

## 室内気流分布を考慮した通風性能評価に関する研究

室内通風デグリアワーを用いた戸建住宅の通風性能評価

STUDY ON THE EVALUATION OF CROSS VENTILATION PERFORMANCE  
CONSIDERING DISTRIBUTION OF INDOOR AIRFLOW VELOCITYEvaluation of cross ventilation performance of the detached house  
with cross ventilation degree hours of inside area赤林 伸一<sup>\*1</sup>, 坂口 淳<sup>\*2</sup>, 細野 淳美<sup>\*3</sup>, 佐藤 英樹<sup>\*4</sup>, 久保 俊輔<sup>\*5</sup>

Shin-ichi AKABAYASHI, Jun SAKAGUCHI, Atsumi HOSONO,

Hideki SATO and Shunsuke KUBO

The distribution of indoor airflow velocity by cross ventilation is influenced by the regional climate conditions, and the location as well as the shape of the building. In this study, CVDHI<sub>B</sub>, CVDHI<sub>P</sub> and CVDHI<sub>T</sub> of Cross Ventilation Degree Hours of Inside Area (CVDHI) are proposed. The CVDHI values of 2 cases to change the number and position of openings at 2 cities (Tokyo and Niigata) in Japan are calculated for the AIJ detached house model.

The results are as follows;

- (1) The ratio of averaged CVDHI<sub>P</sub> and CVDHI<sub>B</sub> values is about 1: 20 in Tokyo and Niigata.
- (2) The CVDHI values increases when an opening is placed on an opposite wall in a straight line, and placed at the corner of the room.

**Keywords:** Cross ventilation, Cross ventilation performance, SET\*, Cross Ventilation Degree Hours of Inside Area

通風, 通風性能, SET\*, 室内通風デグリアワー

## 1. はじめに

通風性能は、地域による上空風速や気温等の気象条件、建蔽率などの建物の周囲状況、建物の形状・窓開口部の大きさや配置等に大きく影響を受け、定量的に評価することが困難である。通風性能を定量的に評価するため、既報<sup>1)</sup>では屋外風速、気温等の屋外気象条件と温熱環境評価尺度 (SET\*) の関係を解析し、通風時の可感気流による地域の相異を通風デグリアワー (本稿では名称を屋外通風デグリアワー: Cross Ventilation Degree Hours of Outside Area: CVDHO とする) により評価する方法を提案した。既報のCVDHOによる通風性能評価手法では、屋外の上空風速や気温等の気象条件の通風性能の評価をすることが可能であり、例えば北海道や東京の気象条件下の通風性能を比較することが出来る。通風は建物形状や窓開口部の大きさ及び配置に影響が高く、既報で提案したCVDHOではこれらの影響を評価することは出来ない。

本稿では、既報<sup>1)</sup>で提案したCVDHOを拡張し、室内の気流分布に着目した室内通風デグリアワー (Cross Ventilation Degree Hours of Inside Area: CVDHI) を新たに提案し、戸建

住宅を対象にCVDHIを用いた解析を行う。さらに、CVDHIで建物の開口部の配置や通気輪道の通風性状を確認するため、東京、新潟における戸建2階建住宅の解析を行い、CVDHIによる通風性能評価についてその妥当性を検討する。

## 2. 室内における通風性能評価指標

表1に通風性能評価指標の概念を示す。

## 2.1 屋外通風デグリアワーの定義 (Cross Ventilation Degree Hours of Outside Area: CVDHO)

図1に半閉鎖空間において人体に影響を及ぼす外的要因を示す。屋外における通風の体感温度低減効果を評価するため、人体に直接日射の影響を受けない空間を想定し、人体の上方には仮想の屋根 (完全黒体: 長、短波長吸収率 = 1) のある半閉鎖空間の解析をする。人体周囲には壁は無いと想定し、人体は外部風速の影響を直接受けるものとする。放射熱は、屋根面、地面の形態係数をそれぞれ0.5として算出する。図2にCVDHOの算出方法の概要を示す。気温、湿度、気流速度<sup>2)</sup>、日射量

\*1 新潟大学大学院自然科学研究科 教授・工博

\*2 県立新潟女子短期大学生活科学科 准教授・博士(工学)

\*3 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生

\*4 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生・修士(工学)  
(三建設工業㈱)

\*5 前田建設工業㈱ 修士(工学)

Prof., Division of Science and Technology, Graduate of Niigata Univ., Dr. Eng.

Assoc. Prof., Dept. of Human Life and Environmental Science, Niigata Woman's College, Dr. Eng.

Graduate Student, Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ.

Graduate Student, Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ., M. Eng.

(Sanken Setsubi Kogyo Co.)

Maeda Corporation, M. Eng.

等の気象データより、気流速度が $0.3\text{m/s}$ の場合( $\text{SET}^*(1)$ )と気流速度がある場合( $\text{SET}^*(2)$ )の2種類の $\text{SET}^*$ を算出し、気流により $\text{SET}^*$ が $26^\circ\text{C}$ 以下に入る時の両者の温度差に時間を乗じて積算しCVDH0を算出する。CVDH0はそれぞれの地域において、 $\text{SET}^*$ が $26^\circ\text{C}$ を超えている時間に気流のみの影響により人の体感温度をどの程度低下させるかを示す指標である。CVDH0の値によりそれぞれの地域が持っている気流による体感温度低下のポテンシャルを評価することができる。CVDH0の詳細は既報<sup>1)</sup>を参照。

