第二約束期間には削減目標がより厳しくなることも予想されております。先進諸国の中でエネルギーを最も効率的に利用してきた我が国にとって、この約束を達成することは容易なことではなく、そのためには省エネルギー対策をさらに進めるとともに、化石燃料を消費しないエネルギー源の導入促進等が必要となります。

⁴ 参考資料１－４、１－５、１－６、１－７及び１－９を参照。

そのため、現在我が国では、産業界における経団連環境自主行動計画等に基づく努力、機器の効率改善、建物の省エネ性能の向上、交通システムに係る省エネ対策、情報技術によりエネルギー需要を制御するエネルギー管理システムの導入等の取組により、国民生活上できる限り効用を変えない範囲で、最大限の省エネルギー対策に取り組んでいます。

太陽光発電や風力発電など、ほとんど二酸化炭素を排出しない再生可能エネルギーの開発に努力することも重要です。太陽光発電や風力発電は、再生可能エネルギーを利用しますが、残念ながら、大量の電力の生産のためには広大な面積を必要とするうえ、特に、風力発電の場合には国内に適地が少ないと考えられています。さらに、発電量そのものが天候や日照に大きく左右されるため、エネルギーの安定供給の面で課題があります。

そのため、現段階では技術的にまだ開発途上にあり、発電コストも他の発電方式に比べて競争的でないことを考慮すると、太陽光発電や風力発電は、少なくともここ当分の間産業活動や国民生活の基盤を支える基幹電源とはなりえないのが現状です。総合資源エネルギー調査会の「今後のエネルギー政策について」においては、１９

99年度の段階で一次エネルギーの0.01%を占める太陽光発電及び風力発電を、2010年には0.4%にすることを目標にしております。

原子力発電は、発電過程において二酸化炭素を排出しないという特長があります。仮に現在、我が国に原子力発電がなかったとすれば、原油輸入量を約3割増加させなければならず、発電した場合の二酸化炭素発生量は約6割増えるものとの経済産業省による試算もあります。このため、二酸化炭素の排出量をできる限り抑制しつつ、国民生活に必要な量の電力を安定に供給するという観点から基幹電源を選択する場合には、原子力は有力かつ重要な選択肢であるといえます。

(3) 原子力発電の現状⁵

我が国では、1966年以来商業規模の原子力発電を行っており、現在では、総発電電力量の約3割が原子力発電によるものとなっています。

原子力発電所は1基あたりの建設費が3000～4500億円

⁵ 参考資料1 - 8を参照。

程度（１１０万kW～１３８万kWクラス）であり、多額の初期投資が必要となります。一方、燃料費は火力発電に比べて安く、また発電原価に占める割合も小さくなっています。例えば、運転期間を４０年として原子力発電の発電原価を計算した場合に、燃料費の発電原価に占める割合は約３割となり、燃料費が約４～６割を占める火力発電とは費用構造が異なります。

そのため、短期的利益を重視した場合には、原子力発電所の新設は不利という見方があります。ここで、今般の電力自由化においては、投資の回収に長期間を要する原子力発電への投資を確保するため、原子力発電を優先的に利用するルールの整備や電源立地対策の重点化を行うとともに、経済産業省は、バックエンド事業全般ⁱⁱにわたるコスト構造、原子力発電全体の収益性等を分析・評価する場を立ち上げ、その結果を踏まえ、官民の役割分担のあり方、既存の制度との整合性等を整理した上で、２００４年末までに、経済的措置等の具体的な制度及び措置のあり方について検討を行います。

現代社会においては、ほとんど全ての経済活動に伴い廃棄物が発生しますが、循環型社会を目指して、そのリサイクルが進められています。原子力発電の場合も同様です。ただし、この場合は他の活

動とは異なり放射性物質を含んだ廃棄物（放射性廃棄物）が発生します。これらは、リサイクルを行った上で、廃棄物を発生させた者の責任において安全確保を前提に、廃棄物に含まれる放射性物質の種類、濃度等に応じ、適切に区分することによって、合理的な処理処分を行うこととしています。

我が国においては、原子力発電所から発生する放射性廃棄物のうち、放射能レベルの比較的低いものは、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律に基づき、日本原燃（株）六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターにおいて既に埋設処分が開始されています。また、放射能レベルの比較的高いものについては、現在発電所において保管されており、処分事業の具体化について検討が行われているところです。

使用済燃料の中には、核分裂生成物ⁱⁱⁱ等の放射能レベルの高い物質が質量割合にしておよそ3～5%含まれています。海外においては、使用済燃料全体を高レベル放射性廃棄物としてそのまま処分（直接処分）することとしている国もありますが、我が国においては、フランスと同様に使用済燃料を再処理することとしており、ウラン、プルトニウムといった有用物質を分離し、再利用します。残

った核分裂生成物等はガラスと混ぜて固化し(ガラス固化体^{iv})、高レベル放射性廃棄物として地下 3 0 0 メートル以深の安定した地層中に処分(最終処分)することとしています。

我が国の高レベル放射性廃棄物の処分については、特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律に基づいて、国が認可して設立された法人である原子力発電環境整備機構が実施します。この法人は、平成 4 0 年代後半(2 0 3 0 年代半ば)を目途に処分を開始する計画であり、現在、処分地選定の第 1 段階である概要調査地区^vについて、全国の市町村を対象にして公募を行っているところです。

なお、使用済燃料を再処理せずにそのまま処分する直接処分との比較については、3 . 核燃料サイクルの考え方及び参考資料の項で説明します。

再処理工場や燃料加工工場の運転・解体に伴い発生する T R U 核種(超ウラン核種)^{vi}を含む放射性廃棄物やウラン廃棄物は、現在、適切に保管管理されていますが、半減期^{vii}の比較的長い T R U 核種や半減期が極めて長いウランを含んでいること、放射能レベルが比較的高いものから低いものまで広範囲に分布していることから、それぞれの特徴に応じた廃棄物処分の具体化について検討が行われ

ているところです。

3．核燃料サイクルの考え方

(1) 核燃料サイクルの意義⁶

全てのエネルギー生産には、それに伴い廃棄物が発生することから、それらの有効活用や次世代への負担の軽減といったことを循環型社会の構築といった視点で考えていくべきです。これまでは、原子力発電所を中心に述べてきましたが、原子力発電を考えるに当たってはこのような視点を踏まえ、発電所そのものだけでなく、原料の調達、燃料の製造から使用された燃料の処分に至るまで、燃料のライフサイクル全体を考えることが必要となります。ここでは、原子力委員会としての基本的な考え方を述べます。

ウラン燃料を発電に利用した後の使用済燃料の中には、資源として活用することの出来るウランやプルトニウムが90%以上残っています。使用済燃料をそのまま処分する方法を「直接処分^{viii}」と呼び、これに対して、使用済燃料をリサイクルして、ウランやプルトニウムなどの有用資源を分離、回収して再利用する方法を「核燃料サイクル」と呼びます。核燃料サイクルは、後に述べるように、現在軽水炉を用いるものと、高速増殖炉を利用するものとの2つの

⁶ 参考資料2-1、2-3、2-6、2-7、2-9、2-10及び3-7を参照。

方式が考えられています。

再処理により分離、回収されたプルトニウムは、ウランと混ぜて混合酸化物燃料（MOX燃料）に加工され、軽水炉（現在のわが国で利用されている原子炉の型式）の燃料として使用することができます。この方式をプルサーマルと呼んでいます。プルサーマルは、1960年代からフランス、ドイツ、ベルギー、スイス等各国で、安全に行われており、合計で3543体の装荷実績があります。我が国においても、関西電力(株)美浜発電所及び日本原子力発電(株)敦賀発電所において実証試験が行われるとともに、新型転換炉「ふげん」においても、これまでに772体のMOX燃料を装荷した実績があります。また、回収されたウランについては、天然ウランと同様に濃縮し、燃料として利用することが可能です。

このように、軽水炉でプルトニウム利用を行う核燃料サイクルを「軽水炉サイクル」と呼びます。

資源の有効利用について言えば、直接処分の場合は天然ウランの0.5%しか利用しません。これに対し、軽水炉サイクルでは、ウランの利用効率がリサイクルを行わない直接処分に比べて、理想的な場合、5割程度向上する（同じ発電量に対して天然ウランの必要

量が数割減少する)と試算されています。

一方、現在研究開発が進められている高速増殖炉においてもプルトニウムを利用することが考えられます。高速増殖炉の内部では、燃焼に利用されるプルトニウムの量よりも、ウランが中性子を吸収して新しく生まれるプルトニウムの量が多いことから、消費したプルトニウム以上のプルトニウムを回収することができます。

このため高速増殖炉を使用する核燃料サイクルの場合は、ウランの利用効率が理論的には60%程度となり、プルトニウムを利用しない直接処分の場合に比べて100倍以上と飛躍的に利用効率を高めることが可能です。このため、高速増殖炉サイクルの確立が究極的な目標として考えられます。

核燃料サイクルを導入するという政策を選択する意義は、原子炉の中で生成される純国産のエネルギー資源であるプルトニウムと、核分裂反応を起こさずに未利用のまま残っているウランとを利用することにより、資源の有効利用及び我が国の脆弱なエネルギー供給構造を改善することです。また、エネルギーの海外依存度を常に低くしようとする姿勢を示すことにもなります。このため、海外の

エネルギー資源を確保していく上でも、バーゲニング・パワーとして有利に働くと考えられます。

なお、ウランやプルトニウムを回収することで、処分する高レベル放射性廃棄物の放射エネルギーを少なくすることもできます。これにより、処分の負担を軽減する効果があります。また、燃料のライフサイクルで見れば、新燃料が原子力発電所に搬入されて発電に利用された後に、使用済燃料が再処理工場へ搬出されるという流れが重要です。

再処理によりウラン、プルトニウムが分離された結果残存する放射能レベルの高い廃棄物（高レベル放射性廃棄物）は、ガラス固化体として30～50年間程度冷却のための貯蔵を行い、その後、地下深くの安定した地層中に処分することとしています。一方、核燃料サイクルを行わない直接処分の場合には、使用済燃料を一定期間冷却した後に、そのまま地下深くに処分することになります。

ガラス固化体には半減期が2万4千年と長いプルトニウムがほとんど含まれていないため、ガラス固化体の放射能は、使用済燃料の放射能に比べて早く減衰することになります。また、ガラス固化体の重量と直接処分を行う場合の高レベル放射性廃棄物（使用済燃

料)の重量とを比較すると、ガラス固化体は、使用済燃料の約40%になると試算されています。

(2) 核燃料サイクルの課題

(1) では核燃料サイクルの意義について述べましたが、一方で核燃料サイクルに対する課題も提起されています。以下ではこれらの課題とそれに対する考えを述べたいと思います。なお、これらの課題の中には現在検討が進められているものもあり、原子力委員会としても引き続き議論を行っていきたいと考えています。

核燃料サイクルの経済性⁷

プルサーマルによる核燃料サイクルを実施した場合の原子力発電の発電コストの試算が、資源エネルギー庁により行われています。一定の条件の下では、再処理、高レベル放射性廃棄物処分、廃炉などの経費を含めても、そのコストは火力発電や水力発電といった他の電源に比べて低くなると試算されています。

これに対して、使用済燃料を直接処分した場合のコストは再処理費用などが不要であることから、経済協力開発機構原子力機関の試

⁷ 参考資料1-10、2-4及び2-5を参照。

算によれば、総発電費用が2～3%程度低減するという考えもあり、より安い直接処分を選択することが妥当ではないかとの意見があります。

しかしながら、長期的な観点から政策を議論する際には、発電コストという経済性の観点だけでなく、エネルギー安全保障、エネルギー資源の有効利用、環境適合性及び安全確保など、経済的に見積もり難い要素などを考慮して総合的な観点から政策を選択することが重要です。また、直接処分と核燃料サイクルの費用の差が小さいという試算もあることにも留意したいと考えます。

具体的には、先程述べたとおり、海外のエネルギー資源を確保していく上でも、バーゲニング・パワーとして有利に働くといった効果や、処分されるガラス固化体の放射能は使用済燃料に比べて早く減衰するので、核燃料サイクルは環境への負荷を低減する効果があります。これらの効果を経済的に見積もるよう努力することは重要ですが、現段階では未だ数量化できる状態にありません。

しかし、再処理を含むバックエンド事業は超長期間に及ぶことから、将来見通しやコストの算定が必ずしも正確にはできないのではないかと懸念があります。また、高速増殖炉による核燃料サイク

ルについても、現在、研究開発段階にあり、実用段階でのコストの算定はまだ困難です。電力会社が原子力発電所の新增設を選択しないとすれば、原子力の推進と電力自由化が相容れないことになるとの意見もあります。

たしかに、エネルギー安全保障や環境適合性の確保は、国民全体の利益の観点から長期的に考えるべきものです。バックエンド事業について、国の政策としての推進と企業としての投資リスクの整合性を図ることが重要であり、投資環境整備の観点から適切な制度及び措置を検討し、整備していく必要があります。なお、原子力発電については、これまでも民間事業として行ってきたことのメリットを活かしつつ、安全確保を大前提に設備利用率の向上などのコスト削減努力が進められてきましたし、今後もこの体制を維持することが基本と考えます。

電力自由化が進む中で、原子力発電及び核燃料サイクルを円滑に進めていくためには、国としてどのような措置を行う必要があるのか、今後しっかりと分析、評価すべきであると考えます。そのためには、将来想定される費用などに関して十分に情報開示を行いつつ、関係者が共通の事実認識に立って議論していくことが必要である

と考えます。

こうした問題に対する議論が原子力政策の基本に影響を与える場合には、原子力委員会は基本政策について積極的に議論を行っていきます。

核燃料サイクルの将来展望⁸

我が国は、国内における核燃料サイクルの確立に向けた努力を行ってきましたが、ナトリウム漏えい事故以来の「もんじゅ」の運転停止や、東京電力（株）の検査・点検における不正をきっかけにしたプルサーマル計画の遅れにより、その将来像が不明確ではないかとの意見があります。

核燃料サイクルの将来展望にあたっては、我が国の原子力利用を3つの段階に分けて考えることができます。

まず、第一段階として、軽水炉による原子力発電の実用化が行われました。最初の軽水炉が1970年代に米国より導入されて以来、着実な建設と改良を続け、現在では世界最新鋭のABWR（改良型

⁸ 参考資料2-2、3-1、3-2、3-3、3-6、3-7及び3-8を参照。

沸騰水型軽水炉)を含め、52基の軽水炉が運転されています。この意味で、第一段階は達成されたと言ってよいと考えます。

第二段階は、民間事業としての商業用再処理とプルサーマルの実施による軽水炉サイクルの確立です。現時点では、プルサーマルについては、技術的には実施可能な状態にあります。また、再処理については、既に、フランス、イギリスにおいて、一部の使用済燃料の再処理が行われるとともに、国内においては、核燃料サイクル開発機構東海再処理施設において研究開発として再処理が実施されており、さらに商業用として日本原燃(株)六ヶ所再処理工場(以下「六ヶ所再処理工場」という。)の建設と同社MOX燃料加工工場の建設準備が進められております。このように現在は第二段階の入口にありますが、地元との合意をはじめ、一連の核燃料サイクル政策についての懸念や課題があります。

具体的には、現時点では、プルサーマル計画や高速増殖炉サイクルの見通しがはっきりしないので、使用済燃料を数十年程度貯蔵しておき、その時点での将来の社会情勢や技術動向をみて、核燃料サイクルを導入するか、直接処分を行うかといった選択をすればよい

のではないかという考えも示されています。しかし、軽水炉サイクルについては、諸外国も含めて既に実用段階に入っており、高速増殖炉サイクルがいつ開始されるかにかかわらず、軽水炉サイクルによる核燃料サイクルの実施は可能です。また、仮に将来核燃料サイクルを実施するのか直接処分するのか、いずれかの選択をしても、実施にあたっては技術基盤の確立を含めて相当の準備期間が必要となるものであり、実施時点までにコストもかかるわけですから、将来の世代に負担を負わせないようにするためには、今の時点から準備を始めることが必要であり、政策の選択の先送りはすべきではないと考えます。

また、軽水炉サイクルを選択する理由としては、前にも核燃料サイクルの意義を述べましたが、それに加えて、再処理、プルトニウム燃料製造といったプルトニウムの取扱い技術を実用規模で習得、錬達すること考えられています。これにより、レベルの高い人材を確保するとともに、次の段階である高速増殖炉サイクルの導入をより速やかに行えとの期待があります。

第三段階は、高速増殖炉の導入による高速増殖炉サイクルの確立

です。高速増殖炉サイクルにおけるウランの利用効率は、リサイクルを行わない場合に比べ、100倍以上と飛躍的に向上するという考えから、エネルギー問題を解決するための有力な選択肢であるとされてきました。軽水炉サイクルと比較しても、資源の有効利用や処分する高レベル放射性廃棄物の放射エネルギーの削減といった観点からは、確かに高速増殖炉サイクルが優れています。

しかしながら、高速増殖炉サイクルについては、実用発電プラントとしての経済性の追求や技術の実証など、これから解決しなければならない課題が少なくありません。そこで、これらに課題の解決への糸口をつけるべく、「もんじゅ」を利用した研究開発や高速増殖炉サイクル実用化戦略調査研究をはじめとして、実用化を目指した研究開発を行っています。残念ながら「もんじゅ」のナトリウム漏えい事故などによって、現在高速増殖炉の研究開発は計画通り進んでいませんが、様々なご意見がある中で、我が国としては早急に高速増殖炉サイクル実用化の目途をつけ、第二段階の軽水炉サイクルにより得られると考えられる経験を組み合わせて、第三段階の高速増殖炉サイクルに移行していくことが、エネルギー安全保障などの観点からより有効であると考えています。

「もんじゅ」については、少ないとは言え発電の実績を有する原型炉段階の高速増殖炉であり、発電プラントとしての信頼性の実証やナトリウム取扱技術の確立という実用化に向けた研究開発における重要な役割を担っています。

なお、軽水炉サイクルと高速増殖炉サイクルは競合するものではなく、共存していくものであると考えます。この場合高速増殖炉は、使用済MOX燃料中のプルトニウムなどの利用や、処分する高レベル放射性廃棄物の放射エネルギーの減少といった役割を、主として担うことが考えられています。

核不拡散⁹

六ヶ所再処理工場においては、核不拡散上厳重に管理すべき物質であるプルトニウムが分離、回収されることとなりますが、プルサーマルが進まないなどの理由により、利用目的のないプルトニウムが生じるのではないかと、また、核不拡散上危険性が大きくなるのではないかと懸念があります。

我が国は、非核三原則を国是とし、原子力基本法に則り、原子力

⁹ 参考資料 2 - 1 2、2 - 1 3 及び 2 - 1 4 を参照。

の利用は厳に平和目的に限っています。我が国は、そのための国際的な担保として、核兵器の不拡散に関する条約(N P T)を締結し、そのもとで国際原子力機関(I A E A)の保障措置^{ix}を受けるとともに、I A E A 追加議定書^xを締結しております。併せて、厳格な核物質防護措置^{xi}を講じています。この原則を守っていくことにより、プルトニウムについては核不拡散上は問題がないものと考えられます。

さらに、プルトニウム平和利用に対する国内的及び国際的な懸念を生じさせないように、原子力委員会は、「利用目的のないプルトニウムを持たない」との原則を示し、政府によって毎年プルトニウム管理状況を公表するなどによって、プルトニウム利用に係る積極的な情報発信を進めることにより、利用の透明性の向上を図ってきたところです。

このような枠組みに加えて、事業者が、原子力委員会が作成したプルトニウムの利用の基本的な考え方を踏まえて、プルトニウム利用計画を作成し、それを公表することとします。これにより、プルトニウムの利用目的が明確に示され、透明性のより一層の向上が図られるものと考えます。

核燃料サイクルを巡る国際動向¹⁰

国際的にも再処理やプルトニウム利用を継続している国は、日本、イギリス、フランスなど一部の国に限られ、またフランスでは、高速増殖炉の実証炉である「スーパーフェニックス」が廃炉になりました。なぜ我が国だけが核燃料サイクルに固執しているのかという意見があります。

各国は、エネルギーの安定供給の確保を重要な政策課題としており、各国のエネルギー事情等に応じて、独自のエネルギー政策及び核燃料サイクル政策を立案しています。核燃料サイクル政策を選択しない国がある一方で、フランス、ロシア及び中国のように高速増殖炉の開発を進めている国や、米国のように核燃料サイクルに再び着目している国もあります。フランスは、「スーパーフェニックス」は国内の政治情勢、経済性の観点から廃炉にしたものの、原型炉である「フェニックス」による研究開発は継続しています。一方米国は、次世代原子力システムの研究開発のための国際的な枠組み（G I F）を提唱しており、研究開発の重点対象として選ばれた6つの

¹⁰ 参考資料2 - 15及び3 - 9を参照。

原子炉形式のうち、3つは高速炉になりました。さらに、2003年1月に「先進燃料サイクル・イニシャティブ」を取りまとめ、高速増殖炉サイクルの開発を提言しています。

これまでも述べましたが、我が国のエネルギー供給構造が極めて脆弱であるといった事情を考えれば、ウラン資源の有効利用に寄与する核燃料サイクルは、我が国において重要かつ妥当な選択であると考えます。

（３）国民との相互理解のために¹¹

原子力については、1995年の動力炉・核燃料開発事業団（現：核燃料サイクル開発機構）による「もんじゅ」ナトリウム漏えい事故、1999年の（株）ジェー・シー・オーの東海村ウラン燃料加工工場における臨界事故、2002年の東京電力（株）による検査・点検時における不正など、原子力に対する信頼を大きく失墜させる事故・事件が何度も発生しました。そのため、原子力に対する信頼回復が大きな課題となっています。

信頼回復のためには、市民の目線で、国民の皆さんの話をよく聞

¹¹ 参考資料4 - 1を参照。

くこと、つまり「広聴」を行うことや、原子力委員会が地元の住民と膝を交えて議論し、住民と相互に理解し合うことが大事なことであるとの意見があります。また、全ての情報の公開が必要であり、適宜情報提供を行って、原子力に対する信頼感を醸成する努力を行うべきとの意見があります。

これまでも、委員会としては、原子力政策をできる限りオープンなものとするため、広く関係各方面と議論を重ね、意見交換を行ってきました。さらに、情報公開の徹底など様々な努力を行ってきましたが、現段階において、未だ原子力に対する信頼回復がなされたとすることは出来ないのではないかと思います。

さらに、これらの意見を踏まえて、「広聴」を積極的に実施していくべきであると考えます。委員会は、2001年7月に政策決定プロセスにおける市民参加の拡大を図り、国民との相互理解により信頼関係を確立するための方策を検討するため、市民参加懇談会を設置しました。これまで、新潟県刈羽村、東京都内（2回）、青森市及び敦賀市において懇談会を開催し、広く市民の方々のご意見を伺っているところです。

今回、原子力委員会の作成した本資料は、核燃料サイクル政策に

関するこれまで議論や関連する情報を整理してまとめたものであり、今後は、本資料を議論のベースとして、地方において原子力委員会と国民との直接対話を行うなどの試みを行っていきます。

4．今後の核燃料サイクル政策について¹²

3．では、核燃料サイクルの意義と課題についての考え方をまとめました。これらを踏まえて、我が国の核燃料サイクル政策はどうあったらよいか、国民の皆さんお一人お一人とともに考えていくべき課題であり、今後、意見交換の機会を持ちたいと思います。ここでは、原子力委員会としての核燃料サイクル政策に対する姿勢を、まとめの形で述べたいと思います。

原子力委員会では、エネルギーの安定供給と環境保全の観点から、国内における核燃料サイクルを確立することを我が国の長期的な原子力政策の基本と考え、原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画の中でその重要性を訴えてきました。また、個別具体的な方策については、基本政策に基づきつつも、社会情勢の変化や技術の進展に従って柔軟に対応してきました。

例えば、現実の再処理工場の処理能力や使用済燃料の発生量を考慮して、一部の使用済燃料については中間貯蔵後に再処理する方針をとっています。これにより使用済燃料が再処理される時期をより広い幅で調整することが可能となり、核燃料サイクル全体が柔軟性

¹² 参考資料2 - 16及び3 - 10を参照。

を持てるようになりました。

核燃料サイクルについては、経済性などの課題に取り組む必要がありますが、原子力委員会としては、基本政策と克服すべき課題とを峻別し、核燃料サイクルを行うか、行わないかという二者択一の観点で物事を考えるのではなく、原子力発電から使用済燃料の再処理までを含めて核燃料サイクル政策を実現していくことの妥当性の確認を行う一方で、実現のためにどのような方策を講じていけばよいか、政策策定のプロセスに、多くの方々の考えを反映させながら柔軟性を持った姿勢で取り組んでいきたいと考えております。

将来においては、我が国のエネルギー供給構造の脆弱性の克服、地球温暖化対策の確立、国民の価値観の変化などの状況の変化を見つつ原子力政策の不断の評価を行い、政策立案に反映していく必要があると考えます。

現在のところは、エネルギー安全保障や環境適合性の観点から、原子力発電はもとより、核燃料サイクルについても、我が国にとって実現するに足る魅力と妥当性を有しているものであると認識しております。核燃料サイクルの意義と課題を総合的に評価すると、安全確保、情報公開、国民との相互理解を大前提に、核燃料サイク

ルを原子力の基本政策として進めていくものと考えます。

そのため、その第一歩であるプルサーマルを含めた軽水炉サイクルについて、その実現に向け、地域のご理解のもと着実に取り組んでいきます。また、高速増殖炉については、実用化された場合にはウランの利用効率が飛躍的に向上し、エネルギー資源の枯渇を遠い将来に引き延ばすことが期待され、中長期的なエネルギー安全保障の観点からは大きな意味があり、我が国として研究開発を進めていくべきものと考えます。特に、「もんじゅ」については、我が国における高速増殖炉の研究開発の中核であって、国際的にも早期の運転再開が期待されており、安全確保を十分に行った上で、国民の理解を得つつプロジェクトの達成目標を明確にして、真摯に取り組んでいきます。

[用語解説]

- i 確認可採年数：資源の所在が明らかで、現在の技術で採掘でき、その採掘が経済的に見合うという条件を満たす埋蔵量を、確認可採埋蔵量といいます。ある年の確認可採埋蔵量を、その年の生産量で割った値を確認可採年数といい、現状のままの生産量で、あと何年生産が可能であるかを表します。
- ii バックエンド：核燃料サイクル上の燃料の流れは、原子炉を中心に考えると前段（フロントエンド）と後段（バックエンド）にわけられ、その後段の工程を指します。すなわち、軽水炉の核燃料サイクルの例について言えば、使用済燃料の冷却・再処理、回収ウラン及びプルトニウムの再加工の各工程とそれらの工程の間に必要となる輸送工程、さらにはそれらの各工程から発生する廃棄物の処理処分のことを言います。なお、使用済燃料をそのままの形で処分あるいは保管する場合も、バックエンドといいます。
- iii 核分裂生成物：ウラン、プルトニウムの核分裂に伴って生じた核種及びその一連の放射性崩壊で生じる核種のことで、原子炉内で核燃料物質として利用することはできません。その大部分は放射性物質で、それらの半減期は、大半のものについては数十年以下ですが、長寿命のものも含まれ、中には数百万年に及ぶものまであります。
- iv ガラス固化体：高レベル廃液をガラスの材料とともに溶かして、キャニスタというステンレス製の容器に入れて固めたものです。
- v 概要調査地区：ボーリング等により最終処分施設を設置しようとする地層が長期間にわたって安定しているかどうかなどを調査する対象の地区。
- vi T R U核種（Trans Uranium、超ウラン核種）：原子番号がウランよりも大きい元素で、ネプツニウム、プルトニウム、アメリシウム、キュリウムなどをTRU核種とよびます。また、同じ元素でも、その質量によって放射能の半減期等の性質が異なります。このように質量を併記した元素を核種といいます。
- vii 半減期：放射性物質の原子は放射線を出すことにより安定した状態に変化します。このため放射性物質の量は時間が経つとともに減少します。この放射性物質の量が半分になるまでの時間を半減期といいます。
- viii 直接処分：使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。
- ix 保障措置：核物質の平和利用を保障するための措置で、国際原子力機関（IAEA）による国際保障措置と政府による国内保障措置にわけられます。我が国は、核不拡散条約に基づいてIAEAとの間に保障措置協定を結び、国内のすべての核物質に対してIAEAの国際保障措置を受けることにしています。

^x IAEA追加議定書：イラクによる秘密裏の核兵器開発計画の発覚等を契機として、IAEA保障措置の実効性を強化し及びその効率を改善することにより核兵器の不拡散体制を強化するための協定です。IAEAに提供する情報の拡充、IAEAによる補完的なアクセス等について規定しています。我が国では、1999年12月に発効しました。

