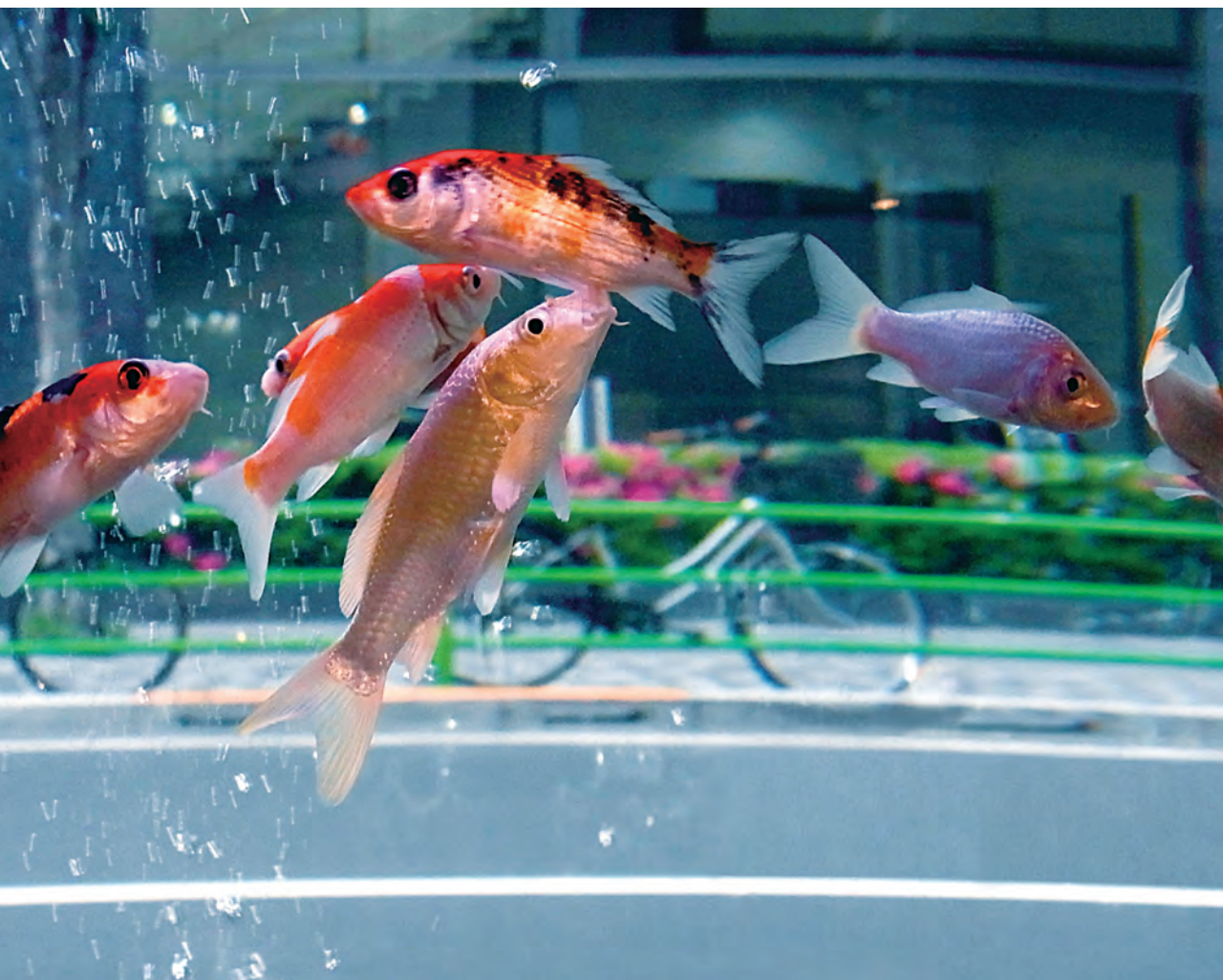


快適で環境にやさしい、
省エネルギー型街づくり

2021 ◆ 夏号



● 巻頭言

サステナビリティを考える

● 研究・技術最前線

Embodied CO₂からみた地域冷暖房施設の評価

河川水の再生可能エネルギー熱を面的に利用する熱源水ネットワークに関する研究
地域冷暖房の制御手法・運用状況に関する実態調査

● わが街づくり

SDGs未来都市

～世界に冠たる「NAGOYA」～の実現

● 建設レポート

環境性と防災性を両立する田町スマエネプロジェクトと今後のスマエネ展望について



アクアリウムで涼

CONTENTS

巻 頭 言

- ・ サステナビリティを考える

一般社団法人 都市環境エネルギー協会 副理事長
株式会社竹中工務店 スマートコミュニティ本部長 中村 慎 …………… 3

○研究技術最前線

- ・ Embodied CO₂からみた地域冷暖房施設の評価

宇都宮大学名誉教授 岡 建雄 …………… 4

- ・ 河川水の再生可能エネルギー熱を面的に利用する熱源水ネットワークに関する研究

東海大学 工学部 建築学科 教授 山川 智 …………… 9

- ・ 地域冷暖房の制御手法・運用状況に関する実態調査

摂南大学 理工学部 住環境デザイン学科 准教授 大橋 巧 …………… 14

○わが街づくり

- ・ SDGs未来都市 ～世界に冠たる「NAGOYA」～の実現

名古屋市 総務局企画部 …………… 20

○建設レポート

- ・ 環境性と防災性を両立する田町スマエネプロジェクトと今後のスマエネ展望について

東京ガスエンジニアリングソリューションズ(株) 地域エネルギー事業部 小林 健一郎 …………… 24

○新技術・新商品紹介

- ・ “e-3Dスクロール”圧縮機を搭載した高効率ヒートポンプチラー「MSV2」

三菱重工サマルシステムズ(株) 営業部熱ソリューション営業課 坂井 正頌 …………… 30

- ・ 蒸気の安定供給に貢献できる省エネ型燃料切替ボイラGC-2000ASのご紹介

三浦工業株式会社 新藤 貴志 …………… 33

サステナビリティを考える



一般社団法人 都市環境エネルギー協会 副理事長

株式会社 竹中工務店 スマートコミュニティ本部長 中村 慎

当協会の副理事長を拝命しました竹中工務店の中村慎です。

この原稿を書いている6月6日時点では、新型コロナウイルス感染症に対する緊急事態宣言が10都道府県に継続している中、ワクチン接種とともに東京2020オリンピック・パラリンピックの開催準備が進んでいます。本誌が発行される7月には、関係の皆さんのご尽力により、無事に一年遅れの大会が開催されることを強く望みます。

私たちの生活は繰り返されるコロナ感染の波に乱され、一年以上も不安と闘っています。しかし、そんな今だからこそ、やがて戻ってくる平穏な日常を信じて、将来のあるべき姿に想像を膨らませ、準備していく覚悟を持つことができるのだと感じています。

将来のまちづくりがどうあるべきか、また、そこに必要なソリューションは何か、感染症対策だけでなく、広く社会課題への対応を考えています。私自身は、この大きな命題に未だ明確な答えを導けてはいませんが、目指すべきことは、それぞれにある課題を共有し、取組みを協同することで、「サステナビリティ」を追求することだと考えるようになりました。

サステナビリティと聞いて何をイメージしますか。

子供のころに自然の中で育った人は、これからも自然と共存できる空間やゆとりあるライフスタイルを望むでしょうか。災害を経験した人は、災害に強いシステムこそがサステナブルな生活を支えることと考えるではありませんか。医療に支えられて育った人は身近な医療環境を、昔の元気を取り戻したい高齢者はロボットの支援を希望するでしょうか。仕事に就けてない人は、産業の成長こそがサステナブルな社会に映るでしょう。オイルショックを子供のころに経験した私は、エネルギー問題に敏感です。過去や経験と結びついたサステナブルな姿は十人十色なのだと感じます。

SDGsで掲げられる「誰ひとり取り残さない社会」のゴールは大きな一つの国際社会かもしれませんが、一人ひとりが意識するまちの課題や望む将来像はサステナブルな姿と同様に多種多様です。これからのまちづくりに関する話題のなかでは、それぞれにある課題やニーズをしっかりと把握することの重要性に気づかされます。

本協会のターゲットである都市におけるエネルギー供給に関する課題は、広く共有された社会課題です。しかし、その課題解決のプロセスや手段は1つではありません。脱炭素社会への社会的要請が高まっている今、この好機を捉え、それぞれのまちに見合った色々なチャレンジを皆様と協同していきたいと考えます。

会員の皆様には、引き続きのご理解とご支援を賜り、協会として私たちなりのサステナビリティを追求していただけるようお願い申し上げます。

Embodied CO₂からみた地域冷暖房施設の評価

宇都宮大学名誉教授 岡 建雄

1. はじめに

1.1 Embodied CO₂の定義

IEAのEBC部会(Energy in Buildings and Communities Programme)に所属し、Annex57¹⁾のOperating Agentを5年間担当していたので、Embodied CO₂の観点から地域冷暖房施設を評価したいと考えた。Embodied CO₂は建物を建設するためのエネルギー消費に伴って排出されるCO₂排出量である。コンクリートや鉄鋼の製造過程や運搬あるいは建設工事に必要なエネルギーをすべて含むものであり、究極的なCO₂排出量である。冷暖房機器や断熱材に含まれるフロン量もCO₂に換算されることが多い。

1.2 産業連関分析

エネルギー消費量やCO₂排出量を計算するには、産業連関表の分析が有効である。本報告では産業連関分析を使用して地域冷暖房施設を評価した。使用した我が国の産業連関表²⁾は2000年版、世界各国の産業連関表は2009年版なので、電力CO₂排出原単位や断熱材データは2010年以前のものである。現状と整合しない可能性もあるので、計算過程を明示した。

2. 熱供給業と個別システムの経済性比較

2.1 熱供給業の熱単価と支出部門

表2.1は産業連関表に示される熱供給業の販売熱量と熱単価である。住宅用は全体の4%であり、96%は業務用等の熱供給である。住宅用の熱単価は業務用と比べて、20%安価である。

表2.2は熱供給業の産業部門別投入金額(支払額)であり、エネルギー部門や人件費、資本減耗引当(建設費の償却)が大きい。図2.1に熱供給業の投入金額

をまとめて示す。電力を含むエネルギー部門が全支出の34%を占めており、人件費(賃金)が9%、資本減耗引当・営業余剰が29%を占めている。

2.2 熱供給業と個別システムの熱単価比較

図2.2に個別システムとして空冷ヒートポンプの電力費、機器費用を示した。空冷ヒートポンプの冷房COPを3.5、暖房COPを4と想定し、事務所ビルを対象に、全負荷相当運転時間³⁾を冷房596時間/年、暖房465時間/年として計算した。電力費は契約電力1,450円/kW月、従量料金18円/kWhとして、試算した。個別システムの熱単価は4,303円/GJとなり、熱供給業の業務用熱単価6,228円/GJと比較して31%安価となる。この差額を省エネルギーによるエネルギー費削減だけで賄うのは難しそうである。

表2.1 熱供給業の供給熱量と熱単価

	住宅用	業務用等
供給熱量(TJ/年)	1,029	24,285
生産額(百万円)	5,081	151,250
熱量単価(円/GJ)	4,938	6,228

表2.2 熱供給業の投入金額

支出項目		百万円
内政部門	石炭・原油・天然ガス	336
	石油製品	6,265
	電力	18,432
	都市ガス	22,695
	水道	4,565
	金融・保険	3,843
	不動産賃貸	4,759
	機械修理	7,610
	建設補修	878
	対事業所サービス	2,940
	その他	16,653
内政部門計		88,976
粗付加価値部門	賃金・俸給	14,283
	営業余剰	11,654
	資本減耗引当	33,874
	その他	7,544
	粗付加価値部門計	67,355
国内生産額		156,331

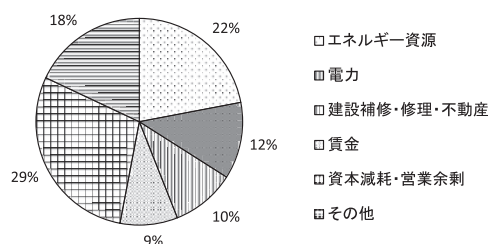


図2.1 熱供給業の投入金額（計156,331百万円/年）

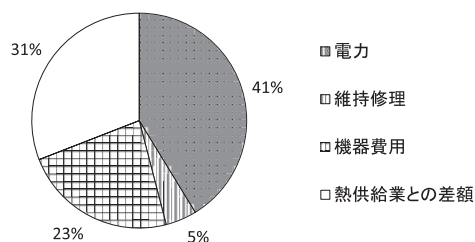


図2.2 個別システム（空冷ヒートポンプ）の費用内訳と熱供給業との差額

2.3 熱供給業の省エネルギー投資

ライフサイクルで最も安価なシステムが最も省エネルギーであればよいが、省エネルギーとなるシステムが高価になる場合があり得る。アンケート調査を行ったところ、省エネルギー投資の回収期間は工場で3年、事務所で5年、地冷施設で15年（機器償却年数）という結果が得られた経緯がある。

諸条件を考慮して最も安価な熱単価となるような地冷施設を設計すべきと考えている。省エネルギー投資によって熱単価が高くなった場合、本来はその省エネルギー投資を投資回収期間の短い工場など、省エネルギー効果の高い部門に振り分けられるべきである。実際には高い熱単価を支払って、差額分を他の投資に振り向けることは考えられないが、炭素税等の社会的システムの構築によって可能となる余地はある。

2.4 瀋陽市（中国）の地下水利用ヒートポンプの経験

瀋陽市では地域暖房施設の導入に際して建物の床面積当たりの金額が定められている。熱料金に関しては定額制で床面積当たりの金額が決まっている。省エネルギーシステムとして地下水利用ヒートポンプを普及させるために地方政府が導入設置費用を補助し、ヒートポンプの電力費を通常より安価に設定

したことがあった。その後、ヒートポンプシステムの効率が低く、地下水の温度低下が広範囲に見られたことから、電力費が通常の価格に戻された。地下水利用ヒートポンプシステムは立ち行かなくなり、石炭を熱源とする通常の地域暖房システムに切り替わった。政策や補助金が変わった時のことを考えると、最も安価なシステムが経営上、安全であるとも言えるのが実情である。このような例は太陽光発電等でも見られる。基準や条例に即した中で熱単価が最も安価となるシステムを設計することが事業者の役割であるように思う。

3. Embodied CO₂による熱供給業の導入ポテンシャルの推定

3.1 世界の建設需要とEmbodied CO₂

地冷施設は建物の建設量と密接に関係すると考えられる。新規建物が建設されなくなっている欧州と建設需要が大きいアジア諸国では地冷施設も都市環境の考え方も異なる筈である。

世界各国の産業連関表をまとめたWorld IOを分析して、各国の建設事情を示す。建設はEmbodied CO₂として表現することができ、Embodied CO₂が大きければ、建設需要が大きい。図3.1⁴⁾は各国のEmbodied CO₂と全CO₂排出量を示した図である。中国の建設需要が特に大きく、全CO₂排出量77億t-CO₂/年、Embodied CO₂が38.2%を占めている。

日本は11億t-CO₂/年、Embodied CO₂が16.4%である。米国は53億t-CO₂/年、Embodied CO₂が6.6%である。ドイツは7億t-CO₂/年、Embodied CO₂が4.2%である。一般的にアジア諸国のEmbodied CO₂は高く、欧州は小さい。中国のEmbodied CO₂は世界のEmbodied CO₂の61%を占めることになる。近い将来、こうして建設された建物の運用に必要なエネルギーが飛躍的に増大するので、早い段階から省エネルギーに取り組んでおく必要があるし、その効果も大きい筈である。廃熱利用等、高効率な地冷施設の導入の可能性を検討するべきである。

3.2 日本と中国における建物建設のEmbodied CO₂の比較

図3.2⁵⁾ は中国と日本における事務所ビル 1 m² 当たりのEmbodied CO₂の比較である。設備機器を除くと、中国の事務所ビル建設に伴って排出されるCO₂量は日本の2倍以上になる。これは製造業における生産効率(生産額(円)/kg-CO₂) が低いいため、地域導管工事も約2倍のCO₂排出量になると予想される。現状では中国の建物の施工水準は低く、寿命も短いと予想され、都市環境に与える影響も大きい。

