GREEN FORUM 21

Green Journal

グリーンフォーラム21　2021年度 活動報告書

日刊工業新聞社

Green Journal

GREEN FORUM 21

CONTENTS

巻頭言　「国際危機の中での地球環境問題」…… 2
座長　藤井 康正

寄稿　「激動の 2021 年度のエネルギー・気候変動対応を振り返って」…… 3
学界委員　秋元 圭吾

「エネルギーリテラシーの向上が必要だ」…… 4
学界委員　竹内 純子

「21年度の資源循環技術委員会について」…… 5
資源循環技術委員会委員長　水戸部 啓一

活動報告　第 1 回 事例研究会 …… 6
「建築分野でのカーボンニュートラルに向けた挑戦」

第 2 回 事例研究会 …… 15
「エネルギー基本計画とその周辺」

第 3 回 事例研究会…… 23
「持続可能な街づくり」

資源循環技術委員会…… 31
「先進企業各社によるカーボンニュートラルへの取り組み」

資料　2021年度委員紹介…… 40
2020年度 活動報告紙面…… 41
グリーンフォーラム関係諸機関…… 48

（文中の肩書は、いずれも当時）

GREEN FORUM 21 巻頭言

国際危機の中での地球環境問題

座長　藤井 康正
（東京大学 大学院工学系研究科 教授）

新型コロナウィルス感染の影響は徐々に収まる気配を感じるが、予断を許さない状況にある。そうこうしているうちに、今度は2022年2月下旬から始まったロシアのウクライナでの特別軍事作戦の動向が心配になってきた。ウクライナ危機に伴うロシア産エネルギーの輸入禁止措置は、1970年代の石油危機に匹敵するエネルギー危機を引き起こすとも言われている。ウクライナ危機の以前から国内で兆候が見られていた電力危機もあわせて、2020年10月のカーボンニュートラル宣言が古臭く感じてしまうほど、エネルギーに係る様々な社会的課題が次々と顕在化している。

このフォーラムが設立された1991年以来の変化が、この2~3年で急に訪れているような状況であろう。中長期的には、非ロシア産の化石燃料資源の供給能力を数年内に大幅に拡大する政策と、カーボンニュートラルを2050年までに実現する脱炭素化政策という、互いに相反する二つのエネルギー政策を10年程度の時間差で推し進めていかなくてはならいという一筋縄では行かない困難な課題を背負うことになった。国際紛争をきっかけにエネルギー安全保障への関心が高まっていることに対応して、地球環境問題に対する我々の考え方も改めて深化させる必要があるように思う。冷戦後の国際社会で、ここまでの紛争危機は想定されていなかったのではないか。

ところで、2021年度の事例研究会では、まず初回では、建築分野でのカーボンニュートラルに向けた取り組みを取り上げ、建設時のCO_2排出やエネルギーの需要サイドでの脱炭素化への取り組みについて多くのことを学べた。第2回では、第六次エネルギー基本計画が国から発表されたことを受けて、エネルギー基本計画とその周辺、厳しい排出目標が経済へ及ぼす影響や、水素などの新技術実現可能性について討議し、計画実現に向けた課題の多さを改めて認識した。そして第3回目は、再生可能エネルギーを基本とした持続可能な街づくりについて、新規参入の若手経営者の方々から、電力市場価格の高騰の影響、人材育成、同分野のビジネスモデルの将来展望など、広範な話題について有用な意見を伺った。

多くの方々のご協力を得てこれらの事例研究会を開催できたことを嬉しく思うとともに、ご関係者の皆様には心より感謝申し上げたい。

GREEN FORUM 21 寄稿

激動の2021年度のエネルギー・気候変動対応を振り返って

学界委員　秋元 圭吾
（地球環境産業技術研究機構　主席研究員）

2021年度もエネルギー・気候変動対応をめぐって激動の1年であった。また、2020年度から引き続き、新型コロナは変異しつつパンデミックは継続した。2021年度末になってようやく出口が見え始めた。2022年度は、新型コロナリスクが極めて小さいものとなることを願っている。新型コロナリスクについても、そのリスク対応は、コロナリスクと他の様々なリスクとのトレードオフを踏まえて行わざるを得ず、また、それが正しいリスク対応である。新型コロナのリスクの不確実性が大きい場合は、強めのリスク回避的な行動は必要であるが、科学的知見の集積とともに、リスクとリスクのトレードオフを踏まえた合理的な対策が求められる。

気候変動対応も同様である。様々なリスクとリスクとリスクのトレードオフを踏まえた合理的な対策が必要である。足下の排出量は、新型コロナで一旦大きく下がったが、すぐに元に戻り、各国の誓約である2030年の国別貢献NDCsがすべて実現したとしても、2℃目標とは大きなギャップがあるとされる。ましてや1.5℃目標とは大きなギャップがある。

高い目標を掲げることは重要である。一方で、高すぎる目標は、対策の効率性を考えず、非合理的な対策までを正当化させかねず、費用負担が大きくなっていくことへの懸念がある。また、高すぎる目標は、目標だけで行動を伴わない諦めも生みかねない。費用対効果が高い対策は、リスクとリスクのトレードオフのバランスを図ることも可能であるし、ひいてはSDGsの同時達成を目指す上でも重要である。2050年カーボンニュートラルは掲げる目標としては良いと思うが、それにしても、ここ1年あまりの気候変動、カーボンニュートラル一辺倒となったような動きには少し不安を覚えている。

目下、ウクライナ戦争によるエネルギー価格等の高騰や、日本国内では電力需給ひっ迫などのリスクも顕在化した。これらの一部は、気候変動政策の歪みによって生じたとも考えられる。益々、多様な視点で、リスクの総合的な管理を行い、気候変動対策を実効性のある形で持続性をもって解決していく重要性が増してきている。本フォーラムは、意欲ある産業界の参画を得て、多様な視点で環境問題に取り組もうしており、2021年度も貴重な機会となったと考えている。

GREEN FORUM 21 寄稿

エネルギーリテラシーの向上が必要だ

学界委員　竹内　純子
（国際環境経済研究所　理事）

日本の電力供給がおかしくなっている。電気はスイッチを押せば点くものと思っていたのは過去のこととなった。閣議で「エアコンは一つの部屋に集まって」「テレビはみんなで一緒に見る」と議論したり、6月に猛烈な暑さに襲われ政府が節電要請を出したり。2023年の冬には大企業などを対象に「電気使用制限」を発令し、違反した企業には罰金が課される可能性もあるという。こうした度重なる報道を受けて「電力の安定供給もできないなんて、日本はもはや後進国なのか?」という悲痛な声や、再エネの導入や送電線整備を進めなかったせいだとして、政府や大手電力会社の責任を問う声がテレビやラジオ、ネット上でにあふれている。

電力は「インフラ中のインフラ」として、通信、水道、医療、交通などあらゆるインフラを支える役割を担う。電化やデジタル化の進展とともに、社会の電力への依存はより高まっており、その安定供給がおぼつかないことに国民が不安や怒りを覚えるのは当然のことだ。しかし解決策の議論には、最低限のリテラシーが必要だ。わが国では義務教育課程で、エネルギーについて総合的に学ぶ機会が無い。メディアにその役割を期待したいところだが、残念ながら、むしろ分断に拍車をかけるような発信が多く目につく。

あるテレビのニュースキャスターは、「再エネ導入も足踏みし、火力発電を廃止してきたのは、原子力が必要だという世論形成のためではないか」という陰謀論を口にした。わが国の再エネ導入については、筆者自身もまだやれること、やるべきことがあると考えているし、現状で十分だというつもりは毛頭ない。しかし、わが国の再エネ導入量は世界第6位であり、太陽光発電について言えば中国、米国という国土面積がわが国の25倍もある国について第3位である。拡大のスピードも世界に類を見ないほどだ。その対価として、再エネ発電賦課金は年間2.7兆円に膨らみ、日本各地で迷惑施設化した再エネも生んでしまったが、それは今回は本題ではないので脇に置こう。「再エネ導入が足踏みした」というのはどのような事実認識に基づいているのだろうか。

こうした事実関係すら怪しい言説が飛び交い、国民を疑心暗鬼に陥れ、前向きな議論を難しくしてしまう。政府や大手電力会社が、これまで透明性のある情報開示や、わかりやすい説明を怠ってきた結果でもあり反省が求められるが、日本のエネルギー政策の立て直しに向けて、何よりもエネルギーリテラシーの向上が必要だ。

GREEN FORUM 21 寄稿

21年度の資源循環技術委員会について

資源循環技術委員会委員長　水戸部　啓一
（国際経済環境研究所 理事）

資源循環技術委員会は、参加企業の環境取り組み先進事例（Best Practice）の発表と意見交換の場で、その事例を共有することで参加各社の取り組みの向上につなげるとともに、社会への発信により広く啓発を行うことを目的としている。

昨年度は「カーボンニュートラルへ向けた各社の取り組み」をテーマに、会員企業3社から先進事例のご発表を頂いた。カーボンニュートラルは資源循環を含め様々な環境問題に関連がある。例えばCO_2削減が期待されているバッテリー電気自動車をライフサイクルのCO_2排出量で見た場合、搭載されるリチウムイオン電池の製造には多くのエネルギーが必要で、また材料構成や素材精製方法などによってCO_2排出量に違いがあり、ガソリン車に対するCO_2削減効果が期待ほどではなく、電池製造時の電力の低炭素化、素材の選択、リユースやリサイクルなどの適切な対応策が必要になる。

各社の発表では、素材関連企業の事例として、炭素繊維の製造エネルギーは大きいが、軽量化によって航空機の燃費が良くなることでライフサイクルでのCO_2が大きく削減できるなど、環境問題に素材の革新を通じてビジネスとしても大きな期待が出来るとした。またIT関係企業の事例では、ICTを用いたサプライチェーン全体の見える化やエネルギーマネージメントの効率化などのサービスと、低消費電力の革新的なICTインフラの提供でビジネスの拡大を目指すとしている。

自動車製造企業は、2040年までに電動車100%を目指す中で課題となる資源問題に対し、循環資源の利用を拡大するサステナブルマテリアル100%の製品づくりを目指す取り組みを紹介した。

この場では、素材の革新や高度なリサイクルの技術によってライフサイクルでの資源やCO_2排出の削減の可能性があり、ICTにはプロセスを革新し、効率的な運用などでエネルギーや資源の削減に繋がることなどを共有した。今後も技術委員会の場を通じて情報を共有することで、各社の取り組みの高度化とイノベーションの一助となることを期待したい。

❖❖ 第1回 事例研究会 ❖❖

建築分野でのカーボンニュートラルに向けた挑戦

第1回事例研究会は「建築分野でのカーボンニュートラルに向けた挑戦」をテーマに実施した。建築を主題としたことから、藤井康正座長が親交のある慶応義塾大学理工学部教授の伊香賀俊治氏の助言を受け、登壇される講師も人選した。カーボンニュートラルの達成が求められるなかで、二酸化炭素（CO_2）の排出は、産業、運輸、民生であり、民生のほとんどが建築関連で、将来的な役割も期待されていることから、活発な議論がされた。

脱炭素社会に向けた住宅・構造物の取り組み

2050年カーボンニュートラルには高い壁

慶応義塾大学 理工学部教授
伊香賀 俊治 氏

わが国のCO_2排出量の40%は建築関連だ。1990年当時、CO_2排出量は日本全体で年間11億ﾄﾝ、うち建物運用は25%ほどだった。建築は建てる時にも、改修工事、廃棄リサイクル時、処分時にもCO_2が出る。2005年度は13億ﾄﾝに増え、構成比は41%と全然減らず、増えている。景気の影響で新築工事が減っても、運用が32%と増えたのは日本の建築ストックが増え続けたからだ。

京都議定書の1998年ごろ、建築学会声明を出した。数値目標達成のため、全ての新築建物で30%省エネ対策、改修建物では15%省エネとした。さらに耐用年数の3倍延伸、諸外国並みに100年以上もたせるためだ。2050年に90年比59%減と、当時の削減目標に辻褄（つじつま）が合うぐらいになったが、50年にカーボンニュートラルなので、はるかに上回る努力を求められている。

パリ協定で2030年に13年度比で26%減とされ、部門別のCO_2削減割り当てが閣議決定された。民生家庭部門、住宅のCO_2に関しては現状の39%削減、業務に関しては40%削減と、極めて、意欲的な数値目標だった。これが今回46%減という国全体の目標に対して建築はどこまで減らさなければいけないか議論になっている。

実はIPCC（気候変動に関する政府間パネル）レポートに建築の章があり、本格的対策にはかなりの初期投資必要で、エネルギー比では元を取れない。投資回収に時間がかかり過ぎるので、健康の便益、あるいはプロダクティビティ、生産性向上など、経済活用をお金を出す人に伝わるようにしなければいけないと書かれた。そのため、私の研究室では健康や生産性の便益に力を入れてきた。

住宅では慶応型共進化住宅という戸建て住宅モデルがある。経済産業省のプロジェクトで各大学が2030年に日本に普及させるべき住宅のコンペがあ

伊香賀教授グループが提案した慶応型共進化住宅

り、慶応はライフサイクルCO_2ゼロ住宅を提案した。

大規模な建物ではZEB（ネット・ゼロ・エネルギービル）も難しいが、ライフサイクルのCO_2をゼロにするのはもっと難しい。実現可能な範囲で頑張ったのが高知県の梼原町総合庁舎だ。大規模な地場産木造庁舎である。最初のCO_2を減らし、屋根全てを太陽光発電パネルにしたが40%減にとどまった。

運用段階はエネルギー消費プラマイゼロという意味で言えば横ばい、ただCO_2なので、電力供給側の努力が加味されても累積CO_2は減ることにはならない。

ライフサイクルカーボンマイナス（LCCM）と称しているが、この研究当時、直線的に下がるのは電力供給側の努力は無視して、CO_2排出係数変化なしとみなして、解体までにマイナスに持っていければよしとしようと考えた。

以前は解体するまでにゼロに持っていけたのだが、今はもうそういう時代ではない。要は、2050年に限りなく電力のCO_2がゼロになるという、その流れを乗せるとLCCMではなくなる。

「CO_2ゼロ建設」は、鉄やセメントでつくる分を木材に置きかえるとか、トラックを電気自動車にするとか、電気自動車で運べる資材を調達するとか、現場の建設機械もディーゼルではなくて電気で動かすとか、大胆な発注の仕方を、模索し始めているという状況だ。

慶応型共進化住宅も国産杉材のCLT（直交集成板）を使うだけでなく、内装にそのまま見せて、木の健康効果なども取り入れるプロジェクトだ。木造の場合と鉄骨造の場合で構成比率が結構違うが、CO_2を減らす分としては、例えばコンクリート、セメントで、石灰石起源のセメントを、高炉セメントとかフライアッシュセメントとか、そのリサイクルセメントに置きかえることで、建築分としては減らし得る。

木材と言っても、国産か輸入かで同じ木材一つとってもCO_2の出方は全く違う。以前、国土交通省のLCCMの研究プロジェクトで、現地調査や統計調査を行い、木材データベースをつくった。材質、乾燥法、輸送距離などを反映できるようなものにしている。

「建築用製材のCO_2収支の推計」がある。木材の炭素固定については、国際ルールが変わってきた。以前は伐採段階でCO_2は全量排出ルールだった。「木材はCO_2を吸収する、いい材料」になるが、木材は約50年かけて利用可能になる。CO_2を吸収しながら育った木材による建物を短期間で取り壊したら、全く意味がないというスタディーもしている。

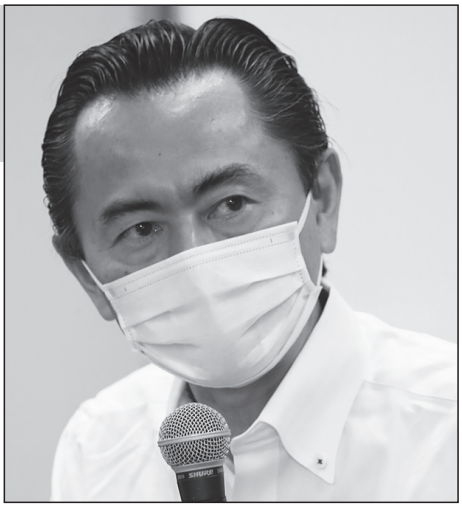
例えば40年で伐採する杉、国産の杉の場合だが、その杉を100%バイオマス乾燥、石油を使わないで木材を乾燥させるという、そういう木材を使った場合でも、例えばここでは「建物でその木材を70年以上使って、ようやくCO_2の収支が合うよ」という計算をしている。

それから、50年かけて育つヒノキについては、100%バイオマス乾燥、石油を使わない乾燥をしたとしても、77年以上、建物の寿命をもたせてようやくCO_2の収支が合う計算になる。

建築学会は3万5000人の会員を擁する。21年3月に学会の国連の持続可能な開発目標（SDGs）宣言をまとめられた。合意形成が難しくて、学会としては遅い方だと思うが、脱炭素だけでも相当責任のある分野ということで、SDGsと合わせて取り組まなければということだ。

地域工務店におけるＬＣＣＭ住宅の取組

顧客がグリーンコンシューマーに



エコワークス 社長
小山　貴史 氏

エコワークスはライフサイクルカーボンマイナス（LCCM）住宅に取り組んでいる。社業は国産材を中心に構造材等100%国産で地域材を使う家づくり。福岡、熊本を中心に原木の入札段階から地域の素材生産業者と連携、木材の産直流通をしている。グループは56年目だが、当社自体は17年目で典型的な地域の中小企業だ。

ゼロエネルギーハウス（ZEH）比率は9割を達成。エネルギー基本計画での目標がZEHは2020年までに新築の戸建て、注文住宅で5割以上、2030年までに平均ZEH化が掲げられている。私どもは20年で平均ZEH率が、全体として153%なので、30年目標までは達成済みだ。

LCCM住宅は50年に向けて普及が望まれる住宅のあり方で、当社は約4割の普及をしており、全国で最も高い部類と思う。

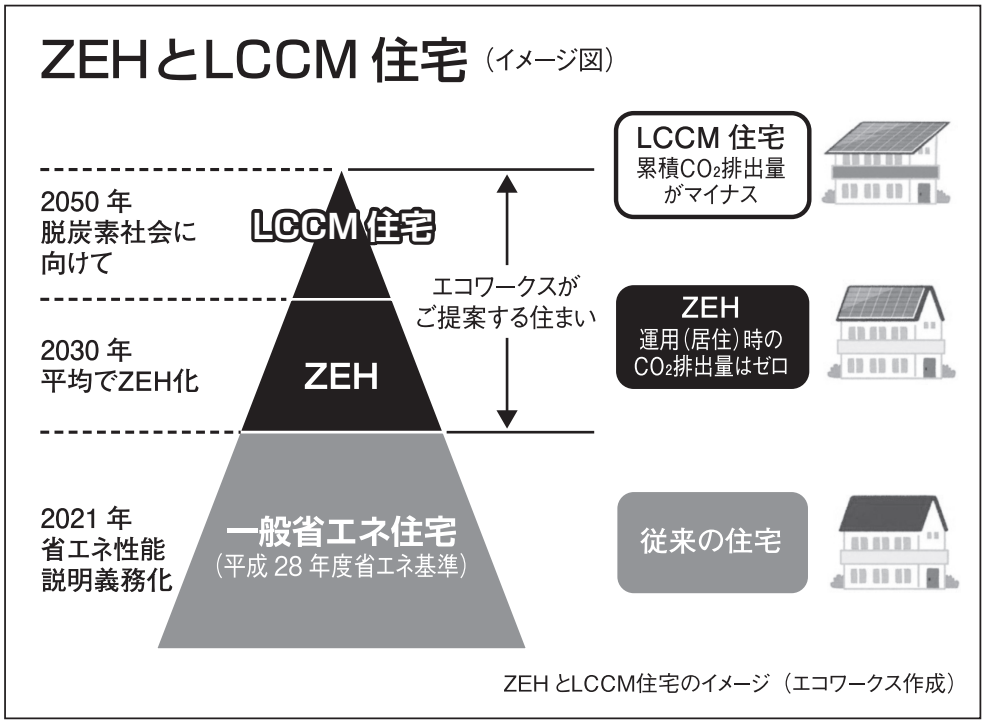
LCCM住宅のモデルハウスは福岡にある。約130平方㍍、太陽光は11㌔㍗で、大容量が必要だが、住まい方は一般住宅で、設備が多少異なる程度だ。

LCCMの仕様は大きく2点。一つは「1次エネルギー消費量の削減」。断熱性や設備の高効率なものを使い、標準より25%以下にすることや節水型にするのが基準。二つ目は建物を長く使う。短寿命ではライフサイクルカーボンマイナスまで行き着かない。私どもは耐久年数90年以上を前提に設計。外壁材の交換周期、屋根の耐用年数などの基準をクリアすることでLCCM認定が取れる。3番目は大容量太陽光。ZEHは温暖地なら約5キロ㍗程度で達成するが、LCCMは当社の住宅で平均でも7・5キロ㍗以上で、実際に載せているのは9・2㌔㍗ぐらいだ。

ZEHとLCCM住宅の違いはZEHついて、エネルギー基本計画で「2030年平均のZEH化」が示され、LCCMが「2050年に向けて」と整理している。当社は両方を顧客に提案している。LCCMの方が大容量のパネルを搭載するイメージ。日本の住文化で、屋根面を大型化するにはデザイン上の工夫が必要で課題だ。断熱性経費の経済メリットは以下のように説明している。10年以上住むなら、ZEHにしたほうが光熱費は安くなる。30年以上住むならZEHの1個上にZEH+という断熱基準があるので、30年以上住むなら後者を勧めている。

ZEHの基準に高効率設備の項目があるが、省エネ基準から20%以上とされ、LEDとエコキュート（高効率給湯設備）で楽にクリアできる。個人的にはZEHの省エネ性20%以上との設定は低過ぎたと思う。ZEHの基準は太陽光発電でネットゼロで、年間で差し引きゼロなので、一般戸建て住宅なら、概ね4㌔から5㌔㍗ぐらいでゼロになる。

住まい手の視点からのLCCM住宅を考えたい。お客様にとってCO_2を出さないことは当初は関心事項ではない。経済的メリットは感じても、CO_2を出さないことに価値を持って建てる方はとても少ない。そこで、「Z



ZEHとLCCM住宅のイメージ（エコワークス作成）

EHよりもLCCMの方が30年間のシミュレーションで経済メリットがある」と説明をしている。

太陽光発電の劣化や、住宅ローンの金利など細かく試算する。回収はZEHの場合13年、LCCMの場合10年、大容量になると1キロワット当たりの単価が安くなるので、より回収しやすい。エネ庁の算定委員会資料はキロワット30万円前後での試算だが、大容量化で回収年数は前倒しになると説明している。3年前の施工例だが、自家消費と売電で年間31万5000円のメリットがあった。10年で元は取れる。

