

日本における地域内旅客交通CO₂大幅削減のための乗合輸送機関導入必要量の算定*

Estimating the Provision Length of the Minimum LC-CO₂ Mode to Trunk Lines for Large Reduction of CO₂ Emission from Regional Passenger Transport Systems in Japan*

伊藤 圭**・加藤 博和***・柴原 尚希****

By Kei ITO**・Hirokazu KATO***・Naoki SHIBAHARA****

1. はじめに

温室効果物質排出増加に起因する気候変動が生態系に及ぼす不可逆な悪影響を回避するには、2050年におけるCO₂排出量を1990年比で半減する必要があるという見通しをIPCCは公表している¹⁾。今後の発展途上国での経済成長を阻害しないためには、既に排出量の多い先進国で半減をはるかに上回る削減が求められる。

日本でも、政権交代を経て環境省がCO₂排出量の2020年25%減、2050年80%減(いずれも1990年比)を目標として、それを実現するための施策の検討を進めており²⁾、CO₂の長期的大幅削減を実現する低炭素型社会づくりが重要な政策課題となっている。

旅客交通は日本の総CO₂排出量の約1割を占める活動である。その削減には、輸送人kmあたりのCO₂排出量(排出原単位)が大きい自家用乗用車の利用を削減することが不可欠である。そのために最も効果が見込める施策は、大量輸送によって排出原単位を低減しうる、鉄軌道、バス等の乗合輸送機関を、地域内交通の幹線となる区間に整備していくことである。そこで本研究では、日本の地域内旅客交通を対象に、2050年におけるCO₂排出量を2000年比で80%削減するという目標を設定し、そのための施策として、乗合輸送機関の導入を取り上げ、その必要量を地域ごとに算出することを目的とする。

なお、乗合輸送機関を新たに整備する場合、インフラ建設等によるCO₂排出が伴う。これを加味した分析を行うために、ライフサイクルアセスメント(Life Cycle Assessment; LCA)を適用する。

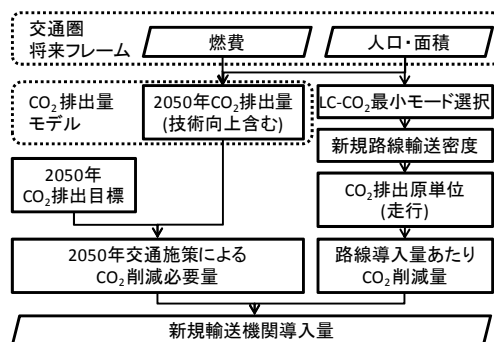


図-1 幹線輸送機関導入量導出フロー

2. 分析の考え方

(1) 検討の手順

2050年における旅客交通起源CO₂排出量を推計するため、まず、今後の車両技術・燃費の改善をシナリオによって外生的に与える。その上で、削減目標を達成するために、各地域でどの程度、乗合輸送機関を導入する必要があるかを推計する。

乗合輸送機関は一般に、輸送人kmあたり走行起源CO₂排出量が乗用車に比べて小さい。ただし、これは大量輸送による効果であり、輸送量が少ない場合には乗用車のCO₂排出量を上回る場合もありうる。つまり、乗合輸送機関導入がCO₂削減効果を発揮するには高い輸送密度が必要となる。この条件を満たすためには、沿線の人口密度が高く、また沿線人口も多いことが求められる。

著者ら³⁾は、国内の既存鉄道の実績値から、地域特性を示す指標と輸送密度の関係を分析し、地域のDID人口密度との関係が他のどの指標よりも強いことを明らかにしている。加えて、乗合輸送機関の新規整備によるCO₂削減効果をマクロ分析のアプローチで算出する手法を開発し、採算性・輸送力を考慮に入れた上で、CO₂排出が最小となる輸送機関を選定している。本研究ではこの方法を発展させて適用する。以上の分析枠組を図-1に示す。

(2) 分析の空間単位(地域交通圏)の定義

日常的な交通行動は、市区町村単位を越えた範囲で行われる。本研究では、通勤・通学による人の動きに着

*キーワード：地球環境問題、環境計画、低炭素交通システム

**学生員、学(工)、名古屋大学大学院環境学研究科

(名古屋市千種区不老町、TEL: 052-789-2773、

FAX: 052-789-1454、E-mail: k.ito@urban.env.nagoya-u.ac.jp)

