

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.27

Winter 2020

新春特別対談



脱炭素時代のエネルギーシステム **P.2**
“シェアリング”発想で
蓄電システム構築を

柏木 孝夫 氏 × 吉野 彰 氏

東京工業大学 特命教授/名誉教授
コージェネ財団理事長

産業技術総合研究所
ゼロエミッション国際共同研究センター長
旭化成名誉フェロー

特集 燃料電池レジリエンス

アイシン精機 **P.16**
レジリエンス性能を拡充した新機種について

パナソニック **P.17**
Withコロナ時代の災害への備え

【事例】 大多喜ガスの取り組み **P.18**
災害への備えは、「レジリエンス」な住まいから

コージェネ導入事例



P.10 北ガス石狩発電所



P.12 ホテルエミシア札幌



P.14 むつざわスマートウェルネスタウン

パリ協定の発効を受け、世界は脱炭素へと走り始めている。我が国も脱炭素実現に向け、「第5次エネルギー基本計画」で再生可能エネルギーの主力電源化を打ち出した。菅義偉首相は所信表明の中で、2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを宣言。今後は蓄電システムやコージェネレーション（熱電併給）システムとの組み合わせで変動の大きい再生エネをカバーし、強靱性の高いエネルギーシステムを構築していくことが求められる。

2019年にリチウムイオン電池の開発でノーベル化学賞を受賞し、2020年1月には産業技術総合研究所が新設したゼロエ

蓄電システム構築を × 吉野 彰 氏

吉野彰氏
産業技術総合研究所
ゼロエミッション国際共同研究センター長
旭化成名誉フェロー

ミッション国際共同研究センターの初代研究センター長に就任した吉野彰氏と、エネルギーシステム研究の第一人者としてエネルギー政策に長年かかわってきた東京工業大学特命教授/名誉教授でコージェネ財団理事長の柏木孝夫氏が、脱

炭素時代のエネルギーシステムと、その中で構築すべき蓄電システムの在り方について語り合った。

“電池はなくてはならない 名脇役”

柏木孝夫氏（以下敬称略） 2019年、吉野さんがリチウムイオン電池の開発でノーベル化学賞を受賞されたニュースには日本中が沸き立ちました。今、リチウムイオン電池は携帯電話か

ら電気自動車（EV）まで、いたるところに使われています。「電気を移動させる機能を持つ」電池の登場によって、世界には新たなサービス、ビジネスが生まれ、広範囲にキャッシュの流

新春
特別
対談

構成・文／小林佳代 写真／加藤 康

脱炭素時代の エネルギーシステム

“シェアリング”発想で 柏木孝夫氏

れが出てきました。リチウムイオン電池の発明は社会・経済システムをも変革する、まさにイノベーションだったと思います。

そもそも吉野さんがリチウムイオン電池の開発を志したのは、どういう理由だったのでしょうか。

吉野彰氏（以下敬称略） 実は私ほもともと電池の研究開発を志していたというわけではないのです。旭化成に所属していた1980年ごろ、世界で話題になっていたポリアセチレンという新素材の研究開発を手掛けることになり、この新素材をどういう製品に結びつけるかを検討する中で浮かんできた1つの用途が電池でした。

電池業界を調べると、新型二次電池

への社会的ニーズは非常に高く、当時も既に研究開発は盛んに行われていました。ところが各社とも商品化にはことごとく失敗していたのです。ネットワーク

になっていたのが負極材料。電気化学的な機能のあるポリアセチレンならば負極材料として活用できるのではないかと考え、電池の研究開発に取り組みました。最終的に負極材料にはカーボンを使用しましたが、スタート段階ではポリアセチレンで試みていました。

柏木 リチウムイオン電池を搭載したEVはガソリン車と異なり走行中に二酸化炭素（CO₂）を排出しません。リチウムイオン電池が社会に一層普及・浸透すれば地球全体の環境負荷を低減することができますね。

柏木孝夫氏

東京工業大学特命教授／名誉教授
コーポレート理事

吉野 ノーベル財団から説明されたノーベル化学賞受賞の理由は2つあり、1つが「モバイルIT社会の実現に貢献したこと」。もう1つが「サステナブル社会の実現に貢献すると期待できること」でした。電気をためるというリチウムイオン電池の機能が、まだ出現していないサステナブル社会の実現に大きく貢献するであろうと評価され

電池で蓄電できるのは半日まで

柏木 「パリ協定」の発効で世界の潮流は変わりました。各国ともそれまでの「低炭素」から「脱炭素」へと一気に走り始めています。先進国は過去化石燃料を使い文化資産を作り上げてきた経緯があります。途上国も同様に発展していく権利がある。先進国と途上国との「衡平性」も保ちつつ、脱炭素を実現するエネルギーシステムを考えていかななくてはなりません。

脱炭素型電源として頭に浮かぶのは太陽光発電、風力発電などの再生可能エネルギー。各国とも再エネを最大限取り込むようなエネルギービジョンをつくることでサステナビリティを実現しようとしています。日本政府も2018年に閣議決定した「第5次エネルギー基本計画」で再エネの主力電

たのです。ある意味で、大きな使命を負ったと感じています。

電池は発電するわけではないのでエネルギーシステムの主役にはなり得ませんが、名脇役といえる存在です。モバイルIT社会はリチウムイオン電池がなければ成り立ちません。サステナブル社会でもその図式は全く同じ。なくてはならない存在です。

源化を打ち出しました。ただ再エネには気象によって変動する弱点があります。私は電圧を人間の血圧、周波数を脈にたとえて説明しています。人間は血圧が高すぎたり低すぎたり、また脈が乱れた時には倒れたり具合が悪くなったりします。それと同じで電力も電圧が高すぎたり低すぎたり、周波数が乱れたりすればうまく流れず停電してしまいます。調整するための蓄電システムが不可欠です。

吉野 おっしゃる通り、再エネを普及させるには、変動をカバーする仕組みが必要です。国際連系線で広域に融通し合える欧州連合（EU）などと異なり、島国の日本は他国と連系することができません。国内でも地域によって周波数が50Hzと60Hzに分かれていて電



よしの・あきら

吉野 彰 氏

産業技術総合研究所ゼロエミッション国際共同研究センター長
旭化成名誉フェロー

1948年生まれ。70年京都大学工学部石油化学科卒業、72年京都大学大学院工学研究科石油化学専攻修士課程修了。同年旭化成工業(現旭化成)入社。97年イオン二次電池事業グループ長、2001年電池材料事業開発室長、03年グループフェローに就任。05年大阪大学大学院工学研究科博士(工学)取得。10年技術研究組合リチウムイオン電池材料評価研究センター(LIBTEC)理事長(現任)、15年旭化成顧問などを経て17年名城大学大学院理工学研究科教授(現任)、同年旭化成名誉フェロー(現任)を歴任。19年ノーベル化学賞受賞。20年1月産業技術総合研究所ゼロエミッション国際共同研究センター長に就任。

柏木孝夫氏

東京工業大学 特命教授／名誉教授
コージェネ財団理事長

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。79年博士号取得。80-89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。18年内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期 エネルギー・環境分野プログラムディレクターに就任。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。

