

快適で環境にやさしい、
省エネルギー型街づくり

2022 ◆ 春号



● 巻頭言

豊かな都市環境を創造するエネルギー利用を目指して

● 特集

第28回都市環境エネルギーシンポジウム開催報告

● 研究・技術最前線

グリーン水素サプライチェーンの創出に向けて

● わが街づくり

日本一住みよいまちを目指して

～SDGs未来都市・北九州市のまちづくり～

● 建設レポート

虎ノ門一・二丁目地域におけるエネルギー供給システムの紹介



穏やかな春の一日

CONTENTS

巻 頭 言

- ・ 豊かな都市環境を創造するエネルギー利用を目指して

一般社団法人 都市環境エネルギー協会 理事
大成建設株式会社 執行役員 エネルギー本部長 加藤 美好 …………… 3

○特集

- ・ 第28回都市環境エネルギーシンポジウム開催報告

協会事務局 …………… 4

○研究・技術最前線

- ・ グリーン水素サプライチェーンの創出に向けて

株式会社大林組 島 潔 …………… 22

○わが街づくり

- ・ 日本一住みよいまちを目指して ～SDGs未来都市・北九州市のまちづくり～

北九州市 企画調整局 SDGs推進室 次長 栗原 健太郎 …………… 29

○建設レポート

- ・ 虎ノ門一・二丁目地域におけるエネルギー供給システムの紹介

森ビル株式会社 設計部 渡辺 莊児 …………… 34
虎ノ門エネルギーネットワーク株式会社 技術部 近内 義広

○協会ニュース

- ・ 協会設立50周年記念誌の発行について

出版企画編集委員会事務局 …………… 38

豊かな都市環境を創造する エネルギー利用を目指して



一般社団法人 都市環境エネルギー協会 理事

大成建設株式会社 執行役員 エネルギー本部長 加藤 美好

この稿を執筆した1月末は、新型コロナウイルス感染の第6波により全国の1日当たり感染者数が過去のピークを超えています。感染拡大防止のため、社会経済活動は、引き続き制限が必要な中で、仕事の取り組み方も恒常的に変化せざるを得ない状況であると思います。

集中豪雨による土砂災害や海水温度の上昇など、地球温暖化による気候変動の影響が顕在化してきています。今日において地球温暖化対策は世界共通の喫緊課題となっており、昨年、英国グラスゴーで開催されたCOP26において、産業革命前からの気温上昇の抑制目標が2℃以内から1.5℃以内に強化されました。日本国内においても昨年、第6次エネルギー基本計画が策定され、2050年のカーボンニュートラルに向けた2030年までの方策が示されました。その中では、建築物の省エネ基準の強化、再生可能エネルギー利用の拡大とともに、エネルギー供給のレジリエンスについても、分散化、高効率化の重要性が示されており、カーボンニュートラルに向けたエネルギー政策の具体化が加速しています。一方、今年に入って、欧州連合（EU）の欧州委員会は、原子力と天然ガスを脱炭素に貢献するエネルギーと位置付ける方針を発表するなど、カーボンニュートラル実現に向けたロードマップ構築の模索も行われています。

このような背景のもと、建築の分野では、建物単体のカーボンニュートラル化に加え、エネルギーの面的利用拡大のための技術が求められています。従来の熱供給に加え、分散型の電力供給、さらに再生可能なエネルギーの供給とその効率的活用、都市基盤施設からの排熱有効利用など、街全体のカーボンニュートラルに貢献できるシステム作りが必要であると思います。また、CO₂排出量をサプライチェーン全体で把握し、Scope 1（直接排出）、Scope 2（エネルギー起源の間接排出）、Scope 3（その他の間接排出量）の各範囲において、トータルのCO₂の削減を考える必要があります。エネルギー供給者やエネルギーセンターの設計・施工者から見れば、供給先の建物等のエネルギーの使用はScope 3の間接排出量となりますが、建物のライフサイクルでのCO₂排出量は、建物運用段階におけるエネルギー使用によるCO₂排出量が約6割を占め、需要家だけでなく、全ての関係者が連携して削減に努めることが大切です。

そういったニーズの中で、様々な分野の会員で構成される都市環境エネルギー協会の活動への期待はさらに高まるものと思われますし、各社のノウハウを出し合い、連携した対応が益々必要となってくるのではないのでしょうか。

都市基盤施設の中でもエネルギーの面的利用技術として欠かせない地域冷暖房の発展において、今年で創立50周年を迎える都市環境エネルギー協会の社会的貢献は大きいと思います。さらにこれから、環境に配慮した安全で安心な都市の実現・街づくりに向けて、取り組む分野は多くなっていくことでしょう。

業務活動において、テレワーク、リモート会議などが当たり前となってしまったこの頃ですが、そのような制約の中でも、会員や関係者の皆様との連携を今後一層促進するとともに、次世代に残せる豊かな都市環境のためのエネルギー利用について皆様と考えていきたいと思っています。

第28回都市環境エネルギーシンポジウム開催報告

協会事務局

「脱炭素化とBCDを考える」シンポジウム

開会の挨拶

中村 慎

当協会副理事長（株式会社竹中工務店）

基調講演 1 件

下田吉之氏

大阪大学 大学院工学研究科

環境エネルギー工学専攻 教授

基調報告 3 件

渡邊 浩司氏

国土交通省 大臣官房技術審議官（都市局）

鈴木 勝士氏

神戸市 都市局長

田坂 隆之氏

大阪ガス（株）代表取締役副社長執行役員

パネルディスカッション

◇コーディネータ

尾島 俊雄氏

当協会理事長 早稲田大学名誉教授

◇パネリスト 4 名

下田 吉之氏

渡邊 浩司氏

鈴木 勝士氏

田坂 隆之氏

本年は全体テーマを「脱炭素化とBCDを考える」シンポジウムと題し、令和3年11月11日（木）に神戸国際会議場 国際会議室で「第28回都市環境エネルギーシンポジウム」を開催しました。

今年のシンポジウムは、昨年同様に新型コロナウイルス禍の状況下にありましたが、web開催とせず対面形式の開催としました。3蜜を避けるために、座席配置は他の受講者との距離を保つように入場者の上限を収容定員の半分に絞りましたが、定員を超える参加申込みがあり、定員を超える希望者は当初予定していなかった2階席を開放してもらい、そこで聴講できました。また、今年の特徴としては

関西地区での開催にかかわらず、東京はじめ関東地区からの参加者が多く約4割を占めたことでした。

CO₂排出量の増加に伴い、近年、異常気象などの気候変動影響が地球規模で増大しており、わが国では、台風や豪雨による大災害が毎年発生する事態になりました。持続可能な成長のためには、社会全体を「脱炭素化」へ大胆かつ速やかに転換していくことが不可欠です。また、都市の安全・安心に寄与するためのBCD機能強化も必要です。

神戸市は、脱炭素に向けた水素の利活用や三宮駅周辺再開発においては阪神・淡路大震災の経験を踏まえたエリア防災等に積極的に取り組んでおられる

こともあり、本年は神戸市で開催しました。

前半の基調講演・基調報告、後半のパネルディスカッションとも出演者の皆様より示唆に富む貴重な見解をご披露いただくことができ、会員企業をはじめ自治体、一般の参加者のみなさまにも熱心に聴講していただき大変好評でした。出演者の皆様の発言要旨を以下に示します。

開会の挨拶（中村 慎氏）

ただいまご紹介をいただきました竹中工務店の中村です。本日はご多忙の中、多数のみなさまにお集まりいただき誠にありがとうございます。また、日頃より当協会の活動にご理解・ご協力を賜りまして、重ねて御礼申し上げます。

今年で28回目となります都市環境エネルギーシンポジウムですが、この神戸の地に一堂に会し、開催できたことを大変うれしく思います。思い返しますと、昨年のシンポジウムの直前に菅前首相が2050年には脱炭素を実現するという所信表明を



中村 慎氏

されました。そのあと、アメリカではバイデン政権が誕生したことなど、世界の風が追い風となり、この1年間で本当に激しい変化をもたらしていると思います。

日本でも第6次エネルギー基本計画が先月閣議決定されました

が、国も企業も2050年に向けて大きな目標に切り替え始めていると認識しています。「グリーンリカバリー」という言葉を昨年使わせていただきましたが、この風が本当に実現していくのだという勢いを感じています。また、まちづくりの視点でも大きな動きがありました。2030年迄に脱炭素選考地域を100か所国内に作り、脱炭素のドミノを起していくというものです。来年の初めにはこの公募があるとのスケジュールがアナウンスされており、私たちも非常に大きなチャンスを迎えていると実感しています。

まちづくりの視点で今後の脱炭素のポイントを少しお話ししてみたいと思います。まずはデマンドサイドの電化が考えられます。EVに代表される運輸部門の電化がデマンドサイドではカギになります。またサプライサイドでは、発電所や生産工場の燃料需要に対するグリーン化が課題であると思います。またその中で忘れてはならないのは、本日のテーマでもあるレジリエンス強化を担う都市部の分散型エネルギーネットワークのグリーン化になると確信しています。

イギリスのグラスゴーで行われているCOP26では、岸田首相が化石火力をアンモニアや水素などのゼロエミ火力に転換していくために1億ドル規模の先導的な事業を展開すると発言されました。分散型エネルギーネットワークのグリーン化に向けた先導的事例として、来たる2025年の大阪関西万博での数多くのチャレンジが、大きなドライブになっていくと確信しています。

分散型エネルギーネットワークのグリーン化には、需給バランスを最適化するマネジメントシステムが求められています。そして、そのEMSに必要なデータを多様なサービスとオープンに共有しながら、シェアリングやマッチングに代表されるエリア内のサービス向上や市民の脱炭素型の行動変容に繋げていくことが理想です。エネルギーマネジメントシステムが生み出すデータのプラットフォームが起爆剤となり、多様な用途に活用されることでシステム導入にかかる経済性を解決し、脱炭素ドミノの展開のキーになっていくことを期待しています。

当協会では、数多くの具体的な地域を設定して、これからのまちづくりに必要となるエネルギーシステムを検討しています。これらの具体的な検討の中で、デマンドサイドやサプライサイドの要件を整えた提案が築かれ、実装に貢献することができれば幸いです。本日のシンポジウムは「脱炭素化とBCDを考える」というテーマです。このBCDと脱炭素化というキーワードは相乗効果をもたらしていくと思います。先生方のお話から、将来の街の姿を具体的に皆さんにイメージをしていただければ幸いです。

前半はまず、基調講演として大阪大学大学院の下田先生より「カーボンニュートラル都市への課題」というテーマで基調講演をいただきます。また、国土交通省都市局大臣官房技術審議官 渡邊様、神戸市都市局長 鈴木様、大阪ガス代表取締役副社長執行役員 田坂様のお三方より、それぞれのお立場から基調報告をいただきます。

後半は当協会の尾島理事長にコーディネートしていただき、パネリストの皆さまにディスカッションをしていただきます。短い時間にはなりますが、2025年の万博に何をを目指すのか、そして2030年、2050年といった未来社会の中で、明るい未来を目指すには何を始めなければならないのか、という新たな気付きを得られるような時間になればと思っています。本日はよろしくお願いいたします。

基調講演（下田 吉之氏）

カーボンニュートラル都市への課題

みなさまこんにちは。大阪大学の下田でございます。よろしくお願いいたします。今日は「カーボンニュートラル都市の課題」というテーマでお話します。

3年くらい前に出た「IPCC 1.5℃ 報告書」に掲載されたグラフがあります。1960年、1980年、2000年、2020年、2040年と平均化された気温が示されていますが、産業革命から数えると1980年代まで200年弱ぐらいかかって0.5℃上昇しています。ところが、1℃まで上昇するにはその後の30年で到達しています。そして1.5℃上昇



下田 吉之氏

するまでには、あと20年で到達することが予測され、上昇スピードがどんどん速くなっています。これは自然界の変化の速度から見れば異常な速さです。この速度が非常に大きな問題です。この0.5℃から1℃の間に

何が起こったかという、1994年と2000年と2010年は猛暑があり、ゲリラ豪雨があって、アメリカのニューオーリンズで大きな被害を受けたハリケーンがありました。当時は、気温が上がってくるという理由で我々はヒートアイランドの研究をやって涼しく過ごすための方策を考えていましたが、2016年頃の1℃に到達した後では猛暑だけではなく、台風のようないわゆる風水害が頻発するようになりました。

2018年に発生した台風21号では、関西空港の連絡橋が壊れてしまったり、多くの人が空港島の中に閉じ込められる大きな被害がありました。科学者としては気温の変化と個々の風水害を関連付けることは実はやってはいけないことで、両者の関係にはたいへん不確実なところがありますが、これだけの事実を目の前にすれば、我々の暮らし、生命、生態系を守っていく中では、1.5℃は超えてはいけない線であると思います。

このような流れの中で、2015年のパリ協定でCOP21が採択されたあたりから潮目が変わっています。2016年の頃は、2050年目標である80%の温室効果ガス排出削減ができるのかできないのかという議論がかなりありました。それが、2020年10月26日のカーボンニュートラル宣言以来、必達の目標となりました。また、本年4月22日には2030年目標を2013年比46%に引き上げることを宣言しました。そして2021年10月22日に「エネルギー基本計画」、「地球温暖化対策計画」、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」が閣議決定されました。

「エネルギー基本計画」と「地球温暖化対策計画」は、2030年目標を記述した文書です。また、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」が2050年目標を記述した文書です。実は私は「地球温暖化対策計画」と「パリ協定・・・長期戦略」を決める委員会の委員をしていましたので、その経験を踏まえて今日はお話させていただきます。

日本の2030年削減目標を見れば、業務その他部門、家庭部門に非常に大きな削減目標が立てられています。ここには電力のシェアが高く、再生可能エネルギーの普及が計画されているので、その効果

も見込んでいます。「エネルギー基本計画」のところで決められている省エネ目標を見ても、家庭部門、業務部門はBAUの値に比べれば3割4割の省エネルギーをしなければならないことが求められています。また、世界のカーボンニュートラル宣言はどんどん進んでいて、アメリカ、イギリス、EU、日本は2050年、中国は2060年、インドが2070年と各国がカーボンニュートラルの目標年を立て始めてきました。その上、ガソリン車の販売禁止とか電動車への転換を2040年にやると言った国も出てきています。

私たちに求められていることを（私見も入っていますが）整理すれば、やはり経済活動全体をカーボンニュートラルに変えていく必要があります、企業の皆さんはこの点をよく認識されていると思います。問題は我が国が何で世界に貢献するのか？ つまり日本は、世界に向けてどの分野で貢献して経済を伸ばして雇用を作っていくかということです。コロナ禍からのグリーンリカバリーをしていくためには、この戦略が非常に大事です。そのためには、技術のイノベーションだけでなくライフスタイルイノベーションも求められています。

審議会の中でも出てきましたが、次世代のリーダーの育成が求められています。2050年までにこの厳しい転換を乗り切っていく世代の中心となる2050年に50歳になる人は、今20歳前後の大学生です。それらの方々が、このカーボンニュートラルを達成して新しい経済社会を作れることを任されているわけですから、この人たちの育成をしっかりとやる必要があることが今の大きな課題です。

さらに、1.5℃目標が達成できても1.5℃にはなるわけで、そうなれば農業がいちばん厳しいと思いますが、産業をどう適応させていくのかという点や、我々の暮らしの場であるまちづくりや、暮らしかたの改革も当然進めていかなければなりません。そして気温上昇に伴う自然災害に対する適応策が本日のテーマのBCDです。

カーボンニュートラルと言えば、(CO₂発生量／エネルギー消費)をゼロにする必要があります、とにかく再エネやエネルギー源のカーボンニュートラルの事だけを考えてしまいがちですが、実際には脱炭素

社会とはカーボンフリーエネルギーとエネルギー需要を釣り合わせる社会であると考えべきです。現時点で日本の再エネの比率は20%位ですが、それでも既に太陽光発電は国土面積当たりの普及量では世界でトップになってしまっている状況ですから、これを5倍にすることは到底無理な話です。エネルギー需要を1/2にして、再エネ比率を2倍にすれば、再エネ比率は80%くらいまで上がるようになりますので、省エネと再エネ拡大のセットで考えていく必要があるということです。

