



世界のエネルギー！環境情勢と 2018日本の進路を考える

気候変動影響が深刻化するなか、

欧州を中心にパリ協定遵守に向けた低炭素電源シフトの一方で、
米トランプ政権による化石燃料回帰、

途上国では未電化解消への動きが進む。

激動の世界エネルギー情勢を正しく見極め、

2018年の日本の進路を考えた――

有馬 純 東京大学公共政策大学院教授

石原慶一 京都大学大学院エネルギー科学研究科長／教授

高村ゆかり 名古屋大学大学院環境学研究科教授

COP24へ、パリ協定のルールづくりが始まった

有馬 本日は世界のエネルギー・環境情勢と日本の立ち位置・進路を考えます。

客観情勢で言えば、2015年にパリ協定*が合意された。先進国も途上国も初めて一緒に温室効果ガスの削減に努力する枠組みの骨子ができたわけですが、実際に動かすには細かいルールを決めないといけない。17年11月ドイツで開かれたCOP23*では、先進国と途上国の対立が目立ち、先行きは容易ではない。17年6月には世界第2位の排出国アメリカがパリ協定離脱を表明するという状況変化も起きています。

世界のエネルギー情勢も大きく動いていて、先般発表されたIEA*の年次報告書は四つの変化に言及。①アメリカがシェール革命によって石油・ガス生産大国になった。②世界各地で急速に太陽光発電コストが低下、最も安い電源になりつつある。③世界第1位の排出国中国が大気汚染対策に本腰を入れ、それが温室効果ガス削減にもつながり、世界のエネルギー・環境情勢において位置づけを変えつつある。④デジタル化やEV化等による電化が進展している。そういうなかで現状をどう考えるか。COP23の結果をどう評価するか、COP24でルールの合意はできそうか。まずCOPに参加された高村さんの見解をお聞きしたい。

高村 今回のCOP23は、主にプロセスを決める会議でし

た。まず、20年に、パリ協定の5年サイクルの目標引き上げのしくみを初めて動かすタイミングが来ます。その試みの一環として18年に行う「タラノア対話*」と呼ぶ進捗評価の進め方を決めました。気候変動の科学を再確認した上で、対策や資金支援などの進捗を評価し、次どうするかについて共通認識をつくるプロセスが合意されました。

また、パリ協定の実施ルールをつくる期限が18年のCOP24に設定されています。COP23では各国がルールについて意見を出し合っており、18年1年かけてルールをつくる出発点に立ちました。アメリカの脱退表明後、最初の公式合合で、アメリカがどういう立ち位置で交渉に臨むかが注目されていましたが、脱退表明の影響はほとんどなく、実務的に粛々と交渉を進めていきました。18年、意見の対立はあつて詰め切らない部分は残るかもしれませんが、パリ協定の実施ルールは何らかの合意には至るのではないのでしょうか。

有馬 石原さんは、COPのプロセス、どういう点に注目して見ておられました？

石原 僕は実はエネルギーの観点ではあまり注目していません。科学的根拠に基づいて議論されている一方で、非常に政治的で、最終的な決着は科学から離れるのがこれまでの印象です。今後も、アメリカの離脱などを考えると非常に政治的で、多様なことに利用されている気がしています。

15年を境にエネルギーは非化石シフトへ

有馬 なるほど。私自身の見立てを言うと、パリ協定という全員参加型の枠組みをつくったが、先進国・途上国共通の枠組みを維持しつつ、途上国からの追加的支援要請はで



2017年11月、ドイツ・ボンで開かれたCOP23。全体会議冒頭で議長国フィジーの首相がスピーチを行った ©Alamy/PPS通信社

きるだけ避けたい先進国と、逆に先進国・途上国の二分法を維持し、先進国からできるだけ支援を取りつきたい途上国の対立が目立った。これは根本的対立なので、全体をパッケージで合意しなければならぬ。ルールの合意は19年に遅れる可能性もある。

アメリカの動向については、トランプ大統領の関心は、自国の削減目標値の引き下げと、資金支援の取りやめ。パリ協定の詳細ルールは彼の関心事ではない。だから今回、アメリカ代表団は従来同様、実務的に交渉を進めた。ただ、今後現れるかもしれない影響として、国際競争と密接に関連している温暖化対策において、世界第2位の排出国アメリカが温室効果ガス削減のコスト負担に背を向けて、国内でエネルギーコストを下げる動きに走ると、困ったことになる。他の国がコストのかかる温暖化対策の目標を引き上げると、アメリカとのコスト差が開いてしまう。各国の目標引き上げの制約要素になることは懸念材料です。

