

2) 発生トリップ数

両都市とも、立地規制により発生トリップ数が若干増加する (Case4-1~4-3、Case5)。これは、1人当たり発生トリップ数が中心部の方が多く、そこへの人口集約が進むためである。

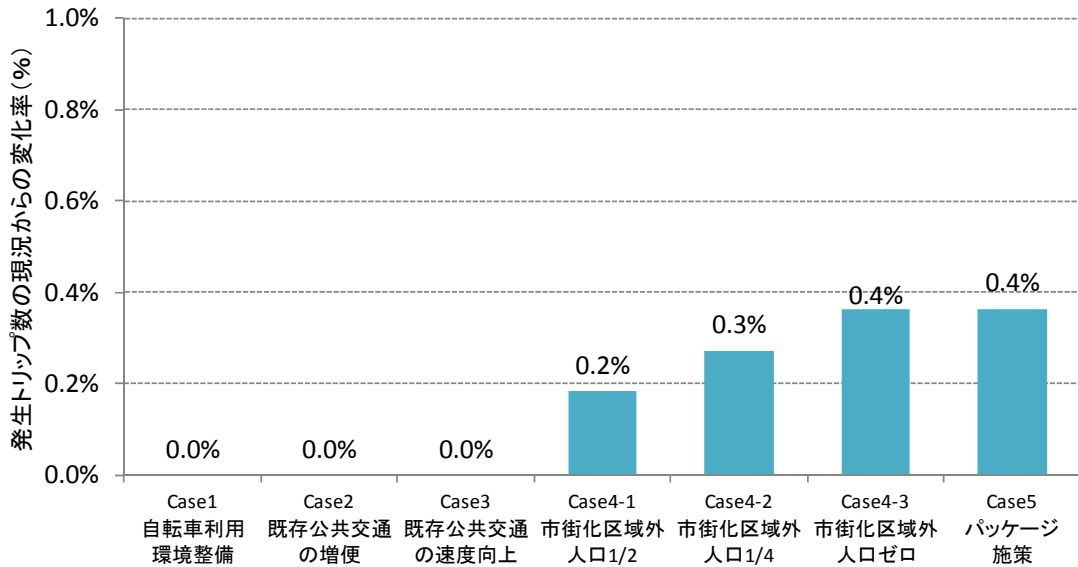


図 6-15 発生トリップ数の現況からの変化率 (柏市)

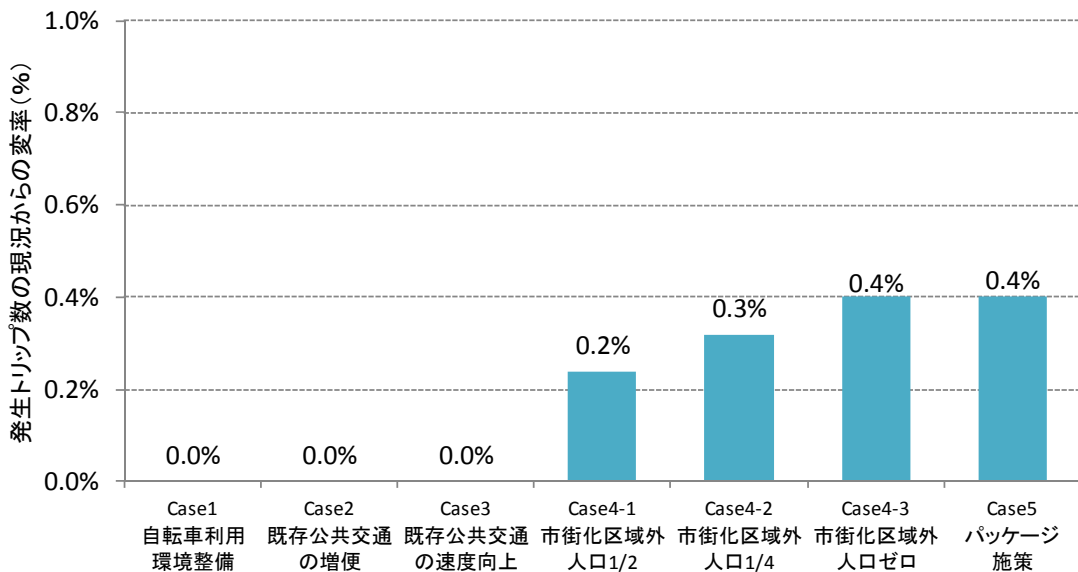


図 6-16 発生トリップ数の現況からの変化率 (青梅市)

3) 自動車分担率

いずれのケースでも自動車分担率は低下する。

交通施策では、両市とも既存公共交通の増便（Case2）で分担率の減少率が最も大きい。両市の比較では柏市の方が減少が大きい。これは、柏市ではバスの頻度が比較的少ないが人口が多く居住している地域があり、そのような地域で施策の効果が大きく現れていると考えられる。

一方、土地利用施策（Case4）で自動車分担率が減少するのは、人口が集約する中心部では、トリップが比較的短距離になり、自転車や徒歩等も利用されるようになるためである。

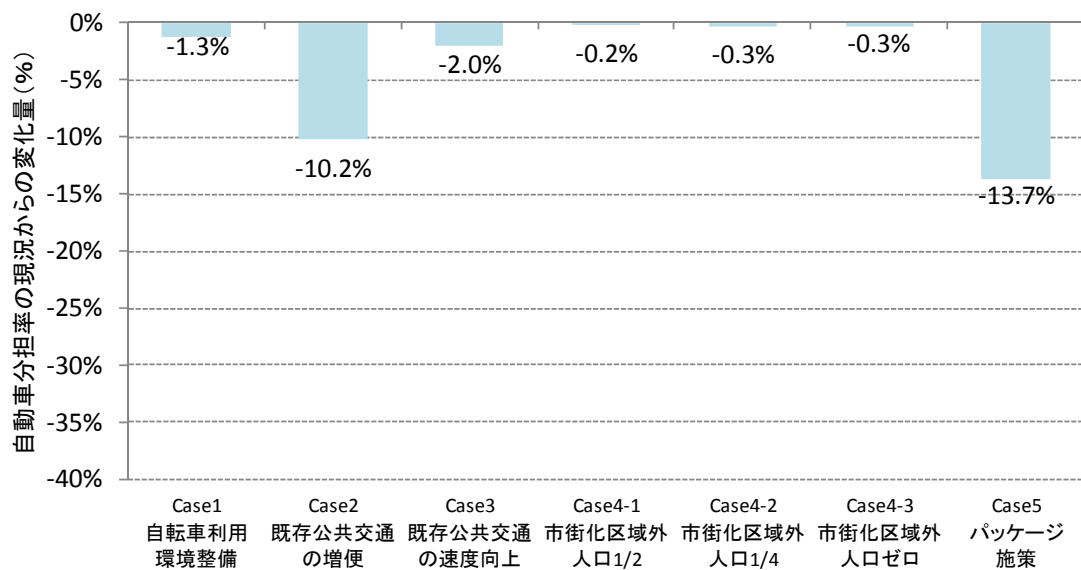


図 6-17 自動車分担率の現況からの変化（柏市）

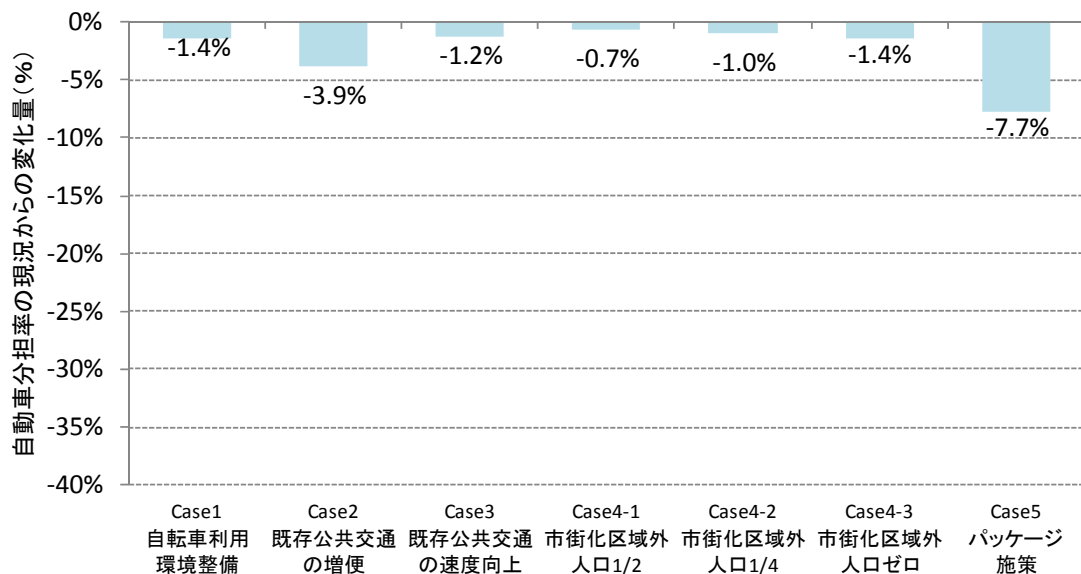


図 6-18 自動車分担率の現況からの変化（青梅市）

4) 自動車台トリップ

自動車台トリップは、交通施策については、両市でいずれのケースも減少する。傾向は自動車分担率の変化と同様である。

一方、土地利用施策（Case4）については、柏市では若干増加し、青梅市では若干減少する。これは、柏市では全手段の発生トリップ数増加の方が影響が大きく、青梅市では自動車分担率の減少の方が影響が大きいためである。

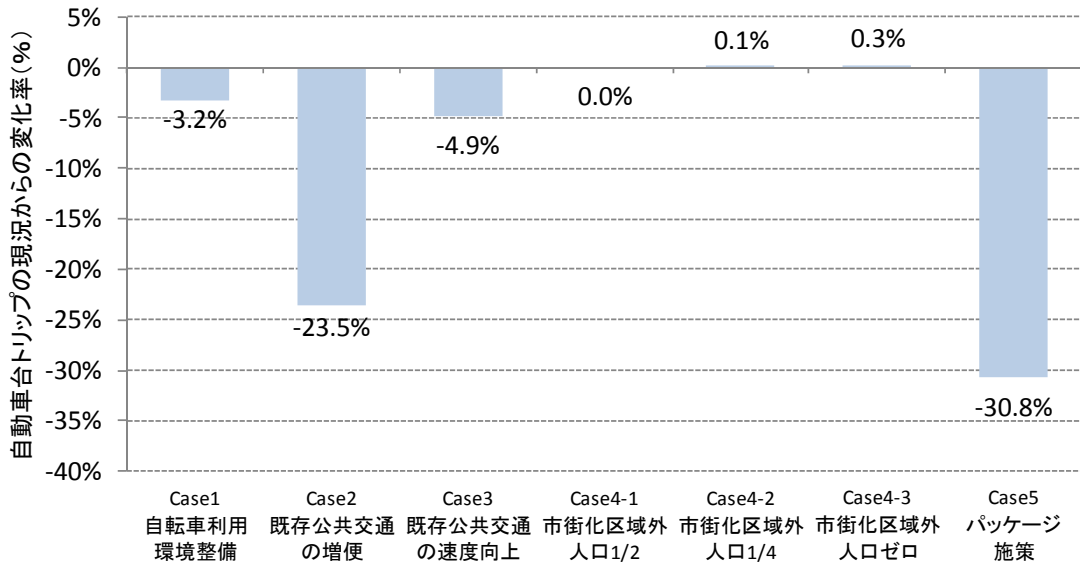


図 6-19 自動車台トリップの現況からの変化率（柏市）

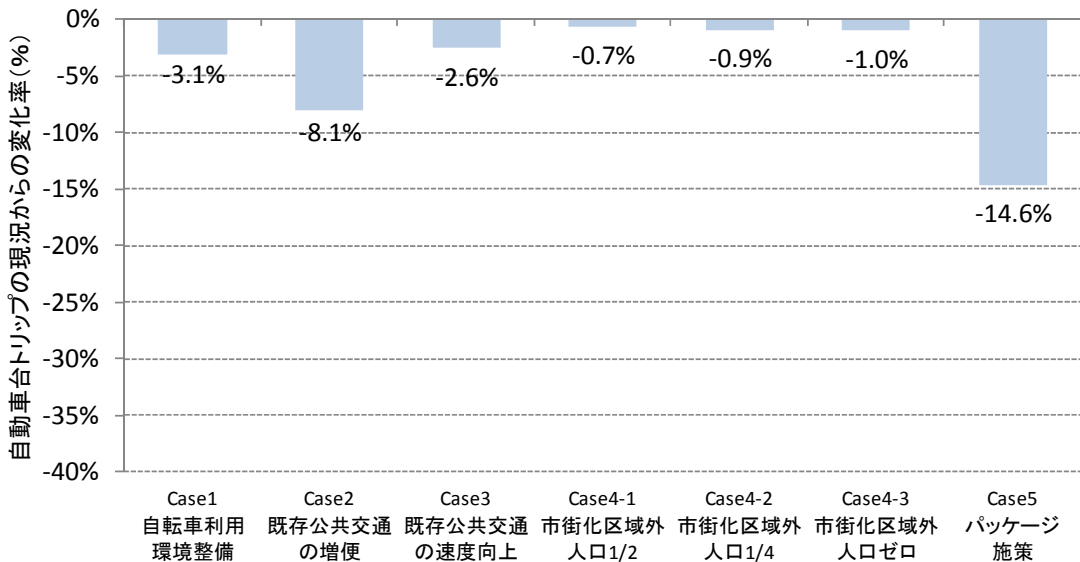


図 6-20 自動車台トリップの現況からの変化率（青梅市）

5) 自動車平均トリップ長

自動車平均トリップ長は、いずれのケースでも減少する。交通施策に関しては両市でほぼ同じ程度の減少であるが、土地利用施策では青梅市の方が減少幅が大きい。これは、青梅市の方が市街化区域外ゾーンに居住する人口の割合がやや多く、中心部へと移動してトリップが短距離化することの影響がより大きく現れるためである。

