

# 窓断熱改修による温熱環境改善および冷暖房エネルギーの削減

正会員 ○持留崇志\*  
 同 銚井修一\*\*  
 同 高村正彦\*\*\*  
 同 鈴木淳\*\*\*\*

窓断熱 改修 熱負荷解析  
 室内温熱環境 シミュレーション 内窓

## 1. 研究の背景と目的

現在我が国の住宅においては、快適な住環境と省エネルギーの双方を満たすための様々な手法が提案され実用化されている。既存の建物の場合には、新築とは異なり改修工事が必要となる。窓際は外気温や日射の影響を受けるとともに室内環境にも大きな影響を及ぼすため、窓の断熱改修は室内の快適性向上と冷暖房負荷削減につながると思われる。そのような観点より、早津ら<sup>1)</sup>、坂本ら<sup>2)</sup>は実測および解析により、内窓併設の効果についての検討を行っている。ただ、内窓設置による効果には、気密性や使用スタイルなどの要因も大きく関係するため、検討例を積み重ね適切な評価方法を確立する必要がある。

本報告では、関西の大学施設に内窓併設の改修工事を行い、温熱環境改善および省エネルギーに対する内窓併設の効果について検討した結果を報告する。

## 2. 室の温熱環境と消費エネルギーの測定

### 2.1 測定概要

京都大学桂キャンパス内のRC造4階建ての建物の4階に位置する教員室と研究室を対象とした。図1に測定対象室の平面図を示す。窓の概要を表1に示す。測定項目は、①温度、②湿度、③日射量、④エアコン消費電力の4項目であり、測定箇所を図1に示す。温湿度計は、本棚の下段、中段、上段に設置した。日射量は水平面と垂直面の全天日射量を測定した。

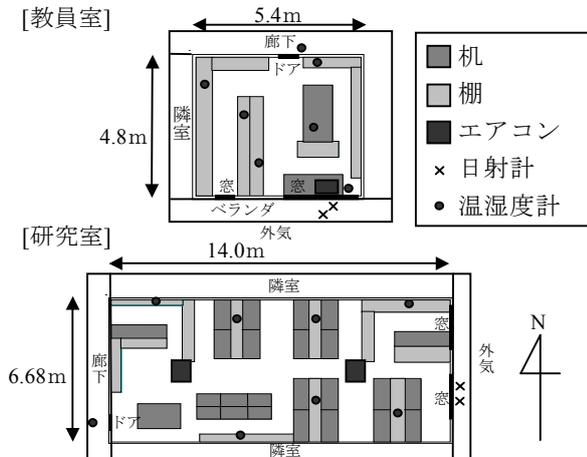


図1 教員室・研究室の平面図およびセンサー位置

表1 窓の概要 (改修日: 2010年8月11日)

	改修前	改修後 (内窓)
教員室	スチールサッシ+Low-e ガラス	樹脂製サッシ+単板ガラス
研究室	スチールサッシ+単板ガラス	樹脂製サッシ+Low-e ガラス

### 2.2 測定結果

(1) 温湿度: 教員室の室温を図2に、研究室の室温を図3に示す。室温を比較すると、改修前後で平均・最高温度は0.3°C~1.3°C程度低下しているが、外気温も0.2°C~1.9°C低下しており、外気の影響で室温が低下したとも考えられる。外気湿度は上昇しているが、湿度には大きな変化は見られない。

(2) 消費エネルギー: 教員室のエアコンの電力使用量を、外気温とともに図4に示す。改修後の最大および平均電力使用量とも、改修前より減少している。

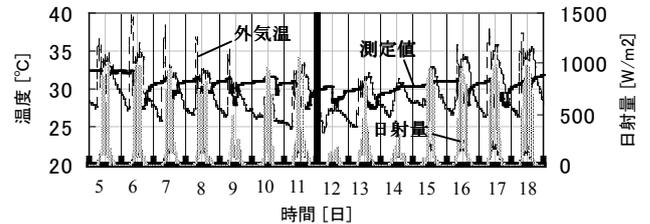


図2 教員室の室温実測値 (8月5日~8月18日)

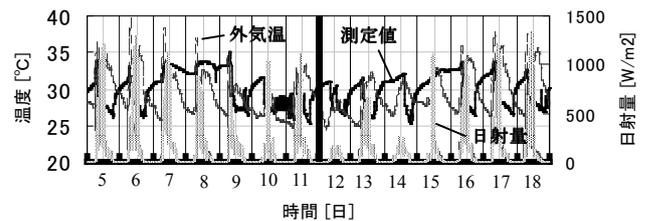


図3 研究室の室温実測値 (8月5日~8月18日)

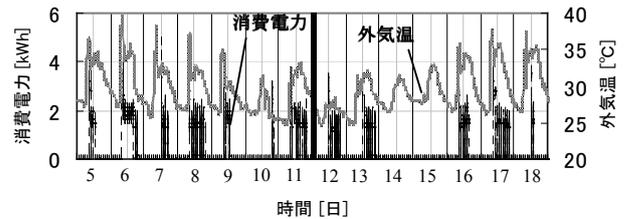


図4 教員室のエアコンの電力使用量

### 3. 室温および熱負荷の解析

室温などの測定結果について改修前後の比較を行ったが、外界条件やエアコン稼動時間などが異なるため、単純な比較は難しい。そこで、条件を等しくして比較を行うために、室温などの測定結果を再現するモデルを作成する。

