

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 11 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21560631

研究課題名（和文） 低炭素型都市づくりのための都市計画制度の構築

研究課題名（英文） Planning Tool and Systems for Low Carbon Development

研究代表者

村木 美貴 (MURAKI MIKI)

千葉大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：00291352

研究成果の概要（和文）：

本研究は、低炭素型都市づくり実現のために、いかにエネルギーシステムを都市づくりに導入していくか、新たな都市計画制度を比較都市計画の視点から行うものである。研究は、首都圏と海外（英米）における低炭素型都市づくりの調査研究を実施し、結果、行政におけるプライオリティの明確化、エネルギーシステムに適した市街地誘導を特定エリアの中で行っていくことが有効であることが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：

This study deals with low carbon development by planning system, and attempts to clarify how we can introduce new and advanced energy system to the city. We have reviewed low carbon development policies in the UK, USA and metropolitan areas in Tokyo region, and analysed how we can reduced CO₂ emissions by planning system. From the study following two points were identified; prioritized policy should be clearly decided in the local government level; introduction of low carbon zone which controlled use and floor spaces is important for low carbon city development.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：都市計画・建築計画

科研費の分科・細目：都市計画

キーワード：低炭素、都市計画、開発規制、次世代技術

1. 研究開始当初の背景

現在、多くの地域で地球温暖化への対応が求められている。都市レベルでの環境負荷低減は、環境モデル都市の選定や地域推進計画の策定が行われているものの、途上の段階にある。もっともエネルギー消費量の多い東京都では、排出権取引を独自の方法で展開するなどの先進的な取り組みや、地区計画と連動した取り組みが千代田区に見

られるものの、成果をどのように評価するかという観点で、計画制度と評価方法の両面での仕組みの立案が求められる。

一方で、英国では都市計画とエネルギー政策の連携が 2000 年以降高く認識されてきており、民間との連携によるエネルギー有効利用型都市開発、再生可能エネルギーの 10% 利用を計画許可システムの中で実現、特定地域における地域エネルギー事業など、

エネルギー有効利用型都市づくりのための取り組みが多数行われている。

我が国は、英国に比較して都市更新のスピードが速いこと、また、低炭素型都市づくりのための技術力が高いという特徴をもつ。こうした技術をいかに都市更新に合わせて導入し、低炭素型都市づくりを実現するかが大きな課題となる。

2. 研究の目的

これまで行ってきた日英米の比較都市計画制度、土地利用計画を通じて望ましい都市づくり実現のための研究を、現在大きな課題となっている低炭素型都市づくりに発展させ、新エネルギー、次世代型エネルギー技術をいかに都市づくりに導入していくか、新たな都市計画制度立案を比較都市計画の視点から、我が国型の制度設計を大都市に対して行うこと、都市開発プロジェクトを通じたCO₂排出量削減の評価方法の構築を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

本研究は、(1) 居住、就業、消費、移動からみた都市構造、(2) 土地利用規制と土地利用の実態とそこから想定される将来の開発ニーズ、(3) 開発ニーズを踏まえたCO₂排出量の推計と目標値達成に向けた削減の方法を実現させるための新技術・次世代技術導入を想定した計画制度、(4) これら手法の評価方法という4つのレベルについて研究を実施する。とりわけ日本の大都市での都市成長と低炭素型都市づくりの両面での実現について、いかなる都市計画制度を立案すべきかを考える。

4. 研究成果

(1) 都市の縮退のための都市計画と低炭素型都市づくり

都市の撤退の必要性は高く認識されているものの、具体的な縮退方法が明らかではない。さらに、都市の縮退は移動に伴うCO₂排出量削減と大きく関係することから、ここではTDR (Transfer of Development Rights) に着目する。

①TDRの有効性

米国ではこれまで歴史的建造物の上空権の売却によって歴史的資産を維持するTDRを用いる行政が広くみられるが、近年ワシントン州キングカウンティでは、優良農地の開発権を売却し農地を維持し、そこで開発された場合に発生するCO₂を算出し、低炭素型都市づくりにTDRが役立つとする仕組みを用いるようになった。TDRには従来からのアフォーダブル住宅、公園等の公共用地整備といったメニューもあるものの、他のボーナス手法に

比較してTDRがコスト面で優位になるようにすることで対応を行っている。

米国のTDR制度の現状にみる特徴は、a) 都市基盤が耐えうる開発許容の上限として、受入可能な容積量・住宅密度の上限設定を行っていること、b) TDR分配率、床面積変換率に差をつけることによって開発による経済的価値差の調整を行っていること、c) 他の容積ボーナスよりTDRに優位性を与える、住宅基礎密度を超える際にはTDR取得を義務付ける、などTDRの活用促進を図っていること、d) 開発権移転を行う自治体の上位機関による調整、適正な費用分担など、自治体間の連携が必要であること、といえるため、日本での適用可能性があると考えられる。

