

都市環境エネルギー

130

快適で環境にやさしい、
省エネルギー型街づくり

2021 ◆ 秋号



● 巻頭言

自ら限界は作らない

● 特集

スマートシティに関する国際標準化の動向

● わが街づくり

「スーパースmartシティ」の実現に向けた取組み

● 建設レポート

エネルギーまちづくりアクション2050 並びに常盤橋タワーサブプラント竣工について
横浜市における先進的環境技術と地域熱供給による密着型地域共生の実現
高砂熱学イノベーションセンター



透過光を楽しむ

CONTENTS

巻頭言

- ・ 自ら限界は作らない

一般社団法人 都市環境エネルギー協会 副理事長
東京ガス株式会社 常務執行役員 エネルギーソリューション本部長 比護 隆 …………… 3

○特集

- ・ スマートシティに関する国際標準化の動向

経済産業省 産業技術環境局 国際電気標準課長 柳澤 智也
パナソニック株式会社 下地 達也
株式会社日立製作所 木原 隆宏
日本電気株式会社 山田 徹 …………… 4

○わが街づくり

- ・ 「スーパースmartシティ」の実現に向けた取り組み

宇都宮市 総合政策部 スーパースmartシティ推進室 室長 小室 崇 …………… 11

○建設レポート

- ・ エネルギーまちづくりアクション2050並びに常盤橋タワーサブプラント竣工について

三菱地所株式会社 スマートエネルギーデザイン室 重松 真理子 …………… 17
丸の内熱供給株式会社 専務執行役員 佐々木 邦治

- ・ 横浜市における先進的環境技術と地域熱供給による密着型地域共生の実現

東京都市サービス株式会社 東京第2支店 施設管理グループ 小林 邦己 …………… 24

- ・ 環境負荷低減と知的生産性向上を両立したサステナブル研究施設
高砂熱学イノベーションセンター

高砂熱学工業株式会社 研究開発部 清水 昭浩 …………… 30

○新会員紹介

- ・ 持続可能な未来の実現に「建設」で貢献

株式会社安藤・間 …………… 36

- ・ カーボンニュートラルを目指した建築設計

株式会社安井建築設計事務所 …………… 38

- ・ 社会インフラを支える鋼管を最適供給

株式会社ニッコー …………… 41

自ら限界は作らない



一般社団法人 都市環境エネルギー協会 副理事長

東京ガス株式会社 常務執行役員 エネルギーソリューション本部長 比護 隆

本年度、当協会の副理事長を拝命いたしました、東京ガスの比護でございます。

東京2020オリンピック・パラリンピックがコロナにより1年延期となり、先日閉幕となりましたが、コロナ禍の厳しい環境のなか日本選手の活躍には多くの方が感動したのではないのでしょうか。

昨年10月菅総理大臣は「2050カーボンニュートラル」を宣言、また本年4月には2030年に向けた温室効果ガスの削減目標について、政府の地球温暖化対策推進本部の会合で2013年度に比べて46%削減することを目指すことを表明。更に、50%の高みに向けて挑戦を続けていくと強調しました。これら脱炭素の具体的な目標が公表され、世の中の空気は一変したと言えるでしょう。

地球温暖化問題も世界中の人々、すべての生き物にとって重要且つ避けては通れない喫緊の課題です。本年11月にはCOP26で更に野心的なNDC（国が決定する貢献）を各国が提出することになり、地球温暖化問題は既に議論の段階からCCS、CCUSほか再生エネルギー・水素・アンモニア等、様々な取組みが実行されており、待ったなしの状況です。

一方で、我が国は自然災害の多い国土であります。過去最大級というような自然災害が毎年のように聞かれるここ数年ですが、さらにコロナ禍によりレジリエンスの意味するところを他人事としてではなく、より身近に感じた人は少なくない筈です。

私は2019年から2年間東京ガスエンジニアリングソリューションズ（以下「TGES」）の社長を務めていました。TGESのブランドメッセージは「誰もできない、に挑む。」です。多くの国や自治体、民間企業が省CO₂や脱炭素を提唱しRE100、SBTを宣言する時代になっています。まさに「誰もできない、に挑む。」時代です。環境課題と同時に国土強靱化が叫ばれていますが、エネルギーはその根幹をなす重要なファクターです。熱供給だけでなく熱と電気を一体とした地域エネルギー供給を実現させるには各自治体のご支援も仰ぎながら早い段階からまちづくり計画に取込む必要があります。本協会においても、熱の有効利用や災害に強い都市の実現のため、地域のエネルギーインフラ形成という面で貢献していきたいと考えておりますので、会員の皆様のご理解とご支援を賜りますようお願い申し上げます。

最後になりますが、今まで人類は多くの困難を知恵と行動で解決して乗り越えてきました。あるパラリンピアンの方の名言「限界は自分が作り出している思い込みに過ぎない」にあるように、人類は地球温暖化問題もコロナ禍も必ず乗り越えて継続的に発展し続ける力を持っていると私は信じています。

スマートシティに関する国際標準化の動向

経済産業省 産業技術環境局 国際電気標準課長
パナソニック株式会社
株式会社日立製作所
日本電気株式会社

柳澤智也（日本産業標準調査会（JISC）事務局次長）
下地達也（IEC SyC Smart Cities副議長）
木原隆宏（ISO/TC 268/SC 1 議長）
山田 徹（ITU-T SG20副議長）

1. はじめに

我が国は、目指すべき未来社会の姿として、Society5.0というコンセプトを掲げている。Society5.0とは、「サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会」のことであり、「持続可能性と強靱性を備え、国民の安全と安心を確保するとともに、一人ひとりが多様な幸せ（well-being）を実現できる社会」とも表現される。

Society5.0という未来社会を目指す中で、その先行的な実現の場と位置付けられているのがスマートシティである。我が国は、スマートシティを、「ICT等の新技術を活用しつつ、マネジメント（計画、整備、管理・運営等）の高度化により、都市や地域の抱える諸課題の解決を行い、また新たな価値を創出し続ける、持続可能な都市や地域」と定義し、その実証・実装のための官民連携による取り組みを強力に推進しているところである。スマートシティに関する取り組みは、他の先進国や新興国においても活発に行われており、エネルギー・環境、交通、健康・医療、教育、自然災害などの社会課題の解決に向けた様々なスマートシティ構想が世界各地で提案され、その実証・実装に向けた取り組みが進められている。

このようにスマートシティの取り組みが国内各地、さらには世界各地で活発化するにつれ、スマートシティ分野における国際標準策定の必要性が急速に高まっている。これは、スマートシティが真価を発揮するには、都市OS（データ連携基盤）の整備とそれを活用した都市マネジメントの確立や、分野・地域を越えた都市データの効果的な連携等が不

可欠となるところ、世界各国のステークホルダーが、都市で利用するデータモデル、個人情報の扱いを含む都市データの適切な利活用方法、スマートシティのマネジメント手法、スマートシティの評価手法等に関するグローバルルールを強く求めるようになったことが要因であると考えられる。例えば、持続可能な開発のためのマネジメントシステムに関する規格（ISO 37101: Management system for sustainable development—Requirements with guidance for use）、スマートシティプラットフォームが満たすべき基本的構成に関する規格（Y.4201: High-level requirements and reference framework of smart city platforms）、都市間の情報連携の実現に向けてスマートシティプラットフォーム間の連携に必要となる要件を定義する規格（Y.4200: Requirements for interoperability of smart city platforms）、スマートシティの評価基準・評価手法に関する規格（ISO/TS 37151: Principles and requirements for performance metrics & ISO 37153: Maturity model for assessment and improvement）、都市データ間の互換性確保のためのガイダンス規格（ISO/IEC 30182 Guidance for establishing a model for data interoperability）、スマートシティにおける災害時の都市サービスの継続性に関する規格（IEC 63152: City Service Continuity against disasters）など、現時点においても様々な国際標準が策定されている。

我が国の産業界が、今後大きな成長が見込まれるスマートシティ関連のグローバルマーケットで優位にビジネスを展開するためには、こうした国際標準策定の動きに深く入り込み、スマートシティに関す

るグローバルルール形成をリードしていくことが不可欠である。よって、本稿では、スマートシティに関する国際標準化の動向を紹介したい。

スマートシティは、従来の産業構造の枠組みには収まらない領域横断的な性質を有するテーマであるため、その国際標準の策定も、複数の国際標準化機関で行われている。ここでは、代表的な国際標準化機関である国際電気標準会議（IEC: International Electrotechnical Commission）、国際標準化機構（ISO: International Organization for Standardization）、国際電気通信連合（ITU: International Telecommunication Union）でのスマートシティに関する国際標準化の動向について説明する。

2. IECのスマートシティ標準化動向

本章では、IECにおけるスマートシティ標準化の動向を紹介する。前述の通り、近年、ICT技術も活用しつつ都市の持つ諸課題への対応を図り持続可能な都市を目指すスマートシティの開発が世界各地で盛んになる中、スマートシティの定義、その評価指標やマネジメント手法、都市で利用するデータモデル等の標準化の議論が活発化している。電気・電子関連技術を主ターゲットに国際規格や適合性評価制度を策定するIECにおいても、「スマートシティシ

ステム委員会」が設置され、その標準化の議論がなされている。

2.1 IECにおけるシステム標準化

IECには技術分野や電気機器に応じて国際規格策定を担う100を超える専門委員会（Technical Committee: TC）および分科委員会（Subcommittee: SC）がある。一方で近年、個別の技術分野に閉じないシステムレベルでの標準化を扱う新たな形態としてシステム委員会（System Committee: SyC）が作られている。SyCでは原則として国際規格（International Standard: IS）の策定を主目的とはせず、対象となるシステムの全体構造を定義し、ユースケースや標準化マップやロードマップ、全体アーキテクチャ等を内容とするSystem Reference Deliverable（SRD）を成果物とする。スマートシティシステム委員会（以下SyC Smart Cities）は、その一つとして、2015年10月に設立された。2021年9月時点で、18の参加国（P-member）、15のオブザーバー国（O-member）が参加している。

2.2 SyC Smart Cities委員会のプロジェクト

発行済の規格および現在進行中の主な標準化プロジェクトを表1に示す。

中国、インドが積極的で、情報モデルや参照アーキテクチャ（Reference Architecture）等に関

表1 IEC SyC Smart Citiesのプロジェクト

タイトル	PL	概要
Methodology for concepts building	中	Smart Cityのコンセプト定義の方法論（SRD）（済）
International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 831: Smart city systems	中	Smart City関連の用語定義
City Needs Analysis Framework	中	都市ニーズ分析フレームワーク
Use Case Collection and Analysis:		
City Information Modeling for Smart Cities	中	都市情報モデルのユースケース分析（SRD）
Public Health Emergencies (PHE) 関連の2つのプロジェクト	中	公衆衛生の緊急時対応のユースケース収集、および関連標準の一覧表・一覧関する手引書
Smart Cities Reference Architecture Methodology (SCRAM)	印	スマートシティのリファレンスアーキテクチャのための方法論（SRD）
Smart Cities Reference Architecture (SCRA)	印	SCRAMに基づき策定するリファレンスアーキテクチャ（国際規格）
Smart City Standards Inventory and Mapping- Part 1: Methodology	中	SmartCityに関連した標準化マップ作成を目指すもの（SRD）
City Service Continuity against disasters - the role of the electrical supply	日	災害時の電力確保（IS）

する提案を仕掛けてきている。特に中国については、すでに複数のプロジェクトを主導しているのに加え、2020年夏にはPublic Health Emergencies (PHE) に関連する提案が、IECだけでなく、ISOやITU-Tなどにも相次いで提出された。

これらは今後スマートシティ全体の仕組みに影響する可能性があるため、日本からも議論に参加し意見をインプットしている。

2.3 IEC 63152: City Service Continuity against disasters (CSC)

2020年7月、日本が主導したIEC 63152（スマートシティー災害に対する都市サービスの継続性－電気供給の役割）が、SyC Smart Citiesで最初の国際規格として発行された。この規格は、地震・洪水・サイバーテロなど、都市サービスの継続に影響を与える脅威により停電が発生した際に、医療機関や公共交通機関、物流事業者など、重要性の高い都市サービス提供事業者が必要最低限の電気を確保できるようにするための要求事項やガイドラインをまとめたものである。通常時と災害時を通して電気継続計画（ECP: Electricity Continuity Plan）を定め、その計画実行を支えるための電気継続システム（ECS: Electric Continuity System）に対する要求事項をガイドライン（図1参照）として定めている。これは「都市サービスにおける事業継続計画（BCP: Business Continuity Plan）」ともいえ、BCPの観点から、非常時の電源確保に注力したものである。

日本の阪神・淡路大震災や東日本大震災の例を見るまでもなく、災害時における電力供給の停止は支援や復旧の遅れを招き、人的、物的被害の拡大につながりかねない。災害の影響を最小限に抑え、一定

の電力を供給し続けられる仕組みを構築することが、災害に強い今後のまちづくりを進めるためにも不可欠である。この国際規格が引用されたガイドラインが、リスクファイナンスを背景にした金融機関の融資条件などに適用されることで、BCPに基づく自治体や企業などのインフラ投資を促し、都市の防災力強化につながることを期待している。

2.4 IECスマートシティ標準化動向まとめ

スマートシティ標準化は対象範囲が広く、かつての光ディスクやデジタル放送等のように詳細技術仕様を決めるものではないが、規格策定という側面だけでなく下記のような活用機会としても有用であると考え。

- (1) ユースケース共有：海外の具体ニーズの早期把握の場（関係者とのコネクション構築含む）
- (2) 自社/自国の事例打ち込み：規格となくとも、課題解決事例のベストプラクティスとしてAnnex（付属文書）に記載することにより、市場アピールの1ツールとして利用可能
- (3) 評価指標作り：適切な指標での健全な市場創造

3. ISOのスマートシティ標準化動向

本章ではISOにおけるスマートシティ関連の標準化動向を紹介する。ISOでは、TC 268/SC 1 “Smart community infrastructures” がスマートシティ関連の標準化を推進している。都市という文脈において「スマート」という概念の解釈には様々なものがあるが、当該SC 1はTC 268 “Sustainable cities and communities” の傘下にあり、「スマート」という概念をSustainable developmentを大目標として、その達成に資する技術的に実現可能なソリューションの性能と捉えている点が特徴である。

本章では、TC 268/SC 1を中心に親委員会であるTC 268についても簡潔に紹介する。

3.1 ISO/TC 268/SC 1の歴史と組織構成

ISO/TC 268/SC 1は2012年に日本からの提案により設立された。以来、日本が幹事国を務め、議長職を務めている。2010年代初頭、日本の優れた都市インフラを個別の建物や機械ではなくコンセプトごと輸出し、当時人口増加と都市集中が進ん

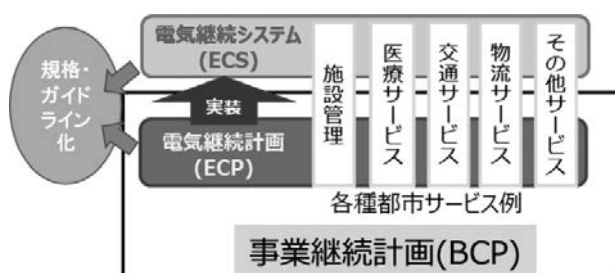


図1 IEC63152の概要

でいた新興国における都市インフラ整備をオールジャパンで丸ごと受注するという構想があり、当該SC 1はその実現のために必要な国際取引環境を整備することを目標として提案された。具体的には都市インフラ整備の国際調達の際に用いられる評価基準を国際標準として整備することが最初の目標とされた。

日本による本委員会の設立提案は、都市の持続性についての認証制度を提案するフランスや、生活文化面を含む都市の評価指標を検討していたカナダとほぼ同時期の提案となった。このためISO中央事務局の指導の下、三者が一つの委員会を設立することで調整が図られた。この経緯により、TC 268は一つのTCの下に、ただ一つのSCが存在し、TCの直下にもWGが存在する比較的珍しい組織構成で長年活動をしてきた。しかし2021年10月には新たなSCとなるSC 2が承認され、現在は図2に示すように二つのSCが存在する組織構成となっている。

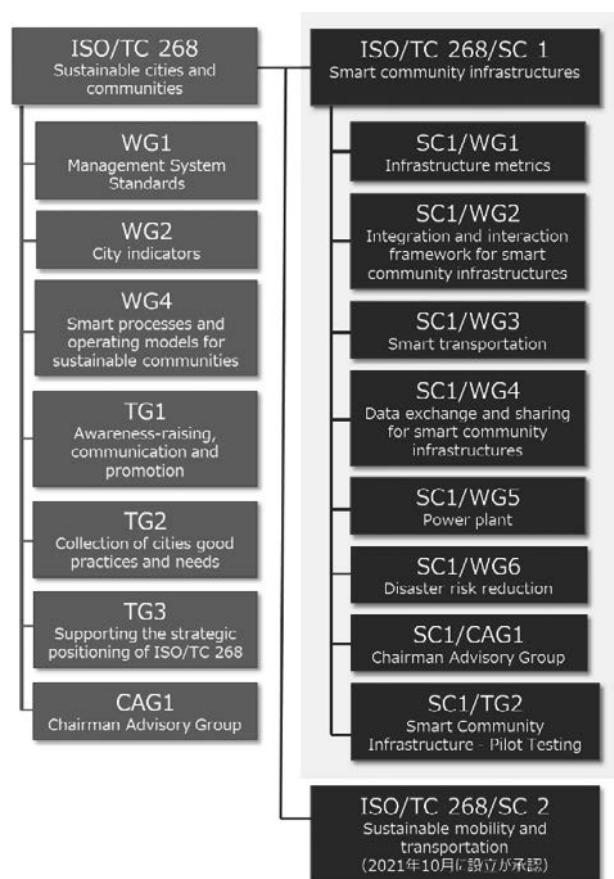


図2 TC 268組織構成図 (2021年10月現在)