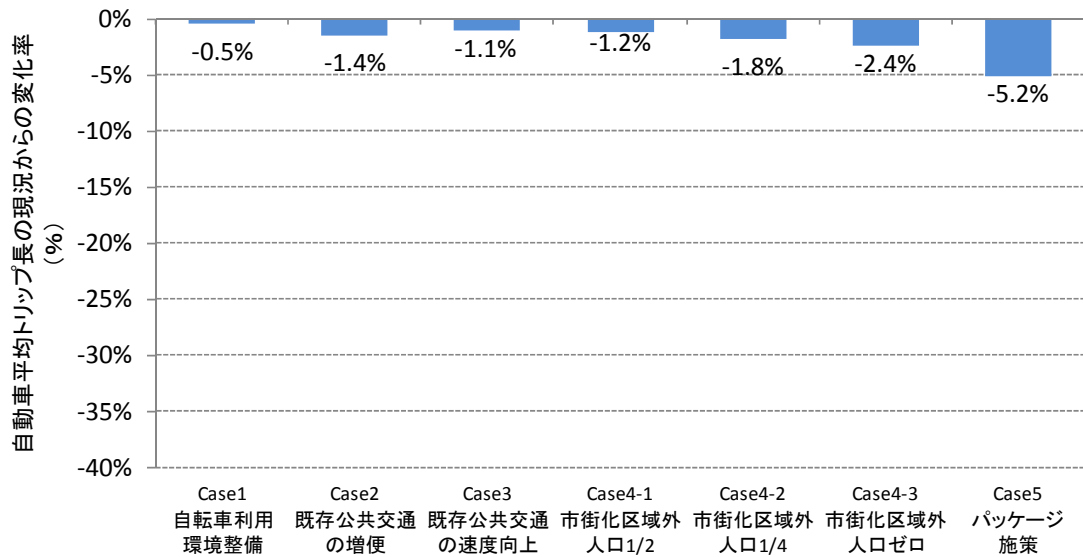


図 6-21 自動車平均トリップ長の現況からの変化率（柏市）

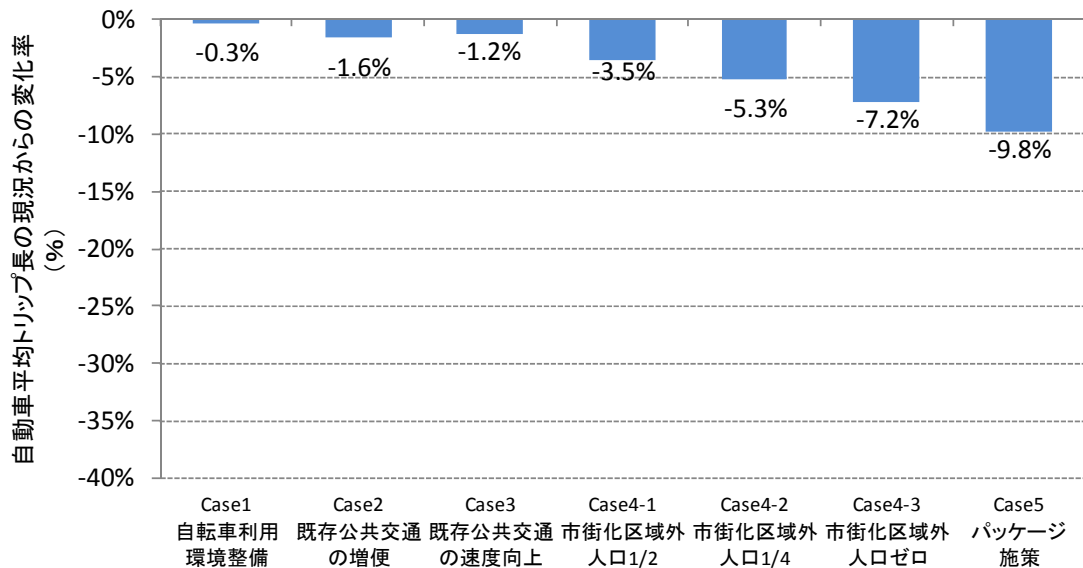


図 6-22 自動車平均トリップ長の現況からの変化率（青梅市）

6) 自動車走行台キロ

自動車走行台キロの減少率は下図の通りであり、台トリップの変化と平均トリップ長の変化が反映されている。

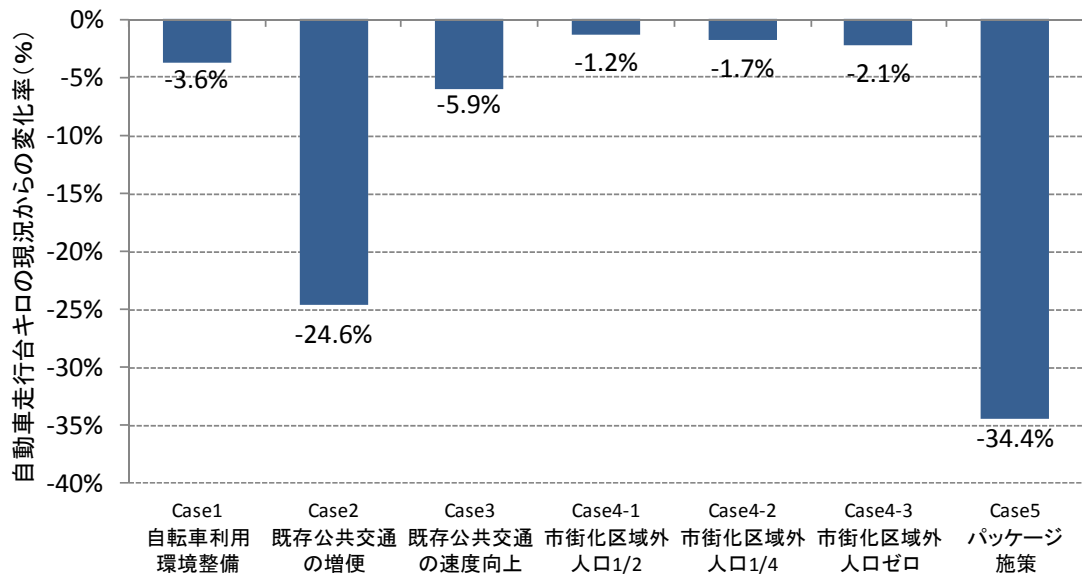


図 6-23 自動車走行台キロの現況からの変化率（柏市）

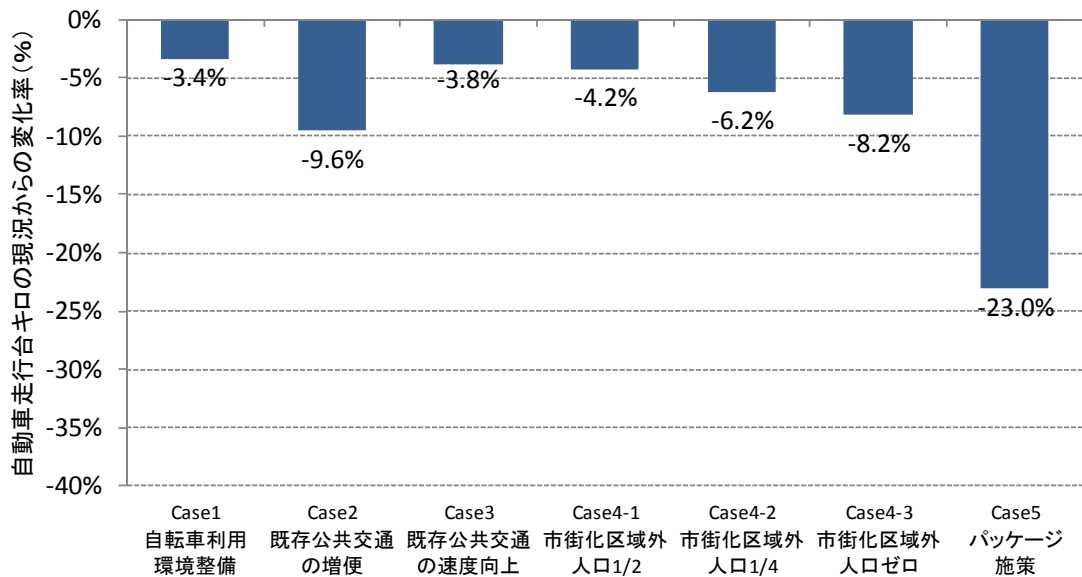


図 6-24 自動車走行台キロの現況からの変化率（青梅市）

7) 自動車CO2 排出量

パッケージ施策（Case5）での CO2 排出削減率は、柏市で 33.8%、青梅市で 21.9% となった。この違いは、先の自動車分担率の変化で見たように、既存公共交通の増便（Case2）の効果の違いが大きく効いている。

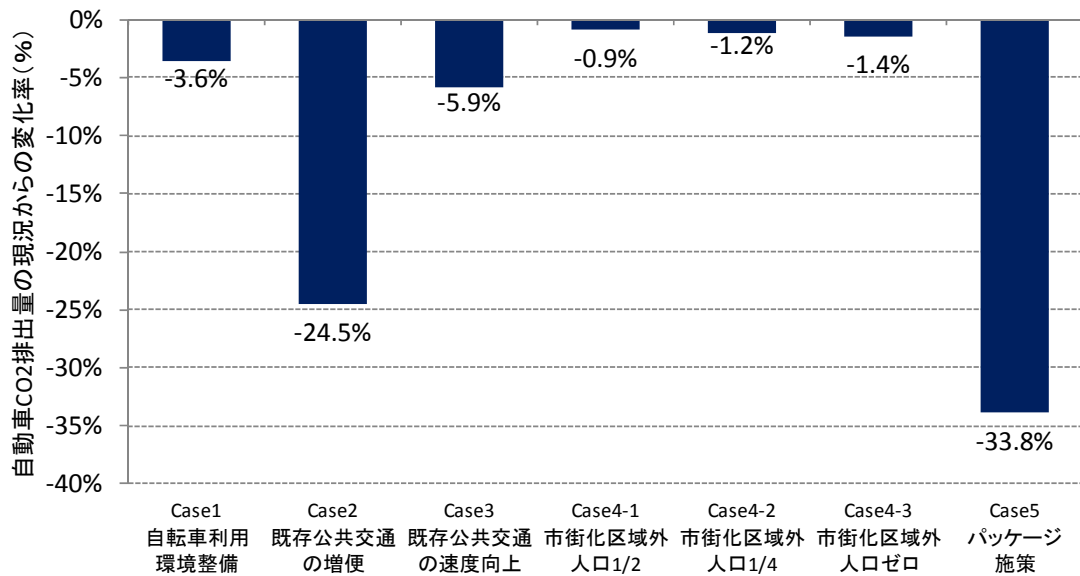


図 6-25 自動車 CO2 排出量の現況からの変化率（柏市）

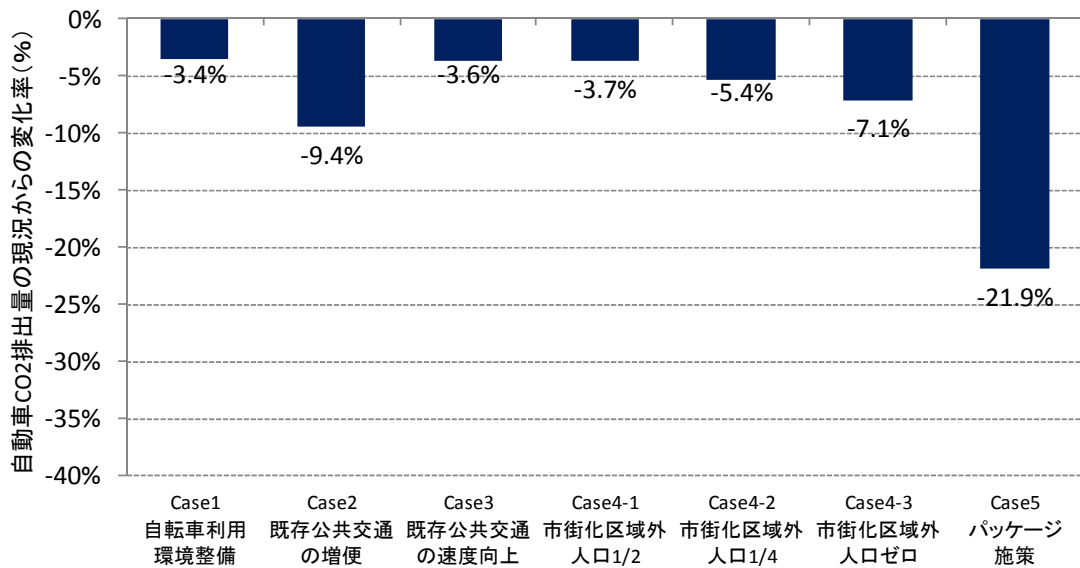


図 6-26 自動車 CO2 排出量の現況からの変化率（青梅市）

(2) 徳島市、高知市（非集計モデルから交通量データを作成する場合）

1) 土地利用の変化

立地規制により、中心部への人口の集約が進む。その程度は、市街化区域外の人口の抑制の程度に従い大きくなる。

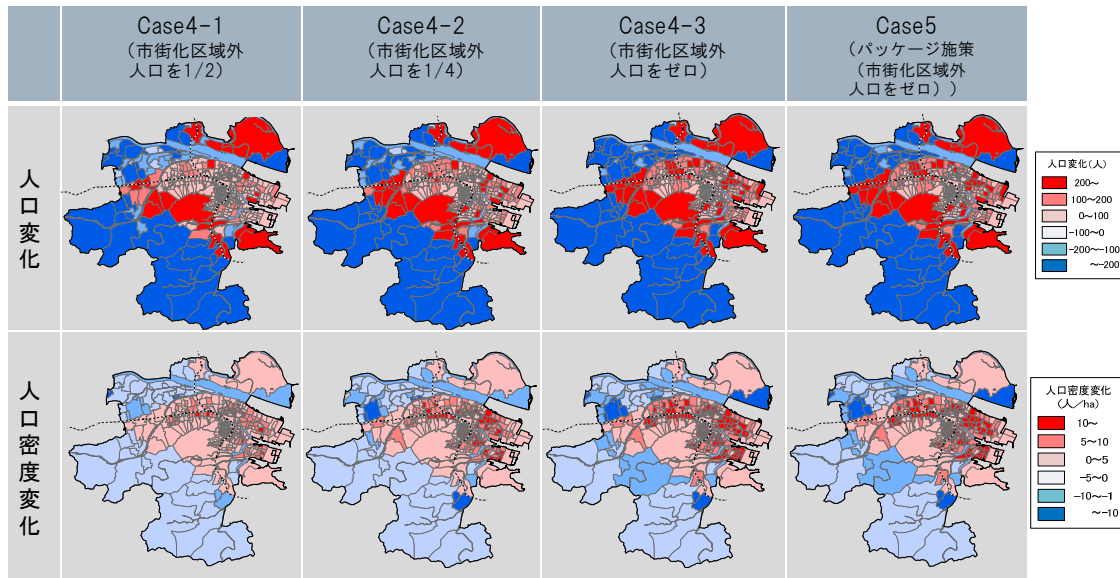


図 6-27 人口および人口密度の変化（徳島市）

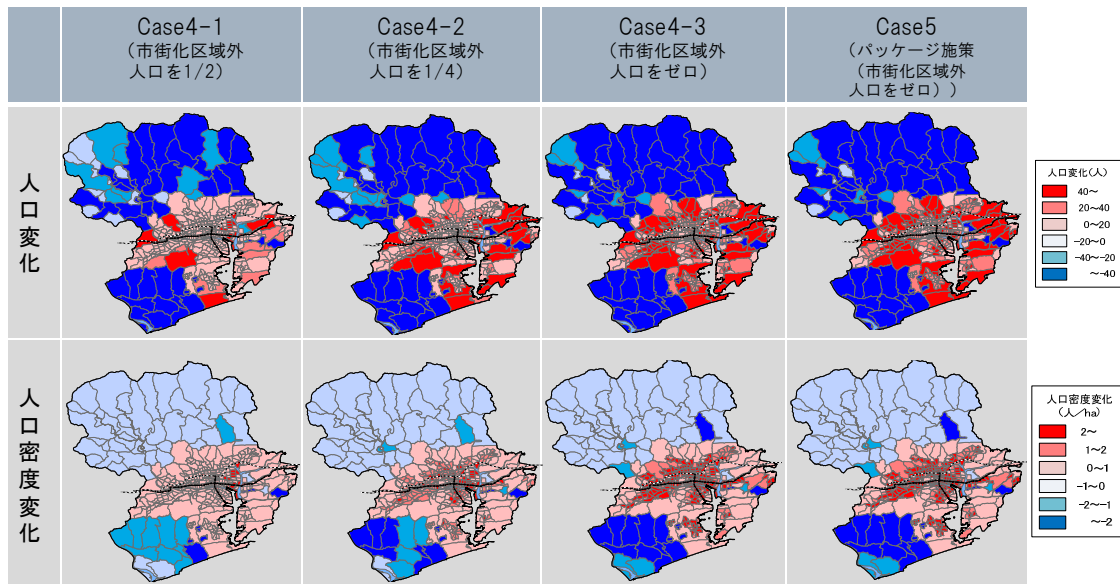


図 6-28 人口および人口密度の変化（高知市）

2) 発生トリップ数

両都市とも、立地規制により発生トリップ数が増加する（Case4-1～4-3、Case5）。これは、1人当たり発生トリップ数が中心部の方が多く、そこへの人口集約が進むためである。その程度は両市で同程度だが、徳島市では移動する人口の割合が大きいこと、高知市では中心部と郊外部で1人あたり発生トリップ数の差が大きいことが主な要因と考えられる。

