

躍

季刊 [やく]
2014 June | 第22号
関西電力株式会社

特集 ● 「鼎談」基軸を探る

気候変動と

エネルギーを考える

中島厚志／枝廣淳子／秋元圭吾

躍 季刊 [やく] 2014 June | Number 22

関西電力株式会社



季刊 [やく]
2014 June | 第22号
関西電力株式会社

03

「鼎談」基軸を探る

気候変動とエネルギーを考える

中島厚志／枝廣淳子／秋元圭吾

20

オピニオン

気候変動／温暖化への視点

地球のシグナル

「ヒマラヤの氷河が融けるとき」野口健

気候変動リスク

「気候ジャンプが招く文明崩壊のリスク」大河内直彦

国際社会の対応

「2℃目標に挑む世界、後れる日本」田村堅太郎

日本の対応

「エネルギー問題を『自分事』と考える社会へ」崎田裕子

技術輸出

「国益と地球益のため日本の技術を生かす」田中加奈子

31

でんきSTORY

「日没までのウインブルドン」沢松奈生子

33

エコリッツ紀行

いまどきの石炭火力、

舞鶴発電所を訪ねて 酒井千佳

43

世界はいま――

原子力導入に動く、産油国

サウジアラビアのエネルギー政策 永田安彦

49

かんでんFOCUS

電気の低炭素化に挑む 井上祐一

気候変動と エネルギーを考える

京都議定書第一約束期間がスタートし洞爺湖サミットが開かれた六年前、低炭素社会づくりは日本の大きなテーマだった。
しかし東日本大震災後は鳴りを潜め、日本の温室効果ガス排出量は二〇一二年度は約一三億四三〇〇万tと九〇年度比六・五%も増加。
要因として火力発電増加による化石燃料消費の増加が指摘されている。
異常気象が増え温暖化被害は深刻化、IPCCの報告書も公表されるなか、気候変動とエネルギーについて考えたい。



中島厚志 経済産業研究所理事長
枝廣淳子 環境ジャーナリスト
秋元圭吾 地球環境産業技術研究機構 主席研究員

気候変動／温暖化をめぐる世界と日本の現状は？

気候変動リスクが高まるなか、

適応も視野にグローバルに長期で対策を考える

中島 きょうのテーマは気候変動とエネルギーです。まず現状とテーマへの着眼点を枝廣さんからお願います。

枝廣 昨年来IPCC（気候変動に関する政府間パネル）第五次のレポート*が出ましたが、〇七年の第四次に比べ、温暖化は人為的要因で起きること、そして温暖化影響についても強めに指摘されています。これまでの排出量の蓄積が温暖化を引き起こすとすれば、もはや温暖化は避けられず、緩和策だけでなく「適応*」をもっと考えないといけません。それを一つ問題意識として持っています。

もう一つ、日本が世界に打ち出す適応の先進モデルは、単なる低炭素エコノミーでなく、人口減少・高齢化と持続可能な低炭素社会、その二つを組み合わせたものでないといけない。例えば降雨量が増えて川の流量が増え、洪水の危険もありますが、懸濁物質が増え水道事業の負荷が高まる。そうしたとき人口が高齢化した過疎地域と、水道局が対応できないかもしれない地域は結構重なっている。温暖化による川の流量変化によって、過疎地の高齢者を中

心に水難民が発生する可能性があり、単に低炭素化だけでなく統合的な対応が必要だと考えています。

中島 秋元さんはどう見えていますか。

秋元 私も、IPCCの報告書で指摘されているように、温暖化は疑いの余地がなく、非常に危険な状況に陥っていることは間違いないと思います。ただ気候変動リスクは、発動する時期が少し先であったり、海外の別の地域でより大きな被害をもたらすことも多いため、リスクの認識をなかなか共有できない問題がある。顕在化していないリスクをしっかりと認識して、事前に適切な対応をとることが重要です。

二つ目は、グローバルで見ると近年、途上国でCO₂排出量が増大した。一九九七年の京都議定書採択以降、世界的にはむしろCO₂排出量が増加。我々先進国は国内だけの狭い視点でなく、グローバルな視点で技術を展開しないと世界の気候変動を止められない。

もう一つは長期の視点。気候変動問題はスプリントでなくマラソンです。例えば鳩山さんの二〇二〇年に九〇年比二五％削減目標なんて、短期的に見た目はいいが、却って持続的な対策を妨げる気がする。長期で着実に削減していくことが重要で、あまり短期で無理をしても息切れしてしまふ。

あと、国内では原子力発電が停止してCO₂排出量が急増している。電気事業だけで一二年度は一〇年度比三〇％以上も増大。事故以降、原子力のリスクばかりに目が向いているが、温暖化のリスクもあるし、エネルギーセキュリティや安定供給のリスクもある。トータルとしてリスクを管理する視点が必要ではないかと思っています。

2014年3月、日本で初めて開催されたIPCC総会。協議後、第5次評価報告書第2作業部会報告書が公表された ©Greg McNevin

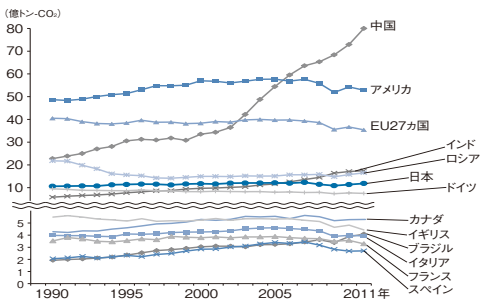
持続的な安定成長を前提に、

日本経済にCO₂対策を進める余裕が出てきた

中島 幾つか論点が出ましたが、私の視点も申しあげたく思います。IPCC報告では今回、CO₂の増加は人為的影響の確率が高いと出ており、二一〇〇年までに世界の気温は最大四・八℃も上昇の可能性があるとしています。そして、三℃以上の上昇だと、洪水や豪雨、自然災害が増え、中高緯度でも食料生産が減る。気候変動が大きくなると市場の変動も大きくなり、世界経済にとって好ましくないと従って温暖化対策は待たなしに進めなければいけないと思っています。

一方、日本経済は失われた一〇年を経験しました。企業も疲弊して失業率も高止まりしていたなかで、CO₂削減にコストがかかるとなると、それを誰が負担するか議論が収束しなかったのも事実です。そのなかで二五％削減目標が出ましたが、気合いだけでできるわけもなく、経済状態とのバランスもあって難しかった。

しかし、厳しい経済状態はこの一年半ほど和らいで、CO₂対策を進める余地が日本経済全体に出てきたように感じます。とはいえ、日本経済を取り巻く課題は、少子高齢化、巨額の財政赤字、デフレ脱却、製造業の空洞化、新興国のキャッチアップ等々があり、他の主要国以上の余力があるわけではない。従ってこれら課題に対応しつつ対策を進めるには、持続的な安定成長が最低限必要です。成長力を落としても達成すべきとなると、対応自体進まない。温暖化対策は大事ですが、持続的な安定成長も欠かせない。この両立のもと、どう進めていくかが私の視点です。



世界のCO₂排出量の推移

IPCC第五次評価報告書

第一作業部会報告『自然科学的根拠』（二〇一三年九月公表）、第二作業部会報告『影響・適応・脆弱性』（二四年三月公表）、第三作業部会報告『気候変動の緩和』（二四年四月公表）。一〇月には統合報告書が出る予定。なお第四次評価報告書は〇七年二月より順次公表され、同年十一月に統合報告書が公表された。

緩和と適応 緩和（Mitigation）とは、温室効果ガスの排出を削減すること。一方、適応（Adaptation）とは、気候変動を所与のものとして受け止め影響を軽減すること。

人口減少・高齢ニッポンで
幸せになるために経済成長をどう考えるか

中島 では持続成長へ日本はどう動けばいいか。日本の進路を考えたい。枝廣さんが言われたように、少子高齢化のなかで日本が低炭素社会をどういう形で具体化するか。これは世界の先進事例になります。高齢化だけとると消費力は落ちますが、モノの消費より医療や介護などサービスへの支出が増えるとすれば、それは低炭素型の消費に変わっていくと言える。他方で高齢者を支える現役世代の負担は増し、経済活力を生むには高齢者が自ら稼いで消費することも必要です。成長しつつ低炭素社会をめざすには、どのような視点が必要ですか。

枝廣 経済規模、GDPの成長をどう考えるかだと思います。これまでは日本も世界のほとんどの国も、経済成長が目的だったし、経済成長が国と国民を幸せにする手段だった。なので、何をにおいても経済成長しようとしてきた。それを問い直さないといけない。

ヨーロッパで言われている「脱成長」のように、経済成長を否定するのではなく、地球の環境容量などから可能な範囲の成長はどれくらいで、人々に幸せをもたらすのはどういう成長か。経済成長至上主義、経済成長が目的化してしまうと、今の日本もそうですが、働く人はどんどん疲弊せざるを得なくて、幸せでない人が増える。今、幸福の研究が進んでいますが、一人あたりGDPが年額一万ㄱ一万五千ドルを超えると、GDPが増えても幸福度は増えない。場合によっては減っていくんです。

失敗した経済は違うと言っています。つまり最初から規模拡大をめざさない経済は規模が小さくても成り立つが、成長しようとして成長できない、例えばリーマンショックや日本のこの二〇年――成長型経済で成長できないと、人は不幸になってしまう。なので彼は、限界便益と限界コストがクロスする点、つまりGDPを増やしても人々の幸せが増えない点を超えたら、そこで経済成長は止めるべきだと。企業は無限に生産するのではなく、予め生産量を決めている。それをマクロの世界でもやるべきで、日本を含め多くの先進国は既にクロスポイントを超えているので、経済成長しても格差は広がり不幸な人が増える。

規模を大きくしない経済の設計の仕方にヒントがあると思います。

中島 補足させてください。二、三百年前までの世界は定常経済です。人一人がつくり出す価値は、農業でいえば自力で耕すか、牛馬を使って耕すしかない時代が何千年も続いた。これを大きく変えたのが産業革命です。機械で大量生産が可能になり、一人あたりの生産量、稼ぐ価値が上がり、結果として経済が持続的に成長するようになった。

もつとも、近年では豊かさをどういう形で維持するかがポイントとなっています。現代日本で、それは必ずしもモノの消費を増やすことではない。七〇年当時は消費に占めるサービス消費――モノを買う以外の医療や旅行などの消費割合は三割弱だった。ところが二〇一二年は四割強。これは先進国共通の傾向で、モノが充足すれば、次は心の充足や感動などの経験を得たいという消費に変わってくる。

サービス消費はモノをつくるほどエネルギーはかからず、相対的に環境負荷も減る。従って、そういう経済構造の変

中島 一律には言えないですけどね。

枝廣 これは先進国の話。途上国はもちろん違います。

例えばリーマンショックのとき日本も含めてCO₂排出量が減りました。経済が停滞するとエネルギー使用量が減るので、CO₂が減る。経済規模をどの程度に見積もるかで、温暖化影響と少子高齢社会像が変わってくる。

秋元 いや、私としては経済成長は重要と考えています。確かに発展途上段階では経済成長と幸福度が高く相關するものの、豊かになると、所得が上がっても幸福度はあまり高まらないのは事実でしょう。ただ我々は普段、別に経済を良くしようと行動しているわけではなく、幸せになろうとして行動した結果、GDPが伸びてきた。GDP成長が鈍化するというのは、以前はモノが幸せをもたらしたが、モノが溢れている今、そこに幸せを見出さなくなったことの結果です。

ただ、ではリーマンショックが幸せだったかという点、失業率も高くなり自殺も増え、非常に不幸になられた方が多い。これは世界でも日本でもそうだった。人間は所得が落ちるときの不幸福感は非常に強いので、今後CO₂対策や経済対策のなかで、経済成長は不要という政策はとるべきではない。経済成長が目的ではないが、我々が幸せになるためにも、経済は持続的に成長する姿が必要だと考えます。

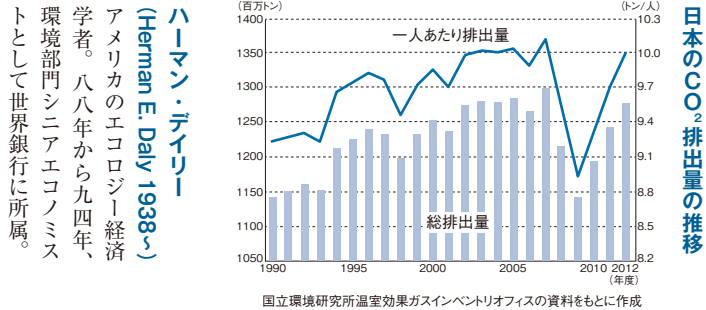
低炭素型の経済構造へ、

豊かさを減じるのでなく維持する方法を考える

枝廣 「定常経済」、経済の規模自体は拡大しないが、活発な経済活動が行われる経済を提唱している元世界銀行エコノミストのハーマン・デイリー*さんは、定常経済と成長に



中島 厚志 なかじま あつし
経済産業研究所（RIETI）理事長
1952年東京都生まれ。東京大学法学部卒。
日本興業銀行入行。パリ興銀社長、執行役員調査部長、みずほ総合研究所専務執行役員調査本部長等を経て、2011年より現職。財務省財政制度審議会財政投融资分科会専門委員なども務める。主な著書『統計で読み解く 日本経済最強の成長戦略』『日本の突破口―経済停滞の原因は国民意識にあり』『世界経済 連鎖する危機』『日本経済のリスクシナリオ』『中国「人民元」の挑戦』など。幼少時と興銀時代あわせてフランスに12年間在住。
<http://www.rieti.go.jp/users/nakajima-atsushi/>



ハーマン・デイリー
(Herman E. Daly 1938~)
アメリカのエコロジー経済学者。八八年から九四年、環境部門シニアエコノミストとして世界銀行に所属。



化自体、日本には必要だし、高齢化はサービス消費をさらに高めるので、その限りでは悪いことではない。

ポイントは、そういうなかで経済的豊かさをどう維持するか。それは生産性の向上です。労働力が減ってもイノベーションなどで生産性が高まれば、経済成長は維持できる。だけどCO₂は減らすわけですから、より高付加価値のものをつくる。ソフト、知財のウェイトを高める経済にどう変えていくかでCO₂排出を減らす余地はある。

少子高齢化が世界一速いスピードで進む日本は、そのスピードに負けないよう経済構造を低炭素型にシフトする。スピードこそが経済成長の中身を変える上で必要です。

枝廣 サービス化や技術進歩によるCO₂排出抑制は日本の国際競争力の展開においても必要ですが、それはCO₂排出原単位^{*}の改善なので、経済成長が続くと、原単位を低減しても絶対量が増えてしまうことがある。『成長なき繁栄』を書いたティム・ジャクソンが原単位を計算していて、このまま成長を続けると二一〇〇年段階では一GDPあたりのCO₂排出量を今の二〇分の一、約四〇gにしないとけない。さらに成長を続けるなら、いずれはゼロかマイナス。世界人口が増えるなか、経済成長を続けつつ技術力だけでCO₂を減らすのは無理ではないかと。それをどう考えればいいか。

秋元 確かに過去、経済がエネルギー原単位の改善以上に成長して、CO₂が増えてきた。ただ、現状を分析すると日本など先進国は既にCO₂排出がほとんどフラットか下がっている。世界のCO₂排出量が劇的に増えているのは、中国で鉄やセメントによるインフラ整備が二〇〇〇年代初頭から急激に増えたから。インドなども続くので、しばら

くはそういう推進力が働くだろう。

但し、原子力や再エネ、CCS（CO₂回収・貯留）技術などCO₂原単位を改善する方法はある。低CO₂原単位技術の技術開発・普及も進めることで、経済成長しながらCO₂を下げる方策は十分あり得る。

**二℃から二・五℃へ現実的な目標にすれば
対策コストは三分の一に減る**

中島 既に気候変動リスクは顕在化しつつありますが、対応策としてどういうものが望ましいですか。

秋元 持続的な対策は重要なキーポイントです。シンプルに考えるならば、温暖化影響被害額に対処対策コストを最小化することが基本路線です。逆に言うと、対策をとり過ぎれば経済的ダメージが大きいので、最適レベルを見極めつつ持続的にとれる対策をとっていくことが重要です。