^{xi} 核物質防護：核物質の盗難や不法な移転、または原子力施設が破壊されて核物質が散逸すること等を物理的に防護することです。国際的には核物質防護条約、国内的には原子炉等規制法等に従って実施されます。

参考資料 核燃料サイクルについての疑問と考え方

(原子力の必要性について)

1 - 1 世界や日本のエネルギーの将来像をどのように考えていますか。

1 - 2 将来のエネルギー需要に対応するには、どのような手段がよいと考えていますか。

1 - 3 エネルギー安全保障の確保のために、日本のエネルギー自給率をどのように考えているのですか。原子力の役割をどのように考えていますか。

1 - 4 地球温暖化を防止するためにどのような政策手段を考えていますか。

1 - 5 持続的発展のために、風力発電、太陽光発電といった新エネルギー（いわゆる再生可能エネルギー）は基幹電源として、原子力の代替手段となりうると考えているのですか。

1 - 6 原子力発電が二酸化炭素削減の手法として認められないことは、国際的な合意ではないでしょうか。

1 - 7 ドイツでは、90年代に原子力発電を増設せず、風力発電を増やすことで、二酸化炭素を20%も削減したのではないのでしょうか。

1 - 8 原子力発電から排出される放射性廃棄物の明示と、その処分の進捗状況を示すべきではないでしょうか。

1 - 9 火力発電、太陽光発電、風力発電などのエネルギー源と比較して、原子力はどのようにして優位なのですか。

1 - 10 電力自由化が進む中で、原子力発電の位置付けが疑問視されていますが、その位置付けをどのように考えますか。

(プルサーマル)

2 - 1 核燃料サイクルにおいて、プルサーマルをどのように位置付けますか。

2 - 2 使用済燃料の長期的な貯蔵を選択し、画期的な処分技術若しくは再処理技術が確立するまで、処分等を凍結すべきではないでしょうか（再処理を急ぐ必要はあるのでしょうか。）

2 - 3 既存の軽水炉で原子力の意義は十分確保されているので、核燃料サイクルを切り分けて考えるべきではないでしょうか。

2 - 4 プルサーマルは直接処分と比較して経済性がないと考えます。直接処分を選択するべきではないでしょうか。

2 - 5 バックエンド・コスト（再処理、処分、廃止などに係る費用）を更に精査することとなっているのに、それを待たずに、プルサーマルを進めるのですか。

2 - 6 プルサーマルは資源の有効利用に資するとのことですが、どの程度効率的になると考えますか。

2 - 7 ウランの利用効率が10%上昇する程度ならば、なぜプルサーマルを選択するのですか。直接処分でもいいのではないのでしょうか。

2 - 8 プルサーマルは軽水炉と比較して安全性が低下するという情報がありますが、安全性についてどのように考えますか。

2 - 9 使用済燃料から、どのような高レベル放射性廃棄物ができるのか示すべきではないのですか。

2 - 10 プルサーマルを選択することで、放射性廃棄物の処分の負担を減らすことができるのか示すべきではないのですか。

2 - 11 プルサーマルにより発生する使用済燃料の取り扱いを示すべきではないのですか。

2 - 12 プルサーマルを選択することで、核拡散抵抗性（プルトニウムなどが核兵器に転用されることを防止する能力）が低下するのですか。

2 - 13 プルサーマルを選択することで、利用目的のないプルトニウムをもたないと言う原則は担保されるのですか。

2 - 1 4 我が国の発電所の使用済燃料から回収されたプルトニウムを英仏に保有し、国内においてMOX燃料の使用先が確定しない段階で、なぜ六ヶ所再処理工場の稼働を急ぐのでしょうか。現在の状況で、いわゆるプルトニウム・バランスがとれるのですか。

2 - 1 5 これまでに、諸外国等でプルサーマルを実施した実績があるとのことですが、現在はどのようにでしょうか。また、各国の再処理工場は安全に動いているのでしょうか。

2 - 1 6 直接処分とプルサーマルとを比較して、どちらの選択が望ましいと考えますか。この点について、立ち止まって比較しているのですか。

（高速増殖炉）

3 - 1 核燃料サイクルにおいて、高速増殖炉をどのように位置付けますか。

3 - 2 高速増殖原型炉「もんじゅ」は高速増殖炉サイクルの中でどのような位置付けですか。

3 - 3 「もんじゅ」は、早急かつ冷静に費用便益分析を行って、中止を含めて決断すべきではないでしょうか。

3 - 4 「もんじゅ」高裁判決は、「もんじゅ」の安全性を否定していますが、高速増殖炉は本当に安全だと考えていますか。

3 - 5 ナトリウムは水と反応しやすく、取扱いが難しいと思われるのに何故ナトリウム炉の研究開発を続けるのですか。

3 - 6 「もんじゅ」高裁判決により、「もんじゅ」の再起動が遅れると思われますが、今後の開発スケジュール、導入のタイミングをどのように考えていますか。

3 - 7 高速増殖炉によってどの程度ウランの利用効率が上がると考えますか。確かに、高速増殖炉は原子力に莫大な供給力を与えると思いますが、海水ウランや核融合などがあるので、プルトニウム利用にこだわる必要はあるのでしょうか。

3 - 8 高速増殖炉を選択することで、高レベル放射性廃棄物の量を減らすことができると考えますか。

3 - 9 諸外国においては、高速増殖炉の研究を中断していますが、我が国はなぜ研究を進めるのでしょうか。また、諸外国においては、高速増殖炉の導入実績はあるのですか。

3 - 10 直接処分と高速増殖炉サイクルとを比較して、どちらの選択が望ましいと考えるのですか。

(終わりに)

4 - 1 原子力委員会は、核燃料サイクル政策を総合的かつ複眼的に議論し、今回のペーパーをまとめたのですか。

(原子力の必要性について)

1 - 1 世界や日本のエネルギーの将来像をどのように考えていますか。

我が国は、二度にわたる石油危機の経験から省エネルギーに努めるとともに代替エネルギーの開発・導入に努めて参りました。しかしながら、ライフスタイルの変化を背景に、エネルギー需要は、民生・運輸部門を中心に一貫して増加しています。第一次石油危機の起きた1973年度と2000年度のエネルギー需要を比較すると、産業部門が6%増に留まっているのに対して、民生部門では、家庭用が126%増、オフィス、商店などの業務用が89%増、運輸部門が109%増と極めて高くなっています。

また、1971年と97年の世界全体のエネルギー消費を比較すると、途上国等が145%増、先進国でも41%増となるなど、我が国と同様に極めて高い需要の伸びを示していました。

また、今後のエネルギー需要については、我が国においては、省エネルギー努力などを見込んだ上で、1999年度の402石油換算百万k lを2010年度においては、同400百万k lとすることを目標としています(総合資源エネルギー調査会「今後のエネルギー政策について」)。他方、世界全体の需要の伸びをみると、経済

成長の著しいアジア諸国を中心にエネルギー需要が急激に伸びております。1997年と2010年の一次エネルギー需要をみるとOECD諸国は16%増であるのに対し、途上国等は47%増と極めて高い伸びが予測され、世界全体で30%増になると予想されます。今後、エネルギー自給率が極めて低い我が国を巡るエネルギー環境は、大変厳しくなると考えられます。

図1-1-1 日本の最終エネルギー消費の推移と見通し（部門別）

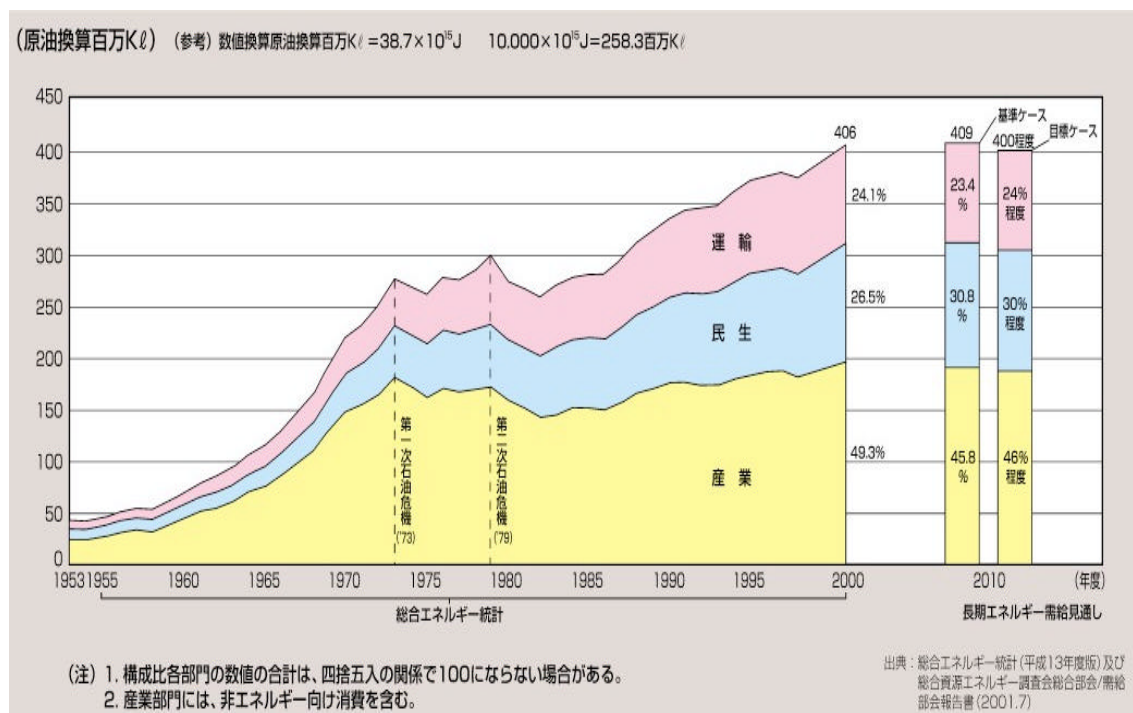
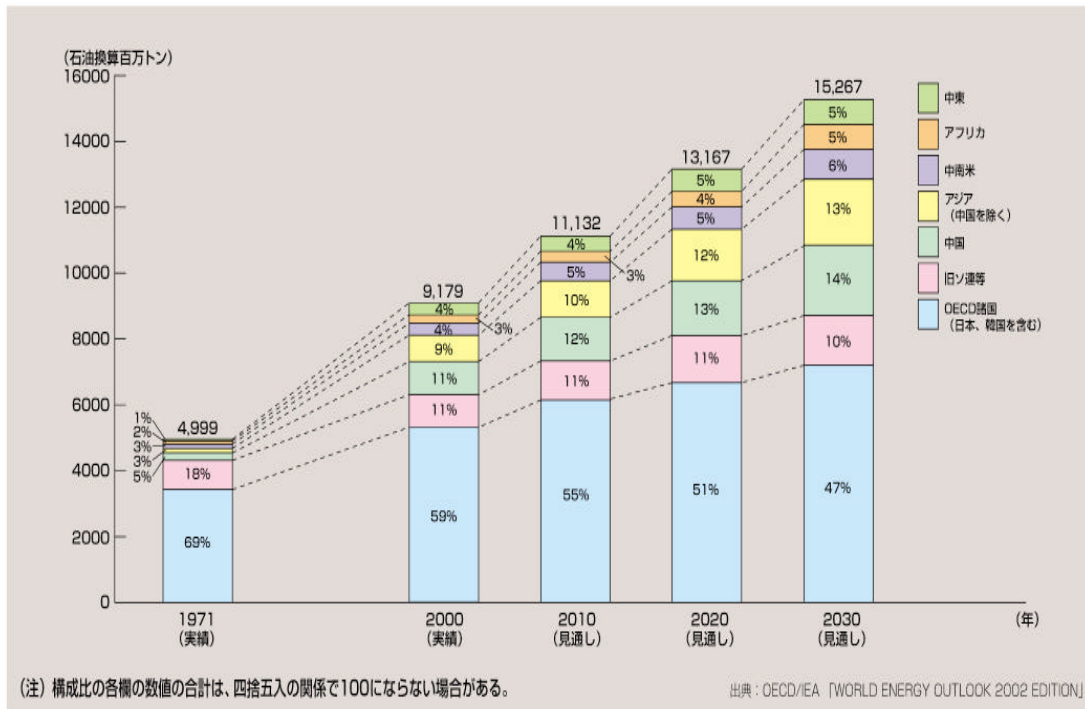


図 1 - 1 - 2 世界のエネルギー消費の推移と見通し

世界のエネルギー消費の推移と見通し（地域別）



1 - 2 将来のエネルギー需要に対応するには、どのような手段がよいと考えていますか。

2030年までの世界全体のエネルギー需要は、アジア諸国の経済成長などによって、2000年に比べて約66%伸びるものと見込まれています。現在の消費量と確認されている埋蔵量を前提とした確認可採年数¹は、石油で約40年、天然ガスで約60年、石炭で約200年となっておりますが、今後エネルギー需要が予測通りに伸びれば、石油、天然ガスは、近い将来、需給が逼迫し、枯渇する恐れもあります。

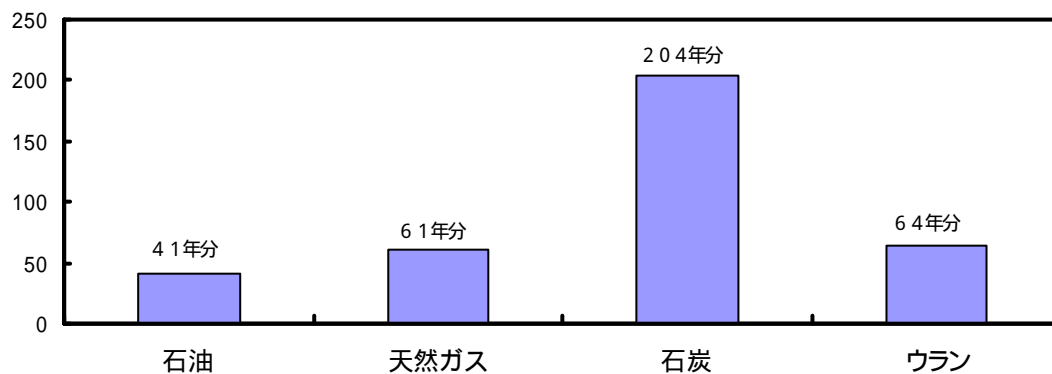
しかしながら、我が国のエネルギー自給率は4%であり、供給安定性の高い原子力を含めても20%にすぎません。特に一次エネルギーにおける石油依存度は、49%（2001年度）と先進各国の中で最も高くなっています。このような状況の下では、今後、我が国を巡るエネルギー状況は厳しくなっていくのではないかと考えられます。

我が国におけるエネルギーの安定供給を確保するためには、供給

¹ 確認可採年数：資源の所在が明らかで、現在の技術で採掘でき、その採掘が経済的に見合うという条件を満たす埋蔵量を、確認可採埋蔵量といいます。ある年の確認可採埋蔵量を、その年の生産量で割った値を確認可採年数といい、現状のままの生産量で、あと何年生産が可能であるかを表します。

安定性の高い原子力発電の利用を引き続き図ることが必要があると考えます。また、地球温暖化防止を図ることも重要な政策課題であり、原子力発電のように、化石燃料とは異なり発電過程で二酸化炭素を排出しないエネルギー源の利用を更に進める必要があります。

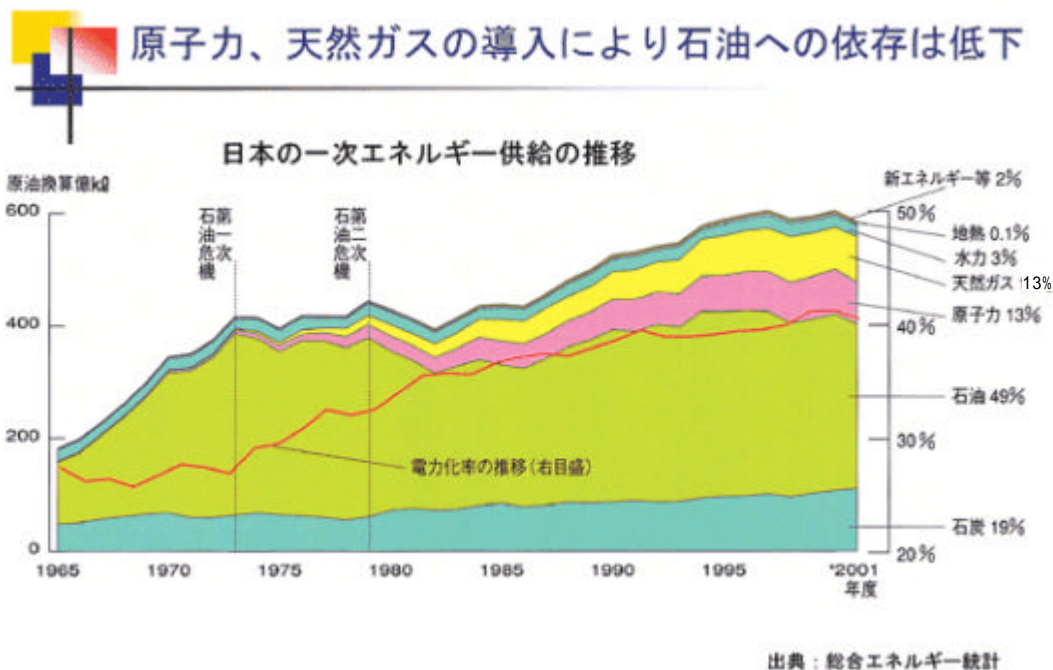
図 1 - 2 - 1 世界のエネルギー資源の可採年数



出典：B P 統計2002及びURANIUM 1999 Resources, Production and Demand, OECD-NEA/IAEA

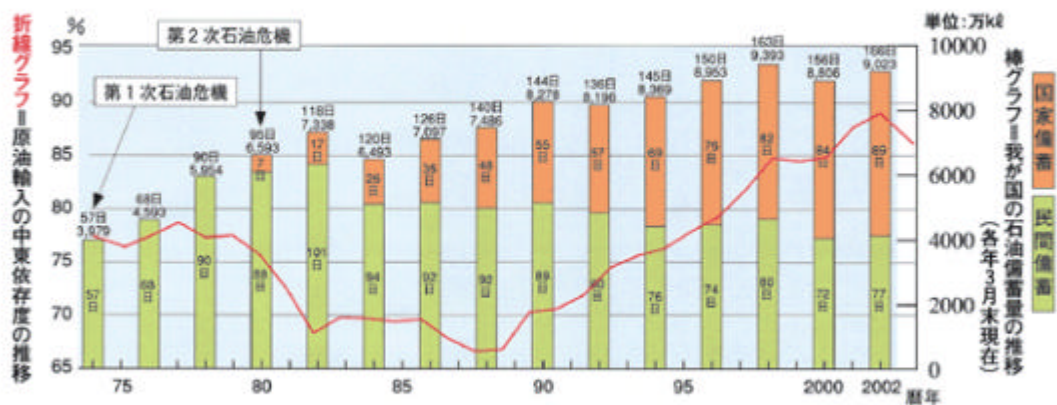
可採年数とは、確認されている埋蔵量を2000年の生産量で割った数値。ただし、ウランについては貯蔵が容易で毎年の生産量と需要量が一致しないため、1999年の需要量で割った値。
需要逼迫により価格水準が高騰すれば、開発によって確認される埋蔵量が大きくなる可能性がある。（天然ガスにおいてその可能性は高いと言われている）

図 1 - 2 - 2 各地域の石油依存率と石油の中東依存率



石油備蓄は増えたが、中東への依存度が再び上昇中

原油輸入の中東依存度(折線)と、石油備蓄量(棒グラフ)の推移



(注)：1. 備蓄量は製品換算、備蓄日数は石油備蓄法方式
2. 合計の備蓄日数については、四捨五入のため積上げ日数と合わない場合がある

出典：「エネルギー生産・需要統計」及び資源エネルギー庁

1 - 3 エネルギー安全保障の確保のために、日本のエネルギー自給率をどのように考えているのですか。原子力の役割をどのように考えていますか。

1999年の我が国のエネルギー自給率は、水力、地熱などによりわずか4%にとどまっており、供給安定性（備蓄が容易であり、資源が政情の安定している国に分散していること）の高い原子力を加えても、20%に過ぎません。これは、ドイツの26%（原子力を含めて39%）、フランスの10%（同50%）、アメリカの65%（同74%）、イギリスの112%（同123%）と比較して、極めて低い状況にあります。

また、西欧諸国においては、国境を超えた送電網、ガスパイプラインが存在し、電力、天然ガスの輸出入が盛んに行われています。例えば、フランスは、総発電量の14%（2000年）をドイツ、イタリア、スイス、イギリス等に輸出し、1%を輸入しています。フランスの総発電量の77%は原子力発電によるもので、脱原発を志向する国にも電力を輸出しています。

一方、我が国は島国であり、国際的な送電網、ガスパイプラインは存在しないので、近隣諸国とエネルギーの輸出入を行うことができません。さらに、2001年度における我が国の一次エネルギー

消費に占める石油依存率は49%であり、2002年の輸入原油における中東依存率は86%と、先進各国と比べて高くなっています。

このような状況において、原子力は、(1)カナダ、オーストラリアなど資源供給国の政情が安定していること、(2)燃料のエネルギー密度が高く備蓄が容易で、発電過程及び燃料加工過程において事実上の備蓄効果が期待できることといった理由から不意の燃料供給の削減や中断が生じにくく、その影響が軽減しやすいといった長所があります。特に石油と比較した場合に、我が国の石油の備蓄量が170日分程度であるのに対し、原子力発電については、原子炉については約1年間に1度だけしか燃料を交換する必要がなく、また、燃料加工工程では保守的に見積もっても約2年分程度の備蓄性があると評価されます。また、発電原価に占める燃料費の割合が約3割と小さいため、燃料価格の高騰による発電原価への影響も限られたものとなります。このように原子力は、短期的なエネルギー安全保障からみて優れた特性を有しています。

さらに、中長期的な観点では、原子力は、(1)使用済燃料を再処理することで、ウラン、プルトニウムの回収、利用を図ることにより資源の有効利用が可能であること、(2)高速増殖炉の開発によってウラン資源の利用効率をさらに高める可能性があることなどの理由から、資源枯渇を遠い将来に引き伸ばすことが期待できる可能性

を有した技術であり、中長期的エネルギー安全保障に寄与することが期待されています。実際、我が国では原子力発電により輸入原油量の3割を節約していると評価されています。

原子力のこれらの特性はどの国においても当てはまるものですが、特に脆弱なエネルギー供給構造を有する我が国において、その役割は大きいものと考えています。

図1 - 3 - 1 主要国のエネルギー自給率

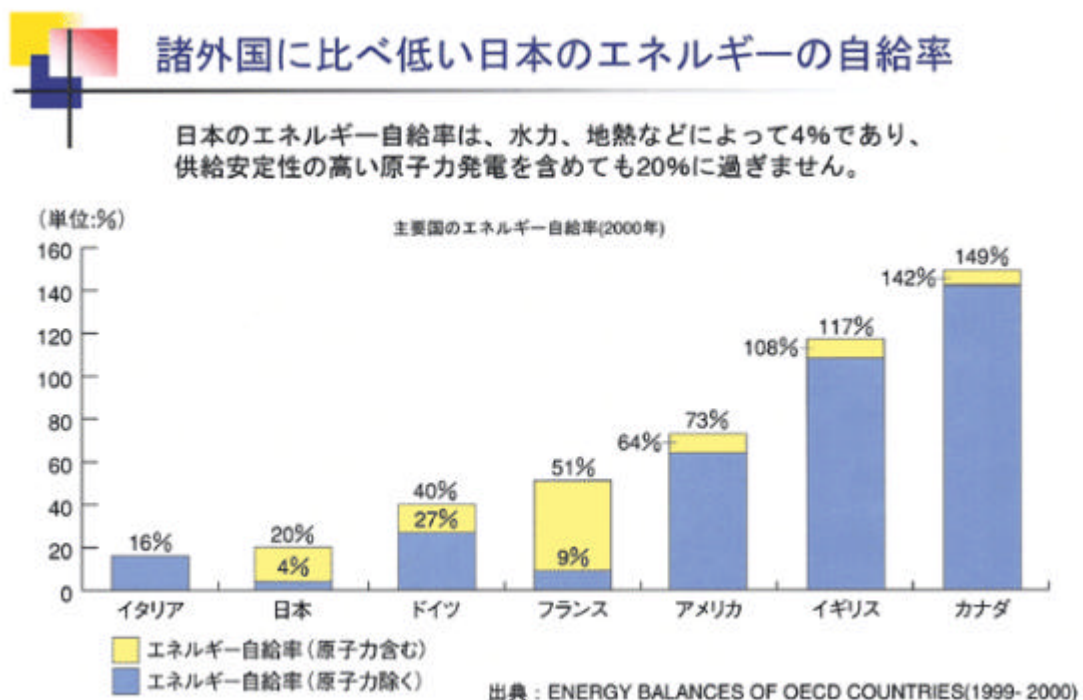
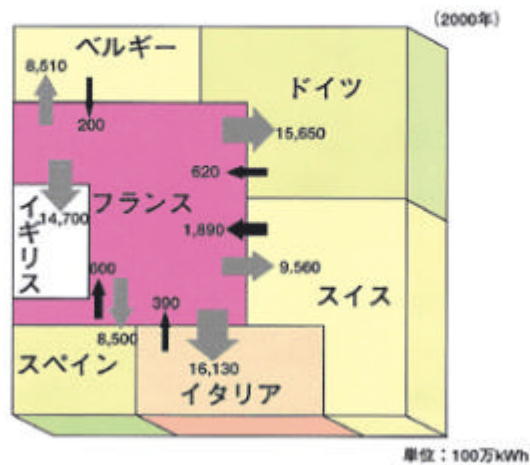


図 1 - 3 - 2 フランスにおける電力の輸出入



欧州では電力の輸出入が可能

国境を越えて送電線網が整備されている欧州では電力の輸出入が行われています。
仏国は発電電力量の約 14 % (2000年) を隣国に輸出しています。



出典：ELECTRICITY INFORMATION 2002(OECD/IEA)

1 - 4 地球温暖化を防止するためにどのような政策手段を考えていますか。

二酸化炭素などの温室効果ガスは、地表から放出される熱が宇宙空間に放散されることを妨げる効果があります。大気中の温室効果ガスの濃度が上昇することにより、1990年から2100年までの地球の平均気温は、1.4 ~ 5.8 程度上昇すると予測されています。その結果、南極の氷が溶けて海面が上昇し、多くの島々が水没することや、異常気象や気候変動による洪水や干ばつの多発、植生変化による農作物収穫への影響などが心配されています。

そのため、1994年に発効した気候変動枠組み条約は、大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させることを目的に、温室効果ガスの排出量を削減することとしています。

温室効果ガスの排出量を削減するため、気候変動枠組み条約に基づいて、1997年に採択された京都議定書においては、2008年から2012年までの第1約束期間において二酸化炭素を含む温室効果ガスの排出量を、1990年の水準と比較して、先進国全体で少なくとも5%削減することとされました。各国別の削減目標は、日本が6%、アメリカが7%、欧州が8%などとなっています。

このように、我が国の温室効果ガスの削減約束は6%となってお

ります。そのうち、エネルギーについては、総合資源エネルギー調査会報告書「今後のエネルギー政策について」（２００１年）の基準ケース²においては、２０１０年度までにエネルギー需要が増加する（９０年度比で１７％増）ことが見通されており、２０１０年度のエネルギー起源の二酸化炭素の排出量を１９９０年度と同じ水準に抑制とすることを目標としております。２００１年度のエネルギー起源の二酸化炭素排出量は、９０年度比約６％増となっていますが、現行対策のままだでは、２０１０年度におけるエネルギー起源の二酸化炭素の排出量は２０００万トン増となると見込まれ、省エネルギー対策、新エネルギー対策の一層の強化が必要です。

このため、新エネルギー対策としては、１９９９年度比で太陽光発電が約２３倍（原油換算で１１３万ｋｌ増）、風力発電が約３８倍（原油換算で１３１万ｋｌ増）など新エネルギー全体で約３倍（原油換算で１２１７万ｋｌ増）とすることを目標としております。省エネルギー対策についても、アイドリングストップ車の導入促進、待機時電力の削減、高効率機器の導入促進等の対策（原油換算５７００万ｋｌ分）を行うこととしております。

