熱供給

District Heating & Cooling

2018 vol.106

[日本初の超高層ビル]
日本初の超高層ビルである霞が関ビルディングは、1963年の建築基準法改正まで31mの高さ制限があった時代に誕生した36階建・地上147mの建物。竣工時に設けられていた最上階の「展望回廊パノラマ36」は、入場待ちの人々でビルのまわりを2回以上まわる列ができるほど人気を博していた

[敷地の70%は緑の広場]
霞が関ビルディングが超高層ビルとして計画された理由の1つに「大都市における人間性の回復」がある。建築面積が集約されたことで敷地の70%は緑豊かな広場となった

座談会 森ビルが目指すまちづくりの方向性とエネルギー・地域熱供給の取組み

村上 公哉 × **太田 慶太** × **小林 浩次**

村上 公哉：芝浦工業大学 教授

太田 慶太：森ビル㈱ 都市開発本部 都市計画部部長（兼）環境推進室室長

小林 浩次：森ビル㈱ 設計部 設備設備部部長

[霞DINING]
霞が関ビルディングの1階とロビー階に広がるスタイリッシュな飲食店街。昼も夜も利用可能な全28店舗が並ぶ。オープンスペースも充実

霞が関ビルディング（霞が関三丁目地域）

霞が関ビルディングは1968年4月12日に竣工した日本初の超高層ビルである。「柔構造」の採用や、オフィスビルの中に郵便局や病院などの街の機能を混在させる複合用途化の採用など、それまでにはなかった新たな試みが多数盛り込まれている。どのような時代にも対応できる設計が突き詰められて完成したビルで、リニューアルを繰り返すことで50年間利用者のニーズを満たしてきており、冷暖房についても、1994年に地域熱供給（地域冷暖房）に更新され、快適な室内環境を保持している。（三井不動産TGスマートエナジー㈱）

熱供給がある街

㉒ 霞が関の観光スポット

国会議事堂（衆議院・参議院）

国会議事堂では、衆議院、参議院それぞれで参観（見学）を受け付けている。9名以下の個人であれば、基本的に平日（衆議院は休日も）に当日受付で見学ができる。係員の案内付きで巡る各60分の院内見学だ。

本物の赤い絨毯を見るだけでも興奮するが、一番の見所は本会議場。傍聴席に座りながら、係員の1つ1つの説明に、つい「ほー」「へー」と声が出る。昭和11年竣工の歴史ある空間に包まれて、高揚感を覚える。

また、両院を見学すると違いが楽しめるのもいい。歴史的な理由から本会議場のつくりも違う。見学コースが違うのも楽しみのポイント。

日本人としては、一度は見ておきたい場所。ただ、本会議の日程や院内の都合等によっては、コース変更や受付中止になる場合もある。事前の確認をおススメしたい。

（提供：憲政記念館）

国会議事堂

住所：東京都千代田区永田町 1-7-1

《衆議院 参観（9名以下の個人一般）》

参観時間：平日／8～17時（16時まで受付）

土、日、祝日／9時半、10時半、11時半、13時、14時、15時（以上6回）

※詳しくは下記HPの「国会参観の手続及び参観者用パンフレット」参照。

http://www.shugiin.go.jp/

《参議院 参観（9名以下の個人一般）》

参観時間：月～金曜日（土、日、休日、年末年始は休み）／9時、10時、11時、12時、13時、14時、15時、16時（毎時55分までに受付・手荷物検査終了のこと）

※詳しくは下記HPの「国会体験・見学」参照。

http://www.sangiin.go.jp/

C O N T E N T S

02 熱供給がある街㉒ ◆ 霞が関の観光スポット
国会議事堂（衆議院・参議院）

03 連載 ◆ 世界遺産から見えてくる日本㉑
広島平和記念碑（原爆ドーム）
矢野 和之（修復建築家・日本イコモス国内委員会事務局長）

05 座談会 ◆ これからのまちづくりと熱供給②
森ビルが目指すまちづくりの方向性とエネルギー・地域熱供給の取組み
村上 公哉（芝浦工業大学 教授） × **太田 慶太**（森ビル㈱ 都市開発本部 計画企画部 都市計画部 部長（兼）環境推進室 室長） × **小林 浩次**（森ビル㈱ 設計部 設備設計部 部長）

10 寄稿 ◆ 世界初・市街地で達成した水素100%熱電併給のエネルギーシステムについて
―地域熱供給技術の活用と地域コミュニティーでのエネルギー最適制御技術の開発―
島 潔（㈱大林組 技術本部 スマートシティ推進室 部長）

14 連載 ◆ デンマーク王国にみる柔軟なエネルギー・システムの構築と地域熱供給②
デンマークで地域熱供給が普及した大きな要素
田中 いずみ（デンマーク大使館 上席商務官（エネルギー・環境担当））

18 連載 ◆ 熱の Voice
①強みホルダー編
東京臨海熱供給㈱ 台場管理事務所長　山口 孝司
②エキスパートチーム編
みなとみらい二十一熱供給㈱ 企画開発部

20 連載 ◆ Close up town!! 全国熱供給エリア紹介⑥
田町駅東口北地域（東京ガスエンジニアリングソリューションズ㈱）
日本初のスマートエネルギーネットワーク連携を実現した地域熱供給

22 **NEWS FLASH**
平成30年度定時社員総会を開催／熱供給事業者セミナーを開催／みなとみらい二十一熱供給㈱が「ヨコハマ温暖化対策賞」を受賞／平成30年度地域熱供給シンポジウムの開催が決定しました！

熱供給 vol.106/2018
発行日 ●2018年8月20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 ●シンコーラック株式会社

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/

第21回 広島平和記念碑（原爆ドーム）

矢野 和之

原爆死没者慰霊碑からみる原爆ドーム

世界遺産登録とは、ユネスコ設立の理念である「文化を通して平和を構築する」ということへの一つの手段ともいえます。特に、このことは「負の遺産」と呼ばれる世界遺産の中に潜んでいると言えます。実は世界遺産の中に正式に「負の遺産」というカテゴリーがあるわけではなく、日本だけの通称ですが、人類の悲劇を二度と繰り返さないための遺産と言い換えた方が当たっているとも言えます。今回取り上げる広島平和記念碑（原爆ドーム）もその一つであり、その他には、ホロコーストのアウシュヴィッツ・ビルゲナウ強制絶滅収容所（ポーランド）、ゴレ島（奴隷貿易の拠点／セネガル）、水爆実験地ビキニ環礁核実験場（マーシャル諸島共和国）などがあります。

原爆ドームは、広島県産業奨励館として大正4年（1915）に建築されたものです。昭和20年8月6日、原子爆弾が投下され、建物は爆心地のすぐ近くにあったため壊滅的な被害を受けましたが、中央のドーム部分は奇跡的に残り、市民から原爆ドームと呼ばれるようになりました。

戦後、この建物を残し、戦争の記憶、そして多くの犠牲があったことをどう伝えるかが議論になりました。

イコモスとは
文化遺産保護に関わる国際的な非政府組織（NGO）です。
ユネスコの諮問機関として世界遺産登録の調査・評価等の活動も行なっています。
ICOMOS／国際記念物遺跡会議：International Council on Monuments and Sites

①

②

①元安川と原爆ドーム
②元安川左岸には慰霊碑が多く建てられている
③原爆ドームと外国からの見学者
④広島平和記念資料館

③

④

広島平和記念公園構想が本格化し、昭和30年（1955）に丹下健三設計案による整備が完成しました。原爆ドームと原爆死没者慰霊碑（正式名：広島平和都市記念碑）、広島平和記念資料館とが軸線として設定されています。

完成後にも原爆ドーム存続の議論は続きましたが、16歳で亡くなった一人の被爆少女の日記をきっかけに保存運動が活発化し、広島市議会の保存要望決議を経て、国の内外から寄付金などが寄せられ、昭和42年及び平成元年～2年に保存工事が行なわれました。

平成4年（1992）に、日本が世界遺産条約を批准して、法隆寺と姫路城が登録されると、原爆ドームの世界遺産登録運動がおき、急遽史跡の指定が行なわれ、平成8年（1996）に登録されました。登録基準は（vi）で、原則的に単独で使われることがない基準ですが、人類史上初めて使用された核兵器の惨禍を伝え、時代を超えて核兵器の究極的廃絶と恒久平和を訴え続ける人類共通の願いがあるとして、特別に認められました。

平和記念公園には、原爆死没者慰霊碑の他にも、原爆供養塔、原爆の子の像、公園の東を流れる元安川の左岸にも多くの供養塔などが建てられています。また、元安川の河床には原爆で焼けただれた瓦の破片が今も埋まっています。

このように原爆ドームは、人類共通の悲劇を表すメモリアルであるとともに、鎮魂の場でもあるのです。

（修復建築家・日本イコモス国内委員会事務局長）

世界遺産 DATA

◆登録名：広島平和記念碑（原爆ドーム）

◆所在地：広島県広島市

◆登録年：1996年

◆構成資産：広島平和記念碑（原爆ドーム）
※資産総面積0.4ha、
緩衝地帯総面積42.7ha

◆適用基準
（vi）顕著な普遍的価値を有する出来事（行事）、生きた伝統、思想、信仰、芸術的作品、あるいは文学的作品と直接または実質的関連がある（この基準は他の基準とあわせて用いられることが望ましい）。

森ビルが目指すまちづくりの方向性とエネルギー・地域熱供給の取組み

村上　本年度の本誌の対談コーナーでは、まちづくりに関わる主なステークホルダーの方々と、エネルギーの面的利用への期待や、それを推進する上での課題・方策などを議論していきたいと考えております。

２回目の今回は、実際にまちづくりを担っているデベロッパーの方に、まちづくりの動向や、まちづくりにおける環境やエネルギーの面的な取組み、あるいは地域熱供給（地域冷暖房）への期待についてお話をお伺いしたいと思い、地域熱供給を導入しながら大規模都市開発を進められている森ビルのお二方にご登壇願いました。本日はよろしくお願いいたします。

