

熱供給

For the Future from

2020

District Heating & Cooling

◆ 地域熱供給50周年特集号 ◆



一般社団法人 日本熱供給事業協会

- 03 ごあいさつ ◆ **我が国における本格的な熱供給事業開始から半世紀を迎えて**
浜瀬 道明(一般社団法人 日本熱供給事業協会 会長)
- 04 巻頭 ◆ **地域熱供給事業50周年を祝して**
村瀬 佳史(経済産業省 資源エネルギー庁 電力・ガス事業部長)
- 05 巻頭 ◆ **日本の地域熱供給50年の節目に**
尾島 俊雄(一般社団法人 日本都市環境エネルギー協会 代表理事)
- 06 年表 ◆ **日本の地域熱供給50年～発展の契機となった3つの波～**
佐土原 聡(横浜国立大学大学院 教授)
- 08 座談会 ◆ **日本熱供給事業協会が描く地域熱供給の長期ビジョン**
橘川 武郎(東京理科大学大学院 教授)
村上 公哉(芝浦工業大学 教授)
木原 茂(自由化後の熱供給事業の長期ビジョンWG座長/みなとみらい二十一熱供給株式会社 常務取締役)
佐々木 邦治(エネルギーの面的利用に関する新規事業モデル構築SWG主査/丸の内熱供給株式会社 代表取締役専務執行役員)
三上 泰幸(地域熱供給2030ロードマップ構築SWG主査/六本木エネルギーサービス株式会社 技術部長)
- 16 寄稿 ◆ **熱供給事業の次の50年を展望する**
柏木 孝夫(東京工業大学 特命教授・名誉教授)
秋澤 淳(東京農工大学 教授)
亀谷 茂樹(東京海洋大学 教授)
増田 幸宏(芝浦工業大学 教授)
三浦 秀一(東北芸術工科大学 教授)
百田 真史(東京電機大学 教授)
吉田 聡(横浜国立大学大学院 准教授)
- 20 Close up Town and DHC Future Style
 ① **日本橋室町西地域**
 対談/ **日本橋室町西地域の事例から考える熱供給の未来**
村木 美貴(千葉大学大学院 教授)
中出 博康(三井不動産株式会社 ビルディング本部 環境・エネルギー事業部長)
 事例/ **レジリエントでエコフレンドリーな街を実現する熱電併給事業**
 三井不動産TGスマートエナジー株式会社
- ② **中之島2・3丁目地域**
 対談/ **中之島2・3丁目地域が示すこれからの熱供給の可能性**
下田 吉之(大阪大学 教授)
堀川 晋(株式会社日建設計 執行役員 設備設計グループ プリンシパル)
 事例/ **河川水の未利用エネルギーを100%活用した地域熱供給**
 株式会社関電エネルギーソリューション
- 32 特別エッセイ ◆ **1970大阪万博での地域冷房導入が切り拓いた未来**
中嶋 浩三(早稲田大学理工学術院理工学研究所 招聘研究員/日本環境技研株式会社 顧問)
- 34 あそこもここも地域熱供給!
近未来導入が計画されているランドマークビル・注目プロジェクト

資源エネルギー庁による地域熱供給の広報動画配信!

経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部熱供給産業室では、地域熱供給の広報動画を制作しました。

「山の神」プロランナー神野大地選手が出演する地域熱供給事業CM(30秒)と、地域熱供給事業を解りやすく紹介した映像(4分11秒)の2本です。YouTubeで配信されていますので、ぜひご覧ください。

◆地域熱供給事業CM(30秒)

<https://youtu.be/-eMm7464XRM>



◆地域熱供給事業の紹介(4分11秒)

<https://youtu.be/Mp1X87nAwwA>



熱供給 地域熱供給 50周年特集号 /2020

発行日 ●2020年2月3日

発行責任者 ●高野 芳久

企画 ●一般社団法人 日本熱供給事業協会 広報委員会

制作 ●有限会社 旭出版企画

印刷 ●株式会社ジャパンアート

発行 ●一般社団法人 日本熱供給事業協会

東京都港区虎ノ門2-3-20 虎ノ門 YHK ビル 9F

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

ごあいさつ



我が国における 本格的な熱供給事業開始から 半世紀を迎えて

我が国における本格的な地域熱供給は、1970年の大阪万博会場周辺の千里エリアで産声を上げ、50年の節目を迎える現在では、75の熱供給事業者により、19都道府県の134地域で運用されています。

過去を振り返ると、地域熱供給は1960年代後半に深刻化していた大気汚染問題の解決策として注目され、全国でその導入が検討されました。その後、オイルショック後の「省エネルギー推進」の時代、地球温暖化問題が顕在化し「環境負荷低減」が課題となった時代、ヒートアイランド問題など「街づくり」のあり方が問われた時代、東日本大震災等を契機とした「都市の強靱化」が要請される時代といった、変化する社会のニーズに対し、事業の特性を生かして、一定の役割を果たしてきたと自負しています。

しかしこれらの社会課題は残念ながら引き続き存在しています。近年、地球温暖化問題は益々深刻さを増しており、今世紀後半のできるだけ早い時期に脱炭素社会を実現しなくてはならない状況にあります。また、自然災害も引き続き我々の生活を脅かしており、災害に対する都市の強靱化も急務です。さらに、少子高齢化・人口減少社会にあって地方経済の活性化・地方創生も大きな課題となっています。

他方で、2015年の国連サミットにおいて「持続可能な開発目標」(SDGs)が採択され、今後の社会のあり方について世界的な規模で関心が高まっています。経済活動の面でも、このSDGsの達成を念頭に置き、ESGを重視する企業によるRE100の取組みなどの動きが活発化しています。

様々なエネルギーを受け入れ、効率的に活用し、快適な環境を街区のお客さまにお届けする地域熱供給は、エネルギーの全面自由化の流れの中で、このような日本社会が抱える課題の解決と今後求められる「価値の創造」に向けて、大きな貢献ができるポテンシャルを持っていると考えています。私たち熱供給事業者は、エネルギーの専門家として、そのポテンシャルを十分に発揮して、さらに高い環境性、経済性と快適性を実現していきたいと考えています。

本誌は、熱供給事業開始50周年を記念して、協会誌「熱供給」の特集号として編集されたものです。熱供給事業の歴史、取り巻く環境、そして将来の展望と期待について、ご理解の一助としてご活用いただければ幸いです。

一般社団法人 日本熱供給事業協会
会長 広瀬 道明

地域熱供給事業50周年を祝して



巻頭

経済産業省 資源エネルギー庁
電力・ガス事業部長
村瀬 佳史



1970年2月、大阪府の千里ニュータウンにおいて我が国で最初の本格的な地域熱供給事業が開始されてから、2020年で50周年になります。これまでの半世紀に及ぶ関係者の皆様のご尽力に敬意を表するとともに、今日の地域熱供給事業の発展につきまして心からお慶びを申し上げます。

1970年は、日本及びアジアで最初の国際博覧会である日本万国博覧会が開催された年でもあります。同年3月15日から9月13日までの間、大阪府吹田市において開催され、330ヘクタールの会場における116のパビリオンに地域熱供給による冷房が供給されました。

この大阪万博が幕開けとなった1970年代は、高度経済成長の実現により社会に飛躍の気運が満ちた時代でした。その後、1980年代のバブル経済に象徴される繁栄と熱狂の時代を経て、1989年の東西冷戦終結とともに幕を開けた平成の時代は、バブル崩壊後の長期停滞の下で、阪神・淡路大震災や東日本大震災などの大規模災害にも直面した時代でした。

このような時代の変化の中で、1972年に熱供給事業法が制定され、2015年には同法の改正により事業参入や料金等の自由化が図られました。

この間、地域熱供給事業においても様々な変化がありました。需要面について見れば、当初は暖房需要への対応が中心でしたが、1990年以降、冷房需要の方が暖房需要を上回るようになりました。住居における冷房需要の高まりは、家庭用エアコンの普及拡大につ

ながり、地域熱供給と競合する状況が生じました。

また、熱源においては、発電所等の廃熱や河川水等の温度差などの未利用エネルギーの活用、再生可能エネルギーである太陽熱の利用、コージェネレーションシステムの導入による熱電併給といった技術革新が進展しました。

都市に求められる機能の面においても変化があり、度重なる大規模災害の経験を通して、災害への対応力が強く意識されるようになり、地域熱供給事業における熱電併給の機能等が注目されるようになりました。

令和の時代となった今、人口の減少と高齢化の進展が見込まれる中で、長期的に安定した持続的・自立的なエネルギーを確保することは極めて重要な課題であり、再生可能エネルギーや未利用エネルギーの利用拡大に加えて、水素の利用等の新しい技術の確立が急がれています。

また、今後、環境対策の進展、情報通信技術の革新と利用拡大、災害対応や自動運転の実用化等に伴う街づくりの変化などにより、地域熱供給事業においてもその変化への対応が迫られることになると考えられます。

地域熱供給によるエネルギーの面的利用の拡大は、省エネルギー、環境対策、都市機能の向上等の長期的課題への効果的な対応策の一つであり、時代の変化に応じた新しい技術の導入や新たなビジネスモデルの確立に向けて、関係者の皆様方のさらなる挑戦を期待するとともに、新しい時代におけるますますの躍進を祈念いたします。

日本の地域熱供給50年の節目に



巻頭

一般社団法人 都市環境エネルギー協会
代表理事
尾島 俊雄



50年前、日本万国博覧会会場（大阪）に世界最大の地域冷房を日本独自の技術で実現したことは、当時の日本にとっても大きな実績になりました。会場の3箇所に配置したプラントのうち、北プラントには当時の日本で最大となる1基3,000RTの電動ターボ冷凍機を5基設置しました。発注先が全て異なる5基でした。また、東プラントにはガスを使った大型機器を設置しました。それらは万博終了後、日本最初の四管式地域冷暖房プラントとなった千里ニュータウンの中央地区や、東京ガスが新宿西口の超高層街区で開発中だった地域冷暖房などに転用されました。

1972年の冬季オリンピックが札幌で開かれるに当たって、札幌の都心に降る黒い雪は石炭暖房によるものであり、これは国恥だとして、高温水の地域暖房が実現したことも熱供給事業法の成立に拍車をかけました。なお、熱供給事業法成立の際には、通産省の課長が関係事業者を集めた協会を設立するよう要請されました。しかし、地域冷暖房プラントを建設するには、道路下利用と建物設備を集約化するため、建設省の協力が不可欠です。そうしたことから、建設省所管の日本地域冷暖房協会（現・都市環境エネルギー協会）と、通産省所管の事業者のための日本熱供給事業協会が同時に設立されることになりました。20年後に両協会は、ともに社団法人として認められています。

我が国の地域冷暖房の50年を振り返ると、第一期

（1970～1985）の民間主導の時代から、第二期（1985～2000）の公益事業者（電力・ガス会社）のリーダーシップ時代を経て、第三期（2000年～）からは再生可能エネルギーの活用やBCD（業務継続地区）事業化の面から公共事業型で普及が進む時代となっています。私どもの協会もこの時代の流れに合わせて脱皮すべく、2006年6月、都市環境エネルギー協会に改名しております。

この間の閣議において、何度も熱供給事業の推進案が閣議決定されています。しかしながら、都市計画法の都市施設としての位置づけにしても、「都市のその他の供給処理施設」として都市局長通達されたものの、道路占有については、今も都市計画決定される必要があります。資源エネルギー庁は熱供給事業者の規制、消費者保護策を行なった結果、熱供給地区の乱立乱行を防止した反面で、料金問題や住宅対策で多くの教訓を残しています。

第5期科学技術基本計画で提示されたSociety5.0や、2015年9月に国連サミットで採択されたSDGs（持続可能な開発目標）を目指す時代にあって、私たちは都市形態に見合った第四期の地域冷暖房の普及促進のために、都市エネルギーインフラ事業者や特定送配電事業者の役割を地方自治体や熱供給事業者に期待するとともに、それらの方々と共に私たちも推進して参りたいと考えています。

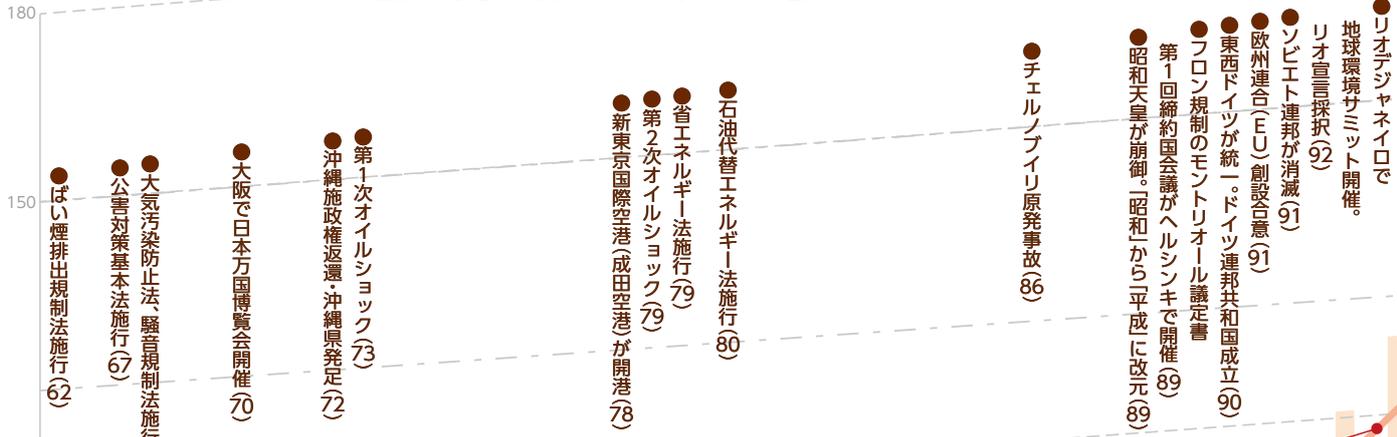
日本の地域熱供給50年

～発展の契機となった3つの波～



日本の本格的な地域熱供給（地域冷暖房）は、1970年の日本万国博覧会（大阪）会場周辺エリアからスタートしました。発展の契機となったのは3つの時代の波。新しい波を迎えるたびに社会の要請を受けとめ、多様な役割を担ってきました。