高村 確かにアメリカの政策の変化が温暖化対策の足並みを乱す可能性があります。ただ、パリ協定の前後から特に再エネのコスト低下が温暖化のコストをめぐる認識・議論を大きく変えている。シエルの言葉を借りると、1970年から約半世紀、石炭と、石油+ガス、非化石の原子力+再エネ、この三つの割合はほぼ均衡していた。それが2015年頃を転機にぐっと非化石シフトが始まった。これがどう温暖化対策に影響するか。産炭国である中国やインドでも大きく再エネにシフトし、明らかに排出削減・抑制にも貢献している。深刻な大気汚染への対策にもなり、しかも再エネコストの低下により、当初の想定より随分安く対策ができる見通しがついて、温暖化対策に対する中国、

パリ協定

2020年以降の新たな温暖化対策の国際枠組み。世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保つとともに、1.5℃に抑える努力を追求することを目的とする。削減目標は5年ごとに提出・更新。日本は30年までに温室効果ガスを13年度比26%削減、50年までに80%削減する目標を掲げた。15年12月COP21で採択、16年11月発効。

COP

気候変動枠組条約締約国会議。

IEA

国際エネルギー機関。

タラノア対話

促進的対話。世界全体の排出削減の状況を把握し意欲を向上させるための対話。タラノアは、透明性・調和を意味するフィジー語。

インドの立ち位置が変わってきた。そういう変化が15年頃を分岐点に進行しています。

欧米は抑制、アジア新興国や途上国は推進、2極化する原子力情勢

有馬 非化石と言えば、原子力は再エネと並ぶ非化石電源なので、温暖化防止を目的とするなら原子力をのけるに理由はないはずですが、再エネと省エネは賞賛されても原子力についてはアンチの色彩が強い。今回のCOPでも会場内に温暖化防止のための原子力の役割というブースはありましたが、ドイツでの開催という理由もあってか、とにかく再エネコストがどんどん下がっているのに再エネを推進すべき、もう原子力は必要ない、脱原発は正しいという議論がよく聞かれました。今後、原子力は世界のエネルギー情勢のなかで役割を失っていくのか、あるいは原子力の位置づけを再エネが代替できるのか。石原さんの見解をいただけますか。

石原 原子力が2000年代に原子力カルネサンスとして注目されたのは、非化石電源であり、発電コストが安かったから。しかし、ここ数年、石油が非常に安くなった。パリ協定で温暖化対策を強化すると、炭素税など価格上昇要因はあるにしても、まだ石油は安く使えるだろうし、産業全体で考えると化石燃料に頼らざるを得ない分野はある。原子力がそれに対抗できるか。福島第一の事故以降、日本でも世界的にも安全対策費用が増えており、バックエンド費用もあり、今後原子力が安くなる要素はない。一方、再エネは、世界的にどんどん伸びていますので量産効果が大きく技術革新等で、さらに安くなる要素があると思います。

います。石炭利用の鍵はCCS*ですが、僕はCCSについて明るい未来を持っていません。技術的にかなり難しく、コストは到底見合わない。将来ずっと使える技術であれば投資する価値はありますが、少しの間のつなぎ技術と考えると、石炭火力は縮小せざるを得ないのかなと。

ただ、世界の動向と、資源のない日本や途上国は話が違う。コストの安さ等を考えると、石炭火力でないとうまくいかない面もあり、石炭火力はある程度必要です。

有馬 東南アジア諸国のエネルギー省の人と話をすると、国の発展のため未電化解消の優先度が非常に高いなか、潤沢に存在する石炭を使わない選択肢はあり得ないと。COPと同時に開催された東アジアサミットの首脳会合の議長声明には、クリーンコールテクノロジ*の重要性が明確に書かれている。石炭利用はあり得ないなんて言うと、東アジアサミットの全参加国に化石賞を与えないといけない。COPでは、我々が言う3Eの内、圧倒的に環境に重きを置いた議論がなされている。CO₂排出削減が唯一の目標なら石炭なんて存在を許されないが、現実には違います。

高村 インドネシアやベトナムなど産炭国ですぐにゼロは難しい。ただ、大気汚染問題も抱えており、石炭火力は地球温暖化だけでなくローカルな健康問題も生じる可能性があります。中期的な転換への支援が必要です。

有馬 大気汚染問題はクリーンコールテクノロジで相当部分対応できます。中国では、深刻化している大気汚染問題への対策がそのまま温暖化対策になり、国民の共感を得やすい。日本では、1970年代に大気汚染問題が起き、非常にきれいな空気と水を先に実現してしまい、温暖化問題はその後現れた。

高村 今、再エネが拡大し、アメリカのガス増産もあって化石燃料は供給過剰で価格は下がる傾向。おそらく原子力は「安い」というだけではなかなか受け入れ難くなっている。経済性の課題を認めた上で安全保障など持つことの意味が問われてくる。

