

Green Journal

グリーンフォーラム21 2015年度 活動報告書



CONTENTS

巻頭言	「地球温暖化問題 さまざまな視点で」..... 2 座長 茅 陽一
寄稿	「『パリ協定』時代を生きる」..... 3 学界委員 加藤三郎
	「日本の先進技術 途上国に」..... 4 学界委員 中上英俊
	「環境危機への不安」..... 5 資源循環技術委員会委員長 吉田敬史
活動報告	第1回事例研究会..... 6 「どうつくり、どう運ぶ－これからの水素社会」
	第2回事例研究会..... 13 「再生エネ大量導入－諸制度見直し急げ」
	第3回事例研究会..... 20 「パリ協定採択－求められる日本の対応・役割」
	第4回事例研究会..... 26 「電力小売り全面自由化－エネ市場どう変わる」
	第1回環境フィールドワーク 32 「Jパワー・磯子火力発電所」
	第2回環境フィールドワーク 35 「富山県」
	資源循環技術委員会 38 「家電リサイクル」
	2015 年度委員 42
資料	2014 年度活動報告紙面..... 43
特集	パリ協定採択－動き出す温暖化対策..... 54

地球温暖化問題 さまざまな視点で

グリーンフォーラム 21 座長

茅 陽一

(地球環境産業技術研究機構理事長、東京大学名誉教授)



2015 年度は地球温暖化問題に大きな進展がみられた年だった。15 年 12 月に気候変動枠組み条約第 21 回締約国会議（COP21）で採択された「パリ協定」は、世界のほとんどすべての国が参加してまとめたもので、まだ正式な批准には至っていないものの、世界が力を合わせて地球温暖化対策に取り組む姿勢を示したという意味で画期的である。グリーンフォーラム 21 でも早速、事例研究会でこの協定を取り上げ、いろいろと議論したが、高く評価する意見が多かった。

ただ、パリ協定に盛られた世界の平均気温上昇を産業革命前に比べて 2 度 C 未満にするだけでなく、1.5 度 C に抑えるよう努力するという目標は極めて厳しいものであり、この実現は非常に困難であるといっていよい。実際、各国の提

出した温室効果ガス排出抑制目標を合わせても、こうした長期目標に向かう排出曲線にはなかなかのりそうにない。しかし、だからといって今後の努力をあきらめるのではなく、世界が合意したという姿勢を生かして各国が地球温暖化抑制に努力すべきである。

グリーンフォーラム 21 でも、わが国が、そして企業がどのような努力をすべきか、さまざまな視点から議論したい。地球温暖化問題は自分たちというより、子々孫々に影響する長期の問題であり、その対応には従来の環境問題とは異なった抜本的な視点で考えていくことが重要である。グリーンフォーラム 21 がその意味で、思い切った提案をできるようになることを大いに期待したい。

「パリ協定」時代を 生きる

学界委員

加藤 三郎
(環境文明 21 共同代表)



2015 年 12 月に気候変動枠組み条約第 21 回締約国会議（COP21）で採択された「パリ協定」は画期的だ。なにしろ「長期目標として平均気温上昇を産業革命前に比べて 2 度 C よりも十分に下回るよう抑え、1.5 度 C にするよう努力する」「早期に世界の温室効果ガス排出量を頭打ちとし、今世紀後半には実質的にゼロにする」といった環境 NPO の期待も上回るような内容にもかかわらず、各国の代表がついに合意したからだ。パリ協定が意味することは、化石燃料に全面的に依存してきた文明社会を転換し、再生可能エネルギーを主軸にした新しいエネルギー環境時代を築くことを国際社会が決意したことである。

もちろん、パリ協定は簡単に合意されたものではない。気候変動に関する政府間パネル

（IPCC）に集結した科学者・専門家の長年にわたる努力を踏まえ、政治・行政レベルでも、COP15 のコペンハーゲン会合から少なくとも 6 年余の時間をかけてようやくたどり着いた外交文書だ。目標は非現実的との見方もあるが、気候変動による破壊がこれまでに経験したことのないような深刻な現実になっているからこそ、以前の常識から考えると非現実的と思われる目標を掲げて大転換に挑戦せざるを得なかったと見るべきだ。今後は、あらゆる人がパリ協定の下で生きることになる。人々は古い衣をかなぐり捨てて新しい衣に着替える準備を、これから先 5 年、10 年にわたってすることになる。

その意味でもグリーンフォーラム 21 での見解と知恵の交換に期待している。

日本の先進技術 途上国に

学界委員

中上 英俊

(住環境計画研究所会長)



地球温暖化問題がなかったら、もっと自由で奔放な将来世界像が描けたかもしれないと思うことがある。特にこれから社会経済が発展するであろう途上国の人々にとって、この問題は青天の霹靂とでもいう事態であるのではと察せられる。地球が数億年かけて創った化石エネルギーを、たかだか数百年で使い切ってしまうかねないことにより、地球の許容限界を超える環境悪化が起こるということは、今となれば多くの人々が納得していると思われるし、納得せざるを得ないのも現実だろう。識者の間ではこのような認識が一般的であるように思われるが、日本のような先進国の国民にとっても、このような理解が行き届いているとも思えないのも現実ではないだろうか。人は現実的な災難に直面しなけ

れば、なかなか具体的な行動には移れないものだ。温暖化問題の解決に向けた一人ひとりの深い理解、行動実践に向けた情報発信と解決策の提示が、専門家をはじめ、企業人にも求められる。

気候変動枠組み条約第21回締約国会議(COP21)により、やっと世界が大きな目標に向かって取り組む覚悟が合意を得たようだ。しかし具体的なプログラムや政策はこれからさまざまな議論の末に絞り込まれていくことになる。わが国ですら総意となるにはいまだしの状況で、途上国ではどうなっていくのであろうか。わが国の先進技術を途上国に展開していくことは極めて意義深いものだと考える。そのような意味からもグリーンフォーラム21に期待される役割はますます大きくなるように思われる。

環境危機への不安

資源循環技術委員会委員長

吉田 敬史

(グリーンフューチャーズ社長)



2016年1月、ダボス会議の主催者として知られる「世界経済フォーラム」が「グローバル・リスク・レポート 2016」を公表した。06年から毎年、報告書を公表しており、今回で11回目である。報告書では世界の産官学の専門家・意思決定者ら約750人が、社会、技術、経済、環境、地政学の5分野の29リスクに対して、今後10年スパンでの「起こりやすさ (likelihood)」と「影響度 (impact)」を評価した結果がリスクマップで示されている。

環境関連リスクでは「気候変動の緩和と適応の失敗」が全リスクの中の影響度で初の首位となり、起こりやすさも「大量難民」「水危機」「国家間紛争」などとともに最も重大なリスクの領域にプロットされた。06年の起こりやすさの評

価は「中 (moderate)」で危機感はまだ薄かった。16年5月の伊勢志摩サミット的首脳宣言では、15年12月に気候変動枠組み条約第21回締約国会議 (COP21) で採択された「パリ協定」の早期発効、カーボンプライシング、代替フロン

の削減加速などの気候変動に関する具体的なコミットがかなり記載されているが、06年のサンクトペテルブルグサミットではエネルギー安全保障の中で少し触れられる程度だった。この10年で人々の認識が顕著に変わった。

実際、異常気象を肌で感じるようになった。昔、タクシーの運転手との話題は野球が定番だったが、最近は異常気象の話が実に多い。今年も猛暑が予想されるだけに、“ゆでガエルの寓話”が実話になる不安を実感する夏になりそうだ。

第1回 事例研究会

“どうつくり、どう運ぶーこれからの水素社会”

第1回事例研究会は7月6日、「これからの水素社会」をテーマに開いた。水素の製造から輸送、貯蔵、利用までの各段階の課題や見通しについて議論した。

グリーン水素社会に向けて ーその意義と課題

アルカリ水電解法が有力

横浜国立大学大学院工学研究院名誉教授

太田 健一郎 氏



■ 水を循環

再生可能エネルギーを利用して製造した水素のことをグリーン水素と呼んでいます。地球温暖化対策の切り札として再生可能エネルギーの大量導入が掲げられていますが、大量導入するには、どこかでエネルギーを貯蔵しなければならないし、運ばなければならない。水素エネルギーに対する期待の大きさはここにあると思います。

私は地球の二酸化炭素（CO₂）と水の存在量、大気中の存在量や移動量、平均滞留時間などを基にした環境負荷係数を算出しています。人工生成物量を分子、自然循環量を分母にした比で、環境負荷係数が大きいと人工生成物が多く、それだけ環境に影響を与えているということです。

一方、水素は二次エネルギーをすべて水素にするといった仮想の量ですが、グリーン水素エネルギーシステムで生成する水の量を分子、自

然の水の蒸発散量を分母で試算しています。地球全体でCO₂の環境負荷係数は0.036なのに対し、水素は0.0001と小さく、格段に優れていることがわかります。

天然の水素はほとんどないため、製造しなければなりません。そこで再生可能エネルギーを利用し、水から製造する。言い換えると、水を循環させる水素社会の構築が理想だと思います。

■ 安価で大量に

水素の製造方法では水電解法を有望視しています。水電解法は数種類ありますが、工業用として安価で大量に製造するという点になると、アルカリ水電解が有力です。

固体高分子水電解という方法もありますが、白金族電極が高価だとか、容器はチタンでなければいけないなどと、工業用としてはコストが課題になります。水蒸気電解は実験室レベルで

す。熱化学法は理論に現実が追いついていない。直接熱分解はちょっと論外ですね。光触媒を使い太陽光で分解する方法は、いい触媒が見つかったら大化けするかもしれません。

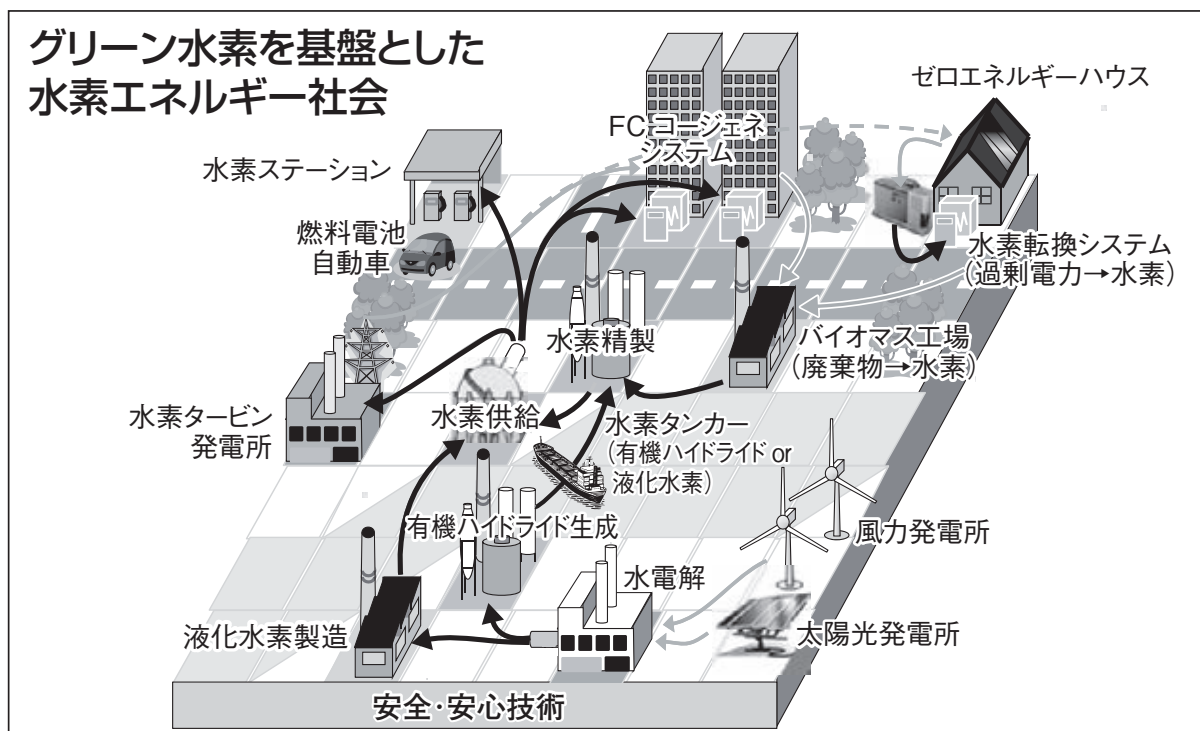
アルカリ水電解は実績があり、海外メーカーが小型の電解槽を手がけています。ただ水素を生成する隔膜にアスベストを使っていることが問題です。スイスの会社がアスベストを使わない隔膜の電解槽を開発中ですが、うまくいっていないようです。一方、日本メーカーには食塩電解の高度技術があるので、これを応用することにより、大型で安価な電解槽を開発できると期待しています。

■ パタゴニアの風

再生可能エネルギーには太陽光、風力、水力、地熱、バイオマスといろいろありますが、発電

コストを考えると風力が適しています。新エネルギー・産業技術総合開発機構の再生エネルギー技術白書（第2版）によると、液化天然ガス火力が10.7円/キロワット時。これと比較すると、風力は9.9～17.3円/キロワット時と近い。世界市場では5円/キロワット時を切る陸上風車もあります。

そこで注目しているのが、パタゴニアの風。アルゼンチンで10年ほど調査していますが、風況がいい。ほぼ西北西の一方に吹いており、風速もある。風車の稼働率を上げられるため、2円/キロワット時まで下げられると試算しています。強風に耐えられる風車があるか、水素の輸送はどうするかといった課題はありますが、可能性を秘めている、パタゴニアの風力を使ってアルカリ水電解で製造したグリーン水素を活用する。こうした水素社会を描いています。



水素社会を拓くエネルギーキャリア

再生エネの大量導入手段

内閣府 SIP「エネルギーキャリア」サブ・プログラムディレクター
住友化学理事

塩沢 文朗 氏



■ 克服するには

日本が2050年に向けて化石燃料への依存を低減し、エネルギー・環境制約を克服するには、原子力を維持しても再生可能エネルギーを大量に導入しなければなりません。ただ日本は再生可能エネルギーに質、量ともに恵まれていないため、海外からどう持ってくるかが課題になります。

エネルギー形態にはいろいろありますが、エネルギー密度が高く、輸送、貯蔵に適しているのは化学エネルギーです。中でも水素は地球上に豊富に存在する水から製造できる点で、再生可能エネルギーの大量導入手段として重要です。

■ 発電部門

日本は水素社会に向け、30年にエネファーム530万台、燃料電池車（FCV）200万台程度といった目標を掲げています。しかし、これらの効果は極めて限られています。日本の化石燃料消費は、家庭部門と輸送部門に比べて発電などのエネルギー転換部門と産業部門が圧倒的に多いのと、エネファームとFCV向けの水素は当面、化石燃料から製造された改質水素で十分に足りるからです。

ちなみにFCV1台が使用する水素は年間1000N立方メートルなので、200万台でも同20

億N立方メートルですが、その程度の量であれば、国内の製油所などで製造される改質水素で足りる。改質水素で需要を賄っていけるうちは、本当の水素の効果は見えてきません。

発電部門については、政府の研究会で水素の発電所引き渡しコストで30円/N立方メートル、発電コストで17円/キロワット時ぐらいの価格になると水素が導入される可能性があると考えられています。いったん導入されると、例えば60万キロワットの水素発電所1基で同25億N立方メートルという大量の水素が必要となります。

こうなると大量のCO₂フリー水素を海外から持ってくるが必要になる。こうなると初めて水素エネルギーの導入効果が出てきます。水素社会を迎えるには、エネファームやFCVの普及だけでなく、発電分野や産業部門にCO₂フリー水素が導入されることが必要です。

