

## 建物用途別エネルギー消費分布から見た地区類型： 福岡市を事例として

浦江, 英孝  
九州大学大学院人間環境学府都市共生デザイン専攻博士後期課程

出口, 敦  
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

<https://doi.org/10.15017/20684>

---

出版情報：都市・建築学研究. 14, pp.33-39, 2008-07-15. 九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門  
バージョン：  
権利関係：

# 建物用途別エネルギー消費分布から見た地区類型 —福岡市を事例として—

## District Typology by Analysis on Distribution of Energy Consumption Based on Building Type —Case Study of Fukuoka City—

浦江英孝\*, 出口 敦\*\*

Hidetaka URAE\* and Atsushi DEGUCHI\*\*

How to save energy consumption in each of cities has been currently getting a more critical issue as one of the indispensable solutions in the world-wide topic on the reduction of CO<sub>2</sub> emission, and it is needed that the city planning should do contribution by controlling land use and modifying urban structures of a city based on the research on relationship between land use and energy consumption. This study aims to construct the method and tool with GIS to analyze and visualize the relations between land use and energy consumption. As results, it proposes the typology of districts in terms of saving energy consumption through a case study on Fukuoka City.

**Keywords:** Building use, Land use, Population change, GIS, Energy consumption  
建物利用, 土地利用, 人口変化, GIS, エネルギー消費

### 1. はじめに

#### 1-1 背景

地球環境問題を背景にCO<sub>2</sub>削減に向けたさまざまな取り組みが世界各国で進められている。産業部門における我が国のGDP当たりのエネルギー消費量は主要国の中でも最も少なく、石油危機以降は効率的なエネルギー消費を維持し続けている。しかし、民生部門のエネルギー需要は毎年増大傾向にあり、中でも家庭部門・事業部門のエネルギー需要は、今後も伸び続けると予想され<sup>1)</sup>、CO<sub>2</sub>削減目標に向けて家庭部門・事業部門のエネルギー消費の改善が重要な課題とされている。その増大する民生部門の省エネルギー対策をより一層進めていくためには、機器単体や建物の省エネルギー対策だけでなく、地域・都市レベルの省エネルギー対策を推進する必要がある。都市レベルでの対策を講じることは、持続可能なエネルギーシステムの構築及び普及への重要な鍵となる。

今後は、再生可能エネルギーを効率良く取り入れた環境負荷の少ない持続可能な都市づくりを求められている。しかし、土地利用とエネルギー消費の関係及び土地利用の変化によるエネルギー消費の実態については不明な点が多く、環境負荷の少ない都市づくりを実現するためにはエネルギー消費に着目した土地利用の評価を確立することが必要である。

#### 1-2 研究の位置づけと目的

土地利用とエネルギー消費に関する研究として、未利用エネルギーである都市活動エネルギーの排熱利用に関する研究<sup>2)</sup>やコジェネレーションシステムを効率良く配置計画を行う為に、熱エネルギーと電力エネルギーの消費量バランスに注目したエネルギー消費に関する研究<sup>3)</sup>などがあるが、土地利用の変化とエネルギー消費量の変化についての関係を明らかにした研究はほとんど見られない。

そこで本研究では、土地利用変化が及ぼす都市活動におけるエネルギー消費に注目し、町丁目単位でのエネルギー消費を指標としたエネルギー変化の類型化を目的とする。また、海と山などの自然に囲まれ、今後も人口増加が見込まれる地方の中核都市である福岡市を対象としたケーススタディを行うことで、土地利用の変化とエネルギー消費の関係を具体化する。その結果を踏まえた上で抽出した項目を基に町丁目の類型化を図り、土地利用とエネルギー消費の関係を明らかにする。

ケーススタディの対象とした福岡市についてのエネルギー消費に関する研究としては、建物用途に着目したものではありません。住宅におけるエネルギー消費調査<sup>4)</sup>があり、都市全体のエネルギー消費では空調エネルギー需要に着目した都市熱環境に関する研究<sup>5)</sup>などがあるが、他の都市を含めても土地利用の動向やコントロールに着目したエネルギー消費について扱った研究はほとんど見られない。

