

# 人口低密地域における自動車からの CO<sub>2</sub>排出低減対策に関する研究

2007年1月

岡崎 誠

## 目次

第1章 研究の背景と目的	1
1-1 世界の温室効果ガス排出量の動向	2
1-2 我が国の運輸部門におけるCO <sub>2</sub> 排出量の動向	5
1-3 我が国の運輸部門における地球温暖化対策	9
1-4 自動車からのCO <sub>2</sub> 排出低減施策における地方都市の役割	10
1-5 本論文の構成	13
参考文献	16
第2章 地域の特徴を考慮した市町村単位の自動車CO <sub>2</sub> 削減対策の検討	17
2-1 はじめに	17
2-2 自動車からのCO <sub>2</sub> 排出量の推計方法の検討	18
2-2-1 使用データ	18
2-2-2 CO <sub>2</sub> 排出量の推計方法	18
2-2-3 3種のデータによる推計結果の比較	24
2-3 鳥取県東部地域での削減対策の検討	28
2-3-1 各市町村のCO <sub>2</sub> 排出構造	28
2-3-2 地域における自動車排出CO <sub>2</sub> の削減対策とその効果	37
2-4 まとめ	44
参考文献	45
第3章 地域の特徴を考慮したバスシステム改善施策の体系的整理と 特性解析	46
3-1 はじめに	46
3-2 バスシステム改善施策の分類	47
3-2-1 情報の収集方法	47
3-2-2 バス利用者の分類	47
3-2-3 実際の対策とその分類	47

3-3 地域特性と対策の選択	52
3-4 バスシステム改善施策の実施例から見た特性解析	53
3-5 路線バスの利用促進による CO <sub>2</sub> 排出量削減の効果	56
3-6 まとめ	57
参考文献	59
第4章 人口低密地域における一般廃棄物の収集方法が CO <sub>2</sub> 排出量に 及ぼす影響の検討	61
4-1 はじめに	61
4-2 研究方法	62
4-2-1 収集・運搬過程の環境負荷(CO <sub>2</sub> の排出量)の算定方法	62
4-2-2 選別過程の環境負荷(CO <sub>2</sub> の排出量)の算定方法	64
4-2-3 コストの算定方法	66
4-3 ケーススタディ	70
4-3-1 評価対象地域	70
4-3-2 計算条件	71
4-3-3 分別数が環境負荷(CO <sub>2</sub> の排出量)に及ぼす影響	76
4-3-4 集落の分布が環境負荷(CO <sub>2</sub> の排出量)に及ぼす影響	82
4-3-5 将来人口に基づく収集・運搬, 選別過程での CO <sub>2</sub> 排出量の予測	86
4-3-6 分別数がコストに及ぼす影響	88
4-4 まとめ	91
参考文献	92
第5章 結語	95
5-1 まとめ	95
5-2 人口低密地域の自動車からの CO <sub>2</sub> 削減の方向	96
謝辞	102

## 第 1 章 研究の背景と目的

近年の人間活動の拡大に伴って、人為的な温室効果ガスの排出が進んでいる。特に CO<sub>2</sub> に着目すると、産業革命以降化石燃料の使用量が急激に増加したことにより、大気環境中の濃度は産業革命以前の 280ppm 程度から 2000 年時点で約 370ppm に達するに至っている。この結果、世界の各地で地球温暖化の兆候が観測されまた将来の影響が懸念されている。2001 年に取りまとめられた「気候変動に関する政府間パネル (IPCC)」の第 3 次評価報告書<sup>1)</sup>では、20 世紀の間に全球平均地上気温の上昇は約 0.6℃ 平均海面推移の上昇は 10~20cm であったとしている。またこの間、霜が降りる日はほぼすべての陸域で減少し、大雨現象は北半球の中高緯度で増加し、干ばつは一部の地域で頻度が増加し氷河は広範に後退したことを確認している。さらに、積雪面積は 1960 年代以降 10% 減少したとしている。同報告書ではあわせて世界全体の経済成長、人口、技術開発、経済・エネルギー構造等の動向について複数のシナリオを設定して将来の予測を行っている。これによると、1990 年から 2100 年の間に、全球平均地上気温は 1.4~5.8℃ 上昇し、平均海面水位は 9~88cm 上昇するとしている。またこの間に、気象への影響としては洪水、干ばつが増大し、台風の強力化がみられ、人の健康への影響としては、熱ストレスの増大や感染症の拡大が指摘されている。生態系への影響としては、一部の動植物の絶滅や生態系の移動が、農業への影響としては、多くの地域で穀物生産量が減少することが、さらに市場への影響としては、特に一次産物中心の開発途上国で大きな経済損失が見込まれることが明らかにされている。

政府レベルでかつ国際的な枠組みで地球温暖化対策が検討され始めたのは、1980 年代の後半に入ってからである。この時期急速に国際対応の議論が進展した。1988 年のトロント会合(カナダ)や第 1 回の「気候変動に関する政府間パネル (IPCC)」会合(ジュネーブ)、1989 年のハーグ環境首脳会議(オランダ)、アルシュサミット(フランス)、ノールトベイク会議(オランダ)など、そして 1990 年のヒューストンサミット(アメリカ)などを経て 1992 年にはニューヨークでの気候変動枠組条約交渉会議で条約が採択され、同年に開催された国連環境開発会議(地球サ

ミット:リオデジャネイロ・ブラジル)で我が国も含めた多くの国がこの条約に署名した。そして1997年、この締約国が集まる第3回の会議(京都・日本)で先進工業国(条約の付属書I締約国)の具体的な温室効果ガス排出削減目標が議定書の形で決定された。

2005年の京都議定書発効により我が国全体としての温室効果ガス排出量の削減がますます真剣に求められるようになってきている。2004年度の日本全体の温室効果ガス排出量は、独立行政法人国立環境研究所の日本国温室効果ガスインベントリ報告書<sup>2)</sup>によれば13億5,500万トン(CO<sub>2</sub>換算)であり、気候変動枠組条約の基準年(1990年度)から12.0%の増加となっていた。自動車からの排出が大部分を占める運輸部門では、基準年となっている1990年に比して2004年度には21.7%の増加を示しており、業務その他部門、家庭部門とともにその削減対策は地球温暖化対策のなかで重点課題の1つとして位置付けられている。一方OECDでは2001年の環境大臣会合で新しい政策ビジョンとして「Environmentally Sustainable Transport」のガイドラインを了承し、参加各国での推進に努めている<sup>3)</sup>。これは、長期的視野にたって都市計画、市民のライフスタイルのあり方などにも立ち入って環境面で持続可能な交通体系を確立しようとするものであり、もちろん、円滑かつ着実な実施には市民も含めたすべてのステークホルダーのコンセンサス、協力が不可欠とされている。我が国では、2003年3月に「EST名古屋会議」が開催され、また2005年度からは国土交通省の補助事業として全国の代表的都市でモデル事業がはじまるなど、徐々にではあるがその進展が見られつつある状況である。

このような状況を踏まえて、本研究ではCO<sub>2</sub>の排出抑制対策について自動車に着目し、また人口低密な地域に焦点をあてて検討することとした。

#### 1-1 世界の温室効果ガス排出量の動向

図1-1は気候変動枠組条約事務局が各締約国からの報告をまとめたものなかから主要な付属書I国の動向を整理したものである。<sup>4)</sup> 基準年の1990年に比して2003年の温室効果ガス排出実績の増減を示したものであるが、ヨーロッパ諸国では排出量の減少が顕著である。アメリカ、日本、カナダ、オーストラリアなどそ

の他の地域では 10～20%程度の増加となっている。京都議定書の各国の削減目標達成非達成の議論は別にしても、地球温暖化対策の一層の促進は我が国だけに特別に求められているものではなく、世界的な課題と認識することができる。

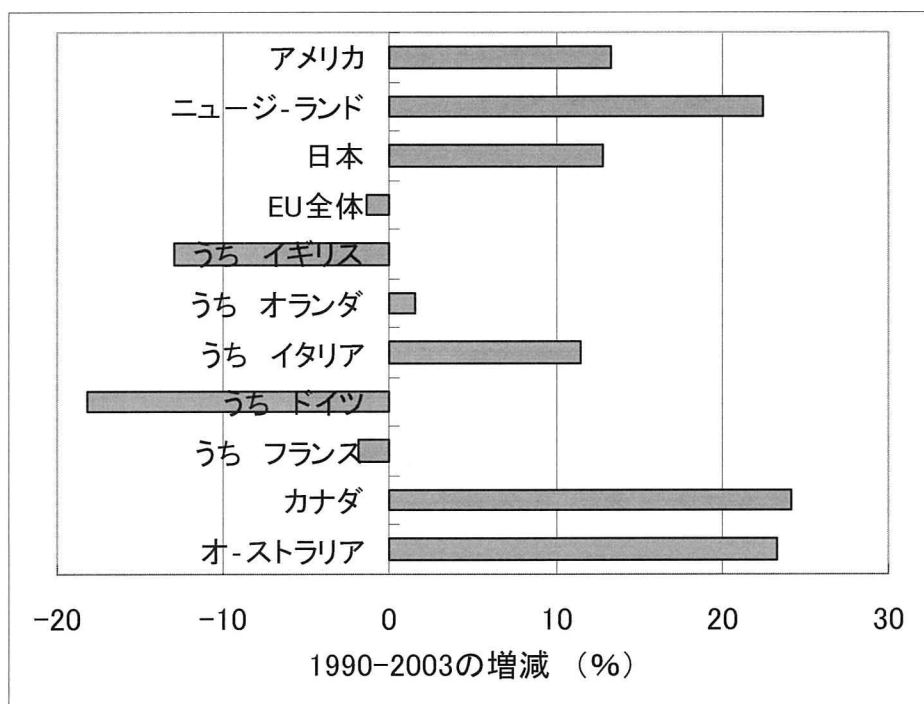


図 1-1 主要な付属書 I 国の温室効果ガス総排出量の増減

(参考文献 4) より作成)

図 1-2 は、同様に運輸部門からの温室効果ガスの排出量の変動を図化したものである。イギリス、ドイツを除けばいずれも 20～30%の増加となっている。特に、ヨーロッパ諸国では、図 1-1 の総排出量では 1990 年に比べて減少が目立っていたが、ここではいずれの国も増加しており、EU 全体としても 23.8%の増加となっている。このように、運輸部門からの温室効果ガス排出の抑制は今後の対策の重要課題と位置付けられる。

図 1-3 は、世界の自動車保有台数の増加傾向を先進国と開発途上国に別けて示したものである。過去 30 年にわたって先進国、開発途上国ともに増加傾向は著しく、現在の制度的枠組みを前提とすると今後更なる増加が予想されるところであ

る。特に開発途上国での爆発的な普及を念頭にどのような対策を準備していくかが大きな課題といえる。

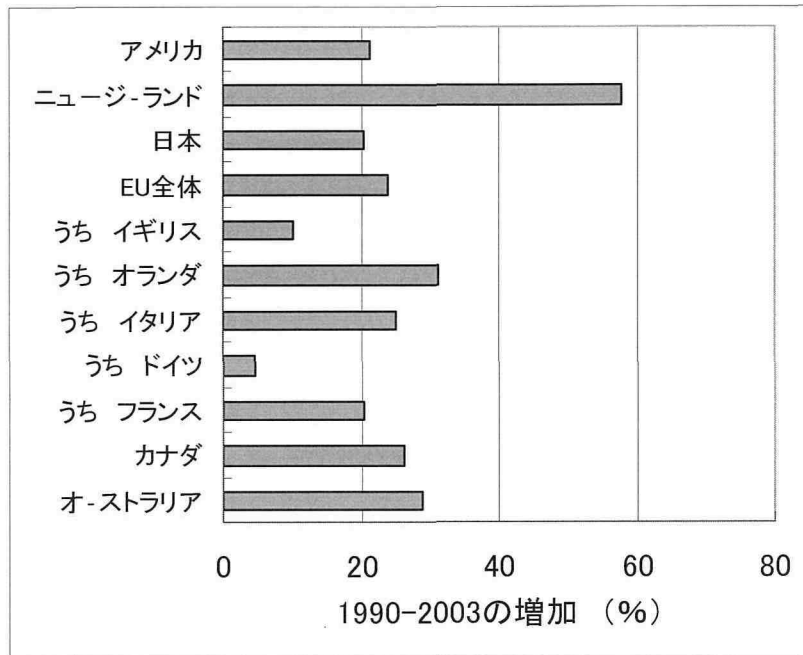


図 1-2 主要な付属書 I 国の運輸部門の温室効果ガス排出量の増減  
(参考文献 4) より作成)

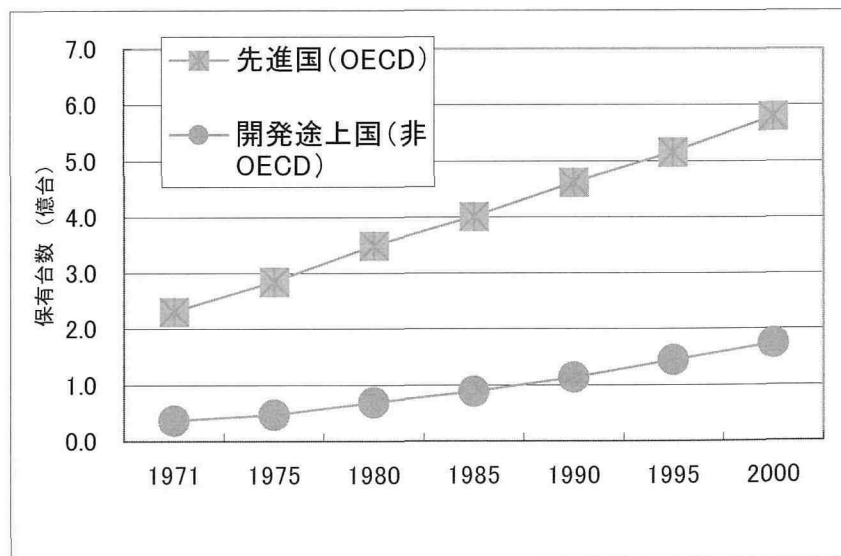


図 1-3 世界の自動車保有台数の推移 (参考文献 5) より作成)

このように、運輸部門からの温室効果ガス排出の抑制は、世界の地球温暖化対策の主要課題となっている。

## 1-2 我が国の運輸部門における CO<sub>2</sub> 排出量の動向

上で述べたとおり国際的な地球温暖化防止対策の基準年とされている 1990 年以降、我が国のみならず主要な先進国ではいずれも運輸部門からの温室効果ガス排出量の増加が著しい。自動車から排出される二酸化炭素の低減が、国内でもまた国際的にも今後の地球温暖化対策の重要な課題となっていることは既に各方面から指摘されているところである。2004 年度の我が国の温室効果ガスの排出状況を見ると<sup>2)</sup>、温室効果ガス総排出量 13 億 5,500 万トン (CO<sub>2</sub> 換算)のうち、CO<sub>2</sub> 排出量は 12 億 8,600 万トンで 94.9%を占めていること、また、運輸部門の CO<sub>2</sub> 排出量 2 億 5,448 万トンのうち自動車からの排出が 2 億 3,027 万トンで 90.5%を占めていることから、ここでは自動車からの CO<sub>2</sub> の排出に着目して議論を展開していきたい。

まず、我が国の CO<sub>2</sub> の総排出量の推移を図 1-4 に示す。年により若干の変動があるものの 1990 年から着実に増加してきていることが読み取れる。留意すべきは、これらの増加は国や地方公共団体、産業界、国民その他関係者の間で地球温暖化対策の重要性が認識され、可能な限りの対策を講じてきた結果であることである。したがってこれ以上の削減は容易ではないと考えなければならない。

図 1-5 は、我が国で、運輸部門のうち自動車から排出された CO<sub>2</sub> の推移を示したものである。1990 年から 1996 年にかけてはほぼ直線的に増加していたが、1996 年以降はその増加の速度が鈍り、2001 年に最大値を記録したあと 3 年間はやや減少の傾向を示している。しかしながら 1990 年の排出量 189,228 千 tCO<sub>2</sub> に比べると依然として高い水準のまま推移しているといえる。

我が国の自動車と CO<sub>2</sub> 排出に係る主要な指標を、各種の資料を調査して 1990 年から 2000 年への変化を比較しつつ取りまとめた。その結果を表 1-1 に示す。



この指標のなかでは、自動車の旅客輸送量，自動車の貨物輸送量の増加が直接的な CO<sub>2</sub> 排出量の増加要因と考えられるが，このほかの関連するいずれの指標も，自動車からの CO<sub>2</sub> 排出が増加する方向での変化が著しい．なかでも，自動車保有台数，営業用貨物自動車の輸送量の増加が顕著であり，また，営業用バスの旅客輸送量が約 10%減少しているのも特徴的である．

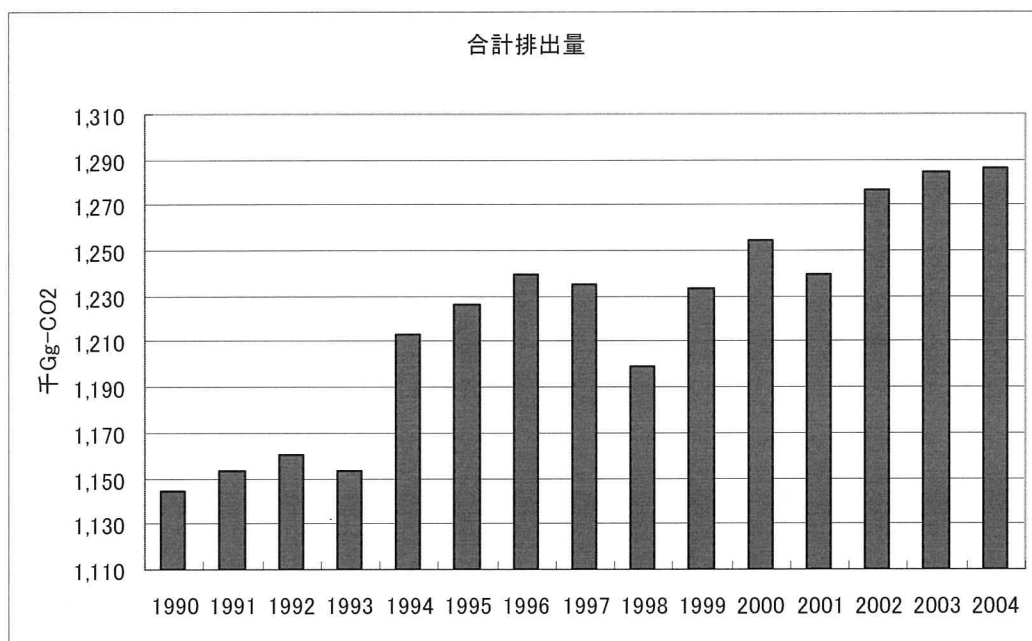


図 1-4 我が国の CO<sub>2</sub> 総排出量の経年変化 (参考文献 2) より作成)

図 1-6 は，全国の 1990 年度（平成 2 年度）からの車両重量別の保有台数の推移を示したものである．軽量小型の車両の占める割合が減少し，大型化していることが明らかである．この点でも，自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量の増加の傾向を押し進める結果となっている．

さらに，平成 11 年に実施された「都市交通に関する世論調査」<sup>8)</sup>によると，通勤・通学に利用する交通機関として乗合バスをあげた回答者は平成 2 年の調査に比べ 0.7 ポイント減少し，逆に自家用車とした者は 0.7 ポイント増加している．

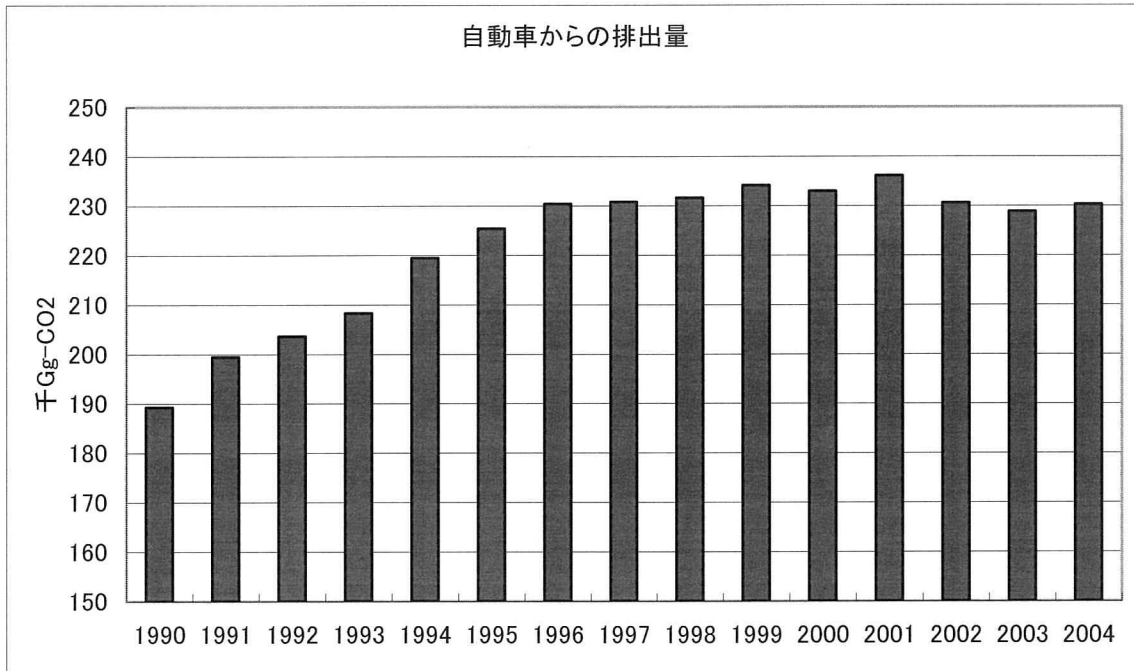


図 1-5 我が国の自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量の経年変化 (参考文献 2) より作成)

表 1-1 自動車からの温室効果ガス排出に関連する各種指標の変化

指 標	単 位	概 要		
		1990 年度	2000 年度	増減
自動車保有台数	千台	57,994	74,583	28.6% 増
乗用車平均使用年数	年	9.26	9.96	7.6% 増
旅客輸送量	百万人・Km	1,298,400	1,419,700	9.3% 増
うち自動車の旅客輸送量	百万人・Km	853,100	951,300	11.5% 増
営業用バス旅客輸送量	百万人・Km	77,341	69,530	10.1% 減
貨物輸送量	百万 t・Km	546,785	578,000	5.7% 増
うち自動車の貨物輸送量	百万 t・Km	274,200	313,100	14.2% 増
営業用貨物自動車輸送量	百万 t・Km	194,221	255,533	31.6% 増
自動車の輸送量分担率	%	旅客：65.7 貨物：50.1	67.0 54.2	1.3ポイント 増 4.1ポイント 増
旅客輸送 CO <sub>2</sub> 排出原単位	g/人・Km	109.5	126.1	15.1% 増
貨物輸送 CO <sub>2</sub> 排出原単位	g/t・Km	161.8	160.1	1.1% 減
道路総延長	1,000Km	1,163	1,226	5.4% 増
運輸部門の温室効果ガス排出量	百万 t	212	256	20.6% 増

出典：交通経済統計要覧，自動車検査登録協会，陸運統計要覧，

道路統計年報，環境省<sup>6)</sup>

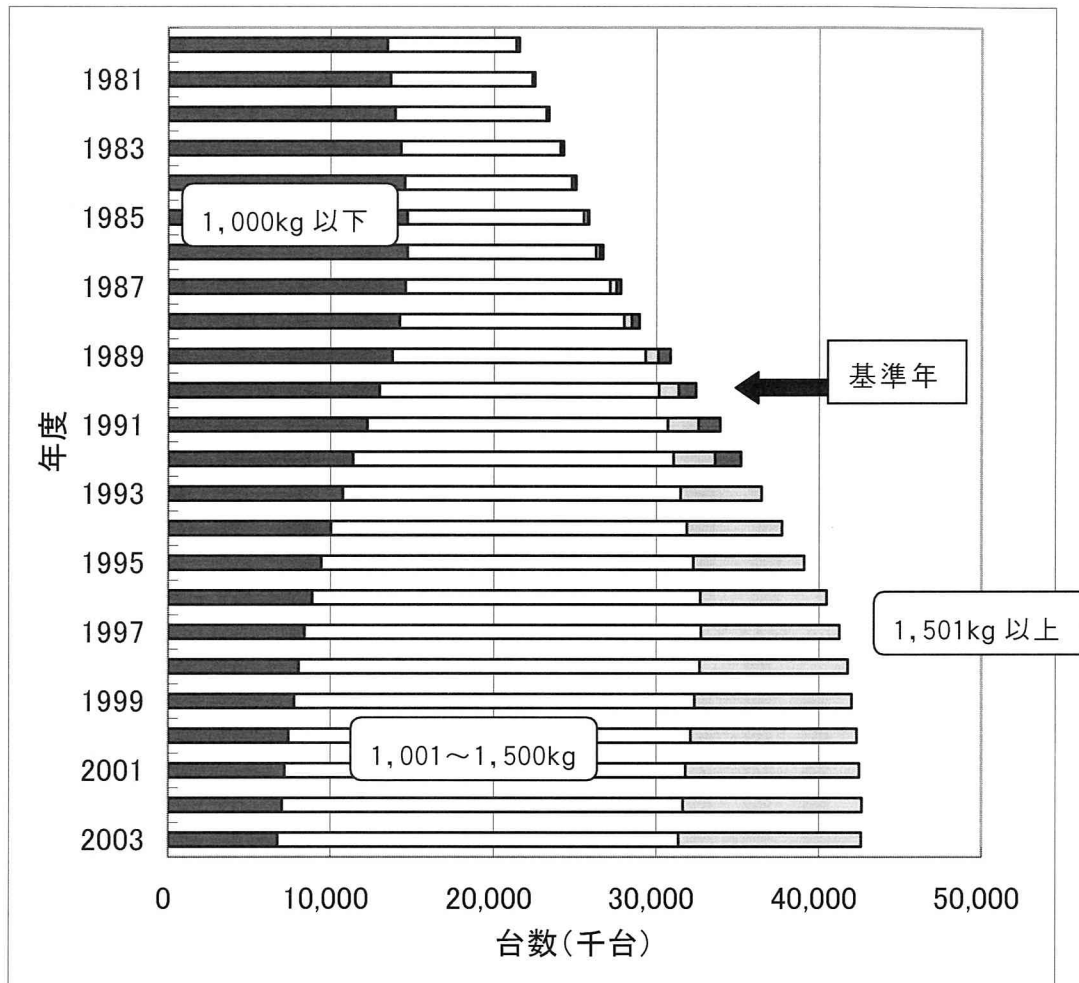


図 1-6 乗用車（自家用・営業用）の車両重量別普及台数の推移

(平成 18 年度版環境統計集<sup>7)</sup> より作成)

以上のような傾向は旅客輸送、貨物輸送ともに自動車（旅客輸送ではさらに乗用車が）他の手段に比して総合的に優れているという社会全体の評価の表われと考えられ、この流れを食い止めることは容易ではない。我が国の自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量を抑制していくための効果的な施策は明確になっていない状況であるが、自動車による輸送が将来にわたって環境保全の観点からも持続可能な形となるように、抜本的な検討、見直し、実行が求められている。

### 1-3 我が国の運輸部門における地球温暖化対策

我が国では従来から都市の交通渋滞対策，地域的大気汚染対策，道路交通騒音対策，資源・エネルギー対策などそれぞれの政策課題への対応を目的として，さまざまな交通関連の施策が実施されてきている．いずれも単一の施策で十分な効果が得られる性格のものではないので，総合対策の形をとり幅広い分野の施策をパッケージ化して進められている．これらの個々の施策には，地球温暖化対策としても有効なものも多く含まれており，このような施策を集めて地球温暖化対策としての位置付けを明確にしたうえで，一層の推進を図っているのが現状とみることもできる．

表 1-2 は，2002 年 3 月に政府で策定された地球温暖化対策推進大綱の中に記述されている交通関係の施策を抽出し，従来の施策区分に沿って整理したものの<sup>9)</sup>である．いずれの施策もそれぞれ着実な進展が図られているものの，我が国の運輸部門からの二酸化炭素排出削減の切札として期待できるところまで至っていない．

表 1-2 運輸部門の地球温暖化対策

施策	具体例
①自動車単体対策	燃費基準の強化、低公害車の開発・普及、営業車へのアイドリングストップ装置の搭載、大型トラックへの速度抑制装置の装備
②交通流対策	交通需要マネジメント (TDM)、高度道路交通システム (ITS) の推進、自転車利用の推進、路上駐車対策、道路交通情報提供、路上工事の縮減、信号の高度化、交通管制の高度化、
③モーダルシフト・物流効率化	内航海運の競争力強化、鉄道貨物輸送力の強化、車両の大型化・トレーラー化、国際貨物の陸上輸送距離の削減、共同配送施設の整備
④公共交通機関の利用促進	都市部での鉄道・新交通システム・中量軌道システムの整備、ICカード・乗り継ぎ改善など利便性向上、バス専用レーン・バス優先レーン・バス優先信号など公共車両優先システム (PTPS)
⑤国民運動	エコドライブ

#### 1-4 自動車からの CO<sub>2</sub> 排出低減施策における地方都市の役割

一般に、都市の規模別に自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量低減対策実施の難易度を論ずれば、大規模都市の方が推進に有利という側面が支配的と考えられる。すなわち、各種対策を市区町村の規模によって定性的に考察すると、まず、自動車単体対策では、より低燃費の自動車の普及には、各種の補助・助成の制度があるものの一般的には利用者の経済的負担が増す場合が多く、これに耐えられる能力は経済力に優る大規模都市のほうが有利といえよう。しかし一方では、軽自動車の普及など車両の小型化では、地方都市、小都市のほうが普及が進んでいる。更に、エコドライブなど運転者への知識普及による CO<sub>2</sub> 排出低減方策に関しては、地域で機能している自治会活動やコミュニティーとしてのまとまりを考慮すると、地方都市、小都市のほうが効果的推進に有利と考えることもできる。

人流対策としては公共交通機関の利用促進が中心と考えられるが、バス、地下鉄、LRT などの採算性は、いずれも利用者の密度の高い大規模都市のほうが圧倒的に有利である。バス、地下鉄などの利便性向上のための施策も同様に投資効率は大規模都市のほうが優れている。地方都市で対応の可能性がわずかに感じられるのは、投資規模の比較的小さなバスシステムの充実ぐらいであろう。同様に、海運、鉄道貨物輸送、トラックの大型化、共同輸配送などの物流対策や、交通信号の高度化、交通管制の高度化、道路交通情報の提供、交通需要マネジメントなどの交通流対策も、集積のメリットを考えると大規模都市のほうが実施に有利といえる。このような点を総合すると、自動車からの CO<sub>2</sub> 削減対策は大規模都市を中心に進めるべきという考えも生じてくる。

しかしながら、この結果地方都市、小都市での対策が不要となるものでもない。図 1-7 図 1-8 表 1-3 は、環境自治体会議環境政策研究所が行った、全国の市区町村（全国の市町村と東京の 23 区）別の自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量推計の結果<sup>10)</sup>を 2006 年 3 月現在の市区町村区分と人口<sup>11)</sup>を用いて人口規模別に集計しなおしたものである。これによると、人口規模が 100 万人以上の市区町村での自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量の占める割合は全国の 10.6%にすぎず、また主要な地方都市を含めたものとして人口規模 40 万人以上の市区町村の占める割合を合計しても、26.9%に

とどまっている。

逆に、人口規模20万人以下の市区町村から排出される割合は全体の57.8%を占めている。また、1人当たりのCO<sub>2</sub>排出量を比べてみると、人口100万人以上の都市では1,172Kg-CO<sub>2</sub>/人・年と全国平均の1,561Kg-CO<sub>2</sub>/人・年よりも相当低くなっている。一方、10万人以下の市区町村では、1,781~2,039Kg-CO<sub>2</sub>/人・年と高い値を示しており、地方の小都市では自動車の利用による1人当たりのCO<sub>2</sub>排出量は大都市のおおむね1.5~1.7倍になっている。

このことから、今後の我が国の自動車からのCO<sub>2</sub>排出量削減対策を検討する場合、人口規模が100万人以上、あるいは60万人以上、40万人以上といった大規模都市、地方の中核都市を中心に進めれば十分であるということとはできない。人口規模が20万人以下、あるいは10万人以下の小規模なしかも地方の市町村での対策推進も、全国のCO<sub>2</sub>排出量を着実に低減していくためには不可欠ということが出来る。今後の我が国の地球温暖化対策の成否は、地方の中小規模の地方公共団体レベルの取組みが鍵を握っていると考えることもできる。