表1 通風性能評価指標の概念

<p>(1) 屋外通風デグリアワー (CVDH0: Cross Ventilation Degree Hours of Outside Area)</p> <p>屋外風速に着目し、人体が屋外気流条件と屋外気象条件(温湿度、日射等)から受ける影響の地域の相異を温熱環境評価尺度(<math>\text{SET}^*</math>)により評価。</p>
<p>(2) 室内通風デグリアワー (CVDHI: Cross Ventilation Degree Hours of Inside Area)</p> <p>室内気流分布に着目し、人体が室内において地域条件、立地条件、建物条件から受ける影響を温熱環境評価尺度(<math>\text{SET}^*</math>)により評価。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地域条件(地域の気象条件: 風向・風速・外気温・湿度・日射量等)</li> <li>・立地条件(建物周囲の条件: 建蔽率の変化等)</li> <li>・建物条件(建物の性能条件: 形状・平面・開口等、シェルター性能等)</li> </ul> <p>CVDHIの分類</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CVDHI<sub>p</sub>: 室内気流速度による体感温度低下の効果</li> <li>CVDHI<sub>b</sub>: 通風を行い外気を導入することによる室温低下の効果</li> <li>CVDHI<sub>T</sub>: CVDHI<sub>p</sub>とCVDHI<sub>b</sub>の合計</li> </ul>

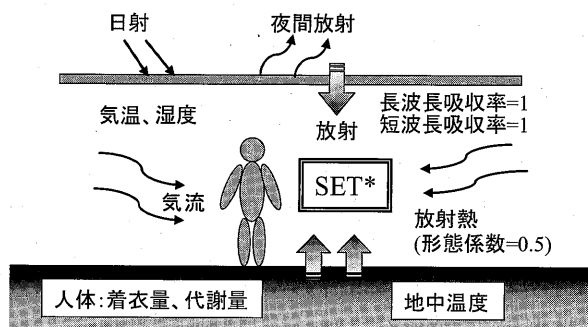


図1 半閉鎖空間において人体に影響を及ぼす外的要因

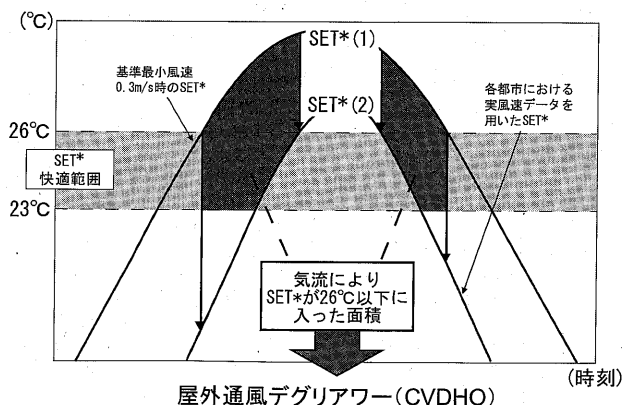


図2 屋外通風デグリアワー(CVDH0)の算出方法の概要

## 2.2 室内における通風性能評価指標

### (1) 室内通風デグリアワーの定義 (Cross Ventilation Degree Hours of Inside Area: CVDHI)

図3にCVDHIで対象とする通風時の人体に影響を及ぼす外的要因を示す。CVDH0は、屋外の気流速度による体感温度低下のポテンシャルを表しているが、建物を考慮していないため、CVDH0を用いて窓開口部の大きさや配置等と通風性能の関係を明らかにすることは出来ない。このため、本稿では室内気流性をCFDを用いて解析し、室内に滞在する人体の通風による体感温度等の低下効果の評価手法を提案する。図4に室内通風デグリアワー(CVDHI)の算出方法の概要を、図5にCVDHIの解析フローを示す。最初に窓閉鎖時(換気回数 $0.5\text{回/h}$ )の $\text{SET}^*\text{①}$ の時間変化を計算する。次に $\text{SET}^*\text{①}$ において快適範囲の上限である $\text{SET}^*$ が $26^\circ\text{C}$ を超えている時刻を対象に、窓開放時の実風速データによる室内気流速度と実換気回数<sup>注2)</sup>を与えた $\text{SET}^*\text{③}$ を算出し、 $\text{SET}^*\text{③}$ が $26^\circ\text{C}$ を下回る範囲を抽出する。快適範囲の下限値の $\text{SET}^*$ を $23^\circ\text{C}$ として、実換気回数を与え、気流速度を $0.3\text{m/s}$ <sup>注3)</sup>とした時の $\text{SET}^*\text{②}$ を計算し、 $\text{SET}^*\text{①}$ と $\text{SET}^*\text{②}$ との差を非暖房期間の非就寝時に積算した値をCVDHI<sub>b</sub>と定義する。また、 $\text{SET}^*\text{②}$ と $\text{SET}^*\text{③}$ との差を非暖房期間の非就寝時に積算した値をCVDHI<sub>p</sub>と定義する。CVDHI<sub>b</sub>とCVDHI<sub>p</sub>を合計した値をCVDHI<sub>T</sub>と定義する。

定義より、CVDHI<sub>b</sub>は日射等の影響を受ける室内において、通風により室内の熱を屋外に排出する排熱効果を示し、CVDHI<sub>p</sub>は通風によって生じる可感気流による体感温度低下の効果を示す指標となる<sup>注4)</sup>。