石原 ヨーロッパは脱原発、アメリカはコストで動く国なので原子力は高いと抑制傾向。一方、中国・韓国、アジア途上国は原子力推進で、僕は2極化すると思うんです。

有馬 私自身は日本のように資源のない国は原子力オプシオンを堅持すべきであり、また外交・安全保障の観点からも重要だと思っています。

COPは環境偏重議論で石炭退場を促すが、経済発展をめざす途上国は事情が異なる

有馬 もう一つ、今回のCOPでは石炭が非常に話題になって、脱石炭連合*が組織され、日本は途上国に対し石炭火力を支援していると化石賞をもらったりしているが、石炭についてはどうお考えですか。

高村 従来、温暖化交渉では、国が特定電源への批判をすることはなかった。今回のCOPは、27の国・州が連携を立ち上げるなど石炭火力廃止への動きが目に見えるようになったのが大変特徴的です。2℃目標達成に向けて、ポランドとギリシャを除く欧州の電力業界は20年以降石炭火力を新設しない。そうした業界の動きも反映しています。

石原 CO₂排出原単位では石炭が一番悪く、温暖化対策は、まず石炭からというのは理解できます。日本が石炭火力を新設しており、高効率石炭発電の技術開発も継続、途上国支援やプラント輸出もしていると、かなり非難されて

バックエンド
原子力発電所でウラン燃料を燃やした後の工程のこと。

脱石炭連合

英国、カナダ、フィジー、ニュージーランドなど20の国と、米オレゴン州、カナダ・バンクーバー市など7地方府が、2030年までの石炭使用全廃に向けて発足させた連合組織。COP23の会場で発足会を開催。

化石賞

国際的な環境NGOであるCAN（気候行動ネットワーク）が地球温暖化対策に後ろ向きな国に非難と皮肉を込めて授与する賞。

CCS

二酸化炭素回収・貯留。

クリーンコールテクノロジ

環境汚染物質の排出を低減する石炭利用技術。

3E

エネルギー安全保障(Energy security)・経済性(Economy)・環境保全(Environmental conservation)の三つの「E」の同時達成による最適なエネルギーミックスを追求する考え方。安全確保(Safety)の「S」を大前提に、S+3Eが、エネルギー政策の基本的視点とされる。



有馬 純 ありま じゅん
東京大学公共政策大学院教授
(エネルギー・環境政策)

1959年滋賀県生まれ。東京大学経済学部卒。通商産業省(現・経済産業省)入省。IEA(国際エネルギー機関)国別審査課長、資源エネルギー庁国際課長、経済産業省国際交渉担当参事官、大臣官房地球環境問題担当審議官、日本貿易振興機構(ジェトロ)ロンドン事務所長兼経産省地球環境問題特別調査員などを経て、15年より現職。COPにはこれまで13回参加。著書『トランプ・リスク』『精神論抜きの地球温暖化対策——パリ協定とその後』『地球温暖化交渉の真実』など。国際環境経済研究所首席研究員、21世紀政策研究所研究主幹、東アジア・ASEAN経済研究センター(ERIA)シニアポリシーフェローなど兼務。

<http://www.pp.u-tokyo.ac.jp/faculty/arima-jun/>

石原 日本は公害問題が起きた70年代に、オイルショックが起きて脱石油を進めた。当時はオイルショックの克服イコール大気汚染問題克服だった。そこでエネルギー効率を上げる技術を開発して、天然ガス・原子力を入れて電源の多様化を図った。日本は既にインフラをつくりあげており、そこが中国とは大きな違いですね。

高村 皮肉なことに、エネルギーシステムが未整備の国のほうが、大転換が始まったときは転換の動きを捕まえやすい。既にエネルギーインフラができていて国がそれを変えるには、政策側にもエネルギー業界にも力技が必要です。

2℃目標達成へ先進国が100%削減しても 途上国の排出半減は容易ではない

石原 原子力や石炭以外にも2極化はあります。例えば電気自動車。中国は既に約100万台入っていて、日本も欧州も入れる。ところが途上国は、電力も十分供給されていないので、とてもEVに供給する余裕はない。従来どおり石油系燃料に頼らざるを得ない。先進国は脱石油・脱化石燃料化が進むにしても、途上国の排出量抑制は大変です。

有馬 確かに途上国の排出削減は容易ではない。パリ協定は1・5℃から2℃以内に気温上昇を抑えようと野心的な目標を抱えています。この目標の達成可能性は？

高村 2℃という目標は非常に厳しく達成は容易ではない。2050年頃に先進国はカーボンフリーの電気による社会を実現しているという厳しい目標。私の理解では、こうした目標を持つことで、そちらに向けて社会と技術革新を駆り立てる役割を担っている。実際、この目標が、EVシフトなどリアルエコノミーを動かしています。

