

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.33

Autumn 2023

コージェネ財団 特別講演会2023

国際的な潮流となった 分散型エネルギービジネスの展望



基調講演

エネルギートランスフォーメーションと
石油資源開発の未来

藤田昌宏 氏

石油資源開発株式会社(JAPEX)
代表取締役社長

鼎談

カーボンニュートラルに向けた
トランジションへの提言



コージェネ導入事例

- ▶ Case1 コープフーズ株式会社 石狩工場
- ▶ Case2 岡山ガス株式会社 本社ビル

コージェネ財団 特別講演会 2023

国際的な潮流となった 分散型エネルギービジネスの展望

3

コージェネを軸に経済成長と脱炭素の両立を

基調講演

6

エネルギーTRANSフォーメーションと 石油資源開発の未来

経済性も考慮しつつ、上手にカーボンニュートラル戦略構築を

藤田昌宏 氏

石油資源開発株式会社(JAPEX) 代表取締役社長

鼎談

10

カーボンニュートラルに向けた トランジションへの提言

DXとGXを一体化した“異次元の”省エネにコージェネが貢献

森本 英香 氏

早稲田大学法学部教授／元環境事務次官

小西 雅子 氏

東京ガス常務執行役員

柏木 孝夫

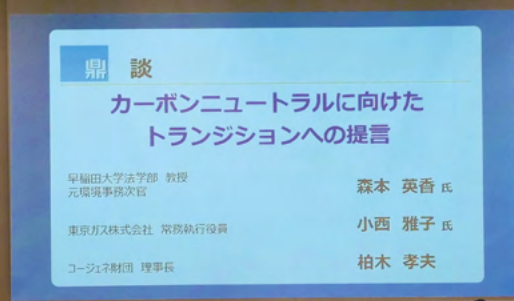
東京工業大学名誉教授／コージェネ財団理事長

コージェネ導入事例

16

コープフーズ株式会社 石狩工場 Case1

岡山ガス株式会社 本社ビル Case2



国際的な潮流となった 分散型エネルギービジネスの展望

コージェネを軸に経済成長と 脱炭素の両立を

●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2023年7月13日、東京・イイノホールで「国際的な潮流となった分散型エネルギービジネスの展望」をテーマに特別講演会を開催した。

カーボンニュートラル実現に向け、世界中で脱炭素の動きが加速している。我が国も今年5月、脱炭素社会の実現に向けた新法「GX(グリーン・トランスフォーメーション)推進法」を制定し、化石エネルギー中心の経済社会システムからの転換へと動き出した。着実なトランジションを実行していく上で、分散型エネルギーシステムの核となるコージェネレーション(熱電併給)システムへの期待は一層高まりつつある。分散型エネルギービジネスを軸に、いかに脱炭素と経済成長を両立していくか。産官学の有識者が展望を示した。

エネルギー安全保障と脱炭素、 両立する取り組みを模索

世界のエネルギー市場は依然、混乱の中にある。

「パリ協定」以後、世界は気候変動対策を最優先に取り組みを進めてきた。カーボンニュートラル達成に向け、エネルギーシステムの転換によって経済社会システム全体を変革する「グリーン・トランスフォーメーション(GX)」を実現しようと動いてきた。

その最中で起きたロシアによるウクライナ侵攻は、エネルギー供給に大きな影響を及ぼし、エネルギーセキュリティの重要性が再認識される機会となった。今、世界各国はエネルギーセ

キュリティと脱炭素を両立する取り組みを模索している。

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7月13日、「国際的な潮流となった分散型エネルギービジネスの展望」をテーマに特別講演会を開催した。

始めにコージェネ財団の柏木理事長が開会挨拶を行った。世界の潮流に沿って、エネルギーシステム改革を行った日本のエネルギー市場の状況について、柏木理事長は「自由化した市場では市場原理が働くため、電力会社は稼働率の悪い大規模電源を新たに作るの

難しい。一方で、カーボンニュートラル達成に向けて電化は進行する。再生可能エネルギーやコージェネレーション（熱電併給）システムを取り入れた分散型エネルギーシステム構築の重要性は高まっている。これからは大規模電源と分散型エネルギーシステムとが共存する時代になる」と説明した。

熱と電気を生み出すコージェネは高効率で省エネ性が高い。加えて、太陽光や風力など、変動性の高い再生可能エネルギーの出力調整機能を担うこと

ができる。CO₂排出量削減が求められるトランジション期に、分散型エネルギーシステムになくはならない核となる存在だ。

柏木理事長は「コージェネを軸に分散型エネルギーシステムを構築し、省エネを徹底した上で、いずれその燃料を合成燃料や水素などに変えることで脱炭素化すれば、カーボンニュートラルの達成が現実味を増す。そういう未来図を皆さんと一緒に描いていきたい」と語った。

2つの法律制定でGXを推進する環境を整備

続いて、経済産業省資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部長の井上博雄氏が来賓挨拶で登壇し、世界のエネルギー政策の動向と、それを踏まえた日本のエネルギー政策の動向を紹介した。

世界で「2050年カーボンニュートラル達成」にコミットする国は144カ国に拡大している。一方、ウクライナ危機を機にエネルギーセキュリティの重要性が再確認され、脱炭素とともにエネルギーの安定供給体制の確保が改めて各国の課題となっている。

井上部長は「この大きな変革の時代に、欧州も米国も中国も、エネルギー需給構造と産業構造全体を作り替えることで勝ち残ろうとしのぎを削っている」と説明する。

米国は「インフレ抑制法」を成立させ、巨額の投資支援を始めた。欧州も債券を発行し、グリーンとデジタルトランスフォーメーション（DX）に重点配分することを条件に各国に資金を拠出した。エネルギー自給率の低い日本は、再生可能エネルギーや原子力など、エネルギー自給率向上に貢献する

電源を活用しながらエネルギートランスフォーメーションを実行することが求められる。

岸田文雄政権はGXを最重要政策課題に据え、今年2月に「GX実現に向けた基本方針」を閣議決定した。その柱は2つある。1つは「エネルギー安定供給の確保を大前提としたGXの取り組み」で、徹底した省エネの推進や再エネの主力電源化、原子力の活用などを一層進めていく。

もう1つは「『成功志向型カーボンプライシング構想』等の実現・実行」だ。CO₂を排出する企業に金銭的負担を求めるカーボンプライシングの導入を盛り込んだことについて、井上部長は「政府は『ルビコン川をわたった』と言える。どういう形で成長や競争力向

上につながるかが重要になる」と語る。

政府は今年5月に2つの法律を成立させた。1つ目が「GX推進法」だ。今後10年間で20兆円規模の「GX経済移行債」を活用し、先行する企業にどんな投資の支援を行う。その財源に想定するのが「成長志向型カーボンプライシング」で、排出量取引制度や炭素に対する賦課金を導入する。もう1つの法律が「GX電源法」で、再エネの最大限の導入促進と安全確保を前提とした原子力の活用を進める。

