

あたたかさ に関する実験とその解析

- 採温と採暖の比較 -

(その1. 実験の概要と室温・MRTの結果)

断熱性 暖房手法 被験者実験

1.はじめに 窓や外壁の断熱性は、新築建物については向上が進展しているが、既設建物の多くでは、いまだ不十分なものが多い。これらの建物では、エアコンなどの室内空気の加熱によるアクティブ型暖房システムが多く、壁の温度は低いままに保たれる。窓や外壁に適切な断熱を施し、十分な熱容量を躯体に持たせるといったパッシブ型技術を施した建物では、窓透過日射や人体などの内部発熱だけで十分な あたたかさ が得られる。内部発熱が少ない場合でも小さな温エクセルギーを室内に投入できるような軽微な暖房システムによって、十分な温熱環境が形成されるだろう。一方、既設建物では、主に室内空気を加熱する強力な暖房システム（いわゆるエアコン）が多く、この場合、壁の温度は低いままに保たれがちである。

窓や外壁の断熱性の違いによって、また、アクティブ型暖房システムの種類によって、得られる あたたかさ に違いのあることは、経験を積んだ技術者・科学者を除くと、ほとんど知られていないと言える。

本研究では、移動可能な仮設建物 BEM（熱環境体験室：Built-thermal-Environmental Model）を使用し、断熱性の違いによって形成される2つの室内温熱環境の物理量の違いと<あたたかさ>感の違いを、実験的に明らかにするとともに、人体のエクセルギー消費との対応関係を考察した。

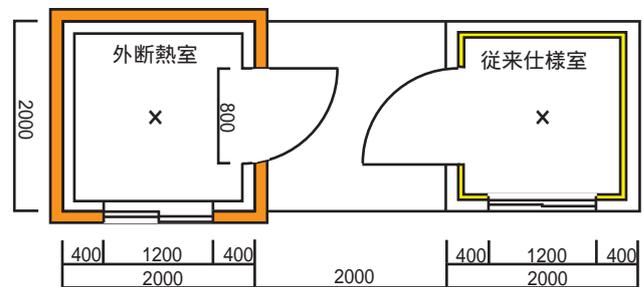
2.実験概要 被験者実験は、2002年12月3、4、5日の3日間、東京都両国に運設されたBEM（写真1）を使用して行なった。BEMは集合住宅の断熱性の大切さを一般の人々に体感してもらうためにつくられたもので、トレーラーにより移動可能である。図1に実験室の平面と主な測定項目を示す。外断熱工法を用いた室（以下、外断熱室）は、壁部にグラスウール125mm、窓部にLow-E複層ガラスと、樹脂サッシが施されており、断熱性は十分である。一方、従来の一般的な断熱工法を用いた室（以下、従来仕様室）は、壁部の室内側に発泡ウレタン25mm、窓部に単板ガラスと、アルミサッシが施されている。そのため、断熱性・蓄熱性が外断熱室に比べて不十分である。室内では、空気温度・相対湿度・周壁の表面温度・窓面透過日射・風速を、屋外では、外気温・相対湿度を5分間隔で計測した。なお、アクティブ型暖房システムとしては、両室ともにエアコンが設置されており、放射よりも対流を主とする暖房システムである。外断熱室については、放射を主とする暖房システムの採用を考えるべきであるが、この研究を始める段階では、既にエアコンが設置されていた。また、設定温度は20 とした。

実験には、10～50代の男女計18名（男9人、女9人）の被験者に参加してもらった。実験は、10:00～19:00の間に行なった。図2に申告スケジュールを示す。被験者には、まず屋外に5分間滞在してもらい、その後各室1名ずつ入室し、

