



熱供給  
ひと・街・未来への  
ネットワーク

# 熱供給

District Heating & Cooling

vol. **111**

**2020**



(写真提供：東京都)

## 開催報告 地域熱供給50周年記念式典

### I 部 シンポジウム

**柏木 孝夫**(東京工業大学 特命教授・名誉教授)

**下田 吉之**(大阪大学大学院 教授)

**村上 公哉**(芝浦工業大学 教授)

**木原 茂**( (一社)日本熱供給事業協会 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) 常務取締役 )

### II 部 記念講演

**増田 寛也**(東京大学公共政策大学院 客員教授)

## 東京都庁舎

2020年12月に竣工後30年を迎える東京都庁舎は、第一本庁舎、第二本庁舎、都議会議事堂の3棟からなる東京都政の中核である。第一本庁舎の地上202mにある南北の展望室は人気の観光名所となっており、平日休日問わず多くの人々が訪れる。地域熱供給(地域冷暖房)プラントから冷暖房用の熱を受けて都市の環境改善、省エネルギーを図っているほか、3,000kWの自立分散型電源から電力の供給も受けることで災害発生時の都庁舎の機能継続を可能としている。

この施設は下記エリアで熱供給を受けています

新宿新都心地域  
(東京ガスエンジニアリングソリューションズ(株))

# 熱供給 111

District Heating & Cooling

## CONTENTS

02 熱供給がある街⑦ ◆ 東京都庁の観光スポット  
都庁展望室 + Cafe&Shop HAREBA-Rei

03 InterView ◆ 伝えたい熱がある。研究者の原点③  
京都大学大学院 教授 諸富 徹  
奥田 尚弘(広報委員)

04 開催報告 ◆  
地域熱供給50周年記念式典  
I部 シンポジウム  
柏木 孝夫(東京工業大学 特命教授・名誉教授)  
下田 吉之(大阪大学大学院 教授)  
村上 公哉(芝浦工業大学 教授)  
木原 茂(一社)日本熱供給事業協会 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

### II部 記念講演

増田 寛也(東京大学公共政策大学院 客員教授)

14 連載 ◆ 魅力的で強靱で低炭素な街・スマートエリアと  
スマートエネルギー実現への提案③  
街を強靱化し低炭素化するスマートエネルギー  
栗山 知広(㈱日建設総合研究所)

16 連載 ◆ Close up town!! 全国熱供給エリア紹介⑩  
千里中央地域(Daigasエナジー㈱)  
50周年! 千里中央地域の未来に貢献する熱供給

## 18 NEWS FLASH

長期ビジョンWGが若手座談会を開催/㈱OGCTS(現・Daigasエナジー㈱)が千里中央地域冷暖房50周年記念「感謝のタペ」を開催/熱供給事業者による省エネ大賞などの受賞について/「徳光&木佐の知りたいニッポン!」(BS-TBS)にて「災害に強く地球に優しい〜今、見直される『地域熱供給』」放送

#### ※訂正とお詫び

地域熱供給50周年特集号(2020年2月発行)pp.11 図3において、以下の誤りがありました。訂正してお詫び申し上げます。  
【誤】(太陽光発電設備2,320kWの導入)  
【正】(太陽光発電設備580kWの導入)

### 熱供給 vol.111/2020

発行日 ● 2020年4月28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

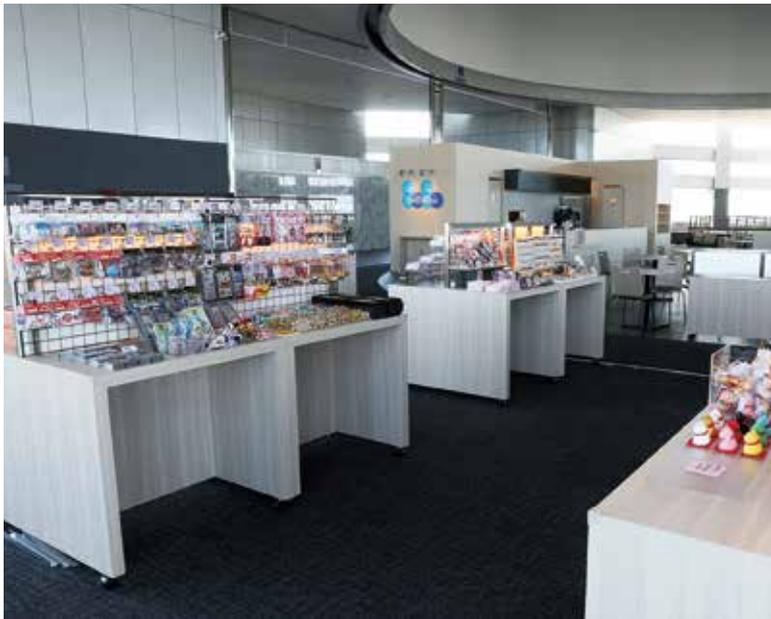
東京都港区虎ノ門 2-3-20 虎ノ門 YHKビル 9F

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

# 熱供給がある街

## ②7 東京都庁の観光スポット

# 都庁展望室 + Cafe&Shop HAREBA-Rei



東京都庁の第一本庁舎には、45階に南北それぞれ展望室がある。入場無料で地上202mの高さから東京の街が一望できるとあって、海外からの旅行者も含めて、大人気のスポットだ。

その北展望室には、この1月、Cafe & Shop「HAREBA-Rei(ハレバレイ)」がオープンした。和のグッズ、東京のお土産等が多数揃えられていて、ショップは見るだけでも楽しい。そしてカフェには、しっかり系、軽食系の食事メニューが揃っているほか、ソーダフロートやお酢ドリンクという変わり種があるドリンクの品揃えも面白い。景色もショッピングもグルメも一通り楽しめるから、気がついたら何時間も経っていた、なんていうことも。

HAREBA-Reiは基本的に17時半に閉店となるが、夜のパーティや、ウェディングパーティにも使用可能。都庁展望室で、東京の広大な景色を、昼も夜も楽しんでいただきたい。

### Cafe&Shop HAREBA-Rei(ハレバレイ)

住所: 東京都新宿区西新宿 2-8-1  
第一本庁舎 45階(北展望室)

営業時間: 9時半~17時半  
(南展望室の休業日は23時まで)

※展望室の営業時間:  
【北展望室】9時半~17時半(入室締切17時)  
【南展望室】9時半~23時(入室締切22時半)

休業日: 北展望室の休業日(毎月第2第4月曜日)、  
年末年始、都庁舎一斉点検日

※南展望室の休業日は、毎月第1第3火曜日、年末年始、都庁舎一斉点検日

<https://www.yokoso.metro.tokyo.lg.jp/kengaku/index.html>

JR新宿駅西口から徒歩約10分、  
都営地下鉄大江戸線都庁前駅直結





京都大学大学院教授

# 諸 富 徹

Morotomi Toru

1968年生まれ。同志社大学経済学部卒業、京都大学大学院経済学研究科博士課程修了。横浜国立大学、京都大学助教授等を経て2010年より京都大学大学院経済学研究科教授。この間に、内閣府経済社会総合研究所客員主任研究官、ミシガン大学客員研究員、放送大学客員教授（放送授業担当主任講師）を歴任。2015年4月より、ミシガン大学グロティウス客員研究員（Michigan Grotius Research Scholar）、および安倍フェロー（以上、2016年3月まで）を務めた。2017年4月より、京都大学大学院地球環境学学術教授を併任。著書に「再生可能エネルギーと地域再生」（日本評論社、2015）等多数。

## 脱炭素化と地域活性化の両立のために環境経済学的見地から地域熱供給に注目

**主な研究テーマを教えてください。**

**諸富** 専門分野は環境経済学です。脱炭素化と経済成長の両立が今の大きな研究テーマで、特に東日本大震災を契機に、再生可能エネルギー（再エネ）普及のための仕組み、政策に関する研究の比重を高めています。

**その中で特に意識していることは？**

**諸富** 地域活性化です。再エネの導入は、各地域にメリットを生む形で実施されるべきです。今後は、需要地にエネルギー源が整備される社会になっていきます。地域経済に効果的な実現方法を模索しています。

**それらの研究の原点は？**

**諸富** 地球温暖化防止京都会議が開催された影響は大きかったです。地域活性化については恩師の影響もあります。2つの原点がある中で2006年にフライブルクでシュタットベルケの存在を知り、脱炭素と地域活性化の両方を一番早く解決しうるのはエネルギーだと認識しました。