3.2 ISO/TC 268/SC 1活動概要

ISO/TC 268/SC 1は現在6つのワーキンググループ (WG) を傘下に有しており、そこでは積極的な規格策定活動が行われている。なお、ISO/TC 268/SC 1は都市インフラ全般にまたがるようなハイレベルの領域や共通に妥当する横串領域のようなものを主な活動領域としており、個別インフラの技術や要素技術に関する規格策定は、既存のISO/IECの委員会が取り扱う限りにおいては、そちらを参照し、活用することを原則としている。

(1) スマート都市評価指標 (SC 1/WG 1)

都市インフラを包括的な一つのシステムと捉えたときに、そのスマートさを評価する指標と関係する規格を策定している。2015年にインフラ評価指標の評価基準の選び方についての規格を発行し (ISO/TS 37151)、その後スマートな都市インフラの成熟度を評価するための段階的な評価モデルについて規格を発行した (ISO 37153)。TS 37151の発行より6年を経過して見直し時期に入っており、今後インフラ国際調達の場面で一層の活用が期待される。

(2) 都市インフラ連携フレームワーク (SC 1/WG 2)

都市インフラを一体的なシステムとして機能させるために必要となる、複数の個別インフラ間の連携 (相互作用) のための一連の仕組みを規格化している (ISO/TR 37152、ISO 37155-1、ISO 37155-2)。都市インフラの計画、導入、運営などは、現状、個別インフラごとに行われることが多く、国や地域でも異なるアプローチが取られることがあり、これらのインフラ間・地域間の連携に伴う調整コストが多く発生している。当WGで策定した規格の活用により、これらの調整コストが削減され、インフラ輸出の円滑化に資することが期待される。

(3) スマート交通 (SC 1/WG 3)

設立直後より活発な規格開発活動を継続し、SC 1傘下のWGの中で最も多くの規格を発行してきた (ISO 37154、ISO 37157、ISO 37158、他多数)。このこともあり、2021年にSC 1から独立して並列の新SC “Sustainable Mobility” とな

ることについて提案が行われ、2021年10月にISO上層委員会にて承認された。

(4) 情報共有・利用 (SC 1/WG 4)

複数の都市インフラ間での情報連携の仕組みを取り扱うWGとして中国提案により設立された。スマートな都市インフラを実現するためのデータ交換や共有に関するガイドラインなどの規格を策定している (ISO 37156)。現在も策定中、提案中の規格が多くあり、IECやITU-T等とも密接に連携して活動することが期待されるWGである。

(5) 電力インフラ (SC 1/WG 5)

日本主導で制定された。APEC質の高い電力インフラガイドラインを下敷きとし、火力発電所の質の評価方法と運用および管理の要求事項を規格化した (ISO 37160) は、質の高いインフラ輸出の際の採用基準として使われることが期待される。また当該規格はサービス標準的な側面を持つことも特徴的である。

(6) 防災 (SC 1/WG 6)

日本提案により2019年に設立された最も新しいWGである。日本にも多くの蓄積がある防災・減災のための枠組みについて、特に都市インフラの文脈での規格策定を視野に設立された。現在は規格策定ニーズと既存規格調査によるギャップ分析を進めている (ISO AWI 6030)。また関連する規格策定について複数の構想が持ち込まれている状況であり、そのうち地震計ネットワークの利活用に関する規格についてはISOのPWI (予備業務項目) として登録して、規格策定提案に向けた準備作業を進めているところである (ISO PWI 37174)。

3.3 ISO/TC 268サステナブルな都市とコミュニティ

ISO/TC 268/SC 1の親委員会にあたるTC 268の下には、WG 1 (マネジメントシステム標準)、WG 2 (都市インジケータ) などのWGが設置されている。WG 1は都市の認証基準を策定しており、基本となる規格 (ISO 37101) を起点に関連規格を策定している。WG 2は都市の評価指標に関する規格を策定しており、これまでに都市評価指標 (ISO 37120)、スマートな都市のための指標 (ISO 37122)、レジリエントな都市のための指標

(ISO 37123) を発行している。

3.4 ISOスマートシティ標準化動向まとめ

都市インフラに関わられる多くの方においては、これまでISO国際標準は海外市場参入の際に適合が要求される技術規格という認識もあったのではないかと推察する。しかしながら、近年のISOは環境やサーキュラーエコノミーのような大きな価値観の設定とそれを実現するため管理の仕組みなどを国際ルール化する場として活用されており、WTO加盟国である日本の公共調達においては国際標準準拠の国際調達が要求されることから、国内インフラにおいても上記のような国際標準の動向には無関心でいることはできない状況となっている。

4. ITU-Tにおけるスマートシティ標準化動向

4.1 ITU-T SG20の概要

ITU-Tは、2015年6月にIoTおよびスマートシティに関する標準化を研究対象とした新しい研究委員会「ITU-T SG20 (Internet of things (IoT) and smart cities and communities (SC&C))」を新設した (SGはStudy Groupの略)。議長はUAEが担当し、地域バランスを考慮する形で10人強が副議長を担当している。

ITU-Tは、国連専門機関である国際電気通信連合 (ITU) の一部門であり、その会合には国連に加盟している様々な国からの参加がある。ITU-T SG20にはスマートシティ推進に関心を持つ新興国・途上国からの参加も多い。この点は、技術を保有する先進国を中心に議論される他の標準化団体と異なる。

ITU-T SG20で標準化対象としてる領域は多岐に渡っているため、様々な国から多くの新規標準化提案がなされ活発な議論が行われている。ネットワークやITプラットフォームといったスマートシティ全般に関わる共通機能だけでなく、個別のアプリケーションやサービスに要求される機能やアーキテクチャも標準化対象となっている。

4.2 ITU-T SG20で策定した主なスマートシティ関連勧告

ITU-T SG20がこれまでに策定した主なスマートシティ関連勧告 (ITU-Tでは国際標準規格のことを「勧告」と呼ぶ) を紹介する。作業中のものも含

めて、全ての作業項目リストは、ITU-T SG20のWebサイトに確認できる。

(1) スマートシティに要求される共通機能に関する勧告

○Y.4201 (High-level requirements and reference framework of smart city platform)

勧告Y.4201は、スマートシティプラットフォームが満たすべき基本的構成（サービスプラットフォーム、インタフェース、データ蓄積、データ取得、セキュリティと管理の機能）を定義している。日本国内の活動（戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期／ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術のアーキテクチャ構築ならびに実証研究事業）で定義したスマートシティプラットフォームとも共通点が多い。

○Y.4200 (Requirements for interoperability of smart city platforms)

勧告Y.4201で定義されたスマートシティプラットフォーム間の連携に必要な要件を定義している。都市間の情報連携実現をターゲットとしている。

○Y.4461 (Framework of open data in smart cities)

勧告Y.4461は、スマートシティにおけるオープンデータ活用フレームワークを定義している。オープンデータ活用の利点、活用フェーズ、機能レイヤごとのフレームワーク、一般的要件を定義している。

(2) スマートシティにおける個別アプリケーションに関する勧告

○Y.4458 (Requirements and functional architecture of a smart street light service)

通信機能を持つ「スマート街路灯」の要件を定義している。消費電量削減、メンテナンス効率化、自治体サービスの質向上を想定している。プラットフォームとコントローラーに分類して要件を定義している。

○Y.4456 (Requirements and functional architecture for smart parking lots in smart cities)

「スマート駐車場」の要件定義。スマートフォン

や車載デバイスと駐車場とを通信で繋ぎ、空きスロット情報の取得や料金支払いを実現するサービスの要件を定義している。

○Y.4116 (Requirements of transportation safety services including use cases and service scenarios)

交通事故防止のための自動車故障、天候情報通知、道路損傷検知を実現するシステムの要件を定義している。センサー、ネットワーク、災害監視、メンテナンス、災害シミュレーション等の機能が記載されている。

(3) スマートシティの評価指標に関する勧告

○Y.4903rev (Key performance indicators for smart sustainable cities to assess the achievement of sustainable development goals)

国連によるスマートシティ推進イニシアティブであるU4 SSC (United for Smart Sustainable Cities) によって作成された都市評価指標のセットを勧告にしたものである。世界約50都市での評価実績がある。91項から構成される評価項目は、SDGsとの関係性が明記されている。

○Y.4904 (Smart Sustainable Cities Maturity Model)

既存の都市評価指標を利用して、都市の成熟度モデルを定義している。本モデルにより、スマートシティ化の達成状況の評価を可能にする。

4.3 ITU-T SG20の標準化動向まとめ

前項で紹介した通り、ITU-T SG20で策定される勧告は、要件 (Requirement) やフレームワーク (Framework)、参照アーキテクチャ (Reference Architecture) といった抽象度の高いものが多い。これらは、従来広く議論されてきた機器と機器を繋ぐために必要となる標準（プロトコルやデータフォーマット等）とは異なり、ソリューション概要を明確化することで人々の認識を共通化し、市場の立ち上げを迅速化することを狙った標準となっている。今後もこの傾向が続くと思われる。

抽象的な内容ではあるが、そのような標準への準拠が重要となる場面も想定される。世界貿易機関 (WTO) の政府調達協定では、調達における技術仕

様に関して「国際規格が存在するときは当該国際規格、（中略）に基づいて当該技術仕様を定めること」と定められている。国内のスマートシティプロジェクトであっても、政府調達に該当すれば国際標準が要求する機能への準拠が求められることになる。この観点からもITU-T SG20が策定する標準の内容には注視が必要である。

前述の通り、ITU-T SG20では新興国や途上国からの参加者が多いため、彼らとの議論を通じて各国の社会課題、都市課題を把握することが可能となる。日本企業が保有する技術が各国の都市課題にどう貢献できるかを考えるという点においてもITU-T SG20は有用な場であると考ええる。国際標準化を活用した日本のスマートシティソリューションのグローバル展開が望まれる。

5. おわりに

本稿では、代表的な国際標準化機関であるIEC、ISO、ITUにおけるスマートシティ標準化の動向を

紹介した。

スマートシティ構築に向けた動きは世界的に加速しており、関連するマーケットは拡大の一途をたどるものと思われる。他方、本稿で紹介したように、スマートシティをめぐっては国際標準を活用したグローバルルールの形成が急速に進んでいることも事実であり、我が国企業が今後のスマートシティに関するグローバルマーケットの成長を確実に取り込むためには、こうしたルール形成の動きにしっかりと入り込み、自身に有利なルール作りを牽引することや、自身に不利なルールが作られないようにすることが必要不可欠となる。

競合他社が作り上げたルールに従ってビジネスを行うのではなく、自らルールメイクしたマーケットでビジネスを行えるようにするため、スマートシティ関連のビジネスを行っている国内関係者の方々には、是非とも国際標準化の議論への積極的な参加をお願いしたい。

「スーパースマートシティ」の実現に向けた取り組み ～子どもから高齢者まで、誰もが豊かで便利に安心して暮らすことができ、 夢や希望がかなうまちを目指して～

宇都宮市 総合政策部 スーパースマートシティ推進室 室長 小室 崇
(Uスマート推進協議会 事務局)

1. 宇都宮市が目指すまち

1-1 宇都宮市の概況

宇都宮市は、栃木県のほぼ中央、東京から北に約100kmに位置し、人口約52万人を有する北関東最大の都市である。全国の動向と同様、少子高齢化が進んでおり、2018年をピークに人口減少局面となっている。こうした中、宇都宮市では、人口減少社会においても持続的に発展できる都市の姿として、魅力ある都市空間と骨格の強い交通ネットワークの構築に向け、全国に先駆けて、2008年から「ネットワーク型コンパクトシティ」の形成に取り組んでいる。

ネットワーク型コンパクトシティは、中心市街地やそれぞれの地域拠点、産業・観光拠点にまちの機能を集約し、それらを利用性の高い公共交通などで連携した都市を意味する。拠点化とネットワーク化を一体的に進めることで、コンパクトなエリアにお



図1 LRTのイメージ図

いて、医療、福祉、子育てなど市民生活に必要な機能を充足でき、市民生活の質や都市としての価値・活力を高めることのできる都市空間の形成を目指している。

この取組の一環として、全国初の全線新設軌道となる「LRT (Light Rail Transit)」の整備を進め

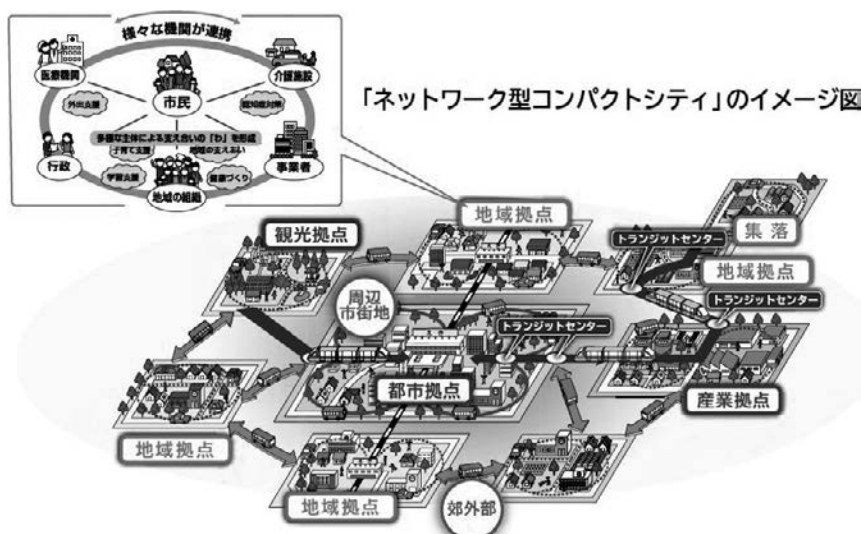


図2 NCCのイメージ図



図3 スーパースマートシティのイメージ図

ており、2023年3月の開業を目指している。また、LRTの発着点となるJR宇都宮駅東口地区では、2022年11月のまちびらきに向け、コンベンション施設など高次の都市機能の導入に向けた整備事業に着手している。

1-2 宇都宮市が実現を目指す「スーパースマートシティ」

宇都宮市ではLRTの整備により、まちの姿や市民の生活行動に大きな変化がもたらされることを最大の好機と捉え、MaaS（Mobility as a Service）の導入などによる快適な移動環境の整備、人流データの収集・分析や誘客に向けた情報発信等のサービスの創出、再生可能エネルギーの活用促進による脱炭素化や自律分散型の電源の増加によるレジリエンスの向上等によりクリーンで持続可能なスマートシティの実現を目指す取組を令和元年度から進めている。

2021年度からは、この取組を更に発展させ、あらゆる分野において、積極的に様々な先進技術をいち早く取り入れ、人口減少、少子・超高齢社会においても、子どもから高齢者まで誰もが豊かで便利

に安心して暮らすことができ、夢や希望がかなうまち、そして、人や企業から選ばれ、100年先も繁栄し続けていくまち「スーパースマートシティ」の実現に向け、これまでの取組に加え、宇都宮市の喫緊の課題である少子・超高齢社会への対応として重要となる、子育て支援、教育、福祉など、新たな分野を対象とした事業にも取り組むこととしている。

1-3 Uスマート推進協議会の設立

こうした「スーパースマートシティ」の実現に向けては、これまで以上に産学官が一体となって取組を推進していくことが重要であるが、宇都宮市では、令和元年度国土交通省スマートシティモデル事業（先行モデルプロジェクト）への応募・採択をきっかけとして、2019年7月、宇都宮市、大学、民間企業で構成する官民連携コンソーシアム「Uスマート推進協議会」を設立した（2021年7月現在、宇都宮市を含む27団体が構成）。

協議会では、宇都宮市におけるスマートシティの実現に向けた取組をさらに推進するため、2020年3月、向こう3年間で取り組む実証実験のテーマや内容等を盛り込んだ「宇都宮スマートシティモデ



図4 実証実験のイメージ図

ル推進計画」を策定した。

この計画では、誰もが自由に移動でき、便利で楽しく過ごせる、クリーンなまち『地域共生型スマートシティ』の実現を目標に掲げ、「ルネッサンス大谷」「スマート・モビリティサービス」「スマート・ホスピタリティ」「スマート・エネルギーマネジメント」の分野を中心に、協議会の構成団体が連携して実証実験に取り組むこととしている。

