

# 集合住宅の間取りと通風性能の関係について

小原 可南子

## 1.はじめに

### 1-1.研究背景と目的

集合住宅の間取りは、この100年で大きな変遷が遂げられており、住環境の整備、向上が長年にわたって図られた痕跡が数多く残っている。環境的側面から切り取って見た場合、比較的小規模な開口部の開閉による自然換気だけであったところから、換気扇の普及による換気性能の向上や、開口部を大きく開けた新たな間取りへの移行により居室内の空気は絶えず入れ替えられ、快適な環境が保ち続けられるようになった。しかし、高度経済成長期移行に主流となったLDK<sup>2)</sup>論に縛られたプランにより、現在に至るまで間取りの構成自体の大きな変化はなく、自然換気における空間環境の向上は鈍化し機械換気の技術のみが先行している印象を受けた。そこで本論では、これまでの集合住宅の間取りの変遷を鑑みつつ、現代の集合住宅の間取りと、主に開口部を開ける時間が長い夏季の自然通風性能の関係性を明らかにする。また、夏季の通風性能を評価し、影響を与える要因を発見することを目的とする。

### 1-2.集合住宅の間取りの変遷とその歴史について

幾つかの世帯の住戸が集まって一つの建築を作り上げる形式は様々な変化を遂げた。まず、江戸時代においては長屋があげられる。割長屋、棟割長屋があり、特に後者については開口面が一か所のみになる場合が多く、通風性能が著しく低かった。その後、1923年の関東大震災の翌年に震災への義援金をもとに発足した同潤会によって、被災者のための木造仮住宅の供給から始まり、木造の普通住宅、分譲住宅などを手がけ

ながら、大正14年から鉄筋コンクリート造によるアパートメントを東京、神奈川各地に建設した<sup>3)</sup>。図1右は代官山アパートメントの世帯住戸であり、玄関から各居室へ直接向かうことができる間取りとなっている。また、東京大学の吉武研究室によって公営住宅の標準設計51C型という食寝分離論を用いた2DKの原型となった間取りや、前川國男によって設計された晴海高層アパート、中層集合住宅である蓮根団地、長屋建ての低層集合住宅である多摩平団地などが昭和30年代に建設された。図1左は蓮根団地の1室であり、キッチン兼ダイニングルームが加わっている。その後、高度経済成長期真っ只中の1970年代からはLDKプランが主流となり、現在に至るまでそれを基軸とした間取りとなっている。

### 1-3.換気性能の向上とその研究について

産業革命以降、機械換気による住環境の整備がなされた。例えば、換気扇やエアコンディショナーによる温度管理や湿度管理が可能となり、近年では人感センサーで風量、風速を調節することも可能となり、設備の発達により最適な環境を半永久的に維持することが可能となっている。また、浴室やトイレに設けられている24時間換気システム<sup>4)</sup>が搭載された集合住宅が主流となり、常に空気が循環する空間が実現した。それらの発展に伴って換気効率の研究も進められた。<sup>5)</sup>

### 1-4.自然換気の種類とその効果

風力換気の内、1方向のみに配置された窓を開放するシングルベンチレーションと2方向に窓を設け開放して換気するクロスベンチレーションがある。

FlowDesignerによる風解析を用いて両者の比較を行った。幅6.5m、奥行11.5m、天井高2.5mの居室を仮定した間取り構成とした。解析領域は居室の幅、奥行、高さの長さの2倍とした。東京にあると仮定し、乱流モデルk-ε、メッシュ数100,000、南風、風速1m/sとした。シングルベンチレーションのほうはペランダの出入り口の窓のみを開放し、クロスベンチレーションのほうは玄関横居室にも開閉式の窓を配置し居室のドアを開放した。以上の条件で解析したところ、図2のようになった。

