

電力の地域独占を廃して脱原発を —ワインバーグの温暖化脅威説を超えて

室田 武

同志社大学経済学部教授

はじめに

東京電力福島原発同時多発事故。これにより、日本のエネルギー政策の全面的な見直しが必要になったとされる。確かに一定の見直しは必要だが、近年の日本における熱量ベースで見た一次エネルギー供給総量に占める原発の割合を年度別に見ると9%程度であった。2011年度には最大でも数%どまりとなるであろう。したがって、大局的に見れば、原発を直ちに全廃しても、日本の経済活動が止まってしまうなどということはありません。

とはいえ、電気エネルギーの供給に限定して言えば、(1) 近年ではその約3割を原発が担っていた、そして、(2) その大半は地域独占の地位を享受する九電力の原発によるものであった、という事情を考えると、原発全廃に対応する電力供給システムをどうするかは大きな問題である。(1)に関しては、何によって電

力をまかなうかという電源構成の問題であり、石炭、石油、天然ガスによる火力発電を強化すればよいことであるから、技術的には大きな問題ではない。燃料確保のための資源外交は従来以上に重要であるが。最大の問題は電力の地域独占である。本稿では以上の問題の検討に加えて、二酸化炭素による地球温暖化の恐れという説を批判的に検討する。

総括原価方式が促進した原発開発

大量の放射性物質を扱う原発は、ウラン鉱石の採掘から始まって高レベルの放射性廃棄物の超長期にわたる保管に要する費用まで考えるとときわめて高価な発電方法である。しかし、電気事業が独占である限り、高い費用も消費者からの電気料金徴収でまかなうことができる。そればかりではない。日本の電気事業については総括原価方式という料金算出の制度があり、これによると、高価な原発を作れば作るほど、次の原発建設のための資金繰りがよくなる。この点を簡単に見ておくと、総括原価とは適正原価と適正報酬の和である。適正原価は、通常の競争企業の場合の原価と基本的に同じであるから説明を要しない。次に適正報酬はどう算定されるかという点、それはレートベースの一定割合として算出される。レートベースとは、電気事業固定資産、建設中資産（建設仮勘定の二分の一）、装荷中および加工中等核燃料、特定投資、運転資本、繰延資産、の合計である。レー

むろた たけし

1943年生。ミネソタ大学大学院経済学研究科博士課程単位習得。Ph.D.(ミネソタ大学)。専門分野は経済学。イリノイ大学、國學院大学専任講師、一橋大学助教授、教授を経て現職。

著書に、『エネルギーとエントロピーの経済学』、『雑木林の経済学』、『電力自由化の経済学』など。

トベースの一定割合という場合の一定割合とは、時々なされる電気料金改定の際の銀行利子率、社債利回りなどを平均して算出される数値である（2011年6月現在では3.05%）。

電気料金改定時には、改定以後の各電力会社の年間の販売予定電力量（kWh）が需要予測に基づいて算出される。そして、

$$\text{電気料金（円/kWh）} = \frac{\text{適正原価（円）} + \text{適正報酬（円）}}{\text{販売予定電力量（kWh）}}$$

として料金が決定される。したがって、レートベースが大きければ大きいほど適正報酬は大きくなり、巨額の投資を要する原発のための資金調達が確実になるのである。火力発電や水力発電にとっては、装荷中および加工中等核燃料に相当するような項目のレートベース参入はなく、原発に関してのみ参入がある点に注意したい。原発は安全上の必要からいったん運転を始めたなら定格出力を維持するが、そうすると夜間などに電気が余ってくることが多い。その余剰電力を無駄にしないための技術として揚水発電があるが、その揚水発電所の建設や運転管理も電気事業固定資産や建設中資産の額を増やすのに貢献する。もう一つ重要な点は、加工中等核燃料が再処理核燃料を含む、という点である。このことを以下でやや詳しく検討する。

日本が使用済み核燃料の再処理政策を採ってきた利用は、再処理によりプルトニウムを抽出し、それをウランと混合した酸化燃料（混合酸化燃料MOX）を製造し、高速増殖炉の核燃料として利用するため、というのが公式の理由である。つまり、使用済み核燃料であっても後になって高速増殖炉の燃料として役に立つので、それを資産とみなし、レートベースに参入しておく、というのが日本の総括原価方式の特徴である。だが日本には、発電用のものとしては、原型炉として設計・建設された「もんじゅ」以外に高速増殖炉は存在しない。ところでその「もんじゅ」であるが、1995年に運転を開始したものの、1年足らずのうちにナトリウム漏洩火災事故を引き起こし、1996年以

来14年半も停止したままとなり、2010年5月によりやく部分的に運転を再開した。しかしすぐに故障で動かなくなり、8月下旬、燃料交換の中核機能を担う重量3.3トンもの炉内中継装置が2メートルも落下するという事故を起こした。最近その引き上げはできたものの、運転再開の見通しは立っていない。本格的な発電をしないまま廃炉になる可能性が濃厚である。

「もんじゅ」でMOX燃料が消費される見込みが立たなくなったため、仕方なくそれを軽水炉で燃やそうというのが「プルサーマル」である。しかしこれは、再処理核燃料をレートベースに参入したときの想定とは全く異なるプルトニウムの利用法であり、総括原価方式による電気料金決定の仕組みそのものが、動かない「もんじゅ」のために既に破綻している。

求められる本格的な電力自由化

9電力プラス沖縄電力の10社による電力の地域独占をそのまま放置しておく限り、原発の全面的な廃炉の時期は遠のき、福島のような事故が今度は福島以外のところで起こりかねない。日本は市場経済を前提とする国であり、そこで電力独占が許されていること事態がおかしいのである。産業界の人々もそのことをよく理解する必要がある。これまでどうだったかといえば、電力以外の産業界は、強大な9電力に遠慮して、高価な電力を供給する電力独占を正面からは批判しなかった。そして、黙って自家発電を増やしてきたのである。

1990年代から電力自由化が議論されてはきたが、自由化への歩みは遅々たるもので、特定規模電気事業者（PPS）の制度が創られ、契約電力50kw以上の需要家への電力小売は認められるようになったが、PPSによる発電量はまだ微々たるものであり、発電所の近隣の需要家への小売というより電力会社への売電が主業務になっている場合もある。

しかし、福島事故以来、動かない原発の数が増えるにつれ、電力不足解消のため、政府も電力会社も自家発電を行なう企業に電力供給を増やすよう要請

している。これを、本格的な電力自由化への好機ととらえ、自家消費を上回る発電能力を持つ企業に対し、余剰電力の小売を認める制度を創出するのがよい。

民主党政権、特に菅直人首相は再生可能エネルギーによる電力の固定価格買取制度の導入に熱心である。しかしこれは、電力会社が電気を買取る制度であって、電力独占は維持される。そのような制度の導入を議論するような時間の余裕があるなら、その時間は独占解体の具体的な中身の議論に使うほうがよい。

IPCC の原発推進論をそのまま継承する 日本政府

ここで改めて、なぜ地震国日本で原発がこれほどまでに増強されてきたのか、その理由の一つは既に述べた総括原価方式による電気料金決定制度であるが、他にも理由がある。かつての日本では、“石油代替エネルギーの主演” だからという名目で原発が推奨された。これは、1973年のオイルショック（第一次石油危機）から1978年の第二次石油危機に至る時代には、それなりの説得力を持っていたのではないだろうか。ところがいつの間にか石油代替の話は立ち消えとなり、“運転中は二酸化炭素を排出しない”として原発の必要性が説かれるようになった。二酸化炭素は温室効果ガスであり、その大気中濃度の上昇が地球温暖化を招いているが、地球温暖化は人類にとって脅威であり、その防止にとって原発が有効である、というわけである。

しかし、地球温暖化は、人間にとってそれほど困ることなのであろうか。寒冷化で凶作が続くなどの事態より温暖化のほうがましである、という考えもありうる。次の問題として、二酸化炭素の大気中濃度の上昇は、本当に温暖化の原因なのであろうか。二酸化炭素温暖化説は、「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC) がずっと説いてきた説である。IPCC 見解は、一見すると世界各国の科学者たちの英知の結晶であるかのように見えるが、よく調べてみるとほころび

も目立つ。2007年のIPCC第4次報告書を見ると、地球温暖化は防止されねばならず、そのための方策の一つには原発推進があると書かれている。つまりそこには、科学を超えた政治的主張がはっきりと読み取れる。

2008年7月、日本では、IPCC第4次報告書をそのまま踏襲する形で、当時の福田康夫内閣のもので「低炭素社会づくり行動計画」が閣議決定された。翌2009年9月、総選挙で勝利した民主党の鳩山由紀夫首相(当時)は、ニューヨークの国連総会の席上、日本は温室効果ガス(主に二酸化炭素)の排出量を2020年には1990年比で25%削減すると演説した。その後の菅内閣も、地球温暖化防止のために二酸化炭素を排出しないという原発推進にきわめて熱心であった。

このように、近年の世界と日本の動きを見ると、二酸化炭素を問題視するのは原発推進のためであるということがよく分かる。温暖化問題についていえば、太陽物理学などの分野では、むしろ近い将来における寒冷化が憂慮されていることに注意したい。

ここで重要になってくるとされるのは、地球温暖化を脅威ととらえ、その防止に原発推進が必要であるとするIPCCや日本の低炭素社会説の歴史的起源はどこにあったのか、という点である。

温暖化脅威論の歴史的起源

戦後の日本で広く読まれた漫画の一つに『鉄腕アトム』がある。超小型原子炉を内蔵し、空を自由に飛行することのできるそのロボットには妹がいて、「ウランちゃん」という。手塚治虫(1928-1989)の漫画であり、その原子炉の詳細設計まではよく分からない。ところで、漫画ではなく、原子力で飛行機を飛ばそうとした人が実際にいたのである。それは、ワインバーグ(Alvin Weinberg, 1915-1996)である。

軍用機用の小型原発の研究開発が歴史的にいつ始まったのか、筆者には分からないが、1942年6月に発足したマンハッタン計画の中に、既にその萌芽

はあったのかもしれない。マンハッタン計画とは、ドイツに先んじて核兵器を開発することを目的としたアメリカ中心の極秘巨大研究開発プロジェクトであり、1945年8月に広島と長崎に投下された原子爆弾もこのプロジェクトの成果である。

第二次世界大戦の終結でマンハッタン計画は不要になるが、アメリカ政府はその組織を継承する機関として、1949年にアメリカ原子力委員会（AEC）を設立した。AECのもとにはいくつかの戦略的な研究所があったが、その一つはテネシー州のオークリッジ国立研究所である。戦後、シカゴ大学冶金研究所というマンハッタン計画の一部をなした組織からここに移ってきた物理学者の一人がワインバーグである。彼はそこで様々な型の原子炉の研究開発に従事するが、最も大きな予算を獲得して研究したのが溶融塩炉である。トリウムなどの液体燃料の核分裂で発生する熱は、燃料そのものが吸収し、原子炉の炉心から外に出て、別の媒体に熱を引き渡す。その熱が航空機の推進動力に転化する。熱を失った核燃料は炉心にもどる。固体燃料の場合、燃料の交換時期が来ると、原子炉の運転をいったん完全に停止し、新しい燃料と交換しなければならない。これに対し溶融塩炉では、配管の一部に開口部を設け、古くなった燃料をそこから流出させ、新しい燃料を流入させて開口部を閉じればよい。

1940年代末から1960年代にかけてと思われる時期に、ワインバーグはその研究に心血を注いだ。しかし、その実験装置の建設などに巨額に資金が費やされた割には、実用化には至らなかった。ワインバーグはその後、加圧水型軽水炉の実用化の方面でアメリカの原発開発に貢献する方向に進んだ。ただし、日本にも溶融塩炉の研究に熱心な人々はいて、1980年代には、京都大学などで国際的な研究集会在開催されたりしている。地殻中の鉱物の埋蔵量という点では、ウランよりトリウムの方が多いため、その有効利用を進めたい、というのもそうした研究の動機の一つである。

アメリカの原発開発は、1950年代半ば過ぎから

1970年代初期までは日の出の勢いで進んだ。しかし、安全性に関する不安、経済性の欠如の判明などの要因により、1970年代半ばには退潮の兆しがはっきりした。そこでワインバーグが目にしたのが二酸化炭素である。カリフォルニア大学スクリプス海洋研究所に属する地球化学者キーリング（Charles D. Keeling, 1928-2005）は、大気中二酸化炭素濃度と植物の光合成の関係などへの関心から、1958年以来、その濃度の精密測定を行なっていた。測定場所は、人為の影響が少ない所、という基準によりハワイのマウナ・ロア火山が選定された。観測地点はその後南極にも設けられた。キーリングと彼の共同研究者たちは、両地点での大気中二酸化炭素濃度の精密測定データを1976年に発表した。キーリングの自伝によれば、二酸化炭素研究の専門家以外でそれに真つ先に注目したのがワインバーグであったという。当時のワインバーグはアメリカ政府のエネルギー研究開発局（ERDA）傘下のオークリッジ国立研究所の所長であった。ERDAは、先述のAECの改組によって1974年に誕生した組織である。それと同時に誕生したものに原子力規制委員会（NRC）がある。

AECは、核兵器開発と発電用の原子炉開発の両方を推進したが、1970年代に入り、原発の安全性に疑問をいだく科学者が続出した。彼らは「憂慮する科学者連盟」（UCS）を組織するなど、公然と原発批判の声を挙げた。AECが原子力を促進するERDAとそれを規制するNRCへと再編成された背景にはそうした批判の声があった。