本研究では、具体的に以下の3点を目的として分析及

\*都市共生デザイン専攻博士後期課程

\*\*都市・建築学部

び町丁目別の地区類型を行う。

(1) 既往研究で報告されているエネルギー消費原単位を用い、エネルギー消費と土地利用の関係を定量的に分析・評価する方法を構築する。

(2) 福岡市を例にエネルギー消費量と土地利用との関係を明らかにし、類型化に向けた福岡市における土地利用変化に影響力が高い評価項目を選定する。

(3) 福岡市の町丁目別の地区をエネルギー消費の観点から類型化し、土地利用の変化とエネルギー消費の変化から福岡市におけるエネルギー消費分布の特徴を明らかにする。

## 2. エネルギー消費と土地利用の分析方法の構築

### 2-1 分析方法のフロー

建物におけるエネルギー消費は、各建物用途でエネルギー消費量、エネルギー消費パターン、エネルギー消費の用途など各々の特徴をもっている。そのエネルギー消費量は気候の影響や調査対象の建物規模などに影響を受け易いことから、導入するにあたり対象都市の建物傾向を含めた補正が必要になる。具体的な例を挙げると、同じ世帯数員数でも外気からの影響や気密性などにより、共同住宅のエネルギー消費では戸建住宅より低く抑えられることが外岡らの研究<sup>6)</sup>により明らかになっている。本研究でケーススタディを行う福岡市においても、住宅用途の建物は共同住宅の割合が8割程度を占めており、このような特徴を踏まえた原単位を採用する必要がある。

土地利用の類型化のフロー図(図1)に示すように、

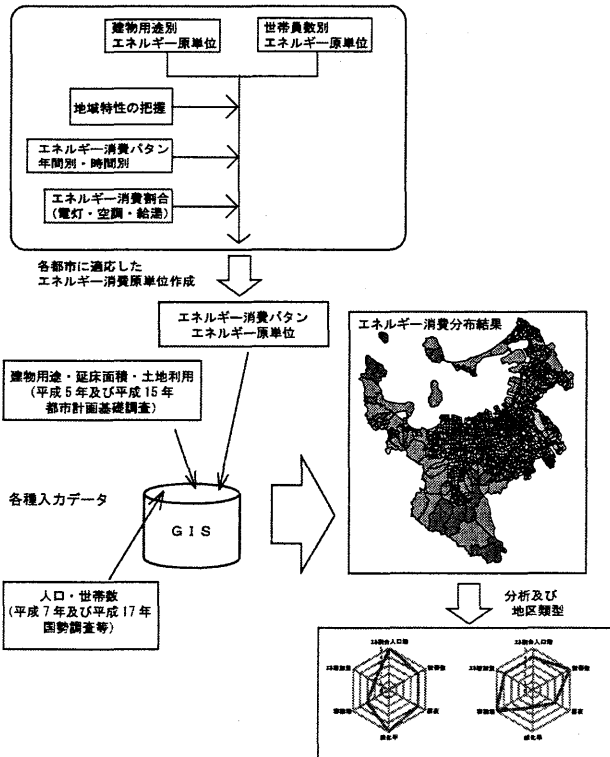


図1 エネルギー消費に着目した土地利用の類型化方法

エネルギー消費原単位と都市計画基礎調査から求めた建物用途別延床面積の変化及び国勢調査から求めた人口の変化等の各種データをGISに入力し視覚分析及び類型化を行う。今回の分析方法の大きな特徴として、エネルギー消費量に着目することで、一定期間の土地利用の変化及び人口の変化をエネルギー消費という一つの指標にまとめることができた点である。その結果を元に町丁目別のエネルギー消費に着目した土地利用の変化について地区類型を行う。

### 2-2 建物別エネルギー消費パタンの作成

建物用途別のエネルギー消費原単位は、エネルギー削減の効果を測る上で重要な指標であることから、多くの分野でアンケートによる実態調査や実測によるデータ収集<sup>7) 8)</sup>などによる調査研究が行われている。前項で述べたが、地区類型に採用するエネルギー消費原単位はサンプル建物の平均規模や調査地域の気候の影響を受けることから、都市の特徴を踏まえた原単位を選別する必要がある。つまり、類型化に利用するエネルギー消費原単位の調査内容と類型化を行う都市の特徴を把握し、最も適したエネルギー消費原単位を採用する必要がある。

本研究では、福岡市環境局の協力により福岡市における建物別のエネルギー消費原単位を採用した。福岡市の建物用途別のエネルギー消費量の特徴としては、エネルギー消費原単位の全国平均に対して(表1)、全般的に低い傾向であると言える。エネルギー消費量が低い理由として、営業時間や航空法による高さ制限によって建物規模への影響が生じていることが考えられる。

表1 福岡市における用途別エネルギー消費原単位<sup>9)</sup>

	事務所	商業施設	ホテル	病院	学校
福岡市平均	2,328	2,363	3,125	2,876	965
全国平均	2,303	3,266	3,167	3,371	1,494

(MJ/m<sup>2</sup>・年)

