

原子力発電と日本のエネルギー需給

取締役基礎研究部長 清水徹朗

〔要 旨〕

日本では家電、自動車の普及に伴って電気、石油を多く使う生活になったが、石油ショック以降、エネルギー供給に占める石油の比率は低下し、原子力発電が増大した。様々な事故発生にもかかわらず原発の建設は進められ、政府は使用済み核燃料を再処理して高速増殖炉で使うという「核燃料サイクル」の構想を掲げてきたが、高速増殖炉もんじゅは事故により長期停止の状態であり、六ヶ所村再処理工場の完成は遅れている。

もんじゅ停止を受け、政府は再処理によって分離したプルトニウムをMOX燃料にして既往原発で使用するプルサーマルを進めてきたが、再処理は多額の費用がかかりMOX燃料は高コストである。高レベル放射性廃棄物はガラス固化のあと地層処分を行う方針であるが、受け入れ自治体はなく最終処分問題は未解決である。

日本は、今後脱原発に向けて再生可能エネルギーを増大させるべきであり、そのためにはこれまで原発に向けられてきたエネルギー予算を組み替える必要がある。

目 次

はじめに

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1 日本のエネルギー需給の推移 | (4) 原発建設の停滞 |
| (1) 自然資源に依存した生活・経済 | 3 使用済み核燃料と核燃料サイクルの問題点 |
| (2) 石炭の利用と電気の導入 | (1) 使用済み核燃料の現状 |
| (3) 自動車・家電の普及と石油依存の深化 | (2) 核燃料サイクルの問題点 |
| (4) 石油ショックとエネルギー構成の変化 | (3) 未解決の放射性廃棄物最終処分 |
| 2 原子力発電の導入と拡大の過程 | 4 脱原発と再生可能エネルギー拡大の課題 |
| (1) 原子力の発見と利用技術の開発 | (1) 原子力発電の問題点と脱原発の必要性 |
| (2) 日本における原子力発電の導入 | (2) 求められる再生可能エネルギーの拡大 |
| (3) 原子力発電の拡大 | (3) 今後の課題 |

はじめに

東日本大震災に伴う福島原発事故が発生してから既に3年半が経過した。福島第一原子力発電所では津波によって全ての電源を喪失してメルトダウンと水素爆発が起き、放射性物質が拡散して現在も周辺住民10万人(避難指示区域等)が避難生活を送っている。

福島原発事故以降、他の原子力発電所も順次稼働を停止し、2012年7月に再稼働した大飯原発が13年9月に稼働停止した後は、1年以上にわたって全ての原発が停止している。この間、原発停止に伴う電力供給不足は火力発電の稼働率向上によって補われており、日本国民は再び電気を震災以前のように使い、一見するとまるで原発事故がなかったかのような生活に戻っている。しかし、福島では汚染水との闘いや廃炉作業が続いており、原発事故が終息したわけではない。

その一方で、原発再稼働に向けた準備と審査が続けられているが、今後の原子力発電のあり方やエネルギー政策の方向について、十分な議論・検討を経て国民が納得するものが示されたとは言い難い。本稿は、こうした状況にある日本の原子力発電の今後のあり方について、エネルギー需給全体における位置づけや放射性廃棄物処理という観点から検討する。特に、原子力発電の最大の問題である使用済み核燃料と核燃料サイクルの問題点を指摘し、今後の対応方向を考えてみたい。

1 日本のエネルギー需給の推移

最初に、今日に至る日本のエネルギー需給の変遷を簡単に整理しておきたい。

(1) 自然資源に依存した生活・経済

人類は、かつては他の生物と同様に動物等の自然資源を利用して生活しており、長期にわたり農林漁業を中心とした自給的要素の強い生活・経済を続けてきた。料理、暖房のための燃料は主に木を使用しており、植物を原料とした油やろうそくによって光を得ていた。

日本の農村部では1950年代までは自然資源に多く依存した生活が続けられており、50年代半ばの薪の生産量は約800万 m^3 、炭の生産量は約200万トンあり、全国各地に水車が存在した。農業生産においても、主に人力、畜力で耕作し、化学肥料、農薬を使用しない有機農業を実践していた。

(2) 石炭の利用と電気の導入

こうした生活を一変させたのが、産業革命と資本主義経済の発展であった。特に動力機の発明が画期的であり、ワットによる蒸気機関改良(1769年)を契機にイギリスで産業革命が進行し、その燃料として石炭が使われるようになった。日本でも、明治維新以降蒸気機関を利用した機械や機関車が導入され、それに伴って国内の石炭生産が増大した。

さらに、18世紀末に電気の本質が解明さ

れ（クーロン、ボルタ等）、ファラデー（1831年電磁誘導発見）、マックスウェル（1865年電磁方程式）らによって発展した電磁気学を活用して発電機、電動機が開発され、1878年に水力発電、1881年に火力発電が始まり、エジソンによって白熱電球が発明（1879年）されると電気は急速に普及していった。日本でも欧米から技術を導入して火力発電（1887年）、水力発電（1888年）が始まり、電気の普及に伴って山間地にダムが建設されて水力発電所が多く設けられた。

（3）自動車・家電の普及と石油依存の深化

石油の存在は古くから知られていたが、19世紀後半に米国で油田が開発されて以降、石油の生産・利用が急速に拡大した。特に、自動車の普及によってガソリン需要が急増し、石油を燃料とする船や飛行機も増大していった。