ここでキーリング自伝¹に話をもどすと、彼は、UCSの活動などに直接にはふれていない。しかし原子力の発電への応用を危惧する科学者たちの声が高かったことには言及している。そして、そのような時期にワインバーグが二酸化炭素に注目したというのである。温暖化による被害に比べれば原発に伴う悪影響などたいしたことはない、というのがワインバーグの見解であり、ワインバーグは、二酸化炭素問題を強調することによって原発を推進しようという意図を包み隠さなかったという。

つまり、二酸化炭素問題は最初から原発推進の論拠として政治的に利用される運命にあった。この点をおさえておかないと、温暖化防止のための低炭素社会という構想の危険な本質を見誤ることになる。

興味深いことに、キーリング自身は、二酸化炭素が温暖化を引き起こすとは考えていなかった。むしろ、気温上昇が二酸化炭素濃度上昇に先行することを観測していた。彼の自伝には、「既に私が説明したように、1972年までのこれらのデータは、次のことの証拠と見るのに十分に長い期間のものである。その証拠とは、二酸化炭素の10年単位の変動は化石燃料の消費からの排出によっては説明できないような変動であった、ということである」と記されている。

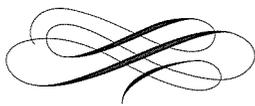
おわりに

二酸化炭素による地球温暖化というIPCCなどの言説にとらわれていると、今後の日本にとって望まし

いエネルギー政策はできない。先ずはその呪縛から自由になって全原発の廃炉を目指すと同時に、電力独占を解体し、革新的な企業、地方自治体などが電気事業に次々と新規参入できる制度を導入することが大切である。その制度を技術面で支えるには送電網の独立が必要である。その運営は、当面は国営でよいのではないか。福島原発事故で軽水炉に未来はないが、トリウム溶融塩炉には期待できるという説があるが、これは“ワインバーグの亡霊”とでもいうべきもので、大量の放射性物質を扱う以上、危険性が軽減されるわけではない。■

《注》

- 1 Keeling, C. D. (1998), “ Rewards and penalties of monitoring the earth,” *Annual Review of Energy and Environment*, Volume 23, pp. 25-82



なぜ原発ではいけないのか

西尾 漠

原子力資料情報室共同代表

福島第一原発の事故を目の当たりにして、原発からの脱却を望む世論が高まっている。誰もが思い浮かべるのは、放射能災害の不気味さだろう。福島第一原発の事故では、多くの人が亡くなるような事態は避けられた。しかし今後、数年あるいは数十年もたつてから、がんなどさまざまな病気にかかる人が、じょじょに増えてくるのが懸念されている。

それは、いつ病気になるかという不安をずっと抱えて暮らさなくてはならないことを意味する。しかも、事故そのものが収束せず、いつになったら先が見通せるかもわからない。これからの年月、日々放射線のレベルを気にしながら暮らすことに、私たちは耐えられるだろうか。

核兵器の爆発の場合は、放射線被曝だけでなく、物理的な破壊や熱の影響も大きい。原発の重大事故では寿命の長い放射能を大量に放出するという、核兵器の爆発以上のやっかいさがある。そのため、核兵器の爆発より長く影響がつづき、甚大な放射能災害をもたらすのだ。

二度と再び、放射能災害をくりかえしてはならない。世界中の原発をすぐには止められないなら、事故を防ぐための最大限の努力がなされるべきだろう。それでも、事故を防ぎきることはできない。事故を起こす前に止めることが、どうしても必要だ。

ごみがごみを生む

仮に大事故は防げたとしても、原発は、数万年を超える管理を必要とする高レベル放射性廃棄物をはじめとして、大量かつ種々雑多な放射性廃棄物を発生させる。

原子力発電は、原発があるだけではできない。ウラン鉱石を掘り出し燃料を製造するためのいくつもの施設や、放射性廃棄物のあと始末などの施設が要る。いわゆる核燃料サイクルの関連施設である。原発の運転にともなって、またそのために必要な核燃料サイクルにともなって、大量の放射能のごみが生まれるから、その処理施設が必要になる。そして、原発も、核燃料サイクルの諸施設も、廃棄物処理施設も、やがてそれ自身が巨大な放射能のごみのかたまりとなる。

原発を運転すると、使用済み燃料というごみが生まれるから、再処理工場がつくられる。再処理をして燃え残りのウランとプルトニウムを取り出す。後述するように、これらは事実上、使いみちがなく、けつきよくは大部分がごみとなる。ウランとプルトニウムを取り出した残りが、高レベル放射性廃棄物だ。

にしお ばく

1947年生。東京外国語大学中退。1978年に『はんげんばつ新聞』が創刊されて以来、編集を担当。98年より原子力資料情報室共同代表。

著書に、『原発は地球にやさしいか』（緑風出版）、『エネルギーと環境の話をしよう』（七つ森書館）、『原発を考える50話』（岩波ジュニア新書）など。

まさにごみのごみを生む原子力開発と言えよう。しかもそのごみは、消すことも捨てることもできないごみなのだ。捨てた放射能は、そのまま環境中に残るのだから。そして、そのはじめから終わりまで、国内外の多くの人々の犠牲を必然とするごみである。

核燃料サイクルは、ウランの濃縮と再処理という、核兵器の製造に直結する施設を抱えてもいる。すなわち核拡散や核テロリズムの危険性がある。また、その防止のためとして社会的自由が制限されたり、危険回避に必要な情報まで秘匿されたりする。

すでにある放射能のごみと、ごみのままで終わってほしい核兵器と、ごみになるしかない核・原子力施設だけでも、ものすごい量の放射性廃棄物を、否応なく子孫に残さざるをえないのだ。これ以上、それを増やすことは、子孫に対する犯罪行為と言わざるをえない。

とすれば、せめて私たちにできることは、その量を増やさないこと、少しでも安全な管理の方法を用意すること、そして、将来の世代が原子力にも化石燃料にも依存せずに豊かな生活ができるような社会のしくみをつくることではないだろうか。

硬直化した核燃料サイクル政策

なぜ原発ではいけないのかを、ちがった視点からも見てみよう。原発をすすめてきた人々も、本音ではやめたいと思っていた人が少なくないようだ。にもかかわらず、やめられずにきた。その歪みが事故の遠因なのかもしれない。

日本の原子力開発は、当初から核燃料サイクル路線を志向してきた。1956年1月1日に発足した原子力委員会がすぐにまとめた「原子力開発利用基本計画」には、こうある。「増殖型動力炉の国産に目標を置く」。増殖型動力炉とは、いまの言葉で言えば高速増殖炉である。プルトニウムを増殖する原子炉だ。

ふつうの原発は、ウランを燃料としている。そのウランには、核分裂しやすいウランと、しにくいウランがあり、天然のウランには核分裂しやすいウランは0.7%しか含まれていない。日本でも世界でも主流の

「軽水炉」と呼ばれる原発では、核分裂しやすいウランの割合を5%ほどにまで濃縮して、燃料としている。

このウラン燃料が燃えると（核分裂しやすいウランの原子核が分裂して熱を出すことを「燃える」と表現する）、分裂の際に飛び出した中性子が燃えにくいウランの原子核に入り込んでプルトニウムに変わる。生まれたプルトニウムの約70%は核分裂しやすいもので、新たな燃料となる。

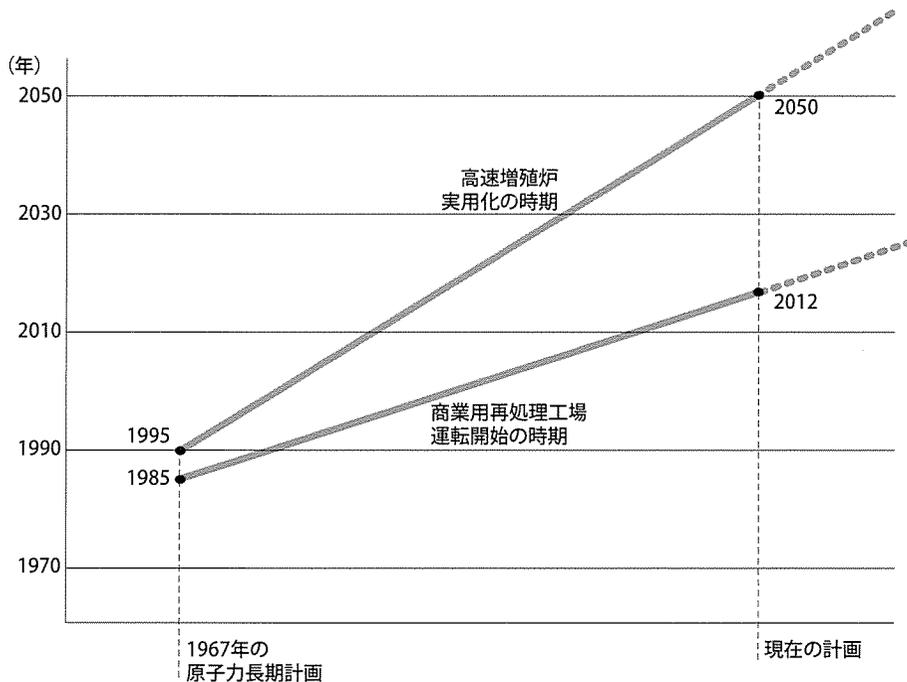
高速増殖炉は、ふつうの原発よりプルトニウムへの転換がより多くできるように設計された原子炉である。プルトニウムを燃料とし、燃えた以上に新たなプルトニウムを増やす。とはいえ、もともと技術的に無理がある。開発は遅れに遅れ、実用化の時期はほとんど遠のいている。

その実用化にあわせて計画された商業用再処理工場の操業開始も遅れているが、遅れ方に開きがある（図1）。いったん計画が具体化すると、高速増殖炉の計画が遅れているから再処理のほうもそれに合わせるということにはならない。それぞればらばらに計画が進められてしまうのが、日本の原子力開発のおかしなところと言える。

高速増殖炉は、プルトニウムを増やすものだが、はじめに入れる燃料としてかなりの量のプルトニウムを使う。そこで、高速増殖炉の計画が遅れると、再処理工場が動き出しても、取り出されるプルトニウムの使いみちがない。しかたなしにふつうの原発で燃やすことがすすめられている。俗に「プルサーマル」と名づけられたものである。電力会社にとっては、コストが高く、危険で、いいことは何もない。

この硬直した核燃料サイクル政策は、日本は大量の「余剰プルトニウム」を保有していながらなお再処理を行ない、プルトニウムを取り出そうとしていて、核武装をするつもりではないかとの国際的な疑惑を呼び、周辺国を刺激して核拡散を促している。のみならず、再処理やプルトニウム利用により放射能災害を起りやすくし、被害を大きくする危険性を抱えることになる。また、放射性廃棄物の種類を複雑、やっかいなものとする。

図1 高速増殖炉・再処理計画の遅れ方



(出所)筆者作成。

原発を推進する立場からも、核燃料サイクル路線がじゃまになっているとして、一時は再処理工場の操業に待ったをかけることが経済産業省と電力会社の間で取り沙汰された。しかし、どちらも責任は取りたくないということで、うやむやになっている。すすめる立場の人々が誰もきちんと責任を持とうとしない現状こそ、原発ではいけないことをはっきり示していると言えよう。

そして、核燃料サイクルが成立しないことは、ウランを使い捨てて終わりということに他ならない。ウランの資源量は、石炭よりはもちろん、天然ガスよりも石油よりも少ない。原発をすすめる積極的な理由は、なくなってしまう。

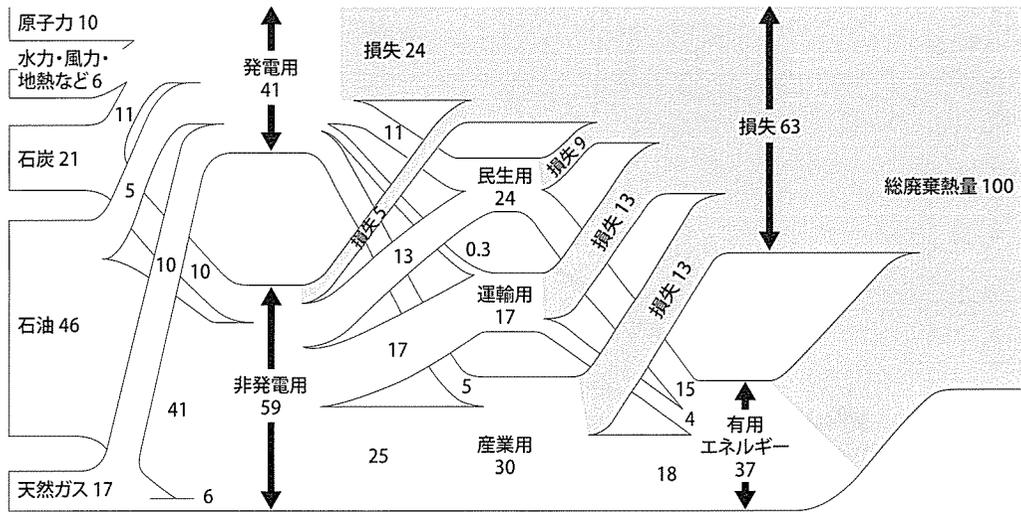
すすめる理由はないが、やめられない事情はいろいろある(多くの人がかかわっていることとか、メンツとか)。そんな形ですすめられる現状こそ危険ではないだろうか。

原水禁エネルギー・プロジェクト

原水爆禁止日本国民会議は2010年、「エネルギー・プロジェクト」を組織し、同年末に提言書をまとめた(<http://www.peace-forum.com/gensuikin/EnergyProject.pdf>)。筆者が座長をつとめたプロジェクトの考えを紹介しておきたい。

