

躍

[やく] 特別編集
2012 March | 第13号
関西電力株式会社

躍 [やく] 特別編集 2012 March | Number 13

 関西電力

【特別編集】
これからの日本と
エネルギーを考える

関西電力株式会社

躍

[やく] 特別編集
2012 March | 第13号
関西電力株式会社

『躍』特別編集号発行にあたって

東日本大震災発生から一年が経ちました。被災されたみなさまに、心からお見舞いを申し上げますとともに、一日も早い復興をお祈り申し上げます。震災以降、東京電力福島第一原子力発電所の事故などにより、電気事業、とりわけ原子力に対する信頼が大きく揺らいでおりますことは、私ども電気事業者にとつて、大変深刻な事態であると重く受け止めております。また全国的に定期検査中の原子力発電所の再稼働の見通しが立たないなか、電力需給状況が極めて厳しく、みなさまには大変なご不便とご迷惑をおかけすることとなり、深くお詫び申し上げます。

関西電力は、社会のライフラインを預かる責任の重大性を改めて肝に銘じ、原子力の安全確保に万全を期すとともに、電力供給の安定に向けて最大限の努力を尽くし、原子力そして電気事業への信頼を一步一步回復すべく、取り組んでまいります。

このたび、二〇一一年三月の発行を最後に休刊しておりました『躍』の発行を再開いたします。今号は「これからの日本とエネルギー」をテーマに掲げました。そして今後「原子力」「電力システム改革」と三号にわたり特別編集号をお届けする予定です。

引き続きご愛読いただき、ご意見・ご感想を賜りますよう、お願い申し上げます。

関西電力株式会社 地域共生・広報室『躍』編集部

03

「鼎談」基軸を探る

どのような日本をめざすのか？

エネルギーと21世紀社会を考える

柏木孝夫／澤昭裕／中西寛

20

オピニオン

日本のエネルギーをどうする？

エネルギー選択への視点

『S+3E+M』の視点で総合的に判断せよ」豊田正和

「システム全体のポートフォリオを描け」井熊均

「百年先を見据え、正しいエネルギー選択を」堀義人

発電コストへの視点

「コストを左右する『条件』に目配りを」植田和弘

「今こそ拙速を避け、深い議論を」秋元圭吾

【ENERGY FILE】

34

ルポ

世界はいま――

3・11後のエネルギー政策

ドイツ／スウェーデン／フランス／アメリカ

3・11後、日本のエネルギー政策は先行き不透明な状態が続いている。資源小国・日本の経済発展に、原子力を基幹エネルギーとした安くて豊富な電力が果たした役割は確かにあったにせよ、今一度それを見直さざるを得なくなっている。日本は今後どのような国の姿を描き、どのようなエネルギー選択を行えばいいか、そして国や電力会社が真摯に反省すべきこと、改革すべきことは何か――二十一世紀の社会とエネルギーのあり方を探った。

どのような日本をめざすのか？

エネルギーと21世紀社会を考える

澤 昭裕 21世紀政策研究所研究主幹・国際環境経済研究所所長
柏木孝夫 東京工業大学先進エネルギー国際研究センター長
中西 寛 京都大学大学院法学研究科教授



3・11後の日本、現状をどう見ているか？

戦後最大の国家安全保障危機だった原子力事故に 二十世紀型科学技術文明の限界を見た

澤 3・11の震災と東京電力福島第一原子力発電所事故の後、エネルギーを取り巻く状況は大きく変わり、二〇一〇年につくったエネルギー基本計画*の見直しをはじめ、さまざまな議論が行われています。

本日は今後の日本のあり方とエネルギーについて考えますが、まず現状をどう見ていらっしゃるか。

中西 私はエネルギーの専門家ではなく国際政治・安全保障が専門なので、その観点から3・11の経験について大きく二つコメントさせていただきたい。

一つは、これまで原子力はエネルギー安全保障の問題として扱ってきて、私もそう考えていたが、3・11の事故発生以降の、とりわけ緊迫した一週間は、日本にとっては戦後最大の「国家安全保障危機」だった。

それが最悪の事態を回避できたのは、関係者の努力であると同時に、激しい余震でも4号機の使用済燃料プール*が破壊を免れるなど幸運な面もあった。原子力は今後、事故を繰り返さないための安全対策はもちろん、政府の対応も含め危機管理体制の見直しが不可欠です。

二点目はもう少しマクロな視点で、3・11の震災と原子力事故を通じ、いわば二十世紀的な文明の限界が日本で顕

在化したということ。今後の社会のあり方を考えるとき、我々はその教訓を踏まえていくべきではないかと考えました。

そもそも世界で最も地震学を発展させた日本が、地震と津波を予測できず、最も津波に備えてきた地域でも大被害を受けた。原子力事故もそうですが、誰がどうだという責任問題より、むしろ二十世紀に発達した科学技術体系に、あまりにも自惚れ、驕りがあつたんじゃないか。

もちろん我々の生活は科学技術に依存しており、その成果は正當に評価すべきですが、科学技術の進歩について、人類全体がある種の驕りを持っていたかもしれない。とりわけ戦後日本は、軍事や安全保障と切り離れた平和と科学技術を掲げて原子力を進め、経済的繁栄に鋭意努力してきたが、いつの間にか日本が世界最先端の科学技術を持っていることであぐらをかいてきたんじゃないか。

今後、社会や経済のあり方として、人為的な科学技術の文明と、それでは制御しきれない自然や偶然性をいかに共存させ、最適な社会をつくっていくか。それが3・11のもう一つの示唆ではないかと思えます。

国民負担をかけず国力を増大できる形で

最適解を見つけるために「選択肢を減らさない」

澤 柏木さんはどうですか。

柏木 原子力に関しては国防の問題もありますし、四十年かけて非核保有国ながらも核保有国と同等の発言力を持つて技術開発をやってきた。これは非常に重要なことで、原子力か新エネかという二者択一に解を求めるのは極めて困難。CO₂問題もあるなか、国民負担をかけずに国力を増

福島第一原子力発電所1～4号機 2011年3月15日撮影(東京電力提供)



大できる形で最適解を見つけるのが、成熟した国だと思うわけです。だから「選択肢を減らさない」というのが私の答え。

原子力は持ち続けるべきですが、当分は伸びない。だから代替案として、まず節電、需要側でコントロールする。それから再生可能エネルギーを入れる。化石燃料の高度利用を行う。

とはいえ、喫緊の課題としては原子力の再稼動を政治決断できちんとした信念のもとで行う。福島でまだ人が戻れない段階で、再稼動なんてとんでもないという心情論はわかりますよ。だけど国益や国力など複眼的に考えると、いつかは決断しなきゃいけない。国民が納得できる形で再稼動の条件をきちんと提示して、厳しく正しいから再稼動すべきだというのが私の考えです。

澤 私が資源エネルギー庁に入った頃、第二次石油危機、スリーマイル島原子力発電所事故*、夕張炭鉱落盤事故と続き、まさにエネルギー供給をめぐる危機だったのです。資源小国・日本にとってエネルギー供給が確保されて初めて次の課題を考えられる——それが染みついてトラウマのようになってきている。

ですから、エネルギー源はリスク分散のために多様化しておくべきで、その観点から原子力も選択肢として残すべき。但し、それには原子力への社会の信頼を取り戻す必要があります。福島の事故では、アウト・オブ・コントロールになったことにみんな不安を覚えたわけです。つまり、危機管理は東京電力も政府もうまくできなかったのです。原子力推進派だった人でも、この状況を見て、日本は原子力を持つと危ないと思ひ、脱原発だと言うようになった人

エネルギー基本計画

エネルギー政策の基本的な方向性を示すため、政府が策定するもの。現行の基本計画は二〇一〇年六月に改定されたが、福島第一原子力発電所事故を受け、総合資源エネルギー調査会基本問題委員会、現在、見直しが行われている。

使用済燃料プール

原子炉で使用されたあとの燃料棒を一定期間冷却貯蔵するプール。放射線を遮るため水を張ってある。福島第一原子力発電所では、水素爆発で原子炉建屋が破壊されたため、建屋内の上部に設置されていたプールの崩壊が懸念されていた。

スリーマイル島事故

一九七九年三月二十八日、アメリカ・ペンシルベニア州スリーマイル島(TMI)原子力発電所で起きた事故。異常が起きたとき運転員の判断ミスで非常用炉心冷却装置を停止するなどもあり、燃料棒が破損。周辺地域に放射性物質が放出された。

もいる。原子力に信頼を取り戻すには、不具合が起きた場合でもそれを技術で制御できることと、運営側がソフト面を含めてしっかりと体制で安全性を確保できることを見せる必要がある。

再稼働できない状況は望ましくもないが不信感を覆すため制度改革が必要だ

中西 原子力をすぐに手放すわけにはいかないという点は私も同感です。今は短期ですぐやるべきことと中長期の構想等が入り交じり、あちこちで議論しているんなシナリオは示すが、政治が決められない状態が続いている。何の決定もないまま、日本の原子力発電所が全て止まり、再稼働がどうなるかわからない状態は最悪です。慎重に安全性を確認しつつ、原子力をどの程度利用するのか、しないのか、決めていかねばならない。

今のやり方で地元自治体や世論が再稼働を支持するかと言えば、難しいのではないのでしょうか。事態がどんどんアウト・オブ・コントロールになることへの不安感、政府の対応への苛立ち。当初は問題ないと言っておきながら、後から別の話が出てくる。一般公衆の被害を抑えるのでなく、原子力事故の巨大さを矮小化しようとした印象が拭えない。政府の言葉に人々が不信感を持つと、取り戻すのは非常に難しい。残念ながら今回、政府も電力会社も原子力を推進してきた専門家も、単に事故対応が不十分という以上に、信頼感を喪失させる行動をとってしまった。不信感を拭い去る大胆な制度改革が必要ではないかと思えます。

澤 再稼働させる決断は私も必要だと思えますが、みんな力供給自体にまで支障を来す怖れもあり弊害が大きい。その意味で原子力を残す一つの条件は、官民のリスク分担を法的にどう整理していくかです。

二つ目は事故原因の究明。政府の事故調査委員会*の調査はまだ道半ば。当時の危機管理体制について、菅前総理らのヒアリングを全て後回しにしている。それができるかどうか、日本がきっちり原因究明をしようとしたかどうか、政府の自浄能力の有無を現すことになる。事故調の報告で今回の反省ポイントを明確化するのが条件の一つです。

三つ目は人材育成。使用済燃料の問題もあって最低数十年間は原子力の人材が必要ですが、廃炉しか将来ビジネスがなさそうだと、志望者がいなくなる。だから、早く今後の道筋を示さなければならぬ。そうして、大学での原子力人材の育成が途絶えないようにすべき。かつ、人材不足から、安全審査に回る人と事業者に戻る人が同根となつては、誰もが眉を唾する形になってしまうので、審査のプロを育てるしくみが必要です。

柏木 ファイナンスの問題について言えば、日本政府は賠償機構に国債を入れたが、事故責任は全部東電だから、もしもこれを使うことになれば国有化だ。つまり事故は人災だから民間の責任だとしているが、民間企業にだけ責任を負わせたら、怖くて誰も投資しない。官と民の責任分担を行えば、健全な市場のもとで投資が行われ、技術開発が進みます。

中西 今回の事故は、スリーマイル、チェルノブイリ*に続く大きな原子力事故ですが、前の二回は基本的に人災あるいは設計上のミス。今回、どこまで天災か人災かは難しいが、出発点が天災であることは間違いない。そのときに、

不審に思っているのは、再稼働してしまえば、電力会社が「もう動いたから」とあぐらをかき、制度改革が止まるんじゃないかということでしょう。次のパラダイムに進むには、本来、再生可能エネルギーやスマートグリッドなどに電力会社自らが投資しなきゃいけない。にもかかわらず原子力が動けば、旧来システムに安住できる環境になってしまう。実際、電力会社にはそういう体質はありますからね。だからまずは動かすとしても、中長期的には何かしら「喝」を与えないといけない。

柏木 電力会社を信頼できない、隠蔽体質があるのではと思っている人が多いなら、一般家庭を含めた全面自由化と一緒にすることも一つの手段だと思いますね。

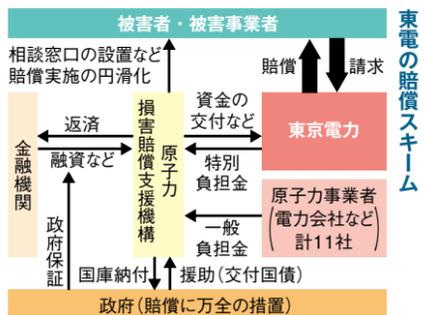
官民のリスク分担、事故原因究明、人材育成、放射性廃棄物処分問題解決が今後の課題

澤 原子力を中長期的に選択肢として残すという点にはさほど異論がないようですが、そのための必要条件については、どうでしょう。

私は先ほどの安全確保に加え、三点挙げたい。一つはファイナンス面。今回の東電の賠償スキーム*はサステイナブルではない。原子力を民営のまま残すなら、事故リスクを官民でどう分担するか根源的に見直さないと、銀行・金融がついてこない。アメリカで、スリーマイル島事故の後、一基も原子炉が建設できなかった理由は、反原発運動が盛んだったからじゃなく、ファイナンスがつかなかったから。日本の場合、原子力自体に対してだけでなく、原子力ビジネスを行う電力会社全体がリスクだと見られてしまう。そうすると、送配電網の修繕等の資金も得にくくなり、電



柏木 孝夫 かしわぎ たかお
東京工業大学 先進エネルギー国際研究センター長；教授
(環境・エネルギーシステム工学)
1946年東京都生まれ。東京工業大学工学部生産機械工学科卒、同大学院博士課程修了。米国商務省NBS招聘研究員、東京農工大学大学院教授などを経て、現職。95年IPCC第2作業部会代表執筆。経済産業省総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会長など歴任し、2011年10月からの総合資源エネルギー調査会基本問題委員会委員、コスト等検証委員会委員なども務める。著書『スマート革命』、共著『エネルギーシステムの法則』『マイクロパワー革命』、新著『エネルギー革命——3.11後の新たな世界へ』。
<http://aes.ssr.titech.ac.jp/>



政府の事故調査委員会
内閣官房に設置された「東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会」(委員長・畑村洋太郎)。二〇一一年十二月、中間報告。最終報告は今夏予定。別に、国会に設置された「東京電力福島原子力発電所事故調査委員会」(委員長・黒川清)がある。

チェルノブイリ事故
一九八六年四月二十六日深夜、旧ソ連ウクライナ共和国のチェルノブイリ原子力発電所で起きた事故。炉特有の設計上の欠陥や運転員の規則違反がもととなって、原子炉の大規模な破壊を引き起こし、大量の放射性物質が国境を超えて拡散。放射線被曝により四十七人が死亡したとされている(IAEA報告)。

どこまでが予見可能で備えておくべきだったか。そこが難しいが、世界的には二十一世紀の間、原子力技術と共存していくことになる。人災に由来する事故は経験を積むにつれ減っていくだろうが、我々が予想もしなかった天災による原子力事故は今後も起こり得る。それを前提に、備えておかないといけない。

また、大事なものはガバナンスの構造。危険なものを扱っていることを前提に、いかに制御するかは国家が責任を持つ。国防と同レベルで、緊張感を持ってガバナンスするという観点が不可欠です。

もう一つ、原子力について長期的な問題だと思うのは、使用済燃料、高レベル放射性廃棄物処理*。地層処分を計画しているが、フィンランド、スウェーデンが処分地を決めている程度で、まだほとんど具体化していない。これもかつての楽観的な方針ではダメ。日本だけでなく、世界中の原子力が二十二世紀に生き残れるかどうかは、世界がこの問題について技術的にも政治的にも納得できる解決策を見つけられるかどうかにかかっています。

エネルギーと21世紀の日本をどう考えればいいのか？

産業を支えるエネルギー源として捨てがたい——原子力の未来は光と影を複眼的に見て決める

澤 今後、短期的には再稼働、中長期的には新規をつくるかどうか、四十年経過した炉を止めるならリプレイスして新設を認めるかどうか、が重要なポイント。もう一つは輸出、国際的な原子力市場を開拓するつもりがあるのかどうか。結局、何を言っても批判は来る。全員が満足する話は

ないわけで、政治が決断しないと、日本の行く末が見えてこない。

例えば、原子力事故以前は低炭素化社会論があったが、今回、皮肉にも二十世紀型のエネルギー源・化石燃料に戻らざるを得なくなっている。化石燃料で対応する限りCO₂は増える。そういうなかで果たして今後、二十一世紀型の経済構造・社会構造を構築していけるのか。

中西 低炭素化については、もともと日本一国の温室効果ガスの排出量は世界の四%程度にすぎず、やはりアメリカ、中国という大規模排出国の排出をいかに減らすか。国際的に温室効果ガスを減らす技術を提供することで、日本が化石燃料を当面多少増やしても、国際的理解は得られるのではないか。

むしろ近年話題の北米を中心としたシェールガス革命*。伝統的な石油は中東に集積しているが、天然ガスはロシアや東南アジア、北米と、地域的にも供給源が分散化。であれば日本は、化石燃料の供給源を多様化しつつ、CO₂については回収・貯留技術*の発展性を見て対応すればいい。それをしながら原子力や再生可能エネルギーの技術開発をして、世界全体で低炭素化を進める。そういう中長期方針を立て、政府が引っ張っていくことが大事です。