***正員、博(工)、名古屋大学大学院環境学研究科

(E-mail: kato@genv.nagoya-u.ac.jp)

****正員、博(環境)、名古屋大学大学院環境学研究科

(E-mail: nshiba@urban.env.nagoya-u.ac.jp)

目したKawashima et al.⁴⁾による機能的都市地域の定義に基づいて全国市区町村を分割する。本研究ではこれを「地域交通圏」と呼び、分析単位とする。地域交通圏は、表-1によって定義される核都市(C)とそれに属する周辺都市(S)によって構成されるものであり、全国に85地域が設定される。核都市にも周辺都市にも分類されない非都市(R)は地域交通圏に属さない。この地域は乗合輸送機関の整備効果が得られにくいいため、本研究では導入地域として考慮しない。

3. 旅客交通起源CO₂削減必要量の算出

(1) 2000年のCO₂排出量の把握

2050年におけるCO₂排出目標値を決定するため、まず、2000年におけるCO₂排出量を推計する。地域内旅客交通の輸送機関として自家用乗用車、バス、鉄道を対象とする。推計および将来予測は市区町村(2000年現在)単位で行い、地域交通圏で集計する。以下に輸送機関別の推計方法を述べる。

a) 自家用乗用車・バス

自家用乗用車は普通乗用車と軽乗用車から構成される。CO₂排出量は、車種別の走行距離にCO₂排出原単位を乗じて導出される(式(1))。

$$E = (\sum_k L_k^{weekday} + \sum_k L_k^{holiday}) \cdot e_k \quad (1)$$

ここで、 E : CO₂ 排出量、 L_k : 車両走行距離、 e_k : CO₂ 排出原単位、 k : 車種(普通乗用車・軽乗用車・バス)

本研究では、自家用乗用車走行距離が全国的に得られるため、道路交通センサス自動車起終点調査の結果を用いて、走行距離を車両登録地に集計する。ただし、同調査が2000年には行われていないため、直近の1999年に行われた調査の結果を用いて推計する。

松橋ら⁵⁾は車種別燃費に燃料構成比の重みづけをした燃料別の排出原単位を乗じることで、車種別の走行起源CO₂排出原単位を表-2のように求めている。本研究ではCO₂排出原単位にそれらの値を適用する。

b) 鉄道

平成12年度(2000年度)鉄道統計年報⁶⁾を用いて推計する。まず、事業者別に集計された電力・燃料等の使用量を輸送人kmで路線ごとに按分する。按分した電力量・燃料消費量に使用エネルギー別CO₂排出原単位⁷⁾を乗じる。路線ごとに推計されたCO₂排出量を、さらに、駅数に応じて市区町村へ按分する。

a) およびb) で推計したCO₂排出量の合計値を2000年における旅客交通起源CO₂排出量とする。全国市区町村ごとの推計結果を図-2に示す。

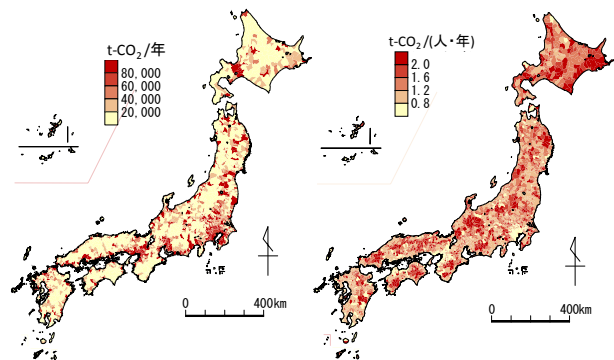
市区町村別で集計した場合、東京・大阪などの大都市部で排出量が大きくなるが、人口1人あたりにすると、

表-1 地域交通圏の設定基準

核都市(C)	a) 人口 10 万人以上かつ昼間人口/夜間人口 ≥ 1.00 の市区町村 b) 20km 以内にある市区町村はまとめる
周辺都市(S)	a) 核都市への通勤・通学者が 500 人以上の市町村 b) 核都市への(通勤・通学者) / (在住通勤・通学者) > 0.05 の市町村 c) 2 以上の都市圏に含まれる市町村は、核都市への通勤・通学者のより多い都市圏を含む
非都市(R)	核都市、周辺都市に含まれない地域

