

名古屋市の民生部門における CO₂排出量の将来シナリオ分析

大西 暁生¹・高平 洋祐²・東 修³・谷川 寛樹⁴・井村 秀文⁵

¹正会員 名古屋大学研究員 大学院環境学研究科 (〒464-8601名古屋市中種区不老町 D2-1(510))
E-mail: onishi@corot.nuac.nagoya-u.ac.jp

²非会員 名古屋大学技術補佐員 大学院環境学研究科 (〒464-8601名古屋市中種区不老町 D2-1(510))
E-mail: ytaka@urban.env.nagoya-u.ac.jp

³正会員 名古屋大学助教 大学院環境学研究科 (〒464-8601名古屋市中種区不老町 D2-1(510))
E-mail: higashi@urban.env.nagoya-u.ac.jp

⁴正会員 名古屋大学准教授 大学院工学研究科 (〒464-8603名古屋市中種区不老町)
E-mail: tanikawa@sys.wakayama-u.ac.jp

⁵正会員 名古屋大学教授 大学院環境学研究科 (〒464-8601名古屋市中種区不老町 D2-1(510))
E-mail: imura@genv.nagoya-u.ac.jp

低炭素都市の実現は喫緊の課題である。本研究では、都市空間の再編及び省エネルギー（以下、省エネ）技術導入に伴うCO₂排出量の削減効果を評価するため、名古屋市を対象に人口及び土地・住宅・業務建物利用などのデータを用いることによって2000年から2050年までの民生（家庭・業務）部門からのエネルギー消費量及びCO₂排出量を500m格子ごとに推計する。都市空間再編のシナリオは、1) 現状の空間配置をそのまま維持する非集約型、2) 駅のそばに集約する分散集約型、3) 特定の地区に集約化する中心区集約型である。また省エネ技術導入シナリオは、1) コージェネレーションシステム（吸収式冷凍機あり）、2) コージェネレーションシステム（吸収式冷凍機なし）、3) ヒートポンプ給湯器、4) ソーラーパネルである。これによって、都市空間の再編及び省エネ技術導入の違いが、エネルギー消費量及びCO₂排出量の削減にどの程度効果があるのかが時空間で把握できる。

Key Words : residential and commercial sectors, urban structure changes, saving energy technology

1. はじめに

日本の民生（家庭・業務）部門のCO₂排出量は、およそ3割を占めている¹⁾。さらに、この部門のCO₂排出量の増加は著しく、2007年度の排出量は1990年度のそれと比較した場合、業務部門で43.8%、家庭部門で41.2%多くなっており早急な対策が必要である。また、民生部門の排出量の大半は、人口規模が大きく人間活動の盛んな都市において発生しており、低炭素都市の実現を進めるには、この部門での大幅な削減が大きな鍵を握っている。こうした中、IPCCの4次評価報告書²⁾では、建築部門（建物からの排出として主に民生部門）における削減ポテンシャルが高いことを示している。そのため、環境モデル都市提案書³⁾に見られるように、比較的規模の大きな都市の自治体は、民生部門での大幅な削減を目標として掲げている。さらに、太陽光発電のような自然エネルギーの利用や省エネルギー（以下、省エネ）技術の開発・導

入、ならびに、自動車社会からの脱却を目指した機能的な公共交通機関の整備、また緑地や水辺などの身近な環境の整備が、都市計画の大きな基軸として位置づけられている。

現在、日本では人口減少社会や建物更新時期の到来を迎え、大幅な都市空間の再編が進められている。このような都市空間の再編は、都市をより機能的に作り変えることによって、非効率なエネルギー消費構造を改善すると共に、生活の場としての空間をさらに向上していくことを目的としている。名古屋市では、「低炭素でも快適な都市」の実現を目標に、公共交通機関の駅の周辺に住宅や利便施設を誘導・集約する都市空間再編のための構想を示している⁴⁾。

このような都市におけるエネルギー消費量及びCO₂排出量の削減の効果を分析した研究として、田頭⁵⁾や下田⁶⁾がある。また、林ら⁷⁾は、CO₂排出量だけではなく例えばSO_xやNO_xといった大気汚染物質などを含む多項目

の環境負荷量を算出している。さらに、鈴木ら⁸⁾は、QOL (Quality of Life) の向上を目指した都市空間構造のあり方を示し、その効果などを分析している。ただし、人口などの動態やそれによる社会変化、また建物寿命を考慮した建替え時期やその配置パターンといったことはさほど考慮されておらず、また都市空間の再編及び省エネ技術導入の双方の効果を同時に扱った研究は少ない。さらに、都市は当然生活の場としての側面を持ち、都市空間の再編によって、将来どのような土地利用が可能かといったことを示すことも重要である。