に半年という需要があります。電池で対応できるのは1時間または半日まで。半年に対応するには別の貯蔵法を試みた方がいいかもしれません。そう考えると、だいたいどれぐらいの電池が必要なのかのイメージができます。

蓄電システムを構築する上で課題となるのがコストです。電池は電気をためて平準化するという重要な役割を果たしますが、付加価値がつくものではありません。コストが高すぎれば普及は難しくなります。そこで重要なキーワードがシェアリング。電気をためただけでなく、他の用途でも使う想定で

蓄電システムを構築するのです。そうすればコストの負担は半分で済みます。具体的な手段の1つがEV。相当な量の蓄電ができますから、蓄電システムとして使わない手はありません。あ

太陽光、風力に続く 第3の再エネが求められる

る時はクルマとしてモビリティに使う。ある時は蓄電システムとして使う。こういうシェアリングの発想を取り入れると、コストの問題も解決できるのではないかと思います。

柏木 2040年にはクルマの販売台

数のうち55%ぐらいがEVになるという推計も出ています。様々な分野から集めたデータをベースとすれば、シェアリングの発想でEVと蓄電の双方に活用できる「VtoX」が普及していくでしょう。例えば、「Vehicle to Supermarket」で、太陽光で発電した電力をためたEVがスーパーマーケットまで移動して冷凍機の電源となるという具合です。多様なシェアリングビジネスが生まれることが期待できます。

EVの課題は航続距離です。長距離を走るには大容量の電池の搭載が必要で、コストや安全性の問題が出てきます。短距離はEV、長距離は燃料電池車といった使い分けも必要になると思います。いかがですか。

吉野 IoTやAI、5Gなどの技術を取り込んだ未来のクルマ社会は「C

ASE:Connected (コネクティッド)、Autonomous / Automated (自動化)、Shared (シェアリング)、Electric (電動化)」という言葉で表現されます。世界がこの方向に移っていった時には、簡単に乗り継ぎができるようになります。EVの電池が切れそうになっても、次のクルマに乗り換えればいい。30秒もあれば乗り換えできます。クルマも個人所有ではなく、シェアリングの領域に入っていくということだと考えています。

そういう世界を考えると、1回の充電で1000kmなどというべらぼうな距離を走る必要はありません。どうしてもクルマに1000km乗りたいたいという人は途中で乗り継ぎばいいのです。この辺りに、IoTやAI、5Gの技術などを取り込んだ未来のサステナブル社会の一端が見えるように感じてい



ます。

柏木 所有ではなく使用を前提とし、乗り継ぎや電池の入れ替えが容易にできる社会に変わっていくということですね。家庭用に近場を走行するクルマを所有し、遠出する時にはカーシェアリングを利用するなど、使い方、乗り方も多様化していくかもしれません。

日本はこれまで大規模電源を中心に電力を安定的に供給してきました。今後はこうしたEVや再エネやコージェネレーション（熱電併給）システムを取り入れ、デジタル技術でダイヤモンドをきめ細かく制御する分散型エネルギーシステムが大規模電源と共存する構図になります。その際、いかに強靱性を保つかは重要な課題です。

吉野 現在、再エネで実用化されているのは太陽光と風力が中心ですが、太陽光は夜間には稼働しないので昼夜の

バランスを保つのがどうしても難しい。

もう一つ、できれば昼夜関係なく電力を供給できる再エネが必要だと思います。地熱かバイオマスかわかりませんが、第3の再エネが求められます。

柏木 再エネはひとまとめで語られがちですが、実はいろいろな種類があります。太陽光や風力のように気象の変動を受けるものには蓄電池と組み合わせるなど何らかのシステムを構築することが必要。一方、地熱や水力は一定の電力を供給できるのでベース電源になり得ます。

バイオマスは再エネの中では蓄電システムに近い役割を果たす存在。燃料を使いながら調整できる再エネとなる可能性ががありますね。こうしたいろいろな役割を理解した上でエネルギーシステムの在り方を考えていくことが重要だと思います。

国際協調しながら ゼロエミッションの技術を開発

柏木 吉野さんは2020年1月、産業技術総合研究所に新設された「ゼロエミッション国際共同研究センター」の初代研究センター長に就任されました。どのような目的で活動する組織で

しょうか。

吉野 ゼロエミッションの技術開発は国際協力を含む協調の必要な分野です。そもそも地球環境問題は人類共通の課題。それを考えると研究機関、大学、

企業とバラバラで研究を行うのは効率が悪い。ゼロエミッションを目標とする研究開発の核となる組織が必要です。産総研内でそういう議論が深まっていた時期にたまたま私がノーベル化学賞を受賞し、しかも理由の1つが「サステナブル社会の実現に貢献すると期待できる」ということでしたから、「これは引き受けざるを得ないだろう」と思いました（笑）。

現在、産総研の中にはゼロエミッションにつながる研究が10テーマあります。これをセンターにまとめ、相乗効果を図ります。不足する部分はセンター外の組織と協調しながら一層の研究開発を進めていきます。

柏木 政府は2020年1月、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」に基づき、「革新的環境イノベーション戦略」を策定しました。5分野・16課題・39テーマを設定し、これにより世界のカーボンニュートラル

「ゼロエミッションの
技術開発は国際協力を含む
協調の必要な分野です」



と、過去に排出された大気中のCO₂をも削減する「ビヨンド・ゼロ」を達成する革新的技術を2050年までに確立しようという非常に野心的な戦略です。重点領域として「非化石エネルギー」「蓄電池を含むエネルギーネットワーク」「水素」「カーボンリサイクル、CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage : CO₂回収・有効利用・貯留)」「ゼロエミ農林水産業」の5つを挙げています。個人的には、日本は蓄電池、水素、CCUSの領域で強さを発揮できるのではないかと考えています。

吉野 どの国も今しばらくは化石燃料を使わざるを得ません。トータルでCO₂排出量をゼロにしようと思えば、どこかでマイナスをつくる必要があります。

「ゼロエミッションはチャンス」 大きく変化した産業界の姿勢

柏木 産総研は2019年から「RD20 (Research and Development 20 for clean energy technologies : クリーンエネルギー技術に関するG20各国の国立研究所等のリーダーによる国際会議)」を主催しています。吉野さんも参加していらっしやると思いますが、

ます。ネガティブエミッションテクノロジーの実現が求められます。ネガティブエミッションとカーボンニュートラルを同時並行で実現する。そういう社会システムを考えなくてははいけません。

今、地球上でネガティブエミッションに相当するものの1つが光合成。もう1つはCCS (Carbon dioxide Capture and Storage) に近いものですが、土壌のアルカリ成分による中和です。残念ながら地表面に近いところでは既に中和反応は終わっています。ただ地中のもう少し深いところにはまだアルカリ成分があります。無理やり地中に埋め込むのではない、化学的なCCSはネガティブエミッションの1つの道ではないかと思えます。

どのような内容でしょうか。

吉野 RD20は脱炭素社会を実現するクリーンエネルギーテクノロジーに焦点を当てた国際会議で、2つのセッションに分かれて議論をしています。1つは「テクニカルセッション」で、ゼロエミッションから最先端の技