表-2 車種別走行起源CO₂排出原単位

車種	原単位[g-CO ₂ /台 km]
軽乗用車	219
普通乗用車	292
バス	756



(i) 総排出量 (ii) 人口あたり排出量
図-2 市区町村別旅客交通起源CO₂排出量(2000年)

地方部での排出量が大きい。その主な要因は、大都市では公共交通に、地方部では自家用乗用車に依存した交通形態であることによる、人kmあたりCO₂排出原単位の差異である。

(2) 将来(2050年)の排出量予測モデルの構築

a) 自家用乗用車

保有台数と1台あたり走行距離モデルを構築し、2050年におけるCO₂排出量の予測に適用する。

<保有台数モデル>

表-1の市区町村分類ごとにモデルを構築する。

・核都市(C)

式(2)のコブ・ダグラス型関数で表現する。

$$y_{Ci} = \exp(\alpha_0) \cdot D_{dCi}^{\alpha_1} \cdot A_{Ci}^{\alpha_2} \cdot R_{Ci}^{\alpha_3} \cdot \exp(\alpha_4 \cdot d_s) \quad (2)$$

ここで、 i : 地域交通圏、 C : 核都市、 y : 自家用乗用車保有台数[台]、 D_d : DID人口密度[人/km²]、 A : 生産可

表-3 自家用乗用車保有台数推計モデル<核都市>(式(2))のパラメータ推計結果

変数名	パラメータ	t 値	自由度調整済 R ² 値	サンプル数
定数項	1.71	6.97	0.987	265
DID 人口密度[人/km ²]	-0.230	-6.67		
生産可能年齢人口[人]	1.01	92.2		
1人あたり道路延長[km/人]	0.0805	4.10		
鉄道駅ダミー	0.0605	2.19		

表-4 自家用乗用車保有台数推計モデル<周辺都市>補正関数(式(4))のパラメータ推計結果

変数名	パラメータ	t 値	自由度調整済 R ² 値	サンプル数
定数項	-3.87	-14.4	0.586	1827
可住地人口密度[人/km ²]	0.0722	10.3		
1人あたり道路延長比率	0.144	18.9		
生産可能年齢人口割合	0.807	11.1		

表-5 自家用乗用車保有台数推計モデル(式(5))のパラメータ推計結果

変数名	パラメータ	t 値	自由度調整済 R ² 値	サンプル数
定数項	10.6	33.0	0.622	47
可住地人口密度[人/km ²]	-0.198	-6.03		
駅数/総面積[駅/km ²]	0.0680	2.33		

能年齢人口[人]、 R : 1人あたり道路延長[km/人]、 d_s : 鉄道駅ダミー($d_s=0, 1$)、 $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$: パラメータ

表-3に、2000年の市区町村データを用いて推定した、式(2)のパラメータを示す。

・周辺都市(S)

自身が所属する核都市から影響を受けると考え、その核都市の自家用乗用車保有台数に、修正関数 g (式(4))を乗じて求めるものとする(式(3))。

$$y_{s_i} = y_{c_i} \cdot g \quad (3)$$

$$g = \exp(\beta_0) \cdot D_r^{\beta_1} \cdot \left(\frac{R}{R_{c_i}} \right)^{\beta_2} \cdot A^{\beta_3} \quad (4)$$

ここで、 g : 補正関数、 D_r : 可住地人口密度[人/km²]、 R : 1人あたり道路延長[km/人]、 R_{c_i} : 所属核都市1人あたり道路延長[km/人]、 $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$: パラメータ

表-4に、2000年の市区町村データを用いて推定した、式(4)のパラメータを示す。

・非都市(R)

既に1人あたり自家用乗用車保有台数は飽和状態になっていると考え、現状(2000年)のまま一定とする。

<1台あたり走行距離モデル>

コブ・ダグラス型関数を用いたモデルを構築する(式(5))。

$$T = \gamma_0 \cdot D_r^{\gamma_1} \cdot S_t^{\gamma_2} \quad (5)$$

ここで、 T : 1台あたり走行距離[km/台]、 S_t : 可住地面

積あたり駅数[駅/km²]、 $\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2$: パラメータ

1台あたり走行距離は市区町村別データでは明確な傾向が出ないため、都道府県データを用いて推定する。表-5に、パラメータ推計結果を示す。

b) バス・鉄道

1台あたり乗車人数の変数が小さい自家用乗用車とは異なり、運行量(車両km)と輸送需要(人km)とは必ずしも比例関係でない。また、本研究ではその整備量が後に分析対象となることから、ここでは運行量のモデル化は行わず、2000年時の運行量が維持されるものとする。