正会員 直井 隆行^{*1} 同 江頭 寛基^{*2}
同 伊澤 康一^{*3} 同 宿谷 昌則^{*4}
同 生島 充^{*5} 同 石川 雅規^{*5}



写真1 BEMの外観



室内空気温度・相対湿度 風速
周壁表面温度 外気温度・相対湿度
窓面透過日射 × 床上35・80・125cmの空気温度

図1 実験室

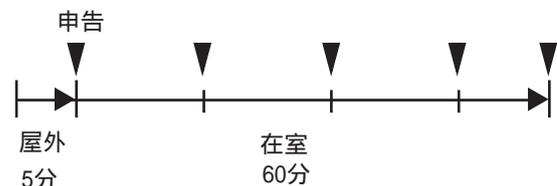


図2 被験者のスケジュール

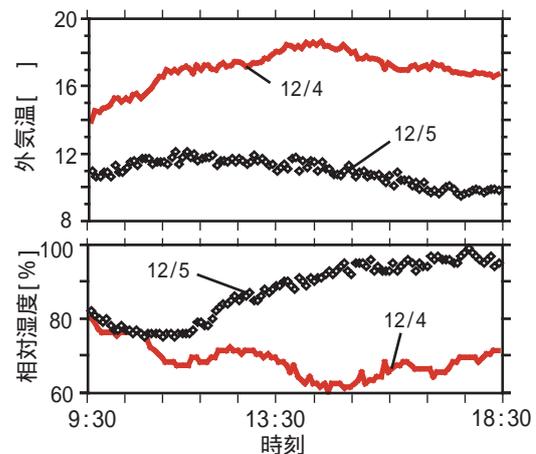


図3 外気温湿度（12/4, 12/5）

A Comparative Experimental Study on the Qualia of Warmth : "SAION" and "SAIDAN"
(Part 1. The Outline of Subjective Experiment and Measured Air Temperature and Mean Radiant Temperature)

NAOI Takayuki, EGASHIRA Hiroki, ISAWA Kouichi, SHUKUYA Masanori, IKUSHIMA Mituru, ISHIKAWA Masanori

60分間滞在してもらった。また、屋外滞在中はコートを着用し、在室中は脱いでもらった。被験者には、室全体に対して感じる温冷感と身体の部位別の温冷感、自由なコメントを入室直後から15分毎に申告用紙に記入してもらった。

3. 外断熱室と従来仕様室の室温・MRTの比較 図3に12月4日と5日の実験を行なった時間帯における外気温湿度を示す。12/4の外気温は、9.5~12.5 の間にある。外気湿度が70%以上と高くなっているのは、天候が雨のためである。12/5の外気温は、14.5~18.8 となっており、12/5に比べて全体的に高かった。

図4は外断熱室と従来仕様室における空気温とMRTの関係を示したものである。12/4・5ともに外断熱室(と)における空気温は、21~24 の間で、MRTは、20~21.5 となっている。一方、従来仕様室(と)における空気温は、12/4で19~22 で、MRTは、18~20 の間となっている。両日ともに、外断熱室の空気温とMRTの方が従来仕様室に比べて高くなっている。両室ともに、空気温の方がMRTよりも高いのは、エアコンという対流加熱を主としたアクティブ型暖房システムの特徴が現れていると考えられる。また、外断熱室の方が12/4と12/5とでMRTの違いが小さい。これは、外断熱室の方が蓄熱性が活かされており、外気温の変動の影響が小さいことを示している。

図5に外断熱室と従来仕様室の上下温度分布を示す。温度は、9:30~18:30について平均した値である。外断熱室では、12/4・5ともに同様の値となっている。床面から350、800、1250mmと順に高く、1250mmで23.4 となっている。一方、従来仕様室では、全体的に温度が低く、天井面で18~19、床面で17~18 となっている。空気温は、床面から350、800、1250mmと順に高く、1250mmで、20 と22 となっている。

外断熱室において、床面と高さ1250mmでの温度差は約2 なのに対して、従来仕様室では、床面と高さ1250mmで約3 以上の温度差がある。また、外断熱室では外気温に関わらず、12/4と5でほぼ同じ上下温度分布になっているのに対して、従来仕様室では、両日の外気温度差に応じた上下温度分布となっている。

4. 外断熱室と従来仕様室の暖房手法の位置づけ 図6は、文献1)に示された暖房システムの型を、アクティブ型かパッシブ型か、加熱が主として、対流によるか放射によるかで分類を試みたもので、その中に外断熱室と従来仕様室をあてはめてみたものである。採温¹⁾とは、適切な断熱と蓄熱とで可能になる温房空間で必要に応じて行なわれる暖房のことで、小さな温エクセルギーの投入だけで行なわれる。採暖²⁾¹⁾とは、建築外皮の不十分な断熱性・気密性が原因で現れる寒さを克服するために行なわれる暖房手法である。図4、図5に示したように、十分な断熱が施された外断熱室は、均一で安定した温熱環境となっているので温房にあたり、その中でエアコン暖房が行なわれるので、「採温の下の方に位置すると考える。一方、外断熱室に比べて、断熱が不十分な従来仕様室は、室内の温熱環境も外断熱室に比べて不安定で、不均一であったため、採暖にあたると思われる。

