

学位申請論文

# 集合住宅の構法に規定される 住戸計画の自由度に関する研究

2011 年 9 月

門 脇 耕 三



# 目次

## 第1章 序論

|      |                |   |
|------|----------------|---|
| 1.1. | 集合住宅という居住形式    | 1 |
| 1.2. | 近代的集合住宅の成立     | 1 |
| 1.3. | 集合住宅における合理性の追求 | 3 |
| 1.4. | 画一的な住戸からの脱却    | 4 |
| 1.5. | 住戸計画の自由度の今日的意義 | 6 |
| 1.6. | 本研究の目的と意義      | 7 |
| 1.7. | 論文の構成          | 8 |

## 第2章 集合住宅の計画と構法の関係

|      |                         |    |
|------|-------------------------|----|
| 2.1. | 構法により規定される住戸計画          | 13 |
| 2.2. | 1970年代までの集合住宅の住戸計画とその構法 | 13 |
| 2.3. | 1980年以降の集合住宅の住戸計画とその構法  | 16 |
| 2.4. | 住戸計画の自由度を高めた実験的集合住宅の系譜  | 20 |
| 2.5. | 住戸計画の自由度を高める構法計画手法の整理   | 29 |
| 2.6. | 小結                      | 31 |

## 第3章 スケルトンの性能としてのキャパシティ

|      |                            |    |
|------|----------------------------|----|
| 3.1. | SI住宅という考え方                 | 35 |
| 3.2. | オープンビルディング理論とスケルトンのキャパシティ  | 36 |
| 3.3. | スケルトンのキャパシティの評価            | 37 |
| 3.4. | スケルトンのキャパシティに関するエキスパートジャッジ | 38 |
| 3.5. | 専門家によるキャパシティ評価の結果          | 42 |
| 3.6. | キャパシティ評価値とスケルトンの特性の関係      | 44 |
| 3.7. | キャパシティ評価モデル                | 47 |
| 3.8. | 小結                         | 50 |

## 第4章 住戸の建築特性の記述とその影響関係

|      |                                    |    |
|------|------------------------------------|----|
| 4.1. | キャパシティの質的評価                        | 53 |
| 4.2. | 住戸計画のパラメトリック表現によるサブシステム相互の影響関係の定量化 | 54 |
| 4.3. | 標本の概要                              | 55 |
| 4.4. | 変数の抽出とその影響関係の概要                    | 57 |
| 4.5. | 断面計画および設備計画に関する変数の影響関係             | 60 |
| 4.6. | 平面計画に関する変数の影響関係                    | 61 |
| 4.7. | 散布図にみる変数の関係                        | 62 |
| 4.8. | 小結                                 | 63 |

## 第5章 住戸の建築特性の影響構造

|      |                            |    |
|------|----------------------------|----|
| 5.1. | ビルディングシステムの二元分割によらないキャパシティ | 67 |
| 5.2. | 多変量データへのグラフィカルモデリングの適用     | 67 |
| 5.3. | 建築特性の影響構造                  | 71 |
| 5.4. | キャパシティの定性的評価手法             | 74 |
| 5.5. | キャパシティの定量的評価手法             | 75 |
| 5.6. | 小結                         | 78 |

## 第6章 建築的シンタックスと住戸計画の自由度

|      |                                    |    |
|------|------------------------------------|----|
| 6.1. | 建築的シンタックスの定義                       | 81 |
| 6.2. | 建築的シンタックスの統合                       | 82 |
| 6.3. | 建物の部分の計画の自由度                       | 85 |
| 6.4. | 集合住宅住戸の構法計画への展開                    | 88 |
| 6.5. | 住戸計画の自由度を向上させる集合住宅のビルディングシステムのイメージ | 89 |
| 6.6. | 小結                                 | 91 |

## 第 7 章 総括

|      |         |    |
|------|---------|----|
| 7.1. | 本研究の到達点 | 93 |
| 7.2. | 今後の課題   | 94 |

|  |    |    |
|--|----|----|
|  | 謝辞 | 97 |
|--|----|----|

## 付録 研究業績一覧

|     |             |      |
|-----|-------------|------|
| 1.  | 審査付き誌上発表論文  | i    |
| 2.  | 審査なし誌上発表論文  | i    |
| 3.  | 誌上発表作品      | i    |
| 4.  | 審査付き学会議講演論文 | i    |
| 5.  | 審査なし学会議講演論文 | ii   |
| 6.  | 著書・翻訳書      | vi   |
| 7.  | 総説・論説・評論・解説 | vi   |
| 8.  | 紹介記事        | vii  |
| 9.  | 研究報告書等      | viii |
| 10. | その他の研究発表    | ix   |



# 第1章 序論

## 1.1. 集合住宅という居住形式

原初の建物が居住の用に供するものであったらうことは、論を待たない<sup>注 1-1)</sup>。居住という行為そのものが、人間の単なる生理的要求にもとづく行動としては定義できず、文化的・社会的な広がりをもち、かつその文化的・社会的側面を担保するためには、何らかの意志に基づいて構築された「建物」の存在が不可欠だからである。付け加えるまでもなく、文化性・社会性を含む概念としての「居住」は、人間の発生とともに生じたはずである。仮に文化性・社会性を持たない意味での「居住」をする人間を想像するにしても、それはもはや人間とは呼びがたいからである。

居住のための建築的な形式、すなわち住居には、原初より様々なバリエーションが存在したことが知られている。このことは、住居が人間の文化や社会を反映したものであると同時に、文化や社会そのものをかたちづくる存在であることを考えれば容易に理解することができる。つまり当時の文化や社会も、現在と同等かそれ以上に、地域によって様々であったのである。たとえば居住人員の構成をみると、血縁関係の近い集団が居住する住居はもちろんのこと、血縁関係の薄い集団が一つの居を構える例も、太古より認めることができる<sup>注 1-2)</sup>。後者は現代的な呼び方をすれば集合住宅であり、すなわち集合住宅も、人間の発生と同時に生じた原初的な建築の形式なのだといってよい。

ただし、こうした原初的な集団住居を集合住宅と呼ぶことにためらいを伴うことも否定できない。現在、集合住宅と呼ばれている居住の形式も、我々が生きる現代の文化や社会を反映し、それをかたちづくるものだからである。

## 1.2. 近代的集合住宅の成立

現代に生きる我々が考える意味での集合住宅は、ヨーロッパにおける産業革命を契機に成立したと考えてよいだろう<sup>注 1-3)</sup>。世界で最初に産業革命を成し遂げたイギリスの例をみると、農業生産の飛躍的向上による人口増加が産業革命成立の前提条件の一つとして挙げられることが多く<sup>注 1-4)</sup>、また産業革命それ自体も労働力の集積を必要としたことから、産業革命は都市部への人口集中を加速させた。当時のイギリスの都市部は、エンゲルス（Engels, F.）によって

---

注1-1) ただし、原初の建物の形式については様々な議論が存在する。1775年に出版されたロージエ（Laugier, M. A.）による建築試論（Essai sur l'Architecture）第二版の扉で示されたプリミティブ・ハット（primitive hut）、すなわち原初の小屋はあまりにも有名であるし、これに対するヴィオレ・ル・デュク（Violet-le-Duc, E. E.）の反論もよく知られている。文献 1-1、pp.52-91 参照。

注1-2) たとえばスペインのアンダルシア地方のクエバス（cuevas）は、最近まで血縁関係の薄い多数が密集して住んでいた洞窟状住居であるが、その起源は先史時代に遡るという。文献 1-2、pp.6-10 および文献 1-3、p.236 参照。

著されている<sup>注 1-5)</sup>とおり、人口過密により伝染病の大流行が発生するなど極めて劣悪なものであったが、こうした状況を受けて 1848 年に成立したのが公衆衛生法である。1875 年の改正では、自治体に建築条例で住宅建設の基準を定める権限が付与されており、さらに 1890 年には労働者階級住宅法が成立し、公営住宅の制度が完成する<sup>注 1-6)</sup>。ここで掲げられた理念は「Decent House for All」つまり「すべての国民に居住にふさわしい住宅を」であったが、これによって近代的な意味でのハウジングの概念が成立したと考えられるのであり、その建築的な形式が近代的な意味での集合住宅であるといつてよい。イギリスにおいては、産業革命の成立からここに至るまでに実に 100 年近くを要したわけであるが、その流れをあえて単純化すれば、都市の発展とそれに伴う都市への人口集中が近代的な集合住宅成立の契機となり、また集合住宅を一般的な存在たらしめたと考えられるのである。ヨーロッパにおける他の都市についても、たとえばパリをみると、19 世紀後半に大量に建設され現在も多くが現存する賃貸集合住宅は、オスマン(Haussmann, G. E.) によるパリ大改造、すなわちパリの都市機能整備がその直接的な建設動機となっている<sup>注 1-7)</sup>。また、19 世紀に急激な成長を遂げた都市であるニューヨークをみると、ここでも人口の急激な増加が独自の形式の集合住宅を発達させている<sup>注 1-8)</sup>。ただし、人口増加と集合住宅は車の両輪の関係にあり、黒澤の指摘するとおり「近代の形成が人口爆発を伴う以上、集合住宅という効率的な手段がなかったとすれば、この時代があり得たかどうかとも疑わしい」との議論も成立する<sup>注 1-9)</sup>。いずれにしても、近代以降の都市の発展と集合的な居住形式は密接な関係をもち、このことは日本における集合住宅の成立に関しても例外ではない。

近代以前の日本における集団居住の形式はいわゆる長屋であり、積層型の集合住宅の成立には 20 世紀を待たなくてはならなかった<sup>注 1-10)</sup>。20 世紀前半には、同潤会アパートを始めとしてある程度まとまった数の集合住宅が建設されているが、集合住宅という居住形式が一般化するのには 1955 年の日本住宅公団の成立以降である<sup>注 1-11)</sup>。日本住宅公団

---

注1-3) ヨーロッパにおける産業革命以前の集合住宅として 11 世紀ごろに現れたラテン系中世町屋などを挙げることができるが、これらはローマ文化の根強い存続のもとに成立したものであり、むしろ古代ローマにおけるインスラ (insula) と同じ性質を持つとの指摘がある (文献 1-4)。またヨーロッパでは、近世においてもいくつかの集合住宅が建設されており、1774 年にイギリスのバースに建設されたロイヤル・クレセント (Royal Crescent) などはその例であるが、こうした集合住宅は特定の居住者層 (ロイヤル・クレセントにおいては貴族) を対象としたものであり、後述する近代的集合住宅とはその性格を異にする。

注1-4) 文献 1-5 など参照。

注1-5) 文献 1-6 参照。

注1-6) 以上の経緯の詳細については、文献 1-7、pp.7-12 参照。

注1-7) 文献 1-8 参照。

注1-8) 1812 年には 10 万人弱であったニューヨーク市の人口は、19 世紀末には 270 万人と、当時世界第二位の大都市に急成長を遂げており、この人口増加のスピードはロンドンをもしのぐものであった。これに対処するため、当初は空き家となった大邸宅を改修により賃貸集合住宅へと用途転換するなどの方策がとられたが、1850 年頃には独自の形式の集合住宅が建設されるようになっていく。ただし、こうした集合住宅には居室に窓がないなど、住戸の環境は劣悪であったため、1867 年に共同住宅法の規制が強化され、その後は採光のため建物平面の中央部がくびれた、いわゆるダンベル住宅の建設が盛んになる。さらに 1901 年に定められたニューヨーク市共同住宅法によりダンベル住宅は建設不可能となり、公園式アパートと呼ばれる形式が主流になる。いずれにせよ、都市部の人口増加と集合住宅の発達は密接に関係していることはニューヨークでも同様であった。文献 1-9、pp.95-99 参照。

注1-9) 文献 1-10、p.79 参照。

注1-10) 日本における最初期の積層型集合住宅の例としては、1872 年に銀座・築地・京橋一帯を焼いた大火の再建計画である「銀座煉瓦街」中に計画された三菱一丁倫敦 6 号館・7 号館 (1904 年) が挙げられる。文献 1-11 など参照。

は、その目的を「住宅の不足の著しい地域において、住宅に困窮する勤労者のために耐火性能を有する構造の集団住宅および宅地の大規模な供給を行う」（日本住宅公団法、傍点筆者）と定めていたことから伺えるように、日本においても都市の発展と労働力の集積が集合住宅の一般化の契機となったのである。すなわち戦後の都市部への人口集中とそれに伴う郊外の拡大が、集合住宅の一般化に直接的に結びついている<sup>注1-12)</sup>。

以上のように、近代以降の集合住宅は常に都市の発展とそれに伴う人口集中に対処するための居住の形式であり続けているのであり、このことは、多数の世帯の効率的な居住を成立させることこそが近代的な集合住宅のそもそもの目的であることを意味している。そしてその裏返しとして、集合して住まうことの合理性を追求するという課題が、集合住宅においては常に発生するのである。

### 1.3. 集合住宅における合理性の追求

日本住宅公団が成立した1955年時点において、日本における住宅の量的不足は約270万戸であったという<sup>注1-13)</sup>。したがって、当時の日本における集合住宅は、合理的な居住を可能とすることと同時に、合理的な建設方式による住宅を大量供給するという意味合いも有していた。

戦後に大量に建設された集合住宅は、建築確認申請あるいは計画通知の省力化による建設期間の短縮などを目的として、その多くが建築基準法の定める団地認定を利用した団地型の集合住宅として建設されている。ここで一つの団地で計画された戸数をみると、1950年代後半には1,000戸前後が標準だったものの、1960年代には3,000戸から6,000戸規模の大規模団地開発へと展開している<sup>注1-14)</sup>。こうした大規模団地の開発は、用地買収から竣工までわずか1年半から2年程度しかかからなかったといわれており、つまり建設技術の合理化もこの間に大きく進展したのである。

大量の住宅を短期間のうちに建設するためには、同一の部材を同一の技術により、反復的に生産することが最も効率のよい方法の一つであると考えられる。この考え方に基づき、1963年に日本住宅公団が導入したのが「全国統一型標準設計」である<sup>注1-15)</sup>。標準設計とは、同一の標準的な設計図に基づき、多数の建物を建設しようとする考え方であるが、日本住宅公団で導入された標準設計の目的は明確に「経済性の確保」にあった<sup>注1-16)</sup>。また1965年には、躯体のシステムを工場生産化したプレキャスト鉄筋コンクリート構造の集合住宅の建設が始まっている<sup>注1-17)</sup>が、こうした構造システムの導入も、「同一技術による同一部材の反復的生産」という考え方に基づいている。

注1-11) 同潤会によって供給された鉄筋コンクリート造住宅、いわゆる同潤会アパートの総建設戸数は約2,500戸であり、大きな数ではあるものの、居住形式として一般化しているとみなせる数とは言い難い。文献1-12参照。また、同潤会以外による戦前の集合住宅として、横浜市・東京市・東京府・大阪市による公営住宅も知られているが、これらの戸数はやはりわずかである。

注1-12) 戦後の日本における住宅の量的不足の解消に対しては、日本住宅公団の成立に加えて、1950年の住宅金融公庫法、1951年の公営住宅法の制定も大きな役割を果たしており、特に公営住宅法は集合住宅の一般化の大きな契機ともなっている。また、公営住宅法の規定に基づく公営住宅の整備基準には、住棟および住戸の計画・構法に関する様々な基準が盛り込まれており、これが集合住宅の計画に大きく影響を及ぼすこととなった。文献1-13参照。

注1-13) 270万戸の住宅不足が提示されたのは、建設省による「住宅建設十箇年計画」においてである。文献1-14参照。

注1-14) 文献1-13、pp.59参照。

この時代に建設された集合住宅は、住宅計画の考え方もまた合理性が徹底的に追求されたものであった。すなわち同一の住戸が平面的にも断面的にも反復され、そのように構成される住棟が、一定の日照を得るためのオープンスペースを確保しながら団地内で再度反復されるという計画である。このような集合住宅は、しばらくの間はホワイトカラー層に大いに支持されたものの、1970年代に入るとその評価は否定的なものへと変わっていく。こうした集合住宅への拒否感、大規模団地開発が地域人口構造の急激な変化をもたらしたことによるところが大きい<sup>注1-18)</sup>が、同一の住宅が反復するという形式自体への居住者の不満があったとされる<sup>注1-19)</sup>ことも見逃すことができない。

なお、集合住宅における住戸の画一性に起因するさまざまな問題はかなり早い時期から指摘されてはいた<sup>注1-20)</sup>ものの、日本において実際の課題として取り組まれるのは、住宅数が数字の上では一応の充足をみせた1970年代を迎えてからのこととなる。

#### 1.4. 画一的な住戸からの脱却

1970年代から始まった住戸の画一性を脱却しようとする試みは、団地や住棟内にあらかじめ多様な住戸を計画しておくことを意味するものではない。それまでの集合住宅団地においても、一団地内に高層棟、中層棟、低層棟を混在させて計画することで、ある程度多様な住戸タイプを用意しておくことは行われていたからである。むしろこの時期に問題として先鋭化したのは、特定の住戸における計画の時間的な多様性である。

公営住宅・公団住宅の住まい方の実態調査に基づき、1971年に鈴木成文らが提示したのは、当時の主流を占めてい

---

注1-15) 標準設計という考え方そのものは、日本住宅公団への導入以前から存在した。公営住宅に最初に標準設計が適用されたのは、公営住宅の供給が始まってから2年後の1948年に建設された、東京芝高輪の鉄筋コンクリート造集合住宅に対してであるという。ただし、この住宅は試作的意味合いを有するものであり、公営住宅への標準設計の適用が初めて全国的に展開されたのは、1949年型標準設計「49B-N」型以降である。文献1-15、pp.10-11参照。また「49B-N」型の2年後に吉武泰水らによって建築計画が主導された「51-C」型は、その後の公営住宅に大きく影響を与えた型式として著名である。文献1-16など参照。

注1-16) 文献1-15、p.11参照。ただし、ここでは「経済性の確保」と同時に、「技術水準の確保」も目論まれていたことが述べられている。すなわち都心部においても地方においても、同等の技術による住宅建設を可能とすることが標準設計のもう一つの重要な目的であったのである。

注1-17) 文献1-16、pp.136-137参照。

注1-18) 文献1-18など参照。

注1-19) 集合住宅の画一性に対する住民の拒否感があったことは、文学や映画など、当時のさまざまな表現媒体を通じてうかがい知ることができる。たとえば映像や報道による団地のイメージの変遷について分析した文献1-19では、1968年7月28日放送の「ウルトラセブン、第42話」において、5階建て階段室型住棟の団地がロボットの奴隷である人間の住む街として描かれていることが報告されており、ウルトラセブンの制作者が「意識的にせよ無意識的にせよ、団地を非人間的な居住空間であると見なしていた」と考察されている。また文献1-20では、団地が舞台となった映画の分析を通じて、1970年代から80年代の映画において団地は否定的に描写されていることが明らかにされており、特に80年代の映画は「団地のような画一的な空間が、社会問題（事件）を起こすという図式で描かれることが多い」ことが述べられている。

注1-20) 文献1-21では住宅団地にまつわる諸問題が総合的に論じられており、画一的な計画の孕む問題は既にこの時期（1961年）に指摘されている。

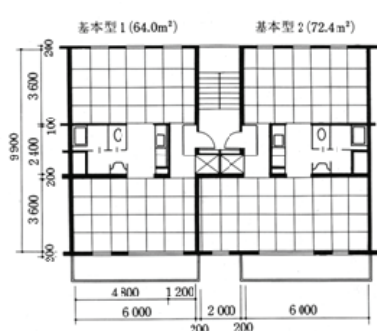


図 1-1 順応型住宅のモデル平面図  
(左：固定部，右：間取りのバリエーション)

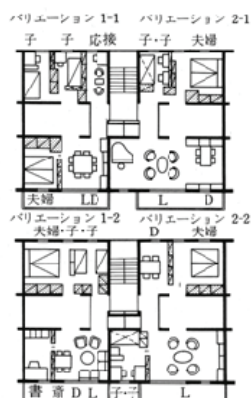


図 1-2 KEP-I 試作住宅の平面図  
(左：供給段階，右：間取り変更の例)

た 2DK 型住宅の延長として計画された 3DK 型住宅の住戸平面が、リビング・ダイニングといった公室の広さを要求する多くの居住者の生活に対応していないという問題であった。こうした問題に対して鈴木らが提案したのは、家具間仕切りの採用によって住戸の間取りに可変性を持たせた「順応型住宅」という考え方であり（図 1-1）、鈴木らは順応型住宅の提案を通じて、家族構成の変化や生活の変化に対応できる住戸計画の必要性を指摘している<sup>注 1-21)</sup>。なお鈴木は、吉武泰水とともに最初期の公営住宅の標準型である「公営住宅 51C 型住戸」を 1951 年に設計した<sup>注 1-22)</sup>ことでも知られている。つまり順応型住宅は、51C 型住戸から 20 年以上を経ての、生活の多様化に対応した住戸計画に関する提案であったわけである<sup>注 1-23)</sup>。

また 1975 年には、日本住宅公団が内田祥哉に主導されるかたちでオープンシステム<sup>注 1-24)</sup>が導入された集合住宅である KEP (Kodan Experimental Project) の試作実験棟を完成させている（図 1-2）。内田は KEP の主要な狙いとして「今までよりも間取りに変化の与えられるものを作ること、入居者の希望に応じて、また住んでいる人の家族構成に応じて間取りが変えられるものを作ること」であると述べており<sup>注 1-25)</sup>、ここでも順応化住宅と同様に、特定の住戸に時間的な多様性を持たせることが志向されていた。加えて、1972 年頃には標準的な収入の世帯でも購入可能な分譲集合住宅が登場しており<sup>注 1-26)</sup>、画一的な住戸からの脱却という問題意識は、普及期に入った分譲集合住宅における居住

注1-21) 文献 1-22 および文献 1-23 参照。

注1-22) 文献 1-11、p.367 参照。

注1-23) ただし鈴木は、51C 型の開発時より多様な生活を受け入れる住戸という観点には意識的であったようであり、順応型住宅はむしろその後の「公営・公団住宅などが余りにも型にはまっていたことへの批判から、これを変えなければならないとの意識」により提案したと述べている。文献 1-16、p.203 参照。

注1-24) 建物全体をつくるシステムをトータルシステムと捉え、その部分を生産するシステムをサブシステムと捉えたとき、オープン化されたサブシステム、すなわち市場流通する部品の採用により、不特定多数の建物に適用可能なサブシステムにより構成されるトータルシステムをオープンシステムという。文献 1-24、p.15 参照。

注1-25) 文献 1-24、p.69 参照。

注1-26) 民間による初の分譲集合住宅が建設されたのは 1955 年のことであるが（文献 1-25、p.163 参照）、その形式が一般的なものとして普及したのはより後の時代である。分譲集合住宅の所有権の法的根拠となる、いわゆる区分所有法の成立は 1962 年であり、標準的な収入の世帯でも購入できる分譲集合住宅の登場は、さらに遅れて 1972 年頃であった。

者の移り変わりも意識されていたことが推測できる。

ここで鈴木や内田によって提起された課題は、その後、様々な実験的な集合住宅の開発へと引き継がれていくわけであるが、こうした試みについては次章でより詳しく見ることとする。いずれにしてもこの時代に、多様な計画が可能な集合住宅住戸を実現することの重要性が指摘されるとともに、これが喫緊に解決すべき課題として顕在化したのである。

## 1.5. 住戸計画の自由度の今日的意義

時間的に多様な計画が実現可能な住戸とは、住戸計画の自由度が高い住戸であると考えても良い。そして集合住宅において住戸計画の自由度の高い住戸を実現することは、その重要性をますます高め、今日に至っている。

既に見たとおり、住戸計画の自由度を向上させることは、家族構成の変化や生活の変化に対応することが当初の主眼であり、そのこと自体の重要性は今日も変わってはいない。また内田が指摘したように、「入居者の希望に応じ」た住戸計画を実現可能とすることも、賃貸集合住宅の一層の普及を考えれば、その重要性はより高まっているといえるだろう。すなわち、設計段階では原理的に予測不可能な新規入居者やそれ以降の入居者の要望に、きめ細かに対応することの重要性が指摘できるのである。また前述のとおり、1970年代前半には普及段階にあった分譲集合住宅についても、2009年12月現在、全国の世帯数の1割以上を占める<sup>注1-27)</sup>までに至っており、分譲集合住宅における居住者の移り変わりに際しても、賃貸集合住宅と同様の結論が敷衍できる。

さらに、計画の自由度を高めた住戸の今日的意義は、低炭素社会の推進などの社会的要請を背景とし、建物の長寿命化が課題となっていることにも見いだすことができる<sup>注1-28)</sup>。鈴木や内田による問題提起がなされた以前の集合住宅においては、住戸計画の自由度を高めるような配慮は行われておらず、建設時の計画条件を最適化するかたちで住宅の設計が行われていた。しかし、これらの住宅に求められた性能水準や当時の要求に即した計画は、現在のそれとのミスマッチを生じており、かつ住戸計画の自由度の低い住戸が数として多いため、1960年代後半から1970年代前半に建設された集合住宅は改修による活用が難しく、これが社会的な課題となっている<sup>注1-29)</sup>。住戸計画の自由度を高めておくことは、住戸の物理的・機能的・社会的劣化に対して、改修による性能回復を容易にするという点で、1970年代に指摘されていた以上の重要性を見いだすことができるのである。

---

注1-27) 2010年2月4日付け日本経済新聞による。

注1-28) 文献1-26の環境負荷原単位表によれば、セメント系製品の二酸化炭素排出量はかなり大きなものであり、既存の鉄筋コンクリート造躯体の長期にわたる活用は、温室効果ガスの排出量削減に大きく寄与するものとして期待されている。

注1-29) 1970年代までに建設された集合住宅の活用における課題については、筆者による既往論文（文献1-27）で詳しく解説されている。

## 1.6. 本研究の目的と意義

日本住宅公団による KEP においては、住戸計画の自由度を高めるための様々な構法的な工夫を見いだすことができる。例を挙げれば、トータルシステムを構成するサブシステムと建築構成材との対応関係の明確化、モジュールを適用した建築構成材の寸法体系の整理、接合部の施工を単純化し移設を容易とする間仕切りシステムの導入などである。このことは、住戸計画の自由度が集合住宅の構法によってある程度規定されることを示唆している。いうまでもなく、集合住宅における住戸計画の自由度は、その供給方式や建築構成材の権利関係などソフトの仕組みによっても左右される<sup>注 1-30)</sup>が、両者は基本的には独立した問題であると考えられる<sup>注 1-31)</sup>ため、個別に議論することが可能であろう。むしろそのような独立性を有することから、両者を明確に分けて議論することで、適格な視座を得られることが期待できる。

そこで本研究は、集合住宅の構法が規定する住戸計画の自由度について、その概念を明確にするとともに、集合住宅の構法が住戸計画の自由度をどのように制約し、またその向上に寄与するかを明らかにすることを目的とする。次章で詳しく述べるが、住戸計画の自由度を向上させる構法については、実際の集合住宅の設計・建設を通じた提案が数多く存在する。また研究的にも、小原誠<sup>注 1-32)</sup>や石塚義高<sup>注 1-33)</sup>により、建物の可変性を向上させる種々の構法計画上の手法とその原理についての言及が行われているし、国や公共団体が主導したいくつかの研究開発事業でも、同様の趣旨の研究<sup>注 1-34)</sup>が行われている。しかしこれらの研究は手法を整理・体系化するにとどまっており、その効果を定量的に分析するには至っていないため、本研究では、集合住宅の構法と住戸計画の自由度の関係を定量的に論じることを目指す。

なお、集合住宅において住戸計画の自由度の向上が常に重要な課題としてあり続けているのは、集合住宅の計画がさまざまな制約を受けているからである。前述したとおり、集合住宅には多数の世帯の効率的な居住を成立させるという目的が常に存在するのであり、その中において如何に個々人の豊かな生活を成立させるかは、20 世紀初頭以降の国際的な課題であり続けている<sup>注 1-35)</sup>し、今後もその意義が失われることはないだろう。

注1-30) たとえば、間仕切りの移設を容易とした構法を採用したとしても、その間仕切りが区分所有法における共用部として設定されていれば、居住者の一存で移設することが不可能であり、住戸計画の自由度は低減する。実際に超高層集合住宅の界壁などでは、軽量鉄骨下地に石膏ボードを貼った移設可能な構法が採用されることがあるが、界壁は共有部分にあたるため、移設にあたっては住民決議を経なくてはならない。

注1-31) ここで両者が独立であるとは、一方の属性が他方の属性に関する議論に影響を及ぼさないという意味である。たとえば間仕切り壁が専有部であるか共用部であるかは、間仕切り壁の物理的な移設のしやすさには影響を及ぼさないし、間仕切り壁の移設の容易性は、それが専有部であるか共有部であるかに影響しない。

注1-32) 文献 1-28 参照。

注1-33) 文献 1-29 参照。

注1-34) 最近の例としては、国土交通省 総合技術開発プロジェクト「投資効率向上・長期耐用都市型集合住宅の建設・再生技術の開発」(国土交通省, 1997-2001) や、「機構型スケルトン・インフィル (KSI) 住宅の開発」(都市再生機構, 1997-) などが挙げられる。

注1-35) 近代建築国際会議 (CIAM) が結成されたのは 1928 年のことであるが、その当初より、肥大化する都市において人権の容器としての住まいを如何に実現させるかはその中心的な課題であったし、その現実的な対応策としての集合住宅の計画手法に関する議論も盛んに行われている。文献 1-30 など参照。

## 1.7. 論文の構成

本論文は7つの章から構成されている。

1章は序論であり、研究の背景を述べるとともに、研究の目的と意義を明らかにしている。

2章では、戦後の日本における集合住宅の変遷を概観することによって、集合住宅の構法計画と住戸計画が密接な関係をもつことを明らかにしている。ここでは躯体構法、空調・機械換気設備、熱源装置、浴室の構法などにおいて顕著に認められる様々な技術的変革が、住戸計画にも大きく影響を及ぼしてきたことを明らかにしている。また日本は住戸計画の自由度を高めるための技術開発に関して、世界的にも飛び抜けた実績を有する国であり<sup>注1-36)</sup>、こうした技術を適用した実験的な集合住宅も数多く建設されてきているが、これらの集合住宅に適用された構法計画的な手法の整理もここであわせて行っている。

3章では、住戸計画の自由度に密接に関係する概念として「キャパシティ」と呼ぶ集合住宅の性能を定義し、その定量的評価手法を提案している。ここでは2章で整理した構法計画的手法を定量的に記述するため、集合住宅の住戸計画をパラメトリックに表現することを試みるとともに、既存の集合住宅住戸のキャパシティに関する数量値型有識者アンケートを実施し、その結果と住戸の建築特性を表すパラメータとの関係を多変量解析法を用いて明らかにしている。

4章では、集合住宅住戸における多数の建築特性が互いに影響を及ぼし合うとの仮説を提示し、それら相互の影響関係について分析を行っている。具体的には、3章で提示した、住戸計画をパラメトリックに表現するという考え方にに基づき、パラメータ間の相関の強さを統計的に算出することによって、住戸計画に大きく影響を及ぼす建築特性を明らかにしている。

5章では、4章で示した考え方をさらに発展させ、集合住宅の住戸計画において成立する建築特性どうしの影響構造を明らかにしている。具体的には、多数の集合住宅の住戸計画に関する多変量データに対して、多変量解析法の一つであるグラフィカルモデリングを適用し、パラメータ同士の関係をパラメータにより構成されるネットワークの離散的構造として記述している。ネットワークの離散的構造を幾何学的に表現した図は「グラフ」と呼ばれるが、以上により得られたグラフの構造から、任意のパラメータに対して直接的に影響を及ぼすパラメータの組み合わせを読み取り、その値をもとに目的とするパラメータの値域を算出する手法を示している。さらに、ここで算出される値域は、住戸のある部分の計画が与えられた場合の他の部分の計画可能域を表していることを指摘している。

6章では、5章で示した考え方の一般化を試みており、建物の何らかの性質を、その建築的要素の相互関係に基づき記述した概念を「建築的シンタックス」と定義し、その一般的性質を調べることによって、建物の部分の変更が行われる際の、その部分についての計画の自由度を高める構法計画の原則を明らかにしている。また、ここで得られた原則を集合住宅の構法計画に再帰させ、今後の集合住宅の構法計画上の課題について考察を加えている。

---

注1-36) 文献 1-31 では住戸計画の自由度を高める工夫を凝らした世界の集合住宅の歴史が紹介されているが、ここで Incubator（直訳で孵卵器、転じて起業に関する支援者を指す単語であるが、ここでは先導者としての意味で用いられている）として挙げられている二つの国は、オランダと日本である。

7章は、本論文のまとめであり、研究の成果を結論として示すとともに、今後の課題を明確にしている。

なお、本論文の一部は筆者らによる既往論文を再構成したものであり、2章は文献 1-32 および文献 1-33、3章は文献 1-34 および文献 1-35、4章は文献 1-36 および文献 1-37、5章は文献 1-38 および文献 1-39、6章の一部は文献 1-40に基づいている。

## 図版出典

図1-1： 文献 1-22 より引用。

図1-2： 文献 1-24、p.71 より引用。

## 参考文献

- 1-1) フランプトン (Frampton, K. B.) (著), 松畑強, 山本想太郎 (訳): テクトニック・カルチャー ― 19-20 世紀建築の構法の詩学 ― (Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture), TOTO 出版, 640pp., 2002.1
- 1-2) 本間博文, 初見学: 住計画論, 放送大学教育振興会, 272pp., 2002.3
- 1-3) 原広司: 集落の教え 100, 彰国社, 259pp., 1998.3
- 1-4) 後藤久: ヨーロッパにおける中世住居の系譜 [I] ―ローマン・インスラ概念―, 日本建築学会論文報告集, No.251, pp.139-149, 1977.1
- 1-5) 楠井敏朗: 18 世紀のイギリスにおける産業構造 ―産業革命と農業革命との「同時併進性」の根拠をめぐって―, 土地制度史学, Vol.11, No.1, pp.37-56, 1968.10
- 1-6) エンゲルス (Engels, F.) (著), 浜村正夫 (訳): イギリスにおける労働者階級の状態 (The Condition of the Working Class in England in 1844), 上下巻, 新日本出版社, 2000.5
- 1-7) 佐藤健正: イギリスのハウジングを巡る旅 ―近代のハウジングはどのようにつくられてきたか―, 市浦ハウジング&プランニング, 82pp., 2010.7
- 1-8) 安田結子: オスマンのパリ改造期 (1853-1869) における集合賃貸住宅の研究, 日本建築学会学術講演梗概集, F-2 分冊, pp.447-448, 1996.9
- 1-9) ショウナワー (Schoenauer, N.) (著), 三村浩史 (監訳): 世界のすまい 6000 年 (6,000 Years of Housing), 第 3 巻, 西洋の都市住居 (The Occidental Urban House), 彰国社, 115pp., 1985.8
- 1-10) 黒沢隆: 集合住宅原論の試み, 鹿島出版会, 155pp., 1998.8
- 1-11) 鈴木博之: 日本の近代 10 都市へ, 中央公論新社, 426pp., 1999.1
- 1-12) 堀薫: 同潤会のアパートメントハウスと普通住宅との性格の相違について, 日本建築学会学術講演梗概集, 計画系, pp.2331-2332, 1981.10
- 1-13) 日本建築学会: 集合住宅計画研究史, 日本建築学会, 233pp., 1989.7
- 1-14) 森忠彦: 公的機関による都市計画法等に基づく都市整備計画 ―第二次大戦後の公的機関による関連法規に基づく都市整備計画の軌跡―, 日本大学大学院総合社会情報研究科紀要, No.6, pp.461-471, 2005
- 1-15) 規格住宅研究会 (編): アパートの標準設計, 住宅研究所, 182pp., 1959.10
- 1-16) 鈴木成文: 五一 C 白書 ―私の建築計画学戦後史―, 住まいの図書館出版局, 444pp., 2006.12
- 1-17) プレハブ建築協会: プレハブ建築協会 40 年史, プレハブ建築協会, 2003.1
- 1-18) 高見澤邦郎, 饗庭伸, 平澤哲彦: 経年化した郊外団地の実態とその賦活に関する問題整理 ―「団地お断り」時代につくられた東京都町田市の公団・公社住宅を中心に―, 日本建築学会計画系論文集, No.595, pp.117-124, 2005.9
- 1-19) 吉川徹: 映像にみる多摩ニュータウンと団地のイメージの変遷, 多摩ニュータウン研究, No.8, pp.44-46, 2006.3
- 1-20) 曾我部昌史: 団地映画を通してみる公共空間の活用についての研究, 神奈川大学工学研究所所報, No.29, pp.27-34, 2006.11
- 1-21) 田辺員人: 計画住宅の技術的諸問題 ―住宅団地の開発をめぐる問題―, 建築雑誌 建築雑誌, No.61, pp.3-9, 1961.3
- 1-22) 鈴木成文, 杉山茂一, 深沢大輔, 弓掛泰則: 順応型住宅の研究 I, 新住宅普及会 住宅研究所報, No.1, pp.1-8, 1974
- 1-23) 鈴木成文, 杉山茂一, 深沢大輔, 弓掛泰則: 順応型住宅の研究 II, 新住宅普及会 住宅研究所報, No.2, pp.25-40, 1975
- 1-24) 内田祥哉: 建築生産のオープンシステム, 彰国社, 357pp., 1977.8
- 1-25) 大月敏雄: 集合住宅の時間, 王国社, 222pp., 2006.10
- 1-26) 南齋規介, 森口祐一, 東野達: 産業連関表による環境負荷原単位データブック (3EID) ―LCA のイベントリデータとして―, 地球環境研究センター・国立環境研究所, 2002.3
- 1-27) 門脇耕三: 団地型公共賃貸集合住宅における大規模改修の取り組み, 住宅, Vol.53, No.5, pp.63-70, 2004.5
- 1-28) 小原誠: 建物の可変性の類別についての考察, 日本建築学会計画系論文集, No.490, pp.103-110, 1996.12

- 1-29) 石塚義高：建物の長期使用に対応した設計手法ならびに生産手法の再考に関する研究，日本建築学会第15回建築生産シンポジウム論文集，pp.73-78，1999.8
- 1-30) 川添登：アテネ憲章とCIAM，建築雑誌，Vol.89，No.1086，pp.891-894，1974.11
- 1-31) Kendall, S., Teicher, J.：Residential Open Building, E & FN Spon, 318pp., 2000.1
- 1-32) Kadowaki, K., Fukao, S.：Factors in the Plumbed Installations Positioning in Multi-unit Residential Buildings, Proceedings of the 2005 World Sustainable Building Conference in Tokyo “Action for Sustainability (SB05)” (CD-ROM), 8pp., 2005.9
- 1-33) Kadowaki, K., Fukao, S.：Survey of the Open Building Methods in Japan Providing for Flexibility, Proceedings of the Conference of the CIB W104 Open Building Implementation “Agile Architecture”, pp.77-90, 2001.10
- 1-34) Kadowaki, K., Fukao, S., Kamata, K., Kobayashi, H., Fujimoto, H., Miyamoto, S.：Quantitative Evaluation Method of the Capacity of Skeletons Used in SI Housing, Proceedings of the Conference of the CIB W104 Open Building Implementation “Continuous Customization in Housing (OBT2000)”, CIB Report Publication 254, pp.133-140, 2000.10
- 1-35) 門脇耕三，深尾精一，鎌田一夫，小林秀樹，藤本秀一，宮本俊次：SI住宅のスケルトンの改修キャパシティに関する研究－集合住宅の改修性能の定量的評価手法に関する基礎的研究－，日本建築学会計画系論文集，No.543，pp.147-153，2001.5
- 1-36) 門脇耕三，深尾精一：集合住宅における住戸各部の計画内容の影響関係，日本建築学会計画系論文集，No.588，pp.63-69，2005.2
- 1-37) 門脇耕三，深尾精一：超高層住宅と中高層住宅における住戸の建築特性の比較分析，日本建築学会計画系論文集，No.601，pp.73-80，2006.3
- 1-38) Kadowaki, K., Fukao, S.：Relationships and Causal Structure among Building Design Parameters of Dwelling Unit in Multi-unit Residential Building, Proceedings of the Conference of the CIB W104 Open Building Implementation “Open Building and Sustainable Environment” (CD-ROM), 11 pp., 2004.9
- 1-39) 門脇耕三：集合住宅における住戸の建築特性の影響構造，日本建築学会計画系論文集，Vol.75，No.654，pp.1103-1110，2010.5
- 1-40) 門脇耕三，深尾精一：ヨーロッパにおける初期オープンビルディング事例の現状調査，日本建築学会大会学術講演梗概集，E-1分冊，pp.1177-1178，2009.8



## 第2章 集合住宅の計画と構法の関係

### 2.1. 構法により規定される住戸計画

前章で指摘したとおり、集合住宅における住戸計画の自由度は、その構法に大きく影響されると考えられる。このことは、集合住宅の構法が住戸計画をある程度規定していることを意味している。

既に見たとおり、日本における積層型集合住宅の一般化は1955年の日本住宅公団成立後に始まったと考えることができるが、そこから現在に至るまで集合住宅の建設技術は常に進歩を遂げてきたし、それは集合住宅に適用される構法も大きく変化させてきた。本章では、集合住宅の構法が住戸計画に与える影響を具体的に把握することを目的としているが、そのためにまず、1955年以降の日本における集合住宅の住戸計画と構法の変遷を同時に概観する。

### 2.2. 1970年代までの集合住宅の住戸計画とその構法

日本における積層型集合住宅の構法の大きな特徴として、躯体構法に鉄筋コンクリート造が採用されることが極めて多いことをまず挙げることができるだろう。このことは都市の不燃化政策と密接に関連しており、日本住宅公団がその目的を「耐火性能を有する構造の集団住宅および宅地の大規模な供給」（日本住宅公団法）としていたことから容易に窺い知ることができる。

躯体の構造形式については、戦前の集合住宅では柱梁構造が主流であった<sup>注2-1)</sup>のに対し、戦後の集合住宅では壁式構造が主流となったことが大きな特徴である。日本における初めての壁式構造集合住宅は、戦災復興院による復興住宅であったといわれているが、その構造設計には戦災復興院第二代総裁の阿部美樹志（在任期間：1945年3月30日から1947年12月31日）自らが主体的に関わり、鉄筋コンクリート造住宅の普及を積極的に推進したという<sup>注2-2)</sup>。阿部は、日比谷映画劇場、阪急デパート、東京宝塚劇場といった建築作品を残した建築家であったが、鉄筋コンクリート造建物の構造力学の研究者としても知られている<sup>注2-3)</sup>。阿部が復興住宅への壁式構造の採用を決断したのは、鉄筋量の削減により建設コストを大幅に縮減可能であったことがその大きな理由であったといわれている<sup>注2-4)</sup>。また壁式

---

注2-1) たとえば同潤会による鉄筋コンクリート構造のアパートメントは、その全てで柱梁構造が採用されている。

注2-2) 文献 2-1、pp.70-74 参照。

注2-3) 阿部は1905年に札幌農学校（現 北海道大学）を卒業後、鉄道院の嘱託として米国に留学し、鉄筋コンクリート構造に関する研究により、イリノイ州立大学大学院より Ph.D.の学位を授与されている。文献 2-2 参照。

注2-4) 文献 2-1、p.74 参照。

構造は、構造計算が壁量計算による簡易なものであることや、住戸内に柱型が現れず、限られた住戸面積を有効に活用できることなども、その後の公営住宅における壁式構造の採用を大きく後押ししたと推測される。

戦後の日本の集合住宅の特徴として、いまひとつ挙げられるのが、多くの場合、住戸内に完全に防水された浴室が計画されていることである。1949年に公営住宅に本格的に導入された標準設計の型式をみると、はやくも1952年には浴室を備えた標準設計が登場している<sup>注2-5)</sup>。日本における集合住宅の形式は、その直接的な起源をヨーロッパの近代的集合住宅に求めることができるが、西洋文化圏においては浴槽で体を洗うことが通常であるため、入浴行為が浴槽のみで完結する。一方で、日本において浴槽は湯に浸かるためのものと認識されており、体は洗い場で洗う習慣があるため、浴室を完全に防水する必要があったのであり、1970年代頃までの集合住宅ではアスファルト防水により浴室自体が防水されていた。こうした入浴習慣の違いは、その後の日本の集合住宅の構法にも独自の展開をもたらすことになる。



図 2-1 外部に面する開口をもつ  
1970 年代の集合住宅の浴室  
(設備機器は改修されたもの)

さらに住戸設備の考え方についても、日本とヨーロッパには大きな違いを認めることができる。すなわち、ヨーロッパでは住棟全体でのセントラル方式の熱源が採用されることも珍しくないのに対し、日本ではほぼすべての場合、戸別方式の熱源が採用されるという違いである。したがって日本の集合住宅において、各住戸は給湯や暖冷房のための熱を自己生産する必要があり、これを前提とした給湯設備・暖冷房設備の技術体系が整備されていくのである。

戸別方式の熱源を前提とする場合、各住戸に燃焼装置を設置することが必要となるが、このとき問題となるのが、燃料の燃焼時に生じる汚染された空気の排気方法と、燃焼のために必要な新鮮空気の吸気方法である。日本では1965年頃にはバランスドフリュー方式<sup>注2-6)</sup>のガス風呂釜が集合住宅に導入されるようになり、このことによって住戸内でボイラーを安全に効率よく運転することが可能となったが、一方で汚染空気の排気と新鮮空気の吸気のため、浴室は外部に面するように配置せざるを得なかった。また、日本の多くの地域、特に集合住宅の大量供給が必要となった大都市圏はモンスーン型の高温多湿な気候であり、浴室で発生した湿気を排出するために自然通風が欠かせず、浴室に外部に面する開口を計画することが必要であったことも、このことの大きな理由である（図 2-1）。なお便所についても、臭気の排気のための自然通風が必要であり、外部に面して配置されることが原則であった。

浴室や便所などといった水廻り以外の室、すなわち居室についても、当然のことながら自然採光が必要となるため、

注2-5) 浴室が最初に計画された標準設計は「公営住宅 52B 型住戸」であるが、これに1年先立つ「公営住宅 51C 型住戸」でも、防水されたシャワー室が計画されている。また中層鉄筋コンクリート造の公務員住宅でも、住戸への浴室の設置が同時期に始まっている。文献 2-3 参照。

注2-6) それ以前の燃焼方式は、燃焼に必要な酸素を室内側から取り込み汚染空気を室外に排気するものであったのに対し、バランスドフリュー方式は、燃焼に必要な酸素も室外側から取り込む方式である。従来型の燃焼方式では、室内側の酸素量低下を防ぐため、一定の換気量を確保する必要があり、したがって燃焼効率も悪かった。なお、バランスドフリュー方式が採用されたガス風呂釜が、いわゆるバランス釜である。BF 釜とも呼ばれる。

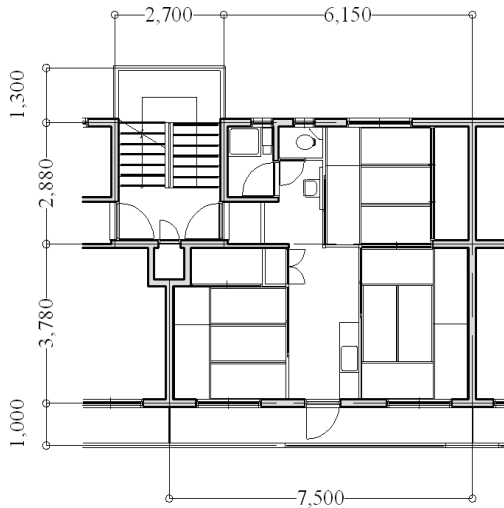


図 2-2 1970 年代初頭に建設された  
典型的な集合住宅住戸の平面図



図 2-3 1970 年代初頭に建設された  
階段室型集合住宅の外観

1970 年代頃までの集合住宅では実質的にはほぼすべての室に窓を計画することが必要であった。図 2-2 は 1970 年代初頭に建設された、当時の典型的な集合住宅の住戸平面図であるが、洗面・脱衣室以外のすべての室が外部に面するように計画されている。

以上のような理由により、当時の住戸はその面積に対して、間口（フロンテージ）が広く計画されることが常であった。また、こうした集合住宅は親世帯と離れて住まう勤労者とその家族向けの住宅であり、核家族の居住が想定されていたが、その面積は  $40\text{m}^2$  前後と現在の水準からすれば小さなものであった。住戸の間取りは 2DK や 3K とされることが多かった。

住棟の形式としては、平面的に二戸の住戸が一つの共用階段を共有する、階段室型住棟とされることが多かったが（図 2-3）、このことも当時の設備技術に密接に関連している。先述したとおり、日本はモンスーン気候の国であり、夏期には気温ばかりでなく湿度も高くなることが特徴である。しかし、当時は集合住宅用の冷房設備が一般化していなかったため、夏期には居室にも十分な通風を確保することが必要であった。通風を多く得るためには、開口部を開け放ち外部空気を取り入れるとともに、それとはなるべく離れた位置にある開口部も同時に開け放ち、室内空気を抜くことが有効である。日本において、住宅は慣習的に南側に向けて配置されることが多いが、これらの集合住宅も原則として南面配置が採用されたため、夏期の十分な通風を得るためには北側と南側の窓を同時に開放することが有効であった。つまり、北側の窓を開放した際にプライバシーも確保できる<sup>注 2-7)</sup>ように、階段室型の住棟形式が採用されることが多かったのである。なお二戸一階段室型住棟へエレベータを設置しようとする場合、建設費および維持管理費の問題から住棟を高層化する必要が生じる<sup>注 2-8)</sup>が、当時は鉄筋コンクリートの施工技術が普及段階にあったこと、

注2-7) 住宅計画において、プライバシーが重要な概念として取り上げられるようになったのも 1960 年代である。関連する論文として、文献 2-4 などが挙げられる。

注2-8) 1998 年時点の言及ではあるが、黒沢によれば、二戸一型の階段室に一基ずつエレベータを設置することを想定すると「待ち時間ベースでは 10 数階建て、建設費ベースでは 20 数階建て、ランニングコスト（管理費）ベースでは 30 数階建て程度で、それぞれ一般的なケースに見合う」としている。文献 2-5、p.24 参照。

高層居住が一般的ではなかったこと、そもそもエレベータ自体が現在ほど普及していなかったことなどを理由とし、エレベータ設置が不要な5階建て以下の中層集合住宅が主流であった。

### 2.3. 1980年以降の集合住宅の住戸計画とその構法

以上のように、1970年代までの集合住宅の計画に、住戸設備に関連する技術と構法は大きく影響していたわけであるが、1980年代の集合住宅の計画に大きな変革をもたらしたのもまた、住戸設備技術とそれに関連する構法の進歩であった<sup>注2-9)</sup>。

1980年代頃までに起こった大きな技術変革として、まず電子制御による小型の過給器燃焼ガス給湯器の登場を挙げることができる。この小型ガス給湯器はバルコニーなどの外部に設置することが可能であったため、燃焼に伴う住戸内空気の汚染という問題は完全に解決された。

この頃までに浴室の防水技術も大きな進歩を遂げており、樹脂系の材料を一体成形したパンパネル方式の浴室が一般化している。このことによって、多職種の職人が錯綜し、工程が複雑となりがちなアスファルト防水工事を行うことなく、浴室の完全な防水が可能となった。

アスファルト防水により防水を行う場合、防水層を床から腰程度の高さまで立ち上げるため、現場で加熱・融解したアスファルトを下地となる壁に数回にわたって流す工程が必要となり、したがって浴室の壁は熱に強い鉄筋コンクリート造の壁とされることが通常であった。一方でパンパネル方式の浴室は、すぐに空間自体を樹脂成形ユニットで覆うバスユニット（図2-4）へと発展し、浴室と居室の間仕切り壁の居室側についても、他の間仕切り壁と同様の構法でつくることが可能となった。

