

I S S N 1 8 8 0 - 0 1 1 4

国総研プロジェクト研究報告第19号

平 成 2 0 年 1 月

国土技術政策総合研究所 プロジェクト研究報告

PROJECT RESEARCH REPORT of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No. 19

January 2008

マルチモーダル交通体系の構築に関する研究

Research on Building a Multi-Modal Transport system

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

マルチモーダル交通体系の構築に関する研究

大西 博文 (2003 年 4 月～2006 年 8 月) *

佐藤 浩 (2006 年 8 月～2007 年 3 月) **

Research on Building a Multi-Modal Transport system

Hirofumi OHNISHI (2002.4 ~ 2006.8)

Hiroshi SATO (2006.8 ~ 2007.3)

概要

本研究は、マルチモーダル交通体系の構築を目的として、人流と物流双方を対象として、各種交通モードの需要と供給側の問題に対して改善策の提案や評価分析手法の構築を行った。その結果、マルチモーダル交通体系の促進のためのガイダンスやマニュアル、評価・分析モデル等の一定の研究成果が得られた。

また、本研究は平成14年度から18年度にかけて、道路、港湾、空港、都市の4研究部が連携して実施したものである。

キーワード : マルチモーダル交通体系、LRT、港湾貨物、航空貨物、交通結節点、施策評価、貨物流動分析

Synopsis

This research was conducted to help build a multi-modal transport system by four departments of NILIM (Road, Port and Harbor, Airport, Urban Planning) from 2003 to 2007. In this research some measures to solve problems on both demand and supply sides of passengers and physical distribution were discussed, and evaluation and analysis methods were developed. Products of the study include a guideline, manuals, and evaluation and analysis models to promote a multi-modal transport system.

Key Words : Multi-modal transport system, LRT (Light Rail Transit), Marine freight, Air freight, Transport nodes, Measure assessment, Freight analysis

* 前道路研究部長

Former Director, Road Department

** 道路研究部長

Director, Road Department

はじめに

現在の交通サービスは、自動車・バス・鉄道・船舶・空港と多様な輸送機関に支えられている。これらは個々にサービス提供を行っている場合が多く、輸送機関同士での円滑な乗り換えが実現できないことなどから、自動車への過度な依存を助長する傾向にある。これは公共交通サービスの低下、非効率な物流、そして環境負荷の増大にも繋がる。各交通機関を上手に組み合わせて利用する「マルチモーダル交通体系」の実現は、これらの問題への取り組みの1つであり、効率的で地球環境にやさしい交通を目指すものである。そこで国土技術政策総合研究所では、道路、港湾、空港、都市の4つの研究部が連携して平成14年度から18年度の5年間にわたり、プロジェクト研究「マルチモーダル交通体系の構築に関する研究」を実施した。

本研究は、人流・物流双方を対象とし、「①公共交通の利便性向上と利用促進に関する研究」、「②マルチモーダル物流体系に関する研究」、「③マルチモーダル交通体系の評価に関する研究」の3つを柱に実施した。

「①公共交通の利便性向上と利用促進に関する研究」では、人の移動に対して環境負荷軽減、高齢者などのモビリティ確保等を背景として、LRT (Light Rail Transit)、カーシェアリング、デマンドバスといった交通モードの実用化について検討を行った。特に、LRTについては地方自治体が計画策定時に参考となる導入計画ガイダンスを作成した。

「②マルチモーダル物流体系に関する研究」では、環境制限下での社会・経済活力の維持、国際競争力の強化を背景に、港湾、航空、道路、鉄道といった各種交通モードの活用・連携策を検討し、国際海上コンテナの内陸部の輸送におけるボトルネックの把握とその解消効果の評価モデルなどを開発した。さらに、我が国における商慣行に着目し、店着価格制などの取引条件の見直しを具体的に提案した。

「③マルチモーダル交通体系の評価に関する研究」では、人流・物流それぞれで施策効果を評価できる手法を開発することを目的とし、人流については交通モード間の乗り換え利便性に着目した交通結节点の評価手法の検討を行い、最終的に評価方法等についてマニュアルとしてまとめた。物流については、道路利用の面で従来のトンキロ、台キロといった量的な評価が中心であったものを、品目別、価格別等といった質的な評価が可能な手法を開発することを目指し、検討を進めた。検討するにあたり、道路と港湾が連携し、双方が持つデータを統合したデータベースを構築し、評価を行った。

本報告は、以上に示したものを含む研究成果を取りまとめたものであり、成果の中には、「LRT導入計画ガイダンス」をはじめとして、一定の成果を得られたものもある。ただ、本研究の目的である「マルチモーダル交通体系」の構築には、更なる検討を進め、各種交通モードが連携して取り組む必要がある。本報告で述べられている知見について、今後の研究や現場での計画立案等において参考としていただければ幸いである。

平成20年1月
道路研究部長 佐藤 浩

プロジェクト研究実施者名簿

担当分野	所属・役職	氏名	担当期間
プロジェクトリーダー	道路研究部長	大西博文	2002.4～2006.8
	道路研究部長	佐藤 浩	2006.8～2007.3
公共交通の利便性向上と利用促進に関する研究			
公共交通の利用を促進する複数交通モード間のシームレス化技術の開発	道路研究室長	長谷川金二	2002.4～2004.3
	道路研究室長	塚田幸広	2004.4～2006.6
	道路研究室長	奥谷 正	2006.7～2007.3
	道路研究室主任研究官	河野辰男	2002.4～2007.3
	道路研究室研究官	田中良寛	2002.4～2004.4
	道路研究室研究員	諸田恵士	2004.4～2007.3
まちづくりと一体となったLRT導入手法の提案	都市施設研究室長	阪井清志	2004.7～2007.3
	都市施設研究室研究官	赤星健太郎	2004.4～2005.4
	都市施設研究室主任研究官	中西賢也	2005.4～2007.3
マルチモーダル物流体系に関する研究			
既存施設や技術を活用した新たな物流システム	道路研究室長	長谷川金二	2002.4～2004.3
	道路研究室長	塚田幸広	2004.4～2006.6
	道路研究室長	奥谷 正	2006.7～2007.3
	道路研究室主任研究官	河野辰男	2002.4～2007.3
港湾貨物の背後流動分析と施策評価及び物流拠点の機能・配置	港湾システム研究室長	渡部富博	2002.4～2003.7 2005.6～2007.3
	港湾システム研究室長	角野 隆	2003.7～2005.6
	港湾研究部主任研究官	柴崎隆一	2002.4～2007.3
	港湾システム研究室研究官	平井洋次	2002.4～2003.3
	港湾システム研究室研究官	小島 肇	2003.5～2006.3
航空貨物の物流拠点機能・配置の検討	空港計画研究室長	波多野匠	2002.4～2002.4
	空港計画研究室長	丹生清輝	2002.5～2003.3
	空港計画研究室長	滝野義和	2003.4～2004.3
	空港計画研究室長	石井正樹	2004.4～2006.7
	空港計画研究室長	田所篤博	2006.9～2007.3
	空港計画研究室主任研究官	石倉智樹	2002.4～2007.3
商慣行の改善による物流交通の合理化に関する検討	道路研究室長	長谷川金二	2003.4～2004.4
	道路研究室長	塚田幸広	2004.4～2006.6
	道路研究室長	奥谷 正	2006.7～2007.3
	道路研究室主任研究官	河野辰男	2003.4～2007.3

担当分野	所属・役職	氏名	担当期間
マルチモーダル交通体系の評価に関する研究			
交通結節点の評価に関する検討	道路研究室長	長谷川金二	2002.4～2004.3
	道路研究室長	塚田幸広	2004.4～2006.6
	道路研究室長	奥谷 正	2006.7～2007.3
	道路研究室主任研究官	河野辰男	2002.4～2007.3
	道路研究室研究官	田中良寛	2002.4～2004.4
	道路研究室研究員	諸田恵士	2004.4～2007.3
マルチモーダル交通体系の施策効果の評価に関する検討	都市施設研究室長	長瀬龍彦	2002.4～2002.6
	都市施設研究室長	江橋英治	2002.7～2004.3
	都市施設研究室長	阪井清志	2004.7～2007.3
	都市施設研究室研究官	高柳百合子	2002.4～2003.7
	都市施設研究室研究官	赤星健太郎	2004.4～2005.4
	都市施設研究室主任研究官	中西賢也	2005.4～2007.3
道路上の貨物流動の評価に関する検討	道路研究室長	塚田幸広	2005.4～2006.6
	道路研究室長	奥谷 正	2006.7～2007.3
	道路研究室主任研究官	河野辰男	2005.4～2007.3
	道路研究室交流研究員	河野俊樹	2006.4～2007.3
	港湾システム研究室長	渡部富博	2005.6～2007.3
	港湾研究部主任研究官	柴崎隆一	2005.4～2007.3

プロジェクト研究とりまとめ担当者名簿

所属・役職	氏名
道路研究部長	佐藤 浩
道路研究室長	奥谷 正
道路研究室主任研究官	河野辰男
道路研究室主任研究官	関谷浩孝
道路研究室研究官	小林正憲
道路研究室研究官	諸田恵士
道路研究室交流研究員	南部浩之
港湾システム研究室長	渡部富博
港湾システム研究室主任研究官	柴崎隆一
空港計画研究室長	丹生清輝
空港計画研究室主任研究官	石倉智樹
都市施設研究室長	阪井清志
都市施設研究室主任研究官	中西賢也

目 次

第1章 研究の概要	1
1.1 研究の背景	1
1.2 研究の目的	1
1.3 研究の内容	2
1.4 研究の実施体制	2
第2章 公共交通の利便性向上と利用促進に関する研究	5
2.1 公共交通の利用を促進する複数交通モード間のシームレス化技術の開発	5
2.2 まちづくりと一体となった LRT 導入手法の提案	21
第3章 マルチモーダル物流体系に関する研究	37
3.1 既存施設や技術を活用した新たな物流システム	37
3.2 港湾貨物の背後流動分析と施策評価及び物流拠点の機能・配置	55
3.3 航空貨物の物流拠点機能・配置の検討	75
3.4 商慣行の改善による物流交通の合理化に関する検討	87
第4章 マルチモーダル交通体系の評価に関する検討	103
4.1 交通結節点の評価に関する検討	103
4.2 マルチモーダル交通体系の施策効果の評価に関する検討	123
4.3 道路上の貨物流動の評価に関する検討	139
第5章 研究のまとめ	155
5.1 本研究における成果	155
5.2 得られた成果について	155
5.2 今後の課題	155

参考資料 研究成果の公表状況

第1章 研究の概要

1.1 研究の背景

現在の交通は自動車の他、鉄道・船舶・航空・路面電車・バス等の多様なモードが存在し、それらの特性は輸送能力や輸送速度・定時性・利便性・費用等の面で様々である。そして、各モードは個々に運行・管理されることが殆どであるため、複数交通モードの利用は少なく、利便性の高い自動車への過度な依存及び非効率な自動車の使われ方がなされてきた。

図-1.1.1、図-1.1.2に示すとおり、日本における自動車依存の傾向は年々高まり、旅客の国内移動の機関分担率は6割以上、貨物については8割以上を自動車利用が占めている。その結果、都市部を中心とした交通渋滞や大気汚染、地球温暖化等の環境問題、あるいは都市交通サービスの低下、物流の非効率等が深刻な社会問題となっている。

特に、温暖化の原因となる温室効果ガスについては、2005年2月に京都議定書が発効され、我が国は2012年までに温室効果ガス排出量を6%削減することが義務づけられた。最近では2013年年以降の国際的枠組みについても議論され、長期的な温暖化対策にも関心が高まっている。一方、図-1.1.3に示すとおり、現在、我が国のCO₂排出量の2割が運輸部門に起因しており、このうち8割が自動車によるものである。したがって、削減目標達成に向けて自動車への過度な依存や非効率な自動車利用の是正が担う部分は大きい。

以上のような課題から、自動車依存型の交通からの脱却による循環型社会への貢献が要請されている。その一方で、産業の国際競争力の強化に向けて、物流に関しては利便性の高い輸送手段を維持しなければならず、さらに輸送コスト低減を含む一層の効率化が求められている。

1.2 研究の目的

本研究は、自動車・鉄道・船舶・航空等の各交通モードの特性を考慮し、かつ人の移動の満足度や貨物の特性を反映して複数のモード間で最適な輸送の分担を実現するマルチモーダル交通体系の構築を目的とする。

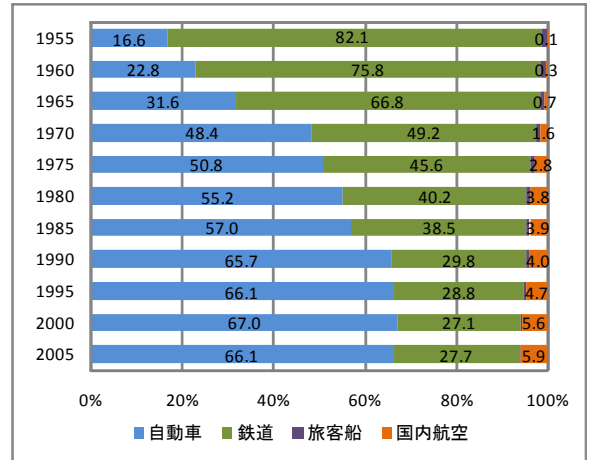


図-1.1.1 旅客輸送の機関分担率の推移(人キロベース)

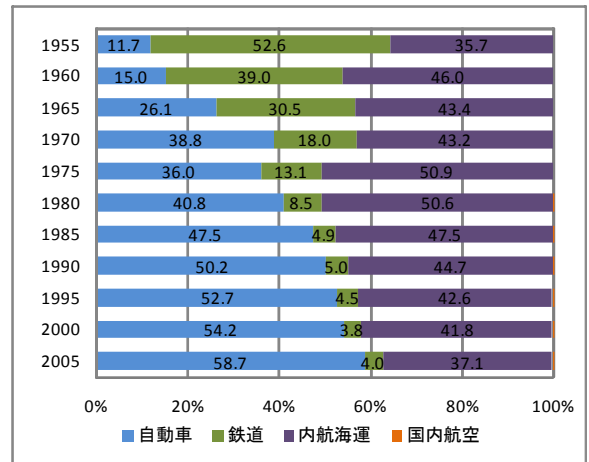
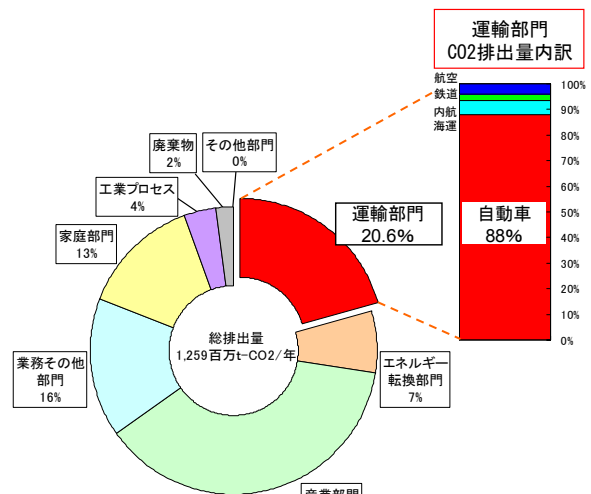


図-1.1.2 貨物輸送の機関分担率の推移(トンキロベース)



出典) 温室効果ガスインベントリオフィス (GIO) 資料より作成

図-1.1.3 CO₂排出量の内訳

本研究の成果として提案される施策等は、モデル地域で試行され、順次拡大導入されたり、効率的な施設配置やシームレスな輸送に必要な施設機能の整備が行われることなどにより、各種交通モードを組み合わせた円滑な都市交通サービスの提供、自動車利用の適正化、交通渋滞や環境問題等の軽減、物流効率化による産業の国際競争力強化に資するものを目指す。

具体的には、人流と物流の双方を対象とし、また各種交通モードの供給側と利用者の選好性や商取引といった需要側の双方に対して改善策を提案するとともに、それら改善施策の有効性の評価までを行う。

1.3 研究の内容

本研究は以下のとおり、3つの分野にわたる9つの個別テーマについて実施した（図-1.3.1）。

(1) 公共交通の利便性向上と利用促進

- 1) 公共交通の利用促進する副乗モード間のシームレス化技術

- 2) まちづくりと一体となったLRT導入手法の提案

(2) マルチモーダル物流体系に関する研究

- 3) 既存施設や技術を活用した新たな物流システムの検討
 - 4) 港湾貨物の背後流動分析と物流拠点機能・配置の検討
 - 5) 空港貨物の物流拠点機能・配置の検討
 - 6) 商慣行の改善による物流交通の合理化に関する検討
- (3) マルチモーダル交通体系の評価に関する研究
- 7) 交通結節点の評価に関する検討
 - 8) マルチモーダル交通体系の施策効果の評価に関する検討
 - 9) 道路上の貨物流動の評価に関する検討

1.4 研究の実施体制

本研究の実施にあたっては、関係する道路・都市・港湾・空港の4研究部が連携して実施した。また、専門知識を有する学識経験者や本省関係

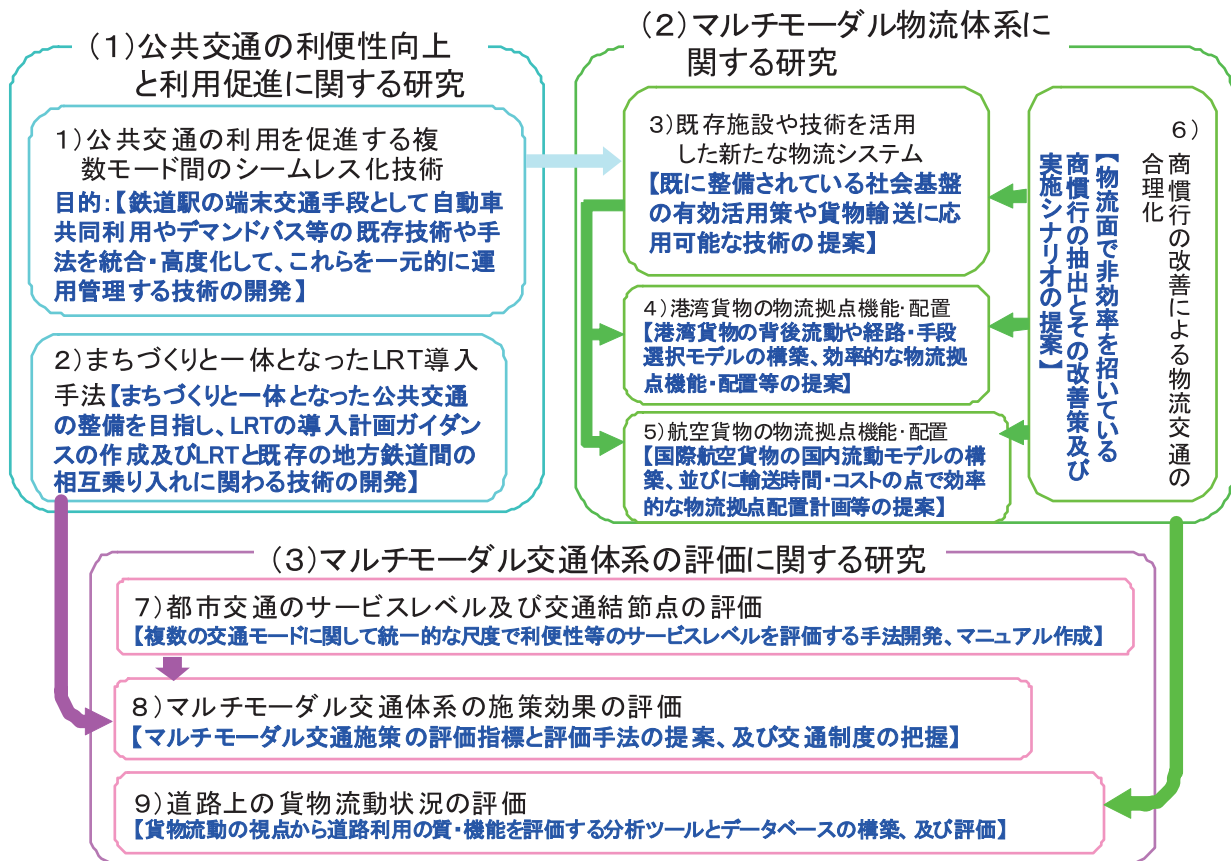


図-1.3.1 研究テーマの構成と目的

部局、地方自治体、交通事業者等からなる委員会を設置してガイダンス等の検討を進めるとともに、少人数の学識経験者をまじえた研究会形式によって評価手法の理論的検証や精度向上を図りつつ検討を進めた。(図-1.4.1)

さらに、所内については、関連する研究部で連携をとりながらデータ収集や研究内容の意見交換等を行い、特に「道路上の貨物流動の評価」においては、道路研究部と港湾研究部が一体となって港湾貨物の背後輸送問題に関する検討を行った。

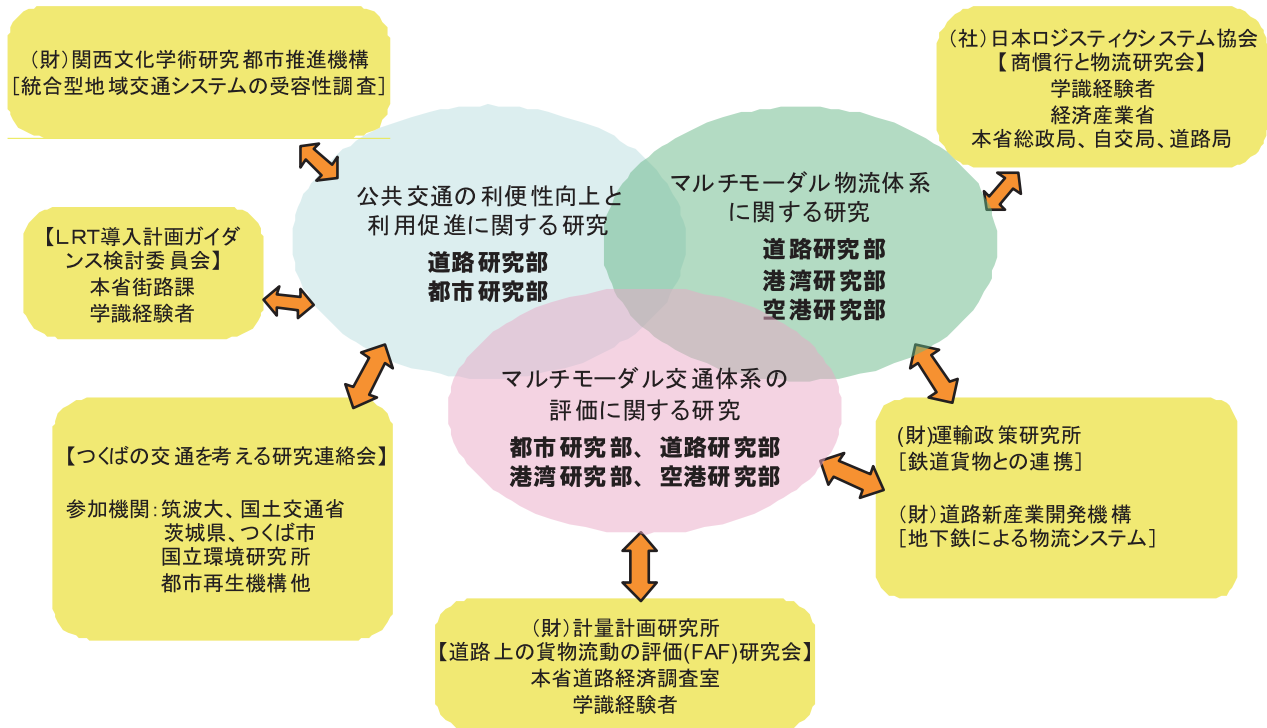


図-1.4.1 研究の実施体制

第2章 公共交通の利便性向上と利用促進に関する研究

2.1 公共交通の利用を促進する複数交通モード間のシームレス化技術の開発

2.1.1 はじめに

自動車交通への過度な依存から生じている交通渋滞・環境等の社会問題に関しては、CO₂排出量の削減等の環境制約下で、社会・経済活力を維持しつつ、より効率的な交通体系を構築することが課題となっている。このための有効な対策として交通需要マネジメント施策やマルチモーダル施策がある。

本研究ではこれらの中でも地域内交通の強化策に着目して、新たな交通モードの導入可能性を明らかにすることを目的とするとともに、施策提案やその実現に向けた体制づくりと活動を実践することを試みた（図-2.1.1）。

新しい交通モードとしてカーシェアリングやデマンドバス等の試みが実施されており、これらの交通モードの適用可能性を検討するために、関西文化学術研究都市（けいはんな学研都市）で行われたカーシェアリングとデマンドバスの運用社会実験に参画し、利用者に対する利便性、受容性に関する調査した。

また、施策提案や実現に向けた体制づくりについては、つくばエクスプレス（TX）開業を控えた平成17年2月よりつくば市を対象として、交通対策や将来交通計画のあり方に関しての関連する研究機関、行政機関、交通事業者等が集まり、情報・意見交換や調査・検討等を行っている。

2.1.2 研究内容

2.1.2.1 新たな交通モードの導入可能性の検討

(1) けいはんなITS社会実験

大阪、京都、奈良の3県にまたがるけいはんな学研都市の精華・西木津地区において「融合型公共交通システム」の運用社会実験（けいはんなITS社会実験）が（財）関西文化学術研究都市推進機構によって平成14年11月～12月、平成15年7月～11月に行われた。融合型公共交通システムは、カーシェアリング、デマンドバスと既存の交通システムを、最新の予測技術とIT技術を活用してフレキシブルな交通サービスを提供するものである。このシステムにより住民の移動に対する需要と供給が適切かつ効率的に運用管理され、公共交通の利便性が向上し、公共交通機関の利用が促進されることが期待される。

カーシェアリングは、欧米ではすでに事業化され、生活の足として活用されている。また、日本国内でも近年、環境に対する意識が向上したことから注目され、いくつか事業化された事例がある。また、デマンドバスは、主に日本国内では病院や公共施設までのアクセス交通手段として取り入れられていることが多く、運行形態は様々である。本実験に先立ち、カーシェアリングとデマンドバスについて国内外の事例収集を行い、比較した。

本実験におけるカーシェアリングの会員形態は一般会員と通勤会員が、本実験では用意された。一般会員には専用駐車場（ポート）から車両を借り出し、元のポートへ返却するシングル

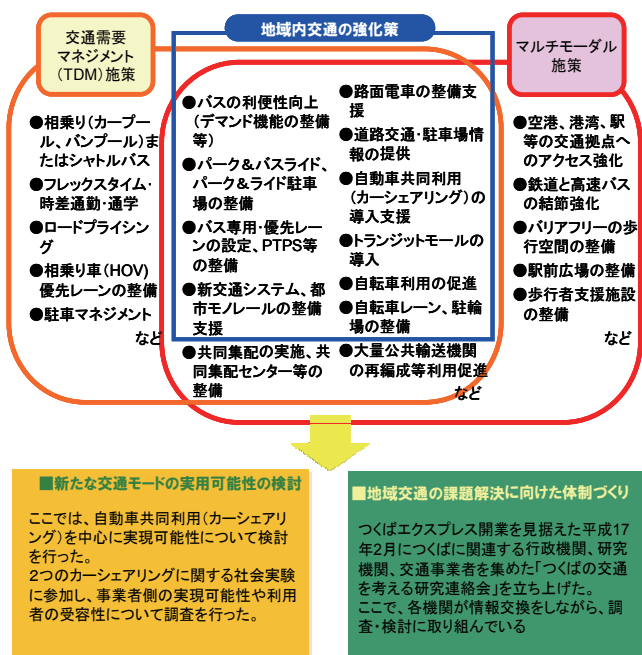


図-2.1.1 本研究テーマのイメージ

ポート・サービスが提供された。通勤会員には朝晩に駅付近のポートと目的地（自宅・勤務先）のポートを往復するステーションカー・サービスが提供された。さらに一般会員には利用頻度に応じて選択できる料金体系も用意された。

デマンドバスは固定ルートも時刻表も持たないフルデマンド型により運行された。本実験では電話で予約した利用者の希望時間、目的地に合わせた運行がなされ、複数の利用者から予約があった場合には予約者全員の希望乗車地、目的地を通る最適な経路の計算がなされ、運転手に経路指示を出すシステムが用いられた。

この地域交通システムの運用に関する社会実験に参画し、利用者に対するアンケート調査を行い、システムの利便性や受容性に関する調査を行った。



写真-2.1.1 けいはんなITS社会実験におけるカーシェアリング

(2) つくば市での導入可能性

カーシェアリングの他地域での適用可能性を検討するため、TX開業後のつくば市での導入可能性を検討した。

つくば市は、鉄道駅端末を含めた地域内の移動において公共交通の利便性が悪く、特に居住者の移動は自動車利用に偏っているのが現状である。

自動車依存型のつくば市において、構造改革特別区域制度の認定を受けたカーシェアリングを想定して、居住者・来訪者に対する需要と事業収支に関するケーススタディを行った。

検討にあたっては、つくば市居住者に対する交通実態調査やつくば駅利用者に対する交通手

段選好意識調査を実施し、つくば市の交通特性を把握したうえで、主に駅端末交通手段としてのカーシェアリングを想定して需要を推計した。それぞれの調査の概要については、表-2.1.1に示すとおりである。

表-2.1.1 各調査の概要

■つくば居住者交通実態調査

調査方法	家庭訪問配布、訪問回収によるアンケート	
対象地域	つくば市及びその周辺市町村	
調査時期	第1回	平成17年7月
	第2回	平成18年8月
サンプル数	第1回	1,822人(1,067世帯)
	第2回	1,070人(666世帯)
調査内容	<ul style="list-style-type: none"> ・東京・柏方面へのトリップ特性 -過去1ヶ月間の目的別トリップ頻度、利用交通手段(代表、端末) ・日常の交通行動特性 -平日・休日の各1日の交通行動に関してPT形式で調査 	