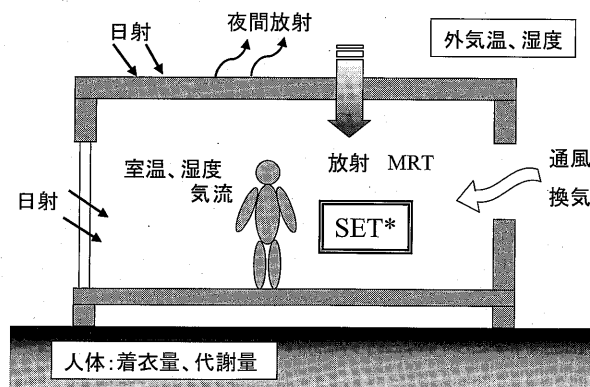


図3 室内において人体に影響を及ぼす外的要因

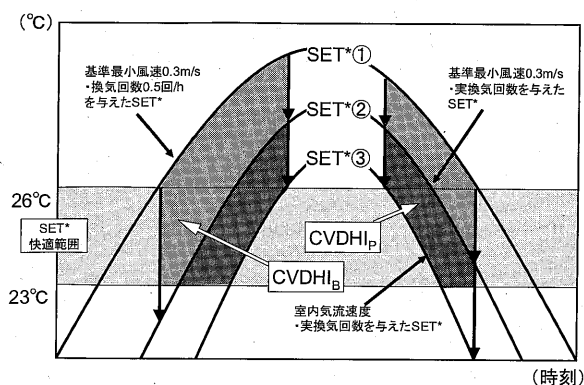


図4 室内通風デグリアワー(CVDHI)の算出方法の概要

## (2) 解析方法

住宅等の通風性能を定量的に評価するためには、外部風による室内の気流性状の時間変化を数値流体解析 (CFD) 等を用いて明らかにする必要がある。本稿では標準  $k-\varepsilon$  モデルを用いた CFD 解析により通風時の室内気流分布を計算する。CFD 解析は計算負荷が大きいので、気象データを用いた非暖房期間の非定常非等温シミュレーションを行うことは困難である。そこで本稿では、対象モデルの 16 風向の室内風速比分布を CFD 解析 (等温解析<sup>5)</sup>) で算出し、室内風速比と地域の風向、風速より室内の気流分布を、開口部風速と地域の風向、風速より対象モデルの換気回数を求める。次に、日本建築学会拡張アメダス気象データ標準年の各地域の気温、湿度<sup>6)</sup>、日射量<sup>7)</sup> と上記の換気回数から、熱負荷シミュレーションソフト TRNSYS を使用し、SET\* の算出に必要な室温、MRT、湿度を計算する。代謝量を 1.0 Met、着衣量は 7 月～9 月は 0.5 clo、12 月～2 月は 1.0 clo、その他の期間は 0.75 clo と仮定し、室内の SET\* を求める。求められた要素から、CVDHI の定義に従い、CVDHI<sub>B</sub>、CVDHI<sub>P</sub>、CVDHI<sub>T</sub> を算出する。

## 3. CVDHI の解析

### 3.1 解析条件

図 6 に解析対象モデルを示す。対象住宅は日本建築学会標準住宅モデルとする。TRNSYS の解析では計算負荷の関係から、建物を 1 階 (室 a、b、c、d)、2 階 (室 e、f、g、h)、階段室の 3 ブロックに分け、CFD の計算結果で得られた 1 階と 2 階の換気回数を

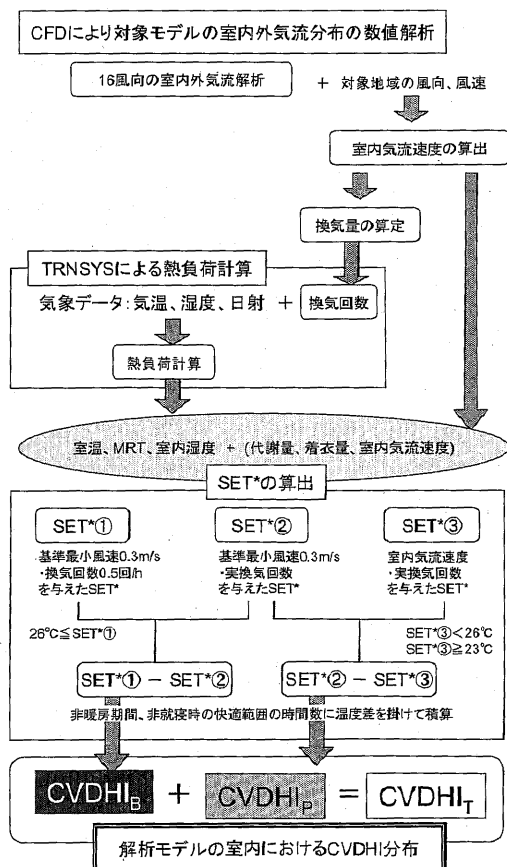


図 5 室内通風デグリアワー (CVDHI) の解析フロー

TRNSYS へ入力し、1 階、2 階それぞれの室温、MRT 等を算出する。図 7 に対象地域<sup>8)</sup>である新潟、東京の非暖房期間 (新潟: 5 月 30 日～10 月 3 日 [126 日間]、東京: 5 月 8 日～10 月 13 日 [158 日間])、非就寝時 (午前 6 時～23 時) における風向別累積風速<sup>9)</sup>を示す。新潟では北北東からの風の頻度が高く、東京では南からの風の頻度が高い。表 2 に解析条件を示す。解析モデ

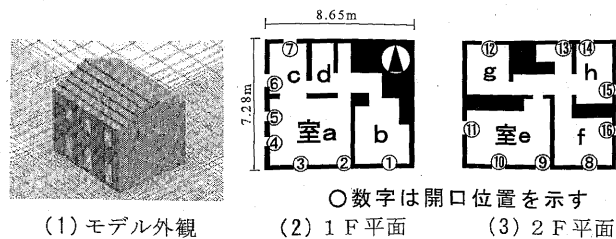


図 6 解析対象住宅モデル

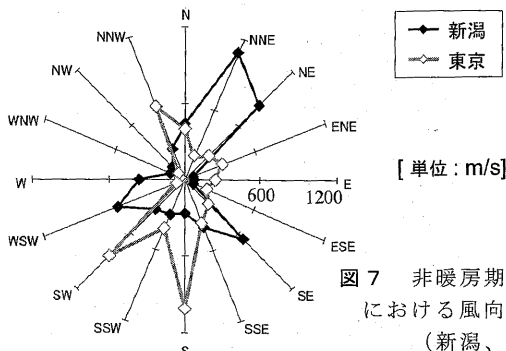


図 7 非暖房期間、非就寝時における風向別累積風速 (新潟、東京)

