

- IV 空気環境      6 換気の計画（教科書 pp. 153～157）  
IV 空気環境      7 通風の計画（教科書 pp. 158～161）  
IV 空気環境      8 気密性能と換気（教科書 pp. 162～164）  
IV 空気環境      9 高層建物と煙突効果（教科書 pp. 165～166）

1. 今日の目標

- 1) 換気の方法を知ろう。
- 2) よりよい通風計画のための方策を知ろう。
- 3) 気密性能について知ろう。

2. 換気の計画（教科書 pp. 153～157）

2. 1 換気方式（教科書 pp. 154～155）

「—」換気：室内外の温度差（—換気）や風力（—換気）を利用した換気  
「L—」換気（—換気）：—を用いて機械的に行う換気

換気方式には、下記の3ないし4種類がある。→教科書 p. 154 の図 6-2 参照。

1) 第1種換気方式（—+—）

- ・—した換気量。
- ・給排気の流量バランスを変えることにより室内圧を—のどちらにも設定できる。
- ・利用範囲は—。

2) 第2種換気方式（—のみ）

- ・室内が—。
- ・他室からの—空気の—を嫌う室や—空気を必要とする室に適する。
- ・例) —, —など

注) クリーンルーム：空気中の浮遊物質が決められたレベル以下に管理され、必要に応じて温度、湿度、圧力などの環境条件も管理されている部屋。半導体製造工場などで用いられる。

3) 第3種換気方式（\_\_\_\_\_のみ）

- ・室内が\_\_\_\_\_。
- ・室内で発生した\_\_\_\_\_が他室に\_\_\_\_\_はならない室に適する。
- ・例) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, 有害ガスを発生する工場, 原子炉建屋, SARS（重症急性呼吸器症候群）対策など

4) (第4種換気方式)