プロジェクトは、めざすべきエネルギー政策の目的を「持続可能で平和な社会」の構築とした。とくに「平和な」と加えたのは、「資源戦争」とか「エネルギー争奪戦」とかの言葉が安易に使われる中、エネルギーは人類の生存にとって不可欠な、いわば公共財であり、何人も政治的な理由や紛争などによって奪われることなく供給されなければならないと考えたからである。核兵器やその他の兵器への転用が可能なエネルギーの利用を排するだけでなく、平和な暮らしを壊さない、安全で民主的なエネルギー利用であることを含んでの命名であることは言うまでもない。

図2 日本のエネルギー・フロー（2008年度）



(注) 数字は、一次エネルギー供給量23,219兆キロジュールに占める割合。
 (資料) 平田賢『機械の研究』2002年4月号、『エネルギー・経済統計要覧』2010年版をもとに勝田忠広作成。

「持続可能で平和な社会」の実現には、エネルギー利用の効率化によりエネルギー消費を小さくした上で、平和に反し持続可能でもない原子力や化石燃料の利用から早期に撤退して、再生可能な自然エネルギーを中心としたエネルギー需給を実現することが必要だと考えた。

エネルギーの安定供給性も環境への適合性も、目先の経済成長にとらわれず、将来世代にも安定的な雇用やエネルギー供給を保障し、少しでもよい環境を保障するものでなくてはならないのだ。

エネルギー消費は小さくできる

エネルギー消費を小さくすることが持続可能なエネルギー政策の基本である。エネルギー需要は伸び続けていて、今後もさらに伸びると誤解している人は少なくない。実際には日本の最終エネルギー消費が高い伸びを示していたのは1990年くらいまでのことで、90年代後半以降はほとんど伸びておらず、2000年代後半には減少傾向を示している。唯一伸び続けてきた業務部門も、2000年代には伸びが止まり、同年代後半にはやはり減少しているのだ。

エネルギー消費の中で、電力化がすすんで電力需要は伸び続けているのではないかと考えられるかもしれない。電力需要についても、かつて大きな伸びを見せていた最大電力（ピーク需要）は、やはり1990年代後半からは伸びがなくなり、すでに10年近く、記録が更新されていない。記録的な酷暑となった2010年でも、更新に至らなかった。年間の消費量も、同じく90年代後半から徐々に伸びが小さくなり、08年度、09年度には減少を示した。

日本のエネルギー構造を見ると、実際に利用されるエネルギーは、投入エネルギーの3分の1強でしかなく、3分の2弱は利用されない「損失」となっている。とりわけ発電時の損失（温排水として捨てられているもの）が大きく、損失全体の4割弱、発電量の1.5倍である（図2）。

コンバインドサイクル（複合発電）化や燃焼技術の向上により発電の効率を上げれば、この損失を小さくできる。排熱の影響も小さくなり、必要な1次エネルギーを減らすことにもなる。あるいは排熱をコジェネレーション（熱電併給）として有効利用することもできる。

他方、利用段階での損失も、機器の効率を上げる

こと、利用システムの効率を上げることで小さくできる。工場排熱を発電に利用することも可能である。「有用エネルギー」と言っても、ほんとうに私たちの暮らしに役立っているとは限らず、大きな無駄がある。それらを削ることは、むろん窮乏生活を強いることとは無縁である。

自然エネルギーを基幹エネルギーに

日本には資源がない、としばしば言われる。確かに化石燃料の資源量は少ないが、枯渇しない純国産のクリーンエネルギーである自然エネルギーには恵まれている。変化に富む地形、風土は「自然エネルギー大国」とすら言えそうだ。

自然エネルギーは、また、まさに自然まかせのエネルギーだけに、いつも使えるとは限らないし、量的にも頼りにならないと思われている。しかし、むしろその点こそが自然エネルギーの何よりも優れている点ではないだろうか。そうした“弱点”と見える点があればこそ、エネルギー消費を小さくすることにつながるエネルギー源だということである。

そして現実には、さまざまな自然エネルギーを組み合わせて利用すれば、弱点は比較的容易に克服できる。さらに蓄電技術やIT技術を生かした「スマートグリッド」などの考えを上手に取り入れることで、大規模電源より、かえって使い勝手のよいエネルギーとなる可能性を秘めている。電力会社にとっても、電力の販売量と利潤をデカップリングさせるビジネスモデルに向けた新たな商機を見出せるだろう。

さらに自然エネルギーの量的な面で言えば、自然エ

ネルギーが大量に導入されることに伴う余剰電力の発生こそが心配されているのだ。ベースとなる原子力や石炭火力からの供給電力と自然エネルギーからの供給電力の合計が需要を超えてしまうというのが、ならば原子力や石炭火力に代えて自然エネルギーをベース供給力に組み込めばよいのではないか。

自然エネルギーがエネルギー利用において果たす役割が小さいというのは、自然エネルギーでは活躍できないからではなく、活躍させないようにしているからなのだとさえよう。

自然エネルギーを「基幹エネルギー」として利用できるようにするべく、普及につとめていく必要がある。

脱原発・脱化石燃料の方向性

建設・計画中の原発は中止し、既設の原発は順次早急に廃止していくべきだ。寿命を定めて段階的に止めていくことを基本とし、大きな事故を起こした原発や、特に地震被災の危険性の高い原発は寿命前でも止めていくという考え方が順当だろう。

石炭火力については、出力が小さく効率の悪い老朽設備は廃止し、新しい設備はLNGコンバインドサイクル火力への転換を図ることが望ましい。将来的にはすべての化石燃料からの脱却をめざすべきだ。いずれにせよ当面は化石燃料をより効率よく、よりクリーンに活用することから始めて、エネルギー消費を削減し、脱原発・脱化石燃料を達成することが可能である。エネルギー利用計画を改め、このような方向へ舵を切ることが必要だ。■

原子力に頼らない温暖化対策を探るべき

浅岡 美恵

気候ネットワーク代表・弁護士

3・11 は日本の岐路

3月11日の東日本大震災と福島第一原子力発電所事故は、日本のエネルギー需給と原子力にかかる国民の意識を一変させた。原子力推進一辺倒であった日本の原子力政策も、転換を余儀なくされるであろう。

これまで、日本では、「安全性の確保を前提に」との言葉を添えつつではあるが、一貫して原発推進の政策がとられてきた。1999年の内閣府世論調査で推進支持が過半を超えたのは、巨額の広報費を投じた「安全神話」の浸透を物語っている。2010年6月に閣議決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14基の新增設と電力需要に対する原子力の割合を、震災前の30%から50%以上（53%）に引き上げることが盛り込まれていた。

今回の原発震災で安全神話は崩壊した。推進の理由に掲げられた安定供給と安価な電源との説明も

神話となった。折りしも、九州電力による玄海原発再開の是非に関して開催された経済産業省主催の説明会でのやらせメール問題が発覚し、「作られた神話」を一層印象づけた。問題は、今後の原子力政策の方向性と中身である。

そこへ、福島第一原発から70 km離れた地域の稲わらが放射性セシウムに汚染して、広範な地域の畜産農家を窮地に陥れる出来事が明らかになった。原発依存度を段階的に引き下げ、将来は原発のない社会を実現すべきとの7月13日の菅首相の表明は多くの国民の思いであろう。だが、首相の発言に与野党や経済界から批判が相次いだように、客観的事実となっている原発の段階的廃止の方向性も、政治的にはまだ定まっていないのではないか。

今日の焦点は、停止中の原発の再稼働の可否とその条件である。震災前から事故や定期点検で停止していた15基と、政府の要請によって停止した浜岡原発3～5号機の他に、13ヵ月ごとの定期点検で順次停止し、7月末の段階で54基の原発のうち39基（うち泊原発は調整運転中）が停止し、運転割合は設備容量（福島第一、1～6号）で全体の27%程度である。これらの停止中の原発を再稼働させなければ、来年の5月には全ての原発が止まることになる¹。電力供給の確保を重視する経済産業省は、津波対応の緊急安全対策を行ったとして安全を宣言し、玄海原発などの再稼働に向けて動き出した。そこへ菅首相がEUで実施されているストレステスト（耐性評

あさおか みえ

1970年、京都大学法学部卒業。1972年京都弁護士会登録。

著書に、『低炭素経済への道』（共著、岩波新書）、『世界の地球温暖化対策』（編著、学芸出版社）など。

備)の実施を提起し、すったもんだの末、浜岡と福島第一、第二原発を除く原発を対象として、地震、津波、全電源喪失、冷却不能の4項目について2段階で、電力会社がコンピューター評価を行い、これを原子力保安院が評価し、原子力安全委員会が確認するというプロセスが示された。だが、現在も原子力安全委員会が「想定外の事故」とのべる福島第一原発事故の原因究明の途上であり、地震の影響自体が争われ、従来の安全基準の見直しもこれからである。原発再稼働の正当性はこれらのプロセスがまず必要であろう。

原発はエネルギーの安定供給とともに、近年、温暖化対策を名目に推進されてきたが、こうした原発推進が実効ある温暖化対策の導入を妨げてきた。科学者たちが警告する温暖化による気候変動の悪影響も多様かつ深刻であり、温暖化による危険な影響を防止するにはCO₂など温室効果ガスの排出を大幅に削減するしかない。温室効果ガスの90%以上がCO₂であり、その95%がエネルギー起源である。対策の時期を逸すると、回復しがたい気候変動をもたらすことになる。

政府の震災後のエネルギー政策は、これまでの原子力発電と火力発電の柱に、省エネルギーと再生可能エネルギーを加えた4本柱とするものである。今年6月の電力各社の株主総会でも、原発依存の方針が改めて示された²。しかし、国民の大半は、いまだ収束が見通せない福島第一原発事故の制御困難な現状と原発リスクの計り知れなさに、立ちすくむ思いでいる。その思いが脱原発への思いとなってきたことが、世論調査の結果にも現れている³。原子力のリスクも温暖化のリスクも、共に回避する道を探ることが政治の責任であろう。後述するように、その対策は基本的に共通である。

まず、政治に問われるのは、原発利用の今後についての基本的方向性である。方向性が定めれば、実現可能性を踏まえつつ、目標を定め、その実現に向けて実効的な計画を立てることができる。もし、それができないというのであれば、原子力というリスクから逃れ

られないということになる。

「3つの25」は達成可能

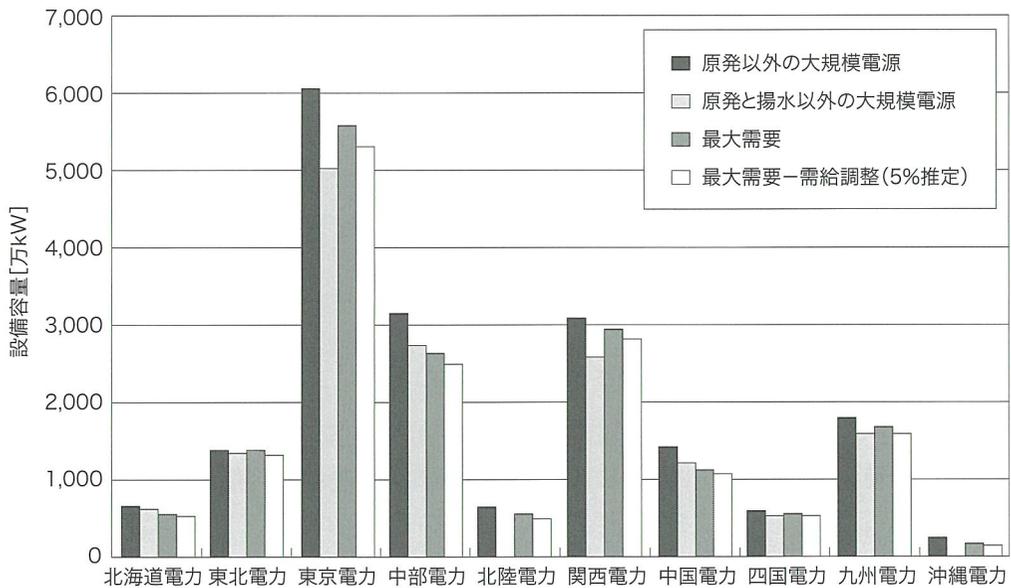
気候ネットワークでは4月18日に、2020年までに省電力25%、CO₂削減25%、再生可能エネルギー割合25%の目標の達成が、原子力のリスクを最小化しつつ温暖化対策を確実に進めるために必要不可欠であると考え、政策を適切に選択、早期に導入していくことでこれらは可能⁴とする試算結果を公表した（原発は40年で段階的に廃炉とする前提での試算）。

脱温暖化の対策と電力供給の脱原子力化の対策は、基本的に共通である。温暖化対策の観点から追加されるべき視点は、(1)原子力によらない低炭素化と、(2)省電力だけでなく省エネルギーの重要性である。具体的には、第一に省エネ・省電力、第二に再生可能エネルギーの拡大、第三が過渡的なエネルギー源としての火力発電の低炭素化、即ち天然ガスへの燃料転換とその高効率利用である。

再生可能エネルギーは1%に過ぎず、原子力に代替できないとしばしば指摘される。しかし、適切な政策があれば導入のスピードは早い。10年で10%上積みすることが可能であることは、欧州での実例がある。化石燃料ではあるが、高効率の天然ガス発電は、CO₂排出で石炭火力の約4割ですむ。災害にも強い地域分散型再生可能エネルギーの普及を加速させる政策導入と、その移行への繋ぎのエネルギーとしての化石燃料の利用のあり方が、原子力依存からの脱却と温暖化防止の鍵を握っていることを明らかにした。