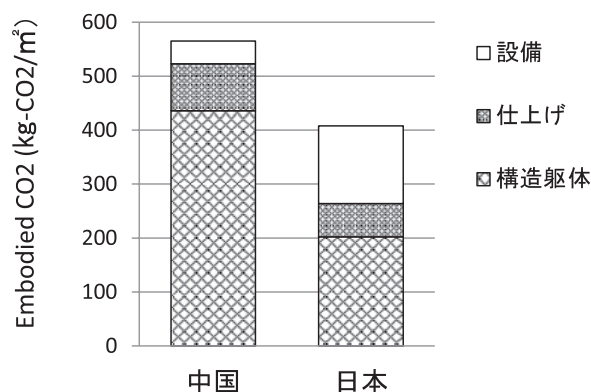


図3.2 中国と日本における事務所ビルのEmbodied CO₂比較

3.3 各国の1人当たりのEmbodied CO₂

図3.3⁴⁾ は各国における1人当たりのEmbodied CO₂である。中国が世界最大で2.2t-CO₂/人年となる。日本も大きい方で、1.4t-CO₂/人年である。米国、オーストラリア、インドネシアは大きく、欧州は小さい。この1人当たりのEmbodied CO₂から現状の建設活動を推測でき、Embodied CO₂が大きい国は地冷施設を導入する機会が多く、且つ将来の建物の運用によるエネルギー需要が大きいことになる。

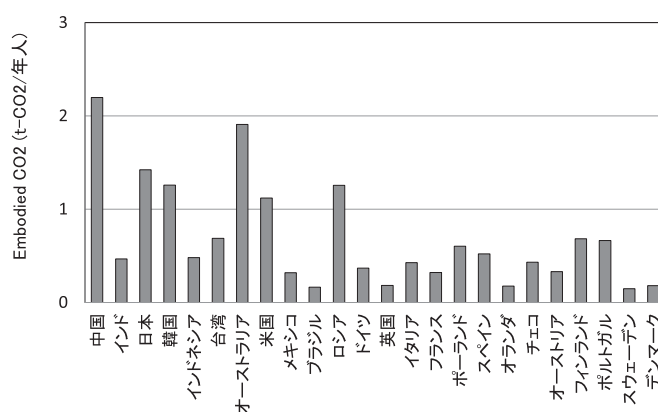


図3.3 各国における人口1人当たりのEmbodied CO₂

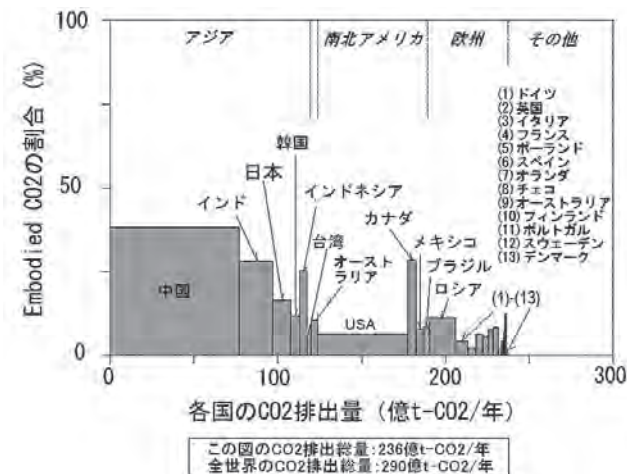
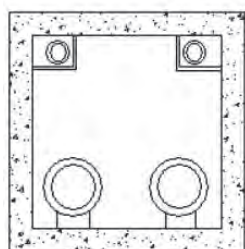
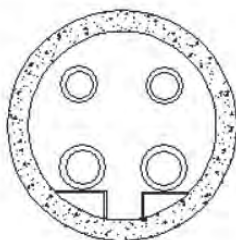


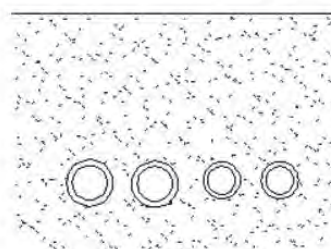
図3.1 世界の建設によるEmbodied CO₂と全CO₂排出量 (2009年)



開削工法



推進工法



直埋工法

図4.1 Embodied CO₂を計算した地域導管の種類

4. 地域導管のEmbodied CO₂と送熱量

4.1 地域導管のEmbodied CO₂

地域導管のEmbodied CO₂を送熱量と比較する。図4.1⁶⁾ は開削、推進、直埋設による地域導管である。実際に建設された地域導管の設計図と見積書に従ってEmbodied CO₂を計算した。図4.2⁶⁾ は計算結果を地域導管の断面積 (m²)、導管長 (m) で除した値であり、地域導管の断面積と長さがわかれば、Embodied CO₂を推測できる。

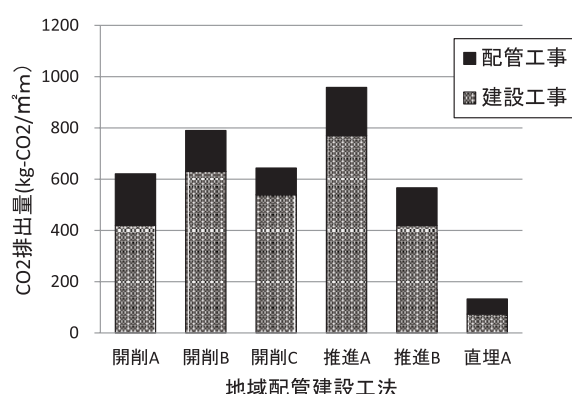


図4.2 地域導管のEmbodied CO₂の比較
(単位：kg-CO₂/断面積m²・導管長m)
(直埋はkg-CO₂/導管長mである)

4.2 地域導管のEmbodied CO₂

地域導管の長さを500mとして、建設に必要なEmbodied CO₂を試算した。冷暖房配管は直径0.4m×4本、カルバート外側断面積10.23m²、配管寿命を15年、カルバート寿命を25年とすると、地域導管のEmbodied CO₂は367kg-CO₂/m年となり、500mでは183,313kg-CO₂/年となる。

2006年のデータでは現場発泡断熱材のノンフロン化率は10%、成形品で83%となっている⁷⁾。フロン発泡断熱材とした場合の温暖化効果を試算した。HFC134a(温暖化係数1430)が使用され、断熱材比重を30kg/m³、フロン初期含有率を12%とした⁷⁾。地域導管1m当たりの断熱材は0.2826m³となり、CO₂換算(kg-CO₂)=0.2826*30(kg/m³)*0.12*1430/15年=97kg-CO₂/年となる。500mの地域導管では48,494kg-CO₂/年となり、地域導管建設の26%のEmbodied CO₂となる。特にアジア諸国等、海外での断熱材仕様には留意が必要である。

4.3 地域導管のEmbodied CO₂と送熱量の比較

直径0.4mの配管で供給する年間の熱量を計算する。往還温度差7℃、流速2.5m/s、全負荷相当運転時間を冷房596時間/年、暖房465時間/年とした。冷房COPを3.5、暖房COPを4.0、電力のCO₂原単位を0.358kg-CO₂/kWhとすると、年間943,829kg-CO₂となる。表4.1は地域導管建設と地域熱供給によるCO₂排出量をまとめたもので

ある。熱供給に伴うCO₂排出量が全体の80%を占めるものの、フロン発泡断熱材を使用すると、熱供給によるCO₂排出量の25%、フロン断熱材を使用しない場合でも20%が地域導管建設によるEmbodied CO₂となる。地域導管のEmbodied CO₂を熱供給の省エネルギーで回収するのは難しい場合もあり得る。

表4.1 Embodied CO₂の内訳(導管500m長、断面積10.23m²)

	Embodied CO ₂ (kg-CO ₂ /年)	比率 (%)
地域導管	183,313	16
フロン発泡断熱材	48,494	4
熱供給に伴うCO ₂ 量	943,829	80
計	1,175,636	100

5. まとめ

断片的な資料に過ぎないが、産業連関表によって熱供給業と個別システムを評価した。

5.1 熱供給業と個別システムの経済性比較

熱供給業と個別システムを比較すると、熱供給業の熱単価が31%高くなった。運営のための人件費や営業余剰、資本減耗引当の影響が大きく、省エネルギーによるエネルギー費削減だけでは賄うことが難しいように思う。

5.2 Embodied CO₂による熱供給業の導入ポテンシャルの推定

世界各国の現況をEmbodied CO₂によって示した。中国は世界のEmbodied CO₂の61%を占め、中国国内の全エネルギー消費の38.2%を占めていた。近い将来、建設された建物の運用によるエネルギー消費量は膨大なものになると推測され、地域冷暖房等による省エネルギー策が必要である。日本は国内の16.4%がEmbodied CO₂となるが、米国の6.6%、ドイツの4.2%と比較して大きく、省エネルギー設備の導入機会や必要性が高い。

5.3 地域導管のライフサイクル評価

地域導管建設に伴うEmbodied CO₂と運用によるCO₂排出量を比較した。全体のCO₂排出量の16%は配管のEmbodied CO₂であるが、フロン発泡断熱材を使用すると断熱材のCO₂換算量は

4%を占めることになる。地域導管によるCO₂排出量の増加を省エネルギーだけで回収するのは難しいように思う。

本報告は建物全体の工事量を捉えて、ライフサイクルで省エネルギーを図る上での参考に資することを意図したものである。各国のEmbodied CO₂の分析から我が国の地域熱供給システムの導入需要は高いと推測できるが、地域熱供給システムに画期的な省エネルギー手法が必要であると思う。

参考文献

- 1) IEA,EBC、Annex57 : Energy in Buildings and Communities Programme、<https://www.iea-ebc.org/projects/project?AnnexID=57>
- 2) 総務省：2005年産業連関表、<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001019588&cycode=0>
- 3) 岡；グリーンオフィスの設計、オーム社、2000
- 4) Oka、Introduction of Annex 57, SB14, Barcelona, 2014
- 5) Oka、Evaluation of Embodied Energy and CO_{2eq} for Building Construction, Key Note, Euro-ELECS 2015, Guimaraes, Portugal, July 2015
- 6) 林、岡他：地域配管の建設によるエネルギー消費量と二酸化炭素排出量、日本建築学会 計画系論文報告集、1999.7
- 7) 東京都、建材用断熱材フロンのに係る状況等について、https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/resource/recycle/fron/tokyo_declaration/council.files/siryou_3_syori.pdf

河川水の再生可能エネルギー熱を面的に利用する熱源水ネットワークに関する研究

東海大学 工学部建築学科 教授 山川 智

1. はじめに

米政府主催の気候変動サミットが4月22日にオンラインで開催された。40以上の国や地域の首脳が参加し、2030年の温室効果ガスの排出削減目標について、EUと米国はそれぞれ55%、50～52%削減することを表明し、日本も46%削減を表明した。これにより世界の主要国は、2050年のカーボンニュートラルに向けたマイルストーンとして、2030年までに温室効果ガスを半減するという目標を共有した。

日本は従来の26%より46%へと大幅に上方修正したが、意欲的な目標設定の一方で懸念されるのが、削減に向けた具体策が乏しいことである。特に再生可能エネルギー（以下、再エネ）への期待が大きいものの、実現可能な方策が十分に示されているとは言えない。我が国の地域冷暖房は50年以上の歴史を持ち、これまで着実に省エネルギーの実績を積んできている。今こそ、再エネ、特に再生可能エネルギー“熱”（以下、再エネ熱）を面的に利用する地域冷暖房システムを、都心部だけではなく地方都市も含めて整備を推進すべきであると考え、再エネ熱を利用した地域冷暖房システムのひとつである、河川水の再エネ熱を面的に利用する熱源水ネットワーク（以下、熱源水NW）について検討を行った結果を以下に概説する。

2. 研究の背景

大気や河川水の熱など、自然界の熱は「エネルギー供給構造高度化法」（2009年）により再エネと定義された。そして、2018年に策定された「エネルギー基本計画」において「再生可能エネルギー熱について、熱供給設備の導入支援を図るとも

に、複数の需要家群で熱を面的に融通する取組への支援を行うことで、再生可能エネルギー熱の導入拡大を目指す。」と指針が示された。しかしようやく指針が示されたものの、再エネ電気とは異なり、再エネ熱については導入実績の把握方法が未整備で、数値目標の設定も未だになされていない。しかし国内のエネルギー需要の約75%を熱分野が占める現状を勘案すると、具体的かつ定量的な再エネ熱の導入計画の立案が緊要と考える。

本研究では空調設備の高効率化および熱分野における再エネの普及拡大を図るため、再エネ熱を利用したヒートポンプに着眼した。そしてヒートポンプが供給する再エネ量の定量的な評価方法を提案し、国内の各部門に導入されたヒートポンプが供給する再エネ量を概算した。

また既成市街地への面的な普及を意図し、熱源水NWに着眼した。熱源水NWとは、河川水等の採熱源と需要家建物とを2管式または4管式の地域導管（熱源水導管）で繋ぎ、熱源水を供給する方式である。ヒートポンプ等の熱製造設備は個々の需要家建物に設置するため、建物の新築・建替え等が個々に行われる既成市街地における需要の増減に柔軟に対応できると考えられる（図1、2参照）。また熱源水を供給するため、個別分散空調（水冷式）に対しても面的対策が可能となる。そこで河川水の再エネ熱を利用する熱源水NWを既成市街地へ導入したモデルスタディを行ない、効率向上効果について検証した。河川水の再エネ熱を利用する熱源水NWのシステム概念図を図3に示す。なお本研究では、実在する既存DHCのシステムをモデル化し、実際の熱負荷や河川水温度等のデータを活用して、より実際に近い検証を行っている。

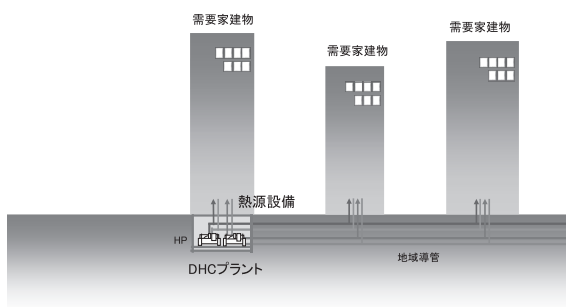


図1 一般的なDHCのシステム概念図

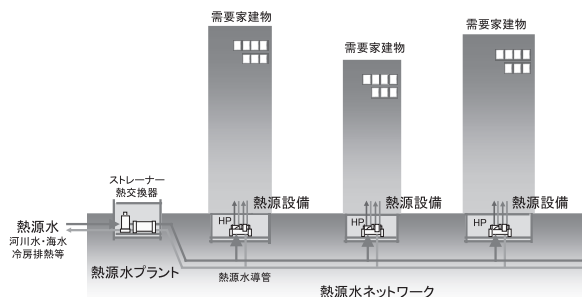


図2 熱源水NWのシステム概念図

3. ヒートポンプが供給する再エネ熱の定量評価

大気や河川水の熱については、再エネと定義されたものの、我が国ではヒートポンプにより供給される再エネ量の定量的評価方法は定義されず、また実績把握もなされていない。そのため2013年にEU委員会が採択した「ヒートポンプからの再生可能エネルギーの計算に関するガイドライン」を参考に、国内において定量評価を行う算定式として、式(1)を提案した。この式は低温熱源(E_{RES})に仕事

(Q_{usable}/SPF)を加えて高温熱源(Q_{usable})を製造するというヒートポンプの温熱製造時の基本的なエネルギーフローを表している。ヒートポンプのエネルギーフローの概念図を図4に示す。

$$E_{RES} = Q_{usable} \times (1 - 1 / SPF) \cdots (1)$$

E_{RES} ：ヒートポンプによって供給される再生可能エネルギー量 [kWh]

Q_{usable} ：ヒートポンプによって供給される推定合計熱量 [kWh]

SPF：推定平均季節性能係数 [—] (すべて温熱製造時)

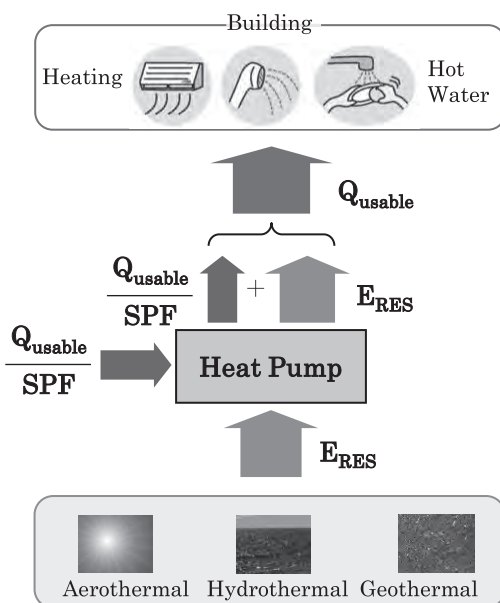


図4 ヒートポンプのエネルギーフローの概念図 (温熱製造時)