社会の動き

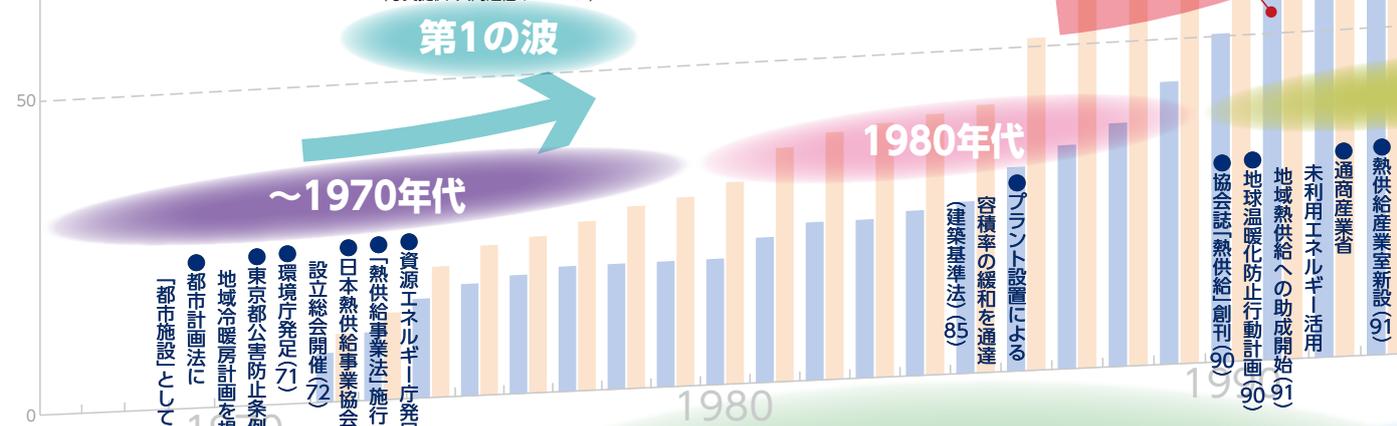


1970年日本万国博覧会。本格的な地域熱供給の始まり。(写真提供：共同通信イメージズ)



1990年協会誌「熱供給」創刊。

総供給延床面積
営業地域数
事業者数



熱供給事業関連の動き

公害対策・大気汚染防止

- 寒冷地、首都圏における供給
- 住宅施設への供給
- 蒸気による供給
- ごみ焼却排熱の利用
- 蒸気吸収式+ボイラー（都市ガスによる空調）
- 蒸気タービン駆動ターボ冷凍機
- 高圧ボイラー（4Mpa）
- 大温度差冷水供給（ $\Delta t=8^{\circ}\text{C}$ ：4 $^{\circ}\text{C}$ 供給）
- 重層式冷却塔（2段）

省エネルギー化の推進

- コージェネレーションシステムの導入
- 蓄熱システムの導入（氷、水）
- 熱源水の大規模供給
- メインプラントとサブプラントの連携
- ビル排熱の利用
- ビル側コージェネレーションシステムの排熱利用
- 冷媒圧縮式ターボ冷凍機
- 熱回収型ターボ
- ヒーティングタワーヒートポンプ
- 給湯ヒートポンプ
- INV 冷水ポンプ

環境負荷低減

- 変電所排熱の利用
- 河川水の温度差利用
- 工場排熱の利用
- 分散型制御システムの導入
- 大規模水冷ヒートポンプ（未利用温度差エネルギー対応）
- コージェネレーション、ヒートポンプ、蓄熱システムの普及
- ビル排熱の面的利用
- 下水、井水、海水の温度差利用
- ボイラーの低NOx化
- プラント無人化
- 大規模プラントの移設
- 大規模熱源機
 - 蒸気タービン、コージェネレーション、蒸気タービン駆動ターボ冷凍機
- 背圧タービン-吸収式冷凍機のトッピングシステム
- 蒸気-重二重効用吸収式冷凍機
- ガスタービン用尿素水脱硝方式
- ガスエンジン用三元触媒脱硝方式
- カプセル型潜熱蓄熱
- モジュール化冷凍機
- 多圧式貫流ボイラー

熱供給事業の技術的取組み

第1の波：70年代の公害対策・大気汚染防止が求められた時代

都市で暖房用に石油や石炭などが広く使われていたことから、ばいじんやSOxなどによる大気汚染防止・公害対策の一環として地域熱供給が始まり、推進されました。

第2の波：90年代の都市の再開発と環境保全・省エネルギーが推進された時代

地域環境から地球環境へと取組みが広がり、多様な省エネルギー技術の導入が進む中、都市再開発の波に乗って、高度な付加価値を実現する地域熱供給の導入が進みました。

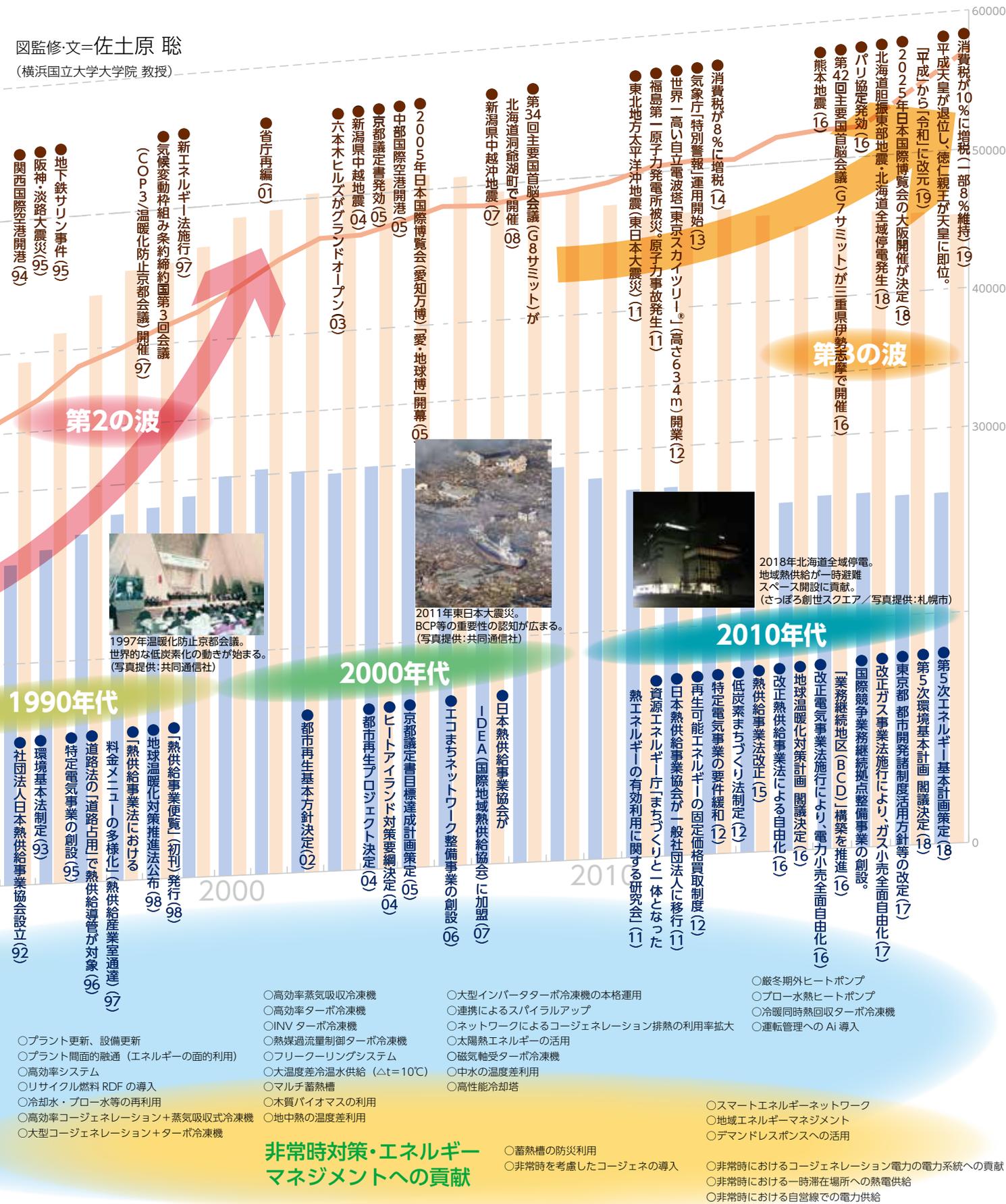
第3の波：2000年代の都市強靱化が重視されるエネルギー市場自由化の時代

災害が激甚化する一方でエネルギー市場の自由化が進む現在、強靱な都市のBCD（業務継続地区）化のために自立分散型電源整備に不可欠な地域熱供給の導入が進んでいます。柔軟なマネジメントを可能にし、経済性も高めています。

今後の展望：脱炭素社会、人間中心の都市をめざして

脱炭素社会をいち早く実現するとともに、健康的で人が賑わう、知的生産性の高い人間中心の都市を実現するエネルギーの基盤として、地域熱供給はますます重要になっていきます。

監修文=佐土原 聡
(横浜国立大学大学院 教授)



日本熱供給事業協会が描く 地域熱供給の長期ビジョン

橘川 武郎 (東京理科大学大学院 教授)

村上 公哉 (芝浦工業大学 教授)

木原 茂 (自由化後の熱供給事業の長期ビジョン WG 座長/みなとみらい二十一熱供給㈱ 常務取締役)

佐々木 邦治 (エネルギーの面的利用に関する新規事業モデル構築 SWG 主査/丸の内熱供給㈱ 代表取締役専務執行役員)

三上 泰幸 (地域熱供給 2030 ロードマップ構築 SWG 主査/六本木エネルギーサービス㈱ 技術部長)

長期ビジョン策定の経緯

橘川 日本の本格的な地域熱供給(地域冷暖房)は、1970年2月に大阪の千里エリアで始まりました。2020年には50周年を迎えるということもあり、日本熱供給事業協会では「地域熱供給の長期ビジョン」を策定しているところです。

本日(11月5日)の段階では、まだ策定途中とお伺いしていますが、まずはその長期ビジョン策定の概略からお聞かせください。

木原 まず、長期ビジョン策定の背景についてご説明します。

2016年4月、改正熱供給事業法が施行されました。その後2年弱が経過して、電力、ガス事業とともに自由化されたにも関わらず、業界に大きな変化が見られないのではないかと、自由化を踏まえて、温室効果ガス削減等の社会の要請に積極的に応えていくべきではないのか、と業界内外から問われる状況となりました。その状況を踏まえて、日本熱供給事業協会では、自由化後の地域熱供給がどのようなものになっていくべきか、我々はどうあるべきか、を検討しようということで、2018年2月

に長期ビジョン検討のためのワーキンググループ「自由化後の熱供給事業の長期ビジョンWG」を立ち上げました。

最初は、「ワーキンググループ第1期」(WG1)ということで、事業者からメンバーを集めて、2018年8月まで活動して参りました。約半年間の議論の結果、熱供給事業の強みを生かして、「地域密着型総合エネルギーマネジメント・サービス産業」を目指し、社会に貢献していくべきという方向性を打ち出しています(図1)。

その後は、その方向性をさらに深く突き詰めていくために、2つのサブワーキンググループを立ち上げて、各主査を佐々木さん、三上さんにお引き受けいただいた次第です。

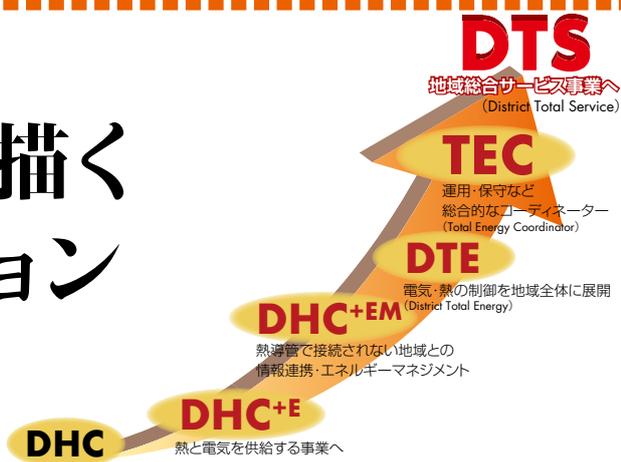
佐々木 私が主査を務めたのは、現時点で考えられる2030年時点想定した高効率のプラントモデルをつくり、省エネ性等のシミュレーションを行なう「エネルギーの面的利用に関する新規事業モデル構築サブワーキンググループ」(モデル構築SWG)でした。2018年10月から2019年7月まで全8回開催し、シ

ミュレーションの負荷の設定から順次議論をして、大都市モデルと地方都市モデルの2つを構築していきました。これらのモデルに「地域熱供給2030ロードマップ構築サブワーキンググループ」(ロードマップSWG)での検討成果を反映し、2030年時点での両モデルでの低・脱炭素効果を算出しています(図2、3)。

三上 私が主査を務めたのは、2030年までに地域熱供給の要素技術等がどのように発展していくかを展望するロードマップSWGでした。2018年9月から2019年3月までの約半年間、全8回開催しました。

こちらでは2030年、さらには2050年までにどのような要素技術が進展、また新たに誕生してくるかを議論し、ロードマップを描いていきました(図4)。特に、「地域密着型総合エネルギーマネジメント・サービス産業」を目指すところから熱電一体供給を考慮し、コージェネのロードマップづくりも一つの大きなテーマになりました。