井上部長は「2つの法律成立により、GXを推進する環境が整った。これから再エネ、省エネ、水素・アンモニアなど課題ごとに取り組みを進める」と説明する。

こうした環境の中、井上部長はコ



コージェネ財団 理事長 柏木孝夫

ジェネの意義として改めて、**① エネルギ**の効率的利用、**② 調整力の提供**、**③ レジリエンス価値**、**④ エネルギ**の面的利用・地産地消、**⑤ 燃料の脱炭素化**という5つを挙げた。

「これからは脱炭素社会の実現に向

日本のトランジション期に コージェネが役割を果たす

続いて、石油資源開発株式会社（JAPEX）代表取締役社長の藤田昌宏氏が「エネルギートランスフォーメーションと石油資源開発（株）の未来」と題した基調講演を行った。カーボンニュートラル実現に向けた世界の動き

け、新しいイノベーションをどう生み出し、実装していくかがカギとなる。そういう観点からもコージェネには大きな期待を寄せている。引き続き皆さんと一緒に導入と高度化を図りたい」と展望を示した。

と日本が進むべき方向性を示し、その中でJAPEXはどのように事業を推進し成長を図る方針かを説明した。

鼎談には元環境事務次官で早稲田大学法学部教授の森本英香氏、東京ガス常務執行役員の小西雅子氏、コージェ

ネ財団の柏木理事長が登壇した。「カーボンニュートラルに向けたトランジションへの提言」をテーマに、エネルギージェキュリティーを確保しながら、いかに脱炭素化を進めるべきかを語り合った。トランジションのプロセスにおいてまず必要となる、DXとGXを一体化した「異次元の“省エネ”において、コージェネが果たす役割などを確認した。

特別講演会の終わりには、コージェネ財団専務理事の坂倉淳が登壇し閉会挨拶を述べた。坂倉専務理事は「特別講演会での議論を受け、カーボンニュートラルな社会の実現はいかに目標やハードルが高いか、トランジション期におけるアプローチと課題がいかに多様かを実感した。国際情勢やエネルギー市場、技術動向は刻々と変化する。我々は幅広い視野を持ち、偏ることなく新しい情報を収集し、臨機応変にしたたかにエネルギーマーケットに取り組んでいく必要がある」と語った。

世界では、脱炭素への急進的な動きを現実路線に引き戻すような動きもみられる。今年5月の先進7カ国（G7）首脳会合では、各国の事情に応じた脱炭素へのアプローチがあることを確認している。

坂倉専務理事は、「足元の省エネを確実に進めるだけでなく、レジリエン

スの向上や系統への貢献などでも価値を発揮し得る」と、日本のトランジション期においてコージェネが重要な役割を果たすことを改めて説明した。

「脱炭素に向け高い基準や目標が掲げられつつあるが、ここからは環境配慮とエネルギージェキュリティー、系統の安定性確保と分散型エネルギーの確立など、俯瞰した視野でバランスの取れた施策を講じることが重要。今後も、皆さんといっしょにコージェネの在り方を考えながら、取り組みを進めていきたい」と述べ、特別講演会を閉会した。



コージェネ財団専務理事 坂倉淳



経済産業省 資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部長 井上博雄氏

基調講演

ふじた まさひろ

藤田昌宏氏

石油資源開発株式会社(JAPEX)
代表取締役社長



エネルギートランスフォーメーションと 石油資源開発の未来

経済性も考慮しつつ、上手にカーボンニュートラル戦略構築を

基調講演には石油資源開発株式会社(JAPEX)代表取締役社長の藤田昌宏氏が登壇した。「エネルギートランスフォーメーションと石油資源開発(株)の未来」と題し、カーボンニュートラル実現に向けた世界の動きと日本が進むべき方向性を示した。石油や天然ガスの需要はゼロにならないことを指摘し、JPEXは引き続き、探鉱・開発・生産(E&P)事業の推進でその安定供給に努めるほか、インフラ・ユーティリティ事業やカーボンニュートラル事業の拡大により成長を図る方針を説明した。

PROFILE

藤田昌宏(ふじたまさひろ)氏
1954年生まれ。1977年東京大学法学部卒業。同年通商産業省(現経済産業省)入省。2003年資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部長、2004年大臣官房審議官(政策総合調整担当)、2005年内閣官房知的財産戦略推進事務局次長、2007年関東経済産業局長、2008年貿易経済協力局長を経て2009年経産省を退官。2010年住友商事に入社。2014年同専務執行役員、2017年同副社長執行役員、2018年同代表取締役副社長執行役員を歴任。2019年石油資源開発代表取締役副社長執行役員を経て2019年より現職。

“乾いたぞうきん”を絞り、 いかに目標を達成するか

日本は2021年4月、2030年度に温室効果ガスを2013年度比46%削減する目標を表明しました。2020年の世界の二酸化炭素(CO₂)排出量は約314億tで、そのうち日本が占める比率は3.2%です。

一方、国内総生産(GDP)で日本が占める比率は世界の6%です。省エネに努めてきた日本は、既に非常にエネルギー効率の良い国です。46%削減は困難だと指摘する人もいますが、約束をした以上、“乾いたぞうきん”を絞り、いかに削減目標を達成するかが

課題です。

カーボンニュートラルの実現を目指し、世界各国は様々なエネルギー政策を講じています。

米国は、2022年に「インフレ抑制法」という法律を定めました。この法律は、エネルギーセキュリティ抑制と気候変動対策に対する投資に予算の85%に当たる3690億ドル、日本円で51兆円もの資金を充当することを定めています。

CCS(CO₂の回収・貯留)を実行した際に1t当たり85ドル補助する

制度も盛り込んでいます。CCSは完全に外部不経済ですから、本格的に推進するには、政府の支援制度が不可欠で、米国はその先鞭をつけた形です。欧州連合（EU）もエネルギー分野で様々な政策を打ち出しています。代表的なものが2020年1月に発表した「欧州グリーンディール投資計画」です。脱炭素社会の実現に向け、官民合わせて10年間で1兆ユーロ、日本円で約150兆円の投資を行うことをうたっています。

ガス需要は減らない、引き続き投資が必要

日本エネルギー経済研究所（IEEJ）は「アウトLOOK2023」で、世界のエネルギー需給の見通しについて、2つのシナリオを示しました。

過去の趨勢的な変化がそのまま継続する「レファレンスシナリオ」では、2050年の世界のエネルギー消費は2020年の1.3倍に増加する見通しです。一方、エネルギー・環境技術の導入が強化される「技術進展シナリオ」では、2030年頃にエネルギー消費が減少に転じ、2050年にはおおよそ2020年の水準になるとい

こうした中、日本は今年5月、「GX推進法」を定めました。GX推進戦略の策定・実行、「化石燃料賦課金」の導入、「成長志向型カーボンプライシング」の導入、「GX経済移行債」の発行などを盛り込む大仕掛けの法律で、経済産業省出身の私から見ても非常に画期的です。気になるのは、将来の負担イメージが今ひとつ明確ではないことです。今はお金を使い、将来それを取り返すという制度がうまく回っていくか否かが焦点になると思います。