卒FIT（再生可能エネルギー固定価格買取制度）後は、電気自動車（EV）の普及もあるので、「売電よりも自家消費すれば大体10倍ぐらい得になる」と話している。暮らしのエネルギーネットゼロのイメージは、ZEH（国の基準）には家電が入っていない。家電がパネルで言うと2キロワットぐらいに相当するが、家電を除いて、建築物としてゼロにするというのが、ZEHの定義になる。

LCCMは家電を含めてゼロ定義されている。大体7000キロメートルぐらい走る車が年間1キロワット、1100キロワット時ぐらいの発電で賄えると想定。「築10年後、EVも含めて、暮らしのネットゼロにしませんか」と提案、丁寧に経済メリットを説いている。

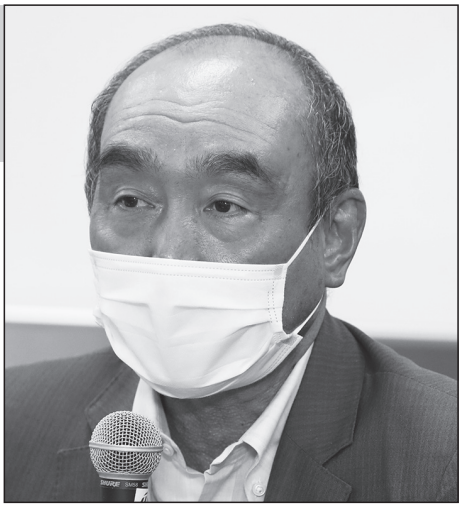
CO_2にはほとんど関心がなかった方が、設計中のレクチャーで、「ZEHがいいと思っていたが、極端に言えばLCCMでなければいけないと考えが変わった」。経済的メリットと同時にCO_2削減の大切さを説明すると、お客様の価値観がグリーンコンシューマー的に変わっていく。国には補助金制度があり、LCCM住宅が一番金額が大きいが、3省連携で支援がある。

企業視点では省エネの住宅提供もあるが、脱炭素経営にもなる。私どももSBT（企業版2度C目標）の中小企業版に取り組んでいる。去年から中小企業は審査でなく、簡単な登録制度として新設されたので、登録を済ませ、30年にはゼロにしようと。工場も無く、もともと排出が少ないから、比較的簡単にできるので取り組んでいる。中小でも20社ぐらい登録があるかと思う。

私どものZEHとLCCMはSCOPE3になる。建築時のCO_2削減、また商品として供給した後、その商品が排出するCO_2を減らすことで、LCCMやZEHは、SCOPE3の削減につながる取り組みと位置づけている。

ヒューリックの2050年CO_2排出量ネットゼロに向けた取り組み

太陽光50施設整備、25年RE100達成



ヒューリックプロパティソリューション 副社長
浦谷　健史 氏

CO_2排出量削減に取り組むきっかけは、ZEB（ネット・ゼロ・エネルギービル）化から始まった。都心に中小規模ビルを多く持つため、自社ビルを遠隔地の再エネ施設によってZEB化するいわゆるオフサイトZEBという取り組みが出発点だ。

ロードマップは2019年起点だが、この時にRE100（再エネ100%）に加盟して、25年の達成を宣言した。達成年度が早いだけでなく、当社の特徴は自社保有のFIT（再生可能エネルギー固定価格買取制度）電源により100%達成することだ。従来のビル単位でのオフサイトZEBを企業単位での総量ネットゼロに考え方を発展させた。

RE100達成を達成した以降も25年間、同ペースで再エネ施設の開発、保有を続けることによって、50年には保有ビルのCO_2排出量ネットゼロが完結する。SCOPE3全てを網羅するわけではないが、多少先取りしたネットゼロの取り組みだ。

もう一つの特徴は「自社グループ完結型のコーポレートPPA」スキームの構築である。ヒューリックプロパティソリューション（HPRS）が小売電気事業者（PPS）となり、ヒューリック本体の所有する再エネ施設から生み出す再エネ電力を買い取り、電力会社の託送料、インバランス費用等を上乗せし、ヒューリック所有ビルへ売電している。このスキームを自社グループの中で完結している。

この仕組みによって、ヒューリック本体の再エネ電源への投資に対する利回り（=買い取り価格）、PPSであるHPRSの採算性、ヒューリックが所有するビルの電気代（≒現在の東京電力への電気代）の三つをバランスさせている。

また、ヒューリックが所有する非FIT太陽光発電設備については、そのすべてを新規開発している。これは環境省が提唱する「追加性」へのこだわりであり、所有する再エネ設備容量がそのままCO_2排出量削減への貢献度を示す指標となる。

25年にRE100達成時のヒューリックグループで使う全電力は、年間で約60ギガワット時と試算。これを太陽光で全部賄うと大体整備容量で53メガワットとなる。当社保有の太陽光は1カ所で1メガぐらいなので、大体50施設を25年までに整備し、RE100を達成する計画だ。

もう一つの挑戦が小水力発電開発。群馬県の川場谷で5月1日に開所、系統連携を始めた。今のところはFITを使っている。FITの小水力は200キロワットで価格の境があり、ここは199キロワット、キロワット当たり34円のFITを使っている。2040年にFITが外れた段階で、50年計画に組み込む。電力強靱（きょうじん）化の観点で天候に左右される太陽光に比べてエネルギーミックスという意義で開発している。許認可と技術的なことを含め、3年かかった。水力発電も26年までにあと2カ所、以後も順次開発するが、太陽光よりも難易度が高い。

2050 年CO_2排出量ネットゼロに向けて

【追加性】

再生可能エネルギー設備の開発規模

【～2050 年まで：RE100 達成 HLC本社ビルおよびHLCグループ入居ビルが対象】

必要な発電設備	53MW (60GWh)	発電量を一般家庭が使用する年間電力に換算すると**約 17000 世帯分**に相当
再生可能エネルギーの開発	太陽光発電（非FIT）50 拠点程度	

2026 年以降～：全保有物件の再生可能エネルギー化

再エネ事業とは別の事例を紹介したい。一つは東京・葛西の臨海地区ある業務用施設。余剰の容積と土地があるのでロジスティック棟増築を考えている。延べ床で約2万平方㍍。屋上に全面的に太陽光パネルを敷設、550㌔㍗分ぐらい敷けるが、系統連携せず、施設の中で使い切る予定。物流施設で土日は稼働するが、夜間は動かないので、太陽光と非常に相性がよい。パネルの設備投資が約1億円だが、ビル全体の約 20%の電力が賄えて、電気代換算で年間約1000万円だから効率のいい投資になる。

もう一つは日本橋大伝馬町の本社ビル。完成は 12 年で環境配慮、長寿命、ＢＣＰ（事業継続計画）を見せるショールームとして計画した。免震構造で太陽光発電、雨水利用、節水型器具、LED照明はもとより、自然通風や自然採光を利用している。マサチューセッツ工科大学と共同研究提携を結び、自然採光による照明電力および自然換気による空調電力の低減技術を初めて取り入れた。自然換気システムでは各階で取り入れた自然通風を蓄熱材を仕込んだシャフトによって排気し、重力換気のみで動力を使わずに自然の通風を呼び込める。

これらの技術により通常のビルの約 50%削減、ZEBレディを達成しているので、残り 50%をオフサイトの太陽光発電所で賄えば、オフサイトZEBみたいなものはできるというのが、最初の発想。そこから出発し、RE100という企業単位でのCO_2ゼロに考え方が変化してきた。

◆サステナブル社会へ　継続性と具体性が重要

最後に木造の取り組みを紹介したい。銀座8丁目の中央通り沿いで、木造商業ビルを建設中。地上 12 階、地下1階のビルで鉄骨造と木造のハイブリッドで、耐火木造技術を使っている。鉄骨でやるところを木造に置きかえている。スラブ材にもCLTを使っており、CLTを型枠代わりにコンクリートを打ち、床を一体成型している。使った木材は全部で300立方㍍ぐらいになる。その9割が柱はりという構造部分だ。木材は鉄やコンクリートに比べて生産過程でのCO_2排出量が極端に少ない。鉄やコンクリートの躯体部分を木に置きかえることでCO_2排出量を削減できるメリットがある。今後はハイブリッド木構造の老人ホームを計画している。

サステナブル社会への取り組みで、重要なのは継続性と具体性だ。継続するには企業にも消費者にも経済合理性が必要だ。また、30年先のことで大きな題目を構えるのでなく、近未来に具体的な目標を設定することが重要と思う。私どもは2030年を見据え、今の2050年計画のブラッシュアップを考えている。

意見交換

再エネ出力抑制は？
地方で東京と同様に成り立つか

藤井座長　本日は「建築分野でのカーボンニュートラルに向けた挑戦」という題目にした。建築なので、別の委員会等でご一緒いただいた伊香賀先生にご助言を頂戴した。私自身はエネルギーシステム研究者としてカーボンニュートラルを見ているが、CO_2が出ているのは、産業、運輸、民生であり、民生のほとんどが建築関連で、将来的な役割も期待されているところかと思う。ディスカッションを進めたい。

竹内純子委員　CO_2削減というと、エネルギーのつくり方（供給側）に議論が集中しがちだが、需要の場面での減らし方が非常に重要であると思っていた。“エネルギー政策屋”としては、政策的な持続可能性が気になる。経済的にも顧客にとってメリットが出るということであったが、それはＦＩＴ（再生可能エネルギー固定価格買取制度）の国民負担があるから。エコワークスの小山社長が説明された顧客に丁寧に経済メリットだけでなく、「べき論」も含めて話をされるとお客の価値観が変わるのは示唆深いが、負担の公平性なども気になった点だ。

再エネが急速に広がり、この先、出力抑制などのルールも変わっていく可能性がある。描いた経済メリットが狂ってしまうことがある。そうした不確実性については、どの程度まで説明されて理解を得ているのか。

小山氏　出力制御については、お客さまにはまだ説明をしていない。10キロワット以上について産業用は説明するが、住宅用については、出力制御の順番のガイドラインで、住宅用は最後とガイドラインが出ているので、今から10年間は、まだないのではと判断している。九州なので産業用の出力制御は始まっているので、タイミングが来たら、住宅用についても理論的に可能性があることは、いつかの段階で説明しなければいけないかと思っている。

竹内委員　ご説明いただいたのはＦＩＴ制度の外、すなわちＦＩＴ賦課金の支払いを逃れられるので、コスト的にメリットが出るということだと、こうした選択肢が増えるメリットも理解する一方で、再エネ発電賦課金という、ある意味、「税金のようにみんなで公平に負担しているものを負担しません」ということなので、このビジネスモデルが急速に広まっていくことが是なのか非なのかというところは、迷ってしまうところがある。すごくよい事例を聞かせていただいたと思う一方で、どうしても小骨のように引っかかるところがあり、その辺を浦谷様は、どうお考えだろうか。

今はＦＩＴがあるがそこから脱却していくにあたり、各企業が追加性を持って再エネを導入できる、そのビジネスモデル・スキルを積み重ねておく必要がある。そうした意義を持ってこの事業を始められたのだろうとは思うが、現状のＦＩＴ賦課金を支払わないというビジネスモデルについて、どのようにお考えかを伺いたい。

浦谷氏　再エネ賦課金についてだが、ＦＩＴという制度を利用して再エネ賦課金のメリットを受ける立場と、消費者としてそれを払っている立場と、その両面から突かれたのは初めてなので、ご指摘に感謝したい。

一つは、２０５０年の最終形はともかくとして、25年のＲＥ１００達成の時点までで言

うと、うちのビルで使用する電力は全電力の25%ぐらい。

だから、うちのＰＰＳ（電力事業者）は基本的には東京電力からも電力を買って、混ぜているので、自己託送しているわけではなく、再エネ賦課金は支払っている。ただ、自社完結型コーポレートＰＰＡ（電力販売契約）と言ったが、これも将来的には問題を含んでおり、50年にすべての建物をカバーするには、現在のスキームでは成り立たなくなり、スキームの再構築が必要になる。

現在は自社、うちのＰＰＳだけでやっているが、規模が拡大されると、大手のＰＰＳとのタイアップとか、東京電力とのタイアップによって、売買の仕組みを順次構築していくことは必要と思っている。この形のまま50年まで通すのではなくて、拡大に応じて検討していかなければいけない。

秋元圭吾委員　伊香賀先生のご講演だが、業務、家庭の部分が非常に上昇していながら、目標は非常に低い形になっている。このギャップは、大体、産業部門、運輸部門は削減がうまくいっているが、業務、家庭がうまくいっておらず、流れを突然変えるのは簡単ではないと思う。そこについて、少しコメント、補足いただければ。

それから、既設の改修が重要だと思うが、余りお話がなかった。ただ、やはり既設だとすると、元がとれると言っても、老人の場合、本人の寿命と強いられる負担を考えると心理的なバリアも存在する。既設の改修について、見解を教えていただきたい。

伊香賀氏　過去の家庭部門も業務部門も増え続けるのは、先進国並みの広さがようやく確保できたというか、要は日本が発展途上で、現在、その建物の広さの観点で、エネルギーがどうしても増えたという過去がある。

一方で、諸外国と異なり、住宅とかビルを新築する時の省エネ基準の適合義務とかいうところが、日本は緩かった。新しく建てる際、諸外国なら、かなり徹底した省エネを図らないといけないが、日本の場合には大丈夫。大型ビルやマンションは別だが、多分その辺の政策の遅れが、結局増え続けてしまったという根本原因だろうと、まずは思っている。

一気に減るかというと、まずこれ自体に多くの人が「できるはずないでしょう」と言っている状況。国土交通省、経済産業省、環境省の３省合同の省エネ検討会で、新築時の省エネ基準適合義務化がようやく前進したところだ。

ただ、今の省エネ基準というのは、諸外国に比べるとものすごく緩い基準と位置づけられ、それすら満足できない。ようやく「もう新築は全て守らないと建ててはいけないよ。特に一戸建ての小さい住宅も建ててはいけないよ」という方向に一歩進み始めた。それだけ遅れている。

住宅について言うと、日本に５０００万軒、人が住んでいる家があるが、ほぼ今の省エネ基準を満たす住宅は１割しかない。

省エネ検討会でも、既存の住宅とか建築物をどう省エネ化、省エネ改修を誘導するかということは、一応テーマに上がっている状況で、そういう意味では既存の建物に関しての省エネ化も、諸外国はかなり進んでいるが、日本は圧倒的に遅れていて、そこが課題としか言えない状況だ。

秋元委員　ビルの部分だが、いろいろ勉強になった。東京付近で展開が多いと思うが、

再エネを導入して、コストは上がるにしても、東京の場合、ビルの価格が高いので、エネルギーの部分は気にならない感もある。一方、地方でもこういう省エネ型のビルで再エネを使ってということが成立し得るのか。ご見解を。

浦谷氏　地方ビルでも同じようなスキームが成り立つかというのは、普段余り指摘されないところ。自社完結型のコーポレートＰＰＡみたいなスキームが成立するのは、うちが東京電力管内の首都圏に集中してビルを持っているということも理由の一つ。もう一つは中規模のビルが多く、超高層のオフィスや大型工場のように、特高受電なり特約契約がほとんどない。普通に東京電力から基本料金も換算するとキロワット19円から20円ぐらいで契約している。実際に今のうちのＰＰＳのほうの会計で言うと、ヒューリックが投資した太陽光発電所からキロワット12円から13円ぐらいで仕入れて、さまざまな料金を乗せた上で19円から20円ぐらいの、従来の料金と変わらない範囲で売っていて、ＰＰＳの中の採算も成り立っている。

極端な話、金沢駅前に大型施設を保有していて、北陸電力管内なので、もっと安い。将来的にどう取り組んでいくかは、課題だと思っている。

藤井座長　本日は長い時間におよぶ議論、ありがとうございました。（拍手）

第1回事例研究会　全景

❖❖ 第2回 事例研究会 ❖❖

エネルギー基本計画とその周辺

第2回は「エネルギー基本計画とその周辺」をテーマに11月1日、東京・日比谷で開催した。この夏いろいろ議論がされ、閣議も通り、エネルギー基本計画が定まった。基本計画の基本政策分科会の委員もされている秋元圭吾学界委員からは基本計画についての概要と気候変動対策との関連など、広い視点から話があり、活発な議論がなされた。

第6次 エネルギー基本計画について

50年CNへ原子力不可欠

◆海外にらみ したたかな戦略必要

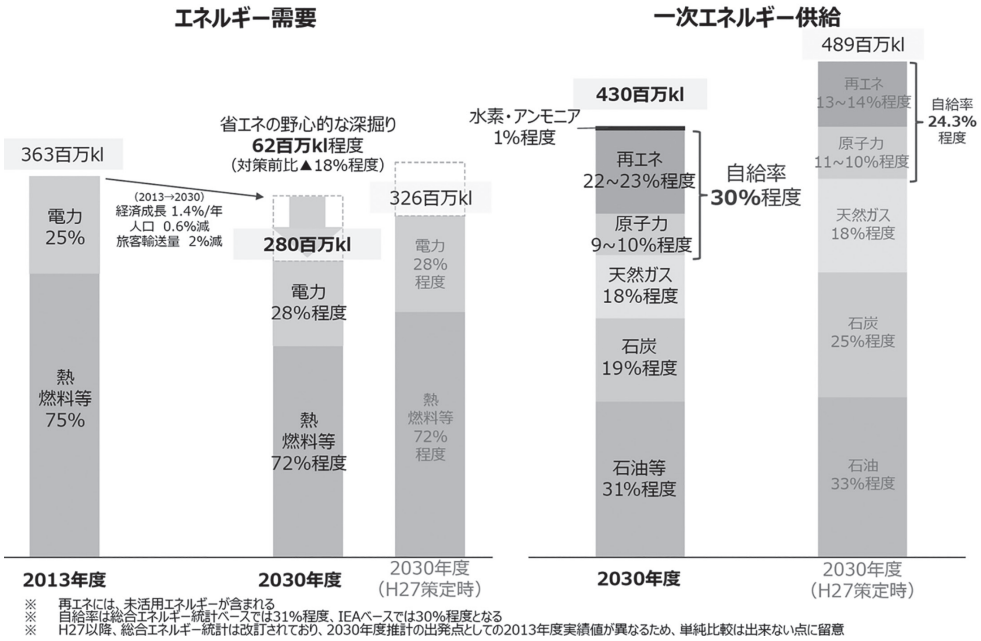
地球環境産業技術研究機構　主席研究員
秋元　圭吾 氏

３年に１度、基本的に計画改定になるエネルギー基本計画、第６次の議論がスタートした。最初の基本政策分科会での議論は、３Ｅ＋Ｓエネルギーの安定供給（Energy Security）、経済効率性（Economic Efficiency）、環境への適合（Environment）、安全性（Safety）を再確認すること。気候移動という強い文脈が出ている中でも、この3Ｅ＋Ｓは、基本的な認識として共有すべきということから始まった。

２０５０年という今世紀後半の早い時期に、脱炭素社会を実現するための課題の検証でスタートしたが、途中で、50年カーボンニュートラル（温室効果ガス排出量実質ゼロ、ＣＮ）が出てきたわけだ。30年の目標を議論することだったが、基本政策分科会というよりは先に菅義偉前首相が発言したことで、30年、46％減、さらに50％減の高みに向けて挑戦するという話が出てきた。このあたりがエネルギー基本計画策定の議論を複雑化させたというか、当初思ったような方向で進めることが難しくなってきたと理解している。

ただ「２０５０年ＣＮ」の部分だと、イノベーションが重要なので、ピースとして、グリーンイノベーション戦略推進会議での議論をはめ込む形で、基本計画は策定されてきたと思う。

実際、30年という議論だと、ターゲットになりかねないので、そのあたりが少し難しい。その中での議論だが、グリーンイノベーション戦略推進会議と、総合資源エネルギー調査会、特に基本政策分科会で全体の取りまとめ、その下に、再エネ、原子力、省エネといった小委員会が動きながら作業をしてきた。最後に温暖化対策計画、長期戦略の見直しもあったので、そこは中央環境審議会と産業構造審議会の合同会合での議論という形で、全体ができ上がってきた。



ＣＯＰ（締約国会議）前に、エネルギー基本計画及び地球温暖化対策計画の改定、そして長期戦略をまとめて閣議決定となった。気候変動対応の目標だが、国際情勢変化の下、20年10月に菅首相が、50年ＣＮと宣言した。その後、バイデン政権になり、日本政府も深掘りを求められる中で、この46%減などが出てきた。

エネルギー、気候変動政策は「科学に基づくべき」ではあるが、一方で、一意に決まるものではなく、政治と独立ではあり得ない。今回の計画では、先に排出削減目標が政治的に決まり、それに追従する形となった。

また、原子力の新増設・リプレースは50年ＣＮ目標では不可避という認識は、エネルギーの通常の専門家からすると、過半的な見方と考えられる。基本政策分科会委員の多くは支持していたが、政治における複数の要因により、書き込むことができなかったと考えられる。議論に先行して、30年に46%減と決定したため、「帳尻合わせ」とならざるを得なかった。それに対応するため「野心的な見通し」という記述になっているかと思う。

安全性の確保を大前提に、気候変動対策を進める中でも、安定供給の確保やエネルギーコストの低減に向けた取り組みを進めることを明記している。

50年のＣＮの地球環境産業技術研究機構によるシナリオ分析でも、東大の荻本和彦特任教授、日本エネルギー経済研究所の松尾雄司氏（当時）による30年の電源別コスト推計の統合コストを考慮したコスト推計においても変動性再生可能エネルギーの導入拡大に伴う、統合コストの認識とその低減が極めて重要との認識は多くに共有されたものと考えられる。

50年ＣＮに向けて、複数のモデル分析でも、発電電力量の増大していく結果となった。ただし、国内の電力コストが増大する中で、海外との産業の競争条件が歪む可能性があると考えている。エネルギー多消費、電力多消費産業の競争力が損なわれ、それによって、需要が低下する可能性や、ＣＮが国内で本当に達成できるのか、といった点も含め、総合的に電力需要の見通しを考えることは重要だ。

エネルギーコストが高まる中で、中国やロシアは本当に取り組むのか。慎重に考えていかねばと思うところもあり、少ししたたかな戦略が必要ではないかとの感想を持っている。

日本経済のエネルギー転換の課題

エネ転換で経済成長力そぐな

◆再エネ利用でコスト増 国内経済の重荷に

慶応義塾大学産業研究所教授
野村　浩二 氏

東日本大震災後、日本企業の直面した六重苦の存在が指摘されてきた。21年9月末に出された「経済財政白書」はこうした諸課題の現状を評価している。六つの問題の第1は円高だった。当時、1ドル＝80円を超えるまで進行し、国際競争上の大きな重荷となっていた。それはアベノミクスの金融政策により解消され、現在はむしろ競争力が中立となる水準を超えた円安にある。

第2は経済連携協定（EPA）の取り組みの遅れ、第3は高い法人税率、第4は労働市場の硬直性である。第4は道半ばにいると評価されるが、いずれの課題も改善が指摘される。

残りの二つは、特に未解消のままの課題、第5は温室効果ガス排出目標のための環境規制、第6は電力不足・コスト高である。第5の課題では、現在のカーボンニュートラルという目標の先鋭化により、白書に求められる客観的な評価から「新たな成長の源泉に」という意思の表明へと転じている。しかし日本の経済構造として、あるいは利用可能な技術条件として、かつての重荷が現在では成長の源泉へと転じさせるロジックは何も見えない。

