

21世紀のソフトエネルギー・パス

福島での原発事故を契機として、原子力発電が帯びるリスク・非効率性と、それらを克服し、十分な供給能力を持つ

自然・再生可能エネルギーへの関心が高まりつつある。果たして米国はこの問題にどのように立ち向かうのか。エネルギー・環境問題の世界的権威が語る。

ロッキーマウンテン研究所会長

エイモリ・B・ロビンス

「想定内」であったフクシマ

福島の事故は親愛なる日本に多大な苦難をもたらした。同情の念を禁じ得ない。とくに、命を賭して事態の収束に向け取り組んだ作業員や自衛隊員には敬意を表したい。このような被害は、事前に手を打ってさえいれば回避できたものである。しかし残念ながら、日本ではそうした措置が事前に十分検討されず、現在もなされていない。

電源喪失による原子炉のメルトダウンの危険性は一九六〇年代から問題視されてきた。今次の事故調査にあたっている米国原子力規制委員会（NRC）の作業部会は、予備電源の供給能力が不十分であったとの結論を下した。これはわれわれが長年にわたり指摘してきた点である。米国には、福島と

同形式のものが六基、非常に似通ったものが一七基ある。

そもそも、一億を超える人が密集する地震・津波地帯に五四基もの原子炉が、しかも一カ所に互いに隣接して設置されているために、不具合の連鎖を引き起こす可能性があること自体、思慮の足りないものだった。以前、東京電力に意見を述べる機会を得た際、私はこれらの懸念を同社幹部に伝えていた。今回の津波の大きさは「想定外」であったとされるが、ある東京電力社員は二〇〇七年に執筆した論文において、平安時代の貞観津波と同規模の津波が近く日本を襲う危険を指摘していた。しかし、状況は放置されたのである。原子力をめぐる法規制は、米国やその他の多くの国と同様に、日本でもとてもゆるいものである。各国が原子力を推進してきた政策的な背景や文脈もさまざま

ある。強力な推進国である日本、フランス、ロシアは、長らく原子力の有害性を唱え代替エネルギー源の導入を求め、民間の声を押し殺してきた。反骨精神の旺盛な米国においても、歴代大統領の多くが原子力発電を支持してきたことにより規制は緩和され、事業者は現状に甘えるようになり、結果として事故の蓋然性が高まっていたのである。

今次の事故が深刻化した要因としては、東京電力のきわめて階層的な経営文化に加え、以下のような点が指摘できよう。すなわち、日本の官僚機構の硬直性、不具合を上に乗報告することを躊躇する姿勢、面子を重んじる文化、政策オプションの限定性、原子力発電への国民的な支持を維持しなければという幼少期から教え込まれた強迫観念、政治的基盤の脆弱な政権などである。さらに問題なのは、原子力エネルギーやその代替エネルギーに関する情報が、長年東京電力と政府により厳しく管理されてきた点である。事故後に主要メディアが報じたのは、総じて原子力発電を支持する学者の「安心せよ」とのメッセージばかりであり、異なった見解は報じられなかった。ここ数十年これは変わっていない。事実、政府の公式見解にそぐわない内容の原子力関連情報を流さないよう放送局に長年圧力がかけられてきたという話を、私は著名な二人のアナウンサーから

聞いたことがある。このように制約された情報公開では、健全な政策の選択をすることはできない。

公開された事故関連情報も、しばしば信憑性に欠けた。私自身、放射性降下物に関して日本の友人に助言する際には、日本政府の公式データが報道された事象と食い違っていたために、これとは別の欧米のデータを使わざるをえなかった。また、日本政府が四月に通信事業者に行った「要請」では、政府の公式見解と矛盾するコンテンツのインターネットからの削除および電子メールの監視（流言流布の阻止を目的とした措置）が求められたという。情報の公開は遅れ、公開された情報も一貫性を欠いていたために、国民の信頼、そして私の信頼を得るには程遠いものだった。

欧米の主流メディアでは、一部の学齢児童に対する被ばく許容基準が放射線業務従事者に許容される基準にまで引き上げられた点が報じられたが、その基準は、国際的に受け入れられている公衆衛生保護基準と相いれないものであった。仮に私が、被ばくの可能性のある地域を訪問するとすれば、公式データに目を通しながらも、科学者としての個人的に放射線量計測装置を身に着けたうえで現地入りするだろう。私はまた、公的機関が発表する原子力関連情報が常に信頼できるものではないとの理解を過去四〇年の間