橘川 村上先生は、このような動きの意義をどう捉えられているでしょ



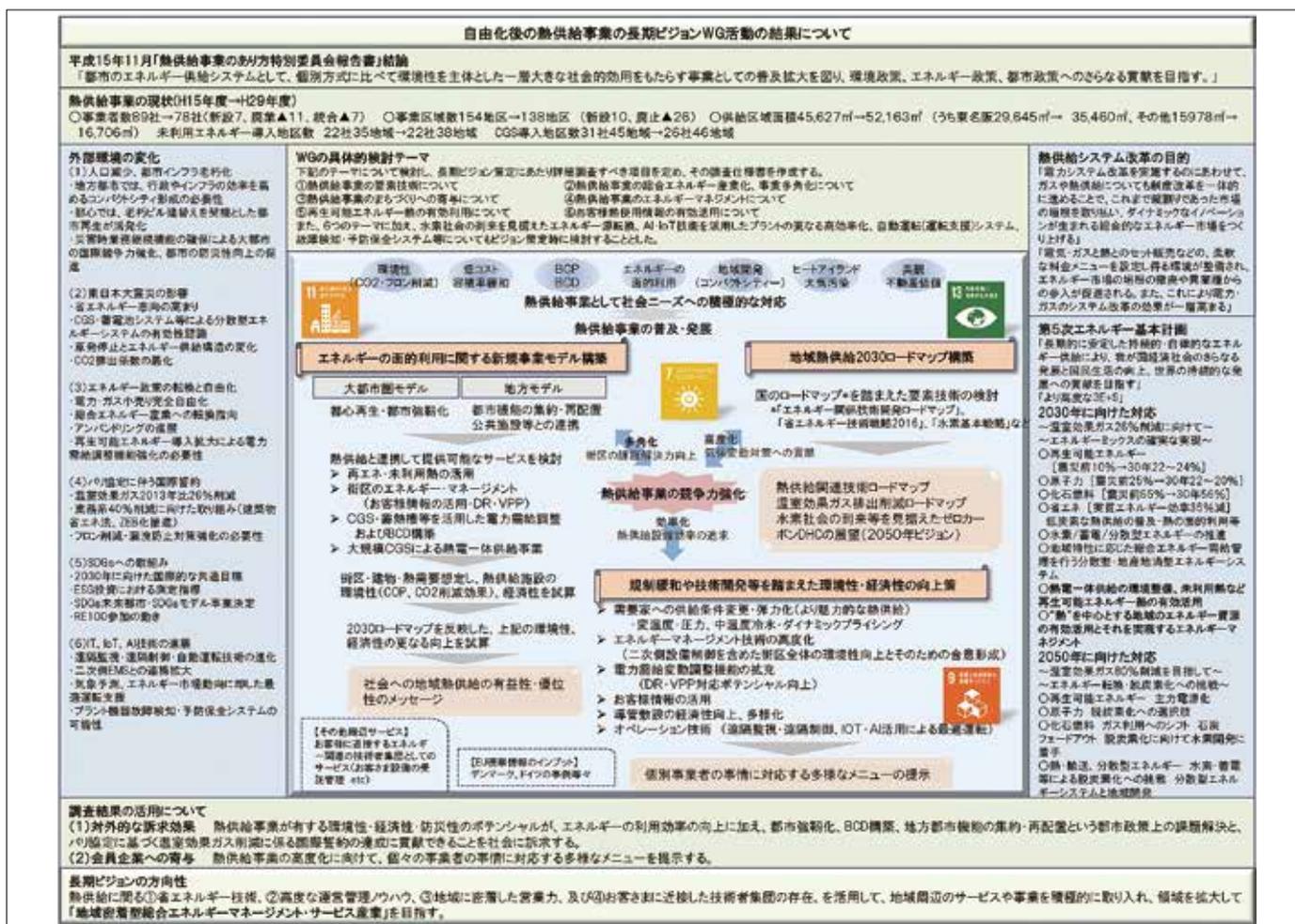


図1 自由化後の熱供給事業の長期ビジョンWG第1期 (WG1) (2018年2月~8月) の成果

うか。先生の長期ビジョンへの関わりとともにお話しください。

村上 長期ビジョンをつくる目標の1つには、2030年に2013年比で26%の温室効果ガス排出削減、業務施設系に限ると約40%削減が日本の目標としてある中で、地域熱供給がどれだけの役割を果たせるのか、それを定量的に示すということが大きなポイントとしてあったと思います。

私は、モデル構築SWGで、2030年の大都市と地方都市の2つのモデルについて、エネルギーシステムシミュレーションを用いてそれぞれに導入されるシステムの効果を検討するお手伝いをさせていただきました。

また2018年に佐々木主査と一緒に参りました、再生可能エネルギー

の普及が進んでいるデンマークやドイツなどの欧州における協会の視察で得た知見を参考に、2050年に向けた地域熱供給の将来像や果たすべき役割を長期ビジョンに盛り込んでいただきました。

橘川 現在、この長期ビジョンは中間報告がまとめられています、それを拝見したら、2050年に目指す姿が「DTS」ということでした。

District Total Service の略ですね。トータルということなので、おそらく熱以外にも事業範囲を広げられるということかと思います。熱の供給だけのビジネスから地域全体を対象にしたサービス産業の世界に入っていくという事で、このビジョンの完成に向けた検討課題が色々あるの

ではないかと思います。

2030年までに提供する4つのソリューション

橘川 座長、両主査のいらっしゃる会社ではそれぞれ先進的なエリアで熱供給事業をやられています。各地域での取組みで、長期ビジョン策定に関係することがありましたらご紹介ください。

木原 再生可能エネルギー大量導入時代においては、出力変動の大きい太陽光、風力による電力を受け入れやすくするために、需要家側の受給調整機能の発揮が重要です。

弊社のみならずみらい21中央地域(写真2)では、国の次世代エネルギー・社会システム実証事業の4地

街区におけるDHCの低・脱炭素化インパクト（大都市）



図2 大都市モデルでのシミュレーション結果（エネルギーの面的利用に関する新規事業モデル構築SWG（2018年10月～2019年7月）の検討成果）

域の一つとして、横浜スマートシティプロジェクトの実証事業が展開されました。その中の電力デマンドレスポンスの実証事業に、弊社も電力需要家の1社として参加しました。

弊社のプラントでは、電力系、ガス系の両方の熱源機器や大規模氷蓄熱槽を所有しているので、電力系からガス系の熱源機器に切り替えるか、蓄熱槽を活用するかで、電力の大幅なピークカットが可能です。その応答性、確実性は極めて高いものがあります。

現在は実証段階を終えて、東京電力パワーグリッドの調整力公募に応じて、引き続きデマンドレスポンスに対応しているところです。

橘川 六本木ヒルズ地域はどうでしょうか。

三上 六本木ヒルズ（写真3）は、

当時は特定電気事業とっていましたが、大規模コージェネを保有して運用しています。元々の採用理由は、今で言うBCD(Business Continuity District)を整備するためでした。

きっかけは2000年問題です。六本木ヒルズの設計が進められていた時に、森ビルのアークヒルズのテナントである外資系投資銀行から「森ビルは2000年問題にどう対応するのか」「万が一の停電対応のために2,000kWの電源車を3台用意してほしい」といった話が寄せられました。日本の電力はもともと大変安定していると我々は思っていたのですが、ワールドワイドで仕事をしている外資系企業にとってはより一層安定した電力ニーズが強いことを理解しました。それで六本木ヒルズに自立運転可能なコージェネを導入することを

決めたのです。

竣工後は東日本大震災が起こり、六本木ヒルズとしては計画停電も含めて、何の心配もなく電力を利用できたことや、系統電力に逆潮流で電力を供給したことから、エリアのBCD機能の評価が高まりました。

橘川 丸の内熱供給ではいかがでしょうか。

佐々木 丸の内熱供給では、いま7地域で熱供給事業を行なっています。その中で特に緊密に連携している地域が、通称大丸有エリアです（写真4）。その中で、熱供給によるネットワークを形成しているのが特徴です。

長期ビジョンにも、ネットワークの拡大と面的利用ということが記載されていますが、当社では大手町での熱供給が始まってから約40年間、エリア内で建て替えがある度に順次プラントをつくっていき、連携を広げてきました。その効果は、1つは複数のプラント連携による強靱化と、もう1つは時代を経るごとに効率が高くなった機器が新規に導入されていくので、一番新しいプラントの機器を活用することで全体効率が上げられることです。

橘川 武郎氏 略歴

Kikkawa Takeo

1951年生まれ。和歌山県出身。1975年東京大学経済学部卒業。1983年東京大学大学院経済学研究科博士課程単位取得退学。青山学院大学助教授、ハーバード大学ビジネススクール客員研究員、東京大学教授、一橋大学大学院教授等を経て、2015年東京理科大学大学院教授。東京大学・一橋大学名誉教授。経済学博士。総合資源エネルギー調査会基本政策分科会委員。東京都「水素社会の実現に向けた東京戦略会議」座長等も務めた。主な著書に「日本電力業発展のダイナミズム」（名古屋大学出版会）、「電力改革」（講談社）、「日本のエネルギー問題」（NTT出版）、「イノベーションの歴史」（有斐閣）等。





図3 地方都市モデルでのシミュレーション結果（エネルギーの面的利用に関する新規事業モデル構築SWG（2018年10月～2019年7月）の検討成果）

また、私たちが蒸気のネットワークを持っていることで、ビル側がコージェネを導入しても、排熱蒸気が無駄にならないという効果が提供できています。ビル側のコージェネと、私どもが連携することで、ビルの強靱化を図るお客さまも何社かいらっしゃいます。

橘川 長期ビジョンでは、2030年までを目標として、具体的な4つのソリューションの提供を掲げています。いまお話いただいた先進事例も参考にされたわけですね。

木原 そうですね。4つのソリューションは、今年度立ち上げた「ワーキンググループ第2期」(WG2)で整理したものです。サブワーキンググループの成果や、今のお話にあった各社の取組みなどは構成要素ですので、業界全体の長期ビジョンとしてまとめるには、それらを有機的に繋ぐストーリーづくりが必要でした。

そこで我々が議論したのは、都市や街区が地域熱供給に何を求めているかです。その結果、解決すべき社会課題として挙げられたのが、低炭素社会から脱炭素社会への動き、技術革新に伴うサービス形態の多様化・複雑化、自然災害への備えと国

際競争力の強化、そして地方創生という4つの課題です。それぞれの課題に対し、熱供給事業の強みを生かしたソリューションとして、①街区全体の低・脱炭素化ソリューション、②街区のエネルギーマネジメントソリューション、③街区の強靱化ソリューション、そして④地方創生に向けたまちづくりとの連携の4つを導き出しました(図4)。

いまお話した、大丸有、六本木、みなとみらいでの取組みも、それぞれ街区全体のスパイラルアップ効果による低・脱炭素化ソリューションであったり、コージェネを中心とした災害時の電力供給という街区の持続可能性を強める取組みであったり、また社会全体のエネルギー需給変動の円滑化に資するエネルギーマネジメントソリューションの取組みであ

ったりしています。

熱を切り口に語るべき全体最適化

橘川 デンマークへ視察に行かれたのは昨年度の秋ですか。

村上 はい。デンマークは特に風力発電を中心に4割ぐらいを再生可能エネルギーの電力で賄っています。先生もよくご存知かと思いますが、北欧一帯で「ノルドプール」という大きな電力市場が形成されています。そして、風力発電の出力によって電力価格が変動します。デンマークの大都市では熱供給源の一つとしてCHP (Combined Heat and Power) が用いられています。風力の出力が小さくなり電力価格が高い時はCHPを稼働し余剰熱を巨大な蓄熱槽に貯め、風力の出力が高くなり電力価格が安い時は稼働を停止し貯め

村上公哉氏 略歴

Murakami Kimiya

1985年早稲田大学理工学部建築学科卒業。1991年早稲田大学大学院博士課程修了。工学博士。早稲田大学理工学総合研究センター講師・助教授、芝浦工業大学工学部建築工学科助教授を経て、現在、芝浦工業大学建築学部建築学科教授。2013年より(一社)エコまちフォーラム理事長。専門は、建築・都市環境設備計画。地域エネルギーシステムの計画・評価および熱源システムの最適運転支援手法や自治体における地域エネルギー計画支援などに関する研究を行なっている。主な著書に「都市・地域エネルギーシステム」(共著、鹿島出版会、2012年)等。



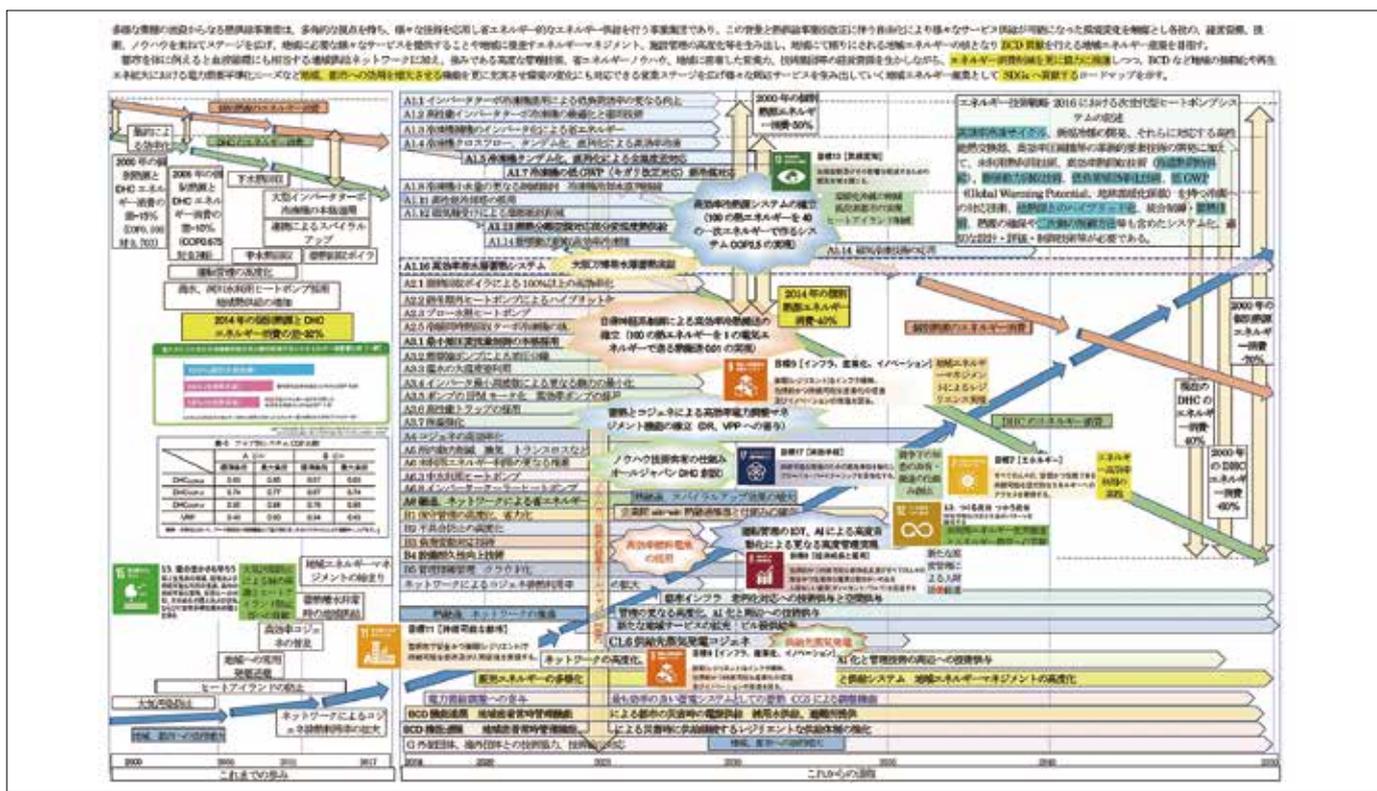


図4 地域熱供給2030ロードマップ(地域熱供給2030ロードマップ構築SWG(2018年9月~2019年3月)の検討成果)

ていた熱を供給する、ということを実施しています。つまり CHP と地域熱供給が電力の需給調整の役割を担っています。

また、地方都市の地域熱供給では、数万㎡クラスの太陽熱パネルや、6万㎡クラスの蓄熱槽などが活用されています。電力市場の価格が安い時は、あえて電気を使って電気ボイラーや電気ヒートポンプで熱をつくり、貯めて利用しています。

このようにデンマークでは、電力市場と地域熱供給が一体となったシ

ステムを形成していました。日本における再生可能エネルギーの普及のためには、地域熱供給は需給調整を担うシステムに転換することも考えるべきだと思っています。

橘川 電力という切り口でエネルギーを考えると、熱は廃棄物として処理される可能性が高くなります。むしろ熱という切り口から考えたほうが、エネルギーは無駄が出なくなり、全体像を捉えられるのではないかと思います。

