

コージェネレーションでネットワークを広げていく「コージェネット」

Co-GENET

Vol.37

Winter 2024

◆ 特別対談

エネルギーの未来と新たな成長 p.2

柏木 孝夫 × 村瀬佳史氏

東京工業大学(現 東京科学大学)名誉教授
コージェネ財団理事長

資源エネルギー庁長官



2023年度
コージェネ
導入実績 p.9



コージェネ導入事例 p.12



▶ Case1
バイオス小牧



▶ Case2
ベーリンガーインゲルハイム
製薬山形工場
エネルギーセンター

エネルギーの未来と 新たな成長

特別
対談

GXを強みに変え、
世界のプラットフォーマー
となって成長を

●取材・構成・文／小林佳代 写真／加藤 康

2040年のエネルギーミックスなどを決める第7次エネルギー基本計画の策定が始まっている。ロシアによるウクライナ侵略や中東の緊張の高まりなどから、エネルギー安全保障に改めて注目が集まる。

一方、世界各地で気候変動によるとも指摘される異常気象が多発するなど、気候変動への対応は待ったなしの状況にある。

2050年カーボンニュートラル達成に向け、日本はどのようなトランジションを実施し、エネルギーのベストミックスを実現するべきか。日本のエネルギー政策の立案・実行を担う資源エネルギー庁の村瀬佳史長官と、エネルギーシステム研究の第一人者で、エネルギー政策にも長年かかわってきた東京工業大学名誉教授、コージェネ財団理事長の柏木孝夫が語り合った。

むらせ よしふみ

村瀬佳史氏

資源エネルギー庁長官

愛媛県出身。1990年東京大学経済学部卒。同年通商産業省（現経済産業省）に入省。1998年ハーバード大学ケネディ行政大学院に留学。通商政策局企画官（アジア大洋州広域開発担当）、商務情報政策局情報経済課長、大臣秘書官事務取扱、経済産業政策局調査課長、資源エネルギー庁電力・ガス事業部政策課長、同庁長官官房総合政策課長などを歴任。2016年資源エネルギー庁電力・ガス事業部長を経て2020年内閣府大臣官房審議官、2021年内閣府政策統括官（経済社会システム担当）、2022年内閣府政策統括官（経済財政運営担当）に就任。2023年より現職。

※特別対談は2024年9月11日に行われました。

第7次エネルギー基本計画は 安定供給と温暖化対応が論点

柏木孝夫 2040年のエネルギーミックスなどを定める第7次エネルギー基本計画の策定が始まっています。

カーボンニュートラルに向けて、日本はどうトランジションを実施し、エネルギーのベストミックスを実現するのか。今後のエネルギーシステムのあり方を考えた時、自身は原子力も含め選択肢を削らず、大規模型電源と分散型電源を共存させた百花繚乱のエネルギーシステムを構築することが重要だと考えていますが、最前線ではどんな議論が進んでいますか。

村瀬佳史氏（以下敬称略） 2024年は第7次エネルギー基本計画策定に向けて大事な1年です。

春に岸田文雄前首相から策定の指示をいただき、5月から総合資源エネルギー調査会で月に2回程度のペースで、集中的に様々な議論を行っています。

第6次エネルギー基本計画を策定した際との状況の違いとしては、ロシアによるウクライナ侵略や中東情勢の緊迫化などの地政学リスクの高まりを受け、改めてエネルギー安全保障への関心が高まっていることなどがあります。1973年、第1次オイルショックが起きましたが、その同年エネルギー安全保障への危機感が高まる中、資源エネルギー庁は設立されました。国際エネルギー機関（IEA）は翌年の設立です。

半世紀を経て、再びエネルギー安定供給やエネ

かしわざ たかお

柏木孝夫

東京工業大学(現 東京科学大学)名誉教授
コージェネ財団理事長

1946年東京都生まれ。1970年東京工業大学工学部生産機械工学科卒。1979年博士号取得。1980年～1989年米商務省NBS（現NIST）招聘研究員、1988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。2012年東京工業大学名誉教授に。専門はエネルギー・環境システム。2003年日本エネルギー学会学会賞（学術部門）、2008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本委員、同省エネルギー・新エネルギー分科会長、水素・燃料電池戦略協議会座長等を歴任。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。

ルギー安全保障が大きなテーマに浮上してきた形です。

一方、半世紀前とは明確に違うのが、地球温暖化の抑制に向けた取り組みを強化しなければならないことです。2025年には国連気候変動枠組み条約第30回締約国会議（COP30）が開

かれますが、それに先立ち、「国が決定する貢献（NDC）」の2025年2月までの提出が求められています。こうした中で検討されている、第7次エネルギー基本計画では、エネルギー安定供給と地球温暖化問題への対応の両立が重要な論点になると考えています。

2040年の電力需要は 増える見込み、 省エネが引き続き重要な政策に

柏木 「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」は、科学的な知見の下、産業革命前からの気温上昇幅を1.5℃以内に抑えなくては、人類への深刻な被害や影響が出ると発表しています。これを基に、世界の先進国は2050年カーボンニュートラル達成を目指すことを決めました。今後、この流れが逆転することはないでしょう。

村瀬 最近、気候変動対策への要請が経済界の中で強まっていると感じます。特に、デジタルトランスフォーメーション（DX）やグリーントランスフォーメーション（GX）の進展による電力需要増加の可能性も指摘される中、国際的に遜色ない価格水準で安定的に脱

炭素電源を確保できるかが、日本の国際競争力に直結する状況にあります。このため、脱炭素電源の確保は、エネルギー安定供給、経済成長、脱炭素の同時実現に向けて急務だと感じます。

柏木 カーボンニュートラルの達成には、化石由来のエネルギーから、温室効果ガスを排出しないクリーンエネルギー中心の経済・社会システムへと転換する「グリーントランスフォーメーション（GX）」を推進することが必要です。日本は2023年に「GX推進法」を制定し、様々な取り組みを進めつつあります。

GXに必要な要素は省エネ、電化、水素、カーボンプライシングのような



経済的措置など、いくつかあります。その中で、コージェネレーション（熱電併給）システムはエネルギーのカスケード利用が可能で省エネ性の高い機器です。GX時代に非常に有望なテクノロジーだと考えています。

