



Title	ある研究施設における自然通風システムの効果
Author(s)	細井, 昭憲; 成田, 樹昭
Description	第8回衛生工学シンポジウム (平成12年11月16日 (木) -17日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 3 建築環境・エネルギー利用 . 3-4
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 8, 143-148
Issue Date	2000-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7224
Type	departmental bulletin paper
File Information	8-3-4_p143-148.pdf



3-4

ある研究施設における自然通風システムの効果

細井昭憲（株式会社フジタ） 成田樹昭（株式会社フジタ）

1. はじめに

近年の地球環境問題の顕在化に伴い、省エネルギーと室内の快適性を両立させる新たな手法として自然通風及び自然換気への関心が高まりつつある。さらに近年、BEMS（Building Energy Management System）によって機械空調と自然換気を組み合わせ、両者を最適に制御するシステムが、ハイブリットベンチレーションとして認知されるようになった。一方、自然通風をメインシステムとして適用した建物は少なく、その効果に関する知見も十分とは言い難い。本稿では、自然通風を主たるシステムとして採用した研究施設の春期実測結果をもとに、自然通風の効果について報告する。

2. 自然通風システムの概要

2-1 実測建物

表1に実測建物の概要を、図1に平面図を示す。所在地は神奈川県厚木市郊外で、緑豊かな山間いの土地である。敷地は西側に開かれており、西以外の三方は小高い山に囲まれている。卓越風向は西北西、及び南東である。実測建物は建設会社の研究施設であり、事務室のある研究棟、3層吹抜けのアトリウム、実験棟に分かれる。研究棟1Fは機械空調のみで、2Fと3Fは機械空調と自然通風を行う。自然通風時には、機械空調は停止する。事務室内は柱が無く、パーソナルスペースは高さ120cmのブースによって仕切られている。事務室の西面が窓面であり、その上部が自然通風の取入口となっている。

2-2 自然通風システム

図2は自然通風システム概念図である。卓越風向の西側窓面から自然風を取入れ、アトリウム上部から風を排出する。風上側となる西側の排出窓は正圧となるので、排出窓の前面に遮風板を設けている。遮風板と排出窓面の間にはウェイクが発生し、排出窓が常に負圧域になり、自然換気の

表1 建物概要

所在地	神奈川県厚木市小野		
用途	研究所		
建築面積	28,500m ²		
延床面積	24,148 m ²		
構成	研究棟	: 6,747 m ²	地上 3F
	実験棟	: 16,228 m ²	地上 3F 地下 1F
	アトリウム	: 1,173 m ²	