私の研究者としての見方では、IPCC第四次評価報告書から議論になっている産業革命以前比二℃未満の気温上昇に抑える目標は厳し過ぎて、経済的に対応が難しい。無理な目標にしても排出枠割当や削減の押しつけ合いが起き、実際にこれまでCOP^{*}の議論は進まなかった。

ですからもう少し現実感を持つ。三℃、四℃上がると危険なので、それは避けるべきですが、二℃でも二・五℃でも温暖化影響被害に大きな差は見出しにくい一方、対策額には大差がある。例えば二℃目標だと世界排出量を二〇五〇年までに半減、先進国は八割削減しないとけない。それが二・五℃になると、世界排出量は二〇五〇年に二割削減程度、緩和策のコストが三分の一程度に劇的に減る可能性がある。

CO₂排出原単位

1kWhの電気を発電したときのCO₂排出量など、特定の単位あたりのCO₂排出量を示す値。

ティム・ジャクソン

(Tim Jackson 1957～)

英国政府の独立諮問機関「持続可能な発展委員会」の経済委員。

COP

気候変動枠組条約締約国会議。

そのあたり少し柔軟性を持たせるのは、一見後退したかのように見えますが、国際的な対策をむしろ前進させるのではないか。私もIPCCの代表執筆者をしていましたが、担当章の十数人のメンバー、ほとんどみんなそういう認識でした。

中島 できないことを掲げてても2℃を超えてしまうから、できることをきちつとやって2・5℃くらいが現実的な線だというイメージですか。

秋元 そうです。現実的には途上国の経済発展過程で世界排出量半減なんて非常に難しい。ある程度途上国のCO₂排出も許容しながら、削減を無理なく——というほど楽ではありませんが、より現実感が出るだろうと。

基本的に私の視点は、短期で必要な技術開発は着実にやる。長期的にはCO₂原単位の改善に資する技術の開発・普及に注力し、グローバルな視点で、それを世界に展開する方策を考える必要があると思っています。

その意味で、昨年九月に出た環境エネルギー技術革新計画^{*}は評価できます。日本の技術を長期の視点で、しかもグローバルに展開して、日本もしっかり経済成長しながら、技術を途上国に展開することで途上国のエネルギー効率も改善して世界のCO₂を減らすという戦略ですので、方向性としては非常にいい。これを実現していくことは、日本のイニシアチブという意味でも極めて重要です。

中島 日本の暫定目標はどうですか。

秋元 暫定目標二〇二〇年に〇五年比三・八%削減は、国際的に見栄えは悪いが、私の計算では厳しい目標です。原子力が稼動しない仮定ですので、仮に経済成長が二%とすれば、相当の省エネルギーや燃料転換をしないと難しい。

は逆行している。そこをいかにうまく設計するかですね。

枝廣 もう一つ、日本の国際競争力もしくは世界の役に立つ可能性があるのが「適応ビジネス」^{*}です。温暖化への適応だけでなく、人口減少や高齢化などに対するレジリエンス。適応ビジネスを日本はつくり出す力があるし、例えば中国でも人口減少・高齢化が迫っているので世界の役にも立つ。

世界で先進的に適応ビジネスを輸出産業にしようとしているのは、イギリスです。一三年に国家適応計画をつくり、英国企業を温暖化に強い企業にして、世界中の温暖化被害をビジネスチャンスに変えるため政府がサポートする。適応に関し日本はもつと貢献できる。産業政策として温暖化対策を考えるなら、緩和だけでなく適応も大事です。

秋元 確かに緩和だけで対応するのは難しく、適応もしっかり行い、そこにビジネスチャンスを求める視点が大事です。むしろ適応は途上国で重要。いかに途上国で経済開発をしながら、日本がビジネスとして適応策を支援するか。そのしくみを早く日本も戦略として位置づける必要がある。

家庭は再エネによる地産地消の可能性あるも

産業用には安定した電力が必要

中島 適応の話が出ましたが、スマートシティやコンパクトシティ^{*}、緩和策でもまだ方法があります。都市化の密度を上げる、つまり人口密度が二倍になると、サービス業のエネルギー原単位が約一二%減るという実証分析がある。

また、再生可能エネルギーによる「地産地消」。例えばドイツでは農家によるバイオマス発電が盛んです。家畜を飼育している農家にとって糞の処理は大変ですが、発生し

ただ、三・八%という数字自体は、もつと深掘りをすべき。私個人としては、原子力で稼ぐ部分がないと厳しい。

しかも東京はオリンピックがあるので、短期的にCO₂は増える要素になるが、それを機に東京のまちの改造——環境に優しい公共システムをつくり上げるとか、道路整備によって渋滞を減らしてCO₂を減らすとか。都市改造の好機としてオリンピックを使うべきでしょう。

**国際競争力と地球貢献に向け
日本は適応ビジネスを展開したい**

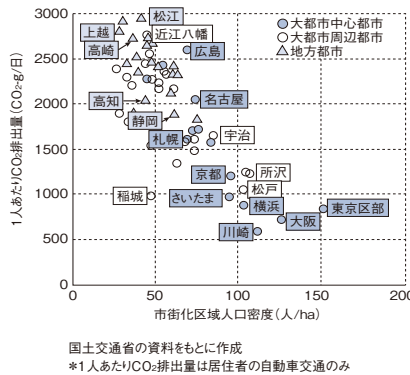
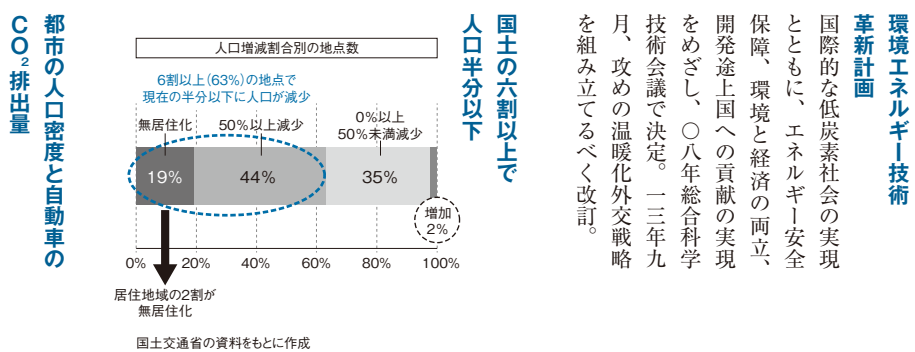
枝廣 日本の進路を考えると一番欠けているのは、グラントビジョンです。それぞれの分野で何をするという話はしても、日本の国、社会をどういう姿にしていくかというグラントビジョンがない。私は、今後ビジョンは市民が対話しながらつくれないかと思っています。

国交省によれば二〇五〇年には日本の国土の六割以上で人口が半分以下^{*}になるそうですが、そのときどういう国土の形が望ましいか。例えば縮小都市。徐々に縮小していけばいいが、実際はまばらになっていく。すると、分散する住民への行政サービスでますますCO₂を出してしまう。今、欧米でスマート・デイクライン、賢く衰退することこそ豊かだという考え方が出ていますが、そういった、人々の幸せと低炭素化も含めて最適な形を考えられないか。

秋元 国土のあり方を考えると、今、東京など都会では自動車も減り、一人あたりCO₂排出量は運輸部門でも減っている。ただ、地方では大型のショッピングセンター建設でCO₂排出量が増え、そこに車で通うので運輸部門のCO₂も減らない^{*}。コンパクト化がキーワードではあるが、現状



枝廣 淳子 えだひろ じゅんこ
環境ジャーナリスト；
幸せ経済社会研究所所長
1962年京都府生まれ。東京大学大学院教育心理学専攻修士課程修了。環境問題に関する講演、執筆、翻訳、企業コンサルティング等の活動を通じて「伝えること、つなげること」で変化をつくり、しなやかに強く、幸せな未来の共創をめざす。持続可能性を土台に、本当の幸せを経済と社会の関わりで学ぶ研究会を主宰し、さまざまなセクターが対話と共創で問題解決を進められるよう、合意形成の場づくりやファシリテーターを数多く務める。主な著書『わが家のエネルギー自給作戦』『GDP追求型成長から幸せ創造へ』『エネルギー危機からの脱出』など。訳書『不都合な真実（アル・ゴア著）』『地球に残された時間（レスター・ブラウン著）』など。イーズ代表。NGOジャパン・フォー・サステナビリティ代表。
http://www.es-inc.jp/about_es-inc/profile.html



たメタンガスを自家用あるいは近隣に売る形で活用したのが発端です。日本でもそういうものを広げる。農村だけでなく、都市であれば下水処理の過程で発生する大量のメタンガスを使ってバイオマス発電を行う。CO₂の大量発生を抑えることもできるし、リサイクルにもなる。

フランスの電気自動車推進策も興味深い。電気自動車は部品点数が少ないから、製造エネルギーを減らせるし、CO₂もその分抑えられる。しかもフル充電で百km走る電気代は一ユーロ約一四〇円足らず。だから無料充電サービスをしている自動車ディーラーもあるし、街角の路上駐車場には充電ボックスもあり一ユーロで充電しながら一時間停められる。そのもとになる電気がフランスの場合、八割が原子力ですから、CO₂排出が少ないという形で完結する。そういう形でまちをつくりかえることもできるので、緩和の面でも構造改革の余地はある。

枝廣 地産地消はすごく大事。エネルギー自給だけでなく、そこで雇用や産業を生み、人々の幸せを増やすメリットもあって、これからの鍵だと思っています。今、ネットがあればどこでも仕事ができるので、私の周りでも感度のいい若者はどんどん地方に行っている。『里山資本主義』という本にはバイオマスやコジェネ（熱電併給）によるエネルギー自給の例が紹介されています。

地産地消は民生、家庭の話。家庭の場合、二〇五〇年にはCO₂排出量をゼロにできるという話がある。エネルギー消費が省エネで半分になり、残り半分は屋根に太陽光パネルを載せれば賄えるようになる。蓄電技術やコスト面が解決されていくと、家庭はエネルギーの自給自足が省エネプラス再エネでできるようになる。

中島 できますね。ゼロエミッション住宅*が出始めている。

枝廣 そう。今、さらに創エネ住宅*が出ている。そうなったときに、産業用の電力・エネルギーをどうするかが最後まで残る課題になってきます。家庭用と違って、産業用は大量に安価な安定した電力が必要です。私も半導体工場に見学に行ったことがあり、一瞬停電しただけで数千万円が飛ぶ。産業の電力を何で賄うのか。今の形ではソーラーや風力だけでは無理でしょう。火力など安定した電源が必要になる。これまでエネルギーは家庭も産業も同列で議論していたけど、分けて議論しないといけないのではないのでしょうか。

秋元 電気自動車や家庭の対策、全部賛成ですが、私は常にバランスを考えます。電気自動車の普及は重要ですが、距離がどれくらい稼げるか。用途を考えると、全部がEVになることはなく、燃料電池自動車もプラグインハイブリッドもハイブリッド車も残るだろう。そういうバランスの中でミックスした姿が必要です。家庭もそうで、太陽光だけで賄うには蓄電池の技術革新が必要です。時間軸を考えて革新度合いを見ながらでないと、進まない。コジェネも、日本では熱需要が見合うところがどれほどあるか。欧州に比べ気候が温暖で熱需要の少ない日本で、どの程度導入できるかを見極めないと結局はコスト高で終わる。総論は全部賛成ですが、バランスを考えたい。

中島 電気自動車は確かにバッテリーが高いので、フランスではバッテリーはリースの形で普及させようとしている。またゼロエミッション住宅もコストが高い。これは低利ローンをつけ、長く使えばエネルギーの節約分でローンを賄う形。いろいろ組み合わせるしかないですね。

パリの電気自動車。カーシェアリングサービスも行われている ©francisco.j.gonzalez



秋元 それには持続的な経済成長が、やっぱり前提になります。

エネルギー分野での課題と方策は？

3・11後、産業は六重苦に陥り、CO₂排出は増大、電気料金も上昇した日本

中島 既にエネルギーに関する話も出ていますが、エネルギーをめぐる日本の現実と方策に話を進めたい。

3・11以降、日本企業を取り巻く制約が増えた。産業界は、円高、高い法人税率、FTA*参加の後れ、硬直した労働規制、厳しい環境対応、電力料金高という「六重苦」に苦しんだ。例えば3・11後の円高で製造業は明らかに空洞化。円安になっても輸出は回復せず横這いです。産業別では、円高で家電産業の競争力は大いに落ち、スマホなど年二・五兆円の輸入へと転落し、自動車輸出はリーマンショック前の六割ほどの水準のまま立ち上がらない状況。一方で、自動車メーカーは昨年度最高益を記録したが、これは海外に生産が移っている。海外で利益を上げ、日本からの輸出にはなっていないということです。

さらに原発停止でCO₂排出も増えています。今や日本の一人あたり排出量はOECD平均以上とも計算される。また原発停止で電力料金が上昇。震災以降の物価上昇を、①電力料金、②それ以外のエネルギーつまり灯油やガソリン等、③その他、の三つに分けると、累積で一・二％消費者物価が上がっているうち約六割が電力料金の上昇、四割弱がそれ以外のエネルギーによるもの。そして、電力料金の上昇の半分程度は、原発停止による化石燃料輸入増が原

適応ビジネス

気候変動によって増大する洪水等の災害、水不足・農業生産性の悪化、感染症の蔓延、エネルギー不足等に対応するビジネス。例えば災害に備えた強いインフラ整備、安全な水の提供、気候変動に強い農作物開発、感染症の拡大防止、再生可能エネルギー開発など。

スマートシティ

IT技術を活用し、域内でエネルギー需給を管理し融通しあう都市。

コンパクトシティ

職住遊学など多様な都市機能を中心部に集め、徒歩や公共交通機関利用等を促すことでエネルギー効率向上を図り、環境・経済・社会の持続可能性をめざす高集積・高効率な都市。

『里山資本主義』

藻谷浩介著、角川書店（二〇一三年七月）刊。

ゼロエミッション住宅

温室効果ガス排出量ゼロを、使用するエネルギーを含めて実現する住宅。

創エネ住宅

太陽光発電などの導入によりユーザーがエネルギー供給を担う住宅。

因です。

安全確保がもちろん大前提ですが、例えば原発が再稼動し約三・六兆円の国富流出が止まるとすれば、四月からの今年度消費増税分約四・五兆円の約八割が取り戻せる計算もできますし、日本の巨額になった貿易赤字約一三・七兆円も三割弱減る。その他の波及効果まで入れると、経済成長率が1%強上がる。OECDの平均以上に増えた一人あたりCO₂の排出量は平均以下に戻る。

こういう状況を踏まえた上で、それをどう評価して、どういうエネルギー対応をしていけばいいでしょう。

コストとリスクを総合的に判断、

S+3Eのバランスのとれたエネルギー政策を

枝廣 原発が止まって火力燃料輸入が増え、電気料金が上がると言いますが、原発があるから上がる部分も一緒に出して比較すべき。例えば事故の損害がどの程度か。原発は発電量が大きいので、事故のダメージが一〇兆円であれ二〇兆円であれ、1kWhあたりは安くなるでしょうが、では安ければいいのか。経済性だけで議論していいのか。確率が低くても絶対起きてはいけないことがあるなら、それはやらないという選択もある。

そこで、「少エネ」がすごく大事だと思っています。家庭レベルの節電は見える化による気づきや気合いでやっている部分はありますが、省エネ家電や断熱などまだエネルギー消費の絶対量は減らせる。産業用も同じで、技術革新がまだまだできる。本当に減らして絶対これだけは必要だという時点で、それを何で賄うかという話をしたいし、最初の話に戻りますが、どの程度の経済規模でやっていくか

という話も必要です。

中島 秋元さんはどうですか。

秋元 ゼロリスクはないので、いかにリスクを受け入れるか。もちろん絶対にリスク受容できないレベルはある。だからこそ今、原子力規制委員会が審査をやっている。許容できない最低限のレベルは確保した上で、トータルのリスク管理が重要。人さまざま好き嫌いはありますが、我々はこの社会をなるべく幸せにしたいわけです。そのために、コストとリスクをトータルで管理する。例えば事故リスク費用はどの程度乗せるのが適切か。コスト等検証委員会*では福島のような事故が再び起きると仮定して試算していますが、今、いろいろ対策をとっていて、それとは異なった状態になっている。にも拘らず起きる前提にしてしまうのが正しいリスク・コスト評価なのか、この点について再度客観的な評価が必要ではないか。また、省エネも大事ですが、やり過ぎればコストとリスクに跳ね返るので、どのレベルでバランスをとるかを考えるべき。

