

エネルギーイノベーションを 促進するには —CN 実現に向けたエネルギーシステム

秋元 圭吾

地球環境産業技術研究機構(RITE)
システム研究グループリーダー・
主席研究員

× 山田 竜也

(株)日立製作所 エネルギー業務統括
本部・経営戦略本部/担当本部長
電気学会副会長、公益事業学会正会員

第3回対談

日本のエネルギー需給をめぐる課題と政策

本シリーズ第3回となる今回は、エネルギー・環境システムの分析・評価、地球温暖化対応戦略の政策提言などをご専門に活動をされている、地球環境産業技術研究機構 (RITE) システム研究グループリーダー・主席研究員の秋元圭吾さんにお話を伺いました。秋元さんは現在、気候変動やエネルギー問題などに関し、政府の有識者会議や委員会などで活躍され、エネルギー・環境分野の研究や提言に幅広く取り組まれています。カーボンニュートラル (CN) を実現するために、国でどのような政策が進められているのか、また、どのようなエネルギーイノベーションが必要とされているのか、お聞きしました。

■ 電力の需給逼迫はなぜ起こるのか

山田: 本日はまさにこの後、雪の予報が出ていますが、今冬も比較的気温の低い日が多く、昨年に引き続き、電力の需給逼迫が心配されています。また、電気料金の高騰も私たちの

暮らしを圧迫しつつあります。こうした状況をどのようにご覧になっていますか？

秋元: 要因は複数あり、それらが複雑に絡み合っている状況だと思っています。その一つは、日本がこれまで20年以上か



けて進めてきた電力自由化にあります。当然のことながら自由化は、さまざまなプレイヤーの参画や競争を促すという意味で大きなメリットをもたらしました。一方で、自由化に伴い電力需給に市場メカニズムが導入されたことから、本来なら長期的な視点で取り組むべき設備投資に資金が回らなくなってきて。つまり、市場というのは、短期的な損得で動くため、電力が足りなくなったからといって、すぐに供給を増やすといったことには結びつかないわけですね。特に原子力のような大きな電源の場合は、投資回収までに長い年月がかかります。本来、電力需給のあるべき最適な姿を実現するためには長期的な視点が必要なのです。しかし、それが市場メカニズムのなかではうまく機能してこなかったことが根本原因の一つとして挙げられます。

山田: 自由化により、電力供給が市場に組み込まれたことで、長期的な目線に立った最適な投資ができなくなっているわけですね。また、こうした制度の問題に加えて、日本の経済成長が止まっていることも投資が伸びない要因の一つと言えます。

秋元: さらに脱炭素化に向けて、再生可能エネルギー固定価格買取制度 (FIT) が導入されたことも、状況をより複雑にしています。カーボンニュートラル (CN) の実現に向けて再エネを増やすことは大変重要なことですが、限界費用ゼロ電源である再エネを優先的に使うルールが設けられた結果、既存の火力発電などの電源が退出を迫られることになってしまった。設備利用率が下がれば、当然、投資が経済合理性を持ち得なくなります。ならびに、再エネの供給は不安定ですから、機動力のある火力発電が減ると、想定を超えるような事態が起こったときに対応ができないわけですね。つまり、現在の電力の需給逼迫というのは、ある意味、時代の大きな流れのなかで必然的に起こってきた問題とも言えるのです。

■ LNGの価格高騰をめぐる状況



秋元 圭吾

地球環境産業技術研究機構 (RITE)
システム研究グループリーダー・
主席研究員

1999年 横浜国立大学大学院工学研究科博士課程修了。工学博士。同年 財団法人 地球環境産業技術研究機構 入所、研究員。主任研究員を経て、2007年、同 システム研究グループリーダー・副主席研究員、2012年11月、同 グループリーダー・主席研究員、現在に至る。2006年 国際応用システム分析研究所 (IIASA) 客員研究員。2010年～2014年度 東京大学大学院総合文化研究科客員教授、2022年～科学技術創成研究院 特任教授。IPCC第5次および第6次評価報告書代表執筆者。総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会委員、同 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会委員、調達価格等算定委員会委員など、政府の各種委員会委員も務めている。エネルギー・環境を対象とするシステム工学が専門エネルギー・環境を対象とするシステム工学が専門