術について情報交換を行いました。もう1つの「リーダーズセッション」では、G20のトップ研究機関の長がテクニカルセッションで集まった情報を踏まえ、国際連携を強化する可能性について議論しています。コロナ禍にあった2020年はリモートでの開催でしたが、新しい技術、コンセプト、発想でゼロエミッションにつなげていく道を見出すことができ、大きな成果がありました。

柏木 エネルギー戦略は国家戦略そのものです。島国の英国は、独り立ちできるよう、再生可能エネルギーを拡大しつつ原子力も含めた複数のエネルギー源を取り込むエネルギーミックス政策をとっています。ドイツは原子力発電と石炭火力発電の廃止を決めました。各国が国情に応じた戦略を講じて

「エネルギー戦略は
国家戦略そのものです」



いますが、日本のエネルギー戦略はどのようなべきでしょうか。

吉野 EUのように国際連系線で他国と結びつくことができない日本は再エネを導入する際のハードルが高くなります。場合によっては途上国にプラントをつくった方が合理的なケースもあるかもしれません。確かにエネルギー

コロナ禍の中、対談はリモートで行われた。写真は対談中のキャプチャー



戦略は国家戦略ではありませんが、地球全体を考えた時に、日本だけですべてをまかなおうとする必要はないように思います。

柏木 国際連系線は敷いていなくても、技術を通してアジアなどと連系する道は考えられるということですね。それを実行する際の要になる存在として、ゼロエミッション国際共同研究センターの重要性は極めて高いと感じます。

一方、産総研は2020年6月、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ようと「東京湾岸ゼロエミッションイノベーション協議会」を設立し、「東京湾岸ゼロエミッションイノベーションエリア」構想を掲げました。私はこの協議会の会長を拝命しています。ゼロエミッション国際共同研究センターは事務局を務めますが、吉野さんはどのような思いを持っていますか。

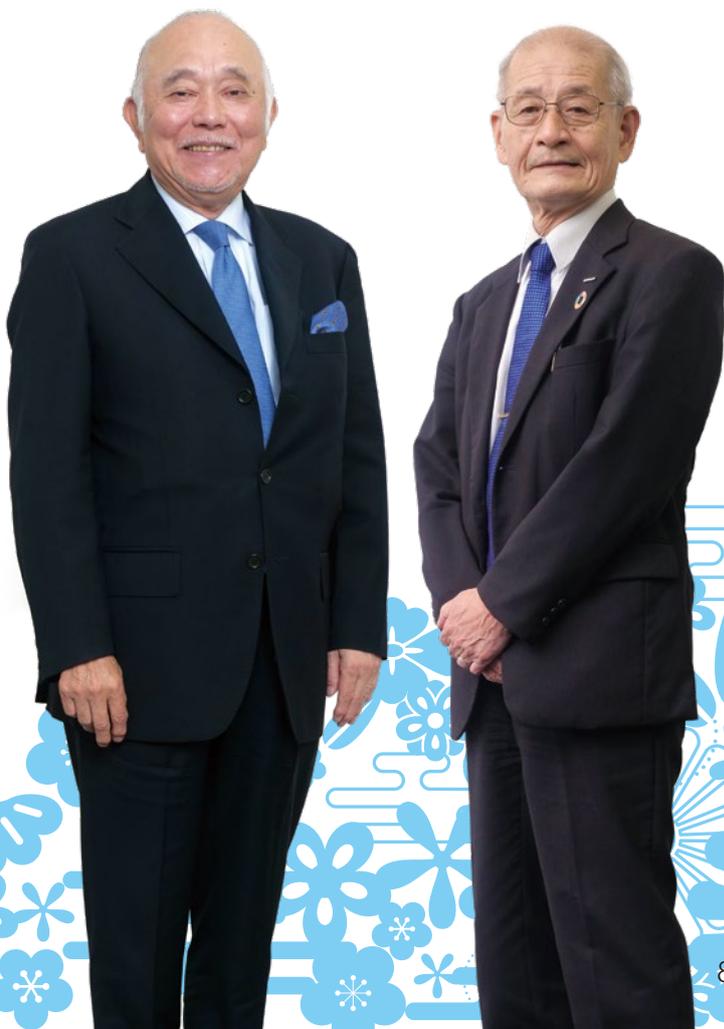
吉野 東京湾岸エリアには、様々な企業、研究機関などゼロエミッションにつながる技術開発を行う組織がたくさんあります。製鉄所や石油コンビナートなど、CO₂を排出する工場もあります。CCS、CCU (Carbon dioxide Capture and Utilization) を実証するには絶好のエリアであり、ゼロエミッション技術の実現に向けた取り

組みを加速したいと考えています。

ゼロエミッションを取り巻く環境は、世界でも日本でもこの1年で大きく変わりました。最も変わったのは産業界の取り組み方。今まで、どちらかというと「CO₂排出量を減らす努力をして、少なくとも世間からそしりを受けないようにしたい」という受け身の姿勢でしたが、ここへ来て、「ゼロエミッションは大きなビジネスチャンスにつながる。ぜひ参画しよう」という積極的な姿勢に転換しています。私自身も地球環境問題は決して防御的な課題ではなく絶好のビジネスチャンスだと考

えています。産業界が本気で動き出した今の状況は、将来に大きな期待ができると感じています。

柏木 ゼロエミッションによって新たなビジネスモデルが次々に生まれると期待したいですね。吉野さんがヘッドを務める組織が東京湾岸を起点にゼロエミッションを実現しようというので、すから、世界に対しても極めてインパクトが大きい取り組みだと思います。私も会長として、東京湾岸ゼロエミッションイノベーションエリア構想の実現に全力を注いでいきます。今後ともご指導をお願いいたします。



コージェネ導入事例

Case1 10

環境性と経済性を追求した
道内初のLNG火力発電所

北ガス石狩発電所



Case2 12

常用・非常用兼用ガスコージェネによる防災機能強化
～停電時の継続的なホテル運営を実現～

ホテルエミシア札幌



Case3 14

地元産ガスを利用した
地産地消の循環型エネルギー供給システム

むつざわスマートウェルネスタウン



コージェネの7つの提供価値



SDGsの17の目標



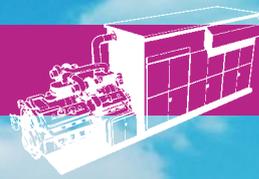
アイコンについての詳しい解説「コージェネレーションのSDGsへの貢献参照ガイド」は財団ホームページよりダウンロードできます。



低炭素

系統貢献

強靭化



Case 1

北ガス石狩発電所

Hokkaido Gas Co., Ltd
Ishikari Power Station

環境性と経済性を追求した 道内初のLNG火力発電所

取材・文：真貝耕一郎

北ガス石狩発電所は、石狩LNG基地内に建設された道内初のLNG火力発電所である。世界最高効率のガスエンジンを複数設置することで、リスク分散と機動性のある幅広い出力による運転が可能である。総合エネルギーサービス事業を展開する北ガスグループにおいて、自社電源を整備することにより安定した電力供給体制を確保し、発電時の排熱をフル活用することで、環境負荷の低減と電力・ガス製造コストの抑制を図っている。