そのため本研究では、上記の既存研究ならびに住宅・業務建物レベルにおける省エネ技術などの研究実績が多い建築分野の研究などを参考に、名古屋市における都市空間の再編及び省エネ技術導入によるエネルギー消費量及びCO₂排出量の削減の効果を評価する。さらに、人口動態や社会変化、土地利用変化の一指標としての空閑地の面積などを出来る限り提示することによって、生活の場としての都市が将来どのように変化するかを示す。

2. 分析方法

本研究では、①都市の人口動態を把握し、②住宅・業務建物のライフサイクルを考慮し、③都市空間構造の再編を表わし、④エネルギー消費量・CO₂排出量を推計する。さらに、⑤省エネ技術導入をシナリオとして扱うことによってその削減効果を評価する。図-1に、分析フレームを示す。

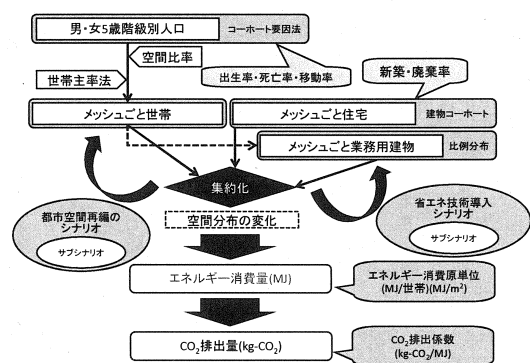


図-1 分析フレーム

(1) 人口及び世帯の推計

人口は、国勢調査⁹⁾による2000年の男女別・5歳階級別人口を用い、コーホート要因法によって推計する。次に、世帯数は推計人口から世帯主率法によって推計する。つまり、国勢調査から得られる男女・年齢5歳階級別の世帯主率を、それぞれの人口に乗ずることによって世帯

主数を求め、その合計によって当該年の総世帯数が算出される。そして、これら世帯を世帯主の年齢別によって家族類型別（親族世帯・非親族世帯・単独世帯）に把握する。

(2) 住宅数及び業務建物数の推計と集約化

a) 住宅数の推計

住宅数は、2001年の名古屋市の都市計画基礎調査¹⁰⁾による戸建・集合といった建て方別と木造・非木造といった構造別のデータを用い、それぞれに住宅コーホートモデルを適用し推計する。ここで、長屋建住宅については、居住形態を考慮し一戸建に含めている。築齡5年別のコーホートは、新築・建て替え・廃棄によって変化するため、小松ら¹¹⁾の研究から建て方別・構造別に区間残存率推計法により求められる残存率を用いて推計する。残存率から住宅の滅失数を推計し、そこから新たに転出する世帯数を把握し、この世帯がすべて居住できるような新たな住宅を供給する。住宅が持つ属性データは、格子ごとに、建て方別・構造別の一戸あたりの平均建築面積と平均階数及び平均延床面積であり、また一世帯あたりの延床面積も世帯数から推計することができる。

b) 住宅の集約化

住宅の集約化とは、住宅の建て替え及び転入が必要とされる世帯をある特定の地区に居住させるものである。この集約地区の場所をシナリオとして扱う。

世帯は、各格子から出ていく場合と各格子内へ入ってくる場合で、1) 居住選択世帯、2) 移入世帯、3) 移出世帯、4) 建て替え世帯、5) 転入世帯、6) 集約世帯、の6つのパターンで表される。居住選択世帯とは、滅失によって住宅を失い、居住メッシュを選択する必要がある世帯のことである。また、人口に伴って世帯も増減するが、増加する場合は移入世帯とし、減少する場合は移出世帯とする。さらに、居住選択世帯の中で建て替えを行う世帯が建て替え世帯であり、移入世帯の中で当該格子内で居住する世帯が転入世帯である。そして、居住選択世帯と移入世帯の中で当該格子内に建て替え・転入を行わず、集約地区に転出する世帯が集約世帯である。

図-2に、集約化の世帯移動を示す。集約化のプロセスとしてまず、ある格子において、居住選択世帯と移入世帯について、その当該格子内で建て替え・転入を行うか他の集約地区に集約を行うかの2通りを設定する。この設定には、転入率と集約率という2つの値を用いる。転入率とは、移入世帯が当該格子内で居住する、転入世帯となる比率を示す。この比率が100%の場合、移入世帯は当該格子内へ全世帯が転入を行う。一方で、集約率は、居住選択世帯が集約地区に集約を行う比率を表している。この比率が100%の場合、全世帯が集約地区に転出する集約世帯となる。図-3に、集約化の住宅供給を示す。住