住宅におけるエネルギー消費原単位は、延床面積より世帯員数による影響が大きいことが天野らの研究<sup>10)</sup>により明らかになっており、本研究においても日本エネルギー経済研究所による報告の世帯員数別エネルギー消費原単位<sup>7)</sup>を利用した。上記の世帯別エネルギー消費原単位は戸建住宅についての調査であることから、住宅用途建物の約8割を共同住宅が占めている福岡市で採用するため、戸建住宅と共同住宅のエネルギー消費量の差分を減らし各世帯員数別のエネルギー消費原単位を作成した。次に、作成した建物用途別のエネルギー消費原単位及び世帯数別のエネルギー消費原単位をもとに、日本建築学会編の季節別エネルギー消費パターン及びエネルギー消費内容<sup>12)</sup>を用いて、建物別の季節・時間・エネルギー用途別の消費量の原単位を作成した。

### 2-3 エネルギー消費量に着目した土地利用評価の項目

建物や町丁目別のエネルギー消費は、建物用途別のエネルギー消費原単位と延床面積及び活動している人口で決定されるものである。

本研究では、土地利用がエネルギー消費量に及ぼす項目を以下のように決定し、それらを目安として土地利用の分析及び類型化することとする。

- (1) 人口増加によるエネルギー消費の増大
- (2) 建物の高密度化によるエネルギー消費の集中
- (3) 河川・公園緑地の冷却効果の影響
- (4) 昼と夜のエネルギー消費量割合

(夜間エネルギー消費総量 / 昼間エネルギー消費総量)

また、町丁目におけるエネルギー消費量変化の要因は、建物用途別の延床面積の変化及び人口の増減によるものであり、この点では土地利用とエネルギー消費が密接に関係していることが明らかである。

土地利用変化の分析を行う期間（本研究では10年間の変化を分析した）の町丁目単位のエネルギー消費量の増減割合と人口増減割合の関係を図2に示す。ある町丁目の成長を考えた場合、町丁目が成長することでエネルギー消費量が増加するが、その主な要因は建物の延床面積、もしくは人口の増加にあると考えられる。更にエネルギー消費量増加への影響は業務系建物の増加に大きく左右されることから、人口が増加している場合でも延床面積当たりの相対的なエネルギー消費量が大きい業務系建物が住居系建物の中心成長方向へ（図2中①）シフトし、人口が減少しエネルギー増加割合が多ければ業務系用途中心の成長方向へ（図2中②）シフトするという土地利用の変化の内容をエネルギー消費量の変化によって明確にすることが可能になる。

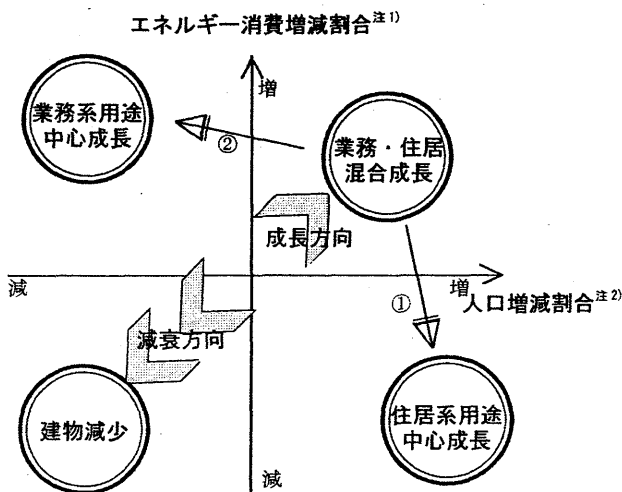


図2 人口及びエネルギー消費増加割合と土地利用転換の関係

### 3. 福岡市におけるエネルギー消費量と都市構造の関係

#### 3-1 福岡市の概要

福岡市の人口は平成17年の国勢調査では1,401,279人であり、毎年人口が増加していることから、電力などのエネルギー消費量も毎年上昇している現状である。特に、都心部の天神・博多地区に商業施設等の業務系建物が集中しており、中心地の高密度な土地利用の影響によるヒートアイランド現象も観測（2003年9月）されている。他の都市と比べると、工場など産業部門の立地が少なく、事業所や商業施設の割合が高い。住宅用途の建物において、共同住宅の割合は東京都23区内と同程度であり、住宅用途の土地利用に関しては高密度な土地利用がなされており、比較的コンパクトな都市を形成していると言える。