自然換気方式だが、排気のための補助機構（ベンチレーターや煙突など）が設けられたもの。換気量は外部風などに影響され、不安定。

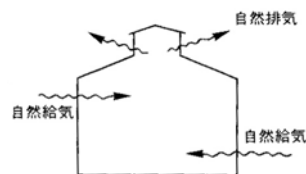


図 第4種換気方式（出典：参考文献 [1], p. 67）

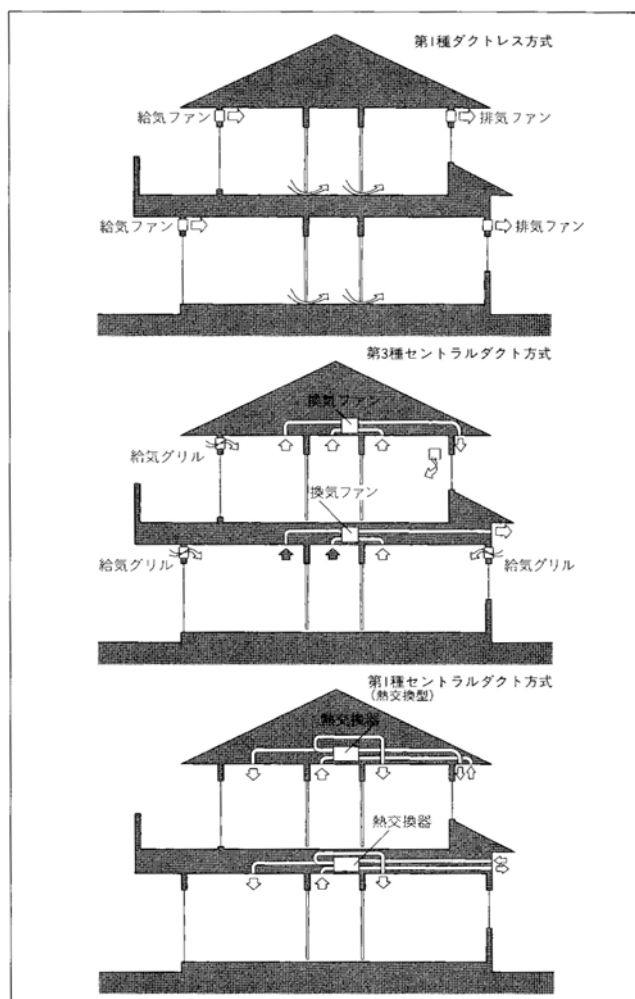


図 換気計画の実例（出典：参考文献 [2], p. 120）

## 2. 2 全般換気と局所換気（教科書 pp.155～156）

### 1) \_\_\_\_\_換気

- ・室内\_\_\_\_\_の空気を希釈しながら入れ換える。
- ・使用例) 住宅の\_\_\_\_\_や事務所ビルの\_\_\_\_\_など

### 2) \_\_\_\_\_換気

- ・\_\_\_\_\_的に発生する有害ガス，熱，水蒸気，臭気を排出する。
- ・使用例) \_\_\_\_\_， \_\_\_\_\_

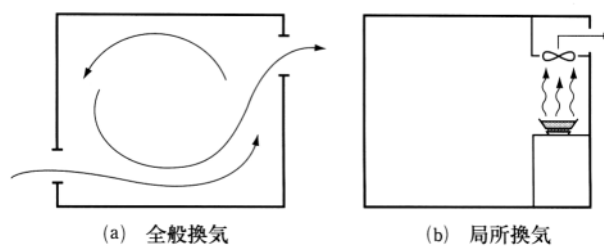


図 全般換気と局所換気（出典：参考文献 [3]，p.17）

## 2. 3 換気計画の実際（教科書 pp.156～157）

### 1) 住宅（教科書 p.156 の図 6-8 を参照。）

- ・強制給排気型やセントラルヒーティング方式など排気を室内に出さない暖房器具（\_\_\_\_\_暖房器具）を使用することが前提。
- 開放型暖房器具を使用すれば，室内空気が汚染される。

### 2) 事務所ビル

- ・床吹き出し空調システムによる上向き換気方式や\_\_\_\_\_方式などが，換気効率の高い方式として注目されている。

→\_\_\_\_\_：室内空気の積極的な混合を避けるため，室内の気温よりもやや低温の空気を室下部から吹き出し，居住域で発生した汚染質を室上部から排出する方式。

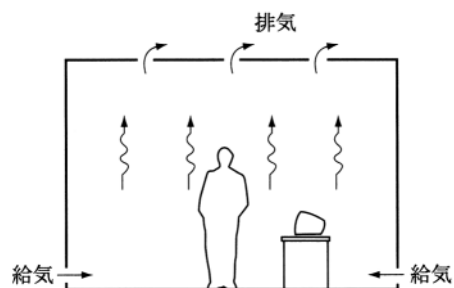


図 置換換気（出典：参考文献 [3]，p.18）

### 3. 通風（教科書 pp. 158～161）

通風は、\_\_\_\_季の\_\_\_\_\_技術として古来より用いられてきた。  
\_\_\_\_\_に気流を導くことにより、\_\_\_\_\_温度を低下させ、さらに日射などによる\_\_\_\_\_, 室内で生じる\_\_\_\_\_・\_\_\_\_\_負荷を速やかに\_\_\_\_\_に排出できる。  
また、夜間に窓を開放して\_\_\_\_\_を行うナイトパーズ等も利用されている。  
→配付資料 pp. 112～113（出典：参考文献 [3], pp. 32～33）を参照。

### 4. 気密性能（教科書 pp. 162～164）

気密性能

- ・その建物がどの程度\_\_\_\_\_であるか、またはどの程度\_\_\_\_\_があるかを示す建物性能の一つ。
- ・隙間の\_\_\_\_\_  $\alpha \cdot A$ （もしくは相当隙間面積，配付資料 p. 103 も参照）で表すことが多い。  
→教科書 p. 163 の表 8-1 を参照。
- ・室内温度差，外部風向風速が一定であれば，換気量は気密性能（相当開口面積）に\_\_\_\_\_する。  
→教科書 p. 164 の図 8-3 を参照。

### 5. 煙突効果（教科書 pp. 165～166）

\_\_\_\_\_ :

周囲空気より温度の高い空気の柱（＝煙突）があると，両者の\_\_\_\_\_（比重量）の差により，浮力が生じ，高温空気は上昇し，周囲の低温空気は煙突の下の開口から引き込まれて燃焼を助ける。この浮力によって生じる建物内外の圧力差や空気の流れを煙突効果と呼ぶ。煙突効果の応用例としては，高温工場や温室の自然換気がある。  
→教科書 p. 165 の図 9-1 と図 9-2 を参照。

