

外断熱集合住宅における自然を活かす夏季の住まい方に関する研究

正会員 ○游 明遠*1 同 生島 充*2
同 石川 雅規*2 同 宿谷 昌則*3

外断熱 住まい方 エクセルギー

1. はじめに

化石燃料の使用を前提にして得られる快適性はいつでもどこでも同様とすることができるが、それが唯一の快適性ではなく、その土地に備わる自然のポテンシャルを活かすことで引き出される快適性もあるのではないかと考えられる。エネルギー資源問題の解決にあたっては、この後者のような快適性とは何かを積極的に見出していくことが重要である。

外断熱が十分に施された建物では、冬季は窓からの透過日射や内部発熱によって、ほどよい温かさが得られる。しかし、夏季には、日射を十分に遮蔽しないと、躯体の断熱性と蓄熱性がかえって室内の温熱環境を悪化させてしまう可能性がある。また、日射遮蔽が十分に行なえていたとしても、それだけでは十分な涼しさは得られない。十分な涼しさを得るためには、外断熱に日射遮蔽・夜間換気・蓄冷を組み合わせ、涼房、延いては採涼あるいは採冷ができるとよい。

外断熱の特に蓄冷性というハードウェア性能を活かすには、快適性が無理なく自然に引き出されるような住まい方というソフトウェア性能が重要である。

筆者らは、外断熱集合住宅1棟を取り上げ、住まい手が自発的に住まい方の改善が行なえるような学習会を行ない(写真1)、その後に住まい手の住環境に対する意識や行動をアンケート調査を行なった結果、日射遮蔽と夜間換気の行為が確認できた。

本研究では、2004年のアンケート調査で夜間換気を行なう住戸が少なからずあることが確認できた文献1の結果を受けて、夜間換気を行なうことで、どのような熱環境が実現されているのかを確認するために実測とその結果に基づくエクセルギー解析を行なった。本報告は、その結果を述べる。

2. 建物概要

対象とした集合住宅は東京の調布国領にあり、鉄筋コンクリート造で、全体の平面形状は図1のとおりで



写真1 住まい方支援学習会

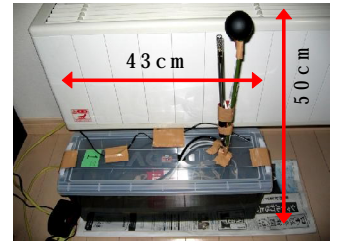


写真2 測定機器の設置風景

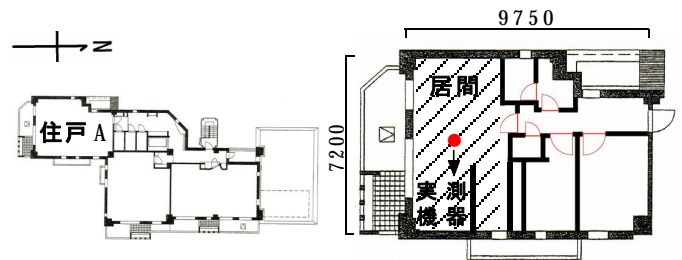


図1 集合住宅の平面形状

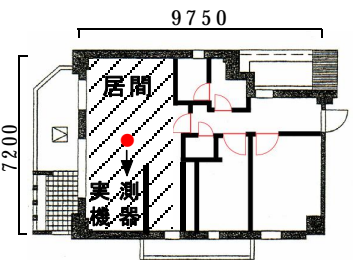


図2 住戸Aの平面

ある。竣工は2004年3月である。北側に主要道路があり、比較的喧騒な環境に位置している。総住戸数は29世帯である。窓はLow-E複層ガラスと樹脂サッシで構成され、外壁は125mm厚のグラスウールが150mm厚のコンクリート躯体の外側に施されている。窓部と外壁の熱貫流率は、それぞれ2.67、0.28 W/(m²・K)である。この集合住宅では、屋上に外気温湿度や日射量の計測センサーが取り付けられており、1時間間隔で測定できるようになっている。

3. 住まい方の違いと熱環境

実測を計画するにあたって、まず自然換気を行なっていると思われる住戸3軒とエアコンによる冷房を行なっていると思われる住戸3軒を抽出した。これら6軒の抽出は、この集合住宅の開発に携わり、しかもこ