実はIPCCも同じことを考えていて、IPCCも第5次報告書までは1.5℃シナリオは無いと言っていました。パリ協定を受けて出した「1.5℃特別報告書」では1.5℃を達成する4つのシナリオを出しています。ただ、そのうちの3つのシナリオは「ネガティブエミッション」という、広大な土地にエネルギー作物を栽培して、それを燃やしてエネルギーを使ったあとに出てきたCO₂を全部地中に埋めてしまう技術に頼るシナリオですが、4つのうちのひとつだけLED (Low Energy Demand) シナリオという省エネで達成するシナリオを挙げています。

省エネルギーをもたらすのは情報化であるということで、デジタル化ではテレワークのような機器の効率化の省エネではなく、システムを変える省エネが求められていると考えています。スマホがいい事例ですが、スマホが出て来る前は、我々はカメラやスキャナーやラジオ等、20個ぐらいの機械を別々に持っていました。スマホの登場によって、それぞれの機器が動くよりもはるかに少ないエネルギーですべての機能を満たしています。建築では、テレワークは住まいの中に仕事の空間を持ってくることで機能統合することで省エネルギーを生み出しています。こういうシステムの転換を考える必要があります。

審議会でカーボンニュートラルの話については意見がかみ合わないことが多々あります。エネルギーは安くなければやっていけないと言われるのはやはり産業界の方々に、産業界はもうできることはほとんどやっていますので、イノベーションのためには時間の余裕が必要です。例えば、鉄をコークスでなく水素から作るためには余裕を持って時間を与えることが大事なことです。今は建物を作るときに日本

の鉄を買うと日本のCO₂が増えるのに、海外から鉄を買うと日本のCO₂が増えないというおかしな状況になっていますが、国境炭素税のような話が出てきました。このあたりを日本は主張していくべきであると思います。

それに対してまちづくりは、対策が普及するまでの時間が長い。建物の寿命も長いので、今からやっていく必要があります。BAT (Best Available Technology) の着実な実施でエネルギー消費を半分ぐらいにできると思っています。民生・運輸エネルギー需要の大部分を占める住宅・家電・建築・設備・乗用車・供給処理施設等は、わが国の技術水準が高く、世界の脱炭素化に貢献できると思います。そのためには、継続的で意欲的な政策による性能向上の誘導と普及のための国民の参画が必要です。低炭素に向けて10%程度減らことが目的であった時代は、豊かな世帯にだけで良かったのですが、これからは全ての世帯に普及させていくことが必要になります。国民・家庭に共感を得るためには、もちろん性能や投資回収年という経済的な指標も大事ですが、人々に魅力のある脱炭素社会の姿を見せることも大事です。そのためには「まち」としての取組みがますます重要になってきます。

次に、日本が世界に勝てる技術ではないかと私が勝手に思っているものを並べてみました。住宅・建築の設計施工技術のうち、プレハブ技術は非常に性能のいいモノができます。これを例えば、地域の特性に応じてデザインしていってもう一段進んだ住宅や建築の設計施工技術にできないかという点です。

また、設備技術のうち冷やす技術が非常に大事です。これからアジア・アフリカの冷房容量が3倍くらいに増えると言われています。これをいかに脱炭素にするかという観点で、日本は優れていると私は思っています。また、LEDやリチウムイオン電池は日本がノーベル賞を取った分野です。それから燃料電池も日本が進んでいますし、ペロブスカイト太陽電池が国のグリーンイノベーションの1つの柱になっています。さらに家電、情報機器そして電気自動車や水素自動車だけでなく、充電や充填装置、それからインフラとしての送配電やガス供給、また、上下水道廃棄物はエネルギー資源としても大事で

す。こういうものは強いと思いますが、これらの機器や各種センシングデータをIoT技術でつなぎ、マネジメントシステムにより統合管理することは遅れていると思います。但し、優れているハードを基盤にすれば、ここを引っ張っていくこともできると思います。

わが国は各機器の要素技術には優れている一方で、各要素を都市・コミュニティ全体で最適に組み合わせるシステム化技術が不足しています。システム化をしっかりやらないと全体が魅力的になりません。また、脱炭素だけではなくSDGs全体に配慮した魅力あるまち（見えるということが大事）やライフスタイルを創造するデザイン力の面も遅れています。イノベーションに対する国の支援は要素技術にシフトしがちですが、この遅れているシステム化技術やデザイン力への支援も必要です。脱炭素技術は、それ自身が国民を惹きつける「メニュー」自身にならないと大規模な普及は望めないと思います。

今日のシンポジウムのテーマであるBCP機能に関しては、どのような装置でBCP機能を持たせるのかという課題があります。そして、その時にもBCPを維持するためのエネルギーは少なければ少ない方がいいので省エネが大事です。それからカーボンニュートラルの時代には、今の軽油ディーゼルを中心とした非常用発電機は使わないと思います。それでは、どういうエネルギーをどういう形で電力ネットワークやガスネットワーク以外に持つのかという点は未だ検討できていないと思います。

地震災害は予見できないので、どこで起きても我々の命、健康を守ってもらうためにいろいろなしつらえを街の中に入れていく必要がありますが、台風のような風水害は予見可能なので自宅にいる可能性が高い。且つ、私たちはテレワークという手段を手にしてしまったので、一般企業では社員の家とクラウドコンピューターと通信ネットワークを守るLCP機能が大事になってくると思います。

まちづくりにはいろんなコンセプトがあって、「エコポリス」というものが1990年くらいに出てきました。最近の「Positive Energy District」など私が覚えているものを全部並べてみましたが、いろいろな言葉が出て消えていくのは要するにいず

れもコンセプトがまとまっていないし、一般の人々の心を掴み切れていない証拠です。地域づくりのコンセプトには「クールビズ」レベルのインパクトのあるブランディングが必要であると思います。

次に、見た目の美しさという観点から2つの事例を写真で示します。ひとつはオランダにアメルスフォールトという街があります。ここは23年前（1998年）に風力発電が主体のオランダにおいて太陽光発電だけでエネルギーの約半分を賄った実験都市です。計画者は再生可能エネルギーの時代の到来を市民に印象づけるべく、建築家に太陽光発電を搭載した住宅のデザインをしてほしいと注文して街づくりをしました。写真に示すように一般住宅をはじめ、学校やスポーツセンターなどの屋上に太陽光パネルを設置しています。オランダですから川沿いの庭に太陽光パネルを、水辺に建つ住宅にはデザインを優先して屋根に太陽光パネルを設置しています。10年後に再訪したら、太陽光発電の性能が良くなって貼り替えた方が経済的であるということで更新工事をやっていました。以前と同じ色で貼り替えているということは、景観を大事することが住民に共有されていることを示しています。これは別のところの写真ですが、近くにハイウェイが足っており、騒音のために住宅が作れないエリアに太陽熱温水器を並べてお日様の形にして街のランドマークにした事例です。単に太陽光発電、太陽熱温水器を設置するだけでなく、街のランドマークにして見える化をしていることが大事であると思います。

ふたつ目は、ザルツブルク（オーストリア）のLehen地区です。ここでは太陽熱を使った暖房システムを有しています。しかもここは地域暖房があるにもかかわらず太陽熱をやっていて、災害時には地域だけで熱のマイクログリッドが組めると言っています。デザインを見ても結構綺麗ですし、上から見た写真では太陽熱温水器がズラッと並んでいるところが見えます。そして、街の真ん中に蓄熱槽がありランプでどれくらい熱が貯まっているかがわかるようになっています。この住宅の全部かどうか分かりませんが、いわゆる府営住宅や市営住宅などの低所得者層向け住宅がここに建っています。これはザルツブルクが観光地化し過ぎて、街の中心部には富

裕層しか住めない点を何とか改善しようとしたものです。しかも周囲との人の行き来を促すために容積率を緩和して、1階を全部商店街にさせています。

実際にヨーロッパでエネルギーに優しい街をいくつか見せてもらいましたが、移民が住むコーナーを設けたり、高齢者の独り暮らしとファミリーが同じ建物の中に住むように工夫をしているとか、まさにSDGsが全体として統一されている街になっています。従って、防災・福祉・カーボンニュートラルといったものを一体化した街を見せることが、日本のまちづくりに関連した産業が世界に貢献していくために大事であるということが、本日の私の意見です。どうもありがとうございました。

基調報告1（渡邊 浩司氏）

脱炭素化とBCDに向けたまちづくりに関する
国土交通省の取組みについて

ただ今ご紹介いただきました国土交通省で都市局担当の技術審議官をしております渡邊でございます。本日は脱炭素化とBCDというテーマのもとで、特にまちづくりの観点から国土交通省の取組みについてお話をしたいと思います。

下田先生からもお話がありましたように、まちづくりについても低炭素の取組みを色々やってきていますが、上手く見える化ができていない。こういう暮らしをすれば低炭素になって幸せになるということがイメージできていない点はまさにご指摘のとおりだと感じています。今日は資料が多いので、前半共通している部分は簡単に飛ばして進めながら、後半の方を中心に話をしていきたいと思います。



渡邊 浩司氏

まずは都市を取り巻く現状と課題ですが、皆様ご存じのとおり、二酸化炭素排出量の内、半分くらいが都市活動に由来しています。従って、都市での低炭素、脱炭素の対策が重要になってきますが、平成30年12月

に決定された「国土強靱化基本計画」では地図に示しているとおり、大規模エネルギー供給拠点や需要も太平洋側に集中しており、首都直下あるいは東海・東南海、南海地震等によって非常に大きく供給能力が損なわれる恐れがあり、需要側にも様々な対策を講じる必要があるため、その対応としていわゆる業務継続できる取組みを推進し、自立分散型エネルギーの導入を促進していくことが「国土強靱化基本計画」の中でも位置づけられています。そして、令和3年10月に閣議決定された「第6次エネルギー基本計画」において2050年カーボンニュートラルという非常に高い目標が設定されて、それに向かって取り組んでいくことになっています。

令和3年6月に「地域脱炭素ロードマップ」が決定され、脱炭素の先行地域づくりを目指し2030年までに全国で少なくとも100か所の脱炭素先行地域を作る。そして今後の5年間に集中的に様々な施策を投入して、このモデルがドミノ的に全国に広がって脱炭素を実現していく取組みを加速することが計画されています。これを踏まえ、国土交通省のグリーンチャレンジで重点的に取り組む6本の柱を示しています。特にまちづくりの観点からは、そのうちのひとつである「省エネ・再エネ拡大等につながるスマートで強靱な暮らしとまちづくり」という都市のコンパクト化、スマートシティ、都市内エリア単位の包括的な脱炭素化の推進等が今日の話に関連してくると思います。

我々が取り組んでいる「コンパクト・プラス・ネットワーク」が現在のまちづくりの大きな方向性になりますが、これはもちろん低炭素化、脱炭素化に向けての取組みとも繋がってきますので、ざっとこのお話をしたいと思います。

人口減少・高齢化に向かっていく中で、2000年前後からこれからのまちづくりの方向性を大きく変えていく必要があり、やはりコンパクトにしていくなさいけないと言われるようになりました。その後の契機としては2011年の東日本大震災になると思いますが、それを踏まえて都市の低炭素化の促進に関する法律、「エコまち法」という法律が作られました。これは、まちづくり自体をコンパクトにしてその中で低炭素まちづくりを推進する、いわ

ゆる個別の建築物の脱炭素・低炭素化を進めると共に、まちづくり全体として緑とか交通のような取組みも含めて低炭素化を進めていくものです。

その際に国土交通省では、平成22年に「低炭素都市づくりガイドライン」を作っていました。これも当時としては非常に積極的な取組みで、まちづくりで低炭素化を促進していくために何をやらなければならないのかということを示したものでしたが、「エコまち法」に合わせて「低炭素まちづくり実践ハンドブック」という形で作り直しています。①都市構造・交通分野、②エネルギー分野、③みどり分野という3つの分野で、まちづくりのどういう課題に取り組んでいったらいいかということを示したものです。大きな考え方の柱建てはあまり変わっていないと思いますが、これを踏まえて「低炭素まちづくり計画作成都市」として26都市で策定される流れになりました。さらにそのあと、今度は「コンパクト・プラス・ネットワーク」をさらに本格的に進めていくということで、平成26年に「都市再生特別措置法」の改正を行いました。ここでいわゆる「コンパクト・プラス・ネットワーク」という考え方が示されました。

コンパクトなまちづくりをしていく上で、日本の特徴である公共交通を上手く組み合わせながら、公共交通の便利な中心拠点や生活拠点に様々な都市機能を集約して、コンパクトなまちづくりをしていく「コンパクト・プラス・ネットワーク」の考え方が示されました。もちろん生活の利便性を維持していく、地域経済の活性化を図っていく、行政コストの削減を図る、地球環境への負荷を低減していくという4つの効果を上げながら「コンパクト・プラス・ネットワーク」を進めていくものです。

制度としては、「立地適正化計画」を作り、いわゆる都市機能を集約する街なかの中心市街地のような都市機能誘導区域と住むエリアもできるだけ広げられないようにする居住誘導区域を定めて、そこに様々な都市機能の立地を促進していく。こういったエリアを設定する場合には公共交通とのリンケージに着目し、公共交通を軸として、公共交通の便利なところ、駅周辺やバス停の周辺を中心にまちづくりをしていこうという制度を作りました。

この立地適正化計画には現在600都市くらいが取組中で、このうち約400都市くらいが既に計画を作成・公表しており、「コンパクト・プラス・ネットワーク」のまちづくりの取組みが進められています。この「コンパクト・プラス・ネットワーク」は、いわゆる低炭素化にも非常に効果があり、都市構造そのものがコンパクトになることや公共交通の利用を促進していくことはもちろんですが、それに加え、いわゆるエネルギー自立性の向上・多重化といった面でも、例えば中心市街地、都心地区などに様々な機能が集約することによってエネルギー効率が良くなっていくという面もあります。

ここに示す図は、コンパクトシティ形成とエネルギーの面的利用との組み合わせによる相乗効果を示していますが、まずはエネルギーの需要密度自体が高まっていくこと。それから様々な用途（商業、業務など）がミックスすることによってエネルギーピークの平準化が図られ、効率性が向上する。さらには、様々な機能と組み合わせることによって住民サービスが向上する。さらには防災性が向上することやエネルギーを地産地消することにもなっていく、地域の活性化にも寄与するというようなことが相乗効果として挙げられています。

次に、エネルギーの面的利用の推進についてお話しします。エネルギーの面的利用については釈迦に説法ですので省略したいと思いますが、国土交通省でも地域レベルでのエネルギーの面的なネットワークによって電気や熱を活用していく。それによって防災性に優れた業務継続地区を作っていくという考え方で物事を進めています。これもご存じのとおりですが、施設には用途によってエネルギーの利用形態が違う、あるいはエネルギーのピークが違うために面的利用して効率を上げることに取り組んでいます。

実際に東日本大震災では大規模な停電や供給制限などがあり、この時に六本木ヒルズでは災害時にコジェネレーションシステムが常時使用電力の100%に相当する電力を供給することができたこともあり、こういったものを推進していこうとしています。エネルギー面的利用の事例です。大阪の岩崎地区、大阪ドームの周辺での地域熱供給、そして

広島ガスなどが関わる広島大学キャンパス跡地の再開発、こういった際にエネルギーの面的利用システムを導入しています。

これを支援していくために、国土交通省でも様々な支援制度を用意しています。ひとつ目は「都市再生安全確保計画」という制度面での支援です。東日本大震災の時に帰宅困難者が多く発生したことで「都市再生安全確保計画制度」が都市再生特別措置法の中で設けられました。大都市の拠点になるところで帰宅困難者の発生等に備えて安全確保のための様々な施設を整備することや避難訓練を実施すること等、ハード、ソフト含めた計画を作るものです。

これに、さらにエネルギー供給施設の整備を追加しようということで、平成28年の法改正によってエネルギー供給施設を計画に追加したことやエネルギーを継続して供給するための協定制度的な作りしました。この対象になる「都市再生緊急整備地域」が全国にあります。関西圏でも大阪、神戸をはじめとしてありますが、このエリアではまず「都市再生安全確保計画」を作ります。右側に「滞り者等の安全の確保のために実施する事業および事務」という欄がありますが、赤字で書いている非常用電源供給施設等の整備や管理、またエネルギー供給の優先順位等をこの計画の中で定めることになっています。そして協定制度ですが、非常用電気や電源等を整備した場合に、例えば周辺の方々に電気を供給する協定を結んで災害時に電気を供給することを決めることはできますが、例えばその土地建物を売却して人が変わってしまったときに、もう人が変わったから供給しませんと言われてしまえば意味がなくなりますので、この協定には「承継効」が付与され、仮に不動産が売買されてもその約束は引き続きその不動産を買った人が義務を負うという協定制度が作られています。

