

事業開始から20年以上を経た地域冷暖房システムの課題解決を図るため、日建設計、日建設計総合研究所をはじめ、東邦ガス、住友商事マシネックス、アラヤは、洗練されたAIによる予測機能を持つ「AI地域冷暖房（AIちれい）」を開発。2022年5月から名古屋市内の名古屋栄三丁目北地域冷暖房で実証実験を開始した。AIエッジパソコンで熱源機器の運転をサポート、エネルギー消費を従来に比べ30%削減する省エネを目指す。注目される「AIちれい」の特長を中心に紹介する。

（編集部）

AIで地域冷暖房のエネルギー消費を大幅減 熱量・送水量需要の予測精度さらに向上へ

既存の地域冷暖房の課題

地域冷暖房は、地域における未利用エネルギーを活用しながら、エリア単位で冷暖房用のエネルギーをまとめて製造し、地域の複数建物に供給する。個別に熱源を運用するより、環境性・経済性・防災性を高められる重要な都市インフラに位置づけられている。さらに、最近では2050年のカーボンニュートラルを見据え、脱炭素社会の実現に向け、地域でのCO₂削減が期待される地域冷暖房は、改めて熱エネルギー分野で注目されている。

地域冷暖房は、国内において大規模な都市開発の一環として、その地域のエネルギー供給を担うよう、1970年代から導入がスタート。大阪万博を契機とした大阪千里ニュータウンが、わが国の地域冷暖房の始まりである。高度経済成長に伴う大気汚染防止対策としても期待され、1990年代に導入が加速している。現在は全国に130件を超える施設があるとされる（図-1）。

一方、既存施設は竣工後20年以上経過したものが約90%以上を占めており、経年化による機器の省エネ性能の低下が進行。運転方法の見直しも含め、改修の必要性も高まるほか、省CO₂は待ったなしの課題となっている。

具体的には、地域冷暖房の性能の良し悪しを示す年間シ

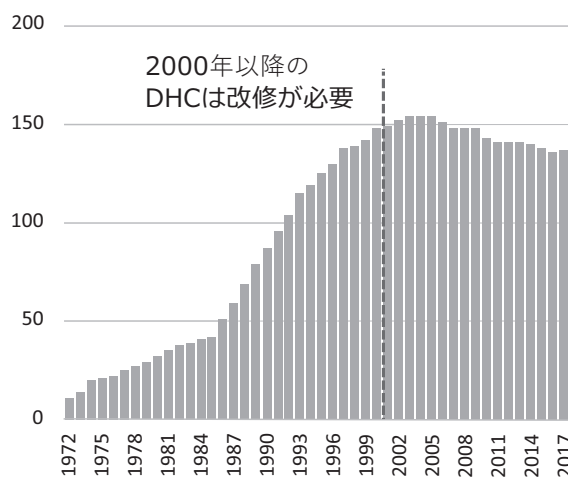


図-1 日本国内の地域冷暖房(DHC)供給地点

ステムCOP（成績係数）について、最新の地域冷暖房は1.2～1.5の数値を実現しているが、1990年代に事業を開始した地域冷暖房は、その半分程度の数値にとどまるものが大半。大幅なプラント改修に踏み切れば改善が可能となるものの、地域冷暖房の事業性の担保やノンダウンの運転が強く求められる事情などから、比較的規模の大きな地域冷暖房のプラント改修のハードルは高く、事業者が抱え