二点目は、今、アベノミクス効果で経済は好転してきたが、このまま原発が止まって、国富を流出させ、経済効果を毀損していくと、アベノミクスは長続きしない。やっぱり原発を安全なものに限定して稼働させ、しっかり国富流出を止めて正の経済効果を波及させることが重要です。経済が活性化することによって、温暖化対策もとれるようになるので、そこは非常に重要です。

そういうなかで先般、エネルギー基本計画*がようやく閣議決定された。今回の計画はグローバルな視点で、長所短所がある多様なエネルギーをうまく使おうとしている。前のエネルギー基本計画は、CO₂二五%削減という目標の

秋元 圭吾 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・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。コスト等検証委員会委員など歴任。現在、総合資源エネルギー調査会基本政策分科会委員など。東京大学大学院客員教授。IPCC第5次評価報告書第3作業部会リードオーサー。共著『温暖化とエネルギー』『低炭素エコノミー―温暖化対策目標と国民負担』など。
<http://www.rite.or.jp/Japanese/labo/sysken/systemken.html>



もと、原子力に過度に依存するバランスの悪い計画だった。今回はその反省にも立って、経済、エネルギー安全保障と安定供給、CO₂問題という3E、もちろんS*は非常に重要で、そのバランスがとれた計画になっている。

リスクテイクへ

信頼関係を築く時間とプロセスが要る

枝廣 リスクテイクは本来に必要です。リスクリテラシーの教育がなかったので、一般の人たちはリスクゼロを言う。けど外出しても交通事故に遭うリスクはあるし、飛行機に乗ってもある。リスクテイクは必要ですが、例えばフィランドやスウェーデンでは、地元がリスクテイクして核廃棄物の最終処分地を引き受けるまでに二〇年、三〇年と対話を重ね信頼構築をしてきた。リスクテイクしてもらうための信頼関係をつくる時間とプロセスが必要です。また、消費地にいる私たちと立地地域の人たちのリスクテイクは意味が違う。私、3・11の後、柏崎市のお手伝いをしていますが、仮に東京のために原発再稼働のリスクをとってもらうなら、リスクをとりたくない人に対し何ができるか。単にお金を回せばいいとか雇用が生まれるからいいという話ではない。

もう一つは、原発を動かし続けるなら、やっぱり廃棄物問題に解を出さないといけない。たとえ事故リスクをマネージできることになったとしても、再処理、もんじゅ、最終処分地という核廃棄物問題が解決しない限り、とりあえず目先の経済的なことのために再稼働、早くしましようというのはどうかと思うんです。

秋元 廃棄物問題も原子力には重要です。だけど再稼働し

FTA
(Free Trade Agreement)
自由貿易協定。

コスト等検証委員会

福島第一原子力発電所事故後、原子力をはじめとした各電源のコスト検証を行うため一一年一〇月に設立された委員会。同年二月に報告書をまとめた。原子力のコストは下限で八・九円（事故リスク対応費用を当時判明していた損害額五・八兆円として試算。以後一兆円増えることに〇・一円増）。

エネルギー基本計画

エネルギー政策の着実な遂行を目的に〇二年六月制定された「エネルギー政策基本法」のもと、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た計画。一四年四月第四次計画が閣議決定された。

S+3E

福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全確保（Safety）の「S」を大前提に、エネルギー安定供給（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。

ようがしまいが既にある廃棄物は処理しないといけないので、基本的には問題は同じ。そこは認識しないといけない。もう一点、技術的な問題はクリアしている。もんじゅはいまういてないが、再処理は技術的問題はクリアしている。ただ、どこに処分場を設けて、それが受け入れられるかという社会的受容の問題が残っている。

もちろん非常に難しい問題であることは理解しています。再稼動や今後の原子力の見通しを変える決定的な要因かという点、私はそうは思わない点で、多分意見が違う。

枝廣 そうですね。既に核廃棄物があるので多少増えてもいいというのは乱暴な意見。今、止めておけば最少で済む量を処理するのと、増え続けるものを処理するのは違う。

中島 今のお話を伺うと、石油ショック時との対比をどうしてもしてしまいます。石油ショックのときは、世界中エネルギー価格が上がるなかで、結果として日本がうまく立ち回れた。ところが今回の原発事故は日本のそもそもの津波対策がまずかった面があり、日本は厳しい状況に置かれている。それをどう跳ね返すか。例えばエネルギーコストで言えば他の国に出遅れたままになっている。その格差をどういう形で補うかは考えないといけない。

太陽光や風力が増えると調整用火力が増え、却ってCO₂排出が増えるという現実

枝廣 原発については意見が違いますが、再エネはどうか。日本の多くの研究者は、再エネはあくまでもマージナルなもので主流の電源にはなれないと。そういう認識で進めるとそのレベルにしかない。私が他の国の人たちと話していて、温度差を感じるのはそのなんです。

新たなエネルギー革命期、

電力会社は資産を生かし緩和と適応の担い手に

中島 最後に電力会社への提言をお願いします。

枝廣 福島事故でエネルギー業界は信頼を損ねた。なので信頼回復が第一です。説明すればわかるはずだという一方的なコミュニケーションで信頼回復できると思っている方が結構いますが、人々の理解や受け入れは対話の中で醸成されるし、ある程度の時間は必要です。地域との懇談会などでももう少しオープンに率直に弱みや悩みも互いに出せるといい。市民、生活者との信頼回復を前提に、一緒に解決策をつくっていく形が望ましい。

中島 秋元さん。

秋元 今、電力システム改革*が進んでいて、私は電力システム改革にはネガティブです。なぜなら電気は公共財的要素が強い。長期の投資が必要な公共財に関し、市場競争に依拠する形でやると、短期の効率性は高まりますが、長期的にはどうか。これまでは地道にインフラを守って、メンテナンスをしてきたが、自由競争のなかでそれが阻害されるのではという不安がある。本来的に公共財なので、しっかりインフラ産業を守っていく形の制度が必要です。

これまで電力会社は総括原価主義のもとでぬるま湯につかって、自己に対する改革心がなくて若干甘い状況が続いてきた。そこはやっぱり見直さないといいけない。その上で、競争下でも高いマインドを持って、社会に不可欠な電力という公共財を廉価で安定的に提供いただきたい。今、電力不足のなかで必死にメンテナンスをされて、現場は非常な苦勞をされているが、それは怠らないよう続けてほしい。

原子力発電所のメンテナンス(美浜発電所)



先頃、レスター・ブラウン*にインタビュしたとき彼は、世界的に再エネが大きく伸びているが、日本はもはや再エネ技術分野のリーダーではないと断言した。3・11の後、私は原発は難しいと思っていますが、再エネをもう少し国の政策も含めて進めることができな

秋元 確かに日本は既に太陽光も風力も世界でシェアを持っていないので、リーダーではない。特に太陽光など単純な技術なので、真似をされやすい。太陽光パネルはコスト勝負の面があり、若干効率が良くても国際競争に勝っていない。FIT開始後は日本市場にも急激に海外製パネルが入り、既に六、七割。これでは経済成長の糧にできない。

一方、FITによって大量に再エネを導入した海外でも、電力料金負担が大き過ぎ、見直しが進んでいる。ドイツでも想像以上の負担増に、FITをやめることは現実です。とはいえ持続的に再エネを増やすことは重要で、時間軸、量的規模を考えながら増やしたいというのが私の見方です。

中島 再エネはコストと中身ですね。地熱は活用する余地がありますが、太陽光や風力はベース電源にならない。電源に占めるソーラーの割合が増えると、実は併せて火力が増えてしまう。不安定な発電を調整する必要がありますからね。現実にはドイツは火力、しかも石炭火力が増えていきます。ドイツは原発をやめて再生可能エネルギーを増やそうとしています。足元では石炭火力が増えて、一人あたりCO₂排出量はむしろ増加。そういう現実も見ておく必要がある。

レスター・ブラウン
(Lester Russell Brown
1934~)

アメリカの思想家、環境活動家。地球環境問題に取り組むワールドウォッチ研究所を設立。またアースポリシー研究所の設立者でもあり、所長も務める。

FIT (Feed-in Tariff)
再生可能エネルギー固定価格買取制度。

電力システム改革

安定供給確保、電気料金抑制、需要家の選択肢や事業者の事業機会を拡大を目的に、広域系統運用の拡大、小売及び発電の全面自由化、法的分離方式による送配電部門の中立性の一層の確保という改革を進めようとするもの。

気候変動／ 温暖化への視点

5年ぶりにエルニーニョ発生が予想される2014年夏。

異常気象が起きやすくなるそうで、西日本は猛暑、北日本は冷夏、東日本は天候不順のおそれがあるという。

東日本大震災後、気候変動や温暖化がメディアを騒がせることは少なくなったが、

年々深刻化している感のある異常気象に加え、

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）が6～7年ぶりに報告書を公表しているなか、今改めて、

地球のシグナル、気候変動リスク、国際社会の対応、日本の対応、技術輸出といった

気候変動／温暖化の各側面について、有識者・専門家の意見を聞いた――

枝廣 私も火力の現場を取材して、本当に綱渡り状態で、現場力で何とか電力を供給してくださっているのを見た。今は過渡期。旧来のシステムを守りつつ、どう新しいシステムに移行するか。先般、レスター・ブラウンに聞きましたが、今、アメリカ南西部で電力会社が幾つも倒産しているそうです。太陽光発電の拡大で客は電力会社から買う量が減ったのに、電力会社はシステムを全てメンテナンスしないといけない。そのため電力料金を上げざるを得ないが、それをするとは自宅が発電したほうが安いという人が増え、電力会社にとっては悪循環。それで倒産していると。だから日本の電力会社は、ビジネスモデルの変革を急がないといけない。既に電力だけの販売から、自由化で総合エネルギー、ガスや熱の販売へ商品の幅は広がっている。だけど将来的には家庭や地域が自らエネルギーをつくって使うのをサポートする、エネルギーサービス産業という姿もある。いつまでも自分たちが全部をつくって売るのではないビジネスモデルに変えていかないとけない。

秋元 今、確かに電力システムは移行期にありますが、電力会社に完全な競争環境を与えられているわけではない。一方で手を縛られているのは、公正な競争ではない。政策として公正な競争環境をつくっていくことは重要です。

枝廣 それも含めたグランドデザインというか、長い時間軸のビジョンが必要ですね。

中島 おっしゃるとおりですね。今は新たなエネルギー革命期だと思います。過去、産業革命が起きたときは、併せてエネルギー革命も起きたわけです。木炭から石炭になり、石炭からガス、石油、電気になり、原子力が出てきた。そして今、電力会社は二一世紀型企業とも言えます。つまり新たな形でエネルギーをつくる会社であるとともに、二一世紀のネットワーク社会で電力ネットワークを持っている点で一つの中心的存在です。しかも、気候変動の緩和と適応、両方を担える立場にある。だから、これからの展開力が企業としても大事だし、それが世界に与える影響も大きい。

ぜひクリーンな発電とネットワークの活用で緩和と適応を進め、最適なエネルギー源をうまく調達して供給する役割を今後とも強く担っていただくことを期待しています。

本日は長時間ありがとうございました。**躍**

二〇一四年四月三日実施 編集／田窪由美子



ヒマラヤの氷河が融けるとき



のぐち けん
アルピニスト
1973年米国ボストン生まれ。亜細亜大学卒。89年モンブラン、キリマンジャロの登頂を果たし、99年のエベレスト登頂で7大陸最高峰世界最年少登頂記録を25歳で樹立。その後エベレストや富士山の清掃登山を開始。「シェルパ基金」「マナスル基金」「野口健環境学校」なども設立。著書『それでも僕は「現場」に行く』『写真集 野口健が見た世界』『落ちこぼれてエベレスト』『自然と国家と人間と』など。
<http://www.noguchi-ken.com/>

野口 健
アルピニスト

ヒマラヤの気候がおかしい。ヒマラヤには、本来雪の降らない酷寒の乾季（十月～五月）と比較的暖かい雨季（六月～九月）があるが、九八年頃から乾季に大雪やみぞれ、雨まで降るようになった。当初は異常気象だと思っていたが、毎年繰り返されるので、これは気候が変わってしまったんだと理解した。海水温の上昇で湿った大気が内陸に流れ、乾季に雪が降るようになったらしい。

気候変動によりヒマラヤでは雪崩や氷河の融解が多発するようになり、登山家の遭難が相次いでいる。融解によって至る所に氷河湖ができ、年々拡大。水量に耐えきれなくなつた氷河湖の決壊も頻繁に起きていて、ネパール、ブータン、バングラディシュなど流域の国々に甚大な洪水被害をもたらしている。ヒマラヤ遠征時、テントの中で雪崩の爆音

に叩き起こされるたび、温暖化の恐怖に身を凍ませていた僕は、この現実を伝えようと、二〇〇七年のアジア太平洋水サミットに参加。氷河湖の決壊問題を訴えた。翌〇八年の洞爺湖サミットは温暖化が主要議題だったこともあり、政府も支援を約束してくれたし、メディアでも報道されるようになった。

しかしピークは一瞬だった。サミットが終わると、まるで「温暖化疲れ」をしたかのようになりトーンダウン。追い打ちをかけるように東日本大震災と原子力の事故が起き、温暖化への関心は一気に薄れた。

国民性かもしれないが、日本人は飽きやすく、極端から極端へ振れやすい。議論も白か黒か、と極端に振れがちだ。震災の後、人々の関心は温暖化から原発問題へと一気に振れ、賛成・反対の二項対立に陥っている。しかし

じゃないかと思う。日本人が生活レベルを落とし、産業を捨てて農業国に戻るくらいの覚悟があれば脱原発も可能かもしれないが、そこまでの覚悟があるだろうか。

原子力が全停止しているのに電気は足りていないじゃないかという人もいるが、ギリギリで支えているのが火力。僕も随分あちこちの火力発電所を見学したが、なかには大丈夫か？と思うような老朽火力もあり、所長さんは「きょう一日、無事に動くように」と、毎朝一番に現場に出て機器をチェックしているそうだ。そんな現場の方々の努力には頭が下がるが、いつまでも続けられるはずがない。何一つ犠牲にしないで済むエネルギーなど、

世の中に存在しない。火力は温暖化の懸念があるし、太陽光や風力はCO₂を排出しないメリットがあるが、出力が不安定。僕が期待しているのは、世界三位の資源ポテンシャルと世界最高の技術を持つ地熱だが、これにも自然保護や温泉開発との調整など課題はある。そして同じくCO₂を出さない原子力には放射性廃棄物の問題があるし、もちろん日本はあの原発事故から学ぶ責任もある。

人間のやることに一〇〇％はあり得ない。事故の教訓は、絶えず緊張感を持つて最悪の事態を想定しておくということだ。ヒマラヤ遠征では死は常に隣にある。だから僕は必ず最悪の事態を想定し、何重にも備える。で

ないとイザというとき対応できない。原子力も、気候変動に対しても同様だ。

氷河を持つ欧米諸国と異なり、日本には氷河がなく、気候変動で人が死ぬようなことがないせいとか、危機感がない。でも、友人のシェルパが言っていた。「日本人はヒマラヤの氷河融解なんて遠い世界の出来事と思っているかもしれないが、エベレストは地球で最も高い場所。人間の身体でいえば頭だ。頭が熱を持てば、身体全体が調子を崩す。だからこれは地球全体の異変の前兆なんだ」と。全身に症状が現れて取り返しがつかなくなる前に、早く頭を冷やさないといけない。❦

気 候 変 動 ／ 温 暖 化 へ の 視 点

ネパール・ヒマラヤで決壊が懸念される氷河湖の大きさの変化				
氷河湖	ロウアー・バルン	イムジャ	ツォー・ロールパ	ツラギ
場所	マカルーの南 約10km	エベレストの南 約9km	エベレストの西南西 約46km	マナスルの南西 約10km
標高	4,570m	5,000m	4,580m	4,146m
観測年	1992 ↓ 2007	1992 ↓ 2007	1992 ↓ 2007	1990 ↓ 2007
幅 (km)	0.6 ↓ 0.6	0.6 ↓ 0.6	0.6 ↓ 0.6	0.4 ↓ 0.4
長さ (km)	1.2 ↓ 2.0	1.5 ↓ 1.7～2.0	3.2 ↓ 3.4	2.0 ↓ 2.4
面積 (km ²)	0.75 ↓ 1.09	0.69 ↓ 0.93	1.49 ↓ 1.52	0.76 ↓ 0.93
面積の 変化	+45%	+35%	+2%	+22%