#### 3-2 福岡市の人口及び世帯数の変化

民生部門におけるエネルギー消費量の増加要因は、一般的に業務系建物の延床面積の増加及び住宅部門の世帯数増加である。同じ延床面積で比較すると業務系建物のエネルギー消費原単位の方が大きく、町丁目単位のエネルギー消費量変化に注目した場合に世帯数増加の影響は少ないと思われるが、ライフスタイルの変化などにより一部の地域に集中して世帯数の増加が起きており、町丁目によっては世帯数の急増がエネルギー消費量増加の主要因に成り得る。実際に福岡市の平成7年から平成17年の人口増加が116,484人なのに対して、世帯数はほぼ人口増加数と同数の104,993世帯も増加している。

図3に各区別の平均世帯員数の変化を示す。全体的に平均世帯員数は減少している。特に平均世帯員数が2人以下の町丁目の数に注目すると、天神や博多の中心地から離れている地域は現状維持か減少傾向にあり、中央区・博多区に単身世帯が集中してきていることが分かる。住宅部門におけるエネルギー消費増加に密接に関係していることから、エネルギー消費分布による地区類型を行う上で重要な項目となる。

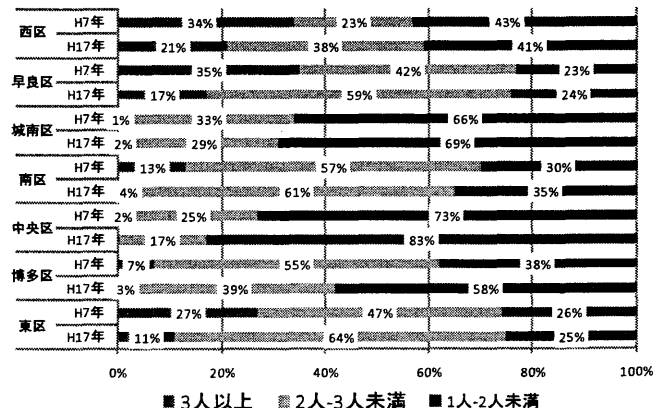


図3 福岡市の区別平均世帯員数変化（平成7年・17年国勢調査）

### 3-3 福岡市のエネルギー消費増加量の分布

図1のフロー図で示したように福岡市のエネルギー消費原単位と世帯員数別のエネルギー消費量を用いて、平成5年から平成15年にかけての町丁目別のエネルギー増加量分布を作成したものを図4に示す。近年の民間部門のエネルギー消費量の増加は、延床面積の増大と世帯数の増加が主な要因である。全国規模の調査結果であるが、平成5年と平成15年の各建物用途別のエネルギー消費原単位の比較をすると大差はないこと<sup>11)</sup>から、本研究では両年とも同じ原単位を元に単位面積当たりのエネルギー消費量を算出した。

全体の特徴として天神・博多地区を中心にエネルギー消費量の増加が集中しており、その中心から鉄道に沿うような形で東西と南にエネルギー消費量の増加を示している。高密度な土地利用を行っていない郊外において多く見られる極端なエネルギー消費量増加は、大型スーパーや家電量販店の出店に伴う伸びであると考えられる。

また、エネルギー消費量が減少している地域が福岡市の西南側において目立っており、人口が増加している福岡市内でも都心部と郊外の建物及び人口集中の二極化が進んでいることも明らかになった。

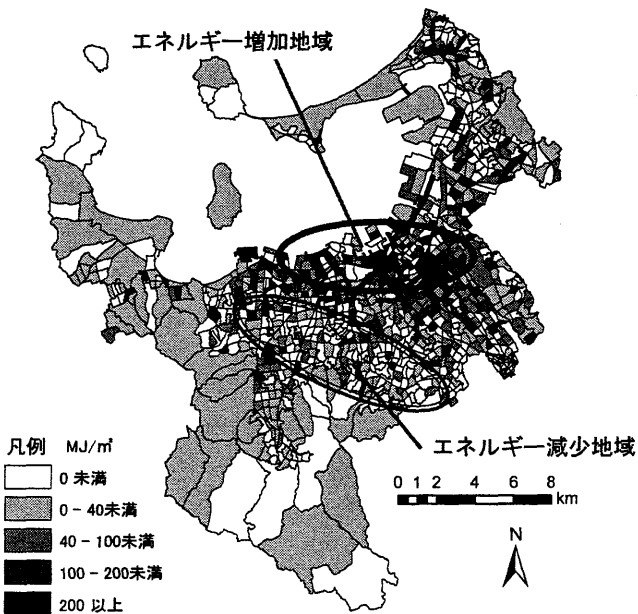


図4 土地面積1㎡当たりのエネルギー消費増加量の分布

### 3-4 福岡市における夏場のエネルギー消費量時間変化

建物用途別の夏季(8月)のエネルギー消費パターンを元に、福岡市の1平方メートルにおけるエネルギー消費量の時間変化について算出した結果を図5に示す。エネルギー消費量変化の特徴として、午前の始業開始時間か