#### 3.1 解析モデルと解析条件

壁面・ガラス面からの貫流熱流、日射流入、内部発熱、換気による流入熱流を考慮して室温計算を行った。窓面はサッシ部分もガラスとして計算を行う。外気温と廊下の温度については実測値を用い、隣室および下室は 28℃ 一定と仮定した。窓面には垂直面全天日射量（教員室における形態係数は 0.4、研究室では 0.8）、屋根には水平面全天日射量（教員室における形態係数は 0.1、研究室では 0.8）の実測値が射入するものとした。エアコンによる除去熱量は、教員室では消費電力に COP を乗じた値、研究室については測定ができなかったため、解析値が実測値に近づくような適当な値を与えて計算を行った。

#### 3.2 解析結果

教員室の改修前後の室温を図 5、6 に、研究室の結果を図 7、8 に示す。改修前後ともに解析値は実測値をほぼ再現しているといえる。しかし、図 6 の丸印に示されているように、解析値と実測値にはわずかな差がある。これは、エアコンによる除去熱量、換気量、人の出入りなどの考慮が適切でないこともあるが、壁体や窓の詳細な構造が考慮できていないために生じた流入熱流の誤差が原因であると考えられる。今後、さらに検討が必要である。ただし、改修後は、窓の日射透過率を 0.8 から 0.4 へ小さくすることにより解析値が実測値に近づいており、内窓設置による熱負荷低減が室温低下の一つの要因となっていると考えられる。

### 4. 温熱環境に対するアンケート調査

両室の使用者（計 14 名）に対して、①空気温度 ②湿度 ③周囲の風速 ④放射温度 ⑤日射 ⑥着衣 ⑦補助的な温度調節器の使用 ⑧総合的温熱環境の 8 項目についてアンケート調査を行った。

総合的温熱環境については「快適になった」が 9 人、「あまり変化は感じられない」が 5 人であり、悪くなったという意見はなかった。窓改修の効果があったと考えられる。特に、エアコンの風が直接当たる席では、エアコンの風が弱まり、とても快適になったという意見があった。

### 5. 結論

内窓の効果を検証するために大学内の 2 室に窓改修を

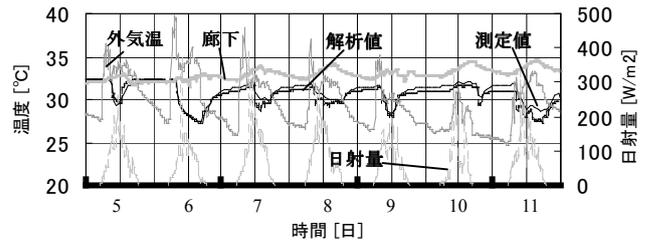


図 5 教員室・改修前の室温（日射透過率 0.8）

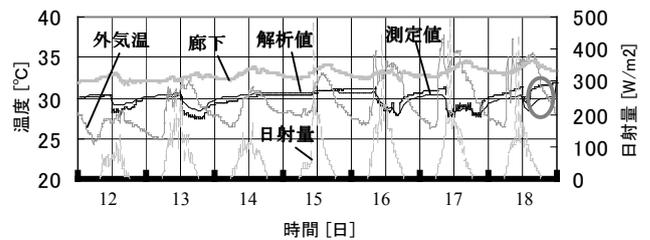


図 6 教員室・改修後の室温（日射透過率 0.4）

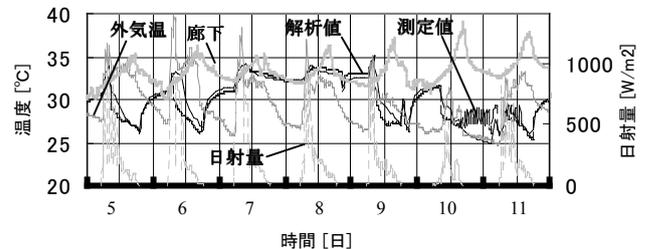


図 7 研究室・改修前の室温（日射透過率 0.8）

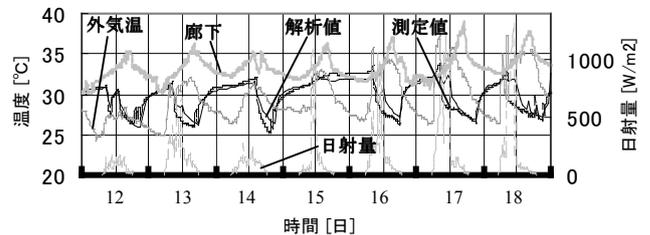


図 8 研究室・改修後の室温（日射透過率 0.4）

行い、改修前後の温熱環境を測定した。室温にわずかな差が見られたが、改修前後で外気温やエアコンの稼動時間が異なるため、その評価は困難であった。そこで、室温解析モデルを作成し、実測値の再現を試みた。改修後の窓面の日射透過率を小さくすることで解析値は実測値に近づいた。内窓設置が室温の変化に影響を与えたと考えられる。また、温熱環境に対する主観的評価に関するアンケート調査では、快適になったとの回答が半数以上であり、室内温熱環境の改善がなされたと考えられる。

[参考文献]1)早津ら：RC 造集合住宅の省エネルギー改修に関する研究（その 1）、（その 2）、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.43-46、2009、2)坂本ら：東京大学・本部棟における窓断熱改修の効果検証・その 1、その 2、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.209-212、2009

\*京都大学大学院 修士課程

\*\*京都大学 教授・工博

\*\*\*VEC 環境・広報部・部長

\*\*\*\*トステム（株） 商品本部・住宅サッシ統轄部

\* Graduate Student, Graduate School of Engineering, Kyoto University

\*\* Prof., Graduate School of Engineering, Kyoto University, Dr. Eng.

\*\*\*VEC, Manager, Environment and Public Relations Section

\*\*\*\*Tostem Inc, Products Office, House Sashes Management Section