太田　よろしくお願いします。

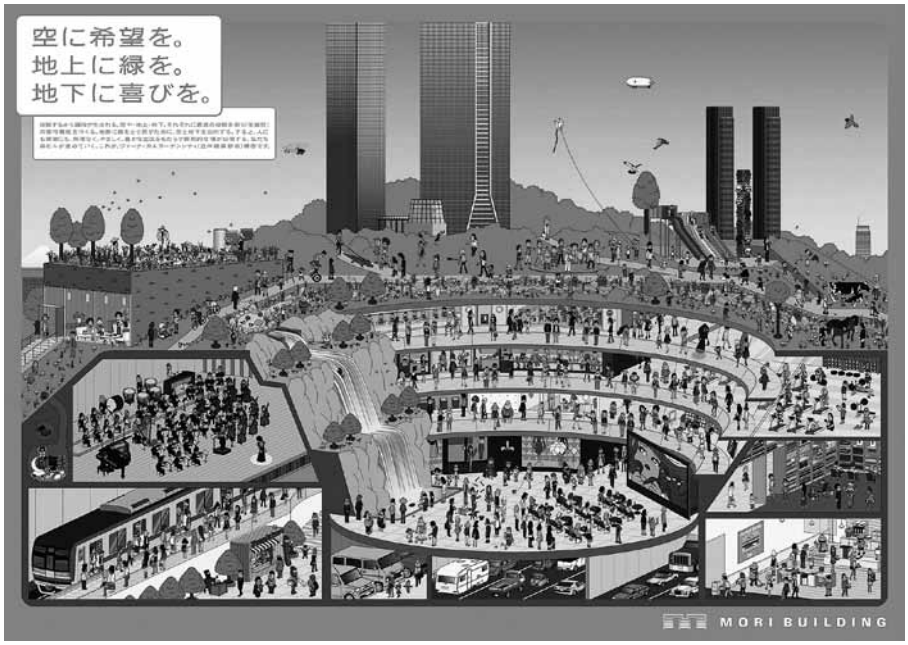
小林　よろしくお願いします。

強まる環境重視の都市づくり傾向

村上　森ビルでは、理想とする都市の姿として「Vertical Garden City（立体緑園都市）」というのを掲げています。まず、森ビルが目指す都市づくりについてお聞かせください。

太田　私は、森ビルで、都市開発本部の都市計画部と環境推進室を担当しております。まちづくりの現場を長年担当してきたとともに、森ビルの環境全般に関する業務に携わってきました。

「Vertical Garden City」は、故・森稔会長の時代につくられた開発の考え方です。土地を集約して大規模に開発するということで、高密度か



「Vertical Garden City ― 立体緑園都市」のイメージ

つ好環境の都市を実現します。

当社は、ご存知のように、超高層ビルの開発が非常に多いです。そうすることで、地表面に空地を生み出し、たくさんの緑を植えることができます。同時に、日光を必要としない店舗や劇場などを地下に置くことで、地上を人や緑に開放します。

この理想を実現するために「安全・安心」を第一義としながら、地表面は緑豊かで快適な都市であると同時に、地下部分で地域熱供給施設などのインフラをしっかり整えることで、「環境・緑」にも配慮した都市が実現できます。

村上　東京という世界的な都市において、今後解決しなければいけない都市課題も多いと思いますが、今後の中長期的な都市づくりの展望としては、どのようなことを考えていらっしゃいますか。

太田　森ビルは1959年（昭和34）に創立し、「ナンバービル」という単独のオフィスビルを手掛けた後、大規模複合開発の「ヒルズ」シリーズの時代に移ります。1986年には、「ヒルズ」シリーズの第一弾となるアークヒルズを手掛け、2003年には現在でも年間4,000万人の人々が訪れる六本木ヒルズを開発しました。

街をつくるだけではなく、街を育み、賑わいを創出していく。大規模複合開発というのは、まちづくりに必要な手法の一つだと考えています。

村上　森ビルの開発の略史ですね。

太田　はい。現在も、複数の大規模プロジェクトが進行しています。例えば、「虎ノ門ヒルズ 森タワー」の隣接地において、国際水準の大規模オフィスビルとイノベーションセンターを開設する「（仮称）虎ノ門ヒルズ　ビジネスタワー」（2019年12月竣工予定）とグローバルレベルのレジデンスを備えた「（仮称）虎ノ門ヒルズ レジデンシャルタワー（2021年1月竣工予定）」、日比谷線虎ノ門新駅（仮称）と一体開発する「（仮称）虎ノ門ヒルズ　ステーションタワー（2022年度竣工目標）」があります。その他にも、虎ノ門・麻布台地区で、約8haの区域に多彩な都市機能を集約し、一体的に整備する「虎ノ門・麻布台地区第一種市街地再開発事業」や、六本木ヒルズの近隣で「六本木5丁目西地区市街地再開発準備組合地域」の開発が控えています。

やはり環境というものがますます重要視されてくる時代になっていきますし、基本的には、どのプロジェクトでも、面的にエネルギーを融通していく予定です。

村上　都市開発も、ますます環境重視の時代になるということですね。

太田　そうです。昨今、SDGs（持続可能な開発目標）やESG投資（E：環境、S：社会、G：企業統治、に注力している企業を選別して行なう投資）などの考え方が世界的に登場してきています。そういう世界的な動向も見据えていかなくてはならないと考えます。

村上　まちづくりにおける価値向上には、色々な要素がありますが、やはり省エネや省CO_2のプライオリティ（優先順位）が、ますます上がっていくということですね。

テナント誘致に重要な省CO_2・BCP

村上　ビル運営という面では、テナントの存在が欠かせません。テナントの省エネや省CO_2への意識というのはいかがでしょうか。

小林　設計部で設備設計を担当して

座談会風景。左から、村上氏、太田氏、小林氏

います小林です。

東京都の制度で、一定規模以上のテナントが消費するエネルギーについては、削減の努力義務が課せられています。そうしたこともあって、大規模テナントの省エネ、省 CO_2 への意識は強いと感じます。

それに、テナントの専有部で消費しているエネルギー量というのは、建物全体の半分以上を占めます。そこに何らかのメスを入れていかないと、建屋自体のエネルギー消費量は抑えられません。

当社の場合は、ビルのテナント様と、当社のビル管理部門が一体でテナント協議会を開催し、情報を交換するとともに、啓発活動も行なっています。

村上　その取組みは、六本木ヒルズでやられているものですか。

太田　大規模な物件は全部です。我々は環境性能が高いビルをつくりますが、テナント様に起因するエネルギーは半分以上を占めます。いかにテナント様に省エネの取組みを実施していただけるかが重要です。

村上　六本木ヒルズは、東日本大震災の際にエネルギー供給が自立できたということで、非常に脚光を浴びました。テナントの BCP（事業継続計画）に対する意識も高いのでしょうか。

太田　高いですね。六本木ヒルズは、ある外資のテナント様の要望に応えるために自立型の電力供給に取り組んだのですが、それが結果的に大震災の時に大きな役割を果たすことになりました。今や各地の都市再生特区で行なわれる大きなプロジェクトに関しては、BCP 対応が必須になってきています。

村上　今後新しいプロジェクトが複数進んでいくということでしたが、六本木ヒルズのような特定送配電と地域熱供給の組み合わせをやられるのでしょうか。

太田　先ほどお話した今後の開発のいくつかは導入を予定しています。

村上　その辺は BCP 対応のニーズが背景にあるということですね。やはり都市の国際競争力向上ということを考えると、大切な視点です。

太田　そうですね。ESG もありますし、特に欧米の外資系金融機関やメーカーは、CO_2 排出に関して非常にシビアに考えるようになってきています。

「三位一体」の需給調整が強み

村上　東京都では、地域熱供給というのは、省エネ、低炭素化に対して貴重なエネルギーインフラという認識があり、その中で、既存のものを地域内やその周辺における開発でうまく活用しようとしています。

森ビルでも、赤坂・六本木アークヒルズ地域で、近隣で再開発があった際にエリアを広げ、お互いに熱を融通し始めました。今後そうしたケースは増えていくのでしょうか。

太田　ある程度であれば、少しエリアの範囲が広がっても、プラント能力の許容範囲みたいなところで吸収できますが、周りの開発がどうなるかわからない段階で、余力を持ってプラントをつくることは難しいところです。ただ、先方から「熱供給に入りたい」と打診があればウェルカムです。そのビルにサブプラントを設置して、メインプラントと結ぶということも考えられます。

村上　2017 年の赤坂インターシティ AIR の再開発で、赤坂・六本木アークヒルズ地域をエリア拡張した際は、導管敷設費用はどちらで持たれたんですか。

小林　導管はアークヒルズ熱供給㈱が敷設しました。今回は 40m ほどの洞道整備でしたが、当時は BCP 補助金（災害時業務継続地区整備緊

急促進事業）ということで総工費の10％強の補助をいただき、事業性を確保できました。そのBCP補助金の先行きが若干曇ってきているので、国交省や東京都などには、制度拡充をお願いしたいところです。

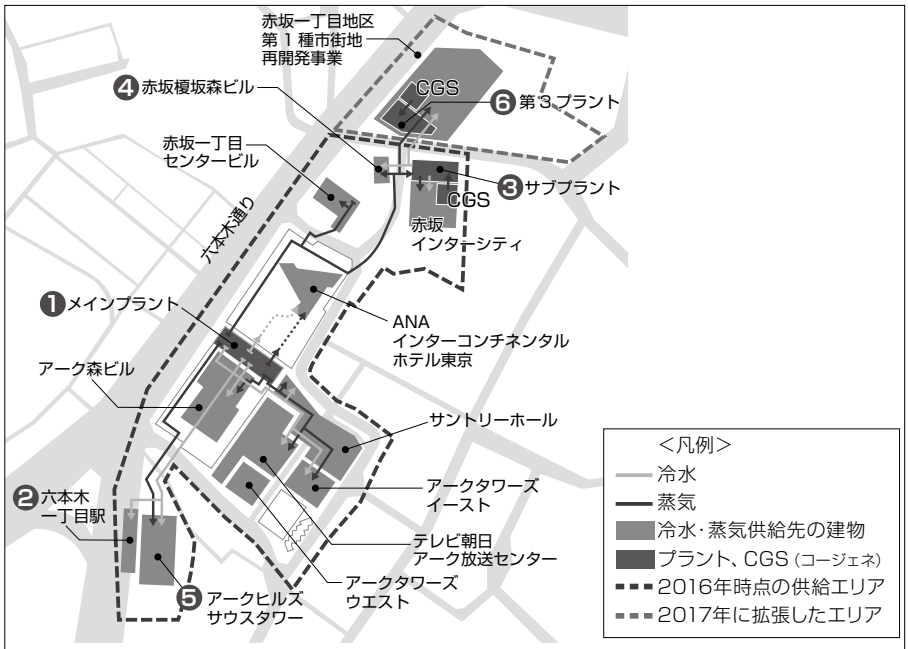
村上　熱供給事業は、熱だけではなく、電気もあわせて扱うような事業が増えてきました。今後の地域熱供給の新たなサービスの可能性について、何かお考えになられていることはありますでしょうか。

小林　地域熱供給は、供給規程を定めて、例えば供給温度は何℃から何℃と、非常にシビアに制御して供給する必要がありました。冷水でいえば、年間を通して6℃や7℃あたりの温度で供給するところが多かったと思います。