## 6. 参考文献（[]内は、熊本県立大学附属図書館所蔵情報）

- [1] 『建築環境工学用教材 環境編 第3版』（日本建築学会，日本建築学会（丸善），1995年2月，¥1,845+税，ISBN：4-8189-0442-2）[開架2，525.1||N 77，0000236338]
- [2] 『ディテール 158号（2003秋季号）』（彰国社，2003年10月，¥2,143+税，雑誌）[所蔵なし]
- [3] 『基礎力が身につく 建築環境工学』（三浦昌生，森北出版，2006年5月，¥2,400+税，ISBN：4-627-580111-4）[開架2，525.1||Mi 67，0000308351]
- [4] 『建築設計資料集成 総合編』（日本建築学会編著，丸善，2001年6月，¥23,000+税，ISBN：4-621-04828-7）[開架2，525.1||Ke 41，0000275269]

## 7. 参考 URL

- [1] 講義資料のダウンロード  
<http://www.pu-kumamoto.ac.jp/~m-tsuji/kougi.html/genron.html/setubigen.html>

(注)「IV 空気環境」の中の以下の項目は、時間の都合上、省略せざるを得ないので、各自で勉強しておくこと。

「IV 空気環境 5 室内の温度分布（教科書 pp.148～152）」

「IV 空気環境 10 風環境（教科書 pp.167～168）」

## ▽次回の講義予定

- V 音環境 1 快適な音環境の形成（教科書 pp.170～171）
- V 音環境 2 物理音響学の基礎（教科書 pp.172～173）
- V 音環境 3 聴覚と音の生理・心理（教科書 pp.174～176）
- V 音環境 4 音の伝搬（教科書 pp.177～179）

032 室環境と設備：通風 Indoor Environment and Building Equipment: Cross-Ventilation

section 1  
構築環境  
室環境と設備  
建築の構造  
エンベロープ

通風計画[1]～[3]

通風とは、外に面する風上と風下の開口を大きく開放して外の風を取り込み、室内の間仕切り、家具などの配置を工夫して人のいる場所や必要な空間に風を通すことである。換気に比較して室内に取り込む空気量ははるかに多いため、以下のような効果を得ることができる。

- 室内にこもった熱、湿気、汚染などを速やかに取り除く。
- 小屋裏では屋根面からの日射取得熱を、床下では地面からの湿気を除去する。
- 身体からの対流と蒸発による放熱を促進して体感温度を下げる。
- 乱れが大きく不規則に変動する可感気流によって持続的に涼感が得られる。

土地の風の吹き方を知る[4]

風は非常に局地性が強く、また、時間的な変動が激しいので、敷地の主風向や風速を次の条件から確認しておく。

季節ごとの気圧配置

夏・冬の気圧配置による季節風  
立地・地形による海陸風や山谷風  
昼・夜間における海岸都市の海陸風と内陸盆地の山谷風の吹き方。

都市化の程度による風速鉛直分布  
市街地と郊外地の建物などの粗さにより、風速の鉛直分布は異なる。

周囲建物の建蔽率や高さ  
敷地周囲の建物の条件により、風向・風速や壁面風圧は大きく異なる。

風速データの観測・解析方法

風の測定機器および観測時間により平均風速が、データの読み取り時間間隔により風速変動の大きさが異なる。

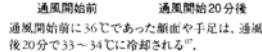
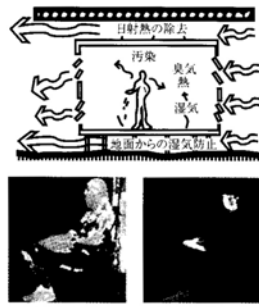
室内に風を導く工夫[5]

外の風を取り込む

- 風の入口と出口を考える。
  - 風下開口を風上と同等または大きく開放する。
  - 主風向と主風向の振れを把握する。
  - 植栽配置や袖壁などを設けて室内に風を取り込む。
- 風を冷却しながら室内に導く
- 蒸発冷却：屋根散水、外断熱外皮蒸発、植物による蒸散などを活用する。
  - 地中冷熱：接地床、地下室、土間床、クールチェューブなどを活用する。
  - 床下冷気：床下地盤に接して冷却された空気を室内に取り込む。
  - 夜間冷気：欄干、格子など開口を工夫して夜間の冷気を導入し、躯体を冷却して夜間外気の冷熱を蓄熱する。