(3) 車両・燃料技術シナリオ

車両・燃料技術のa)固定シナリオとb)向上シナリオを考え、各輸送機関の排出原単位を設定する。

a)固定シナリオ : 2050年の燃費・車両構成が2000年から不変とする。

b)向上シナリオ : 低環境負荷車両の普及を反映させる。

低環境負荷車両は「超長期エネルギー技術ロードマップ報告書」⁸⁾を参考にハイブリッド車と電気自動車の2種類が普及すると仮定する。各輸送モードの走行起源CO₂排出量は、使用燃料・エネルギーの生産から車両供給まで(Well to Tank: WtT)と走行時(Tank to Wheel: TtW)に分けて考え、それぞれの効率の改善率を設定する。

WtT 効率の改善は同時に、電力を使用する鉄道の走行起源 CO₂ 排出量改善につながる。車両製造段階とインフラ整備段階からの CO₂ 排出量は 2000 年から不変とする。既報⁹⁾¹¹⁾から 2000 年と 2050 年における WtT 効

率、TtW 効率を表-6 のように設定する。自家用乗用車の走行起源 CO₂ 排出量は、渋滞が発生する場合、加速モードの増加によって増大すると考えられるが、本研究では一定値に設定している。なお、ハイブリッド車や電気自動車は加速の際の CO₂ 排出量が小さいため、この仮定による問題は小さくなる。

(4) 2050年CO₂排出量推計

人口は、対象市区町村の人口、出生率、生存率、純移動率が現状通り推移すると仮定して、5歳別将来人口をコーホート法により推計する。可住地面積を、人口増加の場合は人口に比例して増加させ、人口が減少した場合は変化しないものとする。また、道路延長は可住地面積に比例させることとする。以上の仮定に基づくCO₂排出量推計結果を表-7に示す。

a)固定シナリオ：総人口減少(21.8%減)に伴って自家用乗用車保有台数が減少するが、同時に人口密度が低下するため1台あたり自家用乗用車走行量は増加し、CO₂排出量は2000年と比較して全国で23%の減少にとどまる。1人あたり排出量で比較した場合は2%の減少となる。

b)向上シナリオ：総排出量は2000年と比較して74%の減少、人口1人あたり排出量でも67%の減少となり、固定シナリオの場合に比べて大きな削減率となっている。しかし、目標値には至らず、交通施策が必要であることが分かる。

4. 乗合輸送機関の選定と導入規模の推計

(1) 乗合輸送機関選定

乗合輸送機関の導入自体が、新たなCO₂排出を伴う。それを考慮するために、インフラ建設、車両製造、および供用の各段階からのCO₂排出量の合計値（これをSystem Life Cycle CO₂<SyLC-CO₂>と呼ぶ）を算出する。専用のインフラを伴いながら、輸送密度が低い輸送機関の場合、走行起源CO₂に比べて建設起源のCO₂排出量が相対的に大きくなる可能性がある。

著者らは先行研究¹²⁾において、中量輸送機関の輸送人kmあたりSyLC-CO₂と輸送密度の関係を示している。その中で、SyLC-CO₂を最小とする乗合輸送機関は、輸送密度が増加するにつれて、BRT、LRT、鉄道と交代していくことを示している。ここでは、上記の乗合輸送機関に加えて乗用車のSyLC-CO₂を比較し、最小となる輸送機関を選択する。図-5に、2000年と2050年における各輸送機関の輸送密度とSyLC-CO₂の関係を示す。

乗合輸送機関は輸送密度が増加するに従い、輸送人kmに割りあてられる運行以外のCO₂が小さくなるため、輸送人kmあたりSyLC-CO₂は減少していく。インフラの建設に伴うCO₂排出量の単位路線延長あたりはBRTが最

表-6 車両・燃料技術のb)向上シナリオにおけるエネルギー効率の設定

	エネルギー/車両	2000年	2050年	改善率
WtT 効率	ガソリン・軽油	0.88	0.88	1.00
	電力	現状値	現状値×2	2.00
TtW 効率	ガソリン車	0.16	0.26	1.60
	ハイブリッド車	0.70	0.95	1.36
	電気自動車	0.84	0.97	1.15

