

特集

原子力発電と地球温暖化問題

第1回「世界と日本の原子力発電の現状」

早川光俊(CASA専務理事)

世界中で原子力発電の建設計画が激増していると言われていました。アメリカのオバマ政権は30年ぶりに原子力発電の新規建設を解禁し、中国やインドでも数十基単位の原子力発電所の建設計画があるとも言われています。ベトナムや中東諸国でも建設計画が進んでおり、ヨーロッパでも新規建設の動きが出て来ています。世界的に原子力を見直す動きがみられ、こうした世界的な潮流を、原子力業界などは「原子カルネサンス」と呼んでいます。

原子力発電が活況を呈し始めている要因は、原子力発電が他の電源と比較して、地球温暖化対策として有効だからだと言われています。しかし本当に原子力発電は温暖化対策として有効なのでしょうか。原子力発電には、安全性、放射性廃棄物問題、経済性などの多くの問題があります。そのことを如実に示したのが、3月11日に起こった東日本大震災による福島原子力発電所の事故です。地震と津波により、福島第1原子力発電所では冷却システムが崩壊し、炉心溶融、建屋の損壊、放射性物質の外部への放出、作業員や周辺住民の被曝など、極めて深刻な事態を引き起こし、4月12日現在も予断を許さない状況が続いています。

今回の特集では、原子力発電のメリットとデメリット、地球温暖化対策としての有効性について考えてみたいと思います

1 原子カルネサンス

2009年7月に国際原子力機関(IAEA)の事務局長になった天野之弥氏は、2010年5月、「原子力エネルギーは気候変動の影響を緩和する安定的でクリーンなエネルギー源だとする評価が高まってきている。」と発言しました。原子力発電こそが二酸化炭素(CO₂)を削減する「現実的な解決策」との認識が、原子力発電を推進する理由になっています。

こうした認識の下に、地球温暖化問題を追い風に、世界中で原子力発電の新・増設計画が急増しています。2010年1月時点で、建設中または計画中の原子力発電所は140基とされ、1年前より22基増大したとされています。中国では1年前に比べて10基増加して36基となり、アメリカでもスリーマイル島原発事故以来凍結してきた原子力発電所の建設を解禁し、今後20年で30基以上の原子力発電所の建設計画があると言われています。特に、東南アジア諸国連合(ASEAN)諸国では原子力発電の新規導入を計画する国が多く、インドネシアでは2025年までに400万kWの原子力発電設備の建設計

画があり、ベトナム政府も2030年までに最大で14基の導入計画を発表しています。この他、カンボジア、ラオス、シンガポールやマレーシアでも導入を検討していると言われます。世界の原子力発電の発電設備は、2030年には現在の2倍以上に増加すると試算されています。

こうした世界的な原子力発電の新・増設計画の急増を、原子力発電業界などは「原子カルネサンス」と呼んでいます。

2 世界の原子力発電の現状

2010年1月1日現在で、世界には現在432基の原子炉が稼働しています。最も多いのはアメリカで104基、2番目がフランスで59基、3番目が日本で54基です。世界の原子力発電は1950年代半ばに商業利用が始まってから増加の一途を辿ってきましたが、1986年のチェルノブイリ事故を経て増加が止まり、最近では減少傾向になっています。(表)

今後の世界の原子力発電の状況について、2009年8月に公表されたドイツ連邦環境・自然保護・原子炉安全省の委託研究「世界の原子力産業現状報告2009年-経済諸問題に焦点」

表 世界の原子力発電ランキング

順位	国名	出力(万 Kw)	運転中の 基数
1	アメリカ	10,534.4	104
2	フランス	6,602.0	59
3	日本	4,911.2	54
4	ロシア	2,319.4	27
5	ドイツ	2,150.7	17
6	韓国	1,771.6	20
7	ウクライナ	1,381.8	15
8	カナダ	1,328.8	18
9	イギリス	1,195.2	19
10	スウェーデン	934.4	10
11	中国	911.8	11
12	スペイン	772.7	8
13	ベルギー	620.1	7
14	台湾	514.4	6
15	インド	412.0	17

