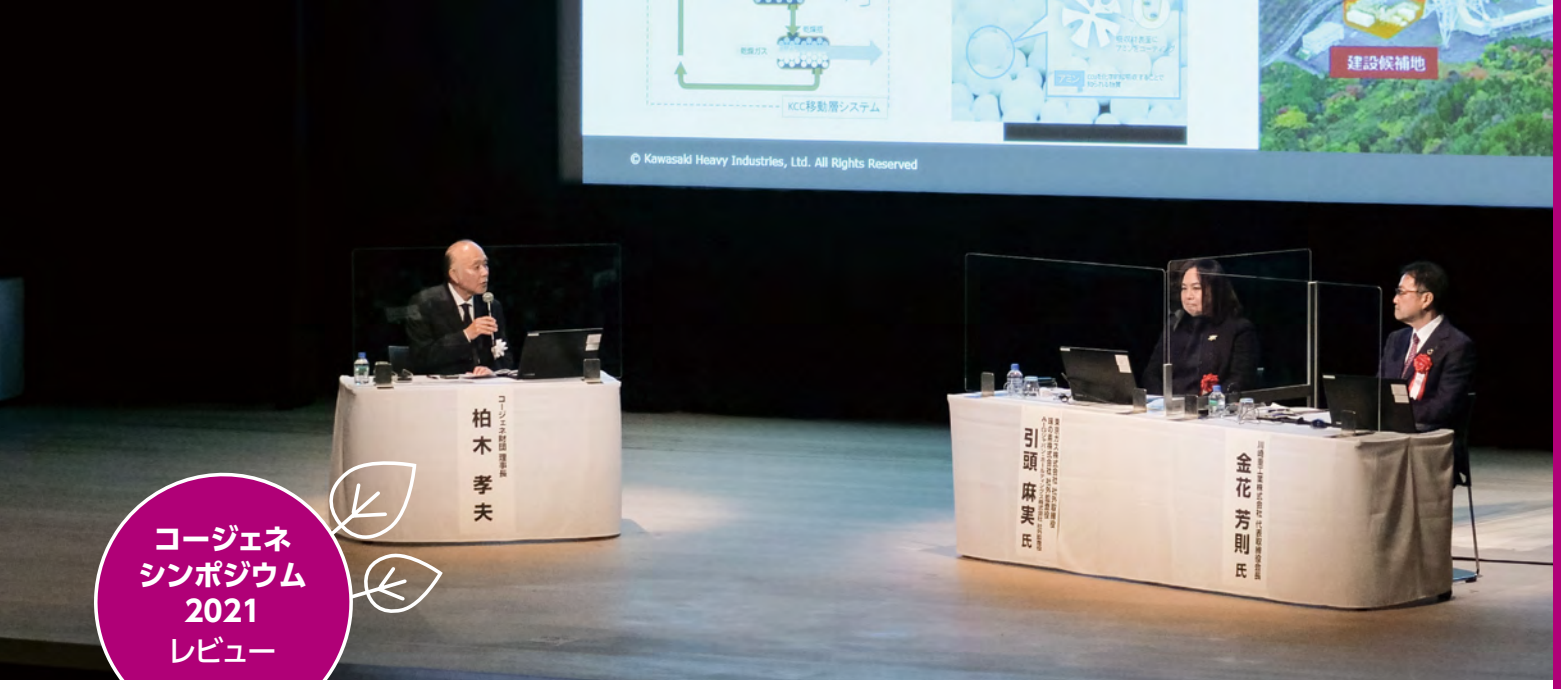


コージェネシンポジウム2021レビュー

ゼロエミッション国家への挑戦

コージェネの徹底活用で脱炭素化実現へ

●取材・構成・文／小林佳代　写真／加藤 康

コージェネレーション・エネルギー高度利用センター（コージェネ財団）は2021年2月5日、東京・イイノホールで「コージェネシンポジウム2021」を開催した。「ゼロエミッション国家への挑戦」をテーマに有識者や企業経営者らが講演や鼎談を行った。「パリ協定」の運用が始まり世界が脱炭素化に向かって走り出す中、日本に課せられた課題、コージェネレーション（熱電併給）システムが担う役割の大きさなどを語り合った。

首相宣言はエネルギー政策の転換点

2020年、気候変動問題に関する国際的な枠組み「パリ協定」の運用が始まった。世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2度より低く、できれば1・5度に抑えようと、ゼロエミッションへの動きが国内外で活発化している。日本でも昨年10月、菅義偉首相が国会での所信表明演説の中で2050年までに二酸化炭素（CO_2）ネット排出量ゼロ（カーボンニュートラル）とする目標を表明した。

コージェネ財団が開催した「コージェネシンポジウム2021」では冒頭、コージェネ財団の柏木孝夫理事長が主催者挨拶に立ち、「菅首相のカーボンニュートラル宣言から、脱炭素化への流れが加速している。このシンポジウムではゼロエミッション達成に関する多角度からの情報を提供していきたい」と語った。

ゼロエミッション達成のためには、電化の推進が重要となる。柏木理事長は「インフラを伴うエネルギーシステムを急激に大きく変えることは難しい。まずは省エネを徹底すること、また大規模電源と分散型電源が共存し、強靭性を備えながら脱炭素化していくシステムを構築することが必要となる。電気と熱を同時に生み出すコージェネレーション（熱電併給）は省エネ性が

コージェネ財団 理事長　柏木孝夫

高く再生可能エネルギーの調整機能も果たす。ディマンドサイドにおけるエネルギーシステムの極めて重要なハブになる」と語り、改めて脱炭素化に向けたコージェネの有望性を示した。

続いて、来賓の経済産業省資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部の茂木正部長が登壇した。茂木部長は菅首相のカーボンニュートラル宣言を「環境政策・エネルギー政策の大きな転換点」と指摘。現在、エネルギー基本計画の見直しに向けた議論においても重要なテーマとなっていることを説明した。

カーボンニュートラル実現に当たって、茂木部長は「供給サイドでは電力セクターの非化石化をどれだけ進められるかがカギ。再生可能エネルギーの導入拡大が必要だが、それには、安定性の確保や地域の理解、コスト負担などの課題がある。容易な道ではない」と語った。一方、需要サイドも使い方などの変革が求められ、産業部門で需要が大きい熱についても脱炭素化を進めていかなくてはならないことも指摘した。

経済産業省資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部 部長　茂木正 氏

コージェネは進化を続けている

茂木部長は、「その中でコージェネの役割は三つある。熱の需要も同時に賄う省エネとしての役割。将来的にメタネーション・水素などに転換されると、熱需要自体が今の既存のインフラを使用して脱炭素化が可能。さらに、再エネが増える中での調整力も担う。そして、ここ数年大きな災害による停電もあり、コージェネがレジリエンスの重要な役割を担うことが改めて認識された。この重要性は変わらない」とコージェネへの期待を語った。

基調講演は東京大学公共政策大学院の有馬純教授が「ゼロエミッションに向けた内外の課題」というテーマで行った。世界のゼロエミッションへの動きを先導する欧州連合（ＥＵ）や気候変動対策を政策の中心課題と位置づける米バイデン政権、脱炭素化社会の勝ち組を虎視眈々と狙う中国の動きなどを解説。第６次エネルギー基本計画の策定に向けた議論が始まった日本が進むべき道を示した。