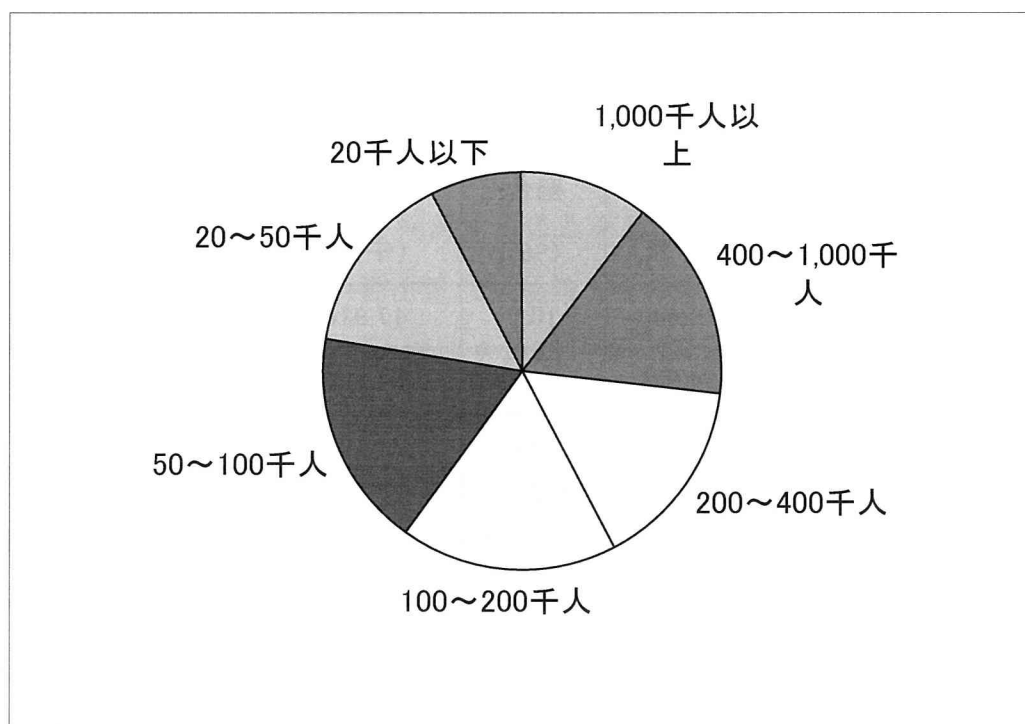


図 1-7 全国市区町村の人口規模別の自動車からのCO<sub>2</sub>排出量の割合

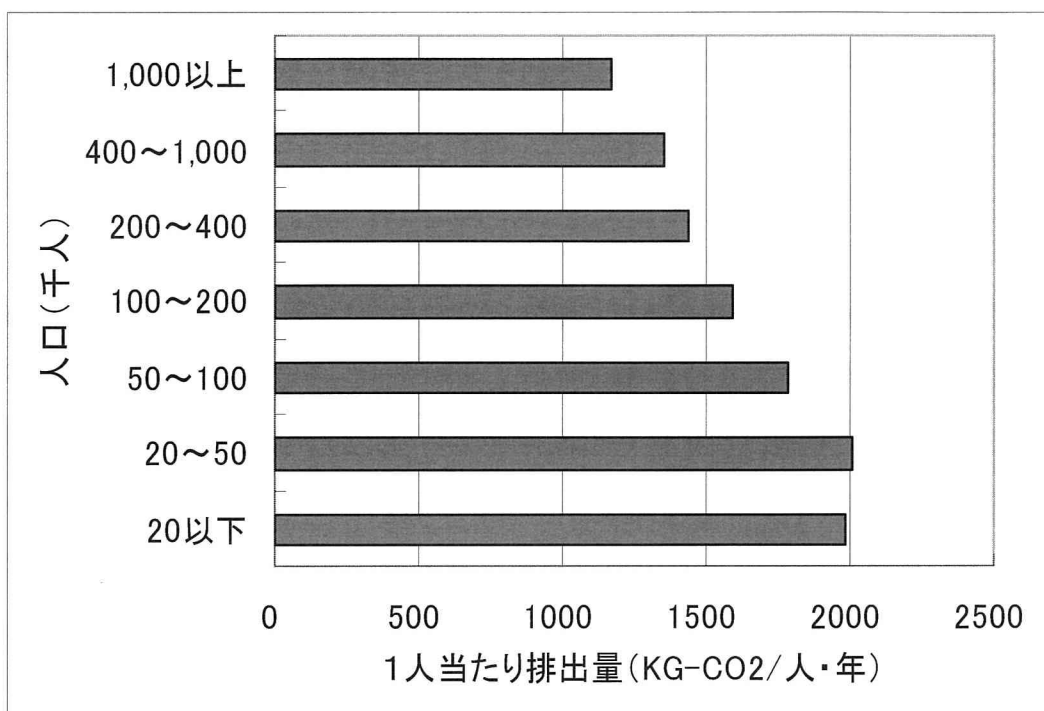


図 1-8 全国市区町村の人口規模別の 1 人当たりの自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量

表 1-3 全国市区町村の人口規模別の自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量

人口規模 (千人)	CO <sub>2</sub> 排出量 (t-CO <sub>2</sub> /年)	割合 (%)	総人口 (千人)	1人当たり排出量 (Kg-CO <sub>2</sub> /人・年)
1,000 以上	20,999,443	10.6	17,918	1,172
400-1,000	32,534,089	16.4	24,100	1,350
200-400	30,294,233	15.3	21,107	1,435
100-200	34,831,610	17.6	21,918	1,589
50-100	35,117,812	17.7	19,719	1,781
20-50	29,871,074	15.1	14,891	2,006
20 以下	14,665,998	7.4	7,400	1,982
合計	198,313,759	100.0	127,053	1,561

## 1-5 本論文の構成

以上述べたような背景を踏まえて我が国の運輸部門の地球温暖化対策に関して現状を整理すると以下のとおりとなる。

- ① 1990年以降我が国においては、CO<sub>2</sub>排出量の増加が続いている。
- ② 部門別に見ると運輸部門、民生部門の増加が著しい。
- ③ 運輸部門の中では、自動車からの排出量が大部分を占めている。
- ④ 自動車からのCO<sub>2</sub>排出量を市区町村の人口規模別に見ると、地方の小都市においても対策を進めていくことが重要である。
- ⑤ 公共交通機関の利用促進や物流対策、交通流対策では、経済性を考慮した場合交通密度の高い大都市に比べると地方の小都市では圧倒的に不利である。バスを活用した交通システムがわずかな可能性を感じさせる程度である。
- ⑥ しかしながら、自動車単体対策では、自動車の小型化や運転者への知識の普及の面で大都市に比べて推進に有利と考えられる面もある。
- ⑦ いずれにしても、地方の小都市の場合、地域の特徴を踏まえて効果的な対策を選定し実施していくことが求められている。

そこで本論文では、地方の小都市あるいは人口低密な地域を対象として、自動車から排出されるCO<sub>2</sub>の低減方策を検討することを目的とした。

図1-9に、自動車からのCO<sub>2</sub>排出量低減施策、その中で地方の小都市で比較的取り組みやすい施策、そして本論文の構成を整理した。

第2章では、モデル地域として鳥取県東部地域を取上げ、市町村単位で（合併前の行政区域で）自動車からのCO<sub>2</sub>排出の構造を明らかにして、これをもとに地域の特徴を踏まえた合理的対策の検討を試みた。

第3章では、全国で実施されているバスの利便性向上に関する各種施策を整理したうえで人口低密地域の特性を踏まえたバスシステム改善の方策を検討した。

国民、事業者など関係者が一丸となって取り組む環境対策では、グリーン購入法の考え方に見られるように公的機関の率先垂範も重要な取り組みの一つと位置づけ



られる。人口低密な地域でも公的サービスの提供に伴って自動車から CO<sub>2</sub> が排出されている。そこで第 4 章ではこれらのなかから、環境政策の一環として行われている一般廃棄物の分別収集をとり上げて、分別数と収集、運搬、リサイクル施設での選別の過程で排出される CO<sub>2</sub> の量の関係を解析し、地球温暖化対策の面から見た望ましいシステムについて検討を行った。

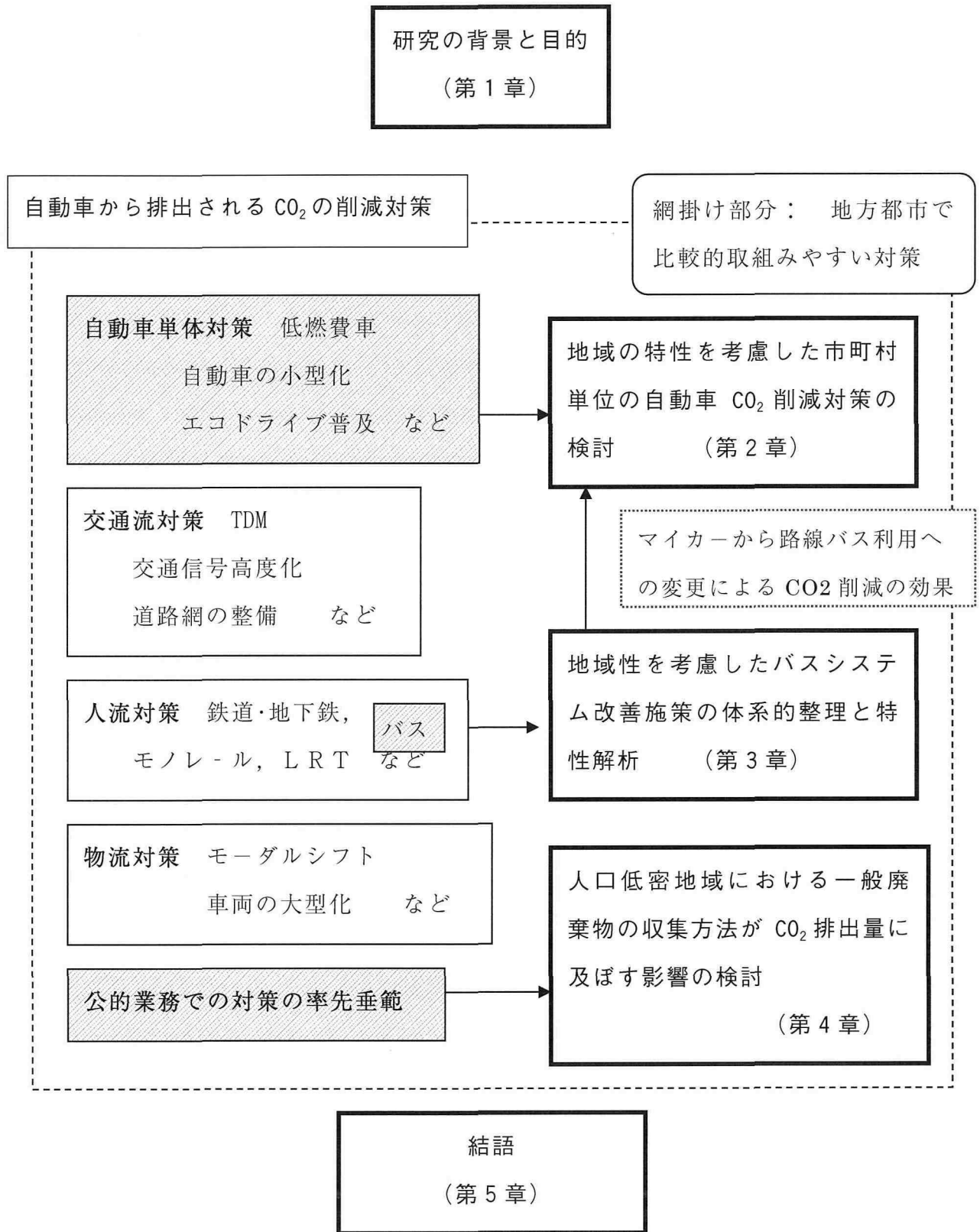


図 1-9 自動車のCO<sub>2</sub>削減の施策と本論文の構成

## 参考文献

- 1) 環境省：平成 18 年版環境白書，(株)ぎょうせい，2006
- 2) 独立行政法人国立環境研究所：日本国温室効果ガスインベントリ報告書，温室効果ガスインベントリオフィス (GIO) <http://www-gio.nies.go.jp> ，2006
- 3) 柳下正治ほか：我が国における持続可能な交通 (EST) 導入に関するフィージビリティ研究，地球環境研究総合推進費平成 14 年度研究成果－中間成果報告集－，環境省地球環境局研究調査室，2003
- 4) United Nation Climate Change Secretariat：“Key GHG Data Greenhouse Gas Emissions Data for 1990-2003 submitted to the United Nations Framework Convention on Climate Change”，<http://unfccc.int/2860.php> ，2005
- 5) 日本エネルギー経済研究所：エネルギー・経済統計要覧 2003，(財)省エネルギーセンター，2003
- 6) 環境省：2000 年度（平成 12 年度）の温室効果ガス排出量について，2002
- 7) 環境省総合政策局：平成 18 年版環境統計集，(株)ぎょうせい，2006
- 8) 総理府内閣総理大臣官房広報室：都市交通に関する世論調査，1999
- 9) 岡崎誠：自動車と環境問題を考える，Tottori Research Center Report, No.16, 2002
- 10) 環境自治体会議環境政策研究所：市町村別温室効果ガス排出量推計データ（2000 年，2003 年）および市町村の地球温暖化防止地域推進計画モデル計画について，<http://www.colgei.org/>，2006
- 11) 総務省自治行政局市町村課：住民基本台帳に基づく人口・人口動態及び世帯数（平成 18 年 3 月 31 日現在），<http://www.soumu.go.jp/c-gyousei/020918html> ，2006

## 第2章 地域の特性を考慮した市町村単位の自動車CO<sub>2</sub>削減対策の検討

### 2-1 はじめに

CO<sub>2</sub>削減のための交通対策は、大都市のみならず地方都市さらには公共交通機関の整備が必ずしも十分でない地域にあってもそれぞれの事情を踏まえた上で取組むべき全国的課題であり、当然のことながら施策の内容、重点はそれぞれの生活圏の実情により異なってくるものと考えられる。長期的な視野で地域の産業活動や生活様式の変更まで含めて交通政策を確立していくためには、市民も含めたステークホルダーの参加が不可欠であり、検討の対象となる地域の広がりに関しては、施策の内容が市民の日常生活に密接になればなるほど、都道府県単位はもとより市区町村単位でのディスカッションが重要となってくる。このプロセスを効果的なものとするためには、対象となる地域内で交通に係るCO<sub>2</sub>排出の構造を明らかにするとともに候補に挙げられる施策の実施によるCO<sub>2</sub>削減効果の概略を提示する必要がある。また、このような情報は一般的な交通環境対策の環境教育・環境学習の現場においても強く求められているところである。

しかしながら現状では、限られた地域を除くと都道府県単位、市町村単位いずれの場合にあっても、自動車からの環境負荷の実態把握は必ずしも容易ではなく、これが対策推進の隘路になっていると考えることもできる。市町村単位で、車種別、利用目的別などのCO<sub>2</sub>の排出構造を明らかにしようとする、一般的にはパーソントリップ調査、起終点調査などによることとなる。いずれの調査データでも、トリップ長、トリップ数、交通目的、交通手段などが明らかになっていれば、種々の排出係数を用いてCO<sub>2</sub>排出量を推計することができる。これらの調査は、大都市を中心としていくつかの都市圏域では都市計画、交通計画の策定を目的として行われてはいるが、全国すべての市町村で実施されているものではない。このような既存情報が活用できない地域、特に地方都市においては、地球温暖化対策の策定のためにこのような調査を独自で実施することは、その財政的負担を考慮すると現実的には困難性が高い。

そこで本研究では、全国すべての市町村で入手可能な既存の統計データを用いて、市町村単位の自動車からのCO<sub>2</sub>排出構造を明らかにし、それに基づいて合理的なCO<sub>2</sub>削減対策の検討が可能となるような推計方法を提示するとともに、市町村の特徴に着目した効果的なCO<sub>2</sub>削減対策を検討した。

## 2-2 自動車からのCO<sub>2</sub>排出量の推計方法の検討

### 2-2-1 使用データ

全国規模で、あるいは都道府県単位でCO<sub>2</sub>排出量を推計する場合、広く用いられている基礎データとしては、全国道路交通情勢調査（道路交通センサス）の一般交通量調査<sup>1)</sup>と都道府県別の石油燃料販売量のデータ<sup>2)</sup>を挙げることができる。前者は、全国の幹線道路の定められた断面において通過する自動車台数を平日・休日別、車種別に計測したものであるが、このデータを用いる場合、実際に走行している車種別のCO<sub>2</sub>排出量が求められる利点があるが、非幹線道路からの排出をどのように把握し補正するかという点や、利用目的別などの解析はできないという課題は残る。後者のデータによる推計では、実際に消費した自動車燃料からCO<sub>2</sub>の排出量を求めるので都道府県単位の総排出量の把握には利点があるが、県境を越える通過交通分の排出量の推定は困難であり、また利用目的別の解析ができない。そこで、これらのデータに加えて全国道路交通情勢調査（道路交通センサス）の自動車起終点調査<sup>3)</sup>をとり上げ、それぞれのデータの特徴を比較して、本研究の目的に照らして最も有効な推計方法を検討した。

### 2-2-2 CO<sub>2</sub>排出量の推計方法

#### a) 自動車OD調査に基づく推計方法

全国道路交通情勢調査（道路交通センサス）は、全国の道路と道路交通の実態を把握し、道路の計画、建設、管理などについての基礎資料を得ることを目的として、昭和3年から概ね3～5年の間隔で国土交通省が実施しているものである。

本研究ではデータの入手可能な直近の調査として、平成11年度の調査結果を使用した。この調査は、一般交通量調査（車種、時間帯、方向別に調査地点を通過する交通量を調査）、自動車起終点調査（OD調査：自動車の出発地、目的地、交通目的などを調査）、駐車調査（人口20万人以上の都市もしくは県庁所在都市に対して駐車場施設の位置、規模、形態などを調査）、機能調査（医療・福祉、観光等における道路の使われ方を調査）から成り立っている。自動車起終点調査は自動車の所有者や使用者に対して、自動車1日の動きを訪問・調査留置方式で調査しており、使用の本拠、車種、所有の形態、トリップごとの出発地又は目的地、区間距離、運行目的、乗車人員、駐車場所などが記入されることとなっている。<sup>4)</sup>したがって、車種別のみならず、利用目的別の解析も可能である。自動車起終点調査には、路側OD調査（県境などの調査断面を横切る自動車の移動の起点、終点など運行状況を聞き取り方式で調査）も含まれているが、ここではもっぱらオーナーインタビューOD調査（車の所有者や使用者に対して、車の1日の動きを訪問・調査留置方式で調査）のデータを使用することとする。この調査の対象車両は表2-1のとおり、全国で1,655千台、抽出率は2.3%であった。

表 2-1 オーナーインタビューOD調査の抽出台数

		保有台数 (千台)	調査台数 (千台)	抽出率
乗用車	自家用	50,440	948	1.9%
	営業用	301	13	4.2%
貨物車類	自家用	18,679	631	3.4%
	営業用	1,220	64	5.2%
合計		70,640	1,655	2.3%

出典：国土交通省道路局「平成11年度道路交通センサスの概要」<sup>5)</sup>

調査項目は、車両属性を示すものとして、使用の本拠、最大積載量、使用燃料、初度登録年月、車種、所有の形態、業種、運転者の性別、運転者の年齢が、また、トリップ属性を示すものとして、1日の走行距離、出発地又は目的地、出発・目的施設、出発時刻、到着時刻、区間距離、運行目的、積載品目、積載重量、乗車人員、駐車場所などとなっている。車種分類、運行目的の分類はそれぞれ表 2-2、表 2-3 に示すとおりである。

表 2-2 車種の分類

軽乗用車
乗用車
バス
軽貨物車
小型貨物車
貨客車
普通貨物車
特殊車

表 2-3 運行目的の分類

出勤
登校
家事・買物
食事・社交・娯楽（日常生活圏内）
観光・行楽・レジャー（日常生活圏を超える）
送迎
荷物の運搬を伴う業務
荷物の運搬を伴わない業務
帰社
帰宅
（営業用車）
目的不明

これらのデータにより、対象地域全体（行政単位）における年間走行量を次のように求める。

$$X_i = \sum_{ki=1}^{ni} (l_{ki,w} \times d_w + l_{ki,h} \times d_h) \times \frac{Ni}{ni} \quad (2-1)$$

ここで  $X_i$  は地域における車種  $i$  の自動車の年間走行量、 $l_{ki,w}$  は車種  $i$  の所有者

$k_i$ の平日1日あたりの走行距離， $I_{ki,h}$ は車種  $i$ の所有者  $ki$ の休日1日あたりの走行距離， $n_i$ は地域における車種  $i$ に関するデータ数， $N_i$ は地域における車種  $i$ の全登録数， $d_w$ は年間の平日の日数， $d_h$ は年間の休日の日数である．この方法では同様の式で，使用目的別の集計を行うことも可能である．

式 (2-1) で車種別の走行量が求められると CO<sub>2</sub>排出量を次式で計算する．

$$Z_i = E_i \frac{X_i}{F_i} \quad (2-2)$$

ここで  $Z_i$  は車種  $i$  の自動車による年間 CO<sub>2</sub>排出量， $F_i$  は車種  $i$  の自動車の燃料当たり走行距離， $E_i$  は燃料単位量当たりの CO<sub>2</sub>排出係数である．

#### b) 断面交通量に基づく推計方法

平成 11 年度の全国道路交通情勢調査（道路交通センサス）の一般交通量調査では，全国 35,438 箇所朝 7 時から夕方 7 時までの昼間 12 時間交通量（一部の箇所では 24 時間交通量）を方向別，車種別に調査している．表 2-4，表 2-5 にそれぞれこの調査の道路種類別調査箇所，車種区分を示す．

表 2-4 道路種類別調査箇所

道路種別	調査延長 (Km)	調査箇所
高速自動車国道	6,457.0	787
都市高速道路	604.1	118
一般国道（直轄）	20,843.7	4,278
一般国道（その他）	32,825.2	5,191
主要地方道	57,339.6	9,831
一般都道府県道	69,963.6	14,902
指定市の一般市道	697.9	331
合計	188,731.1	35,438

表 2-5 車種区分

歩行者類
自転車類
動力付き二輪車類
乗用車
バス
小型貨物車
普通貨物車



このデータを用いる場合（以下「断面交通量に基づく推計」という）、次式で示されるように平日、休日ごとに各市町村の幹線道路の観測点の車種別断面交通量に区間長を乗じて走行量を求める。

$$X_{i,j} = c_{i,j,w} \times d_w \times l_j + c_{i,j,h} \times d_h \times l_j \quad (2-3)$$

ここで  $X_{i,j}$  は断面  $j$  で代表される走行区間の車種  $i$  の自動車の年間総走行量、 $c_{i,j,w}$  は断面  $j$  を平日に通過する 1 日の車種  $i$  の自動車台数、 $d_w$  は年間の平日数、 $l_j$  は断面  $j$  で代表される道路区間延長、 $c_{i,j,h}$  は断面  $j$  を休平日に通過する 1 日の車種  $i$  の自動車台数、 $d_h$  は年間の休日数である。

これをもとに地域における車種  $i$  の総走行量はその地域にある全ての調査断面について加え合わせて次式で求められる。

$$X_i = \sum_j X_{i,j} \quad (2-4)$$

この走行量から上記（2-2）式より CO<sub>2</sub> 排出量を求めることができる。

### c) 燃料販売量に基づく推計方法

エネルギー生産・需給統計年報の石油燃料販売量データでは、燃料油としてガソリン、ナフサ、ジェット燃料油、灯油、軽油、A重油、B・C重油、潤滑油、アスファルト、グリース、パラフィンの区分で、都道府県別の年間販売量が示されている。本データは自動車に使用するもののみを集計したものではないが、このなかの軽油をディーゼル自動車で、ガソリンをガソリン自動車ですべて使用したものと仮定して扱うものとする。また、このデータには、小売だけでなく卸売りの販売量も含まれており、また、県境を超えて行き来する車両では給油した地域でカウントされるという限界もある。これらを念頭に、推計値を評価する必要がある。このデータを用いる場合（以下「燃料販売量に基づく推計」という）、統計値が都道府県単位となっているため、市区町村別の排出量を求めるためには何らかの指標を用いて按分する必要がある。ここでは、都道府県全域での CO<sub>2</sub> 排出量を求め、これに車種別の CO<sub>2</sub> 排出原単位で重み付けした自動車保有台数により市町村単位に配分し集計を行うこととする。

d) 3種類のデータに基づく推計方法の比較

以上の3種類のデータとそれを用いた推計方法の特徴をまとめたものが表 2-6 である。本研究の目的が市町村単位で自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量を明らかにすること、車種別や使用目的別などの排出構造を分析することであるので、これらが可能な方法として自動車 OD 調査に基づく推計方法に着目して解析を進めていくことが適切と考えることができる。

表 2-6 使用データと推計方法の特徴比較

<p><b>【道路交通センサスの起終点(OD)調査データに基づく推計方法】</b></p> <p>○算定方法 <math>(\text{年間の車種別} \cdot \text{目的別走行距離}) \div (\text{調査抽出率}) \div (\text{車種別燃費})</math>  <math>\times (\text{燃料種別の CO}_2 \text{ 排出係数})</math></p> <p>○特徴 市町村の区分ごとに 8 車種，運行目的別の解析が可能</p> <p>○限界 ・年 2 日(平日，休日)の調査であり，抽出率は 1.9～5.2%          ・幹線国道などで市区町村を通過する自動車からの排出は把握できない</p>	
<p><b>【道路交通センサスの一般交通量データに基づく推計方法】</b></p> <p>○算定方法 <math>(\text{車種別走行台数}) \times (\text{区間延長}) \div (\text{車種別燃費})</math>  <math>\times (\text{燃料種別の CO}_2 \text{ 排出係数})</math></p> <p>○特徴 実際に道路を走行している全自動車からの推計</p> <p>○限界 ・年 2 日(平日，休日)の調査であり，幹線道路のみが対象          ・車種区分が 4 種と粗く，運行目的は不明</p>	
<p><b>【石油燃料販売量データに基づく推計方法】</b></p> <p>○算定方法 <math>(\text{燃料販売量}) \times (\text{単位発熱量}) \times (\text{燃料種別の CO}_2 \text{ 排出係数})</math></p> <p>○特徴 実際に使用された自動車の燃料からの推計</p> <p>○限界 ・自動車以外の使用も含まれ，小売と卸売りのダブルカウントの恐れも          ・統計値は都道府県単位          ・車種別，運行目的別の解析は不能</p>	

なお、計算に用いた車種別の燃費と CO<sub>2</sub> 排出係数についてはそれぞれ表 2-7、表 2-8 とした<sup>6), 7)</sup>。

### 2-2-3 3種のデータによる推計結果の比較

2-2-2 で述べた 3 種のデータより CO<sub>2</sub> 排出量を推計し、比較することなどにより、自動車起終点調査のデータを用いて市町村単位で自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量を推計することの妥当性を検討した。ここで対象としたのは図 2-1 に示す鳥取県の東部地域の市町村（ここでは合併前の旧市町村の区域を用いた。以下同様）である。平成 11 年時点の地域の人口は約 250 千人のうち鳥取市が 147 千人となっている。海岸沿いにおおむね 2~3 万台/日の交通量のある一般国道 9 号が東西に横断し、青谷町、気高町、鳥取市、福部村、岩美町を通過している。また鳥取市から南に向けて国道 29 号線（約 5 千~2 万台/日の交通量）が郡家町、八東町、若桜町を通過し、国道 53 号線（約 1~3 万台/日の交通量）が河原町、用瀬町、智頭町を通過している。

3 種類の方法で推計した CO<sub>2</sub> 排出量を市町村ごとに図 2-2 に示す。松橋他<sup>8)</sup>が行った大都市を含めた全国の市区町村による検討によれば、全般的には燃料販売量に基づく推計値が最も大きく、これに対して自動車 OD 調査に基づく推計では約 8 割、断面交通量に基づく推計で約 4 割を示すこと、断面交通量からの推計値が小さくなる理由はこの交通センサスの調査地点が主要な道路に限られていることによるものであることが報告されている。本研究の推計結果でも、鳥取市を始めとして燃料販売量に基づく推計値が比較的大きな値を示していることは同様であ

表 2-7 車種別・燃料種別燃費

ガソリン	軽乗用車	19.1 km/l
	乗用車	14.4 km/l
	軽貨物車	15.5 km/l
軽油	バス	2.99 km/l
	貨物車	2.8 km/l

表 2-8 燃料種別 CO<sub>2</sub> 排出係数

ガソリン	0.0688 kgCO <sub>2</sub> /Mj
軽油	0.0692 kgCO <sub>2</sub> /Mj

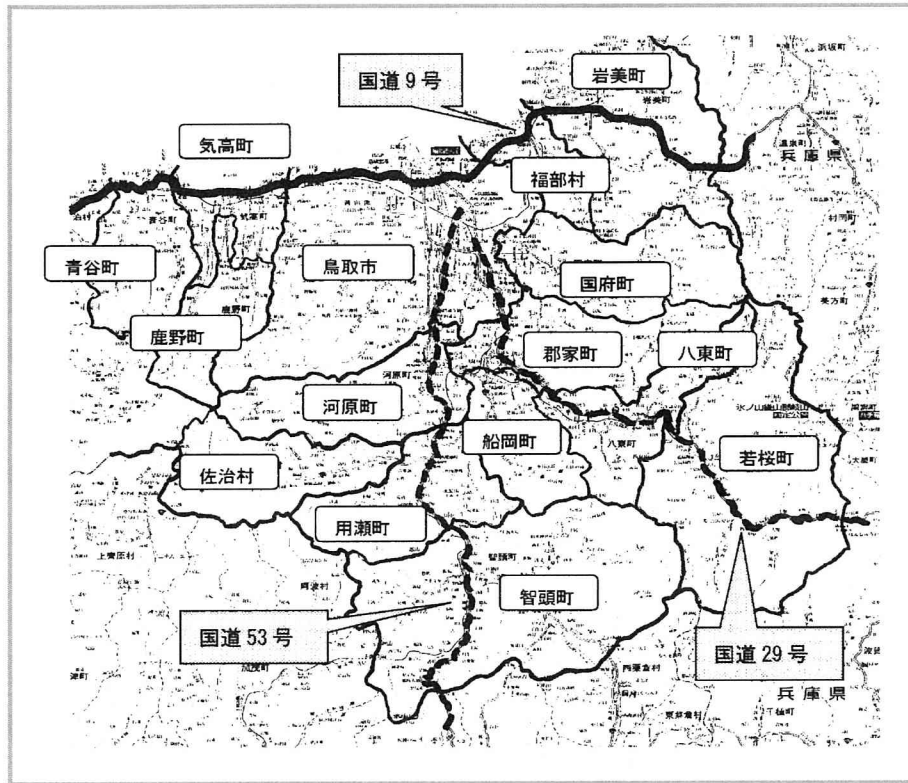


図 2-1 鳥取県東部地域の位置図

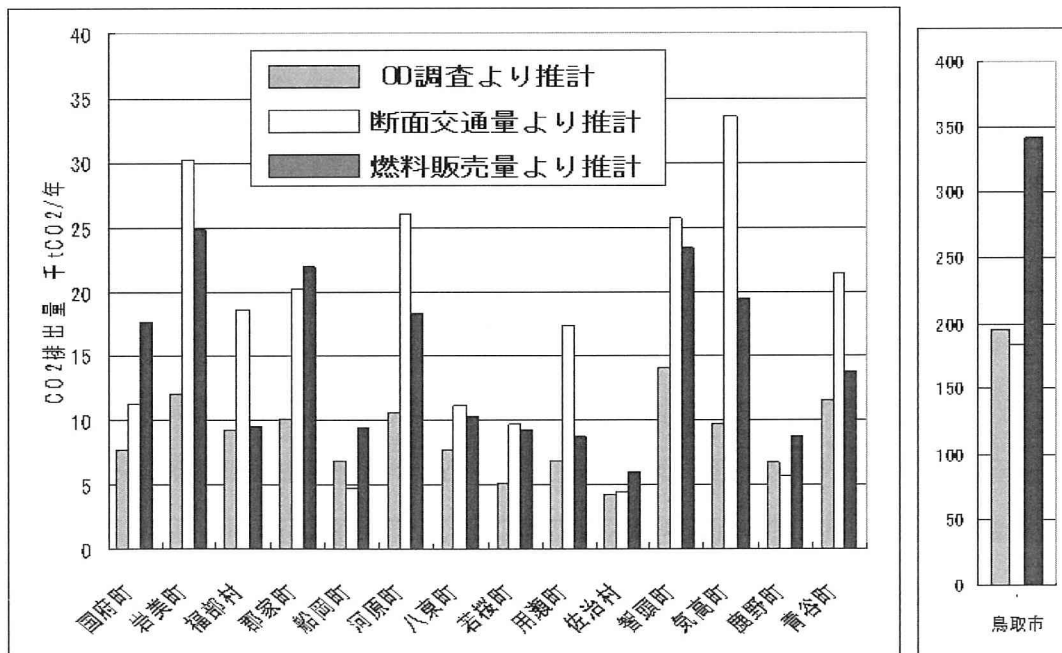


図 2-2 市町村別の推計方法の比較

るが、特徴的なことは交通量の大きな国道（特に 9 号，53 号）が通過している町村は，いずれも断面交通量より推計した排出量が松橋らの報告に比して大きくなっていることである．本研究の対象とした地方小都市の周辺町村では，交通センサスの対象外道路からの排出量よりも，町村を通過する交通に起因する排出の影響が大きいと考えることができる．

図 2-3 は，自動車 OD 調査に基づく推計と断面交通量に基づく推計を国道が通過している町村と通過していない町村に区分して比較したものである．まず，国道が通っていない町村では両推計法の計算結果はほぼ等しくなっている（平均では，断面交通量に基づく推計値は，自動車 OD 調査に基づく推計値の 1.02 倍，相関係数は 0.669）．これに対し，国道が通過している町村では，断面交通量による推計値が自動車 OD 調査による推計値の 1.5～3 倍程度となっている（平均では 2.20 倍，相関係数は 0.715）．自動車 OD 調査による推計では国道通過交通量による排出量を把握することができないので，この差がそれに相当すると考えることが合理的であると思われる．