表 2 解析条件

乱流モデル	標準 $k-\varepsilon$ モデル (汎用流体解析ソフト CFD2000)
遮蔽率	0% (周囲に建物がない)
風向	16 風向
数値解析領域 (m)	77 (x) × 70 (y) × 41 (z)
室内解析メッシュ数	41 (x) × 34 (y) × 23 (z)
延べ床面積 (㎡)	112.8
総開口面積 (㎡)	15.0
居室部分床面積 (㎡)	69.2
流入境界条件	流入風速の鉛直風速分布 $U(z)$ は、次式で与える。 $U(z) = U_s \left( \frac{z}{z_s} \right)^\alpha$ <p>但し、<math>z_s=6.5\text{m}</math>, <math>U_s=3.0\text{m/s}</math>, <math>\alpha=0.25</math> とする。          乱れの強さの鉛直分布 <math>I(z)</math> は、次式で与えられる。  <math display="block">I(z) = \frac{\sigma_u^2(z)}{U(z)} = 0.1 \left( \frac{z}{z_g} \right)^{(-\alpha-0.05)}</math> <math display="block">Z_g = 100</math>         上式を参考にして、流入の <math>k</math> の鉛直分布 <math>k(z)</math> は、以下のように与える。  <math display="block">k(z) = \frac{\sigma_u^2(z) + \sigma_v^2(z) + \sigma_w^2(z)}{2} \approx \sigma_u^2(z) = (I(z)U(z))^2</math>         流入の <math>\varepsilon</math> の鉛直分布 <math>\varepsilon(z)</math> は、局所平衡を仮定して以下のように与える。  <math display="block">\varepsilon(z) = C_\mu^{1/2} k(z) \frac{U_s}{Z_s} \alpha \left( \frac{z}{Z_s} \right)^{(\alpha-1)}</math> </p>
流出境界条件	自由流出条件で与える。
上空面の境界条件	free-slip で与える。
地上面および建物壁面	CFD2000 の Friction を与える。
周囲条件	計算領域が周囲に連続していると仮定し、free-slip で与える。
構成材	熱貫流率 $[W/(m^2K)]$ 熱損失係数 $[W/(m^2K)]$
外壁	石膏ボード・フェノールフォーム断熱材・合板・モルタル 0.408
屋根	石膏ボード・セルローズファイバー・合板・スレート 0.209
1階床	合板・グラスウール 0.337
2階床	カーペット・合板・石膏ボード 1.910
内壁	石膏ボード 2.287
窓	ガラス 5.800

表 3 解析 case

	解析地域	日射条件	窓開閉条件
case 1	新潟・東京	遮蔽しない	全窓開放
case 2-1		直達日射を遮蔽	
case 2-2	新潟	全日射を遮蔽	全窓開放
case 3	新潟・東京	遮蔽しない	窓 4 箇所閉鎖

ルは、次世代省エネ基準Ⅳ地域の断熱性能を満足する住宅である<sup>注10)</sup>。表3に解析caseを示す。case 2-1では、建物に当たる直達日射量を全ての時間で0 W/m<sup>2</sup>とし、case 2-2では、建物に当たる直達日射量・天空日射量を全ての時間で0 W/m<sup>2</sup>として、直達日射・天空日射の影響について検討を行う。case 3では、図6の平面図に示す窓③⑥⑩⑬を閉鎖した場合を対象としている。

### 3.2 CVDHIの解析結果 (case 1、新潟・東京)

図8、9に新潟、東京における標準住宅モデル2Fのcase 1のCVDHI分布<sup>注11)</sup>と平均CVDHI<sup>注12)</sup>を示す。新潟、東京のCVDHI<sub>p</sub>、CVDHI<sub>B</sub>、CVDHI<sub>T</sub>共に、室内気流が速くなる開口部周辺、間仕切り部周辺、通気輪道上でCVDHIの大きい領域が見られる。平均CVDHI<sub>p</sub>は平均CVDHI<sub>B</sub>に比べ5%程度である。新潟は東京に比べ相対的にCVDHIが大きく、平均CVDHI<sub>T</sub>も新潟の方が大きい。新潟では南側に比べ北側の部屋でCVDHI<sub>p,B</sub>の大きい領域が広がっている。室h(2F北東)に着目すると、新潟では間仕切り部と窓⑭を結ぶ領域でCVDHI<sub>p,B</sub>が大きくなるが、東京では間仕切

り部と窓⑭を結ぶ領域でCVDHI<sub>p,B</sub>が大きくなる。図7に示す新潟の風向別累積風速では、北北東風の累積風速が大きく、建物の北北東面にある窓⑭から流入し、間仕切り開口部に吹抜けるため、両者を結ぶ領域でCVDHI<sub>p,B</sub>が大きくなると考えられる。また、東京では南風の累積風速が大きいので、南側の部屋からの風が室hの間仕切り開口部に吹抜け直進し、窓⑭から屋外へ流出するため、この領域でCVDHI<sub>p,B</sub>が大きくなると考えられる。