一方で、都市再開発の主要用途であるオフィスの冷房に、年間を通じて6℃の冷水供給が必要かという疑問があります。真夏は除湿のために必要ですが、中間期や冬期は除湿が不要なので、もっと供給温度を緩和してもいいだろうと考えています。

そこで虎ノ門ヒルズでは、LOBAS空調（Low-carbon Building and Area Sustainability）というシステムで、低温冷水と中温冷水の使い分けに取り組みました。6℃と13℃の冷水を使い分けるシステムで、実績ではオフィスの冷房の90％を13℃冷水で賄うことができています。6℃冷水の供給に比べて、25％ほどシステムCOPが高いという結果です。これを地域熱供給に応用できないかと考えているところです。

村上　需要家側やテナント側の理解が必要ですが、面白いですね。



＜連携概要＞
❶1986年 アークヒルズにメインプラントを設置し、地域熱供給を導入
❷2000年 六本木一丁目駅に冷水供給開始
❸2005年 赤坂インターシティ内にサブプラントを設置
❹2009年 赤坂榎坂森ビルに供給開始
❺2013年 アークヒルズサウスタワー（旧21、25森ビル建替）へ再供給
❻2017年 再開発事業地（赤坂インターシティAIR）内に第3プラントを設置

継続的にエネルギーネットワークを拡大してきた赤坂・六本木アークヒルズ地域

小林　森ビルはエネルギー事業者でもあり、建物のオーナーでもあり、テナント様とも近いということもあって、テナント様、ビルの管理者、エネルギー会社が「三位一体」でうまく需給調整するような取組みができます。我々の強みの一つです。

具体的には、先ほどの需要に応じた送水温度の緩和のほか、テナント室内の空調風量を部分的に緩和することに加え、熱需給が逼迫した時にはサーマルデマンドレスポンスとして外気導入量を一時的に緩和するなど、需要家側設備との一体運用を前提とすることで、省エネとともに過大な容量の設備整備を避けることが可能と考えています。

いかに経済性を確保していくか

村上　今後、地域熱供給をさらに普及させていくためには、何が課題だと思われますか。

太田　やはり今後、東京そして日本の都市が国際競争に打ち勝っていくためには、魅力ある都市、省エネの都市をつくっていく必要があります。そのような中で熱に関していうと、地域熱供給は諸外国のように、全体をもっとネットワーク化させていくようなことがあってもいいのではないかと思います。その時に一番ネックになるのは、熱導管を誰がどのように整備するかというところに尽きます。

また、導管の整備コストが非常に大きいのも課題です。東京には、地下鉄や地下街など色々な地下インフラがありますので、そういうところ

とうまく協力していけると、地域熱供給の整備は非常にやりやすくなります。色々と解決していかなければいけない課題も多いですが、可能性を感じるポイントです。

村上　確かに導管、ネットワーク部分をどう整備していくかというのは、コスト面も含めて非常に大きな課題です。

また、全体ネットワーク化については、例えばデンマークなどでは、地域熱供給自体が送配電分離のようにされた、三者によるシステム構成ができています。まず排熱を卸すところがあり、その排熱を大きな幹線ネットワークで各エリアに運ぶところがあって、各エリアで実際に建物に熱を供給する日本の熱供給事業者のようなところ。そういった全体像を参考に、ネットワークが整備されていくとよいと思います。

小林　やはり地域熱供給が需要家に受け入れられるためには、いかに安い熱料金体系をつくれるかが、非常に重要だと認識しています。

運営コストの中で最も大きなポジションを占めるエネルギー価格は、電力・ガスシステム改革を受けてエネルギー会社の選択肢が複数化し、競争原理が働き出したことが、コスト低減に資するものと期待しています。しかし、イニシャルコストの低減という観点では課題が残ります。繰り返しですが、先ほどの導管整備のための助成制度の継続・創設を、行政に望みたいところです。

また、いかに過大能力にならないか、本当に需要に適応したコンパクトな熱源システムの設計も重要です。そのためには、フィールドのデータを皆でしっかり共有することが大切になってきます。

一番新しいデータで言えば、六本木ヒルズをつくった時と比べて、冷房のピーク負荷原単位が2割ぐらい減っています。そういった実態の情報がうまく共有されると、設計事務所などもコンパクトな設計がしやすくなるかと思います。

村上　いかに安くていい熱を供給できるかは、エネルギーサービス事業として非常に重要なところです。

そういった意味では、今後いかに需要の実態に合わせてコンパクトな熱源システムを整備できるかということも、とても重要な観点かと思います。

森ビルは、今後ともまちづくりにおける地域エネルギー整備をリードされる立場だと思います。ぜひ色々なご示唆をいただきながら、我々も頑張って参りたいと思います。本日はありがとうございました。

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・管理・評価手法や自治体による都市のエネルギーマネジメント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。

太田 慶太 氏　略歴
Ota Keita

1986 年東京工業大学社会工学科卒業、森ビル㈱入社。2000 年六六事業推進本部事業・資金計画行政対応。2003 年社長室企画･調査課長。2006 年企画･調査室副室長。2011 年都市開発本部総合計画統括部政策企画室室長。2013 年都市開発本部計画統括部事業計画部部長 兼 環境推進室室長。2015 年都市開発本部計画統括部計画企画2部部長 兼 環境推進室室長。2018 年都市開発本部計画企画部都市計画部部長 兼 環境推進室室長。現在に至る。

小林 浩次 氏　略歴
Kobayashi Koji

1982 年国立鶴岡工業高等専門学校機械工学科卒業、森ビル㈱入社。1983 年設備設計ディビジョンアークグループ。1986 年㈱日本インテリジェントビルシステムズ出向。1999 年設計部設備設計グループ。現在、設計部設備設計部部長。技術士（衛生工学部門）。主な担当プロジェクトに、六本木ヒルズ森タワー、アークヒルズ仙石山森タワー、虎ノ門ヒルズ森タワー等がある。

世界初・市街地で達成した水素100%熱電併給のエネルギーシステムについて

―地域熱供給技術の活用と地域コミュニティーでのエネルギー最適制御技術の開発―

寄稿

島　潔
㈱大林組 技術本部 スマートシティ推進室 部長

Ⅰ. はじめに

現在、「水素CGS活用スマートコミュニティ技術開発事業（新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）助成事業）」では、水素と天然ガスを燃料とする1MW級ガスタービンで発生させた電気と熱を、神戸市のポートアイランドの複数の施設に供給する実証運転を行なっている。本事業は国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（以後、NEDO）の「水素社会構築技術開発事業」における「大規模水素エネルギー利用技術開発」の1テーマとして実施するもので、以下の実施体制にて2018年3月より実証試験・運転を開始している。

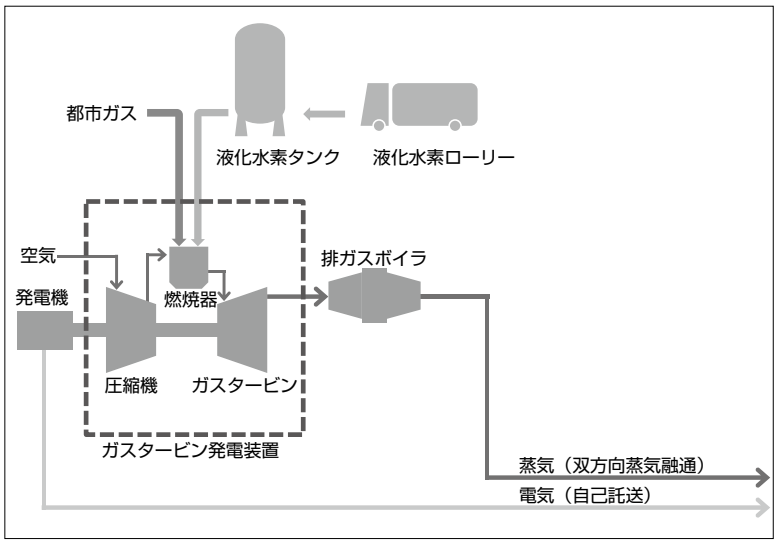


図1　システム構成図

- 大林組：統合型エネルギーマネジメントシステム（以後、EMS）および双方向蒸気融通技術の開発
- 大阪大学：双方向蒸気融通技術の検証
- 川崎重工：水素専焼／混焼ガスタービンの開発および水素貯蔵供給設備の設置
- 神戸市：実証場所提供、社会的受容性の普及活動
- 関西電力：統合型EMS／水素コージェネレーションシステム（以後、水素CGS）の運用評価 、電力供給に係る支援
- 岩谷産業：水素関連設備、液化水素供給
- 関電エネルギーソリューション：運転、点検業務

一次エネルギーのほぼすべてを海外に依存する我が国において温暖化問題を解決するためには、我が国独自の技術かつ汎用技術にとらわれない技術を総動員して臨む必要がある。その中でも、水素は将来の二次エネルギーとして、中心的役割を担ってゆくことが期待されている。しかしながら、水素社会を実現していくためには、コスト面やインフラの点で多くの課題が存在している。そのため、大きな発電容量のガスタービンによって事業性や環境性のスケールメリットを追求するとともに、地域熱供給システムの仕組みをうまく活用することが、水素の社会実装を実現していく近道となる。本事業では、純水素の大量利用を市街地で実施する点、近隣の複数の公共施設へCO_2ゼロエミッションの熱電併給を行なう点で世界初の取り組みであり、将来の水素サプライチェーンの実現の足掛かりとなるものである。

なお、「統合型EMS」は、このようなエネルギーシステムにおいて、環境性と事業性を両立させる運転を随時実現するために必要な技術であり、「双方向蒸気融通技術」は、単管の熱導管で大規模な双方向の蒸気融通を可能とすることで事業性を向上させる技術である。本稿では、弊社が担当したこの2つの技術開発を中心に紹介したい。

Ⅱ. システム概要

図1にシステム構成図、**写真1**にプラント全景写真を示す。ガスタービンは定格発電出力1,700kW常用発電装置に、燃料と空気を燃焼領域へ直接供給する拡散燃

写真1　プラント全景写真(写真提供:川崎重工)

焼方式の水素燃料対応燃焼器を搭載したものである。発電した電気は近隣の公共施設へ関西電力の送電網を経由して送電している。また、排熱回収ボイラにより約2,800kW（圧力10kg/㎠）の蒸気を発生させ、専用の蒸気配管により温水もしくは蒸気の状態で近隣施設へ供給している。