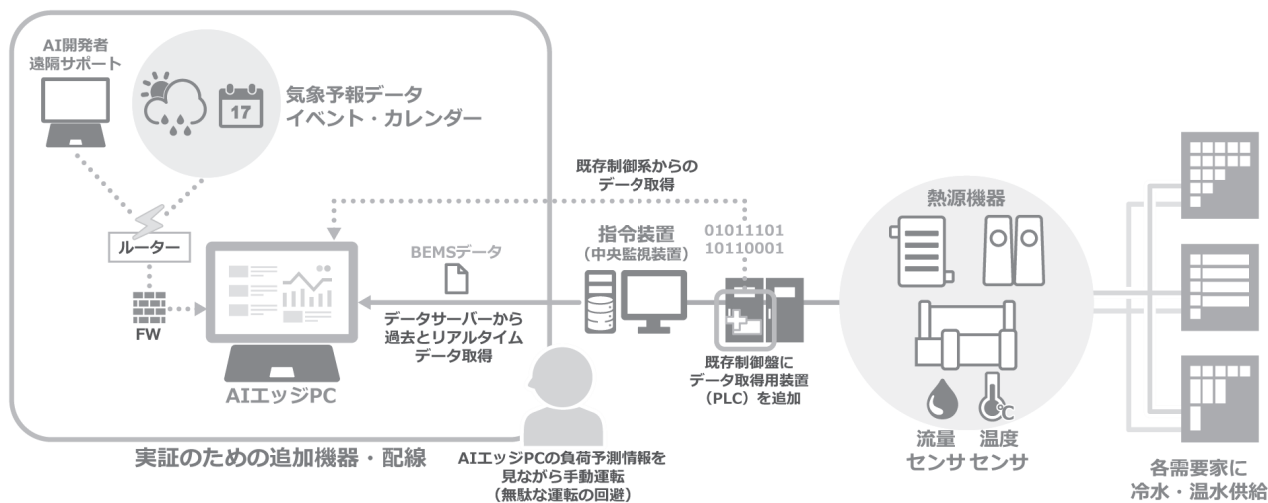


図-2 「AIちれい」のシステム概要

る大きな悩みでもあった。

そこで、既存の地域冷暖房の課題解決を目指し、日建グループは2018年末頃、既設の運用改善に着目し、AIを活用する方策の検討に着手した。翌2019年には地域冷暖房の事業を手掛ける東邦ガスと協働で、勉強会を設けて、運営面の課題などについて1年間、検討を深めた。その後、2020年からはAIの具体的な活用のため、AIプログラムの開発などで住友商事マシネックス、アラヤが加わり、「AIちれい」の開発を推進。その成果を受け、2022年5月から実証実験を開始した。

これまでの検討で主な課題として設定したのは、大きく三点ある。第一は、急激な需要変動にいつでも対応できるよう、熱源機器の台数を多めに運転してしまうなど、運転員の経験に頼った運用を行っていること。第二は、経年化に伴う機器の性能低下を加味せずに非効率な運転になっていること。第三は、事業性やスペースの問題から改修工事に大きな費用をかけられないこと。これらの課題に対し、処方箋として考え出したのが「AIちれい」(図-2)である。第一の課題に対しては、AIによる予測機能の提供で運転をサポートして省エネにつなげる姿を描く。第二の課題には、性能の良い機器を見極めて優先運転する方策を提供し、第三の課題にはローコスト、ノンダウンを基本に改修を最小限に抑えてAIエッジパソコンを活用することを解決策としている。

特に第一の課題は省エネに直結する課題。日建設計エンジニアリング部門設備設計グループシニアダイレクターの田中宏明さん(写真-1)は、「古いプラントは完全自動化しておらず、ベテランの運転員の方が自分の経験に基づい

て熱源機器を運転している。需要側の熱需要に応じて複数台を運転することになるが、急増した場合に備えて安全に運転したいため、常に多めの台数で運転するなど、運転が非効率となる部分がある。これを改善するのが『AIちれい』の大きな役割であり、メリットでもある」と話す。



写真-1 田中さん

「AIちれい」の概要

最新の地域冷暖房では既にクラウドやBEMS(ビル・エネルギー・マネジメント・システム)、AIを積極的に活用するものが登場し、地域冷暖房側と需要家側の双方のデータをクラウドで扱い、ビッグデータとして分析し、省エネ運転につなげる取り組みが始まっている。一方、今回開発した「AIちれい」は、大幅なシステム変更により需要家情報を共有しなくても、AIエッジパソコンを付加することで、地域冷暖房側で最適な運転をサポートして省エネ化を図ることができる特長を持つ。

開発したAIは、一般的なニューラルネットワークによる計算に基づくもの。ただ、システム開発に膨大な費用や期間を費やさず、大がかりなものではなく、「目的を絞り、現実的に優先的に解決すべき課題を明確にして、そのために必要なデータ量と精度を確保するシステムを開発した」と田中さんは解説する。日建グループは地域冷暖房の設計や運用のエネルギーデータを分析する中で蓄積したノウハウを活かし、需要予測に起因する因子を的確に絞り込んだ「洗練されたAIになっている」と胸を張る。

