

# 寒冷地におけるヒートポンプ暖房制御システムの研究開発 (112301008)

## Development of Heat-pump Heating Management System for Cold Regions

### 研究代表者

小山貴夫 旭川工業高等専門学校

Takao KOYAMA Asahikawa National College of Technology

### 研究分担者

井口 傑<sup>†</sup> 佐竹利文<sup>†</sup> 宮前佑矢<sup>††</sup> 新守敏明<sup>††</sup> 小林亜樹<sup>†††</sup> 月館 司<sup>‡</sup>

Masaru Iguchi<sup>†</sup> Toshifumi SATAKE<sup>†</sup> Yuya MIYAMAE<sup>††</sup> Toshiaki SHINMORI<sup>††</sup>

Aki KOBAYASHI<sup>†††</sup> Tsukasa TSUKIDATE<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>旭川工業高等専門学校 <sup>††</sup>(株) コンピューター・ビジネス <sup>†††</sup>工学院大学 <sup>‡</sup>北方建築総合研究所

<sup>†</sup>Asahikawa National College of Technology <sup>††</sup>Computer Business Corp. <sup>†††</sup>Kogakuin University

<sup>‡</sup> Northern Regional Building Research Institute (Hokkaido Research Organization)

研究期間 平成 23 年度～平成 24 年度

## 概要

電気暖房および給湯において、最も効率が良いのはヒートポンプ方式である。しかしながら、極寒冷地の旭川では、当該設備が動作保証する $-25^{\circ}\text{C}$ を下回る場合があり、最も寒い時に暖房設備が動作保証外となってしまう。また、ヒートポンプ外気温が低くなると効率が徐々に低下し、 $-20^{\circ}\text{C}$ 前後で他の暖房設備よりも効率が低くなる事が知られている。本研究では、この問題を解決するため、快適な生活かつ省エネルギーを実現する夜間電力を用いて暖房を行う蓄熱式電気暖房設備とヒートポンプ式の暖房設備を効率よく組み合わせて制御し、ICT 技術を用いた情報収集システムの開発と熱量蓄積予測方法を確立する。

## 1. まえがき

本研究開発では、寒冷地でかつ人口が集中している旭川市およびその近郊における暖房による  $\text{CO}_2$  排出を削減することを目的としている。現在の同地域では、新築住宅の多くがオール電化住宅であることを鑑み、電気暖房を効率的に制御するシステムの開発を第一の目標とする。制御対象とする暖房設備の一つは、オール電化住宅での設置率が高い蓄熱暖房装置を対象とする。加えて、主に冷房用として設置する住宅が増加しているヒートポンプ式 (以下 HP) の冷暖房装置 (いわゆるエアコン) を積極的に利用するシステムを検討している。従前の寒冷地向けエアコンは、動作保証の範囲が $-15 \sim -20^{\circ}\text{C}$ 程度であった。しかし、近年各家電メーカーから提供される寒冷地向けエアコンは、急速に技術が進歩しており $-25^{\circ}\text{C}$ まで動作保証範囲となってきている。寒冷地の一般住宅では、エアコンを冷房用途としてしか利用しない場合が多い。しかしながら、本研究の成果によりエアコンを暖房として積極的に利用し、エネルギーの有効活用を実現する仕組みを作っていく。また、本研究では電気蓄熱暖房装置を、効率などの面から補助的な暖房装置として位置付けている。さらに、本研究では、電気暖房設備及び給湯設備を、ネットワーク対応家電製品と位置づけ、ICT 技術と融合することで当初の目的を達成し、将来さらなる技術進歩にも適応可能な技術開発を目的とする。

## 2. 研究開発内容及び成果

図 1 は、本研究課題で取り組んだ、情報収集システムの仕組みに関する概念図を示す。本研究では、蓄熱暖房器の適切な蓄熱量を決定するため、翌日の気温予測を行うアルゴリズムの開発を行った。当該のアルゴリズムは、気象庁が発表する気象予測をベースとして用い、気象庁の予報よりもきめ細かな地域区分に対応できる。

