

平成 28 年度 東広島市地域課題研究懸賞論文

東広島市における人口変動を考慮した市街地集約化に関する研究

広島大学工学部第四類

建築学課程

八木恒憲

# 『東広島市における人口変動を考慮した市街地集約化に関する研究』

## 目次

### 第1章 研究概要

---

1.1 研究背景	1
1.2 既往研究との関連と研究目的	2
1.3 研究対象地の概要	3
1.4 研究計画	5

### 第2章 人口変動の分析と将来人口分布の推計

---

2.1 概要	6
2.2 人口変動の現況把握	6
2.3 人口変動の要因分析	8
2.4 人口増減ポテンシャルマップの作成	14
2.5 将来人口分布の推計	15

### 第3章 都市施設コストの評価

---

3.1 概要	17
3.2 都市施設コストの算出方法	17
3.2.1 道路	17
3.2.2 上水道	19
3.2.3 下水道	21
3.2.4 小学校・中学校・保育所・公民館	23
3.3 都市施設コストの算出結果	32
3.3.1 都市施設コスト	32
3.3.2 一人あたりの都市施設コスト	34

## 第4章 CO<sub>2</sub>排出量の評価

---

4.1 概要	36
4.2 自動車CO <sub>2</sub> 排出量	36
4.2.1 発生集中交通量の推計	36
4.2.2 分布交通量の推計	39
4.2.3 自動車CO <sub>2</sub> 排出量の算出方法	39
4.2.4 自動車CO <sub>2</sub> 排出量の算出結果	40
4.3 住宅CO <sub>2</sub> 排出量	41
4.3.1 住宅種類別棟数の設定	41
4.3.2 冷暖房0利用によるCO <sub>2</sub> 排出量	43
4.3.3 建設・建替・解体によるCO <sub>2</sub> 排出量	48
4.3.4 集合住宅共用部のエネルギー消費によるCO <sub>2</sub> 排出量	50
4.3.5 住宅CO <sub>2</sub> 排出量の算出結果	51
4.4 都市施設CO <sub>2</sub> 排出量	52
4.4.1 都市施設CO <sub>2</sub> 排出量の算出方法	52
4.4.2 都市施設CO <sub>2</sub> 排出量の算出結果	54
4.5 全体CO <sub>2</sub> 排出量の算出結果	55
4.5.1 全体CO <sub>2</sub> 排出量	55
4.5.2 一人あたりの全体CO <sub>2</sub> 排出量	57

## 第5章 代替シナリオの作成・評価

---

5.1 概要	59
5.2 代替シナリオの作成方法	60
5.2.1 市街化調整区域開発抑制シナリオ	60
5.2.2 集約シナリオ	61
5.3 代替シナリオの提示	65

## 第6章 総括

---

6.1 総括	67
--------	----

補注

参考文献

## 第1章 研究概要

---

- 1.1 研究背景
- 1.2 既往研究との関連と研究目的
- 1.3 研究対象地の概要
- 1.4 研究計画

## 1.1 研究背景

戦後、わが国の多くの地方都市では、人口増加による市街地拡大から一転し、近年では人口減少による市街地の低密度化が顕在化しつつある。この市街地の低密度化は、CO<sub>2</sub>排出量増加や住環境悪化を引き起こし、またインフラの維持管理の非効率化につながると考えられている。このような課題に対する方策のひとつとして人口の市街地集約化が挙げられている。近年では、立地適正化計画制度がつくられ、「立地適正化計画作成の手引き（国土交通省）」では、各種指標等を用いた定量的評価による区域（都市機能誘導区域、居住誘導区域）の設定方法が示されている。しかし肥後ら<sup>1)</sup>は、各都市の持つ問題点についての熟考がないまま区域設定を行うことは、コンパクト化ではなく、むしろ拡散化につながる危険性があると指摘しており、特定都市に焦点を当て、その都市の問題点を探ることで、適切な市街地集約化の方針を示すことができるとしている。

人口減少が進む地方都市の中でも、人口増加地区と減少地区を併せ持つ都市が存在する。このような都市では、都市全体では人口減少が進行している一方で、同時に人口増加地区でのスプロールも生じ、結果として市街地の低密度化が進むことが懸念される。そのため、人口変動の要因を把握し、増加と減少のメカニズムを理解した上で、適切な戦略を立てることができれば、効率的な市街地集約化を図ることができると考えられる。

## 1.2 既往研究との関連と研究目的

人口変動の要因分析を行った研究として、例えば、畑森ら<sup>2)</sup>は広島県全域を対象に、500mメッシュを用いて、各種地理的要因と人口変動との関連分析を行っている。しかし、県全域という広域を対象としているため、各都市の特徴的な人口変動要因が抽出されたわけではない。

都市の集約化の評価に関する研究として、例えば、岩本ら<sup>3)</sup>は広島県府中市を対象に、55種類のシナリオを作成し、自動車・都市施設・住宅から発生するCO<sub>2</sub>排出量の視点から評価を行っている。和田ら<sup>4)</sup>は、新潟県長岡市を対象に都市のコンパクト度合いの異なる3種のシナリオを作成し、それらの再編成時と再編成後の運用時にかかるCO<sub>2</sub>排出量と工事費用を算出し、長期で見たときの各シナリオの効率性を評価している。しかし、これらの研究は、シナリオの作成前に人口変動の要因について分析が行われていないため、シナリオ作成時に人口変動の視点からみた問題点についての熟考がされていない。

そこで、本研究では、特定都市を対象に人口変動の要因分析を行い、その結果をもとにシナリオを作成することで、適切な市街地集約化の方針を示すことを目的とした。

### 1.3 研究対象地の概要

本研究では、広島県東広島市を対象とした（図 1.3-1）。東広島市は、面積 635.3 km<sup>2</sup>、現在の人口は約 18.5 万人であり、広島大学東広島キャンパスをはじめとして、3 つの大学のキャンパスが集まった都市である。また、広島大学の移転と同時期に、第二次産業の誘致と発展を目的とした「広島中央テクノポリス」に指定されたことにより、1970 年代以降、急激に人口が増加し、現在も人口増加が続いている（図 1.3-2）。ただし、年々、人口増加率は低下しており、また、市の中心に位置する西条地区以外では人口は減少傾向にあり（表 1.3-1）、1.1 節でも述べた、人口増加地区と減少地区を併せ持つ都市といえる。

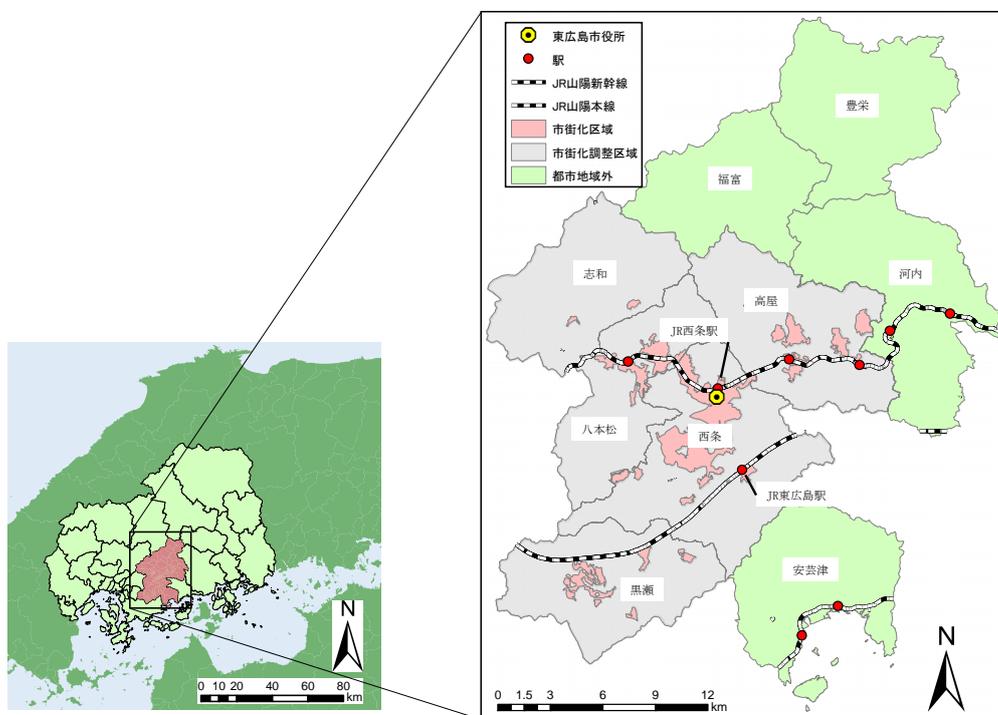


図 1.3-1 対象地位置・都市地域区分図

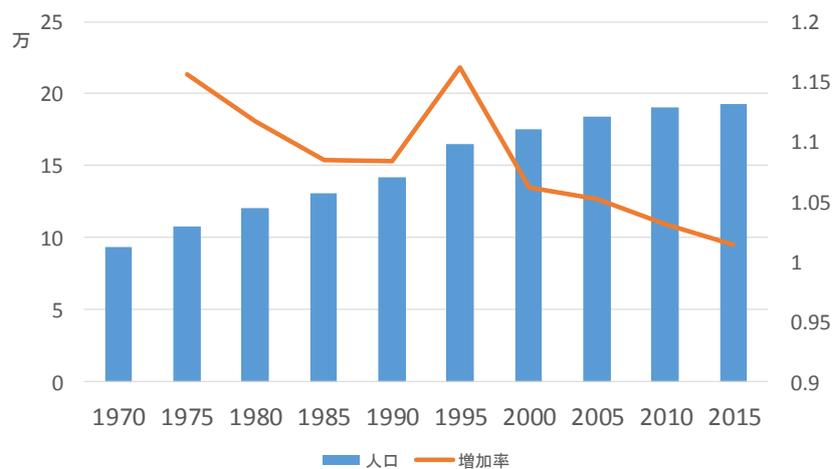


図 1.3-2 東広島市の人口推移

表 1.3-1 地区別人口の特徴

	西条町	八本松町	志和町	高屋町	黒瀬町	福富町	豊栄町	河内町	安芸津町
人口規模	大	中	小	中	中	極小	極小	小	小
人口増減	一貫して増加	微増	減少傾向	17年から微減	12年から微減	22年から減少傾向	一貫して減少	減少傾向	減少傾向
高齢化率	低水準	増加傾向	30%以上	増加傾向	20%以上	36.80%	40%以上	35%	30%

## 1.4 研究計画

研究フローを図 1.4-1 に示す。本研究では、第 2 章で人口変動の地理的要因分析を行い、増加と減少のメカニズムを理解し、それら要因を受けた将来人口分布を推計する。第 3 章、第 4 章では、その人口分布下における、都市施設コスト、CO<sub>2</sub>排出量の推計を行い、現状推移シナリオの問題点を指摘する。第 5 章では、問題点解決に向けた代替シナリオを作成し、現状推移シナリオと同様に都市施設コスト、CO<sub>2</sub>排出量を推計する。現状推移シナリオと代替シナリオでそれぞれを比較し、評価を行う。

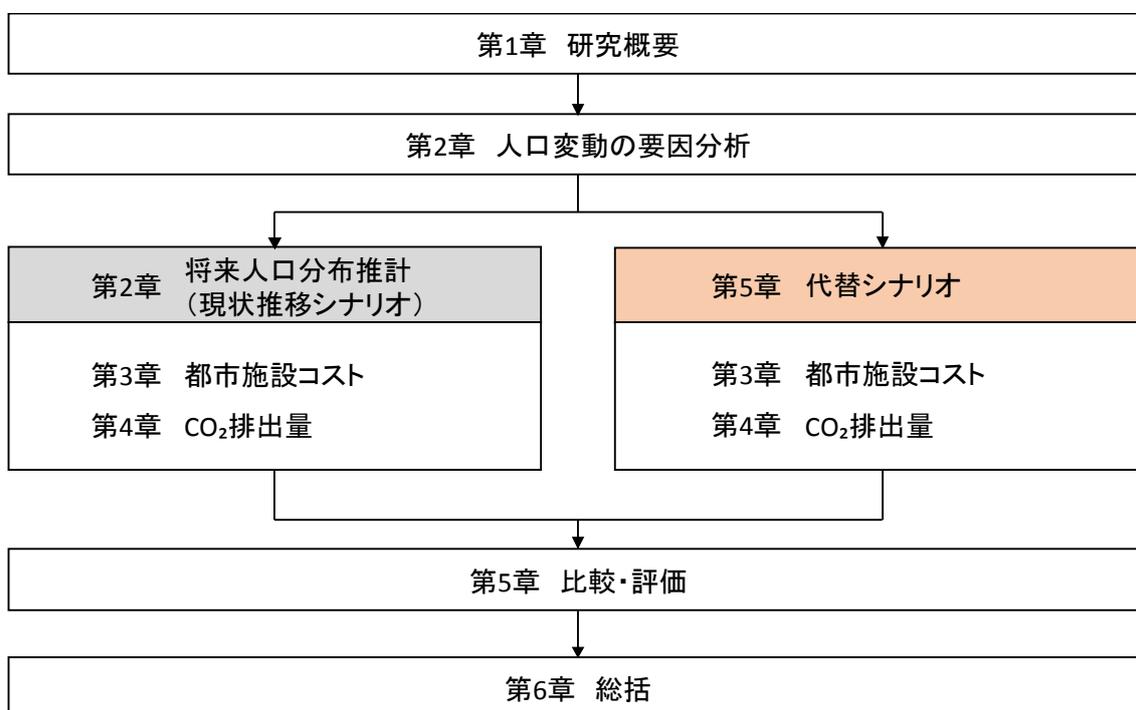


図 1.4-1 研究フロー

## 第2章 人口変動の地理的要因分析と将来人口分布推計

---

### 2.1 概要

### 2.2 人口変動の現況把握

#### 2.2.1 人口変動の現況把握

#### 2.2.2 小規模開発について

### 2.3 人口変動の地理的要因分析

### 2.4 人口増減ポテンシャルマップの作成

### 2.5 将来人口分布の推計

## 2.1 概要

東広島市を対象として、人口変動の地理的要因を考慮した500mメッシュ単位での将来人口分布の推計を行った。そのために、まず東広島市の人口変動の特徴を把握し、人口変動に影響を与えていると考えられる地理的要因について関連分析を行った。その分析結果をもとに、人口増減ポテンシャルマップを作成し、将来人口分布の推計を行った。

## 2.2 人口変動の現況把握

### 2.2.1 人口変動の現況把握

国勢調査の地域メッシュ統計<sup>5)</sup>(500mメッシュ：2000年、2005年、2010年)を用いて、東広島市の人口変動の現況把握を行った。2000年～2005年、2005年～2010年のそれぞれの期間においてメッシュ毎に人口変動数を算出し、表2.2-1のようにメッシュを分類し地図化を行った(図2.2-1、図2.2-2)。人口が0人かつ、人口変動数が0人のメッシュは、「非可住メッシュ」として、今後の分析から除外することとした<sup>注1)</sup>。

これら2期間で人口変動傾向に特徴的な変化が見られるメッシュにおいて、その原因を把握するために、航空写真を用いて当該メッシュ内の変化の確認を行った。その結果、2000年～2005年で極増加であるのに対し、2005年～2010年では維持または減少に転じているメッシュが、市街化調整区域に多く見られること、また、それらのメッシュでは、住宅団地開発や小規模開発が行われたこと等が確認された。その開発の様子の代表例を図2.2-3に示す。

### 2.2.2 小規模開発について

本研究では、小規模開発を10～20戸程度の戸建て住宅地開発とした。これら開発面積の小さい開発には厳しい開発基準を設けられておらず、袋小路の位置指定道路があれば開発が可能となる。市街地中心部の低密度化と郊外部の小規模開発が同時に進めば、市街地集約化とは逆行する可能性もあり得る。

なお、対象地の市街化調整区域における地区計画運用基準<sup>6)</sup>(表2.2-2)を見ると、「市街化区域までの距離」や「小学校等までの距離」、開発面積等、一定基準を満たせば開発が許可されることとされている。

表 2.2-1 人口変動数によるメッシュの分類項目

分類人数	~-51人	-50人~ -10人	-10人~ 15人	15人~ 70人	71人~
メッシュ名	極減少 メッシュ	減少 メッシュ	維持 メッシュ	増加 メッシュ	極増加 メッシュ

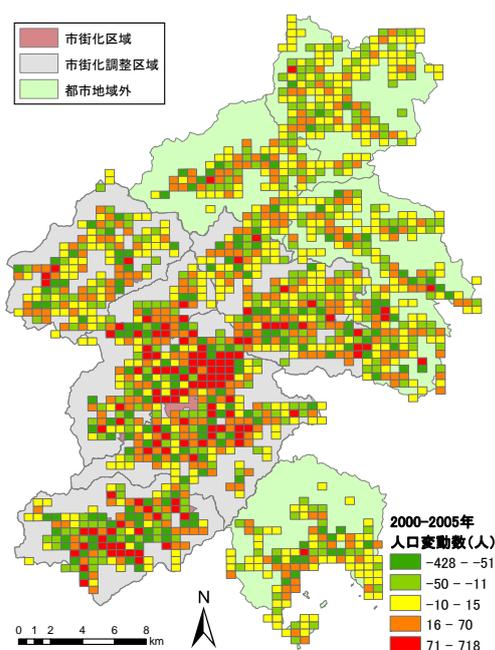


図 2.2-1 2000年~2005年  
人口変動マップ

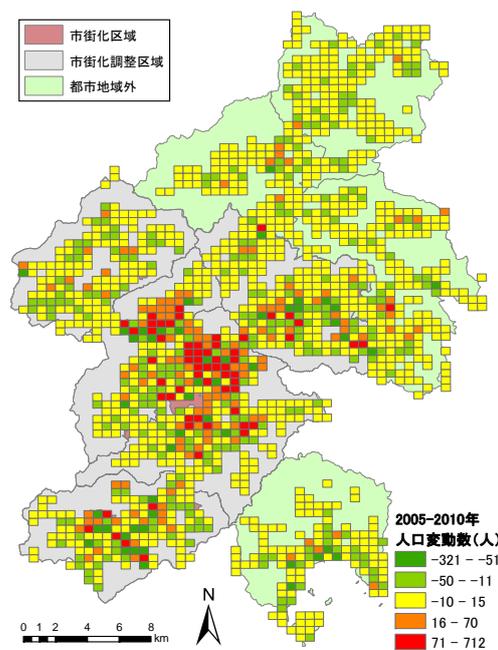


図 2.2-2 2005年~2010年  
人口変動マップ



図 2.2-3 開発の様子 (左：住宅団地開発、中央・右：小規模開発)

表 2.2-2 東広島市市街化調整区域における地区計画運用基準

	市街地誘導形成型	郊外住宅地誘導型 (I)	郊外住宅地誘導型 (II)	農村集落定住誘導型	住環境等保全誘導型
範囲	市街化区域に隣接 (50m以上)	市街化区域から直線で 1km以内の区域	市街化区域から直線で 1kmを超える区域	小学校等を中心とした 500mの範囲に入る区域	開発済みの住宅団地
開発面積	1ha以上	1ha以上	0.5ha以上	0.5ha以上	0.5ha以上
用途地域	隣接市街化区域と同様かそれより	第1種低層住居専用地域の範囲内	第1種低層住居専用地域の範囲内	1/2以上は第1種低層住居専用地域の範囲内	第1種低層住居専用地域の範囲内
容積率	厳しいもの	100%以内	80%以内	150%以内	100%以内
建蔽率		50%以内	40%以内	60%以内	50%以内

### 2.3 人口変動の地理的要因分析

500mメッシュを分析単位として、2005年～2010年の人口変動数を目的変数、各種地理的要因を説明変数とした決定木分析<sup>\*1</sup>を行った。地理的要因については、畑森ら<sup>2)</sup>が用いた要因を用い、また、人口変動には小規模開発の影響が大きいと考え、表2.2-2を参考に、「市街化区域までの距離」、「小学校までの距離」等を加えた。説明変数に用いた地理的要因を表2.3-1に、地理的要因それぞれを地図化したものを図2.3-1～図2.3-16に示す。

\*1 決定木分析は、近年、開発予測等にも用いられており、モデルの構造がブラックボックスにならない等の利点があるとされている<sup>7)</sup>。

表 2.3-1 地理的要因一覧

既往研究と共通の要因		新たに追加した要因
市町村役場までの距離	DID	市街化区域までの距離
駅までの距離	上水道整備エリア	小学校までの距離
新幹線駅までの距離	下水道整備エリア	中学校までの距離
国道までの距離	土地利用	大学までの距離
高速道路ICまでの距離	標高・傾斜角	