Ⅲ. 当社の技術開発

①双方向蒸気融通による熱供給

分散型エネルギーシステムに用いられる小規模のガスタービン発電システムは、発電効率に対し、排熱効率が2～3倍程度大きいため、その経済合理性を高めるためには、発電サイクルより発生する高温の排熱をできるだけ使い切る必要がある。電気や熱の需要は、時間や建物ごとに相互に関連なく変化するため、熱導管等を通じて複数の建物間で蒸気排熱を使い切ることができれば、負荷を平準化でき、排熱の利用率が向上する。インフラストラクチャーとして熱導管を整備し、これに複数の分散型エネルギーシステム、清掃工場排熱などの未利用エネルギーを接続し相互に融通し合うことで、熱負荷を平準化でき、エリア全体として排熱利用率が向上する（**図2**）。本実証では、水素単価の高い水素普及初期において、水素CGSによる分散型エネルギーシステムの経済合理性を向上させる技術として、熱を相互に融通し合う熱導管網構築のために必要となる要素技術の開発に取り組んでいる。

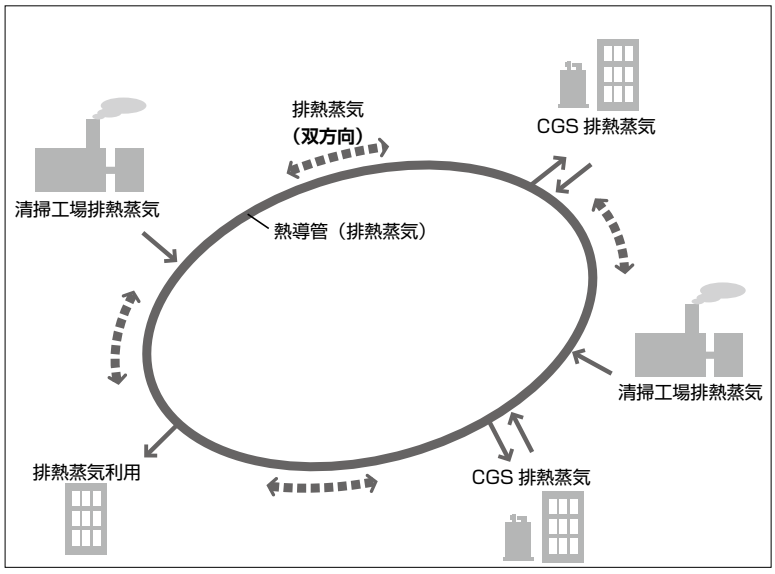


図2　熱導管をループ化させ、双方向で行なう蒸気融通のイメージ

表1　ウォーターハンマー（WH）現象とは

熱導管内を蒸気が移動する場合、時間とともにドレンが特定の部分に蓄積される。 このドレンが蒸気の流れ方向に押され、弁や管曲り部に衝突し、大きな音や振動が発生する。 一般的な対策としては、流れ方向に適切な勾配を設け、スチームトラップ部に効率的にドレンを集め、系外へ排出させる。なお、今回の双方向の蒸気融通の場合、配管に勾配を設けられないため、水平配管による検証を実施した。

熱導管の搬送媒体として蒸気を利用する場合、蒸気を双方向に融通させるには、蒸気の流れが反転しても、ウォーターハンマー現象（**表1**）を生ずることのない配管構成（配管勾配、配管サイズ、トラッピング）の技術確立が必要である。本研究では、蒸気配管において、単管で大規模に双方向利用する技術（双方向蒸気融通技術）を確立する上で課題となるウォーターハンマー（以後、WH）の発生原因、発生条件および回避方法などを、実験、数値解析および現地実証試験により検討している。

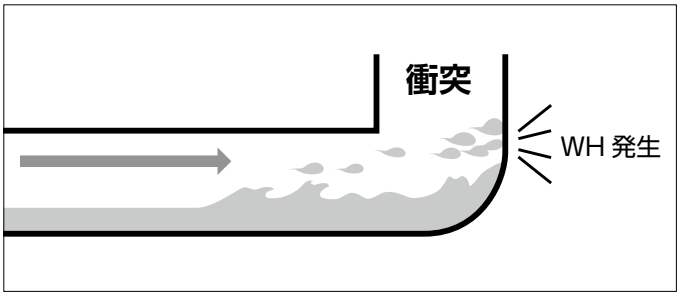


図3　配管内の凝縮水が蒸気に吹き飛ばされて発生するWHのイメージ

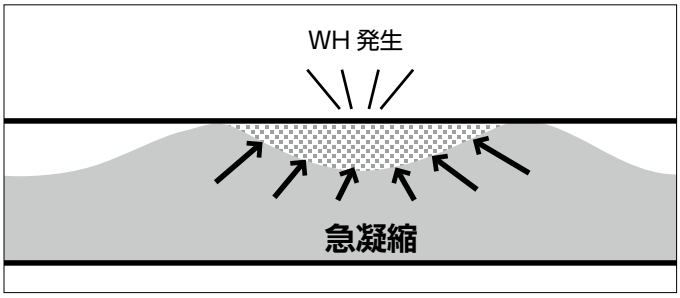


図4　凝縮水の波立ちにより蒸気の塊が孤立し急凝縮することで発生するWHのイメージ

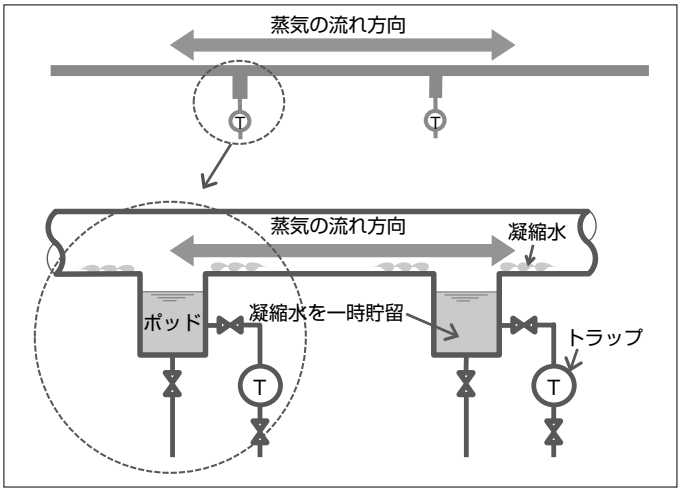


図5　トラップ周りの配管構成

蒸気配管で発生する WH としては、(a) 配管内の凝縮水が蒸気に吹き飛ばされて発生する WH（**図 3**）、(b) 凝縮水の波立ちにより蒸気の塊が孤立し急凝縮することで発生する WH（**図 4**）、が挙げられる。ガラス管を用いた模擬実験や二流体数値解析を実施した結果、(a) の場合は、凝縮水が配管の曲がり角に衝突はするものの、高速の蒸気で分散、液滴化され、WH を生ずることはなかった。流速の速い蒸気が、必ずしも蒸気流 WH に繋がるわけではないことが示された。一方 (b) の場合は、波立ちで蒸気塊が孤立し急凝縮することで発生する WH は、蒸気流速が遅く、凝縮水の初期水位が高い場合に発生することが実験およびシミュレーションで確認された。

一般的に、温度の低い蒸気配管に蒸気を送気し始めると急激に凝縮水が発生するが、送気始めの蒸気圧が低い間はスチームトラップの排出量が少なく、一時的に配管内の凝縮水の水位が上昇する可能性があり、蒸気流速も遅いため、この条件に当てはまる。対策としては、一時的に凝縮水を貯留できるポッド状のタッピングを設け（**図 5**）、スチームトラップの排出量が定格に達するまでの間は、凝縮水をこのポッドに一時的に貯留することで、凝縮水の水位が上昇することなく、WH を防止できる。そこで、ポッドを備えた水平配管において WH を防止できるかどうか確認するため、ガスタービンからの排熱蒸気用の配管を水平配管（**図 6**）で構成し、WH の有無を実地検証した。水平配管には一定の間隔 (20m) で圧力センサ、熱電対を設け、経時測定を行なった。また、観察員により、WH 発生音や配管振動の有無を確認するとともに、各所に設けたサイトグラスから配管内の還水の挙動を目視確認した。蒸気は、

図6　現地実証試験配管

- ガスタービンからの排熱蒸気を施設へ順方向に供給する場合、
- ガスタービンや排熱回収ボイラは停止して建物側の既存ボイラよりプラント方向へ逆方向に蒸気を供給する場合、

を実証した。その結果、蒸気を順方向、逆方向いずれの方向に送気しても、水平配管において WH は発生しないことが確認できた。

②統合型 EMS

環境性と事業性を時々刻々計算しながら CGS の運転パターンを決定できる「統合型 EMS」を本実証において構築した。環境性を優先するのであれば、水素 100% で運転すればよいが、水素単価の高い水素普及時期においては、水素と天然ガスをどの程度混焼させて運転すべ