日本でも、60年代に石炭から石油へのエネルギー転換が行われ、国内の炭鉱が閉鎖されて輸入石油に依存するようになった。また、発電においても60年代に火力発電が水力発電を上回るようになり、なかでも石油を燃料とする火力発電が主流になった。それと同時に自動車や家電が急速に普及して電気、石油（ガソリン）を日常的に使用する生活になり、今日の日本では電車、電灯、冷蔵庫、エアコン、パソコン、携帯電話など電気なしでは生活できないような状況になっている。農業においても石油（ガソリン）を使うトラクター、コンバイン、乾燥

機等が普及し、施設園芸でも石油を使うようになり、漁業（漁船等）、林業（チェーンソー等）でも同様の変化が進行した。こうした変化が長い人類の歴史のなかのわずかの100年余りで実現したことは驚くべきことである。

（4）石油ショックとエネルギー構成の変化

こうした石油依存の経済に根本的な反省を迫ったのが、1973年の石油ショックであった。石油ショックによって石油価格は一気に4倍近く上昇し、日本経済に深刻な打撃を与えるとともに、エネルギー安全保障という観点から中東地域に過度に依存したエネルギー供給構造の転換が求められることになった。

そのため政府は、サンシャイン計画（74年）、ムーンライト計画（78年）によって新エネルギー開発、省エネを進める方針を示し、省エネルギーセンター（78年）や新エネルギー総合開発機構（NEDO）（80年）を設立し、石油代替エネルギー法（80年）を制定した。こうした政府の方針を受けて産業界・電力業界も石油依存からの脱却に向けた努力を行い、同時に原子力発電所の建設が進められた。

その結果、一次エネルギーに占める石油の割合は、73年には75.5%であったが、90年^{（注1）}に56.0%、10年には40.0%に低下した（第1、2図）。特に、電力については、火力発電の燃料が石油から石炭やLNG（液化天然ガス）にシフトし、電力に占める石油の割合は、73

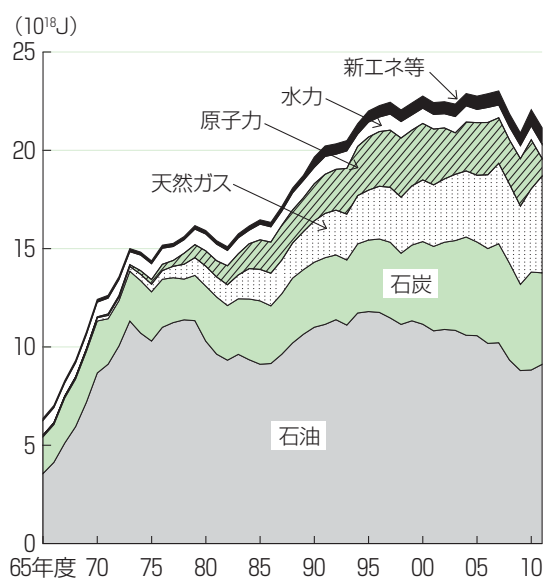
年には73.2%であったが、10年では8.3%まで低下した（第3、4図）。

しかし、この間「省エネ」が唱えられたにも関わらず、日本人の生活はエネルギーを多く消費する生活に変化し、エネルギー消費量（一次エネルギー）は15,002PJ（73年）

から23,022PJ（07年）まで増加し（第1図）、特に電力については、73年3,790億kWh、93年7,828億kWh、2010年10,064億kWhと大きく増大した^(注2)（第3図）。

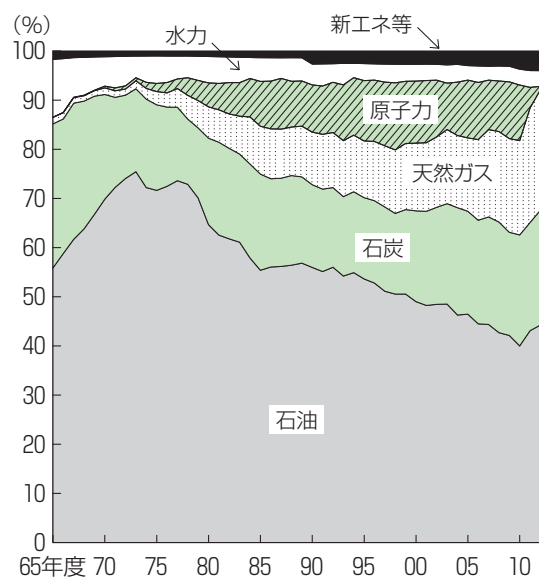
（注1）石油の消費量自体は、石油ショック後85年までは減少したものの、その後、円高による輸入価格低下もあって増加に転じた。