図 2.3-1 市役所までの距離

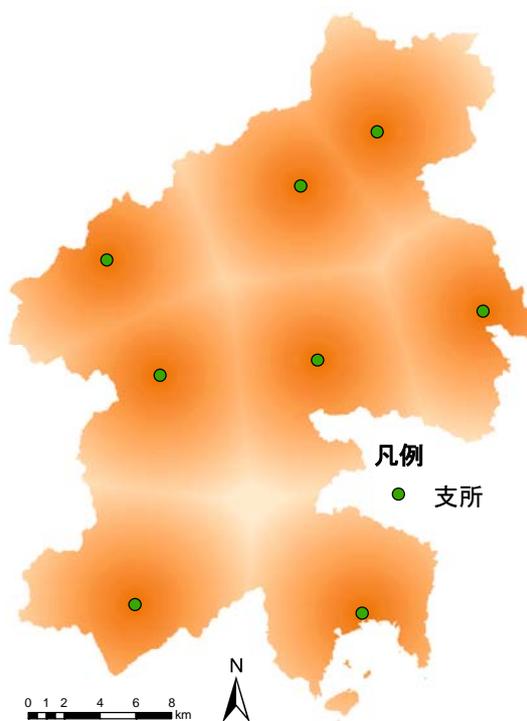


図 2.3-2 支所までの距離



図 2.3-3 駅までの距離



図 2.3-4 新幹線駅までの距離



図 2.3-5 国道までの距離



図 2.3-6 高速道路 IC までの距離

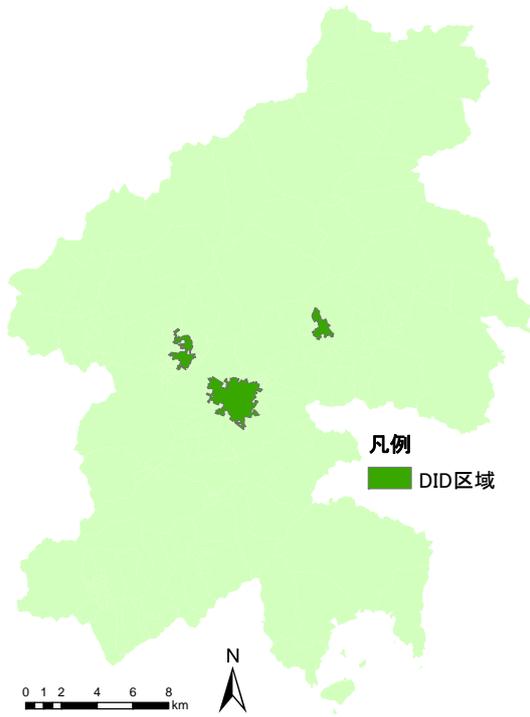


図 2.3-7 DID



図 2.3-8 上水道整備エリア



図 2.3-9 下水道整備エリア

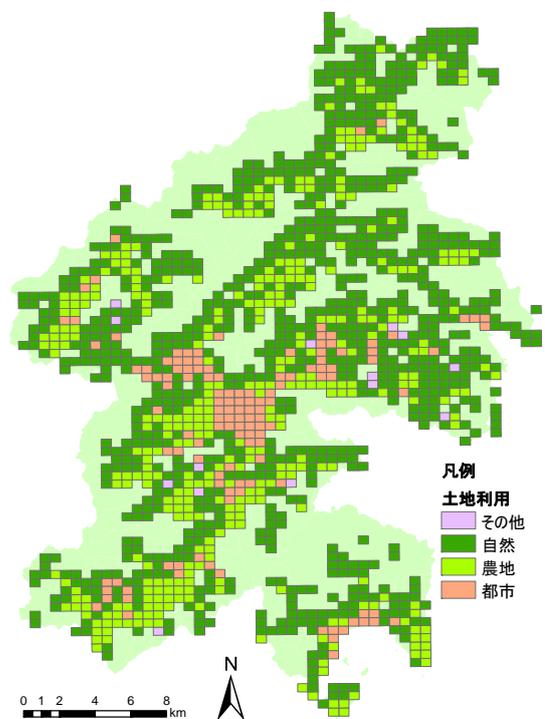


図 2.3-10 土地利用

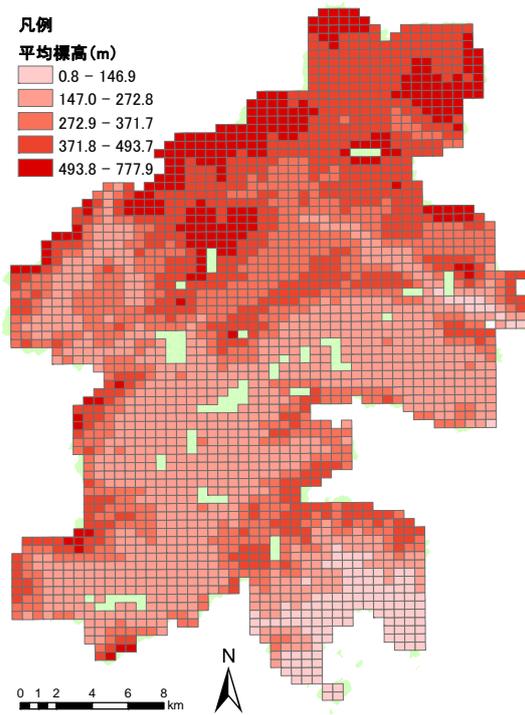


図 2.3-11 標高

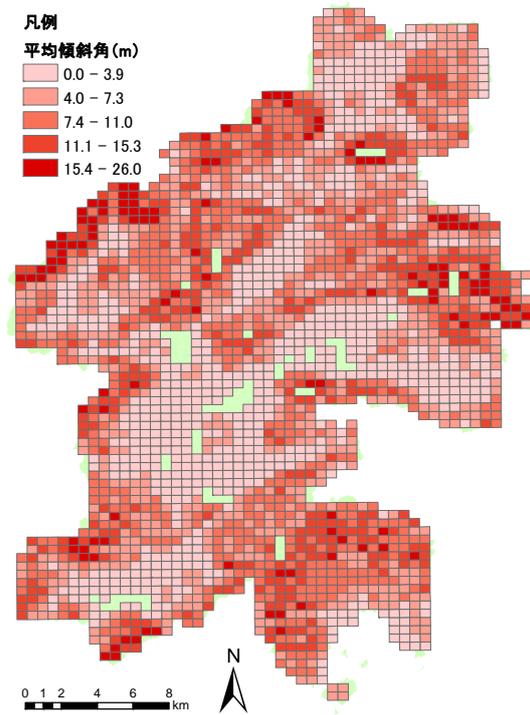


図 2.3-12 傾斜角



図 2.3-13 市街化区域までの距離

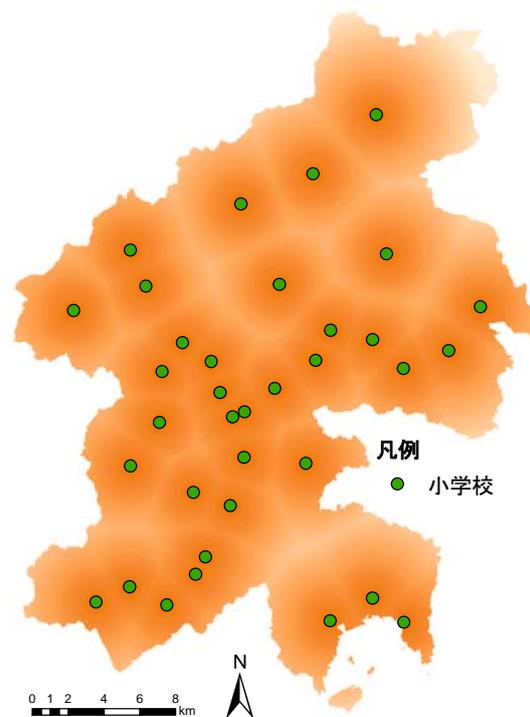


図 2.3-14 小学校までの距離

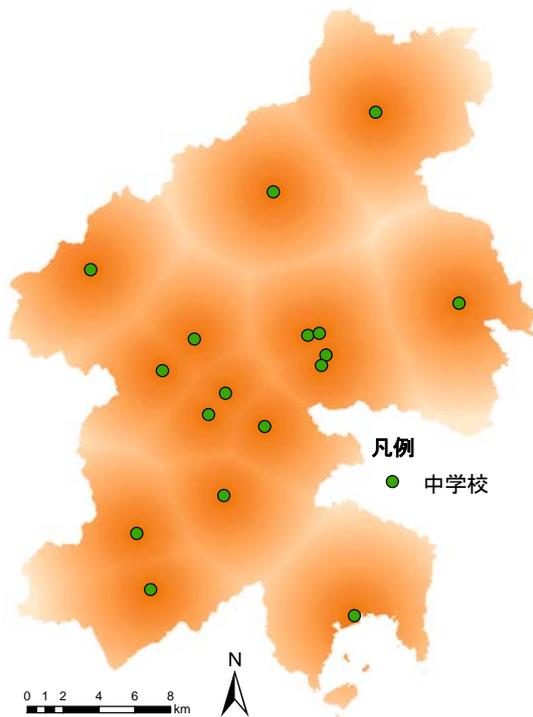


図 2.3-15 中学校までの距離

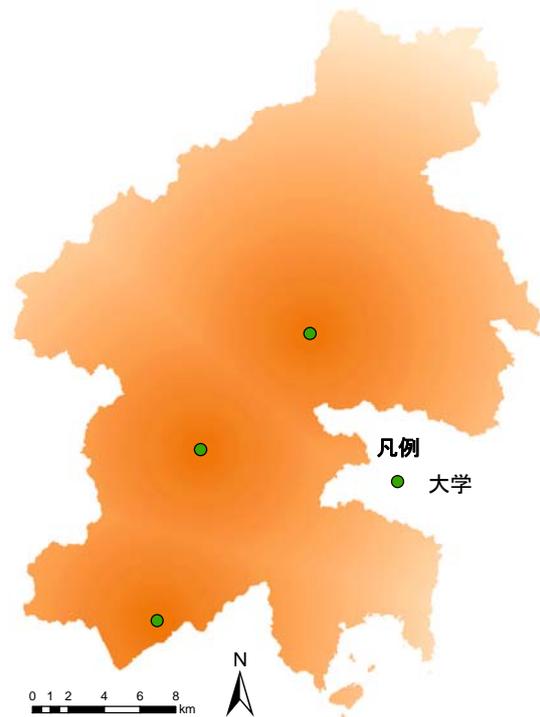


図 2.3-16 大学までの距離

なお、人口増加と人口減少、および対象地全域と市街化調整区域のみでは、小規模開発等の影響により人口変動の生じるメカニズムが異なると考えられる。よって、決定木分析を行う際には、目的変数を「東広島全域の人口増加」、「東広島全域の人口減少」、「市街化調整区域の人口増加」、「市街化調整区域の人口減少」の4パターンに分け、それぞれについて分析を行った。

また、人口増加については「増加メッシュとそれ以外のメッシュ」、人口減少については「減少メッシュとそれ以外のメッシュ」とし、それぞれの人口変動数の具体的な閾値は、人口増加は15人、人口減少は-10人とした。決定木分析を行う際に設定したパラメーターを以下に示す。

- ・成長方法：CHAID
- ・親ノード数：400
- ・子ノード数：200
- ・最大深さ：3
- ・交差検証法サンプル：10
- ・分割ノード有意水準：0.05
- ・結合カテゴリ有意水準：0.05
- ・最大反復数：100

さらに、決定木分析によって抽出された各ノードに対してカイ二乗検定を行い、人口増加、人口減少に対して有意なノードを決定した。決定木分析結果と有意ノードの結果を表2.3-2に示し、分析結果から読み取れる主な事項を記す。

- 「東広島全域の人口増加」、「市街化調整区域」のいずれにおいても、小規模開発の要因として追加した「小学校までの距離」が抽出された。  
ここで、「東広島全域の人口増加」において一番影響が大きい要因として抽出されたのは、「下水道整備エリア内かどうか」であるが、図2.3-9と図2.3-13のとおり、下水道整備エリアと市街化区域は重なっているといえる。つまり、ノード1~7は「市街化区域外での人口増加」の要因分析と捉えることができ、「小学校までの距離」は市街化区域外での人口増加要因として大きく影響していることがわかる。
- 「東広島全域の人口減少」において、ノード16では、メッシュ内建物割合が36%以上と高く、人が移り住みやすい土地であっても、交通便利性の悪いメッシュでは人口減少の割合が最も高い結果が出た。
- 「市街化調整区域の人口減少」においても「小学校までの距離」が抽出されており、小学校までの距離が遠くなるほど減少メッシュが多い。

表 2.3-2 決定木分析結果

増加メッシュ		要因		メッシュ数	増加メッシュ割合	ノード	有意ノード
東広島全域	根ノード		下水道整備エリア外	小学校までの距離(≤1.01km)	67	28.4%	1 ○
	増加メッシュ	13.4%		大学までの距離(≤3.24km)	219	12.8%	2
	それ以外のメッシュ	86.6%		大学までの距離(>3.24km)	85	5.9%	3
				支所までの距離(≤2.63km)	59	23.7%	4 ○
				支所までの距離(2.63~4.07km)	77	0.0%	5
				支所までの距離(>4.07km)	51	11.8%	6
				小学校までの距離(>1.55km)	627	2.1%	7
				中学校までの距離(≤1.41km)	99	27.3%	8 ○
				中学校までの距離(>1.41km)	85	47.1%	9 ○
				下水道整備エリア内	59	67.8%	10 ○
調整区域	根ノード		市役所までの距離(≤5.25km)	120	24.2%	a ○	
	増加メッシュ	10.4%	小学校までの距離(≤1.01km)	148	14.9%	b ○	
	それ以外のメッシュ	89.6%	市役所までの距離(>5.25km)	252	1.6%	c	
			小学校までの距離(>1.01km)	88	9.1%	d	
			土地利用その他割合(0.00%)				
			土地利用その他割合(>0.00%)				
減少メッシュ		要因		メッシュ数	減少メッシュ割合	ノード	有意ノード
東広島全域	根ノード		土地利用建物割合(0.00%)	617	12.2%	11	
	減少メッシュ	23.0%	土地利用建物割合	278	20.1%	12	
	それ以外のメッシュ	77.0%	(0.00~12.0%)	127	36.2%	13 ○	
			土地利用建物割合(>12.0~36.0%)	270	33.7%	14	
			土地利用建物割合(>36.0%)	82	32.9%	15	
			新幹線駅までの距離(≤8.13km)	54	61.1%	16 ○	
調整区域	根ノード		土地利用建物割合	50	24.0%	e ○	
	減少メッシュ	23.7%	(0.00%)	207	8.7%	f	
	それ以外のメッシュ	76.3%	土地利用建物割合	103	18.4%	g	
			(0.00~16.0%)	123	35.8%	h ○	
			土地利用建物割合(>16.0%)	125	40.8%	i ○	

## 2.4 人口増減ポテンシャルマップの作成

2.3 節において有意と判断されたノードを人口増加および人口減少に対してポテンシャルのあるノードとした。各有意ノードにおける 2005 年～2010 年の平均人口変動数をそれぞれのポテンシャル値とし、ノードに属するメッシュに割り当てることで、人口増加・減少ポテンシャルマップをそれぞれ作成した（図 2.4-1、図 2.4-2）。以下に人口増加・減少ポテンシャルマップから読み取れる主な事項を記す。

- 市街化区域に該当するエリアでの人口増加ポテンシャルが最も高く、次いで、市街化調整区域の中でも、市役所に比較的近い小学校付近で、人口増加ポテンシャルが高い傾向が読み取れる。
- 人口減少ポテンシャルに関しては、決定木分析結果の有意ノードでは、土地利用によって決定づけられており、ポテンシャルマップから視覚的な統一性は見られない。ただし、安芸津町の市街地において人口減少ポテンシャルが高く、今後、人口減少が加速していくと考えられる。

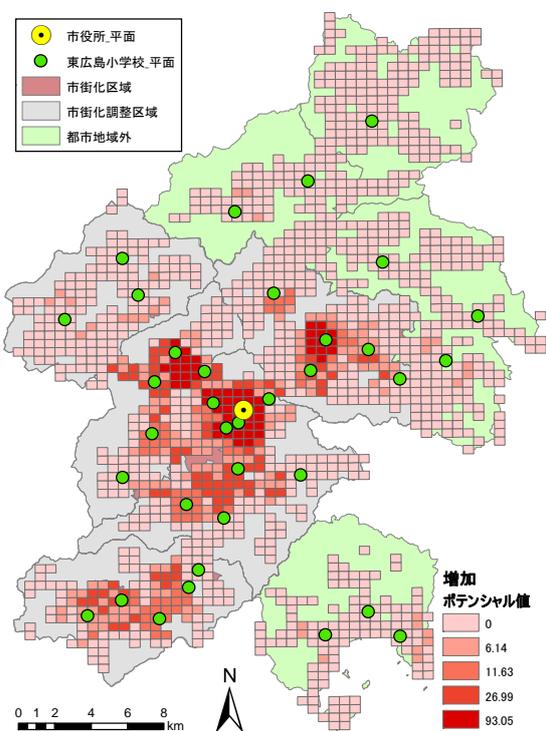


図 2.4-1 人口増加ポテンシャルマップ

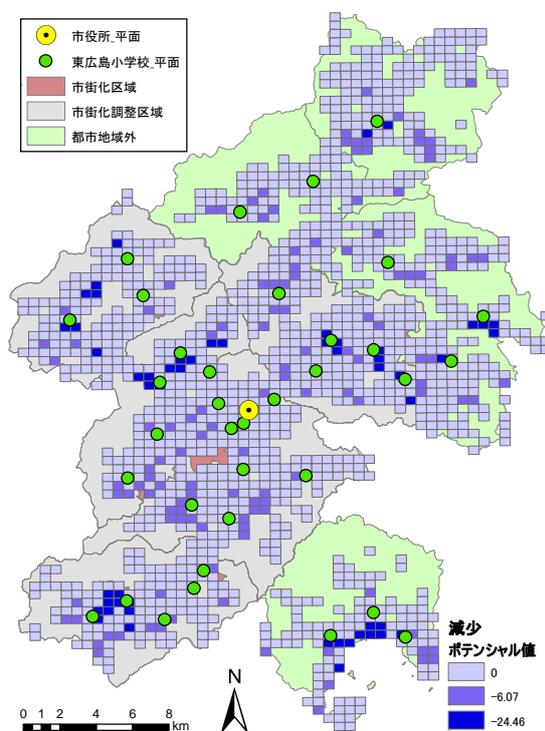


図 2.4-2 人口減少ポテンシャルマップ

## 2.5 将来人口分布の推計

作成した人口増加および人口減少ポテンシャルマップをもとに、将来人口分布の推計を行う。推計手順を以下に示す。

### ① 各メッシュの人口変動に対する合計ポテンシャル値を算出

各メッシュに対して該当する人口増加および減少ポテンシャル値を合計し、メッシュの持つ合計ポテンシャル値を算出する。

$$R_i = P_{\text{増}i} + P_{\text{減}i} \quad R_i : \text{各メッシュの合計ポテンシャル値}$$

$$P_{\text{増(減)}i} : \text{各増加(減少)ノードのポテンシャル値(平均人口変動数)} = \frac{\sum Q_i}{Z_i}$$

$Q_i$  : 各ノードに該当するメッシュの人口変動数  $Z_i$  : 各ノードに該当するメッシュ数

### ② 各メッシュにおける5年後の仮人口を推計

各メッシュの合計ポテンシャル値をそのメッシュの5年間の人口変動数と仮定し、現時点の人口に加えることで、5年後の仮人口を推計する。

$$M_i = N_i + R_i$$

$M_i$  : 各メッシュの5年後の仮人口  $N_i$  : 各メッシュの現時点における人口

### ③ 市区町村別将来人口推計値による補正

②で推計された仮人口に対し、国立社会保障・人口問題研究所<sup>8)</sup>(以下、社人研と呼ぶ。)の東広島市の将来人口推計値に合致するように補正を行う。

$$M'_i = M_i \times O$$

$M'_i$  : 各メッシュの5年後の補正人口

$$O : \text{東広島市の人口補正割合} = \frac{\sum M_i}{\text{東広島市の将来人口推計値}}$$

### ④ メッシュ毎に2040年時点の将来人口を推計

②、③の手順を5年間隔で繰り返し行い、2040年時点の将来人口分布を推計する。

将来人口分布の推計結果を図2.5-1に示す。また、比較対象として2010年時点の人口分布を図2.5-2に示す。また、推計結果から読み取れる主な事項を以下に記す。

- 都市地域外では全体的に人口減少が進んでおり、一方で、都市地域内では人口の維持・増加傾向が見て取れる。
- 市街化調整区域では小学校の周辺で人口増加が進み、市街地が拡大している。

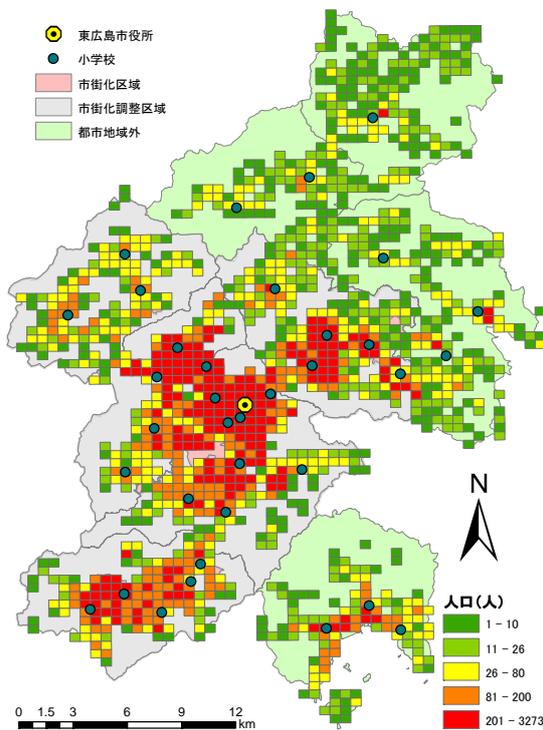


図 2.5-1 2040 年人口分布

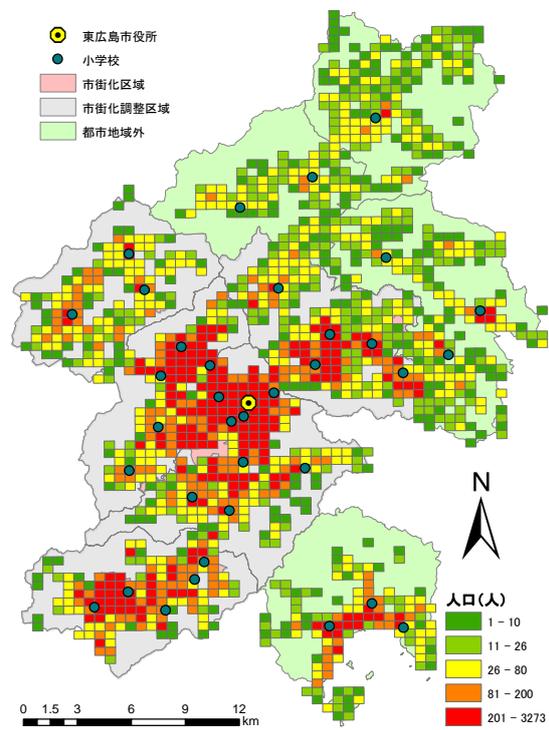


図 2.5-2 2010 年人口分布

## 第3章 都市施設コストの評価

---

- 3.1 概要
- 3.2 都市施設コストの算出方法
  - 3.2.1 道路
  - 3.2.2 上水道
  - 3.2.3 下水道
  - 3.2.4 小学校・中学校・保育所・公民館
- 3.3 都市施設コストの算出結果
  - 3.3.1 都市施設コスト
  - 3.3.2 一人あたりの都市施設コスト