### 3.3 日射遮蔽時のCVDHIの解析結果 (case 2、新潟)

図10に直達日射のみを遮蔽した標準住宅モデル2Fのcase 2-1のCVDHI分布と平均CVDHIを示す。CVDHI<sub>B</sub>では日射を遮蔽しないとき(図8(2))と、直達日射のみ遮蔽したcase 2-1の(図10(2))を比較すると、平均CVDHI<sub>B</sub>の値が半分以下となる。一方、CVDHI<sub>p</sub>(図8(1)、図10(1))では2割程度の減少にとどまる。直達日射の有無によりCVDHI<sub>B</sub>に相違を生じた理由は、直達日射によって室温、MRT、室内のSET\*が上昇したためであるが、このことからCVDHI<sub>B</sub>の定義である「通風により室内の熱を屋外に排出する排熱効果を表す指標」は、正しく評価出来て

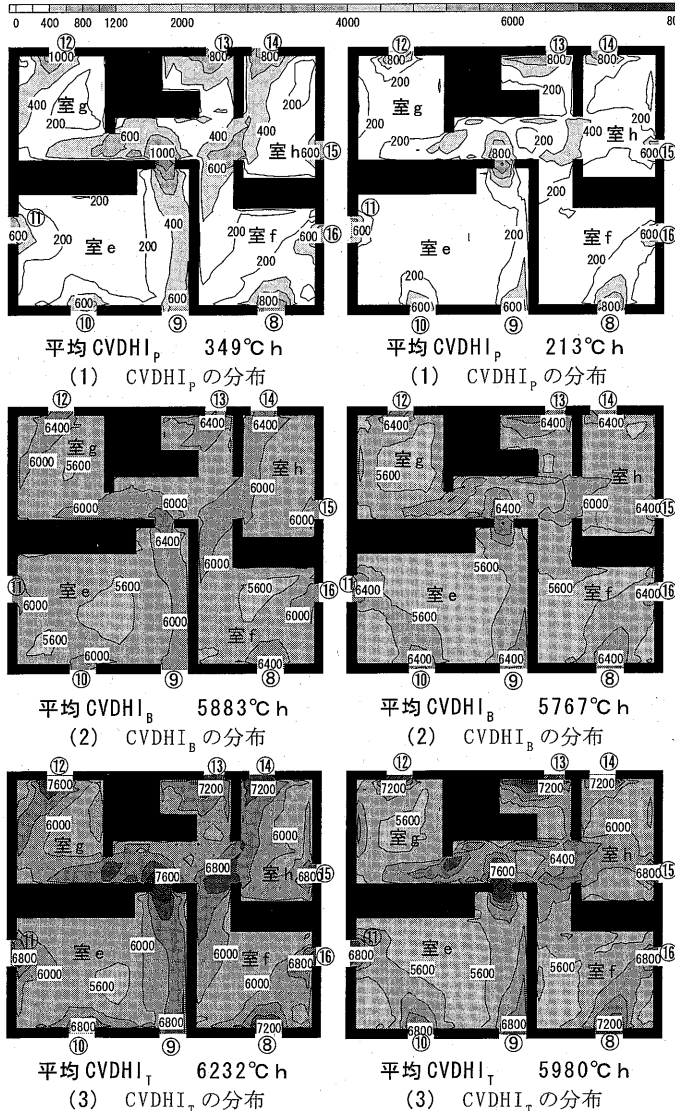


図8 case 1のCVDHI分布  
(標準住宅モデル2F、新潟)

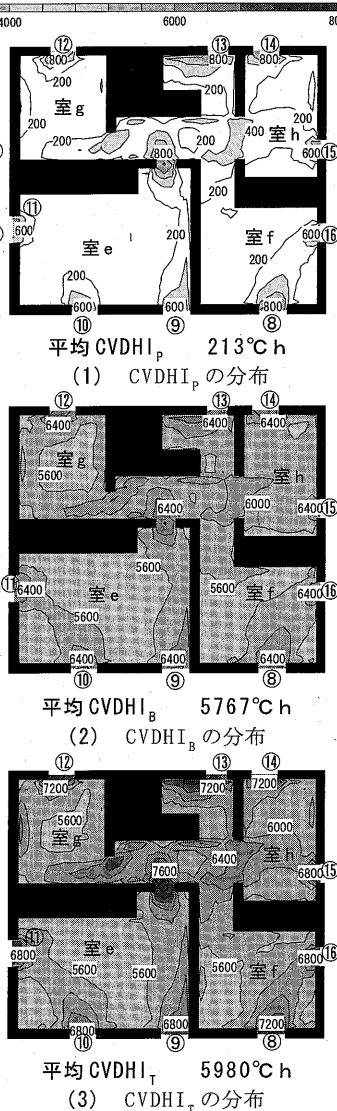


図9 case 1のCVDHI分布  
(標準住宅モデル2F、東京)