**地域熱供給に期待することは？**

**諸富** 再エネ、分散型エネルギーの大量導入には、デンマークのように熱電併給や蓄熱槽などを緩衝材として機能させることが必要です。熱電

併給は高効率化とともに、台風災害等も増えてきた地域の強靱化にも貢献できます。地域でお金を循環させるには、森林バイオマス活用で熱利用をする必要などが出てきます。地域熱供給はそうした次世代のまちづくりの中核を担うと期待しています。

**最後に今後の展望をお願いします。**

**諸富** 右肩上がりの経済でない時代になり、まちづくりは転換期を迎えています。脱炭素化、強靱化のために、再エネ、熱電併給等を軸にした地域活性化方策を研究していきます。

（取材：広報委員 奥田 尚弘）

# 開催報告●地域熱供給50周年記念式典



一般社団法人日本熱供給事業協会では、令和2年2月3日(月)、帝国ホテル大阪にて、『地域熱供給50周年記念式典』を開催しました。

本式典は、日本の本格的な地域熱供給(地域冷暖房)が、50年前(1970年)の日本万国博覧会(大阪)会場の周辺エリアで産声を上げたことを記念して実施したものです。

地域熱供給は、従来の枠組みを超えた新規プロジェクトの登場など、新たな興隆期を迎えています。そうした中で本式典は、I部シンポジウムとII部記念講演の2部構成で実施し、わが国の都市やエネルギーを取り巻く情勢を踏まえた新たな将来ビジョン「地域熱供給の長期ビジョン」を披露するとともに、新時代の地域熱供給の形などについて展望しました。

参加者数は651名。本式典は盛況のうちに終了しました。

なお、I部II部のあとに祝賀会を催し、経済産業大臣 梶山弘志さまよりお祝いのビデオメッセージ、(一社)都市環境エネルギー協会理事長 尾島俊雄さまよりご挨拶と乾杯のご発声を賜りました。紙面を借りて御礼申し上げます。

ここではI部とII部の各講演、ディスカッションの内容の一部をご紹介します。

地域熱供給50周年記念式典 プログラム(敬称略)

日時	令和2年2月3日(月)
	I部 シンポジウム 14:30~16:30 II部 記念講演 16:45~17:30
会場	帝国ホテル大阪 3階「エンパイアルーム」
プログラム	【I部 シンポジウム】
	1) 開会挨拶 田坂 隆之((一社)日本熱供給事業協会 近畿支部 支部長・大阪ガス(株) 取締役常務執行役員 エネルギー事業部長)
	2) 特別報告 「地域熱供給の長期ビジョン」 木原 茂((一社)日本熱供給事業協会 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) 常務取締役)
	3) パネルディスカッション
	3-1) パネリスト講演
	①「到来する超スマート社会に貢献する新時代の熱供給事業」 柏木 孝夫(東京工業大学 特命教授・名誉教授)
	②「都市エネルギーシステムの将来展望と熱供給事業の将来像」 下田 吉之(大阪大学大学院 教授)
	③「自治体の脱炭素都市づくりの動向と地域エネルギー事業の展望」 村上 公哉(芝浦工業大学 教授)
	3-2) 座談会 「新時代を迎える地域熱供給」 コーディネーター: 柏木 孝夫 パネリスト: 下田 吉之、村上 公哉、木原 茂
	【II部 記念講演】
1) 会長挨拶 広瀬 道明((一社)日本熱供給事業協会 会長)	
2) 記念講演 「日本社会の将来展望～地方創生を中心に～」 増田 寛也(東京大学公共政策大学院 客員教授)	



記念講演会場の様子



祝賀会/梶山弘志経済産業大臣のビデオメッセージが流れる会場



祝賀会/尾島俊雄さまによるご挨拶と乾杯のご発声

# I部 シンポジウム

I部シンポジウムでは、当協会の自由化後の熱供給事業の長期ビジョンWG 座長である木原茂より、特別報告として「地域熱供給の長期ビジョン」を披露したのち、パネルディスカッションを実施した。

## 特別報告

### 「地域熱供給の長期ビジョン」

一般社団法人日本熱供給事業協会 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 **木原 茂**



2018年2月から当協会では検討を進めてきた「地域熱供給の長期ビジョン」を、特別報告として披露する。

最初にわが国の2030年までの社会課題を4つに整理した。1つ目は低炭素化・脱炭素化。2つ目は技術革新に伴うサービス形態の多様化と複雑化。3つ目は自然災害への備えと国際競争力の強化。4つ目は地方創生だ。これら4つの社会課題の解決に向けて、地域熱供給(DHC)が持っている強みを生かし、(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・BCD(業務継続地区)ソリューション、そしてその3つのソリューションを地方都市で展開することで(4)地方創生に向けたまちづくりと連携するという4つのソリューションを提供していく。

これらのソリューションの提供は、DHCが持つ①エネルギートランスレーター(様々なエネルギーを有効活用するエネルギー転換者)、②エリアエネルギーサービスプロバイダー(地域のエネルギー需給を最適化するサービス提供者)、③レジリエンスサポーター(強靱化支援者)の3つの役割を発揮することで実施できる。

DHCは2030年以降に向けてこの3つの役割を拡大し、地域の総合コーディネーター役を担いつつ、さらに進化することが期待される。現在、熱供給から熱電一体供給への事業の転換、お客さまと連携したエネルギーマネジメントサービスの提供等の動きが始まっている。今後は熱と電気、あるいはその他のエネルギーも供給する「DHC + Energy」、情報連携によってエネルギーマネジメントを行なう「DHC + Energy Management」、熱と電気の制御の対象を地域全体に拡大する「District Total Energy」、お客さま設備の運用・保守も含めて総合的にコーディネートする「Total Energy Coordinator」等、様々な形に進化していく。

そして、2050年におけるDHCは、脱炭素化の急速な進展、少子高齢化と人口減少、都市の集約化・複合化・多様化、Society 5.0が描く未来社会への進化といった事象に対応できる形に進化していくべきだ。それは、地域のサービス全般を担う、いわば「DTS(District Total Service = 地域総合サービス事業)」という業態である。脱炭素化や様々な分野における双方向のエネルギー連携を可能とする需給形態の変化に対応するとともに、ビッグデータを活用した都

市や街区の強靱化、活性化、まちの魅力向上に資する新たなサービスの提供を図る事業者へと進化していく。

2050年の都市は、都市機能の集約化・複合化・多様化が一層進展していく。それに伴って、都市エネルギーの集約化が進んでいく中で、都市間をつなぐエネルギーネットワークを拡張していく必要がある。その一方で、広域データ、地域データ等の蓄積を多様なニーズに活用したサービスを創出するため、各種データベースのネットワークを拡張していくことも求められる。DTSはその2種のネットワークの結節点に立ち、複合化・多様化した都市のコーディネーター役として地域に密着した多様なサービス(XaaS: X as a Service)を提供し、地域とともに脱炭素社会の実現と賑わいのあるまちづくりを推進していく。これは都市のエネルギー需要の中核を占める熱を知り尽くした熱供給事業者だからこそ進むことができる進化の道筋だと確信している。

## パネルディスカッション

柏木孝夫氏、下田吉之氏、村上公哉氏によるパネリスト講演のあと、特別報告を行なった木原茂を加えた4人で、座談会を実施した。コーディネーターは柏木氏である。



### パネリスト講演①

#### 「到来する超スマート社会に貢献する新時代の熱供給事業」

東京工業大学 特命教授・名誉教授 柏木 孝夫

熱を制する者はエネルギーシステム全体を制する。熱は、エネルギーを使った後の最後のエネルギーだ。発電後の排熱も、最大限効率的に使っていくことが原則だ。

現在のエネルギー分野には、世界的な大きな流れが3つある。1つは電化の流れだ。エネルギー需要全体の6割は熱で、4割が電力だから、発電時の排熱も使えるようにしてトータルで効率化する必要がある。都市部における熱電併給が今後の新潮流になる。

2つ目は脱炭素社会の流れだ。ガス会社だけでなく電力会社も分散型電源を導入して熱を使うことになる。

発電電力が余る時はヒートポンプで熱をつくるというシステムもできる。その役割を果たせる地域熱供給は極めて重要だ。

3つ目は強硬化の流れだ。停電が長引く時、オフグリッド（電力系統から独立した状態）でも安全が担保できるのは、地域熱供給に「電力」と「情報」を組み合わせた形だ。そのエリアにある不動産は価値が落ちなくなる。需要側での熱電併給システムの普及が新潮流になっていく。