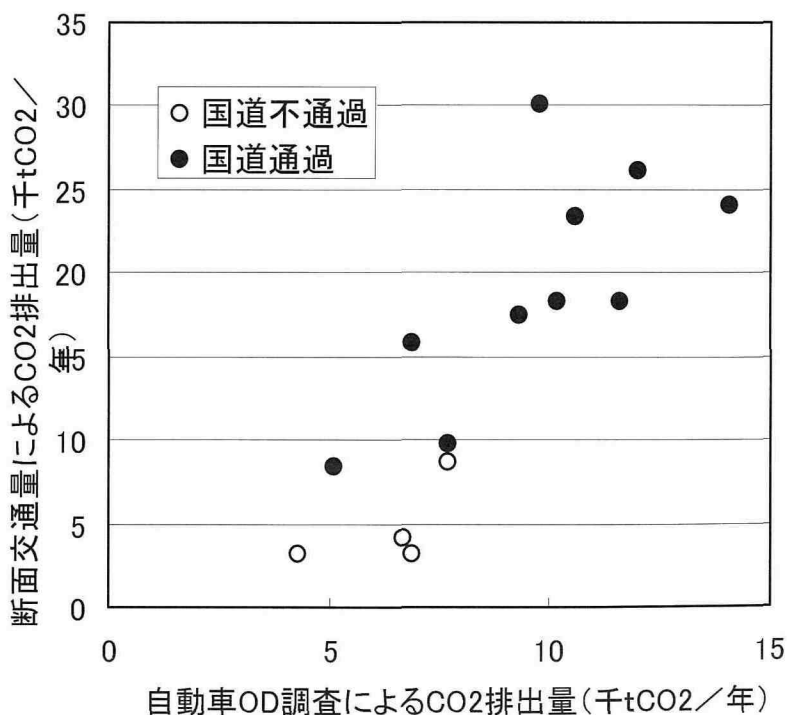
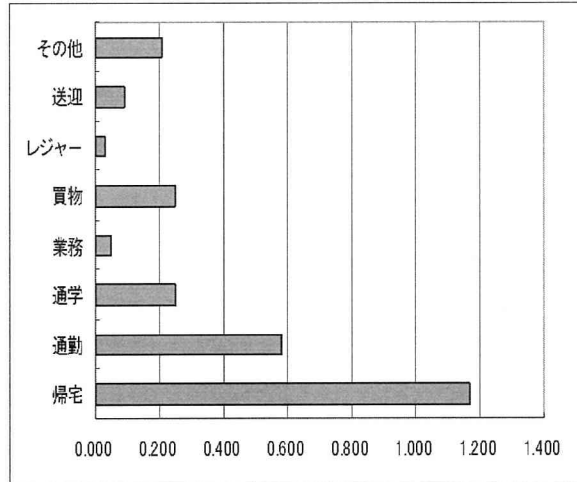
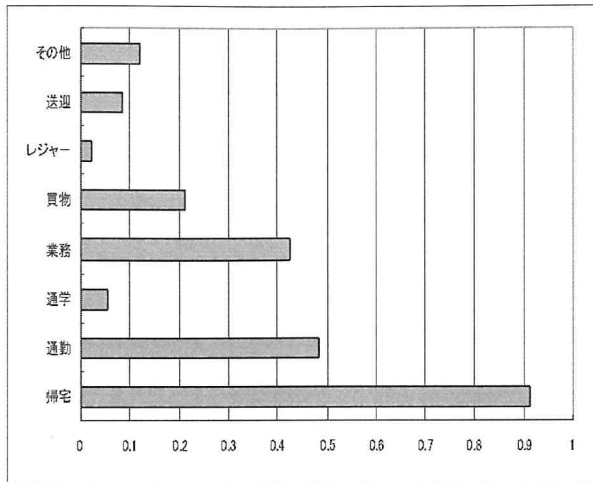


図 2-3 断面交通量と自動車 OD 調査による推計の比較



(a)自動車 OD 調査による鳥取市のトリップ数 (b)パーソントリップ調査による鳥取のトリップ数

図 2-4 1日あたりトリップ数の比較

本図では排出量が突出して大きい鳥取市を除いているが、鳥取市の両推計値の比は 0.938 となっており、国道が通っていない町村と同傾向であった。これは、断面交通量に基づく推計では把握できない非幹線道路からの排出量は他の町村に比べて多いものの、これが通過交通分と相殺されているものと考えられる。

以上のように自動車 OD 調査に基づく推計結果は、燃料販売量に基づく推計結果とは既存の報告と類似の傾向を示しており、また、断面交通量による推計結果との関係も矛盾なく説明することができることから、自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量を推定する方法として利用可能であると考えられる。

つぎに、鳥取市で別途行われたパーソントリップ調査の結果と比較することにより、自動車 OD 調査結果を用いた利用目的別の解析の有効性を検証した。原田ほか<sup>9)</sup>は、バス路線の利用実態を調査する目的で 1993 年 12 月の平日 1 日につき、世帯数ベースで 4,400 の調査票を配布し、1,302 の有効回答を得ている。個人ベースの有効回答数は 3,070 であった。この調査では、自動車のほか鉄道、徒歩などの交通手段も含まれている。そこで、自動車 OD 調査結果から求めた鳥取市の目的別トリップ数から、原田らの報告のなかの交通手段別トリップ構成割合を使用し

て全トリップを求め、さらに人口数で除して1人1日あたりのトリップ数を推計した。その結果を用いて目的別トリップ生成量を比較したものが図2-4である。両図を比較するとほぼ同様のパターンを示していると考えられる（相関係数は0.871）。

以上により、自動車OD調査に基づく推計結果と比較した断面交通量に基づく推計結果、燃料販売量に基づく推計結果のいずれもが一定の仮定のもとに求められた推計値であることから、この推計結果の厳密な確かさを論ずることはできないが、市町村単位で自動車からのCO<sub>2</sub>排出量を推定する方法を検討した結果、自動車OD調査に基づく推定方法を用いることによりほぼ妥当なCO<sub>2</sub>排出量を得られるものと考えた。また断面交通量による推計量が自動車OD調査結果による推計量を上回る分については、地域を通過する交通によるものとみなすことができ、さらに自動車OD調査に基づく推計方法を用いれば利用目的別のCO<sub>2</sub>排出量の把握も可能と考えた。

### 2-3 鳥取県東部地域での削減対策の検討

ここでは、上記2-2-3で検証した自動車OD調査に基づく推計方法を用いて鳥取県東部地域の各市町村のCO<sub>2</sub>排出構造の解析を試みた。さらに、各種対策による削減効果を試算することにより地域の特徴に応じた効果的削減対策を検討した。

#### 2-3-1 各市町村のCO<sub>2</sub>排出構造

図2-5は、市町村ごとの自動車使用目的別のCO<sub>2</sub>排出割合を示したものである。国道9号、29号、53号が通過する市町村では通過交通分がおおむね20%~60%を占めていることが推測できる。青谷町、鹿野町、智頭町、佐治村、若桜町、八東町、舟岡町、国府町などでは、通学通勤が約30%~60%を占めている。一方、鳥取市では業務関係の排出が多く60%を超えており、また国府町、福部村、河原町、八東町などでも20%を超える数値を示している。鹿野町、佐治村、船岡町などでは家事・買物その他によるCO<sub>2</sub>の排出が20%~30%を占めているのが特徴的である。

図 2-6 は市町村ごとの車種別 CO<sub>2</sub> 排出量の割合である。(ここでは通過交通分は含まれていない) 青谷町, 鹿野町, 気高町, 若桜町, 八東町, 舟岡町, 岩美町などではほぼ 6 割を乗用車と軽乗用車で占めている。一方, 鳥取市, 国府町, 河原町, 用瀬町などでは普通貨物, 小型貨物の占める割合が比較的高いといえる。

図 2-7 は人口 1 人あたりの通勤・登校・帰宅の CO<sub>2</sub> 排出量を示したものである。この指標は, 各市町村の通勤・通学人口の割合, 通勤・通学先, 鉄道・路線バスの整備状況などに影響を受けるものと考えられるが, 青谷町, 智頭町, 佐治村, 用瀬町, 若桜町などで高い値を示していることがわかる。いずれも鳥取市中心部から離れた地域からの通勤, 通学を反映しているものと思われる。これらの町村では, 通勤方法に工夫を加える方策が有効と判断することができよう。

図 2-8 は, 平日の帰宅に使用された軽乗用車, 乗用車の平均乗車人数である。ほとんど 1.0 に近い市町村では相乗り促進の呼びかけなど改善のための施策が考えられる。

図 2-9 は, 乗用車と軽乗用車の CO<sub>2</sub> 排出量の割合を解析したものである。これを見ると, 若桜町, 船岡町, 佐治村など地域の中心地から離れている町村で比較的低い値を示している。これらの町村では, 乗用車の小型化をねらった施策に対して対策効果の可能性を想定することができるといえよう。

図-10 は, 人口 1 人当たりの家事, 買物, 食事, 送迎による CO<sub>2</sub> 排出量である。鹿野町, 佐治村, 用瀬町, 福部村など比較的鳥取市中心部に近い町村でも大きな値を示している。市民の日常のライフスタイルを見直し, 環境に配慮した行動が徹底できるようきめ細かな対策が必要となってくると考えられる。

図-11 は, バスを用いた家事・買物, 食事, 帰宅, 普通貨物を用いた出勤, 登校, 家事・買物, 食事, 観光・行楽, 送迎, 帰宅を主要用途以外の使用として, これらによる CO<sub>2</sub> 排出量を集計したものである。もちろん, 実態的には調査項目だけでは分類しきれない事情もあると考えられるが, もし単純にこのような車種をこのような目的に利用している場合には改善の余地があると思われる。

以上, 市町村単位で自動車からの CO<sub>2</sub> 削減の対策を検討する場合に有効な基礎情報として, 2-2-2 で明らかにした推計方法を用いて, 各市町村の自動車からの CO<sub>2</sub>



排出構造の特徴を示すことができた。本推計方法を用いれば、この他にも具体的施策それぞれに対応した分析が可能である。

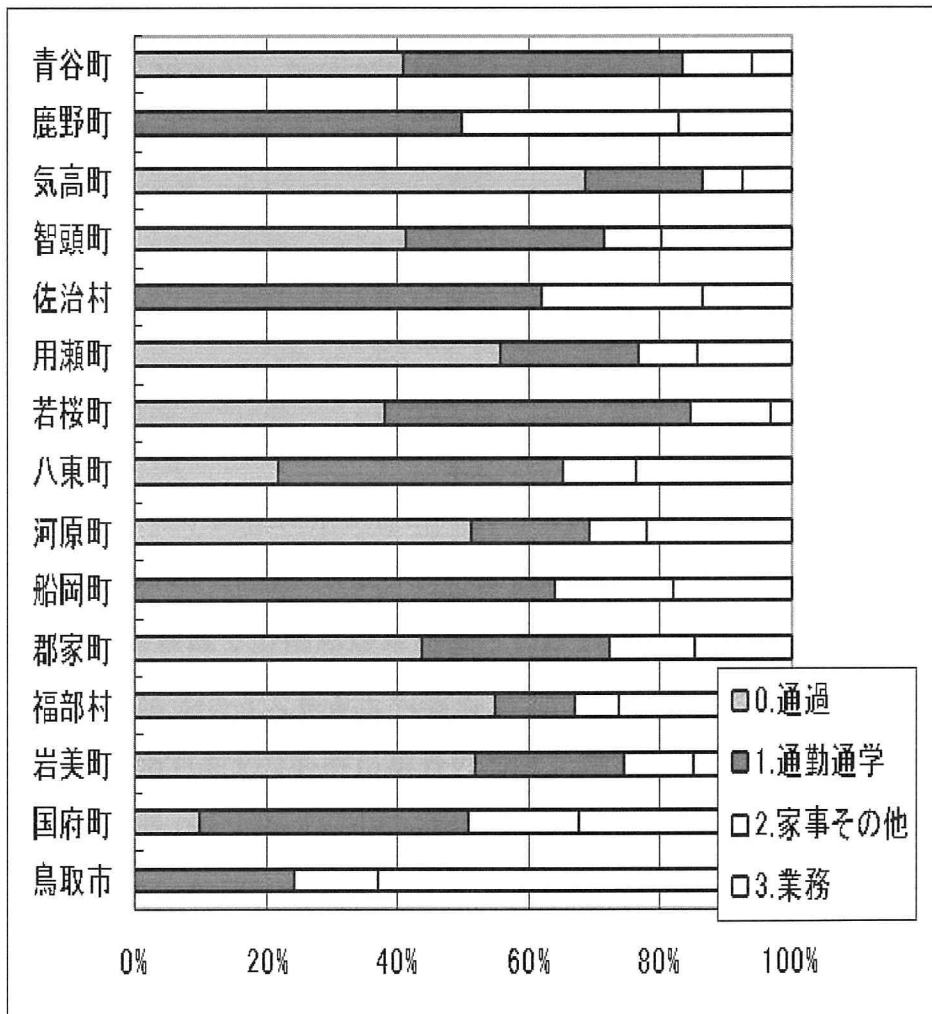


図 2-5 市町村別・使用目的別の CO<sub>2</sub> 排出量の割合

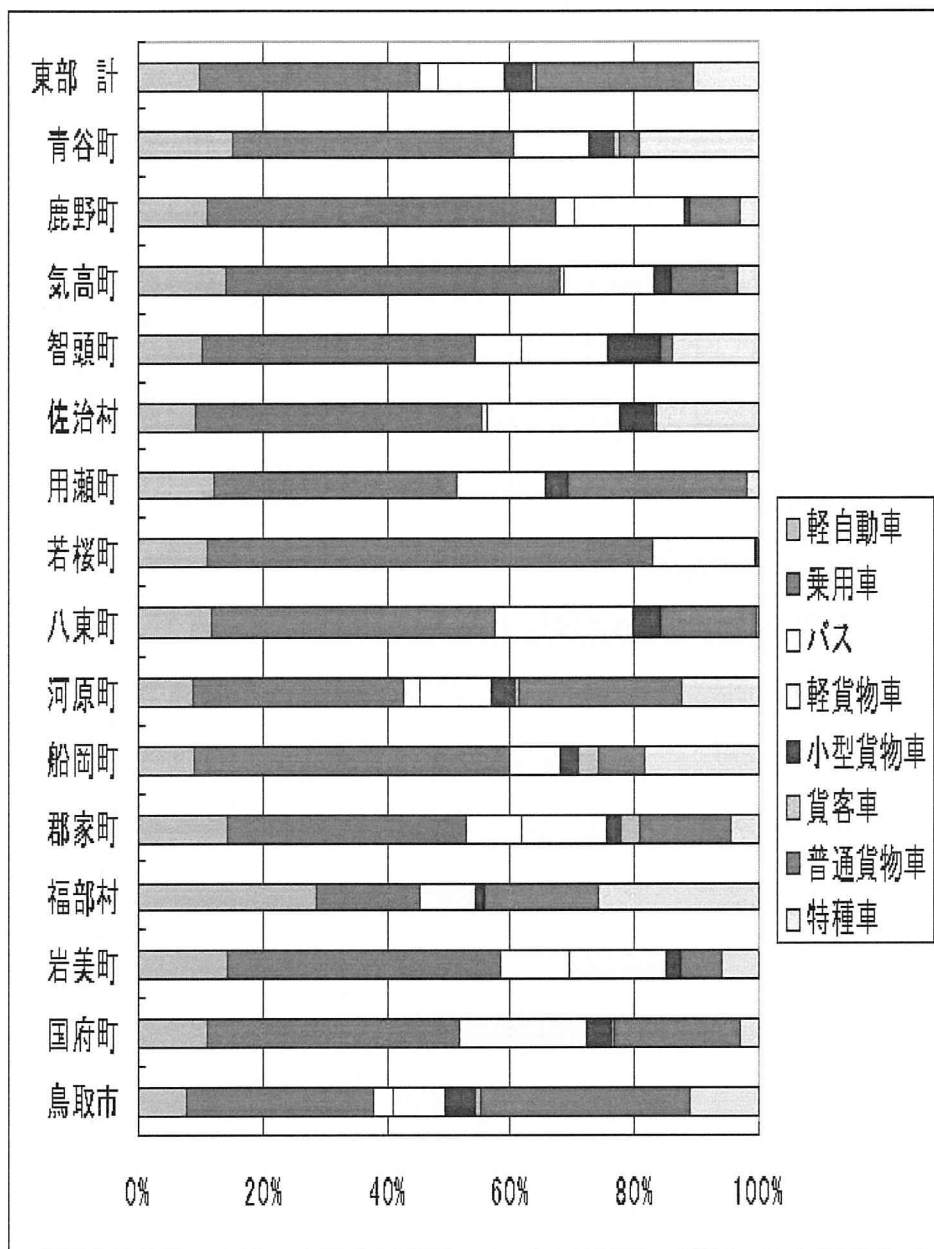


図 2-6 市町村別・車種別の CO<sub>2</sub> 排出量の割合

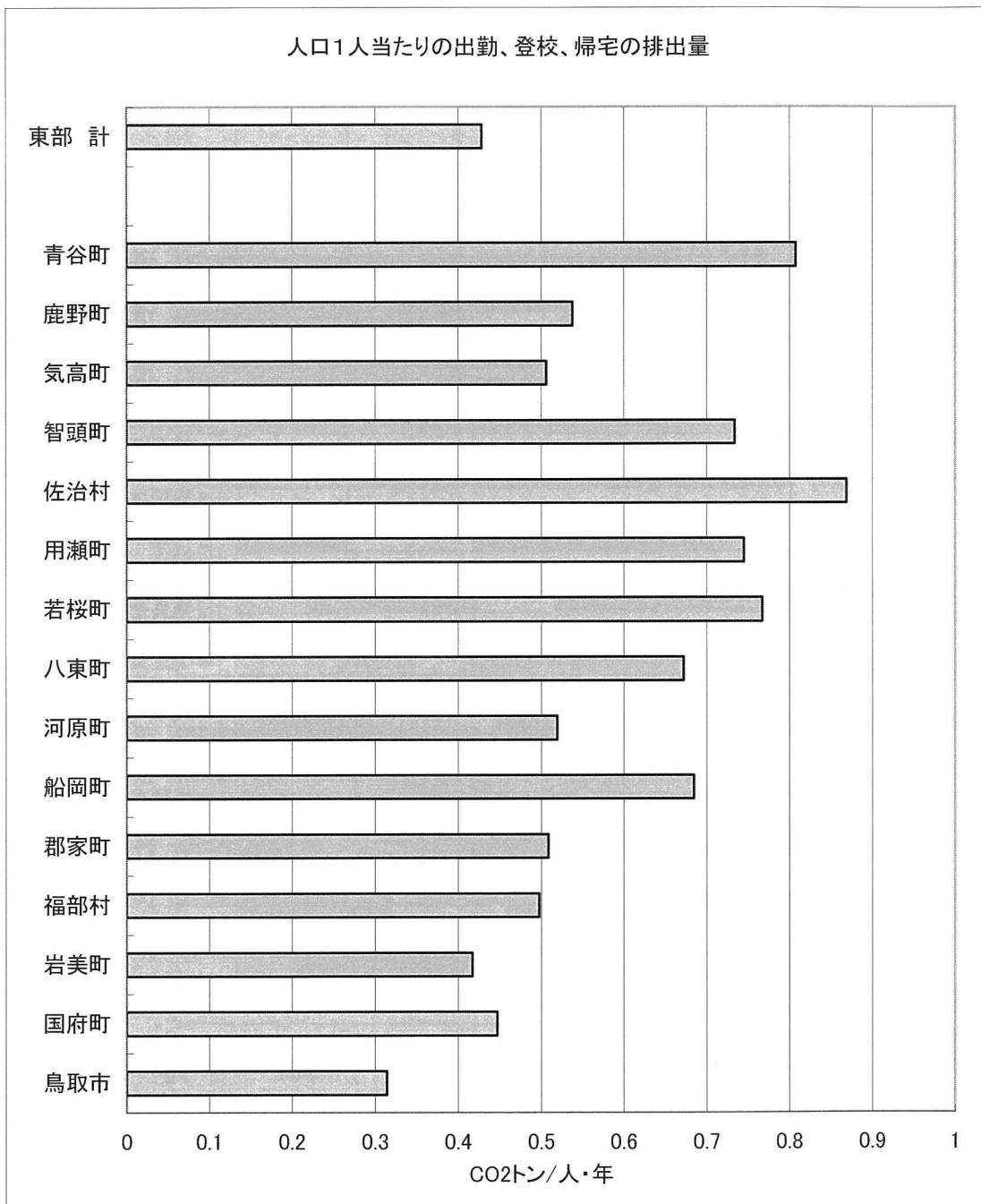


図 2-7 人口1人当たりの出勤，登校，帰宅の CO<sub>2</sub> 排出量（トン CO<sub>2</sub>/人・年）

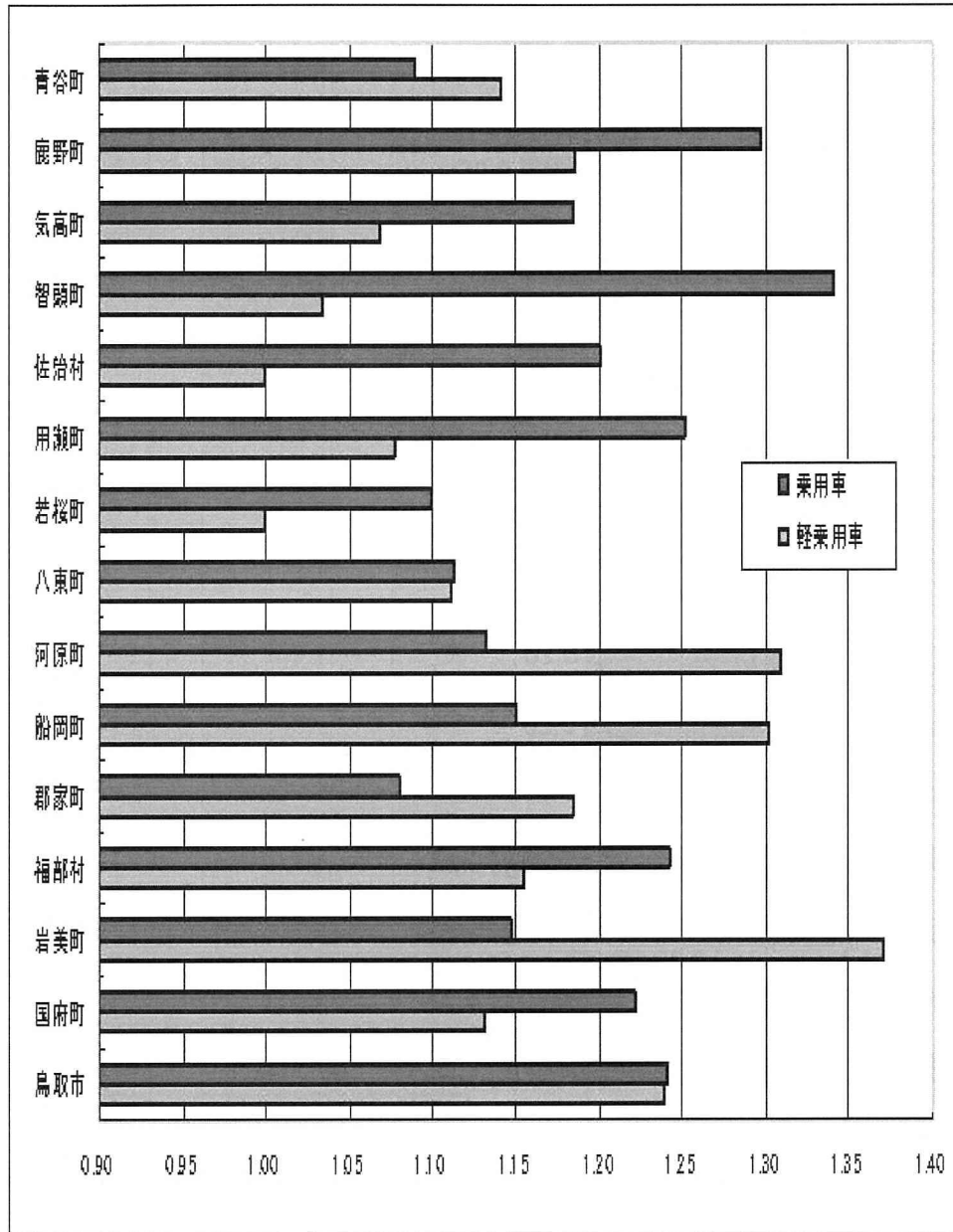


図 2-8 平日の帰宅の平均乗車人数 (人/台)

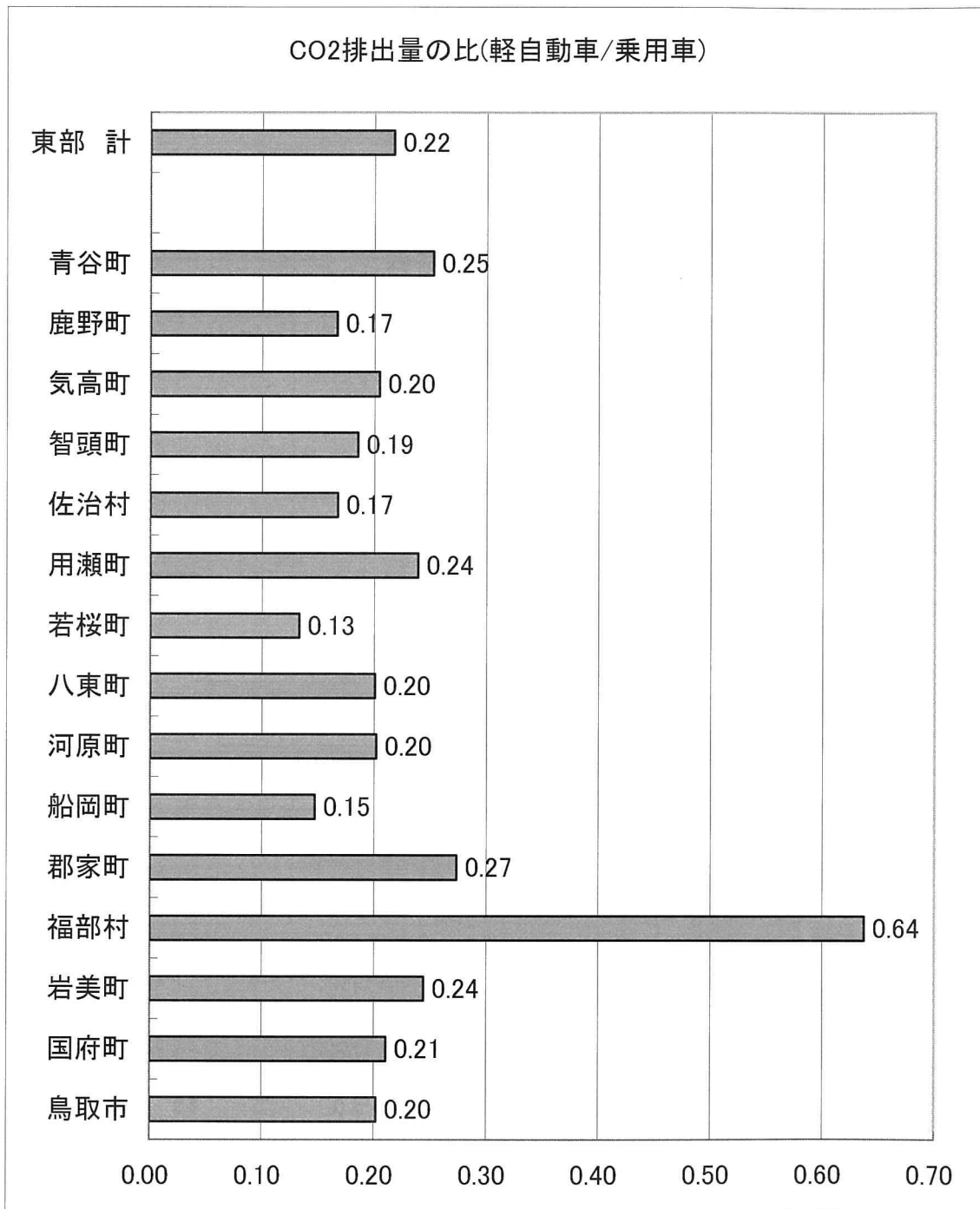


図 2-9 乗用車と軽自動車の CO<sub>2</sub> 排出量の比

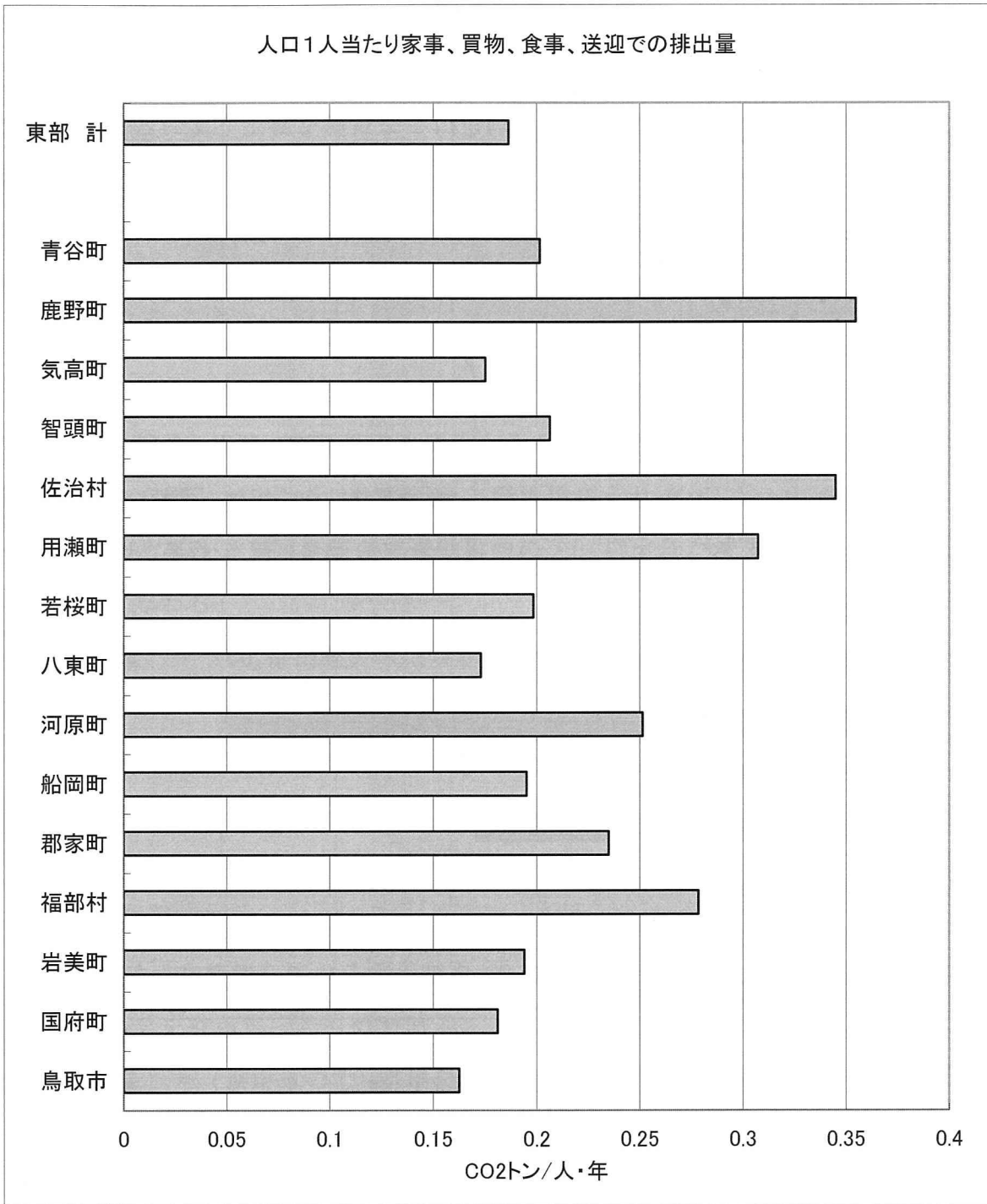


図 2-10 人口1人当たりの家事、買物、食事、送迎のCO<sub>2</sub>排出量

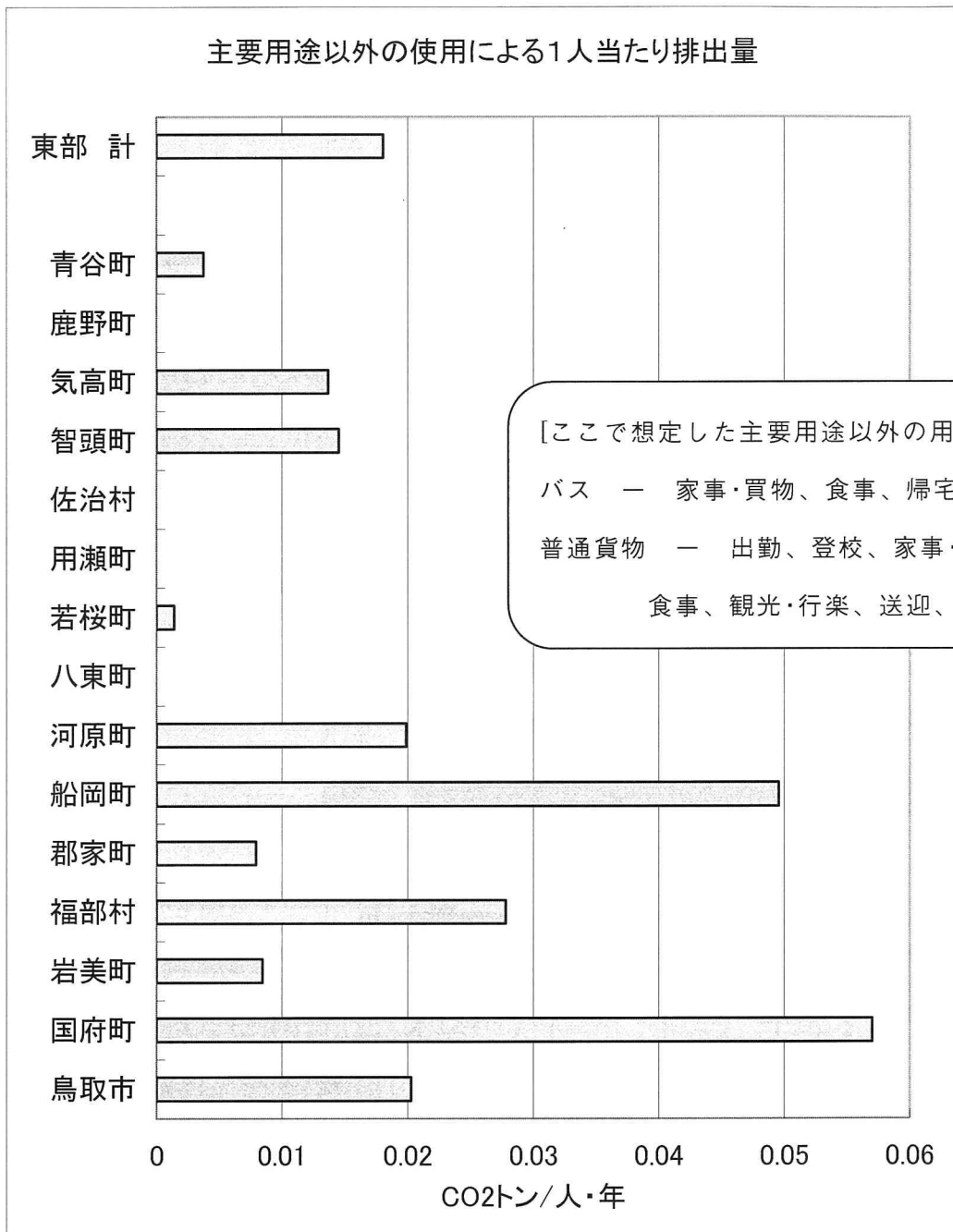


図 2-11 主要用途以外の使用による CO<sub>2</sub> 排出量(人口 1 人当たり)