デンマークでは、太陽の使い方も

太陽光発電ではなく、太陽熱利用のほうが多い。熱の製造量に合わせて、CHP を組み合わせていくやり方です。そもそもその切り口の導入こそが、電気から熱の時代へと大きな転換を生むのではないかと思います。私は、熱を制する者がこれからのエネルギー、環境問題を解決していくと思っています。

木原 2050年に向けた熱供給事業の強みの一つとして、「エネルギー・トランスレーター」という役割を挙げています(図5、6)。様々なエネルギー源を必要な形に変換できる地域熱供給の役割は、非常に重要です。

木原 茂氏 略歴

Kihara Shigeru

1960年生まれ。福岡県出身。1983年早稲田大学政治経済学部経済学科卒業。同年日本開発銀行(現・㈱日本政策投資銀行)入行。主に営業部で与信判断・債権管理業務に従事。日本原燃(株)広報・地域交流室地域交流部部長(出向)、伊藤忠商事(株)本社開発担当役員付開発担当部長(出向)、㈱日本政策投資銀行四国支店長を経て、2013年よりみなとみらい二十一熱供給(株)常務取締役。(一社)日本熱供給事業協会では、同年より運営委員会に所属、熱供給システム改革・熱供給事業法改正の議論に対応。2018年2月自由化後の熱供給事業の長期ビジョンWG座長に就任。



写真1 2年間でまとめた資料一式



写真2 みなとみらい21中央地域
(写真提供：(一社)横浜みなとみらい21)



写真3 六本木ヒルズ地域

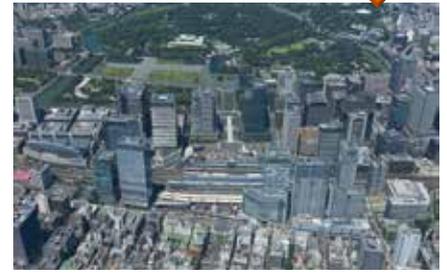


写真4 大手町・丸の内・有楽町
(大丸有)地域

再生可能エネルギー主力電源化と地域熱供給

橘川 日本で2050年までに再生可能エネルギーを主力電源化するのであれば、今までのように電気を蓄電池やバックアップ火力発電で調整するといった「電気で電気を調整する」という方法を改めないと、再生可能エネルギーの電力が高価になって導入が進みません。そこを熱によって調整するようにすると、経済的にもハードルが下がって、再生可能エネルギーの主力電源化が進み始めるのではないかと思います。

佐々木 デンマークに参りますと、日本の集落規模のような地方の地区でも、複雑なシステムが導入されていて、地域熱供給をやっています。システム構成は、太陽熱パネルと巨大な蓄熱槽、あと電気ボイラーとヒートポンプとコージェネを組み合わせていることが多いです。昔はバーニングオイルとガスを使っていた部分が、再生可能エネルギーに置き変わってきています。デンマークでは地方都市においても、再生可能エネルギーと連携した地域熱供給が非常に広がっていて、驚きました。

橘川 いま言われた CHP や蓄熱槽、ヒートポンプなどを、日本で一番高精度に活用されているのは熱供給事業者です。やはり、再生可能エネル

ギーの主力電源化には大事な事業だと考えられます。

木原 地域熱供給は、街区のコミュニティの規模が大きくなるほど、専業として成り立ちやすくなります。しかし逆に、小さくなればなるほど、事業として成立するためには、ある意味よろず屋のような多機能化が必要になってきます。そういう意味で地域に密着したエネルギー事業者として、サービス全体をよろず屋化していけば、地方の都市部のみならず農山村エリアでも展開できるエネルギー事業のあり方になると考えています。

2050年に向けて

橘川 2050年の地域熱供給を考えた時に、ポイントだと考えているところを教えてください。

村上 私は地方都市と大都市では、観点が異なると思っています。

地方都市では、コンパクトシティということで、中心市街地に病院、庁舎、商業施設といった生活利便施設を集積させて、少子高齢化社会の中でも人々が暮らしやすい都市構造を目指すまちづくりが進められようとしています。そして再生可能エネルギーは地方都市のほうが豊富な

佐々木 邦治 氏 略歴

Sasaki Kuniharu

1957年愛知県生まれ。1980年早稲田大学理工学部建築学科卒業。1990年三菱地所(株)入社。2001年(株)三菱地所設計 設備設計部主幹。2012年機械設備設計部長。2016年丸の内熱供給(株)専務取締役。現在に至る。(一社)日本熱供給事業協会運営委員長、自由化後の熱供給事業の長期ビジョンWGのエネルギーの面的利用に関する新規事業モデル構築SWG主査を務める。技術士(総合技術監理部門・衛生工學部門)、一級建築士、設備設計一級建築士、エネルギー管理士(熱)。第44回空気が調和・衛生工学会賞(技術賞建築設備部門)受賞。著書に「BEMSビル監視システムの計画・設計と運用の知識」(空気が調和・衛生工学会、2016)がある。



三上 泰幸 氏 略歴

Mikami Yasuyuki

1976年都立航空高専卒業、同年4月森ビル(株)入社。同社設計部にて愛宕グリーンヒルズ、六本木ヒルズ森タワー、上海森茂国際大廈などの設備設計・施工監理を歴任。2004年～2012年まで上海に駐在し、上海環球金融中心の設備設計・施工監理・管理運営を担当。帰国後六本木エネルギーサービス(株)にてコージェネレーションリニューアルの設計・施工を担当。現在、同社技術部長。(一社)日本熱供給事業協会技術委員、自由化後の熱供給事業の長期ビジョンWGのエネルギーの面的利用に関する新規事業モデル構築SWG主査を務める。



で、まちづくりの中でうまく取り込みつつ、その需給調整等もやりやすいように地域熱供給を整備していくことになると思います。

大都市については、すでに色々な形で地域熱供給が整備されていますので、それをより一層活用するまちづくりが重要と考えます。そして、今後は低炭素化のみならず都市の強靱化の一環として自立分散型電源の活用も重要です。地域熱供給が熱電併給のような形に発展していくと、エリア内の熱に加えて電気の使い方のデータも入手できる立場になると思います。それらのデータはエリアの省エネ化や低炭素化に、災害時には必要な熱や電気を必要な建物に供給するということにも活用できます。今後はエネルギーデータ利用が不可欠な時代になります。地域熱供給が熱と電気のエネルギーデータをトータルでうまく生かすエリアサービス事業者に進展することを期待しています。

橘川 今の大都市モデルのお話は、DTSの姿の一つかと思います。デジタル化につながるお話ですね。

三上 六本木エネルギーセンターには、テナントであるIT企業がよく見学に来ます。エネルギーに対する関心が高いんです。彼らのような異

業種と議論してみると、新しい道が見えてくるかもしれません。

橘川 関連する例を上げれば、Amazonなどが「電力とガス代を無料にします」という形で電力事業、ガス事業に参入してくると、彼らは膨大な顧客のエネルギーデータを収集できるようになります。それで暮らし向きが全部分かってしまって、それに合わせた広告を提示するなど、別のところで儲けることも可能になるという話もあります。

このビジョンの中では、このようなデジタル技術を活用する反面、あわせてプライバシーを守るように、事業者内部の管理体制もきちんと考えなければいけないと問題提起されているように思います。ですからこの長期ビジョンでは、地域熱供給の話だけではなく、日本の未来社会のあり方まで提言されているのではないかと思います。

木原 策定時の配慮としては、その他にも、長期ビジョンといえども、あまりに夢物語ばかりになってもいけないということを考えました。また、事業者の規模に関わらず、会員企業の皆さんがどれだけ納得感の持てるビジョンになるのか、ということにも配慮してきました。

これまでの「DHC（地域熱供給）」

は、電気やガスを買ってきて、熱をつくって送るといふ、どこの地域でも同じような事業でした。しかし今後、「DTS」ということになると、Districtの事情はそれぞれで違いますので、提供するトータルサービスは全部違うはずですよ（図7～9）。ですから多様なDTSのあり方を、今後長期ビジョンの実現を図る中でどれだけ具体化できるか。それがこのビジョンが意味のあるものかどうか、測る指標になる気がしています。

橘川 いま日本人が考えてはいるものの、とても実現できそうにないと思うものが2つあります。1つは2050年の再生可能エネルギーの主力電源化、もう1つは温室効果ガスの排出を2013年比で80%削減すること。しかし電気だけ、ガスだけではなく熱利用という観点からエネルギーをトータルで考えていけば、実現できるのではないかと。今日のお話でそれが浮かび上がってきた気がします。

熱供給事業が始まって50年のタイミングでこういう未来を見通すお話ができることは、当事者の方々にとって非常に幸せだったのではないのでしょうか。私も本日のお話を伺い、羨ましいと思いました。本日はありがとうございました。



写真5 座談会風景

社会課題の解決に貢献するDHCの役割

・ DHCが提供する4つのソリューションを実行するにあたり、DHCが地域において担うべき役割を整理すると、**エネルギー・トランスレーター**、**エリアエネルギーサービスプロバイダー**、**レジリエンスサポーター**の3つに集約される。



図5 DHCの強みを活かした4つのソリューションとDHCの3つの役割

2030年以降に向けたDHCの進化のイメージ

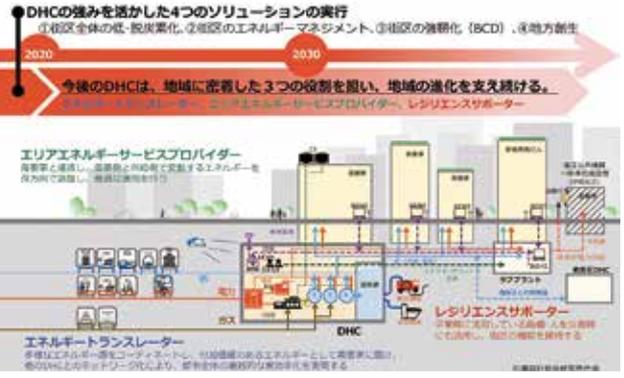


図6 3つの役割を担ったDHCの2030年以降に向けた進化のイメージ

社会の変革を受けたDHCの役割の進化

さらなる脱炭素化やエネルギーにおける需給形態の変化に対応すると共に、ビッグデータを活用した都市や街区の強靭化と活性化、そして街の魅力向上に資する新たなサービスの提供を図ることにより、DHCは「DTS (District Total Service、地域総合サービス事業)」へ進化していく。

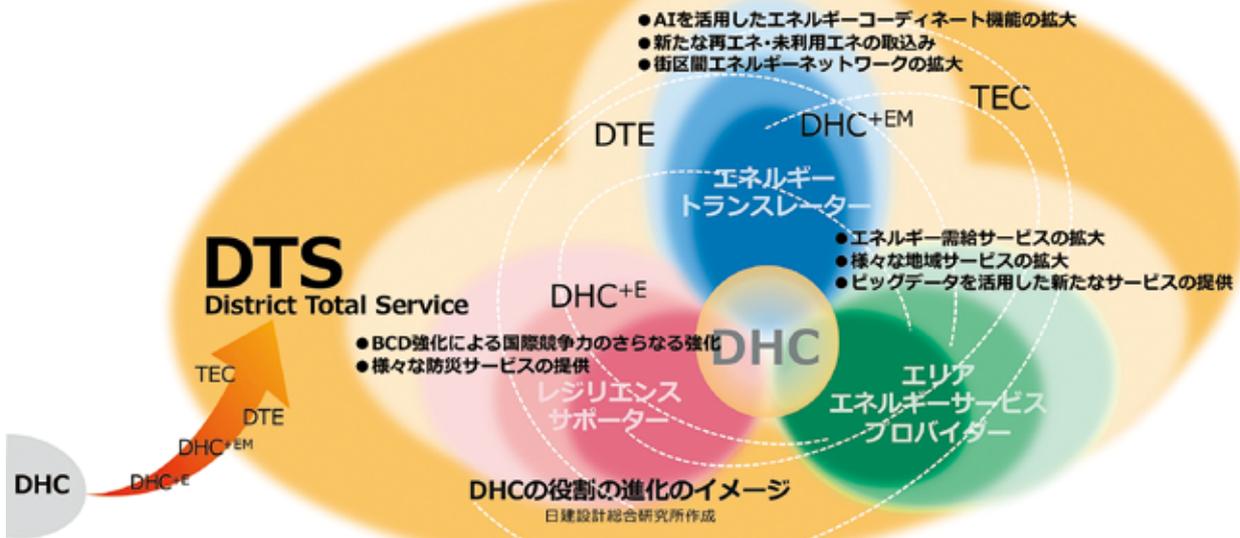


図7 DTS: DHCが進化した2050年の姿

地域とともに成長するサービス産業へ

DTSにおける3つの役割とフィジカルなプラントが資産のコアとなり、まちの中で人やものを総合的にサポートし、様々なサービスを展開する。

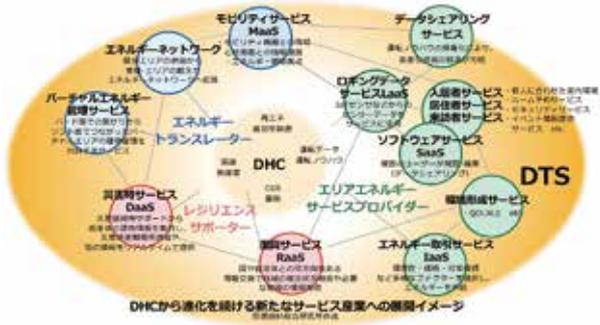


図8 DTSが提供するサービスの展開イメージ

2050年にDTSが活躍する都市のイメージ

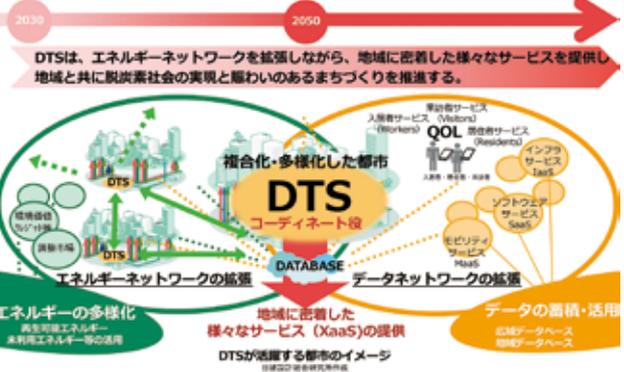


図9 2050年にDTSが活躍する都市のイメージ

自由化後の熱供給事業の長期ビジョンWG第2期 (WG2) (2019年4月~2020年1月) の成果

熱供給事業の次の50年を展望する

わが国の地域熱供給が本格的に事業を開始してから50周年を迎えるまでに、当協会の広報誌「熱供給」においても、様々なテーマに基づいて、多彩な立場の方々から対談や連載、寄稿等をいただいていた。このコーナーでは、特に本誌において、多くの対談や、連載原稿をご担当いただいた学識経験者の方々に、今後の同事業の方向性を展望するべく、「熱供給事業の次の50年を展望する」をテーマにご寄稿をいただいた。

