

AI で CO₂ やコストを削減する 「AI 地域冷暖房 (AI ちれい[®])」を開発

た なか ひろ あき
田中 宏明

(株) 日建設計 環境コンサルティング室長

1 はじめに

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、街区等のまとまったエリア単位で冷暖房用の冷水と温水をまとめて製造し、地域の複数建物に熱供給する面的な熱供給システムであり、環境性・経済性・防災性を高めることのできる重要な都市インフラである。筆者らは、2050 年カーボンニュートラル実現に向けて、地域冷暖房の更なる CO₂ 削減を実現するためのソリューションとして、AI (人工知能) で既存の地域冷暖房における課題を解決する「AI ちれい[®]」を開発した。本稿では、その取組みの概要を説明する。

2 開発の背景

国内における地域冷暖房 (DHC) は、高度経済成長による大気汚染対策として 1970 年代から導入が進み、現在では全国に約 130 件の地域冷暖房施設が設置されている (図 1)。こうした既存の地域冷暖房では、竣工後 20 年を経過したものが約 90%

を占め老朽化が進んでいる。脱炭素社会の実現に向けて、省エネ化のための改修が必須の状況であり、より精緻な無駄のない省エネ運転へのニーズは増している一方で、オペレーション等の運用面に加え、改修コストや増設スペースの制約があるなど、省エネ改修を行う上での課題も多い。

例えば、需要家側の状況を正確に予測して熱源を運転することは、経験豊富なオペレーターをもってしても困難であるため、運転方法の見直しが必要な場合も多い。加えて、熱源機器と自動制御システムの大規模改修を行うためには費用負担が大きいといったコスト面の課題は深刻である。

また、既存の地域冷暖房だけでなく、大規模開発で新設される地域冷暖房においても、需要家側の冷暖房の状況を反映して効率的に運転することが不可欠である。これらの課題を解決して、地域冷暖房の省 CO₂ 促進を実現できるソリューションが求められている。

3 AI ちれいのシステム概要

AI によってこれらの課題解決を目指し、当社が中心となって開発したのが、「AI ちれい[®]」である。これは、AI プログラムを組み込んだエッジパソコンを設置し、運転データを読み込ませるだけで、ローコストかつ短工期で省 CO₂ を実現できるものである。AI パソコンを設置するだけなので、地域冷暖房の運転を停止することなく、安価に省エネ化が実現できるし、安定供給と高度な信頼性を必要とする地域冷暖房において、ノンダウンで改修を行うことが可能となる (図 2)。

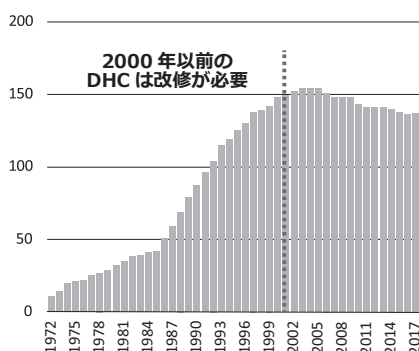


図 1 日本国内の地域冷暖房 (DHC) 供給地点の推移
(日建設計調べ)

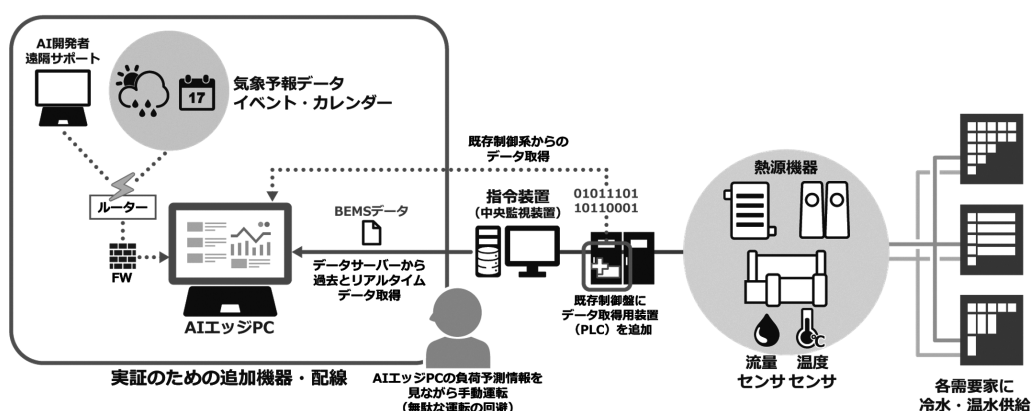


図2 AI ちれいのシステム概要

1) 開発システムのメリット

開発したシステムでは、AIを組み込んだエッジパソコンを中央監視室に設置し、自動制御盤を改修して運転データを読み込ませてAI分析した後に、ダッシュボードに表示する。運転員はダッシュボードを見て、運転判断を行う。先に述べた課題のソリューションとして、次の四つのメリットがある。