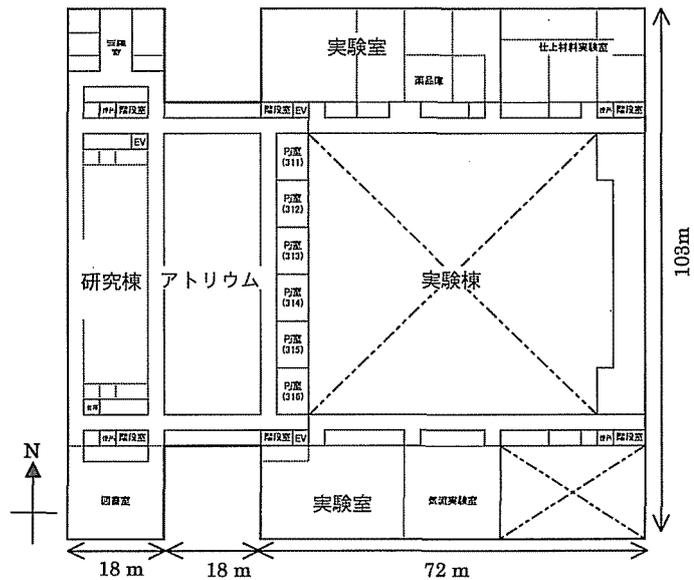


図1 実測建物平面図

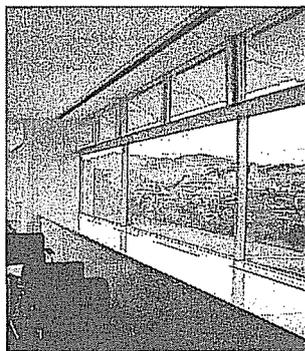
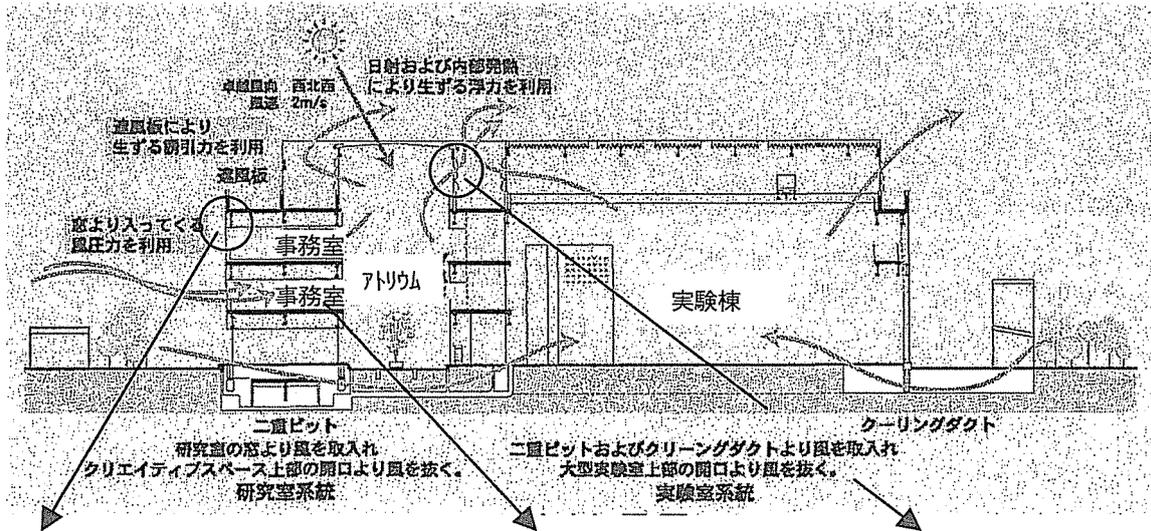
表2 自然通風運転条件

外気温度	17°C以上26°C以下
エンタルピー	室内<外気+I (任意設定値)
平均外部風速	5m/s 以下
瞬間外部風速	10m/s 以下
降雨量	1mm 以下
室内温度	30°C以下

風圧力が高まる効果が期待できる。また、アトリウムの上下温度差により生じる空気浮力を利用し、自然換気力をさらに高めている。

この他に、免震装置のある2重ピット内を通過し、ピット内で冷却された風が実験棟内に至る経路が存在する。

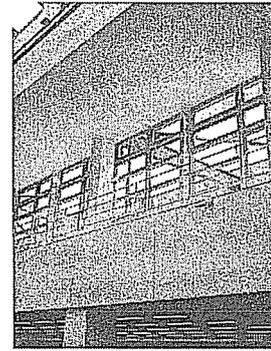
表2は設計段階で考慮された自然通風の運転条件である。自然通風は季節によってではなく、表の各項目（設定値はBEMSを通じて任意に変更が可能）により制御され、年間を通じて利用できる。なお、制御は自動であるが、居住者がマニュアルで自然通風をオンオフすることも可能である。



事務室西側自然通風
取入れ窓



事務室内全景



アトリウム上部
自然通風排気窓

図2 自然通風システム概念図

3. 実測概要

図3に室内の測定ポイントと、測定内容を示す。自然通風取入口は1枚あたり1350(W)×550(H)の開口で、内側に防虫網が張られている。開口通過風速は各スパンの中央の開口で計測し、そのうちの1開口の風速分布を詳細に測定している。測定には日本化学工業社製の多点風速計を用いた。また、通過風速の詳細測定ポイントに隣接する開口に3次元超音波風向風速計を開口の左下、及び右上の2点に設置し、開口面内の風の入出を実測した。室内温熱環境については、温湿度、グローブ温度、風速を、外部の気象データは