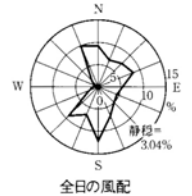
風を発生させる

- 十分な日射遮蔽を行った上で室内外の温度差などを利用して気流を起こし、その空気のゆらぎにより涼感を得る。
- 建物上下にある開口や吹抜けの煙突効果を利用する。
- 水分の蒸発に基づく局所的な冷却により生じる対流を利用する。
- 建物両側の空間の冷却力、日射遮蔽の相違などに基づく温度差によって生じる弱い圧力差を利用する。

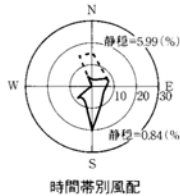


通風開始前に36℃であった顔面や手足は、通風後20分で33～34℃に冷却される<sup>1)</sup>。

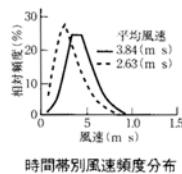
通風の意義[1]



全日の風配

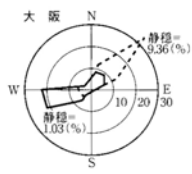


時間帯別風配

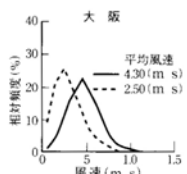


時間帯別風速頻度分布

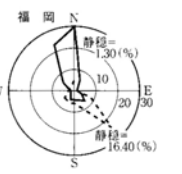
東京における蒸暑季(日平均気温 $\geq 20$ ℃、5月下旬～10月初旬)は、大洋から大陸に吹き込む季節風と海陸風がよく発達する。風向を時間帯別すると、卓越風向がより明確になる。季節風と海風の風向が一致する時間帯の風速は、陸寄りの風が吹く時間帯に比較して1.5倍程度大きい。



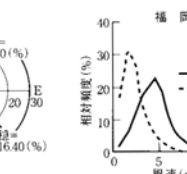
大阪



大阪



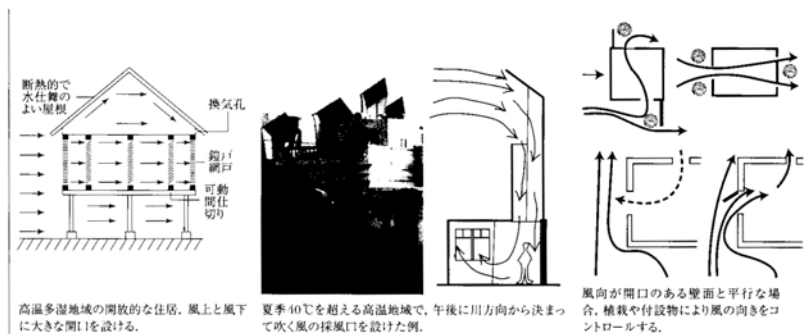
福岡



福岡

蒸暑季の大阪(5月中旬～10月初旬)と福岡(5月中旬～10月中旬)における時間帯別風配と風速頻度分布  
大阪:実線は13:00～18:00、破線は3:00～8:00のデータ。福岡:実線は12:00～18:00、破線は24:00～6:00のデータ

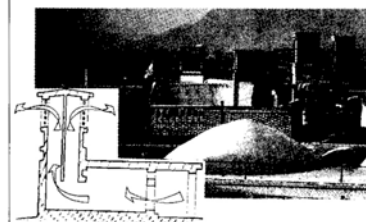
土地の風の吹き方<sup>01, 02</sup> [4] ⇒環境編⑥:我が国大都市の風の特徴



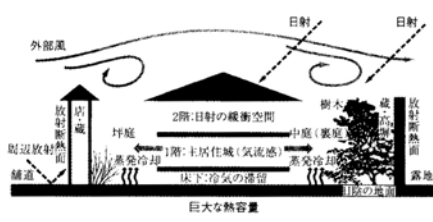
高温多湿地域の開放的な住居。風上と風下に大きな開口を設ける。

夏季40℃を超える高温地域で、午後に川方向から決まって吹く風の採風口を設けた例。

風向が開口のある壁面と平行な場合、植栽や付設物により風の向きをコントロールする。



日射で塔が熱せられ、室内の暖かい空気が上昇し、涼しい空気が引き込まれる。高温乾燥地域で換気塔を備え、家の中に風道を作っている例。



植栽や水面を有して低湿面を形成する二つの中庭の空間ボリュームの違いによって生じる圧力差を利用し、室内に風を発生させ、深い軒庇、葺や高欄によって日射を遮蔽している京都の町家<sup>19)</sup>