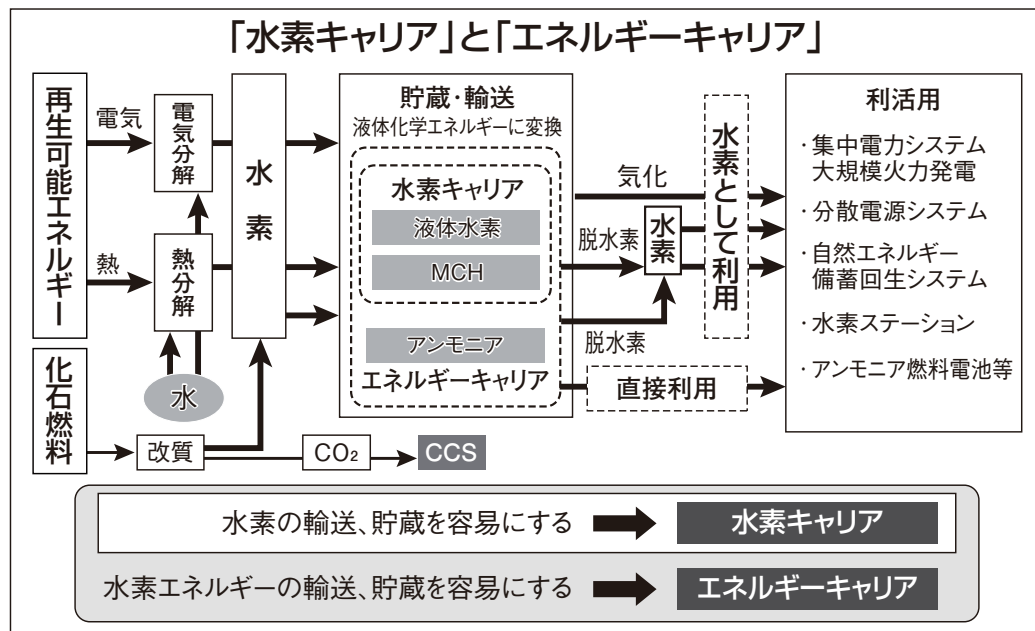
■ 長所と短所

ただ水素は取り扱いが難しいため、水素エネルギーの大量輸送、貯蔵を容易にするエネルギーキャリアが必要になります。エネルギーキャリアとしては、液体水素、メチルシクロヘキサン（MCH）、アンモニアの三つが考えられています。液体水素は気体水素の800分の1の容積で同重量の水素を輸送・貯蔵できますが、マイナ

ス 253 度 C で液化するため、専用インフラが必要です。MCH は 500 分の 1 の容積で、常温で運べるほか、ガソリンインフラを使えますが、MCH から水素を取り出す際に約 3 割のエネルギーが失われます。意外と知られていないのが、アンモニア。この三つの中では体積水素密度が最も高く、マイナス 33 度 C か 10 気圧の圧力で液化して 1200 分の 1 の容積となり、プロパン

ガスと同じように扱えます。そのまま燃料として使えるため、脱水素のエネルギーが不要です。

SIP では各エネルギーキャリアの長所・短所、価格などの条件を精査するとともに、水素発電や水素ステーションに至る各エネルギーキャリアの供給チェーンのどこにどのような技術課題があるのかなどを整理して、実用化に向けた研究開発と施策のあり方を検討しています。



燃料電池自動車 MIRAI の 開発と普及に向けて

次の 100 年のフロンティア

トヨタ自動車 製品企画本部チーフエンジニア

田中 義和 氏



■ パワーアップ

燃料電池車（FCV）は水素と空気中の酸素を化学反応させて発電した電気でモーターを駆動

します。「MIRAI」は約 3 分間で 4.3 キログラムを充填でき、航続距離は JC08 という日本のモードで 650 キロメートルと、ガソリン車並みを実

現しました。

トヨタ自動車は23年前からFCVの開発を続けてきました。MIRAIには世界トップレベルの新型FCスタックを搭載しています。FCスタックは、いかにパワーを出せるかが重要です。2008年型が体積出力密度1.4キロワット/リットル（最高出力90キロワット/体積64リットル〈重量108キログラム〉）だったのに対し、新型は同3.1キロワット/リットル（同114キロワット/同37リットル〈同56キログラム〉）を実現しました。単純には比較できませんが、エネファームなどの家庭用燃料電池は約700ワットなので、新型はこの約160倍のパワーを瞬時に出せるということです。

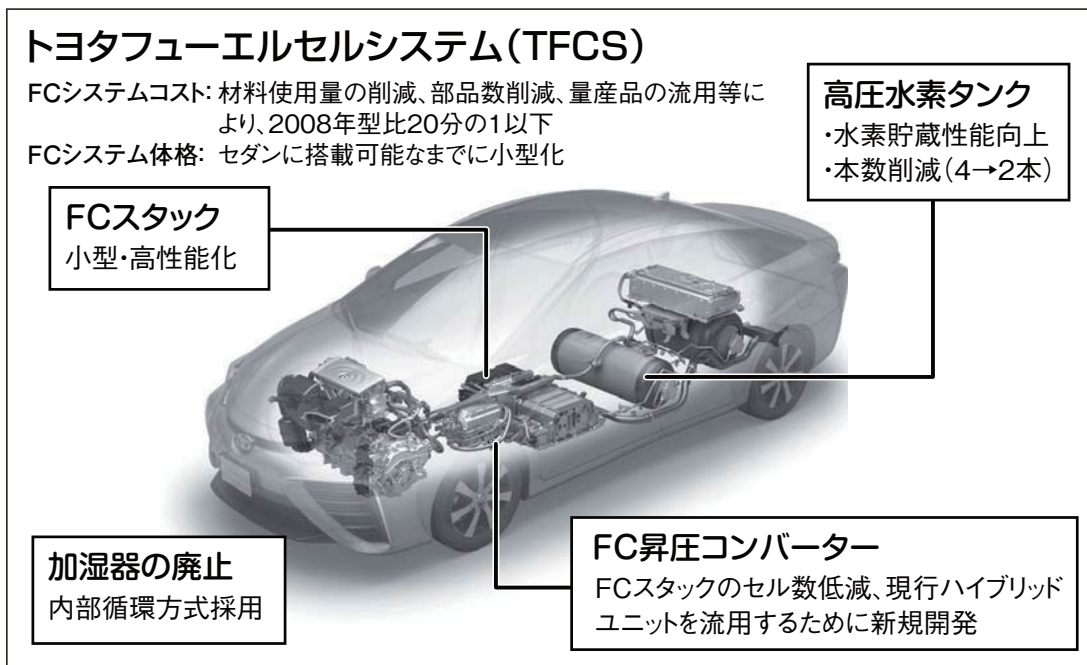
FCスタックは厚さ1.34ミリメートルのセル370枚を直列に並べて小型化し、床下搭載できるようにしました。酸素の流路は従来のシンプルな構造を見直し、複雑形状の3Dファインメッシュ流路を開発して発電性能を向上しました。電極は電解質膜の厚さを08年型に比べて3分の1に薄膜化し、水素イオンであるプロトン伝導性を3倍に向上しました。ガス拡散層、触媒も

見直し、電流密度を08年型に比べて2.4倍に高めました。

高圧水素タンクはプラスチックライナーを炭素繊維強化プラスチックのリボンで巻き、表面をガラス繊維強化プラスチックで保護しています。プラスチックライナーの形状を改良したほか、リボンの巻き方を工夫して強度を確保し、厚さを08年型に比べて15ミリメートル薄い25ミリメートルにして貯蔵性能の向上と低コスト化を両立しました。衝突すると高圧水素タンクのメインバルブが閉じます。時速80キロメートルの衝突試験では車がグシャグシャになりましたが、高圧水素タンクは全く変形しませんでした。

■ 災害時に給電

FCスタック、高圧水素タンクなどで構成するトヨタフューエルセルシステム（TFCS）では、ハイブリッド車（HV）のシステムと同じ考え方の基、FC昇圧コンバーターを新規開発しました。これにより、HVのインバーター、モーターなどを採用できました。リードタイムの短縮、信頼性の確保、低コスト化を実現しました。



また外部電源供給システムを搭載しており、FCスタックを電源として災害などの停電時に給電できます。供給電力量は約 60 キロワット時、最大供給電力 9 キロワットで、「CHAdemo」端子を採用しています。

■ 引き金に

MIRAI は次の 100 年のフロンティアになる車にしたいとの思いを込めて開発しました。14 年 12 月の発売から 1 カ月間で受注 1500 台を突破し、現在も増え続けております。16 年に年産

2000 台、17 年に同 3000 台にする計画です。また新型 FC スタックと高圧水素タンクを搭載した燃料電池バスを 16 年に市場投入する準備をしています。さらに燃料電池フォークリフトも実証実験しています。

FCV 関連技術を広めて自動車の環境課題の解決に貢献するとともに、MIRAI が水素社会への引き金となり、水素をクリーンに、低コストで製造するといったイノベーションを加速するなど、新しい価値があたりまえの価値になることを願っています。

意見交換

安全性は確保できる—不安招かない規制を

加藤学界委員 水素社会を実現するためには、水素の安全性の確保が求められる。

太田氏 どのようなエネルギー物質にも絶対的な安全はない。だが、例えばアルカリ蓄電池には体積にして約 100 倍の水素が入っているが、皆がこわいと思いながら使っているかという、そんなことはない。そういう社会をつくっていかねばいけないし、水素の安全対策技術も進化しており、安全性は確保できる。

塩沢氏 日本は規制の考え方を根本的に変える必要がある。一例として、ドイツは住民の不安をあおらないように水素関連機器の周辺に壁をつくらない。少し掘って、そこに水素関連機器を置いて金網で囲ってあ

る。仮に爆発したら爆風は上に飛ぶ。画一的な規制ではなく、どのように使ったら安全かというアプローチで、リスクの性格に適し、かつ住民の不安を招かないような規制をしている。

田中氏 FCV の安全には大きく三つのポイントがある。まず漏らさない。漏れたら検知して止める。そしてためない。漏らさないについては強固なタンクはもとより、衝撃を受けるとメインバルブが閉じる。検知については水素が滞留しそうなところにセンサーを搭載しており、検知したらメインバルブを閉じる。さらにキャビン内には一切、水素が入らないように設計している。よく「車両火災の時は大丈夫か」と聞かれるが、

火災の際は特殊な金属の弁が溶けて水素を斜め後方に開放し、火がつくとバーナーのように燃えるだけで、決して爆発しない。

中上学界委員 パイプラインで水素を供給する話もあるが、既存インフラを活用する可能性はあるか。

太田氏 都市ガスのパイプラインを使えるか使えないかといった見きわめはできていない。既存インフラの活用は難しい。ただパイプラインは輸送効率が高く、海外には800キロメートルぐらいの水素パイプラインがある。

塩沢氏 私も既存インフラの活用は無理と聞いている。近距離のパイプラインであれば成り立つだろうが、限定的だろう。

茅座長 高温ガス炉で熱化学反応させて水素製造する方法の可能性をどう見ているか。

太田氏 熱化学法はいろいろな反応生成物が出るので、反応だけではなく、この分離が課題になる。高温になればなるほど難しい。であれば、高温ガス炉で発電した電気で水電解するほうがよいと思っている。

産業界委員 水素エネルギーキャリアではアンモニアが有望ということだったが、なぜSIPはここに資源を集中しないのか。

塩沢氏 水素エネルギーキャリアにはそれぞれ長所と短所がある。アンモニアは大量に

利用され、かつ一般の人が触れないような発電分野などでは有望だが、臭気や毒性があるため、一般の人が触れるような分野、例えば水素ステーションで扱うのには適していない。液体水素とMCHは利用が実証段階に入っているが、アンモニアは開発段階の技術が多い。こうしたことを総合的に判断し、適切な資源配分をするようにしている。

茅座長 脱炭素ということになると、FCVのほか、電気自動車（EV）もある。環境車ではプラグインハイブリッド車（PHV）という選択肢もある。

田中氏 トヨタ自動車は省エネルギーの観点と燃料多様化の観点で開発に取り組んでいる。省エネルギーでは、まだHVが増える。また燃料の多様化を考えると、FCVはもちろん、EVもパーソナルモビリティや近距離用としてしっかりと開発に取り組まねばならないと思っている。トヨタはEVに否定的のように見えるかもしれないが、決してそうではない。PHVも可能性を秘めており、もっと増えると予想している。

茅座長 普通、環境問題というと、言葉は悪いが、抑制といった後ろ向きな感じの議論になりやすい。だが今日は水素社会を目指そうという前向きで気持ちのよい議論だった。ありがとうございました。

第2回 事例研究会

再生エネ大量導入—諸制度見直し急げ

第2回事例研究会は10月13日、「再生可能エネルギーの開発」をテーマに開いた。賦課金や電力系統などの課題と解決策、導入先進国であるドイツの政策について議論した。

再生可能エネルギーをめぐる対策と課題について

太陽光を低コスト化

経済産業省・資源エネルギー庁 新エネルギー対策課長

松山 泰浩 氏



■ 3つの課題

日本は2012年7月の再生可能エネルギー固定価格買い取り制度（FIT）で、再生エネの大量導入に急速にカジを切った。ただ太陽光一辺倒となり、賦課金などで国民負担が増加した。国民負担を抑制し、再生エネ電源をバランス良く導入することが求められる。このためには「経済性」「電力系統」「地域社会・環境との共生」という乗り越えなければならない課題が三つある。まず太陽光を長期安定的で低コストな自立電源とするための基盤を整えることが、再生エネをしっかりと根づかせるためのカギになる。

再生エネには①自然変動電源である太陽光・風力②ベース電源となる地熱・水力③地域密着型のバイオマスがあり、それぞれ電源特性が異なる。このうち太陽光は未知数で、このまま増え続けるかもしれないし、FITが終わる約20年後にしぶんでしまうリスクもはらんでいる。

メガソーラー（大規模太陽光発電所）は世界を見渡してもまだ5年程度の歴史しかない。長期間、発電を続けるために何が必要か、どれぐらいの収益が見込まれるか、経験を積み上げることが必要だ。パネルメーカーなどの20年保証に依拠したファイナンスがついているが、今後、施工やメンテナンス不良によるトラブルも懸念される。

■ 更新投資促す

太陽光のビジネスモデルを確立し、長期安定電源にするための課題のひとつに低コスト化が挙げられる。システムに加え、設計、施工などのコストが欧米に比べて高い。太陽電池の高性能化、モジュール化、低コスト製造などの技術開発のほか、保守・メンテナンスによる発電量減少リスクの回避、事故事例の把握を通じた施工の改善、廃棄時のリサイクルの仕組みなども

必要になる。FIT の適用期間が終わるまでに、これらの課題を解消し、更新投資を促すことにより、低コストで電力供給を長期継続できる仕組みを構築できれば、エネルギーインフラとしての“太陽光 100 年構想”も描ける。

次に電力系統の問題。欧州は各国の系統が網の目のようにつながっているが、日本はエリアごとの独立した系統が数珠つなぎになっている。安定供給が確保できる半面、新しい電源の受け入れ・融通が難しい。「なぜ欧州には入るのに日本には入らないんだ」との議論があるが、この系統の問題を乗り越えないと限界がある。対策として出力制御システム導入による受け入れ可能量の拡大、広域融通の推進などがある。

地域社会・環境との共生も課題。「導入は賛成だが、裏庭に入れるのやめてほしい」といった反対運動は珍しくない。風力、地熱、水力を設

置するには、環境アセスメントをした上で、地域の理解を得なければならない。

■ 新から真に

「経済性」「電力系統」「地域社会・環境との共生」という三つのギアが、同時にギアアップしていかなないとエンストして動きが止まってしまう。このギアの違いから生じた最初の問題が、九州電力に端を発した 14 年の電力保留問題だろう。事業者側と電力側の意識の差が表面化したとも言え換えられる。

電力需給への対応と低炭素社会の実現を両立するため、再生エネ導入の課題を乗り越えなければならない。電源に応じたビジネスモデルを確立し、新しいという新エネルギーから、真なるエネルギーとしての“真エネルギー”に変えたい。