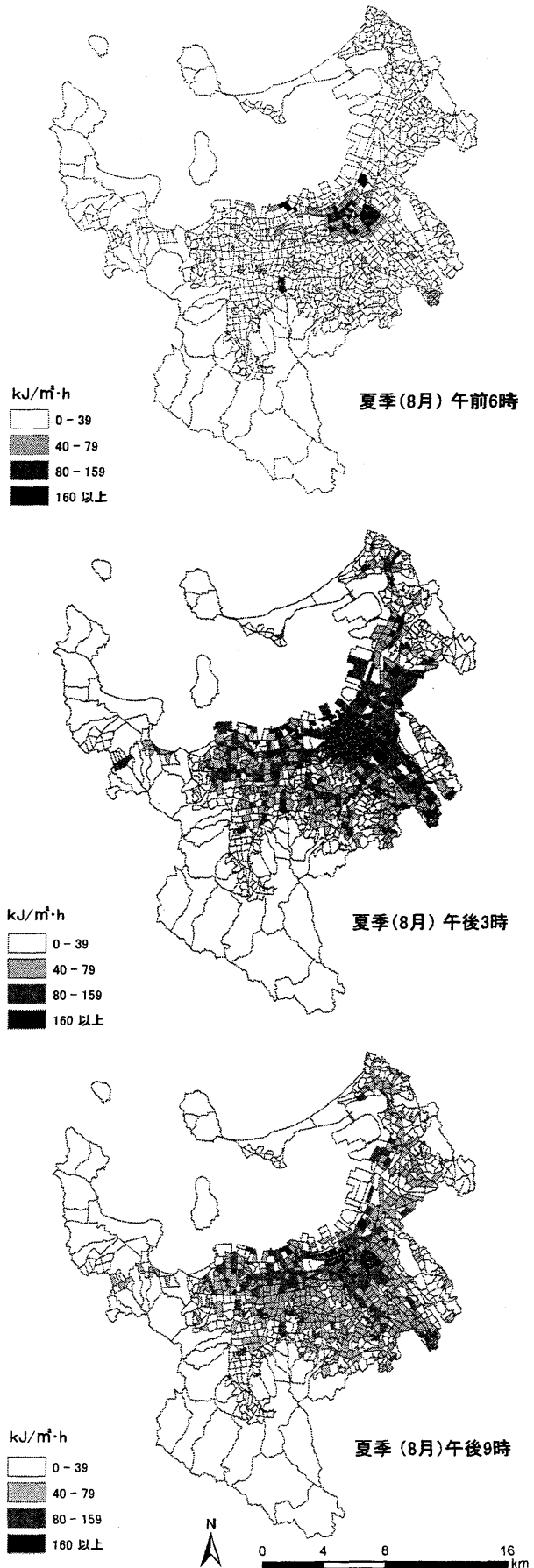


図5 土地面積当たりエネルギー消費分布時間変化(夏季)