世界的な脱炭素の動きが長期的に持続するならば、省エネ機器のメーカーなど日本企業にも大きな恩恵となろう。その一方、再エネ利用などに必ずしも適さない自然環境にある日本では、エネルギー転換に必要となるコスト負担は国内経済の成長における重荷となる。意思表明ではなく、両者のネットの効果を捉える柔軟な戦略が求められる。

後者の評価のための重要な視点は、エネルギーコスト増に対する日本経済の耐性である。ゼロカーボンとなる電力や水素など二次エネルギー価格が上昇しようとも、もし日本が国際的に高いエネルギー生産性を持続し、またさらに改善できるならば、転換のためのコスト増に耐えうるかもしれない。長期の日本経済の測定からその耐性の変化が理解される。

経済の長期的な変化を共通尺度の下で比較することは難しい。その間に産業構造の変化があり、石炭・石油の時代から、原子力・液化天然ガス（LNG）、再エネへと、エネルギー種も変わっている。こうした構造変化を考慮して時系列的に比較可能な価格や生産性の測定が必要となる。重要なことはエネルギーのみでなく、労働や資本などの他のインプットの価格、またそれを用いて生産されるアウトプットの価格との相対変化を捉えることである。

名目価格の国際比較では、戦後日本経済はエネルギーの総合的な価格として、米国の1・5－3倍ほど高い条件に持続的に直面してきた。一方、高度成長期の賃金水準は米国の20％以下であり、当時の価格競争力の源泉となっている。成長に伴

い低賃金による競争上の優位性は失われ、オイルショック後にはエネルギー価格差も拡大した。日本は産業構造の変革とともに、エネルギー生産性を高めなければならなかった。

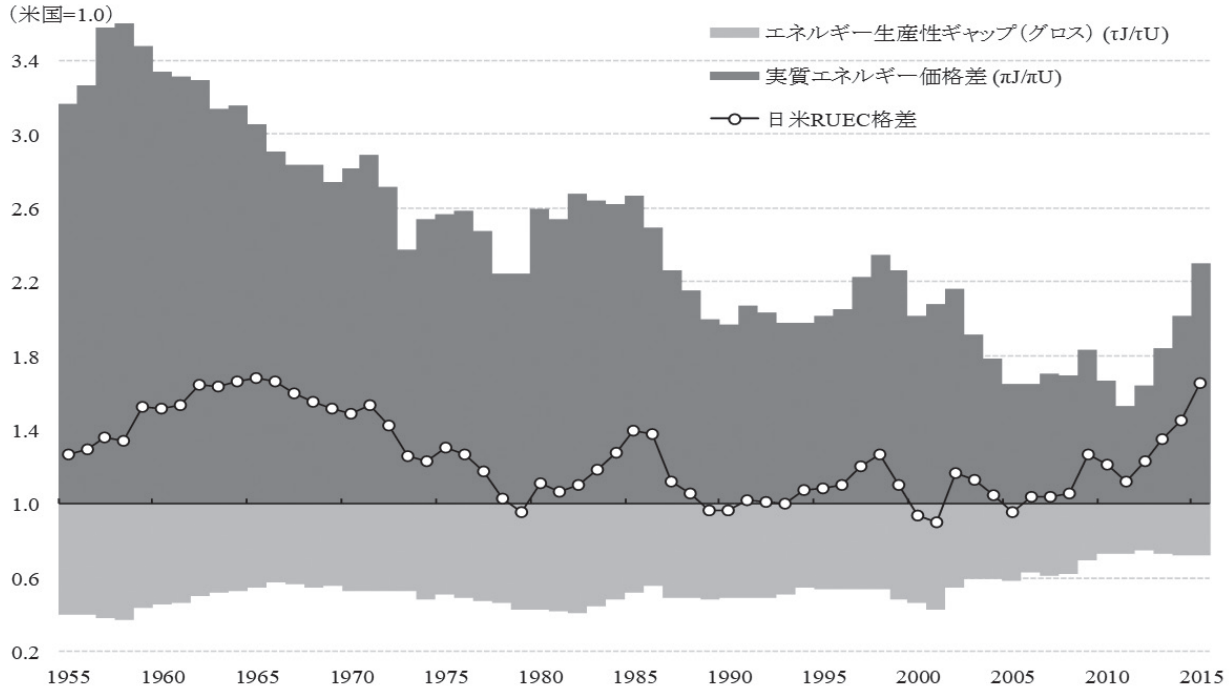
アウトプットの価格で除した実質エネルギー価格でみれば、高いエネルギー価格という重荷の実質的な負担度が評価できる。日米比較では、1950年代から2010年の半世紀以上の間、日本の実質エネルギー価格は相対的には逓減してきたことが見いだされる。

官民による継続的な取り組みは「石油の一滴は血の一滴」を和らげることに成功してきだのだ。だが、震災後、実質エネルギー価格の日米格差は再び拡大へと転じ、現在は90年代水準にまで退行している。

しかし、それは現在の日本経済の脆弱(ぜいじゃく)性を過小に評価している。望ましい評価のためには、実質エネルギー価格とともに、エネルギー生産性水準の格差が考慮されなければならない。生産効率が高いならば、エネルギー価格差拡大の影響は緩和されるからである。それは「実質単位エネルギーコスト」（RUEC）という指標によって測られる。

RUECによれば、エネルギー価格上昇に対する日本経済の耐性は90年代半ばから大きく脆弱化し、日米格差としてみれば戦後経済で最も脆弱な状態にある。その要因は、実質エネルギー価格差の拡大とともに、エネルギー生産性における日本の優位性の縮小である。米国でも更新投資に伴い、高い省エネ性能は資本財や耐久消費財に自ずと組み込まれてきたのだ。

技術的裏付けを持たずに、エネルギー転換への道筋を急ぐならばエネルギーコストの拡大は回避できない。だがそれを受け容れる体力は国内経済に残されてはいないのだ。すでに国際的な生産体制を整えた企業は、自らの製品需要が高まろうとも、国内投資を選択しない。転換の経路における効率性を軽視した政策は日本経済の成長力をそいでしまう。

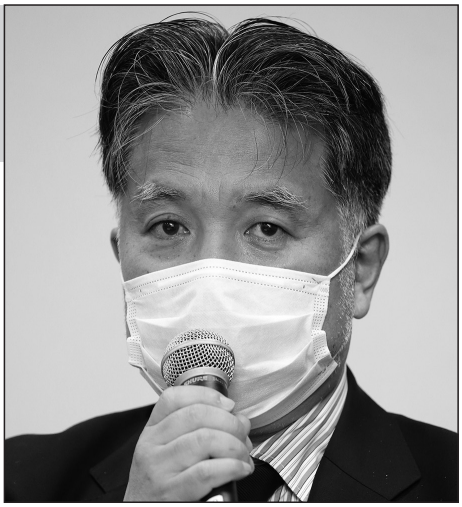


日米 RUEC 格差の源泉

カーボンニュートラルと２０５０年のエネルギー

CN 実現へ技術総動員

◆排出正味ゼロへ投資など知見必要



エネルギー総合工学研究所　研究理事
黒沢　厚志 氏

２０５０年を中心にカーボンニュートラル（CN、地球温暖化ガス排出量実質ゼロ）への対応と、エネルギー需給の分析をしたので、概要を紹介したい。ＣＮはチャレンジングな目標だが、エネルギー基本計画の30年時点はあくまでも通過点で、最終的なゴールは50年のＣＮ、クライメート・ニュートラル（気候中立）にある。

二酸化炭素（CO_2）の排出削減要請により、エネルギー需給がどう変容するか。個別セクターごとに見ることが重要で、需要セクターとか、エネルギーをつくるセクターにどう変化が起こるかの考察は大切だ。また、どのような技術群を導入し、研究開発をすればよいのかを、マルチシナリオで検討することが重要だ。

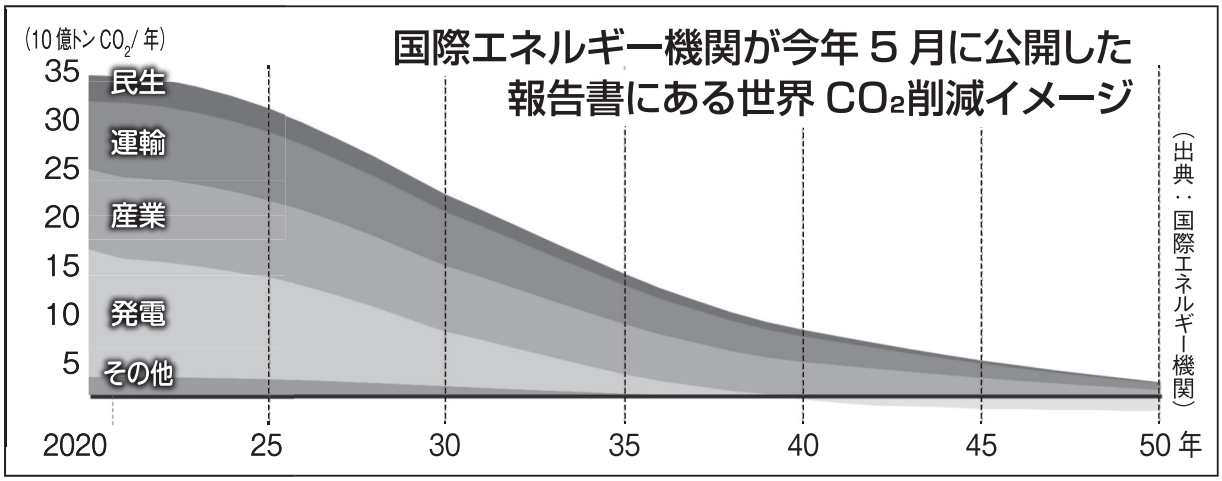
50年の CO_2 排出をよく見ると、プラスとマイナスの部分があり、どうしても減らせないセクターはネガティブエミッションを導入して、正味でゼロにする。日本のエネルギー需給の分析について紹介する。分析には、我々が持つ「TIMES－Japan」という、エネルギーシステム最適化モデルのフレームワークを使った。全体の結果だけ紹介すると、50年の正味CO_2排出量は従来ケースだと政策目標の８割減だった。ある程度の排出が許されるわけだが、今回実施したのは、正味で排出ゼロとなるケースだ。

主な前提条件はＢＥＣＣＳ（バイオマスCO_2回収・貯留）とＤＡＣＣＳ（大気中CO_2の直接回収・貯留）といったネガティブエミッション技術が利用できることなどがある。太陽光の発電容量は３００ギガ㍗、風力で１００ギガおよび１４０ギガ㍗。原子力は60年運転を前提に設備容量を23･5ギガ㍗で固定した。50年における CO_2 排出量の上限は旧目標で基準年比80％減、新削減目標では正味ゼロ排出となる。森林などの吸収で４０００万㌧分の排出がオフセットできるとし、同量のエネルギー起源CO_2を許容する。

50年に一次エネルギーでは化石燃料シェアが低下し、再生可能エネルギーが54－62％、輸入水素が３－10％、輸入ＣＮ液化天然ガス（ＬＮＧ）想定ケースではそれも入る。発電量は太陽光、風力の合計で６割程度、非化石燃料系発電比率は９割以上になり、ＣＣＳ付き火力などを考慮すればゼロエミ化はほぼ達成する。

ただ、産業需要では化石燃料が使われる格好で、生産構造が変わらないと減らない。民生需要では石油系燃料がほぼなくなる。運輸については国際需要で約４００ペタジュールぐらいであり、国内をあわせた全体の約４分の１となる。乗用車では電気自動車シェアが高まりを高めて、８割以上との結果が求められている。まとめると、CO_2フリーのエネルギーキャリア輸入が必要。水素が現在、代表的だがＣＮＬＮＧや合成燃料の導入が求められる。

50年ネットゼロのCO_2の排出条件では、国内再



生エネが限定的なため、CNLNGなど水素以外のCO_2フリーのエネキャリア輸入がCO_2削減に寄与することを確認した。需要側をみると、ゼロエミキャリア導入が増加する部門共通の傾向はあるが、産業部門CO_2削減は相対的に困難。在宅勤務増などライフスタイル変化による運輸サービス需要の変化、情報化を含めた産業構造変化の検討も課題となる。エネルギーコストは高まる結果が出ており、８割減想定よりシステムコストが約1割増える結果になっている。

排出正味ゼロの実現可能性検討には、技術導入促進のために投資、市場設計や社会需要などエネルギー以外の知見をも踏まえた、総合的な検討が必要だろう。

ＣＮ技術にはいろいろなものがある。国際エネルギー機関が最近発行した資料によると、豪州からアジア地域に大量の水素キャリア輸出可能性があるとわかる。需給ギャップ解消に国際輸送は必須だ。原子力については安全性や社会合意の面で再稼働が進まない状況にあるが、オプションとして残しておくべきと考える。再エネと技術的には共存でき、発電以外の高温熱とか水素の供給としても技術的に期待できる。

最近、エネルギー総研が刊行した『図解で分かるカーボンリサイクル』では、CN 実現にはいろんな技術を総動員する必要があることを伝えたかった。エネルギー供給、エネルギー転換、ネガティブエミッション、エネルギー需要といった技術と制度を組み合わせて、CN の実現を目指すことが必要かと思っている。

意見交換　エネ転換、生産性に懸念

雇用転換の質 注視 / 水素、技術的な優劣絞る時期

藤井康正座長　今日のテーマは「エネルギー基本計画とその周辺」。この夏いろいろ議論して、閣議も通り、エネルギー基本計画が定まった。秋元委員は基本計画の基本政策分科会の委員もされていて、国での議論に参加された先生で、基本計画についての概要と気候変動対策との関連とか、広い視点から話をいただいた。

慶応義塾大学産業研究所教授の野村先生には、経済的な側面からエネルギー基本計

画について話をお願いした。国の議論でも、４６％削減とか、２０５０年カーボンニュートラルとか、そういう前提でいろんな話が進んでいるが、日本経済への影響という観点について説明いただいた。エネルギー総合工学研究所研究理事の黒沢先生には、技術的な実行可能性、技術の役割について計画を実施する上での技術の役割についてお願いした。では、討議を進めたい。

竹内純子委員　今日はＣＯＰが開幕した中で、タイムリーに現実的な議論を展開するための材料を提示いただいた。秋元先生の説明で、エネルギー計画は「科学に基づくべきではあるけれども、政治的に決まっていく」という部分があった。第５次エネルギー基本計画にあった科学的レビューメカニズムは、一つの歯止めというか、制度として検討された。それが今回は全く議論もなく削除されたのか。何か代替の仕組みなど議論がされなかったかを伺いたい。

秋元委員　ご承知のように、第５次基本計画では科学的レビューメカニズムということをかなり書かれていた。今回、一部委員から、科学的レビューメカニズムをしっかりやっていくべきだとの意見もあった。私の理解では、この温暖化問題、エネルギー問題が非常に複雑化している中で、何が科学なのかというところが相当難しくなってきているかと思っている。一面から見た科学は確かにそうかもしれないが、総合的な科学として見なければいけない。原則論としての科学的レビューメカニズムは正しくて、そうあるべきだが、それ自体を良い科学なのか、良くない科学なのか、ふるい分けすること自体に、相当労力かかかり、逆に政策が歪められる可能性があるので、今回書き込まれなかったのではないかと想像している。

竹内委員　野村先生は雇用について重要な話をされたが、英国の状況も非常に気になる。彼らは製造業を失っているところもあって、楽観的な見通しを持っているのかと、不思議に思っていたところがある。説明を省かれたところを聞かせいただきたい。

野村氏　英政府は、昨年11月のテンポイントプランでは25万人というグロス雇用効果を示したが、同時期に200万人のグリーンジョブ創出という野心的な目標も掲げた。楽観との印象を拭い切れないが、英国の力は数字遊びを続けるだけではないことだ。本年７月のタスクフォース報告書では、いたずらに数字を積み上げるのではなく、エネルギー転換後の雇用が賃金や雇用契約などからみて真にグッドジョブとなりうるのか、問題に向き合い始めている。産業や教育機関へのサポートを含み、政府がすべき提案が示された。それは問題の所在に光を照らす。まだ概略に過ぎないが、いたずらに膨大な雇用効果を謳（うた）う日本とは違う。

歴史的に機械化や合理化では、在来型雇用を喪失しようとも、生産性改善を通じた経済成長によって雇用問題は解消された。だがエネルギー転換ではむしろ生産性を毀損（きそん）させる懸念が大きい。日本の産業と就業構造の理解のもとに、雇用転換の質に注視すべきだ。

竹内委員　水素についてだが、日本がキャリアで持ってくる手段として、アンモニアとか液化水素（液水）で運んでくるとか、多様な選択肢が政府の中でも検討され、技術的な可能性を探っているかと思う。ただ、絞るべき時ではないかと考えている。感覚的なところで、アンモニアが一番現実性が高いかと認識をしているが、その技術的な優劣は。

黒沢氏　実証ベースではいろいろなプロジェクトが動いている。川崎重工業は液水で輸入しようとしており、岩谷産業も液水のプ

ロジェクトがある。用途としては、アンモニアだと、石炭と混焼させるとか、船の燃料として使うという動きもある。液水は宇宙分野でも蓄積があるので、大規模な貯蔵とか利用に関しては、ある程度ノウハウがあるので、大規模に運べる船ができれば、そういう意味では（実現が）近いのかと思っている。

ただ、コストや用途は競合してくるので、適材適所で考えて使っていくべきかと思う。高純度な水素の需要があるところには、液水で運ぶというのが一つの有力な手段かなと考えている。

藤井座長　本日はありがとうございました。（拍手）

第６次エネルギー基本計画をめぐって、熱心な討議が繰り広げられた

❖❖ 第3回 事例研究会 ❖❖

持続可能な街づくり

第３回事例研究会は「持続可能な街づくり」をテーマに４月 19 日、東京・内幸町で２０２１年度第３回事例研究会を開催した。地産地消をベースとした循環経済の取り組みなどについて活発な議論がされた。

脱炭素の潮流と地域に求められる戦略

新技術導入・資金調達カギ

◆木質バイオマスで暮らし・産業づくり

ブルードットグリーン社長
八林　公平 氏

気候変動リスク対応ニーズが高まる中、新しい技術をどう入れるか、資金をどう調達するかが今後のカーボンニュートラル（CN、温室化ガス排出量実質ゼロ）に向けた地域づくりのカギとなる。私が2010 年から 18 年まで在籍した北海道下川町はさまざまな補助金を活用している。私自身は環境省から下川町に転職して、18 年には地域側のコンサルをやる一般社団を立ち上げた。20年からブルードットグリーンという会社で、上場企業向けのTCFD（気候関連財務情報開示タスクフォース）やCDP（カーボン・ディスクロージャー・プロジェクト）などのコンサルをしている。企業は、投資家から要請される情報開示にもしっかり対応して評価を上げたい流れがある。政府資金も含め、民間投資もCNに向けて集まりやすい状況だ。

下川町は旭川から北に100キロメートルぐらいの内陸の町。町の88%が森で、ほとんど国有林だったが、1953 年に払い下げを受けて、循環型の森林経営をしている。材木以外に間伐材などは炭に、枝葉はアロマオイルにして雇用を増やした。バイオマス活用では北海道で初めて、04年に町営温浴施設に木質バイオマスボイラを導入。重油の方が安かったが、「町内にお金が落ちるなら」と決断があった。後に木質バイオマスの価格優位性が出たので、公共施設を中心に木質バイオマスボイラが増えた。役場周辺で地域熱供給も行っている。

この実績から限界集落の再生を木質バイオマスの熱供給をベースに行う話になった。かつては人口2000人ぐらいだったが、JR廃線などに伴い、100人を切るほどになり、集落再生のため、町と集落住民とで一の橋バイオビレッジ創造研究会を設立。生まれ育った集落で暮らせるように地域食堂や移動販売などの実証をしながら、集落の絵姿を描いた。理想の暮らしを絵図に描けたのが 11 年。若い人が入り、彼らの力も借りてプロジェクトを進めた。

集住するコレクティブハウスは高断熱・高気密で

北海道下川町「一の橋バイオビレッジ」の再生			
人口維持し、高齢化率が改善			
	2011年	2016年	増減
集落人口 ※障害者施設除く	95	95	0
高齢化率 ※障害者施設除く	52%	28%	-24%
集落内の雇用人数	38	70	+32
菌床椎茸生産額	0	56,000千円	+56,000千円
民間事業所数	0	4	＋4

住宅性能を高め、木質バイオマスボイラを入れて熱供給。若手の定住には産業が必要となるので、苗木のハウス栽培などのアイデアも盛り込んだ。この絵を基に、国や企業にも売り込み、補助金を使いながら取り組んだ。同年末には環境未来都市に選定をされた。

絵を持つことで、補助金申請もやりやすくなり、集住化住宅を整備し、木質バイオマスボイラからの温水配管を延長し、余熱利用のシイタケ工場もできた。今はパート30人を雇える状況だ。企業では王子ホールディングスを誘致、薬用植物の研究設備を設け、余熱で苗の栽培をしている。

木質バイオマスでの地域熱供給を中心に、住宅、暮らしづくり、産業づくりに成功したのが、一の橋バイオビレッジのやり方だ。取り組み開始時の集落人口を保ちながら高齢化率を下げられた。

町全体で見れば、木質バイオマスを着実に入れて熱供給を中心地でもやった。熱供給では熱の自給率で56%、流出していた灯油、重油の購入費用のうち約2億5000万円分を町内で回せた成果がある。

人材の話に触れたい。プロジェクト進行には自治体に誰かキーマンが必要で、動きやすいポジションが非常に重要。市町村内では完結しないので、外部のパートナーが大切で、民間企業に限らず、大学、研究機関も含めて協力を得る体制がよい。

地域には歴史的なところ、地域産業のような縦の文脈が必ずあり、それと新しい技術や世の中の政策動向とがあって、それが合致するところをキーマンが見つけて、そこから膨らませていくのがよいと思っている。

最近、脱炭素先行地域とか、地域側から相談を受けるケースが多かったり、技術を持つ企業からも地域で実証できないかという話も多くいただく。私も両方お付き合いがあるので、つなぐ話もあるが、やはり自治体は時間がかかる。合意形成に加えて、予算計上も年度内の補正予算追加は難しいみたいな話も多い。

合意形成スピードを速めることは重要で、その対話の頻度を上げることが大切ではないか。実際、行政担当者は、日々の地域内を回すのに忙しかったりするので、意識的に頻度を上げ、プロジェクトをブラッシュアップする作業を、加速させていくことが欠かせない。

能勢・豊能地域における持続可能なまちづくりへの挑戦

新電力モデルで地域課題解決

◆電気小売りから交通・防災・リサイクルへ

E－Konzal 社長
榎原　友樹 氏

私はE－Konzalと、能勢・豊能まちづくりの２社を運営している。もともとは民間シンクタンクで脱温暖化、２０５０年ゼロカーボンなどのシナリオづくりに携わっていたが、地域のプレーヤーとして実践側に立ちたくなり会社を立ち上げた。20年に自治体や地域のプレーヤーと豊能・能勢まちづくりを設立したが、地域の再生可能エネルギー事業と需要家をつなぐ地域新電力のモデルに可能性を感じた。