気候ネットワークではさらに、本年7月1日に、2013年まで原発が全て停止する場合の影響を、福島第一、第二原発など一部を直ちに廃炉とし、その余は40年で廃炉とする前提での再計算結果を発表した⁵。原発再稼働の前に、事故原因の究明と新しい安全基準の設定、検証が必要であり、その時間を考えると、来年5月にはすべての原発が停止し、脱原発の試行ともいえるべき事態が想定されるためである。

図1 電力会社の火力発電の発電容量と最大需要



(出所) 資源エネルギー庁「電力需給の概要」、「電力統計調査」より作成。

原発停止による電力不足は本当か

全ての原発あるいは多くの原発が止まったままだと「電気が足りなくなる」「大幅なコスト増を招き電気料金が高騰して産業の国外流出が加速する」、さらには「火力発電に頼ることになり、CO₂が大幅に増加してしまう」との大合唱がメディア等で繰り返されている。

大震災前、原子力は日本の電力供給の約30%を占めていたが、既存の火力発電の設備容量はこれを代替しうるだけのものがある。しかも、こうした主張は3・11の前の昨年度のエネルギー消費を前提としたものである。

図1は電力会社ごとの火力発電の発電容量とこれまでの最大需要の関係である。どの電力会社も、最大需要を超える火力発電所及び揚水発電所を有していることがわかる。近年、原子力発電所の稼働率は不祥事や地震などによって6割程度で推移してきたが、大型火力発電所の設備利用率も24～50%未満と非常に低かった。そのなかでも、石炭火力の

稼働率が非常に高く、天然ガスは低かった。揚水発電はさらに低かった。換言すれば、1年のうちの一部の日数、1日のうちの数時間のピーク電力需要への安定供給という名目のもとに、過大な種々の発電所設備への投資がなされてきた。それを可能にしたのが、総括原価方式と呼ばれる発電所の建設コストを電力料金に転嫁することを認める方式である。さらに、エネルギー多消費産業の事業所には大規模の自家発電設備を有している。

短期的には、京都議定書第一約束期間が終わる2012年末ではCO₂の排出は増加するが、2008年から2012年までを平均し、森林吸収分や海外からのクレジット購入分を加えると、2012年までの目標達成は可能である。2020年までに25%削減もクレジットなしで可能であることも明らかにした。

最大の対策は省エネ・省電力

なかでも省エネ・省電力は重要である。電力消費の削減は新たな発電所の建設に相当する。省電(発電)所といわれる所以である。

今回の大震災を受けて、工場でもオフィスでも家庭でも電力需要そのものを見直し、東京電力、東北電力管内の2010年3～6月の電力消費量は前年度比10数%減少した⁶。他の電力会社管内でも省エネ省電力の余地は高いことがわかる。これまでのところはエアコンの設定温度を上げたり扇風機に変えたりLED電球に変えるといった手近な対策が中心だが、工場での省エネ投資や、耐震工事と併せて壁面の断熱化や二重窓にするなどの投資を伴う対策がとられれば、無理なく省エネ省電力が確実にできる。大口電力消費事業者には経済的なインセンティブのある料金体系がより後押しとなるであろう。家庭でも省エネは損をしない対策であるが、事業者にとってもエネルギーコストの削減できるので対策費用を回収できるだけでなく、関連業種に雇用や利益をもたらすことになる。こうして需要側でのエネルギーや電力消費の削減が進めば、電力供給能力とのバランスがよりとれていき、温暖化対策も進むことになる。

再生可能エネルギー

気候ネットワークの試算では、再生可能エネルギーの導入目標を2020年までに水力発電を含めて25%と設定し、固定価格買取制度の導入を挙げている。今回の震災の被災地復興の鍵となる政策として、再生可能エネルギーの生産設備や設置が被災地に集中的に投資され、雇用や経済の立ち直りの原動力となっていくことが期待される。福島県では、「原子力に依存しない持続的に発展可能な社会づくり」「再生可能エネルギーの普及と関連産業集積」を基本理念に掲げた⁷。私達は日本の将来社会のあり方を考えるにおいて、原発被災地の声を真摯に受け止める必要がある。

風力を除く再生可能エネルギーは現在電力消費の1%に過ぎず、電力の量や質において原子力や化石燃料の代替とはなりえないとか、買取費用が電気料金に転嫁され、家庭とりわけ貧困家庭に負担が重く、企業の国際競争力を阻害し、海外流出を招くなど

と批判が寄せられている。だからこそ、時間枠を設けて適切な政策を導入し、コスト削減も含めて計画的に取り組むことが重要である。

ドイツでも1990年に電力引取法を制定し風力発電が農村で急速に拡大し始めた頃、同じような指摘が電力業界からなされ、一時停滞した経過がある。しかし、2000年に再生可能エネルギー法が制定され、再生可能エネルギーの優先的な系統接続の確保とコストでまだ高い太陽光の買い取り価を大幅に上昇させたことで、爆発的拡大を実現し、風力やバイオマスだけでなく、あっという間に日本の太陽光の導入実績を上回るに至ったことは記憶に新しい。2010年には電力総消費に占める再生可能エネルギーの割合は17%に及び、57億ユーロの燃料輸入コスト削減と37万人の雇用を生み出し、CO₂排出量を1億1700万トン余削減に貢献した。ドイツでは2020年の目標を35%と設定し、2050年までに再生可能エネルギー100%とするシナリオが議論の焦点となっている。福島第1原発事故から3ヵ月で2022年までの17基すべての廃炉のプロセスを定めた法律が制定されたのも、こうした蓄積があるからであろう。

今国会で再生可能エネルギー電気の買取法案(電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法案)の成立は必須である。だが、同法案には問題も多い。買取価格や買取条件は法律に定められておらず、経済産業大臣に委ねられている。太陽光発電の家庭用は余剰電力のみの買取であり、太陽光発電以外の再生可能エネルギーの買取価格はすべて同一とされており、全体として太陽光発電に偏重したものである。電気事業者の優先接続義務も明確でなく、期間を最大10年以内と想定しているように読める附則もある。民間の再生可能エネルギーへの投資を十分に引き出すことができることが、原子力発電の代替、温暖化対策そして経済復興の鍵である。そのために、事業者も個人も安心して投資できる買取制度に改善し、送電網へのアクセスの保証とこれを可能にする送電網の整備も急務である。求められているのは「政治的意思」と「政策」と「技術」である。

表 1 天然ガス火力発電所新設または建て替え計画

			設備容量万 kW	設備内容	運転開始	発電効率
北海道電力	地点名称 未発表		50	コンバインド	2021 年度以降	
東北電力	新潟	5 号	10.9	コンバインド	2011 年 7 月	
	新仙台	3 号 1 軸	49.0	コンバインド	2016 年 7 月	
		3 号 2 軸	49.0	コンバインド	2017 年 7 月	
	仙台	4 号	44.6	コンバインド	2010 年 7 月	
東京電力	上越	1 号	144.0	コンバインド	2023 年度	
	富津	4 号系列 2 軸	50.7	コンバインド	2009 年 11 月	
		4 号系列 3 軸	50.7	コンバインド	2010 年 10 月	
	川崎	2 号 1 軸	50.0	コンバインド	2013 年 2 月	54%
		2 号 2 軸	71.0	コンバインド	2016 年度	
		2 号 3 軸	71.0	コンバインド	2017 年度	
中部電力	西名古屋	7 号	220.0	コンバインド	2019 年度	
	上越	1 号 1 軸	59.5	コンバインド	2012 年 7 月	
		1 号 2 軸	59.5	コンバインド	2013 年 1 月	
		2 号 1 軸	59.5	コンバインド	2013 年 7 月	
		2 号 2 軸	59.5	コンバインド	2014 年 5 月	
北陸電力	富山新港	LNG1 号	40.0	コンバインド	2018 年度	
関西電力	姫路第二	1 号	48.65	コンバインド	2013 年 10 月	
		2 号	48.65	コンバインド	2014 年 3 月	
		3 号	48.65	コンバインド	2014 年 7 月	
		4 号	48.65	コンバインド	2014 年 11 月	
		5 号	48.65	コンバインド	2015 年 6 月	
		6 号	48.65	コンバインド	2015 年 10 月	
	和歌山	1 号 2 号	369.80	コンバインド	2021 年度以降	
四国電力	坂出	2 号	28.0	コンバインド	2016 年 11 月	
九州電力	新大分	3 号 4 軸	40	コンバインド	2016 年 7 月	
沖縄電力	吉ノ浦	1 号	25.1	コンバインド	2012 年 11 月	
		2 号	25.1	コンバインド	2013 年 5 月	
		3 号	25.1	コンバインド	2016 年 5 月	

(出所) 電力各社の電力供給計画より作成。

過渡期のエネルギーとして 天然ガス火力を活用

再生可能エネルギーが十分に成長するまで、火力発電が原子力発電に代替する過渡的なエネルギー源となる。これまで石炭火力発電の稼働率は高く、CO2排出係数が石炭の約2分の1の天然ガス火力は逆に低かった。また、天然ガス火力発電のうち高

効率のコンバインドサイクル型はまだ半分ほどで、電力会社もコンバインドサイクル型への建て替えを計画している(表1)。そこで、建て替え計画を前倒して実施し、その他の古い天然ガスの建て替えも行い、東京電力広野6号、同常陸中2号などの石炭火力発電の新增設計画を中止し、既設の石炭火力発電の稼働率を下げていくことで、原子力の停止による不足分を補い、CO2削減も実現できることを確認した。もちろん、省エネと再生可能エネルギーの普及をあわ

せて実施した場合である。

経済への影響

では電気料金の高騰などエネルギーコストの高騰を招き、工場の海外移転が加速するのだろうか。製造業の電力コストの平均が生産コストの1.3%、比較的高い半導体産業でも2.5%であり、仮に電気料金が1割上がっても影響は限定的である。気候ネットワークの試算では、原子力に依存した場合に比べ省エネ、再生可能エネルギーと天然ガスへのシフトさせる方が、2020年には燃料コストは逆に下げることができる。価格の高い石油の消費量を減らすことで化石燃料の輸入コストを削減し、その分を国内省エネ投資に回すことで国内産業や雇用を回復できる。原子力に頼らないことで、燃料消費量、すなわち燃料コストもCO₂排出量も減らしながら、必要な電力量を確保でき、電気料金の値上げも抑制できるというのはパラドックスのようだが、低炭素社会に向けて求められていることは、そうした挑戦なのである。

エネルギーも温暖化対策も バックカスティングで

エネルギーと地球温暖化問題で、もう1つの重要な視点は、時間枠によるバックカスティング思考と政策である。基本法案にも盛り込まれた国内排出量取引制度、炭素税、再生可能エネルギー買取制度は、これらの対策を促進する制度的ツールなのである。

再生可能エネルギーの今後に欠かせないのが送電体制の見直しである。ここでもドイツの経験を活用すべきだろう。これらに困難があるからと言って取り組みを先送りしていけば、日本は世界の流れから大きく取り残されてしまうだろう。

2011年は各地で6月に猛暑日を記録し、熱中症による死者も出ている。温暖化を2°C未満に止めることも生存にかかる問題であり、できるかどうかではなく、実現しなければならない。これらの対策によって新たな国内産業と雇用を生み、低炭素経済の地域社会が生まれていく可能性こそ、国をあげて追求すべきである。■

《注》

- 1 エネルギー・環境会議 資料4、海江田経済産業大臣の「当面のエネルギー需給対策について（原子力の安全対策の実施と再起動）」2011年6月22日。
- 2 関西電力の八木社長は、15%の節電要請は原子力発電所が稼働すれば必要なくなると述べており、大阪府の橋本知事や滋賀県の嘉田知事は節電要請と原発稼働とを条件づける関西電力を批判している（2011年6月30日朝日新聞）。
- 3 各紙の2011年6月以降の世論調査では原発を直ちに廃止と段階的に廃止が7割を超える。
- 4 「“3つの25”は達成可能だ」（<http://www.kiconet.org/iken/kokunai/2011-04-18.html>）
- 5 「“3つの25”は達成可能だ」（<http://www.kiconet.org/iken/kokunai/2011-07-01.html>）
- 6 環境省中央環境審議会（2011年7月11日）資料2。
- 7 2011年7月15日、福島県東日本大震災復旧・復興本部「福島県復興ビジョン素案」。

自然エネルギーは地域の宝

——始動する地域の試み

古谷 桂信

フォト・ジャーナリスト

はじめに

東日本大震災と福島原発事故を受けて、再生可能な自然エネルギーに注目が集まっています。自然エネルギーに人々が関心を寄せてくれるようになったのは喜ばしいことですが、急遽、マスメディアによって唱えられた自然エネルギー推進の大合唱は、本質的な自然エネルギーの特徴を無視していたり、導入にあたって優先すべき資源を取り違えていたり、当然のことが、なおざりにされている例が多くみられるように思います。

この論考では、自然エネルギーの特徴を踏まえ、日本の気候・風土からすると日本には、どのような自然エネルギーが存在するのか、それをどのように活用していくことが、日本の社会にとって有効であるのかを考えてみたいと思います。

ふるや けいしん

1965年生。1990年関西学院大学社会学部卒。卒業後、関西学院大学のオフィシャルカメラマンを2007年まで。現在、フリーのフォトジャーナリスト。

著書に、『生活環境主義でいこう！—琵琶湖に恋した知事—』嘉田由紀子 語り／古谷桂信 構成（岩波ジュニア新書、2008年）、『どうしてもダムなんですか？淀川流域委員会奮闘記』（岩波書店、2009年）、『地域の力で自然エネルギー』（共著、岩波ブックレット、2010年）など。