(1) 省エネ化・省CO₂化の促進

後述する三つのAIプログラム(図3)により、無駄な運転、非効率な運転をなくし、省CO₂化を図ることができる。

(2) ローコスト改修が可能

既存の地域冷暖房では、運転操作は自動制御ではなく熟練のオペレーターにより行われることがほとんどであり、一般の業務ビルのように熱源運転を自動化しているものは少ない。自動制御による運転を組み込もうとすると、大規模改修と大きなコストが必要となるため、自動制御系の省エネ改修はかなりハードルが高い。

AI ちれいでは、AIを組み込んだエッジパソコンを設置して、中央監視装置から需要家データ及び外気温度データを読み込むだけで省エネが可能となるため、自動制御系の大規模改修が不要かつローコストである。

(3) 短工期でノンダウン改修が可能

運転に関わる中央監視盤や自動制御関連の大規模改修工事が不要なため、ノンダウンかつ短工期での改修が可能になる。

(4) 地域冷暖房の需要特性に応じたカスタマイズ

地域冷暖房は複数の建物へ熱供給を行う熱供給システムであるが、地域冷暖房によって建物用途や規模・需要家数が異なるため、熱需要の特性も地域冷暖房ごとにより異なる。そのため、地域冷暖房ごとにAIプログラムをカスタマイズできることが重要になる。今回開発したAIプログラムでは、熱需要特性に応じたカスタマイズが可能である。

2) ライフサイクルCO₂を削減する三つのAIの特徴

ここで、本システムで取り組んでいる三つのAIの概要を説明する(図3)。

①熱量・送水量需要予測 AI

地域冷暖房では、需要家側の急激な熱負荷変動に追随するために、必要な熱量以上を供給できる熱源台数を運転している場合がほとんどである。省エネルギーを達成するには、熱源機を必要な時に必要な台数だけ運転して無駄をなくすることが重要であるが、今回開発したAIにより数時間先の冷暖房に必要な需要量(熱量・送水量)を予測することができ、必要最小限の台数で運転できるようになる。

具体には、AIにより30分後・1時間後・24時

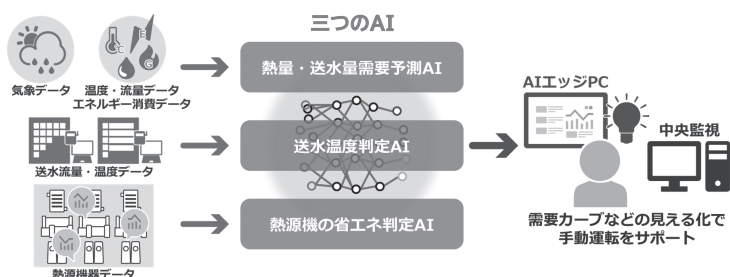


図3 三つの AI による運転サポート

間後の冷水・温水熱量・送水量を予測することにより、熱源機器を適正な台数で運転し、待機運転を回避する。これにより、熱源の低負荷運転や熱源補機の待機電力を減らし、省エネ化を図ることが可能となる。運転時間の短縮により、機器の長寿命化も期待できる。熱源機器の起動後の立ち上がり時間を考慮して30分後・1時間後の予測ができるようにするとともに、次の日の運転計画を想定するために24時間後の予測も行う。

予測した結果を表示するダッシュボードのイメージを図4に示す。熱量及び流量の30分後の予測値・24時間トレンド予測値・実績値・前日実績値を同時に表示し、運転監視員が必要な熱源機器の運転・停止の判断を行うためにサポートとして使ってもらおう。

②送水温度判定 AI

需要家側の室内温度や熱負荷の状況を AI が判定して、冷房時には冷水温度を上げ、暖房時には温水温度を下げる運転を行う。これにより熱源機

の効率が向上することが可能になる。通常の地域冷暖房では、冷水・温水の送水温度は一定値で運用しているが、供給約款の許容範囲内で緩和することにより、熱源 COP(=省エネ性能を表す評価指標)の向上を図ることが可能になる。

過去の蓄積データより、送水温度を緩和しても需要家側の室内環境を満足していた状態を AI が判定し、同じ条件になれば送水温度を緩和する。

③熱源機の省エネ判定 AI

熱源機器は長く使い続けると省エネ性能が低下する、いわゆる経年劣化が起こり、どの熱源機器を使えば省エネになるのかが分かりにくくなる。運転する時点で、最も省エネ性能の高い機器を AI で判定し、優先して運転させることが省エネには有効になる。リアルタイムで機器のCOPを検知して、直近のCOPの実績値が高い熱源機を優先して運転させることが可能になる。加えて、COPの実績値を運転員が確認できるようになると、省エネ以外の、機器不具合や経年劣化による更新時期を判断するのににも有効に活用できるようになる。