シンポジウムでは今回で９回目となる「コージェネ大賞２０２０」の表彰式も行った。コージェネ導入の先端事例の中から、民生用部門、産業用部門、技術開発部門で「理事長賞」「優秀賞」「特別賞」を選定するコージェネ大賞は今年度計16件が受賞している。シンポジウムでは「コージェネ大賞理事長賞事例発表」の時間を設け、各部門で理事長賞を受賞した計４件のプロジェクトについて代表者が登壇し概要を紹介した。

その後、「ゼロエミッションビジネスへの展望」をテーマに、川崎重工業代表取締役会長の金花芳則氏、大和総研のアナリスト出身で現在東京ガス社外取締役、味の素社外監査役、ＡＩＧジャパン・ホールディングス社外監査役を務める引頭麻実氏とコージェネ財団の柏木理事長による鼎談が行われた。金融市場で広がるグリーン投資・ＥＳＧ投資や川崎重工業が構築している水素サプライチェーンの話を軸に、日本が確立すべきゼロエミッションビジネスの可能性について議論が進んだ。

最後にコージェネ財団の武田晃成専務理事が閉会挨拶を行った。「コージェネを核としたエネルギーシステムは高度なものが多く進化を続けている。今後も財団は省エネ性、レジリエンス性、再エネの調整機能を持つコージェネの普及を推進していきたい」と展望を語った。また、今回のシンポジウムが新型コロナウイルス感染症予防の観点から、無観客、ウェブ配信での開催となったことを受け、「この状況が早期に解決し、会場でお会いできることを願う」と期待を示し、シンポジウムを締めくくった。

コージェネ財団 専務理事　武田晃成

※本特集は、日経BP社のウェブサイト「日経ビジネスオンライン スペシャル：熱電併給 エネルギーインフラの未来」
https://special.nikkeibp.co.jp/atclh/NBO/15/cogene/ に掲載した内容を再構成したものです。禁無断転載。

基調講演

東京大学公共政策大学院教授
有馬 純（ありま じゅん）氏

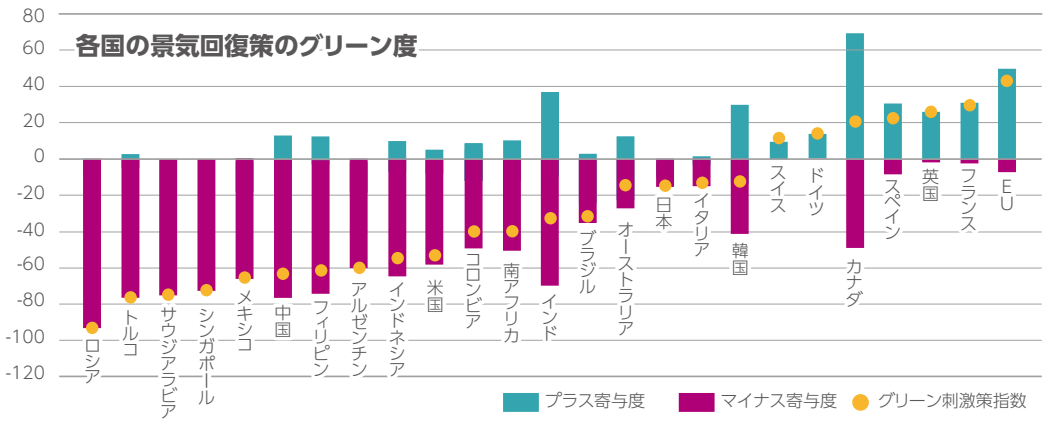
ゼロエミッションに向けての内外の課題

イノベーションによるコスト低減が不可欠

基調講演は東京大学公共政策大学院の有馬純教授が「ゼロエミッションに向けての内外の課題」と題して行った。パリ協定の規定を超え「2050年ネットゼロエミッション」は世界のデファクトスタンダート化したと指摘。厳格な温暖化政策を取る欧州連合（EU）と米バイデン新政権が連携し日本に厳しい目を向ける可能性もあると警鐘を鳴らす。産業力を保ちつつ排出ゼロを達成するには技術のパフォーマンス向上とコスト低減が不可欠と語った。

Profile

1959年生まれ。神奈川県横浜市出身。82年東京大学経済学部卒業。通商産業省（現経済産業省）入省。2001年資源エネルギー庁国際エネルギー戦略企画官、02年国際エネルギー機関（IEA）国別審査課長、06年資源エネルギー庁国際課長、07年同庁エネルギー交渉担当参事官に就任。08年大臣官房審議官地球環境問題担当、11年日本貿易振興機構（JETRO）ロンドン事務所長兼地球環境問題特別調査員を歴任。15年より現職。主な著書に『地球温暖化交渉の真実―国益をかけた経済戦争―』（中央公論新社）、『精神論抜きの地球温暖化対策―パリ協定とその後―』、『トランプリスク-米国第一主義と地球温暖化-』（エネルギーフォーラム社）など。



コロナ経済対策は25カ国・地域中、7割超で環境に悪影響

出所：ビビッド・エコノミクス。2020年12月時点

120カ国超がカーボンニュートラルにコミット

2020年は「パリ協定」実施元年でした。30年に向け、各国は温室効果ガス排出削減の国別貢献目標（NDC）を出しています。しかし、パリ協定が目標に掲げる1・5度抑制の達成には、世界全体で現時点から45％に相当する290億～320億トンの追加削減が必要です。途方もない数字です。そこでゼロエミッションの議論が出てきています。

パリ協定の規定を超え、ネットゼロエミッションはデファクトスタンダード化しています。50年のカーボンニュートラルにコミットした国は20年10月時点で123カ国・1地域に達しました。今年1月にバイデン政権が誕生した米国もこれに加わります。昨年9月には中国の習近平国家主席が60年までのカーボンニュートラルを目指すと表明しました。

こうした世界の動きを牽引してきたのが欧州連合（EU）です。19年、欧州委員長に就任したフォン・デア・ライエン氏は「欧州グリーンディール」政策を掲げ、50年ネットゼロエミッションの方向性を打ち出しました。その1つの施策として、30年までの削減目標をそれまでの1990年比40％減から55％減に引き上げました。グリーンファイナンス戦略も講じ、サステナブルな活動とそうでない活動を色分けする「EUタクソノミー」の議論も進めています。世界貿易機関（WTO）のルールと整合する国境調整炭素税も導入する方針です。

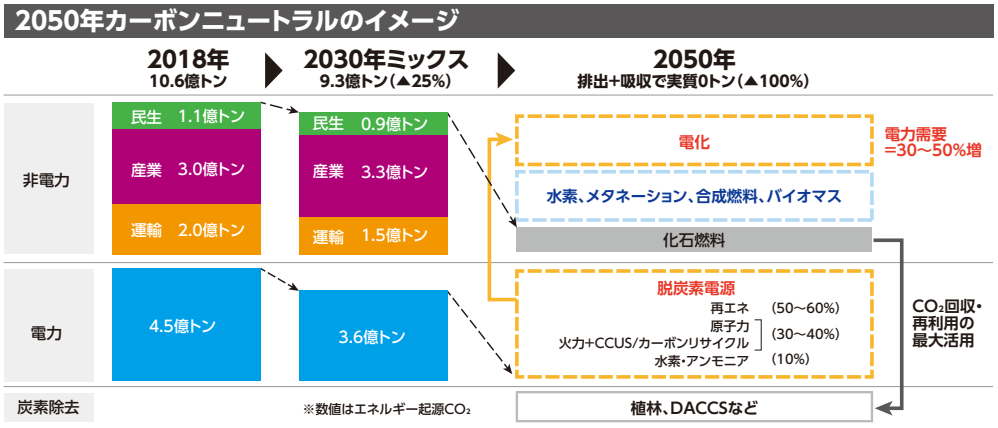
このように2019～20年にかけて、脱炭素化に向けた大きなうねりが生じていたところを襲ったのが新型コロナウイルス感染症です。各国で前例のないロックダウンが行われた結果、20年のエネルギー需要は6％ほど減少しました。