表-7 旅客交通起源CO₂排出量推計値

	2000年	2050年 a)固定	2050年 b)向上
自家用乗用車総走行距離 [km/台]	3.84×10 ¹¹	2.83×10 ¹¹	
1台あたり自家用乗用車 走行距離[km/台]	7,260	7,760	
旅客交通起源CO ₂ 排出量 [Mt-CO ₂ /年]	1.43×10 ⁸	1.10×10 ⁸ (22.8%減)	0.368×10 ⁸ (74.2%減)
1人あたり旅客交通起源 CO ₂ 排出量[t-CO ₂ /人・年]	1.07	1.05 (1.93%減)	0.351 (67.3%減)

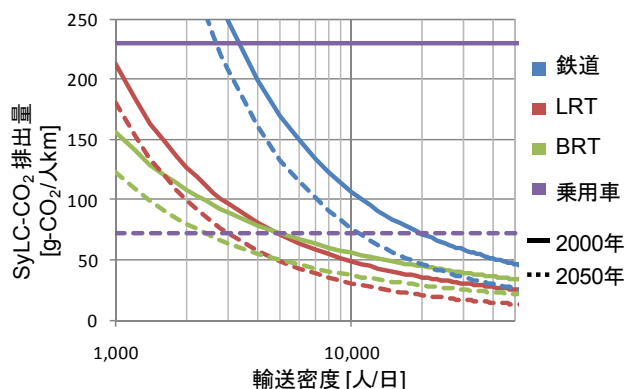


図-5 需要量変化に伴う SyLC-CO₂

も小さく、輸送密度が小さい段階では、乗合輸送機関の中ではBRTがSyLC-CO₂最小となる。輸送密度5,500[人/日]付近でBRTとLRTのSyLC-CO₂が拮抗する。それ以上の輸送密度では、車両走行のCO₂排出量が小さいLRTが、SyLC-CO₂最小の輸送機関となる。

乗合輸送機関の導入による波及的なCO₂削減効果として、地域の交通体系を変化させることを考慮に入れる必要があるが、本研究では、そのメカニズムのモデル化に至っていないため、単純に自家用乗用車利用者が乗合輸送機関に転換すると考える。よって、自家用乗用車利用の削減量は乗合輸送機関の輸送密度と路線延長を乗じた値に一致する。この関係を式(6)に示す。

$$\Delta L = T_d \cdot l \quad (6)$$

ここで、 ΔL ：転換量[人km/日]、 T_d ：輸送密度[人/日]、 l ：路線延長[km]

著者ら³⁾の先行研究で、国内の地下鉄・路面電車・AGT・モノレール等の輸送密度、表定速度などの実績値と地域特性との関係を分析した。その結果、輸送密度と、地域の中心都市のDID人口密度との間に強い相関が見られることが示されている。鉄道とLRT・BRTでそれぞれに得られる輸送密度とDID人口密度との関係式を図-6に示す。

本研究では、この関係式を地域交通圏の核都市に適用し、SyLC-CO₂最小でかつ導入可能な輸送機関を選定する。図-5に示した各輸送機関のSyLC-CO₂と輸送密度の関係にこの結果を組み込むことで、核都市のDID人口密度とその地域交通圏に導入する輸送機関から排出されるSyLC-CO₂の関係が示される(図-7)。

DID 人口密度から輸送密度を導出する際に、鉄道とLRT・BRT とで異なる関係式を用いているため、鉄道のLRT・BRT に対する優位性が大幅に向上する。

2000 年の走行起源 CO₂ 排出量原単位において SyLC-CO₂ を最小とする輸送機関は、輸送密度 2,700[人/日]以下では乗用車、2,700[人/日]～5,500[人/日]では BRT、5,500[人/日]～7,000[人/日]では LRT、7,000[人/日]以上では鉄道・LRT となる。一方、2050 年に想定される走行起源 CO₂ 排出量原単位の下では、輸送密度 4,400[人/日]以下では乗用車、4,400[人/日]～5,600[人/日]では BRT、5,600[人/日]～7,000[人/日]では LRT、7,000[人/日]以上では鉄道・LRT となる。このように、電気自動車の大量普及に伴う乗用車の走行起源 CO₂ 排出量原単位の大幅な改善によって、輸送密度の小さい領域における、乗用車が SyLC-CO₂ 最小となる範囲が拡大していることが分かる。