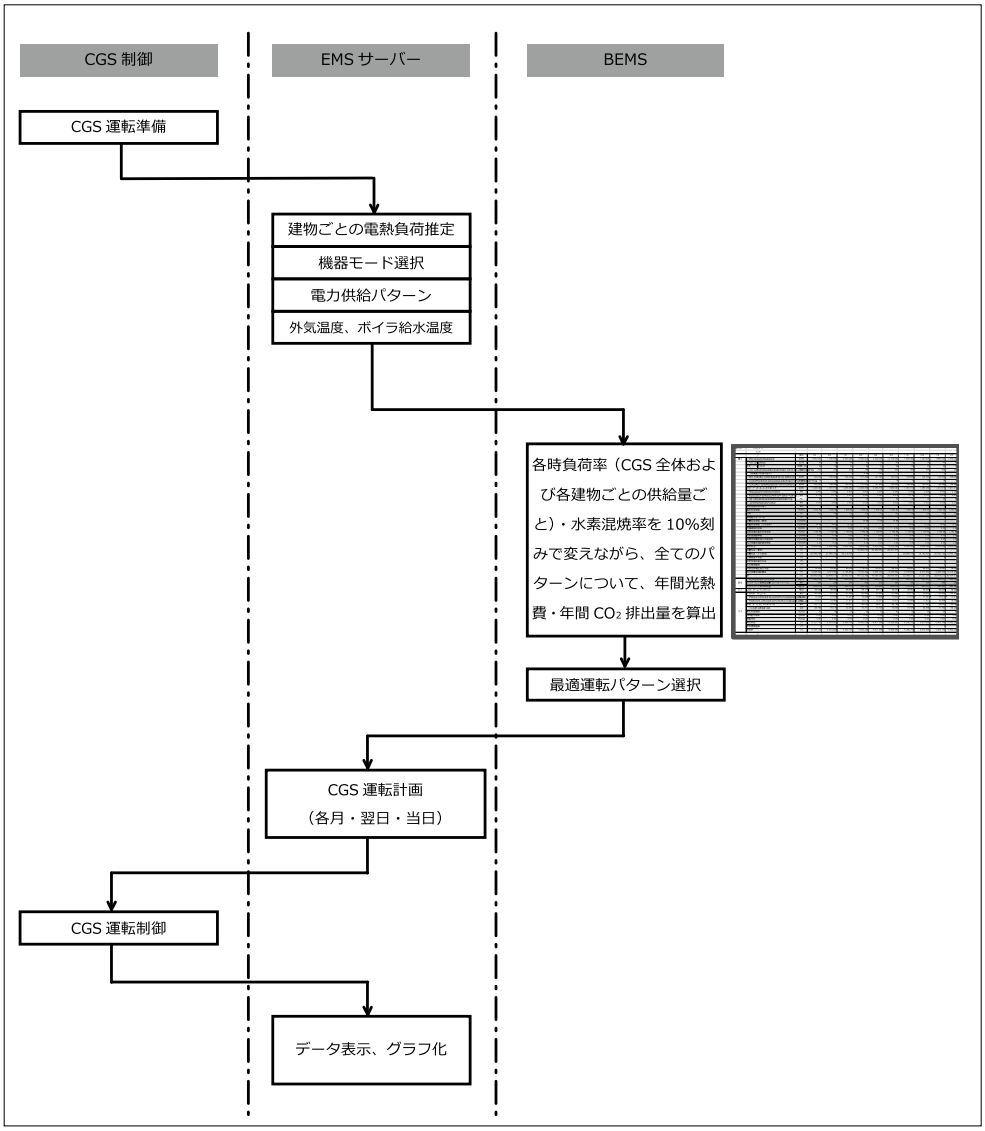


図7　統合型EMSの構成

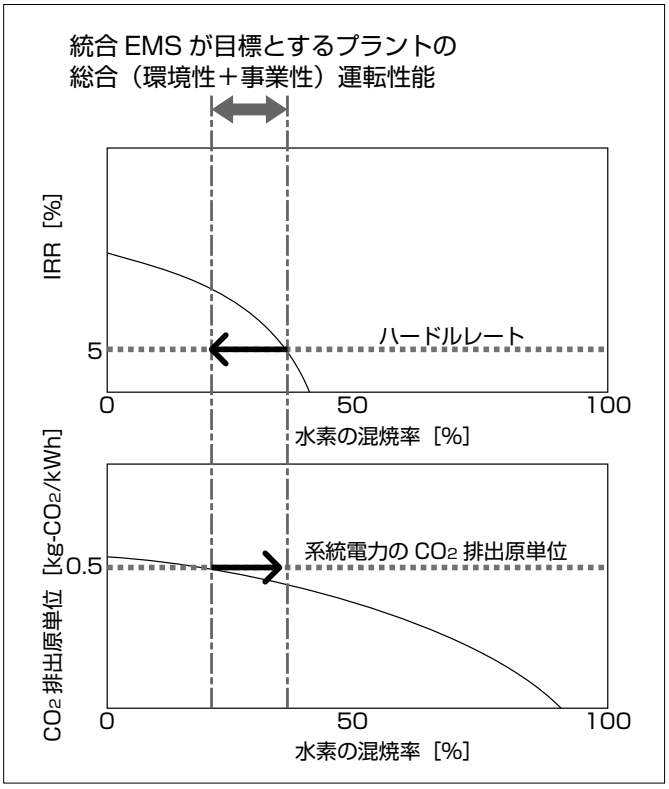


図8　総合性能（環境性+事業性）のイメージ

きか、環境性と事業性の最適解を模索しながら、運転パターンを決定する必要がある。そのため、シミュレーションを稼働させながらタービンの運用方法を時々刻々決定する EMS を構築した。EMS の構成を**図 7** に示す。予測クラウドサーバーより、各建物の各時電力量および熱需要量の予測値を受け取り、タービンの負荷率や水素混焼率などの前提条件を少しずつ変化させながら、全てのパターンについて年間光熱費と年間 CO_2 排出量を算出し、最適解を算出する。その結果をサーバーに返し、タービンに運転パターンを指示する構成としている。シミュレーションプログラムは、ユーザーフレンドリーで汎用性のある EMS とするためエクセルベースで構築し、計算条件・パラメータ・近似式などをユーザー自身で容易に書き換えできるものとした。

本 EMS が制御の目標とする最適解（環境性＋事業性）のイメージは**図 8** の通りで、環境性では系統電源の CO_2 排出原単位よりも下回りつつ、15 年 IRR（内部収益率）でハードルレートを上回る範囲で運転することをシミュレーションの目標とする指標としている。

現在、EMS が事前にシミュレーションした様々な運転パターンでプラントを運用し、実績値との比較で実際に目標とした性能が発揮できたかどうか、通年における評価を行なっている。

Ⅳ. おわりに

今後も引き続き実証試験を進め、季節ごとの各種データを取得することで、「電気」「熱」「水素」エネルギーの最適制御技術を確立し、地域コミュニティーにおける効率的なエネルギー利用につながる新たなエネルギー供給システムの確立を目指してゆく。

デンマーク王国にみる柔軟なエネルギー・システムの構築と地域熱供給

連　載

田中いずみ
デンマーク大使館 上席商務官（エネルギー・環境担当）

第2回

デンマークで地域熱供給が普及した大きな要素

2018年、デンマーク・エネルギー計画の策定

2018年7月3日に、日本の第5次エネルギー基本計画が閣議決定された。偶然にもほぼ同時期の6月28日にデンマークのエネルギー計画も発表され、2030年のエネルギー源に関して、下記のような数値目標が明記された。

- 発電での石油、石炭、天然ガスの利用を止める
- エネルギーミックス全体の55％を再生可能エネルギーにする
- 地域熱供給の熱源の90％を再生可能エネルギーにする

その他、地域熱供給に関しては、「事業者と消費者それぞれにメリットがある事業の効率化に向けた投資」を促進するとされ、再生可能エネルギーのさらなる導入目標と共に、消費者により寄り添った事業のあり方が示されるなど、熱供給事業の変革が迫られる内容となった。

このようにデンマークの地域熱供給は、国の法律や各種制度によって強く促進され、方向性も定められてきた。

なお、エネルギー計画では上記以外にも、2.4GW分の洋上風力の新設、オークション式での技術を指定しない再生可能エネルギー由来の電力調達、バイオガスの推進、既存商業用・産業用建築物の省エネ、交通分野の省エネ・グリーン化などに投入する政府予算も明示されている。

熱利用を促進してきた「熱供給法」とゾーニング

デンマークで熱供給を促進してきた政策としては、第1回でも紹介した通り、1976年に制定された「デンマーク・エネルギー政策1976」と1979年に制定された「熱供給法」が大きく、それらを起因とした一番新しい指針が「熱計画2010」に集約されている。

熱供給法は熱供給に関する一番重要な法制度であり、250kW以上の地域熱供給と25MWまでのCHPが適用範囲となっている。付随するガイドラインはデンマーク・エネルギー庁（DEA）が別途作成しているが、この法律では熱供給事業者に対する規制を定めると共に、地方自治体に地域の熱計画やエネルギーインフラに関する意思決定と利用資源の優先順位付けの権限を与えている。

熱供給法には熱供給事業の原則が明記されている。

- 地方自治体は新規の熱供給プロジェクトの承認に対して責任を負う
- 地方自治体は最も社会経済的メリットを有する熱供給

表1　熱供給方法のゾーニング

- 戸別暖房・給湯
- 天然ガス網を介して供給される天然ガスを活用した暖房・給湯
- 分散型地域熱供給
- 集中型地域熱供給

プロジェクトを選択しなければならない

- 可能な限り、（熱生産のみならず）熱電併給を行なう
- 地域熱供給の熱料金は「必要経費」に基づいて設定する。つまり、熱料金は実際の熱生産コストより高くても低くてもいけない（原則非営利）

こうした原則と合わせて、熱供給方法を指定したエリアのゾーニングも実施されている（**表1**）。ゾーンの設定は、天然ガス網と地域熱供給網の競合を回避することが目的の一つであった。1980～90年代には中小規模の地域熱供給に天然ガスCHPの利用を促進する政策が展開され、今でも熱源が天然ガスに縛られている熱供給事業者が多くある。近年は、天然ガスを含めた化石燃料の価格変動、また環境税など環境に配慮した税制度によって天然ガスの魅力が薄れてきており、熱供給事業者の多くはバイオマスなどの他の燃料への変換を希望している。本年6月発表のエネルギー計画では、この「燃料縛り」が段階的に撤回されいくことになった（**表2**）[1)]。

自治体の低炭素化の目標達成に貢献する熱供給事業者

国や自治体が推進し、優位性を担保できるよう規制等をかけていく中で、熱供給事業者が実際の事業を担う。デンマークにおける熱供給事業者は、中小規模の消費者組合の形態をとっている事業者のほかに、地域熱供給と共に廃棄物処理、上水、下水、売電なども担う環境エネルギー公社、もしくはエネルギー・アンド・ユーティリティという形態をとっている事業者もある。

デンマーク第2の都市であるAarhus（オーフス）では、廃棄物処理と地域熱供給をAffaldVarme Aarhus（AVA、直訳：Affald＝廃棄物、Varme＝熱）が担っている。同社の熱供給事業には現在、人口315,000人の95％が接続している。2030年にカーボン・ニュートラル達成という市の目標に、廃棄物と熱供給の2側面から貢献している。

デンマークの最東部に位置するBornholm（ボーンホルム）島は、「Bright Green Island（明るい緑の島）」を目指すことを2008年に宣言し、2025年には持続可能でカーボン・ニュートラルな再生可能エネルギーのみを使う島を目指している。島のエネルギー供給事業者Bornholm's Energy and Utilities（2017年時点で自治体が株を100％所有）は、エネルギー供給の60％を再生可能エネルギー由来としている。同社は電力小売り、上水、下水、地域熱供給を担っており、約6,000世帯・企業に熱供給、約12,000世帯・企業に水の供給をしている。

どちらの事業者も、他のユーティリティサービスを組み合わせたり、再生可能エネルギーの活用比率を向上させることで、より経済性を追求するとともに、各自治体が掲げる低炭素化の目標達成に向けて貢献している。産業の環境を整え推進する国・自治体と事業者のよい循環があるからこそ、普及が進んできた面もある。

地域熱供給評価ツール「DHAT」

デンマークでは、開発プロジェクトの計画の際に、消費者に対しても社会に対しても効果的な熱供給の導入が可能となるように、1990年に地域熱供給・CHPの導入前の事業性評価を地方自治体に義務付けた。各プロジェ

