

都市鉄道整備期における自動車分担率と交通環境負荷の経年変化との関連性分析

津村 優磨¹・中川 大²・松中 亮治³・大庭 哲治⁴

¹学生会員 京都大学大学院工学研究科（〒615-8540 京都市西京区京都大学桂）

E-mail:ytsumura@urban.kuciv.kyoto-u.ac.jp

²正会員 京都大学大学院工学研究科（〒615-8540 京都市西京区京都大学桂）

E-mail:nakagawa@urban.kuciv.kyoto-u.ac.jp

³正会員 京都大学大学院工学研究科（〒615-8540 京都市西京区京都大学桂）

E-mail:matsu@urban.kuciv.kyoto-u.ac.jp

⁴正会員 京都大学大学院工学研究科（〒615-8540 京都市西京区京都大学桂）

E-mail:tetsu@urban.kuciv.kyoto-u.ac.jp

日本の大都市圏においては、都市鉄道整備と沿線開発が一体的に進められてきた。一方で、モータリゼーションの進展に伴った自動車分担率の増加傾向も顕著であり、特に都市郊外部においては自動車交通に適した都市発展が既に進んできたと考えられる。そのため近年の都市鉄道整備においては、都市鉄道駅整備が駅周辺地域の都市構造や人々の交通行動に及ぼす効果は大きく損なわれ得ると予期される。

本研究では、日本の大都市圏において近年整備された都市鉄道駅を対象に、整備期における駅周辺地域の自動車分担率と整備後における交通環境負荷の経年変化との関連性を分析した。結果、自動車分担率が既に高い地域においては、仮に都市鉄道駅整備が実施されたとしても、公共交通を中心とした交通環境負荷の低い地域への転換の見込みは低いことを明らかにした。

Key Words : Modal Share of Private Cars, Urban Railway, Auto-Oriented Development, CO₂ Emission

1. はじめに

(1) 背景と目的

日本の大都市圏においては、民鉄各社により都市鉄道整備と沿線の都市開発が一体的に進められてきた。このビジネスモデルは公共交通を中心とした線形で集約的な都市構造の形成を促進し、日本の大都市圏における高密度な都市発展において重要な役割を果たしてきた。

一方で近年のモータリゼーションの進展に伴い、都市機能は郊外にスプロールし、自動車分担率は顕著に増加してきた。低密度で広域な都市域の拡大は、コリドー状の都市構造に適した公共交通の衰退を招き、さらなる自動車中心の都市構造の形成を促進してきた。このようなスパイラル構造により、一般的にモータリゼーションは不可逆反応とされている¹⁾。北村²⁾が Point of No Return と指摘した通り、自動車交通に根ざした都市発展が臨界点を超えた場合、元来の都市構造に戻すことは容易ではない。そのため既に自動車交通に適した都市発展(Auto-Oriented Development)を遂げてきた日本の大都市圏においては、

近年、都市鉄道駅整備が駅周辺地域の都市構造や人々の交通行動に及ぼす経年効果は大きく損なわれてきたと予期され、当該地域における公共交通を中心とした交通環境負荷の低い沿線地域への転換は容易ではないと考えられる。

このような交通に着目した都市発展の不可逆性は、急速なモータリゼーションが進展しているアジア圏途上国の大都市においても議論されてきた^{3,4)}。Morichi⁴⁾は公共交通中心の都市発展に関するシナリオを複数想定し、その達成の臨界点を Critical Stage と呼称し、持続可能な低炭素社会の実現に向けて、都市鉄道等の新たな大量輸送手段の整備時期を適切に評価することの重要性が主張されている。しかし都市鉄道整備期における自動車交通に対する依存度と、整備後における交通環境負荷の経年変化との関連性は明らかにされていない。

以上の背景から、都市鉄道整備が進められてきた日本の大都市圏である東京都市圏、中京都市圏、京阪神都市圏において近年整備された都市鉄道駅を対象に、整備期における駅周辺地域の自動車分担率に着目し、交通環境

負荷の推移を比較分析することで、整備期の自動車分担率と交通環境負荷の経年変化との関連性を明らかにすることを本研究の目的とする。また鉄道のサービスレベルが都市構造に及ぼす影響についての既往研究の知見を踏まえ、人口および対象駅の運行本数についても考慮する。

(2) 既往研究のレビューと本研究の特徴

都市スケールで都市鉄道と都市発展の関係性に着目した研究としては、Kenworthy⁵⁾、Acharya⁶⁾、Morichi⁴⁾、Ito et al.³⁾、Koizumi et al.⁷⁾が挙げられる。Kenworthyは、都市単位で世界の先進国における都市鉄道の整備状況が都市発展に及ぼす影響を比較分析した。しかし都市スケールの分析に限られており、都市鉄道整備時期に関しては考慮されていない。AcharyaとMorichiは、アジア圏の大都市の望ましい都市鉄道整備時期に応じた都市発展シナリオを提唱したが、この現象は十分に実証されていない。Ito et al.は、都市鉄道の早期整備がモータリゼーションの進展を軽減し得ることをマクロモデルにより示した。しかしその早期整備が交通環境負荷に及ぼす影響については考慮されていない。またKoizumi et al.は、都市鉄道整備実態とその都市における社会経済指標との関係性、さらに都市鉄道整備時期とGDPおよび人口規模の関係性を明らかにした。しかし整備時期の世界的傾向を示したに過ぎず、都市において理想的な整備時期を探索した研究ではない上に、モータリゼーションの進展による影響については一切考慮されていない。

一方で、ミクロスケールで都市鉄道と都市構造および交通行動の関係性に着目した研究として、望月ら⁸⁾、Oba et al.⁹⁾、Matsunaka et al.¹⁰⁾、伊藤ら¹¹⁾が見られる。望月らは富山ライトレールを対象に、公共交通の利便性向上が沿線住民の交通行動に及ぼした影響を明らかにした。Oba et al.は、日本の61都市における都市構造の経年変化を分析することで、鉄軌道の存在が都市のコンパクト性に及ぼす影響を示した。Matsunaka et al.は、鉄軌道交通のサービスレベルが駅勢力圏人口に及ぼす影響を明らかにした。その結果に対して、伊藤らは駅周辺における高齢者人口分布の観点を加えた。しかしいずれの研究においても、都市鉄道駅の整備時期については考慮されていない。