JAXA 地球観測研究センターの資料をもとに作成



ロウアー・バルン氷河湖 ©Office NOGUCHI KEN



イムジャ氷河湖 ©Office NOGUCHI KEN

気候ジャンプが招く 文明崩壊のリスク

大河内直彦

海洋研究開発機構 生物地球化学研究分野 分野長



おおこうち なおひこ
海洋研究開発機構（JAMSTEC）
生物地球化学研究分野 分野長
1966年京都市生まれ。東京大学大学院理学系研究科地質学専攻博士課程修了。京都大学生態学研究センター博士研究員、北海道大学低温科学研究所助手、米国ウッズホール海洋研究所博士研究員などを経て現職。専門は有機化合物を用いた過去および現在の地球環境の解明法の開発およびその応用。著書『チェンジング・ブルー——気候変動の謎に迫る』『「地球のからくり」に挑む』など。
<http://www.jamstec.go.jp/biogeochem/j/>

夏が暑いと温暖化、冬が寒いと寒冷化——そう騒ぐ声もあるが、気候変動は五年十年で判断できるものではない。地球の気候システムの枠組みを理解するには、数百年、数千年、数万年というスケールで観察する必要がある。

そもそも地球の気候はどのように決まるのか。基本は単純で、太陽から地球への入射エネルギーと地球からの放射エネルギーのバランスで決まる。両者が等しいと気候は安定する。

地球は過去一〇〇万年を見ても、氷期と間氷期を約一〇万年の周期で繰り返してきた。地球の公転軌道の僅かな歪みや地軸の揺らぎなど天文学的要因が入射エネルギーの量と分布を変え、周期的に気候を変動させてきた。このスケールで見ると気候は大きく変動してきたが、間氷期にある現在、少なくともあと

一万年ほどは寒冷化することはないだろう。

今は相対的に暖かい時代で、地球の平均気温は一五℃程度。入射と放射のエネルギーがバランスしているわけだが、地球からの放射エネルギーは、宇宙空間へ出る前に、大気中の水蒸気やCO₂に一旦吸収される。その大気が「ふとん」のような役割を果たし、放っておくとマイナス一八℃くらいで安定してしまう地球の表面温度を、平均一五℃程度に上昇させている。これが温室効果だ。

温室効果が最も大きいのは水蒸気だが、大気中の水蒸気量はほとんど変化していない。しかし次に大きいCO₂の量は、産業革命以降、急増。石炭、石油、天然ガスという化石燃料の大量消費がその理由だ。化石燃料とは一億年の時間をかけて地中に蓄えた太古の炭素カプセル。私たちはこれを次々に掘り出し

べると、数十年という極めて短期の変動もある。例えば約六万年前から一万五〇〇〇年前

まで続いた最終氷期、地表は巨大な氷床で覆われ、最寒期の二万年前の海面は現在より約一四〇mも低かった。その時には、僅か数十年で気温が五℃以上も急上昇し氷床が急速に融解、海面の急上昇が幾度起きた。IPCCによると、今世紀末に海面が八二cm上昇すると騒がれているが、遙かにダイナミックな

上昇があったのだ。

この過去の急激な気候変動の記録が研究者たちに与えたインパクトは大きかった。いつ気候がジャンプするか。まだ余裕があるのか、目前に迫っているのか。「閾値」がどこかは解明されておらず、まるでロシアンルーレットの状態にある。

確実なのは、閾値を超えたときの影響は計り知れないということだ。温暖化は「単に気

て燃やし、膨大な量を大気中に放出し続けている。

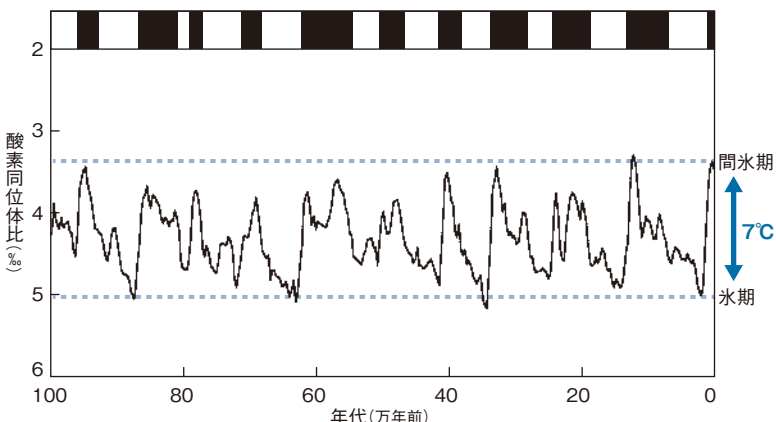
こうした人間活動の結果、産業革命前まで約二八〇ppmで安定していたCO₂濃度は、今や四〇〇ppmへと急増。ここまでの急増は地球の歴史上ほとんど例がない。CO₂濃度の上昇は、地球の周りの「ふとん」を分厚くするようなもの。当然温室効果はさらに高まり、気温上昇を招く。今春公表されたIPCC第五次評価報告書も、世界平均気温は一八八〇年～二〇一二年の百年余りで〇・八五℃上昇し、特に一九八三年以降の北半球は「過去一四〇〇年で最も高温の三〇年間だった可能性が高い」と警鐘を鳴らしている。

研究者たちが怖れているのは、温暖化による急激な気候変動だ。気候はタガが外れたように急激に変化することがある。古気候を調

温が上がるだけではない」とところに問題の重大性がある。雨の降り方が変われば食料生産に影響し、食料危機が現実化する。グリーンランドや南極の水が溶け、海面上昇が深刻な被害をもたらすのは、海に浮かぶ小さな島々だけではない。東京・大阪にも海拔ゼロメートル地帯があるように、人類の多くは海岸沿いや川沿いに都市を発達させてきた。数mの海面上昇は都市崩壊や国家破綻を招きかねない。生活の場を追われた人々が大量難民となって隣国などに押し寄せれば、紛争が勃発する怖れもある。世界の政治・経済、そして文明を混乱に陥らせかねないのが、気候変動だ。

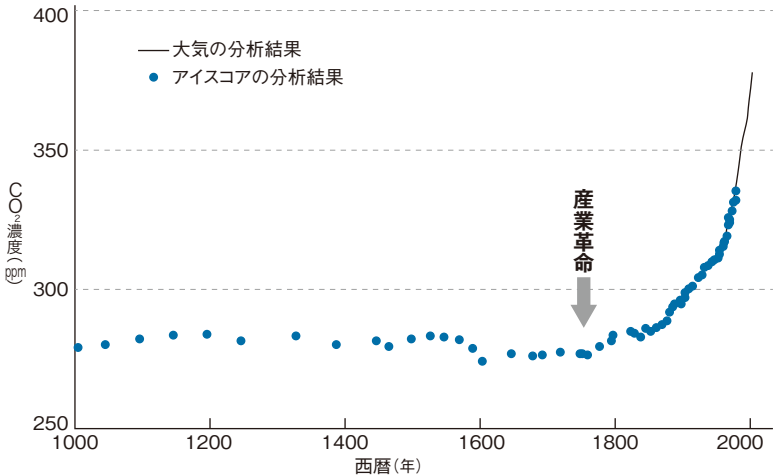
人類のエネルギー消費が温暖化を進め、気候変動リスクを高めている。かつて対策の切り札だった原子力は、日本では福島事故によりすっかり悪者になってしまった。しかし原子力を止めてしまふのは賢いやり方ではない。再生可能エネルギーの利用は大事だが、とても間に合わず、現在は代わりに化石燃料を大量に燃やしている。これは大気中のCO₂濃度を高めると同時に、実は酸素濃度を減らしている。大半の生物の命に直結する酸素を減らすところまで、地球環境を改変している現実には、我々人類は気づくべきではないか。そう、気候がジャンプしてしまう前に。

過去100万年の酸素同位体から求めた気候変動



酸素同位体の組成の変動(酸素同位体比)によって水温を推定すると、地球の気候は過去100万年に亘り約7℃の範囲で氷期(図上部の白帯)と間氷期(同黒帯)を繰り返してきたことがわかる
大河内直彦著『チェンジング・ブルー』の資料をもとに作成

過去1000年のCO₂濃度の増加



大河内直彦著『チェンジング・ブルー』の資料をもとに作成

二℃目標に挑む世界、後れる日本

田村 堅太郎

地球環境戦略研究機関 気候変動とエネルギー領域エリアーダー



たむら けんたろう
地球環境戦略研究機関 (IGES)
気候変動とエネルギー領域エリアーダー・上席研究員
1971年生まれ。ロンドン経済政治学院大学院博士課程修了(国際関係学)。横浜国立大学エコテクノロジー・システム・ラボラトリー講師を経て、2003年IGES入所。研究テーマは、国際気候変動枠組み、主要国の政策決定プロセス。編著書『地球温暖化対策と資金調達——地球環境税を中心に』、分担執筆『気候変動と国際協調』など。
<http://www.iges.or.jp/jp/climate-energy/>

途上国の旺盛な経済発展が続くなか、世界のCO₂排出量は、二〇一〇年途上国が先進国を逆転し、伸び続けている。仮に二℃目標(世界の平均気温上昇を産業革命以前比二℃以内に抑制)に挑むなら、産業革命以降のCO₂累積排出総量を将来に亘り約七九〇億トン(炭素換算、以下同じ)に抑える必要があるが、一一年時点で既に約五一五〇億トンを排出。このままでは今世紀末に四℃程度の上昇は避けられず、二℃目標への手遅れ感是否めなかったが、最近、少し明るい材料も見えてきた。

その一つが中国の動きだ。〇七年アメリカを抜いて世界一のCO₂排出国になった中国は、「温暖化を招いた一義的責任は先進国にある」として国際的コミットメントには慎重だが、決して国内対策を怠っているわけでは

ない。二〇二〇年にGDPあたり排出量を〇五年比四〇〜四五%削減という目標を掲げ、国内法も整備。また、北京、天津、河北省、山東省の四地域で石炭消費量を削減する措置を講じるなど、ドラステイックな対策に着手した。PM2.5による健康被害抑制という側面が強いが、現時点で中長期の排出削減目標を規定した国内法を持たない日本に比べ、ある意味、中国のほうが進んでいるとも言えるほどだ。

排出量世界二位のアメリカも、包括的な国内法整備の目処が立たないのは日本と同様だが、オバマ政権は既存法に活路を見出した。最高裁でCO₂が大気汚染物質と認定されたため、大気浄化法の枠内でCO₂対策を推進。石炭火力に排出制限を課すことで、CCS(CO₂回収貯留)装置のない石炭火力は事

枠組みに向けたプロセス)の設置が決まったのは、EUが京都議定書第二約束期間を受け入れる代わりに、こうした積極的な途上国とともに、中国・インドに拘束力ある枠組み参加を迫った成果といえるだろう。

翻って日本かというと、京都議定書から離脱したばかりか、原発事故以降、気候変動問題はほとんど語られなくなり、国際社会から大きく後れを取っている。

昨年のCOP19で示した「二〇二〇年に〇五年比三・八%削減」目標は、原子力による排出削減効果を含まない暫定値として発表されたが、消極的だと批判された。しかも国内的には目標値の策定プロセスが不明確。もっとオープンに議論しないと、国民に気候変動対策の重要性は伝わらない。どんな省エネをどれだけ頑張ればCO₂がどれだけ減るか、再生可能エネルギーや原子力の役割はど

実上新設不可能になる公算。加えてアメリカにとって追い風となったのが、シェールガス革命。石炭からガスへのエネルギー転換が急速に進んだ結果、CO₂排出量は減少に転じ、二〇年に〇五年比一七%削減目標も達成可能と見られている。

二大排出国の前向きな取り組みに加え、国際的枠組みづくりに向けた各国の関係性にも変化が見られる。これまで気候変動問題は「先進国vs途上国」という図式で捉えられていたが、途上国は近年、中国・インドなど国際的枠組みづくりに慎重なグループと、自国のサバイバルが懸かるAOSIS(小島嶼国連合)やアフリカなどの積極的グループに分離。後者はEUと歩調を合わせる動きも見られる。ダーバンプラットフォーム(すべての国を対象とする二〇二〇年以降の新たな法的

うなのか——多様なシミュレーションを行いながら将来の低炭素社会像を描き共有する必要があるのではないか。その一助となるよう、我々は長期排出パスを検討するための分析ツール「低炭素ナビ」*を開発。市民対話などに広く活用したいと考えている。

また日本の場合、長期目標をどう中期・短期目標につなげていくかという発想が抜けている。カーボン・バジェット(炭素排出管理計画)という観点での政策立案が望まれる。

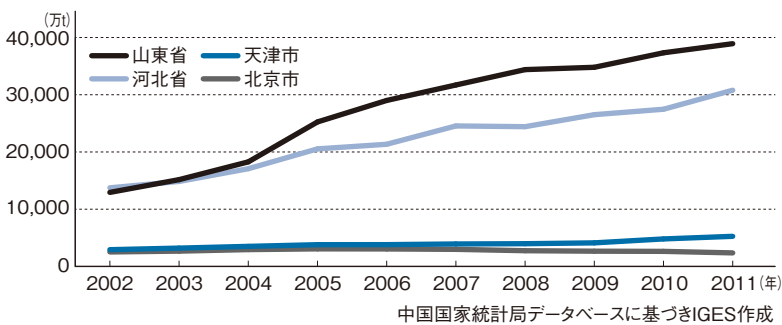
電力会社も同様で、今後日本がどれだけCO₂を排出できるか考えると、環境制約の大きい石炭火力の新増設には慎重でありたい。経済性やエネルギー安全保障の観点からどうしても石炭火力が必要なら、CCSの技術開発を急ぐべきだろう。

二〇二〇年以降の新枠組みを決める一五年末のCOP21に向け、各国は来年三月までに削減目標を提示することになっている。日本は暫定値である二〇二〇年目標も同時に見直す必要があり、大変ではあるが、二℃目標の実現に世界が排出可能なCO₂はあと二七五〇億トン。それを日本は各国とどう分け合い、どう責任を果たすのか。腰を据えて考える時期に来ている。

*環境省と英国政府の支援により、国立環境研究所(NIES)とIGESが共同開発した日本版2050パスウェイカルキュレーター。本年七月末にウェブ上で公開。

気候変動／温暖化への視点

中国の過去10年間における石炭消費量

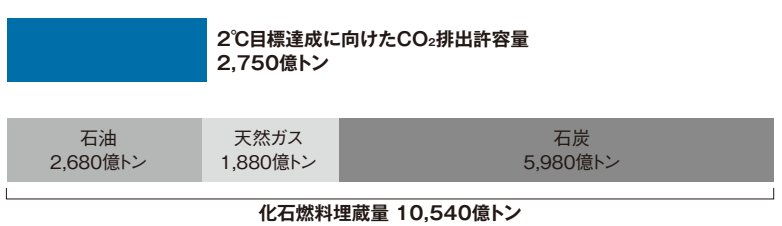


中国・規制対象地域の石炭消費量上限値

削減目標値および2017年石炭消費量上限(単位:万t)			
地域	2012年消費量	削減目標量	2017年消費量上限
山東省	40,000 (推定値)	2,000	38,000
河北省	32,000 (推定値)	4,000	28,000
天津市	5,500 (推定値)	1,000	4,500
北京市	2,300	1,300	1,000

中国国家统计局データベースに基づきIGES作成

2℃目標達成に向けたCO₂排出許容量と化石燃料埋蔵量(炭素換算)