表2　地域熱供給に関わる制度の変遷

変遷	年	制度・出来事
エネルギー効率とエネルギー安全保障を重視	1976	デンマーク初の長期的視野を持ったエネルギー計画を発表
		デンマーク・エネルギー機構（後のデンマーク・エネルギー庁）が設立
	1979	初の熱供給法が策定―天然ガスの熱供給への利用と可能な限りCHPからの熱を地域熱供給に活用することを促す
	1981-82	ゾーニングを実行―天然ガス網の整備と競合しないことを目的とする
国産エネルギーを重視	1984	北海での天然ガスの産出が開始―エネルギー省（当時）が天然ガスを活用した設備の導入を促進
	1985	国会で原子力発電所をつくらないことを決定
		石油価格の下落により省エネ意識や再生可能エネルギーへの転換が疎かにならないように課税率を上げる
	1986	小規模CHPの促進
	1990	天然ガスCHPとバイオマスの熱利用と風力発電を促進する政治的合意
国レベルのプランニングからプロジェクトベースのアプローチへ		熱供給法の改定によりCHPの燃料の選択を自治体に委ねる
	1993	通称「バイオマス合意」―2000年までに年間で120万トンの藁、20万トンの木質チップの活用を目標とする
	2000	熱供給法の改定により中小規模のCHPプラントの改善を指示
気候変動対策と再生可能エネルギーを重視	2012	エネルギー合意―2050年に再生可能エネルギー100％を目指す
		2013年までに新築での戸別ガス・軽油ボイラーの設置を禁止、2016年までに地域熱供給もしくは天然ガス供給地域での新築での戸別軽油ボイラーの設置を禁止

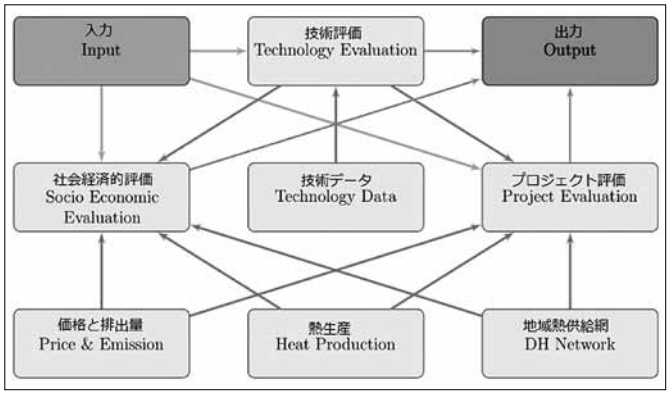


図1　DHAT（地域熱供給評価ツール）の考え方

クトごとに推進案、代替案の提示、及び評価が行なわれた後、そのプロジェクトに導入されるシステムが決められる。その評価ツールが、DEA が提供する District Heating Assessment Tool（DHAT、地域熱供給評価ツール）である（**図 1**）。投資額、エネルギー生産・消費、熱供給コスト、環境への影響などが評価対象で、導入後の熱料金が消費者に利点があること（現状の暖房・給湯手段より安価であること）、熱供給事業の健全な経営が担保されていること、CO_2、NOx、SOx 排出などの環境負荷の社会的費用の計上が適正になされていること、などを確認することが定められている。

前提条件となるコストや技術スペックについては、国が「Technology Catalogue（技術カタログ）」を提供している。将来の燃料価格予測、環境負荷の社会的費用、熱供給施設・技術ごとのスペック、エネルギー出力当たりのコストが情報提供されており、定期的に更新されている。

DHAT の計算結果は、総投資額、燃料使用量、排出ガス量など様々な情報が出力される。消費熱量当たりのコスト、均等化エネルギーコスト（LCoE）[2] なども計算可能である。DHAT は Excel ベースのツールとなっており、利用者の使いやすさに配慮されている。インターネット上に無料で一般公開[3] されており、エネルギーコストなどの各国の特性を加味することで、様々な国のプロジェクトにも適用することができる。例えば、現在 DEA は、DHAT を活用してトルコの熱供給の整備を支援している。

EUの地域熱供給政策を牽引する Aalborg（オールボー）市

オールボー旧市庁舎（©Steveheap / Dreamstime.com）

デンマーク第 4 の都市 Aalborg にあるオールボー大学は、ヨーロッパ（EU）の地域熱供給やエネルギー・システムに関する研究を牽引する大学です。2016 年策定の「EU Energy Roadmap」にも同大学の研究者が大きく貢献しました。同市内には、自治体主導の産学官連携ネットワーク「House of Energy」もあり、その中には、約 60 社の熱供給事業者と、関連企業で構成された地域熱供給ネットワークも設置されています。そこで地域熱供給の新しい技術に関する実証実験等が共同で実施されたりします。デンマーク・オールボー市は、EU の地域熱供給研究の中心地と言っても過言ではありません。

◎イベント紹介

4DH（第 4 世代地域熱供給に関する学会）主催
「スマートエネルギーシステムと第4世代地域熱供給に関する第4回国際会議」
［期　間］11 月 13 日～ 14 日
［開催地］オールボー市
［詳　細］http://www.4dh.eu/conferences/conference-2018
※オールボー大学が中心となって毎年開催される国際会議

スマートエネルギー技術で事業性を向上

今後、デンマークで地域熱供給がさらに普及していくためには、事業性の向上、すなわち効率化を進めていくことも重要な要素となる。現在、下記のような技術によって、さらなる効率化が進められている。

①エネルギー・マネジメント・システム

デンマークでは地域熱供給の熱源の約 8 割がコージェネ（CHP）であることから、熱供給事業者は電力市場に売電している場合が多い。電力に関しては、多くの風力発電が稼働している際は電力に価格が付かない場合があり、電力を使うことが収入になる場合もある。ヒート

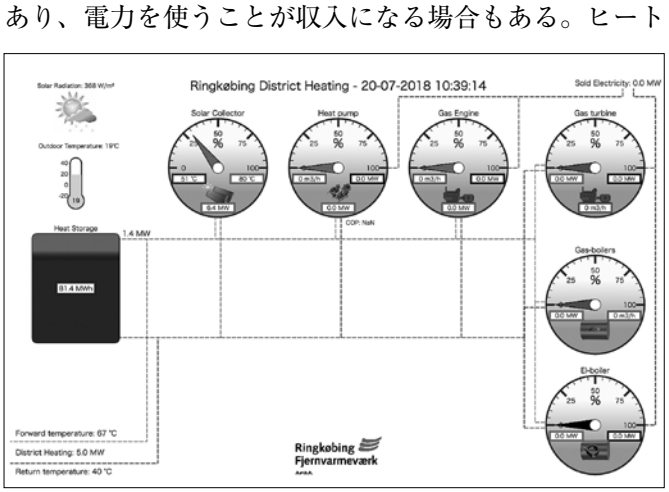


図2　リンコビン地域熱供給の熱・電力生産量と蓄熱量のリアルタイム表示

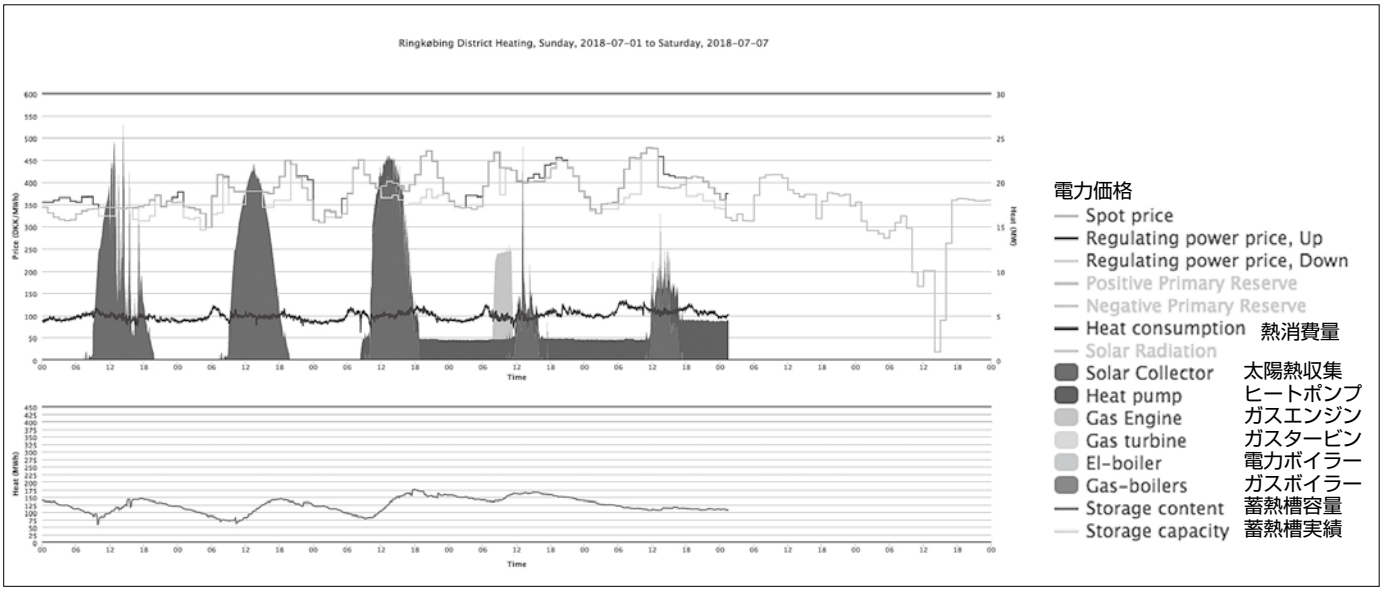


図3　リアルタイムデータ、過去データ（7日分）（リンコビン地域熱供給）（出典：http://www.emd.dk/plants/rfvv/ に著者加筆）

ポンプを介して電力を熱生産に使うこともあり、市場の電力価格によっては電力利用者ともなる。また、地域熱供給プラントの多くは蓄熱槽が設置されており、かつピーク対応やバックアップのために天然ガスボイラーを所有している場合も多く、太陽熱収集器など天候に大きく左右される再生可能エネルギー由来の熱源設備も有する。すなわち、CHP を導入している熱供給事業者は熱需要、電力価格（売買両価格）、蓄熱量、天然ガス価格など、様々なパラメーターを考慮して事業の最適化を図り、消費者に安価な熱を供給することが求められている。

