

論文審査の結果の要旨

氏名：二 瓶 士 門

博士の専攻分野の名称：博士（工学）

論文題名：集合住宅における消費エネルギー量を削減するための住戸形状の要素に関する研究

審査委員：（主査） 教授 佐藤 慎也

（副査） 教授 重 枝 豊 首都大学東京教授 小 泉 雅 生

集合住宅の建築計画では、第二次世界大戦後の大量供給に対する標準化や工業化、高度経済成長後のライフスタイルの多様化に対する可変性など、特に住戸内での生活を中心として、時代に応じた問題を扱う研究が数多く行われてきた。しかし、近年は、屋外空間やコミュニティの醸成といった分野に主眼が置かれ、住戸内の平面計画は定型化されており、市場性に委ねられてしまっている。一方、最近では、建築物に対する暖冷房負荷を含むエネルギー消費性能の向上を目的とした法律の整備を踏まえ、建築計画上の応答が急務であると考えられる。しかし、まだその問題をテーマとした研究の数はそれほど多くはないのが現状である。そして、その法律の整備によって、消費エネルギー量に関する建築物への要求が仕様規定から性能規定に変更され、断熱材やガラスの物性などの仕様が規定を満たすだけでなく、計算して得られる消費エネルギー量に対する性能が規定を満たす必要が生じている。そのことは、建築材料による断熱性能などを向上させる方法だけではなく、建築物の形状によって消費エネルギー量を削減させ、法律に適合させる可能性が生まれたと考えられる。そして、その可能性を具体的な手法として提示するために、建築環境工学の手法を採用した、新しい建築計画学の構築が求められている。

そのような背景に対して、提出者の論文においては、大量に建設されている集合住宅、いわゆる民間が建設する分譲マンションを対象としている。そのことには、1983年以降、民間の分譲マンションの建設戸数が、日本住宅公団（現・都市再生機構）による公的な集合住宅の建設戸数を上回り、現在は11万戸（2016年）を超えていることが背景にある。そこで、提出者は、その分譲マンションを対象として、消費エネルギー量の削減に寄与する住戸形状と外的条件の要素を分析することにより、住戸の計画時および設計時の検討に利用できる、住戸形状の要素に対する指標を明らかにすることを目的とした研究を行っている。研究の方法としては、環境的なシミュレーションによる検討を採用しており、住戸形状の要素相互の関係について分析を行い、外的条件ごとに、消費エネルギー量を削減するための具体的な指標を明らかにしている。

提出者の論文において、空間の使われ方に焦点を当てる計画分野と、環境性能の定量化を行う環境分野とを重ね合わせることは、特に生活に直結した集合住宅の研究においては重要な視点である。また、消費エネルギー量の削減に対して、建築計画から応答するという視点を持つ本論文は、その法律が制定されたばかりであることから、先駆的なひとつであると考えられる。さらに、その視点を加えて建築物の形状に対する示唆を与える方法は、集合住宅以外のビルディングタイプの建築計画にも応用可能と考えられる。そのほか、シミュレーションによる検討において、従来であれば検討用に組み立てられた仮想のモデルが用いられるのに対し、本論文では、実際に建設されている分譲マンションに関する住戸をモデルとして用いている。それにより、現在の社会的、経済的な条件の中で建設されている大量の住戸について、ビッグデータと呼ぶことのできる情報を用いて検討することが可能となり、実際の制約を踏まえた指標を提示していることは、工学的な観点から見ても高く評価できる。

建築計画学と建築環境工学は、かつて計画原論と呼ばれる分野を構成していた。本論文では、シミュレーションに基づく精緻な評価手法を組み込むことによって、定性的な使われ方の分析と定量的な性能の把握という、異なる方向性に発展してきた両分野の再統合が図られている。現代的なテクノロジーに基づいた、新たな計画原論の端緒となるものと言えよう。

このように、提出者の論文は、集合住宅において、住戸形状の操作によって、暖冷房負荷の消費エネルギー量を削減する手法を論じたものである。確かに本論文の成果によると、1住戸ごとの消費エネルギーの削減量は決して大きくない。しかし、その膨大な建設戸数を考えると、全体としては大きな削減量を可能とするものとなることが期待されることから、本論文の成果は十分に評価に値する。それはまた、住戸内平面計画という視点で考えても、現在の社会的、経済的な条件を大きく逸脱することなく、

特に平面計画的な発展が見られていない3LDK住戸に対し、住戸内平面計画上のバリエーションを生み出す可能性を提示するものと考えられる。以下に、各章の研究における内容と評価を示す。