秋元: もう一つ、ここへきて液化天然ガス (LNG) の確保が難しくなっています。特に、2021年の冬は寒かったことから LNGの需要が伸び、世界中の国がLNGを買い漁ることで供給量が足りなくなりました。先の投資の話は、キロワット(kW)、すなわち将来の電力供給力 (発電能力) の確保ができないという話でしたが、今度はキロワットアワー (kWh)、つまりいま必要とされる電力量も足りなくなる。さらにウクライナ情勢により、恒常的にLNGが不足して、確保するために価格の高いLNGを買い続けることになる。我々は、今後もしばらくLNGの逼迫と、それに伴うkWhの不足、そして電力価格の高騰というリスクを負うことになるだろうと思います。

山田: 冬場は、特に夕方以降に電力消費量がピークを迎えますが、変動電源、特に夕方以降に発電量が減少する太陽光発電の比率が高くなると、どうしても需給のミスマッチが起きてしまいます。電力消費量がピークとなる冬の夕方以降の時間帯の電力需給をうまくマネジメントすることが、非常に大きな課題だと感じています。現状はLNG火力などに頼ら



Energy Highlights「キーパーソンに聞く」

ざるを得ません。

秋元: おっしゃる通りですね。LNGに関しては、ドイツや中国など、経済大国が買い占めてしまい、他の途上国が買えない事態も起きています。公平・公正な立場で、世界全体でのエネルギーの安定供給をどうするのか、国際社会の中での日本の役割と責任についても考えていかなければならないと思っています。

■ 将来の電力供給力に資する 「長期脱炭素電源オークション」

山田: 秋元さんは国の総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会の委員の一人として、日本のエネルギー政策について議論をされていますが、その中でエネルギーの安定供給に関して、どのような議論がされているのでしょうか。

秋元: まさに冒頭に申し上げた課題を背景に、構造的な電力供給力不足への対策が検討されています。その一つの施策として、2020年に容量市場*1が導入されました。ただし、この枠組みで取引されるのは「4年後の電力供給力」であり、供給が始まるのは2024年度以降です。それまでどう凌ぐのかが、喫緊の課題です。

また、たとえ4年後に供給を開始したとしても、やはり市場メカニズムに頼る以上、翌年には暴落する可能性がある。実際にオークションが始まってから大きく価格が変動していて、原子力のような長期的な運用が前提の電源には不向きな制度となっています。もともと大規模電源の場合、4年間では建設できませんし、この制度では十分にフォローできないわけですね。

そこで検討されてきたのが、「長期脱炭素電源オークション」制度で、2023年度から公募が始まります。原則、20年間分の電力の買い取りを約束し、運用開始までの期間に猶予を持たせることで、長期電源への投資を促そうという目論見です。なお、私自身、分科会で強く主張したのですが、この

*1 容量市場

卸電力市場で取引されている「電力量 (kWh)」ではなく、将来における日本全体の「電力供給力 (kW)」を確保するために2020年に設立された市場。発電事業者が売り手、小売事業者が買い手となって、「4年後の1年間分の電力供給力」を取引する。これにより、4年後に必要な電源の容量を確保する狙いがある。

*2 CCS/CCUS

CCS: Carbon dioxide Capture and Storage = 二酸化炭素回収・貯留

CCUS: Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage = 二酸化炭素の回収や有効利用、貯留



山田 竜也

(株)日立製作所・エネルギー業務統括本部・経営戦略本部 / 担当本部長
電気学会副会長、公益事業学会正会員

1987年北陸電力株式会社に入社。1998年財団法人日本エネルギー経済研究所出向を経て、2002年株式会社日立製作所に入社。エネルギー関連ビジネスの事業戦略策定業務に従事。