また、石狩LNG基地内に設置することで、既存の基地設備（燃料設備・給排水設備）を活用し、建設コストを大幅に抑制した。現在「北ガスの電気」の約60%は北ガス

石狩発電所から供給されているが、今後の需要拡大に向けて供給安定性と経済性をさらに向上させるために発電機を増設中である。

■ 施設概要

| | |
|------|----------------------------|
| 名称 | 北ガス石狩発電所 |
| 所在地 | 北海道石狩市新港中央4丁目3743 |
| 建物規模 | 地上2階 |
| 構造 | 鉄骨造 |
| 面積 | 建築面積：3,068㎡／延床面積：3,374㎡ |
| 開業年月 | 2018年10月(増設2台分：2020年12月稼働) |

コージェネ導入のポイント

- 1 発電時の排熱を都市ガス製造過程のLNG気化熱に利用することで、環境性と経済性を追求
- 2 LNG基地の停電対策としてのレジリエンスを強化
- 3 発電能力増強により再生可能エネルギーの一層の導入に貢献



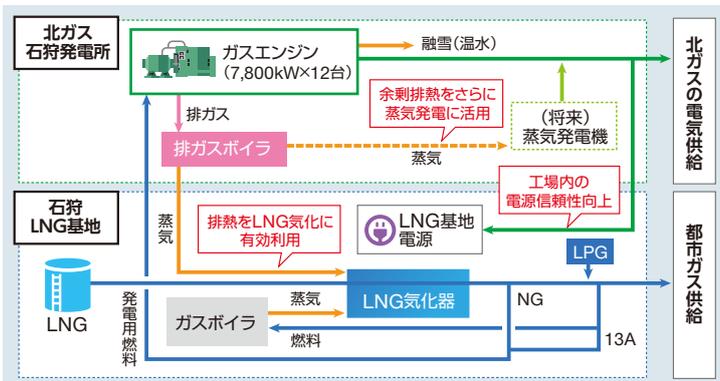


ガスエンジン・コージェネ(7,800kW×12台)

■ ガスエンジン・コージェネ仕様概略

| | |
|------|---|
| メーカー | 川崎重工業株式会社 |
| モデル名 | KG-18-V |
| 燃料種別 | 天然ガス |
| 定格出力 | 7,800kW/台 |
| 台数 | 12台(初期10台+増設2台) |
| 効率 | 総合効率:約60%(発電効率:49.5%) |
| 排熱回収 | 排熱回収設備:排熱回収ボイラ12台 (初期10台+増設2台) 蒸気:取出圧力0.85MPa 流量3.1t/h/台 |

■ エネルギーフロー図



北ガス石狩発電所は石狩LNG基地内に設置されることで、都市ガス製造工程のLNG気化器の熱源として、大規模な排熱利用が可能であると判断され、当初の導入計画が進められた。気化器の熱源の約80%が排熱回収ボイラーによる蒸気で賄われ、温水は冬のメンテナンスのための融雪に活用されるなど排熱利用が追求されている。夏場の排熱利用には課題が残るものの

発電時の排熱を都市ガス製造過程のLNG気化熱に利用することで環境性と経済性を追求

総合効率は約60%と、最新のガスタービンコンバインドサイクル発電と同レベルを達成している。また、敷地内に自管線を敷設し発電所から石狩LNG基地内に給電することで電源の安定化を図っている。さらに、発電用燃料としてLPG添加前のガスを使用することで燃料費を抑制、融雪設備において環境省の二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金を取得するなど、徹底したコスト低減が図られている。

LNG基地の
停電対策としての
レジリエンス強化

石狩発電所は当初2018年10月に稼働予定であったが、9月6日に北海道胆振東部地震が発生したため、発電所の本格稼働を早めた経緯がある。地震発生時は総合試運転中という厳しいタイミングであったが、発電機を運転させて道内に電力供給を行い、この貢献により経済産業大臣から感謝状を授与された。現在は、LNG基地用の停電対策として非常用発電機を活用したガスエンジンのブラックアウトスタートが可能となるシステムが整備された。

発電能力増強により
再生可能エネルギーの
一層の導入に貢献

2020年12月に稼働の7800kW×2台のガスエンジン・コージェネの増強は、今後の需要拡大に向けて自社電源を整備し、供給安定性と経済性をさらに向上させる目的はもちろんだが、ガスエンジン・コージェネの柔軟な出力調整機能を活用することで、再生可能エネルギーの一層の導入に貢献できる。

今後の展開として、排熱回収ボイラーからの余剰蒸気を蒸気発電(タービン)にも活用することも検討されており、さらなる省エネルギー、低炭素化に期待したい。



排熱回収ボイラ(3.1t/h×12台)～搬入時の様子～



低炭素

系統貢献

強靱化



■ 施設概要

| | |
|------|---|
| 所在地 | 北海道札幌市厚別区厚別中央 2条5丁目5-25 |
| 建物規模 | 地下2階、地上32階、塔屋1階 |
| 構造 | 鉄骨鉄筋コンクリート造 |
| 面積 | 建築面積: 4,429㎡ 延床面積: 45,405㎡ |
| 開業年月 | 1996年5月 (コージェネは開業当初より稼働、2017年4月に更新) |
| 施設概要 | 客室数: 512室、レストラン、 結婚式場(チャペル、神前式) 宴会場(13会場)、スパ等 |



ホテルエミシア札幌

Hotel emisia Sapporo

常用・非常用兼用ガスコージェネによる防災機能強化 ～停電時の継続的なホテル運営を実現～

取材・文: 秋山真吾

2018年9月に北海道全域を巻き込む形で発生した大停電。これは震度7を記録した北海道胆振東部地震により苫東厚真発電所が停止し、その後次々と発電所がダウンしたために起こった、人々が経験したことがない出来事であった。

人々は数日間、灯りが無い夜を過ごし、食事や風呂にも不自由を強いられた。そのような中でも通常とほとんど変わらず営業を継続できた施設があった。

札幌市に位置する「ホテルエミシア札幌」である。同施設は、ガスコージェネレーション(以下、コージェネ)を活用し、停電の最中でもコージェネを自立運転させることでホテル内の電力を供給し営業を継続した。さらに、札幌市と災害時の協定を結んでいることから近隣住民の受け入れも積極的に行った。平常時の省エネと災害時のBCPを両立するシステムを合わせもつ同施設の概要をここに紹介する。

同施設はJR札幌駅から新千歳空港方面へ電車で約10分の新札幌駅前に、見上げるようにそびえ立つ地上32階建ての瀟洒なホテルだ。客室数は512室と道内でもトップクラスを誇る。1996年の開業当初よりコージェネを導入しており、約20年経過したため、「H28年度電気・熱エネルギー高度利用支援事業費補助金」を利用し、2017年に最新型コージェネへ入れ替えた。空調熱源はセントラル方式で、冷熱源は吸収冷凍機、温熱源はコージェネ排熱+ボイラ(追い掛け運転)で構成。電源計画はコージェネが主体で、コージェネ370kW×3台を台数

「コージェネを中心とした電源計画」

コージェネ導入のポイント

- ① コージェネを中心とした電源計画
- ② コージェネ排熱を冷房、給湯、暖房、浴槽加温、ロードヒーティング、フロアヒーティング等に有効利用
- ③ 常用・非常用兼用コージェネによるBCP対策