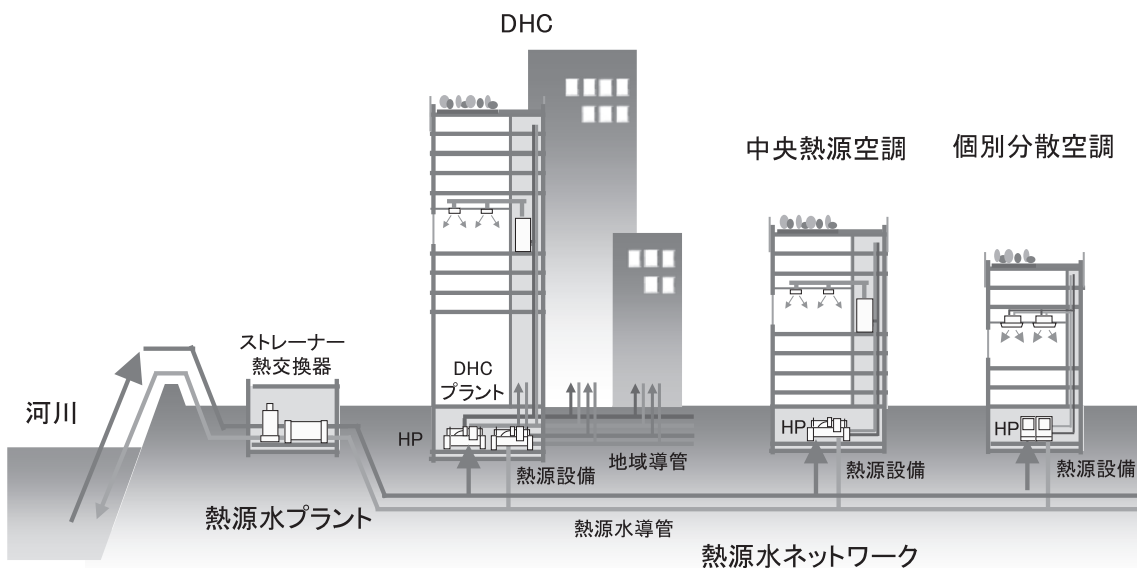


図3 河川水の再エネ熱を利用する熱源水NWのシステム概念図

そして国内の民生部門の非住宅建築および住宅建築（暖房・給湯用途）、産業部門（工場暖房用途）、農業部門（ガラス室・ハウス用加温用途）の建物で使用されているヒートポンプにより供給された再エネ量の概算方法を検討し、政府や学協会の統計データや熱負荷原単位等を用いて、部門や用途、地域毎に式（１）の Q_{usable} とSPFを想定した。そして2013年度（温室効果ガス削減目標の基準年）の再エネ量の概算を行った。日本の再エネの定義では、温熱製造時（ヒートソース利用）、冷熱製造時（ヒートシンク利用）ともに再エネの対象と解釈できるが、EUの定義では温熱製造時のみを対象としているため、本研究ではEUを参考に温熱製造時のみを対象に算出した。その結果、表１に示す通り、大気を採熱源としてヒートポンプが供給する再エネ量の合計は439.4PJ/年となった。これは既に実績把握されている水力発電等の再エネ量の約36.1%に相当することを確認した。

表１ 大気を採熱源としてヒートポンプによって供給される再生可能エネルギー量

[PJ/年]					
部門	用途		再生可能エネルギー量		
民生部門（非住宅建築）	暖房用途	事務所	14.9	75.5	75.5
		ホテル	4.7		
		商業	45.1		
		病院	5.9		
		学校	4.9		
	給湯用途		0.004		
民生部門（住宅建築）	暖房用途		294.2		
	給湯用途		33.9		
産業部門（工場）	加熱用途		35.7		
農業部門（ガラス室・ハウス）	加熱用途		0.09		
合 計			439.4		

４．河川水利用による効率向上効果

本研究では、ヒートポンプをより効率的に稼働させるための再エネ熱源として、冬期に大気よりも温度が高く、大規模な熱負荷にも対応しやすい河川水に着眼した。そして大気の再エネ熱を利用した既存DHCにおいて、河川水利用システムに更新した場合のシミュレーションを行い、熱供給システム効率の向上効果を検証した。その結果、河川水熱利用への改修により特に冬期の効率が向上し、大気熱利用のままのシステムへの改修と比べ、熱供給システム

効率が約6%向上することを確認した。

地域冷暖房での河川水利用は、実用面においても1989年に日本で初めて箱崎地区で実用化されてから30年以上の実績がある。この箱崎地区の熱源設備改修に併せ、より運転しやすく、より効率的に河川水を利用できるよう河川水利用技術の実証を行った。その結果、ヒートポンプの熱交換効率低減を抑制するためのチューブ洗浄はボール洗浄方式が、河川水の取水量と温度差の維持にはヒートポンプ毎の流量計測に基づく流量制御が有用であること等を確認した。

５．熱源水NW導入による効率向上効果

熱源水NWの導入効果を分析するため、冬期にデータセンターの排熱を利用する熱源水NWが形成される既存DHCをモデルにシミュレーションを行った。ここでは事業者が、各需要家の建物にヒートポンプ等の熱製造設備を設置し、各需要家間を2管式の熱源水導管により接続している。冬期はデータセンターの排熱を熱源水導管により供給し、各需要家に設置したヒートポンプではそれを熱源として利用することで、温水供給を行っている。分析の結果、データセンター排熱を利用した熱源水NWによるDHCの熱供給システム効率は、建物個別の中央熱源空調に比べ、約19.5%向上することを確認した。

６．個別分散空調への熱源水NWの導入効果

個別分散空調の面的対応として、熱源水NWにより熱源水供給した場合の効果分析を行った。これまで面的対応が難しかった個別分散空調に対して、水熱源の個別分散空調を用い、熱源水NWにより熱源水を供給するシステムを考案した。空気熱源および水熱源の従来方式（建物個別）の個別分散空調、熱源水NWを利用した水熱源の個別分散空調のシステムイメージを図5に示す。そして前述のデータセンター排熱を熱源とする熱源水NWより、個別分散空調へ熱源水供給するシステムを想定し、導入効果を検証した。その結果、データセンター排熱を熱源とする熱源水NWを用いた個別分散空調の熱供給システム効率は、空気熱源の個別分散空調に比べ、約9.4%向上することを確認した。

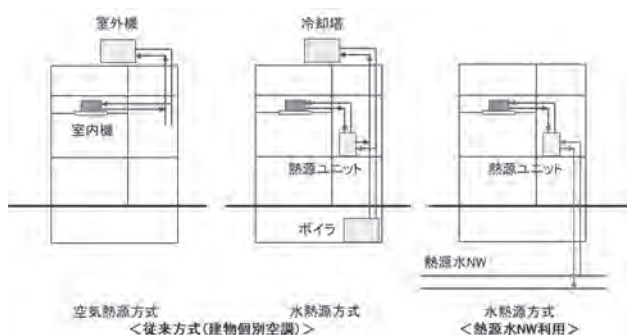


図5 従来方式および熱源水NWを利用した個別分散空調のシステムイメージ

7. 河川水の再エネ熱を利用した熱源水NWのモデルスタディ

前述の技術を組み合わせ、河川水の再エネ熱を利用した熱源水NWのモデルスタディを行った。実際の既成市街地は、様々な空調熱源方式、用途、規模の建物が混在するため、東京湾岸の河川に面した約1.1km²の地区をモデルに、空調熱源方式はDHC、中央熱源空調、個別分散空調を、建物用途は事務所、商業、ホテル、病院、複合用途を、建物規模は9,700～46,000m²が混在する7棟・1地区を対象とした。対象地区の配置概念図を図6に示す。その結果、モデルスタディを行ったすべての空調熱源方式、用途、規模において熱供給システム効率向上した。そして、モデル地区全体で約8.0%向上することを確認した（図7参照）。

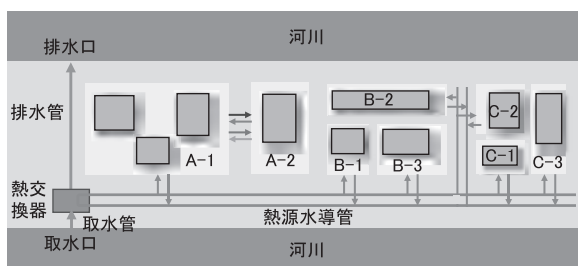


図6 熱源水ネットワークの熱源水導管等の配置概念図

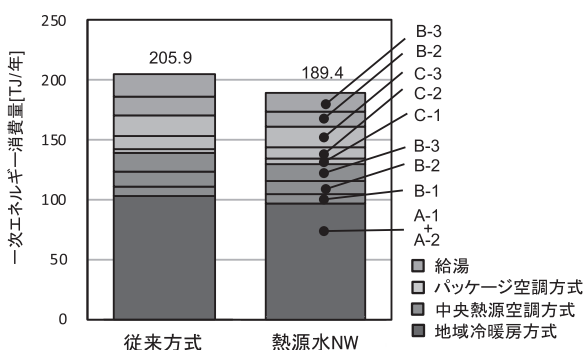


図7 モデルスタディ地区における省エネルギー効果

8. 再エネ熱を利用した熱源水NWの普及に向けて

最後に、再エネ熱を利用した熱源水NWの普及に向けた展望を述べる。

これまで地域冷暖房の整備は、特に東京都心部においては、エネルギー事業者やデベロッパー等の民間企業が主体となり進められてきた。現在、進行しているプロジェクトの多くはデベロッパーが一体開発をする街区への導入であり、1990年代の地域冷暖房の普及拡大期にみられたような多様な需要家が加入する地域冷暖房プロジェクトの新規計画はほとんど聞かれなくなった。地域冷暖房の幅広い普及が鈍化した理由のひとつに、既成市街地の需要家建物の新築、建替え、離脱等の需要の増減に対応した熱源設備の整備が難しい点があると考え、需要の増減に対応しやすい地域冷暖房システムとして熱源水NWを提案した。

そしてもう一つの理由に、エネルギー自由化があると考えられる。これまで地域冷暖房の推進役を果たしてきたエネルギー事業者は、自由化の進展により本業のエネルギー販売による利益率が低減し、地域導管への先行投資を要する地域冷暖房の事業リスクを負うことが困難になりつつあると考えられる。熱需要の減少や離脱等の需要家側の要因によって一度経営が悪化すると自力再建が難しく、先行投資が回収不能となることがあり、そうした経験を通じ、多様な需要家向けの事業を避けるようになってきている。また需要家にとっても熱供給事業の自由化により熱料金の変動や熱供給事業者の撤退リスクが無視できないものとなっている。

この課題を解決し、更に地方都市への普及を目指したときに有効となる手法のひとつに「上下分離」による地域導管整備がある。先行投資リスクの大きい地域導管の整備を公共セクターが行い、公共の地域導管を民間の事業者が利用して、導管の使用料を託送料として公共セクターへ支払う仕組みである。課金方法については電力・ガス自由化後の託送スキームが参考になると考えられる。これにより事業者の先行投資リスクが軽減され、需要家にとっても事業者の選択肢を広げることが可能となる。

そうした上下分離により整備された地域導管のポテンシャルを最大限に活かすことができるのが熱源

水NWであると考え。熱源水NWの整備により、自治体等の事業者が河川水や海水の再エネ熱や、清掃工場、下水等の未利用エネルギーを供給し、また民間事業者もデータセンターや工場等の未利用エネルギーを供給することができるようになる。そして個別の需要家や地域冷暖房事業者等が、熱源水NWにより供給された熱源水を利用して冷暖房等を行い、さらに太陽光発電の余剰電力を活用して製造した熱や、蓄熱槽の熱を共用するなど、地域に賦存する再エネ熱や未利用エネルギーを広く共用、活用することが可能になると考えられる。

こうしたシステムの実現に向け、微力ながら、今後も研究を続けたいと考えている。来たるカーボンニュートラルの時代に、低炭素都市インフラとして、再エネ熱を利用した熱源水NWによる地域冷暖房が全国に普及する一助になれば幸いである。

謝辞

本研究にあたり、ご指導いただきました芝浦工業大学 村上公哉教授、データ提供いただきました東京都市サービス株式会社、研究関係者各位に心より感謝申し上げます。

地域冷暖房の制御手法・運用状況に関する実態調査

摂南大学理工学部住環境デザイン学科 准教授 大橋 巧

1. はじめに

地域冷暖房（以下、DHC）地区において、今後更なるエネルギー利用の高効率化を実現するには、供給側と需要側の協調的運用や制御の高度化など、運用の最適化が不可欠と考えられるが、一般に熱供給を行うエネルギー供給者側（プラント側）と需要側は、それぞれ独立した制御が行われており、その実情も不明である。また、全国のDHC地区のエネルギー消費量や販売熱量などは、熱供給事業便覧¹⁾により、毎年統計的に収録されているが、制御手法の詳細や運用状況、省エネルギー化に向けた取り組み実態等は、一部の事例を除いて明らかではない。

そこで本研究では、全国のDHC事業者に対してアンケートを送付しこれらの実態を調査したので、その結果を報告する。

2. 調査概要

2-1 調査対象

本研究では、供給先として一般的な業務用途のうち、制御や運用の改善による省エネルギー化が期待できる冷水・温水を供給するシステムを調査対象として設定した。なお、熱供給事業便覧¹⁾によると、全国の熱供給事業での熱供給先は業務用が95%を占め、その内、取引熱量の約7割が冷水・温水となっている。

同じ事業者が複数のDHC地域を営業している場合は、営業地域ごとに調査を実施しており、全国の76事業者中72社、営業地域では全136地域^{注1)}のうち132地域が調査対象となっている。

2-2 アンケート概要

アンケートは2019年9月～10月に、事前に対象の事業者へ直接電話し、担当者のE-mailアドレ

スを確認後、Excelデータ形式のアンケートファイルを送付し、同年11月までに調査対象のうち28事業者（39%）、49営業地域（37%）から回答を得た。なお、東日本（電気周波数50Hz地区）の営業地域の回収率は22%、西日本（同60Hz地区）は69%と、西日本の回収率が高い。また供給開始年別では1980年以前の営業地域の回収率がやや高くなっている（図1）。



図1 アンケート回収率

3. 供給側の設備システムに関する調査結果

3-1 ポンプシステム（需要側のシステムは除く）

図2に供給開始年別の採用ポンプシステムを示す。冷水、温水とも一次ポンプシステムを採用する地域の縮小傾向が確認できる。

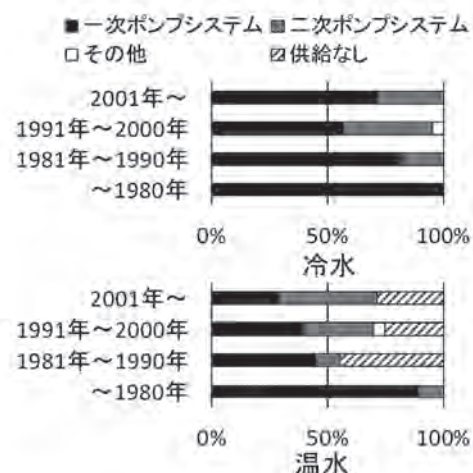


図2 供給側・採用ポンプシステム

3-2 熱源制御

図3に熱源の台数制御方法（各熱源のON/OFFの判断）の回答結果を示す。なおモジュールチラー等、機器内での台数制御機能は回答の対象外としている。1980年以前の営業地域で「全て自動運転」や「自動運転が主」との回答が多いのは、大規模な熱源・制御改修の実施が要因の一つとして推察される。また、図4には図3の設問で「全て自動運転」以外を選択した理由の結果を示す。台数制御機能がないとの回答が最も多いが、運用上の問題や省エネルギー性の観点から、手動でON/OFFを判断している営業地域も一定数存在することがわかる。

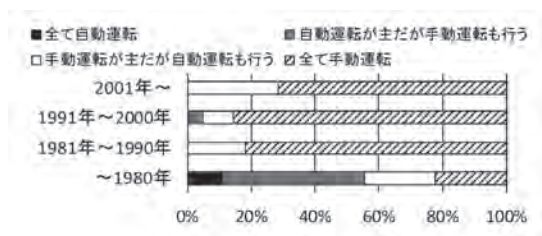


図3 熱源の台数制御手法



図4 図3で「全て自動運転」以外を選択した理由

3-3 冷却塔制御

図5に、冷却塔出口冷却水温度制御（バイパスによる二方弁制御等を除く、冷却塔自体での制御）有無の回答結果、図6には図5で「制御あり」を選択した場合の制御手法を示す。熱源制御の設問と同様、1980年以前の営業地域ではやや先進的な制御手法の導入が確認できる。