2014年戦略企画本部経営企画室部長、2016年エネルギーソリューションビジネスユニット戦略企画本部長、2019年次世代エネルギー協創事業統括本部戦略企画本部長、2020年より現職。

市場には原子力のほか、火力発電、水素発電、アンモニア発電、CCS/CCUS*2など、多種多様な電源が含まれています。これにより、競争を通じて費用対効果が高く、脱炭素に資する電源を伸ばしていく狙いがあります。

もっとも、トランジションも必要で、一気に脱炭素化を進めるのは難しいため、移行段階においては、水素とアンモニアの混焼やLNGコンバインドサイクルといった過渡的な発電についても、将来への道筋を示すことを条件に入札を認めています。

山田: 新制度には期待していますが、原子力発電に関して必要な投資を促すという観点では、少し物足りない印象があります。再稼働、新增設・リプレース、運転期間延長といった政府の原子力発電に対する一連の動きはあるにせよ、今後、はたして原子力発電が競争市場のなかでやっていけるのかどうか。原子力がCN実現に欠かせない電源であると考えられるなら、政策面でのさらなる支援に期待したいところです。

秋元: おっしゃるように、これらの制度だけで十分とは言いきれませんが、まだまだ予断を許さない状況にあります。ただ、こうした取り組みが投資リターンの予見性を高めることにつながるだろうと思っています。私自身は、この仕組みがうまく回れば、電源の継続的な新陳代謝を促すことができ、エネルギーの安定供給だけでなく、脱炭素にも資するのではないかと期待しているところです。

■ CNを見据えて、経済合理性の追求を

山田: ふたたび世界に目を転じて、国連気候変動枠組条約第27回締約国会議 (COP27) に出席されたご感想についてお聞かせください。

秋元: 今回はCOP26からの宿題で、排出削減目標の深掘りがテーマとなっていたのですが、これについては残念ながら

らほぼ進展は見られませんでした。日本も2030年に-46% (2013年比) と相当に厳しい削減目標を立てていますし、ウクライナ情勢の影響もあって、中国などの大国も途上国も目標を深掘りする余地がなかったというのが実情です。

一方、大きな論点となったのが、「ロス&ダメージ」の議論です。これは、途上国が、気候変動によって発生した災害で被った損失と損害への補償を、温室効果ガスを大量に排出してきた先進国に求めるというフレームワークです。しかし、先進国の排出量が減るなかで、中国やインド、ロシアの排出量が大きくなっていることもあり、議論は難航しました。結局、妥協案として、基金をつくることで合意したことがCOP27の最大の成果となりました。

ただし、合意はしたものの、実行力を伴うものになるかどうかは疑わしい。アメリカ政府はおそらく、現在の議会の情勢からして、基金にお金を出すことはないと思います。パリ協定以降、各国の主張はそれぞれ違うものの、全世界で気候変動問題を解決しようという一つの流れに向かっていたのですが、ここへきてウクライナ情勢や米中対立に見られるように世界はふたたび分断へ向かいつつあります。現実的な問題解決がますます難しい状況になってきているのです。

そこで、国際協調でのCN実現が難しいいまだからこそ、より安価なエネルギー供給技術を開発し、経済合理性を追求しながら脱炭素に向かっていくことがきわめて重要だと思っています。

山田: 非常に納得のいくお話です。現状ではまだ、CNの実現というのは温室効果ガスを減らすためのコストと捉えがちです。確かに短期的な目線で見るとコストであり、どうしても二の足を踏むところはある。ところが、2030年、2050年という目線で見れば、むしろCNの実現は新しい技術やビジネスを生み出すチャンスであり、成長戦略の一つと言えるわけですね。そして、CNの実現を成長戦略と捉えるなら、経済合理性の追求は不可欠です。私は、ここに大きく寄与するのがデジタル技術だと思っているのです。