村瀬 第6次エネルギー基本計画は、徹底した省エネ等により、2030年度の電力需要は減少するという前提で設計されましたが、先ほど申し上げた通り、現在、AI（人工知能）の普及などのDXやGXが進む中で、省エネ効果を見込んでもおお電力需要が増加

する可能性が高いとされています。一部には、「爆増する」という予想もあります。このため、電力需要は一定程度、増えることも想定した上で議論をしなければなりません。

そうすると、やはり省エネが重要なキーワードになります。増える分をできるだけ抑えるという意味において、省エネは大きな政策の方向性として存在し続けます。例えば、データセンターを導入する場合にも、できるだけ省エネ型のものを選ぶという方向になるでしょう。

そうした中、社会でできるだけエネルギーを賢く、効率的に利用する方法を追求しようという流れになります。CO₂ジェネは極めて重要なツールの一つです。

今後、カーボンニュートラルの達成に向けて再生可能エネルギーを最大限導入していく際には、調整力も求められます。CO₂ジェネは、出力を変動させて稼働することも可能であるため、調整力としても非常に大きな役割を果たし得ます。また、地震や台風など激甚災害が頻発する日本において、エネ

ルギーシステムのレジリエンスを高めるためにも、ブラックアウトスタート機能を持つCO₂ジェネは非常に重要な存在です。

もう1つ、脱炭素化を実現する上で重要となるのが水素です。現在、出力を抑えざるを得ない再エネ由来の電気も、水素にすれば、出力抑制を行うことなく活用することができます。2024年の国会では「水素社会推進法」が可決成立しました。早い段階で水素社会が実現するよう、取り組みを加速していきます。

水素燃料のCO₂ジェネは CO₂ゼロで電気・熱を生む

柏木 変動性の高い再エネの余剰電力

を「Power to Gas (P2G) / パワーツーガス」で水素に変換すれば長期にわたって貯蔵できます。今後の期待度は非常に高いと思います。水素の出番はこれからますます増えていくでしょう。最終エネルギー消費量の約6割は熱ですから、燃料を脱炭素化できる水素が果たす役割はとても大きい。水素燃料を利用したCO₂ジェネであれば、CO₂を排出することなく電気も熱も生み出せます。非常に有用性の高いシステムだと思っています。

日本は2017年、世界に先駆けて「水素基本戦略」を策定しました。当時、欧州連合（EU）をはじめ、世界の国々は、それほど水素に注目していませんでした。ところが、温室効果ガス削減の目標が、「80%削減」から「カーボンニュートラル達成」に変わると、残り20%を減らすために、水素が最も汎用的でコストが安いと考えるようになりました。

ドイツが2020年に「国家水素戦略」を打ち出すなど、世界の国々が、水素ビジネスでの覇権を目指し動き出

しています。しばらく立ち止まっていた日本も、水素社会推進法という法律をつくって巻き返そうとしている構図ですね。

村瀬 おっしゃる通り、日本が先に動いたにもかかわらず、これから水素の需要が拡大すると見た欧州が関心を持ち、相当なスピードで動いてきています。水素は日本が技術的に優位性を持つ分野とされています。かつてのように、日本が「技術で勝っていたにもかかわらずビジネスで負ける」ことがないよう、「技術で勝ちビジネスでも勝つ」ことができるように、しっかり取り組んでいきます。そのためには、産業界とも連携しながら、規制と支援を一体的に導入することにより、日本で水素を利用したビジネスモデルをつくり上げ、世界のマーケットを取っていくことが重要となります。

柏木 日本はこれまで規制が多く、水素ステーションを1つつくるのも大変でした。産業界からは、日本で水素社会を実現するのは難しいのではないかという声も出ていました。今回、法律ができて、規制改革も進みつつありま





す。ここからは、この法律を活かすも殺すも企業サイド次第だと思います。

村瀬 企業側の取り組みが重要という点はそのとおりです。例えば、原子力からつくる水素に関しても、最近では高温ガス炉など、新しい技術の開発が進んでいます。安価な水素ができれば、その利用も進むでしょう。また、水素

の派生物のアンモニアも有用です。JERAの碧南火力発電所（愛知県碧南市）では、既存の燃料にアンモニアを混焼する実証試験を行い完了しています。このように、水素社会推進法のよきな政策支援ツールも活用し、様々な企業の商用化を進める取り組みを支援していききたいと思います。

需要をつくりコストを下げ 利用を促進する好循環を回す

柏木 水素については、そのままエネルギーとして使うだけでなく、CO₂とメタネーション化し合成燃料（e-fuel）として利用する方法もあります。合成燃料はガス会社のパイプラインなど既存のインフラが活用できるメリットがあります。SAF（持続可能な航空燃料）などでの利用にも拡大できます。

村瀬 合成燃料を活用した脱炭素化の可能性についても、政府としてはしっかり追求したいと考えています。合成燃料の場合、内燃機関や、現状の燃料インフラが使えるというのが、大きな利点です。今後の世界の動向や、電動車の動向なども踏まえながら、我々もしっかりフォローしていきたいと思っています。

合成燃料を確保する際には、できるだけ安くクリーンな水素をいかに確保するかが肝になります。できれば国内で生産したいところですが、大きなボリュウムが出るまでは海外のクリーンな水素を活用する局面も出てくるでしょう。総合的なビジネスモデルの構築を検討することが重要です。

柏木 「つくる、運ぶ、使う」というバリューチェーンの構築ですね。国内で一体化できれば地産地消になり、エネルギー自給率の向上にも寄与します。ただ、コストを下げる必要があります。から、海外の適地でつくり、運び、国内産のものと混ぜる。徐々に地産地消を進めていく。そういう取り組みが重要になりそうです。

村瀬 仰るとおりで、いかに水素の価格を下げていくかがカギになります。また、水素から製造するSAFの利用拡大に向けては、いきなり高い比率で既存燃料と混合するというのではコストが高くなりすぎ、市場が形成されません。最初は従来の燃料に低い混合比率でSAFを入れることから始めて初期需要をつくり出し、コストを下げる。