これからの地域熱供給は「SDR」になる。Sはスマート化。Dはデジタイゼーション。情報とエネルギーの一体化で、都心部では上げ下げ



DR（デマンドレスポンス）やVPP（ヴァーチャルパワープラント）のシステムが整備でき、都心部以外では再エネの導入が進み、脱炭素化が進む。そしてR＝レジリエンスの強化という意味で強硬化もできる。それが非常に重要な地域熱供給の今後のあるべき姿だと確信している。

## パネリスト講演②

### 「都市エネルギーシステムの将来展望と熱供給事業の将来像」

大阪大学大学院 教授 下田 吉之

資源エネルギー庁の日本型スマートグリッド構想では、3段階のエネルギーシステムが定義されている。住宅・建物レベルでは ZEB（ゼロエナジービル）、ZEH（ゼロエネルギーハウス）という形でエネルギー消費の削減を目指していく。エネルギーの過不足は地域レベルのシステムで調整する。国土レベルでは、脱炭素化のために、出力変動が大きい再生可能エネルギーが大量に導入されていく。原子力発電も出力調整が難しい電源。発電量の調整能力は地域レベルのシステムに頼ることになる。そういう地域のエネルギーシステムの代表格が地域熱供給だ。

地域エネルギーシステムとしての地域熱供給には、2つの側面がある。国土レベルのエネルギーシステムに対してのサービスと、建物の熱源設備システムを外部化して集約するサービス。前者としては、大気汚染問題の解消や、電力負荷平準化などに機能してきた。後者としては、建物側の省エネや省スペース、事業継続（BCP）などに貢献してきた。地域熱供給は、未利用エネルギー、コージェネ、大規模蓄熱槽の初期の実証にも活用されたリーディングシステムでもあった。このような公的な貢献はもっと強くアピールしていくべきだ。



「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」にもあるように、今世紀後半に脱炭素社会化を達成するには、民生部門は早期に CO<sub>2</sub> 排出ゼロ、地域熱供給も 50 年後にはカーボンフリーを実現する必要がある。これまでになかったコンセプトのエネルギー供給を考えていく必要がある。

## パネリスト講演③

### 「自治体の脱炭素都市づくりの動向と地域エネルギー事業の展望」

芝浦工業大学 教授 村上 公哉

地域熱供給に代表されるエネルギーの面的利用には、持続可能な都市づくりにおける低・脱炭素化、強靱化への貢献が大いに期待されている。地域熱供給がさらに発展していくには、この期待の潮流に乗り、時代の変容に適応していくことが重要だ。

まちづくりとの連携については、大都市と地方都市では方針が異なる。大都市では、すでに地域熱供給の普及が進み、既存エリアが多いため、点的な大規模再開発との連携が非常に重要となる。既存街区、既存建物を地域熱供給に取り込んでいくことも地域貢献となる。既存の地域熱供給どうしをネットワーク化し、両エ

リア相互にメリットを生むような成長の仕方も考えられる。

地方都市では、開発は頻繁ではないが、中長期的に居住機能、生活サービス機能をターミナル駅周辺に集積させ、暮らしやすいまちへと転換させていく「コンパクト・プラス・ネットワーク」政策がある。そのような都市構造の転換の機会を生かすことが重要だ。また、地域活性化もポイントになってくる。地産地消型のエネルギーを使った地域新電力事業の立ち上げや、拠点開発でコージェネを導入して電力需給調整を図るといったことが、地方都市における地域熱供給導入の契機になる。



その観点から、これから地域熱供給は地域エネルギー事業に進展していくだろう。スマートエネルギーシステムが整備されていく中では、電力の需給調整機能を担うことにもなる。また、ビッグデータの活用もこれまでにない新しい役割になる。

## 座談会

### 「新時代を迎える地域熱供給」

コーディネーター 柏木 孝夫

パネリスト 下田 吉之／村上 公哉／木原 茂



#### 地域熱供給のさらなる普及のために

**柏木** 地域熱供給はすでに環境性、強靭性における優位性があるが、さらなる普及のためには何が必要か。

**下田** 2011年に経済産業省の「まちづくりと一体となった熱エネルギーの有効利用に関する研究会」に参加していたが、あの時の議論のように、地方自治体が都市計画のように「エネルギー計画」を策定し、その中で地域熱供給の整備を進めていくことが必要だ。デンマークでは「熱供給法」において長期ビジョンが策定されており、地域熱供給をどこに導入していくか、しっかり定められている。

**村上** やはり、自治体がまちづくり施策の中にかにエネルギー施策を盛り込むかがポイントだ。

大都市の場合は、すでに既存の熱供給地域があるので、エリア内や周

囲で開発がある時に取り込んでいけば、新規の建物も既存の建物もさらに高効率化、低炭素化されたエネルギーを得られることになる。地方都市については、大きな開発が頻繁にはないので、中長期的にコンパクトシティ化を進める中で、面的なエネルギー利用のためのインフラを導入していく。どちらも自治体の関わりが必要が高い。

しかし、低・脱炭素化、強靭化に役立つという話だけでは、地方自治体は動かない。そのような地域エネルギーインフラの導入が、その自治体の地産エネルギーをうまく活用することができ、自治体の活性化につながる、という説明の仕方が有効である。

**柏木** 木原さんの長期ビジョンの講演では、今後の熱供給事業の発展の方向性として「XaaS (X as a

Service)」というお話もあった。「MaaS」はIoTを活用したモビリティ＝移動手段のサービスとして注目されている。熱供給事業も最新テクノロジーを生かした新たなサービスを増やしていくことで、そのエリアの価値を向上させていくことができる。

**木原** 最近は、日本橋や虎ノ門などで、新しい熱供給地域が誕生してきている。熱電一体供給、お客さまとの情報連携によるエネルギーマネジメントなどが導入され、新しい熱供給事業の姿が現実になっている。このような業界の変化を発信し、人口減少や厳しい財政事情の地方都市に持続可能性の向上に役立つことをご理解いただけるよう務めていきたい。

#### 新たなビジネスモデル

**柏木** 今後は地方都市でも再生可能

エネルギーの導入等で、省エネ、脱炭素化を強力に進めていこうとすると、IoT の普及が欠かせない。ビッグデータが活用できるようになって、AI（人工知能）もうまく絡めて、新しいソリューションが提供できるようになっていく。熱供給事業の進化の方向性として、IoT、AI、ビッグデータ等の活用による新たなビジネスモデルはどのようなことが考えられるか。

**下田** 例えば健康面によい影響を与えるなど、空調の質自体に違いが感じられるようになったら、地域熱供給の価値は高まる。情報システムを構築して、二次側の設備の制御まで担うようなことも、新たなビジネスの形として考えられる。

**柏木** エネルギー需要の情報を共有しないと、デジタル化やきめ細かな熱電併給の制御ができないし、キャッシュの流れもできない。高齢者の見守りサービスや救急車の効率的な手配などのサービスにつなげられれば、安心して暮らせる街として価値も上がる。熱供給事業は、そのためのまちづくりのベースだと全面的に打ち出すことはできないか。

**下田** 最近、スマートシティで取り上げられるテーマに「人流」がある。人の流れ、動きを把握することで、

MaaS も実現する。人の動きに合わせてエネルギーを供給することで省エネ化が図れる。熱供給プラントがそうした人の流れのデータを収集・活用することも大きなサービスになる。

**村上** やはり熱電一体供給となると、熱に加えて電力需要のデータも扱うことになり、熱供給事業者が扱うデータ量が大きく増加する。新たなエネルギーサービスを構築するチャンスだ。

また、今後はコージェネ、系統電力の一括受電、出力が不安定な再生可能エネルギーの活用など様々な要素が絡んでくるとともに、各種電力の価格も変動するようになっていく。DR の実施も含めて、エリア全体としていかに安価で安定した電力を確保するか。その観点でも、熱電一体供給に進展する中で、新たなビジネスチャンスが生まれてくる。

**柏木** 発電機器は定格運転することが最も効率がよいのだが、定格運転が難しい場合には、蓄電池で電力の需給管理をするよりも、蓄熱槽を導入し、電主熱従でエネルギーシステムを運転するほうが良いと考えるが、いかがか。

**木原** 十分に実現可能だ。蓄熱槽は夜間電力が安価だった時に、電力のピークシフトの手段として活用されて

いたが、今は DR への活用が進んでいる。長期ビジョン WG でも、蓄電池よりも安価で大容量の蓄エネルギー設備であることを再認識すべき、という議論があった。「エネル



