

## 夏期戸建住宅におけるハイブリッド換気の効果の検討 昼夜の日射の有無による影響

建築都市デザイン学科 2280040042-6 佐々木 佑輔  
(指導教員 近本智行)

### 1. はじめに

近年、省エネルギーを目的として、住宅の高気密化が進み、居住者が意識しないと十分な換気ができない状況にある。換気が不十分になると、室内空気が停滞し、シックハウス症候群を招くなど人体に害を及ぼす可能性があることも知られ、換気の必要性が高まっている。そこで本研究では、ハイブリッド換気<sup>文1) 注1)</sup>(以下 H.V.換気)という換気方法に着目した。H.V.換気とは、自然換気と機械換気を併用するシステムである。

本研究では、H.V.換気が、リビングに吹き抜けを持つ戸建住宅の、省エネルギー性能並びに人体への快適性に与える影響をCFD<sup>注2)</sup>により検討した。

### 2. 概要

#### 2. 1 設定条件

- ①住宅モデルはA<sup>文2)</sup>、B<sup>注3)</sup>の2パターン用意し、それぞれ1階の平面図を図1に示す。
- ②立地は大阪市、昼夜とも気温は30℃に設定した<sup>注4)</sup>。また、南から2.7m/sの風が吹き、降水量0mmとする。

#### 2. 2 解析手法

解析空間モデルを作成し、解析を行う。

- ①高さ24.3m×幅188.5m×奥行き67.5mの解析空間の中に一般的な住宅街を再現した<sup>注5)</sup>(図2参照)。
- ②ターゲットとなる空間はモデルA、B共に、南面に大きな窓があり、吹き抜け空間を持つリビングルームである。モデルAは、隣室への通風を確保しているが、モデルBの開口部はリビングの窓のみで通風は無い。窓の大きさは、幅2500mm高さ2300mmで、H.V.換気の際は1250mm開放させた。昼間の内部負荷は、窓を開けた際には直達日射量から算出した発熱量を床面に日射熱として与え、窓を閉めた際には、標準ガラスの電熱負荷を考慮し設定した。夜間は日射による床面の発熱は無いが、クッキングヒーターに見立てた発熱面をキッチンに2面設け発熱させている(表1、図3参照)。
- ③解析は、モデルA、Bそれぞれのケースについて、昼間と夜間の2パターン、H.V.換気と窓を閉めたまま空調を動かす2パターン、さらに空調位置①～④の4パターン、計32ケースで行う(表2、図3参照)。
- ④CFDによって得られたデータを基に、省エネルギー性能は空調投入熱量<sup>注6)</sup>によって、人体の熱的快適性はPMV<sup>注7)</sup>によって評価する。

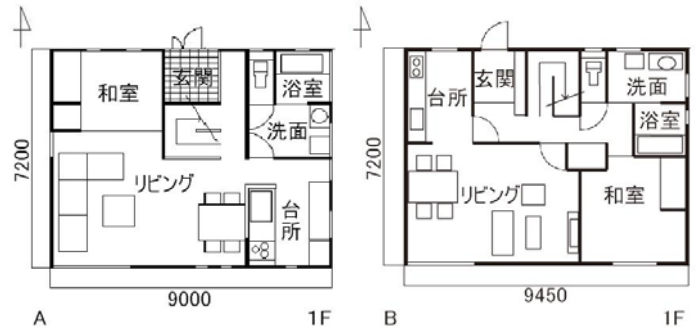


図1 住宅モデル1F平面図(左:A 右:B)

表1 内部負荷

	発熱量(W)
日射(窓:開)	1258
日射(窓:閉)	1196
人体	60×4
照明	150×2
キッチン	500×2

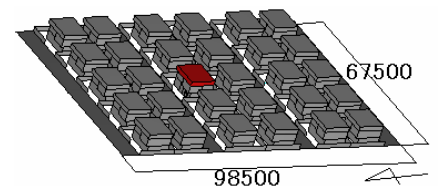
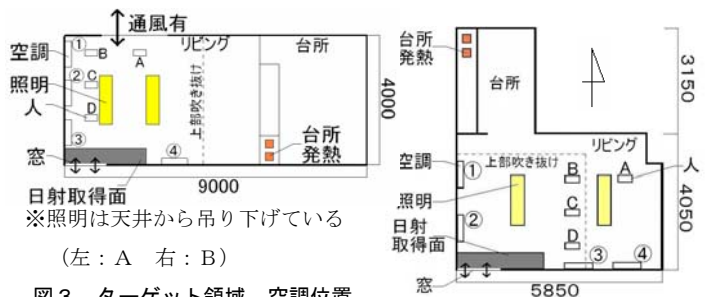