能勢町・豊能町は大阪府内ながら生態系豊かな田園地帯で、今後25年間で人口が半減していく中、生産年齢人口は８割減と持続可能性に課題を抱える。自治体の危機意識は高いが、インフラ更新などの課題を多く抱え、能勢には鉄道駅がなく、バスも減便が進むなど深刻な交通課題もある。

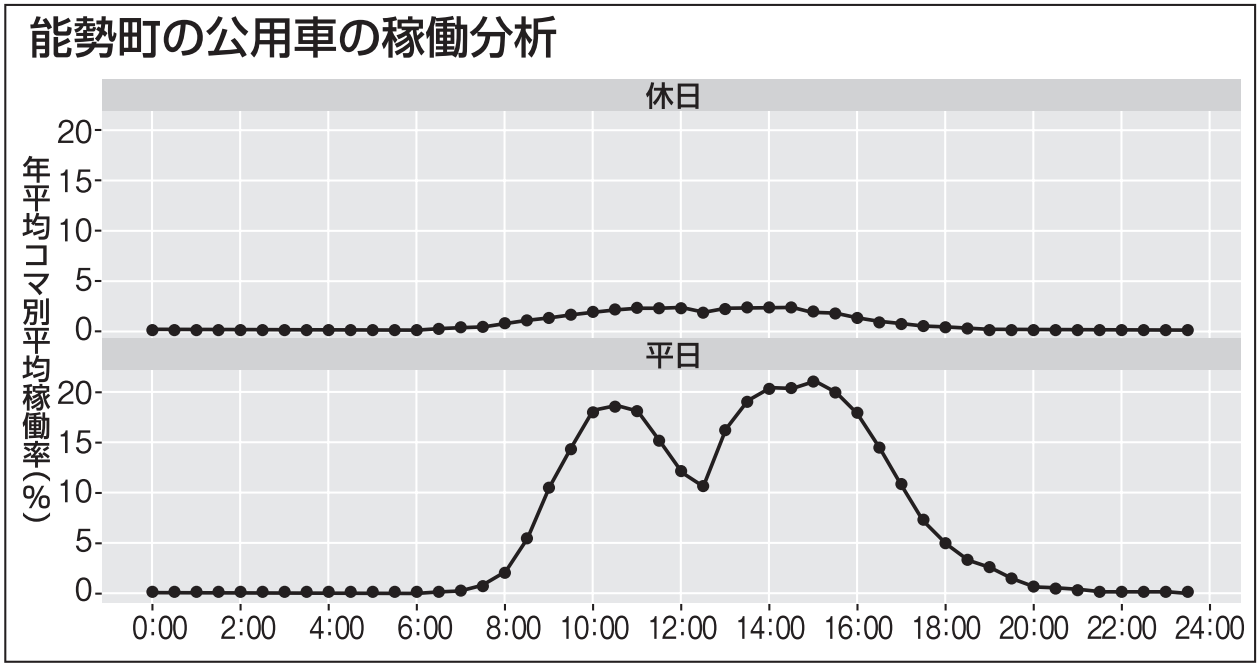
自治体サービスにニーズが高まる半面、人がいないのは深刻。エネルギー消費では能勢町で８億円、豊能町で14億円が外に流れている。全部自給するのは現実的でないが、エネルギー需要側のデータを分析しつつ、流出を抑えることは可能ではないか。自分たちでデータを読み解き、知恵を使わないと持続可能な街づくりはできないというのが設立時の発想の一つだった。

地域の新電力とはいっても、最初は地域から発電設備はゼロで、電気の小売り事業から入り、公共施設向けを中心に電力を供給した。その利益で発電所やエネルギー問題の解決、町の課題としての交通、防災、リサイクルなどにも取り組むことを目指した。

地域の中で省エネを進め、域外への富の流出を防ぐことも進めている。21年1月の電力市場価格高騰を機に専門家によるエネルギー診断を実施したところ、公共施設の中には３－４割電力の消費量が落ちたところがあった。

調達電源は再エネ比率の高い電源を外部から買うことから始めたが、徐々に地域内での太陽光、廃棄物家電など、地域電源比率を高めている。能勢は森林資源が豊富であり、再エネポテンシャルがあると思われているが、土砂災害警戒区域があり、山はあっても林業者が少ないなどの課題もある。近年、緑を求めて来る両町への移住者は、地元出身者よりも景観への関心が高く、再生可能エネルギーに対してもアレルギーを持つ住民も多い。地域が主体となった再エネを普及させるためには、適切な情報提供と密なコミュニケーションが必要だ。こうした観点から、地域において再エネの適地を地図上に整理するゾーニング事業も開始している。

22年1月には役場に26キロワット程度の太陽光発電を入れた。蓄電池も合わせ、防災拠点としての機能を高めつつ、民間企業と連携しつつ、エネルギーマネジメントの実証も進めている。公用車について



は急速充電設備があり、電気自動車（ＥＶ）には40キロワット時の蓄電ができるメリットもある。公用車の台数の適正化などでＥＶ導入費用を捻出し、ＥＶ比率を増やせば燃料費を下げ、地域全体を筋肉質にできると考え、自治体に提案した。

このほか、町内の高校、能勢分校は山あいにあり、通学困難なため、高校生の発案で電動補助のＥバイクを導入した。東大、阪大、九大の教授がグループを組み、地域通学のＳＤＧｓ（持続可能な開発目標）実証のような取り組みをしている。地域の交通安全に関する課題が新たに見えてきたり、Ｅバイクという通学手段があるから、地域外から入学した生徒が生まれたりするなど、さまざまな副次的効果を生んでいる。

電力市場の相場は荒れており、経営面での課題も多い。ただし、地域新電力だから電気を右から左に送ればいいというようなことでなく、しっかりと電力システム全体にも貢献しつつ、地域内で収益を上げ、雇用を生む組織にしなければならないと考えている。

地域というフィールドで、省エネデータや、再エネ活用のためのデータ、エネルギーマネジメントなど、膨大なデータを取り扱うため、手が回らないことも多い。

自治体の人はスピード感がないとよく言われるが、私の感覚では普通の企業より速いと思う。それぐらい危機感を感じ、脱炭素社会に向けた変革の意欲に燃えているのではないか。一方で、地元住民の理解には時間がかかる。地域の方々に信頼され、協力を得るためには、何十年もかけて地域に入り込まなければならない。この点は地域新電力として責任を持って取り組んでいく。一方で、我々に不足しているのは企業や大学の皆さんの最先端の知識や技術だ。それを一緒につなぐことができれば面白いことになるのではないかと思っている。

設立相次ぐ地域新電力の課題と価値

再エネ供給の枠を超え
◆地元課題解決へパートナー探し

ローカルグッド創成支援機構事務局長
稲垣　憲治 氏

脱炭素は今、地域でも重要になっている。環境省では脱炭素先行地域を100以上つくる取り組みをしている。ゼロカーボン宣言自治体は約７００ある。全自治体の数が約１７００なので、３分の1以上が宣言している。今後は、このゼロカーボンを、地域発展につなげることが重要だ。

まず、地方の街づくりの失敗を振り返りたい。昭和40年代、全国の多くの自治体で工業団地誘致がはやった。大企業を誘致し、地域発展を任せようとしたが、稼いだ資金は本社に流れ、地域経済効果は不十分。技術も地域に蓄積せず、撤退されれば工場も人口も活気も消えた。平成になり、国の地域活性化関連補助金などが設けられたが、結局、あまり地域に金は落ちなかったという指摘もある。

再生可能エネルギー分野でもメガソーラー（大規模太陽光発電所）は容量ベースで、約８割が地域外事業者の開発となり、再エネ利益も地域外へ流れている。これらの失敗は地域に担い手がおらず、地域外にお任せしてしまっていることが主な原因の一つだ。

そのような中、地域新電力が、地域脱炭素や地域の活性化担い手になりつつある。

地域新電力は地域の再生可能エネルギー電源を地域に供給する。電気を売って買うだけでなく、地域課題を解決したり地域共生型の再エネを増やしたりと、地域に付加価値を出す存在に育ちつつある。地域新電力は環境基本計画でも推進が明記されて環境省も支援している。

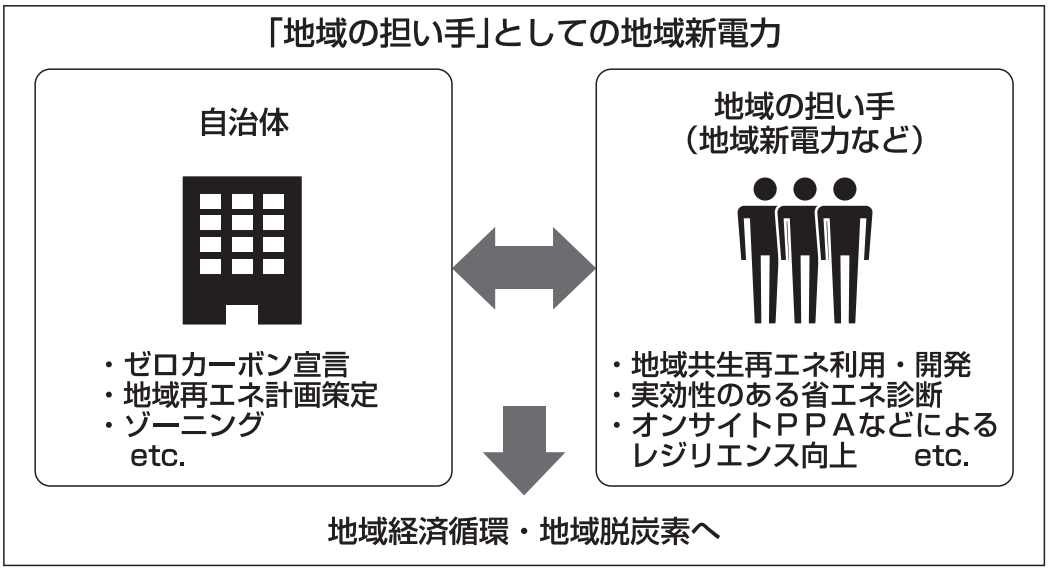
自治体だけでは脱炭素に対し、やれることが限られる。自治体は計画策定や普及啓発や補助金交付ぐらいしかできないが、地域の担い手がいると、取り組みが進む。また、自治体では通常、３年程度で異動になるため、自治体にノウハウが蓄積されない。しかし、地域新電力があるとノウハウも地域に溜まる。地域新電力が自治体の相談相手になっているケースも増えている。

今、課題は再エネが迷惑施設になりつつあること。受容性を高めて地域共生型の再エネを増やさねばならない。地域新電力は、産地価値や特定電源価値を顕在化して需要家に届けることが多く、再エネの受容性を高める

地域新電力の現状については、自治体が出資や協定で関与するものだけで約80社ぐらいだ。設立動向は18年ごろがピークで足元の設立数は減っている。これは、卸電力市場の高騰や容量拠出金などの不透明さから、自治体が逡巡しているためだ。一方で、ゼロカーボンシティ施策として調査中とする自治体もかなりある。

地域新電力をつくる自治体で、人口が多い所は地域低炭素を目的に、少ない所は事業利益の地域還元、地域経済循環などを目的としている。

特に注目したのは地域新電力への出資だ。地域



企業は出資額が少額で経営にあまり関与しない傾向がある一方、地域外企業は出資額が大きく経営にしっかり関与している。地域企業はお付き合い出資にとどまっている。地域主体とするためには地域企業のさらなる出資と経営への参画が必要だ。地域企業が経営に参画すると、販売電力量の平均伸び率が2倍になるというデータもある。

地域新電力の従業員については、ゼロの会社が約半数になる。これは大きな課題と思う。というのも実態が地域外企業にすべて業務委託して、地域新電力がハコだけになっていることも少なくなく、これまでの町づくり事業の失敗が地域新電力でも起こっているのではないかと危惧している。

地域新電力は試練の中にある。卸電力市場をはじめ、電源の高騰が続いており、必死に対応している。卸電力市場に依存しない電源確保、手法を組み合わせてリスクマネジメントが大切だ。

地域新電力は地域限定のため、競争相手ではなくて協力相手だ。情報やリスク対策共有、電源の共同調達など地域新電力同士で連携することが重要だ。

価格競争はできないので、しっかり地域に価値を出していかなければいけない。例えば、地域の省エネ診断をしたり、Ｅバイクや乗合自動車などで交通課題を解決したりなどである。

私たちは地域新電力の団体だが、厳しい事業環境だが、皆で連携し、一緒に乗り越えていきたいと考えている。

意見交換　モジュール化で生産性向／キーパーソン育成／配電網が課題

全体でエネルギー最適化

秋元圭吾委員　「持続可能な街づくり」が今回のテーマだが、地方がどう発展していくかは日本全体の発展にとって大変重要で、東京だけが発展する姿ではなく、それぞれの地域が特徴を持って成長していくことは大切だ。地域新電力といっても、自給自足可能な電源を保持するわけでなく、買っている部分も多いとのことだが、さまざまなバランスをどう考えておられるのか。生産性を上げるのにモジュール化は考えられないのだろうか。

八林氏　私の場合、バイオマスが中心だった

ので、林業が途絶えたらバイオマスの燃料供給も途絶えかねない。一辺倒だと、かえってレジリエンス（復元力）が落ちると思う。燃料の原木調達も山からだけでなく、河川やダムの支障木なども調達するようにした。モジュール化では、高性能集合住宅プラス再エネのようなセットが供給できるのではないか。道内外の自治体に下川町のノウハウが組み込まれているが、もう一段階上が必要であり、パッケージ展開の必要性を感じている。

榎原氏　ローカルでやることと、モジュール化も含めた全体のエネルギーとして最適化みたいなところで悩んでいる。一番大事だと思うのは、地域住民のエネルギーに対する当事者意識。当然のように高いサービスを受けていた地方としては、何もしなくても電気は来るものという意識がある。何か意識を持ってもらう手段として再エネや地域新電力は大きなポテンシャルがある。

モジュールとして広げていくのは次の段階で、大きな課題だと思っている。

稲垣氏　ローカルでやることと、モジュール化も含めた全体のエネルギーとして最適化みたいなところで悩んでいる。一番大事だと思うのは、地域住民のエネルギーに対する当事者意識。当然のように高いサービスを受けていた地方としては、何もしなくても電気は来るものという意識がある。何か意識を持ってもらう手段として再エネや地域新電力は大きなポテンシャルがある。

モジュールとして広げていくのは次の段階で、大きな課題だと思っている。

稲垣氏　私は、地域新電力が電力システム上の最適解にはならない可能性があるとも考えている。一方、目的関数を地域創生とか、街づくりのための主体形成にすると、最適解になるのではないかとも思っている。生産性を上げるモジュール化も大切だが、東京の会社が一括で全部やってしまうのでは、地域にノウハウが蓄積されず、地域経済循環も高まらないので、人材育成などソフトの面で、キーパーソンを育てるような枠組みをつくっていくことも重要と思う。

竹内純子委員　地域課題を脱炭素ソリューションで解決するという話があったが、脱炭素が相当経済価値を稼がないと、シナリオは成立しないのではないか。

産業界委員　循環型社会を促進するために法整備や仕組みとして、禁止することは一番早い方法で、レジ袋有料化もそうだと思う。それ以外に、資源循環がうまく回るような仕組みづくり、市場づくりは織り込まれているのか。

八林氏　地域課題と脱炭素と書いたが、結構、距離感はある。公共交通に電気自動車（ＥＶ）を入れれば解決するかといっても、人口が減っていて、乗る人が少ないのは変わりがない。地域外に流出していた人やお金の流れを変える必要がある。

藤井座長　再エネが増え、太陽光が全国的に余る事態ならどう対応するのか。また、配送電は電力会社が持っているが、今後、人口密度が低い地域では配電網維持が難しくなるのではないか。

八林氏　下川町は熱を中心にしてきたので、電気も自給自足したいという話はある。配電網管理にも関心があるが、具体的にはこれからだ。

榎原氏　これまで、大きな自治体とも都市部の脱炭素モデルを検討しているが、相対的に小さな自治体の方が、動きが速い。配電網は深刻な問題で、住民と議論しながら進める必要があると思うが、そこまで意識が高い住民は必ずしも多くない。再生可能エネルギーも完全ではないが、原子力や化石

燃料の課題を考えると主力になってもらわないといけない。エネルギーの選択について地域でこれから議論を始めるところ。皆さんにエネルギーの意識を高めてもらうことをまずは目指したい。

稲垣氏　今後、再エネが余る時間に需要のシフトを誘導することが新電力として重要だ。また、今年度から配電事業制度が開始され、他のインフラと配電網の地域での一括管理の可能性が広がったが、地域新電力が実施するには技術面など課題は多い。

藤井座長　本日はありがとうございました。（拍手）

地産地消をベースとした循環経済の取り組みなどについて活発な議論が繰り広げられた

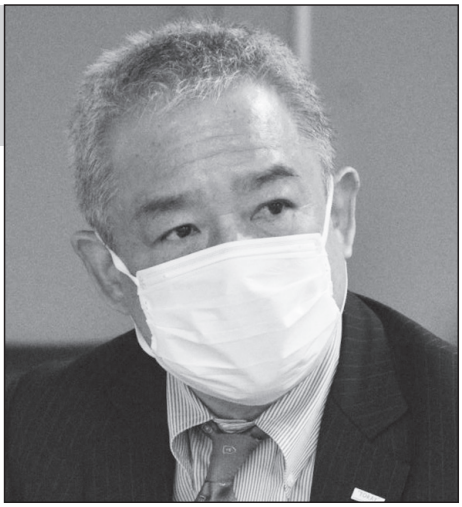
❖❖ 資源循環技術委員会 ❖❖

カーボンニュートラル先進各社の取り組み

グリーンフォーラム21の資源循環技術委員会（水戸部啓一委員長＝国際環境経済研究所理事）は、２０２１年12月17日に「先進企業各社によるカーボンニュートラルへの取り組み」をテーマに研究会を開き、各社の進捗（しんちょく）状況などについて意見交換した。

イノベ推進へ国・業界・社会システム全体で解決

■東レグループの地球環境事業への取り組みと新しい成長戦略



東レ 地球環境事業戦略推進室 参事 室長
野中　俊幸 氏

私は東レの事業企画をする立場にいるが、本日は産業界全体の観点から、今日の議論の中でいろいろな提言ができればと思う。

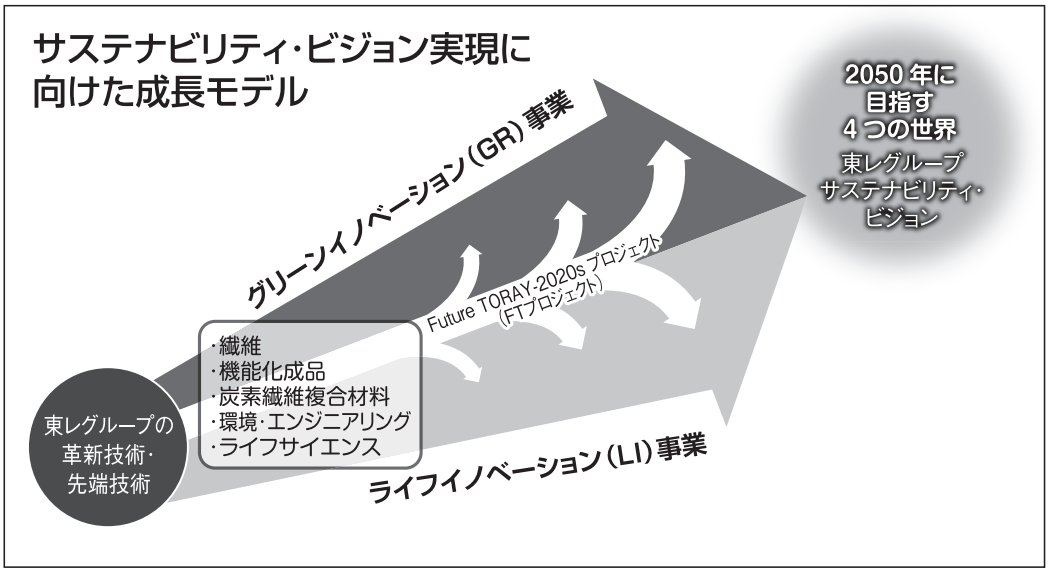
地球環境問題は、エネルギー・資源問題や食料問題などが複雑に絡まったものであり、人口増加、工業化が進む中、これに各国の国際競争力と外交安全保障と併せて国・地域で議論されている。地球規模の課題であり、解決には困難が伴う。課題解決には、経済成長と環境問題のように対立関係にあったものを並存させる必要があり、そのために技術開発･イノベーションを加速させる必要がある。

①大量生産・大量消費からの脱却 ②環境にやさしいモノづくりの追求 ③環境にやさしい素材への転換 ④環境にやさしいエネルギー供給の実現へと進むだろう。

近年、「地球温暖化」「化石燃料の枯渇」「水不足」「食料問題」など数多くの地球環境問題が顕在化してきている。現在は、国際的に経済的成長を遂げながら地球環境に優しい持続可能な低炭素社会の実現を目指す歴史的転換点にあり、消費者の地球環境問題に対する意識も高まっていることから、企業も地球環境への配慮なしには生き残れない時代となっている。

エネルギー分野では、風力発電の再エネ、CO_2フリー高効率火力発電に加え、水素キャリア（液化水素、アンモニアなど）も重要な革新的な技術として重要視される。化石燃料活用でなくバイオマス利活用も開発が深化し、現在実証段階・実用化段階にある技術、あるいは短中期的に実用化が見込まれる開発段階にあるなどの技術が実現していくことになるだろう。その社会を実現するためには、2050年までに革新的なイノベーションを実現しなければならないので、人類の英知を結集して膨大なる努力が必要となる。

当社は、既に繊維分野では「&+」と銘打ってペットボトルリサイクル活動のシンボルとして広く社会に訴え普及させる活動をしている。多様な品種展開と高白度、



トレーサビリティー付与技術による信頼性が特長の高付加価値ペットボトルリサイクル繊維の生産技術を開発し、ファッションや高機能スポーツ、ライフウエア用途など、これまで機能性や感性、信頼性が課題となりペットボトルリサイクル繊維の使用が限られてきた分野でも使用することができる。

ペットボトルの再資源化に対しては、高品質ペットボトルの確保が極めて重要だ。実態は地域ごとでばらつきがあり、品質のよい回収ができている自治体と、汚染やキャップ、ラベルなどが分離されていない自治体があり、環境省、業界団体含めて、当社としても原料の安定確保の観点から提言を行っている。これも完全循環型経済のモデルとしての一例としたいと考えている。