見通しになっています。

「レファレンスシナリオ」では、2050年時点で一次エネルギーの8割を化石燃料が占めます。「技術進展シナリオ」でも6割が化石燃料です。化石燃料の中でも増えるものと減るものがあり、石炭は減り、天然ガスは増える見通しになっています。

「技術進展シナリオ」では、2050年時点の世界のガスの需要は4.4Tcm、液化天然ガス（LNG）の需要は4億tと、2020年よりそれぞれ14%、13%増えています。「レファレ

ンスシナリオ」では、2050年のLNGの需要は7.5億tになっています。つまり、どの道に進んでも、天然ガスの需要は2050年まで減らないということです。

石油については、現在日量1億バレルほどの需要が、2050年には4割減り、日量6000万バレルになると見通しています。

これらの見通しからは、需要が減ることのない天然ガスやLNGについては、何よりもしっかり確保することが重要だということが分かります。ガスの獲得は、ウクライナ危機を踏まえ、世界的な課題にもなっています。

今年5月、広島で先進7カ国（G7）首脳会合（サミット）が開かれました。コミニケには、「各国のエネルギー事情、産業・社会構造及び地理的条件に応じた多様な道筋を認識しつつ」ネットゼロを目指すことが明記さ

れました。

このコミニケをまとめるのは非常に大変だったと聞いています。日本が議長国であることが幸いし、また経済産業省の方々の奮闘により、ゼロカーボンを実現する道筋が多様であることを盛り込んだことは、非常に意味のあることだったと思います。さらに、「ガス部門への投資が、現下の危機及びこの危機により引き起こされる将来的なガス市場の不足に対応するために適切であり得ることを認識する」という一文も盛り込まれました。

昨今、金融界では化石燃料に対する融資はしない方針が打ち出されつつあります。しかし、エネルギー需給見通しに従えば、ガス分野は今後も設備を増強する必要があります。コミニケで、ガス部門への投資はなお必要と明記できたのは非常に大きな意味がありました。

脱炭素のルールづくり参画が重要

カーボンニュートラルの達成に向け、CO₂排出量を削減するには、再生可能エネルギーの導入量を増やすことが必要です。実は日本の再生エネルギー導入量は

現在、世界第6位の位置を占めています。太陽光発電では世界第3位です。

2012年から2020年の8年間で導入量を約4倍に拡大するという、世界トップクラスの増加スピードを実現しました。

再生エネルギーの拡大には、コストもかかっています。昨年の標準世帯の再生



ネ賦課金は年間1万2000円ほど。毎月、各家庭が1000円ずつ再エネのための負担をしたことになります。

太陽光や陸上風力の導入には、平地など適地の確保が重要ですが、日本は山が多く平地が少ない国です。平地面積当たりの再エネ発電量を見ると、日本は世界最大です。限られた国土の中で、国民が負担をしながら、最大限に再エネを導入してきたということです。

再エネのコストを見ても、日本は世界各国に比べかなり高くなっています。EUは北海からの偏西風が一年中安定して吹きますが、日本の風は気まぐれです。北海道の西側と東北地方の日本海側の風況が良いと言われますが、北海道と比較した際の設備利用率は3分の2程度にとどまります。効率が低

くなる分、コストの高い再エネ電源になっています。

日本は日照にも恵まれているとは言えませんが、アラブ首長国連邦(UAE)の日照時間が平均1日12時間なのに対し、日本は平均5時間にとどまり、太陽光設備の利用率は下がります。地震や台風などの災害も多く、設備の安全性を保つための建築基準が厳しくなり、ここでもコストがかさみます。

重要性増すCCS、先進事業に参画

ここからは石油資源開発(JAPEX)の取り組みをご紹介します。JAPEXは石油、天然ガスの探鉱・開発・生産、いわゆるE & P (Exploration

ステイブン・クーニンという物理学者が書いた『気候変動の真実』という本の中に、日本について言及した箇所があります。「世界の温室効果ガス排出量の2%を占めるに過ぎない日本は、削減目標を達成するよりも、全世界に展開可能な低排出エネルギー技術を開発実証することこそ、世界への大きな貢献になる。様々な戦略の費用と効果を正しく理解すべきだ」という内容です。この意見は、私ももっともだと思っています。

東京大学の特任教授である有馬純さんの『亡国の環境原理主義』という本では、「反原発主義」「再エネ原理主義」「環境原理主義」が日本を滅ぼすと指摘しています。「こういう見方もある」と参考にしていただきたいと思います。以前、私は『国際標準が日本を包囲する』という本を書いたことがあります。欧州が国際規格を戦略化し、米国がデファクトの主導権を握る中、日本企業の「よいものを作れば売れる」と

いうスタイルでは、市場競争力を奪われてしまうと警鐘を鳴らす内容です。残念ながら、結果的にその通りになってしまいました。この本を刊行した1998年当時、日本の家電産業は世界を席巻していましたが、今は全く様相が異なります。EUが巧みに国際標準化機構(ISO)や国際電気標準会議(IEC)で世界規格をつくったのに対し、日本はそのルールづくりに加わらなかったからです。

例えば、欧州の洗濯機はお湯をわかして洗います。煮て洗う洗濯機だけがIECの標準になり、日本の洗濯機は東南アジアや中東に輸出しても「規格に合っていない」と言われるようになりました。こういうことは、あらゆる場面で起きています。

これから、脱炭素の実現に向けて、世界でいろいろなルールづくりが始まります。日本がそこにいかに加わるかが、非常に重要なポイントだと思っています。

and Production)を手掛けています。世界で6カ所、日本国内に10カ所の拠点を展開しています。我々の会社の存在意義は、エネルギーを安定供給する

ことです。日本の産業、国民の皆さんが石油や天然ガスが必要とする限り、引き続きしっかりE & P事業を進め、その安定供給に努めます。

一方、脱炭素化が進む中、インフラ・ユーティリティ事業やその他事業も拡大し成長を図ります。

インフラ・ユーティリティ事業では、現在7カ所の発電所の開発・運営に参画していますが、新たな取り組みとして、福島県新地町ではスマートコミュニティ事業に乗り出しました。天然ガススコージェネレーション（熱電併給）システムを活用し、周辺施設にエネルギーを供給しています。

今年3月には、ドイツの製薬メーカー・ベリンガーインゲルハイムの山形工場で、天然ガススコージェネを核とするエネルギーセンターから、電力・蒸気・冷水を供給するエネルギーサービス事業を開始しました。

その他事業では、カーボンニュートラル分野の事業を推進しています。特に力を注ぐのがCCS、CCUS（CO₂の回収・貯留・活用）です。E&P事業を通して、CO₂を安全に圧入するための地下調査、掘削、モニタリングなどの技術力やノウハウがグループ内に蓄積され、一気通貫でCCSやCCUSに対応できるのが強みです。

国際エネルギー機関（IEA）は、2070年に世界でカーボンニュートラルを達成するには、CO₂削減量のうちの約2割、76億tをCCUSが担う必要があると予測しています。今後

も石油やガスは一定程度、使い続けざるを得ません。燃焼時に排出されるCO₂を大気に放出しない技術が必要であり、CCS、CCUSの重要性はさらに増していきます。

今年6月、エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）はCCS事業7案件を「先進的CCS事業」に選定しました。当社は、このうちの北海道