さらに大きな技術変革が、ダクトを用いた機械換気技術の登場である。機械換気の普及によって、浴室の湿気や便所の臭気はダクトを通して排気することが可能となり、浴室や便所に外気に面した開口を計画する必要がなくなった。以上の技術変革によって、浴室をはじめとした水廻りは、原理的には住戸のどこにでも配置することができるようになったのである。

こうした技術変革は、住戸の断面計画にも影響を及ぼしている。機械換気が採用される場合、ダクトは通常住戸の天井裏に格納されるため、より高い階高が必要となる。階高の増大は、高層階に位置する住戸への階段によるアクセスが居住者にとってより負担となることを意味しているが、これによりエレベータ設置の必要性もまた高まることと



図2-4 取り付け工事中のバスユニット

注2-9) 集合住宅の住戸計画と設備技術の関係について言及した文献は少ないが、ある程度まとまった記述としては、深尾精一によるものがあり、小型ガス給湯器、パンパネル方式の浴室、ダクトを用いた機械換気の登場が、住戸計画に大きな影響を与えたことが、ここで指摘されている。文献2-6、pp.125-126 参照。

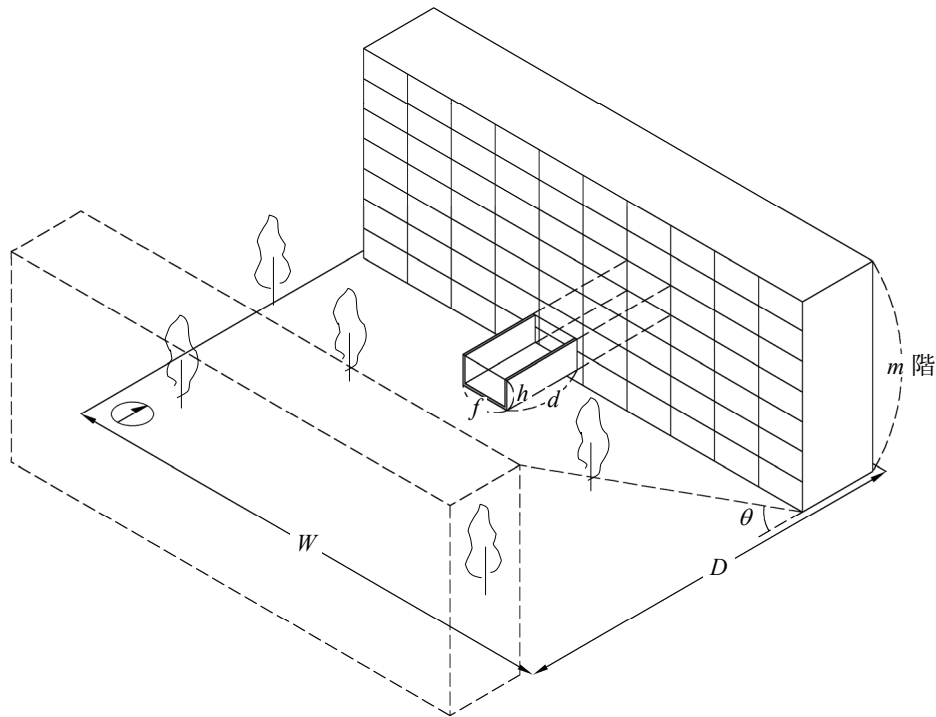


図 2-5 計算に用いる集合住宅のモデル

なった。同時に、この時期には鉄筋コンクリートの施工技術も一般化し、大きく発展を遂げていた。以上のことは、高層住宅建設の機運が高まっていたことを意味しており、実際この時期に集合住宅は高層化していったのである。

高層住宅には、いうまでもなくエレベータの設置が必要となるが、日本のエレベータの安全基準は世界的にも極めて高く、定期的な保守点検が義務づけられているため、その維持管理費も高額となる。したがって高層住宅においては、エレベータの設置効率を如何に高めるかが課題となるが、これを解決するためには、従来の主流であった階段室型よりも、片廊下型、中廊下型、ホール型といったアクセス形式の住棟が現実的となる。日本においては、通風や採光との折り合いをつけて、片廊下型のアクセス形式が、以降の集合住宅において主流化する。

片廊下型の集合住宅の隆盛に伴い、住戸計画も階段室型の集合住宅のそれとは大きく異なるものへと変わっていく。すなわち、住戸の間口の狭めることによってより住宅を高密度に供給する、フロンテージセーブという考え方の隆盛である。以下、住戸の間口と住宅の密度の関係を、簡単な数理モデルを用いて検証してみよう。

いま、東西方向の長さが $W$ 、南北方向の長さが $D$ 、面積 $S$ の敷地に建つ、高さ $H$ の図 2-5 に示すような集合住宅を考えてみよう。この集合住宅は $m$ 階建てであり、各階にはすべて同じ形状の $n$ 戸の住戸が計画されている。前述したとおり、日本では住宅は南面させるべきとの考えが根強いいため、この集合住宅はすべての住戸が真南を向くように計画されており、採光は住戸の間口方向の外周壁からのみ取り入れることができる。この前提のもと、なるべく多くの住戸を計画できるように、建物は敷地の幅いっぱいに建てられている。この建物は、この地域における標準的な建物高さを持ち、敷地の南側には同じ高さの建物が建っているものと仮定する。日本において、住宅の主要な居室は冬至の日中に4時間の日照を確保できることが必要であるとの考え方が強いが、そのためには、敷地の南側をいっぱいに空けた配置計画としたときに、建物の南下端から南隣地の建物の北上端を見上げたときの仰角を $\theta$ 以下にしないなくてはなら

ない。なお、各住戸の間口は $f$ 、奥行きは $d$ 、階高は $h$ であり、住戸面積は $s$ である。このとき、この敷地における住戸密度を考えてみよう。

全住戸数を $N$ とすれば、この敷地の住宅密度、すなわち単位面積あたりの住戸数は $N/S$ と表される。この集合住宅は各階とも同じ平面をもち、1 階あたり $n$ 戸の住戸が計画されているが、 $n$ は敷地の幅 $W$ を住戸の間口 $f$ で除した値とほぼ一致するため、 $N$ は次式で表される。

$$N = mn = mW/f \quad (2-1)$$

また、敷地面積 $S$ は敷地の幅 $W$ と奥行き $D$ の積として表されるが、 $D$ は隣地の建物高さ $H$ と冬至の 4 時間日照を確保するための $\theta$ により決定されるため、その関係は次式により表される。

$$D - d \geq \frac{H}{\tan \theta} \quad (2-2)$$

したがって、最も小さい敷地の奥行き $D$ の値は $H/\tan \theta + d$ であり、このとき敷地面積 $S$ は下記の式で表される。

$$S = WD = W \left( \frac{H}{\tan \theta} + d \right) \quad (2-3)$$

以上により、この敷地における住戸密度  $N/S$  は次の式で表される。

$$N/S = \frac{mW/f}{W \left( \frac{H}{\tan \theta} + d \right)} = \frac{m}{f \left( \frac{H}{\tan \theta} + d \right)} \quad (2-4)$$

ここで、 $H = mh$ 、 $d = s/f$ であることにより、次の式を得ることができる。

$$N/S = \frac{m}{f \left( \frac{mh}{\tan \theta} + \frac{s}{f} \right)} = \frac{m}{\frac{mhf}{\tan \theta} + s} \quad (2-5)$$

いうまでもなく、(2-5) 式は片廊下型の板状集合住宅を模した数理モデルであるが<sup>注 2-10)</sup>、これは図 2-6 に示すような 1980 年代の日本における高層集合住宅の典型例である。住戸密度を決定している変数のうち、 $\theta$  は敷地の立地する地域の条件で定まり、住戸面積 $s$ も住戸の想定居住世帯像により、おおよその値が決定する。建物の階高 $h$ は、技術的な理由によりある一定の値以上小さくすることは困難である。したがって、住戸の間口 $f$ が小さくなるような住戸計画を策定することが住戸密度を高めるために重要なのである。ここで、各住戸の面積 $s$ が  $70\text{m}^2$ 、階高 $h$ が  $3\text{m}$  であるとし、 $\tan \theta$ が  $0.6$  以下でなくてはならないという条件のもと、住戸密度 $N/S$ 、住戸の間口 $f$ 、建物の階数 $m$ の関係をみ

注2-10) 板状集合住宅の住戸密度に関する数理モデルに関しては、奥平耕造による先行研究があり、ここで提案されたモデルは本研究と類似するものであるが、本研究で主要な分析対象とした間口は変数として組み込まれていない。文献 2-7 参照。



図 2-6 1980 年以降に建設された  
典型的な高層集合住宅

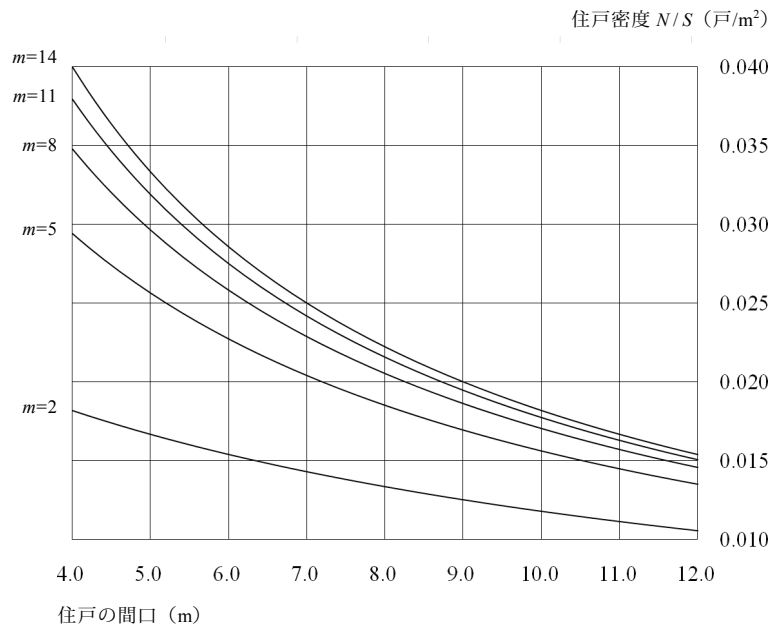
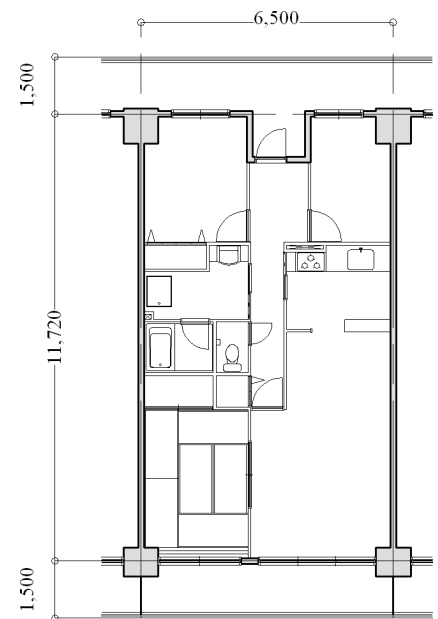


図 2-7 住戸密度  $N/S$  と住戸の間口  $f$   
および建物の階数  $m$  の関係

ると、これは図 2-7 のように表される。この図が示すとおり、住戸の間口  $f$  を小さくするほど集合住宅の土地利用効率は向上する。また、建物の階数  $m$  が大きくなるほどカーブの傾きは急となる。すなわち高層化した都市ほど、住戸の間口  $f$  を小さくすることの効果は向上する。

以上のように、高層化した集合住宅においてフロンテージセーブは住戸密度の向上に大きく寄与すると考えられる。1980 年代に入って、集合住宅の水廻りは原理的には住戸のどこにでも配置可能となったことは既に述べたが、このようなフロンテージセーブの考え方がもたらしたのは、むしろ水廻りの位置の新たな画一化であった。つまり原則として自然採光が求められる居室は外気に面するように配置されるため、奥行きが深くなった住戸において、水廻りは住戸の中央部に配置されることが多くなったのである。このようにして形成されたのが、図 2-8 に示すような「定型 3LDK」と呼ばれる<sup>注 2-11)</sup>住戸である。定型 3LDK では、リビング・ダイニング・キッチンなどの公室を



2-8 「3LDK」の平面図

日当たりの良い南側に配置し、北側には寝室が二室配置されることが多い。水廻りに加えて和室も住戸中央部に計画されることがあるが、和室は来客用寝室、書斎など、様々な用途に用いることができるため、ニーズが高かったことに加えて、障子や襖などの利用により採光規定の緩和が認められる<sup>注 2-12)</sup>ことがその理由である。なお、図 2-8 からわかるとおり、1980 年以降の集合住宅の構造形式は柱梁型とされることが多い。壁式構造の建物は、階数 5 階建て以

注2-11) 定型 3LDK の供給状況やその成立背景については、文献 2-8 で詳しく述べられている。なお、このように定型化したいわゆる nLDK 住宅についても、さまざまな問題が指摘されることが多い。文献 2-1、pp.173-181 など参照。

下、軒高 20m 以下に制限されている<sup>注 2-13)</sup>ため、建物の高層化にあたっては柱梁構造の採用が不可欠だったのであるが、構造力学的な観点からも、高層建物では地震時の層間変位が大きくなるため、柱梁構造とした方が合理的である。

以上のように、1980 年代に入って集合住宅における水廻りの配置に関する技術と構法は大きく発展したが、そのことによって引き起こされたのは、住戸の新たな定型化であった。こうした住戸は様々な強い制約を受けているため、定型化せざるをえなかったものであり、いうまでもなく住戸計画の自由度も低い。一方でこの時期以降、住戸の定型化への反省から、住戸計画の自由度を高める構法的な工夫を凝らした実験的な集合住宅も多数建設されることとなるのである。

## 2.4. 住戸計画の自由度を高めた実験的集合住宅の系譜

前章で述べたとおり、住戸計画の自由度を高める工夫を凝らした実験的な集合住宅の初期の例としては、1971 年に鈴木成文により提案された<sup>注 2-14)</sup> 順応型住宅や、内田祥哉によって 1973 年に企画立案され、1975 年に第 1 号の試作実験住宅が完成した<sup>注 2-15)</sup> KEP などが挙げられる。こうした集合住宅は、可動間仕切りなどが採用されていたことから「可変型住宅」などと呼ばれることがあるが、その語感から想起される「瞬時に間取りを変更できる」といったイメージよりも、むしろより長期的な時間的変化への対応を志向していたという点にその真髓がある。たしかに鈴木は、順応型住宅について「間取りを住み手自らの意向に従って改変できる一種のセルフエイドの導入」を目指したと語っている<sup>注 2-16)</sup>が、「住み方の多様化は（略）世帯の成長に応ずる住要求の変化から生ずるものがある」とも述べているため<sup>注 2-17)</sup>、長期的な時間的変化への対応が意図されていたことは明解であるし、内田による KEP に至っては、メンテナンスの容易性を向上させることも明確に意識されており<sup>注 2-18)</sup>、さらに専門工事業者を起用した内装の改修実験も行われている<sup>注 2-19)</sup>ことから、経年に伴う改修への対応も考えられていることがわかる。そしてその後に建設された実験的な集合住宅についても、いずれも長期的な時間的変化への対応を志向したものであった。以下では、数々の実験的な集合住宅が住戸のどのような自由度を向上させようとしているのか、その目的ごとに構法的な工夫をみていくこととする。

---

注2-12) 建築基準法第 28 条 4 において、居室の採光および換気の計算にあたっては「ふすま、障子その他随時開放することができるもので仕切られた二室は（略）一室とみなす」としても良いとされており、定型 3LDK における和室は、その南側の公室と一室とみなされるため、外部に面する開口が不要となる。

注2-13) 平成 13 年 6 月 12 日国土交通省告示第 1026 号による。なおこの告示以前は、昭和 58 年 7 月 25 日建設省告示第 1319 号により、壁式構造建物の軒高は 16m 以下に制限されていた。

注2-14) 文献 2-1、p.221 参照。

注2-15) 文献 2-9、p.70 参照。

注2-16) 文献 2-1、p.203 参照。

注2-17) 文献 2-1、p.204 参照。

注2-18) 文献 2-10 において、KEP の目的の一つとして「メンテナンスの容易さ」への対応が挙げられている。



図 2-9 晴海高層アパートの住戸内観  
(都市再生機構による復元展示、  
右手に見える界壁はブロック造非耐力壁)

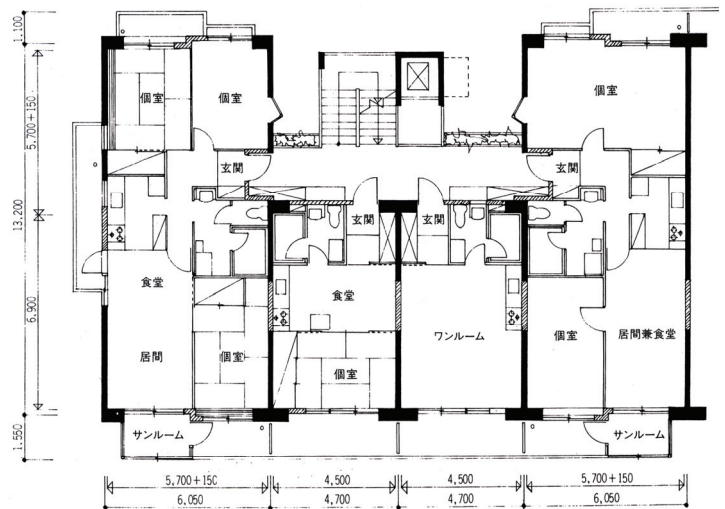


図 2-10 つくばさくら団地の住棟平面図  
(斜線部の界壁が乾式構法による非耐力壁)

### 1) 住戸配列・規模の自由度の向上

住戸の配列や規模自体に可変性を持たせようとする例はかなり早い時期から存在する。国内において、最も古くかつ最も有名な事例は、前川國男設計による「晴海高層アパート」(1956 年建設)であろう(図 2-9)。晴海高層アパートでは、断面的には 3 層ごとに鉄骨の大梁が架け渡され、また平面的には 2 戸ごとに鉄骨入りの柱と耐震壁が計画されたメガストラクチャーが採用されており<sup>注 2-20)</sup>、最大で 6 戸分の規模増まで対応出来る計画とされていた。

一方で、この考え方をより一般的な構造システムにより展開しようとしたのが、住宅・都市整備公団により供給された「つくばさくら団地」(1985 年建設)である。つくばさくら団地は CHS<sup>注 2-21)</sup>が採用された集合住宅であるが、可変計画として規模可変・用途可変・住戸内可変といった可変性が用意されていた<sup>注 2-22)</sup>。ここでいう規模可変とは、35m<sup>2</sup>から 115m<sup>2</sup>までの規模を持つ住戸を混在させ、これらを組み合わせ、あるいは分割することによって、住戸の規模変更を行おうとするものである(図 2-10)。住戸を組み合わせる場合は、鉄筋コンクリートの戸境壁の一部に開口が設けられており、これを用いて住戸を接続し、また住戸を分割する場合には、この開口に乾式構法を用いた戸境壁が新設される。新築時の住棟計画についても、戸境壁に開口を設けるというわずかな工夫で、住棟内に多様な住戸を実現することに成功している。

また、事務所と集合住宅の複合施設である「飯田橋ファーストヒルズ」(2000 年建設)の住宅部分でも、梁間方向の耐震壁にあらかじめ開口を設けておくことによって、住戸の規模可変を可能とする計画が採用されている(図 2-11)。

注2-19) 実験の概要と結果については、文献 2-11 など参照。

注2-20) 文献 2-12 参照。

注2-21) CHS とはセンチュリーハウジングシステムの略であり、1980 年に建設省が「住機能高度化推進プロジェクト」の一環として開発された住宅のビルディングシステムの考え方である。センチュリーハウジングシステムでは、住宅部品をその耐用年数に従って 5 段階に分類し、部品の交換を容易とする構法的・生産的仕組みづくりが行われている。なお、センチュリーハウジングシステムは認定制度としても基準が整備されており、認定制度は 2010 年現在も財団法人ベターリビングにおいて継続されている。

注2-22) 文献 2-13 参照。

飯田橋ファーストヒルズは再開発プロジェクトの一環として建設された建物であり、1階から9階はCFT造<sup>注2-23)</sup>が採用された事務所であるが、中間免震層をはさんで10階から14階は集合住宅として計画されている。集合住宅部分には地権者住宅が含まれているが、ここでの界壁への開口設置は、将来の住戸規模変更に備えるためというより、むしろ地権者の多様な要望に応えるとともに、立体換地における住戸面積の調整を容易とするためである。晴海高層アパートやつくばさくら団地など、将来の住戸規模の変更に備えた構法が採用され、かつ建設からかなりの年数を経た集合住宅はいくつかあるが、住戸拡大の要望が生じた時に隣住戸が空室であることが稀であることなどを理由とし、実際に規模変更が行われた事例は知られていないようである。晴海高層アパートも、一度も住戸規模の変更が行われることなく、1997年に解体されている。

兵庫県によって供給された「ひょうご100年住宅」(1997年建設)では、ほとんど耐震壁のない逆梁形式のラーメン構造の躯体が採用されており、そのフレームは梁間方向、桁行方向とも5.4mと同じスパンである(図2-12)。すなわち、ひょうご100年住宅

の躯体ではユニバーサルな人工土地的な空間が志向されているといっていよい<sup>注2-24)</sup>。その構造システムは純ラーメンに近いものであるから、住戸のレイアウトは構造的な制約からはほとんど自由である。同様に、実験集合住宅NEXT21、KSI住宅試作実験棟、Flexsus House 22などといった集合住宅でも、耐震壁をほとんどたないラーメン構造が採用されており、このことによって住戸配列の自由度が高められている。なおこれらの事例では、自由な住戸配列に対応させるため設備計画の自由度の向上も計られているが、こうした手法については後述する。

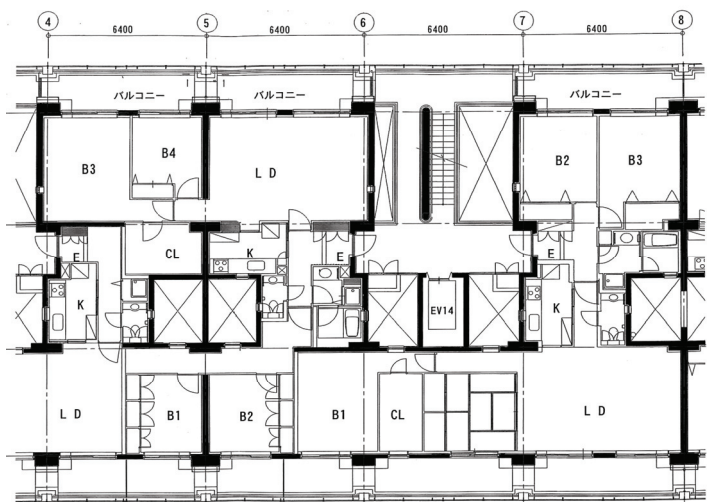


図2-11 飯田橋ファーストヒルズの平面図(部分)

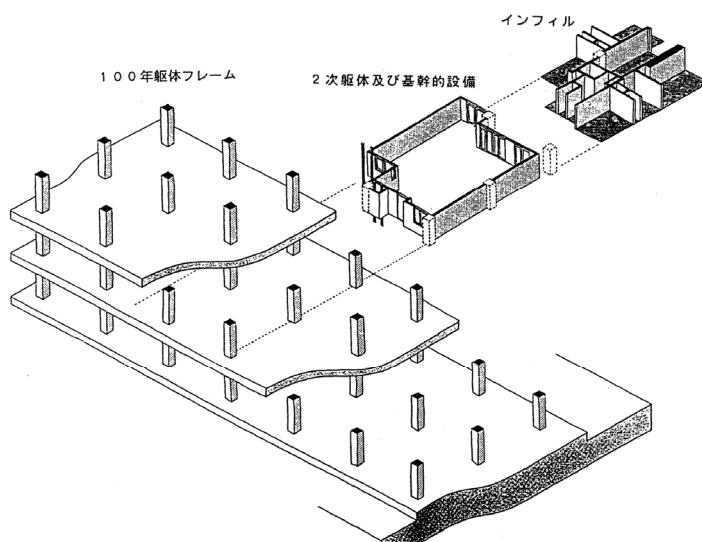


図2-12 ひょうご100年住宅の躯体システムの概念図

注2-23) コンクリート充填鋼管造を指す。鋼管にコンクリートを充填することによる、鋼管とコンクリートの相互拘束効果を期待することができ、軸圧縮耐力・曲げ耐力・変形性能が増大するため、鉄筋コンクリート造や鉄筋鉄骨コンクリート造に比べ、コンパクトな部材断面とすることができ、高層建物の柱などに採用される。配筋の省略が可能、コンクリートの比熱により鉄部への耐火被覆が軽減できる等のメリットもある。文献2-14参照。

注2-24) ひょうご100年住宅のビルディングシステムの開発は、巽和夫・高田光雄らによって主導されており、その基本的な考え方は、文献2-15などで報告されている。

## ●メニュー部の組み合わせ例



図 2-13 光が丘パークタウンの躯体平面図とメニュープラン

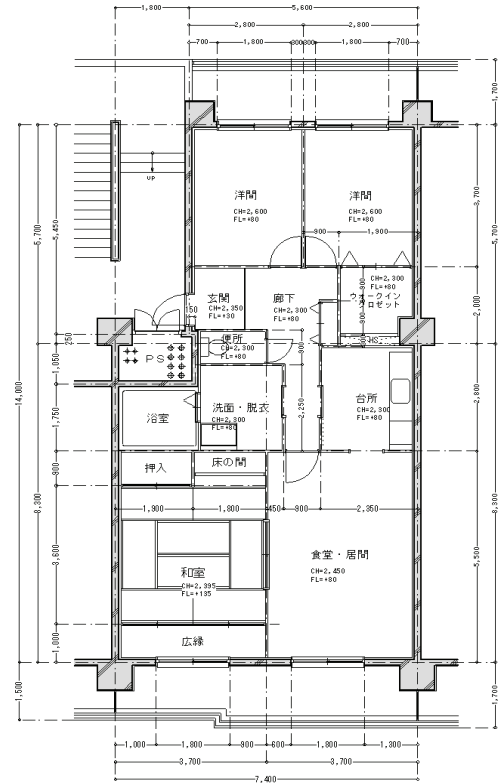


図 2-14 八尾南分譲住宅の住戸平面図

## 2) 住戸の間取りの自由度を向上させる構造システム

順応型住宅や KEP でも見られたように、住戸の間取りの自由度の向上についても、古くからさまざまな試みが行われている。既に述べたとおり、日本の集合住宅の躯体は 1980 年頃までは住戸内に耐震壁が多く出現する壁式構造が採用されることが多かったが、住棟の高層化に伴い柱梁構造が主流になるようになった。いうまでもなく、耐震壁は撤去や移設が困難であるため、住戸の間取りの変更の大きな制約となり、壁式構造が採用された集合住宅は総じて住戸の間取りの自由度は低い。また、耐震壁として計画されていない躯体壁、いわゆる雑壁についても、区分建物においては共有部分として扱われていることがほとんどであるし、賃貸住宅の場合でも撤去時の騒音等が問題となるため、いずれにせよ躯体壁は間取り変更の大きな制約となる。

住宅・都市整備公団により建設され、フリープラン賃貸方式<sup>注 2-25)</sup>が導入された「光が丘パークタウンいちよう通り」(1985 年建設)では、壁式構造としては大きな二つの空間が用意され、居住者による自由設計への対応が試みられているが、梁間方向に長大な耐震壁が計画されているため、これが自由な間取りの制約となっている(図 2-13)。

柱梁構造が採用されるようになってからは住戸内に出現する躯体壁の量は少なくなったが、その初期のうちは、壁量を確保することが困難な桁行方向壁が住戸内に計画されることもままあった。その後の構造技術の発達により、ス

注2-25) フリープラン賃貸とは、住宅の内装・設備は入居者が自由に計画し、所有・管理するが、建物の躯体や土地などは事業主体が所有・管理し、それを居住者に賃貸するという供給方式である。多彩なライフスタイルや変化するライフサイクルに合わせて、より快適で個性的な住まいをフレキシブルに実現する、という理念のもとに、住宅・都市整備公団によって、1985 年に実施されたシステムであるが、事業的な成功には至らなかった。文献 2-16 参照。

パンの大きな無柱空間が適正なコストで実現可能となり、また構造区画の面積が大きくなると問題となりやすい重量床衝撃音についても、床版厚さを増大させることによる対応が可能となったため、現在では住戸内に躯体壁が計画されることは、一部の大型住戸を除いて少なくなっている。一方で、柱梁構造の場合、梁せいは必要とされる天井懐以上の寸法となるため、通常の構法では住戸内に柱型や梁型が現れることが避けられず、これも間取り変更の制約となる。

「八尾南分譲住宅」（1987 年建設）は、大阪市住宅供給公社によって供給された CHS 住宅である。八尾南分譲住宅では柱梁構造が採用されているが、外周壁に面する柱は住戸界壁の入り隅を避け、外壁側に配置されている（図 2-14）。このことによって、住戸内に柱型・梁型が現れることが最小限とされているが、一方で住戸中央部の柱型と桁行方向の梁型は残っており、これが間取り変更の制約となっている。なお最近の集合住宅では、こうした考え方をさらに推し進めたアウトフレーム工法<sup>注 2-26)</sup>が採用されることも多い。

住宅・都市整備公団により供給された「十日市場団地」（1988 年建設）ではフラットビーム構造が採用されているが、これは壁式構造とラーメン構造を折衷した壁式ラーメン構造を基本とし、さらに梁を扁平とした構造システムである（図 2-15）。また、清水建設により設計・施工された「幕張パティオス 6 番街」（1995 年建設）では、梁が内蔵された極厚スラブが採用され、完全に梁型をなくした空間が実現されている。ただし、スラブ厚が 350mm とかなり厚いものとなってしまっているため、必然的に階高も高くなり合理性に欠ける。生活価値創造住宅開発技術研究組合（通称：ハウスジャパン）による研究開発実証モデル住宅である「Flexsus House 22」（2000 年建設）でも、幕張パティオス 6 番街と同様、梁型のない完全にフラットなスラブが実現されているが、ここでは免震構造の採用およびスラブへのプレストレスの導入により、スラブ厚は 250mm に抑えられている<sup>注 2-27)</sup>。

以上のように、住戸内から躯体壁や柱型・梁型を排し、住戸計画の自由度を向上させようとする試みは多数存在する。逆梁工法の採用も、同様に完全にフラットな天井スラブを可能とするが、これについては設備計画に関する自由度を向上させる試みとして取り上げる。

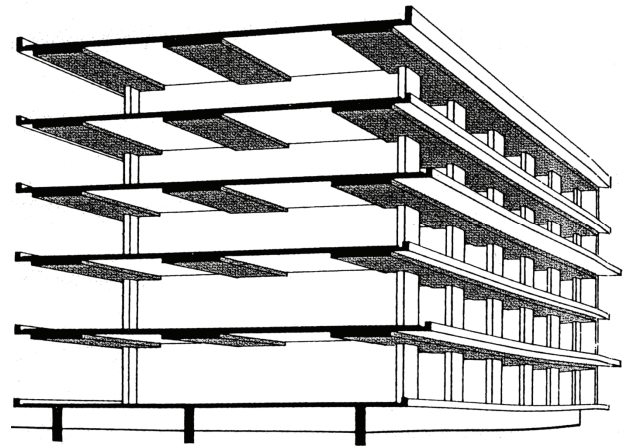


図 2-15 十日市場団地の躯体システム

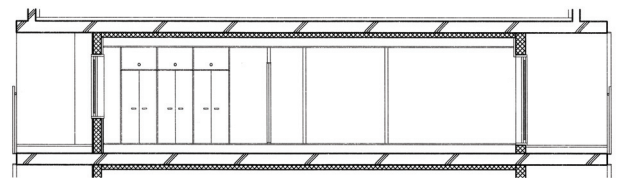


図 2-16 Flexsus House 22 の住戸断面図

注2-26) アウトフレーム工法とは、柱や梁といったフレームを住戸の外に配置する構造計画の考え方であり、片廊下型の集合住宅の場合、共用廊下とバリコニーの外端部に柱が配置される。梁間方向のスパンが大きくなるため、梁間方向の転倒モーメントへの抵抗力が増大するメリットもある。

注2-27) 文献 2-17 参照。

### 3) 住戸の間取りの自由度を向上させる外周壁

住戸内の柱型や梁型ばかりでなく、外周壁に設置された開口部も、その位置によっては間取りの制約となることがある。開口部に対して直行するように間仕切り壁を配置すると、開口部の開閉がしづらくなるなどの問題が生じるばかりでなく、開口部をまたいだ壁で間仕切られる空間では遮熱性・遮音性などを確保することが難しくなるからである。

二段階供給方式<sup>注2-28)</sup>の最初の適用例である「泉北桃山台B団地」(1982年建設)では、どのような平面計画のバリエーションがあり得るかあらかじめ検討が行われ、開口部の位置が間取り変更の制約とならないように窓が割り付けられている。

一方、つくば方式<sup>注2-29)</sup>の三番目の実例である「松原アパート」(1998年建設)では、居住者が窓割りを自由に決定できるようにするため、戸境壁および外周壁は非耐力壁とされている。また前述した十日市場団地においても、同様のシステムが採用されている(図2-17)。住宅・都市整備公団により供給されたコーポラティブハウスである「グリーンビレッジ宇津木台」(1992年建設)は、日本で最初の三世帯型集合住宅であるといわれている<sup>注2-30)</sup>が、ここでは居住者が窓割りを自由に決定できるばかりでなく、玄関も1ヶ所とするか2ヶ所とするか選択できるようになっている。これらの事例では、乾式工法の非耐力壁が外周壁として採用されているが、これは改修時においても、開口部位置の変更を行いやすくするための工夫である。

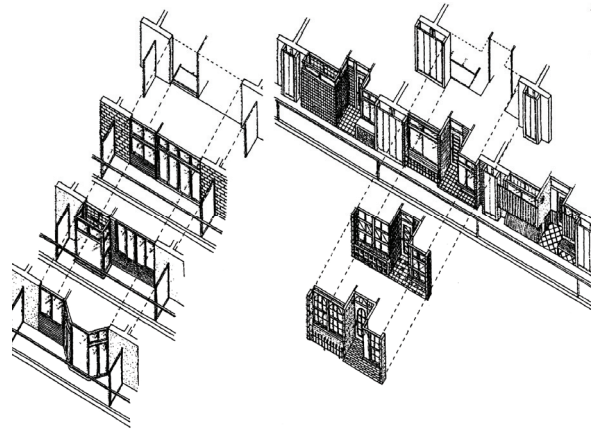


図2-17 十日市場団地の外周壁システム

### 4) 水廻り配置の自由度を向上させる配管システム

浴室、洗面室、便所、台所といった水廻りの配置に自由度を持たせることや、改修時における水廻りの位置変更を容易にすることは、住戸計画の自由度の向上に大きく寄与すると考えられる。ここで、水廻りの配置の自由度とは、バスユニット・洗面化粧台・便器・キッチンユニットといった設備機器の配置の自由度とほぼ同義である。したがっ

注2-28) 住宅を財の性質の異なる二つの部分に区分して、段階的に供給する方式である。二段階供給方式では、住宅の構成材をスケルトン(躯体・共用設備など)とインフィル(内装・住戸内設備など)の二つに分類し、スケルトンは公共財的な性格が強いので、公共的・共同的な見地から都市住宅の備えるべき基本性能を保証するものとして計画・設計され、公共・公益団体によって賃貸で供給される。インフィルは居住者の手により設えられる部分であり、居住者が委託した設計者や工務店などによって設計・建設される。二段階供給方式におけるスケルトンとインフィルは、工事の内容・規模・時期などにおいて大きく異なっていることから、両者は分離発注される。ここでも述べたとおり、二段階供給方式は大阪府住宅供給公社が異和夫を中心とする公共化住宅研究会に開発を委託し、建設された泉北桃山台B団地が最初のプロジェクトである。文献2-18 参照

注2-29) つくば方式は正式にはスケルトン型定期借地権方式といい、土地を定期借地として集合住宅を建設し、借地期間の終了後は建物をスケルトン状態に戻して地主に変換する仕組みである。建築費の上昇分を土地費の低減でカバーできるため建設費を下げやすく、また現行法制度との矛盾もない。この方式はつくば市にある建設省建築研究所を中心として開発され、その第一号住宅がつくば市に建設されたことから、一般にはつくば方式と呼ばれている。文献2-19 および文献2-20 参照。

注2-30) 文献2-21 参照。

て、これらの設備機器に接続する横引き配管や、排気のためのダクト配管の自由度を向上させることが重要となる。なお、横引き配管について、給水・ガスといった供給系の配管はその内部に一定の圧力が加えられているため、比較的自由に経路を計画できる。一方で、封水式トラップの採用により基本的に重力排水とされる排水配管については、経路計画に対する制約が大きい。そのため、排水配管の自由度を向上させる構法的な工夫が横引き配管に関しては重要となる。また、設備機器や設備配管は、躯体などに比して建築構成材としての物理的な耐用年数が短く、加えて定期的な修繕も必要となるため、そのメンテナンスを容易とする工夫が凝らされることも多い。

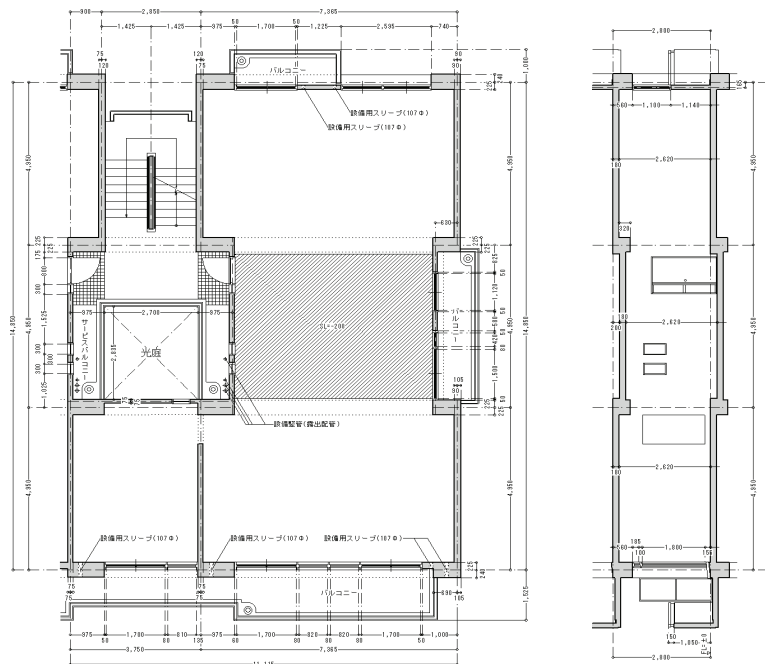


図 2-18 グリーンメゾン鶴牧-3 の住戸の  
躯体平面図（左）および躯体断面図（右）

住宅・都市整備公団によって供給された「グリーンメゾン鶴牧-3」（1983 年建設）はメニュー方式<sup>注 2-31)</sup>が適用された分譲集合住宅であり、「フリースペース」と名付けられた躯体のシステムは、南北軸に沿って並べられた 3 つの構造区画から構成されている（図 2-18）。北側と南側の構造区画には居室が計画されることが想定されており、また中間部の構造区画には水廻りが配置されている。中間部の構造区画は南北の構造区画よりスラブのレベルが 200mm 下げられ、300mm の床懐が確保されている。これは床下配管を格納するための設備トレンチであり、これによって、中間部の構造区画においては水廻りの配置の自由度が高められ、その移設も容易な計画とされている。また、水廻りへの十分な採光と通風を確保するため、中間部の構造区画に面して光庭が計画されている。この光庭に面したバルコニーには、給排水のための縦管が露出配管として計画されており、配管のメンテナンスの容易性も考慮した計画となっている。

グリーンメゾン鶴牧-3 のように、水廻り部分のスラブレベルを他の部分より下げて計画することによって配管の自由度を向上させようとする試みは、その後数多く見られるようになる。たとえば、CHS 住宅認定を取得したほとんどの集合住宅ではこの手法が採用されている。ただしこれらの CHS 住宅においては、「居室ゾーン」と「水廻りゾーン」を明確に区分することによって、居室ゾーンにフレキシビリティを持たせるという考え方にに基づき、この手法が採用された事例が多数を占める。すなわちこれらの CHS 住宅では、水廻りは固定的なものとして扱われることが多いので

注2-31) メニュー方式とは、未完成販売の分譲住宅において、住戸の間取りをあらかじめ用意されたいくつかのタイプの中から、入居予定者が選択できる仕組みのことである。1983 年当時は先進的な取組みであったが、現在では一般的な方式である。なお、グリーンメゾン鶴牧-3 において、入居予定者は住戸北側および住戸南側の居室ゾーンそれぞれに関して、4 つのタイプから間取りを選択することができ、また住戸中央部の水廻りゾーンに関しても、いくつかの選択肢が用意されていた。文献 2-22 参照。

あり、水廻り部分のスラブを下げる計画とすることは、水廻り配置の自由度の向上というより、むしろ配管のメンテナンスを容易にしようとする意図による。このことは、住宅を構成する部品をその寿命に応じて分類し、部品の取り替えが容易なビルディングシステムを構築しようとする CHS 住宅のそもそもの趣旨と合致している。

水廻り配置の自由度を向上させることは、床下配管スペースの確保のための高い階高を必要とし、一般的には建設コストの上昇を伴う。したがって、水廻りを固定し、それ以外の居室部分の間取りの自由度を向上させることは、水廻り配置を自由とする計画に比して建設コストの縮減が可能となる。これに関連して、CHS の設計マニュアルでは「集合住宅が家族形態やライフスタイルの変化に対するフレキシビリティを有することは重要であるが、フレキシビリティを最大限高めることが必ずしも必要というわけではなく、むしろ、変わる部分と変わらない部分を明確にしておくことが重要なのである」といった趣旨のことが述べられている<sup>注2-32)</sup>。このように「変わる部分」と「変わらない部分」を明確にしておくことは、そこで標準的な家族が生活することを想定するうちは極めて有効であると考えられるが、一方で高齢者世帯への対応

や、シェアハウスやコレクティブハウスなどのオルタナティブハウジングとしての活用など、新たなニーズが顕在化しつつあることまでを視野に入れれば、より多様な要求に応じられる計画としておくことも重要であり、実際そのような試みも、近年では数多く見ることができる。

つくば方式の二番目の事例である「メソードつくば II」（1996 年建設）では、構造システムとして床版を梁の下側に計画する逆スラブが採用されており、水廻りの自由な配置を実現するため、すべての床仕上げ面がスラブ上端より 530mm 上のレベルに設定されている（図 2-19）。桁行方向の大梁には、ダクトおよび配管の経路として、1 スパン（5.4m）あたり 3 つのスリーブが用意されている。横引き管ばかりでなくダクト経路も床下とされているため、ダクトにより

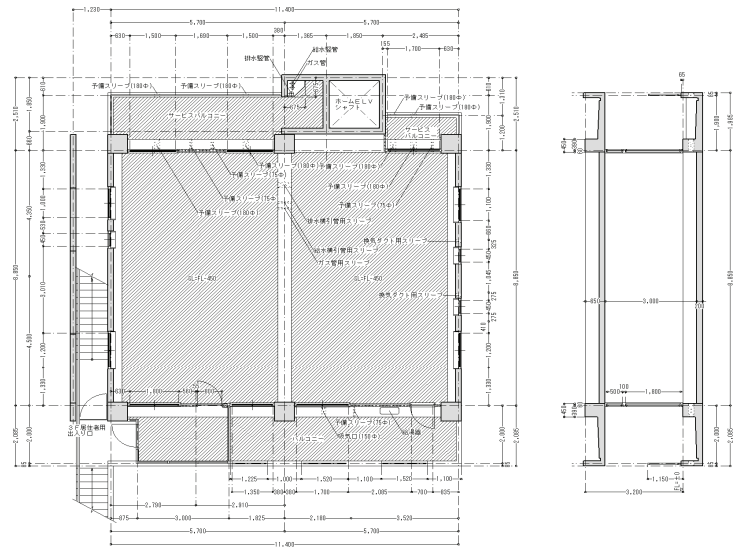


図 2-19 メソードつくば II の住戸の  
躯体平面図（左）および躯体断面図（右）

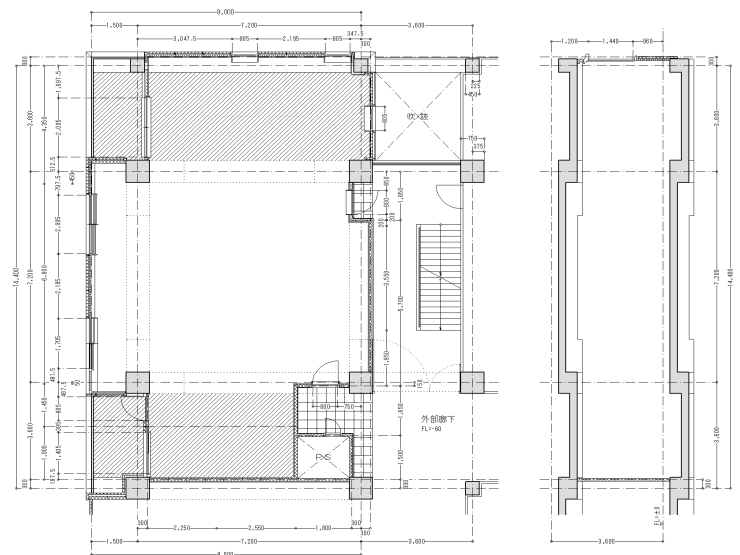


図 2-20 実験集合住宅 NEXT21 の住戸の  
躯体平面図（左）および躯体断面図（右）

注2-32) 文献 2-23 参照。

水廻りの天井高が低くなることもなく、これは間取りの自由度を向上させることにも寄与している。前述したとおり、「ひょうご 100 年住宅」にも逆スラブが採用されているが、ここでは住戸内階段や床下収納などが計画され、逆スラブにより生じた床下空間を有効に活用する工夫をみることができる。

水廻り配置の自由度を最大限高めることが試みられたそのほかの事例としては、「実験集合住宅 NEXT21」（1993 年建設）、「ひょうご 100 年住宅」（1997 年建設）、「KSI 住宅試作実験棟」（1998 年建設）、「フレクサスハウス 22」（2000 年建設）などを挙げることができるが、その配管システムの考え方は各プロジェクトを大きく特徴付けるものとなっている。例えば実験集合住宅 NEXT21（図 2-20）では、住棟全体に設備トレンチをバンド状に配置し、これを 2 本の  
大シャフトと連結することによって、設備計画に制約されない住戸配列および住戸計画を可能とし、「積層地盤上に戸建て住宅を並べる」というコンセプト<sup>注 2-33)</sup>を現実のものとしている。これらのプロジェクトでは、縦管は住戸外に計画されることが定石となっており、各住戸からの配管は共用廊下の天井裏もしくは床下を通り、集中縦管と接続されている。

## 5) 更新の容易性を高めた配線システム

住戸計画には電源やモジュージャック、照明の位置も影響を及ぼすが、配線は天井裏や床下、躯体壁以外の間仕切り壁に格納することが比較的容易なため、新築時において問題となることは少ない。一方で、住戸内部の改修にあたっては、電気配線や情報配線などの経路変更が必要となることがあり、これに備えようとする試みは多い。

CHS の最初期の実例である「パストラルハイム 永福」（1985 年建設）では、躯体と内装の間に空隙が設けられており、これが配線スペースとして活用されている（図 2-21）。すなわち二重天井、二重床、二重壁が計画されているわけであるが、こうした構法は、現在では既に一般的なものとなっている。

同じく CHS 住宅である「リバーハープコート南千住」（1989 年建設）では、IDS（Intelligent Distribution Station）と名付けられた分電盤・情報操作盤を格納するスペースが住戸内に設けられており、間仕切り壁に手を加えることなく新たな情報メディアの登場による設備機器の更新に対応できるように工夫されている。すなわち設備機器の設置に伴う新たな配線工事は、IDS 内のみで済む。特に弱電系の配線は、最近に至ってますますその数を増やしており、こうした工夫の重要性はますます高まっていると考えられる。

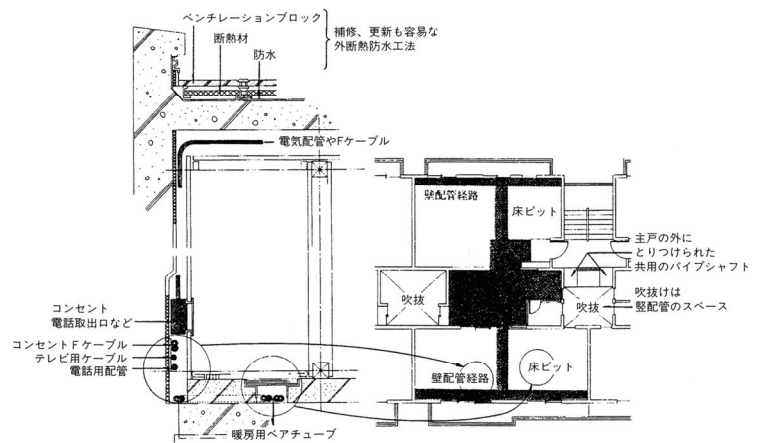


図 2-21 パストラルハイム永福における設備配線スペースの考え方

注2-33) 文献 2-24、p.117 参照。

## 2.5. 住戸計画の自由度を高める構法計画手法の整理

以上、住戸計画の自由度を高めるための構法的な手法をその目的ごとに概観した。そこで次に、住戸計画の自由度の向上を目指した実験的な集合住宅 34 事例について、住戸計画の自由度を高めるための構法計画手法を抽出し、整理を行った。図 2-22 にその結果を示す。また表 2-1 は、調査を行った 34 事例におけるこれらの手法の採用状況を示したものであり、ここでは各事例を建設年代順に並べている。建設年代が新しい事例ほど多くの手法を採用している傾向