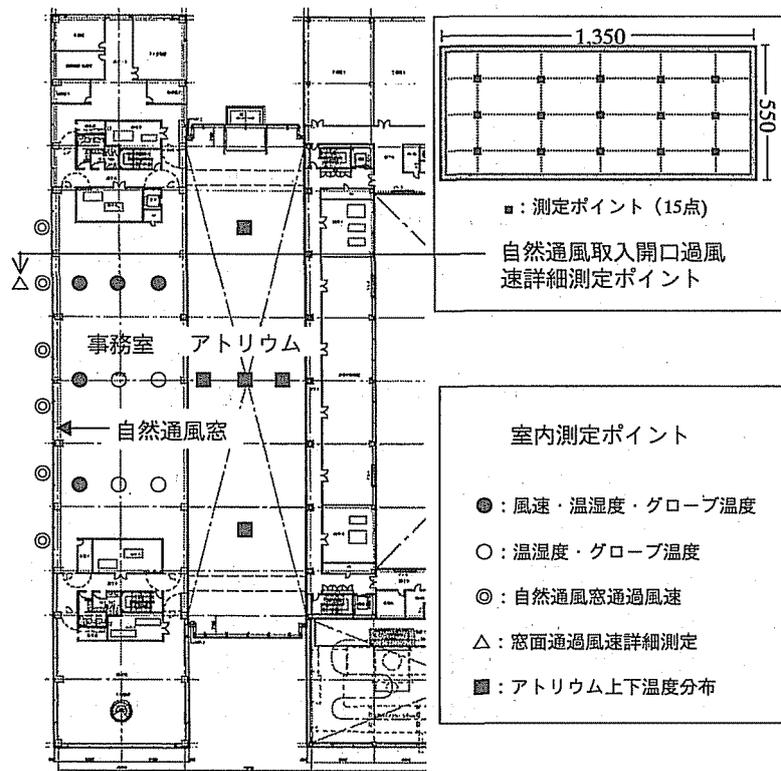


図3 測定ポイント及び測定内容

外気温湿度，風向風速，雨量等を計測した。計測期間は 2000 年 5 月～6 月である。

4. 実測結果

4-1 開口面内の風速分布

通風開口面の風速分布や流量係数は外部風向によって変化し，風速により開口面の通過風量を算出する際には開口面内の風速分布が重要となる。図 4 は外部風向が南西，西北西，北北西の場合の開口面風速分布であり，各外部風向で安定した時間帯のデータの平均値を用いて作成した。風速の計測ポイントは網の室内側に近接して設置した。測定点中央の平均風速を全測定点 15 点の平均風速で割った値を AR として図中に示した。

図 4 のように南西の風の場合は開口西側の風速が低く，東側の風速が高くなる。北北西の風の場合は南西の場合と左右逆の風速分布となり，風向によって風速分布は大きく異なっている。しかし，AR の値は外部風向に関わらず 1.0 前後となり，この傾向は他の風向の計測データにおいても見られた。したがって今回の計測においては，開口部中央の風速を通過風量算出の際の代表点とした。

4-2 自然通風量

自然通風を各スパンの中央の通過風速より推定し，換気回数を求めた。図 5 に換気回数と，外部風速の関係を示す。図のデータは 2000 年 6 月 26 日であり，この日は外部風向が東から西に変化した，風向が北東の場合と北西の場合のデータのみを抜粋して示した。北西は通風窓のある建物正面からの風であり，北東は建物の背後からの風，すなわち逆風である。正面風の場合は外部風

