

氏名	さくらい かずや 櫻井 一 弥		
授与学位	博士(工学)		
学位授与年月日	平成16年7月14日		
学位授与の根拠法規	学位規則第4条第2項		
最終学歴	平成10年3月 東北大学大学院工学研究科 都市・建築学専攻 博士課程前期2年の課程修了		
学位論文題目	グリッドシステムを用いた室配置手法に関する研究		
論文審査委員	主査 東北大学教授 伊藤邦明	東北大学教授	三橋博三
	東北大学教授 近江 隆	東北大学教授	菅野 實
	東北大学助教授 野村希晶		

## 論文内容要旨

本研究は、建築設計における平面構成過程をユニット群の組合せ問題と捉え、その組合せパターン（配列）を解として導く室配置問題に新たな視点から取り組み、設計初期段階における有効な発想支援システムの構築を目指すものである。様々な量的・質的価値が入り交じった建築平面を生成するに当たり、これまでの室配置システムのように数理的な評価値のみによる一義的なパターン評価を行わず、それぞれ独自の建築的視点から3つの効率的な室配置システムを開発した。

本論は、第1章（序論）、第2章（研究の目的と方法）、第3章（用途限定型グリッドシステムの開発）、第4章（ゾーニング型グリッドシステムの開発）、第5章（多段階生成型グリッドシステムの開発）、ならびに第6章（結論）によって構成されている。以下、各章の概要について述べる。

### 第1章 序論-建築とコンピュータ

序論では、コンピュータの発展過程や建築分野におけるコンピュータ利用の実態についてなど、全般的なコンピュータの歴史と利用のされ方について述べるとともに、コンピュータを用いた建築関連の研究論文のレビューを行い、これまでに開発された室配置システムの問題点を明らかにした。

建築意匠設計においてコンピュータ利用の大半を占める CAD システムがどのように普及し、現段階でどのように利用されているかを把握するために、日本建築学会情報システム技術委員会による CAD 利用実態調査をもとに考察した。その結果、CAD システムは未だに単なるドラフティングツールとして用いられており、デザイン分野での新たなコンピュータ活用法の提案が求められていることが明らかになった。

それを踏まえて、コンピュータを用いた建築分野の研究論文についてレビューを行った。室配置問題に関する研究は、平面上の図形の表現方法として、格子状マトリクス方式と直交座標方式があり、またユニットを配置する方法として連結型と分割型がある。これらの組合せを網羅するように既往の研究を取り上げた。

それぞれの研究で様々な試みが行われているが、全般的に敷地の特性に考慮したものは非常に少ないことが分かった。また、初期の研究では、コンピュータの限界が論文の限界になっていたが、コンピュータの性能が向上した今日にあっては、むしろ大量に示される配列をどのように選別するかといった問題や、コンピュータと人間の役割分担をどのように行っていくべきかといった問題について検討していく必要があることが明らかになった。

## 第2章 研究の目的と方法

第2章では、研究の背景と目的について述べ、研究の方法について説明している。

本研究が対象とする室配置問題とは、建築意匠設計における平面構成過程を、必要なユニット群の組合せ問題へと還元し、その配列を解として導こうとするものである。

室配置問題を扱う際の原理的な課題としては、組合せ困難性と評価困難性が考えられる。組合せ困難性とは、扱う対象が形状であるため、組合せ数が膨大なものとなり、処理が困難となるという課題である。一方評価困難性とは、生成された配列の優劣をどのように決定するかという課題である。既往研究が、これらの課題に対してどのように対処しているかを整理した結果、数理的な評価値を設定することで各配列の優劣を一義的に決定し、評価の劣った配列を棄却しようとするものが多いことが明らかになった。しかし、建築平面の評価に際しては、数理的な評価のみで優秀と判断された配列が、建築として必ずしも優れているとは限らないという問題を孕む。したがって、設計者が十分に扱える生成量と時間の範囲内で、多様かつ実用的な配列を示し、容易に参照できるようにすることが肝要であると考えられる。

こうした考えに基づき、本研究では、数理的な評価値のみによる一義的な配列の評価という手法を用いず、実用的かつ効率的な室配置システムを構築することを目的としている。

この目的を達成するための方法として、異なった建築的視点から3つのグリッドシステムを開発することとした。

グリッドシステムとは、配置平面を格子状に分割し、格子の集合による矩形をユニットと定義した上で、ユニットを1マスずつずらしながら配置平面に納まるかどうかを検討していく手順によって配列を自動生成する室配置システムである。このシステムで扱う対象は2次元モデルであり、また考察の結果格子状マトリクス方式と連結型の手法を用いることが有効であると判断した。このシステムでは、既往の研究で課題となっていた、敷地全体を扱うことを前提とし、また3つのグリッドシステムのそれぞれに独自の建築的視点を導入することを述べた。