次の支援制度は「国際競争業務継続拠点整備事業」です。「都市再生特別措置法」に基づく「都市再生安全確保計画」が作成された地区において行うエネルギー面的ネットワークの整備に必要な事業費の一部を支援する制度です。制度の概要ですが、整備計画事業の調査の補助率は1/2です。一方、エネルギー導管等の整備事業である、いわゆる面的に

供給するためのエネルギー導管の部分に対して補助が入ることになっており2／5の補助率が基本になっています。これを活用して整備されているのが、大丸有という三菱地所㈱が中心になって実施している地区です。丸の内仲通りというメインストリートに縦断的に洞道を整備して、そこに熱導管、自営線などを整備して周辺の既存ビルに電力などを提供できるようになっています。これがつい最近整備されたケースです。

次は、日本橋室町地区です。ちょうど日銀の裏辺りになりますが、三井不動産㈱が整備されたところ です。再開発に合わせてCGSの整備が行われ、周辺の既存ビルに電力線、熱導管などを通じてエネルギーが供給されるものです。エネルギー供給施設は地下に設置されていますが、水害等があった場合には水に浸かってしまうため、そのエネルギー供給施設の部分を潜水艦のようなコンクリートの壺の中に入れて水害があっても決して水没せず機能が停止しない工夫をされています。

次は札幌の事例です。札幌北1西1周辺地区で同じようにCGSによって熱電供給し、面的ネットワークにより周辺地区、市役所などにも提供することになっています。平成29年に完成して平成30年に北海道の地震（胆振東部地震）が発生しました。その際に北海道がブラックアウトしましたが、さっぽろ創世スクエアにあるCGSが稼働して電気が供給されたため、市民交流プラザという避難所に収容されていた450人ぐらいの人達は様々な情報を得たり、携帯を充電したり、そういった形で安心して過ごすことができました。非常に役に立ったケースです。

次の事例は虎ノ門1、2丁目地区、昨年からスタートした事業です。虎ノ門ヒルズ駅という新駅ができて、虎ノ門ヒルズという一連のビル群がありますが、新しくできるビジネスタワーと道路を挟んで反対側のステーションタワーを洞道で結び、両方にCGSがあって両方で融通しながらやっていくシステムになっています。

最後の事例が東京の八重洲2丁目北地区、東京駅の新幹線八重洲側の方ですが、こちらも昨年からスタートしたところ です。これは首都高4号線が地下

に入っていますが、そのさらに下に洞道を整備してネットワークを整備しているものです。今で説明したように東京は非常に多く事例がありますが、残念ながら関西圏や西の方ではあまり事例がありません。いわゆる特定都市再生緊急整備地域がかかっているところでの都市再生プロジェクトではこれが活用できますので、ぜひご検討いただければと思います。

今ご紹介したものは特定都市再生緊急整備地域が対象になっていますので、相当な大都市地区でなければできませんが、これからお話しする「都市構造再編集中支援事業」はどちらかといえば地方都市が対象になる事業です。昨年のシンポジウムの際に地方都市でもできるように予算要求していくとお話していましたが、「都市構造再編集中支援事業」の拡充が認められましたのでご紹介します。

先ほど「コンパクト・プラス・ネットワーク」のまちづくりは立地適正化計画に基づいて進めていくというお話をしました。この立地適正化計画に基づいて都市機能を集積していく都市について、この「都市構造再編集中支援事業」により、例えば街なかに公共施設を集約していくとか、そこで様々な公園、街路などの基盤の整備を行うとか、そこに図書館を新しく作るとか、そういった場合に集中的に支援を行って、都市機能誘導区域内であれば1／2の補助が受けられることになっています。これによってコンパクトな街なかへの都市機能の集積を進めていくものですが、街なかをコンパクトにしていこうと面的なエネルギーの活用は非常に相性がいいというお話をしました。この事業の中で面的なエネルギーを活用する事業に対して支援できないかと財務省に対して要求を行ったところ、今年度から拡充が認められました。

「立地適正化計画」に基づき、市町村や民間事業者が行う一定期間内の都市機能や居住環境の向上に資する公共公益施設の誘導・整備、防災力強化の取り組み等に対し集中的な支援を行い、各都市が持続可能で強靱な都市構造へ再編を図ることを目的とする事業です。街なかに災害拠点や一時滞在施設等を整備する場合に、それと連携して整備されるエネルギー供給施設つまりCGSや自営線、その付帯施設

等に対して同じように補助が入る制度が作られました。

これはまだできたばかりの制度で、ほとんど活用事例がありませんが、今取り組んでいる事例としては愛媛県の宇和島中心地区です。市立宇和島病院があります、ここが宇和島市防災計画における災害拠点病院に指定されています。病院と本館がありますが、本館のCGSで生産された電力、排熱を病院側に常時供給するためエネルギーセンターの新設にあわせ、電気を供給する自営線を整備するものです。

この事業制度自体ができたばかりなので、動き始めたばかりのプロジェクトにどうやって支援していくか検討中のところも多々ありますが、今後さらに熱導管の整備なども含めて考えていくことにしています。まずは自営線によってCGSから電力を供給できるようにしていこうということで、現在取り組んでいるものです。これはあくまでひとつの事例にすぎませんが、大都市しかできなかった面的なエネルギー供給を地方都市でも立地適正化計画に基づいてやっていけば支援が幅広く得られることになりました。特に大都市の場合はCGS自体には支援が入りませんでした、地方の場合は、非常用の電源装置を確保することが重要であるということでCGSの設置と併せて自営線の整備ということで認められていますので、ぜひ活用をご検討いただければと思います。

先ほどの下田先生のお話にもありましたように、いろいろある中で今都市局が進めているのが「スマートシティ」の取り組みです。「スマートシティ」とは災害への脆弱性、交通弱者への対応など、それぞれの街が抱える課題に対し、交通・人流、気象、建物など様々なデータを重ね合わせ、また、AI、IOT等の新技術を活用してその解決を図ることで市民に安全・安心な生活や利便性、快適性等を提供するまちづくりのことです。

Society5.0の中でも言われているように、フィジカル空間とサイバー空間を融合させて、まちづくり上の様々な課題を解決していくことを目指しています。我々は従来のフィジカル空間のまちづくりを専門にやって来ましたが、それだけでは解決できな

いことが沢山あります。せっかく新しい様々なデータやIOT等の新しい技術が出ていますので、これを組み合わせて、(フィジカル空間に対してサイバー空間、デジタルツインという言い方をする) 様々なデータを基にサイバー空間を作り上げていって、そこで様々なデータを集めてシミュレーションやプランニングをすることで、まちづくりの課題(防災・環境面)について解決できるようにして行こうとするものです。

「スマートシティモデルプロジェクト」とはスマートシティの分野でわが国が世界の先導役となることを目指し、全国の牽引役となる先駆的なモデルプロジェクトを募集し、スマートシティの取り組みを支援するものです。先行モデルプロジェクトとして27都市が選定されています。実際にはその中で、「グリーン×デジタル」の実現ということで、再生可能エネルギーの利用や脱炭素型モビリティの整備などCO₂排出量を削減し、脱炭素、環境に優しいまちづくりを目指した取り組みが進められています。よく紹介されるのが、千葉県柏市の「柏の葉」地区です。ここでは、エリアエネルギーマネジメントによって脱炭素化を進めていくためにスマートグリッドなどを活用しながら、エリア全体で最適のエネルギー活用が図れるように取り組んでいます。

次に、ご参考までに建物などの都市空間をサイバー空間上で3次元的に再現する「3D都市モデル」の整備とこれを活用した社会課題の解決のために、「PLATEAU (プラトー)」というプロジェクトを国土交通省でスタートさせました。今年のグッドデザイン賞の金賞を取得しましたのでご存じの方もいらっしゃると思いますが、ネットで「PLATEAU」と入れれば、内容を紹介した動画を見ることができます。従来の国土交通省らしくない動画で、ACC賞というコマーシャルフィルムの賞も取得していますので、一度ご覧いただいてこんな事もやっていることにお気づきいただければと思います。

「3D都市モデル整備対象都市」として、全国56都市をモデルに3D地図を作っています。単なる3D地図に属性情報を入れることによって、まさに実際のリアルな都市と同じ内容を持った都市をサイバー空間上に作り上げているので、実際にそこでシ

ミュレーションができます。つまり、そこにどういう機能があって、どう動いてというシミュレーションができる3Dモデルを作っているの、様々なユースケース、活用のケースを示しています。

ネット上で動画を見ることができますので是非ご覧ください。シミュレーションを使ったスマートプランニングや防災の見える化、地域活性化、モビリティ、ドローンの運行などもこれでシミュレーションすることもやっています。ここに示す実証調査は今年度加賀市で実施したのですが、太陽光発電のポテンシャル推計という、実際に3Dマップ上で実際に太陽光パネルを設置すれば、どの程度の効率が得られるのか、反射光がどういうふうになるのか、ということがシミュレートできるものです。

これまでの話をまとめます。これからのまちづくりに向けてこの「地域脱炭素ロードマップ」を踏まえながら、来年度の予算要求をしています。都市局としては「コンパクト・プラス・ネットワーク」を進めていく、街区単位でのエネルギーの面的供給を進めていく、それからグリーンインフラを社会実装していくことを目指して来年度に向けて様々な予算要求をしています。地方都市の面的エネルギーに対する支援についても立地適正化計画を作るところや作らないところがありますので、都市交通戦略に基づいても整備できるようにするとか、あるいは自営線だけではなく熱導管に対しても支援できるようにするとか、そういった形で拡充を進めていくことにしています。また国際競争についても、特定都市再生緊急整備地域だけではなくその周辺エリアでも整備できるように拡充を進めていきたいと考えています。駆け足になってしまいましたが、国土交通省の取組みということでご紹介をさせていただきました。ありがとうございました。

基調報告2（鈴木 勝士氏）

神戸のまちづくりにおける取組み

神戸市都市局長の鈴木と申します。宜しく申し上げます。本日は大勢の皆様には神戸にお越いただき、その上、お聞きしますと関東方面からも多数お越し

いただいているようで本当にありがとうございます。

本日は「神戸のまちづくりにおける取組み」ということで、特にシンポジウムのテーマである「脱炭素とBCDを考える」という観点でお話しします。私自身、自治体の職員としてまちづくりの現場で色々経験してきました。先ほど下田先生からも関西圏風水害が頻発した都市というご紹介がありましたが、私自身、2018年の1年だけ神戸市の防災部長として災害対策を担当しており、その時の経験も踏まえてご紹介させていただければと思います。

身近に感じる地球温暖化とBCDという観点より



鈴木 勝士氏

私どもの経験を交えてご報告します。神戸市の航空写真を示しますが、自然地形と自然災害は密接に関連しており六甲山系の南側に戦前から市街地が広がっています。また、高度経済成長期に合わせて西区の方に地下鉄が延び、その沿線にニュー

タウンができました。一方、神戸市の北区のほうには私鉄の神戸電鉄という沿線にニュータウンが開発されました。

ニュータウンができて40年～50年が経過し、今現在、オールドニュータウン化の問題と格闘しているエリアです。また、ニュータウンを造成すると土砂が発生しますが、この土砂をベルトコンベアで運びポートアイランド、六甲アイランド、神戸空港島等も併せて造成して海上都市を展開していった成り立ちになっています。

六甲山系自体は花崗岩でできていますが、活断層も多数走っており、水と空気に触れて風化して非常に崩れやすい真砂土が堆積した状態になっています。特に六甲山系の南側は山裾まで市街地が伸びており、過去にも豪雨と共に土砂災害が起こっているエリアです。

写真で示します。2018年の台風21号の際に六甲アイランドから六甲山方面、北側に向かって撮っ

た写真を示しますが、六甲アイランドのコンテナヤードが水没して置いてあったコンテナが流出してしまっている状況です。今後、何の対策も取らなければ今世紀末にはさらに71cm海面上昇するという予測も出ており、こういう災害が起こる確率が極めて高くなっていくことを我々も認識した上で、その対策を考えていかなければならないと思います。

次の写真は2018年の西日本豪雨のときに六甲山系の西端の山が海岸線に迫っている場所ですが、ここにはJR、私鉄の山陽電鉄、国道2号が走る交通の要衝があります。この山裾が崩れて線路に土砂が流出した事例を示しています。幸いにも徐行運転していたため人的被害はありませんでした。隣の写真は六甲山の裏側、北区の神戸電鉄の路盤が崩壊して有馬街道という幹線道路に土砂が流出した事例を示しています。このような危機的な状況下で何も手を打たなければ、こういう豪雨が2.3倍も発生するという予測も出ており、特に神戸の地形の特徴や山裾に街が迫っている街の成り立ちを考えれば、地球温暖化に対して極めて危機的な感覚を抱いておかなければならないと考えています。

もうひとつは26年前の阪神淡路大震災です。全国各地からいろんな形でご支援いただいて急ピッチで復旧が進みました。電気、電話等の架空を中心とした設備は2週間で復旧しました。ガス、水道、下水道は地下埋設型であるため少し復旧まで時間を要しましたが、概ね3か月程度で復旧しました。1番時間がかかったのは阪神高速です。横倒しになった区間を含む高速道路の復旧に1年8か月、鉄道は概ね7か月程度で復旧しました。全国からのご支援により、災害の規模に比べて比較的早期な復旧ができたと考えています。いずれにしても、この期間は都市活動自体が停滞しました。当時からかなり年数が経っていますが、BCDの重要性が再認識できる出来事でした。

ここから本題にはいります。温暖化に関しては、海面上昇、洪水、豪雨等が頻発しており、今年になって発生した熱海の土石流は記憶に新しいところです。神戸市の取組みには3つの柱があります。まず、「神戸市地球温暖化防止実行計画」、これは神戸市全体の地球温暖化防止の取組についての実行計画

を定める法定計画です。2番目が「神戸スマート都市づくり計画」これは、まちづくりの観点からまちづくりの中の環境配慮を定めた計画です。3番目が「水素スマートシティ神戸構想」、これは身近なところでの水素の利活用や将来を見据えた先駆的な水素エネルギー開発事業を推進していくことです。主にこの3つの計画を立てて取り組んでいます。

温暖化防止実行計画の目標は、2030年までに最終エネルギー消費量を2013年比で22%以上削減する。そして再生可能エネルギーの導入等で電力消費量の30%以上を再生エネルギーやコジェネ等の地域分散型エネルギーにシフトしていく計画になっています。

次に、神戸市域のエネルギー使用量とCO₂排出量をグラフ化したものを示します。赤線が最終エネルギー消費量を示していますが、震災時やリーマンショック時には減少しています。また、東日本大震災の関係で原発がフル稼働しないため石炭火力等のシェアが高まることによって、エネルギーの消費量は減っていますが温室効果ガスの排出量は増えていることがわかります。また、2017-2018年頃にエネルギーの消費量が減っていますが、これは大規模な製鉄所の一部工程が近隣市に移転したこと起因しており、工程移転による減少をどう評価していくのか。当然移転によって最新技術に置き変わっていると思いますので、排出量自体は減っていると思いますが、こういう評価もまたきっちりしておかないといけないと思っています。

次に、これは分野別に見たグラフで、最終エネルギー消費量を22%減らすという目標は達成していますが、大半が製鉄所の一部工程の移転に起因しているものですので、その辺のフォローアップも必要であると思います。

この円グラフは、まちづくりの観点から産業、業務、家庭、運輸と4つに区分けして最終エネルギー消費量の割合を示したのですが、都市を構成する分野でのエネルギー使用量削減を考えていく必要があると思います。その対策となるスマート都市づくりにおけるエネルギー利活用の方向性としては4つを考えています。