自然エネルギーの特徴とは

現在、注目を集めている再生可能なエネルギーである自然エネルギーの特徴は、地域に密着した分散型の資源であるということです。ですから、用地を取得しさえすると比較的自由に建設することができた火力発電所などの施設とは、本質的に異なっていて、自然エネルギーは、どこにでも自由に設置できるものではなく、それぞれの地域に適したエネルギーがあるのです。

自然エネルギーの利用を考えた時、自分たちの地域には、どういう資源があるのか、それぞれの地域に暮らす人々が、自分たちで真剣に考えてみる必要があります。例えば、冬期、長期間、雪に閉ざされる地方は、あまり太陽光発電に向いているとはいえません。また、安易な風況予測で建設された風車では、結果として羽が回らなかったりして、数年で取り壊された例もあります。これからの自然エネルギー利用は、その土地のことをよく知るものが主体的に開発に参加することによって、資源と資金を無駄にしない環境に調和した利用を目指すべきでしょう。

では、日本にはどのような自然エネルギーが存在するのか見てみましょう。

小水力

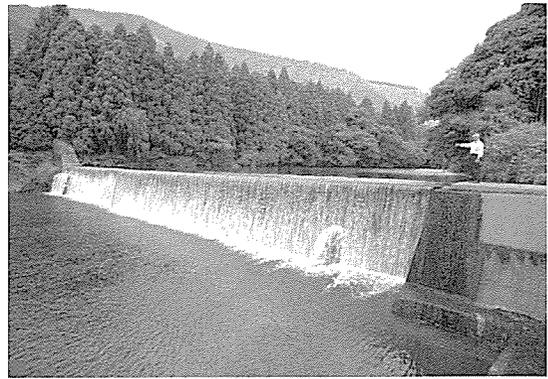
日本の気候・風土にあった再生可能エネルギーは、水力利用です。年間降水量は、世界平均の2倍の

1700mm以上、河川勾配はヨーロッパやアメリカ大陸とは比較にならないくらい急峻であり、水力発電に最適です。その水力発電の中でも、ダムなどをともなう大規模水力発電については、すでに開発されていますが、幹線用水路や既存の堰堤の落差など、新たな環境の改変を少なくした1000kw以下の水力発電は、小水力利用と呼ばれ、新エネルギーに位置付けられています。未利用のまま残されています。その理由は、国や電力会社は、中央集権的な大規模な開発を、是とし、身近な水が持つ可能性を無視してきたからです。

茨城大学の小林久教授の試算によると、1kwhの発電能力の小水力施設は年間8000時間稼働した場合、石油に換算すると2000ℓ（ドラム缶10本分）が湧き出る油田と同じ力があります。これを身近な場所に当てはめてイメージしてみましょう。1m³の水が、1mの落差を落ちる用水路があるとします。そこから取り出せる電力は、およそ7kwになります。用水路は稼働率が高いことから、年間8000時間動くすると、石油換算で、1万4000ℓ、ドラム缶で70本分が湧き出る油田と同じだということになります。しかも、この油田は、メンテナンスを施せば、何年経っても枯れることはない恒久油田なのです。米をつくるために水田地帯に用水路を張り巡らせた日本には、そのような用水路の落差は無数にあります。おそらく1万ヵ所を超えるでしょう。そういう身近な資源を利用しないのは、もったいないのではないのでしょうか。

1000kw以下の小水力資源の総開発量は、地熱や風力に比べて、3～400万kwとあまり多くはありませんが、身近な水から暮らしに必要なエネルギーを安定的に取り出すことができる資源として、最優先に導入をはかるべき資源といえます。小水力利用は、地域社会が主体的にエネルギー開発に関わるための最適なツールであるといえます。その他の資源は、どれも、開発費が小水力よりも高くつきますし、リスクも多いのです。

また、あまり知られていませんが、現時点（2009年データによる統計）でも、再生可能エネルギーの中で年



高知県三原村の堰堤

間発電量トップ（45.8%、1万kw以下での倉阪秀史教授 [千葉大]の試算、本誌収録論文参照）は、小水力なのです。

地熱

もう一つ日本に特徴的なエネルギー資源は、地熱利用です。日本の大地には、自然のボイラーが埋まっています。地球は、平均温度1000度の熱い生きた惑星なのです。その地下の熱資源を、水などを媒介して取り出し、利用させてもらうのが地熱発電です。

世界の面積の0.3%にしかすぎない日本に、世界の活火山の10%が集中していて、資源量はインドネシア、アメリカ合衆国に次いで、世界第三位です。地熱資源の計算量は、様々な計算法がありますが、産業総合研究所などの計算によると2～3000万kwといわれています。日本には54基の原子力発電所がありますが、通常期でも稼働しているのは約70%で、およそ3500万kwの発電量でした。地熱資源は、原子力発電所が生み出していた電力にそのままって代わることも可能な資源なのです。ただし、小水力と比べて地熱は取り出せるエネルギーが大きい分、初期投資額も大きくなります。

日本で、とくに地熱資源が豊富な場所は北海道、東北、九州地方です。那須火山帯、霧島火山帯、富士・伊豆火山帯などの火山帯は、すべてが地熱資源の宝庫なのです。

バイオマス

また、日本の森林率は約67%と世界のトップクラスです。バイオマス資源は、他の再生可能エネルギーと異なり、貯蓄できるという大きな特徴があります。また、安定した水力を生み出すためにも、環境保全のためにも、健全な森林の育成は欠かすことができません。森林由来のバイオマス資源は、使いすぎると枯渇してしまうというたいへん注意深く利用すべき資源です。林道を整え、低コストで間伐材を山から下ろすシステムを築き、山の整備と間伐材のバイオマス資源としての利用体制づくりが急がれていますが、なかなか上手い体制は築けていないのが現状です。山の整備を低コストで成し遂げている森林組合の例としては、京都府の日吉林業の例があります。

あと、バイオマス系の廃棄物がゴミの形で集中する都市では、ゴミ発電の効率化も重要です。2009年の兵庫県伊丹市の例では、ゴミ焼却場の発電設備容量は6000kwでしたが、実際には、1500kwしか発電していません。ゴミに生ごみが混入されているため、燃焼温度が下がるのです。人件費と市民への新たな啓発が必要ですが、水分の多い生ゴミは、メタン発酵に回すシステムと同時に、生ゴミを分別収集する体制を築けば、焼却場の発電能力はフルに生かされるでしょう。このような自治体は、かなり多いのではないかと想像しています。それぞれの住まれている自治体で確認してみる必要があるのではないのでしょうか。

風力

日本は、ヨーロッパの中で、風力発電が盛んなデンマークやオランダなどと比べて、地形が複雑で、風向が一定していませんし、人口密度も高いため、大量の風車を建設する適地には恵まれていません。それでも、北海道や、東北、九州などは、風力資源に恵まれています。また、岩手県葛巻町や、高知県梶原町のように山の稜線に風車を建て、上手く風の資源を利用しているところもあります。日本での風力利用は、そこが風の適地かどうか、よく風況を見極めて計画する必要があります

ます。おおむね、年間2000時間稼働すれば、成り立つといわれる風力発電ですが、高知県の梶原町の場合、平均風速7.2m/秒の風が吹き、年間3000時間稼働します。秒速6m以上の風が、年間3000時間吹く場所なら、かなりの適地だといえます。

波力発電

もう一つ、世界が羨む日本の資源は、海洋資源です。日本の海岸線の長さは、世界第6位であり、(人口1000万人以上の国では)面積に対する海岸線の比率では、フィリピン、ギリシャに次いで、世界3位です。海からエネルギーを分けていただく方法は様々な手段が考えられていますが、近年、急激に技術革新が進み、採算可能なレベルにまで向上したのが、波力利用です。波の上下動をそのまま回転力へと変換するジャイロモーメントという物性を利用した発電方法は、それまでの波力発電設備から7分の1にまで、コストダウンを図ることができました。船の航路と、沿岸漁業への配慮は必ずなされなければなりません。波力利用設備は、日本の自然エネルギーの中では、例外的に広大な面積での設置が可能となります。これまで述べてきた小水力、地熱、バイオマス、風力に加えて、波力利用が実現すれば、日本が必要なエネルギーの半分以上を自然エネルギーで賄う時代が、現実的に見えてくるでしょう。

太陽光利用

太陽光発電は、一見、平等でどこでも設置が可能という印象ですが、雪の多い日本海側などでは、太平洋岸や瀬戸内地方の3分の2ほどの資源量です。また、太陽光発電パネルは、製造法など大いに改善され進歩しましたが、それでも1kwの設備費が約60万円と、その他のエネルギーより高価であり、稼働時間も年間約1000時間と短いのです。ですから、多様な自然エネルギー資源に恵まれた日本では、いわゆるメガソーラーというような大規模な太陽光発電施設は、上記の小水力、地熱、バイオマス、風力を試みた上で、さらにエネルギーが必要な地域が、必要な分だけ開発する

というのが、適切な建設の順序ではないでしょうか。

ただし、太陽光発電パネルは、個人でも企業でも自治体でも、国の許可などが不要なく、すぐに設置できるという大きなメリットもありますので、余力のある個人や企業は、率先して取り組むことができます。また、毎日の暮らしとも密着した発電方式ですので、個人でも電気を発電してもいいのだという意識を広めるのに有効なツールであり、省エネルギー意識も高めることができます。

日本は自然エネルギーの資源大国

ここまで述べてきたように、まさに『日本は自然エネルギーの資源大国』であるといえます。日本における自然災害の多さは、そのまま自然エネルギーの資源が豊富であることを直接的に示しています。台風、梅雨末期の豪雨、日本海側の豪雪など、どれも、豊富な水力資源を示していますし、火山と地震の多さは、豊富な地熱資源の多さを示しています。バイオマス、風力、波力、太陽光を含めた自然エネルギーは、原子力発電の代替エネルギーではありません。自然エネルギーこそが、本来的に自然エネルギー資源に満ちた日本で、基盤としてはじめに導入されるべきものだったのです。化石燃料に頼った火力や、原子力を重視したこれまでの政策こそが見直されるべきです。元々日本に備わっていて枯渇しない自然エネルギーを使用し、省エネルギーにも努め、それでも足りなければ、天然ガスと化石燃料を足りない分だけ、用いるという暮らしにシフトするべきです。

また、世界の自然エネルギーの専門家からも、日本は、羨望の眼差しで見られていることを、我々、日本人は自覚しておくべきです。北欧などの自然エネルギーの関係者は、なぜ、日本は豊富にある自然エネルギー資源を利用しないで、原子力の『平和利用』にこだわるのか、と理解しがたく思っています。これ以上、原子力にこだわることは、『平和利用』への不信につながりかねません。

自然エネルギーは地域の宝

これまで見てきた自然エネルギーは、どれも、地域に密着した資源です。でも、「電力創造に自分たちが関わってもいい」という自覚を、多くの日本人は福島原発事故後も持っていません。また、マスメディアも、発電事業は、旧来の電力会社と一部の自然エネルギー専門会社が担うものだというような論調での報道がほとんどです。

自分たちの資源である自然エネルギーは、地域の人自身が活用してもいいのです。高齢化や人口流出で疲弊した第一次産業を基盤とした地域に最後に残された手つかずの資源が、自然エネルギーなのです。たとえ、自分たちが直接やらなくても、少なくともその地域での自然エネルギーの計画には、地元の人々が参画するべきです。

そして地元側も、これまで「エネルギーの創造に自分たちが参加する」など想像もしたことのない人たちが、「自然エネルギー資源は自分たちの宝だ」と気付くことが肝心です。そのための最適なツールが小水力発電ですが、その利用時には様々な制約があります。とくに命の源である水には、上水道水利権、農業水利権、工業水利権など様々な権利が張り付いていて、新規水利権の取得には煩雑な書類が必要であり、たいへん煩わしさを感じるでしょう。計画の初期段階から、その該当する流域の関係者はかならず顔突き合わせて意見を述べ、互いに理解を深めないと、小水力利用は実現しません。マイナス面として語られることが多い、様々な権利関係の複雑さを超えて、利用に成功した時には、自分たちの命の水が利益を生み、暮らしを豊かにするということを実感させてくれます。この一見して、しんどい作業が、地域の未来を考え、将来を見据え、地域の資源に対して真剣に考える機会となります。そうすると、それぞれの地元には、小水力だけではない様々な資源があることに気が付くでしょう。これが、小水力利用こそ、自然エネルギー普及のスターター役に最適だと主張する理由です。

自然エネルギーによる過疎地再生

また、過疎と高齢化で疲弊した地域にとって、自然エネルギーに注目が集まっている今が地域の再生を描く貴重なチャンスでもあります。消滅するかもしれない集落を支えている人々に、そこで暮らすことの意義を再認識してもらう機会にもなります。また、石油を購入し続けることは、中東や石油メジャー企業に日本の資金が流れることを意味します。地域主体の自然エネルギー導入が進めば、使う金額は同じでも、その資金は、国内の不況にあえぐ地方に流れることになります。

もちろん、一般企業が自然エネルギーの実施主体になってもかまわないのですが、その時、計画に地域住民が意見を述べ、計画に関われるように法制度を整えるべきです。地域の資源は地域住民の了解なく、勝手に計画されるべきものではないのです。原子力発電所をその最たる例として、火力発電所でも巨大なダムを伴った大水力発電でも、地元の意向は、無視されるか、説得される対象でした。

これからの自然エネルギーの開発では、地元は黙っていません。地域の資源を生かし、地域が豊かに暮らすための、最後の資源をもっとも有効に、自分たちの意志を込めて使う時代がきたのです。