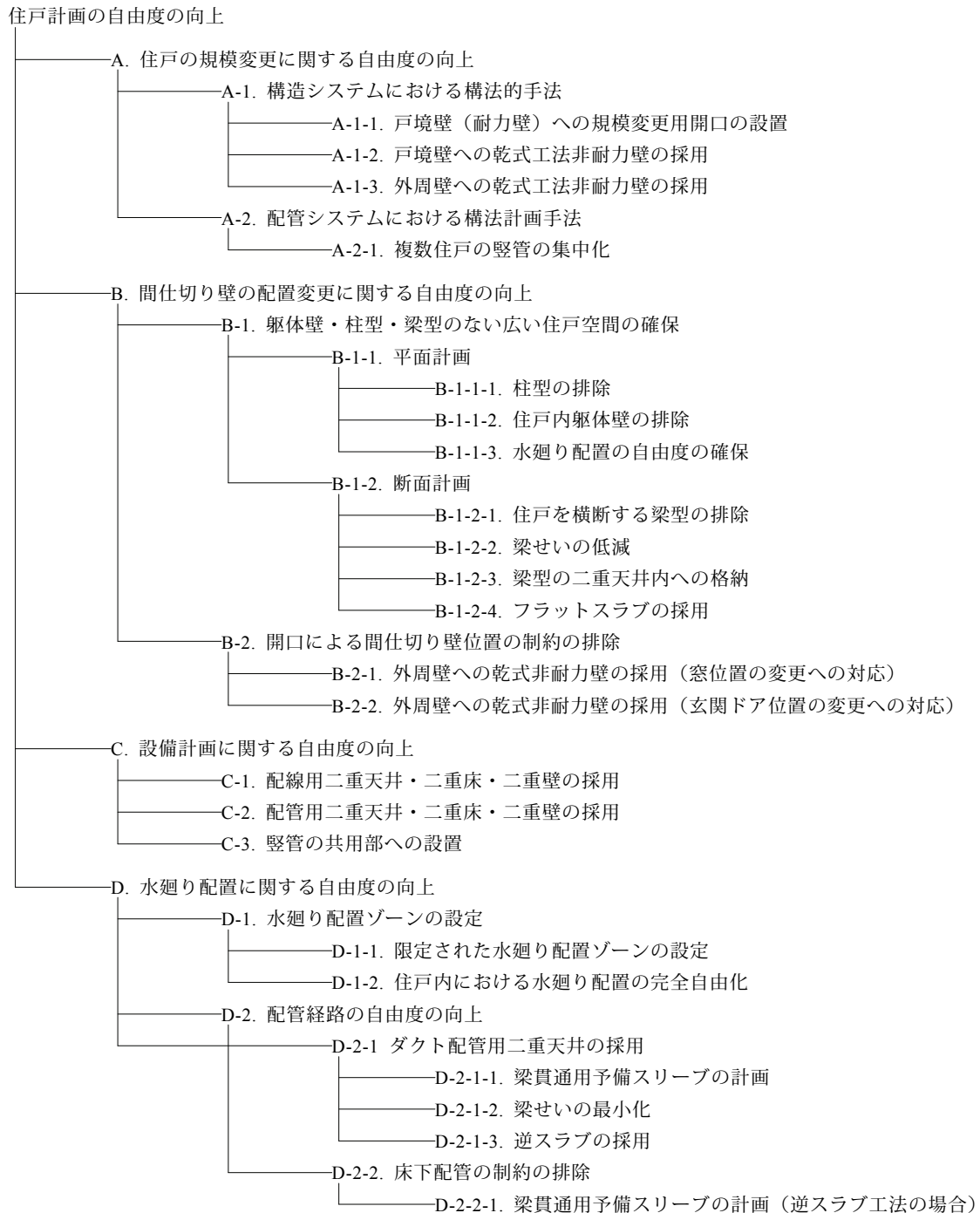


図 2-22 集合住宅事例より抽出した住戸計画の自由度を高めるための構法計画手法

表 2-1 調査を行った集合住宅 34 事例における住戸計画の自由度を向上させる構法的手法の採用状況

| No. | 事例名称          | 建設年  | 分譲・<br>賃貸<br>の別 | ビルディングシステムの<br>名称またはその特徴を<br>表す供給手法 | 目的とその構法的手法 |   |   |     |       |   |   |       |     |   |     |     |     |     |   |     |   |       |   |   |       |   |
|-----|---------------|------|-----------------|-------------------------------------|------------|---|---|-----|-------|---|---|-------|-----|---|-----|-----|-----|-----|---|-----|---|-------|---|---|-------|---|
|     |               |      |                 |                                     | A          |   |   | B   |       |   |   |       |     |   |     | C   |     |     | D |     |   |       |   |   |       |   |
|     |               |      |                 |                                     | A-1        |   |   | A-2 | B-1   |   |   |       | B-2 |   | C-1 | C-2 | C-3 | D-1 |   | D-2 |   |       |   |   |       |   |
|     |               |      |                 |                                     | 1          | 2 | 3 |     | B-1-1 |   |   | B-1-2 |     |   |     |     |     | 1   | 2 | 1   | 2 | D-2-1 |   |   | D-2-2 |   |
|     |               |      |                 |                                     | 1          | 2 | 3 |     | 1     | 2 | 3 | 4     | 1   | 2 |     |     |     | 1   | 2 | 1   | 2 | 3     | 2 |   |       |   |
| 1   | 清水建設パイロットハウス  | 1971 | 分譲              | パイロットハウス                            | -          | - | - | -   | -     | ○ | - | -     | -   | - | -   | ○   | ○   | -   | - | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 2   | 下細井団地         | 1977 | 賃貸              | NPS                                 | -          | - | - | -   | -     | ○ | - | -     | -   | - | -   | ○   | ○   | -   | - | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 3   | 泉北桃山台B団地      | 1982 | 分譲              | 二段階供給方式                             | -          | - | - | -   | -     | ○ | ○ | -     | -   | ○ | -   | -   | -   | -   | - | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 4   | グリーンメゾン鶴牧-3   | 1983 | 分譲              | フリースペース                             | -          | - | - | -   | ○     | - | - | ○     | -   | - | -   | ○   | ○   | ○   | ○ | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 5   | チェリーハイツ健軍     | 1984 | 分譲              | 二段階供給方式・CHS                         | -          | - | - | -   | -     | ○ | - | -     | -   | - | -   | ○   | ○   | ○   | - | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 6   | CIハイツ町田       | 1984 | 分譲              | コーポラティブハウス                          | -          | - | - | -   | ○     | - | - | -     | -   | - | -   | ○   | ○   | -   | - | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 7   | 松が谷アパートメント    | 1984 | 分譲              | コーポラティブハウス                          | -          | - | - | -   | ○     | ○ | - | -     | -   | - | -   | ○   | ○   | -   | - | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 8   | 光が丘パークタウン     | 1985 | 賃貸              | フリープラン賃貸                            | -          | - | - | -   | ○     | ○ | - | -     | -   | - | -   | -   | ○   | -   | ○ | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 9   | バストラルハイム永福    | 1985 | 分譲              | CHS                                 | -          | - | - | -   | ○     | ○ | - | ○     | -   | - | -   | -   | ○   | ○   | - | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 10  | 浦安AMC計画       | 1985 | 分譲              | CHS                                 | -          | - | - | -   | ○     | ○ | ○ | -     | -   | - | -   | ○   | ○   | ○   | - | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 11  | つくばさくら団地      | 1985 | 賃貸              | CHS                                 | ○          | - | - | -   | ○     | ○ | - | -     | -   | - | -   | ○   | ○   | ○   | ○ | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 12  | 寺田町分譲住宅       | 1986 | 分譲              | CHS                                 | -          | - | - | -   | ○     | ○ | ○ | -     | -   | - | -   | ○   | ○   | ○   | - | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 13  | 千里亥の子谷団地      | 1987 | 分譲              | 二段階供給方式・CHS                         | -          | - | - | -   | ○     | ○ | - | ○     | -   | - | -   | ○   | ○   | ○   | - | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 14  | 八尾南団地         | 1987 | 分譲              | CHS                                 | -          | - | - | -   | ○     | ○ | - | ○     | -   | - | -   | ○   | ○   | ○   | - | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 15  | 広島大学跡地住宅      | 1987 | 分譲              | CHS                                 | -          | - | - | -   | ○     | ○ | - | ○     | -   | - | -   | ○   | ○   | ○   | - | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 16  | ルネ小岩          | 1988 | 分譲              | CHS                                 | -          | - | - | -   | ○     | - | ○ | -     | -   | - | -   | ○   | ○   | ○   | - | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 17  | ヴィラ・ノーバ健軍     | 1988 | 分譲              | CHS                                 | -          | - | - | -   | ○     | ○ | - | ○     | -   | - | -   | ○   | ○   | ○   | - | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 18  | リバーハープコート南千住  | 1989 | 分譲              | CHS                                 | -          | - | - | -   | ○     | ○ | - | -     | -   | - | -   | ○   | ○   | ○   | - | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 19  | ヴェルデ秋葉台       | 1990 | 分譲              | コーポラティブハウス                          | -          | - | - | -   | ○     | ○ | - | -     | -   | - | -   | ○   | ○   | -   | - | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 20  | グリーンビレッジ宇津木台  | 1992 | 分譲              | グループ分譲                              | -          | - | - | -   | ○     | ○ | - | -     | -   | - | -   | ○   | ○   | ○   | ○ | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 21  | 実験集合住宅NEXT21  | 1993 | 賃貸              | NEXT21                              | -          | ○ | ○ | ○   | ○     | ○ | - | -     | ○   | - | -   | ○   | ○   | ○   | ○ | -   | - | ○     | - |   |       |   |
| 22  | 長町アパートメント     | 1995 | 賃貸              | フラットスラブ                             | -          | - | - | -   | ○     | ○ | - | -     | -   | - | ○   | ○   | -   | ○   | ○ | -   | - | -     | ○ | - |       |   |
| 23  | 幕張パティオスM1-2街区 | 1995 | 分譲              | 梁内蔵極厚スラブ                            | -          | ○ | - | -   | -     | - | - | -     | -   | - | -   | ○   | ○   | -   | - | -   | - | -     | - |   |       |   |
| 24  | メソッドつくばI      | 1996 | 分譲              | つくば方式                               | -          | - | - | -   | ○     | ○ | ○ | -     | -   | - | -   | ○   | ○   | ○   | ○ | -   | - | ○     | - |   |       |   |
| 25  | メソッドつくばII     | 1996 | 分譲              | つくば方式                               | -          | ○ | ○ | ○   | ○     | ○ | - | -     | -   | - | ○   | ○   | -   | ○   | ○ | -   | - | -     | ○ | ○ |       |   |
| 26  | ひょうご100年住宅    | 1997 | 賃貸              | ひょうご100年中宅                          | -          | ○ | ○ | ○   | -     | ○ | ○ | -     | -   | - | -   | ○   | ○   | ○   | ○ | -   | - | ○     | ○ | ○ |       |   |
| 27  | 竹中松山社宅        | 1997 | 賃貸              | CFT純ラーメン                            | -          | ○ | - | -   | ○     | ○ | - | -     | -   | - | ○   | -   | -   | ○   | ○ | -   | - | -     | - | - |       |   |
| 28  | 十日市場団地        | 1998 | 賃貸              | 壁式ラーメン構造                            | -          | - | - | -   | ○     | ○ | - | -     | ○   | - | -   | ○   | ○   | -   | - | -   | - | -     | - | - |       |   |
| 29  | KSI実験棟        | 1998 | 賃貸              | KSI                                 | -          | ○ | ○ | ○   | ○     | ○ | ○ | -     | -   | - | ○   | ○   | ○   | ○   | - | -   | ○ | ○     | - | - |       |   |
| 30  | 松原アパート        | 1998 | 分譲              | つくば方式                               | -          | - | - | -   | ○     | ○ | - | -     | -   | - | ○   | ○   | -   | ○   | ○ | -   | - | ○     | - | ○ | ○     |   |
| 31  | ふれっくすコート吉田    | 1999 | 賃貸              | 二段階供給方式                             | -          | ○ | ○ | -   | ○     | ○ | - | -     | ○   | - | ○   | ○   | -   | ○   | ○ | -   | - | -     | - | ○ | ○     |   |
| 32  | 鶴見中央アパート      | 1999 | 賃貸              | ルネス工法                               | -          | - | - | -   | ○     | ○ | - | -     | -   | - | ○   | -   | -   | ○   | ○ | -   | - | -     | - | ○ | ○     |   |
| 33  | フレクサスハウス22    | 2000 | 分譲              | 次世代構造システム                           | -          | ○ | ○ | ○   | -     | ○ | ○ | -     | -   | - | ○   | ○   | -   | ○   | ○ | -   | - | ○     | - | - | ○     | - |
| 34  | ファーストヒルズ飯田橋   | 2000 | 分譲              | 再開発                                 | ○          | - | - | -   | ○     | - | - | -     | -   | - | -   | ○   | ○   | ○   | ○ | -   | - | -     | - | - | -     |   |

\* 表中「分譲・賃貸の別」については、実験住宅であるため実際には分譲されなかったものの、分譲住宅であることを想定したのも「分譲」としている。

向にあるが、これは調査を行った事例が実験的集合住宅という性格を有するため、常に新たな課題に対する取組みが行われていることによるものと考えられる。したがってこの表からは、住戸計画の自由度を向上させる構法的手法の普及状況を把握することはできないが、少なくとも、どの時代にどのような課題が顕在化したのかを読み取ることはできる。

このような観点に立てば、間仕切り壁の位置を制限することのない躯体（B-1-1）、設備配線の格納スペースの確保（C-1）、横引き配管の格納スペースの確保（C-2）、縦管の共用部への設置（C-3）といった手法が常であったことがわかる。また、1990 年以降に重要な手法として顕在化しているのは、外周壁の非構造壁化による住戸規模の変更への対応（A）および間仕切り壁配置の制約の排除（B-2）、水廻り配置に関する自由度の向上手法（D）である。一方、住戸を横断する梁型の排除（B-1-2-1）は、1990 年頃から採用されなくなっているが、これは躯体のスパン自体が大きくなっていることや、標準的な階高が高くなっていることなどによるものと推測される。

## 2.6. 小結

本章では、戦後の集合住宅の構法と住戸計画の変遷を概観することで、構法が住戸計画に大きく影響を与えてきたことを明らかにした。特に設備技術や躯体構法の発展が住戸計画の考え方を大きく変えてきたことを明らかにしたが、同時に住棟全体の計画も、住戸計画に影響を及ぼしていることを明らかにした。以上より示唆されるのは、集合住宅の住戸計画が、さまざまなレベルに及ぶ多様な要因により決定され、また同時に制約を受けていることである。

さらにこうした住戸計画に対する制約に関して、これを構法的な手法により排することによって、住戸計画の自由度を高める工夫を適用した実験的集合住宅の変遷を概観した。また、そこで採用された手法を整理することによって、住戸計画の自由度を高めるための構法的な手法を網羅的に把握するとともに、それぞれの時代においてどのような手法が登場したのかを把握することができた。

以上を受けて、次章以降、こうした構法的手法が住戸計画の自由度に及ぼす効果を定量的に議論していくこととしよう。

## 図版出典

図2-10： 文献 2-13 より引用。

図2-11： 文献 2-25 より引用の上、一部筆者加筆。

図2-12： 文献 2-26、p.5 より引用。

図2-13： 文献 2-27、p.123 より引用。

図2-15： 文献 2-28 より引用。

図2-17： 文献 2-28 より引用。

図2-21： 文献 2-13 より引用。

## 参考文献

- 2-1) 鈴木成文：五一 C 白書 ー私の建築計画学戦後史ー，住まいの図書館出版局，444pp.，2006.12
- 2-2) 内藤多伸：阿部美樹志氏を偲びて，建築雑誌，Vol.80，No.954，p.7，1965.5
- 2-3) 規格住宅研究会（編）：アパートの標準設計，住宅研究所，182pp.，1959.10
- 2-4) 扇田信：ホワイトカラー層の住要求 ープライバシーについてー，日本建築学会論文報告集，No.69，pp.325-328，1961.10
- 2-5) 黒沢隆：集合住宅原論の試み，鹿島出版会，155pp.，1998.8
- 2-6) 深尾精一：住まいの構造・構法，放送大学教育振興会，249pp.，2004.3
- 2-7) 奥平耕造：都市工学読本 ー都市を解析するー，彰国社，212pp.，1976
- 2-8) 佐々木誠，花里俊廣：新築民間分譲マンションにおける住戸定型化とその要因の分析，日本建築学会計画系論文集，No.535，pp.59-66，2000.9
- 2-9) 内田祥哉：建築生産のオープンシステム，彰国社，357pp.，1977.8
- 2-10) 正木正広，長田勝彦，内藤実，武井秀達：日本住宅公団におけるオープンシステムによる住宅建設の開発研究 KEP ーその 1 概要ー，日本建築学会学術講演梗概集，計画系，pp.1885-1886，1981.9
- 2-11) 黒田早苗：多能工方式と専門工方式による内装作業の労務量比較 ーKEP アセンブリー実験における試作住宅の実態調査ー，日本建築学会学術講演梗概集，計画系，pp.1023-1024，1979.9
- 2-12) 木村敏彦：構造パースペクティブ ー晴海高層アパトー，建築雑誌，Vol.104，No.1289，p.8，1989.9
- 2-13) 建設省住宅局住宅生産課（監修）：センチュリーハウジングシステム作品集，財団法人ベターリビング・センチュリーハウジング推進協議会，1992
- 2-14) 新都市ハウジング協会：CFT 造の概要と設計・施工上留意点，新都市ハウジング協会技術資料，2006
- 2-15) 高田光雄，巽和夫，松田孝夫，小西二郎，杉立利彦：ひょうご 100 年住宅の開発，日本建築学会技術報告集，No.8，pp.169-172，1999.6
- 2-16) 住宅団地環境設計ノート編集委員会：ハウジングキーワード 200 選 ー住宅団地環境設計ノート その 14ー，日本住宅協会，1996.7
- 2-17) 太田義弘：次世代構造住宅を支える免震・フラットプレート構造架橋システム，建築技術，No.615，pp.130-133，2001.5
- 2-18) 近未来型集合住宅 NEXT21，SD 別冊 25，鹿島出版会，1994
- 2-19) 中林由行：建設組合によるスケルトン定借の試み，オープンビルディング国際会議連携シンポジウム「SI 住宅は日本の市場において普及してゆくのか」資料，pp.53-68，オープンビルディング東京 2000 実行委員会，2000.10
- 2-20) 高田光雄：住宅供給公社等による取組みと課題：オープンビルディング国際会議連携シンポジウム「SI 住宅は日本の市場において普及してゆくのか」資料，pp.69-87，オープンビルディング東京 2000 実行委員会，2000.10
- 2-21) 野崎薫：集合住宅における個別対応供給に関する研究，東京理科大学大学院理工学研究科修士論文（初見学研究室），1995.12
- 2-22) 木下崇之，深尾精一，南一誠，門脇耕三，柴家志帆，山崎由貴，嶋崎望：SI 的手法を先駆的に適用した集合住宅の経年変化に関する研究 その 1 ーグリーンメゾン鶴牧-3 における住民意識と住戸改修の実態ー，日本建築学会大会学術講演梗概集，E-1 分冊，pp.1171-1172，2009.8
- 2-23) 建設省：センチュリー・ハウジング・システム設計マニュアル，その 5，1983
- 2-24) 「NEXT21」編集委員会：NEXT21 ーその設計スピリッツと居住実験 10 年の全貌ー，エクスナレッジ，287pp.，2005.12
- 2-25) 日建設計，日建ハウジングシステム：飯田橋ファーストヒルズ見学会資料，2000
- 2-26) 兵庫県：ひょうご 100 年住宅研究調査報告書，兵庫県，69pp.，1995.3

2-27) 建築思潮研究所（編）：建築設計資料 15 ―中・高層集合住宅―，建築資料研究社，208pp.，1986.12

2-28) 住宅・都市整備公団：新世代中層住宅の開発 ―中層フラットビーム構造―，住宅・都市整備公団パンフレット，1993



## 第3章 スケルトンの性能としてのキャパシティ

### 3.1. SI 住宅という考え方

既に見たとおり、集合住宅において経年に伴って生じる住まい方の変化、居住者自体の入れ替わり、内装や設備機器の劣化・陳腐化などに対応するため、既存の住戸に改修を施すことによって多様な住戸計画を実現可能とする構法の開発が、1970年代以降活発に行われてきた。個別の構法については、数多くの開発が行われてきたこともあり、その考え方も様々であるが、集合住宅において住戸の改修を容易にするとともに、そこで多様な住戸計画を実現可能とする構法計画の基本的な考え方としては、「スケルトン・インフィル方式」が有効であろうということで、現在は一応の意見の一致が得られている。ここでスケルトン・インフィル方式とは、集合住宅のビルディングシステムを、構造躯体・共用設備を意味する「スケルトン」と、内装・住戸内設備を意味する「インフィル」とに明確に分離して計画する考え方であり、この考え方が適用された集合住宅は「SI住宅」や「スケルトン・インフィル住宅」あるいは「スケルトン住宅」などと呼ばれている。

SI住宅において、住戸の改修が容易であるとするものの理論的な根拠としては、スケルトンとインフィルの耐用年数が異なることや、両者の意思決定に関わるべき主体が異なることなどを挙げることができる。スケルトンとインフィルの耐用年数の違いに関連する先駆的な研究としては、建設省により1980年から82年にかけて行われた「センチュリーハウジングシステムの開発研究」<sup>注3-1)</sup>が挙げられるが、ここでは住宅を構成する建築部品を、その耐用年数に基づいて5段階に分類し、耐用年数の短い建築部品が耐用年数の長い建築部品を痛めずに、容易に交換できるビルディングシステムの開発が行われている。その後の小原誠による研究<sup>注3-2)</sup>でも、建物の部位ごとの耐用年数と構法的な順列関係との整合性が分析され、改修工事を円滑化する構法計画が検討されている。また、スケルトンとインフィルの意思決定主体の違いに関して、巽和夫・高田光雄らは「スケルトンには公的なコントロールが継続的に働き、インフィルには居住者にとっての私的財的な原理が機能しうるような」住宅の供給手法としての「二段階供給方式」の原理を述べているが、二段階供給方式の利点として「インフィルの変更や専有部分に関する権利の処分がスケルトンや土地の所有権者の意志とは無関係に行うことのできる可能性が存在する」ことを指摘している<sup>注3-3)</sup>。いずれにせよ、スケルトンとインフィルの区分が明確となるような計画をすることは、インフィルの自律的更新の可能性を高め、結果としてインフィルの改修や更新が容易になると考えられる。一方で、前章で見たとおり、集合住宅の住戸計画はその構法に大きく影響されるため、単にスケルトンとインフィルを区分して計画するだけでは、インフィル計画の多様

注3-1) 文献3-1など参照。その他にも、多くの論文・研究報告書が刊行されている。

注3-2) 文献3-2参照。

注3-3) 文献3-3参照。

さは担保されず、したがってスケルトンの計画内容によって、インフィルの改修や更新の容易さも異なるものと考えられる。ここで重要な概念として浮上するのが、「スケルトンのキャパシティ」という考え方である。

### 3.2. オープンビルディング理論とスケルトンのキャパシティ

SI 住宅は、内田祥哉らによるシステムズビルディング論<sup>注3-4)</sup>、巽和夫らによる公共化住宅論<sup>注3-5)</sup>など、独立に発展した複数の理論にその直接的な起源を求めることができる<sup>注3-6)</sup>、その概念形成に最も大きな影響を及ぼしたのが、ハブラーケン (Habraken, N. J.) らにより 1960 年代に提唱された「オープンビルディング理論 (Open Building Theory)」であるといわれている。

オープンビルディング理論とは、集合住宅の物的構成およびその建設・利用の一連のプロセスを「サポート (Support)」と「インフィル (Infill)」に分けて考えることを提案するものである。ここで「サポート」とは、その住棟の居住者により意思決定されるべき部分を指し、物理的には SI 住宅における「スケルトン」にほぼ相当する。また「インフィル」とは、各住戸の居住者が自由に意思決定が可能な部分を指しており、SI 住宅における「インフィル」とほぼ同義である<sup>注3-7)</sup>。

オープンビルディング理論において、サポートとインフィルの間にはレベル (level) と呼ばれる階層構造の存在が想定されている。すなわちサポートはインフィルの上位のレベルに属し、下位のレベルに属するインフィルに関する決定はサポートに影響を及ぼすことがないことが重要であるとの主張である<sup>注3-8)</sup>。ここから、サポートはインフィル

---

注3-4) システムズビルディング (Systems Building) とは、1960 年代後半にエーレン克蘭ツ (Ehrenkrantz, E.) らによって提唱された概念であり、ビルディングシステムを複数のビルディング・サブシステムに分割し、サブシステムごとに独立した性能仕様を適用することによって、異なる主体による自律的サブシステム開発を可能にしようとしたことが、そもそもの目的であった。すなわち、NASA によるアポロ計画に適用されたとされる「システムズアプローチ」を建築生産へ展開しようとするものである。エーレン克蘭ツらは、この考え方をアメリカの学校建築にも適用しており、その詳細は文献 3-4 などで見ることができる。また、システムズビルディングに関する研究は、当時国際的な広がりを見せており、関連する書籍として文献 3-5 などがある。日本では東京大学工学部 内田祥哉研究室によって研究が進められ、その成果は公共住宅の構法にも適用されており、その後の SI 住宅の概念の形成に大きな役割を果たした。

注3-5) 公共化住宅とは、京都大学工学部 巽和夫研究室により 1970 年代後半に提唱された集合住宅の所有形態・権利関係に関する概念であり、公共住宅、民間住宅それぞれの経済学的な課題分析に基づき、財としてのスケルトンを自治体・組合等の公的主体が所有し、インフィルを居住者・民間企業等の私的主体が所有することを基本的な考え方としている。公共化住宅論の概念については文献 3-6、文献 3-7、文献 3-8、文献 3-9、文献 3-10 など参照。また公共化住宅論は、その実践的手法として二段階供給手法へと展開しているが、その詳細については文献 3-11 など参照。

注3-6) SI 住宅という用語そのものについては、政策用語として考案されたといわれており、学術的な概念整理が必ずしも十分行われているわけではない。文献 3-11 参照。

注3-7) 欧米のオープンビルディングを専門とする研究者は 2000 年代以降、物理的な意味での「Support」および「Infill」に対して、「Base Building」および「Fit-out」という語を用いることも多い。

注3-8) オープンビルディング理論においては、その後のハブラーケンらによるアムステルダム都市構成分析などを通じて、サポートのさらに上位の概念としての「ティッシュ (Tissue)」が提唱されている。オープンビルディング理論の詳細およびその歴史的展開については、文献 3-12 など参照。

の自律的な決定を阻害しないよう、十分なキャパシティ（capacity）を有するべきである、との結論が導かれる。つまりキャパシティとは、インフィルの計画や変更に対するサポートの許容度を意味すると考えて良い。

この考え方を SI 住宅に敷衍すれば、「スケルトンのキャパシティ」という概念を想定することは容易である。すなわちスケルトンのキャパシティとは、インフィルの物理的な計画に対するスケルトンの許容度のことを指し、スケルトンの性能概念の一種として捉えることが可能である。ここで「住戸計画の自由度」という概念に関して、重要な示唆を得ることができる。

住戸計画の自由度は、集合住宅の構法に大きく影響されることは既に述べた。したがって、その物理的な側面のみを取り出せば、「住戸計画の自由度」という概念は集合住宅の性能の一種であると考えることができる。ここで、集合住宅のビルディングシステムがスケルトンとインフィルという二つのサブシステムから構成されると考え、スケルトンが既に定まっている場合の住戸計画の自由度を考えると、これはインフィル計画の自由度と同義である。このとき、インフィル計画の自由度は二つの要素性能が複合されたものであると考えることができる。一つはインフィルの構法により規定されるインフィル計画の自由度であり、これはインフィル自体の性能である。いま一つはスケルトンの構法により規定されるインフィル計画の自由度であり、これはスケルトンのキャパシティと同義である。用語としては、前者を「インフィルのフレキシビリティ」と呼び、後者と区別することとする。

「インフィルのフレキシビリティ」という性能は、インフィルの部分的な改修や更新を想定する際に極めて重要な概念である。また可動間仕切りや移動家具のような構法は、インフィルの可変性に寄与するとされているが<sup>注 3-9)</sup>、このインフィルの可変性という概念も、インフィルのフレキシビリティに含まれるものとして整理することができる。

一方で「スケルトンのキャパシティ」という性能は、個々のインフィル構法に依存するところが少ないため、インフィルの改修や更新という観点ばかりでなく、スケルトンとインフィルの段階的供給に関する社会的環境が整いつつある<sup>注 3-10)</sup>という観点からも、その重要性を指摘することができる。すなわち、新築時のインフィルの段階的供給や改修時のインフィルの全面的更新などは、インフィルの自律的生産可能性を要求するものであり、このことは、スケルトンのキャパシティをインフィルのフレキシビリティと分けて捉えることが必要であることを示唆している。

### 3.3. スケルトンのキャパシティの評価

以上述べたとおり、キャパシティをスケルトンの性能として捉えることの意義は大きく、したがってこれを評価する手法を確立することの重要性も、改めて指摘するまでもあるまい。そこで本章が目指すのは、スケルトンのキャパシティを定量的に評価する手法を構築することである。

しかしながら、キャパシティの客観的な評価手法の構築は以下に述べる理由により容易ではない。そもそもキャパ

注3-9) 文献 3-13 では、可動間仕切りや可動家具が採用された集合住宅を、「可変性を目指した」集合住宅であると位置づけている。

注3-10) たとえば 2002 年より、一部スケルトン状態の住戸を含む分譲集合住宅の表示登記が行えるように、法制度の整備が行われている。  
文献 3-14 参照。

シティは、スケルトンによって規定される空間の分割可能性や分割された空間に対する用途や機能付加の自由度など、住戸配列や住戸内の室構成の自由度に関する種々の性能概念を包含する。個々の要素性能については、事務所における空間の分割可能性と利用効率に関する岡村幸一郎らによる研究<sup>注3-11)</sup>、階段室型集合住宅における諸室の連結関係の組み換え可能性に関する安枝英俊らによる研究<sup>注3-12)</sup>、集合住宅住戸における設備機器配置の自由度に関するリ (Li, J. Q.) による研究<sup>注3-13)</sup>など、ある程度の研究の積み重ねがあるが、これらが複合された概念であるキャパシティを一義的に定義することは困難である。つまり大空間をどのように間仕切ることが可能かという問題と、設備をどの位置に配置できるかという問題は、全く次元の異なる問題であり、こうした多次元的な尺度を一つの尺度に縮約することが、極めて困難なのである。

多次元に及ぶ評価尺度の縮約それ自体は、数学的手法などを用いればさほど困難なことではないが、キャパシティの評価においてそれが難しいのは、そこに価値判断が介在するためである。たとえば、100m<sup>2</sup>の専有面積を持つ集合住宅の住戸において、1室から4室の範囲で自由に間仕切れる大空間を計画することと、50m<sup>2</sup>の範囲で自由に浴室がレイアウト可能な領域を用意することの、どちらがキャパシティの向上に寄与するかと問いに答えようとするならば、それは価値判断の問題にならざるを得ない。つまり、仮に空間の分割可能性や設備機器配置の自由度を適当な関数で定義した上、これらを数学的に縮約した指標をスケルトンのキャパシティと定義したところで、それが当初想定したキャパシティという性能を正しく表す指標であるかは、検証不可能なのである。

一方で、豊富な知識や経験を有する専門家に具体の集合住宅を複数事例示した上、それらのスケルトンのキャパシティに対する順序評価を求めることを考えた場合、ある程度確からしい回答が期待できると考えられる。ただし、ここで「確からしい回答」とは、異なる複数の専門家による回答がばらつかないことを意味している。この考え方を拡張すれば、複数のスケルトンのキャパシティに関する量的評価についても、一定数以上の専門家による回答が得られれば、そこからある確からしさを有する評価値を導くことができると考えられる。

### 3.4. スケルトンのキャパシティに関するエキスパートジャッジ

ここでは、以上述べたエキスパートジャッジの確からしさに着目し、多数の専門家による具体の集合住宅のスケルトンのキャパシティに関する評価を得ることを試みる。

まず、様々なタイプの集合住宅事例を収集し、うち 30 事例を専門家による評価の対象とした。具体的には、1965 年から 1999 年に建設された各年代の典型的な構法が採用された集合住宅や、住戸計画の自由度を高める工夫が凝らされた実験的な集合住宅である（計画案含む）。評価対象とする事例に年代的・構法的な幅を持たせたのは、評価が困難となることを避けるとともに、得られた評価がどのような判断基準に基づくものか、後に分析しやすくするためである。

---

注3-11) 文献 3-15、文献 3-16、文献 3-17 参照。

注3-12) 文献 3-18 参照。

注3-13) 文献 3-19 参照。

る。ただし、インフィル計画や改修の手法が大きく異なる可能性がある低層のテラスハウス、超高層集合住宅、複層型の住戸を有する集合住宅は除外し、フラットタイプの住戸からなる中高層集合住宅のみを対象とした。なお、ここ

表 3-1 専門家による評価の対象とした集合住宅事例の概要

| 事例No. | 図面等における名称の表記       | 本研究における呼称<br>本研究における略称        | 建設年  | 主要な計画主体   |
|-------|--------------------|-------------------------------|------|-----------|
| 1     | 66-4N-3DK          | 公団中層在来壁式・標準階段室型<br>中層在来壁式     | 1966 | 日本住宅公団    |
| 2     | 東久留米団地             | 公団中層在来壁式ラーメン・片廊下型<br>中層壁式ラーメン | 1967 | 日本住宅公団    |
| 3     | プロムナード多摩中央         | 公団中層在来壁式・光庭タイプ<br>中層壁式光庭      | 1987 | 住宅・都市整備公団 |
| 4     | 原型：公-74-5PC-3DK    | 公団中層PC壁式・性能発注<br>中層PC壁式       | 1974 | 日本住宅公団    |
| 5     | 74-8CS-3DK-W       | 公団8階在来壁式・片廊下+階段室型<br>8階壁式EV階  | 1974 | 日本住宅公団    |
| 6     | 高島平E-1             | 公団高層在来耐震壁付きラーメン<br>高層壁付ラーメン   | 1972 | 日本住宅公団    |
| 7     | 多摩NT・15-2住棟        | 公団高層在来WR<br>高層在来WR            | 1983 | 住宅・都市整備公団 |
| 8     | 新所沢第一（建替）2BL 13号棟  | 公団高層WRPC<br>WRPC              | 1988 | 住宅・都市整備公団 |
| 9     | グリーンビレッジ宇津木台       | 宇津木台グループ分譲<br>宇津木台            | 1992 | 住宅・都市整備公団 |
| 10    | グリーンメゾン鶴牧-3        | 多摩鶴牧フリースペース<br>鶴牧フリースペース      | 1983 | 住宅・都市整備公団 |
| 11    | 光が丘パークタウンいちよう通り    | 光が丘フリープラン賃貸<br>光丘フリープラン賃貸     | 1985 | 住宅・都市整備公団 |
| 12    | 十日市場団地             | 公団フラットビーム構法・十日市場<br>フラットビーム   | 1988 | 住宅・都市整備公団 |
| 13    | SIモデル住宅実験棟         | KSI実験住宅・当初プラン<br>KSI当初プラン     | 1998 | 住宅・都市整備公団 |
| 14    | 茨城県営長町アパート         | 茨城県営長町アパート<br>茨城県営長町          | 1995 | 茨城県       |
| 15    | 寺田町分譲住宅（センチュリー天王寺） | 寺田町センチュリー天王寺CHS<br>寺田町CHS     | 1986 | 大阪市住宅供給公社 |
| 16    | 千里亥の子谷A団地          | 千里亥の子谷・二段階供給CHS<br>千里亥の子谷     | 1989 | 大阪府住宅供給公社 |
| 17    | チェリーハイツ健軍          | チェリーハイツ健軍CHS<br>熊本・健軍         | 1984 | 熊本県住宅供給公社 |
| 18    | 泉北桃山台B団地           | 泉北桃山台・二段階供給<br>泉北桃山台          | 1982 | 大阪府住宅供給公社 |
| 19    | ふれっくすコート吉田         | ふれっくすコート吉田<br>吉田住宅            | 1999 | 大阪府住宅供給公社 |
| 20    | ヴェルデ秋葉台            | ヴェルデ秋葉台・コーポラティブ<br>ヴェルデ秋葉台    | 1990 | 東京都住宅供給公社 |
| 21    | サンライフ三田            | ひょうご百年住宅・三田<br>ひょうご百年住宅       | 1997 | 兵庫県       |
| 22    | PH 清水建設            | 清水建設・パイロットハウス<br>清水建設PH       | 1971 | 清水建設      |
| 23    | PH 東急プレファブ         | 東急プレファブ・パイロットハウス<br>東急プレハブPH  | 1971 | 東急プレファブ   |
| 24    | 幕張パティオス6番街         | 幕張パティオス6番街・極厚スラブ<br>パティオス6番街  | 1995 | 清水建設      |
| 25    | 竹中松山住宅             | 竹中CFT・松山住宅<br>竹中松山住宅          | 1997 | 竹中工務店     |
| 26    | 世田谷・松原プロジェクト       | 松原アパート・つくば方式<br>松原アパート        | 1998 | 地主+建設組合   |
| 27    | ルネ小岩ガーデンハイツ        | ルネ小岩・長谷工CHS<br>ルネ小岩CHS        | 1988 | 長谷工       |
| 28    | CIハイツ町田            | CIハイツ町田・竹中CHS<br>CIハイツ町田      | 1984 | 竹中工務店     |
| 29    | パストラルハイム永福         | パストラルハイム永福・清水CHS<br>永福町清水CHS  | 1985 | 清水建設      |
| 30    | ルネス鶴見中央            | ルネス工法・鶴見中央<br>ルネス工法鶴見         | 1999 | 平和奥田      |

■：スタンダード ■：公団プロジェクト ■：公的プロジェクト □：民間プロジェクト

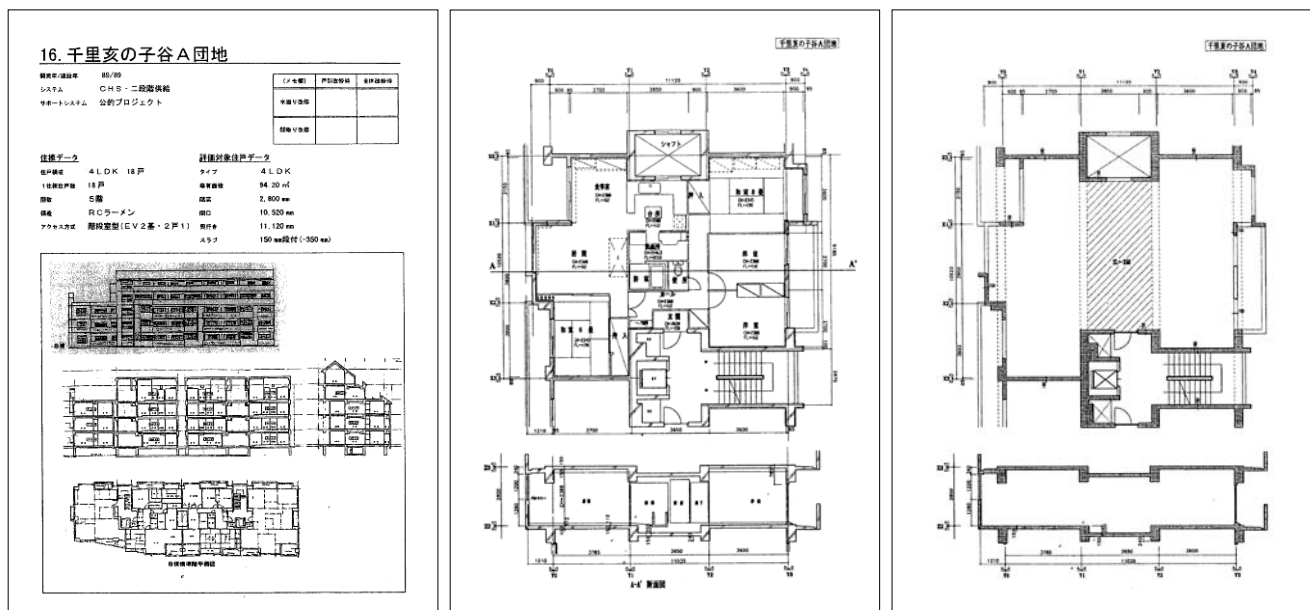


図 3-1 専門家による評価に用いたデータベース（実際に示したデータベースはそれぞれ A4 版）

で中高層住宅とは、地上 3 階建て以上、建物高さ 45m 以下のものと定義した<sup>注 3-14)</sup>。表 3-1 に対象とした 30 事例の概要を示す<sup>注 3-15)</sup>。表中では供給主体およびプロジェクトの性格にしたがって、各事例を 4 つに分類している。ここで「スタンダード」は日本住宅公団もしくは住宅・都市整備公団（いずれも現 都市再生機構）により供給された標準的な集合住宅であり、「プロジェクト」は実験的な試みが行われた集合住宅である。また「プロジェクト」に分類される事例については、その供給主体に基づき、「公団」（住宅・都市整備公団により供給されたもの）、「公的」（住宅・都市整備公団以外の公的事業主体により供給されたもの）、「民間」（民間の事業主体により供給されたもの）の 3 つに分類している。

次に、各事例の評価の条件を同一のものとするため、統一した書式に基づくデータベースを作成した。データベースは、住棟の設計概要シート・典型的な住戸の平面詳細図および断面詳細図、スケルトン状態の住戸の平面詳細図および断面詳細図から構成されている（図 3-1）。ここで「代表的な住戸」として選択したのは、すべて中間階に位置する中住戸であり、最上階もしくは地上階に位置する住戸および妻住戸は除外している。

以上の 30 事例について、キャパシティ評価を依頼したのは集合住宅の専門家 31 人であり、評価者の属性を主たる業務によって分類すると下記の通りの内訳となる。

- |                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 1) 集合住宅の設計監理実績が豊富な設計事務所に所属する設計者 | 8 名 |
| 2) ゼネコンに所属する集合住宅設計者および研究者       | 9 名 |
| 3) 住宅・都市整備公団（当時）等の供給主体に所属する技術者  | 7 名 |
| 4) 大学等に所属し、集合住宅を専門とする研究者        | 7 名 |

注3-14) 建物高さの算定方法は、建築基準法施行令に基づく。

注3-15) 表 3-1 中の「KSI 当初プラン」は 2 階建ての実証実験用集合住宅であるが、高層住宅の中間階に位置する住戸を想定した計画が行われているため、対象に含めることとした。

表 3-2 専門家による評価の対象とした 4 つの場合のキャパシティ

|                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. WH：水廻りの改修に関する性能（戸別改修時）</p> <p>【定義】対象とする集合住宅住戸について、浴室・脱衣室・洗面室・便所といった水廻り（台所は含まない）を改善・拡充するといった改修を、特定の住戸に対して、戸別改修として行う際のキャパシティ。なお、この中には、水廻りの面積拡大は含むが、大幅な位置変更は含まない。また、水廻りの拡大には、住戸の間取りの変更を伴う場合も考えられるが、この項目の評価では、間取りの変更のしやすさは考えず、水廻り主体のものとしている。</p> |
| <p>2. WS：水廻りの改修に関する性能（住棟全体改修時）</p> <p>【定義】上記 1 のような改修を、住棟全体改修の一環として行う場合の集合住宅住戸のキャパシティ。</p>                                                                                                                                                         |
| <p>3. LH：間取り及び室用途の変更にに関する性能（戸別改修時）</p> <p>【定義】対象とする集合住宅住戸について、部屋数の変更、部屋の形式・用途の変更という改修を、特定の住戸に対して、戸別改修として行う際のキャパシティ。なお、この中には、浴室・脱衣室・洗面室・便所・台所といった水廻りの位置変更も含む。ただし、それらのリフォームは既存の住戸内で行われ、界壁を取り去って二戸を一戸化する事などは含まないこととする。</p>                            |
| <p>4. LS：間取り及び室用途の変更にに関する性能（住棟全体改修時）</p> <p>【定義】上記 3 のような改修を、住棟全体改修の一環として行う場合の集合住宅住戸のキャパシティ。</p>                                                                                                                                                   |

専門家に評価を依頼したのは、各事例の代表的な住戸として示した住戸スケルトンのキャパシティについてである。ここでキャパシティ評価を特定の住戸のスケルトンに限ったのは、住棟全体のキャパシティ評価は極めて難易度が高く、評価結果のばらつきが大きくなると考えられるためである。このことは、住棟全体のスケルトンのキャパシティは住戸規模の変更可能性など、より広範な性能概念を包含するため、様々な要素性能が発現される場面そのものが極めて多岐に渡ることを反映している。たとえば、特定の住戸のインフィルが改修される場面と、住戸の規模変更が行われる場면을具体的に想像すれば、両者が全く異なる局面に属することがわかるだろう。すなわち住棟全体のスケルトンのキャパシティは、そこで想定される問題系それ自体が本研究で扱うものと異なっているのである。

一方で、住戸のスケルトンのキャパシティに限っても、この概念が顕在化する局面は多岐にわたる。すなわち、キャパシティの前提となる外的条件が異なる状況を多数想定することができる。たとえば住棟全体を改修する場合の特定住戸スケルトンのキャパシティと、特定住戸のインフィルのみ改修する場合のキャパシティは、その施工条件等、ハードとしてのビルディングシステム外の条件によってその評価がばらつく可能性がある。そこで本研究では、表 3-2 に示す 4 つの具体的局面を想定した上で、キャパシティ評価を専門家に依頼した。具体的には、「住戸の水廻りの改修が行われるとする場合」および「水廻りの移設も含めた住戸改修が行われるとする場合」を想定した上、さらに両者が住棟全体の改修の一環として行われる場合と戸別改修として行われる場合に分類し、合計で 4 つの局面におけるキャパシティを前提とした。以下、それぞれを「WH」、「WS」、「LH」、「LS」と略称することとする。ここでスケルトンの変更を許さない改修のみに局面を限定したのは、インフィル計画がスケルトン計画に対して影響を及ぼすことを、そもそもオープンビルディング理論におけるキャパシティの概念は想定していないためである。同様の理由で、新築時のインフィル計画に関するスケルトンのキャパシティ評価を得ることは、仮にスケルトンとインフィルの設計・生産主体が異なる場合を想定するにしても、適当ではないと判断した。



図 3-2 専門家によるキャパシティ評価の結果

専門家によるキャパシティ評価は、前述のデータベースを用いたアンケート形式により行った。キャパシティ評価については、100 点満点法によるものとした。

### 3.5. 専門家によるキャパシティ評価の結果

100 点満点法により得られた各事例のキャパシティ評価値について、評価者による採点範囲のばらつき等を補正するため、評価者ごとに、全事例の評価点の平均と標準偏差を用いてキャパシティ評価値を正規化<sup>注 3-16)</sup>した。以上について、WH と LH、すなわち戸別改修時の水廻り改修および間取り改修を想定した場合についての結果を、図 3-2 に示す<sup>注 3-17)</sup>。ここではばらつきも含めた評価結果の読み取りを簡単とするため、箱ひげ図<sup>注 3-18)</sup>を用いて結果を表している。また、評価対象とした事例は建設年代順に並べている。

注3-16) ここで評価者  $A$  による各事例の正規化点  $z_{Ai}$  は、次式  $z_{Ai} = (x_{Ai} - \bar{x}_A) / \sigma_A$  によって与えられる。ここに、 $x_{Ai}$  は  $A$  による事例  $i$  の評価点、 $\bar{x}_A$  は  $A$  による全事例の平均点、 $\sigma_A$  は  $A$  による全事例の評価点の標準偏差である。

注3-17) 本章は筆者による修士論文（文献 20）を再構成したものである。LH・LS の結果については、そこで詳しく述べられており、本論文では再掲しない。

注3-18) 箱ひげ図（ボックス・ウィスカ図とも呼ばれる）とは、箱とひげ線により表現される図であり、箱の中央付近の線は中央値を、箱の上下端は中央値を中心とした上下 25% ずつのデータの分布範囲を示している。ひげ線は、箱の上端または下端を起点として、中央値から箱の上端あるいは下端までの距離の 1.5 倍の範囲に収まるデータの分布範囲を示す。なお、ひげ線から外れたデータは外れ値として点で表現される。

全体として、キャパシティ評価値は建設年代が新しくなるほど高くなる傾向にあり、キャパシティを向上させる技術の向上を示唆する結果となった。ただし「鶴牧フリースペース」など、建設年代が古いにも関わらず、突出して評価値が高い事例も見られる。また「スタンダード」に分類される事例と、「プロジェクト」に分類される事例の評価結果を比較すれば、後者のほうが概して評価値が高い。

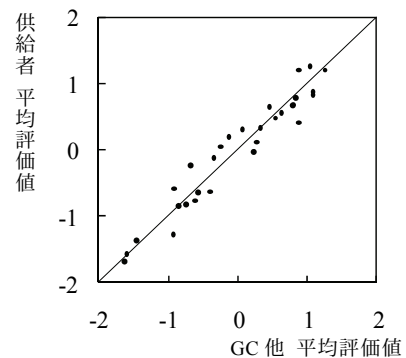
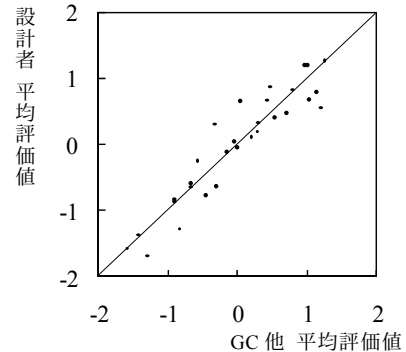
評価が行われた4つの場合のキャパシティについて、当初は大きな評価傾向の違いが現れると予測したが、いずれの場合も全体として大きな差異は認められなかった。特に、戸別改修を行う場合と住棟全体の改修を行う場合のキャパシティ評価には、ほとんど違いが現れなかったが、何人かの評価者はそれぞれの場合で明確に異なった評価を下していた。

各事例について、キャパシティ評価値の分布範囲は概して狭く、いわゆるエキスパートジャッジの信頼性を伺わせる結果となった。しかし、各事例の評価結果を注意深く見れば、評価が狭い範囲に集中する事例、広い範囲にばらつく事例などがあり、そのばらつき具合は各事例の特徴を反映しているといえるだろう。たとえば「清水建設 PH」の場合、水廻り改修の場合におけるキャパシティ評価値に比べて、間取り改修の場合におけるその方が、評価値がばらついている。この事例は住戸中央部に壁柱が計画されているものの、住戸内部にはある程度ひとまとまりとなった大空間が計画されており、間取り改修におけるキャパシティ評価に際しては、こうした構造躯体の計画について意見が分かれたのではないかと推測される。

前述した評価者の属性ごとに各事例のキャパシティ評価値の平均を算出し相互に比較したところ、表 3-3 に示すように非常に相関が高いとの結果が得られた。最も相関係数の高かった組み合わせおよび最も低かった組み合わせについて、平均評価値の散布図を図 3-3 および図 3-4 に示す。以上のように、評価者属性ごとに固有の評価傾向を見出すことはできなかったが、一方でこの結果は、ある程度の人数以上の専門家によるキャパシティ評価値の平均は、信頼のおけるものであることを示しているとも考えられる。以上により、以降の分析ではスケルトンのキャパシティを表す指標として、評価者全員の正規化された評価値の平均（以降、キャパシティ平均評価値と呼ぶ）を用いる。

3-3 評価者の属性別平均評価値の相関係数

|     | 設計者   | GC他   | 供給者   | 研究者 |
|-----|-------|-------|-------|-----|
| 設計者 |       |       |       |     |
| GC他 | 0.947 |       |       |     |
| 供給者 | 0.938 | 0.965 |       |     |
| 研究者 | 0.956 | 0.946 | 0.956 |     |

図 3-3 属性別平均評価値の相関  
(相関係数最大の組み合わせ)図 3-4 属性別平均評価値の相関  
(相関係数最小の組み合わせ)

### 3.6. キャパシティ評価値とスケルトンの特性の関係

2章において、キャパシティに影響を与えると考えられる集合住宅の計画手法・構法・技術に関する整理を行ったが、この結果に基づいて、キャパシティに関連すると考えられる集合住宅の特性を表す項目を表3-4に示すように再度整理した。ただし、キャパシティに関連すると考えられる項目についても、評価者に示したデータベースから読み取れない項目は除外している。ここでは、キャパシティ評価値との関係を定量的に分析するため、これらの項目は変