苫小牧地域CCS事業と東新潟地域CCS事業に参画しています。

海外でもCCUSに取り組みます。経済産業省から補助金をいただき、インドネシアとマレーシアで現在、フィジビリティ・スタディを行っているところ です。

世界がカーボンニュートラル達成に向かい動く中、日本はエネルギーコスト

トを念頭に置き、したたかに上手に対応し、産業競争力を維持することが必要です。なし崩し的に無茶な計画をつくり、それに縛られることは避けなくてはなりません。

我が社も、一方でエネルギーの安定供給を図りつつ、また一方で脱炭素に向けるいろいろな手を打っていきたくと考えているところです。

JAPEXのカーボンニュートラル対応方針

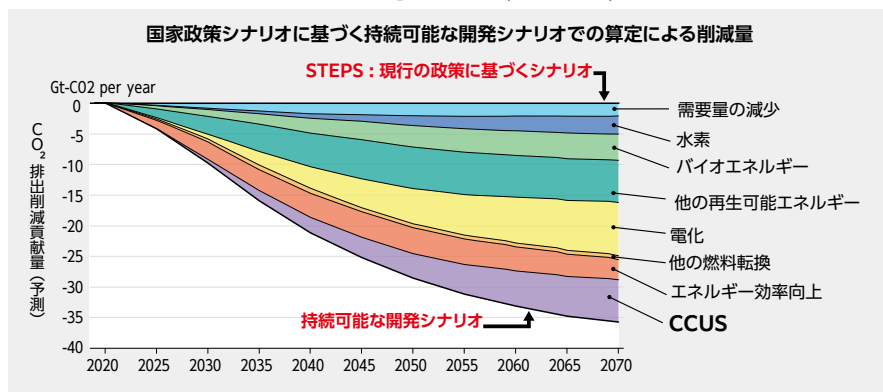
2050年時点の達成目標と、JAPEXとして貢献を目指す分野を明示



CCSの重要性

IEA:2070年に世界でCN達成に必要なCO₂削減量のうち、約2割（76億t）をCCUSが担うと予測

CCUS: CCSに加え、CO₂を有効利用 (Utilization) する技術



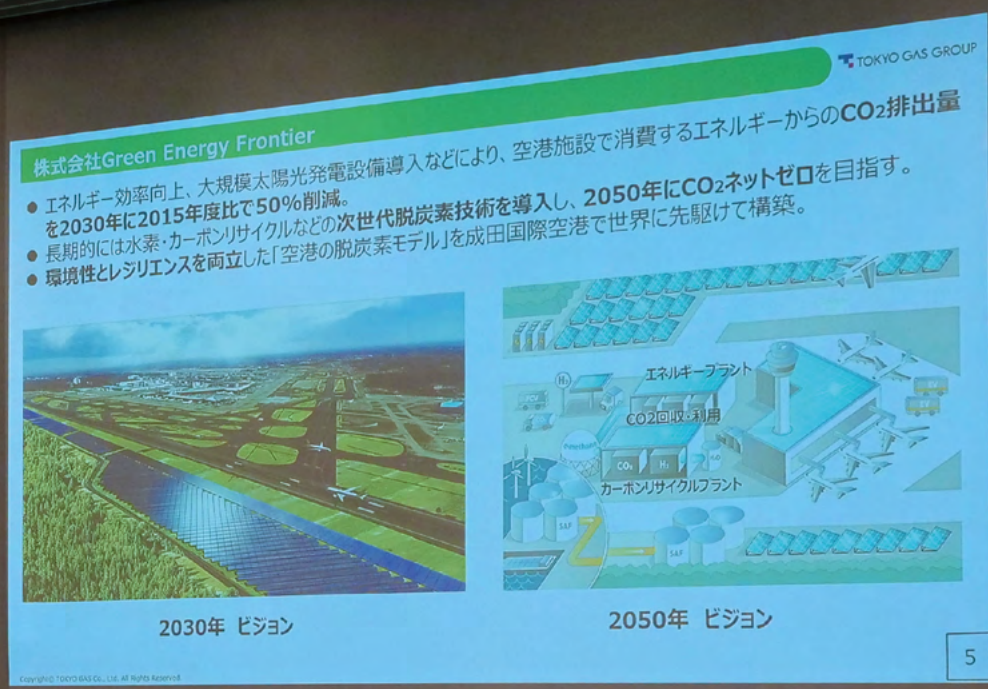
CNを実現するには大気に放出しない技術が必要

CCSは、

1. 複数の産業ソースからの大規模排出を削減できる現在唯一の技術
2. 既存の施設に後付けでき、施設を低炭素で稼働することが可
3. 既存の確立した技術の応用であり、CO₂削減量の測定が容易

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) と IEA は、グローバルな排出削減目標の達成に貢献するために重要な役割を果たすと報告

出典: IEA CO2 emission reductions in the energy sector in the Sustainable Development Scenario Relative to the Stated Policy Scenario updated 26 Oct 2022 に日本語訳記載



カーボンニュートラルに向けた トランジションへの提言

DXとGXを一体化した“異次元の”省エネにコージェネが貢献

特別講演会では、「カーボンニュートラルに向けたトランジションへの提言」と題した鼎談を行った。元環境事務次官で早稲田大学法学部教授の森本英香氏、東京ガス常務執行役員の小西雅子氏、コージェネ財団理事長の柏木孝夫が、エネルギーセキュリティを確保しながら脱炭素化に向かう道筋を語り合った。トランジションの過程でまず必要なのは、DXとGXを一体化した“異次元の”省エネであり、コージェネレーション（熱電併給）が大きな役割を果たすことを確認した。

地域の脱炭素化で国内に富を環流

柏木孝夫 日本は2050年にカーボンニュートラル達成を目指していますが、エネルギーセキュリティはこの瞬間にも守るべきものです。暮らしや産業になるべく影響を与えない形で、いかにトランジションしていくかが問われます。

東京ガスは、カーボンニュートラルに向け、どのような方針で取り組みを進めていますか。

小西雅子氏（以下、小西） 東京ガスは今年2月に2025年度までの中期経営計画を発表しました。脱炭素化に取り組む当の方針は、「ヒエラルキーアプローチ」に基づいており、まずは徹底的な省エネ・省CO₂のため、石炭や重油からの燃料転換、スマートエネルギーネットワークの拡大などにより、天然ガスの高度利用を推進します。太陽光や風力など、再生可能エネルギー電源の獲得による脱炭素化にも

取り組みます。それでも十分に排出を削減できない部分はオフセットを行います。

今回の中計では、改めて地域の皆さまから、ビジネスパートナーとして選んでいただくことも宣言しました。「2050年にCO₂排出量実質ゼロを実現する」と表明した自治体は900以上ありますが、具体的な計画に悩んでいらつしやる自治体も少なくありません。東京ガスは自治体のパー



