

# 戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究

## その17 通風による冷房負荷削減効果に関する研究

### Study on the Cooling Load Reduced by Cross Ventilation for Detached House

正会員 ○富岡 誠子<sup>1)</sup> 同 赤林 伸一<sup>2)</sup> 同 坂口 淳<sup>3)</sup> 同 山口 遵<sup>4)</sup>

TOMIOKA Seiko, AKABAYASHI Shin-ichi, SAKAGUCHI Jun, YAMAGUCHI Jun

夏季の冷房用エネルギーの大幅な増加が懸念されている。本研究では、全国842都市において通風を利用することにより削減可能な冷房用エネルギーを求め、通風を利用することによる冷房負荷削減効果を明らかにする。窓を部分的に閉鎖しても、すべての窓を開放した場合より、冷房負荷削減率を高くすることが可能である。年間冷房負荷や冷房削減量は北海道から南下するに従い相対的に大きくなり、冷房負荷削減率は相対的に低くなる。一箇所以上通風利用が可能な場合と比べて、室断面の50%以上が通風利用が可能な場合では冷房負荷削減率が低下した。

#### Cross Ventilation, Cooling Load

#### 通風 冷房負荷

### 1 研究目的

日本古来の環境調整技術である自然通風を夏季に利用することは省エネルギーを図りつつ室内温熱環境の改善に有効であると考えられる。

寒冷地を中心に普及してきた高気密・高断熱住宅は、冬季の室温熱環境の改善、暖房負荷の低減に対して効果を発揮している。しかし、高気密・高断熱住宅が比較的温暖な地域にも建設されるようになり、特に夏季の温熱環境の悪化、冷房用エネルギーの大幅な増加が懸念されている。

本研究では、日本建築学会標準住宅モデルを対象に窓の開放条件を変化させ、全国842都市において通風を利用することにより削減可能な冷房用エネルギーを求め、通風による冷房負荷削減効果を明らかにすることを目的とする。

### 2 研究概要

#### 2.1 解析条件

図1に冷房負荷削減効果の解析概要を、図2に通風

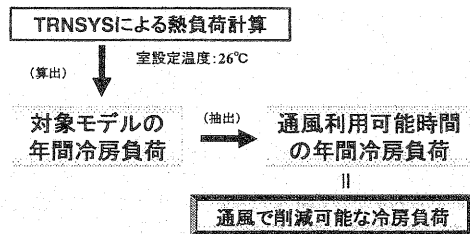


図1 冷房負荷削減効果の解析概要

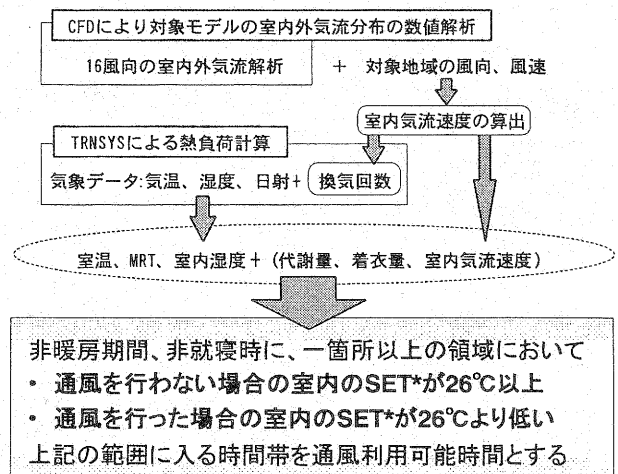


図2 通風利用可能時間の解析フロー

1) 新潟大学工学部建設学科 技術職員  
2) 新潟大学大学院自然科学研究科 教授 工学博士  
3) 県立新潟女子短期大学 准教授 博士(工学)  
4) 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生

1) Technical staff Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Niigata Univ  
2) Prof., Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ., Dr. Eng.  
3) Assoc. Prof., Dept. of Human Life and Environmental Science, Niigata Woman's College, Dr. Eng  
4) Graduate Student, Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ

利用可能時間の解析フローを示す。初めに16風向別の室内風速比分布を標準k-εモデルを用いたCFD解析により算出し、通風時の室内気流分布を明らかにする。CFD解析は計算負荷が大きいため、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、対象モデルの室内風速比分布は等温のCFD解析<sup>注1)</sup>で算出する。得られた室内風速比と地域の風向・風速より室内の気流分布を、開口部風速から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、日射量と算出された換気回数から、熱負荷シミュレーションソフトTRNSYSにより、対象モデルの室温、MRT、相対湿度を算出する。非暖房期間、非就寝時に、室内の一箇所以上の領域において、通風を行わない場合の室内のSET\*が26℃以上で、通風を行った場合の室内のSET\*が26℃より低い範囲に入る時間帯を通風利用可能時間とする。更に対象モデルの室温設定温度を26℃として年間冷房負荷を算出する。こ

の冷房負荷を元に通風利用可能時間における年間冷房負荷を抽出することにより、通風により削減可能な冷房負荷を求める。また本報では、床上1.5mの室断面において50%以上の領域(以下、方法②と記述)について、通風を行わない場合の室内のSET\*が26℃以上で、通風を行った場合の室内のSET\*が26℃より低い範囲に入る時間帯を通風利用可能時間とした場合の解析も行ない、1箇所以上の領域の場合(以下、方法①と記述)との比較を行う。

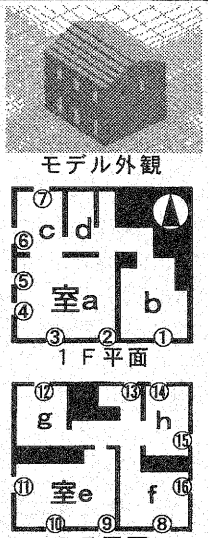
## 2.2 解析方法

表1に戸建住宅モデルのCFD解析条件とシェルター性能を、表2に戸建住宅モデルの解析caseを示す。戸建住宅モデルは日本建築学会標準住宅モデルを用い、開口条件を変化させた21ケースで解析を行う。シェルター性能は次世代省エネ基準IV地域を満足するものとする。対象地域は全国842都市である。図3に東京、新潟における風向別累積風速<sup>注2)</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

表1 標準住宅モデルのCFD解析条件とシェルター性能

建築率	0% (周囲に建物がない)	
風向	16風向	
数値解析領域	77(x) × 70(y) × 41(z)	
室内解析メッシュ	41(x) × 34(y) × 23(z)	
延べ床面積(m <sup>2</sup> )	112.8	
総開口面積(m <sup>2</sup> )	15.0	
居室部分床面積(m <sup>2</sup> )	69.2	
境界条件	流入:1/4乗速(基準高さ6.5m、風速3.0m/s) 自由流出	
乱流モデル	標準k-εモデル	
壁名称	構成材	熱貫流率[W/(m <sup>2</sup> ·K)] 熱損失係数[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
外壁	石膏ボード・ネオマフォーム・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
1F床	合板・グラスウール	0.337
2F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2 標準住宅モデルの解析case

解析対象モデル	case番号	閉鎖開口
 <p>モデル外観</p> <p>1F平面</p> <p>2F平面</p> <p>※○数字は開口位置を示す</p>	case00	なし
	case01	①⑩
	case02	②⑧
	case03	③⑨
	case04	④⑪
	case05	⑤⑫
	case06	⑥⑬
	case07	⑦⑭
	case08	①⑮
	case09	①⑯
	case10	③⑥⑩⑯
	case11	③④⑩⑬
	case12	③⑦⑩⑭
	case13	③⑤⑩⑪
	case14	④⑤⑩⑮
	case15	②④⑨⑬
	case16	②⑤⑨⑮
	case17	②⑥⑨⑭
	case18	④⑥⑨⑯
	case19	⑤⑥⑬⑭
	case20	②③⑬⑮