に深めてきた。たとえば、チェルノブイリ原発事故での死者数については、国際原子力機関（IAEA）による推計値と、主にスラブ諸語で執筆されIAEAの研究対象には含まれなかった五〇〇〇件の科学論文に基づき権威筋が行った分析の数値との間では、後者の数値が前者の数値を数百倍上回る結果となっている。あるいは、スリーマイル島原発事故での公式調査に参加したある著名な原子物理学者は、その時の公式発表でも実際の放射線値が大きく引き下げられていたように思えると個人的に話してくれた。

私が日本人であれば、放射線値や被曝線量値に関する公式見解を独立機関が検証するよう、国に求めるだろう。福島第一原子力発電所四号機の使用済燃料だけでも、一九四五年に広島と長崎に投下された二つの原子爆弾の百倍以上にのぼる核分裂エネルギーが原子炉内で長い年月をかけて生成されていた。セシウム137のような半減期の長い放射性同位体のごく小さな破片でさえ、長期にわたる大きな問題を残す。仮に今回の事故で放射線放出ピーク時に東京方面に風が吹いていたならば、国内で三五〇〇万人規模の避難が必要となり、数百年は放射能汚染の影響が残る土地の価格下落により日本財政のバランスシートは大きな影響を受けたであろう。幸い、当時は陸風が吹いていた

が、それでもなお一部地域は汚染された。ひどく汚染され、冷却の問題を抱える事故現場では、今後何年もの間きわめて危険な状態が続くであろう。東京電力は、二〇〇七年の地震の際に柏崎刈羽原子力発電所で被った一〇〇億、二〇〇億ドルの損失から回復したばかりであった。そこにきて今回福島での事故に見舞われ、当初の損失だけでも一四〇億ドルを計上、最終損失はその一〇倍に膨れ上がる可能性もある。もはや自社のバランスシートすら失ったともいえるアジア最大の民間公益事業体は実質的には国営企業となったのである。

対案としての再生可能エネルギー

多くの価値を破壊し、多くの人命を奪い取る危険を孕んだエネルギーである原子力。それにまつわる材料・知識・技術は、時に核兵器の製造や隠蔽につながる。またそれは、核拡散、大規模事故、放射性廃棄物の危険を伴う代わりには気候変動問題への有効な対策措置となっていると考えられている。しかし、原子力発電所はコストが高く建設には膨大な時間を要するため、実際は気候保護を抑制しないし後退させているのだ。というのも、原子力に比べて経済的で即戦力となり、かつ安全な代替手段である効率的な電気

利用、工場や建物での電気と有用な熱を同時に生産する熱電併給システム（コージェネレーション）、および再生可能エネルギーの普及に資本を投下することで、同額の資本を原子力発電の新設に投下した際の実に二〜一〇倍の炭素削減が、二〇〜四〇分の一の期間で可能となるからである。二〇〇九年には、世界の電力総量に対して、原子力発電量が〇〇年時からポイントを減らして二三%の割合を占めたのに対し、コージェネレーションと再生可能エネルギー（大型水力発電ダムは除く）による電力は一八%の割合を占めた。後者の手段による発電量は、二〇〇七〜〇八年の世界の電力生産の増加量の九〇%以上を占めている。

上述の「廉価かつ速戦的」な解決策は、よりスマートな選択肢として世界市場に広がり、二〇〇八年と〇九年には再生可能エネルギーが世界の新設発電容量の半数を占めるようになった。一〇年には再生可能エネルギー（大型水力発電ダムは除く）に二五・一〇億ドルの民間資金が投じられ、五二ギガワットの発電設備が作りだされた（原発については、民間投資はゼロで、六ギガワットの増加分もそのほとんどは古い設備の拡張によるもの）。世界の原発発電設備容量は過去二年連続で減少し、一一年も減少が見込まれている。原発の新設数が閉鎖数を上回らないなか、この

状況は今後も続くであろう。供給が不安定であり主要な発電方式ではないと思われる風力さえ、一〇年においてドイツの四つの州で、総電力の四三〜五二%を供給した。脱原発国であるデンマークでは電力の二八%が再生可能エネルギーで賄われ、政府は二〇五〇年までに化石燃料への依存をゼロにする計画を掲げている。同様に原発を持たないポルトガルでは、再生可能エネルギーによる電力の割合が二〇〇五〜一〇年で一七%から四五%へと増加した（米国の場合は九二%から一〇・五%への増加にとどまる。ただし、ハワイ州はその割合を二〇二五年までに七〇%にまで引き上げることを目指している）。

