

# 寒冷地におけるヒートポンプ暖房制御システムの開発

小山 貴夫<sup>†</sup> 井口 傑<sup>†</sup> 新守 敏明<sup>††</sup> 佐竹 利文<sup>†</sup> 月館 司<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>

北海道立総合研究機構 北方建築総合研究所<sup>†</sup>

## 1. はじめに

本研究は、寒冷地であ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 CO<sub>2</sub> 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 50～70%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[1]の開発を目標とする。制御対象とする暖房設備は、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の冷暖房装置（いわゆるエアコン）を積極的に利用し、使用する電力を最小化するシステムを実現する。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℃まで動作保証範囲となってきた。寒冷地では、エアコンを冷房用途としてしか利用されていない場合が多いが、他の暖房装置よりもエネルギーの利用効率が高いエアコンを主暖房として利用し、エネルギーの有効活用が為される仕組みを作っていく。また、効率では劣るが熱量をバッファできる蓄熱暖房装置を、補助暖房装置として 2 種類の暖房装置を当初の目的である効率最大となるよう制御することを目指す。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. システムの概要

提案する制御システムは、センサ用マイコン、（暖房）制御用マイコン、および情報集約サーバが主な構成要素である。図 1は、情報収集に関するシステム全体の概念を示している。

図では、センサ用マイコンのみを示しているが、基本的には制御用マイコンとセットで利用され、各家庭に設置していることを前提としている。但し、開発中のシステムではセンサ用マイコンと制御用マイコンは独立に動作することを可能とする。センサ用マイコンは外気温計測と輻射熱を測定するためのセンサ機能を持っている。各センサマイコンは、位置情報（経度、緯度）を持ち、気温及び輻射熱の測定結果を、一定時間（1 時間毎）に情報集約サーバへ送信する機能を持つ。

また、任意のタイミングで気温及び輻射熱の情報を取得することも可能としている。情報集約サーバはセンサ用マイコンとの通信、受信データの RDB への格納のほか

Web サイト等から気象情報を定期的に収集する機能などを持つ。また、本稿では示さないが、制御用マイコンで暖房を制御するために使用する制御基本パターン情報の配信なども可能とする。以下、情報収集に関して、システムの概要を示す。

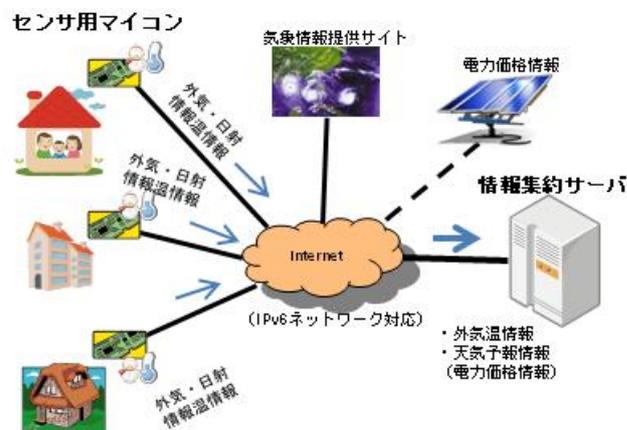


図 1 情報収集に関するシステム概要

## 3. 外気温・輻射熱情報の収集

ヒートポンプ暖房装置は、効率最大時には蓄熱暖房装置の 3～5 倍となる。しかしながら、外気温が低くなるにつれて効率が低下し、暖房としての出力が十分に確保できない場合などが考えられる。このような事象に対し、蓄熱暖房装置で熱量を補うシステムとして実装を行う。

上述の事象を考慮した場合、精度の高い外気温情報が蓄熱暖房装置の蓄熱量を精度良く決定するために必須となる。天気予報で提供される気象情報は、旭川市などかなり粒度の大きな単位で提供される。しかしながら、実際には市内の各地域によっても大きな差がある。このため、戸別で気象情報を利用するだけでなく、地域で外気温情報を共有できる仕組みを提供する。

また、最近の新築住宅は、高断熱高気密化が進み、外気温が低い状況でも直射日光があれば室温が急激に上昇する。この状態を“オーバーヒート”と呼ぶが、この状況になる場合には速やかに暖房を停止することが望ましい。この仕組みを実現するために、簡易的な輻射熱測定装置を開発し、個々の住宅の特性に応じた暖房制御に反映することを可能とする。こうした用途から、住宅の各部屋に輻射熱センサを設置することが望ましい。しかしながら、現実的には外気温を含め小型で設置が容易な仕組みが求められる。よって、現状は輻射熱情報の測定に関しても、各住宅の代表点で測定する。この代表点で測定した輻射熱の情報は、集約サーバに蓄積し、地域などで相互に利用可能とする仕組みを検討している。

表 1 に、マイコンから情報集約サーバへの定時送信す

Development of Heat Pump Heating Control System in the Cold Region

<sup>†</sup>Takao Koyama, <sup>†</sup>Masaru Iguchi, <sup>†</sup>Toshifumi Satake  
Asahikawa National College of Technology

<sup>††</sup>Toshiaki Shinmori  
Computer Business Co., LTD

<sup>†</sup>Tsukasa Tsukidate

Hokkaido Research Organization, Northern Regional Building Research Institute

るデータの一覧を示す。使用しているマイコンのMPU(H8/3052F)は、ハードウェアで浮動小数点をサポートしていないため、固定小数または文字列によりデータを扱い、サーバ側で倍精度の浮動小数点表現に変換する。外気温センサ[2]は屋外に設置し、輻射熱センサは室内に配置する。黒球温度は、黒色に塗装したピンポン球内部の温度を計測するものであり、簡易的な輻射熱測定装置の位置づけで用いる。白球温度は黒球温度と比較し、日差しの有無を検知するために使用している。動作継続時間は、マイコンが起動してからの時間であり、ヘルスチェック用途で用いている。