表 3-4 キャパシティに関連すると考えられる集合住宅の特性を表す項目の整理

| 番号 | 項目名                             | 定義                                 |
|----|---------------------------------|------------------------------------|
| 1  | 構造形式                            | RC・SRC・PCa・CFTに分類。                 |
| 2  | 構造種別                            | 壁式・壁式ラーメン(WR)・壁付ラーメン・純ラーメンに分類      |
| 3  | 階高 (mm)                         | 当該住戸の階高。                           |
| 4  | 間口寸法 (mm)                       | 当該住戸の間口寸法の平均値。                     |
| 5  | 奥行き寸法 (mm)                      | 当該住戸の奥行き寸法。                        |
| 6  | 専有面積 (m <sup>2</sup> )          | 当該住戸の専有面積。                         |
| 7  | 平面形状指数 (m/m <sup>2</sup> )      | 当該住戸の周長を専有面積で除した値。                 |
| 8  | 水廻り部の天井高 (mm)                   | 洗面室の天井高。                           |
| 9  | 水廻り部の天井懐 (mm)                   | 洗面室の天井懐。                           |
| 10 | 水廻り部の床下懐 (mm)                   | 洗面室の床下懐。                           |
| 11 | 居室部の天井高 (mm)                    | 標準的な居室の天井高。                        |
| 12 | 居室部の天井懐 (mm)                    | 標準的な居室の天井懐。                        |
| 13 | 居室部の床下懐 (mm)                    | 標準的な居室の床下懐。                        |
| 14 | 床スラブ形状                          | フラット・一部下がり・全面下がり(逆梁等)に分類。          |
| 15 | スラブ下がり面積 (m <sup>2</sup> )      | スラブに段差がある場合の、下がっている部分の面積。          |
| 16 | スラブ段差 (mm)                      | スラブに段差がある場合の段差寸法。                  |
| 17 | 水廻り部のスラブ厚 (mm)                  | 浴室直下のスラブ厚。                         |
| 18 | 居室部のスラブ厚 (mm)                   | 標準的な居室直下のスラブ厚。                     |
| 19 | 平均支持スラブ面積 (m <sup>2</sup> )     | 梁によって区画されるスラブ面積の平均値。               |
| 20 | 水廻り位置                           | 外部に面するもの・外部に面さないもの・光庭に面するものに分類。    |
| 21 | パイプシャフト位置                       | 外部に配管・共用部に配管・住戸内に配管に分類。            |
| 22 | 住戸内排水縦管の有無                      | 有・無に分類。                            |
| 23 | 排水縦管系統                          | 集中式・分散式に分類。                        |
| 24 | 主要パイプシャフト面積 (m <sup>2</sup> /戸) | 主要なパイプシャフトの水平面積。                   |
| 25 | 外壁の構造壁量率 (m/m <sup>2</sup> )    | 構造壁である外壁長を全外壁長で除した値。               |
| 26 | 住戸内躯体壁量率 (m/m <sup>2</sup> )    | 住戸内に計画された躯体壁の全長を専有面積で除した値。         |
| 27 | 浴室の躯体壁量率 (m/m <sup>2</sup> )    | 浴室を区画する壁の全長に対して躯体壁が占める割合。          |
| 28 | 便所の躯体壁量率 (m/m <sup>2</sup> )    | 便所を区画する壁の全長に対して躯体壁が占める割合。          |
| 29 | 洗面室の躯体壁量率 (m/m <sup>2</sup> )   | 洗面室を区画する壁の全長に対して躯体壁が占める割合。         |
| 30 | 水廻りの躯体壁量率 (m/m <sup>2</sup> )   | 水廻りを区画する壁の全長に対して躯体壁が占める割合。         |
| 31 | 水廻り部の梁型の量 (m/m <sup>2</sup> )   | 水廻りに現れる梁型の全長を水廻りの面積で除した値。          |
| 32 | 主要梁の出寸法 (mm)                    | 標準的な大梁のせいからスラブ厚を減じた値。              |
| 33 | 居室部と水廻り部の天井レベル差 (mm)            | 標準的な居室と洗面室の天井レベルの差。                |
| 34 | 居室部と水廻り部の床レベル差 (mm)             | 標準的な居室と洗面室の床レベルの差。                 |
| 35 | 柱型・躯体壁等の量 (住戸隅部)                | 住戸隅部の梁型等の合計長さ。梁型が扁平な場合は長い値を採用する。   |
| 36 | 柱型・躯体壁等の量 (住戸隅部以外)              | 住戸隅部以外の躯体壁等の合計長さ。梁型も35と同様の方法で計測する。 |
| 37 | 梁型の量率 (住戸端部)                    | 住戸外周部に現れる梁型の合計長さを専有面積で除した値。        |
| 38 | 梁型の量率 (住戸内開口部上)                 | 住戸内の開口上部に現れる梁型の合計長さを専有面積で除した値。     |
| 39 | 梁型の量率 (住戸端部・住戸内開口部上以外)          | 37・38以外の住戸内の梁型の合計長さを専有面積で除した値。     |
| 40 | 奥行き方向最長スパン (mm)                 | 当該住戸の奥行き方向の最長スパン。                  |
| 41 | 奥行き方向最短スパン (mm)                 | 当該住戸の奥行き方向の最短スパン。                  |
| 42 | 間口方向最長スパン (mm)                  | 当該住戸の間口方向の最長スパン。                   |
| 43 | 間口方向最短スパン (mm)                  | 当該住戸の間口方向の最短スパン。                   |
| 44 | 住棟の住戸総数                         | 当該住戸が位置する住棟の全住戸数。                  |
| 45 | 住棟の階数                           | 当該住戸が位置する住棟の地上階数。                  |
| 46 | アクセス方式                          | 階段室型・片廊下型に分類。                      |
| 47 | EV台数                            | 当該住戸の位置する住棟におけるエレベータの総台数。          |
| 48 | EV台数/住戸総数 (台/戸)                 | 47の値を44の値で除した値。                    |

...この段階で名義尺度として扱った項目

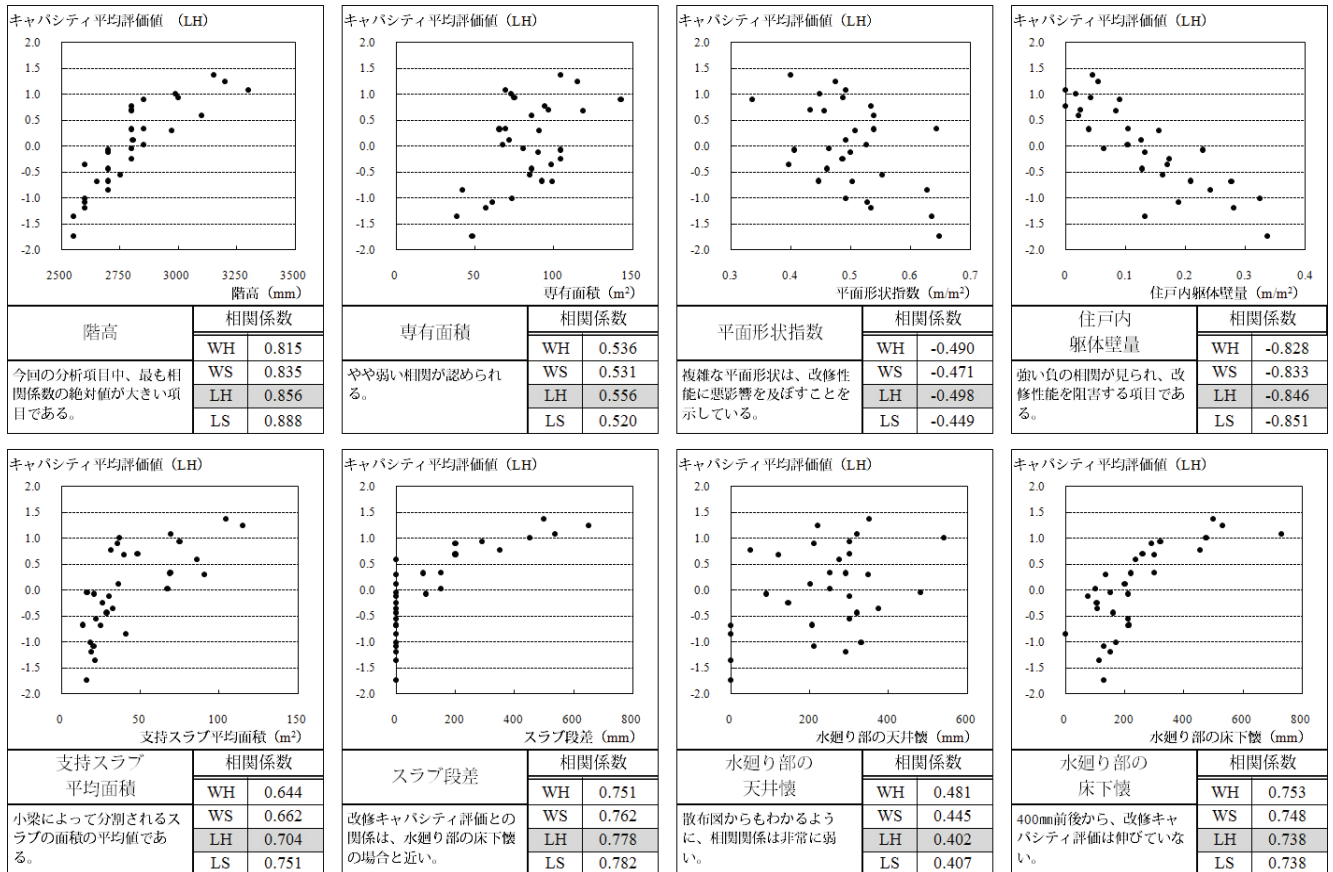


図 3-5 間隔尺度で表される変数とキャパシティ平均評価値の関係（抜粋）

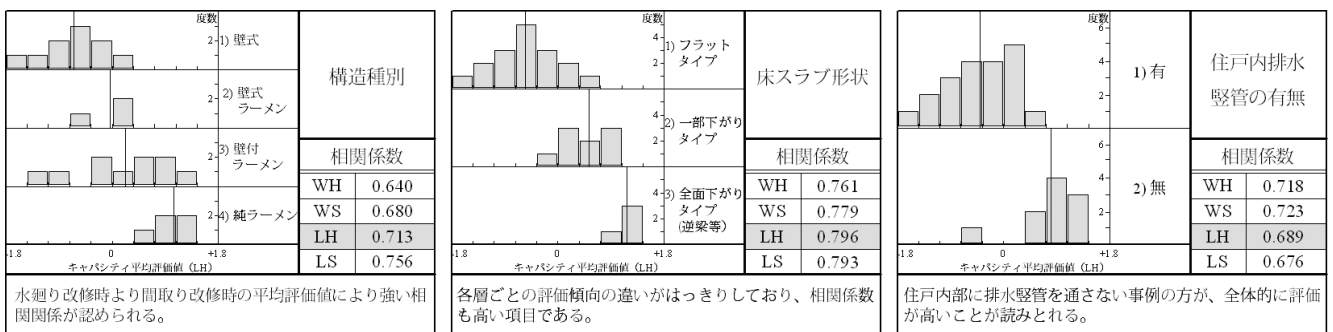


図 3-6 名義尺度で表される変数とキャパシティ平均評価値の関係（抜粋）

数として取り扱うための検討もあわせて行っている。すなわち、これらを媒介変数とし、キャパシティを関数として表すことによって、キャパシティ評価モデルを構築することが以降の分析の狙いでもある。

表 3-4 に示した変数には、間隔尺度で表されるものと名義尺度で表されるものが混在しているが、間隔尺度で表される変数については、散布図を用いてキャパシティ平均評価値との関係进行分析した。その例が図 3-5 である。ここでは両者の相関を定量的に把握するため、相関係数<sup>注3-19)</sup>の算出も行っている。

また、名義尺度で表される変数については、層別ヒストグラムを用いてキャパシティ平均評価値との関係进行分析し

注3-19) ここでは、間隔尺度として表される変数についてはピアソンの積率相関係数を、名義尺度として表される変数については数量化 I 類により算出された重相関係数を示している。

た。その例を図 3-6 に示す。層別ヒストグラムにおいては、各層の評価値の分布状況が異なっている変数ほどキャパシティ平均評価値との相関が強いと解釈することができる。なお図中では、各層の比較を容易とするため、ヒストグラムの横軸は全標本の最小値を左端に、最大値を右端にとり、その 10 分の 1 の区間を棒の横幅とし、さらに各層の標本平均の横軸上の位置を縦線で示した。またこれらの変数についても、ダミー変数を導入した重回帰分析を適用することによって、キャパシティ平均評価値との相関を定量化した。

当初、間隔尺度で表すことが適当と判断した変数の中にも、パイプシャフト面積のように、相関係数のみをみると有意な相関が認められず、しかしその要因が両者の相関が弱いだけでなく、アフィン写像<sup>注 3-20)</sup>的な関係にないためであると考えられるものがあった。このような変数については、新たに名義尺度として捉え直した上で再度分析を行った<sup>注 3-21)</sup>。

以上のように分析を行った変数のうち、キャパシティ平均評価値との相関がほとんど認められない変数も、いくつか見いだされた。ただし、そのような変数の中にも、住戸の間口や住戸内梁型の量など、事前にはキャパシティ評価値と相関すると予測していた変数もあった。

以上の結果、キャパシティ平均評価値との有意な相関が認められた変数は 30 項目あり、ここより何らかの要因による擬似相関であると判断した変数<sup>注 3-22)</sup>を取り除いたものが、図 3-7 に示す 24 変数である。なお図中では、各変数と LH についてのキャパシティ平均評価値との相関の強さも、相関係数を用いて定量的に示している<sup>注 3-23)</sup>。



図 3-7 キャパシティ平均評価値との相関が強い 24 変数

注3-20) 関数の定義域と値域の関係を幾何学的に捉えれば、定義域は写像の始域、値域は写像の終域に相当するが、両者が平行移動を伴う線形写像の関係にあるとき、これをアフィン写像という。

注3-21) たとえばパイプシャフト面積は、光庭を設備配管スペースとして利用している事例などにおいて、突出して大きな値となる。この変数は、設備縦管の維持・更新のためのスペースが十分確保されているかを表すものであるから、ある面積以上を超えるとキャパシティ評価値への寄与の向上が期待できなくなる。そこで、パイプシャフト面積に関しては、1) 必要最低限の面積、2) 人が作業するのに十分な面積、…のように層別し、名義尺度として分析を行った。

注3-22) たとえばスラブ厚とキャパシティ平均評価値の相関係数は約 0.5 と高かったが、一方で、集合住宅のスラブ厚は遮音性の問題などから近年厚くなる傾向が見られ、またキャパシティ評価値も建設年が新しい事例ほど高くなる傾向が認められることから、両者は建設年を介した擬似相関の可能性が高い。

相関係数の絶対値は、特に階高や住戸内躯体壁量でその値が顕著に高いものとなった。この結果は、十分な階高を用意しておくことや住戸内に躯体壁を計画しないことが、キャパシティ向上に大きく寄与すると考えられていることを示している。その他にも、床懐や住戸内排水縦管の有無がキャパシティ平均評価値との相関が高く、設備配管の格納スペースを十分に確保しておくことや住戸内に縦管を計画しないことが重要であるとされていることが確認された。

表 3-5 相関行列（部分）

| 変数         | 階高            | 平面形状指数        | スラブ段差         | 外壁の構造壁率       | 水廻り部の床下懐      |
|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 階高         | 1.000         | -0.256        | <b>0.771</b>  | <b>-0.626</b> | <b>0.772</b>  |
| 専有面積       | 0.304         | <b>-0.775</b> | 0.294         | 0.190         | 0.296         |
| 平面形状指数     | -0.256        | 1.000         | -0.293        | -0.187        | -0.286        |
| 住戸内躯体壁量    | <b>-0.720</b> | 0.263         | <b>-0.628</b> | 0.453         | <b>-0.614</b> |
| 便所の躯体壁量    | <b>-0.543</b> | 0.156         | -0.464        | 0.347         | -0.438        |
| 浴室の躯体壁量    | <b>-0.630</b> | 0.419         | <b>-0.535</b> | 0.485         | <b>-0.517</b> |
| 水廻りの躯体壁量   | <b>-0.586</b> | 0.262         | -0.496        | 0.474         | <b>-0.511</b> |
| 支持スラブ平均面積  | <b>0.823</b>  | -0.053        | <b>0.612</b>  | <b>-0.749</b> | 0.497         |
| スラブ下がり面積   | <b>0.763</b>  | -0.271        | <b>0.909</b>  | <b>-0.536</b> | <b>0.780</b>  |
| スラブ段差      | <b>0.771</b>  | -0.293        | 1.000         | -0.468        | <b>0.905</b>  |
| 住戸内主要梁の出寸法 | <b>-0.635</b> | -0.231        | -0.424        | <b>0.797</b>  | -0.311        |
| 外壁の構造壁率    | <b>-0.626</b> | -0.187        | -0.468        | 1.000         | -0.362        |
| 居室部の天井懐    | 0.238         | -0.459        | 0.117         | 0.089         | 0.130         |
| 居室部の床下懐    | <b>0.705</b>  | -0.031        | <b>0.748</b>  | -0.449        | <b>0.740</b>  |
| 水廻り部の天井懐   | 0.389         | -0.426        | 0.214         | -0.241        | 0.241         |
| 水廻り部の床下懐   | <b>0.772</b>  | -0.286        | <b>0.905</b>  | -0.362        | 1.000         |
| EV台数/住戸総数  | 0.462         | -0.180        | 0.494         | -0.064        | 0.400         |

相関係数の絶対値 0.5未満 0.5以上 0.7以上

### 3.7. キャパシティ評価モデル

以上の分析を踏まえ、以降では、住戸の特性を表す変数を媒介変数とし、キャパシティ評価モデルを構築することを試みる。評価モデルの構築手法は様々なものが考えられるが、ここではキャパシティ平均評価値を目的変数とした重回帰分析を採用し、重回帰モデルを構築することとする。これはキャパシティ平均評価値と相関が高い変数が多数発見されたこと、および両者が比較的アフィン写像的な関係にあると判断したためである。ただし重回帰モデルは説明変数が互いに線形独立であることを仮定したモデルであるため、まず相関行列や多変量関連図を用いて、変数間の線形独立性を検討した。

検討に用いた多変量関連図および相関行列の一部を、それぞれ表 3-5、図 3-8 に示す。なお相関行列とは、すべての変数の対の相関係数を行列として表した表であり、多変量関連図とは、すべての変数の対の関係を図を用いて表した図である。図 3-8 に示した多変量関連図においては、量的変数の対では散布図、量的変数と質的変数の対では層別ヒストグラム、質的変数の対では図形式分割表を用いて変数間の関係を表示した。また同じ変数の対では、その分布をヒストグラムにより表している。

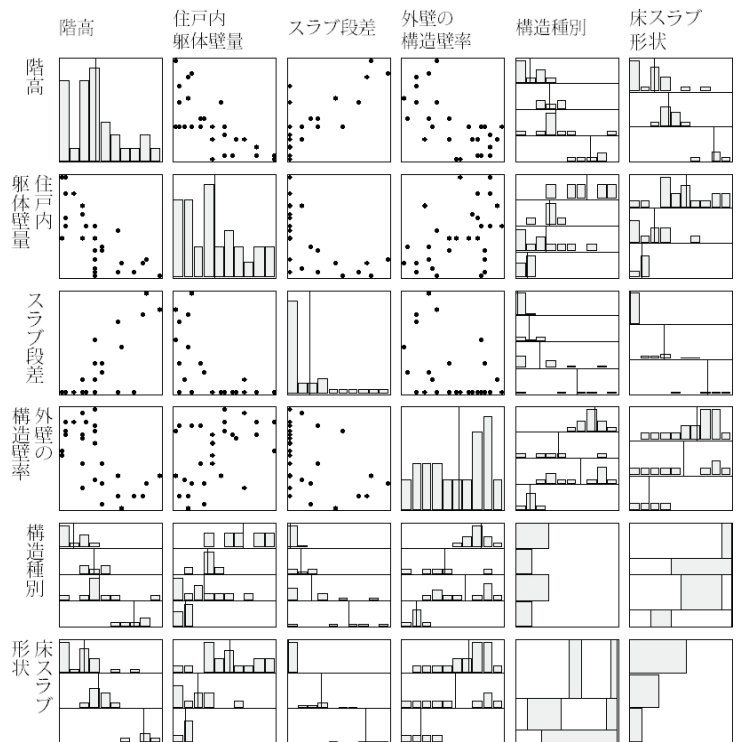


図 3-8 多変量関連図（部分）

注3-23) 前述のとおり、ここでいう相関係数とは、間隔尺度として表される変数についてはピアソンの積率相関係数、名義尺度として表される変数については数量化Ⅰ類により算出された重相関係数である。

以上を通じて、相互に相関が高い変数が多く見つかった。たとえばスラブ段差とスラブ下がり面積は、いずれもキャパシティ平均評価値との相関が高い変数であるが、相互の相関係数も約 0.9 と極めて高い。この例の場合は、技術的な制約から排水横引管の勾配がある範囲内におさまっているためであると考えられる。すなわち両者はアフィン写像的な関係にあるが、キャパシティという観点からは、いずれも住戸床下の設備配管スペースの充実度を表していると考えられることができるため、いずれかを説明変数から除外することに大きな問題はないと考えられる。

重回帰分析の統計的信頼性を確保するためには、サンプルの大きさに対して説明変数の数は十分小さいことが必要であるため、互いに相関が小さく、同時に全体として住戸の特性をよく表す変数の組み合わせを説明変数として採用することを旨として、重回帰分析を実行しながら、逐次説明変数の選択を行った。最終的には、住棟全体の改修の一環として、住戸の間取り改修が行われる場合のキャパシティ平均評価値を目的変数とし、説明変数を 9 つとした重回帰モデルを採用することとした。ただしこのモデルは、説明変数の組み合わせは住戸の特性をよくあらわしているものの、統計的信頼性が十分に高いものではなかった。具体的には、重回帰分析の分散分析表に基づく F 検定の結果は 0.01 水準で有意であったものの、各変数の偏回帰係数に関する t 検定においては、支持スラブ面積、スラブ段差、住戸内主要梁の出寸法、外壁の構造壁率、住戸内排水縦管の有無の 5 つの変数について、0.05 水準で有意な値とならなかった。各変数の p 値は、それぞれ 0.096、0.101、0.068、0.147、0.118 である。そこで、目的変数は同様とし、説明変数の数を 5 つに減らしたモデルも同時に採用することとした。以降、前者の重回帰モデルを  $M_9$ 、後者の重回帰モデルを  $M_5$  と呼ぶこととする。

なお、目的変数として住棟全体改修時の間取り改修のキャパシティ平均評価値で 4 つの場合のキャパシティ平均評価値を代表させた理由として、それぞれの平均評価値の差異が小さかったことが挙げられる。すなわち他の場合の平均評価値を目的変数としても、重回帰分析の結果に大きな違いは認められなかった。つまりこのことは、キャパシティが高まるように様々な工夫を凝らして設計された住戸は、水廻りの改修も間取りの変更も同じようにやりやすいし、そのことは戸別に改修を行う場合でも住棟全体の改修を行う場合でも、同様であることを意味していると考えられる。したがって以降のキャパシティ平均評価値の意味合いは、表 3-2 に示した具体の局面に特定されない、一般的な意味でのスケルトンのキャパシティを表すと考えても良いだろう。

それぞれの重回帰分析の結果を表 3-6 および表 3-7 に示す。なお重回帰モデル  $M_5$  については、いずれの変数も 0.05

表 3-6 重回帰分析の結果 ( $M_9$ )

| $M_9$      |         | 基準変数        | 重相関係数 | 決定係数  | 自由度調整済決定係数 |
|------------|---------|-------------|-------|-------|------------|
|            |         | LS          | 0.980 | 0.960 | 0.942      |
| 説明変数       | 標準偏回帰係数 | 標準偏回帰係数の絶対値 |       |       |            |
|            |         | 0.1         | 0.2   | 0.3   | 0.4        |
| 階高         | 0.286   |             |       |       |            |
| 専有面積       | 0.252   |             |       |       |            |
| 平面形状指数     | -0.051  |             |       |       |            |
| 住戸内躯体壁量    | -0.371  |             |       |       |            |
| 支持スラブ平均面積  | 0.096   |             |       |       |            |
| スラブ段差      | 0.108   |             |       |       |            |
| 住戸内主要梁の出寸法 | -0.018  |             |       |       |            |
| 外壁の構造壁率    | -0.085  |             |       |       |            |
| 住戸内排水縦管の有無 | 0.033   |             |       |       |            |

\*網掛けした変数は、有意水準 5% の有意検定で棄却されたものである。

表 3-7 重回帰分析の結果 ( $M_5$ )

| $M_5$    |         | 基準変数        | 重相関係数 | 決定係数  | 自由度調整済決定係数 |
|----------|---------|-------------|-------|-------|------------|
|          |         | LS          | 0.979 | 0.958 | 0.949      |
| 説明変数     | 標準偏回帰係数 | 標準偏回帰係数の絶対値 |       |       |            |
|          |         | 0.1         | 0.2   | 0.3   | 0.4        |
| 階高       | 0.340   |             |       |       |            |
| 専有面積     | 0.312   |             |       |       |            |
| 住戸内躯体壁量率 | -0.367  |             |       |       |            |
| スラブ段差    | 0.134   |             |       |       |            |
| 外壁の構造壁率  | -0.137  |             |       |       |            |

水準の t 検定において有意である。ここで  $M_9$  によって得られるキャパシティ評価値を  $c_9$ 、 $M_5$  によって得られるキャパシティ評価値を  $c_5$  とすれば、それぞれは下記の式によって与えられる。ここに  $a$  : 階高 (m)、 $b$  : 専有面積 ( $\text{m}^2$ )、 $c$  : 平面形状指数 ( $\text{m}/\text{m}^2$ )、 $d$  : 住戸内躯体壁量 ( $\text{m}/\text{m}^2$ )、 $e$  : 支持スラブ平均面積 ( $\text{m}^2$ )、 $f$  : スラブ段差 (m)、 $g$  : 住戸内主要梁の寸法 (m)、 $h$  : 外周壁の構造壁率、 $A$  : 住戸内排水縦管の有無 = (1, 2) である。

$$c_9 = -3.544 + 1.214a + 0.009b - 0.562c - 3.159d + 0.277 \times 10^{-2}e + 0.464f - 0.050g - 0.357h + 0.057A \quad (3-1)$$

$$c_5 = -4.381 + 1.441a + 0.011b - 3.122d + 0.579f - 0.575h \quad (3-2)$$

ここで、得られた回帰モデルを用いて専門家による評価対象とした集合住宅住戸 30 事例について評価を行ったところ、実際のキャパシティ平均評価値との関係は図 3-9 および図 3-10 に示すとおりとなった。実際のキャパシティ平均評価値と重回帰モデル  $M_9$  および  $M_5$  によるキャパシティ評価値との相関係数（重相関係数）は、それぞれ 0.980、0.979 と非常に高く、いずれの重回帰モデルも専門家による評価をよく再現していた。すなわち、これらを集合住宅住戸のスケルトンのキャパシティ評価モデルとして用いることに、ある程度の有効性が認められると考えられる。

さらに、得られた 2 つのキャパシティ評価モデルを用い、専門家による評価対象事例以外の未知の事例のキャパシティ評価を試みた。評価を試みた事例は、2000 年 3 月に建設された生活価値創造住宅開発技術研究組合（通称：ハウスジャパン）による次世代構造住宅開発事業の研究開発実証モデル住棟「Flexsus House 22」である。これは 2 章で取り上げた事例であるが、評価対象とした住戸の躯体平面図、躯体断面図、およびその概要を、図 3-11 に示す。

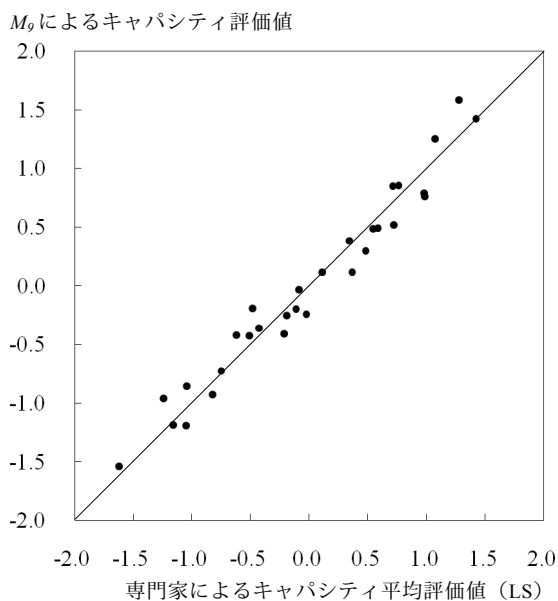


図 3-9  $M_9$  によるキャパシティ評価値と  
専門家によるキャパシティ平均評価値の関係

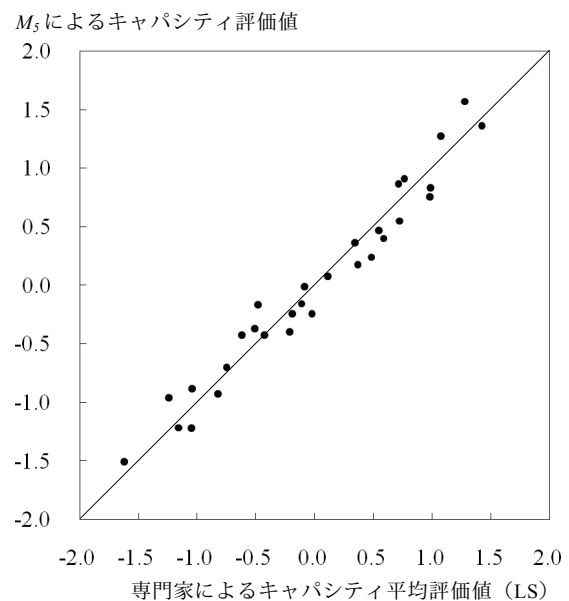


図 3-10  $M_5$  によるキャパシティ評価値と  
専門家によるキャパシティ平均評価値の関係

「Flexsus House 22」についての評価値は、 $M_9$ により算出したもので 1.492、 $M_5$ により算出したもので 1.528 と非常に高い値となった。これは専門家によるキャパシティ平均評価値の最も高かった「ひょうご 100 年住宅」と同水準の値である。「Flexsus House 22」は改修に対する自由度の高いスケルトンの開発研究の成果として建設されたものであり、またスケルトンの設計もひょうご 100 年住宅と同様、多様なインフィル設計を許容する人口土地的な躯体という考え方に基づいており、この評価値も妥当な値であるといつて良いだろう。以上の結果からも、得られたキャパシティ評価モデルの有効性が確認されたと考えて良いだろう。

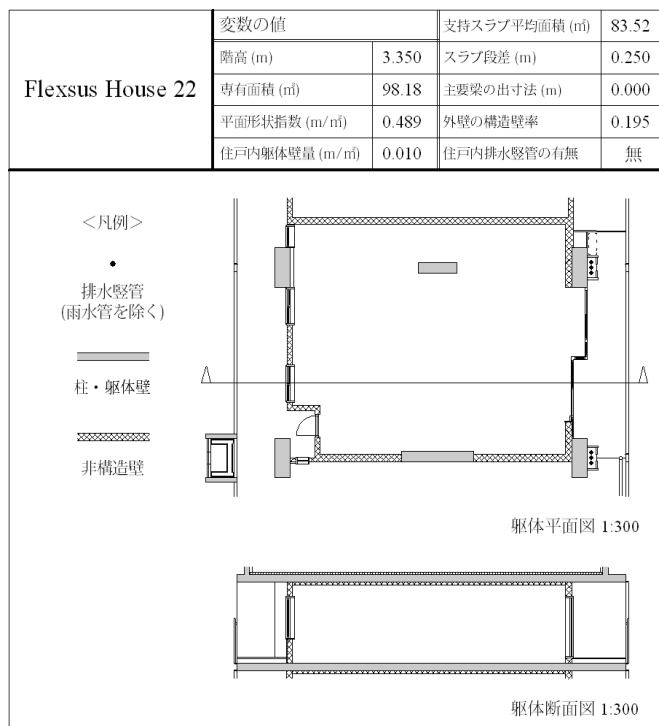


図 3-11 評価対象とした「Flexsus House 22」の住戸の概要

### 3.8. 小結

本章では、集合住宅のスケルトンのキャパシティ評価に関する数量値型有識者アンケートを行うことによって、多数の集合住宅住戸のスケルトンのキャパシティに関する専門家の評価結果を明らかにした。また、住戸の特性をパラメトリックに表現した上、各変数とキャパシティ評価値との関係を分析することにより、キャパシティ評価に大きく影響を及ぼす住戸の特性を明らかにした。さらに、キャパシティ評価値と住戸の特性に関する変数からなる多変量データに対し重回帰分析を適用することによって、スケルトンのキャパシティの定量的評価モデルを構築するとともに、その有効性を確認した。

ここで得られた最も重要な知見は、今まで漠然と語られることの多かったスケルトンのキャパシティが、スケルトンの性能の定量的な指標として位置づけられることを明らかにしたことである。ただし、ここではスケルトンがキャパシティという性能を発現する構造については触れてはいない。次章以降では、このキャパシティの構造を明らかにする。

## 参考文献

- 3-1) Fukao, S. : Century Housing System: Background and Status Report, Open House International, Vol.12, No.2, 1987
- 3-2) 小原誠：改修の円滑化のための建物各部位の構成についてー建物のライフサイクルに対応する構法計画の研究ー, 日本建築学会計画系論文報告集, No.361, pp.31-41, 1986.3
- 3-3) 安部暁, 巽和夫, 高田光雄, 坂田保司, 高井宏之, 長屋義隆：二段階供給方式における公共分譲住宅の実現化に関する研究ーその4 二段階供給方式における所有形態ー, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 計画系, pp.805-806, 1980.9
- 3-4) Boice, J., Ehrenkrantz, E., Macconnell, J. : School Construction Systems Development Project, Report of U.S. Department of Health, Education & Welfare, pp.65-70, Office of Education, U.S. Department of Health, Education & Welfare, 1965
- 3-5) Schmid, T., Testa, C. : Systems Building, Architektur Artemis, 1969
- 3-6) 巽和夫, 秋山哲一, 高田光雄：住宅供給における「公共化」の検討ーその1「公共化」の概念ー, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 計画系, pp.1701-1702, 1977.10
- 3-7) 秋山哲一, 巽和夫, 高田光雄：住宅供給における「公共化」の検討ーその2「公共化」の必要性ー, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 計画系, pp.1703-1704, 1977.10
- 3-8) 高田光雄, 巽和夫, 秋山哲一：住宅供給における「公共化」の検討ーその3「公共化」の手段ー, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 計画系, pp.1705-1706, 1977.10
- 3-9) 寺田高久, 巽和夫, 秋山哲一, 高田光雄, 熊野健司, 橋本宏, 八木博嗣：「公共化住宅」の構成に関する研究ーその1 住宅構成要素の検討ー, 日本建築学会学術講演梗概集, 計画系, pp.965-966, 1978.9
- 3-10) 八木博嗣, 巽和夫, 秋山哲一, 高田光雄, 熊野健司, 寺田高久, 橋本宏：「公共化住宅」の構成に関する研究ーその2 典型モデルの構想ー, 日本建築学会学術講演梗概集, 計画系, pp.967-968, 1978.9
- 3-11) 松村秀一：建築とモノ世界をつなぐーモノ・ヒト・産業、そして未来ー, 彰国社, 2005.7
- 3-12) Bosma, K., van Hoogstraten, D., Vos, M. : Housing for the Millions: John Habraken and the SAR (1960-2000), NAi Publishers, 2001
- 3-13) 南一誠, 関川尚子, 石見康洋：KEP エステート鶴巻-3 における居住履歴と住戸の可変性に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, No.621, pp.29-36, 2007.11
- 3-14) 江袋 聡司, 藤本 秀一, 小林 秀樹：SI 分離 2 段階供給方式における法・融資制度ー民間分譲集合住宅における 2 段階供給方式に関する研究 その2ー, 日本建築学会大会学術講演梗概集, F-1 分冊, pp. 1087-1088, 2002. 8
- 3-15) 岡村幸一郎, 長谷英昭：事務所建築における空間規模のフレキシビリティの定義及び試算, 日本建築学会論文報告集, No.281, pp.121-128, 1979.7
- 3-16) 岡村幸一郎, 矢野資洋：事務所建築のフレキシビリティに関する研究, 日本建築学会論文報告集, No.297, pp.101-109, 1980.11
- 3-17) 岡村幸一郎：事務所建築における空間利用効率の組織遷移率による推定理論および県庁舎におけるケース・スタディ, 日本建築学会論文報告集, No.331, pp.4-63, 1983.9
- 3-18) 安枝英俊, 高田光雄：マスハウジング期に建設された階段室型集合住宅の躯体のキャパシティ分析ー生活単位の個人化という視点からみた集合住宅のキャパシティ分析手法の開発 その1ー, 日本建築学会計画系論文集, No.569, pp.31-37, 2003.7
- 3-19) Li, J. Q. : Designing Constraints for Capacity Analysis of Residential Floor Areas, A Thesis for the Master of Architecture, Department of Architecture, Ball State University, 2004.7
- 3-20) 門脇耕三：構法計画条件に着目した集合住宅住戸の計画自由度の評価手法に関する研究, 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻修士論文, 2001.3



## 第4章 住戸の建築特性の記述とその影響関係

### 4.1. キャパシティの質的評価

前章では、キャパシティをスケルトンの性能として捉え、これを定量的に評価するモデルの構築を試みた。一方でこの評価モデルは、エキスパートジャッジの結果に基づいて構築されたものであり、スケルトンがキャパシティという性能を発現する建物の物理的構造については、議論が十分ではない。しかし、前章で構築した評価モデルの精査によってキャパシティの発現構造を明らかにすることは、下記に示す理由により原理的に困難である。

(3-1) 式および(3-2) 式により提示されたキャパシティ評価モデルは、重回帰モデルであり、したがって両者は変数間の線形独立性を仮定した線形式として表される。このことは、式を構成する変数がそれぞれ異なる性質のものであっても、性能としてのキャパシティに対しては、偏回帰係数に応じた効果を同じようにもたらすことが仮定されていることを意味している。たとえば(3-1) 式および(3-2) 式には、変数として階高と専有面積が組み込まれており、それぞれの標準偏回帰係数から両者はキャパシティ評価値に対して同程度寄与することがわかるが、一方で、建設技術的な観点からは、前者は設備配管や設備機器のレイアウトの自由度に寄与し、後者は平面計画の自由度に寄与すると考えるのが妥当である。つまり、前章で得られたキャパシティ評価モデルは、設備レイアウトの自由度や平面計画の自由度といったキャパシティの要素性能を、等価なものとして扱うことを可能にしたという利点をもつが、その反面、当該住戸のスケルトンのキャパシティがどのような性質のものであるのか、すなわち、どのような計画の自由度の高いスケルトンなのかを、判別することができないのである。そこで、上述のようなスケルトンのキャパシティの性質を、キャパシティの「質」と定義し、その評価手法について考察してみることとしよう。

前章において、スケルトンのキャパシティとは、スケルトンにより規定されるインフィル計画の自由度であると定義したが、この考え方は、集合住宅のビルディングシステムをスケルトンとインフィルという二つのサブシステムに区分して考えることによって導かれたものである。スケルトンとインフィルのあいだには、レベル(level)と呼ばれる意思決定に関する階層構造が想定されており、スケルトンはインフィルより上位の階層に位置するサブシステムであることは前章で述べたとおりであるが、一方で建物の物理的な構成に着目すれば、両者を構成する部材、すなわち建築構成材は、その定義のとおり重複することがない。

ここでサブシステムとして区分される建築構成材の集合論的な包含関係を考え、その包含関係により適宜される階層構造<sup>注4-1)</sup>を考えれば、スケルトンとインフィルは対等なサブシステムであると考えられる。なお、このように定義される階層構造においては、あるサブシステムによって包含されるサブシステムは、前者より下位のサブシ

注4-1) アレグザンダー (Alexander, C.) による著名な論文「都市はツリーではない (A City is not a Tree)」においても、集合論的な包含関係を階層構造として理解しようとする着想が認められる。文献 4-1 および文献 4-2 参照。

ステム<sup>注 4-2)</sup>であると考えることができる。たとえば、スケルトンとインフィルにより構成される建物全体をトータルシステムとして考えれば、スケルトン、インフィルともにトータルシステムより下位のサブシステムとして理解することができる。

このような観点からは、スケルトン、インフィルそれぞれのサブシステムについて、さらに下位のサブシステムの存在を想定することも可能である。すなわち、スケルトンやインフィルそれ自体を構成する建築構成材やその集合を、より下位のサブシステムとみなすことができるのであり、具体例を挙げれば、スケルトンを構成する躯体や、インフィルを構成する間仕切りなどである。ここで、スケルトンやインフィルがこうしたサブシステムの集積であると考えれば、スケルトン計画やインフィル計画もまた、より下位のサブシステム計画の集積として捉えることができるだろう。

これまでの議論により、スケルトン計画がインフィル計画に影響を及ぼすことが明らかになっているが、両者がより下位のサブシステム計画の集積であることを鑑みれば、このことはスケルトンの計画がインフィルを構成する個々のサブシステムの計画に影響を及ぼしていることを意味している。このとき、スケルトン計画がインフィルを構成するどのサブシステムにどのような影響を及ぼしているかを明らかにすることができれば、スケルトン計画によってインフィル計画が受ける制約をより具体的に把握することが可能になるだろう。前章で定義したとおり、スケルトンのキャパシティとはスケルトンによって規定されるインフィル計画の自由度のことであるから、すなわちこれによってキャパシティの質的評価が可能になると考えられる。

## 4.2. 住戸計画のパラメトリック表現によるサブシステム相互の影響関係の定量化

以上のような考え方に基づき、スケルトン計画がインフィル計画に及ぼす具体的影響を把握しようとする、個々のサブシステム計画の記述方法がまず課題となる。加えて、1 章で述べたとおり、本研究は住戸計画の自由度に関する定量的な議論を目指すものであるから、サブシステム相互の影響関係の定量化を視野においた記述方法を考案する必要がある。

そこでまず、集合住宅の住戸計画を多数の媒介変数を用いて、パラメトリックに表現する方法を考えてみよう。この方法は、前章で提示したキャパシティ評価モデルにおいて、スケルトンの特性を多数の変数を用いて表したことで

---

注4-2) 建築構法学分野で用いられる「サブシステム」という語について、たとえば深尾精一（文献 4-3）では、「建築物を構成する部分とその部分に関する仕事を一体として」捉えたものと定義されており、対して、建物を構成する物的なまとまりのみを指す場合は、野城智也（文献 4-4）に見られるように「建築構成材群」の語が用いられることがある。SI 住宅については、その源流となったオープンビルディング理論において、当初よりサポートやインフィルの自律生産性の向上が志向されており（文献 4-5 など参照）、したがってスケルトンおよびインフィルを、深尾が用いた意味でのサブシステムと呼ぶことに大きな齟齬はない。一方で、以降で言及するスケルトンやインフィルより「下位のサブシステム」とは、建物を構成する物的なまとまりの意味が強く、どちらかといえば「建築構成材群」の概念に近いものである。しかし本研究では混乱を避けるため、これらに対してもあえて「サブシステム」の語を用いることとする。

同様の考え方に基づくものであり、特定の住戸を多変数のデータ集合として表現しようとするものである。たとえば、キャパシティ評価モデル $M_5$ では、スケルトンの特性を階高、専有面積、住戸内躯体壁量、スラブ段差、外周壁の構造壁率の有無の5つの変数を用いて表していた。このとき変数の数は、重回帰モデルの有意検定の結果に基づいて決定されたものであったが、スケルトンの特性をより詳細に記述することのみを目的とすれば、変数の数を増やすことが有効であると考えられる。なお、スケルトンの特性とは、スケルトンの計画内容と言い換えることも可能であると考えられる。すなわち個々の変数の値は、具体的スケルトン計画についての特定の内容を表している。同様に、特定の住戸計画についての特定の内容を表す変数からなる多変量データを考えれば、これは住戸計画のパラメトリック表現となる。

ここで、個々の変数について考えてみると、住戸がスケルトンとインフィルの二つのサブシステムで構成される以上、それらの変数は、スケルトン計画のみによってその値が定まるものと、インフィル計画によってその値が定まるものに分類することが可能であると考えられる<sup>注4-3)</sup>。このとき、前者の集合が後者の集合に対して及ぼす影響は、スケルトン計画がインフィル計画に及ぼす影響と同義であり、その影響の度合いは、スケルトン計画がインフィル計画に与える制約であると考えられる。さらにスケルトンのキャパシティとは、この制約の負の効果であるとも考えることが可能である。

加えて、個々の変数の値は特定の住戸計画についての特定の内容を表すものであるから、同様に、インフィル計画によって定まる変数の値は、インフィル計画についての特定の内容を表している。したがって個々の変数についても、インフィルに含まれるいずれかの建築構成材の集合、すなわちインフィルより下位のサブシステムの計画によってその値が定まると考えることができる。このとき、スケルトン計画によって定まる変数の集合がインフィル計画によって定まる個々の変数に及ぼす影響を明らかにすることができれば、前節での議論の結論が同様に敷衍できるのであり、このことによって、キャパシティの質的評価が可能になると考えられる。

ただし、ここで注意しなくてはならないのは、スケルトン計画のみによって定まる変数同士の線形独立性が必ずしも仮定出来ないことである。前章では線形独立であると仮定できる変数を意図的に選択したのであり、むしろ互いが何らかの影響関係を持つと考える方が自然であろう。同様のことは、インフィル計画によって定まる変数にもあてはまる。そこで本章では、住戸計画に関係するなるべく多くの変数を抽出し、それらのすべての組み合わせについて、互いの影響関係を特定の集合住宅事例の統計分析によって明らかにすることとしよう。

### 4.3. 標本の概要

以上のような分析をするにあたって、まず、対象とする集合住宅事例を多数収集した。具体的には、日本において1980年から2004年までに建設された鉄筋コンクリート造、および鉄骨鉄筋コンクリート造（コンクリート充填鋼管

注4-3) より正確には、インフィル計画によってその値が定まる変数には、インフィル計画のみによってその値が定まる変数と、スケルトン計画およびインフィル計画によってその値が定まる変数の、両者が含まれると考えられる。

構造を含む)の中高層集合住宅<sup>注 4-4)</sup>158 事例であり、これらの供給主体、設計組織、建設会社などを通じ、その建築図面(住棟平面図、住棟断面図、住戸平面詳細図、住戸断面詳細図など)を収集した。さらに、各々の事例から一つの住戸を無作為に抽出し、分析の対象とした。ただし 2 章で述べたとおりの理由により、最上階、地上階、地階に位置する住戸、および複層型の住戸は対象から除外した。1980 年以降に建設された集合住宅を分析の対象としたのは、この時期には既にパンパネル方式の浴室、小型のガス給湯器、ダクトを用いた換気設備などが定着し、住戸計画に大きな影響を与える住戸設備の構法が、現在の一般的な集合住宅に用いられる構法と近いものとなっていると判断したことによる。

以上により収集された標本は、無作為抽出が行われたものではないため、標本の予備解析を行うとともに、母集団、すなわち日本において 1980 年以降に建設された鉄筋コンクリート造および鉄骨鉄筋コンクリート造の中高層集合住宅住戸の集団との相違について考察を行った。

分析の対象とした標本の概要を表 4-1 に示す。ここでは各事例をその性格にしたがって、標準的なプロジェクト、SI 住宅などの研究開発事業の一環として建設された提案的なプロジェクト<sup>注 4-5)</sup>、その他(建築家などによって設計された、特に意匠的な工夫が凝らされたものなど)に分類し、表中にその内訳を示した。供給主体別にみると、公団<sup>注 4-6)</sup>によって供給されたものが最も多く、次いで民間、公営、後者の順となっており、公共住宅の占める割合が約 3 分の 2 と高い。また提案的な事例の占める割合も、母集団と比してかなり高いと考えられる。

表 4-2 に標本の建設年代、表 4-3 に構造形式、表 4-4 にアクセス方式の分布を示す。建設年代をみると、多少のば

表 4-1 標本の概要

| 供給主体<br>分類 | 公営 | 公社 | 公団 | 民間 | 計   |
|------------|----|----|----|----|-----|
| 標準         | 13 | 5  | 49 | 33 | 100 |
| 提案         | 4  | 12 | 17 | 22 | 55  |
| その他        | 1  | 0  | 1  | 1  | 3   |
| 計          | 18 | 17 | 67 | 56 | 158 |

表 4-2 建設年代

| 建設年代  | 事例数 |
|-------|-----|
| 80-84 | 18  |
| 85-89 | 37  |
| 90-94 | 42  |
| 95-99 | 34  |
| 00-04 | 20  |
| 不明    | 7   |

4-3 構造形式

| 構造形式        | 事例数 |
|-------------|-----|
| 壁式          | 36  |
| 壁式ラーメン (WR) | 35  |
| 耐震壁付ラーメン    | 77  |
| 純ラーメン       | 10  |

表 4-4 アクセス形式

| アクセス方式 | 事例数 |
|--------|-----|
| 片廊下型   | 85  |
| 階段室型   | 47  |
| EVコア型  | 20  |
| 中廊下型   | 3   |
| その他・不明 | 3   |

EV コア型とは、エレベータホールを取り囲むように住戸が配置される形式を指す。

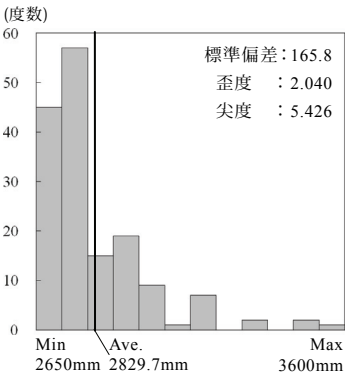


図 4-1 階高の分布

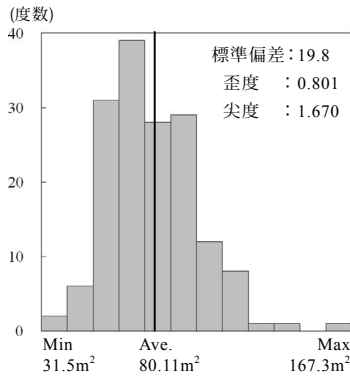


図 4-2 専有面積の分布

図 4-1 及び図 4-2 の横軸は、全標本の最小値を左端に、最大値を右端にとり、その 12 分の 1 の区間を棒の横幅としている。

注4-4) ここで「中高層住宅」とは、地上 3 階建て以上、かつ構造安全性審査を必要としない建物高さ 45m 以下のものと定義した。なお、建物高さの算定方法は、建築基準法施行令による。

注4-5) 具体的には、SI 住宅などと称して、国、公共団体、民間企業などが開発を行った住宅や、CHS 認定住宅などである。ここには、前章で専門家の評価対象とした住宅も含まれている。

注4-6) 住宅・都市整備公団、および都市基盤整備公団を指す。

らつきはあるものの年代ごとに大きな偏りはない。なお、建設年代が不明なものが7事例あるが、これらは資料から確実に1980年以降に建設されたと判断したものである。また同様に、構造形式、アクセス方式の分布にも、大きな偏りはないと考えられる。

図4-1に標本の階高、図4-2に専有面積の分布を示す。階高、専有面積の分布にも大きな偏りは見られない。階高は歪度<sup>注4-7)</sup>、尖度<sup>注4-8)</sup>ともにやや値が高く、正規分布との乖離が大きい。一般的に階高は2600mm程度が下限値であり、かつ低く抑えられる傾向にあることから、この分布は説明可能である。また専有面積は歪度、尖度ともに値は概ね良好であり、正規分布に近いが、具体的にみると、100m<sup>2</sup>超の住戸の占める割合が、14.6%（158事例中23事例）とやや高い。これは、本研究で扱った標本に提案型の住戸が多く含まれているためであると考えられる。標準型の住戸において100m<sup>2</sup>超の住戸の占める割合は10.0%（100事例中10事例）、提案型の住戸においては20.0%（55事例中11事例）であった。なお、住宅ストックの面積分布はいくつかの仮定の下では対数正規分布に近似されることが理論的に証明されており<sup>注4-9)</sup>、正規分布とはならないが、ここで専有面積が正規分布に近い結果となったのは、対象とした標本が中間階に位置するフラットタイプ住戸であり、比較的大規模な住戸が除外されていることに起因する可能性がある。