国際エネルギー機関（IEA）の見通しによれば、20年のエネルギー起源の二酸化炭素（CO_2）排出量は前年比8％減。ただコロナ禍を克服し経済が回復すればリバウンドする可能性が高い。経済を回復させつつ、パリ協定と合致するようなCO_2排出量の軌跡をたどるためには需給両面の対策を講じなくてはなりません。

コロナショックからの「グリーンリカバリー」

その観点でIEAが昨年6月に発表したのが「サステナブルリカバリープラン」です。コロナによって各国政府は莫大な財政支出をしています。この財政支出をうまく使い、かつ世界全体で21～23年に温暖化分野で追加的に毎年1兆ドルの官民投資を行うことにより、経済回復と雇用創出、CO_2排出のリバウンド抑制を実現しようという内容です。建物や機器の省エネ、太陽光発電の導入、原子力や水力など非化石電源の運転期間延長と、様々な施策を組み合わせて実施すべきというのがIEAの考え方です。

IEAの考え方は欧州委員会に極めて近く、コロナショックからの経済回復に当たり、脱炭素化も同時に進める「グリーンリカバリー」をキーワードとしています。欧州委員会が発表した次期中期予算計画やリカバリーファン



2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略には参考値とはいえ、再エネ50-60%や洋上風力2030年10GW、2040年35-40GWといった数値目標が含まれており、2030年ミックスに影響を与える可能性。今後、エネルギー基本計画改定に向け、左記に限定せず、更に複数のシナリオ分析を行い、議論を深化

出所：経済産業省「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」

ドでは、グリーン・デジタル・強靱化への投資を志向し、グリーン分野で特に建物の省エネ、水素、再生可能エネルギーなどクリーン技術への投資促進、電気自動車（ＥＶ）の事業環境整備などを盛り込んでいます。

今年1月に誕生した米バイデン政権もトランプ政権とは打って変わり気候変動政策に力を入れています。50年までにエコノミーワイドでネットゼロエミッションを達成すると公約を掲げ、法的拘束力のある排出削減に向けた措置を導入しようとしています。電力分野では再エネ、原子力、水力、ＣＣＵＳ（CO_2回収・利用・貯留）をすべて動員し35年までにカーボンフリー化する方針。省エネにも熱心に取り組み、4年間で６００万の建物を改修するとしています。ＥＶ、再エネ、省エネ、ＣＣＵＳについても様々な税制インセンティブを導入。４年間で２兆ドルの気候変動関連の政府支出を行うと明言しています。

バイデン政権は気候外交も活発化させると予想されます。パリ協定にはすぐに再加入を明言し、貿易協定の相手国にパリ協定へのコミットメントを条件付ける可能性があります。温暖化防止義務を満たさない国に炭素調整課金を導入することも言及しています。

これらの政策を実行するため、バイデン大統領はオバマ政権時の国務長官でパリ協定のとりまとめに尽力したジョン・ケリー氏を気候変動担当特使に任命するなど、「温暖化シフト」と呼べる陣容を固めています。

米国は今年4月には気候サミットを主催する方針で、その場で各国に対しＮＤＣ引き上げを働きかけると思われます。米国自身が国内施策に裏付けされた野心的な30年目標を出せるかに注目が集まります。

米欧が連携し日本に厳しい目が向く可能性も

ＥＵとバイデン政権の温暖化に対する考え方は非常に近く、今後は米欧連携が強まる可能性が高くなりそうです。日本が行ってきた石炭火力の輸出やエネルギーミックスにおける石炭の利用などに厳しい目が向くとも考えられます。

では中国、インドはどのような状況でしょうか。習近平国家主席は60年のカーボンニュートラル達成を表明しましたが、一方で、20年には19年を上回る数の新規石炭火力発電所の建設を認可しています。インドは輸入石炭を減らし国産の石炭を拡大するために民間投資を呼びこもうとしています。どちらの国も経済回復を優先した政策を講じています。

ロンドンのシンクタンクが各国のコロナ後の景気回復策のグリーン度を評価したレポートがあります。それによると圧倒的にグリーン度が高いのが欧州各国。それ以外の国、特に途上国はグリーン度ではマイナスで、化石燃料に依存した経済に戻りつつあるという評価です。

これは当然といえば当然なところがあります。過去に国連が途上国中心に９７０万人に対して行った意識調査では、人々が高いプライオリティを置くテーマは教育、ヘルスケア、雇用で気候変動は最下位でした。コロナショックが襲いかかる中で目先の経済が優先されるのは途上国ではやむを得ません。化石燃料の需要は今後も増大することが確実。温暖化を巡る建前と現実のギャップはさらに拡大すると思われます。

このように世界が動く中、日本では現在、第６次エネルギー基本計画の議

論が始まっています。引き続き「安全性」「安定供給」「経済効率性」「環境への適合」に重点を置く「S＋3E」を軸とした計画になる見込みです。

安定供給に関しては、単にエネルギー自給率の向上だけでなく、サプライチェーンの構築や技術自給率の向上にも考慮が必要です。経済効率性については徹底した省エネによりエネルギーコストを低減することが求められます。ゼロエミッションに向かう中では一定のコスト増が不可避ですが、それをできる限り抑制することが今回の基本方針の重要なテーマです。

したたかに対応する中国の動きに注目

以前、東京大学で温室効果ガスの排出量を従来目標の「30年までに13年比26％減」「50年までに同80％減」とした場合の限界削減費用を計算したことがあります。それによると30年時点の限界削減費用は1tCO$_2$当たり1万円ほど。以後、急速に上昇し、50年には6万円近くに達しました。削減幅をモデルで解ける最大の95・3％まで引き上げると60万円まで跳ね上がります。

菅義偉首相の「カーボンニュートラル宣言」に基づき、経済産業省は「グリーン成長戦略」を発表しました。この中で50年カーボンニュートラルのイメージが描かれ、参考値として50年時点の電力の比率を再エネ50～60％、原子力・火力・CCUS30～40％、水素10％という数字が出ています。洋上風力発電については30年に10ギガワット、40年に30～45ギガワット導入と記載されました。参考値とはいえ、これらの数字は現在進行中のエネルギー基本計画の議論に影響を与えるものです。

国内でも30年のNDC引き上げの議論は出ています。しかし、原子力発電の再稼働や運転期間の延長が進まず、安価なベースロード電源を提供してきた石炭火力発電も減っていく中では洋上風力を中心に削減量を積み増すほかなく、エネルギーコストが相当上昇すると懸念しています。30年のエネルギーミックスを見直す場合には、電力料金の影響など「値札」を明示すべきと考えます。