図では、外気温と日射の情報を集約する仕組みとなっているが、今回検証を行った実験環境では、最大で 40 カ所

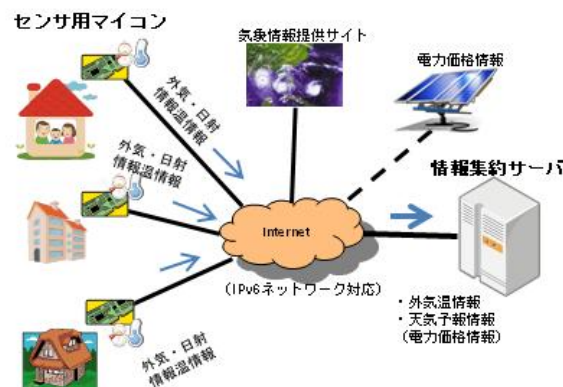


図 1 暖房制御のための情報収集概念図

の外気温を測定し、集約する仕組みを実現している。日射情報測定に関しては、暖房を制御するシステムと連携している。本研究開発では、2カ所において暖房制御の検証環境を行っており、個々の環境で日射情報を用いた暖房制御の仕組みを実現している。

情報集約サーバは、インターネット上のサーバに実装を行い、収集した情報をリアルタイムで確認できる仕組みなどを実現した。本研究は、暖房の制御が対象であるが、今後冷房の制御への拡張も可能とするため、現在も外気温データの収集を継続している。当該の収集データは、研究成果として広く提供が可能な仕組み作りを検討する。情報提供に際しては、温度センサの設置位置に依存する観測データの正確性について考慮する必要がある。

暖房の制御対象は、先に述べたようにエアコンと電気蓄熱暖房器のハイブリッドな環境である。蓄熱暖房器の特徴として、1日分の暖房に必要な熱量を蓄積できるという他の暖房装置に無い特徴を有している。この特徴を利用することで、消費電力のピークを平準化することも可能な制御方式を実現している。

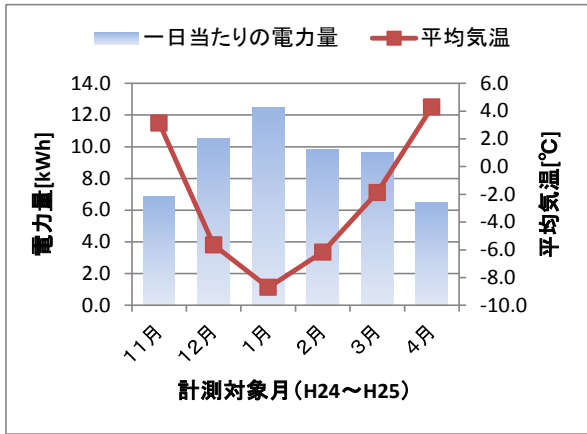


図 2 外気温と HP 消費電力量の関係

図 2 は寒冷地向けエアコン (HP) が消費した電力量と外気温の関係をあらわしたものである。旭川などの寒冷地では、10月から5月頃まで暖房を必要とする場合が多い。グラフからも明らかなように、気温が低くなるほど必要なエネルギーが多くなる。これは、外気温が低くなることにより、供給すべき熱量が増えることにも起因するが、北方向けの高気密高断熱住宅においては、外気温低下による HP の性能低下の要因がより支配的である。これらの要素を考慮して、HP と蓄熱暖房器を制御する仕組みを実現している。

グラフの1月のエネルギー使用量が、蓄熱暖房器をはじめとする灯油ストーブなどと同じほぼ同じ効率であることを考慮すると、外気温が一定値を下回るまでは、極力 HP を利用した方が省エネルギーに寄与することがわかる。HP に関しては、日射が多く、室内が目標の温度よりも高くなるのが予想される場合と電力ピークカット時間帯について、積極的に停止する制御を行う。また、蓄熱暖房器に関しては、設置した環境において、蓄熱量の余剰および不足を徐々に学習し、住宅の特性に適応するアルゴリズムの導入を図った。

本研究の課題として、例年の気象状況が異なるため、定量的にシステムトータルの性能を評価できていないため、継続して評価を行う。また、定量評価の標準的な手法について研究開発を継続し、提案することを検討している。