(2010年1月1日現在)原子力資料情報室「市民原子力年鑑2010」よりCASA作成

は以下のように報告しています。

- ・2009年8月1日現在の稼働原子炉435基は、2002年から9基少なく、総発電容量は37万GWで前年より1600MW減少した。
- ・原子力発電の発電量も、2007年の世界の電力の14%にあたる2600TWh(TWh=10億kWh)で、前年比で2%減少し、2008年はさらに0.5%減少した。
- ・原子力発電が提供するエネルギーは、世界の一次エネルギーの5.5%、最終エネルギーの2%に過ぎず、ここ数年間減少傾向が続いている。
- ・現在稼働中の原子炉の数を維持するためには、原子炉の寿命を40年としても、現在建設中の52基に加えて2015年までに42基を建設し、2025年までに192基稼働させる必要がある。これは、2015年までに1ヵ月半に1基、その後の10年間は19日で1基の割合で建設する必要があることを意味する。
- ・中国で20基建設し、フィンランド、フランス、

日本や韓国などで建設が進んでも、おそらく今後20年間は原子力発電所の数は下降傾向となるだろう。

- ・最も難しい問題は、技能を持った労働力の不足と、能力の大規模な喪失で、最も原子力発電において強固な基盤をもつフランスでも、1200～1500人の技能労働者が2015年までに退職するのに対し、就職する可能性のある核関係の新規卒業生は300人くらいで、そのうち原子力関係で働く希望を持っているのは4分の1に過ぎない。

そしてこの報告書は、「現時点では、国際的原子力産業が、実証的に明らかな低下傾向を転換して、明るい将来をもたらすであろうと思わせる明らかな兆しは存在しない。」と結論づけています。

さらに今回の福島原子力発電所事故で各国の原子力政策の見直しが始まっています。世界の原子力発電の状況は「原子カルネサンス」というような状況ではありません。

3 日本の原子力発電の状況

2010年12月現在で、日本には16箇所の原子力発電所に54基の原子力発電設備があり、総設備容量は4911万kW*にのぼっています。(図)。

2010年6月に策定された「エネルギー基本計画」では、2020年までに9基、2030年までに少なくとも14基以上の原子力発電所の新增設を行い、稼働率も90%に上げることが目標とされています。

現在建設中の原子力発電は、電源開発の青森県大間(138.3万kW)と中国電力の鳥根3号(137.3万kW)の2基です。各電力会社の2010年度の電力供給計画によれば、2020年までに運転開始予定の原子力発電設備は、日本原子力発電の敦賀3号・4号(いずれも153.8万kW)、東京電力の東通1号(138.5万kW)、福島第一7号・8号(いずれも153.8万kW)、中国電力の

*2010年12月現在、北陸電力志賀2号、中部電力浜岡5号が出力を下げているため、設備容量合計は4885万kW。



上関 1号 (137.3 万 kW)**、九州電力の川内 3号 (159 万 kW) の 7 基とされています。

これまでに閉鎖された原子力発電設備は日本原子力発電の東海 (16.6 万 kW) と中部電力の浜岡 1号 (54 万 kW)、浜岡 2号 (84 万 kW) の 3 基です。また、三重県の芦浜や海山、新潟県の巻、石川県の珠洲など、多くの計画地点で計画が撤回されたり、断念されたりしています。

日本で最初の商業用原子力発電所である敦賀 1号や美浜 1号が 1970 年に稼働し始めて、40 年を越えました。新たな原子力発電所の建設が進まないなか、当初は 30 年とされていた原子力発電設備を 40 年を越えて稼働させる動きが出ています。2009 年 2 月には、敦賀 1号と美浜 1号の寿命延長の方針が打ち出されました。