以上を踏まえて本研究の特徴としては、都市鉄道整備期における駅周辺地域の自動車分担率に着目して、駅勢力圏単位で整備後の交通環境負荷の経年変化を分析する点が挙げられる。

2. データベースの構築

本章においては、分析に用いるデータベースを構築する。まず初めに対象都市圏、対象とする都市鉄道の新駅

の定義を示し、その後、対象新駅の周辺地域における人口、自動車分担率、交通環境負荷に関わるデータ、駅別のサービスレベルに関わるデータを各々算出する。

(1) 対象都市圏の定義

長年に渡り、都市鉄道整備が進められてきた日本の大都市圏である東京都市圏、中京都市圏、京阪神都市圏を対象都市圏とする。なお各都市圏の領域は、第3回東京都市圏パーソントリップ調査、第3回中京都市圏パーソントリップ調査および第3回京阪神都市圏パーソントリップ調査の調査対象域とする。

(2) 分析対象とする都市鉄道の新駅の定義

上記の対象都市圏内において、都市間高速鉄道、無軌条電車および鋼索線を除く、専用軌道を有する全ての公共交通機関を「都市鉄道」と定義する。本研究では、1970年から1999年の期間に新規開業した都市鉄道の常設駅を「新駅」とする。さらに既設駅の影響を除外した上で、日常利用を前提とした路線の新駅を対象とするため、以下の条件を満たす各駅を除いた、都市鉄道の新駅343駅を本研究の分析対象とする。

- ・ 1970年代に開業した駅に関しては1969年次、1980年代に開業した駅に関しては1979年次、1990年代に開業した駅に関しては1989年次において、駅周辺1km圏内に他都市鉄道駅が既に整備されていた駅
- ・ 観光目的での利用が主と考えられる路線の駅(嵯峨野観光鉄道嵯峨野観光線の各駅など)
- ・ 空港に併設されている駅(京浜急行電鉄空港線羽田空港駅など)

(3) 駅勢力圏人口および駅勢力圏自動車分担率の算出

本研究では、徒歩によるアクセスが容易な範囲として、駅から1km以内の駅周辺地域を「駅勢力圏」として定義する。1970年、1980年、1990年、2000年、2010年の国勢調査に関する地域メッシュデータを用いて、駅勢力圏内における人口および自動車分担率に関するデータベースを作成した。なお、1970年、1980年、1990年のデータに関しては3次メッシュ、2000年、2010年のデータに関しては4次メッシュをそれぞれ用いた。

人口に関しては、全年齢階層の総人口を用いて算出した。また自動車分担率に関しては、15歳以上の通勤・通学者数から、利用交通手段として「自家用車」を選択した人数の割合を求めることで計算した。

その後、前述の国勢調査から作成したデータベースを用いて、駅勢力圏内と駅勢力圏外の面積比から人口および自動車分担率を面積按分することで、対象新駅の駅勢力圏人口および駅勢力圏自動車分担率を算出した。また複数の駅勢

圏が空間的に重複している場合は、駅勢圏の重なりについては考慮せず、それらの駅勢圏人口および駅勢圏自動車分担率にそれぞれ加算している。

ここで分析対象とする新駅の駅勢圏人口および駅勢圏自動車分担率の推移を、整備年代別に図-1に示す。1980年代と1990年代開業の新駅については、1970年代の新駅と比較して、整備期における駅勢圏自動車分担率はほぼ同じ値であるが、駅勢圏人口は5,000人程度多いことが分かる。この傾向は、既に都市化の進んだ地域において、新駅が整備されたことを示唆している。その後はいずれの年代に開業した新駅についても、駅勢圏人口は経年的に増加しており、駅勢圏内への居住の集約化が進んでいることと考えられる。一方で駅勢圏自動車分担率は2000年まで上昇傾向にあるが、2010年にはいずれの年代においても減少傾向に転じている。特に1990年代に開業した駅について、駅勢圏自動車分担率は大きく減少していることが分かる。

(4) 交通環境負荷の推計

本研究では、対象新駅の周辺地域において居住する住民1人当たりの交通環境負荷を推計するために、東京都市圏パーソントリップ調査、中京都市圏パーソントリップ調査、京阪神都市圏パーソントリップ調査ならびに近畿都市圏パーソントリップ調査のマスターデータを使用した。使用したパーソントリップ調査一覧と各年次を表-1に示す。都市圏に応じて多少の年度の違が見られるが、ここでは1970年次の代表値として各第1回、1980年次の代表値として各第2回、1990年次の代表値として各第3回、2000年次の代表値として各第4回、2010年次の代表値として各第5回の調査を用いることとした。

交通環境負荷を示す指標として、居住地ベースの1人1日当たりのCO₂排出量を用いる。松橋ら¹²⁾の研究を参考に、次式から1人1日当たりのCO₂排出量を推計した。

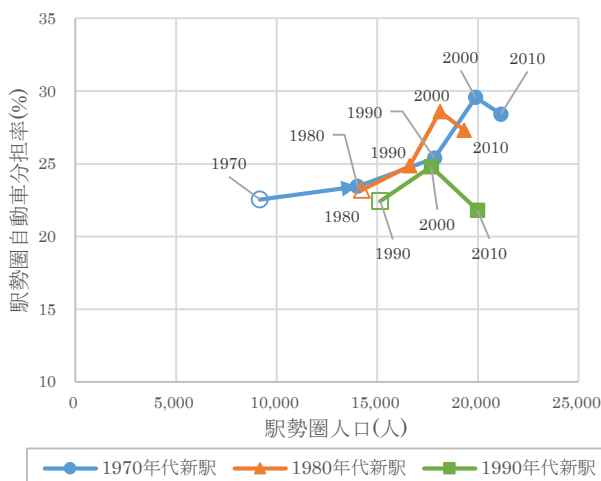


図-1 対象新駅の駅勢圏人口および駅勢圏自動車分担率の推移

$$EF = \sum_k T_k \cdot \bar{V}_k \cdot EF_0^k$$

T_k : 交通手段 k とする所要時間[h]