### 2-3-2 地域における自動車排出 CO<sub>2</sub> の削減対策とその効果

自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量削減のための施策を検討する場合、個別の施策による排出削減効果を概算し全体の対策のなかでの位置付けを明確にしておくことは極めて重要である。ここでは、2-2-3 で明らかにした自動車 OD 調査に基づく推計方法を用いることにより主要な施策ごとに市町村単位の CO<sub>2</sub> 削減効果を求め、対策の有効性を検討した。対象とした市町は、大都市として大阪市、広島市、地方都市として鳥取市、そして地方の県庁所在都市から乗用車での通勤圏にある代表的市町村の例として船岡町、同様ではあるが主要な国道が通過している市町村の例として青谷町を選んだ。

図 2-12 は乗用車、軽乗用車を通勤目的で使用する場合の平均乗車人数を増加させる対策を講じたとき、市町村の自動車からの全 CO<sub>2</sub> 排出量に対する削減効果を試算したものである。ここでは、乗用車、軽乗用車それぞれについて平均乗車人数が増加するとそのまま同じ割合で通勤目的の CO<sub>2</sub> 排出量が減少すると仮定して算定した。すなわち、

$$(\text{CO}_2 \text{削減量}) = (\text{CO}_2 \text{排出量}) \times (\text{現状の乗車人員}) \div (\text{改善後の乗車人員})$$

により求めた。

平均乗車人数を 1.1 人から 1.5 人に増加させれば全排出量の約 0.7%~3.6% の削減が見込めることになる。通勤による CO<sub>2</sub> 排出の占める割合の高い船岡町、青谷町では高い効果が見込まれるが、大阪市ではそもそも通勤目的の CO<sub>2</sub> 排出量の全排出量に占める割合が小さいため、比較的小さな効果しか期待できない。

図 2-13 は現在使用している乗用車を CO<sub>2</sub> 排出量の少ない軽乗用車にシフトさせた場合の効果を見積もったものである。この場合、

$$(\text{CO}_2 \text{削減量}) = (\text{乗用車の CO}_2 \text{排出量}) \times (\text{軽乗用車にシフトする乗用車の割合}) \\ \times (\text{軽乗用車と乗用車の燃費の比率})$$

より求めた。

大阪市や広島市では軽乗用車の比率を現状から上昇させていけば相応の削減効果が見込まれるが、一方、鳥取市、青谷町、船岡町ではすでに 30% 前後の普及となっているためさらに高率の普及を目指す必要がある。



図 2-14 は乗用車および軽乗用車のアイドリングストップを進めた場合の効果を推計したものである。ここでは、環境省の「温室効果ガス削減技術シナリオ策定調査検討会」の報告書<sup>10)</sup>の推計方法を用いて、アイドリングストップの実施時間を 1 日 5 分（乗用車で排出量の 0.1%，軽乗用車で 0.0754%の削減）と設定して燃料削減量を求め、CO<sub>2</sub>排出量の削減効果を算定した。すなわち、

$$(\text{CO}_2 \text{削減量}) = (\text{CO}_2 \text{排出量}) \times (\text{削減比率}) \times (\text{実施率})$$

として求めた。

乗用車、軽乗用車の約 25%の協力が得られたとした場合でも、全排出量に対する削減効果は 0.08%~0.14%程度にとどまる。この図で、船岡町における対策効果が比較的高いのは、全排出量に対する乗用車と軽乗用車からの排出量の割合が、他の市町が約 30%から 40%であるのに比べ、58.8%と極めて高いことによるものである。

図 2-15 は軽貨物車、小型貨物車、普通貨物車からの CO<sub>2</sub>削減対策として、貨物積載率の向上を進めた場合の効果を推定したものである。ここでは単純に積載率の向上分だけ貨物車からの CO<sub>2</sub>排出量が減少するものとした。積載率の 5%程度の向上により、全排出量の 0.3%~1.2%程度の削減効果が期待されるが、もともと乗用系の占める割合の高い船岡町、青谷町での削減効果は小さくなっている。

このように地域によってそれぞれの対策の効果は変化してくるが、この地域の特徴を利用目的別、車種別の CO<sub>2</sub>排出実態から明らかにしたものが図 2-16 である。ここでは、乗用系の対策の効果の程度を理解するために、縦軸に地域の総排出量に占める出勤、通学、帰宅目的の排出量の割合を、また、横軸には、総排出量に占める乗用車、軽乗用車からの排出量の割合をとり、各都市ごとにプロットした。船岡町では、車種別に見ても利用目的別に見ても他の都市に比べて明らかに通勤・通学で使用する乗用車、軽乗用車の比率が高く、また、逆に大阪市では低くなっている。しかし、広島市、鳥取市、青谷町のプロットを見ると、乗用車、軽乗用車の占める割合は約 40%前後でほぼ同程度であるが、利用目的別に見た場合青谷町では他の 2 市に比べ通勤、通学目的での排出が約 20 ポイントほど高くなっている。これらより、船岡町では、一般的なマイカー対策に重点をおけばよく、また、青

谷町ではマイカー対策のなかでも通勤，通学に関連した対策に重点をおくのがより効果的といえる。

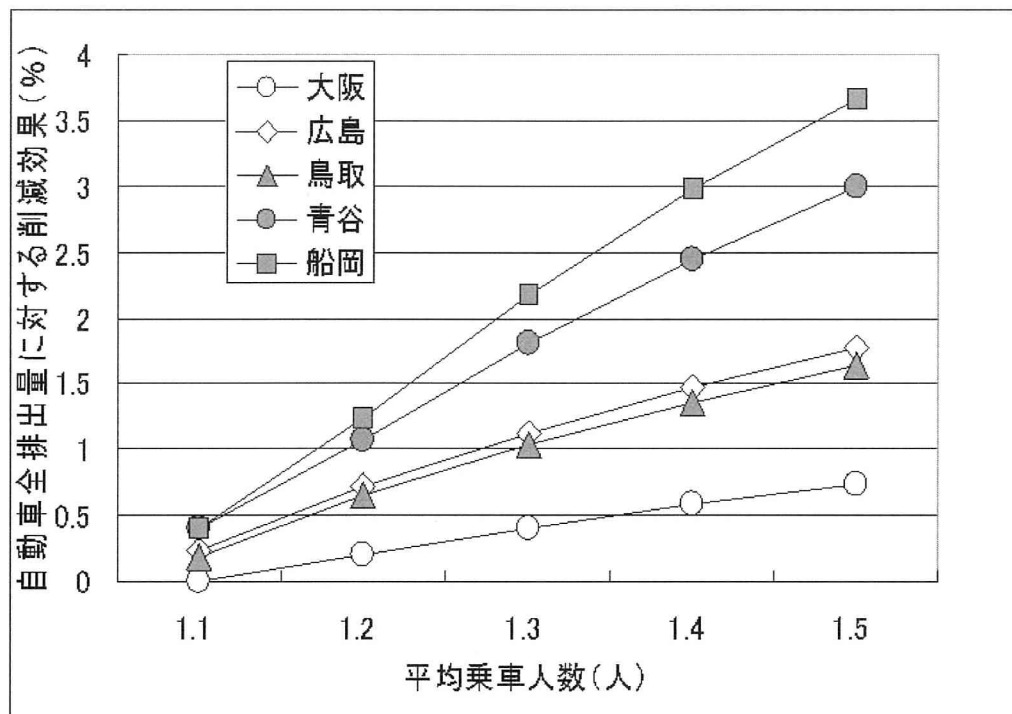


図 2-12 相乗りの推進による CO<sub>2</sub> 削減効果

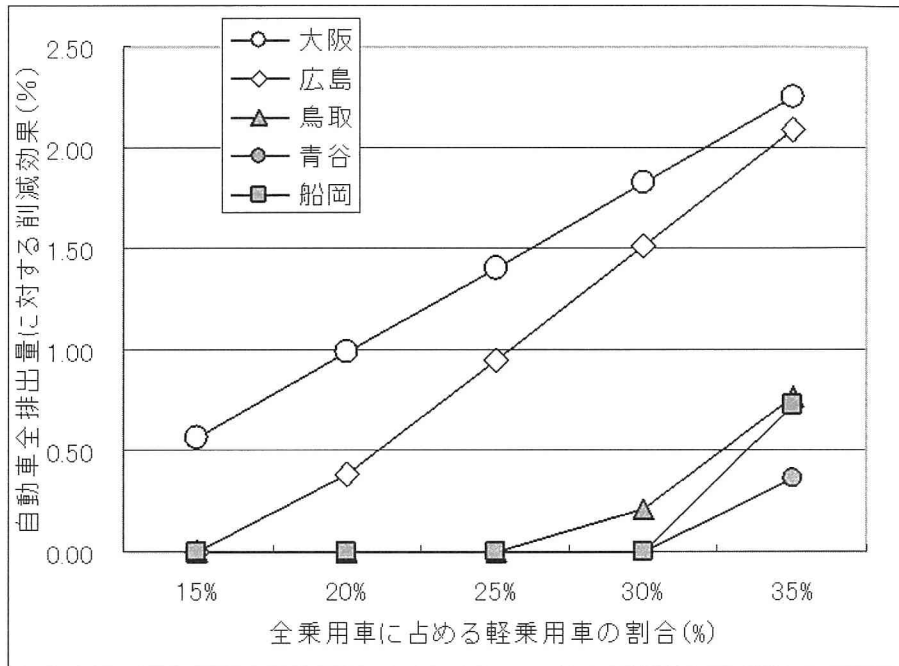


図 2-13 軽乗用車へのシフトによる CO<sub>2</sub> 削減効果

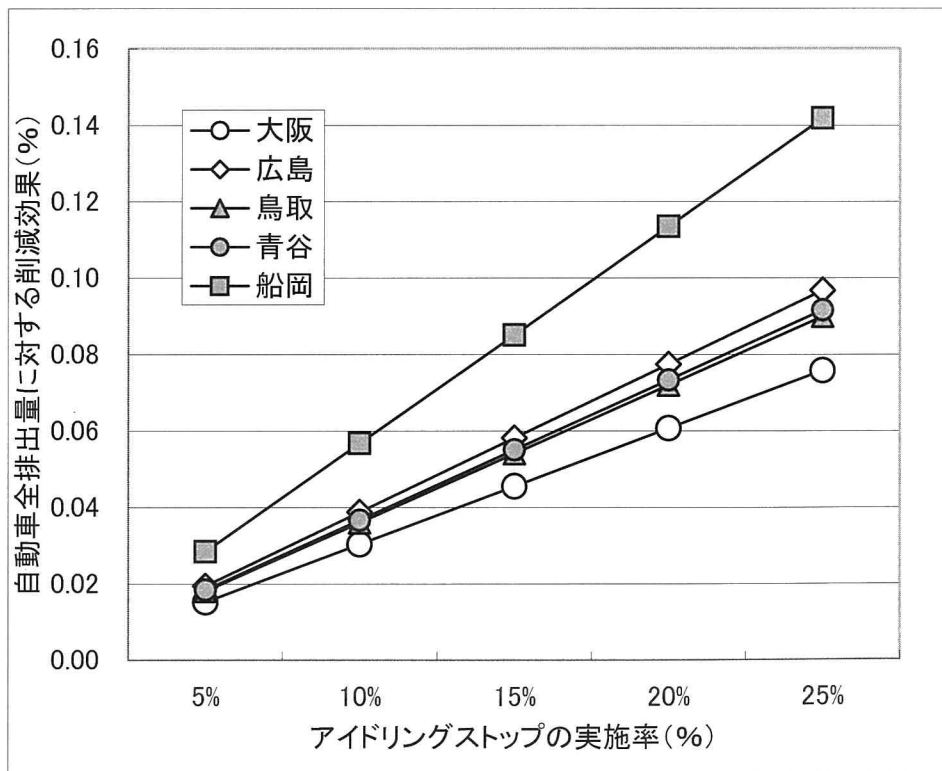


図 2-14 乗用車、軽乗用車のアイドリングストップ推進による CO<sub>2</sub> 削減効果

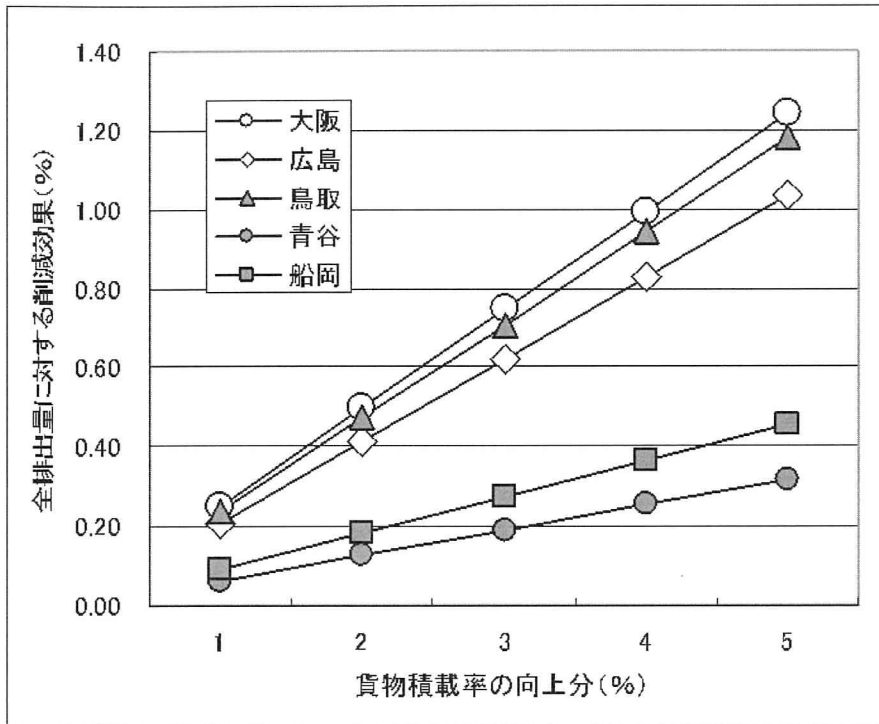


図 2-15 貨物積載率向上による CO<sub>2</sub> 削減効果

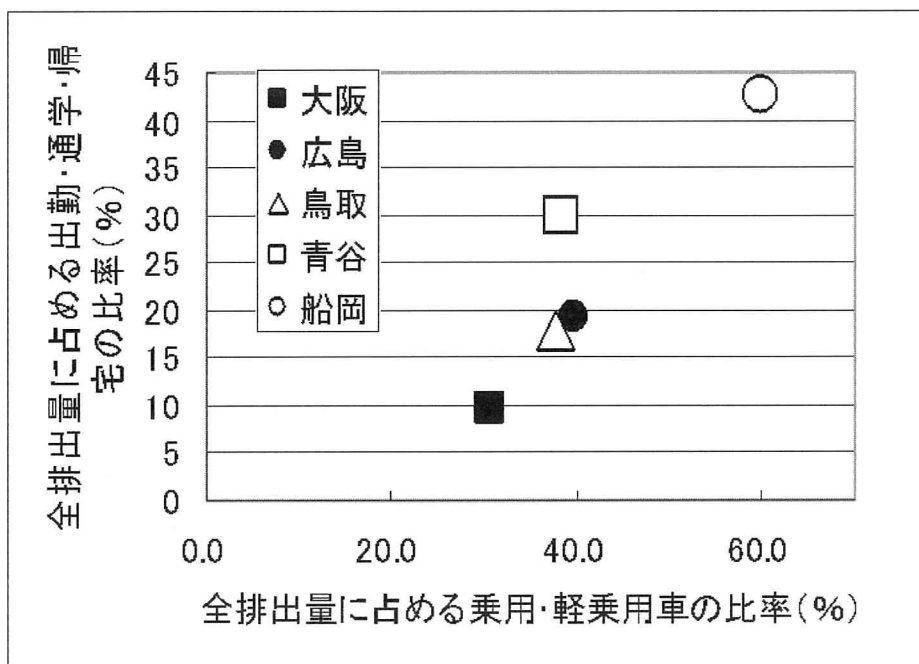


図 2-16 車種別と利用目的別から見た地域の CO<sub>2</sub> 排出特性

表 2-9 は、各都市で全排出量の 0.1%の削減を行うのに必要な各施策推進の量を算定しまとめたものである。この表を各都市ごとに見れば、どの施策を選択するのが最も実現可能性が高いかを比較・検討することができる。例えば大阪市では、通勤目的の乗用車・軽乗用車の平均乗車率を 0.073 人上昇させるのとハイブリッド乗用車の普及率を 0.556%向上させるのとではいずれが容易であるか、さらに次々に同様の比較をすることにより最適な施策を選ぶことができる。また、各施策ごとにみれば、当該施策がどのような都市で効果的であるかが把握できる。参考までに、2005 年 4 月に閣議決定された政府の京都議定書目標達成計画の運輸部門の目安としての目標値を表 2-10 に示した。これによると、全国の目標値としては 2002 年度から 2010 年度に向けて 4.2%の削減を目指していることとなる。これまでに検討してきた各種の施策を組み合わせ、この程度の削減が可能かどうかを念頭に各地域の施策パッケージを考えていけばよいということになる。

表 2-9 各都市の単位削減効果（全排出量の 0.1%の削減）に必要な対策推進量の比較

対策の種類	対策推進量	大阪市	広島市	鳥取市	青谷町	船岡町
①通勤乗車率アップ	乗車人数アップ (単位：人)	0.073	0.027	0.029	0.017	0.014
②ハイブリッド乗用車普及	普及率のアップ (単位：%)	0.556	0.476	0.556	0.588	0.333
③軽乗用車普及	普及率のアップ (単位：%)	1.187	0.855	0.908	0.892	0.520
④貨物積載率向上	積載率のアップ (単位：%)	0.200	0.244	0.213	0.769	0.556
⑥乗用・軽乗用車のアイ ドリングストップ推進	実施率のアップ (単位：%)	33.3	25.0	28.6	28.6	18.2

表 2-10 京都議定書目標達成計画の運輸部門の CO<sub>2</sub>削減の目安<sup>1)</sup>

	基準年 (1990 年度)	2002 年度実績		2010 年度の目安目標		
	A	B	(B-A)/A	C	(C-A)/A	(C-B)/B
	百万 t-CO <sub>2</sub>	百万 t-CO <sub>2</sub>	基準年比 増減率	百万 t-CO <sub>2</sub>	基準年比 増減率	2002 年比 の増減率
運輸部門	217	261	+20.4%	250	+15.1%	-4.2%

## 2-4 まとめ

本研究では、全国いずれの地域にあっても、追加的な実態調査を行わず、市町村単位で自動車からのCO<sub>2</sub>排出実態が解析できる推計手法として自動車OD調査に基づく方法を明らかにして、その推計結果の妥当性を検証した。すなわち、鳥取県東部地域をモデル地域として、この方法によるCO<sub>2</sub>排出量を推計し、従来から使用されている断面交通量に基づく推計、燃料販売量に基づく推計の結果、更には既存のパーソントリップ調査の結果と比較した。それぞれの推計値は市町村の特性により個々には差異がみられるものの全体としては良好な整合性が確認でき、市民や政策立案者が自動車の地球温暖化対策を検討し、理解し、判断していく際の資料として使用できるものと考えられる。

次に、この自動車OD調査に基づく方法により、市町村単位でのCO<sub>2</sub>排出実態の解析を試みた。使用目的別の排出、車種別の排出のほか、通勤・通学による1人あたりのCO<sub>2</sub>排出量、平均乗車人数などの解析を行った。さらに、大阪市、広島市も加え代表的な市町について具体的な施策の対策効果の試算を行った。これらは市町村レベルで住民も含めて効果的で実施可能な総合対策のパッケージを検討するに際し、また、市民に対して自動車環境対策の必要性の理解を促し、協力を求める際にも有用な情報と考えられる。

今後の研究課題としては、乗用車の大型化などに代表される車種構成の変化なども念頭に置き、既存の入手可能な統計データと組み合わせながら更に詳細な実態解析が可能となるよう推計手法の改善を図っていくことが挙げられる。しかし、一方では自動車からのCO<sub>2</sub>削減対策が喫緊の課題であることに鑑み、本研究で明らかにされた推計手法等を活用して市町村単位で積極的に施策を検討し、具体的に行動を起こすことが望まれる。

## 参考文献

- 1)鳥取県土木部道路課：平成 11 年度全国道路交通情勢調査（道路交通センサス）総括表
- 2)通商産業省大臣官房調査統計部：エネルギー生産・需給統計年報，2001
- 3)国土交通省道路局：平成 11 年度道路交通センサス－自動車起終点調査－，2001
- 4)交通工学研究会：交通工学ハンドブック 2001
- 5)国土交通省道路局：平成 11 年度道路交通センサスの概要  
<http://www.mlit.go.jp>
- 6)環境庁：気候変動枠組み条約に基づく報告書，1994
- 7)環境省地球環境局：地球温暖化対策地域推進計画策定ガイドライン，2003
- 8)松橋ほか：市区町村の運輸部門 CO<sub>2</sub> 排出量の推計手法に関する比較研究，環境システム研究論文集 Vol.32，2004
- 9)原田ほか：地方バス路線の利用実態調査－鳥取県東部地区を対象として－，鳥取大学工学部研究報告第 25 巻，1995
- 10)温室効果ガス削減技術シナリオ策定調査検討会：同報告書，2001
- 11)閣議決定：京都議定書目標達成計画，2005



## 第3章 地域の特性を考慮したバスシステム改善施策の 体系的整理と特性解析

### 3-1 はじめに

バスシステムの改善，活性化に関しては既に都市交通渋滞解消，環境対策，高齢者社会への対応，中心市街地の商業振興などさまざまな観点から極めて多様な方策が提案され，テストされ，実行に移されている．現在進められているバスの利用促進策のねらいは，バス事業経営を守ることにより地域の足としてのバスを存続させることに重点がおかれていると捉えられるが，いずれにしても，バスの利便性が向上し，利用者が増加していけば従来の乗用車利用の減少につながるの  
で，間接的には地球温暖化対策に有効と考えられる．

全国各都市で取組みのなされているバスシステム改善施策を概観すると多種多様であるが，地球温暖化対策として特定の都市の旅客交通システムの確立を目指す場合には，その地域の特性を踏まえて追及する機能を明らかにしたうえで施策を計画し集中的・重点的に実施していくことが求められる．地域性と改善方策の特性を考慮した上での実験を行い，効果や問題点を整理することにより，総合的な検討へとつないでいくことができると考えられるが，今のところそのような検討が十分であるとは言えない．

そこで本研究では全国で実施されている各種の方策を可能な限り収集し，個別のバスシステム改善方策の特性を体系的に整理し，特定の地域でどの施策に重点をおいていくべきか，施策を選択していく上での留意点・方向性の指針となるものを明らかにしていくことを目的とする．環境対策，地球温暖化対策としてバス事業の発展を考える場合，運賃収入（バス利用者の費用負担）を中心とする現行の経営採算の基本的考え方に踏み込む必要があるが，ここではこの課題は対象としない．

## 3-2 バスシステム改善施策の分類

### 3-2-1 情報の収集方法

ここではまず、各種報文、図書、ウェブサイトからバスシステムの改善方策に関するものを可能な限り収集した。収集した施策の情報は、呼称、グルーピング、分類のレベルなどまちまちであるが、一次情報としては42項目にのぼった。つぎに、これらの情報を基に以下のような体系的分類に関する考察を行った。

### 3-2-2 バス利用者の分類

表3-1は交通手段の選択可能性により利用者を例外はあるがおおまかに区分したものである。

バスしか選択できない利用者に対してはシビルミニマムの観点から対策を検討する必要がある。ここではマイカーとバスの双方を選択できる利用者を対象にして、いかにバスを選択するように促していくかという課題について検討を進めていくこととする。すなわち日常的利用者の中で朝夕の時間に利用が集中する「通勤者」と終日時間を特定せずに利用が発生する「一般利用者」を対象とする。

### 3-2-3 実際の対策とその分類

図3-1に示されるように、対策はバスに対する直接的なものと交通システムに関するものに分類できる。バスに対するものはさらに運行方法や料金徴収方法のようなソフト対策と、車両に対するハードな対策に分類するのが一般的である（例えば文献1））。

全国で現在実施され、また試験されている各種の対策をこの分類で整理したものが表3-2である。この分類・整理は、事業を実施する立場からのもので

あり、バス事業者その他関係者がバスの改善対策を検討する際には使いやすいものである。

表 3-1 交通手段選択肢と需要発生から見た利用者の分類

交通手段選択可能性 交通需要発生		日常的用户		非日常的用户
		不定	時間集中的	
マイカーかバス を選択できる		一般利用 者	通勤者	観光客 イベント参加者
バスしか選択でき ない	自家用車を運転でき ない。持っていない。	高齢者 障害者	通学者	
マイカーしか選択 できない	路線がない。停留所が 遠い。利用したい時間 に便がない。	一般利用 者	通勤者	

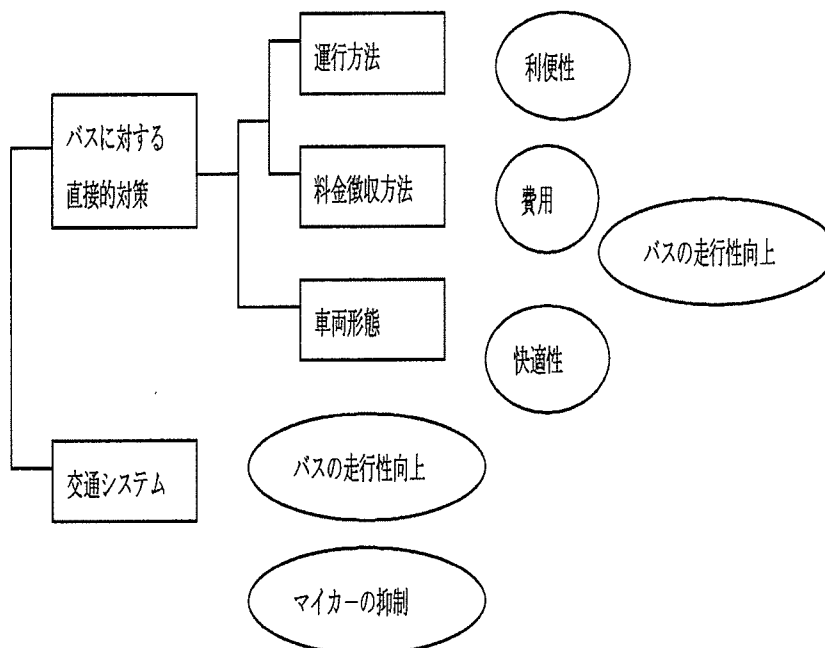


図3-1 対策の実施対象による分類と目的

表3-2 バス輸送システムの施策メニューの一般的な分類 <sup>2)~17)</sup>

バスに対する直接対策	
運行方法	<p>(バス停) フリー乗降制, ベンチ, 上屋, シェルター, デザイン, バスベイ, テラス型バス停,</p> <p>(路線) 買物バス, 通学バス, ミニバス路線, 病院巡回バス, 中心市街地循環バス, ダイアル・ア・ライド, 空港アクセスバス,</p> <p>ゾーン・バス・システム, コミュニティ・バス, 市民バス,</p> <p>(ダイヤ) 雨・雪の臨時便, 通勤快速バス, デマンドバス, 深夜バス, 終夜バス,</p> <p>(表示) 系統番号, 時刻表, 路線地図, バス・ロケーションシステム, 行先表示 (字幕, LED, 液晶式など), 総合運行管理システム,</p> <p>(その他) 宅配バス, 女性ドライバー,</p> <p>車内サービス (雑貨・傘の販売, BGMなど),</p>
料金徴収方法	<p>前乗り前払い均一運賃, 非接触式バスカード, 往復割引, 家族割引, グループ割引, 全線定期券, エリアフリー定期券, 持参人式定期券, 片道定期券, 昼間割引定期券, 週末フリー定期券, 一年定期券, 昼間回数券, 利用日限定回数券, ホリデー回数券, ノーマイカーデー限定フリー乗車券, 高齢者バス, 老人回数券, 鉄道・バス連絡定期券, 鉄道・バス乗継割引, 乗継フリー, 都心無料エリア, ワンコイン運賃, 環境定期券,</p>
車両形態	<p>低床バス (ノンステップバス), ミニバス, 連節バス, 広幅乗車口, 座席, オートマチック車, 低公害バス (アイドリングストップ・スタートシステム, ハイブリッドバス, DPF, 圧縮天然ガスバス, 電気バス, トロリーバス, ガイドウェイバス,)</p>
交通システム	
バスの走行性向上	<p>バス優先レーン, バス専用道路, バス優先信号, トランジット・モール,</p>
マイカーの抑制	<p>パークアンドライド, ロードプライシング, 都心部への乗用車乗入れ規制, 駐車料金差別化, 相乗り優遇制度, サイクルアンドライド,</p>

しかしながら、施策のねらい、効能、改善効果、ターゲットとする利用者などは直接認識できない。利用者の立場にたつと、違った要素による分類が必要となってくる。そこでこれを利用者の観点から整理すると図 3-2 のように表すことができる。利用者にとっては利便性や快適性のように、バスによる移動行動と直結しているものと、料金や情報のようにその利用環境に関するものに分類できる。乗降のしやすさは快適性に関係するが、スピーディーな乗降は走行性を高め、定時運行につながり利便性にも関係する。またバス事業者による経費削減は利用者にとっては料金としてはね返ってくる。

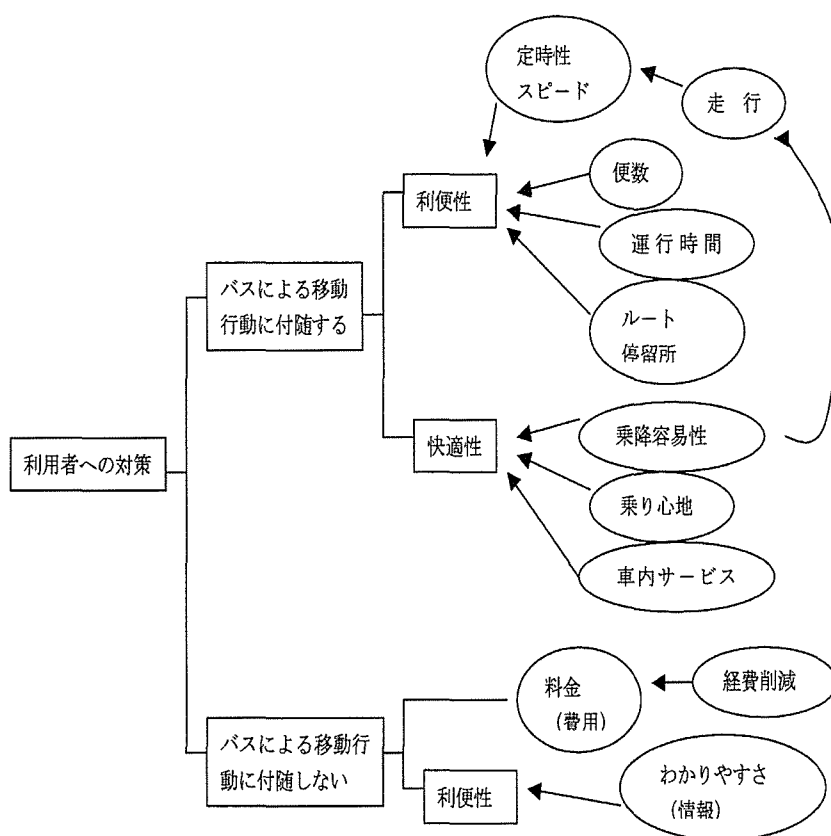


図3-2 バス利用者からみた対策分類と影響関係

さらに表 3-2 で分類した個々の対策を図 3-2 で示した利用者の観点で特徴づけ再度整理したものが表 3-3 である。運行方法に関連するものとしては、特定の場所をまわる循環バスやミニバス路線、停留所以外でも乗降できるフリー乗降性、

利用者からの要請があったときのみ走るデマンドバスなどがある。運賃徴収方法では安い料金とワンコインですむ容易性を提供する 100 円バス、徴収の効率を上げるバスカードなどがある。車両構造に関しては、段差を小さくしたり、乗降口を

表3-3 バス改善の施策と利用者からみた特徴

	施策の狙い	利便性			快適性			間接効果			環境対策
		定時性 スピード	便数	運行 時間 帯	ル ー ト 停 留所	乗降 容易性	乗り 心地	車内 サー ビス	料金	情報	
運行 方法	循環バス				○						
	シャトルバス		○								
	通学バス			○	○						
	通勤快速バス	○		○							
	フリー乗降制				○						
	デマンドバス			○	○						
	ミニバス路線				○						
	深夜バス・終夜バス			○							
運賃 徴収 方法	100円バス	○				○		○			
	バスカード	○				○					
	各種運賃制度							○			
車両 構造	低床バス	○				○					
	広幅乗降口	○				○					
	優先座席・車椅子固 定スペース						○				
	3方シート・折りた たみシート						○				
	オートマチック車						○				
	連節バス							○			
	各種低公害車										○
	交通 対策	パーク&ライド	○								
ゾーンバスシステム			○								
バス専用レーン		○									
違法駐車対策・駐車 場整備		○									
信号機操作・PTPS		○									
車両の迂回		○									
運行管理システム		○									
ロードプライシング		○									
その 他	路線図・時刻表行き 先表示								○		
	バス停改善									○	

広くして乗り降りをしやすくしたものや、座席を高齢者や障害者に配慮したもの、混雑時に配慮したもの等がある。オートマチック車は変速に伴う振動が少ないと言われている。連節バスは大型バスを2台連ねて乗務員1人当たりの輸送力を増大させたものである。このように、種々行われているバス改善対策の主目的は、運賃問題などの経済性を除くと、「時間的・空間的に充実した利用者には便利なサービスをめざすもの」と「走行性を向上させて定時運行を目指すもの」に大別できると考えられる。