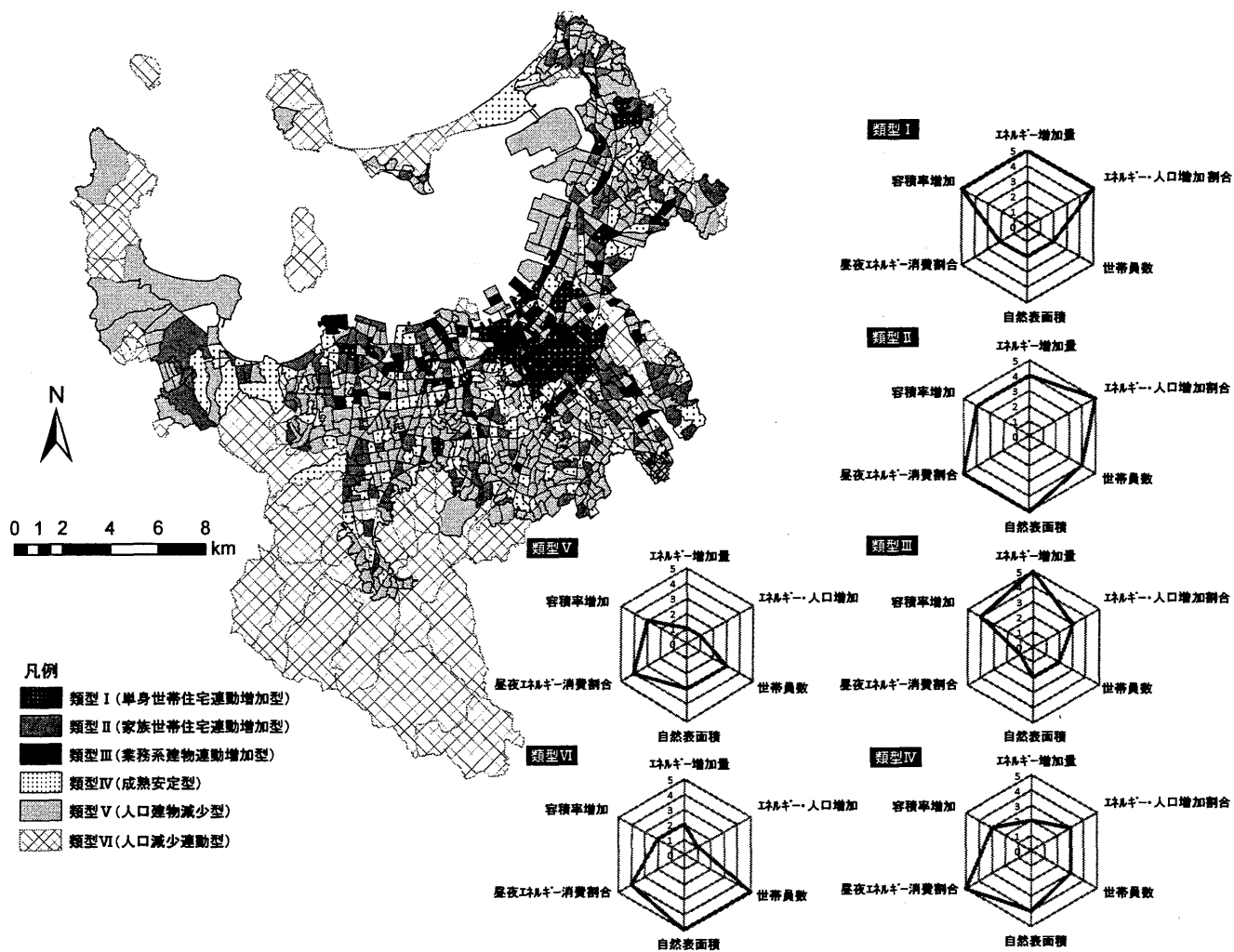


図6 エネルギー消費に着目した福岡市での地区類型の位置と特徴（チャート図）

ら事務所や商業施設等の業務系建物によるエネルギー消費が増加することにより、天神・博多地区のエネルギー消費量が急激に増加する。そして、福岡市全体のエネルギー消費は15時でピークを迎え、夕方になるに従って天神周辺のエネルギー消費分布が縮小するが、住宅用途の建物が多い地下鉄沿線では、エネルギー消費分布は高い値を保ったままになっている。(図5 午後9時分布図)

一日のエネルギー消費分布は、人の動きと同様に昼間は商業施設等の業務系の建物が多い天神・博多地区に集中し、夜間は住宅の多い周辺の地域へ分散していることが明確になった。

#### 4. 福岡市のエネルギー消費量変化による類型

##### 4-1 エネルギー消費に着目した土地利用の類型

次に、平成5年から平成15年の町丁目単位でのエネルギー消費量を比較し、そのエネルギー消費量の変化を元に土地利用の類型化を行うこととする。前章の結果を踏まえた上で、福岡市の特色に適合した以下の項目を評

価指標として分類を行った。

- ・ 増加エネルギー消費量
- ・ 人口及びエネルギー消費増加割合と土地利用転換
- ・ 容積率増加量
- ・ 町丁目別の平均世帯員数
- ・ 町丁目における自然面積割合
- ・ 昼夜ピーク時エネルギー消費割合

今回の類型化の作業では、人口増加割合とエネルギー増加割合の関係に注目して分類を行い、その他の評価項目を参考に6つのタイプに類型化することができた。各類型の特徴は以下の通りである。

##### (1) 類型I (単身世帯住宅連動型)

天神・博多地区の南部周辺に集中しており、平均世帯員数が少なく、単身世帯中心の人口増加が見られる。昼夜エネルギー消費バランスが悪いことから、商業施設等の業務系建物割合が多い地域であったが住宅用途の建物が急増した地域である。自然表面積の割合が少なく建物も高密度に存在することから、夜間の気温は下がりづら

く空調などのエネルギー消費量が多くなる土地利用になってしまっている。

(2) 類型II (家族世帯住宅連動増加型)