シングルベンチレーションは全体的に微風状態と

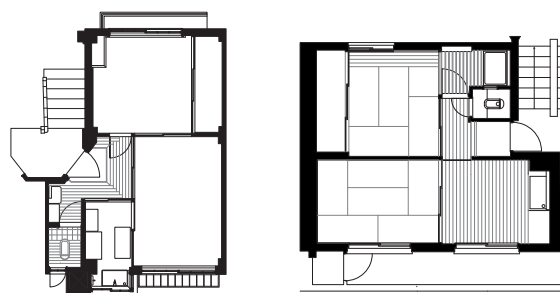


図1 代官山アパートメント(右)と蓮根団地(左)<sup>2)</sup>

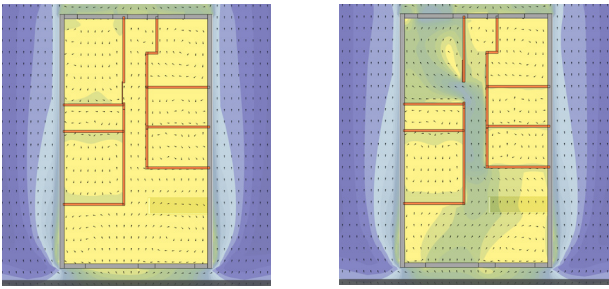


図2 シングルベンチレーション(右)と  
クロスベンチレーション(左)<sup>6)</sup>

なっており、空気の循環ができていない。(図2右)一方クロスベンチレーションでは風を多く取り込むことができている。(図2左)クロスベンチレーションの場合は玄関からベランダまで廊下を介してつながり、風の入り口と出口が反対方向にあることで動線が確保され、居室全体に空気が循環している。

## 2.解析・実験

### 2-1.FlowDesignerを用いたシミュレーション

本論ではFlowDesignerという環境系シミュレーションソフトウェアを用いて解析をおこなった。このソフトウェアは気流や温熱・汚染度の3次元分布をシミュレーションするソフトウェアである。<sup>7)</sup>環境的な要素を入力し日射解析、風解析、輻射解析、快適性指標解析<sup>8)</sup>をとおしてBIM<sup>9)</sup>ソフトで作成した建物や周辺環境シミュレーションをおこなうことができる。

### 2-2.研究サンプルについて

本論では、新建築<sup>10)</sup>の集合住宅の特集をしている2月、8月分について、2017年度から2021年度分の5年間において掲載されたものから研究対象(以下サンプルと表記する)を50個選択した。なお、サンプルについてだが、寸法が記載されている専門雑誌に掲載されているものを使用した。この際、日本国内に建設されたものを対象とし、サンプルを選択した。また、サンプルの作成に当たり、壁の構成が複雑であるなどモデリングが難しいもの、また煩雑であるものは除外した。また、作品内容にも目を通し、用途が集合住宅でないことが明らかであるものも同様に除外した。

### 2-3.解析手法

解析時にどのような手法をとるかについては検討が必要である。以前の研究では建築物の通風性能を評価するには定量的に評価する指標として地域指標、立地指標、建物性能指標を掲げ、総合的に通風性能評価を行った研究<sup>11)</sup>や、集合住宅における室内ドアの開閉と開口面積(ガラリ)に着目し、外部開口と組み合わせた通風性能の実測を行った研究<sup>12)</sup>があった。いずれの場合においても、まず通風性能を評価をする上で重要と

なる項目について考えていることが分かった。以上を踏まえて、本研究ではまず自然通風によって快適な環境が維持されている空間を風速によって定義した。<sup>13)</sup>また、解析時に全てのサンプルに共通する条件の設定を行い、評価の正確性を図った。<sup>14)</sup>

### 2-4.解析の流れ

解析の流れとしては以下の通りとなる。

- (i) モデリング<sup>15)</sup>：新建築に掲載されている各事例の平面図、断面図等を参照しながらモデルを作成する。以下これをdata-Aとする。同時に、住所や敷地図などをもとに建物の周り一周分の周辺建築物を簡易的に作成した。以下これをdata-Bとする。
- (ii) 敷地解析：data-Bを用いてFlowDesignerにて風解析を定常状態にて行い、事例の敷地周囲に流れる風向、風速を決定する。風向、風速については新建築に掲載された所在地を参考に、気象庁の風における過去データを用いるものとし、本研究では6月分のデータを用いた。
- (iii) 建物解析：data-Aを用いて建物内における通風性能を調査し、解析を行った。この時(ii)で決定した風向、風速条件を用いた。
- (iv) ヒストグラム<sup>14)</sup>：(iii)で得られた結果をもとにヒストグラムを作成した。解析領域は居室1つ分とし、FlowDesigner内の結果表示よりグラフを作成した。
- (v) ヒストグラムからCSVデータ作成：CSVデータをエクスポートする。その後、エクセル内で風速0.4～1.0m/sの割合を計算するために行った。
- (vi) 開口面の面積率の計算：data-Aを用いて各事例それぞれの壁面積に対する窓面積を計算した。
- (vii) グラフ化：50個全ての事例において(i)～(vi)までを終了したのち、エクセルにてデータを集計した。以下data-Cとし、その後data-Cからエクセルを用いてグラフを作成した。
- (viii) フォーマット化：最後に、全ての事例をフォーマットにまとめた。