しかしながら、現行の新エネルギー、省エネルギー対策だけでは

² 基準ケースとは、報告書作成時点での政策枠組みを維持した場合の２０１０年度におけるエネルギー需給の姿

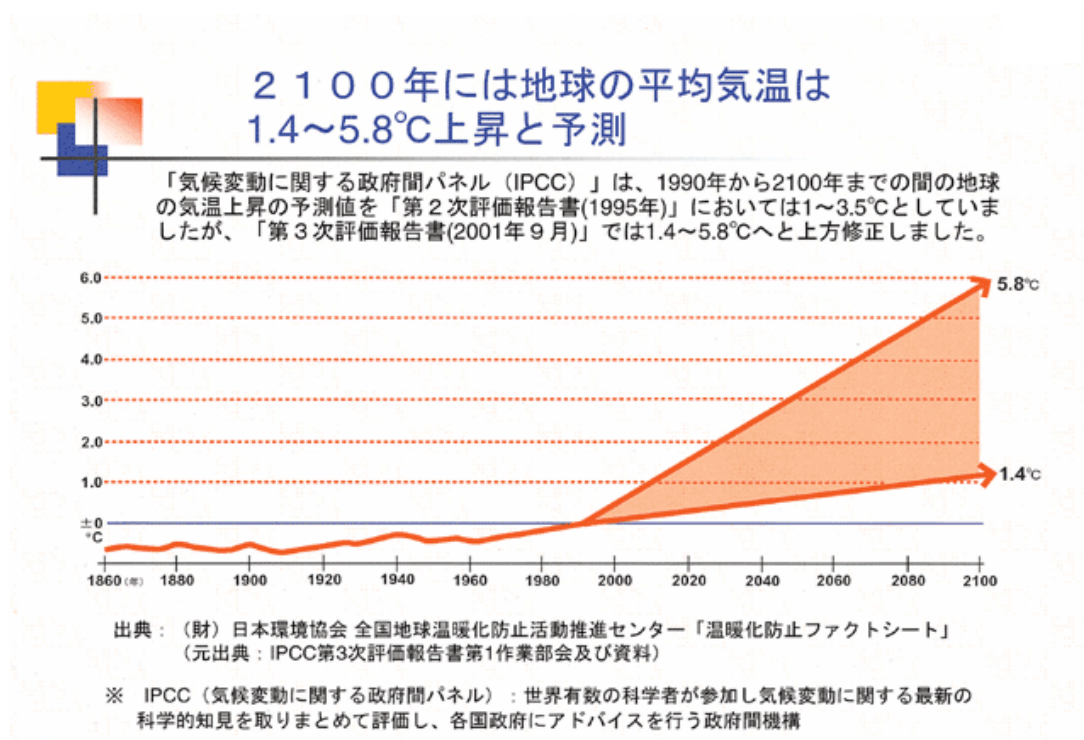
不十分であり、発電過程で二酸化炭素を放出しない原子力発電の寄与する余地が大きく、原子力発電の果たす役割は極めて重要です。

このため、発電分野においては、2010年度までの間に原子力発電電力量を、1999年度実績に比べ約3割増（原油換算で1800万k1増）、総供給に対する割合も12.4%から、15%程度まで引き上げることを見込んでおります。

さらに、気候変動枠組条約第2期約束期間においても、温室効果ガスの削減目標は更に強化されることも予想されており、原子力発電の果たす役割は変わらないものと思われます。

当然のことながら、原子力発電所の増設には、立地地域住民をはじめとする国民に対し、国、事業者が原子力における安全性を確保し、信頼を得ることが不可欠です。いかに温室効果ガス削減のためといっても、安全性を無視して原子力発電所の増設をすることはありえません。

図1 - 4 - 1 2100年における地球の平均気温予測



出典：経済産業省「エネルギー・日本国民会議 in 大阪（平成15年3月2日）」配布パンフレット

図1 - 4 - 2 京都議定書の概要

気候変動枠組条約第3回締約国会議の結果のポイント			
主要国の削減目標		対象となる温室効果ガス	
締約国	削減率		
日本	-6%	二酸化炭素 (CO ₂)	化石燃料の燃焼などに伴い排出 (我が国の温室効果ガスのほとんどを占める)
カナダ	-6%	メタン (CH ₄)	化石燃料の不完全燃焼、稲作や家畜の反すうなどから排出
アメリカ	-7%	亜酸化窒素 (N ₂ O)	化石燃料の燃焼などに伴い排出
EU	-8%	ハイドロフルオロカーボン (HFC)	エアコン、冷蔵庫などの冷媒、エアゾールの噴射剤などに使用 (いわゆる代替フロン)
オーストラリア	+8%	パーフルオロカーボン (PFC)	半導体製造などに使用 (いわゆる代替フロン)
ロシア	0%	六フッ化硫黄 (SF ₆)	電力用ガス絶縁開閉装置の絶縁ガスなどに使用

これらの削減目標には、吸収源の増進、排出量取引等による排出量の移転がカウントされます。

エネルギー起源のCO₂排出抑制に向けた取組

従来から積極的に取り組んでいる省エネルギー対策や、原子力、天然ガス等の導入等について一層の推進を図ることに加え、以下のような対策を講じていくことが必要。

<p>省エネルギー対策</p> <p>実行対策 (約5,000万kl(原油換算、以下同じ))に加え、乗用車を含む家庭や業務を中心に追加対策 (約700万kl) を実施。</p>	<p>新エネルギー対策</p> <p>1,810万klの新エネルギーを導入するべく、導入補助の拡大、技術開発等を実施。</p>	<p>燃料転換等</p> <p>上記の省エネルギー対策・新エネルギー対策を講じて、目標達成のためにはさらなるCO₂削減が必要であり、電力等の燃料転換等を実現することが必要。石炭火力発電所の高効率LNGコンバインドサイクル発電への転換、石炭等を燃料とする産業用ボイラー等における天然ガスへの燃料転換等の対策を実施。</p>
<p>原子力発電の着実な推進</p> <p>上記の対策の前提として、従来から取り組んでいる供給面での対策について一層推進していくことが必要。中でも原子力については、安全確保を大前提に、原子力発電所9〜12基の増設に向けて、引き続き積極的な導入促進が必要。そのためには、十分な情報提供、立地地域の振興により、国民の理解を得るよう一層の努力を行っていくことが必要。</p>		

温室効果ガス削減目標6%の内訳

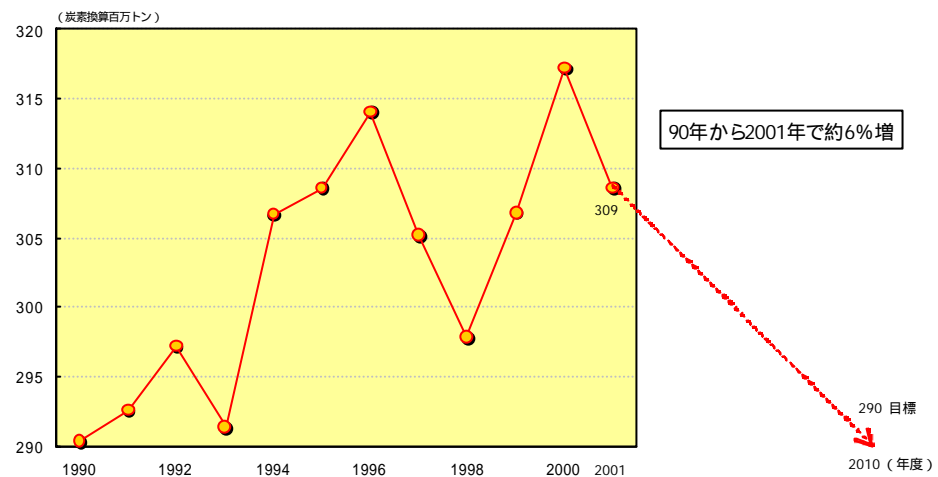
▲2.5%	<p>CO₂、メタン、亜酸化窒素の排出抑制</p> <p>内訳</p> <ul style="list-style-type: none"> 0% : エネルギー起源のCO₂排出抑制 (エネルギー供給面にわたる最大限の対策の積み上げ) ▲0.5% : メタン、亜酸化窒素等の排出抑制 ▲2.0% : 革新的技術開発や国民各層における更なる努力
▲3.9%	土地利用の変化と森林活動による吸収
+2.0%	代替フロン等 (HFC、PFC、SF ₆) の排出抑制
残り (▲1.6%)	共同実施、排出量取引などの活用

出典：資源エネルギー庁「考えよう、日本のエネルギー（2002.11）」

図1 - 4 - 3 エネルギー消費に伴う二酸化炭素の排出量の推移と目標

エネルギー起源のCO₂排出量の推移と見通し

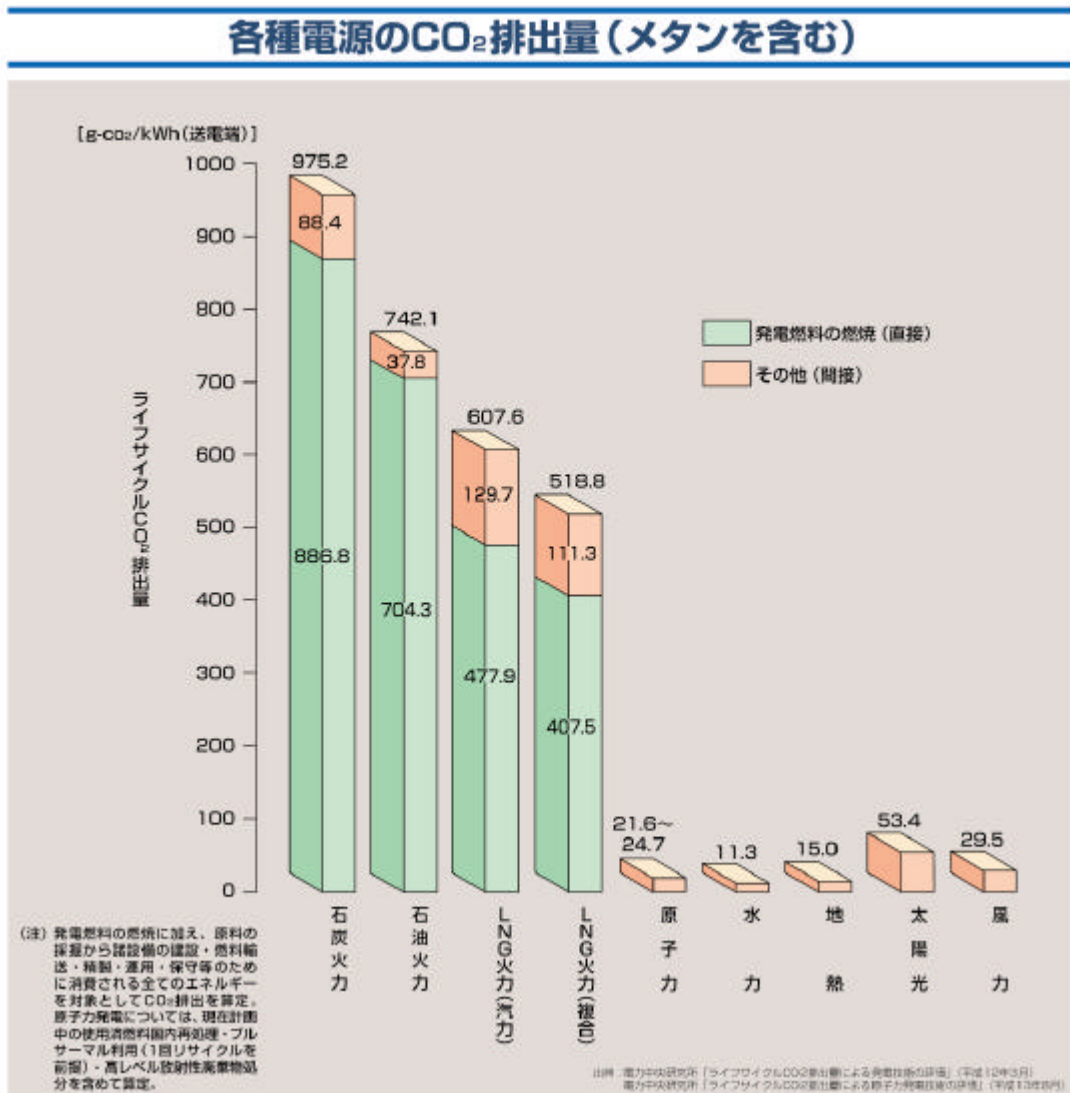
2010年までにエネルギー起源のCO₂の排出量を1990年と同水準とする目標に対して、原子力、新エネルギー、省エネルギーなどの対策によって達成することを目指しています。



総合資源エネルギー調査会答申、2001年度におけるエネルギー需給実績（確報）について

出典：資源エネルギー庁「日本のエネルギー 2003」（2003.07）」

図1 - 4 - 4 各種電源の発電量当たりの二酸化炭素排出量
(メタンを含む)



出典: 資源エネルギー庁「考えよう、日本のエネルギー (2002.11)」

図1 - 4 - 5 新エネルギー導入実績と目標

新エネルギー導入実績と新たな導入目標及びその達成に向けた考え方

(1) 供給サイドの新エネルギー

(単位：原注換算量〈発電設備容量〉)

エネルギー分野	2000年度実績	2010年度見通し／目標		2010/2000	導入目標の達成に向けた考え方
		現行計画維持ケース	目標ケース		
●太陽光発電	8.1万kℓ (33.0万kW)	62万kℓ (254万kW)	118万kℓ (482万kW)	約15倍	早期の市場自立化を図るべく、技術開発、及び導入補助による量産効果を通じたコスト低減を推進。
●太陽熱利用	89万kℓ	72万kℓ	439万kℓ	約5倍	先進的、或いは高度なシステムの導入支援によるコスト低減を推進。
●風力発電	5.9万kℓ (14.4万kW)	32万kℓ (78万kW)	134万kℓ (300万kW)	約23倍	更なる導入促進を図るべく、先進的設備やモデル的な事業に対する助成措置に加え、安定化及び継続対策を検討。
●廃棄物発電	115万kℓ (103万kW)	208万kℓ (175万kW)	552万kℓ (417万kW)	約5倍	技術開発の推進、及びモデル的な事業に対する支援を継続。
●廃棄物熱利用	4.5万kℓ	4.4万kℓ	14万kℓ	約3倍	地方公共団体、民間事業者が実施するモデル的な事業に対する支援を継続。
●バイオマス発電	4.7万kℓ (6.9万kW)	13万kℓ (16万kW)	34万kℓ (33万kW)	約7倍	新たな新エネルギーとして期待されることから、新エネルギーとして明確に位置づけ、技術開発・実証試験を行うことで、経済性・有効性を見極めることに加えて、モデル的な事業に対する助成等を行う。
●バイオマス	—	—	67万kℓ	—	製紙・パルプ業における黒液・廃材のより一層の有効利用を期待。
●黒液・廃材等	490万kℓ	479万kℓ	494万kℓ	約1倍	技術開発の推進、及び未利用エネルギー活用事業者に対する支援の継続。雪氷冷熱に関する調査を実施。
●未利用エネルギー (雪氷熱を含む)	4.5万kℓ	9.3万kℓ	58万kℓ	約13倍	
合計（一次エネルギー総供給に占める割合）	722万kℓ (1.2%)	878万kℓ (1.4%)	1,910万kℓ (3%程度)	約3倍	

(2) 需要サイドの新エネルギー

エネルギー分野	2000年度実績	2010年度見通し／目標		2010/2000	導入目標の達成に向けた考え方
		現行計画維持ケース	目標ケース		
●クリーンエネルギー自動車 ^(※1)	8.2万台	89万台	348万台	約42倍	技術開発、及び導入補助による量産効果を通じたコスト低減を推進。また、燃料供給設備の整備等に資する支援を継続。
●天然ガスコージェネレーション ^(※2)	170万kW	344万kW	464万kW	約3倍	コスト低減、高効率化に向けた技術開発を推進し、また、先進的な設備やモデル的な事業に対する助成等を実施。
●燃料電池	1.2万kW	4万kW	220万kW	約183倍	リン酸形は、モデル的な事業に対する助成等を継続。固体高分子形は、技術開発を加速し、実証試験の実施、安全性等に関する基準等を整備。

(※1) 需要サイドの新エネルギーである電気自動車、燃料電池自動車、ハイブリッド自動車、天然ガス自動車、メタノール自動車、更にディーゼル代替LPガス自動車を含む。
(※2) 燃料電池によるものを含む。

(出典) 総合資源エネルギー調査会「新エネルギー部会報告書（平成13年6月）
2010年度見通し及び長期エネルギー計画」

出典：資源エネルギー庁「考えよう、日本のエネルギー（2002.11）」

図1 - 4 - 6 現行省エネルギー対策及び今後の省エネルギー対策の
概要

現行省エネルギー対策及び今後の省エネルギー対策の概要

部門	対 策 名	省エネルギー(原注換算)
産 業	《現行対策》	2,010万kl
	○経団連環境自主行動計画等に基づく措置	(両方の対策で)
	○中堅工場等における省エネルギー対策	2,010万kl
	《新規対策》	40万kl
	○高性能工業炉(中小企業分)	40万kl
小 計		2,050万kl
民 生	《現行対策》	1,400万kl
	○トップランナー規制による機器効率の改善	540万kl
	○住宅・建築物の省エネ性能の向上	860万kl
	《新規対策》	460万kl
	○トップランナー機器の拡大	120万kl
	○高効率機器の加速的普及	50万kl
	○待機時消費電力の削減	40万kl
	○家庭用ホームエネルギー・マネジメントシステム(HEMS)の普及	90万kl
	○事業用需要におけるエネルギー・マネジメントの推進	160万kl
小 計		1,860万kl

※なお、省エネルギーの目標ケースにおける家庭用燃料電池コージェネレーションの増分の省エネルギー効果は評価され約20万kl(参考値) (注)これらの省エネルギー対策については、省エネルギー総合推進法のほか、運輸政策推進法各条(21世紀初頭における経済的な交通政策の基本的取組)について(平成12年10月18日) 等を参照。

部門	対 策 名	省エネルギー(原注換算)
運 輸	《現行対策》	1,590万kl
	○トップランナー規制による機器効率の改善	540万kl
	○クリーンエネルギー自動車の普及促進	80万kl
	○交通システムにかかる省エネ対策(注)	970万kl
	《新規対策》	100万kl
分 野 横 断	○トップランナー基準適合車の加速的導入	50万kl
	○ハイブリッド自動車等車種の多様化等の推進	50万kl
	小 計	1,690万kl
	○技術開発	100万kl
	- 高性能ボイラー(産業関連技術)	40万kl
	- 高性能レーザー(産業関連技術)	10万kl
	- 高効率照明(民生関連技術)	50万kl
	- クリーンエネルギー自動車の高性能化(運輸関連技術)	—
	(注) ハイブリッド自動車等車種の多様化等の推進の内訳	
	小 計	100万kl
計	《現行対策》	5,000万kl
	《新規対策》	700万kl
合 計		5,700万kl

出 典：「総合省エネルギー調査会-省エネルギー総合推進法」(平成13年6月)

※なお、新エネルギーの目標ケースにおける家庭用燃料電池コージェネレーションの増分の省エネ効果は評価されず約20万kl(参考値)。(注)これらの省エネエネルギー対策については、省エネルギー総合報告書のほか、運輸政策審議会答申「21世紀初頭における総合的な交通政策の基本的観点について(平成12年10月18日)」等を参照。

出典：「総合資源エネルギー調査会・省エネルギー部会報告書」(平成13年6月)

出典：資源エネルギー庁「考えよう、日本のエネルギー (2002.11)」

1 - 5 持続的発展のために、風力発電、太陽光発電といった新エネルギー（いわゆる再生可能エネルギー）は基幹電源として、原子力の代替手段となりうると考えているのですか。

原子力発電以外にも、発電過程で二酸化炭素を排出しない発電方法があります。従来からの水力発電、地熱発電に加え、近年、太陽光発電、風力発電が注目を集めています。

太陽光発電の1999年度における実績は原油換算で5.3万k1ですが、これを2010年度には118万k1（約23倍）に引き上げることを目標としております。同様に、風力発電においても、3.5万k1から134万k1（約38倍）まで引き上げることを目標としております。このため、2003年度の新エネルギー対策に1,568億円の予算を計上しており、前年度比8.2%と極めて高い伸びを示しています。なお、立地対策を含めた、2003年度の原子力関係予算は4,593億円となっていますが、前年度比1.5%減となっています。また、省エネルギー対策にも1,346億円が計上されており、前年度比2.6%増となっています。

しかしながら、太陽光発電、風力発電によって100万kWの原子力発電所1基で1年間に得られる電力量を生み出そうとすると、太陽光発電で、山手線の内側の面積が必要であり、風力発電ではその

3.5 倍の面積が必要となります。さらに、発電コストを比較すると、2001 年の試算では、原子力発電が 5.9 円 / kWh であるのに対し、太陽光発電で 46 ~ 66 円 / kWh、風力発電で 10 ~ 14 円 / kWh と推測されます。風力発電でも、原子力発電の 1.7 倍 ~ 2.4 倍となっており、今後の技術進歩によりコストダウンが図られると思いますが、現段階ではまだまだ経済性があるとは言えません。

さらに、発電量そのものが天候などに左右され電力の安定供給が難しいため、原子力発電に代わって基幹電源となることは、当面極めて困難です。しかしながら、分散型エネルギーとしての特徴を活かして、太陽光発電や風力発電の一層の導入を図るため、これからも低価格な機器の開発などに取り組んでいくことが必要です。総合資源エネルギー調査会の「今後のエネルギー政策について」においては、1999 年度の段階で一次エネルギーの 0.01 % を占める風力発電及び太陽光発電を、2010 年には 0.4 % にすることを目標にしております。

また、燃料電池が自動車のエネルギー源や分散型電源として期待され、その開発普及に積極的に取り組んでいく必要がありますが、水素供給体制の確立など社会基盤の整備が重要な課題となっています。

図1 - 5 - 1 太陽光発電と風力発電のコスト比較

新エネルギーの現状(太陽光・風力)

	太 陽 光	風 力
(※) 発電コスト	[住宅用] ・ 平均値：66円/kWh [非住宅用] ・ 平均値：73円/kWh	[大規模] ・ 10～14円/kWh [中小規模] ・ 18～24円/kWh
(※※) スペース	100万kW級原子力発電所1基分を代替する場合に必要な面積	
	[業務用] ・ 約67km ² (琵琶湖の面積の1/10) [住宅用] ・ 190万世帯 (福岡県の全世帯数と同程度)	・ 約248km ² (琵琶湖の面積の1/3)
(※※) 設備利用率	・ 12%	・ 20%

出典：総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会報告書(2001年6月)※
 資源エネルギー庁「核燃料サイクルのエネルギー政策上の必要性」(2002年3月) ※※

1 - 6 原子力発電が二酸化炭素削減の手法として認められないことは、国際的な合意ではないでしょうか。

2001年の国連気候変動枠組条約第6回締約国会議（COP6）において、「共同実施³、CDM⁴のうち、原子力により生じた排出枠を目標達成に利用することは控える」ということが合意されております。この合意は、例えば、我が国が原子力を技術移転することにより途上国等において生じた排出枠を我が国のために利用することはできないということです。

しかしながら、本合意によって、国内の二酸化炭素削減対策として、原子力発電を利用することや原子力発電の有効性が否定されたわけではありません。原子力発電については、資源の採掘、発電所の建設、燃料としての利用など全てを勘案した場合に、二酸化炭素排出量は、 $21.6 \sim 24.7 \text{ g-CO}_2 / \text{kWh}$ と試算され、極

³ 共同実施（Joint Implementation、JI）：京都議定書において、国際的に協調して数値目標を達成するための制度として導入された仕組み（京都メカニズム）の一つです。温室効果ガス排出削減等につながる事業を、削減目標を有する先進国間で実施するもので、その事業が実施されたホスト国で生じる削減量の全部又は一部に相当する量の排出枠を、その事業に投資した国がホスト国から獲得し、その事業に投資した国の削減目標の達成に利用することができる制度です。

⁴ CDM（Clean Development Mechanism、クリーン開発メカニズム）：京都メカニズムの一つです。開発途上国において実施された温室効果ガスの排出削減等につながる事業により生じる削減量の全部又は一部に相当する量を排出枠として獲得し、その事業に投資した国の削減目標の達成に利用することができる制度で、その事業が実施された途上国にとっても、自国に対する技術移転と投資の機会が増し、その持続可能な発展に資するものです。

めて小さいものとなっています。これに対して、石炭火力は975 g - CO₂ / kWhで原子力の約40倍、石油火力は742 g - CO₂ / kWhで原子力の約30倍、LNG火力は608 g - CO₂ / kWhで原子力の約25倍と試算され、原子力と比べて極めて大きいものとなっています。

今般の東京電力（株）の不正問題により、東京電力（株）の原子力発電所17基を順次停止し、点検を行っているところでありますが、2002年8月から2003年3月までに、東京電力（株）が停止した原子力発電の代替電源として利用した火力発電所から排出された二酸化炭素の量は約2,000万トンと見込まれ、同期間における我が国全体の二酸化炭素排出量の約2%となると考えられています。仮に現在の原子力発電がなく、石油火力で代替していたとすれば、日本の原油輸入量は3割増加し、発電による二酸化炭素発生量は6割増えるという試算もあります。この事例などからも、原子力発電は二酸化炭素排出量削減に大いに貢献できるといえます。

我が国が京都議定書で合意した、温室効果ガスを2008年から2012年までの平均で1990年の水準と比較して6%削減するという目標を達成するために、2002年の「地球温暖化対策推進大綱」においては、2010年度までに原子力発電電力量を2000年度に比べ、約3割増とすることが必要であるとしております。

国際的な状況を見ても、アメリカにおいて、２００１年５月にまとめられた、国家エネルギー戦略においても、原子力発電は温室効果ガスを排出しない点を評価しており、それに基づく、「Nuclear Power 2010 Initiative」において、２０１０年までに原子力発電所を新設することを明示しています。また、欧州でも、フィンランドが２０１０年ごろまでに原子力発電所を運転開始するべく、計画を進めており、スイスにおいても、２００３年５月の国民投票において、脱原子力発議が否決されるなど、欧米において脱原子力からの転換の動きも見られ、今後も注目していきたいと考えます。

1 - 7 ドイツでは、90年代に原子力発電を増設せず、風力発電を増やすことで、二酸化炭素を20%も削減したのではないのでしょうか。

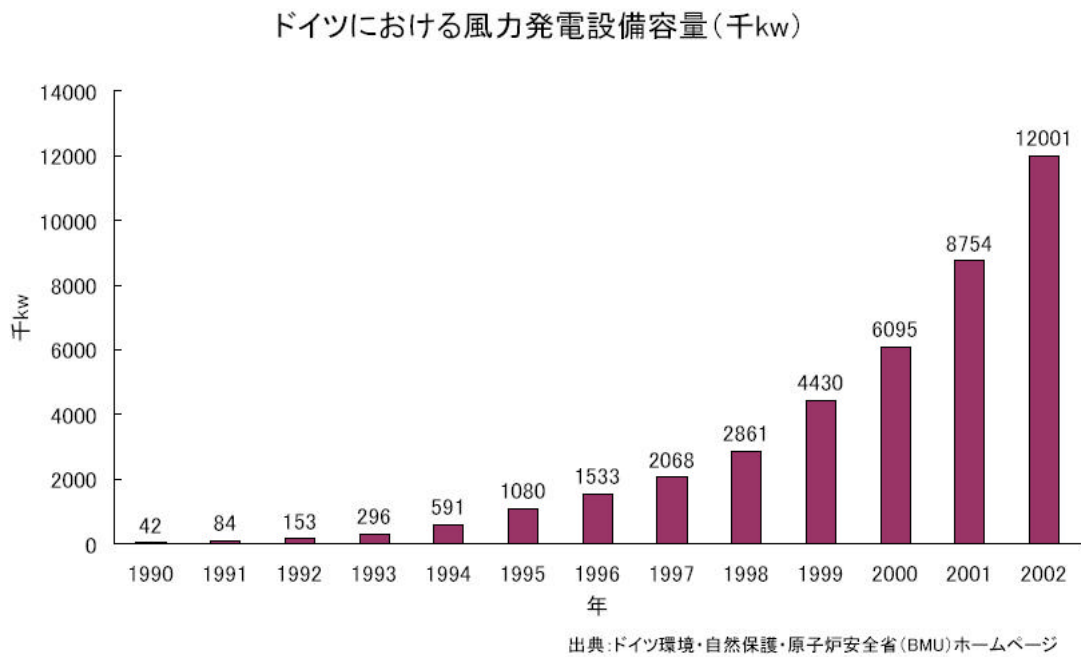
1997年の国連気候変動枠組条約第3回締約国会議（COP3）において、先進国及び経済移行国（ロシア、東欧などの旧社会主義国）の温室効果ガスの削減目標を定めた京都議定書が採択されました。これに基づき、EU全体では、1990年の水準と比較して、2008～2012年の平均で8%減とすることを目標にしました。この目標に基づきEUは、ドイツの削減目標を1990年の21%減とすることとしました。