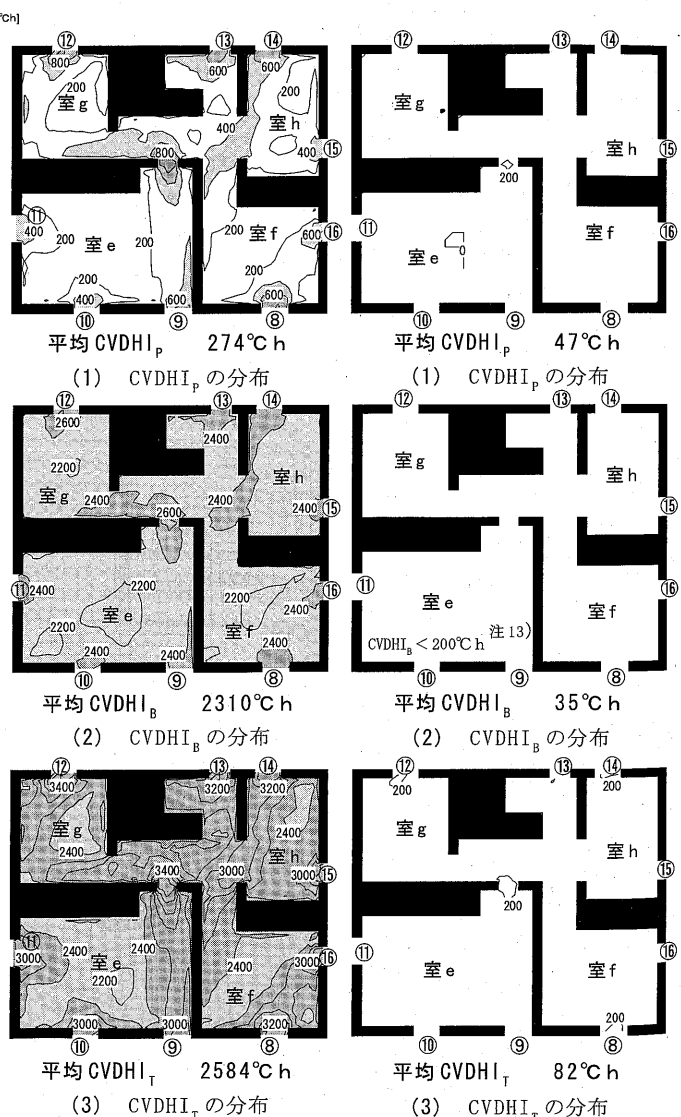


図10 case 2-1のCVDHI分布  
(標準住宅モデル2F、新潟)

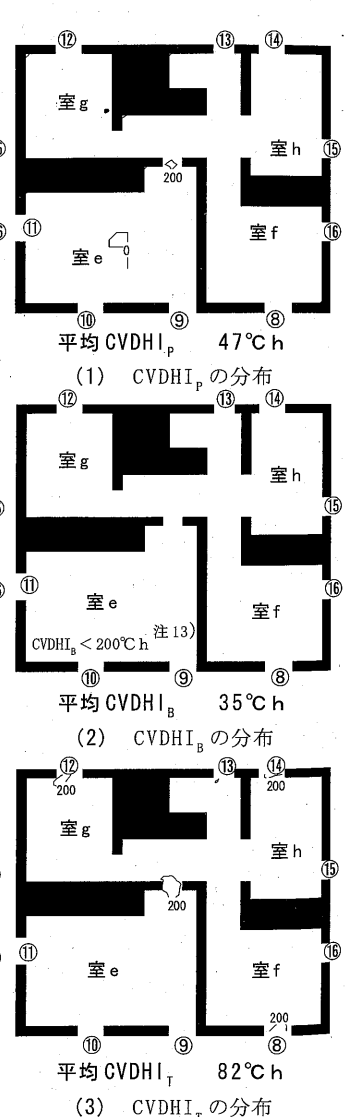


図11 case 2-2のCVDHI分布  
(標準住宅モデル2F、新潟)

いると考えられる。同様に、直達日射の有無により、 $CVDHI_p$  の差が小さいことは、 $CVDHI_p$  の定義である「通風によって生じる可感気流による体感温度低下の効果を表す指標」を裏付けるものであり、室温やMRTの低下に関係なく、可感気流による効果のみを示していることが分かる。

図11に全日射を遮蔽した標準住宅モデル2Fのcase 2-2のCVDHI分布と平均CVDHIを示す。全日射を遮蔽した場合、平均 $CVDHI_p$ は平均 $CVDHI_b$ よりも大きい値となる。しかし、 $CVDHI_p$ 、 $CVDHI_b$ 共に遮蔽しないときに比べ極めて小さな値となる。これは日射をすべて遮蔽したため室温やMRTが低下し、ほとんどの時間でSET\*①が26℃以下になるためである。また、室温の計算は、TRNSYSにより建物の蓄熱を考慮した解析を行っているため、換気回数が0.5回/hと実換気回数を入れた室温およびSET\*は同じ値にはならない。このため、全日射を遮蔽したcase 2-2の平均 $CVDHI_b$ は35℃hという値を示す。