15 年度の賦課金単価

	14 年度における想定	15 年度における想定	主な要因	
買取費用	9000 億円	1 兆 8370 億円	・ 非住宅太陽光の導入量の拡大・稼働率の向上による買取電力量の増加 ・ 14 年度までに見込みを上回って導入が進んだことに伴う不足分	
回避可能費用	2480 億円	5148 億円	・ 買取電力量の増加 ・ 見直し後の単価の適用拡大	
費用負担調整 機関事務費	2.7 億円	2.7 億円	—	
販売電力量	8670 億kWh	8366 億kWh	・ 前年の販売電力量実績から、近年の減少傾向を踏まえて算出	

	12 年度	13 年度	14 年度	15 年度
収支の当初見込み (賦課金総額)	1306 億円	3289 億円	6520 億円	1 兆 3222 億円
賦課金単価 (標準家庭月額)	0.22 円 / kWh (66 円 / 月)	0.35 円 / kWh (105 円 / 月)	0.75 円 / kWh (225 円 / 月)	1.58 円 / kWh (474 円 / 月)

(注) 旧制度 (余剰太陽光買取制度) の付加金を含んでいない

ドイツの再生可能エネルギー大量導入政策の現状と我が国への示唆

ドイツの轍を踏むな

電力中央研究所 社会経済研究所主任研究員

朝野 賢司 氏



■ 世界最高水準

ドイツは1998年に電力自由化し、2000年に再生可能エネルギー固定価格買い取り制度（FIT）である再生エネ法（EEG）を施行した。99年に5%に過ぎなかった再生エネ発電比率は、14年に25.8%と5倍以上に増えた。

しかし、政府は適切な買い取り価格を設定できず、コストの高い太陽光を入れすぎた。この期間における電気料金支出に占める再生エネ賦課金の割合は、家庭で0.5%から21.4%に、産業で1%から40.8%に急増した。1キロワット時当たり電気料金は、家庭が29ユーロセント（約39円）と、日本の約1.5倍に達しており、世界最高水準である。

■ 火力の停止も

さらに、再生エネ大量導入は卸電力市場もゆがめ、火力発電の維持が困難になっている。欧州の電力取引所では、卸電力価格は燃料費の安い発電事業から落札し、電力需要を満たす最後の価格で決定される。ところが、FITには再生エネの買い取り義務がある。そこで、再生エネは優先的に引き取られるように、値札をつけずに卸市場に投入される。

この結果、液化天然ガス（LNG）などの燃料費が高い発電設備がほとんど稼働できなくなり、

採算性が悪化している。例えば3月に電力会社のE.ONが10、11の両年に運転を開始したイルシング火力発電所の停止を申請し、ドイツ政府は運転継続のために補償金を出すことを決めた。

つまり、太陽光や風力などの自然条件で出力が変動する電源が拡大するほど、変動に対応する火力発電が必要になるが、その維持・新增設がFITで困難になる皮肉な状況にある。このため、卸市場の制度の修正とともに、政府が保証金を支払って緊急時に必要となる火力発電を確保しておく容量リザーブ（戦略的予備力）を16年に導入する予定だ。これらは16年に電力自由化を控えた日本が直面する問題でもある。

■ FIPに移行

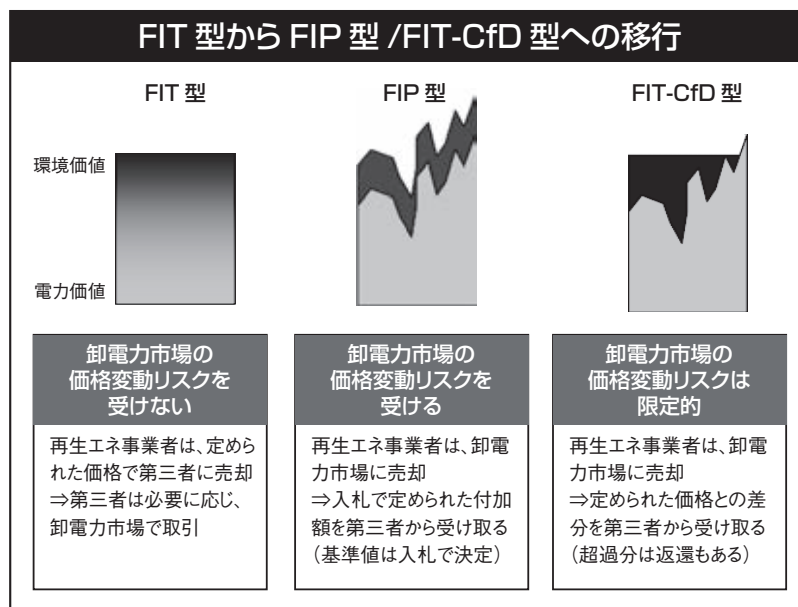
再生エネ起因の卸価格の押し下げ額は拡大すると見られている。そこで14年8月に法改正し、フィード・イン・プレミアム（FIP）への移行を推し進めている。FIPは再生エネ事業者が卸市場に直接販売し、卸価格に市場プレミアム価格を上乗せして支払う制度で、市場プレミアムは入札して決める。再生エネ事業者も既存の発電事業者と同様、発電計画を立て、価格変動リスクを受けて販売することが求められる。

FITは電力価値と環境価値を一緒にして固定価格で買い取っていたが、FIPは二つの価値を

分けたと言ひ換えられる。ただ、FIP は卸市場での競争に与える悪影響を完全に解決するわけではない。再生エネ事業者も卸価格に応じて発電を判断するものの、別途プレミアムが支払われるため、FIT と比した悪影響は軽減されるが、従来の火力電源を卸市場から押し出すことは変わらない。ドイツで導入予定の戦略的予備力や、英仏での容量メカニズムは、収益の悪化した電

源が廃止されることを防ぐ意味がある。しかし、容量メカニズムを卸市場と整合的に設計することにもさまざまな課題があり、各制度ごとに一長一短がある。

FIT 実施での日本の悲劇は、周回遅れで導入したにもかかわらず、ドイツの轍を踏んだことだ。先行事例を検証し、日本の電力改革の議論を深めることが求められる。



再生可能エネルギーの統合拡大に向けた需給調整力（フレキシビリティ）確保への取り組みの方向性と課題

広域化で影響抑える

東京電力 常務執行役経営技術戦略研究所長

岡本 浩氏



■ パワープール

電力システムは発電所と変電所を高い電圧で結ぶ「送電系統」、配電用変電所から消費者まで

を低い電圧で結ぶ「配電系統」で構成されている。巨大な貯水池のイメージで、パワープールと呼ばれる。だが水と異なり、電気はためられない。

すべての火力発電所のボイラを停止すると約 10 秒後にはブラックアウトする。このため消費者が電気を使うのにあわせて発電所は同時同量の電気を供給し、貯水池の水位にあたる周波数を一定に保つ必要がある。

日本には北海道、東北、東京、北陸、中部、関西、中国、四国、九州、沖縄の 10 電力会社があるが、沖縄を除いた 9 電力の供給・制御エリアを基本にして需給調整している。パワープールが交流でつながっている範囲においては、どこでも周波数が同じ。北海道と東北・東京、東日本と西日本が直流で分断されているので、北海道、東北・東京、西日本 6 社、沖縄の四つのパワープールがある。

パワープールが大きければ大きいほど、周波数の変動は小さい。欧州大陸は巨大なパワープールを構成しているので、出力が変動する再生可能エネルギーが流れ込んでも全体ではさほど影響を受けない。一方、日本はパワープールの需給調整力をより高めなければならない。

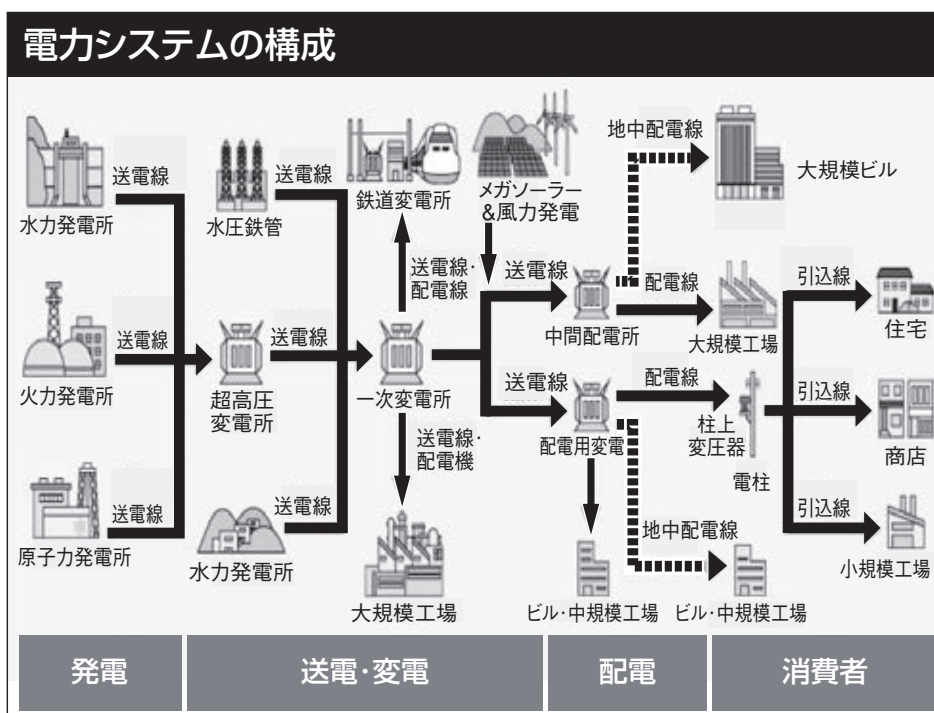
■ 5つの選択肢

需給調整力を確保するための選択肢は五つある。1 番目は火力発電所などの電源の調整幅をもっと増やす。2 番目はパワープールを統合して広域化する。3 番目は再生エネの出力を抑制する。4 番目は可変揚水発電や多数の蓄電池などで調整する。5 番目は需要自体をコントロールする。

特に広域化については 4 月に電力広域的運営推進機関が設立された。2016 年に送配電事業者間の連系線潮流をリアルタイムに監視・制御するシステムが稼働すると、エリアをまたいだ系統利用の円滑化や再生エネの出力変動の広域調整が期待できる。

■ ルール見直し

五つの選択肢には技術的な課題があるものの、解決へと前進している。一方、広域化して連系線を柔軟に活用するには、制度見直しも必要になる。一例を挙げると連系線の利用ルールがあ



る。連系線は登録時刻が先であるものを利用順位の上位とする「先着優先」のため、再生エネの出力変動を吸収するために利用しようとしても容量に空きが乏しい。仮にネットワークを増強するにしても稼働率が低くて無駄になる恐れがある。こうした問題を考慮し、全体を調整する仕組みづくりが課題になる。

需給調整力を確保するための技術革新や制度の見直しとともに、国民負担のあり方などの議論も深める必要がある。一方、分散電源の増加、省エネの普及、人口減少などで電力需要が減少

し、これに設備の経年劣化が追い打ちをかけて電力会社の収益が悪化する懸念が強まっている。電気料金を上げると、さらに需要が減少する。こうした悪循環でビジネスが成り立たなくなる。米国ではデス・スパイラルと呼ばれていて、これは日本でも起こりうる。いわば電気事業は構造不況業種であり、社会インフラを適正に維持し続けるためには、電力会社もデジタル技術の活用により、バリューチェーンの全体最適化や強化を図りながら、ビジネスモデルと収益構造を見直す必要がある。

意見交換

エネ政策には改善の余地

加藤学界委員 政府は2030年度に温室効果ガス排出量を13年度比26%減の高い目標を掲げた。また30年度に再生可能エネルギーを22～24%とするエネルギーミックスも提示した。現在のコストと技術でこうした目標数値を達成し、また地球温暖化を抑制できるのか。

松山氏 エネルギーミックスは13年度比26%減を念頭に置きつつ、安価な電力コストでエネルギー自給率を高めることを考慮して策定された。30年度をマイルストーンとし、ここから20年間、30年間かけて再生エネ社会へとつくり変えていく。コストが安くなり、大量に導入される過程で浮上

する諸課題に対応することが求められる。地球温暖化防止の取り組みも30年、50年、2100年へと続く。この間、次なるエネルギーを開発しなければならない。それが水素なのか、想定していないような新しいエネルギーなのか。同時並行で追いかける必要がある。

朝野氏 まず地球温暖化対策としての再生エネの費用対効果を考えると、非常に低い。普及によるイノベーションを信じて、再生可能エネルギー固定価格買い取り制度(FIT)などの政策を講じているが、想定通りにコストダウンが進む保証はない。ここで重要なのは、やはり賦課金の問題。国民

負担を抑制するために、政策の効果を事前と事後に繰り返し検証し、修正していくしかない。この点で現在の政策は改善の余地が多くある。

中上学界委員 いつになったら（再生エネの発電コストが既存の電力と同等になる）グリッドパリティになるのか、あるいはならないのか、どう見ているか。

松山氏 予測は難しいが、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は太陽光発電開発戦略で30年に発電コスト7円/キロワット時の目標を掲げている。次の投資が生まれる10年後、15年後ぐらいの間にブレークスルーし、同時にビジネスモデルを構築できるかが勝負になる。また洋上風力は爆発的に拡大する可能性を秘めている。50年先を見据えると海洋エネルギーがカギになりそうだ。

岡本氏 国際エネルギー機関（IEA）のレポートによると、太陽光は今後20年間、グリッドパリティを達成できないが、風力は達成できる地域もあるとしている。ただ太陽光の事業者らに聞くと、これは非常に保守的な見方で、「実際はそんなことない」といった声が多い。私も20年以内に達成されることを期待している。達成させるには競争のメカニズムが働く必要がある。

茅座長 需給調整策として太陽光の出力抑制があるが、どの程度の抑制ができるだろうか。

朝野氏 大変に難しい質問。ただ一つ言えるのは、欧州では今、系統増強などのほうが再生エネの抑制よりもコスト高になる場合、

再生エネを積極的に抑制したほうが、結果的に導入量を増やせるのではないかといったことを議論している。背景には再生エネの優先給電ルールは過保護すぎるということもある。日本も社会的なコストを最小化するための出力抑制のやり方を考えていかなければならない。

茅座長 バッテリーで需給調整する方法があるが、そう簡単にバッテリーのコストが下がるものではないし、実際、バックアップソリューションになり得るのか。

岡本氏 系統安定化のためだけにバッテリーに大型投資しても費用対効果が低い。系統の利用ルールを見直し、既存のリソースをうまく使えるようにしたり、再生エネの出力抑制をしやすくしたりするほうがいい。バッテリーは非常用だとか、運輸だとか、需要側で価値を生み出す。また、こうした分散型のリソースとしてのバッテリーは、系統安定化にも使えると見ている。

産業界委員 新興国の再生エネの動向は。

松山氏 新興国も先進国と同じ問題を抱えている。系統をつくったはいいが、接続できないといったトラブルもあり、日々刻々と変わる状況に応じて制度を見直している。先進国とは異なる問題として電化率がある。それだけに新興国には再生エネ導入の余地があり、かつ、その必要性も高い。

茅座長 地球温暖化対策の点からも、再生エネの役割が重要になることはあっても、その逆はまずあり得ない。導入の問題点について、折に触れて議論したい。本日はありがとうございました。

第3回 事例研究会

パリ協定採択一求められる日本の対応・役割

第3回事例研究会は2月3日、「パリ協定採択—これからの課題」をテーマに開いた。平均気温上昇を産業革命前に比べて2度C未満に抑えるといった目標を達成するための方策などを議論した。

COP21 の結果と日本の対応

有志連合で技術革新

東京大学公共政策大学院教授

有馬 純氏



■ ハイブリッド

気候変動の枠組みの変遷を見ると、京都議定書はトップダウンの温室効果ガス削減目標があり、達成できないと罰則があった。またカンクン合意（COP16）は各国が削減目標を決め、事後レビューするボトムアップだった。