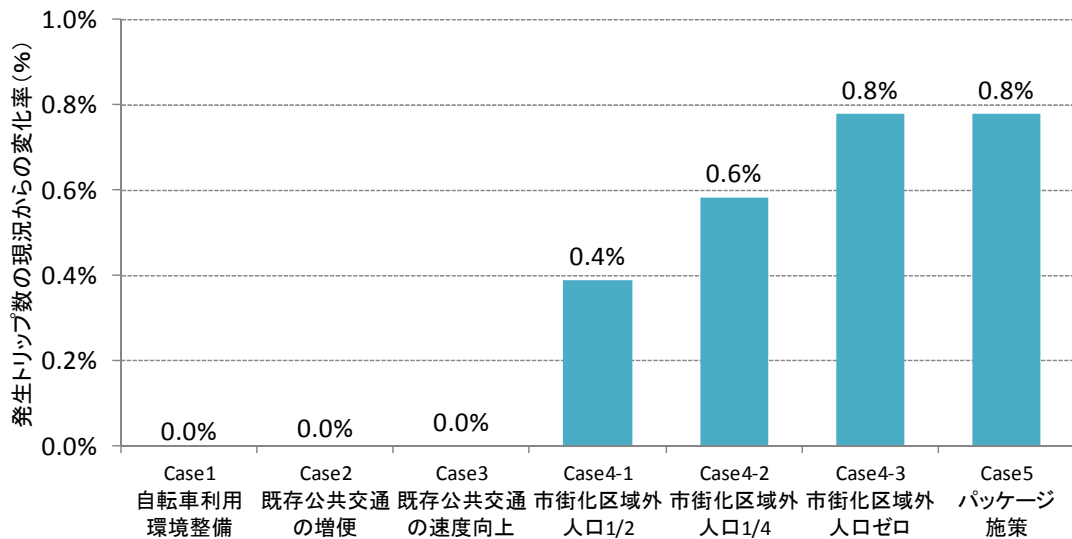


図 6-29 発生トリップ数の現況からの変化率（徳島市）

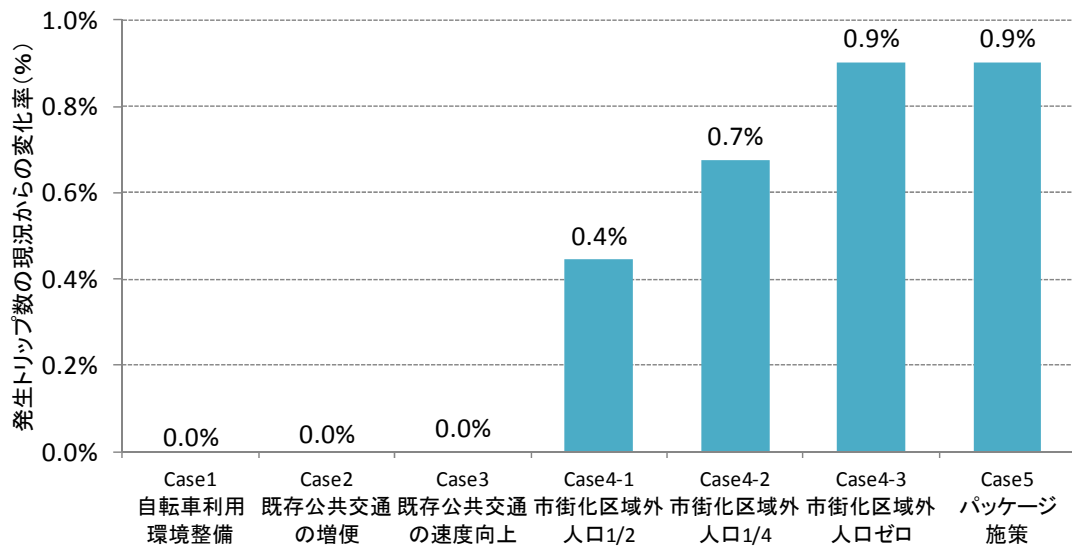


図 6-30 発生トリップ数の現況からの変化率（高知市）

3) 自動車分担率

いずれのケースでも自動車分担率は低下する。交通施策では、両市とも自転車利用環境整備（Case1）で分担率の減少率が最も大きい。減少率は同程度である。既存公共交通の利便性向上施策（Case2, 3）については、両市の比較では高知市の方が減少が大きい。これは、4章で見たように、高知市では公共交通ネットワークが市街地のほぼ全域を網羅しているのに対して、徳島市では一部市街地で公共交通の整備が不十分であるためと考えられる。

一方、土地利用施策（Case4）で自動車分担率が減少するのは、人口が集約する中心部では、トリップが比較的短距離になり、自転車や徒歩も利用されるようになるためだが、その程度は徳島市の方が大きい。これは、4章で見たように、徳島市では市街化区域外ゾーンの居住人口の割合が比較的大きく、施策の影響が大きく現れるためである。

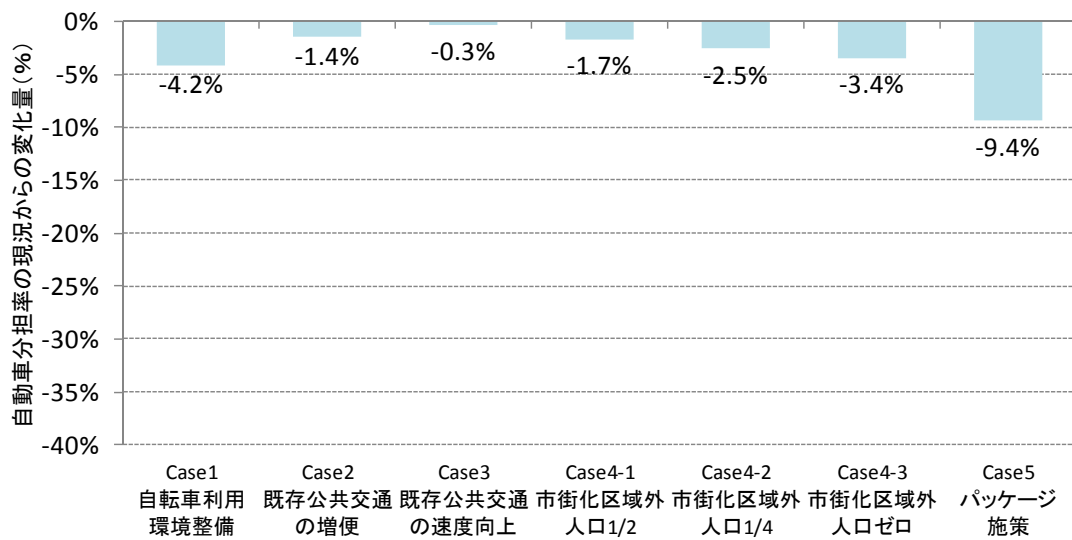


図 6-31 自動車分担率の現況からの変化（徳島市）

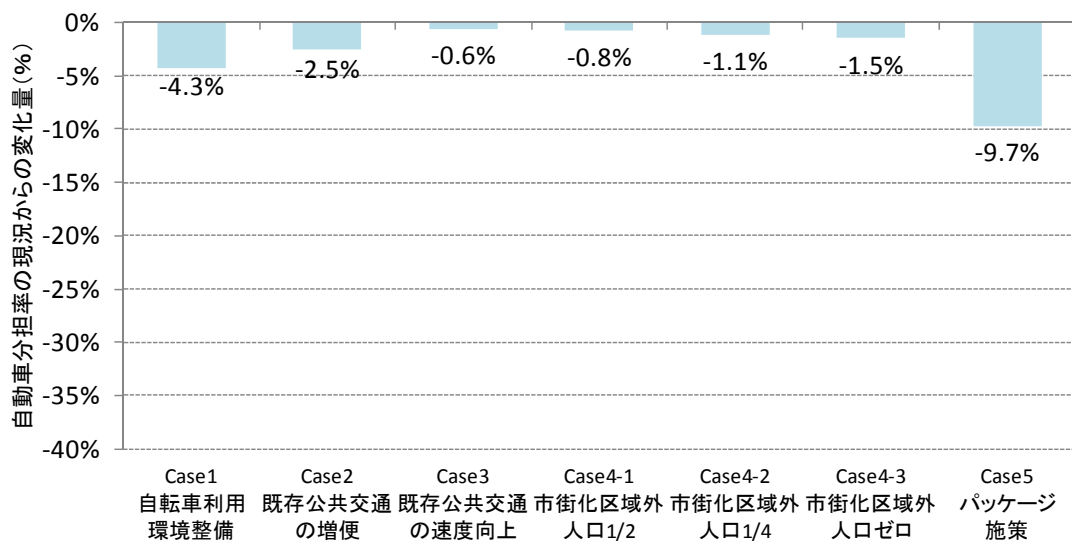


図 6-32 自動車分担率の現況からの変化（高知市）

4) 自動車台トリップ

自動車台トリップは、いずれのケースも減少する。傾向は自動車分担率の変化と同様である。

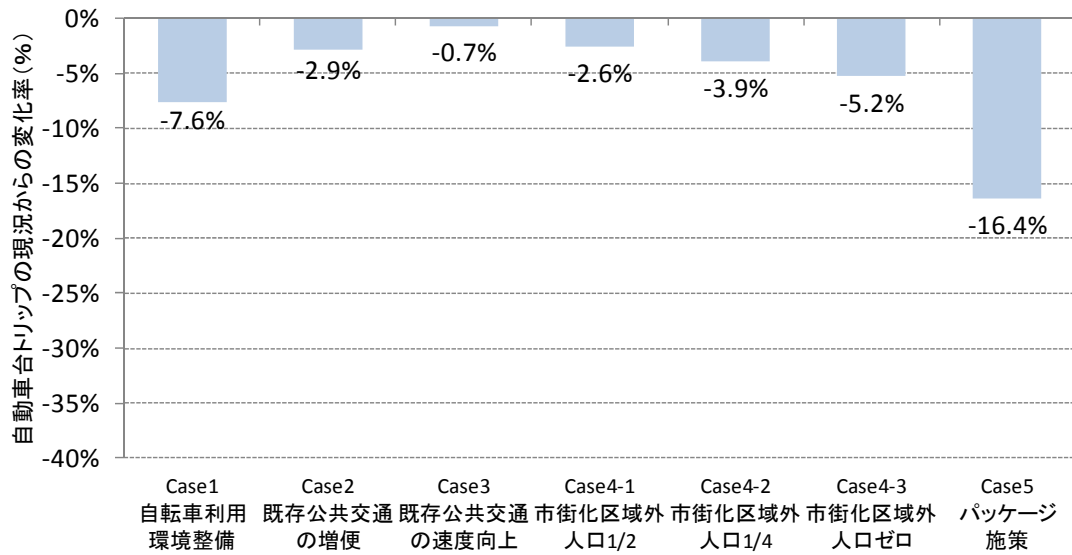


図 6-33 自動車台トリップの現況からの変化率（徳島市）

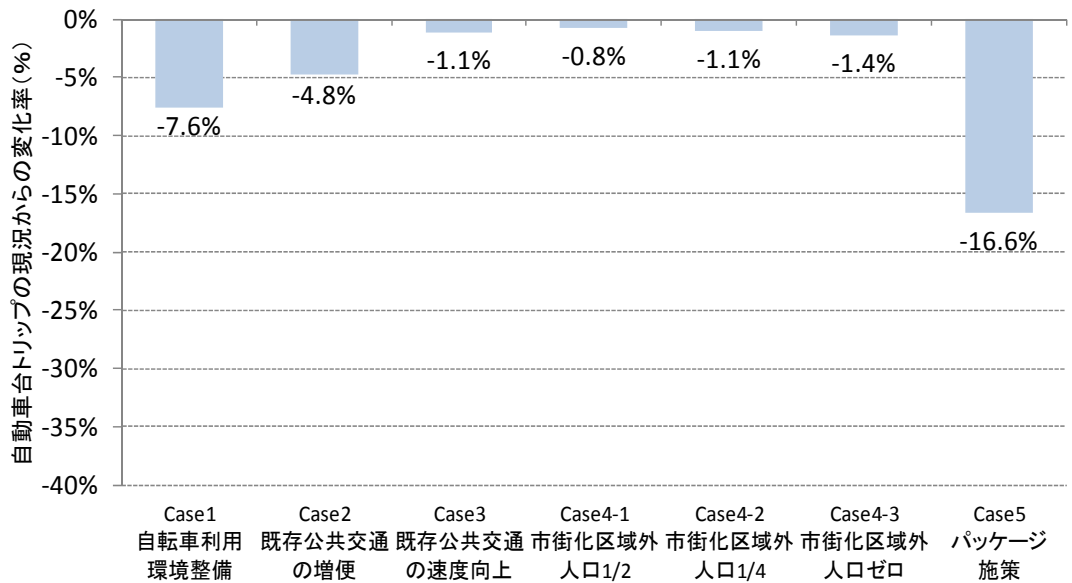


図 6-34 自動車台トリップの現況からの変化率（高知市）

5) 自動車平均トリップ長

自動車平均トリップ長は、Case2 で若干増加することを除き、いずれのケースでも減少する。Case2 で増加するのは、公共交通の利便性が向上することで、比較的短距離帯で自動車から公共交通への転換が起きているためと考えられる。

土地利用施策では、徳島市の方が減少幅が大きい。これは、徳島市の方が市街化区域外ゾーンに居住する人口の割合がやや多く、中心部へと移動してトリップが短距離化することの影響がより大きく現れるためである。

