

都市機能の集約化による低炭素化の効果の検討 ～近江八幡市をケーススタディ～として

笥 文彦¹・鈴木 義康²・山本 ちはる³・澤木 昌典⁴・松中 亮治⁵・森津 豊⁶

¹正会員 日建設計総合研究所 研究員（〒101-0052 東京都千代田区神田小川町3-7-ミツワ小川町ビル3階）E-mail: kakehi.fumihiko@nikken.jp

²正会員 日建設計総合研究所 主任研究員（同上）E-mail: suzukiy@nikken.jp

³日建設計総合研究所 研究員（同上）E-mail: chiharu.yamamoto@nikken.jp

⁴正会員 大阪大学大学院 工学研究科 教授（〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 S4棟）
E-mail: sawaki@see.eng.osaka-u.ac.jp

⁵正会員 京都大学大学院 工学研究科 准教授（〒615-8540 京都市西京区京都大学桂CクラスターC1棟）
E-mail: matsu@urban.kuciv.kyoto-u.ac.jp

⁶ 近江八幡市 総合政策部政策推進課 主査（〒523-8501 滋賀県近江八幡市桜宮町236番地）
E-mail: 010202@city.omihachiman.lg.jp

本論文は、2012年12月に施行された「都市の低炭素化の促進に関する法律」に則って低炭素まちづくり計画を策定した近江八幡市の先進事例について研究したものであり、市域全域を対象としたコンパクトな都市構造の形成と都市機能の集約化を図ることで、低炭素で持続可能な都市を実現できることを明らかにした。

具体的には、分析手法や結果が施策立案や合意形成の場面で活用されることを目指し、GISデータと市の固定資産台帳データ等を用いて、建物単位の即地的なデータに基づいた新たな分析手法を検討した。また、当該手法を用いて、民生部門と運輸部門における集約化による低炭素化効果、にぎわい創出（人口密度増加）効果を定量的に把握するとともに、集約機能や集約範囲の違いによる複数の集約パターンを設定して効果を比較・分析した。

Key Words : low-carbon, sustainable city, centralized urban structure, transport node, population density.

1. 背景と目的

(1) 低炭素まちづくりの背景と必要性

我が国の二酸化炭素排出量のうち、都市活動に関係する部門（家庭部門、業務部門、運輸部門）の排出量は5割以上を占めている¹⁾。特に、家庭部門、業務部門においては、他部門の推移が横ばいであるのに比べて、近年大幅に排出量が増加している。

これらの二酸化炭素排出量は都市計画区域からの排出が多くを占めると考えられ、都市計画づくり、地域づくりにおける課題は大きい。低炭素型の都市・地域構造や社会経済システムの形成の重要性は既に低炭素まちづく

りガイドライン²⁾等で位置付けられているところである。

また、我が国は、先進国の中でも最も早く高齢社会を迎える国である。総人口は2004年をピークに減少傾向にあり、総人口に占める65歳以上人口の割合（高齢化率）は過去最高の25.1%となっている³⁾。これは世界の先進地域の15～20%に比べて極めて高い水準であり、多くの人口が集中する都市部においても、早急な高齢化への対応が求められる。

以上のように、深刻さを増す地球温暖化問題への対応も含め、高齢者や子育て世代などすべての人の生活を支える、持続可能で活力ある都市づくり、地域づくりを進めることが社会的な要請となっている。

(2) 本研究の目的

こうした背景を踏まえ、従来のまちづくりに地球環境にやさしい暮らし方や少子高齢社会における快適で安全・安心な暮らしなどの新しい視点を持ち込み、住民や民間事業者と一体となって、コンパクトなまちづくりに取り組むための第一歩として「都市の低炭素化の促進に関する法律（通称、エコまち法）」制定された。⁴⁾

今後、本法に基づいて、都市の低炭素化に向けた取組を推進し、また、民間投資を促進するため、「低炭素まちづくり計画」を策定する自治体が増加することが想定される。計画策定においては、都市・居住機能の集約化をはじめとした各種施策の立案が必要となってくるが、都市・居住機能の計画的な集約にあたっては、前例が少なく、自治体によって検討条件が異なること等から、立案のための判断材料が乏しいのが現状である。