ひとつはエネルギーの面的利用の検討、2つ目は

建物単体での環境性能の向上、3つ目はまちづくりのインセンティブすなわち建築制限の緩和を活用した建物の社会貢献、そして4つ目が未利用エネルギーの活用を検討です。

次に、神戸市内の分散型エネルギー供給施設の分布状況ですが、特にこの中で6つのエリアすなわち神戸ハーバーランド地区、三宮南地区、神戸東部新都市地区、西郷地区、六甲アイランド地区、そして神戸リサーチパーク地区が地域熱供給エリアでエネルギーの面的利用が行われているエリアです。面的利用を導入していくにあたり神戸市では事業者さんと協議していますが、導入の課題としては①個別熱源の性能が向上していることによりコスト面等から集中管理の熱源を選択しない場合も多くなっていること。また、②市内の既成市街地内で大規模な土地の転用が少ないことにより、複数の建物を同時に面的に整備するタイミングが少なくなっていること。また、③既に既成市街地の中では道路空間などが既存のインフラで占有されており、導管整備の空間が確保できないことや空間を確保しようとする、地下埋設調査等の時間・費用が多くなるということがあります。従って、行政の役割としては、こういう経済面、もしくは都市空間の物理的な面で隘路になっている分野を解消できるインセンティブを制度的に考え、事業者間のコーディネートをやっていく役割が求められていると思っています。

現在進めている三宮の再整備の状況ですが、三宮駅を中心に、先般、JRからも計画の発表があった三宮駅新駅ビル計画、市役所本庁舎2号館の建て替え等、さらに、大規模に動いているのがウォーターフロントエリアの再開発です。神戸三宮阪急ビルが4月にオープンしました。その北側のサンキタ通りも歩行者中心の空間へ再整備され、賑わいが生まれてきています。また、バスターミナルが今は市内路上に分散していますが、ターミナルビルを作って1か所に集約する計画です。また、市役所の2号館は震災で被災しましたがようやく建て替えに向けて、現在事業者公募に入っています。

これがJR三ノ宮駅新駅ビル構想図です。技術審議官からも話がありましたが、都市再生緊急整備地域を包含した三ノ宮駅を中心とした概ね1km圏内

の区域を対象に「三宮駅周辺都市再生安全確保計画」も立てました。もちろん、帰宅困難者対策等のプランも立てています。

三宮周辺再整備の中でどういうエネルギーの効率化、防災性の取組みをやっているかと言えば、ひとつは市役所本庁舎2号館の建て替えでは、事業者公募の審査項目に「環境・エネルギー」「防災・BCP」を加え、事業者提案の中で市役所機能における環境性能・防災性能の向上を図ることにしています。またバスターミナルでは、容積率緩和の都市計画提案に対して公共貢献の一つにエネルギーの面的利用の検討を義務付けています。そしてウォーターフロントの新港突堤エリアについても事業者公募の段階で省エネや低炭素の実現に向けた対策等を評価の基準に盛り込んでいます。エネルギーの効率化や防災性の向上に向けてこういった取組みを進めています。

次に3つめのテーマである水素の活用です。現在、ポートアイランドと神戸空港島の2ヶ所で実証事件を進めています。ポートアイランドでは水素エネルギー利用システム開発実証実験、神戸空港島では水素サプライチェーン構築実証実験を進めています。

水素サプライチェーン構築実証事業では、①褐炭のガス化技術、②液化水素の長距離大量輸送技術、③液化水素荷役技術の研究開発の3点を実証中です。

具体的には、オーストラリアで褐炭をガス化して液化水素の運搬船で神戸空港島まで海上輸送し、荷役、貯蔵のプロセスを実証的に構築しようとするものです。もうひとつのテーマである水素エネルギー利用システム開発実証事業では、水素と天然ガスを燃料とする1MW級の高圧タービン発電設備により電気と熱を市街地へ供給する実験を実施しており、実際にエネルギーセンターからポートアイランド内の施設を対象に電力で1100kW、熱供給で2800kWのエネルギーを供給しており、2018年4月には水素100%の高圧タービン発電による熱電供給を市街地において世界で初めて達成しました。神戸市は、実験場所等のフィールドの支援やエネルギー供給先との連絡調整、それから市街地で実証すること

に意義があると考えており、社会的受容性のための普及啓発の取組み等を支援しています。

以上、まちづくりの現場から見た地球温暖化対策とBDCの重要性や緊急度等に関し、神戸市の取組みについて説明してきました。いずれにしても、地球温暖化は待ったなしの状態ですので、本日で出席の皆さまと手を携えて、取り組んでいきたいと思っています。ご清聴ありがとうございました。

基調報告3（田坂 隆之氏）

DaigasグループのカーボンニュートラルビジョンとBCDへの取組み

ただ今ご紹介いただきました大阪ガスの田坂でございます。本日は「脱炭素化とBCD」というテーマに沿い、当社グループの取組みを紹介します。宜しくお願いします。

最初に、当社が本年1月に発表しましたDaigasグループのカーボンニュートラルビジョンを紹介します。Daigasグループではメタネーションを軸にした都市ガス原料の脱炭素化と再生可能エネルギーを軸とした電源の脱炭素化によって、2050年のカーボンニュートラル実現に向けて、しっかり挑戦していきたいと考えています。またそのマイルストーンとして、2030年には高効率低炭素な都市ガスシステムの普及拡大だけでなく、再エネ普及貢献ということで、再エネ電源500万kW、国内の電力事業の再エネ比率50%、CO₂の排出削減貢献目標として年間1,000万トンと具体的な目標を持ってチャレンジを続けていきたいと考えています。

当社は1905年に創業していますが、創業以来、一概に都市ガスと申しまして、その原料は石炭系から石油系、そして現在は天然ガスへと、イノベーションを繰り返して転換してきた歴史がございます。今後は都市ガス燃料の脱炭素化を進めていきますが、今までの経験を活かしながら、新たなイノベーションにチャレンジしていきたいと思っています。

次にDaigasグループのエネルギービジネスの将来像を3つ挙げさせていただきます。1つ目はカーボン

ニュートラルメタンを軸として、都市ガス燃料を脱炭素化していくこと。2つ目は電源の脱炭素化で、再生可能エネルギーをしっかりと普及促進していくこと。3つ目はローカルネットワークによる水素供給です。今後の技術進展や経済合理性を踏まえて、サプライチェーン全体でカーボンニュートラル実現に向けた取組みを推進して参ります。

次に2050年のカーボンニュートラルまでの移行期間、いわゆるトランジション期の視点について、少しお話をさせていただきます。脱炭素の関連技術の実用化については、一定以上の時間がかかりますし、コスト面での課題もあります。コストを如何に低減しながら実現を図るかという点がひとつのカギです。一方、そのためには、その技術が確立するまでの間に確実にCO₂の排出削減を進めておく

ことが極めて重要なことであると考えています。天然ガスは、熱の低炭素・脱炭素化に大いに貢献できます。CO₂排出量が大い産業の熱の分野では、石炭や石油系の燃料から天然ガスに転換することで、確実にCO₂排出を削減できます。



田坂 隆之氏

実際に、当社がお客様と一緒に進めているCO₂削減の取組みを紹介します。1つ目の事例は四国的大王製紙様三島工場での例で、年間2.2万トンのCO₂を削減するものです。これは、当社が保有しているガスアトマイズ技術を駆使しながら、重油専焼であった石灰焼成キルンを、天然ガスとの混焼に改造することによってCO₂を削減していくものです。また、次の例は九州の旭化成延岡様とご一緒させて頂いたもので、これは石炭の自家発電をLNGに変えていくことで年間16万トンのCO₂削減ができるという事例です。このように、トランジション期においては天然ガスそのものがCO₂削減に大きな役割を果たすことができると考えています。

次に再生可能エネルギーと親和性の高い都市ガスシステムについて説明します。ご承知のように、再エ

ネは時間の制約や天候の影響等を受けますので、調整力が必要です。カーボンニュートラルメタンの活用による燃料電池を活用した分散電源による調整力は、グリーンな調整力として非常に役立つものと考えています。デジタル技術を活用して分散型電源をアグリケートしていくとVPPを構築することになり、これが系統電力の安定化に繋がりますし、何よりも再エネの普及拡大に貢献すると考えています。この図はこれまでで説明してきた当社の取組みのロードマップです。詳細は割愛しますが、着実に脱炭素に向けて取り組んでいきたいと考えています。

続いて、当社の研究開発拠点を紹介いたします。私共は、大阪湾岸の西島地区を「カーボンニュートラルリサーチハブ」と位置付け、グループ内での技術連携のみならず、パートナーの皆さまと共同研究を進めて、カーボンニュートラルな燃料の製造や利用などの新たな研究開発を進めて参ります。ご見学も可能ですので、時間があれば是非お立ち寄りいただきたいと思います。

次に、都市ガスのカーボンニュートラル化でキーとなるメタネーション技術をご紹介します。実はこの技術は、石炭や石油でガスを製造していた時代から存在する技術です。そういう技術ではありますが、我々が今力を入れているのは、より効率的な「SOECメタネーション」という革新技術への取組みです。既往技術である「サバティエメタネーション」は、その精製効率が55～60%ですが、SOECメタネーションは85～90%と非常に高効率で、カーボンニュートラル社会の実現に大きく貢献できると考えています。また、この技術以外にも様々な技術開発を行っており、例えば、生ごみを使ったバイオガスメタネーションもその一つです。これは是非、大阪関西万博の場で皆さまにご披露したいと考えています。また先日プレス発表しましたが、INPEXさんと共同でメタネーションの技術開発事業を進めます。新潟県の長岡市で、INPEXさんの長岡工場のプラントに世界最大のメタネーション設備を接続して、合成メタンを作る計画です。当社はこの事業では、メタネーションの設計とプロセスの最適化を担当します。こうした事業を通じて、私どもはメタネーションによる都市ガスのカーボン

ニュートラル化の早期社会実装に向けて取り組んでいます。

また、電力ビジネスにおける取組みについては、電源種の拡大検討に加えて、気象シミュレーションなどの技術も組み合わせて、電力ビジネスを拡大していきたいと考えています。

カーボンニュートラルの実現は、我々だけでできるものではありません。様々な分野の皆さまと連携して進めていくことが極めて重要だと思っています。カーボンリサイクルの推進では、化学や鉄鋼業界の皆さま、海外サプライチェーンの構築では、プラントメーカーや商社の皆さま、制度整備の面では行政の方々、水素・アンモニア等の利活用ではコンソーシアム等を通じた連携を模索して参ります。その他CO₂クレジットの活用や技術開発のみならず地球規模での環境貢献に寄与するような取組みを推進していきたいと考えています。

続いてBCDの取組みについてご説明します。エネルギーに関する要素技術は様々な場所に存在していますが、昨今のデジタルトランスフォーメーションによって、それぞれが連携した取組みが加速していると感じています。都市部ではエネルギーマネジメントによってスマートなエネルギーネットワークの形成が容易となり、再エネやVPP等の導入が積極的に推進されています。都市部のまちづくりのメガトレンドとしては、脱炭素に加え、エネルギーの地産地消、それからレジリエンス（BCD）の3項目が基本骨格となって、街が活性化されるのではないかと考えています。国の方でも様々な政策が議論されており、2050年のカーボンニュートラル宣言はじめ、各種の政策支援事業もたくさんご検討いただいています。その中でもレジリエンスは自然災害が激甚化する中で、近年非常に価値の高い項目であると思っています。この3つの基本骨格を形成する要素技術は多様ではありますが、それぞれの街の特性に合わせて、最適に組み合わせていくことが重要であると考えています。

続いて、都市ガスのインフラ網、ガス機器によるレジリエンス構築についてお話しします。鈴木局長様からお話がありましたが、私どもも阪神大震災を経て都市ガス網の強靱化に努めて参りました。

2018年の大阪北部地震では、中圧供給のエリアでは全く供給停止はありませんでしたし、低圧エリアは7日で復旧を完了しました。またガス管は埋設していますので台風には影響を受けにくく、安定的にエネルギーを供給することができるという特徴があります。さらに分散型電源システムを採用いただければ、仮に停電が起こったとしても安心して電気や熱をお使いいただくことが可能です。これまでコージェネレーションシステムについては、熱電併給による非常に高い省エネ性と、耐震性の高い都市ガスインフラとの組み合わせによるレジリエンス性の2つで評価をいただいていたと思っています。

脱炭素化に向けてCGSに寄せられる3つの新たな期待があります。1つはトランジション期においては非常に低炭素なシステムであること。2つ目は、天然ガス+CCUSやカーボンニュートラルな都市ガス、バイオガスとの組み合わせによる脱炭素電源化が図れること。そして3つ目に、再生可能エネルギーとの組み合わせによる再エネ調整力として期待されていること。こういう新たな期待が寄せられており、ますます活躍範囲は広がってくると考えています。

ここからはレジリエンス構築の事例紹介をします。まず御堂筋周辺地域です。私どもが本社機能を置いている大阪ガスビルディングは御堂筋沿いに位置しています。このエリアは、「特定都市再生緊急整備地域」に指定されており、都市の国際競争力の強化を図るため緊急かつ重点的に市街地の整備を推進することが求められているエリアです。2001年、御堂筋エリアの事業者が集まり、このエリアを活力と風格のあるビジネスエリアとしてその価値を向上させることを目的に、「御堂筋まちづくりネットワーク」が設立されました。弊社はその代表理事を務めており、少しでもこの活性化のお役に立てるように努めて参りました。大阪市様はこの御堂筋エリアにおいてBCDの確立を推進されています。その実現に向けて御堂筋まちづくりネットワークは、「都市再生安全確保計画」の改訂にも協力してきました。2020年にこの改訂がなされ、現在計画の北浜4丁目再開発や北浜3丁目再開発の両プロジェクトで、例えば有事の避難場所としての役割を

担うこと等、様々なBCP対応策が検討されています。行政と事業者が一体となって連携し、まちづくりに取組んだ良い事例ではないかと思っています。

現在詳細の設計が進んでいる両再開発計画では、当社からはBCDコジェネの提案はもちろん、高度エネマネシステムの活用によるレジリエンス構築をご提案致します。このシステムは平常時にはエネルギーをマネジメントすることが目的ですが、見える化によって街区全体の環境貢献PRを行ったり、省エネ行動を推進したり、積極的に情報を発信致します。エネルギーに関する情報だけではなく、「御堂筋まちづくりネットワーク」と連携して、地域の情報、例えば街のイベント情報や注目の飲食店の情報など、積極的な情報発信を行って、街の活性化に貢献していきたいと思っています。そして万が一の有事においては、近隣にある当社ガスビルとも連携して、見える化で用いる各種デバイスに避難場所の情報を発信するなど、避難誘導の補助を行い街の混乱を避ける、というようなソフト面からのレジリエンス構築を提案致します。

続いて千里中央地区を紹介します。ここは日本で初めて地域冷暖房が生まれた地域です。50年が経過した今でも、非常に多くのお客様にご利用いただいています。当社はこの地区の事業者として、豊中市様と共に防災ワーキングを立ち上げ、その事務局を務めています。この防災ワーキングは再開発を検討されている各事業者様の議論のプラットフォームとして活用いただいています。また、当社は防災だけではなく、防犯の仕組み作りによって街の価値を向上させるような検討も行っています。防災システムとしては、例えば災害で系統電力が途絶した場合に、街の中に実装されている分散電源を起動させ、またEVを蓄電池として活用して、避難場所への電力供給も検討できるのではないのでしょうか。加えて、防犯カメラやスマート街灯からの情報によって防犯情報を収集し、その情報を地域冷暖房の防災センターに集約し様々なツールを通じて、街に発信していくような取り組みを目指して検討しています。また、スマピコというガス漏れ警報器から、気象情報や防災情報など地冷の防災センターと連携して、防災防犯の情報を提供する検討を行っています。また

多くの方がお持ちのスマートフォンのアプリを通じて、有事の情報発信だけではなく、平時にはお住まいの方々の生活や健康に役に立つような、情報発信できるシステムも検討しています。このように、レジリエンスについては、ハードはもちろんソフトも駆使して、自然と街に溶け込むことが可能になると考えます。

さて、現在神戸の玄関口でありますこの神戸三宮エリアは、神戸市様のリーダーシップのもと多くの再開発計画が進んでいます。先ほど局長からもご紹介がありましたが、特にJR三宮新駅ビルと、それから雲井通のバスターミナルの開発計画については、双方が交通の要であり、公共性の高さから連携した再開発が期待されていると思います。また現在事業者の公募がかかっている神戸市役所本庁舎2号館については、このエリアのBCDの拠点になってほしいという期待があります。