地域の担い手が事業主体に

自然エネルギーの開発でも、メガソーラーや洋上風力発電という言葉が新聞紙面によく登場します。たとえ自然エネルギーであっても、唐突で巨大な開発計画は地元の意向を組んでいない、もしくは、しっかり意見を聞く気がない計画のように思えてしまいます。そういう計画は、思想として原子力発電の開発であるといえます。

せっかく、本質的に地域密型であり、地域を豊かにする可能性を秘めた自然エネルギーは、その性格を最大限生かした計画を考えていただきたい。そのため地域側は、小水力開発で、まず自分たちの資源を

自分たちで計画し、設置し、自分たちで運営するというトレーニングを積むべきではないかと提案します。

また、地熱資源の真っただ中にある温泉街は、自分たちと自治体とで地熱開発に取り組む時代がくるでしょう。現在、自然エネルギーの中では、規模が大きな地熱開発では、温泉地帯は反対派に回ることが多い。でも、地熱開発は、温泉地にとっても利益は大きいのです。地熱資源量を測定する時、同時に地下の温水の量と位置も把握が可能です。温泉街は、地熱開発をすれば、自分たちの貴重な資源である源泉の状況を把握することもできます。温泉街自体が勇気を持って地熱開発に乗り出すことを行政側もサポートするべきでしょう。

将来的には、漁業協同組合が海洋エネルギーの波力発電に取り組むことも重要でしょう。地域での波力発電の事業主体は、開発過程でも運用上でも、毎日、海に出る漁業者の協力なしには、成り立たちません。波力発電という自然エネルギーによる日本の自立のカギを握るエネルギー利用の成否は、水産業者の協力で負うことが大きいのです。

地域の具体例・滋賀県比良山系

また、地域で自然エネルギーを複合して利用すると、エネルギーの自給地帯となる姿が想像できます。例えば、滋賀県琵琶湖の西岸を取り上げてみましょう。湖西には、標高1000mを超える比良山系が連なります。ここの山裾の湖岸を走るJR湖西線は、よく強風で運転見合わせとなること多い路線です。そのニュースを聞く度に、「ああ、湖西地方は関西の貴重な風力資源の地だ」と実感します。比良山系の稜線は、風車を数十本建てるのが可能な風力発電の適地です。また、比良山から流れ出る小河川は水量は多くはありませんが、渇水期も枯れることが少なく、大きな落差を容易に確保できるという小水力の適地です。水田も多い湖西地方で、土地改良区自身が小水力発電に取り組めば、開発もスムーズに進みます。また、山は当然、バイオマス資源も豊富です。バイオマス資源

は、森林組合が役場・学校・商業施設・福祉施設などの地域の拠点が集まった中心地に、間伐材を集積し、バイオマス発電と排熱を有効利用できるように設計します。ゴミも残飯など水分を含むゴミを混ぜないようにすれば、立派なバイオマス資源となります。さらに、湖西地方には、大津市の雄琴温泉や長浜市の尾上温泉など、温泉地があります。そこで、地熱開発を試み、もし、地下に熱資源はあっても蒸気だまりが小さい場合、琵琶湖の豊富な水資源をほんの少し地下に回してもらえれば、かなりの規模までの発電量の調節も可能となります。地下からの蒸気を閉じた状態で利用し、別系統の沸点の低いアンモニアと水の混合水などを使用するバイナリー発電とすると、琵琶湖にかかる負担も最小限となります。

この滋賀県湖西地方のように、地域の資源を重層的に地域が互いに補いあうように利用すると、電力会社と海外に流れていたエネルギーにかかっていた地域のお金が、地方を潤し、災害にも強い、エネルギーを自給した地域が生まれます。

高知県で芽生えはじめた地域の力

地域の人々が、自発的にエネルギー創造に向かいはじめた例もあります。地熱以外の自然エネルギーにはたいへん恵まれた高知県の例です。高知は、降水量が2500mm以上と日本の平均雨量よりはるかにたくさん雨が、山地率84%という山々に降ります。結果として、高知県はとくに、小水力の適地が数多く存在します。その地元の資源に高知の人々は気付きはじめました。今年の3月末には、高知小水力利用推進協議会が設立されました。そのメンバーの多くは、福島原発事故が起こる前から準備会議に集っていたのです。どのような方々かという、小水力を地域活性化の起爆剤にしたいと思っている方々でした。県西部の三原村では「いきいき三原会」のメンバーが小水力資源を活用しようと、村の適地をピックアップしています。中部の越知町横島地区では、「虹色の里・横島」という団体が農業用水の約25mの落差を利用



滋賀県比良山系比良川の砂防堰堤

して、地域で公民館などに使う電気を生みだそうと考えて始めています。東部の安芸市では、地域おこしの市民団体「やらんかえ」のメンバーが、幹線農業水路の約3mの落差を利用しての発電を検討しはじめました。その他、それまで市民運動には参加したことがないというような60代の男性たちが、参加してくれています。

高知県で短期間に県単位の小水力利用推進協議会を設立できたのは、全国小水力利用推進協議会の支援があったからでした。全国小水力推進協議会は、地域の資源を地域で生かすという発想のもと、富山、山梨、長野、熊本、岐阜、群馬、岡山、徳島、高知、富良野市の協議会設立を支援してきました。小水力利用の魅力の大きな一つは、この全国小水力利用推進協議会の存在なのです。

自然エネルギー普及の市民ファンド会社の設立を目指そう

これらを実現するためには、資金を提供する会社が必要になります。地方自治体も体力がないところが多く、多くの自治体は自然エネルギー導入にも及び腰です。地方には、資金さえあれば、なんとか地域を立て直すことができている多くの人々がいます。

全国からの自然エネルギーの普及に資金を提供したいという市民の思いを受け止めている長野県の『おひさまファンド』のような市民ファンド会社が、西日本にも、東日本にも、必要だと思われます。■

再生可能エネルギーによる 原子力発電代替の可能性

倉阪 秀史

千葉大学法経学部教授

再生可能エネルギーに対する三つの誤解

3月11日に発生した東日本大震災によって福島第一原子力発電所の冷却設備機能が失われ、1号炉から3号炉までがメルトダウンを引き起こすという事態が発生してしまった。広範な地域の人々の生活基盤が失われるとともに、放射性物質が広域に撒き散らかされる状況となり、未だ事態は収束されていない。このことに伴い、原子力発電のリスクが改めて認識され、地震国において原子力発電を維持していくかどうか議論の俎上に上っているところである。

脱原発を進める場合、化石燃料に依存することは避けなければならない。第一に、温暖化対策の観点から適切ではない。第二に、化石燃料価格の上昇が見込まれる中、化石燃料依存は日本経済の費用を増加させ、経済を脆弱にしてしまう。このため、脱原発は、再生可能エネルギーの大量導入とセットで語られなければならない。

くらさか ひでふみ

1964年生。東京大学経済学部経済学科卒。専門分野は、環境政策論、環境経済論。1987年-1998年環境庁勤務を経て現職。

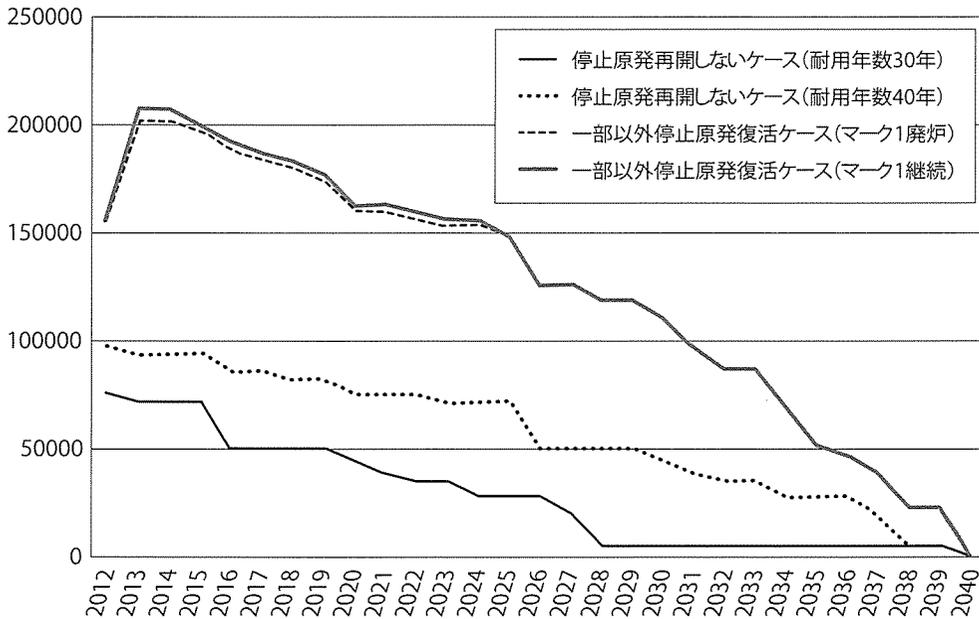
著書に、『環境政策論 第二版』信山社、『環境を守るほど経済は発展する』朝日選書、『環境と経済を再考する』ナカニシヤ出版、など。

しかし、再生可能エネルギーについては、さまざまな誤解がはびこっており、依然として、脱原発に踏み切れない人々が存在する。

再生可能エネルギーへの第一の誤解は、日本は資源小国であるという誤解である。実は、日本は再生可能エネルギーという側面では資源が豊かな国といえる。地熱資源はインドネシア、アメリカについて世界3位であり、降水量は世界6位である。地熱や流れ込み式水力発電という、24時間発電でき、原子力発電をまさに代替できる再生可能エネルギー種が豊かであるという事実はもっと強調されるべきである。また、日本は国土の7割近くを森林で覆われている国であり、木質系のバイオマス資源を利用できる。さらに、海で囲まれており、洋上風力や波力、海洋温度差なども使える。太陽光技術も世界トップレベルである。このように、日本は、再生可能エネルギー資源大国なのである。

再生可能エネルギーへの第二の誤解は、再生可能エネルギーは不安定であるという誤解である。再生可能エネルギーが不安定だという議論を行う人は、決まって太陽光と風力をイメージして議論を行っているが、地熱は24時間安定的に発電できるベースライン電源である。流れ込み水力も比較的安定的に発電できる。風力もたくさん送電網につなげば「均し効果」が起こって比較的安定的になる。太陽光発電については、供給のピークが需要のピークとずれる場合があり、全体としての需給調整が必要となるが、

図1 原子力発電所による電力供給量（単位：GWh [ギガワットアワー]）



(出所)筆者作成。

わが国の情報技術をもってすれば十分対応が可能であろう。

再生可能エネルギーへの第三の誤解は、再生可能エネルギーはコスト高だという誤解である。再生可能エネルギーは、バイオマス以外燃料供給が要らず運営費が安い。一方、化石燃料は原材料を輸入し続けるといけない。再生可能エネルギーを大量に導入することが、日本経済を強くするというを理解しない論者が多いのはなぜだろうか。原子力発電は（安定的に発電している限りにおいて）少数の者に大きな利潤をもたらし、大きな利権を生み出したが、再生可能エネルギーは、多くの人に地域密着型の雇用を生み出すだろう。将来の日本経済を強くして、エネルギーも雇用も生み出す支出は「費用」ではなく「投資」として考える必要がある。

このようにわが国にとって再生可能エネルギーは、導入可能性も大きく、技術も十分実用レベルに達しており、経済政策としても合理的なものと考えられる。以上のような議論を根拠づけるために、再生可能エネルギーによって原子力発電がこれまで賄ってきた

電力量を供給するためには、どの程度の再生可能エネルギー設備を設置する必要があるのか、その設置・運営のためにどの程度の費用がかかるのかを概算してみたところである¹。その結果を順次紹介することとしよう。

原子力発電所による電力供給の見直し

まず、原子力発電所の新設を今後行わず、既存の原発を耐用年数に応じて順次終了させた場合に、原子力発電所による電力供給量の推移がどのようになるかを4つのケースで把握した。

はじめに、1) 福島第一原発、福島第二原発は再開しない。2) 柏崎刈羽、女川、東通は2年目から再開し、耐用年数40年で終了させる。3) 建設中、計画中の原発は停止させる。4) 浜岡原発は2011年に停止・終了させる。5) 2040年に、耐用年数を迎えない原発についても終了させる、という仮定で今後の原子力発電所による電力供給量を試算した。その結果は図1の一番上の実線のとおりである。

また、福島第一発電所1号炉から5号炉と同じマークI型格納容器を採用している発電所を即時に停止・終了させる場合（マークI廃炉ケース）、新たに女川1号炉と島根1号炉が廃炉の対象となるが、その場合の供給量見通しは図1の破線の線である。マークI廃炉による追加的影響はさほど大きくない。

さらに、現在定期検査などによって停止している原子力発電所を再開しない場合（耐用年数40年）、図1の点線のようになる。耐用年数40年という仮定を置く限り、この場合においても、脱原発の目標年次は2040年となる。

一方、2030年を脱原発の目標年次とする場合、耐用年数30年で順次停止するというシナリオを採用するという選択がある。この場合、原子力による電力供給量は図1の下の実線になる。

いずれのシナリオを採用するとしても、日本経済に必要なエネルギー量はなんらかの形で確保しなければならない。この場合、冒頭にのべた理由から、化石燃料への依存度を高める選択肢も避ける必要がある。このため、脱原発は、再生可能エネルギーの大量導入を図りうる時間的視野で行われる必要があろう。

再生可能エネルギー設備の必要導入量

では、2009年の原子力発電による発電量に相当する電力量を再生可能エネルギーによって供給しようとしたら、どのような設備をどの程度設置しなければならないのだろうか。この点については、さまざまな解があり得るところであるが、たとえば、表1に示す量の再生可能エネルギー設備を導入すれば、目標が達成できることとなる。