### 3-3 地域特性と対策の選択

地域の交通需要の特性とそこで発生する可能性のある問題を図 3-3 のように整理してみた。地域の特性を表現する指標としては様々なものが考えられるが、ここではバス利用の推進という視点からバスを使用する距離と時間帯に着目して、地域性として空間軸と時間軸で分類した。過密な地域では交通利用者も集中しており、過疎の地域では分散している。一方、通勤・通学者の多いところほど時間的に利用者が集中する。時間的にも空間的にも利用者が集中するところでは、時間どおりに運行されないという定時性が最も大きな問題となってくると考えられる。まずこれへの対応の優先順位が高くなり、通勤や通学に特化した運行方法や道路交通対策により走行性を高めることが求められる。空間的には集中しているが、時間的には分散している場合には、定時性の問題とともに運行性（運行便数、時間帯、ルート・停留所などで代表される利便性）も同じ程度に重要となってくると考えられる。例えば100円バスと循環バスを組み合わせ、乗降を容易にして定時性を高め、かつルートや停留所の工夫で運行性を高めることなどが考えられる。

時間的にも空間的にも分散しているところでは運行性が問題となると考えられ、便数、ルートや停留所、運行時間帯などをそれぞれの地域事情に応じて対応する必要がある。空間的に分散しており時間的には集中している地域では、やは

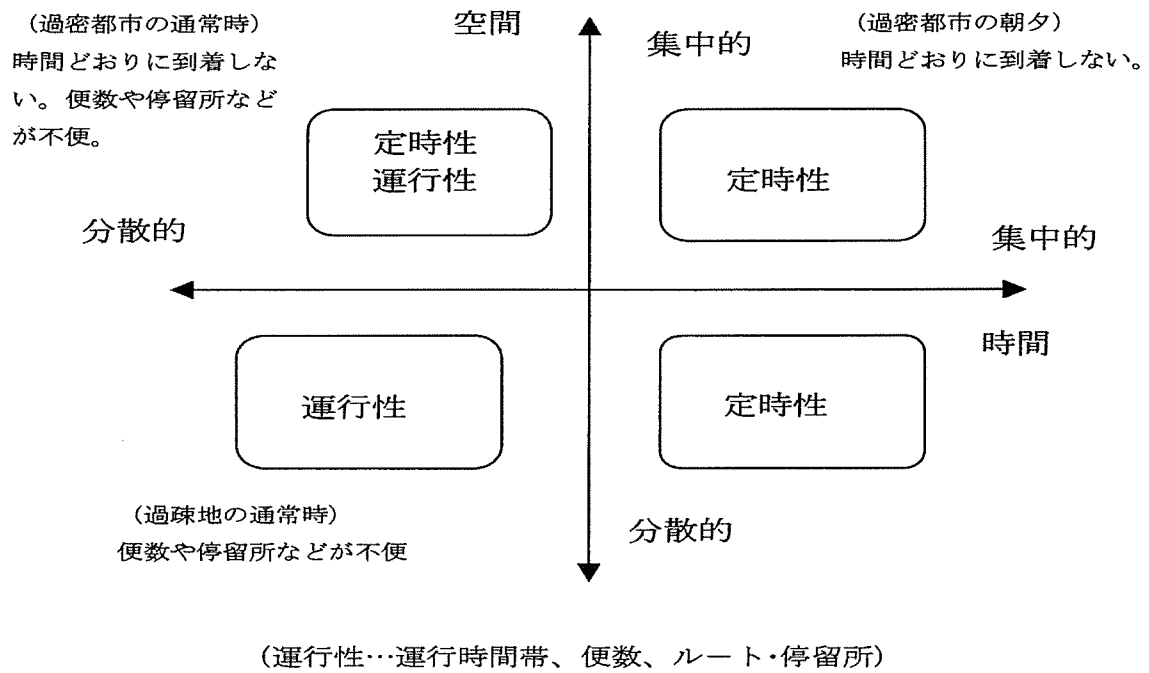


図 3-3 地域の交通需要の特性と発生する問題

り定時性を重視した施策が求められる。ただしこのような地域では空間的にも集中しているところとは異なり、交通が渋滞することが原因で定時性が確保できないという問題が発生する可能性は小さいと予想される。その意味では経費等の問題をさしおけば、他の場合に比べて対応がしやすいと言える。

### 3-4 バスシステム改善施策の実施例から見た特性解析

図 3-3 で整理した概念を実際のバス改善施策の実例と重ね合せてみる。この場合、全国各地で実施されている幅ひろい試みが、良好な結果に終わっているのかそれとも予定していた成果が得られなかったのかを、我が国の公表情報のなかから統一的に判定することは困難な状況である。公的な事業で好ましくない成果を客観的に分析しありのまま公表しているものは見当たらない。そこで



本研究では、比較的統一的に事業の評価が記述されている国土交通省のTDMデータベース<sup>18)</sup>のなかからバス事業に関連するものを取りあげ、さらにそのなかから事業の成果として評価が記載されているものを抽出した。これらを積極的な評価のなされているもの（対策はほぼ成功したと理解できる記述のもの）と、消極的な評価のなされているもの（対策は成功しなかったと理解できる記述のもの）に分類して、表3-3の対策の特徴と表1-2の対象としている利用者を整理した（表3-4）。評価の記述は一様ではないが、ここでは全国の傾向を大まかに検証するという目的に照らして記述の趣旨に基づき積極、消極の判定を行った。表3-3で快適性に分類された項目としては、該当するものは乗降容易性しかなかった。これは走行性を高め結果としては利便性につながるため、本表では利便性に含めている。

表3-4 積極的評価・消極的評価の見られるTDM事例

施策の狙い			利便性					料金	情報	付加価値	交通システム	利用者行動	環境対策	対象者		
			定時制・スピード	便数	運行時間帯	ルート・停留所	乗降容易性							一般利用者	通勤者	イベント参加者
積極的な評価	A市	循環バス(シャトルバス)		0		0	0	0	0				0			
	B市	P&BR	0							0				0		
	C市	バス優先レーン	0										0			
	D市	時差出勤	0								0			0		
	E市	シャトルバス		0		0							0			
	E市	お買物バス券					0				0		0			
	F市	観光P&BR	0								0				0	
	F市	通勤P&BR	0				0				0			0		
	G市	シャトルバス	0						0						0	
	H市	ハイグレードバス停							0	0			0			
I市	バス優先システム	0				0						0				
消極的な評価	D市	P&BR	0							0				0		
	J市	シャトルバス、		0		0							0			
	J市	時差出勤	0								0			0		
	K町	P&BR	0							0					0	
	L市	P&BR	0							0				0		
	M市	バス優先レーン	0										0	0		
	N市	P&R	0							0				0		
O市	時差出勤	0								0			0			

通勤者を対象としている施策では時差出勤のように直接的に定時性を目的としたり，パークアンドライドなど交通システムを対象にして走行性を高め定時性向上を目指しているものもある．乗降の容易性や料金割引は一般利用者を対象として行われている．ここで定時性・スピードの項目と交通システムの項目に該当するものを「定時性に着目した事業」，便数，運行時間帯，ルート・停留所に該当するものを「運行性に着目した事業」として，さらに一般利用者，通勤者といった日常的利用者を対象としている施策について，地域特性により整理したものが図3-4である．ここでは横軸の時間的集中度の指標として15～64歳の人口が全体に占める割合を，また，縦軸の空間的集中度の指標として可住地人口密度を使用した．15～64歳の人口が全体に占める割合を用いたのは，通勤・通学者をこの年齢層で表せると想定し，この年齢層の多い地域ほど通勤・通学によるバス利用の時間的集中度が高いと考えたからである．

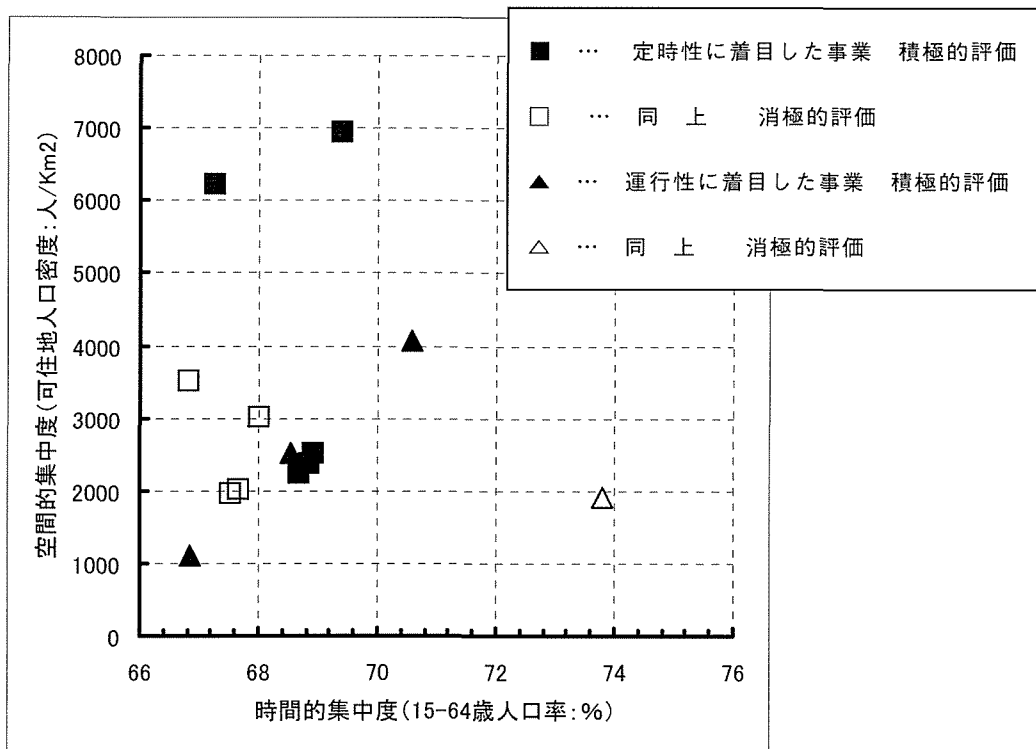


図3-4 日常的利用者を対象としたバスに関連したTDM事業の地域性と評価

図 3-4 によると空間的集中度が高い地域で定時性に特化した対策が行われたものには積極的な評価がなされている。また、空間的集中度が低くなってくると、定時性をねらった対策で消極的評価が現れるようになってきている。これは図 3-3 で示した分類の第 I 象限、第 II 象限に属するものには定時性に着目する必要があると指摘したことに一致している。また、空間的集中度が低い地域で運行性に着目した施策に対しても積極的な評価がなされている。このことは、図 3-3 の第 III 象限においては運行性に重点をおいた方策が重要であるという指摘に矛盾しない結果である。一方、時間的集中度の高い地域で運行性に着目した施策は消極的評価に終わっていることが読取れる。これは図 3-3 の第 IV 象限では、定時性を重視した対策が必要とされているにもかかわらず、運行性に着目した事業が行われたためであると考えられる。

以上のように、バスの改善施策を考えるにあたり、地域特性を利用者の時間と空間による集中度で分類し、バスシステムの改善方策を定時性と運行性の面から捉えて、地域に応じた適切な方策を検討するという本研究で提案した手法について、検証に利用できる情報・データに限界があるものの、妥当性を示唆する傾向が確認されたものと考えられる。

### 3-5 路線バスの利用促進による CO<sub>2</sub> 排出量削減の効果

ここでは、第 2 章で試算した地域別の CO<sub>2</sub> 排出量の削減効果と同様の手法を用いて、それぞれの地域で路線バスへの利用促進を図った場合、どの程度の効果が得られるかを概算してみた。精緻な見積もり計算は今後の課題とする必要があるが、概略の目安として次のような考え方で計算を試みた。

$$(\text{CO}_2 \text{削減量}) = (\text{通勤目的の乗用車・軽乗用車の CO}_2 \text{排出量}) \times (\text{路線バスに転換する割合})$$

もちろん、路線バスの利便性を増すために便数を増加させればそれだけバスによる CO<sub>2</sub> の排出量は増加することとなり、ここで求められた効果は過大見積りになることに

留意する必要がある。

図 3-5 にその結果を示す。全排出量に占める乗用車，軽乗用車の通勤目的の排出量の多い船岡町，青谷町では比較的大きな削減効果が見込まれる。それでも，乗用車，軽乗用車による全通勤者の5%が路線バスに乗換えたとしても，その削減効果は，0.6%前後にとどまっている。鳥取市や広島市になるとこの半分程度になっている。

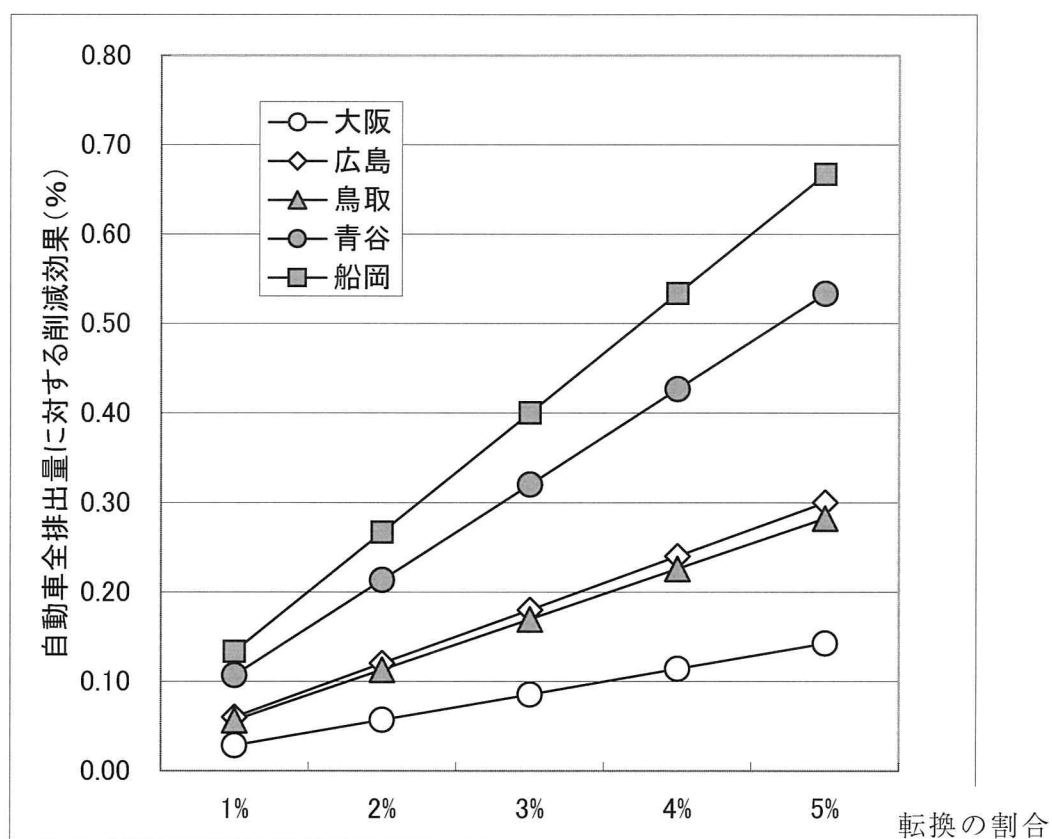


図3-5 乗用車，軽乗用車による通勤を路線バスに切替えたときの各都市の概略CO<sub>2</sub>削減効果

### 3-6 まとめ

現在，きわめて多種のバスシステム改善メニューが検討され，実験され，実

施されている。しかしながら国民のバス離れは進む一方であり、この傾向をとめて逆流させることが地球温暖化対策の観点からも重要と認識されるようになってきている。

本稿では、i)全国各都市で実験・実施されている各種のバス改善施策の情報を可能な限り収集し、体系的整理を試み、ii)地域特性を考慮した施策選定方法を提案した。iii)この中では、地域特性を示すパラメーターとしては利用者の「時間的集中性」と「空間的集中性」を考案し、また、施策を特徴づける指標として「運行性」と「定時性」を提案した。

すなわち、各種のバス改善施策をバス事業実施サイドから見た分類でレビュー（表 3-1、表 3-2）したのち、利用者の立場から各種の施策を分析してみた（表 3-3）。使用した指標は、定時性と運行性（運行便数、運行時間帯、運行ルート・停留所）の2つである。定時性の確保を目指した施策の代表的なものは、通勤快速バス、バス専用レーンなどであり、運行性の向上をねらう施策としては、循環バス、シャトルバスなどが代表的である。つぎに、特定の地域を対象にして、現在各地で取組まれている極めて多様な施策を参考に路線バスを中心とした交通システム作りを検討する場合、利用者の立場からどのような視点で施策を抽出していけば良いのかという課題を意識して、地域の特性をバス需要の時間的、空間的集中度合いで表現し、上記の定時性、運行性を重ね合わせて求められているバスシステムの改善の方向を概念的に整理した(図 3-3)。そして最後に、現在実施されている施策例を用いて、上記の概念整理の妥当性を検証してみた。施策の評価を客観的・定量的に表現している情報の収集に限界があり、あくまでも一次的な検証の域を出ないと思われるが、いくつかの実施例では上述の概念整理をうまく説明するプロットが見られた。

今後の研究課題としては、地域の時間的・空間的なバス需要の密度と、定時性・運行性で代表させたバスの利便性との関係をさらに定量的に解析していくことが望まれる。

参考文献：主なもののみ記載

- 1) 日本バス協会(1996),「日本のバスの将来を考える」(オンライン)  
<http://www.ttcn.ne.jp/>
- 2) (社)日本バス協会(2003),「バスの情報コーナー」,(オンライン)  
<http://www.bus.or.jp>
- 3) デイゼル車対策技術評価検討会(2001),「デイゼル車対策技術評価検討会  
とりまとめ」
- 4) 都市交通研究会(1997),「新しい都市交通システム」pp.147-168,(株)山海堂
- 5) 三田茂ほか(2000),「地方都市中心部への自動車通勤者の手段転換可能性分析」,  
土木計画学・講演集 No.23(1)
- 6) 高山純一ほか(1996),「金沢市における通勤快速バス運行の事前・事後分析に  
関する研究」,第31回日本都市計画学会学術研究論文集
- 7) 柳沢吉保(2002),「運行サービスレベルによる需要変動を考慮した市街地循環  
バスの社会的便益評価」,第37回日本都市計画学会学術研究論文集
- 8) 大城温ほか(1998),「バス乗降時間短縮によるバス運行及び一般交通改善に関  
する研究」,第33回日本都市計画学会学術研究論文集
- 9) 高橋洋二ほか(1999),「市民参加による鎌倉市・公共交通乗継システム実験」,  
第34回日本都市計画学会学術研究論文集
- 10) 柴田徳衛ほか(2001),「クルマ依存社会」pp.215-235,実教出版(株)
- 11) 山中勇紀ほか(2001),「四街道市における市民バス導入の検討手法に関する研  
究」,第21回交通工学研究発表会論文報告集
- 12) 谷口滋一ほか(2001),「地区効用と利用変動を考慮したコミュニティーバスの  
導入計画に関する研究」,第21回交通工学研究発表会論文報告集
- 13) 山崎基浩ほか(2002),「地方都市における交通施策展開プロセスの評価ー三好  
町「さんさんバス」運行を例としてー」,第37回日本都市計画学会学術研究  
論文集
- 14) 山口隆之ほか(1999),「地域特性を考慮したコミュニティーバスの導入促進に

関する研究」, 第 34 回日本都市計画学会学術研究論文集

15) 徳永幸之ほか(1994), 「宅配バスの成立可能性の検討」, 第 29 回日本都市計画学会学術研究論文集

16) 鈴木文彦(2001), 「路線バスの現在・未来」(株)グランプリ出版

17) 鈴木文彦(2001), 「路線バスの現在・未来 PART2」(株)グランプリ出版

18) 国土交通省国土技術政策総合研究所(2003), 「TDM (交通需要マネジメント) データベース」(オンライン) <http://210.146.71.71>

## 第4章 人口低密地域における一般廃棄物の収集方法がCO<sub>2</sub>排出量に及ぼす影響の検討

### 4-1 はじめに

近年、ごみのリサイクルを一層推進するための課題の1つとして、効率的な分別収集システムの確立があげられている。<sup>1)</sup> ごみの収集システムに関しては、これまで数多くの研究がなされているが、環境負荷、エネルギー消費量、あるいはコストなどをできる限り低減するシステムとして広域化収集に着目したものが多。<sup>2)~10)</sup> また、解析のためのモデル化に関しては、代表的変数を設定した回帰式による推計が一般的である。例えば城田ら<sup>6)</sup>は収集ごみの重量などを変数とした回帰モデル式を用いて収集過程のエネルギー消費量を解析しており、また、羽原ら<sup>8)</sup>は人口や輸送距離等を変数とした近似式によりコストおよびエネルギー消費量を算定している。さらに、荒井ら<sup>9)</sup>は処理量、収集量、輸送距離を変数とした指数回帰モデルを使用して処理費用、収集費用を推定している。

しかし、広域化収集の検討のみが効率的な収集システムの構築につながるとは限らず、分別数や収集回数、選別過程についても検討することが重要と考えられる。中山間地で急速に広がっている人口低密地域においては、分別数や収集回数の増加は環境負荷、収集・運搬に伴うコスト、エネルギー消費の増大につながる可能性が高く、必ずしも効率的ではない場合も考えられる。また、分別数が増加するにつれ、家庭で分別を強いられる住民の煩雑さも大きくなるものと思われる。一方、分別数を少なくすれば、処理施設内での選別に関わる環境負荷、コスト、エネルギー消費の増大につながる可能性がある。

そこで、本研究では人口低密地域を対象に、収集・運搬の過程のみならず収集後の処理施設内での選別過程をも考慮に入れて、分別数に応じた環境負荷(CO<sub>2</sub>の排出量)の変化を算定した。さらに、住民の分別の煩雑さや分別数に応じたコストも算定し、効率的な家庭廃棄物の分別収集システムの検討を試みた。



## 4-2 研究方法

本研究での評価の対象を図 4-1 に示す。廃棄物の収集・運搬、選別、処理・最終処分の一連の流れの中から、一般家庭での廃棄物分別排出の過程と、排出された廃棄物の収集・運搬過程、処理施設内での選別過程を評価の対象とした。また、コスト、環境負荷の算定方法は、対象とした地域が狭く限定されていることから、第 1 章で述べたような一般的な回帰式は用いず、実際の分別、収集・運搬、選別実態に従ってできるだけ個別に積み上げていく方法を基本とした。

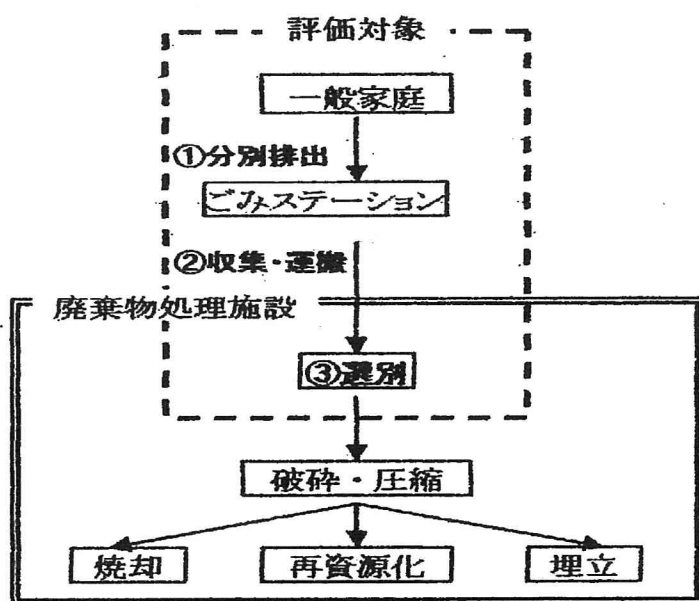


図 4-1 研究対象

### 4-2-1 収集・運搬過程の環境負荷（CO<sub>2</sub>の排出量）の算定方法

分別種類別に家庭からの廃棄物排出量を推定し、その分別種類ごとに収集車両の稼働距離を推計し、その結果から CO<sub>2</sub> 排出量を求めた。収集車は対象地域の中心部（旧町役場の位置を処理施設として仮想）を出発点とし、より遠い集落から巡回しつつ家庭廃棄物を収集し、収集量が収集車の最大積載量に達すると出発点まで戻ると設定した。収集距離、CO<sub>2</sub> 排出量は以下の算定式により求められると仮定

した。

#### a) 収集距離の算定方法

まず廃棄物の排出量は、次式で表されたとする。

$$G_{w,v,j,m} = g_{w,j,m} \times H_v \quad (4-1)$$

ここで、 $w$ 、 $v$ 、 $j$ 、 $m$ はそれぞれ廃棄物の種類、集落、分別数、年間の収集頻度を表す。したがって、 $G_{w,v,j,m}$ は、年間  $m$  回の頻度で分別収集した場合の 1 回の廃棄物  $w$  の排出量[kg/回]、 $g_{w,j,m}$ は、種類が  $w$  の廃棄物を分別数  $j$  で年間  $m$  回の頻度で収集したときの各世帯から排出される廃棄物の排出量原単位[kg/回・世帯]である。また、 $H_v$ は、集落の世帯数[世帯]である。

次に、収集車の基本的な収集行動による走行距離は、次式で表されたとする。

$$L = l_{o,s} + \sum \sqrt{A_v} + \sum l_{v'} + l_{l,o} \quad (4-2)$$

ここで、 $L$ は収集行動 1 サイクルの走行距離[km]、 $l_{o,s}$ は対象地域における出発点  $o$  から収集を開始する集落  $s$  までの走行距離[km]、 $l_{v'}$ は収集ルートに沿った集落間走行距離[km]、 $\sqrt{A_v}$ は集落  $v$  の面積を平方根することで代替する集落内の収集距離[km]、 $l_{l,o}$ は収集車両が最大積載量まで達したときに収集を終了し、集落  $l$  から出発点  $o$  まで戻ってくるまでの走行距離[km]である。このような算定方法は、考え方としては都市の廃棄物収集の分析に用いられているグリッドシティーモデルと同様のものであるが、本研究では、数十戸程度の小さな集落が点在している対象地域の特性を考慮して実際の収集活動をできる限りそのまま再現する方法として採用した。

よって、 $j$  分別した場合に廃棄物  $w$  の収集距離[km/回]は、(4-2)式で求めた走行距離の合計となる。

$$L_{w,j} = \sum_i L_{i,w,j} \quad (4-3)$$

また、 $j$  分別した場合の廃棄物  $w$  の年間収集距離[km/年]は、

$$LT_{w,j} = L_{w,j} \times K_{w,j} \quad (4-4)$$

となる。ここに、 $K_{w,j}$ は  $j$  分別した場合の廃棄物  $w$  の収集回数[回/年]である。

そして、j 分別収集した場合に、(4-2)式で求めた各廃棄物の年間収集距離を合計した年間総収集距離[km/年]は、次のとおりとなる。

$$LT_j = \sum_w LT_{w,j} \quad (4-5)$$

#### b) 収集・運搬過程の環境負荷 (CO<sub>2</sub> 排出量)

全ての廃棄物を j 分別収集した場合に、廃棄物 w の収集車両稼動時の CO<sub>2</sub> 排出量 [kg-CO<sub>2</sub>/年]は、次式で表すものとした。

$$HT_j = \sum_w H_{w,j} \quad (4-6)$$

$$H_{w,j} = L_{w,j} \times H_s \times K_{w,j} \quad (4-7)$$

ここに、HT<sub>j</sub>は j 分別収集した場合の収集車両稼動における年間総CO<sub>2</sub>排出量 [kg-CO<sub>2</sub>/年]、H<sub>w,j</sub>は j 分別収集した場合に廃棄物 w の収集車両稼動時のCO<sub>2</sub>排出量 [kg-CO<sub>2</sub>/年]、L<sub>w,j</sub>は j 分別収集した場合の廃棄物 w の収集距離[km/回]、H<sub>s</sub>は収集車 1km 走行当たりのCO<sub>2</sub>排出量原単位 [kg-CO<sub>2</sub>/km]、K<sub>w,j</sub>は j 分別収集した場合の廃棄物 w の収集回数[回/年]である。

#### 4-2-2 選別過程の環境負荷 (CO<sub>2</sub> の排出量) の算定方法

収集された廃棄物は処理施設に搬送され、そこでどの分別数を選択した場合でも最終的には 10 分別の時と同じように選別されるものとした。この時の処理施設内での選別に必要な機械および手作業を想定し、ごみ選別時に発生するコストを算定する。図 4-2 には、ここで想定した家庭での分別数に応じて必要となる選別機械を示す。これらは、鳥取県の東部地域での分別リサイクル施設や装置メーカーに対する聞き取り調査を基にして設定したものである。1 分別のごみを可燃と不燃に分別する過程は、実際には当地では行われていないが、ここではふるい選別機、風力選別機および手作業で行うものとした。家庭での分別数が少ないほど施設内で必要となる選別機械の種類が多くなることとなる。

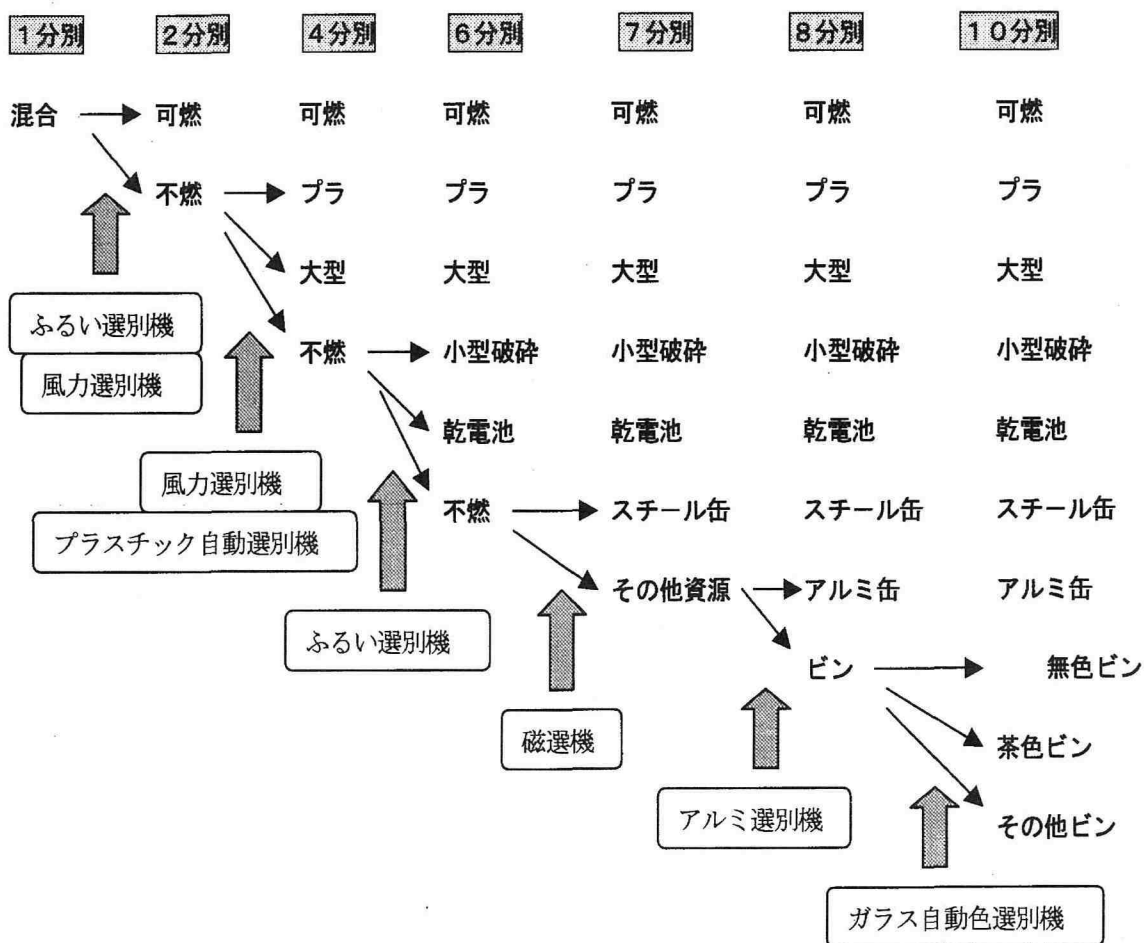


図 4-2 想定した選別機械の組合せ

全ての廃棄物を  $j$  分別収集した場合に、処理施設の選別機械稼動に伴う年間総  $\text{CO}_2$  排出量  $[\text{kg}\text{-CO}_2/\text{年}]$  は、次式で表せるものとした。

$$H_j = H_e \times \sum e p_s \quad (4-8)$$

ここに、 $H_j$  は  $j$  分別収集した場合に、処理施設の選別機械稼動に伴う年間総  $\text{CO}_2$  排出量  $[\text{kg}\text{-CO}_2/\text{年}]$ 、 $H_e$  は電力 1  $\text{kwh}$  発電当たりの  $\text{CO}_2$  排出量原単位  $[\text{kg}\text{-CO}_2/\text{kwh}]$ 、 $e p_s$  は選別機械  $s$  の年間電気使用量  $[\text{kwh}/\text{年}]$  である。

#### 4-2-3 コストの算定方法

##### a) 収集運搬過程のコストの算定方法

j 分別した場合の廃棄物 w の収集コスト[円/年]は、収集車両稼動における燃料代、収集人件コスト、収集車両の減価償却費および維持管理費によって決まると考え、次式で表せるとした。

$$C_{w,j} = (L_{w,j} \times fe \times \lambda + PC_{w,j} + MC_{w,j}) \times K_{w,j} \quad (4-9)$$