以上の結果を用いて、2000年と2050年において日本の各地域交通圏でSyLC-CO₂最小となる輸送機関を選出したものを表-8に、地域交通圏あたりの平均人口と併せて示す。

2050年には人口密度低下・技術向上によって乗用車がSyLC-CO₂最小となる地域交通圏が増える。そのような地域交通圏では、乗合輸送機関の導入がCO₂削減施策として機能しない。よって、交通需要を変化させないとすれば、技術施策のみに頼ることになる。逆に言うと、交通活動を制限することなしには技術施策だけで削減目標が達成できない地域である。このような事態を避けるためには、地域の人口密度を高め乗合輸送機関がCO₂排出量を削減しうる状態を作り出すことが必要である。

(2) 乗合輸送機関の導入量の決定

自家用乗用車利用者が乗合輸送機関に転換することで削減させる排出量 ΔE [t-CO₂]は、転換量 ΔL と輸送人kmあたりCO₂削減量を乗じた値となる(式(7))。

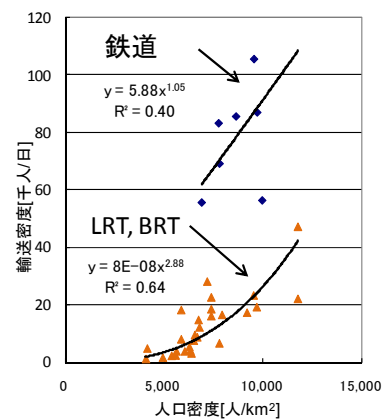


図-6 輸送密度と DID 人口密度との関係

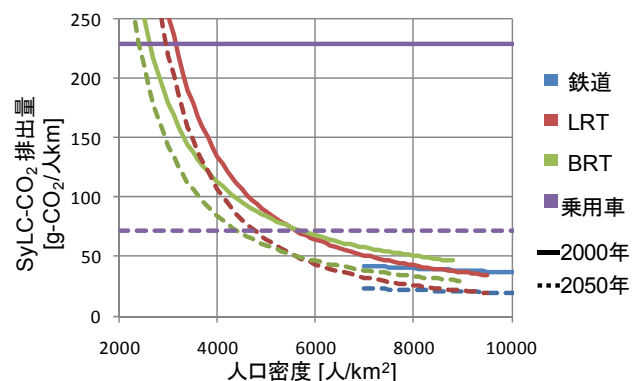


図-7 DID 人口密度と SyLC-CO₂ 排出量

表-8 各地域交通圏における SyLC-CO₂ 最小輸送機関

		2000 年	2050 年
地域交通圏内総人口 [100 万人]		111	90.2
地域交通圏あたり平均人口 [100 万人/地域]		1.31	1.06
SyLC-CO ₂ 最小輸送機関別	鉄道	11 (64.0)	5 (44.6)
地域交通圏数 [地域]	LRT	23 (21.4)	4 (6.27)
括弧内は地域交通圏内人口	BRT	51 (25.6)	21 (18.4)
合計値[100 万人]	乗用車	0 (0.0)	55 (21.0)

$$\Delta E = (e_{car} - e_{pub}) \cdot \Delta L \quad (7)$$

ここで、 e_{car} ：人kmあたり排出量(自家用乗用車) [t-CO₂/人km]、 e_{pub} ：人kmあたり排出量(乗合輸送機関) [t-CO₂/人km]

式(6)、式(7)より、削減目標を達成するために必要となる新設路線延長 l は式(8)で算出される。

$$l = \frac{\Delta E}{T_d \cdot (e_{car} - e_{pub})} \quad (8)$$

図-8に、2000年時点でSyLC-CO₂を最小とする輸送機関に鉄道またはLRTが選定される地域交通圏について、必要路線延長の推計結果を示す。この値は、削減すべき

CO₂排出量や人口密度に左右される。地域による傾向は見られないものの、大都市圏に多数の交通圏が存在するため、これらの地域で重点的に乗合輸送機関を整備する必要性が示唆される。