ドイツにおいては、1990年の東西ドイツの統一に伴い、旧東ドイツの古く非効率な設備の更新が進み、また石炭から天然ガス等の低炭素燃料へのシフトが起きており、その結果、温室効果ガスの排出量は、2000年において既に90年比17.4%減となっています。

再生可能エネルギーの電力供給に対する寄与は小さいものに留まっていたましたが、近年、買取保証などによる政策支援により、風力発電は急速に拡大し、平均的な風が吹く年には、総電力需要の4.7%を賄うことができるといわれています。これに対し、原子力発

電の供給は、90年代を通じて、概ね横這いではありますが、総電力需要の30%を賄っています。

図1 - 7 - 1 ドイツの風力発電設備の推移



1 - 8 原子力発電から排出される放射性廃棄物の明示と、その処分の進捗状況を示すべきではないでしょうか。

原子力施設において発生する放射性廃棄物は、安全確保を前提に、廃棄物に含まれる放射性物質の種類、濃度等に応じ、適切に区分管理を行い、その区分に応じた合理的な処理処分を行うという基本的考え方が示されています。

原子力発電所の運転に伴って発生する放射性廃棄物については、放射能レベルの比較的低いものは、既に、青森県六ヶ所村の日本原燃（株）低レベル放射性廃棄物埋設センターにおいて、埋設処分が開始されています。放射能レベルの比較的高いものについては、現在発電所において保管されており、処分事業の具体化について検討が行われているところです。

再処理施設等核燃料サイクル施設から発生する廃棄物については、使用済燃料の再処理により分離される高レベル放射性廃棄物⁵、使用済燃料の再処理やMOX燃料⁶の加工により発生するTRU⁷廃棄物⁸

⁵ 高レベル放射性廃棄物：使用済燃料の再処理工程において排出される放射能レベルの高い廃液、またはこれの固化体をいいます。核分裂生成物（FP）と、マイナーアクチニド（Np,Am,Cm）を含み、高いレベルの放射能を有し、大きな崩壊熱を発生します。

⁶ MOX燃料（Mixed Oxide Fuel）：プルトニウムとウランを混ぜ合わせて作った燃料（ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料）のことを言います。

⁷ TRU核種（Trans Uranium、超ウラン核種）：原子番号がウランよりも大きい元素で、ネプツニウム、プルトニウム、アメリシウム、キュリウムなどです。また、同じ元素でも、

及びウラン燃料の加工、濃縮から発生するウラン廃棄物に大別されます。

これまでに発生した高レベル放射性廃棄物は、現在、青森県六ヶ所村の日本原燃（株）高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター等において保管・貯蔵されています。これらは冷却のため30年間から50年間程度貯蔵された後、地下300メートル以深の安定した地層中に処分（最終処分）することとしています。処分を計画的かつ着実に進めるため、2000年5月に特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律が成立し、処分の実施主体として、原子力発電環境整備機構が設立されました。2002年12月から、同機構が、処分地選定の第一段階である概要調査地区について全国の市町村を対象に公募しているところです。今後、段階的に調査を進め、平成30年代後半（2020年代半ば）を目途に最終処分施設建設地を選定し、平成40年代後半（2030年代半ば）に最終処分を開始することとしております。

TRU廃棄物やウラン廃棄物は、現在、核燃料サイクル開発機構

その質量数によって放射能の半減期等の性質が異なります。このように質量を併記した元素を核種といいます。

⁸TRU廃棄物：再処理施設及びMOX燃料加工施設の運転・解体に伴い発生する超ウラン核種を含む放射性廃棄物。具体的には、ハル（数cmにせん断された燃料棒を、溶解槽で溶解させた際に溶け残る燃料被覆管）・エンドピース（使用済燃料集合体の端末部分）、プロセス濃縮廃液（再処理工場の各工程で発生する高レベル放射性廃液（HLW）以外の廃液）、雑固体廃棄物（再処理工場の各工程で発生する雑多な固体状の廃棄物（紙、布、金属配管、

やウラン燃料加工会社等において、適切に管理されていますが、半減期の比較的長いTRU核種や半減期が極めて長いウランを含んでいること、放射能レベルが比較的高いものから低いものまで広範囲に分布していることから、それぞれの特徴に応じた廃棄物事業の具体化について検討が行われているところです。

原子力施設の廃止措置により発生する放射性廃棄物は、これまで述べたいずれかのタイプの廃棄物に分類されるので、基本的には、各々の処理処分方策に従って対処できます。なお、放射性物質として取り扱う必要のないと考えられるコンクリートや金属材等が大量に発生しますので、放射性物質として取り扱う必要のあるものと無いものを区分するためのクリアランス・レベル⁹について検討が進められています。このクリアランス・レベル以下のものは、再利用されるか、一般の産業廃棄物として処分されることとなります。

他) 等です。

⁹ クリアランス・レベル：ある放射線源に起因する人の健康に対するリスクが無視できることから、放射性物質として扱う必要がなく、よって、当該放射線源を放射線防護に係る規制の体系から外してもよいことをクリアランスといいます。対象となる放射線源は、一般的には、原子力施設において発生する極僅かの放射性核種を含む低濃度の廃棄物や再利用可能な物です。当該放射線源に起因する線量は、自然界の放射線レベルと比較しても十分小さいものです。クリアランスの判断基準となる放射性核種の濃度をクリアランスレベルといいます。

図1 - 8 - 1 原子力発電所の放射性廃棄物（処理処分フロー）

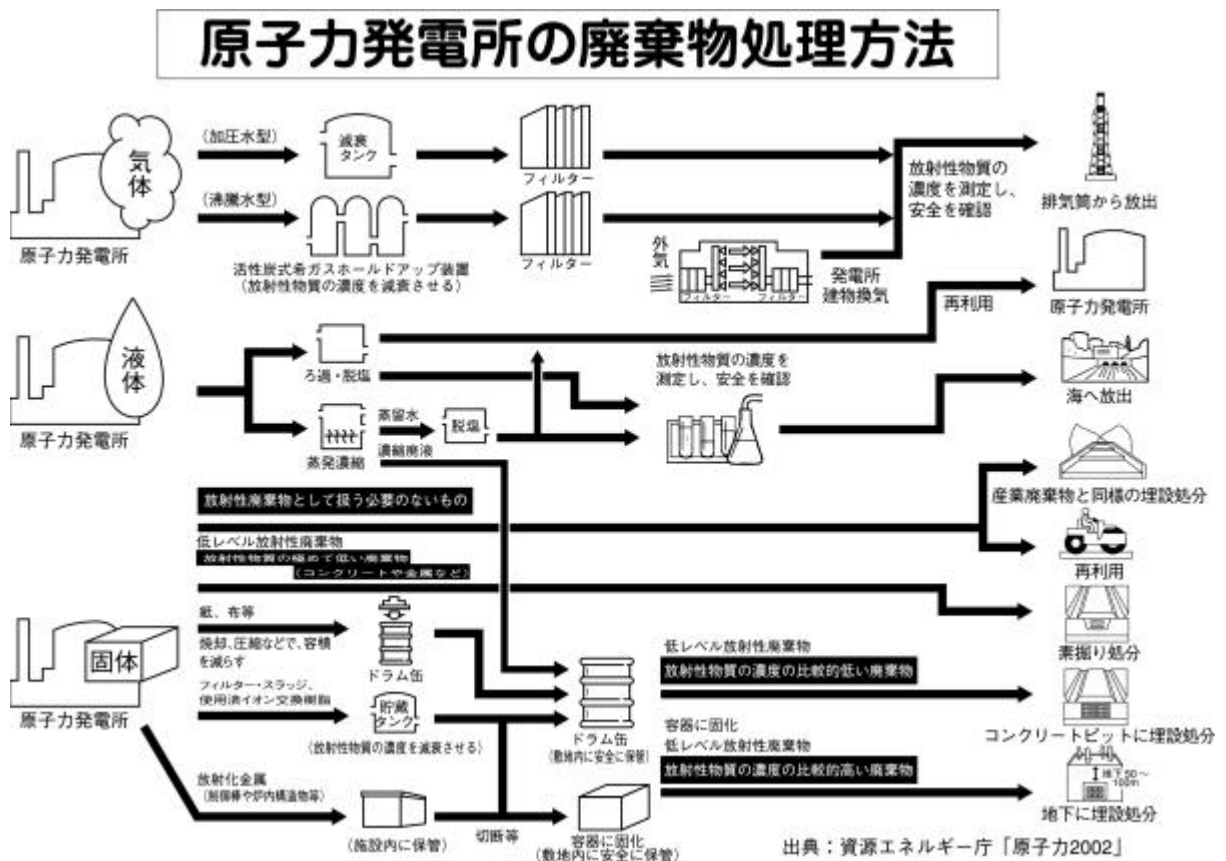
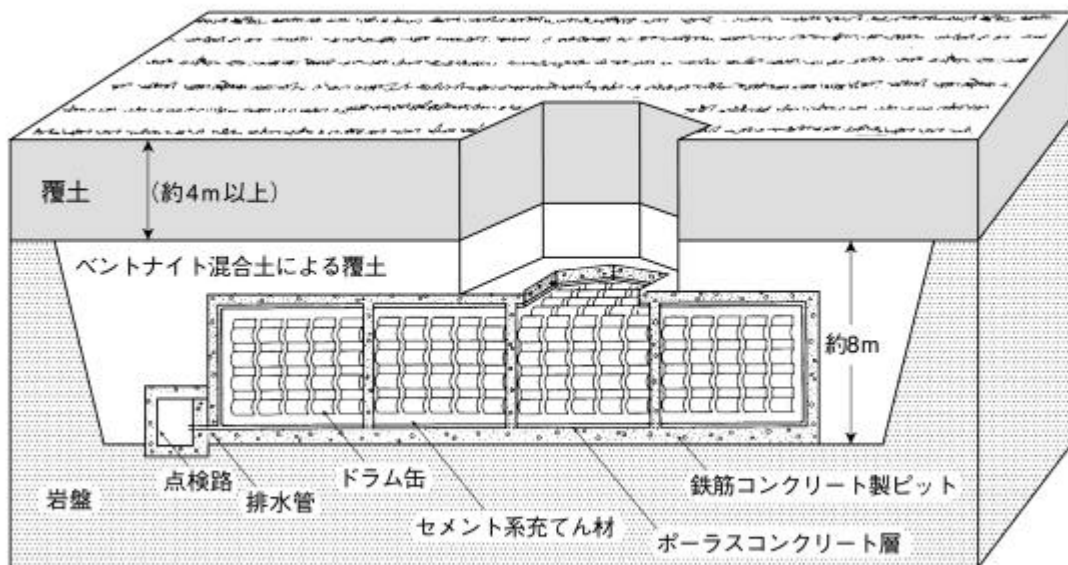


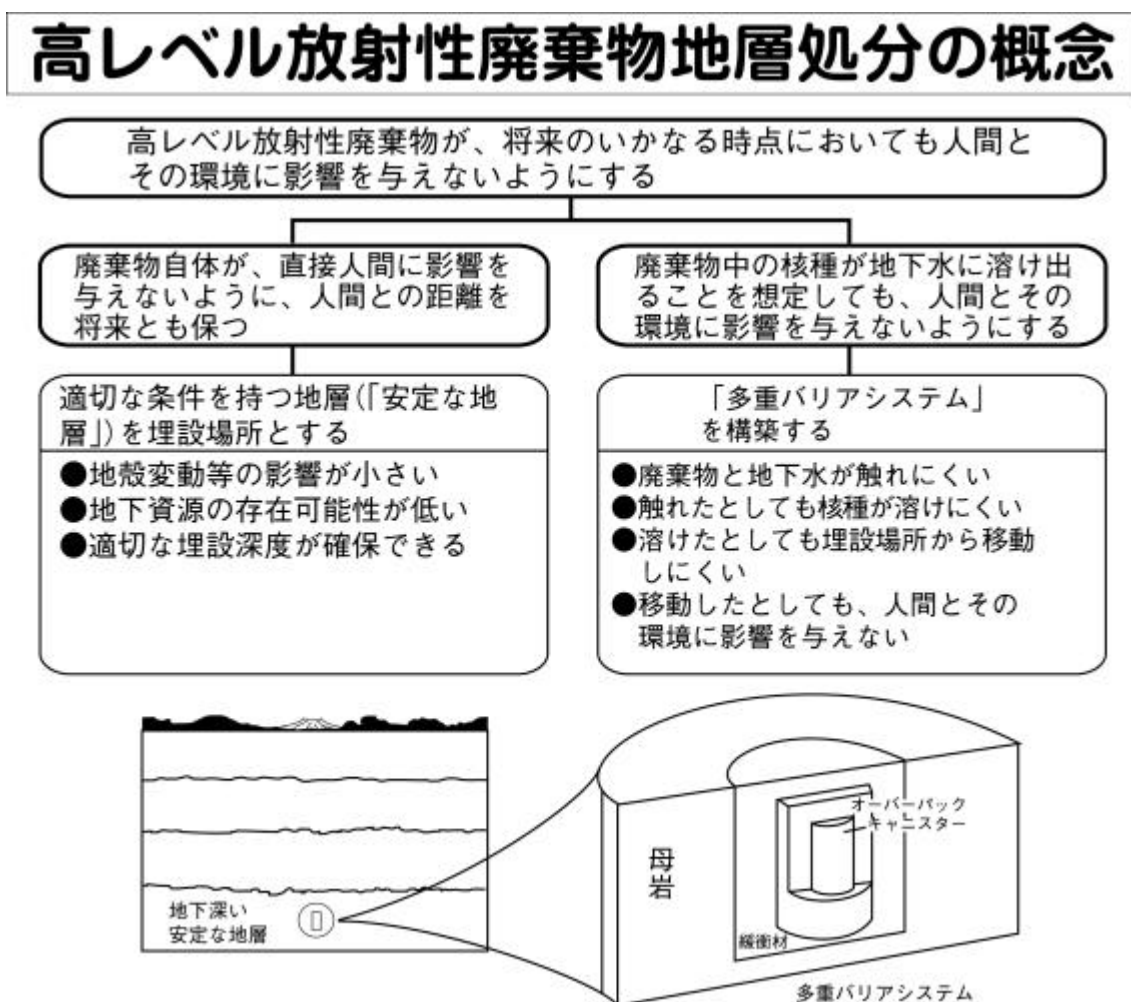
図1 - 8 - 2 日本原燃(株) 六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター

低レベル放射性廃棄物埋設センターの概念図



出典：原子力安全白書 平成11年版

図1 - 8 - 3 高レベル放射性廃棄物の処分概念



出典：（財）日本原子力文化振興財団 「原子力」図面集

1 - 9 火力発電、太陽光発電、風力発電などのエネルギー源と比較して、原子力はどのようにして優位なのか。

1 - 1 から 1 - 5 で述べたとおり、世界のエネルギー需要が大幅に伸びていくと見込まれる中、エネルギー自給率の低い我が国を巡るエネルギー環境は厳しくなっていくと考えられます。同時に、地球温暖化防止のために、京都議定書に定められた温室効果ガスの削減目標を達成する必要があります。

このような状況の中で、海外の化石燃料に依存した我が国のエネルギー供給構造を変える必要がありますので、エネルギー自給率の向上に寄与し、二酸化炭素を排出しないエネルギー源が求められています。このような特性をもつ原子力発電、太陽光発電、風力発電などを導入し、エネルギーのベスト・ミックスを図ることが必要です。太陽光発電や風力発電は、発電量そのものが天候等により左右されるので安定供給が難しく、基幹電源とすることは難しいのですが、分散型エネルギーとしての特徴を活かして一層の導入を図ることが必要であると考えます。

原子力発電は、供給安定性が高い上に、炉内で生産されるプルトニウムを燃料としてリサイクルすることもできるので、エネルギー自給率の向上に寄与します。さらに、発電過程において、二酸化炭

素を排出しないので、温室効果対策にも有効なことから、少なくとも当分の間は、基幹電源として利用していくことになると思います。

1 - 1 0 電力自由化が進む中で、原子力発電の位置付けが疑問視されていますが、その位置付けをどのように考えますか。

1 - 1 から 1 - 5、1 - 9 で述べたように、我が国のエネルギー政策は、エネルギーの安定供給と環境適合性の確保を基本としており、化石燃料に依存したエネルギー供給構造を変える必要があります。そのためには、太陽光発電、風力発電といった新エネルギーの導入は必要ですが、現段階では、近い将来の基幹電源となりえません。そこで、資源の乏しい我が国の将来にとって、原子力発電を基幹電源と位置付け、プルサーマルから高速増殖炉へとつながる核燃料サイクルを進めていくことが必要だと考えます。

現在、議論がなされている、電力の自由化は、我が国経済のインフラである電力を低廉に供給するための政策手段であり、自由化自体が政策目的というものではありません。エネルギーの安定供給の確保と環境への適合性は、電力のみならず他の分野でも追求すべきものですが、自由化の議論を進めていく上でも、エネルギーの安定供給性と環境適合性の確保を前提にすることが必要です。

今後、更に電力自由化が進むでしょうが、原子力発電や水力発電等の計画段階から発電開始までのリードタイムが他の電源に比べて長く、しかも初期投資が大きいので、投資回収に時間がかかります。

このため、短期的な企業利益とは相容れず、発電所の新規立地が進まないことも考えられます。そのため、広域的な電力流通の円滑化や全国規模の電力取引市場を整備するといった一般的な投資環境整備に加え、原子力発電等の安定的な運転を容易にする優先給電指令制度の発動要件の明確化等の更なるルール整備や、送電容量の確保見通しを得られる送電容量確保ルールの整備が重要です。

また、今年度実施された、国のエネルギー関係の歳入、歳出構造の見直しは、原子力発電等の環境負荷の小さい電源にかかる税負担を火力発電に比して相対的に軽減し、原子力発電の価格競争力を高め、原子力発電等の開発及び長期安定運転のための環境整備に重点的に財政措置を講ずるためのものです。

バックエンド¹⁰事業については、事業自体が超長期のものであるため将来を見通すことが困難で、不確実な部分が存在することや、自由化により適正なバックエンド対策が行われるのかという懸念があります。電力会社が原子力発電所の新增設を選択しないとすれば、原子力の推進と電力自由化が相容れないことになるとの意見もあります。

¹⁰ バックエンド：核燃料サイクル上の燃料の流れは、原子炉を中心に考えると前段（フロントエンド）と後段（バックエンド）にわけられ、その後段の工程を指します。すなわち、軽水炉の核燃料サイクルの例について言えば、使用済燃料の冷却・再処理、回収ウラン及びプルトニウムの再加工の各工程とそれらの工程の間に必要となる輸送工程、さらにはそれらの各工程から発生する廃棄物の処理処分のことを言います。なお、使用済燃料をその

原子力発電事業、とりわけバックエンド事業が、全体としてどのようなコスト構造を持っているのか、事業全体の収益性にどのように影響するのか等についてできる限り定量的に分析、評価すべきではないでしょうか。そのためには、将来想定される費用などに関して、十分な情報開示とコスト削減努力を行い、関係者が共通認識をもったうえで、十分な議論をすることが重要ではないかと思います。安全を確保することが原子力発電やバックエンド事業を行う大前提であることは言うまでもありませんが、電気事業者は事業の経済性を高めるために最善の努力を払うことが望まれており、その上で、長期的な視点から、国がどのように関与すべきかを考えていくべきではないでしょうか。

こうした問題に対する議論が原子力政策の基本に影響を与える場合には、原子力委員会は基本政策について積極的に議論を行っていきます。

なお、バックエンド事業全般にわたるコスト構造、原子力発電全体の収益性等を分析・評価する場を立ち上げ、その結果を踏まえ官民の役割分担のあり方、既存の制度との整合性を整理した上で、2004年末までに、経済的措置等具体的な制度及び措置のあり方について検討することとなっていますが、官民の役割分担については、

ままの形で処分あるいは保管する場合も、バックエンドといいます。

電力自由化という情勢変化がある一方で、これまでは、核燃料サイクル開発機構のウラン濃縮技術が日本原燃（株）六ヶ所濃縮工場に移転された事例、日本原子力研究所の安全性研究が軽水炉技術の定着を支えている事例、国内において民間企業による商業用軽水炉が52基稼働し、原子力が総発電電力量の約3割を担うまでになったことなど、国が基礎的な研究開発を行い、民間が商業発電を行うという役割分担によって、官と民との役割分担はうまく機能し、一定の成果を上げてきたことも念頭におく必要があります。

(プルサーマル)

2 - 1 核燃料サイクルにおいて、プルサーマルをどのように位置付けますか。

プルサーマルは、ウランと使用済燃料から回収されたプルトニウムを混合したMOX燃料¹¹を現行の軽水炉に装荷する方法です。既に稼働している軽水炉を利用することから、現段階でも実用規模で導入することが可能です。

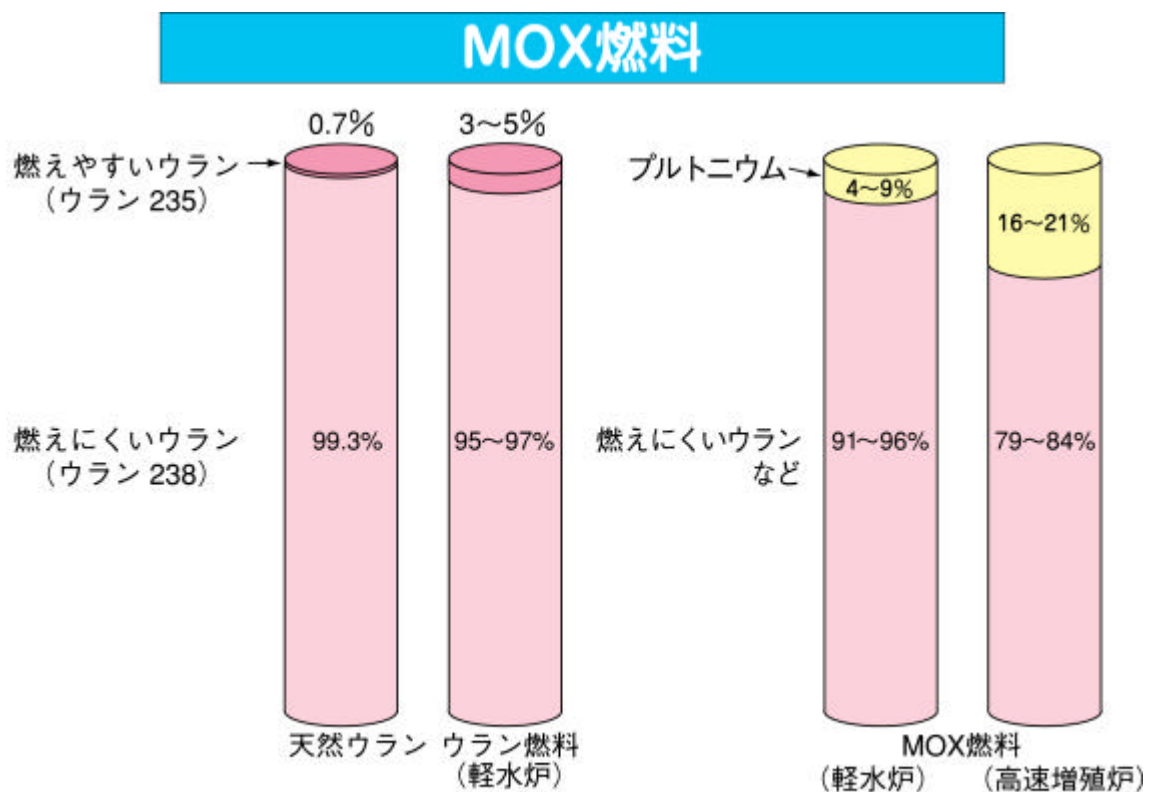
プルトニウムを利用する高速増殖炉は未だ原型炉で実用の段階ではありませんから、プルサーマルは、現段階において、国内の軽水炉内で生産されるプルトニウムを利用する現実的な方法であり、それによって我が国のエネルギー自給率を向上させる有力な手段です。ウランの利用効率については、2 - 5で述べますが、プルサーマルによるウランの利用効率は直接処分と比べて1 . 5倍になるという試算例もあります。

さらに、プルサーマルは、高速増殖炉の導入といった核燃料サイクル分野における将来の本格的な資源リサイクル時代に備えて、民間における実用規模でのプルトニウム利用技術の蓄積・維持に貢献

¹¹MOX燃料 (Mixed Oxide Fuel) : プルトニウムとウランを混ぜ合わせて作った燃料 (ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料) のことを言います。

するとともに、プルトニウム利用の実績を積みあげることにより、
プルトニウム利用に対する社会の理解を深めることができるのではない
でしょうか。

図2 - 1 - 1 ウラン燃料とMOX燃料との違い



MOX(Mixed Oxide)燃料：プルトニウムとウランを混ぜ合わせて作った燃料(ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料)で、軽水炉のプルサーマル計画や高速増殖炉などで使用される。

出典：(財)日本原子力文化振興財団「原子力」図面集2002-2003

2 - 2 使用済燃料の長期的な貯蔵を選択し、画期的な処分技術若しくは再処理技術が確立するまで、処分等を凍結すべきではないでしょうか（再処理を急ぐ必要はあるのでしょうか。）

これまでの使用済燃料の発生量は、1990年度に630トン、95年度に910トン、2000年度に890トンとなっており、今後も原子力発電量の増加により、発生量が増加することが予想されます。このため、今後、日本原燃（株）六ヶ所再処理工場（以下「六ヶ所再処理工場」といいます。）の現在の処理能力（800トン／年）を上回る状況が続くものと考えられます。このため、2010年ころから、六ヶ所再処理工場に続く再処理工場の建設を検討することとされていますが、現在、2010年を目途に操業すべく、検討が進められている中間貯蔵施設については、使用済燃料が再処理されるまでの間の時間的調整を可能にするので、核燃料サイクルの計画に柔軟性を与えるものとして重要であると考えます。なお、中間貯蔵されることが予定される使用済燃料についても、中間貯蔵の後、再処理を行うこととしております。

他方、当面、使用済燃料を再処理するという方針を中断し、画期的な処分技術若しくは再処理技術が確立するまで、長期的な貯蔵を行い、処分等を待つべきではないかとの意見もあります。このよう

な考え方を採れば、相当大規模な使用済燃料貯蔵施設を建設するか、発電所内の使用済燃料プールを大幅に拡張することが必要となります。使用済燃料の再処理の代替となる方策が確立するまでは、いつまで貯蔵をすればいいのか、その期間を明示することはできません。

さらに、仮に将来核燃料サイクルを実施するのか、直接処分を行うのか、いずれを選択するとしても、その実施に当たっては、技術基盤の確立を含めて相当の準備期間が必要となるものであり、実施時点までにコストもかかります。このような観点から、最終処分を先送りすることは、将来の世代に処分の負担を残すことになるのではないのでしょうか。

むしろ、海外で実績のある既存の技術を使い、使用済燃料の再処理とプルサーマルを進め、回収できるプルトニウムを再利用することによって、ウラン資源を有効に利用するとともに、再処理によって処分する高レベル放射性廃棄物¹²の量を削減することが可能で現実的であると考えます。

¹²高レベル放射性廃棄物：使用済燃料の再処理工程において排出される放射能レベルの高い廃液、またはこれの固化体をいいます。核分裂生成物（FP）と、マイナーアクチニド（Np,Am,Cm）を含み、高いレベルの放射能を有し、大きな崩壊熱を発生します。

図2 - 2 - 1 使用済燃料の発生量と発電電力量

年度	使用済燃料の発生量 (トン)	原子力発電所 基数(注1)	発電電力量 (億kWh)(注2)
1990	630	40	2,014
1995	910	50	2,911
2000	890	52	3,219
2002	740	52	2,951

(注1) 各年度末時点の我が国の原子力発電所の基数。

(注2) [出典](社)日本原子力産業会議調べ

2 - 3 既存の軽水炉で原子力の意義は十分確保されているので、核燃料サイクルを切り分けて考えるべきではないでしょうか。

核燃料サイクル政策を原子力政策と切り分け、軽水炉による原子力発電のみを政策の対象とし、発電により発生する使用済燃料の対策を考えない（若しくは別途使用済燃料の直接処分を行うことを政策として掲げる）とすれば、どのような便益があり、問題があるのでしょうか。

まず、原子力発電は、エネルギー安全保障の確保と環境適合性といった政策目標に合致しており、核燃料サイクルまで進めなくても、政策目標が達成できるのではないかとの意見もあります。また、経済性においても、核燃料サイクルは不要ではないかとの意見もあります。

2 - 1 で述べたとおり、国内における核燃料サイクルを確立することは、ウラン資源を更に有効に利用することとなり、エネルギー供給の安定性の確保というメリットを増やすことになると思います。