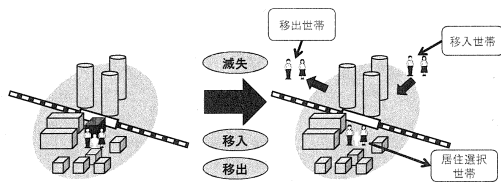


図-2 集約化の世帯移動

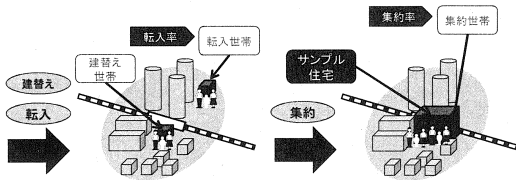


図-3 集約化の住宅供給

宅供給とは、建て替え世帯と転入世帯を対象に、収容するための住宅を供給することを意味する。供給する住宅は、建て替え世帯に対しては滅失したものと同タイプの住宅を、転入世帯に対してはメッシュ内で最も居住する世帯数が多いタイプの住宅とする。次に、建て替え・転入が行われる土地利用面積から、残りの未利用地（空閑地）を算出し、集約地に集約世帯を収容できるサンプル住宅を新築する。ここで、サンプル住宅とは一律の建築面積と階数を持った非木造集合住宅を意味する。ただし、集約世帯を全て収容するため、階数を変化させて建築可能面積内で集約世帯を収容できる延床面積を持つ住宅を新築することとする。

c) 業務建物数の推計

業務建物は、事務所ビル、卸小売業、飲食店、ホテル・旅館、学校・試験研究機関、病院、その他サービスの6種類の用途を設定し、2001年の名古屋市の都市計画基礎調査¹⁰⁾からデータを整備する。業務建物数の推計にあたっては、用途ごとの建物の寿命を推計することは今のところ困難なため、2000年時点での人口と用途別建物の比率から必要となる建物数を決定する。

d) 業務建物の集約化

業務建物の配置は、人口の増加局面においては、シナリオによる集約地区に配分し、人口が減少する局面では集約地区の外側から滅失していくこととした。この方法を用いれば、住宅の集約化と同様に、業務建物の分布状況はこれに合わせて変化することとなる。

(3) 都市空間再編シナリオ及び省エネ技術導入シナリオ

a) 都市空間再編シナリオ

都市空間再編のシナリオは、2つの集約化と非集約化の3通りである。1つ目の集約化は、名古屋市の繁華街である名古屋駅や栄地区を含む中村区と中区、さらに商業・業務ビルや住宅の隣接する東区に集約させる「中心

区集約型」である。2つ目の集約化は、鉄道駅周辺に集約させる「分散集約型」である。「分散集約型」は名古屋市の環境モデル都市提案書⁹⁾を参考に、「駅そば居住」を設定し、市内に存在する駅すべてを対象とする。この「駅そば居住」は、TOD (Transit Oriented Development) の概念に基づいており、特に名古屋市では、市内に地下鉄を含めた鉄道駅が十分に整備されている一方で、自動車への依存が高く、駅勢圏内への集約化を進めることによって、この自動車社会からの脱却を目指している。本研究では、駅勢圏を、駅を中心とした半径500mの範囲で設定し、この範囲に含まれる格子を対象とする。ここで、集約化によって居住場所が変わる世帯（つまり集約世帯）は、その集約地区の一世帯あたり平均延床面積を持つ住宅に移住することとする。最後に、非集約型は、転入や住宅の滅失が起ころうとも当該格子内に居住し続ける現状の都市空間をもっとも反映したものである。

b) 省エネ技術導入シナリオ

表-1に、省エネ技術導入シナリオを示す。これは、高島¹²⁾の研究を参考に設定した。また、技術的な対策を導入するタイミングは、住宅が建て替えられる新築時とする。

表-1 省エネ技術導入シナリオ

対策ケース	技術
case0	無対策ケース（都市空間再編のみ）
case1	CGS（吸収式冷凍機あり）導入ケース
case2	CGS（吸収式冷凍機なし）導入ケース
case3	ヒートポンプ給湯器導入ケース
case4	ソーラーパネル導入ケース

(4) エネルギー消費量及びCO₂排出量の推計

a) エネルギー消費量の推計

エネルギー消費量の推計には原単位法を用いる。ここで、家庭部門及び業務部門の原単位は、延床面積あたりのエネルギー量（MJ/m²）を用いる。延床面積あたりのエネルギー量の原単位を用いる理由は、同じ都市内でも場所によって一世帯あたりの延床面積が異なる可能性があり（例えば都心のような過密な場所では一世帯あたりの延床面積は概して小さくなる傾向があると考えられる）このような居住場所の違いを考慮して、エネルギー消費量を推計するためである。