室内に風を導く工夫<sup>03</sup> [5] ⇒環境編⑥:各種採風の例

**通風輪道の確保[6]**

人が作業し生活する場所で効果的な通風を得るため、以下の検討を行う。

**平面図による検討**

風上開口から流入した風は流出開口に向かって流れ、その間に通風輪道を形成する。輪道に沿う空間には弱い二次的な流れが生じる。したがって、間仕切りをフレキシブルにしておき、効果的な輪道を形成する。

**多室を通る場合の検討**

風上室から連続して通風輪道が生じ、二次気流が発生する場合など、複雑な検討が必要となる。

**断面図による検討**

人は、日常、椅子、横臥などの状態で室内の比較的低い位置で生活しており、床面から人の背丈までの通風輪道を断面図によって検討する必要がある。

**風の流れを確かめる[7]**

通風計画は、経験や勘に頼る場合が少なくない。しかし、通風時の風の流れを確かめることは、設計手法を発展させていくために重要である。

室内風速と外部基準風速との比(通風率)の分布を以下の方法によって検討する。

- 乱流数値シミュレーション
- 風洞模型実験

都心部などで周囲の条件が複雑な場合、どちらの方法も手間は掛かるが、両者の結果は比較的一致する。

**温熱効果と省エネルギー効果の確認[8]**

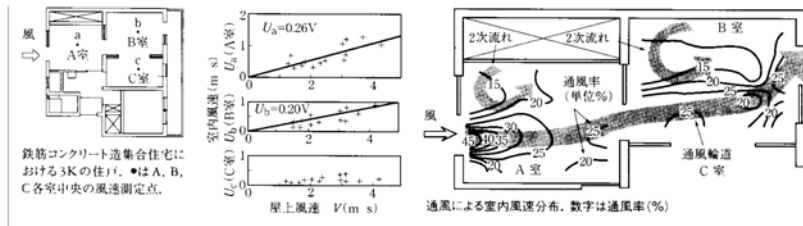
地域の気象データなどを使用し、通風時の温熱感覚に関する被験者実験および総合温熱環境指標の計算結果を判断材料として、通風による温熱効果と省エネルギー効果を検討する。

**風だけを通す工夫[9]**

通風計画と同時にプライバシーの確保、日射遮蔽、騒音、雨水の侵入防除などの工夫を行う。

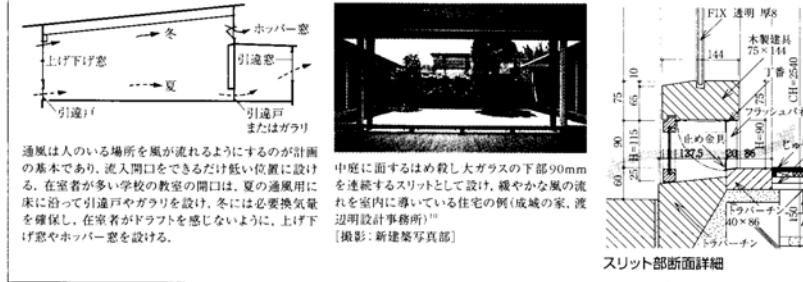
- 視線を防ぐ工夫
- 騒音を防ぐ工夫
- 雨水を防ぐ工夫
- 日射を防ぐ工夫

01: 浦野良美: 住宅のバッシュクーリング, p.30, 森北出版(1991)  
 02: 環境一部他4名: 夏季の海陸風を対象とする気象データの統計解析, 日本建築学会計画系論文報告集, No.389, p.28(1988)  
 03: 日建設計: 風と建物, FACT-6, p.22(1992)  
 04: 浦野良美, 中村洋: 建築環境工学, p.298, 森北出版(1996)  
 05: 何平他4名: 局所細分メッシュ法による通風時の室内気流分布に関する数値シミュレーション, 日本建築学会計画系論文報告集, No.456, p.17(1994)  
 06: QZHANG, et al.: ENERGY SAVINGS OF APARTMENT HOUSES BY NATURAL VENTILATION, 日本建築学会計画系論文報告集, No.381, p.1(1987)  
 07: 石井昭夫他5名: サーモグラムの見られる自然通風の冷却効果, 日本電子ニュース, Vol.26, No.1, p.12(1986)  
 08: 建築文化別冊, 自然エネルギー建築のデザイン, pp.94-109, 朝日社(1982)  
 09: 寛谷登: 断熱断熱の概念図, 民家の自然エネルギー技術, 朝日社(1999)  
 10: デザイン116号(1993)  
 11: 日本建築学会編: 絶望 日本の建築3東京, 新建築社(1987)