$\bar{V}_k$: 交通手段 k の都市圏別平均旅行速度[km/h]

EF : CO₂排出量の推計量[g-CO₂/人]

EF_0^k : 交通手段 k のCO₂排出量原単位[g-CO₂/人 km]

表-1に示した多くの調査においては、距離に関わる集計が実施されていないため、上述の各都市圏における交通手段別平均旅行速度に関しては、平成22年度全国都市交通特性調査のマスターデータより別途算出した上で分析に用いている。また第3回中京都市圏パーソントリップ調査においては、交通手段別所要時間が集計対象とされていないため、総所要時間と別途求めた代表交通手段別平均旅行速度を代わりに用いた。

続けて、分析対象とする有効トリップを抽出した。まず初めに「所要時間」「目的」「交通手段」が未記入、その他および不明とされているトリップを除外した。さらに日常移動を前提としたトリップを抽出するため、森川¹³⁾の研究を参考に、「交通手段」として新幹線、船舶及び飛行機を含むトリップ、算出した移動距離の合計が80km以上、または総所要時間が240分以上であるトリップを除外した。この抽出作業により、各調査において分析に用いた有効トリップの総計を表-2に示す。

最後に、各都市圏において定義されている小ゾーンならびに計画基本ゾーンごとに推計された1人1日当たりのCO₂排出量を、駅勢圏内と駅勢圏外の面積比で面積按分することで、対象新駅の周辺地域における交通環境負荷の推計値を算出した。

表-1 使用したパーソントリップ調査一覧と各年次

調査名	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回
東京都市圏 パーソントリップ調査	1968	1978	1988	1998	2008
中京都市圏 パーソントリップ調査	1971	1981	1991	2001	2011
京阪神/近畿都市圏 パーソントリップ調査	1970	1980	1990	2000	2010

※単位：年

表-2 抽出した有効トリップ数

調査名	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回
東京都市圏 パーソントリップ調査	773,075	1,470,280	1,600,055	2,095,185	1,689,588
中京都市圏 パーソントリップ調査	545,371	772,027	589,940	676,007	531,720
京阪神/近畿都市圏 パーソントリップ調査	717,465	847,616	856,854	1,024,670	2,281,026

※単位：トリップ

(5) 運行本数の算出

前述の既往研究において、鉄道のサービスレベルが駅周辺の都市構造に及ぼす影響は大きいことが示されていることを踏まえて、本研究では、都市鉄道駅のサービスレベルを表す指標として1日当たりの片道運行本数に関するデータベースを構築し、分析の観点として加える。ただしサービスレベルは大幅に経年変化しないと仮定し、2010年次の値を用いる。

2010年10月1日段階における対象新駅に発着する上り・下り方向で運行本数を時刻表からカウントし、その平均を取ることで各対象新駅の1日当たり片道運行本数を算出する。ただし1駅に対して複数の路線が同年代に開業し、かつそれらが直通運転を行っていない場合は、運行本数の総和を取る。また既に廃止されている5駅については、廃止年次における運行本数を別途算出した。

この結果として、対象新駅における1日当たり片道運行本数の分布を図-2に示す。

3. 対象新駅の類型化

本章では、整備期における駅勢圏自動車分担率およびサービスレベルにより、対象新駅を類型化する。

(1) 整備期の駅勢圏自動車分担率による類型化

まず初めに、対象新駅の整備期における駅勢圏自動車分担率に応じて対象新駅を複数のグループに類型化する。

1970年から1979年に開業した各駅については1970年次、1980年から1989年に開業した各駅については1980年次、1990年から1999年に開業した各駅については1990年次の駅勢圏自動車分担率を「整備期における駅勢圏自動車分担率(以下、整備期自動車分担率と表記する)」とした。そして、この指標の四分位数を算出し、第1四分位数である27.54%と第3四分位数である81.5%を基準に対象新駅を類型化した。さらに表-3に示す通り、整備期自動車分担率の上位25%の各駅をグループ1「整備期自動車分担率：高」、下位25%の各駅をグループ3「整備期自動車分担率：低」、残りの各駅をグループ2「整備期自動車分担率：平均」とした。

(2) サービスレベルによる類型化

次に、対象新駅のサービスレベルに応じて対象新駅を複数のグループに類型化する。

(1)と同様に四分位数を算出することで、1日当たり片道運行本数の上位25%の各駅をグループA「サービスレベル：高」、下位25%の各駅をグループC「サービスレベル：低」、残りの各駅をグループB「サービスレベル：平均」とした。各グループにおける対象新駅のサービス

レベルの上限値と下限値を表-4に示す。第1四分位数である167.25本と第3四分位数である81.5本を基準に類型化しているが、前者の本数はおおよそ7.5分間隔、後者の本数はおおよそ15分間隔で列車が運行されている駅に相当する。グループAには地下鉄路線の駅、グループBには郊外路線の駅、グループCには国鉄から第三セクターに転換された路線の駅が比較的多く含まれている。