■つくば駅利用者に対する端末交通の選好意識調査

調査方法	ヒアリング形式によるアンケート
対象箇所	つくば駅、研究学園駅
調査時期	平成17年11月(平日、休日各1日)
調査対象者	18歳以上 各駅の入場者、退場者(居住者、来訪者)
サンプル数	居住者360、来訪者338
調査内容	<ul style="list-style-type: none"> ・端末交通手段の利用状況 -端末交通手段のトリップ概要、選択理由 ・新たな交通サービスの利用意向(カーシェアリング、デマンドバス)

2.1.2.2 地域交通の課題解決にむけた体制づくり

地域交通の課題解決に向けた実践として、TX開業を契機に今後のつくばの交通のあり方を考えるために、関連する研究機関、行政機関、交通事業者等が集まり「つくばの交通を考える研究連絡会」を組織している。この研究連絡会では、TX開業によって大きく変わりつつあるつくばにおいて、特に交通に着目して情報・意見交換を行うとともに、課題解決に向けた取り組みを関連する機関の協力体制をとりながら行っている。本稿ではその一例として、平成18年秋に実施した筑波山における交通混雑緩和対策について紹介する。

表-2.1.2 国内外のカーシェアリング実施事例

事業名・システム名	Mobility CarSharing Switzerland	Cambio	Flexcar	City Carshare	オリックスカーシェアリング	カーシェア24
実施主体	同上	同上	同上	同上	オリックス自動車(株)	マツダ自動車(株)
形態	民間企業	民間企業	民間企業	NPO	民間企業	民間企業
主な導入地域	スイス全土	ドイツ 8都市 ベルギー 8都市	アメリカ シアトル	アメリカ サンフランシスコ	・首都圏エリア(東京都特別区(一部除く)他、横浜市、千葉市) ・東海エリア(名古屋市) ・関西エリア(京都市)	札幌市、東京都、名古屋市、大阪市、神戸市、広島市、福岡市
導入時期	1987年	1990年	2000年1月	2001年3月	1999年9月	2005年2月
導入目的	車の維持費の削減	公共交通の補完、車利用の抑制	公共交通の補完、車利用の抑制	公共交通の補完、車利用の抑制	駐車料金の高い地域での自動車手段提供	レンタカー事業の新たなサービスメニュー
会員数	60,000人	12,000人	4,400人	1,500人	700人	600人
台数	2,000台	444台	108台	70台	260台	17台
ステーション数	900ヶ所	105か所	85ヶ所	17ヶ所	179ヶ所	18ヶ所
利用車両	乗用車 低公害車 貨物車	ガソリン車	乗用車 ハイブリット車	乗用車 ハイブリット車 貨物車	低公害車	乗用車

表-2.1.3 国内外のデマンドバス実施事例

プロジェクト名	実施場所	実施主体	運行形態	導入目的
FAMS	イタリア フィレンツェ	ATAF(フィオレンティーナ地域交通機構)	需要反応型交通サービス	路線バスの補完的なサービスによる需要の集約
フレックスライン	スウェーデン イエテボリ	ストックホルム州	デマンド型ミニバス	STSの乗合タクシーのコスト削減を目指し、代替交通手段として導入
中村まちバス	高知県四万十市	中村市	フルデマンド型バス	市民の利便性向上、市街地の活性化
おだかe-まちタクシー	福島県南相馬市	小高町商工会	デマンド型乗合タクシー	高齢化の進展に対するモビリティ向上
あねっこバス	岩手県雫石町	雫石町	固定ルート 一部デマンド運行	路線バス廃止に伴う住民のモビリティ確保

2.1.3 研究成果

2.1.3.1 新たな交通モードの導入可能性の検討

(1) 国内外の実施事例

1) カーシェアリング実施事例^{1),2),3),4)}

カーシェアリングとは会員制により車両を複数名で共同利用する仕組みであり、表-2.1.2に国内外での実施事例を整理したものを示す。カーシェアリングがかなり普及しているスイスでは、1980年代後半に草の根的な車の共同利用から始まり、1997年に全国に広がったカーシェアリング組織を統一し、Mobility CarSharing Switzerlandが設立された。同組織はスイス全土で900ヶ所以上の車両貸出・返却の拠点(ステーション)を配置し、5万人もの会員を獲得しており、その成功要因は公共交通との連携を始めたことである。ここではスイス連邦鉄道との共同事業を立ち上げ、鉄道や路面電車の駅付近へのステーションの設置や貸出の際に個人認証を行っている。

北米においてもカーシェアリングは導入当初から公共交通を補完するものという考えに基づ

き、地元の郡の公共交通部門から公的支援を受けて事業者が運営を行っている。さらに市街地の高層ビルや大学、大手企業へ市場を拡大しており、業務利用に力を入れていることも特徴として挙げられる。

日本においては、欧米に比べ普及は遅れているものの、1999年ころからITS実用化や電気自動車の普及を目的に実験が行われ、2002年4月にCEVシェアリングという日本初のカーシェアリング事業者が誕生した。現在、この事業は2007年4月よりオリックスカーシェアリングとして生まれ変わり、会員が首都圏だけでなく中部、関西の都心でも同じサービスを受けられるようになっている。

また、その他の事例をみても日本で比較的大きい規模で運営されているカーシェアリング事業はレンタカー会社が新たなサービスメニューの一つと位置づけられているものがほとんどである。

2) デマンド型交通 (DRT) 実施事例^{5),6),7)}

表-2.1.3にデマンド型交通 (DRT: Demand Responsive Transport) の実施事例について整

理したものを示した。デマンド型交通とは、移動に関する需要にフレキシブルに対応する交通サービスであり、高齢者や障害者等の特定の人を対象としたものと利用者を限定せずに不特定多数の人を対象としたものがある。スウェーデンにおける事例は前者にあたる。当初、交通弱者に対し、乗合タクシーを用いたSTS(Special Transport Service)を提供していたが、費用が過大になり、サービスの質を落とさずに提供できる代替交通手段として導入されたのがミニバスを使用したDRTである。このサービスは予約した会員のみが利用でき、高齢者が郊外から都心へ向かう足として活用されている。日本でも高齢化が進む福島県小高町で高齢者の病院や市街地の商店街へのアクセスを向上させる目的で、デマンド型乗合タクシーが運行されている。

フィレンツェで行われているFAMSの実験は異なる交通事業者と高齢者、障害者を含む利用者グループすべてを関係付け、協調させるプロジェクトである。これによりすべての利用者が質の高い交通サービスを受けることができる。

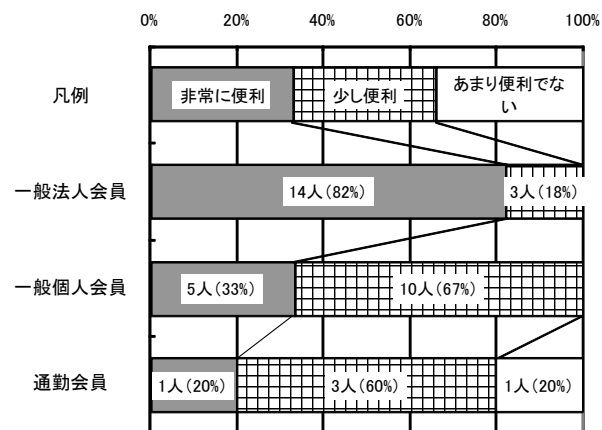
デマンド型交通の導入を考えた場合、フルデマンド型（フリースケジュール、フリールート）のみでなく、一部迂回するタイプや時刻表を持つタイプもあり、車両もタクシー車両を用いることもあり、そのサービス形態は目的や状況によって多種多様である。

(2) けいはんなITS社会実験

1) 利用者の評価

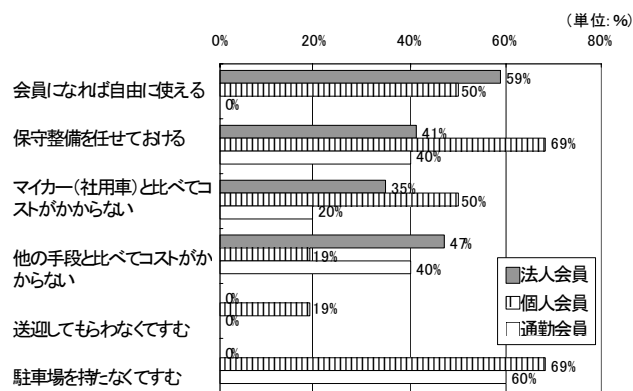
図-2.1.2、図-2.1.3にカーシェアリング利用者に対する利用後の感想に関するアンケート調査結果を示した。図に示すとおり、「非常に便利」、「少し便利」との回答が合わせて90%以上を占めており、利用した人にとってはサービスに対する満足度が高いといえる。利便性を感じた理由としては「保守点検を任せておける」、「駐車場を持たなくてすむ」（共に個人会員の69%が回答）が多くあげられており、マイカー保有にはないメリットが高く評価された。

一方、図-2.1.4、図-2.1.5にデマンドバス利用者も利用後の感想について示した。「大変満足」、「満足」と回答した人が合わせて80%を占めており、利用者にはサービスは評価された。



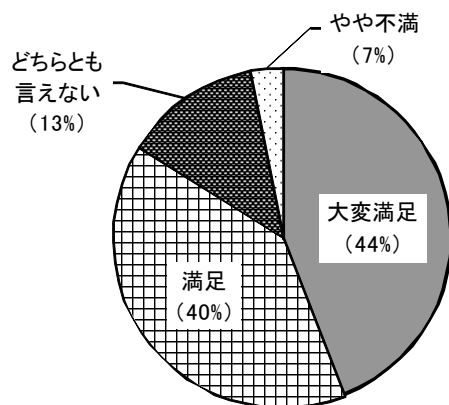
※サンプル数(法人:17 個人:16 うち回答なし1サンプル 通勤:5)

図-2.1.2 カーシェアリングの利用満足度



資料:O-car会員調査 ※複数回答 ※サンプル数(法人:17 個人:16 通勤:5)

図-2.1.3 カーシェアリングについて利便性を感じた点



※サンプル(デマンド:100 うち回答なし1サンプル)

図-2.1.4 デマンドバスの利用満足度

利用理由としては「速達性」が高く評価されるとともに、「デマンドバス以外に利用できる交通手段がない」との回答も多く、路線バスが運行されていない地域間需要への対応が確認できた。

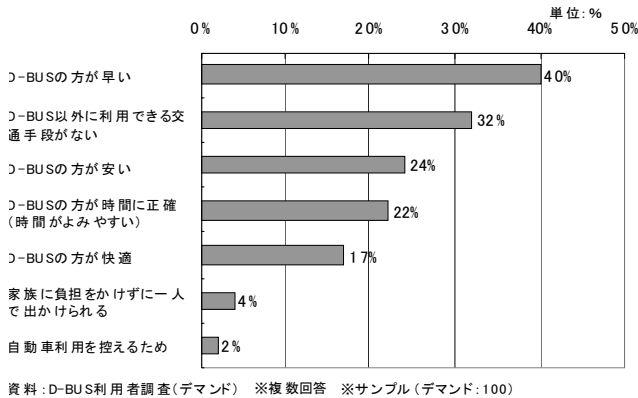


図-2.1.5 デマンドバスの利用理由

2) 受容性

わが国ではまだまだ車に対する個人所有の意識が高い。また、カーシェアリングやデマンドバスの知名度も低いのでその利用意向が低いことが想定された。このため、社会実験の実施にあたってはチラシの配布や新聞折り込み、TV放映、住民説明会、企業訪問等の広報にも努力したが、社会実験の参加者は多くはなかった。しかし、社会実験に参加した利用者の満足度はかなり高いことから、これら交通システムの利便性やメリットを強く訴え、認知してもらうようなPRが受容性を高めることに繋がるものと判断できる。

3) 課題点

実験を通じて明らかになった課題と必要機能を図-2.1.6に示す。課題としては利用者が少ないことが挙げられ、解決策の一つとして利用によるメリットを住民に対してより明確に示すことが考えられる。

また、必要機能としてはカーシェアリングは24時間営業、乗り捨て可能サービスが利用者ニーズとして高く、デマンドバスは今回の実験では電話のみで予約を受け付けたが、インターネット等を活用した予約方式の導入を望む声もあった。

4) 事業化に関する評価

社会実験での利用実績からは、けいはんな地域において直ちに事業化へ進むことは難しいとの評価に至った。その主たる理由として、以下のことが挙げられる。

- ① 5ヶ月という短期間かつ期限付きの実験では、ユーザーは新しいシステムへの乗り換えが難

しい。

けいはんなITS社会実験の反省点

利用者の満足度は高かったが
利用者が少なかった

【課題】

- ・地域住民への働きかけ
- ・地域特性とサービス内容の不一致
- ・利用者ニーズとの乖離
- ・システムの機能不足
- ・採算性



【利用促進および採算性の解決策(案)】

- ・地元住民、企業を巻き込んだ取り組み
- ・福祉、環境施策等との連携

【カーシェアリングの必要機能】

- ・24時間営業、無人貸渡可能
- ・マンション等の集合住宅内へのポート配置
- ・乗り捨て可能サービス
- ・車種のバリエーションの拡大

【デマンドバスの必要機能】

- ・定時便と組み合わせた運行
- ・施設の玄関前等へのバス停の設置
- ・インターネット、iモード等の予約手段の導入

図-2.1.6 被験者が求めるシステムの必要機能

- ②マイカー中心の生活パターンが出来上がっている街では、意識改革に時間を要する。
- ③対象エリアは、2府県4市町の行政界にまたがっており、普及のための助成金をはじめ事業主体の確立等の課題解決に、まだまだ多くの調整期間を必要とする。
- ④学研都市は未だ成長過程にあり、研究交流等によるトリップの発生が予想に反して少なかったこと。
- ⑤実験であるが故に既存交通の切り替えや営業阻害を回避する必要があるため、鉄道への連絡駅としては最善とはいえない駅に限定され、いま一つ利用の向上が図れなかった。
- 5) 適用可能性の整理

カーシェアリングは適合性は地域特性に左右される。カーシェアリングの適合条件としては表-2.1.4に示す①～⑦であり、それぞれの条件にあてはまる地域を見ると、都心部の業務地、マンション等が集約的に立地し、まとまった需

要が見込める地域に適しているといえる。車両の乗り入れ制限がある観光地などは車両に低公害車を使うなどの工夫を加えるなどしなければ、事業化は難しいと思われる。

図-2.1.7はデマンド型交通における空間的柔軟性（需要の分布）、時間的柔軟性（需要の発生）の特性により既存事例について分類したものである。フルデマンド型であるけいはんなITS社会実験でのデマンドバスは、広範囲にわたる住民のモビリティを確保できるが、輸送効率が落ち運行経費がかかる問題点がある。朝の通勤時間帯等では定時運行や昼間時間帯の定時買物バス運行などのニーズも寄せられており、採算性を考慮すると定期運行の組み合わせた運行が、現実的なサービスであると考えられる。

表-2.1.4 カーシェアリングの適用地域の整理

適合条件	①需要密度が高い	②公共交通の利便性が高い	③車両の所に物理的な制約がある	④所有車両を使用しない曜日・時間帯が多い	⑤移動の起終点がほぼ一定	⑥目的地的近距離、利用時間が短い	⑦車両の利用に環境面等で制約がある
導入想定地域							
都心部 業務地	●	●	●	●	△	●	△
都心部 集合住宅	●	●	●	●	△	●	△
1企業の事業所間移動	△	-	-	●	●	△	△
大学のキャンパス間移動	△	-	△	●	●	△	△
工業団地	-	-	-	●	-	-	-
観光地・リゾート地域	△	-	△	-	△	-	△
離島	-	-	-	-	△	△	-
テーマパーク	△	-	-	-	△	△	-
環境保全地区	-	-	-	-	△	△	●
郊外住宅地(戸建て)	-	△	-	△	-	△	-
過疎地	-	-	-	-	-	-	-

●:該当する △:場合によっては該当する

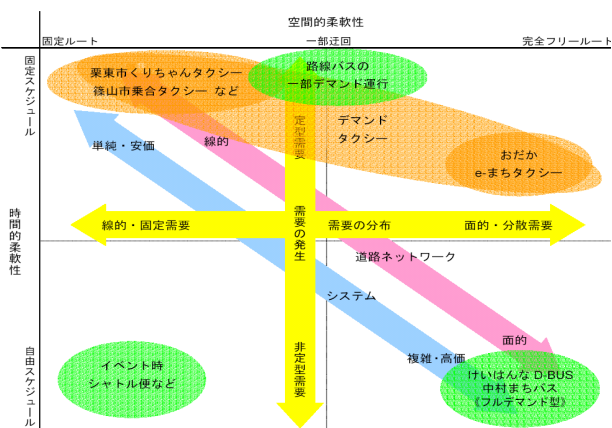


図-2.1.7 デマンドバス型交通の分類

(3) つくば市での導入可能性

1) つくば市の交通特性

つくば市居住者の交通機関分担を図-2.1.8に示した。図に示すとおり、80%以上が自動車利用が占めており、徒歩と自転車それぞれ4~5%であった。平成17年のTX開業後もこの傾向に変化は見られない。

図-2.1.9と図-2.1.10につくば市居住者、来訪者それぞれの駅端末交通手段の機関分担率を示した。つくば市居住者の駅までの交通手段は、平日では自動車、自転車が多く、それぞれ約30%を占め、次いで徒歩、路線バスが多い。一方、つくば市来訪者の駅からの交通手段は、徒歩が最も多く36%、次いで自動車、タクシー、路線バスとなっている。

TX開業により首都圏への移動の利便性は向上した一方、駅端末交通を含めた地域内の交通における公共交通の利便性は低く、引き続き自動車依存傾向は強い。

TX開業前後のつくば市居住者の利用交通手段(平日)

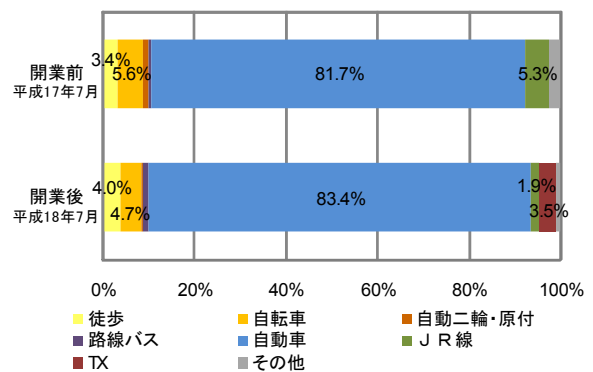


図-2.1.8 つくば市住民の利用交通手段（平日）

つくば駅のアクセス交通手段(居住者)

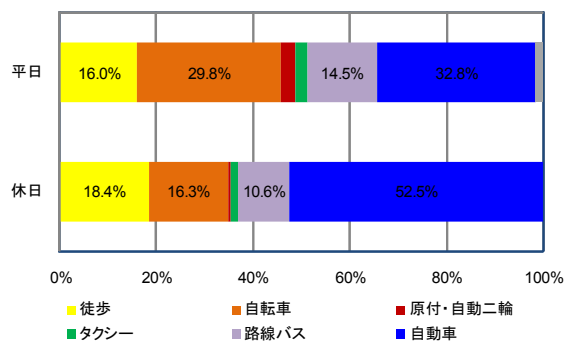


図-2.1.9 居住者のつくば駅へのアクセス利用交通手段

つくば駅からのイグレス交通手段(来訪者)

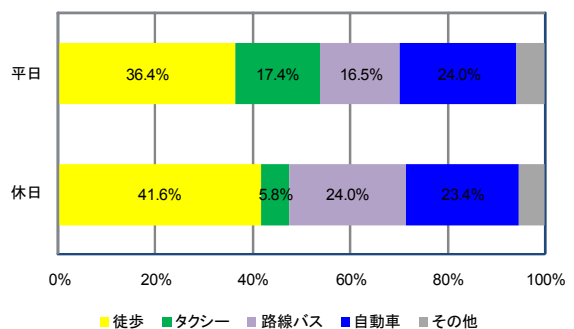


図-2.1.10 来訪者のつくば駅からのイグレス利用交通手段

また、図-2.1.11に自動車を利用している人が自動車を選択した理由を示した。居住者については「他に手段がない」(33%)、「他の手段より早い」(26%)、「他の手段より早い」(26%)、「他の手段より早い」(26%)との回答が比較的多い。来訪者については、居住者と同様に「他に手段がない」(26%)、「他の手段より早い」(20%)といった回答が多いほか、「他の手段よりも快適」(16%)との回答も比較的多かった。

さらに、図-2.1.12よりバスを利用している人が、バスを選択した理由をみると、「他に手段がない」が圧倒的に高く、居住者で43%、来訪者で65%の人が回答した。これに加え、来訪者では「他の手段よりも安い」(33%)との回答も比較的多かった。

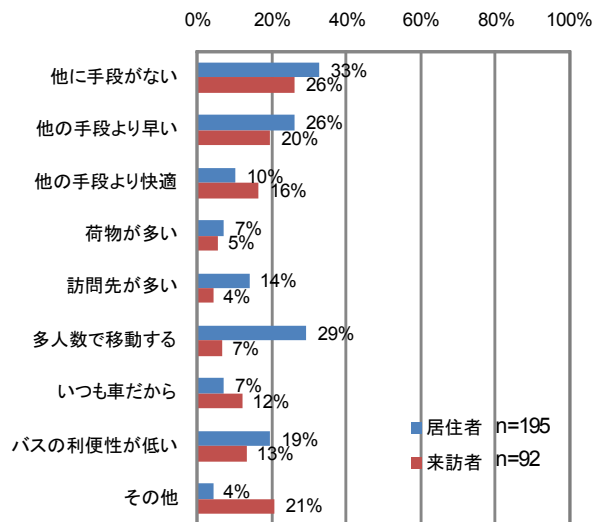


図-2.1.11 自動車利用者の自動車を選択した理由

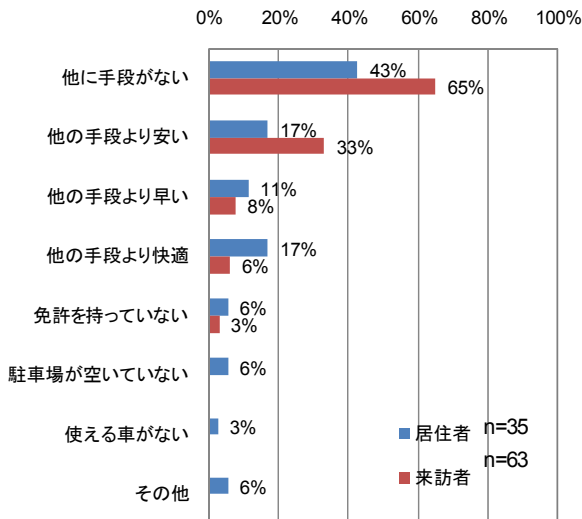


図-2.1.12 バス利用者のバスを選択した理由

2) 新たな交通サービスに関する利用意向

図-2.1.13に示すように新たな交通サービスとしてカーシェアリング、デマンドバス、レンタサイクルの利用意向を調査したところ、居住者、来訪者ともデマンドバスが最も多く、それぞれ59%、26%であった。カーシェアリングについては居住者の利用意向が17%、来訪者が10%であった。

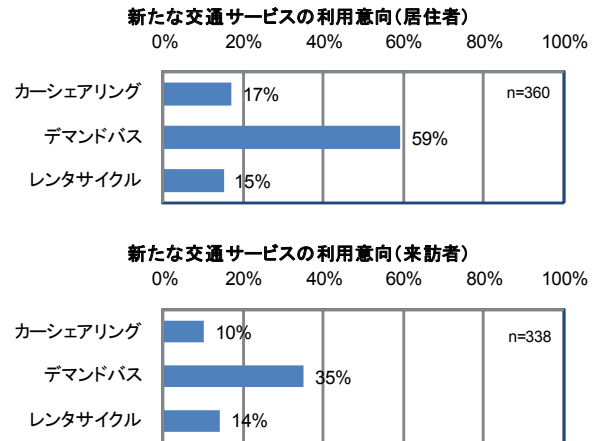


図-2.1.13 新たな交通サービスの利用意向

3) 事業化に関するケーススタディ

i) 居住者を対象としたカーシェアリング

a) 利用者数の推計

以上の結果を用いて、つくば駅の利用者が多い図-2.1.14に示す5つの居住地区を対象に概略の需要の推計を行った。

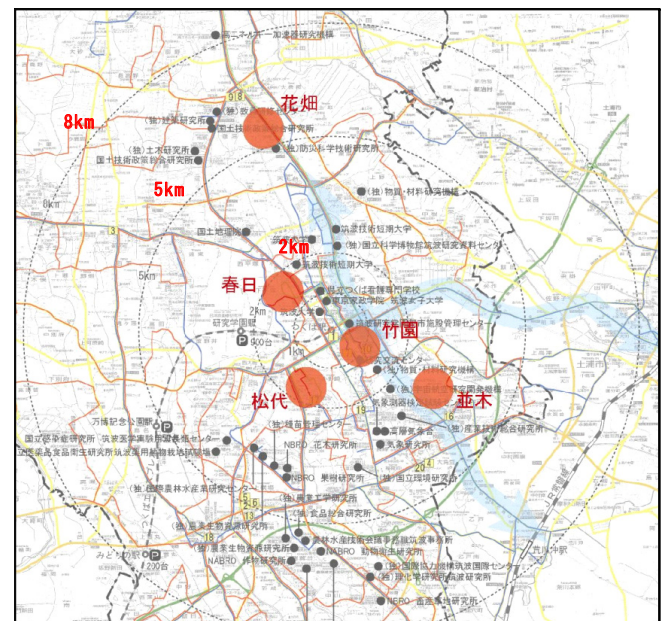


図-2.1.14 居住者用カーシェアリングの検討対象地区

各地区に1つのポートを設置するとし、カーシェアリング利用可能性のある範囲の人口は、ポートの徒歩5分圏内（ここでは半径400mの円とみなした）と仮定し、各地区の人口密度をもとに算出した（表-2.1.5）。

表-2.1.5 居住者用カーシェアリングの利用圏人口

	人口 (人)	面積 (km ²)	人口密度 (人/km ²)	利用圏面積 (km ²)	18歳以上 人口比率	利用圏18歳 以上人口(人)
並木	5,716	0.915	6,248	0.5024	0.81	2,543
松代	8,334	1.330	6,267	0.5024	0.81	2,550
竹園	4,164	1.033	4,033	0.5024	0.81	1,641
春日	6,866	1.324	5,184	0.5024	0.81	2,110
花畑	3,504	0.879	3,987	0.5024	0.81	1,622

また、カーシェアリングの利用意向を示している人の中には、利用料金、ポートまでの距離などの条件が希望に合わないことから、利用が期待しづらい人が一部存在している。また、既往の社会実験結果等を見ると、カーシェアリングを利用したいとの意向は持って会員登録はしても、結果的には利用しない人も少なからず存在している。このため、選好意識調査やけいはんなITS社会実験での実績をもとに、表-2.1.6に示すような割引率を用い、こうした要因による利用率の補正を行うこととした。

各地区の利用圏人口に、上記の利用意向率(0.17)を乗じるとともに、ポートまでの距離が5分以内なら利用すると回答した人の割合による補正(0.85)、料金が千円以上でも利用すると回答した人の割合による補正(0.52)、利用意向と実利用との乖離補正(0.35)を乗じて利用者数(会員数)を求めた。利用者数の推計結果は表-2.1.7に示すとおり、各地区40～70人程度と推計された。

表-2.1.6 割引率の設定

項目	割引率	設定根拠
距離による割引率	0.85	選好意識調査結果よりカーシェアリング利用意向を示した人のうちカーポートの位置が5分以内であれば利用するとした人の割合
料金による割引率	0.52	選好意識調査結果よりカーシェアリング利用意向を示した人のうち利用料金が1000円以上でも利用するとした人の割合
実際の利用の有無による割引率	0.35	けいはんなITS社会実験において、カーシェアリングの個人会員の登録をした人のうち実際に利用した人の割合

表-2.1.7 利用者数(会員数)の推計

	5分圏人口 (人)	利用意向率	距離補正	料金補正	実利用率	会員数 (人)
並木	2,543	0.17	0.85	0.52	0.35	67
松代	2,550	0.17	0.85	0.52	0.35	67
竹園	1,641	0.17	0.85	0.52	0.35	43
春日	2,110	0.17	0.85	0.52	0.35	55
花畑	1,622	0.17	0.85	0.52	0.35	43

b) 料金収入の算出

選好意識調査では、カーシェアリングの利用条件として、「基本料金：3,000円/月」という条件を提示した上で、カーシェアリングの利用意向の有無を回答してもらった。また、1回あたりの利用料金については、各自が希望する料金を回答してもらっており、その結果、希望額は1,000円/回との回答が最も多かった。これらをもとに、ここでは利用料金を基本料3,000円/月、使用料1,000円/回に設定した。

交通実態調査の結果より、1ヶ月の間に東京・柏方面へ電車または高速バスで行った人の平均訪問回数は5.2回であることがわかっており、ここでは、月平均ひとりあたり5回の利用があるものと設定した。

以上の設定をもとに、料金収入を算出すると表-2.1.8のとおりとなり、総収入額は年間約2,600万円程度と算出される。

表2.1.8 居住者用カーシェアリング料金収入の算出

	会員数 (人)	平均利用回数 (回/月)	1人あたり年間 利用料金(円)	収入 (円)
並木	67	5	96,000	6,419,500
松代	67	5	96,000	6,439,001
竹園	43	5	96,000	4,143,148
春日	55	5	96,000	5,326,262
花畑	43	5	96,000	4,095,939
計	275			26,423,850

c) ランニングコストの算出

必要車両台数は、既往の検討事例等を参考に会員15人に対し車両1台を確保するものと設定し、表-2.1.9のとおり20台となった。

表-2.1.9 必要車両台数

	会員数 (人)	必要車両数 (台)
並木	67	5
松代	67	5
竹園	43	3
春日	55	4
花畑	43	3
計	275	20

以上の車両台数に基づき、NPO団体等による極力経費を抑えた小規模な経営を想定し、管理センターへの集中管理委託等は導入せず、専ら人手によって運営するものとして試算を行った。