また、燃料のライフサイクルで見れば、新燃料が原子力発電所に搬入されて発電に利用された後に、使用済燃料が再処理工場へ搬出されるという流れが核燃料サイクルによって構築されています。この結果、核燃料サイクルまでを一体として考えなければ、国内にお

ける原子力発電所の使用済燃料の搬出先がなくなり、原子力発電所運転にも支障が出る可能性があると考えます。

さらに、海外再処理に伴う国際輸送に関する沿岸諸国の動向を考えれば、原子力発電所の使用済燃料を海外再処理ですべて解決することは大変困難になっていくと思います。

経済性についても、2 - 4 で述べるように、両者に大きな差はないと考えます。

このような観点からみれば、原子力発電所そのものを切り分けて議論するのではなく、原料の調達、燃料の製造から、使用された燃料の処分に至るまで、ウラン燃料のライフサイクル全体で考えていくべきであり、原子力発電と核燃料サイクルとを一体とした政策を進めていくことが必要ではないでしょうか。

2 - 4 プルサーマルは直接処分と比較して経済性がないと考えます。直接処分を選択すべきではないでしょうか。

エネルギー供給の観点に我が国の地理的・資源的な制約条件を踏まえたエネルギーの長期的な安定供給や地球温暖化対策という環境適合性の面を勘案して、更に経済性を考慮しながら、エネルギー選択を考えることが重要です（安定供給、環境適合性の面は1 - 1 から1 - 7で説明したとおりです。）

プルサーマルの経済性についてですが、直接処分¹³と比較して、使用済燃料をリサイクルするために、再処理経費、MOX加工経費等が必要となる一方、リサイクルによって回収される燃料により、その分のウランの採掘や濃縮の経費はかかりません。

プルサーマルを実施した場合、発電コストに占める再処理のコストは、現在の試算では0.63円/kWhと見積もられており、総発電コスト（5.9円/kWh）に占める割合は10%強にすぎません。直接処分を行う場合には、再処理費用（0.63円/kWh）がかからなくなりますが、別途直接処分に関して、処分費用が増加

¹³直接処分：使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

することになります。

また、１９９４年の経済協力開発機構原子力機関（OECD/NEA）による試算では、燃料費と処分費用を合わせたものをサイクルコストと位置づけていますが、直接処分と比較して、プルサーマルのサイクルコストは１割増程度となっています。この試算においては、サイクルコストは発電コストの１５～２５％程度ですので、直接処分とプルサーマルのコストの差は１．５～２．５％程度と考えられます。

したがって、プルサーマルは、直接処分と比較して、経済性において大きな差はないと考えますが、今後とも精査していく必要があります。

なお、原油価格、天然ガス価格は、国際政治情勢により、時には数倍になるなど大きく変動しており、その変動幅は再処理に係る費用と直接処分に係る費用との差よりも大きいことから、再処理に係る費用のみを取り上げて議論することは適切ではありません。

核燃料サイクルはわが国の脆弱なエネルギー供給構造を改善するものであり、対外的にもエネルギーの海外依存度を常に低くしようとする姿勢を示すことが、エネルギー資源の輸入交渉を行う際にも有利に働くものと考えます。

図2 - 4 - 1 原子力発電の経済性試算結果

我が国の原子力発電及び各種電源の運転期間発電原価

98年度運転開始モデルプラントを想定し、一定の前提条件の下で試算した発電原価
 ・運転年数については各種電源の比較の観点及び実績等を踏まえ40年に統一するとともに、
 設備利用率についても比較の観点から80%（水力を除く）に統一。

【試算結果】

電源種	原子力	水力	石油火力	LNG火力	石炭火力
発電原価 (円/kWh)	5.9	13.6	10.2	6.4	6.5

<前提条件>

(主要経済指標等)

- ・為替レート : 128.02円/\$
(平成10年度平均値)
- ・割引率 : 3%
- ・燃料価格(平成10年度平均値)
 石油 : 13.13\$/bbl
 石炭 : 38.8\$/t
 LNG : 18902円/t
- ・燃料価格上昇率
 石油 : 3.36%/年
 石炭 : 0.88%/年
 LNG : 1.82%/年

〔IEA「World Energy Outlook」
 の2015～2020年の予測値と
 平成10年度平均値より試算〕

電源種 条 件	原子力	水力	石油 火力	LNG 火力	石炭 火力
出力 (万kW)	130	1.5	40	150	90
運転年数(注) (年)	40	40	40	40	40
設備利用率 (%)	80	45	80	80	80

【原子力発電コストの内訳】

総費用	5.9 円/kWh
資本費(減価償却費、固定資産税、廃炉費用等)	2.3 円/kWh
運転維持費(修繕費、一般管理費、事業税等)	1.9 円/kWh
燃料費(核燃料サイクルコスト)	1.7 円/kWh
フロントエンド	0.74 円/kWh
鈾石調達、精鈾、転換	0.17 円/kWh
濃縮	0.27 円/kWh
再転換・成型加工	0.29 円/kWh
再処理	0.63 円/kWh
バックエンド	0.29 円/kWh
中間貯蔵	0.03 円/kWh
廃棄物処理・処分	0.25 円/kWh

(出典)「平成11年12月総合エネルギー調査会 第70回原子力部会資料」より作成

(注)原子炉設置許可申請書に示されている発電原価は、例えば、運転年数として16年を、設備利用率として70%を使用するなど、上の試算とは前提が異なる。

図2 - 4 - 2 核燃料リサイクルの経済性の評価

(経済協力開発機構 / 原子力機関 (O E C D / N E A) の評価* より)

2000年に運開するPWRを想定し、「使用済燃料を再処理してプルトニウムを利用(リサイクル)するケース」と「再処理せず直接処分(ワンス・スルー)するケース」場合の経済性を比較。

評価結果(ワンス・スルーの発電コストを1として表示)

	サイクルコスト	発電コスト
ワンス・スルー	0.15 ~ 0.25	1
リサイクル	約0.165 ~ 0.275	1.015 ~ 1.025

注1) リサイクルの場合のサイクルコストは、ワンス・スルーの場合のサイクルコストの1.1倍と評価されている。

注2) サイクルコストは、濃縮、再処理、燃料製造等に係るコストであり、発電コストの15~25%程度。

* : 核燃料サイクルの経済性(OECD/NEA THE ECONOMICS OF NUCLEAR FUEL CYCLE (1994))

2 - 5 バックエンド・コスト（再処理、処分、廃止などに係る費用）を更に精査することとなっているのに、それを待たずに、プルサーマルを進めるのですか。

総合資源エネルギー調査会電気事業分科会は、2003年2月、「バックエンド¹⁴事業全般にわたるコスト構造、原子力発電全体の収益性等を分析、評価する場を立ち上げ、その結果を踏まえて、官民分担のあり方、既存の制度との整合性等を整理の上、平成16年末を目途に、経済的措置等具体的な制度、措置のあり方について必要性を含め検討するべきである。」とまとめました。

具体的には、バックエンド・コストについても、2004年末までに、TRU廃棄物¹⁵の処分費用や施設の廃止措置の費用などの評価を行うこととなると考えます。

しかしながら、これまでに試算されている総発電費用のなかには、

¹⁴ バックエンド：核燃料サイクル上の燃料の流れは、原子炉を中心に考えると前段（フロントエンド）と後段（バックエンド）にわけられ、その後段の工程を指します。すなわち、軽水炉の核燃料サイクルの例について言えば、使用済燃料の冷却・再処理、回収ウラン及びプルトニウムの再加工の各工程とそれらの工程の間に必要となる輸送工程、さらにはそれらの各工程から発生する廃棄物の処理処分のことを言います。なお、使用済燃料をそのままの形で処分あるいは保管する場合も、バックエンドといいます。

¹⁵ TRU廃棄物：再処理施設及びMOX燃料加工施設の運転・解体に伴い発生する超ウラン核種を含む放射性廃棄物。具体的には、ハル（数 cm にせん断された燃料棒を、溶解槽で溶解させた際に溶け残る燃料被覆管）・エンドピース（使用済燃料集合体の端末部分）、プロセス濃縮廃液（再処理工場の各工程で発生する高レベル放射性廃液（HLW）以外の廃液）、雑固体廃棄物（再処理工場の各工程で発生する雑多な固体上の廃棄物（紙、布、金属配管、他）等です。

バックエンド・コストに関しては、中間貯蔵費用、再処理費用、高レベル放射性廃棄物の処分費用など相当程度含まれていること、また発電原価に占める再処理費用の割合が1割程度と小さいことを踏まえると、TRU廃棄物の処分費用などを加えた場合でも、発電総費用に与える影響はさほど大きくないと考えられますが、今後とも精査していく必要があると考えます。

プルサーマルは、地元の理解やMOX燃料¹⁶の製造、輸送等に相当の時間がかかることから、先を見据えて進めることが重要であると考えます。

¹⁶MOX燃料 (Mixed Oxide Fuel): プルトニウムとウランを混ぜ合わせて作った燃料 (ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料) のことを言います。

2 - 6 プルサーマルは資源の有効利用に資するとのことですが、どの程度効率的になると考えますか。

ウランの利用効率は、どのような燃料をどのように使うか、どの程度燃やすか、並びにプルサーマルの場合は再処理で回収したプルトニウムやウランをどのように利用してどの程度燃やすか、などの条件によって変わりますが、以下では直接処分¹⁷とプルサーマルの両者を比較した1つの試算例を紹介します。

天然ウランの中には、核分裂しやすいウラン235（いわゆる燃えやすいウラン）が約0.7%、核分裂をしにくいウラン238（いわゆる燃えにくいウラン）が約99.3%含まれています。ウラン238は、中性子を吸収することにより、プルトニウム239になるという性質を持っています。

軽水炉においてウラン燃料を利用する場合には、天然ウランの中のウラン235を濃縮し、その割合が約3%の濃縮ウランを製造し、これを燃料として使います。炉の中では、ウラン235と、ウラン238からできるプルトニウム（及びごくわずかのウラン238）

¹⁷直接処分：使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

が核分裂を起こし、エネルギーを発生します。

600 kg (ウラン235 : 4 . 2 kg、ウラン238 : 595 . 8 kg) の天然ウランを濃縮すると、100 kg (ウラン235 : 3 kg、ウラン238 : 97 kg) の濃縮ウランが製造されます (残りの500 kgは劣化ウラン (ウラン235 : 1 . 2 kg、ウラン238 : 498 . 8 kg) となります。)。この100 kgの濃縮ウランを軽水炉で燃やすと、燃焼度を約3万MWd/tとした場合、そのうちの約3% (= 3 kg (ウラン235 : 2 kgとウラン238からできるプルトニウム239 : 0 . 8 kg、ウラン238 : 0 . 2 kg)) が核分裂を起こします (1 kgのウラン235が燃え残ります)。

従って、ウラン燃料を1回限りしか使わないワンスルーの場合には、ウランの利用効率は $3 \text{ (核分裂してエネルギーを出すウラン、プルトニウムの量)} \div 600 \text{ (元々の天然ウランの量)} = 0 . 5 \%$ 程度になるものと考えられます。

他方、プルサーマルにおいては、軽水炉内で発生する使用済燃料からプルトニウムと燃え残りのウランを回収して、MOX燃料を製造し、併せて燃え残りのウランを再濃縮してウラン燃料も製造して、両者を利用します。

軽水炉の使用済ウラン燃料には、ウランが約96 kg (ウラン23

5 : 約 1 kg、ウラン 2 3 8 : 約 9 5 kg) プルトニウムが約 1 kg、核分裂生成物が約 3 kg含まれており、再処理においてウランとプルトニウムが分離、回収されます。

回収されたプルトニウム約 1 kgと天然ウラン約 2 9 kgを混合することで、3%濃縮ウランにほぼ等価なMOX燃料約 3 0 kgを作ることができます。また、回収されたウラン約 9 6 kg (ウラン 2 3 5 : 約 1 kg、ウラン 2 3 8 : 約 9 5 kg) から3%濃縮ウランを作ると、約 2 7 . 9 kg (ウラン 2 3 5 : 約 0 . 8 4 kg、ウラン 2 3 8 : 約 2 7 kg)ができます。(同時に、劣化ウラン約 6 8 . 1 kg(ウラン 2 3 5 : 約 0 . 1 6 kg、ウラン 2 3 8 : 約 6 8 kgができます。)

このように、回収されたプルトニウムとウランに天然ウラン約 2 9 kgを追加して、約 5 7 . 9 kg (MOX燃料約 3 0 kg、濃縮ウラン燃料約 2 7 . 9 kg) の燃料を作ることができます。これを燃やすと、燃焼度を約 3 万MWd/tとした場合、そのうちの約 3 %、それぞれ約 0 . 9 kg及び約 0 . 8 kgが核分裂して発電に寄与します。

従って、プルサーマルの場合、天然ウラン約 6 2 9 kg (濃縮ウラン約 1 0 0 kgを作るのに必要な量約 6 0 0 kg + MOX燃料を作るのに必要な量約 2 9 kg) に対し、約 4 . 7 kgが核分裂に寄与することになります。(最初にウラン燃料を燃やした際の寄与約 3 kg + MOX

燃料を燃やした際の寄与約 0 . 9 kg + 回収ウランを濃縮した燃料を
燃やした際の寄与約 0 . 8 kg)

つまり、プルサーマルを行った場合のウランの利用効率は、

$$\text{約 } 4 . 7 \div \text{約 } 629 = \text{約 } 0 . 75 \%$$

程度になるものと考えられます。

よって、この試算例で両者を比較すると、プルサーマルは直接処分
分に比べてウランの利用効率が 1 . 5 倍程度になると考えられます。

なお、ウランの利用効率については、MOX 燃料を作る際に用い
るウランの違いなどの前提条件の置き方によって変わります。

図2 - 6 - 1 ワンス・スルーにおけるウラン利用量

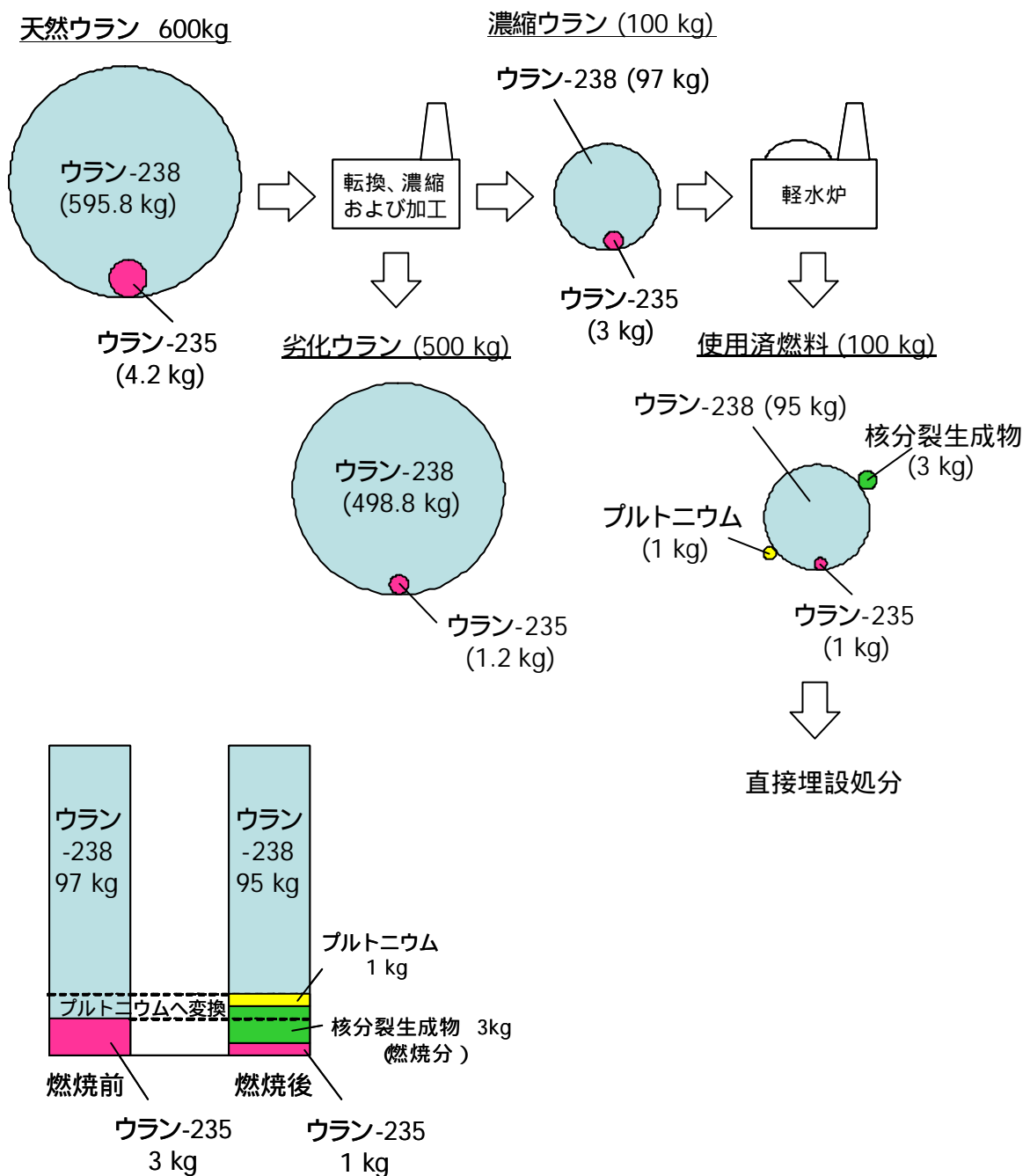
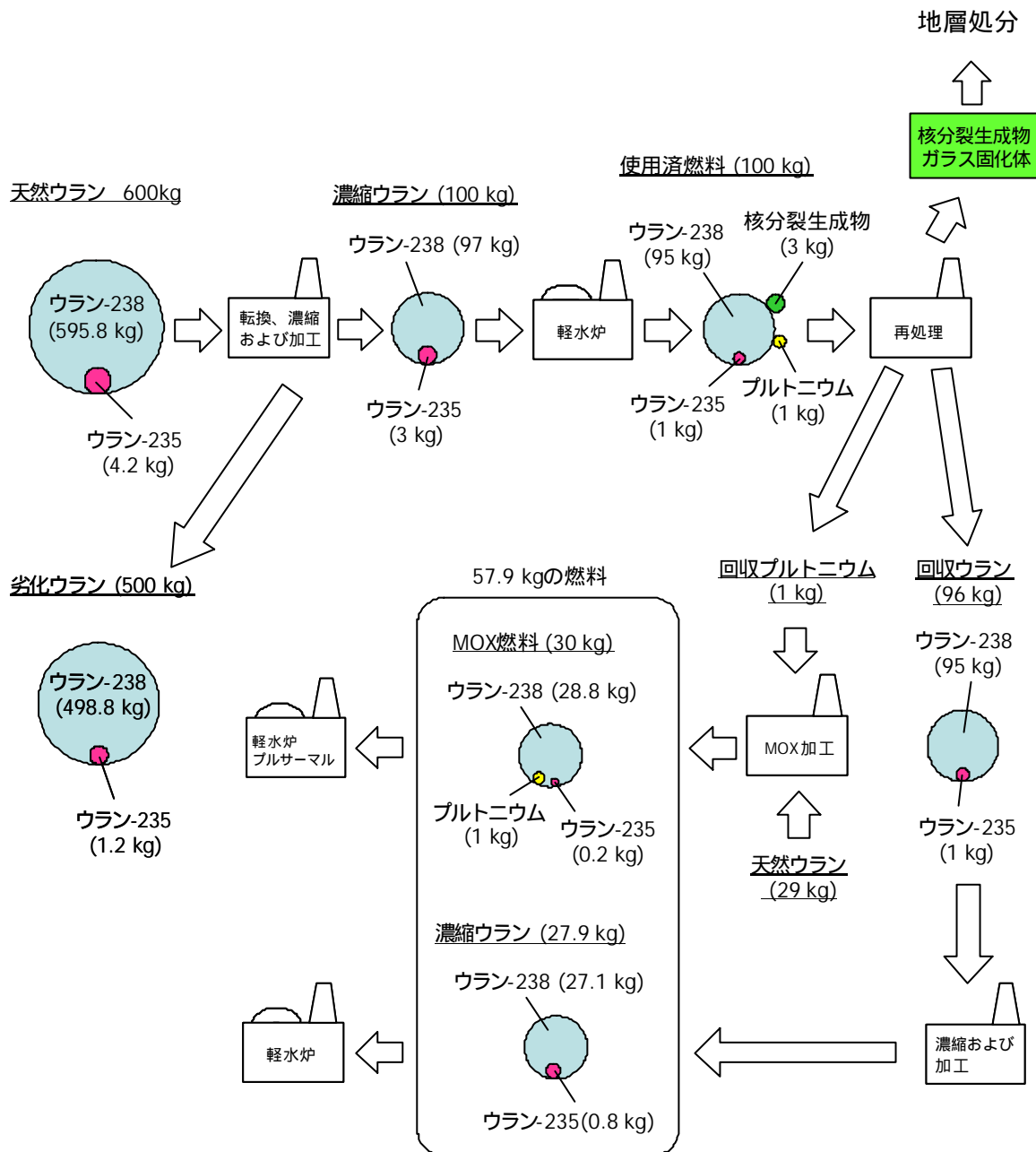


図2 - 6 - 2 プルサーマルにおけるウラン利用量



2 - 7 ウランの利用効率が10%上昇する程度ならば、なぜプルサーマルを選択するのですか。直接処分でもいいのではないのでしょうか。

1 - 2で述べているとおり、ウランも、石油やLNGなどと同じように有限な資源です。現段階では、ウランは今後約60年間の需要を賄うことができるものと考えられていますが、使用済燃料を直接処分¹⁸するのであれば、ウランも化石燃料と同じく近い将来に枯渇することになります。

プルサーマルによってウランの利用効率が10%程度しか上昇しないとの試算もあります。六ヶ所再処理工場における現在の計画では、使用済燃料から回収された回収ウランの大部分は、当面MOX燃料¹⁹として利用する予定がないので、2 - 6で述べた試算に基づくと、利用効率は27%程度の上昇に留まります。しかし、2 - 6で述べたとおり、理想的な状態、すなわち回収ウランをMOX燃料や、濃縮してウラン燃料として利用することにより、ウラン資源の利用効率は0.5%程度から0.75%程度へと1.5倍になると考え

¹⁸直接処分：使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

¹⁹MOX燃料 (Mixed Oxide Fuel)：プルトニウムとウランを混ぜ合わせて作った燃料 (ウ

られています。

また、直接処分を選択する場合、使用済燃料に含まれるプルトニウムを資源として利用しないので、未利用のプルトニウムは高レベル放射性廃棄物²⁰となって処分されます。他方、プルサーマルで発生する使用済MOX燃料は、再処理するまでの間、適切に貯蔵・管理することとなっており、そのまま全てが放射性廃棄物となることはありません。2 - 10で述べますが、高レベル放射性廃棄物の地層処分について比較すると、核燃料サイクルを行う場合は、ガラス固化体²¹にして処分を行うため、直接処分と比較して高レベル放射性廃棄物の重量は約40%に減少されるため、高レベル放射性廃棄物の削減の観点からプルサーマルは望ましいと考えます。

このように、プルサーマルは、ウラン資源の有効利用を図る技術であるとともに、軽水炉内で生産される純国産資源であるプルトニウムも利用することから、エネルギー安全保障の確保に寄与するものであります。さらに、高速増殖炉の導入といった核燃料サイクル分野における将来の本格的な資源リサイクル時代に備えて、民間における実用規模でのプルトニウム利用技術の蓄積・維持に貢献する

ラン・プルトニウム混合酸化物燃料)のことを言います。

²⁰高レベル放射性廃棄物：使用済燃料の再処理工程において排出される放射能レベルの高い廃液、またはこれの固化体をいいます。核分裂生成物(FP)と、マイナーアクチニド(Np,Am,Cm)を含み、高いレベルの放射能を有し、大きな崩壊熱を発生します。

²¹ ガラス固化体：高レベル廃液をガラスの材料とともに溶かして、キャニスタというステ

とともに、着実にプルトニウムを利用することにより、プルトニウム利用に対する社会の理解を深めることができるのではないのでしょうか。

ンレス製の容器に入れて固めたものです。

2 - 8 プルサーマルは軽水炉と比較して安全性が低下するという情報がありますが、安全性についてどのように考えますか。

プルサーマルに利用するMOX燃料²²とウラン燃料を比較すると、その特性には多少差がありますが、国内外での使用実績から得られたデータ等により、安全設計手法の信頼性を実証する結果が得られています。また、新型転換炉「ふげん」においても、これまでに772体のMOX燃料を利用した実績があり、我が国においても、プルトニウムの利用実績は十分あります。

原子力安全委員会は、MOX燃料の安全性についての報告書を1995年6月に取りまとめました。その中で、原子炉の中でのMOX燃料の振る舞いはウラン燃料と大きな差はなく、MOX燃料の装荷割合が炉心全体の約1/3程度までの範囲においては、現在と同じ安全設計、評価手法を使うことが可能であると結論づけています。そして、その報告書の内容を原子力安全・保安院の安全審査に反映しています。

さらに、同委員会は、1999年6月に、全炉心MOX燃料装荷を目指すABWR（改良型BWR）についても、その基本仕様の変

²²MOX燃料（Mixed Oxide Fuel）：プルトニウムとウランを混ぜ合わせて作った燃料（ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料）のことを言います。

更を伴うことなく実施可能との技術的見通しを明らかにしています。

プルトニウムは、放射線の一種であるアルファ線²³を放出する物質であり、主に体内に摂取した場合の発ガンの危険性が大きいので、適切に管理する必要があります。核燃料サイクル施設の内部で、プルトニウムを取り扱う場合には、閉じこめ機能を備えた設備（例えばMOX燃料製造においてMOX粉末を扱う際には、グローブボックス²⁴など）を利用すること等により、人が直接接触することがないようにして取り扱うように定められています。

サイクル施設内で、プルトニウムがMOX燃料として加工された後、落下や火災等の事故に対しても安全性を確保できるよう、国の技術基準を満足する容器（キャニスタ）に収め、厳重に管理し、発電所に輸送します。

²³ アルファ（ α ）線：プラス2の電荷をもつ粒子線のことで、ヘリウムの原子核の流れです。ヘリウムの原子核は電子などに比べて重い粒子であるため、アルファ線が物質中を飛ぶ距離は短く、数cmの空気や薄い紙で十分止めることができます。しかし電離作用が強いので、物質と強く反応する性質があります。

²⁴ グローブボックス（glove box）：放射性物質や毒性のある物質を隔離した状態のまま、目視しながら取り扱えるように、窓や手袋を取り付けた機密性のある箱型装置のことです。グローブボックスの中は、大気圧より低い圧力（-25～-35mmAq：1気圧より約0.3%低い圧力）に維持され、放射性物質が漏洩しないようになっています。

図2 - 8 - 1 プルサーマルの安全性に関する報告書の概要

原子力安全委員会では、MOX燃料の安全性について検討した報告書を1995年6月に取りまとめており、原子炉の中でのMOX燃料の振る舞いはウラン燃料と大きな差はなく、MOX燃料の装荷割合が炉心全体の約1/3程度(*)までの範囲においては、現在と同じ安全設計、評価手法を使うことが可能であると結論しています。

また、同委員会は、1999年6月に、全炉心MOX燃料装荷を目指すABWR（改良型BWR）についても、その基本仕様の変更を伴うことなく実施可能との技術的見通しを明らかにしています。

軽水炉においてMOX燃料を利用する場合の安全上の課題及び必要な措置について、上記検討では以下のとおり示されています。

（原子炉の特性に関する問題）

原子炉の出力を調整する反応度制御材（制御棒や冷却材中のホウ素（PWRの場合））の効きが低下する傾向にあるので、ホウ素濃度を上昇させたり、ウラン燃料による原子炉と同等の制御棒の効きを確保するような炉内の燃料配置を行うといった措置を講じる必要があります。

原子炉内の圧力上昇時及び温度低下時において出力上昇の度合いが大きくなる場合もあるので、事前に安全評価を行い、その結果によっては運転制限値の一部変更を行うなどして、従来のウラン燃料による原子炉と同等の安全性を確保するための措置を講じる必要があります。

事故などで通常よりも大きな反応度が加えられた際に、原子炉出力が上昇し易くなりますが、出力上昇を抑制しようとする効果もより大きくなること等により、結果として従来のウラン燃料炉心と比較して大きな差異とはなりません。

原子炉内の出力分布が不均一な状態になる可能性があるため、設計に応じて燃料集合体内の個々の燃料棒のプルトニウム含有率に幅を持たせたり、原子炉内の燃料集合体配置を工夫したりすることにより、出力分布の平坦化を図る必要があります。