有馬 2℃目標を達成するには、2050年までに世界全体で40%から70%削減すべきというのが15年のエルマウサミットで出てきた数字。50年までに仮に先進国がカーボンフリー、つまり100%削減しても、世界全体で例えば6割削減するには、途上国の1人あたり排出量を今の半分以下にしなければならぬ。過去20年間で途上国の1人あたり排出量は約4割増加。中国は3倍、インドは2倍。今、東南アジアやアフリカなど次々に生活力が向上するなか、半減させるのは相当難しい。だから、2℃というゴールはゴールでそちらに向かつて努力はするが、あまり細かく炭素予算を管理し始めると合意は得られなくなる。

高村 国際交渉の場で炭素予算を奪い合うというよりも、パリ協定は目標に向けてどう協力するかにゲームがシフトしたと思います。他方、投資家がこの2℃シナリオでビジネスを評価し始めていることが大変興味深い動きです。

2018日本の立ち位置と進路は？

日本のCO₂削減26%目標達成を左右する エネルギーだが、原子力比率の達成が危うい

有馬 次に2018年の日本の立ち位置について。18年はCOP24でルールが決まる予定ですが、削減量が全然足りない。各国の削減目標を上げる話が続いて出てきます。今、日本はエネルギー基本計画を見直しているが、エネルギーミックスの数字には手をつけられないとも言われている。国際的に目標引き上げ圧力が生ずる可能性のなか日本はどう対応すればいいか。

高村 何らかの形で努力を積み増したことを見せてほしい



欧州では石炭への風当たりが強い。COP23でも会場近くでデモが起きていた ©Alamy/PPS通信社

という国際圧力が高まりますね。削減目標の引き上げは現段階で難しいとしても、何か追加的施策を行うコミットメントは出せるかもしれない。例えば中国も、30年目標に、排出原単位の改善目標とともに非化石エネルギーのシェア目標を出している。日本は19年にG20の議長国になり、20年を前に議長国として目標引き上げ議論を自ら進めざるを得ず、追加施策の約束などで努力を示す対応はあり得るのではないのでしょうか。

石原 エネルギーミックスで原子力比率の目標達成が危うくなっています。再エネはほぼ間違いなく達成するから、原子力の不足分を再エネで補うオプションはあり得る。それは現実問題として仕方がないが、再エネが増えると送電網や系統コストの問題をどうするか、明確な計画が必要です。

有馬 日本は温室効果ガス削減26%を決めるにあたって非常に注意深くエネルギーミックスを考えた。自給率を震災前に戻す、電力コストを下げる、目標水準も欧米と遜色ないものにする。さらに電源構成の変化がCO₂とコストに与える影響分析まで行い、非化石電源のシェア44%とか省エネも含めたパッケージとして26%を決めた。

なかでも原子力再稼働が中心的な位置づけを占めていて、原子力再稼働で化石燃料の輸入コストを節約、それで再生可能エネルギーの増大で生ずるFIT賦課金を吸収して全体として電力コストを下げる。そういう設計にしているの

で、再稼働が進まないと、全体が計画倒れになります。温暖化対策を真剣に考えるなら、再稼働に向けてもつと原子力の重要性を政府も声高に言うべきではないか。

石原 そう。動かそうと動かすまいと既に原子力はあるわ

炭素予算
地球温暖化を一定レベルに抑える場合に想定される、温室効果ガスの人為的な累積排出量の上限值。カーボンバジェット。

エネルギー基本計画
エネルギー需給に関する施策の長期的・総合的かつ計画的な推進を図るために策定される計画。14年4月閣議決定された第4次計画ではエネルギー政策の基本的視点としてS+3Eが明記され、同計画を踏まえ15年7月発表の長期エネルギー需給見通しで原子力比率は20〜22%とされた。

FIT賦課金
再生可能エネルギー発電促進賦課金。再生可能エネルギー（太陽光・風力・地熱・中小水力・バイオマスなど）で発電した電気を、電力会社等が一定期間・固定価格で買い取る固定価格買取制度（Feed-in Tariff = FIT）において、買取費用を電気の利用者全員から賦課金という形で集め、再生可能エネルギーの導入を支えている。

だけで、動かさないと非常に無駄。政府が再稼働を主導し、まずは2030年目標を早期に達成する。加えて、その後どうするか、を国民に示さないといけない。

僕は30年が転機かなと思っています。つまり30年頃までは既存原子力の再稼働で凌ぐとしても、それ以降、原子力を中心電源に置こうとすれば、新設が必要。この新設が、社会的問題はさておき、幾らでできるか。既存原子力での発電単価と同額で原子力の電気がつくれるかが鍵。

但し、エネルギーセキュリティを考えると、多様な電源を持つておくことは、日本を含め世界的には必要。中国・韓国が原子力をやめることはあまり考えられないので、安全性を考えると、日本はそういう国とどう連携していくか。新設の採否も含めて日本は長期的に原子力をこういう計画でやるので、まずはこれだけの原子力を動かし、その後はこういうシナリオでやりますと言わないといけない。