第1図 エネルギー供給の推移（一次エネルギー）



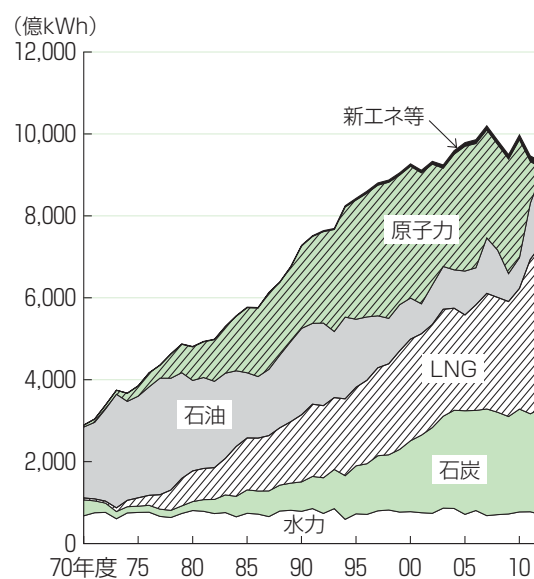
資料 資源エネルギー庁「エネルギー白書」

第2図 エネルギー供給の構成（一次エネルギー）



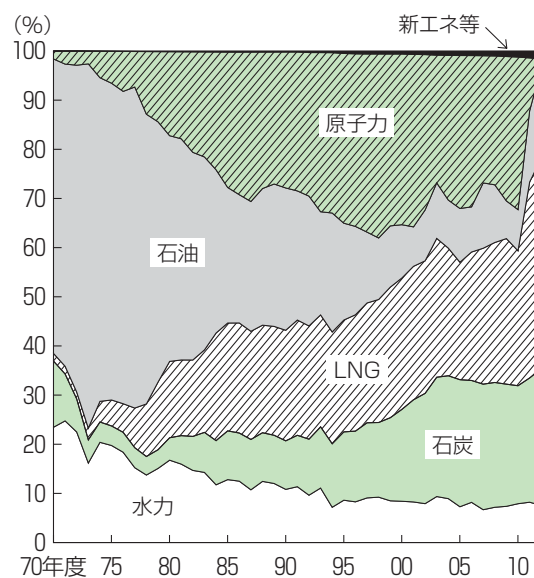
資料 第1図に同じ

第3図 発電電力量の推移（一般電気事業用）



資料 第1図に同じ

第4図 発電電力量の構成（一般電気事業用）



資料 第1図に同じ

(注2) ただし、近年は一次エネルギー、電力とも減少傾向にあり、震災以降は震災前に比べて約4%減少している。

2 原子力発電の導入と拡大の過程

次に、日本でどのように原子力発電が導入され拡大していったのか、その過程を振り返っておく。

(1) 原子力の発見と利用技術の開発

19世紀末に、X線（レントゲン、1895年）、ウラン放射能（ベクレル、1896年）、ラジウム（キュリー夫妻、1898年）など放射能・放射性物質が相次いで発見され、20世紀初頭に相対性理論、量子力学など物理学の新分野が発達し「原子力」の原理が解明された。

その後、この新しい物理学の成果を活用する研究が進み、1938年にドイツで初めてウランの核分裂実験が行われ、42年には米国で核分裂連鎖反応に成功した（フェルミ）。さらに、核分裂のエネルギーを軍事利用に利用する研究（マンハッタン計画）が進められ、45年に広島、長崎に原子爆弾が投下された。

その後、原子力を民生用に使う研究が進められ、51年に米国で初めて原子力発電（実験炉）に成功し、53年の国連総会で米国アイゼンハワー大統領が原子力の平和利用に関する演説を行った。そして、原子力平和利用を促進し軍事的利用への転用を防止するため、57年に国際原子力機関（IAEA）が設立された。

(注3) 英語では「Atoms For Peace」（平和のた

めの原子力）であり、東西冷戦下での核戦争の危険性を訴え、核エネルギーの平和利用を提唱した。

(2) 日本における原子力発電の導入

日本でも戦前から原子物理学の研究が行われおり、1949年には湯川秀樹が中間子の研究でノーベル物理学賞を受賞したが、戦争に敗れ占領下にあった日本ではGHQによって原子力研究が禁止された。

しかし、原子力民生利用の世界的な動向を受け、日本でも54年に原子力予算が配付され、日米原子力協定調印（55年）を経て日本の原子力研究が再開された。同時に「自主・民主・公開」を基本原則とする原子力基本法が制定され、翌56年に原子力委員会、日本原子力研究所、日本原子力産業会議が発足した。

その後、政府主導で原子力発電の研究が進められ、66年に日本で初めて商業ベースの原子力発電所（茨城県東海村、16.6万kW）が稼働した。さらに、70年に敦賀原発^(注4)（35.7万kW）、美浜原発（34.0万kW）、71年に福島原発（46.0万kW）が稼働し、73年までに5つの原発が稼働するに至った。