（燃料の特性に関する問題）

軽水炉内の燃料（ペレット）は、プルトニウム含有率が増えるにつれて融点が低くなり、また熱伝導率が低下することから、異常時にペレットの中心が溶融を始めたり、ペレットを覆っている被覆管の損傷に至るまでの安全上の余裕が十分であるかを事前に調べておく必要があります。

MOX燃料を製造する際には、ペレット内のプルトニウム含有率が局所的に高い領域（プルトニウムスポット）が生じ、仮にこのプルトニウムスポットが大きい場合、プルトニウムはウランより核分裂が生じやすいので、プルトニウムスポットでの燃焼が先に進んで燃料棒内の圧力が上昇したり、局所的に温度が上昇したりする恐れがありますが、実験結果などから現実的に想定される程度のプルトニウムスポットによる燃料破損への影響を特に考慮する必要はないことが示されています。

MOX燃料は、ペレットの径方向（断面横方向）の発熱分布を見ると、周辺部でより出力が高くなる傾向があるため、MOX燃料の設計にあたっては影響をあらかじめ考慮しておく必要がありますが、試験結果からその影響は十分に小さいことが示されています。

上記の原子力安全委員会の報告書のとおり、MOX燃料とウラン燃料の特性を比較すると多少の差はありますが、その差の程度やそれが及ぼす影響の程度は、今までのデータや知見により把握されています。

また、実際に原子力発電所でMOX燃料を使用する際には、施設ごとの特性を踏まえ、国が安全審査や保安検査等を行い、その安全性を確認することになっています。

(*)約1/3程度という数字は、海外での使用実績や代表的な炉心における検討結果を勘案したものであり、安全上の限界というものではありません。

2 - 9 使用済燃料から、どのような高レベル放射性廃棄物ができるのか示すべきではないのですか。

使用済燃料の中には、燃え残りのウラン、原子炉内でウランから生成したプルトニウム²⁵、マイナーアクチニド²⁵、核分裂生成物²⁶といった放射能レベルの高い物質が質量割合にしておよそ3～5%含まれています。

使用済燃料を再処理する際には、マイナーアクチニドや核分裂生成物を含む放射能の高い廃液（高レベル放射性廃液）を化学的に分離した後、ウランやプルトニウムを分離・回収します。この廃液は、ガラスの材料とともに溶かして、キャニスタというステンレス製の容器に入れて固めます。これをガラス固化体²⁷といいます。この高レベル放射性廃液やガラス固化体のことを高レベル放射性廃棄物²⁸といいます。

²⁵ マイナーアクチニド：使用済燃料中でウラン、プルトニウムに比べ存在量の少ないアクチニド（アメリシウム（Am）、キュリウム（Cm）及びネプツニウム（Np））の総称です。これらの物質は、自然界に存在しないものであり、原子炉内においてはウラン、プルトニウムなどの核燃料物質から生成されます。一般に長寿命の放射能を持ち、線を出します。

²⁶ 核分裂生成物（FP）：ウラン、プルトニウムの核分裂に伴って生じた核種及びその一連の放射性崩壊で生じる核種のことで、原子炉内で核燃料物質として利用することはできません。その大部分は放射性物質で、それらの半減期は、大半のものについては数十年以下ですが、長寿命のものも含まれ、中には数百万年に及ぶものまであります。

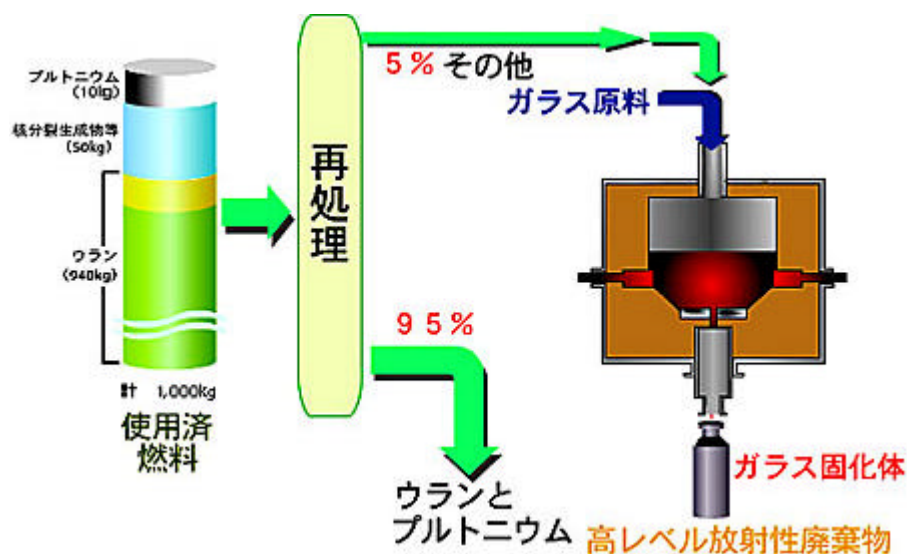
²⁷ ガラス固化体：高レベル廃液をガラスの材料とともに溶かして、キャニスタというステンレス製の容器に入れて固めたものです。

²⁸ 高レベル放射性廃棄物：使用済燃料の再処理工程において排出される放射能レベルの高い廃液、またはこれの固化体をいいます。核分裂生成物（FP）と、マイナーアクチニド

なお、使用済燃料を再処理せずに直接処分²⁹する場合は、ウラン、プルトニウム、マイナーアクチニドや核分裂生成物を含んだ使用済燃料そのものを高レベル放射性廃棄物として扱います。

図2 - 9 - 1 高レベル放射性廃棄物とは

日本の原子力発電では、一度使われた燃料から、燃え残りのウランやプルトニウムを抽出して再処理することで、使用済燃料の約95～97%を燃料として再利用することができます。あとの約3～5%は再利用されずに廃液として分離されます。廃液はガラス原料と一緒に溶かして固め、ガラス固化体にします。これが高レベル放射性廃棄物です。



注：図中の数字は、使用済燃料の95%が再利用できるとした場合のもの。

(Np,Am,Cm)を含み、高いレベルの放射能を有し、大きな崩壊熱を発生します。

²⁹直接処分：使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

2 - 1 0 プルサーマルを選択することで、放射性廃棄物の処分の負担を減らすことができるのか示すべきではないのですか。

直接処分³⁰においては、使用済燃料の再処理を行わないため、全ての使用済燃料そのものが、ウラン及び炉内で発生したプルトニウムを内包したまま高レベル放射性廃棄物³¹となります。他方再処理を行う場合には、使用済み燃料中の放射性物質の重量の大半を占めるウランと、体内に摂取した場合の危険性が大きく、かつ大半が半減期の長い核種であるプルトニウムを分離回収し、再び燃料として利用しますので、これらは高レベル放射性廃棄物にはほとんど移行しません。従って、高レベル放射性廃棄物に含まれる放射性物質の重量の観点からも、放射能による潜在的な影響度³²の観点からも有利になります。

プルサーマルを行った場合の高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の重量と、直接処分を行う場合の高レベル放射性廃棄物（使用

³⁰直接処分：使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

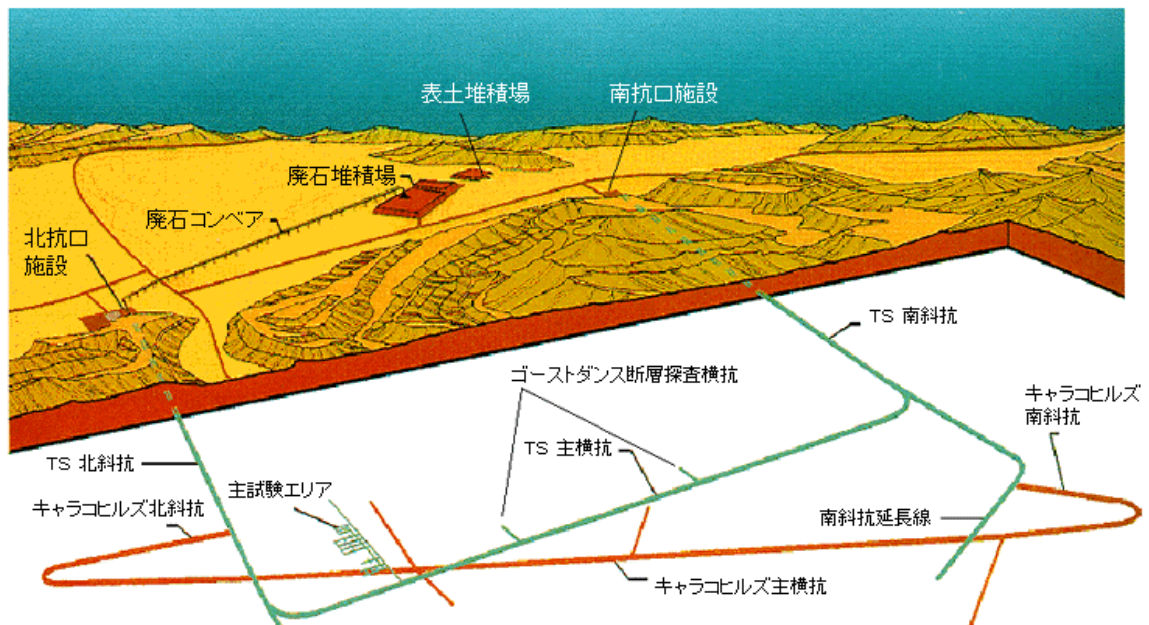
³¹高レベル放射性廃棄物：使用済燃料の再処理工程において排出される放射能レベルの高い廃液、またはこれの固化体をいいます。核分裂生成物（F P）と、マイナーアクチニド（Np,Am,Cm）を含み、高いレベルの放射能を有し、大きな崩壊熱を発生します。

³²放射能による潜在的な影響度：放射性核種の人体への影響度については、核種ごとに定められている放射性物質の体内摂取の年間許容限度(年摂取限度：ALI)でその核種の放射エネルギーを除いた値を尺度として表します。

済燃料集合体)の重量とを比較すると、一つの試算(総合エネルギー調査会原子力部会中間報告(1997年1月))では、再処理により、約40%に減容されます。従って、プルサーマルにより高レベル放射性廃棄物の処分における負担は軽減します。なお、低レベル放射性廃棄物については、サイクル施設の操業に伴う廃棄物や廃止措置に伴う廃棄物が発生することから、その容量は増加すると考えられます。これらは、処分方法に応じて区分し、適切に処分されることとなります。

ちなみに我が国においては、2-2でも述べられているとおり、現在で毎年約900～1,000トンの使用済燃料が発生しています。仮に毎年1,000トン程度の発生量で安定した場合、70年間に発生する使用済燃料によって、アメリカのユッカ・マウンテンと同程度の規模の処分場(約7万トン)がほぼ満杯になるものと考えられます。直接処分を選択した場合、我が国でこのような規模の処分場を70年ごとに造成していくことが必要となります。このため、核燃料サイクルを確立して高レベル放射性廃棄物の量の削減に可能な限り努めることが重要であると考えます。

図2 - 10 - 1 ユッカ・マウンテン処分場の概要



【出典】 Committed to Results : DOE's Environmental Management Program DOE/EM-0152P (1994年4月) p.36

- ・ 処分量：使用済燃料及びガラス固化体70,000tU（ガラス固化体換算9.1万本：原環機構試算）
- ・ 処分深度：最低限200m、帯水層より最低限200m上
- ・ 処分場の規模：処分坑道の総面積約1,150エーカー(約4.65Km²)、処分坑道および主要坑道の延長距離69,210m

２－１１ プルサーマルにより発生する使用済燃料の取り扱いを示すべきではないのですか。

プルサーマルによって発生する使用済MOX燃料の再処理については、２０１０年頃から検討されることとなっている六ヶ所再処理工場に続く再処理工場において処理することが必要です。

使用済MOX燃料の再処理については、わが国でも、これまで、東海再処理工場において新型転換炉ふげんの使用済MOX燃料の再処理を行ったこと、海外では、フランスのラ・アーグ再処理工場において、ドイツのMOX使用済燃料の再処理を行った実績などがあります。これらの実績から、使用済MOX燃料の再処理は技術的に可能であることは国内外で実証されています。

しかしながら、当分の間は、六ヶ所再処理工場の能力から使用済ウラン燃料の再処理を優先することが現実的です。使用済MOX燃料は、使用済ウラン燃料と同様に安全に貯蔵管理できることから、中間貯蔵による対応を含め、再処理するまでの間、適切に貯蔵管理することが適当です。

2 - 1 2 プルサーマルを選択することで、核拡散抵抗性（プルトリウムなどが核兵器に転用されることを防止する能力）が低下するのですか。

これまで、我が国は、原子力基本法に則り、厳に平和の目的に限って、原子力の研究、開発及び利用を行って参りました。今後、我が国がプルトリウム利用を進めるにあたっては、平和利用原則を確保することはもちろん、我が国の平和利用に係る取り組みについて、国際社会の理解と信頼を得るための努力を継続することが重要です。

プルサーマルを選択した場合、再処理工場及びMOX燃料加工工場において、事業者が核物質（プルトリウム、ウラン）の計量管理を行い、国に報告するとともに、IAEA及び国による査察を受けるなど、IAEA国際保障措置³³の適用により核物質の転用がないことが確認されます。それとともに、核物質の不法な移転や施設等への妨害破壊工作から防護するために核物質防護³⁴上の措置が適用されます。

³³ 保障措置：核物質の平和利用を保障するための措置で、国際原子力機関（IAEA）による国際保障措置と政府による国内保障措置にわけられます。我が国は、核不拡散条約に基づいてIAEAとの間に保障措置協定を結び、国内のすべての核物質に対してIAEAの国際保障措置を受けることにしています。

³⁴ 核物質防護：核物質の盗難や不法な移転、または原子力施設が破壊されて核物質が散逸すること等を物理的に防護することで、国際的には核物質防護条約、国内的には原子炉等規制法等に従って実施されます。

さらに、プルサーマルには、ウランと使用済燃料から回収されたプルトニウムを混合したMOX燃料³⁵を使用しますが、純粋なプルトニウム²³⁹は核兵器への転用の危険性が高いので、核不拡散上の考慮から、MOX燃料を製造する過程でプルトニウムが単体で存在する工程をできる限り少なくすることが必要です。このため、東海再処理施設、六ヶ所再処理工場とも、プルトニウムとウランを一括して転換できる混合転換技術を採用し、技術的な側面から核拡散抵抗性を向上させています。

また、MOX燃料を燃焼した後の使用済MOX燃料においては、プルトニウム²⁴⁰、²⁴¹などが増加し、核兵器に必要なプルトニウム²³⁹が減少するため、核兵器への利用は極めて困難になります。

他方、直接処分³⁶を選択した場合でも、同様に、IAEA国際保障措置及び事業者による核物質防護上の措置が適用された上で、使用済燃料は、そのまま高レベル放射性廃棄物として、地下深くの安定した地層中に処分されることとなります。

いずれの場合においても、有効な国際的な核不拡散体制及び核物

³⁵MOX燃料 (Mixed Oxide Fuel): プルトニウムとウランを混ぜ合わせて作った燃料 (ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料) のことを言います。

³⁶直接処分: 使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、

質防護上の措置を適用することが重要であり、そのもとではどちらの処分方法をとっても、有意な差はないと考えられます。

なお、１９７７年カーター大統領によって提唱され、２年数ヶ月の歳月を費やした国際核燃料サイクル評価（INFCE）も、ワンス・スルーと核燃料サイクルは、いずれも核拡散のリスクの観点からは優劣を評価できないというとりまとめを行っています。

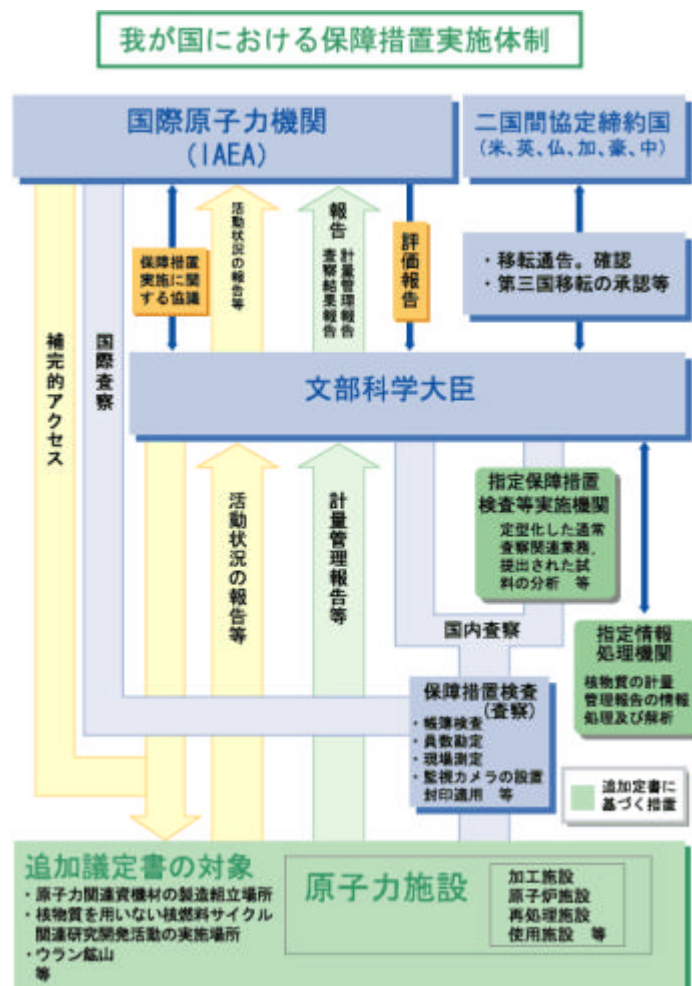
放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

図2 - 12 - 1 保障措置制度の概要

我が国における保障措置は、平和的な原子力活動にある核物質が、核兵器やその他の不明な目的のために転用されていないことを確認するため、「計量管理」と、国（文部科学省）とIAEAによる「査察」により成り立っています。

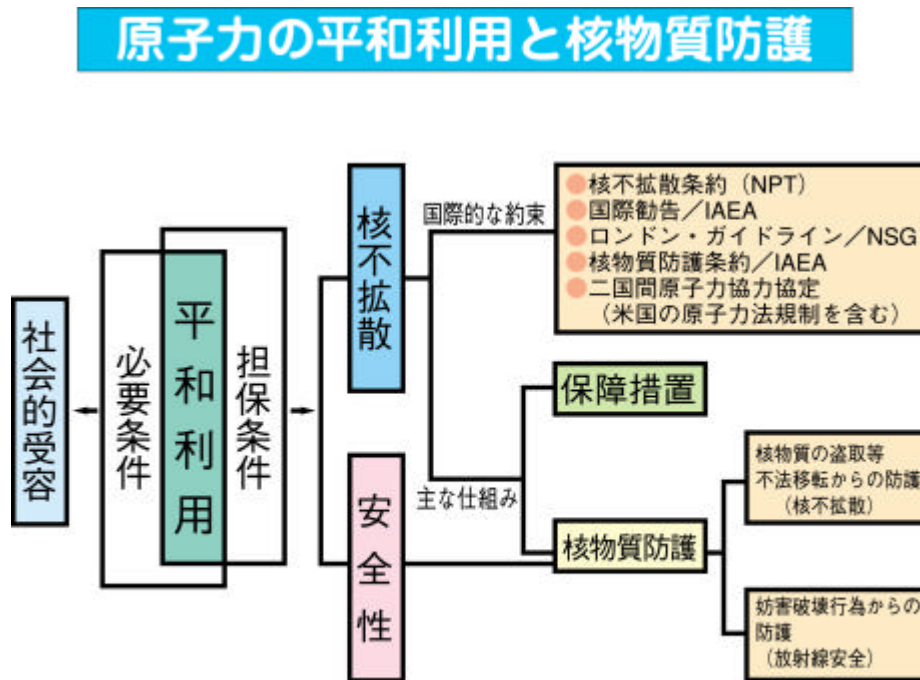
この計量管理とは、原子力施設にどのような核物質がどれだけあり、一定期間にどれだけ搬入・搬出されたか、そして現在どのような核物質がどれだけ残っているかを厳密・正確に管理する方法で、いわば厳密な家計簿のようなものです。国は、事業者から受け取った計量管理報告書を取りまとめ（国の委託により、原子炉等規制法に基づく指定情報処理機関（（財）核物質管理センター）が報告の内容の整理・解析を実施）、IAEAに提出しています。

この計量管理を基本として、国とIAEAが施設へ出向き、報告内容と現場に矛盾がないことを確認（査察）しています。なお、国の査察のうち定型的なものについては、原子炉等規制法に基づく指定保障措置検査等実施機関（（財）核物質管理センター）が国に代わって実施しています。



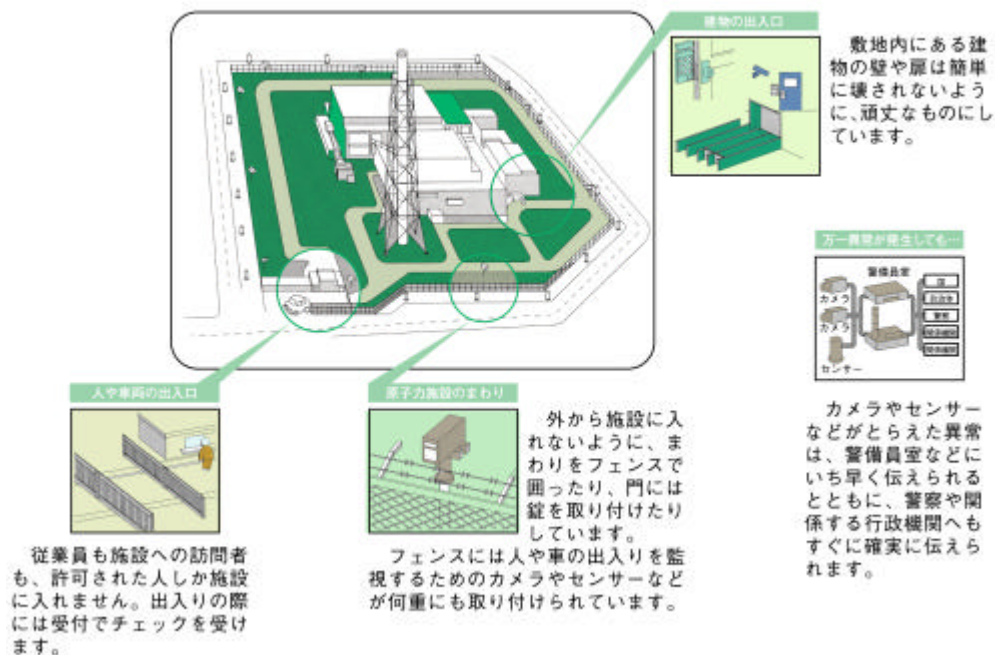
出典：文部科学省 原子力・放射線の安全確保ホームページ

図2 - 12 - 2 核物質防護措置の概要



出典：核物質管理センターパンフレット

原子力施設における核物質防護



出典：文部科学省・経済産業省パンフレット

2 - 1 3 プルサーマルを選択することで、利用目的のないプルトニウムをもたないと言う原則は担保されるのですか。

我が国のプルトニウム利用は、これまでも、国内外から核拡散の疑念を招かないよう、原子力基本法に則り、厳に平和の目的に限って行われてきました。

我が国は、核兵器の不拡散に関する条約（NPT）を批准し、それに基づく保障措置制度³⁷の適用を受けてることにより、プルトニウムの平和利用に対する国際的な担保がなされています。しかしながら、プルトニウムという機微物質の利用に対する国内的及び国際的な懸念を生じさせないためには、プルトニウム利用の透明性の向上を図ることにより国内外の理解を得ることが重要であると考えます。

このため、原子力委員会としては、利用目的のないプルトニウム、すなわち余剰プルトニウムを持たないとの原則を示すとともに、毎年プルトニウム管理状況を公表するなど関係者がプルトニウム平和利用に係る積極的な情報発信を進めるべきであるとの方針を示してきました。

³⁷保障措置：核物質の平和利用を保障するための措置で、国際原子力機関（IAEA）による国際保障措置と政府による国内保障措置に分けられます。我が国は、核不拡散条約に基づいてIAEAとの間に保障措置協定を結び、国内のすべての核物質に対してIAEAの国際保障措置を受けることにしています。

2005年から稼動することが予定されている、我が国初の商業用再処理工場である六ヶ所再処理工場については、現在建設が最終段階に達しており、アクティブ試験³⁸の段階から使用済燃料からのプルトニウムの分離、回収が開始されることになります。

ここで、六ヶ所再処理工場の稼動に伴い、今後は相当量のプルトニウムが分離・回収されることとなるため、当該プルトニウムの利用目的を明確に示すことにより、プルトニウム利用についてより一層の透明性の向上を図ることが必要であると考えます。

このため、原子力委員会は、以下の基本的考え方を満たす措置を実施することが必要であると考えます。

プルトニウム利用計画の公表

電気事業者は、プルトニウムの所有者、所有量及び利用目的を記載した利用計画を毎年度プルトニウムを分離する前に公表することとします。利用目的としては、利用量、利用場所、利用開始時期及び利用に要する期間の目途を含みます。ただし、透明性を確保する観点から進捗に従って順次、利用目的の内容をより詳細なものとして示すように変えていくこととしています。

利用計画の変更

³⁸アクティブ試験：再処理工場で実際の操業の前に行う試験の1つです。原子炉から取り出された使用済燃料を用いて運転試験を行い、生産性能・安全性能が設計通りであることを確認します。

プルトニウム利用計画が、国内外に対する透明性の向上のための手段として実効性を有するためには、利用計画に記載されるプルトニウム利用目的が最新の状況を反映した信頼性あるものである必要があります。そのため、電気事業者はプルサーマル計画の進捗状況、日本原燃の再処理工場等の稼働状況等により利用計画への影響が懸念される場合には、電気事業者及び日本原燃は、取るべき措置について検討を行い、必要があれば利用計画の見直しを行うこととします。

なお、海外で保管されているプルトニウムは、プルサーマルに使用されるものについては、海外でMOX燃料に加工された上で我が国に持ち込まれることとなります。そのため、その利用について平和利用の面から懸念が示されることはないと考えられますが、透明性の一層の向上の観点から、燃料加工される段階において国内のプルトニウムに準じた措置を行うべきと考えます。

また、核燃料サイクル開発機構東海再処理施設において分離、回収されるプルトニウムについては、核燃料サイクル開発機構など国の研究機関において保管されて、また研究開発等に利用されていますが、これら研究開発に利用されるプルトニウムについても、研究開発が有する情勢の変化によって機動的に対応することが求められるという性格に配慮しつつ、利用の透明性の向上が図られるよう、

核燃料サイクル開発機構など国の研究機関は、商業用のプルトニウムに準じた措置を行うべきと考えます。

原子力委員会としては、プルトニウム利用を着実に進めていくためには、プルサーマル計画の推進が重要であると考えており、今後とも、原子力委員会、経済産業省、地方自治体及び事業者がプルサーマルの実現に向けて、積極的に取り組んでいきます。

2 - 1 4 我が国の発電所の使用済燃料から回収されたプルトニウムを英仏に保有し、国内においてMOX燃料の使用先が確定しない段階で、なぜ六ヶ所再処理工場の稼働を急ぐのでしょうか。現在の状況で、いわゆるプルトニウム・バランスがとれるのですか。

2 - 1、2 - 4 で述べたとおり、国内における核燃料サイクルの確立は、エネルギーの安定供給の確保のための手段であります。さらに、核燃料サイクル事業を着実に進めていくことにより、

2 - 1 0 で述べたように、使用済燃料を再処理することにより高レベル放射性廃棄物の減容化が図られ、処分の負担の軽減になること、

国内におけるいくつかの原子力発電所の使用済燃料の貯蔵プールの容量は既に限界に近づいており、2010年まで中間貯蔵施設が稼働しないことを踏まえると、使用済燃料を着実に再処理することにより原子力発電所の運転の円滑化が図られること、さらに、海外再処理を行う場合には、使用済燃料や高レベル放射性廃棄物の国際海上輸送が必要となりますが、国内再処理により、国際海上輸送の回数を減らすことができること、といった利点があると考えます。

次に、プルトニウムの回収に関しては、これまでの海外再処理委

託契約に基づいて回収されるプルトニウムは、累計約30トン（プルトニウム量については核分裂性プルトニウム量）と見積もられ、さらに、国内再処理工場においては、六ヶ所再処理工場は、2005年から稼働することが予定されていますが、本格稼働した段階（2008年予定）で年間約5トン弱のプルトニウムを回収することが予定されています。