本論文は、1章「序論」から7章「結論」に至る全7章で構成されており、審査の結果、次のように考えられる。

1章「序論」は、本研究の背景や目的、方法、位置づけを明示している。本研究で対象とする集合住宅に関する先行研究について文献調査を行った結果、住戸内平面計画が定型化している要因を明らかにするものや、集合住宅における消費エネルギーの総量を把握するものなどはあるものの、住戸内平面計画を構成する住戸形状と暖冷房負荷に対する消費エネルギー量の関係を扱ったものが見られないことを示している。また、それらの研究方法がアンケートや住戸のモデル化による分析を行っているのに対し、本論文では、実在する大量な住戸の情報を用いたデータベースを作成していることに、手法の独自性が見られる。

2章「住戸内平面計画に関する変遷と抽出する要素の概要」は、住戸内平面計画に関して、その変遷を追いながら、先行研究を網羅的に分析し、消費エネルギー量削減の条件に対応する要素の抽出を行っている。それらの要素は、設計時に考慮すべき7つの住戸形状の要素（専有面積、住戸表面積、住戸平面形状複雑度指数、間口、奥行間口比、開口率、主開口庇長さ開口高さ比）と、設計時に考慮できない3つの外的条件の要素（方位、開放面数、隣棟建物）に整理される。そして、それらの要素の組み合わせを検討することで、以下の章における分析を可能としていることから、その要素の抽出と整理は高く評価できる。

3章「データベースの作成」は、実際に建設されている2,229戸に及ぶ集合住宅（分譲マンション）の建築図面より、2章で得た7つの住戸形状と3つの外的条件の要素を取り出し、データベースを作成している。また、建設の時期や地域が限定された分譲マンションにおいては、住戸に用いられる断熱材やガラスなどの物性値はほぼ同質であり、建築材料による断熱性能などが一定であるため、住戸形状と外的条件の要素自体が消費エネルギー量に与える影響を検討することを可能としている。さらに、その中から、より正確な分析を行うために、定型化していると呼び得る3LDK住戸のみを取り出しながらも、1,603戸という大量な住戸数を確保したデータベースを得ている。そして、外的条件の要素である隣棟建物による影の影響を受けているものを取り除いたデータベースでも、702戸の住戸数を確保しており、さらに正確な分析を行う対象を得ている。以上のように、一定の条件のもとで、実際の社会的、経済的な制約を踏まえて、大量に建設された住戸をモデルとして捉えることを可能にするデータベースの作成は、工学的にも有用性が見られる。

4章「住戸形状の要素と暖房負荷の相関」は、住戸内平面計画における住戸形状の各要素について、3LDK住戸のみによるデータベースを用いてシミュレーションによって算出した、暖房負荷と断熱に係る設計指標（ U_A 値、 q 値、 m_c 値）相互の影響関係を比較している。その結果から、相関が強く見られた断熱に係る設計指標が q 値であることを明らかにしている。さらに、隣棟建物による影の影響を受けているものを取り除いたデータベースを用いて、住戸形状の各要素について、方位と開放面数の組み合わせ（住戸タイプ）による比較を行い、消費エネルギー量を削減できる住戸形状の要素間の相関関係を明らかにしている。それにより、断熱に係る設計指標に関わらず、暖房負荷を抑制できる住戸タイプを明らかにしたことに、本論文の独自性が見られる。

5章「住戸形状の要素と冷房負荷の相関」は、4章と同様に、住戸内平面計画における住戸形状の各要素について、冷房負荷と断熱に係る設計指標（ U_A 値、 q 値、 m_c 値）相互の影響関係を比較している。それにより、断熱に係る設計指標に関わらず、冷房負荷を抑制できる住戸タイプを明らかにしたことに、本論文の独自性が見られる。

6章「住戸形状の要素と暖冷房負荷の影響関係」は、暖房負荷と冷房負荷それぞれにおいて、消費エネルギー量の削減に関連する住戸形状の要素を、重回帰分析によって明らかにしている。それにより、住戸タイプごとに、住戸形状の各要素の寸法や比率の操作を行うことによって削減できる、具体的な消

費エネルギー量を提示している。ここで得られた指標を、同時に多変数を扱うことのできるBIMなどに導入することによって、削減量を把握しながら、実際の計画や設計を進めることができることが、本論文の独自性が高い点と言える。

7章「結」は、本研究で得られた成果を総括し、さらに、今後検討すべき課題と展望について示している。また、その成果によって得られた指標を利用することで、具体的な計画提案の事例を提示している。それは、定型化していると呼び得る3LDK住戸に対し、わずかながらではあるが、住戸内平面計画上の発展が見られるバリエーションを提示することができており、独自性や有用性の高い研究となっている点が高く評価できる。

このことは、本論文の提出者が自立して研究活動を行い、または、その他の高度な専門的業務に従事するに必要な能力およびその基礎となる豊かな学識を有していることを示すものである。

よって本論文は、博士（工学）の学位を授与されるに値するものと認められる。

以 上

平成30年 10月 18日