当社は新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の国際実証でタイのウドンターニで三井製糖と研究開発会社を組成し、当社が保有する水処理分離膜技術とバイオ技術を融合した「膜利用バイオプロセス」の研究・技術開発を行っています。カーボンニュートラルに向け、世界の潮流が一気に変わり、気候変動対策および資源循環の切り札の一つとして、化石由来のポリマーのバイオ化の重要度が増してきている。現在では、極限追求、コア技術、革新技術新展開で東レグループの総合力を結集し、社外との融合・連携などのオープンイノベーションを進めている。その意味でも長期視点での継続的な研究開発投資は必須になる。

50年のあるべき世界実現には、実用化までに長期間を要し、リスクの高い革新技術の研究開発を強化する必要がある。50年という長期的視点に立って、世界全体でそれを実現するイノベーション創出をターゲットとし、企業個社だけでなく、社会全体、政府、国家間協力など枠を超えた研究開発をより重点的・集中的に進めていくための技術を特定し、それぞれの克服すべき技術課題を明らかにし、革新的イノベーション研究開発を進めていかなくてはならない。世界の課題を解決し、あるべき社会に向けて貢献する方策を示すためにも化学技術は重要と認識している。

カーボンニュートラル（温暖化ガス実質排出量ゼロ）に向けての革新的イノベーションは短期的にできるものではない。東レは、従前より進めているライフサイクル全体での貢献をしてきたが、日本化学工業協会やICCA（国際化学工業協会協議会）全体で、循環型社会の視点に立ったライフサイクルでの評価を進め、化学製品・イノベーションが環境負荷低減に資することを日本・世界の化学企業として発信していきたいと思う。資源循環技術は、大変難度の高い技術開発であり、素材メーカーのみでは解決できない。ビジネスモデルの変革も必要でイノベーション推進など国、業界、社会システム全体で解決していく必要があるだろう。

供給網全体で CO_2 削減・ICT で社会の排出域に貢献

■カーボンニュートラルに向けたNECの取り組みと事業への展開

NEC サステナビリティ推進本部シニアマネージャー
稲垣　孝一 氏

私の属するサステナビリティ推進本部は2021年４月に発足した。今後、財務を伸ばしていくには非財務をやらなければならないということで、環境だけでなくＥＳＧ（環境・社会・企業統治）の担当部門を集めて、経営企画機能の中に置いた。特徴は最高財務責任者（ＣＦＯ）が組織を見ていることで、財務・非財務が一体となり取り組んでいる。

CO_2（二酸化炭素）の視点で見ると、０３年に「環境経営ビジョン2010」を策定した。これは、今で言うＳｃｏｐｅ１、２の排出量と同じだけ、事業を通じてお客様・社会からのCO_2排出削減に貢献しようというもので、自社の環境負荷とお客様への削減貢献をバランスさせることをキャッチフレーズとした。

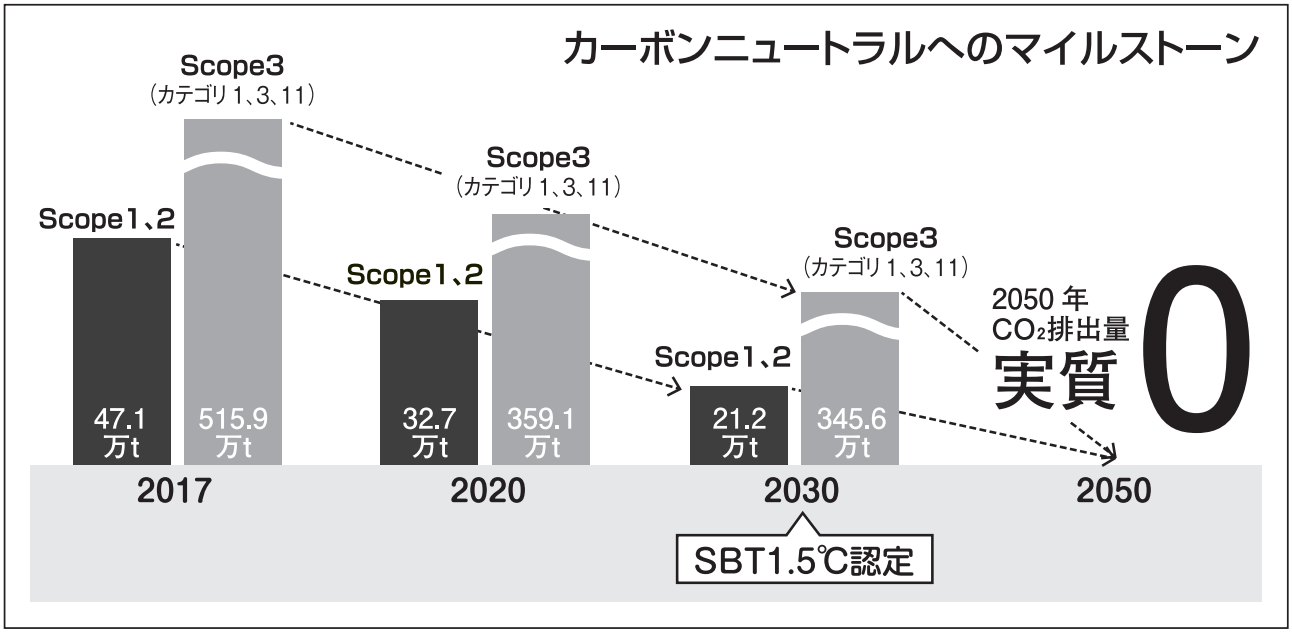
この目標を０９年に前倒しで達成し、１０年にはサプライチェーン（供給網）全体での排出量に対して、お客様と社会からCO_2排出削減量の貢献を５倍とする目標を掲げた。自社の事業が伸びれば伸びるほど社会が良くなる、そういう経営を目指そうと進めた。この目標も１９年に前倒し達成し、次の目標をどうするかを議論する中で、まずは着実に自社の排出をしっかり減らそうとなり、「５０年にはゼロ」とすることを17年に発表した。

当社のカーボンニュートラル（温暖化ガス排出量実質ゼロ）への取り組みには、大きく二つの方向がある。一つはサプライチェーン全体でのCO_2排出を減らすこと。これは自らの責任としてやっていくこと。もう一つは、ＩＣＴ（情報技術）企業として、私たちの事業を通じて社会からのCO_2排出削減に貢献することで、２本柱で進めている。

自社の取り組みでは、２１年度ＳＢＴ（サイエンス・ベースド・ターゲッツ）も１・５度Ｃ水準に見直し、ＲＥ１００へ加入。２１年１０月にはビジネスアンビション（ＢＡ）１・５度Ｃに署名し、サプライチェーン全体からのCO_2排出量を５０年にゼロとすることにコミットした。

マイルストーンを描くとグラフのようになる。既に削減が進んでいるが、これをゼロにするのは非常に大変だ。技術革新の話も出たが、そうした取り組みが弊社も必要だ。具体的にはＳＣＯＰＥ１、２に関して三つ挙げている。効率化の徹底、再生可能エネルギー設備の導入拡大、購入電力のグリーン化だ。

CO_2の削減量をコスト換算して、投資判断することも行い、照明のＬＥＤへの全部置き換えも進めている。再生可能エネルギーについては、設置できる屋根には全部設置することとし、２３年には終える予定だ。データセンターは電力消費が伸びるが、ＮＥＣのクラウドサービス「ＮＥＣ　Ｃｌｏｕｄ　ＩａａＳ」に関しては２２年度から再エネ１００％で行う決定をした。ＮＥＣ本社ビルも同様



に22年度から100％再エネで賄う。

これらの取り組みによりCDP（カーボン・ディスクロージャー・プロジェクト）では3年連続でAリスト入りを果たせた。

事業を通じた貢献については21年5月発表の「2025中期経営計画」にも環境視点が組み入れられている。中計に環境がしっかり位置づけられたのは初めてだ。特にカーボンニュートラルを言っているが、そういう事業が今後の成長にもつながるため、リソースアプリケーション（応用ソフト）事業を中心に、環境ソリューションの拡大へとつなげていく。

具体的にはデジタルガバメントとデジタルファイナンスやデジタル変革（DX）領域、5G（第5世代通信）など注力事業をグリーン化していく。

既にあるカーボンソリューションも体系的に組み合わせ、顧客のCO_2削減ニーズに合わせ、最適なソリューションを提供していく。また、新たなCO_2削減につながるソリューションも開発していきたい。

今後、顧客のカーボン対策の計画から実行までをトータルで支援するコンサルティング体制も強化していく。まずCO_2排出量を見える化し、その結果をもとに長期の削減目標の策定や、目標達成に向けた効果的・効率的な脱炭素対策を支援していく。

ICT自身のカーボンニュートラル、いわゆるGreen of ITも重要になってくる。力を入れている5Gなどの通信機器でいかにCO_2削減につなげるかを顧客との協業や大学との連携などで進めている。

当社は引き続き、自社サプライチェーン全体からのCO_2排出量の削減を徹底していくことはもちろん、事業を通じてお客様・社会のカーボンニュートラルに貢献し、持続可能な社会の実現に向けて取り組んでいく。

トリプルゼロに向けて幅広く展開

■環境負荷ゼロの循環社会の実現に向けたHondaのチャレンジ

ホンダ 経営企画部環境企画部部長
青木　健 氏

私は2021年４月まで入社以来、量産エンジン開発に従事してきた。私が環境の観点で提案すると、環境テロリストかのように言われることもあるが、会社永続のためには、環境視点を経営に反映していかなければならないとの気持ちで仕事をしている。

ホンダは２輪車、４輪車、発電機や船外機などのパワープロダクツに加え、航空機も手がけるモビリティカンパニーであり、年間３０００万台を超える世界一のパワーユニットメーカーの側面もある。

2021年春、三部敏宏新社長がホンダの提供していく価値として、地球環境の負荷を無くす、尊い命を守る安全を達成するという２本の柱に行き着いた。「環境と安全に徹底的に取り組む」と号令がかかり、加速的に動き始めた状況だ。

環境安全ビジョンは11年に作ったが、創業当時からホンダで働く人間には息づいている。ホンダはモビリティを通して、自由な行動、移動によって得られる喜びを提供し続けたいと願うことから、環境負荷ゼロの循環型社会を目指すという発信をさせていただいた。

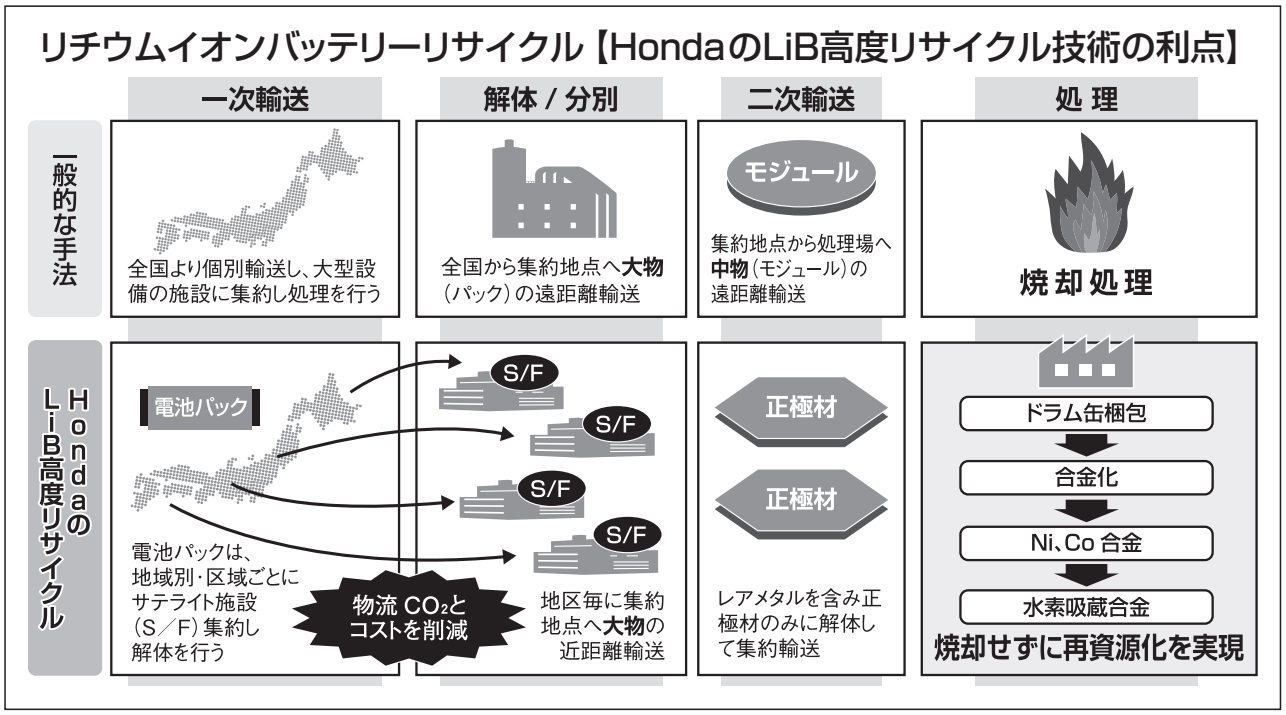
１・５度Ｃシナリオが国際的コンセンサスになる環境認識の下、ホンダは20年10月に八郷前社長が2050年カーボンニュートラル（温暖化ガス排出実質ゼロ）宣言を、そして三部社長が実現に向けた高い目標を掲げた。

一つはカーボンニュートラル（温暖化ガス排出量実質ゼロ）。製品だけでなく企業活動をライフサイクル観点でCO_2排出量を抑え、ネットゼロを達成する。二つ目はクリーンエネルギー。カーボンフリーなエネルギーを100％活用した企業活動をする。そして、資源循環。サステナブルマテリアル使用率100％で製品開発に挑むことの三つを掲げた。どれが欠けても目指す社会は実現できないので、しっかり取り組むのが会社の決意だ。

４輪の電動化の話は先進国で30年に40％、35年に80％に引き上げながら40年には100％電気自動車（ＥＶ）またはＦＣＶにする。イコール、40年には内燃機関を無くすことが取り沙汰された。

トリプルゼロ達成に向け、電動バイクなどに使うモバイルパワーパックを汎用製品に使うなど利用拡大を進める。電動車が増え、車載用大容量バッテリーが出回るので、バッテリーを世の中とつなぐグリッドサービスも検討する。ホンダが長く携わってきた水素や燃料電池（ＦＣ）システムを乗用車だけでなく、応用しながら展開していく。

資源循環では、持続可能な消費と生産を実現するため、枯渇性資源からサステナブルマテリアル、環境にやさしい材料に転換を進め、50年には「サスマテ」100％での製品づくりにチャレンジする。省資源化しながら、リサイクル材、環境負荷のないバイオマス材に置換を進めていく。



循環利用では部品レベルでは劣化度合に応じてリユースしたり、リパックしたり再利用していく。リサイクル材では市中流通、選別回収など材料・用途に合わせて選択してく。

資源循環社会の実現にはサーキュラーインフロー、サーキュラーアウトフローの循環フローを作らねばならない。

具体的な先行事例に環境リーディング車 08 年のクラリティＦＣＸとか、16年のクラリティフューエルセルがある。内装などにバイオファブリック（ＰＬＡ）などを使い、環境適応してきた。テールライトのアクリルレンズなどの水平リサイクルも 21 年８月に始めた。

リチウムイオン電池のリサイクルについては効率よく回収して、リサイクルできるような形で輸送する仕組みを作る。部品の劣化状態を判別できるようにし、状態の良い物は直接車に載せるリユース、あるいは定置型蓄電池などで２次利用しながら性能を使い切る。

劣化品は高度なリサイクル技術を開発しながら、再資源化につなげる資源循環スキームの構築を目指した取り組みをしている。一般的にリサイクルは全国から個別輸送し、大型設備で解体作業するので、集約地点まで遠距離輸送する。それを中型モジュールに解体して、再度、長距離輸送したり、焼却処理しながら再資源化している。

これに対して、ホンダは電池パックを地域ごとの施設に集約、大物の輸送は短距離で済ませ、小さく解体したレアメタルを含む正極材のレベルまで解体し、リサイクル業者に輸送する取り組みをしている。これで、物流のCO_2排出やコストが大幅低減できる見通しだ。リサイクルでも焼却処理はせず、再資源化する技術開発を進めている。

原材料取得から製造、使用後、廃棄に至るまでライフサイクルアセスメント（ＬＣＡ）は取り組まなければならない。それぞれの工程、上流のエネルギーから下流に至るまで、ホンダは広い取り組みのバウンダリー（境界）で考えている。「子どもたちに青空を」のスローガン実現に全力でチャレンジしていく。

意見交換

社会システムの構築が重要／サプライチェーン全体でゼロに

日本の技術貢献アピールを

水戸部委員長　きょうのテーマは資源・循環という基本からは少し外れるようにも見られるが、実は最近いろいろ資料を書いてみたりしていると、ＧＨＧの削減と資源循環と、そのほかの環境取り組みには非常に密接な関係があることに気付かされた、そういう意味では少し幅広に見ていくのも大事ではないかと考え、設定した。活発な討議を御願いしたい。

産業界委員　東レさんの話を伺い、資源循環を考える上では素材がすごく重要と感じた。多面的に取り組まれていて、参考にさせていただきたく思ったのは、ＫＰＩ（重要業績評価指標）、グリーンレベニュー（環境貢献事業の売上高、削減貢献量：ＧＲ）を数倍にと出されている。弊社も今まさにＧＲをどう出すか検討中だ。それ自体はＥＵタクソノミーでもしっかり回収をと言われており、ＥＳＧ（環境･社会･ガバナンス）調査でも聞かれるが、なかなか合う事業がない。出さないといけないので、当社独自のＧＲとか、定義も作ろうと取り組んでいるが、目標設定に悩んでおり、４倍とか６倍とか出される根拠、どういう議論で進められたか教えていただきたい。

野中氏　世界のベンチマークは２０３０年、50年を避けて通れない。弊社も世界の有力機関投資家が賛同したイニシアチブＣＡ１００＋のエンゲージメントを受けているが、「30年、50年どういう目標か」と必ず聞かれるが、その過程も大事だ。

ＧＨＧ削減貢献での指標（ＫＰＩ）は比較対象があり、絶対値ではなく、倍数でしか表現できなかったのだが、日本化学工業協会とかＩＣＣＡ（国際化学工業協会協議会）という化学業界団体で、ＢＡＳＦなど世界の有力メーカーも入れて、集まりガイドラインを作った。示唆になるか不明だが、スコープ３議論がすでに活発化しており、サプライチェーン全体で削減していく流れになってきている。自動車工業会、電機工業会などですでに業界での議論をしていると思うが、それぞれの業界の指標を議論し、社会全体で削減する貢献に関して議論が活発化することかと。自動車、電機業界は幅広いので、いろいろなところで貢献するという見せ方が難しいのではないかと聞いているが、スコープ３の下流の議論は重要だ。世界では、GHG削減貢献量は一部スコープ４という概念で議論が進みかけているが、産業界ではメソドロジー（方法論）が不明確で、定量化できないとの議論もある。一方、ＬＣＡ学会を含めて、ガイドラインだけでなく、さらに世界で示せるように今、一生懸命ＩＳＯ化への提言などを頑張っている。

グリーンレベニューだが、日本企業は従前よりしっかり取り組んでいるので、その指標は業界独自でいいと思う。化学業界は、事業を行う上で避けられない排出があるので、その危機感がスタートだった。弊社の商品である炭素繊維はトン当たりCO_2が20㌧出るので、何とか削減貢献を定量的にアピールする必要があった。その活動をしぶとくやっている間に賛同企業が増えた。過剰なアピールでない、グリーンウォッシュ（上辺だけの環境商品）にならない限り、日本企業の優秀なる技術の貢献をもっと世界に

アピールする必要があると考える。

産業界委員　簡単なところで、マイルストーンを敷かれていて、50年、実質ゼロとされているが、弊社の場合、スコープ1、2ゼロは書けたがだが、スコープ3がどうしても書けない。ここのゼロは排出係数とか、世界のものを加味した上でゼロにしているのか。それとも自己努力のみか。

稲垣氏　スコープ3に関しては、最終的にどこの企業が責任を持つかというのはあるが、基本的にサプライヤーや顧客も取り組むし、それぞれが取り組むことで削減が進むと思っている。その中でサプライチェーン全体をゼロにする目標に対して最終的にＮＥＣがどこまで責任を持つかは、今後決まっていくと思っている。

まずはサプライチェーン全体を含めて、ゼロを目指すと宣言することを重視した。今度はＳＢＴもネットゼロ目標で認定していく中で、具体的にどう実現していくのかという計画を、どう立てるのかが課題になると思っている。

産業界委員　ホンダさんには、本当に先進的な取り組みのご報告に感謝申し上げる。電動化１００％発表の時は私もびっくりしたが、考えれば、ハイブリッドとかＦＣを入れるとまあまあ高い。そういう意味での１００％か。

青木氏　40年にはハイブリッドは含めず、ＥＶとＦＣＶだけでグローバル１００％をやるぞと、宣言をして、はしごを外されてしまったので。

産業界委員　リチウムバッテリーのリサイクルだが、これは大変興味があって、素晴らしい取り組みだと思うが、既にある程度拠点ができているのか。

青木氏　いくつか拠点つくりながら実証実験をやっている。他産業でリサイクルしやすいような設計思想でやってきたが、これからはリサイクル可能なだけでなく、やはり解体もしやすいような設計にも取り組んでいく。他社の車を見ると、我々よりも解体しやすいと思うところも多々あり、そういうものも研究しながら、今後、循環のところで解体しやすいような製品づくりも、取り入れていかなければいけないなと思いながらやっている。

産業界委員　ペットボトルのリサイクルもだが、社会システムでうまくできる支援が必要かと、つくづく思う。

青木氏　おっしゃる通り。本当に個社だけの取り組みでは限界があり、極めて重要なポイントと考えている。

2021年度委員

座 長	藤井　康正	東京大学大学院工学系研究科 原子力国際専攻教授
学界委員	秋元　圭吾	地球環境産業技術研究機構 主席研究員
	竹内　純子	国際環境経済研究所理事 東北大学特任教授
名誉顧問	茅　　陽一	地球環境産業技術研究機構 顧問 東京大学名誉教授
産業界委員	武内　幸祐	エア・ウォーター SDGs 推進室環境推進グループ長
	楠井　祐子	大阪ガス企画部 ESG 推進室長
	中山寿美枝	電源開発 執行役員（国際エネルギー・気候変動担当）
	野中　利幸	東レ 地球環境事業戦略推進室長
	山戸　昌子	トヨタ自動車 CN先行開発センター 環境エンジニアリング部部長
	藤田　美穂	日本製紙 サステナビリティ経営推進部部長
	稲垣　孝一	日本電気 サステナビリティ推進本部 シニアマネージャー
	下野　隆二	パナソニック 品質・環境本部環境渉外室室長
	青木　　健	本田技研工業 経営企画統括部環境企画部部長
資源循環技術委員長	水戸部啓一	国際環境経済研究所 理事
本社委員	井上　　渉	日刊工業新聞社 執行役員本社編集局長