パリ協定はトップダウンとボトムアップのハイブリッド。各国が削減目標を決めて提出し、事後レビューするボトムアップは同じだが、5年ごとに各国の実施状況を確認するグローバル・ストックテイクで、トップダウンの2度C目標や温室効果ガスの人為的な排出と吸収を一致させるといった長期目標の達成につなげる。グローバル・ストックテイクの結果を反映し、各国が温暖化防止強化策や途上国支援策の拡充などを講じる。

■ 制度設計カギ

問題は非現実的なトップダウンの2度C目標

と現実的なボトムアップのプレッジ・アンド・レビュー（約束と検証）が併存することだ。2度C目標を達成するには、各国のINDC（自主的に決定する約束草案）の削減目標値を合計しても、2030年時点で150億トンものギャップがあるとされる。このギャップを炭素予算のような枠組みで各国に強制的に割り振る権限を国連に与えるといったことを各国が受け入れるかといったら、実現可能性はゼロだろう。

では日本はどう対応すべきか。まずプレッジ・アンド・レビューの制度設計と実行に貢献する。これからの詳細なルールいかなでは、中国やインドのような大量排出国のレビューが骨抜きになり、実効性が損なわれる恐れもある。経団連の環境自主行動計画や低炭素社会実行計画などの知見を発信し、国際的に共有してほしい。

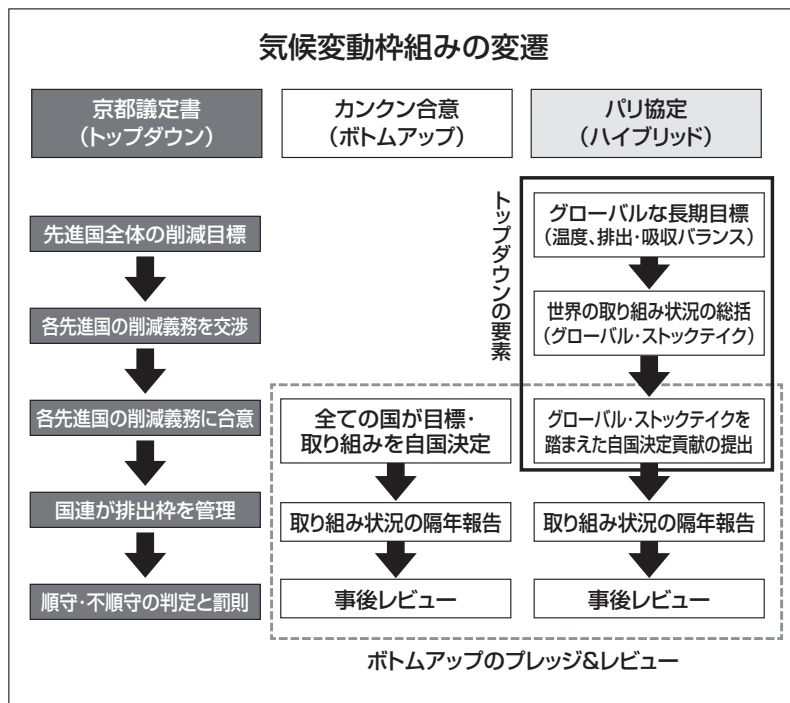
また革新的な技術の開発で、日本がリーダーシップをとってほしい。例えばイノベーション有志連合を提唱する。リスクの高いイノベーショ

ンに取り組むには、民間企業が成長できる良好なマクロ経済環境を整備する必要もある。短期的な排出削減にこだわって管理経済的、成長政策的な施策を講じると、イノベーション環境が悪化して長期的な削減に悪影響を及ぼす。ギャップは技術開発でしか埋められない。

■原発も選択肢

日本は30年に温室効果ガスを13年度比26%減とする目標を掲げている。これはエネルギーコスト低減と自給率回復を同時に達成するためのエネルギーミックスを踏まえて積み上げた結果だ。このエネルギーミックスを実現するには、原子力発電所の再稼働が避けられない。再稼働して化石燃料の輸入コストを節減し、再生可能エネルギー導入によるコスト増を吸収する立て付けだからだ。

原発は運転期間を延長しても60年以降に順次退役し、いずれは原子力ゼロの世界になる。



だが50年、100年に温室効果ガスをさらに削減するには、やはり原発オプションは重要だ。17年に見直されるエネルギー基本計画にこうしたメッセージを盛り込むべきだ。長期的な温暖化防止のためには、空虚な数値目標の議論で躍るのではなく、イノベーションの促進や原発のリプレイスといったことを地に足をつけて議論することが求められる。

パリ合意の持続可能性

リスクマネジメント重要

地球環境産業技術研究機構参与

山口 光恒 氏



■ 持続は厳しい

パリ合意はボトムアップを実現し、途上国を含めた全員参加を達成した。現時点でベストだ

と評価できる。ただ「持続」は厳しいというのが結論だ。

2度C目標とボトムアップのプレッジ(約束)の

差は埋まらず、ますます拡大するだろう。またプレッジに法的拘束力はないため、順守せずに脱退もできる。他方で法的拘束力があると合意できなかったのが実情で、ここが弱点になっている。

目標達成に向けた解の一つにクラブという考え方があり、おもしろいアイデアとは思いますが、これもなかなか難しい。

■ WTO と衝突

クラブにはボトムアップ型とトップダウン型がある。ボトムアップ型はできる範囲で数カ国で合意し、加盟国を増やしていく。だが、これでは高い野心には達しない。逆にトップダウン型は高い野心を掲げて「この指とまれ」とやる。加盟国へのインセンティブと非加盟への貿易制裁措置をセットにして加盟を促す。

トップダウン型のクラブに関しては、経済学者のウィリアム・ノードハウスが具体的な提案をしている。炭素排出1トン当たりの損害額をソーシャルコストオブカーボン（社会的炭素費用）とし、非加盟国からの輸入品に対して炭素税をかけるのが骨子。だが実際の炭素排出量はわからないため、一律2%の関税をかけるとしている。

しかし、こうした貿易制裁措置は世界貿易機関（WTO）と正面衝突する。ノードハウスはそれを受け入れて、むしろ自由貿易と地球温暖化対策のどちらがどの程度、重要なのかを議論しなければだめだと主張している。

気持ちのいい主張ではあるが、実際にWTOと整合性をとりながら、こうした貿易制裁条項をつくるのは厳しい。非加盟国の報復措

置で腰砕けになることも懸念される。ボトムアップ型もトップダウン型も帯に短しタスキに長しといった感じだ。

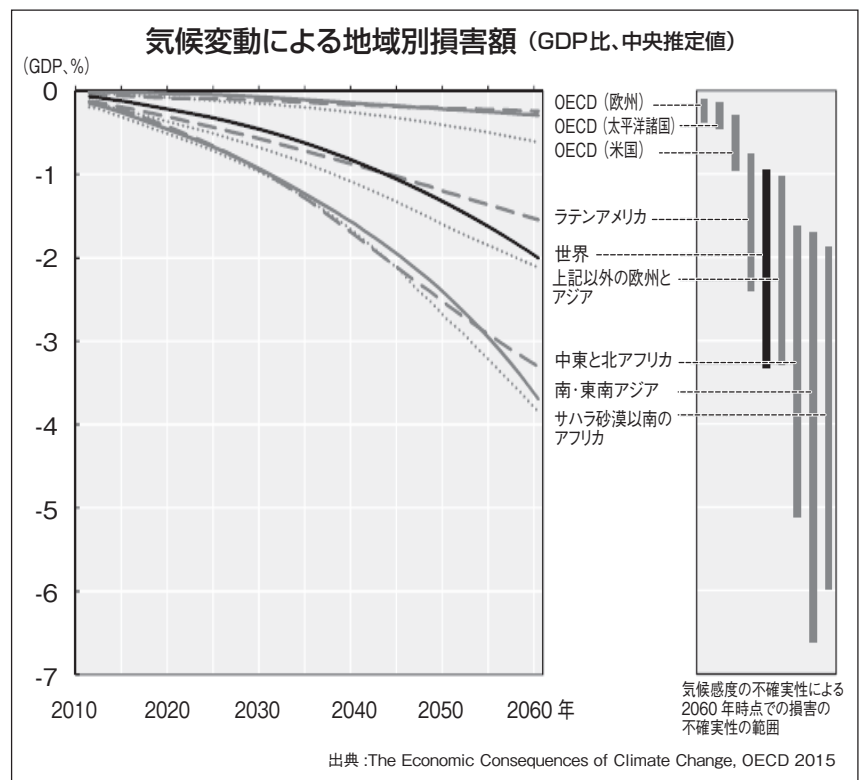
■ 損害額を算出

地球温暖化問題の本質は不確実性にあり、科学的にも経済的にもわからないことが多い。

科学的には、例えば気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第5次報告書で、CO₂濃度が倍増した時に気温がどれくらい上がるかの指標である平衡気候感度の最良推計値を合意できなかった。経済的には対策の費用対効果、1度Cの上昇によってどれだけの損害があるのかわからないといったことがある。

先に経済協力開発機構（OECD）が、このままでは2060年に気温が2.5度C上昇し、世界でGDPの2%相当の損害があると公表した。こうしたことを日本でも検討し、世界に発信することが求められる。

リスク/リスクトレードオフの視点も重要だ。例えば対流圏へのエアロゾル散布（SRM）や



CO₂除去（CDR）といった気候工学（ジオエンジニアリング）、CO₂の回収・貯留（CCS）などには実施するリスク、実施しないリスクがある。日本が先導して国際共同研究チームを形成して

ほしい。

パリ合意の持続可能性は低いというのが結論ではあるが、不確実性の下でのリスクマネジメントによる温暖化対策の歩みを止めてはならない。

意見交換

先進国とは異なる途上国シナリオを

加藤学界委員 2度C目標でも厳しいのは皆が理解している。それだけに、努力目標とはいえ1.5度Cが掲げられたことには、正直、驚いた。島しょ国への配慮もあっただろうが、現時点で1度C程度の温度上昇にもかかわらず世界中が異常気象になっていることを考えれば、やはり「今のままではだめなのだ」というメッセージが込められた目標であり、これまでとは異なる産業構造、エネルギー構造の社会を目指さなければならぬとの覚悟があつての合意だったと思う。非現実的な目標といって切り捨てるわけにはいかないし、また切り捨てると産業界のやる気をそぐことにもつながりかねないとの懸念もある。

有馬氏 現実には2度Cですらできるかどうかかわからない状態にもかかわらず、1.5度Cとなれば、枠組み自体の信頼性を下げることになるのでないかと感じている。長期的に温暖化を防止していかなければならないことは誰も否定しない。後はアプローチの問題。タイムテーブルを決めて数値目標に取り組むより、数値目標を可能にするような技術開発目標やコスト削減目標を定めた方が実

際的だ。こうした中で、日本の産業界はビジネスチャンスをつかむ好機だし、つかめるだろうと思っている。

山口氏 このまま温暖化が進行しては困るという点で一致している。では、どのような目標にするかだが、あまりにやり過ぎて破綻すると、やらないのと同じことになる恐れもある。やはり実効性が大切だ。当然、温暖化対策にはコストがかかる。対策の判断材料として、温暖化との因果関係を追究し、ある程度は損害の額を見えるようにする必要がある。つまり、現状でどれぐらいの損害があり、それを防ぐためにはどれぐらいのコストがかかるのか、こうした分析をしないと物事は動かない。

中上学界委員 今、途上国のエネルギー事情を調査している。まきで生活している人々がいるわけで、まさに低炭素社会といえる。そして途上国は先進国が歩んできた道を進み、炭素社会になろうと努力している。脱炭素社会に導くには先進国とは異なる成長シナリオを描かねばならないが、先進国もこれまでのシナリオを教えてあげているようなところがある。こうしたことを

きちんと捉えておかないと、途上国と先進国で相変わらず齟齬があるまま進んでしまうと懸念している。

有馬氏 途上国が提出した INDC は多くが先進国からの支援を条件にしている。やや悲観的かもしれないが、5 年後、10 年後に「予定通り削減できない。それは我々が努力していないからではなく、十分な支援がないから。だから先進国は支援を上積みするべきだ」となるのは、火を見るよりも明らか。他方、例えば日本がインドの目標達成に手を貸す余地はあると思う。野心レベルで考えると、インドの目標はあまり高くない。途上国の雄だけに、インドが目標を高められるように協力することは大切だし、新たな成長シナリオを描くことにもつながる。日本の国際交渉が目標数値だけに矮小化されないようにするためにも重要だ。

山口氏 欧米は途上国も同じような思考をするという前提で脱炭素社会を目指している。一方、途上国の代表も先進国に留学し、欧米の思考を身につけている。すると国際会議では話がまとまるが、自国に帰ると実情が異なるため現実には何も動かないといった面もある。また欧米はすべての国や個人は全て自己の利害で動くという考えで、しかも短期の利害で動いている。だが日本は必ずしもそうではない。やはり日本は CO₂ ゼロエミッション構想や環境技術の成果などを世界に発信し続けることが重要だ。

産業界委員 5 年おきにグローバル・ストックテイクが実施されると、どうしても目標を達成できないと判断される時がくるかも

しれない。産業界はどう覚悟しておけばよいだろうか。

有馬氏 どの国も温暖化防止のことだけを考えて目標数値を設定しているわけではなく、経済に与える影響、エネルギー情勢などを踏まえて総合的に勘案して設定している。ギャップが埋められないからといって「では私たちの目標を倍にしましょう」と手を上げる国はない。ボトムアップでは厳しいし、トップダウンの強制的な枠組みは無理となると、技術開発するしかないということに落ち着くと見ている。産業界はこれに備えるべきだ。

産業界委員 CO₂ の回収・貯留 (CCS) は 2 度 C 目標達成のカギの位置づけなのに、なかなか進まない。

山口氏 例えば炭素価格が 100 ドルになったら、すぐに CCS ができるかということ、できない。事故があった際の賠償責任の主体は誰か、賠償額はいくらかといった国際的な合意がなく、法的に未解決な問題が多い。本気で進めようと思ったら技術的な議論と合わせてこうしたソフトの議論をしなければならないが、全くなされてない。CCS はラストリゾートになっている。

産業界委員 原子力は有力な低炭素エネルギーだと思うが、COP では話題にのぼらない。

有馬氏 COP は環境 NGO (非政府組織) の影響力が極めて強い。従って COP の場で原子力についてポジティブなリファレンス (言及) は期待できない。一方、ネガティブなリファレンスをさせないということも重要で、ポジでもネガでもないということが COP の

スタンスになっている。

産業界委員 環境 NGO は再生可能エネルギーに追い風を、化石エネルギーに逆風を吹かしており、化石燃料に関わる企業への投資を撤退するダイベストメントの運動が広がっている。

有馬氏 ダイベストメントでは石炭を使わずに地中にとどめておくべきだとの主張もある。COP21 の時にインドの商工会議所の人と意見交換をする機会があり、「こういう主張があるがどう思うか」と聞いたら、「石炭をどうクリーンに使うかという議論なら乗るが、一切使うなという議論には全く乗れない。石炭は電力の安定供給、生活のために必要だ。先進国が石炭を使うなと言うのだったら、『地中の石炭を全て買い取ってくれるなら使わない』と言い返したい」としていた。ダイベストメントの議論はこうした現実無視の感が強い。

茅座長 CO₂ ゼロエミッションを世界共通の目標にすることを提唱してきた。CO₂ は大気中に排出されると、その数十 % が何千年間も大気中にとどまるため、排出を続ける限り濃度が高くなる。つまり温度が上昇する。温度を一定にするには、必要条件として CO₂ の排出をゼロにするしかない。一方、ほかの温室効果ガスは、フロン類を別にとすると、ライフタイムが十数年から百数十年のため、ある程度の排出量であれば、しばらくすると排出と吸収がほぼ平衡化する。言い換えると排出ゼロでなくても温度は上昇しない。やはり排出をゼロにしなければならないのは CO₂ となる。パリ協定では長期目標として今世紀後半までに温室効果ガスの人為的な排出と吸収を一致させることが盛り込まれた。私は 1000 年単位の長期の取り組みとして提唱してきたが、だからといってパリ協定とは矛盾しない。温暖化の克服に向け、これからも提唱したい。本日はありがとうございました。