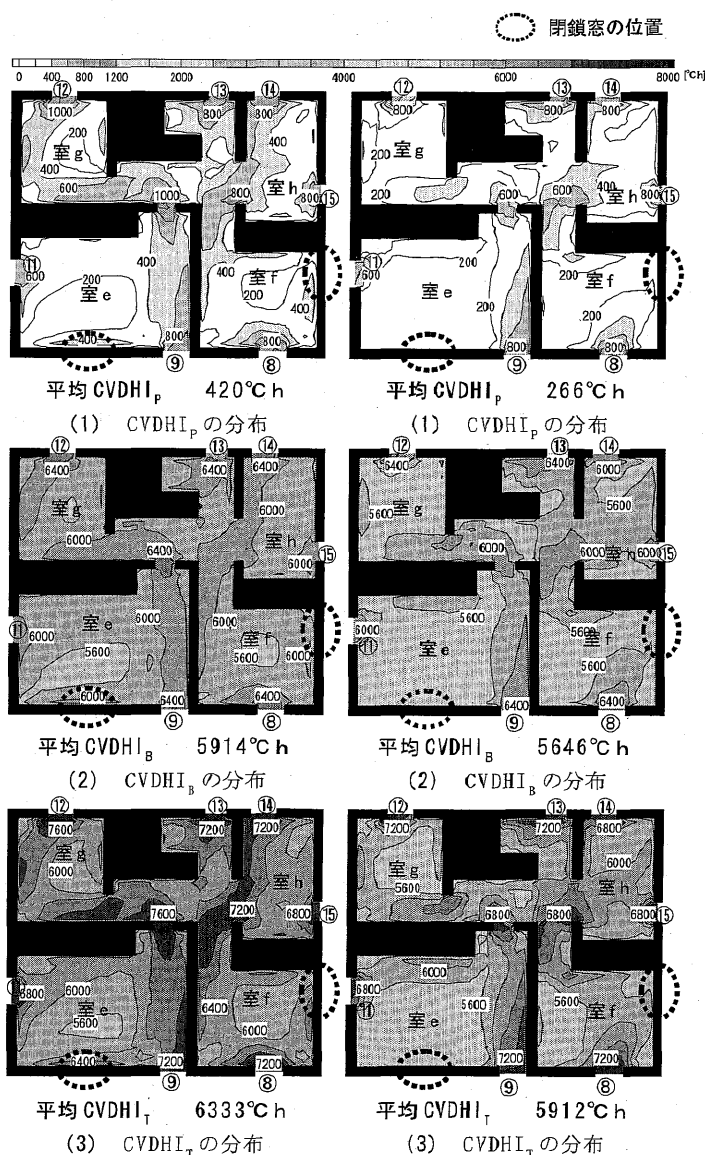


図12 case 3のCVDHI分布  
(標準住宅モデル2F、新潟)

図13 case 3のCVDHI分布  
(標準住宅モデル2F、東京)

### 3.4 開口条件を変化させた場合のCVDHIの解析結果 (case 3、新潟・東京)

図12、13に新潟、東京において窓を4箇所閉鎖した標準住宅モデル2Fのcase 3のCVDHI分布と平均CVDHIを示す。新潟、東京共にすべての窓を開放したcase 1(図8(1)、図9(1))と比較して、窓を部分的に閉鎖したcase 3(図12(1)、図13(1))の方が平均 $CVDHI_p$ は大きい。窓を部分的に閉鎖したことにより、室内気流速が増加し、可感気流による体感温度の低下が増加したと考えられる。新潟の平均 $CVDHI_t$ はcase 1と比較してcase 3の方が大きい。新潟の窓を部分的に閉鎖したcase 3の $CVDHI_t$ の分布(図12(3))の室e(2F南西)に注目すると、窓⑩を閉鎖しているが、その周辺の領域で $CVDHI_t$ が大きい。これは室eで循環流が発生したため、窓が開放されなくてもこの領域で気流が速くなるためであると考えられる。一方、東京でも窓を閉鎖したにも関わらず、平均 $CVDHI_t$ はcase 1と比較してcase 3で大きな減少はみられない。窓を閉鎖しても、効率よく風を取り込むことにより通風性能が変化しないことが分かる。

## 4. 結論

本稿では既報<sup>1)</sup>で提案した、地域による通風の体感温度低下のポテンシャルを評価できる屋外通風デグリアワー( $CVDH_0$ )を元に、新たに、室内気流分布を考慮し通風性能を評価するために室内通風デグリアワー( $CVDHI$ )を提案する。既報の $CVDH_0$ では、屋外の上空風速や気温等の気象条件の通風性能の評価が可能であるが、建物形状や窓開口部の大きさ及び配置が通風性能に与える影響について評価することが出来ない。一方、本報で検討している $CVDHI$ は、室内の気流分布に着目し、通風そのものによる室温低下と体感温度の低下効果について評価することが出来る事が確認できた。本報では戸建2階建住宅を対象に解析を行い、建物の開口部の配置や通気輪道などの通風に特徴的な室内の気流による室温及び体感温度低下効果について $CVDHI$ を用いて検討を行った。結論をまとめると以下の通りである。

- (1)  $CVDHI$ は通風により室内の熱を屋外に排出する排熱効果を示す $CVDHI_b$ 、通風によって生じる可感気流による体感温度低下の効果を示す $CVDHI_p$ と、両者を加えた $CVDHI_t$ で定義される。
- (2) 新潟と東京の平均 $CVDHI_p$ は平均 $CVDHI_b$ に比較して5%程の値であり、可感気流による体感温度低下効果よりも、通風による排熱効果の方が大幅に大きい。
- (3) 直達日射を遮蔽したケース(case 2-1)では、平均 $CVDHI_b$ は小さくなり、直達日射の影響を大きく受ける。一方、平均 $CVDHI_p$ は平均 $CVDHI_b$ に比べて値の差は小さく、直達日射の影響は少ない。
- (4) 全日射を遮蔽したケース(case 2-2)では、平均 $CVDHI_p$ 、平均 $CVDHI_b$ 共に値は小さくなる。
- (5) 窓を4箇所閉鎖したモデル(case 3)では、case 1に比べて、平均 $CVDHI_t$ は東京では殆ど減少せず、新潟では大きくなる。開口数を減らしても、効率よく風を取り込むことにより通風性能が変化しないことが確認された。
- (6)  $CVDHI$ を用いて地域の気象の特徴や、室内気流性状を総合的

