

通風  
戸建住宅

数値流体力学  
窓の開閉

気流解析

J08072  
指導教員

関 啓太  
西村 直也



### 1. 概要

本研究ではCFD（Computational Fluid Dynamics）に基づく気流解析を用いて任意の外部気流に対する住宅内部の気流を窓の開け方別に把握することで、住宅の窓の開け方を変えるだけで各室における気流が変化し、各室の快適性に大きな影響を与えることを明らかにした。また、住宅の窓の開け方と住宅内部の気流は複雑な関係性を持ち、今回行うような個別の気流解析の必要性が示された。

### 2. 研究の目的と背景

#### (1) 研究の目的

本研究では既存の戸建て住宅及び周辺を対象として気流解析を行い、任意の外部気流に対する住宅内部の気流を窓の開け方別に定量的に把握し、各室において最も風速を得られる窓の開け方を導出することを目的とした。

#### (2) 研究の背景

日本における戸建て住宅は、通風と通風のための窓の位置が優先的に計画されることが少なく、夏季において通風を取り入れにくく、通風によって涼感を得ることが難しくなっている室が存在する可能性がある。また、住宅外部の気流に対して住宅内部の気流は、住宅の窓の開け方のみによって変化し、住宅内部に通風を効果的に取り入れられるかどうかは窓の開け方のみによって決まっている。ここで、居住者の日常的、感覚的な窓の操作では通風を最も効果的に取り入れられる窓の開け方ができていない可能性がある。戸建て住宅の竣工後にこうした課題に向き合い、住環境を通風によって改善していくためには、住宅内の気流を定量的に把握する必要がある。

### 3. 研究方法

クレイドル社の熱流体解析ソフト STREAM ver.8 を用いて図1に示すように解析を進める。通風を比較する領域は主に休日や就寝時、食事をする際に居住者が長時間滞在する位置に合わせて九ヶ所に設定した。住宅周辺の解析モデルには気象庁の観測データを元に夏季において対象の地域に最も吹きやすい風向を設定した。窓の開け方は表1に示すように合計 6144 通りを設定した。各領域の風速の比較はそれぞれの窓の開け方に対して各領域で風速に関する代表値を算出し、最優解、最劣解を導出した。

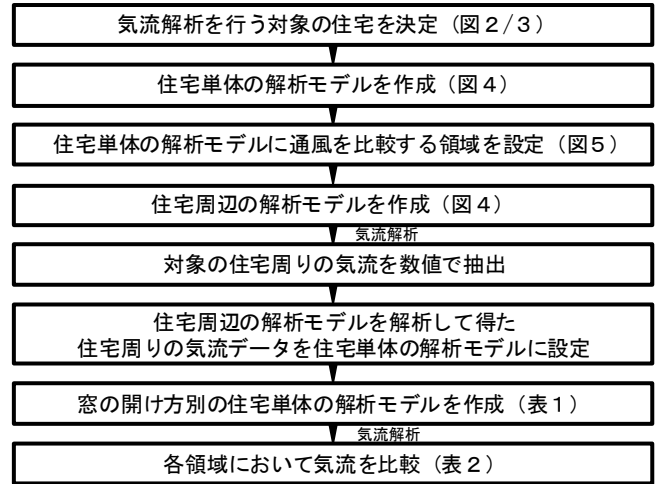


図1 解析の流れ



図2 対象の住宅 平面図 一階/二階



図3 対象の住宅 立面図 南面/西面/北面/東面

#### 4. 各評価領域での気流比較と窓と気流の関係

表2に6144通りの窓の開け方に対して、設定した各領域で最も風速を得られた場合（最優解）と最も得られなかった場合（最劣解）の風速の最大値、最小値、中央値の比較を示す。また、各値の右側にはそれぞれの値の比率を示す。ここで、最も差が生じたのは評価領域Dで、風速の最大値が2.46倍、風速の最小値が3.61倍、風速の中央値が4.72倍になることが分かった。この結果からまず、任意の外部気流に対して住宅の窓の開け方を変えるだけで住宅内部の気流が変化することが定量的に示された。ここで、風速に差が生じた室においては住宅の窓の開け方を変えるだけで確実に快適性を向上させられると言える。また逆に、最も差が生じなかったのは評価領域Bで、風速の最大値が1.24倍、風速の最小値が1.23倍、風速の中央値が1.55倍になることが分かった。これら風速にあまり差が生じなかった室においては、今回住宅単体の解析モデルに設定した6144通りの窓の開け方では通風をうまく取り入れることができず、快適性があまり向上しなかったことが分かる。

表3には開け方によって各領域の気流に強く影響する窓を示す。灰色の欄は二階の領域であることを、もしくは二階の窓であることを示す。二階の領域で一階の窓に影響を受けているものもあり、住宅内の気流は階を超えて関係していることが分かる。このような複雑な関係を明らかにするためにも、個別の気流解析が必要と言える。