そして、一定の需要が生まれた段階で、徐々に混合比率を上げるというアプローチを取ることになると思います。

「ワット・ビット連携」で 電源近くに需要を持つていく

柏木 日本を含む世界で、エネルギーの自由化が進みました。そこでわかってきたのは、電力などのエネルギー価格が市場ですべて決まるシステムでは、時に産業や生活に多大な影響が及んでしまうということです。例えば、ロシアのウクライナ侵略が起きた2022年には、天然ガス価格が急騰するという事態が起きました。

民間企業からすると、市場経済の中では旧一般電気事業者がつくってきたような大規模電源は効率が悪く投資がしにくい。その結果、電気の安定供給

このように、需要をつくりながらコストを下げ、利用を促進するという好循環を回し、普及拡大を図ることが大事です。

こうした取り組みを支援するため、水素社会推進法では価格差支援制度を導入しています。初期はコストが高くても、一定期間、強力な支援をする中でしっかりと需要をつくる。それによってコストが下がってきたら、自立的にビジネスを回していただくというスキームになっています。

が懸念される状態に陥ってしまうことがあります。

エネルギーの世界では、「市場がすべて」という考えには危険性もあると感じます。いかに大規模電源と分散型電源が共存しながらエネルギーシステムをつくり上げるかが問われます。マイクログリッドを束ね、需給のバランスをとりながら電気を供給するVPP（仮想発電所）の仕組みなどを取り入れることが重要です。

村瀬 欧州も米国も日本も、それぞれの国の形でエネルギー自由化に舵を切

りました。その後、何が起きているか。良かった点で共通するのは、消費者の選択肢が増えたことです。また、様々なプレーヤーが参入し、新しいアイデアが生まれる中で、一定程度、コストは抑制されました。これらは自由化の成果と言えると思います。

一方、共通した悩みは、ご指摘の通り、長期にわたる巨額な投資の予見可能性が立たず、リスクが大きいと大規模電源への適切な必要な投資が行われなくなっていることです。各国とも、投資が滞ることのないような仕組みを導入し始めています。

我が国でも、必要な脱炭素電源投資が行われるような環境整備を進めてきました。これから、さらに取り組みを強化する必要があります。安定供給や地球温暖化への対応には経済的に大きな負担がかかります。これらを両立できるような投資が十分行われる環境整備が、日本においても一層重要になっています。

そうした中で、地域のポテンシャルを活かし、ローカルに最適な組み合わせを追求した方が、より効率的で全体最適にもつながるケースもあると考えています。そういうシステムにも進化していくべきだと考えています。

柏木 これからは、電源の位置関係も考慮する必要があります。太陽光、風

力など自然の力が必要となる再エネの立地は、都市部から離れた地方の山村部が中心です。日本の電力ネットワークはフィッシュボーン（魚の骨）型で、再エネで発電した電力を系統線にすべて持っていくことが難しい。再エネを主力電源化していく上では、電源のある山村部にデータセンターのような需要を持つていくことなども重要ではないでしょうか。

村瀬 この問題については、2つのアプローチで取り組んでいます。1つは、ご指摘のように、供給のあるところに需要を持つていくことです。GXの検討の中でも、需要地から離れた電源で発電して送電するのがいいのか、あるいは現地で使うのがいいのかという検討が進んでいます。

GX実行会議で提唱された「ワット・ビット連携（電力系統と通信基盤の一体的整備）」は、こうした考え方を更に拡張するもので、現地のデータセンターでビットに変え、通信する方が効率的であれば、電源近くにデータセンターを持つていく発想も持つべきだという議論になっています。

もう1つのアプローチは、必要な送電線をきちんと整える仕組みをつくることです。遠くから電気を持つてくるには、計画的な送電網への投資が必要になります。地域間連系線の整備を統

括する電力広域的運営推進機関を設立し、必要なところには計画的に投資を

行い、費用を確実に回収できる仕組みとしていきます。

CCU技術を持つ日本、アジアと連携しWin-Winの関係を

柏木 欧州議会では極右勢力が増加しています。これから先、カーボンニュートラルに向けたトランジションをス皮ードアップできる状況ではないように見受けられます。日本も、そうした世界の状況を見据えた上で2040年のベストミックスを考え、エネルギー基本計画を立てていく必要があると思います。ですが、いかがですか。

村瀬 2040年に向けては、足元で起きていることをしっかり見詰め、現実も踏まえた上で、戦略的な対応を取ることが必要だと思っています。

欧州に関して言うと、トレンッド線を見れば想定したようなCO₂削減はできていませんが、各国とも、カーボンニュートラルに向けた野心的な目標をしっかりと維持しています。同時に、各国において多様かつ現実的なアプローチも拡大しています。欧州委員会が提案した2040年排出削減目標の資料には、かつてEUでは選択肢としていなかったCCS(CO₂の回収・

貯留)やガス火力活用なども言及されています。すべて再エネでまかなうというのではなく、CCSや火力発電などの手段も使いながら、野心的な目標を追求していく方針になっているものと理解しています。

柏木 日本はコンクリートやセメント材料としての活用や人工光合成など、CCU(CO₂の回収・利用)を実現できる様々な産業、技術を持っています。燃料電池のような発電システムもあり、CCUを組み込んだCO₂フリーのプラットフォームをつくり上げることも可能です。カーボンニュートラルに向けたトランジション期に、大いに強みを発揮し得るのではないのでしょうか。

村瀬 日本の持つ技術は、世界がネットゼロに向けて前進するこのトランジション期に重要な役割を果たすことができると思っています。かつて、日本の自動車メーカーは、省エネの取り組みの中でハイブリッドカーをつくり世

界市場を席巻しました。GXを目指す上でも、単に環境制約としてではなく、日本の持つ技術を産業の強みに変えていく挑戦と捉えることが大事です。

そのためには、政府はGX経済移行債により20兆円規模の大胆な先行投資支援を実行し、今後10年間で150兆円を超えるGX投資を官民協調で実現していきます。

また、今後より重要なのがアジアの存在です。アジアにも日本と同様に、簡単には再エネを増やせない国が多くあります。原子力に手を出すが難しい国もあります。そうした国でもエネルギー安定供給は欠かせません。このため、火力をクリーンに使う手段やCCUSのような技術で将来を描こうとする国は多いはず。近隣諸国の大きな市場を日本のリードする技術で押さえることができるなら、産業政策的にも非常に大きな意味を持ちます。日本の成長戦略にもつながります。