ここに、 $C_{w,j}$ はj分別した場合の廃棄物 w の収集コスト[円/年]、 $L_{w,j}$ はj分別した場合の廃棄物 w の収集距離[km/回]、 $fe$ は収集車両の燃料消費量[L/km]、 $\lambda$ は燃料代[円/L]、 $PC_{w,j}$ はj分別した場合の廃棄物 w 収集人件コスト[円/回]、 $MC_{w,j}$ はj分別した場合の廃棄物 w の収集車両の維持管理費用[円/回]、 $K_{w,j}$ はj分別した場合の廃棄物 w の収集回数[回/年]を表す。なお、

$$PC_{w,j} = (L_{w,j} / v / h1) \times m \times c \times h2 \quad (4-10)$$

ここに、 $v$ は2t車両平均走行速度[km/h]、 $h1$ は2t車両1台当たり稼動時間[h/台]、 $m$ は2t車両乗員人数[人]、 $c$ は1人1時間当たり人件費[円/人・h]、 $h2$ は1人当たり収集作業時間[h/人]である。また、

$$MC_{w,j} = L_{w,j} / v \times me \quad (4-11)$$

ここに、 $me$ :収集車両の出動時間あたりの維持管理費用[円/h]である。

従って、各廃棄物の収集コストを合計した年間総収集コスト[円/年]は、

$$CT_j = \sum_w C_{w,j} + VC \quad (4-12)$$

ここに、 $CT_j$ は全ての廃棄物をj分別収集した場合の年間総収集コスト[円/年]、 $VC$ は使用する収集車両の減価償却費である。

##### b) 選別過程のコストの算定方法

全ての廃棄物をj分別収集した場合に、処理施設内の選別における年間総コスト[円/年]は、選別機械の初期導入費用(インシヤルコスト)、選別機械稼動時のコスト(ランニングコスト)、選別機械の維持コスト、選別機械の補助の人員コストによっ

て決まると考え、次式で算定することとした。

$$CS_j = \sum (C_{initial,s} + C_{running,s} + C_{maintenance,s}) + \sum C_{hand,g} \quad (4-13)$$

ここに、 $CS_j$ は廃棄物をj分別収集した場合に、処理施設内の選別における年間総コスト[円/年]、 $C_{initial,s}$ は選別機械sのイニシャルコスト[円/年]、 $C_{running,s}$ は選別機械sのランニングコスト[円/年]、 $C_{maintenance,s}$ は選別機械sの維持コスト[円/年]、 $C_{hand,g}$ は各種選別機械は完全に自動化されたものではなく、装置のそばに作業員が張り付いて手作業で選別を補完するものとし、その人件コスト[円/年]である。

### c) 分別排出過程のコストの算定方法

1分別（分別なし）から10分別まで段階的に分別数を変化させ、分別作業に対して感じる住民の面倒さをCVM（仮想評価法）を用いて支払意志額として算定する。

ここでは、鳥取県東部市町村の一般家庭を対象としてアンケート調査を行い、想定した分別ごとに分別の面倒さを回避するために支払う金額を推定した。図4-3に本調査で想定した分別方法を示す。ここでは一般に聞きなれない分別種類も見られるが、調査対象とした地域の分別方法に従って設定したものである。図4-4にはアンケート調査で用いた質問の一例として2分別から4分別になる際の質問文の一部を示す。実際には、最初の提示額は200円～1200円の間に示し、この後さらに質問を続けるダブルバウンド方式を採用した。

分別数の増加を回避する場合の支払意志額を推定し、1分別（分別なし）からの分別数変化回避の支払意志額として整理しなおした結果を図4-5に示す。支払意志額は、分別数の増加に従いほぼ直線的に増加しており、分別数が1つ増加することにより、約40円から60円増加する結果となっている。しかし、7分別から8分別への変化を回避するための支払意志額は他と比較して低い結果（24円）となり、この分別には面倒さをあまり感じないことがわかった。これは、7分別から8分別に移行する場合にアルミ缶とビンを分別することと設定されており、日常の生活の中でこの分類に対する負担感が少ないということを反映しているものと考えられる。

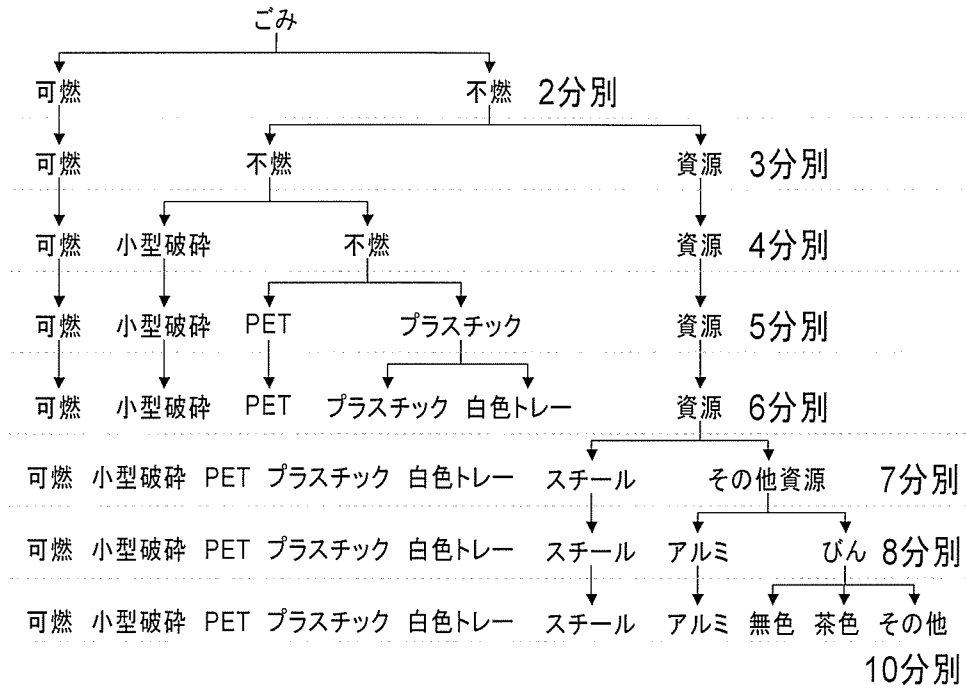


図 4-3 想定した分別状況

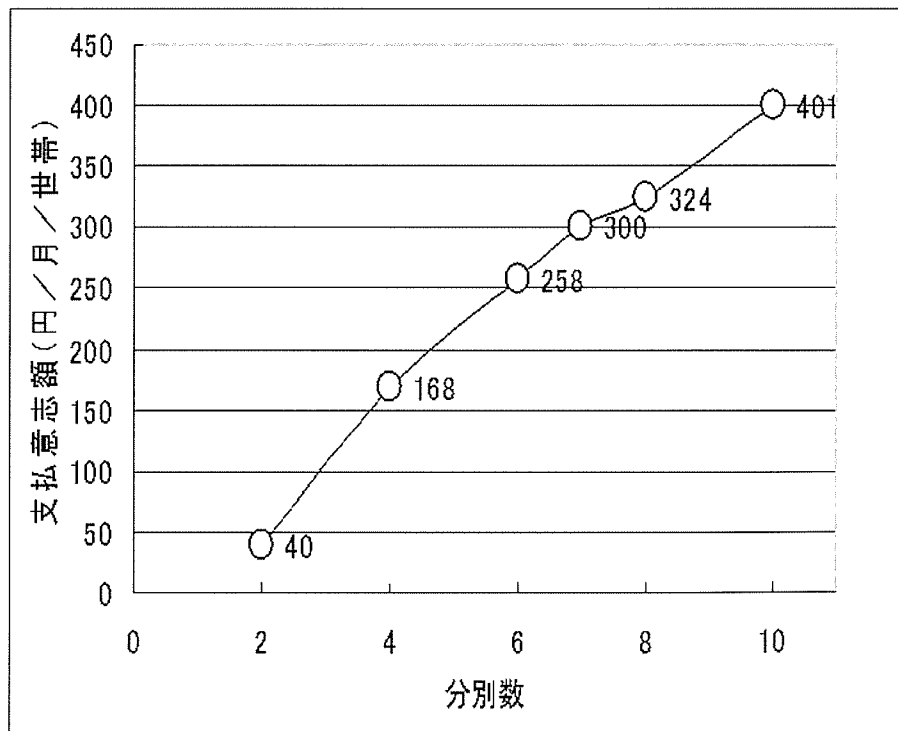
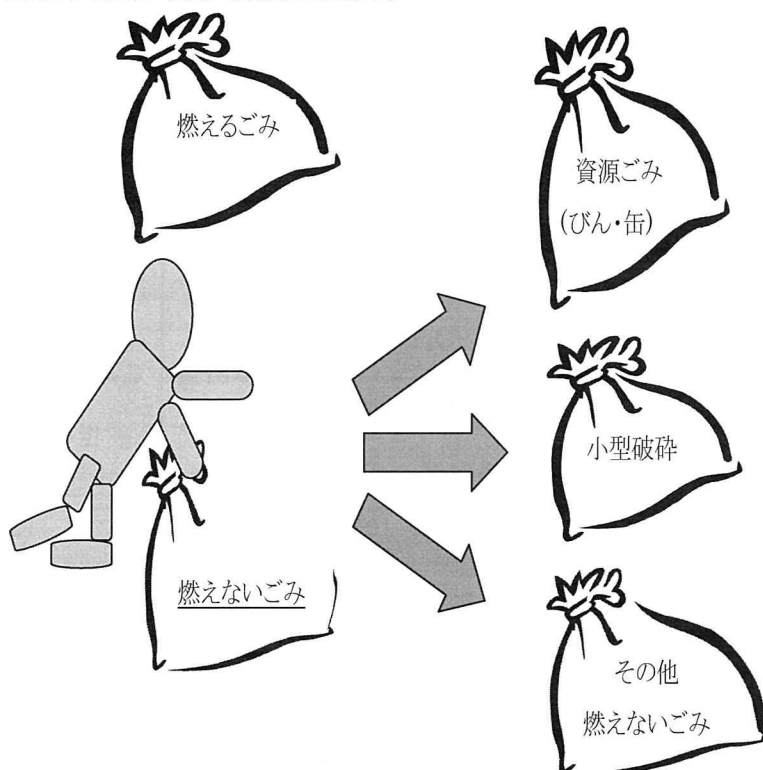


図 4-5 支払意志額推定結果

- 【1】 燃えるごみ、燃えないごみ2分別し、それぞれ週に1回、別々の曜日に捨てるという状況がすでに今現在あることを想像して下さい。そして、2種類のごみの内、燃えないごみをさらに下図のように資源ごみ(びん・缶)・小型破碎・その他燃えないごみ(プラスチック・ペットボトル・白色トレーをまとめたごみ)の3種類に分け、それぞれ週に1回捨てなければならない状況に変化したとします。



例えば1ヶ月200円支払えばこの3分別を行う必要はなく、燃えないごみとしてまとめて捨てても良いとします。あなたは1ヶ月200円支払いますか？ただし、お支払い頂いた分だけ自由に使えるお金が減ることに注意して下さい。

次の選択肢から一つだけ○をつけて下さい。

1. はい、1ヶ月200円支払ってまとめて捨てます
2. いいえ、支払わず3分別します

図 4-4 アンケート調査の一例



#### 4-3 ケーススタディ

##### 4-3-1 評価対象地域

本研究では、人口低密地域として鳥取県東部市町村の中で旧鳥取市に隣接している河原町、山間地の用瀬町の2地域を検討の対象とした。その位置を図4-6に示す。なお、両町は2004年11月に鳥取市と合併しているが、ここでは合併前の旧河原町、旧用瀬町を便宜上「河原町」、「用瀬町」と表記した。この両町の2000年度の基本データを表4-1に示す。

表4-1 検討対象地域の基本データ

項目 市町村	人口 [人]	世帯数 [世帯数]	面積 [km <sup>2</sup> ]	人口密度 [人/km <sup>2</sup> ]	1人当 ごみ排出量 [kg/人・週]	1世帯当 ごみ排出量 [kg/世帯・週]	総ごみ排出量 [t/週]
河原町	8382	2271	83.6	100.2	3.7	13.5	30.6
用瀬町	4324	1223	81.6	53.0	5.2	19.3	23.6

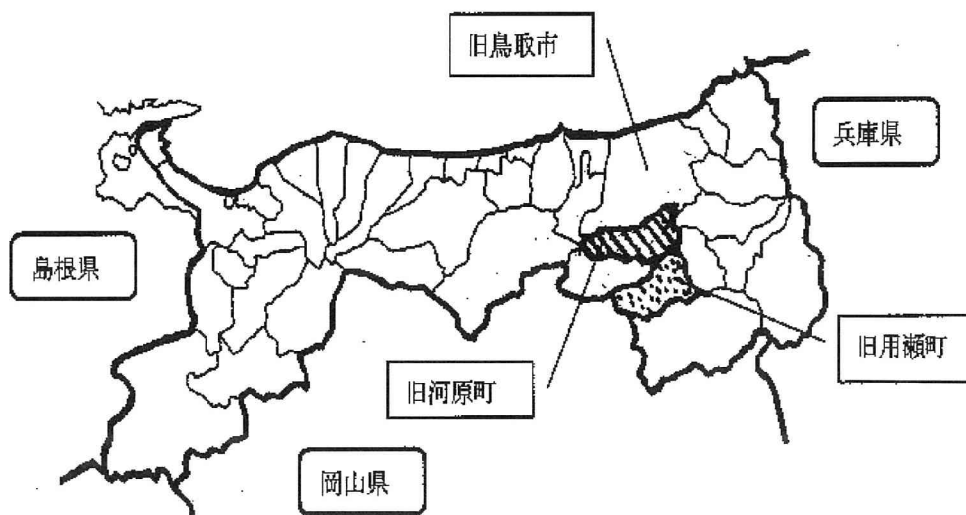


図4-6 対象地域の位置図

#### 4-3-2 計算条件

以下に、本計算に用いた諸条件、諸係数を示す。いずれも、基本的にはアンケート調査、聞き取りなどにより地域の実情に近いものを設定した。本計算に用いた分別の方法は図 4-2 で説明したとおりであるが、表 4-2 は、その分別ごみの種類ごとに設定した収集車両の最大積載量を示したものである。また、表 4-3 は、収集回数と排出原単位を示す。収集回数は両町ともほぼ同様であるが、プラスチック、大型、小型破碎、乾電池等は、用瀬町の回数が少なくなっている。表 4-4、表 4-5 は、それぞれ用瀬町、河原町の具体的な収集の経路と集落ごとの世帯数を示す。

表 4-6 には河原町、用瀬町の各分別数ごとのごみ種類別収集頻度に応じた排出量原単位を示す。この表の値は鳥取県東部地域の実態調査に基づき設定したものである。表 4-7 は、その他の係数等である。

表 4-2 想定した分別ごみの種類および収集車両の最大積載量

種類	混合	可燃	不燃	プラスチック	大型	資源	小型破碎
積載量	1.1t	1.1t	0.8t	0.6t	1.0t	1.0t	1.0t

種類	乾電池等	スチール缶	その他資源	アルミ缶	ビン	無色ビン	茶色ビン	その他ビン
積載量	1.0t	1.0t	1.0t	1.0t	1.0t	1.0t	1.0t	1.0t

表 4-3 想定した分別ごみの種類ごとの収集回数および排出量原単位

種類		混合	可燃	不燃	プラスチック	大型	資源	小型破碎	乾電池等
収集回数 (回/年)	河原町	48	144	48	48	48	48	24	48
	用瀬町	96	144	48	24	12	48	12	4
排出量原単位 (Kg/日世帯)	河原町	1.96	1.5	0.49	0.13	0.1	0.19	0.08	0.006
	用瀬町	2.74	2.25	0.49	0.15	0.09	0.19	0.07	0.006

種類		スチール缶	その他資源	アルミ缶	ビン	無色ビン	茶色ビン	その他ビン
収集回数 (回/年)	河原町	48	48	48	48	48	48	48
	用瀬町	48	48	48	48	48	48	48
排出量原単位 (Kg/日世帯)	河原町	0.04	0.14	0.014	0.11	0.057	0.014	0.043
	用瀬町	0.04	0.14	0.029	0.13	0.057	0.014	0.043

表 4-4 想定した用瀬町の収集経路および集落世帯数

経路	集落	世帯数	経路	集落	世帯数	経路	集落	世帯数
1	江波	43		中川	19		下平	25
	屋住	37		鳥井野	24		馬路	14
	山口	18		樟原	27		旭ヶ丘	48
	安蔵松原	19		金屋	34		鷹狩	103
	岡	24		家奥	31		馬橋	21
	塚原	24		古用瀬	30	3	美成	50
	鹿の子	25		下古用瀬	17		別府	115
	宮原駅前	16	2	上土居	18		用瀬	1170
	宮原	20		下土居	21			

表 4-5 想定した河原町の収集経路および集落世帯数

経路	集落	世帯数	経路	集落	世帯数	経路	集落	世帯数	
1	池田	63		徳吉	20		広瀬	15	
	久能寺	96		六日市	26		北村	117	
	上万代寺	31		釜口	66		弓河内	30	
	万台寺	34		高津原	25		小畑	22	
	石田百井	52		福和田	11		湯谷	20	
	土師百井	20	3	和奈見	31		牛戸	22	
	土師百井二	40		八日市	31		本角	23	
	米岡	47		佐貫	93		鹿野	11	
	板根	6		山上	60		中井二	61	
	片山	21		尾上	9		中井	41	
	2	薬師	24		小倉	33		棚組	6
		坂田	63		今西	8		天神原	42
		下町	74		荒倉	10		天神	14
		新庄	46		水根	5		諏訪	15
破岩		23		中村	18		曳田	95	
国中二区		36		福田	7	5	上渡一木	30	
国中一区		30		棚田	11		下渡一木	71	
加賀瀬		15		下佐貫	175		袋河原	118	
三谷		31		引野	15		鮎が丘	115	
郷原		22	4	神馬	32		奥長瀬	13	
上山手		16		小河内	53		谷一木	40	
今在家		49		田中	28		長瀬	38	
							河原	276	

表4-6 想定した各ごみの排出量原単位

0分別	混合									
河原町	13.7 [kg/週・世帯]									
国府町	4.2 [kg/2日・世帯]									
用瀬町	9.6 [kg/半週・世帯]									
2分別	可燃	不燃								
河原町	3.0 [kg/2日・世帯]	3.4 [kg/週・世帯]								
国府町	6.0 [kg/半週・世帯]	2.7 [kg/週・世帯]								
用瀬町	4.5 [kg/2日・世帯]	3.4 [kg/週・世帯]								
3分別	可燃	プラスチック	不燃							
河原町	3.0 [kg/2日・世帯]	0.9 [kg/週・世帯]	2.4 [kg/週・世帯]							
国府町	6.0 [kg/半週・世帯]	0.9 [kg/2週・世帯]	2.3 [kg/週・世帯]							
用瀬町	4.5 [kg/2日・世帯]	2.1 [kg/2週・世帯]	2.4 [kg/週・世帯]							
4分別	可燃	プラスチック	大型	不燃						
河原町	3.0 [kg/2日・世帯]	0.9 [kg/週・世帯]	0.7 [kg/週・世帯]	1.8 [kg/週・世帯]						
国府町	6.0 [kg/半週・世帯]	0.9 [kg/2週・世帯]	7.4 [kg/3ヶ月・世帯]	1.6 [kg/週・世帯]						
用瀬町	4.5 [kg/2日・世帯]	2.1 [kg/2週・世帯]	2.6 [kg/月・世帯]	1.8 [kg/週・世帯]						
5分別	可燃	プラスチック	大型	不燃	資源					
河原町	3.0 [kg/2日・世帯]	0.9 [kg/週・世帯]	0.7 [kg/週・世帯]	0.49 [kg/週・世帯]	1.3 [kg/週・世帯]					
国府町	6.0 [kg/半週・世帯]	0.9 [kg/2週・世帯]	7.4 [kg/3ヶ月・世帯]	2.2 [kg/月・世帯]	2.2 [kg/2週・世帯]					
用瀬町	4.5 [kg/2日・世帯]	2.1 [kg/2週・世帯]	2.6 [kg/月・世帯]	0.5 [kg/週・世帯]	1.3 [kg/週・世帯]					
6分別	可燃	プラスチック	大型	小型破砕	乾電池等	資源				
河原町	3.0 [kg/2日・世帯]	0.9 [kg/週・世帯]	0.7 [kg/週・世帯]	1.1 [kg/2週・世帯]	0.04 [kg/週・世帯]	1.3 [kg/週・世帯]				
国府町	6.0 [kg/半週・世帯]	0.9 [kg/2週・世帯]	7.4 [kg/3ヶ月・世帯]	2.1 [kg/月・世帯]	0.2 [kg/2ヶ月・世帯]	2.2 [kg/2週・世帯]				
用瀬町	4.5 [kg/2日・世帯]	2.1 [kg/2週・世帯]	2.6 [kg/月・世帯]	2.0 [kg/月・世帯]	0.5 [kg/3ヶ月・世帯]	1.3 [kg/週・世帯]				
7分別	可燃	プラスチック	大型	小型破砕	乾電池等	スチール缶	その他資源			
河原町	3.0 [kg/2日・世帯]	0.9 [kg/週・世帯]	0.7 [kg/週・世帯]	1.1 [kg/2週・世帯]	0.04 [kg/週・世帯]	0.3 [kg/週・世帯]	1.0 [kg/週・世帯]			
国府町	6.0 [kg/半週・世帯]	0.9 [kg/2週・世帯]	7.4 [kg/3ヶ月・世帯]	2.1 [kg/月・世帯]	0.2 [kg/2ヶ月・世帯]	1.0 [kg/月・世帯]	1.7 [kg/2週・世帯]			
用瀬町	4.5 [kg/2日・世帯]	2.1 [kg/2週・世帯]	2.6 [kg/月・世帯]	2.0 [kg/月・世帯]	0.5 [kg/3ヶ月・世帯]	0.3 [kg/週・世帯]	1.0 [kg/週・世帯]			
8分別	可燃	プラスチック	大型	小型破砕	乾電池等	スチール缶	アルミ缶	びん		
河原町	3.0 [kg/2日・世帯]	0.9 [kg/週・世帯]	0.7 [kg/週・世帯]	1.1 [kg/2週・世帯]	0.04 [kg/週・世帯]	0.3 [kg/週・世帯]	0.1 [kg/週・世帯]	0.8 [kg/週・世帯]		
国府町	6.0 [kg/半週・世帯]	0.9 [kg/2週・世帯]	7.4 [kg/3ヶ月・世帯]	2.1 [kg/月・世帯]	0.2 [kg/2ヶ月・世帯]	1.0 [kg/月・世帯]	0.5 [kg/月・世帯]	1.5 [kg/2週・世帯]		
用瀬町	4.5 [kg/2日・世帯]	2.1 [kg/2週・世帯]	2.6 [kg/月・世帯]	2.0 [kg/月・世帯]	0.5 [kg/3ヶ月・世帯]	0.3 [kg/週・世帯]	0.2 [kg/週・世帯]	0.9 [kg/週・世帯]		
10分別	可燃	プラスチック	大型	小型破砕	乾電池等	スチール缶	アルミ缶	無色びん	茶色びん	その他びん
河原町	3.0 [kg/2日・世帯]	0.9 [kg/週・世帯]	0.7 [kg/週・世帯]	1.1 [kg/2週・世帯]	0.04 [kg/週・世帯]	0.3 [kg/週・世帯]	0.1 [kg/週・世帯]	0.4 [kg/週・世帯]	0.1 [kg/週・世帯]	0.3 [kg/週・世帯]
国府町	6.0 [kg/半週・世帯]	0.9 [kg/2週・世帯]	7.4 [kg/3ヶ月・世帯]	2.1 [kg/月・世帯]	0.2 [kg/2ヶ月・世帯]	1.0 [kg/月・世帯]	0.5 [kg/月・世帯]	1.3 [kg/月・世帯]	0.5 [kg/月・世帯]	1.1 [kg/月・世帯]
用瀬町	4.5 [kg/2日・世帯]	2.1 [kg/2週・世帯]	2.6 [kg/月・世帯]	2.0 [kg/月・世帯]	0.5 [kg/3ヶ月・世帯]	0.3 [kg/週・世帯]	0.2 [kg/週・世帯]	0.4 [kg/週・世帯]	0.1 [kg/週・世帯]	0.3 [kg/週・世帯]

表 4-7 その他使用した係数等<sup>11)~14)</sup>

変数	変数の内容	単位	設定根拠	値
$H_v$	集落別の世帯数	[世帯]	H12国勢調査結果	-
$l_{o,s}$	役場から収集を開始する集落までの走行距離	[km]	ArcGISによる算定	-
$l_v$	収集ルートに沿った集落間走行距離	[km]	ArcGISによる算定	-
$A_v$	各集落の面積	[km <sup>2</sup> ]	ArcGISによる算定	-
$l_{i,o}$	収集を終了した集落から役場までの走行距離	[km]	ArcGISによる算定	-
$fe$	燃料消費量	[L/km]	鳥取県東部広域行政管理組合への聞き取り調査	0.17
$\lambda$	燃料代	[円/L]	同上	85
$v$	2t車両平均走行速度	[km/h]	設定	20
$h1$	2t車両1台当たり稼働時間	[h/台]	アンケート調査より	6
$m$	2t車両乗員人数	[人]	アンケート調査より	2
$c$	1人1時間当たり人件費	[円/人・h]	厚生労働省hp(2004)	2919
$h2$	1人当たり収集業務労働時間	[h/人]	厚生労働省hp(2004)	6

$CV$	車両の減価償却費	[万円/台]	環境省廃棄物・リサイクル対策部	77.5
$me$	車両維持管理費	[円/h]	同上	1,000
$C_{initial,s}$	各選別機械の初期導入コスト	[円]	アンケート調査より	-
$C_{running,s}$	各選別機械稼働コスト	[円/年]	処理施設への聞き取り調査	-
$C_{maintenance,s}$	選別機械の維持コスト	[円/年]	処理施設への聞き取り調査	-
$C_{hands,g}$	手選別人件コスト	[円/年]	厚生労働省hp(2004)	-
$H_s$	収集車のCO <sub>2</sub> 排出量原単位	[kg-CO <sub>2</sub> /km]	環境省hp(2002)	1.132
$H_e$	電力のCO <sub>2</sub> 排出量原単位	[kg-CO <sub>2</sub> /kwh]	環境省(hp2002)	0.357
$ep_s$	各選別機械の年間電気使用量	[kwh/年]	処理施設への聞き取り調査	-
$Mf$	燃料1L当たり発熱量	[MJ/L]	資源エネルギー庁hp(2002)	38.2
$Me$	電力1kwh当たり発熱量	[MJ/kwh]	資源エネルギー庁hp(2002)	3.6

#### 4-3-3 分別数が環境負荷（CO<sub>2</sub>の排出量）に及ぼす影響

まず、図 4-7 に河原町、用瀬町の収集・運搬過程の環境負荷（CO<sub>2</sub>の排出量）の算定結果を示す。両町とも分別数が多くなればなるほど環境負荷（CO<sub>2</sub>の排出量）が増加する傾向を示した。分別数が少ない場合には、各集落の分別種類ごとの廃棄物排出量は多くなるので、収集作業中の収集車が最大積載量に達するのが早くなり、頻繁に役場間を往復することとなる。一方分別数を多くした場合には最大積載量に達して役場間を往復する回数は減少するものの、分別数の増加につれて収集車の積載効率が低下し総走行距離は長くなる。図 4-7 の結果は、後者の影響が顕著に現れたものと考えられる。

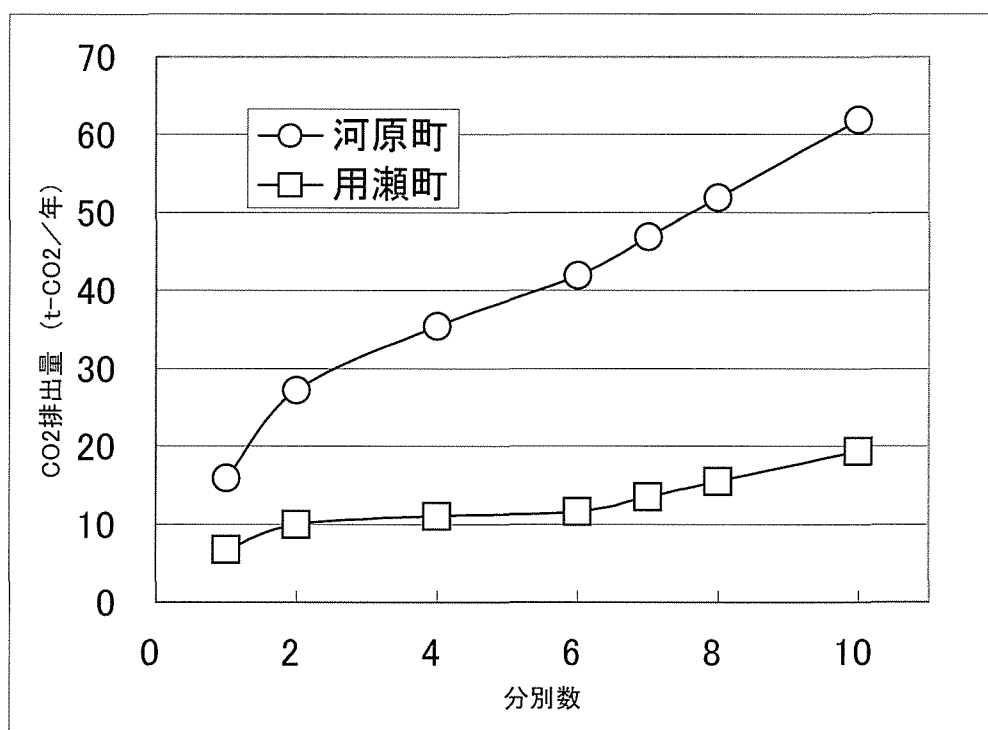


図4-7 収集運搬過程でのCO<sub>2</sub>排出量の算定結果

次に、図4-8に両町の分別数に応じた処理施設における選別過程での環境負荷（CO<sub>2</sub>の排出量）の算定結果を示す。家庭から排出される廃棄物の分別数を少なく

すればするほど、処理施設で選別する人手や機械を増加させる必要があるため、それに伴って選別過程の環境負荷（CO<sub>2</sub>の排出量）が増加することとなるが、図4-8ではこの傾向が明らかにされている。

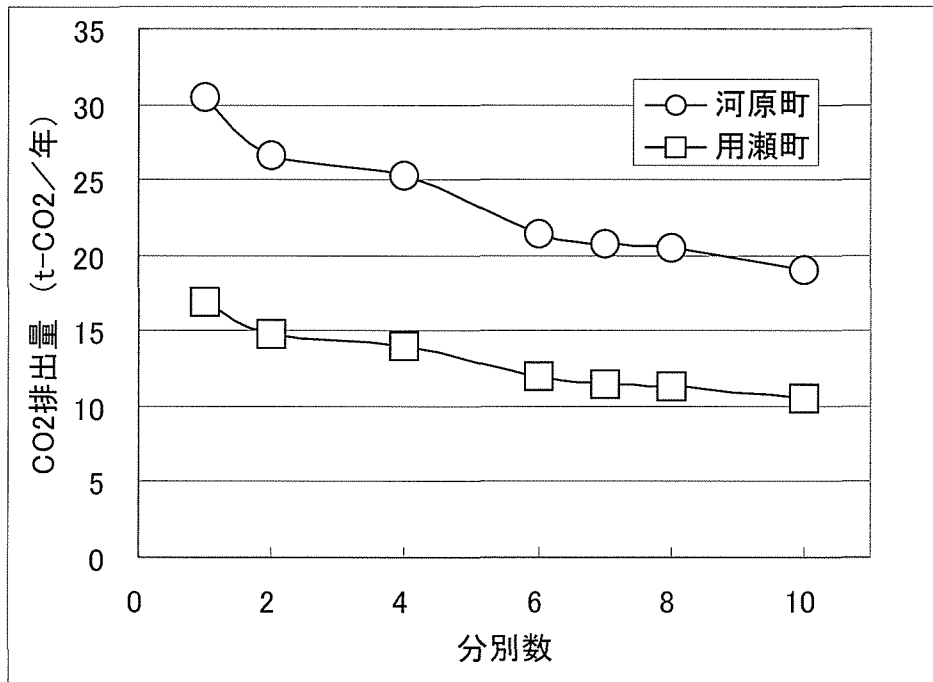


図4-8 選別過程でのCO<sub>2</sub>排出量の算定結果

さらに、両町について、収集・運搬過程のCO<sub>2</sub>排出量と処理場での選別過程のCO<sub>2</sub>排出量およびそれらの合計値をまとめて示したものが図4-9および図4-10である。

収集・運搬過程と選別過程を合計したものをみると、河原町では6分別あたりまでは増加の傾きが鈍いものの分別数が増すに従い増加の傾向を示している。一方用瀬町では6分別を超えたあたりから増加の傾向が明らかとなっている。収集・運搬と選別の合計排出量から見た場合、最適な分別数は普遍的に存在しているものではなく地域によって異なることとなるといえる。



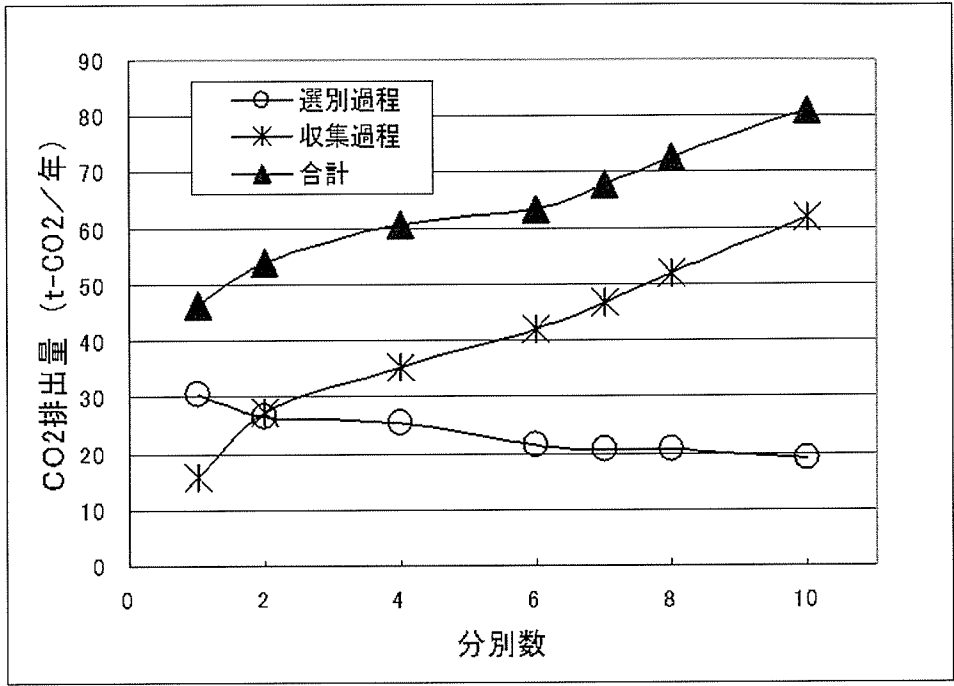


図 4-9 分別数と CO<sub>2</sub> 排出量 (河原町)