また、地震やトラブル、トラブル隠しなどで設備利用率も低迷しています。日本の原子力発

電の設備利用率は 1984 年に 84% を記録しましたが、2003 年には相次ぐトラブルやデータ改ざんの発覚で東京電力の全原子力発電所が停止し、設備利用率は 59.7% に落ち込みました。その後も、世界最大の原子力発電基地である新潟県の柏崎の原子力発電所が 2007 年の中越沖地震で停まってしまったため、最近では 60% 前後の設備利用率しかありません。設備利用率を上げるため、2009 年 1 月には定期検査の間隔を、現在の 13 ヶ月から最大 24 ヶ月に延長できるように電気事業法の施行規則が改正されましたが、その是非については、安全性に関わる問題なだけに議論があります。

さらに、2011 年 3 月 11 日に起こった東日本大震災では、東京電力の福島第一原子力発電所の 1 号機から 3 号機が炉心溶融を起こしているとみられています。国際原子力機関 (IAEA) は、

** 上関原子力発電所については海面埋立が始められましたが、今回の福島原子力発電所事故を踏まえて、山口県知事や上関町長が無期限延期を申し入れたと報道されています。

原子力施設の事故を、「異常な事象」と「事故」に分けて、「異常な事象」は1～3、「事故」は4～7と全体で7段階に分類しています。「チェルノブイリ原発事故」は一番深刻な事故レベル7、「スリーマイル島原発事故」はレベル5に分類されています。4月12日に政府は、福島原子力発電所の事故は大量の放射性物質が外部に放出されたとして、チェルノブイリ事故と同じレベル7と発表しました。

今回の福島原子力発電所事故は、地震国日本に住む私たちに、原子力発電を将来のエネルギー源として選択するかどうかを、真剣に検討する必要性を強く示しています。

4 日本の原子力政策

日本政府の原子力発電についての基本的な考え方は、「原子力発電は、供給安定性と経済性に優れた準国産エネルギーである。また、発電過程において二酸化炭素を排出しない低炭素電源の中核として、我が国の基幹電源としてこれまで以上に大きな役割を担わなければならない。原子力発電の活用なくしては、エネルギー安定供給はもちろん、地球温暖化問題への対応はおよそ不可能である。」(原子力発電推進強化策;平成21年6月;経済産業省)というものです。

原子力政策の基本方針は、1956年以来ほぼ5年ごとに改訂を繰り返してきた「原子力開発利用長期計画」によって定められていましたが、この長期計画に代わるものとして、2005年10月に今後約10年間の原子力政策の基本方針を定めるものとして「原子力政策大綱」が閣議決定されました。この大綱は基本目標として、①2030年以降も発電電力量の30～40%程度以上、②核燃料サイクルを推進、③高速増殖炉の実用化を目指す、との3つの目標を設定しています。

2010年の通常国会で審議された地球温暖化対策基本法案でも、「安全の確保を旨として、国民の理解と信頼を得て、推進するもの。」とされ、具体的な計画としては、前述のとおり、2010年6月に策定された「エネルギー基本計画」で、2020年までに9基の原子力発電設備

を増設し(設備利用率約85%)、2030年までに14基以上の増設する(設備利用率90%)、とされています。

このように原子力発電に対する日本政府の位置づけは、極めて高いものがあります。

5 官民一体の原発輸出計画

国内での原子力発電所の建設が停滞するなかで、原発輸出に官民一体での取り組みが始まっています。2010年2月にベトナムでの原子力発電所の受注競争でロシアに敗退した後、敗因は官民一体での受注の取り組みをしなかったこととされ、同年3月には鳩山首相がベトナムのズン首相に親書を送るとともに、8月には直嶋経済産業相が東芝や東電などの幹部とベトナムを訪問しています。そして、2010年10月31日、菅首相がハノイでベトナムのズン首相と会談し、日本がベトナムの100万kW級原子力発電設備2基の建設の独占交渉権を得ることで合意したと報道されています。

こうした原発輸出を政策面で促進しているのが「新成長戦略」です。2009年12月末に当時の鳩山内閣が策定した「新成長戦略(基本方針)～輝きある日本へ～」を受けて、経産省の産業構造審議会がその具体策をまとめた「産業構造ビジョン2010」(2010年6月)では、戦略5分野の第1番目に「インフラ関連/システム輸出(原子力・水・鉄道等)」があげられています。そして、2010年10月には、東芝・日立・三菱重工などの原発産業や沖縄電力を除く9電力会社などが出資する「国際原子力開発株式会社」が、経産省の音頭取りで設立されました。