(3) 類型化のまとめ

類型化された各々のグループにおける対象新駅数、整備期自動車分担率の平均値、1日当たり片道平均運行本数の平均値を表-5に示す。

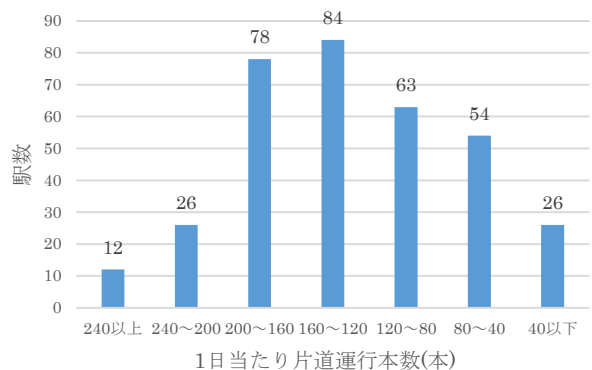


図-2 サービスレベル別の対象新駅数

表-3 対象新駅整備期の駅勢圏自動車分担率による類型表

グループ名		駅数	分担率 上限	分担率 下限
1	整備期自動車分担率：高	86		27.54%
2	整備期自動車分担率：平均	171	27.54%	14.15%
3	整備期自動車分担率：低	86	14.15%	

表-4 対象新駅のサービスレベルによる類型表

グループ名		駅数	運行本数 上限	運行本数 下限
A	サービスレベル：高	86		167.25本
B	サービスレベル：平均	171	167.25本	81.5本
C	サービスレベル：低	86	81.5本	

表-5 類型化された各グループの詳細

対象新駅数/ 整備期自動車分担率/ 1日当たり片道運行本数		1 整備期自動車 分担率：高	2 整備期自動車 分担率：平均	3 整備期自動車 分担率：低
A	サービスレベル：高	8 駅	48 駅	30 駅
		34.04%	19.53%	9.63%
		186.4 本	202.0 本	215.7 本
B	サービスレベル：平均	20 駅	97 駅	54 駅
		33.67%	19.40%	11.25%
		121.8 本	128.0 本	134.1 本
C	サービスレベル：低	58 駅	26 駅	2 駅
		44.59%	20.69%	10.73%
		50.4 本	57.2 本	48.5 本

4. 交通環境負荷と駅圏人口の経年変化分析

本章では、3章で類型化したサービスレベルのグループごとに対象新駅を抽出する。その後、整備後における交通環境負荷と駅圏人口の経年変化を整備期自動車分担率のグループ間で比較分析をし、考察する。

(1) グループA「サービスレベル：高」での比較

まず初めに、グループA「サービスレベル：高」と区分された対象新駅を比較する。各駅整備期から20年間に於ける、整備期自動車分担率グループ区分ごとのCO₂排出量の変化量を図-3に示す。ただし1970年代に開業した駅については、1970年次を基準にした時の1980年次および1990年次の変化量、1980年代に開業した駅については、1980年次を基準にした時の1990年次および2000年次の変化量、1990年代に開業した駅については、1990年次を基準にした時の2000年次および2010年次の変化量を用いた。以後の図においても同様である。さらに図-3に示した、整備期から20年後における各グループの交通環境負荷の変化量に対する多重比較検定の結果を表-6に示す。ただし整備期または20年後のいずれかにおいて、データが欠落している駅は事前に検定から除いている。

また比較対象として、1970年から2009年の期間において都市鉄道駅が一切存在しなかったゾーンを鉄道非整備地域と定義し、当該地域における交通環境負荷の変化量も合わせて図-3に掲載している。なお、鉄道非整備地域において1970年次、1980年次、1990年次をそれぞれ基準とした時の10年後、20年後におけるCO₂排出量の平均変化量を示している。

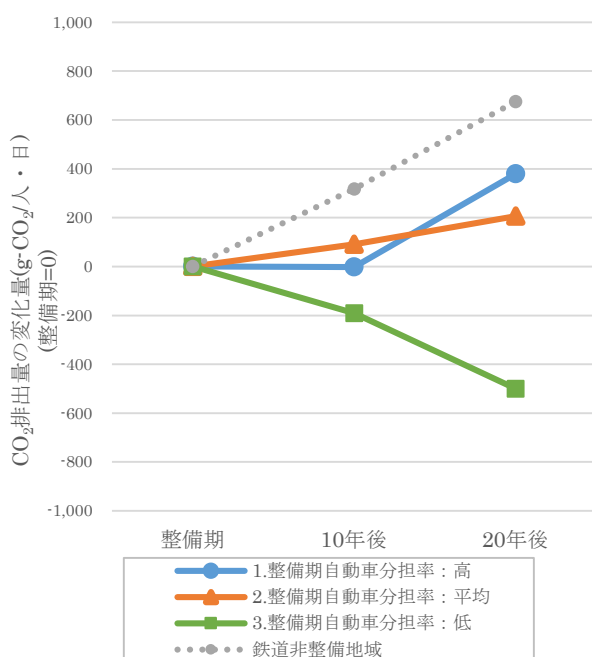


図-3 グループAにおけるCO₂排出量の経年変化

鉄道非整備地域と比較して、いずれのグループにおいてもCO₂排出量の増加量は小さく推移しており、都市鉄道駅の整備により交通環境負荷の増加が抑制されたと考えられる。しかしグループ1、グループ2ともに整備後におけるCO₂排出量は増加傾向にあり、特に整備期自動車分担率が高い新駅ほど、CO₂排出量がより増加していることが分かる。グループ3については、CO₂排出量の減少傾向が示され、整備20年後においてはグループ3と他グループの変化量に有意な差が見られる。

次に、対象新駅整備期から20年間に於ける、整備期自動車分担率グループ区分ごとのCO₂排出量と駅圏人口の関係性の推移を図-4に示す。いずれのグループにおいても、新駅整備に伴って駅圏人口は増加しつつあることが分かる。一方で、CO₂排出量に関しては、グループ2およびグループ3と比較して、グループ1の初期値は高く、整備後はより大幅に経年的増加していることを読み取ることができる。

表-6 グループAにおける整備期自動車分担率グループ別のCO₂排出量の変化量の多重比較検定結果(20年後)