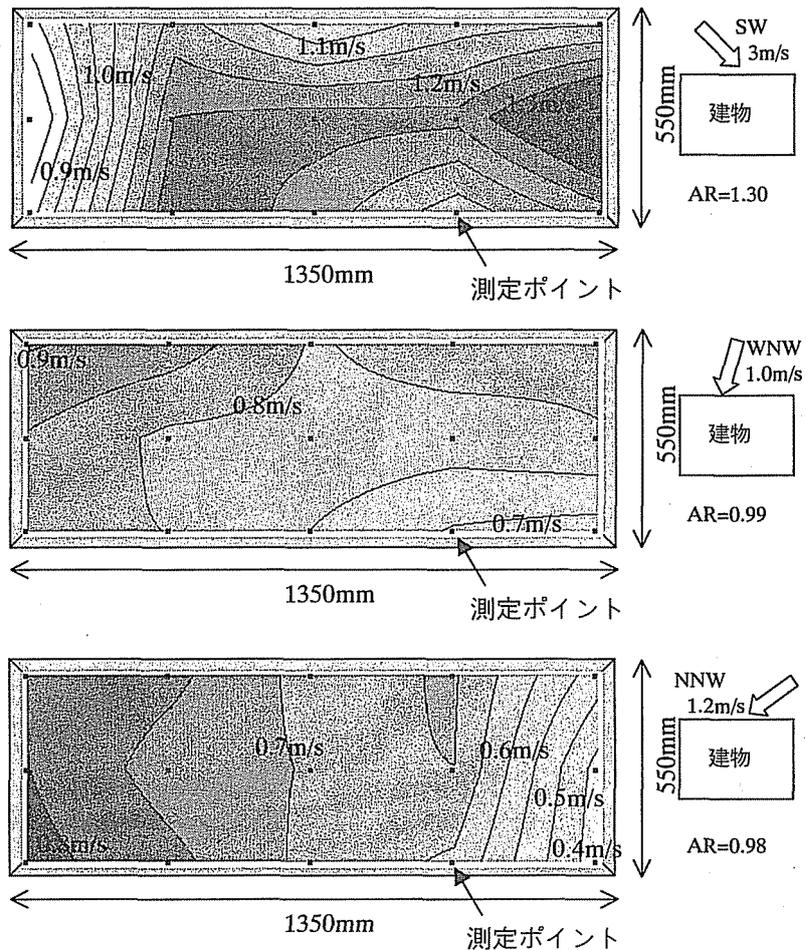


図 4 開口面風速分布

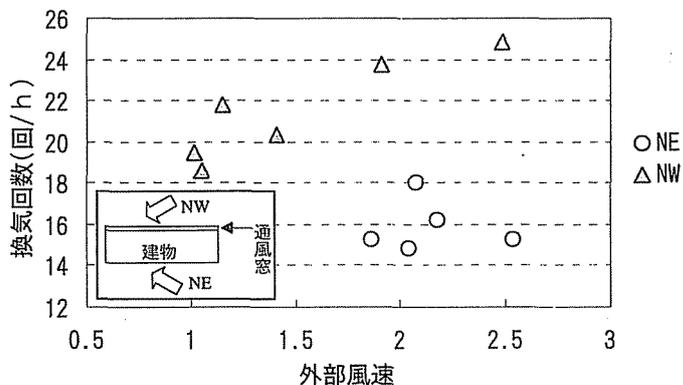


図 5 外部風速と換気回数

速の増加に伴い換気回数が 18 回/h～25 回/hへ直線的に増加することが分かる。一方，逆風の場合は，外部風速と換気回数に相関関係は見られず，正面風に比べて換気回数が少ない。これは，逆風の場合の主たる換気力は風圧力ではなく，アトリウムの上下温度差による浮力であるためと推察される。

5. 自然通風の快適性

5-1 アンケート調査の概要

自然通風時の室内の快適性とその適用範囲を明らかにする目的で、居住者に対してアンケート調査を行った。調査の概要を表3に示す。

第1アンケートは、自然通風の停止の希望と、その理由を問うもので、午前10:00に自然通風の状態から調査を実施し、停止希望申告が過半数に達した時点で自然通風から機械空調モードへ切り換えた。申告票は社内メールを用いて配信、返信を行った。調査対象は研究棟2Fの事務室の居住者であり、定員72名中調査期間中の在室者は32~41名であった。