柏木 日本が主導し、ASEAN(東南アジア諸国連合)やオーストラリアとともにつくった枠組み「AZEC II アジア・ゼロエミッション共同体」が動き出しています。民間企業の巻き込みについてはどう考えていますか。

村瀬 AZECでは既に、日本とパートナー国の企業などの間で具体的協力案件が数多く進められています。協力

関係を拡大し、エネルギー移行を進展させるため、引き続き各国政府や関係機関からも後押しをしていくことが重要で、官民がコミュニケーションを取りながら連携していく必要があります。また、参加国の中には、カーボンニュートラルを実現するための多様な道をどう進むべきかと悩んでいる国は多いと思います。我が国が、それを選ぶお手伝いをする事で、Win-Winの関係にしていけるといいうのが大きなポイントです。

日本は、水素や省エネなどCO₂排出削減とエネルギーの安定供給を両立させる技術を数多く持ち、様々な形で先鞭をつけています。こうした技術を、アジアをはじめとする世界各国に広げ、ビジネスも獲得する。結果として、アジアなど各国のカーボンニュートラル達成をお手伝いする形で日本がリーダーシップを取る。これが理想の姿です。世界の国々が喜び、日本にも利があるWin-Winの関係をづくり上げていけると信じています。

柏木 国際的な展開を図るプラットフォームフォーマーになれば、日本は力強く成長していけますね。需要のあるところで電源となり、再エネの調整役も果たすコージェネは、プラットフォームの核となり得る存在です。一層の普及推進を図りたいと思います。

2023年度 コージェネ導入実績

年間の導入発電容量と台数が回復基調

コージェネ財団では、会員企業様の事業計画や国・地方自治体の政策立案に資するべく、毎年、国内に導入されたコージェネ（ガスタービン、ガスエンジン、ディーゼルエンジン、燃料電池、蒸気タービン）を取りまとめ、公表している。今般、「コージェネ導入実績報告」の認知度向上を目的に、既公表の2023年度版を編集し、本誌およびコージェネ財団ホームページで紹介する。なお、本導入実績における民生用には家庭用を含んでいない。



2023年度および直近10年のコージェネ導入状況

導入発電容量は約20万kWで推移。小型機は減少傾向で大型機がカバー

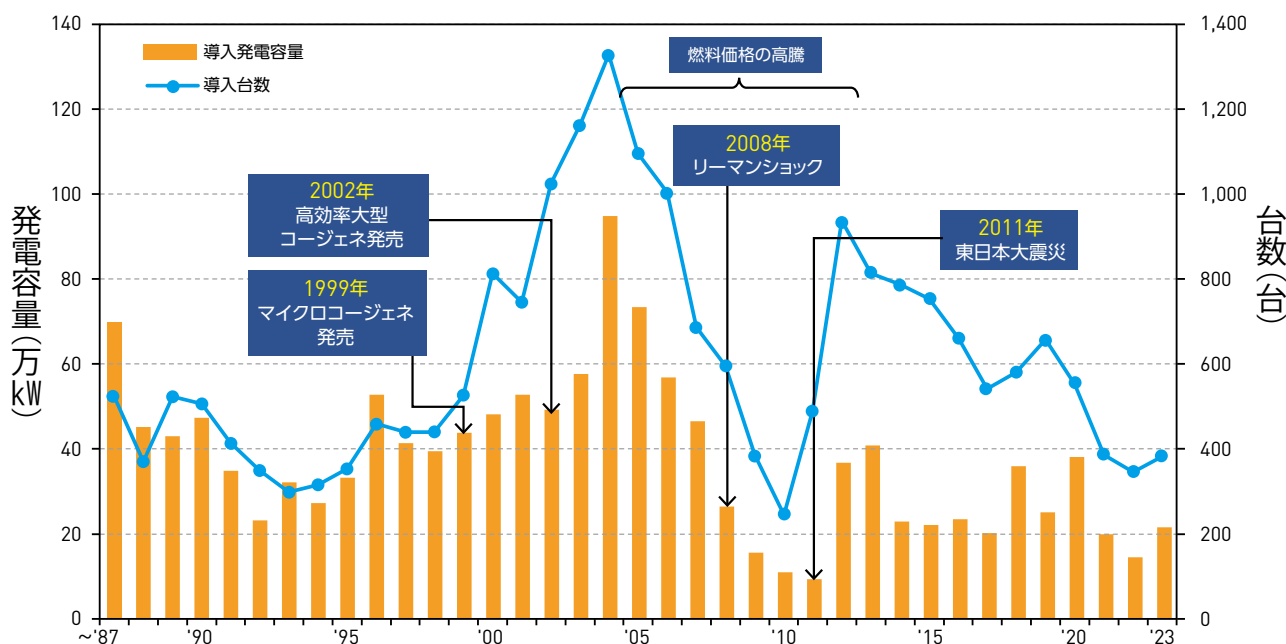
2023年度の導入発電容量は21.3万kW、導入台数は382台であり、'80年代の調査開始以降の累積導入発電容量は1,393.4万kW、累積導入台数は22,504台となった。

詳細は後述するが、2023年度の建物用途・業種別の導入発電容量は、民生用では「地域冷暖房」（2.3万kW）、産業用では「化学」（7.3万kW）が最大、導入台数は、民生用では「病院・介護施設」（110台）、産業用では「食品」（28台）が最多であった。

この10年（2014年度以降）を見ると、特異な2018年度

および2020年度を除くと、平均で年間20万kW程度が導入されているが、導入台数は減少傾向であることがわかる。

導入台数に最も大きく影響を与えるのは、民生用の単機100kW未満の小型機であるが、このクラスは景気の影響を受けやすく、新型コロナを含め景気の動向が見えないため、導入に逡巡されていることが減少傾向の要因と考えられる。この小型機の減少を単機5,000kW以上の大型機（主に「地域冷暖房」に導入されている）の増加が補い、導入発電容量は20万kW程度で推移できている。