### 3.1 概要

推計した2040年時点の人口分布下における、都市施設コストを算出する。都市施設コストは、現在から2040年までにかかる都市施設整備にかかる「整備費」と2040年の1年間で都市施設の維持にかかる「維持管理費」で構成されると考えた。なお、都市施設コストの算出の際は、既往研究<sup>3)</sup>で用いられている広島県府中市の実績データから推計式を作成し、それを用いて算出を行った。以下に、対象とする都市施設の各費用の算出方法を記す。

### 3.2 都市施設コストの算出方法

#### 3.2.1 道路

##### 【概要】

道路は大きく、国が管理する「国道」、個人で管理する「私道」、県や市が管理する「県道および市町村道」に分けられる。本研究で対象とする道路は、広島県および東広島市が管理する道路とするため、「県道および市町村道」とするが、データ不足により道路区分を正確に分類することができない。そこで、本研究では、「国道」を除く幅員3.0m以上の道路<sup>9)</sup>を対象とした(図3.2.1-1)。

新規整備に関しては、人口密度の変化等により道路の拡幅や新設が考えられるが、拡幅を考慮するためのデータが不足していること、また、新設が必要となるエリアは農村エリアであるが、そのエリアでの人口密度の変化は大きくない。よって、本研究では2040年までの都市構造の変化による道路の新規整備はないものと考え、維持管理のみを考えることとした。

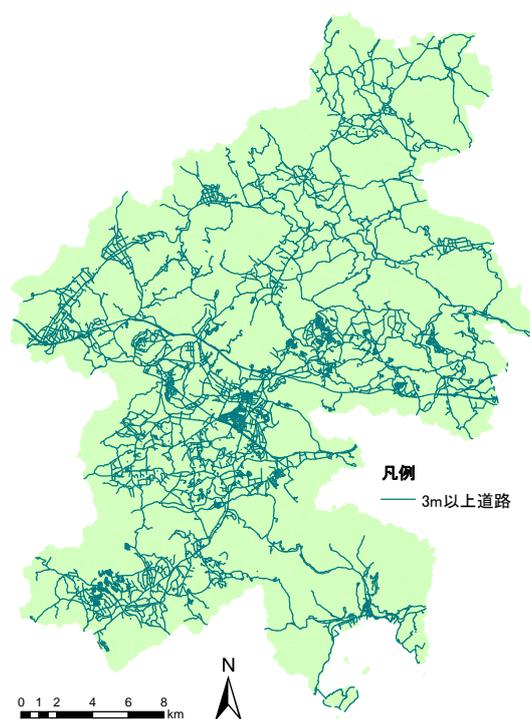


図 3.2.1-1 対象道路

**【算出方法】**

**「維持管理費」**

道路にかかる維持管理費（ $Y_{道}$ ）は、実績データから算出した道路延長 1km あたりに発生する補修、清掃、点検等の維持管理事業の件数（A）を、道路延長に乗じることで、その対象道路延長に対して発生する維持管理事業件数を求める。その件数に事業 1 件あたりに要する費用を乗じることで維持管理費を算出した。

$$Y_{道}（円） = A（件） \times 684,342（円/件）$$

A:維持管理事業件数（件）

684,342：維持管理事業件数 1 件あたりにかかる維持管理費（円/件）

（広島県府中市の 2004～2008 年度の年間の道路維持費、道路改良費の合計を年間の事業件数で除し、事業 1 件あたりの維持管理費を年度毎に求め、それを平均した値。）

$$A（件） = \text{道路延長（km）} \times 0.516（件/km）$$

0.516：道路延長 1km あたりに発生する事業件数（件/km）

（広島県府中市の 2004～2008 年度の年間の事業件数を各年の対象道路延長で除し、1km あたりに発生する事業件数を年度毎に求め、それを平均した値。）

## 3.2.2 上水道

## 【概要】

上水道に関しては、現在整備されている給水区域の維持管理のみを考え、新規整備は行わないものとした。また、人口密度の大幅な変化により、既存配水管では給水に必要な管径を満たさず、配水管の再整備が必要となる場合が考えられるが、本研究では、再整備を要するほどの人口密度の変化はないことから、配水管の再整備も行わないこととした。

上水道は4つの施設（浄水場、配水池、ポンプ所、管渠）によって構成されるが、既往研究<sup>3)</sup>の結果より、配水池の維持管理費は他の3つの施設（浄水場、ポンプ所、管渠）に比べ、非常に安価であるため、配水池は本研究の対象外とした。図3.2.2-1に上水道給水エリアと浄水場位置を示す。



図 3.2.2-1 配水区域および浄水場

【算出方法】

「維持管理費」

上水道事業別に属する浄水場、ポンプ所、管渠の維持管理費（ $y_i$ ）をそれぞれ算出し、それらの合計を維持管理費（ $Y_{上}$ ）とした。

浄水場、ポンプ所は、現在ある各施設1つ1つの年間維持管理費を足し合わせていくことにより算出した。年間維持管理費は広島県府中市における2001～2008年度の浄水場、ポンプ所の年間維持管理費を平均した値を施設ごとに算出し、全施設の平均値を施設1件あたりの維持管理費とした。

管渠は、単位給水面積あたりの管渠の維持管理費に給水面積（現在の給水面積）を乗じて求めた。単位給水面積あたりの維持管理費は、広島県府中市の2001～2008年度の管渠の年間維持管理費の平均を配水管延長で除し、単位給水面積あたりの配水管延長を乗じることによって上水道、簡易水道それぞれについて算出した。

各施設の維持管理費を表3.2.2-1に示す。

$$Y_{上} = y_1 + y_2 + y_3$$

$y_1$ ：浄水場維持管理費（円）      $y_2$ ：ポンプ所維持管理費（円）

$y_3$ ：管渠維持管理費（円）

表 3.2.2-1 上水道施設維持管理費

浄水場		ポンプ所		管渠	
施設	維持管理費（円）	施設	維持管理費（円）	施設	維持管理費（円）
城山	61,298,898	府中	1,434,886	上水道	101,885
用土	49,156,083	見晴	763,701	簡易水道	79,800
久佐	35,235,615	本山第一	698,871		
平均	48,563,532	本山第二	789,833		
		鵜飼第一	1,126,237		
		鵜飼第二	1,448,220		
		目崎	1,045,927		
		緑ヶ丘	1,107,388		
		大門	1,003,816		
		出口	453,243		
		広谷	361,811		
		平均	930,358		

## 3.2.3 下水道

## 【概要】

下水道の整備に関しては、現在市街化区域に指定されているエリアのうち、下水道供用区域に該当しない、未整備エリアにおいて新規整備を行うこととした。図 3.2.3-1 に公共下水道供用区域、図 3.2.3-2 に市街化区域を示す。また、人口密度の大きさによって費用対効果の面から、下水道を新規整備するよりも合併処理浄化槽を整備する方が効率的な場合がある。そのため、まず、下水道を整備するエリアと合併処理浄化槽を整備するエリアの判断を行った。また、既に整備が完了しているエリアにおいて、人口密度の増加により、既存の管渠では管径が不十分となり、取替整備を行う必要が考えられる。しかし、本研究では、取替整備が必要となるほどの人口密度の増加は見込まれないため、取替整備は行わないものとした。

下水道の維持管理に関しては、現在下水道が整備されている供用区域を対象に維持管理をすることとした。なお、合併処理浄化槽は、個人が維持管理するものとし、広島県および各自治体が負担する費用はかからないものとした。

判断に関しては、評価単位であるメッシュごとに、下水道を整備した場合の1人あたりの整備費(耐用年数あたり)・維持管理費と、合併処理浄化槽を整備した場合の1人あたりの整備費(耐用年数あたり)・維持管理費を比較し、安価となった方を整備することとした。なお、合併処理浄化槽は平均1世帯5人層を利用すると想定し、費用は、新潟県浄化槽整備協会見積もり<sup>10)</sup>を参考に、整備費1,210,000円、耐用年数26年、維持管理費47,000円/年と設定した。よって、合併処理浄化槽の1人あたりの整備・維持管理費は59,201円(=1,210,000/26+47,000)/1.58(2040年平均世帯人員))となった。

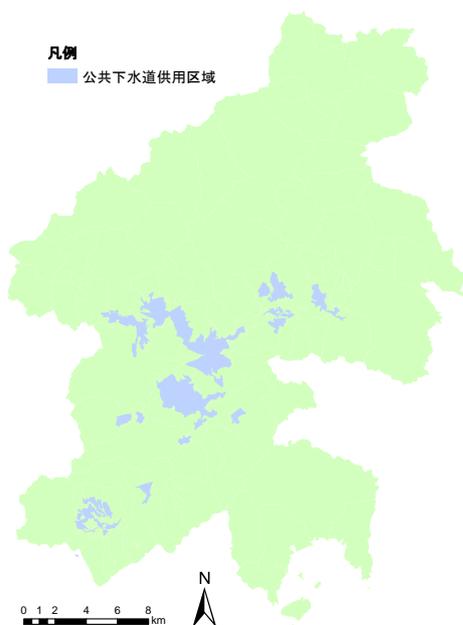


図 3.2.3-1 公共下水道供用区域

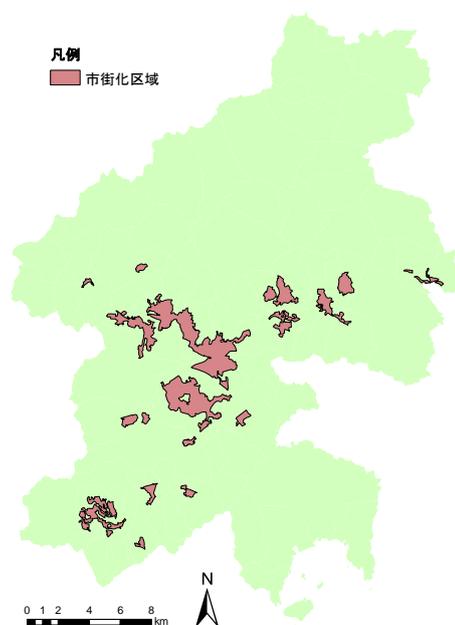


図 3.2.3-2 市街化区域

**【算出方法】**

**「整備費」**

広島県府中市の実績データより、年間整備面積の最大値である 24.12ha を年間整備可能面積とした。整備費 ( $X_T$ ) は、年間整備可能面積にかかる整備費に、整備期間から 1 年を減じた値を乗じ、さらにその値に、最終年に必要な整備面積にかかる整備費を加えることで算出した。

$$X_T \text{ (円)} = 278,551,710 \text{ (円/件)} \times (D \text{ (年)} - 1) + E \text{ (円)}$$

278,551,710 (円/件) : 年間整備面積 (24.12ha) にかかる整備費

(広島県府中市の 2004~2008 年度の整備費と整備面積のデータを使用し、整備費を整備面積から求める回帰式[90,418,306×ln(整備面積) -9,253,499]に年間整備面積 (24.12ha) を乗じることで求めた。)

D: 整備期間 (年)

E : 最終年整備費 (円)

(D=F/24.12 の小数点を切り上げた値)

(E=90,418,306×ln(G) -9,253,499)

F : 総整備面積 (ha)

G : 最終年整備面積 (ha)

(F=新規整備面積(ha))

(G=F-24.12×(D-1))

**「維持管理費」**

維持管理費は ( $Y_T$ ) は、単位面積あたりの維持管理費に共用面積の値を乗じ、さらに更新費 (H) を足し合わせることで算出した。

なお、単位面積あたりの維持管理費は、広島県府中市の実績データから求めているが、一般的に下水道処理施設の耐用年数は 50 年を想定されているのに対し、参照した広島県府中市では、公共下水道事業が開始されてから 23 年しか経過しておらず、下水道の老朽化による改良工事などの更新費が含まれていないと考えられる。そのため、下水道の維持管理費 ( $Y_T$ ) には、単位面積あたりの維持管理費に更新費を加えた。

更新費 (H) は、整備面積あたりの整備費を求める回帰式に年間更新面積を代入することで求めた。

$$Y_T \text{ (円)} = 113,060 \text{ (円/ha)} \times \text{共用面積 (ha)} + H \text{ (円)}$$

113,060 (円/ha) : 共用面積あたりの年間維持管理費

(広島県府中市の 2004~2008 年度の年間維持管理費を共用面積で除し、平均した値。)

H : 更新費 (円)

I : 年間更新面積 (ha/年)

(H=90,418,306×ln(I) -9,253,499)

(I=共用面積 (ha) /50 (年))

3.2.4 小学校・中学校・保育所・公民館

【概要】

小学校・中学校・保育所・公民館に関しては、まず、現在存在する各建物施設が2040年時点の人口分布下において必要かどうかについての判断を行った。

整備に関して、必要と判断された建物施設の中には2040年時点までに建物の耐用年数(鉄筋コンクリート造：50年、木造：24年)を超えるものもあり、それらは建て替えが必要となると考えられる。しかし、文部科学省は限られた予算内でできる限り多くの学校施設について、安全面や機能面の改善を図ることを喫緊の課題としており、建て替えではなく、長寿命化改修を推し進めている<sup>11)</sup>。そのため、本研究では、必要と判断された各建物施設すべてに対して、2040年時点までの間に1度ずつ長寿命化改修工事を行うこととした。

維持管理に関しては、必要と判断された各建物施設すべてを維持管理することとした。

各建物施設(小学校・中学校・保育所・公民館)の立地状況を図3.2.4-1～図3.2.4-4に示す。

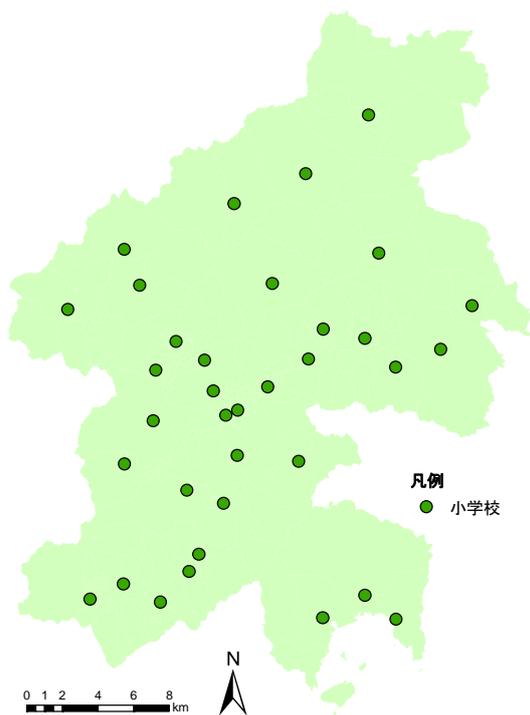


図 3.2.4-1 小学校

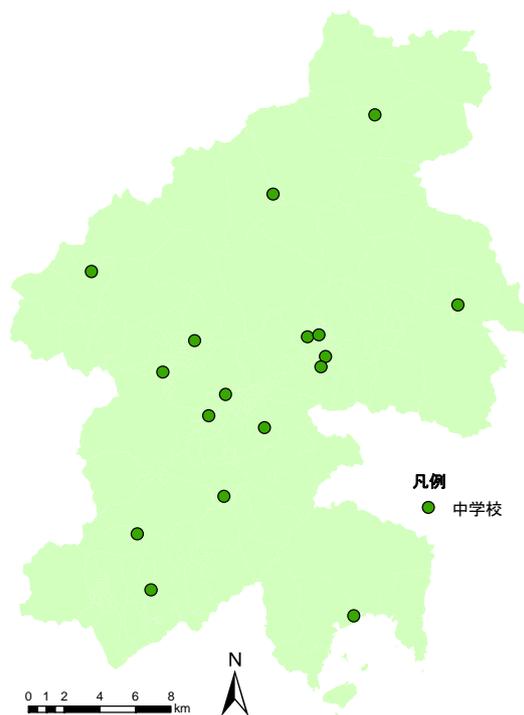


図 3.2.4-2 中学校



図 3.2.4-3 保育所

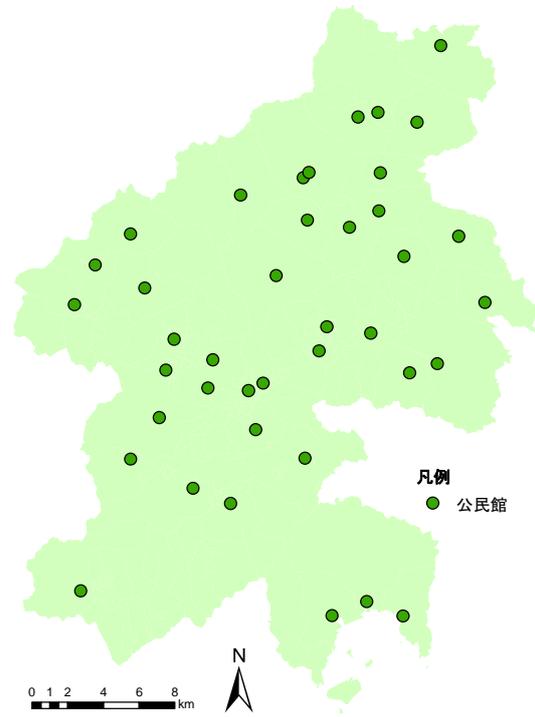


図 3.2.4-1 公民館

## 3.2.4-1 小学校

## 【要/不要の判断】

まず、小学校の児童数をその時点における小学校区内の児童数とする。現在の小学校区内の児童数（ $S_{2010}$ ）を小学校区内の人口（ $S_{2010}$ ）で除した値に、2040年時点の小学校区内の人口（ $S_{2040}$ ）を乗じることで、2040年時点の小学校区内の児童数（ $s_{2040}$ ）を求めた。

$$s_{2040} = S_{2040} \times S_{2010} \div S_{2010}$$

古西ら<sup>12)</sup>の「広島県における公立小学校の児童・学校数の推移（1960-2011）」によると、広島県の旧市区町村を大きく、「都市型」、「過疎地域型」に分類しており、2001年以降廃校になっている小学校のほとんどが「過疎地域型」に属されていることが示されている。よって、本研究では、東広島市の旧市区町村に当たる部分において、「都市型」に属する地区での廃校はないものとし、「過疎地域型」に属する地区でのみ考えることとした。必要、不必要の判断基準に関しては、「過疎地域型」に属する府中市の実績データを参考に、周囲4km以内\*<sup>2</sup>に他の小学校がある小学校については、児童数が60人以下\*<sup>3</sup>、周囲4km以内に他の小学校がない小学校については、児童数が5人以下である場合に、その小学校を廃校とし、近隣の小学校に統合することとした。

\*2：4km以内

「義務教育諸学校等の施設費の国庫負担等に関する法律施行令」第4条<sup>13)</sup>により定められている小学校の通学距離の基準。

\*3：60人以下、5人以下

統廃合の基準とした児童数は、近年府中市において行われた統廃合時に最も児童数が少なかった小学校の児童数。60人以下は2007年度の西小学校、5人以下は2008年度の諸田小学校の児童数。

**【算出方法】****「整備費」**

整備費 ( $X_{小}$ ) は、整備床面積に単位面積あたりの工事費を乗じることで算出した。

整備床面積は、2040年時点の児童数に必要な床面積とした。必要な床面積については、文部科学省令の「小学校設置基準」<sup>14)</sup>に定められている児童数から校舎の床面積を求める式を使用して求めた。

$$X_{小} (\text{円}) = \text{整備床面積} (\text{m}^2) \times 188,093 (\text{円}/\text{m}^2) \times (1 - 0.4)$$

188,093 (円/m<sup>2</sup>) : 整備床面積あたりの整備費

(建築統計年報 (平成20年度版)<sup>15)</sup>より建築主が市町村である学校教育用建築物の工事費を、その床面積で除した値。)

$$\text{整備床面積} (\text{m}^2) = 500 + 5 \times (J_i - 40)$$

$J_i$  : 2040年時点の児童数 (人)

0.4 : 建て替え費用に対する長寿命化改修費用の削減率

(文部科学省「学校施設の長寿命化改修の手引き【概要】」<sup>11)</sup>に示されている建て替えではなく、長寿命化改修を行った場合の費用の削減率)

**「維持管理費」**

維持管理費 ( $Y_{小}$ ) は、運営費 (光熱水費、消耗品費、修繕費、原材料費) と人件費 (教員の給与) をそれぞれ各小学校で算出し、それらの合計とした。2040年時点の教職員数は、現在の児童数と教職員数のデータから求めた回帰式により求めた。

$$Y_{小} (\text{円}) = K_i (\text{円}) + L_i (\text{円})$$

$K_i$  : 各小学校の運営費 (円)                       $L_i$  : 各小学校の人件費 (円)

$$K_i (\text{円}) = s_i (\text{人}) \times 17,549 (\text{円}/\text{人})$$

$s_i$  (人) : 2040年時点の各小学校の児童数

17,549 (円/人) : 児童1人あたりの運営費

(2006~2008年度の府中市内全小学校の運営費を市内全児童数で除し、平均して求めた値。)

$$L_i (\text{円}) = t_i (\text{人}) \times 5,223,372 (\text{円}/\text{人})$$

$t_i$  (人) : 2040年時点の各小学校の教職員数 =  $0.0376 s_i + 7.884$

5,223,372 (円/人) : 教職員1人あたりの人件費

(財務省の「平成21年地方公務員給与実態調査結果の概要」<sup>16)</sup>の小・中学校教育職の平均給与月額に12を乗じた値。)

## 3.2.4-2 中学校

## 【要/不要の判断】

2040年時点の中学校の生徒数は、小学校と同様の方法で算出した。また、吉田ら<sup>17)</sup>の「広島県における公立中学校の児童・学校数の推移（1960-2011）」によると、2003年以降廃校となっている中学校は、そのほとんどが「過疎地域型」に属していることが示されており、小学校と同様、本研究では、「都市型」での廃校はないものとし、「過疎地域型」でのみ考えることとした。必要、不必要の判断基準は、府中市の実績データから、2040年時点の各中学校の生徒数が32人以下<sup>\*1</sup>の場合に廃校とした。