注目すべきは中国の動きです。中国は気候変動問題に関して、実にしたたかに対応しています。60年カーボンニュートラルを宣言し、先進国にゼロエミッションの機運を高めましたが、それによって世界で再エネの需要が高まると中国製の太陽光パネル、風車、バッテリー、EVなどが売れます。一方、日本を含む先進国が高効率石炭火力発電の輸出を止めた今、引き続き化石燃料を使う途上国に対しては石炭火力を売りまくることが可能です。どちらに転んでも中国は得をします。脱炭素化社会の中で勝ち組になることを虎視眈々と狙っているのです。

50年カーボンニュートラルを達成するには技術パフォーマンスを向上し、コストを低減するイノベーションが不可欠です。コスト低減を伴うことなく再エネの導入量目標だけが一人歩きしてしまうと、ただでさえ高い日本のエネルギーコストがますます上がり、日本の産業競争力を減退させることにつながります。

新技術を開発しそれを輸出することで今後の経済の活路を見出したいというのが日本の戦略。エネルギーコストを重視するアジアなど途上国でも受け入れ可能なコストパフォーマンスの達成が求められます。

コージェネ大賞2020
コージェネ財団

コージェネ大賞2020　理事長賞　事例発表

先端事例が各賞を受賞

環境性・防災性の高いコージェネ 分散型エネルギーシステムの核を担う

コージェネ財団は2020年12月、「コージェネ大賞2020」を発表した。電気と熱を同時に生み出すコージェネレーション（熱電併給）システムは経済性の向上やCO_2排出量削減に効果があるほか、分散型電源として災害時のBCP対応にも力を発揮する。今年度もそのメリットを生かした環境性、防災性の高い案件が民生用・産業用・技術開発部門で理事長賞を受賞した。

「民生用」「産業用」「技術開発」部門で16件受賞
コージェネの普及拡大のきっかけに

選考会議委員長の山地憲治 公益財団法人地球環境産業技術研究機構 副理事長・研究所長

シンポジウムではコージェネ財団が2020年12月に選定・発表した「コージェネ大賞2020」の表彰式を行った。コージェネ大賞は新規性・先導性・新規技術および省エネルギー性などに優れたコージェネレーション（熱電併給）システムを表彰することでその有効性を広め、普及促進することを狙いとする。20年度には32件の応募があった。これらの案件について学識経験者とコージェネ財団会員企業で構成する「作業部会」が予備審査を行い、その審査内容をもとに5人の学識経験者から成る「選考会議」で総合評価を行った結果、20年度は「民生用部門」7件、「産業用部門」6件、「技術開発部門」3件の計16件を選定。各部門で「理事長賞」「優秀賞」「特別賞」を授与した。

選考会議委員長を務めた地球環境産業技術研究機構の山地憲治副理事長・研究所長は「我が国はエネルギー需給構造の抜本的見直しに加え、ゼロエミッション実現に向けた取り組みの加速が求められている。コージェネは再生可能エネルギーとの協調など分散型エネルギーシステムの重要なパーツと、その役割の大きさを改めて示した。

民生用部門の理事長賞
隣接の街区と連携、地区全体で最適化

民生用部門では、今回初めて2件のプロジェクトが理事長賞に選ばれた。

東京ガスエンジニアリングソリューションズ（TGES）、三井不動産、三菱地所などが手掛けた「msb Tamachi（ムスブ田町）」はJR田町駅東口北地区の再開発によって2018年に誕生した街区。オフィス、商業施設、ホテル等で構成する。

エネルギーシステムの主要設備として1000kWのガスコージェネ5台と冷凍機、ボイラー、燃料電池などを採用。田町駅と街区を結ぶ歩行者デッキの屋根上には太陽熱集熱器を設置した。需給情報を一括管理・制御するEMS（Smart Energy Network Energy Management System）を導入。気象予報や過去の熱・電力負荷実績から最適な運転計画を作成し自動運転を行っている。

東京ガスエンジニアリングソリューションズ
エンジニアリング本部 地域エネルギー事業部 運転支援グループ
マネジャーの小林健一郎氏

民生用部門の理事長賞

案件名 環境性と防災性を両立・継続するスマートエネルギーネットワークの取組
～田町駅東口北地区（II街区）msb Tamachiへの導入事例～（東京都港区）

申請者 東京ガスエンジニアリングソリューションズ（株）／東京ガス不動産（株）／三井不動産（株）／三菱地所（株）／（株）日本設計

「msb tamachi」は大規模ガスコージェネシステムを核に電気・熱・情報のネットワークを構築し、需給連携を実現する

14年から稼働する隣接の街区とも連携し地区全体でエネルギー需給を最適化。一次エネルギーの20・6％削減を達成した。災害などで系統電力が停電した際にはコージェネと非常用発電機を活用し、電力・熱の供給を3日間継続する。断水時もBCP水槽から3日分の水を供給できる。

エネルギーの効率的利用のために「スマートエネルギー部会」を設立。プロジェクトの計画・設計・施工・運用の各段階で事業者、設計者、施工者など関係者が徹底して議論を行ってきた。TGESエンジニアリング本部地域エネルギー事業部 運転支援グループマネジャーの小林健一郎氏は「デジタル化を推進しつつも、関係する人が密接にコミュニケーションを取りながらベクトルを合わせることが大事。この実績をもとにスマートエネルギーの普及を促進したい」と意気込みを語った。

民生用部門の理事長賞

低炭素性、災害対応性に優れたスマートタウンを構築

同じく民生用部門の理事長賞を獲得した「みなとアクルス」は大型商業施設や集合住宅、スポーツ施設などが集積した名古屋市のスマートタウン。東邦ガス、日建設計などが開発し、2018年9月に第1期のまちびらきを行った。

東邦ガス 用地開発推進部 部長の田邊昭博氏は「『人と環境と地域のつながりを育むまち』をコンセプトに低炭素性と災害対応性に優れたまちを目指し、スマートエネルギーシステムを構築した」と説明した。

核になるのは1000kWのガスコージェネ2台。太陽光発電や大型蓄電池を導入するほか、外部からの木質バイオマス発電電力も受け入れている。集合住宅には家庭用燃料電池「エネファーム」を導入。発電電力は家庭で優先的に使用し、余剰分が発生した際にはエネルギーセンターが買い取りエリア内で融通する。未利用エネルギーとして、エリア内にある運河水をヒートポンプの熱源水・冷却水として活用している。

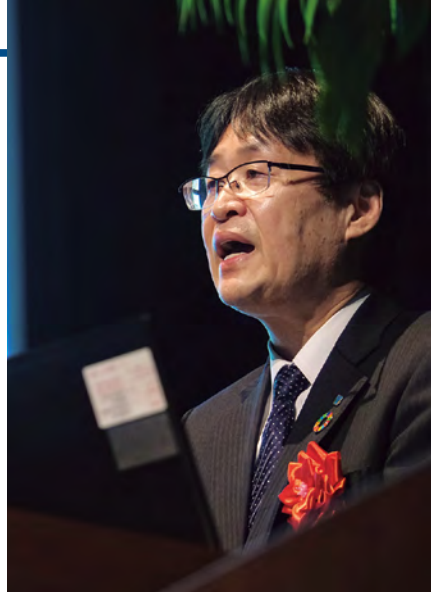
CEMS（コミュニティ・エネルギー・マネジメント・システム）がエリア全体のエネルギー需給を最適化。需要バランスが異なる各施設に電力と熱を一括供給することで一次エネルギーを1990年比40％減、CO_2排出量60％減の目標をほぼ達成している。