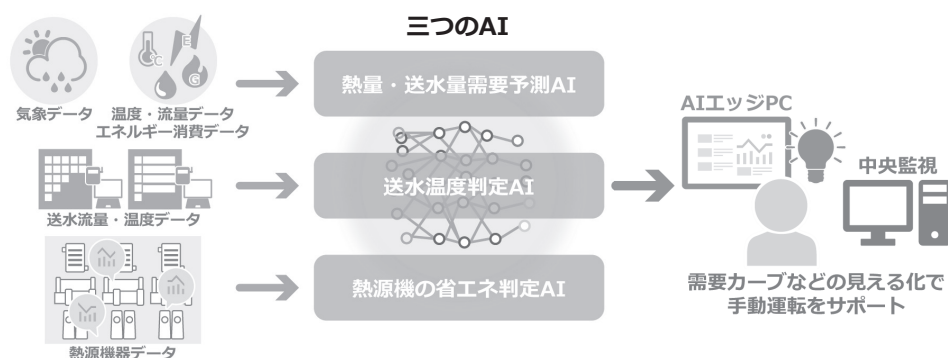


図3 「AIちれい」による三つのAIの運転サポート

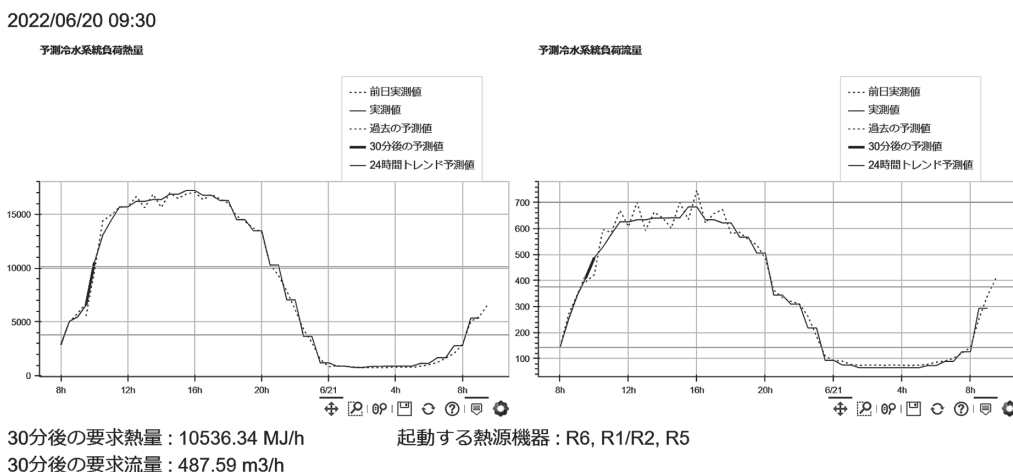


図4 ダッシュボードに表示される熱量・送水量の需要予測と運転機器の目安の実例

「AIちれい」は、最終的には三つのAI(図-3)を目指しており、既に開発し、実証に入ったのは、「熱量・送水量需要予測AI」。これは過去のデータを分析した結果に基づき、現時点の諸条件から将来を予測するフォワード制御を採用している。正確な熱量、送水量の需要予測を運転員に示し、熱源機器を必要最小限の台数で運転できる。このほか、「送水温度判定AI」は、需要家側の室内温度や熱負荷の状況をAIが判定し、冷房時には冷水温度を下げ、暖房時には温水温度を下げ、熱源機器の効率を高めるもの。また、「熱源機の省エネ判定AI」は、長く使い続けた複数の熱源機器のうち、省エネ性能の低下を踏まえて、最も省エネ性能の高い機器を判定し、優先して運転できるようにするもの。このAIについては、別途開発を進めているが、熱源機器の省エネ性能の評価は技術的に難しく、学識者と共同で実施している。

三つのAIの中でも先行して開発している「熱量・送水量需要予測AI」は、熱源機器の運転を自動車などの運転に例えるなら、「熱需要予測による熱源機器のアイドル

グ運転の回避」と言えるようなメリットを享受できる。実際の熱需要以上に熱源機器を運転しないよう、30分後、1時間後の需要量を精度高く予測し、熱源機器の余計な運転をなくすため、運転員に有益な情報を提供するものだ(図-4)。これが実現すれば、熱源機器の低負荷運転を回避できるほか、熱源補機・ポンプ搬送動力も減少し、一層の省エネが図れる。さらに、アイドル運転時間も短縮できるため、機器の長寿命化にも寄与する。

日建設計エンジニアリング部門設備設計グループダイレクターの西山史記さん(写真-2)は、「中央監視から必要データをAIエッジパソコンに吸い上げ、現時刻の実負荷に対して、30分後、1時間後の負荷がどれぐらいになり、熱源は何台動かせばいいのか、視覚的に見える化できる。現状は、あらかじめ設定している熱源稼働パターンや過去の経験を基に運転しているが、よ