Bartlett検定の結果				
カイニ乗値	自由度	P値		
9.3861	2	0.0092**		
**：1%有意 *：5%有意				
Kruskal-Wallis検定の結果				
カイニ乗値	自由度	P値		
19.5346	2	0.0001**		
**：1%有意 *：5%有意				
多重比較の結果(Steel-Dwass法)				
P値		1	2	3
		整備期自動車 分担率：高	整備期自動車 分担率：平均	整備期自動車 分担率：低
1	整備期自動車 分担率：高	－	0.4012	0.0053**
2	整備期自動車 分担率：平均	－	－	0.0002**
3	整備期自動車 分担率：低	－	－	－

**：1%有意 *：5%有意

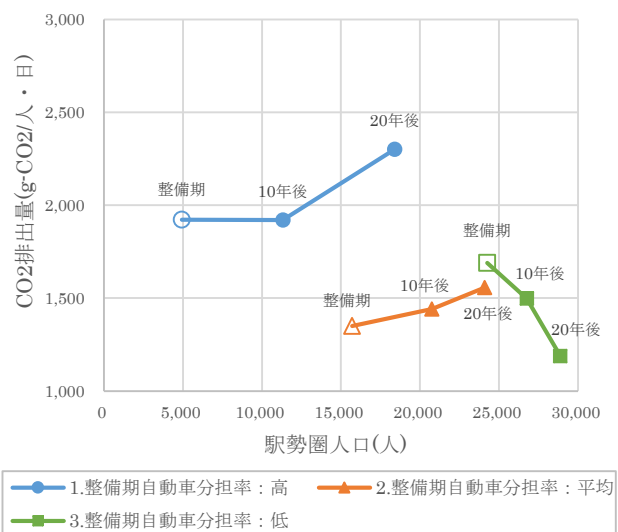
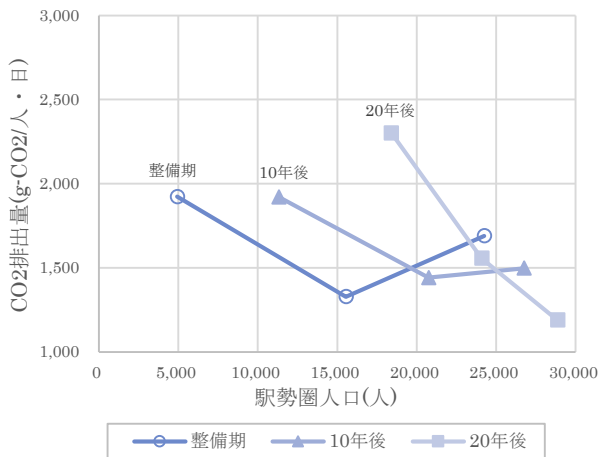


図-4 グループAにおける駅圏人口とCO₂排出量の推移

図-5 グループAにおける駅勢力圏人口とCO₂排出量の経年分布

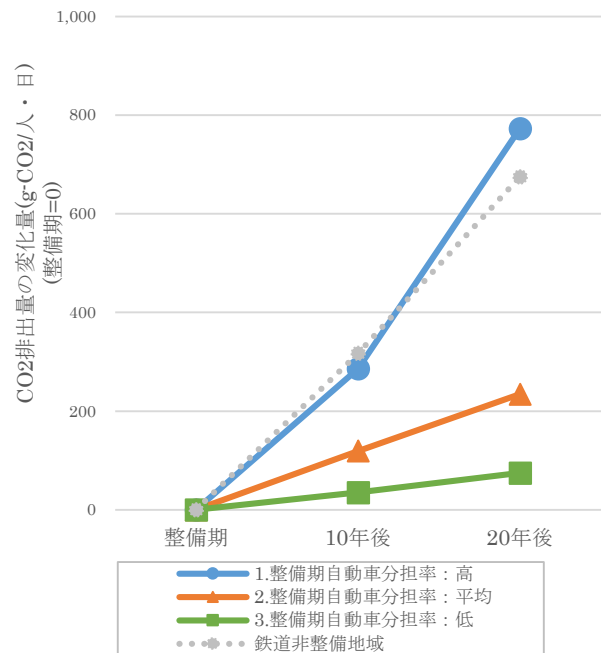
さらに図-4における整備期、10年後、20年後の各点を線で結び、駅勢力圏人口およびCO₂排出量の経年推移を表す図を図-5に示す。年代を経るごとに駅勢力圏人口の変化量に対して、交通環境負荷の変化量の差が顕著に拡大していることが分かる。つまり駅勢力圏自動車分担率が高い段階で整備された駅においては、駅勢力圏への人口集積は進むものの、新たな都市鉄道駅整備による沿線地域の交通環境負荷の削減効果は相対的に小さいことが分かった。これは都市鉄道駅が整備された段階においては、その駅周辺地域は既に自動車交通に適した都市構造や土地利用になっており、駅周辺地域における住民の交通行動に及ぼされ得る効果が減衰したためであると考えられる。

(2) グループB「サービスレベル：平均」での比較

次に、グループB「サービスレベル：平均」と区分された対象新駅を比較する。(1)と同様に、対象新駅整備期から20年間にわたる、整備期自動車分担率グループ区分ごとのCO₂排出量の変化量を図-6に示す。また鉄道非整備地域におけるCO₂排出量の平均変化量についても同様に掲載する。また(1)と同様に、整備期から20年後における各グループの交通環境負荷の変化量に対する多重比較検定の結果を表-7に示す。

各グループともに新駅整備後におけるCO₂排出量は経年的に増加傾向にある。しかし整備期自動車分担率が高いグループほど、CO₂排出量の増加量が大きいことが分かる。さらに特筆すべき事項として、グループ1のCO₂排出量が鉄道未整備地域とほぼ同程度に増加していることが挙げられる。これは自動車分担率が高い段階の地域においては、新駅整備により交通環境負荷の増加傾向を抑制することは困難であることを示唆している。さらに整備20年後においては各グループ間の変化量に有意な差が見られ、整備期における駅勢力圏自動車分担率と交通環境負荷の経年変化との関連性が示された。

さらに図-7において、対象新駅整備期から20年間に

図-6 グループBにおけるCO₂排出量の経年変化表-7 グループBにおける整備期自動車分担率グループ別のCO₂排出量の変化量の多重比較検定結果(20年後)