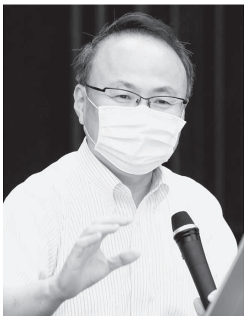
（敬称略、順不同）

（役職名は当時）

2020年度 活動報告紙面

エネ需給モデル 最適化

再生エネの時間変動考慮



東京大学大学院工学系研究科教授
原子力国際専攻
藤井 康正氏

エネルギーモデルとは、エネルギーシステムの構成要素間の相互の関係を数式で抽象的に記述、一連のプログラムとして実現したもの。構築の目的は複雑なシステムを大規模な連立方程式で記述し、定量的に評価できるためだ。対象システムに対するモデル作成者の理解を深めると同時に、対象システムを理解するための共通の枠組みを提供でき、意識合わせ、議論のたたき台になる。

モデルは予測型と規範型に分けられる。予測型は将来こうなるだろうと計算するもの、規範型は将来こうすべきというもの。予測型の代表例に地球温暖化のシミュレーションがある。CO_2が増えたら温度がどう上がるかを予測するのが予測モデル。規範型は予測型の結果を受けて、今後、我々がどうすべきかを計算する。先ほど山口先生の話に出た費用便益分析などは規範型モデルで、最適化計算をしていると思う。気候変動問題の特徴で、不確実性が大きく、全てがわかっていない。

モデルにはトップダウン型とボトムアップ型がある。トップダウン型は対象をブラックボックスと見なして、外からの見た目の関係だけでモデルをつくるという方法。ボトムアップ型は原理原則を使う。それぞれ問題点があり、トップダウン型は見た目の関係でつくるから、結果が出ても、理由がわからない。一方、ボトムアップ型は原理原則に基づき計算するが、結果が現実的でないことが多い。原理原則で社会が動いておらず、まだ分かっていない原理原則もあるからだ。結局、双方をうまく答えが出るように混ぜているのが現状だ。

静学的モデルは単一時点だけ、例えば2020年だけを計算するようなモデル。準動学的モデルというのは、2030年、2040年と近い時点から順番に解いていく。そして、動学的モデルは対象期間中の全ての時点を同時に評価するモデルだ。理論的には同時に解くのがいい。それでは計算が大変なので、代用するのが準動学的モデルだ。

最適化型世界エネルギー需給モデルを何個かつくってきた。最初は私がまだ茅先生の学生だった1992年に作成したモデルで、世界を10地域に分け、2050年まで10年間隔で準動学的に解くもの。そして、96年に作成したモデルは、2100年まで動学的な計算を行い、その変数は1万個に増えた。さらに、2001年ごろに作成したモデルは、世界全体を80地域ぐらいに分け、100万変数まで増えた。

今回紹介するのは2019年に作成した最新モデルで、この間で大きく変わったのは、再生可能エネルギーの時間変動の考慮の必要性だ。太陽光、風力がたくさん入る状況を正確に考慮できるようにした。2050年までを考えた準動学的なもので、世界132地域、時間解像度は1年間を約3000時間帯に分割し、1時点当たり4億個ぐらいの変数がある。

「オールテック」と「RE100（再エネ電力100%）」の2種類のケースを比較する。オールテックというのはCCS（CO_2回収貯留）や原子力を含む全ての対策技術が使えるという状況である。排出シナリオとしては両ケースとも2度C目標に対応して、急激に排出量を下げていくシナリオとした。

ここに示すコストは世界全体の累積費用で、両ケースの間で少ししか差がない印象を与えるかもしれないが、これは年割引率として5%を見込み、2050年のコストは6分の1ぐらいに割引かれて積算されるからである。2050年時点だけで比較すると、RE100の場合のコストは、オールテックの倍ぐらいかもしれない。CO_2の限界削減費用はオールテックだと1トン当たり200ドルぐらいなのが、RE100だと600ドルを超えている。

今後の課題だが、いろいろ技術は入れても、やり切れていない部分もある。特に太陽光発電などの自然変動電源の余剰電力利用の部分だ。余剰電力を用いて製造した水素と大気から直接回収されたCO_2とを合わせた合成燃料は、カーボンニュートラルな燃料になり、航空機にも使える。1リットル200円ぐらいの費用でできるのではないか。

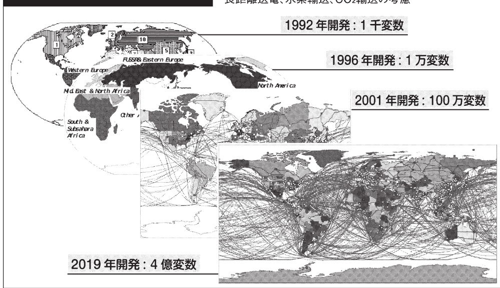
楽観的な想定もあるが、それなら、無理して電気自動車や電気飛行機に切り替えなくてもいいということになり、技術的にはゼロエミッション社会への道が技術的には道が見える気がする。

また、小型モジュール炉を含めた原子力に関する新技術やシステムの考慮も必要であろう。さらに太陽放射管理や二酸化炭素除去など、地球を人為的に改変する技術を含めたジオエンジニアリングの検討も必要だ。

ジオエンジニアリングの定義として利用規模によっては地球環境への副作用が無視できないものとすると、一番気になるのは人工林開発を伴うバイオマス利用だ。大規模利用すれば、地球環境に必ず影響がある。英国を含め、多くの国でバイオマス利用が提案されているが、現実問題としてその副作用の影響の大きさがわからず、誰も怖くて誰も大規模利用はできないのではなかろうか。

最適化型世界エネルギー需給モデル

【地理的・時間的解像度の向上】
- 再生可能エネルギーの地理的偏在性と時間変動の考慮
- 長距離送電、水素輸送、CO_2輸送の考慮



20年度委員（敬称略）

座長

東京大学大学院
工学系研究科教授
原子力国際専攻
藤井 康正

学界委員

地球環境産業技術研究機構
主席研究員
秋元 圭吾

国際環境経済研究所
理事
東北大学特任教授
竹内 純子

名誉顧問

地球環境産業技術研究機構
理事長
東京大学名誉教授
茅 陽一

産業界委員

大阪ガス
企画部ＥＳＧ推進室長
楠井 祐子

電源開発
審議役
（地球環境担当）
中山寿美枝

東 レ
地球環境事業戦略推進室長
野中 利幸

産業界委員

トヨタ自動車
先進技術開発カンパニー
環境部部長
山戸 昌子

日本製紙
サステナビリティ経営推進部部長
藤田 美穂

日本電気
環境・品質推進本部長代理
兼環境推進部長
廣光 徹

パナソニック
品質・環境本部
環境渉外室室長
下野 隆二

ブリヂストン
G経営戦略本部
主任専任部員
森永 啓詩

本田技研工業
経営企画統括部環境安全企画部部長
松薗 義明

資源循環技術委員長

国際環境経済研究所
理事
水戸部啓一

本社委員

日刊工業新聞社
取締役本社編集局長
四竈 廣幸

意見交換

■コスト対策

茅名誉顧問 私は座長を退き、学界委員の加藤三郎委員（環境文明21顧問）、中上英俊委員（住環境計画研究所会長）も退任される。座長には東大の藤井教授、委員の後任には地球環境産業技術研究機構の秋元圭吾主席研究員と国際環境経済研究所の竹内純子理事が就くのでよろしくお願いしたい。まず、山口さんへの質問は、2050年の目標を達成するには非常にお金がかかるし、なかなか大変。例えばCCS（CO_2回収貯留）といっても、これを積極的に企業がやるとは思えないが、どういう形で実行すると考えられるのか。

山口氏 英国が2050年にゼロにするのは相当大変だし、政府は何をするかだが、特にエネルギー集約産業は非常にコストがかかる。一つはその補償、特定の産業に何らかの経済補償。それから、低炭素製品市場を政府がつくって、できるだけ低炭素の製品が出回るように、いわゆる市場に乗るようにする。世界全体でCCSを大量導入するには炭素税も必要になるだろう。

茅氏 藤井さんはワールドモデルの話をされたが、日本はどうなるのか。世界モデルで日本の問題を細かく考えたい場合、世界モデル全体を動かさなければいけないのか。簡便化して、日本を細かく動かす細工ができるのか教えていただきたい。

藤井座長 世界モデルの中での日本の扱いだが、研究室としては日本に特化しモデルもつくっている。国内を400地域ぐらいに分けて、電力会社の系統も考慮に入れたモデルもつくったりしている。それとは別に、水素や電力を大量に国外から持ってくるというシナリオがあるので、日本の問題を考えるためにも世界モデルでの評価も必要と考える。

▲将来的なCO_2削減見通しについて討論（7月31日に開催された2020年度の第1回事例研究会）

低炭素製品市場を政府がつくる

加藤委員 温暖化対策をやらなかったために、日本でも世界でも非常に被害が発生している。英国の費用便益分析の中では発生している被害、ないしはこれから発生するであろう被害に取り入れているか。

山口氏 重要な指摘である。英国で2008年に2050年の8割削減をきめた時には、その対策コストとそれによって回避できる損害（便益）の対比を行った。幅は大きく、割引率の問題もあるが、そういうものを一応全部計算して、80%削減をやる利益がコストより多いとの結果を得ている。日本でもこうした検討が必要だ。

加藤三郎委員 BECCS（CCSにバイオマス利用を組み合わせた二酸化炭素回収技術）について藤井先生のコメントがあったが、非常に難しいのではないかと話されたが、具体的に困難な事例があったら、教えていただきたい。

藤井座長 BECCSの難しさというか、大規模な植林をしてバイオマスを育てるということが、商業ベースに実際にやられていないからこそ、問題点がまだよくわかっていない。すごく楽観的に思われているのではないか。植林をして、40年ほど育てて、また切ってと、インドの国土に匹敵するぐらいのスペースを使い、植林を世界全体でやるとしたら生物とか生態系に何も影響を与えずにできるはずがないと、私は思っている。実際にはやられていないので、生態系への影響を皆さんが心配しているからだと思う。

■日本の政策決定

竹内純子委員 日本で根拠のある政策決定ができない理由、なされない理由をお伺いしたい。

山口氏 一つは技術的に政府がモデルを持っていないということはある。EUの場合、よいかどうかは別にして、プライムスモデルがあるが、英国の場合には、イギリスモデルというより、いろいろなところのモデルを政府が集めて、それを全部比較して、そして専門家がそれを見て薦めている。日本は1回だけ、麻生内閣の末期にいろいろなモデルを比較したが、それ以降、しぼんでしまった。もう一つは、本当に全部表に出して、透明性を持って議論するという風潮がない。評価の重要な要素はコストだが、これが公開されていないので評価のやりようがない。学者はこの点、意見をいうべきだ。

藤井座長 政策にどうやって反映させるか、もちろん役に立てばいいと思い、私は研究しているが、構造的には、経済産業省さんだったらRITEとか産総研とかシンクタンク機能がある。環境省さんだったら国立環境研究所、あの辺りから定量的な計算結果を本省のほうに上げていただいてということなのかなと思います。

秋元圭吾委員 藤井先生は非常に細かく、電力の再エネの細かい時間スケールをとられているが、このモデルの分析の場合、その確定的な需要と確定的な気象データの予測のもとで分析されていると思うが、不確実性がある場合に、停電しないようにバックアップが必要だとか、そういったものをどう織り込まれているのか。

藤井座長 再エネの不確実性は、ここは考慮できていない。我々のモデルはある意味、再エネにとっては一番簡単なというか、確定して、不確実性がない、晴れる、風が吹く、全部わかった状態で最適化して、一番楽観的な状況を計算している。ただ、それでも再エネの割合を高めることは難しい。一番簡単なケースを示して、これでもこんなに大変いうメッセージのつもりだ。

透明性を持って議論する風潮を

産業界委員 英国はネットゼロと言っているはずなのに、コストの話がないような気がする。大変なはずなのに、なぜこの委員会は薦めていて法制化してしまったのか。

山口氏 実は、英国はコストがGDPの1・5%から2%と試算されているが安すぎると思う。最後に残る排出は全部DAC（CO_2直接回収技術）で対応する。その場合、トン当たりの削減コストは藤井先生は600ドル程度とおっしゃったけれども、英国の場合にはこれを300ポンドと低くみている。

◆◆◆

事務局 最後に茅先生、加藤先生からご勇退に当たってご発言いただきたい。

茅氏 グリーンフォーラムが始まったのはほぼ30年前、1991年だが、それから29年、随分長い間だった気がする。いろいろな方の話を聞くことも同時に、それに対する企業の皆さんの反応を聞くのは我々にも役に立つ情報で、私にとっても刺激的な、よい時間を持たせていただいた。3世代ぐらいの先方々にこのグリーンフォーラムをお願いして、私の引退ということだが、私の歳なりに、今後もエネルギー、環境という問題に大いに関心を持って過ごしていきたい。どうもいろいろありがとうございました。（拍手）

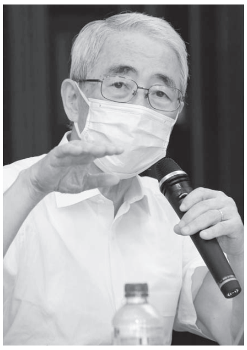
加藤氏 茅先生の明瞭なリーダーシップのもとに参加できたことを、大変うれしく思っている。今、環境問題が言うまでもなく非常に重要な問題になってきている。コロナの危機で世界は、日本も随分騒いでいるが、違った意味の危機は環境の危機で、これをどうしのいでいくか非常に重要な時期だと思っている。（拍手）

英、2050年「温暖化ガス ネットゼロ」

グリーンフォーラム21は7月31日、2020年度の第1回事例研究会を開き、「英国の2050年GHG net-zero目標」など将来的なCO_2（二酸化炭素）削減見通しについて討論した。座長の茅陽一地球環境産業技術研究機構（RITE）理事長・東京大学名誉教授は名誉顧問に就き、新座長には藤井康正東京大学大学院工学系研究科教授が就任した。また、学界委員2人も交代した。

官・民の役割分担を明確化

達成計画・コストを開示



地球環境産業技術研究機構参与

山口 光恒氏

英国の2050年における「GHG（温暖化ガス）ネットゼロ」について話したい。日本政府は起算年は不明ながら2050年に、GHGの8割減を閣議決定しているが現在のところその達成計画やコストは示されていない。一方、英国はネットゼロを法律で決めて達成計画やコストも開示しているので日本の長期目標達成計画の参考になる。具体的には工業化以降の地球の気温上昇を1・5度Cに抑えることを目標に世界全体のあるべき姿をとらえ、ここから衡平性の観点も考慮して自国目標を設定している点、もう一つは部門別に詳細にわたり技術とコストを検討しこれを公表している点だ。

これにより第三者が内容の検証が可能だからだ。他方でGDP対比のコストが1―2%と低すぎること、炭素回収貯留（CCS）とバイオエネルギーとCCSの組み合わせ（BECCS）の合計が現在の排出量の4割にも達している点、太陽光と風力の比率が57%とあまりに高い点から実現可能性には疑問がある。

気候変動法（CCA）はこれに先立つ08年に2050年1990年比80%削減を目標として決めた。世界で初めてだ。コストはGDPの1―2%と計算した。そして、5年ごとの炭素予算（目標）を組み、現在は第5次（2028―2032年）まで決定している。気候変動委員会（CCC）という政府とは独立した委員会が勧告し、原則として政府は受け入れなければならない。それを修正する場合は理由を公表することが法制化されている。80%削減の根拠が面白いのだが、英国としては地球の気温上昇として2度C目標を出発点とし、この条件を満たす世界の排出シナリオを描く。そのうちから4度Cに達する確率が1%以下のシナリオを基に2050年の世界の排出量を求める。それを一人あたり排出量均等原則で世界の予想人口で割り、その一人あたり排出量に英国の予想人口を乗じて英国の2050年排出量を求める。これが90年比80%減だったので80%減を目標としたのだ。

しかし、その後のパリ協定、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）等による科学的知見の進展から、昨年グローバル目標を1・5度Cとし、ほぼ同様な手法で2050年ネットゼロとした。ゼロ化に向けてのシナリオはどうするか。08年に決めた80%減（現行シナリオ）を基に意欲的シナリオで96%減までは技術的に到達可能で、残る4%は当たるも八卦（はっけ）的で投機的シナリオで減らそうというのだ。

意欲的シナリオと現行シナリオとの差が大きいのは産業部門のCCSや低炭素熱、大型トラック（水素・電気）、CCS付帯バイオ燃料（BECCS）、海運（アンモニア）等である。ちなみに電源構成は風力・太陽光57%、CCS付きガス火力23%、原子力は新設も入れて11%ほどだ。

陸上輸送については、17年の排出量は1億2000万トンで全体の23%と最大だが、これを200万トンとほぼゼロにする。残りはディーゼルトラックと鉄道だ。乗用車と軽トラックは現在0・2%の電気自動車（EV）を100%に、大型トラックは現在ゼロの燃料電池車とEVを9%に高める。これに向けて急速充電装置・水素充填所の整備を進め、バイオ燃料は2030年代に廃止してしまう。

航空と海運についてだが、船と飛行機で1割を占める。国際航空は3500万トンで非常に多い。この場合もバイオ燃料はBECCSと組み合わせでマイナス排出に使うので航空燃料の10%に制限され、削減が非常に難しい。国際海運は、水素かアンモニアにしたいが、アンモニアには毒性があるので注意が必要となる。

産業部門別では製油が最大、ブリティッシュペトロリアムやロイヤルダッチシェルが存在するからだ。鉄鋼業はそもそも小さく、排出量も日本の1割台だ。産業部門ではCCS・水素・電化・省エネ等で削減を図る。そのための平均削減費用はトンあたり120ポンドになる。こうした計算が鉄鋼、セメントなど主要部門につき公表されている。トン当たりの削減コストが最も高いのは化石燃料採掘でトン300ポンド近い。

建物はどうかだが、直接排出は暖房を中心に8500万トンと、全体の17%で家庭が圧倒的に多い。対策としては新築の場合居住用住宅へのガス管の接続禁止、ガス管に接続していない既設建物はヒートポンプ、ガス管接続住宅はガスに替えて水素、それにヒートポンプの組み合わせを目指す。

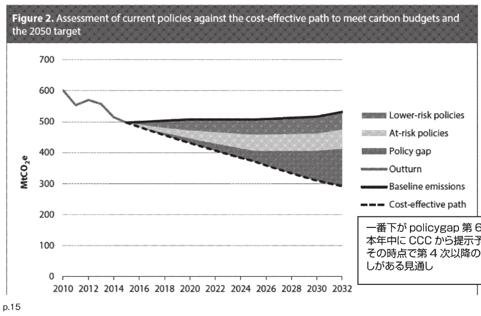
ここが日本と全く違うところだ。ガス管に水素を流し、代替する考えだが、都市ガスを全部、水素に転換するかどうかは20年代を通して検討することになっている。建物についても各対策等とのトンあたりコストが明示されている。

以上の対策を講じても航空部門や農業部門を中心に2050年に8600万トン（2018年排出量の2割弱）程度の排出量が残るが、これをBECCSを中心としたマイナス排出技術で3200万トンまで減らし、残りは肉食の減や航空機利用の減などライフスタイルの変化、更なる植林、大気中のCO_2を捕捉して地中に貯留するDACCSの活用などを駆使してネットゼロを実現するとの内容である。なお、CO_2と水素を結合して製造する合成燃料には積極的ではなく、CCSの方が安いとしている。技術進歩を勘案してGDP対比のコストが1―2%と低く出ているが、炭素価格はほぼ5万円弱といったところである。

面白いのが削減技術と政府・民間の役割だ。削減目標は政府が決定するが、達成技術は指定すべきではない。これが日本との違いだ。また、産業部門は国際競争を配慮しなければならないが、EUのグリーンニューディールと違い国境税調整は表面に出ていない。

英国の炭素予算と政策ギャップ

	第1炭素予算（2008-2012）	第2炭素予算（2013-2017）	第3炭素予算（2018-2022）	第4炭素予算（2023-2027）	第5炭素予算（2028-2032）
排出量（5年間）$MtCO_2e$	3018	2782	2544	1950	1725
90年比	▼23%	▼29%	▼34%	▼50%	▼57%



出典：CCC 2016, p.15

グリーンフォーラム21

環境が企業価値向上のカギ

日刊工業新聞社が主宰する「グリーンフォーラム21」は、産業界として地球環境保全に取り組むことを目的として1991年に設立された研究会です。有識者や行政関係者らの協力を得て、環境情報の収集・調査・研究、新聞やインターネットによる情報発信、環境事業の広報のサポートなどを展開しています。「環境が企業価値向上のカギ」を掲げて活動し、低炭素・循環型の経済社会システムの構築を目指しています。

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

GREEN FORUM 21

NEC／大阪ガス／Jパワー／東レ／トヨタ自動車／
日本製紙／パナソニック／ブリヂストン／ホンダ（2020年度会員）

GREEN FORUM 21

CO_2回収利用の動向と展望

コンクリート産業のCO_2削減策

大量吸収させ内部に固定 強度を出す

鹿島建設 技術研究所
土木材料グループ主任研究員
取違 剛氏

コンクリートは大きく二つに分けられる。一つは生コンクリートもしくは場所打ちコンクリートで、固まる前の状態で運ばれ、固まるのを待って枠を外すと構造物ができる形で使っている。水分が飛ぶと固まると思われているかも知れないが、セメントと水の反応で固まるので、水が飛ばないように、余り乾かさずに、固まってきたあとはしばらく水を供給してあげることがコンクリートをよく固める条件になっている。

形状の自由度が大きく、型枠さえあれば、その形に物がつくれる。相対するのがプレキャストコンクリートで、文字通り、形づくったもの。これを現場に運び、大きなプラモデルを作るように組み立てて、継ぎ目を充填して完成させる。決まった形でつくらないといけないので、施工の自由度は下がるが、建築物のように同じ形のものにはよく使われ、土木よりも、建築の方がプレキャストは利用が推進されている。

コンクリートの内、砂と砂利が35%ずつできているが、砂と砂利は粒径5ミリ以下か、5ミリメートル以上かの違いだ。これに水とセメントを混ぜ、のりとしての役割を与えて固めるのがコンクリートだ。この内、セメントは15%。

コンクリート分野でCO_2排出はセメントを1トンつくるのに760キログラムぐらいになる。コンクリートのCO_2排出量は、ほぼセメント製造時である。セメント生産量はバブル景気を境に右肩下がり。震災以後、非常に増えたようにちまたではみられているが、製造量は年間5800万トンぐらいだ。原料の石灰石を細かく砕いた後に調整工程で約1400度Cで焼く。ここで石灰石からCO_2が分離されることを脱炭酸とよび、脱炭酸によってカルシウムを取り出す。それと同時に高温での燃焼でCO_2が大量に発生する。セメント産業のCO_2排出量は日本の総排出量の約4%に当たる。

CO_2削減のための主な方策は、セメントを使わないようにすること。銑鉄を造る際に発生する高炉スラグや火力発電所から出るフライアッシュで代替している。高炉セメント、フライアッシュといい、2種類がJIS化されている。高炉セメントは一般的に使われ、全国シェアの20%程度が使われるが、フライアッシュは使用比率が低い。