「みなとアクルス」では多様なエネルギー源を組み合わせ、最適に利用。一次エネルギー消費量40%減、CO_2排出量60%減をほぼ達成した

民生用部門の理事長賞

案件名 CGSを核としたスマートエネルギーネットワークによる低炭素性・災害対応性に優れたまちづくり～みなとアクルスへの導入事例～（愛知県名古屋市）

申請者 東邦ガス（株）／（株）日建設計／（株）日建設計総合研究所



東邦ガス 用地開発推進部 部長の田邊昭博氏

災害時にもコージェネを核とする分散型電源がエリア内の各施設に必要なエネルギーを供給する。隣接する港区役所にも非常用電力を供給し地域の防災力向上にも貢献する。

東邦ガスなどはこの実績を今後、中核都市での再開発や工業団地などに生かしていく考えだ。

産業用部門の理事長賞

既存工業団地でスマエネを構築 3社が電気と熱を共同利用

産業用部門の理事長賞に選ばれたのは栃木県・清原工業団地でスマートエネルギーネットワークを構築した事例。

エネルギーの地産地消による環境負荷低減、レジリエンスの向上により、地域創生にも貢献する

カルビー、キヤノン、久光製薬、東京ガスエンジニアリングソリューションズ（ＴＧＥＳ）が受賞した。

地球温暖化問題が深刻化し、自然災害リスクが高まる中、産業界ではエネルギーシステムの省エネ・低炭素化とレジリエンス性向上が喫緊の課題となっている。

清原工業団地に主要な生産拠点を置くカルビー、キヤノン、久光製薬は抜本的な対策として、３社・７事業所で電気と熱を共同利用するエネルギーシステムを作り上げることを決めた。

５７７０kWの高効率ガスコージェネ６台とボイラー、太陽光発電システムを導入。電力自営線、熱導管、情報通信網から成る独自のネットワークにより、熱電バランスの異なる事業所のエネルギーを集約し最適に面的利用する。

２０１９年10月に運用を開始。発電時の排熱を有効活用することなどにより、単独の事業所では困難な約20％の省エネと省CO_2を達成した。

災害に強い中圧導管によるガス供給とブラックアウトスタート仕様のコージェネ運用でサステナブルな事業活動も実現している。

ＴＧＥＳ営業本部 産業エネルギーソリューション部 産業スマートエネルギー営業グループ マネジャーの岸本淳氏は「立地企業の競争力を向上し、地方創生にも貢献できる取り組み。これらの価値を得られるスマートエネルギー事業を既存の工業団地で生産を止めることなく導入できた」と成果を強調した。

東京ガスエンジニアリングソリューションズ
営業本部 産業エネルギーソリューション部
産業スマートエネルギー営業グループ マネジャーの岸本淳氏

産業用部門の理事長賞

案件名 既存工業団地でのスマートエネルギーネットワーク構築による地域防災性・環境性の向上～清原工業団地への導入事例～（栃木県宇都宮市）

申請者 カルビー（株）／キヤノン（株）／久光製薬（株）／東京ガスエンジニアリングソリューションズ（株）

技術開発部門の理事長賞

案件名 高効率2段過給KG-18-T
グリーンガスエンジンの開発

申請者 川崎重工業(株)

川崎重工業は従来機をベースに2つの過給機を直列に組み合わせ、クラス最高の発電効率51.0%を実現したガスエンジンを開発した

技術開発部門の理事長賞

高性能・高信頼性のガスエンジンを開発
クラス最高51・0%の発電効率を実現

技術開発部門の理事長賞を獲得したのは、クラス最高の51・0%の発電効率を誇る「KG-18-Tグリーンガスエンジン」を開発した川崎重工業。

川崎重工業は化石燃料の削減・環境負荷低減のため、高効率・低NOxをコンセプトにガスエンジンの開発を進めてきた。2011年には発電効率49・5%、NOx排出量200ppm以下の「KG-18グリーンガスエンジン」を市場に投入。高い性能が評価され、国内外の発電所やコージェネ設備として150台以上の運用実績を積み上げている。

今回、開発したKG-18-Tグリーンガスエンジンについて、川崎重工業エネルギー・環境プラントカンパニーエネルギーディビジョン エネルギーシステム総括部 発電4サイクル技術部 部長の酒井能成氏は「KG-18グリーンガスエンジンをベースに、その信頼性を継承しつつ、2つの過給機を直列に組み合わせた『2段過給システム』の搭載と燃焼最適化によって発電効率を大幅に向上させた」と説明した。

出力は7800kW(50Hz)、7500kW(60Hz)。NOxの排出量200ppm以下とクラス最高の環境性能も維持する。また、起動指令後5分以内に最大出力に到達する優れた起動性を備え、工場のエネルギー需給や系統電力の安定化にも寄与する。

KG-18-Tグリーンガスエンジンは電力・熱需要に合わせて様々な組み合わせでコージェネシステムに組み込むことができる。どのような組み合わせでも高効率・優れた起動性で省エネ、CO_2削減、電力系統の安定化に寄与するという。

川崎重工業 エネルギー・環境プラントカンパニー
エネルギーディビジョン エネルギーシステム総括部
発電4サイクル技術部 部長の酒井能成氏

受賞事例に表れたコージェネの役割変化
先駆的モデルから広がる実用化拡大に期待

経済産業省 資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部政策課長
兼 熱電併給推進室長(コジェネ推進室長)
山口 仁

2050年カーボンニュートラル実現に向けて、コージェネに期待される役割も変化しています。省エネやレジリエンスへの貢献は引き続き重要ですが、燃料の脱炭素化の試みを進めつつ、電化が困難な民生・産業用の熱需要を効率的に賄い、単一需要への対応だけでなく面的な対応も可能な手段として、また大量導入されていく変動再エネの調整力として、その役割は一層増加しています。

そうした中、今回の理事長賞では、都市部で再エネとコージェネの効率的な組み合わせによって対象エリア内のエネルギー利用を最適化した事例、工業団地内の複数需要家の連携によってコージェネを核としてエネルギー利用の最適化を図った事例や、高効率性を有するのみならず急速起動システム等により柔軟な負荷変動対応が可能なコージェネの開発事例が選ばれており、時宜を得たものと考えます。こうした優れた事例が先駆的なモデルとなり、実際の活用が広がっていくことを期待しております。