ギートランスレーター」という地域熱供給の役割を導き出した契機になった。

**下田** 地域熱供給のように大容量の蓄熱槽、コージェネ、電気とガスの熱源機を備え、状況によって切り替えができてエネルギーの需給調整ができるというのは、ものすごい魅力だ。地域熱供給は優秀な電力調整装置でもある。ぜひ全国の熱供給地域の何ヶ所かが連携して、どのくらい調整能力があるか実験していただきたい。

**柏木** XaaS は、熱供給事業の将来にとって大変重要なビジネスモデルだ。どのように実現していけばよいか。

**木原** 熱供給事業は、これまで電力やガスを熱に変換して、一方的にお客さまに送るという事業であった。多様なエネルギーを選択しながらエネルギーマネジメントを実施していくためには、系統の電力会社、ガス会社とお客さまの間に立ち、双方向にエネルギーと情報をやりとりする形を考える必要がある。我々の事業の概念を変えていく必要がある。

長期ビジョンでは長期的に「DTS (District Total Service)」という事業形態を目指すとして明記している。District の中には様々なニーズがある。お客さまに寄り添う形でニーズ



を吸い上げ、色々なサービスを展開していければと思っている。

## 地方創生への貢献

**柏木** 2025年にはまた大阪で万国博覧会（万博）が開催される。万博には、20～30年先に一般的になるものを見せるという役割がある。1970年の大阪万博の時は地域冷房、2005年の愛・地球博の時はマイクログリッドを導入した。2025年の万博では水素の活用がうたわれている。将来の普及のために必要なことは何か。

**下田** 地域熱供給というのは、需要家が地域熱供給に支えられていることを実感しにくい。水素も目に見えにくい。来場者に意義を実感してもらうためには、水素の活用が感じられるデザインを考えてほしい。

**柏木** 地方創生に向けたこれからの地域熱供給の展開は、何が必要か。

**村上** 自治体が地産のエネルギーを活用することで、今まで域外に流出していたエネルギーコストがその域内で循環するような仕組みが構築できる、ということをアピールしていく必要がある。その中では、清掃工場を地産のエネルギー源と認知して

もらうこと。そして清掃工場、再生可能エネルギーという地産のエネルギー量で、その自治体が必要とするエネルギーをどれだけ賄えるのかを把握してもらうこと。これは環境施策というよりも、企業局等も加わり新たなエネルギー事業を興すという観点で取り組んでいくことが重要だ。

**柏木** 清掃工場の有効利用は、環境省でも考えている。大規模災害時に安定してエネルギーを供給できれば防災拠点として機能するし、避難所としても活用できるため、非常時に電力や熱を供給できる清掃工場整備を補助金の対象とした。この発想は、国民も受け入れやすい。地方創生だけでなく、BCP（事業継続）の観点でも大きな意義がある。

協会としては、地方創生について、これからどのようなアクションを起こしていけるのか。

**木原** 長期ビジョンで様々な社会課題の解決に向けて策定した4つのソリューションのうち、「地方創生」が一番の難産であった。議論の末に落ち着いたのが「まちづくりとエネルギーの連携」ということだった。地方に存在している地産のエネルギーをいかに集約して、都市生活に結

びつけ、持続可能なまちづくりにつなげていくか。そのために地域熱供給が貢献できることがある。行政の広範な担当の方々が連携して取り組んでいただけるようにアピールしていくことが重要と考えている。

**柏木** 今日の議論は、「連携」がキーワードだった。まずは「熱と電気の連携」。熱電併給という形になれば、事業者の売り物が増える。導入されたエリアの価値も向上し、日本全体に普及することで国の環境性、強靱化も向上していく。

次に「自治体連携」。近隣自治体と連携しながら要所要所にエネルギー源となる清掃工場等を整備し、それを中心に街をコンパクト化し、その電力と熱を活用すると、地方創生につながる可能性がある。これが各地に誕生しネットワーク化されていくと、日本全土が「スマートカンントリー」になる。

そして、「データビジネスとの連携」。地域熱供給は生活に密着したエネルギーのデータを持っているので、ライフサポートビジネスのようなことも実施可能だ。導入目標数を明確にしながら取り組んでいくことが非常に重要かと思う。



## Ⅱ部 記念講演

Ⅱ部記念講演は、総務大臣等を歴任されてきた増田寛也氏に、「日本社会の将来展望～地方創生を中心に～」をテーマにご講演いただいた。

### 「日本社会の将来展望～地方創生を中心に～」

東京大学公共政策大学院 客員教授 増田 寛也



日本は狭い国土に1億2,600万人の人々が暮らし、今後、人口は減る。間もなく1億人を切る時期がくる。一方で災害が多発している。これから必要なまちづくりの方向性を長期的に展望していかなければならない。

日本熱供給事業協会では「地域熱供給の長期ビジョン」をまとめられた。今後の方向性をしっかり捉えている。そういったことも絡め、地方創生を中心にお話していきたい。

日本はいま人口減少期に入っている。出生率が上がらない。2014年に『地方消滅』という刺激的なタイトルの本を出し、全国の市町村名を挙げ、今のままだと持続可能性がないことを示した。その一方で、東京への人口集中は加速している。完全な二極化だ。この流れを食い止め、地方で多くの産業を興していく必要がある。

まずは人口減少という現実をきちんと受け入れ、人が減っても成り立ち得る社会をつくっていくことが大事だ。人口急減と同時に高齢化も進行し、労働力不足も深刻化する。ただ単に仕事の受け皿をつくるだけでなく、社会的な税制・社会保障などを総合的に見直し、これからの社会モデルを設計していく必要がある。

松江市を例にすると、1960年か

ら2005年までに人口が約1.2倍に増えたとともに、人口集中地区(DID)は3.8倍に拡大した。人口は2040年には1960年の水準まで減る。しかし、一度広げた市街地はなかなか戻せない。コンパクトシティ施策も打ち出されているが、日本の場合には実現に時間がかかる。集住を推進するほうが、社会保障、介護、エネルギー効率も含めて望ましい。これからのまちづくりは、様々なことを総合的に考える必要がある。

地方都市であれば、もし周辺に豊富な森林源があるなら、木質バイオマスを使ってエネルギーを供給するなど、住民の目に見える形でまちづくりをしていくべきだ。今後深刻化する環境問題についても、自治体が姿勢を示すことが必要になってくる。

もう一つ、大きな課題がある。単身世帯の割合の増加だ。65歳以上の単身世帯の割合は東京が45%、大阪で45%、地方部でもこの割合はほとんど変わらない。むしろどんどん高くなっていく。中心部への集住を推進し、新たなコミュニティの運営主体をつくり、そのまちをケアしていく必要がある。特に台風などの災害への対策は最優先だ。

地方が変わることは難しいが、外的要因が大きく変化している。変わ

らなければならない。解決のカギは、①「しがらみ」と「横並び」を壊すこと。②地方創生の「つくり手」を育てること。③開放的な地域経済にしていくこと。そして、④地方のよさをもっと伝えていくことだ。

この度、50周年を迎えた地域熱供給業界の方々は、大変貴重な仕事をしてこられている。長期ビジョンはまさに社会課題の解決に貢献するソリューションを提示している。低炭素・脱炭素社会への貢献、再エネ大量導入時の安定化への貢献、災害時の都市機能維持への貢献、地方の活性化。これからもそのような大変崇高な役割を果たしていこうとしている。例えば地方創生を推進している私のような立場の人間が、この協会の活動とうまくコラボレーションする方法を考えていくことが必要だ。

次の時代を目指し、長期ビジョンの記載内容が、確実に一つ一つ展開されていくことを期待する。

# 連載／魅力的で強靱で低炭素な街・スマートエリアと スマートエネルギー実現への提案

第

3

回

1 魅力的で強靱で低炭素な街・スマートエリア

2 スマートエリアを支援するスマートエネルギー

街を強靱化し低炭素化するスマートエネルギー

4 経済性がよく事業が成り立つスマートエネルギー

(株)日建設計総合研究所

栗山 知広

## 1. スマートエネルギーの評価

### 1.1 4つの視点からの評価

図 1.1 は、スマートエネルギーを評価する4つの視点を示しています。

- ★環境性能・低炭素化効果
- ★BCP・BCD性能（業務継続性能）
- ★加入者の経済性
- ★事業者の事業性

です。加入者と事業者は Win-Win の関係を築くことができます。4つの視点はトレードオフの関係になりますので、それらのバランスポイントを見つけることがキーポイントになります。