## 第3章 用途限定型グリッドシステムの開発—生成速度優先型室配置手法—

第3章では、用途限定型グリッドシステムの開発経緯、システムの構成、データ構造などについて述べるとともに、システムの検証を行い、その特徴と成果についてまとめている。

用途限定型グリッドシステムは、対象とする建物用途の一つに限定することで、膨大な配列の探索空間を制御しようとしているものである。ユニットごとに配置のアルゴリズムを詳細に設定し、また建物用途に合わせた建築的な棄却条件を詳細に設定している。ユニット同士の位置関係が全てプログラム内に記述されているため、条件入力時における設計者の負担が小さいこと、必要な計算のみを行うため演算速度が非常に速いことなどが特徴である。配置するユニットが比較的少なく、配列の生成速度を優先させたい場合に適した室配置手法である。この手法で配列を生成する建物の対象として、特定郵便局を選定した。

特定郵便局の平面構成を把握するため、特定郵便局に対する調査・分析を行い、それらをもとにして、システムの前提条件や特定郵便局局舎の平面構成の与条件を導出し、またシステムの入力項目についての設定を行った。

全体的なシステムの構成としては、基本的にバッチ処理であり、入力値に基づいてコンピュータが計算し、計算が終わってから配列を設計者に提示する、というものである。

このシステムの有効性を、筆者らが設計に関わった2つの特定郵便局の平面と比較することで検証した。その結果、特定郵便局の平面として実用的な配列が短時間で生成され、設計者の発想支援に対して有効であることが確認された。

#### 第4章 ゾーニング型グリッドシステムの開発－限定配置条件を利用した室配置手法－

第4章では、ゾーニング型グリッドシステムの開発経緯、システムの構成、データ構造などについて述べるとともに、システムの検証を行い、その特徴と成果についてまとめている。

ゾーニング型グリッドシステムは、屋外ユニットの配置と屋内ユニットの配置を分割し、2段階に分けて行うことで、配列の探索空間を制御しようとしているものである。屋外ユニットの配置が非常に重要な意味を持つような場合には、効率的に絞り込みながら最終的な配列を得ることができる。本研究では、屋外ユニットの配置をゾーニング、屋内ユニットの配置を室配置と定義した。形状や位置など、屋外ユニットの配置条件がある程度限定されており（限定配置条件）、かつ屋内ユニットの配置条件は比較的自由であるような場合に適した室配置手法である。この手法で配列を生成する建物の用途として、歴史地区内モデル住宅を対象とした。

歴史地区内モデル住宅の平面構成については、筆者らが作成した伝統的建造物群保存地区内の新築モデル住宅案をもとに、システムの前提条件やその平面構成の与条件を導出し、またシステムの入力項目についての設定を行った。

全体的なシステムの構成としては、入力値に基づいてまずゾーニングを行い、生成されたゾーニング配列を全て設計者に提示する。設計者がその中から妥当だと考える配列を選択した時点で室配置を行い、生成された全ての室配列を設計者に提示する、というものである。ユニット配置のアルゴリズムは、ゾーニングと室配置の段階では全く異なるため、そのそれぞれについて説明した。また、不適格配列の棄却については、室配置の段階において、室間親近度による評価、玄関位置による評価、配列評価値Q値による評価の3つの評価に基づいた棄却条件を設定した。

システムの有効性については、生成された配列の大まかな形状をタイプごとに分類し、発想支援にとって有効な配列が網羅されているかを確認するとともに、生成された配列をもとにいくつかの平面図を作成して検証した。その結果、歴史地区内モデル住宅の平面として実用的な配列が生成され、設計者の発想支援に対して有効であることが確認された。

#### 第5章 多段階生成型グリッドシステムの開発－設計過程を考慮した汎用型室配置手法－

第5章では、多段階生成型グリッドシステムの開発経緯、システムの構成、データ構造などについて述べるとともに、適用事例を通じたシステムの検証を行い、その特徴と成果についてまとめている。

多段階生成型グリッドシステムは、様々な用途の建物を対象とし、最終的な配列の生成までを3つの段階に分けて行うものである。敷地全体の土地利用という大きなスケールから、各室の配置という小さなスケールへ至る、設計のプロセスに合わせる形で、効率的に絞り込みながら最終的な配