民生用部門

民生用部門は
理事長賞2件、優秀賞2件、特別賞3件が受賞

産業用部門

産業用部門は
理事長賞1件、優秀賞3件、特別賞2件が受賞

技術開発部門

技術開発部門は
理事長賞1件、優秀賞1件、特別賞1件が受賞

■ 民生用部門 その他受賞者

	案件名	申請者
優秀賞	大阪梅田ツインタワーズ・サウスにおけるコージェネによるBCP・省エネの実現 (大阪府大阪市)	阪神電気鉄道(株)／阪急電鉄(株)／(株)竹中工務店 Daigasエナジー(株)
	復興まちづくりに貢献するコージェネ ～福島県新地町スマートコミュニティ事業～(福島県新地町)	京葉プラントエンジニアリング(株)／日本環境技研(株) (株)NTTファシリティーズ
特別賞	公共建築かつ複合用途建物における熱の面的利用と 安心安全なエネルギーシステムの構築と運用 ～渋谷区新庁舎・公会堂への導入事例～(東京都渋谷区)	渋谷区役所／三井不動産レジデンシャル(株) (株)日本設計 東京ガスエンジニアリングソリューションズ(株)
	コージェネ更改により発電出力を大幅に増加させ、BCP強化と省エネ性の向上を実現 ～田町駅東口地区グランパークエリアでの改善事例～(東京都港区)	(株)ディ・エイチ・シー・東京／NTT都市開発(株) 日比谷総合設備(株) 東京ガスエンジニアリングソリューションズ(株)
	環境性能とBCPを両立した関西エリア初の放送局向け停電対応コージェネの導入 ～読売テレビ新社屋への導入事例～(大阪府大阪市)	讀賣テレビ放送(株)／(株)竹中工務店 Daigasエナジー(株)

■ 産業用部門 その他受賞者

	案件名	申請者
優秀賞	排熱を地域熱供給に利用する都市型発電所の実現 ～北ガス札幌発電所における電源コージェネの導入～(北海道札幌市)	北海道ガス(株)／(株)日本設計
	天然ガスと既設の蒸気タービンを有効活用した 高効率のガスタービンコンバインドサイクルの導入によるSDGsへの貢献 ～興人ライフサイエンス株式会社佐伯工場への導入事例～(大分県佐伯市)	三菱商事ライフサイエンス(株) 興人ライフサイエンス(株) 日鉄エンジニアリング(株)
	ガスタービンコージェネの徹底的な排熱回収による省エネの実現 ～大津板紙株式会社本社工場での改善事例～(滋賀県大津市)	大津板紙(株)／Daigasエナジー(株)
特別賞	鳥取市電力地産地消プロジェクト ～秋里下水終末処理場での消化ガス発電～(鳥取県鳥取市)	ヤンマーエネルギーシステム(株)／(株)とっとり市民電力 鳥取ガス(株)／(株)神鋼環境ソリューション
	GT更新に伴うエネルギーの面的融通と 新規開発の回転数制御ガス圧縮機による省エネ推進 ～東邦化学工業株式会社追浜工場での改善事例～(神奈川県横須賀市)	東邦化学工業(株)

■ 技術開発部門 その他受賞者

	案件名	申請者
優秀賞	世界最小サイズの高効率家庭用燃料電池「エネファームミニ」	京セラ(株)／ダイニチ工業(株)／パーパス(株)
特別賞	家庭用固体酸化物形燃料電池「エネファームtypeS」の開発	大阪ガスマーケティング(株)／大阪ガス(株) アイシン精機(株)／京セラ(株)

鼎談

鼎談は「ゼロエミッションビジネスへの展望」というテーマで行われた。川崎重工業代表取締役会長の金花芳則氏と東京ガス社外取締役、味の素社外監査役、AIGジャパン・ホールディングス社外監査役を務める引頭麻実氏をゲストに迎え、コージェネ財団理事長の柏木孝夫がコーディネーターを務めた。ゼロエミッションの実現に向けた産業界、金融界の取り組み、課題などについて議論を深め、その中で日本が取るべき道を明らかにした。

ゼロエミッションビジネスへの展望 ～日本の取るべき道～

システム・オブ・システムズを確立し世界に発信

電力不足で安定供給の重要性を再認識

柏木孝夫（以下敬称略） 昨年10月、菅義偉首相が2050年までのカーボンニュートラルを目指すと宣言し、日本のエネルギー政策は大きな転換点を迎えています。この宣言を受け、昨年12月には経済産業省が関係省庁と連携して「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を策定しました。ゼロエミッションという、今までの延長線上にはない不連続のエネルギーシステムがこれから社会に実装されていきます。川崎重工業はこの変化にどう対応していきますか。

金花芳則氏（以下敬称略） 川崎重工業は17年に「Kawasaki地球環境ビジョン2050」を策定し、二酸化炭素（CO_2）、廃棄物、有害化学物質の排出ゼロを目指すことを宣言しました。企業としてはかなり早い段階でカーボンニュートラルに言及し、以来、取り組みを進めています。

これまでの環境対策を振り返ると、「環境基本法」が制定された翌年の1994年に第1次環境経営活動基本計画を策定。3年ごとに計画を見直し、現在は第10次環境経営活動基本計画を進行中です。2010年からは水素サプライチェーンの構築に乗り出し、14年には環境配慮に特に優れた製品を「Kawasakiグリーン製品」として審査し公表する制度を創設しました。CCU（CO_2の回収・利用）やCCS（CO_2の回収・貯留）の研究も続けています。

川崎重工業の創業者である川崎正蔵の理念は「そのわざを通じて国家社会に奉仕する」というものでした。その方針を脈々と引き継ぎ、現在は社会、環境にも貢献したいという気持ちを強く持って事業を遂行しています。

柏木 川崎重工業は早くから環境に関心を持ち、カーボンニュートラルに向

かねはな　よしのり
金花 芳則 氏

川崎重工業代表取締役会長

1976年大阪大学基礎工学部卒業後、川崎重工業入社。2007年車両カンパニープロジェクト本部長、08年車両カンパニー車両ビジネスセンター長に就任。09年執行役員、11年常務執行役員、12年常務取締役、マーケティング本部長を歴任。13年代表取締役常務、車両カンパニープレジデント、16年代表取締役副社長、社長補佐を経て同年代表取締役社長に就任。18年代表取締役社長執行役員、最高経営責任者、20年より現職。

けて広範囲に取り組みを進めてきたのですね。

日本は最終エネルギー消費のうち電力の占める比率が26％。74％は非電力です。カーボンニュートラルに向けては電化比率を引き上げつつ脱化石燃料によって脱炭素を進め、水素を導入するというのが世界の流れで、日本もその方向に進むと予想されます。引頭さんはエネルギーシステムの変革について、どのようなお考えがありますか。

引頭麻実氏（以下敬称略） 首相のカーボンニュートラル宣言の後、多くの企業が様々なプランを発表しています。「トレンドに乗り遅れてはいけない」と、一種のブームになっている気がします。

一方で最近、私が個人的に身に沁みて感じたのが、電力の安定供給の重要性です。20年末から21年始めにかけて強烈な寒波の到来によって暖房需要が高まると、オーストラリアやノルウェーなどでの液化天然ガス（ＬＮＧ）の生産不調なども影響し、結果として、電力需給が逼迫してしまいました。

日本卸電力取引所（ＪＥＰＸ）で取引されるスポット価格の最高値は従来75円でしたが、一時２５１円まで跳ね上がりました。株式市場でもこんなに大きく価格が変動することは、あまりありません。

この事態を目の当たりにして、電源構成を考えることも大事ですが、ゼロエミッションに資する方向で安定供給できるエネルギーシステムを構築することが何より重要だと思いました。具体的には、地域に再生可能エネルギーなどの分散電源を導入し、従来のグリッドとは異なる供給網を構築すること。需要の抑制や効率の良いエネルギー使用も必要です。