4 熱量・送水量予測 AI の概要と予測検証

熱量・送水量予測 AI は、現時点及び過去の外気温度・熱負荷・流量等のビッグデータから、

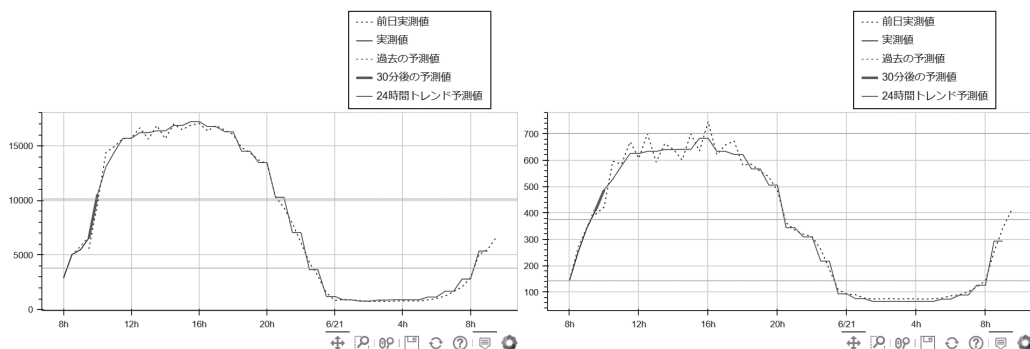


図4 ダッシュボードのイメージ

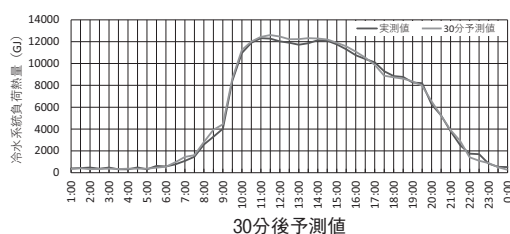
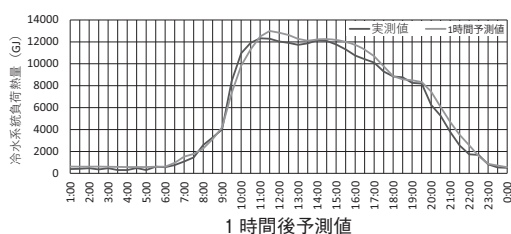


図5 熱量予測値と実績値(代表日2020年8月6日)



ニューラルネットワークによる負荷需要モデルにより30分後・1時間後・24時間後の熱量・流量を予測する。

過去の実績データを学習データとしAIプログラムを構築し、AIの予測精度を確認するために、学習データとは別の過去の実績データをどの程度予測できるかを検証する、いわゆる“模擬運転”をAIプログラム開発段階で行い、AIの予測精度の検証を行った。代表日における30分後予測値・1時間後予測値と正解値(実測値)のトレンドグラフを示す(図5)。

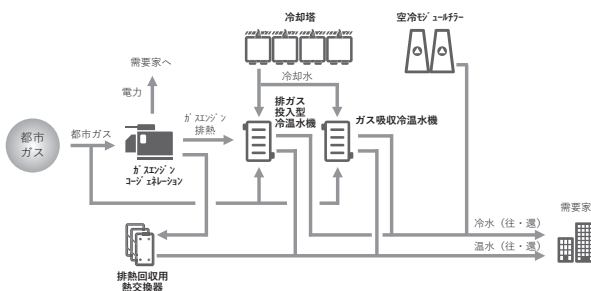
熱源機器を必要な需要量に応じて順番に起動したり停止したりすることを台数制御と呼んでいるが、本開発では、最も能力の小さい熱源機器の能力を熱源の台数制御を行う上での許容誤差としている。具体には、本実証においては、 $\pm 1,220\text{MJ}/30\text{min}$ を許容誤差としている。模擬実験の結果においては30分後の予測精度は高く、予測値の99%の結果が許容誤差内であることを実証することができた。

5 モデルプロジェクトによる実証実験

「AI ちれい[®]」の実証実験の第一ステップとして、(株)日建設計、(株)日建設計総合研究所、東邦ガス(株)、住友商事マシネックス(株)、(株)アラヤの5社によりAIプログラムと関連システムの開発を行い、東邦ガスが運用する栄三丁目北地域冷暖房施設において、三つのAIのうち、①熱量・送水量需要予測AIの実証実験を実施した。AIエッジパソコンを、栄三丁目北地区中央監視室に設置し、

2022年5月～2024年4月までの約2年間の実証を行った。

地域冷暖房施設の概要及び熱源系統・熱源概要を図6に示す。排ガス投入型冷温水機、ガス吸収式冷温水機、電気式空冷モジュールチラーで構成される熱源システムに対して、AIによる熱需要量と送水流量の需要予測精度の検証、及び台数制御の改善による省CO₂効果の検証を行うことができ、その有効性を確認することができた(図6)。



| 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 実証実験の対象とした地域冷暖房の概要

6 おわりに

今回の実証実験で得た知見を基に、日建設計が長年にわたり培ってきたコミショニング技術も活用することで省CO₂化に取り組んでいく予定である。今回開発した「AI ちれい[®]」は、新築の地域冷暖房や大規模開発ビルや病院などの熱源設備にも適用することを想定している。