柏木 そうでしょうね。中東に偏在する枯渇性のある化石燃料の争奪戦争が起きないように最適配分していく問題は、今世紀最大の国際政治課題であり、我々はできる限り低炭素型の社会に変えていかないと生き残れない。

日本が、この工業国家・この産業構造をまだ数十年続けるのであれば、安定した電源がないと国際競争力はなくなる。やはりエネルギー源として原子力のメリットは捨てが

高レベル放射性廃棄物処理・処分

使用済燃料の再処理過程で再利用できないものとして残った放射線レベルの高い廃液（高レベル放射性廃棄物）を、化学的変化に強いガラス固化体にして保管、最終的には地下三〇〇m以上の安定した地層に処分する（地層処分）。処分場選びが難航しており、未だ目処が立っていない。

シェールガス

頁岩（シェール）層から採取される天然ガス。アメリカで採掘技術の革新により生産量が飛躍的に増大。

CO₂回収・貯留技術

化石燃料を燃やした際などに発生する排ガス中から吸収液などを使ってCO₂を分離・回収し、地中（老朽油田や天然ガス田など）や石炭層、深海などに閉じ込める技術。CCS (Carbon dioxide Capture and Storage = CO₂回収・貯留)



関西電力 高浜発電所

たい。ウラン2351gで石炭3tと同程度だから三百万倍。だからこそ制御が難しいわけですが、原子力は新興国を中心に世界でまだまだ伸びていく。そういうなかで日本が原子力を捨て、化石燃料を選べば、燃料価格は上がり、やはり国際競争力がなくなってくる。日本の産業構造をどうしていくかについて、エネルギー選択とセットで考えることが重要だ。

原子力に極めて慎重な人でもすぐ止めろという人は少なく、二〇三〇年までに全部止めろという人と、四十年経った炉を止めろという人、少しリプレイスして二〇五〇年まで継続しろという人、いろんな意見がある。私は幾つかはリプレイスしていく方がいいと思うんです。

エネルギーには光と影があり、複眼的な観点で決断ができるか否か、最後は政治決断です。ただ政治決断でも、単に投票で選ぶとなると、心情論が勝ってしまう可能性がある。脱原発をやってみて、国力が落ちて雇用がなくなり、大学を出ても仕事がない状況になると、ちょっと待てとやっぱり原子力は必要だという流れも出てくるので、焦ってはいけません。再稼働はなるべくスピーディにやるべきだが、原子力の未来をどうするかは慎重かつ冷静に考えた上で決断することが大事です。

日本企業の活動基盤としてアジアの電力を支え、資源安定調達の見点からTPPを考える

澤 国際戦略についてはどうでしょう。エネルギー政策を見直すチャンスであるにもかかわらず、今の会議等での議論は国内の視点がほとんど。しかし火力にシフトするときの国際燃料調達戦略や、日本の原子力技術を世界の原子力

の安全性向上に生かすなど、国際的な視点を入れるべき。

例えば日本のエネルギー政策が日韓、日中、あるいは日米関係に与える影響。日本のエネルギー安全保障が揺らいでくると、同盟国であるアメリカから文句を言われかねない。原子力マネジメントで最悪のパフォーマンスを見せてしまい、「もう日本に原子力を任せられない」とか、対イラン制裁で歩調を合わせず日本だけ化石燃料輸入を例外的にさせてくれとなれば「都合がよすぎる」などと言われかねない。国際関係のなかで今後日本はどう動けばいいのか。**中西** 二十一世紀の少なくとも前半は、アジアが世界の経済発展の中心になる。そして日本はアジアに近接していることを、いかに自分のメリットとして使えるか。日本経済の今後を考えても、最大の問題は不可避的な労働人口の縮小。そうすると中国、インド、東南アジアに製造業などを移転して、そこでの収益で日本経済を回す構造にせざるを得ない。そのアジアに製造業を移転するときの基盤は、安定した電力です。彼らがいかに賢明に原子力、化石燃料、再生可能エネルギーを使うか。日本の技術や教訓を生かし、中国やインドなどアジア諸国が原子力を推進する以上、いかに原子力の安全を確保していくかという課題は、日本の原子力・エネルギー産業の使命と考えるのもよい。その電力を利用して、日本の製造業が現地に直接投資をして収益も上げるという構造をつくらないといけない。

日米については、TPPが資源の安定調達という点で重要だと思えます。北米やオセアニアは、エネルギーや食糧の供給地として日本にとって重要な地域になりつつある。そういう地域と強固な自由貿易関係を結んでおけば、彼らの方から供給を止めにくくなるわけです。

澤 昭裕 さわ あきひろ
21世紀政策研究所研究主幹；
国際環境経済研究所所長
1957年大阪府生まれ。一橋大学経済学部卒、プリンストン大学ウッドローウィルソン行政大学院行政学修士MPA取得。通商産業省（現・経済産業省）入省。環境政策課長、資源エネルギー庁資源燃料部政策課長など歴任。2004年東京大学先端科学技術研究センター教授（のち客員教授）。著書『エコ亡国論』（エネルギーフォーラム賞）、共著『3.11後、日本経済はこうなる！』『地球温暖化問題の再検証——ポスト京都議定書の交渉にどう臨むか』、編著『大学改革——課題と争点』など。
<http://ieei.or.jp/>



原子力を含む日米関係については、アメリカは自国の原子力推進のため日本の脱原発には反対の意向を持っている。アメリカは原子力発電推進と核不拡散という、根本的には矛盾した政策を続けてきた。それについて日米が改めて問題意識を共有、それぞれのリソースを生かしつつ国際的に公平な枠組みをつくっていく。そういう戦略的な日米対話を早い段階で改めてほしいといけません。

国家間をつなぐ送電網、国際インフラ構築という「大技」も考えたい

柏木 私が選択肢を減らすというのは、過去に学んだ本当に強靱な原子力、世界一の原子力は日本ではできない可能性があるからです。日本のこの国難をチャンスに変え、日本の国益にプラスになる原子力のあり方が必ずある。今後、発展途上国で原子力を選択する国は増えていく。そのときに日仏米の三カ国は、日本の経験を生かした原子力技術を規格化・標準化し、国際的な人材開発もきちっと行い、世界に貢献する。それをしたいかないと、日本の事故が世界に生かされたことにはならない。

また、低炭素化が今後も課題として続くのであれば、自然エネルギーはインフラが大きくなければ取り込めませんから、国際インフラの構築という大技がある。

EUの共同体構想は、まず戦後の一九五一年、これから鉄が大事だと石炭鉄鋼共同体をつくった。それがエネルギーになり、パイプラインになり、ユーロになった。ドイツは脱原発、フランスは原発推進ですが、EU十五カ国で見ると、見事なほど三分の一が原子力、三分の一が石炭、五分の一が天然ガス、残り十数%が大型水力を含む再生可

TTP (Trans-Pacific Partnership)

環太平洋戦略的経済連携協定。シンガポール、ブルネイ、チリ、ニュージーランドが参加する自由貿易協定であり、二〇〇六年発効。その後、アメリカ、オーストラリア、マレーシア、ペトナム、ペルーが参加を表明、新たな枠組みの合意に向けて交渉中。日本は米などと交渉参加に向けた協議を行っている。



上／関西電力のLNG輸送船「LNG EBISU」 下／関西電力 堺太陽光発電所



能エネルギーと僅かに石油。ものづくり地域として、各国が自分の国情を踏まえ国益が最大化できるよう、かつ全体では最適化をめざしている。

日本一国でそれをやるのは大変です。例えば韓国と国際インフラをつなぎ、電力をやりとりする。韓国の電気料金は日本の三分の一。国の予算を随分入れて安く抑えている。日本は安く買えるし韓国は高く売れ、ウイン・ウインモデルになる可能性がある。

大技として国際インフラを考えてはどうか。日本外交は弱い、国際エネルギーインフラというコンセプトを掲げ、まずは二国間で始めていく。今の政府には大技がない。小技で得点を重ねる形で、一本勝ちという華麗さがない。国際インフラは大技、外交そのものだからね。

中西 確かに韓国は地理的にも近く、かなり協力の余地はあるが、電力会社の構造は大分違う。韓国は民間ではなく公社形態をとり、政府が持ち出しで電気料金を低く抑えている。韓国の昨年の大規模停電は、そうやって低料金でど

んどん電力需要を喚起したことの一つの限界点を示した。韓国の事例、あるいはかつてのアメリカの自由化の失敗例なども踏まえ、日韓がそれぞれの経験や問題を共有しながら協力していく。そのなかで例えば電力ネットワークを共有することで、より効率的な電力供給体制を築けるなら、それは非常にいいことです。

柏木 そうですね。グローバルバリエーションのなかでどういうビジネスモデルをつくり、国内ではどういうモデルにしてい

るか。単に送電線をつなぐだけでなく、我々が海外に出て、国内外にバリューチェーンを拡げていく。国際戦略は、ゴルフでいうとアマチュア選手権。みんな

為替レートでハンディキャップがついている。しかし、これだけ円が高いのは、ちょっと異常。今は仮に太陽電池をつくっても世界市場で日本メーカーは儲けられない。ただ、円高を逆手に取れば、M & A*の時代。自分の持っている技術

を海外から買い取れば、自分で開発するより早い。あるいは、アメリカには大小三千の電力会社があるわけで、円高のときに発電所を買って、そこにメガソーラーを入れ、アメリカ人の電気代で回収する。これ、随分アングロサクソンのですが、そういうM & Aを進めることが、新しい国際ビジネスモデルだと思います。

今後、発展するのは人口大国。中国、インドだけで今二十四億人、世界の三分の一なので、彼らがオイルを使い出したらあつという間になくなってしまふ。だから選択肢を減らさない。多様な選択肢を持つことでビジネスモデルが広がるわけで、これこそが国際戦略です。

中西 それで言えば、選択肢をたくさん持つておくと同様に、その時々で機動的に最善の選択ができるよう備えておくことも重要です。今の円高は、ドルがダメ、ユーロがダメになり、元が自由化されていないので、世界のマネーが日本に集まり起きたもの。しかし国際情勢はおそらく二〇一〇年代を通じて非常に不安定な状況が続き、オセロのようにひっくり返ることも起こり得ますからね。

エネルギー・電気事業の今後の課題と展望は？

エネルギーの制度改革には、国際的視点が必須。電力会社は世界に出ていく戦略を！

澤では、そういうなかで電力産業はどう変わればいいか。

M & A 企業の合併・買収。

イーオン (EON)
ドイツに本社を置き電力・ガスなどを供給する欧州最大級のエネルギー会社。二〇〇〇年プロイセン電力とバイエルン電力が合併して誕生。〇三年ガス会社を買収。またスウェーデンのシドクラフトやイギリスのパワージェンなどを買収し欧州のほかアメリカでも事業を展開。

発送電分離

電力会社の発電事業と送電事業を分けること。①送電部門を資本関係のない別会社の所有とする「所有分離」、②発電や送電部門を分社化して傘下に置く「法的分離」、③送電の運用を中立機関が担う「機能分離」、④送電と発電部門の会計を分ける「会計分離」がある。欧米では九〇年代から導入が進み、①②③の形態があるが、日本は現状、④会計分離の形態。

電力産業に対し提言をいただきたい。

3・11の直前まで日本は原子力を各国に輸出しようとしていたが、実際は電力会社で国際事業展開を考える人は非常に少数。国際的観点がないのは大問題です。

ヨーロッパの場合、自由化を機に、フランスではガス&パワーが合併したし、ドイツのエーオン^{*}はイギリスの配電を全て手がけるようになった。欧州は一つの国と見たほうがいいのかもしれませんが、自分たちの供給区域にとどまらず、いろんなところで商売を始めている。

十年前には東電がエネルギー企業の中で世界二位の規模だったが、今はかなり落ちてきている。それは東電の規模が小さくなったのではなく、外国のエネルギー企業が大きくなったからなのです。

柏木 M&Aをやったことですよね。

澤 そのとおりです。大規模な財務力を背景にM&Aやインフラ投資をした。日本のエネルギー企業も、そういうビジネスセンスを持たないといけない。今の電力自由化やエネルギー選択の話は、国のアジェンダを見ても、ものすごく国内的。東電を切り刻むために発送電分離^{*}を出すなど、動機も政治的で政策論とは外れている。国際的視点を持たない電力業界は、発送電分離論に振り回され、対抗的アジェンダを出せてない。国際戦略にはブレイクスルーポイントがある。国際的に事業を拡げるから、国内ではどうぞ自由化してください、というぐらいの対抗アジェンダを電力側から突きつけないと、生産的な議論にならない。地域に閉ざした電力のしくみを変える。例えば韓国電力と一緒に東南アジアの電力インフラ構築をやるとか。一歩一歩、国際的な地位を固めるために外に出ていかないと、前に進

ニティが注目されている。すると個人も自由に電気の売買ができるよう、家庭部門も含めた電力の全面自由化が行われると思うんですね。余った電気を奥さんが電気自動車に充電して売りに行くようなことが起きる。

その後に来るのは何か。全面自由化はヨーロッパから始まり、そのときに発送電の所有分離を行ったわけです。あれが正解だったか、不正解だったかはまだ答えが出ていないが、普通、分離すれば停電率は増える。今度、スマート化すれば少しヘッジできる可能性も出てくる。

役所側には、二〇〇〇年からの日本の自由化が部分自由化に留まり新規参入が増えなかったことで、今度こそ全面自由化と同時に発送電分離をやると考える人もいます。

私はもう少し慎重論で、まず託送料を透明化^{*}し、需要のあるところに電源を置いて安く済むしくみにする。スマート化で潮流を透明化し、需要地近くの分散型電源を動かしていく。もちろん電力会社が発送電一括管理するほうが安心だけど、不満があるなら、まず機能分離、送電カンパニーに分ける。その後には所有分離を考える。

託送料の透明化が二〇一五年までの課題、その後には発送電分離の議論が本格化すると個人的には見えています。

多様な形でクロスするエネルギー業界再編が 日本再生のトリガーになる

澤 仮にそうなると、既存の電力会社はどう変わるのか。

柏木 今後、再生可能エネルギーを入れるとなると、固定価格買取制度^{*}などにより電気料金はどんどん上がっていく。これで暮らせなくなる年金生活者もいるわけで、やっぱり電気は低廉にすべき。そのための合理的ビジョンをどう描

まない。

発送電分離より全面自由化で スマートエネルギーシステムを実現する

柏木 電力改革の話が出ていますが、今の政権は大きなものがあれば刻みたいようで、発送電分離を目的にしている。しかしそれは違う。発送電分離は手段です。

私は二〇一〇年のエネルギー基本計画策定に参画していた。当時、発送電分離はあり得ないと思っていた。なぜなら低炭素社会実現が最大目的だったので、主役は原子力。しかも低炭素社会はエネルギー市場の縮小だから、縮小市場で発送電分離をしてもプレイヤーは増えず、新しいビジネスモデルも発展しない。意味がないと思っていた。

ところがシビアアクシデントで一挙に風が変わり、原子力代替をどうするかとなったとき、再生可能エネルギーやコージェネ^{*}などを小刻みにオンサイトでやれば災害に強いエネルギーシステムができるじゃないかと。

それでスマート化^{*}が一挙に来た。単に分散型がいいと言っても、自然エネルギーは発電量が不安定。電気には同時間というのがあり、常に消費量と発電量を一致させておかないと周波数・電圧に変調を起し停電になる。だからスマートメーターを入れ、電力網内で需給バランスを調整していく。そういうスマートエネルギーシステム、スマートグリッド化を図れば、どれだけ太陽光みたいにならふらした電力が入ってきても、同時同量に耐えられるようになる。

今、家庭の屋根に太陽電池が次々設置されるようになり、地域内で電気を融通しあつてムダなく使うスマートコミュニ

コージェネ
コージェネレーション。熱電併給。

スマート化

ICT（情報通信技術）を用いて電力運用を最適化すること。電力量の遠隔測定や発電・蓄電を制御する新しい電力量計「スマートメーター」、双方向の電力の流れを制御し需給バランス調整を行う次世代電力網「スマートグリッド」、さらに地域内でエネルギーの需給を管理し融通しあう「スマートコミュニティ」の構築などをめざしている。

託送料透明化

送電網使用料（託送料）が適正水準であることを担保するため、託送料の算定根拠を開示（透明化）すること。託送料は経済産業省令に基づいて算定され、原価内訳などの算定根拠は各電力会社のホームページなどで公開している。



中西 寛 なかにし ひろし
京都大学大学院法学研究科教授
(国際政治学)

1962年大阪府生まれ。京都大学法学部卒、同大学院法学研究科修士課程修了、同博士後期課程退学。88～90年シカゴ大学大学院（歴史学）博士課程在籍。京都大学助教授を経て、教授。日本の安全保障政策、国際秩序の変容など研究。著書『国際政治とは何か—地球社会における人間と秩序』（吉野作造賞）、共編著『新しい安全保障』論の視座—人間・環境・経済・情報』『新・国際政治経済の基礎知識』など。

<http://kyodai.jp/index.html>

くか。

一昨年つくったエネルギー基本計画では、二〇三〇年に原子力五〇%以上と再生可能エネルギー二〇%、つまりベースで約七〇%をゼロ・エミッション電源で賄うことをめざしていた。これは単にCO₂だけの話ではない。原子力で日本の電力量供給を五〇%以上賄うためには、例えば今、比較的小規模の地方電力会社も沖縄電力を除いてみんな原子力を持つているが、経済性・安全性を考えても、もう少し大きな規模にエネルギー業界を再編成しないといけない。原子力比率を上げるには、業界再編も含め強靱な構造にして、安全性を担保していくことだと私は思っているわけです。