多様なエネルギー源を組み合わせ、それぞれの得意な分野で力を発揮するというアプローチが求められると感じました。

世界の脱炭素への本気度は高い

柏木 気候変動問題に関しては、ＩＰＣＣ（気候変動に関する政府間パネル）がレポートを出し、人為起源による気候変化、影響などを報告しています。その科学的な知見をもとに、世界ではカーボンプライシングや炭素税、CO_2排出量の上限設定といった話が出ています。金花さんは、世界の動きをどう見ていますか。

金花 17年にパリへ出張した際、気温が40度近くになりました。その時、ロンドンは36～37度だったといいます。私がイギリスに駐在していた１９８８～94年には考えられなかった気温です。温暖化は科学的に証明されていますが、人々も「これはおかしい」と肌身で感じているはずです。

（いんどう　まみ）
引頭 麻実 氏

東京ガス社外取締役／味の素社外監査役／
ＡＩＧジャパン・ホールディングス社外監査役

1985年一橋大学法学部卒業。同年大和證券に女性総合職第1期として入社。大和證券経済研究所（現大和総研）に所属し電機業界などのアナリスト、ストラテジストなどを経験。IPO、M&Aなど投資銀行業務、コンサルティング業務などに携わり、2009年大和総研執行役員、13年同常務執行役員、16年同専務理事を歴任。16年大和総研を退社。証券取引等監視委員会委員を務める。2020年より現職。公認会計士・監査審査会、企業会計審議会、法制審議会、原子力損害賠償支援機構運営委員会などの委員及び官民競争入札等監理委員会委員長を歴任。

かしわぎ　たかお

柏木 孝夫

コージェネ財団理事長
東京工業大学特命教授／名誉教授

1946年東京都生まれ。70年東京工業大学工学部生産機械工学科卒業。79年博士号取得。80～81年米商務省NBS招聘研究員、88年東京農工大学工学部教授などを経て2007年東京工業大学大学院教授に就任。12年東京工業大学特命教授に。専門はエネルギー・環境システム。03年日本エネルギー学会学会賞（学術部門）、08年文部科学大臣表彰科学技術賞（研究部門）など受賞多数。経済産業省総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会長、同調査会総合部会委員等でも活躍。著書に『スマート革命』『エネルギー革命』『コージェネ革命』『超スマートエネルギー社会5.0』など。

金融市場で広がるグリーン投資

２０１５年にパリ協定が採択されてから、世界では次々とハイレベルな環境方針が生まれています。その中で注目しているのが「ＥＵタクソノミー」です。ＥＵタクソノミーはパリ協定を達成するための金融政策で、環境の切り口で企業を分類・選別し、点数の低いところには投融資をしないというもの。今年12月に法制化されると聞いています。まずはＥＵ内で始まりますが、いずれ世界に広がるでしょう。それによって活動に窮する企業なども出てくると思います。

柏木　企業は環境に対する取り組みを評価され、それによって格付けまでされるようになっているのですね。世界の脱炭素への本気度は高そうです。引頭さん、金融市場にも脱炭素の動きは波及していますか。

引頭　金融市場でも、環境に対する投資家の関心は大いに高まっています。ＥＵタクソノミーは、その最先端の話です。

こうした動きの発端となったのは06年、当時のコフィー・アナン国連事務総長が、各国金融業界に向け、投資の判断プロセスにＥＳＧ（環境・社会・ガバナンス）の視点を組み入れる「責任投資原則（ＰＲＩ）」を提唱したことです。現在は世界で３６５２社が署名しています。日本では15年に年金積立金管理運用独立行政法人（ＧＰＩＦ）が署名。現在は運用会社など87社が署名しています。世界では今、グリーンボンドの発行が大変活況で、日本円で30兆円ほどに拡大しています。銀行貸し出し、ソーシャルやガバナンスに関する債券も合わせると、昨年は76兆円の調達があったといわれています。

グリーンボンドの発行は日本でも拡大し、昨年１兆円ほどの規模になりました。発行体は、金融機関、企業、国際機関など様々です。一般的な債券に比べて金利が低く、期間が長いのが特徴です。発行体からすると、低コストで資金調達ができます。

柏木　環境にしっかり取り組む企業や機関、環境に配慮したプロジェクトであれば、そういう債券を発行できるわけですね。一種の特権が与えられているようなものです。

引頭　中には環境に配慮していると見せかけて資金を調達する企業や機関もあります。金融の世界で「グリーンウォッシュ」と呼ばれています。グリーンウォッシュのリスクを防ぐためには適正な情報開示が必要ということで、今、議論になっているのが「気候関連財務情報開示タスクフォース（ＴＣＦＤ）」。企業や機関がどのような情報を開示すればグリーンボンドやＥＳＧボンドを発行できるかというルールを定

めています。金融市場はグリーン投資、ＥＳＧ投資に本気です。世界最大級の資産運用会社であるブラックロックも、環境、ＥＳＧを軸に投資判断すると表明しました。日本の名だたる機関投資家もＥＳＧ投資の方針を示しています。

柏木　金融市場が本気なのですから、企業経営も対応していかなくてはなりません。先進国は過去に化石燃料を使い、CO_2を大量に排出しながら豊かになった経緯があります。途上国も同様に発展する権利があるとも言えます。CO_2排出量削減について、先進国は途上国に〝枠〟を残す責務もあります。金花さん、その中で川崎重工業はどのような技術開発やビジネスモデルを推進していきますか。

金花　我々は引き続き製造する製品のエネルギー効率を向上させ、CO_2排出量の削減に取り組みます。ただ、それだけではネットゼロは実現しません。カギはやはり水素です。川崎重工業には６つのカンパニーがありますが、全カンパニーを挙げて水素サプライチェーンの構築に邁進します。

　その１つとして、水素発電の実現に向け、水素ガスタービンの燃焼技術を開発しています。天然ガスと比べ、水素は燃焼速度が速く燃焼が不安定になりやすい面があります。また火炎温度が高くＮＯｘも発生しやすくなります。昨年、これらの技術的な課題を解決した水素専焼ガスタービンの実証運転に成功しました。従来は「水噴射方式」を採用していましたが、現在は発電効率が高い「ドライ燃焼方式」で実現しています。

　鉄道会社と組み、燃料電池車両の計画設計も進めています。神戸空港島には液化水素を貯蔵する２５００㎥のタンクも完成させました。当社は１９８０年代に、現・宇宙航空研究開発機構（ＪＡＸＡ）の種子島宇宙センター向けに液化水素貯蔵タンクを製造し、以来30年以上保守・運用してきた実績があります。そのノウハウを生かして開発したタンクは真空構造で断熱性能が極めて高いのが特徴。１００度のお湯を満タンに入れた場合、１カ月後でも温度が１度しか下がりません。マイナス２５３度の液化水素を安定的に貯蔵できます。

　液化水素を船に積み下ろしするローディングアームも開発しています。昨年は液化水素の運搬船「すいそ ふろんてぃあ」を完成させました。この船で今年５月にはオーストラリアに向かい、褐炭から製造した水素を液化し、神戸港に持ってくる計画を立てています。

一気通貫の水素サプライチェーンを構築

柏木　褐炭は水分や不純物が多く低品位なためこれまであまり利用されず、ほとんど値段はついていませんでした。川崎重工業はいち早く日本政府やオーストラリア政府に働きかけてその褐炭を手に入れ、ガス化・液化した水素を日本に持ってくる計画を立てましたね。