以上を踏まえ、本研究では、GISや固定資産台帳データを活用し、集約化効果の評価が可能な手法を構築するとともに、集約する機能や集約地域の範囲の違いによる複数の集約パターンを設定し、集約化効果（二酸化炭素排出量、人口密度）の比較・分析を行うことを目的とする。なお、事例研究にあたっては、平成26年3月に策定された近江八幡市低炭素まちづくり計画をもとにケーススタディを実施した。

2. 近江八幡市低炭素まちづくり計画の概要⁵⁾

(1) 計画区域

本計画の計画区域は、本市の市街化区域全域（約1,031ha）とし、表-1で示すとおりエリアを設定し、それぞれに機能を持たすものとしている。集約地域には、市内の鉄道駅3駅及びバス網においてハブ機能を有する

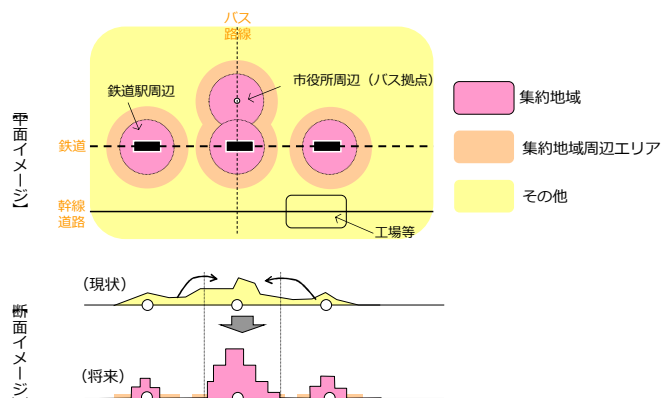
表-1 計画区域の区分

区分	目的	方針
集約地域	都市機能の集約化	・新市基本計画において生活機能集積拠点と位置付けられている JR 近江八幡駅、JR 篠原駅、JR 安土駅の 3 駅及び、あかこんバスのハブ機能を有する市役所を対象に、歩いて暮らせるまちづくりの観点から、半径1km 円のエリアを目安に設定。【市街化区域】
集約地域周辺エリア	潜在的な土地利用需要への対応	・持続可能なまちづくりを推進していくために、将来の潜在的な土地利用の需要に応じて、計画的、戦略的に産業集積や住宅等への有効活用を推進するエリア。4つの集約地域の半径1km 円エリアのうち、市街化調整区域の部分が該当。【市街化調整区域】
自然、再生エネルギー	緑地の保全と緑化の推進、再生可能エネルギーの導入	・緑地の保全と緑化の推進及び再生可能エネルギー（バイオマス発電、太陽光発電等）を集中的に推進する地区を設定。【市街化調整区域】
交通	公共交通機関等の利用促進	・集約地域及び集約地域周辺エリア（集約地域等という）内の交通利便性を高める経路や路線及び、各集約地域等やその他の計画区域の間を結ぶ路線を対象とする。

市役所の4つを拠点として半径1km円のエリアを設定した。

(2) 目標と集約化都市構造のイメージ

当該計画では「低炭素で持続可能なまちづくり～にぎわいと活力の創造～」を目標として掲げており、都市機能の更なる集約化によりコンパクトな都市構造を実現し、二酸化炭素排出量を低減するのみならず、高齢者等の生活や子育て環境の整備による定住魅力の向上によって、中心拠点のにぎわいと活力の創造を推進することを目指している。



※断面イメージは都市機能の集約度をイメージしたもの

図-1 都市構造イメージ図

(3) 計画の方針と施策

目標達成のための方針として、集約地域等における公共施設、医療・福祉施設、商業施設等の計画的配置により、床面積の増加及び人口密度の増大を図る。一方で、既存の集落との共存にも配慮することとしている。

あわせて、展開する施策として、公共交通機関の利用促進、緑地の保全及び緑化の推進、再生可能エネルギーの導入及び化石燃料の効率的利用、建築物の低炭素化の促進、自動車の運行に伴い発生する二酸化炭素の排出抑制の促進等をあげている。