\*1：32人以下

統廃合の基準とした生徒数は、近年府中市において行われた統廃合時に最も児童数が少なかった第四中学校の生徒数32人。

## 【算出方法】

## 「整備費」

整備費 ( $X_{中}$ ) は、小学校と同様の考え方で算出した。ただし、必要な床面積については、文部科学省令の「中学校設置基準」<sup>18)</sup>に定められている生徒数から校舎の床面積を求める式を使用した。

$$X_{中} (\text{円}) = \text{整備床面積} (\text{m}^2) \times 188,093 (\text{円}/\text{m}^2) \times (1 - 0.4)$$

188,093 (円/m<sup>2</sup>)：整備床面積あたりの整備費

(建築統計年報(平成20年度版)<sup>15)</sup>より建築主が市町村である学校教育用建築物の工事費を、その床面積で除した値。)

$$\text{整備床面積} (\text{m}^2) = 600 + 6 \times (J_i - 40)$$

$J_i$ ：2040年時点の生徒数(人)

「維持管理費」

維持管理費 ( $Y_{\text{中}}$ ) についても、小学校と同様の考え方で算出した。

$$Y_{\text{中}} (\text{円}) = K_i (\text{円}) + L_i (\text{円})$$

$K_i$  : 各中学校の運営費 (円)                       $L_i$  : 各中学校の人件費 (円)

$$K_i (\text{円}) = s_i (\text{人}) \times 23,263 (\text{円/人})$$

$s_i$  (人) : 2040年時点の各中学校の生徒数

23,263 (円/人) : 生徒1人あたりの運営費

(2006~2008年度の府中市内の全中学校の運営費を市内全生徒数で除し、平均して求めた値。)

$$L_i (\text{円}) = t_i (\text{人}) \times 5,223,372 (\text{円/人})$$

$t_i$  (人) : 2040年時点の各中学校の教職員数  $= 0.0415 s_i + 8.985$

5,223,372 (円/人) : 教職員1人あたりの人件費

(財務省の「平成21年地方公務員給与実態調査結果の概要」<sup>16)</sup>の小・中学校教育職の平均給与月額に12を乗じた値。)

## 3.2.4-3 保育所

## 【要/不要の判断】

東広島市に現在存在する保育所全てを対象とし、児童は最寄りの保育所に通うこととした。2040年時点の各保育所の児童数に関しては、2040年時点の各保育所の定員数（ $M_{2040}$ ）と同じと仮定した。2040年時点の定員数は、現在の各保育所の定員数（ $M_{2010}$ ）を各保育所の通所範囲内の人口（ $S_{2010}$ ）で除した値に、2040年時点の通所範囲内の人口（ $S_{2040}$ ）を乗じることで求めた。

必要、不必要の判断基準は、2040年時点の各保育所の児童数が15人未満となる保育所を廃止とし、近隣の保育所に統合することとした。

$$M_{2040} = S_{2040} \times M_{2010} \div S_{2010}$$

## 【算出方法】

## 「整備費」

整備費（ $X_{保}$ ）についても、小学校と同様の考え方で算出した。ただし、整備床面積は府中市の実績データから、現在の保育所の児童数の定員と床面積によって求めた回帰式に、2040年時点の各保育所の定員数（ $M_{2040}$ ）を代入して求めた。なお、整備の対象は、公立保育所のみを考えることとした。

$$X_{保}（円） = 整備床面積（m^2） \times 190,779（円/m^2） \times （1 - 0.4）$$

$$整備床面積（m^2） = 386.7_{2017} e^{0.0077M_{2040}}$$

190,779（円/m<sup>2</sup>）：整備床面積あたりの整備費

（建築統計年報（平成20年度版）<sup>15)</sup>より建築主が市町村である教育、学習支援業務用建築物の工事費を、その床面積で除した値。）

「維持管理費」

維持管理費 ( $Y_{保}$ ) は、小学校と同様の考え方で算出した。なお、維持管理の対象も、公立保育所のみを考えることとした。

$$Y_{保} \text{ (円)} = K_i \text{ (円)} + L_i \text{ (円)}$$

$K_i$  : 各公立保育所の運営費 (円)

$L_i$  : 各公立保育所の人件費 (円)

$$K_i \text{ (円)} = s_i \text{ (人)} \times 495,787 \text{ (円/人)}$$

$s_i$  (人) : 2040年時点の各保育所の児童数

495,787 (円/人) : 児童1人あたりの運営費

(2001~2008年度の府中市内全保育所の運営費を市内全児童数で除し、平均して求めた値。)

$$L_i \text{ (円)} = t_i \text{ (人)} \times 5,126,892 \text{ (円/人)}$$

$t_i$  (人) : 各保育所の教職員数  $= 9.1935e^{0.0056s_i}$

5,126,892 (円/人) : 教職員一人あたりの人件費

(2001~2008年度の府中市内全保育所の人件費を市内全教員数で除し、平均して求めた値。)

## 3.2.4-4 公民館

## 【必要/不必要の判断】

公民館に関しては、住民は最寄りの公民館を利用することとした。2040年時点の各公民館の利用圏人口に対して必要な床面積と現在の床面積を比較し、床面積が不足する場合は不足床面積分の整備を行うこととした。なお、2040年時点の各公民館の必要床面積（ $a_{2040}$ ）は、現在の各公民館の床面積（ $a_{2010}$ ）を利用圏人口（ $S_{2010}$ ）で除した値に、2040年時点の利用圏人口（ $S_{2040}$ ）を乗じることで求めた。

$$a_{2040} \text{ (m}^2\text{)} = S_{2040} \text{ (人)} \times a_{2010} \text{ (m}^2\text{)} \div S_{2010} \text{ (人)}$$

## 【算出方法】

## 「整備費」

整備費（ $X_{\text{公}}$ ）は、必要整備床面積に単位面積あたりの工事費を乗じることで算出した。必要整備床面積は、「不足床面積」と長寿命化改修が必要とされる「改修床面積」の合計とした。また、整備を行う公民館1つの床面積の最低値は330 $\text{m}^2$ とした。これは、「公民館の設置および運営に関する基準」<sup>19)</sup>の最低床面積の値を用いた。ただし、既存公民館の中には床面積が330 $\text{m}^2$ に満たない建物もあるが、これらに関しては現状のままで運営が成立していると考えられるため、現在の床面積を必要整備床面積とした。

$$X_{\text{公}} \text{ (円)} = \text{必要整備床面積 (m}^2\text{)} \times 240,783 \text{ (円/m}^2\text{)} \times (1-0.4)$$

240,783 (円/ $\text{m}^2$ ) : 必要整備床面積あたりの整備費

(建築統計年報(平成20年度版)<sup>15)</sup>より建築主が市町村である社会教育用建築物の工事費を、その床面積で除した値。)

$$\text{必要整備床面積 (m}^2\text{)} = N_i + O_i$$

$N_i$  : 不足床面積 ( $\text{m}^2$ )                       $O_i$  : 改修床面積 ( $\text{m}^2$ )

$$N_i = a_{2040} \text{ (m}^2\text{)} - a_{2010} \text{ (m}^2\text{)}$$

i)  $a_{2040} > a_{2010}$

ii)  $a_{2040} < a_{2010}$

$$O_i = a_{2040}$$

$$O_i = a_{2010}$$

## 「維持管理費」

維持管理費（ $Y_{\text{公}}$ ）は、2006～2008年度の府中市の公民館活動経費、光熱水費、消耗品費、修繕費、人件費および公民館の床面積のデータより、床面積から維持管理費を求める回帰式を作成し、その式に、2040年時点の公民館の床面積を代入することで算出した。

$$Y_{\text{公}} \text{ (円)} = 1,047,189 \times O_i^{0.214} \text{ (円)}$$

### 3.3 都市施設コストの算出結果

#### 3.3.1 都市施設コスト

2040年時点の都市施設コストを500mメッシュ単位で算出した。その結果を地図化したものを図3.3.1-1、地区別に集計した結果を表3.3.1-1、図3.3.1-2に示す。なお、算出した整備費は耐用年数で除すことで、1年間あたりに変換し、年間の維持管理費と比較できるようにした。

結果から読み取れる主な事項を以下に記す。

- 人口が集中しているエリア、特に市街化区域に該当するエリアでは都市施設コストが高くなっている。都市地域外でも、各地区の拠点となるエリアでは周囲のメッシュに比べて高い。
- 年間都市施設コストのうち、整備費の占める割合は10%程度と小さく、維持管理費の占める割合が大きい。

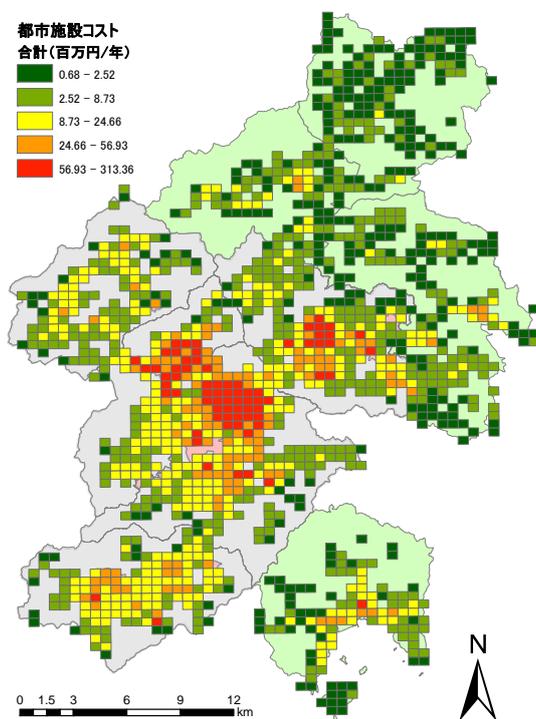


図 3.3.1-1 都市施設コスト

表 3.3.1-1 地区別の都市施設コスト

都市施設コスト		整備費(百万円/年)							維持管理費(百万円/年)							
町名	合計	下水道	合併処理 浄化槽	小学校	中学校	保育所	公民館	合計	道路	上水道	下水道	小学校	中学校	保育所	公民館	合計
豊栄町	313.39	0	0	2.90	2.78	2.36	9.41	17.44	61.15	0	0	64.04	61.98	93.20	15.58	295.95
福富町	522.05	0	0	3.89	2.67	3.70	12.54	22.79	48.08	138.84	0	97.71	59.36	143.62	11.65	499.26
八本松町	2,966.18	0	1.95	38.40	21.49	24.83	177.32	263.98	72.32	403.27	208.82	588.64	300.61	983.13	145.40	2,702.20
西条町	7,508.77	0	7.95	106.84	51.93	65.96	521.99	754.68	145.70	774.13	597.91	1,535.25	716.08	2,534.48	450.53	6,754.09
志和町	1,066.72	0	2.04	8.14	3.90	7.51	5.40	27.00	70.83	374.19	61.23	163.03	72.16	293.00	5.26	1,039.72
黒瀬町	2,297.00	0	10.07	27.03	14.25	15.72	3.82	70.89	92.79	432.08	429.40	439.25	184.23	635.82	12.54	2,226.11
高屋町	3,486.95	0	6.97	44.06	25.46	22.42	241.87	340.78	106.23	605.36	365.87	677.39	345.88	812.30	233.14	3,146.17
河内町	754.50	0	0	7.47	3.80	4.81	23.94	40.02	81.36	213.25	0	151.30	70.11	176.16	22.29	714.48
安芸津町	918.31	0	0	10.54	5.25	7.47	48.51	71.76	32.58	194.26	0	189.20	88.26	301.09	41.15	846.55
東広島市	19,833.87	0	28.98	249.27	131.52	154.78	1,044.80	1,609.35	711.05	3,135.38	1,663.23	3,905.81	1,898.68	5,972.80	937.56	18,224.52

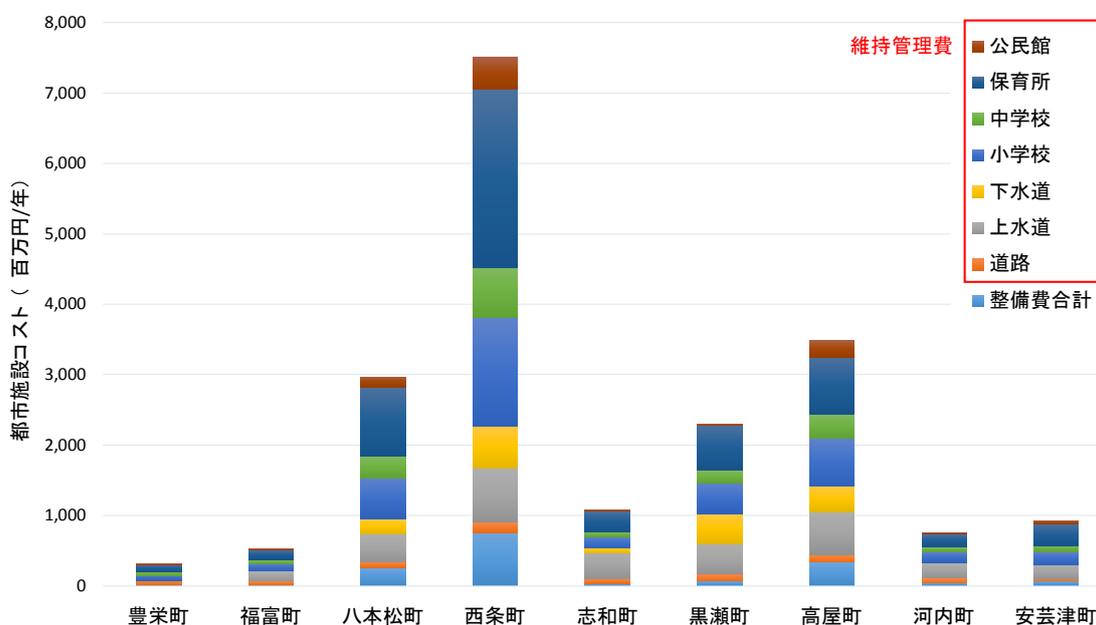


図 3.3.1-2 地区別の都市施設コスト

### 3.3.2 一人あたりの都市施設コスト

一人あたりの都市施設コストは、メッシュ単位で算出した都市施設コストをメッシュ内の人口で除すことで算出した。一人あたりの都市施設コストの値が大きいほど、効率性が低いメッシュであることを示す。その結果を地図化したものを図3.3.2-1、地区別に集計した結果を表3.3.2-1、図3.3.2-2に示す。

結果から読み取れる主な事項を以下に記す。

- 市街化区域に該当するエリアでは、一人あたりの都市施設コストが低くなっており、市街地縁辺部では、一人あたりの都市施設コストが高いメッシュが分布している。
- 一人あたりの都市施設コストのうち、整備費の占める割合は6%程度と小さく、維持管理費の占める割合が大きい。

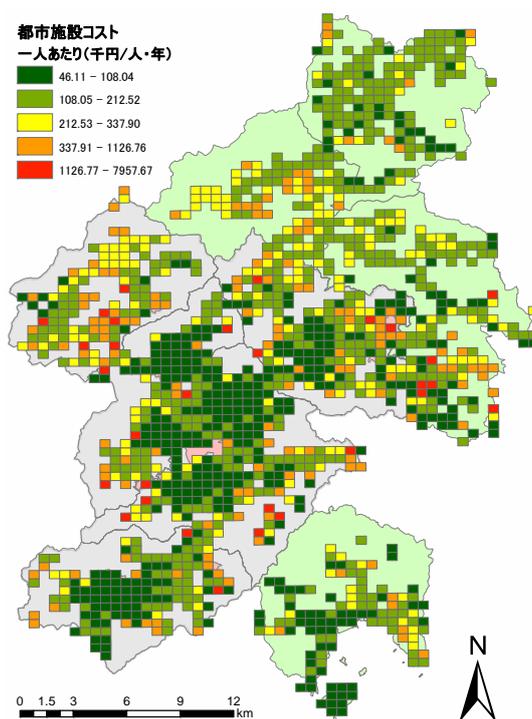


図3.3.2-1 一人あたりの都市施設コスト

表 3.3.2-1 地区別の一人あたりの都市施設コスト

一人あたり 都市施設コスト		整備費(千円/人・年)							維持管理費(千円/人・年)							
町名	合計	下水道	合併処理 浄化槽	小学校	中学校	保育所	公民館	合計	道路	上水道	下水道	小学校	中学校	保育所	公民館	合計
豊栄町	154.70	0	0	1.18	1.14	0.95	5.42	8.69	49.95	0	0	25.75	25.40	37.58	7.32	146.01
福富町	260.79	0	0	1.94	1.33	1.82	8.06	13.15	50.95	40.43	0	48.48	29.48	70.56	7.74	247.64
八本松町	233.40	0	0.07	1.35	0.74	0.93	4.34	7.43	17.68	124.64	9.07	24.34	10.23	36.61	3.41	225.97
西条町	259.06	0	0.27	1.40	0.65	0.76	2.77	5.85	20.31	140.91	28.16	21.43	9.01	30.06	3.33	253.21
志和町	333.19	0	0.33	1.60	0.77	1.48	1.24	5.43	29.62	183.36	10.01	31.97	14.11	57.43	1.24	327.75
黒瀬町	185.35	0	0.45	1.28	0.65	0.74	0.18	3.31	21.12	82.46	18.17	21.13	8.51	29.99	0.67	182.04
高屋町	304.46	0	0.55	5.07	2.89	5.11	25.53	39.15	32.89	138.18	21.41	25.05	11.23	30.94	5.59	265.31
河内町	271.92	0	0	8.29	3.79	6.59	20.47	39.13	35.94	98.48	0	35.44	15.67	42.67	4.58	232.79
安芸津町	166.31	0	0	7.32	3.57	5.32	6.93	23.14	10.87	53.59	0	24.36	11.35	37.67	5.33	143.17
東広島市	241.02	0	0.19	3.27	1.73	2.63	8.33	16.14	29.93	95.78	9.65	28.66	15.00	41.50	4.36	224.88

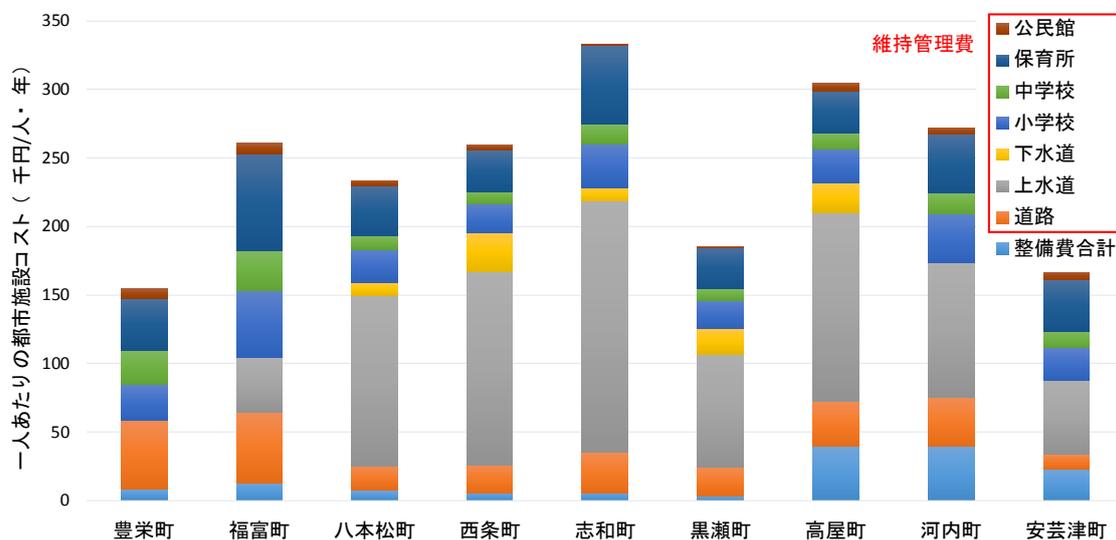


図 3.3.2-2 地区別の一人あたりの都市施設コスト

## 第4章 CO<sub>2</sub>排出量の評価

---

### 4.1 概要

### 4.2 自動車 CO<sub>2</sub>排出量

#### 4.2.1 発生集中交通量の推計

#### 4.2.2 分布交通量の推計

#### 4.2.3 自動車 CO<sub>2</sub>排出量の算出方法

#### 4.2.4 自動車 CO<sub>2</sub>排出量の算出結果

### 4.3 住宅 CO<sub>2</sub>排出量

#### 4.3.1 住宅種類別棟数の設定

#### 4.3.2 冷暖房利用による CO<sub>2</sub>排出量

#### 4.3.3 建設・建替・解体による CO<sub>2</sub>排出量

#### 4.3.4 集合住宅共用部のエネルギー消費による CO<sub>2</sub>排出量

#### 4.3.5 住宅 CO<sub>2</sub>排出量の算出結果

### 4.4 都市施設 CO<sub>2</sub>排出量

#### 4.4.1 都市施設 CO<sub>2</sub>排出量の算出方法

#### 4.4.2 都市施設 CO<sub>2</sub>排出量の算出結果

### 4.5 全体 CO<sub>2</sub>排出量の算出結果

#### 4.5.1 全体 CO<sub>2</sub>排出量

#### 4.5.2 一人あたりの全体 CO<sub>2</sub>排出量

## 4.1 概要

推計した2040年時点の将来人口分布下において、人口分布の変化に大きく影響を受けると考えられる「自動車CO<sub>2</sub>排出量」、「住宅CO<sub>2</sub>排出量」、「都市施設CO<sub>2</sub>排出量」を算出する。また、それらの合計を全体CO<sub>2</sub>排出量とする。以下に、それぞれのCO<sub>2</sub>排出量の算出方法および算出結果について記す。

## 4.2 自動車CO<sub>2</sub>排出量

### 【概要】

自動車CO<sub>2</sub>排出量は、住民の東広島市内および市区町村との間のトリップに発生するCO<sub>2</sub>排出量を対象とした。

自動車CO<sub>2</sub>排出量の算出は、まず、大規模開発地区関連交通マニュアル改訂版（国土交通省）<sup>20</sup>を参考に、現在の自動車の発生集中交通量をメッシュ単位で推計した。その結果をもとに、2040年時点の発生集中交通量を推計した。その後、2040年時点の分布交通量を推計し、その値を平均乗車人員で除し、さらに目的地点間距離、CO<sub>2</sub>排出原単位を乗じることで自動車CO<sub>2</sub>排出量を算出した。