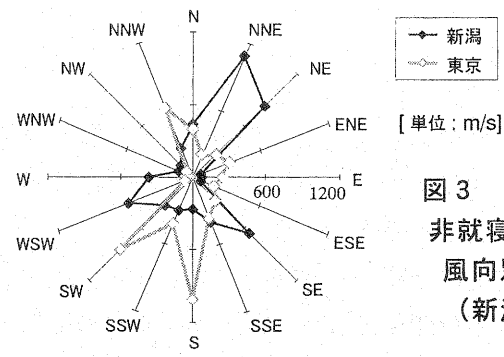


図3 非暖房期間、非就寝時における風向別累積風速(新潟、東京)

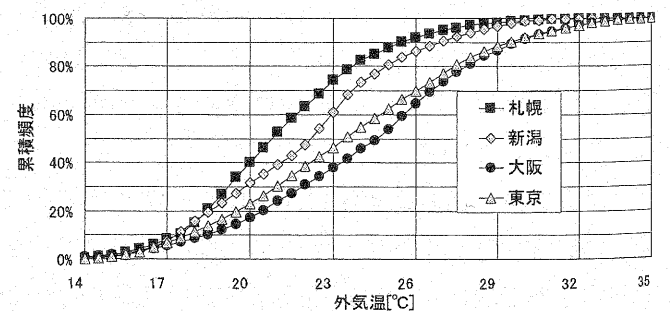


図4 4都市の非暖房期間における外気温の累積頻度

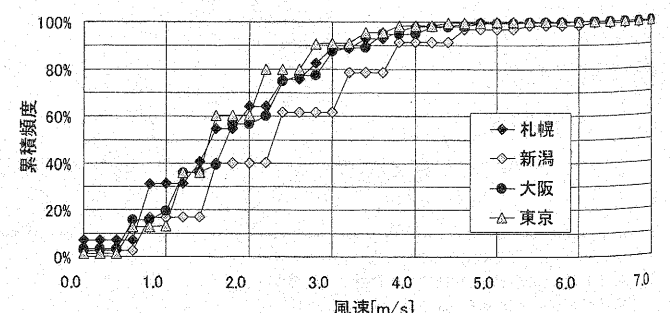


図5 4都市の非暖房期間における風速の累積頻度

が高い。図4に外気温の累積頻度を、図5に風速の累積頻度を示す。東京と比較して新潟では外気温が低い頻度が高く、風速の速い頻度が高い。

### 3 解析結果(方法①)

図6に4都市のcase別冷房負荷削減率を示す。札幌でのcase01、新潟でのcase08、東京でのcase06など、窓をすべて開放したcase00より削減率の高い窓の開放条件が見られるが、いずれの都市も開口条件の変化による差は小さい。

図7にcase00における冷房負荷削減量マップを、図8にcase00における主要都市の年間冷房負荷、冷房負荷削減率を示す。南部の都市は北部の都市に比べ、年間冷房負荷や冷房負荷削減量は大きく、冷房負荷削減率は低い傾向にある。新潟の年間冷房負荷は1357[kW/年]であり、冷房負荷削減量は657[kW/年]、冷房負荷削減率は48[%]である。北海道、東北地方では冷房負荷削減率は50[%]を超える都市が多い。これは北海道、東北地方は相対的に気温が低いため、通風を行っ

た場合に室内のSET\*が26℃より低くなる頻度が高いことが原因と考えられる。東北地方でも内陸の山形市では冷房負荷削減率が35[%]である。これは海沿いの都市に比べ内陸の都市では風速が遅く、通風による冷房負荷削減効果が小さいことが原因と考えられる。東京の年間冷房負荷は2054[kW/年]であり、冷房負荷削減量は621[kW/年]、冷房負荷削減率は30[%]である。また、標高の高い都市では北海道、東北地方と同様に、夏季でも平均気温が低いため、年間冷房負荷が小さく