その結果、表-2.1.10に示すとおりランニングコストは約3,600万円と算出され、支出が収入を上回る結果となった。

表-2.1.10 ランニングコストの算出

		単価	数量	単位	年間費用(円)
人件費		250,000	5	人/月	15,000,000
事務費	地代・家賃	50,000	5	円/月	3,000,000
	駐車場	10,000	20	円/箇所・月	2,400,000
	その他(光熱費等)	10,000	5	円/月	600,000
車両本体	車両維持費	20,000	20	円/台・月	4,800,000
	車両リース料	34,000	20	円/台・月	8,160,000
	保険料	75,000	20	円/台・年	1,500,000
	燃料費	1,960	20	円/台・月	470,400
	合計				35,930,400

(自動車共同利用(カーシェアリング)社会実験報告書(交通エコロジー・モビリティ財団) ⁵⁾ を参考に設定)

ii) 来訪者を対象としたカーシェアリング

a) 利用者数の推計

つくば駅の時間帯別の入場者数をもとに、以下の考え方により、つくば駅を利用する来訪者の数を設定した。

①午前につくば駅へ入場した人は、居住者とみなす。

②居住者を対象とした交通実態調査結果を参考に、午前と午後の入場者数の比率を設定し、これを午後の総入場者数に掛けることにより、午後につくば駅へ入場した居住者人数を推計する。

③以上①、②で得られた居住者数を総入場者数から差し引いた人数を来訪者とする。

ここでは、以上①～③の計算過程に基づき、来訪者数を4,900人とした(図-2.1.15)。

前述したとおり、来訪者のカーシェアリングが導入された場合の利用意向は10%である。さらに、居住者の場合と同様、表-2.1.11に示すとおりポートまでの距離、利用料金および実際の利用を考慮して割引率を乗じる。その結果、利用者数を推計すると表-2.1.12のとおりとなる。

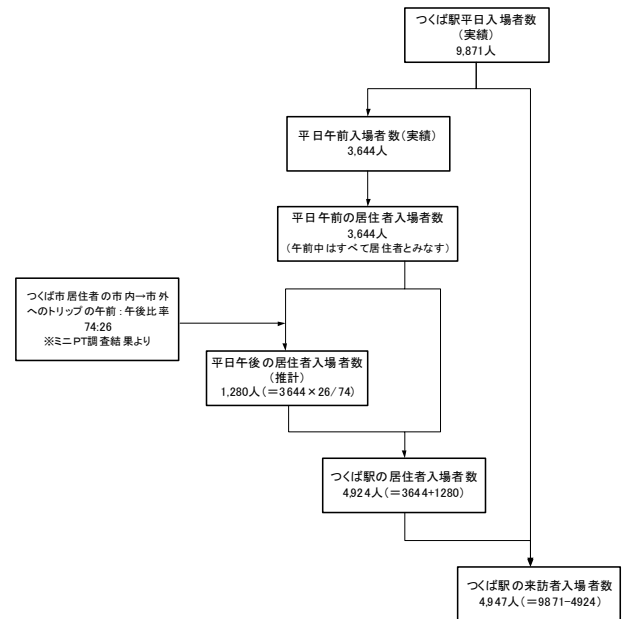


図-2.1.15 つくば市来訪者の推計

表-2.1.11 割引率の設定

項目	割引率	設定根拠
距離による割引率	0.80	選考意識調査結果よりカーシェアリング利用意向を示した人のうちカーポートの位置が5分以内であれば利用するとした人の割合
料金による割引率	0.71	選考意識調査結果よりカーシェアリング利用意向を示した人のうち利用料金が1,000円以上でも利用するとした人の割合
実際の利用の有無による割引率	0.25	けいはんなITS社会実験において、カーシェアリングの法人会員の登録をした人のうち実際に利用した人の割合

表-2.1.12 一日当たり利用者数の推計

	来訪者数(人)	利用意向率	距離補正	料金補正	実利用率	1日利用者数(人)
料金1,000円の場合(参考)	4,900	10%	0.71	0.8	0.24	67
料金3,000円の場合	4,900	10%	0.71	0.32	0.24	27

b) 料金収入の算出

選考意識調査では、居住者の場合と同様に、カーシェアリングの利用条件として、「基本料金：3,000円/月」という条件を提示した上で、利用意向の有無を回答してもらっている。また、1回あたりの利用料金については、各自が希望する料金を回答してもらっており、その結果、1,000円/回と3,000円/回とする回答が同数を占めた。これらをもとに、ここでは利用者数を多く確保できる1,000円/回を用いて試算を行うこととした。あわせて、参考として利用料金3,000円/回の場合についても試算を行った。

選考意識調査結果よりカーシェアリングの利用意向を示した人の1ヶ月の平均来訪回数は2.6回であった。このことから、a.で推計を行った利用者数を平均来訪回数で割ることにより、会員数を推計した。(表-2.1.13)

表-2.1.13 会員数の設定

	1日利用者数 (人)	月利用者数 (人)	会員数 (人)
料金1000円の場合 (参考)	67	2010	773
料金3000円の場合	27	810	312

表-2.1.14 料金収入の算出

	会員数 (人)	平均利用回数 (回/月)	1人あたり年間 利用料金(円)	収入 (円)
料金1000円の場合 (参考)	773	2.6	67,200	51,950,769
料金3000円の場合	312	2.6	129,600	40,375,385

表-2.1.15 必要車両台数

	会員数 (人)	必要車両数 (台)
料金1000円の場合 (参考)	773	52
料金3000円の場合	312	21

表-2.1.16 ランニングコストの算出

		単価	数量	単位	
人件費	社員	400,000	1	人/月	4,800,000
	アルバイト	250,000	1	人/月	3,000,000
事務費	地代・家賃	200,000	1	円/月	2,400,000
	駐車場	10,000	52	円/箇所・月	6,240,000
	その他(光熱費等)	10,000	1	円/月	120,000
車両本体	車両維持費	20,000	52	円/台・月	12,480,000
	車両リース料	34,000	52	円/台・月	21,216,000
	保険料	75,000	52	円/台・年	3,900,000
	燃料費	1960	52	円/台・月	1,223,040
合計					55,379,040

(参考) ランニングコストの算出 (料金3000円の場合)

		単価	数量	単位	
人件費	社員	400,000	1	人/月	4,800,000
	アルバイト	250,000	1	人/月	3,000,000
事務費	地代・家賃	200,000	1	円/月	2,400,000
	駐車場	10,000	21	円/箇所・月	2,520,000
	その他(光熱費等)	10,000	1	円/月	120,000
車両本体	車両維持費	20,000	21	円/台・月	5,040,000
	車両リース料	34,000	21	円/台・月	8,568,000
	保険料	75,000	21	円/台・年	1,575,000
	燃料費	1960	21	円/台・月	493,920
合計					28,516,920

(自動車共同利用(カーシェアリング)社会実験報告書(交通エコロジー・モビリティ財団)⁵⁾を参考に設定)

したがって、上記のとおりのおり会員数と利用回数から料金収入すると、表-2.1.14のとおりとなり、総額収入は約5,200万円と算出された。

c) ランニングコストの算出

必要車両台数は、既往の検討事例等を参考に車両は会員15人に対し、1台確保するものとする、52台と算出された(表-2.1.15)。

居住者の場合と同様にランニングコストの試算を行った結果、表-2.1.16に示すとおり約5,500万円と算出され、支出が収入を上回る結果となった。

iii) カーシェアリングの普及に対する問題点

a) 法規制に関する課題

わが国においてカーシェアリングを導入する上で、様々な法規制が障害となっている。無人での車両貸出や貸渡証の省略を認める「環境にやさしいレンタカー型カーシェアリング特区」は2006年4月より全国展開されたものの、依然、車庫法による車の保管場所の設置に関する規制(使用の本拠の2km以内の設置)が、事業拡大の妨げとなっている。この規制に関しては事業者より規制緩和を訴える動きがあるものの、いまだ実現には至っていない。

参考 自動車の保管場所の確保等に関する法律施行例第1条

(保管場所の要件)

第一条 自動車の保管場所の確保等に関する法律(以下「法」という。)第三条の政令で定める要件は、次の各号のすべてに該当することとする。

一 当該自動車の使用の本拠の位置との間の距離が、二キロメートル(法第十三条第二項の運送事業用自動車である自動車にあつては、国土交通大臣が運送事業(同条第一項の自動車運送事業又は第二種利用運送事業をいう。)に関し土地の利用状況等を勘案して定める地域に当該自動車の使用の本拠の位置があるときは、当該地域につき国土交通大臣が定める距離)を超えないものであること。

b) 他施策との連携に関する検討

上記のとおりカーシェアリングを導入するには、採算性が大きな課題となる。その解決策として都市交通施策だけでなく、他の施策との連携に他方面からの支援を得ることが解決策のひとつであると考えられる。

また、米国のカーシェアリング会社Flexcarにおいてもカーシェアリングの利用により会員の10%が車を売却し、39%が車の購入を回避したという結果も報告されている。³⁾

今後、適用事例が増え、システムの利便性や導入効果が明確になるとともに、低公害車の利用等により、環境行政、観光行政、あるいは地域活性化を視点として都市計画行政との連携を図ることで事業化の可能性もみえてくると考え

られる。

c) 住民への受容性に関する課題

わが国ではまだまだ車に対する個人所有の意識が高いのが現状である。先に挙げたFlexcarの例のように車の売却や購入の回避が数字として現れてにはカーシェアリングの利便性に関する認知度を上げ、多くの住民へ受け入れられるよう努める必要がある。

(3) 地域交通の課題解決にむけた体制づくり

1) つくばの交通を考える研究連絡会の概要

つくばエクスプレス開業によるつくば市の交通流の変化を捉えるために、大学、地元自治体、交通事業者、研究機関を中心とする「つくばの

つくばの交通を考える研究連絡会

■連絡会の趣旨

1. 研究成果、情報・データを共有する。
2. つくばエクスプレス開業による交通流の変化のみならず、住民の意識の変化を継続的に把握する。
3. 必要に応じてつくばの交通問題を検討する。

■参加機関

座長：石田東生教授（筑波大学）
 筑波大学、
 国土交通省（都市・地域整備局、関東地方整備局、
 関東運輸局、国土技術政策総合研究所）、
 茨城県、つくば市、（独）国立環境研究所、交通事業者等
 全19機関

図-2.1.16 つくばの交通を考える研究連絡会の概要

交通を考える研究連絡会」を立ち上げ、情報共有、意見交換の場として始まった。回を重ねるにつれ、共同実施や協力によりつくばエクスプレス開業に伴う影響等をモニタリングする調査が実施されるようになった。さらに、調査結果等から交通における課題を抽出し、解決に向けた対策を実施した。

2) つくばの交通を考える研究連絡会における取組み

- 筑波山交通混雑緩和対策 -

i) 対策内容

本研究連絡会における取組みとして、筑波山における交通混雑緩和対策を地元自治体を中心となって実施した。

筑波山は従来より、紅葉時期等の観光シーズンに自家用車による観光客が集中して交通渋滞

を引き起こしていた。そのような中、TX開業を契機にTXを利用する観光客のために、つくばセンターからのシャトルバスが運行された。しかし、平成17年秋、平成18年春（ゴールデンウィーク期）には、シャトルバスも交通渋滞に巻き込まれ、混雑日には通常の5倍強の所要時間を要した。とくに平成18年春には、運行ダイヤが大幅に乱れ、筑波山観光を断念せざるを得ない来訪者も出る状況となった。

そこで、図-2.1.17に示すとおり平成18年秋にはパーク&バスライド（P&BR）の実施、臨時駐車場の設置、迂回ルートへの自家用車の誘導等の施策を実施した。

P&BRは、既存施設の有効活用を前提とし、2箇所で実施した。また、看板設置による情報提供や交通誘導を行い、P&BRの利用促進を図った。特に、過年度までの交通渋滞の発生状況を踏まえ、袋小路となっているつつじヶ丘駐車場で待ち行列の発生防止のため、駐車場の状況を踏まえながら、風返峠交差点にてパープルライン臨時駐車場（P&BR用）への交通誘導を行った。また、筑波参道に集中する交通の分散を図るため、HP等を利用して、筑波山の南側からアクセスするパープルラインへの誘導が取り組まれた。



図-2.1.17 交通対策全体図

迂回ルートへの誘導は、交通集中により混雑が顕著に表れる筑波山参道を通るルート（通常ルート）に対し、距離が長いものの比較的混雑

が少ない傾向にある筑波山パープルラインと呼ばれるルートへ自家用車を回すことを目的とし、分岐地点の手前にて、立て看板を置き迂回を促した。

ii) 対策効果

対策の結果として、図-2.1.18に示すとおり、今回平成18年秋は平成17年秋、平成18年春に3時間から4時間30分要していたつくば駅～筑波山中腹部（つつじヶ丘）間のシャトルバスの最大所要時間が大幅に短縮された効果が見られ、混雑緩和が確認された。

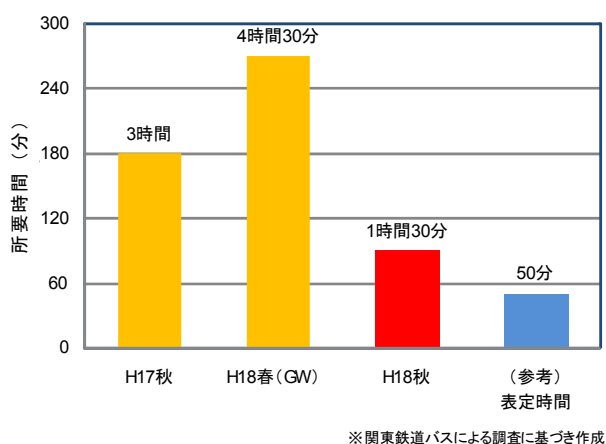


図-2.1.18 筑波山シャトルバスの季節別最大所要時間

P&BRは2箇所で大最大350台以上の車両を臨時駐車場に収容させ、800人以上の来訪者をシャトル運行バスで輸送した。(表-2.1.17)

表-2.1.17 P&BR利用状況

実施日	11/3 (祝)	11/4 (土)	11/5 (日)	11/18 (土)	11/25 (土)
天候	曇/晴	曇	晴	晴	晴
わんわんランド駐車場	131台	124台	75台	151台	80台
(往路輸送人員)	(380人)	(397人)	(209人)	(445人)	(241人)
パープルライン駐車場	195台	252台	207台	200台	194台
(往路輸送人員)	(560人)	(470人)	(435人)	(451人)	(361人)

iii) 混雑時の交通状況⁸⁾

a) 調査概要

渋滞発生箇所や混雑時の状況等を分析するため、交通調査を実施した。観光交通は時間的、季節的変動が大きいことため⁹⁾、交通集中時期と

平常時の比較を行うなど、一定期間の連続したことが望まれる。本交通調査では、AVI (Automatic Vehicle Identification (自動車両認識装置)) 等の交通量自動観測機器を活用し、調査の高度化・効率化を行った。調査地点は図-2.1.19に示すとおりである。

さらに、観光客の目的、行程、居住地および利用交通手段等について把握するため、アンケート調査を実施した⁹⁾。



図-2.1.19 調査地点

b) 来訪者の特性

図-2.1.20に筑波山への観光客の居住地、図2.1.21に観光行程の調査結果を示した。茨城県内、東京都、千葉県がそれぞれ22～23%と多く、ついで埼玉県、神奈川県、栃木県が多く、関東の都道府県だけでも90%以上を占める。さらに、行程をみると日帰りの観光客が約90%を占めている。

したがって、筑波山の観光客は近隣から日帰りであることが多いことから、予定を変更しやすく天候によって交通集中の度合いは変化しやすいといえる。

図-2.1.22に観光客の筑波山へのアクセスに際しての利用代表交通手段の機関分担について示した。その結果、自家用車が7割近くを占めており、自動車でのアクセスに大きく偏っていることが明らかとなった。次いで、つくばエクスプレスが18.8%、団体・観光バスが8.2%であった。

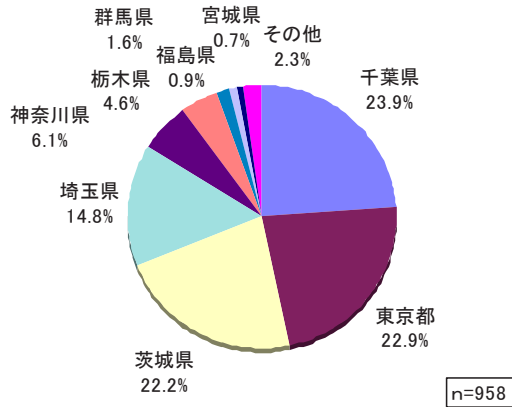


図2.1.20 筑波山観光客の居住地

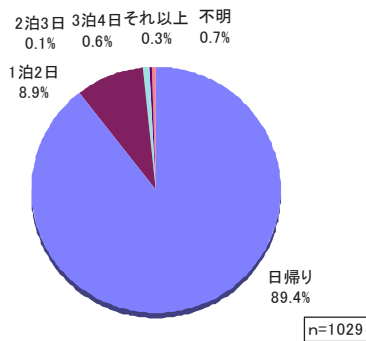


図2.1.21 筑波山来訪者の利用交通手段

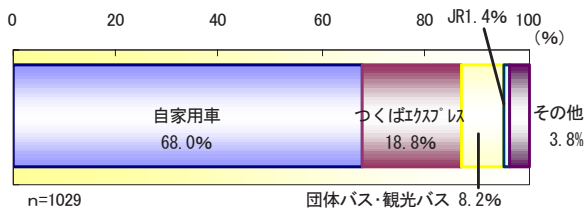


図2.1.22 筑波山来訪者の利用交通手段

c) 交通量の状況

図-2.1.23に筑波山参道入口交差点（図-2.1.19中の③）での交通量の17日間の連続調査の結果を示した。休日の交通集中が生じた日は平日と比較して、1.5倍以上の交通量を示し、観光地の主要路線としての特性が顕著に表れている。

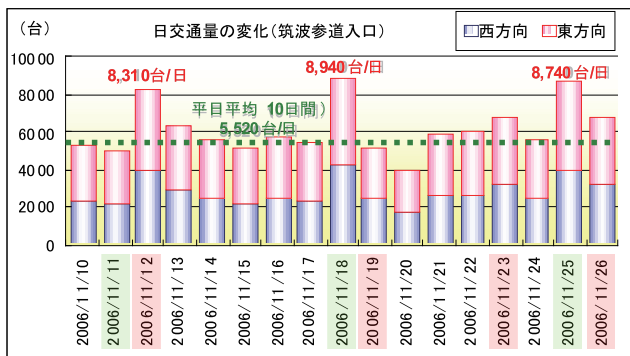


図-2.1.23 日交通量の状況（筑波参道入口）

なお、休日においても交通量が少ない日があるが、これは前述したとおり天候による影響が大きいと思われる。

d) 所要時間の状況

図-2.1.24は、AVIより得られた区間別の所要時間データを、時間帯当たりの最頻値を代表値として積み上げ、通常ルートと迂回ルートの所要時間を示したものである。

その結果、通常ルートの所要時間の平均値は26分となっているものの、交通集中時には50分以上の所要時間を要する場が生じることが確認できた。その要因となる区間は、②内町下交差点～③筑波参道入口交差点区間、③筑波参道入口交差点～④神社入口交差点区間であることも明確になった。

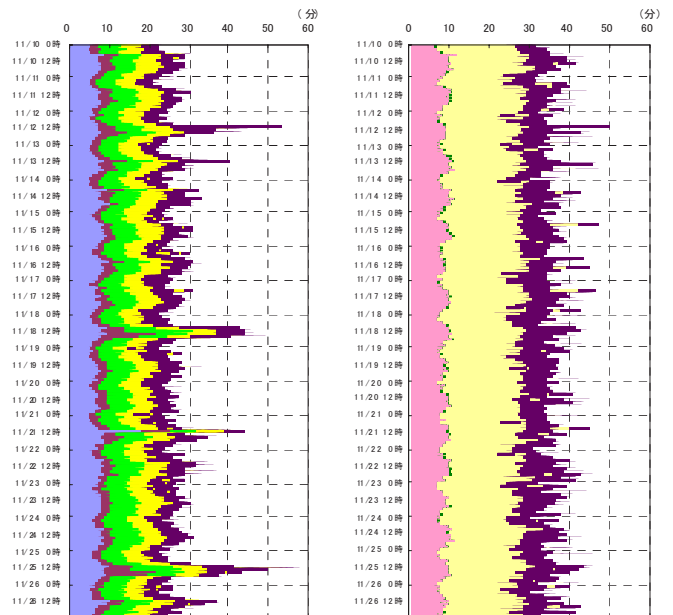


図-2.1.24 所要時間の変動

これは、筑波参道入口交差点における右折滞留長の不足による直進車両への影響や筑波山神社周辺駐車場の待ち行列による本線車両への影響と考えられ、現地の状況とも整合している。

一方、迂回ルートの所要時間の平均値では34分と、通常ルートよりも時間を要するものの、著しい遅れが生じる時間帯は限られている。

e) 流動状況の把握

AVIのナンバープレート情報の各調査箇所間でのマッチングにより、自動車の走行ルートを選定し、交通流動の把握を行った。

図-2.1.25は11月18日の交通流動を示したもの

である。つつじヶ丘駐車場へ向かう交通量がおよそ1920台であり、うち1300台（68%）が通常ルート（筑波山参道）からのアクセスであり、410台（21%）が迂回ルートからのアクセスであった。

また、交通対策の一環として、西大通入口交差点手前にて、パープルラインへの迂回誘導を看板設置により行った。結果として、西大通入口交差点からパープルライン入口方向へ40台流れており、これは筑波山参道を通る経路の交通量と比して、7%程度であった。

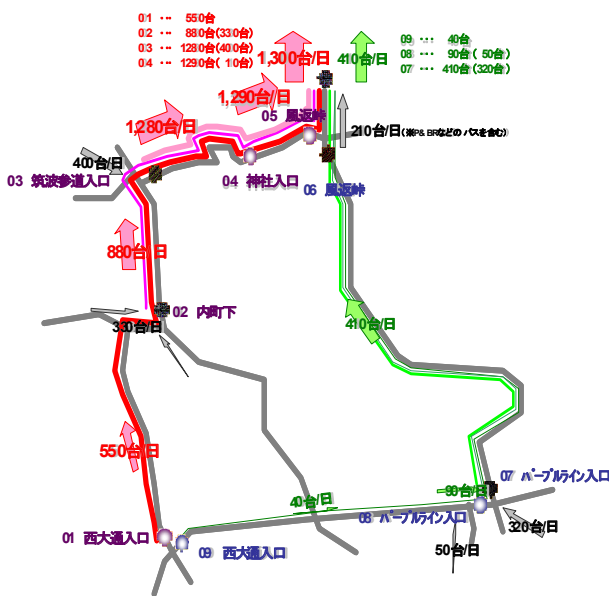


図-2.1.25 日交通量の状況（筑波参道入口）

f) 経路別の車籍の集計

AVIにより得られたナンバープレート情報から車籍の集計を行った。その結果、筑波山へアクセスした車両のうち、茨城県内（水戸、土浦）が最も多く、次いで千葉県、埼玉県、東京都等の首都圏の車籍が多く、関東地方でみると9割を占めていることがわかった。

また、図-2.1.26に通常ルートと迂回ルート別の集計結果を示した。観光目的以外の地元住民の車両も混在していることもあり、一概には判断できないが、ともに茨城県内の車両が多いものの、県外の比率は迂回ルートであるパープルライン側が高いことが分かった。パープルライン入口から南約4.5kmの位置に土浦北I.C.があり、一部の千葉、埼玉、東京あたりからの来訪者は高速道路を利用し、パープルラインを經由

してアクセスしているものと推察される。

この結果から今後の交通対策として、主に首都圏から来る高速道路利用者に対して、情報提供により迂回ルートへ誘導することも考えられる。

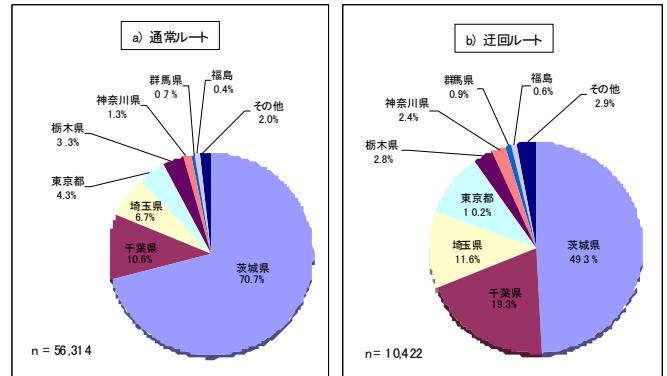


図-2.1.26 ルート別による車籍の集計

2.1.4 まとめ

2.1.4.1 研究成果のまとめ

本研究で得られた成果は以下のとおりである。

- ① けいはんなITS社会実験に参画し、カーシェアリング、デマンドバスの運用実験に際し、利用者満足度等を調査した。ともに、利用者にとっては、利便性の面で高い評価が得られた。
- ② つくばにおいてカーシェアリングの導入可能性を検討した結果、利用者数が多く見込めず採算性の面が成り立つのが難しいという結論に至った。
- ③ 「筑波の交通を考える研究連絡会」を立ち上げ、地域交通の課題解決に向けて取り組んだ。その一例として、筑波山における観光シーズンの交通混雑対策に取り組んだが、地元自治体主導の下、P&BRや臨時駐車場の確保を行った結果、例年見られたほどの混雑は生じなかった。

2.1.4.2 研究成果の活用

本研究の目標とした統合型交通システムの導入シナリオの提案には至らなかった。

つくばを交通を考える研究連絡会の取り組み例として紹介した筑波山の交通混雑緩和対策は平成18年秋以降も地元自治体が主体となって取り組んでいる。平成19年度はつくば市が中心となって対策に取り組み、対策案の検討には地元観光事業者も含めた話し合いの場が設けられた。

2.1.4.3 今後の課題

カーシェアリングについては、けいはんなにおける社会実験やつくばにおける導入可能性の検討を行った。その結果、利用者数が少なく事業化には難しいと推計された。カーシェアリングの効果については、走行台キロの削減がしめされた既往研究もある。しかし、むしろ普段、自動車を利用しない層からの誘発交通が発生することも考えられ、CO₂の削減や混雑緩和に寄与するとは考えにくいことから、それ以上の検討は進めないこととした。

「つくばの交通を考える研究連絡会」では、つくばをフィールドに新線開業の効果をこれまで調査してきた。今後も変わりゆく都市構造に着目し、居住者の意識や都市交通のサービスレベルの変化等についてもモニタリングを継続していく予定である。

参考文献

- 1) 交通エコロジー・モビリティ財団 HP : <http://www.ecomo.or.jp>
- 2) 村上敦：カーシェアリングが地球を救う，2004，洋泉社
- 3) 交通エコロジー・モビリティ財団：カーシェアリングによる環境負荷低減効果及び普及方策検討，2006
- 4) 三井享保、外井哲志：我が国におけるカーシェアリング事業の実態，国際交通安全学会誌 Vol.32, No.2, pp.80-88
- 5) 土木学会土木計画学研究会 STサービス・交通バリアフリー計画研究小委員会：DRTデマンド型交通サービス，2004
- 6) 塚田幸広，諸田恵士，河野辰男：公共交通機関の利用促進，国総研アニュアルレポート2005，pp42-45
- 7) 山口善英，元田良孝，宇佐美誠史，古関潤：デマンドバスはITか。雫石あねっこバスの事例研究，土木計画学研究・講演集vol.33 No.249，2006.6.
- 8) 諸田恵士，野間真俊，井坪慎二，奥谷正：筑波山における観光交通の特性把握に向けた調査と分析，土木計画学研究講演集 vol35，No.191，2007.6
- 9) 国際交通安全学会編：魅力ある観光地と交通，技報堂出版，1998

2.2 まちづくりと一体となったLRT導入手法の提案

2.2.1 はじめに

地球環境への対応、高齢者などのモビリティ確保、都市構造の再編などの観点から、欧米で導入が進んでいるLRT（以下、本研究では、大型車両を使用して大量に旅客を輸送するため、軸重が大きい「ヘビーレール（鉄道）」に対比される概念として、国際的に使用されている「ライトレール」という定義に従い、従来型路面電車も含めて記述することとする。）に注目が集まっており、早くから路面電車を近代化・高速化するなどして維持してきたドイツ、スイス、オーストリア、オランダ、ベルギーに加え、フランス、イギリス、アメリカ合衆国などにおいても、新規に、またはかつて廃止した路線を復活する形での導入が進んでおり、現在、世界で営業しているネットワーク数は400程度、建設中の路線も60程度あると言われている（表-2.2.1 参照：文献1）、3)及び6)から作成）。

しかしながら、日本では、国土交通本省が平成15年度にアンケート調査を行った全国で70のLRT導入の検討事例のうち、55事例が提案・計画段階に留まっており、設計・実施段階に進んだ事例はわずか8事例のみであって、実現には、計画立案上の課題や実現に向けた取り組みに関する課題が数多く指摘されている。

実際に事業化に至った事例についても、広島、鹿児島、豊橋、高知などにおいて、駅前広場への延伸や移設による乗り入れを行ったり、LRV（低床式または超低床式車両）の導入を行ったりする事例がほとんどで、本格的なLRTの導入は平成18年度に開業した富山ライトレール1路線に限られているのが現状である。

そこで、計画立案や実現に向けた課題を解決するポイントとして、大きく、計画立案上の課題と実現に向けた取り組みに関する課題とを取り上げ、

- ①都市交通課題と政策目標の明確化
- ②提供すべき公共交通サービスの明確化
- ③LRT計画と代替案による総合比較
- ④スピードアップに向けた創意工夫
- ⑤需要予測の透明性