以下に、自動車CO<sub>2</sub>排出量の算出方法を手順ごとに説明し、算出結果を示す。

### 4.2.1 発生集中交通量の推計

#### 4.2.1-1 発生集中原単位の設定

現在の発生集中交通量を推計する際には、まず、発生集中原単位を設定する必要がある。発生集中原単位は、用途別、建物別に、カテゴリ別発生集中原単位の基準となる値に、建物規模や位置に応じた割引率を乗じることで求めた。なお、建物用途は、「事務所」、「商業施設」、「住宅」の3種類とした。

以下に、建物用途別の発生集中原単位の算定式および割引率を示す。

#### 事務所の発生集中原単位

$$\text{発生集中原単位} = A \times a_1$$

A：カテゴリ別発生集中原単位（＝4500：周辺部の一般事務所ビル）

a<sub>1</sub>：鉄道駅からの距離による割引率（図4.2.1-1）

商業施設（平日および休日）の発生集中原単位

【平日】

発生集中原単位 =  $10,600 \times a_1 \times a_2$

$a_1$  : 鉄道駅からの距離による割引率 (図 4.2.1-2)

$a_2$  : 延床面積による割引率 (図 4.2-1.3)

【休日】

発生集中原単位 =  $16,100 \times a_2$

$a_2$  : 延床面積による割引率 (図 4.2.1-4)

住宅の発生集中原単位

発生集中原単位 = 7.0 (人 TE/戸・年)

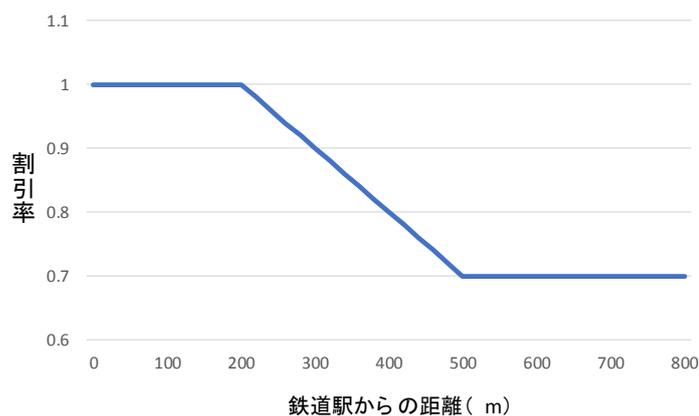


図 4.2.1-1 鉄道駅からの距離による割引率 (事務所)

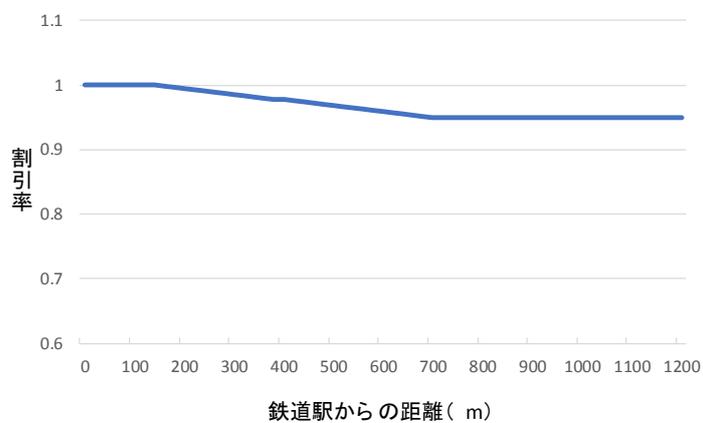


図 4.2.1-2 鉄道駅からの距離による割引率 (商業施設/平日)

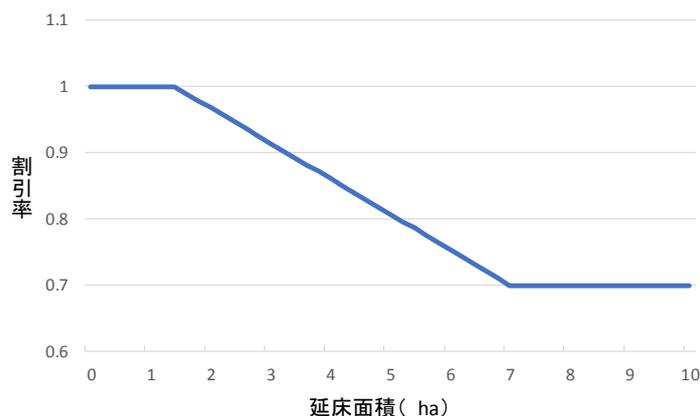


図 4.2.1-3 延床面積による割引率 (商業施設/平日)

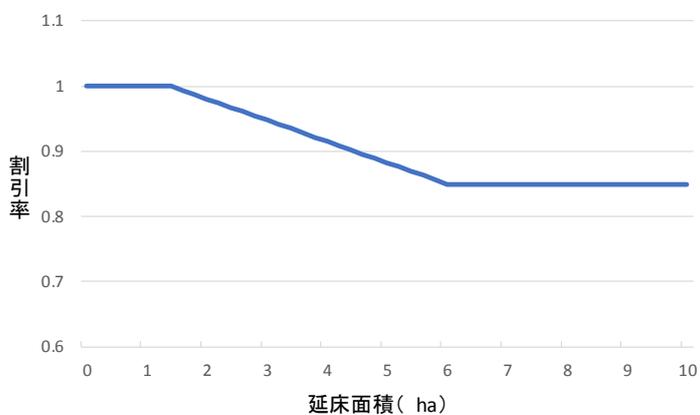


図 4.2.1-4 延床面積による割引率 (商業施設/休日)

#### 4.2.1-2 発生集中交通量の推計

現在の発生集中交通量の推計は、4.2.1-1において設定した発生集中原単位を各建物の延床面積に乗じることで算出した。ただし、発生集中交通量は徒歩、自動車、バスなどのすべての交通を含んでいるため、この値に自動車の交通分担率を乗じることで、現在の自動車の発生集中交通量を算出した。その結果をもとに、2040年時点の自動車の発生集中交通量の予測を行った。予測に際しては、メッシュあたりの人口によって交通量に変化するモデル式を平日と休日それぞれ作成し、各メッシュの人口を代入した。

【平日】

$$G_i = 3.1829F + 23.603$$

【休日】

$$G_i = 4.1819F + 31.011$$

$G_i$  : 自動車の発生集中交通量

$F$  : 人口 (人)

#### 4.2.2 分布交通量の推計

分布交通量とは、各目的地点間のトリップ数を意味する。その予測に際しては、重力モデルを使用した。重力モデルとは、ニュートンの万有引力の法則を交通量予測に当てはめたもので、地点間の質量に相当する発生・集中交通量と、目的地点間の距離抵抗との関数によって決めるモデルである。なお、この重力モデルのパラメーターの設定は、本来、パーソントリップ調査等の実データを用いて設定するが、本研究では実データが不足していたため、井上<sup>21)</sup>の「交通量調査資料を用いたOD交通量の統計的推計法」を参考にパラメーターの設定を行った。以下に、分布交通量予測のモデル式を示す。

$$T_{od} = a \frac{G_o \times A_d}{K_{od}^b}$$

$T_{od}$  : 分布交通量      $G_o$  : 発生交通量      $A_d$  : 集中交通量  
 $K_{od}$  : 目的地点間距離 (km)     a,b : パラメーター

#### 4.2.3 自動車 CO<sub>2</sub>排出量の算出方法

自動車による CO<sub>2</sub>排出量は推計した自動車の分布交通量を平均乗車人員で除し、さらに目的地点間距離、CO<sub>2</sub>排出原単位を乗じることで自動車 CO<sub>2</sub>排出量を算出した。使用した算出式を以下に示す。

$$L = T_{od} \times K_{od} \times M_v \div Y$$

L : CO<sub>2</sub>排出量 (t-CO<sub>2</sub>)      $T_{od}$  : 分布交通量      $K_{od}$  : 目的地点間距離 (km)  
 $M_v$  : 自動車 CO<sub>2</sub>排出原単位 (t-CO<sub>2</sub>/km・台)     Y : 平均乗車人員 (人/台)

自動車 CO<sub>2</sub>排出原単位は、自動車輸送統計年報<sup>22)</sup>の車種別燃料消費量、車種別走行距離を用いて、燃料消費量に燃料の発熱量、炭素排出係数、44/22 (CO<sub>2</sub>分子量/C の原子量) を乗じ、これを走行距離で除すことで求め、[0.00027 (t-CO<sub>2</sub>/km・台)]とした。

また、平均乗車人員は、「道路交通センサスからみた道路交通の現状、推移 (データ集)」(国土交通省)<sup>23)</sup>の車種別平均輸送人数の推移の平成22年度の乗用車の値[1.30 (人/台)]を用いた。

#### 4.2.4 自動車 CO<sub>2</sub>排出量の算出結果

2040年時点の自動車によるCO<sub>2</sub>排出量を500mメッシュ単位で算出した。その結果を図4.2.4-1に示す。また、各メッシュの自動車CO<sub>2</sub>排出量をそれぞれの2040年時点の人口で除し、一人あたりに発生するCO<sub>2</sub>排出量を算出した。その結果を図4.2.4-2に示す。なお、一人あたりに発生するCO<sub>2</sub>排出量の大きいメッシュは、CO<sub>2</sub>排出量の視点から考えて効率性の低いメッシュであることを示す。

結果から読み取れる主な事項を以下に記す。

- 市街化区域に該当するエリアなど、人口が多いメッシュにおいて自動車CO<sub>2</sub>排出量が高い。
- 交通アクセスの良い、国道沿いのメッシュにおいても、自動車CO<sub>2</sub>排出量が高い。
- 市街地中心部では一人あたりの自動車CO<sub>2</sub>排出量は小さいが、中心部から距離が離れるにつれて高い。

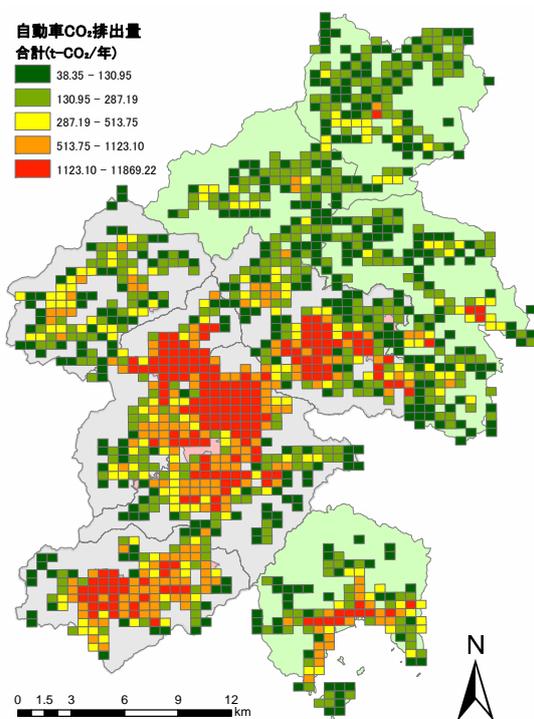


図 4.2.4-1 自動車 CO<sub>2</sub>排出量

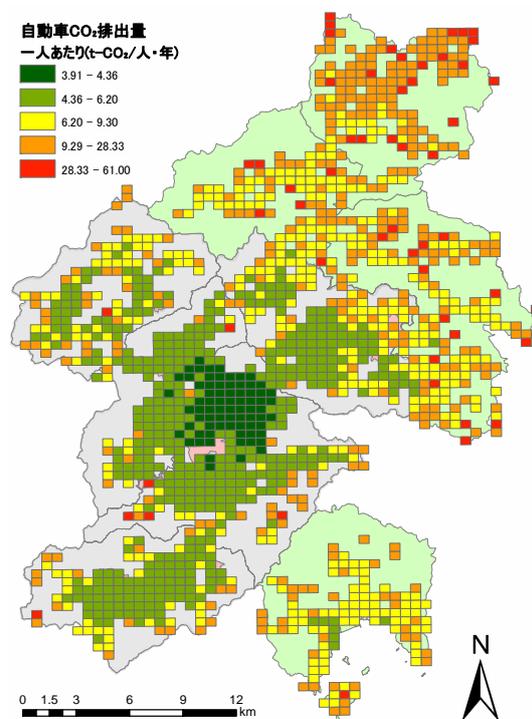


図 4.2.4-2 一人あたりの自動車 CO<sub>2</sub>排出量

### 4.3 住宅 CO<sub>2</sub>排出量

#### 【概要】

都市では人口密度の変化に伴い、戸建住宅と集合住宅の数の割合も変化すると考えられる。そこで、住宅の CO<sub>2</sub>排出量を考える際は、戸建住宅と集合住宅の数の割合に着目し、戸建住宅と集合住宅の間で CO<sub>2</sub>排出量が大きく異なると考えられる「冷暖房利用による CO<sub>2</sub>排出量」、「建設・建替・解体による CO<sub>2</sub>排出量」、「集合住宅共用部のエネルギー消費による CO<sub>2</sub>排出量」をそれぞれ算出した。また、それらの合計を住宅 CO<sub>2</sub>排出量とした。

まず、各 CO<sub>2</sub>排出量を算出する際に必要となる、2040年時点の戸建住宅と集合住宅の割合とその棟数を推計した。その後、その結果に各 CO<sub>2</sub>排出原単位を乗じ、CO<sub>2</sub>排出量をそれぞれ算出した。

以下に、住宅 CO<sub>2</sub>排出量の算出方法と算出結果を記す。

#### 4.3.1 戸建住宅・集合住宅の設定

2040年時点での戸建住宅、集合住宅の棟数や床面積などの建物属性をメッシュごとに以下の手順で設定した。

- ① 建物属性の設定
- ② 戸建・集合住宅別世帯数の設定
- ③ 戸建・集合住宅別棟数の設定

##### 4.3.1-1 建物属性の設定

建物属性として、戸数、床面積、構造を、戸建住宅、集合住宅（長屋建・1～2階建・3～5階建・6～10階建・11階建以上）の6種類について設定した。なお、戸建住宅は、日本建築学会の住宅標準問題で作成された標準モデル<sup>24)</sup>を用い、集合住宅は「住宅の新省エネルギー基準と指針」で挙げられている集合住宅モデル<sup>25)</sup>を用いた。さらに、戸建住宅は東西の開口面積を25%にしたモデルとした。また、集合住宅1棟の戸数は、マンション総合調査<sup>26)</sup>より1階あたりの戸数を6戸とし、これに階数を乗じて設定した。

##### 4.3.1-2 戸建・集合住宅別世帯数の設定

戸建・集合住宅別世帯数の設定は、住宅の建て方別世帯数（2010年国勢調査）<sup>8)</sup>の東広島市のデータから、住宅種類別の割合を求め、その割合を利用して設定を行った。

4.3.1-1で設定した建物属性と東広島市の住宅種類別の世帯割合を表4.3.1-1に示す。

4.3.1-3 戸建・集合住宅別棟数の設定

戸建・集合住宅別棟数は、2040年時点の世帯数に4.3.1-2で設定した住宅種類別世帯割合を乗じることで設定した。集合住宅に関しては、1棟あたりの戸数で除すことで求めた。

なお、2040年の世帯数は「日本の世帯数の将来推計（都道府県）」（国立社会保障・人口問題研究所）<sup>27</sup>の広島県の値を基に世帯主率法\*1を用いて推計を行った。ただし、2040年の世帯主率の推計データが公開されていないことから、2040年の世帯数については、2010年～2035年間の5年ごとの世帯数の変化率の回帰式から2035年～2040年間の世帯数の変化率を推計し、2040年の世帯数を求めた。推計した世帯数および住宅棟数を地区別にまとめたものを表4.3.1-2に示す。

\*1：世帯主率法とは、世帯数は世帯主数に等しいということを利用して、じんこうに世帯主率（人口に占める世帯主数の割合）を乗じることによって世帯主数（世帯数）を求める方法である。

表 4.3.1-1 建物属性と住宅種類別世帯割合

	戸数 (戸/棟)	延床面積		構造	住宅種類別 世帯割合(%)
		1棟あたり (㎡/棟)	1戸あたり (㎡/戸)		
戸建住宅	1	125.9	125.9	木造	57.2
集合住宅	長屋建	6	486.4		RC造
	1・2階建	12	972.7	16.1	
	3～5階建	24	1945.4	18.3	
	6～10階建	48	3890.9	4.1	
	11階建以上	90	7295.4	2.5	

表 4.3.1-2 地区別の戸建・集合住宅別棟数および世帯数

	人口	世帯数	戸建住宅	集合住宅(棟)				
				長屋建	1・2階建	3～5階建	6～10階建	11階建以上
豊栄町	2,403	1,062	608	3	14	8	1	0
福富町	1,944	859	492	2	12	7	1	0
八本松町	30,306	13,389	7,665	34	180	102	12	4
西条町	81,695	36,091	20,662	91	484	275	31	10
志和町	5,034	2,224	1,273	6	30	17	2	1
黒瀬町	21,846	9,651	5,525	24	130	74	8	3
高屋町	31,142	13,758	7,876	35	185	105	12	4
河内町	4,482	1,980	1,134	5	27	15	2	1
安芸津町	7,608	3,361	1,924	9	45	26	3	1
東広島市	186,460	82,375	47,158	209	1,106	628	71	23

### 4.3.2 冷暖房利用によるCO<sub>2</sub>排出量

冷暖房利用による住宅1棟あたりの年間冷暖房CO<sub>2</sub>排出量原単位を算出し、それを2040年時点の住宅棟数を乗じることで、住宅の冷暖房利用による年間CO<sub>2</sub>排出量を算出した。年間冷暖房CO<sub>2</sub>排出原単位は、住宅用熱負荷計算プログラムSMASH for Windows Ver.2<sup>28)</sup>を用い、拡張アメダス気象データ<sup>29)</sup>に収録されている「東広島」のデータから、住宅種類の年間冷暖房エネルギー消費量を求め、それらをCO<sub>2</sub>排出量に換算した。詳細を以下に示す。

住宅用熱負荷計算プログラムSMASHは、「建物データ」、「室データ」、「部位データ」および「室相互の組み合わせデータ」によって建物の計算モデルの構築を行い、外気の温度、湿度、日射量等の「気象データ」を用いた「熱回路網計算」による「冷暖房負荷計算」を行うものである。各種設定データおよび算出条件を以下に示す。

「建物データ」

地域情報（気象データ、冷暖房期間）、Q値、延床面積

「室データ」

照明、在室者、発熱機器、自然換気、排熱換気、暖房期間、冷房期間等

「部位データ」

壁、天井、屋根、床、土間床、窓、ドア、外部日除け等

「室相互の組み合わせデータ」

「室」と「室」、「室」と「外表面」の組み合わせと、その間にある「部位」の面積、「機械換気」等のデータ

【冷暖房負荷の算出条件】

- ① 気象データ  
拡張アメダス気象データ「東広島」
- ② 空調期間  
拡張アメダス気象データで設定されている標準値を使用した。
- ③ 空調設定温度、湿度  
・冷房：27℃、湿度 60%                      ・暖房：18℃、湿度は成り行き
- ④ 空調時間  
冷暖房機器は間欠運転とした。空調スケジュール（1時～24時）を表 4.3.2-1 に示す。
- ⑤ 換気回数  
0.5 回/h
- ⑥ 主要部位の断熱性能  
断熱材あり：壁・床・天井等の断熱性能は次世代省エネルギー基準レベル
- ⑦ 内部発熱  
表 4.3.2-2 に各室の照明・発熱機器・在室者の 100%時を示す。スケジュールは図 4.3.2-1 の通りである。

表 4.3.2-1 空調運転スケジュール

室名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
LDK							*	*	*				*	*			*	*	*	*	*	*		
主寝室																						*	*	
子供室1																					*	*	*	
子供室2																					*	*	*	

表 4.3.2-2 内部発熱

室名	照明(W)	発熱機器		在室者(人)
		(W)	[kcal/h]	
LDK	360	745	[641]	4
主寝室	100	-	-	2
子供室1	180	-	-	1
子供室2	180	-	-	1
和室	180	-	-	4
ホール	60	-	-	-
浴室・洗面所	100	100	[86]	-

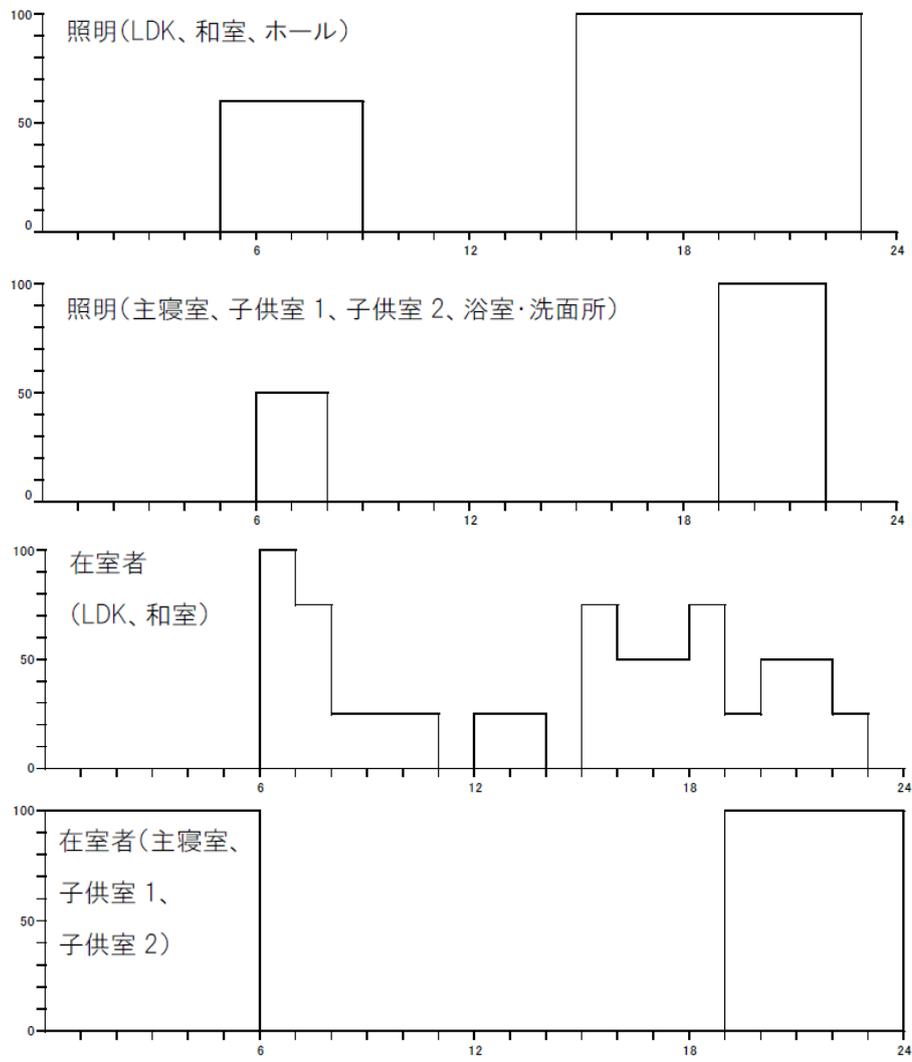


図 4.3.2-1 スケジュール

以上の条件から算出した各住宅種類の年間冷暖房エネルギー消費量を表 4.3.2-3 に示す。

表 4.3.2-3 住宅種類別年間冷暖房エネルギー消費量

	戸数 (戸/棟)	延床面積		構造	年間冷暖房エネルギー消費量	
		1棟あたり (m <sup>2</sup> /棟)	1戸あたり (m <sup>2</sup> /戸)		1棟あたり (MJ/棟)	1戸あたり (MJ/戸)
戸建住宅	1	125.9	125.9	木造	49,632	49,632
集合住宅	長屋建	6	486.4		RC造	240,363
	1・2階建	12	972.7	471,701		39,308
	3～5階建	24	1945.4	865,633		36,068
	6～10階建	48	3890.9	1,693,136		35,274
	11階建以上	90	7295.4	3,156,002		35,067