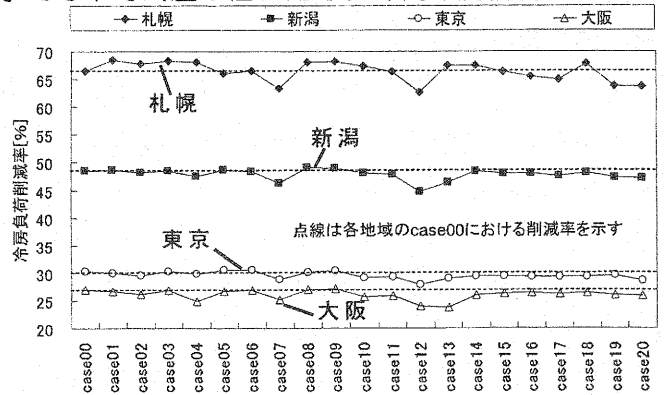


図6 4都市のcase別冷房負荷削減率(注3)

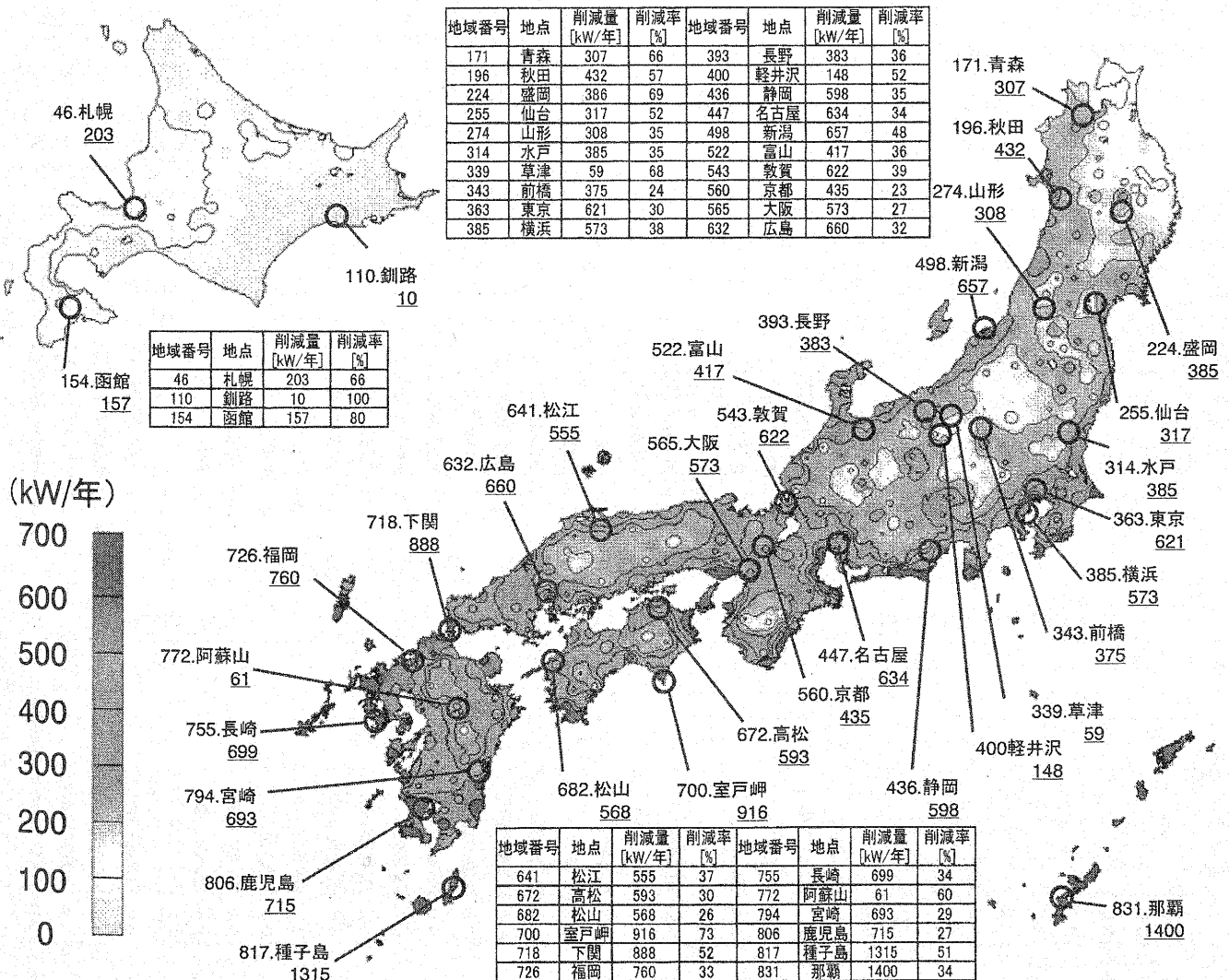


図7 case00における冷房負荷削減量マップ

なる。軽井沢や草津では、同じ県の前橋、長野よりも年間冷房負荷や冷房負荷削減量が小さく、年間冷房負荷は草津で86[kW/年]、軽井沢では284[kW/年]となり、冷房負荷削減量は草津で59[kW/年]、軽井沢では148[kW/年]となる。一方、冷房負荷削減率は高くなり、草津で68[%]、軽井沢では52[%]となる。また、九州でも阿蘇山のように山間部では年間冷房負荷が102[kW/年]、冷房負荷削減量が61[kW/年]と小さく、冷房負荷削減率は60[%]と高くなる。

#### 4 解析結果(方法②)

図9に方法②により解析した case00 における主要都市の年間冷房負荷、冷房負荷削減率を示す。一箇所以上が指定の範囲に入る場合の方法①に比べて、室断面の50%以上が指定の範囲に入る場合の方法②では、どの都市も冷房負荷削減率が半分程度低下した。

#### 5 まとめ

- (1) 窓を部分的に閉鎖しても、すべての窓を開放した場合より、冷房負荷削減率を高くすることが可能である。
- (2) 年間冷房負荷や冷房負荷削減量は北海道から南下するに従い、相対的に大きくなる。また平野部は大きく、山間部は小さい。

(3) 冷房負荷削減量は、北海道では100[kW/年]前後、東北は200~400[kW/年]、関東、中部は400~600[kW/年]、近畿、中国、四国は500~700[kW/年]、九州・沖縄は600~800[kW/年]の範囲に多く分布している。

(4) 一箇所以上が指定範囲に入る場合と比べて、室断面の50%以上が指定範囲に入る場合は、どの都市でも冷房負荷削減率が半分程度に低下した。

注1) 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2) 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。

注3) 冷房負荷削減率は年間冷房負荷に対する冷房負荷削減量の割合である。

#### 【参考文献】

- 1) 赤林・坂口・富永他「戸建住宅を対象とした通風時の室内温熱環境に関する研究その1~3」日本建築学会北陸支部研究報告集、2001年
- 2) 赤林・佐々木・坂口他「戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究その1~4」日本建築学会大会学術講演梗概集、2002年
- 3) 赤林・富永・坂口他「戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究その5~8」日本建築学会大会学術講演梗概集、2003年
- 4) 赤林・佐々木・坂口他「戸建住宅を対象とした夏季の室内温熱環境・冷房負荷に関する数値解析」日本建築学会大会学術講演梗概集、2001年
- 5) 赤林・佐々木・坂口他「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、2003年
- 6) 赤林・坂口・細野・久保「戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究その15、16」日本建築学会大会学術講演梗概集、2007年