熱供給事業者の CHP 設備等の日々の稼働に関する短期的な判断から、将来の設備投資のような長期的な計画まで支援できるツールも開発されている（**図２～３**）。

②スマートメーター

デンマークの地域熱供給では、スマートメーターを使った熱利用状況の可視化及び取得データの活用が盛んに行なわれている。前出の都市オーフスでは、オーフス広域の熱供給事業者 AffaldVarme Aarhus（AVA）が、2012 年に域内の需要家にスマートメーターを導入することを決定した。目下、36,000 台のスマートメーターが稼働しており、消費者に熱利用量のデータを提供している。消費者の節約意識の向上に貢献している。

スマートメーターの導入は、供給側にも大きなメリットをもたらしている（**表４**）。例えば、1 日当たりの供給する温水が 100㎥も削減できており、経済的なメリットが生まれている。水の節約で、環境保全にも貢献できている。

表4　スマートメーター導入のメリット（供給側）

- 遠隔検針による検針の際のヒューマン･エラーの削減による管理費の削減
- データの一括管理による効率的なシステム監視
- 不具合の感知、点検、投資判断へのデータの活用
- 上記にデータ活用ができることによって、システムの最適化を可能とする

AVA の担当者は、需給両方のデータを活用できる「スマート熱グリッド」はそう遠くない未来に実現できると確信している。過去のエネルギー消費データ、消費パターン、建物のエネルギー性能などの情報を利用して、地域熱供給のさらなるエネルギー効率向上を目指している。

《注釈》
1）地域熱供給の法制度の詳細：デンマーク･エネルギー庁（DEA）発行「Regulation and Planning of District Heating in Denmark」がインターネット上で閲覧可能。
2）均等化エネルギーコスト（LCoE）：建設費や運転維持費・燃料費などエネルギー生産に必要なコストと利潤などを合計して、運転期間中の想定エネルギー生産量をもとに算出する標準的な指標。
3）Danish Energy Agency「District Heating Assessment Tool（DHAT）」の説明とエクセルファイルの公開先：https://ens.dk/en/our-responsibilities/global-cooperation/district-heating-assessment-tool-dhat

田中いずみ 氏　略歴
Tanaka Izumi

1998 年カリフォルニア大学バークレー校天然資源学部環境科学・マネジメント・政策科修了後、株式会社東芝で環境技術の研究、スウェーデン大使館で科学技術、環境、エネルギー政策の分析に従事。2008 年東北大学環境科学研究科博士前期課程修了。修士。2014 年 1 月から現職。

熱供給事業で頑張っている技術者の声をお届けします！

熱のVoice ①

強みホルダー編

東京臨海熱供給株式会社
台場管理事務所長

山口 孝司

「20年以上の業務経験に、現場の意見を組み合わせることで、プラントの省エネ化・安全操業に大きな成果をあげる」

主なお仕事の内容を教えて下さい。

山口　当社には東京臨海部の台場、有明、青海の3地区にプラントがあります。ここでの安定供給、安全操業のための設備運転、維持管理が私の主要業務です。お客さまとの信頼関係の醸成を第一に、突発的な支障等が発生した際には現場への急行等迅速対応を心掛けているほか、年2回の情報交換会、プラント見学会も開催しています。また、運転、修繕、大規模設備工事は外注していますので、外注先との日頃の情報交換、意見調整にも努めています。

お仕事に活かされているあなたの強みや特徴を教えて下さい。

山口　20年以上にわたる熱供給プラント勤務によって得られた知識、経験と人脈です。例えば、各協力企業の強み、弱みをよく理解しています。先年、年末に導管の腐食が発見された時、年末休暇中でしたが、対応可能な企業にすみやかに協力要請をすることができ、年内に対策を講ずることができました。また、設備の老朽度は経験上、稼働状況で判別できるため、詳細検査なしでも設備更新時期の判定ができます。例えば、冷凍機の更新工事計画の際に、他工事と施工時期が重複するため実施反対意見もあったものの、能力劣化の状況から判断し更新を優先しました。

運転員の方たちと議論する山口氏

お仕事の楽しさ、やりがいなどを伺わせて下さい。

山口　自身の知識・経験を業務に活かして運用方法の改善などを計画・実施し、予想通りあるいは予想以上の成果を得られた時には、喜びを感じます。また、委託先の運転員の皆さんとの議論も大変楽しいです。運転員の中には自発的に運転状況を調査・分析し、省エネなどに生かそうとする人もいて新鮮です。そうしたことを自分の知識、経験と組み合わせることで、省エネ化、安全操業に相当な成果があったと思います。

今後の目標をお聞かせ下さい。

山口　当社プラントも竣工後23年目を迎え、更新工事を展開していく中で、新技術を導入した設備改善を行ない、運転員の人たちと一緒に使い勝手の良いプラントを整備していくことにより自分の培ってきた知識・経験を若い人たちに伝承させていくことが私の今後の目標です。

山口 孝司 氏（Yamaguchi Takashi）略歴

1972年4月東京ガス㈱入社。幕張、芝浦各プラントで計12年勤務。2007年当社入社。青海南、有明南、台場プラントで計10年勤務。豊富な業務経験を生かし、プラントの指導的立場に立つ。2015年（一社）日本熱供給事業協会において功労表彰を受けた。

（取材：柳川 裕幸 広報委員）

熱のVoice ②

エキスパートチーム編

みなとみらい二十一熱供給株式会社

企画開発部

※部を代表して後藤吉博氏にインタビュー

上段左から、和田主事、濱崎開発担当役、宇佐美氏
下段左から、澤出課長代理、後藤課長、堤主事、増山氏

「進出企業がますます増えるエリアにおいて、スピード感ある臨機応変な対応力でプラント設備新設・更新工事を展開し、お客さまの熱供給導入を推進」

所属する部署の主な業務内容を教えて下さい。

後藤　みなとみらい21中央地域は、供給延床面積や販売熱量も全国有数の地域で、私たち企画開発部は、プラント工事や導管工事を担当しています。最近では、老朽化した熱源機の更新工事を実施し、その際に世界最大級のインバータターボ冷凍機（5,400RT）への入れ替えを行ない、プラントの総合効率（COP）向上やCO_2排出量削減を図りました。その他にも、受変電設備更新工事、コージェネおよび非常用発電機の新設工事、新規お客さま向けの洞道や地域導管工事などを進めております。

部内で打合せをする後藤氏

業務遂行のために心掛けていることなどを教えて下さい。

後藤　私どもでは、新規のお客さまの熱供給受入れ関連の対応や工事に伴う行政対応も担当しております。近年、みなとみらい21地区に進出する企業が非常に増えてきており、将来的にもお客さまが増えていく状況です。そうしたお客さまのエネルギー供給について初期段階の対応をする部署ですので、誇りをもって業務にあたるとともに、関係する皆さまと協力しながら、スムーズに供給開始できるように、部員一同、スピード感と臨機応変な対応力を発揮しながら、業務を遂行しております。

お仕事の喜び、やりがいを教えて下さい。

後藤　計画から完成まで、関係者と協力しながら考えたことを着実に実行することにより、みなとみらい21地区の価値向上に貢献できることと、そして、お客さまや工事に関わった方々に喜んでいただけることが励みになります。また、1つのプロジェクトは数年にわたる仕事のため、苦労することも多々ありますが、完成した時の喜びはひとしおです。

今後の課題をお聞かせ下さい。

後藤　最初にお話した更新工事はセンタープラントで行なっていますが、今後第2プラントでも同様の工事が続きます。これらの工事を無事に進めていくことが課題です。新規のお客さま対応もつつがなく進めていきたいと思います。また、地区の開発が一段落した後も、会社が成長できるように、何が出来るかを考えながら、日々の仕事に取り組んでいきたいと思っております。

後藤 吉博 氏（Goto Yoshihiro）略歴

1998年4月入社。プラントのオペレーション業務、新設および更新工事等業務、保全工事業務を経て、現在、再び新設および更新工事等の担当として勤務。趣味は、バイクでツーリングやレース観戦。

（取材：善本 信之 広報委員）

Close up town!!

全国熱供給エリア紹介⑥

田町駅東口北地域

東京ガスエンジニアリングソリューションズ㈱

「日本初のスマートエネルギーネットワーク連携を実現した地域熱供給」

「新たな都市の拠点ゾーン（西側エリア）」の田町ステーションタワーSと保育園等

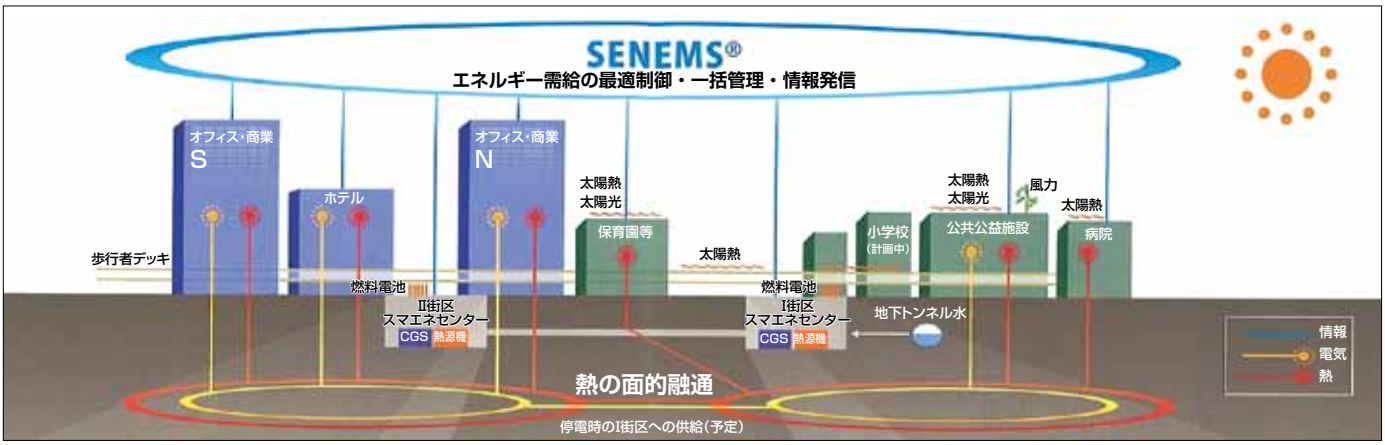
田町駅東口北地域の概要

田町駅東口北地域は、JR田町駅東口の北側にあり、港区の「田町駅東口北地区まちづくりビジョン」（2007年）に基づき、「環境と共生した複合市街地の形成」と「エネルギー自立による持続可能な地域の形成」をコンセプトに、港区、愛育病院、三井不動産、三菱地所、東京ガス、および東京ガスエンジニアリングソリューションズがまちづくりを進めている。