表-2.2.1 欧米日本のLRTの整備状況

国名	ネットワーク数	路線数	路線延長(km)	人口(百万人)	人口百万人当たりの路線延長
オーストリア	6	47	313	8.3	37.7
ベルギー	5	33	332	10.2	32.5
フィンランド	1	11	76	5.3	14.3
フランス	11	20	202	60.4	3.3
ドイツ	56	231	2768	82.5	33.6
イタリア	7	37	209	57.6	3.6
オランダ	5	34	280	16.3	17.2
ポルトガル	2	6	65	10.6	6.1
スペイン	4	5	206	39.4	5.2
スウェーデン	3	14	186	9.0	20.7
イギリス	7	10	156	58.6	2.7
ノルウェー	2	9	47	4.4	10.7
スイス	7	26	461	7.3	63.2
チェコ	7	71	333	10.3	32.3
エストニア	1	4	39	1.4	27.9
ハンガリー	4	34	188	10.2	18.4
ラトビア	1	8	167	2.4	69.6
ポーランド	14	204	1445	38.6	37.4
スロバキア	3	28	68	5.4	12.6
日本	19	49	253	127.6	2.0
アメリカ合衆国	27	—	952	296.0	3.2

※路線延長1kmは複線カウントの1kmを意味（日本の営業キロに相当）
 ※ギリシャ、アイルランド、ルクセンブルグにはLRTはない
 ※日本⁶⁾及びアメリカ合衆国³⁾は2005年(度)のデータを使用した。

- ⑥需要を増やすための創意工夫
- ⑦関係機関との調整・連携
- ⑧コスト削減のための創意工夫
- ⑨行政の総合力の発揮、特に、まちづくり施策との連携
- ⑩市民との協働の仕組みの構築

などの進め方のポイントについて明らかにするため、欧米の先進事例や国内の検討事例、公共交通に関する先端的な取り組みなどを参考として、LRT導入に取り組む地方公共団体の技術的助言とすべく、学識経験者、本省関係部局、先進的な取り組みを行っている地方公共団体、軌道事業者の参画を得て「まちづくりと一体となったLRT導入計画ガイダンス」を作成した。

なお、国総研の業務の分担としては、日本と類似した経済大国の中から、近年LRTを積極的に導入しているイギリス、アメリカ合衆国及びフランス、既に相当の整備実績を有するLRT大国のドイツの合計4ヶ国を取り上げ、それら4ヶ国の事例の収集・分析及び我が国との比較を行い、今後、我が国において取り組みを強化すべき施策について検討した。

2.2.2 研究内容

2.2.2.1 5ヶ国における都市交通制度、LRTの運営状況に関する比較・分析

5ヶ国におけるLRT施策を比較するためには、LRTの整備・運営を取り巻く制度・組織・運営方式などの背景を踏まえる必要がある。そのため、1)資料収集、2)交通実態、資本投資・運営資金や経営収支、施策効果に関する統計データの収集、3)ヒアリングを通じて都市内公共交通の制度、施策の内容、運営状況に関する5ヶ国の横断的比較を行った。

資料収集については、4ヶ国の交通担当中央省庁、地方自治体及び交通事業者に加えて、都市圏交通局(AOTU、フランス)、運輸連合(Verkehrsverbund、ドイツ)や都市圏計画局(MPO、アメリカ)などを直接訪問して収集したほかWEB上でも資料収集を行った。また、都市内交通に関する交通実態や経営収支、施策効果に関する交通統計の収集については、各国の交通担当中央省庁・国立研究所、外郭団体などから出版されている統計資料を収集したほか、都市内公共交通を運営する地方自治体、交通事業者などの年次報告書を収集した。

ヒアリングについては、4ヶ国の交通担当中央省庁、地方自治体、交通事業者等を対象とし、法制度や助成制度の運用の状況、計画策定・整備事業などの実務の運用方法、関係機関との役割分担・費用負担、整備効果などを聴取することにより、文献や資料の裏付けの確認を行ったほか、地方自治体及び交通事業者からは、資料では得られない施策導入の背景や今後の課題など、現場における運用に関する情報を収集した。

以上の調査によって収集した資料や情報を基に、都市内公共交通制度・事業制度・交通事業の運営状況について、5ヶ国を比較するとともに、LRTの整備を含めて取り組まれている都市内公共交通施策の効果を包括的に比較するため、各国で行われているパーソントリップ調査から、代表交通手段に関する機関分担率の経年変化などを取り上げて比較し、都市内公共交通政策の全体としての整備効果について分析した。

2.2.2.2 欧米におけるLRTの整備効果についての整理

近年整備が行われたLRTを有する都市圏を対象として、整備前後の状況、運営状況、波及効果などについて比較し、日本におけるLRT導入施策推進のための留意点についてとりまとめた。

特に、ヒアリングを実施した地方公共団体、交通事業者から提供されたLRT導入の整備効果に関するプレゼン資料は、施策効果を直接的に把握できる貴重な資料として分析に活用した。

2.2.2.3 我が国において導入すべき施策に関する検討

さらに、各国において取り組まれているLRTの導入の推進に資する特徴的な個別施策について、背景、施策の内容、施策を支える仕組み、関係機関の役割分担・費用負担、整備効果を分析することにより、施策の実施を支える鍵となる要素を抽出して、日本の制度・施策と比較することにより、日本への適用可能性及び留意点について考察した。

なお、LRTの導入を支援する施策として、トランジットモール化、ロードプライシング、都心部のゾーン速度規制など、道路または自動車利用者側の施策として自動車利用を抑制する施策の適用も考えられるが、法体系や組織と権限、さらに交通管理者の体制と権限などの分析も必要であるため、本研究では、都市内公共交通及びまちづくりに関する制度や体制の中で行われる施策のみを取り扱うこととした。

2.2.2.4 まちづくりと一体となったLRT導入計画ガイドランスの策定

2.2.2.1～2.2.2.3における海外の施策及び事例分析の結果や国内の検討事例などを参考として、LRT導入に取り組む地方公共団体に対して、計画策定や合意形成に関するノウハウを提供する技術的支援のための図書としてとりまとめるべく、国土交通省都市・地域整備局を中心に、東京大学家田仁教授を委員長とする学識経験者、本省のその他関係部局、地方公共団体、軌道事業者から構成される委員会を設置して、「まちづくりと一体となったLRT導入計画ガイドランス」を作成した。

2.2.2.5 地方都市再生に向けたLRT活用方策の検討

2.2.2.1～2.2.2.4の研究の結果、日本においては、特に地方都市において、都市内公共交通の維持・再生が大きな課題であることが把握できた。しかしながら、地方においては財政制約が厳しいことから、新規にLRTを導入することには高いハードルがあるものと推測される。

一方、既存のLRT及び地方鉄道のストックを活用し、都心部のLRTと郊外部の鉄道を直通運転する技術が、「カールスルーエ・モデル」とも呼ばれるように、ドイツのカールスルーエ地方から生み出されている。特にカールスルーエ～ブレッテン間において、新たに開発した交直両用車両により1992年に開業した路線の成功をきっかけとして、周辺諸国に普及しつつあり、都市ないしは都市圏人口で20～50万人程度の地方都市圏に適したシステムであると言われている。

本研究においては、トラムトレインを実現したカールスルーエ、ハイルブロン、カッセルの各市、導入の工事に着手したフランスのミュールーズの関係機関を訪問し、鉄道とLRT(路面電車)の規格の相違点、その相違点を克服するための車両、インフラ等の技術開発の状況、トラムトレイン導入による整備効果について情報を収集・分析し、日本への適用方策について検討した。

2.2.3 研究成果

2.2.3.1 5ヶ国における都市交通制度、LRTの運営状況に関する比較・分析

収集した資料を利用して、各国の公共交通に対する政策、組織、運営状況を概観的に比較するために表-2.2.2を作成した(文献2)及び3)より作成。)

フランス、ドイツについては、行政が責任を持って都市内交通サービスを提供することが法令に明記されている。アメリカでは、過去、民間事業者が都市内交通サービスを提供していたが、石油ショックを契機として採算性が悪化して市場から退出し、代わって、行政(公営企業)が都市交通サービスを提供するようになり現在に至っている。イギリス及び日本では、民間事業者(公営事業者も一部には存在。)が独立採算性のもとで都市交通サービスを提供し、行政はそれを支援するというのが基本的な考え方となっており、市場も自由化されている。

イギリスにおいてはサッチャー政権下の1985年にバス交通が自由化された後、非採算路線からの撤退や料金引き上げなどにより、バス会社の経営効率は高まったが、利用者数は減り続けており、自動車利用の増加に危機感を持ったブレア政権下において、公的支援や公民連携の仕組みの導入など大幅な政策の見直しがなされた。このような自由化された市場における行政側の都市内公共交通事業に対する支援の仕組みは日本にとっても参考となる。

都市内公共交通の資本投資及び運営の財源に関しては、フランスでは、運賃収入を除くと、交通税や地方自治体の一般財源も含めた地方の財源が大半を占める。ドイツ、アメリカにおいても、運賃収入を除くと、連邦政府及び州政府の助成は4割弱にとどまり、残りは地方財源である。イギリス及び日本では、基本的には民間企業が独立採算性で交通事業を運営しており、国及び地方自治体からの公的資金はごくわずかである。なお、都市内公共交通機関の運営費に占める料金収入の割合(収支率)は、アメリカとフランスが約3割、ドイツが約7割、イギリス(バス)と日本(鉄道)については業界全体としては税引き前で黒字となっている。

なお、料金収入以外の運営費の資金源としては、アメリカでは公営交通事業者が直接住民に課税する売上税(目的税)や管内地方自治体の一般財源、フランスでは都市圏交通局が直接企業などの法人に課税する交通税や管内地方自治体の一般財源がある。ドイツでは公営交通事業者またはその親会社(公営企業)が税制特例により内部補助が非課税とされており、その措置を利用して電気・ガス・熱供給などのエネルギー供給部門の黒字によって、交通事業の赤字分を補填しているのが一般的である(各国交通事業者の財務報告書、ヒアリング結果による。)

さらに、5ヶ国における旅客輸送の分野における鉄軌道の役割、都市内公共交通機関においてLRTの果たしている役割を比較・分析するため、入手した統計資料を活用して、国内の交通手段別の旅客輸送量(人キロ)の推移と都市内公共交通機関の交通手段別利用者数の推移について比較した(図-2.2.1～2.2.10、文献3)より作成した。)

表-2.2.2 5ヶ国の都市内公共交通制度の比較(文献2)および3)より作成

	フランス	アメリカ	ドイツ	イギリス	日本
都市内公共交通に関する理念・考え方	基本的人権として交通権を規定し、公共交通によって漸進的に実現する	交通システムの整備を奨励・促進し、人や物のモビリティを効率的に最大化すると共に、交通分野の燃料消費量と大気汚染を最小化することは国の利益	都市内公共交通サービスを提供することは生存配慮(行政サービス)の一環	渋滞や環境汚染の問題に取り組むため、公共交通の改善により持続可能な交通を実現	公共交通は、いわば地域の経済社会活動の基盤であり、その活性化・再生により人々の円滑な移動を確保することは、地域の活力を向上させるための重要課題となっている
根拠法令等	国内交通基本法第2条	連邦法典第49編「交通」第53章「大量輸送交通機関」第5301条	例えば連邦地域化法第1条	1998年交通白書前書き(プレスコット副首相兼環境・地域・交通担当大臣)	平成18年度版国土交通白書
国・自治体の都市内公共交通に対する関与(法的位置づけ)	国、地方自治体又は地方自治体の連合が定期公共旅客輸送を組織する※1	①連邦政府は財政援助により、効率的かつ連携が図れた交通システムを整備する ②州政府、自治体は都市圏計画局の設置、計画策定、連邦助成の要求・執行に関与する	地方自治体が公共近距離旅客輸送の計画策定、組織編成、資金調達を行う	地方自治体又は旅客交通局(交通に関する自治体の連合)が安全で統合化された効率的で経済的な交通施設・サービスの提供の促進に関する政策の策定と実施を行う	都市圏交通計画の策定、トラムなどのインフラ整備やバス運行への公的支援、上下分離方式の場合の施設所有者などの役割を果たすが、法律による義務規定はない 近年制定・改正された「バリアフリー法」、「鉄道利便増進法」、「道路運送法」では自治体の参画規定が設けられている
根拠法令等	国内交通基本法第7条第2項	①連邦法典第49編「交通」第53章「大量輸送交通機関」第5301条 ②同第5303条、第5309条等	例えばノルトライン・ヴェストファーレン州公共近距離旅客交通法第3条※2	2000年交通法第108条	
交通事業者※3	①審査を受け国に登録した事業者 ②定期公共旅客輸送事業者は公営企業又は権限を有する当局(国、地方自治体、自治体の連合)と期限付き契約を締結した企業に限定	実態として公営交通事業者のみ(民間事業者は石油ショックを契機に市場から撤退)	①州政府が指定する官庁から許可を受けた事業者(需給調整有り) ②商業採算性を原則とするが、採算性が確保できない場合は、自治体が公益事業として義務化や入札契約により運営	①資格要件チェックの許可を取得した事業者 ②バスの路線開設・廃止は届出のみで参入・退出が自由(需給調整なし) ※ロンドンには行政が民間に運営委託しておりフランスに類似	鉄道・バスの路線開設は許可、退出は事前届出で、参入・退出が自由(需給調整なし)
根拠法令等	国内交通基本法第7条第1項、第2項	大半の公営交通事業者は州法に基づき設置され、郡、市またはその共同体が経営している	連邦旅客運輸法第2条、第13条、第21条	1985年交通法第1章	鉄道事業法改正(2000年施行) 道路運送法改正(2002年施行)
運行事業者の状況	民間企業72%、三セク17%、自治体直営又は公営企業等11%	ほぼ100%が公営企業	民間企業20%、三セク18%、公営企業62%	大手民間企業5グループ67.4%、中小民間企業15.6%、公営6.2%	地下鉄: 民間(含3セク)6社、公営9事業者 路面電車(軌道): 民間(含3セク)14社、公営5事業者 バス(路線バス): 民間447社、公営39事業者
路線運営の形態・競合関係	都市圏内の地下鉄、LRT、バスを民間企業1社が一括運行受託するケースが多い。	都市圏内の公共交通を一括して経営する場合と、モード毎・郡毎に事業者を設置して運営するケースがある。	市の公営企業が市域の地下鉄、LRT、バスを運行するケースが多い。	ロンドンを除き、民間バス事業者間、バスとLRTとの路線競合あり。	民間バス事業者間、バスとLRTとの路線競合あり。
整備及び運営のための資金内訳※4					-
運営費の料金カバー率	約30%(全般的にドイツ・イギリスより料金は安め)	約32.7%(無料サービスもあるなど、全般的にドイツ・イギリスより料金は安め)	約71%	税引き前利益を計上	①鉄道事業者全140社全体では、税引き前利益を計上 ②バス事業者約250社(30両以上保有)全体では、約93%
軌道系都市内公共交通機関に対する主な国の助成制度(補助対象、補助率等)	①専用走行路を持つ都市内公共交通インフラ整備助成(インフラ・結節施設・P&R施設: 35%)※1、※5 ②交通税(地方目的税、使途は都市内公共交通の整備・運営)	①資本投資プログラム(インフラ・車両・P&R施設・TOD関連の歩行者通路等: 80%) ②都市地域公式補助(公共交通機関の資本費で補修費・予防的補修費を含む: 80%、人口20万人未満の都市地域における運営費: 50%)	①市町村交通助成法(インフラ・結節施設、P&R施設、整備場、車庫、優先信号等高速化設備、車両: 75%、但し、大規模事業で連邦プログラムの場合60%) ②地域化法(使途は主に近距離鉄道の運営であるが、都市内公共交通機関の整備・運営にも充て可能で州政府が決定)	①大規模事業補助(公共旅客交通施設に対する資本投資: 50%、なお、本補助は地域交通計画制度を通じて実施される) ②都市交通システム整備事業(車両を除く施設: 1/3) ③LRTシステム整備費補助(低床車両、停留所、レール、変電所・車庫の増設、ICカードシステム: 25%) ④他に地下鉄建設、バリアフリー施設整備、都市鉄道利便増進事業、地域公共交通特定事業に対する補助がある	
根拠法令等	①国内交通基本法第14条	①連邦法典第49編「交通」第53章「大量輸送交通機関」第5309条 ②同法第5307条	①市町村交通助成法(GVFG、鉛油税が財源) ②地域化法(RegG、鉛油税が財源)	①1968年交通法第56条	①道路法第56条、道路整備費の財源等の特例に関する法律第5条(道路特定財源)
人口密度(2005年)	110人/km ²	31人/km ²	232人/km ²	246人/km ²	339人/km ²
乗用車保有率(2004年)	497台/千人	467台/千人 (全四輪車では807台/千人)	550台/千人	506台/千人	439台/千人

※1 フランス首都圏の都市内公共交通は例外的に国が組織しており、国の助成制度も異なっているため交通事業者及び助成制度の欄には含まない。

※2 ドイツの都市交通施策実施の権限は州政府にあり、州法で役割分担を規定。

※3 イギリスについてはバス事業者について記述。

※4 2003年。ドイツは2000～2002年の平均値(推計)。フランスは都市内公共交通。アメリカ・ドイツはさらに通勤鉄道・近距離鉄道を含む。イギリスはバス(都市間バスを含む)のみ。

※5 現在はFNADT制度に移行。

◆ 5ヶ国の国内の交通手段別の旅客輸送量（人キロ）の推移（1990年=100とした変化率で表す）

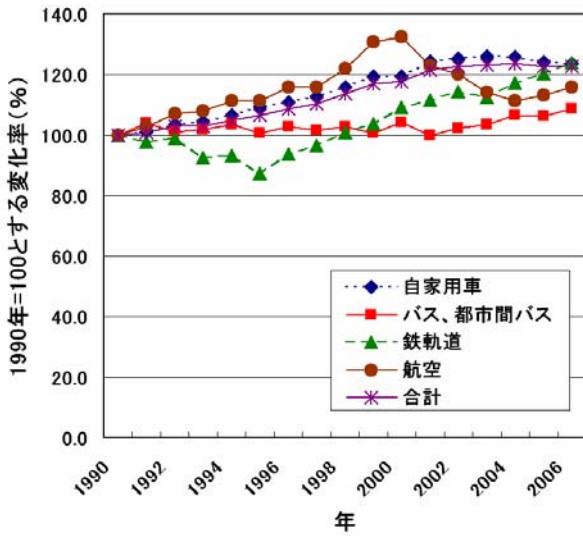


図-2.2.1 フランスの国内旅客輸送量の推移

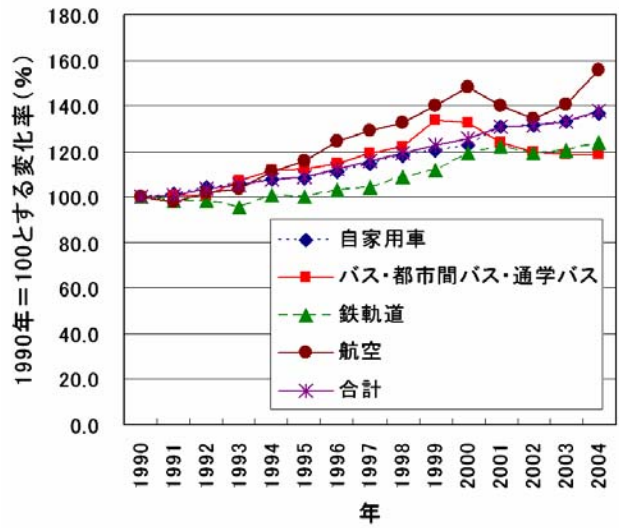


図-2.2.2 アメリカの国内旅客輸送量の推移

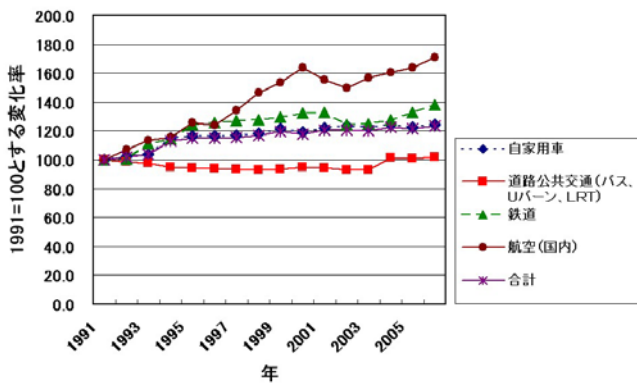


図-2.2.3 ドイツの国内旅客輸送量の推移

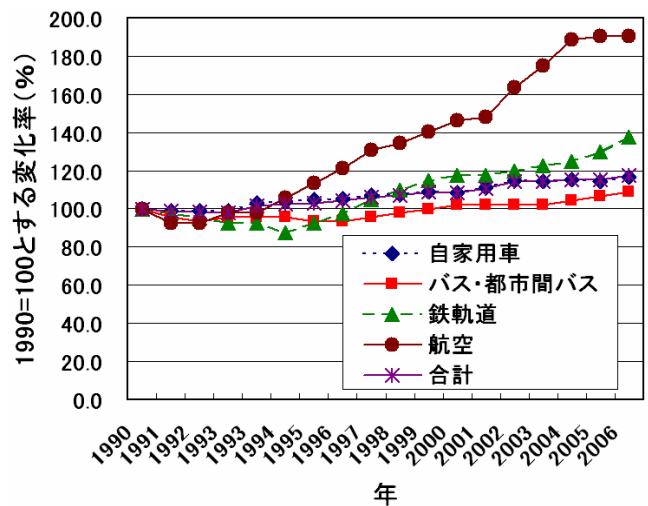


図-2.2.4 イギリスの国内旅客輸送量の推移

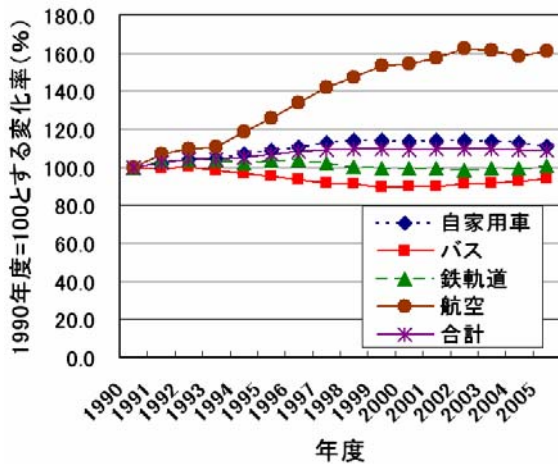


図-2.2.5 日本の国内旅客輸送量の推移

◆ 5ヶ国の都市内公共交通機関の利用者数の推移

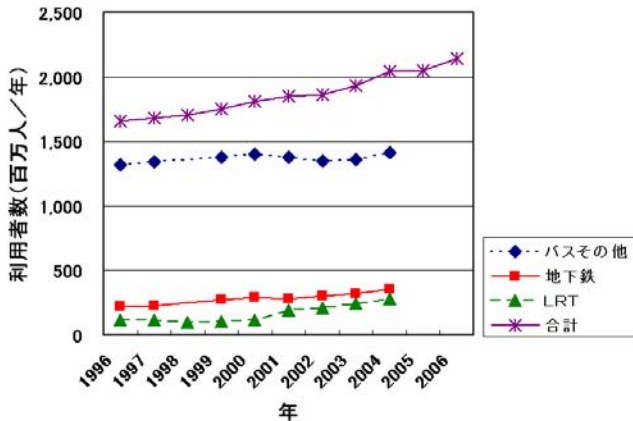


図-2.2.6 フランスの都市内公共交通機関の利用者数の推移 (パリ首都圏を除く)

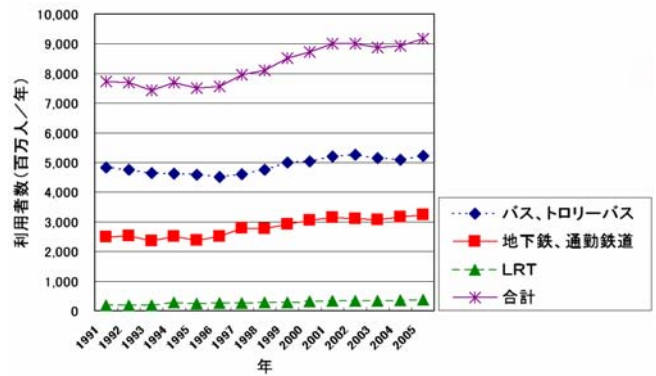


図-2.2.7 アメリカの都市内公共交通機関の利用者数の推移 (通勤鉄道を含む)

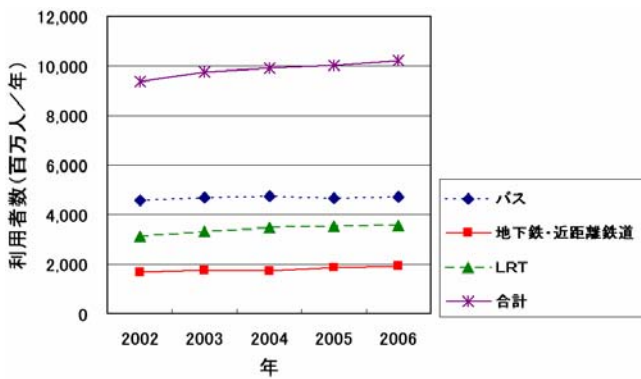


図-2.2.8 ドイツの都市内公共交通機関の利用者数の推移 (近距離鉄道を含む)

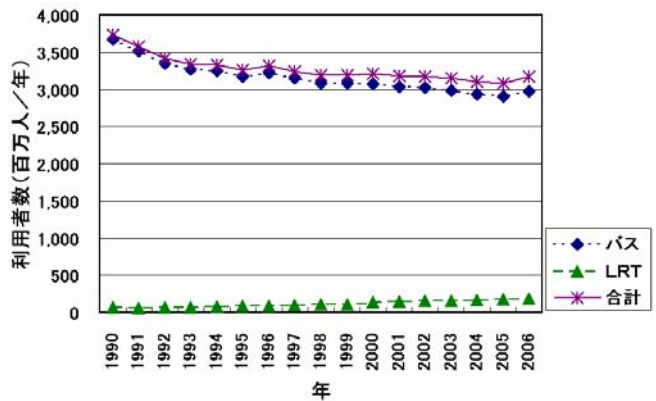


図-2.2.9 イギリスの都市内公共交通機関の利用者数の推移 (ロンドンを除く)

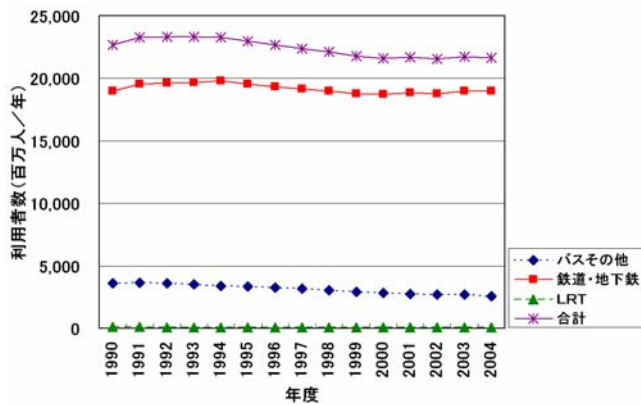


図-2.2.10 日本の3大都市圏の都市内公共交通機関の利用者数の推移

※パリ、ロンドンは各国における巨大都市圏であり、地下鉄の利用者数がきわめて多いため、国別に比較するには支障となるため、集計からは除外した。

※日本については、地方都市圏単位での交通機関別利用者数の統計データがないため、3大都市圏のデータを利用した(LRTのシェアについては、3大都市圏も地方都市圏も、全体で計をとると、それほどかわらないものと推定されるが、鉄道とバスは順位が逆転する。)