(注4) 敦賀原子力発電所が稼働した70年3月14日は大阪万博の開幕日であり、これは当時の政府、原子力関係者の原子力にかける思いを象徴している。

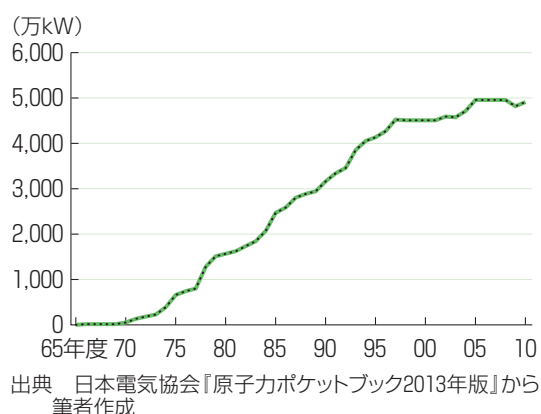
(3) 原子力発電の拡大

石油ショック以降、原子力発電の建設が加速し、74年から85年までの11年間に26基の原発が設置された（第5図）。このうち新たな場所に建設されたのは島根、高浜、玄

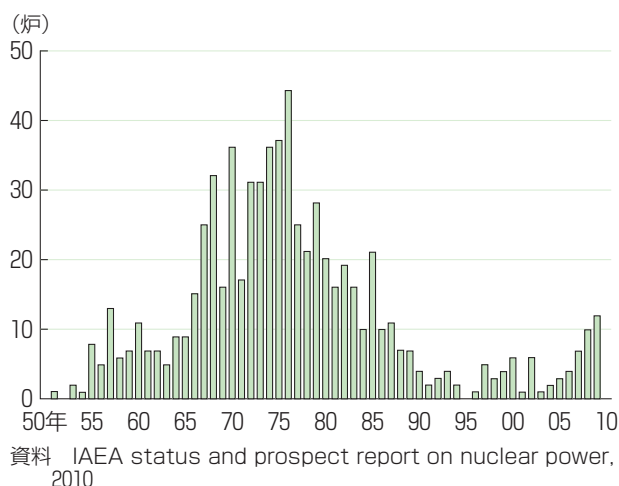
海、浜岡、伊方、大飯、女川、川内、柏崎刈羽の9か所であり、他の17基は既往原発地域に増設されたものである。

この間、原子力船むつ放射能漏れ事故（74年）、米国スリーマイル島事故（79年）があったが、日本の原発建設は着々と進められた。さらに、86年に起きたソ連チェルノブイリ原発事故以降、世界的に原発離れが進んだが（第6図）、日本ではそれまで計画・着工していた原発の建設は続けられ、86～94年の9年間で16基（新規立地は泊、志賀の2か所のみ）の原発が新たに稼働し

第5図 日本における原子力発電の拡大過程



第6図 世界の原子炉の建設年



た。その結果、電力供給に占める原発の割合は、73年は2.6%であったが、94年には32.2%に増大した（前掲第4図）。

（4） 原発建設の停滞

しかし、チェルノブイリ原発事故（86年）以降、原発の新規立地は困難になり、さらに、もんじゅナトリウム漏洩火災事故（95年）、東海村JCO事故（99年）、東京電力事故隠ぺい事件（02年）など事故・事件が続き、原発の建設は停滞するようになった。その結果、95年から11年までの16年間で設置された原発は9基にとどまり、そのうち新規立地は東北電力東通発電所（青森県）の1か所のみであった。^{（注5）}世界的にも原発建設は停滞し、世界全体の原子炉は95年に437基あったが、14年には426基に減少している。また、原発老朽化と東電不正事件（02年）、中越地震（07年）などにより、日本の原子力発電の稼働率は90年代後半は80%程度であったが、02年以降は60～70%に低下した。

しかし、地球サミット（92年）を受けて合意した京都議定書（97年）に基づいてCO₂削減が求められるなかで、CO₂排出量の少ない原発の必要性が唱えられるようになり、05年に策定された原子力政策大綱（原子力委員会）では核燃料サイクル継続方針が打ち出され、2010年に決定したエネルギー基本計画では、20年までに9基、30年までに14基の原発を増設することが盛り込まれた。このエネルギー基本計画では、高速増殖炉について、25年までに実証炉を実現し、50年までに商業炉を導入すると書かれてい

た。こうした状況のなかで福島原発事故が起きたのである。

(注5) 原発の新規立地が困難になるなかで既往原発での増設が多くなり、福島原発事故前にあった54基のうち、福島(第一+第二)10基(910万kW)、柏崎刈羽7基(821万kW)、若狭湾13基(1,129万kW)と、この3地域のみで日本の原発全体の6割を占めるに至った。

3 使用済み核燃料と核燃料サイクルの問題点

(1) 使用済み核燃料の現状

原子力発電の燃料は核分裂性物質であるウラン235であり、天然ウランには0.7%含まれている(他の99.3%は核分裂を起こさないウラン238)。これを濃縮してウラン235の濃度を3%程度にしたものをペレット、燃料棒にして原子炉に投入し、その分裂時の熱を利用して発電を行っている。

核燃料は時間の経過とともにウラン235の濃度が薄れるため、3年使ったら交換する必要がある、年1回の定期点検の折に3分の1を入れ替えており、その時取り出した古い燃料を「使用済み核燃料」と呼んでいる。

使用済み核燃料は、核分裂等によって生じたプルトニウム、ストロンチウム、セシウムなどの放射性物質や燃え残ったウラン235(1%程度)を含んでおり、原子炉から取り出しても核分裂が続き発熱しているため、取り出し後も厳重な管理を続ける必要がある。

現在の日本では、そのほとんどを原子力発電所の敷地内に設けられたプールで水に

浸して保管している。福島原発事故ではこの燃料プールの電源も喪失したため、使用済み核燃料が臨界に達する重大事故が危惧される局面があったが、ぎりぎりのところで最悪の事態には至らずにすんだ。