第2アンケートは自然通風と機械空調を交互に行い、快適性の比較を行うものである。2000年5/24日の10:30から調査を開始し、10:30~12:00の午前中は、自然通風→機械空調→自然通風と30分おきに運転を繰り返した。午後は13:00

~14:30の間に30分おきに機械空調→自然通風→機械空調の順に運転した。各モードへ切り替わる直前に温冷感、風の強さ、及び温熱環境と風環境の快適感を7段階スケールで申告し、さらに爽快感や作業性等の項目を前回の申告時点と比較し、良くなった(+1)、変わらない(±0)、悪くなった(-1)の3段階で申告してもらった。被験者は特定の居住者7名で、内1名が女性である。

5-2 第1アンケート調査結果

図6に5/15日の結果、図7に5/29日の結果を示す。図は上段が外気温度と室内温度の推移、

表3 アンケート調査の概要

調査名	期間	方法	内容
第1アンケート	2000年5/15, 16, 29, 30日	全居住者にメールにて申告シート配信、返信	自然通風の停止希望を申告
第2アンケート	2000年5/24日	特定の居住者7名に筆記回答シートを配り回収	自然通風と機械空調の快適性の比較

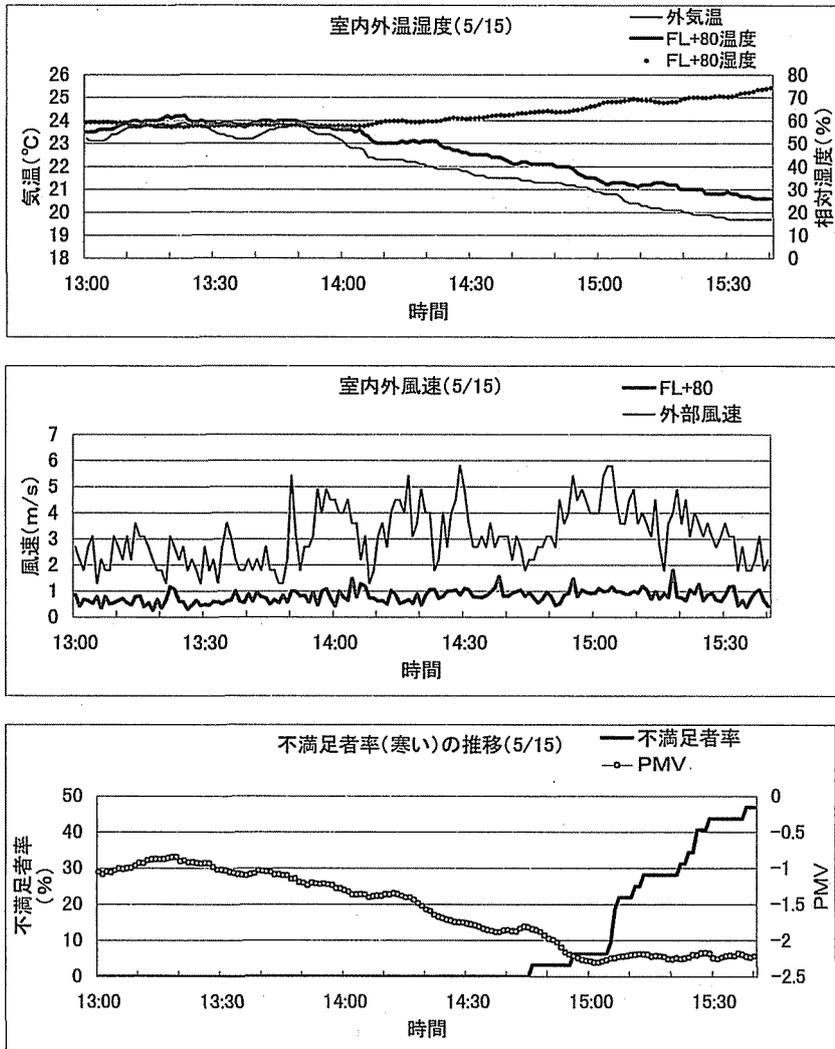


図6 自然通風時の不満足率の推移

中段は室内外の風速, 下段は PMV と停止希望申告の積算値より算出した居住者の不満足率を表す。

図6の5/15日は室内が寒いという理由で自然通風を停止したケースであり、停止申告が現れ始めた13:00以降のデータを抜粋した。自然通風時はブースの内外部で風速等が異なるため、居住者が実際に体感する温熱環境に近いFL+80cmの高さのデータを用いた。図中のPMVはclo値0.7, met値1.0で算出した。図から室内温度が22°Cを下回り、PMVが-2.0に達した頃から不満が出始める。居住者には着衣の調節は自由に行わせ