2. 宇都宮スマートシティモデル推進計画の概要

2-1 取組の全体像

宇都宮スマートシティモデル推進計画では、宇都宮市が進めるネットワーク型コンパクトシティの強みを活かした『地域共生型スマートシティ』の実現に向けて、総合的な公共交通ネットワークの要となるLRTを軸として、「ルネッサンス大谷」、「スマート・モビリティサービス」、「スマート・ホスピタリティ」、「スマート・エネルギーマネジメント」の4つの柱を位置づけ、宇都宮市、大学、民間企業で構成する官民連携コンソーシアム「Uスマート推進協議会」が中心となって先進技術等を活用した実証実験等に取り組むこととしている。

また、各分野の実証実験は、それぞれの取組に止まらず、他分野への相乗効果や深化を目指すものであり、データ・プラットフォームに実証実験等によ

り得られたデータを集積し、エビデンスに基づく政策形成や新たな事業の創出につなげていくことを目指している。

①ルネッサンス大谷

「ルネッサンス大谷」では、2018年5月に「大谷石文化」が日本遺産に認定され、観光客が増加傾向にある大谷地域において、観光地（大谷地域）における混雑の緩和と回遊性向上の実現に向けて、観光客が公共交通を利用して便利に大谷地域に訪地できる仕組みの構築や、域内の回遊性を向上させるための仕組み作りを目指している。

こうした課題に対し、地域内の回遊性向上に向けた最適な交通手段の導入に向けて更なる検証を進めるとともに、域外からのアクセス性の向上と家用車の流入抑制を同時に進めるため、交通事業者と連携した「大谷地域における観光型MaaS」の構築に向けた実証実験を2020年に実施し、アプリケーション等による交通手段の一括検索やデジタルフ

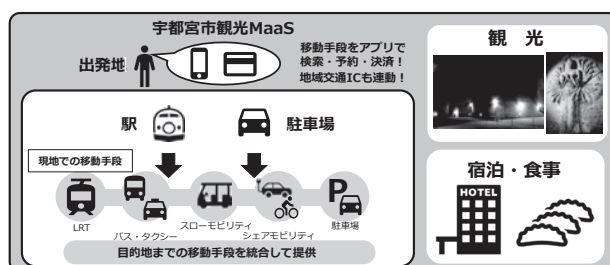


図5 観光型Maasのイメージ図

リーパスの決済・利用、グリーンスローモビリティをはじめとする多様な交通手段の充実、観光施設・小売店等の情報発信等を行う仕組みの構築に取り組むこととしている。

②スマート・モビリティサービス

「スマート・モビリティサービス」では、現在、建設を進めているLRTを軸とした公共交通ネットワーク構築による効果の最大化が課題となっているため、ICTを活用し、多様な交通手段を柔軟に組み合わせ、子どもから高齢者、障がい者など、誰もが快適に移動できる環境の構築を目指している。

こうした課題に対し、地域内交通の将来の自動運転化を見据え、AI等を活用したオンデマンド乗合いシステム導入により、地域内交通のルート最適化、効率的な予約・配車等を行う実証実験を2021年度に実施し、運賃収入や地域・行政からの支援金等により、初期投資や運用経費等を賄うことを可能と

する持続可能な仕組みの構築に取り組むこととしている。

また、「観光型MaaS」を発展させ、通勤・通学者などを対象に、市内全域における公共交通機関を円滑に利用可能とする「宇都宮版MaaS」の導入に向けた検討を進めることとしている。

③スマート・ホスピタリティ

「スマート・ホスピタリティ」では、国際スポーツイベント等において、更なるおもてなしの充実や経済波及効果の拡大のため、ICTを活用し、ストレスがなく快適で便利な空間の創出を目指している。

中心市街地や観光地等における消費の拡大、観光客の増加などによる「恒常的な賑わいが創出されたウォーカブルなまちづくり」を目的に、顔認証技術、カメラ等のセンシング技術を組み合わせ、人流、属性や嗜好などの様々なデータを収集、アプリにおいて、顔認証によるパーソナライズした情報配信や移動手段のレコメンドなど様々なサービスを統合して一元的に提供する実証実験を2019年から実施し、事業者からの協賛金や手数料収入等により、初期投資や運用経費等を賄うことを可能とする持続可能な仕組みの構築に取り組むこととしている。

また、ビッグデータを活用した市内の回遊性や賑わいの向上、地域産業の活性化などに資するデータ駆動型のまちづくりを実現するため、デジタルサイネージや、フリーWi-Fi等から取得するデータによ

オンデマンド乗合い型予約配車システム

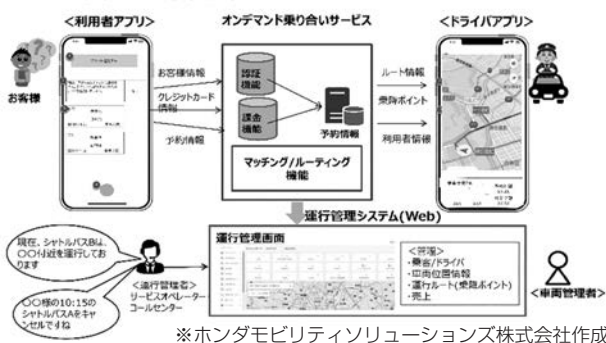


図6 配車予約システムのイメージ図



図7 スマート・ホスピタリティのイメージ図

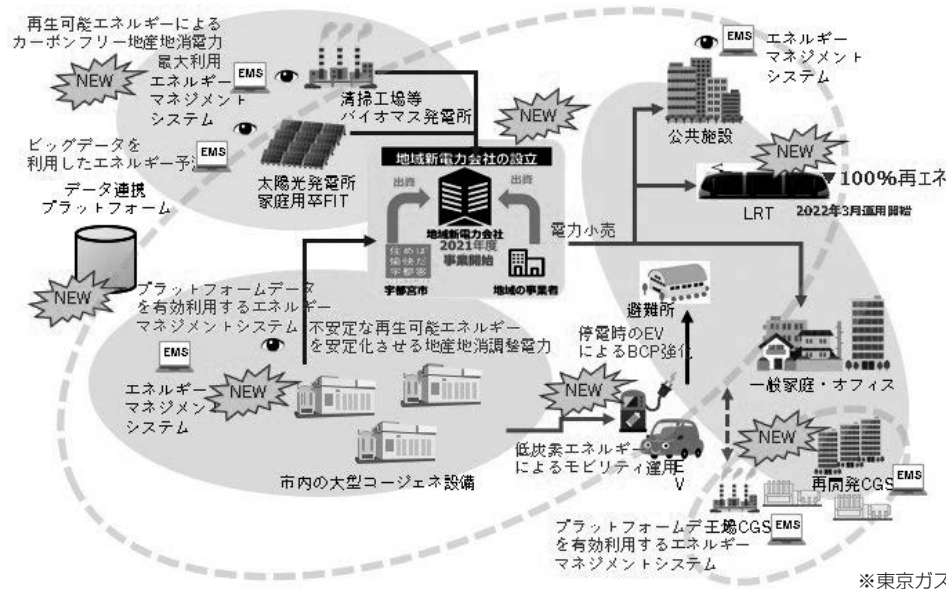


図8 スマート・エネルギー・マネジメントのイメージ図

り、どのようなコンテンツが人々の行動に影響を与えるかについて分析し、効果的な誘客サービス等について検証する実証実験を2020年から実施している。

④スマート・エネルギー・マネジメント

「スマート・エネルギー・マネジメント」では、宇都宮市が所有するクリーンパーク茂原等の中間処理施設におけるバイオマス発電や家庭用太陽光発電等の市内の再生可能エネルギーが市外へ流出し、市内で十分に活用されていないことから、2021年7月に設立した地域新電力会社（宇都宮ライトパワー株式会社）を核とした再生可能エネルギーを地産地消できるエリア・エネルギー・マネジメントの実現を目指している。

体育館等の避難所における電力使用量の調査・分析を行うとともに、太陽光発電システムやコージェネレーションシステム、EV、蓄電池などを組み合わせ、災害時においても避難所運営に必要な電力を確保可能なモデルの構築に向けたシミュレーションを行い、初期投資や運用経費等を精査し、持続可能な仕組みの構築に取り組むこととしている。

2-2 データ・プラットフォームの構築

これらのスマートシティの実現に向けた各分野の取組を推進するためには、都市の様々なデータを連動させ、官民連携の施策・事業や新たなサービスの創出等への活用を可能とするデータ連携基盤（都市

OS）としてのデータ・プラットフォームの整備が重要となる。

今後は、データ・プラットフォームに、実証実験等を通じて設置するデジタルサイネージや、フリーWi-Fi、スマートフォンアプリ、カメラ・センサー等のデータを集積させるとともに、行政や交通事業者等が有する様々なオープンデータを組み合わせ、ビッグデータとして分析することにより、混雑予測を踏まえた誘導ルートの設定や効率的な警備配置などの安全性の向上、分析結果のオープン化による出店支援や広告の最適化、本事業の継続的なサービス提供のために必要なスキームの形成などを図ることを目指すこととしている。

3. 計画の特徴

本計画の特徴は、国内初である全線新設軌道のLRTの整備により、まちの姿や市民の生活行動に大きな変化がもたらされることを最大の好機と捉え、MaaSの導入などによる快適な移動環境の整備、人流データの収集・分析や誘客に向けた情報発信等のサービスの創出、再生可能エネルギーの活用促進による脱炭素化や自律分散型の電源の増加によるレジリエンスの向上等により、誰もが自由に移動でき（「モビリティサービス」）、観光地や街なかで便利で楽しく過ごすことができる（「ホスピタリティ」）、クリーンで持続可能なまち（「エネルギー

各分野の相互連携に加え、各取組から得られる様々なデータを有機的に連携・連動させ、都市のスマート化をさらに加速化させる。

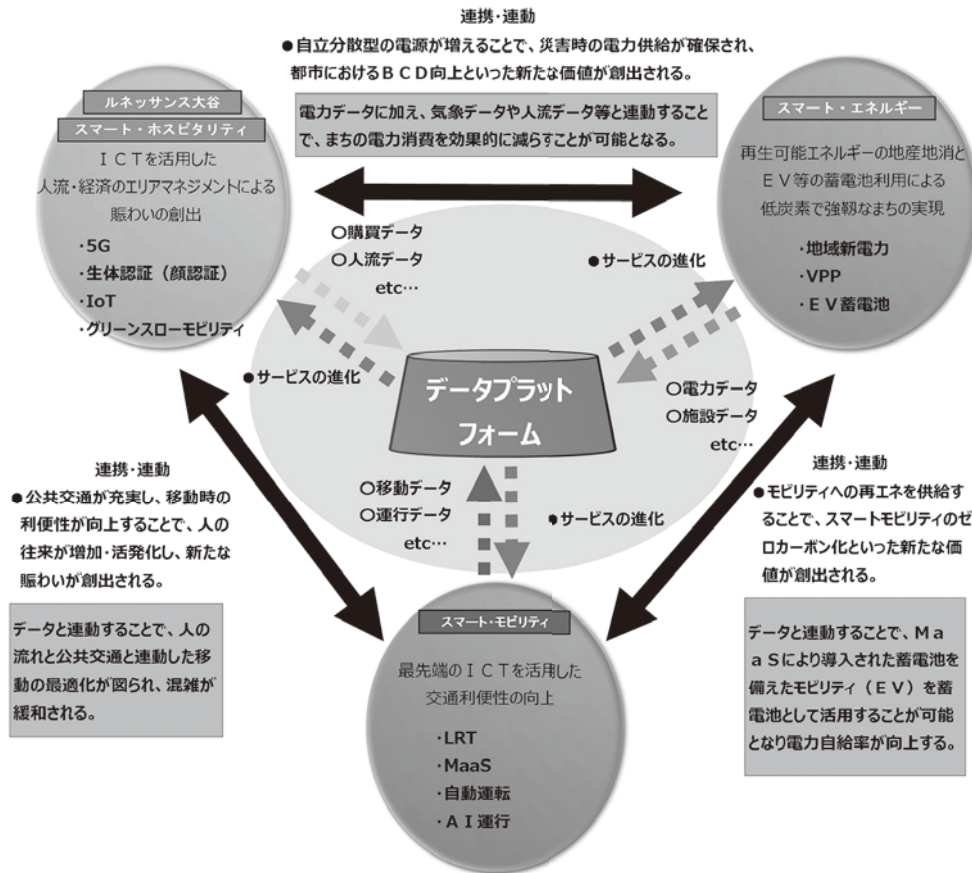


図9 各プロジェクトの関係性のイメージ図

マネジメント」）を目指している点である。

また、宇都宮市を代表する観光地である大谷地域を加えた各分野における実証実験によって得られた交通・人流・エネルギーなど、各データを共通プラットフォームで統合・共有化し、分野横断的に管理・分析を行うなどにより、都市のスマート化を加速させることとしている。

4. 今後の展望

以上については、あくまでも推進計画策定時のものであり、現在、協議会の構成団体が連携し、実証実験の実装化に向けた議論を進めているが課題も存在する。実際の事業実施までには、サービス提供主体の確保、持続的なビジネスモデルの構築などを具体化する必要がある。また、スマートシティの実現に向けた各分野の取組を推進するためには、都市の様々なデータを連動させ、官民連携の施策・事業や新たなサービスの創出等への活用を可能とするデー

タ連携基盤（都市OS）としてのデータ・プラットフォームの整備が重要となることから、今後、この構築に向けた議論を具体化させていく必要がある。

また、「スーパースmartシティ」の実現に向けて教育、安心・安全などの新たな分野に拡充するとともに、市民や企業におけるICTの効果的な利活用の促進に向けて、ICTに係るサービスを提供する企業が、市民や地域活動団体等と交流・連携などを行う場を創設するなど、子どもから高齢者まで誰もが豊かで便利に安心して暮らすことができ、夢や希望がかなうまちの実現に向けて積極的に取組を広げていきたいと考えている。

宇都宮市におけるスマートシティの実現に向けた取組はまだまだ緒に就いたばかりであり、協議会構成団体である大学や、民間企業と様々な議論を交わしながら取組を具体化している段階である。今後とも、国内外の様々な事例の好事例などに学びながら、一歩ずつ歩みを進めていきたい。

エネルギーまちづくりアクション2050並びに 常盤橋タワーサブプラント竣工について

三菱地所株式会社 スマートエネルギーデザイン部 重松 眞理子
丸の内熱供給株式会社 専務執行役員 佐々木 邦治

1. はじめに

三菱地所株式会社と丸の内熱供給株式会社は、2021年3月に大手町・丸の内・有楽町エリア（以下、大丸有エリア）を主要な対象とした「エネルギーまちづくりアクション2050」（以下、「エネまちアクション」）を策定した。

これは、「環境価値の最大化と社会経済活動の最大化を図る共生型のエネルギーまちづくり」をコンセプトとし、大丸有エリア立地企業の業務継続力とエネルギーの脱炭素化を高次元で実現する次世代のまちづくりに向け、面的エネルギー施策に持続的に取り組むことを宣言したものである。

本稿ではエネまちアクションに示すコアアクションと、その具現化の柱となる「3つのマネジメント

戦略」を紹介する。

2. 大丸有エリアのエネルギーの特徴

大丸有エリアは約120haの敷地に約100棟、総延床面積約800万㎡の大規模ビル、約4300事業所が集積する業務中心地であり、平日ビジネスアワーにエネルギー需要が集中する特性を有するほか、年間の電力利用量は、エリア全体で一般家庭約25万世帯分に相当する約100万MWh超と推定される。また、大丸有エリアの立地企業等は首都直下地震等の災害時においても業務の継続が強く求められており、大規模停電等への対応力の確保やエネルギーの安定供給が求められる。