第4回 事例研究会

電力小売り全面自由化—エネ市場どう変わる

第4回事例研究会は4月4日、「電力小売り全面自由化」をテーマに開いた。電力システム改革の課題、見通しなどについて議論した。

電力分野の小売り全面自由化と低炭素化について

垣根なくし切磋琢磨

経済産業省・資源エネルギー庁 電力基盤整備課課長

安永 崇伸 氏



■ 3つの目的

電力システム改革は「安定供給を確保する」「電気料金を最大限抑制する」「需要家の選択肢や事業者の事業機会を拡大する」の三つを目的としている。第1段階として広域的運営推進機関を設立した。第2段階は電力小売り全面自由化で、これに先立ち、経済産業相の直属組織として電力取引監視等委員会を設置した。第3段階は2020年に送配電部門を法的分離する。また17年4月にガスの小売りも全面自由化する。

電力の全面自由化により、一般電気事業者が独占していた8兆円の市場が開放された。4月1日時点で約280社が登録しており、ガスや石油といったエネルギー関連企業をはじめ、通信、鉄道、住宅とさまざまな業種の企業が参入している。新規参入事業者の本社所在地は三大都市圏が多く、首都圏ばかりが盛り上がっているとの指摘もあるが、三大都市圏以外も2割以上を占めており、電力需要の分布からすると予想以

上だった。地方自治体が主導する地域新電力の動きも活発だ。

■ 逆行しない

新料金プランは「段階別」「セット割」「時間帯別」「その他（節電割引など）」に大別される。電力会社の3段階料金は使用量が少ないと安く、多いと高く設定し、省エネに逆行しないようになっている。一方、新規参入事業者が「使う人ほどお得」といったメニューを打ち出しており、逆行するとの批判もあるが、使えば使うほど安くなるメニューはない。多く使ったら高くなることに変わりはなく、誤解されている。また小売り営業に関する指針で標準メニュー、電源構成などの開示も求めている。

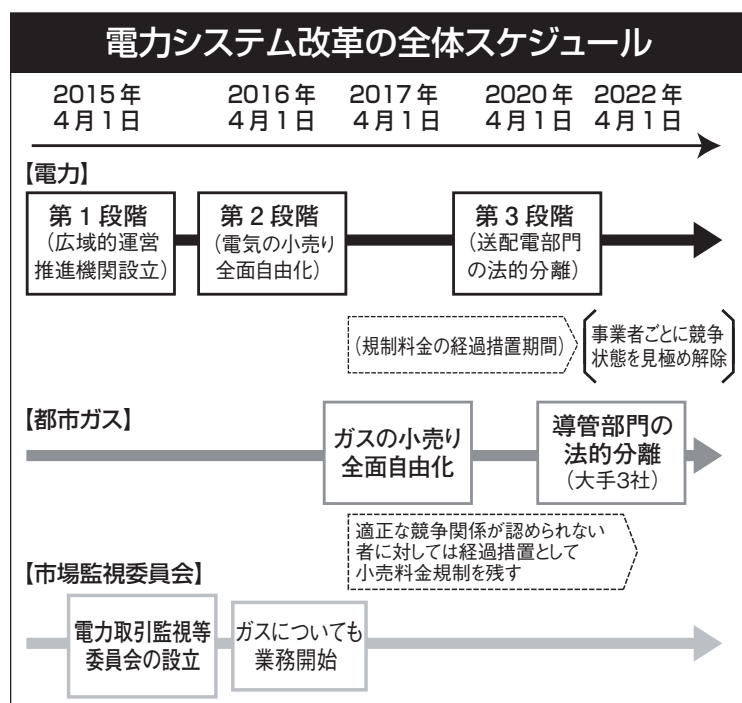
電気、ガスの市場の垣根を取り払うことにより、最適なエネルギーを供給できる事業者が切磋琢磨して強くなるのが、国のエネルギー安全保障の上で重要だ。

■ 厳しい規制

電力の全面自由化により、発電コストの安い石炭火力だらけになるとの指摘もある。実際、新設計画が相次いでいる。石炭火力は液化天然ガス（LNG）火力に比べてCO₂排出量が多く、低炭素化が課題となる。ただ、実態では石炭火力よりもLNG火力の新設計画の方が圧倒的に多いことはあまり知られていない。従って石炭火力ばかりが増えるわけではない。

新電力を含めてシェアで99%超の電気事業者は、低炭素化のための自主枠組みを策定し、30年度時点で使用電力量1キロワット時当たりCO₂排出量であるCO₂排出係数を0.37キログラムにする目標を掲げた。これを支えるため、発電段階の省エネ法、小売り段階の供給構造高度化法を見直した。省エネ法で新增設の石炭火力に超々臨界圧（USC）並みの発電効率42%を求めたほか、既設を含めた事業者単位の効率基準を設定した。かなり厳しい規制だ。

一方、高度化法では30年度に非化石電源44%



を目標とした。

エネルギーミックスは自給率改善、電力コスト低減、温室効果ガス排出量削減の同時達成を念頭に置いて策定された。実現には石炭火力の高効率化が不可欠で、最新設備の新增設によって効率の悪い設備を淘汰することが経済活性化と低炭素化の両立につながる。

電力システム改革と電気事業への影響

欧米は電気料金上昇

電力中央研究所 社会経済研究所上席研究員

服部 徹氏



■ 前提に疑問

電力小売り全面自由化で新規事業者の参入が相次ぎ、競争原理が働いて電気料金も安くなる。

こう期待している需要家が多い。しかし、全面自由化で先行している欧米では、どの国も上昇している。

再生可能エネルギーの賦課金などの公租公課、送配電コストの上昇が最大の理由。また競争で電気料金が下がるロジックには前提が必要。競争的な新規事業者が非効率的な既存事業者よりも安い料金を提示し、これを受けて需要家は契約先を切り替える。既存事業者も対抗し、より安い料金を提示する。だが、そうはならなかった。

■ 規制料金で

この背景には規制料金がある。規制料金は需要家保護を名目としており、割安に設定されているため、需要家は契約を切り替える必要性を感じていない。欧州各国では全面自由化から4～5年が経過後も変更率10%超の国は7カ国ほどしかない。欧州委員会は早期撤廃を求めているが、政治的な理由で踏み切れない国が多い。

一方、英国は規制料金を全廃しており、競争原理も働いているとされる。それでも変更率は十数%にとどまる。この理由として、料金メニューが多すぎるとの見方がある。3つか4つであれば検討するが、200や300もあると、もうどうでもよくなる。英国の規制当局は1社当たり4種類程度に絞るよう求めているが、自由化と逆行しているだけに賛否両論となっている。

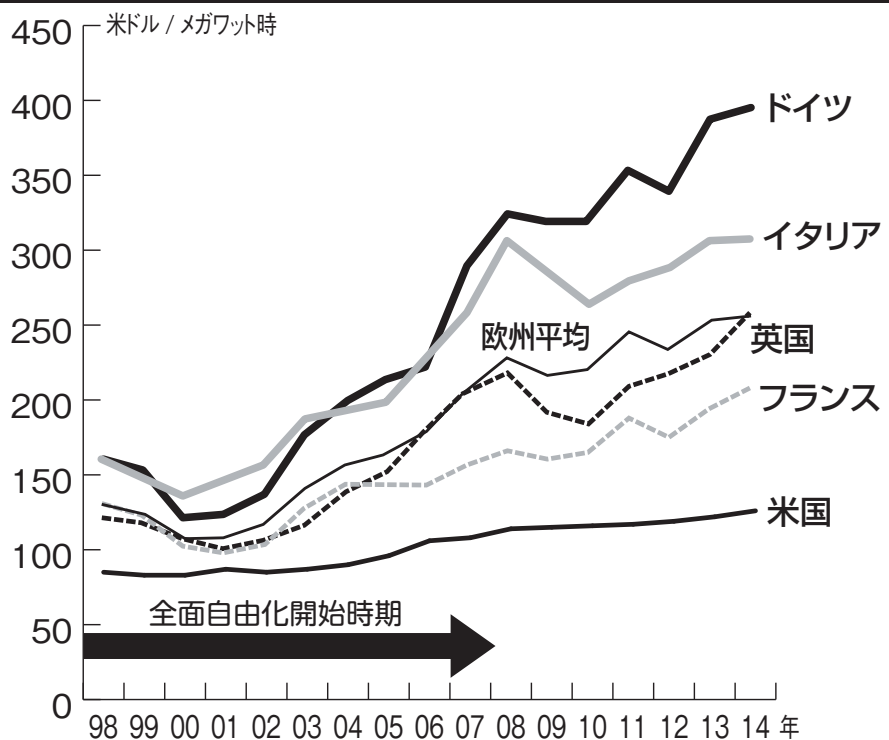
日本の規制料金は経過措置後に撤廃の予定だが、撤廃しないという政治判断がなされてもおかしくない。また地域によって差はあれ、料金メニューは増え続けている。それだけに欧州と同様の問題が顕在化する可能性がある。

■ 日本も対峙

電力システム改革では2020年に送配電部門を法的分離する。この後、地産地消型の再生可能エネが大量に導入されると、火力などの系統電力の需要が減る。送配電の利用料金である託送料は従量料金主体のため、送配電会社の収入が減る。仮に託送料を上げると小売り価格も上がるため、さらなる再生可能エネ導入につながる。こうして送配電会社の経営が圧迫される恐れがある。これは送配電網のデス・スパイラルと呼ばれる。再生可能エネ導入のほか、スマートグリット化への対応、老朽設備更新などで投資が増え続ける一方、回収は難しくなる。欧州ではこの問題が懸念されており、日本も対峙することになりそうだ。

また卸電力市場では再生可能エネ起因のミッシングマネーの問題がある。卸電力価格は発電コストの安い電源の電力から落札するメリット・オーダーで決まる。このため発電コストゼロの

欧米主要国の家庭用電気料金の推移



※公租公課含む、為替レート換算 出典：IEA のデータに基づいて電力中央研究所が作成

再生可能エネが入ると、価格が下落する。既存電源の採算が悪化して運転が難しくなり、欧州では停止に追い込まれたケースもある。

日本では広域的運営機関による電源入札制度があるほか、欧州のように電源を維持するため

の費用を別途手当とする容量メカニズムも練られている。もうからないから電源を停止するといった事業者が相次いだ場合、供給力・調整力を確保できなくなる懸念があるだけに、綿密な制度設計が求められる。

電力市場自由化と総合エネルギー事業の進化に向けた東京ガスの取り組み

顧客の省エネ後押し

東京ガス 執行役員総合企画部長

笹山 晋一 氏



■ まず関東圏

電力小売りの新規参入に際しては「電源」「販売体制」「運用ノウハウ・システム」の三つが重要である。電源は現在、首都圏に新電力として最大級の160万キロワットを確保している。20年までに300万キロワットに増強する計画。販売は「ライフバル」などの200以上の店舗網を生かし、地域密着で展開している。顧客の話を聞いた上で提案するケースが多い。運営ノウハウ・システムは、燃料調達から小売りまでのチェーンを統合する体制・システムを整え、3月末までに20万件を超える契約を獲得した。

よく「全国展開しないのか」と問われるが、既存の供給エリアや電源立地などを考慮し、まず関東圏で展開する。展開にあたって都市ガス、LPガス、住宅、通信などのさまざまな業界との協業も推し進める。すでに都市ガス、LPガスの40社超と業務提携している。

■ キーワード

どのような会社を選ぶかとアンケートしたところ「料金が安い」「信頼できる」が上位を占めた。どのようなメニューを望むかでは「電気、ガス、通信などがセットで安い」「支払いが便利」といった回答だった。会社もメニューも「お得」「安心」「簡単・便利」がキーワードになっている。

こうしたニーズを反映し、「お得」なガスと電気のセット割、通信をプラスしたトリプル割のほか、「安心」な生活まわり駆けつけサービス（水まわり、玄関のカギ、窓ガラスの応急対応）、「簡単・便利」な申し込み体制やガスと電気の使用量・料金をウェブで確認できるサービス、ポイント交換などを組み合わせた。

サービスメニューはコーポレートメッセージである「あなたとずっと、今日よりもっと」の「ずっと、もっと」を縮めて「ずっともプラン」と名付けた。忙しい共働き世代に人気の料理レシピ検索、家計負担の大きい子育て世代にさま

さまざまなセット割、高齢者世帯に駆けつけサービスなどと、ライフステージに応じて提案する。

■ スマート化

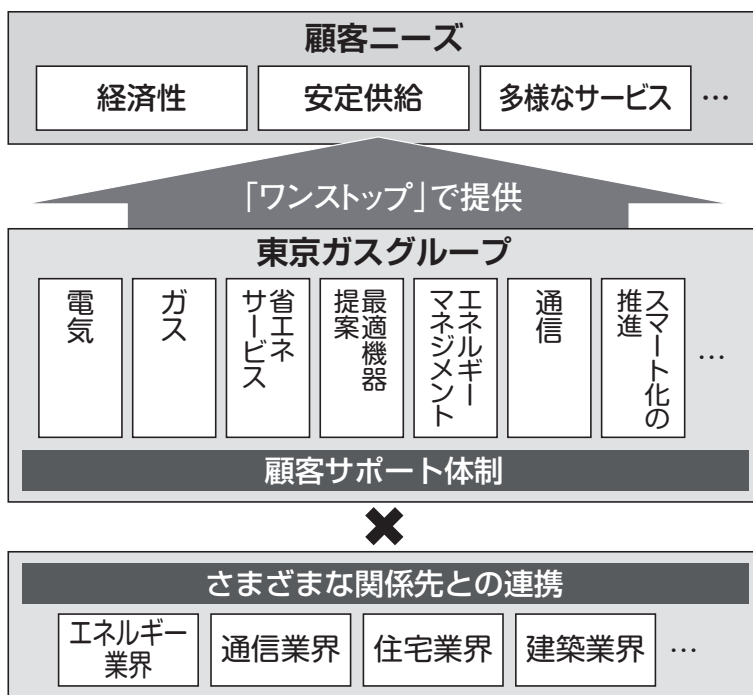
エネルギー供給会社として自由化と省エネ化や地球温暖化対策を両立することも重視している。供給側の対策として天然ガスの高効率電源（コンバインドサイクル）の活用とともに、再生可能エネルギーの導入なども推し進める。

一方、顧客の省エネを後押しするため、ガス・電気の使用量の見える化のほか、使用状況に近い家族との比較提示、使い過ぎお知らせメールの配信、省エネアドバイスなども用意する。

また暮らしのスマート化の一環で、HEMS（家庭用エネルギー管理システム）に節電要請を表示し、節電量に応じてインセンティブを付与するデマンドレスポンス（需要応答）の実証試験などを実施している。

さらに地域のスマート化にも取り組んでいる。

総合エネルギー事業の進化



再生可能エネ・未利用エネの導入、停電時の電力継続供給、電気・ガス・熱の最適化をテーマとし、低炭素で災害に強い街づくりを目指している。

これらを通じ、電力、ガス、高付加価値サービスをワンストップで提供する総合エネルギー事業を進化させる。

意見交換

石炭火力の効率化推進 環境政策と整合性を

加藤学界委員 省エネ法で石炭火力に厳しい設定をしたが、2030年度までに残された時間は少ない。どのような手段で達成を目指すのか。

安永氏 毎年、事業者から報告を受けてしっ

かりと精査する。既存の効率の悪い設備を理由なく動かし続けていたり、目標達成が難しい事業者が改善計画を明らかにしなかったりした場合に指導、助言する。省エネ法は事業者の努力を促す法律で、違反し