家庭部門では住宅の建て方別で、業務部門では業務建物の用途別に分類され、それぞれについて使用燃料別に細分される。これらの原単位は、エネルギー経済研究所編民生部門エネルギー消費実態調査¹³⁾の値を使用している。エネルギー消費量は、各年ごとに次式で表される。

$$E_i = Fr_i + Fc_i \quad (1)$$

$$Er_i = \sum_{j=1}^j \sum_{k=1}^k H_{ij} \times Fr_{j,k} \quad (2)$$

$$Ec_i = \sum_{l=1}^l \sum_{k=1}^k S_{il} \times Fc_{l,k} \quad (3)$$

E ：総エネルギー消費量（MJ）， Er ：家庭部門エネルギー消費量（MJ）， Ec ：業務部門エネルギー消費量（MJ）， Fr ：家庭部門エネルギー原単位， Fc ：業務部門エネルギー原単位， H ：住宅延床面積， S ：業務建物延床面積， i ：メッシュ， j ：建て方別（一戸建住宅，集合住宅）， k ：エネルギー種類（電気，都市ガス，LPGなど）， l ：建物用途（事務所ビル，卸・小売，飲食店など）

ここで，省エネ技術導入シナリオの場合は，家庭部門及び業務部門によって使用されているエネルギーの種類が変わったり，原単位自体が改善されたり，もしくはエネルギー消費が太陽エネルギーに代替されることによって表される。

b) CO₂排出量の推計

CO₂排出量の推計には，エネルギー種別ごとに排出係数（kg-CO₂/MJ）とよばれる原単位を用いる。本研究では，対象都市を考慮し，2000年時点の中部電力の排出係数¹⁴⁾を使用する。CO₂排出量は，各年ごとに次式で表される。

$$C_i = Cr_i + Cc_i \quad (4)$$

$$Cr_i = \sum_{j=1}^j \sum_{k=1}^k Er_{j,k} \times G_k \quad (5)$$

$$Cc_i = \sum_{l=1}^l \sum_{k=1}^k Ec_{l,k} \times G_k \quad (6)$$

C ：総CO₂排出量， Cr ：家庭部門CO₂排出量， Cc ：業務部門CO₂排出量， G ：CO₂排出係数

3. 結果

図-4に，名古屋市の総人口の結果を示す。また図-5に，名古屋市の総世帯数と高齢世帯数の結果を示す。総人口は，2000年において224万人であり，2015年に233万人に到達し，その後減少傾向に向かい2050年には199万人になる。名古屋市の総世帯数は，2000年において92万世帯であり，2015年に101万世帯に到達し，その後減少傾向