スリーマイル島事故までは米国の原発市場は活発であったというのが同産業界の見方であるが、景気の悪化に伴って実際は事故発生以前から受注は滞っていた。同様に、福島での事故までは世界的に原発回帰の潮流が生まれていたと言われるが、市場誘導型電力体制下での受注は、事故発生の数年前からすでに世界全体で滞っていたのである。二〇一〇年末現在での公式記録によると、世界全体で六六基の原子力発電ユニットが「建設中」となっているが、そのうち一二基については「建設中」の状態が二〇年以上続き、四五基は建設着工日が定められておらず、半数で計画

に遅れが生じ、「建設中」とされるすべての計画は中央政府の電力政策の下で生まれ（うち五〇基は中国、インド、ロシア、韓国の四カ国に集中）、入手可能な代替エネルギーとの公正な競争や比較を通じた自由市場での調達はまったく行われていない。

福島原発事故を受け、今後、原発施設の建設費は上昇し、建設地の決定要因は複雑化し、原子力発電への国民の支持は弱まるであろう。一方、供給網が狭められ脆弱になっていくことが大きな原因となっており、代替エネルギーのコストが下がる中で原発施設の資本コストは事故発生以前からすでに大きく膨れ上がっていた。原発事業は福島で事故が起きる何年も前から崩壊の途をたどり始め、思わぬ競争相手により市場の外に追いやられていたのである。

太陽光発電は最もコストのかかる再生可能エネルギーであるが、その年間発電量の伸びは二〇〇七年以来原子力発電のそれを上回り続けている。一一年末までには、太陽電池生産量は世界全体で年間約五〇ギガワットになると予想される。現在「建設中」の六六の原発のピーク出力を一五ヵ月ごとに満たすのに、あるいは年間発電量を五年ごとに満たすのに十分な量である。原子力発電産業が低迷する一方、太陽光発電産業の年間成長率は六五％となっている

る。カリフォルニア州での入札では、民間公益事業体が卸売価格の基準を下回る額で四・四ギガワットの太陽光電力を調達した。急成長を遂げる米国の四社は太陽光パネルを住宅にほとんど無償で設置するサービスを展開し、個々の家庭の電気代を押し下げた。

世界における再生可能エネルギーと日本

福島原発事故は原子力発電の擁護派であるメルケル独首相にも強い衝撃を与えた。同首相は事故を受け、稼働中の原発の四一％を停止、さらには一〇年以内にすべての原発を閉鎖する決定を下し、国の重点エネルギー分野を原子力から効率化・再生可能エネルギーへとシフトした。この決定は国民の四分の三から支持を受け、どの政党からも反対意見が上がることはなかった。脱原子力発電の動きはスイスでも加速している。イタリアでは有権者の九五％以上が、原子力発電再開を拒否した。太陽光・風力発電部門の首位企業となったシーメンスは原子力発電市場からの撤退を決定し、おそらくはGEも近い将来に同様の決定を下すと考えられる。ウエスチングハウスはすでに東芝に全株式を売却し、フランス政府が九三％の株式を保有しているアレバは大きなトラブルを抱えている。時代の流れに鈍感な国営

企業でない限り原子力発電や原子力をエネルギー源とする電力の売買には手を出さない。そうした傾向が近年ますます強まっている。フランスでさえ、再生可能エネルギーによる成長の重要性を強調しているのだ。

曇りがちなドイツでも、二〇一〇年に八ギガワットの太陽光発電が設置され、最近では一カ月で二ギガワットの発電容量が太陽光発電で新設された。二ギガワットというのは、日本が二〇〇九年までに設置した太陽光電力の総量を上回る大きさである。風力発電は一〇年に九六〇億ドル規模の国際的産業となり、その一年で四〇ギガワットの増加を見せたが、日本が二〇年までに達成を目指している風力発電の設置容量はわずか五ギガワットにとどまっている。日本の太陽光・風力発電事業者は活発に事業を展開し、優れた技術を有している。現に東芝は一〇年、太陽光と風力を一体運用する発電所を宮古島に五カ月という短期間で作りあげた。日本の資産家、孫正義氏は再生可能エネルギー革命を掲げて普及促進のための団体を設置し、三六都道府県が参加を表明している。それでも、「不安定性」という神話と競争への恐怖から電力事業が導入を制限しているため、これらの企業が国内市場で活躍することは困難となっている（再生可能エネルギーは自然条件で変動するとはい