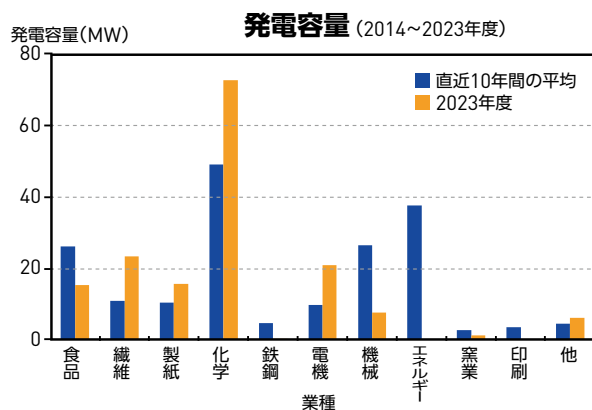
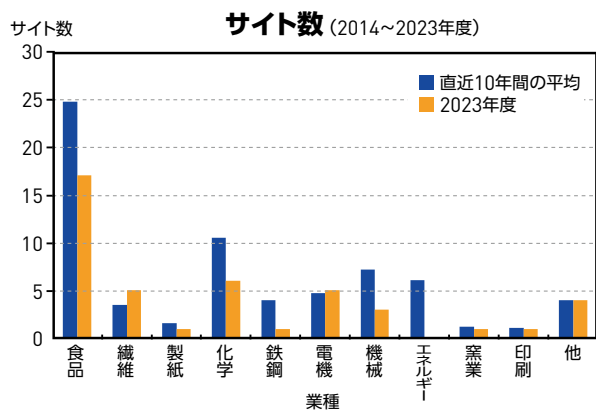
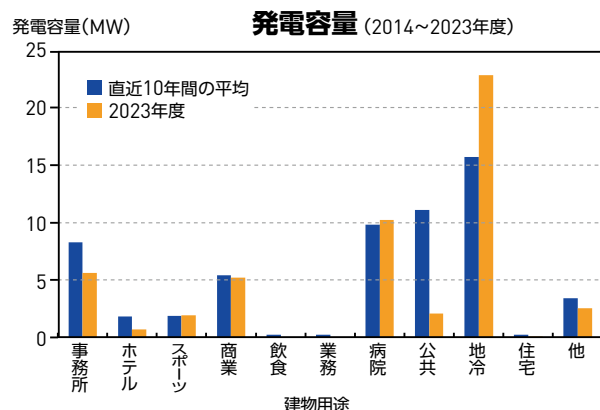
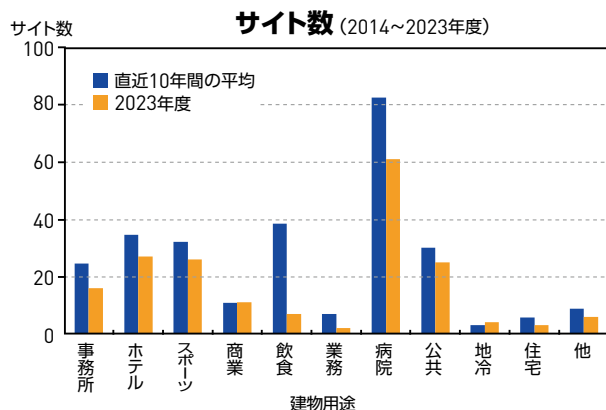


民生用導入状況

導入数減少の中「病院・介護施設」で増加 評価されるBCPへの貢献価値

導入サイト数は「病院・介護施設」、「飲食施設」、「ホテル」の順に多いが、いずれも 2023 年度は、この 10 年間の平均以下のサイト数となっている。一方、導入発電容量は、「地域冷暖房」、「公共施設」、「病院・介護施設」の順に大きい。2023 年度は、複数サイトに大型機（5MW 超）が導入された「地域冷暖房」と中型機（1MW 超）が複数台導入された「病院・介護施設」にて、この 10 年の平均以上の発電容量となったが、中・大型機の導入がなかった「公共施設」が大きく減少した。

建物用途別の特徴として、導入サイト数の多い「病院・介護施設」は 2011 年の震災以降 BCP への貢献価値で一気に導入が進み、2015 年以降減少傾向にあったが、2023 年度は増加傾向に転じている。導入発電容量の大きい「地域冷暖房」は 1 サイト当たりの導入規模が大きく、不定期に発生している。小型機は小規模な介護施設・ビジネスホテル等での導入が多く、排熱は給湯利用がメイン。中型機での排熱用途は事務所・商業等で空調（冷房・暖房）利用が主だが、大型病院や複合施設、スポーツ施設、大型ホテルでは空調に加え、給湯にも利用されている。大型機の導入は「地域冷暖房」や大型事務所ビル、商業が多く、排熱は主に冷房・暖房の利用がメインとなっている。



産業用導入状況



「化学」の急回復と「繊維」の急増が特徴 「食品」は数と発電容量ともに減少傾向

導入サイト数は、「食品」、「化学」、「機械」の順に多いが、いずれも 2023 年度は、この 10 年の平均以下のサイト数となっている。

一方、導入発電容量は、「化学」、「エネルギー」、「機械」の順に大きい。2023 年度は、プロセス熱需要の多い「化学」が急回復し、「エネルギー」、「機械」は減少したものの、この 10 年間で平均的に小さい発電容量であった「繊維」の急増が顕著であった。

業種別の特徴として、導入サイト数の多い「食品」は、1,000kW 以下の中・小型機が中心で、バイオガスコージェネも導入されるものの、2020 年以降、サイト数、発電容量ともに減少傾向である。一方、導入発電容量の最大である「化学」はプロセス熱需要が多いが、年度毎のばらつきが大きく、大型案件の多寡によって、容量が大きく振れる傾向にある。



原動機種別 導入状況

原動機種別の導入台数比および導入発電容量比について、集計を行った。

民生用は導入台数、導入発電容量ともに、1990年代前半は「ディーゼルエンジン」（以下、「DE」）が最多・最大であったが、1990年代後半以降およそ10年強で漸減し、2010年代以降は「ガスエンジン」（以下、「GE」）が圧倒的である。