当社は、先程紹介させて頂いた大阪市様のBCD構築に、御堂筋ネットワークとして関与させて頂いた実績がございます。また神戸市様においては、神戸のガスビルはじめ数多くの当社拠点がこの神戸にあり、阪神淡路大震災を皆さまと共に乗り越えてきた経験がございます。当社は、これまで培ってきたガスの信頼性に基づくレジリエンスやBCDに、本日で紹介させて頂きました新しい脱炭素に向けた技術やエネマネ、ソフト面の知見を組み合わせた総合的なサービスを「DaigasスマートBCDサービ

ス」と名付けておりますが、この神戸三宮エリアにおいてもこれらのサービスを活用したお役立ちをさせていただきたいと考えています。

本日のまとめです。世界的に脱炭素の動きが急激に拡大して、産業構造や経済社会の大きなパラダイム転換が起こりつつあります。我が国では近年、自然災害が激甚化しており、防災、減災、国土強靱化のようなレジリエンスの取組みもますます重要になっています。こうした課題を同時に解決していかなければなりません。私どもDaigasグループでも、これまでの100年を越える歴史の中で培ってきたチャレンジ精神や技術力で、都市ガス原料の脱炭素化、電源の脱炭素化、ローカル水素ネットワークの利活用、そしてエネルギーマネジメントを活用したレジリエンスの向上、こうしたことを本日お集まりの皆さまと共に実現したいと考えています。私どもは、時代を超えて選ばれ続ける革新的なエネルギーサービスカンパニーへの進化を通じて、持続可能な社会の実現に向けて挑戦して参ります。

以上で本日の報告を終了させていただきます。ご清聴ありがとうございました。

パネルディスカッションの発言内容の掲載については紙面の関係により割愛させていただきます。



基調講演



聴講風景



パネルディスカッション

グリーン水素サプライチェーンの創出に向けて

株式会社大林組 島 潔

1. 取り組み概要

1.1 都市エネルギーとしての水素の課題

水素が都市エネルギーの転換に貢献するためには、現時点で利用が進んでいない建物や発電などの部門で活用されねばならない。しかしながら、都市エネルギーとして水素を利用する上で、解決すべき技術的・経済的課題はまだ多い。経済的課題の一例として、発電や排熱利用で水素を利用する場合の排熱利用価値を加味した発電単価の試算例を図1に示す。都市ガスと水素ガスによる単価は、たとえ

燃料電池を利用したとしても、都市ガス由来の単価よりも相当高くなってしまふ。単価を比較するのであれば、設備費や運転維持費を通年で評価する均等化発電原価（LCOH）で比較すべきであるが、ごく簡単な目安として参照いただきたい。燃料電池は電気化学反応を用いて電気と熱が取り出せる上、発電効率も高いため、発電量はそれほど目減りしないと勘違いされる場合もある。しかしながら、電気化学的に活性な水素を用いて、水生成反応のエネルギー変化を電気エネルギーとして外部に取り出すため、熱機関において水素を燃料させることで取り出せるエネルギーと同等であり、燃料電池も発電量は大きく目減りすることに違いはない。

水素の経済的課題を解決するためには、様々な取り組みによって水素の市場を広げ、規模の経済や学習曲線によるコスト削減を目指すことが肝要であろう。大林組では、水素の市場を広げるべく、新しいアイデアから社会的に意義のある新たな価値を創造できるよう、水素に関するさまざまな実証に取り組んできた。本稿では、これまでに当社が関わってきた水素に関する主な取り組みについて紹介する。

1.2 取り組み方針

水素に取り組むにあたっては、主に、「水素の製造→搬送→利用までの水素サプライチェーン（図2）を最適化するためのマネジメント技術の研究開

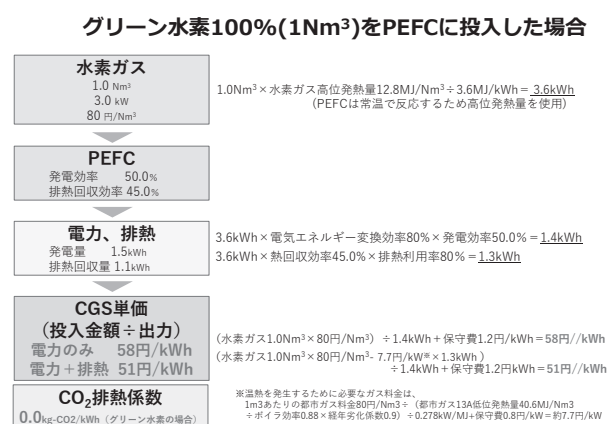
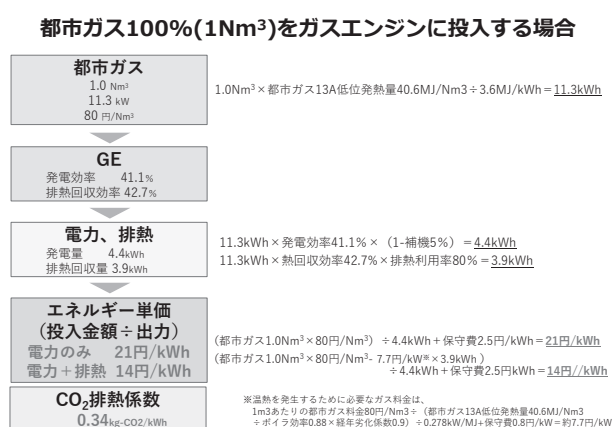


図1 都市ガスと水素ガスによる発電単価の比較



図2 水素サプライチェーンのイメージ

発や社会実証」に取り組んでいる。

建設工事の設計施工一貫方式で培ってきたプロダクト・プロセスマネジメント能力を活かし、水素の製造→搬送→利用までの水素チェーンを最適化するためのマネジメントに当社が貢献できると考えているからである。マネジメントを通して、都市のエネルギーとして水素を使うためのエネルギー・マネージメント・システム（EMS）や、水素を製造場所から利用先まで効率よく搬送するための水素最適搬送管理システムなど、いわば水素の利活用を促すためのプラットフォーム開発に注力している。プラットフォームを土台として、様々な水素関連技術や製品の需要創出に貢献することで、我が国の水素インフラ構築に貢献していきたい。

次項以降、当社が取り組んだ事例を紹介する。

2. 水素コージェネレーションシステム実証

2.1 実証概要

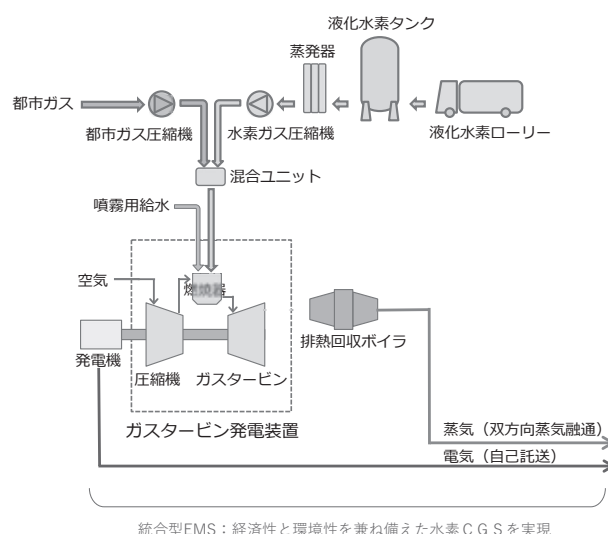
神戸市のポートアイランドにおいて、水素と天然ガスを燃料とする1 MW級ガスタービンを有する熱電併給設備（水素コージェネレーションシステム、以後「水素CGS」）を用いて、地域レベルでの「電気」「熱」「水素」エネルギーの効率的な利用を目指す技術開発・実証事業に2015年より取り組んでいる（写真1）。本事業は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「課題設定型産業技術開発費助成事業」として取り組まれている「水素社会構築技術開発事業」の中の「大規模水素エネルギー利用技術開発」の1テーマとして実施している。実施体制については、大林組が幹事を担い、インフラ整備と統合型EMSおよび双方向蒸気融通技術の開発を担当し、川崎重工が水素専焼／混焼ガスタービンの開発を核とした水素CGSおよび水素貯蔵供給設備の設置を担当している。また、スマートコミュニティ構築のための実証フィールドおよび実証設備設置のための敷地の提供を神戸市、発電電力の送電を関西電力、水素の供給を岩谷産業、実証設備の運転・保守を関電エネルギーソリューション、蒸気関係要素技術の検証を大阪大学、産官学が協調して取り組んでいる。

2.2 システム概要

本設備は、液化水素ローリーから燃焼ガスとしての水素ガスを供給するための「水素貯蔵供給設備」、この水素と都市ガスを燃料とする「水素CGS設備」、熱と電気の需要先の需要予測とCO₂フリー水素の使用による環境性と経済性を考慮して、最適に発電計画を立案する「統合型EMS」で構成されている。設備で発電した電気は近隣の公共施設に「自己託送制度」を利用し、関西電力の送電網を經由して送電している。また熱については排熱ボイラにより圧力10 kg/cm²の蒸気を発生させ、実証のために新たに構築した蒸気導管により、近隣の公共施設供給している。図3にシステム構成図を示す。本設備の熱・電の供給能力について、熱は約2,800 kW、電気は所内動力等を差し引いた約1,100 kWである。

2.3 統合型EMS

本実証において、電気と熱の利用状況や、水素と都市ガスの市場価格に基づき、プラントの環境性と経済性を時々刻々計算しながら、CGSの最適運転パターンをオペレータに指示できる「統合型EMS」を開発した。「統合型EMS」の主な機能のうち、水素と都市ガス混焼率の最適化イメージを図4に示す。環境性を優先するのであれば水素100%で運転すればよいが、水素単価の高い水素普及時期においては、水素と天然ガスを混焼させて運転する方が



統合型EMS：経済性と環境性を兼ね備えた水素CGSを実現

図3 水素CGSシステム構成図

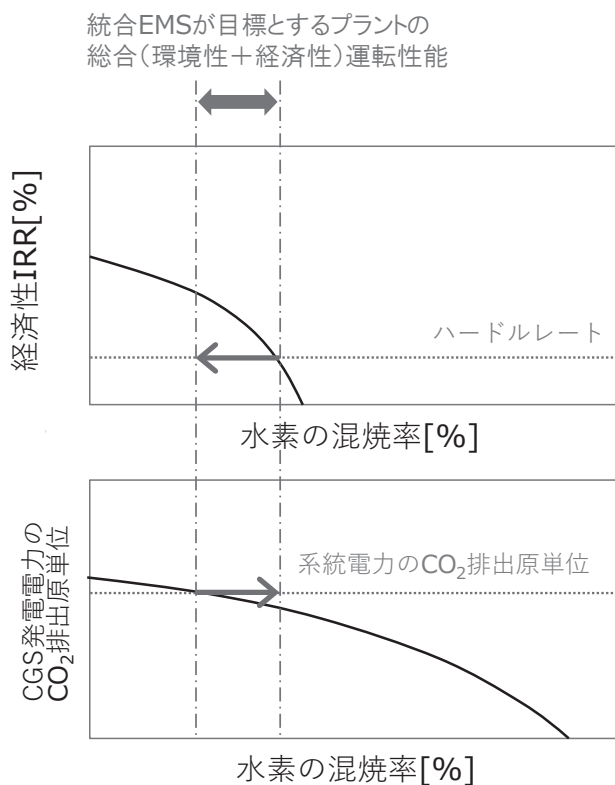


図4 EMSにおける統合性能最適化のイメージ

経済性に優れた運転となる。図3の場合は、総合性能（環境性＋経済性）が最適（環境性では系統電源のCO₂排出原単位よりも下回りつつ、15年内部収益率（IRR）でハードルレートを上回る範囲）となるのは、水素と都市ガス混焼率を 図中の⇔ の範囲で決定すればよいこととなる。

EMSでは、予測クラウドサーバーより、各建物の各時電力量および熱需要量の予測値を受け取り、タービンの負荷率や水素混焼率などの前提条件を少しずつ変化させながら、全てのパターンについて年間光熱費と年間CO₂排出量を算出し、最適解を算出する。その結果をサーバーに返し、タービンに運転パターンを指示する構成としている。シミュレーションプログラムは、ユーザーフレンドリーで汎用性のあるEMSとするためエクセルベースで構築し、計算条件・パラメータ・近似式などをユーザー自身で容易に書き換えできるものとした。

2.4. 今後の展開

実証では、燃料として液化水素を気化させて利用

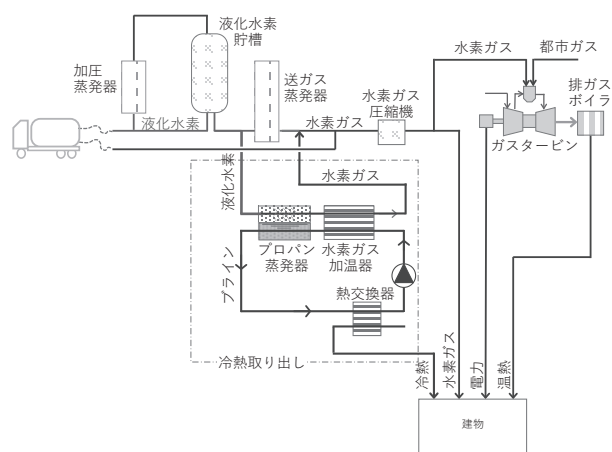


図5 冷熱取り出しシステム構成図

している。中間熱媒体（プロパンガスなど）を用いて、極低温の液化水素から、熱交換部分の着霜を回避しつつ、媒体を凍らせることなく、液化水素が気化する際の冷熱を取り出す技術を研究している。このシステムが実用化されれば、液化水素の冷熱を無駄なく活用でき、水素CGS全体をさらに高効率化できる。さらに、図5に示すような、液化水素を利用することで、電力、温熱、冷熱、水素ガスを利用するシステムも可能となる。

3. 地熱発電を利用したグリーン水素サプライチェーン実証

3.1 概要

再生可能エネルギーの一つである地熱発電は、安定的な供給が可能な優れたエネルギー源である。しかしながら、発電可能な場所が山間部に位置しているため送電網の容量が不十分であることや、開発期間が長いこと固定価格買取制度（FIT）を適用するための商用電力系統の容量が、開発期間が短い他の再生可能エネルギーによって先に埋まってしまう送電線への接続が困難になるといった課題があることから、事業化が遅れている。そこで当社では、地熱発電の開発と同時にグリーン水素の活用を促進することをめざし、大分県において地熱発電電力で製造した水素を九州各地へ陸送するスキームを実証することとした。写真1にプラントの全景を示す。



写真1 プラント全景

3.2 地熱発電を利用した水素製造の意義

再生可能エネルギーを利用する水素製造は、今後大量に導入される太陽光や風力の安価な余剰電力を利用することで、経済性が得られるとともに、系統電力の安定化対策にもなることが期待されている。しかしながら、余剰電力の価格は、電力市場の制度設計や再生可能エネルギーの補助金制度に依存するため不安定である。また、大量の余剰電力が安価に調達できる状況は、再エネ事業者の設備投資回収が進まないことと同義であるため、安価な余剰電力が市場に大量に出回るのかも不透明である。

一方、蓄電池の価格が国のロードマップ通りに下がるとすれば、強力なCO₂排出制約が制度設計されるなどの要件がないと、系統安定化対策としての水素製造は経済合理性の点では厳しい。

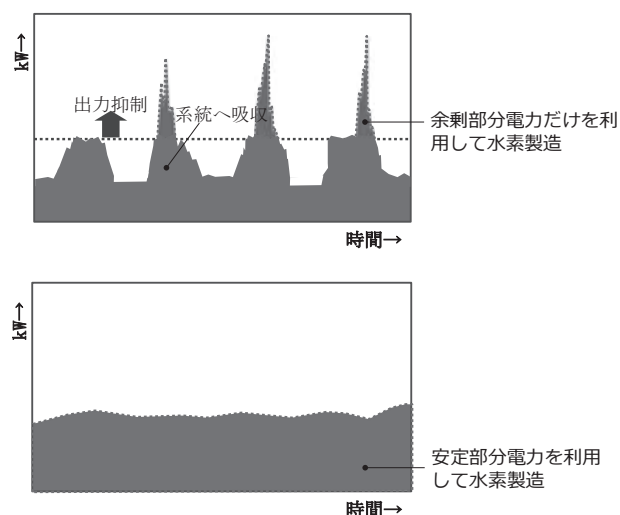


図6 変動型再生可能エネルギーの発電量

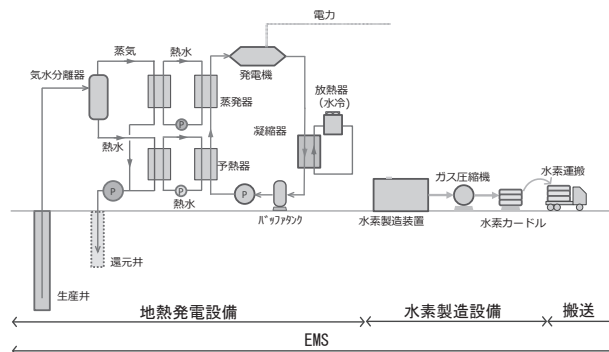


図7 全体システム構成

そこで、グリーン水素の経済合理性を向上させることを目的として、図6に示すように、24時間安定して発電できる地熱発電電力を利用して水素を安定的に製造し、遠隔地に搬送して利用することとした。図7にプラント全体のシステム構成図を示す。