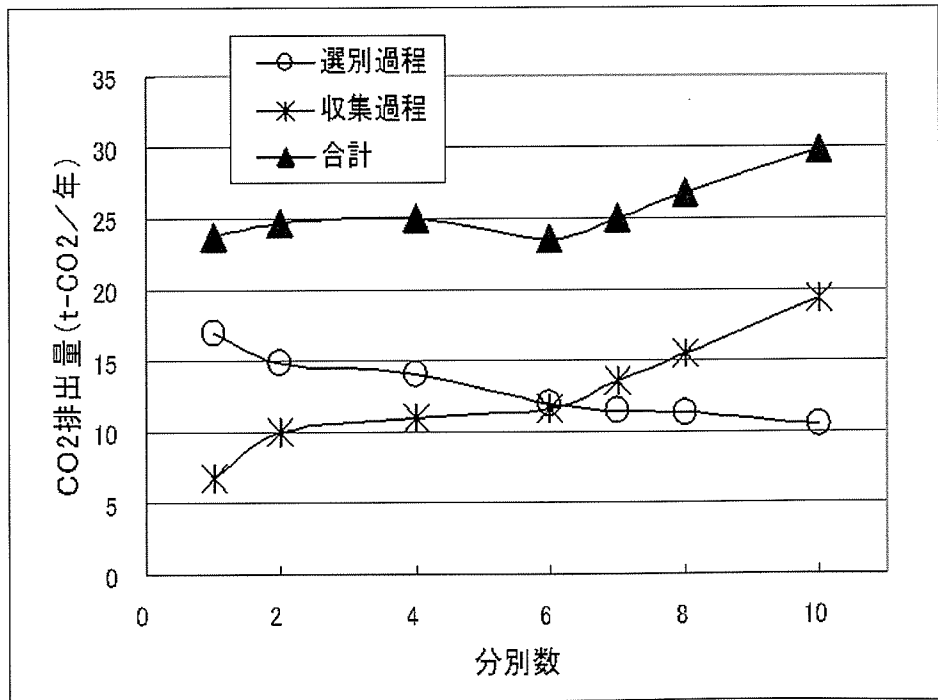


図 4-10 分別数と CO<sub>2</sub> 排出量 (用瀬町)

次に、両町の収集・運搬過程の CO<sub>2</sub> 排出量の増加傾向を詳しく見てみると、河原町ではほぼ1次的に増加しているのに比べ、用瀬町では、2分別から6分別の間の増加が鈍い形となっている。この違いが生じてくる理由として、両町の収集回数を比較したところ4分別から6分別にかけてそれぞれの分別ごみの収集頻度が用瀬町のほうが少なくなっていた。(図4-11参照)

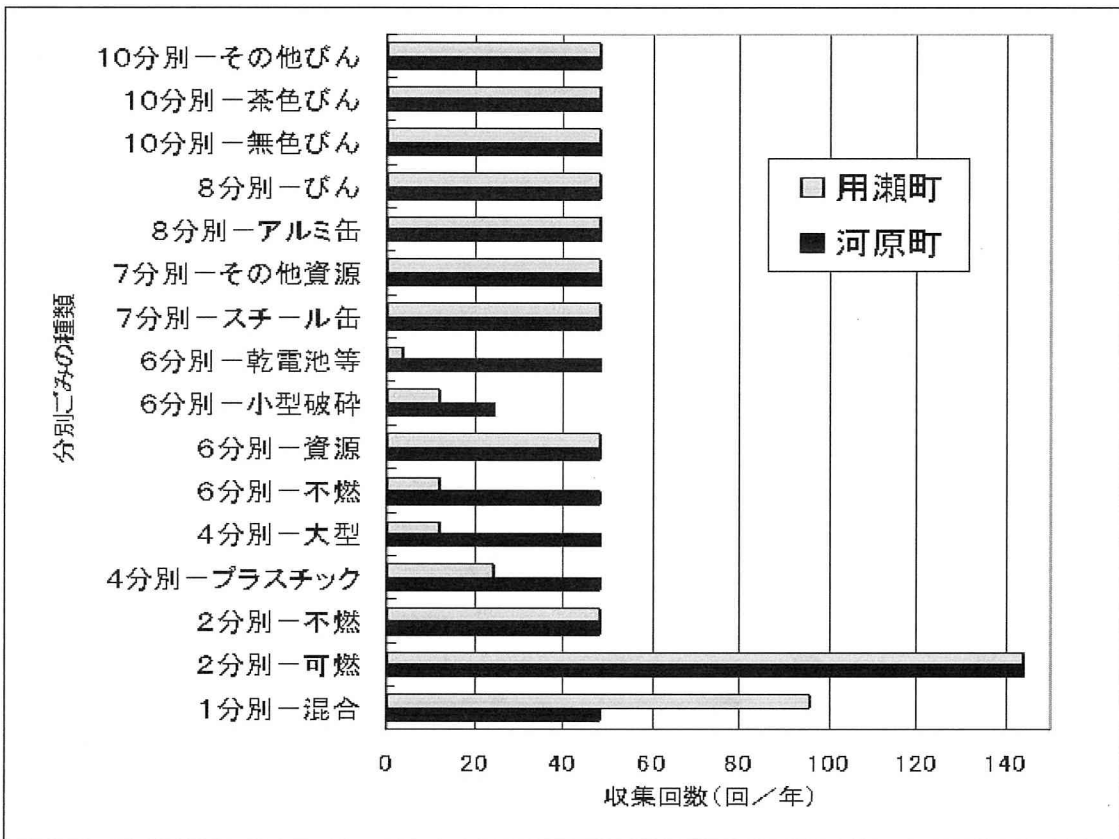


図4-11 分別種類ごとの収集頻度

一般的には廃棄物の収集頻度は、住民とのあいだのコンセンサスに基づいて決められているものであるため、容易な変更は現実的ではないが仮定のケースとして、河原町と全く同じ頻度で収集した場合の用瀬町の収集・運搬過程の環境負荷

(CO<sub>2</sub>の排出量)のパターンを求めてみたのが図 4-12 である。この図を見ると河原町並に収集回数を増やしたケースでは、河原町と同様にほぼ直線的に収集・運搬過程の環境負荷 (CO<sub>2</sub>の排出量)が増加することが確認できる。また逆に河原町の収集頻度を用瀬町と同じにして CO<sub>2</sub>の排出量を算定したものが図 4-13 である。この場合、分別数が4から6のあたりで収集・運搬過程の環境負荷 (CO<sub>2</sub>の排出量)の算定結果がやや横ばいになる用瀬町のパターンによく似た結果となっている。これに、選別過程での CO<sub>2</sub>排出量を加えた収集・運搬と選別の合計排出量の変化を示したものが図 4-14 である。用瀬町の現状と同様に6分別の場合に環境負荷 (CO<sub>2</sub>の排出量)が小さくなる傾向を示している。

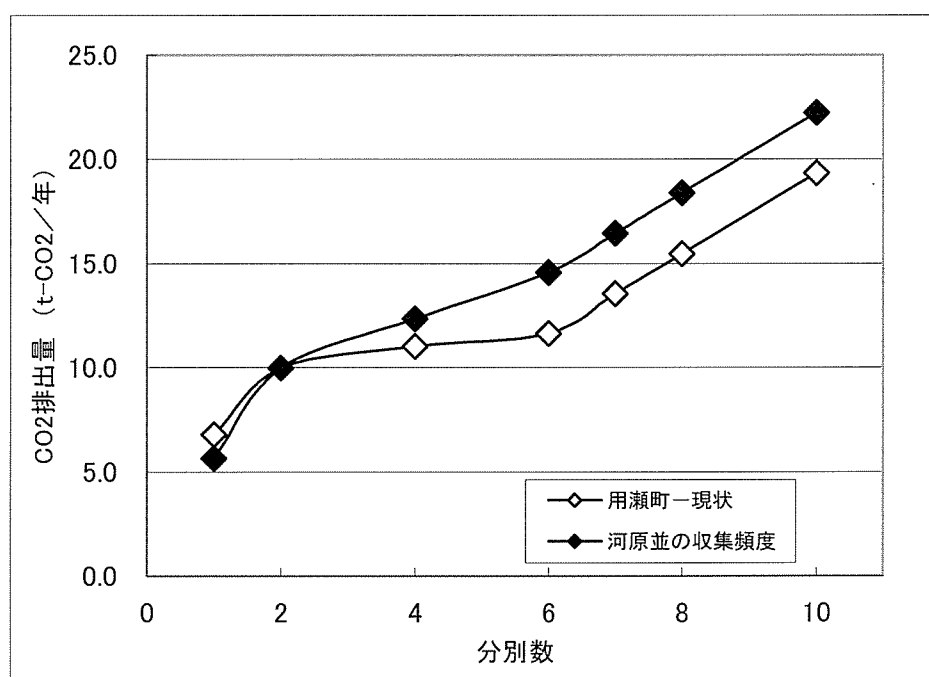


図 4-12 用瀬町の収集頻度を変えた場合の収集運搬過程での CO<sub>2</sub> 排出量

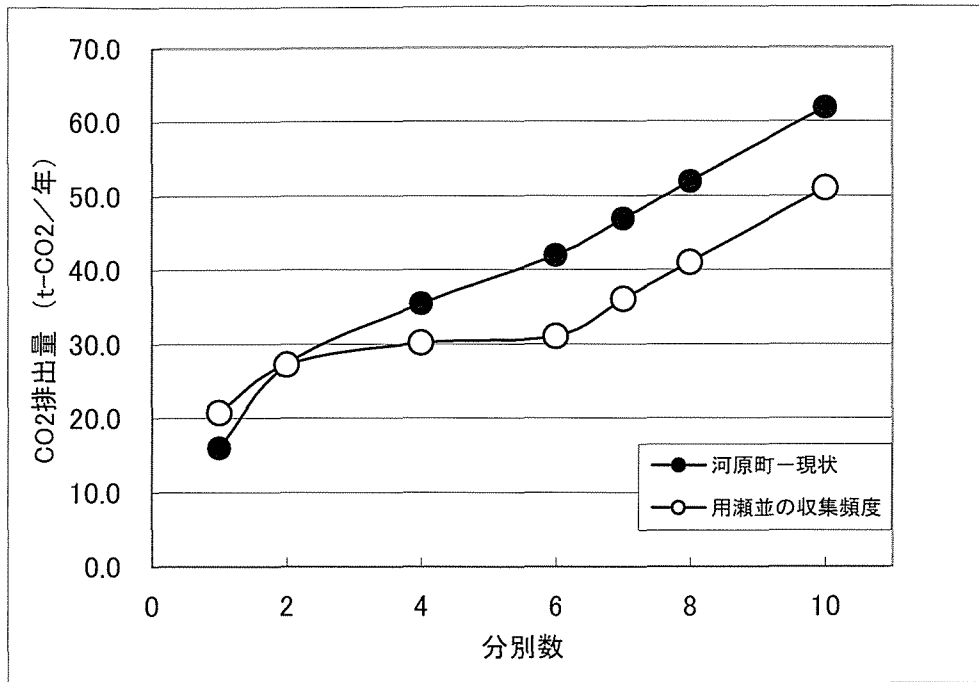


図 4-13 河原町の収集頻度を変えた場合の収集運搬過程での CO<sub>2</sub> 排出量

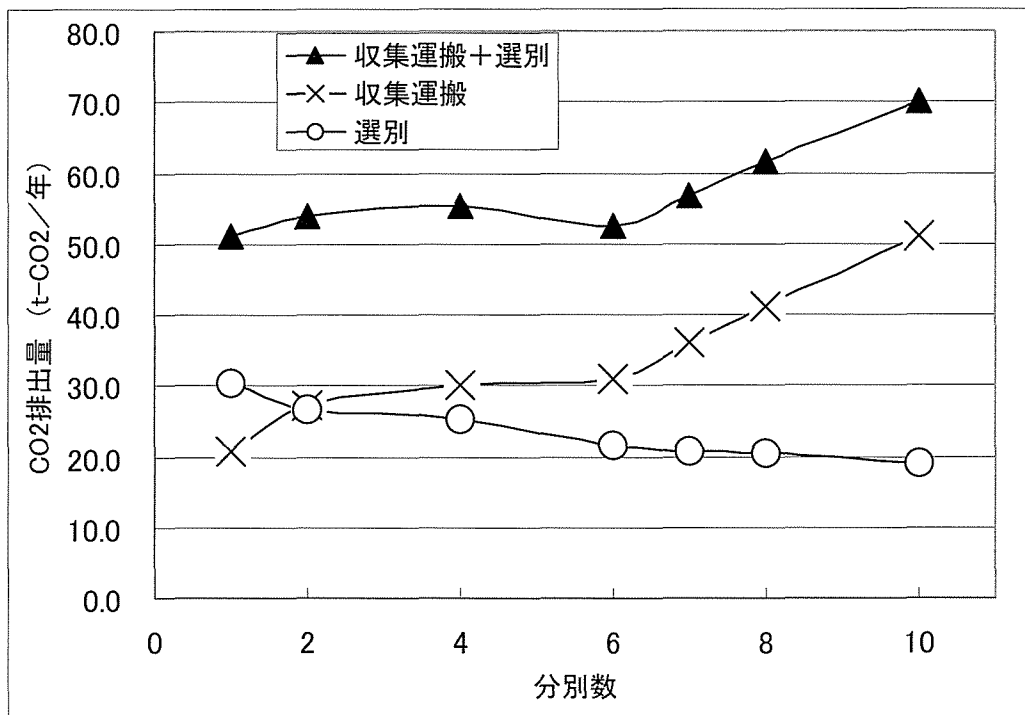


図 4-14 河原町の収集頻度を変えた場合の収集運搬，選別の合計 CO<sub>2</sub> 排出量

以上より、特定の地域で環境面（CO<sub>2</sub>の排出量）で有利な分別収集システムを検討する場合には、分別ごみの種類ごとの排出原単位の違いや収集頻度の影響も考慮する必要があり、また、分別ごみの種類ごとの収集頻度が住民との間のコンセンサスで決められてそれが所与の条件となっているとすれば、その状況により個々の市町村ごとに収集・運搬過程でのCO<sub>2</sub>排出量の増加パターンが異なってくることを意味しているとも言える。

#### 4-3-4 集落の分布が環境負荷（CO<sub>2</sub>の排出量）に及ぼす影響

人口の低密な地域での分別収集の特徴を探るため、河原町のケースで、集落の配置を変化させて収集・運搬からのCO<sub>2</sub>排出量の変動を調べてみた。まず、集落集中型として、収集施設として仮想した旧町役場から5 Km以上の運搬距離のある集落および30世帯以下の集落を廃止し、この世帯数を旧町役場のある集落に再配分した。（図4-17参照）

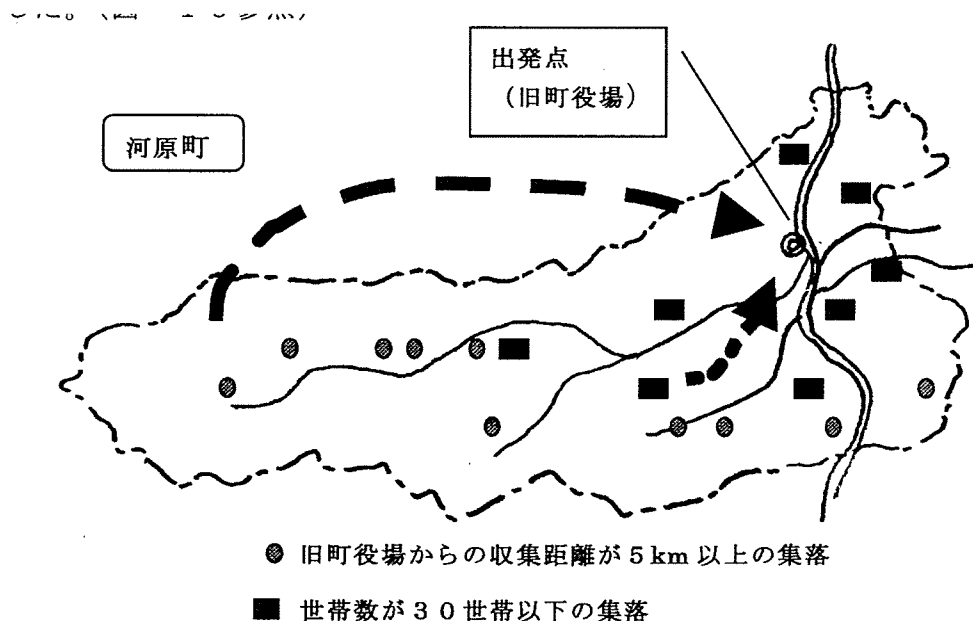


図4-17 集落集中型の仮想ケースの概念図

算定結果は図 4-18, 図 4-19 のとおりである。このコンパクト化を想定したケースと現状のケースを比べると、収集・運搬過程からの環境負荷 (CO<sub>2</sub> の排出量) はすべての分別数において現状のケースが高くなっている。また、収集・運搬と選別の合計値でみると、コンパクト化を想定したケース、現状とも特に 6 分別を超えたあたりからの CO<sub>2</sub> 排出量の増加割合が顕著であることが読み取れる。

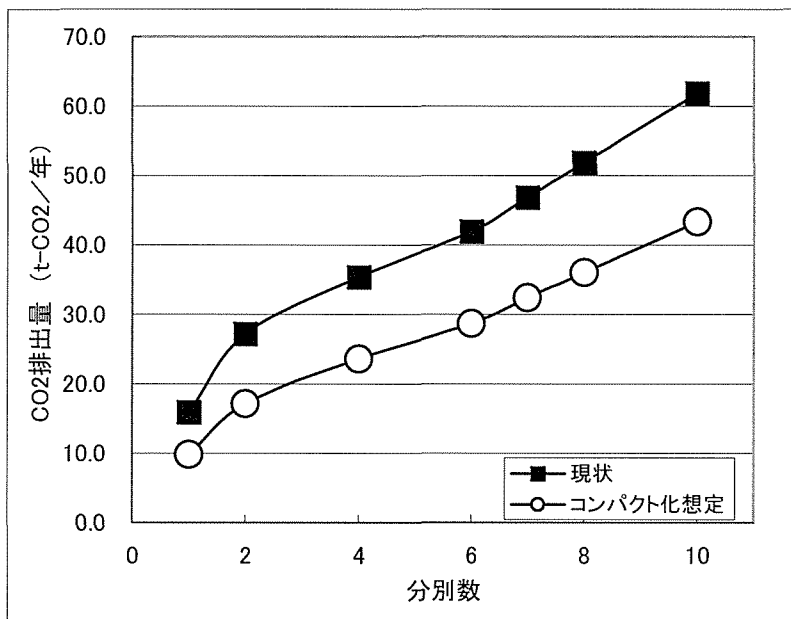


図 4-18 集落集中型の収集・運搬過程での CO<sub>2</sub> の排出量

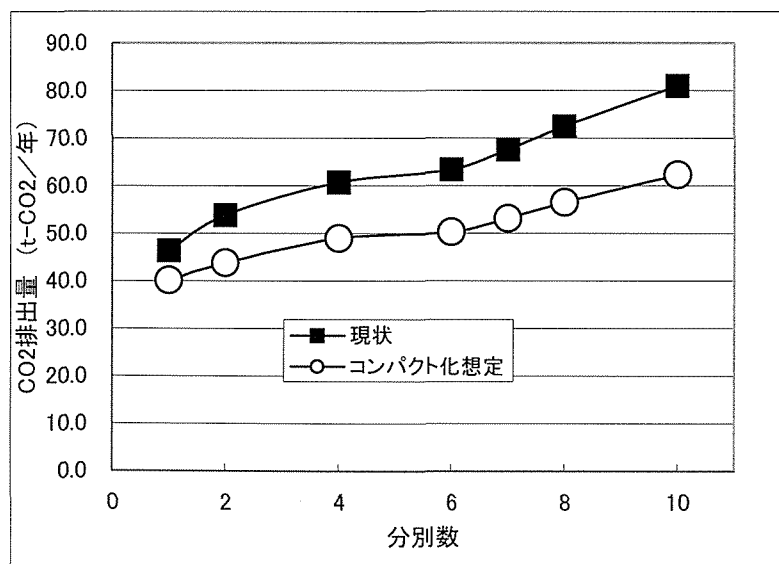


図 4-19 集落集中型の収集・運搬+選別過程での CO<sub>2</sub> の排出量

次に、河原町で集落の統合を仮定したケースを考えてみた。すなわち、現状では5本の収集ルートで収集・運搬コストを算定しているが、比較的世帯数の少ない2ルートに沿った集落を廃止し、その世帯数を他の3ルート上にある集落に再配分したものである。(図4-20参照)

この算定結果は、図4-21、図4-22に示すとおりである。3ルートに統合したケースでは現状に比べてCO<sub>2</sub>排出量は低くなるが、分別数が増えるに従って現状に比べて収集・運搬過程からのCO<sub>2</sub>排出量の減少が著しくなっている。また、収集・運搬過程と選別過程からのCO<sub>2</sub>の合計排出量で見ても同様の傾向を示している。

以上の解析により、地域の集落位置、人口の分布等を変化させた場合、分別数の増加に応じて収集・運搬過程からのCO<sub>2</sub>排出量が増えることが把握できた。ここでは、将来の人口減少を念頭において、人口低密な状態をより解消するような条件を設定したが、この場合6分別あたりまでの増加傾向が緩やかでそれ以上になると急になる結果となった。

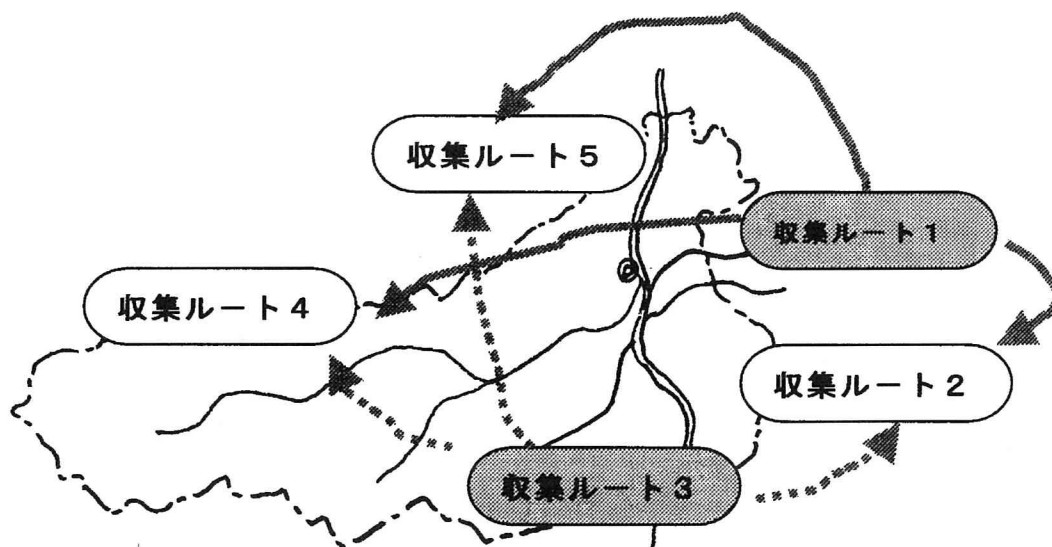


図4-20 収集ルート統合ケースの概念図

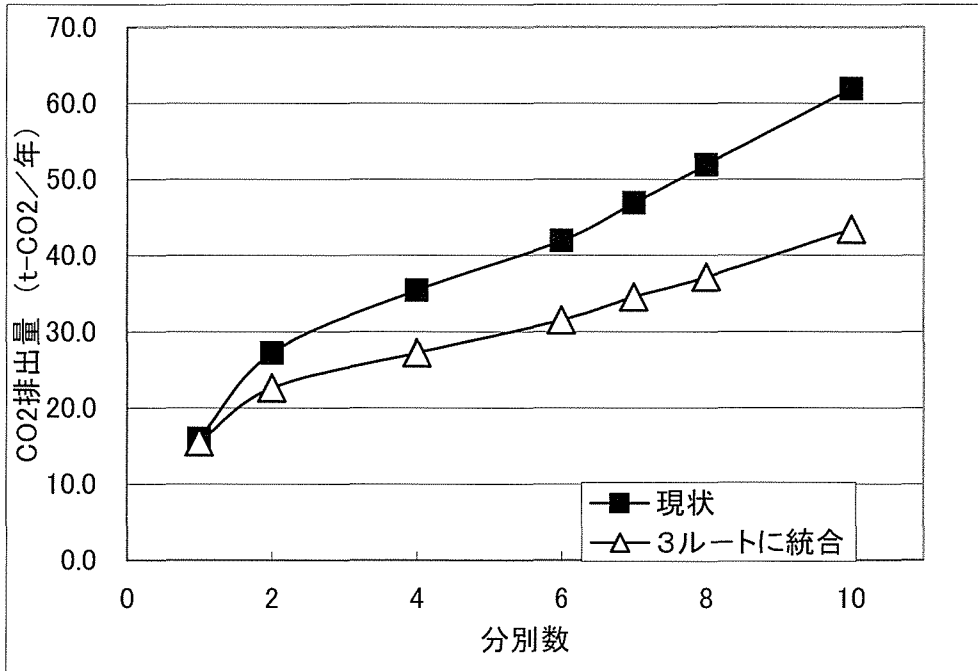


図 4-21 収集ルート統合の場合の収集・運搬過程からの CO<sub>2</sub> の排出量

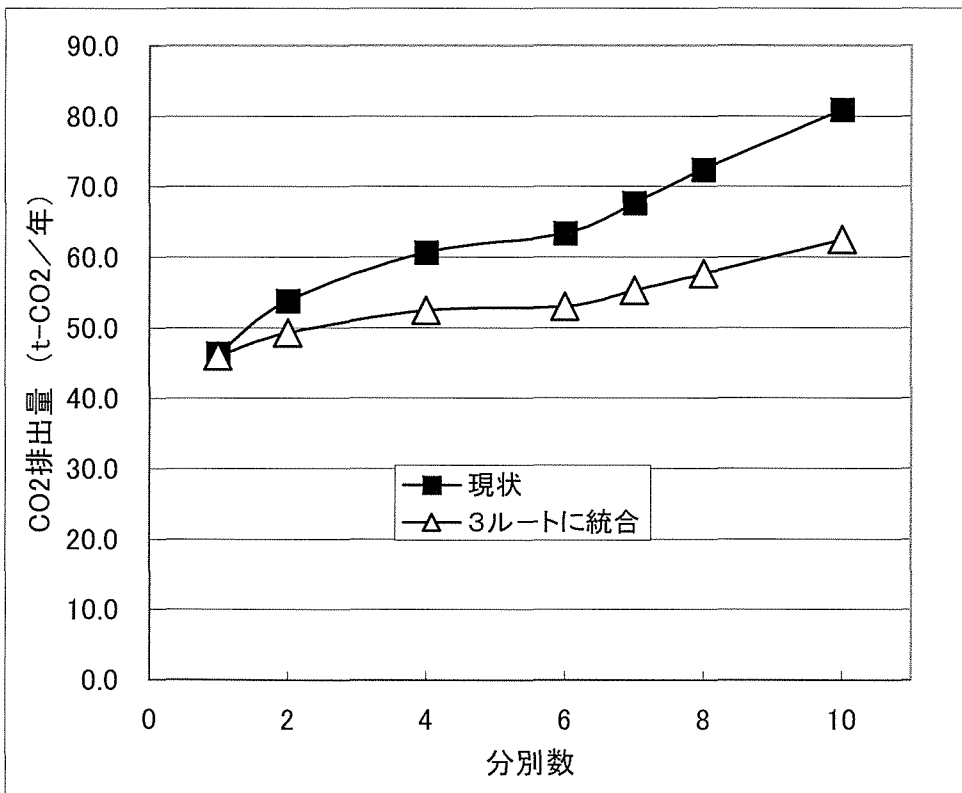


図 4-22 収集ルート統合の場合の収集・運搬+選別過程での CO<sub>2</sub> の排出量



このことは、人口高密な都市部では、一定の分別数までは収集・運搬と選別過程での合計のCO<sub>2</sub>排出量は増加しない傾向が強く、したがって集落が分散している人口低密地域では分別数を増やすことに対して不利な状況にあることを示唆していると考えられる。

#### 4-3-5 将来人口に基づく収集・運搬，選別過程でのCO<sub>2</sub>排出量の予測

現在，および将来（2030年）について，1人当たりの収集・運搬，選別過程でのCO<sub>2</sub>排出量について算定を試みた（図4-23，図4-24）。ここで用いた将来人口は，国立社会保障・人口問題研究所の市区町村別将来推計人口<sup>15)</sup>であり表4-8に示すとおりである。この場合，各集落は現在そのまま存在し，集落の人口が全体の減少比率と同じ割合で減少していくと仮定した。したがって，収集ルート，収集頻度ともに現状と同様と仮定して算定した。両町とも，分別数が多くなるにつれて将来の1人当たりのCO<sub>2</sub>排出量が上昇していくことが読み取れる。

表 4-8 河原町と用瀬町の2030年の推定人口

	河原町	用瀬町
2005年	8,154人	4,068人
2030年	6,159人	2,722人

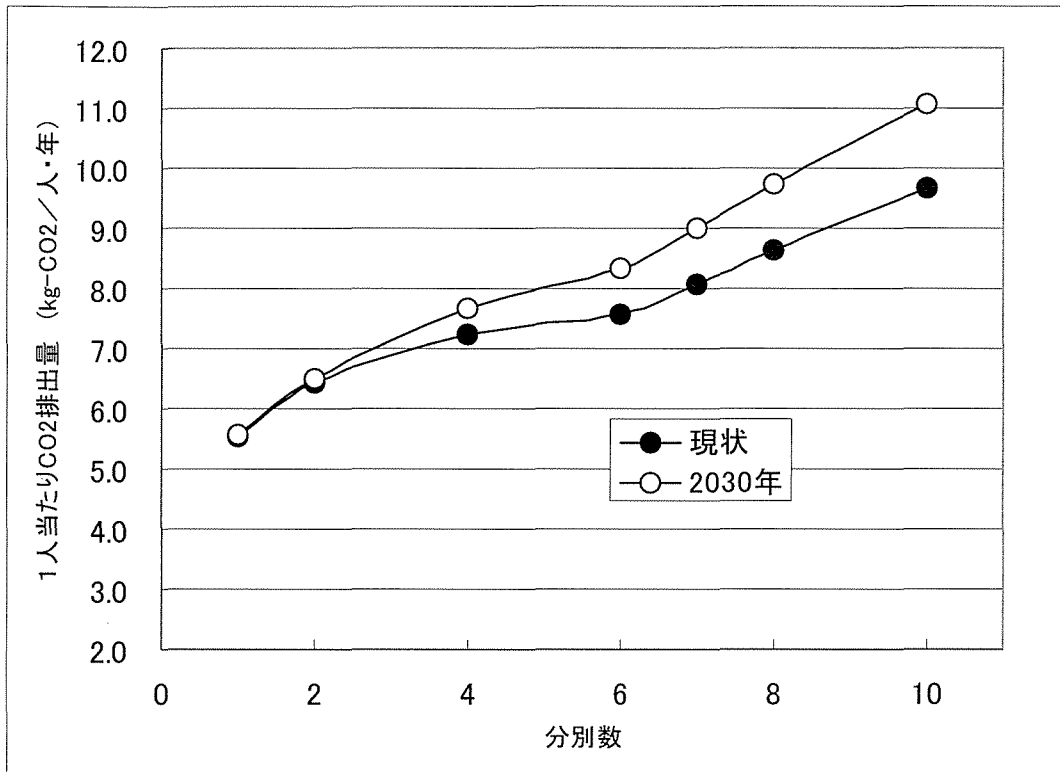


図 4-23 1人当たり CO<sub>2</sub> 排出量 (河原町)

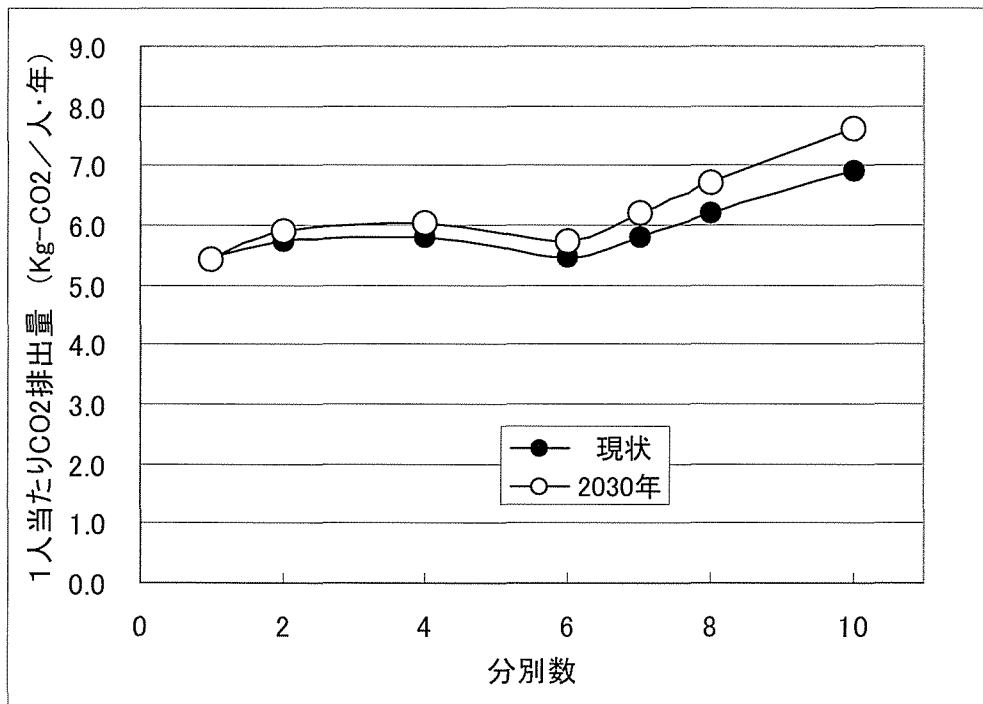


図 4-24 1人当たり CO<sub>2</sub> 排出量 (用瀬町)