でも直ちに罰則で懲らしめるわけではない。ただ計画を全く明らかにせず、努力もしない、国の指導に耳も傾けないといった際には命令し、罰則を科すことが可能だ。

産業界委員 省エネ法や高度化法が負担になり、電気料金の上昇を招く懸念はあるか。

安永氏 本来は自由化による競争原理で設備の効率化が進めばいいのだが、市場任せでいいのかとの意見もあり、一定の制約を設けている。ただ、エネルギーミックスの目標値は、石炭火力比率そのものを大きく減らすものではないため、省エネ法によって効率化を推し進めることが料金の上昇につながるとは見えていない。

中上学界委員 これまでは電気とガスの激しい競争の結果、住宅用の燃料電池などが生まれた。これからは垣根を越えた開発で、より消費者が喜ぶ製品を生み出すことが求められる。

服部氏 確かにエネルギー間の競争があったからこそ先進の製品が生まれた。今後は電気とガスを組み合わせて、どう最適化するかをテーマにして切磋琢磨する時代になるだろう。

中上学界委員 新規参入事業者はどのようなビジネスモデルを描いて利潤を得ようとしているのか。

笹山氏 東京ガスの場合、料金競争による限られたパイのシェア争いではなく、電気とガスに加えてサービスも含めた総合提案による市場のパイの拡大を目指している。このため、駆けつけなどの安心に関わるサービスや料理レシピ検索などのウェブサービ

スも提供しているが、もっと増やしたいし、そのためのアライアンスも検討する。さまざまな業界との提携により、顧客に満足してもらえるサービスを提供できるように工夫する。

加藤学界委員 電力システム改革は地球温暖化対策につながるだろうか。

服部氏 温暖化対策では原子力をどう位置付けるかが重要になる。欧米では卸電力価格が下落して原発の原価ですら回収できないという状況で、新設も厳しさを増している。ただ英国は低炭素目標を実現するには原発が必要だと判断し、原子力を含む低炭素電源の価格水準を決め、それを下回ったら政府が補填し、上回ったら返してもらう契約を提示して新設を促している。

茅座長 自由化のメリットはどこにあるのだろうか。

笹山氏 日本では自由化が競争によって料金を下げるためととらえられがちだが、欧米での自由化は、もっと戦略的な意図があった。米国はエネルギーセキュリティの向上を目指し、石油の中東依存を下げるためにガスを自由化して自国のガス田開発を促進した。欧州は欧州連合（EU）として取引の柔軟性と流動性を高めた上で、市場統合によって交渉力を高めるためだった。エネルギーセキュリティや環境などの政策と自由化の整合性をとることは極めて重要なため、定期的に検証する必要がある。

茅座長 電力システム改革、またガスの全面自由化がこれからどうなるかは大きな問題だけに、また取り上げたいと思う。本日はありがとうございました。

第1回環境フィールドワーク

クリーンコールテクノロジーの粋を集めた都市型石炭火力 「Jパワー・磯子火力発電所」

第1回フィールドワークは9月30日、Jパワー・磯子火力発電所を視察した。日本が世界に誇るクリーンコールテクノロジー（環境低負荷型の石炭利用技術）の粋を集めたコンパクトな都市型石炭火力発電所で、首都圏のエネルギー基地の一翼を担っている。

磯子火力発電所は昭和40年代のはじめに国の石炭政策に沿って大都市部の横浜に位置する発電所として建設された。その後、「横浜市の環境改善計画への対応」「電力の安定供給の信頼度向上」などを目的として建て替えられ、2002年に新1号機（出力60万キロワット）、09年に新2号機（同）が運転を開始した。蒸気条件に超々臨界圧（USC）を採用したほか、極限まで環境汚染物質を低減するための乾式排煙脱硫装置な

どを導入し、徹底的に環境負荷を低減しつつ、世界最高水準のエネルギー効率を実現。世界一クリーンな石炭火力発電所として国内外に知られており、年間5000人を超える見学者が訪れている。

まずISOGOエネルギープラザの浅野勲館長から磯子火力発電所の概要、高効率石炭火力発電技術の研究開発の歴史などに関して説明を受けた。磯子火力発電所の最大の特徴は、タワー



新1号機

型ボイラー、乾式排煙脱硫装置、クローバー型石炭サイロなどの日本初の設備を採用していることが挙げられる。これにより、世界最高水準のクリーンコールテクノロジーを採用して環境負荷を低減するという目標、限られた敷地内で既存発電所を運転しながら新たな発電所に建て替えるという制約の下で発電設備出力を2倍以上にするという二つの課題を克服した。

展示室では構内全体の設備配置、燃料・蒸気・電気の流れ、主要設備の構造と機能などについて各種模型を使った説明を受けた。実際の設備の全体は外側からは見れないため、見学に先だっ
てこうした模型を見ることは、理解を深めるのに役立った。

建屋ではタービン発電機、タワー型ボイラーの下部、ボイラーに微粉炭を吹き込むバーナー、24時間365日監視の運転センターなどを見学した。地上約100メートルの建屋の屋上からは、

石炭輸送船やクローバー型石炭サイロなどの構内設備のほか、近隣の日本初の液化天然ガス(LNG)受け入れ基地である東京ガスの根岸工場、東京電力の南横浜火力発電所、JX日鉱日石エネルギーの根岸製油所なども見渡せた。

また経営企画部の中山寿美枝審議役が世界のエネルギー動向や石炭火力と地球環境の共生をテーマに講演した。酸素吹石炭ガス化複合発電(IGCC)、燃料電池、二酸化炭素(CO₂)分離・



バーナー周辺部



タービン発電機



ISOGOエネルギープラザの大型模型



タービン発電機の模型



運転センター

回収を組み合わせたトリプルコンバインド発電（IGFC）の開発プロジェクト「大崎クールジェン」、バイオマス系燃料の利用などについて解説し、「経済成長著しいアジア地域では石炭火力発電の新設計画が相次いでいる。世界のエネルギー

動向や気候変動政策の国際枠組みを踏まえ、日本のクリーンコールテクノロジーを活用してサステナブル（持続可能）な CO₂ 排出削減に貢献することにより、アジア地域の経済成長と環境保全を両立できる」と強調した。



クローバー型石炭サイロ



講演



■ 乾式排煙脱硫装置

排ガスに含まれる二酸化硫黄（SO₂）などの硫黄酸化物を「吸着～再生～福生品回収」の基本プロセスで除去する。吸着塔の活性コークスで硫黄酸化物を反応させて硫酸アンモニア塩にして吸着。再生塔で活性コークスを 400 度～500 度 C に加熱して SO₂ を脱離し、硫酸として回収する。活性コークスは循環利用する。

乾式は用水をほとんど使用しないため、排ガスの再加熱が不要なほか、省スペースで設置できる。乾式脱硫（脱硝）技術は国の支援を受けて J パワーとメーカーが協力して開発した。

第2回環境フィールドワーク

「環境未来都市とやま」をゆく

「富山県」

第2回フィールドワークは11月19～21日、富山県を訪問した。スギノマシン（魚津市）の原子力発電所向けロボット、国の「環境未来都市」に選ばれている富山市の小水力発電所などを視察した。

■ コンパクトなまちづくり

富山市は次世代型路面電車（LRT）などの公共交通を核とした「コンパクトなまちづくり（コンパクトシティ政策）」を推し進めており、11年に「環境未来都市」に選ばれた。「環境」「超高齢化」「農業・森林・林業」をテーマにした15プロジェクトを展開している。また14年に

日本で唯一、国連のSE4Allの「エネルギー効率改善都市」にも選ばれている。

富山市環境部環境政策課の関野孝俊課長は講演で、LRTについて「鉄道に比べて平日利用者が約2倍となり、高齢者による日中利用も増えている。沿線の居住を促しており、中心市街地の人口が増加傾向にある。また北陸新幹線の開





業を受け、富山駅の高架下で南北を接続する」などと成果をあげた。自転車市民共同利用システム「アヴィレ」、牛岳温泉熱を利用したエゴマ栽培工場といった事業の説明も受け、会員からは収支などに関する質問が相次いだ。

■ 小水力発電所

富山県は黒部ダム（立山町）をはじめ、出力1000キロワット以下の小水力発電で全国の約1割を占めており、“水力発電王国”と呼ばれる。視察した「常西公園小水力発電所」は開放型下



掛水車式で、最大出力9.9キロワット、年間発電量8万2600キロワット時（一般家庭23軒分）。「東町・東新町公民館小水力発電所」はS型チューブラ水車式で、最大出力88キロワット、年間発電量63万4700キロワット時（同176軒分）。富山市が推進している小水力発電事業の中核設備で、12年3月に運転を始めた。電力は全量を北陸電力に売電している。ただ「日本製で条件に合う発電機がなかった」（富山市環境部）ため、採用しているのはドイツ製とチェコ製。中小企業のモノづくり力を生かす余地がありそうだ。

■ イタイイタイ病

富山県立イタイイタイ病資料館では公害病の悲惨さを目の当たりにした。神岡鉱山（岐阜県飛騨市）から排出されたカドミウムが神通川を



汚染し、大正時代に下流域の住民が発症した。特に出産経験のある女性が多く、骨折しやすくなったり、背中が曲がったりした。

ただ公害病認定は1968年。発症から数十年もたったことについて、米原秀治副館長は「当時の集落は情報交流が乏しかったため、広く汚染されていることを知らず、奇病だと思われていた。原因追及や裁判にも時間がかかった」とした。現在も認定患者5人、要観察者3人が生存している。会員は企業人として環境に関わることの意義をかみしめている様子だった。

■ 廃炉作業用多関節ロボ

スギノマシンの早月事業所（滑川市）は、南東に立山連峰を望む自然豊かな場所にある。高見邦英取締役は「もとは雑木林だった。杉野太加良社長は『やみくもに木を切ってはならない』との考えで、環境に配慮して建てられた」とす



る。生産のみならず、戦略製品を生み出す”頭脳拠点“の位置づけで、新型の超高压水発生装置「AquaServoPump」をはじめ、ロボットや微粒化装置などを手がけている。

ひときわ目立つのが高さ 60 メートルのテストタワー。ここで東京電力福島第一原子力発電所

向け多関節ロボやクローラ型除染ロボを開発している。多関節ロボは燃料デブリの取り出しなどの廃炉作業に適用できるようにする計画。水深 30 メートルに対応。7 軸のため作業範囲が広く、先端ツールを組み換えて多用途で使える。

■ 世界文化遺産

1995 年にユネスコの世界文化遺産に登録された五箇山（南砺市）の「合掌造り」は、雪深い厳しい自然に対応した強固な造りだ。100 ～ 200 年前に建てられたものが多く、古いものは 400 年前といわれる。相倉集落には 23 棟、菅沼集落には 9 棟が現存しており、約 80 人が生活している。

住民に文化財を保護する苦勞を聞くと「屋根に葺（ふ）くカヤを山で大切に栽培し、15 年から 20 年に 1 回、葺き替えしている。ただ若い人が都会に出てしまったため、住民が共同で作業する結（ゆい）が成り立たなくなった。このため森林組合に任せている」とのことだった。貴重な観光資源とはいえ、住民の郷土愛、環境を守る熱意がなければ維持できないだけに、頭が下がる。



資源循環技術委員会

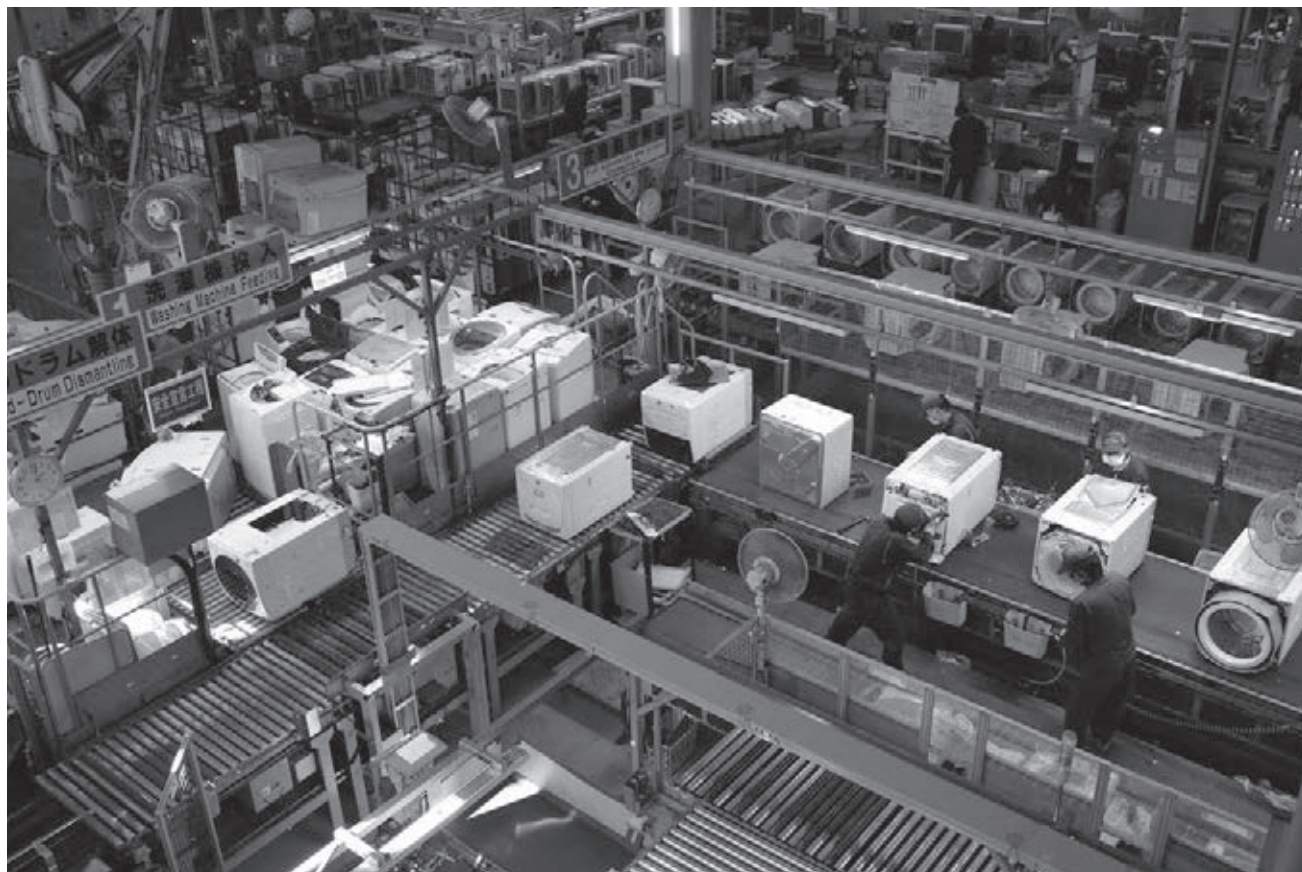
家電リサイクルー “商品から商品へ” 宝探し 「PETEC」

資源循環技術委員会は3月17日、パナソニックの家電リサイクル拠点のパナソニック エコテクノロジーセンター（PETEC）を視察した。「商品から商品へ」を掲げ、循環型モノづくりを推し進めている。使用済み家電製品に残されている資源は宝物。これを先進技術で回収するトレジャーハンティング（宝探し）の現場は、驚くほど清潔だった。

■ 開かれた施設

山積みの廃家電、騒音・粉じん・悪臭一。家電リサイクルの現場と聞いた時、こうしたイメージを持つ人は少なくないだろう。PETECの工場は、この対極にある。「リサイクル工場だからこそ徹底的にきれいにする。環境を理解してもらえる開かれた施設にして役割を果たしたい」。北平吉浩社長はこう言い切る。