また、エネルギーインフラの特徴として、1976

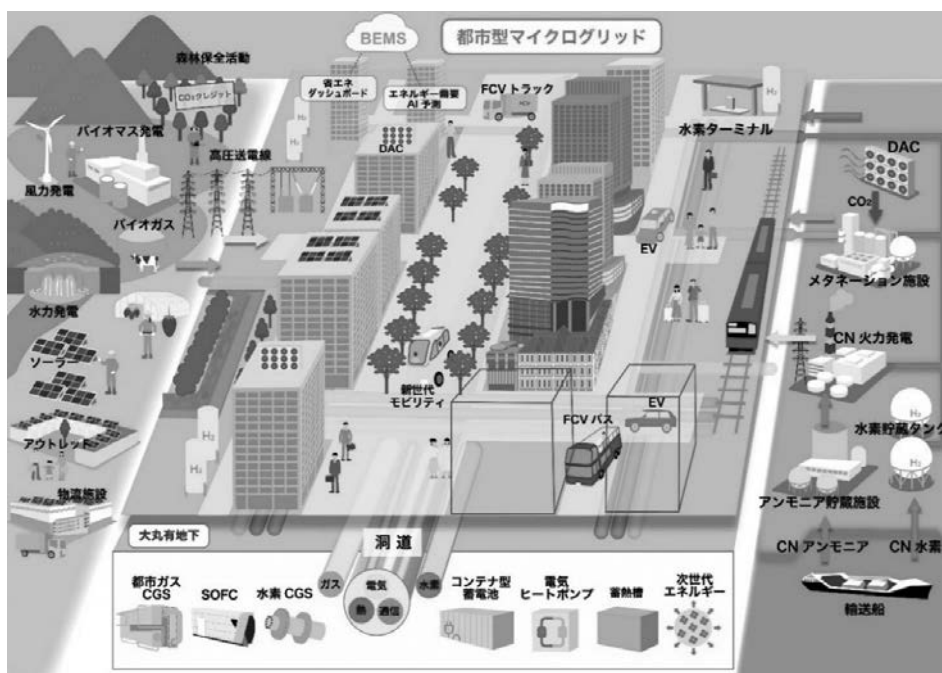


図1 都市型マイクログリッド概念

年に大手町地区で営業を開始し現在は大丸有地区全体に大規模にネットワーク化している丸の内熱供給が整備・運営を行う地域冷暖房ネットワークが挙げられる。面的ネットワークにより高いレベルの総合エネルギー効率を実現していることに加えて、ビルの更新に伴って最新設備プラントを新設していくことにより、大規模な地域冷暖房ネットワークを通じて、エリア全体に省エネ効果を及ぼすことが可能となる。この既存インフラを最大限活かしながらエネルギー強靱化と脱炭素化の両面を追求していくことが求められる。

3. コアアクション「都市型マイクログリッド」の実現について

エネまちアクションのコアアクションとして、地域冷暖房ネットワークを核に業務継続力を支えるエネルギー強靱化と気候変動対策や脱炭素化に貢献する構想である「都市型マイクログリッド」構想の実現を目指す。

「都市型マイクログリッド」構想とは、地域冷暖房ネットワークを最大限活用し、熱電供給総合効率性向上に加え、積極導入する再エネとエリア内に確保する自営電源を一体的に運用するまちづくりのあり方を通して、平時の環境価値の向上と非常時のエネルギー自立体制を構築するものである。

4. 「3つのマネジメント戦略」について

「都市型マイクログリッド」を具現化するため、3つのマネジメント戦略を推進する。以下、それぞれの概要を述べる。



図2 3つのマネジメント戦略概念

①供給マネジメント戦略

大丸有エリアの大規模な地域冷暖房ネットワークのポテンシャルを活かして、熱電一体総合効率の向上、再生可能エネルギー由来の電力の積極導入、熱供給の脱炭素化を進める。また、水素・アンモニ

ア・メタネーション関連等、様々な先端技術について、進展を見通しながら実証・選択し、採用していく。これにより、熱電一体供給体制を通じた総合効率の向上と、社会における電気・熱の脱炭素化を促進する。

あわせて、デマンドレスポンス、蓄電、蓄熱、VPP等を活用し、エリア内での熱・電気の供給を建物間融通や時間帯平準化含めてマネジメントする体制の構築を目指す。

※デマンドレスポンス：需要家側のエネルギー利用量を制御することで、電力需要パターンを変化させること

※VPP：Virtual Power Plant。需要家側のエネルギー利用抑制等が発電事業者との一体的な制御により発電所と同等の機能を提供すること

②需要マネジメント戦略

電気・熱の脱炭素化に加えて省エネによる消費効率向上も同等に重要と捉え、新築・既存ビルの省エネ化・スマート化を進める。長期スパンで建物ストックとポートフォリオを俯瞰し、新規開発ビルのゼロエミッションビル化*だけでなく、既存ビルも修繕ライフサイクルの中で適期を捉えた設備投資を行っていく。

需要側においてもデマンドレスポンス、蓄電、蓄熱等を活用してエネルギー需要側の負荷をマネジメントし、より効率的なエネルギー使用を促進する。

※ゼロエミッションビル：省エネや再エネ利用により、脱炭素化したビル。

③つなぐ・事業マネジメント戦略

日本全国での再エネ事業への参画と地方創生貢献や、各分野エネルギー事業者との共創関係構築、大丸有エリアでの新技術実証協力などを通して、供給面・需要面でのエネルギーマネジメントだけでなく、エネルギーに関連する各種事業をつなぎ、価値創造を目指す。

5. 都市活動とエネルギー施策に関するモニタリング

「エネまちアクション」を通じた各施策の効果を検証するため、エネルギー関連施策が都市活動にどのような影響を与えうるかのモニタリング・評価を継続実施することを検討する。

エリア全体の都市活動の目標設定を行い、それらを継続モニタリングすることで、具体的なエネルギー関連施策が都市活動にもたらす影響を予測し、施策導入検討に活かすことを想定している。

6. 持続的な取り組みへ

都市活動を活発化させながら脱炭素の目標に近づくためには、技術等の進展の見通しを持ちながら各段階ごとに様々な施策を総合的に講じることで、最適ポートフォリオを持続的に追求していく必要がある。

直近では、大丸有エリアの当社所管ビル18棟の全電力を2021年度に再エネ由来化した。また、2020年より一部のビル等で、採掘から燃焼の工程で発生する温室効果ガスをCO₂クレジットで相殺し、排出するCO₂が実質ゼロと見なせる「カーボンニュートラル都市ガス」を導入しているほか、「カーボンニュートラルLNGバイヤーズアライアンス」に加盟し、カーボンニュートラルLNGの導入加速と認知向上に協力している。

今後は、水素関連技術やメタネーション技術等、CO₂クレジット以外の熱の脱炭素化施策も技術進展に合わせて街への実装に取り組んでいくほか、エリア全体で様々なステークホルダーと共に前進していくため、エリアマネジメントの取り組みとの連携を図っていく。「エネまちアクション」において、また大丸有エリアにおいて地域熱供給網は主要なエネルギーインフラであるが、次項ではその最新プラントの概要を紹介する。

7. 常盤橋タワーサブプラント

「TOKYO TORCH 常盤橋タワー」は、グローバルビジネスの戦略拠点の再構築として、各種再開発が進められている大手町地区内にあり、東京駅日本橋口前で関係権利者と共に開発を進める「TOKYO TORCH」の第一弾プロジェクトとして、2018年1月に工事着工し、2021年6月に竣工を迎えた。

常盤橋タワーサブプラントは、TOKYO TORCH 常盤橋タワー5階に設置された地域冷暖房プラントである。



提供：三菱地所株式会社

高	さ：約 212m
階	数：地上 38 階※・地下 5 階
	※建築基準法上、地上 40 階
主要用途	：事務所、店舗、駐車場等
延床面積	：約 146,000 m ²
着	工：2018 年 1 月
竣	工：2021 年 6 月末

図3 TOKYO TORCH 常盤橋タワー外観写真 他

8. 熱供給施設の概要

丸の内熱供給株式会社は大気汚染防止を主たる目的として、1976年4月に大手町地区で熱供給を開始し、約45年以上にわたり熱供給を行っている。供給区域も内幸町地区、丸の内一丁目地区、丸の内二丁目地区、有楽町地区へ拡大し、現在は、青山地区を合わせた6地区において、23か所のプラント

で熱供給事業を行っている。冷熱源容量は合計約137,000RT、温熱源容量は合計609t/h（換算蒸発量）である。供給区域面積は111.4ha、熱供給先棟数は合計110か所、供給延床面積の合計は約779万m²である。

大手町地区の供給熱媒は、冷水・蒸気・温水・高温温水（約88℃）である。

蒸気は大手町センターで製造され、北幹線ルートと南幹線ルートで供給されるが、二つのルートは接続され、蒸気ループ配管を形成している。冷水は大手町センターと12か所のサブプラントで製造される。そのうち、常盤橋タワーサブプラントを含む6か所のサブプラントは蒸気から温水を製造し、供給している。

9. 常盤橋タワーサブプラント概要

表1に常盤橋タワーサブプラントの概要、表2に主要機器表、図4にシステムフローを示す。熱源機器は高効率機器を導入している。冷熱源はインバータターボ冷凍機、固定速ターボ冷凍機、空気熱源ヒートポンプ、温熱源は空気熱源ヒートポンプと地域蒸気にて構成される。

事故・災害等が発生して、万が一系統電力供給が遮断された場合、TOKYO TORCH 常盤橋タワーの非常用発電機から電力の提供を受けて、インバータターボ冷凍機を稼働させ、一定量の冷水を供給することで災害時の冷水供給対応力を向上させてい

表1 常盤橋タワーサブプラント概要

■ 工 期	2018年1月～2021年7月
■ 設計・監理	(株) 三菱地所設計
■ 施工者	
■ 総合請負・建築工事	戸田建設 (株)
■ 機械設備工事	高砂熱学工業 (株)
インバータターボ冷凍機	三菱重工サーマルシステムズ (株)
ターボ冷凍機	三菱重工サーマルシステムズ (株)
空気熱源ヒートポンプ	東芝キャリア (株)
■ 電気設備工事	(株) 弘電社

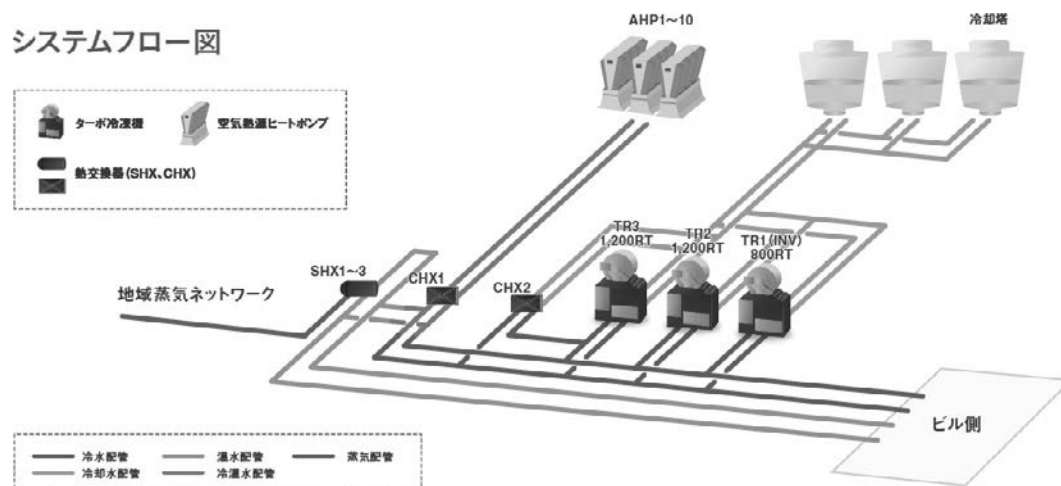
表2 主要機器表

温熱源機器	暖房能力	台数	合計容量	
	kW		kW	MJ/h
空気熱源ヒートポンプ	179	10	1,790	6,444
合計			1,790	6,444

冷熱源機器	冷房能力	台数	合計容量	
	RT		RT	MJ/h
ターボ冷凍機	1,200	2	2,400	30,381
インバータターボ冷凍機	800	1	800	10,127
空気熱源ヒートポンプ	48	10	480	6,076
合計			3,680	46,584

る。また、浸水に対する備えとして地上階へプラントを設置しており、常盤橋街区の業務継続に貢献す

システムフロー図



る。

本プラントは、最新の高効率機器を導入することにより、大手町地区の総合エネルギー効率（COP）の向上、CO₂の削減に寄与する。

また、消費エネルギーの抑制に貢献する省エネルギーシステムを導入し、電力使用量の削減に取り組んでいる。省エネルギーシステムの概要を以下に記載する。

10. 低・脱炭素に向けた省エネルギーシステム概要

① 温水供給による電化の推進と都市未利用熱活用の推進

当社では、建て替え計画にあわせ電気式ヒートポンプ、CHP（Combined Heat and Power）排熱、中水熱などを熱源とするブロック温水ネットワークを街区（ブロック）ごとに設けています。本件では空気熱源ヒートポンプ（1790kW）を設置し低負荷時は空気熱源ヒートポンプを主体とした運転、発生時間の限られるピーク負荷やバックアップには広域ネットワークの蒸気も活用します。複数熱源のハイブリッドな活用により脱炭素化を進めるとともに、安定供給を図ります。また、本プロジェクトでは、暖房の電化推進とさらなる未利用熱利用の推進を進めるうえで、温水連携も検討を進めています。

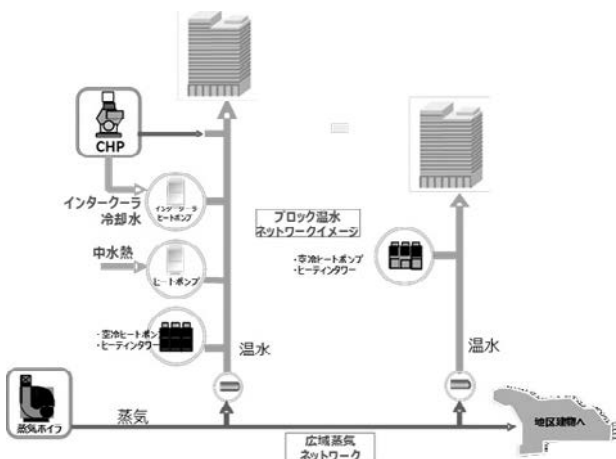


図5 ブロック温水ネットワークのイメージ図

注：街区（ブロック）の特性によりヒートポンプ・CHP等の構成は異なります

② 需要家側バルブモニタリングによる、DHC変圧力送水制御（VWV-VM：DHC）

これまで、ビル側空調においては、水の搬送動力削減のために、差圧一定制御→末端圧制御→VWV-VM制御などが行われてきたが、DHCとビル間では省エネを対象とした情報の伝達は積極的に行われてこなかった。近年の低・脱炭素の時代に向けて、ビルとDHCが連携して制御することで、さらなる省エネが期待されている。本システムではビル側熱交換器の制御弁の開閉度を監視しながら、過剰とならないに送水差圧となるように送水圧力を制御し、搬送動力を最小化することを目的としたシステムである。当該システムによりビルの負荷に応じた必要最低限の揚程で送水側ポンプを運転できる。

以下に冷水制御の事例を記載する。ビル熱交換器の一次側（DHC側）の制御弁開度は、熱交換器二次側の出口設定温度になるように調整される。一次側制御弁開度が80%以上で熱交換器二次側出口温度が設定された偏差温度未満であれば送水圧力『最適』と判断する。制御弁開度が100%かつ出口温度が設定された偏差温度以上で送水圧力『不足』、制御弁開度が80%未満で送水圧力『過剰』と判断し、送水圧力を自動で調整することで『最適』へ近づける。

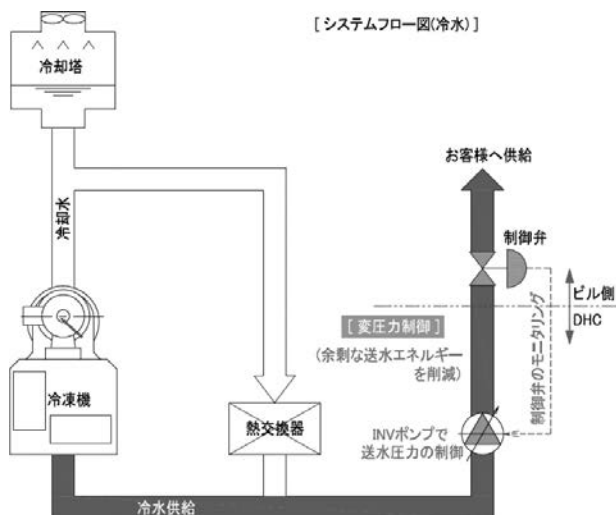


図6 システムフロー（変圧力送水制御）

③ DHCにおけるフリークーリングシステム

低・脱炭素に向けた取り組みの推進として、冬季の冷涼な外気 of 自然エネルギーを活用して冷凍機を

稼働せずに、冷却水との熱交換により冷水製造が可能な省エネルギーシステムを構築した。

冬期は冷涼な外気温を活用し、冷却塔で12℃程度の冷却水が製造可能であるが、そのまま低温冷水（6℃）用には利用出来ない。

本件ではビル側設備との調整により冬期の冷水供給温度を14℃とし、フリークーリングシステムの利用を可能とした。機器は省スペースに配慮し、冷凍機の冷却水ポンプを兼用させ、固定速ターボ冷凍機（TR3：1200USRT）と冷却塔間にフリークーリング用熱交換器（CHX2：300USRT）を設置した。システムは自動弁切替弁により、冷凍機通常運転時とフリークーリング運転時を使い分けている。中央監視によりTR3が停止中に、外気湿球温度が設定温度以下となった場合、『有効』判断が表示され、オペレータは切替弁をフリークーリング用熱交換器側へ切替え、フリークーリング運転を行うことができる。冷水供給温度を安定させる為にフリークーリング始動時は、冷却水ポンプ（TR3 CDP）のみを運転し、冷却塔～熱交換器間で冷却水を循環させ、熱交換器一次側入口温度が設定値（初期値：13.0℃）となるまで低下させる（この運転をプレクール運転という）。プレクール運転の状態で一定時間経過後、熱交換器一次側出口温度が設定値以下となった場合に冷水ポンプを起動させ、フリークーリング運転による冷水供給を開始する。熱交換器一次側冷却水温度が一定時間までに設定値