一方、産業用も導入台数は1990～2000年代半ばまでは「DE」が多かったが、2005年以降激減、それ以降は、「GE」が圧倒的である。導入発電容量については、1990年代は「ガスタービン」（以下、「GT」）が最大で、ほぼ「GT」と「DE」であったが、2000年代以降、「GE」が大きくなり、現在では「GT」と同等ないし「GT」より大きくなっている。

燃料別 導入状況

原動機種別導入状況の傾向と同様、民生用は導入台数、導入発電容量ともに、1990年代前半は「重油」が最多・最大であったが、1990年代後半以降およそ10年強で漸減し、2010年代以降は「天然ガス」が圧倒的である。

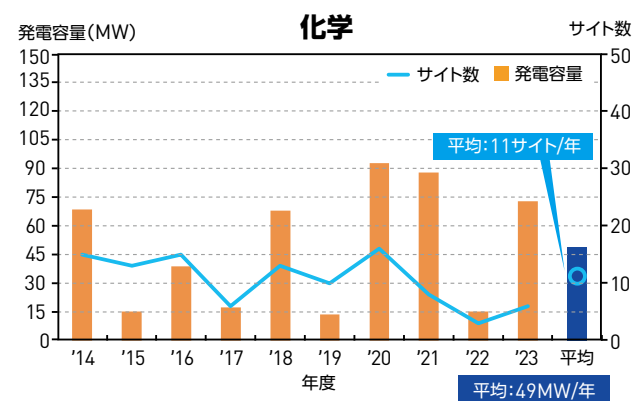
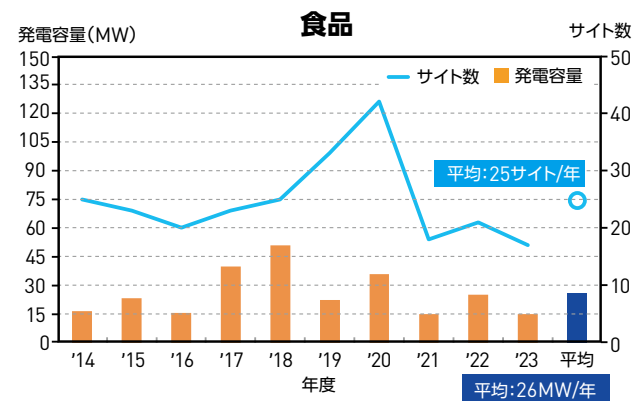
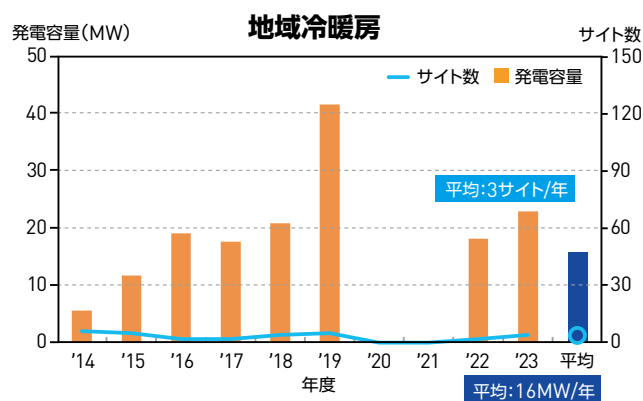
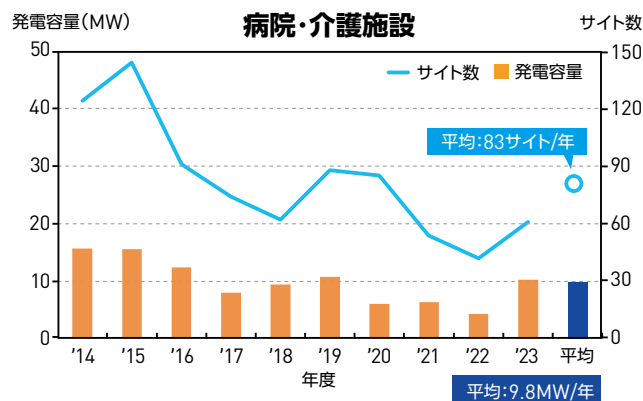
産業用も導入台数は2000年代半ばまでは「重油」が圧倒的に多かったが、2005年以降激減し、その後は、「天然ガス」が圧倒的である。導入発電容量では、1990年代は「重油」が最大で、2000年代半ば以降は「天然ガス」が大きくなり、現在では「天然ガス」が圧倒的である。なお、2010年代からは、民生用、産業用ともに、「バイオガス」が導入台数で1～2割程度導入されている。

地域別 導入状況

燃料の天然ガスシフトが進み、都市ガスインフラが整備された首都圏や大都市圏およびその郊外で、導入サイト数が多く導入発電容量が大きい。

導入サイト数は、「関東」と「近畿」とが同等レベルだが、導入発電容量は、「近畿」が小さいことから、「近畿」が1サイト当たりの導入発電容量が小さいと言える。

なお、2023年度は「近畿」の1サイト当たりの導入発電容量がさらに小さかった。





低炭素

再生可能

系統貢献

強化



Case 1

バイオス小牧

Bios Komaki Co., Ltd.

環境意識の高い小牧で食品廃棄物の受け入れ推進 脱炭素とエネルギーの地産地消に貢献

取材・文：池原 威徳

名古屋市の北部に位置する愛知県小牧市。年間の工業品出荷額が1兆円を超えるという工業都市であり、県営名古屋空港や航空自衛隊の基地を有するが、実は愛知県内でトップクラスの廃棄物リサイクル率を誇る都市であることはあまり知られていない。

環境保全やリサイクルへの意識が高い小牧で、食品廃棄物の有効活用という地域のニーズに対応するため、食品廃棄物由来のバイオガス発電事業を行う「バイオス小牧」が稼働を開始した。工業団地内に建設され、食品廃棄物を積載したトラックが往来する発電所には、受け入れ設備や酸発酵槽、メタンガスの発酵タンクや、地域へ売電される電気を作り出すコージェネなどが立ち並んでいた。