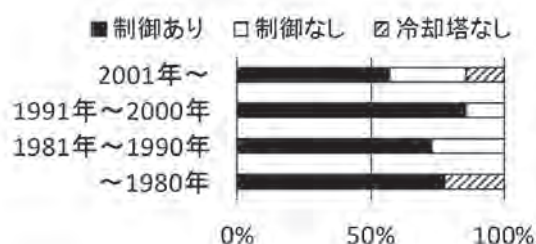


図5 冷却水温度制御の有無

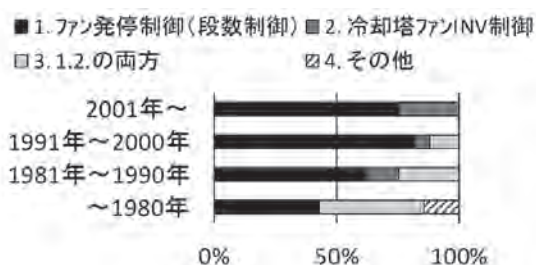


図6 図5で「制御あり」の場合の制御手法

3-4 ポンプ制御

図7に一次ポンプ（熱源ポンプ）のインバーター制御有無を、図8には二次ポンプシステムにおける二次ポンプの送水制御手法の回答結果を示す。一次/二次ポンプシステムとも6～7割の営業地域でインバーターが導入されているが、別途分析した結果、一次ポンプへのインバーター導入の有無が総合効率に与える影響は顕著ではなく、一方で二次ポンプでインバーター制御を導入している営業地域は総合効率が高い傾向を確認している。

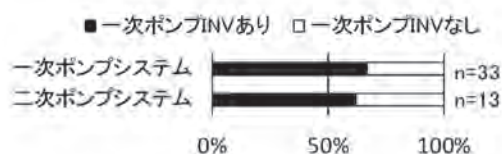


図7 一次ポンプのインバーター制御有無

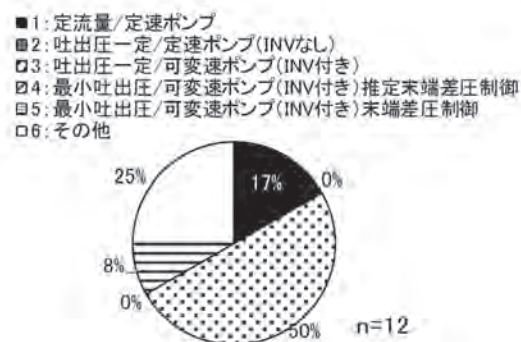


図8 二次ポンプの送水制御手法

図9に設備オペレーションの実施主体、図10には実施主体と総合効率（熱供給事業便覧¹⁾に記載のデータから算出したプラント販売熱量/プラント一次エネルギー消費量）の関係を示す。

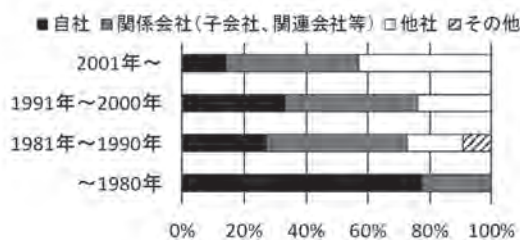


図9 設備オペレーション主体

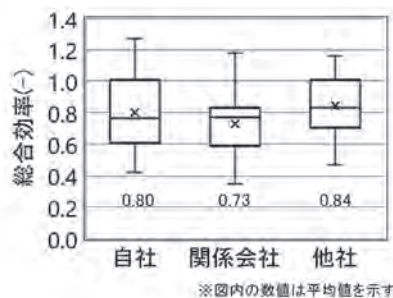


図10 設備オペレーション主体とCOPの関係

徐々にアウトソーシング化の進行がみられ、オペレーション主体が自社、他社の場合、総合効率がやや高い傾向が確認できる。

4. 需要側の設備システムに関する調査結果

4-1 熱交換器設置の有無

図11には、需要側（受入れ側）の熱交換器の設置の回答結果を示す。図内で「あり」とは供給側と冷水や温水の縁が切れる間接供給、「なし」は供給側からの直接供給となるが、温水については直接供給の営業地域がやや増加傾向にある。

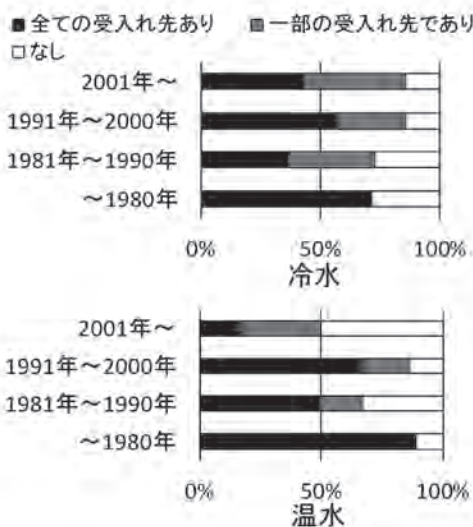


図11 熱交換器の有無

4-2 ブリードイン制御の有無

図12には、返り温度を保証する目的等で導入されるブリードイン制御の有無の回答結果を示す。特に温水で減少傾向にあることが確認できる。なお、ブリードイン制御は、一般に供給側の効率向上のため導入される制御であるため、その制御の有無と総合効率の関係も分析したが、今回の調査ではその優位性は確認できなかった。

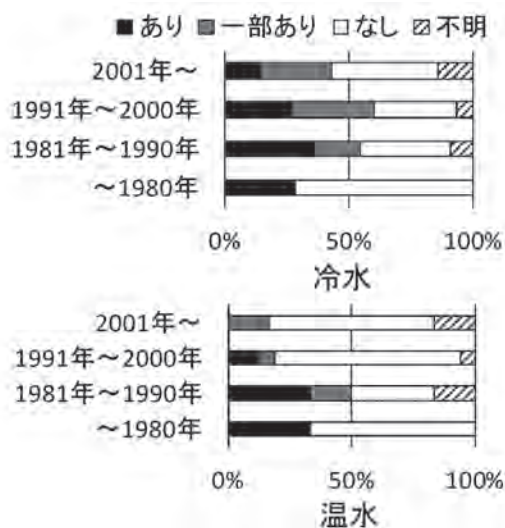


図12 ブリードイン制御の有無

5. 省エネルギー化の推進に関する調査結果

5-1 データの収集と分析

図13には、各熱源のCOP、冷水・温水ポンプのWTF（＝搬送熱量/ポンプの電力消費量）、総合効率、プラント効率（＝プラント製造熱量/プラント一次エネルギー消費量）の各項目の演算に必要な温度、流量、エネルギー消費量等のデータの収集有無についてのアンケート結果を、収集間隔別に示す。いずれの項目でもデータの収集間隔が短くなるにつれ、データを保有する営業地域が減少していくことがわかる。また図14には、各項目の時刻別データの収集有無（「一部あり」の営業地域は対象外）と総合効率との関係を示す。各熱源のCOPデータを収集していない地域は特に総合効率が低く、冷水・温水ポンプのWTFデータを収集している営業地域は総合効率がやや高い傾向がある。

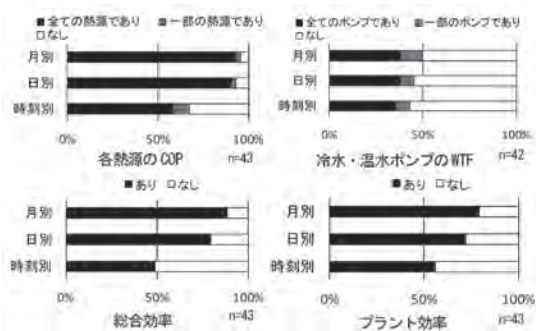


図13 エネルギー消費関連データの収集有無

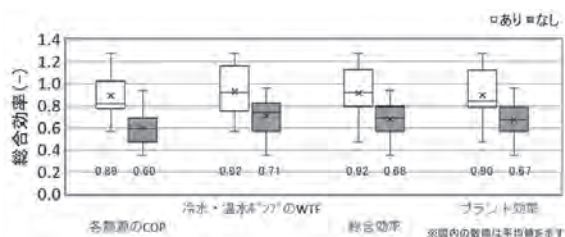


図14 時刻別データ収集有無とCOPの関係

図15には収集データを用いた不具合検知や省エネルギー対策の実施の有無の結果を示す。供用開始年の違いによる顕著な差は確認できないが、1980年以前の営業地域では実施していない地域がやや多い。

また、図16には収集データを用いた不具合検知や省エネルギー対策の実施の有無と総合効率との関係を示す。日常的に対策を実施している営業地域は総合効率が高いことがわかる。

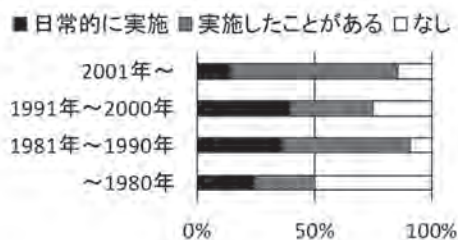


図15 不具合検知や省エネルギー対策の実施有無

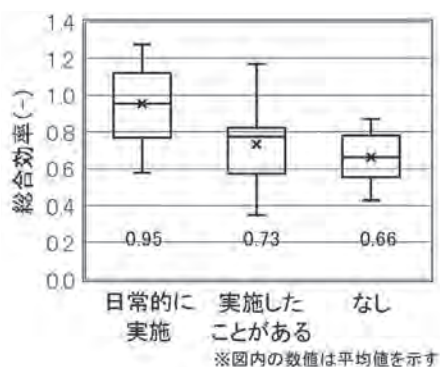


図16 不具合検知や省エネルギー対策の実施有無とCOPの関係

5-2 最適運転制御

図17に当日の負荷予測データに基づく熱源制御（熱源増減段階抑制制御、熱源起動時間制御、ピークカット運転制御など）の有無の回答結果、図18には制御の有無と総合効率の関係を示す。制御あり（自動もしくは手動）は全体の33%の営業地域に留まるが、制御がある地域は、制御がない地域に比べ総合効率が高い傾向が確認できる。

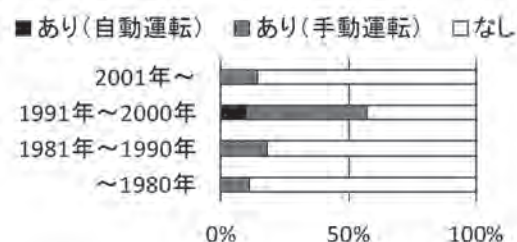


図17 最適運転制御の有無

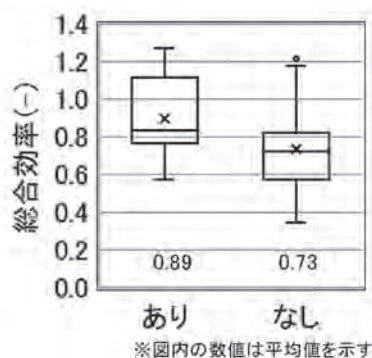


図18 最適運転制御の有無とCOPの関係

5-3 需要家側との連携制御

図19に需要家側から何らかのリアルタイム情報を得て行う供給側設備の省エネルギー制御（例えば、全需要家の制御弁の開度情報を把握することで、最小限の流量・圧力でプラント側から送水を行うなど）の有無の回答結果を示す。これらの制御も一部の営業地域に留まる現状が確認できる。なお、制御の有無と総合効率の関係も分析したが、今回の調査結果からは顕著な差は確認できなかった。

また、本調査では、プラント側の指令信号により需要側の熱量自体をコントロールする連携制御（需要側空調機のピークシフト制御や、室温の設定変更制御など）の有無も確認しているが、今回の調査では全ての営業地域でなしという結果となった。

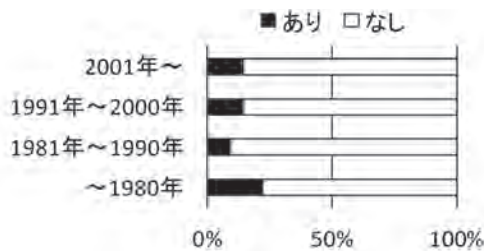


図19 需要家側との連携制御の有無

5-4 省エネルギー化を目的とした会議体

供給側設備の省エネルギー化を目的とした会議体有無とその開催頻度の回答結果を図20に示す。83%の営業地域で会議体が存在しており、年間7回以上が過半を占める結果となった。

一方で、図21に示すとおり、需要家側関係者の参加する省エネルギー化を目的とした会議体があるのは19%の営業地域に過ぎず、その頻度も年間1～2回が大多数であった。なお、これらの地域では総合効率が低い傾向が確認できる（図22）。

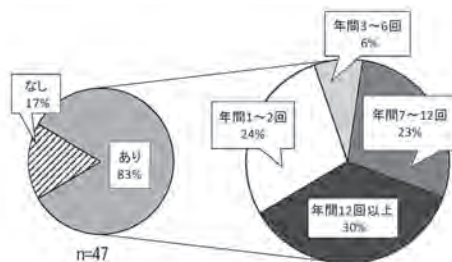


図20 供給側設備の省エネルギー化を目的とした会議体有無（左）とその開催頻度（右）

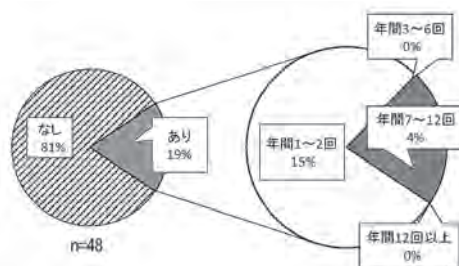


図21 需要家側関係者も参加する省エネルギー化を目的とした会議体の有無（左）とその開催頻度（右）

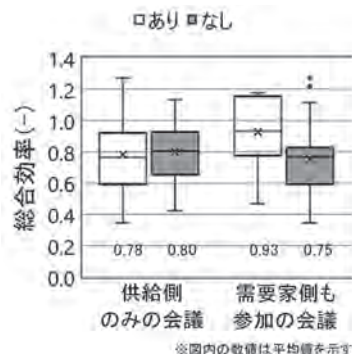


図22 省エネルギー化目的の会議体の有無とCOPの関係

6. 熱料金に関する調査結果

今回の調査では、熱料金に関する調査も行っている。指定旧供給地域以外を対象とし、現行の料金体系と、料金規制撤廃後の料金体系の変化についての回答結果を図23、24にそれぞれ示す。

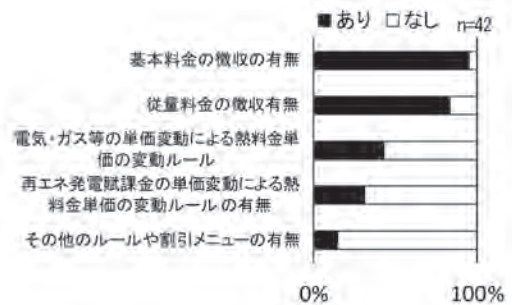


図23 現行の料金体系

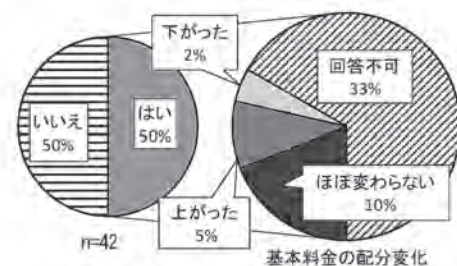


図24 料金規制撤廃後の料金体系の変化

料金体系を変更したのはほぼ半数であるが、その内回答が得られた中では、基本料金の配分はほぼ変わらないか、上げた地域がやや多い結果となった。

7. まとめ

全国のDHC事業者に対して、設備システムや制御の実態、省エネルギー化の取り組み状況などを、アンケート方式で調査した。東日本と西日本のアンケート回収率に大きな差があることに留意が必要であるが、得られた主な結果を以下に示す。

- 1) 冷水、温水とも徐々に一次ポンプシステムの縮小がみられる。
- 2) 運用上の問題や省エネルギー性の観点から、手動で熱源のON/OFFを判断する営業地域も一定数存在する。
- 3) 供給側設備において、一次ポンプへのインバー