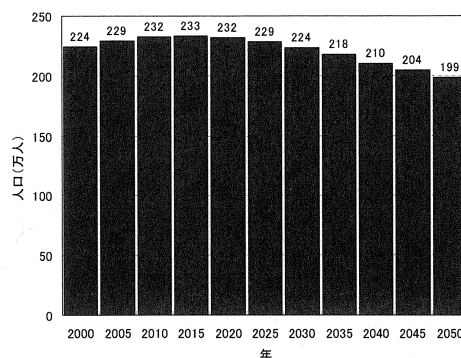


図-4 名古屋市の総人口

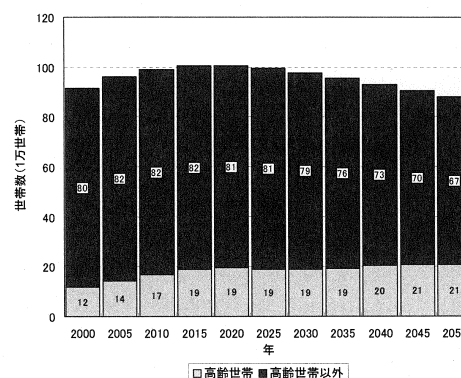


図-5 名古屋市の総世帯数と高齢世帯数

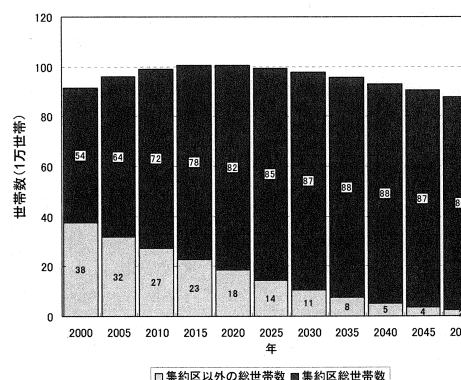


図-6 集約地区内外の世帯数（分散集約型）

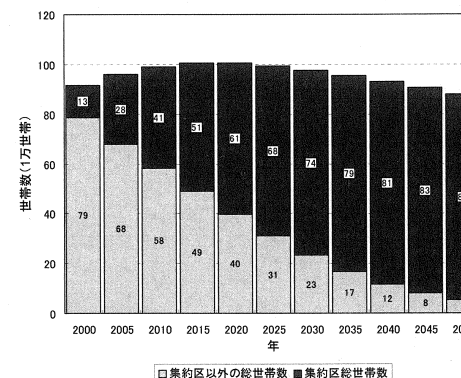


図-7 集約地区内外の世帯数（中心区集約型）

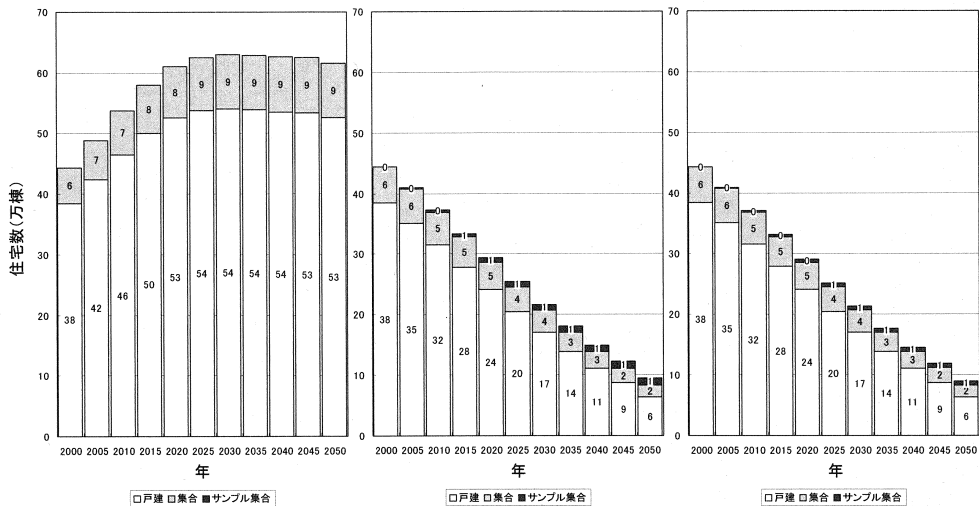


図-8 シナリオ別の住宅数 (左：非集約型，中：分散集約型，右：中心区集約型)

に向かい2050年には88万世帯になる。さらに、総世帯数に占める高齢世帯の割合は、2000年の13%からほぼ一貫して上昇し2050年には23%になる。このような高齢世帯が仮に、空間的に分散して住まい、さらに病院や公共・福祉サービスの受けにくい場所に住んでいる場合、自治体としてもそのサービスの提供が非効率となり、また高齢者が安心して住めるまちづくりといった観点からも非常に問題である。そのため、こういった意味でも都市の空間構造をその時代や社会の移り変わりに合わせて改変させていく必要があると考えられる。

図-6に、分散集約型における集約地区内外の世帯数を、同様に図-7に中心区集約型における集約地区内外の世帯数を示す。ここでは、転入率を0%に集約率を100%に設定した極端な集約化の傾向を示している。分散集約型の場合、集約地区に住む世帯は2000年において59%であり、2050年には建て替えと同時に集約していくことによって、98%の世帯が集約地区内に住むこととなる。中心区集約型の場合、集約地区に住む世帯は2000年において14%であり、2050年には建て替えと同時に集約していくことによって、94%の世帯が集約地区内に住むこととなる。この集約化の2つのシナリオを比較すると、分散集約型の場合、すでに大半の世帯が集約地区に住んでいるため、より現実的に集約が可能であると考えられる。

図-8に、シナリオ別の住宅数の結果を示す。集約化の住宅数の結果は、転入率を0%に集約率を100%に設定した極端な集約化の傾向を反映している。つまり、住宅の廃棄を迎えた世帯は、すべてシナリオで設定した集約地区に建て替え・転入することとなり、この集約世帯は非木造集合のサンプル住宅に住まうこととなる。この結果、中心区集約型と分散集約型において、住宅の総数が2000年の44万棟から2050年の9万棟まで減少していく。一方、