6 核燃料サイクルの破綻

日本の原子力政策は核燃料サイクルを前提にしています。原子力発電で使用した使用済みウラン燃料の処理は、そのまま貯蔵・処分する方法と、使用済み燃料を再処理してプルトニウムを回収して再利用する方法があります。前者をワンスルーと呼び、後者を核燃料サイクルと呼びます。

核燃料サイクルは、使用済みウラン燃料を再処理してプルトニウムを回収して MOX 燃料にし、これを高速増殖炉で燃やし、その際に発生する中性子が炉内のウランと反応して、消費した以上のプルトニウムが生成することで再利用ができるというものです。このことから「使用済み核燃料の再処理を繰り返せばウラン資源を数十倍も有効に活用できる」などと宣伝されています。

使用済み燃料を再処理するために作られたのが青森県の六ヶ所村の再処理工場で、1年間の運転で約 800 トンの使用済み燃料を再処理し、約 8 トンのプルトニウム（うち核分裂性プルトニウムは約 5 トン）を取り出す能力を持つとされています。六ヶ所村の再処理工場は 1993 年 4 月から建設が開始され、当初は 2000 年から本格稼働することになっていましたが、度重なる事故・トラブルによって完成時期が 18 回も延期され、未だに完成していません。現在は、高レベル放射性廃棄物を処分する硝子固化が技術的困難で止まってしまっており、2010 年 9 月、稼働開始予定が 2010 年 10 月から 2012 年 10 月に 2 年延期されました。

使用済み燃料は原子力発電所内の施設で貯蔵され、冷却された後、再処理工場の貯蔵施設に運ばれることとなりますが、2009 年 8 月現在で 54,533 体の使用済み燃料が各地の原子力発電所に貯蔵されています。今回事故を起こした福島第一原子力発電所には 9,933 体貯蔵されており、今回、3 号炉と 4 号炉の貯蔵施設の燃料棒が損傷したとされています。

この再処理されたプルトニウムを燃料として発電し、消費した以上のプルトニウムを作り出すとされる高速増殖炉の「原型炉」がもんじゅです。原子力発電の開発は、理論の基礎的研究段階の「実験炉」、炉として技術的に成立するかを確かめる「原型炉」、大型プラントとして経済的に成立するかどうかを検証する「実証炉」を経て、システムとして完成し、実用炉として商業運転することになります。世界の高速増殖

炉開発は 1950 年代から進められてきましたが、これまでに実用化に達した国はなく、ほとんどの国が撤退しています。

日本でも、高速増殖炉の開発が原子力政策の目標として位置づけられ、1961 年の「原子力開発利用長期基本計画」では、1970 年代後半に実用化を目指すことになっていましたが、1967 年には 80 年代後半に、1972 年には 85 年～95 年の間に、82 年には 2010 年頃の実用化を目指すことと次々に実用化の時期が先延ばしにされてきました。1987 年の長期基本計画では実用化の時期は明記できませんでした。1995 年の「もんじゅ事故」後の 2000 年には「将来の有望な選択肢」となりましたが、2005 年では実用化の時期が「2050 年頃」と再び明記されています。

もんじゅは 1968 年に予備設計が始められ、1985 年に建設が開始され、機器類の機能試験を経て 1994 年に、原子炉で核分裂反応が継続する臨界に達しました。しかし、その直後の 95 年 12 月にはナトリウム漏洩事故をおこし、2010 年 5 月にやっと性能試験運転を再開しました。実に 15 年半も止まっていたこととなります。