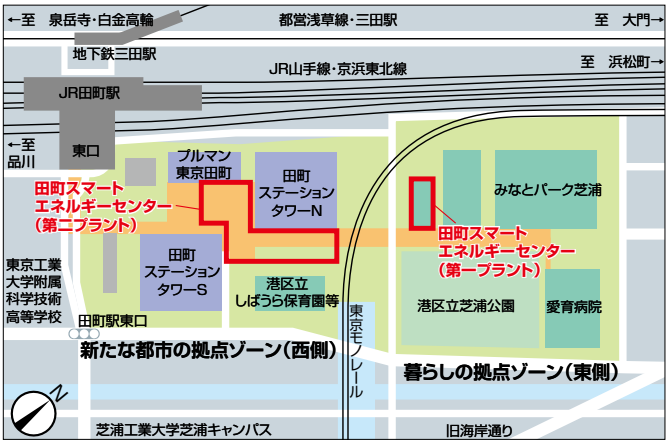
同地域の東側半分「暮らしの拠点ゾーン（東側エリア）」（Ⅰ街区）では、すでに2014年11月より、エネルギー供給拠点「第一スマートエネルギーセンター（第一SEC）」、地域の防災拠点となる「みなとパーク芝浦（港区）」、および「愛育病院」が運営を開始している。西側の「新たな都市の拠点ゾーン（西側エリア）」（Ⅱ街区）は、2015年10月以降、オフィスを主体とした複合施設やホテル、第二スマートエネルギーセンター（第二SEC）が順次着工し、2020年の東京オリンピック・パラリンピック開催までに全てが竣工する予定となっている。

第二SECの熱供給開始とSENEMSによる連携・最適制御

第二SECは本年5月1日に熱と電気の供給を開始した。クラス最高効率の大型ガスコージェネレーション（以下、CGS）を導入し、需要家建物と熱と電気の供給網を結ぶとともに、建物の需要情報や第二SECの供給情報、気象状況といった膨大な外部情報等を瞬時に収集・分析し、リアルタイムで熱負荷を予測する「SENEMS（スマート・エネルギー・ネットワーク・エネルギー・マネジメント・システム）」を採用したことで、地域全体のエネルギー需給を一括管理・制御することができ、熱源機器、CGS等を高効率に運転するシステムが構築されている。第二SECから需要側建物の空調設備の設定温



田町駅東口北地域のエネルギー供給概念図



営業地域図

第二スマートエネルギーセンターの主要設備概要

主要設備	設備能力
ガスコージェネレーション	ガスエンジン:1,000kW×5台 (停電対応機種)
太陽熱集熱パネル	82㎡(空調利用)
排熱投入型蒸気吸収冷凍機	1,400RT×2台
ターボ冷凍機	1,050RT×2台
蒸気吸収冷凍機	1,050RT×2台
貫流ボイラ	3t/h×8台

「暮らしの拠点ゾーン(東側エリア)」

度や、供給側熱源設備の供給温度、圧力、運転状態を変更・設定することもでき、常時最適な需給調整が実施できる。

なお、CGSには停電対応タイプを採用しており、中圧ガス管によるガス供給が継続する限り、停電等の非常時でも必要とされる100%の熱・電力供給が一定期間継続でき、エネルギーセキュリティの向上が実現する。

また、再生可能エネルギーの積極的な活用として、太陽熱を導入しており、夏は冷房、冬は暖房に活用する大規模な太陽熱集熱パネルを歩行者デッキの屋根面に設置することで、来訪者への「見える化」を行なう。

2つのスマートエネルギーネットワークの連携

2020年までに、第二SECを既存の第一SECと連携させ、それぞれのエリアに導入された再生可能エネルギー、CGS、熱源機器等をSENEMSで制御し、熱の相互融通を行なう予定である。規模や機能、開発時期等の異なる田町駅東口北地域全体のエネルギー需給の最適化を実現し、1990年基準と比べて地域全体のCO_2排出量約45%の削減※1を目指す。これは同時に、両スマートエネルギーセンターの省力化を実現するものでもある。

また、非常時においても相互に熱を融通することが可能なバックアップ体制を構築することにより、田町駅東口北地域全体のエネルギーセキュリティ向上を実現し、安心で災害に強いまちづくりに貢献していく。

こうした複数のスマートエネルギーネットワークの連携は、日本で初めての取り組みとなる。

今後の展開

当地域全体のまちびらきは2020年の予定である。周辺には、オリンピック・パラリンピック開催にあわせて暫定開業が予定されている山手線新駅計画もあり、品川周辺まで含めたエリアが一体となって、東京のグローバル化をアピールできるような、先進的かつ魅力的なまちづくりが実現すると考えている。東京の国際競争力アップの一助となるプロジェクトに貢献していきたい。

※1:1990年当時に同様の施設整備を行ない、エネルギー供給は集中プラント方式を採用し、再生可能エネルギー等は利用しない場合のCO_2排出量との比較。CO_2排出係数はガスコージェネレーションにより削減される系統電力の係数として0.69kg-CO_2/kWhを使用。

(東京ガスエンジニアリングソリューションズ㈱
地域エネルギー事業部 事業企画グループマネージャー
蓮沼照一郎)

News Flash

TOPICS 1

平成30年度定時社員総会を開催

平成 30 年 6 月 13 日（水）、「第一ホテル東京」（東京都港区）にて、平成 30 年度定時社員総会を開催しました。

総会には 94 社 239 名が参加し、岡本毅会長挨拶、来賓挨拶（経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部ガス市場整備室長 併 熱供給産業室長 柴山豊樹氏）、新入会員の紹介、協会表彰功労賞の授与式が行なわれた後、平成 29 年度決算について満場一致で原案どおり承認されたほか、平成 29 年度事業報告、平成 30 年度事業計画及び収支予算についての報告が行なわれました。さらに、任期満了に伴う、理事・監事の選任が行なわれました。

臨時理事会において、会長・副会長・専務理事の選任などが行なわれ、総会後の臨時理事会結果報告で、広瀬道明新会長の就任挨拶がありました。

総会後に、経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部長 村瀬佳史氏ほか多数の来賓をお招きして、懇親会が盛大に開催されました（参加者：89 社 290 名）。

総会の様子

岡本 毅 会長

広瀬 道明 新会長

協会表彰功労賞受賞者

平成30年度 協会表彰功労賞受賞者一覧（敬称略）

高橋（たかはし） 明裕（あきひろ）	㈱北海道熱供給公社
石垣（いしがき） 一雄（かずお）	東京臨海熱供給㈱
小泉（こいずみ） 勝（まさる）	池袋地域冷暖房㈱
横坂（よこさか） 信市（しんいち）	東京ガスエンジニアリングソリューションズ㈱
鈴木（すずき） 幹男（みきお）	丸の内熱供給㈱
伊藤（いとう） 泰弘（やすひろ）	新都市熱供給㈱
滝澤（たきざわ） 浩一（こういち）	東京都市サービス㈱
小林（こばやし） 一雄（かずお）	㈱大阪ガスファシリティーズ
藤縄（ふじなわ） 正治（せいじ）	西部ガステクノソリューション㈱
田中（たなか） 秀信（ひでのぶ）	ハウステンボス熱供給㈱

TOPICS 2

熱供給事業者セミナーを開催

社員総会に先立って、熱供給事業者セミナーを開催しました。

デンマーク大使館 上席商務官 田中いずみ氏に「デンマーク王国にみる柔軟なエネルギーシステムの構築と地域熱供給」をテーマにご講演をいただきました。

参加者数は 83 社 194 名で、盛会のうちに閉会いたしました。

講演風景

TOPICS 3

みなとみらい二十一熱供給㈱が「ヨコハマ温暖化対策賞」を受賞

横浜市では、事業者の温暖化対策において優良な事業者を「ヨコハマ温暖化対策賞」として表彰しています。

この度、みなとみらい二十一熱供給㈱が、横浜市地球温暖化対策計画書制度における3年間の取組みとして掲げた削減目標の達成状況などに基づいて、顕著な成果を出した事業者として評価され、同賞を受賞しました。

同社では、平成元年から運用しているセンタープラントの既存設備の計画的な更新を平成26年度より進めており、平成27年度に高効率吸収式冷凍機（2台、3,000RT/台）とインバータターボ冷凍機（1台、5,400RT/台）を設置し、更新機器の特性を考慮したプラント運用によって、ガス使用量と電力使用量を大幅に低減させました。更新機器の年間製造量を更新前設備等で製造した場合と比較すると、ガス使用量では約225千Nm³（更新前比40.8%減）低減し、電力使用量では約2,747千kWh（更新前比28.0%減）低減しました。これらの低減量をCO_2削減量に換算すると約2,000トンとなり、設備更新前と比較して大幅に温室効果ガス排出量を削減しました。

表彰式にて

ヨコハマ温暖化対策賞 表彰状

ご案内 平成30年度地域熱供給シンポジウムの開催が決定しました！

当協会では、今年度も、資源エネルギー庁主催の委託事業である「平成30年度地域熱供給シンポジウム」を開催いたします。

今年は福岡と東京の2会場開催で、共通テーマとして『「環境」と「防災」を両立させる面的エネルギーネットワーク整備をめざして』を設定しております。

福岡会場での開催については、詳細情報を近日、当協会ホームページに掲示するとともに、参加申込み受付を開始いたします。参加費は無料です。事前お申込みが必要になりますので、ぜひお申し込みいただければと存じます。

なお、福岡会場、東京会場のプログラムは、全く別の内容になります。両会場へのご参加お申込みをお待ちしております。

平成30年度地域熱供給シンポジウム（福岡）実施概要

項目	内容
主催	経済産業省　資源エネルギー庁
運営	一般社団法人日本熱供給事業協会（受託者）
日時	平成30年11月20日（火）午後（予定）　3時間程度
会場	福岡市内
規模	100人程度
テーマ	「環境」と「防災」を両立させる面的エネルギーネットワーク整備をめざして ～これからの福岡市のまちづくりと「熱」エネルギー～
プログラム	
	基調講演：近畿大学 産業理工学部 教授　依田浩敏 氏 講演：3名予定 ディスカッション
応募方法	近日、当協会ホームページ等にて告知します。（http://www.jdhc.or.jp/）

※東京会場プログラムについては別途ご案内させていただきます。開催は平成31年1月下旬～2月上旬を予定しております。

［建設当時の航空写真］
建設当時の霞が関ビルディングの周辺は、国会議事堂のほか、中央官公庁の建物が数多く建つ日本の中枢エリア。超高層ビルの偉容が際立つ（提供:三井不動産㈱）

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

［近年の航空写真］
霞が関ビルディングは2018年4月12日に竣工50周年を迎えた。50年で周囲のビルも超高層化。右隣2棟の「霞が関コモンゲート」との間に広がる中央広場（霞テラス）では、その前日に記念式典が開催された（撮影:新建築社写真部）