## 3.解析結果

### 3-1.結果と分析

横軸を開口面積率(%)、縦軸を快適領域(%)として各サンプルをプロットした。(図3)

開口面積率が高くなるにつれ快適領域が大きくなる傾向にあった。また、開口面積率はおおむね0.00%から30.0%の間におさまり、快適領域は多くのサンプルで0.00%以上10.0%以下になった。

また、結果に至る要因としてすべてのサンプルに共通していたのは、窓の数と吹き込む風の条件であった。

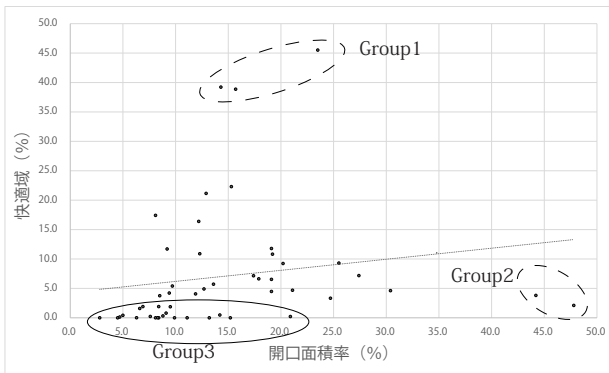


図3 開口面積率と通風性能の関係

また、中住戸による1面開口という集合住宅ならではの特徴がシングルベンチレーションとなる要因であった。しかし中住戸でも快適領域の割合が多いものもあった。例えばサンプルNo.7では快適領域9.23%、開口面積率20.2%であった。(図4) 間取りに注目すると、北面と南面に窓が配置されていた。そこを風が通過していることがうかがえる。

### 3-2傾向に反する事例について

図3より、通風性能における快適領域と開口面積率には相関があった。しかし、幾つかのサンプルでは傾向に反していた。そこで、3つのグループに分けて考察を行った。

Group1：開口面積率は低い、快適領域が大きかったサンプル風が吹き込む方向の窓の面積が大きかったことにより取り込む風量が多かったため快適領域の割合が高かった。サンプルNo.15では、解析結果が図5

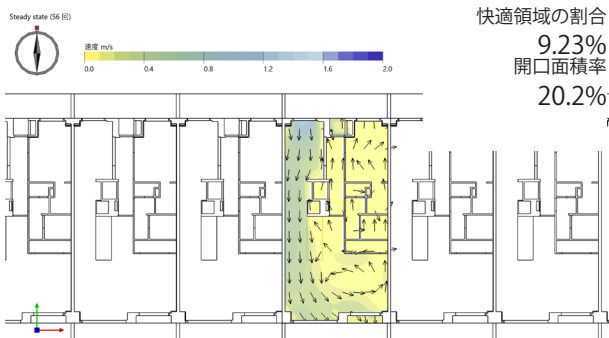


図4 サンプルNo.7 解析結果表示<sup>15)</sup>

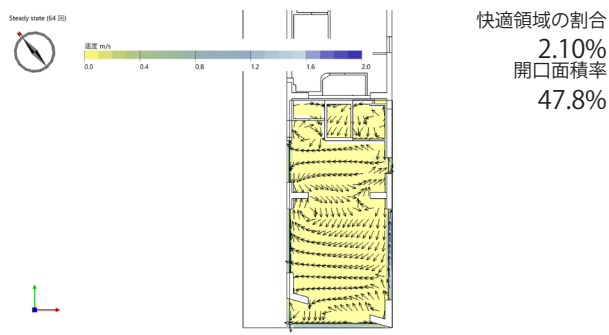


図6 サンプルNo.6 解析結果表示<sup>17)</sup>

のようになった。西側の部屋は快適領域が広がっているが、これは開口部の位置が関係していると考えられた。すなわち、北面と南面に開口部が設けられており、風の導線が確保されている、いわばクロスベンチレーションが可能となった間取りとなっていることが起因していたと考えられた。また、環境的要因としては、開口部の方角と風の吹き込む方角が一致していたことがある。サンプルNo.15も北北西から吹く風があったため、快適領域の領域の割合が高かったと分析した。