エネルギー政策の方向性と地域冷暖房の新潮流 ——創立50周年を祝し——

エネルギーには種々の形態があるが、最終的には全て熱に変換される。我が国では二次エネルギーの電力が40%、残り60%が熱として産業、民生部門等で消費されている。民生用熱需要のように、環境温度に近い熱利用に高温の燃焼熱を直接使うことは熱力学的にみて得策ではなくカスケード的に利用すべきである。すなわち燃焼熱から、動力や電力等のエクセルギーを取り出した後の排熱を利用することが望ましい。特に都心部に多く存在する地域熱供給のように、エネルギー密度が極めて高く、かつ熱導管だけでなく自営線や通信線が整備されていれば、スマート化、デジタル化、強靱化に優れているため、その地域の価値は極めて高まる。

第5次のエネルギー基本計画でも、効率的な熱供給の推進の項に、「熱供給事業に関するシステム改革により熱電一体型の熱供給を行なうための環境整備が進んだことを踏まえ、コージェネレーションや廃熱などのエネルギーを一定の地域で面的に利用する、地産地消型でのエネルギーの面的利用を推進する。さらに、バイオマスや太陽熱、未利用熱などの再生可能エネルギー熱の有効活用を図る」と明確に記述されている。

筆者は都市内の地域冷暖房地域を中心に熱電供給発電所を立地し、域内の電気と熱を一体供給することはもちろんのこと、社会の電力需要に応じて、上げ下げデマンドレスポンス(DR)を駆使し、VPP(バーチ



東京工業大学 特命教授・名誉教授
柏木 孝夫

ャルパワープラント)としても機能させることが、我が国のエネルギー需給の緩和に極めて大きな効果を発揮するものと確信している。

[対談18回(30周年記念特別号、40周年記念特別号含む)、寄稿2回、他]

吸収・吸着冷凍技術に基づく地域排熱の有効利用

現在の地域熱供給の熱媒には水が用いられている。水は安全で豊富な材料であり、その特性は有用である。一方で将来的には他の選択肢も考えられる。吸収冷凍サイクルでは冷媒にアンモニア、吸収溶液にアンモニア水溶液を用いる。加熱によってアンモニア水溶液の濃度を変化させることによってエネルギーを蓄え、輸送先で分離したアンモニアを吸収させる際に冷熱や温熱を発生できる。濃度差でエネルギーを輸送するので輸送密度が高く、常温で熱損失がない。同様に、加熱して乾燥させた吸

着材を輸送し、需要地で水を吸着させることによって冷熱・温熱を発生できる。すなわち、水の顕熱による熱輸送ではなく、化学材料を用いた熱輸送である。この方法には熱輸送と蓄熱を同一システムの中で一体的に実現できる特徴もある。これらの新技術によって、地域熱供給は「地域の資源である排熱を地域で有効活用する」省エネ社会インフラになるとの夢を構想したい。都市においてもローカルなエリアにおいても、エネルギーの地産地消を支える役割を期待する。



東京農工大学 教授
秋澤 淳

〔連載「排熱利用社会に向けた熱供給システム」全4回（67～70号）、対談2回〕

次世代スマートシティ実現のために 必要とされる地域熱供給

現代は、多様な側面から関連システムのあり方が問われる時代である。すなわち、今後の都市エネルギーシステムは低炭素化やBCP（事業継続）環境の提供のみならず、QOL（Quality Of Life）の向上や脱炭素化に向けた高度なマネジメントが求められている。また、昨今の異常気象によって顕在化したエネルギーのレジリエンス（強靱性）の担保も必須事項であり、地域熱供給などのエネルギーの面的利用はそのコアシステムとして期待されている。

これらの動向は、例えば都市再生

緊急整備地域との連携によるBCD（事業継続基盤強化地区）の拡充、省エネ法改正における面的エネルギーのインセンティブの向上（複数建物の連携によるエネルギー性能評価など）、街区単位でのZEB（面的ZEB）の評価方法の検討、自治体・デベロッパー・エネルギー会社・建物ユーザーなどが一体となった需要と供給側の連携によるコミュニティとしての進化などの形で具現化されつつあり、次世代スマートシティの構成要件として普及するものと考え



東京海洋大学 教授
亀谷 茂樹

〔連載「都市の環境性向上と省エネルギー推進を考慮した地域熱供給活用の展望」全4回（101～104号）〕

レジリエンス性能が高い地域社会構築に向けた 熱供給事業への期待

厳しい環境変化や危機的事象に対しても、重要な機能を維持・継続できるしなやかな強さがレジリエンスである。実はレジリエンスはシステムの性能・能力であり、システムとして発揮されるものであるという特徴がある。建築や都市は独立した個別の様々なシステムが相互に関係し合っただけで成立している「システム・オブ・システムズ」として捉えることができる。熱供給も、社会のレジリエンス向上への貢献を考える際には、システムとして捉えることが重要である。人間を含めたソフト的な要素

とハード的な要素の連携や、計画、設計、製造、運用、供給、維持管理を繋げて議論することなど、多様な要素が連携する部分が能力の源泉であり鍵となっている。また、災害時など平常時のリソースに制約がかかる状況下では、優先順位を決めて対応せざるを得ないことが多い。いかに良質のサービスを提供できるかというエンドユーザーの視点が大事であり、レジリエンスは人間中心の概念とも言える。このような観点から、熱供給システムは、レジリエントなシステムのあり方を分かりやすく示



芝浦工業大学 教授
増田 幸宏

すことのできる対象であると考えている。

[連載「建築・都市のレジリエンスと地域熱供給」全4回(89～92号)、寄稿1回(40周年記念特別号含む)、他]

RE100時代に向けたバイオマス熱供給のこれから

地球温暖化を防ぐには、我々が使用するエネルギーは再生可能エネルギー100%(RE100)にしなければならないことがはっきりとしてきた。すでにグローバル企業ではRE100を目指すところも現れてきている。

RE100を実現するには太陽光発電や風力発電のような変動性再生可能エネルギーの導入だけでは不可能である。蓄電池といえども昼夜の短期的変動は緩和できても、夏冬の需要の季節変動を平準化してRE100を実現しようとするれば、いくら蓄電池があっても足りない状態になる。

エネルギーの長期貯蔵にもっとも威力を発揮するのがバイオマスである。長期的なエネルギーストックとしてのコストパフォーマンスは蓄電池よりもはるかに高い。そして、長期的なエネルギーストックとして必要なのが冬季の暖房需要となる熱エネルギーである。これらのことを結び付けていくと、バイオマスによる熱供給はRE100時代になくはない存在だということが見えてくる。



東北芸術工科大学 教授
三浦 秀一

[連載「欧州の再生可能エネルギー施策と森林バイオマスによる地域熱供給」全5回(80～84号)、対談3回、他]

熱供給事業のプラットフォームとしての可能性

今後の熱供給事業は、従来技術を一掃するような「革新的」技術による活躍は期待できそうにないが、社会情勢に柔軟に対応した「アタリマエ」をサービスする発展的事業になり得ると考える。今後、技術者不足や各種法整備の厳格化、さらに災害や熱中症などのリスクを考えると、もはや空調システムは建物側では運用・管理不能となると予測される。そこで熱供給事業が、熱源機から空調機さらに室内環境（温熱・生産性・健康）までを保全する「空気調和事業」へとシフトすれば、建物単位で

の空調（サービス）が困難な情勢におかれても、継続して「アタリマエ」を提供可能となる。これにより、建物側は管理部門（人件費）と設備（固定資産）のパージ（切り離し）が、空気調和事業者側は空調制御も含めた省エネ化が可能となる（某ビルマルチメーカーは同様の思想を提案中）。以上より、今後の熱供給事業は、将来的に空調事業のプラットフォーム（基盤）になる方法を現時点から模索する必要があると考える。



東京電機大学 教授

百田 真史

[連載「地域熱供給における省エネルギー性と性能評価の重要性」全4回（97～100号）]

これからのまちづくりにおけるエネルギーの面的利用の役割と展望

これまで地域熱供給は、省エネ性や環境保全性、利便性の高い地域インフラとして活躍してきた。今後もこれらの役割を果たすことはもちろんのこと、2050年脱炭素社会構築への貢献、また災害大国日本における重要な地域インフラとして新たな役割を果たしていく必要があると考える。具体的には、地方都市では都市機能の集約化と合わせたエネルギーの面的利用の導入を図り、森林バイオマスや太陽エネルギーなど地域の再生可能エネルギーをより効率的に地産地消し、地域経済の再生につ

なげることが求められる。大都市では、国際競争力のある都市をめざすためにも、災害時の安全性、機能持続のためのエネルギー供給力として、広域ネットワーク型のエネルギーシステムと協調する自立拠点型の地域エネルギーシステムの導入が求められる。

まちづくりには時間がかかる。2050年は遠い未来ではない。地域熱供給の関係者だけでなく、まちづくり関係者やこれからの社会に欠かせない情報分野の専門家等、様々な分野の専門家の知恵を結集して、今



横浜国立大学大学院 准教授

吉田 聡

から直ちに動き出さなければならぬと考える。

[連載「エネルギーの面的利用の可能性」全4回（63～66号）、座談会1回、他]

Close up town and DHC Future Style ①

全国事例の中から注目される事例を一つ選び、その特徴から熱供給事業の未来を展望する特別編の「Close up town」。第1編目は「日本橋室町西地域」から未来を紡ぎます。

「日本橋室町西地域の事例から考える熱供給の未来」

村木 美貴 (千葉大学大学院 教授)

中出 博康 (三井不動産(株) ビルディング本部 環境・エネルギー事業部長)

低炭素化の手前にある動機が重要

村木 日本の地域熱供給（地域冷暖房）は、高度経済成長期に大きな問題となっていた都市の大気汚染への対策が初期の導入理由でした。また、最近では、温暖化防止のための低炭素化、大規模災害を受けての都市の強靱化という導入理由が大きくなってきています。

熱供給事業は時代とともに導入の意義が増してきた事業です。今日は三井不動産の中出さんと、日本橋室町西地域のお話を絡めながら、このような意義がある熱供給事業の整備課題や将来像について議論をしていきたいと思います。

中出 最近、気がついたことがあります。世界でも先進的にCO₂の排出削減に取り組んでいるデンマークへ村木先生と視察に行った時に、デ

ンマークは、最初からCO₂排出削減に取り組んでいたのではなく、北海油田の枯渇により、それまでエネルギー輸出で潤っていた経済が厳しくなっていく、エネルギーの輸入国に転じてしまう、という事態に陥るのを何とかしなければいけないと。それをどう解決して、国としてサステイナブルに発展していけばいいかと取り組んでいった結果が、今のCO₂排出削減の取組みにつながっている、ということです。廃棄物を利用して電気と熱をつくったり、大規模に風力発電の普及拡大を図ったり、数多くの先進的な温暖化対策を進めていますが、実はそれは極めて経済的な理由をモチベーションとして始めたことだったのです。CO₂排出削減は最終的なゴールの一つですが、実はその手前にある動機、国・

国民を動かすモチベーションは別にあっても良いと感じました。

村木 日本橋室町西地域についてもそういうものはあったのですか。

中出 日本橋室町西地域の最初のモチベーションは、BCP（機能継続）でした。東日本大震災の時にブラックアウトが起きかねなかったこと。そして東京の中心部等を除く関東エリアで計画停電が実施されたこと。その体験を経て、今後、首都圏で大震災が起きた時には、電源喪失が起り得るという危機感を持ちました。それで万が一に備えて、都市ガスで発電できる仕組みをつくろうと考えたのです。地域熱供給の導入はある意味その結果です。発電時の排熱を街で活用するほうが、個別ビルで熱源システムを置くよりも経済合理性があり、CO₂排出削減にも繋がる

ということで、熱電併給のシステムとしました。

都市のBCP強化で国際競争力向上

村木 日本橋室町西地域は、BCP機能の強化を契機に地域の熱電併給の導入に繋がったということですが、街の強靱化、CO₂排出削減以外の効果は何かありましたか。

中出 我々はビルをテナントにお貸しする事業者です。地震国・日本における街のBCP機能の強化は、安心して暮らせる街をつくることから、海外から企業を誘致する時の大きな力になりました。それは単なるBCP対策ということを超えて、海外から日本を重要な事業拠点の一つとして見てもらえるという効果を生みました。

村木 森記念財団の「世界の都市総合力ランキング」を見ると、東京は2016年にパリを抜いて3位になりました。2019年はロンドン、ニューヨーク、東京という順位です。どのように世界に情報発信するかで海外からの投資額に差が生まれますので、東京が魅力的であることをよい形で見せていく必要があります。その観点では、エネルギーシステムの

村木氏



整備によって安心して経済活動ができるということは非常に大きな情報です。

中出 そういう意味では、我々が日本橋室町西地域で実施しているレジリエントで、かつエコ・フレンドリーなまちづくりの取組みを、東京や首都圏主要都市にも展開していき、国や東京都と一緒に世界にアピールしていくことが非常に大事だと考えています。そうすることで、日本はより一層、国際的な信用、競争力を得ていくのだと思います。

清掃工場を活用した熱電併給

中出 デンマークでは、首都コペンハーゲンなど都市中心部にある清掃工場で、ごく普通に熱電併給を行なっています。この夏に台風15号が千葉県を襲って大停電を引き起こしましたが、もしこのエリアの清掃工場を熱電併給施設として整備し、周辺に日本橋室町西地域のような自立した電力供給網を構築していれば、復旧までの間、住民の生活はあれほどひどい状態にならなかったと思います。

千葉県南部の多くは都市ガスの供給網がないエリアなので、中圧ガス導管を使ってコージェネを整備することは出来ません。そこにあるゴミという資源を活用して自立分散型のエネルギーシステムを整備するのが一番の解だと思います。

村木 そうですね。

中出 ただ、完全に自立分散型のエネルギーシステムにすると、故障等が起きた時に電力供給が不安定になるので、系統電力とも繋いでおいて、

常にバックアップが可能ないようにしておく。その形を私はハイブリッド型自立分散エネルギーシステムと呼んでいるのですが、これを日本橋室町西地域でも採用しています。都市ガスの供給網がない地方のエリアにこのエネルギー供給システムを整備しておけば、周辺にある太陽光や風力等の再生可能エネルギーを災害時に活用しやすくなります。清掃工場を核に再生可能エネルギーも使いながら、安心して暮らせて、エネルギーコストも低減できるまちづくりが可能になりますね。

村木 デンマークでは、清掃工場はNIMBY (Not In My Back Yard / 我が家の裏には御免)ではなくエネルギー源であると強調していました。日本でも、清掃工場が近くにあると熱も電気も得られて、しかも非常時でも安全・安心の中で生活できるようになるというように、皆さんの認識が転換できるとよいですね。