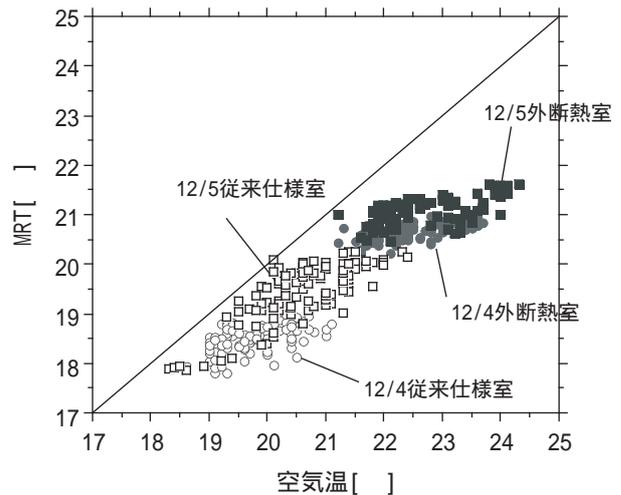


図4 外断熱室と従来仕様室の空気温とMRTの関係

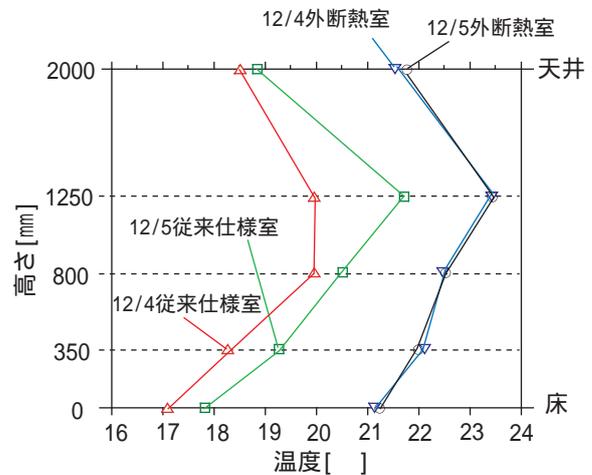


図5 外断熱室と従来仕様室の上下空気温度分布

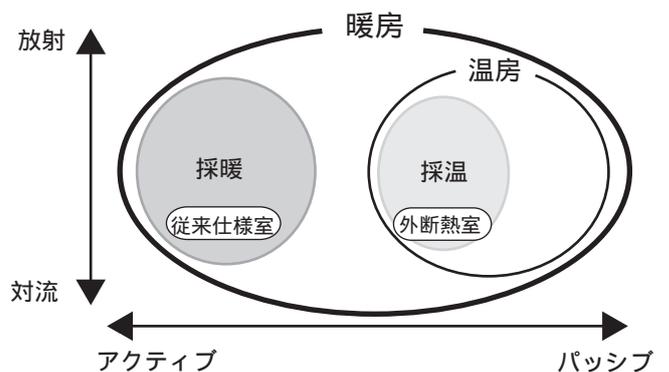


図6 暖房システムの型と外断熱室と従来仕様室の位置づけ

参考文献

- 1) 宿谷昌則：自然共生建築における環境調整手法の分類、日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸)D-2、2002年8月 pp.633-634。
- 2) 荒谷登：風土論、新建築学体系8 自然環境 所収、彰国社、1984年、pp.316-321。
- 3) 宿谷昌則：自然共生建築を求めて、鹿島出版会、1999年、pp.118-128。

*1 武蔵工業大学 大学院生
 *2 戸田建設(株) 修士(環境情報学)
 *3 武蔵工業大学 大学院・修士(工学)
 *4 武蔵工業大学 教授・工学博士
 *5 康和地所(株)

Graduate student, Graduate School, Musashi Institute of Technology.
 Toda Co.Ltd.,M.Environmental and Information Studies
 Graduate School, Musashi Institute of Technology,M.Eng.
 Professor, Graduate School, Musashi Institute of Technology,Dr.Eng.
 Kowajisyo Co.Ltd.