#### 4-3-6 分別数がコストに及ぼす影響

図 4-25 から図 4-30 に，ごみの分別数と各種コストとの関係を示す．ごみの収集・運搬，選別に係るコストは，収集車の走行距離，選別機器類の稼働時間に依存するため，上記の収集・運搬過程からの CO<sub>2</sub> 排出量，選別過程からの CO<sub>2</sub> 排出量およびそれらの合計の CO<sub>2</sub> 排出量とよく似た傾向を示している．河原町の場合，1 分別が最小で，分別数の増加につれて排出量も増加している．しかし，用瀬町の場合は 7 分別あたりまではほぼ横ばいの状況であるが，10 分別では明らかに増加の傾向を示している．いずれの場合にも，収集・運搬，選別，分別にかかるコストを抑制するという観点と収集・運搬，選別に係る CO<sub>2</sub> 排出量をできるだけ抑制するという観点は必ずしも競合するものではなく，いずれの観点からも分別数を少なくすることが望ましいといえる．

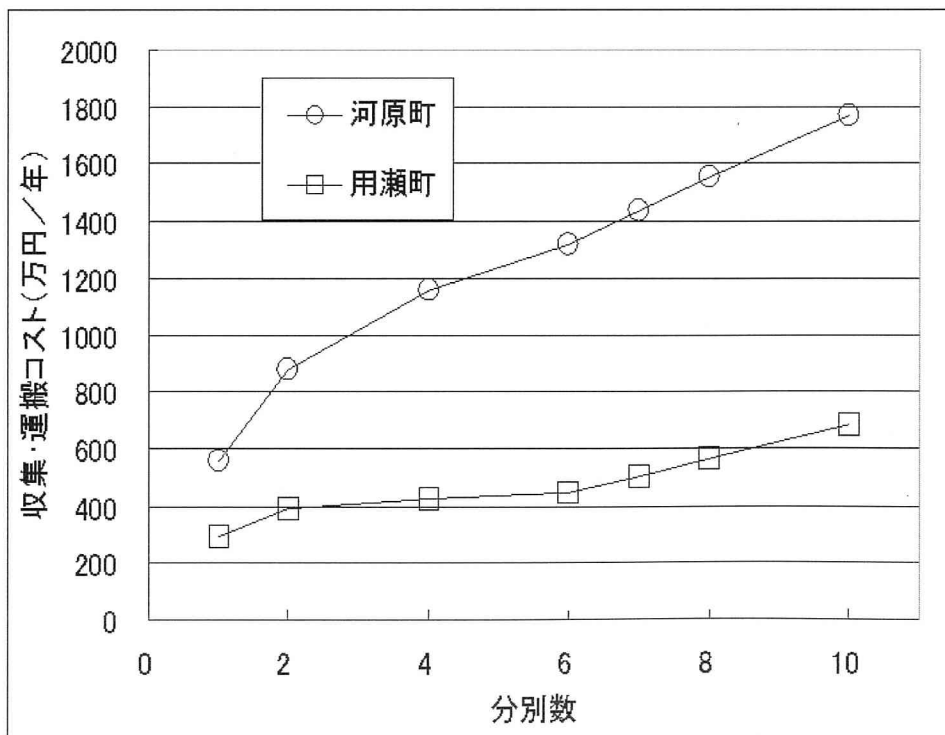


図 4-25 収集・運搬コストの算定結果

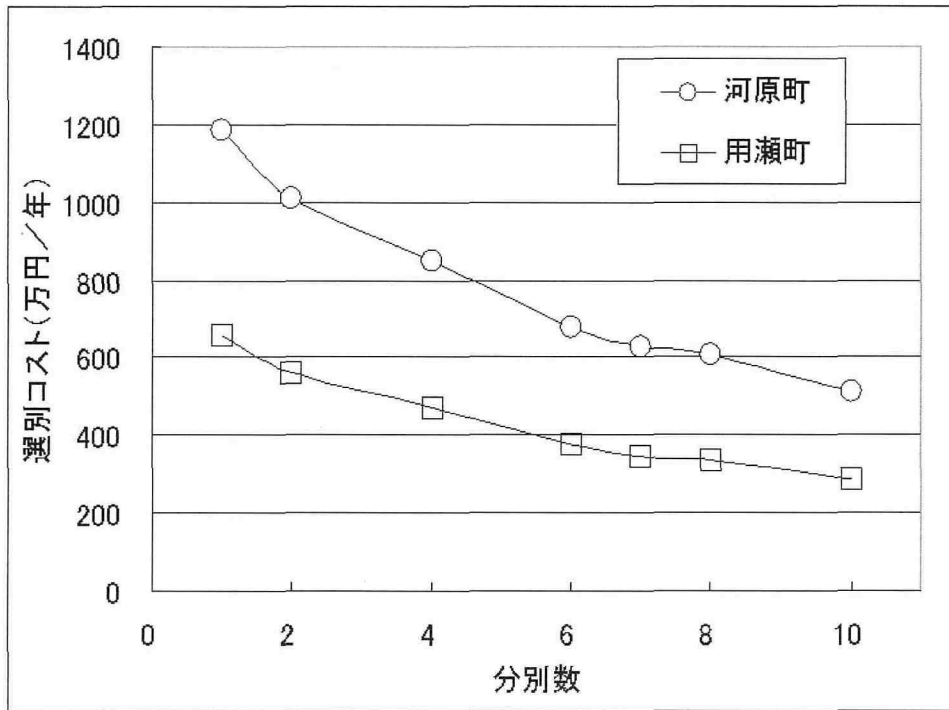


図 4-26 選別コストの算定結果

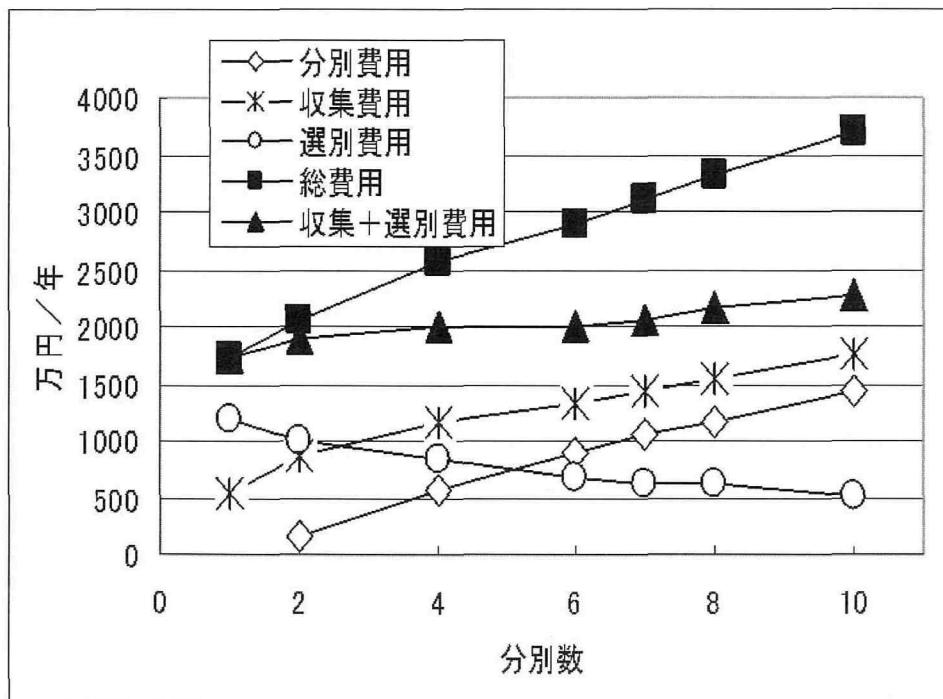


図 4-27 河原町の総合コスト

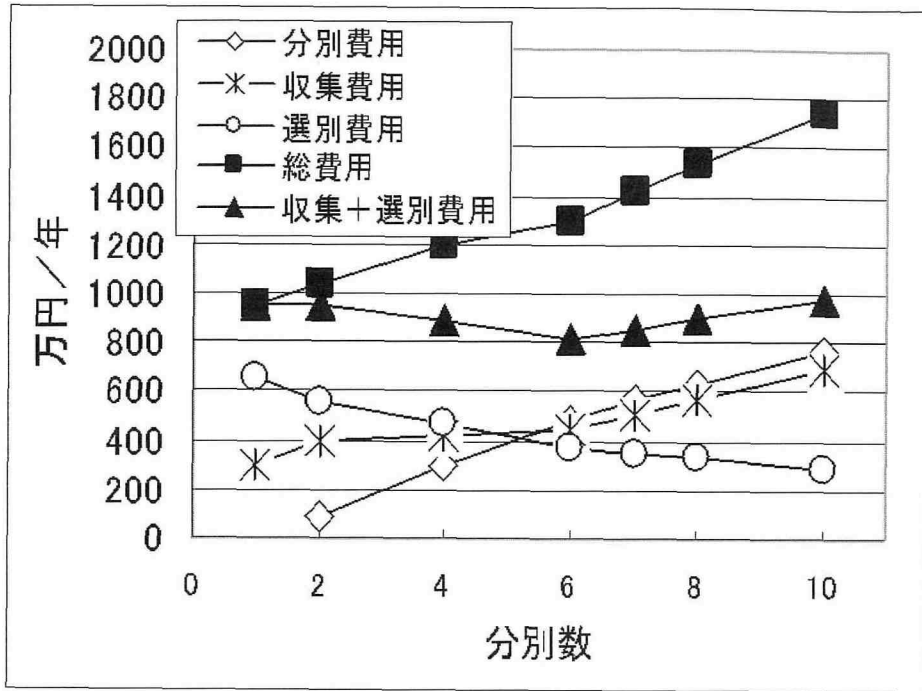


図 4-28 用瀬町の総合コスト

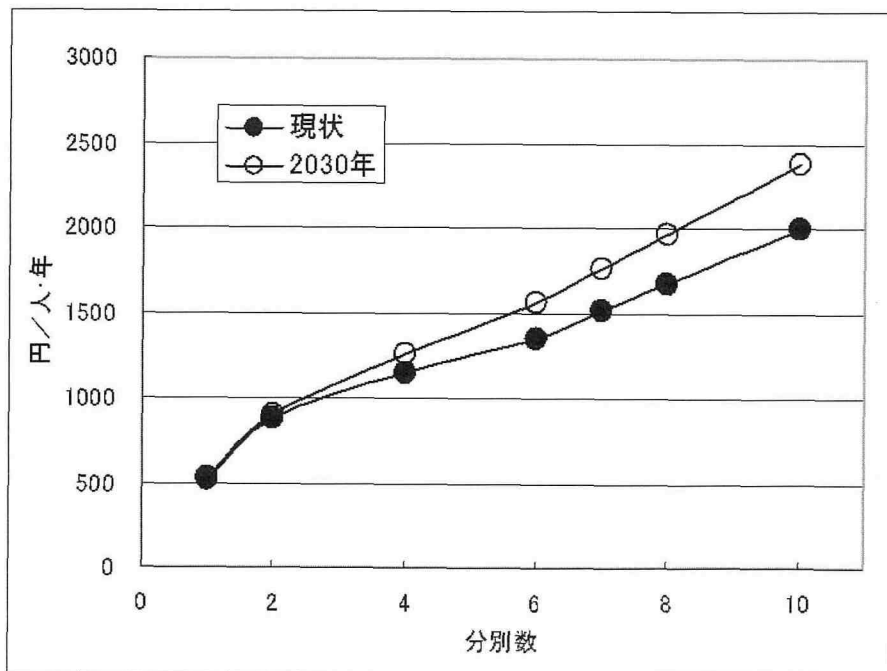


図 4-29 1人当たりの収集・運搬コスト (河原町)

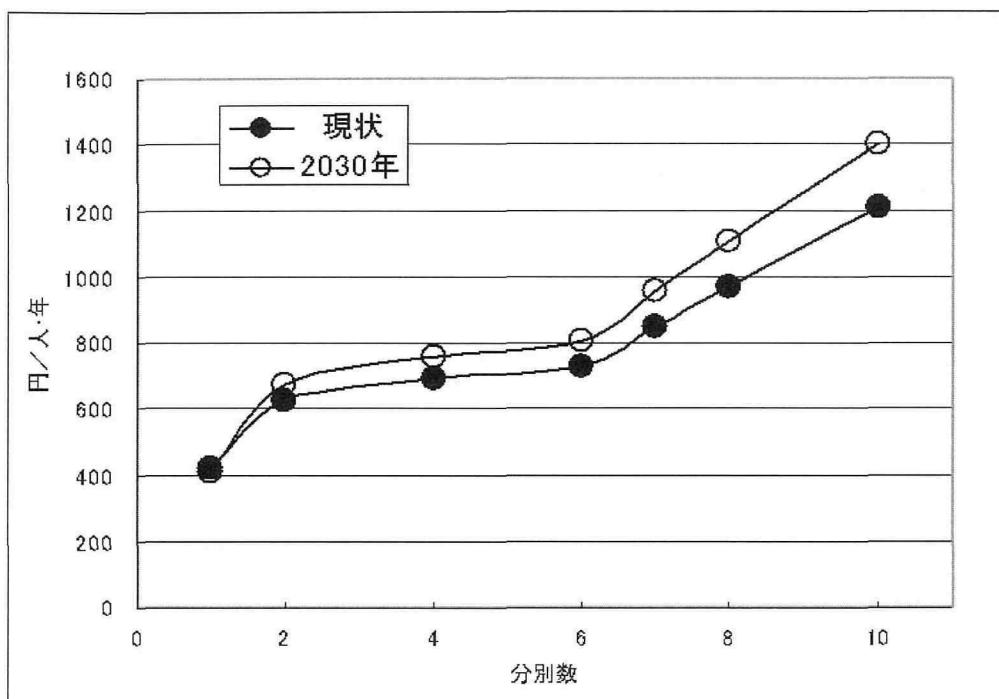


図 4-30 1人当たりの収集・運搬コスト（用瀬町）

#### 4-4 まとめ

本研究では、廃棄物収集システムの一検討として、人口低密地域を取上げて分別数の検討を行った。その結果、

- (1) 収集・運搬と収集後処理場で選別する過程から排出される CO<sub>2</sub> は、河原町ではほぼ1次的に増加しているのに比べ、用瀬町では6分別のあたりまで比較的小さな値を示したこと、
- (2) これは、現在行われている分別ごみの種類ごとの収集頻度や排出原単位の違いに影響されていると考えられること、
- (3) いずれにしても、環境負荷(CO<sub>2</sub>排出量)をできる限り少なくする観点からは過剰な分別数の増加は好ましくないこと、
- (4) 河原町のケースで集落の分布を変えて分別数別の CO<sub>2</sub> 排出量の変化パターンを検討してみたところ、中央集中ケース、収集ルートの特約化ケースのいずれも、収集・運搬と選別過程の CO<sub>2</sub> 排出量は6分別あたりまで増加傾向が緩やかでそ

- れ以上になると急上昇すること，
- (5) 将来（2030年）の1人当たりの収集・運搬過程でのCO<sub>2</sub>排出量は現状に比べ増加することとなるが，分別数が多くなるにつれて排出量の上昇が大きくなること，
- (6) 住民の面倒さを支払意志額として推定した分別のコスト，収集・運搬のコスト，選別のコストを合計したものは，両町とも1分別の場合が最も小さく，分別数が増えるに従って増加すること，
- などが明らかになった．

人口低密な地域の実情をできる限り再現したモデルで分別数とCO<sub>2</sub>排出量の関係を検討したところ，本研究の対象とした地域にあっては，概ね6分別程度以内を目安とすべきという結果となった．しかし，廃棄物の分別数に応じた収集・運搬過程からのCO<sub>2</sub>排出量，選別過程からのCO<sub>2</sub>排出量は地理的な集落の配置，人口の分布，収集頻度の設定などの地域の状況によって変化すると考えられる．したがって，今後急速に人口減少が予想されている地域で最適な廃棄物収集システム（分別数）を構築していくためには，さらに集落，人口の分布と収集・運搬過程から排出されるCO<sub>2</sub>との関係等を詳細に検討していく必要があると思われる．

また，家庭からの廃棄物の収集，運搬，処理に要する費用は結局は住民ひとり一人の負担となるものであり，分別収集のシステムを検討する際にはそのコストを十分に考慮する必要がある．

最後に，分別数の変化によるCO<sub>2</sub>排出量への影響は，単に数の変化のみならず，どのような廃棄物をどのような順序で分別していくかにも左右される．本研究では，この点に関しては対象とした地域の実態を参考に設定し解析したが，本来は固定的に扱うのではなく変化させて分析することが望まれるところであり今後の課題としたい．

#### 参考文献

- 1) 環境省：循環型社会白書平成17年版，(株)ぎょうせい，2005

- 2) 稲員とよの, 小泉明, 荒井康裕, 手島顕之: 家庭系及び事業家ごみの広域的処理に関する経済的一考察—首都圏 T 地域におけるケーススタディー, 第 12 回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp.57-59, 2001
- 3) 永田勝也, 納富信, 関合治朗, 大橋功典, 岡地徹, 長田守弘: LCA による廃棄物処理における広域的収集体系の評価, 第 14 回廃棄物学会研究発表会講演論文集 pp.122-124, 2003
- 4) 小笠原洋介, 辻岡信也, 森杉雅史, 井村秀文: 一般廃棄物の広域処理のコストと環境負荷に関する研究, 第 30 回環境システム研究論文発表会講演集, pp.259-264, 2002
- 5) 清水剛, 内海秀樹, 寺島泰: 「ごみ処理の広域化」の環境・経済面からの評価に関する事例研究, 環境システム研究—アブストラクト審査部門論文—Vol.27, pp.429-434, 1999
- 6) 城田久岳, 康穎, 浮田正夫, 関根雅彦: ごみの分別収集におけるエネルギー消費と効率に関する研究, 土木学会論文集, No.685/VII-20, pp.41-47, 2001
- 7) 中野加都子, 三浦浩之, 和田安彦, 谷口正修: 広域ごみ処理システムの導入による環境負荷低減に関する研究, 廃棄物学会論文誌, Vol.13, No.6, pp.351-360, 2002
- 8) 羽原浩史, 松藤敏彦, 田中信壽, 井上真智子: コストおよびエネルギー消費量による一般廃棄物広域化シナリオの比較に関する研究, 環境システム研究論文集, Vol.30 pp.323-332, 2002
- 9) 荒井康裕, 稲員とよの, 小泉明: ごみ処理システムの広域化計画に関する最適化モデル分析, 環境システム研究論文集, Vo. 31, pp.267-276, 2003
- 10) 佐々木努, 藤原健史, 松岡譲: 環境負荷と費用からみた廃棄物処理広域化の規模に関する研究, 環境システム研究論文集, Vol. 31, pp.277-285, 2003
- 11) (財)統計情報研究開発センター: 国勢調査小地域集計(基本単位区別集計), 2000
- 12) 厚生労働省: 厚生労働統計一覧,  
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/itiran/gaiyo/r-koyou.html>, 2004
- 13) 環境省廃棄物・リサイクル対策部: 平成 16 年度効果検証に関する評価事業調査(市区町村等における分別収集・選別保管費用に関する調査) 中間報告, 2005



- 14) 河野嘉範：人口低密地域における廃棄物収集システムの検討，鳥取大学大学院工学研究科修士論文，2005
- 15) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の市区町村別将来推計人口（平成 15 年 12 月推計）の概要，<http://www.ipss.go.jp>

## 第5章 結語

### 5-1 まとめ

本研究では、世界的な課題となっている自動車交通に伴うCO<sub>2</sub>排出量の抑制について、人口低密な地方都市に焦点をあてて、地域の実情に即した合理的対策方法を検討することを目的とした。これは、従来、国レベル、大都市レベルを中心に取組まれてきた各種の対策が、その進捗状況、効果を点検する度に、はかばかしくない結果となっている現状を、また、国全体としての削減目標の達成も危ぶまれていることを踏まえて、原点に立ち返り運輸部門のCO<sub>2</sub>排出量抑制の方策を吟味しなおすことから始まったものである。すなわち、公共交通機関の整備の困難さなど代替手段確保の制限から、従来ともすれば対策推進の主体から除外されたり、あるいは優先順位を低く扱われていた地方の人口低密な地域でも、その地域の実情を踏まえて可能な限りの対策を講じていく必要があるという観点から検討を行ったものである。

以下にまとめとして、得られた結果と総括を述べる。

第1章では、本研究の背景として世界の温室効果ガスの排出状況、我が国の温室効果ガスの排出状況、その中での自動車の占める位置、そして自動車に関連する地球温暖化対策と地方都市の役割などについて概説した後、第2章以降の研究内容について解説をおこなった。

第2章では、市町村単位で自動車からのCO<sub>2</sub>排出実態を解析する手法を明らかにし、それを活用して地方の小都市や人口低密地域で効果的なCO<sub>2</sub>抑制対策の検討方法を示した。すなわち、自家用車を中心に相乗りの推進、軽乗用車へのシフト、アイドリングストップの推進などの施策について大都市、地方都市と併せてCO<sub>2</sub>削減効果を試算し比較して、人口低密な地域でのCO<sub>2</sub>削減対策の特徴を明らかにした。これらの地域での実現可能な効果的対策パッケージの検討に有意義な情報として活用されることが期待される。

第3章では、人流対策として一般的に進められている公共交通機関の利用促進に関連して、経済性の観点から人口低密地域でも比較的对応可能と考えられるバスシステムについて、利用促進を念頭においた改善施策について地域性を考慮して検討をおこなった。ここでは、まず、全国的に取組みがなされている種々の施策を分類整理した。人口低密な地域での実施に適している施策を絞り出す方法として、定時性（バス利用の時間的集中度）と運行性（バス利用の空間的集中度）の2つの指標を用いて解析し、人口低密な地域では運行性を重視した改善対策が定着しやすいことを明らかにした。

第4章では、公的サービスに係るCO<sub>2</sub>排出の低減対策を検討する際の一例として、一般廃棄物の分別数と収集過程からのCO<sub>2</sub>排出量との関係を解析した。我が国の廃棄物の減量対策として一般廃棄物の分別収集とそれを前提としたリサイクルが全国の地方公共団体で進められているが、この分別数の増加と収集過程からのCO<sub>2</sub>排出量の低減が競合的な関係にあることから、最も合理的な環境保全対策を探ろうとする試みのひとつである。本研究では、鳥取県の東部地域の人口低密なモデル地域で解析をおこなった。現行の収集システムを条件設定した場合、分別数を増やすとそれに伴ってほぼ1次的に収集運搬と選別の過程から排出されるCO<sub>2</sub>排出量が増加するケースや6分別あたりまでは増加せずその後急激に増加するケースなど地域の状況により異なった傾向を示す結果となった。

## 5-2 人口低密地域の自動車からのCO<sub>2</sub>削減の方向

我が国の交通対策の実情を見ると、顕著な特徴としては、基本的な理念を明らかにしてそれに基づいて将来のビジョンを描くことよりも、個々の具体的な施策の推進に力点があるように感じられる。つまり、特定の個別の施策をテーマに取上げて（この過程には体系的手順に沿った作業により結論が導かれている場合は少ないと思われるが）そこを出発点として具体的に、緻密にそして熱心にその施策の推進に努めているように思われる。したがって、個々の施策の

実施状況だけから評価すれば OECD でまとめられている EST(Environmentally Sustainable Transport)ベストプラクティスの施策はそれほど目新しいものでもなく、すでに我が国のいくつかの都市で実施されているものも少なくない。しかし、1)交通環境対策全体の基本理念を整理し、2)利害関係者がディスカッションをして共通の理解を有した上で施策を推進している事例を見受けることは少ないといえよう。また、総合的で、長期的なビジョンをまず描いて、それに基づいて個別の施策を企画していくという手順も、前段のプロセスに十分な時間と資源を投入するのは一般的とはいいがたい。この原因のひとつとしては、独立性の高い我が国の省庁が、それぞれ担当する領域を責任を持って分担し、その領域の中で完結する政策を展開しがちなことによるものとも考えることもできよう。省庁間を越える事業、省庁間の総合調整について、その必要性の指摘は古くからあるが、有意義で効果的な共同作業の実施は困難性が高いのが実情であろう。また、我が国の事業・政策に関しては、専門的な検討から整理され提案されたものよりも、現に実施されて来ているものに高い優先順位が与えられるという現実もある。既に実施している政策を廃止して、新しい政策に置換える作業は容易ではない。これらは、我が国で、今後のこの分野での政策を推進していく上で大きな課題と認識する必要があるだろう。

我が国の地方公共団体でも極めて多種の交通環境対策が進められているが、以上の傾向は地方レベルの取組みにも反映されている。個々の施策の全体的位置づけを論ずることもなく、いきなり個別施策の実施を試みる場合が少なくない。バス事業者が熱心に進めている各種の取組みが典型例といえよう。また、総合計画、長期計画を策定する場合は、既に各部門（国レベルの領域分担がそのまま地方にも投影されているのが実情）が持っている計画、実施している事業を尊重して、それらを束ねて計画をまとめ上げるというのが実態であろう。

将来の交通のあり方を考えるとき、現在の社会システム、技術開発のトレンド上に将来をおく限り、自動車による移動、輸送をまったく考慮しない選択は考えられない。一方では、現在の自動車の使用形態は、環境保全面から見ても

エネルギー確保面から見ても持続可能な形とはいえないという指摘が一般的である。自動車からの環境負荷を環境保全の観点から持続可能な水準にするためには、現状から劇的な改善が求められる。また、現在進められている京都議定書の削減目標をターゲットとした地球温暖化対策では、数パーセントの削減に対してさえも達成の困難さに直面しているが、この削減目標が最終ゴールとして設定されているものではなく、今後、更なる削減の努力が求められるものと予想される。

環境保全の観点から将来目指すべき交通の姿の例としては、OECDのESTガイドラインをあげることができる。ここでは、40年先を目標年としてCO<sub>2</sub>排出量を50%から80%削減することが目安として掲げられている。この削減割合は、現在の社会の延長線上では達成が難しく、生活様式、都市の構造、経済活動などに踏み込んだ改善が必要と考えられているところである。また、このような要求を満たす削減の実現には長期的な取組みが求められているところでもある。

以上述べたような背景を念頭に、対策を推進していこうとする際、重要な点としては、

- (1) まず、交通政策全体を見渡して、環境保全の観点から持続可能な交通の姿を国レベル、地方圏レベル、個別都市レベル、コミュニティーレベルそれぞれで明確にすること、
- (2) それに従って、定量的な見積もりに基づいて具体的な個別の実施計画を策定すること、
- (3) そして、数十年後を目指しつつも今から一つずつ取組みを始めること、
- (4) 以上のプロセスを円滑に確実に実施していくためには、行政機関だけの意思決定だけでは不十分であり、市民、利害関係者の合意・理解が不可欠である。このための手順を重視すること、

などをあげることができる(図5-1参照)。

この場合、人口低密な地域にあっては、国レベルや大都市レベルと比べる

と、市民の合意、利害関係者の調整という点からは、はるかに容易であるという利点もあると言える。

近年、市民、利害関係者の理解や協力を必要とする環境政策の決定に際しては、これらの人々も参加する会議を開催し、合意形成を図っていく試みがなされている。たとえばゴミゼロの街を目指す市民参加型会議の実験や、ESTステークホルダー会議などを挙げるができる。しかし、このような会議では、多様な参加者が、それぞれの背景を基に意見を述べ、主張し始めると具体的な内容になればなるほどコンセンサスの形成は困難となってしまう。このとき、議論を有意義なものとするためにも、また、観念論の対立による堂々巡りを避けるためにも、さらには最も合理的なアウトプットに近づくためにも重要となってくるのが良質な客観的判断情報である。第2章から第4章までの成果は、全国の市町村単位の行政区分のエリア内で自動車からのCO<sub>2</sub>排出量削減を議論する場合の有効な情報として活用されることが期待される場所である。

しかしながら、人口低密な地方都市で環境保全の面から持続可能な交通のあり方を考え市民の理解を促していくにあたっては、本研究で得られた成果のみでは必ずしも十分とはいえない。次のような課題については、更なる研究が必要と考える。

まず、本研究では自動車の地球温暖化対策の取組みが求められるのは大都市だけではないという考えから議論を開始したが、そもそも大都市と人口低密な地方都市との間での公平な対策取組みとはどのようなものなのか、具体的に明らかにしていくことが望まれる。また、根本に立ち返ると運輸部門と他の部門（産業、家庭、商業など）との間の公平性についても一考の余地は残っている。これは、日本全体として均衡のとれた施策推進が保障されるためには不可欠な側面と位置づけられるが、単に対策実施が容易か困難かのみで決められるものではないと考えられる。

次に、本研究ではアイドリングストップや乗用車の小型化に代表される個々の対策について、その実施推進のツールについては深く議論していない。法的な強

制力を使うのか，税や賦課金などの経済的な推進力を利用するのか，さらには市民のモラルや意識に委ねるのかといった点についても，市民・関係者の受容性，対策効果の実効性などについて客観的な情報が望まれるところである。

さらに，対策の実施とそれによって得られるCO<sub>2</sub>削減効果について経済性の分析が望まれる。第4章では，一般廃棄物の分別収集に関してコストの分析を一部試みたが十分とはいえない。地方公共団体として，あるいはコミュニティとして最終的に対策を決定する際には，総合のコストを把握し比較するプロセスが重要である。このためには，個々の対策について経済性の客観情報が必要となる。また，取上げた施策を展開して行った場合の経済的な波及効果も予測しておくことが望ましい。

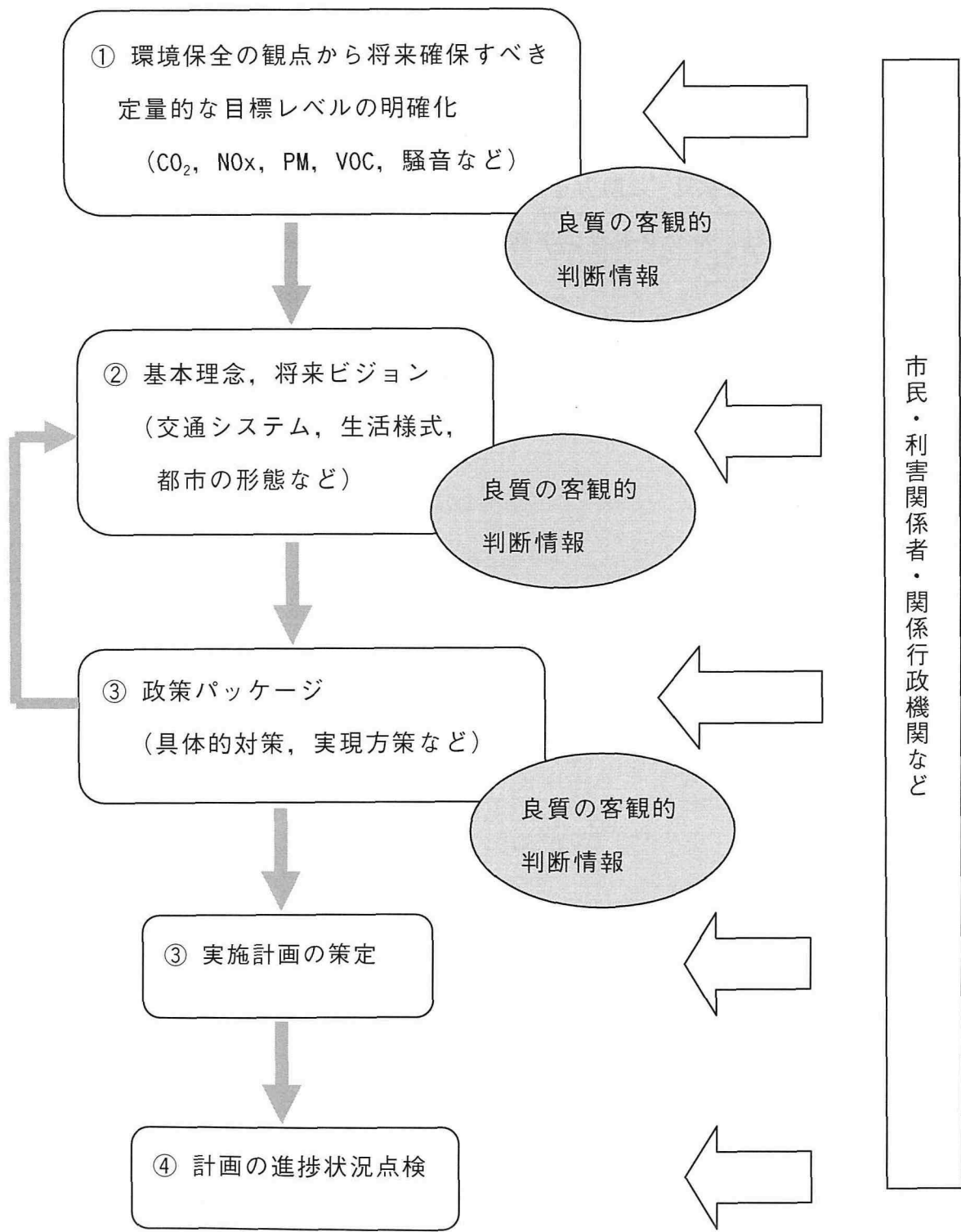


図 5-1 持続可能な交通を目指しての望ましい対策推進フロー



## 謝辞

最後に、本研究をおこなうにあたって、終始懇切なご指導・ご鞭撻を賜わりました鳥取大学工学部細井由彦教授，奥山育英教授に謹んで感謝の意を表します。また、多くの有益なご意見・ご助力をいただいた鳥取大学工学部増田貴則助教授，(株)三菱電機コントロールソフトウェア河野嘉範氏に深く感謝します。

**END**