秋元: デジタルの活用は大変重要ですね。今後は特に、DX (デジタルトランスフォーメーション) をGX (グリーントランスフォーメーション) にうまく結びつけて、エネルギー需給の

マネジメントをしたり、電力データをうまく活用したりして新しい価値に結びつけていくことが、日本の成長のためにもきわめて重要なテーマになってくると思います。

■ デジタルで電力需給をマネジメント

山田: 先ほど、2050年CNの実現に向かうなかで、デジタル技術の活用が重要になる、というお話がありました。現在のエネルギーの価格高騰にしても、デジタル技術をうまく使って無駄を省くことで、価格を抑えることができるはずですよ。例えば、夕方の電力需要がピークとなる時間帯には電気料金を高く設定し、逆に太陽光発電の発電量が増える天気の良い日中は価格を大幅に下げるといった「時間帯別の料金メニュー」を設けることもできるでしょう。こうした取り組みにより電力消費者の意識改革や行動変容につながれば、安価でクリーンな電力の活用がもっと進むでしょう。今後、電気自動車 (EV) が増え、家庭の太陽光発電がさらに普及し、蓄電池の技術が進展していけば、電力需給マネジメントがより大きな意味を持つようになると思います。

秋元: 電力は貯めにくい性質を持つため、特に需要サイドでは無駄になっている場面が多くありますね。おっしゃるように時間的な需給の不均衡をうまくコントロールしていく、あるいは地域的な需給の不均衡を調整していく際に、デジタル技術をうまく使って最適に需給をマネジメントしていくことができれば、それこそが大きな成長の機会になると思っています。

山田: そのカギを握るのが、各家庭に設置されているスマートメーターです。日本の場合、30分ごとに電力使用量を計測するスマートメーターがほぼ全世界に導入されています。ご承知のように、これを実現しているのは世界でも日本だけなんです。2025年度からは、さらに測定粒度を高めた次世代スマートメーターへの交換も順次始まる予定で、今後はここから得られたデータを解析し、新たなサービスやソリューションにつなげていくことが肝要です。その先鞭をつけることができれば日本の産業戦略となり得るし、さらには新興国のCN実現にも大きく貢献できるのではないかと考えています。

○スマートメーター設置状況

	全国	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
台数 (万台)	6,917	262.6	492.0	2,840.0	759.2	128.2	1,225.5	338.2	184.6	630.2	56.0
設置率	85.7%	70.4%	72.6%	100%	79.5%	69.3%	93.6%	67.0%	69.5%	72.5%	61.5%

(図1) スマートメーター設置状況

出典: 「2021年9月資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 電力データ活用による新たな付加価値創造 電力データとスマートメーター」

■ データの掛け合わせで新たな付加価値を

秋元: さらに、スマートメーターのデータを他のビッグデータと掛け合わせることで、新たな価値につなげていくこともできるのではないのでしょうか。データ活用の同意を得たうえで、例えば宅配便の再配達が無駄を減らすとか、スーパーの最適な出店計画を立てるといったように、別のサービスに展開しながらCO₂削減に役立てることができたらと考えています。つまり、それぞれの地域で人々が実際にどんな暮らしをしているのかをデータから見て、街全体のエネルギーマネジメントや最適な都市計画などに役立てるわけですね。ここで重要になるのが、いかに横断的にデータを結びつけ、新たな価値創出につなげていくかにあります。そのためには、他の部門・分野と積極的に意思疎通を図り、クロス・セクトラルで新たなビジネスを考えていかなければなりません。新しい価値を生み出すには、柔軟な思考で臨むことが非常に重要だと思います。

山田: そういった意味では、東京電力と中部電力の組合から始まったグリッドデータバンク・ラボの活動が株式会社GDBLへ引き継がれ、すでにスマートデータから得られる電力データの活用が始まっていますね。