日本はこの使用済み核燃料を「再処理」する方針であるが、六ヶ所村再処理工場の完成が遅れており、全国の原発敷地内には大量の使用済み核燃料がたまっており(14,340トン)、満杯に近づきつつある燃料プールも多くある。また、六ヶ所村にも2,951トンの使用済み核燃料があり、既に満杯の状態である。日本の原発は福島原発事故があろうとなかろうと、使用済み核燃料の問題で行き詰まりつつあった。

(2) 核燃料サイクルの問題点

a 核燃料サイクル構想と六ヶ所村再処理工場

使用済み核燃料に関するこれまでの政府の方針は、再処理を行って高速増殖炉^(注6)で使用するという「核燃料サイクル」であった。

「再処理」とは、使用済みの燃料チップを粉砕・溶解し、燃料として使えるプルトニウムやウラン235を取り出すことである。日本では81年から東海村で再処理を行っていたが、さらに大規模な再処理工場を青森県六ヶ所村^(注7)で計画している。六ヶ所村再処理工場は93年から建設が始まり、2000年には本格稼働の予定であったが、トラブルが相次ぎいまだに完成に至っていない。

政府は再処理を推進する理由として、①ウラン資源節約、②高レベル放射性廃棄物



六ヶ所村再処理工場

の減容化，③放射性廃棄物の有害度低下促進，を挙げており，再処理によってウラン資源を再利用できるため原発は「準国産エネルギー」とであると位置づけ，再処理は環境保全に貢献すると主張してきた。

しかし，ウラン資源節約効果は限定的であり，廃棄物減容化，有害度低下も疑問視されており，再処理に伴って大量の放射性物質が放出され，一部は環境中に流出することが指摘されている^(注8)（原子力資料情報室・原水禁編著『破綻したプルトニウム利用』）。

世界で再処理を行っている国はフランス，イギリス，ロシアなど一部の国に過ぎず，世界的には再処理を行わず乾式貯蔵して直接処分する方法が主流になっている（フランク・フォンヒッペル他編『徹底検証・使用済み核燃料 再処理か乾式貯蔵か』）。

（注6）「高速増殖」炉とは，原子炉内で「高速」中性子によってウラン238をプルトニウムに変換させ，燃料を「増殖」という意味である。軽水炉では冷却水で中性子を減速しているが，高速増殖炉では冷却材としてナトリウムを使用している。なお，高速増殖炉の実験炉として常陽（茨城県大洗町）が77年に稼働（臨界開始）して

おり，原型炉もんじゅ（福井県敦賀市）の建設は80年から始まった。

（注7）六ヶ所村では，再処理工場以外に，ウラン濃縮工場，MOX燃料加工工場，高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター，低レベル放射性廃棄物埋設センターなどが併設されている。

（注8）大和愛司『なぜ再処理するのか？－原子燃料サイクルの意義と技術の全貌』（2014）は，再処理，核燃料サイクルを推進する立場から書かれた著書であり，開発の当事者としていかなる論理，信念で六ヶ所村再処理工場建設を進めてきたのか詳しく書かれているが，再処理にかかる財政支出，コストに関する分析や事故のリスクに関する記述は欠けている。また，プルトニウムはブルサーマルで使うとしているが，「軽水炉でプルトニウムを燃焼させると，燃えにくいプルトニウムが使用済燃料に蓄積するので，ブルサーマルでは1～2回しか再利用できませんが，高速増殖炉では何回もリサイクルできるようになります」と書いており，将来的な高速増殖炉の完成に期待をかけている。

b 難航する高速増殖炉とプルトニウムの行方

プルトニウムは長崎に投下された原爆で使用されたものであり，自然界にはほとんど存在せず，毒性が強く極めて危険な物質である（高木仁三郎『プルトニウムの恐怖』）。



高速増殖炉もんじゅ

日本は海外委託（英仏）や東海村で使用済み核燃料から「再処理」して取り出したプルトニウムを47.1トン所有している（うちイギリスに20.0トン、フランスに16.3トン保管）。

政府は、これまでこのプルトニウムを高速増殖炉で使用するとしてきたが、もんじゅは95年に稼働したものの、稼働して4か月後にナトリウム漏洩火災事故を起こし、長期にわたり停止を余儀なくされた。もんじゅは15年後の10年によりやく再稼働にこぎつけたが、そのわずか3か月後に炉内中継装置落下事故を起こして再び停止した。福島原発事故の半年前のことである。危険な原子炉内での事故であったため取り出し作業は難航し、12年8月に復旧したものの、福島原発事故や点検漏れのため再稼働できない状況が続いている。福島原発事故の1年半後に閣議決定した「革新的エネルギー・環境戦略」では、もんじゅは年限を区切った研究施設とするの方針が打ち出された。^(注9)

高速増殖炉の構想は原子力発電開発当初からあり、その後世界各国が開発に取り組んだが、技術的困難から米国をはじめ多くの国は開発を断念し、フランスもスーパーフェニックスを98年に廃炉にした。現在では、ロシア、インドなどごくわずかな国が高速増殖炉の開発を進めているのみである。^(注10)

（注9）2014年に策定された新しい「エネルギー基本計画」では、原子力発電を「エネルギー需給構造の安定化に寄与する重要なベースロード電源」と位置づけ、使用済み燃料は国際的なネットワークを活用しつつ対策を着実に進め、再処理やプルサーマルを推進すると明記している。また、もんじゅについては、廃棄物の減容・有害