②東京での展開の可能性

TDRを東京で活用した場合の可能性について、検討する。本研究では、開発権移転の譲受地として千代田区丸ノ内を設定した。当地は、a) 業務商業育成型総合設計の適用区域であり、活用方針において都心部と位置づけられている地域、b) 一般型総合設計のみが適用される地域、c) 基準容積率が1000%を越えるため、公開空地等の整備による割増は認められず、都市開発諸制度活用方針で定められた「割増容積率の特例」のみが適用される地域、の3つが存在する。開発権移転によって許容される容積率の上限を、a) b) の地域については、それぞれの総合設計制度において、割増容積率の大部分を占めている公開空地等の整備による割増容積率の限度とし、c) の地域については、割増容積率の特例の上限である200%と設定し、開発権譲受地における割増容積率の上限を定めた。

反対に譲渡地としては、東京都内の市街化調整区域で土地利用分類が未利用地、屋外利

表1 開発権移転レート

	譲渡地総面積 (㎡)	固定資産価格 (円/㎡)	開発権移転レート (㎡/ha)	譲受地に割増される床面積 (㎡)
未利用地等・屋外利用地・仮設建物	6,826,033	50,084	1626.275	1,110,100
原野	4,076,011	27	0.877	357
農用地	8,967,698	89	2.874	2,577
森林	183,519,511	19	0.617	11,322
計	203,389,253			1,124,357

資料) 総務省自治税務局「平成20年度固定資産の価格等の概要調査」
 註) 固定資産価格は東京都の値を用い、未利用地等・屋外利用地・仮設建物は「その他雑種地」、農用地は「一般田」、「一般畑」の平均値、森林は「一般山林」、の値を用いた。

用地・仮設建物、農用地、森林、原野となっている地域である20,338haとした。

開発権譲渡地で全ての開発権が移転された場合においても、譲受地で割増される開発権移転のレートを地目別に「適正な時価」を表している固定資産価格によって開発により生じる価値が表されているものと捉え、この値に比例して開発権移転レートを与えた。

算定の結果、移転により増加床面積はあるものの、BEMS導入による効果として、CO₂排出量も10.3%削減され、削減量は年間約29,000t-CO₂となること、地域冷暖房による削

減効果として CO₂ 排出量が 26.4%削減され、削減量は年間約 25,000t-CO₂ となること、譲受地で太陽光発電導入した場合、年間約 2200t-CO₂ が削減されることから、譲受地で発生する CO₂ 排出量は対策前の約 80%となり、譲受地での床面積あたり CO₂ 排出量原単位は 58.8 (kg-CO₂/m²・年) となることが明らかとなった。

これより、本研究で想定した開発許容量を超えることなく譲受地へ市街化調整区域の開発権を移転した場合、CO₂ 排出増加量の削減に大きな効果が見込める。また、開発権移転により開発が規制される譲渡地面積と、譲受地に与えられる床面積には大きな差があるが、経済的には十分譲渡地への補償が可能であることが明らかとなった。

(2) 都市全体としての CO₂ 排出量削減を実現する都市計画のあり方

次にいかなる政策が有効かを明らかにする。

① 英国の取り組みにみる CO₂ 排出量削減

ロンドンの対策は、大きくは個別開発規制での対応と、面的開発での対応の2つがある。

前者は、市長の定めるエネルギー序列 (Energy Hierarchy) によって Lean (エネルギー需要の削減)、Clean (コジェネ、地域冷暖房)、Green (再生可能エネルギー) と段階を追って低炭素化を協議する方法による。開発協議は基本的には当該敷地のある行政で行うものの、大規模開発については GLA (Greater London Authority) での事前協議が奨励されており、住宅で 500 戸以上、または 10ha 以上の開発、住宅以外の用途ではシティで 3 万 m²、セントラル・ロンドンで 2 万 m²、郊外部で 1.5 万 m² 以上の開発を大規模開発と位置付けている。また、ロンドンを構成する 32 の基礎自治体と金融街のシティはもっと小さな規模の開発から低炭素型都市づくり実現のための開発協議を行っている。

その効果をロンドン市の大規模開発 147 件のプロジェクト評価に見ると (図 1)、年間 11.6 万トンの CO₂ 排出量削減が達成されており、20%以上削減できたプロジェクトが 25%

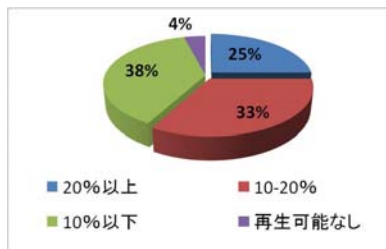


図 1 大規模開発の低炭素化への効果
GLA(2009) Monitoring the London Plan Energy Policies-より作成 Phase 3