3・11を経た今、大規模集中型から少し分散型、再生可能エネルギーとか、コジェネ、熱需要のあるところに電源立地していくとか、ガス&パワーとか。いろいろな形で交差するような業界再編成を行うことが、日本のピンチをチャンスに変えるトリガーになる。まずは地域のなかで電力とガスがアライアンスを組むなど、エネルギー事業者間の競争と協調が起きるのではないのでしょうか。

地域が世界と直接つながる時代

地域経済の世界戦略を電力会社が牽引する

中西 私はこれまでの原子力を軸とした日本のエネルギー供給体制は、日本経済の発展に大きな意味があったと思うんですね。とりわけ一九七〇年代から八〇年代、日本が製造業を中心として世界に冠たる経済大国になった基盤は、豊富低廉な電力の安定供給。そのベースに原子力発電があったことは、公平に見てプラスに評価できる。

しかし二十一世紀、世界の潮流は、ものづくりを超えた情報社会。スマート化というのは、いわば電力需給の情報化。需要のピークに合わせ安定供給するという発想から、需要変化にミクロに対応して最も効果的な電力供給を実現するよう変わっていくんだと思います。

もう一つ、私は京都に住んでいて、今回の事故で、日本の地勢的・自然的条件が東日本と西日本ではやっぱり違うことを改めて意識しました。日本という国が二千年ほどの歴史で何とかやってこられたのは、地震・津波・噴火といった巨大な天災リスクを東と西に分散化してきたからだと思うんです。

戦後日本は政治・経済の東京一極集中が進んだが、今後、東と西のバランスをどうとるか。幕末、江戸の幕府側に対し、京都で薩長などの維新派が現れ、明治維新に至った。同様に今、現状を超える革新的な発想が西日本・関西に必要です。

さらに言えば、東京が世界とつながって儲けた富を地方に分ける形が限界にきている。今後は地域レベルで自立していくほかなくて、その柱が電力会社を基軸とする地域経済です。地域経済がいかに自らの力で世界と結びついて生きる糧を見つけるか。特に関西はアジアとどう結びつくか。今回の震災は、これまでのやり方では日本丸全体が沈没してしまう——電力会社が存在している地域経済そのものが行き詰まることを示した。地域経済の担い手として、電力会社のような公益企業が基軸となって地方政府・自治体とともに、地域自身の世界につながる戦略を考えないといけない。

固定価格買取制度 (Feed-in Tariff)

エネルギーの買取価格（タリフ）を法律で定める方式の助成制度。再生可能エネルギーの導入策として各国で導入されており、日本でも二〇〇九年から太陽光の余剰電力買取がスタート。その後見直しが行われ、太陽光だけでなく、風力、地熱、バイオマス、小水力を含む買取制度が二年七月開始予定。

HEMS

(Home Energy Management System)

ICTの活用で、家庭全体のエネルギーの需給状況を把握し、家電機器や設備の運転を自動制御で効率化、総合的に省エネルギーを実現するシステム。

松永安左衛門 (1875~1971)

戦後の電力再編時、独占体制を守ろうとした国策会社・日本発送電に対し、徹底的に闘い、九電力会社への分割民営化を実現した「電力の鬼」。



小売多様化や国際ビジネス、 電力会社自らダイナミックな構想を描け

澤 全く同感です。ただ電力会社の人と話すと、今まで地域独占、発送電一貫体制を守ってきた人たちが偉くなっているから、役職が上に行くほど既存の秩序以外の発想が出てこないという印象です。若手、四十代ぐらいの人は、自分がまだあと十年〜二十年会社にいるので、この構造、マインドセッティングでは、どこかで行き詰まると考えている。昨今は上層部も相当追い込まれ、ようやく自由化をまじめに考える感じにはなってきたようですが……。

実はユーザーから見ると、発送電分離などはあまり関心がない。役所と政治家と電力会社は大きな関心があるかもしれないが、発送電分離しないほうが、燃料の安定調達など多様な面でメリットがあるなら、ユーザーとしてはそれを崩す必要もない。むしろユーザーは、購入相手、料金メニュー、電源選択などについて、もっと選択肢が欲しいのです。

だから私が提案しようと思っているのは、送電線開放モデルの自由化じゃなく、小売多様化モデル。例えていえば、旅行代理店はたくさんあっていろんな内容のパッケージツアーを組む。鉄道や航空機というインフラを直接持っている訳ではありませんが、パッケージとして彼らが統合しているわけです。電力サービスにはそういうのがない。HE

M S^{*}を軸に新たなサービスを提供するとか、省エネコンサルをセットにするとか、グリーン証書を利用して再生可能エネルギーだけでつくった電気を売るとか、そういう多様性がない。実際それをやっても選ばれないと、勝手に決め込むのが今の電力会社の発想ですね。

柏木 それが地域独占そのものですね。

澤 そのとおりです。だからこそ、小売の多様化を実施させる。そうすれば、ユーザーは変わったなという感じがする。

中西 そうですね、それは大きいですね。

澤 電力の自主的な改革は、西から起こす。船中八策じゃないですが、坂本龍馬なり松永安左工門^{*}が西側において、電力は自分たちの雇用を左右する重要なインフラなのだから、産業界のユーザーが電力会社に出資するという動きをつくる。要するに、国がどうしようが財界や外国の投資家など、政府関係機関以外から金を集めるようでない、昔の松永安左工門には到底及ばない。

それくらいダイナミックな人がいて、かつ国際的な需要を取り込むビジネスを柱にしていく。国内の小売自由化なんかどうでもいいというほどの構想を立てる人材が出てきてほしいと願っています。

本日はありがとうございました。 [曜]

(二〇一二年一月十六日実施) 編集/田窪由美子



日本の エネルギーを どうする?

原子力代替エネルギーとして期待が高まる再生可能エネルギー。

しかし時間軸や産業ユースで考えたとき、

エネルギー密度が極めて高い原子力や、

世界最高効率の火力発電を、どう位置づけるのか。

より望ましいエネルギー・ミックスへ、識者の意見を聴いた――

「S+3E+M」の視点で 総合的に判断せよ

豊田正和 日本エネルギー経済研究所理事長



とよだ まさかず
日本エネルギー経済研究所理事長
1949年東京都生まれ。東京大学法学部卒。通商産業省（現・経済産業省）入省。米プリンストン大学で修士号取得後、IEA（国際エネルギー機関）に派遣。97年の国連気候変動枠組条約締約国会議（COP3）では「京都議定書」の国際交渉に携わったほか、2007年のCOP13には政府代表メンバーとして参加。通商政策局長、経済産業審議官などを歴任し、08年退官。10年より現職。総合資源エネルギー調査会基本問題委員会委員。
<http://eneken.ieej.or.jp/>

福島第一原子力発電所事故を受け、エネルギー政策の再考を求める声が高まり、事故前の二〇一〇年六月に策定した国のエネルギー基本計画も、ゼロベースで見直す議論が進んでいる。

それ自体は自然な流れだが、問題はどうかという視点から政策を考えるかだ。エネルギー政策は国の根幹に関わるだけに、特定の見方に偏った判断をすると将来に禍根を残す。今こそ重要なのはバランス感覚。従来の3E（エネルギー安定供給、経済性、地球温暖化問題への対応）にS（安全・安心）とM（マクロ経済への影響）を加えた「S+3E+M」の視点から、総合的に判断していくべきだろう。ただ、結論から言えば、「S+3E+M」のすべてを満たす「完璧なエネルギー」は残念ながら存在しない。省エネルギー、再生可能エ

ネルギー、化石燃料、原子力の四つに大別して見てみよう。

まず省エネルギー。これをエネルギー源の一つの柱と見立て最大限行うことは重要だが、我々の生活がエネルギーなしに成り立たない以上、自ずと限界はあるし、「何が何でも省エネ」では生活の快適性も産業競争力も失われてしまう。

再生可能エネルギーは、クリーンな国産エネルギーという点は非常に良いが、コストと安定性がネック。太陽光や風力はいくら無尽蔵といってもエネルギー密度が極めて薄いため、広大な敷地が必要だし、自然条件にも大きく左右され、稼働率は太陽光一二％、風力二〇％程度。バックアップ電源が必要なことに加え、風力は騒音や低周波問題、地熱は国立公園の開発規制などがあり、いざ立地しよ

うとすると意外に制約が多い。

石油、石炭、天然ガスなどの化石燃料は、CO₂が最大の課題。またシェールガス革命というプラスチックを考慮しても、日本では従来どおりLNG化して輸入せざるを得ないのことでコストダウンに限界があり、燃料価格上昇や中東依存への不安は残る。

そして原子力だが、まずセキュリティ面で燃料備蓄効果が石油の二百日に対しウランは五〜六年と非常に優れている上、CO₂排出はほぼゼロ、コストも今回の見直しで化石燃料に近づいたにしてもまだ安い。しかし問題は「S」だ。 Fukushima事故による人々の不安を考えれば、いくら3Eで優等生だからといって、事故前の基本計画が目標としていた「原子力比率五〇％」は現実的でない。私自身はその半分、二五％程度が妥当だと思う。

これは他のエネルギー比率を先に考え、足りない分を原子力で補うという引き算の論理ではない。原子力それ自体の価値として、最低二五％は持つていないと、エネルギーセキュリティを確保することはできないからだ。

パーフェクトな電源がない以上、特定のエネルギーに過度に依存するのは得策でない。四つのエネルギーをバランス良く組み合わせることが必要だ。そして、このエネルギーミックスを考える際にとりわけ重要なのが、マクロ経済に及ぼす影響（M）だ。今年七月には再生可能エネルギーの固定価格買取制度もスタートするが、仮に原子力比率を下げて

再生可能エネルギーを急拡大させると、電気料金は三〜四割、場合によっては六〜七割も上昇してしまう。「それでもいい」という人もいるだろうが、中国や韓国と熾烈なコスト競争を強いられている製造業は、海外に工場移転せざるを得なくなる。そうなると国内の雇用は失われ、消費は冷え込み、GDPもマイナスになり、結果的に経済や国民生活に計り知れない悪影響を及ぼしてしまう。こうした事態を招かないためにも、総合的な視点でバランスの取れたエネルギー政策を立案しなくてはならない。

日本の製造業は、円高、高い法人税、貿易自由化の遅れ、環境規制、労働規制という五重苦のなか、国内雇用を維持するため歯を食いしばって頑張っている。そんな彼らに電力不足・電気料金高騰という新たな「苦」を負わせることは断じてしてはならない。

日本のエネルギーをどうする？

主要国のエネルギー自給率



出所:OECD/IEA,Energy Balances of OECD Countries, 2011 Edition

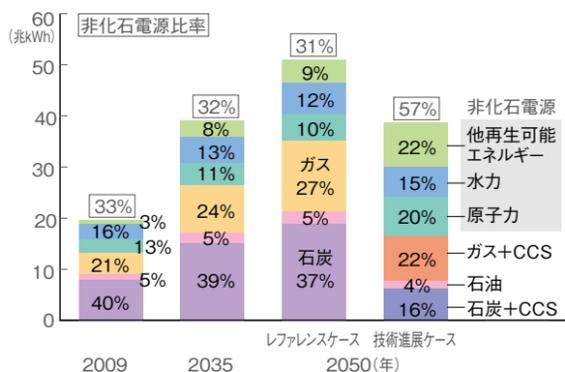
各エネルギーの長所・短所

| エネルギー | 燃料自給率 (%) | 安全保障 | 経済性 | 環境性 | 安定性 | 社会問題 |
|-------|-----------|--------------|--|-----------|--------|--------|
| | | 発電費用 (円/kWh) | 発電時CO ₂ (gCO ₂ /kWh) | 設備利用率 (%) | | |
| 火力 | 石油 | 0.4 | 22.1~36.0 | 679 | 30~80 | - |
| | 石炭 | 0 | 9.5 | 815 | 70~80 | - |
| | LNG | 4 | 10.7 | 423 | 60~80 | - |
| 原子力 | 0~100 | 8.9~ | 0 | 70 | 放射線リスク | |
| 自然エネ | 水力 | 100 | 10.6 | 0 | 45 | 環境破壊 |
| | 太陽光 | 100 | 33.4~38.3 | 0 | 12 | 日照権など |
| | 風力 | 100 | 9.9~17.3 | 0 | 20 | 低周波音など |
| | 地熱 | 100 | 9.2~11.6 | 0 | 70 | 国立公園など |

*緑のアミかけ部は長所、赤字は短所を表す

出所:日本エネルギー経済研究所 (経済性の数値はコスト等検証委員会による2010年モデル)

電源別の発電電力量構成 (世界)



*レファレンスケース:現時点における経済・社会情勢を踏まえ、今後施行される確度の高い政策や普及可能性の高い技術の展開を考慮に入れた予測ケース

*技術進展ケース:技術開発が加速化し、革新的技術の普及が各国でより一層拡大するケース

出所:日本エネルギー経済研究所

システム全体の ポータルフォリオを描け

井熊均 日本総合研究所 創発戦略センター所長



いくま ひとし
株式会社日本総合研究所 執行役員・
創発戦略センター所長
1958年東京都生まれ。早稲田大学理
工学部機械工学科卒、同大学院理工
学研究科修了。三菱重工業を経て90
年日本総合研究所入社。2002年創発
戦略センター所長。06年から執行役
員。イーキュービック取締役、日
綜（上海）投資諮詢有限公司董事な
ど。専門は事業の計画・提携・運営、
産業政策、ベンチャービジネスなど。
著書『次世代エネルギーの最終戦略
—使う側から変える未来』『中国環
境都市』『ポスト京都時代のエネル
ギーシステム』など。
[http://www.jri.co.jp/company/
business/incubation/](http://www.jri.co.jp/company/business/incubation/)

原子力は是非か、再生可能エネルギーは原子力に代わり得るか……。このような問いを耳にするたび、私は違和感を覚える。昨今のエネルギー政策をめぐる議論では、原子力の是非以上に重要な二つの視点が抜けていると思うからだ。

第一に、どのエネルギー源を選択するかという「What」の話ばかりが重視され、どういうしくみで電力を供給するかという「How」についてはほとんど議論されていない。資源小国の日本は、石油ショックの反省もあり、常に「エネルギーをどう確保するか」に重きを置いてきた。それが根幹であることは間違いないが、石油ショック当時と現在では状況は大きく変わっている。

も「系統電力」に加え「分散型電源」が台頭してきている。今後、増え続けるであろう再生可能エネルギーをすべて系統に入れるのはムリがあるのではないか。だからなるべくその場で使った方がいい。この十年で最大の技術進歩はネットワーク・オペレーションの向上だ。太陽光発電や燃料電池を備え、家庭内で電力需給の一体管理ができるスマートハウスの開発が進んでいるし、地域内で需給をコントロールできるスマートコミュニティへの動きも活発化。いわば需要家主導のエネルギーシステム——今まで需要側は電気を使うだけだったのが、自らつくり使うよう大きく変化しているのだ。

陽光発電で新幹線を走らせたり、製鉄所を動かしたりする時代は、この先も決して来ないだろう。東京や大阪という大都市で自然エネルギーによる電力自給なんてできるわけがない。パソコンの登場で逆にメインフレームが見直されたように、安定的で低コスト・低炭素の系統電力にしか担えない分野は確実にある。

こうした系統と分散の役割分担など「エネルギーシステムのパータルフォリオ」を描き、そこに「エネルギー源のパータルフォリオ」をうまくマトリックスさせる。これが新しい時代のエネルギー政策の立て方ではないかと思う。

もう一つ、日本のエネルギー政策に欠けているのは、グローバル展開も視野に入れた産業としての成長戦略だ。

少子高齢化が進む日本では、この先、電力需要の大幅な伸びは期待できない。このまま国内市場だけを睨んだ、内向きの自由化の議論を進めても、限られたパイの奪い合いになるだけだ。

しかしアジアなど海外に目を向ければ、国内とは桁違いの膨大な市場が開けている。明確なビジョンに基づき、世界市場に打って出れば、エネルギー産業が年一〇%の成長を達成するのも夢ではない。電力会社をはじめとする日本のエネルギー産業は、世界トップク

ラスの実力を持っている。とりわけ日本が優れているのは、ネットワーク全体をコントロールする能力。日本の電力は、発電所の性能、送電網、制御システム、そして需要家へのアプローチノウハウ、すべてがきめ細かく質が高い。このバリエーション全体を商品と捉えれば、ビジネスチャンスは必ずある。

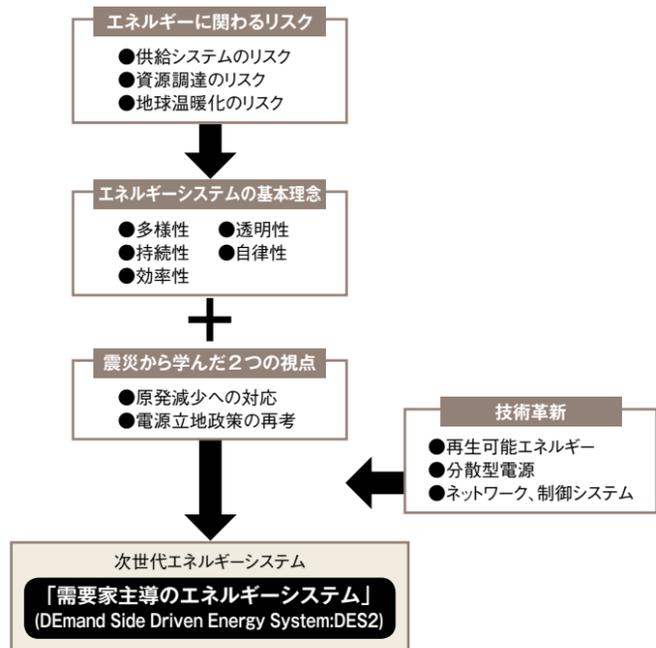
3・11以降、原子力発電所の停止による電力不足への懸念から、火力や再生エネなど発電設備への過剰投資が起きている。日本の潜在発電能力はすごい勢いで伸びているのだ。