秋元: 電力データを使って新しいビジネスを生み出すには、ベンチャー企業などが参入しやすいよう、データへのアクセスのしやすさなども踏まえて、制度設計をしていくべきだと思います。そうしなければ、せっかく日本がスマートメーターで先行していても、データ利活用では海外勢に追い抜かれてしまうのではないかと危惧しています。そうした中、データの利活用で注目しているのがCASE (Connected Autonomous Share&Service Electric) の進展です。今後、完全自動運転車によるカーシェアやライドシェアが劇的に進み、乗りたいときに好きな車が迎えに来てくれる、といった世界が可能になるかもしれません。そうなれば、これまで難しいとされていた運輸部門においても、CO₂の削減が進むでしょう。さらには、自動車台数自体が減るため、自動車製造に投入されていた鉄やプラスチック、ゴム、ガラスなどの材料も減らすことができます。つまり、CASEにより、エネルギー供給サイドと同時に需要サイドでもセットで転換が起こるわけですね。むしろ、こうした劇的な変化が起こらない限り、2050年CNの実現は難しいと感じています。

山田: CASEに関して言えば、日立ヨーロッパが2016年から2021年の5年間、英国ロンドンで、8000台以上の電気自動車を用いた世界最大の実証実験プロジェクト「Optimise Prime (オプティマイズ・プライム)」を実施しました。これ

は、英国のエネルギー事業者セントリカや英国郵便大手のロイヤル・メール・グループ、米配車サービス大手ウーバー (Uber) などが保有するEVのデータを収集し、最適な充電設備網や電力供給のあり方を探るという目的で実施されたものです。実証実験の結果、世界各国の商用EVの大量導入がCNの加速に貢献することを示すことができました。

秋元: それは大変重要な取り組みですね。もちろんこうした動きは、従来の自動車産業のビジネスモデルを転換させることとなります。今後は、車そのものよりも、交通システムのマネジメントなど、まさにデジタルを活用して全体としてエネルギーを減らす取り組みへと主軸が移っていくでしょう。こうした変化を国全体で成長の機会と捉えて企業横断的に取り組んでいくことが肝要ですね。

■ 安全保障や安定供給に欠かせない原子力発電

山田: ところで秋元さんは、CNの実現に向けたエネルギーミックスのなかで原子力発電の位置付けをどのように捉えていらっしゃるのでしょうか？

秋元: 原子力に賛否あるのは当然で、特に東京電力・福島第一原子力発電所においてあれほどの事故が起こった後では、強い反対があることは十分に理解しています。ただ、そうした状況を踏まえたうえで、なおかつ総合的にリスクを評価しなければならぬと思っています。つまり、原子力事故のリスクだけでなく、気候変動の問題、エネルギー安全保障、安定供給、経済性のリスクのなかでどう捉えていくのかということ。原子力というのは、それらのリスクに対しては、他に比べて圧倒的に優位な電源でもあります。経済性においても、相対的に安い電源であり、私はやはり原子力は必要な電源だと考えています。

日本はエネルギー資源に乏しく、再エネに適した平地面積も少ない。水素も海外から輸入しなければなりません。さらに、日本は製造業が強く、電力消費量も他国に比べて多い。経済を維持していくためには、エネルギーが不可欠であり、そのなかで原子力はたいへん重要な手段なのです。したがって、2022年8月に岸田総理が原子力発電所の新增設・リプレースの方向性を打ち出したことはきわめて正しい判断であり、しっかり進めていく必要があります。

山田: ただ現実問題として、前編でお話いただいた「長期脱炭素電源オークション」制度の枠組みだけでは、原子力発電所の新增設は厳しい状況なのではないかと考えています。新增設・リプレースがなければ、政府案にもあるように、エネルギーミックスのなかで原子力を20%程度確保することは難しいのではないのでしょうか。

秋元: 確かにそうです。例えば、RAB (Regulated Asset Base) モデルのように、総括原価方式による、規制料金を通じて需要家 (消費者) から費用を回収するスキームの導入が必要だと思います。また、完全な新設は難しいので、既存の原子力発電所に増設する方向で考えていかざるを得ないと思います。