もりもと ひでか

森本 英香 氏

早稲田大学法学部教授
元環境事務次官

1957年生まれ。東京大学法学部卒業。1981年4月環境庁（現環境省）入庁。2011年8月内閣審議官、内閣官房原子力安全規制組織等改革準備室長、2012年9月原子力規制庁次長、2014年7月環境省大臣官房長を歴任。2017年7月環境事務次官に就任。2019年7月環境省顧問を経て2020年4月早稲田大学法学部教授に就任。現在に至る。

柏木 環境省は地域に向けて、どのような取り組みを行っていますか。

森本英香氏（以下、森本） 地域をターゲットに取り組みを進めています。2021年6月に定めた「地域脱炭素ロードマップ」と同年10月に閣議決定した「地球温暖化対策計画」によって、2030年までに少なくとも100カ所の「脱炭素先行地域」を設ける方針です。現在までに60地域ほどを選定しました。

地域社会が脱炭素化しつつ、レジリ

トナーとして、各地域に寄り添った最適なソリューションを提供します。

今年6月時点で24自治体と「カーボンニュートラルのまちづくりに向けた包括連携協定」を締結しています。自治体ごとにチームをつくり、共に取り組みを進めています。



エントになるための道具として、エネルギーを生み出し、再エネの調整役も果たすコージェネレーション（熱電併給）システムはとても有効だと考えています。

自治体の中には「手を挙げたけれど、何をすればいいかわからない」というところもあります。そこで、今は募集の際に民間事業者などと共同での計画提案を求めています。東京ガスが既に地域の脱炭素化の取り組みをリードされているのは、大変有難いことです。

柏木 日本では、固定価格買取制度の導入を機に再エネビジネスが拡大しました。ただ太陽光パネルや風車の多く

は中国製です。地域電力に中国資本が参画し、サーチャージも中国に流れるケースがあります。国内でお金が回る形にならないければ、サーキュラーエコノミー（循環経済）とは言えません。

森本 おっしゃる通り、気づけば富が国外に流れる構図になっています。それを防ぐため、地元企業が出資し、電源を持つ地域電力を設立する動きが広がっています。こうした動きをサポートする仕組みをつくる必要があります。脱炭素先行地域の募集に当たり、民間事業者と共同での提案を必須としたのも、富を国内に落とす仕組みをつくるのが1つの狙いです。

「モノ売り」から「機能売り」で 省エネを推進へ

柏木 トランジション期にまず求められるのは“異次元の”省エネです。デジタルトランスフォーメーション（DX）とグリーントランスフォーメーション（GX）の一体化により、ビルや工場、住宅をCEMS（Community Energy Management System）でエネルギー管理する。変動性の高い太陽光や風力をデマンドレスポンス（DR）の実施で上手に使い切り、省エネと省CO₂

を実現する取り組みが求められます。カギとなるのはデジタル活用です。**小西** 東京ガスは、トランジション期にデジタル技術を徹底活用しながら国内外のお客様のCO₂を削減しようと3つの取り組みを進めています。1つ目が石炭や重油から天然ガスへの燃料転換です。高効率機器の導入や高効率LNG火力発電所の建設などを通して、天然ガスの高度利用を図り、C

O₂排出量を大幅に削減します。2つ目がスマートエネルギーネットワークの高度化です。これまでも、多くの地域で電力や熱の面的利用をお手伝いしてきましたが、デジタル技術の活用により、さらに地域全体での最適運転を実現します。3つ目がカーボンニュートラルLNGとCCUS（CO₂の回収・貯留・活用）です。すべてにデジタル技術を活用し、それぞれのお客様に適したCO₂削減の形を提案しているところです。

柏木 家庭用燃料電池「エネファーム」は省エネ効果の高い高効率機器の代表

こにし まさこ

小西 雅子 氏

東京ガス常務執行役員

1965年生まれ。1988年お茶の水女子大学家政学部食物学科卒業。同年東京ガス入社。2016年営業第二事業部長、2019年広域営業部長を経て、2020年執行役員地域本部広域営業部長に就任。2021年執行役員エネルギー需給本部広域エネルギー事業部長、2022年執行役員カスタマー&ビジネスソリューションカンパニー法人営業本部長を歴任。2023年4月より現職。





かしわぎ たかお

柏木 孝夫 氏

東京工業大学名誉教授／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。1980～1989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等、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。

小西 CCSやCCUSの研究も進んでいます。企業や工場でCO₂を回収し炭酸塩に変え、炭酸水や石けんに有

柏木 一部で使用する天然ガスなどから排出されるCO₂をどう削るかも課題です。CCS(CO₂の回収・貯留)やCCUSが軸になると思います。

格です。今のような販売状況ですか。
小西 私は10年ほど前まで、長く「エネファーム」の営業担当をしていました。当時はまだ価格の高い製品でしたが、環境意識の高い人の購買意欲が高く、そのようなお客さまを中心にご購入いただいております。現在、脱炭素社会実現に向けた議論・取り組みが加速する中、五輪選手村跡地の分譲マンションでは、4000戸余りにエネファームが設置される予定です。

柏木 省エネには、「モノ売り」から「機能売り」への転換も必要です。ユーザーが使う機器を定期的に、より高効率な機器にリニューアルすれば、CO₂排出量はどんどん減っていきます。リサイクルリングにより、サーキュラーエコノミーの実現にもつながります。

森本 カーボンニュートラルの達成には、サーキュラーエコノミーとの組み合わせが重要になります。日本で循環経済を実現するには、柏木先生が今おっしゃった「サービサイジング」や「サブスクリプション」の導入が不可欠です。環境省の環境再生・資源循環局、地球環境局、総合政策局が連携し、問題意識を持って経済産業省と話し合いをしているところです。

小西 水素とCO₂を化学反応させて作る合成メタン「e-メタン」の取り組みを加速しています。2030年にまず1%導入を目指します。2050

CCSのルールづくりと 国際標準化の推進を

年には9割近くを転換する計画です。

2022年3月には、当社横浜テクノステーションの中で実証試験を始めました。横浜市の施設からもCO₂を受け取り、e-メタンを作っています。

神奈川県南足柄市では、富士フィルムを中心に近くの自治体や工業団地とも連携し、e-メタンの活用に向けた検討を進めています。米国では、三菱商事、大阪ガス、東邦ガスとともに、キャメロンLNG基地の近くでプロジェクトに乗り出しています。安い再エネ電源が近くにある上、水素パイプラインやCO₂パイプライン、LNG出荷基地等が整い、新たなコストをかけなくても日本までe-メタンを運べます。初期のフィジビリティ・スタディを終え、現地調査を進めている段階です。

効活用できないかなど、営業と一緒に考え試行しています。CCSやCCUSについてはいろいろな会社に関心を持ち、相談も多く寄せられています。

森本 CCSについては、今後は国内にとどまらず、オーストラリアなど海

外で実施するケースも出てきます。国内での実証試験などを参考に、国際的にルールをつくり、標準化することが重要です。欧州連合（EU）はCCSやCCUSには必ずしも熱心ではないので、日本がリードし得る分野です。