表 1 集約サーバへ伝送する情報

項目名	データ (Byte)	備考
MACアドレス	6	
端末番号	2	
経度情報	8	
緯度情報	8	
外気温情報	4	サーバ側で浮動小数点変換
日差し情報	2	日差しの有無
動作継続時間	9	電源投入後からの動作時間
黒球温度	8	サーバ側で浮動小数点変換
白球温度	8	サーバ側で浮動小数点変換

#### 4. エリア指定による外気温データ取得

センサ用マイコンは、基本動作としては一定時間ごとにデータをサーバへ送信する。この機能とは別に、図 2 に示すように円形と正方形で指定したエリア内のマイコンから逐次に表 1 に示す情報を収集することが可能である[3]。図中  $(x_c, y_c)$  は、指定するエリア中心の経度及び緯度を指定し、 $r$  によりエリアのサイズを指定することを可能としている。本機能は、局所的な情報を即時に収集することを可能とするための機能である。

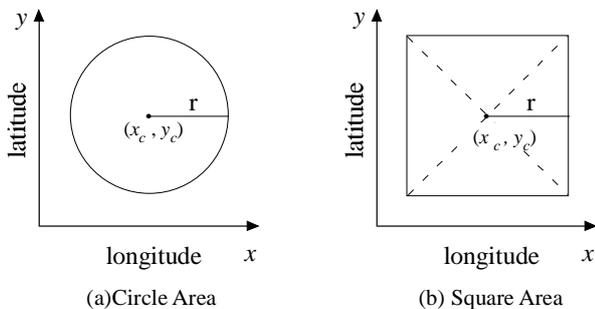


図 2 エリア指定の概念図

#### 5. 情報集約サーバ

情報集約サーバは Linux 上で動作し、センサ用マイコンとの通信は TCP/IP で行う。サーバプログラムは Java 言語で記述し、マルチスレッドにより複数のセンサマイコンからの同時接続要求に対応可能としている。収集した情報は、MySQL を用いて情報の蓄積・管理を行っている。ここで集約サーバに蓄積した情報に基づき、外気温データを分析して翌日の気温変化予測を行う。外気温の予測結果を用いて蓄熱暖房装置の蓄熱量を決定[4]する仕組みを構築中である。

また、輻射熱を用いた日射情報に関しては、収集した情報を共有し、センサを配置しない部屋でのオーバーヒート防止を実現するアルゴリズムを検討中である。

#### 6. 外気温の予測

外気温の予測は、気象予報よりも地域の粒度を細かくし、より正確な情報を利用者へ提供することを目的としている。予測の基盤となるデータとして、気象庁などが提供する予測気温を用いる。このデータに加えて、地域性を加味するため、過去の気温データを利用する方式を検討している。一つの要素として、過去の気温データから、天候と気温の関係を数量化 I 類により定量化し、気温予測に反映する方式を検討中である。また、もう一つの予測パラメータとして、図 3 に示すような 2 日間にわたる 3 時間ごとの気温時系列データをベクトルとして扱い、クラスタリングにより分類する。各クラスタ代表値の 1 日目のデータ系列と、予測を行う前日の気温の変化パターンが最も類似するものを検索し、天気予報、数量化 I 類による重みを加味して予測値を算出する仕組みを構築している。

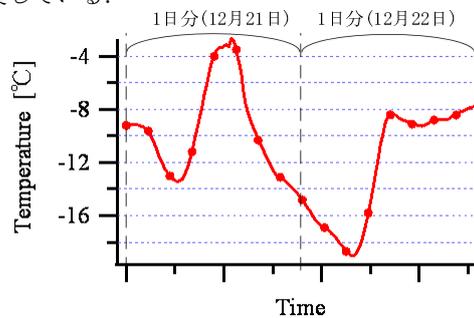


図 3 気温時系列データ例

#### 7. おわりに

本稿では、現在開発中の寒冷地における暖房制御システムの開発について概要を報告した。本システムの構築に当たっては、システムの構築に関わる方式に加え、統計処理やパターンマッチングの手法、住宅の特性を考慮した必要な熱量の推定アルゴリズムなどを総合的に組み合わせた研究となっている。

トータル制御システムとしては、平成 24 年度中の完成を目指し、HEMS 技術の標準化動向などに沿った形で、広く利用が可能な方式としてとりまとめる。また、本稿では、電気暖房のみについて言及したが、ヒートポンプを中心としたハイブリッド暖房および給湯システムへの適用範囲拡張についても検討を行ってゆく予定である。

#### 謝辞

本研究は総務省戦略的情報通信研究開発制度 (SCOPE) 地域 ICT 振興型研究開発プログラム、H23 年度採択テーマ「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」によるものである。

#### 参考文献

[1] 石田健一, 伊藤善朗, “IT 時代の計測・制御技術の動向(4) HEMS による家電連動制御,” 空気調和・衛生工学, 第 80 巻, 第 5 号, pp. 385-393, May 2006.  
 [2] 鈴木哲哉, “温度計の動作原理,” PIC とセンサの電子工作, pp. 110-117, (株)ラトルズ, 東京, 2005.  
 [3] 小林慎弥, 小山貴夫, “IP ネットワークと GPS を用いた情報収集システム構築に関する検討,” 平成 21 年度電気・情報関係学会 北海道支部連合大会, Oct. 2009.  
 [4] 月館司 他, “住宅トータルエネルギー予測プログラムの開発.” 空気調和衛生工学会大会学術講演論文集, No.621, pp.69-76, Nov. 2007.