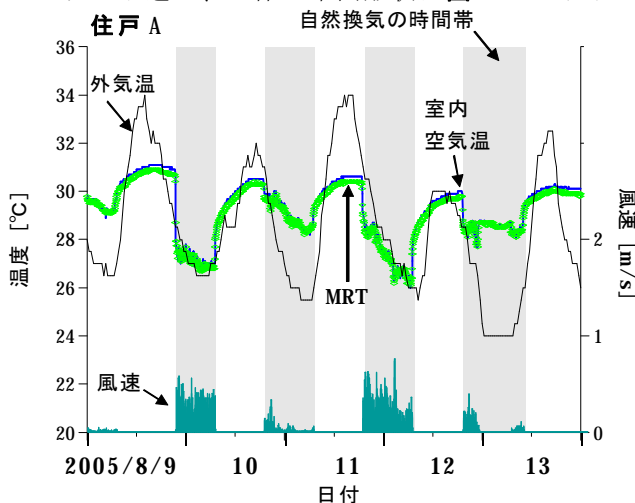
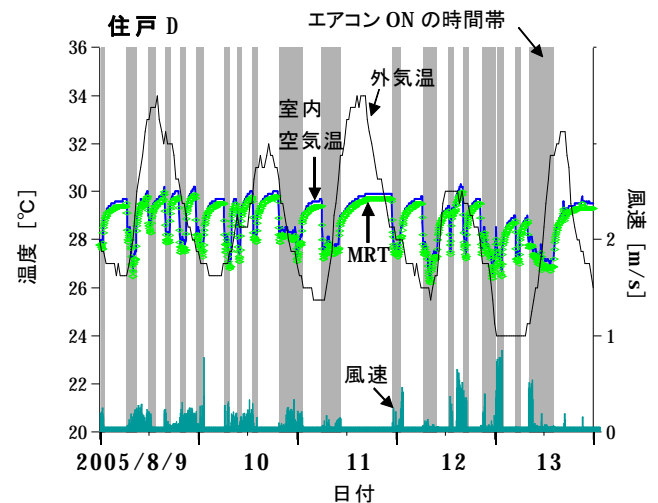


図3 住戸A・Dにおける室内空気温・MRT・風速の経時変化



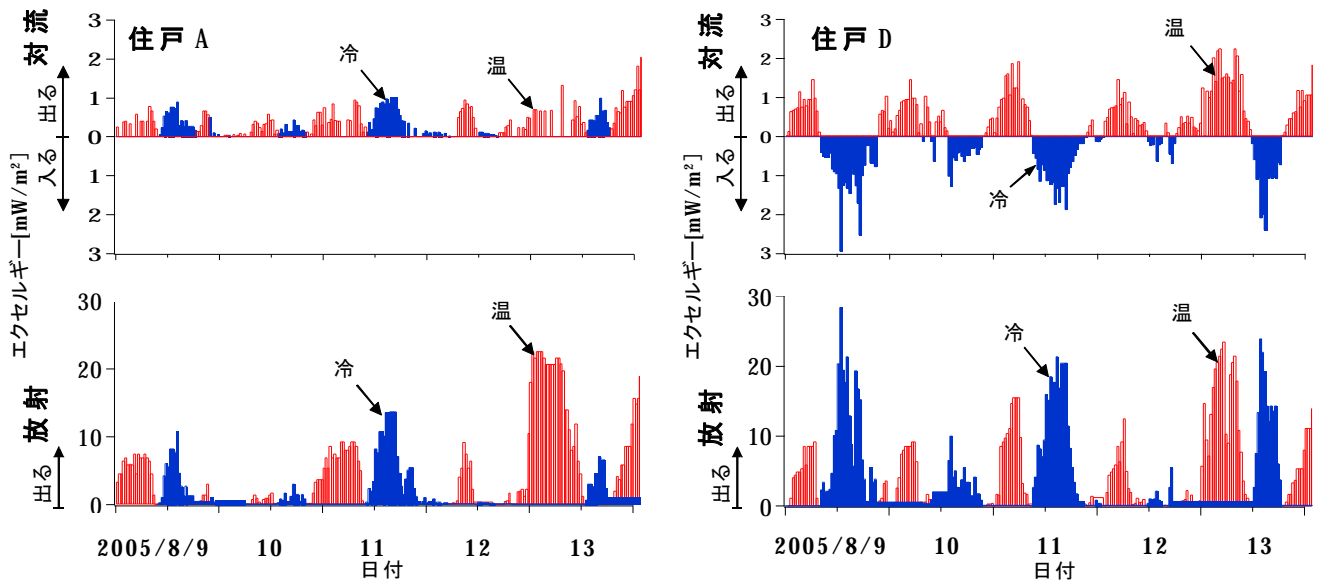


図4 住戸A・Dにおける対流・放射エクセルギーの経時変化

の住宅の住まい手の一人（本報告の著者の一人）が中心となって行なった。これら6住戸のうち4住戸から実測の了解が得られた。4住戸の形状はほぼ同様で、大きさはいずれも約70m²である。住戸A（7階）は南側、住戸B（2階）は東側、住戸C（6階）は南側、住戸D（6階）は北側に位置する。住戸AとBが自然換気で、CとDがエアコン使用である。4住戸のバルコニーには住まい手の意志で日除け（すだれ）が取り付けられている。住戸Aの平面形状を図2に示す。