GX経済移行債で 20兆円の先行投資を実施

柏木 政府は、「GX実現に向けた基本方針」に基づき、「GX経済移行債」の発行を決めました。カーボンニュートラル達成に必要な150兆円規模の官民投資のうち、国の投資分に当たる20兆円規模を、このGX債で調達する計画です。残る130兆円の資金の出し手については明言していません。

森本 GX基本方針には重要なフレーズがあります。GX債を活用した大胆な先行投資支援についての基本的考え方として、「民間事業者の予見可能性を高める」と、「規制・制度的措置と一体的に講じていく」ことが必要だとしていることです。

脱炭素を自主的な取り組みに任せるのは限界があります。結局、既存の燃料などの価格差が生じ、競争に負けることになりかねません。必要なこと

ろには規制を加え、それによって市場を明確化することが不可欠です。それができれば、価格差への支援で20兆円を使った時、民間がそれを追いかける形で残りの130兆円を投資できるという構想です。

GX基本方針では、資金の使い先として、水素、アンモニア、再エネ、蓄電池などの補助や金融支援を想定しています。EUの例を参考に、日本でも価格差補助を実行する方針を盛り込んだのは英断だと思います。

柏木 政府はGX債の償還に必要な資金を「カーボンプライシング」で調達する方針です。

森本 CO₂排出のコストを内部化するカーボンプライシングの導入は、社会全体を変えるためにも非常に重要です。欧州では10年以上前からカーボン

プライシングを導入しています。最終的には、あらゆる国がカーボンプライシングを導入することになるでしょう。気になるのは中国の動きです。EUは企業の経済活動が持続可能であるかどうかを判定し分類する「EUタクソノミー」を運用していますが、このタクソノミーに関して、EUと中国がコミュニケーションを取っています。タクソノミーは劇薬であり、国際標準化の日本への影響を懸念しています。

柏木 排出量取引が始まれば、東京ガスにはキャップ（排出量の上限）が課せられることになります。どう対応しますか。

小西 電力については、再エネ電源をどれだけのスピードで持てるかがカギだと考え、現在150万kWほどの取引量を、2030年に600万kWに拡大する計画を立てています。今は太陽光やバイオマスが中心ですが、これから

太陽光と燃料電池で 日本はプラットフォームに

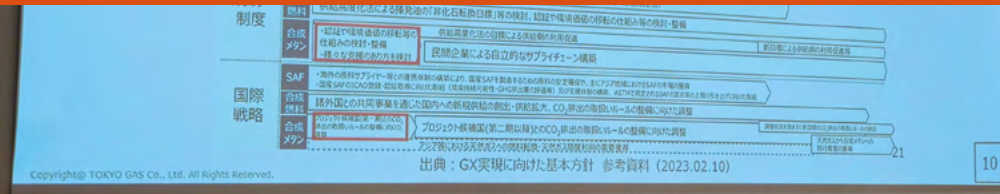
柏木 GX基本方針では、「アジア・ゼロエミッション共同体」（AZEC）構想を実現し、アジアのGXを二層後押ししようとしています。どうい



陸上風力や洋上風力にも挑戦します。海外のスタートアップと手を組み、浮体式洋上風力の開発を始めています。新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のグリーンイノベーション基金事業にも採択され、量産化、低コスト化に取り組んでいます。

狙いがありますか。

森本 日本だけがCO₂を排出削減しても、温暖化を防ぐことはできません。日本が苦しんでいる状況とアジアの途



上国が苦しんでいる状況は似たところがあります。途上国でも使える技術やシステムをつくれば、市場を広げる上でも意味があります。オーストラリア、アジアを含めた構想を持つのは非常に良いことだと思います。

柏木 太陽光と燃料電池を組み合わせれば、電気とお湯を生み出すことができます。日本は最も重要な固体酸化物形燃料電池（SOFC）を商品化しています。このシステムを輸出すれば、カーボンニュートラルの実現を目指す世界でプラットフォーマーになれると期待できますが、いかがですか。

森本 太陽光と燃料電池のパッケージは日本の技術輸出の重要なツールの一つだと思います。その際は、決してバラバラで売らないこと。組み合わせ、

トランジション期に コージェネが多様な価値を発揮

柏木 技術、制度など多方面から貴重なお話をいただきました。最後に一言ずつお願いします。

小西 脱炭素の時代を迎え、「ガス会社は大丈夫か」と言われることがありますが、我々にできることはまだまだたくさんあります。ガスだけでなく電

システムにすることが大事です。

柏木 日本はこれまでモノで勝ち、ビジネスで負けることが多々ありました。モノで勝ち、システムでも勝ち、最終的にビジネスでも勝つことが重要です。

小西 今年、東京ガスは成田国際空港とともに、グリーンエナジーフロンティアという事業会社を設立しました。エネルギープラントの更新、最新のエネルギーリマネジメントシステムの導入、大規模太陽光発電設備の整備、水素の導入などにより、2050年に成田空港に供給するエネルギーの脱炭素化を目指します。

24時間365日稼働する空港は、エネルギーの安定供給が不可欠です。その空港の脱炭素モデルを世界に先駆けて構築します。

力も含めたエネルギー全体で脱炭素を進めることに意味があります。コージェネについても、今までにない発展系にも取り組んでいきたい。支援や指導をいただきながら、持続可能な取り組みを進めていきます。

森本 社外取締役を務めるINPEX

の事業を見ていて、国内で閉じるのではなく、アジアの新興国さらにはオーストラリアやニュージーランドなどの国々も含めて脱炭素スキームを構築する重要性を改めて感じています。

私は東京都のエネルギー問題アドバイザーボードにも参画しています。東京都も成田空港と同様に、羽田空港や東京湾沿岸の産業地帯でエネルギー・トランスフォーメーションを実現し、水素活用を推進する挑戦を始めています。自治体と政府とのコミュニケーションが重要であり、しっかりと進めたいと思っています。

柏木 これから進めるべき「異次元の省エネにおいて、コージェネは極めて有用なツールです。エネファームから産業用システムまで、様々な形でお役に立っています。エネルギーシステムの自由化によって、大規模電源と分散型電源の共存が不可欠になる中、分散型エネルギーシステムの核としての役割も期待されます。これから合成燃料や水素の普及が進めば、コージェネの活用により、カーボンニュートラルな地域社会の形成も可能になります。

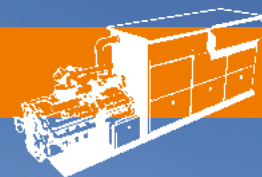
カーボンニュートラルへのトランジションには多様なアプローチがあります。どの道を選ぶのかを模索しつつ、これからのトランジションを乗り切ることが重要だと思います。



低炭素

系統貢献

強靱化



Case 1

コープフーズ株式会社 石狩工場

COOP FOODS

コージェネを活用したBCP強化、地域貢献、 経済性・環境性両立の達成

取材・文：米山 誠秀

安全・安心なコープ商品の製造や宅配サービスを手掛ける生活協同組合コープさっぽろ（以下、コープさっぽろ）の関連会社であるコープフーズ株式会社（以下、コープフーズ）は、道内に石狩・江別の製造拠点を含む7