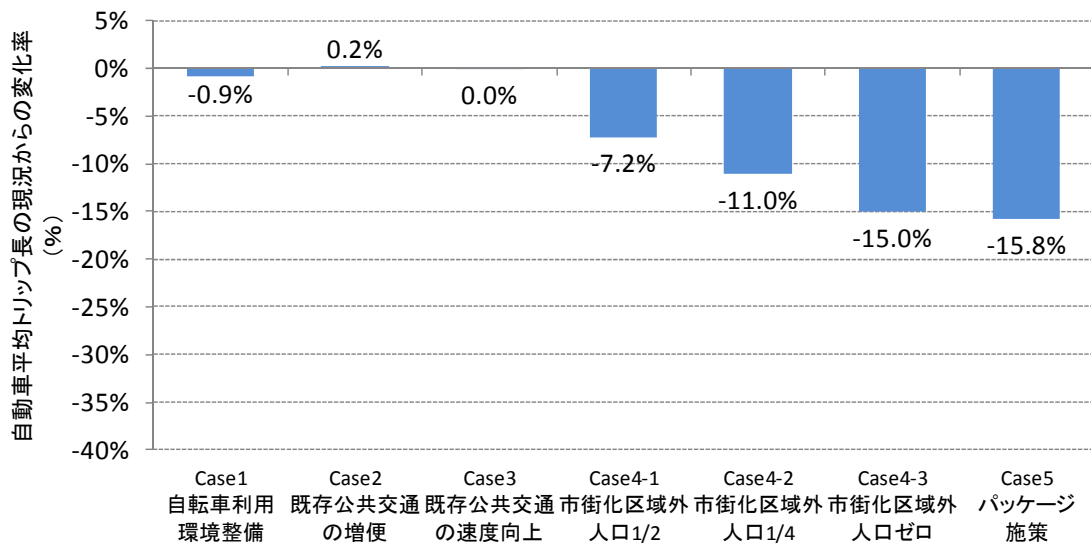


図 6-35 自動車平均トリップ長の現況からの変化率（徳島市）

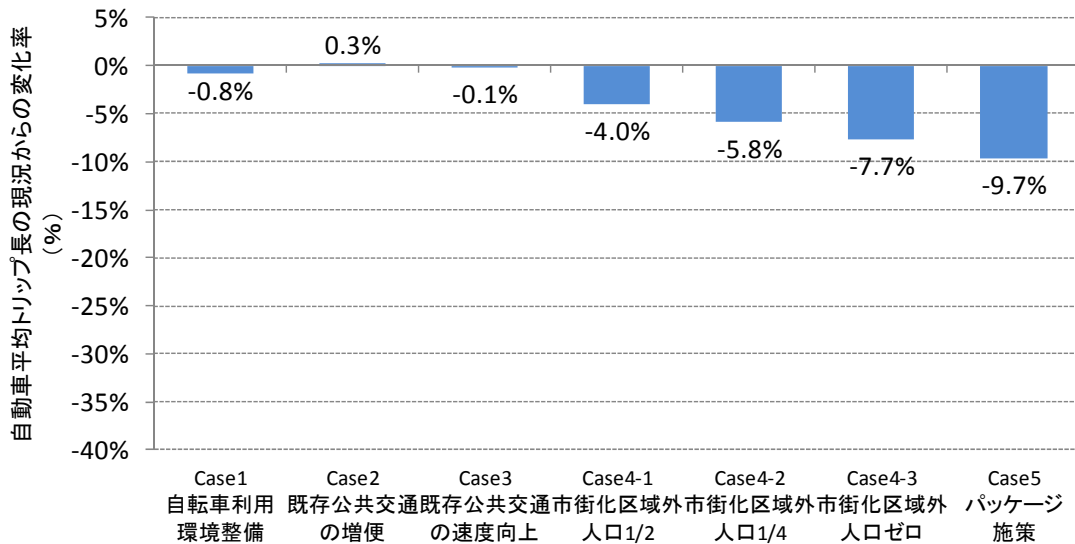


図 6-36 自動車平均トリップ長の現況からの変化率（高知市）

6) 自動車走行台キロ

自動車走行台キロの減少率は下図の通りであり、台トリップの変化と平均トリップ長の変化が反映されている。

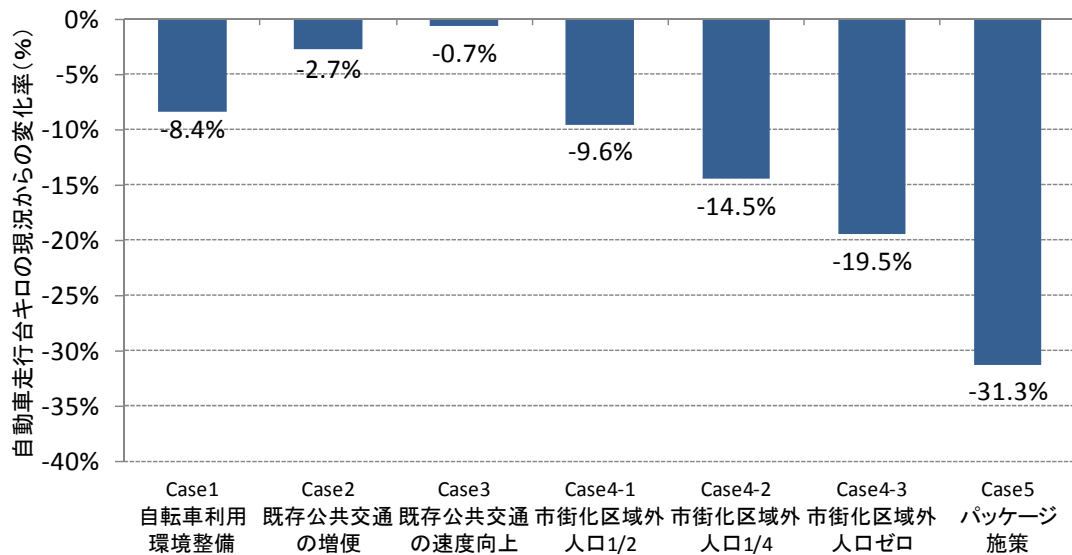


図 6-37 自動車走行台キロの現況からの変化率（徳島市）

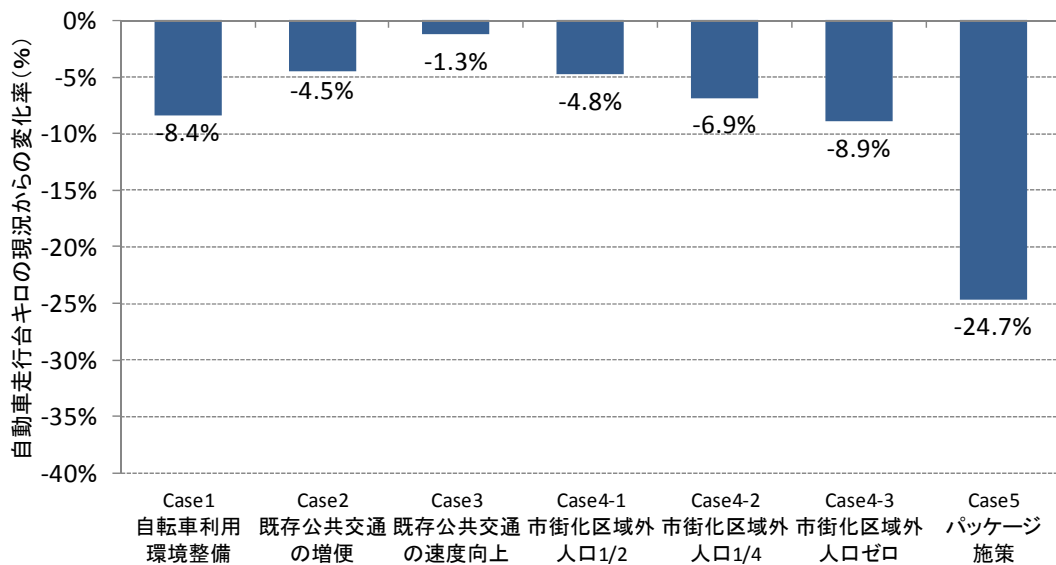


図 6-38 自動車走行台キロの現況からの変化率（高知市）

7) 自動車CO2 排出量

パッケージ施策（Case5）でのCO2 排出削減率は、徳島市で28.8%、高知市で23.2%となった。この違いは、特に立地規制（Case4）の効果の違いが大きく効いていると考えられ、その理由は前述の通り、徳島市では市街化区域外ゾーンの居住人口割合が大きいためである。

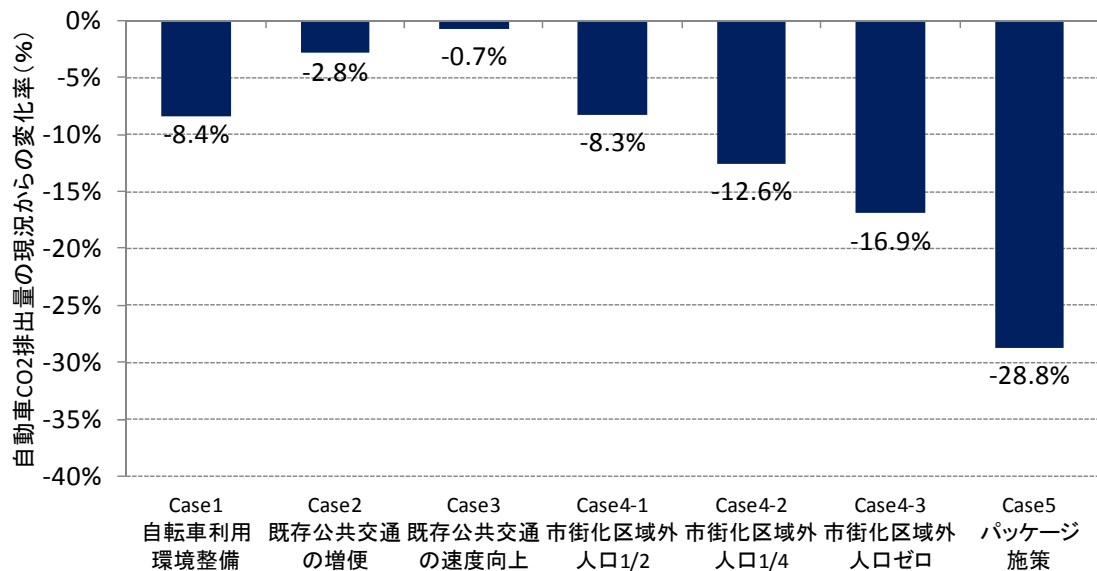


図 6-39 自動車 CO2 排出量の現況からの変化率（徳島市）

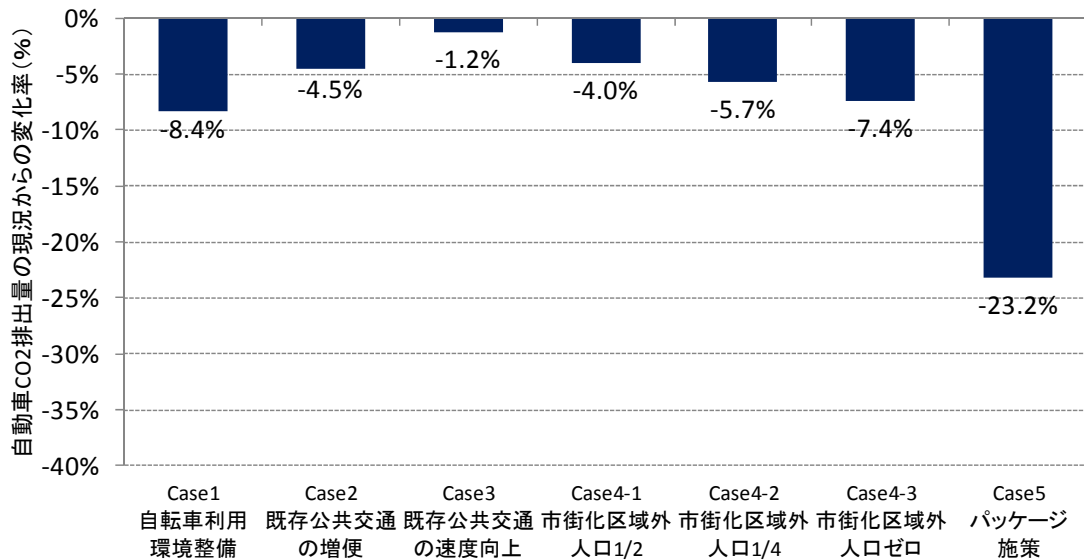


図 6-40 自動車 CO2 排出量の現況からの変化率（高知市）

(3) 対策費用をふまえた分析結果の評価

上記の分析では、対策に要する費用を考慮に入れていない。実際に対策・施策を実施する場合には、モデルによる分析とあわせて、実施に要する費用を把握し、限界削減費用や費用対効果を考慮したうえで優位性の高い対策・施策を選定すべきである。また、制度的な制約が存在する場合も考えられ、現実的に実行可能な対策を選ばなければならない。

以下では、個別の都市・ケースについて実施費用を求めることは困難であるため、過去の事例等をもとに対策費用の大きな目安を示す。

1) 自転車レーン整備費用 (Case1)

自転車レーンの整備に要する費用の目安は、整備延長や土地の取得代等にもよるが、いくつかの事例からは概ね 1~2.5 千万円/km とされている。

事例	整備延長	事業費	整備単価	備考
盛岡城公園周辺塗装	0.74km	700万円	1,000万円/km	路肩舗装
福島県交通施設安全等整備事業	1.7km	3,500万円	2,000万円/km	自転車レーン整備
県道西宮豊中線「自転車レーン」	1.2km	3,000万円	2,500万円/km	路肩1.5mを自転車レーンに



出所：平成 22 年度地域づくり WG 資料をもとに作成

図 6-41 自転車レーン整備費用

2) バス導入費用 (Case2)

バスの増便には車両の新規導入が必要になるが、車両導入費の目安は一般に 1 台当たり 3.5~4 千万とされている。この他にも別途ランニングコスト(人件費、燃料費、車体維持管理費等)が発生する。また、その他路線バスの整備には、下表のような費用が必要となる。

整備要素	項目	コスト	単位	備考
停車施設	通常の上屋付きバス停	1.7-2.3	百万円／バス停	
	デザイン性を重視したバス停	2.9-4.1	百万円／バス停	
	プラットホーム付きバス停	17-288	百万円／バス停	
	乗り継ぎターミナル	0.6-2.3	億円／箇所	
	バスベイ	5.8-6.9	百万円／箇所	バス車両導入費の目安
車両	通常車両	35-40	百万円／台	
	ノンステップバス	35-43	百万円／台	
	連節バス	48-74	百万円／台	
	デザイン性を重視した連節バス	72-184	百万円／台	
	圧縮天然ガスシステム	0-4.6	百万円／台	追加費用
		81-115	百万円	インフラ整備費用
	トロリー／デュアルモード	23-46	百万円	追加費用
	ハイブリッドシステム	12-29	百万円	追加費用
運賃収受	車内自動運賃箱(現金、トークン)	0.2-0.6	百万円／機	
	車内自動運賃箱(ICカード対応)	1.2-1.4	百万円／機	管理システム除く
	車内自動運賃箱(磁気カード対応)	1.4-1.6	百万円／機	管理システム除く

出所：平成 22 年度地域づくり WG 資料をもとに作成

図 6-42 バス整備・導入費用

また、バスの増便による採算性への影響について、平均乗車密度（＝輸送人キロ／営業キロ、バス全線を対象としたときの 1 台あたり乗車人数の平均値）により評価することも可能である。平均乗車密度は大きいほど採算性が良いことになり、一般的には採算性のラインは 10～15（人／台）と言われる²⁸。

今回のモデル適用対象都心である徳島市及び高知市では、バス増便時の平均乗車密度は、それぞれ下表のように変化する。いずれも平均乗車密度は増加しており、採算性の観点からは望ましいと言える。

表 6-2 バス増便時の平均乗車密度の変化（人／台）

	現状(増便前)	増便後	増便前後の変化
徳島市	8.06	11.16	+3.10
高知市	4.21	6.14	+1.92

²⁸ 加藤（2006）

6-5 長期の将来予測

本分析では、将来の CO2 排出量を算出するための将来の鉄道、道路、航空等の交通ネットワークの状況が不確実であるため、2005 年のデータ（人口、交通ネットワーク等）を用いて CO2 削減効果の推計を行った。このため、先に示した分析結果は 2005 年時点の削減効果であり、そのまま長期の将来予測として用いることはできない。

一方で、長期（ここでは 2030 年、2050 年を考える）を見据えた計画策定のためにも、施策による将来の削減効果がどの程度であるのかを近似的にでも把握しておくことは重要である。ここでは、本分析において試算した 2005 年の CO2 削減効果をもとに、今後の人口減少および高齢化の影響を考慮しつつ、将来の CO2 削減量を簡易的に推計する方法を示す。また、実際にこの方法を用いて将来の削減効果の推計を行った結果を示す。

（1）推計方法

1) 推計式

将来の目的別（通勤、通学、私事、業務、帰宅の 5 種類）の CO2 排出量（施策実施前）は、目的別に自動車台トリップ数に比例して変化すると仮定する。ここで、将来の自動車台トリップ数は将来の人口（通勤、通学、私事、帰宅）または従業者数（業務）に比例して変化するものとする。ただし、将来の人口または従業者数 1 人当たりの自動車台トリップは、将来の高齢化や産業構造の変化による影響を考慮して補正する²⁹。

この考え方に基づいて将来の CO2 排出量（施策実施前）を求めて、さらにこれに施策による削減率を乗じて、2030 年または 2050 年の CO2 排出量（施策実施後）を下式により算出する。

$$CO2_t = (1 - \alpha) \times \left\{ \sum_{m \in M^P} \left(\beta_t^m \cdot \frac{POP_t}{POP_{2005}} \cdot CO2_{2005}^m \right) + \sum_{m \in M^E} \left(\gamma_t^m \cdot \frac{EMP_t}{EMP_{2005}} \cdot CO2_{2005}^m \right) \right\}$$

t : 年次 (=2030, 2050)

m : 車種・目的、ただし $M^P = \{\text{通勤、通学、私事、帰宅}\}$ 、 $M^E = \{\text{業務}\}$

$CO2_t$: t 年の CO2 排出量（施策実施後）、 $CO2_{2005}^m$: 車種・目的 m 別の 2005 年の CO2 排出量

POP_t : t 年の人口、 EMP_t : t 年の従業者数、 α : 施策による CO2 削減率（モデル分析結果）

β_t^m : 車種・目的 m 別の人口 1 人当たり自動車台トリップ数の t 年/2005 年比

γ_t^m : 車種・目的 m 別の従業者数 1 人当たり自動車台トリップ数の t 年/2005 年比

上の式は、次のように変形される。

²⁹ ここでは、将来の自動車保有状況（1 人当たり所有台数）の変化を明示的には扱っていないが、推計式で扱う高齢化や産業構造の変化による人口もしくは従業者 1 人当たりの台トリップ数の変化には、高齢化や産業構造の変化による自動車保有状況の変化が反映されているものと考えている。

$$CO2_t = (1 - \alpha) \times CO2_{2005} \times \left\{ \frac{POP_t}{POP_{2005}} \sum_{m \in M^P} (\beta_t^m \cdot p^m) + \frac{EMP_t}{EMP_{2005}} \sum_{m \in M^E} (\gamma_t^m \cdot p^m) \right\}$$

$CO2_{2005}$: 2005 年の $CO2$ 排出量

p^m : 車種・目的 m 別の $CO2$ 排出割合 (2005 年)

したがって、 t 年における 2005 年比の $CO2$ 削減率は下式により求まる。

$$1 - \frac{CO2_t}{CO2_{2005}} = 1 - (1 - \alpha) \times \left\{ \frac{POP_t}{POP_{2005}} \sum_{m \in M^P} (\beta_t^m \cdot p^m) + \frac{EMP_t}{EMP_{2005}} \sum_{m \in M^E} (\gamma_t^m \cdot p^m) \right\}$$

2) データ設定

推計に必要な数値は下記のように設定または算出する。

①将来人口

都市別の将来人口は下表の値を用いる³⁰。

表 6-3 総人口 (2005 年は統計値、他は推計値)

		2005 年	2030 年	2050 年
柏市	人口 (単位: 人)	380,963	360,071	327,618
	2005 年比	1.00	0.95	0.86
青梅市	人口 (単位: 人)	142,354	135,550	125,775
	2005 年比	1.00	0.95	0.88
徳島市	人口 (単位: 人)	267,833	233,681	199,469
	2005 年比	1.00	0.87	0.75
高知市	人口 (単位: 人)	348,990	305,664	261,909
	2005 年比	1.00	0.88	0.75

②従業者数

都市別の将来従業者数は下表の値を用いる³¹。

表 6-4 従業者数 (2005 年は統計値、他は推計値)