コージェネ導入のポイント

- ① 食品廃棄物のリサイクル推進
- ② 再生可能エネルギーでの発電によるCO₂削減
- ③ 電力と農業のWリサイクルループの提案

施設概要

所在地	愛知県小牧市大字下末字野本398番
建物規模	地上2階(事務・前処理棟) 建築面積: 751.17㎡ 延床面積: 924.02㎡
構造	鉄骨造
開業年月	2023年2月(コージェネ稼働: 2023年5月)
プラントの概要	敷地面積(プラントエリア): 3,738㎡ 酸発酵槽: 374㎡×2槽 発酵タンク: 1,693㎡×2槽 発電設備: 550kW×2基 水処理施設: 150㎡/日

発酵タンク



「食品廃棄物を利用し」 「バイオガス発電」

バイオス小牧は2023年2月、稼働を開始した。1日最大で120トン（固形物80トン、廃飲料40トン）の食品廃棄物を受け入れることができ、微生物の力で発酵させることで発生するメタンガスを燃料にして発電を行う。発電出力は1100kW、年間想定発電量は約9200MWh、これは一般家庭の年間使用電力量の約2200世帯分の

■ ガスエンジン・コージェネレーション仕様概略

メーカー	2G(ドイツ)
モデル名	avus 500plus BG ct135-1
燃料種別	食品残渣由来のバイオガス
定格出力	550kW
台数	2基
温水取出温度	高温水90℃、低温水70℃
効率	総合:82.2%/発電:38.9% /排熱回収:温水100%
排熱利用先	メタン発酵タンク、酸発酵槽の加温等

ガスエンジン・コージェネ (550kW×2基)

に当たる。稼働開始からこれまで、大きな故障の発生はなく順調に稼働を続けている。

発酵に利用可能な野菜・果物・肉・魚だけでなく、発酵不適物が含まれるお弁当や個包装のお菓子なども受け入れている。包装など発酵に利用できない不適物は、前処理棟にある破碎設備で破碎するとともに（ハンマークラッシュ方式）、分離装置で除去している。利用者の分別負担が軽減することで食品廃棄物を着実に集積するとともに、食品製造業をはじめ、現在リサイクル率が低い卸業、小売業、外食産業からのリサイクル率アップに貢献している。また、工場などの排出事業者や、廃棄物の管理会社・収集運搬業者とも密接に連携し、食品廃棄物の回収にも努めているという。

「メタン発酵に」 「コージェネ排熱を利用」

受け入れられた食品廃棄物は、前処理棟で破碎された後、酸発酵槽にて分解され、微生物の餌となる。さらに発酵タンクにおいて微生物（メタン菌）の力により、メタンガスを発生させる。メタンガスの発生には微生物の反応が大きく関わっており、その微生物反応を安定的に維持するためには、発酵タ

ンクの温度制御が重要となる。

コージェネ（550kW×2基）の排熱は温水として回収され、発酵タンク内部の温度を常に約37℃に維持するために利用されている。コージェネから回収した温水を温水タンクに貯留し、発酵タンク循環ラインに設置したプレート式熱交換器に温水を送って、温度の一定制御を行うという仕組みである。2槽の発酵タンクはそれぞれ1693m³の容量がある。内部で上槽と下槽に分かれており、メタンガスは上槽のガスバルーンに貯蔵され、その先の脱硫塔にて硫化水素を除去後、燃料として供給されることで安定したコージェネの稼働を実現している。

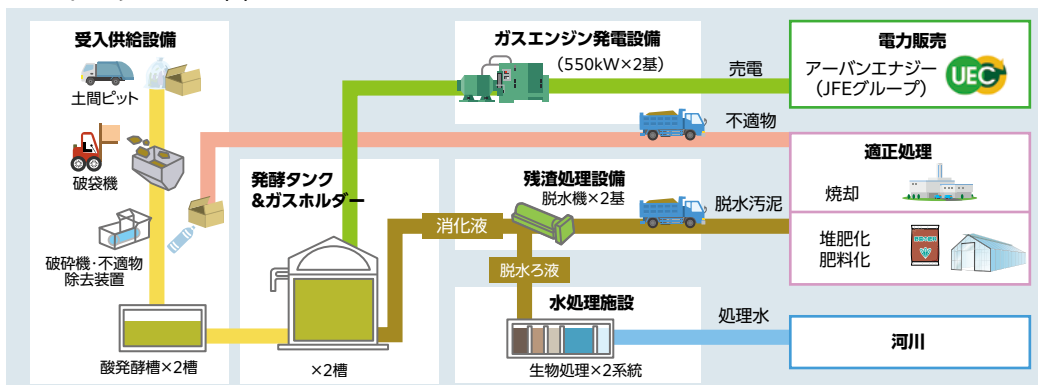
「エネルギーと農業の」 「地産地消」に貢献

メタンガスを燃料として発電された電力は、FIT制度（固定価格買取制度）を活用するとともに、アーバンエナジーを通じて地域に供給されている。発酵させた後の副産物として肥料も製造しており、食品由来の肥料として販売を計画しているとのこと。電力のみならず農業での循環型社会を目指すWリサイクループという考えを提案し実践しようとしている。

再生可能エネルギーでの発電により

年間約4200トンのCO₂を削減し同時に肥料販売を実践できれば、エネルギーと農業の「地産地消」に大きく貢献するバイオス小牧。サーキュラーエコノミーの代表的事例として、今後も注目を集めそうだ。

■ エネルギーフロー図





ベーリンガーインゲルハイム製薬山形工場 エネルギーセンター

Boehringer Ingelheim Seiyaku Yamagata Plant Energy Center

取材・文：鈴木 武彦、松本 久美

山形県内初のコージェネを用いた エネルギーサービスによる グローバル製薬企業の脱炭素化

ベーリンガーインゲルハイムは、ドイツに本社を置き世界130か国以上の市場で事業展開している製薬企業である。その国内唯一の医薬品製造拠点が、山形県東根市にあるベーリンガーインゲルハイム製薬山形工場であり、工場で製造する固形製剤などの医薬品は、日本国内だけでなくアジア・オセアニア地域など世界に供給されている。

ベーリンガーインゲルハイムではグローバルレベル

でカーボンフットプリントの削減に取り組んでおり、山形工場では、CO₂の排出削減など環境に配慮した工場運営を目的に、2021年6月キルシュ・エネルギーサービス合同会社とのエネルギーサービスプロバイダ契約を締結、2023年4月よりエネルギーサービスの運用を開始した。山形県内で初となるLNGを燃料とするコージェネを用いたエネルギーサービスの取り組みについて紹介する。