また原子力代替として火力発電の比率が増し、燃料費負担も増大。国内だけに目を向けていては、この二重投資、三重投資を回収することはできない。電気料金を上げるにしろ税金で賄うにしろ、国民の負担をムダにしないためにも、「みんながハッピーになれる成長戦略」が不可欠だ。

こうした「エネルギー産業の成長戦略」と「マトリックス化したエネルギー政策」を車の両輪として、力強く動かしていかなければならないと思っている。■

日本のエネルギーをどうする？

次世代エネルギー創出のフロー

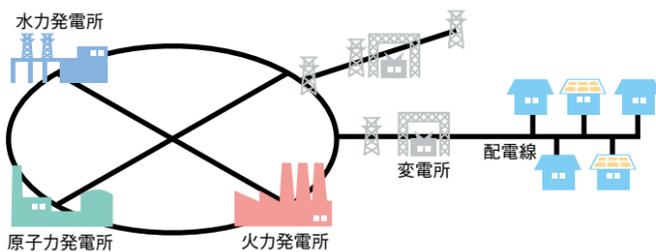


井熊均氏『次世代エネルギーの最終戦略』より作成

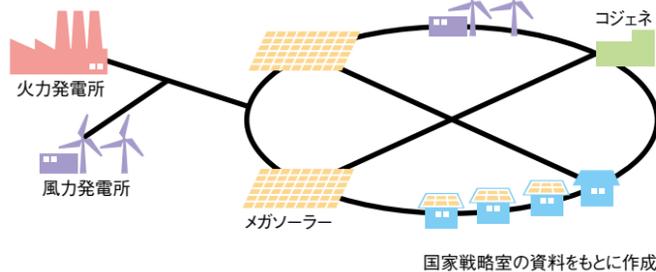
集中型と分散型電源システム

分散型電源システムとは、電気の需要地から遠い原子力、大規模水力・火力等の集中型電源を軸としたシステムとは異なり、電気の需要地で再生可能エネルギー、コージェネレーション(コジェネ)、燃料電池等を用いて発電される電気を使うシステム。

〈集中型電源システム〉



〈分散型電源システム〉



国家戦略室の資料をもとに作成

百年先を見据え、正しいエネルギー選択を

堀義人 グロービス代表



ほり よしと
 グロービス代表／グロービス経営大学院学長
 1962年茨城県生まれ。京都大学工学部卒、ハーバード大学経営大学院修士課程修了。住友商事を経て、92年グロービス設立。若手起業家が集うYEO (Young Entrepreneur's Organization 現EO) 日本初代会長、世界経済フォーラムが選ぶNew Asian Leaders日本代表など歴任。経済同友会幹事。著書『創造と変革の志士たちへ』『吾人の任務』など。昨年八月、孫正義・ソフトバンクグループ代表とエネルギーの「トコトン議論」を展開、話題を呼んだ。
<http://www.globis.co.jp/>

3・11以降、原子力をめぐる日本社会の状況は一変した。二〇三〇年までに原子力の割合を五三%に高めると定めたエネルギー基本計画(二〇一〇年六月閣議決定)は、ほとんど議論もないうまま白紙撤回され、国会議員や首長、起業家といった社会的影響力の大きい人までが「もう原子力は要らない」「これからは再生可能エネルギーだ」と、根拠に乏しい理想論を声高に叫ぶようになった。

本質が議論されていない状況に、私は危機感を覚える。
 中長期的なエネルギー政策を考える際、私は次の四つの視点を総合的に検討する必要があると思っている。

第一は、エネルギー安全保障の視点。日本には、いわゆる「ABC包囲網」で資源輸入を絶たれたことから第二次世界大戦に突き

進んだ苦い歴史がある。エネルギー自給率僅か四% (原子力を国産と見なしても二〇%) の日本が、あの過ちを二度と繰り返さないための基本は「多様性」だ。石油・ガス・石炭という化石燃料、原子力、そして太陽光・風力・地熱・水力などの再生可能エネルギーといったエネルギー源はもちろん、資源の輸入先も可能な限り多様化し、安全保障を高める必要がある。

第二は、五十年先、百年先の未来を考えることだ。ここ数年、エネルギー業界はシェールガスの登場に沸いているが、これによって多少期間が延びたとしても、化石燃料がいずれ枯渇することは避けられない。一方、世界人口は二〇八三年に十億人を超えると予測されている。化石燃料が枯渇した後、選択肢は再生可能エネルギーと原子力しかないが、再

生可能エネルギーだけで、この膨大な人口をどうやって賄うのか。

第三の視点は、実現性・安定性・経済性だ。私は再生可能エネルギーの推進には大賛成だが、太陽光や風力は実現性(膨大な設置面積)、安定性(気候条件による出力変動)、経済性(電気料金・設備利用率)の面で課題が山積していることは事実であり、原子力に代わる安定的なベースロード電源にはなり得ない。

そして第四は、環境・命への影響。3・11後、言及される機会が減っているが、温暖化対策は今も重要課題であることに変わりなく、発電時にCO₂を排出しない原子力と再生可能エネルギーの優位性は揺らいでいない。福島事故で近隣の人々に大きな負担をかけているが、原子力自体は石炭・石油などと比べ

発電電力量あたりの死亡者数が極めて少ないというデータがあることを知っておきたい。

これら四点を総合的に検討すると、脱原子力は非現実的な選択だ——そう私は言い続けてきたし、脱原子力を唱える人に論戦を挑み、偏りがちな世論に一石を投じたという手応えもあった。

しかし大変残念なことだが、その後また、正当な議論を封じる空気が社会に蔓延している。原子力に肯定的な意見を言うだけでパッシングの集中砲火を浴びるから、我が身に火の粉が降りかかるのを避けるため、多くの人が口を閉ざしてしまふ。本質的な議論どころ

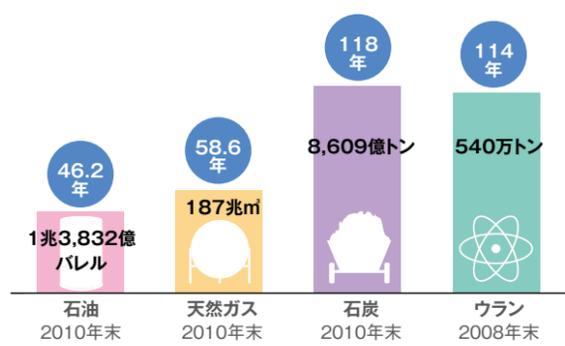
か、言論の自由さえ脅かされつつある危険な状態だ。

ただ、今の日本にはあまり迷走している時間がないことも確か。輸出企業は円高に喘ぎ、貿易収支は一九八〇年以來三十一年来ぶりの赤字に転落。財政破綻の危機が見え隠れするなか、このまま原子力発電所の再稼働もできないと、火力燃料費の増大による電気料金の高騰・産業の空洞化・国内雇用の喪失・自殺者の増加という事態すら招きかねない。原子力に反対する人はしばしば「カネより命が大事」と言うが、何より命が大事だからこそ、経済を悪化させることは避けなければならない

いのだ。

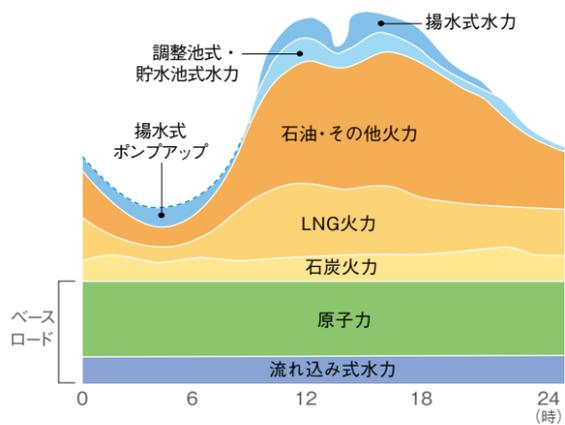
政策として何が正しいか、現実的な議論をすべき。原子力をなくせというのは無責任な議論だ。百年先を見据えて原子力を持ち続ける。そのことを産業界がもっと発言すべきだし、電力会社はどんなに批判されようと毅然として「正しいことは正しい」と言い続けなければならぬ。福島事故を猛省しながらも、悲しみや苦しみを乗り越え、冷静に、堂々と議論して世論を動かす——そんなリーダーシップが切に求められている。

エネルギー資源確認可採埋蔵量と可採年数

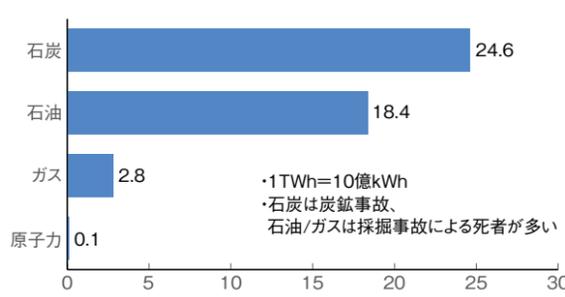


*ウランの可採年数は確認可採埋蔵量を年需要量で除した値
 出所:BP統計2011, OECD/NEA-IAEA, URANIUM2009

ベースロード電源とは



ヨーロッパにおける発電電力量1TWhあたりの死亡者数



出所:Electricity generation and health, Anil Markandya and Paul Wilkinson, TheLancet Vol.370 September 15, 2007



震災後、堀さんが発起人となって立ち上げたKIBOWプロジェクト(福島)。希望を持ち、日本を良くするという強い意志を持って被災地の人々と交流、世界と協力しながら日本の復興を遂げようという民間プロジェクトだ

コストを左右する「条件」に目配りを

植田和弘 京都大学教授



うえた かずひろ
京都大学大学院経済学研究科教授／同地球環境学堂教授（環境経済学）1952年香川県生まれ。京都大学工学部卒、大阪大学大学院工学研究科博士課程修了。京都大学助教授を経て、94年教授。この間、ロンドン大学／未来資源研究所留学。持続可能な発展の重層的環境ガバナンス、環境制御の財政理論、循環型社会の理論と政策などを研究。著書『環境経済学』、共編著『国民のためのエネルギーの理論と実践』『環境経営イノベーションの理論と実践』など。総合資源エネルギー調査会基本問題委員会委員、コスト等検証委員会委員。
<http://www.econ.kyoto-u.ac.jp/>

日本はこれまで国策として原子力発電を推進してきたが、その論拠の一つは原子力の発電コストが安価（二〇〇四年総合資源エネルギー調査会試算で五・九円）ということだった。しかし本当に原子力は安いのか？

例えば立命館大学の 大島堅一教授は、二〇一〇年、原子力発電所の立地交付金など「それがなければ発電できない」費用も発電コストに含まれば原子力は決して安くはない、と問題提起。実際、立地費用等を加えた大島試算では、水力四・〇円、火力九・九円、原子力一〇・七円（いずれも一kWhあたり）と、原子力は最も割高だ。

但し、この計算は一九七〇～二〇〇七年度の有価証券報告書の記載データに基づいており、比較的新しい発電所が多い原子力よりも、減価償却の終わった古い発電所が多い水力の

ほうが安価になっている。過去の実績値としては貴重だが、安価だった水力発電所を今から建設できるかと言えれば難しく、今後の電源選択の目安にはなりにくい。

一方、将来的なコスト試算としては、O E C Dなどがモデルプラントを想定し「発電コスト＝発電に要する費用（資本費、燃料費、運転・維持費）÷発電電力量」という公式を用いて算出している。

発電単価は安い方がいいが、電源ごとに発電に要する費用の構成が異なるため、安くするには何をすべきかも違ってくる。

例えば原子力は他電源に比べ、資本費の割合がずば抜けて高い。だから運転年数が長く稼働率が高くなればコストは下がるが、逆に運転年数が短く稼働率が低いと割高になる。つまり「原子力が安い」というのは全面的に

正しいわけでも、間違っているわけでもない。「どういふ条件で運転するか」によって大きく違うのだ。

また、燃料費の割合が高い火力発電は、燃料が高騰すれば割高になる。自然エネルギーは一種の地域資源だから、条件の良い地域では風力発電も原子力や石炭並みの経済性だが、現状の風力発電を日本全体で見れば設備利用率は二〇％にも満たない。だからやるべき地域とそうでない地域がある。ポテンシャルが大きい地熱もほとんどが国立公園内のため諸規制が開発を阻んでいるし、バイオマスは運搬コストによって燃料費が変動する。

このように電源ごとに特性が異なり、試算条件で違ってくるのに、それを脇へ置いて「原子力は安い」「いや高い」と結果だけ言うのは、ミスリードを招く。多少複雑でも「こ

ういふ条件下で運転すれば、いくら」と、丁寧な情報公開をしていくべきだ。

ちなみに私は、新たに加えるべき条件として「環境費用」を提案してきた。原子力のバックエンド対策、火力のCO₂対策、風力の騒音対策など、どの電源も何らかの環境対策費は必要になるからだ。

もう一つ、電源を考える際に重要な選択肢となり得るのが「節電所」だ。これまで電源といえ供給力ばかりに眼を向けがちだったが、例えば節電することによって、五〇kWの

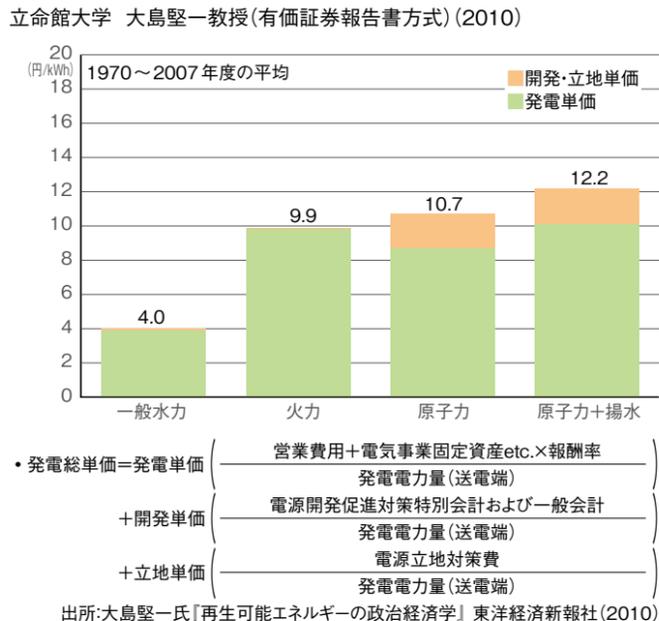
電気が必要なところを三〇kWに抑えれば二〇kWの電気を生み出したことになる。しかもこの「節電所」は建設費要らずで、その気になれば今日からでも稼働できる。

東京電力管内では昨夏一五％の節電を達成したが、その背景には人々の意識変化がある。電気はこれまで「カネさえ払えばいくら使ってもいい」と自由財的に扱われていたが、「いやそうじゃない、コモンプール・リソース、みんなで分かち合う共有資源だ」と認識され、社会が適応力を発揮したのだと思う。

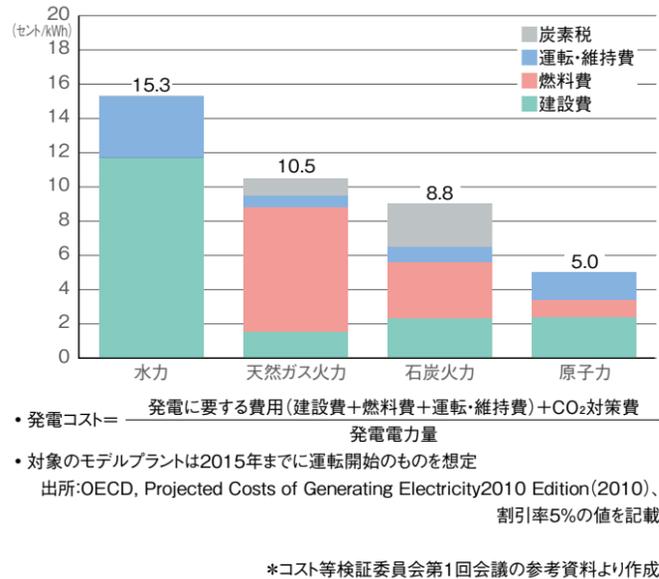
昨年暮れ、「コスト等検証委員会」は発電原価だけでなく事故リスク対応費やCO₂対策費、交付金等政策経費も加味して試算した報告書を提出。原子力は八・九円/kWh以上だと示された。フクシマ事故が提起したのは、大規模集中電源のリスクだ。今後、発電コスト試算にも現れた各電源の特性も踏まえ、強靱なエネルギーシステムを再設計できれば、「エネルギー消費は減っても経済は成長する」社会の実現もあながち夢ではないだろう。

日本のエネルギーをどうする？

発電コスト試算の比較(日本)



OECD (モデルプラント方式)(2010)