図2 住宅配置



(左:A 右:B)

図3 ターゲット領域、空調位置

表2 解析ケース(モデルA,Bとも実施。左:昼間 右:夜間)

case	発熱	窓	空調	case	発熱	窓	空調
1.1.1	日射	開	①	2.1.1	台所	開	①
1.1.2			②	2.1.2			②
1.1.3			③	2.1.3			③
1.1.4			④	2.1.4			④
1.2.1	閉	閉	①	2.2.1	閉	閉	①
1.2.2			②	2.2.2			②
1.2.3			③	2.2.3			③
1.2.4			④	2.2.4			④

### 3. CFD解析による結果・検証

#### 3. 1 快適性に関する評価

全ケースにおいて人A～DのPMVをH.V.換気と空調のみの場合、昼夜それぞれ算出した。結果を表3に、温度分布図を図5に示す。

(1)昼間：モデルAは 16 ケースすべてにおいて、H. V. 換気の方がPMVが高くなった。それに対しモデルBは 13 ケースのみH. V. 換気の方がPMVが低くなった。

(2)夜間：モデルAもモデルBもほぼ全ケースH. V. 換気の方がPMVが高くなった。

表3 人AのPMV注8)

case	気温 (°C)	輻射温度 (°C)	気流 (m/s)	湿度 (%)	着衣量 (clo)	エネルギー代謝量 (met)	PMV
A-1.1.4	31.2	31.2	0.09	50	0.6	1.0	2.03
A-1.2.4	26.3	26.3	0.09				0.30
A-2.1.4	27.0	27.0	0.13				0.44
A-2.2.4	27.1	27.1	0.11				0.52
B-1.1.3	26.6	26.6	0.06	50	0.6	1.0	0.45
B-1.2.3	29.3	29.3	0.06				1.41
B-2.1.3	26.4	26.4	0.06				0.37
B-2.2.3	24.5	24.5	0.05				-0.31

### 3. 2省エネルギーに関する評価

空調投入熱量を、A、B両モデル、H. V. 換気と空調のみのパターンを昼夜全 32 ケース計算した。特徴的な結果を図4に示す。また、温度分布図を図5に示す。

(1)昼間：モデルAではH. V. 換気は空調のみの場合に比べ投入熱量が大きくなったが、BではH. V. 換気の方が投入熱量が小さくなり、省エネルギーだった。

(2)夜間：モデルA、B共にH. V. 換気の方が投入熱量が大きくなり、省エネルギーの効果は無かった。

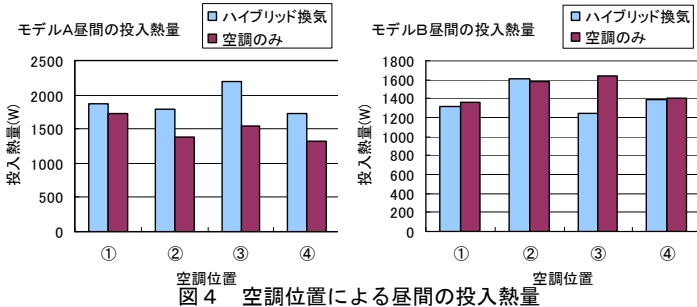
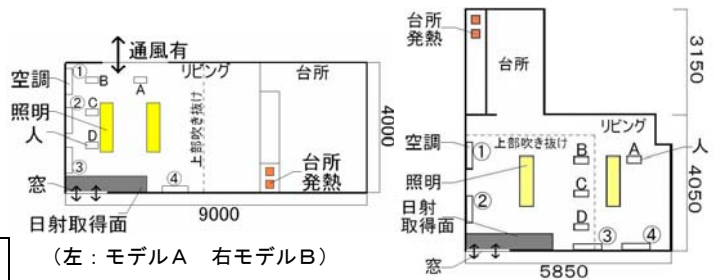