有馬 政府が新増設に言及しないのは非常に残念です。停電が生じてないから、原子力はいらぬという議論があるが、エネルギー安全保障と温暖化対策への認識が欠けている。エネルギーリテラシーを高めないといけない。

高村 40年廃炉を厳格に守ると、2030年に12〜15%程度のシェアとなる。30年以降どうするかの議論を行う必要がありますが、安いという議論はもうしないほうがいい。そのコストを示した上で、なぜ必要なのかをきちんと議論しないとイケません。

長期を要する廃炉・バックエンドのためにも原子力の増設は必要だ

有馬 2050年あるいはそれ以降を考えたとき、日本は

る原子力の位置づけが随分変わる印象を持ちました。かなりのパーセントの電力を担うイメージから、小型で技術を維持する程度にまで減っていく、そういうイメージですか。

石原 震災前の30%というのは難しいかもしれませんが、大事なのはエネルギーセキュリティ。日本が福島第一の事故以降、原子力を停止しても停電しなかったのは、オイルショックで電源多様化を進め、どの電源にも20%程度ずつ担わせ、一つ潰れても80%は確保できる形にしていたから。今後も、特定電源に大きく依存することは日本としては得策ではない。多様性が重要です。

メガシティの電力供給はEVの蓄電池化で担う

石原 再エネについては25%程度までは単価が最も安い電源として入りますが、系統の問題があり、25%を超えると極端に値段が上がってしまう。そこで原子力というオプションがやっぱり出てくるんじゃないか。

有馬 再エネは発電コストだけ見ても意味がない。特に太陽光や風力の場合、蓄電池やバックアップ電源、系統も含めトータルコストを見ないとイケない。だからIEAも、コストは非常に安くなったが、グリッドで相当の投資をしないとイケないという評価です。

石原 私もう一つ言いたいのは、再エネには地域性がある。九州はかなり再エネが入っていて、一時的には70〜80%再エネでカバーできる。一方、大阪・東京というメガシティには十分なリソースはないが、大きな需要がある。大都市と、北海道や九州・四国など需要が少なく土地が十分利用できる地域は別。北海道や九州ではほぼ再エネ100%で賄えるから、日本全体でもできるんじゃないかと言われる

原子力の増設をやるべきか。電力自由化のなかでは、巨額な初期投資がかかり、しかもリードタイムが長い原子力に投資する人は出てこない可能性がある。だからイギリスなど、原子力についてもFITの制度を適用して新設を進めようとしています。それをしても原子力を維持するほうがいいのか、それとも中長期的には脱原発なのか。

石原 長期を要する廃炉やバックエンドの観点からも技術者を育てておかなくてはならず、メイン電源でないにしても幾つかの原子力発電所はずっと動かして技術を維持する必要がある。廃炉ビジネスだけというのは寂しいし、技術的破綻が起きる可能性がありますからね。

有馬 既存炉の運転だけでなく、新設が必要だと。

石原 ええ。新設やリプレースをしていくべきだろうと。

有馬 新型炉や小型炉など技術革新の可能性は？

石原 今後、大型化は難しく、30万kWとか50万kWの小型炉が、コスト面や事故時の対応、燃料の安定供給面でも望ましい。東南アジアなどはメンテナンスの楽な小型炉を望んでいますし、メンテナンスフリーの炉も研究されている。日本の産業育成という面でも技術開発と国内での新設は続ける必要があります。現在、世界の原子力設備の半分程度は日本で製造している。その輸出ビジネスを考えると、輸出のためだけに技術を持つのはあり得ない。

有馬 日本国内で原子力をやめるのに、なぜ海外で売ることかという話になりますね。今、中国・ロシアが原子力輸出にかなり力を入れている。中国のように毎年原子力を新設していれば、技術力は間違いなく上がります。

石原 価格競争力もそれなりに生まれます。

高村 今の話をうかがうと、日本のエネルギー供給におけ



中国では原子力発電所の新設がどんどん進んでいる。写真は福建省の福清原子力発電所。
2014年1号機が運転開始、以後15年に2号機、16年に3号機が運開し、現在さらに3基建設中 ©Photoshot/PPS通信社

が、地域ごとに精査して、きめ細かな議論をすべきです。

メガシティはアジアの特徴で、一千万人規模のメガシティに対して、温暖化と安定供給に最適なエネルギーシステムを日本が率先して示し、広めていくことが、将来アジアをリードしていく上でも必要でしょうし、そういう技術開発は日本がすべきだと思いますね。

有馬 メガシティのエネルギー供給のあり方について、何か具体的な青写真をお持ちでしょうか。

石原 方向性としては、メガシティの特徴としてEV化が進むと思うんですね。EVを公共財の形で巨大蓄電池として利用すれば、九州や北海道で余った再エネの電気を都市で吸収でき、かなりの変動電源が抑えられる。地方から都市への送電線は既にあるから、それを十分活用すればいい。