ており、clo 値も 0.7 から 0.9 程度に変化した。着衣調節行動を考慮した自然通風の適用範囲として、寒い側の環境に対しては室温 22°C, PMV で -2.0 (clo 値 0.6, 0.9 において -1.3) 程度が目安となる。

一方、図 7 の 5/29 日は室内が暑いという理由で自然通風を停止したケースである。PMV が +0.5 を超えたあたりから停止希望申告が現れ、約 +0.7 で自然通風を停止した。寒い側に比べてかなり適用範囲が狭いが、これは着衣量を減らすのは困難であることが一因と推察される。

自然通風の適用範囲が PMV のマイナス側に広い理由として、着衣調節の他に自然通風時すなわち非常風の状態と定常風の状態では快適域自体が異なっている可能性もあり、この点については今後検討を行う

予定である。また、調査期間中、風が強いという理由で自然通風を停止したケースもあり、その場合のブース内の風速は 1.0m/s 程度であった。

5-3 第 2 アンケート調査結果

図 8 は上段が室内温度と PMV の推移、中段が室内外風速、下段が室内の快適性の変化を表す。下段のグラフの温冷感と快適感（温熱環境）は被験者 7 名の平均値である。午前中の通風時は PMV -0.2 ~ -0.7 の間で推移し、機械空調の場合は PMV +0.2 ~ -0.6 の間で推移した。自然通風時の温冷感 +0.2 ~ +0.3 程度、機械空調の場合は +0.5 程度で、快適感は自然通風の方が高い。爽快感や作業性も機械空調から自然通風の移行時に良くなった。一方、午後は外気温度が上昇し、自然通風時の PMV は +0.7 程度になった。