以上のように、今回の分析に用いる標本は、母集団との多少の乖離があることが否めない。したがって、以降で得られる結果の安易な一般化は危険ではあるが、建設年代や階高・専有面積といった建築特性に大きな偏りはなく、有益な示唆が得られると考えられる。

#### 4.4. 変数の抽出とその影響関係の概要

次に、集合住宅の住戸の特性を表すと考えられる157の変数について、その値を建築図面などの資料から測定した。うち133変数は量的変数であり、前述した階高および専有面積も、ここに含まれている。なお、これら133変数すべてについて、欠測値は0である。ただし、これらの変数の中には、同一の内容を表すものであるが測定の仕方が異なるものも含まれている<sup>注4-10)</sup>。

注4-7) 歪度 $\sqrt{b_1}$ は分布の左右対称度を表す指標であり、次の式 $\sqrt{b_1} = \sum_{i=1}^n ((x_i - \bar{x})/s)^3 / n$ で表される。ここに、 $x_i$ は特定の標本における変数 $x$ の値、 $\bar{x}$ は変数 $x$ の標本平均、 $s$ は変数 $x$ の標準偏差、 $n$ は標本の大きさである。分布が完全に左右対称となるとき、歪度の値は0となる。

注4-8) 尖度 $b_2$ は分布の裾の長さを表す指標であり、次の式 $b_2 = \sum_{i=1}^n ((x_i - \bar{x})/s)^4 / n - 3$ で表される。正規分布の場合、尖度は0となる。

注4-9) 具体的には、1) 物理的、社会的な意味で最小面積規模が存在する、2) ストック分布とフロー分布の形状が同一である、3) 面積規模の変化は比例的である、以上三つの仮定を満たすとき、ストックの面積分布は当初の分布にかかわらず次第に対数正規分布に接近する。文献4-6参照。

注4-10) たとえば、設備機器と、それに床下配管を介して接続する排水縦管との住戸平面上の距離について、ここでは両者の直線距離に加えて、実際の横引配管の長さに近いと考えられる住戸の基準線に従ったマンハッタン距離（直行する住戸基準線に平行な二本の直線を座標軸とし、一方を原点とした場合の、もう一方の座標の絶対値の和）を計測した。なお後の分析には、直線距離を採用している。

表 4-5 分析に用いた変数の定義と統計量

| 分類          | 番号 | 変数名             | 定義                                                                                              | 単位                 | 統計量               |                  |                  |
|-------------|----|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|
|             |    |                 |                                                                                                 |                    | 最小値<br>最大値        | 平均値<br>標準偏差      | 歪度<br>尖度         |
| 断面計画に関連する項目 | 1  | スケルトン天井高        | 階高より当該住戸における標準的なスラブ厚を減じた値。                                                                      | mm                 | 2470.0<br>3360.0  | 2642.5<br>153.9  | 2.481<br>7.852   |
|             | 2  | 標準天井高           | 標準的な居室の天井高。                                                                                     | mm                 | 2300.0<br>2700.0  | 2460.3<br>73.0   | 1.180<br>1.494   |
|             | 3  | 標準天井懐           | 標準的な居室の天井懐寸法（天井仕上り面から天井スラブ面までの寸法）。                                                              | mm                 | 0.0<br>600.0      | 69.2<br>101.3    | 2.504<br>8.717   |
|             | 4  | 標準床懐            | 標準的な居室の床懐寸法（床スラブ面から床仕上り面までの寸法）。                                                                 | mm                 | 0.0<br>730.0      | 115.7<br>112.8   | 2.910<br>10.181  |
|             | 5  | 最大床懐            | 二重床の最大懐寸法。                                                                                      | mm                 | 30.0<br>730.0     | 232.7<br>98.0    | 2.568<br>9.300   |
|             | 6  | 最大床段差           | 床仕上り面で生じる最大の段差寸法。玄関で生じる段差、浴室で生じる段差は対象としない。また、基準床仕上りレベルより下がった段差が設けられている場合は、符号を負とする。              | mm                 | -400.0<br>192.0   | 42.9<br>85.0     | -2.223<br>10.224 |
|             | 7  | スラブ段差           | スラブに段差が設けられている場合の段差寸法。逆梁の場合は、梁上端からスラブ上面までの寸法。                                                   | mm                 | 0.0<br>600.0      | 104.2<br>122.5   | 1.568<br>2.859   |
|             | 8  | スラブ下がり面積        | スラブが下げられている場合の下がった部分の面積。                                                                        | m <sup>2</sup>     | 0.000<br>110.885  | 15.252<br>24.743 | 2.345<br>4.985   |
| 設備計画に関連する項目 | 9  | 設備機器－排水堅管最大距離   | 設備機器とそれに床下配管で接続する排水堅管との住戸平面上の直線最大距離。排水堅管が住戸専有部外に設けられている場合は、両者を結ぶ直線上の外周壁までの距離。                   | m                  | 0.000<br>13.299   | 3.048<br>1.669   | 2.427<br>9.863   |
|             | 10 | 水廻り平面形状複雑度指数    | 水廻り（キッチンを除く）の周長を水廻りの面積の平方根で除した値。水廻りが分散配置されている場合や、複雑な平面形状をしている場合に値が高くなる。                         | m / m <sup>2</sup> | 3.239<br>7.685    | 4.841<br>0.749   | 0.870<br>0.116   |
|             | 11 | 水廻り－外周壁最短距離     | 水廻り（キッチンを除く）から住戸外周壁までの最短の距離。                                                                    | m                  | 0.000<br>7.300    | 2.216<br>2.045   | 0.303<br>-1.056  |
|             | 12 | 排水堅管数           | 当該住戸の設備機器に接続する排水堅管の数。数本の排水堅管が1つのパイプシャフトに収められている場合は、1と数える。                                       | なし                 | 1<br>4            | 2.108<br>0.719   | -0.059<br>-0.810 |
|             | 13 | 住戸内排水堅官率        | 住戸専有部に計画された排水堅管数を全ての排水堅管数で除した値。                                                                 | なし                 | 0.000<br>1.000    | 0.673<br>0.422   | -0.764<br>-1.168 |
| 平面計画に関連する項目 | 14 | 専有面積            | 当該住戸が区分所有されると仮定した場合の、住戸専有部分の面積。ただし、本研究では面積を壁心を基準として計測しているため、区分建物の専有面積とは一致しない。                   | m <sup>2</sup>     | 31.540<br>167.296 | 80.108<br>19.841 | 0.801<br>1.670   |
|             | 15 | 住戸平面形状複雑度指数     | 住戸の周長を住戸専有面積の平方根で除した値。折れ曲がった外周壁をもつ場合などに値が高くなり、住戸の外形の複雑さを表す。                                     | なし                 | 4.021<br>5.988    | 4.538<br>0.355   | 1.515<br>3.117   |
|             | 16 | 単位面積あたりの有効採光壁面長 | 開口部を計画することが可能な壁面の水平断面長の合計を住戸専有面積で除した値。                                                          | m / m <sup>2</sup> | 0.065<br>0.478    | 0.228<br>0.093   | 0.750<br>-0.315  |
|             | 17 | 外接壁面の割合         | 開口部を計画することが可能な壁面のうち、外部(共用部を含まない)に面する壁面の占める水平断面長の割合。                                             | なし                 | 0.368<br>1.000    | 0.728<br>0.187   | -0.284<br>-1.449 |
|             | 18 | 開口率             | 開口部の水平断面長の合計を住戸周長で除した値。                                                                         | なし                 | 0.081<br>0.439    | 0.211<br>0.058   | 0.923<br>1.244   |
|             | 19 | 私室の占める割合        | 私室面積の合計を専有面積で除した値。                                                                              | なし                 | 0.177<br>0.654    | 0.449<br>0.071   | -0.282<br>1.208  |
|             | 20 | 公室の占める割合        | 公室（リビング・ダイニング・キッチンなど）の面積の合計を専有面積で除した値。公室からのみ到達可能な収納の面積（納戸を除く）は、公室面積に含める。                        | なし                 | 0.152<br>0.576    | 0.330<br>0.065   | 0.157<br>1.061   |
|             | 21 | 廊下の占める割合        | 廊下の面積の合計を専有面積で除した値。廊下からのみ到達可能な収納の面積（納戸を除く）は、廊下面積に含める。                                           | なし                 | 0.051<br>0.199    | 0.106<br>0.028   | 0.650<br>1.026   |
|             | 22 | 水廻りの占める割合       | 水廻り（キッチンを除く）の面積の合計を専有面積で除した値。水廻りからのみ到達可能な収納の面積（納戸を除く）は、水廻り面積に含める。                               | なし                 | 0.072<br>0.176    | 0.112<br>0.020   | 0.669<br>0.639   |
|             | 23 | 無窓区画の占める割合      | 無窓の私室、無窓の公室、無窓の水廻り、無窓の廊下、無窓の納戸の面積の合計を住戸専有面積で除した値。                                               | なし                 | 0.000<br>0.653    | 0.306<br>0.129   | -0.119<br>-0.491 |
|             | 24 | 私室における無窓室の割合    | 無窓の私室の面積の合計を私室面積の合計で除した値。建築基準法第28条の4適用の続き間は無窓の私室と見なす。                                           | なし                 | 0.000<br>0.549    | 0.051<br>0.134   | 2.442<br>4.556   |
|             | 25 | 公室における無窓室の割合    | 無窓の公室の面積を公室面積の合計で除した値。                                                                          | なし                 | 0.000<br>1.000    | 0.341<br>0.294   | 0.660<br>-0.238  |
|             | 26 | 廊下における無窓区画の割合   | 廊下の無窓部分の面積を廊下面積の合計で除した値。                                                                        | なし                 | 0.000<br>1.000    | 0.840<br>0.311   | -1.752<br>1.664  |
|             | 27 | 水廻りにおける無窓区画の割合  | 無窓の水廻り（キッチンを除く）の面積の合計を水廻り面積の合計で除した値。                                                            | なし                 | 0.000<br>1.000    | 0.804<br>0.312   | -1.274<br>0.178  |
|             | 28 | 平均私室面積          | 私室面積の平均値。当該私室からのみ到達可能な収納の面積は、私室面積に含める。                                                          | m <sup>2</sup>     | 9.119<br>20.223   | 12.306<br>1.941  | 1.195<br>1.788   |
|             | 29 | 私室数             | 私室の数。有効採光を満たせないなどの理由で図面表記上は納戸などとされている場合でも、公室もしくは廊下から直接出入り可能、かつ面積が6m <sup>2</sup> 以上の室は、私室として扱う。 | なし                 | 1<br>5            | 2.949<br>0.764   | -0.262<br>0.965  |

\* 長さ、面積は全て図面上に表記された壁心を基準として計測している。

\*\* 公室、私室の定義は、次に示すとおりである。

公室：住戸の居室のうち、図面上で「居間」「食事室」「台所」もしくはそれに準ずる室名が表記され、当該住戸の居住者が共同で使用する事が想定されている室であり、他の住戸居住者の侵入を許さず、1人の居住者が専有した場合、他の居住者の日常的な生活に支障をきたすと考えられる室。

私室：住戸の居室のうち、上記で定義した公室以外の室。ただし、有効採光を満たせないなどの理由で、図面表記上は納戸などとされている場合でも、公室もしくは廊下から直接出入り可能、かつ面積が6m<sup>2</sup>以上の室は、私室として扱う。

表 4-6 相関行列

| 変数名               | 断面計画に関連する項目 |       |       |       |       |       |       |       | 設備計画に関連する項目 |       |       |       |       | 平面計画に関連する項目 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   | 1           | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9           | 10    | 11    | 12    | 13    | 14          | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    | 25    | 26    | 27    | 28    | 29    |
| 1 スケルトン天井高        | 1.00        | 0.20  | 0.64  | 0.71  | 0.70  | -0.51 | 0.69  | 0.65  | 0.55        | 0.29  | 0.05  | -0.37 | -0.37 | 0.24        | -0.09 | -0.09 | -0.08 | -0.02 | -0.18 | 0.13  | 0.07  | 0.07  | 0.08  | -0.02 | 0.03  | 0.04  | 0.00  | 0.23  | -0.01 |
| 2 標準天井高           | 0.20        | 1.00  | -0.19 | -0.22 | -0.18 | 0.04  | -0.07 | -0.10 | -0.07       | 0.13  | 0.04  | 0.00  | 0.11  | 0.18        | 0.01  | 0.00  | -0.01 | 0.08  | -0.11 | 0.09  | 0.14  | -0.13 | 0.00  | -0.04 | -0.01 | 0.07  | 0.04  | -0.01 | 0.11  |
| 3 標準天井横           | 0.64        | -0.19 | 1.00  | 0.20  | 0.34  | -0.20 | 0.33  | 0.25  | 0.34        | 0.27  | 0.10  | -0.22 | -0.30 | 0.27        | -0.02 | -0.11 | 0.00  | -0.11 | -0.24 | 0.18  | 0.12  | 0.01  | 0.06  | 0.12  | -0.07 | 0.06  | -0.05 | 0.15  | 0.00  |
| 4 標準床横            | 0.71        | -0.22 | 0.20  | 1.00  | 0.82  | -0.56 | 0.75  | 0.74  | 0.53        | 0.05  | -0.07 | -0.34 | -0.34 | -0.05       | -0.14 | -0.01 | -0.09 | 0.03  | -0.05 | 0.05  | -0.12 | 0.22  | 0.04  | -0.12 | 0.09  | -0.03 | 0.00  | 0.18  | -0.15 |
| 5 最大床横            | 0.70        | -0.18 | 0.34  | 0.82  | 1.00  | -0.49 | 0.86  | 0.66  | 0.58        | 0.10  | -0.07 | -0.43 | -0.42 | 0.08        | 0.05  | 0.06  | 0.00  | 0.06  | -0.03 | 0.00  | 0.03  | 0.08  | -0.05 | -0.13 | 0.04  | -0.14 | -0.06 | 0.29  | -0.08 |
| 6 最大床段差           | -0.51       | 0.04  | -0.20 | -0.56 | -0.49 | 1.00  | -0.70 | -0.67 | -0.43       | -0.02 | -0.01 | 0.24  | 0.20  | -0.10       | 0.05  | -0.05 | 0.09  | -0.02 | 0.02  | 0.02  | 0.00  | -0.11 | 0.05  | 0.10  | 0.04  | 0.00  | 0.06  | -0.19 | 0.04  |
| 7 スラブ段差           | 0.69        | -0.07 | 0.33  | 0.75  | 0.86  | -0.70 | 1.00  | 0.82  | 0.62        | 0.07  | -0.03 | -0.44 | -0.46 | 0.11        | -0.01 | 0.08  | -0.03 | 0.09  | -0.06 | 0.04  | 0.03  | 0.02  | -0.09 | -0.11 | -0.05 | -0.11 | -0.06 | 0.25  | -0.07 |
| 8 スラブ下がり面積        | 0.65        | -0.10 | 0.25  | 0.74  | 0.66  | -0.67 | 0.82  | 1.00  | 0.60        | 0.03  | -0.05 | -0.41 | -0.42 | 0.15        | -0.06 | 0.03  | -0.03 | 0.06  | -0.07 | 0.06  | -0.01 | 0.00  | -0.06 | -0.03 | -0.07 | -0.03 | -0.05 | 0.21  | -0.02 |
| 9 設備機器一排水堅管最大距離   | 0.55        | -0.07 | 0.34  | 0.53  | 0.58  | -0.43 | 0.62  | 0.60  | 1.00        | 0.04  | 0.00  | -0.59 | -0.57 | 0.22        | -0.16 | -0.13 | -0.04 | -0.06 | -0.07 | 0.11  | -0.02 | -0.08 | 0.00  | -0.03 | 0.02  | 0.01  | 0.03  | 0.15  | 0.08  |
| 10 水廻り平面形状複雑度指数   | 0.29        | 0.13  | 0.27  | 0.05  | 0.10  | -0.02 | 0.07  | 0.03  | 0.04        | 1.00  | 0.08  | 0.12  | -0.01 | 0.13        | 0.06  | -0.06 | -0.02 | -0.03 | 0.00  | -0.01 | 0.07  | 0.00  | 0.04  | 0.08  | -0.05 | 0.12  | 0.05  | 0.00  | 0.10  |
| 11 水廻り一外気面最短距離    | 0.05        | 0.04  | 0.10  | -0.07 | -0.07 | -0.01 | -0.03 | -0.05 | 0.00        | 0.08  | 1.00  | 0.00  | 0.27  | 0.00        | -0.23 | -0.41 | -0.40 | -0.27 | -0.09 | 0.07  | 0.16  | -0.19 | 0.23  | 0.12  | 0.00  | 0.14  | 0.50  | -0.22 | 0.09  |
| 12 排水堅管数          | -0.37       | 0.00  | -0.22 | -0.34 | -0.43 | 0.24  | -0.44 | -0.41 | -0.59       | 0.12  | 0.00  | 1.00  | 0.44  | -0.08       | 0.05  | 0.12  | 0.08  | 0.04  | 0.05  | -0.04 | -0.12 | 0.11  | -0.02 | 0.02  | -0.05 | -0.03 | 0.00  | -0.10 | -0.01 |
| 13 住戸内排水官率        | -0.37       | 0.11  | -0.30 | -0.34 | -0.42 | 0.20  | -0.46 | -0.42 | -0.57       | -0.01 | 0.27  | 0.44  | 1.00  | -0.23       | -0.07 | -0.19 | -0.17 | -0.15 | -0.04 | 0.05  | -0.06 | 0.09  | 0.18  | 0.07  | 0.15  | 0.08  | 0.22  | -0.27 | -0.07 |
| 14 専有面積           | 0.24        | 0.18  | 0.27  | -0.05 | 0.08  | -0.10 | 0.11  | 0.15  | 0.22        | 0.13  | 0.00  | -0.08 | -0.23 | 1.00        | 0.31  | 0.16  | 0.26  | 0.13  | 0.03  | -0.02 | 0.32  | -0.50 | -0.33 | -0.02 | -0.35 | -0.06 | -0.20 | 0.45  | 0.64  |
| 15 住戸平面形状複雑度指数    | -0.09       | 0.01  | -0.02 | -0.14 | 0.05  | 0.05  | -0.01 | -0.06 | -0.16       | 0.06  | -0.23 | 0.05  | -0.07 | 0.31        | 1.00  | 0.47  | 0.45  | 0.41  | 0.15  | -0.15 | 0.23  | -0.32 | -0.40 | -0.01 | -0.33 | -0.32 | -0.29 | 0.25  | 0.21  |
| 16 単位面積あたりの有効採光壁面 | -0.09       | 0.00  | -0.11 | -0.01 | 0.06  | -0.05 | 0.08  | 0.03  | -0.13       | -0.06 | -0.41 | 0.12  | -0.19 | 0.16        | 0.47  | 1.00  | 0.58  | 0.80  | 0.27  | -0.20 | 0.02  | -0.26 | -0.74 | -0.27 | -0.50 | -0.30 | -0.61 | 0.12  | 0.22  |
| 17 外接壁面の割合        | -0.08       | -0.01 | 0.00  | -0.09 | 0.00  | 0.09  | -0.03 | -0.03 | -0.04       | -0.02 | -0.40 | 0.08  | -0.17 | 0.26        | 0.45  | 0.58  | 1.00  | 0.40  | 0.05  | 0.04  | -0.03 | -0.18 | -0.44 | -0.14 | -0.34 | -0.15 | -0.37 | 0.18  | 0.16  |
| 18 開口率            | -0.02       | 0.08  | -0.11 | 0.03  | 0.06  | -0.02 | 0.09  | 0.06  | -0.06       | -0.03 | -0.27 | 0.04  | -0.15 | 0.13        | 0.41  | 0.80  | 0.40  | 1.00  | 0.25  | -0.20 | 0.06  | -0.20 | -0.61 | -0.26 | -0.44 | -0.27 | -0.40 | 0.03  | 0.23  |
| 19 私室の占める割合       | -0.18       | -0.11 | -0.24 | -0.05 | -0.03 | 0.02  | -0.06 | -0.07 | -0.07       | 0.00  | -0.09 | 0.05  | -0.04 | 0.03        | 0.15  | 0.27  | 0.05  | 0.25  | 1.00  | -0.89 | -0.22 | -0.25 | -0.38 | -0.21 | 0.02  | -0.31 | -0.20 | -0.14 | 0.61  |
| 20 公室の占める割合       | 0.13        | 0.09  | 0.18  | 0.05  | 0.00  | 0.02  | 0.04  | 0.06  | 0.11        | -0.01 | 0.07  | -0.04 | 0.05  | -0.02       | -0.15 | -0.20 | 0.04  | -0.20 | -0.89 | 1.00  | -0.13 | 0.08  | 0.28  | 0.16  | -0.03 | 0.35  | 0.12  | 0.08  | -0.53 |
| 21 廊下の占める割合       | 0.07        | 0.14  | 0.12  | -0.12 | 0.03  | 0.00  | 0.03  | -0.01 | -0.02       | 0.07  | 0.16  | -0.12 | -0.06 | 0.32        | 0.23  | 0.02  | -0.03 | 0.06  | -0.22 | -0.13 | 1.00  | -0.26 | -0.06 | 0.12  | -0.25 | -0.13 | 0.05  | 0.11  | 0.13  |
| 22 水廻りの占める割合      | 0.07        | -0.13 | 0.01  | 0.22  | 0.08  | -0.11 | 0.02  | 0.00  | -0.08       | 0.00  | -0.19 | 0.11  | 0.09  | -0.50       | -0.32 | -0.26 | -0.18 | -0.20 | -0.25 | 0.08  | -0.26 | 1.00  | 0.41  | 0.02  | 0.35  | 0.12  | 0.16  | 0.08  | -0.62 |
| 23 無窓区画の占める割合     | 0.08        | 0.00  | 0.06  | 0.04  | -0.05 | 0.05  | -0.09 | -0.06 | 0.00        | 0.04  | 0.23  | -0.02 | 0.18  | -0.33       | -0.40 | -0.74 | -0.44 | -0.61 | -0.38 | 0.28  | -0.06 | 0.41  | 1.00  | 0.37  | 0.64  | 0.45  | 0.57  | -0.17 | -0.40 |
| 24 私室における無窓室の割合   | -0.02       | -0.04 | 0.12  | -0.12 | -0.13 | 0.10  | -0.11 | -0.03 | -0.03       | 0.08  | 0.12  | 0.02  | 0.07  | -0.02       | -0.01 | -0.27 | -0.14 | -0.26 | -0.21 | 0.16  | 0.12  | 0.02  | 0.37  | 1.00  | -0.20 | 0.04  | 0.09  | -0.12 | -0.06 |
| 25 公室における無窓室の割合   | 0.03        | -0.01 | -0.07 | 0.09  | 0.04  | 0.04  | -0.05 | -0.07 | 0.02        | -0.05 | 0.00  | -0.05 | 0.15  | -0.35       | -0.33 | -0.50 | -0.34 | -0.44 | 0.02  | -0.03 | -0.25 | 0.35  | 0.64  | -0.20 | 1.00  | 0.13  | 0.26  | -0.13 | -0.24 |
| 26 廊下における無窓区画の割合  | 0.04        | 0.07  | 0.06  | -0.03 | -0.14 | 0.00  | -0.11 | -0.03 | 0.01        | 0.12  | 0.14  | -0.03 | 0.08  | -0.06       | -0.32 | -0.30 | -0.15 | -0.27 | -0.31 | 0.35  | -0.13 | 0.12  | 0.45  | 0.04  | 0.13  | 1.00  | 0.18  | -0.07 | -0.17 |
| 27 水廻りにおける無窓区画の割合 | 0.00        | 0.04  | -0.05 | 0.00  | -0.06 | 0.06  | -0.06 | -0.05 | 0.03        | 0.05  | 0.50  | 0.00  | 0.22  | -0.20       | -0.29 | -0.61 | -0.37 | -0.40 | -0.20 | 0.12  | 0.05  | 0.16  | 0.57  | 0.09  | 0.26  | 0.18  | 1.00  | -0.19 | -0.16 |
| 28 平均私室面積         | 0.23        | -0.01 | 0.15  | 0.18  | 0.29  | -0.19 | 0.25  | 0.21  | 0.15        | 0.00  | -0.22 | -0.10 | -0.27 | 0.45        | 0.25  | 0.12  | 0.18  | 0.03  | -0.14 | 0.08  | 0.11  | 0.08  | -0.17 | -0.12 | -0.13 | -0.07 | -0.19 | 1.00  | -0.20 |
| 29 私室数            | -0.01       | 0.11  | 0.00  | -0.15 | -0.08 | 0.04  | -0.07 | -0.02 | 0.08        | 0.10  | 0.09  | -0.01 | -0.07 | 0.64        | 0.21  | 0.22  | 0.16  | 0.23  | 0.61  | -0.53 | 0.13  | -0.62 | -0.40 | -0.06 | -0.24 | -0.17 | -0.16 | -0.20 | 1.00  |

0 ≤ |r| ≤ 0.2    0.2 < |r| ≤ 0.2    0.4 < |r| ≤ 0.7    0.7 < |r| ≤ 1.0

以上の変数について、値の分布状況などを吟味の上、29 変数を分析に用いる変数として採用することとした。表 4-5 にその定義と各種統計量を示す。ここでは各変数を便宜的に、住戸の断面計画に関連するもの、設備計画に関連するもの、平面計画に関連するものの 3 つに分類し、その分類にしたがって変数を並べている。ここには、歪度あるいは尖度の絶対値がかなり大きな値を示している変数もあるが、変数変換等は特に行ってはいない。

これら 29 変数について、その影響関係を把握するため、表 4-6 に示すとおり相関行列を作成した。さらに、相互の影響関係の全体像を把握するために、相関行列を出発行列とした主成分分析を適用した。主成分分析は、固有値は 1 以上の主成分までで打ち切り、結果 8 つの主成分が検出された。それぞれの固有値、寄与率、および累積寄与率を、表 4-7 に示す。固有値、寄与率の値とも、第 1 主成分と第 2 主成分が、他の主成分に

比して著しく大きいと、特にこの 2 つの主成分については、因子負荷量の散布図を図 4-3 に示した。ただし、キャパシティに及ぼす効果の正負が第 1 主成分と第 2 主成分では逆転していると考えられるため、ここで第 2 主成分の因

表 4-7 各主成分の固有値と寄与率

|       | 固有値   | 寄与率   | 累積寄与率 |       | 固有値   | 寄与率   | 累積寄与率 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 第1主成分 | 5.909 | 0.204 | 0.204 | 第5主成分 | 1.413 | 0.049 | 0.597 |
| 第2主成分 | 5.179 | 0.179 | 0.382 | 第6主成分 | 1.299 | 0.045 | 0.641 |
| 第3主成分 | 2.473 | 0.085 | 0.468 | 第7主成分 | 1.265 | 0.044 | 0.685 |
| 第4主成分 | 2.327 | 0.080 | 0.548 | 第8主成分 | 1.190 | 0.041 | 0.726 |

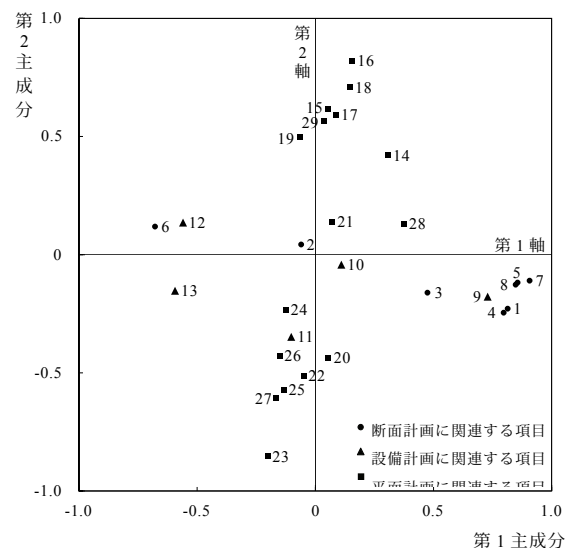


図 4-3 第 1・第 2 主成分の因子負荷量による変数の布置

子負荷量は、すべての変数の符号を反転して表示している。  
また、第1主成分および第2主成分の因子負荷量を表4-8にあわせて示した。

第1主成分と第2主成分の因子負荷量散布図において、第1軸の近傍には断面計画及び設備計画に関連する変数が、また、第2軸の近傍には平面計画に関連する変数が集中しており、住戸の断面計画と設備計画の間には密接な関係があるが、平面計画はこれらとほぼ独立に決定されていることが示唆される結果となった。また標準天井高、水廻りの平面形状の複雑さを表す指標、住戸において廊下部分が占める割合といった変数は、第1主成分、第2主成分とも因子負荷量の絶対値が小さく、他の変数とは独立して決定される傾向にあると考えられる。

以上のように、密接な関係をもつ変数についての二つの集合が見いだされたので、次にそれぞれの集合について、より詳しく見てみることにしよう。なお、専有面積の因子負荷量は第1主成分で0.309、第2主成分で-0.426の値を示しており、例外的にいずれの主成分についての因子負荷量が大きい。つまり、専有面積は住戸計画に関するある種の総合性を備えていると考えられる。

表 4-8 各変数の因子負荷量

| 変数名                | 因子負荷量  |        |
|--------------------|--------|--------|
|                    | 第1主成分  | 第2主成分  |
| 1 スケルトン天井高         | 0.813  | 0.232  |
| 2 標準天井高            | -0.059 | -0.045 |
| 3 標準天井懐            | 0.473  | 0.162  |
| 4 標準床懐             | 0.800  | 0.244  |
| 5 最大床懐             | 0.857  | 0.117  |
| 6 最大床段差            | -0.682 | -0.118 |
| 7 スラブ段差            | 0.906  | 0.112  |
| 8 スラブ下がり面積         | 0.846  | 0.126  |
| 9 設備機器－排水堅管最大距離    | 0.730  | 0.175  |
| 10 水廻り平面形状複雑度指数    | 0.110  | 0.041  |
| 11 水廻り－外周壁最短距離     | -0.101 | 0.347  |
| 12 排水堅管数           | -0.557 | -0.137 |
| 13 住戸内排水堅官率        | -0.593 | 0.154  |
| 14 専有面積            | 0.309  | -0.426 |
| 15 住戸平面形状複雑度指数     | 0.050  | -0.619 |
| 16 単位面積あたりの有効採光壁面長 | 0.153  | -0.824 |
| 17 外接壁面の割合         | 0.081  | -0.593 |
| 18 開口率             | 0.144  | -0.709 |
| 19 私室の占める割合        | -0.065 | -0.504 |
| 20 公室の占める割合        | 0.047  | 0.429  |
| 21 廊下の占める割合        | 0.070  | -0.144 |
| 22 水廻りの占める割合       | -0.050 | 0.505  |
| 23 無窓区画の占める割合      | -0.202 | 0.849  |
| 24 私室における無窓室の割合    | -0.131 | 0.233  |
| 25 公室における無窓室の割合    | -0.135 | 0.565  |
| 26 廊下における無窓区画の割合   | -0.151 | 0.428  |
| 27 水廻りにおける無窓区画の割合  | -0.166 | 0.601  |
| 28 平均私室面積          | 0.375  | -0.136 |
| 29 私室数             | 0.034  | -0.564 |

#### 4.5. 断面計画および設備計画に関する変数の影響関係

断面計画及び設備計画に関連する変数の中で最も多くの変数と強い相関が認められるのは、スケルトン天井高、すなわち階高からスラブ厚を減じた値であるが、スケルトン天井高と直接の関係をもつ変数は、標準天井高、標準天井懐、標準床懐、最大床懐、スラブ段差であり、他はこれらを介した間接的な関係であると考えられる<sup>注4-11)</sup>。スケルトン天井高と直接に関係すると考えられる変数のうち、標準天井懐、標準床懐、最大床懐との相関は強く、標準天井高との相関は弱い。主成分分析の結果も、標準天井高は他の断面方向の寸法とは独立に計画される傾向にあることを示唆していたが、これは、ある一定の天井高を設定した上で、必要な天井懐と床懐を確保し、階高を決定するという設計プロセスが少なからず採用されているためであると考えられる。

注4-11) 二つの変数の有意な相関は、両者に直接的な関連がある場合と、他の変数の介在による間接的な関連がある場合の、二通りの解釈を考えることができる。どちらの解釈を採用するかを決定するためには、両者の条件付き独立性を検証することが必要であるが、この検証は次章で行うこととする。

標準床懷は、スラブ下がり面積、すなわちスラブに段差などが設けられている部分の面積との相関がかなり強い。また、スラブ下がり面積と設備機器と排水縦管の最大距離との間にも、強い相関が認められる。以上を総合すれば、階高の増大の間接的な効果として、設備機器や水廻り配置の自由度が向上することが考えられる。一方で、スラブ下がり面積や設備機器と排水縦管の最大距離と、水廻りの平面形状の複雑度指数との間に相関関係は認められず、一見すると広い床下空間の確保が必ずしも水廻りの自由な配置につながらないことを示す結果となっている。しかし、排水縦管の数をみると、設備機器と排水縦管の最大距離との間に強い負の相関があり、横引管を長く引き廻せない場合は、排水縦管を分散的に計画することによって、水廻りの平面計画への対応がなされていると考えられる。このことは、設備機器と排水縦管の最大距離が小さくなるほど、排水縦管が住戸内に計画される割合が高くなっていることから裏付けられる。

標準床懷や最大床懷、スラブ段差は、床段差の最大値とも強い負の相関があり、床懷を深くとっておくことは、住戸のバリアフリー化に対しても有効である。

#### 4.6. 平面計画に関する変数の影響関係

平面計画に関連する変数の中で、最も多くの変数と強い相関が認められるのは、「単位面積あたりの採光可能な壁面の長さ」である。この変数は住戸の採光条件を表す指標であり、佐々木誠らや花里俊廣らによって、集合住宅住戸における室配置の自由度との関連が指摘されている<sup>注4-12)</sup>。今回の分析でも、様々な変数との興味深い関係を見いだすことができた。

まず指摘すべきは、「住戸において無窓の区画が占める割合」と強い負の相関が認められることである。また「外周壁のうち、共用部以外の外部に面する壁面の占める割合」も、無窓区画の割合との間に強い負の相関が認められる。

室の用途別にどの程度の無窓室が生じているかをみると、単位面積あたりの採光可能壁面長の値が小さく、結果として無窓区画の割合が高くなっても、原則として採光が求められる私室がいわゆる行燈部屋として計画されることは少なく、公室における無窓室や無窓の水廻りが増加することが多い。このことは、採光が充分でない住戸においては、私室以外の室が外部に面さないように配置されることが多いことを表している。また、単位面積あたりの採光可能壁面長と平均私室面積の間には弱い相関があり、また、私室の数とも同程度の相関が認められた。つまり採光が充分でない場合、住戸を細かい区画に分割することが困難であり、そのような住戸の平面計画の自由度は低いと考えられる。

単位面積あたりの採光可能壁面の長さ、水廻りから外周壁までの最短距離の間には、やや強い負の相関が認められる。このことは、住戸の採光が充分でないと、水廻りは住戸の中央部に計画されることが多いことを表しており、

注4-12) 佐々木ら（文献 4-7）は、住戸の採光条件を本研究と同様の指標を用いて表し、集合住宅における室配置の自由度との関係を考察している。また、花里ら（文献 4-8）も、同様の指標を用いて、100m<sup>2</sup> 超の大型住戸の分析を行い、この値が高い住戸では、特に水廻り計画の自由度が向上することを明らかにしている。

水廻り配置の自由度を向上させるためには、高い階高や広い床下空間の確保だけではなく、採光の充分にとれる間口の広い住戸を計画しておくことなどが重要であることが示唆される。

#### 4. 7. 散布図にみる変数の関係

次に散布図を用いて、変数相互の具体的な影響関係をより詳細に分析した。まず、標準スケルトン天井高と標準天井高の関係（図 4-4-1）をみると、2400mm、2450mm、2500mm といったいわゆる丸い寸法の天井高が計画されている I 群と、それ以外の II 群に分類することが出来る。両者の相関係数は全体では 0.20 であるが、I 群の相関係数は 0.24、II 群は 0.38 であり、天井高がスケルトン天井高によらずに決定されている傾向が、I 群でより強い。スケルトン天井高が 2800mm を超える住戸のほとんど全てが I 群に含まれていることも特徴的である。天井高に丸い寸法が採用されなかった事例は、高さ方向寸法の制約により、やむなくきの悪い寸法で天井高が決定された可能性があり、したがって以上の結果は、スケルトン天井高が 2800mm 程度を越えると、天井高決定の自由度がかなり向上することを示していると考えられる。

標準床懐と最大床懐の関係（図 4-4-2）をみると、標準床懐が 160mm を超える近辺から、室内床段差はほとんど発生していないことがわかる。また、標準床懐が 250mm 程度以上確保されていると、標準床レベルより下がった室が計画され、あわせて室内階段などが設けられることもある。床段差が生じなくなる 160mm 以上の標準床懐は、先の分析と同じく、スケルトン天井高が 2800mm、階高にして約 3m を超えると、概ね確保可能となる（図 4-4-3）。

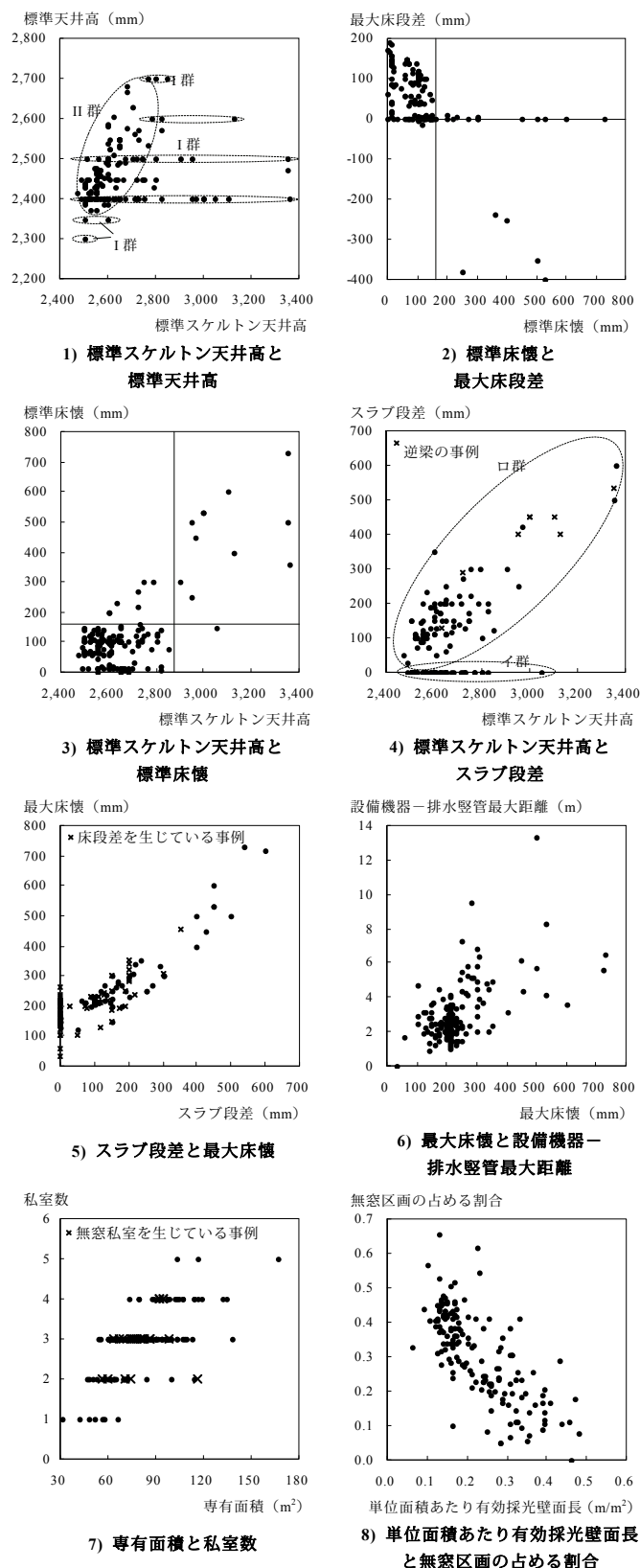


図 4-4 散布図にみる変数間の関係

標準スケルトン天井高とスラブ段差の関係をみると（図 4-4-4）、スラブに段差などが設けられていないイ群と、段差などが設けられているロ群に分類することができる。スラブ段差が 400mm を超えるものには、逆梁構法が採用された事例が多い。

スラブ段差と最大床懐の関係をみると（図 4-4-5）、両者はほぼ線形的な関係にある。また、床段差の有無で層別すると注 4-13）、スラブ段差の設けられていないほぼ全ての事例で床段差が生じている。さらに、最大床懐の値が大きくなるほど、設備機器から排水縦管までの最大距離にばらつきが生じており（図 4-4-6）、深い床懐が確保された事例は、現状の平面計画からの要請だけではなく、将来の水廻りの可変性などまでが考慮されて、床懐が決定されていると考えられる。

専有面積と私室数の関係をみると（図 4-4-7）、両者の相関は高いが、専有面積が一定の場合でも、計画される私室数の幅はかなり広い。ここで、無窓の私室を生じているか否かで層別したが、あまり明確な傾向は見いだせなかった。

一方で、単位面積あたりの有効採光壁面長と、住戸において無窓の区画が占める割合との間には、明白な傾向が認められ（図 4-4-8）、単位面積あたりの有効採光壁面長が 0.2 を切ると、多くの事例で専有面積の 3 割以上が無窓の区画となっている。

また、アクセス方式ごとの平均値を算出すると、単位面積あたりの有効採光壁面長は、片廊下型：0.196、階段室型：0.279、EV コア型：0.252、中廊下型：0.085 であり、住戸において無窓区画の占める割合は、片廊下型：0.345、階段室型、0.236、EV コア型：0.305、中廊下型：0.444 であった。この結果は、住棟計画や住戸配置計画が、住戸計画にまで強い影響を及ぼしていることを表しており、このことについても今後の議論が必要であろう。

## 4. 6. 小結

本章では、集合住宅の住戸計画の特性を表す様々な変数について、それらの影響関係を定量的に把握した。全体として、住戸の断面計画と設備計画は密接な関連のもと決定されているが、平面計画は断面計画や設備計画とは独立に決定されていることを示す結果が得られた。また、変数間の影響関係を散布図を用いて検討することにより、住戸計画に支配的な影響を及ぼす変数が、下記の通り明らかとなった。

- 1) 住戸の断面計画と設備計画に特に強い影響を及ぼすのはスケルトン天井高であり、スケルトン天井高の高い住戸では、断面計画や水廻り配置の自由度が向上する。
- 2) 住戸の平面計画に特に強い影響を及ぼすのは住戸の採光条件であり、採光条件の良い住戸では、平面計画の自由度が向上する。また、住戸の採光条件は水廻りの位置決定にも影響を及ぼしており、水廻り配置の自由度を向上させるためには、高いスケルトン天井高を確保するだけではなく、採光の充分にとれる住戸を計画しておくことが重要である。

---

注4-13) ここでは、最大床段差の符号が負となるものについては、床段差の生じている事例に含めずに層別を行った。

さらに、各変数は互いに複雑に影響しあっており、その影響関係は連鎖的な性質を有することを示す結果が得られた。たとえば、階高が増大するとスラブ段差が大きくなる傾向にあり、スラブ段差が大きくなると深い床懐が確保されやすく、深い床懐が確保されると排水立管から水廻りまでの距離が大きくなる、といったような因果連鎖をいくつかの変数については想定可能である。このような連鎖的な影響関係は、住戸計画のみにとどまらず、住棟計画や住戸配置計画が、住戸計画にまで強く影響を及ぼしていると考えられる。前述の通り、住戸の採光条件は住戸の平面計画に特に強く影響を及ぼすが、住戸の採光条件は住棟のアクセス形式に大きく依存することは、既にみたとおりである。

ただし、ここで見いだされた影響関係の中には、冗長な影響関係、すなわち、他の影響因子の介在による疑似的な影響関係が含まれている可能性が高く、これらを排し、直接的な影響関係を見いだすことが必要である。また、本章で行った分析は計画内容相互の単相関を扱ったものであるが、多くの場合、住戸各部の計画内容には他の複数部分の計画内容が影響しており、これらを統一的に扱った分析が必要である。そこで次章では、多変数間の直接的な影響関係に着目し、これを明らかにしていこう。

## 参考文献

- 4-1) Alexander, C. : A City is not a Tree, Part I, Architectural Forum, Vol. 122, No. 1, pp. 58-62, 1965.4
- 4-2) Alexander, C. : A City is not a Tree, Part II, Architectural Forum, Vol. 122, No. 2, pp. 58-62, 1965.5
- 4-3) 深尾精一：建築生産のサブシステム化に関するルールについて ―その 1・サブシステムの空間領域―，日本建築学会論文報告集，No.246，pp.81-87，1976.8
- 4-4) 野城智也：建築構成材群に投入された資源の年当り消費量の評価方法に関する基礎的研究，日本建築学会計画系論文集，No.461，pp.131-140，1994.7
- 4-5) 松村秀一：ネオ・ヴァナキュラー考 ―第12回「SI住宅」―，新建築住宅特集，1998年1月号，pp.166-171，1997.12
- 4-6) 石坂公一：首都圏における住宅の敷地規模分布の特性について，昭和59年度日本都市計画学会学術研究論文集，pp.457-462，1984
- 4-7) 佐々木誠，花里俊廣：新築民間分譲マンションにおける住戸定型化とその要因の分析，日本建築学会計画系論文集，No.535，pp.59-66，2000.9
- 4-8) 花里俊廣，佐々木誠，大竹友美，平野雄介：首都圏で供給される民間分譲マンション大型住戸の建築計画上の特徴，日本建築学会計画系論文集，No.570，pp.9-15，2003.8



## 第5章 住戸の建築特性の影響構造

### 5.1. ビルディングシステムの二元分割によらないキャパシティ

前章では、多数の変数を用い、集合住宅の住戸計画をパラメトリックに記述した上、変数間の相関の強さを統計的に導いた。ここで変数間の相関の強さは、住戸のある建築的な特性が他の特性に及ぼす影響力の強さを表していると解釈できる。前章では、ほとんどの変数が他の複数の変数と影響関係をもつことを明らかにしたが、影響関係の強さを単相関係数で表しているため、影響関係が認められた変数の対の中に、他の変数の介在による冗長な影響関係で結ばれた対が存在する可能性が高いことが課題であった。そこで本章では、多変数間の直接的な影響関係を明確にし、集合住宅の住戸計画において成立する建築特性の影響構造を明らかにする。

ところで、前章で扱った変数の中には、スケルトンの計画のみによってその値が定まる変数と、インフィルの計画がその値に影響を及ぼす変数があることは、既に述べたとおりである。このことに加えて、スケルトン計画によって値が定まる変数同士、あるいはインフィルの計画が値に影響を及ぼす変数同士が線形独立でないという結果は、スケルトンの計画内容がインフィル計画の内容に影響を及ぼしているのと同様に、スケルトンやインフィルというサブシステムを構成するより下位レベルのサブシステムも、互いの計画内容に影響を及ぼしあっていることを示唆している。このことは、スケルトン / インフィルという、ビルディングシステムの単純な二元分割によらないキャパシティの概念が成立しうることを示していると考えられる。つまり、与条件となる変数の値によって定まる他の変数の値域は、住戸のある建築特性が定まったときの、他の建築特性に関する計画可能域を示しており、これは住戸の任意の部分によって定まるキャパシティに他ならない。本章では、以上のような考え方に基づいたキャパシティの評価手法を提示する。

### 5.2. 多変量データへのグラフィカルモデリングの適用

本章で分析の対象とするのは、前章で用いた多変量データの一部である。ここで用いた変数は19の量的変数であるが、うち18変数は住戸計画の特性を表す変数であり、1変数は建設年である。建設年を変数として加えたのは、住戸計画の特性を表す変数のうちいくつかは建設年との相関が認められるためである。本章では、多変量データに建設年を組み込んでおくことによって、後述する統計的方法により建設年を介した擬似相関を取り除く。

各変数の定義および統計量を表5-1に示す。前章と同様、住戸の建築特性に関する変数については、住戸の断面計画に関する変数、設備計画に関する変数、平面計画に関する変数の3種に分類している。これらの変数は、全体とし

表 5-1 分析に用いた変数の定義と統計量

| 分類   | 番号 | 変数名             | 定義                                                                                        | 単位             | 統計量               |                  |                  |
|------|----|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|------------------|------------------|
|      |    |                 |                                                                                           |                | 最小値<br>最大値        | 標本平均<br>標準偏差     | 歪度<br>尖度         |
| 断面計画 | 1  | スケルトン天井高        | 当該住戸における階高より標準的なスラブ厚を減じた値。                                                                | mm             | 2470.0<br>3360.0  | 2642.5<br>153.9  | 2.481<br>7.852   |
|      | 2  | 標準天井高           | 標準的な居室の天井高。                                                                               | mm             | 2300.0<br>2700.0  | 2460.3<br>73.0   | 1.180<br>1.494   |
|      | 3  | スラブ段差           | スラブに段差が設けられている場合の段差寸法。<br>逆梁の場合は、梁上端からスラブ上面までの寸法。                                         | mm             | 0.0<br>600.0      | 104.2<br>122.5   | 1.568<br>2.859   |
|      | 4  | スラブ下がり面積        | スラブに段差が設けられている場合の、スラブが下がった部分の面積。                                                          | m <sup>2</sup> | 0.000<br>110.885  | 15.252<br>24.743 | 2.345<br>4.985   |
| 設備計画 | 5  | 設備機器－排水堅管最大距離   | 設備機器と、それに床下配管で接続する排水堅管との住戸平面上の最大直線距離。<br>排水堅管が住戸専有部外に設けられている場合は、両者を結ぶ直線上の外周壁までの距離。        | m              | 0.000<br>13.299   | 3.048<br>1.669   | 2.427<br>9.863   |
|      | 6  | 水廻り－採光可能外周壁最短距離 | 水廻り（キッチンを除く）から有効採光が得られる開口部を計画することが可能な壁面までの住戸平面上の最短のマンハッタン距離。                              | m              | 0.000<br>7.300    | 2.216<br>2.045   | 0.303<br>-1.056  |
|      | 7  | 排水堅管数           | 当該住戸の設備機器に接続する排水堅管の数。<br>数本の排水堅管が1つのパイプシャフトに格納されている場合は、1と数える。                             | (度数)           | 1<br>4            | 2.108<br>0.719   | -0.059<br>-0.810 |
|      | 8  | 住戸内排水堅管数        | 住戸専有部に計画された排水堅管の数。<br>排水堅管数と同様、数本の排水堅管が1つのパイプシャフトに格納されている場合は、1と数える。                       | (度数)           | 0<br>4            | 1.551<br>1.068   | -0.229<br>-1.075 |
| 平面計画 | 9  | 専有面積            | 当該住戸が区分所有されると仮定した場合の、住戸専有部分の面積。ただし、本研究では面積を壁心を基準として計測しているため、区分建物の専有面積とは一致しない。             | m <sup>2</sup> | 31.540<br>167.296 | 80.092<br>19.945 | 0.801<br>1.670   |
|      | 10 | 有効採光壁面長         | 有効採光が得られる開口部を計画することが可能な壁面の水平断面長の合計。                                                       | m              | 3.100<br>49.090   | 18.544<br>9.473  | 0.932<br>0.279   |
|      | 11 | 私室面積            | 私室面積の合計。<br>私室からのみ到達可能な収納の面積は、私室面積に含める。                                                   | m <sup>2</sup> | 11.745<br>77.495  | 36.004<br>10.600 | 0.699<br>1.648   |
|      | 12 | 公室面積            | 公室（リビング・ダイニング・キッチンなど）の面積の合計。<br>公室からのみ到達可能な収納の面積（納戸を除く）は、公室面積に含める。                        | m <sup>2</sup> | 9.551<br>51.395   | 26.672<br>8.124  | 0.284<br>0.186   |
|      | 13 | 水廻り面積           | 水廻り（キッチンを除く）の面積の合計。<br>水廻りからのみ到達可能な収納の面積（納戸を除く）は、水廻り面積に含める。                               | m <sup>2</sup> | 4.964<br>23.886   | 8.795<br>2.180   | 3.113<br>16.086  |
|      | 14 | 無窓私室面積          | 無窓の私室の面積の合計。<br>建築基準法第28条の4適用の続き間は無窓の私室と見なす。                                              | m <sup>2</sup> | 0.000<br>21.450   | 1.665<br>4.315   | 2.468<br>5.053   |
|      | 15 | 無窓公室面積          | 無窓の公室の面積をの合計。                                                                             | m <sup>2</sup> | 0.000<br>26.000   | 8.486<br>6.583   | 0.199<br>-0.943  |
|      | 16 | 無窓水廻り面積         | 無窓の水廻り（キッチンを除く）の面積の合計。                                                                    | m <sup>2</sup> | 0.000<br>23.886   | 7.071<br>3.176   | 0.423<br>4.506   |
|      | 17 | 私室数             | 私室の数。有効採光を満たせないなどの理由で図面表記上は納戸などとされている場合でも、公室もしくは廊下から直接出入り可能、かつ面積が6㎡以上の室は、私室として扱う。         | (度数)           | 1<br>5            | 2.949<br>0.764   | -0.262<br>0.965  |
|      | 18 | 建設年             | 当該集合住宅が建設された西暦年。この変数のみ欠測値があり、その度数は7である。ただし、建設年が不明な標本は全て、資料より確実に1980年以降に建設されたものと判断したものである。 | (西暦年)          | 1980<br>2004      | 1992.0<br>5.8    | 0.082<br>-0.954  |