### 1.2 メリットとデメリット

図 1.2 は、スマートエネルギー事業のメリットとデメリットです。後述するように、投資額、保守費、人件費、光熱費が低減できます。高効率運転による低炭素化、BCP・BCDの強化というメリットも発生します。唯一のデメリットは、熱融通導管と自営線の敷設工事費です。地下空間に露出配管とすることで工事費を抑制できることを、第4回で説明します。BCP・BCD性能と環境性能は今回、次ページ以下で説明します。経済性と事業性が優れる具体的な理由は、第4回で説明します。

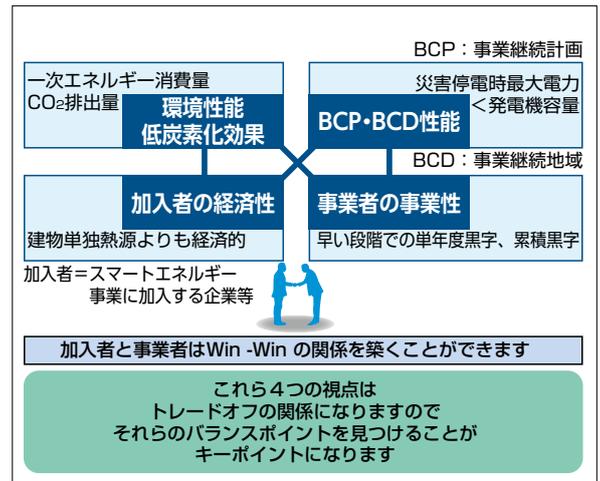


図1.1 4つの視点からの評価

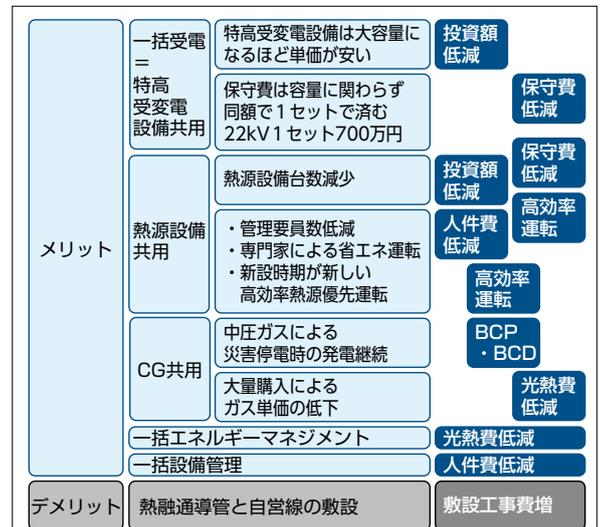


図1.2 メリットとデメリット（CG：コージェネレーション）

## 2. BCP・BCD性能

### 2.1 災害停電時の電力供給先の限定

図 2.1 は、災害停電時に必要となる発電機容量を決めるために、災害停電時の電力供給先と供給量を限定する方法を示しています。図の左側は、平常時平日に全館が稼働している場合で、右側は災害停電時に、避難場所や帰宅困難者受入場所となるゾーンと、業務継続が必要となるゾーンを示しています。これらのゾーンの照明やコンセントの電力消費密度を限定し、電力消費量を試算することになります。もちろん、空調や換気用の電力消費量も計算する必要がありますので、酷暑日で計算しなければなりません。

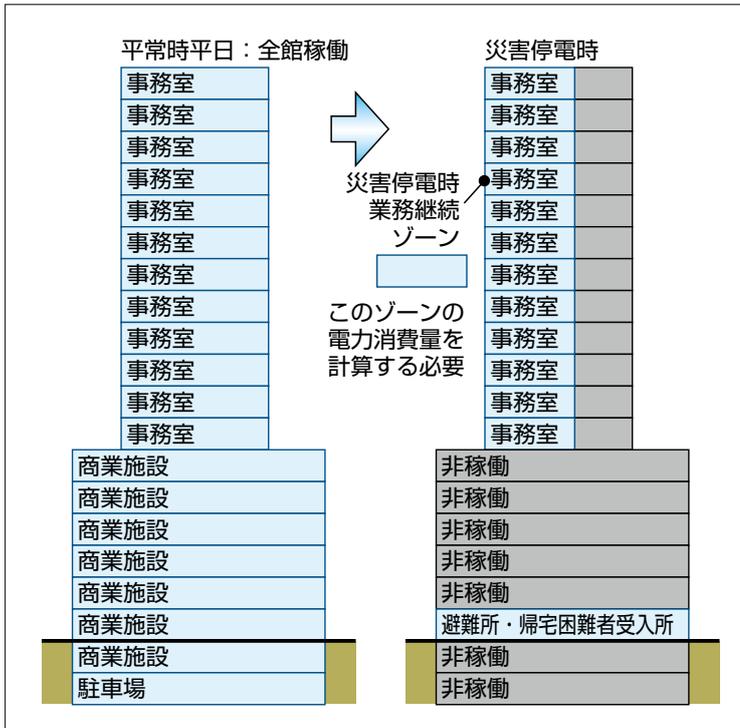


図2.1 災害停電時の電力供給先の限定

### 2.2 災害停電時の発電機必要容量

図 2.2 は、図 2.1 の設定で計算した酷暑日の平常時平日と災害停電時の時刻別電力消費量と発電機必要容量です。発電機必要容量は、この例では、約 4,000kW 必要ということになります。CG 容量（コージェネレーション容量）は、平常時の経済性から決まりますので、残りの必要容量はモノジェネレーションで対応することとなります。災害停電時は、避難者や帰宅困難者が夜間にも在館しているため、夜間の電力消費量は平常時よりも多くなります。

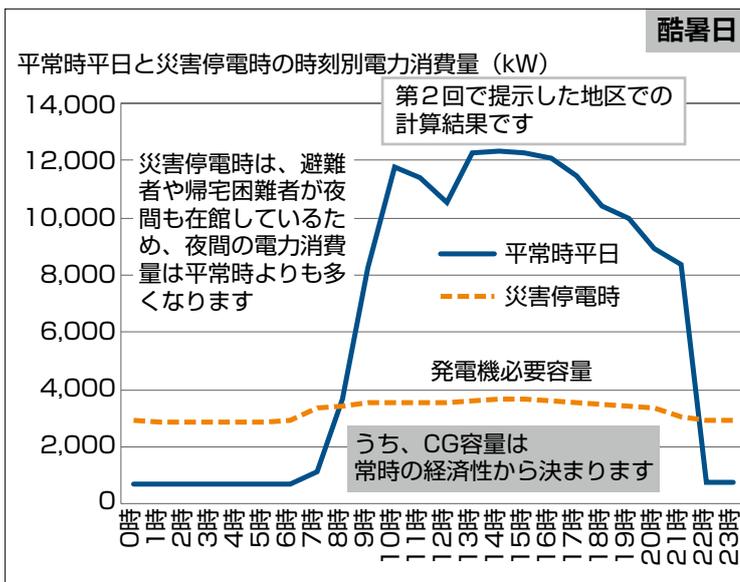


図2.2 災害停電時の発電機必要容量

### 2.3 非常用発電機の工事費

図 2.3 は、非常用発電機の工事費です。デュアルフューエル発電機は油焚専用の倍近い工事費です。どちらを選択するか大きい決断を迫られます。

### 2.4 電力以外に冷・温水供給も必要

阪神・淡路大震災や東日本大震災は冬季に発生したため、避難者は寒い思いをしました。酷暑日であれば衛生上も冷房が必要です。スマートエネルギーは冷水も温水も供給します。第 2 回で説明したさっぽろ創世スクエアのエネルギーセンターでの停電時の冷水供給がその好例です。

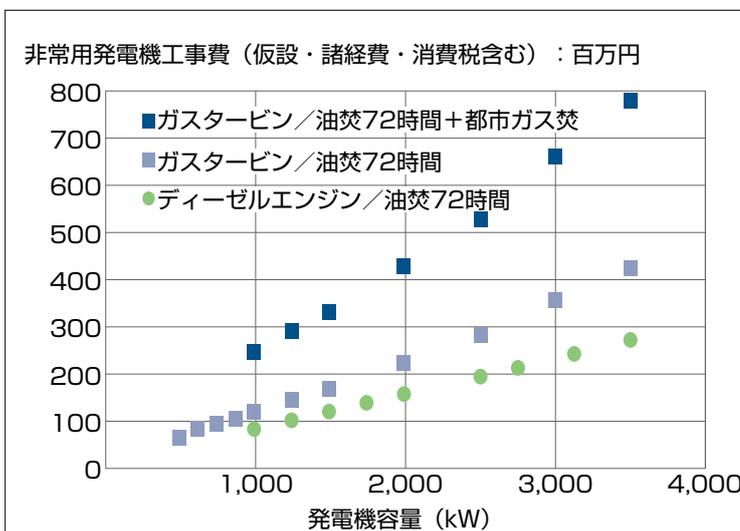


図2.3 非常用発電機の工事費（百万円）

### 3. 共用化による省エネルギー運転

#### 3.1 年間時刻別冷房負荷率

図 3.1 は、ある建物の年間時刻別冷房負荷率を降順で表したグラフです。14 時間 / 日 × 365 日 = 5,110 時間の冷房負荷率です。年平均負荷率は 16% とかなり小さい数値となっています。