コンクリートの炭酸化によるCCUについて話したい。コンクリートの炭酸化、炭酸塩化とカーボンリサイクルロードマップでは呼称しているが、建築・土木では炭酸化と呼ぶ。セメントと水が反応してできる水和物の核は水酸化カルシウム、カルシウムとシリカと水の結合で、C－S－Hという。水酸化カルシウムがCO_2と反応して炭酸カルシウムになるのが炭酸化。これをコンクリート反応の中で起こすのがコンクリートの炭酸化だ。

逆転の発想で考えついたのが「CO_2－SUICOM（スイコム）」だ。中国電力、デンカ、鹿島とランデスの4社で開発してきた。2008年に始め、最初の物ができたのは2010年だ。CO_2をコンクリートに大量吸収させ、$CaCO_3$として内部に固定し続けられるコンクリートだ。

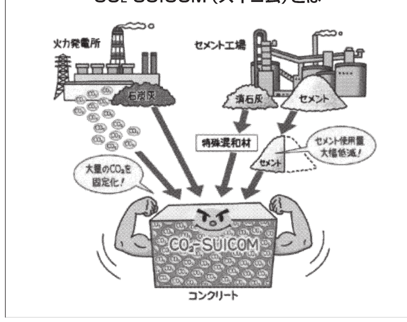
中国電力は当時、発電量に占める石炭火力発電の割合が他電力に比べて多かったため、排出削減を模索。鹿島にはコンクリートを強制的に炭酸化させる技術があった。デンカはCO_2と反応して固まる材料を持っている。3社でコンクリートにCO_2を吸わせて強度を出すとのコンセプトを考え、火力発電所から出るCO_2を吸わせるという開発目標を立てた。ランデスはプレキャストコンクリートを作っており、実用化段階で頼るため、加わってもらった。

セメントのCO_2削減策はセメントを極力、少なくする代わりに、CO_2排出量が少ない副産物やCO_2と反応して固まる材料、デンカの特殊な混和材「γC2S」をセメントに代替する。そうすることで一般的なコンクリートのCO_2排出量が300キログラムなのに対して、200キログラム程を材料の変更で削減、さらにCO_2を吸わせることで、造ればつくるほど世の中からCO_2が少なくすることが試算上はできる。カーボンネットゼロというイメージだ。

理屈はCO_2排出量は少ないながら、CO_2を吸収できるカルシウムを持った材料をセメントの代わりに使うということ。コンクリートを練り混ぜたものを型に流し込み、型枠から外してできる境界ブロックのイメージだ。それを養生槽と呼ぶ密閉空間に入れて、CO_2を吸わせている。研究段階では火力発電所から出る排気を効率的に吸収させるため、温度・湿度を調整した。2011年からは徐々に使っている。道路の分離帯などに利用し、国内で全部を置き換えれば、簡易な試算だが、年間30万トンぐらい削れる。ただ、中の鉄筋が錆びるので鉄筋を使わず、養生槽に入れられる小さなブロックが対象になっている。

コンクリート産業における主なCO_2排出削減策は業界としてセメント使用量の低減である。新たな技術が開発され、適用に向けた整備も進んでいる。一方で過度なセメント使用量の削減は産業廃棄物処理の圧迫を誘発する可能性もあるのでコンクリートの炭酸化、CO_2吸収を進めれば、セメント産業を存続させつつCO_2削減・有効利用の大きな武器になる可能性を秘めていると考え研究開発と、その展開に努めたい。

CO2-SUICOM（スイコム）とは



グリーンフォーラム21／討議

日本のコンセプト発信

「30年」想像外のことが実現するタイムスパン

新技術 社会実装まで効率化

グリーンフォーラム21は、11月13日に今年度第2回事例研究会を開いた

藤井康正座長 今回のテーマは「CCU（CO_2回収利用）の動向・展望」とした。選んだ理由は三つで、まずは、二酸化炭素を削減する方法には大きく3通りの方法があること。2番目はパリ協定も発効し、二酸化炭素の削減が要望され、削減率も高まっていること。3番目は水素を利用したメタネーション技術に関心が高まっているからだ。3人の先生方の講演を受け、まずは学界委員の中上先生にご意見、ご質問をお願いしたい。

中上英俊氏 脱炭素宣言が出たばかりで、時宜を得たテーマでよかった。関連した相談を受けるが、各位がピンときていないのは2050年という30年先のことだからだ。30年とは、ほとんど想像できなかったことが実現するタイムスパンだ。30年前には携帯電話も、スマホもなかったのから様変わりで、世の中は状態が異なる。かつて石油危機から国際エネルギー機関が石油火力はやってはいけないと決めて、日本も発電所は脱石油となり、石炭とLNG、原子力に置き換えるといって、石油火力の70%がほぼ転換したのは30年後。そういう長いスパンになる。この期間にもっと違う技術も出てくる可能性があるので、大きな希望を持って取り組んでいくべきだと思う。この会合には初期からかかわってきたが、今日、お集まりの皆さんにも肝に銘じていただき、この会が活発化していくことを望んでいる。

経産省の土屋課長さんには、世界に先駆けてやってほしい。デファクトスタンダードになり得るような技術がいっぱいありそうなので、情報発信を常にやっていただきたい。

土屋課長 中上先生のご指摘は、重要なポイント。カーボンリサイクルについては、各国でいろいろな用語や定義が生まれている。重要なことは、カーボンリサイクルのコンセプトや方向性を大きな視点で国内外に広く発信しつつ、多様な技術について、多様なプレーヤーの参画・連携を通じ、社会実装に至る試行錯誤のサイクルを効率的に回していくこと。本日発表された鹿島のケースでも、異業種の企業と連携してオープンイノベーションで進められた点で、非常に貴重な事例。国としても、こうした取り組みをしっかり支えていきたいと考えている。

竹内純子委員 旬のテーマで、手元のエネルギー資源学会誌の特集も「カーボンリサイクルの最新動向」だった。30年後を見通すのが難しいということは、中上先生ご指摘の通りかと思う。一方で、30年という未来がエネルギーインフラの入れ替えというようなところを考えると、意外と時間がないかと。そこに、カーボンリサイクルのような新技術が入る可能性には期待をしている。しかし普及していくには、コストの十分な低減、あるいは利便性も備える必要がある。その中で、既存のガスインフラを有効利用していくアイデアは、非常に重要な視点だと思う。ただ、これはガスの導管等に何かしらの悪影響があると懸念をしなくてよいか。

辻中氏 既存インフラの利用の重要性、有用性についてのコメントと、管に違うものを入れた際のダメージについてご質問を頂戴した。メタネーションにより作られたメタンを既設のガス管に注入することは技術的に問題はない。ガス管が古いタイプであろうと、新しいものだろう同じであって、既存ガスインフラを有効利用することができる。「ガス管に水素を入れた場合はどうか」との質問もいただくが、15年間にわたり、国のプロジェクトである、「水素導管供給システムの安全性評価事業」で技術調査研究をやってきた。その結果、現行定められているガス工作物に係る技術基準が、新設する水素導管による供給（中圧・低圧）に適合できる、つまり、新設のガス管であれば、水素供給することが可能であることが確認されている。

秋元圭吾委員 カーボンニュートラルを考えた時に基本的に1次エネルギーとしては原子力と再エネとCCSしかなくて三つの組み合わせになってしまう。ただ、これは原則論でDACCSとか大気中からの直接CO_2回収とを使えるとマイナスの排出技術になる。日本のカーボンニュートラルを達成しようと思うと、世界の資源をいかに活用していくかが重要になってくる。セメントに関しては量的に回収が年間30万トンぐらいと言われたが、全体では4000万トンぐらい排出しているとの話だった。1%に満たないぐらいで小さいが、今後、量を増やす取り組みの可能性をお聞きしたい。

取違氏 CO_2削減の大規模化というか、無筋コンクリート、小さいブロックからの脱却についてお答えする。鉄筋を使っている現場のコンクリートにもCO_2を吸収させられる方法がないか、NEDOさんのプロジェクトで開発を進めようと動き始めたところだ。そこまで行かなければ、本当の意味で排出削減と大々的に言えるところには達しないだろうということで、鉄筋が錆びるようであれば、錆びない補強材を使うとか、錆びない範囲までCO_2を吸わせるとか、やり方はあると思うので、模索する研究を始めている。

藤井座長 本日はありがとうございました。

今年度産業界新入会員

エア・ウォーター
SDGs推進室室長
森 敏信氏

第24回 オゾン層保護・地球温暖化防止大賞

「第24回オゾン層保護・地球温暖化防止大賞」の案件を募集します。
オゾン層保護および地球温暖化防止に関して顕著な功績を収めた企業、団体、個人を表彰します。

募集締め切り | 2021年 6月30日（水）

表彰
経済産業大臣賞 1点（表彰状、盾） 優秀賞 数点（表彰状、盾）
環境大臣賞 1点（表彰状、盾） 審査委員会特別賞 必要に応じて（表彰状、盾）

主催：日刊工業新聞社 後援：経済産業省／環境省（予定）
協力：日本冷媒・環境保全機構

https://biz.nikkan.co.jp/sanken/ozon/

対象分野
オゾン層破壊物質または温室効果ガスのうち代替フロン等4ガス（HFC、PFC、SF_6、NF_3）の排出削減等を対象として
① 技術開発 ② システム整備 ③ 普及啓発活動
④ 発展途上国支援 ⑤ 調査研究活動…等
※オゾン層破壊物質にはCFCs、HCFCs、ハロン、臭化メチル、四塩化炭素等を含む。

審査方法
学識経験者らで構成する審査委員会で選考する。

発表と表彰
2021年9月上旬に日刊工業新聞紙上で発表し、10月6日㈬に東京都内で表彰式を開く。（予定）

お問い合わせ
日刊工業新聞社 日刊工業産業研究所
TEL 03-5644-7112 FAX 03-5644-7294
E-mail：sanken-shin@media.nikkan.co.jp

テーマに研究会

グリーンフォーラム21（藤井康正座長＝東京大学大学院工学系研究科教授）は11月13日、「CCU（CO_2回収利用）の動向と展望」をテーマに2020年度第２回事例研究会を開いた。今回から産業界会員としてエア・ウォーターが加わった。

GREEN FORUM 21

カーボンリサイクル政策について

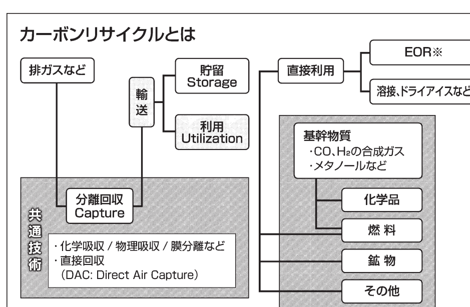
経済産業省 資源エネルギー庁 石炭課課長 土屋 博史氏

パリ協定達成と経済発展 両立

カーボンリサイクル政策を紹介させていただく。先般の菅総理の所信表明演説の中で、2050年にネットでカーボンニュートラル（CN）を目指すことが盛り込まれた。この実現に向けた取り組みの一環として、カーボンリサイクル政策が加速している。

カーボンリサイクルの定義としては、CO_2（二酸化炭素）を資源として捉えて、これを分離・回収し、鉱物化や人工光合成、メタネーションによって、化学品、燃料、鉱物に再利用し、CO_2排出を抑制すること。

この意義としては、まず、パリ協定の目標達成、CO_2温室効果ガスの排出削減の追求がある。他方で、国民生活の向上、経済発展やエネルギー安全保障に化石燃料を使わざるを得ない産業・地域が存在し、その両立を追求する手段の一つである。意義について、具体的には、第一に、カーボンリサイクル自体が温室効果ガス削減に直接的に貢献する点。第二に、水素や再生エネルギーの活用と連動する点。第三に、カーボンリサイクルが、化学やセメント、燃料など多様な業種がそれぞれの事業分野で既存インフラを活用しながら取り組みが可能な点である。こうした中、欧米各国も、既存インフラを活用しつつ、温室効果ガスのネット・ゼロの実現を目指し、ネット・ゼロエミッション技術に着目し、その開発競争が加速している。



政府としては、カーボンリサイクル政策を戦略的に進める上で、昨年、カーボンリサイクル技術のロードマップを策定し、随時アップデートしている。重点分野として、特に化学品、燃料、鉱物・コンクリートを中心に、全体動向を捕捉している。普及拡大に向けたフェーズとしては3段階。フェーズ1の初動では、水素が不要な技術や高付加価値製品・技術に重点を置きながら、多様な開発を支援。フェーズ2では、2030年ごろから、化学品、燃料、鉱物が本格的に普及し始めると想定され、既にその萌芽が出始めている。例えば、旭化成は、ポリカーボネートをCO_2を使いながら製造する技術の開発に成功した。2019年時点で既に製造能力は79トンあり、注目すべき先行事例。また、バイオジェット燃料では、ユーグレナやIHI、米ランザテックなどが開発・事業化を進めており、ANAの試験飛行など、萌芽が見えている。鉱物・コンクリートについては、この後に話される鹿島建設のSUICOMが先行事例。その後、フェーズ3では、2050年頃に、非連続なイノベーションも加味しながら、水素価格の低減動向を視野に入れながら汎用品に展開していく。並行して、カーボンリサイクル関連の研究拠点の整備を進めている。

広島県の大崎上島において、カーボンリサイクルの実証研究を集中的に担う拠点の整備に着手するとともに、北海道・苫小牧でのCCSとメタノール製造実証や、福島県浪江町の福島水素エネルギー研究フィールドがある。このうち、大崎上島では、石炭ガス化複合発電（IGCC）の実証後、石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）を計画している。また、CO_2分離回収設備についても、昨年12月から実証を開始し、成果を上げつつある。この隣接地に、カーボンリサイクル拠点を整備する計画だ。

産業界の動きも活発。昨年8月、カーボンリサイクルファンドが設立、会長には三菱ケミカルホールディングスの小林喜光会長が着任した。加盟メンバーとしては、エネルギー関連、素材・機械メーカーが主力であるとともに、商社や金融も参加しており、ビジネスとして注目されている。ちなみに、株式市場では、カーボンリサイクル銘柄などが取り上げられているそうだ。

カーボンリサイクルに係る国際情勢としては、開発競争が一段と加速している。CO_2分離回収など、日本の競争力が先行している分野もある。三菱重工エンジニアリングがアミン液を使ったCO_2分離回収技術について、米国で実績を上げている。他方で、化学品・燃料・鉱物については、各国とも研究開発・実証が本格化し、一部で事業化が始まった段階。欧米そして日本が横並びで、マラソンで言えば数人の先頭集団で走っているような状況。ここ数年が勝負の分かれ目。プレーヤーとしては、製造・エネルギー分野の既存企業がある一方で、欧米を中心に、スタートアップが台頭し、さらにこうした企業を、化学・セメント・エネルギーなどの大手企業や政府が支えている構図。

カーボンリサイクルの研究開発・実証については、今年度予算としては437億円を計上しており、今後、業界・企業間連携も組み合わせながら、2050年CN実現に向けて、こうした開発・社会実装を一つひとつしっかり後押ししていきたいと考えている。

なお、10月13日には2回目のカーボンリサイクル産学官国際会議を開催した。欧州、アフリカ、アジア、米国など22カ国の参加を得、参加者数も、昨年の約4倍の1700人規模に達した。また、この場において、米国とのカーボンリサイクルにかかる協力覚書を締結できた。技術情報の共有や専門家の相互派遣、テストサンプル共有などを組み合わせながら、日米両国の強みを生かした取り組みを進めている。

メタネーションの利点と課題

日本ガス協会 天然ガス普及ユニット 技術開発部長 辻中 俊和氏

ガス自体を脱炭素化、既存インフラ有効活用

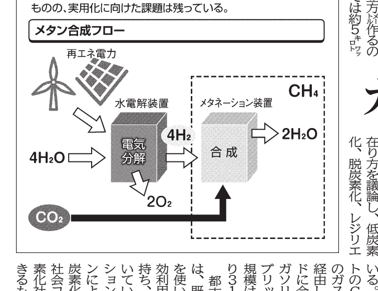
全国の都市ガス需要家件数は3075万件あり、193の都市ガス事業者が26万キロメートルのガス導管により顧客にガスを届けている。地域に根差し、都市ガス事業者の約8割は従業員100人以下、約半数は需要家件数が1万件未満であり、都市ガス事業者の規模は小から大まで多種多様だ。

一方、電気の需要家件数は5600万件、2500万件程度がLPガスの需要家件数となる。都市ガスの用途は明治初年のガス灯に始まり、徐々に明かりから熱にシフト。1970年以後、天然ガス導入を機会に、ボイラ、空調、コージェネレーションや天然ガス自動車が普及し、工業用・商業用用途を大きく拡大した。現在、都市ガスの販売量は375億立方メートルの水準にある。

日本におけるエネルギー消費量の6割が熱であり、高温帯は一般的には電熱では難しく、ガスの強みが生かせる。都市ガスは供給サイドの強靱（きょうじん）化対策では、設備対策、緊急対策、復旧対策が進められており、ガス導管の耐震化率は2018年度末で89・5%となり、25年時の目標としてきた90%とほぼ同じレベルに達しており、レジリエンス（強靱）性は高まっている。

メタネーションとはメタンを化学的に合成すること。約100年前にフランスの化学者サバティエが発明した。1立方メートルの二酸化炭素と4立方メートルの水素から1立方メートルのメタンをつくれる。発電所などから排出されるCO_2を回収して、再エネで作られた低コストのCO_2フリー水素を用いてメタネーションすることで、メタン利用時のCO_2排出量はメタネーション時のCO_2回収量と相殺できることから、反応後に生成されるメタンはカーボンニュートラルメタンと言える。また、既存の都市ガスインフラも利用できるのが大きな利点だ。

メタネーションにも技術的課題がある。メタネーションは発熱反応であり、通常250−550度C程度の範囲でメタンを合成させる。この時発生する熱をいかに有効利用するか、それによりプラントの効率を高められるか、また、高温になると触媒が傷みやすいので、反応制御や耐久性が高い触媒開発、反応器の最適形状化なども求められる。メタン合成のためには、水素が必要なので、低コストのCO_2フリー水素の調達が必須だ。水素1立方メートル作るのに、水電解では約5キロワット時が要るので、再生可能エネルギー（再エネ）でつくられる電気コストもポイントになる。



再エネとの親和性だが、導入拡大中の再エネの出力は太陽光も風力も天候任せのため、余剰なエネルギーの長期的な貯蔵が必要。手段には蓄電池、揚水、パワーツーガスなどが考えられるが、長期・大量の電力貯蔵にはパワーツーガスが有効であり、その中でもメタン化することは水素での貯蔵よりも効果的だ。再エネ電気をメタンに変換することで、大規模かつ長期間のエネルギー貯蔵も可能になる。また、エネルギー輸送の面でも、ガスのインフラ（パイプライン）は高い能力を有している。英国−オランダ間での輸送で比較すると、同コストでガスは電気の20倍のエネルギー輸送が可能だ。

新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の環境性評価でもメタネーションはLNGに比べ大体8割ぐらいCO_2を削減できると報告されている（19年）。17年12月に国が策定した水素基本戦略では、エネルギーキャリア（水素を効率的に貯蔵・運搬する手段）の一つとして初めてメタンが取り上げられた。

今年9月に「2050年に向けたガス事業の在り方研究会」が始まった。この中で2050年以降も見据えた中長期的視点に立ってガス事業の在り方を議論し、低炭素化、脱炭素化、レジリエンス強化に加え、経営基盤強化を進めるための論点と方策が議論されている。脱炭素化に向け、メタネーション技術開発に加え、需要の高度化・最適化の取り組みとして分散化エネルギーの普及拡大、高効率燃料電池などの開発・普及と天然ガスシフトのさらなる推進などにより、脱炭素化へ向けた取り組みを推進していきたい。

大規模メタネーションの技術開発・実証事業は国内外で進められているので、事例を紹介する。NEDO事業として新潟県のINPEX長岡鉱場の越路原プラントでは、天然ガス生産時に付随して産出されるCO_2と水の電気分解による水素を合成することにより、メタンを製造する技術開発を行っている。1時間当たり8立方メートルのメタン製造能力で運転しているが、30年以降の商用化を目指している。環境省事業で日立造船を含む2社が受けているのは神奈川県小田原市の清掃工場で出たCO_2を使うもので、1時間当たり125立方メートルのメタン製造能力で22年完了に向けて実証試験を予定している。

国別のパワーツーガスプロジェクトは、ドイツが圧倒的に多い。パワーツーガスと言うと電気を水素に変換することをイメージされる方も多いかも知れないが、半分近くはメタンに変換しているプロジェクトである。アウディのeガスプロジェクトはドイツ北部のヴェルルテで、再エネを使い水素を電気分解で作っている。バイオマスプラントのCO_2を使い、既存のガスパイプライン網を経由して、CNGスタンドに合成メタンを送り、ガソリンとメタンのハイブリッド車に供給する。規模は大きく1時間当たり315立方メートルだ。

都市ガス業界としては、既存のガスインフラを使いながら、いかに有効利用するかとの視点を持ち、脱炭素化の道を開いていきたい。メタネーション等のイノベーションにより、ガス自体の脱炭素化に取り組むことで社会コストの抑制と脱炭素化社会の実現に貢献できるものと考えている。

環境が企業価値向上のカギ

日刊工業新聞社が主宰する「グリーンフォーラム21」は、産業界として地球環境保全に取り組むことを目的として1991年に設立された研究会です。有識者や行政関係者らの協力を得て、環境情報の収集・調査・研究、新聞やインターネットによる情報発信、環境事業の広報のサポートなどを展開しています。「環境が企業価値向上のカギ」を掲げて活動し、低炭素・循環型の経済社会システムの構築を目指しています。

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

NEC／エア・ウォーター／大阪ガス／Jパワー／東レ／トヨタ自動車／日本製紙／パナソニック／ブリヂストン／ホンダ〔2020年度会員〕

GREEN FORUM 21

GREEN FORUM 21

持続可能な消費と生産

情報発信、日本のプレゼンス高める

ハリタ金属社長
張田 真氏

私は薬剤師として製薬会社勤務の後、富山県高岡市での家業に入り、2010年に社長に就いた。公では経済産業省の循環経済ビジョン委員会のお手伝いをしたり、ISO TC323サーキュラーエコノミーの国内検討委員などを務めている。当社は経営理念に「サスティナブル経営（SDGs）」を据え、持続可能なよい会社、強い会社を志向している。

「サーキュラーエコノミー（CE）」とは、循環の中で付加価値を生み出すことにより、経済成長と環境負荷低減を両立するための産業システムだ。アクセンチュアの算出では2030年でのCEの経済価値は500兆円、2050年には2700兆円とも予測される。ビジネスモデルの転換で、既存ビジネスがCEの枠にスライドすれば、べらぼうな数字でもないと思う。

CEは複層レイヤーだ。資源制約は確実で、ビジネスシフトはマスト。その手段がCEではないか。本日のテーマ、「持続可能な消費と生産」にも通じており、CEはトレンドでなくシフトととらえ、そのような社会の準備が必要ではないか。