と報告されている。筆者らのヒヤリング調査から、こうしたプログラム実施の初期段階では、協議の長期化、理解の不足等の課題があったものの、時間の経過に従い、行政担当者、民間企業からも理解が得られるようになったという。つまり、ロンドンの低炭素型都市づくりは、こうした積み重ねにより進められていると見ることができる。

近年、Lean, Clean, Green の 3 段階協議の中で、特に 2 段階目のコジェネと地域冷暖房の利活用が増加してきた。前述した GLA の 147 件のプロジェクトにおいても、最も多く導入されているシステムがガス・コジェネである。それ以外にはバイオマス、太陽光発電も多いが、ロンドン都心部では、大気汚染、ペレットやゴミ等搬入により増加する運輸部門の CO₂ 排出量も危惧され、許可しない方針にあるという。このように、ロンドン全体としての CO₂ 排出量削減政策がありながら、地域の特徴を活かした柔軟な開発規制を行っていることが特徴といえる。

近年では、コジェネ・プラントの場所を明確化し、周辺 500m~1km 以内の新規開発では熱導管接続を開発条件とするケース、開発規模に応じて熱導管負担金を徴収するケースが出てきている。これは、熱導管がインフラとして公共整備する必要があること、CO₂ 排出量削減に役立つことであり、エネルギー価格削減のために、積極的に公共用地の活用も行われていることが明らかとなった。

② 横浜での展開可能性

横浜市 の 2008 年 の CO-D030 と翌年の CO-D030 ロードマップを元に各町丁目の民生部門 CO₂ 排出密度を推計した (図 2)。これより、密度の高い町丁目の分布にばらつきがあるが、密度の高い地域は地域冷暖房等のエネルギー面的利用システム導入適地と考えられる。

市の方針に従い、太陽光、太陽熱、EMS、高効率給湯器、省エネ家電、省エネ住宅を家庭で、太陽光、BEMS、高効率エネルギーシステム、省エネ施設建設を業務部門で対応、電

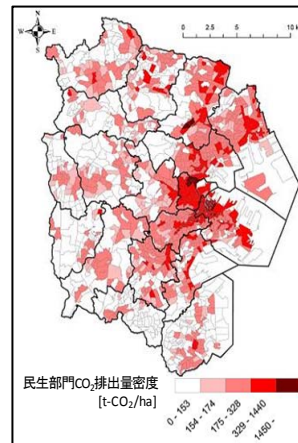


図 2 各町丁目における民生部門 CO₂ 排出量密度

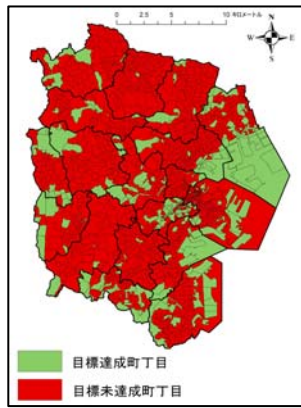


図3 各町丁目における目標達成可能性

力係数の改善をもって試算したところ、必要削減目標可能性は84%に留まる結果となった(図3)。目標達成のためには、個別対応を集中的に投下し、DHCシステムの積極的導入、人口減少地域の撤退、年取が高い地域での太陽光発電機器の導入を行えば目標達成が可能であることが試算できた。ただし、その実現のためには面的にエネルギーシステム導入を行う仕組みづくりが必要となる。

③東京都における可能性

東京都において、熱負荷密度から類似した地域を抽出し、そこでの面的なエネルギーシステム導入可能性について検討を行った(図4)。シミュレーションの結果、地域エネルギー供給において発電効率が高いSOFC(燃料電池)を用いることによって熱を無駄にする時間帯が少なくなり、結果、大きな環境性の向上が見られることが明らかとなった。また、用途の混在が小規模な範囲で行われることによって小規模な範囲で効率的な運転が可能となり、燃料電池のメリットを活かした形での地域エネルギー供給が可能になると考えられる。

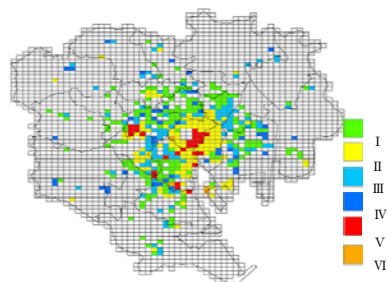


図4 電力・熱負荷特性クラスター別の分布

しかしながら、熱負荷密度による最適エネルギーシステムは、一時点の建物床によるため、建物床と用途の変化を2001年と2006年からクラスター分析したところ、ほとんどのメッシュが大きく変化する地域となり、用途、床に動きがないのは臨海部に限定された(図5)。つまり、積極的にコジェネとSOFCを入れたところで、需要が大きく変動する可能