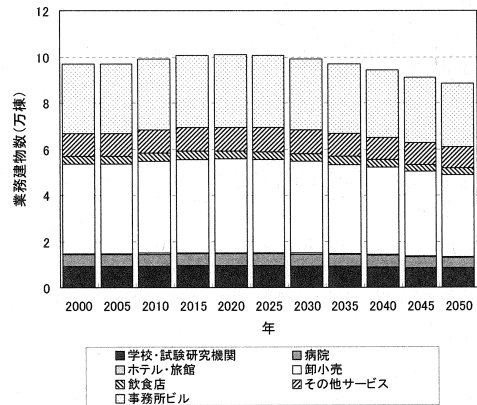


図-9 業務建物数

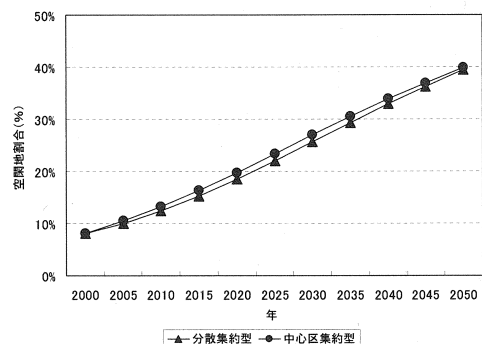


図-10 空閑地

非集約型は、世帯の増減にほぼ対応して変化する。

図-9に、業務建物数の結果を示す。この業務建物数は、人口との関係によって設定しているため、この人口の増減に合わせて変化する。

図-10に、住宅・業務建物の集約化による名古屋市全体の空閑地の結果を示す。この結果、全土地利用に占め

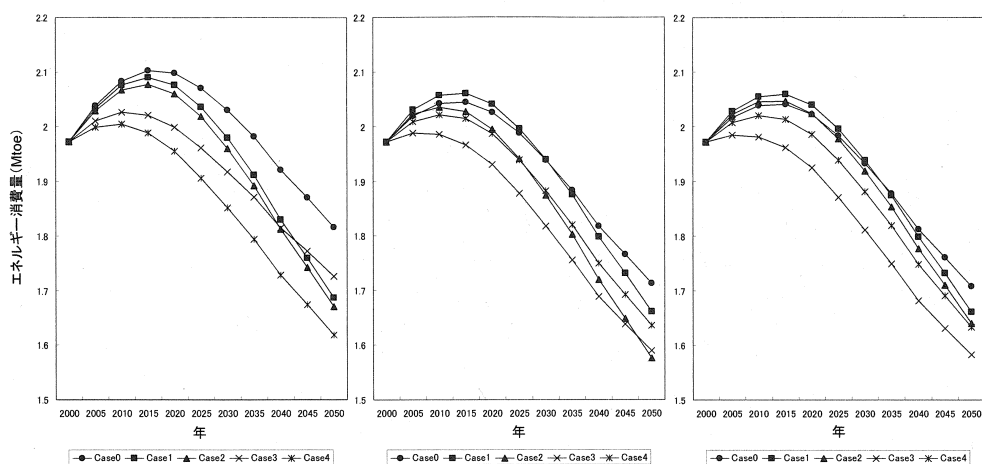


図-11 シナリオ別のエネルギー消費量（左：非集約型，中：分散集約型，右：中心区集約型）

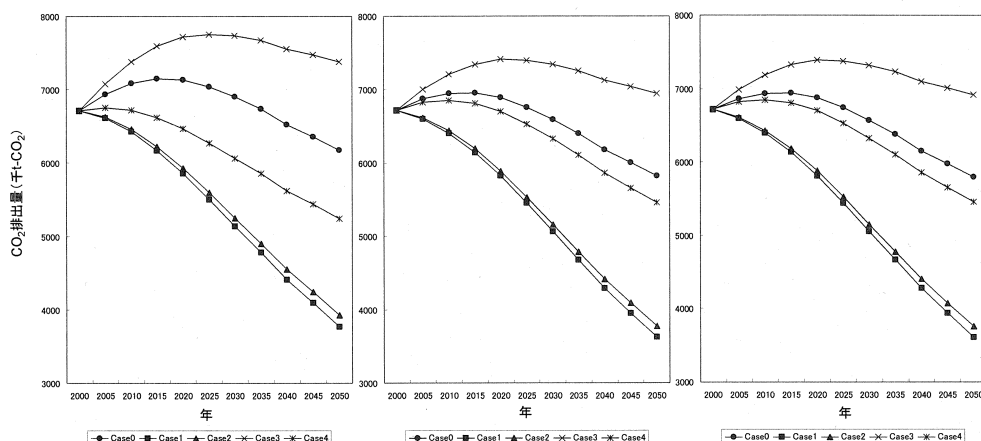


図-12 シナリオ別のCO₂排出量（左：非集約型，中：分散集約型，右：中心区集約型）

る空閑地の割合は、2000年の8%程度から2050年には住宅・業務建物が集約されることによって40%近くまで増加する。都市の住宅・業務建物・土地の整備を進めることによって、多くの空閑地が発生し、この土地を例えば緑化したり公園整備を進めたり、市民の生活を向上する施策に活用できれば、都市の魅力としても向上すると考えられる。さらに、太陽光パネルを設置することも可能である。

図-11に、シナリオ別のエネルギー消費量の結果を示す。都市の空間再編の効果を考察するため、技術的な対策は行わないCase0の結果を比較する。この結果、2050年には非集約型の場合1.816Mtoe（2000年比7.904%削減）となり、分散集約型の場合1.713Mtoe（同年比13.140%削減）、中心区集約型の場合1.708Mtoe（同年比13.422%）となった。ここで、分散集約型と中心区集約型を比較した場合、0.005Mtoe（0.282%）しか変わらず、大幅に都市の空間再編を行っても一極型より多極型の方が現実的且つ効果的に集約が可能であると考えられる。

技術対策を行った場合、エネルギー消費量はどの対策においても減少し、例えば非集約型の場合、住宅・業務建物の数が多いことから、これらの屋上面に太陽光パネルの設置が多く可能であり、エネルギー消費量が大幅に削減される結果となった。