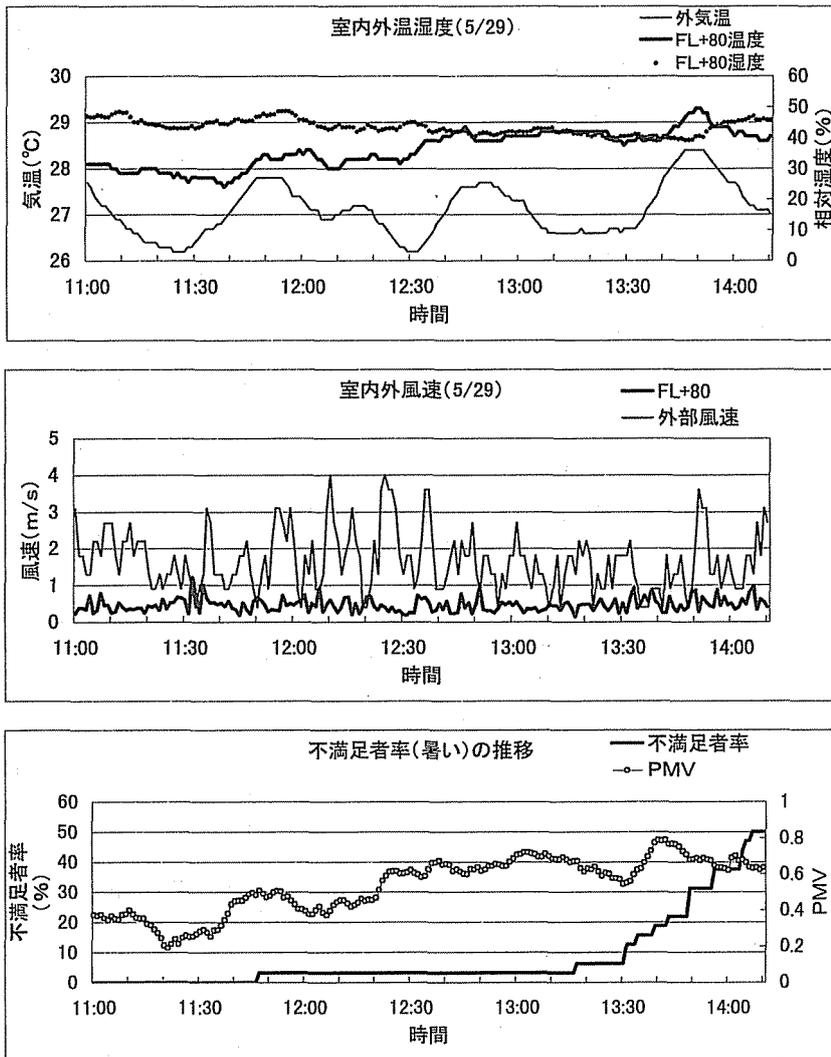


図 7 自然通風時の不満足率（暑い）の推移

午前中に自然通風から機械空調へ切り換えた場合、温冷感 +0.1 から +0.6 に変化し、快適感 +1.0 から -0.6 へと悪化した。同様に午後に機械空調から自然通風へ切り換えた場合、温冷感が ±0 から +0.7 と悪化したにもかかわらず、自然通風時の快適感 +0.1 であり、不快側（マイナス）にはならなかった。被験者数が十分な調査とは言えないが、自然通風の場合、温冷感上多少不快となっても、快適感あまり悪化せず、機械空調と比較した場合に自然通風が好まれる傾向があるといえる。従って、自然通風の運用時に自然通風と機械空調を切り換える場合は、明らかに機械空調のほうが快適となるまで、自然通風モードを維持するという運用方法が考えられる。

6. 省エネルギー効果

図9は6/7日と6/8日の熱源である冷温水発生器のガス消費量及び外気温度の比較である。両日の外気温度はほぼ同等とみなせる。6/7日は強風のため終日機械空調を行った。6/8日は15:00以降に自然通風に切り換わった。自然通風時のガスの消費量は機械空調時の1/3程度になり、これは空調対象面積の2/3が自然通風であることと合致する。さらに自然通風エリアのAHUの送風ファン動力も削減され、その合計容量は52.8kWである。