図4 空調位置による昼間の投入熱量

### 3. 3モデルの違いによる結果の違いの検証

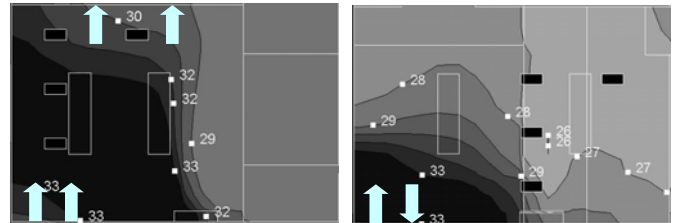
(1)昼間：モデルAよりBの方が、PMVと投入熱量の両方でH. V. 換気の方が空調のみの場合よりも優れた結果となった。モデルによる差は、通風の有無による換気経路の違いによるものと考えられる。モデルAではリビングの窓から外気が室内に侵入し、隣室の窓から室内の空気が外へ逃げる。つまり窓付近で発生した熱を室内に取り込み、空調による冷気を室外へ逃がしていることになる。これに対してモデルBは、唯一の開口部であるリビングの窓から、適度に外気を取り入れ、空調による冷気を室内に留めたまま、窓付近に溜まった熱を室外に逃がしている (図6参照)。

(2)夜間：(1)と違い、夜間では両モデルとも台所で発生する熱が換気経路から離れ、相互関係が無い。よって熱を外部に放出できず、外気が室内に取り入れられた分だけPMVと投入熱量が増大したと考えられる。



(左：モデルA 右モデルB)

図3 ターゲット領域 再掲



A-1.1.4 (A H.V. 換気 空調④) B-1.1.3 (B H.V. 換気 空調③)

図5 温度分布図(断面位置：床から高さ1.0m)

A-1.1.4 (A H.V. 換気 空調④) B-1.1.3 (B H.V. 換気 空調③)

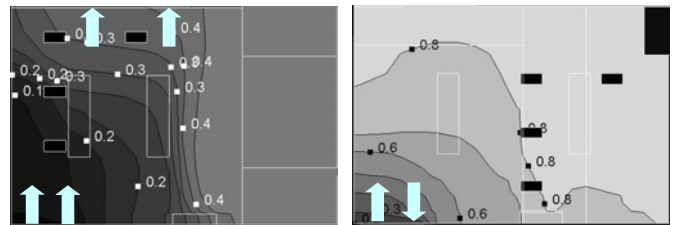


図6 空調冷気の勢力範囲注9) (断面位置：床から高さ1.0m)

※図5, 6はリビング部分のみ表示。また、矢印は空気の流れを表す。

## 4. まとめ

住宅におけるH.V.換気は、外気温が30°Cと高温であっても、外気を取り入れることで省エネと快適性を向上する場合があった。今後期待される技術になり得る可能性がある。ただし、効果を発揮するためには、室内で発生した熱を効率よく排出する換気経路と、快適性を確保する居住域の位置関係を考慮する必要がある。

【注】注1)本研究におけるH.V.換気とは、窓を開けながらの自然換気と空調による室内環境調整を同時に行うというものである。注2)コンピュータによる流体解析 Computational Fluid Dynamics注3)20戸の吹き抜けを持つ一般住宅から抽出したデータを基に、面積と吹き抜けの割合を決定した。また部屋の並びは、日本建築学会標準戸建住宅を参考にしている。注4)気温30°Cは、昼間は7月初旬、夜間は8月初旬の気温に相当する。注5)対象住戸の周りを同じモデルで取り囲み、すべて幅6mの道路に面し、高さ1.7mの塀で囲まれている。各住戸の建蔽率は約45%である。注6)  $Q=Cp \cdot \rho \cdot V \cdot (Tout-Tin)$  で求める。Q:空調投入熱量[W], Cp:比熱 [J/(kg·K)], ρ:空気密度[kg/m³], V:空調換気流入・流出量 [m³/h], Tin:空調換気流入空気温度[°C], Tout:空調換気流出空気温度[°C]である。注7) 温冷感を示す指標 (Predict Mean Vote = 予測平均申告) 被験者の体感申告をもとに環境条件を+3~-3の7段階で評価した値。-0.5<PMV<+0.5が快適推奨域とされている。値が大きいと暑く、小さいと寒いことを意味する。注8)人付近、床から1mの気温と流速から算出。着衣量は0.6cloで半袖シャツ姿。エネルギー代謝率は1.0metで着床、休息時の作業程度である。注9)空調冷気が室内にどれだけ残っているか表示図。値が1に近いほど冷気が室内に残っていることを意味する。

【参考文献】文1)Principles of Hybrid Ventilation,IEA ECBCS Annex35,2002 文2)平尾吉見 他:吹き抜けを持つ戸建住宅の自然エネルギーの利用に関する研究(その1)夏期におけるハイブリッド換気の有効性の検討