上記で求めた年間冷暖房エネルギー消費量を CO<sub>2</sub>排出量に換算し、年間冷暖房 CO<sub>2</sub>排出原単位を算出した。エネルギー消費量から CO<sub>2</sub>排出量へ変換する方法について以下に記す。

① エネルギー消費量から電力消費量への変換

$$\text{電力消費量[kWh]} = \frac{\text{エネルギー消費量}}{\text{冷房（暖房）COP} \times \text{一次エネルギー換算値[MJ/kWh]}}$$

【一次エネルギー換算値】

「2005年以降適用する標準発熱量の検討結果と改定値について」（経済産業省資源エネルギー庁）<sup>30)</sup>より、8.81[MJ/kWh]とした。

【成績係数 COP】

「フロー（販売）ベースの冷暖房 COP の推移」（全国地球温暖化防止活動推進センター）<sup>31)</sup>の 2007 年データより、冷房時 4.85、暖房時 5.35 とした。

$$\text{冷房（暖房）COP} = \frac{\text{冷房（暖房）能力[kW]}}{\text{冷房（暖房）消費電力[kW]}}$$

② 電力消費量から CO<sub>2</sub>排出量を算出

$$\text{CO}_2\text{排出量}[\text{t-CO}_2] = \text{電力消費量}[\text{kWh}] \times \text{単位使用量あたりの CO}_2\text{排出量}[\text{t-CO}_2/\text{kWh}]$$

【単位使用量あたりの CO<sub>2</sub>排出量】

「電気事業者別の CO<sub>2</sub>排出係数(中国電力 2009 年度実績)」(環境省)<sup>32)</sup>より、0.000628[t-CO<sub>2</sub>/kWh]とした。

変換した年間冷暖房 CO<sub>2</sub>排出原単位を表 4.3.2-4 に示す。

表 4.3.2-4 住宅種類別年間冷暖房 CO<sub>2</sub>排出原単位

	戸数 (戸/棟)	延床面積		構造	年間冷暖房CO <sub>2</sub> 排出原単位	
		1棟あたり (㎡/棟)	1戸あたり (㎡/戸)		1棟あたり (t-CO <sub>2</sub> /棟)	1戸あたり (t-CO <sub>2</sub> /戸)
戸建住宅	1	125.9	125.9	木造	0.69	0.69
集合住宅	長屋建	6	486.4		RC造	3.36
	1・2階建	12	972.7	6.59		0.54
	3～5階建	24	1945.4	12.10		0.49
	6～10階建	48	3890.9	23.66		0.49
	11階建以上	90	7295.4	44.11		0.48

### 4.3.3 建設・建替・解体によるCO<sub>2</sub>排出量

建設・建替・解体によるCO<sub>2</sub>排出量は、現在から2040年時点までの間で、建設・建替・解体を要する棟数を住宅種類別に分類し、それらにそれぞれの年間CO<sub>2</sub>排出原単位を乗じることで算出した。なお、本研究では、既存住宅の耐用年数を30年と仮定しているため、2010年時点にある既存住宅はすべて2040年までに建替が必要であるとした。そのため、建物の修繕や更新はないものとした。

以下に住宅の分類方法、CO<sub>2</sub>排出原単位について記す。

#### 【住宅の分類】

##### 「建設（新築）住宅」

住宅種類ごとに、現在の住宅棟数と2040年時点の住宅棟数を比較して、現在の住宅棟数よりも2040年時点の住宅棟数の方が多かった場合、その分を建設（新築）することとした。

[建設（新築）住宅棟数] = [2040年時点の住宅棟数] - [現在の住宅棟数]

##### 「建替住宅」

既存住宅の耐用年数を30年と仮定し、2040年時点で耐用年数を超える住宅（2010年以前に建設された住宅）はすべて建替えることとした。なお、現在の住宅棟数は2010年時点での値を使用しているため、既存住宅すべてを建替えることとした。

##### 「解体住宅」

住宅種類ごとに、現在の住宅棟数と2040年時点の住宅棟数を比較して、現在の住宅棟数の方が2040年時点の住宅棟数より多かった場合、その分を解体することとした。

[解体住宅棟数] = [現在の住宅棟数] - [2040年時点の住宅棟数]

【CO<sub>2</sub>排出原単位】

原単位については、CASBEE<sup>33)</sup>の値を使用した。ただし、CASBEEの値は、「解体」と「修繕・更新」を合わせた値となっているため、「環境報告集」(積水ハウス株式会社)<sup>34)</sup>のデータ(図4.3.3-1)をもとに、「解体」、「修繕・更新」を分割した値を用いた。また、「建替」に関しては、解体と建設の作業がかかると考え、「建設」と「解体」の値を合わせたものとした。使用したCO<sub>2</sub>排出原単位を表4.3.3-1に示す。

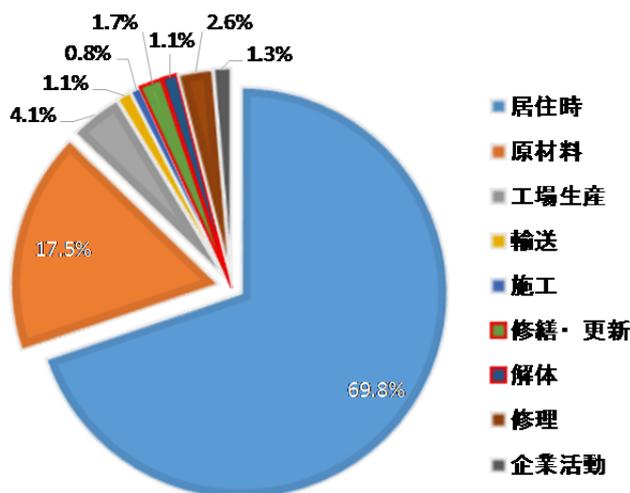


図 4.3.3-1 住宅のエネルギー消費構造

表 4.3.3-1 建設建替・解体のCO<sub>2</sub>排出原単位

	戸数 (戸/棟)	延床面積		構造	建設段階の CO <sub>2</sub> 排出原単位 (t-CO <sub>2</sub> /棟・年)	建替え段階の CO <sub>2</sub> 排出原単位 (t-CO <sub>2</sub> /棟・年)	修繕・更新段階の CO <sub>2</sub> 排出原単位 (t-CO <sub>2</sub> /棟・年)	解体段階の CO <sub>2</sub> 排出原単位 (t-CO <sub>2</sub> /棟・年)
		1棟あたり (m <sup>2</sup> /棟)	1戸あたり (m <sup>2</sup> /戸)					
一戸建住宅	1	125.9	125.9	木造	1.12	1.27	0.23	0.15
集合住宅	長屋建	6	486.4	RC造	7.82	9.40	2.43	1.58
	1・2階建	12	972.7		19.62	22.91	5.08	3.29
	3～5階建	24	1945.4		39.24	45.82	10.16	6.58
	6～10階建	48	3890.9		78.48	91.63	20.33	13.15
	11階建以上	90	7295.4		147.15	171.81	38.11	24.66

4.3.4 集合住宅共用部のエネルギー消費によるCO<sub>2</sub>排出量

2040年時点における集合住宅共用部のエネルギー消費量による年間CO<sub>2</sub>排出量の算出方法を以下に記す。

まず、佐藤ら<sup>35)</sup>の「集合住宅の属性別にみた共用部のエネルギー使用量に関する分析」のデータを用いて、集合住宅共用部分のエネルギー消費によるCO<sub>2</sub>排出原単位を算出した。この研究によると、集合住宅の階数や管理開始年、住棟形式が共用部の電力消費量に大きく影響を与えることが示されている。そこで、2001年以降の管理開始年階数別の共用部の電力消費量と、住棟形式別の共用部の電力消費量の値を用いて、集合住宅共用部のエネルギー消費によるCO<sub>2</sub>排出原単位を集合住宅の種類別にそれぞれ算出した。その後、算出した原単位に2040年時点での集合住宅の種類別棟数を乗じることで年間CO<sub>2</sub>排出量を算出した。算出したCO<sub>2</sub>排出原単位を表4.3.4-1に示す。

表 4.3.4-1 集合住宅共用部のCO<sub>2</sub>排出原単位

	戸数 (戸/棟)	延床面積		構造	共用部CO <sub>2</sub> 排出原単位 (t-CO <sub>2</sub> /棟)	共用部CO <sub>2</sub> 排出原単位 (t-CO <sub>2</sub> /戸)	
		1棟あたり (m <sup>2</sup> /棟)	1戸あたり (m <sup>2</sup> /戸)				
集合住宅	1・2階建	12	972.7	RC造	0.60	0.05	
	3～5階建	24	1945.4		81.1	14.10	0.59
	6～10階建	48	3890.9		28.80	0.60	
	11階建以上	90	7295.4		104.60	1.16	

### 4.3.5 住宅CO<sub>2</sub>排出量の算出結果

2040年時点の住宅によるCO<sub>2</sub>排出量を500mメッシュ単位で算出した。その結果を図4.3.5-1に示す。また、各メッシュのCO<sub>2</sub>排出量をそれぞれの2040年時点での人口で除し、一人あたりに発生するCO<sub>2</sub>排出量を算出した。その結果を図4.3.5-2に示す。なお、一人あたりに発生するCO<sub>2</sub>排出量の大きいメッシュは、CO<sub>2</sub>排出量の視点から考えて効率性の低いメッシュであることを示している。

結果から読み取れる主な事項を以下に記す。

- 市街化区域に該当するエリアなど、人口が多いメッシュにおいて住宅CO<sub>2</sub>排出量が高い。
- 一人あたりの住宅CO<sub>2</sub>排出量に関しては、メッシュごとの値に差はほとんどなく、地域的な違いは無いと思われる。

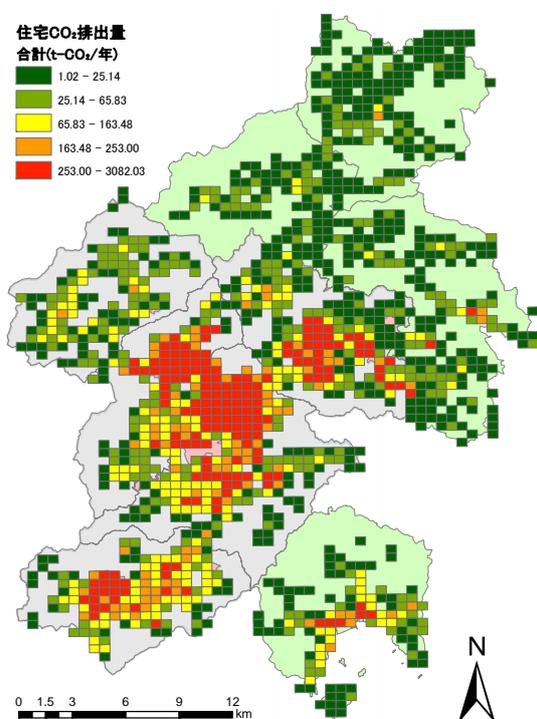


図 4.3.5-1 住宅CO<sub>2</sub>排出量

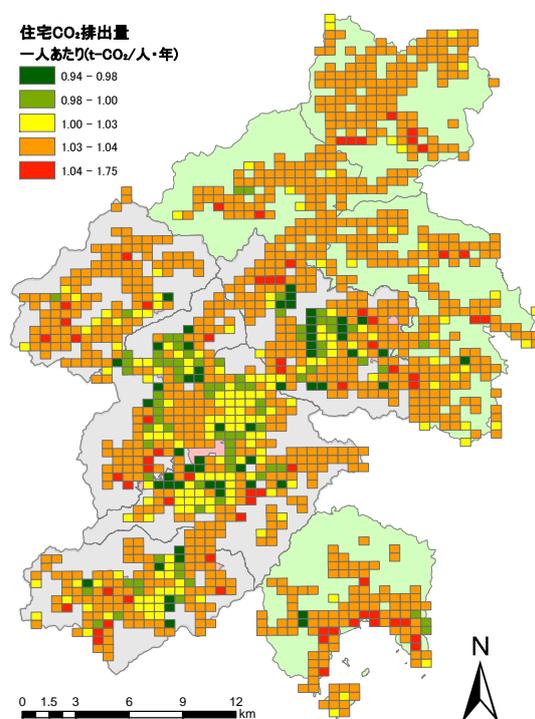


図 4.3.5-2 一人あたりの住宅CO<sub>2</sub>排出量

#### 4.4 都市施設 CO<sub>2</sub>排出量

##### 【概要】

都市施設 CO<sub>2</sub>排出量を算出する際に対象とする都市施設は、都市施設コストと同様に、東広島市が管理する道路、上水道、下水道（合併処理浄化槽）、小学校、中学校、保育所、公民館とした。これらの整備・維持管理時に発生する CO<sub>2</sub>排出量を算出した。なお、整備は「建設」段階、維持管理は1年間のうち「運用」「修繕・更新」段階に分けて、発生する CO<sub>2</sub>排出量を算出した。

##### 4.4.1 都市施設 CO<sub>2</sub>排出量の算出方法

CO<sub>2</sub>排出量は、基本的に、整備・維持管理にかかる量もしくはコストに対して、CO<sub>2</sub>排出原単位を乗じることで算出した。CO<sub>2</sub>排出原単位は既往研究<sup>36)</sup>を参考し、整備および維持管理（更新・修繕）の原単位は、日本建築学会の建物の LCA 指針<sup>37)</sup>および CASBEE<sup>33)</sup>新築の値を使用した。維持管理（運用）の原単位は、広島県府中市の実際の都市施設の運用段階における電気・ガス・灯油使用量のデータから作成した値を使用した。また、合併処理浄化槽は、日本環境整備教育センターの月刊浄化槽 2011年7月号<sup>38)</sup>を参照した。なお、上水道に関しては、都市施設コスト算出時と同様、浄水場、ポンプ場、管渠ごとに府中市にある各施設の原単位を作成し、その平均値を1施設あたりの CO<sub>2</sub>排出原単位として使用した。ただし、管渠に関しては面積あたりの値を使用した。

表 4.4.1-1 に各都市施設の CO<sub>2</sub>排出量推定式、表 4.4.1-2 に上水道各施設の CO<sub>2</sub>排出原単位を示す。

表 4.4.1-1 都市施設 CO<sub>2</sub>排出量の推定式

	整備	維持管理費	
	建設	運用	更新・修繕
道路	—	—	維持管理費[千円] × 4.397[kg-CO <sub>2</sub> /千円]
上水道	整備費[千円] × 4.621[kg-CO <sub>2</sub> /千円]	施設数[カ所] × Xi[kg-CO <sub>2</sub> /カ所]	更新費[千円] × 4.621[kg-CO <sub>2</sub> /千円]
下水道	整備費[千円] × 3.948[kg-CO <sub>2</sub> /千円]		更新費[千円] × 3.948[kg-CO <sub>2</sub> /千円]
合併処理浄化槽	浄化槽数[基] × 336.7[kg-CO <sub>2</sub> /基]	浄化槽数[基] × 405.0[kg-CO <sub>2</sub> /基]	
小学校	整備費[千円] × 3.649[kg-CO <sub>2</sub> /千円]	学級数[学級] × 12.31[t-CO <sub>2</sub> /学級]	維持管理面積[m <sup>2</sup> ] × 17.14[kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]
中学校	整備費[千円] × 3.649[kg-CO <sub>2</sub> /千円]	学級数[学級] × 16.51[t-CO <sub>2</sub> /学級]	維持管理面積[m <sup>2</sup> ] × 17.14[kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]
保育所	整備費[千円] × 3.649[kg-CO <sub>2</sub> /千円]	13.57e <sup>0.0077</sup> × 児童数[人][t-CO <sub>2</sub> ]	維持管理面積[m <sup>2</sup> ] × 17.14[kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]
公民館	整備費[千円] × 3.737[kg-CO <sub>2</sub> /千円]	7.272 × ln(床面積[m <sup>2</sup> ]) - 33.05[t-CO <sub>2</sub> ]	維持管理面積[m <sup>2</sup> ] × 18.04[kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]

表 4.4.1-2 上水道各施設の CO<sub>2</sub>排出原単位

浄水場		ポンプ所				管渠	
施設	CO <sub>2</sub> 排出原単位 (t-CO <sub>2</sub> /施設)	施設	CO <sub>2</sub> 排出原単位 (t-CO <sub>2</sub> /施設)	施設	CO <sub>2</sub> 排出原単位 (t-CO <sub>2</sub> /施設)	施設	CO <sub>2</sub> 排出原単位 (t-CO <sub>2</sub> /ha)
城山	398.2	府中	46.75	目崎	41.1	久佐簡易水道	29.37
用土	478.6	見晴	24.34	緑ヶ丘	34.38	面積あたり	0.55
平均	438.4	本山第一	16.69	大門	28.38		
		本山第二	18.88	出口	12.04		
		鵜飼第一	30.9	広谷	7.61		
		鵜飼第二	41.41	平均	29.83		

4.4-2 都市施設 CO<sub>2</sub>排出量の算出結果

2040年時点の都市施設によるCO<sub>2</sub>排出量500mメッシュ単位で算出した。その結果を図4.4.2-1に示す。また、各メッシュのCO<sub>2</sub>排出量をそれぞれの2040年時点の人口で除し、一人あたりに発生するCO<sub>2</sub>排出量を算出した。その結果を図4.4.2-2に示す。なお、一人あたりに発生するCO<sub>2</sub>排出量の大きいメッシュは、CO<sub>2</sub>排出量の視点から考えて効率性の低いメッシュであることを示している。

結果から読み取れる主な事項を以下に記す。

- 人口が集中しているエリア、特に市街化区域に該当するエリアでは都市施設コストが高くなっている。都市地域外でも、各地区の拠点となるエリアでは周囲のメッシュに比べて高い。
- 一人あたりの都市施設コストは、市街化区域に該当するエリアでは低く、市街地縁部では、一人あたりの都市施設コストが高いメッシュが分布している。

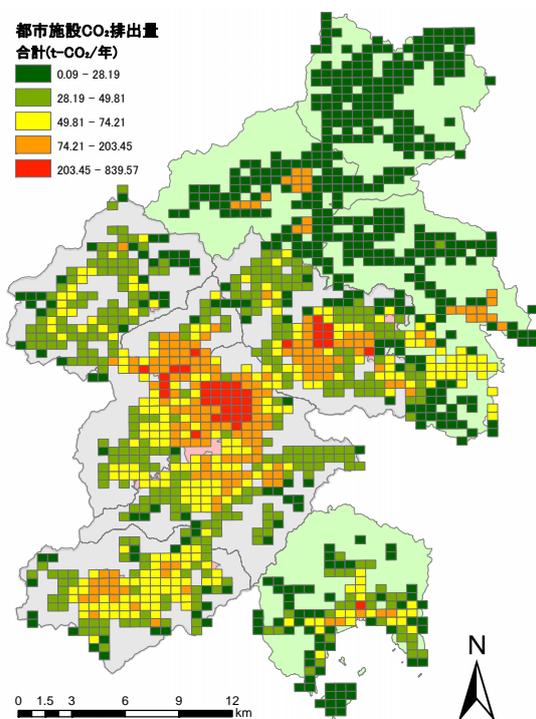


図 4.4.2-1 都市施設 CO<sub>2</sub>排出量

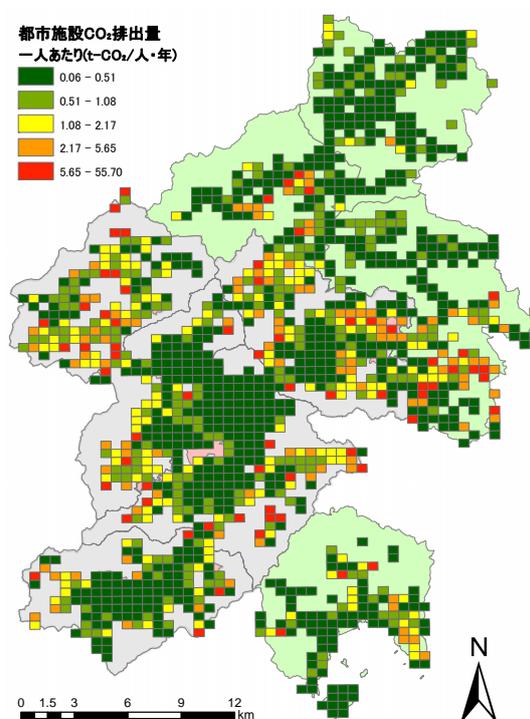


図 4.4.2-2 一人あたりの都市施設 CO<sub>2</sub>排出量

## 4.5 全体 CO<sub>2</sub>排出量の算出結果

### 4.5.1 全体 CO<sub>2</sub>排出量

4.2～4.4 で算出した「自動車 CO<sub>2</sub>排出量」、「住宅による CO<sub>2</sub>排出量」、「都市施設 CO<sub>2</sub>排出量」を合計したものを「全体 CO<sub>2</sub>排出量」として算出した。その結果を図 4.5.1-1、地区別に算出した結果を表 4.5.1-1、図 4.5.1-2 に示す。