■ 施設概要

会 社 名	コープフーズ株式会社 石狩工場
所 在 地	北海道石狩市新港西2丁目754-1
工 場 種 別	食品製造・配送工場
生 産 品 目	お弁当、おにぎり、寿司、麺類、サラダ、パン、デザート等、多品種の食品製造を手掛ける
開 業 時 期	1986年 工場開業 2021年2月 コージェネ稼働

■ ガスエンジン・コージェネレーション仕様概略

メーカ	三菱重工エンジン&ターボチャージャ株式会社
モデル名	SGP M1000-S-1S
燃料種別	都市ガス13A(中圧)
定格出力/台	1,000kW×1台
温水取出温度	91℃(高温水)/54.5℃(低温水)
効 率	総合:73.7%/発電:42.4% 排熱回収率:蒸気17.3%、温水14.0%
燃料消費量	209 Nm ³ /h
そ の 他	ブラックアウトスタート対応機種、非発兼用

か所の工場を持ち、自社で製造したお弁当や惣菜、商品を全道各地へ365日配達している。

同社は北海道胆振東部地震時に工場が稼働できなかった経験を踏まえ、BCP強化の観点から、石狩工場に常用・非常用兼用ガスエンジンコージェネの導入を決めた。同工場では、これまでA重油と系統電力を利用していたが、中圧導管による都市ガスへ燃料転換し、工場内の全電力を賄えるコージェネを導入。安定的に電気と熱を供給しながら、余剰発電時はグループ会社へ逆潮流電力販売をすることで経済性を確保した売電スキームの事業モデルも構築した。併せて、石狩市とは「災害時における消費生活の安定及び応急生活物資の供給等に関する相互協定書」を締結しており、地域のレジリエンス強化にも大きく貢献している。

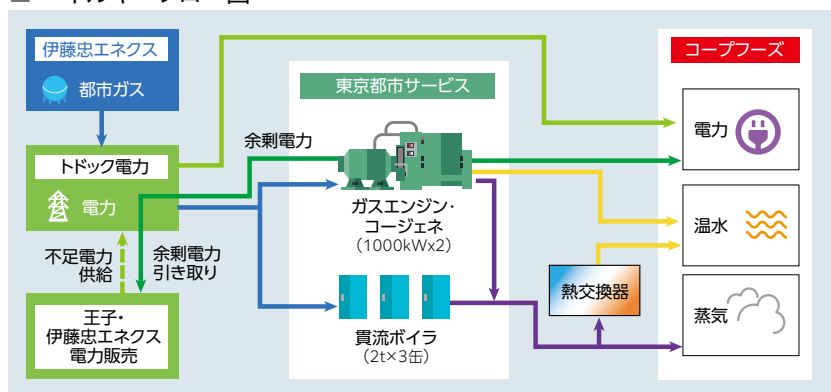
コージェネ導入のポイント

- 1 BCP対策強化と地域防災への備え
- 2 CGS運用による省エネ・環境性への貢献
- 3 余剰電力の逆潮流による経済性の向上

BCP対策強化と 地域防災への備え

北海道石狩市にある工業団地「石狩湾新港地域」内に位置しているコープフーズ石狩工場は、2018年9月6日の北海道胆振東部地震による広域停電（ブラックアウト）が発生した際、工場が2日間稼働できず、お弁当や惣菜の生産を停止せざるを得なかった。その経験を活かし、コープさっぽろグ

■ エネルギーフロー図



ループと東京都市サービス株式会社が協業した「省エネルギーとBCP対策を両立する熱電併給サービス」として、2021年に工場の全電力を賄えるブラックアウトスタート仕様のコージェネを導入した。これにより、停電時でも原材料を冷蔵庫・冷凍庫にストックしながら、全生産ラインを稼働することが可能になった。

寒冷地対策としては、コージェネの冷却設備をラジエータ方式とし、冷却水系統はプラインを採用。同様に温水系統にもプラインを採用し、エンジンメンテナンス等で停止している間の凍結防止も考慮した。積雪対策としては基礎を嵩上げ施工し、屋外グラウンドレベルの配管類は除雪作業時の破損防止対策を行った。併せて、つららの落下等による設備破損対策を講じた設計を交えながら、より一層、寒冷地域防災への備えを強固なものにした。

適正な運用による 省エネ・環境性への貢献

コージェネ運用は電主熱従運転とし、工場内の電力負荷に関わらずコージェネを定格フル出力の高効率運転維持を実現し、経済性と環境性の両立を図っている。また、コージェネの排熱は工場の製造プロセスおよび空調で利

用している。設備の運転効率に大きく寄与する熱利用については、使用実態を事前に調査・分析し、最適な機器を選定。さらに、コージェネ排熱が優先的に利用できるシステムとすることで、2021年度の運用実績ではA重油を利用していた頃と比べ、省エネ率15.3%、CO₂削減率15.0%を達成した。

余剰電力の逆潮による 経済性の向上

工場内の全電力を賄えるコージェネ容量としたことで、電力負荷が少ない季節や時間帯は余剰電力が発生することとなるが、グループ会社間のスキームを活用し、余剰発電分は逆潮電力販売を行うことで、経済性を向上させた。具体的には、本エリアは逆潮操業をする際に「潮流調整システム」導入が義務付けられているエリアであり、系統の設備容量を超過が想定される場合には潮流調整システムから自動的に発信される出力抑制信号を受信し、出力抑制を行っている。本システムを導入し、電力系統に連系しながら余剰電力は逆潮したうえで、株式会社トドック電力（コープさっぽろグループ）へ売電を行い、経済性を高めた事業を行って

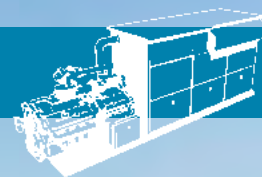


入にあたってはハードルがあったものの、コープフーズを中心とするパートナー企業との連携により、ガス燃料の調達および安定供給からコージェネの設置・運用、発電余剰電力の買い取りまで、省エネルギーとBCPを両立するエネルギーの安定供給が実現した。過去の経験が活かされたユーティリティ設備は、震災等の非常時に北海道の「食を途絶えさせない」という関係者の強い思いで出来上がり、北海道のフードセキュリティを支えていることを実感した。



低炭素

強靱化



岡山ガス株式会社 本社ビル

Head Office / Okayama Gas Co., Ltd.

