

一般住宅向け地中熱利用ヒートポンプシステムの蓄熱利用による高効率化技術の研究開発

工学部

柿崎 隆夫 (かきざき たかお)

教授 工学部機械工学科, 博士(工学)
工学部工学研究所次長
日本機械学会 フェロー, 米国機械学会会員(ASME)

1979年東北大学大学院工学研究科博士課程前期修了, 同年日本電信電話公社入社, その後, マサチューセッツ工科大学客員研究員, NTTヒューマンインタフェース研究所研究部長, 日本電信電話株式会社 (NTT) 理事 研究開発部門 統括チーフプロデューサーなどを経て現職。



小熊 正人 (おぐま まさひと)

特任教授 工学部機械工学科, 工学博士
米国機械学会 (ASME) 会員

1986年北海道大学工学研究科博士後期課程修了。米国テキサス州立大学招聘研究員、石川島播磨重工業流体研究部長、NEDO省エネルギー部総括担当(省エネルギー技術戦略担当)などを経て2012年より現職。千葉大学客員助教授、経済産業省エネルギー技術戦略委員会WG委員を歴任。



1. 研究の背景は?

再生可能エネルギーとして位置づけられている地中熱を活用した熱供給システムは、温熱と冷熱を同時供給できるシステムである。冷暖房、給湯、冷却や融雪などの様々な熱需要がある一般住宅の熱需要への対応が可能であり、競合機種であるエアコンと比べて省エネポテンシャルが高い。従って、熱需要に上手に適合するシステム設計が行うならば、社会的課題である1次エネルギーの消費の抑制に寄与できる。

全国の企業と協力してこの地中熱活用型システムの継続的事業化を目指している本学部の研究チームは、今までに本学部が提唱した「浅部地中熱利用」が実運用に耐えられること、そしてその設置コストを1/2程度にできる見通しを得た。そして実住宅運用の結果から、システム効率向上を図るためには熱源機であるヒートポンプの効率向上が必須であることを明らかにしてきた。

一般住宅の熱需要量は変動が大きく、かつ負荷率も低い。このため熱源機であるヒートポンプが間欠運用となり、従来の地中熱利用システム構成ではヒートポンプの効率が低下する。また高冷房負荷地域で

は冷房ピーク負荷が大きく、これに対応する熱源機容量は過大傾向にある。そのため、初期コストならびに契約電力料金が大きく、一方、年間設備稼働率が低いという課題がある。上記2つの課題を解決する手段として蓄熱方式の利用が考えられる。

上記課題を解決するための蓄熱方式は、事業用で主に使用されてきたが、熱源機の効率向上を目的とした民生分野への適用事例は少なく、また一般家庭用としては事例がなかった。この技術を社会実装するためには、熱の需要パターンやヒートポンプの制御方式が絡むことから、実運用の特徴を踏まえて蓄熱タンク規模やヒートポンプ制御方式を調整する必要がある。

2. 研究のゴールは?

本研究のゴールは、蓄熱システムが導入された地中熱活用システムが、実運用を通じて省エネ性ならびに経済性において効果があり、広く社会に普及できることを示すことにある。そのためには、単に研究室内の理想的環境での技術実証だけに留まらず、実機に実装してその効果を確認する必要がある。

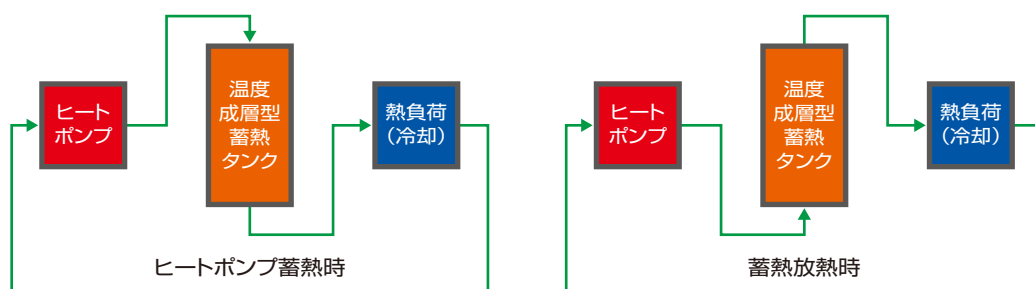


図1 顕熱蓄熱利用時の運転モード(暖房時)

