

垂水弘夫 副所長・教授

2015 年

1. 垂水弘夫, 坂本泰邦, 神田奈々江, 西澤淳, 桑原亮一, 岩瀬和夫 ;

“地下水利用・天井放射空調システムのPMV制御に関する実験的研究 放射・対流空調及び連続・間欠運転条件における温熱環境とエネルギー消費”

日本建築学会技術報告集, 第 21 巻第 48 号, pp.703-707, 2015.6 (掲載決定)

地下水を熱源とする放射空調システムは, 建築物 ZEB (Net Zero Energy Building) 化の重要な要素技術の一つとして注目されている。本研究では, 冬季の低暖房負荷時対策としてクッションタンクを追加設置した上で, 空調システムを夜間停止する間欠運転と 24 時間連続運転条件の下, エアコンによる対流空調を含めて夏季・冬季の実験を行い, 室内温熱環境状態の確認を経て, 本放射空調システムの電力消費面から見た有効性を検討した。

2. 垂水弘夫, 坂本剛 ;

“フィールド試験棟を用いた排湿外壁構造の排湿効果に関する実験的検討”

日本建築学会環境系論文集, 審査中 (2015.2 現在)

本研究は、開発・提案した排湿外壁構造について、石川県白山市に立地する屋外試験棟の外壁に適用し、冬期のフィールド試験を実施して、排湿効果の面からみた排湿外壁構造の有効性を検証することを目的としている。研究成果は以下のとおり。1) フィールド試験棟の排湿外壁構造について屋内外水蒸気分圧差と排湿勾配の相関関係を把握した。2) フィールド試験棟内で日常生活を模擬した暖房・水蒸気発生実験を行い、冬期に排湿外壁構造を機能させた条件下における屋内水蒸気分圧データの日変化を捕捉した。3) 金沢気象台の過去 11 年間分の時刻別外気温度及び相対湿度の観測データより冬期間の屋内外水蒸気分圧差データを整理し、排湿勾配との関係に基づき期間排湿量を推定した。

2014 年

1. 垂水弘夫, 坂本泰邦, 桑原亮一, 西澤淳, 岩瀬和夫 ;

“地下水利用・天井放射空調システムに関する実験的研究, 地下水汲上げ量及びシステム循環水量の PMV 制御”

日本建築学会技術報告集, 第 20 巻第 44 号, pp.191-195, 2014.2

地下水を熱源とする放射空調システムは, 建築物 ZEB 化の要素技術の一つとして研究開発が急がれている。本研究は, 金沢工業大学・地域防災環境科学研究所に設置した放射空調システムに次の 1) 及び 2) に示す改良を加え, 室内温熱環境形成とエネルギー消費の面からみた効果を, 2012 年度の夏季実測を通じて把握したものである。

- 1) 地下水汲上げポンプ及び冷温水 2 次ポンプのインバータ化と, 流量の PMV 制御。
- 2) 南面窓上部の天井面への放射パネルの追加設置。

これらの改良工事の実施によって, PMV の日変化と室内分布の一層の抑制・均一化, PMV 制御を三方弁の開度調整だけでなくポンプの流量制御へ適用することによるエネルギー消

費の削減が可能となった。

2013 年

1. 垂水弘夫, 山口翔太;

“鉛直面 8 方位における日射及び太陽光パネル発電データの解析建築物 ZEB 化のための北陸の外壁面太陽光発電に関する研究”

日本建築学会技術報告集, 第 19 巻第 42 号, pp.635-638, 2013.6

本研究では、ZEB 化の要素技術の 1 つとして外壁面太陽光発電を取り上げ、金沢工業大学・地域防災環境科学研究所の屋上に設置した鉛直面日射・太陽光発電観測システムを用いて、通年の日射量及び発電量データを取得し、方位による季節・時間帯別の特性解析を実施するとともに、北陸の気候下における年間積算値を把握した。

2. 垂水弘夫, 小林泰典, 桑原亮一, 岩瀬和夫, 岡崎俊春;

“地下水利用・天井放射空調システムに関する実験的研究 PMV 制御の導入による夏季室内温熱環境の改善効果を中心として”