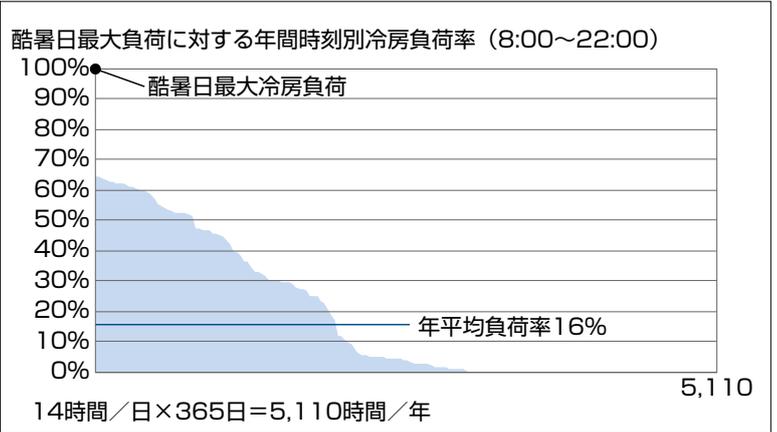


図3.1 年間時刻別冷房負荷率（降順）

#### 3.2 熱源運転台数と熱源運転負荷率

図 3.2 に、同規模の 5 建物の冷房負荷率が例えば 50% の場合の、建物単独熱源とエリア共用熱源の熱源運転台数と熱源運転負荷率を示します。熱源運転増減段率を設定しますので、建物単独熱源の場合は各建物とも 2 基運転することになり、運転負荷率は 50% となります。エリア共用熱源の場合は 5 基のうちの 3 基運転で賄え、**運転負荷率は 83% と高くなります。**

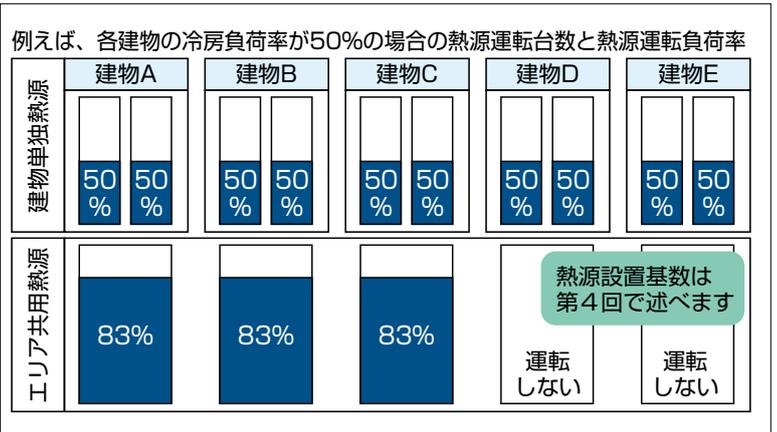


図3.2 熱源運転台数と熱源運転負荷率

#### 3.3 熱源運転負荷率と COP

図 3.3 に、固定速ターボ冷凍機とインバータターボ冷凍機の熱源運転負荷率と COP を示します。運転負荷率が下がると COP も低下していくので、高い負荷率で運転すると高効率運転ができます。例えばインバータターボ冷凍機では、運転負荷率が 50% の場合の COP は 5.01 で、運転負荷率が 83% の場合は 6.83 です。6.83 / 5.01 = 1.36 と **3 割以上の差があります。**

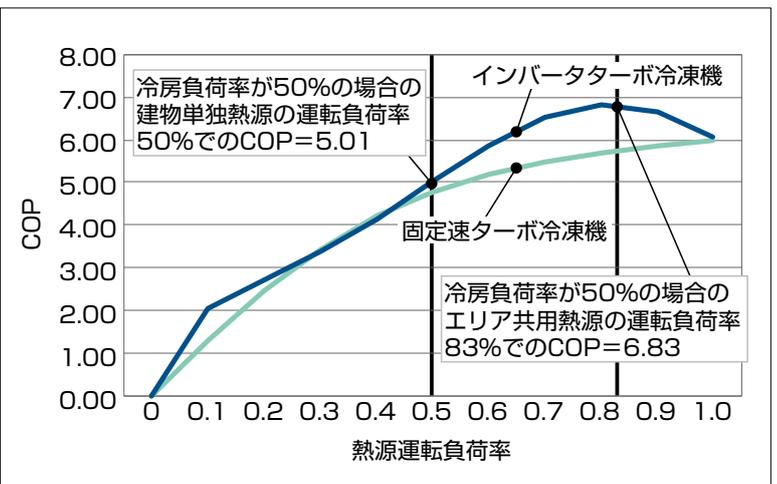


図3.3 熱源運転負荷率とCOP

#### 3.4 冷房負荷率と熱源運転負荷率

図 3.4 は、冷房負荷率と熱源運転負荷率の関係を示します。熱源の設置基数は、図 3.2 に示すように、建物単独熱源は計 10 基、エリア共用熱源は 5 基としています。また、計算を容易にするため熱源運転の増減段率を 90% としています。図の中央の部分を除いて、エリア共用熱源の運転負荷率が高いことが分かります。従って、**年間を通すと、エリア共用熱源の方が建物単独熱源よりも高効率で運転できます。**

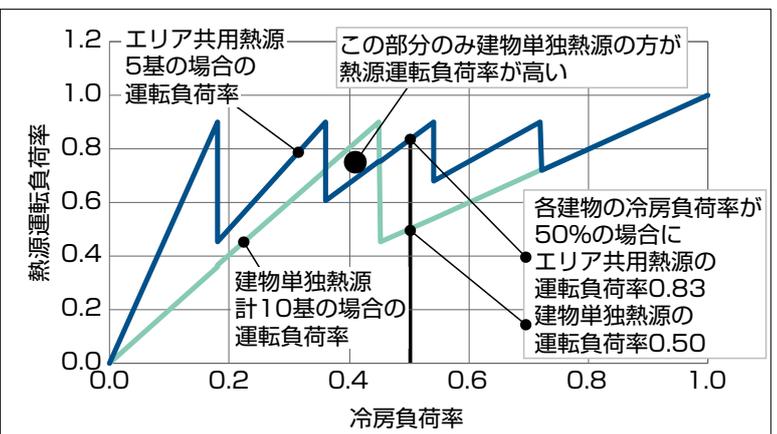


図3.4 冷房負荷率と熱源運転負荷率

## 4. 環境性能

### 4.1 CO<sub>2</sub> 排出係数 (kg/kWh)

図 4.1 は、環境省公表の東京電力と関西電力の CO<sub>2</sub> 排出係数の変遷です。2011 年 3 月 11 日の東日本大震災以降、原子力発電所の運転停止により、大きい値となっています。東京電力であれば 2009 年の 0.324kg/kWh に対し、2017 年は 0.462kg/kWh となっています。後述するように、CG 導入による CO<sub>2</sub> 排出量削減率はこの数値により左右されます。

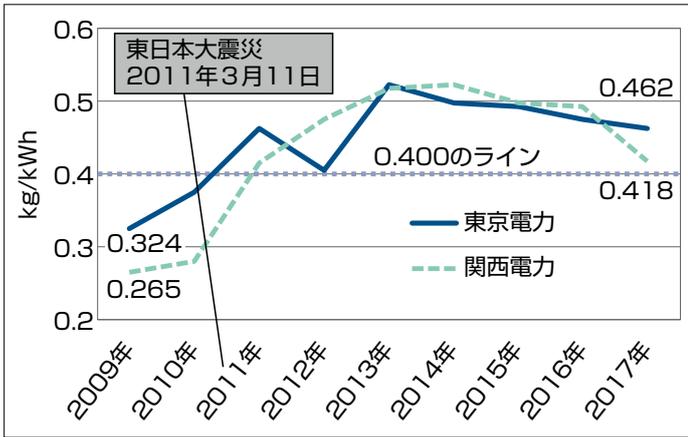


図 4.1 CO<sub>2</sub> 排出係数 (kg/kWh) (環境省公表値)