◆ 5ヶ国の各都市圏における都市内公共交通機関の機関分担率の推移

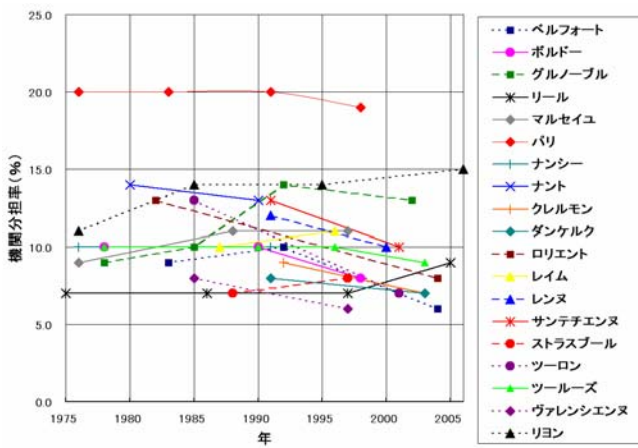


図-2.2.11 フランス各都市圏の公共交通の機関分担率の推移

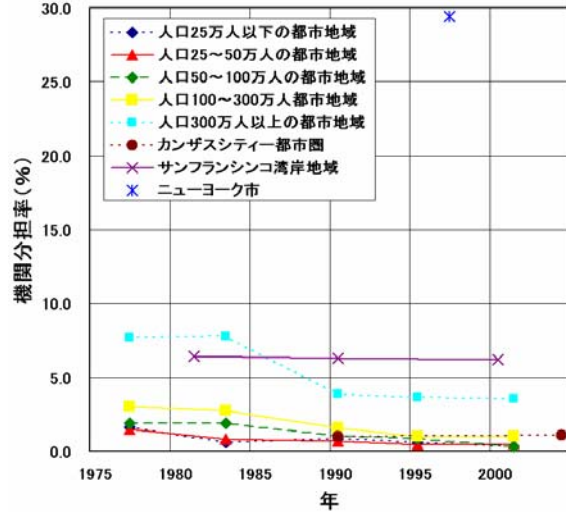


図-2.2.12 アメリカ各都市圏の公共交通の機関分担率の推移（全国調査の都市圏規模別集計値も利用）

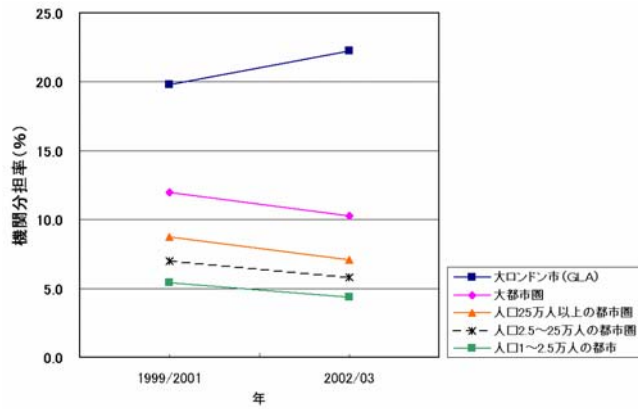


図-2.2.13 イギリス各都市圏の公共交通の機関分担率の推移（全国調査の都市圏規模別集計値を利用）

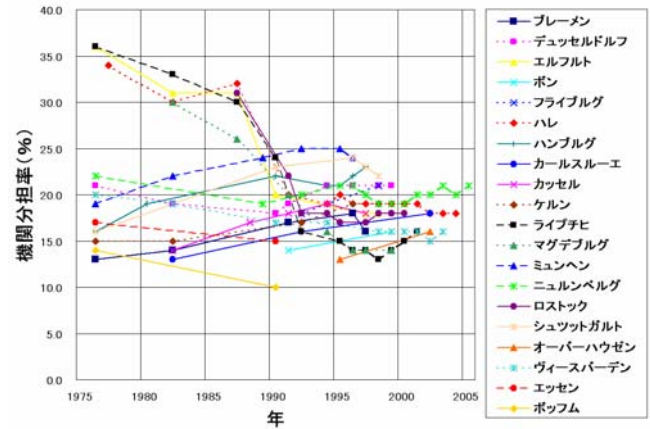


図-2.2.14 ドイツ各都市圏の公共交通の機関分担率の推移

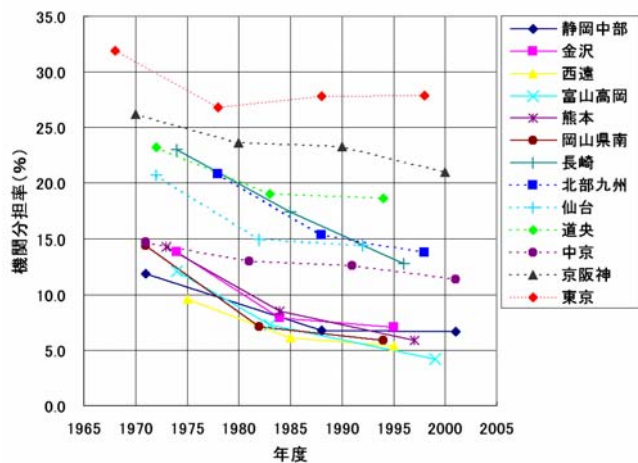


図-2.2.15 日本各都市圏の公共交通の機関分担率の推移

各国とも、旅客輸送量全体は、自家用車の伸びを反映したものとなっているが、近年の状況では、フランス、イギリスにおいては鉄軌道が自家用車の利用の伸びを上回っており、民営化や TGV・LRT などへの投資の効果が現れている。都市内公共交通の利用者数の比較によると、モータリゼーションの進展により、交通の妨げとなった路面電車が次々と廃止される中で、早くから LRT に対して地下化や専用軌道化の助成を行って既存ストックの活用を図ってきたドイツについては、LRT がバスと並ぶ利用者数を確保し、各都市で基幹的な公共交通機関として機能していることが読み取れる。これに対して、他の国では、普及の水準が低く利用者数は少ない。フランスについては、近年の積極的な投資の効果が始まっていること、また政府・自治体の方針として幹線バスルートを LRT に置き換え交通サービス水準の向上を図るといった戦略が順調に成果を上げている。

都市圏パーソントリップ調査結果を活用して、自家用車も含む都市圏内の公共交通機関の分担率の推移について比較した(図-2.2.11~2.2.15、文献4)より作成した。)

日本の地方都市圏、アメリカ、交通市場が自由化されたイギリスの地方部(ロンドンが自由化されていない)、並びに旧東ドイツの諸都市においては、モータリゼーションの進展に伴う自動車の分担率が高くなる一方で、公共交通機関の分担率の低下が著しい。しかしながら、旧西ドイツ諸都市においては、公共交通機関の分担率が向上しており、フランスにおいてもリヨン、グルノーブルなど一部の都市で機関分担率が向上している。過去からの都市内公共交通機関への投資の成果であると考えることができる。

5ヶ国の都市圏の公共交通機関の分担率を比較すると、日本の大都市圏(政令指定都市および人口50万人以上の都市)では海外の同規模の人口を有する都市と比較して、公共交通機関分担率は同等か、高めである。逆に地方都市圏については、フランスやドイツと比較すると見劣りする。国際比較の結果として、今後の日本の課題としては、高い大都市圏の都市内公共交通の利用の水準を維持すること、並びに、地

方都市圏の公共交通機関の分担率を向上させることが重要であることがわかる。

次に、日本において LRT の今後の導入可能性を検討するため、既に LRT が導入されている都市圏の構造について国際比較を行った。

例えばフランスにおいては地方自治体の数が30,000を超えているため、地方自治体単位で、人口密度などの指標を使って、各国の都市構造を比較することは困難である。ここでは、その代わりに LRT 沿線の人口密度について比較することとした。これは、LRT の輸送力と LRT の資本投資・運営を成り立たせるための沿線居住人口にある程度の関係が成立するものとの仮説に基づく分析である。

ハス・クラウら⁵⁾は、フランス、ドイツ、イギリス、北米などの24都市の LRT について、都市特性、LRT の路線延長・運行状況、関連交通施策などについて収集可能な11指標と利用者数など運輸実績に関する指標を収集し分析している。この研究においては、各都市の GIS データを利用して、LRT の沿線(駅間を含む)の路線の両側300mの範囲の夜間人口密度を算出するとともに、交通事業者から輸送密度等の運輸データを収集している。このデータに、日本の1995年の

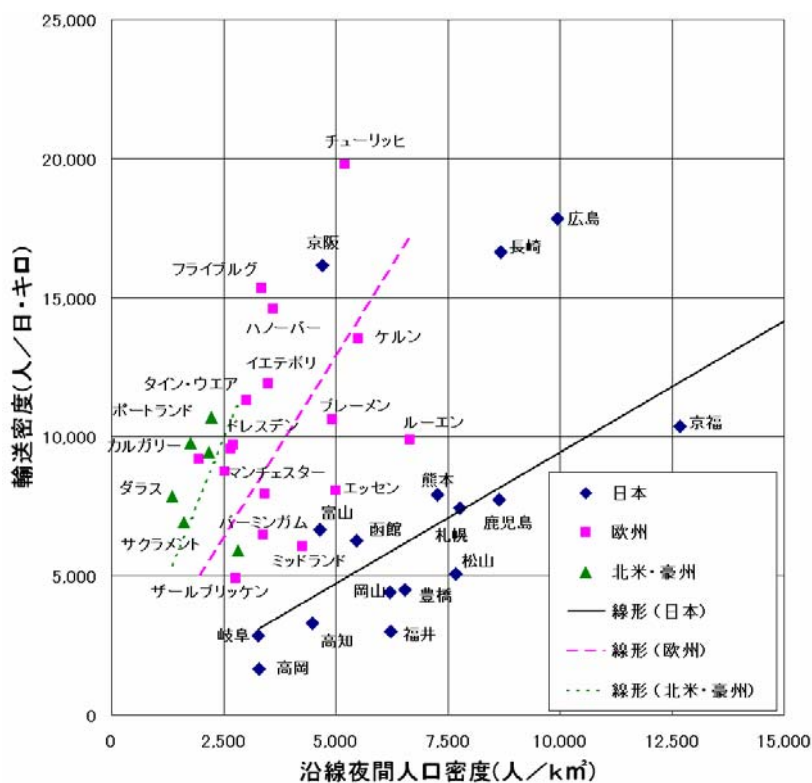


図-2.2.16 各国都市圏の LRT の沿線夜間人口と輸送密度の比較(文献5)及び6)等から作成)

路面電車の輸送密度⁶⁾と沿線両側 500m の範囲の国勢調査人口メッシュデータにより算出した人口密度のデータを加えて図-2.2.16 を作成し、国際比較を行った。日本の LRT は通常、幹線道路に敷設されているため、沿道寄りの方が居住人口密度は高くなるものと推測されるため、海外諸都市の両側 300m の人口密度と比較する場合には、日本の人口密度は低め（結論の方から見ると安全サイド）に見積もられていると推測される。

ハス・クラウは、GIS データを利用して、対象都市の LRT ネットワークおよび夜間人口分布を示した図も作成している。これによると、欧州大陸の諸都市はローマ時代～中世における城郭都市を起源としており、都心部に向かって人口密度が高く、都心部にも夜間人口の高い集積があるのに対し、英国、アメリカ、カナダ、オーストラリアの各都市は、都心部に業務・商業集積はあるものの、夜間人口密度は低く、周辺市街地においても低密度の住宅地が広がっており、総じて LRT 沿線の夜間人口密度は低い。

図-2.2.16 から、日本の各都市の沿線人口密度は、欧州各国と同じか、または高く、軌道系公共交通の導入に向いていることがわかる。しかしながら、欧米各国と比較すると、沿線の居住者を LRT の乗客として取り込むことについては見劣りしている。また、文献 5) および 6) から、LRT の路線長と乗客の平均乗車距離とを比較すると、欧米の平均乗車距離は 3km～8km であるのに対し、日本は 2km～6km（平均は約 3km）と短いことが特徴として挙げられる。

この要因としては、日本では、モータリゼーションの進展に従って路線が廃止され、都心部にほんのわずかな路線が残っているに過ぎず、郊外居住が増加している利用者のトリップのニーズに十分対応できていない状況が挙げられる。逆に、輸送密度の高い国の要因としては、例えばドイツやスイスでは都市スケールで LRT のネットワークが充実していることが要因と考えられる（文献 5) および表-2.2.1 参照）。

今後は、利用者のトリップ長の増大に対応できるよう、既存ストックを活用した鉄道とのネットワーク化（その 1 つの手法として「トラムトレイン」が挙げられる。）や交通結節点の改善、料金の統合化などにより、利用者の乗り換え抵抗を減らすようなハード・ソフト両面における連携施策が、日本における対策として必要であると考えられる。

また、交通市場が自由化された日本においては、既

存のバス事業者との調整も極めて重要であるが、その点については、日本より約 15 年先行して市場の自由化を図ったイギリスにおいて、現在行われている交通事業に関する公民連携策が参考となる。

2.2.3.2 欧米におけるLRTの整備効果

ここでは、海外主要 4 ヶ国の交通事業者等から収集した報告書の中から、LRT の整備効果について、交通機関分担率へのインパクト、並行する幹線道路の混雑緩和、都心部の環境改善、中心市街地等に対する経済効果についてとりあげ、日本において LRT の導入を行った場合の見通しについて考察する。

(1) 交通機関分担率へのインパクト（自動車利用の拡大の抑制）

LRT の導入による効果として、都市圏の交通機関分担率へのインパクトを取り上げる。LRT の整備前後で都市圏パーソントリップ調査を実施していることが要件となるため、定期的にパーソントリップ調査を実施しているフランスの都市に限定される。ここでは、グルノーブル、リヨンおよびストラスブールを取り上げ、交通機関分担率の推移から LRT の整備効果を分析する。

参考文献 4) のデータを利用して、都市圏の交通機関分担率の推移を図化するとともに、鉄軌道系交通機関の開業年データを付記して、機関分担率の推移を示す図を作成した。なお、リヨンについては、さらに 2006 年に実施された PT 調査結果速報資料 7) に記載された 1997 年策定の都市圏交通計画(PDU)に掲げた 2005 年目標値および 2006 年実績値を加えて、図-2.2.17～19 を作成した。

グルノーブルでは複数 LRT 路線の新設および継続的な延伸整備により公共交通機関の分担率を上昇させ、自動車の分担率の増加を抑えるのに成功していることがわかる（2001 年以降も、2006 年に路線延長 11km の C 線、2007 年に 2.5km の D 線も引き続き新規開業させている。）。リヨンでは、近年の複数の地下鉄および LRT に対する積極的な投資により、自動車分担率を減少させるまでに至っている。なお、1997 年策定の都市圏交通計画(PDU)において設定した 2005 年目標値に対して、2006 年実績値については、自動車の分担率は下回る一方、公共交通機関および徒歩の分担率は上回っており、交通計画の目標を達成したと評価している。ストラスブール都市圏においては、LRT の開業により公共交通機関の分担率は上昇しているが、必ずし

も自動車の分担率の増加を抑えてはいない。しかしながら、ストラスブール市の LRT・A/D 線沿線のゾーンに絞って比較すると、自動車分担率の低減と都心部に流入する自動車交通量の抑制に寄与していることがわかる⁸⁾。

以上に示した、LRT の導入に成功したと言われるフランスの整備事例、ドイツの LRT 整備量、利用者の割合、機関分担率の現状等から、LRT などの軌道系交通機関の整備のみによって、自動車の機関分担率の増加を抑制したり、低減させたりするためには、都市圏内においてネットワークを形成するレベルに至るまで施設整備に対する継続的な投資を行うことが必要であると言える。

その際、ドイツにおいては長年にわたるインフラ投資の蓄積、フランスにおいては、交通税、自治体の一般財源などの公的資金を投入による短期的なインフラ整備と低廉な料金による高い交通サービスの提供という LRT の資本投資・運営にとって恵まれた要因に着目する必要がある。

このような条件が整っていない日本において、LRT の導入により自動車利用拡大の抑制を図り、公共交通機関の分担率の向上を図るためには、一つには、例えばトランジットモール化、ロードプライシングやモビリティ・マネジメントなど、都心部での自動車側の利用抑制策を併用することが考えられる。

しかしながら、このような自動車利用の抑制策の適用が直ちに困難な場合には、既存の鉄軌道ストックを活用したネットワークの拡充、ハードおよびソフト面の公共交通機関の乗り継ぎ円滑化施策、バス事業との調整などの公民連携施策、公共交通指向型開発 (TOD) などまちづくりの面からの利用者増加策など、限られた資金によっても実施可能な LRT 関連施策をパッケージ化して、LRT の導入効果の発現を側面から支援することが不可欠であると判断される。

(2) LRT に並行する幹線道路における交通混雑の緩和

マンチェスターの LRT 第 1 期路線について、並行する幹線道路の LRT 開業前後の自動車交通量の比較を行った例によると、開業前後で沿線地区の機関分担率の変化が見られ、併走する道路の混雑が緩和されている。LRT 第 1 期路線では、その後も着実に長距離の通勤・通学交通を中心に利用者が伸びており、LRT がなければ、道路渋滞はもっと深刻化していたと LRT の整備効果が評価されている⁹⁾。

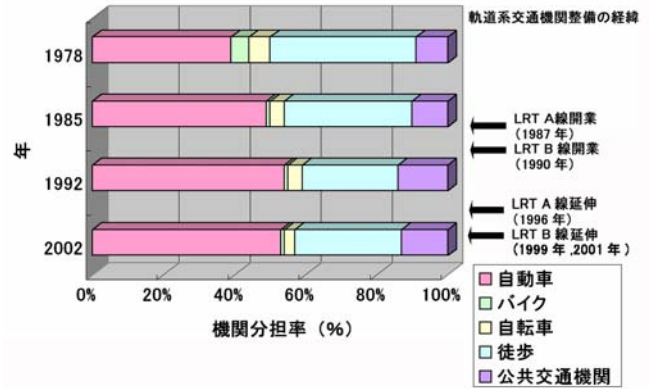


図-2.2.17 グルノーブル都市圏の機関分担率の変化

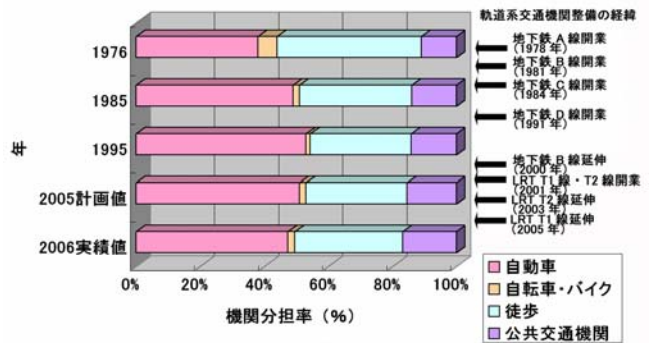


図-2.2.18 リヨン都市圏の機関分担率の変化

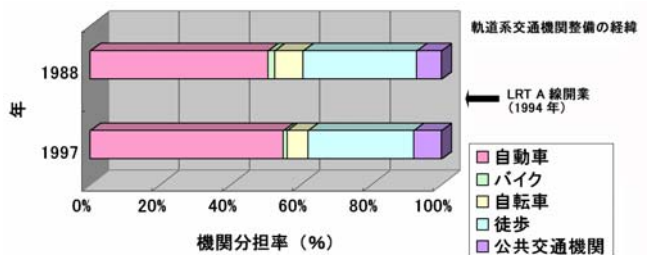


図-2.2.19 ストラスブール都市圏の機関分担率の変化

また、デンバーのサンタフェ・ドライブ交通軸における幹線道路と LRT 南西線の交通量調査結果によると、ピーク時間に都心方向への人の移動について、LRT は全体交通量の約 31% を担っており、幹線道路の交通混雑緩和に寄与していると評価されている¹⁰⁾。

LRT に並行する幹線道路の自動車交通の混雑緩和については、マンチェスター、デンバーともに、LRT がネットワークを形成するに至らない初期の段階における効果であり、日本において、単一の LRT 路線の整備を行った場合でも、効果の発現が十分に見込めるものと思われる。

(3) 都心部の環境改善

ストラスブールでは都心部（歴史的旧市街地）への自動車交通流入に伴う排気ガス、騒音等の環境悪化、都心の環境悪化を避けた郊外への住宅立地による自動車交通のさらなる都心集中という悪循環に長年悩まされてきた。そこで、ライン川沿いのフライブルグやバーゼルの交通政策にならい、都心部を迂回するバイパスおよびLRTの整備に合わせて、都心部における自動車の通り抜けを禁止するために歩行者専用ゾーンを面的に整備した。

これらの都心への自動車流入抑制策により、約17%、約4万台/日の自動車交通量を削減することができた。その結果、年平均二酸化窒素濃度が各種施策実施前の $60\mu\text{g}/\text{m}^3$ から、2000年には $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ に低下している。一酸化窒素は測定箇所の直近の発生源に大きく左右される指標であるが、急激に低下しているのは自動車交通量の減少がダイレクトに効果として現れたものと考えられ、それが二酸化窒素濃度の減少に寄与していると推測される。しかしながら、EUが設定した2010年の目標値に対しては、都市圏住民の1/3が住む地域でオーバーしており、都市圏交通局はB/C線の開業によってさらに大気環境改善が進むものと期待している。

フランス各都市圏においてはLRT導入に伴って、道路の横断構成を見直しし、歩道、自転車通行帯、車道、自動車駐車帯、LRT軌道敷、植樹帯などの構成を再構築している。その際、歩行者・自転車優先の思想や景観配慮のデザイン、緑化にも配慮した整備を行っており、このために国の助成制度も設けられている。

例えば、ストラスブールでは、LRT・A/D線整備に併せて、34.5万平方メートルの道路空間が再構築され、約千四百本の樹木が植えられている。

特にフランス各都市においては、道路空間の再構築のために、多数の道路に整備されている路上駐車場のスペースが有効に活用されており、全体的な傾向として、車道と駐車帯の幅員が削減され、軌道敷の新設と併せて、植樹帯および自転車通行帯の新設が行われているところに特徴があり、都市内の環境空間の拡大と魅力の向上が図られていると言える。

(4) 中心市街地等に対する経済効果

LRT整備と都心部への自動車流入抑制策による歩行環境の改善が行われたストラスブール市の中心市街地においては、夜間人口や商業店舗の郊外立地の傾向が進む中、都心部の商業施設は専門性を高め、百貨店の改装や国際色のある看板の増加も含め、都心部商業の魅力向上が図られた。1988年と1997年とのパーソリップ調査の比較によると、商業施設の延べ床面積が増加した郊外と比較すると、都心部での商業施設の床面積は増加していないにもかかわらず、都心部への買い物トリップ数は買い物トリップ全体の22%のシェアを確保するとともに、2時点間でトリップ数が約33%も増加し、引き続き、第1番目の買い物交通の目

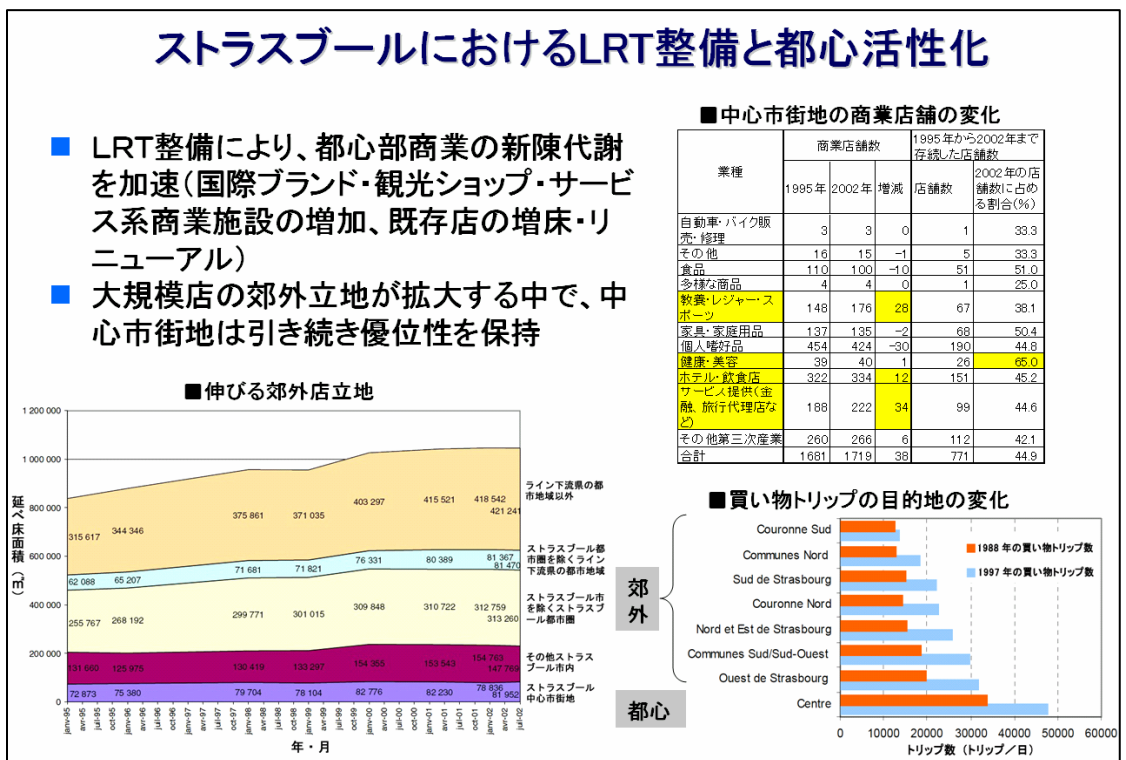


図-2.2.20 LRTの中心市街地活性化に対する寄与(文献10)及び11)から作成)

的地となっている（図-2.2.20 参照）。

ストラスブルールについては、LRT の開通とほぼ同時期に、欧州通貨の統合、EU の東方拡大、ストラスブルールに立地する欧州議会の権限の強化などを背景として、LRT 沿線圏のはるか遠方の郊外も含めて、商業施設に対する投資が一時期大幅に拡大していることから、都心部の商業活性化の要因は LRT 整備の他にもあげられる¹¹⁾。しかしながら、LRT および関連施策は都心部へのアクセシビリティや都心の歩行環境の向上など都心部の交通環境条件を大幅に改善することに成功し、このような大規模な民間商業投資の機会に、それらの投資を都心部に呼び込むことに多大の貢献をしたことがわかる。

したがって、都心部整備（中心市街地活性化）と LRT 整備は車の両輪とすべきである。すなわち、LRT を導入すれば、中心市街地は活性化するという戦略は誤りであり、LRT 整備と連携させつつ、都心部の商店街の魅力向上にも投資する必要がある。

(5) イギリスにおける LRT の課題

公共交通の運営に関して、日本と同じように、民営事業としての採算性を求められるイギリスにおいては、ロンドンやマンチェスターを除いて LRT は苦戦しており、イギリス政府は、2004 年 7 月に、マンチェスター第 3 期、リーズ、サウス・ハンプシャーの 3 路線に対する補助採択を停止した。その背景として、2004 年 4 月に会計検査院が出した報告書¹²⁾では、既開業路線における実績とフランス・ドイツの LRT との比較、関係者へのヒアリングを行い、LRT が交通サービスの質を向上している効果は評価するものの、種々の課題を提起している。特に、需要予測と実際の利用者数の乖離を問題ととらえていて、利用者数/需要予測の比が、シェフィールドは 55%、ミッドランドは 62%、クロイドンが 76%であることを指摘している。収支の観点においても、シェフィールド、ミッドランド、クロイドンが営業赤字を計上していることを課題としている。報告書の結論を整理して表-2.2.3 を作成した。

会計検査院報告を受けて、下院交通委員会は、関係者からのヒアリングをもとに 2005 年 4 月報告書¹³⁾を公表している。それによると、トラムは交通網の中で重要な役割を果たし、統合化された交通網の一部を担うシステムであると位置付けながらも、会計検査院報告書の問題点の要因を調査し、交通省に対してトラム整備を戦略的にリードするための提案を行っている。

表-2.2.3 イギリス会計検査院報告書のポイント（文献 12 から作成）

イギリスのトラムの課題	<ul style="list-style-type: none"> ・利用者数が予測より少ない ・他の交通機関との連携が不足している ・料金収入で運行経費をカバーできていない ・建設コストが見通しより高騰している ・都心にサービスしない路線がある
フランス・ドイツのトラムの利点	<ul style="list-style-type: none"> ・広幅員道路が多く、専用軌道が普通で、かつ優先信号システムが整備されている ・運営や料金制度により他の交通機関との統合が行われている ・料金低廉化のため手厚い公的補助が入っている ・沿線に夜間人口の集積があり、駅間が短く乗客にとって利便性が高い ・交通集積点（都心商業地、病院、大学）にサービスしている。
結論（推薦）	<ul style="list-style-type: none"> ・他の交通機関とのハード及びソフト面での連携の強化 ・コスト削減のための標準化、道路占用物件移設費用の負担の軽減、鉄道との連携 ・自治体における財政基盤の強化 ・トラム計画策定の戦略的アプローチの強化

表-2.2.4 イギリス下院交通委員会報告書のポイント（文献 13 より作成）

問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・他の交通機関（特にバス）との連携の弱さ ・車両及び設備の標準化の不足、まとめた発注がないことによるコスト高 ・計画期間中の建設コストの高騰（1.4倍～3.2倍） ・DBOMでリスクを民間に負担させる仕組みが破綻し、資金確保に支障
交通省への提案	<ul style="list-style-type: none"> ・専門的知識を集積し、関係者に提供すること ・標準化や経験の蓄積により、コスト削減を図ること ・道路整備や他の交通機関との連携、交通機関の統合化が進むよう指針を示すこと ・予算採択までの計画審査の時間はコスト要因であり、短縮すること ・道路占用物件移設費用の削減のため、占用者の負担を増やすこと ・バスサービスに対する地方自治体の権限を強化すること

概要を整理して表-2.2.4 を作成した。

イギリスのトラムの建設・運営は PFI 方式により公民がリスク分担をしながら実施されているため、将来が不透明でリスクが高い場合には、それが全体コストに反映されて、高コストになりがちである。このような仕組みは日本とは異なっているものの、交通事業が自由化されているなかでの経験であり、原因と対策には日本の参考となる点が多い。

(6) LRT の整備効果に関するまとめ

フランスにおいては、近年 LRT の導入を積極的に進め、都心部への自動車交通流入の抑制、都心部の環境改善、中心市街地活性化など、めざましい成果を上げてきた。しかしながら、事業推進の仕組みの点では、計画・事業・運営を一貫して担当する都市圏交通局（AOTU）という組織、交通税および地方自治体の一般財源という潤沢な自主財源による短期集中的な路線整備と全国平均で約 3 割という低い収支率のもとで提供される低廉で高い運行サービスやトランジットモール

化による都心部への自動車交通流入策の適用などが成功要因となっている。

また、ドイツにおいては、長年にわたる路面電車の近代化への投資により、他の国では自動車交通の増加に伴って廃止に追い込まれた路面電車網を維持することにより、密度の高いLRTネットワークを維持し、現在も引き続き路線網の拡充強化を進めていることが、現在、都市圏の公共交通機関分担率が高く、引き続き増加傾向にあることの要因となっている。

しかしながら、このような手法をそのまま日本に持ち込むことはできない。日本においては、交通事業者に対し、運営に関する独立採算性を強く求められるため、むしろ(5)で記述したイギリスの経験を参考としつつ、日本の既存の仕組みを前提として、LRTの利用者の拡大に資するように関連施策をどのように組み合わせると効果的なのか検討する必要がある。

表-2.2.3および4において指摘されているように、既存の交通機関とのハードおよびソフト面での連携の強化、行政側からの支援の強化、さらには、各国の事例から、駅周辺や都心部の再開発などのまちづくりによる利用者数の増加策などを含めた関連施策を組み合わせる必要がある。