天神から西部の地下鉄沿線及び郊外の住宅地に分布している。類型I同様に急激に人口が増加しているが、平均世帯員数の結果から家族世帯の増加が多いと考えられる。また、駅周辺の地域と郊外の地域の構成になっていることから容積率の増加には少々差がある。自然表面の面積が大きい町丁目が多く、自然が残っている町丁目もしくは緑地の配置を計画的に行った町丁目が多い。

(3) 類型III (業務系建物連動増加型)

天神・博多地区に集中して存在し、その他は中心地を囲むように点在している。業務系建物の延床面積の増加によりエネルギー消費量が急激に増加している町丁目である。平均世帯員数や自然表面積が少なく、業務系建物が多く人口増加以外は類型Iと似た土地利用である。

(4) 類型IV (成熟安定型)

類型Iや類型IIの周辺で、鉄道沿線から比較的近い位置に分布している。昼夜のエネルギー消費が均一で、住宅用途を中心に商業施設等の業務系の建物も適度に存在しておりバランスの取れた建物構成である。人口増加が微増でありエネルギー消費の増加割合も低く、土地利用は大きく変化していない。

(5) 類型V (人口建物減少型)

東部の国道3号線沿い、南西部の郊外に集中して存在し、ほとんどの町丁目において人口またはエネルギー消費量が減少している。鉄道から離れた地域、もしくは国道や幹線道路沿いに多く、住宅用途の中心の土地利用である。

(6) 類型VI (人口減少連動型)

南部・西部の郊外の農村・山林地域及び大型公園が存在する地域に分布している。自然面積が80%以上を占めている地域もしくは人口が50人未満の地域であり、エネルギー消費量が減少している地域が多い。各類型の中では平均世帯員数が3人以上の地域がもっとも多くなっているが、人口減少が進んでいる。

4-2 エネルギー消費量変化から見た地区単位での対策案

単身世帯の増加や利便性の追求などライフスタイルの変化は都心部及び駅周辺地域への人口集中とその他の地域の人口減少の二極化を招いている。人口の集中は高密度な土地利用を促進し、エネルギー効率の良い共同住宅の増加や非効率的な土地利用の抑制にもなるが、反対に熱の停滞に伴うエネルギー消費の増大にも繋がる。

各地区類型の特徴を把握し、都市計画に反映させるために、既往の研究報告書等を参照しながら町丁目単位での有効な省エネルギー対策及び土地利用の誘導などの検討を行った(表2)。福岡市における土地利用の変化によるエネルギー消費量の分布では都心部及び鉄道沿線に高密度に集中していることから、緑地や河川などの冷却効果に関する報告等<sup>11)12)</sup>を参考に整理した。しかし、現在の土地利用から最も効果的な土地利用の変換を行うためには、今回分類した地区類型別に様々な省エネルギー対策を導入した場合の効果を検証する必要がある。地区類型結果を用いたの省エネルギー対策への応用に関しては今後継続して研究を行うものとする。

表2 地区類型別の主な省エネルギー対策案

類型	地区の特徴	省エネルギー対策及び土地利用計画 ※ ()内は主要因
類型I	<ul style="list-style-type: none"> <li>急激な単身世帯数の増加</li> <li>自然表面積が少ない</li> <li>高密度な土地利用</li> <li>業務系中心の土地利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住宅向け省エネルギー機器の利用促進(世帯数が多い)</li> <li>緑化計画、風の道などクールスポットの配置計画(夜間排熱の抑制)</li> <li>都市の排熱処理及び排熱利用システムの構築(都心部と住宅地区の隣接)</li> </ul>
類型II	<ul style="list-style-type: none"> <li>高密度な土地利用(駅周辺)</li> <li>郊外部の大規模な宅地開発</li> <li>住宅用途建物が多い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>緑化計画、風の道などクールスポットの配置計画(夜間排熱の抑制)</li> </ul>
類型III	<ul style="list-style-type: none"> <li>業務系建物の増加</li> <li>業務系中心の土地利用</li> <li>人口減少している地区も存在</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建物単位での省エネルギー対策促進(大規模商業施設等の増加)</li> <li>ピーク電力カットに向けた周辺地域を利用した大規模太陽光発電システム等の提案(周辺町丁目との土地利用の違いを活用)</li> </ul>
類型IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>住宅中心の土地利用</li> <li>人口微増で大きな変化なし</li> <li>未利用地が少ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住宅個別での省エネルギー機器の利用促進(町丁目単位での変化小さい)</li> <li>今後の人口増減の予測を行い、方向性を明確にした上での土地利用の誘導</li> </ul>
類型V	<ul style="list-style-type: none"> <li>人口、建物の減少</li> <li>住宅用途中心の土地利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>七隈線開業による高密度利用の促進へ向けた都市計画(西南部町丁目)</li> <li>積極的な自然再生への取り組み(建物減少による土地活用での魅力アップ)</li> </ul>
類型VI	<ul style="list-style-type: none"> <li>自然表面積の割合が高い</li> <li>人口減少地域が多い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自然保護や農地保護の促進</li> </ul>