		2005 年	2030 年	2050 年
柏市	従業者数 (単位: 人)	148,376	154,572	157,520
	2005 年比	1.00	1.04	1.06
青梅市	従業者数 (単位: 人)	52,846	48,001	44,833
	2005 年比	1.00	0.908	0.848
徳島市	従業者数 (単位: 人)	134,493	125,596	120,098
	2005 年比	1.00	0.934	0.893
高知市	従業者数 (単位: 人)	151,700	135,446	125,407
	2005 年比	1.00	0.893	0.827

³⁰ 2005 年は同年国勢調査。2030 年は国立社会保障・人口問題研究所「市区町村別将来人口推計 (2008 年 12 月推計)」(人口コーホート法による推計値)、2050 年は同推計の 2010 年～2035 年の値をもとに推計。

³¹ 2005 年は同年国勢調査。2030 年及び 2050 年は、1990 年～2005 年の国勢調査の就業者数をもとに推計。

③高齢化の影響を考慮した1人当たりトリップ数の補正係数 β

t 年における目的別（通勤、通学、私事、帰宅）の人口1人当たり自動車台トリップ数の2005年時に対する比率を示す β は、高齢化の影響を考慮して次式により算出する。ここでは、将来の人口1人当たり自動車台トリップは、年齢階層別の1人当たり自動車台トリップを固定として、将来の年齢階層別人口割合の変化を考慮して算出する。

$$\beta_t^m = \frac{\frac{\alpha_t^1 \times Q_{2005}^{1m} + \alpha_t^2 \times Q_{2005}^{2m}}{POP}}{\frac{Q_{2005}^{1m} + Q_{2005}^{2m}}{POP}}$$

Q_{2005}^{1m} ：目的m別の65歳未満の発生交通量（トリップ数）³²

Q_{2005}^{2m} ：目的m別の65歳以上の発生交通量（トリップ数）

α_t^1 ：65歳未満人口割合のt年／2005年比、 α_t^2 ：65歳未満人口割合のt年／2005年比

POP：総人口

係数 α^n は、年齢階層別人口割合のt年／2005年比を意味し、将来の年齢階層別人口割合の推計³³をもとに、都市別に設定する。 β の値は、下表の通りとなる。

表 6-5 1人当たりトリップ数の補正係数 β

		2030 年	2050 年
柏市	通勤	0.826	0.766
	通学	0.797	0.726
	私事	0.942	0.921
	帰宅	0.890	0.851
青梅市	通勤	0.835	0.778
	通学	0.811	0.747
	私事	0.928	0.903
	帰宅	0.886	0.847
徳島市	通勤	0.831	0.811
	通学	0.812	0.787
	私事	0.919	0.908
	帰宅	0.881	0.865
高知市	通勤	0.874	0.828
	通学	0.858	0.806
	私事	0.938	0.915
	帰宅	0.909	0.876

④産業構造の変化を考慮した従業者1人当たり自動車台トリップ数の補正係数 γ

t 年における目的別（業務）の従業者1人当たり自動車台トリップ数の2005年時に対する比率を示す γ は、将来の産業構造の変化を考慮して次式により算出する。ここで、将来の従業者1人当たり自動車台トリップは、産業別の1人当たり自動車台トリップを固定として、将来の産業構造（産業別従業者数割合）の変化を考慮して算出する。

³² H17年全国都市パーソントリップ調査をもとに推計

³³ 「日本の市区町村別将来推計人口」（国立社会保障・人口問題研究所編、2008）に掲載されている各市の2005年、2020年、2035年の将来の年齢別人口割合をもとに推計。

$$\gamma_t^m = \frac{\frac{\alpha_t^1 \times Q_{2005}^{1m} + \alpha_t^2 \times Q_{2005}^{2m} + \alpha_t^3 \times Q_{2005}^{3m}}{EMP}}{\frac{Q_{2005}^{1m} + Q_{2005}^{2m} + Q_{2005}^{3m}}{EMP}}$$

Q_{2005}^{1m} ：車種・目的m別の第1次産業の自動車台トリップ数³⁴

Q_{2005}^{2m} ：車種・目的m別の第2次産業の自動車台トリップ数

Q_{2005}^{3m} ：車種・目的m別の第3次産業の自動車台トリップ数

α_t^1 ：第1次産業従業者割合のt年／2005年比、 α_t^2 ：第2次産業従業者人口割合のt年／2005年比

α_t^3 ：第3次産業従業者人口割合のt年／2005年比

EMP：従業者数（2005年）

係数 α^n は、産業別従業者割合のt年／2005年比を意味し、将来の産業別従業者割合の推計³⁵をもとに、都市別に下表の通り設定する。 γ の値は、下表の通りとなる。

表 6-6 従業者1人当たり自動車台トリップ数の補正係数 γ

	2030年	2050年
柏市	1.034	1.018
青梅市	1.033	1.050
徳島市	0.961	0.934
高知市	0.959	0.930

⑤車種・目的別のCO2排出量割合

各市の目的別のCO2排出割合（2005年）は下表の通りである。

表 6-7 目的別CO2排出割合（市内々）

	通勤	通学	私事	業務	帰宅
柏市	14.0%	1.2%	40.1%	5.5%	39.2%
青梅市	18.6%	1.4%	35.5%	6.6%	37.9%
徳島市	29.6%	1.5%	26.5%	8.9%	33.5%
高知市	31.5%	0.7%	24.4%	10.6%	32.7%

³⁴ 道路交通センサスをもとに推計。

³⁵ 1990年～2005年の国勢調査の産業別就業者数をもとに推計。

(2) 推計結果

上記の方法をもとに、本分析における各分析ケースの将来の CO2 削減量を推計した結果を示す。

1) 柏市

2030 年及び 2050 年の各ケースの CO2 削減率（2005 年比）は下図の通りである。2030 年、2050 年における施策実施前の CO2 排出量は、2005 年比でそれぞれ 14.0%減、24.1%減である。最大の CO2 削減効果がある Case5（パッケージ施策）では、2030 年に 43.1%、2050 年に 49.7%の CO2 削減（2005 年比）となる。

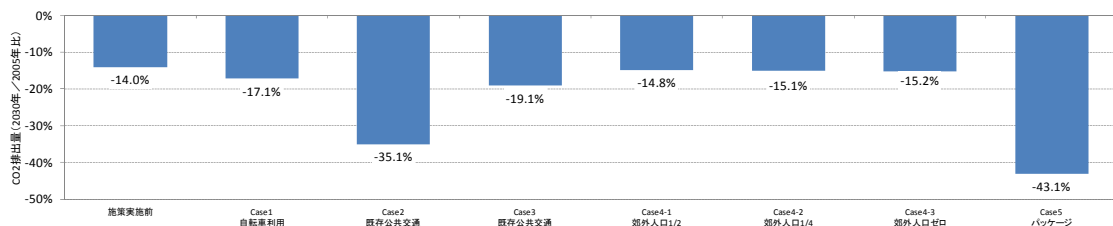


図 6-43 自動車 CO2 排出量（柏市 2030 年／2005 年比）

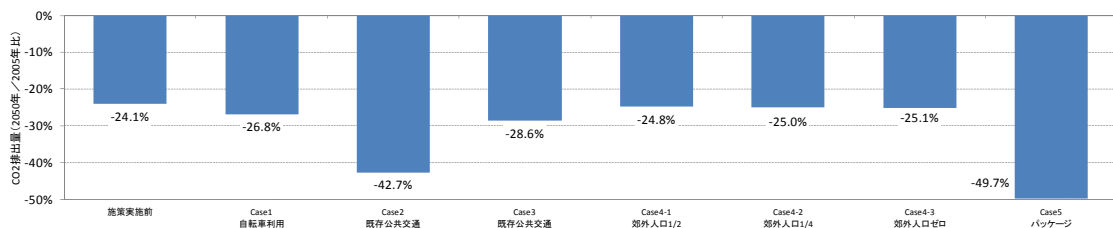


図 6-44 自動車 CO2 排出量（柏市 2050 年／2005 年比）

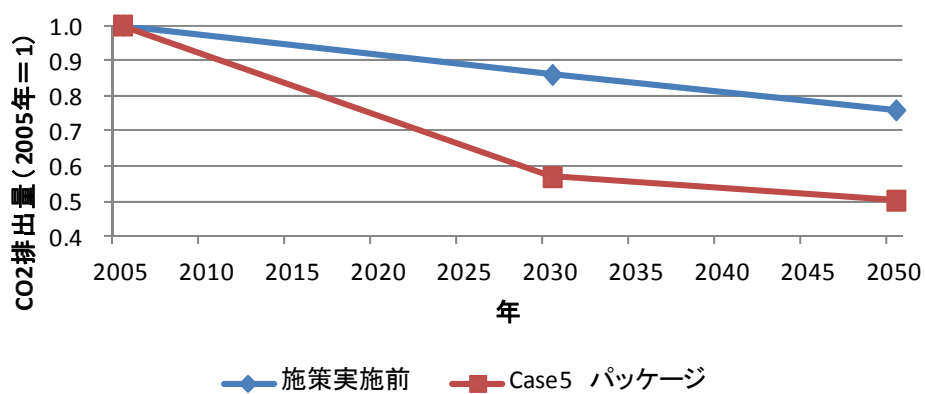


図 6-45 自動車 CO2 排出量の将来推移（柏市）

2) 青梅市

2030 年及び 2050 年の各ケースの CO2 削減率（2005 年比）は下図の通りである。2030 年、2050 年における施策実施前の CO2 排出量は、2005 年比でそれぞれ 14.6%減、23.7%減である。最大の CO2 削減効果がある Case5（パッケージ施策）では、2030 年に 33.3%、2050 年に 40.4%の CO2 削減（2005 年比）となる。

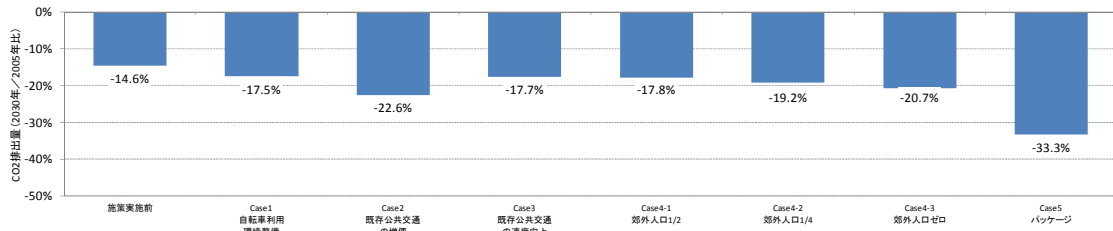


図 6-46 自動車 CO2 排出量（青梅市 2030 年/2005 年比）

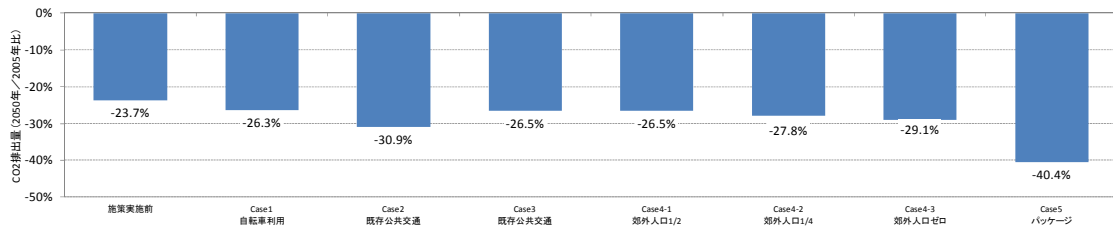


図 6-47 自動車 CO2 排出量（青梅市 2050 年/2005 年比）

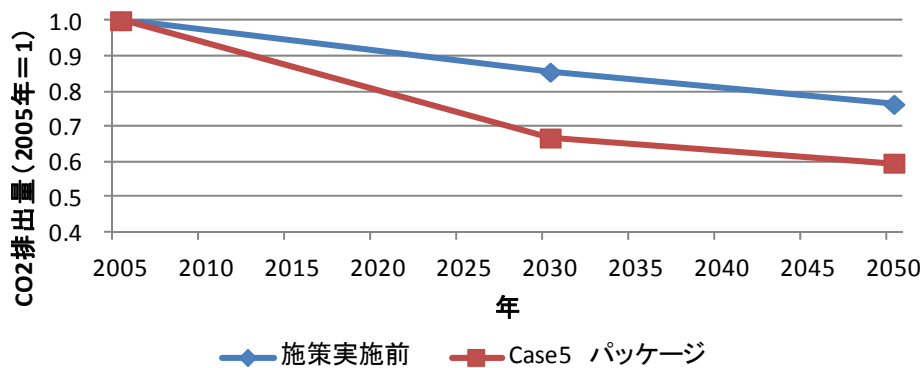


図 6-48 自動車 CO2 排出量の将来推移（青梅市）

3) 徳島市

2030 年及び 2050 年の各ケースの CO2 削減率（2005 年比）は下図の通りである。2030 年、2050 年における施策実施前の CO2 排出量は、2005 年比でそれぞれ 22.4%減、34.3%減である。最大の CO2 削減効果がある Case5（パッケージ施策）では、2030 年に 44.8%、2050 年に 53.2%の CO2 削減（2005 年比）となる。

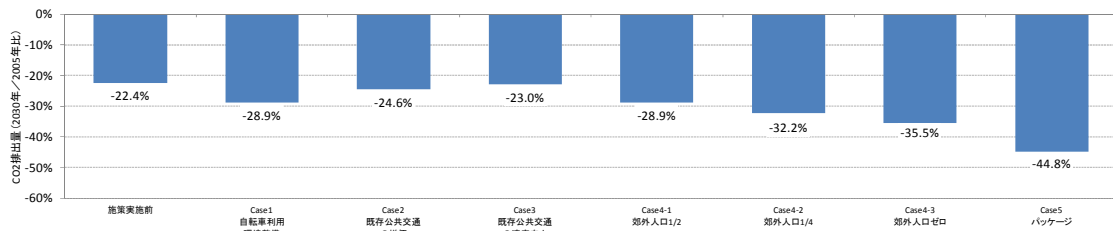


図 6-49 自動車 CO2 排出量（徳島市 2030 年/2005 年比）

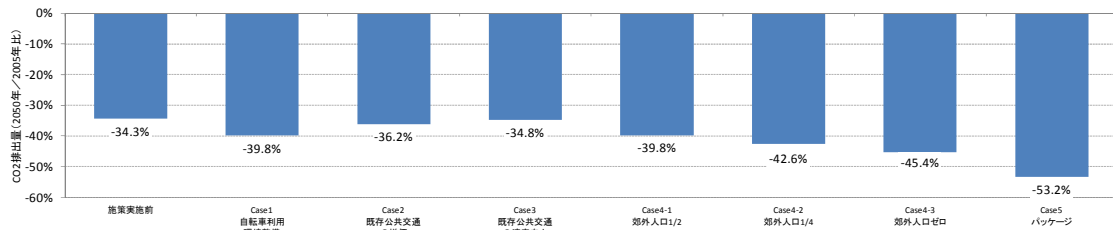


図 6-50 自動車 CO2 排出量（徳島市 2050 年/2005 年比）

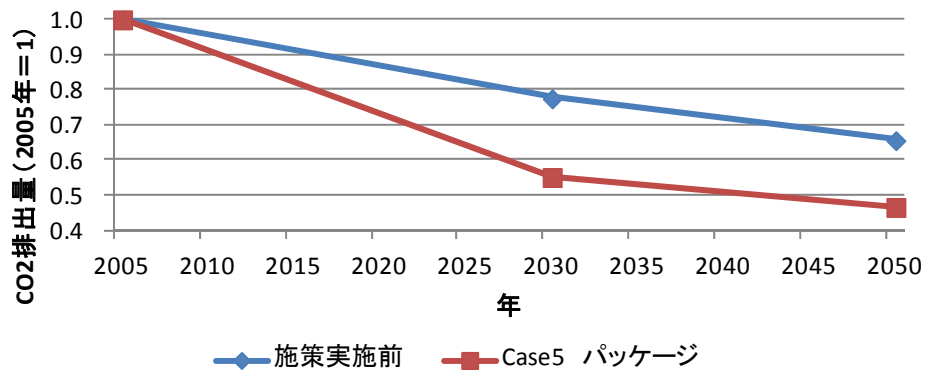


図 6-51 自動車 CO2 排出量の将来推移（徳島市）

4) 高知市

2030 年及び 2050 年の各ケースの CO2 削減率（2005 年比）は下図の通りである。2030 年、2050 年における施策実施前の CO2 排出量は、2005 年比でそれぞれ 20.1%減、33.5%減である。最大の CO2 削減効果がある Case5（パッケージ施策）では、2030 年に 38.7%、2050 年に 49.0%の CO2 削減（2005 年比）となる。