結果から読み取れる主な事項を以下に示す。

- 市街化区域に該当するエリアなど、人口の多いメッシュにおいて、全体 CO<sub>2</sub>排出量は高い。
- 全ての地区において、全体 CO<sub>2</sub>排出量のうち、自動車 CO<sub>2</sub>排出量の占める割合が高い。
- 大学が近い八本松町・西条町・黒瀬町・高屋町においては、集合住宅が多いため、住宅 CO<sub>2</sub>排出量の割合が他の地区に比べて高い。

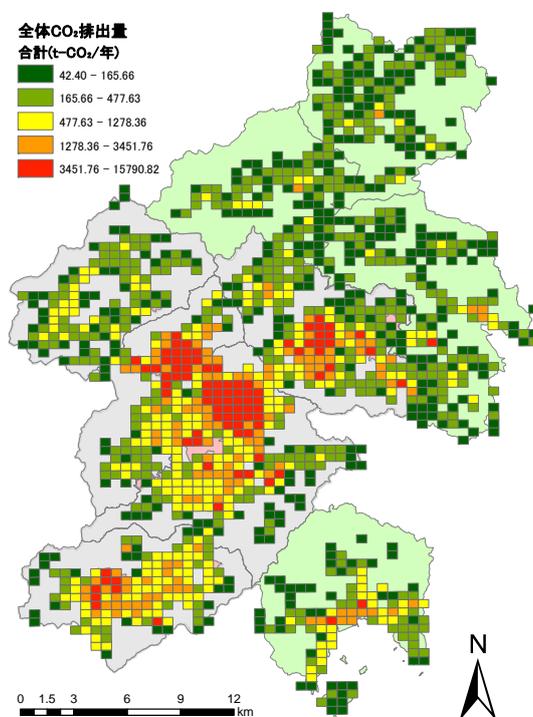


図 4.5.1-1 全体 CO<sub>2</sub>排出量

表 4.5.1-1 地区別の全体 CO<sub>2</sub>排出量

合計		自動車CO <sub>2</sub> 排出量 (t-CO <sub>2</sub> /年)	住宅CO <sub>2</sub> 排出量 (t-CO <sub>2</sub> /年)	都市施設CO <sub>2</sub> 排出量 (t-CO <sub>2</sub> /年)	全体CO <sub>2</sub> 排出量 (t-CO <sub>2</sub> /年)
町code	町名				
1	豊栄町	27334.27	2509.18	631.28	30474.73
2	福富町	16421.38	2015.03	2559.48	20995.88
3	八本松町	137611.49	30610.42	9421.14	177643.05
4	西条町	346330.05	82888.96	22034.64	451253.65
5	志和町	31857.50	5229.29	5001.72	42088.51
6	黒瀬町	122846.43	22385.80	7314.56	152546.80
7	高屋町	164993.08	31607.08	12922.65	209522.81
8	河内町	37523.70	4659.79	3937.08	46120.56
9	安芸津町	52261.81	7914.95	3431.70	63608.46
0	東広島市	937179.72	189820.50	67254.25	1194254.46

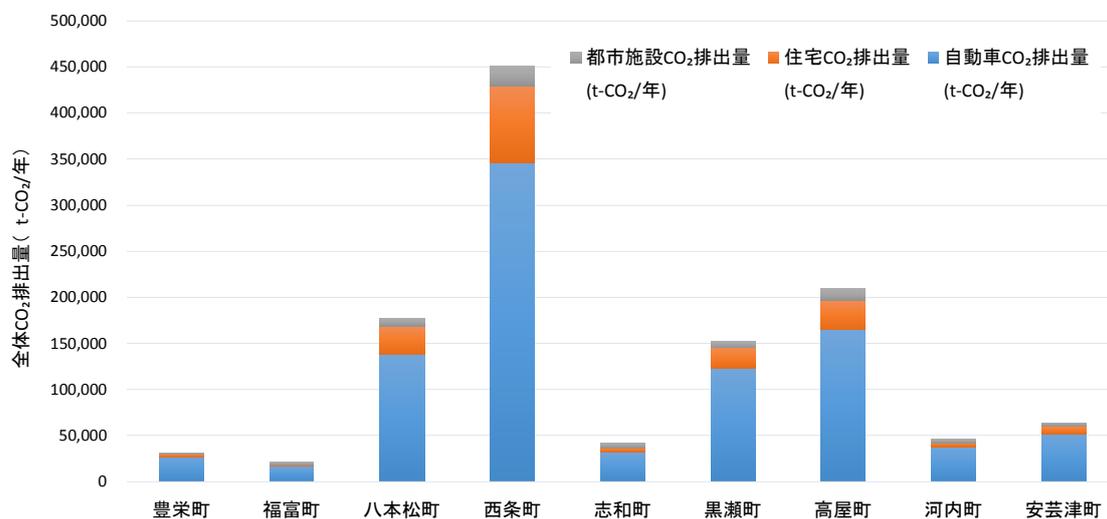


図 4.5.1-2 地区別の全体 CO<sub>2</sub>排出量

4.5.2 一人あたりの全体CO<sub>2</sub>排出量

4.2～4.4で算出した「一人あたりの自動車CO<sub>2</sub>排出量」、「一人あたりの住宅CO<sub>2</sub>排出量」、「一人あたりの都市施設CO<sub>2</sub>排出量」を合計したものを「一人あたりの全体CO<sub>2</sub>排出量」とした。その結果を図4.5.2-1、地区別に集計した結果を表4.5.2-1、図4.5.2-2にそれぞれ示す。

結果から読み取れる主な事項を以下に記す。

- 一人あたりの全体CO<sub>2</sub>排出量においても一人あたりの自動車CO<sub>2</sub>排出量の割合が最も大きく、地図化に関しても図4.2.4-2と同様の結果が得られた。
- 市街地中心部から距離が遠くなるにつれて、一人あたりの全体CO<sub>2</sub>排出量は高い。

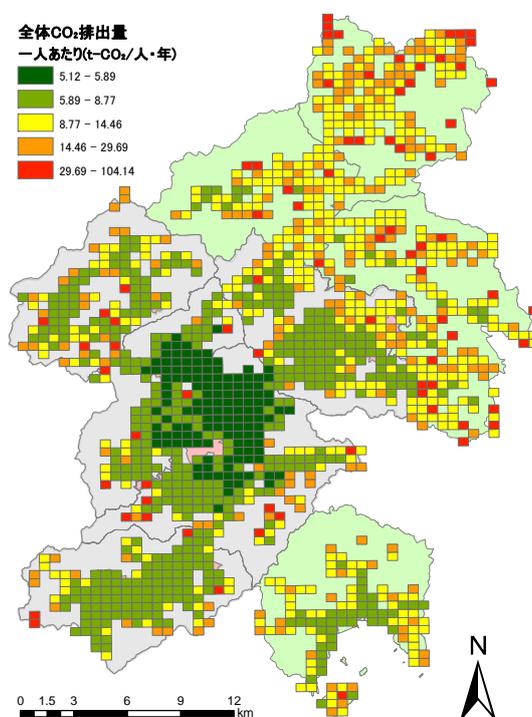


図 4.5.2-1 一人あたりの全体CO<sub>2</sub>排出量

表 4.5.2-1 地区別の一人あたりの全体 CO<sub>2</sub>排出量

一人当たり		自動車CO <sub>2</sub> 排出量 (t-CO <sub>2</sub> /人・年)	住宅CO <sub>2</sub> 排出量 (t-CO <sub>2</sub> /人・年)	都市施設CO <sub>2</sub> 排出量 (t-CO <sub>2</sub> /人・年)	全体CO <sub>2</sub> 排出量 (t-CO <sub>2</sub> /人・年)
町code	町名				
1	豊栄町	15.34	0.94	0.36	16.64
2	福富町	11.41	0.96	1.00	13.36
3	八本松町	5.81	0.98	1.58	8.38
4	西条町	6.24	0.97	1.81	9.02
5	志和町	8.08	0.91	2.24	11.23
6	黒瀬町	7.34	1.00	1.09	9.43
7	高屋町	7.35	0.98	1.76	10.09
8	河内町	11.82	0.91	1.61	14.33
9	安芸津町	9.44	0.97	0.77	11.18
0	東広島市	9.20	0.96	1.36	11.52

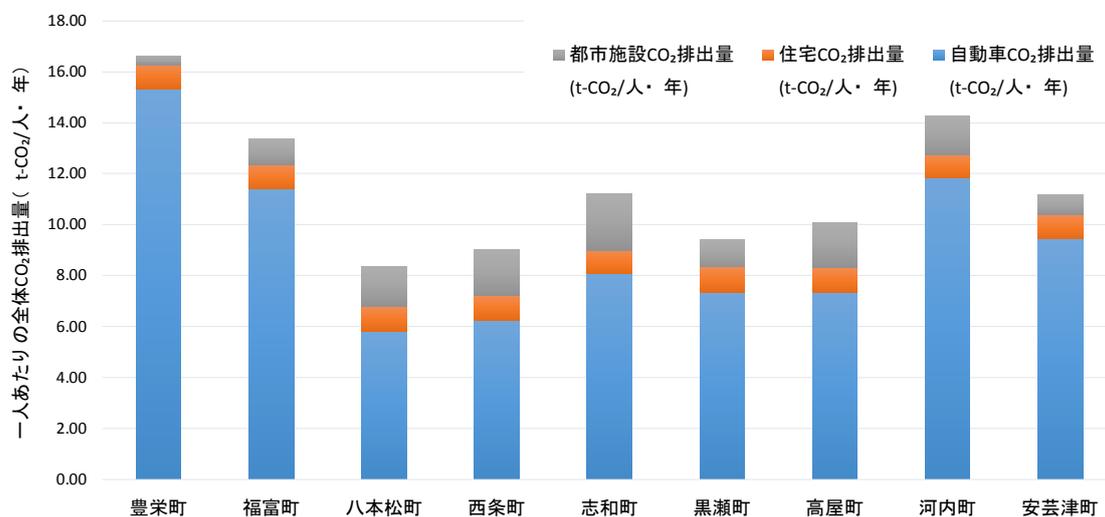


図 4.5.2-2 地区別の一人あたりの全体 CO<sub>2</sub>排出量

## 第 5 章 代替シナリオの作成・評価

---

### 5.1 概要

### 5.2 代替シナリオの作成方法

#### 5.2.1 市街化調整区域開発抑制シナリオ

#### 5.2.2 集約シナリオ

### 5.3 代替シナリオの提示

5.1 概要

第3章、第4章によって算出した現状推移シナリオの人口分布下での都市施設コスト、CO<sub>2</sub>排出量の効率性の評価をもとに、現状推移シナリオより効率的と思われるシナリオを作成し、東広島市の代替シナリオとして提示する。

シナリオは大きく2つの系統に分け、それぞれ『推計シナリオ』と『集約シナリオ』とした。『推計シナリオ』は、第2章で作成した「現状推移シナリオ」とは別に、「市街化調整区域開発抑制シナリオ」を作成した。『集約シナリオ』は、『推計シナリオ』により抽出された効率的なエリアに人口を集約させている。

よって、作成したシナリオのうち、「現状推移シナリオ」を除いた3つのシナリオ（市街化調整区域開発抑制シナリオ、現状推移集約シナリオ、市街化調整区域開発抑制集約シナリオ）を代替シナリオとする。図5.1-1に各シナリオの関係図を示す。また、各シナリオの作成方法と作成したシナリオを以下に記す。

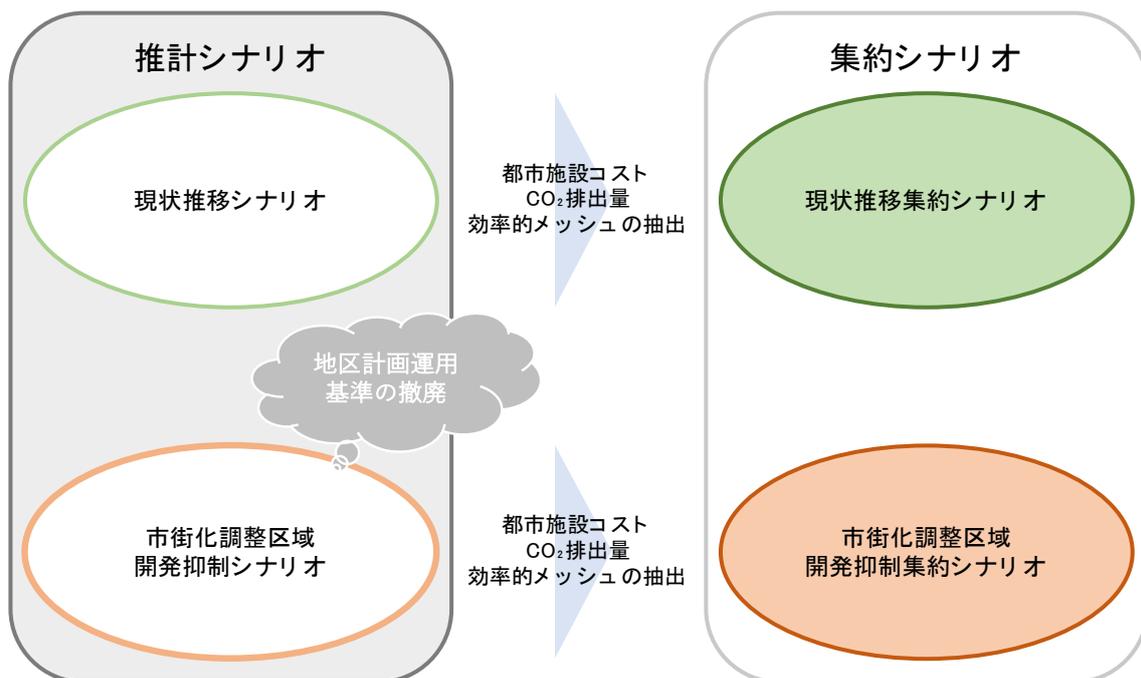


図 5.1-1 各シナリオの関係図

## 5.2 代替シナリオの作成方法

### 5.2.1 市街化調整区域開発抑制シナリオ

#### 【概要】

本章では、第2章から、東広島市では市街化調整区域での小規模開発の影響により、市街地の拡大が示唆された。そこで、このシナリオでは、「東広島市市街化調整区域における地区計画運用基準」<sup>⑥</sup>を撤廃することで、市街化調整区域でのこれ以上の開発は見込まれないと仮定し、再度、2040年時点の将来人口分布を推計したものである。

#### 【作成方法】

2.4において作成した人口増加ポテンシャルマップのうち、市街化調整区域に当たるメッシュの人口増加ポテンシャル値を0とし、そのポテンシャル値を用いて、再度、2040年時点の将来人口分布を推計した。推計手順は2.5と同様とした。なお、人口減少ポテンシャルに関しては、2.4と同じポテンシャル値を使用した。作成した人口増加・減少ポテンシャルマップをそれぞれ図5.2.1-1、図5.2.1-2に示す。

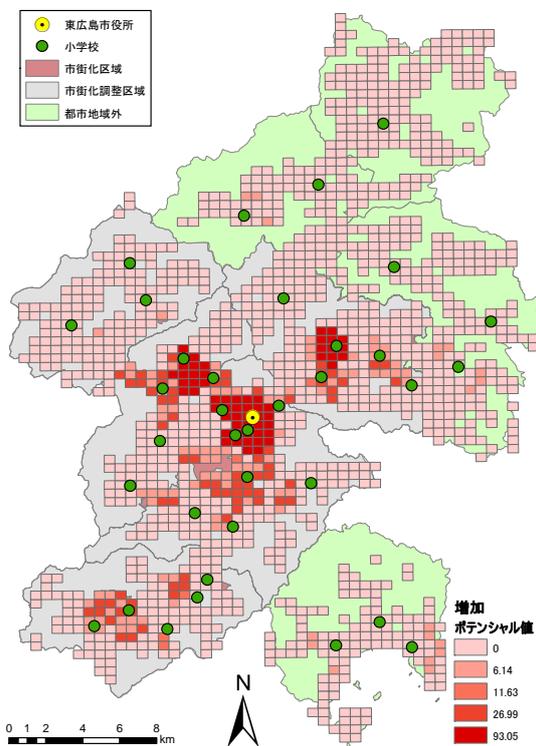


図 5.2.1-1 市街化調整区域  
開発抑制シナリオ  
増加ポテンシャルマップ

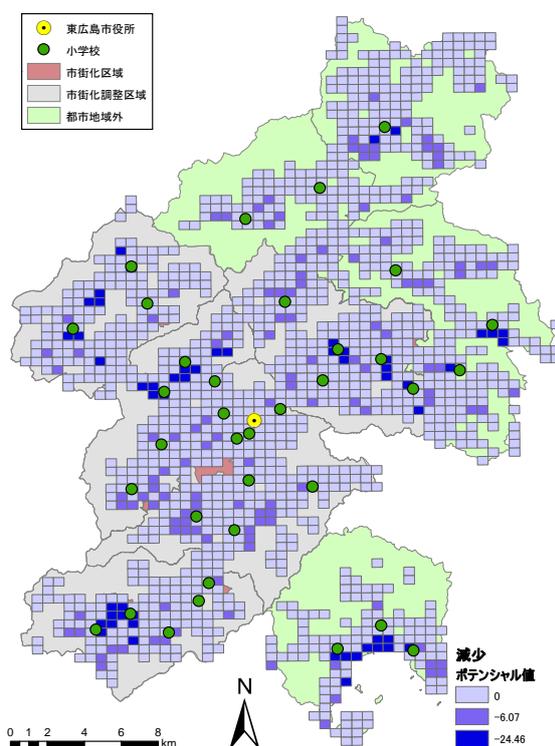


図 5.2.1-2 市街化調整区域  
開発抑制シナリオ  
減少ポテンシャルマップ

## 5.2.2 集約シナリオ

## 【概要】

『推計シナリオ』の人口分布下における都市施設コストの効率的なメッシュ、CO<sub>2</sub>排出量の効率的なメッシュをクラスタ分析により抽出した。それらのメッシュを集約対象の基準として、東広島市の2040年時点の総人口を集約することとした。

『推計シナリオ』のうち「現状推移シナリオ」をもとに作成した「現状推移集約シナリオ」は、現状の人口増減の起こり方を是としたときの理想的な拠点の位置を示しており、「市街化調整区域開発抑制シナリオ」をもとに作成した「市街化調整区域開発抑制集約シナリオ」は、市街化調整区域のメッシュが集約対象である可能性を減らしているため、「現状推移集約シナリオ」以上に市街地集約を目的としたシナリオである。

## 【作成方法】

集約シナリオ作成の手順を以下に記す。また、①のクラスタ分析によって分類されたメッシュの様子を推計シナリオごとにそれぞれ図5.2.2-1～図5.2.2-4に示し、メッシュの分類項目を表5.2.2-1に示す。

① メッシュを効率的/非効率的に分類

『推計シナリオ』の人口分布下での都市施設コスト、CO<sub>2</sub>排出量それぞれの総量と一人あたりの値を比較し、クラスタ分析により効率/非効率的なメッシュを4段階に分類し、そのメッシュが集約に適しているかどうかを判断した。

② 効率的なメッシュへ人口を配分

集約促進と分類されたメッシュに対して人口を配分する。ただし、メッシュ内人口が10人/ha以下、また、都市地域外のメッシュは集約対象から除外した。

人口の配分に関しては、『推計シナリオ』の2040年時点の集約対象メッシュの人口を $X_{推計}$ 、『集約シナリオ』の2040年時点の集約対象メッシュの人口を $X_{集約}$ として、以下のように設定した。

- i)  $50(\text{人/ha}) < X_{推計} \dots X_{集約} = 100(\text{人/ha})$
- ii)  $25(\text{人/ha}) < X_{推計} \leq 50(\text{人/ha}) \dots X_{集約} = 50(\text{人/ha})$
- iii)  $10(\text{人/ha}) < X_{推計} \leq 25(\text{人/ha}) \dots X_{集約} = 25(\text{人/ha})$

表 5.2.2-1 クラスタ分析によるメッシュの分類

				分類項目				
				集約促進 メッシュ	集約可能 メッシュ	集約困難 メッシュ	集約不可能 メッシュ	
ク ラ ス タ 中 心 偏 差 値	シ ナ リ オ 推 移	都市施設 コスト	総量	93.44	106.96	46.59	46.23	
			一人あたり	46.59	52.58	48.86	118.85	
		CO <sub>2</sub> 排出量	総量	94.24	50.27	45.94	45.06	
			一人あたり	43.28	44.33	49.24	871.73	
	区 シ ナ リ オ 抑 制	市 街 化 調 整	都市施設 コスト	総量	100.63	57.98	46.47	45.99
				一人あたり	46.11	46.75	48.36	111.99
		CO <sub>2</sub> 排出量	総量	103.40	61.34	47.54	45.18	
			一人あたり	43.64	44.41	47.51	95.00	