#### 5. 結論

本研究では各室で最も風速を得られる窓の開け方を導出し、窓の開け方によって各室の快適性が大きく変化することを示した。また、気流解析等を用いて住環境を定量的に把握することの必要性が示された。今後の課題としては、より優秀な窓の開け方を導出するために今回とは異なる条件を設定して解析を行うことや、気流の変化を比較する際に、通風と人間の体感温度に関する明確な評価方法を作成することが挙げられる。

#### 6. 引用・参考文献

- 山口紘平：熱影響を考慮した空調性気口配置の最適化に関する研究 2010年3月
- 石澤啓介：GAを用いた空調の最適設計に関する基礎的研究 2007年3月
- (株)ソフトウェアクレイドル：熱流体解析ユーザーズガイド 基礎編 2007年
- 空気調和衛生工学会：空気調和衛生工学便覧 I 基礎編 1987年

表3 各領域の気流に影響する窓

評価領域名	S1	S2	S3	S4	W1	W2	W3	W4	W5	N1	N3	E4
A	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
B	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×
C	×	○	×	×	×	×	×	○	○	×	×	×
D	×	×	○	×	×	×	×	×	○	×	×	×
E	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	○
F	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
G	○	○	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×
H	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
I	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

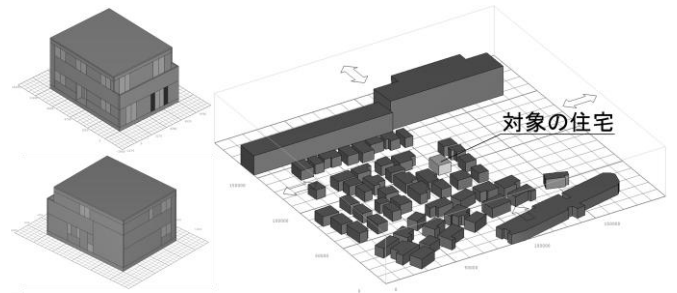


図4 対象の住宅単体/周辺の解析モデル

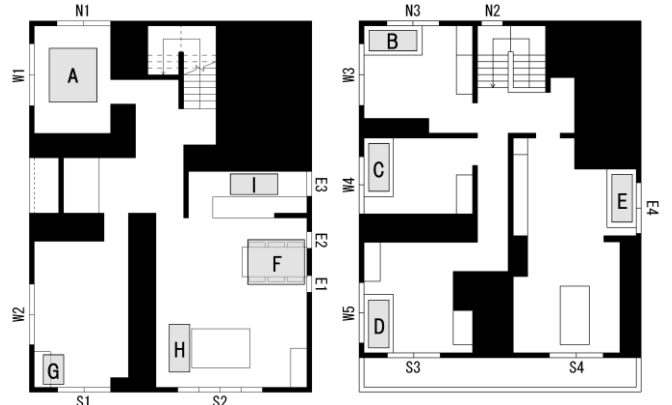


図5 通風を比較する領域と窓番号 配置図

表1 設定した窓の開け方の数と解析時間

壁面	名称	窓の種類	「閉」無しの開閉条件	条件数
東面	E1	縦滑り出し	開	1
	E2	縦滑り出し	開	1
	E3	片上げ下げ	開	1
	E4	引き違い	右開/左開	2
南面	S1	引き違い	右開/左開	2
	S2	引き違い四枚	右開/左開/両開	3
	S3	引き違い	右開/左開	2
	S4	引き違い	右開/左開	2
西面	W1	引き違い	右開/左開	2
	W2	引き違い	右開/左開	2
	W3	引き違い	右開/左開	2
	W4	引き違い	右開/左開	2
	W5	引き違い	右開/左開	2
北面	N1	引き違い	右開/左開	2
	N2	オーニング	開	1
	N3	引き違い	右開/左開	2
解析パターン数と解析時間			解析パターン（通り）	6144
			解析時間（日）	13

表2 各領域の最優解と最劣解の比較

領域	評価	V max (m/s)	比率	V average (m/s)	比率	V median (m/s)	比率
A	最優	1.02	1.44	0.52	1.69	0.48	1.59
	最劣	0.71		0.33		0.30	
B	最優	0.78	1.24	0.31	1.23	0.23	1.55
	最劣	0.63		0.25		0.15	
C	最優	0.50	1.28	0.24	1.33	0.30	1.48
	最劣	0.39		0.18		0.20	
D	最優	1.96	2.46	1.12	3.61	1.23	4.72
	最劣	0.80		0.31		0.26	
E	最優	0.91	1.05	0.19	1.36	0.23	2.74
	最劣	0.86		0.14		0.09	
F	最優	1.21	1.81	0.51	2.47	0.46	2.70
	最劣	0.67		0.21		0.17	
G	最優	1.76	1.30	1.40	2.18	1.45	3.81
	最劣	1.36		0.64		0.38	
H	最優	1.70	1.10	1.11	1.79	1.20	2.03
	最劣	1.55		0.62		0.59	
I	最優	0.74	1.39	0.31	1.56	0.32	1.44
	最劣	0.53		0.20		0.22	