\* 長さ、面積は全て図面上に表記された壁心を基準として計測している。

\*\* 公室、私室の定義は、次に示すとおりである。

公室：住戸の居室のうち、図面上で「居間」「食事室」「台所」もしくはそれに準ずる室名が表記され、当該住戸の居住者が共同で使用する事が想定されている室であり、他の住戸居住者の侵入を許さずに、1人の居住者が専有した場合、他の居住者の日常的な生活に支障をきたすと考えられる室。

私室：住戸の居室のうち、上記で定義した公室以外の室。ただし、有効採光を満たせないなどの理由で、図面表記上は納戸などとされている場合でも、公室もしくは廊下から直接出入り可能、かつ面積が6㎡以上の室は、私室として扱う。

て住戸計画の特徴をよく表すと考えられる組合せであるが、住戸配列や対象とした住戸以外の住戸の特性を表す変数は含まれていない。つまり、本章で扱うキャパシティは、住戸の領域が定まった上での当該住戸の住戸計画に関するキャパシティであると定義されている。いうまでもなく、住戸配列の自由度や住戸の規模変更の自由度といった性能は、本章で扱うキャパシティの概念に含まれない。

なお分析に用いる多変量データには、前章で扱ったものと異なり、他の変数と何らかの関係式が成り立つ変数は含まれていない。例えば前章では、住戸の採光条件を表す指標として、有効採光の得られる開口部を計画することが可能な外周壁の水平断面長の合計を住戸の専有面積で除した値を採用している。このようなデータ処理は、外周壁の水平断面長と専有面積が正の相関を持つため、専有面積の影響を除外することを目的としたものであるが、一方で、本章で扱う多変量データには、専有面積が変数として含まれているため、単に上述したような外周壁の水平断面長の合計を、採光条件を表す指標とした。このことは、本章で適用する統計的方法が多変量解析であり、全ての変数の線形独立性を担保する必要があるためである。しかし、本章で適用する多変量解析法は、他の変数による影響を取り除い

た分析を目的とするものであるため、そもそもこのようなデータ処理を必要としない。本章では、以上の多変量データに対して、多変量解析法の一つであるグラフィカルモデリングを適用する<sup>注5-1)</sup>。

グラフィカルモデリングは、変数間の因果構造を探索的にモデル化するとともに、その妥当性を検証する統計的方法であり、変数間の因果構造はグラフを用いて表される。ここでグラフとは、ノード（点）の集合とエッジ（辺）の集合により構成されるネットワークの離散的構造のことを指しており、幾何学的には、変数をノードとして与えた上、直接的な因果関係にある変数の対はエッジを介して隣接させることにより表現する。

グラフィカルモデリングにおいて任意の変数の対が直接的な因果関係を持つか否かは、変数が量的変数の場合、偏相関係数を用いて判断する。ここで「直接的な因果関係」とは、条件付き独立性を持たない相関係数のことを指す。つまり、他の変数による影響を取り除いた上で、変数の対に相関係数が認められれば、両者は直接的な因果関係を有することとなる。具体的には、ある原因変数と結果変数において、その他の変数の値を固定したままで、原因変数の値を変化させることによって、結果変数の分布が変化するような変数の関係のことであり、これは統計的因果関係と同義である。本研究では、このような直接的な因果関係が変数間に認められるとき、両者は直接的な影響関係にあると解釈する。

逆に、相関係数を持ちながら、直接的な因果関係を持たない場合としては、他の影響因子の介在により、擬似相関が発生している場合が想定できる。例えば、ある変数 $x_m$ の値が変化するために、それに伴って変数 $x_a$ と $x_b$ の値も変化し、その結果として、 $x_a$ と $x_b$ の間に見かけ上の相関が認められるような場合である。なお、このとき $x_a$ と $x_b$ は条件付き独立である。

いま、標本の大きさが $n$ で、 $x_1, x_2, \dots, x_p$ の $v$ 個の変数からなる多変量データについて、その相関行列 $R$ の逆行列 $R^{-1}$ の $ij$ 成分を $r^{ij}$ とすれば、偏相関行列 $P$ の $ij$ 成分 $r_{ij\cdot\text{rest}}$ 、すなわち $x_i$ と $x_j$ 以外の全ての変数を与えたときの $x_i$ と $x_j$ の偏相関係数は、次の式で表される。

$$r_{ij\cdot\text{rest}} = \frac{-r^{ij}}{\sqrt{r^{ii}} \cdot \sqrt{r^{jj}}} \quad (5-1)$$

偏相関係数は、相関係数と同様、 $-1$ から $1$ の間の実数値をとり、その値が $0$ のとき、該当する変数の対には直接的な因果関係が存在しないことを示す。また、両者の直接的な因果関係が強いほど、偏相関係数の絶対値は $1$ に近づき、符号の正負は、そのまま相関の正負と一致する。

グラフィカルモデリングでは、相関行列 $R$ により得られた偏相関行列 $P$ に対して、Dempsterの定理に基づく共分散選択と呼ばれる操作を加えることによって、採用すべきモデルを探索する。共分散選択とは、いくつかの偏相関係数を $0$ とおいた相関構造モデルにより $R$ を近似し、さらに、近似された相関行列に基づいて、偏相関行列を推定する方法である。どの変数を $0$ とおくかは、データから判断することが必要となるが、変数が $v$ 個の多変量データの場合、

注5-1) 本章において、グラフィカルモデリングは、廣野元久によるアルゴリズム「G-GM & L-GM ver.2.1」を用いて行った。本アルゴリズムについては、文献5-1に詳しく、その理論的背景については、文献5-2に詳しい。また、以降のグラフィカルモデリングに関する解説については、主に文献5-3および文献5-4を参考とした。

考えられるモデルは  $2v(v-1)/2$ 通りという膨大な数となるため、本研究では、全ての変数間に直接的な因果関係が認められることを仮定したフルモデルから出発し、偏相関係数を逐次 0 と置いていく減少法を基本として、モデルの探索を行った。このことは、幾何学的には全ての変数をノードとする完全グラフを最初に考え、逐次エッジを取り除いていくことに相当する。

このようにして得られるモデルは縮約モデルと呼ばれるが、縮約モデル  $RM$  がデータに適合しているかどうかは、逸脱度  $dev(RM)$  を用いて判断する。いま、フルモデルの下での相関行列を  $R$  とし、 $RM$  の下での母相関行列  $\Pi$  の推定値を  $\hat{\Pi}$  とすれば、 $dev(RM)$  は次の式で与えられる。ただし、 $\log$  は自然対数を、 $|A|$  は行列  $A$  の行列式を表す。

$$dev(RM) = n \log \frac{|\hat{\Pi}|}{|R|} \quad (5-2)$$

逸脱度  $dev(RM)$  の値は、縮約モデル  $RM$  がデータによく適合しているときに小さくなる。また、 $RM$  が正しいという仮定の下では、 $dev(RM)$  はカイ二乗分布に近似的に従うことが知られている。このとき、自由度  $df$  は、共分散選択の過程で 0 とおいた偏相関係数の個数である。以上の議論により、 $RM$  の適合性に関する有意確率  $p$  が、下記の式により算出できる。ここに、 $\chi^2$  は  $df$  のカイ二乗分布に従う確率変数であり、 $\Pr(X)$  は確率変数  $X$  が正規分布に従うときの確率を表す。

$$p = \Pr(\chi^2 \geq dev(RM)) \quad (5-3)$$

(5-2) 式より明らかなように、標本の大きさ  $n$  が大きいほど、逸脱度  $dev(RM)$  は大きくなるため、大標本のデータに基づくモデルは、棄却される可能性が高くなる。そこで、 $n$  にあまり影響を受けないモデルの適合度指標として、下記の式で与えられる  $GFI$  が提案されている。ここに、 $\text{tr}(A)$  は行列  $A$  のトレースを表す。

$$GFI = 1 - \text{tr} \left[ \left\{ \hat{\Pi}^{-1} - (R - \hat{\Pi})^2 \right\} \right] / \text{tr} \left[ \left\{ \hat{\Pi}^{-1} R \right\}^2 \right] \quad (5-4)$$

$GFI$  は 0 から 1 の間の実数値をとり、その値が大きいほど、モデルの適合度が高いことを示している。 $GFI$  は標本の大きさ  $n$  による影響が小さいが、一方で、自由度  $df$  に敏感であり、 $df$  が大きくなるほど  $GFI$  は大きくなる。つまり、自由母数の大きいモデルは、あてはまりの良さが見かけの上で改善されてしまう。

$GFI$  に対して、自由度  $df$  を無意味に大きくすることにペナルティを課した適合度指標として、 $AGFI$  が提案されている。 $AGFI$  は、変数の数を  $v$  とおいて、次の式で表される。

$$AGFI = 1 - \frac{v(v+1)}{2df} (1 - GFI) \quad (5-5)$$

$AGFI$  は、 $GFI$  の値との差が大きい場合、その縮約モデルが不適当であると判断する。モデルのあてはまりが悪い場

合、 $AGFI$ は負の値となることもあり得る。

一方、次式で与えられる $SRMR$ は、残差の平均平方の平方根をとることによって、1次元に縮小した残差行列の指標である。ただし、 $r_{ij}$ は相関行列 $R$ の $ij$ 成分であり、 $\hat{\rho}_{ij}$ は推定された母相関行列 $\hat{\Pi}$ の $ij$ 成分である。

$$SRMR = \sqrt{\frac{2}{v(v+1)} \sum_{i \leq j} (r_{ij} - \hat{\rho}_{ij})^2} \quad (5-6)$$

$SRMR$ は、0 から 1 の間の実数値をとり、その値が 0 に近いほど、モデルの適合度は高い。理論的根拠には乏しいものの、 $GFI$ については、その値が 0.90 ないし 0.95 を超え、 $SRMR$ は 0.05 を下回るモデルが受容されることが多く<sup>注 5-2)</sup>、本研究でもこの値をモデル採用の基準とした。また逸脱度の $p$ 値については、0.20 を超えるモデルを採用することとし、以上のようにして得られたモデルについて、キャパシティに関する観点からの考察を加える。

### 5.3. 建築特性の影響構造

分析に用いた変数の相関行列、およびフルモデルの偏相関行列を算出した結果を、表 5-2 に示す。ここでは、表の対角線の右上に相関係数を、左下に偏相関係数を表している。相関行列に比して、偏相関行列では絶対値の大きい成分が少なく、これは冗長な影響関係が取り除かれた結果である。

表 5-2 フルモデルの偏相関行列（左下）と標本相関行列（右上）

| 分類   | 番号 | 変数名             | 断面計画          |        |        |        | 設備計画            |        |        |        | 平面計画            |        |        |        |          |        |        |        |        |        |
|------|----|-----------------|---------------|--------|--------|--------|-----------------|--------|--------|--------|-----------------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
|      |    |                 | 1             | 2      | 3      | 4      | 5               | 6      | 7      | 8      | 9               | 10     | 11     | 12     | 13       | 14     | 15     | 16     |        | 17     |
| 断面計画 | 1  | スケルトン天井高        |               | 0.204  | 0.687  | 0.651  | 0.546           | -0.023 | -0.371 | -0.336 | 0.242           | 0.052  | 0.110  | 0.274  | 0.308    | -0.021 | 0.126  | 0.147  | -0.010 | 0.393  |
|      | 2  | 標準天井高           | 0.358         |        | -0.074 | -0.101 | -0.073          | 0.046  | -0.004 | 0.044  | 0.178           | 0.112  | 0.098  | 0.200  | 0.063    | -0.052 | 0.044  | 0.063  | 0.114  | 0.081  |
|      | 3  | スラブ段差           | 0.349         | -0.133 |        | 0.820  | 0.619           | -0.127 | -0.440 | -0.431 | 0.113           | 0.138  | 0.074  | 0.115  | 0.092    | -0.114 | 0.002  | -0.044 | -0.066 | 0.411  |
|      | 4  | スラブ下がり面積        | 0.180         | -0.155 | 0.532  |        | 0.599           | -0.139 | -0.412 | -0.393 | 0.148           | 0.114  | 0.094  | 0.162  | 0.152    | -0.048 | 0.007  | -0.004 | -0.024 | 0.398  |
| 設備計画 | 5  | 設備機器－排水縦管最大距離   | 0.099         | -0.103 | 0.208  | 0.099  |                 | 0.027  | -0.586 | -0.591 | 0.225           | 0.015  | 0.170  | 0.230  | 0.169    | -0.021 | 0.118  | 0.103  | 0.083  | 0.236  |
|      | 6  | 水廻り－採光可能外周壁最短距離 | 0.050         | -0.013 | 0.015  | -0.084 | 0.106           |        | 0.090  | 0.204  | -0.081          | -0.421 | -0.199 | 0.103  | -0.040   | -0.005 | 0.273  | 0.533  | -0.133 | 0.025  |
|      | 7  | 排水縦管数           | -0.012        | -0.075 | -0.022 | -0.046 | -0.155          | 0.051  |        | 0.735  | -0.077          | 0.024  | -0.071 | -0.050 | 0.042    | 0.025  | -0.090 | 0.053  | -0.013 | -0.147 |
|      | 8  | 住戸内排水縦管数        | -0.036        | 0.038  | 0.002  | 0.011  | -0.315          | 0.079  | 0.588  |        | -0.188          | -0.215 | -0.186 | -0.115 | -0.034   | 0.053  | 0.042  | 0.166  | -0.075 | 0.019  |
| 平面計画 | 9  | 専有面積            | 0.088         | 0.032  | 0.042  | -0.099 | -0.172          | -0.003 | -0.119 | -0.085 |                 | 0.607  | 0.856  | 0.771  | 0.708    | 0.034  | -0.076 | 0.223  | 0.641  | -0.127 |
|      | 10 | 有効採光壁面長         | -0.079        | 0.094  | 0.154  | 0.010  | -0.137          | -0.128 | 0.186  | -0.154 | 0.171           |        | 0.614  | 0.380  | 0.282    | -0.189 | -0.502 | -0.378 | 0.458  | -0.224 |
|      | 11 | 私室面積            | -0.126        | -0.036 | 0.031  | 0.070  | 0.148           | -0.012 | 0.065  | 0.042  | 0.860           | -0.018 |        | 0.365  | 0.519    | -0.073 | -0.184 | 0.088  | 0.854  | -0.182 |
|      | 12 | 公室面積            | -0.070        | 0.027  | -0.080 | 0.119  | 0.223           | 0.115  | 0.091  | 0.103  | 0.923           | 0.036  | -0.789 |        | 0.565    | 0.129  | 0.099  | 0.219  | 0.166  | -0.041 |
|      | 13 | 水廻り面積           | 0.220         | -0.141 | -0.159 | 0.058  | 0.113           | -0.308 | 0.146  | 0.081  | 0.403           | 0.047  | -0.150 | -0.283 |          | 0.054  | 0.046  | 0.487  | 0.250  | -0.002 |
|      | 14 | 無窓私室面積          | 0.008         | -0.070 | -0.048 | 0.009  | -0.027          | -0.136 | 0.039  | -0.043 | 0.130           | -0.452 | -0.148 | 0.033  | 0.018    |        | -0.161 | 0.071  | -0.008 | 0.069  |
|      | 15 | 無窓公室面積          | 0.047         | 0.036  | 0.041  | -0.028 | -0.025          | -0.065 | -0.003 | -0.014 | 0.008           | -0.586 | 0.017  | 0.146  | 0.048    | -0.435 |        | 0.288  | -0.176 | 0.048  |
|      | 16 | 無窓水廻り面積         | -0.090        | 0.061  | 0.017  | 0.012  | -0.005          | 0.479  | 0.025  | 0.004  | 0.175           | -0.438 | -0.123 | -0.144 | 0.434    | -0.139 | -0.115 |        | 0.037  | 0.197  |
|      | 17 | 私室数             | 0.081         | 0.051  | -0.200 | 0.043  | 0.124           | 0.009  | 0.018  | 0.116  | 0.028           | 0.031  | 0.405  | -0.083 | -0.349   | 0.156  | 0.046  | 0.080  |        | -0.174 |
|      | 18 | 建設年             | 0.099         | 0.125  | 0.166  | 0.115  | 0.037           | -0.156 | -0.063 | 0.195  | 0.043           | -0.081 | -0.076 | -0.042 | -0.087   | 0.032  | -0.103 | 0.186  | 0.019  |        |
|      |    |                 | 0 ≤  r  < 0.2 |        |        |        | 0.2 ≤  r  < 0.4 |        |        |        | 0.4 ≤  r  < 0.6 |        |        |        | 0.6 ≤  r |        |        |        |        |        |

注5-2) 文献 5-3 および文献 5-4 参照。

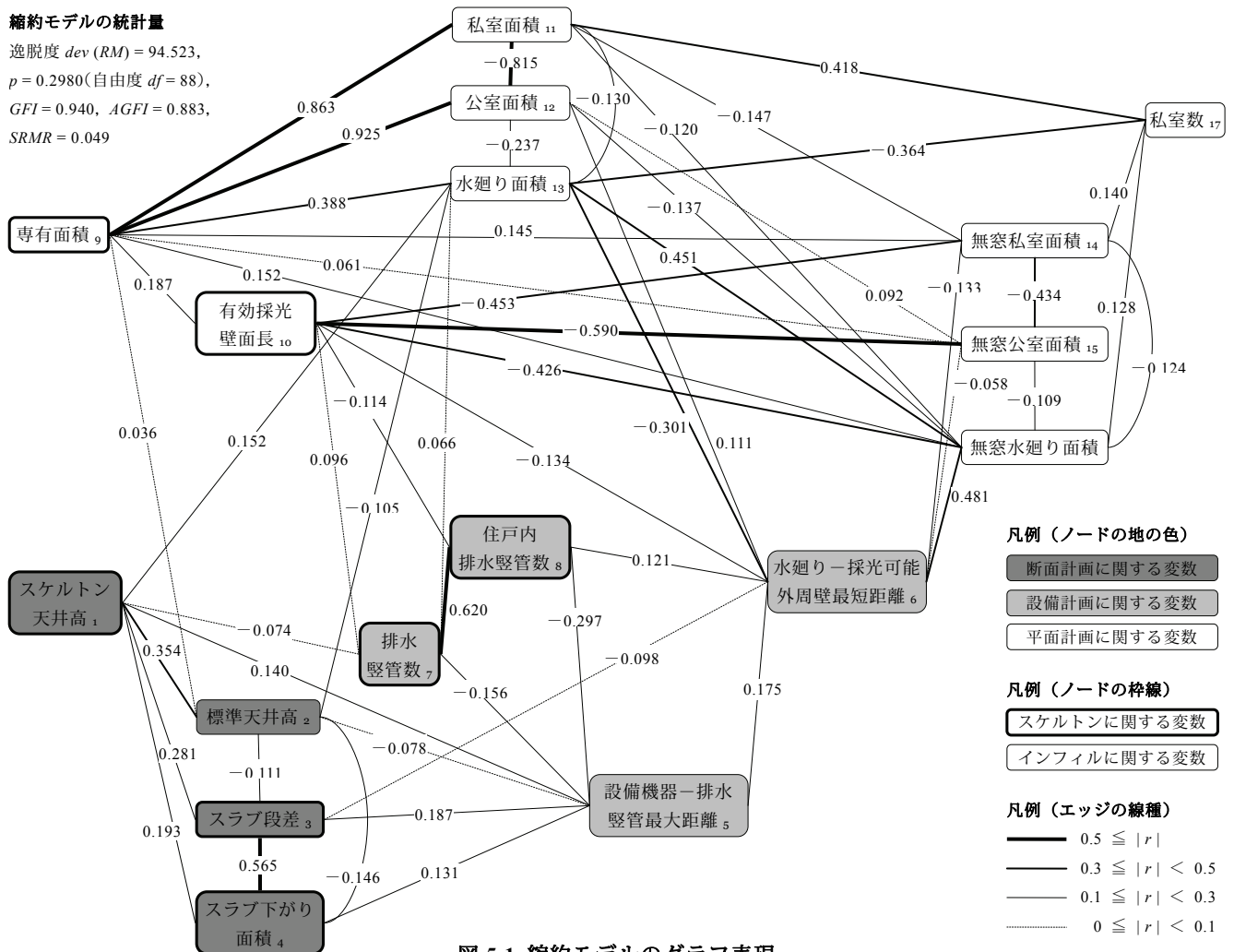
表 5-3 縮約モデルの偏相関行列（左下）とフルモデルの偏相関行列（右上）

| 分類   | 番号 | 変数名             | 断面計画   |        |        |        | 設備計画   |        |        |        | 平面計画   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------|----|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|      |    |                 | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     |        | 17     |
| 断面計画 | 1  | スケルトン天井高        |        | 0.358  | 0.349  | 0.180  | 0.099  | 0.050  | -0.012 | -0.036 | 0.088  | -0.079 | -0.126 | -0.070 | 0.220  | 0.008  | 0.047  | -0.090 | 0.081  | 0.099  |
|      | 2  | 標準天井高           | 0.354  |        | -0.133 | -0.155 | -0.103 | -0.013 | -0.075 | 0.038  | 0.032  | 0.094  | -0.036 | 0.027  | -0.141 | -0.070 | 0.036  | 0.061  | 0.051  | 0.125  |
|      | 3  | スラブ段差           | 0.281  | -0.111 |        | 0.532  | 0.208  | 0.015  | -0.022 | 0.002  | 0.042  | 0.154  | 0.031  | -0.080 | -0.159 | -0.048 | 0.041  | 0.017  | -0.200 | 0.166  |
|      | 4  | スラブ下がり面積        | 0.193  | -0.146 | 0.565  |        | 0.099  | -0.084 | -0.046 | 0.011  | -0.099 | 0.010  | 0.070  | 0.119  | 0.058  | 0.009  | -0.028 | 0.012  | 0.043  | 0.115  |
| 設備計画 | 5  | 設備機器ー排水堅管最大距離   | 0.140  | -0.078 | 0.187  | 0.131  |        | 0.106  | -0.155 | -0.315 | -0.172 | -0.137 | 0.148  | 0.223  | 0.113  | -0.027 | -0.025 | -0.005 | 0.124  | 0.037  |
|      | 6  | 水廻りー採光可能外周壁最短距離 | 0.000  | -0.001 | -0.098 | 0.000  | 0.175  |        | 0.051  | 0.079  | -0.003 | -0.128 | -0.012 | 0.115  | -0.308 | -0.136 | -0.065 | 0.479  | 0.009  | -0.156 |
|      | 7  | 排水堅管数           | -0.074 | 0.000  | -0.001 | 0.000  | -0.156 | 0.000  |        | 0.588  | -0.119 | 0.186  | 0.065  | 0.091  | 0.146  | 0.039  | -0.003 | 0.025  | 0.018  | -0.063 |
|      | 8  | 住戸内排水堅管数        | 0.000  | 0.000  | 0.000  | -0.001 | -0.297 | 0.121  | 0.620  |        | -0.085 | -0.154 | 0.042  | 0.103  | 0.081  | -0.043 | -0.014 | 0.004  | 0.116  | 0.195  |
| 平面計画 | 9  | 専有面積            | 0.000  | 0.036  | -0.001 | -0.001 | 0.001  | -0.001 | 0.000  | -0.001 |        | 0.171  | 0.860  | 0.923  | 0.403  | 0.130  | 0.008  | 0.175  | 0.028  | 0.043  |
|      | 10 | 有効採光壁面長         | 0.001  | 0.000  | 0.001  | 0.000  | 0.001  | -0.134 | 0.096  | -0.114 | 0.187  |        | -0.018 | 0.036  | 0.047  | -0.452 | -0.586 | -0.438 | 0.031  | -0.081 |
|      | 11 | 私室面積            | 0.001  | 0.000  | 0.001  | 0.000  | 0.000  | -0.001 | -0.001 | 0.000  | 0.863  | -0.001 |        | -0.789 | -0.150 | -0.148 | 0.017  | -0.123 | 0.405  | -0.076 |
|      | 12 | 公室面積            | -0.001 | 0.000  | 0.000  | -0.001 | -0.001 | 0.111  | 0.000  | 0.000  | 0.925  | 0.000  | -0.815 |        | -0.283 | 0.033  | 0.146  | -0.144 | -0.083 | -0.042 |
|      | 13 | 水廻り面積           | 0.152  | -0.105 | -0.001 | 0.000  | -0.001 | -0.301 | 0.066  | 0.000  | 0.388  | 0.001  | -0.130 | -0.237 |        | 0.018  | 0.048  | 0.434  | -0.349 | -0.087 |
|      | 14 | 無窓私室面積          | -0.001 | 0.000  | 0.000  | -0.001 | -0.001 | -0.133 | 0.001  | 0.001  | 0.145  | -0.453 | -0.147 | 0.001  | 0.000  |        | -0.435 | -0.139 | 0.156  | 0.032  |
|      | 15 | 無窓公室面積          | 0.001  | 0.000  | 0.001  | 0.000  | 0.000  | -0.058 | 0.000  | -0.001 | 0.061  | -0.590 | 0.000  | 0.092  | 0.001  | -0.434 |        | -0.115 | 0.046  | -0.103 |
|      | 16 | 無窓水廻り面積         | -0.001 | 0.000  | 0.000  | -0.001 | 0.000  | 0.481  | 0.000  | 0.000  | 0.152  | -0.426 | -0.120 | -0.137 | 0.451  | -0.124 | -0.109 |        | 0.080  | 0.186  |
|      | 17 | 私室数             | 0.000  | 0.000  | -0.001 | 0.000  | 0.001  | 0.000  | 0.000  | 0.001  | -0.001 | 0.000  | 0.418  | 0.000  | -0.364 | 0.140  | 0.001  | 0.128  |        | 0.019  |
|      | 18 | 建設年             | 0.145  | 0.095  | 0.126  | 0.101  | 0.000  | -0.114 | -0.085 | 0.185  | 0.000  | -0.081 | 0.000  | -0.001 | -0.101 | 0.000  | -0.060 | 0.143  | -0.001 |        |

0 ≤ |r| < 0.2    0.2 ≤ |r| < 0.4    0.4 ≤ |r| < 0.6    0.6 ≤ |r|

#### 縮約モデルの統計量

逸脱度  $dev(RM) = 94.523$ ,  
 $p = 0.2980$  (自由度  $df = 88$ ),  
 $GFI = 0.940$ ,  $AGFI = 0.883$ ,  
 $SRMR = 0.049$



フルモデルの偏相関行列を出発行列とし、共分散選択により得られた縮約モデルの偏相関行列の推定値を表 5-3 に示す。ここで、表の右上にはフルモデルの偏相関行列を表示した<sup>注 5-3)</sup>。また、共分散選択に際して値を 0 とおいた偏相関係数は、下線を引いて示してある。なお、縮約モデルの算出法の制約により、一度に 0 とおける偏相関係数の数は一つと定まっているため、最終的な縮約モデルに到達するまでには、偏相関係数を 0 とおく都度、偏相関行列を反復的に計算する必要がある。この過程で、0 とおいたほとんど全ての変数は、最終的な縮約モデルにおいて、厳密に 0 ではなくなっている。得られた縮約モデルの適合度指標は、それぞれ  $GFI = 0.940$ 、 $AGFI = 0.883$ 、 $SRMR = 0.049$  であり、逸脱度の  $p$  値は 0.2980 である。

縮約モデルのグラフによる幾何学的表現を図 5-1 に示す。ここで、エッジを介して隣接している変数は、偏相関係数を 0 とおいた以外の変数の対である。なお、建設年は他の多くの変数と直接的な因果関係をもち、図が煩雑となるため、ここでは省略した。また、以降の分析も、建設年を省略したグラフに基づいて行うこととする。図中では、表 5-1 に示した変数の分類に従って、ノードの地の色を変えてある。また、スケルトンの特性のみによって値が定まる変数は枠線を太く、それ以外の変数、すなわち、インフィルの特性が値に影響する変数については、枠線を細く表現した<sup>注 5-4)</sup>。変数名に付記された番号は、表 5-1 の変数番号と対応している。エッジに付された値は偏相関係数の推定値であり、その絶対値に従って線種を変えている。

縮約モデルにおいて、各変数はエッジを介して絡み合っており、複雑な影響構造が認められる。ただし、グラフを注視すれば、そこに大域的な構造を読み取ることができる。

いま、元となるグラフの部分グラフが極大に完全である<sup>注 5-5)</sup>とき、これをクリークと呼び、クリークを構成するノードの数を、クリークのサイズとする。ここで、図 5-1 に示したグラフからは、サイズ 4 以上のクリークが 4 つ抽出できる。具体的には、スケルトン天井高・標準天井高・スラブ段差・スラブ下がり面積・設備機器一排水縦管最大距離からなるサイズ 5 のクリークを、まず挙げることができる。このクリークは、住戸の断面計画と設備機器の配置が、密接な影響関係にあることを表している。また、専有面積・私室面積・公室面積・水廻り面積からなるサイズ 4 のクリーク、専有面積・無窓私室面積・無窓公室面積・無窓水廻り面積からなるサイズ 4 のクリークを見いだすことができるが、これらのクリークは、住戸における室の面積配分に関連している。最後に、有効採光壁面長・無窓私室面積・無窓公室面積・無窓水廻り面積・水廻り一採光可能外周壁最短距離からなるサイズ 5 のクリークを挙げることができ、これは住戸の採光条件と、無窓となる室の面積配分の関係を表している。

いずれのクリークにおいても、住戸の断面計画に関する変数と平面計画に関する変数が同時に含まれることはなく、

注5-3) 表 5-3 中のフルモデルの偏相関行列は、表 5-2 中のそれとは行列の対角要素を基準として対称な位置に表記したが、このことは、対角要素で対称な行列は左三角を主と考え、右三角を省略する慣習があることに配慮したためである。すなわち、表 5-2 ではフルモデルの偏相関行列を、表 5-3 では縮約モデルの偏相関行列の推定値を主として扱っているためである。

注5-4) ここで、外周壁については、それが耐力壁か否かに関わらず、スケルトンとして考える。

注5-5) 「部分グラフ」とは、これを構成するノード集合とエッジ集合が、元となるグラフのノード集合とエッジ集合の部分集合となるようなグラフをいう。また、「完全グラフ」とは、これを構成する任意のノードの対が、エッジを介して隣接しているグラフをいい、この状態を「グラフが完全である」と表す。ここで「部分グラフが極大に完全である」とは、部分グラフが完全グラフであり、かつそれを含む完全な部分グラフが、自身以外に存在しない状態を指す。

また、両者を直接結ぶエッジの数は3つと少ない。この結果は、住戸の断面計画と平面計画は、ほぼ独立して計画されているという前章での指摘と矛盾しない。このとき、両者を間接的に取り結んでいるのは、設備計画に関する変数である。この結果も、建設技術的な観点から適当であるといって良いだろう。なお、前章の結果は専有面積が住戸計画に関するある種の総合性を備えていることを示唆していたが、専有面積は断面計画および設備計画に関する変数との偏相関係数が小さく、これらと直接的な影響関係にはない。ただし、この結果は専有面積の総合性を必ずしも否定するものではない。

ここで、スケルトンに関する変数に着目すると、その数は7であり、また、図5-1に示したグラフより、これらの変数をノードとした極大な部分グラフ<sup>注5-6)</sup>を得ることができる。この部分グラフは連結である<sup>注5-7)</sup>が、スケルトン天井高と排水縦管数を結ぶエッジを取り除くと非連結となり（1-辺連結）、かつ、当該のエッジに対応する偏相関係数の推定値は $-0.074$ と、その絶対値が極めて小さい。つまり、スケルトンに限っても、断面計画と平面計画が独立して計画されるという結果があてはまる。

また、スケルトンに関する変数をノードとする極大な部分グラフと、インフィルに関する変数をノードとする極大な部分グラフを考えると、両者を連結するエッジの集合は、スケルトンとインフィルのインターフェイスである。全ての変数のうち、スケルトンに関する変数と直接の影響関係をもたない変数は、私室数のみである。以上の結果は、スケルトンの特性が、インフィル計画に直接的な影響を多大に及ぼしていることを示唆している。

いま、変数から変数へ至る経路を考え、そこに含まれるエッジの数をその経路の長さと定義すれば、図5-1に示したグラフにおいて、任意のスケルトンに関する変数から任意のインフィルに関する変数に到達する最短経路の長さは、最長のものでもたかだか3である。また、インフィルに関する変数はいずれも、偏相関係数の絶対値が0.3程度以上の、少なくとも1つのエッジと接続している。以上のことより、スケルトンの計画が定まれば、インフィルに関する変数の値は、ある程度予測可能であると考えられる。ただし、インフィルに関する変数をノードとする極大な部分グラフは連結であり、インフィルの特性は、他のインフィルに関する特性からも直接的な影響を受けている。

#### 5.4. キャパシティの定性的評価手法

図5-1に示したグラフを用いて、当該のスケルトンがどのようなインフィル計画に適したものであるか、判断することができる。たとえば、専有面積が大きいスケルトンでは、私室、公室、水廻りとも、大きな面積を充てることが可能である。さらに、公室と水廻りの面積をある程度抑えれば、私室数を増やすことができるが、一方で、有効採光壁面長が十分でない場合は、無窓の私室や無窓の水廻りを生じる可能性があることが、グラフから読み取れる。

逆に、変数を目的変数的に捉えて、計画の目安とすることも可能である。たとえば、水廻りに採光を確保したい場

---

注5-6) 「極大な部分グラフ」とは、特定のノードで構成される部分グラフのうち、エッジの数が最大のものをいう。

注5-7) 「グラフが連結である」とは、グラフを構成する任意のノードから、それ以外のすべてのノードまで、エッジを介して到達できる状態を指す。

合、有効採光壁面長を十分大きくすることが重要であるが、水廻りに近接して排水縦管を計画することが併せて必要となる可能性もある。住戸内に排水縦管を計画することを避けるためには、排水縦管から離れた位置に設備機器が計画できるように、スラブに段差を設けるなどの工夫が必要であり、結果として、高いスケルトン天井高が必要となる。

このように、図 5-1 に示したグラフは、住戸計画における建築特性の影響構造を示しているため、そこからキャパシティの質を定性的に分析することが可能であるが、一方で、いずれの変数も他の複数の変数から直接的な影響を受けているため、ある変数の値が変化した場合、他の変数の値の変化を、このグラフを用いて予測することは困難である。例えば、スケルトンの計画を策定する際に、そこで成立可能なインフィル計画を、インフィルに関する変数の値域に基づき定量的に予測したい場合などには、変数間の影響構造を参照した上で、回帰モデルを新たに求めることなどが必要となる。

## 5.5. キャパシティの定量的評価手法

回帰モデルの算出は様々な方法により可能であるが、以下では元となる多変量データに、重回帰分析を適用する方法について述べる。

いま、任意の変数 $y^i$ に関する重回帰モデルを仮定し、これを推定しようとするれば、 $y^i$ を目的変数とした上、その変数と直接の影響関係を持つ $w$ 個の変数 $x_1^i \sim x_w^i$ を縮約モデルから読み取り、それらを説明変数とした重回帰分析を実行すればよい。ただし、重回帰モデルは説明変数が互いに独立であることを仮定しているため、偏相関係数の大きい変数の対は、いずれかを説明変数から除外することが必要である。以上により、未知の事例に関して、説明変数 $(x_1^i, \dots, x_w^i)$ が特定の値 $(x_{10}^i, \dots, x_{w0}^i)$ をとったときの $y^i$ の期待値 $\hat{y}_0^i$ は、下記の式により与えられる。ただし、 $\hat{\beta}_0^i$ は推定された重回帰式の定数項、 $\hat{\beta}_1^i \sim \hat{\beta}_w^i$ は各変数の偏回帰係数である。

$$\hat{y}_0^i = \hat{\beta}_0^i + \hat{\beta}_1^i x_{10}^i + \dots + \hat{\beta}_w^i x_{w0}^i \quad (5-7)$$

前述のとおり、 $\hat{y}_0^i$ は $y^i$ のとり値の期待値であるから、これにより、説明変数の値を変化させた場合の、目的変数の値の変化が予測できる。実際には、 $y^i$ のとり値は正規分布に従うと仮定されているが、(5-7) 式は線形式であるため、算出された $\hat{y}_0^i$ を変数 $y^i$ に関するキャパシティの比較尺度として用い、計画の目安とすることは可能である。つまり、 $y^i$ の値を大きくする、もしくは小さくするという要求に対して、どのような計画が有利であるか、 $x_1^i \sim x_w^i$ の値を変化させることによって、定量的に比較分析することが可能である。

さらに、重回帰式の説明変数に特定の値を代入して得られる目的変数の値 $\hat{y}_0^i$ について、有意水準を $\alpha$ としたときの $y_0^i$ の予測区間は、下記の式により求められる。ここに、 $s_i^{jk}$ は説明変数の分散共分散行列 $S_i$ の逆行列 $S_i^{-1}$ の $jk$ 成分であり、 $v_e^i$ は重回帰式の誤差変動の不偏分散である。また、 $t_{n-w-1}(\alpha)$ は自由度 $n-w-1$ をもつ $t$ 分布における確率 $\alpha$ のパーセント点を表す。

$$y_0^i \pm t_{n-w-1}(\alpha) \sqrt{\left(1 + \frac{1}{n} + \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n (x_{j0}^i - \bar{x}_j^i)(x_{k0}^i - \bar{x}_k^i) s_i^{jk}\right) v_e^i} \quad (5-8)$$

予測区間は、未知の事例における変数 $y^i$ の値がどの範囲にあるかを予測するものなので、標本の大きさなどを考慮した上、 $\alpha$ を適切に設定すれば、算出された予測区間内で、 $y^i$ に関する計画が可能であると考えることに無理はないだろう。すなわちこの範囲が、 $y^i$ に関するキャパシティである。なお、(5-8) 式は標本の大きさ $n$ に依存するが、 $n$ が十分に大きい場合、予測区間は収束する。したがって、上記のようにキャパシティを捉える場合、 $n$ は十分に大きいことが理想的である。ただし、外挿による予測値あるいは予測区間の信頼性には議論の余地もあり、いずれにせよこれらの値や区間は異なる事例の比較や条件を換えた場合の比較に用いるのが適当であろう。以上を踏まえた上で、以下、この考え方を具体的変数に適用してみよう。

仮に、スケルトンのみが与えられた上で、水廻りに採光が確保可能か判断したいとする。このとき、「水廻りー採光可能外周壁最短距離」の値が0となれば、浴室、洗面室、便所のいずれかの水廻りに採光が得られるため、これを目的変数とした重回帰分析を実行する。

図 5-1 より、水廻りー採光可能外周壁最短距離と直接の影響関係をもつスケルトンに関する変数は、スラブ段差、住戸内排水縦管数、有効採光壁面長であり、また、互いの偏相関係数も小さいため、以上を説明変数とした重回帰分析を実行すると、その結果は表 5-4 に示すようになる。

得られた重回帰式を用いて、標本における水廻りー採光可能外周壁最短距離の予測値を算出した結果と、実測値の関係を、図 5-2 に示す。重相関係数が 0.438 を示しているとおり、両者には相関が認められ、得られた重回帰式は目安とする程度の予測には有効である。ここで、

実測値の分布が、予測値の分布に比してよりばらついているが、前述したとおり、予測値はあくまで期待値であり、むしろ変数の予測区間がより重要であると考えられる。

図 5-2 には、キャップ付きの棒線を用いて、 $\alpha = 0.1$ としたときの予測区間もあわせて示している。ここで、下側予測区間が0を下回る事例では、いずれかの水廻りへの採光を確保できる可能性がある。つまり、スケルトンのみが与えられた状態では、多くの標本において、水廻りへの採光可能性があることが読み取れる。ただし、得られた重回帰式には説明変数とした変数以外の条件が組み込まれていないため、個別のスケルトンにおける計画可能域の判断には、

表 5-4 重回帰分析の結果 (1)

| 目的変数         | 重相関係数  | 決定係数  | 自由度調整済決定係数 | 残差平方和   |
|--------------|--------|-------|------------|---------|
| 水廻りー外接壁面最短距離 | 0.438  | 0.192 | 0.176      | 530.864 |
| 説明変数         | 偏回帰係数  | 標準誤差  | t値         | 標準偏回帰係数 |
| スラブ段差        | 0.000  | 0.001 | -0.329     | -0.026  |
| 住戸内排水縦管数     | 0.207  | 0.156 | 1.326      | 0.108   |
| 有効採光壁面長      | -0.085 | 0.016 | -5.310     | -0.394  |
| 定数項          | 3.520  | 0.487 | 7.226      |         |

表 5-5 重回帰分析の結果 (2)

| 目的変数         | 重相関係数  | 決定係数  | 自由度調整済決定係数 | 残差平方和   |
|--------------|--------|-------|------------|---------|
| 水廻りー外接壁面最短距離 | 0.556  | 0.309 | 0.281      | 453.855 |
| 説明変数         | 偏回帰係数  | 標準誤差  | t値         | 標準偏回帰係数 |
| スラブ段差        | -0.001 | 0.001 | -0.799     | -0.060  |
| 住戸内排水縦管数     | 0.216  | 0.146 | 1.479      | 0.113   |
| 有効採光壁面長      | -0.118 | 0.017 | -7.098     | -0.549  |
| 公室面積         | 0.103  | 0.022 | 4.687      | 0.409   |
| 水廻り面積        | -0.092 | 0.077 | -1.192     | -0.098  |
| 無窓私室面積       | -0.080 | 0.034 | -2.385     | -0.170  |
| 定数項          | 2.382  | 0.680 | 3.503      |         |

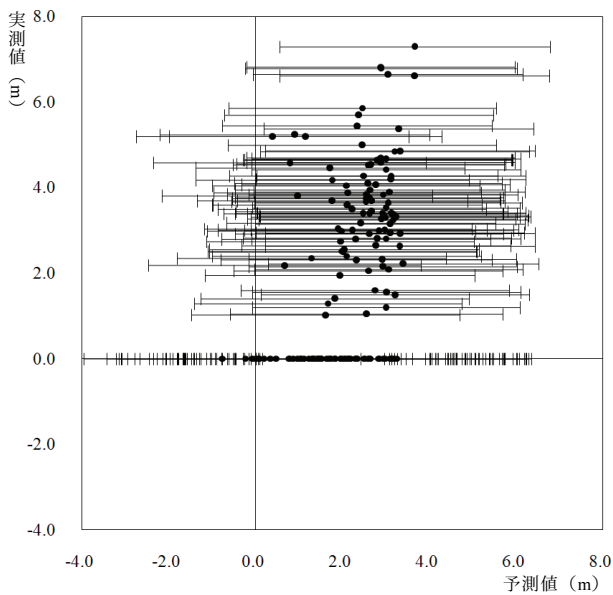


図 5-2 予測値の実測値の関係および 90%信頼区間(1)

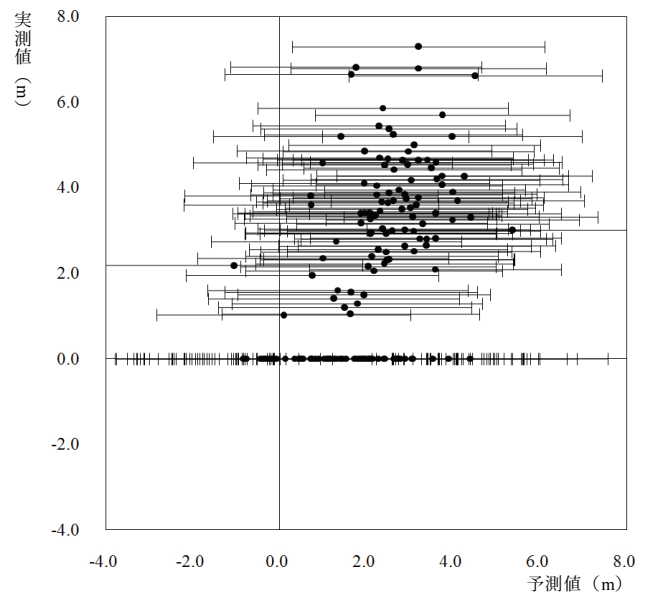


図 5-3 予測値の実測値の関係および 90%信頼区間(2)

あわせて詳細な技術的検討が必要となる。一例を挙げれば、水廻りの設置可能域を判断しようとする場合には、遮音性の問題から、スラブ厚さの確認が必要となる。

同様の手続きは、インフィルの一部分を変更する、住戸の部分的な改修を想定する場合などにも適用できる。いま、公室と水廻りが隣接している平面を持つ住戸において、私室部分に手をつけず、かつ公室と水廻りの面積配分を変えずに、水廻りの位置変更を伴う改修が行われることを想定する。このとき、先の分析と同様、水廻りへの採光が確保可能かどうか判断したいとすれば、水廻りー採光可能外周壁最短距離を目的変数とし、スラブ段差、住戸内排水縦管数、有効採光壁面長、公室面積、水廻り面積、無窓私室面積を説明変数とした重回帰分析を実行すればよい。なお、設備機器ー排水縦管最大距離、無窓公室面積、および無窓水廻り面積も、目的変数と直接の影響関係を持つが、これらは水廻りの位置が確定しないとその値が定まらない変数であるため、説明変数からは除外する。

重回帰分析の結果を表 5-5 に、標本における目的変数の予測値と実測値の関係、および 90%予測区間を、図 5-3 に示す。重相関係数は 0.556 と、スケルトンに関する変数のみが与えられた場合の結果と比して値が高く、また、予測区間は概して狭くなっている。つまり、水廻りの位置は、スケルトンのみが与えられた場合と比して、より強く制約を受けていると解釈できる。各標本の下側予測区間もよりばらついており、このことは、水廻りの採光可能性に関するキャパシティについても、その差が大きくなっていることを示している。

図 5-3 からは後者の予測値が-4.0m を超える事例が 1 事例認められるが、これはつくば方式が適用されたコーポラテ

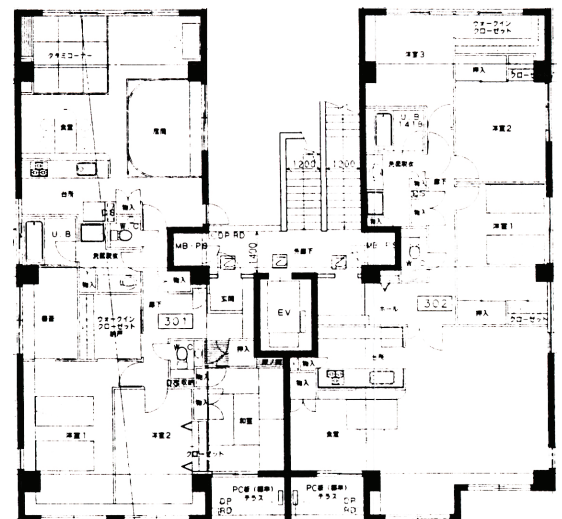


図 5-4 インフィルの部分的改修を想定した場合の予測値が最も小さい「松原アパートメント」の基準階住棟平面図

イブ住宅である「松原アパートメント」(図 5-4)であり、水廻りの移設性も高い上、住戸も角住戸であり採光条件が極めて良好であるため、この結果は妥当であると考えられる。また、予測値が 8.0m 超と最も大きかった住戸は、専有面積が約 167m<sup>2</sup> の大型住戸であり、したがって奥行きが深く、かつスラブ段差が設けられておらず、住戸中央部に排水縦管が 3 系統計画された住戸であった。以上より、この結果も妥当であると考えられる。説明変数に専有面積は組み込まれていないが、当該の住戸は公室面積が大きく、これが結果に反映されたものであると考えられる。なお、図 5-1 から専有面積と公室面積は極めて強く相関していることがわかる。

先述のとおり、個別の住戸のキャパシティ分析に際しては、詳細な技術的検討を行う必要があるが、以上に示したような手続きは、計画段階におけるスケルトン設計の検討や、住戸の改修容易性の簡易診断法の策定などに応用可能だろう。

## 5. 6. 小結

本章では、既存の集合住宅住戸を統計的に分析することによって、住戸の建築特性が当該住戸の他の建築特性に及ぼす影響を構造化し、定量的に記述した。また建築特性の影響構造に基づき、住戸がどのような計画に適したものであるか、定性的に分析する手法を示した。さらに、住戸のスケルトンに関する条件を与えた上で、そこで成立可能なインフィルの計画可能域を定量的に予測する手法を示した。すなわち、住戸のスケルトンのキャパシティを評価する手法を示した。このようなキャパシティの評価手法は、住戸のスケルトンに関する一部の条件のみが与えられた場合の、他のスケルトンに関する建築特性の計画可能域の予測や、インフィルの一部が変更される場合の住戸計画の可能域の予測など、様々な場合にも適用できることを明らかにした。

スケルトンとインフィルの分離が住戸の改修の容易性を向上させることの理論的根拠として、スケルトンとインフィルの耐用年数が異なることなどを挙げられることは既に見たとおりであるが、一方で、スケルトン、インフィルそれぞれに分類される建築構成材の中にも、かなりの耐用年数の違いがあり<sup>注 5-8)</sup>、また、改修の要求も多岐に渡るため、住戸の改修は、一部の建築構成材のみを更新する小規模なものから、既存のインフィル全てを更新する大規模なものまで、非常に多様である。つまり、改修が施される部位は、条件によって様々であり、単純なスケルトン / インフィルという区分が必ずしも適切ではない場合がある。以上により得られた知見は、多様なインフィルの改修に対応可能なビルディングシステムを構築するにあたって、極めて重要であるといえよう。

---

注5-8) たとえば、建設省が 1980 年から 82 年にかけて開発を行った「センチュリーハウジングシステム」(CHS)では、インフィルに対応する建築部品を、耐用年数 3~6 年の部品群、6~12 年の部品群、12~25 年の部品群の 3 つに分類している。