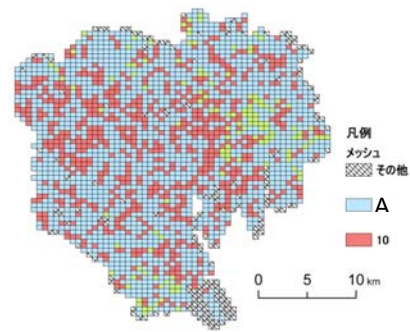


図5 土地利用変化の状況

性が高いといえる。したがって、積極的なエネルギーシステム導入には、用途構成や床を誘導し、導入したインフラが機能する都市計画制度の構築を行うことが必要と考えられる。

(3) 低炭素型市街地の評価方法と今後の都市計画のあり方

ロンドン市では、開発後の評価方法として、開発事業ベースにその効果分析を行っていた。我が国では、個別の都市型開発についてCO₂排出量削減の成果から新規開発での原単位を算出、それを地域ごとに提示することで地域別のCO₂排出量削減の状況を説明していくことが考えられる。こうした面単位でのCO排出量削減量と評価が次の都市づくりにつながるものと考えられる。

今後の日本の大都市における低炭素型都市づくり実現のために、整備すべき都市計画制度として以下の点があげられる。

① 行政におけるプライオリティの明確化

ロンドンでは、都市づくりのプライオリティとして低炭素型市街地があげられており、その実現のために開発規制と連動してコジェネ・プラントの整備、導管接続、再エネの導入が行われていた。我が国では、低炭素型市街地に寄与する仕組みの導入を他の規制が阻むケースが見られることから、まずは、プライオリティの明確化が求められ、それに応じた開発指導を行っていくことが求められる。

② エネルギーシステムに適した市街地誘導

従来、エネルギーシステムは都市開発を支えるものとして機能してきた。しかし、インフラ整備費用の規模、逼迫するエネルギー事情からすると、最適エネルギーシステムの観点から地域に必要とされる床や用途を誘導することも考えられる。自由市場と経済発展を考えればすべての地域での展開は難しいが、地域を指定して開発誘導する仕組みの導入が考えられる。また、地域エネルギーネットワークのあるところでは、接続は市場に任されているが、これらについても、導管接続

指導と同時にインセンティブの付与を行うことが考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計8件)

- ① 小柳陽介、村木美貴、地域の土地利用特性を考慮した低炭素型都市計画の有効性に関する研究- 横浜市を対象として-、都市計画論文集、査読有、46-3、2011、871-876
- ② 須永大介、村木美貴、オレゴン州におけるTOD実現に向けた課題に関する一考察 - 土地利用計画・交通計画・交通サービスの連携に着目して-、査読有、46-3、2011、229-234
- ③ Hironao Ogura、Energy Recycling System Using Chemical Heat Pump Container、Energy Procedia、査読有、14、2011、2048-2053
- ④ 石河正寛、村木美貴、小倉裕直、都心における低炭素型都市実現のためのエネルギーシステムに関する研究、日本都市計画学会都市計画論文集、査読有、45-3、2010、541-546
- ⑤ Miki Muraki & Daisuke Sunaga、Town Centre Revitalisation in the Shrinking Age: Challenges to Town Planning and Transport Planning、Melbourne 2010 Knowledge City World City Summit、査読有、2010、739-755
- ⑥ 村木美貴、須永大介、オレゴン州における低炭素型都市づくりのための開発規制に関する一考察-土地利用計画と交通計画の連携によるCO₂排出量削減に着目して-、日本都市計画学会都市計画論文集、査読有、45-3、2010、535-540
- ⑦ 武田祥平、村木美貴、小林重敬、低炭素型都市づくりに向けた市街化調整区域の開発権移転に関する研究、日本都市計画学会都市計画論文集、査読有、45-3、2010、721-726
- ⑧ 村木美貴、ロンドンにおける低炭素型都市づくり、都市計画、査読無、288、2010、49-52

[学会発表] (計9件)

- ① Hironao Ogura (Invited)、Recycling Heat Utilization Systems Using Chemical Heat Pumps、IEA 3rd Experts Meeting and Workshop for Annex 25、2011.10.13、KEPCO Hall, Osaka
- ② 小倉裕直 (招待講演)、ケミカルヒートポンプシステムの将来展望、第1回CSJ (日本化学会) 化学フェスタ 2011 世界

化学年記念大会、2011.11.15、早稲田大学

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村木 美貴 (MURAKI Miki)
千葉大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号：00291352

(2) 研究分担者

小倉 裕直 (OGURA Hironao)
千葉大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号：40253554

(3) 連携研究者

なし