度の低減や核不拡散関連技術等の向上のための国際的な研究拠点、と位置づけている。

（注10）柏木孝夫氏（東工大特命教授）は、著書『エネルギーと社会』（2011、放送大学教材）において、「高速増殖炉が実現されれば、半永久的なエネルギーの確保が可能になる」と書いているが、ジョージエスク・レーゲンは、高速増殖炉を「エントロピー密造の誤謬」と批判している（『経済学の神話』）。

c 高コストのMOX燃料とプルサーマル

高速増殖炉の実現性が遠のくなかで政府が次に打ち出した方針は、再処理によって取り出したプルトニウムを高速増殖炉ではなくMOX燃料にして既往の軽水炉で使用するという「プルサーマル」であった。^(注11)

プルサーマルは既に1972年の原子力長期計画に盛り込まれていたが、本格実施を決定したのは試験実施を経た94年であり、原子力委員会の方針を受けて電気事業者が策定した「プルトニウム利用計画」（2010年）では、2015年までに16～18基の原子炉（軽水炉）でMOX燃料を使用するとし、09年から玄海原発で初めてプルサーマルが実施された。水素爆発を起こした福島第一原発3号機もプルサーマルであり、10年からプルトニウムを含むMOX燃料が使用されていた。また、現在青森県で建設が進められている大間原発は、MOX燃料を全面的に使用するフルMOX型の原子炉である。

しかし、プルサーマルは危険なプルトニウムを燃料としているため事故のリスクが大きく、事故になった場合の被害が広く深刻になることが指摘されている（原子力資料情報室・原水禁編著『破綻したプルトニウム利用』、館野淳他『どうするプルトニウム』）。

また、再処理には多額の費用が必要であり、政府は再処理のコストを18.8兆円（40年間）と見積もっているが、稼働率の想定、廃棄物処理コストなどに問題があり、再処理コストはさらに大きくなる可能性が高く、その結果、MOX燃料は通常のウラン燃料より割高になり、それが電気料金に上乗せされることが指摘されている（大島堅一『原発はやっぱり割に合わない』、「将来に莫大なツケを残す再処理政策」『再生可能エネルギーの政治経済学』第3章）。

（注11）「プルサーマル」は、プルトニウムとサーマルニュートロン・リアクター（熱中性子炉）から合成した用語。高速増殖炉ではプルトニウムを20%程度含む燃料を使うが、プルサーマルで使用するMOX燃料に含まれるプルトニウムは4～9%である。なお、「MOX」とは「プルトニウム・ウラン混合酸化物（Mixed Oxide）」という意味である。

（3）未解決の放射性廃棄物最終処分

このように核燃料サイクル構想は暗礁に乗り上げており、高速増殖炉が実現する可能性は小さくなっている。使用済み核燃料の多くが各原発内に置かれたままになっている状況のなかで原発を再稼働させれば廃棄物はさらに増大し、プルサーマルでMOX燃料を使ってもその使用後に廃棄物がまた出てくる。

これまで政府は、高レベル放射性廃棄物の最終処分はガラス固化を行って地層処分を行うとしてきた。しかし、日本は狭い国で地震が多いため、最終処分地を受け入れる自治体はなく、現在のところ最終処分地が決まっていない。

他の国も同じ問題を抱えており、唯一フ

インランドが既に地下深くに最終処分施設（オンカロ）を建設したが、フィンランドが有する原発は4基のみで日本の1割に過ぎない。核廃棄物の問題は人類全体で取り組むべき課題になっている。

放射性廃棄物を「宇宙エレベータ」で宇宙空間（太陽系外）に放出するというアイデアも出されているが（阿部康宏『原発の安全性と核廃棄物の処理』）、実際にこの構想を実現するためには膨大な研究費、投資額が必要であるし、成功する保証もない。こうした「夢物語」に日本、世界の将来を委ねるわけにはいかないだろう。

4 脱原発と再生可能エネルギー拡大の課題

（1）原子力発電の問題点と脱原発の必要性

人類は20世紀になって原子力（核エネルギー）という新しいエネルギーを手に入れ、その利用技術を開発して発電に利用してきた。現在、世界には31か国に426基の原発があり、電力の11.7%を担っており（第1表）、日本でも福島原発事故以前の2010年には30.8%の電力を供給していた。

しかし、原子力発電には事故のリスクがあり、放射性廃棄物処理について根本的な解決策を有していない。^{（注12）}日本にはこれまで発生した放射性廃棄物がたまっており、この問題の解決策であると喧伝された核燃料サイクルは問題の根本的解決にはなっておらず、廃棄物問題の解決なくして原発は増

第1表 世界の原子力発電の現状(2014年)

(単位 基, 万kW, %)

	稼働中			建設中	計画
	基数	出力	電力シェア	基数	基数
米国	100	10,328	19.3	5	5
フランス	58	6,588	77.7	1	-
日本	48	4,426	18.1	4	8
ロシア	29	2,519	17.6	11	17
韓国	23	2,072	34.6	5	4
中国	17	1,479	1.9	31	23
カナダ	19	1,424	15.3	-	-
ウクライナ	15	1,382	47.2	2	-
ドイツ	9	1,270	17.8	-	-
イギリス	16	1,086	17.8	-	2
インド	20	478	2.9	-	6
その他	72	5,584	-	22	35
計	426	38,636	11.7	81	100