実測は、住戸A～Dのいずれも居間で2005年8月9～20日の11日間行なった。測定項目は室内中央の空気温度・グローブ温度・風速とし、これらは住まい手の邪魔にならないように写真2のようなプラスチック容器に記録部を入れて設置した。また、これらとは別に、エアコンの吹き出し口の近傍空気温度を測定した。測定はいずれも5分間隔で行なった。

グローブ温度の測定にあたっては、市販のグローブ球は直径15cmで、住まい手の目障りになるので、写真2に示すように、つや消しの黒色塗装を施したピンポン球をグローブ球の代替として用いた。黒色ピンポン球の温度は、直径15cmのグローブ温度と誤差が±0.3℃程度に収まったので、黒色ピンポン球の温度はグローブ温度とみなしてもよいと考えた。

図3は、住戸Aと住戸Dにおける室内空気温度・周壁平均温（MRT）・風速の経時変化を示す。住戸Aでは、居間中央の風速が0.1m/s以上の場合には窓が開いているとみなして、図中に自然換気の時間帯を示した。夜間から朝にかけて自然換気が行なわれている。10・12日早朝の室内空気温度・MRTは、11・13日に比べ著しく下がっている。これは10・12日早朝の風速が11・13日より大きいことから、自然換気が十分に行なわれたためと考えられる。

住戸DにおけるエアコンONの時間帯はエアコン近傍空気温度の変動の仕方から推定した。住戸Dの最低室内空気温度・MRTは約26℃となっている、これは住戸Aにおける自然換気後の室内空気温度・MRTとほぼ同じである。また住戸Dの最高室内空気温度・MRT（約30℃）は、住戸

A（約31℃）のみに比べ、約1℃だけ低い。住戸AもDも、MRTの方が室内空気温度よりわずかに低めである。これは住戸Aでは夜間換気による蓄冷、住戸Dでエアコンによる蓄冷のためと考えられる。

自然換気を行っていた住戸Aとエアコン使用の住戸Dの室内熱環境には以上のように大きな違いは見られないことから、この住宅は日射遮蔽・夜間換気・躯体蓄冷による涼房が可能になっていると考えられる。

図4は、住戸AとDにおける周壁面1m²あたりの対流・放射エクセルギーの経時変化を示す。エクセルギーの値は文献3に示された計算式を用いて、対流エクセルギーは室内空気温度・MRT・外気温から求め、放射エクセルギーはMRTと外気温から求めた。

住戸Aでは、放射エクセルギーが対流の約10倍ある。午後から夜にかけて冷エクセルギーが出ているのは、夜間換気により、壁面が冷やされた後に外気温の上昇とともに壁内で冷エクセルギーが産み出され、この冷エクセルギーが室内空間に放射されていることを示す。住戸Dでは、対流の冷エクセルギーも放射の冷エクセルギーも住戸Aよりもやや大きめである。これはエアコンから室内空気に大きなエクセルギーが投入された結果である。

住戸Aでも住戸Dでも、夜間には、対流と放射のいずれも温エクセルギーが出ている。住戸Dのほうが温エクセルギーが大きい。住戸Aでは、温エクセルギーを換気によって屋外へ放出させている。一方、住戸Dでは、夜間に温エクセルギーは室内に蓄えたままで、住戸Aよりも温エクセルギーが大きめになっている。住戸Dでは、エアコンから吹き出される空気が保有する冷エクセルギーによって壁から出ようとする温エクセルギーを強制的に消費させている。

参考文献

- 1) 游 明遠 ほか：外断熱集合住宅における夏季の住まい方支援とその効果の調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、2005年9月、p. 853-854。
- 2) 田中俊六 ほか：最新建築環境工学、井上書院、1999年、pp. 190-191。
- 3) 宿谷昌則：エクセルギーと環境の理論、北斗出版、2004年、pp. 123-206。

* 1 サンデン（株）・修士（環境情報学）
* 2 康和地所（株）
* 3 武蔵工業大学大学院・教授・工博

* 1 SANDEN Corporation, M.Environmental and Information Studies.
* 2 KOWAESTATE Inc.
* 3 Professor, Graduate School, Musashi Institute of Technology, Dr.Eng.