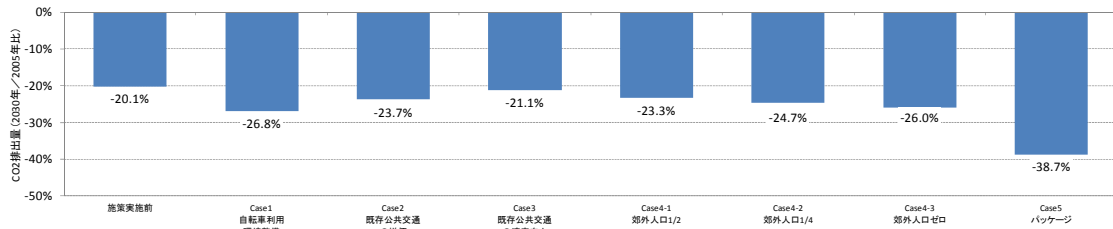


図 6-52 自動車 CO2 排出量（高知市 2030 年/2005 年比）

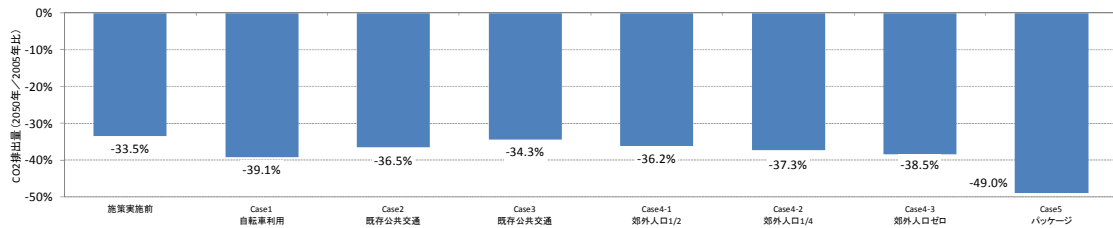


図 6-53 自動車 CO2 排出量（高知市 2050 年/2005 年比）

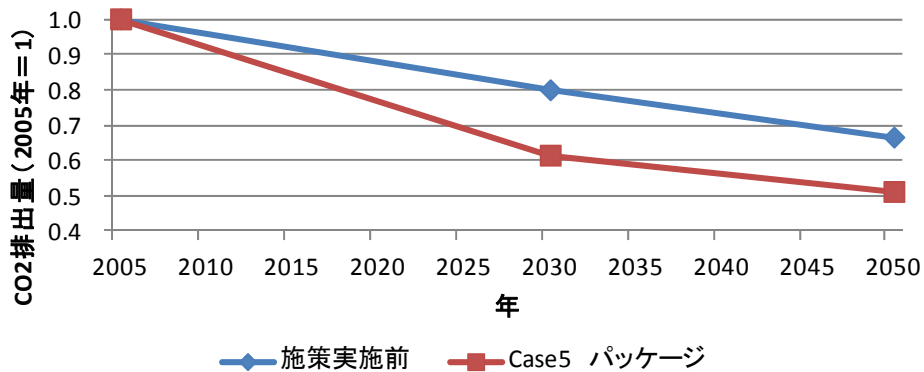


図 6-54 自動車 CO2 排出量の将来推移（高知市）

(3) 留意事項

上記の将来の CO2 排出量推計方法は主に、①車種・目的別の将来の CO2 排出量（施策実施前）が自動車台トリップ数に比例する、②自動車台トリップ数は将来の人口または従業者数に比例する、③施策の削減率は将来も同じである、という 3 つの仮定に基づいている。

①に関しては、高齢化その他の影響により、平均トリップ長や平均旅行速度が大きく変化するような場合には不適切であり、他の推計手法を検討する必要がある。また、自動車の燃費改善や次世代自動車への転換を一切考慮しておらず、CO2 排出係数を固定として推計している点にも注意が必要である。②については、人口は年齢階層別、従業者は産業別に、1 人当たりの台トリップ数を固定としたが、将来の自動車の使われ方（自動車分担率や平均乗車人員等）に大きな変化があるような場合には、注意が必要な仮定である。③に関しては、将来の人口・従業者分布や交通ネットワークが大きく変化し得る場合には注意が必要である。ここで示した推計方法は、これらの影響が軽微であり無視できるとした場合に妥当なものである。

7. 研究会の開催

7-1 研究会の趣旨

(1) 研究会の位置付け

本業務で検討した推計手法の改良・適用等の技術的妥当性の検証を行うため、下記の項目を目的として、「土地利用・交通分野の低炭素効果の推計手法研究会」を開催した。関連分野の有識者により委員を構成し、年度内に計4回の研究会を実施した。

- ・算定式・算定プロセスの精査
- ・算定結果の値（計算仮定及び結果の解釈）の精査
- ・類似の推計手法等と比較した場合の特徴・優位性の確認等
- ・その他作業結果の学術的妥当性を確保するために必要な事項

実施体制および検討内容については、平成22年度および平成23年度「地域づくりWG 土地利用・交通 SWG」を継承しており、今年度の検討事項とあわせて三ヵ年で一定の成果を取りまとめ、地方公共団体実行計画（区域施策編）策定マニュアルの改訂に反映させる。

(2) 今年度の検討

今年度研究会では、基本的には昨年度までに検討された推計手法をベースとしつつも、未検討項目の検討および適宜手法の改良等を行い、土地利用・交通分野の低炭素効果推計手法の構築に関するより詳細な検討を行った。

具体的には、自治体のデータ保有状況に応じたモデル適用のためのデータ作成方法や、長期予測のための交通手段選択モデルのパラメータ等について検討し、これらの手法に基づくケーススタディのプロセスや結果についても議論を行った。本報告書では、これらの検討結果を反映している。

7-2 検討体制・スケジュール

(1) 検討体制

土地利用・交通分野の有識者5名により委員を構成した。

表 7-1 土地利用・交通分野の低炭素効果の推計手法研究会委員名簿（敬称略・五十音順）

氏名	所 属
石倉 智樹	首都大学東京都市環境学部 准教授
小池 淳司	神戸大学大学院工学研究科 教授
谷口 守	筑波大学大学院システム情報工学研究科 教授
堤 盛人	筑波大学大学院システム情報工学研究科 准教授
兵藤 哲朗	東京海洋大学海洋工学部 教授
松橋 啓介	国立環境研究所社会環境システム研究センター 主任研究員
屋井 鉄雄	東京工業大学大学院総合理工学研究科 教授

(2) 検討スケジュール

今年度は、4回の研究会を開催した。

表 7-2 土地利用・交通分野の低炭素効果の推計手法研究会開催スケジュール

	開催日程・場所	議事
第1回	2012年9月20日 株式会社日本経済研究所 会議室A	(1) 研究会の趣旨について (2) 昨年度「土地利用・交通SWG」の振返りにについて (3) 今年度の内容について (4) 長期予測パラメータの検討について
第2回	2012年11月7日 株式会社日本経済研究所 会議室A	(1) 土地利用・交通モデル（狭域版）の分析について (2) 都市の現状分析について (3) 長期予測パラメータの検討について
第3回	2013年1月28日 株式会社日本経済研究所 会議室A	(1) 土地利用・交通モデル（狭域版）における交通データの利用について (2) 都市の現状分析について (3) 長期予測パラメータの検討について (4) 土地利用・交通モデル（狭域版）の適用について
第4回	2013年3月8日 株式会社日本経済研究所 会議室A	(1) 過年度検討会も含めた全体の整理について (2) 土地利用・交通モデル（狭域版）における交通データの取り扱いについて (3) 土地利用・交通モデル（狭域版）の適用について

8. システム・ツール化に向けた仕様概略および演習用ワークシート

8-1 概要

将来の科学的な計画策定の普及促進のため、モデル分析は、自治体の担当者が行いやすいようシステム・ツール化を目指す。本調査ではそのために必要となる要件及び仕様について検討した。また、あわせて一連の操作の学習・理解の一助となるよう、演習用ワークシートを作成した。

8-2 システム・ツールの要件および仕様

(1) システム・ツールの要件

1) 必要となるデータの利用可能性

全ての自治体で汎用的に利用可能なものとするため、分析に必要なデータは、全国画一的に入手可能な既存の統計データ等に基づくものとする。このようなデータ作成のためのガイドラインを用意したうえでシステム・ツールの利用者（自治体の担当者等）が必要なデータベースを整備し、モデルに入力できるようにする。

本調査では、モデル分析に必要なデータ作成方法をこのような観点からすでに検討しており、3章に記載したような統計データの利用、手法の活用により各種データを整備する。

2) 狭域モデルの実行

本調査の内容を反映した狭域モデルの実行が可能なものとする。狭域モデル分析は、大規模なデータ処理、演算を必要とし、自治体で全ての作業を行うには負担が大きいため、これらのプロセスをできる限り自動化し、操作を簡便化する。また、実行のためのソフトウェアは既存の汎用ソフトウェア（Microsoft Excel 等）を活用する。

3) 分析結果の表示

CO₂ 排出量その他のモデルの出力指標については、グラフや表などが全国統一のレイアウトで自動作成されるものとし、また地方自治体が温暖化対策を検討する際の基礎資料となるようなプレゼンテーション資料も自動で出力するものとする。さらに、土地利用面などは空間的な状況を視覚的に把握することも重要であるため、GIS（地理情報システム）と連動し、施策による土地利用変化を示す地図等が自動で作成されるようなものとする。

4) 地区・街区の低炭素効果推計手法との連動

別途検討されている地区・街区の低炭素効果推計手法³⁶とも連動できるようなものとする。同手法は、地域における再生可能エネルギーの導入等によるCO₂削減効果を推計するものである。土地利用・交通分野との関連では、例えば未利用熱の利活用によりあ

³⁶ 平成24年度地方公共団体実行計画（区域施策編）策定マニュアルに関する低炭素化手法（地区・街区）検討業務にて検討。

る地域の生活コストが変化した場合に、それがその地域の立地の魅力度となり、土地利用に反映されるといったメカニズムが考えられる。この場合、地域の未利用熱の利活用は都市構造の変化にもつながり得ることになる。

このように、土地利用・交通分野と地区・街区の低炭素効果推計手法を連動させることで、再生可能エネルギー導入の影響を総合的かつ整合的に把握することが可能となり、システムに組み込んでいく。

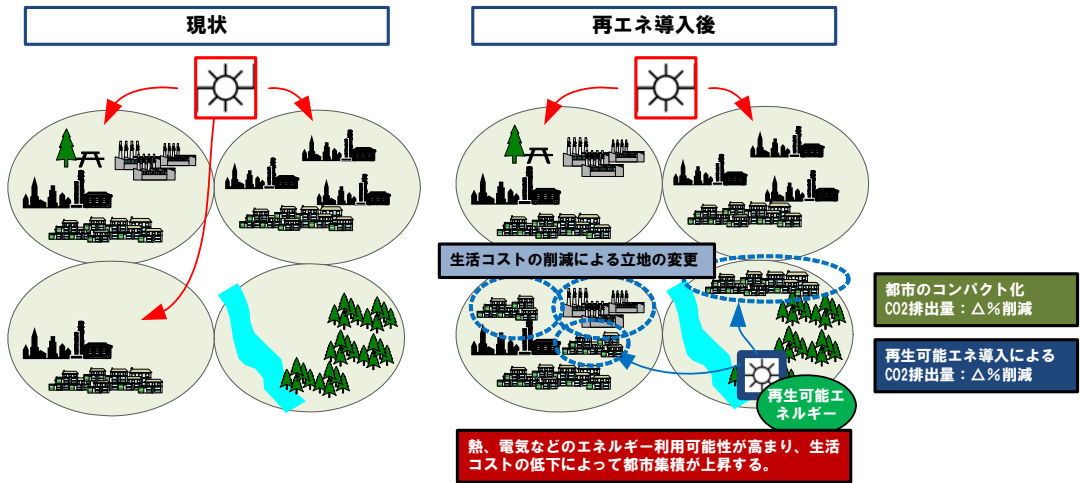


図 8-1 地区・街区の低炭素効果推計手法との連動

（２）システム・ツールの仕様概略

上記の要件を考慮し、システム・ツールの全体フローは下図の通りとする。大きく分けて、土地利用モデルの実行（STEP1）と交通モデルの実行（STEP2）で構成される。

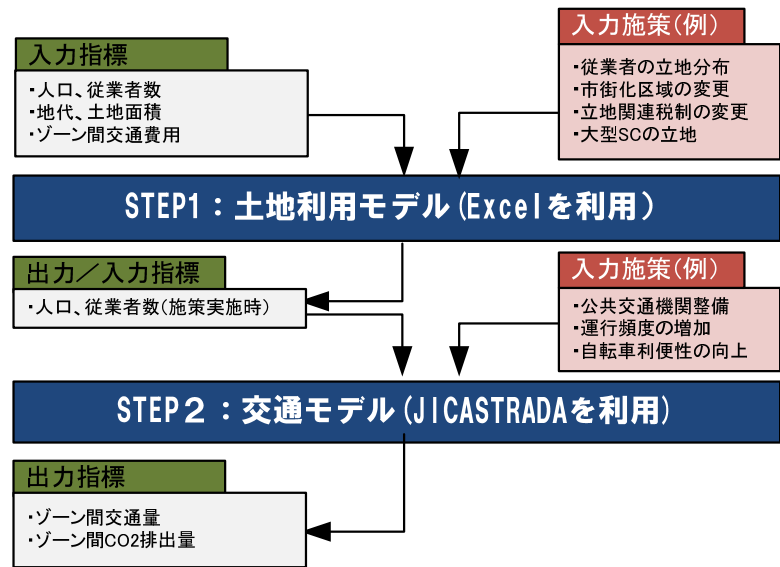


図 8-2 システム・ツールの全体フロー

1) STEP1:土地利用モデル

①利用ソフトウェア

土地利用モデルは、Microsoft Excel 上で操作可能なシステムとする。また、結果出力の際に、GIS と連動する。

②入力データ

土地利用モデルの入力データは、人口・従業者数（ゾーン別）、地代・土地面積（ゾーン別）、ゾーン間交通費用である。人口・従業者数と地代・土地面積については、3章に記載した通りの方法で予め作成しておく。また、ゾーン間交通費用は、別途作成する交通ネットワークデータより算出する。

③評価施策の設定

土地利用モデルの評価施策は、地域の土地利用変化によりコンパクトシティ化を促すような施策であり、例えば、都市計画（市街化区域区分）の変更、立地関連税制（固定資産税等）の減免、商業施設や公共施設の立地変更等が考えられる。実際には、利用者が自らの目的に応じて設定する。

④モデルの実行

土地利用モデルは均衡モデルであり、均衡収束計算を行うが、この計算プロセスは自動化されており、利用者は「実行」の指示をシステムに与えるだけで、結果が自動的に出力される。

⑤結果の出力

土地利用モデルの出力指標は、施策実施後の人口・従業者分布である。すなわち、施策により、土地利用がどのように変化したのかを把握できる。結果はゾーン別の人口・従業者を表データで出力することに加えて、GIS と連動し、土地利用変化の状況を視覚的に把握できるような地図も作成する。

2) STEP2:交通モデル

①利用ソフトウェア

交通モデルは、汎用的な交通重要予測ソフトである JICA STRADA を用いる。

②入力データ

交通モデルの入力指標は、土地利用モデルで出力される人口・従業者分布である。このほか、ゾーン間交通費用も用いるが、これは前述の通り、各手段の交通ネットワークより算出しておく。なお、交通ネットワークは予め JICA STRADA 上で作成する。

③評価施策の設定

交通モデルの評価施策は、低炭素化のため自動車から他手段への転換を促すような施策であり、例えば、公共交通の新規整備や利便性向上、自転車利用環境の整備等が考えられる。実際には、利用者が自らの目的に応じて設定する。

④モデルの実行

交通モデルはさらに大きく分けて発生モデル、目的地選択モデル、交通手段選択モデルからなるが、これらの計算プロセスは自動化されており、利用者は「実行」の指示をシステムに与えるだけで、結果が自動的に出力される。なお、各モデルのパラメータは、利用者が独自に推定し設定することも可能だが、予め全国画一的なパラメータを用意しておく。（本調査で検討した長期予測パラメータを含む）

⑤結果の出力

交通モデルの出力指標は、直接的にはゾーン間の交通量（手段別）であり、さらに自動車の交通量をもとに CO2 排出量を算出する。他に、平均トリップ長、平均旅行速度、台キロ等の指標も出力可能であり、これらの指標について表またはグラフ形式で結果を出力する。