## 図版出典

図5-4： 文献 5-5 より引用の上、筆者加筆。

## 参考文献

- 5-1) 廣野元久：グラフィカルモデリングのための G-GM & L-GM データ解析システム，計算機統計学，Vol.15，No.1，pp.63-74，2002
- 5-2) 日本品質管理学会 テクノメトリックス研究会（編）：グラフィカルモデリングの実際，日科技連出版社，1999.5
- 5-3) 豊田秀樹：共分散構造分析＜入門編＞，朝倉書店，1998.10
- 5-4) 狩野裕，三浦麻子：グラフィカル多変量解析，現代数学社，1997.10
- 5-5) 高市忠夫：つくば方式によるコーポラティブ住宅東京 1 号 —松原アパートメントの計画概要—，住宅，Vol.47，No.12，pp.52-57，日本住宅協会，1998.12



## 第6章 建築的シンタックスと住戸計画の自由度

### 6.1. 建築的シンタックスの定義

前章では、集合住宅の住戸計画において成立する建築特性の影響構造を統計的な手法によりモデル化したが、ここで建築特性の影響構造は、グラフを用いて表すことができた。このグラフは、1980年以降に建設された集合住宅一般についての住戸計画の決定構造を表す確率モデルであったが、これが未知の事例についての予測モデルとしても機能したことからわかるように、このグラフは、任意の集合住宅住戸における住戸計画の可能態を表す、確率モデルと捉えることも可能である。すなわち、このような意味に拡張された確率モデルは、一部の住戸計画が未決定なままの特定の住戸について、グラフを用いて表現したものである。

建物をグラフにより表現しようとする試みは、過去にもいくつか行われており、日本においてよく知られているものとしては、「スペースシンタックス理論」を挙げることができる。スペースシンタックス理論は、単位空間をノード、それらの接続関係をエッジに置換し、都市や建物の空間構成をグラフとして表現しようとするものであるが、その先行的な研究は、ロンドン大学バートレット校のヒリアー（Hillier, B.）により、1970年代後半に始められたといわれている<sup>注6-1)</sup>。また、スペースシンタックス理論に基づくグラフが、建物の特定の階のみの空間構成を表している場合、すなわち、空間の立体的な隣接関係を考慮しない表現が採用されている場合、その双対グラフ<sup>注6-2)</sup>のノードが、建物の壁などの建築構成材に対応することは、松川昌平により指摘されている<sup>注6-3)</sup>。つまり、建物の空間構成ばかりでなく、物的構成についてもグラフ表現が可能なのであり、こうした観点に基づく初期の研究としては、ヒリアーと同時期に行われた、小西敏正らによる研究<sup>注6-4)</sup>を挙げることができる。

以上のように、建物のグラフ表現は、様々な観点に基づくものが想定できる。以降、グラフにより表現可能な建物の様々な性質を、「建築的シンタックス」と総称することとし、本章では、建築的シンタックスの一般的な性質を調べることによって、集合住宅における住戸計画の自由度を向上させるビルディングシステムについての考察を深めるところとする。

なお、建築構成材の更新容易性の原理を明らかにするため、それらの取り扱い関係のグラフ理論的性質に言及した研究は、過去にも存在する。たとえば CHS 住宅の開発にも活用され、その後、安藤正雄によって研究が進められた「イ

注6-1) スペースシンタックス理論に関する最初の論文は、イギリスの論文誌「Geoforum」において1985年に発表された、ヒリアーによるものである。文献6-1参照。

注6-2) 双対グラフとは、与えられた平面グラフに対し、その外面も含む各面に新たなノードを対応させ、もとのグラフでは隣り合う面に対応するノード同士を結んで得られるグラフのことである。

注6-3) 文献6-2参照。

注6-4) 文献6-3参照。

インターフェイス・マトリクス」は、その一つである。インターフェイス・マトリクスは、その概念的源流を、1960年代後半にトロントで実施された、学校建築のためのシステムズビルディング開発プログラム「SEF (Study of Educational Facilities)」<sup>注 6-5)</sup>などに求めることができるが、これらに共通して認められるのが、建物を構成する $n$ 個の建築構成材を縦横軸に配した $n \times n$ 行列を考え、この行列の $ij$ 成分に、建築構成材 $i$ と $j$ の取り合いの関係、すなわちインターフェイスを記述しようとする発想である。ここで、建築構成材 $i$ と $j$ の脱着容易性に着目してインターフェイスを記述すれば、この $n \times n$ 行列は、任意の建築構成材の更新が、他の建築構成材に影響する範囲を表すこととなる。なお、安藤自身も試みている<sup>注 6-6)</sup>ように、この種の行列はグラフとして展開することが可能<sup>注 6-7)</sup>であり、すなわち、インターフェイス・マトリクスも、建築的シンタックスの行列表現であると見なすことができるのである。

なお、建築的シンタックスの基盤をなすグラフ理論は、幾何学の一分野である位相幾何学（トポロジー）により定義される図形のうち、特殊なものを扱うものであるが、位相幾何学とは、簡単にいえば角度と長さを見捨てた幾何学である。つまり、建築的要素の特定の関係のみに着目した、建物の抽象的な構造を扱うとする場合、グラフ理論は馴染みがよいが、一方で、特定の関係のみしか扱えないことは、ある種の限界を有している。たとえば、CHS 住宅におけるインターフェイス・マトリクスは、物理的に取り合う建築構成材どうしの更新容易性を把握するには有用であるが、ある建築構成材の更新が、物理的に取り合わない建築構成材に影響を及ぼすことも考えられ、こうした関係を、インターフェイス・マトリクスによって取り扱うことは困難である。仮に、エネルギー使用の合理化を目的として、ある室の天井照明の照度を落とす改修を想定してみよう。このとき、室全体の印象的明るさ感を低減させないため、床材を明度の高いものに更新することは、実際に行われうる改修であるが、この場合、天井照明と床材は、物理的には取り合っていないものの、室全体の印象的明るさという観点からは取り合っているものであり、こうした関係を、インターフェイス・マトリクスは記述することができない。このような建築構成材どうしの関係は、無数に考えることができるが、住戸計画の自由度のような、様々な観点が複合する建物の性質について考察しようとする場合は、建築構成材間の物理的取り合いばかりでなく、物理的に取り合わない建築構成材どうしの関係についても、あわせて記述することが必要となる。そこで以降では、建築的シンタックスの定義を明らかにした上で、異なる観点に基づいた複数の建築的シンタックスを統合する方法を考案する。

## 6.2. 建築的シンタックスの統合

考察を始めるにあたって、建築的シンタックスとは、「相互に関係しあう複数の建築的要素の集合体であり、全体と

---

注6-5) 文献 6-4 参照。

注6-6) 文献 6-5 など参照。ただし、安藤らの研究は、建築構成材の取り合い関係をネットワーク型行程表として展開し、工程計画に反映させることを目的としたものである。

注6-7) 5 章では、住戸計画の特性に関する多変量データから得られた偏相関行列を、グラフとして展開することを試みたが、数学的には、これも同様の考え方に基づいている。建築生産分野においては、この考え方に基づく研究が多数行われており、関連するその他の研究として、金多ら（文献 6-6）などを挙げることができる。

して、任意の建物に関する何らかの単一の性質と、その構造を表すものである」と定義する。相互に関係しあう要素からなる全体は、一般に階層構造を持つことが知られており<sup>注6-8)</sup>、このことが、建築的シンタックスがグラフとして表現可能なことの根拠である。すなわち、建築的要素をノード、それら相互の関係をエッジにより表せば、その全体構造はグラフとして記述することができる。

いま、ノード間に引かれるエッジの有無は、当該のノードの対が、互いに関係を持つか否かを表しているが、そこに性質の異なる複数の関係が想定できる場合、同一のノードの対に、複数のエッジを与えることも数学的には可能であり、この場合、グラフは多重辺<sup>注6-9)</sup>を含むことになる。ただし、前述の建築的シンタックスの定義に従い、以降、一つのグラフでは一つの関係のみを考えることとし、別種の間関係を定義する場合、すなわち、種別の異なる建築的シンタックスを考える場合には、その都度、異なるグラフを与えることとする。また本章は、異なるノードとして表される建築的要素相互の関係性について考察することを目的としているので、自己閉路<sup>注6-10)</sup>を含むグラフは考えないこととする。ここで自己閉路とは、特定の建築的要素の自己影響関係を意味しているが、自己閉路に接続する建築要素は、それを複数の建築要素の集合であると見なすことにより、異なる建築的要素の対を結ぶエッジと同様に扱うことが可能である。これを図示すると、図6-1のようになる<sup>注6-11)</sup>。つまり、グラフに自己閉路が生じてしまう場合は、むしろ建築的要素の分類方法が適切でないと考える方が妥当である。いずれにせよ、自己閉路は、純粹に当該建築要素内の問題であり、本研究で扱う対象ではない。以上の議論により、建築的シンタックスは、単純グラフ<sup>注6-12)</sup>により表されることとなる。なお、建築的シンタックスは、単一の建物を表す場合でも、連結グラフとならない場合がある。たとえば、スペースシンタックスにおいて、外部を経由しないと行き来できない室がある場合、そのグラフは非連結となる。

また、ここで扱うグラフは、無向グラフを想定することも、有向グラフを想定することも可能であるが、有向グラフとする場合には、エッジの向きは、接続されるノードの対の因果方向を表すこととなる。つまり、建築的シンタックスが有向グラフとなる場合、エッジ $e_k$ の起点となるノード $v_i$ :  $\partial^+ e_k$ は、 $e_k$ の終点となるノード $v_j$ :  $\partial^- e_k$ に対して影響を及ぼす。ただし、 $\partial^+$ 、 $\partial^-$ は、ともにエッジからノードへの写像を表す。この場合、 $v_i$ は $v_j$ より上位の階層に位置するノードであると定義する。

ノードに対応する建築的要素は、何らかの観点により抽象化された、建物の部分を表したものである。たとえば、

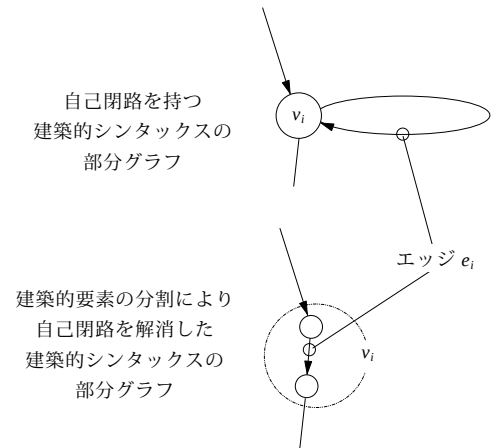


図 6-1 建築的要素の分割による自己閉路の解消

注6-8) 文献6-7、pp.184-185 参照。

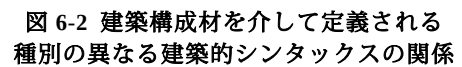
注6-9) 2つのノード間に複数のエッジが存在するとき、これを多重辺と呼ぶ。

注6-10) あるエッジの両端が同一のノードに接続されているとき、これを自己閉路と呼ぶ。

注6-11) ここでは影響関係の因果方向を仮定し、グラフを有向グラフとして表している。なお、有向グラフとは、エッジに方向性が存在するグラフのことであり、幾何学的表現としては、エッジは矢線で表される。これに対して、エッジが方向性を持たないグラフを、無向グラフと呼ぶ。

注6-12) 単純グラフとは、多重辺および自己閉路を含まないグラフのことを指す。

なお、本章で導入した建築的シンタックスの概念は、経営工学分野で呼ばれるところの「アーキテクチャ (architecture)」の概念と極めて近い。この文脈でのアーキテクチャは、人工物の構造や構成のことを指す<sup>注 6-15)</sup>が、藤本隆宏は、アーキテクチャはグラフを用いて記述可能であることを指摘している<sup>注 6-16)</sup>。さらに藤本は、一つの製品に関しても、製品構造アーキテクチャ、製品機能アーキテクチャなど、製品を捉える観点によって、異なるアーキテクチャが記述可能であることを指摘している<sup>注 6-17)</sup>が、こうしたアーキテクチャの性質も、建築的シンタックスと同様



注6-16) 文献 6-9 参照。なお、藤本の成果を建築学分野に応用した研究も、吉田敏ら（文献 6-10）によって行われている。

である。なお、藤本は、同一の製品についての観点の異なるアーキテクチャについて、「厳密に対応しているわけではない」が、「お互いに対応する関係にある」と述べており<sup>注 6-18)</sup>、建築的シンタックスにおいても、一つの建物に関する種別の異なる建築的シンタックスは、それらを関係付ける建築構成材の物的構成を反映して、ある程度の構造上の類似が生じると考えられる。

### 6.3. 建物の部分の計画の自由度

前節までに述べた議論に基づき、建物の部分の計画、すなわち、建物の一部の属性が未決定の場合の、未決定な属性の計画の自由度について、考察してみよう。

建物の一部の属性が未決定な状態とは、一つ以上の建築的シンタックスにおける一部のノードの状態が未確定な状態を意味している。ここで計画の自由度とは、その未確定なノードのとりうる状態の範囲と同義である<sup>注 6-19)</sup>。ノード  $v_i$  のとりうる状態の範囲は、建築的シンタックスの定義から  $v_i$  に連結するエッジの族<sup>注 6-20)</sup>  $\delta v_i$  によって定まる。なおグラフが有向グラフである場合は、 $v_i$  に入るエッジ<sup>注 6-21)</sup> の族  $\delta^- v_i$  のみが問題となる。また複数のノード  $u, v$  の状態が未決定であるときの、それらのノードに関する計画の自由度について考えてみると、 $u, v$  および  $u, v$  に含まれる任意のノードの対を直接連結するエッジの集合  $u, v, e$  からなる部分グラフ  $G'(u, v, u, e)$  を、建築的シンタックス全体のグラフ  $G$  から非連結化する極小なエッジの集合  $C(G \setminus G')$  により、 $u, v$  のとりうる状態の範囲が定まる。さらにこれが有向グラフの場合は、 $C(G \setminus G')$  のうち、 $u, v$  に入るエッジの族が問題となる。なお、 $G(V, E)$  はノードの集合  $V$  とエッジの集合  $E$  からなるグラフを表し、 $C(G \setminus G')$  はグラフ  $G$  からその部分グラフ  $G'$  を非連結化する際に除去が必要な極小なエッジの集合を表す。

いうまでもなく、2つのグラフ  $G_i(V_i \ni u, v, E_i)$  および  $G_j(V_j \ni u, v, E_j)$  について、 $u, v$  のみをノードとするそれぞれの極大な部分グラフを  $G'_i(u, v, E'_i)$ 、 $G'_j(u, v, E'_j)$  とすれば、 $C_i(G_i \setminus G'_i) \in C_j(G_j \setminus G'_j)$  の関係が成り立っているとき、 $u, v$  に関する計画の自由度は、 $G_j$  より  $G_i$  の方が高い。また、 $G_i$ 、 $G_j$  それぞれに、 $u, v$  に含まれない同一のノード  $v_a$ 、および  $u, v$  に含まれる任意のノード  $v_b$  と  $v_a$  とを直接連結するエッジ  $e(v_a \leftarrow v_b)$  が存在し、かつ  $e(v_a \leftarrow v_b)$  の影響度が比較尺度として表すことが可能なとき、 $e(v_a \leftarrow v_b)$  以外の  $v_b$  に接続するエッジ集合が等しいという条件の下で、 $v_b$  に関する計画の自由度は比較可能である。ここに、 $e(v_a \leftarrow v_b)$  はノード  $v_b$  から出て、ノード  $v_a$  に入るエッジを表す。

注6-17) 文献 6-11 参照。藤本は、この考え方を「複合ヒエラルキー」と呼んでいる。

注6-18) 文献 6-9、p.181 参照。

注6-19) 本章の考察の基盤をなすグラフ理論は「ノードの状態」や「ノードのとりうる状態」を定義するものではないが、以降「ノードの状態」が幅をもって定義できると仮定し、考察を進める。なお、グラフ理論から派生したネットワーク理論では、グラフのエッジに長さや容量などの属性を付与することがあり、また行程表におけるフロー型ダイアグラムとアロー型ダイアグラムの関係と同様、グラフのノードとエッジはグラフ構造を保持したまま交換可能である。

注6-20) 族とは、複数個の同じ要素、すなわち元を許容する集まりのことである。対して同じ元を許容しない集まりを集合と呼ぶ。たとえば、 $(a, a, c, b, a, c)$  は族であり、 $\{a, b, c\}$  は集合である。グラフ理論では、多重辺の存在を想定して、エッジの集まりを族と呼ぶ。

注6-21) ノードに入るエッジとは、有向グラフにおいて、ノードに正の方向に接続するエッジを意味する。これに対して、ノードに負の方向に接続するエッジは、ノードから出るエッジと呼ぶ。

次に、未確定なノードの集合 $uv$ の状態がとりうる範囲に、意図する $uv$ の状態が納まっていない場合を考えよう。この場合、 $uv$ に影響するノードの集合の状態を変更する必要があるが、これは建物が新築される場合は設計変更に、建物が改修される場合は、いわゆる道連れ工事を伴う改修設計に相当する。

いま、単一の建築的シンタックスについてのグラフ $G$ のみを考えれば、 $uv$ の元が一つしかない場合、その単一のノード $v_i$ に直接的・間接的に影響するノードは、 $v_i$ を含む極大な木<sup>注 6-22)</sup> $T(\in G)$ に含まれるすべてのノードからなる集合である。また、グラフが有向グラフである場合は、 $G$ の部分グラフのうち、 $v_i$ を根とする極大な有向木<sup>注 6-23)</sup>に含まれるすべてのノード集合が、 $v_i$ の計画に影響を与えている。さらに、 $uv$ の元が複数ある場合は、 $uv$ の元を含む木の集合の元となるすべてのノードが、 $uv$ の計画に影響するノードである。なお、 $uv$ の状態がとりうる範囲に、意図する $uv$ の状態がない場合、変更が必要となるノードの集合は、 $uv$ の計画に影響するノード集合の部分集合となるが、5章でみたとおり、その影響関係は、 $uv$ の元 $v_i$ を始点とする経路にしたがった連鎖的なものとなるから、特定の経路においては、 $v_i$ から距離が遠いノードほど、 $v_i$ へ及ぼす影響が小さくなる。したがって、 $v_i$ の計画に伴い、変更が必要となるノード集合は、 $v_i$ を含む極大な木の族のうち、 $v_i$ を含むいずれかの木を構成するノードであり、これを $uv$ のすべての元について探索して得られたノード集合が、 $uv$ の計画に伴い変更が必要となるノードである。

さらに、この議論を複数の建築的シンタックスを統合した場合に拡張してみよう。いま、建築的シンタックス $I$ についてのグラフ $G_I$ において、未確定であったノード集合 $uv_i$ の計画が定まり、これに伴って、 $uv_i$ を含むノード集合 $R_I$ の変更が必要になることを想定する。このとき、 $R_I$ に含まれる任意のノード $r_I$ の変更が必要になるとは、それに対応する建築構成材に物理的な変更が加えられることを意味しているから、建築構成材を介して $r_I$ と対応関係をもつ建築的シンタックス $J$ についてのグラフ $G_J$ におけるノード $r_{J \leftarrow I}$ の状態も、必然的に変更されることとなる。ここで、 $r_{J \leftarrow I}$ についての変更が、それがとりうる状態の範囲にない場合は、建築的シンタックス $J$ においても、 $r_{J \leftarrow I}$ を含む木の族のうち、 $r_{J \leftarrow I}$

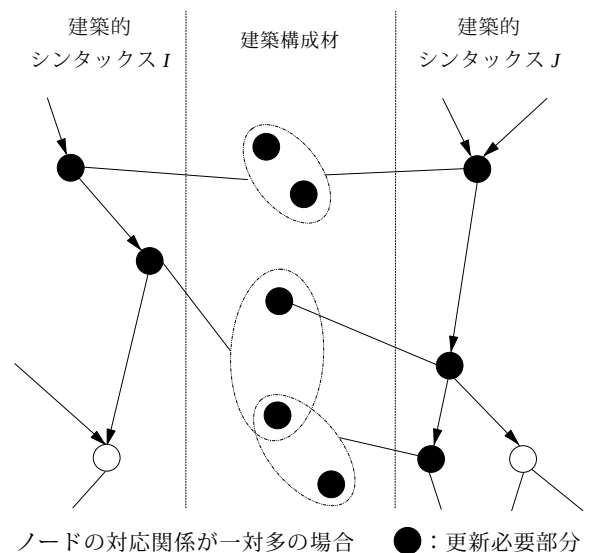
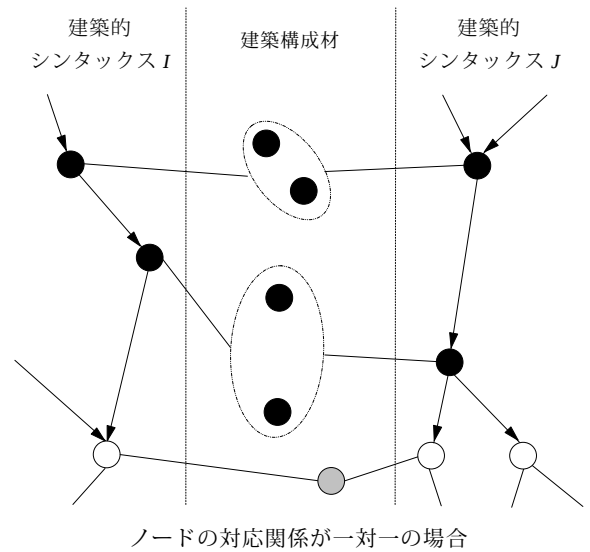


図 6-3 異なる建築的シンタックスのノードの対応関係および更新が必要となる建築構成材

注6-22) 木とは、連結で閉路を含まないグラフを指す。

注6-23) 有向木とは、根と呼ばれる単一のノードから、他のノードへ至る任意の経路の方向が、根からみてすべて正であり、かつ閉路を含まないグラフを指す。

を含むいずれかの木を構成するノードに変更が必要となる可能性が生じる。

ここで、建築的シンタックス $I$ についてのグラフ $G_I$ において、新たに計画が必要となるノード集合 $R_I$ に対応する建築構成材群 $P(R_I)$ と、これに伴い、建築的シンタックス $J$ についてのグラフ $G_J$ において、新たな計画が必要となるノード集合 $R_{J \leftarrow I}$ に対応する建築構成材群 $P(R_{J \leftarrow I})$ の関係を考えると、 $R_I$ と $R_{J \leftarrow I}$ の階層的上位・下位関係が、それぞれに対応する建築構成材を基準として逆転しない場合、 $R_I$ の任意の元から $R_{J \leftarrow I}$ の元への建築構成材を介した関係において、一対一対応、あるいは多対一対応が成り立っているときには必ず、 $P(R_I)$ は $P(R_{J \leftarrow I})$ を真に含むか、等しくなる。一方で、 $R_I$ の任意の元から $R_{J \leftarrow I}$ の元への対応関係に、一対多となる関係が含まれている場合には、 $P(R_I)$ は $P(R_{J \leftarrow I})$ の真部分集合となることがある。未確定なノードの集合 $uv$ の状態がとりうる範囲に、意図する $uv$ の状態がない場合の、 $uv_i$ についての計画の自由度は、それに伴って変更が必要となる建築構成材が少ないほど高いといつてよいが、このことから、前者の場合は後者の場合に比して、 $uv_i$ についての計画の自由度が高いとの結論が導かれる。当然のことながら、 $R_I$ の元から $R_{J \leftarrow I}$ の元への多対一対応は、 $R_{J \leftarrow I}$ の元から $R_I$ への一対多対応であるため、種別の異なる複数の建築的シンタックスにおいて、互いのノードの建築構成材を介した対応関係は、一対一対応であることが望ましい。なお、これを図示すると、図6-3のようになる。

以上を整理すれば、建築的シンタックスの性質と、建物の部分の計画の自由度との一般的関係は、下記のようにまとめられる。

- 1) 任意の建物の建築的シンタックス $I$ に関するグラフ $G_I$ において、未決定な属性 $uv$ に直接連結するエッジ集合を考えると、その任意の元を除去したグラフ $G_{I'}$ として表現される建築的シンタックス $I'$ をもつ建物は、前者に比して、 $uv$ についての計画の自由度が高い。
- 2) 任意の建物の建築的シンタックス $I$ に関するグラフ $G_I$ において、未決定な属性 $uv$ に直接連結するエッジ集合の任意の元の影響度が比較尺度として表される場合、 $I$ についての同形なグラフ $G_I$ をもち、かつ当該の元の影響度が小さい建物は、前者に比して、 $uv$ についての計画の自由度が高い。
- 3) 任意の建築的シンタックス $I$ と $J$ に関するグラフ $G_I$ と $G_J$ において、互いのノードの建築構成材を介した対応関係に一対一対応が多く認められる建物は、そうでない建物に比して、建物の部分の計画の自由度が高い蓋然性がある。

なお 1)の結論は、建物の部分の属性が自律的に決定可能であるほど、その属性に関する当該部分の計画の自由度が高いと読み替えることができるが、これはある意味で自明な結論である。ただしオープンビルディング理論の周辺の議論においては、インフィルの自律的生産可能性を高めることが重要であるとの指摘が再三繰り返されており<sup>注 6-24)</sup>、この結論はこうした主張を支持するものである。2)の結論は、建物の部分が様々に計画できるようにそれを許容するための余裕度をもつことが重要である、とも読み替えることが可能であるが、これもその重要性が長年にわたり指摘され続けてきたことである<sup>注 6-25)</sup>。最も興味深いのは、3)の結論であり、これは建物の構法計画に関わっている。そこで以降では、議論を集合住宅の住戸計画の自由度に再帰させた上で、3)の結論についての考察を深めることとしよう。

注6-24) 最近のものとしては、文献 6-12などを挙げることができる。

注6-25) 様々な種別の建物が、その部分の変更に対して、どのような余裕度を備えるべきかを網羅的に述べたものとして、文献 6-13が挙げられる。なお、この文献では、ここで「余裕度」と呼ぶものに相当する語として「可変性」が用いられている。

## 6.4. 集合住宅住戸の構法計画への展開

ここでいま一度、3章で述べたSI住宅の理論的根拠を思い返してみれば、それらはいずれも、建築構成材の整理の手法に関係していることがわかる。すなわち、集合住宅を物理的に構成する建築構成材の意思決定主体や、所有および管理の形態、物的寿命などにしたがって、その組み立て方、あるいは構法にヒエラルキーを与えることが、部分の更新容易性や、住戸計画の自由度の向上には有効である、という主張がSI住宅の理論の骨子であったわけであるが、複数の建築的シンタックスを構成するノードの建築構成材を介した一対一対応が成立することが重要であるとの結論は、こうした様々な観点から与えられる建築構成材の階層的構造が一致することの重要性を指摘するものであり、SI住宅の理論的根拠を一般化した結論であるとも捉えることができる。つまりSI住宅においては、意思決定主体、所有および管理の形態、建築構成材の物的寿命といった様々な観点に基づく建築的シンタックスが、二つのノードから構成される単純なグラフとして捉えられるとともに、それぞれのノードに対応する建築構成材のまとまりであるスケルトンとインフィルが、空間的に分離されることによって、それら複数の建築的シンタックスの階層構造の一致が図られている、と理解することができるのである。ここで、スケルトンとインフィルの空間的分離は、それ自体が目的なのではなく、複数の建築的シンタックスの階層構造を一致させるための手段であることに注意しなくてはならない。そもそも、スケルトンとインフィルの空間的分離という手法が有効なのは、たかだか二つのサブシステムにより構成される単純なビルディングシステムが想定されているためである可能性があり、前章で示した、ビルディングシステムの二元分割によらないキャパシティを想定するような場合には、複数の建築的シンタックスの構造的整合性を担保するための、異なる手法が必要となる可能性もある。そこで以降では、ビルディングシステムの二元分割によらないキャパシティを想定する場合の、集合住宅住戸の構法計画の原理について考察してみよう。

建築的シンタックスは、「単一の建物に関する何らかの性質と、その構造を表す」ものであると定義されていたが、ここでは「何らかの性質」を、一つ以上の建築構成材により発現する建物の任意の機能の度合い、すなわち性能であると捉えることとする。建築的シンタックスは、それが扱う性質ごとに個別のグラフとして表現されることを前提としたものであるから、先の「複数の建築的シンタックスどうしの関係は、それを構成するノードの建築構成材を介した一対一対応となることが望ましい」との結論は、建物の構法計画の策定に際して、次の原則を要請する。すなわち、任意の二つの性能の発現に関わる建築構成材の集合 $P_i$ 、 $P_j$ について、 $P_i = P_j$ あるいは $P_i \cap P_j = \emptyset$ が成り立っていることである。

さらに、前者( $P_i = P_j$ )は複数の性能を同一の建築構成材の集合に担わせることを意味しているが、これは建築構成材の集合をより大きなものとする可能性があり、かつその建築構成材の集合に関する性能が要求に適合しなくなる確率を増すことにもつながる。したがって、任意の二つの性能の発現に関わる建築構成材の集合 $P_i$ 、 $P_j$ についての関係は、 $P_i \cap P_j = \emptyset$ であることがより望ましい。このことは、「建物の部分の計画の自由度を向上させるためには、建築構成材ごとの性能分担を明確にした構法計画の策定が肝要である」とも言い換えることができるだろう。

## 6.5. 住戸計画の自由度を向上させる集合住宅のビルディングシステムのイメージ

3章で述べたとおり、住戸計画の自由度を向上させる集合住宅のビルディングシステムとして、SI住宅が有効であろうことは、現在のところ一応の意見の一致が得られている。「SI住宅」という語そのものは、1990年代中頃に政策用語として登場したといわれている<sup>注6-26)</sup>が、2章で概説したとおり、それに類似する考え方が適用された事例は、それ以前から多数認めることができ、そこに適用される技術も様々な変遷を辿ってきた。一方で、現在のSI住宅の技術的イメージは、図6-4に示すような「ユニヴァーサル・スペース的発想に基づいた純フレーム構造のスケルトン」と「躯体の制約なく計画されるインフィル」に収斂しつつあり、これに代わるビルディングシステムは、特にハウジングの現場において、開発が行われにくい状況が生じている。こうした現在のSI住宅のビルディングシステムは、スケルトンとインフィルの空間的分離を徹底した結果として構築されたものであり、歴史的にみれば、20世紀初頭には登場した人工土地構想(図6-5)の現実的着地点とも捉えることができるだろう。

しかし、既に述べたとおり、スケルトンとインフィルの空間的分離は、建築構成材の整理のための手法として捉えるべきであり、それ以外の手法を構想することも原理的には可能である。ここで、過去の実例に目を移せば、オープンビルディング理論の最初の忠実な実践例<sup>注6-27)</sup>として著名であり、ファン・デル・ヴェルフ(van der Werf, F.)により設計され、1977年に建設されたモーレンフリート(Molenvliet)では、図6-6に示すとおり、躯体に壁式構造が採用され、かつその一部は住戸内に間仕切り

壁として現れており、現在のSI住宅の主流であるユニヴァーサル・スペース的純フレーム構造の躯体とは、その発想を全く異にしている。ただし、モーレンフリートでは、インフィルのモジュールと整合した標準スパン4800mmの耐力壁が、梁間方向のみに配置されており、戸境壁は耐力壁の位置に関わらず配置可能である。また、桁行き方向の外周壁は、木製パネルとレンガ貼り非耐力PCaパネルの2種類により構成されている<sup>注6-28)</sup>。つまり、モーレンフリート



図 6-4 2000 年代の SI 住宅の典型的躯体

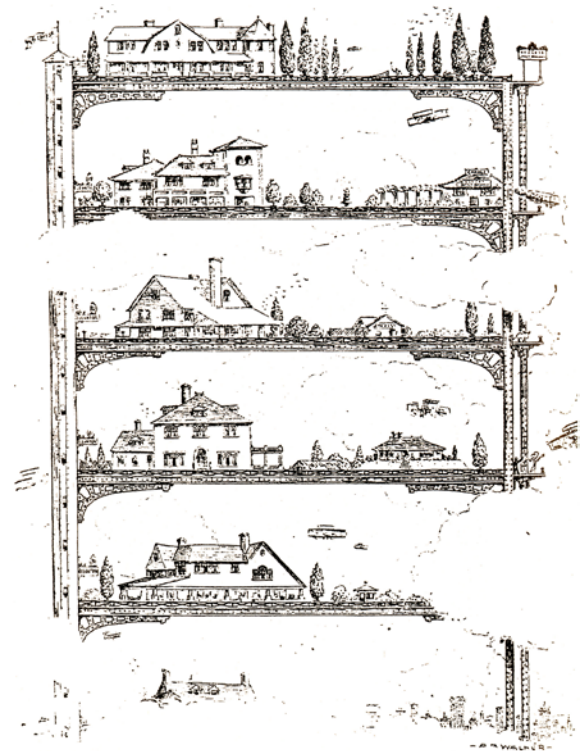


図 6-5 1909 年 10 月発行「Life」誌に掲載された地上 84 階建て人工土地構想

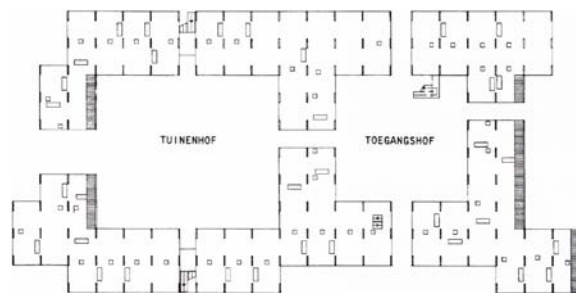
注6-26) 文献 6-13 参照。

注6-27) 文献 6-16 参照。

注6-28) 文献 6-17 および文献 6-18 参照。

の躯体システムである梁間方向の耐力壁は、戸境壁や間仕切り壁の配置を制約することがほとんどなく、かつ、住戸内の環境制御や住棟の外観の形成といった役割を担う外周壁と切り離されているため、純粋に荷重のみを負担するサブシステムとして位置付けられていると解釈することができる。そしてこの考え方は、先の考察で得られた「建築構成材ごとの性能分担を明確にした構法計画」という観点に照らして、極めて理に適っているといえる。こうした躯体の考え方は、いたずらに躯体のスパンを大きくする必要を生じさせないため、経済的な利点を見て取ることもできるだろう。

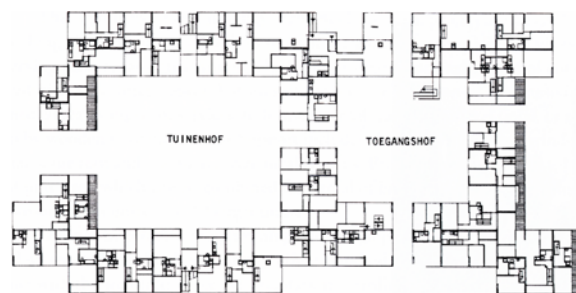
モーレンフリートのように、外周壁をスケルトンともインフィルとも異なるサブシステムとして位置付ける考え方は、「十日市場団地」や「実験集合住宅 NEX21」でも採用されている<sup>注 6-29)</sup>ものの、その後、一般化するには至っていない。しかし、集合住宅の外周壁に求められる性能の変化が著しい現代にあって、この考え方は現実的な有効性が高く、再評価されるべきである。事実、2003 年の建築基準法施行令の改正に伴い住宅の居室に適用される換気回数の基準が変更され、その結果として、外周壁を躯体として構成した壁式鉄筋コンクリート構造集合住宅などでは、外周壁が躯体であること自体が改修の大きな制約となっている。つまり、建築確認申請を要する改修にあたっては、換気回数の現行基準に適應させるため、外周壁に換気用スリーブを設ける必要があるが、そのことの構造的制約が大きく、新設スリーブを構造的に補強する技術の開発が課題となっているのである<sup>注 6-30)</sup>。この問題も、外周壁に構造性能と換気性能の双方を負担させたことにより生じたものであり、建築構成材ごとの性能分担を明確にした構法計画の策定が重要であるという先の結論の証左といえるだろう。いずれにせよ、集合住宅に求められる性能は、多様化の一途を辿っているのが現状であり、スケルトンともインフィルとも異なるサブシステムを設定し、それぞれに異なる性能を対応させたビルディングシステムの構築が、今後の新たな課題であるといえる。なお、こうしたビルディングシステムの技術的イメージは、1960 年代にその概念が形成されたシステムズビルディング<sup>注 6-31)</sup>との親和性が高いことを付記しておく。



住戸区画前のサポート（構造躯体＋共用設備）のみ表示



住戸区画後のサポートのみ表示



住戸区画後のサポートおよびインフィルを表示

図 6-6 モーレンフリートの住棟平面図  
およびその建築構成材の分類

注6-29) 2 章参照。

注6-30) 文献 6-19 など参照。

注6-31) 3 章参照。

## 6.6. 小結

本章では、建物の性質とその構造をグラフとして表現した「建築的シンタックス」と称する概念を用い、建物の部分が変更される際の、その部分についての計画の自由度と、建築的シンタックスの性質との関係を調べることによって、部分の計画の自由度が高いビルディングシステムの一般的な性質を明らかにした。これによって得られた主要な結論は、建物の部分の計画の自由度を向上させるためには、建築構成材ごとの性能分担を明確にした構法計画の策定が重要であるとのことであった。さらに、この考え方に基づけば、現在のSI住宅において、スケルトンとインフィルが空間的に分離されるのは、建築構成材ごとの性能分担を明確にする手段として捉えられることを明らかにし、今後の集合住宅のビルディングシステムは、集合住宅に求められる性能概念の多様化に対応するため、スケルトンとインフィルの二元分割によらないビルディングシステムへと移行することが重要であることを指摘した。

## 図版出典

図6-5： 文献 6-15、p.139 より引用。

図6-6： 文献 6-20、pp.86-87 より引用。

## 参考文献

- 6-1) Hillier, J. : The Nature of the Artificial: the Contingent and the Necessary in Spatial Form in Architecture, *Geoforum*, Vol.16, No.2, pp.163-178, 1985
- 6-2) 松川昌平：トポロジカル・グリッド，JA，No.77，pp.114-121，2010
- 6-3) 小西敏正，茶谷正洋，青木義次：マトリックスによる建築構法表現の試み ―その 1 接合部の記号化―，*日本建築学会論文報告集*，No.297，pp.71-77，1980.11
- 6-4) Robbie, R. G. : The Application of the Systems Approach to School Building in Toronto, *Address to the Regional Conferences on a Systems Approach to Building*, 60pp., 1969.10
- 6-5) 浦江真人，安藤正雄，崔民権：インターフェイス・マトリクスによる工程オーダリング，*日本建築学会大会学術講演梗概集*，F 分冊，pp.703-704，1987.8
- 6-6) 金多隆，古阪秀三，長岡弘明，木本健二，岡本啓照：建築生産プロセスの構造化分析，*日本建築学会計画系論文集*，No.489，pp.187-194，1996.11
- 6-7) Simon, H. A. : The Science of the Artificial, 3rd Edition, The MIT Press, 1996
- 6-8) 内田祥哉，宇野英隆，井口洋佑：Building Element の性格に就いて，*日本建築学会論文報告集*，No.63，pp.241-244，1959.10
- 6-9) 藤本隆宏：日本型サプライヤー・システムとモジュール化 ―自動車産業を事例として―，モジュール化 ―新しい産業アーキテクチャの本質―，pp.169-202，東洋経済新報社，2002.3
- 6-10) 吉田敏，野城智也：「アーキテクチャ」の概念による建築生産における構成要素のモジュラー化に関する研究，*日本建築学会計画系論文集*，No.595，pp.173-180，2005.9
- 6-11) 藤本隆宏：生産システムの進化論 ―トヨタ自動車にみる組織能力と創発プロセス―，有斐閣，389pp.，1997.9
- 6-12) 野城智也，西本賢二，信太洋行：既存建物の再生手段としての建築インフィルの動産化の可能性に関する考察，*日本建築学会計画系論文集*，No.577，pp.135-145，2004.3
- 6-13) 小原誠：建築の変容性の評価についての一試論，*日本建築学会学術講演梗概集*，E-1 分冊，pp.693-694，1999.7
- 6-14) 松村秀一：ネオ・ヴァナキュラー考 ―第 12 回「SI 住宅」―，*新建築住宅特集*，1998 年 1 月号，pp.166-171，1997.12
- 6-15) コールハース (Koolhaas, R.) (著)，鈴木圭介 (訳)：錯乱のニューヨーク，筑摩書房，556pp.，1995.12
- 6-16) Bosma, K., van Hoogstraten, D., Vos, M. : Housing for the Millions: John Habraken and the SAR (1960-2000), NAI Publishers, 2001
- 6-17) オープン・ハウジング研究会 (金子勇次郎，澤田誠二ほか) (著)，都市住宅編集部 (企画・構成)：集合住宅のオープン・システム化と居住者参加の可能性，*都市住宅*，No.135 (1971 年 1 月号)，pp.5-68，1971
- 6-18) 門脇耕三，深尾精一：ヨーロッパにおける初期オープンビルディング事例の現状調査，*日本建築学会大会学術講演梗概集*，E-1 分冊，pp.1177-1178，2009.8
- 6-19) 日本建築構造技術者協会：構造レトロフィット ―特殊耐震・免震・制震改修の事例―，*建築技術*，230pp.，2001.7
- 6-20) Kendall, S. , Teicher, J. : Residential Open Building, E & FN Spon, 318pp., 2000.1

## 第7章 総括

### 7.1. 本研究の到達点

本研究では、集合住宅の構法が規定する住戸計画の自由度について、その概念を明確にするとともに、集合住宅の構法が住戸計画の自由度をどのように制約し、またその向上に寄与するかを明らかにすることを目的として、考察を進めてきた。

1章では、既往研究のレビューに基づき研究の背景を述べるとともに、研究の目的を明らかにした。ここでは「集合住宅における住戸計画の自由度が、その構法に大きく影響される」との仮説を提示し、近代以降の集合住宅の変遷を概観することによって、これを客観的に把握することの意義を明らかにした。

2章では、集合住宅の構法と住戸計画の関係を把握するため、日本において積層型集合住宅の供給が本格化した1955年以降の集合住宅の変遷を、技術史的観点から概観し、集合住宅の住戸計画が様々な技術的要因により決定されてきたことを明らかにした。具体的には、躯体構法、空調・機械換気設備、熱源装置などにおいて顕著に認められる様々な技術的改革が、住戸計画に及ぼした影響が大きいことを明らかにした。さらに、住戸計画の自由度を向上させることは、その当初から集合住宅の技術的課題であり続けていることを指摘し、様々な実験的集合住宅に適用されてきた住戸計画の自由度を向上させるための構法的な手法を抽出し、整理を行った。

3章では、集合住宅において多様な住戸計画を実現可能とする構法計画の基本的考え方として「スケルトン・インフィル方式」が有効であることを述べ、任意のスケルトンにおいて実現可能なインフィル計画の多様さの度合いを「キャパシティ」と称するスケルトンの性能として定義し、その定量的評価手法を提案した。ここではまず2章の分析に基づき、集合住宅の住戸計画および構法計画をパラメトリックに記述することを試みた。さらに、既存の集合住宅住戸のキャパシティに関する有識者アンケートを実施し、その結果と住戸の建築特性を表すパラメータ群との関係を多変量解析を用いて明らかにした。ここで用いたパラメータは、住戸の階高、専有面積、採光条件を表す指標などであるが、有識者によるキャパシティ評価に対しては、階高、専有面積、住戸内に計画された躯体壁の量などが大きく影響を及ぼしていることが明らかになった。また、主要なパラメータを組み込んだ重回帰モデルを仮定し、これにより有識者によるキャパシティ評価値が高い精度で再現可能であることを明らかにした。

4章では、集合住宅住戸における多数の計画上の特性が互いに影響を及ぼし合うとの仮説を提示し、その影響関係に関する分析を行った。具体的には、3章で提示した住戸計画をパラメトリックに記述するという考え方に基づき、パラメータ間の相関の強さを統計的に算出することによって、住戸計画に大きく影響を及ぼす住戸の建築特性を明らかにした。ここでは、住戸の断面計画に対しては階高が、住戸の平面計画に対しては採光条件が、それぞれ支配的な影響を及ぼしていることが明らかになった。また、パラメータ間の関係を詳細に分析することによって、住戸計画に

対する各パラメータの具体的な影響を明らかにした。一例を挙げれば、階高が 3,000mm を超える住戸においては、住戸の断面計画の自由度が大きく向上することが明らかになった。

5 章では、4 章の成果をさらに発展させ、集合住宅の住戸計画において成立する建築特性同士の計画上の影響構造を明らかにした。具体的には、多変量解析法の一つであるグラフィカルモデリングを用い、住戸計画の特性を表す多数のパラメータの関係を、グラフすなわちネットワークの離散的構造として記述した。また得られたグラフの構造から、任意のパラメータに対して直接的に影響を及ぼすパラメータの組み合わせを読み取り、その値から目的とするパラメータの値域を定量的に算出する手法を示した。さらに、ここで求められる値域は、住戸のある部分の計画が与えられた場合の他の部分の計画可能域を表していることを明らかにし、このような考え方が、スケルトンとインフィルというビルディングシステムの単純な二元分割によらない、様々な部位についてのキャパシティの概念を示しうることを指摘した。

6 章では、5 章で示したような集合住宅の住戸計画において成立する建築特性の影響構造をより一般化した概念として、「建築的シンタックス」と称する概念を考案し、その性質と、建物の「部分」の計画の自由度との関係について考察を行った。この考察により、建物の部分の計画の自由度を向上させるための建築的シンタックスの一般的性質が明らかとなった。さらに、この結果を集合住宅の住戸計画の自由度に関する議論に再帰させ、住戸計画の自由度を向上させる構法計画の原則を明確にするとともに、この原則から導かれる集合住宅のビルディングシステムのイメージを明らかにした。

以上のように、本研究で主に取り扱ったのは集合住宅の住戸計画の自由度を向上させる具体の技術や構法ではなく、むしろ具体の構法によって形成される集合住宅の住戸計画に関する抽象的な構造である。1 章および 2 章で明らかにしたように、集合住宅の住戸計画はそこで採用される構法に大きく影響され、決定されているが、それらの構法はわずか数十年という間に大きな変化を遂げており、時間的な変化が激しい。一方で、本研究で扱ったような構法によって規定される住戸計画の抽象的構造は、個別の構法に比して時間的な変化が少ない蓋然性がある。6 章ではそれまでの結果を受けて、より抽象的な議論を進めたが、こうしたアプローチによって建物の「部分」の計画の自由度を高める構法計画に関する原則が導かれたことは、その証左であるといって良いだろう。そもそも、住戸計画の自由度を向上させることの今日的意義が長期に渡って利用可能な集合住宅を実現させることに見いだせることに照らしても、ある種の時間的な普遍性を志向する本研究は重要である。

## 7.2. 今後の課題

最後に、本研究の今後の課題について整理する。

前節において、本研究の意義は、構法によって規定される住戸計画に関する抽象的な構造を明らかにしたことにあると述べたが、一方で、これは本研究の今後の課題であるとみることもできる。つまり、これらの成果を今後の集合住宅の実践に対しても有用なものとするためには、得られた結論を具体の構法に関する議論に再帰させることが不可

欠であり、このためには、本研究の議論を構法開発や集合住宅設計に展開する必要がある。

また、本研究の議論の大部分が住戸計画に限られたものであったことも、大きな課題である。現在、1960年代後半から70年代前半にかけて建設された集合住宅に改修を加え、有効に活用していくことが社会的にも大きな課題となっているが、これにあたっては住棟全体の改修が有効であると考えられている。このような集合住宅の住棟全体を改修することの需要は、今後より高まり、またその対象も建設年代のより新しいストックへ移行すると考えられる。したがって、住棟全体の計画、およびその改修の自由度に関する議論も、今後積み重ねられていく必要がある。ただし住棟計画の自由度に関しては、住戸計画に比してその手法が極めて多様であること、そもそも住棟設計の前提となる条件が事例ごとに様々に異なっていることなどの理由により、その客観的な評価は極めて困難であると考えられる。一方で6章では、住棟全体にも適用可能な構法計画の原則に関する結論が得られており、これをより具体的に展開していくことも一つの方策であろう。

なお6章で得られた結論は、設計の対象となる構築環境には、その部分の設計の自由度を高めるような、特定の全体構造が存在することを示唆している。ただし、抽象的に考える限り「全体」のスケールは任意に設定できるため、この結論は具体のスケールを伴った思考を必然的に要請する。つまり、具体的にどの「部分」の自由度を高めるべきかを具体的に想定し、それを含む全体構造を設計しなくてはならないのである。3章で扱った「スケルトンのキャパシティ」は、この結論を集合住宅のスケールにあてはめ、設計の自由度を高めるべき「部分」を住戸として設定したときに導かれる概念であるとも理解可能であるが、これを「住戸」と設定することには議論が必要である。再三指摘しているとおり、住戸の一部の改修が行われる際にも「キャパシティ」という概念は成立し、また有効であるし、あるいは集合住宅団地のようなより大きな住環境を考えたときにも、単一の住棟が如何に自律的に更新可能であるかは重要な課題であり、ここでも住環境レベルでのキャパシティを想定することの重要性が指摘できる。いずれにせよ、本研究の成果は、具体のスケールや構法を伴った研究に補完されて、よりその意義が深まると考えられる。

本研究で展開された議論は、どちらかといえば、分析的推論、あるいは拡張的推論に近い思考の形式に基づいている。しかし、具体の構法に関する議論を科学的に展開するためには、仮説的提案から出発し、遡及的に分析を行う思考の形式<sup>注7-1)</sup>が有効であると考えられ、こうした研究のアプローチそのものも、今後探求されていく必要があるといえよう。いずれにしても、建築学の研究においては、抽象と具体の両者を行き来する思考が重要なのであり、本研究の成果をより発展させ、これからの時代にふさわしい、より豊かな集合住宅の姿を明らかにしていくためには、様々なアプローチからの研究を進めることが求められるのである。

注7-1) 19世紀イギリスの論理学者であったパース（Peirce, C. S.）によれば、思考の形式、あるいは論理推論の形式には次の三つがあるとされている。第一は分析的推論、第二は拡張的推論であり、前者は演繹に、後者は帰納に相当する。演繹、帰納は一般にもよく知られているが、さらにパースは、第三の形式として仮説的推論を想定可能であるとしており、これは観察された事実から、遡及的に仮説を構築し、さらに仮説を事実によって検証するという論理推論のプロセスを辿る。したがって、ここで「仮説的提案から出発し、遡及的に分析を行う思考の形式」は仮説的推論のイメージに近い。仮説的推論は、アブダクションと呼ばれることもあり、また、アブダクションは拡張的推論の一種であるとみなされることもある。



# 謝辞

本論文は、卒業論文以降に行ってきた筆者の研究のうち、一貫して中核的なテーマであり続けた、集合住宅の住戸の設計の自由度に関する研究の成果をまとめたものである。筆者は幸運にも、大学院修士課程を修了後、出身大学に職を得ることができ、様々な研究に携わる機会に恵まれたが、一方で研究的興味は年々広がっていき、本論文をまとめるまでに多くの時間を要してしまった。その間、辛抱強く指導を続けてくださった深尾精一先生に、まず最大限の感謝の意を示したい。深尾先生の建築に関する見識と建築への携わり方は、常に筆者の目標であり続けている。また副査をご担当いただいた角田誠先生、吉川徹先生には、大学に職を得て以降、自身の研究についてばかりでなく、研究者としての姿勢や進むべき方向など、様々な方面についてのご指導をいただいた。記して感謝したい。

筆者は建築構法を専門とする研究者であるが、筆者の研究者としての姿勢を最大に決定づけたのは、深尾先生、角田先生、吉川先生から、様々な分野の専門家と議論することの大切さをご教示いただいたことである。その意味で、研究者であり建築家でもある青木茂先生、小泉雅生先生に、機会あるごとにお声がけいただき、様々な研究をご一緒できたことも、得るものが大きかった。青木先生と小泉先生の建築家としての姿勢からは、狭く閉じこもりがちな筆者の思考を拡張する刺激をいただいた。