Bartlett検定の結果

カイニ乗値	自由度	P値
21.3113	2	0.0000**

**：1%有意 *：5%有意

Kruskal-Wallis検定の結果

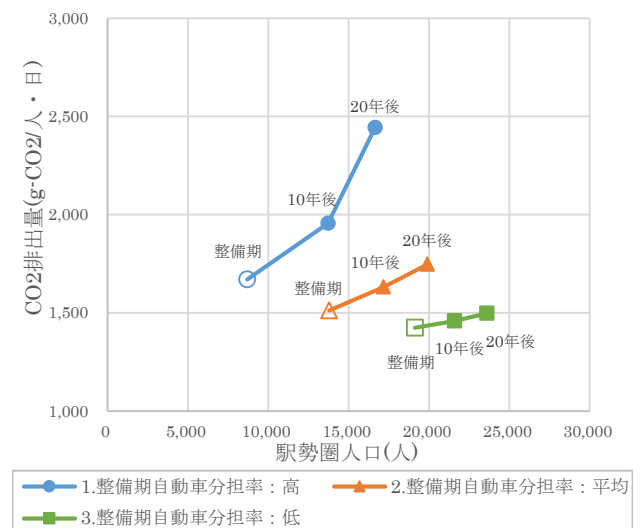
カイニ乗値	自由度	P値
26.4188	2	0.0000**

**：1%有意 *：5%有意

多重比較の結果(Steel-Dwass法)

P値		1 整備期自動車 分担率：高	2 整備期自動車 分担率：平均	3 整備期自動車 分担率：低
1	整備期自動車 分担率：高	-	0.0002**	0.0000**
2	整備期自動車 分担率：平均	-	-	0.0338**
3	整備期自動車 分担率：低	-	-	-

**：1%有意 *：5%有意

図-7 グループBにおける駅勢力圏人口とCO₂排出量の推移

ける、整備期の駅勢圏自動車分担率グループ区分ごとのCO₂排出量と駅勢圏人口の関係性の推移を示す。全てのグループにおいて駅勢圏人口は増加しているものの、整備期自動車分担率が高いほど、CO₂排出量は実数としても大きな値となっていることが分かる。

そして図-7における整備期、10年後、20年後の各点を線で結び、駅勢圏人口およびCO₂排出量の経年推移を表す図を図-8に示す。図-5と同様に、年代を経るごとに、駅勢圏人口の差が縮小している傾向にあるにも関わらず、交通環境負荷の差は顕著に拡大してきたことを示している。これはグループAの場合と同様に、駅勢圏自動車分担率が高い段階で整備された駅周辺の地域においては、駅勢圏への人口集積に対して、その傾向に対して交通環境負荷の抑制量が相対的に小さいことを示している。

ただしグループAとは異なり、図-8に示した3本の直線が一度も交わっていないことから、整備期自動車分担率に応じて、整備後の交通環境負荷は不可逆的に経年変化する可能性が示唆される。これは(1)の場合と同様に、都市鉄道駅が整備された段階において、その駅周辺地域は既に自動車交通に適した都市構造や土地利用になっており、駅周辺地域における住民の交通行動に及ぼされ得る効果が減衰したためであると考えられる。よって、ひとたび自動車中心の都市構造に陥ってしまった地域を、交通環境負荷の低い公共交通中心の都市構造に転換することは容易ではないと考えられる。

(3) グループC「サービスレベル：低」での比較

次に、グループC「サービスレベル：低」と区分された対象新駅を比較する。図-3と同様に、対象新駅整備期から20年間にわたる、整備期自動車分担率グループ区分ごとのCO₂排出量の変化量を図-9に示す。ただしこのグループCの内、グループ1「整備期自動車分担率：低」と区分された駅のサンプル数が極端に少なかったため、「整備期自動車分担率：平均」グループと統合した値とし、以下、グループ2-3「整備期自動車分担率：平均・低」と表記する。また鉄道非整備地域における、CO₂排出量の平均値変化量についても同様に掲載する。また(1)、(2)と同様に、整備期から20年後における各グループの交通環境負荷の変化量に対する多重比較検定の結果を表-8に示す。

グループ1、グループ2-3ともに新駅整備後におけるCO₂排出量は経年的に大幅な増加傾向にあることが分かる。特に整備期における駅勢圏自動車分担率が高い程、CO₂排出量は大きく増加していることが分かり、整備20年後においては双方のグループ間の変化量に有意な差が見られた。しかし両グループともに、鉄道非整備地域とほぼ同程度にCO₂排出量が経年的に増大する傾向にあることが読み取れる。