まず、水力発電については、環境省が本年4月に公表した再生可能エネルギーのポテンシャル調査²（以下「環境省調査」という。）では1400万kWの設備を導入可能としている。ただ、環境省調査は、河川から取水して水路で落差を得ることができる地点を集計したもので、農業用水など水の流れの中で発電する水力発電を想定していないため、若干過小評価になって

いるものと考えられる。本試算では、ダムを使わない流れ込み式の水力発電（小水力発電）として、1044万kWを導入することを目標としている。これは、現状（約955万kW）を約2.1倍にしようというものである。本試算では、3kW級を8万カ所、30kW級を4万カ所導入する計画である。わが国には1942年に7万8482カ所の農事用水車があった³。このような水車を今度は発電用（3kW）に復活させるとともに、たとえば、土地改良区管轄の農業用水延長26万kmの6.5kmごとに30kW級の流れ込み式水力発電を1基新設すれば、3kW・30kW級の導入目標は達成できる。また、本試算では、100kW以上の設備を900万kW分導入する目標としている。経済産業省では、100kW以上の未開発水力が1212万kW存在すると試算している（2004年3月調べ）。このうち、3/4を実現する目標である。

次に、地熱発電については、環境省調査では、1400万kWのポテンシャルがあるとされている。本試算では、このうち430万kWを追加的に実現する計画である。これは、現状（53万kW）の設備量を約9.1倍にするものである。なお、経済産業省の地熱発電に関する研究会中間報告⁴では、産業総合研究所による地熱資源量評価を掲載しているが、国立公園特別保護地区と特別地域以外に425万kWの資源量が見込まれるとしている。

前記研究会の中間報告では、発電コスト20円/kWhのとき348.6万kW、同30円/kWhのとき819.6万kWの設備量の導入が見込まれるとされている。現在、国会に提出されている固定価格買取制度が成立し、地熱資源について20円/kWhの買取が実現すると、民間投資のみでほぼ目標量を達成できる計算となる。また、本試算では、50kWクラスの温泉発電を6000カ所導入する目標である。これは、温泉源泉数（2009年3月）2万3886カ所の約1/6に設置する計算となる。

風力発電については、環境省調査では19億kWの設備を設置できるポテンシャルがあるとされているが、現状での設備容量が219万であることにかんが

表1 再生可能エネルギーの種別ごとの導入目標量

	出力 (kW)	稼働率	箇所	総出力 (万 kW)	発電量 (MWh)	構成比
原子力発電所 (2009)	48847000	65.7	54	4884.7	277,470,149	99.87%
福島第一原発					32,948,357	11.86%
水力発電				1044	63,089,520	22.71%
水力発電所 (3kW 級)	3	80	80,000	24	1,681,920	0.61%
水力発電所 (30kW 級)	30	80	40,000	120	8,409,600	3.03%
水力発電所 (100kW 級)	100	75	10,000	100	6,570,000	2.36%
水力発電所 (1000kW 級)	1000	70	2,000	200	12,264,000	4.41%
水力発電所 (10000kW 級)	10000	65	600	600	34,164,000	12.30%
地熱発電				430	28,294,800	10.18%
地熱発電所 (中規模)	3000	70	500	150	9,198,000	3.31%
地熱発電所 (大規模)	50000	80	50	250	17,520,000	6.31%
地熱発電所 (温泉発電)	50	60	6,000	30	1,573,800	0.57%
風力発電				3850	90,666,000	32.63%
風力発電所 (1000 kW 級)	1000	20	6,000	600	10,512,000	3.78%
風力発電所 (2000 kW 級・陸上)	2000	24	5,000	1000	21,024,000	7.57%
風力発電所 (2500 kW 級・洋上)	2500	30	9,000	2250	59,130,000	21.28%
太陽光発電				7429	88,417,330	31.82%
太陽光発電所 (一般住宅)	3.47	13.6	7,000,000	2429	28,909,099	10.41%
太陽光発電所 (共同住宅・オフィス・工場)	10	13.6	2,000,000	2000	23,803,293	8.57%
太陽光発電所 (メガソーラー)	3000	13.6	10,000	3000	35,704,939	12.85%
バイオマス発電				120	7,358,400	2.65%
バイオマス発電 (中小規模)	3000	70	200	60	3,679,200	1.32%
バイオマス発電 (大規模)	12000	70	50	60	3,679,200	1.32%
水力+地熱+風力					182,050,320	65.53%
水力+地熱+風力+太陽光+バイオマス					277,826,050	100.00%

(出所) 千葉大学倉阪研究室「再生可能エネルギーによる原子力発電代替プランver.2」2011年5月

みて、本試算では、3850万kWを追加的に導入して、現状の約18.6倍に達するという案としている。仮に30年間で上記の設備量を導入する場合には、年平均の必要伸び率は、約10.4%となっている。筆者の研究グループが実施してきた「永続地帯」研究⁵で把握された国内風力発電の伸び率は、2007年度対前年比13.6%、2008年度12.6%となっており、この伸び率が継続できれば目標に十分到達できることになる。なお、山がちなのが国では陸上での適地は限られているため、目標達成には洋上風力の実用化が欠かせない。すでにノルウェーで2300kWの浮

体式洋上風力が稼働しており、日本でも2016年からの実用開始に向け、環境省が2000kW級の実験を長崎で実施することを2010年12月に公表しているため、本試算では2016年から洋上風力が実用化されるものとしている。

太陽光発電については、環境省調査では1億5000万kWのポテンシャルがあるとしている。本試算での到達目標は7429万kWであり、現状(263万kW)の約29.2倍に達する目標である。30年間で導入する場合の年平均の必要伸び率は、約12.2%である。これは、2007年度伸び率14.0%、2008年度

伸び率13.6%を下回る。なお、2009年11月に住宅の余剰電力を対象とした固定価格買い取り制度が導入されて以来、この伸びを遙かに上回る率で太陽光は増加している。なお、環境省検討会では、太陽光発電の設備容量が7900万kWを超えると、習熟効果が働きコストが火力発電なみの7円/kWhまで低下する見込み⁶とされている。

バイオマス発電については、環境省調査では記述がされていない。現状で、3万kWの設備があり、本試算では120万kW（現状の約40倍）を目標値とした。バイオマス活用設備については、熱供給と合わせて、さらに小型の設備を、特に寒冷地のコミュニティに配置していくことも考慮すべきである。

以上のように環境省調査で把握されたポテンシャルの十分範囲内で原子力発電の代替を行えることがわかった。冒頭に指摘したように、日本は再生可能エネルギーの面では資源が豊かにあるのである。また、再生可能エネルギーは不安定であるという指摘については、本試算においては、地熱、小水力（流れ込み式水力）、風力といった、比較的安定的に、24時間発電することができる再生可能エネルギー比率が、65.5%に上ることとなった⁷。ただし、太陽光発電のように供給のピークが需要のピークとずれてしまう電源も入るため、IT技術を活用した需給調整を進めることも重要となる。

導入費用の試算

仮に2040年を目標年次として、以上の設備容量に到達することとした場合の導入費用はいくらになるだろうか。この点を把握するために、2040年の目標設備量に現状の設備量からなだらかに到達するように、シグモイド曲線を適用して、中間年の設備量を仮定し、毎年度の事業費を試算した。その際、設備の導入までにリードタイムがかかる再生可能エネルギー設備（地熱発電）、実用化までに時間がかかる再生可能エネルギー設備（洋上風力）については、それぞれその期間を見込んだ。事業費の試算に当たって

は、生産量が2倍になれば生産コストが8割に低下するという習熟効果を、再生可能エネルギー種ごとに一定の仮定の下に適用した。

この結果、今後30年間にわたって毎年平均で2兆3612億円の事業費が必要となることがわかった。最大年間事業費は2033年の3兆188億円である。この事業費は、十分な額での固定価格買取制度を導入できれば、多くの部分が民間投資によってカバーされるものと考えられる。年間の民間投資額は約100兆円あるので、3兆円弱の事業費は十分確保できると考える。ただ、バイオマス発電や小水力発電については、民間事業で採算の合わない箇所も多く、建設業や林業の雇用の受け皿ともするべく、既存の公共事業予算を振り向けて新しい公共事業を立ち上げることを検討すべきである。本試算での小水力とバイオマス関係事業費は、平均年間4788億円、最大年間事業費5592億円（2029年）である。この額は、たとえば、2011年度の年間道路事業費（3兆982億円）と比較しても支出可能な額ではないか。

目標年次を早める場合にはこの事業費が増加することとなるが、再生可能エネルギーの大量導入を実現しつつ、原子力発電所依存から脱していくシナリオは、十分に実現可能性があるものと考えられる。

再生可能エネルギーによる原発代替のために

最後に、再生可能エネルギーの大量導入を実現するために行うべき三つの方策を提言したい。

第一に、地域の風土に適した再生可能エネルギーを開発できるように、地方自治体の再生可能エネルギー政策を立ち上げることである。再生可能エネルギーといっても、それ自体が新たな問題を引き起こすことがありうる。風力発電は、低周波公害や渡り鳥への影響が懸念されるし、地熱発電は温泉源への影響が懸念される。小水力発電についても本流から取水して管路で落とす形のは本流が枯れてしまう可能性がある。このような問題を引き起こすことはないように、地域の住民が参画しながら、地域主導で開

発を進めるべきである。このため、国は、再生可能エネルギー交付金を創設し、再生可能エネルギーの導入量に応じて資金面での支援を行うとともに、都道府県ブロックごとに地域エネルギー事務所を設置して、技術情報、支援情報、業者情報などが得られるようにすべきであろう。

第二に、再生可能エネルギー設備に対する民間投資を引き出すことができるように、制度的にインセンティブを与えるべきである。具体的には、事業リスクと初期投資額を軽減するため、国は、長期にわたる手厚い固定価格買取制度を導入すべきである。また、現在は、再生可能エネルギー電源の設置者の側が、再生可能エネルギー電源の送電網への接続費用を負担することになっているが、この負担がかなり大きい状況となっている。このためドイツなどの制度にならって、送電網を管理する会社の側に、再生可能エネルギー設備の接続義務を課すべきである。

第三に、再生可能エネルギーへの公共投資を推進すべきである。流れ込み式の水力発電、バイオマス発電、公共施設への太陽光発電設備の設置、再生可能エネルギーを活用した地域冷暖房などについて、関連設備を公共投資として推進していくことが必要である。このような支出は、建設業の雇用の受け皿になり、バイオマス利用は農林業支援にもなる。

産業革命以来、エネルギー源のほとんどを化石燃料に依存してきた人類社会は、地球温暖化に直面し、過去200年あまりのエネルギー供給システムを全面的に見直さざるを得なくなった。また、原子力発電事

故は、原子力発電に依存することの問題点を広く認識させた。そもそも原子力は、ウランという枯渇性の資源に依存するエネルギー源である。このため、原子力は、超長期的に見れば「つなぎ」のエネルギー源でしかなかったのである。つまり、人類の社会の持続可能性を確保するためには、枯渇性資源から更新性資源に転換することが必要不可欠であり、再生可能エネルギーの導入は避けては通れないものである。このことにかんがみ、再生可能エネルギー導入ができる限り速やかに進められなければならないであろう。■

《注》

- 1 試算に当たっては、費用の仮定の面において、千葉大学人文社会科学研究所後期博士課程の馬上丈司君の助力を得た。
- 2 株式会社エックス都市研究所・アジア航測株式会社・パシフィックコンサルタンツ株式会社・伊藤忠テクノソリューションズ株式会社「環境省委託調査 平成22年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」2011年4月。
- 3 出水力『水車の技術史』思文閣出版、1988年。
- 4 資源エネルギー庁電力基盤整備課「地熱発電に関する研究会中間報告」2009年8月。
- 5 千葉大学倉阪研究室・NPO 法人環境エネルギー政策研究所「持続地帯報告書2010」2010年12月 (<http://sustainable-zone.org/>)。
- 6 環境省「低炭素社会構築に向けた再生可能エネルギー普及方策検討会」2009年2月。
- 7 風力は、稼働率は低い(20-30%)ものの、多くの風力発電を送電網につなげば、均し効果が生じて、安定的な電源となる。

ドイツの脱原発をめぐる政治過程

本田 宏

北海学園大学法学部教授

はじめに

福島第一原発事故の影響が政治的な意味で最初に、かつ鋭く現れたのはドイツである。本稿は新たな脱原発法案可決に至るまでのドイツの政治過程を概観したい。事実関係はシュピーゲル誌のオンラインニュース (Spiegel Online) に基づいて再構成した。

赤緑政権の脱原子力政策

ドイツの原発問題は1970年代半ばの反原発運動の台頭以来、長い歴史があるが(本田2000-2001)、ここでは割愛し、現在の情勢の直接の伏線となっている社会民主党 (SPD) と緑の党の連立政権の脱原

発政策について触れておきたい。1998年10月に発足した「赤緑」政権は、脱原子力法の実現を目指して電力業界と交渉を行い、2000年6月に合意を見ている。合意に基づいて2002年に発効した脱原発法により、当時19基あった原子炉は、平均32年の運転期間と設定され、2022年までに順次閉鎖されることになった。ただし電力会社は古い原発を早めに閉鎖し、余剰分の運転期間を別の原発の運転期間に加算する裁量を認められた。原発の段階的閉鎖に劣らず重要なのは、深刻な環境汚染の原因となる使用済核燃料の再処理の放棄である。赤緑政権は並行して、化石燃料の消費抑制を狙いとして環境税を導入したほか、固定価格買取制度を主眼とする再生可能エネルギー法 (EEG) の制定を実現した。