資料 日本原子力産業会議, IAEA資料

(注) 電力シェアは11年のデータ。

設・再稼働すべきではないだろう。

また、原発はコストの低い発電方法であり、CO₂発生量も少ないとしてこれまで増設が進められてきたが、廃棄物処理、事故発生時の処理費用、廃炉費用、立地地域に対する財政支出など全てを足し合わせると決して安くないことが指摘されている（大島堅一『原発はやっぱり割に合わない』）。特にチェルノブイリや福島で明らかになったように、一旦事故が起きるとその処理に40年以上の長期にわたる後始末と多額の費用・賠償金が必要になる。

そのため、電力自由化を進めれば、民間事業者である電力会社はリスクが高い原発を選択しない可能性が高い。それを政府が支える根拠は見当たらず、日本の原発は廃炉に向けた長期方針を立てるべきであろう。

(注12) リチャード・ムラー氏（UCバークレー物理学教授、米国エネルギー省顧問）は、『エネルギー問題入門（カルフォルニア大学バークレー校特別講義）』で、「核廃棄物貯蔵の問題は一般の人々の誤解でこじれているが、技術的には解決済みであり、残っている問題は認識の問題と一

般への啓蒙である」と書いている。

また、有馬朗人氏（物理学者で元東大総長、科学技術庁長官、文部大臣）は、福島原発事故直後（2011.6.10）に開かれた日本物理学会のシンポジウムで、「化石燃料が枯渇した時、人類が使えるエネルギーは自然エネルギーと原子力（核分裂と核融合）しかなく、原発事故の経験を踏まえ、物理学者は、原子力発電の安全性確保・対策、使用済み核燃料の処理（再処理、寿命の短い核種への変換）、核融合の研究に取り組む必要がある」と述べている。さらに有馬氏は、石川迪夫著『検証福島原子力事故 炉心溶融・水素爆発はどう起こったか』（2014）の「発刊によせて」で、「資源に乏しい日本は原子力を欠くことはできず、石川氏の分析、検証の結果は、原子力発電の安全性の再構築が可能であることを証明」しており、「福島を経験を今後の原子力の安全性向上に役立てるべき」と書いている。

このように、影響力のある物理学者が原発事故後も原発の必要性を唱えているが、重大事故発生という事実は否定できず、多くの国民は現在の技術と将来の技術開発にそれほど楽観的にはなれないと思われる。

(2) 求められる再生可能エネルギーの拡大

全ての原発が停止している現在、日本の電力は火力発電に多く依存するようになっているが、これにも限界があろう。石油、石炭、天然ガスの資源は有限であり、技術開発によってシェールガス、シェールオイル、メタンハイドレードの利用可能性が拡大したが、いずれも将来的には資源の壁にぶつかる可能性が高い。化石燃料の燃焼によって生ずるCO₂の問題も無視できるものではない。

本稿で指摘したように、こうした問題を原発で解決することはできず、他のエネルギーの開発・拡大が必要であり、特に再生可能エネルギーに対する期待が高まっている。

これまで日本は、サンシャイン計画以降、新エネルギー、再生可能エネルギーの開発を進めており、それなりの成果を生んできたともいえるが、その後展開された政府のエネルギー政策の中心は原発推進であり、再生可能エネルギーの開発・普及に本腰が入っていたとは言い難い。

再生可能エネルギーとして、①水力、②風力、③太陽光、④地熱、⑤バイオマスなどがあるが、電力供給に占める再生可能エネルギーの割合はまだ小さい。とはいえ年々着実に増加しており、13年は2.2%（水力を除く）^(注13)で、固定価格買取制度（FIT）が始まる前の11年度（1.4%）に比べ0.8%増大した。再生可能エネルギーの発電設備容量は、FIT導入以前の12年6月は2,060万kWであったが、FITによって新たに1,043万kWの導入が行われ14年5月には3,103万kWになっている。再生可能エネルギーはさらに増大することが見込まれているが、ドイツ（20%）に比べればまだ不十分であり、さらなる拡大によって原発がなくても済むエネルギー供給体制を築くことが期待される。

（注13）水力（8.5%）を含めると10.7%である。

（3）今後の課題

日本の政府、電力業界は、これまで高速増殖炉、核燃料サイクルという「夢」を追い続けてきたが、その政策決定過程で原発や核燃料サイクルを批判する人々の意見を反映させる場が十分ではなかった。^(注14)日本の社会には「臭いものにふた」で問題を直視しない傾向があり、放射性廃棄物という重

大問題を十分に論じてこなかったし、再処理やもんじゅ、プルサーマルについても国民的議論が不足していた。議論することにより問題点が明確になり国民の理解も進み、対策も生まれてくる。そのためには批判者の意見や原子力の専門知識に乏しい一般国民の意見も聞き入れ、十分な国民的議論を行う必要^(注15)があるだろう。

政府はこれまでエネルギー予算の大部分を原発に振り向け、原子力予算を年間約4,500億円使ってきたが、今後はその予算を脱原発と再生可能エネルギーの研究・拡大のために使うべきであり、エネルギー予算^(注16)の再構築が必要であろう。