図-12に、シナリオ別のCO₂排出量の結果を示す。この結果、Case0の都市の空間構造の変化による違いは、2000年から2050年の削減割合が非集約型の場合8.056%、分散集約型の場合13.285%、中心区集約型の場合13.671%となった。エネルギー消費量同様、集約地区による差は小さいことが分かった。技術対策を行った場合、概ねCO₂排出量は削減され、特にCase1のCGS（吸収式冷凍機あり）の場合で最も削減が見込める結果となった。一方、Case3のヒートポンプの場合、エネルギー消費量（図-11）としては削減されるものの、CO₂排出量としては増加する結果となった。これは、排出係数によるものであり、電力を作る際にどのような資源を用いているかによって決まる。ここで得られた結果はあくまでも名古

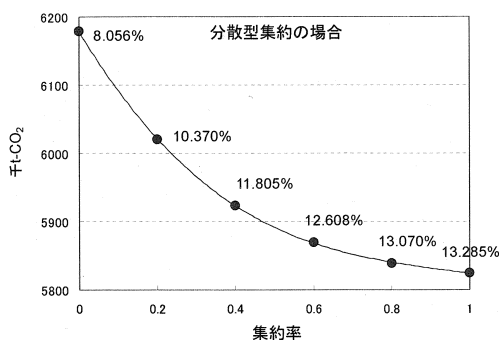


図-13 集約率と2050年のCO₂排出量

注) 図中のバセンテージは2000年から2050年の削減割合を示す。

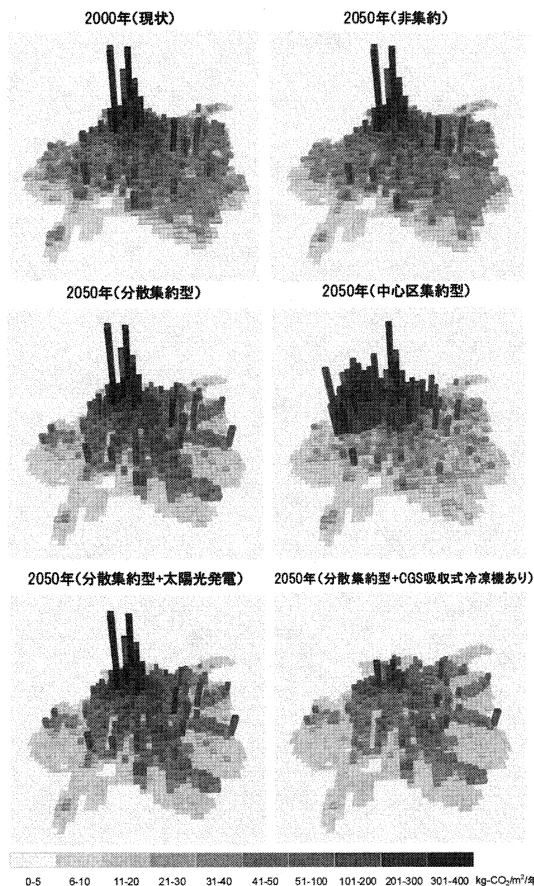


図-14 2000年と2050年におけるCO₂排出量の空間分布

屋市の都市空間の特徴を反映したものであり、また省エネ技術導入の場合も多くの変定をおいているため、今後更なる検討が必要である。

図-13に、最も現実的かつ効果的であると考えられる分散集約型の場合における2050年の集約率と2050年のCO₂排出量、また2000年に対するCO₂排出量の削減率を示す。この結果、集約率とCO₂排出量は下に凸の関係と

なり、その変化率を見ると集約率が低い時に大きく、高い時に小さい。そのため、建て替え時において集約地区に少しでも世帯の移住を進めるならば、集約化によってCO₂排出量の削減が見込めると考えられる。ただしこれも集約化の方法や原単位の設定の仕方によって結果が異なってくるため、今後更なる検討が必要である。

図-14に、2000年と2050年におけるCO₂排出量の空間分布を示す。また参考までに、分散集約型で最も削減が見込めると考えられるCase1のCGS（吸収式冷凍機あり）の空間分布と、太陽光発電のケースを示す。これらの図によって、都市の空間再編が概観でき、さらに詳細な地域におけるCO₂排出量の空間パターンを見ることができ

4. まとめ

本研究では、名古屋市を対象に、都市空間の再編に伴うCO₂排出量の削減効果を評価するため、人口や世帯の増減、住宅・業務建物の廃棄・建て替え、またこれらの再配置を変化させた場合の、2000年から2050年までの民生部門のエネルギー消費量及びCO₂排出量を推計した。また、人口動態や社会変化、土地利用変化の指標としての空閑地の面積などを提示することによって、生活の場としての都市が将来どのように変化していくのかを表した。このような推計フレームを作成することによって、都市空間の再編が表現でき、この空間の配置の違いによるエネルギー消費量及びCO₂排出量が容易に把握できるようになった。