世界の気温上昇を2℃以内に抑えるには炭素換算であと2750億トンしか排出できず、現在確認されている化石燃料埋蔵量の約3/4は使えない

IPCC第5次評価報告(2013年9月)等の資料をもとに作成

エネルギー問題を「自分事」と考える社会へ

崎田裕子

ジャーナリスト・環境カウンセラー



さきた ゆうこ
ジャーナリスト・環境カウンセラー
1951年生まれ。立教大学社会学部卒。出版社で11年間雑誌編集を務めた後、フリージャーナリストに。生活者の視点で社会を見つめ、「持続可能な社会・循環型社会づくり」を中心テーマに、講演・執筆活動に取り組む。環境省登録の環境カウンセラーとして環境学習推進にも広く関わる。環境省「中央環境審議会」、経済産業省「総合資源エネルギー調査会」など政府の政策づくりにも参画。持続可能な社会をつくる元気ネット理事長。共著『電気のごみ、地層処分最前線を学ぶたび』など。
<http://www.sakita-office.jp/>

3・11以前、世界は「原子力ルネサンス」のただ中にあった。地球温暖化問題が深刻化するなか、原子力は発電時にCO₂を排出しないゼロ・エミッション電源として、温暖化対策の切り札と目されていた。

日本も二〇一〇年六月策定の第三次エネルギー基本計画で「二〇三〇年ゼロ・エミッション電源比率約七〇％」という目標を掲げ、原子力と再生可能エネルギーの大量導入でCO₂削減を果たすことを打ち出した。

ところが翌一一年三月福島第一原子力発電所事故が起き、環境問題に携わる多くの者が言葉を失った。計画が打ち出された矢先だっただけに、今後どう対策を立て直せばいいか、悩み戸惑ってしまったのだ。

しかしその間にも気候変動は進み、昨夏の猛暑や、台風の大規模化、今年二月の豪雪など、

異常気象も頻発している。今年四月にはIPCC（気候変動に関する政府間パネル）が「温室効果ガス排出量を二〇五〇年までに一〇年比で最大七〇％削減し、二一〇〇年にはゼロかマイナスにする必要がある」との報告書を公表。対策はまさに待ったなしの状況だ。

一方、日本国内では原子力発電所の稼働停止が続いた結果、電源構成に占める火力発電比率は約九割に上り、CO₂排出量の増大を招いている。さらに化石燃料輸入費が高み、電気料金が上昇するなど、経済的影響も出ている。こうしたなか、改めて温暖化対策に本気で取り組もう、エネルギーの安定供給やコスト面にも目を向けようという冷静な意見が聞こえるようになった。事故から三年を経て、日本もようやく迷いの時期を脱し、真正面から気候変動問題に向き合う時期を迎えている。

全体を支えるため、大規模電源は不可欠だ。その際、火力だけではCO₂やコストの問題が大きく、原子力を含むエネルギーミックスで日本の電力需給を安定させることが重要だ。

今年四月に閣議決定された第四次エネルギー基本計画では、こうしたエネルギーミックスの方向性が示された。事故で被災された方々に寄り添い続け、安全対策徹底は言うま

でもないが、原子力の活用と、それに加えて地域エネルギーの視点が組み込まれたバランスの良い計画になっていると感じている。

この計画を実行するにあたり、どのような日本社会であるべきかを考えると、まず必要なことは、国民一人ひとりがエネルギー問題を「自分事」と捉えることだ。省エネの実行や再エネ――屋根に太陽電池パネルをつける

では私たちは今後どうすればいいのか。実は家庭や業務部門のCO₂排出量は九〇年以降も増え続けている。以前は、日本のエネルギー自給率が僅か四％しかないことすら十分知られていなかったが、震災を機にエネルギーに関心を持ち、省エネ、節電など自分ができることを始めた人も多い。

住民や自治体、民間団体等が連携し、地域社会が主体となって新たなエネルギーシステムをつくろうという動きも現れた。例えば都市部なら廃棄物発電、自然豊かな地域なら風力、太陽光、地熱など、さまざまな未利用資源を活用することで、新たな産業を興し地域活性化につなげたり、分散型電源による災害に強いまちづくりを掲げる例もある。

但し、それら地域電源だけで済むわけではない。先進工業国であり大都市を要する日本

だけでなく、コストもきちんと負担する。これまででは国や事業者任せで、普段は関心を持たず、問題が起きたときだけ批判するという構図だったが、それだけでは前に進めない。今後は市民も当事者として相應の役割と責任を果たす覚悟が必要だし、国や事業者はエネルギー施設の立地地域や消費地を問わず、市民を巻き込み話し合う場をつくるのが大事だろう。

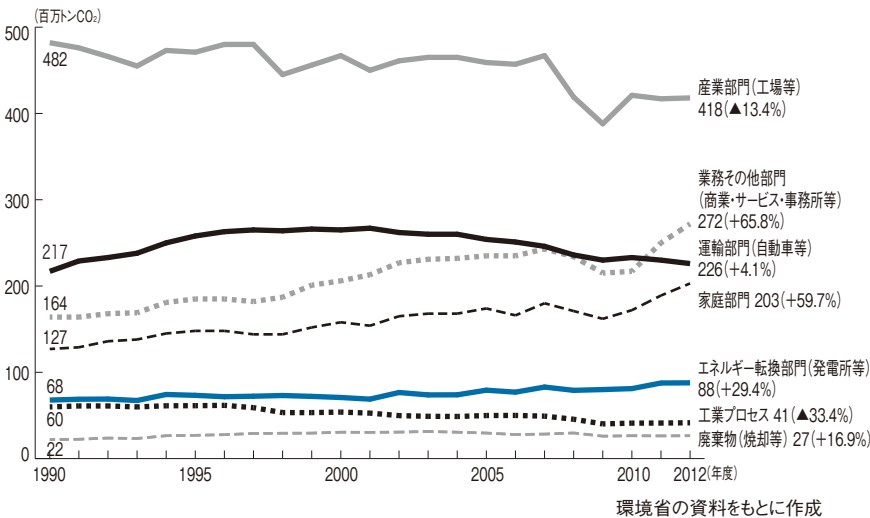
また、今回の事故をきっかけに各原子力発電所に使用済燃料が保管されていることを知り、放射性廃棄物処分という問題の存在に気づいた人も多い。廃棄物処分にはマイナスイメージがつきまとうが、自分たちが使った電気の最終形だ、と自分事として考えたい。そう考える人が増えれば、立地を引き受けてくれる地域に対し、心から感謝する雰囲気は社会全体に醸成されるはずだ。

気候変動は日本だけの問題ではない。日本の省エネ技術や原子力技術は地球全体の温暖化防止に役立つし、各地で進めている環境負荷の少ない都市モデルは世界に貢献できるモデルだ。事故を超え、より良い社会への再スタートは、私たち一人ひとりがエネルギー・環境問題を「自分事」として捉え、自分の周囲と世界に目を向けることから始まる。



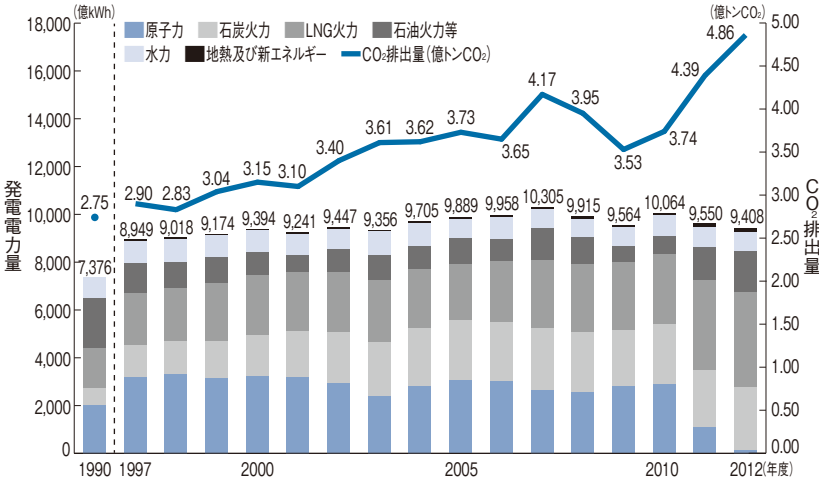
気候変動／温暖化への視点

日本の部門別CO₂排出量の推移



環境省の資料をもとに作成

日本の電源別発電電力量とCO₂排出量の推移 (一般電気事業者10社計)



資源エネルギー庁、電気事業連合会のデータに基づく環境省の資料をもとに作成

国益と地球益のため 日本の技術を生かす

田中加奈子

科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター 主任研究員



たなか かなこ
科学技術振興機構（JST）低炭素社会戦略センター（LCS）主任研究員
1999年東京大学大学院工学系研究科化学システム工学博士（工学）取得。国際エネルギー機関、英国Tyndall気候変動研究所、日本エネルギー経済研究所などを経て、2010年より現職。99年より気候変動に関する政府間パネル（IPCC）報告書に関わり、代表執筆者、査読編集者など担当。専門は気候変動緩和策や省エネ・エネルギー効率性向上に関わる技術、システム、政策の設計と評価。内閣府エネルギー戦略協議会メンバー。共著『電力危機』など。
<http://www.jst.go.jp/lcs/about/member/kantanaka.html>

温暖化に国境はない。もちろん各国のCO₂削減努力は重要だが、必ずしも国内での削減にこだわる必要はない。むしろ日本のように限界削減費用が高い国の場合、自国の優れた技術を他国の削減に生かすほうが世界全体から見ても有益だ。

実際、日本が培ってきたエネルギー技術は、気候変動緩和に大きく寄与できる。特に一九七〇年代のオイルショック以降、日本が世界に先駆けて進めた省エネは、技術・制度・人々の意識とも、他国より優れていると胸を張れる。

例えば、日本の鉄鋼メーカーに広く普及している省エネ型の製造技術を海外に広めるだけで、世界全体でざっと二・二億トンのCO₂削減が期待できる。削減効果が見込まれるのは中国、インドといったアジア地域はもとよ

り、南北アメリカ、ロシアや欧州など、ほぼ全世界。温暖化対策に熱心な欧州までと思うかもしれない。欧州はCO₂対策と省エネ対策が日本のように一体化していない。CO₂の出口が重要であるため（煙突主義）、副生ガスを事業所内で発電して利用するより電力を購入する。ほか、排熱を回収して製造プロセスに生かすような、日本では「当たり前」の省エネ技術の導入など、まだ改善の余地がある。

ハードの技術だけではない。政策や法体系、管理制度など、ソフト面でも日本は優れたノウハウを持っている。日本の省エネは、野心的な目標を立てるというより、例えば省エネ法の年平均一％以上のエネルギー消費原単位低減を目標とし、技術的・経済的に可能な範囲で行う、など地道に継続的に取り組むやり方。エネルギー管理士制度など日々のエネル

の投資意欲も高まる。

石炭等からシェールガスへの転換が進む米国、同様にシェールガスの埋蔵量が多くさらに炭素回収貯留などの開発を進める中国、排出量取引を続ける欧州など、温室効果ガス削減では主要国から今後野心的な目標が出される可能性がある一方、日本は震災で原子力が止まりCO₂排出が増えている状況である。気候変動問題の交渉の場で取り残されないよう注意が必要だ。国際交渉における民族的文化的違いも観察される。日本は決められた規程の中で最大限努力をし効率を高めていくのは得意だが、欧州は物事のイナーシャ（慣性）が小さく、規程自体を変え新しくつくる

ギー使用をマネジメントする土台をつくり、企業の技術革新を促すトップランナー法など、しくみを充実させてきた。こうした素地があったから、経団連の環境自主行動計画のようなボランティアな枠組みでも機能する。これらハード・ソフト両面での省エネは、今、国際社会で進める技術協力や移転、NAM A（Nationally Appropriate Mitigation Actions＝国としての適切な緩和行動）など途上国支援に大いに役立てることができる。むしろ以前から、日本は同様の取り組みを実施。例えば資源エネルギー庁では、アジア途上国の法制度整備などに役立つよう省エネ手法の伝授など能力育成活動を二〇〇〇年代から続けている。

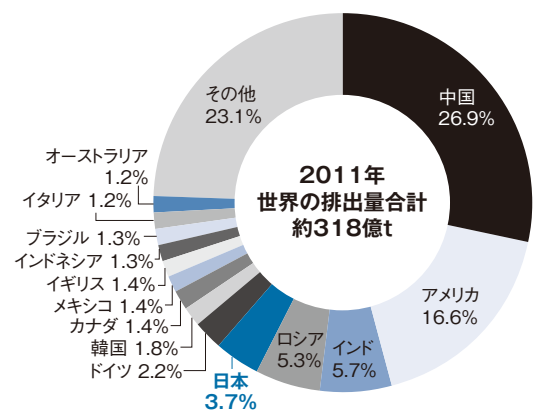
ただ次のステップとして、日本が世界のCO₂削減に寄与してきたことを明示的に残

ことに障壁が少ない。排出量取引も欧州は産業界との対話などが不十分のまま見切り発車に近い状態で始まった。日本は慎重に慎重に議論して実行に至らなかったり、一旦始めると強固なものができるが見直しがしにくくなったりする。この辺のマインドやスピードの違いを弁えておかないと交渉舞台で後塵を拝することになりかねない。

国益と地球益双方に貢献できる「統合的貢献アプローチ」へ、日本の優れた技術が世界で評価されることで日本の経済・産業が元気になり、またそれが日本の技術力の進化につながる――そんなウィンウィンの好循環が起きることを心から願う。

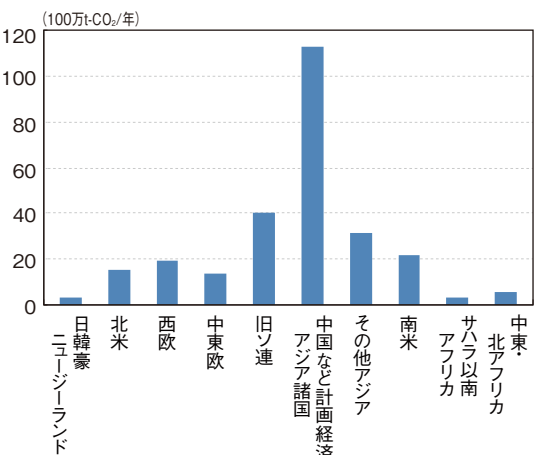
気 候 変 動 ／ 温 暖 化 へ の 視 点

世界のCO₂排出量（国別排出割合）



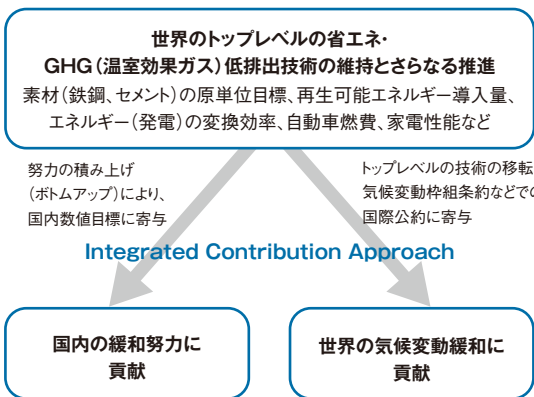
EDMC／エネルギー・経済統計要覧2014年版をもとに作成

鉄鋼業における省エネルギー技術・設備導入による
2030年のCO₂削減ポテンシャル



*排熱や副生ガスの回収利用、連続鋳造など日本の鉄鋼業に広く普及している省エネ技術による世界のCO₂削減ポテンシャルは大きい
*このように高い削減効果を持つ技術を日本から途上国へ提供できるレベルにある産業は多様。鉄鋼業のみならず、発電施設、セメント、化学、石油化学、紙パルプなどが挙げられる
出所：Tanaka et al (2006), CO₂ reduction potential by energy efficient technology in energy intensive industry.