ター導入の有無が総合効率に与える影響は顕著ではないが、二次ポンプにインバーター制御を導入する地域は総合効率が高い傾向がある。

4) 設備オペレーションを関連会社が実施するより、自社もしくは他社で行う方が、総合効率はやや高い傾向がある。

5) 各熱源のCOPを時刻別で把握できない営業地域は総合効率が低く、すべての冷水・温水ポンプのWTFを時刻別で把握する地域は総合効率がやや高い。

6) 最適運転制御の導入や日常的な不具合検知、また省エネルギー対策会議を積極的に実施している地域は、総合効率が高い傾向がある。

謝辞

本研究は、JSPS科研費 JP19K15155の助成を受けたものです。本調査にご協力頂いた事業者各位へ感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 資源エネルギー庁電力・ガス事業部政策課熱供給産業室：熱供給事業便覧 平成30年度版，一般財団法人日本熱供給事業協会，2019.3

注

注1) 文献1) では134営業地域だが、文献1) で2営業地域をもつ某事業者より、4エリアでの回答を得たため136営業地域とした。

SDGs未来都市 ～世界に冠たる「NAGOYA」～の実現

名古屋市 総務局企画部 企画課

1 名古屋市の地域特性

本市は、伊勢湾の湾奥部に面し、木曽三川により形成された広大な濃尾平野の東に位置しています。

また、日本のほぼ中央に位置し、東京からは約260km、大阪から約140kmの距離にあり、鉄道や幹線道路の結節点として東西交通の要衝となっています。そして、国内有数の国際貿易港である名古屋港を抱え、伊勢湾には名古屋港のほか四日市港などの大規模な貿易港があり、伊勢湾沿岸部にはコンビナート、工場、倉庫などが集積しており、経済や海上物流の一大交易圏となっています。さらに、空の玄関である中部国際空港は市の南約40kmの位置にあります。

このように、人の移動、物流、産業立地など地理的に恵まれた条件を数多く備えています。

2 名古屋市の人口

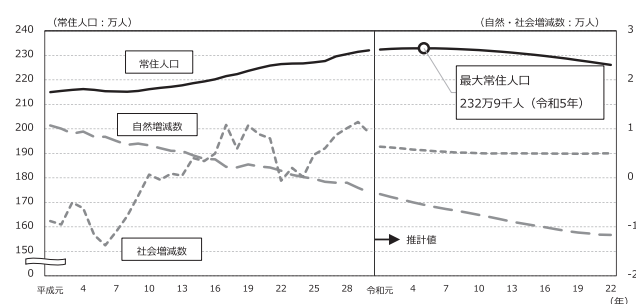
本市においては、2013年以降、死亡数が出生数を上回る自然減が続いているものの、自然減を上回る他地域からの社会増により、常住人口は増加傾向にあります。

今後の見通しについては、高齢化が一段と進行し、死亡数の増加も予想されます。また、親となる世代の人口は減少傾向にあり、出生数の減少が予測されます。このため、自然減は今後拡大していくことが予測されます。

一方で、本市の社会増減については、経済状況などにも左右されますが、他地域からの転入超過がしばらくは続くものと想定しています。

このような状況のもとで、今後の本市の常住人口は、短期的には自然減を上回る社会増により増加が

続くものの、将来的には自然減が社会増を上回り、2023年ごろから減少に転じると推計しています。



出典：実績値 統計なごや web 版 愛知県人口動向調査結果（名古屋市分）より作成
推計値 名古屋市推計（平成30年10月1日時点）

図1 本市における常住人口の推移と推計

3 名古屋市の強み

本市は、日本有数の大都市として、高度な都市基盤と機能を有するとともに、住環境においては、広い道路や公園が確保され、ゆとりある生活空間を備えており、大都市でありながら通勤時間が比較的短いなど、時間的にもゆとりのある都市です。さらに、安心・安全でおいしい水道水や充実した医療サービス、公共交通機関など、生活における利便さ、快適さにおいても市民の満足度は高く、住みやすいまちとなっています。

また、大都市ならではの商業・サービス業の厚い集積があり、強い経済力に裏づけられた安定的な雇用があります。

このほか、1999年2月の「ごみ非常事態宣言」を契機に、市民との協働によってごみ処理量の大幅な減少を達成したように、市民と行政が一丸となって課題に対応していく力を持っています。

4 SDGs未来都市への選定

このような本市の強みは、SDGsの実現に大いに活かされるものです。その上で、2026年の第20回アジア競技大会の開催と、2027年のリニア中央新幹線（品川－名古屋間）の開業を大きな飛躍のチャンスととらえ、イノベーションの創出や交流拠点としての都市機能の強化に向けたプロジェクトを推進するとともに、それらが環境と調和した持続可能なまちづくりを進めていく旨の提案を行いました。

その結果、2019年7月には内閣府より、SDGs達成に向けた優れた取り組みを提案する都市として「SDGs未来都市」に選定されました。

5 2030年のあるべき姿

2019年10月には名古屋市総合計画2023を公表しました。その中では、SDGsの達成に向けてその理念を踏まえ、経済・社会・環境が調和した持続可能なまちづくりを積極的に進めていくこととしており、2030年頃を見据えたまちづくりの方針に、本市が実現をめざす将来のまちの姿を、5つの都市像として描きました。

この5つの都市像に基づき、長期的な展望に立ったまちづくりを強力に推進することで、誰一人取り残さない持続可能なまちを実現してまいります。

- 都市像1** 人権が尊重され、誰もがいきいきと暮らし、活躍できるまち
- 都市像2** 安心して子育てができ、子どもや若者が豊かに育つまち
- 都市像3** 人が支え合い、災害に強く安心・安全に暮らせるまち
- 都市像4** 快適な都市環境と自然が調和したまち
- 都市像5** 魅力と活力にあふれ、世界から人や企業をひきつける、開かれたまち

6 主要な取組

(1) 経済面の取組

① イノベーション拠点の設置・運営

名古屋大都市圏の中核都市である本市において、ものづくりをはじめとした産業の力のさらなる発展

をめざし、企業の新たな価値の創出を促進するため、交流・共創を促すイノベーション拠点「ナゴヤイノベーターズガレージ」を2019年7月に設置し運営しています。

イノベーション拠点においては、経済団体等と連携しながら、民間のノウハウを活用した先進的かつ独創的なプログラムを提供し、名古屋発のイノベーションを生み続けていきます。



図2 ナゴヤイノベーターズガレージ

② スタートアップ・エコシステム「グローバル拠点都市」

本市では、愛知県や浜松市、経済団体、大学等と連携し、内閣府が募集した「スタートアップ・エコシステム拠点都市」に対し、2020年6月に拠点形成計画を提出し、同年7月に「スタートアップ・エコシステム「グローバル拠点都市」」として認定されました。

自動車産業の構造変化やデジタル革命の急速な進展を始めとした変革期を迎える中、世界的な製造業の集積地である中部圏は、既存企業の飛躍的な生産性向上と共に、新たなイノベーションエコシステム構築を進め、「日本経済を牽引する成長」、スタートアップと新産業の創出が続く新しい社会「Next Society」を実現することをめざしていきます。

(2) 社会面の取組

① 新たな路面公共交通システム（SRT）の導入

さらなる交流拡大により、国内外から選ばれる名古屋をめざすため、都心部の回遊性や魅力の向上を図る取組として、道路空間のにぎわいづくりと一体

的に、新たな路面公共交通システム（SRT）の導入を推進します。

SRTの導入推進にあたっては、燃料電池などの走行時にCO₂を排出しない環境技術の採用や、誰もが利用しやすいバリアフリーな乗降環境の確保などをめざしています。

2020年10月には、通常のバスよりも大きい“連節バス”及び最先端の“燃料電池バス”の試験走行を行いました。



図3 新たな路面公共交通システム（SRT）イメージ

② リニア中央新幹線開業に向けた都心部のまちづくり

リニア中央新幹線の開業に向け、名古屋駅のスーパーターミナル化を推進し、高い機能性を有した新時代の交流拠点を創出するとともに、栄地区では、世界に誇れるシンボル空間を形成するなど、国際的・広域的な都市機能の強化や象徴的な都市空間の形成をはかっています。

また、名駅・栄地区などの都心部においては、民間再開発等の機会を捉え、イノベーションの創出につながるビジネス交流機能や業務機能の集積を促進し、国際競争力を強化するとともに、国内外からの来訪者をもてなす商業・娯楽・芸術文化施設等の集積の促進や情緒ある街並みの保全により、都心部ならではの多様な魅力を向上させています。

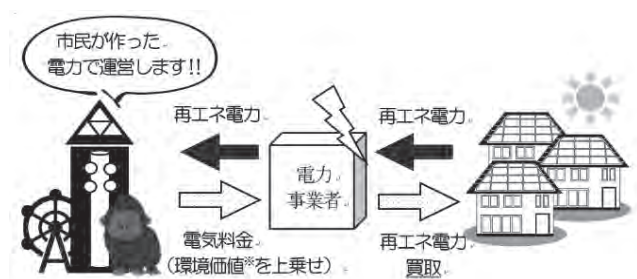
（3）環境面の取組

① 再生可能エネルギー 100%電力の導入

再生可能エネルギー 100%電力を市施設で率先

して使用することで、再生可能エネルギーの導入を促し、クリーンなエネルギーへの転換につなげていきます。

なお、東山動植物園北園エリアでは、市内家庭の余剰電力を使用することで、地域で生産された電力をその地域内で使用する「電力の地産地消」を実現します。



※発電時にCO₂を排出しないクリーンなエネルギーとしての価値

図4 「電力の地産地消」のイメージ図

② 水素エネルギーの利活用の推進

水素は、発電・輸送・産業など幅広い分野で活用が期待されるカーボンニュートラルのキーテクノロジーであり、2050年カーボンニュートラルの達成に不可欠なものとされています。

本市では、家庭用燃料電池システム（エネファーム）や燃料電池自動車（FCV）の普及を促進するなど、水素エネルギーの利活用を推進しています。

2021年度には、市域産業分野における水素利用ポテンシャルを分野ごとに調査・整理し、CO₂削減量を予測するとともに、燃料電池バスの導入に向けた検討を行います。

（4）三側面をつなぐ統合的取組 ～なごや環境大学SDGs未来創造クラブの推進～

本市では、愛・地球博が開催された2005年に市民・市民団体、企業、教育機関、行政が協働で作る環境活動のネットワークである「なごや環境大学」を開学しました。

この「なごや環境大学」に、SDGs未来創造クラブを設置し、まちづくりと人づくりの2つのプロジェクトを進めているところであり、市民や事業者によるSDGs達成に向けた活動や行動の創出に取

り組んでいます。

① まちづくりプロジェクト

中区の錦二丁目をモデルエリアに、地域の課題解決とSDGs達成につながる事業の実証・展開をめざし、地域・事業者と連携し、検討を行っています。

2020年11月には、SDGsを体感できるマルシェを、まちなかの道路空間を活用して開催し、複数の事業者等の協働によりSDGs達成につながるアイデアを実践するブース出展等を行いました。



図5 マルシェ当日の様子

② 人づくりプロジェクト

企業や団体等と連携し、小学生がSDGsについて学べるプログラムを制作・展開することで、子どもたちのSDGs達成への意識を育むとともに家族や友人への波及を通して、SDGs達成を支える人づくりを推進しています。

プログラムの中には、SDGsについて楽しく学べるウェブサイトや、施設などと連携し各施設での取り組みを学べるSDGsフィールドなどがあります。



図6 ウェブサイト「なごやSDGs街 (マーチ)」トップページ

(5) SDGs IDEA FORUMの実施

本市は、日本有数の大学の集積地であり、市内の

大学からノーベル賞受賞者を多く輩出するなど、高等教育機関が充実しています。

また、大学生のSDGsに対する関心度は非常に高く、持続可能なまちづくりを進めていくにあたっては、欠かせない存在であると言えます。

そこで、名古屋市の地域課題を大学生のアイデアで解決に導くオープンイノベーションプロジェクトを2020年7月31日から2021年2月28日にわたって実施しました。

大学生からは合計82のアイデアが提出され、一部のアイデアについては今後実現に向けて取組が進められる予定です。



図7 発表者及び審査員による記念撮影

7 おわりに

SDGsは、全ての関係者の役割を重視し、「誰一人取り残さない」社会の実現をめざすものであり、地域の持続的な発展にとっても大変重要な目標です。

本市では、これまで以上に多様なステークホルダーとの連携を強化し、誰一人取り残さない、経済・社会・環境が調和した持続可能で強靱な都市を構築していきます。

環境性と防災性を両立する田町スマエネプロジェクトと今後のスマエネ展望について

東京ガスエンジニアリングソリューションズ株式会社 地域エネルギー事業部 小林 健一郎

1. はじめに

(1) スマートエネルギーネットワーク

昨今の気候変動に対する世界的な危機感の中で、持続可能な社会の実現に向けてエネルギーの低・脱炭素ニーズは飛躍的に高まっており、エネルギーの有効利用や再生可能エネルギーの利用等による低炭素化が求められている、また、大規模災害発生リスクも高まっており、有事の際のエネルギーの安定供給等に関する高いレジリエンス性能が求められている。このような社会的要請に応えるため、東京ガスグループでは、自立分散型エネルギーシステムを中心とした地域レベルのエネルギーネットワークを形成するスマートエネルギーネットワーク（以下、スマエネ）の実現に向けて取り組みを続けてきた。

スマエネとは、熱と電気を地産地消するガスコージェネレーションシステム（以下、CGS）を核として、再生可能エネルギーや未利用エネルギーを最大活用しながら、電気と熱そしてICT技術を利用したエネルギーマネージメントのネットワーク化によって、地域単位で最適なエネルギー利用を行うシステムであり、CGSの防災機能によりレジリエンス性能を有している。

(2) 田町駅東口北地区

田町駅東口北地区は、かつて港区の公共公益施設と東京ガスの研究所があった土地を2007年に港区が策定した「田町駅東口北地区街づくりビジョン」に基づいた官民連携により、地域の玄関口にふさわしい、にぎわいにあふれ、低炭素で防災に強い駅直結の複合拠点として再開発したものである。

2014年11月に先行開業した、公共公益施設、病院、保育園等を新設した「くらしの拠点ゾーン」

I 街区と、オフィス、商業施設、ホテルなどからなる複合ビジネス拠点msb Tamachiを核とする「新たな都市の拠点ゾーン」II 街区により構成されており、駅直結の歩行者デッキが I 街区と II 街区をつなぎ、まち全体に回遊性と活気をもたらしている。

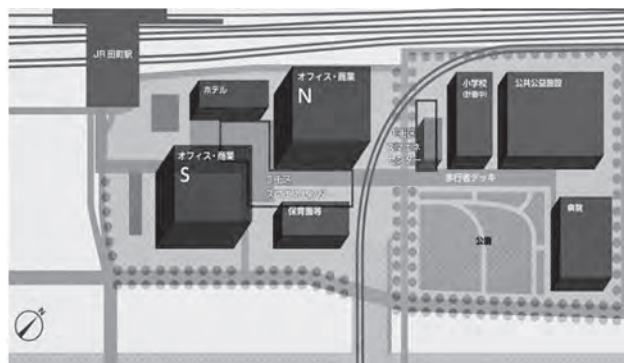


図1 田町駅東口北地区の概要

I 街区は公共地区として港区の公共公益施設、病院や公園など、地域の潤いや憩いの核となる機能で構成。周辺住民たちの暮らしを支え、地域コミュニティ活動の活性化の拠点を形成している。

II 街区のmsb Tamachiは、JR田町駅東口隣接エリアにおけるオフィス・ホテル・商業複合施設で、田町ステーションタワー Sおよびホテル、田町ステーションタワー N（以下、タワー N）からなる。msb Tamachi（ムスブ田町）という名称には、「ONとOFF、伝統と革新、三田と芝浦など、人・モノ・コトを有機的に“結ぶ”役割を果たし、街の発信力を高めていきたい」という想いが込められている。



図2 田町駅側よりⅡ街区msb Tamachiをそして左奥にⅠ街区の公共公益施設を望む

(3) 田町スマートエネルギーセンター

田町スマートエネルギーセンターは、地域冷暖房システムを発展させたスマエネを導入し、各街区に配置したスマエネ間を連携した日本初のエネルギーセンターである。各街区の冷暖房や給湯の熱の100%および電気の約40%を供給している。

Ⅰ街区の第1プラントは2014年度の街区の開業から運転を継続している。Ⅱ街区の第2プラントは、2018年から運転を開始し、昨年のタワーNの開業により最終規模となり、プラント間の連携運転も始まった。

2. 設計にあたり考慮したポイント

(1) 省エネ・低炭素

第1プラントにある未利用エネルギーや両プラントにある太陽熱集熱器の有効活用、CGSの効率運転を行うこと、お客様の先進的な省エネ対策等により、第Ⅰ街区とあわせてエリア全体でCO₂について2005年比30%減を目指すこととした。