以下にならなかった場合、フリークーリング運転を中止する。

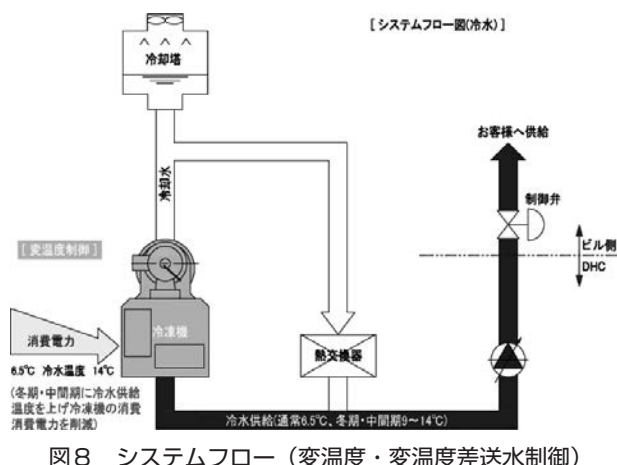
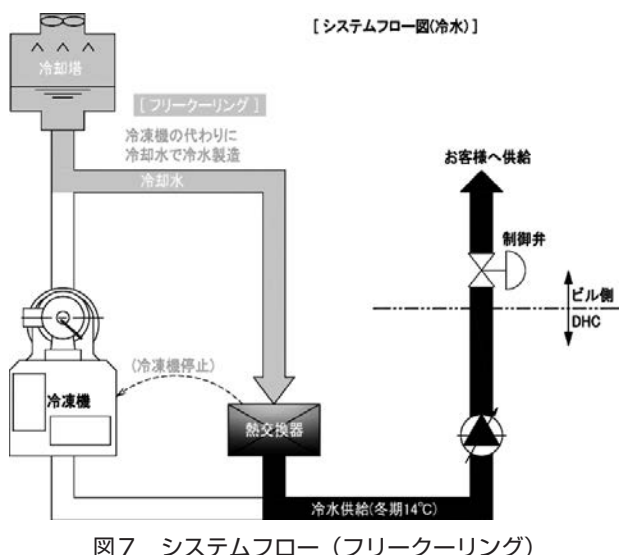
フリークーリングは外気湿球温度に左右されるため利用出来る期間は限定されるが、季節により最適な送水温度で冷水供給をする変温度送水制御と組み合わせる事で十分な利用が可能となる。

④需要家と連携した変温度・変温度差送水制御

これまで、ビル側とDHC側はそれぞれ最適な省エネルギーを実施してきた。今後は②の変圧力制御の取り組みとあわせ需要家とDHCが連携することで、さらなる省エネルギーが期待されることから、本プロジェクトではそれらの取り組みを開始した。

熱量は温度差×流量の関係にあり、温度差を小さくする事により流量は小さくなり搬送動力が削減出来る。また、冷水の場合、冷水温度を上げるほど冷凍機の効率が向上し、冷水製造動力が削減出来る。

ビル側で必要とする冷水・温水の温度は季節ごとに異なり、ピーク時は必要熱量が大きい為、利用温度差を大きく取る事が可能である。そこで季節ごとに最適な送水温度、送水温度差を設定し、熱源動力ならびに搬送動力の負担を軽減するのが変温度・変温度差送水制御である。ビル側とDHCは中央監視装置にて相互通信を行い送水温度及び返送温度の情報共有化を図り季節や負荷に応じて、適切な送水温度・送水温度差で運用を行う。本システムでは、数か月単位であらかじめ設定した送水温度に設計を変更する運用で開始することとしている。基本的な動作は、中央監視画面にてビル側からDHCに送水



温度設定の変更要請を送り、変更要請に対しDHCが応答する。お互いに共通の設定温度の認識を持った状態で冷凍機の設定温度を変更する。

本システムは一定の試用期間を経た後、学習型熱源送水温度自動変更（VWT）制御システムを稼働させ、AIを活用した自動設定化を推進する予定である。

おわりに

本常盤橋タワーのDHCシステムは、この後続く

Torch Towerと連携することで、さらに進化を続ける予定である。

本建物の計画・設計・施工にあたり、関係された皆様、設計者・施工各社の皆様に感謝申し上げます。

参考文献

- ・三菱地所株式会社・丸の内熱供給株式会社 PR 2021年3月25日「エネルギーまちづくりアクション2050」を策定
- ・三菱地所株式会社 PR 2021年7月19日「常盤橋タワー竣工」

横浜市における先進的環境技術と 地域熱供給による密着型地域共生の実現

東京都市サービス株式会社 東京第2支店 施設管理グループ 小林 邦己

東京都市サービス株式会社（以下「東京都市サービス」）は、横浜市、横浜アイランドタワー管理組合、株式会社竹中工務店（以下「竹中工務店」）とともに、「横浜市における先進的環境技術と地域熱供給による密着型地域共生の実現」をテーマに、令和2年度新エネ大賞資源エネルギー長官賞（地域共生部門）を受賞した。

新市庁舎整備を契機に、横浜市、横浜アイランドタワー及び熱供給事業者が一体となって、省エネルギー、地域全体のレジリエンス向上に着目した地域共生に取り組んだ。新市庁舎ならびに熱供給には、様々な再生可能エネルギーの有効利用や災害時に隣接する横浜アイランドタワーへの電力供給等、面的な取組みが他地域でエネルギー連携を普及させていく際に前例になることが期待できるものとして、高く評価された。

1. 背景

昭和34年（1959年）に建設された旧横浜市庁舎は、築50年以上が経過し、施設・設備の老朽化が進んでいた。また、横浜市の人口増加、市民ニーズの多様化や社会環境の変化による業務の拡大に伴って執務スペースが不足し、市庁舎に加えて約20カ所の民間ビル等にその機能が分散していた。このような課題を解消するため新市庁舎の整備計画が開始された。新市庁舎整備にあたっては「環境に最大限配慮した低炭素型市庁舎」「自然エネルギーや再生可能資源の有効利用」ならびに「危機管理の中心的役割を果たす市庁舎」等の大きな基本理念、整備基本方針に基づき達成に向けた計画が進められた。

さらに、横浜市のエネルギー施策として地域熱供



図-1 旧市庁舎の構成

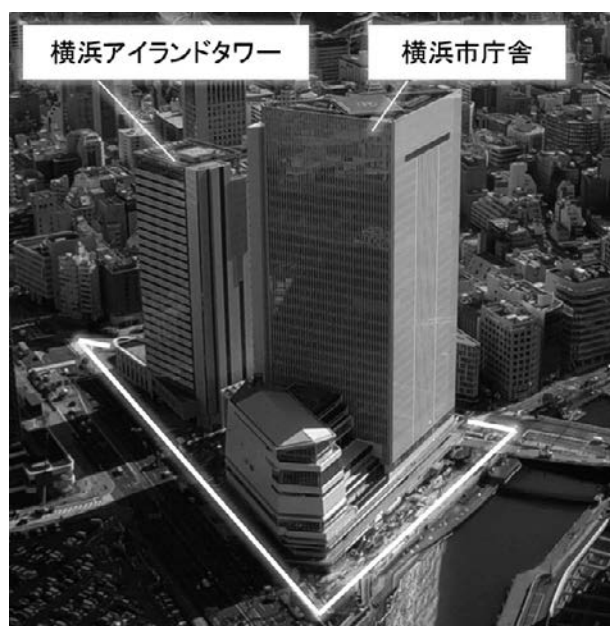


写真-1 熱供給区域

給等のエネルギーの面的利用が推進されている事も踏まえ、横浜アイランドタワーとの地域一体となったエネルギー連携による高い環境性能の発揮、レジリエンス向上を期待し地域熱供給方式の採用が決定した。

2. 地域共生事業の経緯

1) 熱供給事業者選定

地域と深く連携する熱供給事業者の選定にあたっては、「経済性」や「環境性」に加えエネルギー供給に対する「信頼性」、維持管理や設備更新へ配慮した「設備計画」、新設建物の工事協調ならびに既存建物のスムーズなエネルギーインフラの切换え等の「施工計画」、エネルギー供給を通じたレジリエンスな地域作りや地域経済活動の活性化等の「地域貢献性」を評価項目とした公募型プロポーザルを経て東京都市サービスが熱供給事業者として選定された。

2) 地域一体となった施設計画の実施

新設する市庁舎と同建物内にプラントを設置する東京都市サービス、ならびに既存建物で熱供給への切换えを行う横浜アイランドタワー管理組合の3者にて会議体を形成、熱供給プラントの設計・施工・運用までを一体的に見据え、竣工までの3年間に亘る綿密な協議を繰り返し、徹底したシステム検討を実施した。この会議体は運用開始後の地域エリアマネジメントを担う組織として引継がれている。

システムの適正性の確認、事業全体のアドバイザーとして、都市開発、地域開発を専門とする学識者（横浜国立大学、芝浦工業大学）を交えたコミッションングを実施。熱供給の運用開始後も取組みを継続し、システム検証・最適化を図っている。

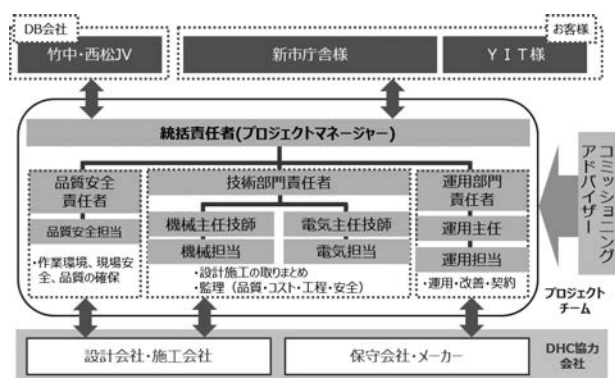


図-2 事業実施体制

3. 地域共生事業の概要

2020年春、横浜港を目の前に臨む再開発エリア「北仲通南地区」に、新しい横浜市庁舎が完成した。

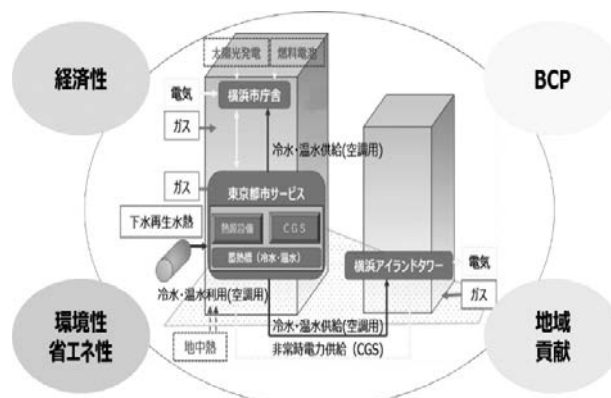


図-3 地域共生事業の概要

事業の検討にあたっては、新築建物単体にとどまらず、地域と熱供給事業者が一体となった省エネルギーや地域のレジリエンス向上にも着目した地域共生の仕組み作りを行った。

エネルギー利用においては、建物で利用する下水再生水の熱を利用する等、自然エネルギーや再生可能資源の有効活用を図り、新築建物と一体となった仕組みを導入した。

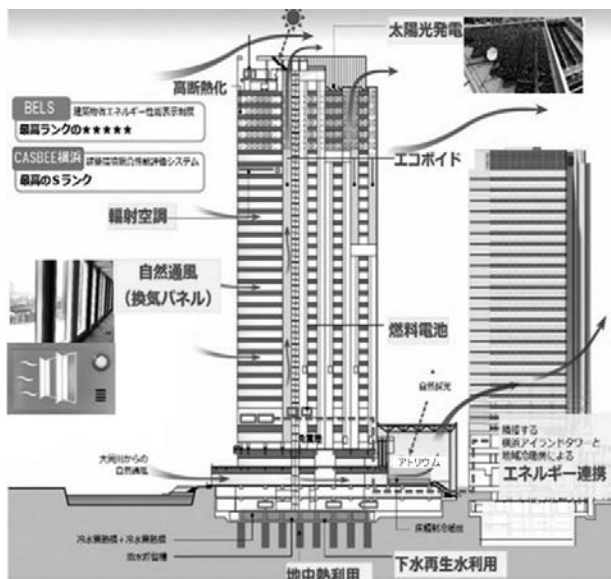
また、レジリエンスな地域共生を目指し、災害時には大容量水蓄熱槽（2,800m³）による生活用水を確保するとともに、隣接する横浜アイランドタワーへ電力を供給し、面的対応を図る地域一体となったBCP対応システムを構築する事とした。

4. 地域共生事業の特徴（地産地消）

1) 市庁舎における環境技術、再生可能エネルギーの有効活用

市庁舎では先進的環境技術を多岐に導入。屋上スペースに敷き詰めた太陽光発電（約100kW）、構造杭66本を活用した大規模（400kW）の地中熱利用、建物ほぼ全周に装備された換気パネル（約2000箇所）とエコボイドを使った自然通風等、自然エネルギーを最大限に活用している。自然通風は外気条件等から、自然換気が空調負荷削減に有効である事を判断し、ランプ点灯と音により通知し、実行性ある環境技術として独自の仕組みを構築した。夜間には自動制御にてエコボイドのダンパを開き、ナイトパージを行う。

空調システムでは水式天井輻射空調とデシカント



図－４ 市庁舎概要

空調を組み合わせた潜熱・顕熱分離方式とし、中間温度帯の中温冷水（11～14℃）を導入した。

また、発電効率が高いSOFC型燃料電池（200 kW）を導入し、発電電力はベース電源として常時利用、災害時には一部空調電源に利用が可能となっている。

その他にも、水資源の有効活用として下水再生水を引き込み、トイレ洗浄水に利用している。

2) 需要と供給が協調した熱供給システムの構築

横浜市及び竹中工務店と中温冷水の熱負荷の見込

みやデシカント空調で使用する温熱量等、熱供給システムの設計に際し、詳細な時刻別データに基づく検討を行い、最適システムを構築した。

市庁舎の空調には、一般的な冷房・暖房の他、天井の輻射パネルに中温冷水・温水を流し、天井からの輻射効果で空調を行う輻射空調とデシカント空調を組み合わせたシステムを採用した。空調の利用にあたっては、一般的な冷水（7℃）、温水（45℃）の4管方式に加え中温冷水（11～14℃）の2管を加えた6管方式による新しい供給形態により高効率な熱製造を実現した。

このシステムに適した熱源システムを構築し、最大限の高効率化を図る為、横浜市と熱供給事業者が連携し、一般的な冷水の系統と中温冷水系統を切り分け、冷凍機出口温度を高くする事で大幅な効率向上が期待できるINVターボ冷凍機を主体に、中間期・冬期等外気温度が低い時期にはフリークーリングにより、自然エネルギーを活用した高効率システムを構築している。

また、建物地下躯体を活用し、夜間の電力で冷暖房用の熱を蓄える蓄熱槽を有効利用し、電力負荷を平準化、温水利用量が少ない夏期においても、一日に利用する温水を、蓄熱槽を用いて全量冷房排熱を利用して製造できるよう、蓄熱槽は年間を通して冷水、温水を同容量程度確保している。



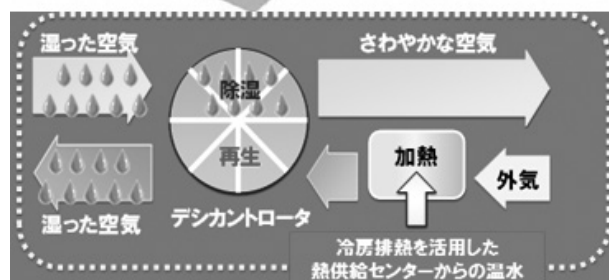
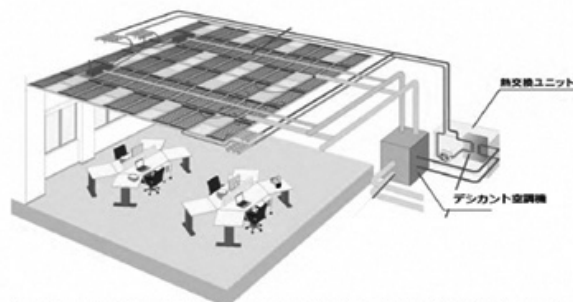
輻射天井パネル