以上の計画フレームをもとに、次章において、集約化による効果分析を行った結果を示す。

3. 都市機能の集約化による低炭素化の効果の検討

(1) 分析手法

都市機能の集約化による低炭素化効果の評価については、国土交通省より発出されている低炭素まちづくり実践ハンドブック⁶⁾に算定方法が記されている。

都市機能の集約の最小単位は建物であり、建物単位の細かいレベルでの評価が可能であることが望ましく、また、建物の移転とその建物を発着点とする人の移動は不

可分であり、交通分野においても建物レベルで評価することが望ましいことから、本研究では、ハンドブックの算定方法を基本としつつ、市の協力を得て固定資産台帳データを入手し、建物別の用途別延床面積データを活用したより詳細な区域設定のもとでの民生・運輸部門を統合した分析が可能な手法を構築し、検討を行った。

表-2 低炭素化効果の分析手法の概要

民生部門	排出量の算出方法	民生部門の現況CO ₂ 排出量 = $\sum_{(建物、用途)} \{ 用途別(事務所、学校、物販、飲食、集会所、病院、ホテル、戸建住宅、集合住宅)床面積(m^2) \times 建物用途別床面積当たりCO_2排出原単位(kg-CO_2/m^2) \}$
	使用データ	【用途別床面積】 課税建物:固定資産台帳データ ⁷⁾ 、非課税建物:行政財産に関する市所有資料 【建物用途別CO ₂ 排出原単位】 低炭素都市づくりガイドライン資料編(国交省)
	CO ₂ 排出削減効果の考え方	戸建から集合住宅へ住み替えと建物の低炭素化によりCO ₂ 排出原単位が下がることにより生じる。
運輸部門	排出量の算出方法	運輸部門の現況CO ₂ 排出量 = $\sum_{(用途、交通手段)} \{ 用途別(事務所、商業、業務、病院)床面積(m^2) \times 用途別単位面積あたりの発生集中原単位(トリップ/m^2) \times 用途別交通手段別分担率(\%) \times 用途別交通手段別トリップ長(km/トリップ) \times 交通手段別CO_2排出原単位(kg-CO_2/km) \}$
	使用データ	【用途別床面積】民生部門と同様 【用途別単位面積あたり発生集中原単位】 大規模開発地区交通計画マニュアル(国交省) 【目的別交通手段分担率、トリップ長】 第5回(平成22年)近畿圏パーソントリップ調査 ⁸⁾ より算定 【交通手段別CO ₂ 排出原単位】 自動車輸送統計年報、国交省資料(旅客輸送機関の二酸化炭素排出原単位)より
	CO ₂ 排出削減効果の考え方	活動の拠点が集約地域に移ることにより、自動車の分担率が低い地域で活動する人が増えること、さらに交通施策等により、集約地域の自動車分担率が下がることにより生じる。

(2) 集約化による効果の分析

近江八幡市低炭素まちづくり計画では図-2に示す6つの分野について取組を実施しているところであるが、本稿では、そのうち都市機能の集約化の効果について分析結果を示す。なお、集約地域の公共交通分担率の上昇や、集約化を契機とした建物の建て替えについても、集約化の効果に含まれるものとした。集約化のパターンは、居住機能については、政策をもって移動を誘導することは容易ではないことから、都市機能のみを集約するパターンや、築年数の経ったもののみを集約するパターンな

ど現実的なケース設定を行った。(表-3)

