

## 論文の内容の要旨

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

消費エネルギー量を削減するための省エネルギー基準は、既に欧州諸国では適合が義務化されており、日本においても2020年までに全建築物に対して義務化される予定である。これまでの法律では届出の必要はなく、そのような中でも建設主体は住宅性能表示制度の利用時に断熱などの仕様規定により対応してきたが、今後は消費エネルギー量を評価する性能規定による適合が義務化される。それによって、特に暖冷房負荷の削減については、仕様による部分的な対応だけでなく、平面計画も含めた統合的な建築デザインによる解決が求められている。

一方で、集合住宅の住戸内平面計画において、70年代にnLDKの端緒が見られ、80年代から90年代にかけて定型化した3LDK住戸が一般化する。そのことにより、個室への分化、外部に対する閉鎖性、ライフスタイルとの齟齬が指摘されており、これまでも定型化の解消に対し建築計画上の様々な取り組みが行われてきたが、未だに状況は変わっていない。また集合住宅は、戦後から急激に建設量が増え、とりわけ日本住宅公団（当時）の役割が量的・質的にも大きかったが、1999年に分譲から撤退したのは、その多くを民間が建設する分譲マンションが支えている。

そこで、分譲マンションの住戸内平面計画に影響を与える住戸形状に着目し、その寸法や比率を操作することにより、消費エネルギー量を削減する可能性について研究を行う。分譲マンションの年間建設戸数が10万戸を超えることを考えると、例え1住戸あたりの削減量は小さいものであったとしても、全体の消費エネルギー量としては大きな削減に繋がると考えられる。

本研究は、7つの章から構成されている。

1章「序論」では、研究の背景と目的、研究の方法と構成、既往研究と研究の位置づけについて述べている。

集合住宅や消費エネルギーに関する背景から、本研究では以下の点に注目している。1) 集合住宅の設計時に考慮すべき住戸形状の要素を抽出し、データベースを作成する。2) 集合住宅の住戸形状の要素を操作することにより、消費エネルギー量を削減することができることを明らかにする。その結果、集合住宅の建築計画、なかでも住戸内平面計画に対して、重要と考えられる新たな知見を得ることを目的としている。

集合住宅に関する既往研究では、住戸内平面計画の定型化の要因を明らかにするものや、住戸が適切に改修・更新されていくためのスケルトンの許容量を明らかにしたもの、消費エネルギー量に関して集合住宅における総量を把握したもの、モデル住戸に限定して検証したものがあるが、住戸形状と消費エネルギー量の関係を主題にしたものは見られない。また、それらの研究がアンケートや住戸計画のモデル化により分析を行っているものが多いのに対し、本研究では、実在する大量な住戸をモデルとしたデータベースを作成し、多変量解析を行っている。

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」では、集合住宅に関する住戸内平面計画の変遷を概観するとともに、設計時に考慮すべき住戸形状の要素を抽出している。

定型化された住戸内平面計画について書かれた既往研究に挙げられた要素と、消費エネルギー量の削減の条件に対応する要素より、それぞれに合致する要素として、「住戸形状」と「外的条件」を抽出した。本研究では、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、主開口底長さ開口高さ比の7つを設計時に考慮できる住戸形状の要素、方位、開放面数、隣棟建物の3つを設計時に考慮できない外的条件の要素とした。3章以下は、住戸形状の要素を操作することによる消費エネルギー量の削減について、外的条件の要素ごとに分析している。

3章「データベースの作成」では、建設主体に情報提供を依頼し、2,229戸の分譲マンションの建築図面を収集し、2章で分類した住戸形状と外的条件の要素を中心としたデータベースを作成している。分譲マンションは、建設の時期や地域を限定すれば、断熱材やガラスの物性値が同質である住戸に限定されているため、住戸形状の要素が消費エネルギー量に与える影響を検討することができる。また調査対象は、近年の分譲マンションの建設状況と統計的な条件の両面から検証した結果、有益な示唆が得られるものであることを確認している。

次に、調査対象の中から、定型化されており、住戸数の多い3LDK（1,603戸）のみを取り出し、住戸形状の要素別に傾向を把握している。要素の中には、一部にばらつきが大きいものもあるが、各要素の寸法や比率によって住戸形状を変化させることで、暖冷房負荷の抑制を行うことができると予測できた。一方で、外的条件の要素から見ると、半数近くが隣棟建物による影の影響を受けていることを明らかにした。