中小ビル既成市街地での整備戦略

村木 非常時にも対応できる熱電併給エリアの整備は、東京都心部であれば、三井不動産や三菱地所のような土地所有者がいれば進みやすいで

中出氏



すが、大規模な再開発計画がなく、中小ビルしかないような既成市街地では、どのように対応をしなければいいとお考えになりますか。

中出 都市計画における再開発支援制度は、例えば木造住宅密集地域であれば、大地震等で火事が起きた場合、人命や財産に多大な損害が生じてしまうので、道路幅を広げ、敷地も共同化して耐火建築物に建て替えていかないといけない、といった理由によって事業化されています。同様に、中小規模のビルが立ち並んでいるエリアでは、大規模災害発生時でもエネルギー的な備えがあり、安心して暮らせるエリアとするために、核となる街区を定めた上で公共性が高い施設、例えば病院や役所を移転して、熱電併給が可能なエリア防災拠点として整備し、その周辺の既存ビルには耐震性の強化を支援することを再開発のパターンの一つとして都市計画で位置付けすれば、木造住宅密集地域対策のように防災を意識したまちづくり支援制度がつかれるように思います。

村木 ハイブリッド型の自立分散エネルギーシステムを整備すべきエリアを、明確に描いていくことが必要ですね。その網にかからないエリアは、近隣のエネルギーシステムに組



み込める仕組みもあるといいと思います。エリアの区分けを明確にすることで、東京全体の強靱性が向上していきそうです。

中出 自立分散型エネルギーシステムが多数できれば、例えば広域電力網にある太陽光の出力が下がった時に、広域の大型発電所でカバーするのではなく、街にあるコージェネから逆流して、電力需給をバランスさせることもできます。バーチャルパワープラント（VPP）、デマンドレスポンス（DR）などのようなエネルギーマネジメントへの貢献も可能になります。

村木 そうですね。需給がひっ迫するからみんなで電気を使うのをやめるとか、暑いのに無理して空調の温度を上げるとか、そういう我慢を強いた中で経済生産性を上げようとするのは間違ったアプローチだと思います。上手なエネルギーの使い方をするためにも、地域の熱電併給が普及拡大するといいですね。

「見える化」のために

中出 デンマークには、屋上が人工スキー場になっている格好いい清掃

工場がありました。エネルギー利用の「見える化」という観点では、非常に大きな力がありますよね。

村木 ああいうのが東京の中心部にあったら、CO₂ 排出削減のすごくよいアピールになりますよね。

ロンドンでは、電気自動車の充電施設が道路に整備されていて、充電をするために自動車が数多く道路に並ぶので、その景観が環境への取り組みの強いアピールになっています。東京の場合、そういうアピールの仕掛けが少ないです。

中出 そうですね。我々が使う電気が、街の中でつくられるようになれば「見える化」にも繋がりますし、発電時の排熱も使えるようになって、エネルギー利用効率も上がります。そういうことが結局、CO₂ の排出削減に繋がります。

村木 ロンドンの郊外にエネルギー関連施策を説明する良い展示施設があります。「見える化」ということでは、その施設の展示のように、子どもでも大人でも理解しやすい施設があることも必要です。

また、地域熱供給が採用されているビルも、最近進められている

ZEB (Zero Energy Building) もそうですが、一般の人にはそのようなビルであることが分かりにくい状況にあります。例えばアメリカの西海岸などに行けば、多くのビルが入口に「LEED」や「Energy Star」のラベルを貼っています。欧州であれば、ビルの売買や賃借の際に、エネルギー効率を説明しなければならないことになっています。そのような仕組みや発信方法を、日本でもつくっていく必要があると思います。

中出 そうですね。ちなみにZEB化について言えば、最低でもZEB Ready (ZEBを見据えた先進建築物で基準となる建物の50%以上の省エネを実現できるもの)までクリアした建物を順次整備して、そこにエリアで活用可能な再生可能エネルギーをできる限り導入しながら効率のいいエネルギーを送っていくことで、各ビルのnetZEB化(大幅な省エネ化を実現した上で、再生可能エネルギーを導入することにより、エネルギー自立度を極力高め、年間の一次エネルギー消費量の収支をゼロとすることを目指した建築物)を図っていくという形が実現性が高いように思います。

効率的な複合開発の必要性

中出 日本橋室町西地域の熱電併給事業では、地下鉄銀座線の下を推進工法で抜いて熱導管や電力自営線を敷設しています。この地域ではこうすることが合理的かつ現実的でしたが、例えば新たに開発するビルと地下鉄の駅を接続させるような地下歩行者空間を整備する工事がある時に

は、そのスペースを活用してエネルギー導管も整備できたらいいと思います。地域貢献施設とエネルギー施設にはそれぞれ支援助成の制度がありますが、制度上、工事が別々になることでコストの重複が生じることもあります。

村木 日本はそういうところが非常に非効率ですよ。海外では行政から補助金が出ているようなケースでも、コストが少なく済むのであれば、何かと何かを一緒に工事するのが当然です。

中出 地下歩行空間やペデストリアンデッキをつくる時に、一緒に熱導管や電力自営線を整備できるようにしたいですね。無駄なコストが掛からぬように、いかに効率よく都市インフラを整備するか、もっと関係各所と一緒に知恵を絞っていく必要があります。

村木 どこかの自治体で成功例をつくりたいですね。そしてそれを声高に発信していく。先行事例があると、他の自治体も動き始めます。

中出 ぜひ、そういったパイロット事業が生まれてほしいですね。今年で50年を迎える熱供給事業は大気汚染対策を目的に国内に広がりました。そして今、私たちはまた新たな問題に直面しています。BCPを含む自然災害への備えがモチベーションの起点となって全国に自立分散エネルギーシステムが普及して、エネルギー自給率の向上やCO₂排出量の削減が進んでいく可能性があると思っています。

村木 そしてそれをどう発信していくのか。その発信の主体としても、日本熱供給事業協会には今後、大いに期待したいと思います。

村木 美貴氏 略歴

Muraki Miki

横浜国立大学大学院博士課程修了。東京工業大学助手、オレゴン州ポートランド州立大学客員研究員を経て、2002年千葉大学工学部都市環境システム学科助教授、2008年同大学大学院工学研究科建築・都市科学専攻准教授。2013年より同教授。工学博士。専門は都市計画。地方制度調査会、社会資本整備審議会、東京都環境審議会、札幌都心エネルギープラン検討会議の委員(座長)等を歴任。主な著書に「英国都市計画とマスタープラン」(共著、学芸出版社、1998)、「都市田園計画の展望」(共訳、トマス・ジーバーツ著、学芸出版社、2006)等。



中出 博康氏 略歴

Nakaide Hiroyasu

1988年3月京都大学法学部卒業。同年4月三井不動産株式会社入社。グループ会社監理部門や住宅事業部門での業務を経て、2003年には、経営企画部にて長期事業計画の策定に従事。その後、2005年より日比谷街づくり推進部にて日比谷エリアにおける連鎖型再開発の事業企画業務を担当。2016年4月より現職。





事例

Close up town and DHC Future Style ①

全国熱供給エリア紹介 特別編①

日本橋室町西地域

三井不動産TGスマートエナジー(株)



「レジリエントでエコフレンドリーな街を 実現する熱電併給事業」



営業地域図(電気・熱の供給可能エリア)

※電気・熱の供給可能エリアとは、特定送配電事業および地域冷暖房区域指定(2018/5/8)に基づくエリアであり、エリア内の全建物にエネルギー供給する訳ではありません。また、今後エリアは変更となる場合もあります。

三越前駅を中心とした既成市街地

日本橋室町西地域は、電源喪失や計画停電への対応が求められた2011年3月の東日本大震災が契機となって進められてきたプロジェクトであり、東京メトロ銀座線三越前駅を中心とした供給面積15万㎡、延床面積100万㎡、供給ビル約20棟に電力と熱を供給するものである。当該地域は、プラントが設置されている新築ビル(日本橋室町三井タワー)だけでなく既存のビルに電力と熱を供給することにより街全体の防災性を飛躍的に高めるとともに、発電効率が極めて高いCGS(コージェネレーションシステム)の採用、排熱の有効利用、高効率な冷凍機等の利用により環境性も高めるという「災害に強く環境にやさしい(レジリエントでエコフレンドリーな)街」をエネルギーの面から実現している。

ピーク時の50%の電力と熱を供給してBCPサポート

エネルギーセンターの中心となる設備は、災害に強い中圧ガスを利用したCGSシステムである。世界最高クラスの発電効率約49%を誇るガスエンジンを用いた発電を行なうとともに、その排熱を冬期は蒸気や温水として供給し、夏期は排熱投入型蒸気吸収式冷凍機(ジェネリンク)に投入して冷水を製造することで有効に利用す

Close up town and DHC Future Style ②

全国事例の中から注目される事例を一つ選び、その特徴から熱供給事業の未来を展望する特別編の「Close up town」。第2編目は「中之島2・3丁目地域」から未来を紡ぎます。

「中之島2・3丁目地域が示す これからの熱供給の可能性」

下田 吉之 (大阪大学 教授)

堀川 晋 (㈱日建設 執行役員 設備設計グループ プリンシパル)

河川水を全面的に活用するエリア

下田 2005年に供給を開始した中之島2・3丁目地域の熱供給事業は、3丁目にあった関電ビルディング、中之島ダイビルが共同開発で建て替えられることになった時に導入され、地域の開発の進捗に合わせて1期～3期まで熱供給プラントが設置されました。さらに2丁目にフェスティバルタワーとフェスティバルタワー・ウエストができた時にも、それぞれの建物に東プラント、西プラントが設置されています。

堀川 2丁目も3丁目もそれぞれで連携されていて、どちらも空気熱源の機器が一切なくて、全面的に河川水の未利用エネルギーが活用されているのが大きな特徴ですね。

私は関電ビルディングの設備設計を担当しまして、地域熱供給（地域

冷暖房）の他に、エコフレーム（外部梁・柱による日射遮へい）や、タスク・アンビエント空調（居住域のタスクと周辺域のアンビエントで空調を分離する方式）、自然換気など、数多くの最先端技術を導入した思い出があります。

下田 そういうビルの先進的な取り組みがあり、さらには河川水活用 の地域熱供給を組み合わせているという ことで、供給開始当初から非常に高い評価を得た設備システムでした。空気調和・衛生工学会の学会賞技術賞および竣工10年後には特別賞「十年賞」も受賞しています。

プラント増設+連携で最適化

下田 私は関電ビルディングと地域熱供給の性能評価に参加してきました。中之島2・3丁目地域の熱供給

では、関電ビルディングの規模から冷房負荷を推定して1期プラントを設計していましたが、ビルの省エネ設計がよくできていたので、推定より実際の冷房負荷が少なくなり、熱供給開始直後はシステムの運用で少し苦勞していました。それが改善できたのは、プラント増設時に、温熱専用の河川水ヒートポンプが設置されたりして、熱回収ヒートポンプの冷温熱製造のバランスがよくなったのも一因です。

計画時に建物の冷房・暖房負荷を読み切るのは非常に難しいので、最初から最適な熱供給システムを構築するのは不可能に近いですね。その点、中之島2・3丁目地域の熱供給は、建物が一つ一つ竣工していくのに合わせてサブプラントをつくり、連携することで、建物側の実際の熱

下田氏



負荷を見ながら最適化を図っていくことができました。これも非常に大きな特徴になっています。一番エネルギー効率が高い最新システムがベースロードの熱負荷を担うことで、ネットワーク全体の効率を上げていくこともできます。

堀川 そうですね。

下田 プラントの増設・連携という方法は、従前の課題を解決していくのに有効です。このモデルは、多少時間差があっても、ある程度の規模の建物が数棟建つ時にコンパクトな熱供給システムを設置していくことで成立しますので、大規模な開発によって高い負荷が最初から発生するような場所ではない、東京以外の開発でも参考にできると思います。

堀川 今、フェスティバルタワーの東プラントのCOP（総合効率）は1.45です。1期プラントの完成時のCOPは1.06でした。高いCOPの達成は、下田先生や皆さんに性能検証をしていただいた成果もありますが、やはり河川水活用システムによって暖房負荷を高効率に処理できたことが非常に大きかったです。これは他のシステムでは無理だったと思

います。

下田 冷房システムは規模の大小で効率に大きな差が出ないのに、暖房システムはシステムによってすごく大きな差が出るんですよね。地域熱供給の場合は、河川水や海水といった良い温熱源が活用できれば、さらに暖房効率が上がります。

これからのビル建設では、照明のLED化、OA機器の高効率化、サーバーのクラウド化が進展していく中でZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）化を進めていくこととなります。ビルの内部発熱量の減少で冷房負荷が減る代わりに、暖房負荷は増えますので、省エネ化やCOP向上のためには、温熱をいかに高効率に供給するかが鍵になってきます。

堀川 河川水の使用については、ビルが単体で申請しても許可されなかったですね。公的な役割がある熱供給事業であればこそ、大阪市は許可したわけです。そのような公的な役割を持っていることも、大きな意義があると思います。

増える蓄熱槽の活用方法

下田 広域の電力システムに対して地域熱供給の大規模な蓄熱槽が果たしてきた負荷平準化の役割は大きいですね。元々は、質を落とさずに低コストで熱を製造するために導入された設備ですが、それが電力システムにも貢献できるというのは大きなメリットです。最近は再生可能エネルギーの電力の調整のために、VPP（ヴァーチャルパワープラント）やDR（デマンドレスポンス）

の話が出て来ていますが、それは家庭用のヒートポンプ給湯器等で調整するよりも、地域熱供給の蓄熱槽のほうが合理的です。1カ所で大量の電力量を調整できますから、制御も簡単です。これからの地域熱供給の新しい役割として、絶対に訴求を図るべきポイントです。

堀川 蓄電池を置くより簡単ですね。フェスティバルタワーの東プラントと西プラントには、合計6,100m³の水蓄熱槽がありますから、DRに利用するには十分です。蓄熱槽は、「下げ」だけでなく「上げ」DRにどう活用していくかを検討しなければいけないと考えています。

下田 電力会社は、これからエネルギーマネジメント、電力需給調整の業務も大きな柱になっていくと思います。このエリアに本社がある関西電力は、太陽光発電や風力発電などの出力変動を吸収するための電力需給調整を、その足下の蓄熱システムで実施できます。しかもその熱源もヒートアイランド負荷が小さく、自然エネルギーである河川水です。新時代のモデルの一つになるでしょうね。

堀川氏



ZEB化を支援する地域熱供給

下田 今後はエネルギー自給が可能でビル、すなわち ZEB の普及も図られていきます。小規模ビルの ZEB 化であれば、自分で太陽光発電を所持してエネルギーを 100% 賄うことも可能ですが、規模が大きくなると、自前で再生可能エネルギーを 100% 用意するのは難しくなります。エネルギー消費量のかなりの割合を占めている熱負荷を外部に頼って処理することがあっても ZEB と認められる制度も必要かと思えます。