(2) 通常時の安定供給性と防災性

第1プラントと第2プラントの連携運転により、トラブル時のバックアップが可能な体制とした。

Ⅰ街区の停電時、区民避難場所として約4,500人の受け入れが可能なみなとパーク芝浦にはCGS電力を、病院には冷温熱を供給する。

Ⅱ街区は広場空間やオフィス共用部等を活用し、約2,000人の受け入れが可能な一時滞在設備を整備し、停電時の電源・空調の利用を一定期間可能にしている。

災害時に建物が必要とする100%の電力・熱負荷に対して、地区全体で稼働できる機器や利用できるエネルギー源を判断、あらかじめ協議して決めた必要負荷の優先順位に基づき、選択的・継続的に熱や電気を供給することが可能であることとしている。

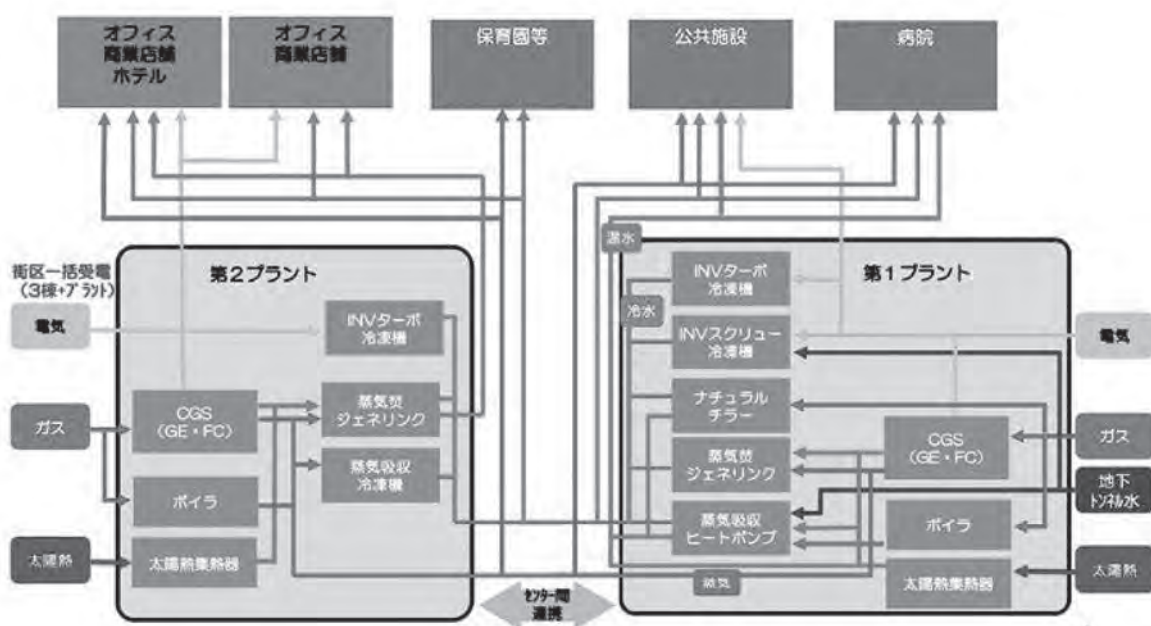


図3 システムフロー図

3. プラント概要

(1) 再生可能エネルギーの活用

田町のスマエネは熱を多く利用するシステムであるため、再生可能エネルギーとして太陽熱を利用することとした。都市部においては設置スペースが限られるため、JR田町駅からⅡ街区を通りⅠ街区まで接続され、前面に計画公園等が立地し日射を遮らないペDESTロリアンデッキ屋根に真空管式太陽熱パネルを配置した。真空管式のため、88℃の高温水を製造できるので、夏季は蒸気と温水から冷水を製造する蒸気炊きジェネリンクの熱源として利用し、冬季は暖房用の温熱として利用し、熱源機の燃料削減に寄与している。

第1プラントには未利用エネルギーとして、年間を通し約20℃強、水量が約3,000m³／日で安定している地下トンネル水を活用した。夏季はスクリー冷凍機の冷却水に、冬季は蒸気吸収ヒートポンプの熱源水に利用し各熱源機の効率向上に寄与している。

なお、ユーザー建物でも太陽光、太陽熱や風力を採用し、エネルギーの節約に寄与している。

(2) 高効率CGS等

平常時はCGSから発生する蒸気や温水を太陽熱と組み合わせ、熱源機の燃料削減による省エネを図っている。特に、第2プラントでは、通常廃熱利用しないインタークーラー廃熱と熱交換する冷却水をタワーNの空調機の予熱に利用し、極限まで廃熱回収するシステムを搭載している。

一方、停電時は、需要家に設置した非常用発電機とCGSを組み合わせ、これまで発電容量が小さいため難しかった空調や全館照明などを利用可能とし、停電時でもビル側の事業活動の継続を実現した。

このように、CGSは、平常時に環境性、非常時に防災性を高める役割を担っている。

両プラントには燃料電池を導入し、あわせてエネルギー供給を行っている。特に、第2プラントに導入した固体酸化物形燃料電池（SOFC）はAC発電効率65%（交流送電端ベース）と非常に高効率である。

表1 主要機器一覧表

	第2プラント	第1プラント
冷熱源機器		
INVターボ冷凍機	1,050RT×2	500RT×1
INVスクリーチラー	—	148RT×1
蒸気炊きジェネリンク	1,400RT×2	500RT×1
蒸気吸収ヒートポンプ	—	245RT×1
蒸気炊きナチュラルチラー	1,050RT×2	—
ナチュラルチラー	—	500RT×2
冷熱合計	7,000RT	2,393RT
温熱源機		
小型貫流蒸気ボイラ	3.0t/h×8	3.0t/h×3
太陽熱集熱器	60 m ²	288 m ²
CGS設備		
ガスエンジンCGS	1,000kW×5	370kW×2
燃料電池CGS	5kW×1	105kW×1

4. 需給連携システム概要

スマエネでは、ネットワーク化された監視制御機器、熱源機、通信機器等のハードを最大限生かし、需給を最適に制御し、継続的にエリア全体のエネルギーを低減していくために、エネルギーとシステムをつなぐ役割を担うものが必要である。

各建物のエネルギーや空調機、プラントの熱源機の情報を収集し、地域全体のエネルギーの制御・管理を司る司令塔としてSENEMS（（Smart Energy Network Energy Management System）を開発した。

プラント側の最適運転計画や自動運転、ビル側の空調機の最適温度制御によるエネルギー需要の削減などを実施し、エネルギープラントだけでなく街区全体の省エネ・低炭素化を図っている。

(1) 最適運転計画・制御

Ⅰ街区とⅡ街区にそれぞれある2つのプラントは冷水および蒸気が連携されているため、Ⅰ街区とⅡ街区の電気や熱の需要を季節・曜日・天候・前日データ・再生可能エネルギー等の出力データ等から予測し、2つのプラントにある機器の熱源機やCGSの最適な組み合わせを算定し、機器の運転スケジュールを決定し、自動運転を行う。具体的には太陽熱やCGS廃熱を最も有効に活用できる熱源機

の負荷率や冷水および冷却水温度の最適化などを考慮し、2つのプラント合算のCOPを最大、ランニングコストを最小といった目的に資する演算を実施している。

また当日も気温・湿度・実際の熱使用量の変化を考慮し、熱負荷予測を補正する。この補正した熱負荷が前日の予測負荷と大きく異なる場合には、再計算し、運転計画を見直す。

これにより、たとえば、プラント間を双方向融通している冷水については、中間期や冬季などは、日中は規模が大きく効率が高い第2プラントの熱源機のみで運転し、需要の低い夜間は最高効率点近傍で運転できる第1プラントの熱源機のみで運転するなどのフレキシブルな運用により、プラント連携ならではの効率運用が可能となっている。

(2) 大温度差制御

一般的な地域冷暖房における冷水送水温度差は7℃程度であるが、本プラントでは需要側含め10℃とした。

(3) 変温度送水

通常時の冷水送水温度は7℃であるが、負荷の少ない中間季や冬季等は、冷凍機側の省エネ運転を目的として、最大2℃上げる運用を行っている。

(4) 実末端制御

建物側受入設備は間接熱交換方式となっており、プラントからの搬送動力について、極限まで低減する制御を行っている。調整弁（図4のTCV）の開度を極力開方向に設定するとともに、2つのプラントから全需要家の受入設備熱交換器までの差圧を最適化し、最低限の流量・揚程に見合った冷温水ポンプのインバーター制御を行っている。

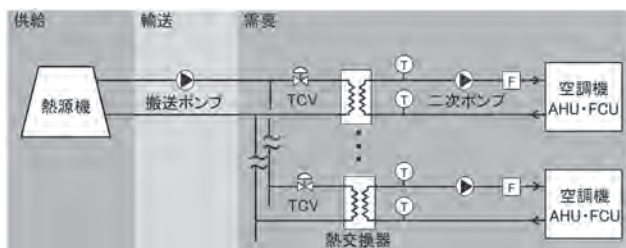


図4 冷水搬送システムフロー図

(2)～(4)の取り組みのため、あらかじめ計画段階から建物側と協議し、対応できるシステム構成とすることとした。これらの取り組みにより、インバーター採用の定差圧運用と比較し、搬送動力を約3割削減した。

5. スマートBCP

田町駅東口北地区では、BCP（事業継続計画）を立案し、停電・断水・豪雨・水害など様々なケースでエネルギーセキュリティをどう確保するかを決定している。災害に強い中圧導管によりガス供給を受けるCGSを有効に活用し対応することとしている。

(1) 停電時

I 街区は、非常用発電機の発電時間の見える化機能や電力系統から切り離されてCGSを運転する場合に重要な設備の投入可否ガイダンス機能などがあり、これを利用する運用ルールを決定し、実訓練で活用している。

II 街区はmsb Tamachi田町全体で一括受電しているメリットを生かし、需要家の非常用自家発電設備とCGSを連系し、停電時に需要家ビルの照明・コンセント・空調を稼働させ、入居者が業務を継続できる機能を有している。また、I 街区の発電設備が停止した場合、II 街区から電気供給する機能も有する。

(2) 断水時

断水すると熱源機やCGSの冷却水が不足し、設備停止に至る。これを回避するため、両街区とも機器定格能力の3日分の容量の水を地下BCP水槽に備蓄し、断水時もエネルギー供給を可能としている。

6. オペレーション

第2プラントの運転開始以降、2つのプラントのオペレーションは第2プラントで集約して行われており、第1プラントは無人管理となっている。

熱源機の起動・停止は自動としており、オペレーターは常時監視をすることなく、デスクワークも進

めながら効率的に勤務を進めることができる。

7. スマエネ部会

極めて高い環境性と防災性を実現し継続するためには、計画段階から実運用に至るまで、関係者での設計思想の共有・設計への反映と建設・運用についてのすり合わせやガイドラインづくりが欠かせない。その協議の場として関係者によるスマエネ部会を運営している。

計画段階では、事業者間でⅠ街区とⅡ街区を合わせた全体での低炭素化目標等を決定し、その実現に必要なネットワークを構築した。設計段階では、ネットワーク構築に必要な設備や機能を記載したガイドライン等を利用して設計者と協議し、設計図に反映した。施工段階では、合意した内容が製作される設備に反映されるよう、施工者と協議し、建物側と熱供給側が連携した総合試運転を実施した。

運用を開始した現在は、関係者で、低炭素化に向けた目標達成進捗を確認しながら改善すべき点に応じ対策案を策定し、実行する活動を行っている。

8. 現状と今後の予定

以上の取り組みにより、田町のスマエネは今のと

ころ設計通りのパフォーマンスで安定した稼働が続けている。目下、タワーNの需要増加や、コロナの影響によりエネルギー需要が変化しており、アフターコロナの需要をみながら最適運転を完成させていく途上にある。今夏に初めて最終需要での運用を迎える予定であり、調整・評価を継続していく。また、再生可能エネルギー起因の電力を利用した、ゼロ・エミッションへの取り組みもあわせて取り組んでいく。

9. 今後の展望（アドバンスト スマエネの取り組み）

今回は、CGSや再生可能エネルギー等を導入し、街全体で電気や熱を面的融通することで効率的かつ賢くエネルギーを利用するスマエネによる省エネ・省CO₂・BCP・供給安定性を実現した事例を紹介した。今後、東京ガスグループはこのスマエネを3つの観点から進化させたアドバンスト スマエネの実現を推進していくことにより、脱炭素社会・国土強靱化・生産性向上・地域活性化など新たな社会課題への解決に尽力するとともに、街の持続的発展を考えながら今までにない魅力ある街づくりに貢献していく。

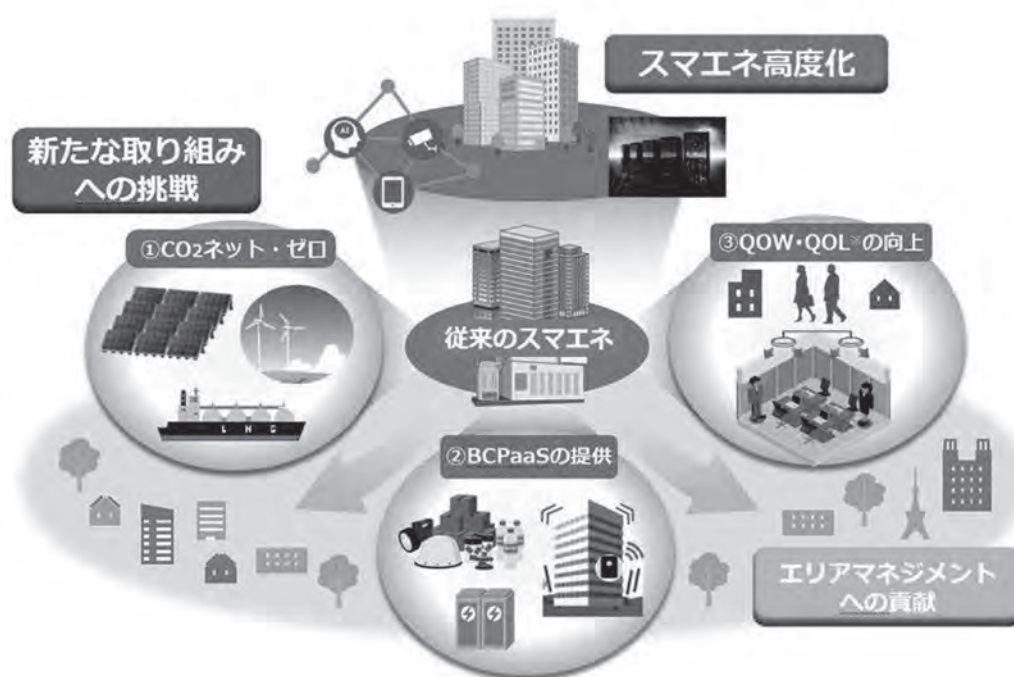


図5 アドバンスト スマエネのイメージ

（１）新たな取り組み への挑戦

従来のエネルギー供給事業と連携および拡張した新サービスを提供することにより、今後の街づくりにおける３つの社会課題（① CO₂ネット・ゼロ、②さらなる防災性強化、③職住環境の質の向上）を解決して街の価値向上に貢献していく。以下に３つの課題に対する新たな取り組みを簡単に紹介する。

①CO₂ネット・ゼロ

CO₂削減のための以下の３つの手段の中から、エネルギーの供給側・利用側、短期的・長期的の観点から様々な技術・サービスを組合せてロードマップを作成することにより、街づくりにおけるCO₂ネット・ゼロの実現に挑戦する。

- ・CO₂排出抑制：主に短期的な取り組みとして、利用側におけるCGSや燃料電池等を用いた天然ガスの高度利用等で省エネを図りCO₂排出を抑制。
- ・CO₂排出ゼロ：短期的には再エネ電源の調達・利用促進、長期的にはガス体エネルギーの脱炭素化（水素、メタネーション）によりエネルギー供給側を脱炭素化。
- ・CO₂吸収・オフセット：短期的には森林吸収のクレジットを用いたカーボンニュートラルLNG、中長期的には利用側で排出したCO₂をCCU^{※１}等によりCO₂ネット・ゼロを実現。

※１CCU：「Carbon dioxide Capture, Utilization」の略、CO₂を回収し再利用する」もの。

②さらなる防災性強化（BCPaaS：BCP as a Serviceの提供）

これまで実施してきたエネルギー供給に資する防災対策に加えて、事業継続に資する多様なリスク対策を意識した非常用電源設備、蓄電池、蓄熱槽の活用等のハード面の取り組みを強化していく。さらには、災害情報、防災備蓄品、防災訓練といったソフト面の充実化を目指すことで、ハードからソフトまでワンストップで対応した高度なレジリエンス性能を有するサービスを提供していく。