プルトニウムの利用については、当面のところ、プルサーマル及び高速増殖炉などの研究開発において利用することとしています。プルトニウム利用の見込みについて述べると、プルサーマルについては、全炉心MOX燃料³⁹装荷の大間原子力発電所では年間1.1トンの利用が、他の原子炉では1基当たり年間0.3～0.4トンの利用が見込まれるので、16～18基の規模でプルサーマルが実施された場合、合計で5～8トンの利用が見込まれることになります。研究開発用については、「もんじゅ」が運転再開した後は年間数百キログラムのプルトニウムの利用が見込まれます。このように、プルサーマルが着実に進めば、国内の再処理工場で回収する以上のプルトニウムを利用することになると考えられ、我が国が国内及び海外において保有するプルトニウムの総量は減少する傾向になると考

³⁹MOX燃料（Mixed Oxide Fuel）：プルトニウムとウランを混ぜ合わせて作った燃料（ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料）のことを言います。

えられます。

その場合においても、我が国がプルトニウム利用を平和利用に限っていることを内外に示していくことが何よりも重要であることから、我が国は利用目的のないプルトニウムをもたないという原則を採っています。そこで、プルトニウムを分離回収する場合には、原子力委員会が示したプルトニウム利用の基本的考え方に即して、事業者が利用目的を明らかにしたプルトニウム利用計画をたてることとしています。

プルトニウム利用計画が国内外に対する一層の透明性の手段として実効性を持つためには、プルサーマル計画を始めとする利用目的が最新の状況を反映することが必要であると考えます。

そのため、電気事業者のプルサーマル計画の進捗状況、日本原燃の再処理工場等の稼働状況等によりプルトニウム利用計画への影響が懸念される場合には、電気事業者及び日本原燃が取るべき措置についての検討を行い、必要があれば利用計画の見直しを行うことが必要であると考えます。これにより、いわゆるプルトニウム・バランスについての懸念も生じることはないものと考えます。

現在、プルサーマル計画を進めるためには、当面、欧州の加工会社とのMOX燃料加工契約の締結が必要ですが、輸入MOX燃料に関する品質保証体制を確立し、地元の信頼を回復することが必要で

す。

2 - 1 5 これまでに、諸外国等でプルサーマルを実施した実績があるとのことですが、現在はどうでしょうか。また、各国の再処理工場は安全に動いているのでしょうか。

プルサーマルは、1960年代から開始され、2001年12月末までに、ベルギー、アメリカ、ドイツ、イタリア、オランダ、スウェーデン、フランス、スイス、日本、インドの55基の原子力発電所で計3543体のMOX燃料⁴⁰集合体が装荷されました。現在は、フランス、ドイツ、ベルギー、インドにおいて、MOX燃料が装荷されています。

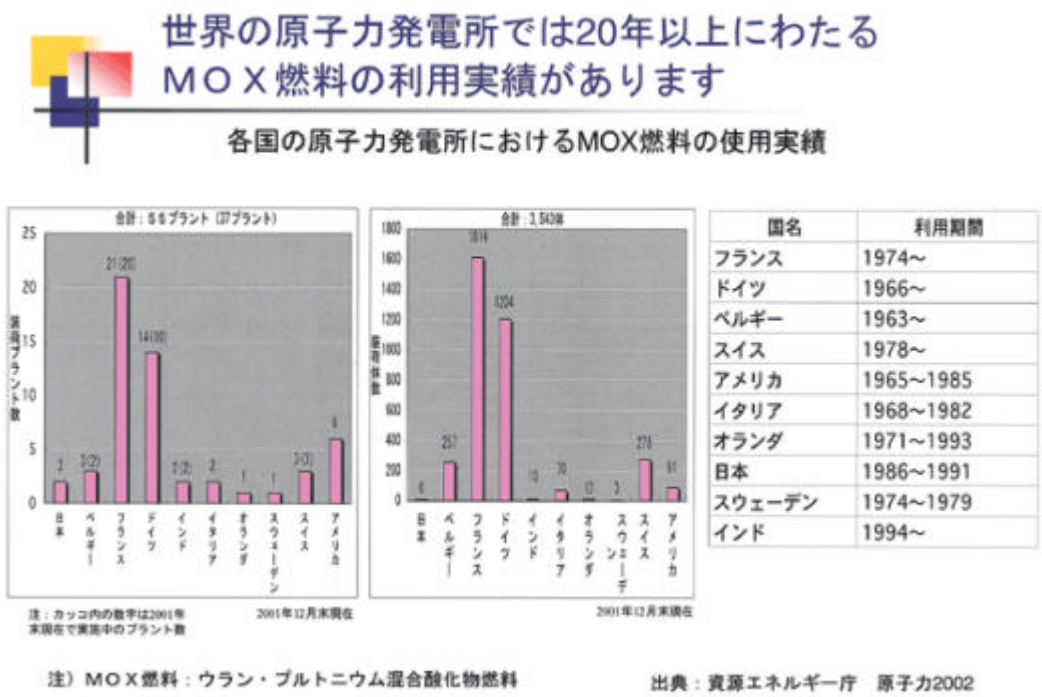
我が国においては、1986年から1991年にかけて、関西電力（株）美浜発電所1号機、日本原子力発電（株）敦賀発電所1号機でMOX燃料の実証試験を行った実績があります。さらに、新型転換炉「ふげん」においても、772体のMOX燃料を利用した実績があり、これは1つのプラントとしては世界最多の実績となっています。

再処理工場については、現在、フランス、イギリスにおいて、商業用再処理工場が稼働しており、また既に廃止されているものの、

⁴⁰MOX燃料（Mixed Oxide Fuel）：プルトニウムとウランを混ぜ合わせて作った燃料（ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料）のことを言います。

ベルギーでも商業用再処理工場が稼働していました。これまでに、これらの国々において、6万トンを超える使用済燃料を再処理した実績があります。我が国においても、1977年から、核燃料サイクル開発機構の東海再処理施設が稼働しており、これまでに、累計約1,000トンの使用済燃料の再処理を行っております。

図2 - 15 - 1 諸外国におけるMOX装荷実績



2 - 1 6 直接処分とプルサーマルを比較して、どちらの選択が望ましいと考えますか。この点について、立ち止まって比較しているのですか。

原子力委員会は、経済性、資源の利用効率、放射性廃棄物の処分などの観点から、直接処分⁴¹とプルサーマルとについて、比較検討しています。

2 - 4、2 - 7、2 - 1 0で述べたとおり、経済性の面では、プルサーマルは直接処分と比較して高いものの、総発電費用に対し1割以下の差に過ぎないとの試算があります。また、その差は、時には数倍にもなる原油価格の変動幅よりも小さいのではないかということも指摘されています。

他方、資源の利用効率については、炉内で生産される純国産資源であるプルトニウムを利用することからウラン資源の利用効率が最大1.5倍になり、エネルギー安全保障の確保に寄与します。プルサーマルを行うことで対外的にも常にエネルギーの海外依存度を低くしようとする姿勢を示すことになり、エネルギー資源の確保を行

⁴¹直接処分：使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

う際にも有効に働くものと考えます。

さらに、プルサーマルにおいては、2 - 10で述べたとおり、高レベル放射性廃棄物⁴²の重量が直接処分の場合の約40%に減容されることから、処分の負担の観点からみて大きな利点になると考えられます。

これらの論点を、個々に取り上げるだけでなく、これらを総合的に考えて政策の選択を行うとすれば、原子力委員会は、直接処分ではなく、プルサーマルを選択することが望ましいのではないかと考えています。

⁴²高レベル放射性廃棄物：使用済燃料の再処理工程において排出される放射能レベルの高い廃液、またはこれの固化体をいいます。核分裂生成物（FP）と、マイナーアクチニド（Np,Am,Cm）を含み、高いレベルの放射能を有し、大きな崩壊熱を発生します。

（高速増殖炉）

3 - 1 核燃料サイクルにおいて、高速増殖炉をどのように位置付けますか。

まずわが国における原子力利用の現状をみると、第一段階としての軽水炉による原子力発電の実用化が行われ、第二段階としての軽水炉サイクルの確立の途上にあります。第三段階である高速増殖炉サイクルは、3 - 7でも述べるように、ウランの利用効率が100倍以上と飛躍的に向上することから、エネルギー問題を解決する有力な選択肢であるとされてきました。現在、高速増殖炉については、経済性の向上が求められていることや、発電プラントとしての実証が未確認であることなどの課題があるため、現在はこれらを解決するための研究開発を行い実用化の目途をつけることを目標としている段階です。

高速増殖炉の研究開発により十分な成果が得られた際は、それまでの軽水炉サイクルより得られた経験を組み合わせて、高速増殖炉サイクルに円滑に移行していくことが、エネルギー安全保障上の観点からより有効であると考えています。

なお、軽水炉と高速増殖炉は競合するものではなく、共存していくものであると考えます。この場合高速増殖炉は、使用済MOX燃料

中のプルトニウムなどの利用や、処分する高レベル放射性廃棄物の量の減少といった役割を主として担うことが考えられています。

3 - 2 高速増殖原型炉「もんじゅ」は高速増殖炉サイクルの中でどのような位置付けですか。

「もんじゅ」は、高速増殖炉技術開発の過程においては、実験炉「常陽」に続く段階である原型炉として位置付けられる、我が国唯一の発電機能を有するナトリウム冷却型高速増殖炉プラントです。ナトリウム冷却型炉は、3 - 4で述べるように、様々な冷却材の高速増殖炉が研究されている中で、最も研究が進んでいる型式です。

「もんじゅ」の設計、建設、運転の経験を通じて、発電プラントとしての所期の性能、運転性の見通し、ナトリウムの取扱技術についての安全性、信頼性などを実証することが目的とされています。

「もんじゅ」の具体的な実証項目には、燃料製造技術の確認、プラントの燃料・炉心特性の確認、機器・システムの性能の確認、プラントの運転実績の蓄積、運転保守データの蓄積、技術者・運転者の育成、国際共同研究の場の提供等があります。なお、「もんじゅ」の国際的活用につきましては、現在、フランス、イギリス、ドイツ、アメリカなど高速増殖炉開発の先行国との情報交換、研究者の交流に加えて、「もんじゅ」が再稼働した際には、「もんじゅ」を活用した共同研究を実施すべく、計画段階からの協力を進めております。

このように、「もんじゅ」は、我が国における高速増殖炉サイクル

技術の研究開発の場の中核として位置付けられ、資源の乏しい我が国の核燃料サイクルの今後を担う重要な炉であります。このような状況にあって「もんじゅ」のナトリウム漏えい事故は誠に遺憾なことでしたが、２００２年１２月により安全性を高めるための設置変更許可が下りたところです。今後は、立地地域をはじめとする国民の理解を広く得つつ、改造工事を実施し、運転を再開することとしています。

図3 - 2 - 1 高速増殖原型炉「もんじゅ」

1. 「もんじゅ」の概要

所在地：福井県敦賀市

初臨界：1994年4月

電気出力：28万kW

(我が国初の実際に発電する高速増殖炉)



2. 「もんじゅ」の位置付けと役割

(原子力長期計画) (2000年11月)

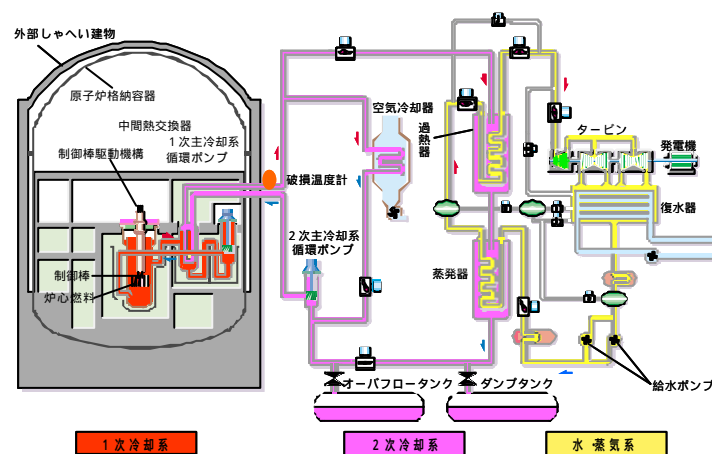
発電プラントとしての信頼性の実証とその

運転経験を通じたナトリウム取扱技術の確立という「もんじゅ」の所期の目的を達成することが重要。このことから、原型炉「もんじゅ」は我が国における高速増殖炉サイクルの研究開発の場の中核と位置付け、早期の運転再開を目指す。

3. 「もんじゅ」の状況

「もんじゅ」は1983年に国が原子炉の設置許可を行い、1995年10月には40%の出力に達しました。しかし、同年12月ナトリウム漏れ事故をおこし、現在は運転を停止しています。

2003年1月27日、1983年1月に国より出された高速増殖原型炉「もんじゅ」の原子炉設置許可を無効とする、高等裁判所の判決が出されました。これにたいして国は、判決を不服として1月31日に、最高裁判所へ上訴の手続きを行っています。現在サイクル機構は、事故の再発防止やいっそうの安全性の向上を目指し、ナトリウム漏洩対策等工事の早期着手へ向けて県の「もんじゅ」委員会の運営に積極的に協力するとともに、国民の皆様のご理解を得る活動を展開するなど、最大限の努力を傾注しています。



3 - 3 「もんじゅ」は、早急かつ冷静に費用便益分析を行って、中止を含めて決断すべきではないでしょうか。

「もんじゅ」について2002年までに建設および運転に要した費用は総計7,881億円となっています。また今後、「もんじゅ」運転再開までに、原子炉施設を安全に維持管理するとともに、ナトリウム漏えい事故を踏まえた安全性に係る所要の改造工事を行う必要があります。ただし、行政訴訟（原子炉設置許可処分無効請求確認訴訟）における名古屋高等裁判所判決での敗訴などの影響もあり、運転再開の時期などについては明言できない状況です。このように、これまでの実績として高速増殖炉サイクルの研究開発の計画は予期せぬ事故や不祥事その他の影響を大きく受けており、今後実用化するまでに係る費用や期間についても、不確実な状況にあります。

しかしながら、1 - 1で述べたように、今後エネルギー自給率が極めて低い我が国のエネルギーを巡る環境は、大変厳しくなると考えられます。また、地球温暖化対策の必要性が大きくなる中で、原子力がエネルギー安全保障と二酸化炭素排出量削減の観点から有用であることは、1 - 2、1 - 3、1 - 4、1 - 6などで既に述べたとおりです。また、原子力と核燃料サイクルは別々に考えるべきものではなく、特に高速増殖炉サイクルについては、ウランの利用効

率が100倍以上になることから、資源枯渇を遠い将来に引き伸ばすことが期待できる可能性を有した技術であり、中長期エネルギー安全保障に寄与することができることが期待されるのは、2 - 3、1 - 3、3 - 1で述べています。

このようなメリットを踏まえれば、上述の不確実性を踏まえても、我が国のエネルギー安全保障、環境保全の観点からのリスク管理として、高速増殖炉サイクルの研究開発を進めるべきです。

ここで、実験炉「常陽」に続く段階である原型炉「もんじゅ」については、3 - 2で述べたとおり、我が国における高速増殖炉サイクル技術の研究開発の場の中核として位置付けております。ナトリウム漏えい事故は誠に遺憾でしたが、一度は送電まで実施したこの炉を放棄することは、費用や期間のみならず現場で経験を積んだ人材の散逸という観点からも、合理的な選択では無いと考えられ、今後はこの炉を活用して着実に研究開発を進めていくことが、上記のリスク管理の観点から重要と考えます。

3 - 4 「もんじゅ」高裁判決は、「もんじゅ」の安全性を否定していますが、高速増殖炉は本当に安全だと考えていますか。

ナトリウム冷却高速増殖炉は、一般の軽水炉と比較した場合に、核反応に高速中性子を利用することと、冷却材にナトリウムを使用することとが特徴ですが、原子炉の制御の方法や熱を取り出し発電する仕組みは基本的に軽水炉と同じです。

安全確保対策は、これらの特徴を踏まえて行いますが、その基本的な考え方は軽水炉と同様です。具体的には、多重防護⁴³の考え方を採用し、安全確保対策が実際に適切に機能を果たすことを確認するため、通常の運転状態を一時的に外れるような事態やそれを超えるいわゆる「事故」の発生を想定して解析を行っています。そして、原子炉等規制法に基づき、経済産業省原子力安全・保安院及び原子力安全委員会が厳正な安全審査等を行っています。

「もんじゅ」については、原型炉という炉の性格、高速増殖炉の

⁴³多重防護：原子力施設の安全性確保の基本的考え方の一つで、原子力施設の安全対策が多段的に構成されていることをいいます。とくに日本では原子力発電所の基本的設計思想とされています。多重防護は、次の３段階からなっています。第一段階としては、安全確保のための設計の考え方であって、異常の発生を防止するため、安全上余裕のある設計、誤操作や誤動作を防止する設計、自然災害に対処できる設計が採用されています。第二段階としては、事故拡大防止の考え方であって、万一異常が発生しても事故への拡大を防止するため、異常を早く発見できる設計、原子炉を緊急に停止できる設計が採用されています。第三段階としては、放射性物質の放出防止の考え方、万一事故が発生しても放射性物質の異常な放出を防止するための格納容器やＥＣＣＳ（緊急炉心冷却装置）が備えられています。

運転経験が少ないことを考慮して、発生頻度は極めて低いけれども結果が重大であると想定される炉心崩壊⁴⁴事故等の発生を想定して解析を行っており、仮に炉心崩壊があった場合でも、外部に放射能が放出しないよう、格納容器の健全性が確保されることが確認されています。

「もんじゅ」高裁判決は、多重に設置された一連の安全装置が全て動かなくなるような可能性について、その確率を評価することなく定性的に起りうると認め、安全審査が不十分であるとして許可処分を無効としているものです。しかし、このような論理は、現在の科学技術における安全確保の考え方を根本から否定しているものであり、安全装置を何重にし、リスクを管理しても安全確保はされないという帰結になります。

なお、本行政訴訟は、最高裁判所において係争中であり、最終的な判断は最高裁判所に委ねられています。

⁴⁴ 炉心崩壊事故：一般に FBR では、プラントの安全性を評価するための事故を想定しても、炉心での冷却材沸騰や燃料破損は生じることなく、また、格納施設の健全性を損なうことはありません。しかし、FBR では、軽水炉に比べて高いプルトニウム富化度（あるいはウラン濃縮度）の燃料で炉心を構成しているという特徴を考慮して、その発生頻度が工学的に無視できるほど十分小さくとも、仮想的に炉心損傷状態を仮定して、その影響が炉容器及び格納施設内で適切に緩和されることを確認しています。この仮想的な安全評価事象が炉心崩壊事故です。FBR の開発当初から安全設計・評価が行われ、FBR の安全研究の重要課題の 1 つとなってきました。仮想的炉心崩壊事故(HCDA：Hypothetical Core Disruptive Accident)とも呼ばれています。

3 - 5 ナトリウムは水と反応しやすく、取扱いが難しいと思われるのに何故ナトリウム炉の研究開発を続けるのですか。

高速増殖炉の冷却材に望まれる性質としては、

プルトニウムを効率的に増殖するため、中性子を減速させないこと（軽水炉では、中性子を積極的に減速させるため、減速材（兼冷却材）として水を用いている）

熱を伝える能力に優れていること、

ポンプへの負担を軽くするため、軽い物質であること（比重が小さい）

発電効率を上げるため、液体冷却材の場合には高温でも気体にならないこと（沸点が高い）

配管等の材料に対する腐食性が小さいこと、

化学的に安定であること、

など多くの項目が挙げられます。これらの条件を全て完璧に満たす理想的な材料は存在しませんが、その多くを満たし、冷却材として適当と考えられる材料には、ナトリウム、鉛 - ビスマス合金、水銀、ナトリウム - カリウム合金、水、ヘリウムガス等があります。世界各国におけるこれまでの研究成果によれば、化学的に活性である（空気や水と反応すること等を考慮しても、ナトリウムが最適な材料

の１つと考えられており、このため、「もんじゅ」においても、ナトリウムが採用されました。

化学的に活性が大きいというナトリウムの欠点については、ナトリウム漏れを起こさないための設計をするとともに、漏れて空気と反応した場合の影響を抑制する対策として、早期にナトリウム漏れを検知する検知器の設置、１次ナトリウム系がある冷却室は不活性ガスである窒素雰囲気管理、２次系のある部屋においてはコンクリートとナトリウムを直接接触させないための床ライナーの設置等を行うなど、多重防護の考え方を踏まえたいくつもの対策を行っております。また、蒸気発生器の伝熱管が損傷して水とナトリウムとが接触した場合の影響を抑制する対策としては、ナトリウム・水反応を早期に検知する検出器の設置、蒸気発生器内に保有されている水・蒸気を早期に抜き取る弁や二次冷却系の加圧防止のための圧力開放板の設置を行うなど、こちらも多重防護の考え方を踏まえたいくつもの対策を行っております。これらによって安全は確保できると考えております。なお、１９９５年の「もんじゅ」ナトリウム漏えい事故は、二次冷却系における初歩的な設計管理上のミスによるものでしたが、炉心の冷却機能は損なわれず、原子炉そのものの安定性は維持され、環境への影響もありませんでした。この事故を踏まえ、より安全性を高めるための設置変更が、２００２年１２月に、

許可されたところです。今後は、立地地域をはじめとする国民の理解を広く得つつ、改造工事を実施し、運転を再開することとしています。

世界の状況をみると、アメリカが提唱し10ヶ国の参加を得て推進されている、次世代原子力システムの研究開発のための国際的な枠組み（GIF）の中では、6つの炉型が提唱されていますが、ナトリウム冷却型高速炉もその中に含まれており、またフランス、ロシア等においてもナトリウム冷却型高速炉の研究開発が続けられています。

3 - 6 「もんじゅ」高裁判決により、「もんじゅ」の再起動が遅れると思われるが、今後の開発スケジュール、導入のタイミングをどのように考えるのでしょうか。

エネルギー資源の乏しい我が国においては、エネルギーの長期的安定供給に向けて資源節約型のエネルギー技術の開発が必要です。高速増殖炉サイクル技術は、実現すれば、様々な技術的選択肢の中で、資源節約効果が極めて高いものです。「もんじゅ」は、その研究開発の中核となる施設として重要であり、その再起動に向けて、ナトリウム漏えい事故の経験を生かした改造工事を行うなどの措置を実施して安全確保を行い、これを大前提に、地元をはじめとする国民の理解が得られるよう努力しています。

今後の開発スケジュールについては、地元や国民の理解を得た上でできるだけ早く「もんじゅ」の再起動を行い、その後約10年かけて、発電プラントとしての信頼性を実証する等の研究開発を行うこととしています。また、並行して、核燃料サイクル開発機構と電気事業者とが共同で、軽水炉に比肩しうる経済性を確保することを目標として、実用化戦略調査研究を行っています。この研究では現在、高速増殖炉システムに関しては、冷却材、出力規模、燃料形態等にかかる幅広い選択肢について比較検討を行い、また燃料サイク

ルシステムについては、先進サイクル技術と呼ばれる複数の再処理・燃料製造技術について比較検討を行い、高速増殖炉サイクル全体としての整合性を図りつつ実用化候補概念の絞込みを行っているところであり、2015年を目途にその成果として実用化技術を提示することとしています。これらの研究開発の成果をもとに、軽水炉の寿命を60年と想定した場合に、2030年頃からと考えられる現在稼働中の商業用軽水炉の更新時期までに高速増殖炉の実用化のための具体的な計画を進めることにしています。

3 - 7 高速増殖炉によってどの程度ウランの利用効率が上がると考えますか。確かに、高速増殖炉は原子力に莫大な供給力を与えると思いますが、海水ウランや核融合などもあるので、プルトニウム利用にこだわる必要があるのでしょうか。

高速増殖炉は、使用済燃料から回収されたプルトニウムとウランとを混合したMOX燃料を炉に装荷しますが、炉内で燃えるプルトニウムの量よりも、ウランが中性子を吸収し、新しく生まれるプルトニウムの量の方が多くなる原子炉です。この結果、消費した燃料よりも多くの燃料を回収することができます。

理想的な条件では、ウラン燃料を1回利用する直接処分⁴⁵と比較して、ウランの利用効率は、直接処分の場合の0.5%程度から高速増殖炉サイクルの場合の60%程度へと、燃料の利用効率が100倍以上と飛躍的に向上すると試算されています。現在のウランの可採年数が60年であることから、ウランを全て高速増殖炉で利用すると、計算上は少なくとも1,000年以上ウラン燃料を利用することが可能となります。

⁴⁵直接処分：使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンススルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

先進諸国のなかでも際だってエネルギー資源小国である我が国にとって、エネルギーの長期的安定供給に向けた資源節約型のエネルギー技術の開発が必要です。高速増殖炉サイクル技術は、実現すれば、様々な技術的選択肢の中で、資源節約効果が極めて高いものといふことができます。

海水ウランや核融合を高速増殖炉サイクルの代わりにすべきではないかとの意見もあります。海水ウランについては、海水中のウラン濃度は3 mg/tであることから、推定溶存総量は4 5 億トンあると考えられています。このため、海水からウランの供給ができれば、ウランの資源的な制約を突破する可能性があります。しかしながら、海水中のウラン濃度が低いことから、捕集コストが高く、鉱山ウラン長期取引価格の1 0 倍程度と試算されています。このため、海水ウランをプルトニウム利用の代替とすることは困難ではないかと思われる。

また、核融合も、地球上に無尽蔵に存在する水を燃料にするものですから、大きな可能性を有するものだと言えます。しかしながら、核融合は、現段階では発電実績もなく、実用化に至るまでに長期的な開発努力と技術の段階的実証を要するもので、長期的な視野に立った取り組みが必要ではないかと考えます。

3 - 8 高速増殖炉を選択することで、高レベル放射性廃棄物の量を減らすことができると考えますか。

直接処分⁴⁶においては、使用済燃料の再処理を行わないため、全ての使用済燃料そのものが、ウラン及び炉内で発生したプルトニウムを内包したまま高レベル放射性廃棄物⁴⁷となります。他方再処理を行い、高速増殖炉を利用する場合には、使用済み燃料中の放射性物質の重量の大半を占めるウランと、体内に摂取した場合の危険性が大きく、かつ大半が半減期の長い核種であるプルトニウムを分離回収し、再び燃料として利用しますので、これらは高レベル放射性廃棄物にはほとんど移行しません。従って、高レベル放射性廃棄物に含まれる放射性物質の重量の観点からも、放射能による潜在的な影響度⁴⁸の観点からでも有利になります。

さらに、高速増殖炉には、一般に長寿命核種であるマイナーアク

⁴⁶直接処分：使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

⁴⁷高レベル放射性廃棄物：使用済燃料の再処理工程において排出される放射能レベルの高い廃液、またはこれの固化体をいいます。核分裂生成物（FP）と、マイナーアクチニド（Np,Am,Cm）を含み、高いレベルの放射能を有し、大きな崩壊熱を発生します。

⁴⁸放射能による潜在的な影響度：放射性核種の人体への影響度については、核種ごとに定められている放射性物質の体内摂取の年間許容限度(年摂取限度：ALI)でその核種の放射エネルギーを除いた値を尺度として表します。

チニド核種⁴⁹を分離回収し、再び燃料として利用しうる技術的可能性があり、その技術の研究開発も進められています。この技術の実現により、高レベル放射性廃棄物の発生量を削減し、かつその放射能による潜在的な影響度の持続時間を大幅に減ずることができます。

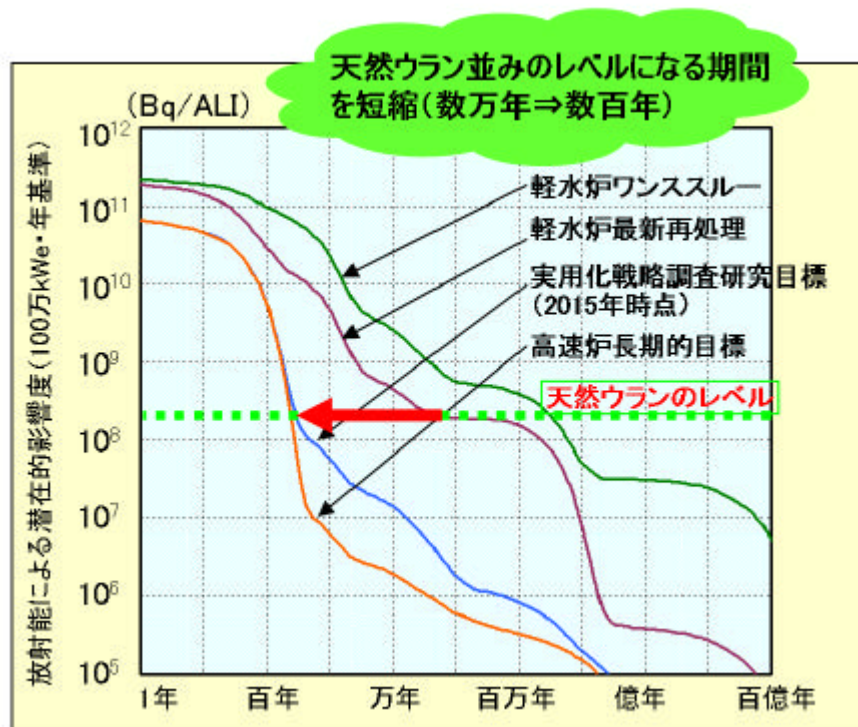
また、より将来的には、核分裂生成物⁵⁰のうちの長寿命核種、発熱核種を高速増殖炉の中で照射することなどにより、より短寿命の核種あるいは安定核種に変換しうる可能性もあり、これが実現すれば、放射能による潜在的な影響度を更に減ずるとともにその存続期間を大幅に減ずることができます。