に考慮して通風性能評価することが可能であると考えられる。

- (7) CVDHI の値は断熱性能の影響を受けると考えられる。今後、  
シェルター性能を変化させた場合の検討を行う予定である。

#### 参考文献

- 1) 赤林伸一、佐々木淑貴他：通風性能評価手法に関する研究，日本建築学会環境系論文集，No. 568，pp. 49-56，2003. 6
- 2) 赤林伸一・村上周三他：周辺に建物群のある独立住宅の風圧分布に関する風洞実験および換気量予測、住宅の換気・通風に関する実験的研究 その1、日本建築学会計画系論文集，No. 456，pp. 9-16，1994. 2
- 3) 村上周三・加藤信介他：住宅の通風に関する実験的研究 その2 風洞模型実験による検討結果，日本建築学会大会学術講演梗概集，環境工学，pp. 457-458，1983. 9
- 4) 村上周三・加藤信介・赤林伸一他：住宅の換気・通風に関する実験的研究 その8～10，日本建築学会大会学術講演梗概集，環境工学，pp. 547-552，1990. 9
- 5) 小橋史彦・倉淵隆・大場正昭他：通風時の建物内外気流構造を目的としたLES解析 風向0°、45°の場合のシミュレーション結果とその解析，空気調和・衛生工学会学術講演会論文集，pp. 661-664，2000. 9
- 6) 澤地孝男・清田誠良他：住宅の通風設計及び性能評価に関する実大模型実験 その9、その10，日本建築学会大会学術講演梗概集，D-2，pp. 623-626，2001. 8
- 7) 赤坂裕・二宮秀典他：日本建築学会拡張アメダス気象データ，日本建築学会，1999. 12

#### 注

- 注1) 風速は人体の顔面付近の地面から1.6mの高さの値を用いている。
- 注2) 本研究で求める3種類のSET\*は、通風の排熱効果(CVDHI<sub>p</sub>で評価)と気流による体感温度低下効果(CVDHI<sub>t</sub>で評価)を計算するために使用している。SET\*③は、通風時のSET\*を求めている。SET\*②はSET\*③より室内気流速の影響を取り除いたSET\*を計算している。SET\*②とSET\*③を求めるために必要な気流速以外の室温、MRT、相対湿度は同一の値である。SET\*①は、通風がない状態のSET\*を想定したものである。SET\*①は、通風が無い場合、室内気流速は無風であると仮定し、基準最小風速の0.3m/sを設定している。また、その時の換気回数は、最低換気回数0.5回/hを仮定している。
- 注3) 本研究の基準最小風速0.3m/sは、空調機などのドラフトを考慮した値ではなく、人体周りの気流に着目し、人体発熱による熱上昇気流と室内での軽作業を考慮し、静穏時の人体周りの気流速を0.3m/sと仮定している。また、屋外風速が低い場合は、室内風速は0.3m/s以下と計算される領域があるが、室内気流が0.3m/s以下の場合は、0.3m/sとし、解析を行っている。

注4) CVDHI<sub>t</sub>は、定義より日射等の影響を受ける室内において、通風により室内の熱を屋外に排出する排熱効果を示す指標である。このため、室内分布の無い指標のように考えられるが、本稿で提案するCVDHI<sub>t</sub>は、室内に分布のある指標である。CVDHI<sub>t</sub>に分布が生じる理由は、通風により体感温度が低下した温度(SET\*③)が26℃を超えている場合では、通風を利用しても快適範囲内に至らないため、この場合のSET\*の低下をCVDHIに加えないためである。CVDHIは室内の各メッシュごとに時系列でSET\*を算出するため、SET\*③が26℃付近になる時間帯では、気流速の速い領域ではSET\*③が26℃以下、気流速の遅い領域ではSET\*③が26℃以上となる時間が生じるため、室内気流分布によりCVDHI<sub>t</sub>に分布が生じる事になる。

注5) 室内外気流のCFD解析は等温の条件で行っている。通常、室内外には温度差が生じていると考えられるが、窓を開放し、通風を行っている場合には、極端な温度差は生じていないと仮定している。

注6) 本研究では室内に湿気の発生源がなく、室内建材等の吸放湿を計算していない。TRNSYSでは各空間ごとの水分収支を求めることができ、各空間の容積と換気回数から、絶対湿度を求め、室温に応じて相対湿度を求めている。

注7) 計算対象住宅の床下の温度は外気温を与えて計算をした。既報<sup>1)</sup>の計算対象(図1)の地中温度は「拡張アメダス気象データ」の地中温度計算プログラムを使用し、普通土(熱伝導率1.5W/mK、比熱3MJ/m<sup>3</sup>K)の深さ5cmの地中温度である。

注8) 全国の主要都市について解析をおこなっているが、同一の建物においてCVDHIの値の変化について検討するため、外気温や非暖房期間の風向別累積風速の異なる新潟と東京を対象地域とした。なお、本研究の通風性能評価指標は、実際の通風時間を予測するものではなく、建物の通風性能の良否を表す指標であり、建物の設計段階において、窓配置や建物形状を評価するための指標と考えている。

注9) 風向別累積風速は非暖房期間に各風向の風速を累積したものである。非暖房期間の定義は既報<sup>1)</sup>と同様に、日平均気温が18℃を下回る期間を暖房期間とし、それ以外の期間を定義する。期間の初めは日平均気温18℃を上回る期間の初めの日とし、期間の終わりは逆に5日間連続18℃を下回る日の初めの日とする。なお、非就寝時は6時から23時と定義した。

注10) 次世代省エネルギー基準では、新潟はⅢ地域、東京はⅣ地域に区分されている。本研究では窓開口条件に着目して解析を行うため、住宅の断熱性能については、地域区分によって断熱性能を変えることなく解析を行っている。断熱性能が通風性能に与える影響については、次報以降で報告する。

注11) CVDHI分布は床上0.5～1.5mの平均値の分布である。

注12) 平均CVDHIは床上0.5～1.5mの空間(居住域)平均の値である。

注13) CVDHI<sub>t</sub>が0～200℃hの値で分布しているため、コンタ図が表現されない。

(2008年2月10日原稿受理，2008年8月13日採用決定)