統合的貢献アプローチ



JST低炭素社会戦略センターの資料をもとに作成

日没までの ウィンブルドン

沢松奈生子 元プロテニスプレイヤー

ウィンブルドンのテニスコートには当時ナイター設備がなかった。試合は日没まで。午後九時頃、ようやく日が沈み、選手のどちらかが「ボールが見えにくい」とアピールして審判が認めれば、試合は翌日以降に持ち越しになる。全仏オープンが行われるパリ・ブローニュの森のコートも同様だ。ナイター設備が充実し、煌々とした照明のもと、深夜まで試合を続ける日本とは対照的だ。

父の転勤で幼い時期をドイツで過ごし、十歳で帰国した時に驚いたのが、日本の「明るさ」だった。そこかしこに光が溢れ、色とりどりのネオンが煌めく街。ドイツでは目にしたことのない明るさは、子供心に衝撃だった。「この国には電気がたくさんあるんだ」と。

ドイツをはじめヨーロッパの街は仄暗い。ホテルの廊下も通る人が自分で電気を点けるし、子供たちも使わない場所の電気は消し、ごみの分別などの行動が身についている。節電意識、資源を大切に

する意識が浸透していて、日本との違いを感じた。
明るすぎる日本。引越のとき電源プラグの多さに、こんなに電氣を使っているのかと驚くが、もう一度会いたい灯りもある。夙川の自宅のテニスコート脇にあった外灯だ。日が暮れて周囲が暗くなると、ゆっくり灯りが点る。瞬く間にパッと点る今の電灯とは違い、時間をかけてふわーっと明るくなっていく様子が不思議だった。ドイツ時代にテニスを始めた私は、帰国後も続けたが、決して練習好

でんき * STORY

きの子供ではなかった。外灯が点くのは「もうすぐ練習が終わる」合図であり、「だから、もうちょっとだけ頑張ろう」という励まし。まるで友だちのような温かい灯りだった。

その外灯も、阪神大震災で全壊した自宅とともに失われた。震災当日、私は全豪オープン選手権で遠征中。ライフラインが止まり、どれだけ大変だったかを後で家族から聞いた。あつて当たり前と感じているものは、なくなって初めてその大切さに気づく。

今、私たちはさまざまな場面で電氣に頼っている。テニスコートの設備を動かすのも電氣。以前、試合の途中で雨が降り出し、開閉式の屋根を閉め始めたが、途中で止まってしまった。電氣系統の故障。こんなに大きなものも電氣で動いていたんだ、と改めて知った。電氣や資源、限りあるものをいかに大切に使うか。子供を持って、それを次の世代に伝えたいと強く感じる。ただ、日々の暮らしで電氣の大切さを実感するのは難しい。東日本大震災直後は日本でも節電意識が高まったが、今はさほど緊張感はない。喉元過ぎれば何とやらで「ま、いいか」となりがちだが、例えば「電氣のない暮らし」を体験する場があってもいい。昨今のキャンプ場は電源完備のところが多いが、電氣を使わないキャンプ。そういったことを体験・体感しないと、日本人に電氣の大切さはわからないかもしれない。

躍



さわまつ なおこ
元プロテニスプレイヤー
1973年兵庫県出身。両親、叔母ともウィンブルドン出場のテニス一家に生まれる。15歳で全日本テニス選手権初出場・初優勝。神戸松蔭女子学院大入学と同時にプロ転向。WTAベストランク14位。グランドスラムベスト8。98年現役引退後はテニス解説、コメンテータ等広く活動。著書『ウィンブルドンの風に誘われて』
http://www.wonderboxllc.info/?page_id=28



©Rex/PPS通信社

いまどきの石炭火力、 舞鶴発電所を訪ねて

風薫る五月、初夏の日差しはあたたかいが、風は北寄りです。少し冷たく感じる。京都府の日本海側、おだやかな海の深い青と小高い山の新緑の鮮やかな緑に囲まれた、風光明媚な場所に舞鶴発電所はあった。敷地の六割が緑地。建物の色は緑や茶色を基調としたもので周囲の豊かな自然と調和している。さらに、建設時に斜面を切り崩した土砂を他の土地に持ち出さないように配慮したということで、自然の地形に沿って五〇メートルの高低をつけて二段造成になっている。また、二〇〇メートルの高さから燃焼ガスを大気中に拡散させる煙突は、舞鶴の鶴をイメージしたという白色に先端の赤が印象的だ。

非日常的な設備群

舞鶴発電所（九〇万kW×二基）を寺田則仁所長に案内していただいた。構内にある設備一つひとつの非日常的な大きさに驚く。石炭サイロは直径六〇メートル、高さは八〇メートル。一基で一〇万トン



▶ 棧橋で石炭灰リサイクルのための船積み作業準備を行うみなさんと

▼ 構内のコンベアの動きを制御する揚運炭制御室



▼ 石炭受入、ボイラ建屋への搬入～発電後の石炭灰の船積みまで、構内には2900m×2条のコンベアが張り巡らされている。固形物を運ぶため密閉式にして低騒音化を図っている



▶ 海から見た舞鶴発電所。写真左に揚炭機を備えた沖出し棧橋、右の山陰に煙突が見える

◀ 5000t×2基あるバイオマスサイロ
▼ 棧橋に接岸していた石膏運搬船



関西電力唯一の石炭火力・舞鶴発電所。103万㎡の敷地の約60%62万㎡が緑地という緑豊かな発電所で、1号機は2004年8月、2号機は10年8月に運転開始。合計出力180万kW。燃料の石炭はオーストラリア、インドネシア、アメリカから直接発電所に運ばれるため、全長729mの棧橋があり、石炭船2隻、石炭灰運搬船1隻が同時に接岸できる。なお1号機2号機ともバイオマス混焼発電を実施、CO₂排出削減に努めている。



▲ 石炭灰の運び出しは1日12回トラックでも行われる

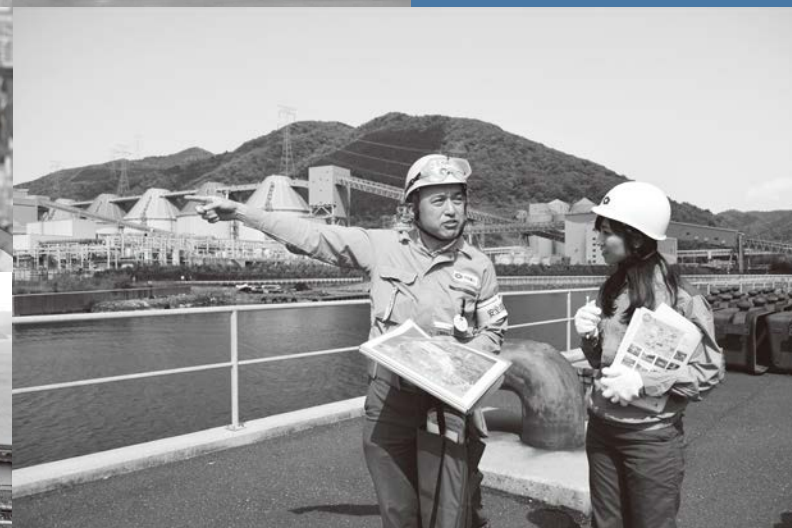
発電に伴い発生する石炭灰。フライアッシュは1日最大1700t、クリンカアッシュは同100t程度発生し、構内には石炭灰のサイロも建ち並ぶが、速やかに構外に運び出さないとサイロが満杯になって発電所は2週間以内に運転停止に追い込まれる。だから仕事は土日祝に関係なく、灰を運び出す船の入港に合わせて実施。「それでも発電所の安全・安定運転の継続に貢献することが使命だ」と関電パワーテックの福島所長(写真上・右)は言う。



▲ 石炭灰のトラックへの積み込みは防塵マスク着用で行う



▲ ボイラ建屋の屋上から構内を見下ろす



▲ 発電所構内を寺田所長に案内していただいた



▲ 1基で10万tの石炭を貯蔵できる巨大な石炭サイロ

もの石炭を貯蔵でき、それが五基も並んでいる。ただこれでもコンパクトな発電所として設計されていて、開発面積が必要最小限になるように抑えられているとのこと。また建物の中に入ると、たくさんさんの機器の運転音が大きいことに気づく。外部では騒音をほとんど感じないほど、防音性の高い状態を実現していた。

石炭を運び込む船を着ける棧橋は、国内最大級で全長七二九メートルあるそうだ。見学時、この日は石炭船の入港はないと聞いていたのだが、少し小ぶりの船が一隻停まっていた。実はこの船、発電所から出る石膏を運び出すのだという。

石炭灰は全量リサイクル

石炭を燃やすと消費燃料の一〇％程度の石炭灰が発生する。日々発生するこの石炭灰を速やかに回収し運び出さないと発電所の運転に支障を来すとのこと。

石炭灰の回収を担う関電パワーテック舞鶴事業所の福島義照所長にお話を伺った。舞鶴発電所から出る石炭灰は埋立処分をすることなく、セメント会社などに運び込まれて全てリサイクル処理されるという。

石炭灰はその形状によって、クリンカアッシュとフライアッシュに大別される。ボイラの底で回収されるクリンカアッシュは非常に軽くごつごつした塊状のもので、地盤改良材などに活用される。一方、電気集塵機で回収されるフライアッシュは非常に細かい粒子状で、コンク

リートの混和剤などに使われる。こちらはJIS規格品に加工して土木・建築工事用材料などとして販売されていて、震災以降は特に需要が増えていくそうだ。また石炭灰のほか、石炭を燃やしたあとの排煙に含まれる硫黄分を除去する排煙脱硫装置からは石膏が発生するが、これは建築材料である石膏ボードなどに使われているという。

非常に環境に優しい設計といった印象の舞鶴発電所だが、こういったリサイクルという面でもさまざまな対策が行われているというのは新たな発見だった。

高効率しかもバイオマス混焼でCO₂削減

正直なところ、石炭火力発電というと、私はこれまであまりよくないイメージしか持っていなかった。石炭火力発電はCO₂が大量に排出され、時代に逆行しているという認識だった。

しかしこの舞鶴発電所では、最新鋭の設備をもって低炭素化に取り組んでいると、発電所の寺田所長は言う。

まず、細かな粉末にした石炭（微粉炭）を最も高いところでは約一五〇℃の高温で燃やし、約六〇〇℃の高温・高圧の蒸気をつくってタービンを回す「超々臨界圧」方式により、石炭火力としては国内最高レベルの発電効率を実現しているとのこと。効率良く発電できるから、その分CO₂の排出が少なくなるそうだ。

さらに植物資源などを加工してつくるバイオマス燃料



▶定検中の1号機。分解した機器や部品が整然と並んでいる

◀1mm単位で調整するというタービン翼

火力発電所は原則、ボイラは2年に1度、タービンは4年に1度、2〜3カ月かけての法定点検が義務づけられているが、原子力が止まるなかフル稼働せざるを得ない現状では、災害規定の特例適用により、これを延期。舞鶴1号機は今回、2年3カ月ぶりに3月〜7月初旬まで125日をかけて定検を行う。夏の需要期に間に合わせるため、ピーク時には1000人体制とし、昼夜2交替で作業を行うなど、メーカーや協力会社の方々と一体になって取り組んでいる。



▲石炭をすり潰す微粉炭ローラー



▲関電プラントの井野所長



▶24時間3交替で発電を見守り続ける中央制御室

▼給炭機内部の状況を確認



▲異音がないか確認、聴診棒による給炭機の点検



石炭を燃えやすい微粉炭にし、バイオマス燃料である木質ペレットも混ぜて、ボイラで燃やして600℃の高温・高圧の蒸気をつくり、タービンを回して発電する。これが発電の流れ。原子力が止まり綱渡りの電力供給が続くなか、万一のトラブルで止まることのないよう、運転中は毎日全設備の巡回点検を行い、異常兆候の早期発見と早期対応・復旧に取り組んでいるようだ。



◀ボイラ内部を直接覗き込んで確認。灰を掻き出すことも



▲木質ペレット

の混焼を取り入れていると教えていただいた。バイオマス燃料である木質ペレットを石炭に平均3%混ぜることによってCO₂を年間約九二万トン排出削減しているという。

舞鶴発電所では、さまざまな面において環境負荷を最小限に抑える努力を行っていた。

定検短縮で夏に間に合わせる

震災後、原子力発電所が再稼働できない状況が続くなか、火力発電への依存度は以前より高くなっている。特に石炭火力は他の火力に比べて運転コストが安価で経済性に優れているため、80%以上の高い利用率でベース運用されている。

舞鶴発電所をはじめ関西電力の火力発電所は、供給力確保のため、夏や冬の需要期には長期間の運転停止が必要な点検を実施することは難しい。そこで災害規定の特例適用により、法定点検を延期し、電力の需要が比較的小さいこの時期に定期点検を行っているとのこと。

取材時、1号機は定期点検中だった。定期点検は夏季の停止を回避することが必須だ。プラントメーカーや協力会社と連携し、点検期間は当初の想定より一カ月間短縮した一二五日間にわたって行われているそうで、この日は約80人が作業にあたっていた。

「ご安全に」——チーム舞鶴の結束力

メンテナンスを担当している関電プラント舞鶴事業所の井野周助所長とともに、タービン建屋の内部を見学させていただいた。大小さまざまな部品がこまかく分解されて整然と並んでいる。巨大なタービンの羽根車は、このなかでも存在感を放っていた。私の身長を超えるような大きなタービンだが、600℃の熱さでの膨張も考慮した上で一ミリ単位で調整するのだそう。技術と技能ともに必要とされていることを実感した。

ところで現場を回っていると、みんなすれ違うときに「ご安全に!」と呼び掛け合う声が響いている。これだけ大勢の人が関わっている現場で一致団結にするために、井野所長は大変気を配っているのだと、「チーム舞鶴」の文字の入ったリボンを胸に語ってくれた。労働災害ゼロのスローガンを掲げつつ、お互い名前呼び合えるようにヘルメットにはひらがなでそれぞれの名前が書かれていたり、ホワイトボードに当日の業務担当者の名前と顔写真が貼られていたり、現場にはコミュニケーションが円滑になるための配慮がされていた。これだけ巨大な最新鋭の設備であっても、それを支えているのはみなさんのこのチームワークなのだ、とてもあたたかく心強く感じた。

ちなみに震災前と震災後で点検内容などは全く変わっていないそうだ。変わったのは、舞鶴発電所がベースの発電を担っているのだという意識の部分だと、発電所の寺田所長は話してくれた。



◀電気集塵機など
環境対策設備が並ぶ

▲「ご安全に」の碑もある



▲高さ200m、舞鶴の鶴をイメージし、
先端を赤く塗った煙突

排煙に含まれる光化学スモッグの原因となる窒素酸化物を無害な窒素と水に分解する「排煙脱硝装置」、排煙に含まれる酸性雨の原因となる硫黄酸化物を化学反応で除去し石膏として回収する「排煙脱硫装置」、電極に煤塵（フライアッシュ）を吸い寄せて回収する「電気集塵機」などが並び、これらの工程を経た排煙は、最終的に高さ200mの煙突（海拔57m地点に設置）から大気中に拡散されるという。



◀排煙脱硫装置

地元が望む「今までどおり」

一九八〇年に舞鶴発電所の計画が浮上した当初、地元の方たちの反対は相当なものだったのは想像に難くない。石炭といえば真っ黒な煤のイメージがあり、舞鶴市として地元の方々の環境に対する懸念を拭うには、「とにかく初めは丁寧な説明と真摯な対応を積み重ねて、信用してもらわなければならない」と、当時舞鶴市職員で、現在舞鶴商工会議所の瀬川甫専務理事は述懐する。

石炭火力発電所のある広島県竹原や愛知県碧南などに、地元の方とともに視察に行つて現地の声を聞き、不安を解消するとともに、発電所を誘致するなら環境を守る能力とモラルのある企業でないとダメだと考え、関西電力に対して、排出される硫黄酸化物や窒素酸化物等の濃度について国の基準をはるかに下回るよう求めた。

雇用に関しては、住民の不安要素の一つだった。発電所建設時に一時的な雇用はあっても、一過性で終わるのではないかという懸念があったそうだった。ただ実際は、運転開始後も日常のメンテナンスや、1号機2号機の定期点検が毎年交互にあり、多くの地元の方々が従事するなど、着実に経済効果をもたらしている。

発電所の建設で地元が大きく変わったこととしては、工事用道路として幹線から発電所までの全長八・二キロが整備されたことだ。新たに建設された橋（クレインブリッジ）と三本のトンネルが完成したことで、市街地か



蒸気を効率良く導くためにタービン翼を覆っていたフードも分解点検

▶PR館副館長・島田敬三さんに案内してもらった

▼館内には舞鶴発電所のジオラマも



◀舞鶴湾入口に停泊する船の形をしたPR館「エル・マールまいづる」



▲舞鶴発電所の開閉装置。つくられた電気はここから送り出される



▲舞鶴港には自衛艦も停泊



1980年舞鶴市議会が誘致要望を決議してから2004年の1号機の運開まで24年。80年当時は造船不況で、景気に左右されない産業として市は発電所誘致を考えたという。当初は迷惑施設と捉える一部の市民もいたが、関西電力は厳しい環境協定を守り、何かあればすぐ説明に足を運ぶなど、1つひとつ誠実に対応したそうで、「関電は環境パートナーだ」と、舞鶴商工会議所の瀬川専務理事(写真右)は言う。