③職住環境の質の向上

スマートウェルネスオフィス^{※２}の実現に向けた

オフィス空間等の快適性・知的生産性（QOW：Quality Of Work）の向上を目的として、スマホアプリを用いた執務者の「暑い」「寒い」申告による空調制御、執務者の位置・混雑状況の情報サービスを提供する。本サービスでは、執務者の申告状況や位置情報をもとに空調の無駄をなくするためのエネルギー供給側の制御も行うことにより、快適性と省エネ性を両立させている。

一方、開発エリアで暮らす人々も対象として、精神面も含めた生活全体の豊かさ（QOL：Quality Of Life）の向上を目的とした健康・食・睡眠分野のサポートまでサービスを拡大していく。

※２スマートウェルネスオフィス：一般社団法人日本サステナブル建築協会スマートウェルネスオフィス研究委員会「スマートウェルネスオフィスコンセプト」ではレジリエンス、エネルギー・資源、健康・快適、知識創造（知的生産性）を備えたオフィスと位置付けているもの。

（２）スマエネの高度化

エネルギー供給事業としてのスマエネ高度化では、長年に亘る地冷事業で蓄積された運営ノウハウ・膨大なエネルギー・人分布データ等に基づき、AI・ビッグデータなどの先端技術やセンサー、カメラなどのデジタル技術を高度活用することで省エネ・省力化を推進していく。デマンドレスポンス（DR）・バーチャルパワープラント（VPP）を活用したリソースの融通や電力市場への参画により、エネルギー事業に付随した多様な価値を提供していく。

（３）エリアマネジメントへの貢献

上記で紹介した各種取り組みのサービス提供範囲を、従来の建物や特定エリア内からエリア全体に拡張してエリアマネジメントに参画することにより、様々なパートナーのみなさまと新たな価値を共創しながら、街の賑わいや住民の地域参加、働く人の交流を創出し、魅力ある街への持続的な成長と発展に貢献していく。

“e-3Dスクロール” 圧縮機を搭載した高効率ヒートポンプチラー「MSV2」

三菱重工サーマルシステムズ株式会社 営業部熱ソリューション営業課 坂井 正頌

1. はじめに

三菱重工グループでは2050年の脱炭素化の政府方針に応えるため低炭素・脱炭素の取り組みを加速している。業務その他部門の二酸化炭素排出量の約23%※は冷暖房機器から排出されており、冷暖房機器のヒートポンプ化(電化)やヒートポンプ機器の性能向上は低炭素化の取り組みに非常に有効である。

加えて、近年建物の高断熱化や大空間化に伴い、冷房負荷が年々増加すると共に、セントラル空調システムなどに利用される大型熱源機市場では、空冷モジュール型大能力機種の出荷割合が大きくなっている。

限られた設置スペースで増加する冷房負荷に対応するため、空冷ヒートポンプチラー1台あたりの能力増加が求められており、今後もさらに高効率な大能力機の需要が高まるとみられる。しかし、大能力機は小能力機種に比べ成績係数が低く、燃焼式に対して省エネの優位性は低かった。

モジュールチラーは筐体が各馬力で共通となっているため、部分負荷性能についても小能力機種に比べて低い傾向があった。モジュールチラーの導入を拡大し、市場全体でより大きな省エネ効果を得るために、大能力化&省エネ性(定格&部分負荷)&環境性を同時に成立する新機種を開発することを目指した。

本書では、開発した新機種の特徴と、導入事例について紹介する。

2. 製品の概要

本製品(図1)は、高効率・高機能・コンパクトをコンセプトにした大能力モジュール型空冷ヒートポンプ式熱源機である。本製品は以下の3つの主な

特長を有する。

(1)『e-3Dスクロール』圧縮機：

製品サイズを変えずに大能力化を図ると一般的には運転効率が悪化するが、これを改善するために各種要素技術を開発した。まず圧縮機では、弊社独自の大容量「3Dスクロール圧縮機」をベースとし、低外気温から高外気温迄のワイドレンジでの高効率を維持しつつ、スクロール形状をステップ状からスロープ状に変更することで、圧縮途中の漏れ損失を大幅に低減させた『e-3Dスクロール』圧縮機を開発した。また、従来機は冷媒回路にオイルセパレータを使用していたが、部分負荷時に冷媒循環の損失要因となっていた。そこで、圧縮機内のオイル循環経路の寸法や経路を見直すことで圧縮機から排出するオイルを大幅に低減し、オイルセパレータを削除することで、『e-3Dスクロール』圧縮機の特徴を最大限に生かすことができた。

環境性では従来冷媒の約1/3の地球温暖化係数となり、性能面でも優れた特性を有するR32冷媒を採用したが、高圧力比条件で吐出温度が高温となるデメリットがあった。圧縮機吸入口に液冷媒を直接供給できる冷却構造を追加することで、液冷媒の



図1 空冷ヒートポンプ式熱源機 MSV2

蒸発潜熱で圧縮機吐出部の温度上昇を抑えた。

これらに加えて、業界トップクラスの大型プロペラファンの新開発、ロングベルマウス開発、空気熱交換器の細径化などの最適化設計などにより70馬力クラスでは成績係数3.23、IPLVc 5.1、60馬力では成績係数 3.41、IPLVc 5.3を実現した。（図2）

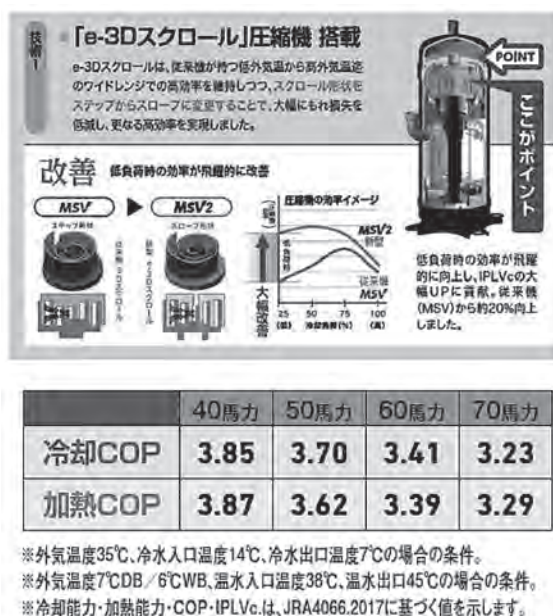


図2 機種の特徴と各機種の性能

(2) 省スペース化（図3）

上記要素技術は省スペース化にも貢献している。特に、70馬力では弊社従来機（40馬力）×7台の据付面積対比で業界トップの70馬力×4台を設置することで、約33%の省スペース化だけでなく、40馬力級の更新需要においても成績係数が同等以上であるため、省スペース性と省エネ性を同時に実現した。躯体構造は、連結設置でもメンテナンスのスペースは広くとれるY型のモジュール構造を採用している。

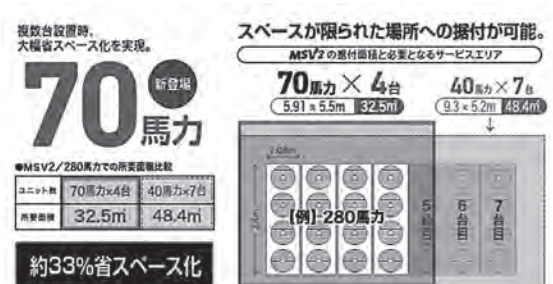


図3 機器の省スペース化

(3) ユーティリティ強化

弊社独自の熱源総合制御システム「エネコンダクタ」を接続してターボ冷凍機と組み合わせることで、大規模な熱源を一括して最適制御が可能である（図4）。また、空冷チラー単体の用途では、20台まで最適制御や機外ポンプ、バルブ等の制御が可能なMSVコントローラー、一括操作・スケジュール設定が可能なフルドット液晶タッチパネル式のリモコンも同時に開発した（図5）。空冷チラーの大容量化でニーズの高い冷暖混在システムもリモコンだけで制御することも可能である。



図4 エネコンダクタとの接続イメージ

液晶タッチパネルで見やすく、ラクラク操作 事務所等から簡単制御



図5 リモコンの機能

3. 国内導入事例

弊社グループ施設のYokohama Hardtech Hub（以下YHH）にMSV2を導入した。YHHは火力発電に用いるガスタービンのブレード製造工場跡を活用し、ハードテック（Hardtech）の革新的なアイデアの創出とその実現の為、共創を通じて新しい技術やビジネスが生まれる場（Hub）となる施設である。現在、社会課題の解決を志すベンチャー企業をはじめ、自治体やものづくり企業、研究・教育機関等、志ある仲間が集っている。

製造工場から共創空間への用途変更に伴う快適空間創出に対応するため熱源のリニューアルを行うこととなりMSV2の採用に至った。更新後の熱源の仕様および設置状況を表1、図6、図7に示す。MSV2およびMSVコントローラーはModbus通信（送受信）に標準対応しており、熱源機の運転、停止、負荷状況など自動制御盤⇔MSVコントローラー⇔MSV2との指令・運転データの送受信を通信線1本で実施でき省工事へ貢献している（図8）。

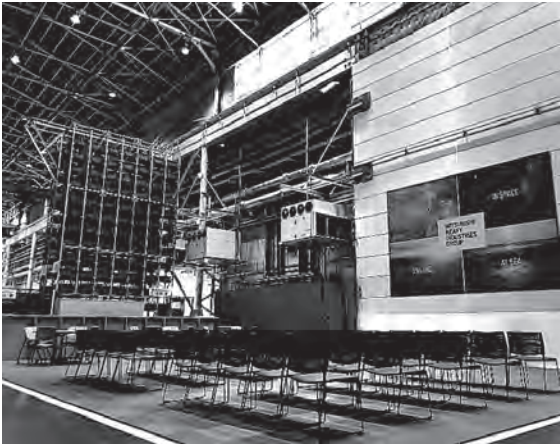


図7 YHH施設内室内機の設置状況

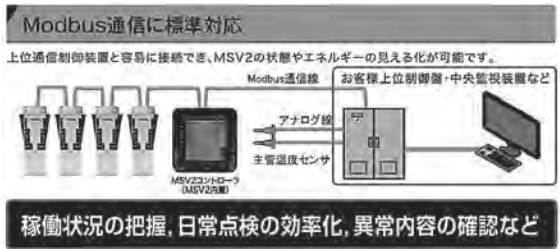


図8 省工事に貢献するModbus通信

表1 更新後の熱源仕様

機器	空冷ヒートポンプ
型式	MSVS1802P2F
台数	9 台
冷房/暖房能力	180kW/180kW
冷水条件	7℃/14℃ 22m3/h 35℃D.B.
暖房条件	45℃/38℃ 22m3/h 7℃D.B.、6℃CW.B.
補機	冷温水 2 次ポンプ
台数	3 台
流量	66m3/h



図6 MSV2の設置状況

4. まとめ

弊社は、現在最も普及している空冷モジュール型チラーの大能力機種で高効率化を図ったことに加え、省スペース、年間加熱に対応といった特長を有したMSV2により、ヒートポンプのさらなる普及拡大を通じて省エネルギーや温室効果ガス排出抑制に貢献して行く。なお、MSV2における先進性と省エネ性能を評価いただき、2020年度 省エネ大賞（製品・ビジネスモデル部門） 資源エネルギー庁長官賞を受賞した。

製品のお問合せ先

三菱重工サーマルシステムズ株式会社
営業部 熱ソリューション営業課
〒100-8332
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
TEL：03-6275-6334
Email：iinquiry-daiei@meth.mhi.co.jp
URL：https://www.mhi-mth.co.jp/

※出典https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/emissions/results/material/yoin_2018_2_5.pdf

蒸気の安定供給に貢献できる省エネ型燃料切替 ボイラGC-2000ASのご紹介

三浦工業株式会社 新藤 貴志

1. はじめに

三浦工業（本社・愛媛県松山市、社長・宮内大介）は、「熱・水・環境の分野で、環境に優しい社会、きれいで快適な生活の創造に貢献します」を企業理念に置き、世界一安くて良い熱・水・環境商品を世界のお客様に届けるため、ボイラを含めた工場全体の省エネルギー機器の商品化に力を入れている。

ミウラでは貫流ボイラを産業用・業務用熱源として提供している。通常、蒸気ボイラは都市ガス（以降ガス）または油の燃料に対応しているが、病院のようにどのような状況下でも安定した熱（蒸気）の供給が求められる場合にはガス/油燃料切替ボイラであれば諸事情により一方の燃料の供給が妨げられた際にも燃料を切替えることで継続して蒸気を供給することができる。このたび、スイッチひとつでガスと油の燃料切替えが可能な相当蒸発量2000kg/hのボイラ、「GC-2000AS」の販売を開始した。本製品は東京ガス株式会社、大阪ガス株式会社、東邦ガス株式会社との共同開発を行い、販売とメンテナンスに関してはミウラで行う。



写真1 GC-2000AS外観

表1 GC-2000AS仕様一覧

要目	単位	GC-2000AS
ボイラ種類	-	小型ボイラ(多管式貫流ボイラ)
取扱者資格	-	事業主による「特別教育」受講者以上
使用圧力範囲	MPa	0.49~0.88
相当蒸発量	kg/h	2,000
ボイラ効率 ^{※1}	%	97
燃焼制御方式	-	高速 ^{※2} 多位置制御 (0%-連続P ^{※2} -25%-55%-100%)
燃料	-	13A / A 重油・灯油
ボイラ寸法 (幅×奥行×高さ)	mm	990×2,790×2,610

※1：負荷率100%、蒸気圧力0.49 MPa、給水温度15℃、給気温度35℃
※2：ガス焚き時

2. 概要

多管式小型貫流ボイラは法規上传熱面積が10㎡以下に設定されている。そのため構造として伝熱管で構成されており、大きなヘッダを持つボイラと比較すると保有水量が少なく、また、保有できるエネルギーも小さい特性がある。

小型貫流ボイラが持つ特性に加え、GC-2000ASについてはバーナ交換等なしでガス燃料と油燃料をスイッチ一つで切替えて運転することができ、相当蒸発量2000kg/hは小型貫流ボイラのカテゴリでの切替専焼ボイラにおいて業界最大容量である（弊社調べ）。

実際に使用する際にはボイラの正面パネルのスイッチでガス燃料と油燃料を切替える。例えば燃料種をガスに切替て運転スイッチをONにすることでガス燃焼になる。ガス燃焼を行うとガスコンロの炎と同じように青白い火炎になる。次に、切替スイッチを油に切替て運転スイッチをONにすると油燃焼になる。油燃焼はガス燃焼とは異なり赤い炎になる。図1に燃料種の切替イメージを示す。



図1 燃料種の切替イメージ

3. 特長

(1) 燃焼制御として多位置制御を採用し、最小燃焼負荷を25%まで拡大

高速多位置制御（待機-連続パイロット（ガスのみ）-低燃焼-中燃焼-高燃焼）を採用し、従来の燃焼三位置制御（待機-低燃焼-高燃焼）から燃焼ポジションを増加させている。さらに最小燃焼負荷を従来機の50%から25%まで拡大することで燃焼負荷が小さくなくても燃焼を継続することができ、ボイラの起動時に必要なバージ動作が少なくなり、バージ損失を低減している。

(2) エコノマイザの材質及び構造を見直すことで高効率化

ガス燃料と油燃料の特性に合わせて、エコノマイザの材質と構造を耐久性向上のために見直し、100%負荷においてボイラ効率97%（従来機95%）を達成した。さらにガス燃焼については、燃料中に硫黄分が含まれないため腐食の懸念が少なく、常温給水が可能になり更なる省エネを達成することができた。その結果、従来機種に対して主燃料のガス燃料使用時に燃料消費量を最大7%削減できる。図2に燃料消費量削減イメージを示す。



図2 燃料消費量削減イメージ

(3) ガス焚きのみ連続パイロット制御を採用し、負荷追従性の向上、バージ損失の削減

負荷側の蒸気要求がボイラの最小燃焼負荷未満になった場合には、通常メインバーナを消火し圧力待

機状態になる。しかしGC-2000ASでは、ダンパをコントロールして送風量を削減し、放熱損失を最小限とした状態でパイロットバーナを燃焼継続させる連続パイロット制御を採用している。連続パイロット制御はボイラ待機時に種火があるため、次にメインバーナの燃焼要求があった際にも、炉内換気のためのプレバージを行うことなく、メインバーナの燃焼が可能になり、バージ損失の削減及び負荷追従性の向上につながっている。図3に連続パイロット制御の効果イメージを示す。