PETECは家電リサイクル法の対象である家電4製品（エアコン、テレビ、冷蔵庫・冷凍庫、洗濯機・衣類乾燥機）を手がける。酒米「山田錦」で有名な兵庫県加東市に立地しており、眼前に田園風景が広がる。このため排水を再利用する循環型水処理装置などを整備。また粉じん、水質、騒音、振動、土壌の環境影響調査項目を定期的に測定し、地区の代表や行政の担当者らと組織



ベルトコンベヤーを流れる洗濯機の部品を手で取り外す

する環境保全協議会で情報共有している。

■ 先進システム

解体はローテクとハイテクが混在。コンベヤーで運ばれる家電から手作業で部品を取り外す。本体を一括破碎して鉄、銅、アルミニウムを回収後、残った樹脂片は3種混合樹脂同時選別装置で選別する。ポリプロピレン（PP）の浮沈選別機などの独自システムも力を発揮している。



エアコンはフロン回収後、室内外機を分解



薄型テレビはプリント基板などを回収



冷蔵庫は断熱材発泡剤（フロン、シクロペンタン）ごとに破碎

現場に悪臭はなく、粉じんも舞っていない。例えばエアコンの室外機の粉じんは除去装置で取り除いた後、手解体時も作業者の真上から送風してラインの脇に吸い込む。また騒音は防振型設備を完備して軽減している。

2001年操業からこの間、累積1200万台を処理した。回収した資源量（1台当たり重量比率換算）は、16年1月末時点で鉄が自動車約24万台分（20万304トン）、銅が奈良の大仏約124体分（3万1066トン）、アルミが航空機約150機分（1万7400トン）にも上る。

■ 共感を得る

パナソニックは13年に新たに定めた環境行動指針に「社会の人々から共感を得て、環境取り組みを拡大します」との一文を盛り込んだ。品質・環境本部の名倉誠品質・環境渉外総括は「事



洗濯機のPPを低コストで回収する浮沈選別システム



冷蔵庫の断熱材であるウレタンを燃料化するシステム

業部ごとに二酸化炭素（CO₂）削減などの環境課題の解決に取り組んでいる。ただ、独りよがりの活動ではダメ。この一文には顧客、サプライチェーン、そして地域社会の『共感』を得なければならないとの思いが込められている」と説明する。PETECはこの解の一つ。製品ごとに整流化している解体ラインは、見られることを前提にしている。2階の見学コースには解体

工程や回収技術などを説明するボード、模型を随所に設置している。この15年間で累積見学者数は15万人を突破した。県内小中学校だけではなく、122カ国・地域から訪れた。

地域の環境保全、5S活動（整理・整頓・清掃・清潔・しつけ）、先進技術開発、共感を得るための工夫を一つひとつ積み重ねて“開かれた施設”が進化している。

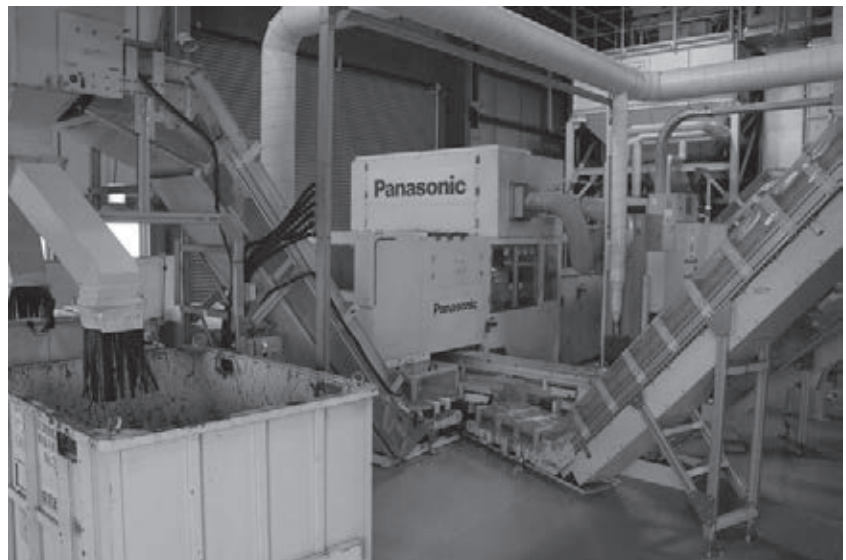
■ 3種混合樹脂同時選別装置

使用済み家電を破碎し、金属を回収した後に残る混合樹脂は従来、廃棄処分されていた。これを選別し、再生樹脂として活用できるようにしたのが「近赤外線センサーによる3種混合樹脂同時選別装置」だ。

樹脂の分子構造によって光の吸収特性が異なることに着目して開発した。ポリプロピレン（PP）、ポリスチレン（PS）、アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン（ABS）の樹脂片の反射光を近赤外線センサーで測定し、種類を識別。送風装置でベルトコンベヤーから飛行させ、3連のエアノズルでそれぞれの回収ボックスに吹き落とす。選別純度99%以上を誇る。また樹

脂と臭素の結合分子による振動特性から臭素含有樹脂を識別し、臭素濃度170ppm以下の樹脂片を分別回収する。

さまざまな形状の樹脂片は飛行速度に応じて千差万別の空気抵抗を受ける。樹脂片の進行方

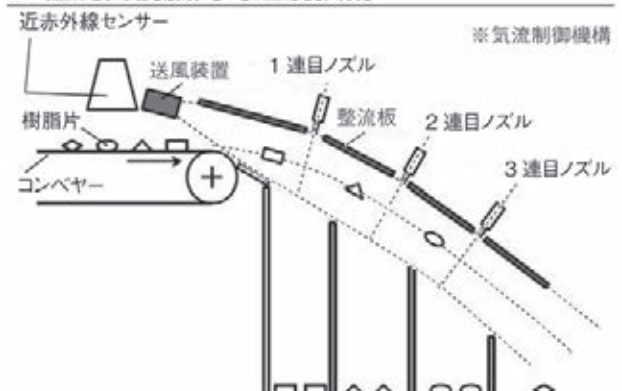


純度99%以上で混合樹脂を同時選別できる



遠赤外線センサーで樹脂片の種類を判別する

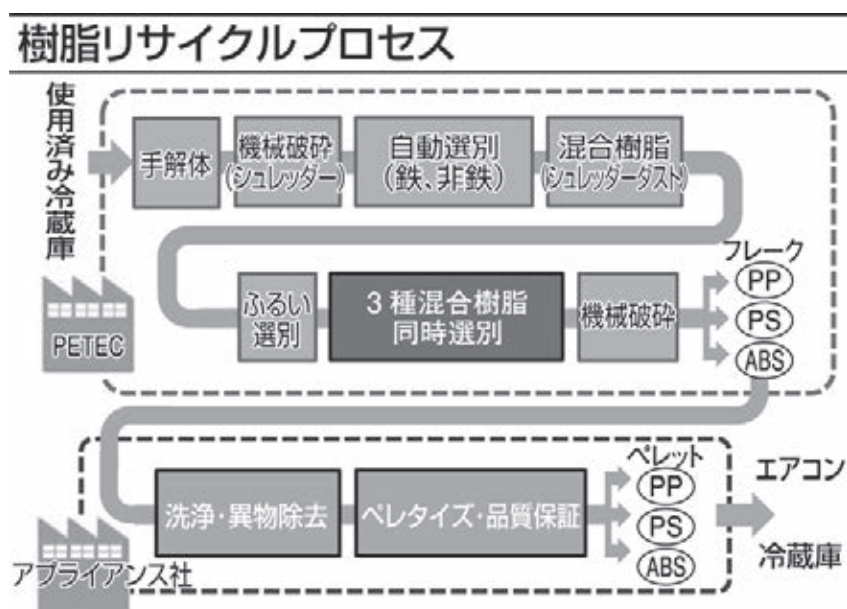
3種混合樹脂同時選別技術



向に飛行速度の気流を流して空気抵抗をなくし、飛行のバラつきを安定化する必要がある。このため送風装置のほか、整流板で樹脂片の自由落下放物線に沿うように気流を制御する独自機構を採用している。

選別後は近隣に立地するアプライアンス社の加東樹脂循環工場に輸送し、乾式洗浄、色彩選別、異物除去、劣化回復をしてペレット化する。

2013年度は年間820トン再生樹脂とし、冷蔵庫の内部部品、エアコンのフィルター枠などに使用した。これらが評価されて15年度の資源循環技術・システム表彰で「経済産業大臣賞」を受賞した。現在、パナソニック エコテクノロジー関東 (PETECK)、中部エコテクノロジー (CETEC) にも導入している。16年度は外販にも乗り出す方針だ。



【総評】国が誇るべき工場

資源循環技術委員会委員長 吉田 敬史 氏

PETEC は最先端の家電リサイクル工場であるとともに、見学者を積極的に受け入れて環境学習の場を提供することも本務としている。このため工場の外観も内部も極めてクリーンで、とてもリサイクル工場とは思えない。施設の清潔さのみならず、従業員の方々も礼儀正しく実に気持ちがいい。

家電リサイクル工場の訪問は実に10年ぶりであったが、PETECではブラウン管テレビの処理を移管していると聞いて時代の変化を実感した。昔は家電4品目の処理台数で、ブラウン管

テレビが3分の1以上を占めていた。2011年の地上デジタル放送移行を背景とした家電エコポイント制度で、薄型テレビへの買い替えが進んだ結果、10年に大量のブラウン管テレビが一挙に廃棄され、台数が激減した。

PETECは3種類の混合樹脂を同時選別するシステムをはじめ、多くの自社開発設備を導入している。わが国が誇るべきハイテク工場であり、鉄道や発電設備などと同様、今後、新興国に技術移転すべきノウハウを蓄積している。

アジア諸国では廃電気電子機器による環境汚染や健康被害が深刻化している。こうした状況を改善するためにも、技術開発へのさらなるチャレンジを期待したい。

座 長	茅 陽一	地球環境産業技術研究機構理事長、東京大学名誉教授
学界委員	加藤 三郎	認定 NPO 法人環境文明 21 共同代表
	中上 英俊	(株) 住環境計画研究所会長
産業界委員	落合 信賢	旭化成 (株) 環境安全部部長 理事
	鷲尾 修司	大阪ガス (株) CSR・環境部長
	宮崎 眞一	住友ゴム工業 (株) 安全環境管理部長兼 CSR 推進室主幹
	中山寿美枝	電源開発 (株) 経営企画部審議役
	実平 喜好	(株) 東芝 理事 環境推進室長
	根本 恵司	トヨタ自動車 (株) 環境部部長
	鈴木 裕治	日本製紙 (株) 技術本部環境安全部長
	堀ノ内 力	日本電気 (株) 品質推進本部長代理兼環境推進部長
	篠原 弘道	日本電信電話 (株) 代表取締役副社長 研究企画部門長
	名倉 誠	パナソニック (株) 環境・品質センター 環境・品質渉外室室長
	森永 啓詩	(株) プリヂェストン 環境企画推進部長
	坂内 隆	本田技研工業 (株) 環境安全企画室室長
	菊地美佐子	三井物産 (株) 環境・社会貢献部部長
本社委員	竹本 祐介	日刊工業新聞社 取締役本社編集局長
資源循環技術委員会委員長	吉田 敬史	(合) グリーンフューチャーズ 社長

(敬称略、順不同)



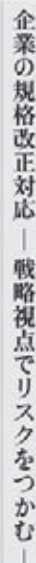
2014年度 活動報告紙面

グリーンフォーラム21 研究会

Green Journal 45

グリーンフォーラム21
事例研究会

Green Journal 47



グリーンフォーラム21
事例研究会

要になる。EMS固有の保証要求事項としてこれらにはおなじ「リタード」および「コミットメント」が盛り込まれた。EMSは形骸化を避けるためにも経営者は自らがどのような戦略で、どう挑むのかと説明責任を果たさねばならない。

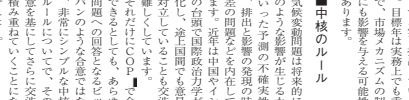
■プロセス可視化

また改正規格はプロセスとその相互関係という考え方で形成されている。プロセスとはイプソットをアウ

Green Journal 49



グリーンフォーラム21
事例研究会



<http://www.nikkan.co.jp/sanken/ozon/>

お問い合わせ

「ウォーターフットプリント」国際規格に

グリーンフォーラム21 資源・循環技術委員



量と質は分けて評価

水
だが、生産で

委員 工場の取水時に水量をカウントするわけだが、生産での使用後、排水した水もカウントすると、同じ水でも2度カウントすることになりなのにか。

小林氏 基本的にはスコープ3（サプライチェーン全体）を含む。LCAと同じだ。製品だけではなく、組織も対象にしようという議論されている。

小林氏 川からしたる水と量と同じ量を使用してに亘する、基本的には消費はない。同じ水と量を戻すのではなく、その水は下へ流す影響はないからだ。量について言うようだが、水の質については違う。汚れた水は排水すると影響があるけど、量としては同じ視点で影響はない。ガソリンとか言えるかもしれないが、量と質は分けて考える。

委員 では取水、排水の質はどう評価するの？

小林氏 通信サービスあたりで基本的には水を使っていない。ただ、電柱のコンクリートは水でできている。そういったものも含めてウォーターフットプリントを考えるのか。

小林氏 その通りだ。

委員 カarbonフットプリントはさまざまな議論があるけど国際規格化されて、技術仕様書にも記されている。

小林氏 ウォーターフットプリントも妥協がある。会議参加者には

小林氏 基準は出ていない。環境基準のよいもので一律に決めるのが現実的と思う。

委員 対象範囲は温室効果ガス算定基準のスコープ1、2（工場や事務所など自社での使用に伴う水量）なのかな。

国際規格化したい思いがあり、できるポイントから合意した。しかしこれで終わりはではない。事例が蓄積されてくればいろいろな議論も出てくるだろう。まずは第一歩として国際規格化できたことが、我々関係者には非常に大きな前進だった。

いとなとと彫るてえー



吉田 友

田敬史委員長 グリーン
ユーチャーズ社長

ISO 14000 以外にも、水質汚染の調査やモニタリングの動きがある。一つは英米系企業によるDIPだ。大企業には英米系企業が、各社が自社の排出量を明示しているが、中小企業間の利用も明示しているスコープ 2 範囲 に入れた。

サウエルマートを中心とした「ザ・ウォータリティビティ・コンシーム」・TSC が通用している「サブランチエ」を通じて、天然可能性の調査・測定システムに、水質の項目がある。欧州委員会が製品や企業環境環境報告書総合評価する「環境透明度指標」で、気候変動対策と資源枯渇とともに水資源への影響も「見える化」する



東芝環境推進室参事

小林 由典¹⁾

企業の水使用を「見える化」

水管理に関わる国際的な動向

- | | |
|--|-----|
| ・ CDP | (英) |
| 一企業に対してGHGに関する戦略や排出量について公表を求める
CDPに加えて、CDPが「スタート」 | |
| ・ The Sustainability Consortium | (米) |
| 一サプライチェーンを通じた持続可能性の計測・報告システム
The Sustainability Consortium | |
| ・ 環境フットプリント | 欧州 |
| 一ライフサイクルにわたる包括的な環境影響の把握
一気候変動、生態毒性・人間毒性、酸性化、富栄養化、水資源、資源枯渇、
地改変 | |
| ・ グルネル法 | (仏) |
| 一CO ₂ 、水資源、富栄養化のラベル表示を試験的に実施 | |
| ・ ISO/TC 207/SC 5/WG 5 | |
| 一ウォーターフットプリントの原則・要求事項・指針の策定
一対象範囲・算定方法の標準化、事例集の作成など | |
| ・ Alliance for Water Resourcing | |
| 一企業の水管理に関する標準化 CDP Water Stewardship
の連携 | |
| 一リスクを低減に向けて拠点単位から流域単位/サプライチェーンへ
流域単位へ広げていく | |