8-3 演習用ワークシート

(1) 演習用の土地利用・交通モデル（簡易版）

1) 概要

演習では、狭域モデルのエッセンスを習得することを目的として、簡略化された狭域モデル分析を行う。本調査で用いたモデルとの比較では、企業立地を考慮していない点、交通手段分担を考慮していない点が主な捨象事項である。この簡略化されたモデルでも、土地利用施策の人口分布への影響や、交通サービスレベルの変化による交通量への影響を分析することができる。

2) 家計の行動モデル

家計の行動モデルを以下に示す。モデルに用いるラベルは以下のとおりである。

$m \in M = \{1, 2\}$: 家計の属性を表すラベル、1: 高齢者、2: 労働者（高齢者以外）

$i \in I = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$: ゾーンを表すラベル

① 財消費行動

家計の効用関数を対数線形にて特定化し、時間所得を含む総所得制約の下での効用最大化問題として家計の行動モデルを定式化する。

$$V_i^m = \max_{z_i^m, x_i^m, l_i^m} \left[\alpha_z^m \ln(z_i^m) + \alpha_x^m \ln(x_i^m) + \alpha_l^m \ln(l_i^m) \right]$$

$$\text{s.t. } z_i^m + q_i x_i^m + r_i l_i^m = I_i^m = w^m [\Omega^m - t_{i1}]$$

z_i^m : 合成財消費量、 x_i^m : 私事トリップ消費量（トリップ数）、 l_i^m : 住宅地消費量（敷地面積）、 q_i, r_i : それぞれトリップ費用、地代、 t_{i1} : ゾーン i からゾーン 1 への通勤所要時間、 w^m : 労働者の賃金率（時間価値）[円/時間]、 Ω^m : 労働者の総利用可能時間（固定）、 $\alpha_z^m, \alpha_x^m, \alpha_l^m$: 分配パラメータ（ $\alpha_z^m + \alpha_x^m + \alpha_l^m = 1$ ）、 I_i^m : 総所得、 V_i : （間接）効用関数。

※ここでトリップ費用は往復を示している。

これより、需要関数、間接効用関数が導出される。

$$z_i^m = \alpha_z^m I_i^m \quad x_i^m = \frac{\alpha_x^m}{q_i} I_i^m \quad l_i^m = \frac{\alpha_l^m}{r_i} I_i^m$$

$$V_i^m = \ln(I_i^m) - \alpha_x^m \ln(q_i) - \alpha_l^m \ln(r_i) + C$$

$$\text{ただし、 } C = \alpha_z^m \ln(\alpha_z^m) + \alpha_x^m \ln(\alpha_x^m) + \alpha_l^m \ln(\alpha_l^m)$$

各ゾーンのトリップ費用（ q_i ）は下式のようにゾーン間トリップ費用（ q_{ij} ）を OD トリップで加重平均した値である。なお、OD トリップの目的地選択確率（ p_{ij} ）はロジットモデルを用いているため、厳密には期待最小費用を用いるのが適切であるが、モデルの簡略化のため、OD 加重平均費用を用いている。

$$q_i = \sum_j p_{ij}^T q_{ij} \quad p_{ij}^T = \frac{\exp[\theta^s q_{ij} + \psi E_j]}{\sum_j \exp[\theta^s q_{ij} + \psi E_j]}$$

E_j : 目的地の商業もしくは公共サービスの規模、 θ 、 ψ : パラメータ

②立地行動

ロジットモデルにより立地選択行動を定式化する。各ゾーンの立地者数 (N_i) は都市圏の総労働者 (NT) に立地選択確率を乗じて算出される。なお、立地選択に関しては間接効用関数以外の項目 (τ) も考慮する。

$$P_i^m = \frac{\exp \theta^m (V_i^m + \tau_i^m)}{\sum_i \exp \theta^m (V_i^m + \tau_i^m)} \quad N_i^m = P_i^m NT^m$$

立地主体の土地需要量は、敷地面積と立地者数を乗じて以下のように表される。

$$D_i^m = l_i^m N_i^m$$

3) 不在従主の土地供給モデル

不在地主は家計（労働者、高齢者）に対し住宅地を供給する。その行動を利潤最大化行動として以下のように定式化する。

$$\Pi_i = \max_{y_i} [r_i y_i - C(y_i)]$$

$$C(y_i) = -\sigma_i Y_i \ln \left(1 - \frac{y_i}{Y_i} \right)$$

y_i : 住宅地供給面積、 Y_i : 住宅地供給可能面積、 r_i : 住宅地地、 σ_i : パラメータ、 Π_i : 不在地主の住宅地供給に係わる利潤。

上式を解くことで土地供給関数が以下のように導かれる。

$$y_i = \left(1 - \frac{\sigma_i}{r_i} \right) \bar{Y}_i$$

4) モデルの均衡条件

土地利用モデルでは、土地市場のみに着目する。土地市場は各ゾーンに存在するものとしており、均衡条件は以下のとおりである。

$$y_i = \sum_m D_i^m \quad \text{【土地の需給】}$$

$$\sum_i N_i^L = NT^L \quad \text{【労働者の総人口制約】}$$

$$\sum_i N_i^O = NT^O \quad \text{【高齢者の総人口制約】}$$

(2) 演習用ワークシートの操作手引き

1) 概要

本演習用ワークシートは、上記の簡易版狭域モデル分析を行うための Excel ファイルである。シートには、予め仮想の都市を想定したサンプルデータが入力されており、以下ではこのデータに基づいて操作説明を行うが、各変数を変えて分析することも可能である。

2) ワークシートの構成

Excel ファイルは下表に示す 7 枚のシートで構成される。

表 8-1 演習用ワークシートの構成

シート名	内容
①データセット	対象地域のデータセット
②パラメータ	モデル構築のためのパラメータ等の設定
③道路 NW 設定	道路リンクの設定とゾーン間所要時間の算出
④サービス OD 計算	トリップの目的地選択確率と費用の算出
⑤土地需要量	土地需要量の算出
⑥土地供給量	土地供給量の算出
⑦土地市場均衡	⑤⑥の土地の需要と供給を比較して地代を更新する。 (均衡計算の実施)

3) 対象地域の設定

本演習で分析対象として想定する地域は、9 つのゾーンに分割されており、各ゾーンは道路で連結されている（図 8-3）。経済主体は家計、サービス産業企業（または公共サービス）、合成財企業、不在地主の 4 主体であるが、家計については年齢階層を考慮し、労働者と高齢者に分かれている。

各ゾーンには利用可能面積（市街化区域等を想定）が与えられており、不在地主は地代の変化に応じて、利用可能面積のうちで土地供給量を決定する。家計（高齢者、労働者）は 9 ゾーンのどこでも自由に立地することが可能であるが、サービス産業従業者数（公共サービス従業者数）の立地は固定的（外生変数）に扱う。合成財企業は全てゾーン 1（CBD：中心業務地）に立地しているとする。家計は全てゾーン 1 に通勤すると仮定する。また、サービス企業の労働者は都市圏外から通勤するものとする。

各ゾーンのデータは表 8-2の通りである。地域の総人口は高齢者が 1.5 万人、生産年齢人口（労働者）が 15.7 万人である。また、通勤費を除く平均的な所得は、高齢者が 190 万円、生産年齢人口（労働者）が約 350 万円である。外生的に設定する商業（または公共サービス）の規模は、モデルでは家計からの私事目的トリップの吸引力を示す指標となる。

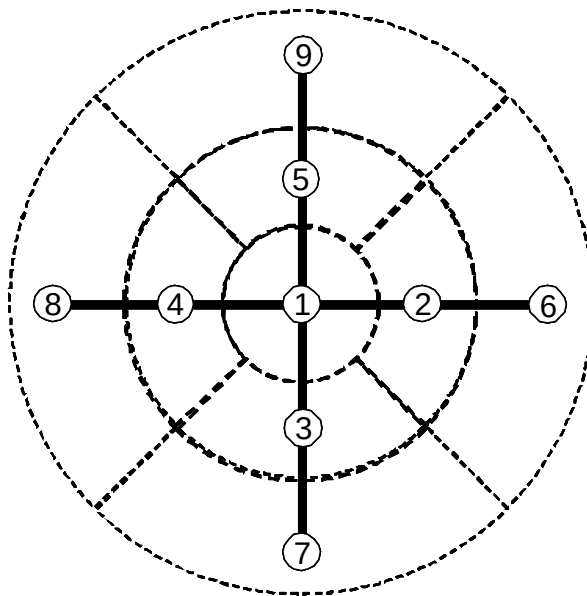


図 8-3 対象都市圏（9ゾーン）

表 8-2 対象都市圏（各ゾーンの状況）（Sheets[データセット]）

ZoneNO	人口関連(人) : Ni		所得(円) : I		価格関連			土地関連		ゾーン私事発生トリップ数(トリップ/日)		商業or公共サービス規模
	高齢者	労働者	高齢者	労働者	通勤費用(円/トリップ:往復) : tij	地代(円/㎡) : ri	私事トリップ交通費用(円/トリップ:往復) : qi	利用面積(㎡) : yH	利用可能面積(㎡) : YH	高齢者	労働者	
1	1,000	10,000	1,710,200	3,418,200	520	3,216	406	340,133	358,035	577	11,533	9,000
2	1,500	12,000	1,743,415	3,451,415	429	3,216	429	418,879	492,799	835	13,225	8,000
3	1,500	15,000	1,733,925	3,441,925	455	3,216	455	513,962	604,661	783	15,544	7,000
4	1,500	15,000	1,748,160	3,456,160	416	3,216	416	516,219	607,317	863	17,071	6,000
5	1,500	15,000	1,752,905	3,460,905	403	3,216	403	516,972	608,202	894	17,646	5,000
6	2,000	30,000	1,544,125	3,252,125	975	2,144	521	1,422,781	2,032,544	811	25,636	4,500
7	2,500	20,000	1,529,890	3,237,890	1,014	2,144	520	977,483	1,396,404	1,007	17,052	4,500
8	2,000	20,000	1,539,380	3,247,380	988	2,144	520	966,221	1,380,316	811	17,108	4,500
9	1,500	20,000	1,558,360	3,266,360	936	2,144	522	957,704	1,368,149	614	17,149	4,500

4) パラメータ等の設定

狭域モデルを構築する際のパラメータは、通常、キャリブレーション等を行って設定するが、ここでは下表のように設定しておく。

表 8-3 パラメータ及び設定値（Sheets[パラメータ]）

	高齢世代	労働世代
合成財 : αz	0.91	0.89
交通 : αx	0.05	0.08
土地 : αl	0.04	0.03
所得 : I	1,900,000	3,608,000
時間価値(円/h) : w	815	1,629
C(パラメータから計算)	-0.36436436	-0.410970125

θH : 立地ロジットパラメータ	2.0	2.4
--------------------------	-----	-----

商業重みパラメータ : ψs	0.00028
ロジットパラメータ : θs	-0.3

5) モデル構築

①目的地選択モデルの構築及びトリップ費用の算出

「道路 NW 設定」シート上で、道路ネットワークの形状をセットすると自動的にゾーン間交通費用が算出される。この段階でゾーン 1 への通勤費用（往復）が算出される。本演習では、後ほど、下表の黄色の箇所での道路整備施策の評価を行う。その場合には、該当セルの値を調整すればよい。

表 8-4 道路ネットワークの設定と通勤費の算出 (Sheets[道路 NW 設定])

■道路ネットワーク設定									
リンク距離 (km) ※本ネットワークは、ノードとゾーンが一致している点には注意が必要									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4	3.3	3.5	3.2	3.1				
2	3.3	4	0		0	4.2			
3	3.5	0	4	0			4.3		
4	3.2	0	0	4	0			4.4	
5	3.1	0	0	0	4				4.1
6	0	4.2	0	0	0	4	3.5		0
7	0	0	4.3	0	0	3.5	4	3.5	
8	0	0	0	4.4	0	0	3.5	4	0
9	0	0	0	0	4.1	0	0	0	4

通勤費用 (円) 往復									
	520	429	455	416	403	975	1,014	988	936

次に、「サービス OD 計算」上で目的地選択モデルを構築するが、ワークシートでは予めモデル式がファイルに組み込まれており、各ゾーンの目的地選択確率が算出される。ただし、ここで目的地選択モデルの商業規模（従業者数）は外生変数であるが、政策オプションとしてその配置を変えることもできる。

表 8-5 目的地選択確率の算出 (Sheets[サービス OD 計算])

■目的地選択確率: P_{ij}									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0%	4%	0%	15%	81%	0%	0%	0%	0%
2	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
7	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	50%	0%
8	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
9	0%	0%	0%	0%	14%	0%	0%	0%	86%

さらに、ゾーン間トリップ費用と目的地選択確率より、各ゾーンのトリップ費用が算出される。これは、トリップ数で重みづけしたトリップ費用の加重平均値である。

表 8-6 私事トリップ費用の計測結果 (Sheets[サービス OD 計算])

■OD加重平均交通費用 (円)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.0	8.1	0.1	31.7	163.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	214.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	227.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	208.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	201.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	227.5	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	113.7	0.0	113.7	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	227.5	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	0.0	0.0	0.0	223.4

私事トリップ費用 (円) : 往復									
	406	429	455	416	403	455	455	455	522

②土地需要モデルの構築

「土地需要量」シート上で、各ゾーンにおける家計の敷地面積及び人口（家計数）が自動で計算され、この2つを乗じてゾーンの土地需要量が算出される。なお、ここで計算に用いる地代は、この段階では当初に設定した値を用いるが、後の均衡計算の段階では均衡計算で出力される更新地代を用いることになる。

③土地供給モデルの構築

「土地供給量」シート上で、各ゾーンの土地供給量が算出される。

なお、当初の設定値を変更して分析する際には、不在地主の土地供給モデルのパラメータ σ_i を再セットする必要がある。これは下式で算出し、シートに記入する。

$$\sigma_i = \left(1 - \frac{y_i}{Y_i} \right) r_i$$

表 8-7 土地供給量 (Sheets[土地供給量])

ZoneNO	地代 (円/㎡)	実測利用面積 (㎡)	利用可能面積 (㎡)	σ_i	土地供給量
1	3,216	340,133	358,035	160.800000	340,134
2	3,212	418,879	492,799	482.400000	418,785
3	3,214	513,962	604,661	482.400000	513,898
4	3,212	516,219	607,317	482.400000	516,115
5	3,212	516,972	608,202	482.400000	516,854
6	2,151	1,422,781	2,032,544	643.200000	1,424,626
7	2,157	977,483	1,396,404	643.200000	979,980
8	2,154	966,221	1,380,316	643.200000	968,119
9	2,151	957,704	1,368,149	643.200000	958,973

6) 均衡計算

「土地供給量」シート上で均衡計算を行う。シートには、ここまでに求めた土地需要量及び供給量が反映されており、操作手順としては「土地市場均衡計算」をクリックすればよい。自動的に計算プログラムが動作し、計算が終了するとメッセージが表示される。

					ステップサイズ:k
					100
ZoneNO	土地需要量	土地供給量	地代 (円/㎡)	ABS (D-S)	更新地代
1	340,134	340,134	3,216	0.000000069	3,216
2	418,785	418,785	3,212	0.000000002	3,212
3	513,898	513,898	3,214	0.000000005	3,214
4	516,115	516,115	3,212	0.000000003	3,212
5	516,854	516,854	3,212	0.000000002	3,212
6	1,424,626	1,424,626	2,151	0.000000006	2,151
7	979,980	979,980	2,157	0.000000004	2,157
8	968,119	968,119	2,154	0.000000004	2,154
9	958,973	958,973	2,151	0.000000004	2,151
					0.000000100

土地市場均衡計算

図 8-4 土地市場均衡計算 (Sheets[土地市場均衡])

なお、均衡計算では、土地の需給が合致するまで下式のように地代を改定するプロセスを実施している。

$$r_{i(n+1)} = r_{i(n)} + k \cdot \frac{y_i - \sum_m D_i^m}{y_i + \sum_m D_i^m}$$

n：解の更新回数を表す，k:ステップサイズ、k は収束状況，その速度などを見て適宜設定する。

7) 評価施策の設定

ここでは、3つの施策を例に、評価施策の設定方法について述べる。

①道路整備

i) 施策の設定

道路整備を行った場合、ゾーン間トリップ費用が変化し、目的地選択モデルに反映される。さらに、私事トリップ費用が変化し、土地需要量にも影響するため、均衡状態は道路整備前とは異なるものとなる。

$$p_{ij}^T = \frac{\exp[\theta^s q_{ij} + \psi E_j]}{\sum_j \exp[\theta^s q_{ij} + \psi E_j]}$$

$$q_i = \sum_j p_i^T q_{ij}$$

ii) シート上の操作

「道路 NW 設定」シート上で、整備後のゾーン間トリップ費用を設定する。設定方法は、下図のように「道路ネットワーク設定」の表で黄色のセルに数値を入力する。本シートの設定では、黄色のセルは当初は整備されていない区間である。下図はゾーン6とゾーン7を連結するリンク、及びゾーン7とゾーン8を連結するリンクが新規に整備されたものとして、それぞれ整備後の費用を設定している。