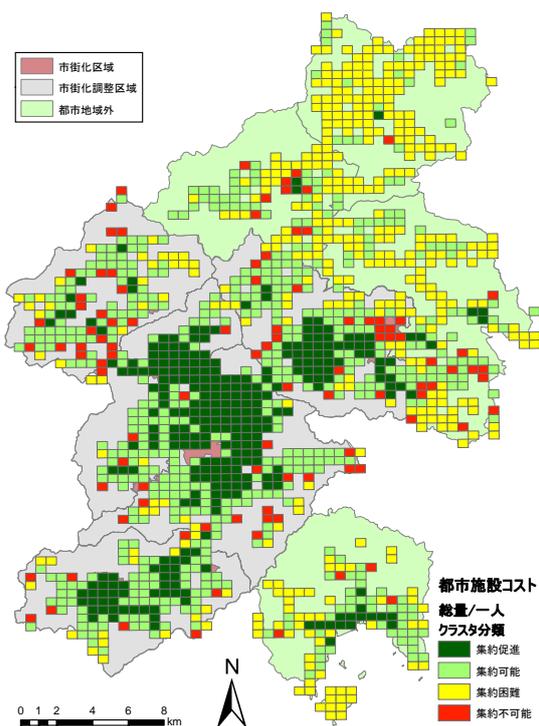


図 5.2.2-1 現状推移シナリオ  
都市施設コストクラスタ分析

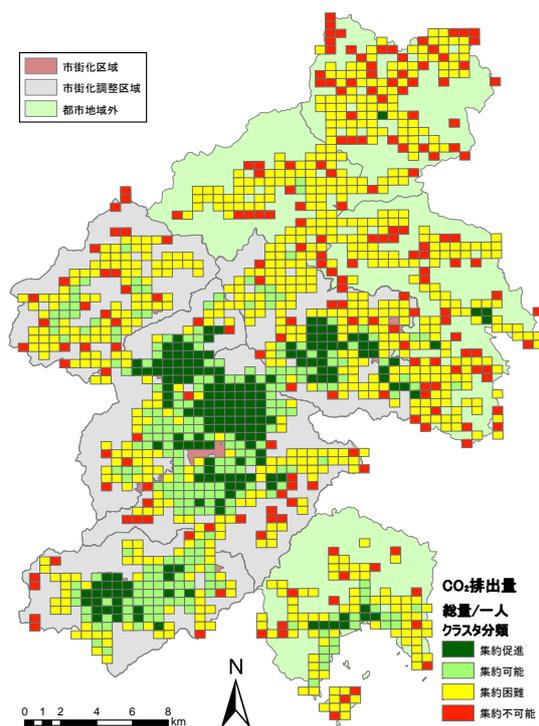


図 5.2.2-2 現状推移シナリオ  
CO<sub>2</sub>排出量クラスタ分析

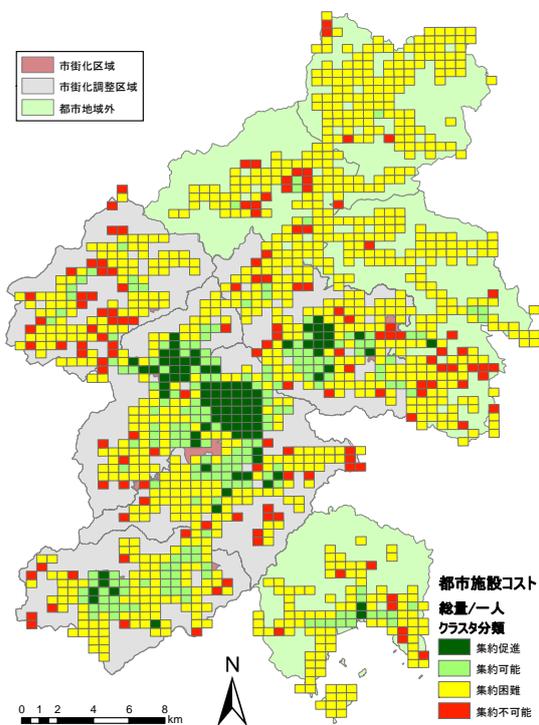


図 5.2.2-3 市街化調整区域  
開発抑制シナリオ  
都市施設コストクラスタ分析

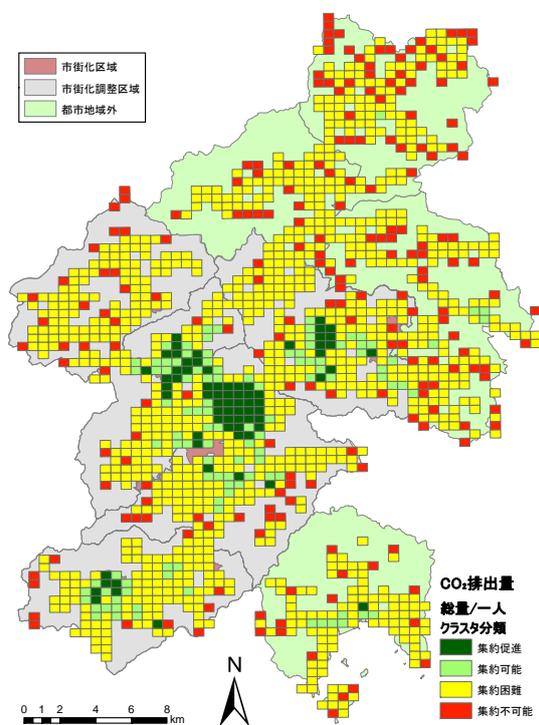


図 5.2.2-4 市街化調整区域  
開発抑制シナリオ  
CO<sub>2</sub>排出量クラスタ分析

以上、①、②の作業により、各『集約シナリオ』の集約促進メッシュへ人口を配分した結果、社人研<sup>8)</sup>の東広島市の将来人口推計値（186,490人）に対し、「現状推移集約シナリオ」では、総人口186,875人（166メッシュ）、「市街化調整区域開発抑制集約シナリオ」では、118,750人（70メッシュ）となった。

ここで、「市街化調整区域開発抑制集約シナリオ」では、まだ大幅に人口が不足しているため、集約促進メッシュ以外のメッシュにも、②の作業により人口を配分していく。それらメッシュの抽出手順を以下に示す。

### ③ 集約促進メッシュに近い小学校を抽出

現在、東広島市に存在する小学校のうち、小学校から1.01km以内<sup>\*4</sup>に集約促進メッシュがある場合、その小学校を抽出し、「市街化調整区域開発抑制集約シナリオ」において必要な小学校とした。

### ④ 小学校1.01km以内のメッシュを抽出

必要と判断された小学校の1.01km以内において、「市街化調整区域開発抑制シナリオ」の2040年時点で人口が存在しているメッシュがあれば、そのメッシュを集約対象のメッシュとして抽出する。ここで、抽出されたメッシュが市街化調整区域内であれば、該当する地域は人口増加ポテンシャルが高いとして、集約対象とする。

ただし、抽出されたメッシュの中に、集約不可能メッシュに関しては、集約対象から除外した。

③、④の作業により「市街化調整区域開発抑制集約シナリオ」に配分された人口は187,500人（168メッシュ）となり、国立社会保障・人口問題研究所の東広島市の将来人口推計値を上回った。

#### \*4 小学校1.01km以内

2.3の決定木分析結果のノード1（表2.3-2）から、市街化区域外での人口増加の影響要因の一つとして抽出されており、市街化調整区域であっても、十分増加ポテンシャルは高いと判断し、そのメッシュを集約対象とした。

5.3 代替シナリオの提示

5.2 で作成した「市街化調整区域開発抑制シナリオ」、「現状推移集約シナリオ」、「市街化調整区域開発抑制集約シナリオ」を図 5.3-2～図 5.3-4 に示し、また、参考として「現状推移シナリオ」を図 5.3-1 に再掲する。さらに、各シナリオの市街化区域、市街化調整区域、都市地域外に該当するメッシュの総人口を表 5.3-1 に示す。

以下に、結果から読み取れることを記す。

- 市街化調整区域における開発の抑制として推計した市街化調整区域開発抑制シナリオでは、実際に現状推移シナリオに比べて、市街化調整区域の人口が少なくなる結果となった。ただし、国立社会保障・人口問題研究所による補正によって、若干、都市地域外での人口増加も見られる。
- 市街化調整区域開発抑制集約シナリオでは、作成段階において、より市街地の集約をすることを目的としたが、結果として、現状推移集約シナリオよりも現行の市街化調整区域の人口が多い。
- ただし、現状推移集約シナリオでは比較的まばらにメッシュが存在しているのに対し、市街化調整区域開発抑制集約シナリオでは、まとまりを持っているため、都市施設コストやCO<sub>2</sub>排出量は、より効率的になると考えられる。
- 集約シナリオにおいて集約メッシュと判断されたエリアは、今後、市街化区域への編入すべきエリアと捉えることができる。それに対して、現行で市街化区域であるにもかかわらず、集約メッシュと判断されなかったエリアは、市街化区域から除外することも示唆される。

表 5.3-1 各シナリオの都市地域ごと人口とメッシュ数

	2010年人口分布		推計シナリオ				集約シナリオ			
			現状推移シナリオ		市街化調整区域 開発抑制シナリオ		現状推移集約シナリオ		市街化調整区域 開発抑制集約シナリオ	
			人口(人) (人/ha)	該当 メッシュ数	人口(人) (人/ha)	該当 メッシュ数	人口(人) (人/ha)	該当 メッシュ数	人口(人) (人/ha)	該当 メッシュ数
市街化区域	118,022	249	128,148	247	132,749	247	166,875	138	163,750	134
	18.96		20.75		21.50		48.37		48.88	
市街化調整区域	49,089	589	41,994	565	36,682	561	20,000	28	22,500	33
	3.33		2.97		2.62		28.57		27.27	
都市地域外	23,798	550	16,348	512	17,059	512	0	0	0	0
	1.73		1.28		1.33		0		0	
東広島市全域	190,909	1,388	186,490	1,324	186,490	1,320	186,875	166	186,250	167
	5.50		5.63		5.65		45.03		44.61	

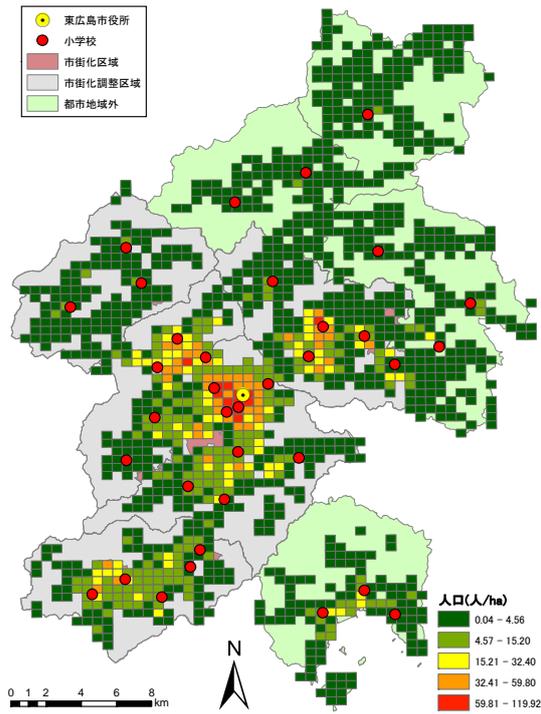


図 5.3-1 現状推移シナリオ

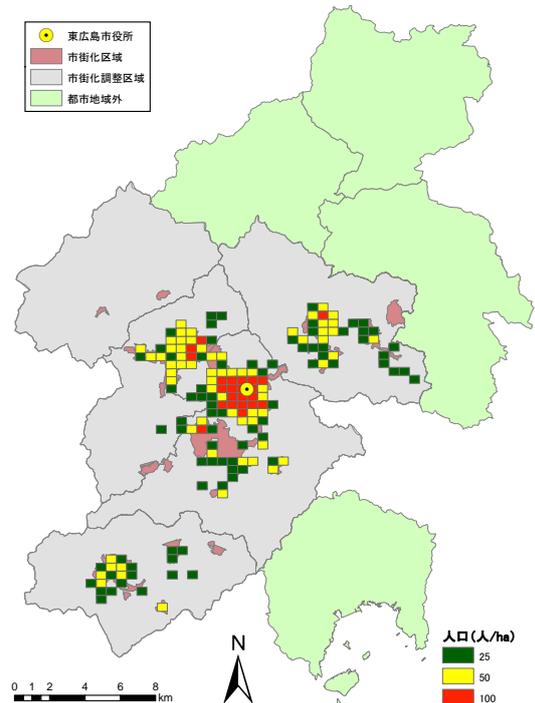


図 5.3-2 現状推移集約シナリオ

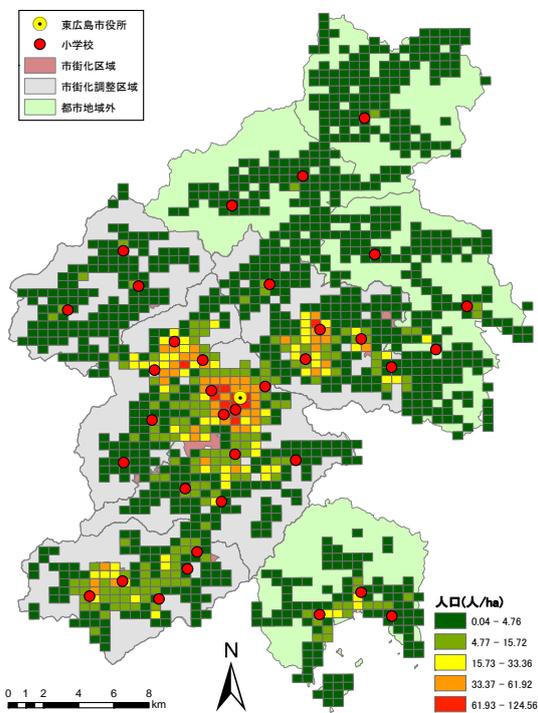


図 5.3-3 市街化調整区域  
開発抑制シナリオ

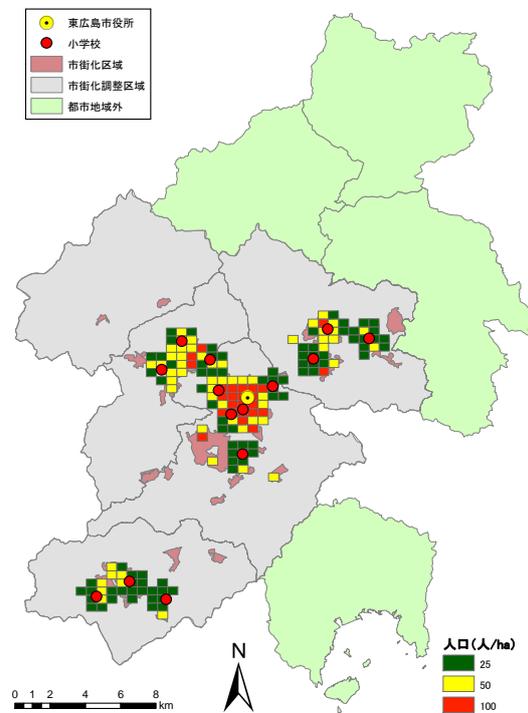


図 5.3-4 市街化調整区域  
開発抑制集約シナリオ

## 第 6 章 総括

---

### 6.1 総括

## 6.1 総括

本研究では、広島県東広島市を対象に、人口変動要因の抽出、将来人口分布（現状推移シナリオ）の推計、その人口分布下における都市施設コスト・CO<sub>2</sub>排出量の算出、現状推移シナリオに代わるシナリオの提案を行った。各章の内容を総括し、全体の結論とする。

### 第1章

研究背景から、本研究の目的を明らかにし、既往研究との関連から本研究の位置づけを行い、また、対象地の課題整理を行った。

### 第2章

東広島市に多く見られる人口変動の特徴を考察し、決定木分析により、人口変動要因を抽出した。また、それら要因を用いてポテンシャルマップを作成し、東広島市の2040年時点の将来人口分布（現状推移シナリオ）を推計した。

### 第3章

第2章の将来人口分布をもとに、東広島市の都市施設にかかる整備費・維持管理費を算出し、評価を行った。

### 第4章

第2章の将来人口分布をもとに、東広島市における、自動車・住宅・都市施設から発生するCO<sub>2</sub>排出量を算出し、評価を行った。

### 第5章

第3章、第4章の結果より、都市施設コスト・CO<sub>2</sub>排出量の視点から効率の良いメッシュを抽出し、それらメッシュを中心に集約化を図った場合のシナリオを作成した。また、第2章を参考に、市街化調整区域での開発の抑制を行った場合のシナリオ、さらにそれらを集約化したシナリオを作成した。これらシナリオを参考に、東広島市の現在の都市地域の設定を見直す必要があることも示唆された。

以上のことから、本研究では、一つの都市を対象に人口変動の要因を抽出することで、都市の持つ問題点を明らかにし、適切な市街地集約化を図ることが可能であることを明らかにした。今後は、作成したシナリオにおける都市施設コスト・CO<sub>2</sub>排出量を算出することで、その根拠をより確かなものにしていきたい。

## 補注

注1 国勢調査の地域メッシュ統計では、2000年のデータと2005年、2010年のデータで、メッシュ内の統計の取り方が変更されている。そのため、2000年では、メッシュの該当する地域に人が住んでいても、周りのメッシュに統合され、そのメッシュでは人口データが「0」とされていることがある。よって、2000年～2005年、2005年～2010年の人口変動数は一概に見ることはできない。

## 参考文献

- 1) 肥後洋平・森英高・谷口守：「拠点へ集約」から「拠点を集約」へ—安易なコンパクトシティ政策導入に対する批判的検討—，都市計画論文集，49(3)，921-926，2014.10
- 2) 畑森翔紀：広島県を対象とした将来人口分布シナリオの作成とそのCO<sub>2</sub>排出量評価  
日本建築学会中国支部研究報告集，38，737-740，2015.3
- 3) 岩本慎平・田中貴宏・西名大作：地方小都市におけるCO<sub>2</sub>排出量の視点からみた将来都市構造の検討—広島県府中市を対象としたシナリオ作成と評価—  
日本建築学会環境系論文集，79(700)，545-554，2014.6
- 4) 和田夏子・大野秀敏：都市のコンパクト化のCO<sub>2</sub>排出量評価—長岡市を対象とした都市のコンパクト化の評価に関する研究 その1—  
日本建築学会環境系論文集，76(668)，935-941，2011.10
- 5) 総務省統計局，平成22年度国勢調査・平成17年度国勢調査・平成12年度国勢調査  
(2010年，2005年，2000年)
- 6) 東広島市市街化調整区域における地区計画運用基準（東広島市）
- 7) 三木隆輝・有馬隆文・出口敦：決定木分析を用いたシナリオ型開発予測に関する研究—  
福岡県糸島地域を対象として—，日本建築学会計画系論文集，(584)，99-105，2004.10
- 8) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の地域別将来推計・人口市区町村編（平成25年3月推計），国立社会保障・人口問題研究所，2013
- 9) 国土地理院：数値地図25000（空間データ基盤）広島，国土地理院，2002
- 10) 新潟市下水道部：新潟市下水道中期ビジョン検討委員会「第2回平成20年9月3日開催会議資料」，新潟市下水道部，2008
- 11) 文部科学省：学校施設の長寿命化改修の手引き（概要），文部科学省，2014

- 12) 古西雄大・栗崎真一郎・中園真人・細田智久・田所良太・福田由美子・下倉礼子：広島県における公立小学校の児童・学校数の推移（1960～2011）－中国地方における公立小学校の統廃合に関するデータベース構築（その5）－  
日本建築学会中国支部研究報告集，(37)，514，2014.3
- 13) 文部科学省：義務教育諸学校等の施設費の国庫負担に関する法律施行令  
文部科学省，1958
- 14) 文部科学省：小学校設置基準，文部科学省，2002
- 15) 国土交通省総合政策局情報管理部/情報安全・調査課建設統計室：建築統計年報 平成20年度版，建設物価調査会，2009
- 16) 総務省：平成21年度地方公務員給与実態調査結果の概要，総務省，2009
- 17) 吉田健一・栗崎真一郎・古西雄大・細田智久・中園真人・福田由美子・下倉礼子：広島県における公立中学校の児童・学校数の推移（1960～2011）－中国地方における公立中学校の統廃合に関するデータベース構築（その9）－  
日本建築学会中国支部研究報告集，(37)，518，2014.3
- 18) 文部科学省：中学校設置基準，文部科学省，2002
- 19) 文部科学省：公民館の設置及び運営に関する基準，文部科学省，2003
- 20) 国土交通省：大規模開発地区間連交通計画マニュアル  
国土交通省 都市・地域整備局 都市計画課 都市交通調査室，2007.3
- 21) 井上博司：交通量調査を用いたOD交通量の統計的推計法  
土木学会論文報告集，(332)，1983.4
- 22) 国土交通省：自動車輸送統計年報 平成21年度版，国土交通省，2009
- 23) 国土交通省：道路交通センサスからみた道路交通の現状、推移（データ集）  
国土交通省，2010

- 24) 宇田川光弘：標準問題の提案—住宅用標準問題—  
日本建築学会第15回熱シンポジウムテキスト，23-33，1985
- 25) 建築環境・省エネルギー機構：住宅の新省エネルギー基準と指針，建築環境・省エネルギー機構，1997
- 26) 国土交通省：平成20年度マンション総合調査，国土交通省，2008
- 27) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の世帯数の将来推計（都道府県別推計）」（2014年4月推計），国立社会保障・人口問題研究所，2014
- 28) 建築環境・省エネルギー機構：SMASH for Windows Ver.2-住宅用熱負荷計算プログラム，建築環境・省エネルギー機構，2000
- 29) 日本建築学会：拡張アメダス気象データ，日本建築学会，2000
- 30) 経済産業省エネルギー庁：2005年以降適用する標準発熱量の検討結果と改定値について，経済産業省エネルギー庁，2007
- 31) GAL：Housing for a Compact City，GAL，2003
- 32) 環境省・経済産業省：温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル  
環境省・経済産業省，2011
- 33) 建築環境・省エネルギー機構：CASBEE 新築，建築環境・省エネルギー機構，2016
- 34) 積水ハウス株式会社：環境報告書，積水ハウス株式会社，2004
- 35) 佐藤順子・須田礼二・田島晶樹・澤地孝男・桑沢保夫・野村聡：集合住宅の属性別に見た共用部エネルギー使用量に関する分析  
日本建築学会環境系論文集，74(641)，837-844，2009.7
- 36) 安立光陽・鈴木勉・谷口守：コンパクトシティ形成過程における都市構造リスクに関する予見，土木学会論文集，68(2)，70-78，2012

- 37) 日本建築学会：建物の LCA 指針～温暖化・資源消費・廃棄物対策のための評価ツール～，日本建築学会，2006
  
- 38) 日本環境整備教育センター：月刊浄化槽 2011 年 7 月号  
日本環境整備教育センター，2011