水の視点製品評価

手法はまだ決まっていな
水の量と質の測定法に代
SO14046」の規格書
に事例集があり、その中
ろと評価例がある。代表的
水の使用量と消費量の評価
源、地域別の影響の違いを
しておき、実際の使用した
で、1よりも小さい係数の
雨が多くて、水ストレス
活に不便を感じる水不足の
が小さい。

3 つの活用方法

ウィータークラフトプリントの活用法は、用途によって大きく3つに分けられる。基本的には、C

① 目的は情報提供、基本的には「L A環境情報センター」と同じように、市民の健康・生活がのびのびする社会を実現するために、市民の生活環境に直接関係する、二つは「L A環境情報センター」内部で、市民が利用する機会が多い。水質汚染が原因で、市民の生活環境に悪影響を及ぼしていることを明らかにする。二つは「L A環境情報センター」に、市民が利用する機会が多い。水質汚染が原因で、市民の生活環境に悪影響を及ぼしていることを明らかにする。

② 目的は、市民の生活環境を保全すること。水質汚染が原因で、市民の生活環境に悪影響を及ぼしていることを明らかにする。

③ 目的は、市民の生活環境を保全すること。水質汚染が原因で、市民の生活環境に悪影響を及ぼしていることを明らかにする。

ウィータークラフトプリントの活用方法は、用途によって大きく3つに分けられる。基本的には、C

① 目的は情報提供、基本的には「L A環境情報センター」と同じように、市民の健康・生活がのびのびする社会を実現するために、市民の生活環境に直接関係する、二つは「L A環境情報センター」内部で、市民が利用する機会が多い。水質汚染が原因で、市民の生活環境に悪影響を及ぼしていることを明らかにする。二つは「L A環境情報センター」に、市民が利用する機会が多い。水質汚染が原因で、市民の生活環境に悪影響を及ぼしていることを明らかにする。

② 目的は、市民の生活環境を保全すること。水質汚染が原因で、市民の生活環境に悪影響を及ぼしていることを明らかにする。

③ 目的は、市民の生活環境を保全すること。水質汚染が原因で、市民の生活環境に悪影響を及ぼしていることを明らかにする。

たす。これは、最新の樹脂は、保存性能が、長持ちする。品を劣化させるので、間接的に劣化する。段差、GRI-Xは、保存性能の向上により、年製品比で、%減で、と冷蔵庫使用段の電力消費が非常に減して、また、性能を向上して、また、コストの視点と、省エネ、食エコ、品、ということがある。カーボ、プリント、情報網の軸は、ウォータープリントと言われている。参考にする方法を、評定、に使用する方法、検定の、が、今の、ステップ、だ、

ウオーターフットプリントがみたり。新製品は洗濯にかけても節約できており、品と比べて、%減となった。材料調達、製造、流通、使用、リサイクルのライフサイクルの各段階を比べると、使用水消費量の、%以上を占めた。買い替が進み、新製品及すれば水資源への負荷を減らす。

水を使う製品ではない冷たいウォーターフットプリント

水の量と質の測定法に代
手法はまだ決まっていない
SO14046」の規格書
に事例集があり、その中に
水の使用量と消費量の評価
源や地域別の影響の違いを
示してあり、実際の使用し
て係数を掛ける。平均値
で、1よりも小さい係数の
雨が多くて、水ストレス
が大きい。

水の視点製品評価

温暖化対応を進め、
スマート社会を構築



グリーンフォーラム21の活動に参加しています。

■會員企業一覽

旭化成/NEC/NTT/大阪ガス/Jパワー/住友化学/
住友ゴム工業/東芝/トヨタ自動車/日本環境認証機構/
日本製紙/パナソニック/ブリヂストン/ホンダ/三井物産

環境が企業価値向上の力キ

グリーンフォーラムは2013年度は「地方自治体調査研究」その他果の栽培、環境広報活動のサポートなどを通して、企業価値を高めるのが目的です。活動を通じて、2019年、創設から四半世紀に及ぶ活動を振り返るなかで、取り巻く環境も変化し、産業界における存在意義は、改めて見えてきます。

21世紀は資源循環型社会である。持続可能な社会政策の新たな経済社会システムを構築していくことが求められており、2015年9月の国連サミットで採択された、その重要な目標に盛り込まれた。特に気候変動においては、エネルギー消費を最大限に減らし、その中でも最も重要な削減手段として、低炭素で行くことが求められています。環境を冷静に考えることは企業にとって、付加価値の高い生産活動へと変換する重要な手段です。

グリーン・フィールド・エナジーは環境政策の推進と環境意識の向上に力を入れています。この取り組みを通して新たな経済システムの構築に貢献していきます。



グリーン発電会津の木質バイオマス発電所

木質バイオマス発電

未利用材を集荷 雇用創出

アフリカ産木材の輸入が減少している中、木材の未利用材を集荷し、バイオマス発電に活用している。会津グリーン発電会津は、福島県会津若松市にバイオマス発電所を建設し、2014年10月に稼働した。同発電所は、木材の未利用材を集荷し、発電に活用している。同発電所の稼働により、木材の未利用材を集荷する業者が増え、雇用が創出されている。

地中熱空調システム

会津若松市に建設された、地中熱空調システム。このシステムは、地中の熱を空調に活用し、エネルギー効率を向上させる。同システムは、会津グリーン発電会津の施設に導入されている。

水が湧き出る自噴井で実証



会津若松市に建設された、地中熱空調システムの実証実験の様子。

再生エネで地域振興



エコ・パワーの風力発電設備

風力発電

9850世帯分を供給

会津グリーン発電会津は、風力発電設備を導入し、再生エネルギーを供給している。同設備は、9850世帯分の電力を供給できる。



会津若松温泉くづるの里のH&M

温泉旅館エネ管理

会津若松温泉くづるの里のH&Mは、温泉旅館のエネルギー管理を強化している。同施設は、再生エネルギーを活用し、エネルギー効率を向上させている。

使用電力*見える化。

会津グリーン発電会津は、使用電力の見える化を実現している。これにより、エネルギー消費の透明性を高め、エネルギー効率の向上を図っている。

温暖化対応を進め、スマート社会を構築



グリーンフォーラム21の活動に参加しています。

賛会員企業一覧

旭化成/NEC/NTT/大阪ガス/Jパワー/住友化学/住友ゴム工業/東芝/トヨタ自動車/日本環境認証機構/日本製紙/パナソニック/プリズストン/ホンダ/三井物産

環境が企業価値向上のカギ

グリーンフォーラム21は、環境問題の重要性を認識し、その解決に向けた取り組みを進めている。同フォーラムは、企業価値の向上に貢献している。

21世紀は資源制約型で持続可能な社会を構築していくことが求められています。2013年3月の東日本大震災を機に、その必要性はさらに高まりました。特に企業においては、エネルギー消費を最小限にし、その中で最大の生産性を発揮することが求められています。環境を深く考察することは企業にとって、付加価値の高い生産性を生み出すことにつながります。

グリーンフォーラム21は、環境が企業価値向上のカギになると位置付けて行動しています。この取り組みを通じて新たな経済システムの構築を目指しています。

パリ協定採択一動き出す温暖化対策

米中交渉後押し

認識共有、国際基盤整う

■ 首脳の決意

フランス・パリで開かれていた国連気候変動枠組み条約第21回締約国会議（COP21）は、地球温暖化対策の新たな国際枠組み「パリ協定」を採択した。先進国に温室効果ガス排出削減を義務づけた京都議定書に代わり、2020年以降、途上国を含むすべての国が協調して地球温暖化対策に取り組む体制になる。異常気象による甚大な災害が頻発し、共通認識となった温暖化リスクが合意を後押しした。

これまでのCOPは先進国が大量の温室効果ガスを排出してきた経緯から、途上国との間に深い溝があった。だが、経済発展に伴い途上国側の温室効果ガス排出量が急増。小島嶼（とうしょ）国では海面上昇による被害も現実となり、先進国の責任だけを追及するだけで済む状況ではなくなった。

京都議定書に調印しながら批准せず、削減に参加しなかった米国が合意に向けて積極的に動いた。米国を抜いて世界最大の排出国となった中国が前向きな姿勢をみせたことも大きい。初日には各国首脳が演説し、異口同音に地球温暖化対策の新しい枠組みづくりの必要性を訴えた。

オバマ米大統領は「気候変動の脅威にさらされない国はない。我々はその脅威を体感する最初の世代であり、対応を進めることができる最

後の世代だ」と機運を盛り上げた。習近平国家主席は「すべてのアクターが参加し、ウィン・ウィンの関係を築く必要がある」と合意を促した。安倍晋三首相は「地球は人類のかけがえないふるさと。今こそ先進国、途上国が共に参画する新たな枠組みを築くべき時だ」と演説を切り出し、現行約1兆円の途上国に対する支援額を1兆3000億円規模に拡大することを説明した。会議冒頭の首脳演説は極めて異例だ。

■ 検証と報告

一方、パリ協定の合意文書には拘束力のある数値目標がほとんどない。米国は国内法で担保できない内容の条約批准に議会の合意が必要となるため、細心の配慮がなされたのだ。削減目標達成の義務化は見送られ、各国に温室効果ガス削減の目標策定を義務づけて5年ごとの見直しと、対策を徹底して報告することを定めた。まさに「枠組み」だけで、低炭素社会実現に向けたスタートラインに立ったにすぎない。

だが、検証と報告を繰り返しながら、対策を徹底していく永続的な枠組みが整った意義は大きい。名古屋大学大学院環境学研究科の高村ゆかり教授は「先進国が先導しつつ、すべての国が温暖化対策に取り組む国際的基盤が構築された」と評価する。

途上国も合意

“武器なき戦争”の勝者

■ 本気の中国

「途上国に良い結果だったのではないか」。国際環境経済研究所の有馬純主席研究員はパリ協定をこう評価する。有馬氏は経済産業省時代、担当官としてCOPに計11回参加した。国と国との駆け引きを目の当たりにし、COPを「国益をかけた武器なき経済戦争」と表現する。COP21では年1000億ドルを下限とする先進国から途上国への資金援助が合意され、実施状況が検証されることが決まった。途上国の主張がいくつも認められた。COP21の勝者は途上国かもしれない。

中でも評価を高めたのが中国だ。温暖化対策消極派の急先鋒だったが、COP21の交渉には積極的に加わり、パリ協定の立役者になった。その中国は国内対策に本腰を入れる。温暖化対策よりも実態は汚染対策。健康被害を招く「PM2.5」の排出を封じようと低効率な石炭火力発電所を廃止し、高効率な発電所を増設する。エネルギー効率の低い機器の使用禁止、エネルギー多消費産業への電力の値上げなどの規制も次々に打ち出している。日系企業も中国政府の“本気度”を感じている。「規制は厳しくなるだろう。二酸化炭素（CO₂）排出量を報告する指針が業界ごとに設定されてきた。今度、排出量の少ない業界にも広がるだろう」（日系企業の中国工場担当者）と予想している。

他の途上国も温暖化対策を始める。パリ協定でCO₂削減目標の達成は義務化されなかったが、国内対策の実施が義務づけられたためだ。排出量取引や炭素税など企業が排出するCO₂に価格を付ける「炭素価格制度」を採用する国が増えるとみられる。世界銀行によるとすでに世界全体の排出量の12%に価格が付いている。多くの国で事業展開する企業ほど、温暖化対策のコストが積み上がる。

■ 巨大市場が出現

一方、途上国に出現する低炭素化ビジネスの巨大市場を取り込む機会でもある。中国は16年からの第13次5カ年計画で20年までの累計で約10兆元（約200兆円）の環境投資をする。資金援助を求めた途上国は、どの国も低炭素化技術を必要としている。国際エネルギー機関は、すべての国の目標達成にエネルギー分野だけで13兆5000億ドル（1620兆円）の追加投資が必要と試算する。日本企業にとってはパリ協定に参加する196カ国・地域がマーケットになる。

しかし東京大学公共政策大学院の本部彦教授は「途上国で投資回収ができるビジネスモデルを作るのは難しい」と指摘する。途上国からの低コスト化の要請に加え、価格競争は厳しい。低炭素化ビジネスの勝者になる戦略が求められる。

炭素価格制度を導入する主な国・地域

排出権取引	炭素税
EU／日本（東京都、埼玉県、京都府）／スイス／ニュージーランド／米国（カリフォルニア州）／カザフスタン／中国（上海、深圳、北京など2省5市で試行中。2017年から全国に拡大）／韓国	フィンランド／ポーランド／スウェーデン／ノルウェー／デンマーク／スイス／日本／フランス／メキシコ／ポルトガル／南アフリカ（16年～）／チリ（17年～）

※世界銀行の資料を基に作成

■ 海外は前向き

COP21 の会場にリコーの加藤茂夫執行役員も詰めていた。会議運営に欠かせない文書の印刷業務を同社が担当したからだ。最終日前に帰国したため、パリ協定の採択が告げられた歴史的な瞬間には立ち会えなかったが、会場の空気に触れた数少ない日本企業関係者の一人だ。

現地で会談した海外企業トップは「脱炭素やゼロエミッション（温室効果ガスの排出ゼロ）にすべきだ」と口々に語っていた。リコーは環境問題に取り組む企業姿勢が評価され、国連とフランス政府から COP21 の文書印刷を要請された。そんなリコーでも海外企業の意識の高さに刺激を受けた。「脱炭素への流れは止められない。取り残されるのではないかと危機感を持った」（加藤執行役員）と振り返る。

産業界は高い排出削減目標の設定にはどうしても慎重になる。排出抑制はエネルギー使用を制約し、企業活動の足かせになるからだ。しかし脱炭素化に前向きな海外企業が増えている。データセンターで大量のエネルギーを消費するアップル、グーグル、マイクロソフトなど米 IT

企業が事業で使う電力の全量を再生可能エネルギーにすると宣言している。再生可能エネルギー 100% を目指す企業組織「RE100」も結成され、イケアや BT、SAP、ネスレ、ユニリーバなど 50 社が参加する。

各国の削減目標は引き上げを前提に定期的に見直されるため、企業への削減圧力は強まる。米国などでの火力発電への規制強化もあり、化石資源由来の電力の値上がりも避けられない。将来、CO₂ の排出はコストとして重くのしかかり、経営リスクとなる。再生エネ 100% を宣言した企業は、CO₂ の排出で増える負担を回避しようと脱炭素への舵を切った。電力を使う側が再生エネを大量に導入すると、太陽光発電や風力発電のコスト低減が、いずれは経済性と環境性を両立できるようになると見込む。

■ どの国でも

パリ協定では温室効果ガスの排出を実質ゼロにする目標も共有された。海外企業の環境・CSR に詳しいサステナビリティ日本フォーラムの後藤敏彦代表理事は「ベクトルチェンジを認識しない企業は必ず退場を迫られる」と日本企業に警鐘を鳴らす。

パリ協定が発効する 20 年以降、ほとんどの国が削減目標を掲げるため、企業はどの国で事業を展開しても温暖化対策を求められる。それだけに、パリ協定が事業に及ぼすリスクを点検すべきだろう。中長期的な排出削減計画を検討しておくことにより、リスクに早く対処できる。

（2015年12月23日-29日の日刊工業新聞連載を再編集）

「脱炭素化」へ向けた動向

パリ協定

今世紀後半に温室効果ガスの排出と吸収を均衡させ、排出を実質ゼロ化

「RE100」（再生エネ100%化を目指す企業）

イケア、オートデスク、BT、中国・遠大集団、DSM、グーグル…

火力発電への規制

米国…火力発電からのCO₂排出を32%減（30年まで）

英国…石炭火力を全廃（25年まで）

世界銀行、OECD…石炭火力への融資を抑制

日本企業

トヨタ自動車、ソニー…省エネと再生エネ活用で排出ゼロ（50年）

リコー…排出を87.5%減（50年）



日刊工業新聞社 日刊工業産業研究所

〒103-8548 東京都中央区日本橋小網町14-1
TEL:03-5644-7113 FAX:03-5644-7294