日本建築学会技術報告集, 第 19 巻第 42 号, pp.639-644, 2013.6

本研究では、有用性の高い PLC 制御導入前後の実験室内温熱環境の比較を初めとして、室温制御と PMV 制御による室内温熱環境の相違の検討などを実施し、地下水利用・天井放射空調システムを建築物に適用する際の設備システムと制御方法について、PMV 制御の導入による室内温熱環境の改善効果を、主に夏季実測面から明確にすることを目的とした。

著書

2014 年

1. 垂水弘夫ほか;

“厚生労働大臣登録 統括管理者講習会テキスト 第 2 版（改訂版）”, 日本建築衛生管理教育センター, 2014.7

2. 垂水弘夫ほか;

“改訂 建築物の環境衛生管理（上下巻、第 2 版）”, 日本建築衛生管理教育センター, 2014.3

2013 年

1. 垂水弘夫, 大立啓之, 買手正浩, 望月悦子;

“〔再読〕実務に役立つ建築環境工学／建築設備”, 井上書院（監修, 共著）, 2013.4

2012 年

1. 垂水弘夫ほか;

“厚生労働大臣登録 統括管理者講習会テキスト 第 2 版”, ビル管理教育センター, 2012.7

特許 2012～2015

2014 年

垂水弘夫；

1. “住宅換気システム”（付設温室アースチューブ住宅換気システム）

2014.1 特許査定

本特許は、住宅に温室を付設し、日射熱によって温度上昇した温室内上部の空気を、住宅の周囲地盤に敷設したアースチューブ内に導き、地盤を蓄熱体として利用した後に、屋内へ換気空気を供給することで、夜間や直達光の無い日などに、晴天日の日射熱の利用を可能ならしめる住宅換気システムを提案したものである。冬季によく晴れる太平洋岸の地域で、効果が大きい

国際会議及びシンポジウム等 2012～2015

2013 年

1. Hiroo Tarumi and Tsuyoshi Sakamoto；

“Experimental Study on Effects of Indoor Moisture Discharge through a Moisture Expulsion Exterior Wall Structure, Experiments using a test house installed in a climate chamber”

11th International Symposium on Building and Urban Environmental Engineering, pp.29-34, 2013.12, Taipei, Republic of China (Taiwan)

本研究は、従来内装仕上げ材として用いられてきた調湿性を有する材料を外壁に適用し、屋内の湿気を直接自律的に外気へと排出できる排湿外壁構造について、その性能を明らかにすることを目的としている。稚内層珪質頁岩を主原料とする排湿ブロックを製作し、人工気象室内に建築した試験棟実験を通じて、その排湿効果を検討した。研究成果は以下のとおり。1) 建材負荷率及び排湿ブロック厚に応じた排湿量を把握した。2) 屋内外の水蒸気分圧差に基づく物質平衡式から排湿係数を定義し、排湿勾配との関係を確認した。3) 建材負荷率の選択と屋内相対湿度の低下に要する時間数との対応関係を表すグラフを提示した。

2. Hiroo Tarumi and Yasukuni Sakamoto；

“Experimental Research pertaining to Groundwater-using Radiant Ceiling Cooling/heating Systems, With a central focus on the results of improvements to the summer indoor thermal environment through PMV control”

11th International Symposium on Building and Urban Environmental Engineering, pp.35-40, 2013.12, Taipei, Republic of China (Taiwan)

金沢工業大学・地域防災環境科学研究所に整備した地下水利用・天井放射空調システムの実験施設を対象として、段階的に制御方法を変更した 3 シーズンの夏季実測データを取得し、PMV 制御の導入による室内温熱環境の改善効果を検討することで、地下水利用・天井放射空調システムを建築物に適用する際の設備システムと制御方法について、主に夏季実測面からみた知見を整理することを目的としている。研究成果は次のとおり。1) 天井放射空

調パネルへの送水温度を一定とする制御に比べ、室温を三方弁開度に反映させる PLC 制御の導入によって、夏季夜間の室温及び PMV の低下を抑制できた。2) 室内の各測定点の PMV を 1 日通じて 0~1 の範囲にコントロールし、南窓に近い位置でも日中の平均の PMV を 0.5 前後に保てることが示された。3) PMV 制御の導入によって負荷が小さい夜間のハンチングを抑制できること、制御位置を室中央部でなく壁際としてもほぼ同様の室内温熱環境が得られることなどを明らかにした。