輻射パネル内部

燃料電池

下水再生水供給管

写真－２ 市庁舎建物設備



図－５ 輻射空調およびデシカント空調イメージ

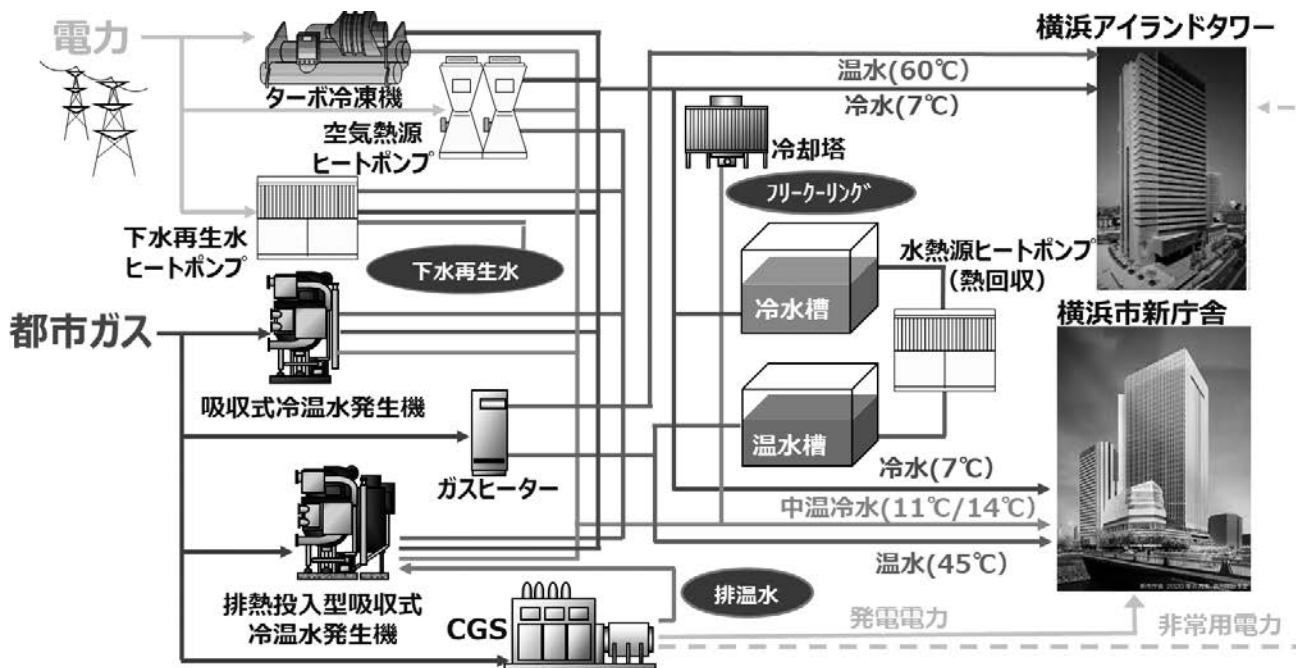


図-6 熱供給システムフロー

分散型電源として導入したコージェネレーションシステム（以下「CGS」）は、複数の建物の熱を集約する熱供給事業の特性を活かし排熱を全量利用、電力が熱供給プラントで消費し切れず余剰となる場合は、市庁舎に送電して消費する仕組みとし、高効率な大規模CGSの稼働率を高め、高い総合効率での運転を実現した。

さらに環境施策の一環として、市庁舎のトイレ洗浄水用として引き込んだ下水再生水の熱をヒートポンプで有効的に利用し、建物施設がもつ未利用資源を有効に活用している。

3) 横浜市焼却工場からの自己託送等による使用電力の再エネ実質100%化

政令市で初となる市庁舎の使用電力の再エネ率実

質100%を達成する為、横浜市内の焼却工場にて発電された再生可能エネルギー電力を、自己託送制度を活用し市庁舎に供給。また、市内の卒FITの活用や、焼却工場のバイオマス発電の環境価値を、市庁舎にて使用している。市庁舎と共同受電により熱製造を行う熱供給事業者に関しては、グリーン電力証書システムを活用し、CO₂排出量ゼロの電力を用いた高効率・低炭素な熱供給により、市庁舎では再エネ率実質100%を実現、地域全体での大幅な低炭素化を実現した。

4) 熱供給システムの構築・運用体制

熱供給システムの構築にあたっては、横浜市及び竹中工務店、横浜アイランドタワー管理組合との約



図-7 市庁舎使用電力

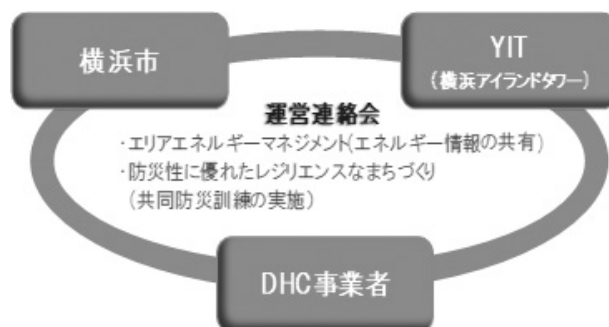


図-8 地域協力体制

3年間に亘る協議や、学識者を含めたコミッショニングにより、経済性、環境性及び地域レジリエンスの向上を図った。

熱供給センターの運用体制としては、東京都市サービスが熱供給事業で培ったプラント運転技術をベースに経験豊富なオペレーターによる徹底した効率運転、保守管理を実現した。

また、設計・建設時の連携連絡会を、運営段階では運営連絡会として環境性およびレジリエンスな地域作りのため協議会を実施。熱供給施設の維持管理における計画や報告、3者による日々の施設運用に関する意見交換等を通じて災害時の協力体制を構築し、レジリエンスな地域作りに向けた取り組みを行っている。

5. 地域共生事業の特徴（地域レジリエンス）

「危機管理の中心的役割を果たす市庁舎」の方針を基に地域と熱供給事業者が一体となり、地域レジリエンス向上を実現した。

1) エネルギー施設の強靱化対策

多様化する災害を考慮し、地域のエネルギーインフラの一つである熱供給プラントを免震層の上層（4階）に設置した。地震災害への備えと、津波・大雨による地下水没リスクの両面に対応可能となり、万が一水没した場合でも、地域へのエネルギー供給を途絶させないように、地下・地上設備の切り離

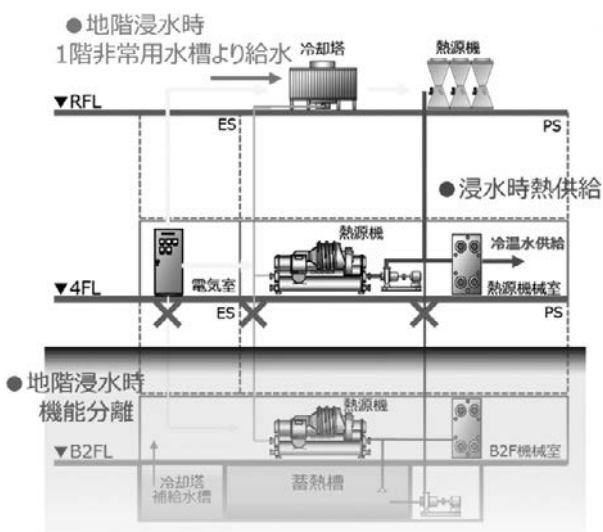


図-9 地下水没対策設備の構築

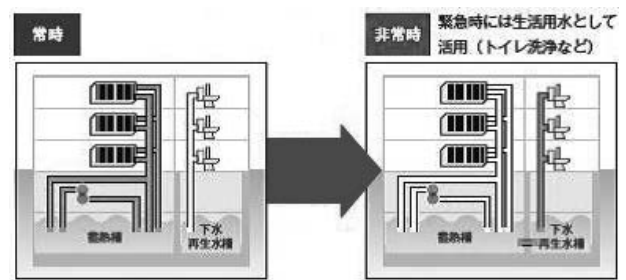


図-10 非常時における蓄熱槽水の利用

しが可能なシステムを構築しており、地上階の設備だけでも供給を確保できるよう設備容量を分配している。

2) レジリエンスな地域作り

災害時に危機管理の中心的役割を果たす市庁舎は、4,000kVAの非常用発電機と7日分の備蓄燃料を保持して電力を確保するとともに、トイレ洗浄水として地域熱供給の蓄熱槽の水を活用し、市庁舎としての機能を熱供給事業と連携して確保している。

災害等による系統電力喪失時には、災害に強い中圧ガスを燃料とするブラックアウトスタート型のCGSにて自立電源として発電を行い、隣接する横浜アイランドタワーに供給する事で、地域防災力向上に寄与する仕組みを構築している。

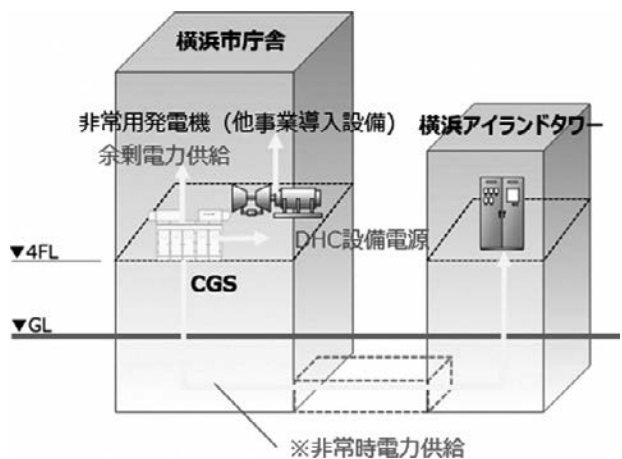


図-11 非常時電力供給

6. まとめ

様々な省エネや再エネ技術、また防災機能を単独で構築する場合、発電機器の排熱が使い切れない（機器容量と排熱回収量のミスマッチ）場合や、コ

スト過多（用途に応じた設備設置）になる等、様々な課題に直面する。今回、これらの課題を関係者で協議し、発電設備を常時・非常時に分けて地域でシェアする等、創意工夫を凝らしベストなシステムを構築する事ができた。また、単独での開発ではなく地域一体となりエネルギーインフラを検討・整備する事で、地域の関係者同士がWIN-WINとなる仕組みを得る事ができたことも大きな利点として挙げられる。

従来は大規模再開発やまちづくりといった大掛かりな開発において、地域熱供給事業の導入が検討されてきたが、本事例のように地域に密着した比較的小規模なスマートシティへの取り組みは、他地域で

の展開も図りやすく、また、地域内のコミュニティを醸成し易いといった利点があり、規模に比して大きな成果を得られる事例となり、新エネ大賞資源エネルギー長官賞を受賞することができた。

横浜市庁舎における先進的な取り組みは、2050年脱炭素化「Zero Carbon Yokohama」の実現に向けたモデルケースとなることが期待されているとともに、東京都市サービスとしても、運転データの分析等で熱供給システムの一層の高効率化を進め、地域熱供給がエネルギーの面的利用によって脱炭素化、BCP機能の向上に貢献できることを実証していく。

西側に配置した。2つの建物の間には本施設の主エネルギー源である木質バイオマスガス化発電機（以下、バイオマス発電機）を有する設備展示棟を設け、各棟を水盤と渡り廊下でつなぐ配置とした。

オフィス棟は、中間期の自然換気を考慮して、東西方向に風が流れるように間仕切りのない空間を設け、使い方の面からもオープンなエリアとした。自然換気と日射遮蔽かつ照度確保の観点から、全方位に2.5mはねだしたバルコニーを設けるとともに、南面に外ブラインド、東西面にルーバーを設置した。建物の開口部の位置やサイズの決定に当たっては、照度解析やCFDシミュレーションを用いて、自然採光や自然換気の効果が高くなるように設計した。

また、自然を居住者が身近に感じられるように、人と自然の調和を目指したバイオフィリックデザインを取り入れ、石や木材の仕上げ素材や室内の植栽を多用している（写真2、写真3参照）。



写真2 オフィス棟 吹抜け空間※1



写真3 オフィス棟 2階執務室2-1※1

3. 設備概要

3.1 ZEBと創エネルギー

ZEBを目指した環境への取組みを図2に示す。エネルギー消費量の目標値としては、敷地全体で既存施設の実績値以下でかつZEB Readyを達成するために年間で16,340GJ/年以下、オフィス棟は既存施設の執務部分での原単位に対して70%減の417MJ/（㎡・年）とした。

創エネルギー設備としては、太陽光200kWに加え、木質チップを燃料とするバイオマス発電機40kW（排熱100kW）を2台設置した（写真4）。



写真4 バイオマスガス化発電機※1

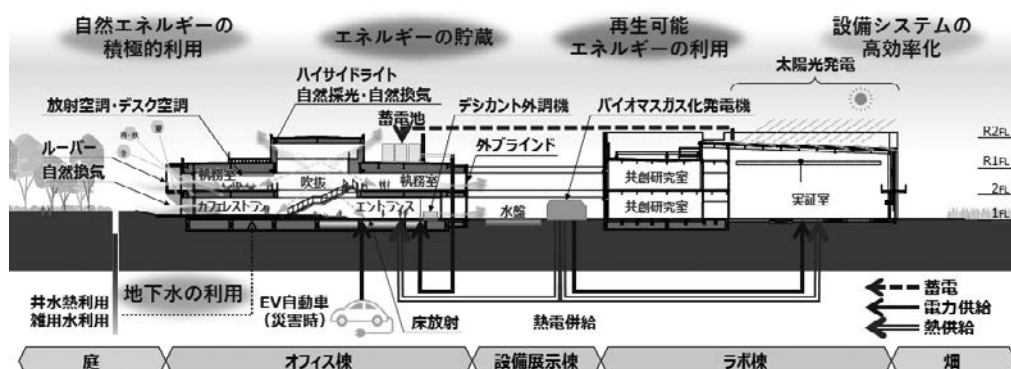


図2 ZEBを目指した環境への取組み概念図

また、電力の安定供給のためにリチウムイオン電池430kWhを導入した。

3.2 自然エネルギーを利用した熱源システム

熱源システムは、自然エネルギーを積極的に利用するために地下水熱とバイオマス発電機の排熱を主熱源とするシステムとし、不足分をヒートポンプチャラーで処理する。地下水の汲上げ量には最大500L/minという制限があり、地下水の利用量を増やすために、夜間も汲上げ一旦貯水槽に貯めている。蓄えられた地下水熱の一部はエントランスの床放射として放熱されるとともに、日中は放射空調やDCFCU（直流ファンコイルユニット）の冷却用に利用した後、水熱源ヒートポンプユニット（PMAC）の熱源水として利用する形の熱のカスケード利用を行っている（図3）。

3.3 潜頭分離と個別空調を組合せた空調システム

オフィス棟執務室の設備概要を図4に示す。二次側空調は、外調機で外気を含めたベース負荷を処理し、不足分を放射空調や個別型空調機（タスクデスク空調機、DCFCU）で処理する潜頭分離空調を基本とし、各室の働き方に合わせてその組合せを決定している。執務室はフリーアドレスで、居住者は好みの場所で仕事をすることができる。

個別型空調機（写真5）は今回新たに開発したもので、社員の持つスマートフォンで個別操作することができる仕様となっている。DCFCUは天井設置型で直流ファンを使用しているため超省エネタイプとなっている。タスクデスク空調機は、汎用の什器に取付け可能な仕様となっており、2台のデスクに挟み込み衝立上部から吹出す形の衝立型とデスクの天板の下に取り付け座っている人の腹部に吹出す後付け型の2種類を用意している。

3.4 DALI照明制御と間接照明システム

照明は全館LEDとし、在・不在制御、明るさ検知制御等を採用するとともに、運用段階でも自由に点灯区分等を変更できるようにDALI照明制御システムを導入した。

主執務室は天井面設置の放射パネルと組合せた間接照明システム（図5）とし、グレアを抑制しつつ明るさ感を向上させた。主執務室はタスクアンドアンビエント照明を採用し、アンビエント照明は机上

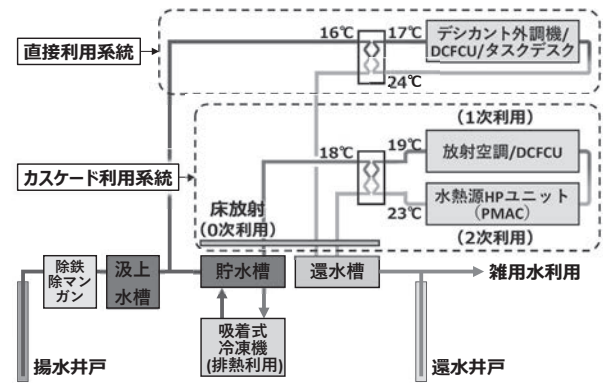


図3 地下水の熱利用

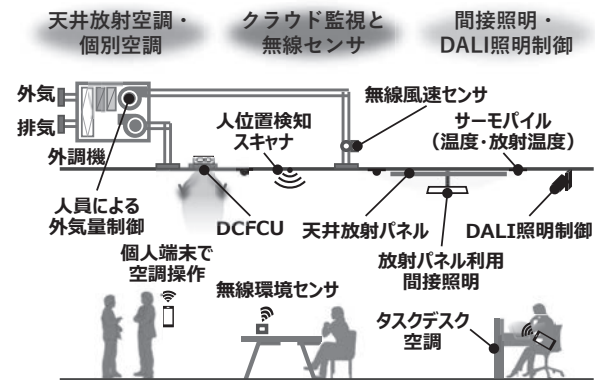


図4 オフィス棟執務室の設備概要



写真5 個別型空調機

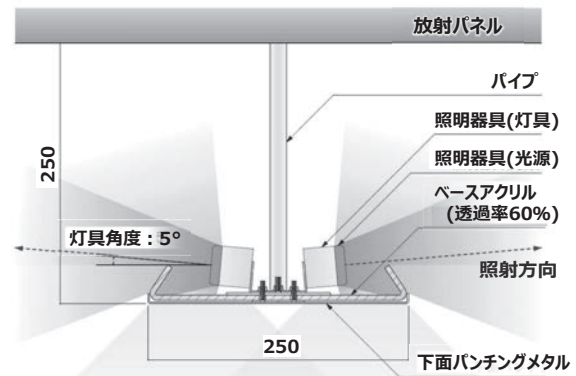


図5 間接照明システム

面照度300lxに調光して運用している。

3.5 蓄電池の増設

本施設の立地する茨城県南部は、電力会社の配電網が逼迫しており、竣工2か月前に余剰電力の逆流（売電）が不可であることが判明した。そのため運用段階では、逆流防止のため10kW程度を常に受電し続ける運用とした。竣工時、蓄電池はリチウムイオン電池430kWhのみであったため、電力需要の少ない休日は、太陽光とバイオマス発電からの余剰電力全てを蓄電池に蓄電させることが難しく、休日はバイオマス発電機を停止する運用としていた。