7. まとめ

自然通風をメインシステムとした研究施設における春期実測の結果を以下にまとめる。

- ・自然通風時の換気回数は、正面風の場合は外部風速に応じて増加し、18回/h～25回/hであった。逆風の場合は外部風速に関わらずほぼ一定の値となる。

- ・自然通風の適用範囲は、居住者の着衣調節を考慮すると、PMV +0.5～-2.0 (0.6clo) 程度であった。

- ・自然通風時は温冷感が+0.7程度になっても快適感はあまり悪化せず、機械空調と比較した場合に自然通風が好まれる傾向がある。

- ・自然通風時の冷温水発生器の熱源エネルギー消費量は機械空調時の1/3程度になる。

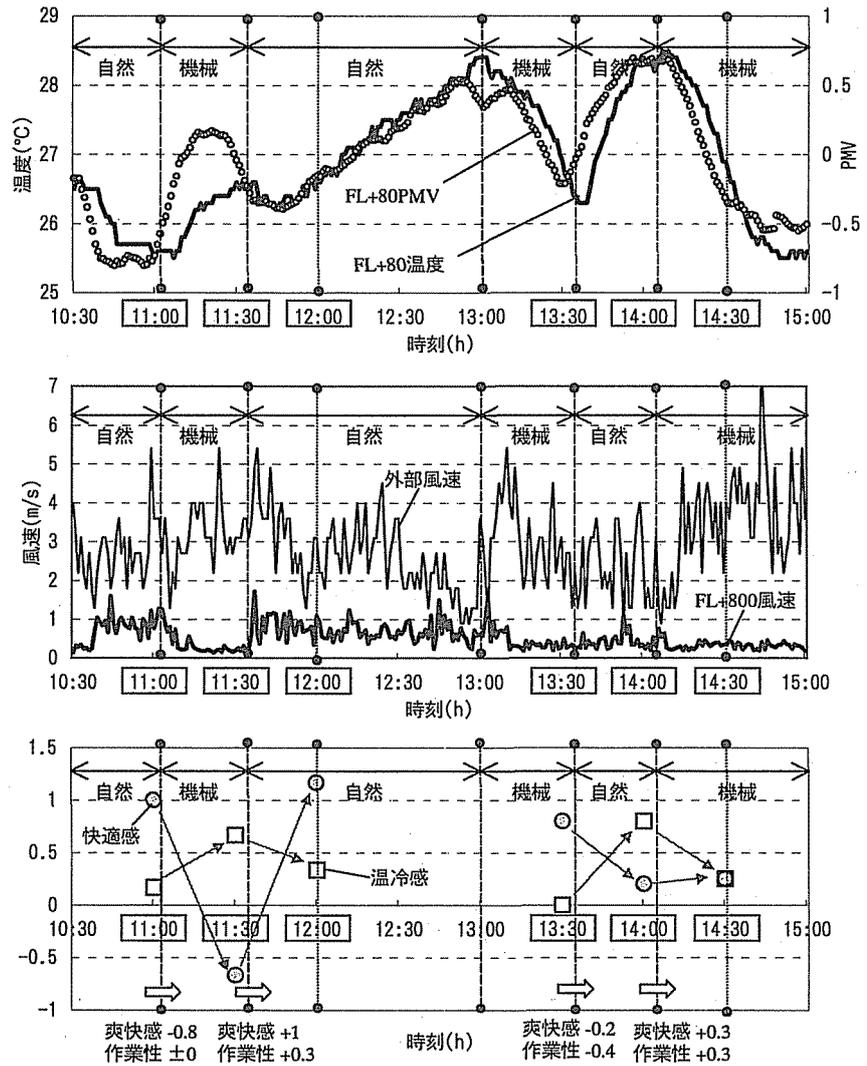


図8 自然通風と機械空調の快適性の比較

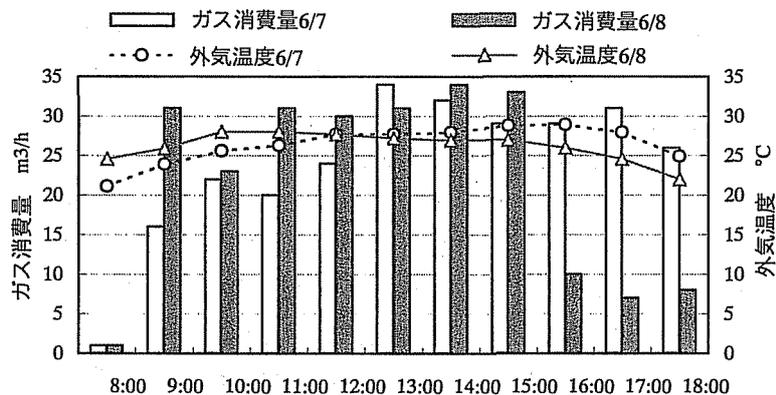


図9 自然通風と機械空調時のガス消費量

【参考文献】 桑沢保夫 他 変動風が快適性に及ぼす影響に関する研究、日本建築学会計画系論文集 1999年12月