有馬 都市の場合、長距離運輸はあまり必要がないから、EVの普及には都市が向いていますね。

石原 駐車している間は必ずコンセントにつないで、蓄電池として使わせてもらう。デジタル化・スマート化が進むなか、車の使用計画を入力して集中管理し、車としての使用以外は蓄電池として自由に使わせてもらう。その代わりEVは公共財として安く提供すればいい。そういうシステムを考えれば、いろいろなことができる。

高村 蓄電システムなどさまざまな方法で調整力を供給する民間のビジネスモデルもありそう。とても面白そうですね。

競争を阻害するF-I-Tを改め、 施工費を高止まりさせる商慣行の見直しを

有馬 震災後、日本とドイツを比較する議論が多いが、欧

高村 大きなイノベーションが今後必要になるのはシステムではないでしょうか。日本製パネルは中国製とコスト面で競争できないにしても、システム技術は日本がもつと外に売っていきける技術じゃないですか。

有馬 ドイツのF-I-Tのおかげで中国のPV産業が育ち、今や日本のPV産業は中国と競争しても勝てない。

PVのコストがこんなに下がるなら、あんな高い価格で急いでF-I-Tを導入する必要はなかった。世界では再エネコストがこんなに下がっているから日本では原子力は要らないという議論がありますが、「そんなに安いならF-I-Tをやめられますね」と訊くと、いや、やめたら困ると。日本の再エネはどうしてこんなに高いのでしょうか。

高村 日本の再エネが高い理由は大きく三つ。一つはF-I-Tの買取価格。今はずいぶん下がりましたが、特に最初の3年ほど非常に高く、コストが高止まった。次に施工費が高い。三つ目がグリッドへの接続に課題があり、コストにも反映している。接続工事に時間がかかると、その間、融資を受けても発電せず事業は寝かしておくことになり、それがコストを上げている。さらに、風力などはある程度は量にならないと規模の経済でコストが下がらない。太陽光はかなり増えたので、コストは確実に低下した。今、F-I-T価格でも事業用は21円まで下がりました。

石原 10円切らないとまだ高いですよ。結局、F-I-Tが競争を阻害した。本来は価格競争をすべきなのに、値段が決まっているから競争する必要がなかった。制度的に競争を阻害したこと、私も今、実験で太陽光を入れていますが、施工費が高い。とにかく工期が長く、その分、人件費がかかる上、過剰品質。日本人は強固なものをきちんとつくつ

州内のグリッドで囲まれているドイツと比較すること自体、ミスリーディングな議論。むしろEU全体で見ると脱原発ではなくて、4分の1程度は原子力が占め、天然ガスと石炭と再エネがバランスよく分散する形になっている。

石原 震災前のEU全体と日本全体のバランスは似ていた。

有馬 ほぼ同じ。ドイツが再エネを大量に導入できた理由は、ドイツと隣国のエネルギー政策が違っていたから。つまり隣国がドイツと同様に脱原発・風力増強を行っていたら、ドイツで余った風力をオランダやポーランドのグリッドに流し込み、彼らの火力で調整してもらうという事はできなかった。ドイツは異なる電力構成の隣国と相互補完ができたが、今後は自らデマンド調整や、北から南への送電線敷設によって大風力地域から大需要地域に効率よく電気を送る形をつくらないといけない。問題は、南北の送電網敷設に真ん中の住民が反対して進まない。その課題にドイツは直面している。日本は隣国との系統連係がなかったがゆえに、最初から自ら調整せざるを得なかった。

高村 IEAの報告書も25%程度まではグリッド運用など既存の調整力で大きな追加コストなく自然変動電源を入れられると指摘している。日本はまだ約8%程度ですが、25%を超える規模となるとコストがかかる。再エネを大規模に導入するためのグリッド運用やシステムのイノベーションについてはどう見えますか。

石原 25%を超えたとき、EVは大きな蓄電池になる。日本の5千万台が全部EVになれば、非常に大きな蓄電池。日本の総電力消費1日分くらいの電力貯蔵ができます。

もう一つはスマートグリッド*構築によるデマンドコントロール。家電がAI化すると、自動的に需給調整ができる。



石原 慶一 いしはら けいいち
京都大学大学院エネルギー科学研究科長；
教授（エネルギー社会学）
1957年京都府生まれ。京都大学工学部金属加工学科卒、同大学院工学研究科金属加工学専攻修士課程修了。工学博士。87年無機材料研究所客員研究員、90年京都大学助教授を経て、教授。2017年4月よりエネルギー科学研究科長。将来のエネルギーについて、基盤技術から実現可能なシナリオまでを研究対象にし、材料開発などの基礎技術を社会に活かして豊かな社会を構築すべく、多様な社会活動を行っている。関西原子力懇談会「日本のエネルギー選択を考える会」メンバーなど。
<https://kyouindb.iimc.kyoto-u.ac.jp/j/cV4nR>