そこで、逆流を防止しながら再生可能エネルギーを安定的に有効活用するために、①太陽光発電の出力制御機能の追加、②大容量蓄電池の増設を、竣工後1年間で段階的に実施した。蓄電池の増設に当たっては、土日で快晴の場合でも余剰電力を全て蓄電できる電力量を運用実績から推測し容量を選定した。また、充放電効率の高いリチウムイオン電池と低コストでエネルギー密度が大きいNAS電池の組合せとし、比較検証を兼ねて両者を採用した（写真6）。増設した蓄電池は、蓄電容量でリチウムイオン電池2,964.8kWh、NAS電池1,200kWhで、既設と合わせて合計4,594.8kWhとなり、竣工時の約10倍に増設された。本設備は、2021年4月より運用を開始した。

再生可能エネルギーの発電機や蓄電池の最適運転のために蓄電池用エネルギー管理システム（EMS、図6）を合わせて開発した。本EMSでは、逆流防止と再生可能エネルギーの有効活用を目的に、施設全体の消費電力量や天気予報をもとにした太陽光発電量を予測しながら蓄電池の充放電の最適運転支援を行っている。

4. 運用実績

4.1 再生可能エネルギーの運用実績

2020年度の受電電力量及び太陽光、バイオマス発電での供給電力量の年間推移を図7に示す。4～5月は、コロナ禍の影響で従業員の出勤人数も制限されていたため、供給電力量も小さめの数値となっている。5月後半以降は徐々に通常の業務体制



写真6 増設した蓄電池

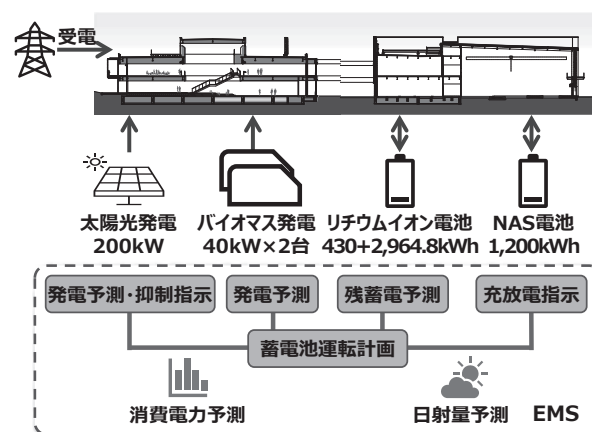


図6 蓄電池用エネルギー管理システム EMS

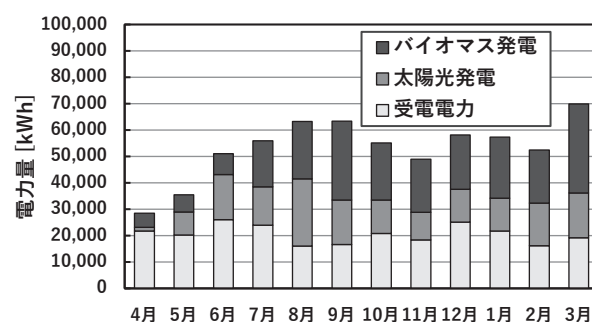


図7 年間受電電力量及び供給電力量（2020年度）

に戻っていったため、全体の電力量とともに太陽光やバイオマスの発電量も増加している。

年間の電力量で見ると、受電電力が全体の38%に対して太陽光が26%、バイオマスが36%の比率となった。2020年度は、逆流防止のため発電量の抑制を行っていたため、再生可能エネルギーを最大限利用することができないという結果となった。なお、蓄電池を増設した2021年4月以降は、発電量抑制が減り受電電力量も減少している。

4.2 ZEBの達成状況

年間の一次消費量の目標値と2020年度の実績値の比較を表2に、ZEBの達成状況を図8に示す。図8は文献6)のZEBの評価方法に基づき、エネルギー消費量と供給量を基準値（既存研究所の実績値）で指数化したものである。一次エネルギー消費量原単位で見ると敷地全体では、目標を大きく下回る結果となっておりNearly ZEBを達成できている。一方、オフィス棟は『ZEB』を達成しているが、消費量原単位としては629MJ/m²・年と目標値の約1.5倍となり目標未達の結果となった。

オフィス棟の一次エネルギー消費量原単位の内訳を設計試算値と実績値で比較した結果を図9に示す。設計試算値は、設計段階においてBELS認証とは別途に建築物総合エネルギーシミュレーションツールBESTを用いて試算した結果（詳細は文献1）参照）である。試算値では展示用施設での消費を含んでおらず、実績値からこれを除くと583MJ/m²・年となる。

展示用以外で試算値と実績値の差が大きいのは、熱源、空調、給湯・衛生の項目である。熱源、空調の数値が大きいのは、2020年度はコロナの感染防止を重視して、年間を通じて外調機を最大風量運転としたことが一因として挙げられる。給湯・衛生設備では試算値では見込んでいなかった井水汲上・還水ポンプ動力の数値が大きくなっている。

2021年度はこれらの結果をもとに、中間期の自然換気の積極的利用や就業時間外の外調機の運転時間、井水汲上ポンプの運転方法の見直し等により消費電力量の削減に努めているところである。

5. 建物環境性能の評価

本施設は高い環境性能を目指して計画しており、省エネルギー性能に関してはBELSで、総合的な建物環境性能をLEED®で、快適性・健康性をCASBEE-ウェルネスオフィスで評価し、第三者認証を取得している。LEED®とCASBEE-ウェルネスオフィスの認証ロゴを図10に示す。

5.1 省エネルギー性能BELS

BELSに関しては、標準入力法（Webプログラム）で算出した。省エネルギー性能を表すBEI

表2 年間一次エネルギー消費量の目標値と実績値

		エネルギー消費量 [MJ/年]	延床面積 [㎡]	エネルギー消費量原単位 [MJ/(㎡・年)]
敷地全体	既存研究所	16,340,000	5,187	3,150 (100%)
	目標値(設計段階)		11,610	1,407 (44.7%)
	実績値(初年度)	5,746,752	11,764	489 (15.5%)
オフィス棟	既存研究所	2,451,000	1,764	1,389 (100%)
	目標値(設計段階)	1,979,974	4,750	417 (30.0%)
	実績値(初年度)	3,078,273	4,897	629 (45.2%)

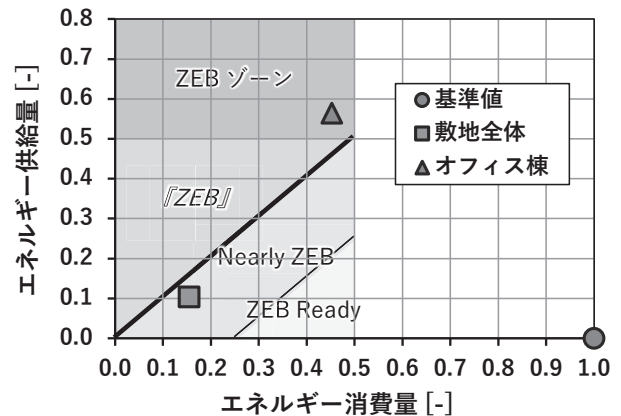


図8 ZEBの達成状況

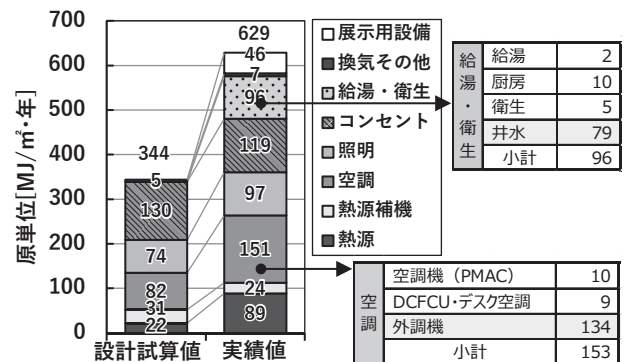


図9 オフィス棟の一次エネルギー消費量原単位の内訳



1) LEED®認証※2 2) CASBEE-ウェルネスオフィス認証

図10 環境性能評価認証

(Building Energy Index) は0.09となり、BELS評価の星★5つとNearly-ZEBの認証を取得している。

5.2 建物の総合環境性能LEED®

LEED®は、米国グリーンビルディング協会（USGBC:U.S. Green Building Council®）が開発・運用を行っている建物や都市についての環境性能評価システムである。今回、認証取得したLEED v4 BD+C（NC）は、建築設計と建築（BD+C）の新築（NC）にあたる認証で、必須項目を全て満たした上で、110点満点の得点でCertified（40～49点）、Silver（50～59点）、Gold（60～79点）、Platinum（80点以上）の4段階で評価される。本施設の認証結果は得点72点で、上から2番目のGoldの認証を得ている。

LEED®での各項目での得点割合を図11に示す。統合的プロセス、水の効率的な利用、エネルギーと大気、革新性、地域別重み付の項目においては先進的な取り組みが評価され80%以上の得点を獲得したが、材料と資源、室内環境の2項目においては低得点の結果となった。

5.3 快適性・健康性CASBEE-ウェルネスオフィス

CASBEE-ウェルネスオフィスの認証申請時は、先行評価認証期間であったため、建築環境・省エネルギー機構による評価認証に申請し、2020年10月に総合評価86.6でSランクの認証を得た。本施設では、中項目の項目に関しては概ね4点以上と高評価となっているが、水質安全性や災害時対応の項目が3点であり、改善の余地があることが分かった。

6. おわりに

本報では、地球環境負荷低減と知的生産性向上を両立したサステナブル建築として建設された研究施設の計画概要と運用開始後の取り組みについて紹介

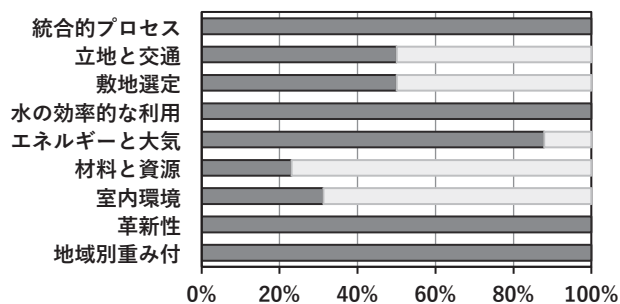


図11 LEED®の各項目での得点割合

した。

今後ZEBの普及に伴い、計画・設計段階では再生可能エネルギー等の供給側と空調・照明等の負荷側を一体としたエネルギー計画が、運用段階では電源を含めた建築・設備一体のエネルギー管理が重要となってくる。本報がZEBの今後の普及促進の参考になれば幸いである。

注釈

- ※1：写真1～4は、(株)竹中工務店提供、小川重雄氏撮影
- ※2：LEED®認証ロゴは、米国グリーンビルディング協会所有の登録商標であり、許可を得て使用

参考文献

- 1) 武藤ら：エネルギー自立型サステナブル研究施設の計画と実証（第1報），空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集，p.185-188,2019
- 2) 羽鳥ら：エネルギー自立型サステナブル研究施設の計画と実証（第2報），空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集，p.149-152,2020
- 3) 武藤ら：エネルギー自立型サステナブル研究施設の計画と実証（第9報），空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集，p.177-180,2020
- 4) 清水ら：エネルギー自立型サステナブル研究施設の計画と実証（第16報），空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集，p.221-224,2021
- 5) 高ら，金属製放射空調パネルを利用した間接照明システム，電気設備学会全国大会，p.204-207,2020
- 6) 空気調和・衛生工学会：「ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の定義と評価方法」，p.5,2015

持続可能な未来の実現に「建設」で貢献

株式会社安藤・間

弊社は、2013年4月にそれぞれ100年以上の歴史を持つ間組と安藤建設が合併して誕生した会社です。弊社の事業は、土木事業、建設事業、海外事業であり、ものづくりを通じて社会・お客様の発展に寄与することを目的とする総合建設会社であります。

1. 会社概要

- ・社名：株式会社 安藤・間（呼称：安藤ハザマ）
- ・本社：東京都港区赤坂六丁目1番20号
- ・資本金：17,006百万円（2021年3月末日現在）
- ・売上高：378,135百万円（2021年3月末日現在）
- ・従業員数：3,456人（2021年4月1日現在）
- ・株式上場：東京証券取引所第一部

2. 歴史と実績

弊社は、黎明期より日本初の施工や工法の採用、国内外最高水準の技術への挑戦など、前身企業の創業以来、現状に満足することなく新しい価値を創造するために挑戦を続けています。



写真1 黒部ダム（富山県、1963年）



写真2 東京ビックサイト（東京都、1995年）



写真3 ペトロナスツインタワー（タワー1）
（マレーシア、1997年）

3. 次世代に資する安藤ハザマの取り組み

弊社は、変化が激しく、不確実性の高い時代だからこそ、進むべき方向を明らかにして事業を推進することが大切であると考え、2030年を見据えた長期ビジョン、「安藤ハザマ VISION2030」を策定しました。建設事業のさらなる強化はもとより、

3つめのコンセプトは、広域的エネルギー融通の

3施設で利用される「電気」、「熱」を総合管理し、異なる建物用途（研究所、工場、工事現場）の需要予測を行うとともに、コージェネレーションプラントを精度良く供給調整します。これらのデータを取得・検証・改善していくことで、経済性と環境性の観点から最適エネルギーマネジメントの確立を目指します。



カーボンニュートラルを目指した建築設計

株式会社安井建築設計事務所

安井建築設計事務所は1924（大正13）年に創業し、まもなく100周年を迎える建築設計事務所です。一貫して、社会や発注者と丹念に対話をしながら建築をつくりあげてまいりました。これからも、国内外におけるさまざまな設計監理業務・プロジェクトマネジメント業務などを通じて、あらたな建築のありかたを構想し、社会の明日を切り開くための造形と技術、そして知恵を生み出してゆきたいと考えています。いま、社会の至るところに目覚ましい変化があります。感染症流行や自然災害、環境危機を乗り越えて、希望に満ちた未来をつくるために、私たち設計組織から積極的に動きはじめること、社会をよりよい姿に整えることが「企業の社会的責任」（CSR）であると捉えています。安井建築設計事務所は＜人やまちを元気にする＞ことを、基本的なテーマとし、建築を通してすべての人たちが元気になることを目指しています。

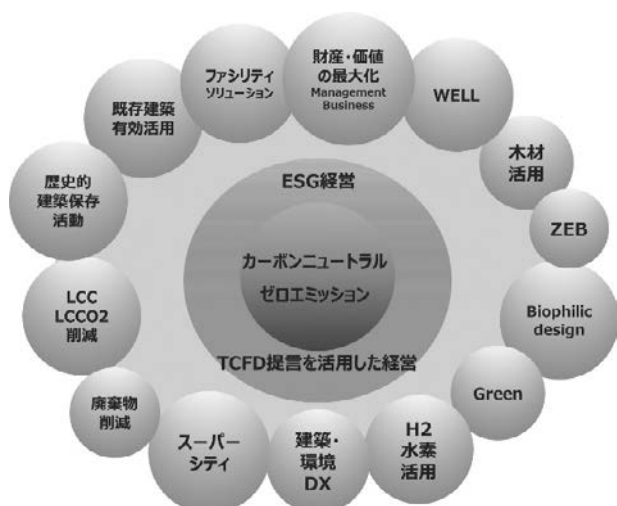


図1 カarbonニュートラルのための経営方針

1. カarbonニュートラル建築への取り組み

昨年10月、日本政府は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しました。安井建築設計事務所は2050年のカーボンニュートラル達成は、人類に課せられた大きな目標と同時に義務でもあると考えています。私たちは美しい自然を保ち、人が健康で快適に暮らせる、環境にやさしい建築そしてまちづくりを実現するために、カーボンニュートラル・ゼロエミッションを基盤において活動しています。

2. ZEB建築の実現

ZEB（ゼロ・エネルギー・ビルディング）建築の実現に取り組み、実績を上げています。久光製薬ミュージアムでは『ZEB』（完全ZEB）を達成、高島市役所庁舎、大和高田市庁舎、JR九州社員研修センターではZEB Readyを達成しています。