今こそ拙速を避け、深い議論を

秋元圭吾 地球環境産業技術研究機構 グループリーダー



あきもと けいご
地球環境産業技術研究機構 (RITE) システム研究グループ
グループリーダー・副主席研究員
1970年富山県生まれ。横浜国立大学工学部電子情報工学科卒、同大学院工学研究科博士課程修了。RITE入所、2007年より現職。その間、国際応用システム分析研究所 (IIASA) 客員研究員。専門はエネルギー・地球環境を中心としたシステム、政策の分析・評価。発電コストの推計を行う。国家戦略室エネルギー・環境会議コスト等検証委員会委員。東京大学大学院総合文化研究科客員教授。
http://www.rite.or.jp/

福島第一原子力発電所事故を機に、原子力への逆風が強まり、従来メリットとされてきた「経済優位性」にも疑問の眼が向けられるようになった。なかには「安全がすべて。コストなんてどうでもいい」という意見もあるが、これは大きな誤りだと最初に指摘しておきたい。

例えば今流行のスマートフォンなら、利用者は従来の携帯電話になかった新しいサービスを楽しむことができるから、多少料金が高くてもいいだろう。しかし電気の場合、高い電源だろうと安い電源だろうと得られる効用は基本的に同じだから、電気代が高くなれば、その分、他の用途に回すお金を削らざるを得なくなる。「再生可能エネルギーが増えるなら多少電気代が上がってもいい」という人もいるが、「多少上がる」のは我が家の電気代だ

けではない。産業から社会まで、あらゆる分野で経済に悪影響を及ぼし、雇用が失われることにもなりかねない。もちろん安全確保は重要だが、経済の根幹を担うコストを疎かにすることはできない。

では原子力でつくる電気は本当に安いのか。二〇〇四年に経済産業省が行った試算では、原子力の一 kWhあたり発電コストは四・八円(六・二円。これに対し、昨年十二月にエネルギー・環境会議のコスト等検証委員会が見直した試算では、下限で八・九円(今後、事故の損害額が五・八兆円から一兆円増えることに〇・二円増)。〇四年試算と比べ、原子力の発電コストが大幅に上昇しているのは、福島第一原子力発電所事故を受けての追加的安全対策費用をはじめ、立地交付金や研究開発費といった政策経費、事故リスク対応費用など

が追加されたためだ。

私自身、委員会メンバーとして議論に加わっており、全体の相場観としては妥当だと思っているが、多少疑問がないわけでもない。例えば将来起こり得る原子力事故への対応費用。これをどう見るかは意見が分かれたところだが、私としては「コストはコスト、リスクはリスク」と分けて考えたほうが良いと思う。しかし今回の試算では、事実上、フクシマレベルの事故が四十年に一度起きるという仮定で算出された。この費用は四十年間事故が起きなければ不要になるわけで、八・九円を下限とするのはおかしい。原子力事故のリスクを過大に見積もってしまうと試算の有用性が失われるばかりか、経済への悪影響など別のリスク認知を疎かにし、間違った選択に導く危険性がある。

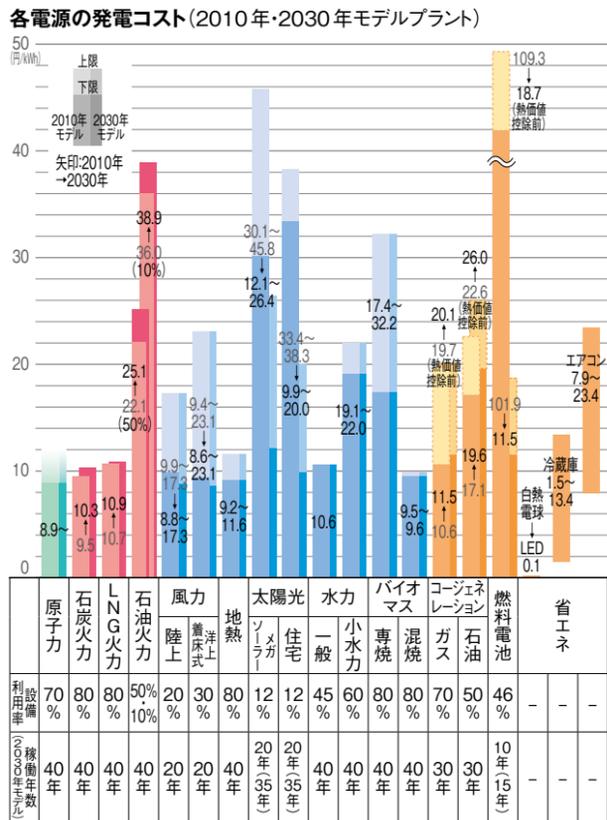
一方で、今回の試算では系統安定化費用、電源線費用、電力会社の広告・寄付金などをコスト計上していないが、なかでも大きいのは、太陽光や風力の拡大に伴い増大するとみられる系統安定化費用。今後、技術革新や量産効果でパネルなどの値段が下がっても、系統安定化費用が一 kWhあたり五〜十円になる可能性があり、再生可能エネルギーの発電コストがトータルで下がることは期待しがたい。しかし今回は、「導入量に応じて試算するのが適当」として計上が見送られた。

このように見ると、今回の試算は「原子力

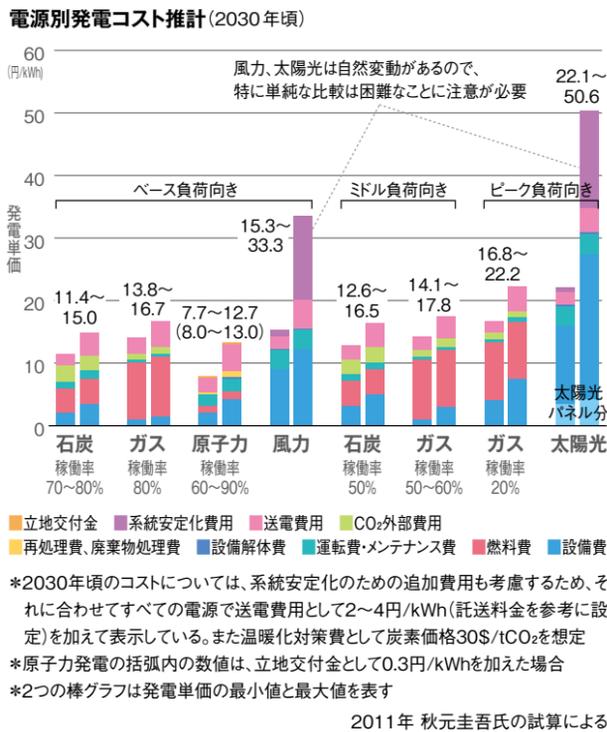
にやや辛い」設定になっていると言えなくもない。にもかかわらず、原子力は石炭火力や地熱と同等の経済性を有する結果になったことは、やはり「原子力をつくる電気は相対的に安い」のである。

ず、結果の数字だけがメディアで独り歩きしているのは少し気がかりだ。原子力の事故だけがリスクではない。高い再生エネの大量導入で経済が悪化するのもリスクなら、安価な石炭に頼ってCO₂排出を増やすのもリスク、化石燃料の増大で海外へ資金が流出してしまうのもリスクだ。こうしたさまざまなリスクを総合的・客観的に検討して、ベストミックスの道を探っていくかなければならない。今こそ拙速を避け、深い議論を重ねていくべきではないだろうか。

日本のエネルギーをどうする？



*CO₂対策費用(石炭火力の場合、2.5円→3.0円)、原子力の事故リスク対応費用(現時点で判明している損害額約5.8兆円=0.5円/kWh、政策経費(立地交付金など原子力の場合、約3183億円=1.1円/kWh)等の社会的費用も加算)
*事故リスク対応費用は、原子力事業者が40年間で積み立てるという前提で算出。出所:コスト等検証委員会報告書(2011年12月)



私たち1人ひとりが考えたいエネルギー問題。
発電時にCO₂を出さないクリーンな国産エネルギー・
太陽光や風力など再生可能エネルギーから、火力、原子力まで、
各エネルギーの基本的な情報を紹介する――



関西電力 舞鶴発電所 (バイオマス混焼石炭火力)

舞鶴発電所1号機では、2008年6月から、木質ペレットと呼ばれるバイオマス燃料を石炭に混ぜて燃やすことにより、年間約9万トンのCO₂を削減している。



バイオマス発電

木材や牧草、農業残渣、下水汚泥など生物由来の資源(=バイオマス)を燃料として、直接燃焼して得られた熱で発電する方法と、バイオマスから得たガス(バイオガス)を利用して発電する方法がある。地球全体でCO₂量を増加させないカーボンニュートラル*なエネルギーであり、2007年度の発電実績・約32億kWh。

原料の収集運搬にかかるコストが高いことなどから、地産地消の利用が望ましいとされている。

*カーボンニュートラル：バイオマスも燃やすとCO₂が出るが、原料となる動植物は生育過程で大気中のCO₂を吸収しているため、地球全体でCO₂はプラスマイナスゼロになるという考え方

小水力発電

大規模水力の適地がほぼ開発された日本では、一般的に水を貯めることなく小規模な河川や農業用水路等の水流をそのまま利用する中小水力発電(設備容量3万kW未満；固定価格買取制度対象)の活用が期待されている。

但し、水利権等の諸規制の制約を受けるため、行政手続きの明確化や迅速化への改善などが課題。

関西電力 大桑野尻発電所

ダム下流の景観保全など河川環境維持のための放流や未利用落差を利用した小水力発電所(最大出力490kW)。2011年6月運転開始。CO₂削減量は年間約1,300トンを見込んでいる。



関西電力 堺太陽光発電所

大阪府堺市臨海部の約21ha(甲子園球場5個分)の土地に広がる、日本最大級の太陽光発電所。2010年10月、日本の電力会社初のメガソーラー発電所として一部運転開始、11年9月から全面運転を行っている。最大出力1万kW(10MW)、発電電力量約1,100万kWh/年で、3,000世帯分の年間消費電力を賄い、CO₂削減量は年間約4,000トンになる。

地熱発電

火山国・日本は世界第三位の地熱資源国。地下深部のマグマに眠る膨大なエネルギーを蒸気の形で取り出して利用する地熱発電は、資源小国・日本で大きな期待が持たれている。地熱発電は現状、自家発電含め全国18カ所、九州と東北にほとんど集中。2007年度の発電実績は約30億kWh、導入ポテンシャルは国立・国定公園の特別保護地区などを除き、かつ150℃以上の熱水資源が利用できる場所で約260億kWh。その出力安定性も勘案すると、条件の劣る場所も活用することにより、ベース電源の一定部分を担うことが期待される。

導入可能量拡大には、国立・国定公園内への立地に必要な許可要件の明確化や、地元温泉関係者等との共生など政策的課題の解決、技術開発・実証研究などの推進が必要となる。

風力発電

風況の良い地域では経済性を発揮する風力発電。陸上風力発電は、2007年度の日本の発電実績・約28億kWh、導入ポテンシャルは保安林や国有林等を除く風況の良い場所で約2,700億kWhと、再生可能エネルギーのなかで比較的高い。開発が進む洋上風力とあわせるとポテンシャルはさらに高まる。但し実際の開発には電力系統への接続などを併せて考える必要がある。日本で風況の良い地域は主に北海道/東北/九州であり、これらの適地は現状の電力系統から遠く離れていることが多い。導入拡大には、系統の抜本的強化や制度改革など多くの政策的課題を解決する必要がある。

*なお関西電力グループも風力発電事業に取り組んでおり、兵庫県淡路市北部の丘陵地帯に、出力12,000kWの風力発電所(2,000kW×6基)を建設、2013年2月運転開始予定。約1万世帯分の電気を賄い、CO₂削減量は年間約7,000トンを見込んでいる。

太陽光発電

ドイツ・スペインに次ぐ世界第3位の導入実績を持つ日本の太陽光発電(2009年設備容量)。家庭の屋根などに設置できる手軽さから導入が進んでおり、2009年度の発電実績は約11億kWh(参考：原子力2,785億kWh)、導入ポテンシャルは比較的条件が良いと考えられる場所で約930億kWh。こうした場所をフル活用できれば、夏のピーク時の需給改善を助ける電源として期待される。

普及には、低コスト化に向けた技術開発、耕作放棄地やマンション・工場等の壁面などへの設置促進のための制度改革などが必要とされている。また太陽光は日射量の変化による出力変動が大きく、その変化も速いため、電力系統への大量接続が電気の品質に影響を及ぼさないよう系統安定化対策も不可欠になる。

火力発電

火力発電は電力需要にあわせて柔軟に対応できることから、ピーク・ミドル電源としてはもちろん太陽光や風力などのバックアップ電源としての役割も担う。CO₂排出がネックだが、日本の火力発電の熱効率は世界的に高水準。特に最新の石炭火力の熱効率は世界最高効率を誇る。LNGコンバインドサイクル発電（ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせた発電方式）をはじめ、石炭でも、石炭をガス化しコンバインドサイクル発電を行うIGCC（石炭ガス化複合発電）など高効率化への取り組みが進んでいる。

原子力発電

原子力発電は、発電段階においてCO₂を全く排出せずに大量の電力を安定して供給することができ、また使用済燃料を再処理すれば再利用できることから、資源小国・日本の重要なベース電源としての役割を担う。反面、放射線の慎重な管理が必要であり、福島第一発電所事故以降、今後原子力をどうするか、エネルギー政策見直しの議論が行われている。



関西電力 堺港発電所
(LNGコンバインドサイクル発電)

まずLNGを燃やしてできた燃焼ガスでガスタービンを回して発電、その排熱で発生させた蒸気により蒸気タービンを回してダブルで発電するコンバインドサイクル発電を行っている堺港発電所。熱効率は世界トップクラスの58%。さらに関西電力では姫路第二発電所のコンバインドサイクル化も進めており、こちらは熱効率60%に向上予定だ。

各エネルギーの特性

| エネルギー | 供給安定性／安全性 | 環境性 | 経済性(2010年→30年) |
|-----------|--------------------------------|--|---|
| 再生可能エネルギー | 太陽光 | ● 発電時にCO ₂ を出さない | ●33.4~38.3→ 9.9~20.0円/kWh ●設備にかかるコストが高い |
| | 風力 | ● 発電時にCO ₂ を出さない | ●陸上:9.9~17.3→ 8.8~17.3円/kWh ●洋上:9.4~23.1→ 8.6~23.1円/kWh ●設備にかかるコストが高い |
| | バイオマス | ○ カーボンニュートラル | ●17.4~32.2円/kWh (木質専焼の場合) |
| | 地熱 | ● 発電時にCO ₂ を出さない | ●9.2~11.6円/kWh |
| | 小水力 | ● 発電時にCO ₂ を出さない | ●19.1~22.0円/kWh |
| 火力 | 石炭火力 | × 864g-CO ₂ /kWh | ●9.5→10.3円/kWh |
| | 石油火力 | × 695g-CO ₂ /kWh | ●22.1→25.1円/kWh* 36.0→38.9円/kWh |
| | LNG火力 | △ 476g-CO ₂ /kWh(コンバインドの場合376g-CO ₂ /kWh) | ●10.7→10.9円/kWh |
| 原子力 | ● 発電時にCO ₂ を出さない | ●8.9~円/kWh | |

*上段は設備利用率50%の場合、下段は同10%の場合

国家戦略室、経済産業省などの資料をもとに編集部まとめ

世界は いま

3・11後のエネルギー政策

エネルギーの安定供給、経済性、環境保全、そして原子力の安全性確保。いくつもの命題を抱えてエネルギー政策を模索しているのは、もちろん日本だけではない。

3・11から一年——「フクシマの衝撃」を経た世界各国は、自国のエネルギー政策について、どのような将来像を描いているのだろうか。各国関係者や専門家を訪ね、話を聞いた。

原子力維持・撤退に二分する世界

「東日本大震災前まで、世界は『原子力カルネサンス』と呼ばれるほど原子力への期待が高まっていたが、3・11を機に状況は大きく変わりました。しかし一部のメディアが喧伝するように、世界中が脱原子力に向かっているわけではありません」

そう口火を切ったのは、諸外国の電力事情に詳しい海外電力調査会企画部副部長の東海邦博さん。世界は今、今後原子力力の維持・拡大をめざす国と、縮小・撤退に向かう国の二手に分かれているという。

典型的なのがヨーロッパだ。EUにスイスを加えた二十八カ国のうち、運転中の原子力発電所を持つ国は二〇一一年一月時点で十五カ国。このうち、原子力発電の設備容量で世界第二位の原子力大国フランス、第九位のイギリスなどは、3・11後、いち早く原子力堅持を表明した。