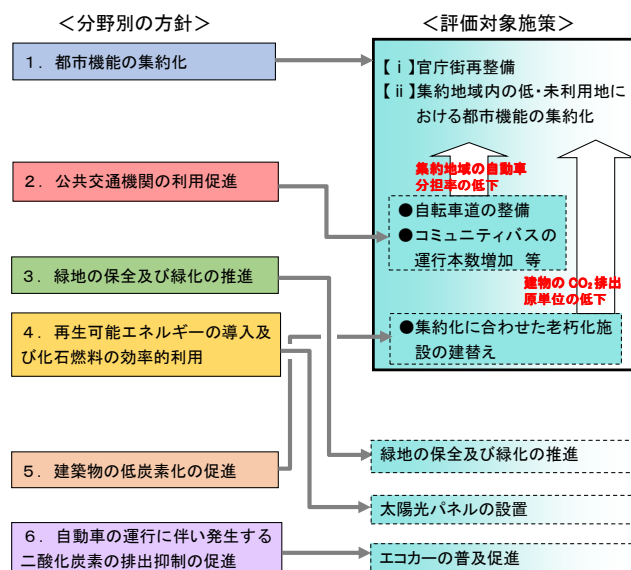


図-2 本検討における評価対象施策の範囲

表-3 集約化効果の検討ケース

検討ケース		集約する施設	
		都市機能 (公共施設、医療・福祉施設、商業施設等)	居住機能 (住宅)
現状		集約無し	集約無し
短期	ケース①	既存の官庁街再整備計画に含まれる都市施設	既存の官庁街再整備計画に含まれる住宅施設
	ケース②	集約地域外の築30年以上の施設	—
中長期	ケース③	集約地域外の全ての施設	—
	ケース④	集約地域外の築30年以上の施設	集約地域外の築30年以上の施設
	ケース⑤	集約地域外の全ての施設	集約地域外の全ての施設

※上記検討ケースについては近江八幡市低炭素まちづくり計画に含まれないケースも含む

※居住機能の移動に合わせて人口が移動すると仮定

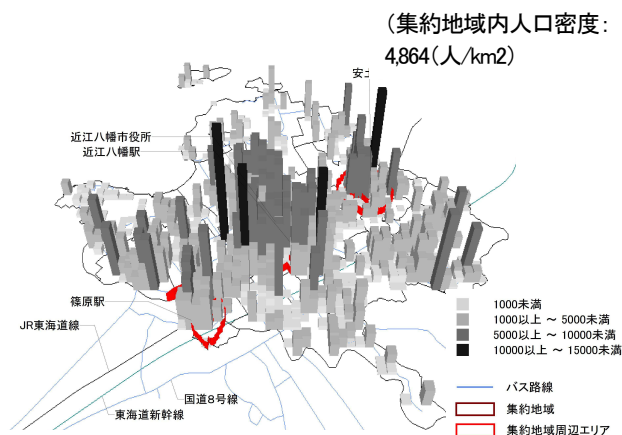


図-3 ケース①の人口密度分布

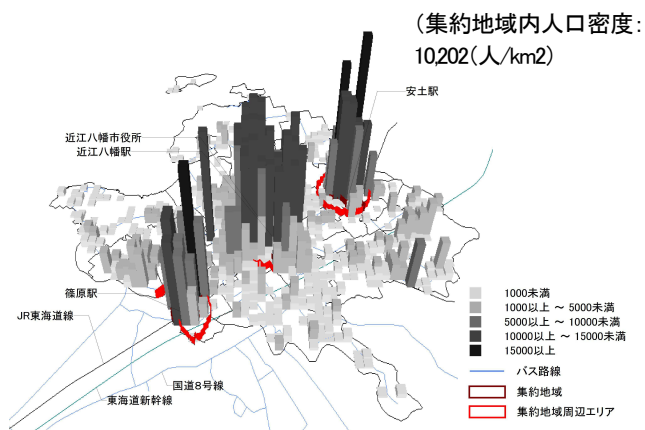


図-4 ケース④の人口密度分布

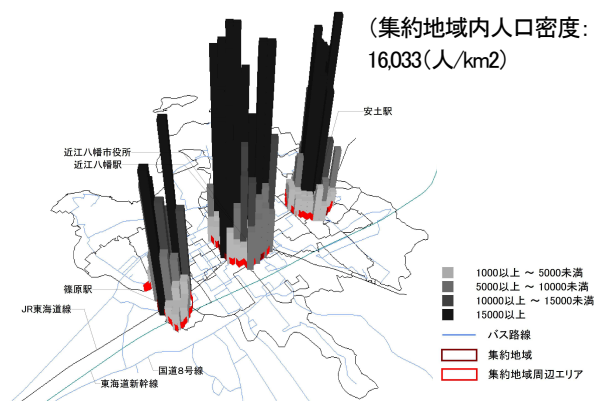


図-5 ケース⑤の人口密度分布

(3) 分析結果

集約化の効果分析を行った結果を図-6に示す。ケース①の官庁街再整備の場合は、市全域のCO₂排出量に対して1%の削減効果があると推計された。また、ケース②の築30年以上の都市機能の集約化の場合は4%、ケース③の全ての都市機能を集約化する場合に11%の削減効果があることが明らかとなった。さらに、ケース④はケース②に加えて築30年以上の居住機能の集約化も行ったケースで8%の削減効果、ケース⑤は集約地域外の全ての都市機能、居住機能を集約したケースで19%の削減効果があることが分かった。