え、適切に分散され、変動が正確に予測され、既存の送電網に的確に統合される限り、再生可能エネルギーの八〜九割以上については、火力発電と同程度あるいはそれを上回る安定性を供給でき、電力費についても火力発電のコスト水準以下にまで抑え込むことが可能である）。

日本政府の時代遅れなエネルギー政策が国内事業者の足を引っ張るなか、中国が太陽光と風力およびその他三つの再生可能エネルギーの技術分野でトップに躍り出た。中国は二〇〇六年から一〇年の間に火力（石炭）発電所の純発電容量の拡大割合を半減させた（二〇〇五〜〇七年に建設された火力（石炭）発電所の三分の二は政府の認可を受けていない）。また、一〇年の純発電容量の拡大割合は石炭を五九%にとどめ、再生エネルギーが三八%、原子力が二%となっている。〇六年の中国の再生可能エネルギー（大型水力発電は除く）の発電容量は、原子力の発電容量の七倍となり、容量拡大の速度も原子力の七倍となった。中国は世界で最も野心的な原子力発電計画を掲げているが、それでも再生可能エネルギーと原子力の間で見られるこの差は一〇年までにさらに広がった。同年の対クリンエネルギー投資は米国のそれを六〇%（対GDP比では一三九%）上回り、二〇一一年には原子力発電の認可を保

留にして原発建設を中断する代わりに効率化と再生可能エネルギーの導入を加速させている。

再生可能エネルギー分野ではインドも世界のトップテンに入っている。インドは再生可能エネルギーの目標値を四倍に引き上げたばかりで、太陽光発電量を二〇二二年までに二〇ギガワットにすることを目指している（二〇一〇年までに二八ギガワットの創出を目指す日本の目標に近い水準）。アジア全体での再生可能エネルギーへの投資総額は、〇九年には米国を、一〇年には欧州を追い抜いた。世界で燃焼される石炭の半分が、また、世界で建設が計画されている火力（石炭）発電所の四分の三がインドと中国に集中していることに鑑みれば、これらは明るい兆しである。そうしたなか、日本が〇九年に行ったクリーンエネルギー投資は世界ランクで一五位の八億ドルにとどまり、同年の発電総容量で新再生可能エネルギーが占めた割合もわずか一・三%であった。

米国のエネルギー政策

米国のエネルギー政策は板挟み状態にある。オバマ大統領やチュー・エネルギー長官は効率化と再生可能エネルギーの推進を強力に支持し、心強い成果を生みだしている。しかしその一方、議会の反対派がホワイトハウスの政策を

阻止し続けたため、二〇一〇年の風力発電容量の拡大幅は半減する結果となった。エネルギー省（核兵器関連機関を含む）は従来、原子力発電を推進する立場で、チュー長官自身も原子力発電を支持する考えを示している。オバマ大統領は原子力発電を表向き支持し、原子力関連の融資担保として三六〇億ドルを追加的に要請している。

しかし、原発新設の非経済性は明らかであり、米国では政策立案機関が電力事業に原発を調達させることもできなければ、市場にそのための投融资を強制することもできないため、オバマ大統領の言葉に実質的な力はない。二〇〇七年に承認された連邦政府による融資担保一八五億ドルのうち、条件付き担保はわずか八三億ドルで、それが提供されたのも、ジョージア州にある財務省直轄の発電所一カ所の二基に対してのみであった。同発電所は連邦政府や州政府から大規模な支援を受けているが、使用許諾権、建設工事、実際の運用のいずれの面でも安定せず、政治問題の的となり、惨憺たる財務状況に置かれている。融資先としては他にも二つの候補が挙がっていたが、いずれも倒産し（うち一社は東京電力に救済支援を求めていた）、その他の選択肢についても消滅しつつある。

過去六年間に米国で「新設」された原子炉は政府からの

補助金のみで運営されているが、民間資本は一セントすら調達できていない。投資対効果検討書（ビジネスケース）が存在しないからである。これらの原子炉の維持管理には風力発電所の新設費用の二〜四倍のコストがかかっている。原子炉一基を建設するとしても、建設が完了するころには太陽光が原子力以上の効果を発揮するようになっていくだろう。再生可能エネルギー、コージェネレーション、エネルギーの効率利用の普及を進めれば、米国内の火力発電と原子力発電で得られる電力総量の一六倍以上の電力を、高い費用対効果で一挙に創出できる。中央政府での足並みがそろわない中、原子力・石炭から効率化・再生可能エネルギーへの転換は州政府と民間企業の間で着実に進められている。