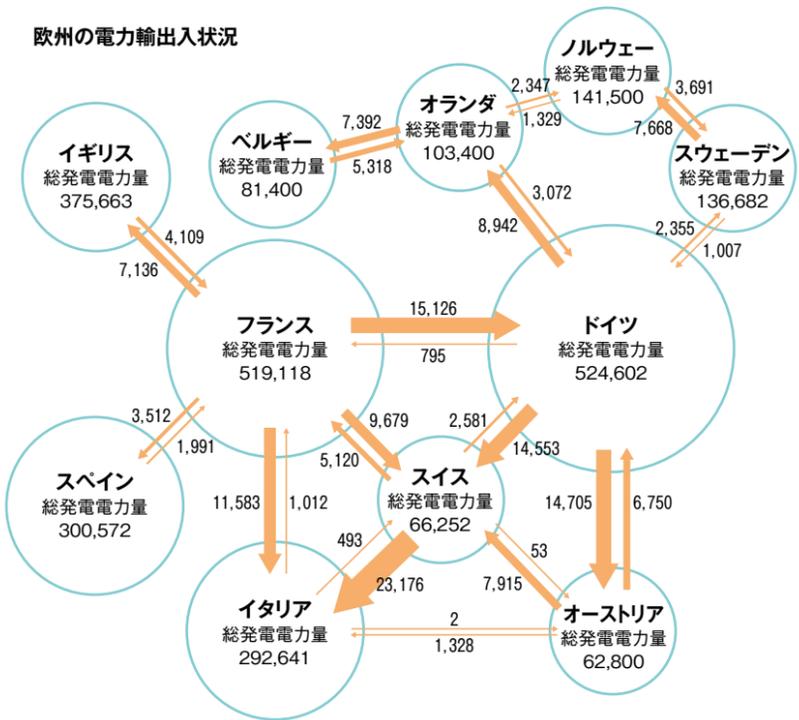
一方、ヨーロッパでフランスに次ぐ原子力大国だったドイツは、二〇二二年までに自国の原子力発電所を全廃する方針を決定。二十数年ぶりの原子力再開をめざしていたイタリアも、国民投票で否決され、新規建設を断念した。さらにスイス、ベルギーでも、段階的に縮小・廃止していく方針を決めた。

「ヨーロッパは一九八六年のチェルノブイリ事故の影響が大きかったから、もともと原子力に対して神経質。加えて、チェルノブイリは旧ソ連が建設した安全性の低い炉だったから事故が起きたといわれてきたのに対し、今回は彼ら自身が使っていると同様の炉で事故が起きた。しか

達成に向けた施策を一齐に導入。いわばEUは再生可能エネルギー拡大に「巻きが入っている」状態です」と東海さん。

FITは一九九〇年にドイツで始まり、今では世界四十カ国余りが導入している。日本でも今年七月からスタートするが、EUではフランス、イタリア、スペインなど、既に二十カ国が導入済みだ。

「このうちスペインでは買取価格が高過ぎ、それを電気料金に転嫁できないしくみになっていたので電力会社の経営が悪化したり、ドイツでは電気料金が高騰するなど、行き過



単位: GWh (1GWh=100万kWh)

→ 電力の輸出入

出所: 各国の総電力量は海外電力調査会「海外電気事業統計2011」、電力輸出入は ENTSO-E Statistical Yearbook 2010

海外の電気事業に関する調査研究などを行う海外電力調査会の
上席研究員 木村悦康さん(左)、企画部副部長 東海邦博さん



もあのハイテク・ニッポンで！これは大変なことだと。なかでもドイツは日本と同じ技術立国だけに、非常に深刻に受け止めたのではないだろうか」

今回、脱原子力に動いた国々は、ほとんどがチェルノブイリ事故後に脱原子力を決めた国。それが地球温暖化問題の深刻化を受け、CO₂を出さない原子力を見直そうとしていた矢先にフクシマ事故が起き、いわば元に戻った状態だという。

しかし、「世界を見ればアメリカはじめ中国・インドなど新興国でも、引き続き原子力を推進する国は多い。とりわけアメリカは、あくまでも市場で原子力がどれだけ経済性を持てるかを判断基準にしているため、3・11後も、ヨーロッパに比べれば極めて冷静に動いている」と、同じ海外電力調査会の上席研究員・木村悦康さんは見る。

EUで進む20—20—20戦略

とはいえ脱原子力の動きがあるなかで、太陽光や風力など再生可能エネルギーの人気は一貫して続いている。特に積極的なのはヨーロッパだ。

二〇〇九年、EUは新たな気候変動対策として、二〇二〇年までにEUトータルで、①温室効果ガスを一九九〇年比二〇%削減、②最終エネルギーに占める再生可能エネルギーの割合を二〇%まで引き上げ、③エネルギー効率を二〇%向上、という三つの政策目標を掲げている。

「この『20—20—20戦略』のうち、③は努力目標ですが、①と②はEU指令による強制目標。そのため多くの国が再生可能エネルギーの固定価格買取制度(FIT)など目標

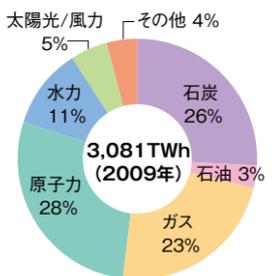
きも指摘されており、現在、価格設定の見直しが始まっている。けれどもFITが再生可能エネルギーの拡大に効果的なのは事実。特にドイツでは太陽光発電の導入が飛躍的に進み、二〇〇五年、日本を抜いて導入量世界一になりました」

あまり知られていない、それぞれの事情

EU指令により一齐に再生可能エネルギー開発を進める欧州各国。東海さんによれば、「原子力については反対の国もあるが、再生可能エネルギーにはどの国も賛成する。だから強制目標を設定して開発を進められる。但し、誤解してはいけないのが、再生可能エネルギーと見られているドイツもスペインも、最も多いのは化石燃料だという事実です」。脱原子力や新設凍結を選択する限り、CO₂削減という強制目標を達成するには、再生可能エネルギーに力を入れざるを得ないという事情もあるようだ。

ただ、少し状況が異なるのはスイスだ。スイスは五基の原子力発電所で三八%の電力を賄っているが、3・11後、政府は二〇三四年までに段階的な閉鎖を決めた。しかし風力や太陽光は観光資源を破壊する怖れがあり、進めるならばイオ燃料だが、需要を満たすには結局、ガス火力が不可欠。これは原子力を火力で置き換えることになり、CO₂問題は残る。

先頃、スイスに行ってきた東海さんによれば、一九六九年



EUの発電電力量構成

・1TWh=10億kWh

・EU加盟国のうちOECD加盟21カ国の合算値

出所: IEA, Energy Balances of OECD Countries 2011

に運転開始したスイス最古のベツナウ原子力発電所の人々は、「脱原子力といってもまだ最終決定ではないので、我々は二〇三〇年までの運転延長計画を立てている」と話していたという。

それぞれの国にそれぞれの事情がある。EUの場合は全体目標を決め、あとは各国の国情に応じてエネルギーミックスを進めている。各国の人の声を直接聞こうと取材を続けた――。

GERMANY

ドイツ

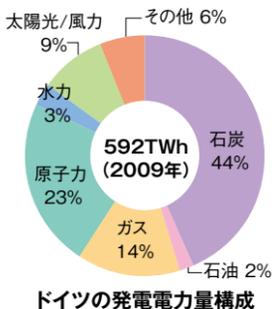
原子力は「つなぎの技術」だ

世界一のソーラー大国であり、世界第三位の風力大国、そして脱原子力に大きく舵を切ったドイツ。日本でもしばしば先進モデルとして紹介される彼らは、今後どのようなエネルギー体系を形づくろうとしているのか。

東京・広尾のドイツ大使館。経済部のアクセル・ゲーナー参事官を訪ねると、「今、ドイツのエネルギー政策は、脱原子力と再生可能エネルギー拡充を二本柱として掲げています。但し、我々は、フクシマ事故によって脱原子力を決めたわけではありません」と切り出した。

ドイツではもともと原子力の安全性への不安が根強く、既に一九七〇年代に憲法裁判所が「一〇〇％安全とは言えない」という見解を提示。二〇〇〇年には政府と電力会社

天然ガス一四％、石油二％
（二〇〇九年時点、小数点以下四捨五入）。この数字を見るだけでも、原子力をいきなり半減したうえ、十年後にはゼロにする影響は決して小さくないと想像される。



出所：IEA, Energy Balances of OECD Countries 2011

まして現状二割にも満たない再生可能エネルギーを四十年後に四倍以上に拡大することなど、本当に可能なのだろうか。

「もちろん一朝一夕に実現できることはありません。再生可能エネルギーが原子力の代替として信頼のおける供給源になることを大前提に、長期的な計画を立てて進めなければなりません」

それには、まず「送配電網の整備」が不可欠だという。ドイツでは現在、風力のウェイトが高いが、風力に適した地域は北部に多いのに、工場は南部に集中。このため政府は昨年六月、エネルギー送電網拡充加速法を制定し、できるだけ速やかに南北を結ぶ送電網を整備すると決定。また再生可能エネルギーは自然条件によって出力が変動するので、安定利用するには「蓄電技術」も不可欠と考え、産官学が連携して早期実用化をめざしている。

さらに再生可能エネルギー拡充と表裏一体で推進すべきは、交通・家庭部門を中心とする「省エネルギー」だ、とゲーナーさんは言う。特にエネルギー効率の良い住居づくりを重視しており、建築技術の開発やインセンティブ策の充実に注力。これらの施策は、多くの省庁が横断的に推進しているという。



ドイツ大使館のアクセル・ゲーナー経済担当参事官

ドイツ南部バイエルン州にあるグラーフラインフェルト原子力発電所。2つの冷却塔がランドマークになっている

が脱原子力で合意し、二〇〇二年に原子力法を改正。今後原子力発電所の新設はせず、段階的に撤退していくと決定した。その後、二〇一〇年に政府は原子力発電所の稼働期間を延長する方針を打ち出したが、その際も原子力は再生可能エネルギーが普及するまでの「つなぎの技術」という位置づけは変えなかった。

「つまり脱原子力は、ドイツにとって方針転換でなく既定路線。ただフクシマ事故の影響でスピードが速まったのは事実です」と。

実際、3・11後のドイツの動きは素早く、事故から三日後の三月十五日には、国内にある一七基のうち確実に安全性が確認されなかった八基の運転を停止。二カ月後の五月、二〇二二年までにすべての原子力発電所の運転を順次停止し、原子力から完全撤退すると発表した。

「ドイツは電力ネットワークで結ばれたヨーロッパの真ん中に位置していて、ヨーロッパ全体のエネルギー供給の安定にも責任がある。原子力を一気に全廃することはできないので、段階的な停止を決めたのです」

同時に、再生可能エネルギーをこれまで以上に積極拡大する方針も決定。九月、メルケル首相は脱原子力と並ぶエネルギー政策の柱として、総発電量に占める再生可能エネルギーの割合を、二〇二〇年に三五％、二〇五〇年には八〇％にするという目標を発表した。

「電力の八割を再生エネ」は可能か

とはいえ3・11以前のドイツの電源別発電電力量構成は、石炭四四％、原子力二三％、再生可能エネルギー一八％、

GERMANY



反対意見のないエネルギー源はない

但し、とゲーナーさんは続ける。

「ドイツがエネルギー政策で重視しているのは、安定供給、競争力確保、安全性、環境配慮です。原子力は安全面のリスクが高いと考える国民が多く、脱原子力を選択しましたが、原子力に限らず、すべてのエネルギーには必ずメリットとデメリットがあります」と。

例えば再生可能エネルギーはコストが高く、政府が決定したエネルギー転換によって高い電気料金を国民が支払わなければならない現実があるというが、では、産業界はその負担を受け入れられるのか。

「日本と同様、ドイツは自動車や化学、機械分野で高い競争力を誇る技術立国です。急激なエネルギー転換によって、こうした産業の競争力を削ぐことは決してあってはならないと政府も認識しています」

このため再生可能エネルギーの利用にあたっては、電力多消費産業への費用負担の軽減策を法的に整備。同時に、特に産業界にとっては供給安定性が何より重要になるため、再生可能エネルギーが信頼できる供給源として確立するまでは、電源の四割以上を賄う石炭のクリーンコル化をはじめ、天然ガスの拡充も推進。昨年十一月には、バルト海経由でロシア→ドイツをつなぐ天然ガスパイプライン「ノルド・ストリーム」が稼動を開始した。

産業競争力確保にも手を打って、着実に再生可能エネルギーシフトが進んでいるように見えるが、再生可能エネルギーにも反対の声があるという。風力発電を近くに建てる



ドイツ・ノルトラインヴェストファーレン州にある風力発電。後ろに見えるのは石炭火力発電所



ドイツ・バイエルン州の田園に設置された太陽光パネル

GERMANY

などという人もいるため、ドイツ政府は洋上風力に力を入れることにしたそうだ。

「しかしエネルギー転換には必ずこうした負担や犠牲が伴う。その説明責任は政府にあり、政府としては社会のコンセンサスを得ることに努めるが、国民もまたそれを理解し、覚悟することが重要です」と、ゲーナーさんは少し厳しい顔になった。

取材の最後にゲーナーさんにもう一度「二〇五〇年までに再エネ八割、実現可能ですか？」と聞くと、こんな答えが返ってきた。

ドイツの原子力発電所



「非常にハードルの高い目標であるのは事実。私たちも日々『本当にできるのだろうか?』と問い続けています。ただこれは、達成できればドイツはエネルギー分野で先駆的役割を担えるだろうという政治的目標であり、施策を執行しながら常に見直していく。実行にあたってはEUとの国際協調は不可欠ですし、技術革新も必要だから日本はじめ多くの国々との協力も必要。二〇一二年は国連持続可能エネルギー年なので、政府間だけでなく事業者間でも国際協力が進むことを願っていますね」

SWEDEN

スウェーデン

原子力の「推進」「反対」という二択からの脱却

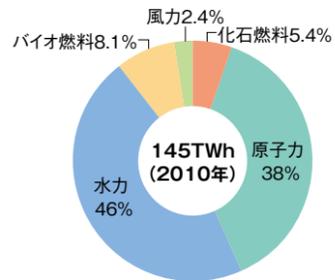
さてヨーロッパの脱原子力国といえ、一九八〇年、世界に先駆けて脱原子力を宣言したスウェーデンを思い浮かべる人も多いだろう。しかし以後三十余年、脱原子力一辺倒だったかという、話はそれほど単純ではない。

スウェーデンで脱原子力の気運が高まったのは、一九七九年に起きた米国スリーマイル島発電所事故がきっかけだった。翌八〇年、原子力開発の是非を問う国民投票を実施。いずれの選択肢も建設計画中の六基と稼動中の六基を含めた一二基からは拡大しないという前提のもと、投票が行われた。結果は、安全性を確保しつつ寿命を迎えるまで



SWEDEN

ヨーテボリ近郊のKladesholmen島の風力発電



スウェーデンの発電電力量構成
出所：IEA, Energy Balances of OECD Countries 2011

ギー政策で脱原子力以上に重視されているのが、化石燃料をゼロにするという目標。これは一次エネルギーでの目標であり、ここでは再生可能エネルギーを二〇二〇年までに五〇%にするとなっている。電力の場合、現状の電源別発電電力量構成を見ると、水力四六%、原子力三八%、バイオ燃料八・一%、風力二・四%、化石燃料(石油・石炭・天然ガス)五・四%と、既にCO₂を排出しない電源が実に九五%を占めている。とりわけここ十年でバイオマス利用は急増。また風力発電は二〇一一年に前年比七四%増、年間発電量約六四億kWhと中規模原子炉一個分まで成長。再生可能エネルギー比率は欧州で最も高い、とカールソンさんは言う。

「しかし今、原子力を全廃してしまったら、再生可能エネルギーのみでカバーするのはまだムリで、石炭火力を利用しているであろう国から購入せざるを得なくなる。それよりは再生可能エネルギーで賄えるようになるまで原子力をキープしておくほうがいい、という政治的な判断なのです」

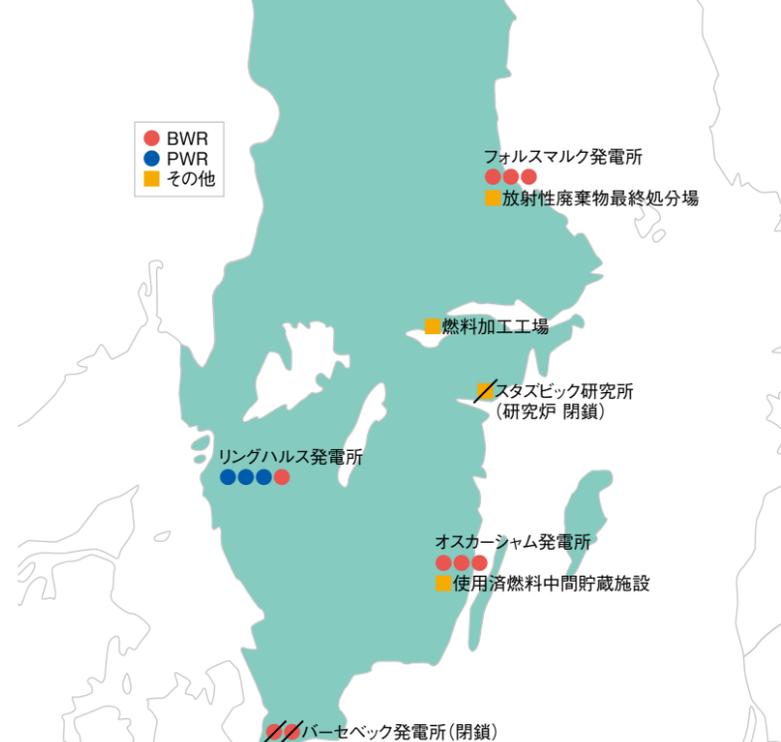
エネルギー・デモクラシーの歴史

カールソンさんが言うように、スウェーデンでは原子力に中立的な意見が意外と多い。同国の新聞社が二〇〇八年と二〇一一年三月二十二日に行った世論調査では、原子力廃止が一五%↓三六%、現状維持が三三%↓三六%、拡大が