2.2.3.3 我が国において導入すべき施策に関する検討

国総研で実施した海外比較検討結果を基礎として、我が国において導入可能な海外施策について、委員会において検討を進め、我が国におけるLRT導入のための計画策定及び施策実施の方向性について提案した。

(1) LRTの速度向上

- ・優先信号の積極的な導入
- ・郊外区間の軌道の専用化

(2) まちづくりとの連携

- ・パークアンドライド施設の整備
- ・交通結節点整備
- ・公共交通指向型開発（TOD）の推進

（各国で行われている都市開発、アメリカの関連公共施設助成・住宅助成、ドイツの地区詳細計



図-2.2.21 オルレアン LRT 沿線におけるまちづくりとの連携（ガイダンス）



図-2.2.22 リヨンの LRT 新線沿線におけるまちづくりとの連携（ガイダンス）

画による密度コントロール、)

- ・中心市街地活性化策（商店街との連携）及び都心部再開発の推進

(3) 合意形成方策の充実

- ・事業の計画段階など早期段階からの住民参加（フランス、アメリカ）

(4) 行政と民間交通事業者間の公民連携方策（イギリス）

- ・バス路線の再編やバスと LRT とのネットワーク強化、乗り継ぎ運賃の設定など利便性向上などに関する公民連携方策

2.2.3.4 まちづくりと一体となった LRT 導入計画ガイドランスの策定

2.2.3.1～2.2.3.3 の検討結果をとりまとめ、まちづくりと一体となった LRT 導入計画ガイドランスを策定した。

2.2.3.5 地方都市再生に向けた LRT 活用方策の検討

既存ストックを活用した LRT のネットワーク強化方策として脚光を浴びているトラムトレインを実現したドイツのカールスルーエ、ハイルブロン、カッセルの各市、トラムトレイン計画を立案し工事着手したフランスのミュールーズ市などの関係機関を訪問し、トラムトレイン事業を推進するための地域内の関係機関連携など計画づくりの枠組み、鉄道と LRT（路面電車）の規格の相違点、その相違点を克服するための車両・インフラ等の技術開発の状況、費用負担や運営における鉄道事業者と LRT 事業者との連携方策、トラムトレイン導入による整備効果について情報収集し、結果をとりまとめた。

2.2.4 まとめ

2.2.4.1 研究成果のまとめ及び活用

「まちづくりと一体となった LRT 導入計画ガイドランス」を策定・公表（平成 17 年 10 月）した他、都市内公共交通に関する 5ヶ国の制度・実態比較、トラムトレイン実現ための計画・技術等に関する資料について、公益法人機関誌や関係学会等において発表した。

2.2.4.2 研究成果の活用

研究成果として策定された「まちづくりと一体となった LRT 導入計画ガイドランス」の公表・配布（平成 17 年 10 月）に加え、海外の参考事例を追加した「まちづくりと一体となった LRT 導入計画ガイドランス」資料集の出版（平成 17 年 11 月）を行った。

策定されたガイドランス及び出版された資料集は、現在、LRT 計画を策定中の地方自治体において活用されている。また、技術指導の一環として、国総研から LRT 導入に関心を持つ地方自治体への働きかけを随時実施している。

◆「まちづくりと一体となった LRT 導入計画ガイドランス」の目次構成

はじめに

第 1 章 LRT 導入の背景と必要性

- 1-1. 公共交通の機能強化の必要性
 - (1) バス・地方鉄道等のサービス水準低下の実態
 - (2) 交通手段分担の実態
 - (3) 公共交通の優位点
- 1-2. LRT が活用される領域と LRT の特徴
 - (1) トランスポーターギャップの存在
 - (2) トランスポーターギャップを解決する LRT
 - (3) LRT のコンセプト
 - (4) LRT の特徴

第 2 章 LRT 導入計画のポイント

- (1) 計画づくりのフレームワークの工夫
- (2) 導入効果を高めるための工夫
- (3) 円滑な実現を図るための工夫

第 3 章 LRT 導入の対象となる領域

- (1) LRT の表定速度
- (2) LRT の輸送力
- (3) LRT の整備コスト
- (4) LRT の都市への導入パターン

第 4 章 まちづくりと一体となった LRT 導入計画づくり

- 4-1. 導入計画づくりのフレームワーク
- 4-2. まちづくりの目標設定
- 4-3. 施策パッケージの設定と評価
 - (1) 施策パッケージの設定
 - (2) 施策パッケージの評価
- 4-4. 都市交通施策・まちづくり施策・ソフト施策との統合
 - (1) 都市交通施策との統合
 - (2) まちづくり施策との統合
 - (3) ソフト施策との統合
- 4-5. LRT 導入計画の検討
 - (1) 路線計画
 - (2) 導入空間
 - (3) 停留場
 - (4) 車両基地・変電設備
 - (5) 都市環境に配慮したデザイン
 - (6) 運行計画
 - (7) 需要予測
 - (8) 事業採算と運営計画
- 4-6. 整備効果の検討
 - (1) 整備効果の検討目的
 - (2) 整備効果の検討時に留意すべき事項
 - (3) 事業評価
- 4-7. 市民との協働
 - (1) 市民との協働の重要性
 - (2) 市民との協働に向けた取り組み方
 - (3) 多様なツールの積極的な活用

第 5 章 法手続きと関係機関協議

- (1) LRT（路面電車）の適用法
- (2) 法手続きのフレームワーク
- (3) 関係機関との協議

2.2.4.3 今後の課題

現在、地方都市再生に向けた LRT 活用方策に関して、トラムトレインの日本への適用方策や既存バス事業者との連携方策等について引き続き研究を進めているところである。

参考文献

- 1) The European Rail Research Advisory Council: “Light Rail and Metro Systems in Europe - Current market, perspectives and research implication -”, 2004
- 2) 法令・規則・ガイドラインについては、各国司法又は広報担当省庁の以下のホームページを参照した。
 - フランス：
<http://www.legifrance.gouv.fr/texteconsolide/UTEA/C.htm>
 - アメリカ：
<http://www.access.gpo.gov/uscode/title49/title49.html>
計画・助成制度に関する政令についてはアメリカ連邦道路庁ホームページ
<http://www.fhwa.dot.gov/hep/23cfr450.htm#sec.450.100>
また、助成制度に関する解説書としては、次のものがある。
American Public Transportation Association (以下“APTA”と言う。)：“SAFETY-LU – A Guide to Transit-Related Provisions”
 - ドイツ：
<http://bundesrecht.juris.de/aktuell.html>
ノルトライン・ヴェストファーレン州に関する法制度は次の州内務省ホームページ
http://sgv.im.nrw.de/lmi/owa/lr_bs_inhalt
 - イギリス：
<http://www.opsi.gov.uk/ACTS/acts2000/20000038.htm>
計画・助成制度に関する運用指針類については、イギリス交通省ホームページ
<http://www.dft.gov.uk/pgr/regional/ltp/>
- 3) 運輸統計については、以下の各国関係資料を参照した。
 - フランス：
Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (以下“CERTU”と言う。)：“Urban Public Transport in France – Institutional Organization- ”, 2002
Groupement des autorités Responsables de Transports Publics: “l'année 2005 des transport Urbains”, 2005 など各年版 および
INSEE: “La France en faits et chiffres”
http://www.insee.fr/fr/ffc/accueil_ffc.asp
 - アメリカ：
APTA: “Public Transportation Fact Book 58th Edition”, 2007 および
Federal Transit Administration: “Report Year 2005 National Transit Summaries and Trends”, 2006
Bureau of Transportation Statistics: “National Transportation Statistics 2007”, 2007 など各年版
 - ドイツ：
Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (以下“VDV”と言う。)：“VDV-Statistik 2005”, 2006 など各年版 および
VDV: “Barrierefreier ÖPNV in Deutschland”, 2003
DVV Media Group GmbH: “Verkehr in Zahlen 2007/2008”, 2007
 - イギリス：
TAS Publications & Events Limited: “Bus Industry Monitor 2005”, 2006
Department for Transport (以下“DfT”と言う。)：“Transport Statistics for Great Britain” 各年版
 - EU：
Eurostat: “Panorama of Transport Edition 2007”, 2007
 - 日本：
国土交通省(運輸省)：国土交通白書及び運輸白書の各年度版 および
(財)運輸政策研究機構：「交通経済統計要覧」の各年度版
- 4) 各国の都市圏ベースの公共交通の機関分担率の推移については次の資料を参考とした。
 - フランス：
CERTU: “Résultats : 80 enquêtes réalisées depuis 1976 ...Consultez les chiffres...”, 2006
 - アメリカ：
Pat S. Hu et al.: “Summary of Travel Trends - 2001 National Household Travel Survey -”, 2004
また都市圏規模のパーソントリップ調査結果のうち、経年変化等が把握できるものについては、次のWEBを参照した。
<http://www.surveymarchive.org/index.html>
 - ドイツ：
Socialdata: Verkehrsmittelwahl,
http://www.socialdata.de/daten/vm_d.php
 - イギリス：
都市圏規模別については次の全国規模のPT調査結果(詳細分析編)から作成した。
DfT: “Focus on Personal Travel 2001 Edition”, 2001, “Revised National Travel Survey Data for Urban and Rural Areas”, 2002, および “Focus on Personal Travel 2005 Edition”, 2006
 - 日本：
(財)都市計画協会:「都市計画ハンドブック2006年」, 2007
- 5) Hass-Klau Carmen et al.: “Future of Urban Transport - Learning from Success and Weakness: Light Rail -”, 2002
- 6) 運輸省(国土交通省)鉄道局監修(政府資料等普及調査会)：「鉄道統計年報(各年度版)」
- 7) Syndicat des Transports de l'Agglomération Lyonnaise: “Enquête ménages déplacements 2006 de l'aire métropolitaine lyonnaise”, 2007
- 8) Strasbourg Communauté Urbaine (以下“CUS”と言う。)：“L'enquête ménage 1997: les resultants”, 1998
- 9) Passenger Transport Executive Group (UK): “What Light Rail can do for Cities –A Review of the

Evidence”, 2005

- 10) CERTU : “ Impacts d’ un Transport en Commun en Site Propre de le Commerce - Le cas de l’ agglomération strasbourgeoise - ” , 2004
- 11) CUS : “ Enquête Ménage Déplacements 1988 et 1997 Fiches de Synthèse” , 2001
- 12) National Audio Office (UK): “Improving public transport in England through light rail”, 2004
- 13) House of Commons Transport Committee (UK): “Integrated Transport: The Future of Light Rail and Modern Trams in the United Kingdom”, 2005

第3章 マルチモーダル物流体系に関する研究

3.1 既存施設や技術を活用した新たな物流システム

3.1.1 はじめに

我が国の物流は、輸送の小口化や多頻度化、ジャストインタイム等の高度・多様な輸送サービスの進展に伴い、貨物自動車による輸送への依存度が極めて高くなっている。ここ数年の物流量は減少傾向だが、貨物自動車による輸送は、その戸口性や随時性の優位さから、貨物輸送の分担率を伸ばしている（図-3.1.1）。

貨物自動車による輸送の増加は、交通渋滞の発生・悪化、環境の悪化等、交通問題を発生させている。

先進諸国では、経済社会に相応しい物流システムの形成を目指すため、鉄道等の大量輸送機関を有効に利用する施策が推進されている。日本においても、鉄道や船舶等の各輸送機関との効率的・円滑な連携によるマルチモーダル施策が推進されているが、貨物自動車による輸送が有する利便性・経済性は、他の交通機関より有利な点が多く、顕著な改善は進んでいない。

そこで本研究は、環境に配慮した効率的な物流の実現に向けて、既存施設や技術・既存空間を活用した物流対策の可能性と効果、課題を明らかにすることとした。

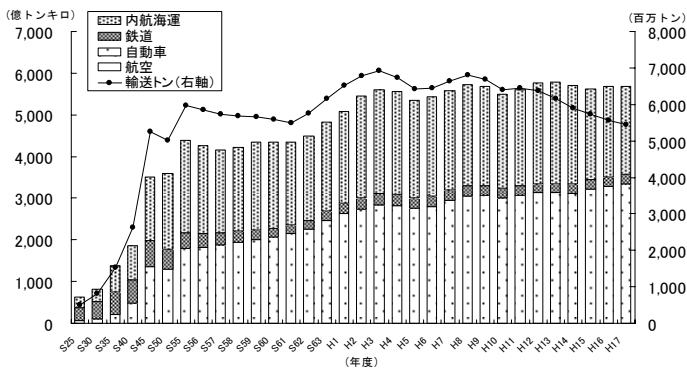


図-3.1.1 輸送機関別国内貨物輸送量の推移

3.1.2 研究内容

3.1.2.1 地下鉄を利用した都市内貨物輸送システムの導入可能性の検討

地下鉄は、郊外部と都心を効率的に結ぶインフラであり、通勤需要の比重が高いことから需要の変動が大きく、昼間等のオフピーク時は運転間隔を大きくして運行が行われているにもかかわらず、乗車率の低い路線がある。また、夜間の非営業時間帯には、保守作業等が行われているとはいえ、回送車両等は運行されている。

かつて国鉄で行われていた手荷物輸送サービスは姿を消したとはいえ、現在でも地方部などの一部の鉄道においては、オフピーク時を中心に旅客列車を利用した小貨物の輸送を行う例が見られる。

また、一部の宅配業者には、市街地における駐車場の不足から、自動車を使わない集配サービスを実施している事例がある。このような取り組みは都心部における集配のための貨物車を削減、路上駐車を不要とし、道路交通の円滑化を図ることもできる。

そこで、地下鉄のオフピーク時の運行列車を利用して、都心部に起終点のいずれかを持つ宅配等の軽貨物輸送を行う可能性を検討することにした。

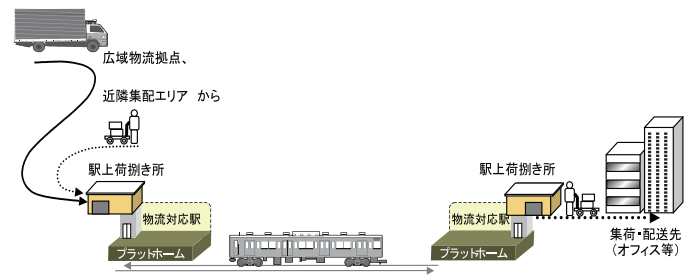


図-3.1.2 地下鉄を活用した宅配便輸送のイメージ

本研究では、地下鉄を活用した都市内貨物輸送システムの運送方法と運用時間の制約などを考慮して、サービスレベル等を検討し、都心部での施設立地状況や利用形態を反映したプロトタイプ案を設定した。

また、この際に地下鉄施設側の制約条件、地下

鉄駅周辺の物流関連施設の立地状況、地下鉄の運行状況、地下鉄ネットワークの状況を考慮して導入可能性が高いと考えられる路線を選定し、ケーススタディーを行うとともに、物流事業者と地下鉄事業者にヒアリングを行い、導入可能性や課題を検討した。

3.1.2.2 第2東名・名神の空間を利用した都市間幹線物流システムの導入可能性の検討

自動車による貨物輸送は、地域相互間輸送量において約9割のシェアを占め、大きな役割を果たしている。しかし、環境への影響、今後生産年齢人口が減少する中でのドライバーの確保、貨物車走行の安全性向上が課題となっている。また、都市間物流の大動脈である首都圏・中京圏・京阪神圏間における貨物車の移動は、トンキロベースで全国の約4割を占め、今後の経済成長に伴い、3大都市圏間の貨物輸送量は増加していくことが予想される。3大都市圏間を結ぶ高速道路である東名・名神高速道路では、豊田IC～名古屋ICなど一部区間ではボトルネック箇所が見られ、また、鉄道貨物輸送においては、ピーク時間帯にニーズが集中しており、同時時間帯における輸送力は限界に達している状況にある。今後の経済発展に向けて、3大都市圏間での輸送能力の強化や課題解決に資する物流システムが求められている。

現在、第2東名・名神高速道路の建設が進められているところであり、これまで、第2東名・名神高速道路の空間を活用した新たな物流システムとしてデュアルモードトラック、AFTS (Advanced Freight Transport System)、Highway Train等の研究が進められているが、コスト面等の課題から実現の可能性は低い状況となっている。

アメリカやオーストラリアにおいては、コンテナを積載したトレーラーを大型トラックに複数連結し、ハイウェイを利用して大量の貨物を輸送する多連トレーラーが走行しており、Co2の削減、道路上のトラック数の減少、生産性の向上といった効果が報告されている。

本研究では、第2東名・名神高速道路の空間を利用した新たな物流システムとして、多連トレーラー方式の導入可能性を検討した。

3.1.2.3 鉄道貨物輸送の改善策と効果の検討

これまで、環境に配慮した物流体系の構築を目指して、幹線輸送を自動車からより効率的な大量輸送機関である鉄道等へ転換するモーダルシフト施策が展開されてきた。しかし、図-3.1.3を見ると、鉄道に優位性があると言われる500km以上の距離帯において、鉄道の輸送量は変わらないが自動車輸送のシェアは増加しており、鉄道へのモーダルシフトは進んでいないのが現状である。

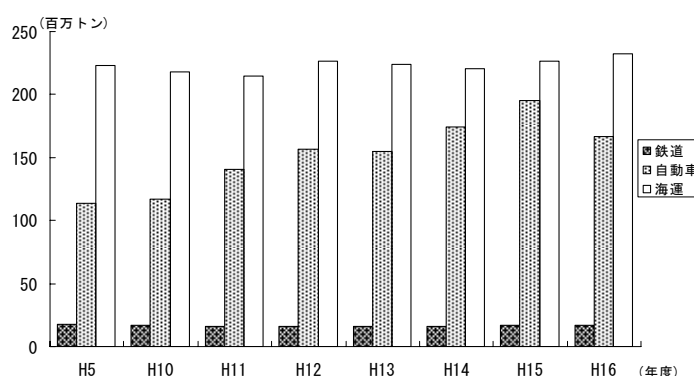


図-3.1.3 500km以上の距離帯における輸送量の推移

鉄道貨物は、現状、中長距離帯で優位性を示しているが、改善策を実施することで、短距離帯においても競争力を高めることが可能であると考えられる。

本研究では、既存の鉄道貨物輸送の改善策として、鉄道輸送と道路輸送との効率的な結合ができるインターモーダル貨物輸送システムの構築を取り上げて検討を行った。具体的には、現在の鉄道貨物駅の課題を把握するとともに、鉄道輸送とトラック輸送の連携策の1事例として貨物駅の改良(E&S化)に注目し、輸送時間の短縮や輸送量の増加について考察すると共に、顧客や環境に及ぼす効果を含めて、費用対効果の算定を行った。

3.1.3 研究成果

3.1.3.1 地下鉄を利用した都市内貨物輸送システムの導入可能性の検討

(1) システム仕様の設定

1) 新たな輸送システムの適用範囲

i) 貨物ODが都市間の場合 (以下、域外輸送)

- ・地区集配拠点と広域輸送拠点の間を地下鉄で輸送する。(広域輸送拠点は、地下鉄駅)

に隣接していなければならない)

- 地区集配拠点からの集配は台車による（自動車を使わない）集配作業とする。
- ii) 貨物ODが都市内の場合（以下、域内輸送）
- 地区集配拠点と同じ都市内の別の地区集配拠点の間を地下鉄で輸送する。
 - 集配作業は上と同様。

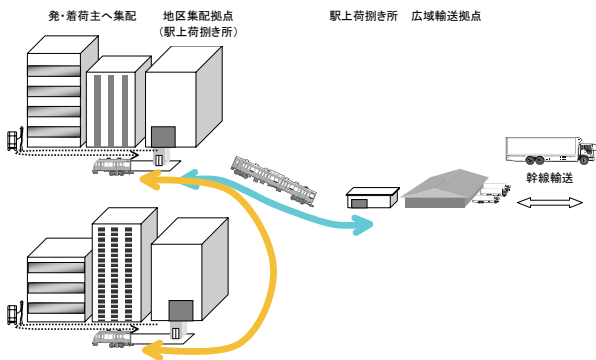


図-3.1.4 地下鉄を利用した新しい物流のモデル

2) 輸送方法

i) 駅上荷捌き所

従来方式における地区集配拠点の代替施設として機能させるため、駅ビル1階部や、オフィスビル併設の荷捌き所（数10㎡のスペース）を設置する。なお、エレベータで、地上に出られること、ホームに降りられる必要がある

機能としては以下の通りである。

- 地区で集荷した貨物の仕分けと他の拠点への転送（地下鉄による輸送を含む）
- 地区に配送する貨物の荷受け（地下鉄および自動車より）と配送

ii) 水平方向

水平方向の移動は、人力による輸送を基本とし、次のような機器を用いる。

- ロールボックスパレット（かご台車）
- パレット台車



写真-3.1.1 パレット台車とロールボックスパレット

c) 鉛直方向

鉛直方向の移動は、バリアフリー対応により各駅に整備されるエレベータ、エスカレータ等を利用する（旅客と共用）。

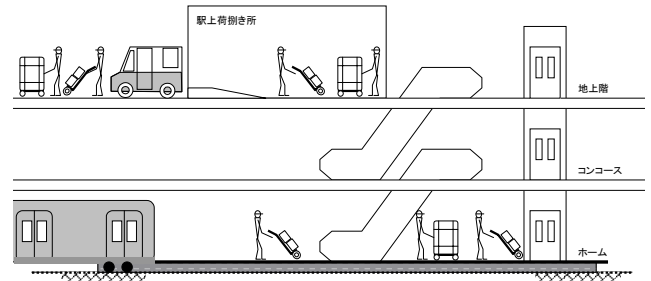


図-3.1.5 地下鉄を利用する場合の縦持ちのイメージ

3) 輸送対象貨物と輸送単位

i) 輸送対象貨物

オフィス集積地域等で発生する封筒、小包等の宅急便相当の貨物とする。

ii) 輸送単位

輸送単位は、旅客用エレベータの利用やホーム上での取扱を考え、ロールボックスパレットの積載量である500kg程度とする。

4) 人員体制

- 基本は、パレット1台に1人が付き添う形となる。
- 地下鉄車両への積降し時は、最低2名が必要。
- 地下鉄での移動中は、1人が複数のパレットを受け持つ想定も可能。
- 駅上荷捌き所への配員は、貨物量（パレット数）に依存し、少量であれば、パレット担当のみ。量が多い場合は、荷捌き用に別の人員が必要。

5) 運行の時間帯とサービレベル

東京圏における地下鉄の運転状況から、貨物輸送に利用可能な時間帯等を検討する。

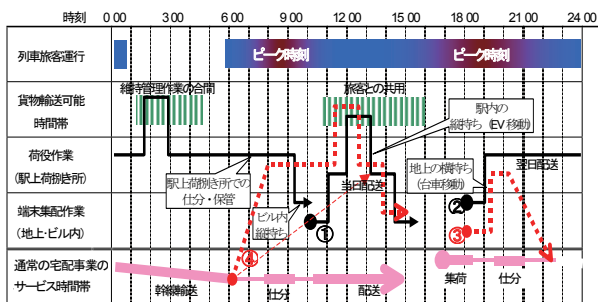
地下鉄の貨物輸送に利用可能な時間帯は、深夜の非営業時間帯とオフピーク時間帯（10時～15時）とした。深夜は、営業運行中の駅停車時間内で積み降ろしを行うわけではないため、列車の制限重量までの積載が可能と考えられる。

一方、オフピーク時の利用では、通常の旅客輸送時の運行の範囲で、限定した乗降口を貨物専用

とすることにより貨物輸送を行うと考えた。

地下鉄を利用する場合に不可避となる縦持ちについて概略的な検討を行った結果、いずれの時間帯も、車両に積込む（或いは、取降ろす）貨物をプラットフォームまで輸送するエレベータの能力により輸送力が決定されることがわかった。ただし、駅に集配拠点を整備し、駅周辺の半径500m以内の市街地を集配エリアとする場合、同エリア内の宅配の需要はいずれの時間帯でも輸送力を下まわり、制約条件とはならない。

深夜或いは昼間のオフピーク時に輸送が限られる地下鉄利用システムと通常の宅配の輸送パターンの対比（図-3.1.6）から、地下鉄利用のみでは「全国翌日配達」といった利用者への高度なサービスの提供ができないことがわかる。夕刻のラッシュ時後に再び地下鉄輸送を行えば「翌日配達」が可能な圏域を拡大できると考えられる。



- ①午前中に集荷すれば、域内の当日配送が可能
- ②夕刻の集荷品を、域内の翌日配送は可能
- ③夕刻の集荷品を域外へ翌日配送するには、地下鉄利用は不適
- ④域外からの荷物は、翌日の午前中の配送は困難

図-3.1.6 地下鉄利用輸送と通常の輸送の対比

(2) プロトタイプの設定

以上の仕様を基に、物流事業者ヒアリングを行い、「大手宅配事業者」と「中手宅配事業者、混載・業務系事業者」に分けて、プロトタイプを設定した。

1) 大手宅配事業者

i) 地下鉄車両への積込み

- ・車両基地または地下鉄駅から行う。
- ・車両基地または、地下鉄駅へはトラックでの輸送をベースとする。駅までの距離が近距離の場合に限り、台車やロールボックス等による横持ちを行う

ii) 営業所の設置

- ・地下空間に営業所を設ける。
- ・配送先の着駅に応じた荷分けを営業所内で行う
- ・地下鉄駅での宅配貨物の受け付け、一時預かりなどを付加サービスとして提供する

iii) 配送先と移動方法

- ・配送先として、駅近隣のオフィスビルや商業施設等を対象とする。
- ・エレベータを用いて地上まで縦持ちし、歩道を経由して集配送を行う（地上連絡エレベータの少なさが課題）
- ・配送先へは、台車やロールボックスパレット等を用いた横持ちを行う

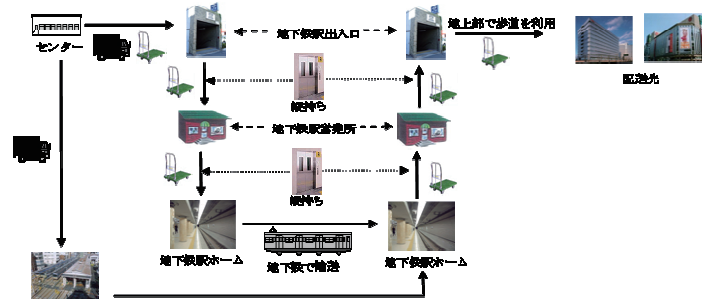


図-3.1.7 大手宅配事業者輸送イメージ図

2) 中手宅配事業者、混載・業務系事業者

- ・地下鉄車両への積込みについては、大手事業者と同様
- ・トラックに代わり地下鉄を利用したベース間輸送を行う
- ・都市内輸送を行う際に、定時性が確保される
- ・都市内々輸送においては、午前中に集荷した貨物を午後に配送することが可能となる

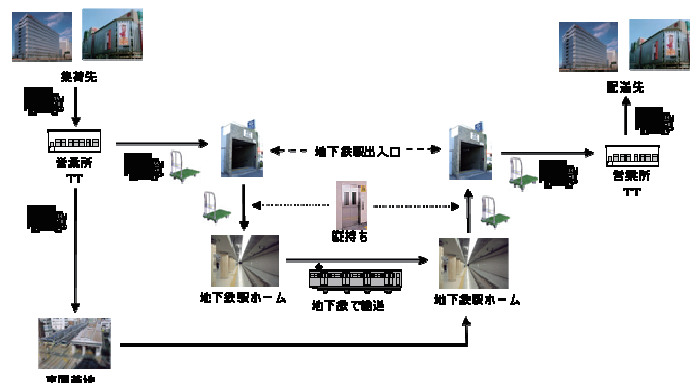


図-3.1.8 中手宅配事業者、混載・業務系物流事業者輸送イメージ図

(3) 実現可能性の検討

「通常の自動車による貨物輸送方法：従来方式」と「地下鉄車両の一部を使い輸送する方法：地下鉄利用方式」についてケーススタディーを行い、運用・社会経済的コストを算出するとともに、課題を把握し、本システムの有効性を検討した。また、物流事業者及び地下鉄事業者に導入可能性や具体的な問題点についてヒアリングを行った。

1) ケーススタディーの実施

i) モデルケースの選定

具体的なケーススタディーを行うに当たり、(1) で設定した仕様及び (2) のプロトタイプの実現可能性を検討する条件として、①集配困難地域（千代田区・新宿区・渋谷区）において、輸送時間の短縮効果が期待されること、②物流拠点と鉄道駅が近接していることを考慮する必要がある。具体的なケーススタディーが可能な輸送パターンとしては、以下の2ケースが考えられる。