列を生成することが可能である。本研究では、敷地内に屋外ユニットを配置する段階をゾーニング、建物本屋内に室群のまとまりである部門ユニットを配置する段階をクラスター配置、各部門ユニット内に室ユニットを配置する段階を室配置と定義した。配置するユニットが比較的多く、設計のプロセスを重視したい場合に適した汎用型室配置手法である。この手法で配列を生成する建物の用途として、住宅と博物館を対象とした。

システム開発に当たっては、多段階であることと、様々な用途に対応できるということが最も重要な視点となるため、これらを可能にするための考え方について詳細に検討し、システムの前提条件を整理するとともに、住宅と博物館の平面構成の与条件を導出した。またシステムの入力項目について考察し、設定を行った。

全体的なシステムの構成としては、入力値に基づいてまずゾーニングを行い、生成されたゾーニング配列を全て設計者に提示する。設計者がその中から妥当だと考えるものを選択した時点でクラスター配置を行い、生成されたクラスター配列を全て設計者に提示する。その中から妥当なものを選択した時点で室配置を行い、それが終了したら全ての室配列を設計者に提示する、というものである。ユニット配置のアルゴリズムは、基本的に全ての段階で同じ考え方に基づいている。配列の棄却条件は、あらゆる建物に共通の棄却条件として、ユニット間親近度による不適格配列の棄却という手法と、配列類似ベクトルによる類似配列の棄却という手法を導入した。また建物用途ごとの棄却条件に関しては、建物用途ごとにモジュールを作成し、用途に応じてモジュールが選択されるようにした。

システムの有効性については、生成された配列の例を取り上げて、多様な配列が短時間で生成されていることを示すとともに、それらをもとにいくつかの平面図を作成して検証した。その結果、住宅や博物館の平面として妥当な配列が生成され、設計者の発想支援に対して有効であることが確認された。

## 第6章 結論

第6章は、本研究で得られた結果をまとめ、本研究の結論を述べている。

## 論文審査結果の要旨

コンピュータを用いて室配置問題に取り組む研究は 1960 年代から行われ、コンピュータ技術の発展とともに成果を上げてきた。室配置問題とは、建築設計における平面構成過程を、ユニット群の組合せ問題へと還元し、その組合せパターン（配列）を解として導くものである。本論文は、この問題に新たな視点から取り組み、設計初期段階における有効な発想支援システムの構築を目指すものである。様々な量的・質的価値が入り交じった建築平面を生成するに当たり、これまでの室配置システムのように数理的な評価値のみによる一義的な配列評価を行わず、それぞれ独自の建築的視点から3つの効率的な室配置システムを開発している。論文は全6章で構成されている。

第1章は序論で、建築分野におけるコンピュータ利用の実態について述べるとともに、コンピュータを用いた建築関連研究論文の詳細なレビューを行い、室配置問題の課題を明らかにしている。

第2章では研究の目的と方法について述べ、グリッドシステム概念について定義している。

第3章では用途限定型グリッドシステムについて述べている。このシステムは、対象とする建物用途の一つに限定し、その用途に合わせた建築的な棄却条件を詳細に設定することで、膨大な配列の探索空間を制御しているものである。このシステムを用いて、特定郵便局の配列生成を試みている。筆者らが設計に関わった特定郵便局の平面と比較して検証した結果、実用的な配列が生成され、設計者の発想支援に対して有効であることが確認された。

第4章ではゾーニング型グリッドシステムについて述べている。このシステムは、屋外と屋内のユニット配置を分割して行うことで、配列の探索空間を制御しているものである。このシステムを用いて、歴史地区内モデル住宅の配列生成を試みている。生成された配列を分類し、有効な配列が網羅されていることを確認するとともに、生成配列をもとに平面図を作成して検証した結果、実用的な配列が生成され、設計者の発想支援に対して有効であることが確認された。

第5章では多段階生成型グリッドシステムについて述べている。このシステムは、様々な用途の建物を対象とし、最終的な配列の生成までを大きく3つの段階に分けて行うものである。敷地の土地利用という大きなスケールから、各室の配置という小さなスケールへ至る設計プロセスに合わせて配列を生成することが可能である。このシステムを用いて、住宅と博物館の配列生成を試みている。多様な配列が短時間で生成されていることを示すとともに、それらをもとに平面図を作成して検証した結果、実用的な配列が生成され、設計者の発想支援に対して有効であることが確認された。

第6章は結論である。

以上要するに本論文は、数理的な評価のみによらない配列生成のために、建築的な手法を導入した、実用的な室配置システムの可能性を示し、室配置問題ならびにコンピュータを用いた建築設計手法に関する新たな知見を与えたものであり、建築計画学及び建築デザイン学の発展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文として合格と認める。