3. Hiroo Tarumi and Keisuke Yanaba:

“An Analysis of Solar Radiation and Photovoltaic Panel Power Generation Data on a Vertical Plane in Eight Directions, Research on photovoltaic power generation on outer walls for net-zero energy building construction”

**11th International Symposium on Building and Urban Environmental Engineering,
pp.41-46, 2013.12, Taipei, Republic of China (Taiwan)**

建築物の ZEB 化の進展のためには、関連する要素技術ごとに寄与できる実際的な数量的評価を実施する必要がある。建築物の周囲にある自然条件を利用する面からは、太陽、雨、風、緑及び土など多岐にわたるソースが考えられるが、とりわけ太陽光発電はそのポテンシャルの高さから注目されている。また、自然エネルギー活用は地域の気候条件等に左右されることから、それぞれの地域で各要素技術の利用可能量に関するデータベースを構築して行くことが重要と思われる。

本研究では、ZEB 化の要素技術の 1 つとして外壁面太陽光発電を取り上げ、金沢工業大学・地域防災環境科学研究所の屋上に設置した鉛直面日射・太陽光発電観測システム（石川県白山市八束穂 3-1）を用いて、通年の日射量及び発電量データを取得し、方位による季節・時間帯別の特性解析を実施するとともに、北陸の気候下における年間積算値を把握した。

2012 年

1. Hiroo Tarumi

“Effectiveness of Subterranean Heat Use in Earth Tube Houses:A Detached Model House Located in Japan”

**International Conference on Renewable Energy Research and Applications,
pp.1-6 (USB), 2012.11, Nagasaki, Japan**

本研究は、富山市に建築したヒート&クールチューブ住宅を対象として、外気・地中・屋内吹出し口の温湿度に関する通年実測調査を実施し、夏期の除去熱量・冬期の取得熱量を算定することで、北陸地域の住宅における地中熱の利用効果を検討したものである。研究の特色は以下の点にある。1) 掘削経済性の視点から埋設深さを 2m とした実大住宅設置のヒート&クールチューブシステム（総延長約 100m）を対象としていること、2) 外気負荷削減の点から換気回数 0.5 回/h（換気量約 250m³/h）の条件下での測定結果を提示していること、3) 夏期の除去熱量について北陸の気候下における潜熱分の実測評価を行っていること。

新聞・報道等 2012～2015

2015 年

1. “エコハウスをテーマに”，建設工業新聞，2015.2.10

2014 年

1. “「シリーズ金沢ブランド 産廃から屋上緑化」インタビュー放送”，北陸朝日放送，HAB スーパーJ チャンネル，2014.5.21

2013 年

1. “天井放射空調など学ぶ”，建設工業新聞，2013.8.28

講演会 2013～2015

2015 年

1. “ゼロエネルギー建築の技術で生き残りをーNet-Zero Energy Building and Houseー”，金沢工業大学・地域防災環境科学研究所メンバーシップ会合講演，2015. 3

2014 年

1. “ZEH（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）の時代を迎えて”，北陸電力リビングサービス・セミナー基調講演，2014. 5
2. “超巨大災害時の自然エネルギー利用による地域の創電・節電対策”，金沢工業大学・地域防災環境科学研究所「南海トラフ超巨大災害に対する実効性ある防災対策に関する研究」中間報告会講演，2014.5

2013 年

1. “建築外皮を利用した太陽光発電 ZEB 化及び災害発生時対応の主役”，金沢工業大学・地域防災環境科学研究所メンバーシップ会合講演，2013. 6
2. “地下水利用・天井放射空調システムの PMV 制御 室内温熱環境とエネルギー消費の実測結果”，石川建築設備研究会技術講習会（空気調和・衛生工学会主催），2013. 8
3. “建築物 ZEB 化のための北陸の外壁面太陽光発電に関する実測調査研究”，電気関係学会北陸支部連合大会招待講演，2013. 9

2012 年

1. “日射遮蔽による夏季温熱環境の改善効果実測”，金沢工業大学・地域防災環境科学研究所メンバーシップ会合講演，2012. 12