今後、厳しい排出削減目標のもと、日本の電気料金だけが上がり続けるようなことがあれば、製造業の立地拠点を海外に移す動きが出てくるかもしれません。そうすると電力需要が下がって、ますます原子力に投資しにくくなり、価格が上がるといった悪循環に陥る可能性もあります。もちろん一次エネルギーの消費量は下げて脱炭素化を図るべきですが、一方で、電力需要を上げて、廉価な電力を提供していくことが本来のあるべき姿だと思います。

■ 分散電源と送配電網の最適化に資する長距離高压直流送電

山田: 一方で、再エネの活用においては分散電源と送配電網のあり方も、大きな課題となっています。一般送配電事業者の送配電網は託送料金制度のもとで、必要なコストは基本的に電気料金として回収することができます。今後、再エネの普及で電源が分散化し、一般電気事業者の送配電網を利用しないオンサイトでの発電が増えてくると、送電線の利用率が低下し、託送料金の回収が困難になって、その結果としてさらに託送料金が上がってしまう、という悪循環が懸念されています。

秋元: 現在、電力広域的運用推進機関 (OCCTO) において、再エネを50%とした場合に、どういった送電網を構築すれば費用対効果が得られるかを検討しているところです。ただ、そのためには送電網の増強に6~7兆円の費用が必要になると試算していて、実現は容易ではありません。もっともこれは、変動する再エネを増やしていくなかでは必須の投資だと考えています。いずれにせよ、分散電源をどううまく活用していくのか、需要をどう配置していくのかも含めて、総合的に計画していく必要があるわけですね。その一つの解として、海底直流送電、長距離高压直流送電には大いに期待しています。

山田: 高压直流送電システムについては、まさに日立がいま取り組んでいます。ただ、その整備には莫大な費用がかかるため、資金調達や投資回収に関するリスクをどうやって低減するのかという課題があります。また、日立は日立エナジー (旧ABBのパワーグリッド部門) の送配電システムを持っていますが、こうした海外の技術を日本のなかでどう適応させていくかという問題もあります。

秋元: そこはまさにいま政府で議論しているところで、早期の整備に向けた公的ファイナンスも含めた後押しが必要だろうと考えています。また、先ほどもお話ししたように経済合理性の判断からは、信頼性を担保しつつも海外の技術も中



中部電力パワーグリッド飛騨信濃周波数変換設備：日立の高圧直流送電 (HVDC) システムを納入。交流フィルタに日立エナジー製品が採用されている

長期的な視点で積極的に活用していくことが重要だろうと思っています。

もっとも、世界を見渡してもこれだけの技術力を誇る国は、日本以外には数えるほどしかありません。やはり日本は引き続き技術で新たな解を生み出しながら、CNを牽引していくべきでしょう。その中で原子力、再生可能エネルギー、デジタルと総合的にインフラ事業を展開している日立には大いに期待しています。需給をセットでマネジメントできるような新たなシステムを提示していただき、CN実現に向けて社会をよりよく変えていってほしいと願っています。

山田: ご期待に応えられるようにがんばります。本日は長時間にわたり、ありがとうございました。



● 本記事は、日立製作所のエネルギーポータルサイトに掲載されています。

■ 前編

https://www.hitachi.co.jp/products/energy/portal/case_studies/case_018.html



■ 後編

https://www.hitachi.co.jp/products/energy/portal/case_studies/case_019.html



HITACHI
Inspire the Next

グリーンな未来を、 デジタルで。

日立は先進のグリーンテクノロジーとデジタルソリューションで、
皆さまと一緒に、カーボンニュートラルの実現に向けて取り組んでいます。

© 株式会社 日立製作所 グリーンエナジー&モビリティ

<https://www.hitachi.co.jp/energy>



日立のエネルギーソリューション
詳しくはこちら



2023年3月発行 (非売品)

発行元：株式会社日立製作所 エネルギー業務統括本部

© Hitachi, Ltd. 1994, 2023. All rights reserved. (禁無断転載)