3. 研究の内容は？

3-1. 部分負荷運用時のシステム効率向上技術

間欠運転の長周期化によるヒートポンプの効率低下防止が狙いである。蓄熱方式としては、温度成層型となる顕熱蓄熱型(図1)と、設備の小型化を狙うための潜熱蓄熱型の2種類を検討する。顕熱蓄熱型では、エコキュートと同程度の容量しかない蓄熱タンク(図2)に対し、循環流量が多い場合でもタンク内において温度成層型蓄熱が実現できるか否か、ヒートポンプ効率低下防止が実現可能であるか否かを平成29年度に実験室レベルで確認するとともに、平成30年度に山形県内の個人住宅に当該システムを設置してその効果を立証する。

一方、潜熱蓄熱型においてはカプセル型蓄熱材を用い、タンクユニット(図3)の大きさと循環媒体の圧力損失の関係を平成29年度に確認し、郡山市内の住宅に設置してある既存地中熱利用システムに当該蓄熱装置を平成30年度に実装する。

3-2. 冷房時ピークカット技術

温暖地における冷房ピークカットによる設備容量ならびに契約電力の低減の実現が狙いである。従来、

地中熱利用は寒冷地が主な市場であったが、熱利用形態ならびに環境へのインパクトから温暖地向けが有望と判断しており、3年前から沖縄県の企業と共同で研究開発活動を実施している。冷房ピークは昼間の特定時間だけに発生するため、その時間帯のみに「見かけ冷房能力」を向上させる(図4)。平成29年度は実験室レベルで、一般住宅で受け入れ可能なサイズの基本システムを構成し、「見かけ冷房能力」を計測する。平成30年度は、沖縄県南風原町の実住宅に実装し、その効果を立証する。

4. あとがき

工学部で提唱した、浅層の地中熱利用(浅部地中熱利用)は実現可能である。しかしながら地中熱利用全体と言えることだが、見かけが簡単であるが故に効率向上が容易ではなく、本学部の研究チームが国の研究支援を受けて循環ポンプの制御、機器の適正化などの開発を行ってきた。一部の技術成果は、システム効率および運用経済性が他の競合熱源機より上回るという結果を生み出した。さらにこの蓄熱システムが実装されることによって市場競争力の向上が図れるものと考えている。



図2
温度成層型蓄熱タンク

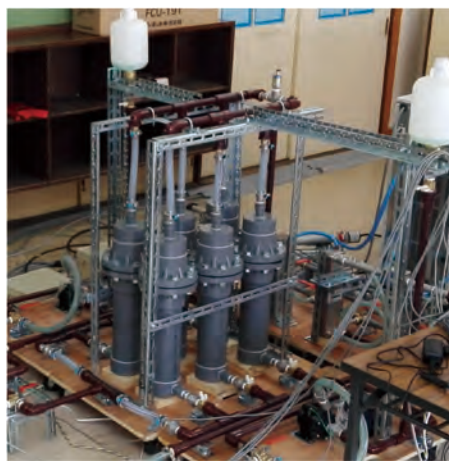


図3
潜熱蓄熱タンク

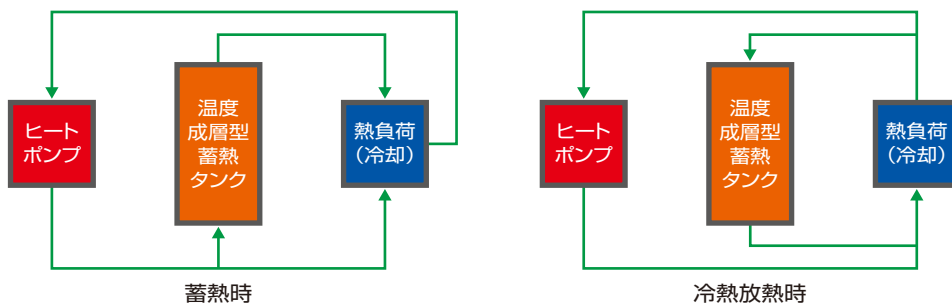


図4 蓄熱利用によるピーク負荷対応運用