Circular Economyで革新するビジネスと社会

アルミニウムの高度循環リサイクル事例を紹介したい。未来はCO_2がカギ。電気自動車化でエンジンが無くなるのは、アルミリサイクルの脅威となり、鋳物材、展伸材の合金系別の選別リサイクルが必要になる。再生技術の仕組みを検証したので紹介したい。

NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）プロジェクトで日本アルミニウム協会、早稲田大学の大和田秀二先生、産業技術総合研究所などと進めた。列車リサイクルにおいてアルミのクローズドループリサイクルを構築するために鉄道事業者、軽圧メーカー、車両製造会社などと標準化のため話し合いをしてきた。二次資源規格も一緒につくった。JR東海さんの強い思いで、廃棄新幹線から昨年7月1日にデビューしたN700Sで高速鉄道で世界初のアルミ水平リサイクルが実現した。自動車など安全に関わる物の製品基準は非常に厳しく、難しい。

経産省の循環経済ビジョン報告書が作成されたが、関わった一人として、達成は使命と思っている。新幹線の事例はCEの一つにすぎないが、静脈産業から動脈産業に行く間が分断している。それぞれが相互理解を深め、深掘りして社会実装事例をどんどん打ち出したい。製造工程での廃材料も、工夫すれば、ラインに入れられ天然資源投入を減らせる。

バリューチェーンや生産プロセスでCEに取り組む、産業界主導で認証システムを開発、そして資源の追跡、デジタル利用の革新が求められている。生産段階の循環性、デジタルと資源の履歴をしっかり描いた生産プロセスの新連携ループに着手しており、社会実装の例として実績を積み重ね、社会を刺激したい。

TC323のCEが議論されており、私も参加者だ。日本の出遅れが取り返しのつかないことにならぬようにしたい。CEは動静脈の境界線を消す。ビジネスモデルの転換で、MaaS（乗り物のサービス化）、PaaSでは所有から機能を使用する社会に変わる。

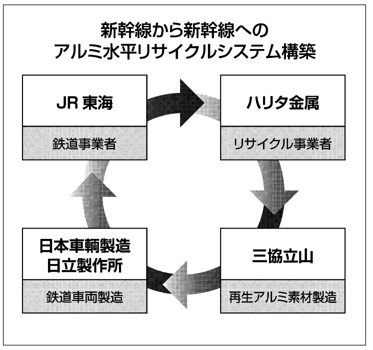
所有権が特定の者内で使用済みになれば密な状態で、自分のバウンダリーループの中で管理が可能になる。ビジネスの変化によって、密な状態からスタートしたリサイクル技術と掛け算していけば、価値を高める可能性が広がる。いずれ資源は足りなくなり獲得が困難になり価格が上昇する。穀物も上がり、鉄スクラップも銅資源も投機的な上昇に乗る。今まで金を出せば資源が入ったが今後はお金を出しても手に入らないリスクを考えて、ビジネスモデルの転換が必要になる。エコデザインも真剣にやらないと機能を提供するための製品さえ、作れなくなる。

一番期待したい日本の製造業の強みを生かしたCE展開となると、製品情報を一番持っているのはメーカー。CEとリサイクルと融合させ、強い循環を描くことが重要になってくる。企業もどんどん変わってきた。CEはなかなか進まないと言われるが、経営層の課題認識が重要。経済価値の物差しが変わるので、LCA、カーボンフットプリント、そして履歴、持続可能な調達の関係の側面から、いろいろ議論するところだ。

従来、コストの経済価値だけが議論されたが、環境価値が姿を出した。企業から「リサイクルを社会的要求でやらざるを得なくなった」という話をいただく。「再生材は高いから要らない」と一蹴されていた社会に変化が出た。カーボンニュートラルがだめ押しとなり、空気感は一変した。ビジネスでCEはバリューになった。

サーキュラーエコノミー社会形成のために循環経済協会を設立した。循環経済に関わる調査研究、情報等の提供、講演会の実施などで、発信力を上げ、日本のプレゼンスを高めるのが役割だ。

二宮尊徳は「道徳なき経済は罪悪であり、経済なき道徳は寝言である」と説いた。循環に置きかえて考えたら、「循環なき経済は罪悪であり、経済なき循環は寝言である」という言葉が浮かび、勝手に腑落ちしている。この倫理観で、日本らしい発信もしなければならないと思っている。



グリーンフォーラム21 討議 第3回事例研究会

循環型社会へ 消費者意識 啓発

藤井康正座長 私はエネルギーを専門にするが、「持続可能な消費と生産」には、エネルギーの問題、気候変動の問題も含まれると思う。エネルギーは開放系だが、隕石（いんせき）でも入ってこない限り、物質は基本的に閉じている。人類社会が物質をどう調達し、どう持続可能な形で使っていくかは大きな課題だ。今日は解決の一つの方法である、循環について三つの講演を踏まえて考えていきたい。

産業界委員 循環型社会を促進するために法整備や仕組みとして、禁止することは一番早い方法で、レジ袋有料化もそうだと思う。それ以外に、資源循環がうまく回るような仕組みづくり、市場づくりは織り込まれているのか。

横手課長 欧州ではプラスチックのスプーンやストローなどを「使用禁止」と言っている。ただ、法体系の違いもある。日本では環境や健康に大きな影響のある化学物質、PCBなどの規制対象としているが、ストロー等がこれに見合うものなのか冷静に議論するべきだ。そもそも循環とは、安直に使用禁止していく世界観のものではないと思っている。

後押し策は大事で、市場がついてこないと、リサイクル一つとっても、コストがかかる。回収できるだけの商品の価値をまだ消費者市場も認めていない。投資家市場のほうはもう少し敏感に反応するので、そこに働きかけるガイダンスをつくっている。実体経済については、グリーン調達だけでは、どうしても政府調達だけなので対象が限られるが、「認定された製品ですよ」というブランディングなどが、消費者の意識を喚起していくという部分もあるので、まずはそういう取り組みかと思う。もちろん、環境省を中心に国民の意識啓発というところはもっとしっかりやっていかなければいけない。

秋元圭吾委員 私自身、新鮮に勉強させていただいた。サーキュラーエコノミーは非常に重要な動きと理解していて、特に欧州の人と話すと、温暖化の分野の中でもサーキュラーエコノミーの話をよく聞く状況になっている。村上先生の話からすると、資源が枯渇へと向かう中で、採掘にもますますコストがかかる。要は経済の文脈が強くあるだろう。

もう一つは、技術の変化、デジタル化の進展で、リサイクルができるような技術が重なってきた。環境だけでなく、経済的な要請からもサーキュラーエコノミーが起こっているかと理解した。

伺いたいのはトレードオフがあって、循環するにはエネルギーを投入しないといけない。すると、エネルギーの価値と、この循環での価値とのトレードオフが生じるが、その辺りをどう考えてたらいいのだろうか。

村上氏 冒頭のご理解は、おおむねそんなところかと私も思っている。新しい技術というところだが、ご多分に漏れず、AI・IoT的な話のショックはひどく受けている業界だと思う。みんながハリタさんのように先進的なところに入っていただけると助かるが、そうではないので、なかなか難しい。

トレーサビリティーみたいな話は、まさしく「ザ・情報」のところであるが、やはり、これも途中でちょっと申し上げた通りだが、やはり情報を出せるものと出せないものがあると、メーカーとしては当然おっしゃる。

エネルギーと資源でトレードオフするケースがどこまであるかは、なかなか難しく、今でもあり得るのはプラスチックの焼却熱回収、エネルギー回収と、マテリアルリサイクルみたいな話は、ケミカルや熱回収のほうがいいことがままあると思う。

資源・素材リサイクルへ仕組みづくり

秋元委員 アルミはリサイクルに向いていると理解していて、そういう中で多くの努力をされている形だが、アルミ以外の部分で難しい点などについて補足いただけると幸いだ。

また、ビジネスとして取り組まれる中で、張田さんはサーキュラーエコノミーという強い要請について、かなり強調されたが、稼がないと企業の持続可能性にならないので、その辺りをもう少し、稼ぐという視点からバランスをどう考えられているかを含めて、コメントをいただきたい。

張田氏 アルミリサイクルで難しいのは、アルミはボーキサイトから入ってくるインプットの状態ですごくたくさんの素材が入っている。精錬されていく段階でそれを除いていくわけだが、一度混ざった軽元素は分離しにくい。逆に鉄の場合はその鉱石から入ってくるインプットの段階で、アルミと比べれば、実はすごく少なく製鋼プロセスでスラグに分離されていくため鉄は循環に関してアルミより優位である。

しかし技術開発でアルミを合金系別に分けるものが出てきたみたいなことになると、ちょっと様相が変わってくる。循環性を担保するものを、何回も使用するということがもし可能になれば、メーカーさんの選択する素材が循環社会の変革によって優先順位が変わることが、これから起こってくると思う。アルミだけではなく、鉄はこれからもどんどん薄く、また軽く、技術開発もしていくだろうし、アルミも伸びるだろう。

それ以外にマグムシウムとか、CFRP（炭素繊維強化プラスチック）とか、炭素繊維とか、この辺りのものも複合的に出てくるといったことになる。この様なマルチマテリアル化に対して高度選別を全素材で私たちはやっていかなければいけないと思う。

第３回事例研究会は、持続可能な消費と生産をテーマに開催

第24回 オゾン層保護・地球温暖化防止大賞

「第24回オゾン層保護・地球温暖化防止大賞」の案件を募集します。
オゾン層保護および地球温暖化防止に関して顕著な功績を収めた企業、団体、個人を表彰します。

募集締め切り | 2021年 6月30日(水)

表彰
経済産業大臣賞 1点（表彰状、盾） 優秀賞 数点（表彰状、盾）
環境大臣賞 1点（表彰状、盾） 審査委員会特別賞 必要に応じて（表彰状、盾）

主催：日刊工業新聞社 後援：経済産業省(予定)／環境省
協力：日本冷媒・環境保全機構

https://biz.nikkan.co.jp/sanken/ozon/

Protect the ozone layer, Prevent global warming

対象分野
オゾン層破壊物質または温室効果ガスのうち代替フロン等4ガス（HFC、PFC、SF_6、NF_3）の排出削減等を対象として
① 技術開発 ② システム整備 ③ 普及啓発活動
④ 発展途上国支援 ⑤ 調査研究活動…等
※オゾン層破壊物質にはCFCs、HCFCs、ハロン、臭化メチル、四塩化炭素等を含む。

審査方法
学識経験者らで構成する審査委員会で選考する。

発表と表彰
2021年9月上旬に日刊工業新聞紙上で発表し、10月6日(水)に東京都内で表彰式を開く。(予定)

お問い合わせ
日刊工業新聞社 日刊工業産業研究所
TEL 03-5644-7112 FAX 03-5644-7294
E-mail：sanken-shin@media.nikkan.co.jp

― 第3回事例研究会 ―

グリーンフォーラム21（藤井康正座長＝東京大学大学院工学系教授）は3月25日、都内で「持続可能な消費と生産」をテーマに事例研究会を開いた。

GREEN FORUM 21

企業の情報開示・評価・対話促す

経済産業省 産業技術局
資源循環経済課長
横手 広樹 氏

1990年代から2000年ごろにかけ、最終処分場が逼迫（ひっぱく）、ゴミ問題対応を主眼にリサイクル制度を整備してきた。最終処分量は順調に低減し、リサイクル率は徐々に上昇した。そこで、今なぜサーキュラーエコノミー（CE）が潮流になるのか。

調達、生産、消費、廃棄と一方通行で経済システムは動いてきた結果、大量生産・大量消費・大量廃棄という線形経済になった。循環経済は従来の3R（リデュース・リユース・リサイクル）を超えて、全段階でループを回し、資源効率性の高い経済活動を目指すものだ。

世界の人口増加・経済成長に伴い、資源制約のリスクは現実味を帯びてきた。資源採掘量は2000年の530億トンから2060年には1900億トンになる。地球3、4個分必要とされ、あらゆる資源が同じ状況に陥っている。エネルギーしかりで水、食料も資源の制約、将来的な枯渇リスクはある。廃棄物問題もグローバルで顕在化。地球温暖化に加え、海洋プラスチックゴミ問題が深刻化した。消費者も、市場も環境配慮要請が高まっている。

我が国の資源循環政策について

環境問題に対する企業のコミットメントを求める民間主導の動き、CO_2の世界で言うCDP（カーボン・ディスクロージャー・プロジェクト）などがある。グローバル企業を中心に自主的な取り組みも加速し、ESG投資が拡大。循環を支える技術としてデジタル技術も発展している。

1999年循環経済ビジョンでは最終処分場の逼迫を背景に、3Rの総合的な推進の必要性を提唱した。廃棄物量の削減、リサイクル率向上を実現し、循環利用率でみれば日本は欧州よりも進んでいる。一方で、グローバルな経済・社会情勢は大きく変化している。循環経済ビジョン2020では、環境活動としての3Rでなく、経済活動としての循環経済、経営戦略や事業戦略のレベルで循環をビジネスに取り込む必要性を打ち出している。

環境の持続可能性を損なう事業活動は、石炭火力のダイベストメント（出資・融資の引き上げ）に見られるように、事業継続上の重大リスクになった。循環の取り組みは短期的収益に結びつかず、コストとなる面もあるが中長期的視点から事業の持続可能性を高め、競争力確保につなげると認識してほしい。

循環経済への転換は日本の勝ち筋にもなる。欧州も重視する環境配慮設計は、わが国製造業の強みであるサプライチェーンの連携による「すりあわせ」が生かせる分野。実現のための素材イノベーション力も、日本に残っている。日本の動脈産業の取り組みを期待したい。重要なのが投資家でESG投資をいかに呼び込むか、政策として後押ししたい。製品構造も産業構造も変わる中、国内の循環システムも見直す必要がある。古紙などは、輸出できなくなる分をどう処理するかの問題も出てくる。廃棄物の再資源化に寄与してきた鉄鋼やセメントも国内生産は縮小しつつある。中長期的な目線から国内の循環システムのあり方を、もう一度考え直したい。

日本の企業の取り組みをいかに後押しするかの観点で、プラスチックを例に紹介したい。環境配慮設計は日本企業が真剣に取り組んできた。ペットボトルは欧州では色つきがあり、ラベルものりで張りつけてある。日本では業界で設計の標準化がされ、無色透明、キャップの材質も統一され、ラベルははがしやすいと環境配慮設計の先進的なモデルだ。モノマテリアルで多機能を実現する素材開発は、日本で始まっている。

代替素材では海洋生分解性プラスチックや日本の素材のイノベーション力が生かせる。プラスチック関連企業約400社が、海洋プラスチック問題解決に向けて動いている。業界として野心的な目標を掲げ、実証事業や設計の標準化に取り組み始めている。

投資家機能の活用に向け、CE投資ガイダンスというものを策定した（21年1月公表）。日本企業は3Rなどで、もっと評価されてよいが、外資系投資家に聞くと「日本の取り組みは知らない。発信してないじゃないか」と、伝わっていない面がある。しっかり発信すれば、ESG投資を呼び込める。

運用会社ブラックロックの投資例では、アディダスは海洋プラスチックを原材料とするブランドを立ち上げ、投資対象になっている。ガイダンスは企業の情報開示、それを踏まえた投資家の適切な評価、対話、エンゲージメントを促すためだ。「政府が策定する世界初の開示・対話のための手引き」としたが、統合的にまとめたのは、民間も含めても世界初かと思う。

循環の視点で頑張っている企業を、ポジティブに評価をしたい。プラスチック循環法案を決定する中でも、こうした理念を取り込んだ。環境配慮設計の指針を策定、それにのっとり、設計するよう努めてほしい。そうした製品を認定して、グリーン調達などで応援するインセンティブモデルまで含めて措置をしている。

規制的に義務付けるより、企業の取り組みを後押ししたい。企業側にも循環をマインドとして持ってほしい。

■循環経済ビジョン 2020

背景

- 線形経済モデルの限界
- デジタル技術の発展、Society5.0 への転換
- 市場・社会からの環境配慮要請の高まり

ポイント

- 環境活動としての3R⇨経済活動としての循環経済への転換
- グローバルな市場に循環型の製品・サービスを展開していくことを目的に、経営戦略・事業戦略としての企業の自主的な取り組みを促進
- 中長期的にレジリエントな循環システムの再構築

資源価値最大化へ3アプローチ

東京大学 大学院
工学系研究科准教授
村上 進亮 氏

資源消費量拡大という大きな問題がある。ただ、素材資源が絶対的に枯渇することはないという話は昔からあり、金属資源の問題は劣化にある。それは、目的鉱物の含有濃度が下がっているだけではない。忌避元素が濃くなっている。露天掘りでは深部化し、チリなどに行くと直径で数キロの穴を掘っている。運び上げるCO_2排出だけでもばかにならないし、維持管理する労力も大きい。

チリの銅鉱山のトップの1カ所だけで年120万トン銅が出る。日本では製錬の銅生産量は多くて150万トンぐらいなので、この山一つで日本の製錬所が何とかなるぐらい。こうした巨大鉱山を含め、銅では含有率1%を切る鉱山が非常に増えている。

持続可能な資源利用とCircular Economy：素材資源を巡る動向

また、選鉱後に発生する残渣（ざんさ）をためる尾鉱ダムが事故を起こし、環境に悪影響を与えている。ブラジルの鉄鉱石鉱山で2015年と19年に大きな事故があった。こうしたさまざまな問題を考えれば、資源がなくならなくても、天然資源から逃げたいという話が出るのは自然だろう。

そこで、サーキュラーエコノミー（CE）に行くのだが、何となくブームっぽい感がある。15年ぐらいから欧州が「CE」と騒ぎ始めたが、日本はずっと循環型社会と言い続けていた。

モノの流れに限定して言うと、エレン・マッカーサー・ファンデーションの有名なバタフライダイヤグラムに尽きる。我々が想像するようなモノの流れはテクノロジカルサイクルスで、日本人がイメージできるような機器や、プラスチックもあり、人為的な循環を指している。新しいコンセプトだと言われるが、古典的な資源循環の世界は「我々がため込んだストックをどう管理して使っていくか」ということだ。

それに対して、リニューアブルは「自然が回している速度にあわせなければならないので、そこにうまく合わせてあげる」という趣旨がある。「スピード」みたいな話がちょっと入っているのは、比較的、学者としては納得しやすい説明かなと思って見ている。

CEの目的は「資源を効率よく使うこと」、一度掘り出した資源の価値は最大化しようということだ。アプローチは3種類ある。リジェネレートとはリニューアブルの話だろう。リテインとは、リサイクルやリユースの話で、使ったものから再び取り出して価値をとること。どこにもなかったものを付け加えてしまう、アディションが具体的に何の話をしているかはわからないことも時々ある。

循環資源と天然資源をプロセスとして比較してみると、一番大きいのは、天然資源には探査という探す行為があるが、循環資源にはなく、マテリアルフロー分析などの机上計算程度しかできない。逆に言えばあまりコストはかからない。

天然資源の場合は採掘権を取るのが大変だが、循環資源では、特に消費者系のリサイクルで、いかに出してもらうかがこれにあたる。小型家電リサイクルは、レアメタルブームに乗っかったような背景も含めて理想としては理解できる。それでも全然集まらない。これはすごく大事なところで、特に消費者系のリサイクルとかリユースとかという話をすると、まずそのユーザーに乗っかってもらうのが、重要な話なのだ。ただ、そこが割と視点からずっと落ちていた。

そのほか、資源循環の特徴は何だろうというと、欲しくなくても出てきてしまう点。天然資源は欲しいときに掘るのが原則。資源循環は「出てきたものを埋め立てるのか、リサイクルするのか」なので、意思決定の構図が違う。探査がないこととあわせて、この二つはすごく大きい。

天然資源供給に関して懸念点が増えているのは事実だ。需給がタイトな状況が続き、価格は長期的に下がる要素はない。品位が下がり、コストが増える。また、新規大規模鉱床の発見は久しくなく、それはある意味枯渇へのシグナルかもしれない。低品位化は環境負荷を増やすが、それを超える技術的ブレークスルーは見えていない。電動化はリチウムイオン電池の需要を押し上げ、コバルトなども逼迫する。

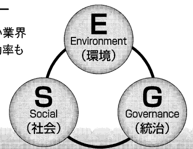
CEに話を戻すと、モノの流れの理想像は、日本では20年以上、言い続けてきており、社会実装するための仕掛けも考えてきた。近年では循環経済ビジョンとか、投資関連のガイダンスとかをやっておられて、一生懸命対応していると思う。

CEの概念は、ふわっとしているにもかかわらずその概念のISO化（TC323）という話が出て、今、動き始めている。

あまり変なものをISO化された場合、要は欧州にとってやりやすい形のビジネスモデルにつながるような指標で評価をされて、資格認証され、投資につながるとかいう話になると、大分よろしくない。ただしほぼ間違いのないのは、この手の話はトレーサビリティーを上げろという話に帰着する。再生材を使ってもらうなら、やはり「これは再生材」との証明が必要だ。証明を与える代わりに全体効率も上がり、利益が増えるようなウィンウィンの関係にならないと進まないだろう。

■世界的な動向と日本の対応

- Circular EconomyのISO化
- 「循環経済ビジョン 2020」や「サーキュラーエコノミーに係わるサスティナブル・ファイナンス促進のための開示・ガイダンス」を出すなど対応しつつある
- 重要なポイントの一つはトレーサビリティー
  - ・静脈系の一部は必ずしも親和性の高くない業界
  - ・トレーサビリティーを上げる代わりに、全体効率も上がり利益増となる
  - ・win-win にならないと進まない
- ESG投資的なところの関係は



環境が企業価値向上のカギ

日刊工業新聞社が主宰する「グリーンフォーラム21」は、産業界として地球環境保全に取り組むことを目的として1991年に設立された研究会です。有識者や行政関係者らの協力を得て、環境情報の収集・調査・研究、新聞やインターネットによる情報発信、環境事業の広報のサポートなどを展開しています。「環境が企業価値向上のカギ」を掲げて活動し、低炭素・循環型の経済社会システムの構築を目指しています。

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

NEC／エア・ウォーター／大阪ガス／Jパワー／東レ／トヨタ自動車／日本製紙／パナソニック／ブリヂストン／ホンダ（2020年度会員）

GREEN FORUM 21

グリーンフォーラム２１　関係諸機関

地球環境産業技術研究機構

□東京事務所

〒105-0003

東京都港区西新橋 1-11-4　日土地西新橋ビル 8F

TEL 03-5510-2591

FAX 03-5510-2592

□本部

〒619-0292

京都府木津川市木津川台 9−2

TEL 0774-75-2300（代表）

FAX 0774-75-2314（代表）

□システム研究グループ 0774-75-2304　□化学研究グループ 0774-75-2305

□バイオ研究グループ 0774-75-2308　□ CO_2 貯留研究グループ 0774-75-2309

□企画調査グループ 0774-75-2301、0774-75-2302

東京大学 藤井研究室

〒113-8656

東京都 文京区 本郷 7-3-1 東京大学

工学部 8 号館

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

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