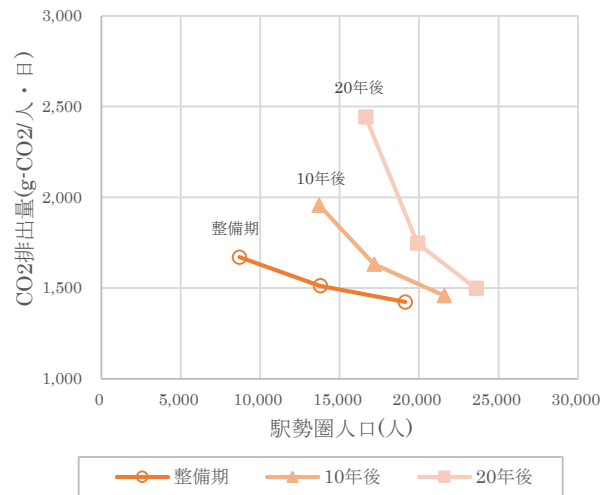


図-8 グループBにおける駅勢圏人口とCO₂排出量の経年分布

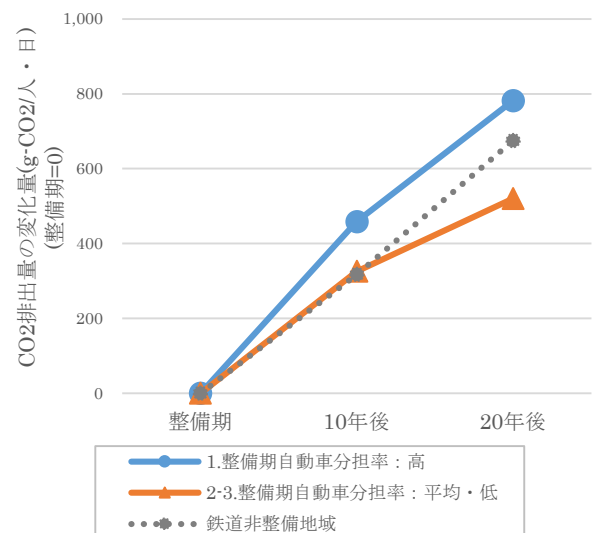


図-9 グループCにおけるCO₂排出量の経年変化

表-8 グループCにおける整備期自動車分担率グループ別のCO₂排出量の変化量の多重比較検定結果(20年後)

Bartlett検定の結果

カイ二乗値	自由度	P値
0.6854	1	0.4077

**：1%有意 *：5%有意

一元配置分散分析の結果

因子	平方和	自由度	平均平方
因子A	1938402.32	1	1938402.32
誤差	16143008.53	70	230614.41
全体	18081410.85	71	

F値	P値
8.4054	0.0050**

**：1%有意 *：5%有意

多重比較の結果(Tukey-Kramer法)

P値		1	2-3
		整備期自動車分担率：高	整備期自動車分担率：平均・低
1	整備期自動車分担率：高	-	0.0050**
2-3	整備期自動車分担率：平均・低	-	-

**：1%有意 *：5%有意

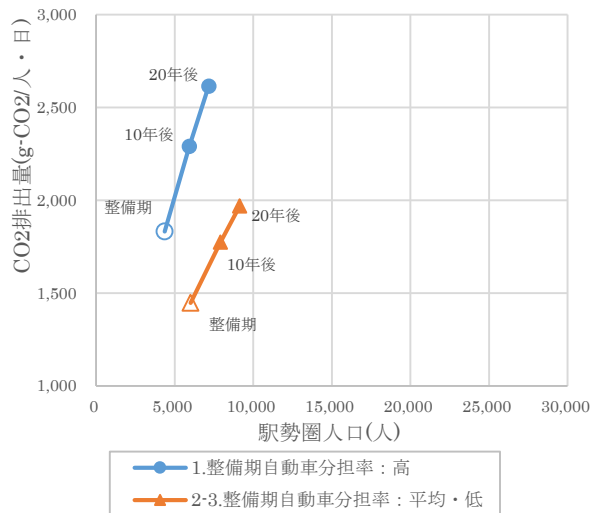


図-10 グループCにおける駅勢圏人口とCO₂排出量の推移

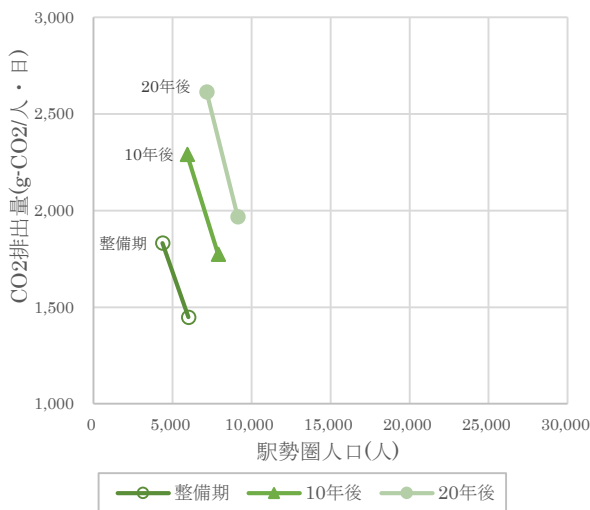


図-11 グループCにおける駅勢圏人口とCO₂排出量の経年分布

次に、対象新駅整備期から20年間にわたる、整備期自動車分担率グループ区分ごとのCO₂排出量と駅勢圏人口の関係性の推移を図-10に示す。いずれのグループにおいても駅勢圏人口は増加しているものの、整備期自動車分担率が高いほど、CO₂排出量は実数としても大きな値となっていることが分かる。

さらに図-11に示す通り、図-10における整備期、10年後、20年後の点を結ぶと、各駅のCO₂排出量と駅勢圏人口の分布は右上方向にほぼ並行して移動していることが分かる。つまりグループA、グループBと比較して、各グループ間の駅勢圏人口と交通環境負荷の増加傾向に大きな差異は見受けられない。結果、新駅のサービスレベルが低い場合は、整備期自動車分担率に依らず、公共交通を中心とした交通環境負荷の小さい地域への転換の見込みは低いと考えられる。

5. 結論

本研究では、都市鉄道整備が進められてきた日本の三大都市圏である東京都市圏、中京都市圏、京阪神都市圏において近年整備された都市鉄道の新駅を対象に、整備期における駅勢圏自動車分担率とサービスレベル別に各駅を類型化し、整備後における交通環境負荷と駅勢圏人口の経年変化を比較分析した。

その結果、サービスレベルが高い新駅(1日当たり片道運行本数167.25本以上)について、自動車分担率が低い段階の地域において整備された都市鉄道駅では、整備後における駅周辺地域の交通環境負荷は減少する傾向を明らかにし、交通環境負荷の変化量に有意な差が見られた。しかし自動車分担率が高い地域において整備された都市鉄道駅についても、鉄道非整備地域と比較し、その駅周辺地域における一定の交通環境負荷の抑制効果が見られた。