3.3 複数の運転モードを備えたEMS

実証では、当社が開発した複数の運転モードを備えたプラント向けエネルギーマネジメントシステムを利用し、水素製造を最適に行うための検証を行う。

(水素製造量優先モード)

水素搬送車両に装着したGPS端末から搬送状況を把握し、車両の発着スケジュールに合わせてプラントを起動停止させることなく効率よく連続運転できるように、水素生産量を調節制御する運転モード

(水素グリーン度優先モード)

出荷する水素のグリーン度が最高となるよう、すべての周辺機器を含めた所要動力をできるだけ地熱発電で賄い、系統電力からの買電電力を最小にする運転モード

(水素単価優先モード)

水素の製造コストが最小となるよう、周辺機器を含めた水素製造装置の効率が最大となる運転点での運転モード

各モードを駆使することで目指す最適化のイメージは、図8に示すようなダイヤグラムである。製造（水素製造装置の運転状態、水素貯蔵タンクの残量）→搬送（複数台の搬送車両が製造元と供給先の間を往復するGPS位置情報）→供給先（水素貯蔵タンクの残量:将来対応）の状況を把握しながら、機器

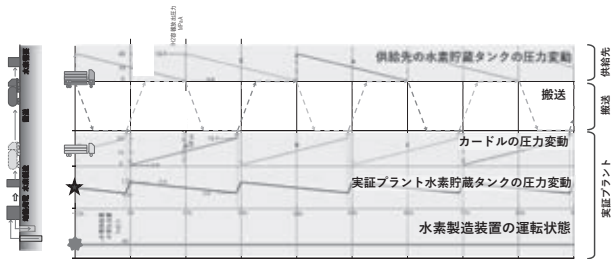


図8 システム構成イメージ

や車両が待機状態になったり、水素残量が空になることがないよう、サプライチェーン全体を遠隔監視することを目指したい。

4. 福島県浪江町水素利活用実証（環境省委託事業）

4.1 概要

水素をエネルギーキャリアとして活用するためのビジネス環境やインフラは未だ十分に整備されておらず、特に再エネ由来のグリーン水素の商用化はほとんど進んでいない。高圧ガス保安法や建築基準法等の法規が、水素を都市のエネルギーキャリアとして利活用していくことを想定していないことも、利用が進まない一因となっている。そのため、水素関連商品やシステムの規模の経済が働かず、水素活用の市場が拡大するだけの経済合理性が得られていない。

そこで、環境省の委託事業として、福島県浪江町に燃料電池や燃料電池自動車（FCV）などの水素を利活用できる設備を複数の建物に設置し、「福島水素エネルギー研究フィールド」に建設された10 MWの太陽光発電設備から得られる水素を、地域で有効に活用する水素サプライチェーンの実証事業を進めている。図9実証概要を示す。

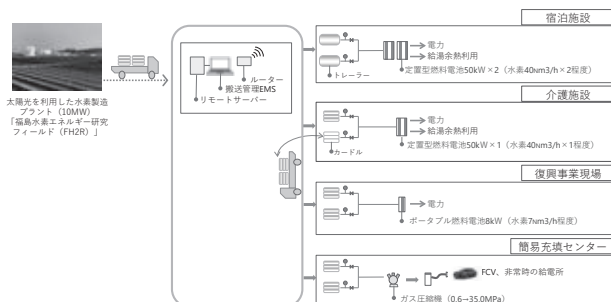


図9 実証概要

4.2 最適搬送管理システム

水素サプライチェーンを最適化する仕組みとして、水素需給量・搬送状況を考慮した最適搬送管理システムを町の水素利用プラットフォームとして構築し、水素サプライチェーンの全体管理・最適化を目指す。水素需給量・搬送状況を考慮した最適運用管理システムを活用することで、効率よく搬送するための搬送ダイヤグラムを構築する。これにより、搬送に関わる燃料代や人件費の削減を図る。図10に最適搬送管理システムの基本構成を示す。

水素カードルで水素を搬送する場合、供給先のカードルの水素残量が残り少なくなるたびに随時交換する方法、1台のトラックで複数のカードルをまとめて一括交換する方法、あるいは複数台のトラックで手分けして交換する方法など様々なパターンがあり、供給用先間の距離や需要量によっては、複数台での複雑な運用が必要となる。（図11）

また、搬送最適化のためには、以下の機能を備える必要がある。

- ・各拠点の水素消費傾向をベースとした各拠点の水

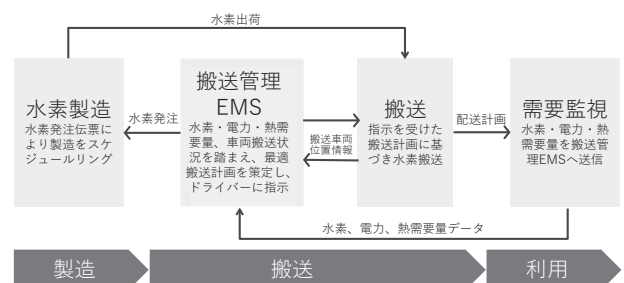


図10 最適搬送管理システムの基本構成

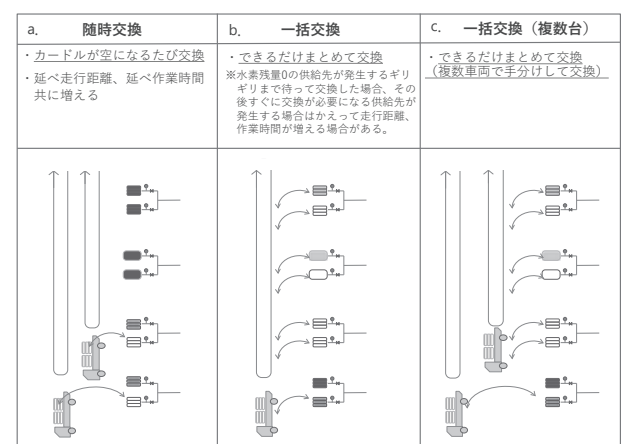


図11 最適な配送パターン選択肢

素カードル残量予測（電力需要、水素消費傾向把握、予想水素燃料消費需要）

- ・各拠点の水素残量（最低量指定）、水素残量予測、各水素カードルトラックの位置情報、搬送経路（距離等）に基づく最適デリバリー計画
- ・需要先の状況により計画を随時変更できる機能
- ・計画変更をリアルタイムに搬送車両ドライバに伝達できる機能

最適化のためのロジックは、最適を定義する評価関数（搬送のために必要となる単位水素当たりのコストミニマム、搬送総コストミニマム、排出カーボンミニマム、など）により最適解（最適な搬送パターン）を導き出せるものとした。各水素カードルトラックの位置情報は、車両に搭載したポータブルなグローバル・ポジショニング・システム（GPS）トラックから送信される緯度経度情報を車両マーカ―として表示できるものとし、搬送管理者が直感的に状況を把握できる仕組みとした。

4.3 今後の展望

プラットフォームを利用しながら、小規模な水素利用から着手し、順次、個所数と規模を増やしてゆく。搬送はカードルからトレーラーへと規模を拡大し、最終的にはパイプラインを敷設して効率良く水素供給することも視野に入れている。図12に今後の展開イメージを示す。

5. 地熱電力を利用したグリーン水素製造事業

国内の水素サプライチェーンだけでなく国際水素サプライチェーン（図13）を創出することが、我が国のカーボンニュートラル達成のためには、喫緊の課題となっている。

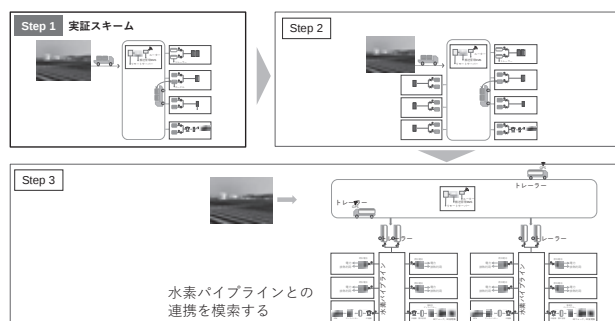


図12 実証の今後の展開イメージ

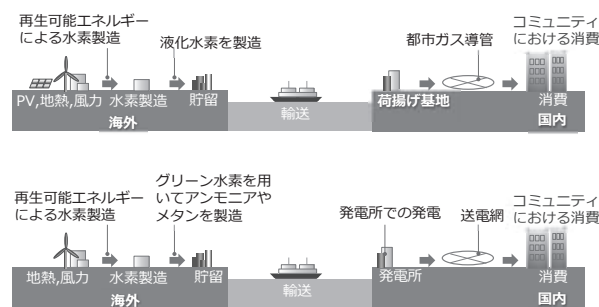


図13 国際水素サプライチェーンのイメージ

当社はニュージーランドの地熱発電で得られた電力によりグリーン水素製造を行い、最終的には日本へ輸出する国際水素サプライチェーンの実証に取り組んでいる。（図14）

実証のPhase 1はニュージーランド国内の水素サプライチェーン構築を目指すものである。現地企業と共同で事業会社を設立し、同社が所有する地熱発電所の電力を利用して水素を製造プラント（1.5 MW規模）が完成した（写真2）。

年間100t程度のグリーン水素の製造からニュージーランド国内における流通まで、一連のサプライチェーン構築のための社会実装（図15）を実施し、各段階におけるノウハウを蓄積していく。また、この研究を通してサプライチェーンの経済面や環境面

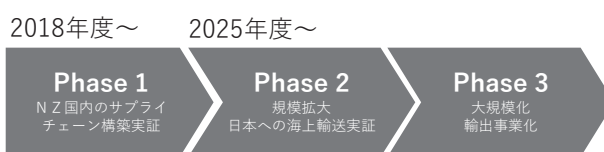


図14 実証ロードマップ



写真2 水素製造プラント

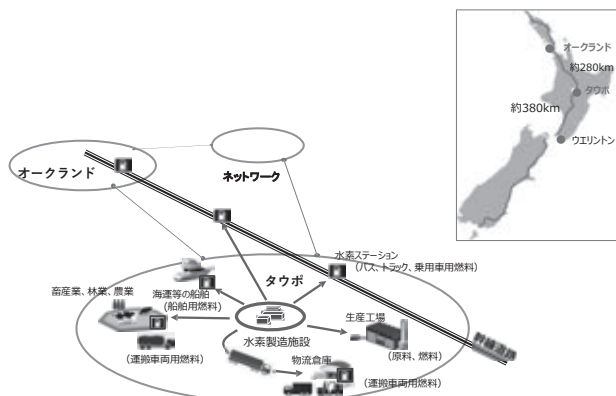


図15 サプライチェーン構築のための社会実装イメージ

の評価を行うとともに運用マネジメントシステムの開発を行い、将来の事業化の可能性を検討する。

ニュージーランドは再エネのポテンシャルが高く、すでに国内電力需要の約8割が再エネ由来電力で賄われている。地熱発電による水素の製造コストも日本より相当低く、将来的にはPhase2で規模を拡大しタンカーによる海外輸送実証に取り組み

つつ、Phase3ではタンカーで日本に輸出することも視野に入れている。

6. まとめ

水素はLNG以上に解決すべき課題は多いものの、その商用化は、液化天然ガス（LNG）の商用化過程と同様のプロセスをたどるのではないかと考えている。LNGは当初、熱量あたりの価格が原油より相当割高であったものの、優遇措置や制度設計により単価を下げる努力を続ける中、石油危機により原油が高騰したこともあり、石油より環境性はもとより経済性においても優位なエネルギーとなった。カーボンプライシングや排出規制が喫緊の課題となる今、様々な制度設計や、水素の課題解決のための取り組みにより、水素も商業ベースに乗ってゆくものと考えている。再生可能エネルギーと親和性の高い水素の本格利用に向け、今後も技術的・経済的課題解決を目指していく。

日本一住みよいまちを目指して ～SDGs未来都市・北九州市のまちづくり～

北九州市企画調整局SDGs推進室 次長 栗原 健太郎

【北九州市の産業と世界遺産】

明治維新後、「殖産興業」をスローガンに近代化への道を歩みはじめた日本は、これまで輸入に頼っていた鋼材を日本で生産し、製品製造まで行える銑鋼一貫の近代的な製鉄所の建設を計画しました。様々な地域が製鉄所の候補地に手を上げる中、八幡村（現在の北九州市八幡東区）も名乗りを上げ、1897年、日本初となる銑鋼一貫製鉄所の建設地が正式に八幡村に決定しました。

その頃の日本には、銑鋼一貫製鉄所を建設する技術はなく、ドイツから技術導入を受け、1901年、高さ30mの巨大な第一高炉が火入れ式を迎えます。

しかし、その後、不具合が頻発。落胆が広がる中、日本冶金学会の第一人者であった野呂景義氏を招き、高炉不調の原因究明にあたります。日本人技術者の努力が実を結び、1904年7月、高炉の安定した操業に成功、官営八幡製鐵所は日本の近代化をけん引する大きな一歩を踏み出しました。（写真1）

安定した鉄の供給は近代化を進展させ、本市は「ものづくりのまち」として発展し、日本の高度経済成長を支えていきました。

2015年、官営八幡製鐵所の旧本事務所をはじめとする4施設が「明治日本の産業革命遺産」の構成資産として世界遺産に登録されました。（写真2）

日本の近代化を支え、人々の暮らしを豊かにした官営八幡製鐵所が世界遺産に登録されたことは、SDGsのゴールのひとつ「住み続けられるまちづくり」につながり、北九州市民のシビックプライドの醸成につながっています。



写真1 1900年建設中に来所した伊藤博文侯爵との記念撮影



写真2 官営八幡製鐵所旧本事務所
（写真提供：日本製鉄（株）九州製鐵所）

【公害克服から環境国際ビジネスへ】

1901年の官営八幡製鐵所の操業以降、「ものづくりのまち」として発展し、四大工業地帯の一つとして日本の高度経済成長を支えてきた北九州地域は、1960年代には、激甚な公害問題を抱えることとなりました。

酸化鉄が混じった赤い煙や、石炭の黒い煙など、街中に立ち込めた汚染された大気は「七色の煙」と呼ばれ、工場が集積する洞海湾には、有害な物質を含んだヘドロが厚くたまり、船のスクリューを溶かすほど水質が汚濁し、大腸菌も棲めない「死の海」と揶揄されていました。

この深刻な公害問題に対して、最初に立ち上がったのは、子どもたちの健康や、市の未来を案じた地域の婦人会でした。大学と共同で大気や水質の汚染状況を調査・研究したほか、「青空がほしい」という映画を自主製作するなど、企業や行政に環境改善を求める運動が広がっていきました。(写真3)

これを受け、企業は環境に配慮した技術開発に取り組み、行政も公害防止協定や条例を整備したことで、1980年代には、環境庁から「星空の街」に選ばれるまでに大きく改善しました。この市民、企業、大学、行政のパートナーシップにより公害を克服したプロセスは、かけがえのない財産となり、北九州市民の自信や誇りとなっています。

以後、本市は環境に配慮した「循環型社会づくり」に取り組むようになります。

1997年からは環境保全と産業振興の両立をめざした「北九州エコタウン事業」を実施、2008年には「環境モデル都市」、2011年には「環境未来都市」に選定されたほか、自治会やESD活動によるまちづくりにも取り組んできました。