ボイラが圧力待機している状態でプレバージを行うと、ボイラ内の熱を系外に排出するため損失になる。単位時間当たりの損失としては、プレバージを100とした場合、連続パイロット制御でプレバージを無くすことで1.4%まで削減することができる。図4に損失低減イメージを示す。

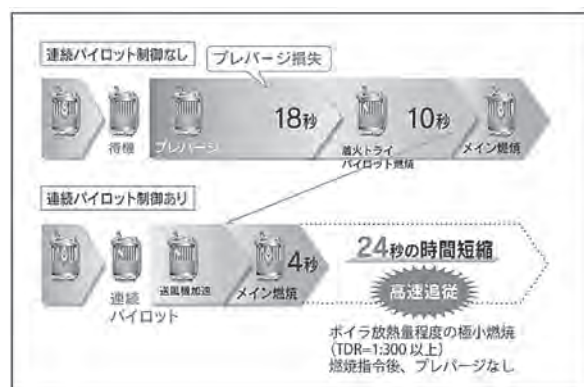


図3 連続パイロット制御の効果イメージ

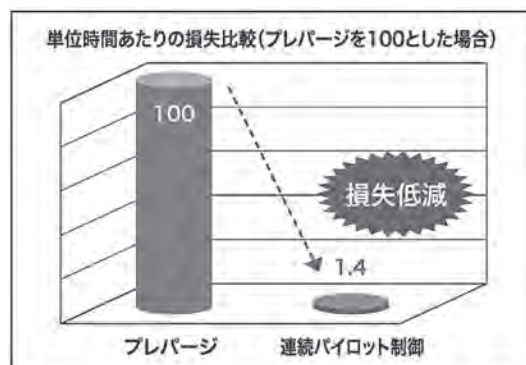


図4 損失低減イメージ

(4) 送風機と給水ポンプにINVを標準搭載し、電力量削減

送風機と給水ポンプにインバータを標準搭載することにより従来機種に対して消費電力量を60%削減しており、燃料消費量削減と合わせると従来機種

に対してCO₂排出量を最大8.3%削減している。図5に消費電力量削減イメージ、図6にCO₂排出量削減イメージを示す。

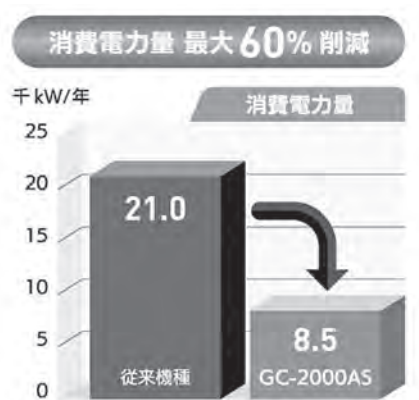


図5 消費電力量削減イメージ

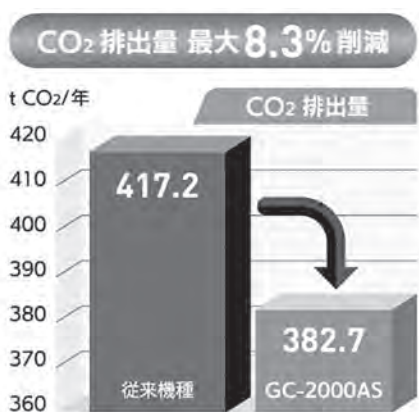


図6 CO₂排出量削減イメージ

(5) ガス供給範囲の拡大で対応可能範囲の拡大

使用しているガス機器とバーナ構造を見直すことで従来機種の要求供給ガス圧100～300kPaから50～300kPaに拡大することができた。従来機種では設備の関連で設置できない場合があったが、今回の変更により従来対応できなかったお客様への対応が可能になることが想定される。図7にガス供給圧範囲のイメージを示す。

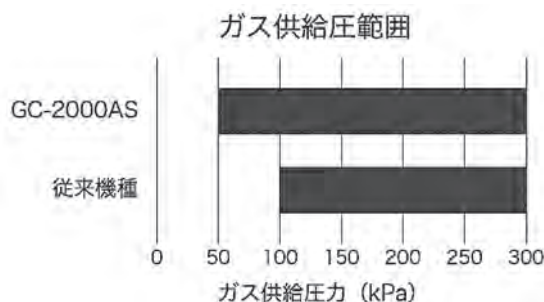


図7 ガス供給圧範囲のイメージ

(6) 各種センサを標準搭載しボイラの情報を収集

ボイラには各種センサが搭載されており、ボイラの運転時の情報を収集している。ミウラ独自のIoT（通信）技術を活用し、ボイラと弊社はオンラインでつながっており、また、全国に配置した1000名以上のフィールドエンジニアが故障による蒸気システムの停止を防止するため計画的にメンテナンスを行っている。IoT技術と全国に張り巡らされたメンテナンス網を組み合わせたオンラインメンテナンス[®]（別途専用契約が必要）を使用して24時間365日サポート体制を構築している。図8はオンラインメンテナンス[®]について示す。



図8 24時間安心のオンラインメンテナンス[®]

4. おわりに

昨今新型コロナウイルスによる混乱した状況下において医療関係者様の献身的な対応に改めて感謝をするとともに、ミウラの製品やサービスは、工場などの産業現場はもちろん、病院等の日々の暮らしに密着した場でも、おいに活躍している。

今後も、地球温暖化や大気汚染などのさまざまな環境問題に対して持続可能な社会の構築のために、環境に配慮した製品・サービスをお客様にお届けする所存である。

お問い合わせ先

三浦工業株式会社 ブランド企画室
〒799-2696 愛媛県松山市堀江町7番地
TEL：089-979-7019
FAX：089-979-7126
Mail：info_miuraz@miuraz.co.jp

〈第1種正会員〉

(令和3年7月1日現在)
〈計44社〉

アクアス株式会社	JFE エンジニアリング株式会社	東邦ガス株式会社
アズビル株式会社	清水建設株式会社	東洋熱工業株式会社
株式会社安藤・間	株式会社神鋼環境ソリューション	株式会社日建設計
荏原冷熱システム株式会社	新日本空調株式会社	日本海ガス株式会社
大阪ガス株式会社	新菱冷熱工業株式会社	日本環境技研株式会社
株式会社大林組	スウェップジャパン株式会社	株式会社日本設計
鹿島建設株式会社	株式会社大気社	日立ジョンソンコントロールズ空調株式会社
川崎重工業株式会社	大成建設株式会社	株式会社ヒラカワ
川重冷熱工業株式会社	ダイダン株式会社	三浦工業株式会社
関西電力株式会社	高砂熱学工業株式会社	三井金属エンジニアリング株式会社
株式会社きんでん	株式会社竹中工務店	株式会社三菱地所設計
栗田工業株式会社	東京ガス株式会社	三菱重工サーマルシステムズ株式会社
京葉ガス株式会社	東京ガスエンジニアリングソリューションズ株式会社	株式会社安井建築設計事務所
西部ガス株式会社	東西化学産業株式会社	株式会社山下設計
三機工業株式会社	東芝インフラシステムズ株式会社	

〈賛助会員〉

〈計26社〉

株式会社IHI原動機	中部電力ミライズ株式会社	トレインジャパン株式会社
株式会社エックス都市研究所	ディー・エイチ・シー・サービス株式会社	株式会社ニッコー
株式会社エネスクエア東京	電源開発株式会社	西池袋熱供給株式会社
株式会社大阪テクノクラート	東京下水道エネルギー株式会社	日本ビー・イー・シー株式会社
玖長鋼業株式会社	東京都市サービス株式会社	日本電技株式会社
三葉化工株式会社	株式会社東武エネルギー・マネジメント	パシフィックコンサルタンツ株式会社
四国電力株式会社	戸田建設株式会社	丸の内熱供給株式会社
新宿南エネルギーサービス株式会社	特許機器株式会社	みなとみらい二十一熱供給株式会社
ダイヤアクアソリューションズ株式会社		一般社団法人海外環境協力センター

〈特別会員〉

〈計47団体〉

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構	公益社団法人空気調和・衛生工学会	一般社団法人フロン排出抑制機構
一般財団法人コージェネレーション・エネルギー高度利用センター	一般財団法人建築環境・省エネルギー機構	公益社団法人街づくり区画整理協会
一般財団法人都市みらい推進機構	一般社団法人日本機械学会	一般財団法人泉佐野電力
公益社団法人土木学会	一般社団法人日本建築学会	一般財団法人国際開発センター
	一般財団法人日本建築センター	
	一般社団法人電気学会	

神奈川県	柏市	堺市	高崎市	名古屋市
沖縄県	春日部市	相模原市	中央区	浜松市
青森市	川口市	札幌市	調布市	みやま市
安城市	川崎市	薩摩川内市	千代田区	盛岡市
飯田市	岐阜市	下川町（北海道）	豊島区	横浜市
板橋区	江東区	新地町	富山市	
岩沼市（宮城県）	さいたま市	仙台市	中野区	



エネルギーが、都市をつくる。

熱と電気を使う場所で作くり、余った分は足りない場所へ。

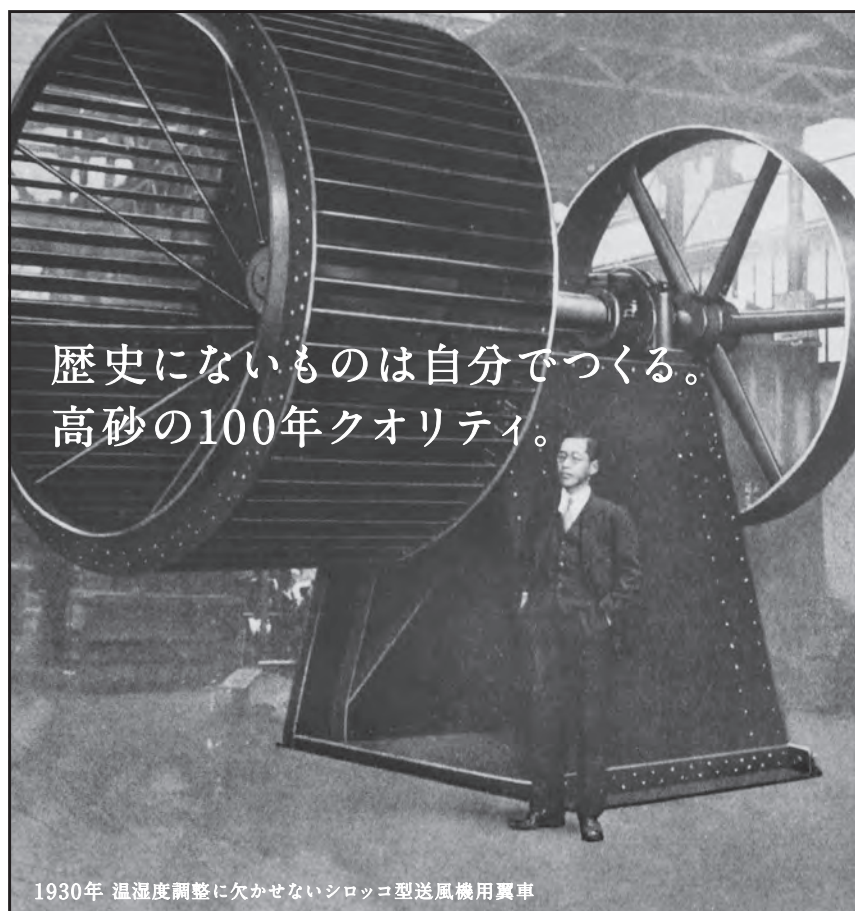
エネルギーを融通し合い、効率的に活用するスマートエネルギーネットワーク。

クリーンな天然ガスや、再生可能エネルギーを最大限に活用し、

地域単位で無駄なくエネルギーを使う都市づくりを

東京ガスは進めています。



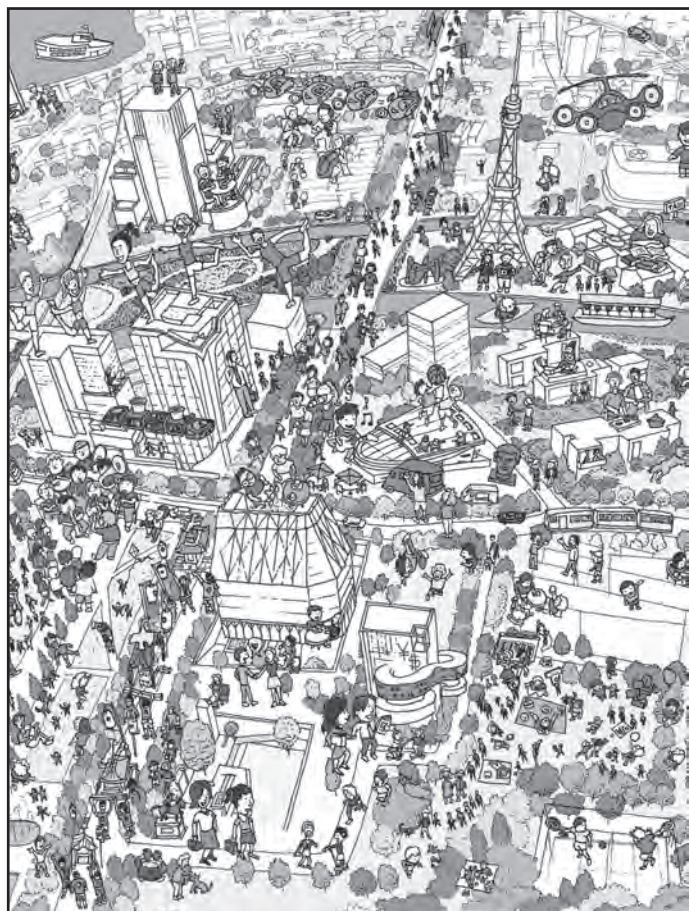


1923年創業から空調設備で培ってきた技術力。
その誇りを、パイオニア精神を、次の100年へ。

歴史を築く。未来を拓く。高砂熱学の空調設備

環境クリエイター TakasaGo!

高砂熱学



NIKKEN

EXPERIENCE, INTEGRATED

日建設計

代表取締役社長 大松 敦

東京都千代田区飯田橋2-18-3 Tel. 03-5226-3030

<http://www.nikken.jp>

コ ラ ム

昨年度、政策委員会の委員長を拝命しました日本設計の成田です。昨年は新型コロナウイルスの影響により委員会活動も制限され、政策委員会の役割を十分に果たすことができませんでした。

新型コロナウイルスの様な出来事が無ければ経験することもなかったであろうテレワークにもすっかり慣れ、今では自宅でもある程度仕事ができるなと感じていますが、一方で、対面によるコミュニケーションの重要性を改めて認識しています。

コロナ禍の熱供給の状況は、在宅勤務や外出自粛等の影響により熱負荷は減少、外気導入量増加に伴う外気負荷の増加はあるものの全体の熱需要としては減少傾向にあると推察します。この様な折、国からは2050年カーボンニュートラルの宣言があり、また今年には第6次エネルギー基本計画案が示されます。地域間の電力融通と併せた電源の日本全体での分散化等によるエネルギーレジリエンスの強化策、需要側における更なる排出削減策や地域との共生等、新たな想定や枠組みも議論されている様です。

熱供給としては、オンサイトにおいてBCP・DCP対応等のエネルギーレジリエンスの役割を担いつつ、安心・安全で低炭素なエネルギーの安定供給を実現・継続していく必要があります。今後の様々な技術革新に期待する所ですが、再生可能エネルギー・未利用エネルギー活用や高効率化はもとより、これまでの基準・考え方の見直しまで踏み込んで、まずは足元からエネルギー消費量削減に知恵を絞ることが必要と考えます。

コロナの収束はまだ先になるかもしれませんが、政策委員会としては国や東京都等との意見交換をできる範囲で実施し、熱供給に有益な情報を提供していきたいと考えております。

(都市環境エネルギー協会 政策委員長 成田 千里)

●広報委員会

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



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



《アクアリウムで涼》

129 2021 ◆ 夏号

発行日 ◎ 2021年 7月1日

発行人 ◎ 尾島 俊雄

発行所 ◎ 一般社団法人 都市環境エネルギー協会

〒104-0031 東京都中央区京橋 2-5-21 京橋NSビル6F

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

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

編集人 ◎ 広報委員会 委員長 田丸 武志

製 作 ◎ 第一資料印刷株式会社

表紙デザイン・写真＝籠山デザイン室

●本誌掲載記事の無断転載を禁じます。