ガスエンジン・コージェネ (常用・非常用兼用)

■ 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 | EP370G |
| 燃料種別 | 都市ガス(中圧B) |
| 定格出力 | 370kW |
| 台数 | 3台 |
| 排熱取出温度 | 排ガス:約375℃ ジャケット温水:約90℃ インタークーラ温水:約40℃ |
| 効率 | 総合:73.8%/発電:41% 排熱回収:32.8% |
| 排熱利用用途 | 排ガス蒸気:冷凍機投入、給湯、暖房 ジャケット温水:冷凍機投入、給湯、暖房、 浴槽加温、ロードヒーティング、 フロアヒーティング インタークーラ温水:給湯予熱 |

「コージェネ排熱の有効利用」

コージェネ排熱は約375℃の排ガス、約90℃のジャケット温水、約40℃のインタークーラ温水の3種類がある。それぞれの使い方が、排ガスは排熱

制御しながら日常的に昼夜を問わず運転し、建物で使用する電力の約7割を賄い、残り3割は電力会社から購入している。電力会社との取り決めで逆潮流ができないため、コージェネ運転中において瞬間的に館内負荷が下がった場合、系統に逆潮流しないように、常時200kW分を受電しておくという買電量一定制御を行っている。

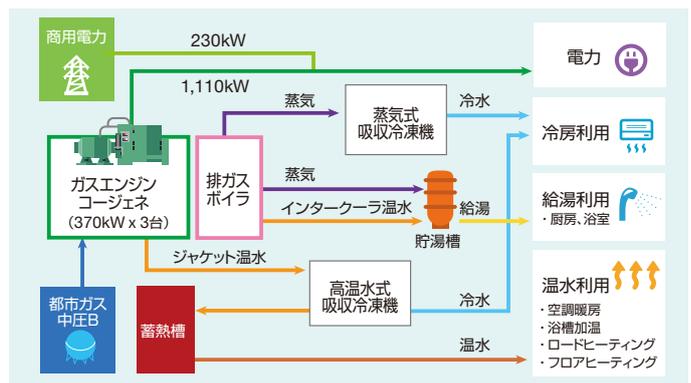
ボイラ経由で蒸気として取り出し、蒸気式吸収冷凍機へ送る。またジャケット温水は高温水仕様の吸収冷凍機へ送り、いずれも空調用冷水を製造する。また吸収冷凍機で仕事を終えた後のジャケット温水は、蓄熱槽に溜められ、温水製造に用いられる。作られた温水は暖房負荷、浴槽加温、ロードヒーティングなどに使われる。最も温度の低いインタークーラ温水は給湯予熱に利用され、低層棟はジャケット温水、高層棟は蒸気により必要な温度まで加温されて館内の給湯負荷(レストラン厨房や浴室)に使われる。加えて、CGS計測制御盤を設置し、北海道ガスにて遠隔でシステムの監視・制御を行っており、コージェネによる年間のエネルギー削減効果は、ホテルの全負荷に対して電気でマイナス72%、熱でマイナス33%を達成している。

「常用・非常用兼用コージェネ」によるBCP対策

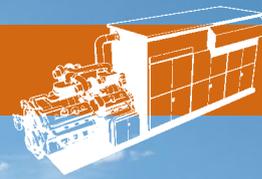
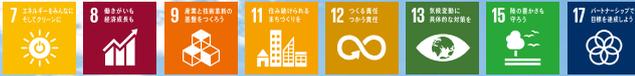
特徴的なのは、日常的に使うコージェネが非常用発電機(以下、非発)を兼ねている点だ。非発の燃料として使われるのは油が一般的だが、その場合オイルタンクの容量分しか発電機が動かせないというデメリットがある。一方、予備燃料なしの都市ガス専焼方式では、ガスの供給が続く限り発電できるというメリットがある。また、常用と非常用の2つの機能が1つにまとまっており専用の非常用発電設備が不要となるため、スペースの有効活用ができ、インシャルコストやメンテナンスコストの低減にも寄与している。日常的に使用していることから、非常時にだけ動かそうとしても動かないという心配もない。

防災兼用が認められる条件としては、供給元のガス施設から当該建物までのガス導管が400ガルの地震に耐えられること(日本内燃力発電設備協会による認定が必要)などいくつかの条件があるので注意も必要だ。2018年

■ エネルギーフロー図



に発生した北海道胆振東部地震では、停電後すぐにコージェネが起動し、4日後に復電するまでの間、コージェネによる熱電供給を継続してほぼ通常通りの営業ができた。宿泊客だけでなく、困っている地域住民も速やかに受け入れ、食事や寝床、電源の提供も行った。コージェネによるBCP対策により地域の防災拠点としての機能を十分に果たしたことで、札幌市長から感謝状を贈呈された。近年増加している台風などの自然災害や、将来発生し得る大地震などに備えて、災害時の電力確保の重要性が高まっている。



むつざわスマートウェルネスタウン

地元産ガスを利用した 地産地消の循環型エネルギー供給システム

Mutsuzawa Smart Wellness Town

取材・文：木下雅基

むつざわスマートウェルネスタウンは、千葉県長生郡睦沢町で「健幸まちづくり」をテーマにした、道の駅、温浴施設、レストラン、カフェ、サイクルステーション、戸建住宅などから構成される複合施設である。地域資本を主体にした企業体が20年間のPFI事業(民間資金を活用した社会資本整備)として2019年9月から運営をスタートしており、道の駅の物販、温浴施設などは、独立採算事業として運営されている。2016年6月に地域新電力会社として設立されたCHIBAむつざわエナジーは、隣接するむつざわスマートウェルネスタウン向けに2019年9月から電力供給を開始した。

地元の南関東ガス田から産出する天然ガスを燃料に

したガスエンジンコージェネレーション(以下、コージェネ)の他、太陽光発電、太陽熱で作った電気と熱の面的供給を行っている。事業主体が地域資本から構成されているため、需要家側のコスト削減分以外に、事業利益についても地域に還元することができている。

■ 施設概要

| | |
|------|--|
| 名称 | むつざわスマートウェルネスタウン・道の駅・つどいの郷 |
| 事業者名 | 株式会社CHIBAむつざわエナジー |
| 所在地 | 千葉県長生郡睦沢町森2-1 |
| 敷地面積 | 28,600㎡ |
| 開業年月 | 2019年9月(エネルギー供給事業開始) |
| 施設概要 | 直売所、温浴施設、レストラン、カフェ、サイクルステーション、ドッグラン、情報発信コーナー、戸建住宅(33戸) |

千葉県地域の地下にある南関東ガス田から産出したものであり、地下水から水溶性ガスを取り出し、長南町ガス事業により都市ガスとして供給されている。ガス採取後のかん水は、コージェネの排熱で加温して温浴施設で温泉として利用している国内でも珍しい事例で、地元産の天然ガスと地下水を無駄なく100%利用している。

コージェネ排熱は約70℃の温水で取り出し排熱利用ポイラに接続し、温浴施設の給湯加温に利用している。加温には太陽熱温水器も併用し、給湯負荷の60〜90%程度を賄っている。