ただし、集約化に伴う温暖化対策には、立地の転換に伴うエネルギー利用形態の更新や緑地の新設の効果などを把握する必要がある。また、家庭部門の推計で用いた原単位は、世帯属性によって変化することが考えられ、このような社会変化をより詳細に考慮する必要がある。業務部門の推計については、用途別建物ごとの利用者の選択と利用者数の増減、立地条件の変化などによって、建物の数や規模が決定されるため推計方法の改善が必要である。また、省エネ技術導入に関しては、地域冷暖房や断熱効果などが考えられ、今後とりうる様々な対策を考慮し、これらの効果を示すことによって、さらに綿密に評価できると考えられる。加えて、建て替えにおいてはLCAの観点から、間接的なCO₂排出量を分析する必要がある。さらに、推計フレーム全体として、民生部門のみならず交通部門を考慮することによって、集約化による都市空間構造の変化による低炭素化の総合的な評価が可能になると考えられる。

謝辞：本研究を実施するにあたり、名古屋市環境局環境

都市推進部地球温暖化対策室から多大なるご協力を得た。関係各位に謝意を表す。また、本研究は環境省の地球環境研究総合推進費（研究課題番号Hc-086）「低炭素型都市づくり施策の効果とその評価に関する研究」（代表：井村秀文）と、文部科学省・日本学術振興会 科学研究費補助金（萌芽研究）「土地利用と『水みち』に着目した田園都市空間の分析・計画・デザイン手法の創出」（代表：清水裕之）の一環として行われたものである。記して深謝する。

参考文献

- 1) 温室効果ガスインベントリオフィス：日本の温室効果ガス排出量データ(1990～2007年), <http://www-gio.nies.go.jp/index-j.html>.
- 2) 環境省 HP：IPCC 第4次評価報告書について, http://www.env.go.jp/earth/ipcc/4th_rep.html.
- 3) 内閣官房地域活性化統合事務局：環境モデル都市提案書, <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/teiannaiyou.html>
- 4) 名古屋市ウェブサイト：環境モデル都市提案書, <http://www.city.nagoya.jp/shisei/organization/kankyo/nagoya00054908.html>.
- 5) 田頭直人：エネルギー削減を目指した地域の区間構造とその効果に関する分析, 日本都市計画学会学術研究論文集, 37, pp.127-132, 2002.
- 6) 下田吉之・山口容平・水野稔：大都市のエネルギーシステム変革シナリオ(大阪市を例に), 家庭・業務部門の温暖化対策, pp.43-56, 国立環境研究所, 2008.
- 7) 林良嗣・加藤博和・北野恭央・喜代永さち子：都市空間構造改変施策に伴う各種環境負荷のライフサイクル評価システム, 環境システム研究論文集, Vol. 28, pp.55-62, 2000.
- 8) 鈴木祐大・柴原尚希・川添豊・加藤博和・林良嗣：都市域を対象とするライフサイクル環境負荷・維持コスト・QOL 推計システムの基礎的検討, 平成20年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, CD-ROM (IV-53), pp.383-384, 2009.
- 9) 名古屋市環境局提供：平成12年度国勢調査.
- 10) 名古屋市環境局提供：平成13年度名古屋市都市計画基礎調査.
- 11) 小松幸夫・加藤裕久・吉田郎・野城智也：わが国における各種住宅の寿命分布に関する調査報告, 日本建築学会計画系論文報告集, 第439号, pp.101-110, 1992.
- 12) 高島健志：都市の高密度化と各種省エネルギー技術導入によるCO₂排出削減ポテンシャル, 群馬大学卒業論文, 2009.
- 13) (財)エネルギー経済研究所：民生部門エネルギー消費実態調査, 1997.
- 14) 環境省HP：事業者別排出係数等一覧, www.env.go.jp/earth/ghg-santeikohyo/.../h17_coefficient.pdf.

Future scenarios analysis of CO₂ emission from residential and commercial sectors of Nagoya city

Akio ONISHI, Yosuke TAKAHIRA, Osamu HIGASHI,
Hiroki TANIKAWA and Hidefumi IMURA

It is now important to devise measures of urban toward low carbon city. Therefore, in order to evaluate effects of reductions of CO₂ emission by changing of urban structures and introducing saving energy technology, this study estimates CO₂ emissions from residential and commercial sectors of Nagoya city from 2000 to 2050 by 500-m meshes. The scenarios of urban structures are; 1) not concentration, 2) concentration at train and subway stations, and 3) concentration at central districts. The scenarios of saving energy technology are; 1) CGS (Cogeneration System) with absorption refrigerator, 2) CGS without absorption refrigerator, 3) Heat pump, and 4) PV (Photovoltaic power generation). By acquiring the results from this study, we can understand the potential of reduction of CO₂ emission by changing of urban structures and by introducing saving energy technology. Also, we believe that it would be useful information for urban planning, especially for the prevention of global warming.