【ケース①】板橋トラックターミナル ⇄ 都営三田線・西高島平駅 ⇄ 大手町

【ケース②】塩浜・新砂地区物流センター ⇄ 営団東西線・深川車庫 ⇄ 大手町



図-3.1.9 実現可能性のある輸送パターン

なお、ケース①はトラックターミナルから近接地下鉄駅にアクセスするパターン、ケース②は自社物流拠点から近隣地下鉄車庫にアクセスするパターンとなる。

それぞれのケースについて、物流拠点からどのような場所を経由して荷物が運ばれるかを整理した図を図-3.1.10、3.1.11に示す。

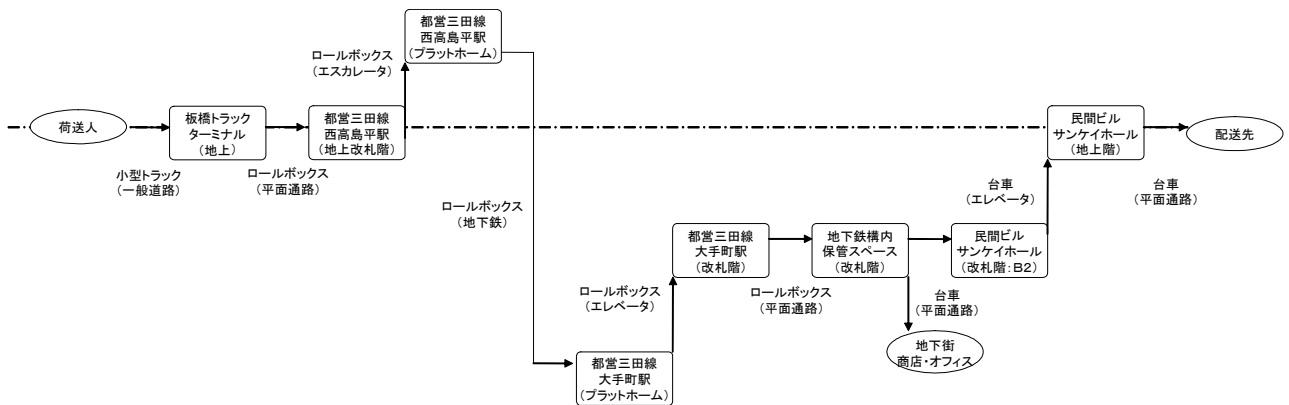


図-3.1.10 ケース①板橋トラックターミナル ⇄ 都営三田線・西高島平駅 ⇄ 大手町

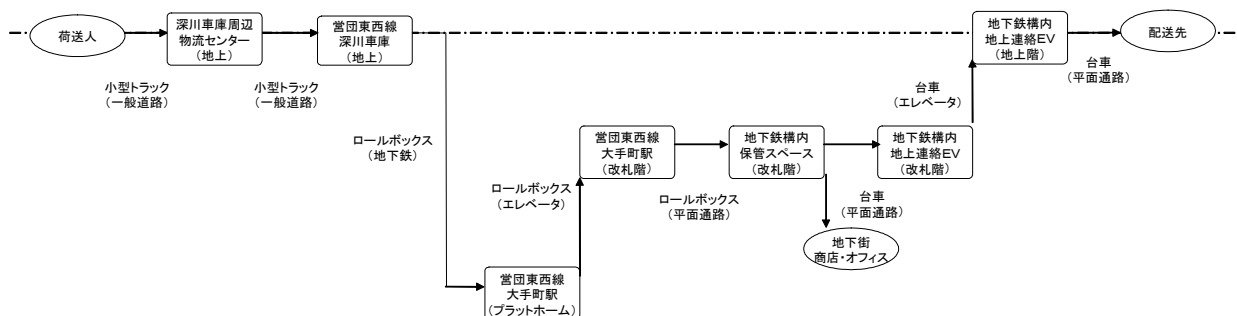


図-3.1.11 ケース②塩浜・新砂地区物流センター ⇄ 営団東西線・深川車庫 ⇄ 大手町

ii) 対象取扱貨物量の設定

宅配業者の1集配営業所の配送担当者は7~8名程度であり、一人あたりの集配貨物数は、配達・集荷をあわせて200個/日程度とされている。また、過去に行われた丸の内物流TDM実証実験結果では、2.5haのエリアに対して、宅配サービスを一手に行うためには、4名の集配作業員が必要であった。

以上より、集配担当者配置は6名、配達、集荷貨物数は、それぞれ600個(合計1200個)という体制を考え、一つの駅を中心に配送を行うエリアの面積は、4haと設定した。

対象集配エリアがオフィス地区であることから、貨物はほとんど封筒入りの書類であると想定されるため、宅配便1個あたりの重量を1kgと仮定すると、朝の第一便配達に向けてエリアに入ってくる貨物量は、600個の8割強、500kgと見積もられる。ここでは、500kgの貨物を3つのパレット(本体重量含み、1基200kg相当)に分割して、地下鉄車両への積込を行うものと想定する。

iii) 施設整備

既存の施設整備状況では荷物の搬送が不可能な場所があるため、地下鉄輸送が行うには、下記の施設整備は行われるものとする。

- ・西高島平駅・地上改札階からプラットホーム階へのエレベータ設置
- ・大手町駅の地下鉄構内に仕分け・保管スペースの設置
- ・ハートビル法のもと、新設・改修の大規模ビルには、地上階から地下鉄改札口までバリアフリー化される
- ・エレベータ(地上階)周辺に荷さばきベイの設置

iv) 輸送に要する資源

【ケース①における設定条件】

- a) 対象物流業者として、宅配大手2社、中小5社を想定
- b) 大手は対象エリアにおいて1社あたり2名(2t車が2台)(2社で400個相当)と仮定
- c) 中小は対象エリアにおいて1社あたり1名(2t車が5台)(5社で200個相当)と仮定
- d) 従来方式において、トラックターミナルにおける貨物積込・仕分け等に要する時間については、取扱量を考慮し、1回あたり大手1時間、中小0.5時間と仮定

- e) 従来方式におけるトラックでの移動距離として、大手は板橋TT~大手町:18km、集配エリア:2kmとし、中小は大手町への立寄:2km、集配エリア:1kmと設定

- f) 従来方式における中小の大手町への集配は、立ち寄りを前提に1日あたり5時間と仮定

- g) 地下鉄利用において、トラックターミナルから西高島平駅までの移送に要する時間を0.5時間と仮定

【ケース②における想定条件】

- a)~d)はケース①と同様

- e) 地下鉄利用において、自社拠点から深川車庫までの移送に要する時間を0.5時間と仮定。

- f) 地下鉄利用において、自社拠点から車庫の移動、貨物の積込み、貨物の降ろしに要する時間についてはそれぞれ0.5時間と仮定

- g) 従来方式におけるトラックでの移動距離として、大手は自社拠点~大手町:6km、集配エリア:2kmとし、中小は大手町への立寄:2km、集配エリア:1kmと設定

- h) 従来方式における中小の大手町への集配は、立ち寄りを前提に1日あたり5時間と仮定

- i) 地下鉄利用におけるトラックでの移動距離として、大手は自社拠点~車庫:2km、中小は車庫への立寄:1kmと設定

v) 社会的効果の試算

【ケース①の評価】

- a) 事業者のコスト面の検討

事業者のコスト要素としては、次の項目を対象とする。

- ・集配作業、拠点等の作業員の人件費
- ・TT集配エリア間輸送の車両経費(償却費、燃料、走行経費等、従来方式の場合)
- ・集配作業に要する車両経費
- ・集配拠点のオフィス賃料(地下鉄利用の場合)
- ・地下鉄利用にあたっての鉄道事業者への輸送運賃支払

表-3.1.1に、ケース①における事業者のコスト要素の数量を示す。

表-3.1.1 輸送事業者の直接的費用にかかる

資源必要量の比較

	従来方式		地下鉄利用			削減量 (従)-(地)
	大手:2社	中小:5社	大手:2社	中小:5社	共同	
TT担当(h)	4.0	5.0	4.0	5.0	6.0	-6.0
集配担当(h)	44.0	25.0	---	---	44.5	24.5
車両監視(h)	---	---	---	---	2.0	-2.0
走行距離(km)	304	50	---	---	36	318

上表の資源について、以下の単価を設定し、費用の変化を求める。

・人件費

13,900円/8h → 1,740円/h

(建設物価 2003.9 普通作業員・東京より)

・車両償却費

車両価格×償却率÷365日

車両価格=300万円と仮定

償却率=(1.0-0.1)

÷実績平均使用期間(=5年と仮定)

300万×(1.0-0.1)÷5÷365

→ 1,780円/日

・車両走行経費

43円/台/km (20km/走行時)

(道路投資の評価に関する指針(案) 走行費用原単位 一般街路(市街地)より)

・オフィス賃料

100円/㎡・日

(参考: 料金は赤坂公共駐車場(一般国道246号下・機械式)を参考)

・地下鉄輸送運賃

大手町～西高島平

1240円/ロールボックス・片道

大手町～深川車庫(南砂町)

760円/ロールボックス・片道

(占有スペースとして4人分と仮定)

上記の単価を用い、費用の削減額は表-3.1.2のとおりとなる。

表-3.1.2 輸送事業者の直接的費用の比較

	単価	従来方式		地下鉄利用		削減額 (従)-(地)
		数量	金額	数量	金額	
人件費(円/h)	1,740	78.0	135,720	61.5	107,010	28,710
車両償却費(円/日)	1,780	4	7,120	0	0	7,120
走行経費(円/km)	43	354	15,222	36	1,548	13,674
保管スペース賃料(円/m ²)	100	---	---	60	6,000	-6,000
地下鉄輸送運賃(円/片道)	1,240	---	---	12	14,880	-14,880
				合計		28,624

以上により、

- ・輸送量 500kg (ロールボックス3基)
- ・輸送距離 18km (大手町～板橋トラックターミナル)
- ・配送エリア 4.0ha
- ・集配個数 1200個 (集荷+配送)

の輸送に関しては、地下鉄利用によって新たに発生する保管スペース賃料と地下鉄輸送運賃が車両償却費と走行経費の削減分で相殺できる中、人件費の削減効果が得られる運営が可能であることが確認できた。

b) 社会的コスト面の検討

以下の社会的コスト面について、道路投資の評価に関する指針(案)を参考に検討を行った。

・NOx排出の軽減

・CO2の排出の軽減

NOx排出軽減による便益

= 292[万円/トン]×1059[g/日]

= 3092[円/日]

CO2排出軽減による便益

= 2.3[千円/トン-c]×57,876[g-c/日]

= 133[円/日]

【ケース2の評価】

a) 事業者のコスト面の検討

ケース①と同様の比較を行った結果、表-3.1.3、3.1.4に示すとおりとなった。

表-3.1.3 輸送事業者の直接的費用にかかる資源必要量の比較

	従来方式			地下鉄利用		削減量 (従)-(地)
	大手:2社	中小:5社	大手:2社	中小:5社	共同	
自社拠点担当(h)	4.0	5.0	4.0	5.0	28.0	-28.0
集配担当(h)	44.0	25.0	---	---	44.5	24.5
車両監視(h)	---	---	---	---	2.0	-2.0
走行距離(km)	112	50	32	20	12	98

表-3.1.4 輸送事業者の直接的費用の比較

	単価	従来方式		地下鉄利用		削減額 (従)-(地)
		数量	金額	数量	金額	
人件費	1,740	78.0	135,720	61.5	145,290	-9,570
輸送車両費	1,780	4	7,120	0	0	7,120
走行経費(円/km)	43	162	6,966	64	2,752	4,214
保管スペース賃料(円/m ²)	100	---	---	60	6,000	-6,000
地下鉄輸送運賃(円/片道)	760	---	---	12	9,120	-9,120
				合計		-13,356

以上により、

- ・輸送量 500kg (ロールボックス3基)
 - ・輸送距離 6km (大手町～深川車庫)
 - ・配送エリア 4.0ha
 - ・集配個数 1200個 (集荷+配送)
- の輸送に関して、従来方式と同様な資源必要量では運営が成り立たないことが確認できた。

b) 社会的コスト面の検討

NOx排出軽減による便益

= 292[万円/トン]×326[g/日]

= 952[円/日]

CO2排出軽減による便益

= 2.3[千円/トン-c]×17,836[g-c/日]

= 41[円/日]

vi) 導入に向けた課題

ケーススタディーの検討を進めていく中で得られた実現に向けての課題に対しての支援方策および法制度のあり方について検討した。

a) 鉛直方向への移動

地上階に出入口専用用地が確保出来ない場合において、民間ビルの連絡EVとの供用を要請する必要があるとともに、古いビルでの新たなEV改修工事が進まず、新築や立替時でのEV整備に依存するしかない状況にあることから、これらが円滑に進むための支援方策が必要となる。

b) 保管スペースの必要性

荷物の配達や地下鉄車両への積み降ろしの時間調整、盗難防止のための監視員削減を目的に地下鉄構内での保管スペースの確保が必要であるが、これら施設は現実には物流事業者自身が地上階に営業所等を確保できないこと、輸送工程上必ず必要になるものであることから、何らかの支援方策が必要となる。

c) 荷さばきベイの必要性

地下鉄輸送の対象となる集配エリアにおいては、すべて地下鉄輸送で集配送を行うことが出来ず、夕方集配の域外貨物を翌日配送するためにはトラックによる集配が必ず必要であることから、何らかの支援方策のもと、プラットホーム⇄改札口⇄地上階を結ぶEV近隣に必要最低限のポケットローディングベイ等の整備は必要である。

2) ヒアリング調査

物流事業者及び地下鉄事業者に対し、地下鉄を活用した都市内物流システムの利用可能性、課題や問題点についてヒアリング調査を行った。

i) 物流事業者

利用可能性についてはヒアリングを行った5社のうち4社で利用可能性があると意見を貰った。課題については、運用コスト、時間的なロスについての意見が多かった。

【利用可能性】

- ・ベースからセンターもしくは、顧客までの輸送に利用可能性があり
- ・共同配送や委託配送が可能ならば利用の可能性あり
- ・コスト面・時間面からみてメリットがあれば利用。

【課題・問題点】

- ・旅客輸送のピーク時間と貨物輸送のピーク時間が重なる
- ・車両への積み込み時や縦持ち時の時間ロス
- ・地下鉄車両への積み込み時間が短い
- ・運用コスト
- ・一般利用者との共同配送による配送貨物の安全性

ii) 地下鉄事業者

【利用可能性】

- ・地下鉄車庫における貨物の荷さばきについては、スペース的にも、地下鉄利用者へのサービス確保の点から十分に対応可能
- ・旅客輸送を前提とした施設整備であるため、貨物輸送側がそれら施設を使用できるようにする必要がある。

【課題・問題点】

- ・地下鉄利用者に対して、貨物輸送の実施によるサービス低下（貨物の荷さばきに伴う停車時間の延長、乗降利用場所等）が起こる可能性がある。
- ・旅客輸送にプラスして行う貨物輸送については、収益向上分と新規投資（エレベータ、貨物専用車両、自動改札等）との兼ね合いについて十分な検討が必要である。
- ・旅客輸送対応が最優先で、貨物対応の余裕がない。

3) 地下鉄を利用した新しい物流システム導入可能性と課題

今回のケーススタディーにおいて、板橋トラックターミナル～大手町、深川車庫～大手町について行ったが、輸送距離、駅やターミナルの条件によっては人件費の削減効果を確認することができた。また、社会的効果としてはそれほど大きな効果が得られるまでには至らなかった。しかし、2地点間のみでの効果としては小さいが、首都圏に張り巡らされた鉄道ネットワークにおいて、これらの施策展開がされることで、大きな効果が得られることも期待できる。

また、物流事業者へのヒアリングの結果から、利用可能性は確認できた。しかし、旅客輸送のピーク時間と貨物輸送のピーク時間が重なることや、地下鉄事業者においては、旅客輸送対応が最優先で貨物対応の余裕がないといった課題がある。

3.1.3.2 第2東名・名神の空間を利用した都市間幹線物流システムの導入可能性の検討

(1) 多連トレーラシステムの概要

多連トレーラシステムとは、連結した複数のトレーラを専用車線で走行させることにより、貨物輸送を行う方式である。

現在は以下のような輸送をイメージしている。

- ・高速道路上では、車線規制（トラック専用または多連トレーラ専用）のなされた車線をドライバーが運転して走行する
- ・一般道路上では、通常のトレーラをドライバーが運転して走行する
- ・高速IC毎に配置した物流拠点で、トレーラを連結・分離する

また、導入により期待される効果としては以下のことが挙げられる

- ・ 高速道路の沿道環境改善
- ・ エネルギー効率向上
- ・ 高速道路の交通事故軽減
- ・ 労働条件の改善
- ・ 人件費、燃料費の低下



図-3.1.12 多連トレーラシステムの整備イメージ

(2) 導入可能性の検討

第2東名・名神高速を利用した多連トレーラシステムの導入可能性を把握するため、導入費用を把握するとともに、現行の貨物車からの高速道路収入で、事業費の償還が可能か否かの検討を行った。

1) 検討条件

- ・ 第2東名・名神高速道路の3車線整備計画のうち、上下各1車線を都市間物流システムの導入

空間とする。

- ・ 輸送システムは多連トレーラとAHSの路車間協調により定時運行、走行安全性を確保する。（ただし、有人運転）

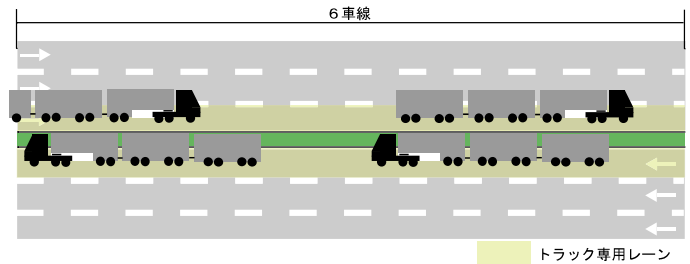


図-3.1.13 第2東名・名神における多連トレーラシステムの整備イメージ

2) 整備費用（コスト）の算出

i) 3車線整備率の整理

- ・ 中日本区間においては、構造種別に関係なく約50%が3車線として整備される予定であり、上下各1車線付加する必要がある延長は、約170kmである。
- ・ 西日本区間において、3車線整備率は16%であり、上下各1車線付加する必要がある延長は、約56kmである。

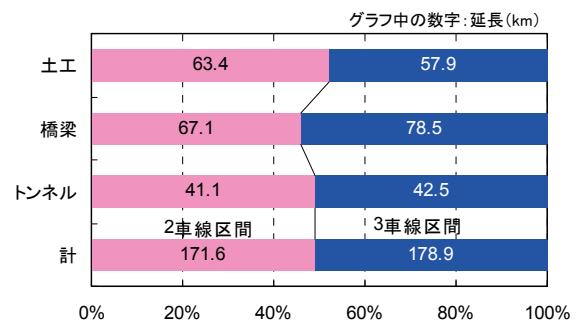


図-3.1.14 中日本区間における3車線整備率

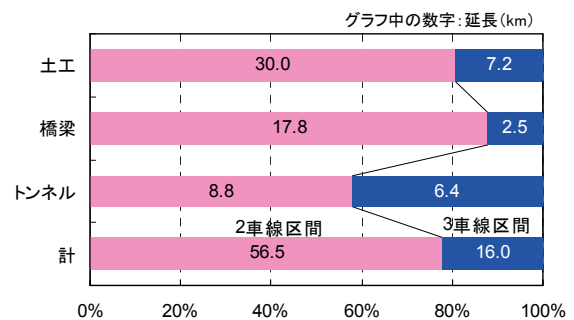


図-3.1.15 西日本区間における3車線整備率

ii) 本線の概算工事費

- ・ 第2東名・第2名神の4車線整備後に都市間

物流システムの着工が決定されるものとし、都市間物流システム用の上下各1車線を付加する工事を実施する。

- ・トンネル部は、上下各2車線供用後に、上下各1車線分のトンネルを供用中のトンネルの外側に新規に掘削する。
- ・橋梁部は下部工のみ整備、下部工も未整備の整備状態に応じて工事費を積算。
- ・土工部は、供用中の路肩を狭め、上下各1車線分の空間を最外側部に盛土または斜面掘削により整備。

→都市間物流システムの概算工事費

＝約2兆5,600億円（用地費含む）

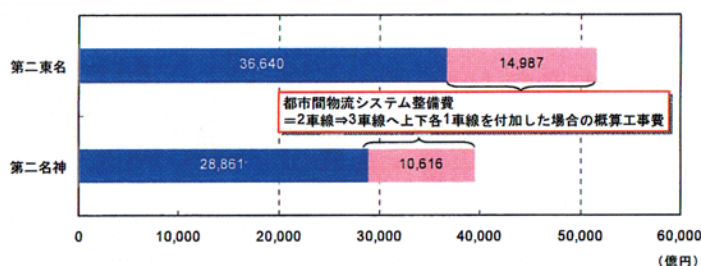


図-3.1.16 第二東名・名神の事業費(青)と3車線化の場合の付加事業費(ピンク)

iii) 付帯施設の概算工事費

付帯施設として、以下の費用が発生することを仮定した。

- ・ターミナル設置費用（用地費）
- ・接続ランプ（4方向対応）設置費用
- ・安全で高密度な輸送を支援するAHS導費用

a)ターミナル設置費用

- ・三大都市圏および静岡県内の物流アクセスを考慮して、概ね100km間隔でターミナルを設置することとし、関東圏、静岡圏、中京圏、近畿圏の各1箇所（計4箇所）に設置と仮定。
- ・設置場所については用地費用の概算とし、造成費用、舗装や設備費用は見込まない。
- ・必要面積は既存のサービスエリア相当とし、既存トラックと多連トレーラの積み替え専用と仮定。（300,000㎡/箇所と設定）

→ターミナル整備費用＝1,020億円

表-3.1.5 都市圏別の公示地価とターミナルの用地費

圏域	公示地価※(円/㎡)	ターミナル用地費
関東圏	約120,000円/㎡	300,000㎡×120,000円/㎡＝360億円
静岡圏	約70,000円/㎡	300,000㎡×70,000円/㎡＝210億円
中京圏	約80,000円/㎡	300,000㎡×80,000円/㎡＝240億円
近畿圏	約70,000円/㎡	300,000㎡×70,000円/㎡＝210億円

※国土交通省公表の2006年公示地価

b)接続ランプの設置費用

- ・接続ランプ＝260億円/箇所（4方向対応）
- ・ターミナルを4箇所設定しているため、接続ランプ設置費用は、

→接続ランプ整備費用＝

260億円/箇所×4箇所＝1,040億円

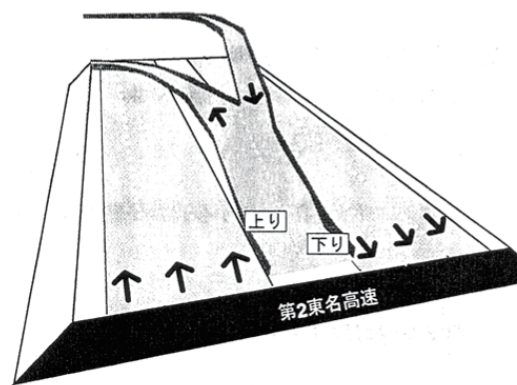


図-3.1.17 接続ランプのイメージ

c)AHSの導入費用

- ・路側へのAHS機器設備と車両へのAHS車載器の搭載による路車間協調により、安全で高密度な運転を支援する。
- ・AHSの費用は路側への整備のみを考慮し、第二東名・第二名神における導入区間延長521kmとして算出。

- ・上下1車線ずつ2車線に導入

→AHS路側設備整備費用＝

6.6×521×2＝6,877億円

d)多連トレーラによる物流システム整備の総費用
都市間物流システムの概算工事費＋ターミナル整備費用＋接続ランプ整備費用＋AHS路側設備整備費用＝

約2兆5,600億円＋1,024億円＋1,040億円＋6,877億円

＝約3兆4500億円

3) 高速料金収入の現状

現況の貨物車からの高速道路収入の現状を推定する。

i) 料金設定

- ・ターミナルチャージと、対距離料金で構成される。
- ・ターミナルチャージ：150円
- ・対距離料金：24.6円/km

但し、

100km超～200km以下の部分は20%割引

200km超の部分は25%割引

とされている。

- ・車種区分：対距離料金は、車種区分により料金比率が異なり、普通車の1.0に対して特大車2.75、大型車1.65、中型車1.2、軽自動車等が0.8となっている。

ii) 利用台数

- ・H11道路交通センサスにおけるIC間ODを使用する。
- ・ただし、ここでは車種は全て大型車と仮定し、iii)で算出される料金を1.65倍した料金と設定する。

iii) 料金収入計算

ターミナルチャージ

= 東名阪間の各IC流入交通量×150 (円/台)

= 135,213 (台) × 150 (円/台)

= 20,281,950 (円)

対距離料金

- ・100km以下

6,994,501 (台km) × 24.6 (円/台・km) × 1.65

= 283,906,795円/日

- ・100～200km

1,784,151 (台km) × 24.6 (円/台・km)

× 1.65 × 0.75 = 54,314,032円/日

- ・200km超

1,219,928 (台km) × 24.6 (円/台・km) × 1.65

× 0.70 = 34,661,811円/日

- ・小計 372,882,639 (円)

- ・高速料金収入 = ターミナルチャージ + 対距離料金

= 20,281,950 (円) + 372,882,639 (円)

= 393,164,589 (円)

年間収入 = 約4億円/日 × 365日 = 約1,460億円

4) 概算工事費に基づく償還計画の検討

都市間物流システムは有料サービスとならざるを得ないと考えられるため、有料を前提として投資と受益者負担の償還の考え方に基づいて検討を行う。

【償還計画検討の前提条件】

- ・都市間物流システムは有料事業とし、償還に必要な金額 (= 最低限の収入) を求める。
- ・償還期間は60年とする。
- ・都市間物流システム事業の資本金は、地方道路公社の道路整備並みの総工事費の35%、東京湾横断道路並みの10%の2ケースとする。
- ・建設期間は10年と設定し、建設中については、毎年、資本金相当額の1/10を調達する。
- ・有料道路事業と同様に、償還期間内で借入金と資本金の双方を償還する。
- ・概算工事費には道路本体 (土工部、橋梁部、トンネル部、ランプ) を含み、求貨求車システム等の情報通信システムは含まない。
- ・償還計画には現時点では、年間維持管理費、本社間接経費等は含まない。

【償還計画の検討結果】

- ・資本金比率：35%の場合

60年償還に必要な収入 (= 元金返済 + 利息返済)

998 億円/年

- ・資本金比率：10%の場合

60年償還に必要な収入 (= 元金返済 + 利息返済)

1,197 億円/年

5) 導入可能性の検討

現時点では、維持管理費やターミナル内設備費等を見込んでいない上、借入金利が低く償還期間も60年と長く設定している。また、現東名・名神の貨物車交通がすべて転換するとの需要設定で試算しており、非常に甘めの検討となっている。

このような条件下での試算ながら、現況の東名・名神高速道路の貨物車関連の料金収入約1,400億円/年 (推定値) に対して、その7～9割を年間償還費にあてる必要があるとの結果であり、実現性は厳しい状況にあると推察される。

3.1.3.3 鉄道貨物輸送の改善策と効果

(1) 旧来型駅施設等の既存インフラによる鉄道輸送の問題

1) 鉄道貨物輸送の変遷

従来の鉄道貨物輸送は、ヤード集結型を中心として行われてきた。このため、従来の貨物駅等の施設は、ヤード集結型輸送体系に対応して配置し整備されたものであり、荷主と鉄道輸送の接点としての貨物駅は、全国の鉄道ネットワークに多く配置されていた。全国の鉄道輸送ネットワークの変遷については、貨物駅数の変化により分かる。1950年代には、全国の貨物駅数は約3800であり、平均駅間距離は約5kmであった。しかし、60年代後半に入ってから、地域拠点駅の重点的な整備や取扱規模の小さい駅の集約廃止が行われた。その結果、駅数を見ると、50年代の3800駅から、70年度末に約2500駅に、75年度末に約1600駅に、80年度末に約1200駅に、85年度末に約400駅に、国鉄民営化以降は約350駅までに減少してきた。駅数の減少に対応して、従来のヤード集結型から拠点駅間の直行型へと輸送体系の転換が進められた。これは拠点駅間の輸送における作業の非効率や輸送時間の長さを改善して効率を高めることを目的としたものである。

2) 旧来型駅施設による輸送体系の問題

前述したように、従来の鉄道ネットワークはヤード集結輸送に対応したものであるため、拠点貨物駅は大量の貨物が発生していた工場・鉱山付近または盲腸線に設置されることが多かった。また中間駅は少量の貨車にしか対応できなかった。このため中間駅からの貨車は、小単位で運ばれて輸送拠点の操車場に集結され、その後、拠点駅間を大編成で輸送されていた。このようなことから、現状の鉄道ネットワークにおける駅配置は、従来のヤード集結型に対応した貨物駅を単に集約し、形成されたものであり、荷主の分布状況やトラック輸送との結合性などに対する考慮等が不足している。また、既存インフラをそのまま利用して貨物輸送を行うには、特に駅構内における非効率な作業とサービス提供の不足などの問題がある。