保守政権の原発運転期間延長法案

2005年9月の連邦議会選挙後、アンゲラ・メルケルを首相とする二大政党の大連立政権が誕生した。原子力をめぐる不一致から、前政権の脱原発と自然エネルギー推進の政策が維持された。しかし2009年9月の連邦議会選挙後、首相はメルケルが留任する形でCDU・CSU (キリスト教民主・社会同盟) とFDP (自由民主党) の「黒黄」連立政権が成立し、原発の運転期間延長を連立協定に盛り込んだ。原発は再生可能エネルギーが普及するまでの過渡的技術として、厳格な安全基準の下で運転期間延長を認

ほんだ ひろし

1968年生。北海道大学大学院法学研究科博士課程単位取得退学。博士(法学)。専門分野は、社会運動論、政治過程論。現在、北海学園大学法学部教授。

著書に、『脱原子力の運動と政治』(北海道大学図書刊行会、2005年)、「イラクでの人質事件とドイツの市民社会」日本比較政治学会編『テロは政治をいかに変えたかー比較政治学的考察(日本比較政治学会年報第9号)』(早稲田大学出版部、2007年)、「ドイツと日本の反原発運動と政治」日本比較政治学会編『日本政治を比較する(日本比較政治学会年報第7号)』(早稲田大学出版部、2005年)など。

めるが、それによって増大する電力会社の利潤の一部を再生可能エネルギーへ投資するという政策である。この方針に沿って2010年9月には閣議決定が行われ、1980年以前に運転開始した古い原発8基は8年、それ以降に運転開始した新しい原発9基は14年、平均で12年の運転期間延長を認める一方で、電力業界との交渉・契約に基づき、2011年から2016年までの間、電力会社から年23億ユーロの核燃料税を徴収することになった。また再生可能エネルギーへの投資のための基金が設立され、電力業界は、上記の6年間は年間2～3億ユーロ、2017年以降は年数十億ユーロを自主的に支払うことになった。再生可能エネルギーは2050年までに電力消費の80%に増やすが、電力消費総量の削減も重視された。

連邦議会ではSPD、緑の党、左翼党の野党3党が原発運転延長法案に反対したが、10月28日に可決された。原発の許認可や監督の権限は州政府にあり、州の権限にかかわる連邦の立法に際しては、州政府の代表機関である連邦参議院の同意が通常必要だが、連邦政府は同法案に連邦参議院の同意手続きは不要との立場を押し通した。これを不服として、2月にはSPD主導の5州が連邦憲法裁判所に提訴し、SPDと緑の党の214人の連邦議会議員もこれに続いた。

福島原発事故と州議会選挙

3月11日の東日本大震災に伴う福島第一原発事故が発生すると、メルケル首相は3月15日、原発の運転期間延長を3ヵ月凍結するとともに、すでに事故続きで停止していたクリュムメル原発に加えて7基の古い原発をこの期間運転停止にする方針を発表した。しかし3月20日、旧東独地域のザクセン・アンハルト州で州議会選挙が行われ、緑の党は得票率を増やして7.1%で第四党となる一方、CDUは得票率を減らし、FDPは全議席を失った。1週間後の3月27日にも各種の選挙が行われ、なかでもCDUの牙

城だった南部のバーデン・ヴュルテムベルク州では、緑の党が得票率を倍増させてSPDを抜く24.2%となって第二党となり、SPDとの連立政権を樹立することになり、緑の党としては初めて州首相ポストを獲得した。またラインラント・プファルツ州ではSPDが議会の単独過半数を失い、その分緑の党が得票率を15.4%まで増やした。結果、両党の連立政権が誕生することとなった一方、FDPは全議席を失った（CDUは得票率微増）。さらにヘッセン州の統一自治体選挙では市町村全体での得票率をSPDとCDUが減らす一方、緑の党は倍増させて18.3%となった。緑の党は5月23日のブレーメン州議会選挙でも躍進して第二党となり（22.5%）、第一党SPDとの連立政権を樹立した。

各種世論調査によると福島原発事故は緑の党に明白に追い風となった一方、メルケル首相の原発凍結方針は有権者から単なる選挙戦術と見なされていた。ドイツ人の約8割が原発運転期間延長の撤回や古い7基の原発の即時閉鎖を支持し、約6割ができるだけ早い脱原発を支持していた。しかし緑の党の躍進は原発事故による一過性の現象とは必ずしもいえない。例えば2010年8月の世論調査で緑の党はベルリンで第一党の勢いがあつた。緑の党の党員数も2008年から増加、2010年10月には1年前より3500人増えて5万1000人を超えていた。緑の党の躍進は、同党の中道化やFDPやSPDの不振、メルケル首相の求心力低下とも関連がある。

反原発デモの高揚

原発建設が途絶えて以来、ドイツの反原発運動は主に核廃棄物問題に集約されつつも、動員力を維持している。中心に位置するのは北部ニーダーザクセン州ゴアレーベンであり、ここの岩塩鉱では高レベル核廃棄物の最終処分場計画をめぐって1980年代初めから激しい反対運動が展開され、中間貯蔵施設への核廃棄物の輸送は定期的な大規模な阻止行動を惹起してきた。原発運転期間延長法案は、こうした

反原発運動の動員を再燃させた。2010年9月18日のベルリンでのデモには5万人以上が参加し、またフランスからの核廃棄物輸送に反対する11月6日の抗議デモには2万人が参加した。福島原発事故後の3月14日の全国での集会には11万人が参加した。また3月26日の全国デモには25万人が参加し、ドイツ史上最大の反原発デモとなった。さらに4月25日の復活祭休日デモには12万人が参加し、5月28日のデモにも16万人が参加した。5月28日デモを例にとると、ドイツの反原発デモには大きな動員力のほか、以下のような特徴がある。

第一に、デモ主催者は幅広い組織の連合体になっている。デモの全国調整組織は、BUND（ドイツ環境自然保護連盟）やロビンウッドといった有力な環境団体や、反原発4団体、新自由主義グローバリズムに反対するAttacなどの団体、平和運動連絡組織、及び金属産業労組の11組織から成っている。このうち労組は金属産業労組（IG Metall）が急先鋒だが、頂上団体のDGB（ドイツ労働総同盟）もデモへの参加を積極的に呼びかけている。第二に、デモは全国的な広がりを持ち、高度に組織されている。5月のデモは全国21都市の統一行動で、デモのホームページ（<http://anti-atom-demo.de>）には各都市の主催組織、参加者数、進行プログラム、デモルートなどが詳細に載っている。参加者は2万5000人のベルリンとミュンヘン、2万人のハンブルク、1万2000人のハノーファー、1万人のフライブルクで多かった。第三に、支持団体にはSPD、緑の党、及び左翼党が名を連ね、党幹部もデモに参加している。このうち前二党は、原発問題を契機に対立から連立パートナーへと転換した歴史があり、脱原発は政権戦略の重要な要である。また左翼党は、抗議政党的立場に加え、グローバル化に批判的な若い活動家の流入が、反原発の姿勢を促していると考えられる。第四に、反原発運動には若年世代の参加が更新され、世代を越えた脱原発への広範な支持がある。

メルケル政権の政策転換

4月4日、メルケル首相の肝いりで「電力供給確保の倫理的側面に関する委員会」が発足した。連邦環境相・国連環境計画事務局長を務めたクラウス・テプファー（CDU）とドイツ学術振興会会長のマティアス・クライナーが共同委員長を務め、原子力賛成反対両様の意見を持つ科学界（社会学、生物学、地質学、消費者政策、環境政治学、哲学）や財界（化学大手BASF）、教会（カトリック、福音派）、労組（鉱山・化学・エネルギー労組IG-BCE）、元政治家（FDP、SPD）の17名で構成されていた。「倫理委員会」が5月28日に提出した最終報告書は、2021年までの完全な脱原発や、高レベル核廃棄物を取り出し可能な状態で貯蔵することなどを提言している。

その間、国民的合意となった脱原発政策をめぐる政党間競争が始まった。2017年を目標年次とした緑の党に対し、SPDは2020年目標に言及したが、脱原発だけに重点を置いても緑の党に票が流れるだけと見ており、エコ産業の育成を強調した。また左翼党は2014年までの脱原発という非現実的な目標に言及したが、力点は電力資本の抑制にあると見られている。連邦与党各党も脱原発路線への転換を表明したが、CDUの中からは伝統的支持層の離反を心配する声も上がった。

メルケル政権は倫理委員会の報告を受け、5月30日には脱原発政策の基本線を固め、6月3日に原発立地州の政府との協議を行った上で、6月6日に「未来のエネルギーへの道」と題するエネルギー政策を閣議決定した。停止中の8基の原発を即時閉鎖するが、うち1基は冬季に電力需要が逼迫した場合に備えて2013年まで再開可能な状態に保留し、残る9基は2015～2022年にかけて5段階で閉鎖する。核廃棄物の処分場は一般的な選定基準を決め、ゴアレーベンのほかにも候補地を探す。再生可能エネルギーは2020年までに発電の35%、2050年までに80%に増やし、電力網の拡充にも力を入れる。電力

消費は2020年までに10%削減することを目標とし、建物の改造工事への助成金と税の控除にそれぞれ15億ユーロを2012年から計上するという内容である。上記の内容を含む諸法案は6月30日に連邦議会での採決にかけられ、CDU・CSU、FDP、SPD及び緑の党の513名の議員が賛成、左翼党などの議員79名が反対、棄権8名で可決された。緑の党は採決前の6月25日の党大会で、党内や反原発運動内からの異論を抑え、保守政権の法案への賛成を決議した。各州政府の代表機関である連邦参議院も7月8日、同法案を承認した。

残る課題

連邦政府から3月22日に全原発の安全再点検を委託された原子炉安全委員会は、5月17日に審査報告書を公表したが、古い原発が航空機の墜落には耐えられないという判断以外に目新しさはなかった。また欧州理事会は3月15日、EU域内14カ国143基の原発が地震や洪水などのリスクに耐えられるかどうかを検証するストレステストの実施を決めたが、ドイツ政府はテロ対策も基準に加えるよう主張し、自然災害だけに關するテストを主張した英仏などの主張を押し切って5月に決着した。メルケル首相は同じ5月、フランスのドーヴィルで開かれたG8サミットでもG8諸国のストレステスト実施に合意を取り付けた。しかし、こうした安全再点検は事業者自らが行き、それを監督官庁が再検討するもので、有効性は疑問視されている。

メルケル政権の政策におけるもう一つの限界は、原発輸出推進策の継続である。独仏合弁によりブラジルに原発を建設する計画に対して、連邦政府は数十億ユーロの輸出保証を与えており、その取り消しを求める野党3党の動議は5月下旬に否決された。

大手電力会社の抵抗と今後の展望

脱原発政策の実施にあたって当面最大の障害と

なりそうなのは、大手電力会社の行動である。発送配電を統合していた旧西独の8大広域独占企業は、1990年代に旧東独の電力会社を吸収し、さらに1996年以降のEU電力市場自由化の流れの中で、4大電力会社に再編された。EU域内での企業買収・合併も進み、電力を中心にガスや水道事業などにも支配力を及ぼそうとする国際電力メジャーが台頭し、その一角としてドイツ最大手のRWEや二番手のE.ONは英国などの企業を買収する一方、三番手のVattenfallはスウェーデン資本となり、四番手のEnBWはフランス電力(EDF)と資本提携した。

支配力を強めた大手電力会社は、メルケル政権による政策転換に抵抗している。RWEは4月、ヘッセン州政府が指示した古い原発の閉鎖を違法だと訴え、行政裁判所に提訴した。また大手4社は原発の運転期間延長と引き換えだったと主張し、再生可能エネルギー基金への支払いを凍結した。さらに6月、RWEとE.ONは共同で運転している原発への核燃料税課税への異議を財務裁判所に申し立てた。並行して、電力大手は2000年の脱原発合意で認められた原発の残存運転期間は電力会社の所有物であり、連邦政府による今回の脱原発法は憲法で保障された所有権の侵害に当たると主張し、数百億ユーロの損害賠償を請求する訴訟の準備に入った。

大手電力会社は再生可能エネルギーへの投資にも消極的である。環境団体グリーンピース・ドイツが委託し、4月18日に発表した調査によると、大手4社は2009年のドイツの総発電量の68%を占める一方で、総発電量の16.3%を占める再生可能エネルギーによる発電量の3.9%を発電しているにすぎない。自然エネルギー発電のほとんどは地域発電事業者や都市事業者、及び家庭が担っているのである。しかし電力自由化を背景に、消費者が電力転換に消極的な大手電力会社を迂回して、エコ電力事業者からの購入に切り替える動きが、福島原発事故後に増加している。またドイツ電機事業連合会(BDEW)は4月、「早急かつ完全な脱原発」へと方針を転換した。4月中旬のRWEの株主総会では、脱原発へ

の方針転換を求める株主が執行部を痛烈に批判した。RWEは再生可能エネルギー発電の比率が低い
ため、原発閉鎖に伴う石炭火力依存の増大からCO₂
排出権の購入費用が増え、収益低下が予想され、株
価は下落している。今後の展開に注目したい。■

《参考文献》

- 梶村太郎「政権を揺さぶるドイツ反原発運動」『世界』
2001年1月号、167-175頁。
本田宏「原子力をめぐるドイツの紛争的政治過程(1)(2)
(3)」『北海学園大学法学研究』36巻2号(2000年
11月)、3号(2001年3月)、37巻1号(2001年7月)。