また、公害克服で培った技術やノウハウを基に、専門家の派遣や研修員の受入れなど、開発途上国へ

の環境国際協力をおこなってきました。中でも、「ブノンペンの奇跡」と称されるカンボジアへの技術協力では、水道普及率の向上、飲用可能な水道水の供給など、現地の水道事業を劇的に改善しました。

また、アジア諸国の水インフラに関する多様なニーズに対応するため、「北九州市海外水ビジネス推進協議会」を設立し、民間企業の優れた技術と自治体の管理運営ノウハウにより、幅広いニーズにワンパッケージで対応する「海外水ビジネス」を積極的に展開しています。上下水道設備を導入だけでなく、上下水道設備の維持・管理や料金徴収などのノウハウを基に、漏水問題の改善や上下水道事業の人材育成など、運用面の支援も行い、現地の人たちの力で上下水道インフラを維持できるよう、持続可能な事業を支援しています。(写真4)

【2050年のゼロカーボンシティを目指して】

「SDGs（持続可能な開発目標）」は、2015年9月の国連サミットで、すべての加盟国により採択された2030年までの世界共通の開発目標です。「誰一人取り残さない」ことをスローガンに、発展途上国のみならず先進国も17のゴール、169のターゲットに取り組むこととされています。

本市の官民一体となった取り組みは、SDGsを先取りするものとして、2017年12月、国の「第1回ジャパンSDGsアワード」で特別賞を受賞、2018年4月には、OECDの「SDGs推進に向けた世界

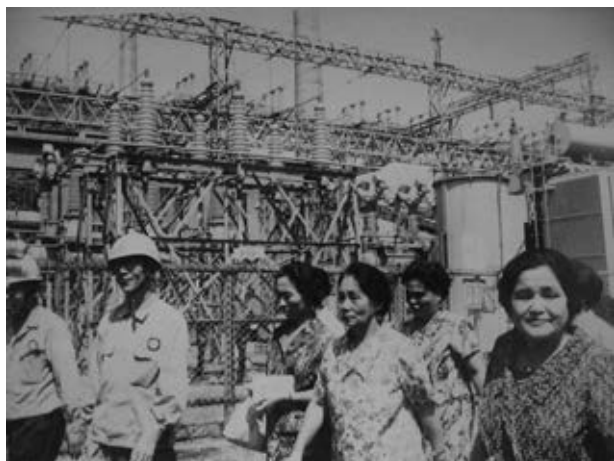


写真3 市民による「青空がほしい」運動



写真4 現地でバルブ操作の指導をしている様子

のモデル都市」にアジアで初めて選定、同年6月には、国内最初となる「SDGs未来都市」及び「自治体SDGsモデル事業」にも選定されるなど、国内外から高い評価を受けています。

また、2018年7月には、本市市長が「国連ハイレベル政治フォーラム」にて、日本の自治体として唯一取組みを発表するなど、SDGsの先進都市として、世界の自治体・地域をけん引すべく様々な取組みを進めているところです。

2021年度からは、2030年のあるべき姿として、『真の豊かさ』にあふれ、世界に貢献し、信頼される『グリーン成長都市』をビジョンに掲げた第2期「北九州市SDGs未来都市計画」に基づき、経済・社会・環境の三側面に統合的に取り組み、自律的な好循環を生むことを目指しています。(図1)

三側面のうち特に環境面においては、2020年10月に行った「2050年のゼロカーボンシティ」宣言を踏まえ、2021年8月に「北九州市地球温暖化対策実行計画」を改定し、2050年の脱炭素社会の実現に向けた取組みを推進しています。鍵となる再生可能エネルギーの普及を促進するため、2025年度までに公共施設における再エネ100%電力化を行います。

また、西日本唯一の基地港湾に指定されている強みを生かし、洋上を含む風力発電関連産業の総合拠点化を目指すこととしています。

産業都市である本市では、産業の競争力強化を図りながら、同時に温室効果ガス削減を達成する「環

境と経済の好循環」を生み出す取組みが重要です。そのために、「北九州市グリーン成長戦略」を策定し、「エネルギーの脱炭素化」と「イノベーションの推進」に戦略的に取り組み、市内企業の脱炭素化を推進して競争優位性を獲得するとともに、新たな成長産業の創出を目指します。また、市内企業の海外ビジネス展開を加速させながら、本モデルを展開することで、海外マーケットの更なる獲得を目指し、世界の脱炭素化に貢献していきます。(写真5)

【産官学民が連携したSDGsの推進体制】

本市では、SDGsをより効果的に推進していくため、有識者や経済界、市民の代表が助言を行う「北九州市SDGs協議会」と、多様なステークホルダーの交流・連携により、市全体でSDGsの達成を目指す「北九州SDGsクラブ」を創設しました。(図2)

同クラブでは、2022年1月末現在、1,700を超える会員が登録しており、地域課題の解決に向け会員同士が連携した「プロジェクトチーム」が数多く立ち上がっています。市民主体の活動から課題解決の成功モデルを創出し、国内外に発信していくことで、本市のプレゼンスを高めていくことを目指しています。(写真6)

また、本市の重要なテーマは「地域経済の発展」であり、そのためには、市内企業の活性化を図ることが不可欠です。今後、企業等が経営を行っていく上で、SDGsや脱炭素の取組みは不可欠な要素であり、対応しないと市場から淘汰されかねない潮流となりつつあります。

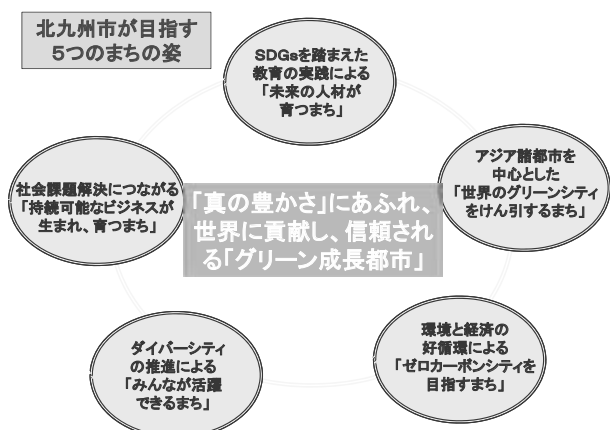


図1 北九州市が目指す5つのまちの姿



写真5 北九州市響灘地区の風力発電



写真7 高校生スタートアップイベントの様子

る地方債「サステナビリティボンド」を自治体で初めて発行するなど、資金調達においても新たな取組みを始めています。

また、北九州市では、市民・企業・団体・学校・行政が一丸となってSDGsに取り組んでいくことを一目で伝える象徴として、市独自の「北九州SDGsマーク」を作成しました。

このマークでは、SDGsのゴールと同じ17色の様々な形が重なり交わり合うことで、多様な主体が既存の枠組みを越え、イノベーションを生み出し、社会課題の解決に向かっていく様を表現しました。また、北九州市のSDGsは、局地的な取組みにとどまらず、国内外への大きな広がり の 起 点 になる、という意思を「地球」というシンボルで表現しています。(図5)

新型コロナウイルス感染症は、市民生活や経済活



図5 北九州SDGsマーク

動に大きな影響を及ぼしましたが、顕在化した社会課題を克服して、「誰ひとり取り残さない」というSDGsの理念を達成するための大きなチャンスにもなりうると考えています。

また、世界的に脱炭素の流れが強まる中、いち早くグリーン成長に取り組んできた経験を活かし、ゼロカーボン達成に向けた取組やDXの推進など、SDGsを原動力に地方創生の成功モデル都市を目指します。

時代の変化に対応しながら、市民や企業、学校との連携を一層強化し、オール北九州で持続可能なまちづくりに取り組むことで、「日本一住みよいまち」の実現を目指し、SDGs達成に貢献していきたいと考えています。

虎ノ門一・二丁目地域における エネルギー供給システムの紹介

森ビル株式会社 設計部 渡辺 荘児
虎ノ門エネルギーネットワーク株式会社 技術部 近内 義広

1. はじめに

日本が新しい経済社会への一步を踏み出した。日本政府が成長戦略の柱として「経済と環境の好循環」を掲げ、「温室効果ガスの排出量を2050年までに実質ゼロにする」方針を発表した。すでに欧州連合（EU）をはじめ世界122の国と地域が「50年実質ゼロ」を目標に掲げており、日本も遅ればせながら世界の潮流のスタートラインに並んだと言える。

東京都は2050年CO₂排出量実質ゼロに向けた「ゼロエミッション東京戦略」を公表し、行動の加速を後押しするマイルストーンとして、2030年までにCO₂排出量の50%削減すること、再生可能エネルギーによる電力割合を50%程度まで高めることを公表しており、ビジネス、市民生活、都市づくりなど、あらゆる分野の社会経済構造を、脱炭素化型に移行する再構築・再設計が必要となる。

その一つの解として都市部の省エネ・低炭素化と同時に防災に貢献するエネルギーネットワークについて、虎ノ門エリアの「虎ノ門一・二丁目地域」の事例を紹介する。

2. 虎ノ門エリアの開発について

虎ノ門エリアは2014年4月に開業した「虎ノ門ヒルズ 森タワー」を筆頭に、2020年1月に「虎ノ門ヒルズ ビジネスタワー」が竣工した。更に、森タワーの南側で住宅を中心とした「虎ノ門ヒルズレジデンシャルタワー」（2022年1月竣工）を、また桜田通りを挟んだ西側では日比谷線「虎ノ門ヒルズ駅」（2020年6月開業）と一体開発する「（仮称）虎ノ門ヒルズ ステーションタワー」（2023年7月竣工予定）が建設中である。森タワーを除く3つのプロジェクトはいずれも国家戦略特区事業に指



図1 虎ノ門エリアの開発状況

定されている。

これら全てが完成すると、虎ノ門ヒルズエリアは区域面積7.5ha、延床面積80万m²に拡大する。国際水準のオフィス、住宅、ホテル、商業施設、インキュベーションセンター、交通インフラ、緑地など、様々な都市機能を徒歩圏内に備えた「国際新都心・グローバルビジネスセンター」として、六本木ヒルズに匹敵するインパクトを有する国際複合都市へと進化して、虎ノ門ヒルズエリアから新たなビジネスやイノベーションを次々と生み出すことで、国際都市・東京のさらなる磁力強化を牽引していく。

3. 虎ノ門エネルギーネットワークについて

虎ノ門エネルギーネットワーク株式会社は、森ビル株式会社と東京電力エネジーパートナー株式会社が共同で2016年10月に設立した。「虎ノ門一・二丁目地域」及び「虎ノ門・麻布台地域」において、エリア全体の省エネルギーとBCP性能向上を目的として、熱電併給エネルギーセンター（熱供給施設＋特定送配電施設）を設置した。環境性に優れた電力・熱を供給するとともに、災害時においても都市機能の継続に必要な電力・熱を供給し、安全・安心の都市づくりに貢献することを目的としている。

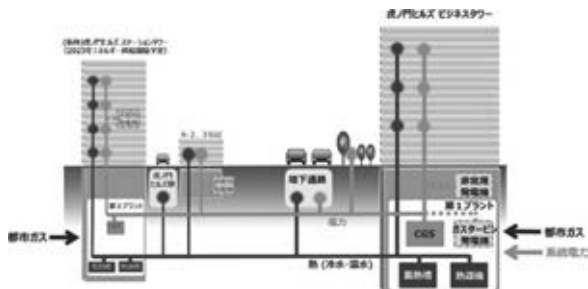


図2 エネルギーネットワーク概要図

表1 供給先一覧

供給先名称	電力	熱	延床面積	主用途
虎ノ門ヒルズ ビジネス 棟1	○	○	172,900 m ²	オフィス、店舗、住宅ほか
地下歩行者通路 棟1	○	○	2,300 m ²	通路施設
公園 棟1	○	-	1,200 m ²	公共施設
虎ノ門ヒルズ 駅 棟2	-	○	8,000 m ²	地下鉄駅舎
虎ノ門ヒルズ ステーションタワー 棟3	○	○	238,400 m ²	オフィス、集会場、店舗、住宅ほか
A-2街区 棟3	○	○	8,800 m ²	店舗ほか
A-3街区 棟3	○	○	8,100 m ²	住宅、店舗、住宅ほか

※1 2020年1月供給開始

※2 2023年6月供給開始予定

※3 2023年7月供給開始予定

今回紹介する「虎ノ門一・二丁目地域」においては、「虎ノ門ヒルズ ビジネスタワー」の地下に第1プラントを設置した。また、2023年7月竣工の「虎ノ門ヒルズ ステーションタワー」の地下に第2プラントを設置して、第1プラントの熱と電力を融通する。図2へエネルギーネットワークの概要図、表1へエネルギー供給先を記す。

4. エネルギー供給施設概要

(1) 設備概要

ここでは、2020年1月に竣工した第1プラントを紹介する。表2へ第1プラントの主要機器を記す。

高いエネルギー効率、安定した熱と電力の供給、災害時のエネルギー供給能力確保を総合的に考慮して、大規模蓄熱槽システム、コージェネレーションシステム（CGS）を採用した。CGS排熱は年間を通して余すことなく冷熱製造と温熱製造に利用されている。冷水はインバータターボ冷凍機や排熱回収型吸収冷温水機により製造し、温水はCGS排熱利用を中心として不足分を温水ヒータ等で製造している。槽容量4100m³の縦型蓄熱槽は3槽に分かれており、季節ごとに冷水及び変温冷水に切り替えを可能としている。更に、都市部における未利用エネ

表2 主要機器一覧

機器名称	容量	台数
インバータターボ冷凍機	689RT	3台
排熱回収型吸収冷温水機 (CGS排熱利用)	冷房600RT 暖房1,936kW	2台
熱回収ヒートポンプ (中水熱利用)	冷房26RT 暖房98kW	1台
温水ヒータ	930kW	4台
蓄熱槽	4,100m ³	-
ガスエンジンCGS	1,000kW	2台
太陽光発電設備	20kW	-

ルギー利用として、需要家の「中水槽の熱を熱回収ヒートポンプで冷熱及び温熱製造への利用」と「太陽光発電設備」を導入した。

(2) 蓄熱槽のクッションタンク利用

従来蓄熱槽は電力ピークカットを目的とし設置されていたが、本施設ではピークカット以外に冷水供給のクッションタンク利用機能を有している。一般的に中間期は熱供給量が少なくなることによってCGS排熱を使い切れない懸念があったが、CGS運転中に排熱回収型吸収冷温水機で製造した余剰の冷熱を蓄熱し、CGS停止後に放熱運転することで排熱利用率向上を図るとともにエリア全体の省エネルギーに寄与している。

また、インバータターボ冷凍機を蓄熱槽と組み合わせることで、インバータターボ冷凍機の負荷率別効率特性を最大限に活用して、最高効率を志向した意図的な部分負荷運転を行うことを可能とした。

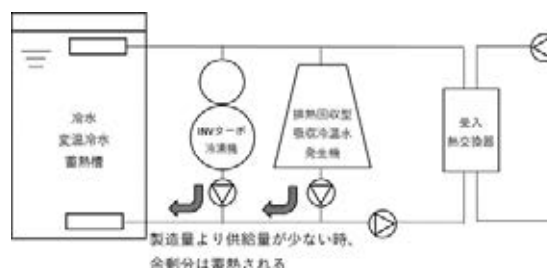


図3 クッションタンク概要図

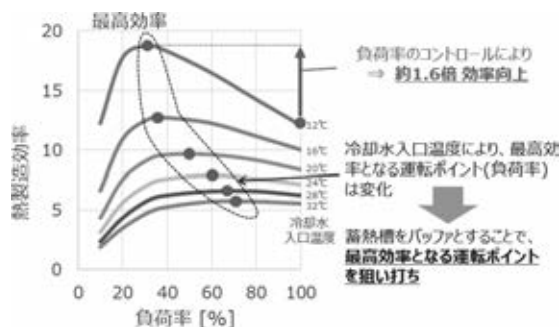


図4 インバータターボ冷凍機部分負荷効率

(3) 需要家と協働した省エネルギー

①冷水供給温度緩和

冷水は6℃で供給する冷水供給系統と、季節別に最大で12℃まで冷水温度を緩和する変温冷水の2系統がある。冷水供給温度緩和の一番のメリットは冷水製造温度を上げることによる冷凍機効率向上である。