スマートグリッド
基盤となる電力系統の安定性を失うことなく、低炭素社会の実現とお客さまの利便性向上を目的に、情報通信技術、蓄電池技術などの新技術を用いた、高効率、高品質、高信頼度の電力流通システム。

PV
太陽光発電 (Photovoltaic)。

てしまう。もつと競争原理が働かないと下がらない。

今後の課題と方策は？

低炭素イノベーションには

国が大きな目標を立て、多様な技術を競わせる

有馬 今後の課題ですが、2050年あるいはそれ以降、気温上昇を2℃以内に抑えるには、多様な分野でイノベーションを起こす必要がある。イノベーションが起きやすい環境づくりをどう進めればいいのか。

石原 イノベーションを起こさせるには大きな政策目標が必要で。2050年にカーボンフリーにするなど、カンフル剤として大きな目標を政府が立て、官民一体になって技術開発をする。

高村 同感です。方向性、めざすべきゴールの提示がイノベーションには非常に大事。社会のイノベーションには、新しい技術開発だけでなく、技術の普及も必要です。成功例はZEH*。政府が2020年に向けてZEHを標準住宅にするのと打ち出して業界と一緒に取り組み、大手住宅メーカーの中には今年年間販売新築住宅の70%以上がZEHというところもある。具体的な政策目標を出すことがイノベーションを促します。

石原 ZEHみたいな成功例はあるにしても、政府は個々の技術より、もつと大きなターゲットを示し、それに向けて多様な技術を競争させるほうがいいのではないですか。

高村 両方必要かと思えます。つまりZEHのように既に見えている技術。これはかなり具体的に年限を決めて普及政策を導入すればいい。もう少し先の技術は、多様な技術オプションの中でどれが生き残るか競争させ、イノベ

ションを生じさせることが必要だと思えます。

有馬 かつてのように政府が特定技術を支援するモデルは今後なくなる可能性がある。多様な技術が我々の予想もしないマリッジをするんでしょうね。

またマクロ経済環境が悪いと技術開発に資金を回せないで、良好なマクロ経済環境と良好な企業収益は長期イノベーションほど必要になる。経済を縮小・閉鎖させるとイノベーションは生じず、既存技術の改善に終わってしまう。

産業を虐めるのでなく育てるために
カーボンプライシングを使う

有馬 イノベーションを生み出すきっかけとして、カーボンプライシング*についてはどうですか。

高村 近年の研究は、特許出願件数を比較したとき、カーボンプライシングが入っている国のほうが、技術開発への圧力がかかって、特許取得数は多いとしています。

CCSなど低炭素化へのハードルが高い技術は、かなり高いプライスが見つからないと、技術の革新・普及は起きない。逆に再生可能エネルギーやEVなどの低炭素技術のコストが下がっていけば、プライスのレベルはさほど高くなって済む。そういう関係にある。カーボンプライシングは長期削減を考えると、技術コストと技術戦略と切り離せない。

ただ、日本の明示的炭素価格3ドルは低い。そのコスト構造が、石炭が優位に選択されてしまう理由ではないか。

有馬 石原さん、どうでしょうか。
石原 日本国内で厳しいカーボンプライシングを導入すれば、国際競争力のある産業が育つ。今まで日本の輸出産業の成功は、ほとんどが国内競争で力をつけてから海外に出

高村 ゆかり たかむら ゆかり
名古屋大学大学院環境学研究科教授
(国際環境法)
1964年鳥根県生まれ。京都大学法学部卒、一橋大学大学院法学研究科修士課程修了、同大学院法学研究科博士後期課程単位修得退学。静岡大学助教授、龍谷大学教授などを経て現職。中央環境審議会地球環境部会委員、持続可能な地球環境研究に関する検討作業部会委員、大阪府環境審議会温暖化対策部会専門委員、総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会新エネルギー小委員会委員など。2030年の電源構成を議論する経済産業省の有識者会議「長期エネルギー需給見通し小委員会」委員も務めた。
<http://www.social.env.nagoya-u.ac.jp/norm/takamura>



た。だから、ローカーボン技術を育てるために、カーボンプライシングを使う。虐めるのでなく、育てるために使うという発想でうまく制度設計すればいいんです。

有馬 国際的に統一的なカーボンプライシングがあるのが望ましいが、現実には各国ごとに異なり、各国のコスト環境に凸凹を生じさせている。高村さんは3ドルは安いと言われたが、エネルギー税等を加えた実効炭素価格で見るとアメリカ・中国と比べ、日本のレートは相当高く、根っこ