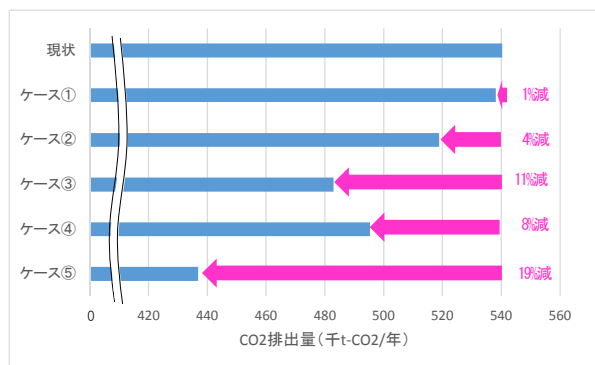


図-6 ケース別のCO₂排出量

次に削減効果の内訳を図-7に示す。この図では民生部門については戸建から集合住宅への転換と建物の省エネ化の効果、運輸部門については自動車分担率の低減とトリップ長の減少による効果の内訳を示している。都市機能及び居住機能がともに集約された場合(ケース④、⑤)には両分野でほぼ同等の削減効果があることが明らかとなった。民生部門と運輸部門の両面から施策を推進していくことの重要性が示唆される。

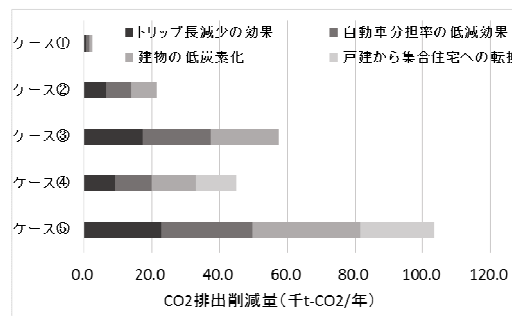


図-7 各ケースのCO₂排出量削減効果の内訳

(4) 集約エリアに関する考察

集約エリアについては、現在半径1km円のエリアとしているが、自治体の置かれた状況によっては、必ずしも半径1km円に集約できない可能性も想定される。そこで、その影響を把握することを目的に、半径1km円が2km円に広がった場合のCO₂排出量削減効果、にぎわい創出効果(人口密度の増加)について、ケース④(築30年以上の居住・都市機能の集約)の場合を例に試算を行った。

CO₂排出削減量については集約地域のエリアが広がることで、民生部門については、集約地域外から集約地域内へ移転する絶対量が減り(拠点から1km円外~2km円内の間のエリアに入る建物の効果が反映されない)、「建物の低炭素化」、「戸建から集合住宅への転換」に係る削減効果が減少する。また、運輸部門においても集約地域の内々のトリップ長が長くなり、トリップ長減少効果が薄れ、CO₂削減効果が減少することが示された。自動車分担率の低い拠点で活動することによる低減効果については、近江八幡市の場合は集約地域半径2km円と1km円で自動車の分担率の平均値をとったところ大きな差異はないため、単に集約地域内へ移動する絶対量の差に起因するものが大きい。ただし、集約地域が広がることで、公共交通利用促進策の実現にかかる負担も大きくなり、自動車分担率の低減効果を発現させにくいという課題がある(図-8)。以上を踏まえると、CO₂削減効果の観点からは半径1km円の方が効果がより大きくなる。

一方で、人口密度については、集約地域半径2kmの場合の集約地域内の人口密度は6,515(人/km²)であり、三大都市圏の主要な衛星都市レベルの人口密度に達し、DID(人口集中)地区の基準である4,000(人/km²)を超

えることから、半径 2km 円で集約させたとしても一定の賑わいが確保されると想定される。一方で、例えば、大阪市全域の人口密度は 11,740 (人/km²)⁹⁾ であり、拠点地域として都市の魅力を向上させるためには、更なる人口の集積も選択肢として考えられる(集約地域を半径 1km 円とした場合のケース④の人口密度は 10,202 (人/km²))。また、これらは築 30 年以上の都市機能、住宅が全て集約地域内へ移転するという仮定の下での値であり、現実的には、築 30 年以上の施設でも、その何割かの移転になるであろうことを踏まえると、半径 1km 円として、設定を行うことも考えられ、人口密度の観点からは、地域のおかれた状況による判断が必要となる。