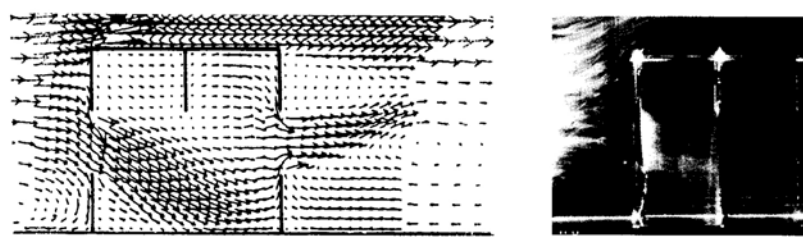
鉄筋コンクリート造集合住宅における3Kの住戸。●はA, B, C各室中央の風速測定点。  
 屋上風速 V (m/s) 室内風速 U (m/s) 通風による室内風速分布, 数字は通風率(%)

風は風上開口と風下開口を結ぶ線に沿って通風輪道を生じる。そこでの風速は外部の風速に比例し、通風率(=室内風速/外部風速)は一定となる。しかし、間仕切り開口で接する他の通風輪道からはずれる家の風速は、外部の風速に比例せず非常に弱い。通風時の風速分布は複雑であり、通風輪道の風は同じ室内の開放空間に二次気流を生じさせる。



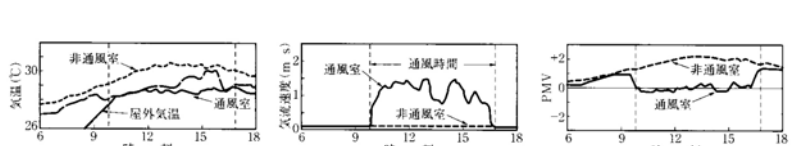
スリット断面詳細

**通風輪道の確保<sup>[6]</sup> ⇨環境編⑥: 通風計画・設計諸例**



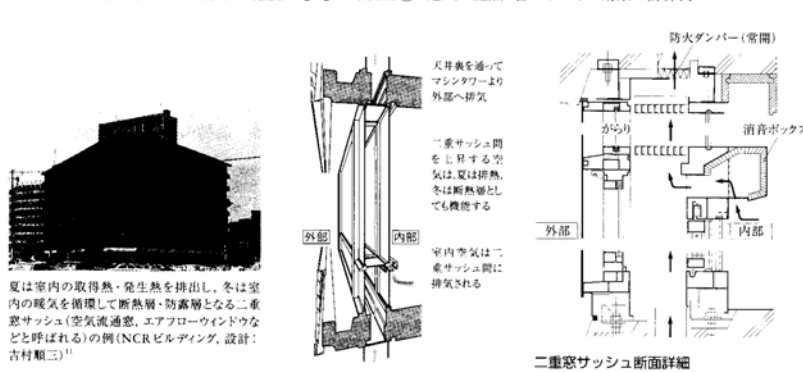
通風の効果は室内の風速分布によっては決定される。間仕切りを有する独立模型内の通風時風速の断面内分布に關し、乱流数値シミュレーションによる風速ベクトル分布と風洞模型実験により可視化したものを比較すると、両者の気流パターンはよく一致している。

**風の流れを確かめる<sup>[5]</sup> [4] ⇨環境編⑥: 室内気流数値計算プログラム**



室内の気温、相対湿度、気流速度および周囲壁面温度などの温熱環境要素と着衣量、作業強度などの人体側の条件が分れば、総合的な温熱環境指標PMVの算出が可能となる。夏季の昼中、鉄筋コンクリート造の2住戸の一方が通風、他方が閉鎖状態の場合のB室(図[3]に示されるRC造3K住戸の平面図参照)の気温、気流速度などを測定し、夏の通常着衣で特安静時のPMVを計算すると、非通風時のPMVが+2程度(暑い)であるのに対し、通風時のPMVは0(暑くも寒くない)に改善され、冷房の必要がなくなる。

**温熱効果と省エネルギー効果の確認<sup>[8]</sup> ⇨環境編⑥: 通風の温熱・省エネルギー効果の計算例**



**風だけを通す工夫[9] ⇨環境編⑥: 具体的な事例**