図2 久光製薬ミュージアム『ZEB』

延床面積 687.63㎡ RC造・2F
1次エネルギー削減率 BEI=0.35（65%削減）外皮性能 BPI=0.53
単位面積1次E消費量 561MJ/㎡年（再生可能エネルギーを含む）
1次エネルギー削減率 103%削減
屋上断熱50mm、太陽光発電41.64kW、BEMS、換気の高効率化など



図3 高島市役所庁舎ZEB Ready

延床面積 9,687㎡（増築S造・3F＋既存RC造・B1F/3F）
 1次エネルギー削減率 BEI=0.46（54%削減）外皮性能BPI=0.72
 単位面積1次E消費量 485MJ/㎡年（再生可能エネルギーを含む）
 1次エネルギー削減率 54%
 屋上、外壁断熱50mm、井水熱利用躯体スラブ放射冷暖房他



図4 大和高田市役所庁舎ZEB Ready

延床面積 約10,300㎡（RC・S造免震－6F）
 1次エネルギー削減率BEI=0.49（51%削減）外皮性能 BPI=0.66
 単位面積1次E消費量572MJ/㎡年（再生可能エネルギーを含む）
 LowEガラス窓、高効率チラー、高顕熱型パッケージエアコン他



図5 JR九州社員研修センターZEB Ready

延床面積 10,140.86㎡（S造－4F）
 1次エネルギー削減率BEI=0.49（51%削減）外皮性能 BPI=0.76
 単位面積1次E消費量756.53MJ/㎡年（再生可能エネルギーを含む）
 LowEガラス窓、高効率チラー、地中熱利用、外気取入量制御他

3. デジタル×建築

カーボンニュートラル建築を実現するためには、設計だけではなく、運用も含めた建物ライフサイクルにおける取組が必要です。ここで大きな力となるのがDX（デジタルトランスフォーメーション）技術と考えています。安井建築設計事務所ではBIMやコンピューショナルデザイン、各種シミュレーションやAIなどのICT技術を建物のライフサイクルのあらゆるシーンで活用・提案し、複雑かつ高度化する建築プロジェクトに柔軟に対応します。そして、BIMによる建物の情報を経営戦略や施設の運用に活かすための様々なソリューションを提供します。これらを実現するツールとして、BIMモデルと施設管理データベース、温度・湿度・照度・CO₂濃度などの情報モニタリングを連携させたBuildCANの開発を行っています。建築の専門家でない方でも、わかりやすい3次元の建物情報によって施設管理を行うことができます。また、タブレッ



図6 BuildCAN ビル運営のためのプラットフォーム

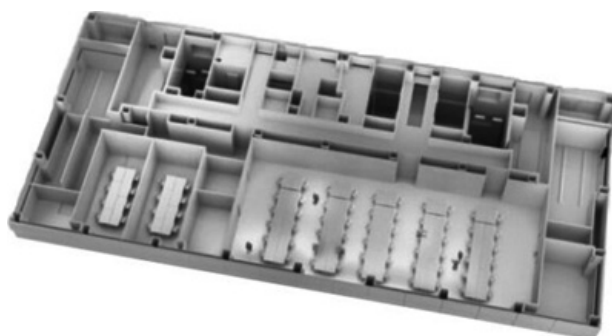


図7 BuildCAN 環境モニタリング

ト端末による設備機器の点検管理など、施設の運用・維持管理コストの低減に貢献します。環境センサーを設置し、温度・湿度・照度・CO₂濃度などの情報をモニタリング、空間の快適性や消費エネルギーをビジュアルに表示します。また、蓄積された情報を元に空調設備のコミッショニングと改善提案を行い、エネルギーコストの最適化を実現します。

4. おわりに

安井建築設計事務所では、現在、関西で開催される2025年日本国際博覧会の熱供給設備設計を受託、設計を進めています。2025年関西万博のテーマである「いのち輝く未来社会のデザイン」に沿った未来のカーボンニュートラルにつながる熱供給設備を実現できるよう取り組んでまいります。

ホームページ：<https://www.yasui-archi.co.jp/>

社会インフラを支える鋼管を最適供給

株式会社ニッコー

当社は、私たちの生活をさまざまな場面で支えている「鋼管」を主な商材として、豊富な在庫と国内全域をカバーする配送ネットワークとともに、豊富な経験・実績・加工ノウハウにより、必要な鋼管をジャスト・イン・タイムでお届けします。

1. 取扱商品

「炭素鋼鋼管」「ステンレス鋼鋼管」などを中心に、約3万トンという圧倒的な在庫と全国9か所の在庫拠点を有しており、お客様が必要とする鋼管を用途に合わせたサポート体制により、冷暖房機器メーカーやプラントメーカーなどの取引先様への豊富な納入実績を有しております。

①炭素鋼鋼管

配管用・機械構造用・一般構造用・建築構造用など様々な用途に対応する鋼種を豊富に取り揃えております。

②ステンレス鋼鋼管

耐食性・耐熱性に優れたステンレス鋼鋼管を、配管用、機械構造用を中心に在庫しております。



写真1 柴谷物流センター内

鋼種はSUS304・SUS316・SUS316L・SUS310Sの他、リーニ二相ステンレス鋼などあらゆるご相談に対応させていただきます。

2. 鋼管加工サービス「ニッコークラスタ」

使用条件や目的にあわせて様々な加工が要求される鋼管ですが、当社では高度な技術を持つ協力会社との連携により、求められる鋼管を「最適なカタチに」加工して提供する技術と体制を整えています。

150社以上の鋼管加工業者とのネットワークにより、切断・曲げ・穴あけ・溶接・表面処理など、お客様が必要とするあらゆる加工対応が可能です。

更に、材料調達から加工発注・工程管理・納品までを一気通貫で請け負います。

従来、鋼管の加工を行うには“鋼管在庫の確認・発注”“必要な加工技術を有する複数の加工会社との納期・コスト調整”さらには“各加工業者の納期

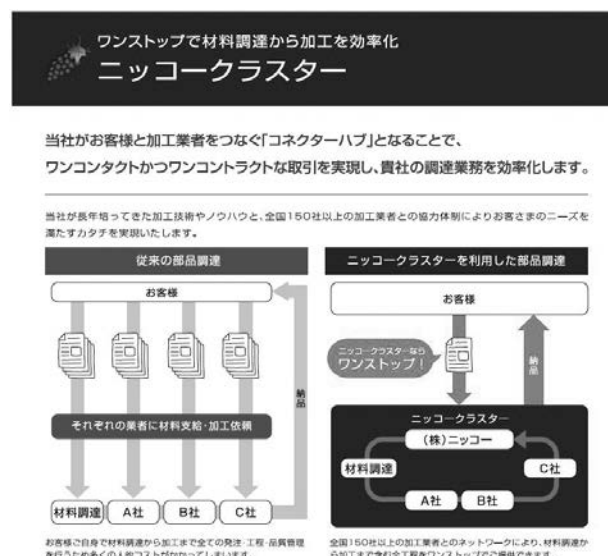


図1 ニーズに応じたあらゆる加工を実現

遅れに伴う後工程の調整”など、発注担当者様に大きな負担がかかっていました。

ニッコークラスターなら、ご要望の鋼管規格や加工内容をお伝えいただくだけで「鋼管調達から加工会社への見積・発注・納期調整」などをすべてニッコーが代行。発注担当者様のご負担を大きく軽減できるサービスです。

3. 納入実績

- ・建設分野（一般鉄骨のトラス構造、鋼管を使用した柱や強度部材、耐震補強用ブレース構造、鋼管杭）
- ・土木分野（推進管、地盤改良工事、井戸、鑿泉関連、落石防止柵、防雪柵、遮音壁、トンネル工事）
- ・建設機械、産業機械分野（ブッシュ、ストッパー、ギヤ、シャフト、シリンダー、ローラー、他部品）
- ・プラント配管（原子力・火力・バイオマス発電所、コンビナート、ダム配管、埋設管、水管橋、水素ステーション、各種タンク）
- ・その他（一般配管、設備配管、造船の船舶内配管）

4. 社会貢献

私たちが取り扱っている鋼管は、その生産・輸送過程で大量のCO₂が排出されており、環境への影響は甚大です。私たちは鋼管市場のニーズを把握し、メーカー、商社と連携することで、ニーズは満たしつつも、過剰な生産を抑える役目を果たしております。

また、全国に在庫拠点を配し、保管・配送することで、無駄のない効率的な輸送を実現しています。

こうしたニーズを捉え（過剰に作らず）、効率的に輸送する機能を提供することで、環境への負荷を最小限に抑えることに貢献しています。

製品の間合せ窓口：

新規事業・プロジェクト部

TEL：047-316-6051 FAX：047-316-5549

ホームページからの問合せも受け付けております。

<https://www.pipe-nikko.co.jp>

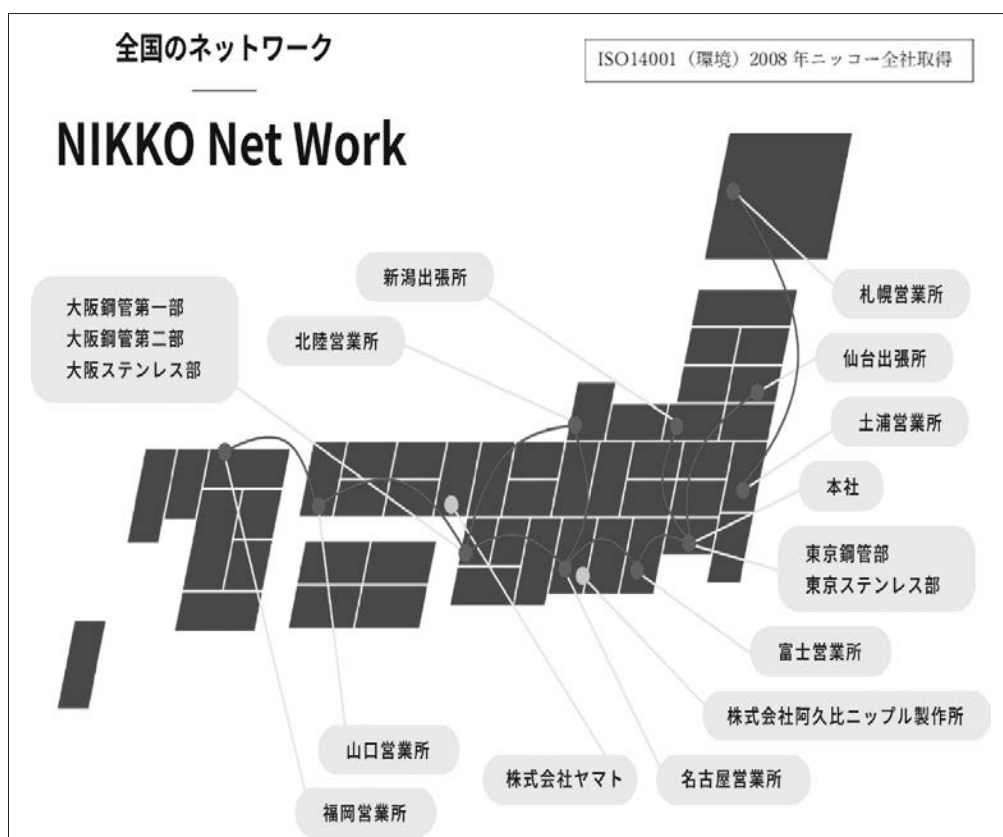


図2 全国ネットワーク

カイクキを カタチに。

三機工業の仕事は、一言では言い表せません。

たとえば、ビルの空調や衛生、電気。

工場のクリーンルーム。空港手荷物などの搬送システム。

金融機関のディーリングルーム。

上下水処理施設などの環境システム。

一見まったく違う分野の仕事ですが、

どれも世の中を「快適」にしていける仕事です。

三機工業は社会インフラの総合エンジニアリング企業として、

快適な環境をつくり、社会の発展を支えています。



世の中を快適にする仕事

三機工業



eco-ポ

ノンフロン
明日のために、ノンフロン。

全容量域で低GWP冷媒採用 ターボ冷凍機をラインアップ

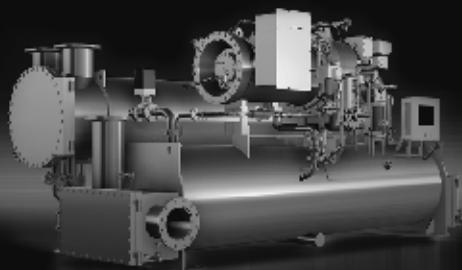
大容量

固定速機

インバータ機

GART-ZE & ZE I
series

1055kW (300USRt) ~ 17581kW (5000USRt)



小・中
容量

インバータ機

ETI-Z series

527kW (150USRt) ~ 2461kW (700USRt)



令和元年度
地球温暖化防止活動
環境大臣表彰

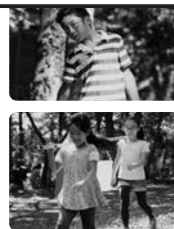


※GART-ZE, GART-ZEI, ETI-Zは、ノンフロン扱い製品です。

三菱重工サーマルシステムズ株式会社
三菱重工冷熱株式会社

三菱重工

<https://www.mhi-mth.co.jp/>



子どもたちに
誇れるしごとを。

SHIMIZU CORPORATION 
清水建設



 **大林組**

つくるを拓く
MAKE BEYOND

ぐっとそばで、 ぐぐっとミライ。

大阪ガス
Daigas
Group

大阪ガスグループは、Daigasグループへ。

このまちで暮らすあなたの笑顔をもっと増やしたくて。
会社やお店で働くあなたの、もっと頼れるパートナーになりたいくて。
これまで以上にぐっとお客さまのそばで、暮らしが、ビジネスが、
素敵なミライにぐぐっと近づくお手伝いをしていきます。



未来のために、環境と建築、都市から持続社会を。

1968年の創立以来、“豊かな未来環境の創造と普及”を行動基盤とし、我が国の環境・エネルギーや建築、都市インフラ、まちづくり分野を対象として、未来の持続可能社会を目指す取り組みを行ってきました。

例えば、私たちがこれまで数多くの実績を持つ地域冷暖房。
「①調査研究・企画・構想」から「②計画・検討」を経て、
「③設計・事業化・評価」のステップまで、各段階の最適な
提案・技術力と相互の連携により、高い付加価値のある
プロジェクト計画・設計を行っていきます。

今後も創造の芽を絶やすことなく、
次の世代のために、新たな環境と建築、
都市が織りなす「豊かな未来環境の創造と
普及」による持続可能社会の構築を
目指していきます。

Japan Environment Systems Co.,Ltd.
JES 日本環境技研株式会社

<http://www.jes-corp.co.jp>
03-6912-2311

計画・検討… 計画コンサルタントとしてのJES

都市や施設などを対象に、具体的なエネルギー・環境計画やシステム計画を行います。また、新たな事業展開に向けた検討や事業参加も視野におき、実現に向けて積極的に取り組みます。

調査研究・企画・構想… シンクタンクとしてのJES

環境・エネルギーや都市における様々な現在の課題に対し、新たなソリューションと価値を生む的確な調査・企画と構想の提示・提案を行います。

設計・事業化・評価… 設計コンサルタントとしてのJES

調査・計画から着実な実現に繋げる設計・監理を行います。また、新事業展開や事業コンサルティング、運用データ解析なども行い、新たな企画・構想へと繋げていきます。



新菱冷熱の地域冷暖房
<https://www.shinryo.com>

一歩
進んだ
環境へ。



コラム

東京オリンピック・パラリンピックは新型コロナウイルスのパンデミックにより 1 年延期されました。両大会とも感染が拡大していた緊急事態宣言下での開催となり、ほとんどの種目で無観客となる異様な大会でしたが、オリンピックにはIOCに加盟した 205か国、約 11,000 人もの大勢の選手たちが東京に集まりました。

会期中も連日感染者が増えていましたが、日本人選手の活躍にテレビの前で久しぶりに興奮しました。日本人選手の活躍もさることながら、ホスト都市であった東京の人たちやボランティアのみなさんの気配り・優しさに、「もし開催地が日本以外の国だったら、今回の五輪開催は不可能だったのではないか」という海外の評価も多々あったということでした。

開幕直前まで「中止」を叫ぶ声が聞こえていたことも異様でしたが、閉会式を迎えるまで大きな混乱も生じず、開催して絶対によかったのではないのでしょうか。日本の面目も立ったと思います。

その後、我が国ではワクチン接種が進んだためか、幸いなことに 10 月に入って感染者数が激減しています。この状況が継続して毎日の息苦しさから解放され、日本が復活してくれることを祈るばかりです。

(一般社団法人都市環境エネルギー協会 広報委員会)

●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



《透過光を楽しむ》

130 2021 ◆ 秋号

発行日 ◎ 2021 年 11 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。

〈写真〉 ステンドグラス原画・監修：滝平二郎氏

ステンドグラス制作：クレーレ熱海ゆがわら工房