⁴⁹ マイナーアクチニド：使用済燃料中でウラン、プルトニウムに比べ存在量の少ないアメリカシウム（Am）、キュリウム（Cm）及びネプツニウム（Np）の総称です。これらの物質は、自然界に存在しないものであり、原子炉内においてはウラン、プルトニウムなどの核燃料物質から生成されます。一般に長寿命の放射能を持ち、 α 線を出します。

⁵⁰ 核分裂生成物：ウラン、プルトニウムの核分裂に伴って生じた核種及びその一連の放射性崩壊で生じる核種のことで、原子炉内で核燃料物質として利用することはできません。その大部分は放射性物質で、それらの半減期は、大半のものについては数十年以下ですが、長寿命のものも含まれ、中には数百万年に及ぶものまであります。

図 3 - 8 - 1 高速増殖炉サイクルによる環境負荷低減効果

(放射能による潜在的な影響度の観点から)



(核燃料サイクル開発機構試算)

3 - 9 諸外国においては、高速増殖炉の研究を中断していますが、我が国はなぜ研究を進めるのでしょうか。また、諸外国においては、高速増殖炉の導入実績はあるのですか。

核燃料サイクル政策は、各国のエネルギー事情等によって異なっていますが、世界の潮流として、高速炉の研究が中断されているわけではありません。

エネルギー資源の乏しい我が国においては、将来にわたるエネルギー安全保障の確保、放射性廃棄物の適切な処理処分などの観点から核燃料サイクル政策を原子力政策の基本としております。

アメリカにおいては、カーター政権以降核不拡散の観点から、基礎的研究のみが進められておりましたが、近年、次世代原子力システムの研究開発のための国際的な枠組み(G I F)を提唱しており、その中で選択している6つの炉型のうち、ナトリウム冷却型炉、鉛冷却型炉、ガス冷却型炉の3つが高速炉システムです。さらに、2003年1月に「先進燃料サイクル・イニシアティブ」をとりまとめ、資源の有効利用、高レベル放射性廃棄物⁵¹の削減、核拡散抵抗性の向上などの観点から高速増殖炉の開発を提言しています。このよ

⁵¹高レベル放射性廃棄物：使用済燃料の再処理工程において排出される放射能レベルの高い廃液、またはこれの固化体をいいます。核分裂生成物(F P)と、マイナーアクチノイド(Np,Am,Cm)を含み、高いレベルの放射能を有し、大きな崩壊熱を発生します。

うに、これまで核燃料サイクル政策に慎重な姿勢を示したアメリカが積極姿勢に転じたことは、核燃料サイクルの重要性が国際的にも再確認されたものと考えています。

フランスにおいては、１９９７年に実証炉である「スーパーフェニックス」を国内の政治情勢、経済性の観点などから廃炉にしましたが、原型炉「フェニックス」においては長寿命核種の消滅処理の研究などを継続中です。フランス政府としては、「スーパーフェニックス」によりナトリウム冷却型高速増殖炉の建設、設計、運転に関する一応の知見が得られたため、今後、ガス冷却型高速増殖炉の研究を行っていくこととしています。

また、ロシア（旧ソ連）においては、実験炉ＢＲ－１０、ＢＯＲ－６０及び原型炉ＢＮ－３５０、ＢＮ－６００などの運転実績を有しており、実証炉ＢＮ－８００を建設中です。

さらに、中国においても、実験炉を建設中であり、２００５年末頃の臨界を予定しています。

図3 - 9 - 1 第4世代原子力システム国際フォーラム(GIF)に
おいて選択された原子炉形式

炉形式	利用する中性子の種類	幹事国
ガス冷却炉	高速中性子	アメリカ
鉛合金冷却炉	高速中性子	スイス
溶融塩炉	熱中性子	該当なし
ナトリウム冷却炉	高速中性子	日本
超臨界圧水冷却炉	熱中性子～(高速中性子)	カナダ
超高温ガス炉	熱中性子	フランス

3 - 1 0 直接処分と高速増殖炉サイクルとを比較して、どちらの選択が望ましいの考えるのですか。

資源の利用効率、経済性、放射性廃棄物の処分などの観点から、直接処分⁵²と高速増殖炉サイクルとを比較検討してみます。

3 - 7、3 - 8 で述べてきたとおり、高速増殖炉サイクルが確立されれば、ウラン資源の利用効率は直接処分と比べて100倍以上となり、計算上少なくとも1,000年以上も利用することができ、資源の節約効果が極めて高くなります。経済性については、現段階では、高速増殖炉は、安全性、信頼性などを実証する原型炉の段階ですので、商業運転に必要な経済性が確保されてはいませんが、研究開発を通じて、軽水炉に比肩する経済性を確保していくことを目指しています。高レベル放射性廃棄物⁵³に関しても、全てが高レベル放射性廃棄物となる直接処分とは異なり、長期間放射能を放出するプルトニウムを分離回収し燃料とします。さらに、マイナーアクチ

⁵²直接処分：使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

⁵³高レベル放射性廃棄物：使用済燃料の再処理工程において排出される放射能レベルの高い廃液、またはこれの固化体をいいます。核分裂生成物（FP）と、マイナーアクチニド（Np,Am,Cm）を含み、高いレベルの放射能を有し、大きな崩壊熱を発生します。

ニド⁵⁴を分離回収し燃料とする技術的な可能性もあり、これが実現すれば、高レベル放射性廃棄物の発生量や、放射能の持続時間を減らすことが可能になります。

このように、高速増殖炉サイクルは、経済性の面では不確実性が高い状態ですが、エネルギー安全保障の確保や高レベル放射性廃棄物の処分の観点からみれば、大きな利点を持っているといえるのではないのでしょうか。

⁵⁴ マイナーアクチニド：使用済燃料中でウラン、プルトニウムに比べ存在量の少ないアメリシウム（Am）、キュリウム（Cm）及びネプツニウム（Np）の総称です。これらの物質は、自然界に存在しないものであり、原子炉内においてはウラン、プルトニウムなどの核燃料物質から生成されます。一般に長寿命の放射能を持ち、 α 線を出します。

(終わりに)

4 - 1 原子力委員会は、核燃料サイクル政策を総合的かつ複眼的に議論し、今回のペーパーをまとめたのですか。

これまでも、１９９５年の「もんじゅ」ナトリウム漏えい事故、１９９９年のＪＣＯ事故など、原子力に対する信頼を大きく失墜させる事故が何回も発生しています。原子力委員会は、１９９６年からの２期にわたる円卓会議の開催、新しい原子力長期計画の策定の際に広く意見を求めるための長計策定会議やご意見を聞く会の開催などを様々な施策を実施してきました。特に、ご意見を聞く会は、東京、青森、福井において開催し、立地地域の方々から直接ご意見を伺いました。

さらに、２００１年７月には、政策決定プロセスにおける市民参加の拡大を図り、国民との信頼関係を確立するための方策を検討するため、市民参加懇談会を設置しました。これまでも、新潟県刈羽村、東京都内(２回)、青森市及び敦賀市において、懇談会を開催し、広く市民の方々のご意見を伺っているところです。

また、福島県は、国の原子力政策に対して疑問を提起しており、県独自のエネルギー政策検討会を進めています。これに対しては、昨年８月に原子力委員と知事との間で、直接、原子力政策について

の意見交換を行い、今後も原子力委員会は引き続き対話を続けたいと考えているところです。その後、福島県は、エネルギー政策についての中間取りまとめという問いかけを提示しました。この問いかけでは、「今回の東電問題などを契機に、既定の方針を固執するのではなく、原点に立ち返り、あるべき原子力政策を真剣に検討すべきである。とりわけ、核燃料サイクルについては一旦立ち止まり、全量再処理と直接処分⁵⁵等との比較を行うなど、今後のあり方を国民に問うべきではないか。」と述べております。

2002年8月の東京電力による不正記載事件などは、原子力発電分野で指導的な地位を占める企業によるものであり、原子力に対する国民の信頼を大きく損なったものといえます。また、本年1月の「「もんじゅ」設置許可無効訴訟」に関し、名古屋高裁金沢支部から国側敗訴の判決が出されました。本訴訟は、「もんじゅ」の安全審査に係るものでしたが、これを契機に核燃料サイクルに対する疑問が提示されています。

原子力委員会は、信頼回復に向けて何が求められ、何をすべきなのか、今後核燃料サイクルのあり方をどのように考えるのかという

⁵⁵直接処分：使用済燃料を再処理せず、ある期間冷却保管した後に高レベル放射性廃棄物として処分する方法のこと。ワンス・スルー方式ともいいます。この場合でも、使用済燃料には半減期の長い核分裂生成物と減損ウラン、プルトニウム等が含まれておりますので、放射能に対する安全を確保するため適切な処置をとる必要があります。

ことを議論するため、２００２年１１月、「核燃料サイクルのあり方を考える検討会」を立ち上げました。これまでに、全国の立地地域の首長を４回にわたって呼びし、意見を伺いました。また、原子力事業を行っている電気事業連合会、東京電力（株）、ジャーナリスト、消費者、専門家、研究機関及び行政庁からも意見を伺いました。

原子力委員会としては、原子力政策をできる限りオープンなものとするため、これまでも、このように広く関係各方面と議論を重ね、意見交換を行い、問題の抽出を行ってきました。

核燃料サイクルは、現在の長期計画においても基本政策として位置づけられていますが、以上述べたような機会を通じて各方面から提起された核燃料サイクルに関する問題点について、原子力委員会は原点に立ち返って検討しました。この「核燃料サイクルについて」という資料はその検討結果を示すものです。核燃料サイクルは、原子力政策の中核を成すものでありながら、ご理解をいただくことが難しいことから、本資料においてはその必要性等をできるだけわかりやすく示すことといたしました。また、専門的な用語については、脚注をつけています。

原子力委員会は、核燃料サイクルが我が国の将来にとって、非常に重要であると認識を示していますが、核燃料サイクルに対する国民のご理解とご支持を得るため、引き続き、様々な機会を捉えて議

論していくこととしております。本資料についても、積極的なご意見をいただくことを期待しています。

核燃料サイクルのあり方を考える検討会

- ご意見を伺った方々の声 -

原子力委員会では、昨年11月から「核燃料サイクルのあり方を考える検討会」を開催し、立地地域の市町村長、電気事業者、ジャーナリスト、消費者、専門家、研究機関及び行政庁から、9回にわたり、ご意見を伺いました。

そこで、核燃料サイクルのあり方、原子力発電を巡る問題点の本質、信頼回復のために求められることなどに関して、以下のようなご意見を伺いました。

1. 核燃料サイクルのあり方

原子力委員会が、放射性廃棄物の処理処分や高速増殖炉技術の確立も含めた核燃料サイクルの全体像を示すことが必要。その中での核燃料サイクルの意義や位置付けを、明確にわかりやすく立地地域の住民や国民に示してほしい。原子力発電の推進には核燃料サイクルが不可分であり、核燃料サイクルを計画通り進めるべきという強いメッセージを出してほしい。

核燃料サイクルの必要性はわかるが、道筋については原点に返って進むべき。様々な方針も比較検討しつつ、もう一度議論を行うべきではないか。

今回の東京電力の不正問題とエネルギー政策ないしは核燃料サイクル政策とを峻別すべき。

資源問題、高レベル放射性廃棄物の処分の難易の問題、現在保存されている使用済燃料の問題から、核燃料サイクルを積極的に進めていくべきだ。

原子力は、（ウラン採掘から放射性廃棄物の処分まで）完結してこそ意味がある。このため、核燃料サイクルをやっていくことは義務だと思う。

軽水炉がうまくいっているのに対して、核燃料サイクル政策は行き詰っている。

まず、核燃料サイクルの経済性に主眼を置いて、再評価して見直し、変えることが必要ではないか。政府としても検討する場を設けてほしい。政策に合理性を取り戻さなければならない。複数の政策の選択肢を提示するとか、段階に応じた政策を立てていくことが必要ではないか。

核燃料サイクルの問題がほとんど一般には理解されていない。その理由は、原子力の世界では本音の議論が欠けていて、本音のところが一般に理解されていないのではないか。説得すれば理解されるという時代ではないということも念頭に置くべき。

ウラン資源の有効利用という国の示す核燃料サイクルの理念と民間の現実の乖離が進んでいる。理念は忘れるべきではないが、その乖離を仕切り直して行くべきではないか。電力自由化の進展で、国策だといっても、民間は協力できないという現実がある。

もっと早いうちに、核燃料サイクルの必要性及び国の方針をはっきりと打ち出しておけば、皆さんの納得が得られたのではないか。

核燃料サイクルの展望の原点は、あくまでも立地地域の関係者との信頼回復だろうと思う。使う側にももちろん必要なテーマだが、何といたってもリスクを背負っている立地地域の方たちのご理解が前提になければならないし、特にトップの方がお取りになる行動は、今の色々な事件の背景を見ても、非常に大きな影響を及ぼすと思う。

現在リサイクル社会の実現というものは消費者の共通のテーマになっている。この核燃料のリサイクルの問題ももう少し一般レベルの中で広がっていかねばならないのでは。

原子力の特徴を生かすには、核燃料サイクルが必要。再処理について問題を先送りしてはならない。先人の努力を無駄にすることなく、取り組んでいくことが必要。再処理の放棄は原子力の放棄につながる。

経済性や使用済燃料対策、エネルギー・セキュリティだけでは再処理の必要性にならない。短中期的には、既存の軽水炉で原子力の意義は十分に確保される。長期的な総合戦略から、核燃料サイクルの位置づけを考える必要がある。核燃料サイクルと原子力発電は切り分けて考えるべきではないか。

原子力発電は現実に存在し、メリットも目に見えるが、核燃料サイクルはなかなか理解しにくいのが現実。提起されている問題に対して、一つ一つ相当丁寧に答えていかねば、理解は得られないと思う。たとえば、原子力は抽象的にエネルギー・セキュリティ上必要といっても、65年もてばいいという考え方もあり、キャッチ・フレーズだけでは説得しきれない。

原子力を21世紀の基幹エネルギーと位置つけるのであれば、いずれ軽水炉だけでは行き詰まる。資源面でも、高レベル放射性廃棄物についても、高速増殖炉サイクルが必要となる。

2. 原子力発電の意義

国民は、日本のエネルギー事情、あるいは島国日本、少資源国だからという理由で、原子力が理解されるなんていう単純な精神構造であるとは思わない。

国にお願いしたいのは、エネルギー問題全般の国民へ情報提供である。日本のエネルギーがいかに脆弱か、環境問題上、どのようにエネルギーを考えるのか、知らしめるというよりも、国民と一緒に考えてもらう材料を出していただきたい。

原子力の問題は、「原子力が必要であるということはわかるが、そんなもの無くていいのではないか」という普通の人の感覚を、30年も40年もかかっても結局は払拭できていないところにある。払拭できない理由は、まず、原子力以上に良いものが何かあるはずであり、原子力が一番であるという実感が持てないということ。2番目が、政府、原子力委員会、企業の言うことを100%信用できないこと。3番目が、原子力発電は無くても困らないとみんなが思っているということ。一生懸命やってきたからだと言うが、それが伝わっていないということ

が一番の問題である。

原子力発電というのは、エネルギーの安定供給という意味で非常に重要なエネルギー源であり、CO₂ を多く出さないという意味でも、非常に有効な手段だと考えているので、安全をきちんと確保し、その安全情報もきちんと開示するという中で私ども連合は利用を認めるという立場。これは、原子力の代替となる十分なエネルギー供給源が未だかつて出てきていないという状況から、ある程度容認せざるを得ない部分もあると考えている。

日本経団連が3月11日出した声明（エネルギー政策の重点課題）においては、3つのE（エネルギーの安定供給、環境への適合、経済合理性）の中で、エネルギー安定供給を最優先すべきとした。自然エネルギーの供給能力には限界があるというコンセンサスが必要ではないか。

原子力発電は、CO₂ 削減のためにコスト面で優れているのに、日本を除く先進諸国で新增設が進まないのは、目に見えない間接コストが巨額になるからだろう。電力需要の伸びを賄うのは原子力以外に火力しかないという前提を据えられているのではないか。

3. プルサーマル、六ヶ所再処理施設

電気事業者としては、プルサーマル計画の推進、六ヶ所再処理施設の運転開始、MOX 加工工場の建設、そのための地元の合意、中間貯蔵の立地推進といった一連のサイクル政策に対し、喫緊の課題として全力を挙げて取り組んでいる。

返還プルトニウムのプルサーマル利用は必要。

電力が六ヶ所再処理施設を中断できないのは、原子力発電所から使用済燃料が運び出せなくなり、原子炉が止まるのを恐れるためである。廃棄物処理としての再処理の意義は疑問。「核燃料サイクルの確立」という「建前」に電力会社も地元も振り回されている。

プルトニウム利用は原子力に莫大な供給力を与えるものであるが、海水ウラン、核融合などもあるので、何が何でもプルトニウム利用にこだわる必要がないのではないか。

六ヶ所再処理工場の問題は、厳しい市場環境の下で、原子力という先進的な活動を行うためにふさわしい経営システムにまだ変わっていないという問題であり、長期的な問題とは切り離して考えるべき。

国民の安心、国際的な信頼の観点から、プルトニウム利用の基本的な考え方を示してほしい。

4. 高速増殖炉サイクル、もんじゅ

もんじゅについては、他国がやらないなら、なぜ日本がやろうという気にならないかなという気がする。日本から新しい技術を発信すべきではないか。

核燃料サイクルの要と言われる高速増殖炉が、現実的に今どのような段階にある

かという問題を、もう少し正確に、または、外に向かってきちんと訴える必要がある。

これまで官民一体となって進めてきた核燃料サイクルについて、国と民間の責任を明確に切り分けるべき。

もんじゅは中止を選択肢に含めて費用便益分析を行い、早急に決断すべき。

もんじゅ判決を受けて、核燃料サイクルの研究開発の重要性について、もんじゅの意義などを取っ掛かりにして、説明責任を果たす必要性を認識している。

5. 放射性廃棄物、バックエンド対策

核燃料サイクル計画が遅れると、六ヶ所村が核のゴミ捨て場になるのではとの不安がある。

高レベル放射性廃棄物処分の観点からは、再処理しても放射能がなくなるわけではないから、直接処分も選択肢として比較検討すべきである。

使用済燃料から発生する高レベル放射性廃棄物についてのきちんとした見通し、国民に納得の得られるような説明を示すべき。

原子力委員会は地元や電力会社の苦悩を理解すべき。核燃料サイクル確立という建前を変更し、核燃料サイクルから中間貯蔵へ政策変更すべき。中間貯蔵後のバックエンドは政府が責任を持つ体制を構築し、バックエンドの選択肢について政策評価を実施すべき。経済産業省でもやろうとしているが、平行して原子力委員会においてもやるべき。

T R U（超ウラン元素）の処分やデコミの制度化が課題であり、官民の役割分担を再整理し、事業のリスクを考えながら、適切な経済的措置を定めていくことになるのではないか。

高レベル放射性廃棄物に関しては、T R Uの処分費用の積み立てが残っているだけで、科学的知見、事業の見通しが不十分ということではないと思う。電気事業自由化を提言した総合資源エネルギー調査会電気事業分科会報告書は、核燃料サイクルに対する詳細な安全規制上の方針策定、科学的知見の集積、事業の見通し等が不十分であるために、現時点では措置の具体化ができないとしている。こうした指摘に対して原子力委員会の基本認識を明らかにすべきだが、電気事業の原子力部門だけについて公的支援を議論するのは視野が狭くないか。漫然と国民負担を求めることには賛成しかねる。

電気事業分科会報告書では、バックエンド事業全般にわたるコスト構造、原子力発電全体の収益性等を分析・評価する場を立ち上げ、その結果を踏まえ、官民の役割分担の在り方、既存の制度との整合性等を整理のうえ、経済的措置等具体的な制度・措置のあり方について必要性を含め検討するべきとしている。これが過去の経理的基礎に対する判断に問題ありとの認識の表明であるとすれば、原子力委員会は、その判断の再評価をする責任がある。

広大な土地をもつ米国でも、直接処分を行うために処分場をいくつも造ることが

現実的ではないということから、再処理路線に復帰し、今後の研究開発に力を入れてくる可能性が高い。我が国も、バックエンドを十分考えた政策でないとならないと思う。

6. 核燃料サイクルの経済性

経済性の議論を検討し、仮に核燃料サイクル政策が割高という結果になっても、エネルギー・セキュリティへの貢献、放射性廃棄物対策などの要因を定量的に評価すればよいのではないか。

経済性についても、公正なデータを元に試算し、資源効率性や環境効率性もあわせて考え、議論すべきである。

核燃料サイクルの経済性といっても、為替レートや原油価格によって大いに変わる。また、どのくらいの期間をとるかでも、コストが変わる。

高速増殖炉の関係もあるが、これはやはり建設コスト、維持コストを含めて、トータルな経済性をどう見ていくのか、あるいは色々な供給源があるもとで、エネルギーの需給率にどの程度寄与するのかというようなことなど、色々と総合的に判断をしていく必要があると思う。そうしたことを含め、トータルとしての国民の理解がまだまだ進んでいないと考えている。

7. 信頼回復などのために求められること

信頼回復には、全ての情報の公開が必要。国、事業者は、立地地域住民の気持ちを真摯に受け止め、適宜情報提供を行って、原子力に対する信頼感を醸成する努力を行うべき。情報公開の問題は、国、事業者、また自治体の中で真剣に考える必要がある。

国は、方針は示すものの、住民対策、広報啓蒙活動は、事業者、立地自治体任せではないか。国の発展を支えるエネルギー政策、その中でも原子力政策は、国が前面に立って推進すべき。

原子力委員会が地元の住民と膝を交えて議論をすることは、住民の理解を得るために非常に大事なことではないか。

市民の目線で、我々がよく聞くこと、広聴だと思う。立地地域の方の広聴が一番大事ではあるが、もう 1 つ、なぜ原子力あるいはエネルギーについての消費者の理解が浸透しないのかも、考えていかなければならない。

電気事業者が考える安全と市民が考える安全との間に乖離がある。その辺を埋めていくのも、電気事業者の仕事と思う。

信頼回復にはまず透明感。国民の皆様には原子力発電をどう見せていくかが必要で、ホームページで原子力の実態を写真入りで見せること、また、改めて原子力発電所を見ていただくといった努力をしていく。ここ 1 年間を通して 100 万人超の見学者を達成している。

原子力政策をつくるときには、世論というものをやはり相当勘案しなければなら

ない。世論がそういう方向がいいのだと半分ぐらいの理解がなれば、政策を変えざるを得ないし、新たな政策シナリオを提示するのが政府の責任ではないか。

世論が一番大事である。ただし、世論というのはマスコミが作るものであり、役所の方で世論を醸成しろとか何とかというのは難しいと思う。

今まで色々な不祥事があり、隠し事があり、事故があり、それはもう過ぎたことだから仕方がないが、無条件に許すのではなく、今後どうすれば防ぐことができるか、今の間違いをどう生かして、どうよい方に持っていくか、それは企業も努力するが、私たち利用する側も報道する人たちも、国民全体で育てていくのでなければ何もできないと思う。

事業者の信頼を損ねている事態の回復が必要であり、そのためには品質保証体制と地域社会への説明能力の充実、リスク管理をきちんとすることが必要。規制への批判に対しては、規制当局が国民の信頼を醸成していくとともに、原子力委員会はそのことに対して期待感を表明すべき。

国民理解を進めるために、一生懸命努力しているがなかなか進まない。影響力の強いマスメディアには、理解してほしいと思うような情報が取り上げてもらえない。

8 . 電力自由化

電力の自由化が進む中で、コストの回収あるいは長期にわたる事業リスクとどのように整合性を図っていくかが大きな課題であり、再処理や廃棄物処分、バックエンド等について、必要な経済的措置を検討していく。

国はエネルギー政策遂行上の責任をタイムリーに果たす必要がある。（バックエンド等の）経済的措置も出てくるだろうし、説明責任もある。原子力委員会だけの問題ではなく、経済産業省、文部科学省等、省庁の枠を超えて、国という言葉での役割が出てくるのではないか。

原子力委員会は、電力自由化といった新しい事態に対して、原子炉等規制法の全面改定を建議すべきではないか。

自由化された電力市場のもとでは、原子力発電の単価がいかに安くとも、巨額の初期投資、廃棄物の処理にまつわる困難があり、民間企業としての電力会社が原子力発電所を新增設する可能性は極めて乏しい。新增設が選択されないとすれば、原子力の推進と電力自由化が相容れないことになる。

30 - 40 年先に原子力発電がどうしても必要なのか否かを問い、その答えが「YES」ならば、原子力を市場競争から隔離する（なんらかの公的支援を図る）必要がある。また、刈羽村の村民投票に見るような NIMBY の是非を問うに当たっても、原子力発電の「必要性」についての合意形成が必要である。

9 . その他

（安全対策）

国民の視点に立って安全性を厳しく監視するという保安院が果たすべき役割を再検討し、チェック体制の強化等の方針を確立すべき。また、国は法体系の整備などを行い安全対策に万全を期して欲しい。

信頼回復のために、国の規制体制の強化及び規制側と推進側の独立的な関係の構築が必要。

国と事業者が定検時の点検項目を分けているが、国は全て点検できるようにすべき。

(エネルギー教育)

原子力発電所が自分のところ以外にあれば問題ないと思う人が多く、国民理解のためのエネルギー教育が必要ではないか。

(地域振興)

固定資産税は年々減少している。交付金や固定資産税などの地方自治体の収入について、安定的な税体系を構築する観点から均等になるようにしてもらうことも大事。

都道府県にのみ交付される緊急時安全対策交付金、放射線等監視交付金の見直しや一定の核燃料税の市町村への配分の義務化、市町村への核燃料税の課税権などがないと、増設の受け入れは難しい。

プルサーマルを推進するに当たっての地域振興策が必要。現状では何のメリットもないので、地域に何らかのメリットがあるような政策をお願いしたい。

(その他)

エネルギー基本法に基づくエネルギー基本計画に、原子力委員会の考え方を反映させる仕組みが必要ではないか。

今後の電力需要の伸びは望めないため、事業者は新增設するインセンティブを持ち得ない。ある一定のペースでの発電所の建設が技術の維持に必須であるなら、これをどう維持するかは国の役割として考えなければならない。

核燃料サイクルのあり方を考える検討会 開催実績

	日 時	ご意見を伺った方
第 1 回	平成14年11月18日(月)	河瀬 一治 敦賀市長 岩本 忠夫 双葉町長 安達 公司 柏崎市助役
第 2 回	平成14年12月 3 日(月)	古川 健治 六ヶ所村長
第 3 回	平成15年 1 月21日(火)	森 卓朗 川内市長 佐藤 淳一 泊村長 安住 宣孝 女川町長 中元 清吉 伊方町長
第 4 回	平成15年 1 月23日(木)	村上 達也 東海村長 本間 義明 浜岡町長 青山 善太郎 鹿島町長 細川 義雄 志賀町長
第 5 回	平成15年 3 月12日(木)	兒島 伊佐美 電気事業連合会副会長 早瀬 佑一 電気事業連合会理事 榎本 晃章 東京電力株式会社副社長
第 6 回	平成15年 4 月22日(火)	竹内 敬二 朝日新聞論説委員 飯田 浩史 産経新聞論説顧問 塩谷 義雄 日本経済新聞論説委員 菊池 哲郎 毎日新聞論説委員長 北村 行孝 読売新聞論説委員
第 7 回	平成15年 5 月15日(木)	芦野 英子 エッセイスト 清水 鳩子 主婦連合会副会長 須賀 恭孝 日本労働組合総連合会 経済政策局長
第 8 回	平成15年 5 月20日(木)	石井 保 三菱マテリアル株式会社原子力顧問 近藤 駿介 東京大学大学院教授 佐和 隆光 京都大学経済研究所所長 山地 憲治 東京大学大学院教授
第 9 回	平成15年 6 月12日(木)	素川 富司 文部科学省大臣官房審議官 迎 陽一 資源エネルギー庁電力・ガス 事業部長 中神 靖雄 核燃料サイクル開発機構 副理事長