なお、「ネットワーク表示」をクリックすると、同心円上で設定したリンクが表示される。また、道路整備をリセットしたい場合には、「政策ゼロリセット」をクリックすればよい。

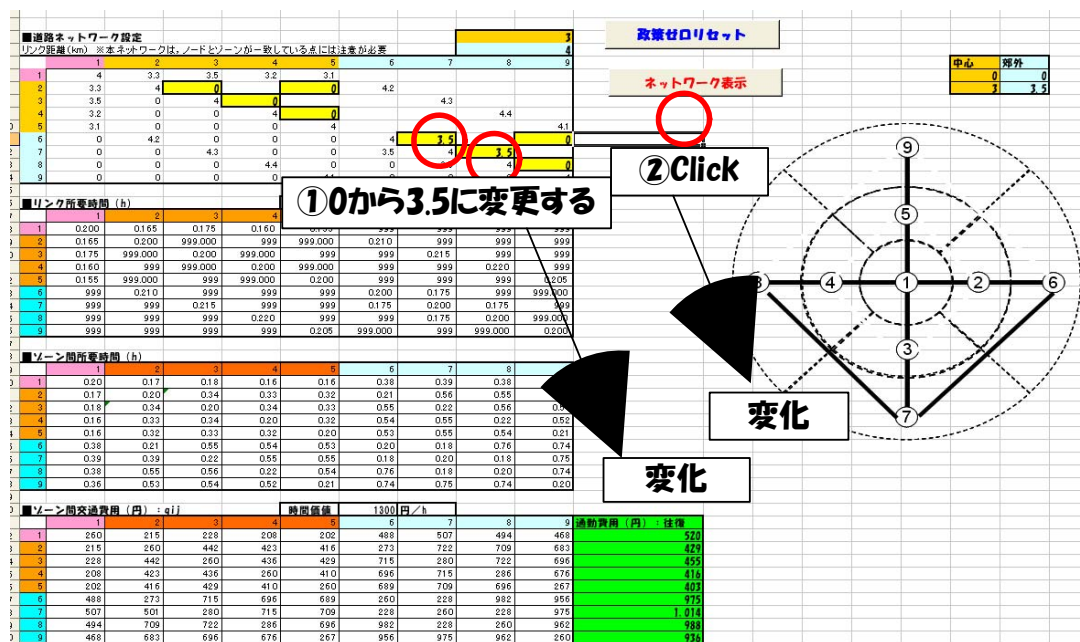


図 8-5 道路整備の設定

② サービス施設の移転

i) 施策の設定

公共サービス施設（もしくは商業施設）の移転は、目的地選択モデルのサービス規模を変化させる。目的地選択確率が変化することで、私事トリップ費用が変化し、土地需要量にも影響するため、均衡状態はサービス施設移転前とは異なるものとなる。

$$p_{ij}^T = \frac{\exp[\theta^s q_{ij} + \psi E_j]}{\sum_j \exp[\theta^s q_{ij} + \psi E_j]}$$

ii) シート上の操作

「サービス OD 計算」シート上で、「商業 or 公共サービス規模」の WITH の値を設定する。ここで入力した数値は、目的地選択確率の計算に自動的に反映される。

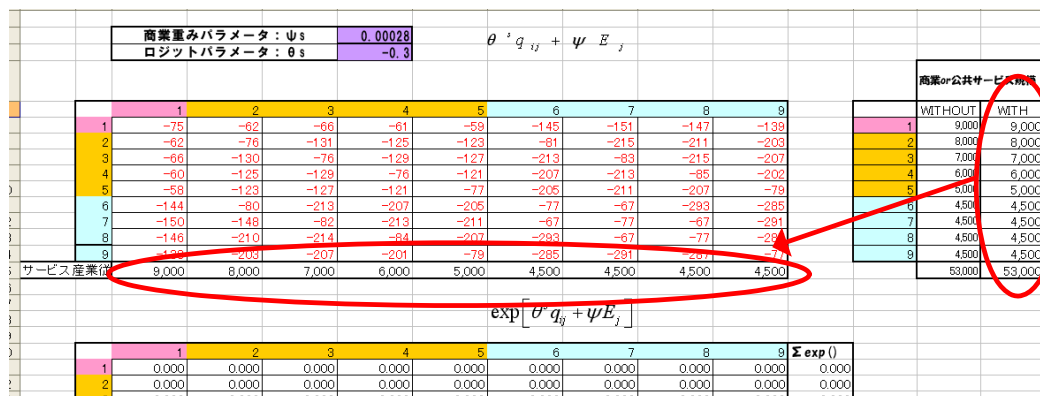


図 8-6 公共サービス施設移転の設定

③市街化区域の変更

i) 施策の設定

市街化区域の変更は、利用可能面積（外生変数： Y_i ）を変更する。これは、地主の土地供給モデルに反映され、土地供給量を変化させることになる。そのため、均衡状態はサービス施設移転前とは異なるものとなる。

$$y_i = \left(1 - \frac{\sigma_i}{r_i}\right) Y_i$$

ii) シート上の操作

「土地供給量」シート上で、変更後の利用可能面積を設定する。注意事項として、「実測利用可能面積」やパラメータ σ は、変更しない。

ZoneNO	地代 (円/㎡)	実測利用面積 (㎡)	利用可能面積 (㎡)	σ_i	土地供給量
1	3,216	340,133	358,035	160.800000	340,134
2	3,212	418,879	492,799	482.400000	418,785
3	3,214	513,972	604,661	482.400000	513,898
4	3,212	516,279	607,317	482.400000	516,115
5	3,212	516,972	608,202	482.400000	516,854
6	2,151	1,422,781	2,032,544	643.200000	1,424,626
7	2,157	977,481	1,396,404	643.200000	979,980
8	2,154	966,221	1,380,316	643.200000	968,119
9	2,151	957,704	1,368,147	643.200000	958,973

図 8-7 市街化区域の変更の設定

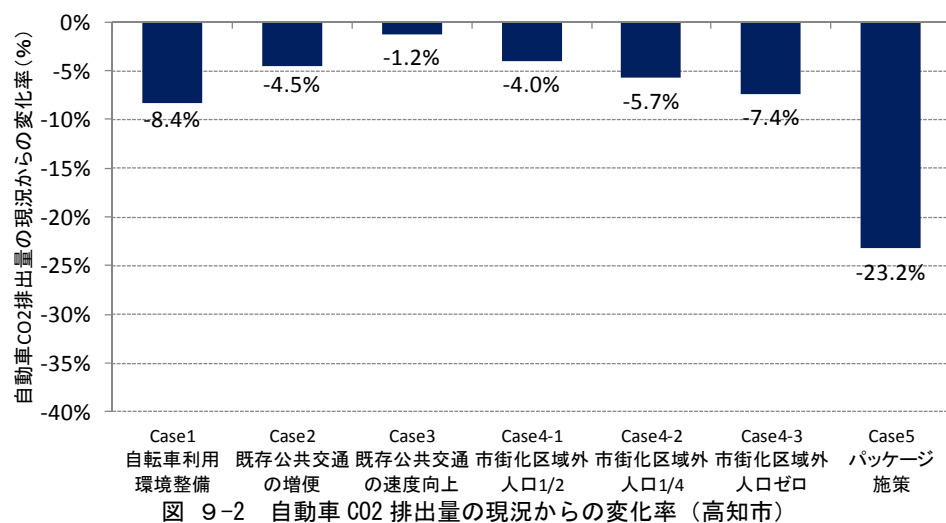
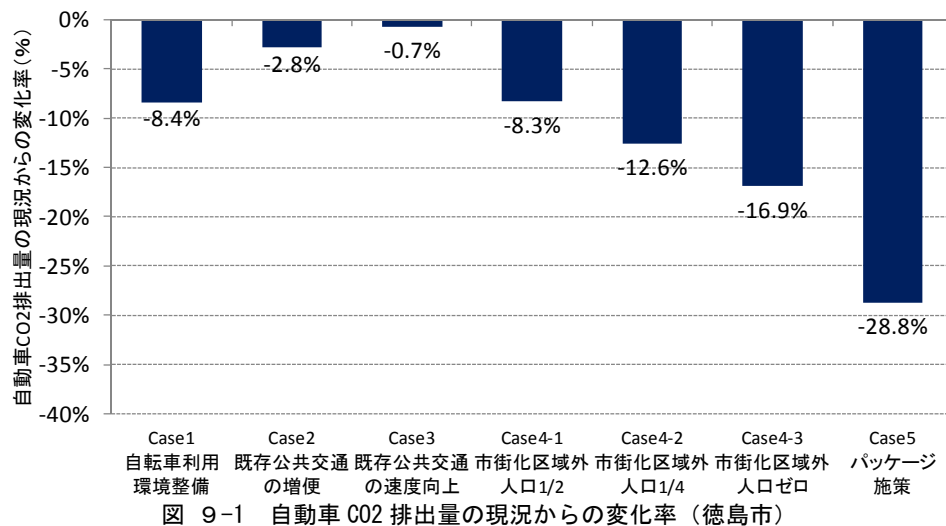
9. 総括

9-1 結論

本調査の成果概要は以下の通りである。

(1) 土地利用・交通モデル（狭域版）による分析

分析に必要な土地利用データ、交通データを整備し、土地利用・交通モデル（狭域版）を構築した。これを4都市（柏市、青梅市、徳島市、高知市）において適用し、様々な施策によるCO2削減効果を分析した³⁷。いずれの都市でも、土地利用・交通施策を複合的に実施した場合（Case5）で最も大きな削減率となり、土地利用施策と交通施策にあわせて取り組んでいくことが効果的であることが示唆された。また、地域別に効果的な施策が異なる結果となった。これには地域特性が反映されているものと考えられ、後述の地域特性の把握・評価をふまえた計画策定の重要性も示唆された。



³⁷ 実在の都市のデータを用いてシミュレーションを実施したが、これらはあくまで本業務において独自に条件を設定した上でケーススタディを行ったものであり、実際の各自治体の政策方針を反映しているものではない。

また、モデル分析をどの自治体でも利用可能なものとするため、分析に必要な交通量データを既存の統計データ等から推計する方法を整備した。これにより、従来は都市圏パーソントリップ調査等を実施している都市でのみ交通量データを把握可能であったところを、どの自治体でも交通量データを推計できるような手法を整備し、モデルを一般的に利用可能なものとした。

さらに、長期予測の観点から、交通手段選択モデルのパラメータとして長期予測パラメータの分析を行った。これにより、長期的な交通行動やサービスレベルの変化を想定したパラメータを分析に用いることができるようになった。さらに、全国画一的なパラメータを用意したことにより、自治体の担当者の作業負担の軽減にも貢献する。

（２）地域特性の把握・評価手法の構築

地域の特性をふまえた有効な対策・施策の選対のため、地域特性の把握・評価手法について検討・整理を行った。これにより、まず定性的な評価を行い、有効であると考えられる施策メニューの「当たり」をつけたうえで、それらに関してさらに定量的な削減効果把握のための分析を行うことが可能となる。

（３）システム・ツール化に向けた仕様検討および演習用ワークシートの作成

システム・ツール化の仕様検討、及び演習用ワークシートの作成を行った。システム・ツールの全体の構成は下図の通りとし、次年度以降に実際に具体化していく。また、あわせて狭域モデルのエッセンスの習得のための演習用ワークシート、及びその操作手引きを作成した（操作手引きは８章に記載）。

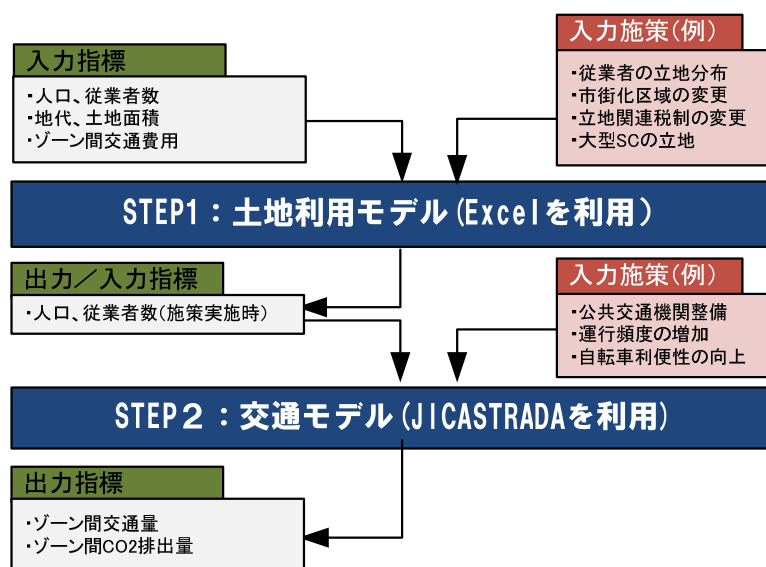


図 9-3 システム・ツールの全体フロー

9-2 今後の課題

(1) 交通量データ作成

本調査では、都市圏 PT 等を実施していない自治体でも、既存の統計データ等からモデル分析に必要な交通量データを推計する手法を提案した。3 章で記載した通り、この手法による推計では、ゾーン別の発生交通量の精度はある程度保たれるが、OD 別の交通量に関する精度は保証されない。本調査の関心である、市全体の CO2 排出量をターゲットとする限りでは、個別 OD の交通量の精度が必ずしも求められるわけではなく、本調査ではこの手法で作成したデータを用いてモデルの適用を行った。ただし、より精緻な分析のためには、推計精度のより高い手法を整備していくことも今後の課題であり、引き続き検討を行う必要がある。

(2) データの更新

本調査で構築したモデルは、基本的に 2005 年時のデータに基づいている。これは、自動車の交通量に関する基礎的統計である道路交通センサス起終点調査のうち、利用可能な最新のものが 2005 年のものだったためであるが、2013 年 3 月に、2010 年に行われた同調査の結果が公開される運びとなった。地域の現状を反映した分析を行うためには、当然ながらできるだけ新しいデータを利用することが望ましく、利用可能な統計等の範囲内でモデル分析に用いるデータの更新を図る必要がある。

(3) 実行計画策定のための簡易な推計手法の確立

上記の課題 (1) の通り、狭域モデル分析のためのデータ有無が一つの課題となっており、また、仮にデータが利用可能であったも小規模・低予算の自治体では一連のモデル分析を実施することの負担が大きいことから、実行計画策定のためのより簡易な CO2 削減効果推計手法を検討する必要もある。具体的には、既存の統計（全国 PT や国勢調査、道路交通センサス等）を活用し、ゾーン分割を行わず、市区町村の単位で推計が可能となるような手法である。実際に、地区・街区の低炭素効果の推計手法では、自治体単位で削減ポテンシャルを推計する手法と、より詳細に町丁目単位の需給マッチングを考慮した手法が整備されている（下表）³⁸。

表 9-1 土地利用・交通分野および地区・街区分野の 2 段階の低炭素効果推計手法

	手法 1 (ゾーン分割せず市区町村単位で集計)	手法 2 (町丁目単位でゾーン分割)
土地利用・交通	※検討されていない (→簡易な推計手法が必要)	狭域モデル分析 (=本調査の内容)
地区・街区	市区町村単位の削減ポテンシャル推計	町丁目単位にゾーン分割し、需給マッチングを行う。熱輸送距離制約も考慮。

³⁸ 平成 24 年度地方公共団体実行計画（区域施策編）策定マニュアルに関する低炭素化手法（地区・街区）検討業務にて検討。

ただし、簡易な推計手法といっても、交通手段分担や距離帯分布曲線を用意するなど、ある程度の推計の根拠を有したものである必要がある。その際には、既存の統計等に基づき相関分析を行うアプローチや、あるいは狭域モデル分析の事例の蓄積から原単位等を設定していく方法も考えられる。一方で、やはり精緻な分析のためには狭域モデルのような精度が必要である。自治体の能力やニーズに応じて利用可能な２段階の推計手法を整備していくことが重要である。