のエネルギーコストもやっぱり高い。日本にとって重要な比較対象は欧州ではなくアジア太平洋地域。
石原 国際的な共通ルールは必要ですが、例えば自動車の排ガス規制など、もともと厳しいマスキー法*があった上、日本はさらに厳しく規制した。それで国内メーカーが努力をしてイノベーションを起こした。むしろ海外よりも厳し目のプライシングのほうが国際競争力は生ずる。それは一国のイノベーションを起こさせる方策です。

パリ協定下で生まれる巨大な低炭素市場で
日本の高効率エネルギー技術を活かせ

有馬 最後に、日本の産業、そして電力会社に対してアドバイスなりメッセージがあればいただきたい。

石原 日本の産業は個々の要素技術はかなりあり、欠けているのはアプリケーション技術。各要素技術を具体的な目に見える形にすることを期待したい。これが輸出にもつながるし、将来日本を支える中核技術にもなる。

電力会社は今後ももう少し自社の電力の商品価値を考えてほしい。電力自由化で新電力の参入は多いが、これまでの議論は値段だけ。電力という商品の販売を通じて電力会社

ZEH
ゼッチ。ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス。外皮の断熱性能等を大幅に向上させるとともに、高効率な設備システムの導入により、室内環境の質を維持しつつ大幅な省エネルギーを実現した上で、再生可能エネルギーを導入することにより、年間の一次エネルギー消費量の収支をゼロにすることをめざした住宅。

カーボンプライシング
炭素の価格付け。温室効果ガスの排出量に比例し明示的に価格を付ける施策。炭素税や排出量取引制度など、費用負担が発生することで、経済全体で費用率的に温室効果ガスを削減できる。また消費者や生産者に対し、間接的に排出削減を促すエネルギー課税・エネルギー消費量や機器等に関する基準や規制等、暗示的炭素価格施策もある。

マスキー法
アメリカで1970年に設けられた、自動車の排気ガスを規制する「大気浄化法」の通称。

はもつと人々のエネルギーリテラシーを高める情報発信をすべき。今、国民の多くが、電気はあつて当たり前、コンセントに差せば使えるスイッチを入れれば点くことを前提に、値段が少しでも安いとか原子力に反対する人は新電力に移り、関西地域はかなり関西電力離れを起こしている。しかしエネルギー安全保障や変動する電力需給バランスを知った上で、電力選択なり、政府のベストミックス計画に対する提言ができる国民を育てる必要があります。

高村 15年頃を分岐点に世界は大きく変わりつつあります。残念ながら、日本の産業は低炭素分野で国際競争が本格化している潮流を掴み切れていないのではないのでしょうか。欧米に比べると一歩出遅れた感もある。パリ協定が動いていくと、IoTなどの流れとともに、変革に伴ってエネルギー分野も移行のための巨大市場が出てくる。特に再生可能エネルギー分野の大きな市場が見込みです。40年までの新設発電設備への総投資額約10兆ドルのうち72%が再エネへの投資で、その額は年4千億ドルに達するとの予測もあります。そこにぜひ日本の産業が食い込んでほしい。日本の再エネ技術は、特許取得数で見ると16年段階でも中国・アメリカを抜いて1位。石原さんが言われたように、要素技術としてはかなり力を持っている。パリ協定がもたらす変革はビジネスチャンスでもある。国もそれを促進する産業戦略が必要です。

電力需要が伸びないなかで、再エネの導入は拡大し、原子力も再稼動するならば、電力会社は、今後供給過剰のなかでビジネスを組まなければならない。電力だけでなく総合エネルギー産業としてどう事業を拡大していくか。そして販売するエネルギーにどう付加価値をつけていくか。技

術力も経験も資本力もあり、信頼できるエネルギー事業者としてもつと再エネ拡大に力を入れてほしい。特に、風力、地熱は一定の資本力と技術力がないと安定的な事業はできないから、ぜひ本腰を入れて取り組んでいただきたい。

有馬 僕も一言。温暖化問題は地球全体としての削減が目です。だから、それに役立つ「種」を常に日本企業には提供してもらいたい。パリ協定のもとで巨大な低炭素市場ができるなら、その機会をうまく捉える。大量生産型は中国に勝てないから、いかに賢く使うかという知恵が要る部分で競争力を発揮してもらいたい。長期の排出削減には、今までなかった技術の組み合わせ、イノベーションが必要になるから、そこで日本企業の強みをぜひ発揮してほしい。

日本の産業は多様な分野で非常にエネルギー効率の高い生産プロセスを実現しているから、日本の産業が力を失い、その部分が他の国に代替されていくと、地球全体としての排出量が増えてしまう。そういうことのないよう、日本企業には、温暖化をめぐる議論の場でぜひ国やセクター横断的な大きな視点を提供してもらいたいし、議論のフレームを拡げる提言をしてもらいたい。

日本の電力業界は、培ってきた知恵を世界の排出削減に授けるべく、もつと海外での活躍を望みたい。

本日はありがとうございました。 **躍**

(2017年11月24日実施) 編集/田窪由美子