▶旧海軍の兵器庫等から姿を変えた赤れんが博物館

◀2羽の鶴が羽を広げた姿をイメージした「舞鶴クレインブリッジ」。発電所建設時、工事資機材搬入路として建設



◀五老ヶ岳から見た舞鶴湾。奥に発電所が見える

らの所要時間が三分の一程度に短縮され、地域の振興・発展に大きく寄与しているという。

関西電力は地元の要望に誠実に応えてくれていると話す瀬川さんに、今後の舞鶴発電所に期待することを聞いてみた。「今のままを維持すること。この高水準の現状を保つのは難しいことだ」。その言葉に、これまでに築いてきた地元と発電所との信頼関係を見た気がした。

大型台風と石炭火力

ところで昨年は大きなトラブルが二度あったと寺田所長が教えてくれた。

一つは九月一六日、台風18号の襲来時。五〇年に一度の大雨になるおそれがあるということで、気象庁が初めて特別警報を京都府と滋賀県、福井県に発表したことも記憶に新しい。甚大な被害をもたらした台風だった。この大雨によって木々などが海に流され、蒸気冷却用の海水の取水口にまで流れ込んだのだ。一〇月一六日の台風26号でも同様だった。ちなみにこの台風は、伊豆大島で土砂災害により大きな被害を出した台風である。この二つの台風によって、発電所は数日間の運転停止を余儀なくされたのだという。

私は普段、気象予報士として毎日天気を伝えているのだが、以前は考えられなかったような激しい気象現象や過去の経験から予想できないような被害をもたらす台風が、近年多発しているのを実感している。このような気

候変動をもたらしている一因として地球温暖化の影響も考えられていて、その温暖化の原因は温室効果ガスである可能性が極めて高いと、IPCC第五次評価報告書でも記されている。主要な温室効果ガスであるCO₂を排出している石炭火力発電所も、この地球温暖化の影響を大きく受けたということか……。

バイオマス燃料の混焼を行ってCO₂の排出を抑えたとはいえ、やはり他の発電方法と比較すると排出量には差がある。ただ言うまでもなく、特に震災後はこの石炭火力発電によるエネルギーが私たちの現在の生活を大きく支えているわけで、だからこそ、ここ舞鶴発電所で行われているような低炭素社会の実現に向けた取り組みがとても重要になってくるのだと思う。

環境負荷を抑えた舞鶴発電所からエネルギーを使わせてもらっている私たちの生活も、少しでも環境に優しくありたいものだと省みつつ、予想困難なゲリラ雷雨を当てるべく天気図に向かっている。

躍

酒井千佳 さかい ちか
フリーキャスター・気象予報士
1985年兵庫県生まれ。京都大学工学部建築学科卒。北陸放送アナウンサー、テレビ大阪アナウンサーを経て、12年よりフリー。現在のレギュラー番組は、日本テレビ「Oha!4 NEWS LIVE」(月～金 4:00～5:50)お天気キャスター、読売テレビ「ミヤネ屋」(木 13:55～15:50)お天気キャスター、NHK Eテレ「趣味の園芸 やさいの時間」(第1・2日曜 8:00～8:25)司会など。環境省・気候変動キャンペーンの「IPCCリポートコミュニケーター」も務める。
<http://ameblo.jp/chika-yururi/>
<http://www.sankeipro.co.jp/ChikaSakai.html>



ルブアルハリ砂漠のシャイバ油田 ©2014 Saudi Arabian Oil Co.

原子力導入に動く、 産油国サウジアラビアの エネルギー政策

二〇一三年四月、サウジアラビアを訪問した安倍首相はサルマン皇太子との間で、原子力協力協議を進めることで一致、一二月には原子力協定締結に向けた交渉開始で合意した。豊富なエネルギー資源に恵まれた産油国サウジアラビアが、なぜ原子力導入をめざすのか。日本エネルギー経済研究所中東研究センターの永田安彦さんに聞いた。

輸出の九割・財政収入の八割が 石油という王国

夏季には四四℃にも達する砂漠地帯。国土の大半を占める砂漠の地下には膨大な資源が眠る——中東のアラビア半島に位置し、東はアラビア湾、西は紅海に面するサウジアラビア王国。その名のとおりの国王を中心とする君主制国家であり、日本の五・七倍の面積に二九二〇万人が暮らす。

世界最大の原油・天然ガス生産国の一つであることは言うまでもない。「世界の原油と天然ガス埋蔵量の六分の一を有し、輸出総額の約九割、財政収入の約八割を石油に依存しています」と中東研究センターの永田さんは切り出した。日本は石油需要の約三分の一をサウジアラビアからの



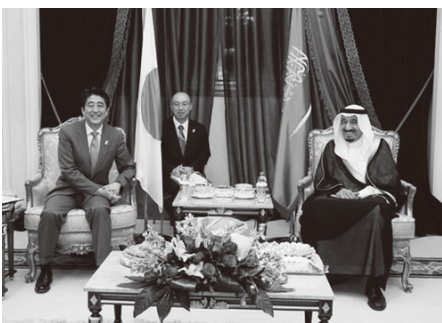
経済発展を続けるサウジの首都リヤド ©Mohammed Bin Khaled

エアコン需要が伸びる時期には、かなりタイトな状況になる。一四年の総発電設備容量は五八八一万kW。過去一〇年で二倍近く増強したが、電力消費の伸びがそれを大きく上回っているというわけだ。

さらに産油国ならではの問題として、省エネ対策の遅れが挙げられる。国民一人あたりエネルギー消費量は日本の一・七倍。エネルギーは安くふんだんに使えるものという感覚から人々の省エネ意識は希薄で、エアコンのつけっぱなしは日常茶飯事。輸送用のガソリン・軽油価格も低く抑えられていることから、自動車の燃費改善も進んでいない。「GDPあたりの最終エネルギー消費量も、サウジは日本の約三倍と、非常に効率が悪い。政府もこれは問題視して

輸入に頼る一方、自動車や電化製品を輸出。アメリカに次ぐサウジ第二の貿易相手国となっている。

エネルギー自給率僅か五%の日本に対し、約三〇〇%という資源大国サウジ。埋蔵資源は原油と天然ガスで、石炭の産出はない。一二年の原油埋蔵量は二六五九億バレルで、ベネズエラに次ぎ世界第二位、生産量は日量一一五三万バレルで世界最大。天然ガスは埋蔵量八・二兆m³（世界第六位）、一二年の生産量は一〇二八億m³とここ数十年で倍増。近年はシェールガス開発にも着手している。



2013年春サウジアラビア訪問時の
安倍首相とサルマン皇太子 ©内閣広報室

伸び続ける電力需要、進まない省エネ

オイルマネーの力でサウジの経済発展は目覚ましい。「特に二〇〇四年頃からの原油価格の上昇を受けて、実質GDP成長率年平均五〜八%という高い経済成長を続けています」と永田さん。

景気拡大、生活水準の向上、工業化の進展、人口増加を背景に、電力消費量も年七%のペースで増加。商業用や住宅用の消費が伸びているが、淡水需要の急速な伸びも電力消費を押し上げている。水資源に乏しいサウジでは飲料用や工業用の水を確保するため、膨大な電力を要する海水淡水化プラントを多数稼働させているからだ。

結果、電力需給は逼迫。〇九年には八%だった発電設備の予備率が、一二年には三%にまで低下した。特に夏場の



永田安彦 日本エネルギー経済研究所
中東研究センター副センター長、研究主幹

おり、教育による省エネ意識の向上、家電機器等へのラベリングなど省エネルギー政策を進めています」

近い将来、石油輸入国に？

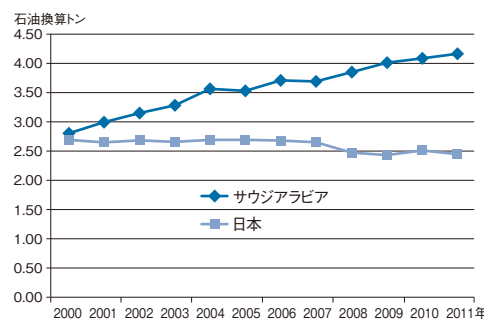
輸送用や発電用でサウジ国内の石油消費は原油生産量の三割に迫るほど急増した。なかでも発電は石油六割・天然ガス四割という電源構成で賄っているが、「発電用の生焚き原油の増加は同国政府にとって頭の痛い問題です」と永田さんは指摘する。原油生焚きは、一三年には日量四八・三万バレルだが、二〇年までに日量一〇〇万バレルに達するという予想もあるそうだ。

しかしサウジには天然ガスもある。割高なLNGを購入せざるを得ない日本と異なり、自国産のガスを発電に回せばCO₂排出も比較的抑えられるし、良いのではないか？

「実はサウジのガスは原油生産に伴って得られる随伴ガスが主力です」と永田さん。随伴ガスの生産は原油生産量に依存し、OPECの生産枠の縛りもあって、大幅増は難しい。ガス以外では代替にくい石油化学向けの供給を優先せざるを得ないという事情もある。政府は非随伴ガスの開発に注力しているが、生産に至るには時間を要し、やむを得ず石油火力に依存しているのが現状だという。

「貴重な原油を国内で生焚き

一人あたり最終エネルギー消費の推移

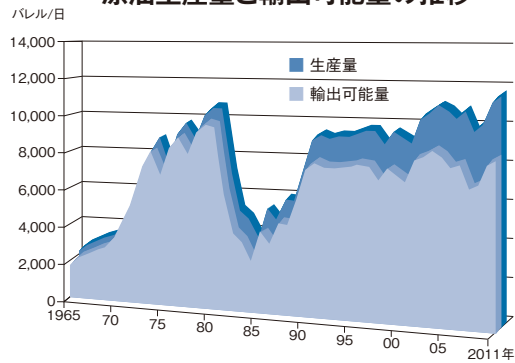


出所:IEA "Energy Balance of Non-OECD countries" 2013、IMF "World Economic Outlook" 2014

世界はいま——THE KINGDOM OF SAUDI ARABIA

首都リヤドにあるサウジ電力のコンバインドサイクル発電所PP9 ©Power of Partnerships 2010

原油生産量と輸出可能量の推移



出所:BP, Statistical Review of World Energy 2013

エネルギー源多様化と原子力導入に動く

増えているのが実状で、発電用エネルギー源の多様化に取り組む必要が生じています」とのこと。これまでの石油・ガス中心から、原子力や再生可能エネルギーを含むエネルギーミックスへと、視野を拡げざるを得なくなっている。

このままでは自国消費で資源が枯渇してしまう——そんな懸念を背景に、原油・天然ガスを輸出しながら発電量を増やす方策の一つとして、サウジで原子力導入検討が始まったのは〇六年夏。国内の電力需要を満たすことができず、ピーク時に出力制限せざるを得なくなったことがきっかけだった。同年GCC (Gulf Cooperation Council: 湾岸協力会議) の首脳会議において「加盟各国は原子力の平和利用の権利を有する」という決議を採択、湾岸諸国で原子力導入に向けた動きが始まった。

サウジでは〇七年のロシアとの原子力開発協力協定締結に始まり、フランス、アルゼンチン、韓国、中国と二国間協定に調印。日本とは、一三年春の安倍首相のサウジ訪問を機に、一二月には日本からの原子力発電輸出の前提となる原子力協定締結に向けた交渉開始が合意された。

サウジの原子力導入において中心的役割を果たすのは、一〇

上／国営石油会社サウジアラムコは非随伴ガス田開発にも注力 ©2014 Saudi Arabian Oil Co.
下／石油化学プラント ©Integrated for Training





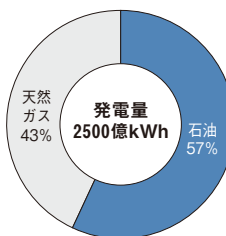
KACARE(アブドラ国王原子力・再生可能エネルギー都市)による
「サウジアラビアの持続可能なエネルギー・シンポジウム」 ©King Abdullah City for Atomic and Renewable Energy

年春設立のアブドラ国王原子力・再生可能エネルギー都市(KACARE: King Abdullah City for Atomic and Renewable Energy)だ。KACAREは、原子力の導入で高付加価値を生む雇用の創出、原子力技術のリーダーシップ確立、将来に向けた強力な産業発展の実現などをめざしており、「KACAREが一二年に発表した二〇三三年の電源設備の構成は、炭化水素(石油+天然ガス) 四六%、原子力 一三%、ソーラー(太陽光+太陽熱) 三一%、風力七%など。石油と天然ガスで一〇〇%という現状から大きく転換しようとしており、原子力は主力電源の一つと位置づけられています」と永田さんは言う。

子力導入への現実的道筋は見えづらい。

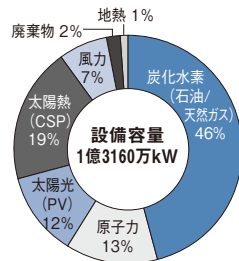
「地震がほとんどないことや、君主制という政治体制もあり、政府が推進する原子力導入の方針に反対する声は聞かれません。ただ、今後一六年間に一六基の原子炉建設という数値は示されているものの、法整備やロードマップ策定など相当な時間を要することが予想され、原子力発電設備の入札など本格的に動くのはこれからです。入札では韓国などとの価格競争も想定されますが、日本勢の動きに期待したいですね。そう、永田さんは話を結んだ。

2011年の電源別
発電電力量構成



出所:IEA "Energy Balance of Non-OECD countries"より作成

2032年の電源別
設備構成



出所:KACAREホームページより作成

昨年十一月サウジの首都リヤドは、異常気象と見られる豪雨により洪水被害に見舞われた。年間降水量五九㎜と、日本の三〇分の一度しか雨の降らない国での豪雨災害だ。IPCC(気候変動に関する政府間パネル)第五次評価報告第三作業部会報告書で「低炭素エネルギー供給への貢献を高められる可能性がある」と記された原子力。化石燃料資源に恵まれ、一人あたりCO₂排出量が日本の一・八倍というサウジアラビアでの原子力導入の試みを、今後も注目したいと考えている。

取材・編集／田窪由美子

砂漠を渡る送電線 ©zbigphotography



世界はいま——THE KINGDOM OF SAUDI ARABIA

このため今後一六年間に一六基、一七六〇万kWの原子力開発を予定。第一弾は一六年の建設開始が見込まれており、一九年に運転開始予定。なお、建設コストは一基あたり七〇億ドルと想定されている。

一六年間で一六基の新設に向けて

「私が初めてサウジを訪れたのは二〇年前。この間、中東諸国の発展はめざましく、都市の風景も年々様変わりしています。電力需要が急増し産油国でもエネルギーが足りないのは、湾岸産油国共通の悩み。イランでは既に湾岸諸国唯一の原子力発電所が稼動しており、UAEは二基建設中で一七年から二〇年にかけて四基運転開始をめざしています」と永田さんは語る。サウジもこれら諸国に続き原子力導入を具体化していけるのか。実現に向けた課題は何か。「一つは、推進体制です」と永田さん。KACAREが計画する原子力を含めたエネルギーミックスの推進にあたっては、首相(国王が兼任)や主要閣僚で構成される最高評議会の承認を得る必要がある。また安全基準確保等のため、完全に独立したサウジアラビア原子力規制庁を設置する予定だが、まだ体制は整っていない。

国際的な手続きも残されている。原子力の新規導入国が先発国から設備供給を受けるために必須とされているIAEA(国際原子力機関)包括的保障措置協定の追加議定書の締結。原子力機器・設備の輸入に際して、供給国との二国間協力協定がない場合の代替条件とされる原子力供給国グループ(NSG)。原子力機器・設備の輸出国以外にも含め現在四八カ国が参加)への参加。これらを進めないと、原



上／タイ南部における関西電力マングローブ研究植林地 中／ニュージーランド タラルア風力発電所
下／ブータンにおける小規模水力発電所現地事務所にて

電気の 低炭素化に挑む

原子力稼働停止の長期化に伴う火力発電依存により
日本のCO₂排出量は大幅に増加している。
関西電力が掲げてきた「電気の低炭素化」の現状と見通しは？
——環境対策の責任者に訊いた。