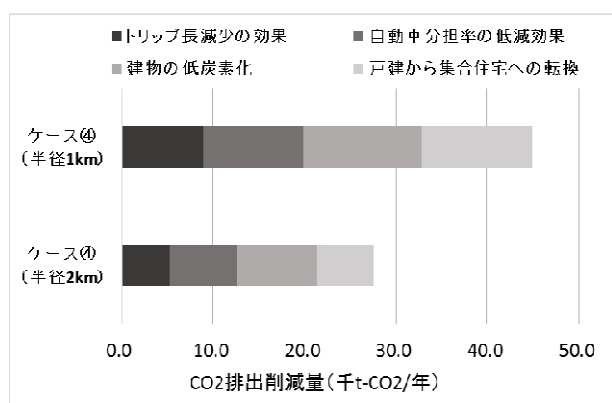


図-8 集約エリアによる CO₂ 排出削減効果の差

(5) 集約の実現性に関する考察

次に、半径 1km 円と集約地域を設定した際に、そのエリアにどれだけの施設を集約することが可能なのかについても検証を行う必要がある。

図-9 では、ケース④で示す築 30 年以上の住宅が半径 1km 円の集約拠点に集約した場合の延床面積の分布を示す。図中では、メッシュ単位で現行容積率の上限を超えないように床面積を配分しているが、集約地域内にすべての移転分の延床面積を収めることが可能であり、近江八幡市のケースでは、現行の容積率でも居住集約を図るキャパシティがあることがわかる。

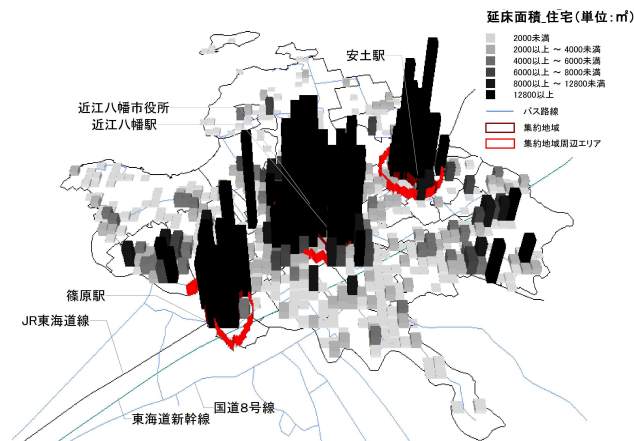


図-9 現行容積率上限内での居住機能の集約

4. おわりに

本稿では、施策効果の分析にあたり、民生部門と運輸部門を統合した分析手法を開発し、複数の集約パターンを設定して集約化効果を推計した。その結果、集約化によって相応の CO₂ 削減効果が期待できることや、集約方法による効果の違いを分析することにより、最適な集約地域の距離圏、集約の実現可能性などを明らかにした。

集約型都市構造が実現した暁には、人口や建物の集積のスケールメリットを生かした効率的な面的エネルギー利用やシェアサイクルの導入などが有効であり、路線バスの運行の効率化等が図れるなど、都市の持続可能性がさらに高まることが期待できる。今後、本稿の成果を柱に、様々な施策効果を積み上げていくことにより、低炭素で持続可能な都市づくりへの理解を高め、取組を加速させていくことが望まれる。

【参考文献】

- 1) 環境省:温室効果ガス排出量(2012年度), 2014.4
- 2) 国土交通省:低炭素都市づくりガイドライン, 2012.12
- 3) 内閣府:高齢社会白書, 2014
- 4) 国土交通省:「都市の低炭素化の促進に関する法律」に基づく低炭素まちづくり計画概要パンフレット, 2014.5
- 5) 近江八幡市:近江八幡市低炭素まちづくり計画, 2014.3
- 6) 国土交通省:低炭素まちづくり実践ハンドブック, 2013.12
- 7) 近江八幡市:固定資産台帳, 2013.
- 8) 第5回京阪神都市圏パーソントリップ調査, 2010
- 9) 大阪市:大阪市統計資料, 2009
- 10) 森本章倫, 古池弘隆:都市構造が運輸エネルギーに及ぼす影響に関する研究, 第25回土木計画学研究発表会講演集, 2002.6