サービスレベルが平均的である新駅(1日当たり片道運行本数82.5本以上かつ167.25本以下)について、整備期の駅勢圏自動車分担率に応じて、交通環境負荷の変化量に有意な差が生じていることを示した。特に自動車分担率が高い段階の地域において整備された都市鉄道駅ほど、交通環境負荷の増加量がより大きくなる傾向にあることを明らかにした。また整備期の自動車分担率が高かったと都市鉄道駅については、鉄道が整備されていない地域と比較して、駅周辺地域における交通環境負荷は同程度に経年増加する傾向にあることを示した。

サービスレベルが低い新駅(1日当たり片道運行本数82.5本以下)についても、自動車分担率が高い段階の地域において整備された都市鉄道駅ほど、交通環境負荷の増加量がより大きくなる傾向にあることを統計的に明らかにした。しかし整備期の駅勢圏自動車分担率に依らず、鉄道非整備地域とほぼ同程度に、駅周辺地域の交通環境負荷は経年増加する傾向が見られた。この傾向は、サービス水準の高い公共交通を整備することが、交通環境負荷の増加を抑制する上で重要な役割を果たすことを示唆している。

以上の分析では、整備期における自動車分担率の高さと交通環境負荷の経年変化の密接な関連性を示しており、整備期における自動車分担率が高い新駅ほど、交通環境負荷の増加量がより大きくなる傾向にあることを明らかにした。特に自動車分担率が既に高い地域においては、仮に都市鉄道が新たに整備されたとしても、公共交通中心の低炭素地域への転換は困難であることを示した。これらの結果は、都市鉄道駅が整備された段階においては、その駅周辺地域は既に自動車交通に適した都市構造や土地利用であり、住民の交通行動に及ぼし得る効果が減衰

し、新しく整備された都市鉄道駅による交通環境負荷の抑制効果が損なわれたためであると考えられる。

以上の議論から、公共交通を中心とした持続可能な地域を実現するに当たり、沿線地域の自動車分担率の低い段階において、サービスレベルの高い都市鉄道を整備することが望ましいと考えられる。しかし日本の大都市圏の郊外部においては、モータリゼーションの進展が一段落し、既に自動車分担率が十分高まってしまった地域は多く見受けられる。そのため既に「都市」として成熟期を迎えている日本の大都市圏においては、既に公共交通網が発達した既存の都市地域における都市鉄道整備が今後は望ましいと考えられる。

謝辞：都市鉄道駅のサービスレベルに関わるデータベースを提供して頂いた、京都大学大学院工学研究科の酒井聡佑氏と藤村隆弘氏に感謝致します。

参考文献

- 1) たとえば、北村隆一: 鉄道でまちづくり-豊かな公共領域がつくる賑わい-, 学芸出版社, pp.93, 2004.
- 2) 北村隆一: 「やさしい」都市交通体系に向けて, 都市問題研究, Vol.54, No.12, pp.30-45, 2002.
- 3) Ito, K., Nakamura, K., Kato, H., Hayashi, Y.: Influence of Urban Railway Development Timing on Long-term Car Ownership Growth in Asian Developing Mega-cities, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.10, 2013.
- 4) Morichi, S.: Long-term Strategy for Transport System in Asian Megacities, Keynote Lecture The 6th International Conference of EASTS, Bangkok, 2005.
- 5) Kenworthy, J.: An international review of the significance of rail in developing more sustainable urban transport systems in higher income cities. World Transport Policy and Practice 14 (2), pp.21-37., 2008.
- 6) Acharya, S. R., Morichi, S.: Motorization and role of mass rapid transit in East Asian Megacities, IATSS Research Vol. 31(2), pp. 6-16, 2007.
- 7) Koizumi, Y., Nishimiya, Y., Kaneko, M.: Urban Transportation Characteristics and Urban Mass Transit Introduction in the Cities of Developing Countries, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.10, 2013.
- 8) 望月明彦, 中川大, 笠原勤: 富山ライトレールが地域交通にもたらした効果に関する実証分析, 日本都市計画学会学術研究論文集, Vol.42-3, pp.949-954, 2007.
- 9) Oba, T., Matsuda, S., Mochizuki, A., Nakagawa, D., Matsunaka, R.: Effect of urban railroads on the land use structure of local cities. In Urban Transport XIV, Urban Transport and the Environment in the 21st Century, 2008.
- 10) Matsunaka, R., Oba, T., Nakagawa, D., Nagao, M., Nawrocki, J.: International comparison of the relationship between urban structure and the service level of urban public transportation—A comprehensive analysis in local cities in Japan, France and Germany, Transport Policy, 30, 26-39., 2013.
- 11) 伊藤孝史, 中川大, 松中亮治, 大庭哲治: 日・仏・独の地方都市における鉄軌道駅周辺の高齢者の人口分布に関する研究, 日本都市計画学会学術研究論文集, Vol.46-3, pp.745-750, 2011.
- 12) 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, 2004.
- 13) 森川達也: 都市内小地域特性の経年的データベースに基づく開発時期を考慮した交通環境負荷の要因分析, 京都大学大学院工学研究科修士論文, 2012.

(?????.?? 受付)

A RELATIONSHIP ANALYSIS BETWEEN MODAL SHARES OF PRIVATE CARS AT DEVELOPMENT TIMING OF URBAN RAILWAYS AND TIME-SERIES CHANGES OF ENVIRONMENTAL IMPACTS OF TRANSPORT

Yuma TSUMURA, Dai NAKAGAWA, Ryoji MATSUNAKA and Tetsuharu OBA

Japanese metropolitan areas and urban railway networks have developed a symbiotic relationship during their development. However, a steady motorization has significantly increased their automobile dependence. As a result, the auto-oriented development might have already changed urban spatial structure and traffic behavior of the residents even around stations, thus destroying the advantages that the urban railway stations aimed to bring.

With this background, this research analyzed the relationship between private vehicles dependence during development periods of urban railways and the time-series changes of environmental impacts of transport; targeting the station areas of new urban railways in the metropolitan regions of Japan. The analysis showed that the feasibility of changing to low-carbon corridors along public transportation in areas with larger modal shares of private cars would result in less favorable benefits than in areas with lower vehicle use.