コージェネで発電した電気は、むつざわスマートウェルネスタウン内の道

「地元産の天然ガスを 利用した熱電供給」

コージェネ導入の ポイント

- ① 地元産の天然ガスを利用した
自営線敷設による熱電供給
- ② 町の防災拠点としての
BCP対策
- ③ 系統連携困難な地域での
再エネ・分散型電源の導入



ガスエンジンコージェネ(85kW×2台)



停電中、タウンの電力供給が再開



被災時、周辺住民にシャワー等を提供

の駅と住宅エリアに自営線により供給を行う。自営線は景観向上と防災性向上の観点から全て地中化している。通常時で、電力需要の75%程度をコージェネ発電と太陽光発電による電力で賄い、25%程度を商用系統からとして逆潮流しないように運用している。

町の防災拠点としてのBCP対策

むつざわスマートウェルネスタウンは国土交通省が選定する国の「重点道の駅」及び防災拠点に指定されており、非常時にもコージェネ及び自営線によりエネルギー供給を可能としている。

2019年9月の台風15号による強風で東京電力の送配電線が損傷し、睦沢町を含む千葉県広域で大規模な停電が発生。県内各地で鉄塔設備の倒壊(君津市)、倒木による電柱倒壊(四街道市)など甚大な被害が出た。むつざわスマートウェルネスタウンも平時は系統連系を前提に運用しているため一時的に停電したが、タウン内の電気設備に損傷、浸水、漏電などがないことを確認後、午前9時には1台のコージェネにより、道の駅及び住宅エリアに送

■ ガスエンジン・コージェネレーション仕様概略

| | |
|--------|---------------------------------|
| メーカー | TEDOM社 |
| モデル名 | Cento T 80 |
| 燃料種別 | 都市ガス (南関東ガス田産天然ガス) |
| 定格出力 | 85kW |
| 台数 | 2台 |
| 温水取出温度 | 70°C(低温水) |
| 効率 | 総合:87.3%/発電:35.1% 排熱回収:52.2% |
| その他 | 停電対応(BOS)仕様機 年間運転時間:約4,000時間 |

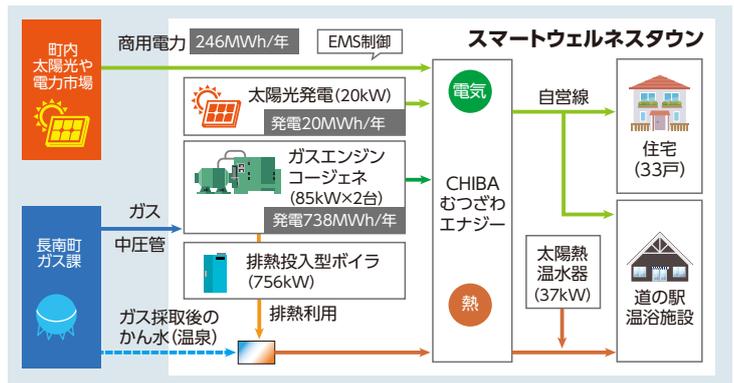
電を開始することができた。また、翌日の午前10時には、コージェネの排熱を利用した温水シャワーを周辺住民の方々に提供することも可能となった。同エリアで停電が続くなか、延べ1000人以上が訪れて温水シャワーを利用し、携帯電話などの充電も行うことができたことは、運営開始直後のタイミングにおいて、周辺住民の方々の期待に早々に応えることとなった。

CHIBAむつざわエナジーは、次世代に向けたレジリエンス社会構築へ向け強靱な国づくり、地域づくり、産業づくりに資する活動、技術開発、製品開発などに取り組んでいる先進的な企業・団体を評価、表彰する制度である「第6回ジャパン・レジリエンス・アワード(強靱化大賞)」において、金賞(地方自治体部門)を受賞している。

系統連携困難な地域での再エネ・分散型電源の導入

地域資本を主体にした企業体が電気と熱の面的供給をするという点では、日本初の試みである。また、系統連系が困難な地域でも自営線を敷設しコージェネや太陽光発電を積極的に導入することで、分散型のエネルギーシステムの構築を行っている。遠隔地での対応も可能なCEMS(地域エネルギー

■ エネルギーフロー図



管理システム)によって監視・制御しており、供給側のエネルギーマネジメントで系統への逆潮流が無いように制御し、需要側のエネルギーマネジメントにより外部の受電を最小化している。温浴施設の熱需要もふまえてコージェネを運用することで全体のエネルギーコストを削減することに繋がっている。また、計画にあたって「地産地消型再生可能エネルギー面的利用等推進事業費補助金」や「地域の特性を活かしたエネルギーの地産地消促進事業費補助金」などを活用している。

台風や洪水などが引き起こす大規模な自然災害が頻発する昨今、燃料電池のレジリエンス性（強靭性）が熱い注目を集める。今回は、メーカー2社と千葉県での事例を紹介する。

レジリエンス性能を拡充した新機種について

アイシン精機

2020年にパワーアップした性能を持つ新モデルを発売 設置可能エリアの拡大と、設置性の高さを活かした集合住宅への採用拡大を目指す

近年記録的な暴風雨をもたらす大型台風が増加、停電被害の深刻化、停電への備えが重要になっています（図1）。

■ 図1—1都3県の停電情報

| エリア | 回数 | 停電数 |
|------|------|-------|
| 東京都 | 142回 | 約13万戸 |
| 神奈川県 | 176回 | 約22万戸 |
| 埼玉県 | 117回 | 約9万戸 |
| 千葉県 | 467回 | 約38万戸 |

（17年1月～18年9月）

2020年販売の新モデル「type S」の特長は、①停電時は最大700W供給、②専用コンセントより、冷蔵庫やテレビなどの使用が可能（図2）で、エネファームとして発電出力、発電時間においてトップクラスの性能を発揮します。

新機種は、従来機と比較して横幅が18cmスリムになっており、より狭いスペースへの設置が可能となりました。また、セル性能向上により従来モデルよりも発電効率が向上し、CO₂削減量

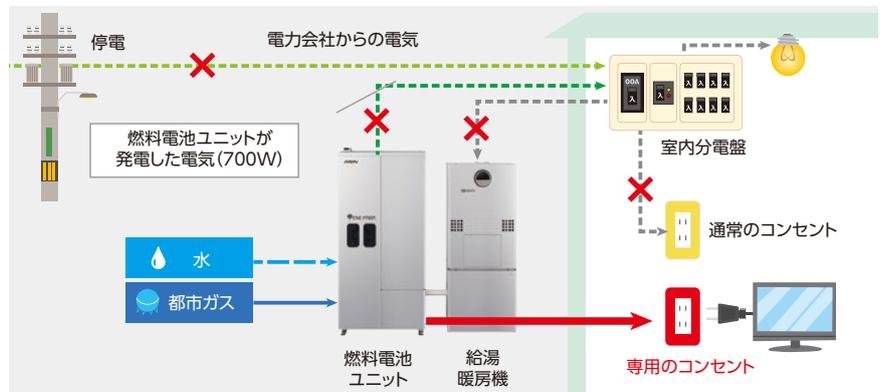
についても年間1.5トンの排出削減となりました。さらに点検までの期間を、従来の10年から12年に延長したことで、エネファームで得られる光熱費のメリットがより長く得られることになりました。