スウェーデン大使館のアンドリュ・カールソン科学技術参事官

スウェーデンの原子力施設



四七%↓二一% (数字はすべて二〇〇八年↓二〇一一年)。フクシマ事故後、さすがに拡大を求める意見は半減し、反面、原子力の廃止を求める意見は倍増したが、現状維持を求める声は微増した。

スウェーデンはフィンランドと並ぶ原子力の最終処分事業先進国。二〇〇九年には処分事業を担当するSKB(スウェーデン核燃料・廃棄物管理公社)が、二カ所の建設候補地のうち、エストハンマル自治体・フォルスマルクへの建設を決定した。SKBは二〇一一年に最終申請を国に提出、現在は国からの承認を待っている段階で、順調に進めば二〇二三年頃に操業を開始する見通しだ。

最終処分費用の手当も始まっている。スウェーデンには

一二基の原子力発電所の利用を容認するとした案①が一八・九%、案①と同じだが国・地方自治体が原子力発電所を所有するとした条件付き容認の案②が最大票の三九・一%、原子力発電の拡張を拒否し、稼働中の六基も十年以内に閉鎖するとした案③が僅差の三八・七%というものであった。その結果を踏まえ、スウェーデン政府は国内一二基を二〇一〇年までに全廃することを決定し、一九九九年と二〇〇五年に一基ずつ商業運転の停止を実行した。

しかし二〇一〇年、「今後も一〇基以上には増やさないが、現存一〇基が寿命を迎えたら新たな原子炉へのリプレイスは可能」との国会決議がなされた。当時この決定は、世界で原子力回帰が進むなか、スウェーデンも脱原子力政策を撤回したと見る向きが多かったが、「必ずしもそうではない」と、スウェーデン大使館のアンドリュ・カールソン科学技術参事官は説明する。

「確かにリプレイスの道は開きましたが、『但し、国から事業者への財政支援は一切行いません。それでも経済的に見合うと判断したなら、事業者は政府に申請し承認を求めることができる』という条件付き。一方で再生可能エネルギーは補助金などで積極支援する方針を示しています」

昨年3・11直後に行われたシンポジウムで、当時の環境大臣は「スウェーデンで原子力は過去のもの、メインストリームではなくなった」と明言し、国内でもそれは受け止められたはずだ、と語る。

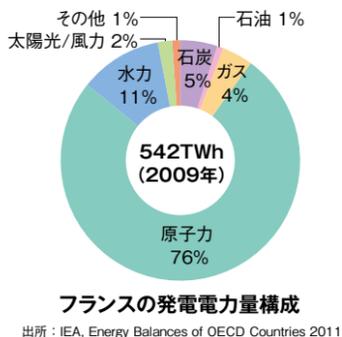
現時点で事業者からリプレイスの申請は一件もない。「当初予定の二〇一〇年までに全廃できなかったのは、やはり自動車や鉄鋼などスウェーデンの産業競争力の維持が重要だったからだ」そうだが、実はスウェーデンのエネルギー



スウェーデン・フォルスマルクの原子力発電所。最終処分場もこのフォルスマルクの地に建設される

原子力発電設備を有する四社を含め約二百の電気事業者があり、消費者は購入先を、どの会社からでも、どの電源構成からでも自由に選べる。そして原子力四事業者の電気料金には、処分費用が上乗せされている。

「国としては再生可能エネルギーを推進しているのですが、私たちの所属する政府機関は原子力の電気は買わないと決めています。フクシマ事故後、他国に比較して原子力発電所の性能な閉鎖を求める声が増えなかったのは『エネルギー・デモクラシー』の歴史があることが大きな理由」とカールソンさんは続けてくれた。ただ、国としては再生可



イルはないが、アイデアはある』をスローガンに、エネルギー自給率の向上と火力発電からの脱却をめざすようになりました」

なかでも重視したのが原子力だ。一九七四年、当時のメスマール首相は「原子力こそがフランスの将来を支えるエネルギー源である」と謳った原子力開発計画（メスマール計画）を発表。以後新設する電源はすべて原子力とし、火力発電所の新設は一切行わないなど、強力な原子力シフトを進めた。

結果、国内の原子力発電所は五八基、設備容量は六三一一万kW（二〇一〇年末時点）に上り、総発電量に占める原子力の比率は実に約七五％に達している。またエネルギー自給率は九％だが、原子力を含めると五〇％以上に上昇。エネルギーの半分を「自前」で賄えるようになった。

そして「フランスでは、再処理で分離されたウラン、プルトニウムを再利用している」とグゼリさん。確かにフランスは早くから使用済燃料の再処理を行っており、既にMOX燃料の装荷は二〇基以上。また高速炉開発も継続しており、二〇二〇年代初頭には第四世代炉のプロトタイプとなる原型炉の運転が始まる。

こうした再処理路線を継続する理由について、グゼリさんは「再利用可能な資源の有効活用と放射性廃棄物の減容」と明快に語り、高レベル放射性廃棄物の最終処分場も決まりつつあり、うまくいけば二〇二五年に操業開始予定だという。

FRANCE

英仏海峡に面したフランマンヴィル原子力発電所 ©EDF-Alexis MORIN



エネルギーの増加、すなわち化石燃料にも、原子力にも依存しない未来をめざしている。

「スウェーデンでは一九七〇年代から、自分はどういうエネルギーを使いたいかという議論を繰り返してききました。その積み重ねがあるから、今回のような事故が起きても、議論が振り出しに戻るようなことはないのだと思います」

FRANCE

フランス

オイルはないが、アイデアはある

脱原子力への一歩を踏み出したドイツ、一〇基以内なら事業者判断で撤退もリブレイスも可というスウェーデン。その一方で、3・11後も原子力推進の方針を堅持している国もある。ヨーロッパではフランスが代表格だ。

「フクシマ事故は我々にも大きな衝撃でしたが、今後も原子力を主軸としたエネルギー政策に変更はありません」と、同国大使館原子力部のクリストフ・グゼリ参事官も明言する。

フランスが原子力大国への道を本格的に歩み始めたのは、石油危機が世界を襲った一九七〇年代だ。

「フランスは日本と同様、国内にエネルギー資源がほとんどない国。一九七三年のオイルショックで深刻な影響を受けましたが、これを教訓としてエネルギー政策を転換。『オ

高い透明性が信頼を生む

原子力重視の政策は、フランス国民からも一定の支持を得ているようだ。「もちろん3・11直後には大きなショックを受け、自問自答した時期があったが」（グゼリさん）、各種世論調査を見ても、原子力利用に肯定的な意見は概ね過半数を占めており、3・11後に行われた調査でも、賛成が反対を上回っているものが多い。

その理由として、周辺諸国に比べ電気料金が割安という経済的メリットを指摘する意見は多いが、「それ以上に大きいのは、国民が原子力情報の透明性を通じ、それを行う原子力安全規制当局（ASN）に信頼を寄せていることだ」とグゼリさんは言う。

「例えば今回のフクシマ事故後も、政府は直ちに原子力発電所など国内約百五十の全原子力施設に対しストレステストを指示。その結果を事業者は数千ページ、安全当局は数百ページにも及ぶ報告書にまとめ、すべてホームページ上で公表しています。もちろん目を通す人は僅かでしょうが、『情報がそこにあるとわかっている』ことは大きな安心材料です」

こうした情報開示や安全規制を担っているのがASN。日本の原子力安全・保安院に相当する機関だが、日本と違うのは、「ASNが完全に独立した存在であることだ」

以前は産業省の管轄下にあったが、二〇〇〇年頃から段階的に組織を整え、〇六年には国会直属の機関として完全に独立。同時に、原子力の安全に関わる情報は、当局のものであれ事業者のものであれ、すべて開示することを義務づ



上／原子力安全規制当局(ASN)による検査 写真提供：ASN
下／カトノン原子力発電所の中央制御室 ©EDF-Jean Luc PETIT

FRANCE

2009年に運転を終了した高速増殖原型炉フェニックス
写真提供：CEA(原子力・代替エネルギー庁)



けた「原子力安全透明化法」も制定した。つまりASNは絶対的な透明性のなかで情報開示を行ってきたわけで、安全性の評価判断には非常に強い権限を持っており、国民は高い信頼を寄せているのだという。

「今回のフクシマ事故は自然災害から発生した、かなり特殊な複合事故であり、現場関係者の努力には敬意を表します。今後、詳細な事故調査報告書が公表されましたら、その内容から私たちも多くのことを学び、原子力の安全性を高めていきたいと思っています」

フランスといえども原子力がすべてではない

資源小国の悲哀を噛みしめたオイルショックからおよそ

タルで輸出国になっているのは事実ですが、電気はストックできないので、余剰分を輸出しているに過ぎません」

さらにグゼリさんは、フランスのエネルギーベストミックスのなかで今後も原子力が大きな役割を担っていくことに変わりはないと再度強調したうえで、「しかしフランスといえども、決して原子力がすべてではありません」と言葉をつないだ。

「これは個人的な見解ですが、現在約七五％という原子力の比率が、これ以上高くなることはないと思います。これ以上原子力への依存度が高まれば『ベストミックス』とは言えません。このため省エネにも非常に力を入れていきますし、数年前から再生可能エネルギーに原子力と同額の研究開発費を投資する方針を掲げ、風力、バイオマスを拡大するなど、『多様化』を推進しています」

フランスでは今春、五年に一度の大統領選が予定されており、エネルギー政策が争点の一つとなっている。現職のサルコジ大統領は経済優位性を理由に原子力重視の政策を維持する方針だが、野党候補のオランド氏は、再生可能エネルギーの拡大と原子力比率五〇％への低減を公約に掲げている。はたしてフランス国民の選択は？ 選挙結果に世界の注目が集まっている

感情的に脱原子力を選択した国はほとんどない

さて、エネルギー安全保障を最優先した政策を推進してきたフランスだが、その担い手としてフランス政府は、高い国際競争力を持つ「ナショナル・チャンピオン企業」の

四十年。原子力を主軸としたエネルギー政策を推進してきたフランスは、今やアメリカに次ぐ世界第二位の原子力大国になった。

この間、火力は地球温暖化問題の観点からも削減が求められ、「既に火力発電はほとんどないが、それでも今後CO₂削減目標を達成できない古い石炭や石油火力は、リプレイスしない限り再稼動は許されない状況です」

フランスはまた、総発電電力量の一〇％前後を周辺諸国に融通する電力輸出国でもある。

「ただ、よく誤解されるのでお断りしておきたいのですが、フランスは『輸出ありき』で原子力を推進してきたわけではありません」とグゼリさんは説明する。

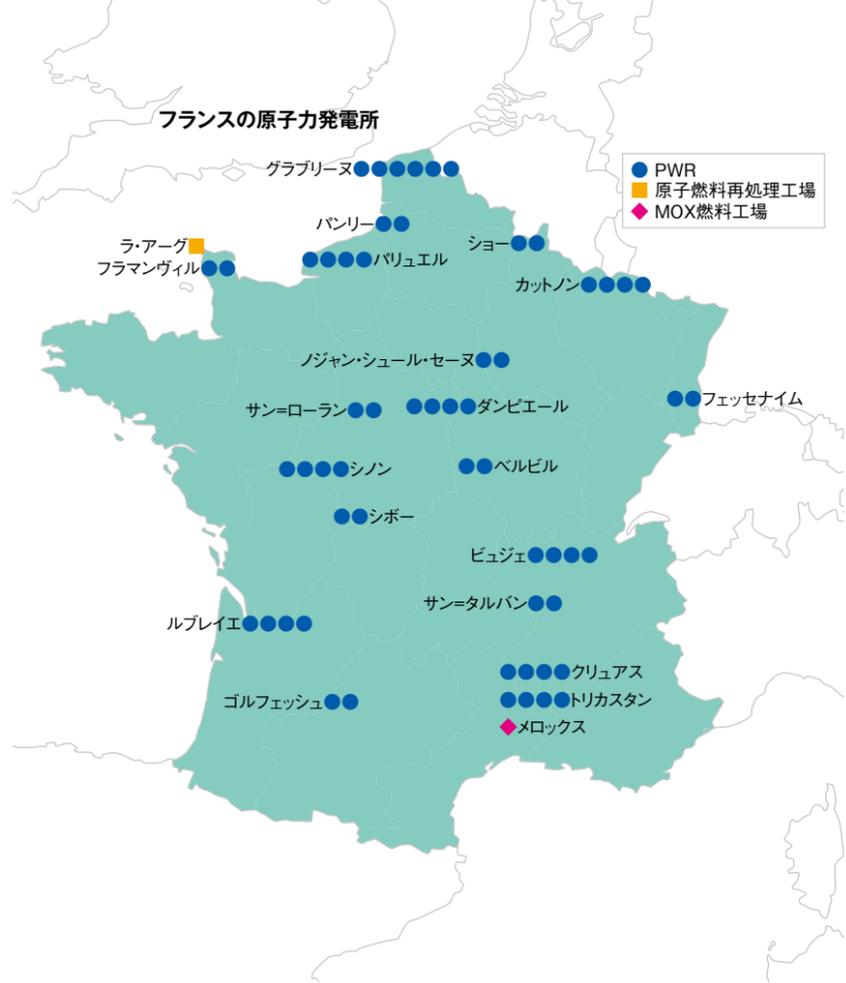
「送電ネットワークでつながったヨーロッパ諸国は、時々需給に合わせて互いに電力を融通し合っています。フランスも足りないときは買い、余ったときは売っている。ト



フランス大使館のクリストフ・グゼリ原子力参事官

育成に力を注いできた。欧州最大の電力会社の一つ EDF (フランス電力会社)、そして世界最大の原子力企業、アレバである。

アレバはフランス政府主導の原子力産業再編によって、原子炉製造のフラマトム、原子燃料製造のコジエマを統合、ドイツ・シーメンスの原子力部門も買収して二〇〇一年に誕生。メルトダウンが起きても飛行機が墜落しても大丈夫という安全性の高さから今、注目のEPR (欧州加圧水型炉) など原子炉の設計・建設をはじめ、ウラン採掘から転換・濃縮、使用済燃料の再処理、放射性廃棄物の処理、廃炉まで原子燃料サイクル事業を一手に担い、世界四十カ国以上に生産拠点を置き、百カ国以上で事業を展開する、ま



きる資源ですが、それでも有限であることに変わりはありません。しかし使用済燃料をリサイクルすれば、ウラン資源は約二五%も節約できるし、最後に残る放射性物質も少なくなる。ムダ遣いは決して良い選択ではない。日本でも言う「もったいないから、捨てずに使おう」というのは、経済面だけでなく、エコロジーの面でも責任ある選択だと思います」

また、原子力を止めるにせよ、続けるにせよ、避けて通れないのが「廃炉」だ。アレバはこの分野でも実績を積んでいるという。

「世界規模で原子力の歴史はそれほど長くはないので、廃炉の経験を持つ企業は数少ない。しかし我々は、スリーマイル島事故やチェルノブイリ事故の廃炉サポートをはじめ幾つかの経験がある。現在もフランス南部のマルクールやドイツ、アメリカで、除染や廃棄物処理、廃炉事業に関わっている」

このように世界最大の原子力企業として知られるアレバだが、五年以上前から再生可能エネルギーの分野にも進出している。オトベールさんによれば「新参者なので(笑)、まず洋上風力、太陽熱、バイオマスの三つに特化して事業を推進。洋上風力発電の市場では既にヨーロッパ第三位のシェアを獲得している」というが、それにしてもなぜ原子力企業のアレバが再生可能エネルギーなのか？

「顧客にCO₂を排出しないクリーンエネルギーを提供したいから。そして原子力と組み合わせることで、バランスが良くなると思ったからです。例えば建設に時間がかかる反面、稼働後は安定運転ができる原子力と、稼働は不安定ながら資源枯渇の心配がない再生可能エネルギーは、

FRANCE

さに総合原子力企業だ。

そんなアレバは、3・11後の世界の動きをどう見ているのか。アレバ・ジャパンのレミー・オトベール社長に話を聞くと、「原子力ルネサンスの風潮に少しブレキがかかったのは事実ですが、感情的に脱原子力を選択した国は、ほとんどありません」と言う。

「確かにドイツは脱原子力を決めましたが、これは極めて政治的な判断であると私たちは見えています。一方、フランスをはじめ、アメリカ、イギリスも既に継続する考えを示していますし、中国、韓国、インドなど、アジアや中東の新興国も軒並み維持・拡大の方針です」

なぜ Fukushima 事故のようなことが起きた後も、多くの国が原子力を選択し続けようとしているのか？ それは原子力エネルギーを利用することの根本的なメリットが揺らいでいないからだ、とオトベールさんは言う。

「つまり高効率で高い信頼性、CO₂を排出しないクリーン性、そして供給安定性、経済性——こうした特徴から、『やはり原子力は捨てがたい』と評価されているのだと思います」

原子力と再エネは共存できる

フランスが堅持する原子燃料サイクル政策も、その担い手は、アレバのラ・アーグ再処理工場であり、メロックス MOX 燃料加工工場などだ。原子燃料サイクル政策について、オトベールさんは「資源小国のフランスや日本にとって必然的な選択」と考えているようだ。

「石油などの化石燃料に比べ、ウランは安定供給が期待で



上/ラ・アーグ再処理工場 ©AREVA, TAILLAT JEAN-MARIE
下/マルクールにあるメロックスMOX燃料加工工場 ©AREVA, DUPONT CYRILLE

組み合わせれば互いの欠点を補い合うことができるはず。原子力か再生可能エネルギーかという二者択一でなく、上手に共存させれば、非常にバランスのとれたエネルギーシステムを実現できると確信しています」