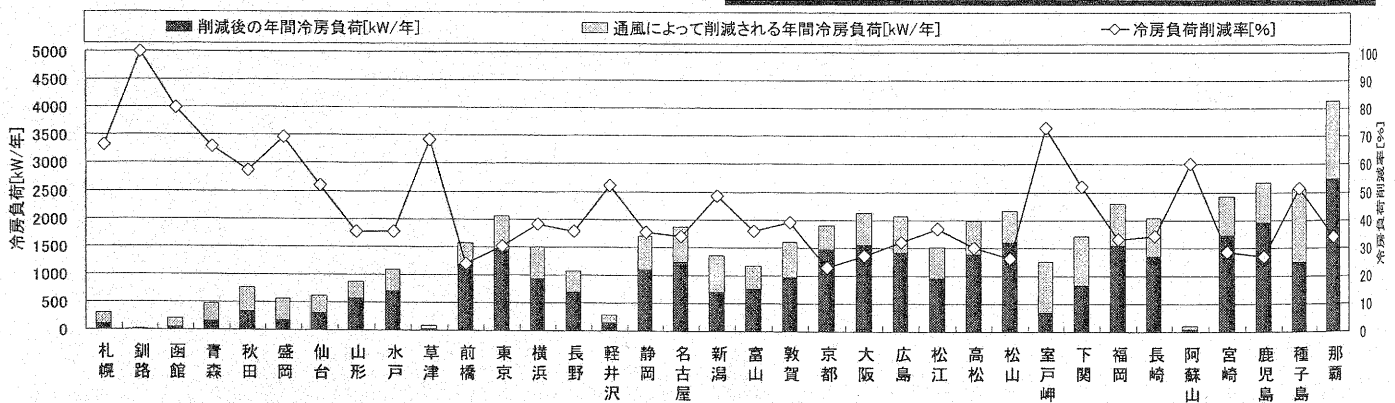


図8 case00 における主要都市の冷房負荷と負荷削減率(方法①)

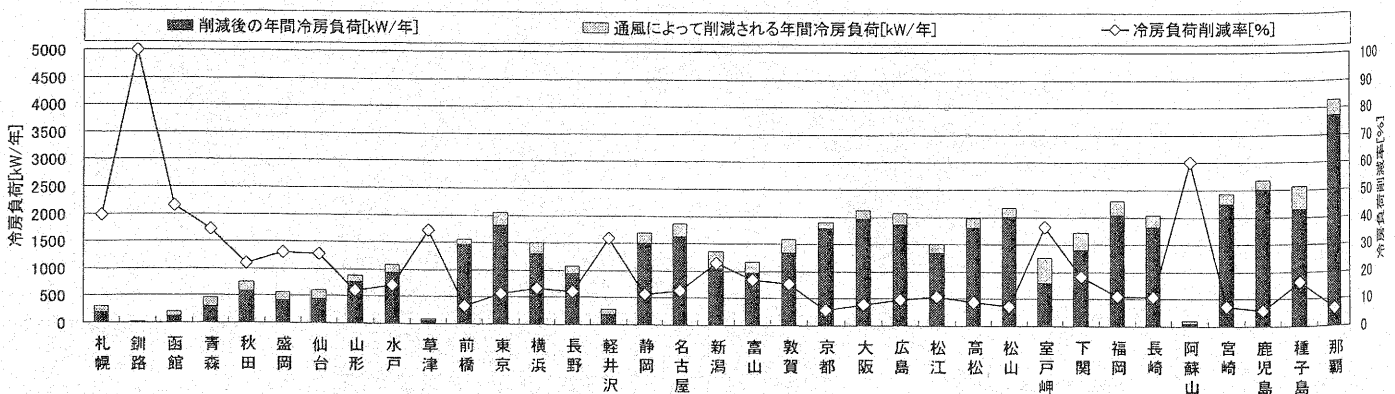


図9 case00 における主要都市の冷房負荷と負荷削減率(方法②)