憂慮すべきニアミスの発生に対し現状維持を図ろうとしたNRCには大きな非難が寄せられ、ようやく安全措置の強化と法順守の徹底に向けた動きが始まりそうな気配ではあるが、長い年月をかけて積み上げられた放射性廃棄物問題はすぐに解決できるものではない。再処理などしようものならば、多額の廃棄物管理費が必要となり、廃棄物の管理自体もより難しくなり、安全や拡散に対する深刻な懸念が生まれることになる。これは日本を除くすべての原発保有国で共有される認識である。チュー長官はモジュール

性の高い小型原子炉の開発に資金をつぎ込んだが、だからといって米国が現在抱える問題が本質的に変わることはない。むしろ経済面では問題は悪化したのかもしれない。チュー長官の取り組みでは、原子力発電の終息に向けた動きに歯止めをかけることは難しい。エネルギー省が予算を割いたこの新技術は、開発当初からかなりの時間が経過し、市場勢力の猛攻で瀕死の状態に陥り、あとは適切な打ち切り計画が待たれるのみとなっているが、それでも依然として、政策立案者や国民の目は市場の勝者ではなく新技術のほうに向けられている。

石油・石炭・原子力への依存を一切断ち、天然ガスの使用を現在の三分の一に抑えても、米国には現在の規模を一五八%上回る経済を二〇五〇年までに実現する力がある。私はこの点を仲間と共に一冊の本にまとめあげた（二〇一一年秋刊行。日本語版もその後まもなく刊行される予定）。しかも、この新たな道は、米政府が描く公式なシナリオと比較すると、炭素を含むすべての外部不経済を仮にゼロと評価したとしても、五兆ドルのコスト減をもたらしているのである。このビジネスのロジックは十分説得的であるので、議会制定法を設ける必要はない。革新的政策（自動車の大きさや購入者の収入に関係なくすべての新車

購入に適用される「フイーバート」等」と、電力の販売ではなくコストの削減に力を入れる電力事業者への報酬制度とを組み合わせれば、効率化・再生可能エネルギー社会への転換を開始させ、あるいは加速させることができるようになる。そうした政策・制度は（従来のエネルギー政策の大半がそうであったように）連邦政府の介入による行き詰まりを避けて、州単位で実施するのが望ましい。

再生可能エネルギーを通じた日本の復興構想

日本には、同様の潜在力が米国以上にあるのではないだろうか。日本は自動車や鉄道の燃費効率、産業のプロセス、スマートコントロール、小型化、炭素繊維、太陽光電池技術のいずれの分野でも世界をリードしている。電気製品の効率化に向けた日本のトップランナー方式は世界で最も優れた政策だ。少なく見積もっても、日本は利益に沿う形でエネルギー利用の効率性を三倍に高めることができる。国の規模を相対化すれば、日本は再生可能エネルギーについて米国よりも多くのオプションを有しているとすら言えよう。再生可能エネルギーは環境にやさしく、すぐに底をつくこともなく、弾力性にも優れている。日本人は社会的なまとまりを有し、伝統的な知恵に加え、人的エネルギーや

スピード、創意工夫の精神、物事に果敢に挑む姿勢、忍耐（地震と津波への対応で明確に示された）がある。この強みを活かせば、日本はエネルギー分野で世界のトップに舞い戻ることができるだろう。菅首相の新エネルギー政策はその第一歩かもしれない。

現在、世界中の人々が日本に強い思いを寄せている。日本の苦難を教訓に、世界の国々がより安全で、より競争力のあるエネルギーの実現に向け、いっそう真剣に取り組むことをわれわれは望んでやまない。この点に関してより詳しくは、二〇〇七年に文仁親王同妃両殿下からブループラネット賞を賜った際の私のスピーチをご参照いただきたい（http://www.rni.org/rni/Library%2F2007-15_BluePlanetPrizeRemarks）。

【翻訳 アーバン・ネクションズ／翻訳協力 山藤泰、ピーター・D・ピーダーセン】

Amory B. Lovins

オックスフォード大学モードリン校、マートン校で物理学などを学ぶ。1982年にエネルギー・環境問題を扱う独立シンクタンク「ロッキーマウンテン研究所」(www.rni.org)を創設し、現在も同会長を務める。多くの著名企業、政府へのコンサルティング業務を行っていることでも知られる。