## 5. おわりに

本研究では、いくつかのステップを踏まえ建物用途別のエネルギー消費量に着目し、福岡市における土地利用の変化についての地区類型を行った。第2節では用途別延床面積と人口推移にエネルギー消費原単位を導入し、GISを利用した視覚分析により、エネルギー消費分布に着目した土地利用の評価方法を構築した。様々な変数が存在する土地利用をエネルギー消費量という一つの指標に変換し、町丁目単位の土地利用の変化をエネルギー消費の視点から表現することが可能になった。

第3節では、その指標を中心にエネルギー消費量と土地利用に関係する項目についてケーススタディを行うことで、福岡市におけるエネルギー消費量変化の実態を把握し、地区類型に向けた項目を絞り込むことができた。実際に、分析を行った期間は世帯員数などの人口に関する変化が大きく、特に人口集中と世帯員数の変化が都市全体のエネルギー消費分布及びエネルギー消費変化のキーポイントになっていることが明らかとなった。

第4節では、人口増加割合とエネルギー消費量増加割合を軸に福岡市における土地利用の変化について地区類型を行った。土地利用の変化を類型化をすることで、今後の土地利用の変化の予測を立てやすくなり、エネルギー消費量削減に向けた対策を効果的に導入することが可能になる。

本研究で行った地区類型に関する今後の展開は、類型別のエネルギー消費量削減効果の実態を把握した上で、都市レベルでのCO<sub>2</sub>削減に向けた土地利用の将来像を検討する点が挙げられる。

## 注

- 注1) 類型化を行う一定期間のエネルギー消費量の変化割合であり、本研究においては、平成5年から平成15年に増減したエネルギー消費量の増減率を都市計画基礎調査を元に算出している。
- 注2) 類型化を行う一定期間の人口の変化割合であり、本研究においては、平成7年から平成17年に増減した人口の増減率を国勢調査の結果を元に算出している。

## 参考文献

- 1) 資源エネルギー庁 エネルギー資源を取り巻く情勢, <http://www.enecho.meti.go.jp/energy/index.htm> 2007.11.
- 2) 青正澄, 奥宮正哉, 田中英紀: 都市エネルギーの効率化のためのシミュレーションモデル構築に関する研究, ソフトピアジャパン共同研究報告書, Vol.9, 2005.
- 3) 片山良治, 高偉俊, 菊池正則: GISを利用した分散型電源の配置計画に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), pp531-P533, 2002.8.
- 4) 井上博之, 渡辺俊行, 尾崎明仁, 赤司泰義: 九州北部の住宅エネルギー消費実態に関する詳細調査, 九州大学大学院人間環境学研究院紀要, 第6号, pp.145-154, 2004.7.
- 5) 上野賢仁, 柴田学, 谷川寛樹, 井村秀文: 都市熱環境モデルを利用した空調エネルギー需要の空間分布推計, 土木学会環境システム研究, Vol. 27, pp.165-170, 1999.
- 6) 外岡豊, 深澤大樹, 村橋喜満, 三浦秀一: 都道府県別・建て方別住宅エネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出実態の詳細推計, 日本建築学会環境系論文集, 第592号, pp.89-96, 2005.6.
- 7) 今枝寿哉, 柳美樹: 民生部門のエネルギー実態調査について, IEEJ報告書, 財団法人日本エネルギー経済研究所, 2004.1.
- 8) 社団法人日本建築学会: 日本の住宅におけるエネルギー消費, 丸善, 2006.10.
- 9) 福岡市環境局: 平成18年度事業所エネルギー調査業務委託報告書, pp.11-18, 2007.3.
- 10) 天野耕二, 寺田幸二, 佐野裕隆: 一般住宅の使用段階におけるエネルギー消費実態の評価手法, 土木学会環境システム研究論文発表会講演集, 第29巻, pp.21-26, 2001.
- 11) 省エネルギーセンター編: 省エネルギー便覧2006年度版, 省エネルギーセンター, 2007.1.
- 12) 尾島俊雄: ヒートアイランドの現状と対策, 防災基礎講座, 予防時報225号, 2006.4.
- 13) 埼玉県環境部温暖化対策課: 都市緑地・河川のクールアイランド効果調査報告書, 埼玉県環境科学国際センター, 2007.11.

(受理:平成20年6月5日)