金花　オーストラリア・ビクトリア州のラトローブバレーにある炭田の褐炭から水素を作ると、日本の総エネルギーの２４０年分ほどになります。褐炭をガス化するのは電源開発。プラントも既にできています。我々はそれを港に運び、液化して船で運搬し、神戸で陸揚げして発電することに挑戦します。「作る」「運ぶ・貯める」「使う」という一気通貫の水素サプライチェーンを構築します。

柏木　水素にも様々な種類があります。化石燃料から生成しCO_2を排出するとグレー水素、それにＣＣＵＳを組み合わせるとブルー水素、再生可能エネルギーから生成するとグリーン水素、原子力発電で生成するとパープル／ピンク水素などと呼ばれますね。

金花　我々がこれから手掛けるのはブルー水素です。褐炭から水素を作る際に排出するCO_2は、オーストラリアの安定した海底でＣＣＳを行います。オーストラリアの企業と太陽光発電でグリーン水素を生成する計画のフィージビリティスタディも進めています。

　また、カーボンニュートラルに向け、新たな実証試験も開始しています。関西電力の舞鶴発電所に設置した石炭火力発電所に当社のCO_2吸着システムの試験設備を建設し、１日40ｔのCO_2を分離・回収するものです。当社は日本で初めて潜水艦を作った会社。今回のシステムには潜水艦で乗務員が排出したCO_2を吸着する技術を活用します。

　ここで分離・回収したCO_2を使いメタネーションを実施する計画を立てています。

柏木　ネットゼロを実現するには、ＣＣＵＳに加え、空気中から直接CO_2を回収する「ダイレクト・エア・キャプチャー（ＤＡＣ）」も必要です。こうした技術は金融市場でも関心を集めそうです。

引頭　私も大変興味があります。問題はコストです。CO_2の吸着でカーボ

ンニュートラルには近づくかもしれませんが、そのコストは誰が払うのか。消費者か、企業か、または税金を充てるのか。

家計、企業、政府が疲弊する仕組みは持続可能ではありません。月並みですが、必要なのはイノベーション。

企業に求められる「アジャイル」な対応

柏木　今、日本の火力発電でCO_2の分離・回収を実行しようとすると、コストは6000～7000円／tCO_2かかりますが、これを1000円まで下げたい。1円／kgCO_2なら、1kWhで0・7kgのCO_2を排出する石炭火力発電のコストはプラス0・7円で済みます。経済的なことをいえば、海外で分離・回収を実施した方が低コストで済みますが、川崎重工業にはその考えはありますか。

金花　今はまだ研究を始めたばかりですが、将来的には国際ループが必要と考えています。特にメタネーションには水素が必要ですから、海外展開しないといけないと思います。

柏木　液化水素やメタネーションはCO_2を排出しません。既存のガスパイプラインに流し、コージェネレーション（熱電併給）システムを稼働させればCO$_2$フリーで電気と熱を生むことができます。

川崎重工業はグリーン水素、ブルー水素とメタネーションを組み合わせ、国際ループの中で自分たちが作る製品の動力源まで一気通貫で調達しようとしているのですね。引頭さん、企業のこのような将来像をどのように評価しますか。

引頭　非常に感動します。ただ、どの企業にも言えることですが、今描いているシナリオの前提や経営環境は変わる可能性があります。30年先のことを「必ずこれをやる」と決め打ちしてしまうのは危険な面もあります。

経営者の方々には実情をよく見て、周囲の大手企業、ベンチャー企業、大学などと意見交換し、「このままではまずい」と思ったらすぐに戦略を策定し直す懐の深さを持っていただきたいと思います。

柏木　「アジャイル」ですね。機に応じた判断をすることが必要と。決断はしなくてはなりませんが、世の中の流れに応じて、うまくビジネスモデルができるように、素早く転換することも必要になってくるということですね。

金花　スタートアップ企業の方々は「ウーダ（OODA）ループ」という言葉をよく使います。観察（Observe）、方向付け（Orient）、決心（Decide）、実行（Act）の流れを繰り返すループです。大企業の場合、計画（Plan）、実行（Do）、評価（Check）、コストを補いつつ着実に利益が出るビジネスモデルの確立が求められます。グリーンボンドやESG投資によって資金を導入した企業やプロジェクトが全く儲からなかったり、赤字が継続したりすると投資が続けられなくなります。きちんと利益を出すことが大事です。

イノベーション戦略にいかに貢献するか

改善（Act）というＰＤＣＡを回して仕事をしますが、今の時代は計画を実行する時にはもう環境が変わっている

ことがあります。大企業もウーダループを回すことを心掛けるべきだと考えています。

柏木　ＥＵタクソノミーの波及により、企業が環境で格付けまでされる時代、日本はどのような方向に進むべきなのでしょうか。

金花　先日、柏木理事長も策定にかかわられた「革新的環境イノベーション戦略」を拝見しました。エネルギー環境分野の技術やイノベーションについて網羅され、非常によくできた戦略だと感じました。

　特に興味を持ったのは農林水産分野でのゼロエミッションにも言及していることです。戦略に盛り込まれた技術やイノベーションに、当社がいかに貢献していけるかが今後のカギだと感じました。

柏木　政府が２０２０年１月に発表した革新的環境イノベーション戦略は、５分野・16課題・39テーマを設定し、世界のカーボンニュートラルと、過去に排出された大気中のCO_2をも削減する「ビヨンド・ゼロ」を達成する革新的技術を50年までに確立しようという、非常に野心的な戦略です。技術の切り口では「非化石エネルギー」「エネルギーネットワーク」「水素」「カーボンリサイクル・ＣＣＵＳ」「ゼロエミ農林水産業」の５つを重点領域と設定しています。この革新的環境イノベーション戦略を14の重点分野にまとめ直したのが昨年策定されたグリーン成長戦略です。

　また、この革新的環境イノベーション戦略の提言に基づき、産業技術総合研究所が主導し、東京湾岸エリアを世界に先駆けてゼロエミッションに関するイノベーションエリアに進化させる「東京湾岸ゼロエミッションイノベーションエリア」構想も進んでいます。この構想を推進する東京湾岸ゼロエミッションイノベーション協議会も立ち上がっています。

引頭　革新的環境イノベーション戦略には、実に多方面に及ぶ多様な技術やイノベーションが盛り込まれています。様々な企業が集い、知恵を合わせなくては実現は難しいと思います。その意味で東京湾岸ゼロエミッションイノベーション協議会には今後の展開が期待できます。

　国は今、いろいろなマップを描いています。企業にアジャイルが必要であるように、国もアジャイルでなくてはなりません。特定の技術やイノベーションに補助金などの支援制度を設けたとしても、新たにより有望なものが出てきた時にはすぐにそちらもサポートする懐の深さが国にも求められます。

　日本は資源・エネルギーの輸入国。エネルギー安全保障の観点からすると不安定な位置にあります。今、国を挙げてゼロエミッションに向かう中、様々な開発が進み、自前のエネルギー源や仕組みを生み出すことができれば、大きな一歩になります。

柏木　おっしゃる通り、ゼロエミッションは１つのテクノロジー、１社のテクノロジーで実現できるものではありません。必要なのはシステム・オブ・システムズ。これまでの日本はそこが弱かった面があります。企業群が一体となってシステム・オブ・システムズを展開することこそ、日本がアジアの中、世界の中で勝ち残る必須の条件だと思います。