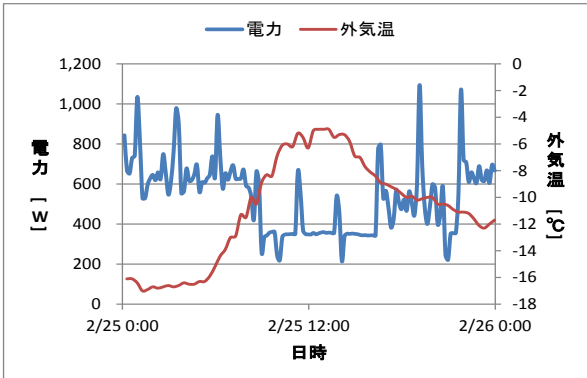


図 3 外気温と消費電力の関係

### 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

電気をエネルギー源とするため、単に暖房装置の効率のみから CO<sub>2</sub> 排出量の削減について言及することはできないが、太陽光発電や風力発電などの温暖化ガスを排出しない再生可能エネルギーの供給源が急速に増加している北

海道においても、今後は電気による暖房が主要な暖房手段となることが考えられる。また、ストーブや灯油やガスなどの燃焼を伴うボイラーは、高気密高断熱の住宅では一酸化炭素中毒などの事故の可能性が高くなり、メンテナンスに配慮する必要がある。一方で、今後高齢化が進む中で、安全性を考えた場合、電気による暖房の方が安全性を確保しやすいという側面もある。

上記のような状況を鑑み、地元の蓄熱暖房機器の開発業者とシステム開発会社の ICT 技術を融合し、寒冷地向けの暖房ソリューションを提供する事を可能にするよう取り組みを行ってゆく。また、寒冷地において HP を使用する場合の問題点として、図 3 に示す室外機の霜取り運転に必要なエネルギーの削減 (電力の周期的に発生するピーク部分) についての研究開発を行う余地が残っている。解決方法として、熱源として地中熱や地下水を用いる方法などが考えられる。

理想としては、前述の課題点を解決した HP 装置及び蓄熱暖房器の開発から製造販売までを地元産業として立ち上げることが考えられる。しかしながら、これまでのノウハウの蓄積などから、既存の HP 開発メーカーと協力して開発を進めること現実的である。本研究を、地元の産学官連携により継続的に進め、問題解決可能な技術を知的財産として確保する。また、国内を含め北欧や北米など海外でのビジネス展開までを視野に入れ、ECHONET Lite 規格との整合性を考慮したソリューション開発に取り組んでゆくことを検討中である。

### 4. むすび

本研究開発においては、目的実現のために多くの項目に関する研究開発に取り組んだ。本稿では、その一部の概略を報告した。報告内容に記述したように、課題解決に向けて幾つかの解決すべき課題も残されている。一方で、本研究において得られた成果を取りまとめることで、寒冷地向けの暖房制御のためのソリューション開発を行う目処が立ったと考える。

今後は、プロトタイプレベルのシステムを洗練し、ビジネス展開できる品質にすることを、今後1年程度の期間で目指す。また、独自仕様部分を極力排除し、ECHONET Lite に準拠した実装を進めてゆく予定である。

#### 【誌上发表リスト】

- [1] T.KOYAMA, M.Iguchi, T.Satake, A.Kobayashi, T.Tsukidate, "Development of a Heat Pump Heating Control System for Cold Regions," Proc. of ISAT-11<sup>th</sup> pp.390-391 (2012/10/30)
- [2] A.Kobayashi, T.Shinmori, M.Inogami, T.Koyama, "A Study on Temperature Prediction at Every House Using Regional Grid Network," Proc. of ISAT-11<sup>th</sup> pp.388-389 (2012/10/30)
- [3] T.Koyama, M.Iguchi, T.Satake, A.Kobayashi and T.Tsukidate, "DEVELOPMENT OF HEATING MANAGEMENT SYSTEM IN COLD REGIONS," Proc. of IADIS Applied Computing 2012 pp.168-170 (2012/10/19)

#### 【申請特許リスト】

- [1] 小山貴夫、日射状況記録装置、日本国、H24/3/26
- [2] 小山貴夫、暖房運転制御システム、日本国、H24/3/26
- [3] 小山貴夫・松本直貴、日射状況予測システム 日射状況予測装置 日射状況予測方法、日本国、H25/3/18

#### 【報道掲載リスト】

- [1] "寒冷地でも主力暖房に -HP エアコン制御システム実用化へ-", 北海道建設新聞、H25/3/22