### 4.2 環境性能計算建物延床面積

次項以下で、一次エネルギー消費量と CO<sub>2</sub> 排出量の計算結果を提示します。両方とも照明等を含む全館のエネルギー消費量で、第 2 回で提示した地区を対象にした計算結果です。図 4.2 は、対象建物の延床面積を示します。

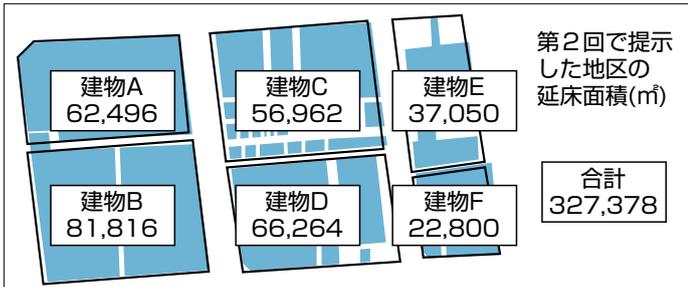


図 4.2 環境性能計算建物延床面積 (m<sup>2</sup>)

### 4.3 一次エネルギー消費量

図 4.3 は、一次エネルギー消費量です。建物単独熱源の合計に対し、エリア共用熱源 CG なしで▲ 4.1%削減でき、CG ありで▲ 9.0%削減できます。

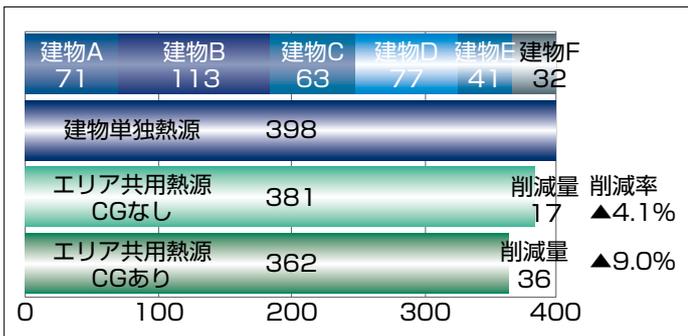


図 4.3 一次エネルギー消費量 (TJ/年)

### 4.4 CO<sub>2</sub> 排出量

図 4.4 は、CO<sub>2</sub> 排出量です。図 4.4 (1)が CO<sub>2</sub> 排出係数 0.500kg/kWh の場合で、図 4.4 (2)が 0.400kg/kWh の場合です。0.500 の場合、建物単独熱源の合計に対してエリア共用熱源 CG なしで▲ 4.0%削減でき、CG ありで▲ 10.0%削減できます。この差▲ 6.0%が CG 導入の効果です。0.400 の場合の削減率は、図 4.4 (2)に示す通りです。このように、CO<sub>2</sub> 排出係数が小さくなっていくと、CG ありの場合は削減率が小さくなっていきます。



図 4.4(1) CO<sub>2</sub> 排出量 (ton/年)



図 4.4(2) CO<sub>2</sub> 排出量 (ton/年)



栗山 知広 氏略歴  
Kuriyama Tomohiro

1974年京都大学大学院建築学専攻修了、日建設計入社。設備設計室長等を歴任。2006年日建設計総合研究所へ転籍。取締役副所長を経て、現在、特別研究員。

# Close up town!!

全国熱供給エリア紹介⑪

## 千里中央地域

Daigasエネルギー(株)



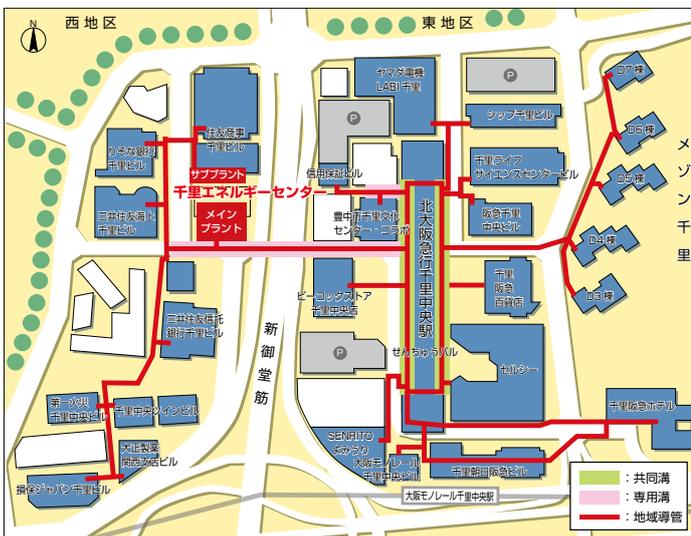
「50周年！千里中央地域の未来に貢献する熱供給」



### 地域の概要

大阪北部にある千里中央を含む千里ニュータウンは、日本初の大型ニュータウンとして1958年大阪府により開発が決定された。その後、千里ニュータウンの人口が徐々に増加していく中で、1965年に『煙のないまち』をコンセプトに大気汚染を防止するクリーンなまちづくりの推進が打ち出され、公害防止策の一つとして地域熱供給（地域冷暖房）がエリア開発の基本計画に盛り込まれた。熱供給事業者には大阪ガス(株)が選定され、大阪万博開幕の1カ月前、1970年2月15日より日本初の本格的な熱供給事業を開始。今年2月で50周年を迎えた。

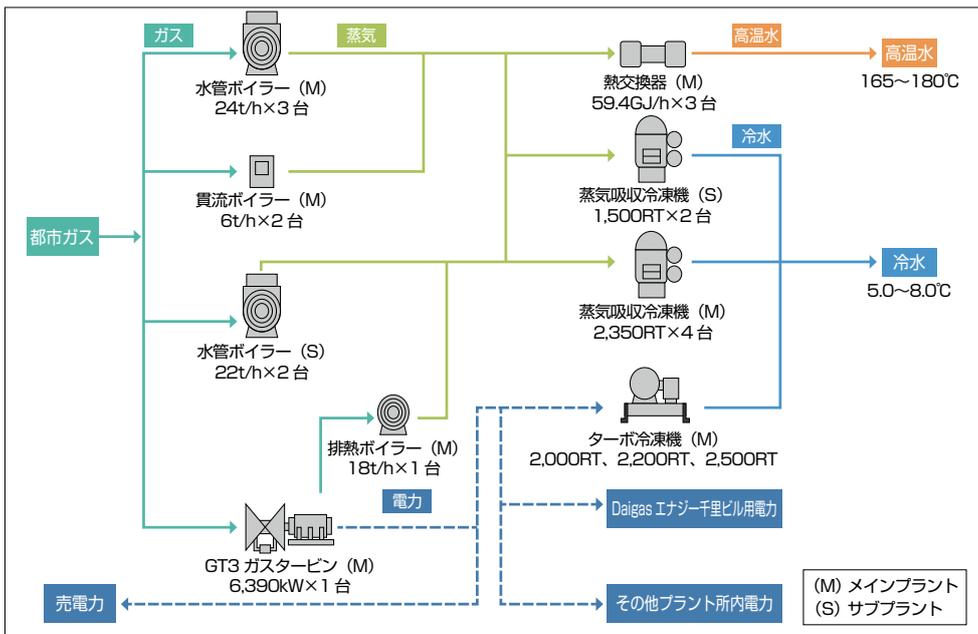
供給先には、エネルギーセンターの東側に北大阪急行電鉄千里中央駅を中心として商業施設、病院、家電量販店、ホテル、住宅など、西側にオフィスビルというように多種多様な業種がある（供給延床面積：652,500㎡）。



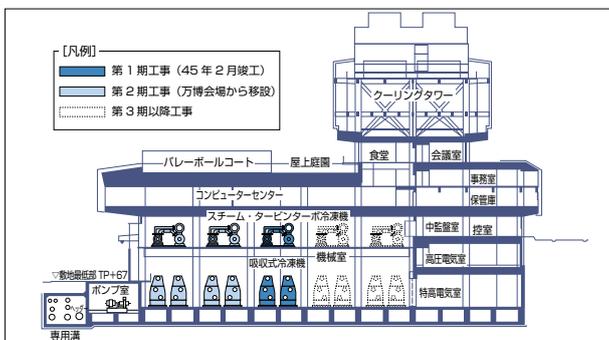
営業地域図

### 熱供給システムの特徴

エネルギーセンターは、メインプラントおよびサブプラントの2つで構成され、蒸気を融通している。熱源機器はガスタービンコージェネレーションシステム（コージェネ）を軸に、大型の水管ボイラ、貫流ボイラ、二重効用型蒸気吸収冷凍機、ターボ冷凍機をもって熱を製造