写真-2 西山さん

りリアルなデータを見ながら熱源運転をすることで、無駄のない省エネ運転を図ることができる」と強調する。

ただ、ここで課題とされるのは、AIによる予測精度だ。実証実験の実施を前に、あらかじめデータを分析して検証した結果、30分後、1時間後の予測では、99%予測できることを確認している(図-5)。複数の熱源機器を運転する場合、需要の増減に追従し、熱源機器の運転台数を増減して対応する。そのため、予測精度は、「次の熱源機器を動かすかどうかを予測の閾値となる」と西山さんは指摘する。このため、需要予測は多少の上振れ、下振れは許容されるが、特に重要なのは、運転員が安心して次の熱源機器を動かすかどうか判断できるよう、その確たる予測を提示

できるかどうかにかかっている。

名古屋での実証実験

実証実験は2022年5月から2024年3月までの期間で行う予定。実施場所は名古屋市内の名古屋栄三丁目北地域の地域冷暖房。ここは市街地再開発事業として商業・オフィス機能を持った大型複合ビルの建設に伴い、地域冷暖房が採用された経緯があり、2005年3月に供給を開始している(図-6、表-1)。

実証実験の準備段階では、地域冷暖房側のデータ、需要家側のデータ、外気温度など、様々なデータを評価。予測に有益な主要因となるファクターを検討した。それまで2年間程度の既存データを活用できたことから、まず、半分のデータでAIプログラムを作成してから、そのAIプログラムで予測できるかどうかを残りの半分のデータを使って机上で検証。99%の精度を確認できたことから、実証実験に踏み切っている。

AIエッジパソコンには、ダッシュボードという形で、現在の実測値と予測値を示している。予測値は実測値から

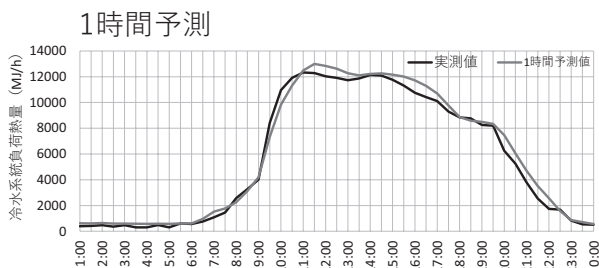
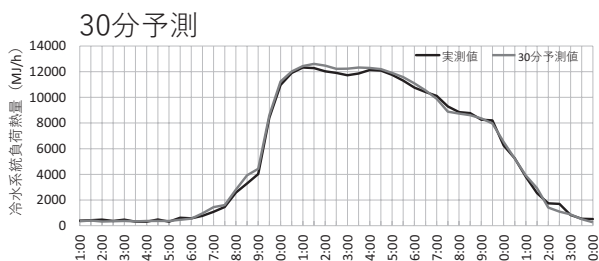


図-5 実測値と予測値の検証結果

表-1 主要設備の仕様

種別	概要	
冷熱源設備	排ガス投入型冷温水機	1,758kW (500RT) × 2台
	ガス吸収冷温水機	2,461kW (700RT) × 3台
	空冷モジュールチラー	1,080kW (180kW×6台)
温熱源設備	排ガス投入型冷温水機	5.8GJ/h×2台
	ガス吸収冷温水機	8.2GJ/h×3台
	排熱回収用熱交換器	1.1GJ/h×2台
コージェネレーション	ガスエンジン	585kW×2台