コージェネ導入のポイント

- ① 省エネ・低炭素化
- ② BCP対応(停電時の備え)
- ③ 電力ピークカット

■ 施設概要

所在地	山形県東根市中央東3丁目8590
建物規模	地上1階／敷地面積：7,607.83㎡ 延床面積：152.17㎡
竣工年月	2023年3月
運用開始	2023年4月(エネルギー供給開始)
山形工場概要	事業内容：医薬品の製造 延床面積：約1.8万㎡／従業員：約190人

太陽光発電によるロボット草刈機



ベリンガーインゲルハイム製薬では工場の低炭素化のため、A重油からLNGへの燃料転換を企図し、キルシュ・エネルギーサービス合同会社(以下、KES)とエネルギーサービスプロバイダ(ESP)契約を結んだ。K

メーカ	ヤンマーエネルギーシステム株式会社
モデル名	EP700G
燃料種別	天然ガス(LNG)
定格出力	700kW
台数	3台
効率	発電:41.8% 蒸気排熱回収:16.3% 温水排熱回収:15.7%
その他	ブラックアウトスタート対応機種



ESは石油資源開発と山形ガスが出資する特別目的会社で、工場へのエネルギー供給だけでなく、エネルギーセンタ一の燃料となるLNGの調達も行う以前、工場では自社所有の重油焚きボイラによる蒸気を利用していたが、本契約によりエネルギー戦略のアップグレードを行うとともに、本業である医薬品製造への集中を目指した。

エネルギーセンタ一はコージェネ（700kW×3台）や高効率ボイラ設備などで構成されており、工場に隣接するベリリンガーインゲルハイム製薬の敷地内に位置する。生成されたエネルギー（電力・蒸気・冷水）は、既存の工場に供給する他、2025年に完成予定の新しい工場棟にも供給できる計画となっており、各設備はさらなる工場の増築にも対応できるように設計・レイアウトされている。

コージェネによる発電電力は全て山形工場で使われ、2023年度の実績で770kWのピークカット効果があったとのこと。新設棟稼働後の2025年度以降は1700kW程度のピークカット効果が見込まれている。

コージェネの排熱は蒸気として利用

するとともに、排温水は排熱投入型吸収式冷凍機で活用され、冷水の製造に使われる。

蒸気の製造には排ガスボイラを優先利用する運転とし、工場から蒸気ドレンを返送・回収して熱回収と補給水の節約も行っている。冷水の製造には山形の冷涼な気候を有効利用するフリークーリングが併用されており、冬期や中間期の冷凍機のエネルギー削減が図られている。工場では、エネルギーセンターの運用によりCO₂排出量を年間最大約21%削減することを見込んでいる。

ベーリンガーインゲルハイムでは2030年までにカーボンニュートラル達成を目指しており、工場では太陽光を活用した設備が積極的に導入されていた。取材時、特に目を引いたのが太陽光発電の電力だけで自動で緑地の草刈りを行うロボット草刈機である。芝生の上を走りながら毎日少しずつ草を刈るため、刈り草の集草や破棄も不要とのこと。エネルギーに加え、除草作業の省力化にもつながっていた。

エネルギーセンター内には100kLのタンクを持つLNGサテライト設備が設けられ、燃料は福島県の相馬LNG

The diagram illustrates the energy supply system for the LNG satellite facility (100kL tank). The system includes the following components and flows:

- LNG Supply:** LNG is delivered by an LNG tanker to the LNG satellite facility (100kL tank).
- Energy Conversion:** The LNG is converted into natural gas and heat source water.
- Cogeneration System:** The natural gas is used in a gas engine (700 kW × 3 units) and a gas boiler (0.39 t/h × 3 units) to generate steam.
- Steam Boiler:** The steam boiler (2.5 t/h × 4 units) generates steam, which is used for the absorption refrigerator and the power supply.
- Absorption Refrigerator:** The absorption refrigerator (300 USRT × 3 units) uses the heat source water to produce cold water.
- Power Supply:** High-voltage power (6,600V) is supplied to a power transformer, which then provides power to the existing BGS (BGS) and the new BGS (BGS) under construction.

G基地より随時ローリー車で運ばれる
コージエネの発電電力は新設棟も含め
た工場の約半分を賄うことが可能であ
り、工場の低炭素化だけではなく、電
源冗長化による災害への備えも実現し
ていた。

山形工場でのエネルギーサービスの
取り組みは県内でも非常に注目度が高
く、山形県の脱炭素化を牽引する取り
組みとなっていた。今後もベーリン
ガーインゲルハイム製菓の先進的な環
境保全の取り組みに注目していきたい。



財団ホームページで最新情報を発信中!



<https://www.ace.or.jp/>

コージェネ財団

検索



日経ビジネス
特設サイトを
更新しました!



謝辞

今回のコージェネ導入事例紹介の施設取材にあたり、ご多忙の中ご対応いただきました、株式会社バイオス小牧 廣部様、藤乗様、小長谷様、ベーリンガーインゲルハイム製薬株式会社 青柳様、鈴木様、今野様、石油資源開発株式会社 中島様、能町様には、この場をお借りして改めて御礼申し上げます。



一般財団法人 コージェネレーション・エネルギー高度利用センター

Advanced Cogeneration and Energy Utilization Center Japan

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-16-4 アーバン虎ノ門ビル4階

TEL 03-3500-1612 FAX 03-3500-1613

<https://www.ace.or.jp/>

発行日 2024年11月25日
発行人 専務理事 坂倉 淳
発行所 一般財団法人 コージェネレーション・エネルギー高度利用センター
編集人 広報委員会委員長 大西 裕之
制作 株式会社 日経 BP アド・パートナーズ/株式会社 日経 BP
デザイン 永井 むつ子 (Zippy Design)
印刷 株式会社 大應

広報委員 秋山 真吾 辻 剛孝 南本 直佳
池原 威徳 成田 洋二 富越 大介
小田島 範幸 船越 善博 諸貫 達哉
九日 大 松本 久美
小松 通憲 米山 誠秀