そのように自身の関心が広がる過程で、同年代の研究者や建築家に多くの友人ができたことは、望外の喜びであった。遠慮の不要な友人達との真剣な議論を通じて、建築や都市の未来に寄与したいとの思いはますます強くなったし、研究者としての自身が目指すべき方向について、常に考える機会を与えていただいた。また、そうした友人達を介して、建築界で活躍される諸先輩方、諸後輩方はもちろんのこと、建築以外の研究や表現に携わる方々との交友さえ生まれたことは、自身の研究活動なかりでなく、人生をも豊かにしていただいた。一人一人のお名前を挙げることはとても適わないが、研究を進める上での大きな励みとなっていたことに深く感謝したい。

最後に、研究に没頭する余り家を顧みなかった筆者を、しかし呆れることなく常に支えていただいた家族に感謝いたします。

2011年9月6日 門脇耕三



# 付録 研究業績一覧 (2011 年 9 月 3 日現在)

## 1. 審査付き誌上発表論文

- 1-1) 門脇耕三, 深尾精一, 鎌田一夫, 小林秀樹, 藤本秀一, 宮本俊次: SI 住宅のスケルトンの改修キャパシティに関する研究 ―集合住宅の改修性能の定量的評価手法に関する基礎的研究―, 日本建築学会計画系論文集, No.543, pp.147-153, 2001.5
- 1-2) 門脇耕三, 深尾精一, 小林謙二, 青木光之, 熊谷雅也, 栗田幸雄, 谷圭一郎, 鈴木真貴子, 坂端宏治: 集合住宅におけるインフィル分離工事の施工特性, 日本建築学会技術報告集, No.18, pp.263-268, 2003.12
- 1-3) 門脇耕三, 深尾精一: 集合住宅における住戸各部の計画内容の影響関係, 日本建築学会計画系論文集, No.588, pp.63-69, 2005.2
- 1-4) Kozo KADOWAKI, Seiichi FUKAO and Tsuyoshi ARAHIRA: Regeneration of Public Residential Buildings for Rent in Japan, Open House International (CIB Encouraged Journal), Vol.30, No.2, pp.49-58, 2005.6
- 1-5) 門脇耕三, 深尾精一: 超高層住宅と中高層住宅における住戸の建築特性の比較分析, 日本建築学会計画系論文集, No.601, pp.73-80, 2006.3
- 1-6) 齋藤茂樹, 深尾精一, 門脇耕三: 戸建住宅の外壁改修周期に関する研究 ―複数の市街地における比較分析―, 日本建築学会計画系論文集, No.615, pp.61-67, 2007.5
- 1-7) 小川仁, 深尾精一, 山崎真司, 小林克弘, 門脇耕三, 見波進, 田原健一: 階段室型集合住宅へのエレベータ付加改修システムの開発提案 ―階段一体型エレベータの開発 その 1―, 日本建築学会技術報告集, Vol.13, No.26, pp.715-720, 2007.12
- 1-8) 小川仁, 深尾精一, 山崎真司, 小林克弘, 門脇耕三, 見波進, 田原健一: エレベータ付加改修システムの試作実験及び普及可能性の検証 ―階段一体型エレベータの開発 その 2―, 日本建築学会技術報告集, Vol.14, No.27, pp.259-264, 2008.6
- 1-9) 齋藤茂樹, 深尾精一, 門脇耕三: 比例ハザードモデルを用いた戸建住宅の外壁改修周期の推定, 日本建築学会計画系論文集, Vol.73, No.628, pp.1231-1236, 2008.6
- 1-10) 門脇耕三: 集合住宅における住戸の建築特性の影響構造, 日本建築学会計画系論文集, Vol.75, No.651, pp.1103-1110, 2010.5

## 2. 審査なし誌上発表論文

- 2-1) 門脇耕三: 団地型公共賃貸集合住宅における大規模改修の取り組み, 住宅, Vol.53, No.5, pp.63-70, 日本住宅協会, 2004.5
- 2-2) 門脇耕三: 特集論考 1 設計プロセスの記録と分析, 特集 環境とデザイン ―環境技術と設計のコラボレーション―, 新建築 住宅特集, No.301 (2011 年 5 月号), p.29, 新建築社, 2011.4

## 3. 誌上発表作品

- 3-1) 小泉雅生, LCCM 住宅設計部会 (小泉雅生, 村田涼, 門脇耕三, 金子尚志, 川鍋亜衣子, 齋藤雅也, 篠崎正彦, 深澤たまき, 三木保弘): LCCM 住宅デモンストラクション棟, 新建築 住宅特集, No.301 (2011 年 5 月号), pp.18-27, 新建築社, 2011.4
- 3-2) メジロスタジオ, 門脇耕三: 目白台の住宅, コンフォルト, No.120 (2011 年 6 月号), pp.94-95, 建築資料研究社, 2011.5

## 4. 審査付き学会会議講演論文 \* : 概要審査あり, \*\* : 全文審査あり

- 4-1) Kozo KADOWAKI, Seiichi FUKAO, Kazuo KAMATA, Hideki KOBAYASHI, Hidekazu FUJIMOTO and Shunji MIYAMOTO: Quantitative Evaluation Method of the Capacity of Skeletons Used in SI Housing, Proceedings of the Conference of the CIB W104 Open Building Implementation "Continuous Customization in Housing (OBT2000)", CIB Report Publication 254, pp.133-140, 2000.10\*
- 4-2) Kozo KADOWAKI and Seiichi FUKAO: Survey of the Open Building Methods in Japan Providing for Flexibility, Proceedings of the

Conference of the CIB W104 Open Building Implementation “Agile Architecture”, pp.77-90, 2001.10\*

- 4-3) Kozo KADOWAKI, Seiichi FUKAO and Atsushi IKAWA : An Analysis to Utilize the Public Housing Stock Built in Mass-Housing Era, Proceedings of the Conference of the CIB W104 Open Building Implementation “Balancing Resources and Quality in Housing”, pp.155-168, 2002.10\*
- 4-4) Kozo KADOWAKI, Seiichi FUKAO and Tsuyoshi ARAHIRA : Regeneration with Dwelling Unit Enlargement of Public Housing in Japan, Proceedings of the Conference of the CIB W104 Open Building Implementation “Dense Living Urban Structures”, pp.267-275, 2003.10\*
- 4-5) Kozo KADOWAKI and Seiichi FUKAO : Relationships and Causal Structure among Building Design Parameters of Dwelling Unit in Multi-unit Residential Building, Proceedings of the Conference of the CIB W104 Open Building Implementation “Open Building and Sustainable Environment” (CD-ROM), 11pp., 2004.9\*\*
- 4-6) Junko ABE, Seiichi FUKAO, Kozo KADOWAKI and Atsushi IKAWA : Proposals to Improve the Housing Estates in Tama New Town, Japan – How Can Lessons Be Drawn from the Experiences in Japan and in France? –, Proceedings of the Conference of the CIB W104 Open Building Implementation “Open Building and Sustainable Environment” (CD-ROM), 10pp., 2004.9\*\*
- 4-7) 荒平剛史, 門脇耕三, 深尾精一 : 集合住宅における戸別改修工事の構工法計画に関する研究 –内装の全面更新工事と部分更新工事の比較–, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊 (選抜梗概), pp.65-68, 2005.9\*
- 4-8) Kozo KADOWAKI and Seiichi FUKAO : Factors in the Plumbed Installations Positioning in Multi-unit Residential Buildings, Proceedings of the 2005 World Sustainable Building Conference in Tokyo “Action for Sustainability (SB05)” (CD-ROM), 8pp., 2005.9\*\*
- 4-9) Hitoshi OGAWA, Seiichi FUKAO and Kozo KADOWAKI : Actual Conditions of Elevators Addition to the Aged Public Housing in Japan and a Proposal of an Alternative Method, Proceedings of the 2005 World Sustainable Building Conference in Tokyo “Action for Sustainability (SB05)” (CD-ROM), 6pp., 2005.9\*\*
- 4-10) Hitoshi OGAWA, Seiichi FUKAO, Shinji YAMAZAKI, Katsuhiko KOBAYASHI, Kozo KADOWAKI and Susumu MINAMI : Development of a New Elevator Addition System for Aged Residential Buildings, Proceedings of the Joint CIB, TensiNet, IASS International Conference on Adaptability in Design and Construction “adaptables’06”, Vol.1, pp.149-154, 2006.7\*\*
- 4-11) Kozo KADOWAKI, Seiichi FUKAO, Shinji YAMAZAKI, Katsuhiko KOBAYASHI, Makoto TSUNODA, Hitoshi OGAWA and Kenichi TAHARA : Design Strategies for Activating Public Housing Stock Learned through the Development of an Elevator Addition System, Proceedings of the 1st International Conference of 21st Century COE Program of Tokyo Metropolitan University “Building Stock Activation 2007 (BSA2007)”, pp.417-422, 2007.11\*\*
- 4-12) Shigeki SAITO, Seiichi FUKAO and Kozo KADOWAKI : Research on the Regional Difference of External Wall Refurbishment, Proceedings of the 1st International Conference of 21st Century COE Program of Tokyo Metropolitan University “Building Stock Activation 2007 (BSA2007)”, pp.455-462, 2007.11\*\*
- 4-13) Seiichi FUKAO, Kozo KADOWAKI and Kenichi NISHIKAWA : Investigation Research on Renovation of the Exterior Walls in Ginza Area of Tokyo, Proceedings of the Third International Ar. Tec. Congress “The Building Envelope: A Complex Design”, pp.825-830, Polytechnic University of Marche, 2007.11\*\*
- 4-14) 齋藤茂樹, 深尾精一, 門脇耕三 : 戸建住宅の外壁改修に着目した木造住宅密集地域の将来変化予測 –シミュレーションによる外壁分布の変化に関する考察–, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊 (選抜梗概), pp.49-52, 2008.9\*

## 5. 審査なし学術会議講演論文

- 5-1) 深尾精一, 鎌田一夫, 小林秀樹, 藤本秀一, 宮本俊次, 門脇耕三 : 専門家による集合住宅の改修性能評価 –集合住宅のスケルトンの改修キャパシティに関する研究– その1–, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.747-748, 2000.9
- 5-2) 鎌田一夫, 深尾精一, 小林秀樹, 藤本秀一, 宮本俊次, 門脇耕三 : スケルトンの仕様項目と改修性能評価 –集合住宅のスケルトンの改修キャパシティに関する研究– その2–, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.749-750, 2000.9
- 5-3) 門脇耕三, 深尾精一, 鎌田一夫, 小林秀樹, 藤本秀一, 宮本俊次 : スケルトンの改修キャパシティにおける各仕様項目の重み –集合住宅のスケルトンの改修キャパシティに関する研究– その3–, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.751-752, 2000.9
- 5-4) 井川充司, 深尾精一, 門脇耕三 : 大阪府住宅供給公社による集合住宅ストックの概況 –公共集合住宅ストックの活用手法に関する研究– その1–, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.531-532, 2002.8

- 5-5) 門脇耕三, 深尾精一, 井川充司: 大阪府住宅供給公社による集合住宅ストックの改修性能の分析 ―公共集合住宅ストックの活用手法に関する研究 その 2―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.533-534, 2002.8
- 5-6) 熊谷雅也, 深尾精一, 小林謙二, 青木光之, 門脇耕三, 町田正吾, 栗田幸雄, 谷圭一郎, 鈴木真貴子, 坂端宏治: 内装インフィル施工の調査と工数分析 ―SI 住宅における内装インフィルの施工性に関する研究 その 1―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.535-536, 2002.8
- 5-7) 坂端宏治, 熊谷雅也, 深尾精一, 小林謙二, 青木光之, 門脇耕三, 町田正吾, 栗田幸雄, 谷圭一郎, 鈴木真貴子: 内装インフィル施工の工程分析 ―SI 住宅における内装インフィルの施工性に関する研究 その 2―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.537-538, 2002.8
- 5-8) 青木光之, 熊谷雅也, 深尾精一, 小林謙二, 門脇耕三, 町田正吾, 栗田幸雄, 谷圭一郎, 鈴木真貴子, 坂端宏治: 内装インフィル施工の資材搬入、資材置場の分析 ―SI 住宅における内装インフィルの施工性に関する研究 その 3―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.539-540, 2002.8
- 5-9) 荒木源希, 深尾精一, 門脇耕三: 事務所ビルの共同住宅へのコンバージョンに関する研究 ―都心三区におけるストックの調査―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.551-552, 2002.8
- 5-10) 戸田章子, 深尾精一, 門脇耕三: 集合住宅における乾式非構造外壁の現状とその成立要件に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.575-576, 2002.8
- 5-11) 町田はる香, 深尾精一, 門脇耕三: 木材を用いた浴室の内装構法とその劣化状況に関する調査研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.581-582, 2002.8
- 5-12) 荒平剛史, 深尾精一, 門脇耕三, 大野木智也: 全国の公共住宅供給主体における住戸規模の変更等を伴う大規模改修の実績 ―公共集合住宅における住戸規模の変更等を伴う大規模改修に関する研究 その 1―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.733-734, 2003.9
- 5-13) 門脇耕三, 深尾精一, 大野木智也, 荒平剛史: 改修手法別にみた住戸規模の変更等を伴う大規模改修の特性 ―公共集合住宅における住戸規模の変更等を伴う大規模改修に関する研究 その 2―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.735-736, 2003.9
- 5-14) 深尾精一, 門脇耕三, 清水陽芳: 床先行スタッド勝ち構法の内装システム ―集合住宅における置床と間仕切のインターフェイスに関する開発研究 その 1―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.685-686, 2003.9
- 5-15) 清水陽芳, 深尾精一, 門脇耕三: 床先行スタッド勝ち構法を用いた実大モデルの施工実験 ―集合住宅における置床と間仕切のインターフェイスに関する開発研究 その 2―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.687-688, 2003.9
- 5-16) 和久倫也, 深尾精一, 門脇耕三: 集合住宅における室内化バルコニーに関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.701-702, 2003.9
- 5-17) 名定美紀, 深尾精一, 門脇耕三: 海外におけるシステムキッチンの寸法体系に関する調査研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.691-692, 2003.9
- 5-18) 門脇耕三, 深尾精一: 集合住宅における住戸各部計画の影響関係に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.727-728, 2004.8
- 5-19) 鈴木啓之, 門脇耕三, 深尾精一: 住宅へのコンバージョンの計画手法に関する研究 ―採光条件に着目した分析―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.765-766, 2004.8
- 5-20) 荒平剛史, 井川充司, 深尾精一, 門脇耕三: 多摩ニュータウンにおける公共集合住宅ストックの実態把握と分析, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.741-742, 2004.8
- 5-21) 張宇, 齋藤茂樹, 深尾精一, 門脇耕三: 床先行スタッド勝ち構法の内装システムにおける床パネルの開発 ―集合住宅における置床と間仕切のインターフェイスに関する開発研究 その 3―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.725-726, 2004.8
- 5-22) 西川謙一, 深尾精一, 門脇耕三: 都市型中高層建築物における外壁の更新に関する調査研究 ―中央区銀座地区を対象として―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.1311-1312, 2004.8
- 5-23) 田中こず恵, 深尾精一, 門脇耕三: キッチンユニットの設計及び生産形態に関する調査研究 ―オーダーメイドキッチンを中心として―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.717-718, 2004.8
- 5-24) 齋藤茂樹, 町田はる香, 深尾精一, 門脇耕三: 引違い開口部の位置条件による換気効果測定実験の概要 ―引違い開口部の位置条件と内装木材の含水率に関する研究 その 1―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.701-702, 2004.8
- 5-25) 町田はる香, 深尾精一, 門脇耕三, 齋藤茂樹: 引違い開口部の位置条件と内壁木材の含水率の変化 ―引違い開口部の位置条件と内

装木材の含水率に関する研究 その2一, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.703-704, 2004.8

- 5-26) 門脇耕三, 深尾精一: 超高層住宅と中高層住宅における住戸の建築特性の比較分析, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.755-756, 2005.9
- 5-27) 今井茜, 深尾精一, 藤本秀一, 松本真澄, 門脇耕三: 公共賃貸集合住宅における居住者の改善・改修ニーズに関する調査研究 ―事業  
者主導型の改修と自己責任型の改修の相違―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-2 分冊, pp.227-228, 2005.9
- 5-28) 草野祥子, 深尾精一, 門脇耕三, 齋藤茂樹: 工業化戸建住宅の外観変化に着目した増改築の実態調査 ―1970 年代に建設された工業  
化戸建住宅の増改築に関する研究 その1一, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-2 分冊, pp.307-308, 2005.9
- 5-29) 齋藤茂樹, 草野祥子, 深尾精一, 門脇耕三: 工業化戸建住宅の増改築に関する居住者アンケート調査 ―1970 年代に建設された工業  
化戸建住宅の増改築に関する研究 その2一, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-2 分冊, pp.309-310, 2005.9
- 5-30) 西川謙一, 張宇, 深尾精一, 門脇耕三: 外断熱構法の分類と実施実績 ―集合住宅における外断熱構法の製品化の実態と課題 その  
1一, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.747-748, 2005.9
- 5-31) 張宇, 西川謙一, 深尾精一, 門脇耕三: 外断熱構法別に見た納まりの特徴と課題 ―集合住宅における外断熱構法の製品化の実態と  
課題 その2一, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.749-750, 2005.9
- 5-32) 許光範, 深尾精一, 門脇耕三: 外装材の構法に着目した外壁改修に関する調査研究 ―建替えとの比較による外壁改修の傾向の分析  
―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.825-826, 2005.9
- 5-33) 大野亮介, 門脇耕三, 大野木智也, 深尾精一: アクセス方式変更を伴う改修の計画上的特性 ―公共住宅におけるアクセス方式変更  
を伴う改修に関する研究 その1一, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.647-648, 2006.9
- 5-34) 門脇耕三, 大野亮介, 大野木智也, 深尾精一: アクセス方式変更を伴う改修の設計・施工上の問題点 ―公共住宅におけるアクセス  
方式変更を伴う改修に関する研究 その2一, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.649-650, 2006.9
- 5-35) 深尾精一, 山崎真司, 小林克弘, 門脇耕三, 見波進, 小川仁, 鈴木啓之: 階段室型集合住宅エレベータ付加の既存手法の分析及び開  
発提案 ―団地住棟のバリアフリー改修手法の開発提案 その1一, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.653-654, 2006.9
- 5-36) 小川仁, 深尾精一, 山崎真司, 小林克弘, 門脇耕三, 見波進, 田原健一: エレベータ付加改修提案の試験施工を通じた有効性の検証  
―団地住棟のバリアフリー改修手法の開発提案 その2一, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.655-656, 2006.9
- 5-37) 鈴木啓之, 深尾精一, 門脇耕三: 団地型集合住宅におけるエレベーター付加改修工事に関する研究 ―階段室型エレベーターの生産  
方式―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.651-652, 2006.9
- 5-38) 西川謙一, 高橋暁, 深尾精一, 門脇耕三: 改修工事における道連れ工事の発生要因に関する研究 ―公共施設の改修工事における工  
種の組合せに着目して―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.657-658, 2006.9
- 5-39) 草野祥子, 齋藤茂樹, 深尾精一, 門脇耕三: 外壁構法の分布とその改修に対する意識調査 ―戸建住宅における外壁構法の実態に関  
する研究 その1一, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-2 分冊, pp.243-244, 2006.9
- 5-40) 齋藤茂樹, 深尾精一, 門脇耕三, 草野祥子: 戸建住宅の外壁改修履歴に関する研究 ―戸建住宅における外壁構法の実態に関する研  
究 その2一, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-2 分冊, pp.245-246, 2006.9
- 5-41) 鈴木絵里加, 深尾精一, 門脇耕三: 住宅用サッシの開発動向に関する調査研究 ―住宅メーカーとサッシメーカーの連携関係を中心  
として―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.731-732, 2006.9
- 5-42) 小川仁, 深尾精一, 山崎真司, 小林克弘, 門脇耕三, 見波進, 田原健一, 大野亮介: エレベータ付加改修システムの既存連結工事と  
工程分析 ―団地住棟のバリアフリー改修手法の開発提案 その3一, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.771-772, 2007.8
- 5-43) 門脇耕三, 深尾精一, 山崎真司, 小林克弘, 見波進, 小川仁: エレベータ付加システムの実現可能性評価 ―団地住棟のバリアフリ  
ー改修手法の開発提案 その4一日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.773-774, 2007.8
- 5-44) 大野亮介, 今井茜, 深尾精一, 門脇耕三: 超高層集合住宅のアクセス方式に関する分類と現状把握 ―超高層集合住宅における戸別  
改修容易性の評価手法に関する研究 その1一, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.769-770, 2007.8
- 5-45) 伊藤雄一, 深尾精一, 門脇耕三: 敷地条件や法的条件が中高層建築物の外壁構成に与える影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集,  
E-1 分冊, pp.741-742, 2007.8
- 5-46) 齋藤茂樹, 深尾精一, 門脇耕三: 戸建住宅における外壁改修経験の有無に影響を与える要員の分析, 日本建築学会大会学術講演梗概  
集, E-1 分冊, pp.737-738, 2007.8
- 5-47) 中島賢昭, 深尾精一, 門脇耕三, 齋藤茂樹: 隣棟間隔に着目した木造密集地における戸建住宅の外壁構法に関する研究, 日本建築学  
会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.739-740, 2007.8 月

- 5-48) 鈴木絵里加, 草野祥子, 深尾精一, 門脇耕三, 齋藤茂樹: 戸建住宅の建替えと改修の実態 ―戸建住宅地における住宅の改修行為と社会的耐用年数に関する研究 その1―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.781-782, 2007.8
- 5-49) 草野祥子, 深尾精一, 門脇耕三, 齋藤茂樹, 鈴木絵里加: 戸建住宅の取得方法別による改修履歴の傾向 ―戸建住宅地における住宅の改修行為と社会的耐用年数に関する研究 その2―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.783-784, 2007.8
- 5-50) 門脇耕三, 小泉雅生: 壁式プレキャスト鉄筋コンクリート構造住宅における PCa パネルへの開口設置を伴う改修に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.1047-1048, 2008.9
- 5-51) 西山史一, 深尾精一, 門脇耕三, 齋藤茂樹: 集合住宅住戸における水廻りとパイプシャフトの位置に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.1019-1020, 2008.9
- 5-52) 大野亮介, 深尾精一, 門脇耕三: 集合住宅の戸別改修における内装構法の実態, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-2 分冊, pp.59-60, 2008.9
- 5-53) 及川光, 深尾精一, 門脇耕三: 集合住宅におけるバルコニー設計の実態に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.997-998, 2008.9
- 5-54) 榎本博之, 深尾精一, 門脇耕三, 齋藤茂樹: 銀座地区における中高層建築物の外壁更新履歴に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.1033-1034, 2008.9
- 5-55) 門脇耕三, 深尾精一: ヨーロッパにおける初期オープンビルディング事例の現状調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.1177-1178, 2009.8
- 5-56) 木下崇之, 深尾精一, 南一誠, 門脇耕三, 柴家志帆, 山崎由貴, 嶋崎望: SI 的手法を先駆的に適用した集合住宅の経年変化に関する研究 その1 ―グリーンメゾン鶴牧-3 における住民意識と住戸改修の実態―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.1171-1172, 2009.8
- 5-57) 柴家志帆, 深尾精一, 南一誠, 門脇耕三, 木下崇之, 山崎由貴, 嶋崎望: SI 的手法を先駆的に適用した集合住宅の経年変化に関する研究 その2 ―グリーンメゾン鶴牧-3 における中層棟と高層棟の住戸改修実態の比較―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.1173-1174, 2009.8
- 5-58) 山崎由貴, 深尾精一, 南一誠, 門脇耕三, 柴家志帆, 木下崇之, 嶋崎望: SI 的手法を先駆的に適用した集合住宅の経年変化に関する研究 その3 ―グリーンメゾン鶴牧-3 における住戸改修の変遷―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.1175-1176, 2009.8
- 5-59) 伊藤雄一, 深尾精一, 小泉雅生, 門脇耕三: 既存鉄筋コンクリート造集合住宅の空間拡大を伴う改修に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.1157-1158, 2009.8
- 5-60) 井上善晴, 深尾精一, 門脇耕三: 超高層集合住宅の立面構成に関する調査研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.1105-1106, 2009.8
- 5-61) 駒田幹宜, 深尾精一, 門脇耕三: 高層集合住宅における共用エントランスの構成に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.1103-1104, 2009.8
- 5-62) 浅沼美香, 深尾精一, 門脇耕三: 地域特性が戸建住宅のバルコニー構成に与える影響に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.1097-1098, 2009.8
- 5-63) 馬場兼伸, 古澤大輔, 門脇耕三: 壁柱を用いた PCa ラーメン構造による SI 型集合住宅の開発, 日本建築学会大会建築デザイン発表梗概集, pp.86-87, 2009.8
- 5-64) 杉原太郎, 門脇耕三, 藤波努, 安藤昌也: グループホームにおける介護と空間と情報機器の関係, 2010 年度人工知能学会全国大会 (第 24 回) 論文集, 1H1-NFC3a-4, 2010.6
- 5-65) 門脇耕三, 小泉雅生, 高木次郎, 北山和宏, 見波進, 堀富博, 上林一英, 猪熊純: 既存壁式プレキャスト鉄筋コンクリート構造集合住宅の耐震壁への開口新設手法 ―その1 研究の全体計画および概要―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-4 分冊, pp.553-554, 2010.9
- 5-66) 木村智行, 深尾精一, 門脇耕三: オランダの集合住宅における大規模改修手法の類型化, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-2 分冊, pp.121-122, 2010.9
- 5-67) 梅村直裕, 深尾精一, 門脇耕三: 戸建住宅の外装材使用実態に関する調査研究 ―中古流通住宅を主対象として―, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.1169-1170, 2010.9
- 5-68) 伊藤猛, 深尾精一, 門脇耕三: 戸建住宅における内装ドアの生産方式と採用実態に関する調査研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集

集, E-1 分冊, pp.1143-1144, 2010.9

- 5-69) 榎本博之, 深尾精一, 門脇耕三: 日本における目地の概念の変遷と構法への展開に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, F-2 分冊, pp.667-668, 2010.9
- 5-70) 門脇耕三, 小泉雅生: ライフサイクルカーボンマイナス住宅の設計プロセス —LCCM 住宅デモンストレーション棟を対象とした調査—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.997-998, 2011.8
- 5-71) 木村智行, 深尾精一, 村上心, 門脇耕三: フランスの団地更新事例調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-2 分冊, pp.141-142, 2011.8
- 5-72) 井上善晴, 深尾精一, 門脇耕三: 超高層集合住宅の構成に着目した外壁修繕の難易度に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.991-992, 2011.8
- 5-73) 鈴木雄大, 深尾精一, 門脇耕三: 短期間に解体された建築物に関する調査研究 —1973 年以降の神田地区を対象として—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.1013-1014, 2011.8
- 5-74) 齋藤寿明, 深尾精一, 門脇耕三: 中小病院の保全計画とリニューアル工事に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.1009-1010, 2011.8
- 5-75) 大石由佳, 深尾精一, 門脇耕三: 既存建築物エントランス部の段差解消手法に関する調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.671-672, 2011.8
- 5-76) 忠快仁, 深尾精一, 門脇耕三: グリッドタイプシステム天井構法の普及過程に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.953-954, 2011.8
- 5-77) 伊藤恒輝, 深尾精一, 門脇耕三: 畳店の業務形態及び地域特性に関する東京都内を対象とした調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.955-956, 2011.8
- 5-78) 岩澤佑史, 深尾精一, 門脇耕三: 檜皮葺屋根の保存修復に関する研究 —重要文化財保存修理工事報告書の分析を通して—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.1001-1002, 2011.8

## 6. 著書・翻訳書

- 6-1) 日本建築学会 (編), 門脇耕三 (分担執筆): 建築系学生のための卒業設計の進め方 (担当部分: 団地再生), pp.122-123, 井上書院, 2007.11
- 6-2) 日本建築学会 (編), 門脇耕三 (分担執筆): 長く暮らすためのマンションの選び方・育て方 (担当部分: SI 住宅の見方), pp.144-147, 彰国社, 2008.8
- 6-3) 青木茂, 鈴木博之 (著), 高木次郎, 門脇耕三 (英訳): 再生建築 —リファインで蘇る建築の命—, ユーディ・シー, 196pp., 2009.4
- 6-4) 青木茂 (編著), 深尾精一, 団塚栄喜, 細井昭憲 (著), 門脇耕三 (著・英訳): 団地をリファインしよう。住宅新報社, 124pp., 2009.4
- 6-5) 朝日新聞「わが家のミカタ」取材班 (編集), 門脇耕三 ほか (取材協力): わが家のミカタ —天下無敵のすまい術— (取材協力部分: 持つなら、持たねば、持たせねば), 岩波書店, pp.122-128, 2009.6
- 6-6) 青木茂 (編著), 門脇耕三 (分担執筆): 団地をリファイニングしよう。(担当部分: 海外の団地再生事例), pp.112-115, 建築資料研究社, 2011.6

## 7. 総説・論説・評論・解説

- 7-1) 門脇耕三: 団地型公共賃貸集合住宅における大規模改修の取り組み, 第 20 回ハウジング研究報告集, pp.39-46, 日本住宅協会, 2004.3
- 7-2) 門脇耕三: 公営住宅の大規模改修, 建築とまちづくり, No.344, pp.34-35, 新建築家技術者集団, 2006.4
- 7-3) 門脇耕三: 巨大都市建築の活用, 第 2 回, 団地の魅力再び —外付けエレベータを開発—, 連載 ストックを活かす, 都政新報, 第 6 面, 2006.9.15
- 7-4) 門脇耕三: 団地の改修を通じて、ストック活用を思う, 建築技術, No.686 (2007 年 3 月号), p.184, 建築技術, 2007.3
- 7-5) 青木茂, 門脇耕三: マンションのリファイン事例, 日本建築学会 鉄筋コンクリートシンポジウム 既存鉄筋コンクリート系建物の再生・活用と空間拡大技術 予稿集, pp.57-60, 2009.11
- 7-6) 門脇耕三: 国内外における集合住宅ストック活用・再生事例, 日本建築学会 鉄筋コンクリートシンポジウム 既存鉄筋コンクリート系建物の再生・活用と空間拡大技術 予稿集, pp.61-64, 2009.11

- 7-7) WPC 構造住宅ストック高度利用促進技術開発委員会（小泉雅生，門脇耕三ほか）：WPC 構造集合住宅ストックの活用に向けて 一建築再生研究の新しい取組み，JPA，Vol.38-237，pp.8-10，プレハブ建築協会，2010.3
- 7-8) 青木茂（監修），門脇耕三（監修協力），長井美暁（編集）：Architekton，Vol.1，16pp.，総合資格，2010.4
- 7-9) 井上朝雄，青木茂，門脇耕三：鼎談 ガラスブロックに魅せられて，Architekton，Vol.1，2pp.，総合資格，2010.4
- 7-10) 青木茂（監修），門脇耕三（監修協力），長井美暁（編集）：Architekton，Vol.2，16pp.，総合資格，2010.6
- 7-11) Hiroshima 2020 Design Charrette 実行委員会（企画・監修），加藤孝司，門脇耕三（編著）：Hiroshima 2020 Design Charrette フリーペーパー，Vol.1，24pp.，Hiroshima 2020 Design Charrette 実行委員会，2010.7
- 7-12) 青木茂（監修），門脇耕三（監修協力），長井美暁（編集）：Architekton，Vol.3，24pp.，総合資格，2010.9
- 7-13) 谷尻誠，門脇耕三：対談 建築でどんな状況をつくれるかに興味がある，Architekton，Vol.3，3pp.，総合資格，2010.9
- 7-14) 門脇耕三：次世代排水システムの技術史的位置付けとその普及可能性，第1回次世代排水システムシンポジウム「排水から建築をかえる」資料集，pp.93-94，日本建築学会 環境工学委員会 建築設備運営委員会 次世代排水システム小委員会，2010.10
- 7-15) 青木茂（監修），門脇耕三（監修協力），長井美暁（編集）：Architekton，Vol.4，16pp.，総合資格，2010.12
- 7-16) 成瀬友梨，猪熊純，山本理顕，平田晃久，長谷川豪，門脇耕三：特集 シンポジウム・レポート「集まって住む、を考えなおす」シンポジウム，10+1 web site，Issue 201101，<<http://tenplusone.inax.co.jp/monthly/2011/01/atsumatte.php>>，INAX 出版，2011.1
- 7-17) 青木茂（監修），門脇耕三（監修協力），長井美暁（編集）：Architekton，Vol.5，20pp.，総合資格，2011.2
- 7-18) 門脇耕三：エキスパートに聴く！ 一建築をより良くするための議論の場に参加する、議論の場をつくる，o-cube，Vol.153，pp.4-5，リビング・デザインセンター，2011.2
- 7-19) 吉村靖孝，門脇耕三，ドミニク・チェン：鼎談「CC ハウス」はなにを可能にするか，10+1 web site，Issue 201103，<<http://tenplusone.inax.co.jp/monthly/2011/03/cc.php>>，INAX 出版，2011.3
- 7-20) 門脇耕三：「縮退時代の新しい都市生活」展を巡る思考，ART and ARCHITECTURE REVIEW，April 2011，<[http://aar.art-it.asia/u/admin\\_edit1/Mnj1sf56R39LqPHxemcK](http://aar.art-it.asia/u/admin_edit1/Mnj1sf56R39LqPHxemcK)>，ART iT+TEAM ROUNDABOUT，2011.3
- 7-21) 門脇耕三：住宅の開放性、あるいは社会との連続性を巡って 一成瀬・猪熊建築設計事務所「集まって住む、を考えなおす」展シンポジウムレビュー，建築ジャーナル，No.1181（2011年4月号），p.23，建築ジャーナル，2011.3
- 7-22) 青木茂（監修），門脇耕三（監修協力），長井美暁（編集）：Architekton，Vol.6，24pp.，総合資格，2011.4
- 7-23) 小玉祐一郎，小泉雅生，門脇耕三：特集座談会 LCCM 住宅が語りかけるもの，特集 環境とデザイン 一環境技術と設計のコラボレーション，新建築 住宅特集，No.301（2011年5月号），新建築社，pp.41-43，2011.4
- 7-24) 青木茂（監修），門脇耕三（監修協力），長井美暁（編集）：Architekton，Vol.7，16pp.，総合資格，2011.6
- 7-25) 門脇耕三：住宅ストック再生における建築法制的課題，第7回建築・社会システムに関するシンポジウム「建築ストック活用における建築関連法制度の課題」資料集，pp.5-8，日本建築学会 都市・建築にかかわる社会システムの戦略検討特別調査委員会，2011.6
- 7-26) 門脇耕三：イマジナリーな世界を建築は取り扱うことが可能か，ミサワホーム A プロジェクトウェブサイト，<[http://www.a-proj.jp/event\\_c20110618\\_01.html](http://www.a-proj.jp/event_c20110618_01.html)>，ミサワホーム，2011.7
- 7-27) 吉村靖孝，松川昌平，門脇耕三：Case 3「CC ハウス」座談会 新しい建築の生産システム 一実施図面のアーカイブと自由なカスタマイザー，特集 建築家の職域を広げる 一設計、施工、図面公開などの試みから，新建築 住宅特集，No.304（2011年8月号），pp.134-139，新建築社，2011.7
- 7-28) 門脇耕三：縮小時代の研究の視点 一構法計画の立場から，2011 年度日本建築学会大会（関東）建築計画部門 研究懇談会「建築計画研究の表現にみる今日の主題」資料集，pp.23-26，日本建築学会 建築計画委員会，2011.8
- 7-29) 門脇耕三：第7回 建築・社会システムに関する連続シンポジウム概要，2011 年度日本建築学会大会（関東）総合研究協議会（3）資料「市民と専門家が協働する成熟社会に相応しい建築関連法制度を目指して」，pp.71-72，日本建築学会 都市・建築にかかわる社会システムの戦略検討特別調査委員会，2011.8
- 7-30) 門脇耕三：活動レポート 第7回建築・社会システムに関する連続シンポジウム「建築ストック活用における建築関連法制度の課題」，建築雑誌，Vol.126，No.1622（2011年9月号），pp.122-123，日本建築学会，2011.9

## 8. 紹介記事

- 8-1) 連載 階段室型住棟再生への提案，上，首都大学東京 階段一体型エレベーター付加システム 一自立する昇降路 ブリッジで結ぶ，

建設通信新聞，第2面，2006.12.14

- 8-2) 階段室型集合住宅のアクセスを改善 ―バリアフリーを徹底した階段一体型の後付けエレベーターを開発―，日経アーキテクチュア，No.839（2007年1月8日号），pp.96-97，日経BP，2007.1
- 8-3) TOKYO 発，よみがえれ団地 ―壊さず改造 快適な住居に―，東京新聞，第30面，2007.1.26
- 8-4) 街をつくる まちに生きる ―多摩NT40年―，高齢化13，バリアフリー ―施設活用しモデル作り―，朝日新聞，第2東京面，2007.10.23
- 8-5) 持つなら、持たねば、持たせねば④，わが家のミカタ，朝日新聞，生活面，2008.4.22
- 8-6) 首都大教授が試作 竹を使った仮設住宅，朝日新聞，第2東京面，2008.8.11
- 8-7) 青木・首都大教授ら 竹の仮設住宅試作，朝日新聞，第2東京面，2008.8.18
- 8-8) 仮設住宅 現地調達が可能な竹を構造体に採用 ―横浜赤レンガ倉庫で開催された防災フェアにも出展―，日経アーキテクチュア，No.883（2008年9月8日号），p.78，日経BP，2008.9
- 8-9) メジロスタジオ：次世代集合住宅の環境配慮型デザインを考える，住宅設計 REPORT，No.123，pp.6-9，パナソニック電工，2008.11
- 8-10) 猪熊純：震災仮設住宅のシステムデザイン ―Bamboo House Project―，新建築，2008年12月号，pp.22-23 新建築社，2008.12
- 8-11) Bamboo House Project ―災害時の仮設住宅システムを提案―，ユニバーサルデザイン，29号，pp.50-53，ユーディ・シー，2009.1
- 8-12) Axis, Vol.145（2010年6月号），アクシス，2010.5
- 8-13) 加藤孝司：広島を舞台としたオリンピックと都市の可能性を議論する，建築ジャーナル，No.1168（2010年6月号），p.39，建築ジャーナル，2010.5
- 8-14) 加藤孝司：建築ジャーナル，No.1169（2010年7月号），建築ジャーナル，2010.6
- 8-15) 高橋正明：地方からの熱いデザインの風，商店建築，2010年8月号，商店建築社，2010.7
- 8-16) 「広島五輪」夢の都市デザイン，読売新聞，都民版，2010.8.11
- 8-17) 新建築，2010年9月号，新建築社，2010.9
- 8-18) 加藤孝司：建築ジャーナル，No.1172（2010年10月号），建築ジャーナル，2010.9
- 8-19) その場にあった什器で組み立てた本屋。―BOEK DECK―，BRUTUS，No.709（2011年6月1日号），p.40，マガジンハウス，2011.5
- 8-20) 財団法人 住宅総合研究財団：賃貸住宅ストック活用シンポジウムについて，No.5（2011年春号）pp.2-3，住宅総合研究財団，2011.5
- 8-21) 建築学会建築・社会システム連続シンポ 第7回 ストック活用の法制度 ―法的基準あればもっとスピーディーに進む―，日刊建設工業新聞，第16面，2011.7.1
- 8-22) MJD，designboom，<<http://www.designboom.com/weblog/cat/9/view/16131/mejiro-studio-mjd.html>>，designboom，2011.8

## 9. 研究報告書等

- 9-1) 深尾精一，鎌田一夫，小林秀樹，藤本秀一，宮本俊次，門脇耕三：スケルトンの改修キャパシティの検討，建設省総合技術開発プロジェクト「投資効率向上・長期耐用型集合住宅の建設・再生技術の開発」平成11年度報告書，pp.17-49，新都市ハウジング協会，2000.3
- 9-2) オープンハウジング研究会（報告書作成担当：門脇耕三）：The Report on the CIB W104 Tokyo Conference 2000，2001.4
- 9-3) 公社住宅ストック再生研究会（巽和夫，柏原土郎，深尾精一，高田光雄，横田隆司，門脇耕三ほか9名）・大阪府住宅供給公社：公社住宅ストック再生にむけて，pp.33-46，公社住宅ストック研究会・大阪府住宅供給公社，2002.3
- 9-4) 横須賀プロジェクト施工調査委員会（熊谷雅也，深尾精一，小林謙二，門脇耕三ほか6名）：横須賀プロジェクト施工調査報告書，都市基盤整備公団，2002.3
- 9-5) 公共住宅ロングライフ化研究委員会（深尾精一，門脇耕三ほか7名）：公共住宅ロングライフ化とLCに関する調査研究 ―公共住宅の大規模改修の実態に関する調査研究―，建築・設備維持保全推進協会，2003.5
- 9-6) 公共住宅ロングライフ化研究委員会（深尾精一，門脇耕三ほか7名）：公共住宅における大規模改修事例集，建築・設備維持保全推進協会，2003.5
- 9-7) 深尾精一，門脇耕三，丹羽隆志：ガラスを多用した外周壁に関する調査研究報告書，東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻建築構法研究室，2003.12
- 9-8) 深尾精一，門脇耕三：SI住宅における置床と間仕切のインターフェイスに関する開発研究，文部科学省科学研究費補助金 基盤研究（B）（2）（課題番号：13450246）成果報告書，2004.3
- 9-9) 門脇耕三：集合住宅における「アダプタブルなビルディングシステム」の再構築，文部科学省科学研究費補助金 若手研究（B）（課

題番号：17760496) 成果報告書，2007.3

- 9-10) 深尾精一，門脇耕三，阿部順子：団地賦活事例集 フランス・日本，首都大学東京 大学院都市環境科学研究科 建築学専攻＋首都大学東京 COE 研究拠点 4-Met センター，120pp.，2007.11
- 9-11) 角陸順香，門脇耕三，建築技術（編）：首都大学東京 21 世紀 COE プログラム「巨大都市建築ストックの賦活・更新技術育成」作品集，首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 建築学専攻＋首都大学東京 COE 研究拠点 4-Met センター，127pp.，2007.11
- 9-12) 饗庭伸，門脇耕三，角陸順香，橘高義典，須永修通，角田誠，田村雅紀，深尾精一，吉川徹（編）：都市建築時空間多様性調和工学読本 ―ストック社会の都市建築学―，首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 建築学専攻＋首都大学東京 COE 研究拠点 4-Met センター，87pp.，2007.11
- 9-13) Shin AIBA, Seiichi FUKAO, Yorika KADORIKU, Kozo KADOWAKI, Yoshinori KITSUTAKA, Nobuyuki SUNAGA, Masaki TAMUTA, Makoto TSUNODA and Tohru YOSHIKAWA : Declaration of the Establishment of Urban Architecture Time-Space Diversity Harmonization Engineering -Urban Architectonics in Stock Society-, Department of Architecture and Building Engineering, Graduate School of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University + 4-Met Center, COE Research Base, Tokyo Metropolitan University, 87pp., 2007.11
- 9-14) 深尾精一，山崎真司，小林克弘，角田誠，門脇耕三，見波進：平成 17～18 年度 国土交通省 国土技術研究会 建設技術研究開発助成制度（基礎・応用研究開発公募）「エレベータ付加による住宅ストック活用技術に関する研究開発」総合研究開発報告書，53pp.，2008.1
- 9-15) Kozo KADOWAKI, Yuichi ITO, Rie YANAI and Masao KOIZIMI : Pattern Book for Housing Remodeling, Tokyo Metropolitan University JR team, 80pp., 2008.7
- 9-16) 青木茂（編著），深尾精一，団塚栄喜，細井昭憲，門脇耕三（著）：団地をリファインしよう。リファイン建築研究会，124pp.，2009.3
- 9-17) 猪熊純，門脇耕三（監修），Bamboo House Project 2008-2009 冊子作成プロジェクトチーム（浜田晶則，大隅裕，下錦田聡志（編）：Bamboo House Project 2008-2009 ―四川大地震仮設住宅提案ワークショップ―，首都大学東京＋青木茂建築工房＋e【スモールイー】，46pp.，2009.3
- 9-18) コレクティブハウジング研究委員会（主査：小谷部育子，委員：小泉雅生，大橋寿美子，伊香賀俊治，桜井典子，田村誠邦，柴原達明，上林一英，岡崎愛子，研究協力委員：門脇耕三ほか 9 名）：コレクティブハウジング研究委員会報告書，住宅総合研究財団，272pp.，2009.11
- 9-19) 小泉雅生，小谷部育子，金田勝徳，北山和宏，高木次郎，門脇耕三，見波進，猪熊純，上林一英：平成 19～20 年度 国土交通省 国土技術研究会 建設技術研究開発助成制度「既存構造体の撤去・補強を核とした WPC 構造住宅ストック高度利用促進技術の開発」研究成果報告書，79pp.，2011.3
- 9-20) 青木茂（編著），門脇耕三：海外の団地再生事例，団地をリファイニングしよう。首都大学東京リーディングプロジェクト プロジェクト II 報告書，pp.112-115，2011.3
- 9-21) 饗庭伸，山本薫子，酒井博基，古澤大輔，舩山真人，若林芳樹，門脇耕三，坪本裕之，松本真澄：郊外都市横断スタディーズ ―首都大学東京 郊外型都市賦活更新プロジェクト研究―，首都大学東京リーディングプロジェクト プロジェクト III 報告書，8pp.，2011.3

## 10. その他の研究発表

- 10-1) 深尾精一，門脇耕三，松本真澄，阿部順子，井川充司，和久倫也，荒平剛史，張宇，齋藤茂樹：団地型公共集合住宅のトータルリモデル ―多摩ニュータウンを中心として―，東京都立大学 21 世紀 COE プログラム「巨大都市建築ストックの賦活・更新技術育成」平成 15 年度成果報告会予稿集，pp.10-11，2004.6
- 10-2) 角田誠，門脇耕三，田村誠邦：資産価値評価手法，東京都立大学 21 世紀 COE プログラム「巨大都市建築ストックの賦活・更新技術育成」平成 15 年度成果報告会予稿集，pp.40-41，2004.6
- 10-3) 門脇耕三，深尾精一，鈴木啓之：住宅へのコンバージョンにおけるベースビルディングのキャパシティ分析，東京都立大学 21 世紀 COE プログラム「巨大都市建築ストックの賦活・更新技術育成」平成 15 年度成果報告会予稿集，pp.42-43，2004.6
- 10-4) 門脇耕三，深尾精一，西川謙一：街路ファサードの改修実態に関する研究 ―中央区銀座を対象として―，東京都立大学 21 世紀 COE プログラム「巨大都市建築ストックの賦活・更新技術育成」平成 15 年度成果報告会予稿集，pp.48-49，2004.6
- 10-5) 深尾精一，門脇耕三，松本真澄，阿部順子，首藤亮一，小川仁，鈴木啓之，齋藤茂樹，千賀順，新井健志：団地型公共集合住宅のトータルリモデル，東京都立大学 21 世紀 COE プログラム「巨大都市建築ストックの賦活・更新技術育成」平成 16 年度成果報告会予稿集，pp.8-9，2005.4

- 10-6) 門脇耕三, 深尾精一, 阿部順子, 首藤亮一: 集合住宅ストック把握・大規模改修事例集作成, 東京都立大学 21 世紀 COE プログラム「巨大都市建築ストックの賦活・更新技術育成」平成 16 年度成果報告会資料集, pp.10-11, 2005.4
- 10-7) 松本真澄, 門脇耕三, 深尾精一, 藤本秀一: 団地型公共集合住宅における戸別改修に関する研究, 東京都立大学 21 世紀 COE プログラム「巨大都市建築ストックの賦活・更新技術育成」平成 16 年度成果報告会予稿集, pp 12-13, 2005.4
- 10-8) 角田誠, 門脇耕三, 坂本深大, 田村誠邦: コンバージョンにおけるベースビルディング総合評価手法, 東京都立大学 21 世紀 COE プログラム「巨大都市建築ストックの賦活・更新技術育成」平成 16 年度成果報告会予稿集, pp.46-47, 2005.4
- 10-9) 深尾精一, 山崎真司, 門脇耕三, 見波進, 阿部順子, 首藤亮一, 小川仁, 田原健一, 鈴木啓之, 柳沼大樹, 梅田綾: 団地型公共集合住宅のトータルリモデル, 首都大学東京 21 世紀 COE プログラム「巨大都市建築ストックの賦活・更新技術育成」平成 17 年度成果報告会予稿集, pp.8-9, 2006.5
- 10-10) 藤江創, 門脇耕三, 小川仁, 鈴木啓之: 公共集合住宅戸別改善リモデル実施実験, 首都大学東京 21 世紀 COE プログラム「巨大都市建築ストックの賦活・更新技術育成」平成 17 年度成果報告会予稿集, pp.10-11, 2006.5
- 10-11) 深尾精一, 山崎真司, 門脇耕三, 見波進, 小川仁, 田原健一, 大野亮介, 羽田和樹: 団地型公共集合住宅のトータルリモデル, 首都大学東京 21 世紀 COE プログラム「巨大都市建築ストックの賦活・更新技術育成」平成 18 年度成果報告集, pp.8-9, 2007.7
- 10-12) 深尾精一, 山崎真司, 門脇耕三, 見波進, 小川仁, 田原健一, 大野亮介, 羽田和樹: 団地型公共集合住宅の階段一体型エレベータによる修景, 首都大学東京 21 世紀 COE プログラム「巨大都市建築ストックの賦活・更新技術育成」平成 18 年度成果報告集, pp.10-11, 2007.7
- 10-13) 深尾精一, 橘高義典, 須永修通, 角田誠, 吉川徹, 饗庭伸, 門脇耕三, 田村雅紀, 角陸順香: 都市建築時空間多様性調和工学の枠組みの構築, 首都大学東京 21 世紀 COE プログラム「巨大都市建築ストックの賦活・更新技術育成」平成 18 年度成果報告集, pp.44-45, 2007.7
- 10-14) 深尾精一, 山崎真司, 小林克弘, 角田誠, 門脇耕三, 見波進: エレベータ付加による住宅ストック活用技術に関する研究開発, 国土交通省 国土技術研究会 建設技術研究開発 平成 18 年度成果発表会 論文集, pp.9-15, 2007.10
- 10-15) 深尾精一, 門脇耕三, 小川仁, 鈴木啓之, 梅田綾, 大野亮介, 山崎真司, 見波進, 柳沼大樹, 羽田和樹: 階段一体型エレベータ付加システム試作実験棟, 首都大学東京 21 世紀 COE プログラム「巨大都市建築ストックの賦活・更新技術育成」作品集, pp.6-17, 2007.11
- 10-16) 門脇耕三: 建築の「分割生産」時代の技術と人材, 都市建築時空間多様性調和工学読本 ーストック社会の都市建築学一, pp.68-71, 2007.11
- 10-17) Kozo KADOWAKI: Technology and Human Resources in the Era of “Divided Production” of Building, Declaration of the Establishment of Urban Architecture Time-Space Diversity Harmonization Engineering –Urban Architectonics in Stock Society–, pp.68-71, 2007.11
- 10-18) Jiro TAKAGI, Masao KOIZUMI, Susumu MINAMI, Kazuhiro KITAYAMA, Kozo KADOWAKI and Jun INOKUMA: Development of Methods for Placing Openings in Existing Shear Walls in Wall-type Precast Reinforced Concrete Residential Buildings, Proceedings of the International Symposium on Sustainable Urban Environment 2010, TMU Symposium Series, No. 5, pp.73-74, 2010.12