最後にオトベールさんは今の日本での議論に触れ、「非常に大きな事故だったのでいろいろ議論が起きているのは当然だが、幅広い目配りで冷静に結論を出すのが望ましい。私の希望としては、エネルギー選択にあたり冷静に経済性・効率性を考慮に入れてほしい、立地的に恵まれていない面もあるが再生可能エネルギーを発展させてほしい、そしてエネルギーミックスのなかで原子力を存続させていただければ」と結んだ。

アレバ・ジャパンのレミー・オトベール社長
(アレバ アジア統括 上席執行副社長)



アメリカ

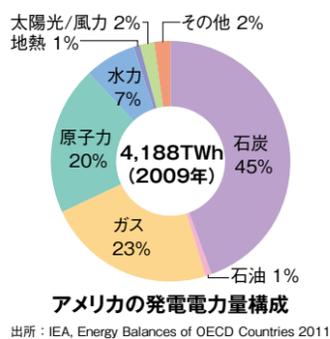
クリーンエナジーポートフォリオの一つとしての原子力

自前の資源を持たないことへの危機感から、原子力を推進してきたフランス。では、そのフランスをも凌ぐ世界の原子力大国であるとともに資源大国でもあるアメリカは、3・11後のエネルギー政策をどう描いているのか。米国総領事館に問うと、政治経済担当のクリストファー・ビシヨップ領事が応じてくれた。

「アメリカはフクシマ事故後、『原子力は将来もアメリカの多様なエナジーポートフォリオの一つだ』と原子力堅持の姿勢を示すとともに、安全性こそ最重要課題だと運転中の一〇四基の原子力発電所の見直しを行いました」

アメリカが原子力を重視する理由、それは同国がエネルギー政策で掲げている野心的な二つの目標にある。一つは二〇五〇年までにCO₂を八三%削減する、もう一つが二〇三五年までに電力供給に占めるクリーンエナジー比率を八〇%にする、というものだ。

現在の電源構成は二〇一三〇%程度がクリーンエナジーであり、うち七〇%が原子力。目標達成のため原子力を手放すわけにはいかないということだろう。



フクシマ事故から遡ること二カ月前、オバマ大統領は年頭の一般教書演説でこのクリーンエナジー八〇%目標を打ち出し、事故を挟んで三月三十日、「安全なエネルギーの将来のための写真」と題するエネルギー政策を発表した。中東石油依存からの脱却を最大の目標とするこの政策は、①エネルギー資源の安定確保、②省エネルギーの推進による石油利用の削減、③クリーンエナジーの推進、という三本柱で構成されている。

このうち①では、沖合油田や非在来型天然ガス「シェールガス」といった国内資源を積極的に開発する。また②の省エネルギーは、クルマから公共交通へのモーダルシフト、住宅や商業ビルの省エネ化などがポイント、とビシヨップさんは説明する。

「アメリカはもつとエネルギー効率の良い社会に変わっ



カリフォルニアのアルタモント・パス・ウィンドファーム

アメリカ ペンシルベニア州のスリーマイル島原子力発電所。
79年に事故を起こした2号機は廃炉になったが、1号機はいまも稼働中だ



USA

ていく必要があります。この点、私たちは日本を大いに見習わなければなりません」

③では、フクシマ事故後も安全性に留意しつつクリーンエナジー・原子力を堅持する方針を改めて示した。

三十四年ぶりの新規着工の一方で

アメリカでは今、一〇四基の原子力発電所が運転されているが、これらはすべて一九八〇年以前に建設もしくは計画されたものだ。

アメリカの原子力開発は一九七九年のスリーマイル島発電所事故で停滞、長く新規建設を凍結してきた。流れが変わったのは二〇〇一年。温暖化問題の深刻化や中東情勢の緊迫、原油価格高騰などを背景に、原子力を再評価する「原子力リネサンス」の動きが広がるなか、アメリカも再び原子力推進に政策を転換。当時のブッシュ政権が約二十年間途絶えていた新規建設を促すと発表した。同時に、従来は四十年と定めていた原子力発電所の運転期間を、最長六十年まで延長可能とする方針も示した。

〇九年、政権に就いたオバマ大統領も基本的にこの路線を踏襲。今年二月、実に三十四年ぶりにアメリカで新しい原子力発電所建設が着工された。

ただ、日本と異なり、アメリカの原子力はワンススルー。使用済燃料を再処理し、原子燃料サイクルを回す方針はとっていない。

「現状、再処理プロセスで核拡散の懸念があること、経済性などでまだメリットが見えてこないことなどが理由ですが、もちろん今後とも検討していきます」

エネルギー問題の解決に「銀の弾丸」などない

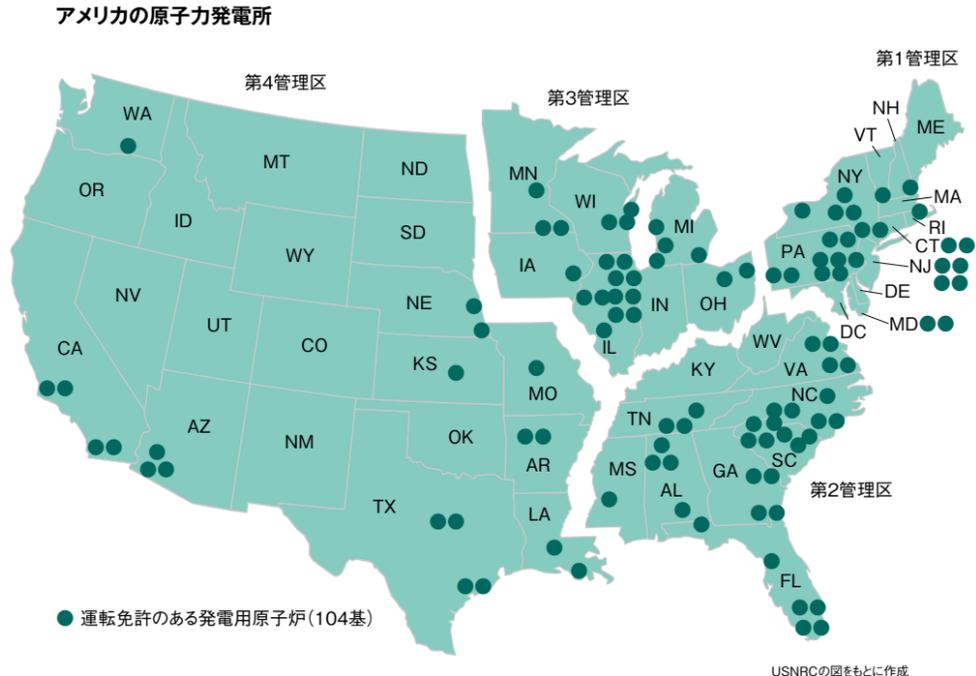
資源大国アメリカは、近年さらに自国資源を拡大させた。先の青写真の③でも掲げられ、今、アメリカのエネルギー市場を賑わす「シェールガス革命」だ。

シェールガスとは、シェール（頁岩）と呼ばれる泥岩中に含まれる非在来型天然ガス的一种。北米、南米、中国、南アフリカなど、世界各地に豊富に埋蔵されているが、地下深く固い岩盤内にあるため採掘が難しく、ほとんど放置された状態だった。しかし二〇〇〇年代に入り、シェールガスの採掘技術が急速に進展、採掘量が飛躍的に拡大した。〇九年、ロシアを抜いて世界最大の天然ガス生産国になったアメリカは、シェールガス開発の国際的な協力体制づくりに着手。一〇年八月、米商務省が主催したシェールガス・イニシアチブ会議には中国、インドも参加して開発推進の姿勢を見せており、シェールガス革命は今後、世界に広がる可能性も高い。

ビショップさんも期待をかける一人だ。

「シェールガスの登場によって、アメリカの天然ガス需給は劇的に変化しました。まだ環境や人体への影響など考慮しなければならぬ課題もあり、環境保護庁が調査中ですが、エナジーポットフォリオの一端を担う将来楽しみな資源であることは間違いありません」

実はオバマ政権が定義するクリーンエネルギーには、再生可能エネルギー、原子力のほか、天然ガスやクリーンコール（石炭）なども含まれている。日本やヨーロッパ諸国で



米国総領事館のクリストファー・ビショップ政治経済担当領事

USA

国益に絡むエネルギー選択

蛇足ながら、西洋には「銀の弾丸なら狼男や吸血鬼も一撃で倒せる」という伝説があり、今では比喩的に、特效薬、万能薬の意味で用いられている。

今回の取材でもたびたび耳にしたように、フクシマ事故

上/2011年、オバマ大統領の一般教書演説
下/シェールガス・イニシアチブ会議



いうクリーンエネルギーとは多少ニュアンスが異なるが、二〇三五年までに八〇%というのは野心的な目標であることは事実。ビショップさんも「極めて厳しいが、非常にやり甲斐もある」と意欲的だ。

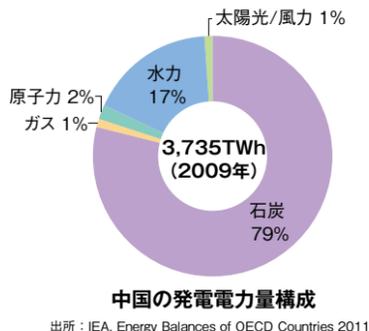
「フクシマから我々は多くのことを学んだ。安全性を担保しつつ原子力を進めるとともに、再生可能エネルギーにも力を入れる。化石燃料には今後もまだ依存せざるを得ず、できるだけクリーンにするための技術開発は不可欠だ。どのエネルギーにもリスクがある。資源に恵まれたアメリカといえども、イージーソリューションはありません。いわば『No Silver Bullet——銀の弾丸などない』(アメリカのソフトウェア技術者フレデリック・ブルックスの論文タイトル)ということ。日米同盟で結ばれた日本とはエネルギー政策でも協働しながら、『トモダチ作戦』で難題に取り組んでいきたいですね」

が世界に与えた衝撃は決して小さいものではなく、多くの国でエネルギー政策の再点検や、原子力の安全性強化に向けた取り組みが進んでいる。

しかしながら、「世界は脱原子力へと一斉に動き出している」かのような論調は、やはり正確ではないようだ。原子力に比較的懐疑的なヨーロッパでさえ原子力を選択し続ける国は多く、アジアでは開発姿勢はさらに積極的だ。例えば中国は、二〇一一年に発表した第十二次五年計画の基本目標として、二〇二〇年までに非化石エネルギー比率を一五%に引き上げること(〇九年時点で七・八%)、原子力比率を総発電量の四〇五%に高めること(一〇年時点で一・七七%)などを掲げている。計画どおり進めば、一五年の原子力発電設備容量は四〇〇万kWに達し、アメリカ、フランス、日本(今後の政策次第だが)に次ぐ、世界第四位の原子力大国となる見通しだ。

またインドでも、〇八年の米印原子力協定締結を機に、原子力開発の積極拡大をめざしている。〇四年に発表された電力成長戦略では二〇二二年までに二九〇〇万kW、三二二年までに六三〇〇万kWを目標としていたが、アメリカはじめ各国と原子力協定を結んだことで開発が加速される可能性もある。

但し、中国やインドのみならず、各国が共通してエネルギー政策のメインテーマに挙げているのは、自国の競争力強化や国益を視野に入れたエネルギーの安全保障であり、地球益を守る

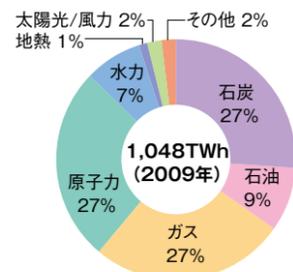


ための化石燃料依存の低減であると言えるだろう。

3・11直後に一気に八基の原子力発電所を止めたドイツ。ゲーナー参事官は、「あのときはネットワークでつながる各国から三〇％くらいの電力を融通してもらい、何とか逼迫を免れた」と胸をなでおろし、国際協調の重要性を強調。脱原子力国イメーヂが強いスウェーデンのカーソン参事官は「スウェーデンは再生可能エネルギーの積極利用を推進している。原子力の未来については、まだ議論中だ」と述べた。資源小国という弱点をバネに一点突破を成し遂げたフランス。グゼリ参事官は流暢な日本語で「私の国にはオイルも、ガスも、石炭もありません。日本と同じです」と語り、オートベール社長は「日本とはかれこれ四十年原子燃料サイクルの技術を含めた燃料サイクルの仕事を一緒にやってきた」と述べながら、現在進行中の新型原子炉開発に関する共同プロジェクトを紹介してくれた。資源大国アメリカのビショップ領事は「石油依存を下げること、原子力の安全を強化すること。アメリカも日本も直面している課題は一緒です」と言い、同盟国として寄り添って行こうと呼びかける。

エネルギーに携わる各国の人々の声を聴き、では日本はどうするか——エネルギー政策なり戦略を再考する際には、これからの日本のあり方をしっかり思い描き、偏りのないスタンスで深い議論を重ねることが大事だと改めて気づいた。

取材・編集／田窪由美子 高木美栄子



日本の発電電力量構成
出所：IEA, Energy Balances of OECD Countries 2011

諸外国のエネルギー政策

| | 電源別発電電力量構成比% | | | | | | エネルギー政策 | | | | |
|--------|--------------|------|-----|------|------|----------------|---------------|--------|-------------------------------------|--|--|
| | 原子力 | ガス | 石油 | 石炭 | 水力等 | 自給率 (原子力含) | 原子力 | | | 再エネ | |
| | | | | | | | 基数 (建設/計画) | 出力万kW | →フクシマ後 | | |
| アメリカ | 19.9 | 22.8 | 1.2 | 45.4 | 10.6 | 68% (78%) | 104 (1/8) | 10,524 | 継続 | 2035年に総発電量の80%クリーンエナジー。風力/バイオマス拡大。支援税制, RPS, FIT | |
| フランス | 76.2 | 3.9 | 1.2 | 5.3 | 13.4 | 9% (51%) | 58 (1/0) | 6,588 | 継続 | 再エネの8割水力, 風力/バイオマス拡大→2020年27%。FIT | |
| イギリス | 18.6 | 44.5 | 1.2 | 28.5 | 7.3 | 72% (81%) | 19 (0/0) | 1,195 | 継続 | バイオマス中心, 洋上風力拡大→2020年30%。RPS | |
| ドイツ | 23.0 | 13.5 | 1.6 | 43.9 | 18.1 | 29% (40%) | 17 (0/0) | 2,152 | 古い8基を即時閉鎖、残り9基も2022年末までに全廃 | 風力/太陽光/バイオマス拡大→2020年35%, 50年80%。FIT | |
| イタリア | 0.0 | 51.1 | 9.0 | 15.1 | 24.8 | 15% | — | — | 再導入を検討していたが、国民投票により導入計画の中止を決定 | 水力/地熱中心, 風力拡大→2020年26%。FIT | |
| スウェーデン | 38.0 | | 5.4 | | 56.5 | 37% (67%) | 10 (0/0) | 939 | 10基以上は増やさないがリブレイス可能(2010年決定)という策を継続 | 水力中心, バイオ燃料/風力拡大→2020年50%。RPS | |
| フィンランド | 28.4 | 14.2 | 0.6 | 18.2 | 37.0 | 30% (47%) | 4 (1/0) | 282 | 継続 | 水力/バイオマス拡大→2020年最終エネルギー消費の38%。FIT | |
| スイス | 38.1 | | 5.4 | | 56.5 | 22% (48%) | 5 (0/0) | 341 | 2034年までに段階的閉鎖 | 水力中心, バイオマス等拡大→2035年28%。FIT | |
| ロシア | 16.5 | 47.4 | 1.6 | 16.6 | 17.9 | 176% (183%) | 28 (11/13) | 2,419 | 継続 | 水力98%, バイオマス/地熱等 | |
| インド | 2.1 | 12.4 | 2.9 | 68.6 | 14.0 | 74% (74%) | 19 (8/4) | 456 | 継続 | 水力中心, 風力/太陽光拡大。FIT | |
| 中国 | 1.9 | 1.4 | 0.4 | 78.8 | 17.5 | 92% (92%) | 13 (30/23) | 1,085 | 継続 | 再エネの9割以上が水力, 風力導入世界1, 太陽光にも注力。FIT | |
| 韓国 | 34.0 | 18.3 | 3.5 | 43.2 | 1.0 | 3% (19%) | 20 (6/2) | 1,772 | 継続 | 太陽光住宅10万戸普及計画。FIT | |

*発電電力量構成、自給率はIEA 2009年データより。水力等(再エネ含)は2012年夏、新しいエネルギー基本法(2010年、韓国2008年)価格買取制度(FIT)施行
*原子力基数、出力は2011.1.1.時点、日本原子力産業協会調べ *ほか、資源エネルギー庁/海外電力調査会資料、各国取材をもとに編集部まとめ

躍

題字 森 詳介(関西電力株式会社 取締役会長)

『躍』(やく)という誌名は、皆さまとともに「躍進」「飛躍」していきたい、また皆さまにとって「心躍る」広報誌でありたい、との思いを込めて名づけました。

『躍』の内容はホームページでもご覧いただけます。

<http://www.kepco.co.jp/yaku/>

発行●関西電力株式会社 地域共生・広報室
 発行人/樫 真夏 編集人/横山実果
 〒530-8270 大阪市北区中之島3丁目6番16号 電話06-7501-0240
 企画/編集●株式会社エム・シー・アンド・ピー