普及拡大に向けた取り組みとして、設置可能エリアの拡大を行いました。塩害地、高地への設置条件を緩和し、より広範囲でのエリアへの設置が可能となりました。

一方、集合住宅へのエネファーム設置はまだ進んでおらず、新築集合住宅分野では、0.4%とまだまだ低い状態です。集合住宅へのエネファーム設置では開放廊下側設置とバルコニー設置がありますが、当社の設置性の高さを武器に、今後集合住宅への採用をさらに増やしていきたいと思えます。

アイシン精機は、未来型の快適な暮らしと環境にやさしい街づくりを持続可能な水素エネルギーで叶えていきます。

■ 図2—停電時発電継続仕様（最大700W使用可能）



マンション/ベランダ 設置イメージ



マンション/エントランス 設置イメージ



【製品写真】エネファーム type S 2020年モデル

燃料電池レジリエンス

特集

Withコロナ時代の 災害への備え

パナソニック



EMERGENCY BOOK

台風などへの停電対策、在宅避難へのニーズ増、
コロナ禍での家庭のエネルギー消費増加で、エネファームニーズ増に期待

最近では異常気象により大きな台風や洪水などが多く発生しているため、災害に配慮した住宅へのニーズが高く、また自治体なども避難所の3密を避けるため、在宅避難に誘導する傾向がみられます。さらにコロナ禍の影響で家庭の消費エネルギーは平均して、電力で+18%、給湯は+23%と増加傾向(図1)にあり、家庭で電気とお湯を作るエネファームの重要性はますます高まっています。

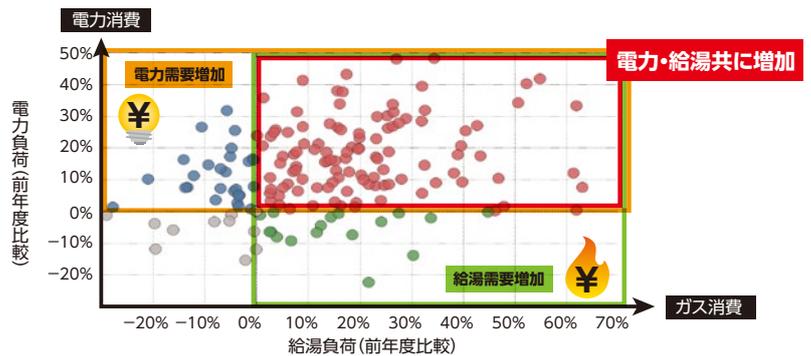
パナソニックのエネファーム販売は2020年3月時点で約18万台の出荷で、家庭向け燃料電池では、世界トップシェアです。また、停電時のDC連携出力、そして発電継続、備蓄の水への対応などが評価され「ジャパン・レジリエンス・アワード2020」を受賞しました。さらに、エネファームと他の機器との連携させたレジリエンスの強化に力を入れています。

パナソニックでは、停電時のエネファームの活用としてニーズに合わせて「松竹梅」の3種類の提案をしています(図2)。

まず「梅」は、停電時の専用コンセントから500Wを出力する方式、テレビやスマホの充電、あとはお湯を使うことが可能です。

「竹」は、ポータブル蓄電池につなげて、万が一、停電時に発電が止まっても、エネファームを再起動させ、最長8日間にわたり出力継続可能。また蓄電池を使い大出力の冷蔵庫や調

■ 図1—コロナ禍における家庭の消費エネルギー増加動向



(4・5月の昨年対比:パナソニック調査データ)

■ 図2—多様化するユーザーニーズに合わせたシステム提案“松竹梅”



理家電も使用可能になります。

「松」はパナソニックが推奨する最強レジリエンス。DC出力ユニットを付けることで、住宅分電盤に、最長8日間にわたって最大650Wの電力を供給継続可能。ハイブリッド蓄電システムを経由して宅内回路に供給し続けるので、あたかも枯れない蓄電池があるようなイメージを持たせることができるレジリエンス機能です。

また、もしもの時の備えをご提案する「EMERGENCY BOOK」という冊子をお配りしています。エネファームだ

けではなく、災害全般への備えを具体的に解説している冊子で、皆さまにお喜びいただいています。

GOOD DESIGN AWARD 2019



第6世代エネファーム 受賞実績

災害への備えは、「レジリエンス」な住まいから

事例 大多喜ガスの取り組み

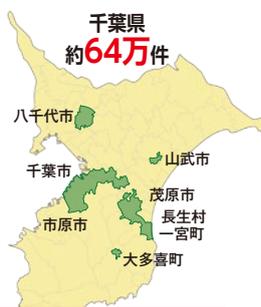
千葉県産天然ガス×エネファームのダブルで環境貢献
台風被害時の自立発電アンケート調査で見た利用者満足度

大規模な停電発生 ～自立発電の調査を実施

2019年9月に上陸した台風15号により千葉県内で大規模な停電が発生。停電発生後、エネファームを販売した既築のお客さまを中心に状

況確認の調査を行いました。さらに、甚大な被害をもたらした台風15号、19号による大規模停電を受け、「エネファーム type S」の特徴である「停電時自立運転機能」について、ヒアリングおよび書面アンケート調査を実施しました。台風15号時のヒアリング時点での設置台数は118台で、電話や訪問で連絡が取れたのは90件。そのうち、停電があったのは27件で、発電していたのは25件。エネファームに自立発電機能があることを忘れていらっしゃるお客さまがいて感謝されたこともありました。

■ 台風15号時千葉県での停電件数



東京電力管内では、最大約934,900軒が停電!

※緑色が大多喜ガス供給エリア

■ 台風15号時ヒアリング調査結果(2019年10月9日現在)

| 地区 | 設置総台数 | 連絡確認が取れた件数 | 停電の有無 | | | |
|-----|-------|------------|-------|----|--------|--------|
| | | | なし | あり | 内自立発電数 | 自立発電率 |
| 茂原 | 36 | 29 | 16 | 13 | 11 | 84.6% |
| 市原 | 16 | 14 | 11 | 3 | 3 | 100.0% |
| 千葉 | 52 | 34 | 23 | 11 | 11 | 100.0% |
| 八千代 | 14 | 13 | 13 | 0 | 0 | — |
| 合計 | 118 | 90 | 63 | 27 | 25 | 92.6% |

■ 台風15号・19号以降書面アンケート調査結果(2019年12月12日現在)

| 地区 | 発送件数 | | | 返信件数 | | 停電の有無 | | | |
|-----|------|----|----|------|-------|-------|----|--------|--------|
| | 新築 | 既築 | 計 | 返信数 | 返信率 | なし | あり | 内自立発電数 | 自立発電率 |
| 市原 | 1 | 14 | 15 | 6 | 40.0% | 5 | 1 | 1 | 100.0% |
| 千葉 | 10 | 39 | 49 | 35 | 71.4% | 20 | 15 | 13 | 86.7% |
| 八千代 | 3 | 11 | 14 | 11 | 78.6% | 8 | 3 | 2 | 66.7% |
| 合計 | 14 | 64 | 78 | 52 | 66.7% | 33 | 19 | 16 | 84.2% |