また、省エネの重要性も再認識すべきである。日本はこれまでエネルギー消費を拡大する方向で経済運営が進められ、経済成長が最優先でそれ以外の価値は軽視し、電力消費増大を当然の前提として原発を増加させてきた。また、日本の電力消費は昼夜の変化、年間の変化が大きく、電力会社はピーク時に対応するため発電設備を整えてきたが、ピーク時の電力消費を抑制すれば原発の必要性はかなり薄れることが指摘されている。

福島原発の問題は終わっておらず、福島では今も汚染水対策、廃炉作業が進行しており、農業、漁業の再建も重要な課題である。今回の惨事を受け、過去の原発政策、エネルギー政策を批判し反省することは必要であるが、こうした事故が起きてしまった以上、これを教訓として今後の対策・政策に生かしていくべきであろう。日本は、

これまでの原発稼働で高レベル放射性物質やプルトニウムを既に多く保有しており、その処理について国民全体で考えていかなければならないだろう。

(注14) 福島原発事故以前の原子力委員会の委員構成を見ると、大学教授(原子力工学)、電力会社、日本原子力研究所の出身者が大半であり、外から見るとほとんど身内だけで原子力に関する方針を決定しているように見える。また、国会事故調査委員会報告書(2012)は、「本事故の根本的原因是原因は歴代の規制当局と東電の関係について、規制する立場とされる立場が『逆転関係』となることによる原子力安全についての監視・監督の崩壊が起きた点に求められる」とし、規制当局(原子力安全委員会、経済産業省原子力安全・保安院)が電気事業者の「虜」になっていたと指摘している。

(注15) 2004年から14年まで原子力委員会委員長であった近藤駿介氏(東京大学名誉教授)は、「3.11以後の原子力政策」と題する日本原子力学会での講演(13年9月開催)で、安全確保・防災対策という点で反省があったとし、カーネマンの理論(経済心理学)を引用して、国民の原子力に対する認知が「危険である」と大きく変化した現在、国民と諸分野の専門家との対話が必要であると述べている。

(注16) 原子物理学の専門家で、日本の原子力研究の初期から深く関与していた森永晴彦氏(元東京大学教授、ミュンヘン工科大学教授)は、核融合、高速増殖炉の研究を批判し、その予算を太陽光発電に向ければ太陽光発電の本格的な利用がスタートできると主張している(『原子炉を眠らせ、太陽光を呼び覚ませ』)。

<参考文献>

- ・阿部康宏(2013)『原発の安全性と核廃棄物の処理』東京図書出版
- ・石田正昭(2013)『なぜJAは将来的な脱原発をめざすのか』家の光協会
- ・大島堅一(2010)『再生可能エネルギーの政治経済学』東洋経済新報社
- ・大島堅一(2012)『原発はやっぱり割に合わない』東洋経済新報社
- ・太田昌克(2014)『日米<核>同盟―原爆、核の傘、

- フクシマ』岩波書店
- ・小澤祥司(2013)『エネルギーを選びなおす』岩波書店
- ・環境エネルギー政策研究所編(2014)『自然エネルギー白書2014』
- ・河川真理子(2012)「一次産業としての再生可能エネルギーの可能性」大和総研
- ・橘川武郎(2011)『原子力発電をどうするか』名古屋大学出版会
- ・楠戸伊織里(2012)『放射性廃棄物の憂鬱』祥伝社
- ・原子力市民委員会(2014)『原発ゼロ社会への道―市民がつくる脱原子力政策大綱』
- ・原子力資料情報室・原水禁編著(2010)『破綻したプルトニウム利用』緑風出版
- ・河野太郎・船橋晴俊(2014)「対談 核燃料サイクルの正体から政策決定の変革へ」『科学』2014年5月号、岩波書店
- ・清水徹朗(1995)「地球環境時代の日本農業」『農林金融』9月号
- ・清水徹朗(2012)「小水力発電の現状と普及の課題」『農林金融』10月号
- ・ジョージ・ジェスク・レーゲン(1971)『エントロピー法則と経済過程』みすず書房
- ・ジョージ・ジェスク・レーゲン(1981)『経済学の神話』東洋経済新報社
- ・空本誠喜(2014)『汚染水との闘い―福島第一原発・危機の深層』筑摩書房
- ・高木仁三郎(1981)『プルトニウムの恐怖』岩波書店
- ・高木仁三郎(1994)『プルトニウムの未来』岩波書店
- ・館野淳(2011)『廃炉時代が始まった』リーダーズノート
- ・館野淳・野口邦和・吉田康彦編(2007)『どうするプルトニウム』リベラ出版
- ・朝永振一郎(2012)『プロメテウスの火』みすず書房
- ・長谷川公一(2011)『脱原子力社会へ―電力をグリーン化する』岩波書店
- ・フランク・フォンヒッペル・国際核分裂性物質パネル編(2014)『徹底検証・使用済み核燃料 再処理か乾式貯蔵か』(田窪雅文訳)合同出版
- ・森永晴彦(1997)『原子炉を眠らせ、太陽を呼び覚ませ』草思社
- ・宮嶋信夫編(1980)『エネルギー浪費構造』亜紀書房
- ・室田武(1981)『原子力の経済学』日本評論社
- ・大和愛司(2014)『なぜ再処理するのか?―原子燃料サイクルの意義と技術の全貌』エネルギーフォーラム
- ・ロール・ヌアラ(2012)『放射性廃棄物―原子力の悪夢』(及川美枝訳)緑風出版

(しみず てつろう)