そこで、同一の外的条件による住戸の比較を行うために、隣棟建物の影響がない住戸（702戸）のみを取り出し、方位と開放面数の組み合わせによる住戸タイプごとの標本数を確認したが、北向きを除き、どの住戸タイプにおいても一定以上の標本数があることを明らかにした。

4章と5章では、住戸内平面計画における住戸形状の各要素について、3LDKに基づくデータベースを用いて、シミュレーションツールによって算出された暖冷房負荷及び断熱に係る設計指標を、開放面数ごとに層別した散布図で比較を行っている。その結果から、相関が強く見られた断熱に係る設計指標を把握し、次に、隣棟建物の影響がない住戸に基づくデータベースを用いて、方位ごとに層別した散布図で比較を行っている。そして、暖冷房負荷及び有効な断熱に係る設計指標と住戸形状の各要素について、住戸の方位と開放面数の組み合わせ（住戸タイプ）ごとの相関を示し、消費エネルギー量を削減できる住戸形状の要素を相関関係により明らかにしている。

これらから、4章と5章に共通して以下の知見が得られた。3LDKに基づくデータベースより、一部の住戸形状の要素において、暖冷房負荷を抑制できることを明らかにした。さらに、隣棟建物の影響がない住戸に基づくデータベースより、住戸タイプによっては、暖房負荷を抑制できる住戸形状の要素があることを明らかにした。また、断熱に係る設計指標に関わらず、暖冷房負荷を抑制できる特定の住戸タイプがあることを明らかにした。

4章「住戸形状の要素と暖房負荷の相関」では、暖房負荷に焦点を当てた結果、以下の知見が得られた。3LDKに基づくデータベースより、暖房負荷の相関係数と傾向が近い断熱に係る設計指標は $q$ 値であることを示した。さらに、隣棟建物の影響がない住戸に基づくデータベースより、開口率については、暖房負荷の抑制に寄与する割合が高いと推察される。

5章「住戸形状の要素と冷房負荷の相関」では、冷房負荷に焦点を当てた結果、以下の知見が得られた。3LDKに基づくデータベースより、冷房負荷の相関係数と傾向が近い断熱に係る設計指標は $m$ 値であることを示した。さらに、隣棟建物の影響がない住戸に基づくデータベースより、主開口庇長さ開口高さ比や開口率については、冷房負荷の抑制に寄与する割合が高いと推察される。

6章「住戸形状の要素と暖冷房負荷の影響関係」では、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寄与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。また、住戸タイプ別に標準偏回帰係数を用いて暖房負荷と冷房負荷を比較し、住戸形状の各要素における係数の影響度や有意性ならびに係数が相反する傾向にないか確認をする。これらから、住戸形状の要素により、どのくらいの消費エネルギー量を削減することができるかを示している。

これらから、以下の知見が得られた。

- 1) 住戸タイプごとに傾向が明確に異なることを明らかにした。
- 2) 暖房負荷が削減できても冷房負荷が増加するといった、相反する関係にある住戸形状の要素があることを明らかにした。
- 3) 住戸形状の要素により、暖冷房負荷の消費エネルギー量を削減できることを明らかにした。しかし、南向き・一面、西向き・両端二面、東向き・連続二面の住戸タイプについては、有益な結果が得られなかった。

4) 住戸形状の要素同士の関係については、ある要素が負荷抑制に寄与すると、同時に他の要素が連動することを明らかにした。

7章「結」では、2章から6章で得られた結論を総括した上で、これらに基づいた提言を加えている。それによって、消費エネルギー量を削減することができる住戸形状の寸法や比率の操作を行うことで、定型にとらわれない3LDKの住戸内平面計画の具体例を示している。

南向き・両端二面開放の住戸タイプにおいて、住戸形状の要素の寸法や比率の操作による暖冷房負荷の削減を検証した結果、改善されることを示した。一例として、住戸平面形状複雑度指数や、主開口庇長さ開口高さ比を調整することによって、年間の暖冷房負荷が996MJ削減できることを示している。このように、住戸形状の要素によって消費エネルギー量を削減することは、住戸単体では小さな試みではあるが、分譲マンションの建設量が多いことを鑑みれば、消費エネルギー量を削減する効果は大きいものであり、集合住宅の住戸内平面計画を変えるきっかけになると考えられる。