その頼る先として、地域熱供給は大きな存在です。供給される超省エネ化された熱を ZEB の計算に入れられるようになるなら、地域熱供給のマーケットも拡大します。

堀川 ビル単体で正味ゼロにしていくのではなくて、高効率なエネルギーを都市からもらって正味ゼロにしていくということですね。

下田 はい。それに、これから様々

な技術の革新が進んで、建物の負荷はどんどん下がっていきます。設備設計時の容量決定も、さらに大変になってくるわけです。そういう時代には、変化していく負荷の調整については、地域のシステムに任せたいほうが簡単ということもあります。

堀川 net ZEB のためには、太陽光発電などの再生可能エネルギーの導入が必要となりますが、最近では「PPA (Power Purchase Agreement) モデル：発電事業者と電力消費者の間で締結する電力販売契約」というビジネスが注目を集め始めています。電力の供給側は、需要側から施設の屋根や敷地を借りてソーラーパネルを設置、電力を供給します。供給側は設置場所の提供を受けることができ、需要側は電力料金の低減を享受します。すなわち、WIN-WIN の関係です。この PPA モデルと蓄熱槽を持つ熱供給を併用すると、DR をしながら、太陽光発

電の電力を供給することができ、系統電力側の負担も小さくなりますし、環境にもいいし、色々な面でメリットを生むのではないかと考えています。

定額制地域熱供給というアイデア

堀川 今以上に地域熱供給の効率を上げていくには、需要家との連携も必要ですね。ただ、需要家側が熱負荷パターンなどを熱供給事業者に提供して最高効率の運転ができたとしたら、その分の値下げを要求されたりします。でも熱供給事業者は販売熱量が減るわけですから、現状では利害が一致しません。よい解決策があるといいのですが。

下田 実はそういう研究を日建設計総合研究所等と行なっていました。建物 1 棟の 1 年間の熱料金を、販売熱量と関係なく決めてしまうというビジネスモデルの研究です。

堀川 ヨーロッパにはそういうモデルがありますよね。どちらかでご覧になられたのですか。

下田 スウェーデンのイエテボリで拝見しました。㎡単位で熱単価が設定されています。その代わりに二次側の設備の操作権は熱供給事業者が持ちます。定額にしてしまえば、ビル側は予算が立てやすいというメリットもありますし、その値段自体が元々支払っていた熱料金とほとんど変わらないのならば、ビル側のデメリ



ットありません。熱供給事業者側は支払われる熱料金が毎年一定になりますので、二次側設備も管理して省エネを追求すれば、その分が自分たちの利益になります。個別熱源でビル管理会社が清掃や警備などと共に省エネ努力をするのと、熱のプロの熱供給事業者が省エネを図るのでは成果も違いますから、よいビジネスモデルになると思っています。

堀川 脱炭素化を進めていく中で熱やエネルギーを製造販売しているだけでは、熱供給事業者の経営は厳しくなっていきますよね。少子高齢化の中では技術者も不足してきますから、二次側設備の管理を請け負うのはよいサービスです。そうしたアイデアは有望でしょうね。そのうち、事業名から「熱供給」という言葉がなくなるかもしれません。

ディストリクトでゼロエネルギー化

下田 これから、2050年までにゼロ・エミッションを実現するという話が真剣に語られるようになっていくと思いますが、実際には単独でZEBを達成できるビルはそれほど多くありません。

海外では「ゼロエネルギーネイバーフッド（エネルギー消費正味ゼロの地域）」という概念も出てきています。河川水という良質な熱源を全面的に活用している中之島2・3丁目地域であれば、あとはヒートポンプと建物で使う電力として再生可能エネルギーを調達することで、エネルギー消費正味ゼロの地域が実現できてしまいます。2050年を迎えるまでに、そのようなエリアをつくって

いけたらいいですね。

他にも、「ポジティブエナジーディストリクト（PED）」など、ディストリクト（地区）を対象にした施策が色々出てきています。

堀川 PEDは地区全体の年間のエネルギー生産量が、そのエネルギー消費量を上回るような地区という考え方ですよ。

下田 そうです。PEDについては、プログラムに参加している欧州の20カ国で、2025年までに100カ所のモデルプロジェクトを実現するという目標を打ち出しています。単独の建物では全てでZEBやZEHが達成できないから、ディストリクトでやろうという話の流れかと思えます。

堀川 そのうち日本でも、ゼロエナジーディストリクトという話が主流になってくるのでしょうか。



下田 まさにそういう素地があるので、中之島2・3丁目地域で取り組むことができたらいいですよ。関西電力でしたら、このエリアを賄える規模の再生可能エネルギーの電源を持っていそうです。

堀川 他のエリアでもそのようなモデルが出てくると、地域熱供給がまた注目されていくでしょうね。

下田 まさにそうですね。本日はありがとうございました。

下田 吉之 氏 略歴

Shimoda Yoshiyuki

1990年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了。大阪大学先端科学技術共同研究センター助教授、大阪大学大学院工学研究科准教授等を経て2007年より現職。日本学術会議連携会員。環境省中央環境審議会臨時委員（地球環境部会）、内閣府総合特別特区評価・調査検討会委員のほか、大阪府、豊中市、大阪市の環境審議会委員等を務める。研究テーマは、都市・国土の民生部門エネルギー需要のモデル化、地域冷暖房・建物の熱源システムの最適化など。著書に「都市エネルギーシステム入門」（学芸出版社、2014年）がある。



堀川 晋 氏 略歴

Horikawa Susumu

1984年早稲田大学大学院修士課程修了、日建設計入社。以後、サステナブル建築から大規模複合施設や先端研究施設など、幅広い多数の国内外プロジェクトについて環境・設備設計を担当。2015年より現職。東京工業大学、早稲田大学、慶應義塾大学の非常勤講師を歴任。主な受賞にASHRAE Technology Award First Place/YKK80 Building (2017)、Shogakukan Building (2019)、省エネ大賞/町田駅東口北地区におけるスマートエネルギーネットワークによる省エネまちづくり（平成28年度）、空気調和・衛生工学会賞 技術賞/関電ビルディング（2007）などがある。



Close up town and DHC Future Style ②

全国熱供給エリア紹介 特別編②

中之島二・三丁目地域

(株)関電エネルギーソリューション



「河川水の未利用エネルギーを100%活用した地域熱供給」

二本の河川に囲まれたエリア

大阪は水の都と呼ばれ、中之島公会堂等著名な建築物が立ち並ぶ中之島は、南北を堂島川と土佐堀川に囲まれた独特な地形を有している。当該エリアは、これまで大阪における国際化、文化、ビジネスの中心として開発が進められてきた。

そのような中、老朽化が進んでいた中之島三丁目のダイビル(株)のダイビルと、関西電力(株)と関電産業(株) (現：関電不動産開発(株)) の関電ビルディングが、平

成9年に共同開発によって建て替えられることが計画、発表された。開発の特徴として、河川水利用と氷蓄熱システムを採用した地域熱供給（地域冷暖房）を導入する等、省エネルギーと電力コストの低減に寄与する「負荷平準化型開発」を目指すことがあった。



当時の関西電力(株)では、河川水の未利用エネルギー活用の研究を進めており、中之島三丁目での実現に向けて、敷地、道路、緑地等の所有者、管理者等と交渉し、行政の理解も得て、実現にこぎつけることができた。

供給先となるビルの建設はⅢ期計画で進められ、熱供給は平成17年1月にⅠ期の関電ビルディングからスタートし、その後、Ⅱ期の中之島ダイビル、同時期に開業



営業地域図

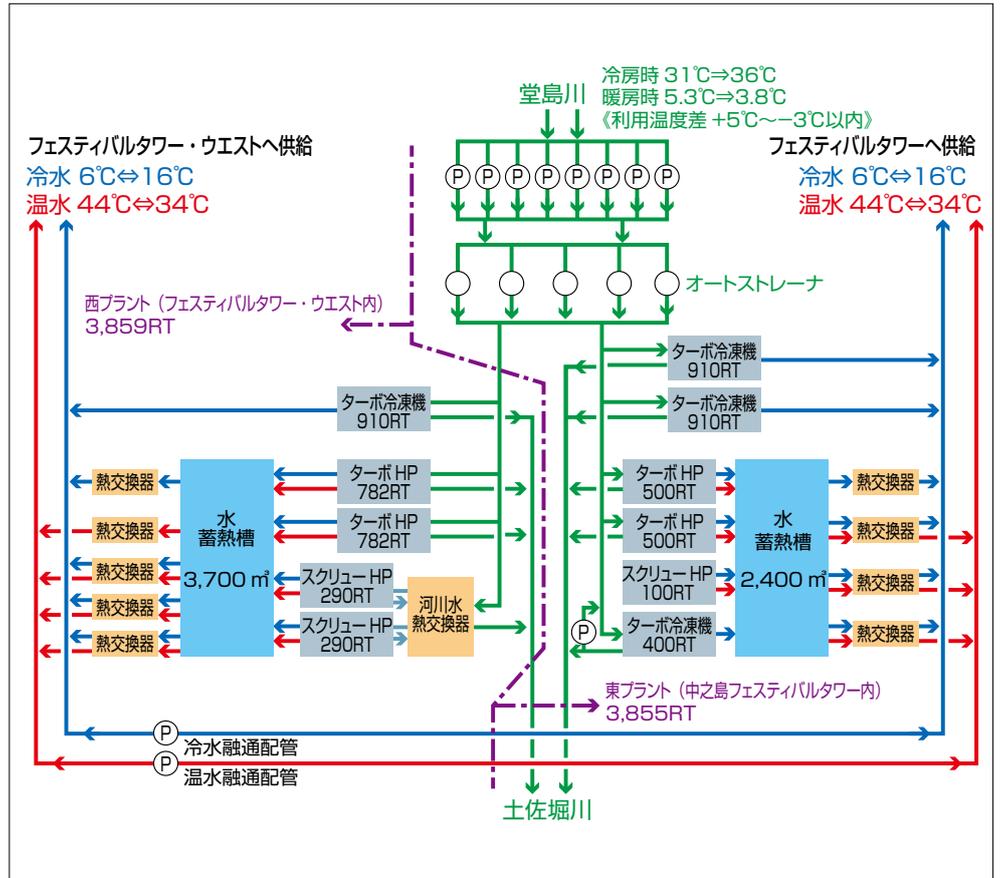
した京阪電車渡辺橋駅舎、Ⅲ期のダイビル本館へ供給を開始し、さらには、関電ビルディング南側に建設された三井ガーデンホテル大阪プレミアにも供給するなど、近隣への供給も拡大している。また、これらの知見をさらに発展させて、高効率化した上で、平成24年に中之島二丁目の中之島フェスティバルタワー、平成29年にフェスティバルタワー・ウエストに供給先を拡張している。

河川水の未利用エネルギーを100%活用した熱源システム

中之島二・三丁目の熱供給システムは、熱源水・冷却水として河川水を全面的に利用しているので、冷却塔や加熱塔を設置することなく、再生可能エネルギーによる温度差熱利用で100%まかなえている（空気熱源が0%。ビル排熱や変電所排熱も利用）。

中之島三丁目の関電ビルディングを中心とした熱源システムのコンセプトは、大規模負荷平準化と排熱を利用した高効率化である。こちらでは熱回収型ヒートポンプなどの熱源機と、合計1,415m³の水蓄熱システムを採用した。一方、中之島二丁目のフェスティバルタワーの熱源システムのコンセプトは、高効率化を最優先事項とした。こちらでは、ターボヒートポンプなどの熱源機と合計6,100m³の水蓄熱システムを採用し、効率低下要因を取り除く対策を随所に盛り込んでいる。

本地域の河川水熱利用の特徴として、取水は堂島川、排水は土佐堀川というように、2本の河川利用が挙げられる。これは、このエリアが海に近い場所にあり、潮流の影響により河川が逆流することがあることから、ショートサーキット対策として地の利を活かしたものである。2本の河川利用は、わが国の熱供給事業では初めてで、唯一の試みとなっている。



フェスティバルタワープラントとフェスティバルタワー西プラントの熱供給システムフロー図

省エネルギー効果

中之島三丁目のシステムは、平成30年度の実績でCOP1.09（1次エネルギー換算）となっており、エネルギーの使用の合理化等に関する法律施行規則別表第2¹⁾と比較すると、32%の省エネルギー効果が得られている。河川水を100%活用することで大気中に直接排気は行わず、ヒートアイランド現象の抑制にも貢献しており、平成21年には、経済産業省と新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の新エネ百選にも選ばれている。

中之島二丁目のシステムは、平成30年度の実績でCOP1.49（1次エネルギー換算）となっており、先述の別表第2¹⁾と比較すると、51%の省エネルギー効果が得られている。中之島二丁目のCOPは全国トップクラスの値が得られていることから、効率低下を抑止するシステムの効果確認ができたものと評価している。

（株関電エネルギーソリューション お客様サービス部）

[注]

1) 「エネルギーの使用の合理化等に関する法律施行規則」
https://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=354M50000400074

1970 大阪万博での地域冷房導入が 切り拓いた未来

早稲田大学理工学術院総合研究所 招聘研究員

日本環境技研(株) 顧問

中嶋 浩三

EXPO'70大阪万国博覧会で、我が国初の地域冷房が実現し、50年を経て、再び大阪で2025年に大阪・関西万国博覧会（EXPO'25）が開催されることになった。EXPO'70の地域冷房は、早稲田大学尾島俊雄名誉教授（当時助教授）により実現した。当時、尾島研究室に在籍し、同計画・基本設計（実施設計：三菱地所）に携わった筆者としては、感慨が深い。その後、筆者は、千里中央、筑波研究学園都市、多摩センター、みなとみらい21中央、初台淀橋地域等の地域冷暖房（地域熱供給）の計画・設計を行ない、海洋博（沖縄）・科学万博（筑波）・花の万博（大阪）、愛・地球博（愛知）等、各万博の地域冷房の計画・設計にも携わってきた。大都市圏の自立分散型エネルギー（BCD：業務継続地区／CGS：コージェネ）導入検討の機会も多数頂いた。こうした経緯から、EXPO'70を契機とする草創期を振り返るとともに、その後の変遷とEXPO'25を含む地域冷暖房の未来を俯瞰したい。

EXPO'70の地域冷房は、電動の

大型冷凍機（3,000RT）や都市ガスによる背圧タービン駆動ターボ冷凍機+吸収冷凍機のトッピング方式が導入され、当時世界最大規模（36,000RT）であった。プラント、大口径導管等の設計図や仕様書、供給規程や需要家接続の技術基準、熱計量方式などは、我が国に先例がなく、欧米を参考に手探りであった。