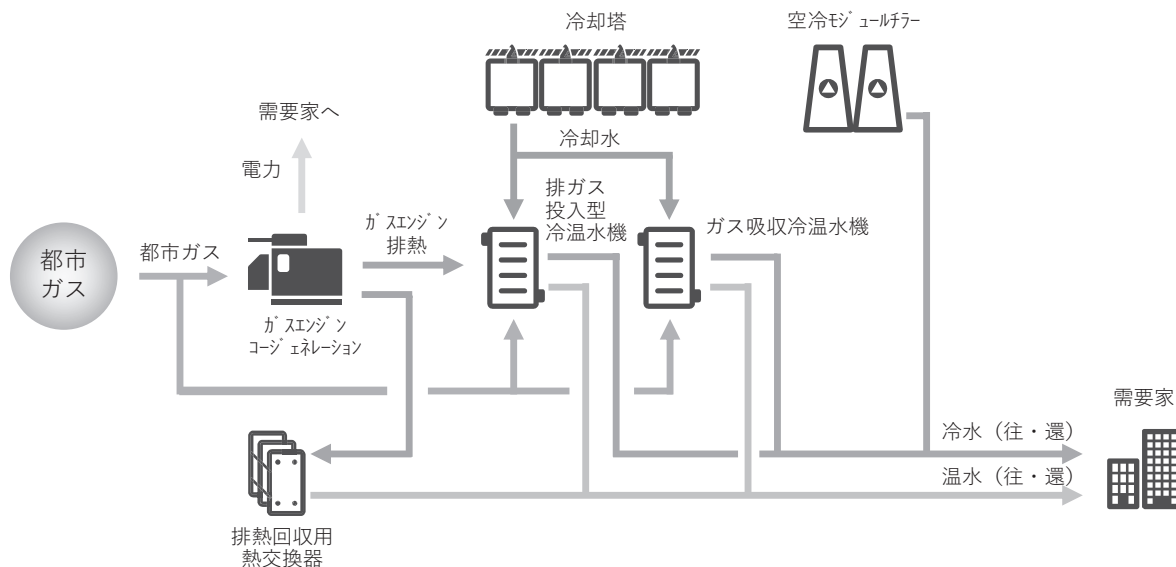


図-6 名古屋栄三丁目北地域冷暖房のシステム概要

割り出した30分後、1時間後の数値である。これを運転員が参照して運転につなげている。西山さんは、「運転員の方から改善することがあるかどうか、コメントをもらいながら実証している段階」と説明する。当面は予測精度の向上に努める方針。一定期間内の実測値、予測値、その時の実際の熱源機器の稼働状況などを詳しく調べながら、予測精度向上に取り組んでいる。



写真-3 山田さん

今後を見据えると、日建設計総合研究所主任研究員の山田一樹さん(写真-3)は、「最終的にはAIに読み込ませたデータに基づき、自動で運転できるのが望ましいかもしれない。今は予測精度を確認し、運転員の方が安心して利用してもらえるよう、『これなら任せられる』ということになってから自動化に組み込んでいくことになる」と展望する。

今後のスケジュールとして、まず実証1年目は作り上げたAIプログラムの予測精度を確認し、運転員が支障なく利用できるかを整理する。その途上として、現在は予測精度の向上に取り組む最中。2年目には改善したシステムを検証し、完成度を高めていく。

エネルギー消費量30%削減

案件の特性によるものの、基本的には「AIちれい」の導入に伴い、地域冷暖房のエネルギー消費を従来に比べ約30%削減できると見込む。田中さんは、「AI導入のため、事前にデータを分析することになるが、その時点で悪い部分が見えてくる。その段階で改善する『コミッションング』を行い、省エネにつなげるとともに、さらにAIを入れて省エネにつなげたい。双方合わせて30%の省エネが図れるだろうと考えている」と強調する。

ターゲットとしては、年間システムCOPが1より小さく、0.6～0.8程度の既存の地域冷暖房や大型熱源を有する建物。省エネの余地があり三つの課題をかかえている可能性があるかと判断しているからだ。

今後の展開

日建グループでは、国内の地域冷暖房の新築・改修・技術コンサルを幅広く手掛けており、全体の3割程度に関与してきた実績がある。このため、「AIちれい」の実証実験を踏まえながら、既存の地域冷暖房には積極的に導入を働きかけていく。すでに事業者から相談を受けたり、事業者にプレゼンテーションしたりすることも始まっており、相当な手応えも得ているようだ。また、地域冷暖房にとどまらず、病院や大規模開発ビルなど、大きな熱源を複数運用するものなどに適用できるため、そうした分野も開拓する。新築も可能ではあるが、基本的にはストックへのアプローチを優先する考えも示す。

洗練されたAIをローコストで使用できるのが、「AIちれい」の最大のメリット。数千万円から数億円もかけるような大規模改修をせずとも、最小限のシステム改修で既存の熱源機器を運用面で再生し、その能力を引き出すのが技術の肝である。そのためには、確かな予測値に基づいて熱源機器をコントロールできるよう、運転員の信頼を勝ち取るのが当面の課題となりそうだ。

[事業者概要]

株式会社日建設計

本店所在地：東京都千代田区飯田橋2丁目18番3号

設立：1950年7月1日

事業概要：建築の企画・設計監理、都市・地域計画およびこれらに関連する調査・企画コンサルタント業務

役員・職員：2,987人(日建グループ全体、2022年4月1日時点)