5. 結論

本研究では、日本の2050年における地域内旅客交通起源CO₂排出量の2000年比80%削減を目標に据え、その達成のために、地域交通圏別に導入すべき乗合輸送機関の選択方法と新規導入量の決定手法を構築し、算出を行った。本研究で得られた主な成果を以下に示す。

- ・人口減少の影響と、車両・燃料技術の向上によって、日本全体のCO₂排出量は2000年比で26%まで削減される。また、一部の地域交通圏においては80%削減を達成できることが分かった。
- ・車両・燃費技術の改善に伴い2050年においてSyLC-CO₂最小となる輸送機関が乗用車となる(つまり、乗合輸送機関の導入によってCO₂が削減されない)地域交通圏が多数生じる。

残された課題として以下が挙げられる。

- ・本研究では、各地域交通圏で一律80%削減を目標として課している。しかし、地域によって人口減少の割合が一定ではないため、公平な目標設定ではないことが懸念される。
- ・地域交通圏に属さない非都市部における自家用乗用車保有率を将来にわたり一定と仮定しており、高齢者の保有率が今後上昇する可能性を考慮していない。
- ・乗合輸送機関の導入によるCO₂排出量の削減効果は、整備の進展に伴い適地が減るため、非線形になる(通減する)と考えられるが、本研究では考慮できていない。また、本研究で対象としている乗合輸送機関の導入以外の交通施策についても検討を加える余地がある。
- ・2050年になると人口減少により輸送密度も低下するため、乗合輸送機関のCO₂排出量の優位性が低下する。それを防ぐためには都市構造施策が必要であり、都市構造施策を組み込んだ分析が必要となる。

謝辞

本研究は、環境省・環境研究総合推進費(S-6-5)「アジアにおける低炭素交通システム実現方策に関する研究」の支援により実施された。ここに記して謝意を表する。

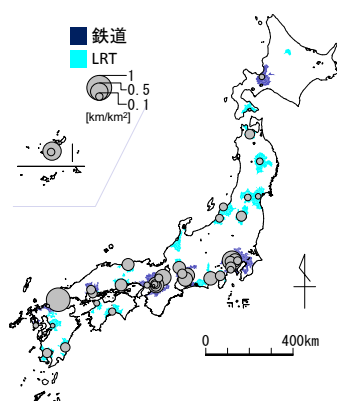


図-8 LRT が選定された地域交通圏の乗合輸送機関導入必要延長 (2000 年、可住地面積あたり)

参考文献

- 1) IPCC : 第 4 次評価報告書第 2 作業部会報告書, 2007.
- 2) 環境省 : 地球温暖化対策に係る中長期ロードマップの提案～環境大臣 小沢鋭仁 試案～,
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/domestic.html>, 2010.
- 3) 郷智哉, 加藤博和, 谷田一 : 脱温暖化社会を目指した地域類型別交通施策パッケージ提案手法, 土木計画学研究・講演集, Vol.36, CD-ROM, 2007.
- 4) Kawashima T. et al. : Metropolitan Analysis : Boundary and Future Population Changes of Functional Urban Regions, Gakushuin Economic Papers, Vol.29, pp.205-248, 1993.
- 5) 松橋啓介, 工藤祐揮, 上岡直見, 森口祐一 : 市区町村の運輸部門 CO₂ 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, pp.235-242, 2004.
- 6) 国土交通省鉄道局 : 平成 12 年度鉄道統計年報, 2002.
- 7) 環境省 : 地球温暖化対策の推進に関する法律施行令で定める排出係数一覧, 温室効果ガス排出量の算定に用いる排出係数について, 2006.
- 8) エネルギー総合工学研究所 : 超長期エネルギー技術ロードマップ報告書, エネルギー総合工学研究所 : 研究成果,
<http://www.iae.or.jp/research/result/cho06.html>, 2006.
- 9) トヨタ自動車 : 環境報告書 2002, 2002.
- 10) 三菱自動車 : テクニカルレビュー 2008, 2008.
- 11) 近藤稔 : モーターの効率を上げる, 技術情報誌, Vol.66, No.3, pp.10-13, 2009.
- 12) 長田基広, 渡辺由紀子, 柴原尚希, 加藤博和 : LCA を適用した中量旅客輸送機関の環境負荷評価, 土木計画学研究・論文集, Vol.23 no.2, pp.355-363, 2006.