この時、万博会場に建設された3プラントのうち、北プラントの3,000RT冷凍機は新宿副都心と成田

国際空港へ、東プラントの熱供給システムは千里中央地域へ転用された（図1）。また、三菱、三井、住友、丸紅の4商社運営共同企業体が培った万博の地域冷房の管理運営ノウハウは、北海道の北広島、苫小牧等の熱供給事業に展開した。万博の地域冷房が実現したことにより、各地に生かされた。そうした中で昭和47年には熱供給事業法が制定され、東京都では、公害防止条例に“地域暖冷房”の計画推進区域や加入協力義



中嶋 浩三 氏 略歴
Nakajima Kouzou

1969年早稲田大学大学院修了。日本環境技研（株）設立に参加。1996年まで代表取締役社長を務めた後、現職。（一社）都市環境エネルギー協会理事、アジア都市環境学会理事。大阪大学、神戸大学非常勤講師等を歴任。主な業務に各EXPO、成田、多摩、筑波、MM21等新都市インフラ計画・設計。著書に「熱供給事業総刊」、「地域冷暖房技術手引書」、「東京の新創造」等多数。

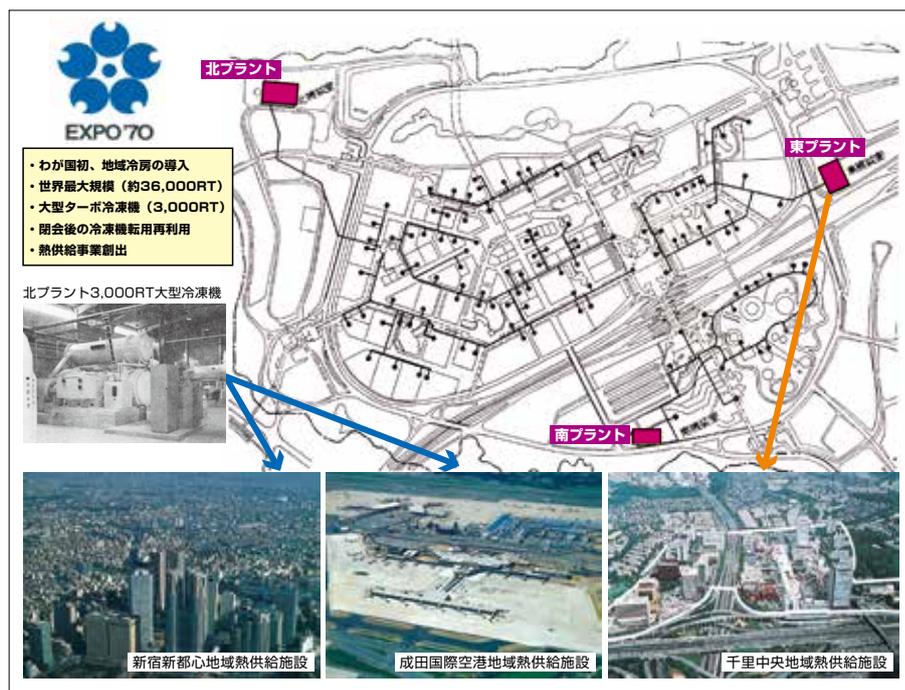


図1 EXPO'70大阪万国博覧会における地域冷房導入と設備の転用

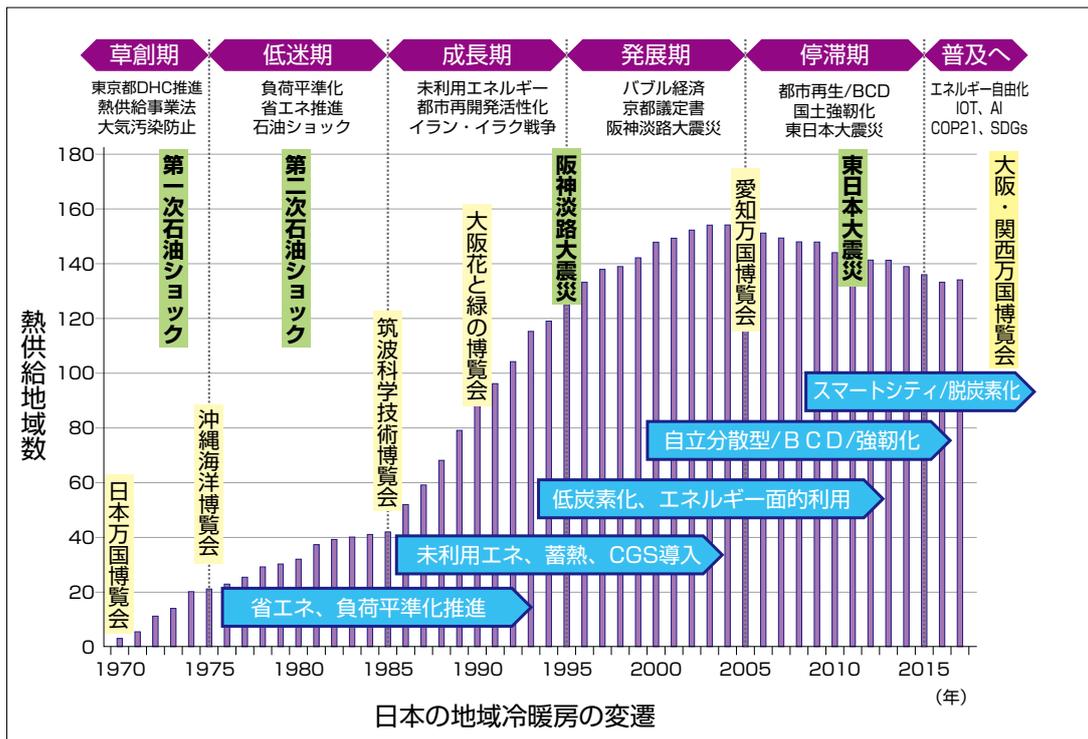


図2 わが国の地域熱供給の発展と社会状況の変化

務が規定され、指導要綱が定められた。東京都のこの規定は、現在の「地域におけるエネルギーの有効利用に関する制度」に引き継がれている。

EXPO'70の地域冷房で幕を開けた日本の地域冷暖房は、図2に示すように、時々の社会動向を背景とした期待に応じて今日に至っている。特に2011年に発生した東日本大震災を大きな契機に、環境・自然災害、エネルギー市場等の状況が大きく変化した。地域冷暖房は依然として都市インフラとしての重要な役割を担っている。それは、EXPO'70以降、先人たちが築いてきた、熱供給事業への努力と実績の上に立っていると見える。

地震、自然災害の激甚化が進む中では、「国土強靱化」に向けて「自立分散型エネルギー」の整備が不可欠である。「国際化、情報化等に対応した都市再生」には、業務継続街

区(BCD)形成が不可欠である。「電力」「熱」「水」「情報」を含む非常時の都市インフラが必要で、地域冷暖房は「スマートシティの核」となる。「エネルギー自由化」を背景とした「新しいエネルギー供給事業」が動き出している。COP21で採択されたパリ協定やSDGs(持続可能な開発目標)の実現は、地域ぐるみの脱炭素化なくしては達成できない。

50年前に実現した地域冷暖房は、常に新しい期待に応じて現在も都市の重要な役割を担っていることに注目したい。札幌市都心の地域冷暖房は、CGSを導入していたことで、北海道胆振東部地震時のブラックアウトでの対応に大きく貢献した。新宿新都心の地域冷暖房は、東日本大震災を教訓に、災害発生時も機能を継続するために都庁に電力供給できるように追加でコージェネを整備した。千里中央地域の地域冷暖房は、

千里中央地区活性化や安全確保計画に寄与すべく再整備が進められている。ちなみに、我が国がモデルにした、1964年稼働の米国ハートフォード地域冷暖房は、今なお、ネットワークを拡大している。

EXPO'25大阪・関西万博は、SDGsの達成に貢献するべく、「いのち輝く未来社会のデザイン」をメインテーマとしており、「ゼロエミッション」の実現が重要な柱の一つとなっている。我が国は、「2050年に温室効果ガス排出80%削減」を目指している。EXPO'70で実現した地域冷房が、50年を経て今日まで進化し、低炭素化と都市の強靱化に貢献しているように、EXPO'25においても、水素インフラやIOT・AIの導入等を含めてSociety5.0の実現に寄与する、今後50年を牽引する次世代エネルギーインフラの実現を期待したい。

近未来導入が計画されている ランドマークビル・注目プロジェクト

2020年2月以降に完成予定のプロジェクトでも、次々と地域熱供給（地域冷暖房）導入の計画が発表されています。その中には全国的に注目されているような建物もあります。

ここでは地域熱供給の導入が計画されている、主要なランドマークビル、注目プロジェクトをご紹介します。

2024年度
完成予定

中部日本ビルディング



中部日本ビルディング（名古屋市中区栄）は、街にさらなる賑わいをもたらすため、建て替えにより31階建てへと高層化する。半世紀にわたって培った記憶と遺産を継承しつつ、新たな魅力を取り込むことで、多くの人たちが楽しみ、憩い、働き、集う複合施設として進化させる。1989年に名古屋市内で初めて導入した地域熱供給は、新ビル地下にもプラントを置き、周辺への熱供給を含めて継続する。

2024年
竣工予定

梅田3丁目計画（仮称）

旧大阪中央郵便局の敷地を含む大阪駅西地区開発では、回遊性の高い歩行者ネットワークを整備することにより、JR大阪駅北側エリアなど、周辺との新たなつながりを形成。基準階貸室面積が約1,200坪の西日本最大級のオフィスや、商業施設と席数約1,200席の劇場を設けることで、商業、文化のにぎわいのある街並みをつくる。あわせて、客室数約400室・パンケット施設も有するホテル機能を導入し、熱供給の採用が計画されている。



2020年
竣工

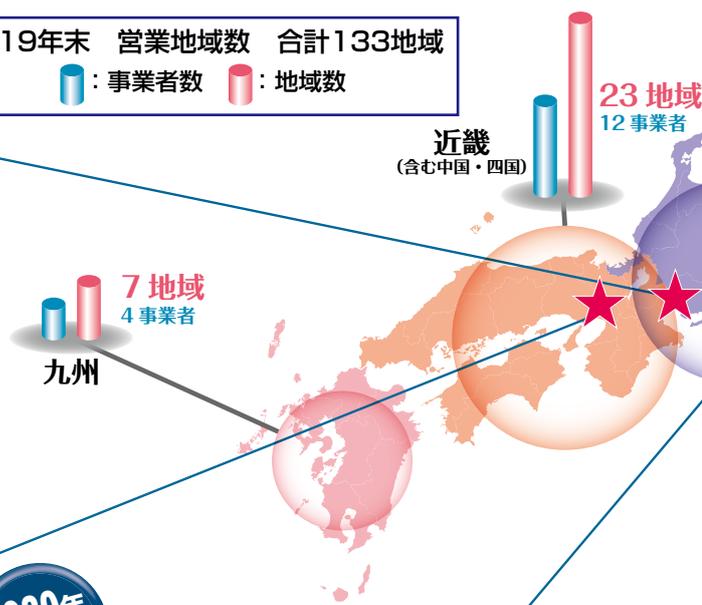
北海道放送本社社屋



北海道放送（HBC）は1951年に創立した北海道で最も歴史のある民間放送局である。ラジオは全国7番目、テレビは全国5番目に開局し、東京・大阪・名古屋に次ぐ基幹局として様々な分野の番組を制作・放送している。HBCは現本社社屋（1959年竣工）の東隣敷地に新社屋を建設中で2020年3月竣工を予定している。新社屋では供給の安定性と環境性を評価し、新たに地域熱供給の導入を決定した。

2019年末 営業地域数 合計133地域

■：事業者数 ■：地域数



2020年
オープン

横浜市新市庁舎



横浜市では、建物老朽化に伴い、分散している市役所機能を集約した新庁舎を、横浜港を臨む再開発エリアに建設。32階建の新市庁舎は、市民利用・商業施設、議会・行政機能が配置され、にぎわいの創出と市民の利便性向上を実現。危機管理、SDGs推進の中心となる市庁舎としての耐震性、地域冷暖房導入によるBCP・低炭素化も実現。2020年6月、港町・横浜の新たなランドマークとしてオープンする。



2027年
完成予定

東京駅前常盤橋プロジェクト

東京駅日本橋口の目の前で、三菱地所㈱が施行者として開発を進めている「東京駅前常盤橋プロジェクト」は、2027年の街区完成に向けて、日本一の高さとなる高さ390mの超高層タワー等を含む4棟のビルを段階的に整備する。本プロジェクトでは、熱の安定的な供給に加えて、環境負荷低減等のため、丸の内熱供給㈱がA棟・B棟それぞれに新設するプラントから熱の供給を受ける予定である。



北海道
8地域
6事業者

82地域
44事業者

関東
(含む東北)

2023年
竣工予定

虎ノ門・麻布台プロジェクト

コンセプトは、「緑に包まれ、人と人をつなぐ「広場」のような街 -Modern Urban Village-」。広大な中央広場を街の中心に据え、オフィス、住宅、ホテル、インターナショナルスクール、商業施設、文化施設など、多様な都市機能を高度に融合させた「ヒルズの未来形」が、都心の真ん中に圧倒的なスケールで誕生する。環境やBCPを考慮して、地域熱供給を導入。2019年8月着工、竣工は2023年3月の予定。



中部
13地域
8事業者

2020年
グランド
オープン

Hareza池袋

東京・池袋の豊島区役所庁舎跡地エリアに、「Hareza 池袋」が2020年7月にグランドオープンする。「Hareza 池袋」は、ミュージカルや伝統芸能を公演するホールや、アニメ、サブカルチャーを楽しめる空間等、個性の異なる8つの劇場を備える新たな大規模複合施設で、Hareza Tower (オフィス棟)・東京建物 Brillia HALL (ホール棟)・としま区民センターの3棟が建設される。地球環境に配慮して、建替え前と同じく、池袋地域冷暖房㈱から熱の供給を受けることとなっている。

2024年頃
まちびらき
予定

品川開発プロジェクト(第I期開発)



JR東日本では、田町～品川駅間の車両基地跡地開発として品川開発プロジェクト(第I期開発)を進めている。約13haの敷地において、オフィス、商業、住宅、文化創造施設等の施設を開発。未利用エネルギーを最大限活用した地域熱供給およびCGSの導入により、環境に配慮したまちづくりを目指し、災害時における事業継続性を確保した信頼性の高い熱供給を実現する。まちびらきは2024年頃を予定。



1970

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

「熱供給」誌を新たに定期購読ご希望の方は、当協会ホームページよりお申込みください(送料含み無料)。

一般
社団
法人 日本熱供給事業協会

Japan Heat Supply Business Association

〒105-0001 東京都港区虎ノ門2-3-20 虎ノ門YHKビル9F
tel.03-3592-0852 fax.03-3592-0778