Group2：開口面積率が高いにもかかわらず快適領域が少ないサンプルでは結果に至る原因として設けられた窓の数が多かったものの、快適領域の割合の増加には至らなかったことが挙げられた。サンプルNo.6では、結果が図6のようになった。全体的に快適領域は見受けられず、微風が吹いている状態となった。要因としては二つあると考察した。まず、窓は数多く配置されており、開口面積率は高いが、その多くが羽目殺し窓となっており通風の目的で窓が設けられていなかった点にある。実際にサンプルNo.6の間取りにおける通風可能な窓は東側の1箇所のみであった。これにより開口部を生かして風を効率良く取り入れることができないと考えられた。2つ目に、建物の周辺環境にある。サンプルNo.6の敷地は東京都豊島区南長崎の建物が密集するエリアで風が吹き込みにくい環境により、微風状態であったと考えられた。

Group3：快適領域が全くなかったサンプル：快適領

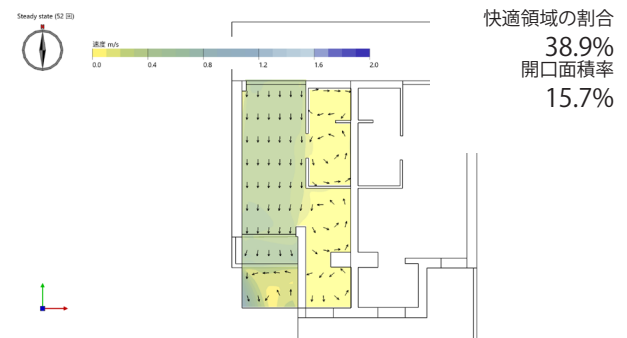


図5 サンプルNo.15 解析結果表示<sup>16)</sup>

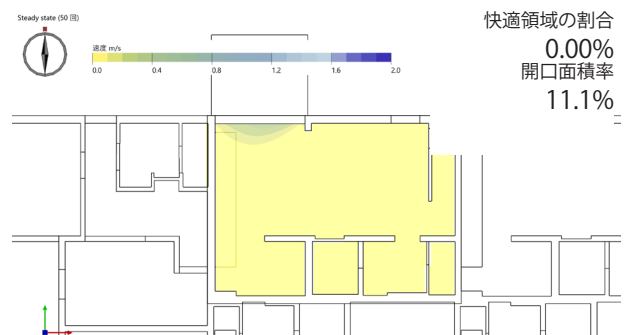


図7 サンプルNo.4 解析結果表示<sup>18)</sup>

域の割合が開口面積率に関係なく0.00%となった。これには、サンプルの間取りの構成や住戸の位置が関係していた。サンプルNo.4の解析結果は図7のようになった。表示の出方としては図6と似たような結果となった。結果に至る要因としてはまず、このサンプルに関しては棟割長屋に近い配置となっていることがあげられ、次に開口部の少なさが考えられたが、図3によると、開口面積が10%以上であっても快適領域が0.00%となっているサンプルが幾つかあった。よって開口部の少なさが快適領域の減少につながっているわけではないと分析できた。また、風の導線を考えてみたところ図7に該当するサンプルは総じてシングルベンチレーションとなる間取りとなっていた。

## 4. 結び

### 4-1. 総合考察

本論では、集合住宅における通風性能と間取りの構成との関係を明らかにすることを目的として、自然換気の中でも風を利用した風力換気による通風性能を評価した。50個のサンプルを解析して得られた結果を踏まえたところ、おおよその傾向としては、開口面積率が高くなるにつれ快適領域の割合も増えるような結果となり、サンプルにおける開口面積率と快適領域には相関があった。しかし、開口面積率が高いにもかかわらず快適領域が少ないサンプル、開口面積率は低いが、快適領域が大きかったサンプル、快適領域が全くなかったサンプルの3種類の反例があった。それぞれの結果に至る要因としては、クロスベンチレーションが可能な窓配置であり、また開口部の方角と風の吹き込む方角が一致していたこと、窓の種類、周辺環境の密集状況、そして棟割長屋に近い間取りであったことや、シングルベンチレーションとなる窓配置だったことがあると分析できた。以上から、集合住宅の通風性能は開口面積に限らず、窓の種類であったり、集合住宅が建設された立地の条件であったりと、建築を設計するうえで発生する内的要因と外部の環境による外的要因が影響すると考察した。

これらを踏まえ、間取りの構成との関係性について考察したい。サンプルの間取りの構成はそのほとんどがLDKをもとにした1LDK、2DK、2K、1Kなどであったが、サンプルNo.4の棟割長屋形式、No.27の長屋形式といったものからNo.45のような1ルームといったものまで様々であった。それらの中での評価の高かったサンプルは中心となる部屋が大きく取られ、そこに風の動線が確保されていたものであった。つまり、住戸の大きさに関係なく窓の配