エネルギーシステムフロー図 (現状)



創業当初のエネルギーセンター断面図



創業当初からの水管ボイラ

を特定し、5ブロックに分けて設置している遠隔遮断バルブを稼働させることで保安の向上を図っている。

### ③冷却水の水処理施設によるブロー水の再利用と井戸水利用

冷却水のブロー水は、砂ろ過とRO膜（逆浸透膜）で水処理した後に再利用している。さらにエネルギーセンター敷地内の井戸水で年間使用水量の約20%を賄い、コストダウンと災害時の用水確保を図っている。

また、これら以外にメインプラントでは、創業ときに設計され、建物躯体と一体となった冷却塔が設置されているのも特徴の一つである。

### 開業から50周年を迎え

熱の供給先は、1970年当初の百貨店、ホテル、駅舎、

集合住宅の7件から、2012年以降は、建替えを経た2件を含む29件に増大した。次世代に向けて設備更新計画を推進する中、供給先建物の建替えに伴う供給継続、地域導管の補修および入替え等々が今後の課題である。

し（加熱能力：337,379 MJ/h、冷却能力：241,768 MJ/h）、冷水（6℃）と高温水（175℃）を供給している（導管総延長（往復）：冷水 5,884m、高温水 6,525m）。創業当初は、メインプラントに大阪万博で使用していたボイラ、熱交換器、蒸気吸収冷凍機、蒸気タービン駆動ターボ冷凍機を移設し運用していた。現在は第5世代まで機器の更新が進み高効率化しているが、大阪万博から移設した大型のボイラは今でも現役で活躍している。

#### ①ガスタービンコージェネレーション発電

コージェネ（6,390kW）の発電電力はエネルギーセンター内で消費し、余剰電力を日本卸電力取引所（JEPX）に卸売している。排熱ボイラで製造した蒸気は、二重効用型蒸気吸収冷凍機に使用し、効率向上を図っている。

#### ②高温水遠隔漏洩監視システム

一部の地域導管は共同溝に設置している。共同溝内で万が一高温水漏れが発生した場合は、温度変化で漏洩を感知する光ファイバケーブルで瞬時に漏れている箇所

を特定し、5ブロックに分けて設置している遠隔遮断バルブを稼働させることで保安の向上を図っている。

2016年、千里中央地域に土地または建物を保有する官民の関係者等による「千里中央地区活性化協議会」が発足し、北大阪急行電鉄の延伸に伴うエリアの将来像と今後の具体的な取組みを示す「千里中央地区活性化基本計画」が策定され、安心安全で活気のあるまちづくりが実現されようとしている。当センターとしては、様々なニーズに対応できるよう長年培ってきたノウハウを活かし、BCD（業務継続街区）を支えるエネルギーインフラとして引き続き貢献していく。また、現在整備中のエネルギーマネジメントシステムによって効率的なエネルギー管理を実現し、CO<sub>2</sub>削減にさらに寄与できるよう再生可能エネルギー活用やスマート化を推進していく。

(Daigas エナジー(株) 千里エネルギーセンター 中西 巧大)

## TOPICS 1

### 長期ビジョンWGが 若手座談会を開催

当協会 自由化後の熱供給事業の長期ビジョンWGでは、「地域熱供給の長期ビジョン」の最終報告をまとめるにあたり、2019年12月13日（金）、当協会会議室において、「長期ビジョンに係る若手座談会」を実施しました。参加者は2050年の熱供給事業を担う若手社員16名で、「長期ビジョン」の4つのソリューションをテーマに4グループに分かれて討議・検討内容の発表を行ないました。発表内容は、新たな視点や発想に富んだ非常に参考になるような内容であり、また参加者からも「非常に刺激になった」「社に戻り成果を共有したい」等の声がありました。ご協力をいただいた事業者および参加者の皆さまには、この場を借りて厚く御礼申し上げます。



グループ討議の様子



検討内容発表の様子

## TOPICS 2

### (株)OGCTS(現・Daigasエネルギー(株))が 千里中央地域冷暖房50周年記念「感謝の夕べ」を開催



会場の様子



記念講演

(株)OGCTS（現・Daigas エネルギー(株)）は、2月12日（水）、同社が営業する千里中央地域が日本で初めて本格的な熱供給事業を開始してから50年の節目を迎えたことを記念し、当初から熱を使用されている千里阪急ホテルにて、『千里中央 地域冷暖房50周年記念「感謝の夕べ」』を開催しました。

当日は、同社のお客さまや、熱供給事業にお力添えをいただいている関係者など、100名を超える方々にご来場いただき、これまでの感謝をお伝えするとともに、建設当時の映像などを交え千里中央地域のあゆみを振り返りました。

また、(一社)都市環境エネルギー協会理事長で、早稲田大学名誉教授である尾島俊雄先生より、『千里中央地域冷暖房誕生と今後のあり方』と題し、エネルギーセンターの設計当時のお話や、未来のあるべき姿などについて、ご講演をいただきました。



## 熱供給事業者による省エネ大賞などの受賞について

(一財)省エネルギーセンターが主催する「2019年度省エネルギー大賞」省エネ事例部門／業務分野において、東京都市サービス㈱が『「エネルギー収支フロー」を活用した熱供給プラント効率向上への挑戦』により、資源エネルギー庁長官賞を受賞しました。

プラント効率の頭打ち感があった全18地域のさらなる向上に全社一丸となって取り組んだもので、特に全プラントで新たに「エネルギー収支フロー」を作成し、こ

れを活用して各工程のロスが見える化。それらの改善を徹底的に行なうとともに、効率管理担当者会議や月間MVP表彰、効率改善投資の特別予算枠の設定などの仕組みを創設して効率向上を図り、全プラント平均でCOPI.2を達成したことが高く評価されました。

なお、2019年度は、その他の熱供給事業者においても、表にあるような様々な受賞をされています。

表 2019年度 熱供給事業者の主な受賞

受賞名	受賞者	受賞テーマ
2019年度省エネ大賞 (省エネルギーセンター)	資源エネルギー 庁長官賞 (業務分野) 東京都市サービス㈱	「エネルギー収支フロー」を活用した熱供給プラント効率向上への挑戦
コージェネ大賞2019 (コージェネレーション・エネルギー 高度利用センター)	理事長賞 (民生用部門) 赤坂インターシティ マネジメント㈱ 日鉄興和不動産㈱ ㈱日本設計 東京ガスエンジニアリング ソリューションズ㈱	コージェネとDHCエリア拡張型エネルギー面的 利用による自立型都市づくり～赤坂インターシ ティAIRへの導入事例～
	優秀賞 (民生用部門) 名古屋都市エネルギー㈱ ㈱日建設計 新菱冷熱工業㈱	コージェネ等省エネ複合熱源システムと下水再 生水の活用により街区の省エネ・防災性を向上 ～ささしまライブ24への導入事例～
	優秀賞 (民生用部門) ㈱北海道熱供給公社 ㈱日建設計総合研究所	CGSによる再開発建物及び周辺と一体となった BCDシステムの構築
	奨励賞 名古屋都市エネルギー㈱	未利用エネルギーである下水再生水(高度処理 水)による省エネルギーと運用改善
運転管理等の改善事例 (ヒートポンプ・蓄熱センター)	奨励賞	

## 「徳光&木佐の知りたいニッポン！」(BS-TBS)にて 「災害に強く地球に優しい～今、見直される『地域熱供給』」放送

2020年2月1日(土)、BS-TBSの政府広報番組「徳光&木佐の知りたいニッポン！」の冒頭コーナー「ピックアップ～霞ヶ関からのお知らせ～」において、「災害に強く地球に優しい～今、見直される『地域熱供給』」が放送されました。経済産業

省資源エネルギー庁 電力・ガス事業部長 村瀬佳史氏も登場しました。

放送された番組映像は、ウェブサイト「政府広報オンライン」で2年間閲覧が可能ですので、ぜひご覧下さい。

映像「災害に強く地球に優しい～  
今、見直される『地域熱供給』」

<https://www.gov-online.go.jp/pr/media/tv/kasumigaseki/movie/20200201.html>



<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9階  
tel.03-3592-0852 fax.03-3592-0778