※茂原地区は、10月発生の際雨による浸水被害発生のため実施せず

停電時でも電気が使える安心感 ～寄せられた多くの喜びの声

今回の調査で停電時に使用した家電製品は「携帯（スマートフォン）充電」「お風呂」と回答された方が多く、次いで、「冷蔵庫」「洗濯機」。お風呂も使用でき、クーラーさえ除けばほぼいつもと変わらない生活ができたこと、喜びの声をいただきました。長期の停電だったからこそ、冷蔵庫とお風呂が使用できたことが満足度を高めた要因でした。

お客さまからの喜びの声を、いくつか紹介します。

- 「自立発電に切り替わった直後、すぐに冷蔵庫、電気スタンドを使用。冷蔵庫が使用できたことが非常に大きかった。2日目には洗濯もできた」
- 「夏の暑い時期で、赤ちゃんがいるため、扇風機を稼働できたのは大変有り難かったです。また、冷蔵庫も活かす

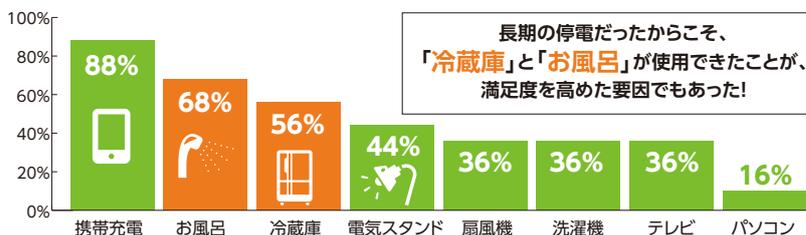
ことができたため、食材の心配をしなくて済みました」

- 「停電被害に遭い、エネファームを導入してよかった。特に冷蔵庫が使用できたのは大きかった。停電時でも電気が使える安心感は大きい」

2019年後半は、台風の影響による大規模停電といった外的要因もあって、レジリエンス機能に焦点が当たり、エネファームの引き合いが急増しました。

私どもが供給している「千葉県産天然ガス」を使用して、環境貢献度の高い「エネファーム」で発電することで、「ダブルの環境貢献」を推進し、エネファームがあることで停電時でも電気が使える安心感を、もっと多くのお客さまへお届けすることがわれわれの使命、義務と考え、エネファームの販売に取り組んで参ります。

■ 停電時に使用した家電製品は？(お客様へのアンケート結果)



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



コージェネの基本について

コージェネレーションシステムは発電機等により電力と熱を同時に発生するシステムであり、発電機にコージェネレーションを併設し、電力と熱の両方を同時に発生することでCO2削減効果の向上、省エネルギーによる省コストを実現する。また、一次エネルギーを有効に活用し、コージェネレーション設備の稼働率を向上させることで省エネルギー効果（省エネルギー率向上）、CO2削減効果、経済性といったメリットを享受できる。

省エネルギー・CO2排出削減

コージェネレーション導入で下記のように発電効率と省エネルギー率を向上させることで省エネルギー効果（省エネルギー率向上）、CO2削減効果、経済性といったメリットを享受できる。

| 項目 | 省エネルギー率 | CO2削減効果 |
|---------|----------|----------|
| 省エネルギー率 | 40%~60% | 約10%~20% |
| CO2削減効果 | 約10%~20% | 約10%~20% |

The screenshot shows the ACEJ website homepage with several key sections highlighted by red boxes:

- コージェネについて (Co-Gen):** The main navigation menu item.
- 会員向け (Members):** The navigation menu item for members.
- PICK UP:** A section featuring recent news and events, such as seminars and technical journals.
- お知らせ (News):** A list of recent news items with dates and brief descriptions.
- 業界最新動向 (Latest Industry News):** A section for the latest news in the industry.

会員向けの詳細情報が充実

- 会員へのお知らせ
- エネルギー関連地図情報
- 導入実績報告
- 法令・規程情報
- 国別コージェネレーション報告
- AC研最終報告書

導入事例の検索はこちら

国・行政の情報や、補助金、コージェネ導入事例など業界の最新Newsを毎週更新中

コージェネ財団最新TOPICはこちら

会員ログインがわかりやすくなりました!

▼会員ログイン画面

The login page features a 'ログイン' (Login) button and a link for 'ID・PASSの再発行はこちら' (ID/PASS re-issuance here).

▼ID・PASS再発行申請画面

The application page includes a dropdown menu to select the company name and a form to enter personal details like name and email address.

ID・PASSが不明な方、会員なのかわからない方はこちらからお問い合わせください。

ID・PASS再発行の申請フォームの企業・団体に所属されている方はどなたでも申請可能です！

それ以外の方は、別途メールにてお問い合わせください。

コージェネシンポジウム2021 申込受付中!



コージェネシンポジウム 2021

ゼロエミッション国家への挑戦

日時 2021年2月5日[金] 13:00~17:30 (受付開始 12:20)

会場 イノホール+Web配信 (ハイブリッド開催)
(東京都千代田区内幸町2-1-1 飯野ビルディング)

パブリックの役割を呼び、世界は脱炭素へと走り始めている。我が国も再生可能エネルギーの主力電源化を打ち出した。脱炭素目標は所信表明の中で、2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを宣言。ゼロエミッションに向けて日本の様々な課題やビジネスチャンスについて取り上げていく。

プログラム

| | | |
|-------------|--------------------------------------|--|
| 13:00~13:45 | コージェネ大賞表彰式 | 休憩 |
| 14:00~14:10 | 主催者挨拶 | コージェネ財団 理事 柏本 孝夫 |
| 14:10~14:20 | 来賓挨拶 | 経済産業省(予定) |
| 14:20~15:00 | 基調講演 ゼロエミッションに向けた内外の課題 | 東京大学 公共政策大学院 教授 有馬 純氏 |
| 15:00~15:50 | コージェネ大賞 理事特別講演 民生用部門 産業用部門 技術開発部門 | 休憩 |
| 16:05~17:20 | 報告 ゼロエミッションビジネスへの展望 ~日本の取るべき道~ | 川崎重工株式会社 代表取締役会長 金花 芳樹氏 東京ガス株式会社 社外取締役 味の素株式会社 社外監査人 引張 麻実氏 AIB ジャパン・ホールディングス株式会社 社外監査人 柏本 孝夫 コージェネ財団 理事長 |

主催: コージェネ財団 (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)

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

コージェネ財団

検索

日時: 2021年2月5日(金)

13:00~17:30

会場: イノホール

今年は
WEB配信も
行います!



コージェネ大賞
2020の結果は
財団ホームページで
公開中!

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、北海道ガス株式会社 沖田様 寺岡様 村瀬様 赤澤様 畠山様、株式会社ホスピタリティオペレーションズ ホテルエミシア札幌 小原様 進藤様 桑原様 石井様、パシフィックパワー株式会社 松田様、むつざわスマートウェルネスタウン 早坂様には、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 2020年12月25日
発行人 専務理事 武田 晃成
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 真貝 耕一郎
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 小松 通憲 成田 洋二
飯村 多映子 雑賀 慎一 馬場 美行
小田島 範幸 竹ノ内 祐也 大塚 信和
木下 雅基 中島 尚 山口 さとみ