置はきわめて間取り構成において重要であると結論付けることができた。また、風の動線となりうる構成としては上記のような部屋がある場合と、廊下を介した場合との2種類があった。いずれにせよ、住戸を縦断する動線を確保できるような間取り構成とすれば快適領域の割合が高くなると結論付けた。

### 4-2. 今後の展望

本論では集合住宅の通風性能を間取りと開口面積率という計画的側面からのアプローチと、サンプル周辺に吹き込む風の風向、風速という環境的側面からのアプローチによって評価した。そして、これら2つは通風性能に大きく影響する要素であることがわかった。しかし、上記の要素だけでは評価することができないサンプルもいくつかあった。また、今回は夏季における通風性能を解析しただけであり、気温や湿度、日射などによる評価は行わなかった。以上から、今後の展望としては、風解析による通風性能の評価軸において、気温、湿度、日射等のパラメータを加え、建物の間取りの構成を多角的な視点から総合的に評価したいと考えている。

注

1. 住宅の間取りを表す言葉。
2. UR都市機構、集合住宅歴史館再現住戸図面より作成
3. 栢木まどか「戦前期の日本における集合住宅の歴史—同潤会アパートを中心に—」、理大フォーラム2017年5月号pp.24-29 参照
4. 窓を開けていない状態でも空気が循環する仕組みのこと。
5. 村上周三・加藤信介「新たな換気効率指標と三次元乱流数値シミュレーションによる算出法換気効率の評価モデルに関する研究」、空気調和・衛生工学会論文集No.32.1986年10月
6. モデルについては坂本雄三・澤地孝男・桑沢保夫ら「集合住宅の住まい方・設備保有状況に関する基礎調査」、建築研究資料 第155号、pp.63、2014年2月 を基に作成、データはFlowDesigner2020より作成
7. FlowDesigner2020 リファレンスガイドp.11より引用
8. SIE\*、PMVを解析する
9. 3Dモデルにコストや仕上げ、管理情報などの属性データを追加した建築のデータベースを設計、施工、維持管理までのあらゆる工程で活用する新しいワークフロー
10. 新建築社が発行する建築デザイン専門月刊誌。
11. 赤林伸一・佐々木淑・坂門淳・富永禎秀「通風性能の定量的評価手法に関する研究」、日本建築学会環境系論文集 第568号、pp.49-56、2003年6月
12. 山田一貴・西村欣英・酒井孝司「集合住宅の通風性能に関する研究（その1）室内ドア開口面積が通風量に及ぼす影響の実測」、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、2014.9
13. 以下の通りa)～j)の条件を設けた。
  - a) 解析は全て定常状態(風向、風速が一定の状態)での夏季における風解析とした。
  - b) 風向は16方位で表すものとした。
  - c) 気温を一定とした。
  - d) 解析領域はサンプルの大きさの8倍とした。
  - e) 住戸内のドアは占めた状態とした。
  - f) 高レイノルズ数型/k-εモデルを用いた。
  - g) 敷地解析時におけるメッシュ数は同じとした。
  - h) 敷地周辺はサンプル周り一周分を作成した。
  - i) 窓は全開とした。
  - j) 結果の表示領域は1住戸とした。結果から作成する際に縦軸としてk)、横軸としてl)を決定した。
- k) 快適領域の割合：自然換気による快適領域は、風速0.4m/s-1.0m/sの風が流れている領域とし、ヒストグラムを用いて算出した。
- l) 開口面積率：本論文ではドアを除いた開口部の面積率を算出し、これを開口面積率とした。
13. 3Dオブジェクトをソフトウェアを用いて作成するプロセスのこと。
14. ある特定のデータを区間ごとに区切り、各区間における数値のばらつきを縦軸で表したグラフ。
15. 新建築、新建築社、pp.104-111、2021年2月よりモデル作成、FlowDesigner2020よりデータ作成
16. 新建築、新建築社、pp.136-141、2020年8月よりモデル作成、FlowDesigner2020よりデータ作成
17. 新建築、新建築社、pp.56-65、2021年2月よりモデル作成、FlowDesigner2020よりデータ作成
18. 新建築、新建築社、pp.124-129、2021年8月よりモデル作成、FlowDesigner2020よりデータ作成