井上祐一 関西電力 環境室長

●先行した取り組み
——関西電力は地球温暖化対策に早くから取り組んできたそうだが？

気候変動枠組条約ができる二年前、一九九〇年に関西電力はCO₂排出削減や環境負荷低減をめざす「地球環境アクションプラン5原則」という理念を打ち出し、業界でもトップランナーとして活動を推進してきた。

大阪にあるLNG火力の南港発電所で排ガスからCO₂を回収する排煙脱炭技術の研究開発を他社に先駆けて取り組んだほか、関西電力グループとして経済産業省のCO₂炭層固定化プロジェクトにも参画し、CO₂分離・回収・固定化の技術開発を実施。また、早くから海外にも目を向け、東南アジアでの熱帯林植林による吸収源拡大等にも取り組んできた。

とりわけ関西電力は電源構成に占める原子力比率が高いため、一kWhあたりのCO₂排出量、つまりCO₂排出係数は日本の電力会社で最も低い水準だった。



南港発電所の排煙脱炭パイロットプラント

目標どおりの〇・二八二。

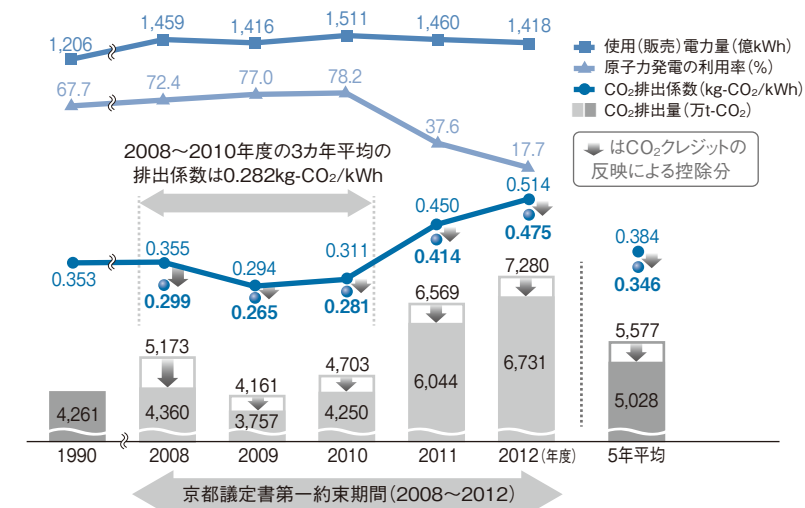
ところが東日本大震災後、状況は一変した。震災前は八〇％近かった原子力利用率が一二年は三七％、一二年は一七％台まで落ち込み、不足分を火力で代替したため、CO₂排出量は二年間で約五〇〇〇万トンも増加。最終的に第一約束期間五年平均の排出係数は〇・三四六、目標を大きく上回ってしまった。

また電事連全体でも〇・四〇六と、目標達成には至らなかった。

●京都議定書第一約束期間の実績
——京都議定書第一約束期間（〇八～一二）が終わったが、どう取り組んだ？

期間中の平均CO₂削減目標として日本は九〇年度比▲六％を掲げ、産業界は環境自主行動計画を策定して業界ごとに取り組むを進めた。電気事業連合会が掲げた目標は、一kWhあたりのCO₂排出量九〇年度比▲二〇％という意欲的なもの。電事連全体での九〇年度実績は〇・四一七（kg・CO₂/kWh・以下同）。これを〇・

関西電力のCO₂排出係数の推移



●震災後のCO₂削減の苦勞

——削減手段としてはCO₂クレジット調達もあったのではないかな？

クレジット調達は、国内の温暖化対策の補完措置としてコスト効果の高い手段と位置づけていた。途上国はもちろん先進国も含めプロジェクトの多様化でリスク分散を図るとともに適正価格を見極めながら調達計画を立て、中国・ベトナムでの水力開発、ニュージーランドでの風力開発、東欧諸国での省エネ事業などに参画。着実に調達を進めてきた。

——震災後CO₂排出が増大するなか、クレジットの追加調達等は考えなかったのか？

そこが悩みどころだった。排出増大を相殺すべくさらなる調達に走るかどうか。既に原子力の代替火力燃料費が高み経営を圧迫しているなかで、クレジット追加調達費用は相当なものになる。そのような状況のなか目標達成をめざすべきなのか。

震災後、私は電事連の環境専門委員会の委員長も務めていて、電事連としてどうするか判断もしないといけない。達成をめざすならオール電力で取り組まなければなり。一方、クレジットの追加調達は関西電力自身も負担が大きいが、他の電力会社も似たような状況であり、切迫した経営状態。とても追加調達の余裕はなく、判断は極めて難しかった。



姫路第二発電所更新工事

火力の高効率化による削減効果は？ 姫路第二発電所ではコンバインドサイクル発電への更新を前倒して進めているそうだが？

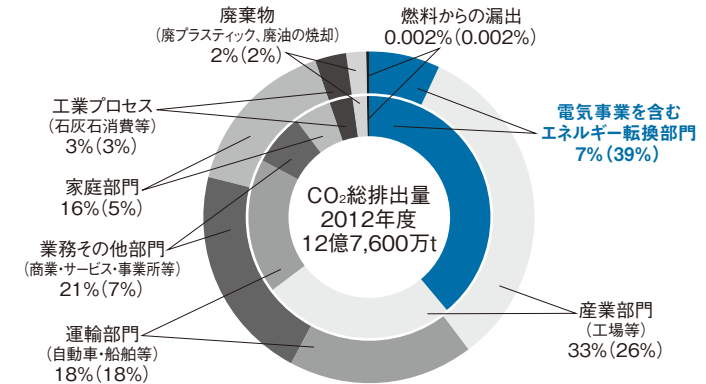
熱効率が約四二％から約六〇％へ向上した結果、CO₂排出係数は〇・四七〇から〇・三二七

ただ、電事連の目標は国の目標達成手段として組み込まれており、我々の動き方次第で国の目標達成が左右される。

それだけ電気事業からの排出が多い？

多い。日本のCO₂排出量の三分の一は電気事業からで、我々の果たす役割は大きい。国の目標は国際公約、我々は自主目標とはいえ簡単に達成を断念するわけにはいかない。我々も悩んだ末、最終的な判断として、自身の目標達成は無理でも、国の目標にだけは何とか貢献したいと考え、当初計画分は何としてもクレジット

日本のCO₂排出量の内訳



*内側の円は各部門の直接の排出量の割合(カッコ内の数字)を、また、外側の円は電気事業者の発電に伴う排出量及び熱供給事業者の熱発生に伴う排出量を電力消費量及び熱消費量に応じて最終需要部門に配分した後の割合を、それぞれ示している。
*統計誤差、四捨五入等のため、排出量割合の合計は必ずしも100%にならないことがある。環境省発表資料をもとに作成

を調達することにした。経営は苦しいが、各社とも歯を食いしばって頑張ったのが実状だ。

どれくらい調達した？

五年間でのクレジット調達は関西電力の場合、約二七〇〇万トン、金額にすると約三五〇億円。電気事業者全体では約二・七億トン、政府が約一億トン。それに森林吸収分二・四億トンを加え、日本のCO₂排出は九〇年度比▲八・四％と目標を達成した。

●代替電源の実力と見通し

CO₂排出削減には原子力だけでなく再生可能エネルギーも寄与できるのではないかと二年にはFIT(固定価格買取制度)も始まり、導入拡大が見込まれる。

関西電力は震災前の二〇一〇年に国内電力会社初のメガソーラー・堺太陽光発電所を一部運転開始したのをはじめ風力やバイオマスなど再生エネ開発に積極的に取り組んでいる。

とはいえ再エネによるCO₂削減効果は、関西電力グループ全体で一二年度約一〇万トン。FIT購入分などを含めて合計九〇万トン程度。関西電力の一二年度CO₂排出量一％強の削減に相当する。今後増やしてはいきたいが、増え過ぎると出力調整用の火力や送電網の強化も必要で、同じゼロエミッション電源でもなかなか原子力に取って代わるのは難しい。

へ三〇％以上も低減。一定の前提条件を置いて試算すれば、全六基で年間一八〇万トン程度のCO₂削減効果がある。削減量としては原子力の効果には及ばないが、既設設備に比べCO₂排出量を大幅に削減できる有効な技術だ。

ただコスト面やエネルギーセキュリティ面を勘案すれば、ガスより石炭のほうが安いし、供給安定性も高い。日本中の火力をガスコンバインドにすれば原子力は要らないと言う人もいるが、それは高くつくし、万一ガスの輸入が滞れば大変な事態になる。やはりエネルギーは三つの「E」、エネルギーセキュリティと経済性と環境性を総合的に考え、バランスの良いエネルギーミックスを実現しないといけない。

●今後の課題と展望

一三年九月に大飯3・4号機が定期検査に入ってから日本は「原子力ゼロ」の状態が続いている。関西電力の一二年度のCO₂排出はさらに増えると思われるが？

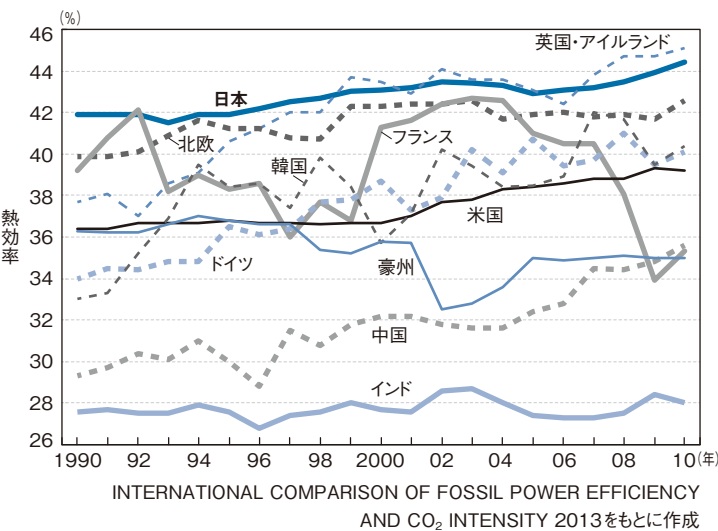
一三年度の排出係数は現在集計中で七月末に公表予定だが、原子力利用率が一〇％と落ち込んだため、悪化することは避けられない。原子力は現在、新たな規制基準への適合を進め、再稼働をめざしているが、未だ目処は立たず、一四年度の排出係数は原子力の稼働時期次第であらうと考えている。

温暖化対策の手を拱くわけにはいかないが、

西豪州植林事業の現地説明会



火力発電所熱効率の各国比較



何といってもCO₂削減効果の大きい原子力を動かせないのは忤怩たる思いだ。

では現時点での削減目標はない？

今年四月にエネルギー基本計画が閣議決定されたが、エネルギーミックスの数値はまだ示されていない。ただ一五年末のCOP21に向け、国際的には三月までに二〇二〇年以降の削減目標を示すような各国の動きもあることから、それら国内外の動きを見ながら我々も検討を進め、次の目標を示せるようにしたい。

国からは、新電力も含めた電気事業全体の

編集後記

すっきりしない日が続きます。

本誌『躍』の創刊は、洞爺湖サミット直前の2008年5月。創刊号のテーマは「地球環境」でした。それから6年、東日本大震災と福島第一原子力発電所事故を経て、日本の気候変動／温暖化をめぐる動きはすっかり変わりましたが、今号は改めて「気候変動とエネルギー」をテーマに取り上げました。

「鼎談」では中島厚志さん、枝廣淳子さん、秋元圭吾さんに、事故後の現状を踏まえ、気候変動対策とエネルギー政策の方向性や課題を議論いただくとともに、続く「オピニオン」では、地球のシグナル、気候変動リスク、国際社会の対応、日本の対応、技術輸出という5つの視点で5人の識者・専門家に提言をいただきました。低炭素化という点で石炭火力発電への風当たりは強いわけですが、昨今の石炭火力は発電効率も向上。「エコルーツ紀行」では、原子力の長期停止が続くなか綱渡りで安定供給を守る関西電力唯一の石炭火力・舞鶴発電所を訪ねるとともに、「かんでん FOCUS」では電気の低炭素化の現状を訊きました。

発電時にCO₂を出さない原子力ですが、日本での稼働の行方は未だ梅雨空のように不透明。しかし「世界はいま」で取り上げた産油国サウジアラビアのように、新たに原子力導入に動く国が多いことも事実です。

梅雨明け、そして暑すぎることのない爽やかな夏空を待ちながら、新しい『躍』をお届けします。

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/>

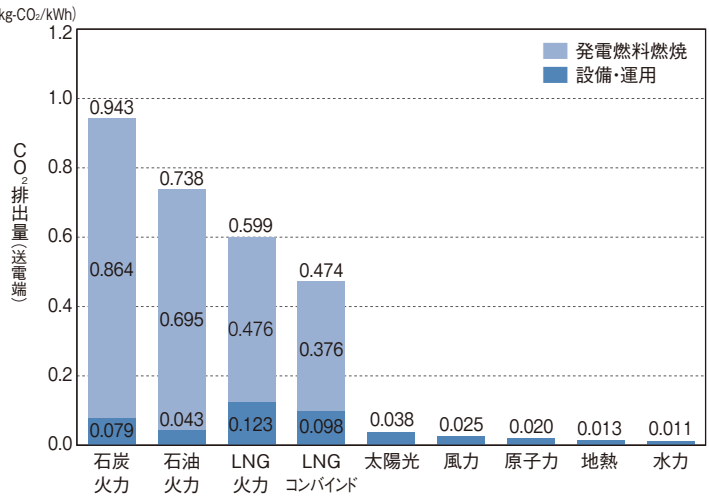
発行●関西電力株式会社 広報室
 発行人／保田 亨　編集人／渡辺俊一
 〒530-8270 大阪市北区中之島3丁目6番16号 電話06-7501-0240
 企画／編集●株式会社エム・シー・アンド・ビー

何といっても原子力の再稼働だ。資源のない日本で、原子力は安定供給、経済性の観点から不可欠だが、温暖化対策でも極めて重要な電源だ。関西電力の場合、原子力の利用率が1％向上すると四〇〃六〇万トンのCO₂削減効果がある。この事実をもっとPRしていかないといけないと考えている。もちろん「S」安全性が確認されることが大前提だが、原子力がいかに

目標策定が求められているので、その形で速やかに検討に入りたい。

排出削減に向けた課題は？

日本の電源別ライフサイクルCO₂排出量比較



電力中央研究所報告書をもとに作成

三つの「E」の面から優秀か——そこをご理解いただけるよう努力を続けたい。

加えてガスコンバインドサイクルの導入推進、再生可能エネルギーの拡大など、さまざまな対策をバランスよく進めていきたい。

一方、気候変動問題はグローバルに取り組まないという意味はない。日本のCO₂排出量は世界全体の三・七％。中国はじめ新興国での削減を進めないと対策の実効性はないに等しい。だからどうやって日本の低炭素技術を世界に広めていくか。高効率火力などの優れた技術を途上国で採用してもらい、それが日本の貢献分としてカウントされるような新しい枠組みづくりが急務だと考えている。

環境への取り組み方も変わってきた？

長年、環境対策に携わってきたが、電力会社の環境問題といえば、昔は公害対策。排煙や排水に対して人体や環境に影響がないレベルを特定し、その範囲内に抑える手立てを講じる。あの意味ターゲットは明確だった。

ところがCO₂問題は違う。CO₂問題は、経済活動とリンクしているとともに、政治に大きく影響される難しい問題である。さらには国際政治、国際経済、そして途上国と先進国が対立する南北問題まで絡む複雑な国際交渉の問題で、自らできることは限られている点が何とももどかしい。

——関西電力は二〇一〇年策定の長期ビジョンで「**低炭素社会のメインプレイヤー**」を掲げていたが、最後に**今後の抱負**を。

低炭素社会のライフラインとして、原子力をはじめとした低炭素な電気を届ける。同時にお客さま側では高効率電気給湯機など省エネ・省CO₂機器を使っていたかく。我々は電気が支える低炭素社会のメインプレイヤーでありたいと願ってきたが、近年の諸情勢を踏まえると、こういった主張は難しい。しかし電気が社会の血液であることに変わりはなく、一日も早くその役割を担えるよう、電気の低炭素化に挑み続けたい。 **躍**