この核燃料サイクルは、技術的な問題もありますが、膨大なコストも問題です。六ヶ所村再処理工場については当初（事業許可申請時）は 7600 億円とされていた建設費が、2001 年の事業変更許可申請時には 2 兆 1930 億円となり、2006 年に電気事業連合会が発表した資料では六ヶ所村再処理工場に係わる費用は 11 兆 7000 億円とされています。もんじゅの建設費も、当初 360 億円であったものが、最終的に 5900 億円と 16 倍以上にふくれあがってしまいました。これだけのコストをかけても実用化の目処がたっていないことは、技術そのものが現実的に見て実現できないと考えられ、核燃料サイクルはすでに事実上破綻していると言っても過言ではないと思います。

さらに問題は、プルトニウムの溜まり過ぎで

す。日本は核燃料サイクル政策を採用し、使用済み燃料からプルトニウムを回収しているため、長崎型原爆なら4000発の製造が可能な約31トンものプルトニウムが保管されており、核不拡散の観点からも問題になっています。そのため、溜まる一方のプルトニウムを軽水炉で燃やそうというのがプルサーマルです。

7 検討されるべき課題

原子力発電は、これまで何の国民的議論や住民合意もなく推進されてきました。原子力発電を基幹電力と位置づけるべきか、また、有効な地球温暖化対策として推進すべきどうかは以下の点についての国民的な議論を経て決められるべきだと思います。

1. 安全性
2. 環境性 (CO₂ 排出量と放射性廃棄物)
3. 経済性
4. 放射性廃棄物の処分
5. 破壊活動に対する脆弱性
6. エネルギー供給の安全保障

原子力発電を考えると、どうしても避けて通ることができないのが安全性への懸念です。原子力発電はチェルノブイリのような炉心溶融などの事故が起こると、極めて深刻な被害をもたらします。また、地震国である日本の場合、地震と原子力発電所の安全性についても考えておく必要があります。チェルノブイリもスリーマイルもJCOも、すべて人為的なミスが事故の拡大につながっています。このことは、技術的な問題は安全性の問題の一部に過ぎず、人間の過ちが重なって事故は起こることを示しています。またすべての危険性を想定して人為的なミスが無くならない限り100%の安全はあり得ません。事故のリスクがあっても私たちは原子力発電を選ぶのかどうかということが議論されなければなりません。

2つ目は原子力発電の環境性です。原子力発電は発電時に温室効果ガスを排出せず、環境性があるというのが謳い文句になっていますが、

ここで検討されるべきは再生可能エネルギーとの環境性の比較です。再生可能エネルギーと原子力発電とのライフサイクルの温室効果ガス排出量を比較して、どちらを将来のエネルギー源として選択すべきかを議論すべきです。また、原子力発電が他の電源と大きく異なっているのは、放射性廃棄物を出すことです。この放射性廃棄物の問題も検討されるべき課題です。

3つ目は経済性の問題です。原子力発電と他の電源との発電コストの比較が検討課題です。経産省などは原子力発電が火力発電や水力発電などの他の電源より発電コストが安いとしていますが、最近の研究では逆に原子力発電がもっともコストが高いとの試算結果も出ています。

4つ目は放射性廃棄物の処分問題です。放射性物質の処分管理には数世代から数世紀という気の遠くなるような年月がかかります。現在、高レベル放射性物質の最終処分場問題を解決した国はどこにもありません。

5つ目は破壊活動に対する脆弱性の問題です。ドイツが原子力発電の段階的廃止に舵を切った理由のひとつが破壊活動に対する脆弱性だったと言われます。イスラエルがイランの原子力施設にミサイルを撃ち込もうとする時代に、破壊活動に対する脆弱性の問題は検討されるべき重要な課題になっています。

最後は、エネルギー供給の安全保障の問題です。原子力発電なしに電力需要を賄えるかという問題です。日本では電力供給の30%が原子力発電で賄われており、関西電力管内や首都圏は、電力供給の50%近くが原子力発電で賄われています。原子力発電の容認論のなかには、いろいろ問題はあっても原子力発電無しにエネルギー需給は賄えないのでしかたがない、という「必要悪」とする意見も多いと思われれます。CASAでは、原子力発電無しに電力需要を賄い、CO₂も減らせるという試算結果を2010年4月に発表しています。

この特集では、こうした原子力発電をめぐる様々な問題について、考えて行きたいと思えます。