取材・文：池原 威徳

「晴れの国」岡山にZEBビル誕生、 新たなレジリエンス拠点は社員の働き方改革にも寄与

■ 施設概要

所在地	岡山県岡山市中区桜橋1丁目1番1号
建物規模	地上5階
構造	鉄筋コンクリート造
面積	建築面積: 989.15㎡ 延床面積: 4,099.25㎡
竣工年月	2022年5月 (コージェネ設置時期: 2022年5月)
省エネ目標値	2,633.1GJ/年 (851MJ/年㎡) ※BELS評価における設計値

■ ガスエンジン・コージェネレーション仕様概略

メーカー	ヤンマーエネルギーシステム株式会社
モデル名	CP35D2Z-TNJC
燃料種別	都市ガス(13A)
定格出力	35kW
台数	3台
温水取出温度	88℃
効率	総合: 88.0% / 発電: 33.5% 排熱回収: 温水54.5%
排熱回収熱量	56.9kW (100%定格出力時)
その他	ブラックアウトスタート対応機種

岡山駅から車で約10分。市内を悠然と流れる旭川へ差しかかると、向こう岸に岡山ガスの新しい本社ビルが見えてくる。1973年から使われてきた旧社屋にほど近い、三角形の場所に昨年完成したばかりの新社屋は、省エネにより基準一次エネルギー消費量を従前より50%以上削減した建物に付与される“ZEB Ready”の認定を受けている。ガス会社ならではのZEB (Net Zero Energy Building) をサブユーザーやエンドユーザーに訴求しながら、地域に根差したエネルギー会社として高いレジリエンス機能を有している。オフィスリノベーションにより、社員の働き方改革にも大いに貢献したという新本社ビルを訪問した。

コージェネ導入のポイント

- ① 新本社ビル社屋のZEB化推進
- ② コージェネによる省エネ・脱炭素化
- ③ 中圧供給とコージェネの組み合わせによるBCP対応強化

ZEB Ready 取得のための様々な方策

新本社ビルには様々な省エネ技術が導入されている。まずは、外壁や屋根などの断熱やLow-Eガラスの採用により空調熱負荷の削減が図られている。建物は高断熱のため保温効果が高く、真冬の月曜日の朝でも18度はあるそうだ。設備システムでは、LED照明の照度・人感センサーの設置や床吹出空調方式、全熱交換器、コージェネ

排熱を利用した排熱回収型吸収式冷温水機の採用など、各技術を組み合わせで導入することでZEB Readyを達成していた。

岡山ガスがZEB Readyの認証取得に向けて動き出したのは、新本社ビルの完成よりもはるか前のこと。設計検討段階からZEBへの取り組みを行い、着工前の2021年1月にBELS評価において五つ星を獲得した。2022年2月にはZEBプランナーの認定も取得しており、ZEB化に対する意識の高さがうかがえる。

省エネ・脱炭素化に 不可欠なコージェネ

新本社ビルの中核となっている設備がコージェネシステムである。一次エネルギーを減らすために、コージェネの排熱をどうやって有効利用するかを検討した結果、マイクログコージェネ(35kW×3台)と排熱回収型吸収式冷温水機(ナチュラルチャー)の組み合わせを採用した。通常はナチュラルチャーの稼働に合わせ、3台あるマイクログコージェネのうちいずれか1台が稼働する制御に設定されている。

朝8時〜夜7時の勤務時間帯、および空調が入る時間帯に合わせてコージェネが稼働。時間内はフルに発電さ

れており、発電実績は1日あたり約380kWh、年間でおおよそ10万kWh。屋上に整然と設置されたコージェネシステムが、ZEBビルの省エネ・脱炭素化に貢献できる設備となっている。

BCP対応強化と オフィスリノベーションを 同時に実現

ZEB Readyの認証取得と並行して、災害が発生した際のレジリエンス機能も強化した。停電時は3台全てのマイクログコージェネから給電を行う。洪水に備え、1階は会議室エリアのみとした上でコンセントは通常よりも高い位置に設置。普段は大会議室や、従業員の喫食エリアとして使われている5階のホールは、災害時には災害時応援要員の受入対応など防災に関連した多目的空間となる。さらに、サーパー室には耐震性に優れた免震床を採用。建設時には環境省の「レジリエンス強化型ZEB実証事業」に採択されており、非常時にはビル内の様々な機能がBCPの役割を果たすことになっている。

新本社ビルの竣工に合わせて社内働き方改革も実施した。若手社員が中心となり、新オフィス構築のプロジェクトチームを結成、執務エリアのレイ

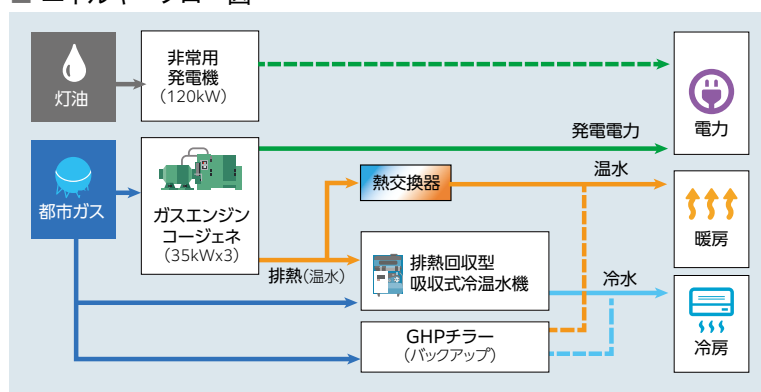
アウト決定にも関与したという。オフィス空間は快適性、効率性、革新性に着目して計画され、フリーアドレスが採用された執務エリアは机や椅子、ロッカーもゆとりをもって配置されていた。休憩スペースにはソファやインフィニティチェアが置かれており、快適なオフィス環境がつけられていた。

岡山ガスでは新本社ビルに隣接する既存建物(第2ビル)においても全面改修によるZEB化を計画しており、本年7月から運用開始とのこと。今後も岡山ガスの取り組みに注目していきたい。

ガスエンジン・コージェネ(35kW×3台)



■ エネルギーフロー図





財団ホームページで最新情報を発信中!

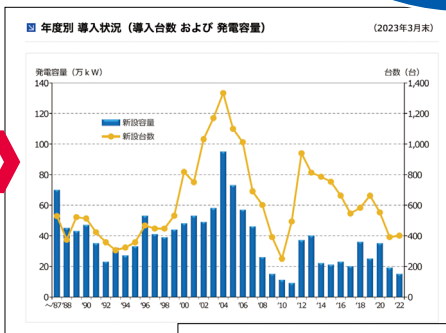


<https://www.ace.or.jp/>

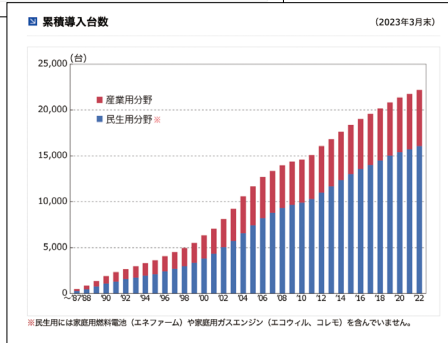
コージェネ財団

検索

2022年度
導入実績を
公開しました



業界最新動向等も
随時掲載しています



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、コープフーズ株式会社 山田様、菅井様、株式会社エネコープ 尾崎様、株式会社トドック電力 丸山様、東京都市サービス株式会社 松井様、石塚様、岡山ガス株式会社 宮脇 様、川上様、山村様、題府様には、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 2023年9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 田中 敏英
 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 鈴木 武彦 南本 直佳
 池原 威徳 成田 洋二 松本 久美
 小田島 範幸 西山 隆司 諸貫 達哉
 小松 通憲 船越 善博
 雑賀 慎一 米山 誠秀