需要家が必要とする冷水温度は季節に応じて変化し、特に夏期以外の冷水負荷が少なくなる時期は、需要家の空調機の冷水出入口温度差が小さくなる。この時期に熱供給の冷水供給温度を緩和しても居室環境が保たれる温度について需要家から提示を受け、緩和する冷水供給温度を1ヶ月～2ヶ月の期間で決めて運用している。

②VWV-VM制御

需要家への供給ポンプの制御は、VWV-VM制御を導入した。これは、需要家の受入熱交換器廻りのバルブ開度情報をエネルギーエンター中央監視装置が取り込んで、供給圧力を自動で可変させるものである。

具体的には、需要家受入熱交換器の2次側出口が設定温度になるように、2次側のバルブ開度は自動で調整される。その際、バルブ開度が30%より小さくなると「過剰」と判断し供給圧力設定値を自動で低くし、70%より大きくなると「不足」と判断して供給圧力設置値を自動で高くする。このことで、搬送動力を必要最低限に調整して省エネを実現している。

(4) 未利用エネルギー利用

①中水熱利用

都市部の未利用エネルギーの活用として、需要家中の水槽（雑用水槽）の貯留水を熱回収ヒートポンプの熱源水として活用している。中水槽の水温は、夏季25℃前後、冬季20℃前後で安定しており、夏季は冷熱製造、冬季は温熱製造に用いている。熱供給プラントの年間熱製造量の1.5%が中水熱利用である。

②太陽光発電

ビジネスタワー屋上に合計20kWの太陽光発電パネルを設置してプラント電源として利用している。

(5) CGS排熱利用

CGSの排ガスとジャケット冷却水を温水で回収している。基本的に排熱は5月～11月は排熱回収型吸収冷温水機による冷熱製造、12月～4月は温水供給で利用している。冷熱製造時は前述した蓄熱槽のクッション利用と組み合わせて、製造量が供給量を上回る時は蓄熱することで更なる排熱の有効利用を実現している。このようにできる限り排熱を有効利用するシステムを構築したことで、年間のプラントの排熱活用率は25%を超え、全国の熱供給事業者の中でも高い水準を誇っていると言える。

5. AI技術を活用したエネルギーマネジメント

(1) システム概要

熱と電力の供給を行いながら高効率運用を計画することには、運転管理者の業務量が増加する側面がある。そこで、高効率運転と運転管理者の負荷軽減を目的としてエネルギーマネジメントシステム(EMS)を導入した。

気象予報データと実績データを基にEMSが電力負荷と熱負荷を予測し、機器の最適運転計画を立案し、運転管理者や需要家へ通知される。運転計画に基づき、CGSや熱源機器を制御しつつ、当日の気温や運転実績から運転計画の見直し（リアルタイムコミコミッション）を行っている。

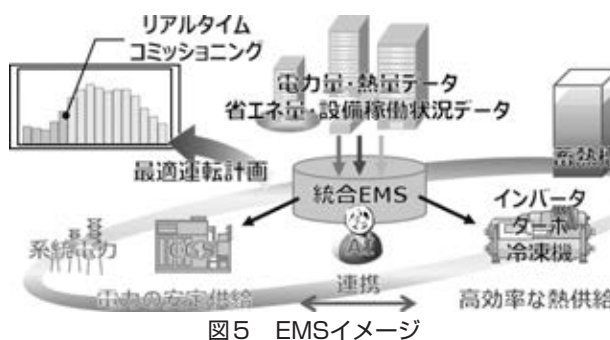


図5 EMSイメージ

(2) 負荷予測

負荷予測にはニューラルネットワークを用いた機械学習を用いており、気象情報（気象庁の外気温度）と学習情報（過去の気象情報、電力と熱の負荷実績）を基に48時間先までの電力と熱の負荷を予測している。

(3) 運転計画

負荷予測の結果に基づき、探索型ルールベースを

用いたAIが立案する。対象はCGSと熱源機器の運転スケジュール、熱源機器の負荷率、蓄熱槽の蓄放熱量と残存蓄熱量等である。運転指標は次の4種類がある。

- ①一次エネルギー消費量
- ②CO₂排出量
- ③プラントCOP
- ④運用コスト

運転管理者が指標の選択を行い、AIが指標に基づいた最適運転計画を立案する。

(4) リアルタイムコミショニング

AIが運転実績を基に、リアルタイムで予測と実績の乖離を確認しつつ運転計画の見直しを行っている。

負荷予測と実績の乖離が大きい場合は、CGSと熱源機器の過剰運転による効率低下や、不足による供給支障の懸念があるため、予測と実績に一定の乖離が生じた場合に予測の補正を行う。

また、運転計画見直しは予測と実績の乖離だけでなく、電力のデマンドレスポンス要請による運転計画見直しにも対応しており、運転管理者の業務負担軽減に寄与する。

(5) デマンドレスポンスの導入

需要家と連携した施策として、電力と熱のデマンドレスポンスの仕組みを導入した。

当社と需要家ビル管理者、テナントの3者が連携し、供給サイドだけでなく消費サイドも加えた三位一体のエネルギーマネジメントシステムを構築した。需要予測に基づき、状況に応じた省エネ運用（電力・熱のデマンドレスポンス）をビル管理者に依頼、ビル管理者がテナント毎の省エネを管理し、

省エネ運用レベルに応じた制御を行うことで、全体のエネルギー最小化を目指す。

6. BCPについて

災害時においても平常時に近い供給を可能なシステム構築をしており、災害時（長期停電、都市ガス供給有り）には都市ガスを利用したCGSにより平常時（夏期）の80%の電力供給量を確保している。熱についても、CGS排熱の利用やターボ冷凍機および蓄熱槽等の利用により平常時と比較して、夏期の冷水は80%、冬期の温水は100%の供給能力を確保している。断水が発生した場合も、防災井戸水と蓄熱槽水を冷却水補給水に利用して断続的な熱供給も可能としている。また蓄熱槽水は需要家の雑用水補給としても利用できる仕組みを構築している。これらにより、需要家施設のテナントの業務継続や帰宅困難者支援を行う。

7. おわりに

2050年の温室効果ガス実質ゼロに向けて、建物の環境性能向上の要求が更になっていくことが予想される。また同時に、エネルギー供給システムは災害に強い安全・安心の都市づくりの一翼も担うこととなる。このような中で、虎ノ門エネルギーネットワーク株式会社は、熱供給施設と需要家が連携する省エネルギーや、AI技術を活用した性能向上と運転管理の簡素化等、最先端の取り組みに従事している。

2020年1月に第1プラントが竣工して以来、様々なデータの収集を行い、有識者、設計者、施工者、運転管理者によるコミショニング会議を定期的実施して、省エネ・低炭素化の施策を継続検討してきた。今後は2023年7月に竣工する第2プラントへの検討結果のフィードバックを進め、更なる省エネ・低炭素化の実現へ邁進する所存である。

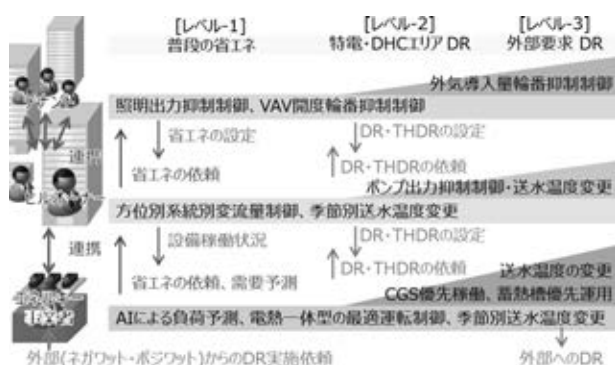


図6 デマンドレスポンス概要

協会設立50周年記念誌の発行について

出版企画編集委員会事務局

当協会は1972年（昭和47年）に設立して、2022年（令和4年）で50周年を迎えることになりました。その節目に当たって、協会では50周年記念誌を出版しました。1993年（平成5年）に社団化される以前の20年間は「日本地域冷暖房協会 20年のあゆみ 1972-1992」として出版しています。この度、社団化以降の30年の経過と今後の展望に焦点を当て、記念誌「50年のあゆみ」として出版しました。

当協会の歩みは、我が国の地域冷暖房の歴史と重なります。大気汚染防止対策やエネルギー負荷平準化などの期待に応え、地域冷暖房は日本万国博覧会後に一気に普及しました。そして、石油ショックやその後の活発な都市開発、バブル崩壊、京都議定書批准や阪神淡路大震災・東日本大震災を経て、国土強靱化やカーボンニュートラル宣言等の変遷の中で、地域冷暖房は重要な役割を担ってきました。今後、2030年、2050年に向かい、スマートシティ、脱炭素都市形成等への貢献が期待されます。

本誌では、3部構成の座談会や、「50年を経て、なお活躍する地域冷暖房施設」の紹介、そして後半には様々な協会活動の詳細データを整理して掲載しています。本来であれば、賀詞交歓会の場を50周年祝賀会とし、その会場でお渡しする予定でしたが、残念ながらコロナ禍により開催できませんでしたので、会員はじめ皆様に郵送しました。協会活動の貴重な記録資料としてご活用いただきたいと思います。



50年のあゆみ

出版企画編集委員会

顧問 尾島 俊雄

協会理事長（早稲田大学 名誉教授）

委員長 中嶋 浩三

学術理事（アジア都市環境学会 理事）

委員 佐土原 聡

学術理事（研究企画委員長 横浜国立大学教授）

大瀬戸太志

鹿島建設(株)（元運営企画委員長）

清田 修

東京ガス(株) エネルギー企画部 部長

エネルギー公共グループマネージャー

岡本 利之

大阪ガス(株) エナジーソリューション事業部

スマートエネルギー推進室長

事務局 松尾 淳、井原 透、二見昌明



+ EMOTION

心を動かし、未来をつくる。



代表取締役社長 林 総一郎

〒100-0005 東京都千代田区丸の内 2-5-1 丸の内二丁目ビル

TEL 03-3287-5555

www.mj-sekkei.com

くらしの礎を
「創る」「担う」「つなぐ」
————— Just For the Earth



当社の使命は、
安心、安全な社会を創り、
人々の“くらし”を力強く支え、
そしてそれを
次世代につなげること。
ひたむきに、
地球と人々のために。



JFE エンジニアリング 株式会社

東京本社 〒100-0011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 日比谷国際ビル22階 (JFEグループ総合受付23階) TEL.03-3539-7250
横浜本社 〒230-8611 横浜市鶴見区末広町二丁目1番地 TEL.045-505-7435

www.jfe-eng.co.jp



photo : 竹中工務店 東京本店 / 緑をテーマとしたワークラウンジ「KOMOREBI」

ビルからひとへ

～ひとから発想し、成長し続けるオフィス～

竹中工務店は、「環境」に「ひと」の視点を加えた建築で
「新たな価値創造と生産性向上」を目指し、
本店リニューアルを行い、自ら実証実験を続けています。

想いをかたちに 未来へつなぐ

 **TAKENAKA**

<https://www.takenaka.co.jp/>



ひとを思い、自然を敬い、未来を想う

think⁺

 **NIHON SEKKEI**

日本設計 代表取締役社長 篠崎 淳

〒163-1329 東京都新宿区西新宿 6-5-1

TEL 050-3139-7100 (代表)

札幌・名古屋・大阪・福岡・上海・ハノイ



未来をつつむ、
環境を創る。

Fill your tomorrow

snk
新日本空調株式会社

地図に残る仕事。®

大成建設
TAISEI
For a Lively World



コンクリートから未来を創ろう。

大成建設は、環境配慮コンクリート「T-eConcrete®」の活用によって、

CO₂排出量を削減し、脱炭素社会の実現に貢献します。

「T-eConcrete®」は通常のコンクリートと同様に、鉄筋コンクリート構造物へ使用でき、現場での製造が可能です。

その中でも、Carbon-Recycleは製造過程におけるカーボンネガティブを達成するコンクリートです。

これからも大成建設は、環境分野のフロントランナーとして、未来を創るコンクリートの開発と運用実績を重ね、

カーボンニュートラルに向けた取り組みを加速させていきます。

T-eConcrete®
についてはこちら。



大成建設ではカーボンニュートラルに向け、環境に配慮したさまざまなコンクリートを開発・適用しています。

T-eConcrete® ラインアップ



●建築基準法対応型

セメントを減らし、高炉スラグ（製鋼過程で生じる産業副産物）を使用。建築基準法に準拠した建物の建設に適しています。



●フライアッシュ活用型

セメントを減らし、高炉スラグとフライアッシュ（石炭灰の一種）を使用。石炭火力発電所の産業副産物である石炭灰を有効活用します。



CO₂排出
(最大80%)

●セメント・ゼロ型

セメントを使用せず、高炉スラグを特殊な反応剤を用いて固めます。最大で80%CO₂排出を削減します。



CO₂
収支のマイナス

●Carbon-Recycle

セメントを使用せず、炭酸カルシウムなどを用いてコンクリート内部にCO₂を固定し、CO₂排出割合（固定・排出の収支）をマイナスにします。



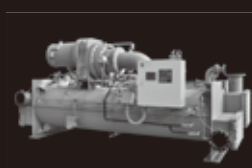
「熱」を「笑顔」に変える使命



ナチュラルチラー



冷却塔



ターボ冷凍機

大形冷暖房機器の製造・販売・メンテナンス
環境負荷低減と快適空調空間を両立する技術の「エバラ」



荏原冷熱システム株式会社

詳しくはWebで検索

エバラレイネット
荏原 冷熱



本社:東京都大田区 国内:17 拠点 海外:中国・タイ 工場:神奈川県藤沢市他 3 拠点



編集後記

わが国ではワクチン接種が進み、昨年10月頃から感染者数が激減して普通の生活に戻れるのではないかの期待感がありましたが、再びオミクロン株が猛威を振るい、今では、ごく身近な人が感染しても不思議でない事態となってしまいました。

そのようなコロナ禍の厳しい規制の中、中国では冬季オリンピックが開催されました。新疆ウイグル自治区などでの人権侵害を理由に西側諸国では政府関係者を派遣しない「外交的ボイコット」を行う中、開会式は有名な映画監督が総合演出して、統一感のとれた冬季らしい洗練されたセレモニーで中国の勢いを感じました。その一方で、ウイグル族の選手を最終の聖火ランナーに据えて民族の共生を掲げ、世界各国からの批判を払拭したいという、したたかな戦略が垣間見えた中国らしい象徴的な場面もありました。日本選手団の活躍で「スポーツの醍醐味」は堪能しましたが、開会中も様々な問題が噴出したにもかかわらずIOCの対応には迷走が目立ちました。オリンピック本来の理念に照らして成功と言えるのか、気分的にモヤモヤの残るスッキリしない大会でした。

今回の機関誌春号もコロナ禍の中ではありましたが、ほぼ予定どおり発行することができました。内容は今年度の神戸市でのシンポジウムの開催報告をはじめ、グリーン水素サプライチェーンの創出に関するもの、虎ノ門エリアのエネルギーネットワークに関するもの、SDGs未来都市北九州市の街づくり等、バランスの取れた記事になるよう心掛けました。執筆者のみなさまのご協力に御礼申し上げます。

いずれにしても、このコロナ騒動が終息し、安心して暮らせる日常が一日も早く来ることを願うばかりです。

(広報部長 松尾 淳)

●広報委員会

委員長 田丸 武志〔荏原冷熱システム(株)〕
副委員長 河村 佳彦〔日本環境技研(株)〕
委員 増田 晋〔三菱重工サーマルシステムズ(株)〕／松末 浩二〔三浦工業(株)〕
永島 茂人〔新日本空調(株)〕
事務局 松尾 淳



一般社団法人 都市環境エネルギー協会
JAPAN DISTRICT HEATING & COOLING ASSOCIATION



《穏やかな春の一日》

都市環境エネルギー

131 2022 ◆ 春号

発行日◎ 2022年3月1日

発行人◎ 尾島 俊雄

発行所◎ 一般社団法人 都市環境エネルギー協会

〒104-0031 東京都中央区京橋2-5-21 京橋NSビル6F

TEL.03-5524-1196 FAX.03-5524-1202

<http://www.dhcjp.or.jp/>

編集人◎ 広報委員会 委員長 田丸 武志

製 作◎ 第一資料印刷株式会社

表紙デザイン・写真＝籠山デザイン室

●本誌掲載記事の無断転載を禁じます。