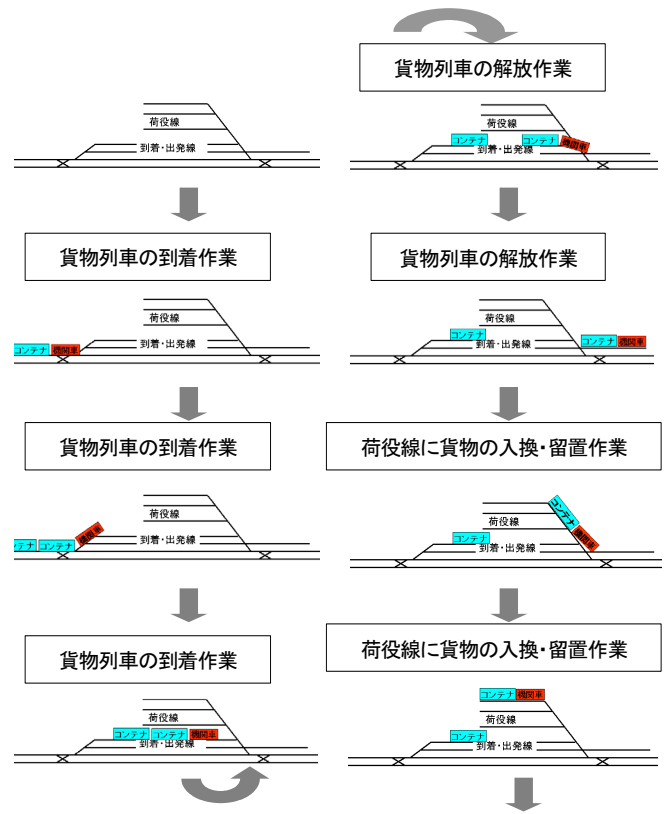


図-3.1.18 旧来型の駅施設における構内作業（その1）

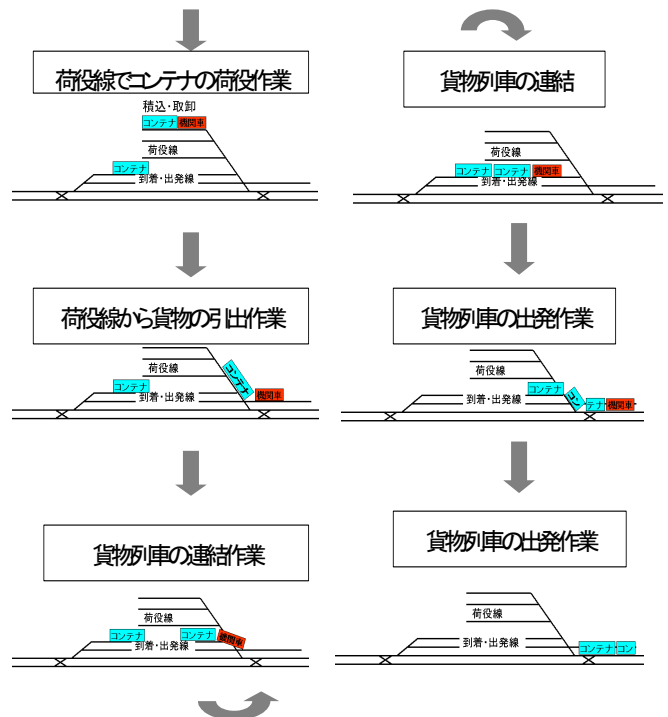


図-3.1.19 旧来型の駅施設における構内作業（その2）

旧来型の駅施設は、そもそも少量の貨車の留置・荷役作業に対応したものであることから、駅構内の作業として、貨物列車の到着作業、貨車の解放作業、荷役線への貨車の入換・留置作業、コンテナの荷役作業、そして荷役線から貨車の引き出し作業、出発列車への貨車の連結、貨物列車の出発作業などの複雑な作業が含まれており（図-3.1.18、図-3.1.19参照）、非効率にならざるを得ない。現在、コンテナ等の輸送においては、鉄道とトラックとの連携を前提とすれば、駅で必要な作業は、到着・荷役・出発作業だけとなる。しかし、上述したように旧来型の駅構内で作業を行おうとすれば非常に非効率的になり、特に、荷役線が短い場合には、何回も貨車の入れ換え作業を繰り返す必要が生じてくる。その結果、これらの駅では列車と貨車の滞留時間が長くなることから、トラック輸送とのスムーズな連携が難しい。

以上のような点から、旧来型の鉄道インフラを利用した貨物輸送における大きな問題のひとつは、図-3に示すように、鉄道貨物輸送の所要時間がトラック輸送に比べてかなり長くなってしまっていることである。

従って、鉄道貨物輸送を改善するためには、コンテナ化や貨物列車のスピードアップに加えて、トラック輸送との効率的な連携が可能となる駅施設等の整備が不可欠である。

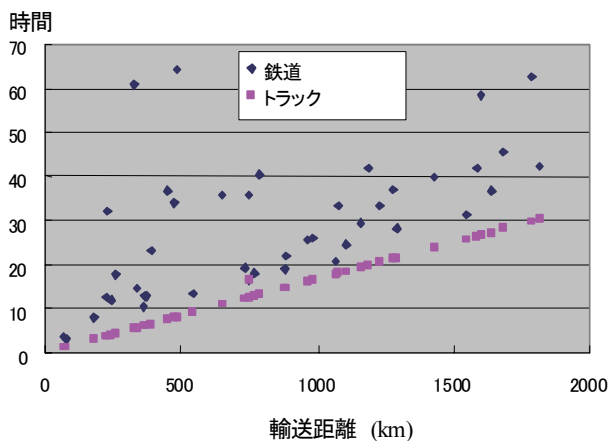


図-3.1.20 鉄道とトラックの輸送時間比較

(2) これまでの改善策と表定速度の向上

現状の鉄道貨物輸送の所要時間はトラック輸送よりかなり長いという課題に対して、所要時間を短縮するために鉄道貨物輸送のコンテナ化と貨物列車のスピードアップなどが進んでいる。

1) これまでの改善策

鉄道貨物輸送の改善については、まず新しい輸送手段の開発が必要であり、コンテナ、ピギーバック、スワップボディー等の輸送方法を採用し、他の輸送機関との積み替え作業をできるだけ簡易化することが進められている。それと同時に、貨物列車のスピードアップや情報技術の応用、新輸送技術の開発等も進められている。

また、駅の機能としてもこのような貨物輸送のコンテナ化に対応するためには、他の輸送機関との積み替えの効率化・迅速化が図られなければならない。

2) 表定速度の向上

鉄道貨物輸送に今強く求められているものとして、定時性の他に表定速度の向上がある。表定速度は以下の式で表されるように、貨物列車の速度、駅での停車時間、駅数によって決まるものである。

$$V = L / (L/v + nt)$$

ここで、

V : 表定速度 (km/h)、

L : 駅間距離 (km)、

v : 貨物列車の駅間平均速度 (km/h)、

n : 拠点駅間の駅数、

t : 駅での平均停車時間 (h)

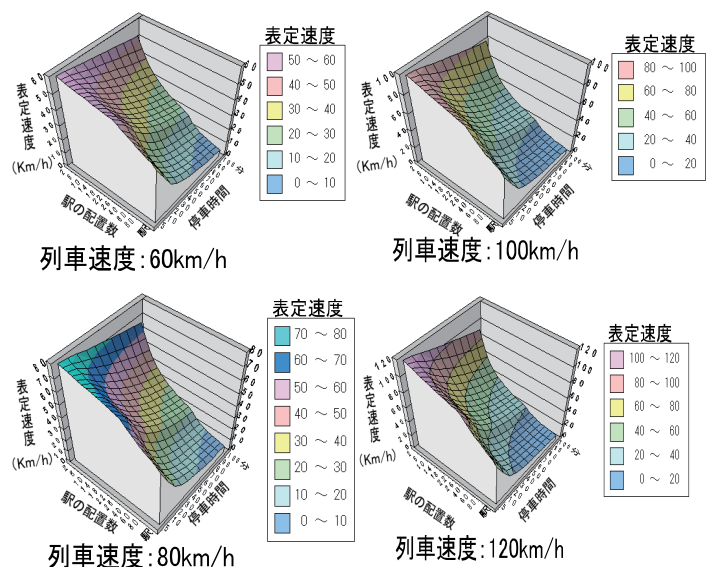


図-3.1.21 表定速度と駅の配置・停車時間の関係

図-3.1.21は、拠点駅間の距離が1200km、列車の駅間平均速度が60、80、100、120km/hの場合

に、中間駅の数や各駅の停車時間の違いによる表定速度の変動状況を示したものである。この結果から、表定速度の影響要因として特に重要なものは、駅の配置と停車時間であることが分かる。したがって、停車時間を短縮するための駅施設の改良が行われない限り、たとえ高速車両を導入したとしても表定速度の向上はかなり難しいと言える。

(3) 鉄道貨物輸送の改善によるインターモーダル輸送システムの構築

1) インターモーダル貨物輸送システムの概念

インターモーダルシステムとは、ドアツードア間の輸送チェーンにおいて少なくとも二つの異なる輸送機関を統合的に利用する輸送システムである。この輸送システムの効率性・有効性は、異なる輸送機関の間の結節点整備に大きく影響される。この意味では、鉄道貨物駅は、鉄道と他の輸送機関との結節点であり、鉄道貨物輸送を取り入れたインターモーダル輸送システムの重要な拠点となる。

物流ニーズの高度化と社会環境問題の深刻化に対して、鉄道輸送が効果的に機能するためには、従来の輸送体系からインターモーダル輸送に対応した施設の改良が不可欠であり、既存の鉄道ネットワークの荷主の分布やトラックでの集配範囲、駅の発・着貨物量の取扱バランス等の各要素を考慮して改良される。

2) インターモーダル輸送の構成要素

複数の輸送機関と事業者で構成されるインターモーダル輸送システムには、以下のようなキーワードがあると考えられる。

- ① 利便性・効率性・安全性を確保するための連携性
- ② 異なる輸送手段と競争できる選択肢としての輸送システム
- ③ 輸送サービスの質・安全及び効率向上のための事業者間の協力と協調

そのうち、①と③は、インターモーダル輸送を運営するための前提条件で、①の連携性は、インターモーダル輸送システムを構成する各輸送機関のハード整備との関係が強い。③の協力と協調は、ソフト面での運営環境との関係が強い。②の選択肢については、インターモーダル輸送システム全体が、単一輸送機関のようなシステムとして新し

い選択肢になれるかどうかという意味である(図-3.1.22参照)

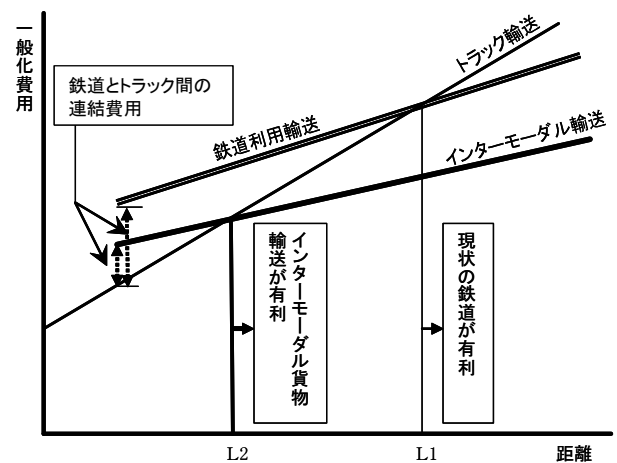


図-3.1.22 各輸送システムの適用範囲

図-3.1.22は、輸送距離と一般化された輸送費用の関係について、トラック及び鉄道のそれぞれの単独輸送と両者を利用したインターモーダル輸送を比較した概念図である。一般化費用から、輸送距離(L)が $L < L1$ の場合は、トラック輸送が優位性をもち、 $L > L1$ の場合は、鉄道輸送が有利である。しかし、鉄道輸送の特長である大量輸送は、産業構造の変化によって減少しており(例えば、石炭)、一般の生活消費材貨物が増加している。このため、従来の鉄道輸送単独で優位性を発揮する場面は特定の路線・地域、あるいは特定の品目(例えば、化成品等)にしか残されていない。全国のネットワーク上における生活消費材等の輸送に鉄道を利用するためには、トラック輸送と連携したインターモーダル輸送が不可欠である。

この輸送システムは、輸送距離 $L > L2$ の場合に、有利であり、この条件下で輸送手段としての選択肢になる。ただし、この場合には、鉄道とトラックとの連携のための費用が発生する。しかも、その費用は、輸送手段の決定に重大な影響を与える。連携のための費用が低減すると、図-3.1.22に示すL2が左へ移動し、インターモーダル輸送の適用範囲が広くなり、他の選択肢に対する競争力が強くなる。このため、他の輸送機関と如何に効率的に連携するかが、インターモーダル輸送の効率性と有効性を左右し、その連携のための費用は、この輸送システムの成否を握る重要な要素となる。なお、この連携費用は、単に貨物の積み替えに関連する費用だけでなく、異なる輸送機関が連携に

必要とする費用と輸送時間等も含む一般化費用である。

3) 全国鉄道ネットワークにおける鉄道貨物駅の改良・整備の状況

鉄道貨物輸送の改善策であるインターモーダル貨物輸送システムでは、前述したように、他の輸送機関と連携する抵抗を最小化するとともに、異なる輸送機関との連携費用と鉄道による貨物輸送に係る費用の両者を削減し、鉄道の高速度・大量輸送性等の特性を十分に発揮できるようにすることが重要である。従って、貨物駅における作業をなるべく簡易化する必要がある、コンテナ積み替え等の必要な作業以外はできる限り削減すべきである。日本の鉄道貨物輸送では、列車の着発線で荷役できるE&S (Effective & Speedy Container Handling System) 化の貨物駅整備が進んでいる。これは図-3.1.23、写真-3.1.2に示されるように、列車の発着エリアと荷役エリアを一体化し、着発線から荷役線への転線作業をなくしたもので、列車編成全体で一括して荷役が行えれば、原則として入れ換え作業をなくすことができ、駅構内の作業時間が大きく短縮されることになる。

鉄道貨物駅のE&S化により着発線荷役を利用した駅構内の作業が大幅に簡易化できる。貨物列車間のコンテナ積み替え作業の手順を図-3.1.24に、そして列車とトラックの間のコンテナ積み替え作業手順を図-3.1.25に示す。ここでは、従来行われていた貨車の入れ換え作業がなくなるため、積み替えに要する作業時間が大幅に短縮される。また、貨物列車間そして貨物列車とトラックとの間で行われるコンテナの積み替え作業が簡便なものとなり、鉄道とトラックの連携によるインターモーダル輸送システムの実現が可能となる。

また、前述したような貨物駅のE&S化により、駅での列車停留時間を短縮することができ、表定速度の向上につながり、相乗効果を発揮する。このように、インターモーダル貨物輸送システムを構築するキーポイントの一つは、鉄道インフラ、特に貨物駅の改良と整備であり、鉄道貨物輸送を抜本的に改善するためには全国で展開されることが必要である。

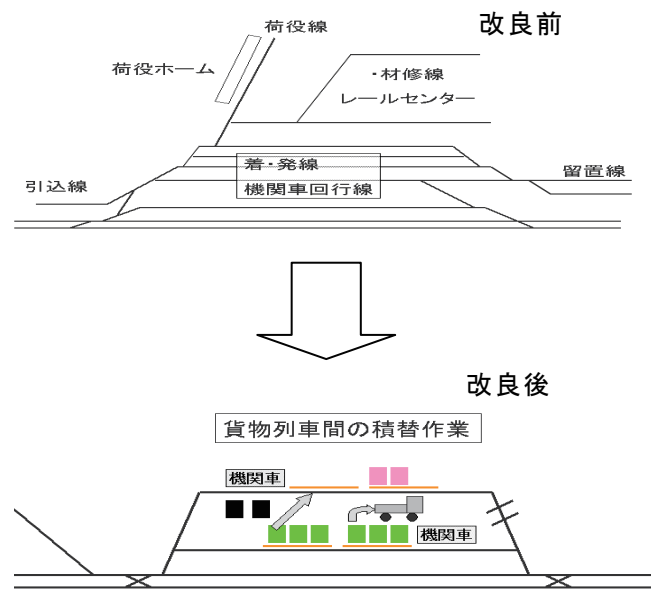


図-3.1.23 旧来型貨物駅の改良 (E&S化)



写真-3.1.2 着発線荷役方式の例

しかし、現時点で、鉄道コンテナ輸送の取り扱いが行われている全国150駅に対して、これまでにE&S化が行われ改良・整備されたのは25駅(H15年)で、その比率は約17%と非常に低い。しかも、これまでに改良・整備された理由の多くは、整備新幹線や都市計画、地域再開発等に関連したものであり、本来の貨物輸送のために改良・整備されたケースは、北九州貨物ターミナル駅だけである。

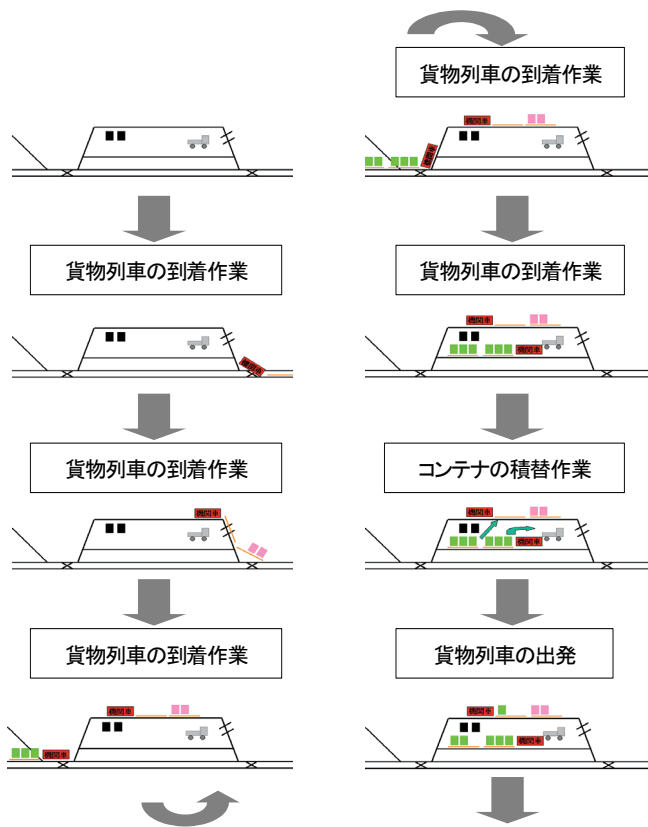


図-3.1.24 E&S方式による着発線荷役と貨物列車間の積み替え

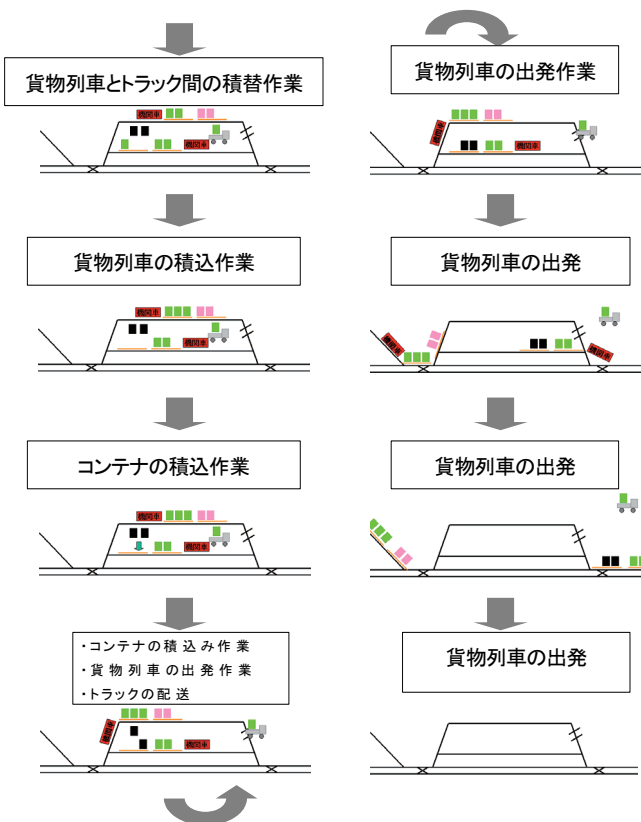


図-3.1.25 E&S方式による着発線荷役と貨物列車・トラック間の積み替え

(4) インターモーダル貨物輸送システムのための施設の改良・整備に関する効果分析

鉄道貨物輸送の改善策において最も重要な点は、トラック輸送との連携によるインターモーダル輸送システムの構築である。そこでは、駅施設整備の効果は、鉄道内部における効果と社会における効果の両方で説明できる。

1) 鉄道貨物輸送の内部効果に関する分析

i) 北九州貨物ターミナル駅の改良・整備の効果

北九州貨物ターミナル駅は、「門司操車場」であった停車場構内を改良し貨物駅を新設したものである。この駅の新設によって九州地区における「福岡貨物ターミナル駅」等における容量不足、日豊線等を中心とした非効率な輸送の解決が図られ、九州地域の鉄道貨物輸送に大きな内部効果をもたらされた。

平成14年3月23日に「北九州貨物ターミナル駅」として開業し、平成14年4月から平成15年1月までの10ヵ月間での取扱量は約116万トンで、前年同時期の取扱量（浜小倉、東小倉両駅）と比べると、10%増となっている。

ii) 鉄道輸送体系に対する鳥栖駅の改良・整備効果

ここでは、鹿児島本線と長崎本線における鉄道駅間のOD輸送量に基づいて、鳥栖駅をインターモーダル輸送の結節点として改良した場合の輸送体制の改善効果を分析した。その結果、旧来型の駅施設での輸送体制による駅間の無駄な重複輸送が大きく削減でき、列車の走行キロと駅間の総走行時間は34%減少し、輸送トンキロ数では無駄な部分として11%削減されることがわかった。これにより、鉄道拠点駅の改良・整備は、駅の構内作業等の効率化だけでなく、輸送体制全体に対する改善効果も大きいと考えられる。

2) インターモーダル輸送システムに対応する駅施設の改良・整備における社会的効果の分析

i) モーダルシフトの可能性

旧来型の鉄道貨物駅を、インターモーダル輸送システムの一部として改良・整備すれば、ドアツードアの貨物輸送における所要時間を大きく短縮できる。それによって、荷主のニーズに合わせた貨物輸送をインターモーダル貨物輸送システムで対応することが可能となる。

ここでは、東北地域において宮城野駅をイン

ターモダル輸送の物流拠点として改良・整備した場合の効果を分析した。この輸送システムでは、従来の鉄道輸送では例えば宮城～東京間で総所要時間10.3時間かかっていたものを、発送貨物の場合で2時間30分の短縮、到着貨物の場合で2時間10分の短縮が可能となる。それに伴い、宮城県全体の鉄道コンテナ輸送において、発送量は、1年あたり9万トン（率にして13%）増加し、到着量は、6万トン（率にして9%）増加すると推計された。発着を合計した貨物輸送量では1年あたり15万トン増加し、その増加率は11%となった。これは、トラック単独の輸送から、鉄道とトラックとの連携によるインターモダル輸送システムへシフトしたものである。

ii) 社会的効果と費用対便益分析

社会的効果は、荷主便益と環境便益で計られると考えた。東北地域の拠点駅を改良・整備することによる荷主便益は、貨物輸送の時間短縮効果と運賃節減効果の合計として年間約23億円と推計された。また、環境改善効果については、様々な要素が含まれており、金銭換算が難しく全体としての計算はできないが、ここではCO₂とNO_xだけの削減効果を計り、年間1千万円と推計された。また、鉄道貨物輸送事業者とトラック輸送事業者合計の便益は、年間約4億円であった。

インターモダル貨物輸送システムの拠点駅の改良・整備効果と駅の改良整備費用を比較し、これを費用対効果として分析した。その結果を考察すると、設定した諸条件では、駅の改良整備に要する費用が合計180億円（用地代80億円、建設費100億円）となり、費用便益比は30年間で2.5、50年間で3.2であり、駅の改良と整備に対する投資の意義があることが分かった。

3.1.4 まとめ

3.1.4.1 成果のまとめ

本研究で得られた成果は以下の通りである。

- ① 地下鉄を利用した都市内貨物輸送システムと従来の自動車の輸送について、運用コストの比較を行った結果、輸送距離、駅やターミナルの条件によっては人件費の削減効果を確認することができた。また、物流事業者と地下鉄事業者に対し導入可能性や課題についてヒ

アリングを行った結果、物流事業者の利用可能性は確認できたが、地下鉄事業者は旅客輸送が最優先で、貨物対応の余裕がないとの課題があった。

- ② 第2東名・名神の空間を利用した新しい都市間幹線物流システムとして、多連トレーラーの導入可能性を検討した結果、物流システム整備に必要な年間償還額（本体工事費・ITS路側システム整備費：60年償還）は、現況の東名・名神高速道路の貨物車関連の推定料金収入である1,400億円/年の7～9割に及び、事業性は難しいと判断された。
- ③ 鉄道貨物輸送の改善策と効果の検討として、宮城野駅をインターモダル輸送の物流拠点として改良・整備した場合の効果を分析した。改良整備を行うことにより、鉄道コンテナ貨物の競争力が強化され、分担率を上昇させるとともに、荷主便益、環境改善便益等の社会的効果が認められた。

3.1.4.2 成果の活用状況

本研究の目標とした既に整備されている社会基盤の活用策や貨物輸送に応用可能な技術の適用策の提案には至らなかった。

本研究において改良整備効果を確認した鉄道貨物駅におけるコンテナの入れ替え作業の効率化が図られるE&Sについては、現在27駅整備されており、40駅の整備を目標に順次検討が進められているところである。

3.1.4.3 今後の課題

地下鉄を利用した都市内貨物輸送システムについては、運用面に関して導入の可能性はあったものの、地下鉄事業者として、旅客輸送対応が最優先で貨物対応の余裕がないとの意見があったことから、それ以上の検討は進めないこととした。

第2東名・名神高速道路空間を活用した多連トレーラー物流システムの導入可能性は難しいと判断された。3大都市圏における物流は、今後増加すると予想されていることから、新しい幹線物流システムの検討は必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 建設省道路局：平成6年度道路交通センサス自動車起終点調査集計報告書,1994
- 2) 運輸省運輸政策局：平成10年陸上出入貨物調査,1998
- 3) 国土交通省：陸運統計要覧,2005
- 4) 国土交通省：貨物・旅客地域流動調査,2005
- 5) U.S. Department of Transportation : Comprehensive Truck Size and Weight Study, FHWA-PL-00-029,2000
- 6) ヤマト運輸（株）：環境報告書2002, 2002
- 7) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編：道路投資の評価に関する指針(案), 1997
- 8) (株)野村総合研究所：自動車排出ガス原単位および総量に関する調査, 1998
- 9) (財)運輸経済研究センター：運輸部門からのCO₂排出抑制調査報告書, 1995
- 10) (財)運輸経済研究センター：運輸部門における環境負荷低減のための経済的負担措置のあり方等に関する調査報告書, 1996
- 11) 厲 国権：インターモーダル貨物輸送における鉄道駅の配置ロケーションと整備に関する一考察, 第8回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集, pp29-32, 2001
- 12) 厲 国権：インターモーダル貨物輸送における鉄道システムの整備について、運輸政策研究所第10回研究報告会、運輸政策研究, Vol. 4, No. 4, pp65-67, 2002
- 13) 厲 国権：インターモーダル貨物輸送のための鉄道整備 RIFT-システム概念と具体化へのアプローチ, 運輸政策研究, Vol. 5, No. 4, 2003
- 14) 上楽隆：鉄道貨物輸送と停車場-貨物ターミナルと貨車ヤード-, (株)東神堂, 1993
- 15) 厲 国権, 西宮良一：鉄道貨物輸送の活用策と連携策に関する研究報告書, 財団法人運輸政策研究機構, 2002. 4
- 16) 財団法人運輸政策研究機構：鉄道プロジェクトの費用対効果マニュアル99, 1999. 6

3.2 港湾貨物の背後流動分析と施策評価及び物流拠点の機能・配置

3.2.1 はじめに

わが国の海上貿易額の6割を占めるまでに成長した国際海上コンテナの国内輸送は、セミトレーラなどによる自動車輸送が全体の95%近くを占めており、より効率的な国際海上貨物輸送の実現のためには、港湾・道路の連携を考慮した効果的なプロジェクトの整備・施策の立案等が不可欠である。

このような状況のもと、国際海上コンテナ輸送の背後輸送に焦点をあて、我が国や海外における背後輸送の実態分析を行うとともに、重量コンテナや背高コンテナなどの大型車両の通行上のボトルネック等も勘案した道路ネットワークの構築ならびにボトルネック解消効果の評価ツールの開発、さらには近年世界的には増大が見込まれている45ftコンテナなどの動向や、インランドデポなどの物流拠点が具備すべき機能と配置のあり方などについて分析を行った。

以下、3.2.2に具体的研究内容を示す。

3.2.2 研究内容

3.2.2.1 我が国のコンテナの背後輸送実態分析

我が国の国際海上コンテナ貨物の背後地域への輸送の実態状況に関して、全国輸出入コンテナ貨物流動調査をもとにその概要をとりまとめるとともに、主要港湾やその背後地域において海上コンテナ輸送のトレーラーに関わる現地実態調査などを行い、利用特性などを分析する。

3.2.2.2 主要国のコンテナの背後輸送分析

国際海上コンテナ貨物の背後地域への輸送の状況に関して、我が国ならびに主要国の背後輸送の状況を比較分析する。

3.2.2.3 国際海上コンテナのボトルネック分析

港湾貨物の背後流動における通行上のボトルネック箇所の抽出を行い、ボトルネックを考慮した輸送経路選択モデルを構築するとともに、その解消に伴う輸送距離短縮等の効果算出ツールを開発し、解消効果の試算を行う。

また、抽出したボトルネック箇所や国際海上コンテナの国内における陸上輸送流動の推計結果などについて、WEBサイトにて閲覧が可能とするなどその研究成果の公表について検討する。

3.2.2.4 港湾物流拠点の配置等に関する分析

20ftコンテナの2個積み輸送や近年ISO規格に追加された45ftコンテナ輸送に関わる各種条件などについても分析を加える。

また、韓国におけるインランドデポなどの状況調査などを行い、インランドデポなど物流拠点の具備すべき機能と配置のあり方について分析を行う。

3.2.3 研究成果

3.2.3.1 我が国のコンテナの背後輸送実態分析

(1) 我が国の国際海上コンテナ貨物の背後輸送

日本国内発着の全コンテナ貨物について、1998年の全国輸出入コンテナ貨物流動調査より得られる積卸港湾からコンテナ詰め出し場所までの主な輸送手段の内訳を図-3.2.1に示す。なお、図-3.2.1には、積卸港湾の直近のコンテナターミナルや岸壁で詰められたコンテナも含まれている。輸出入とも、およそ全コンテナの95%程度がセミトレーラ等による自動車輸送によるものである。また、図-3.2.2に、積卸港湾からコンテナ詰め出し場所までの距離（背後輸送距離）を、輸送機関ごとに示す。図より、輸出入とも、セミトレーラ

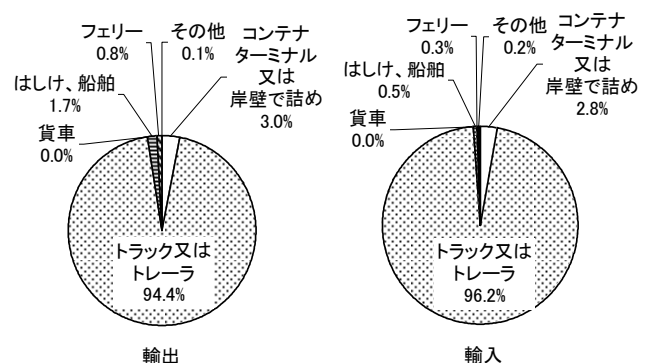


図-3.2.1 国際海上コンテナの主な国内輸送手段

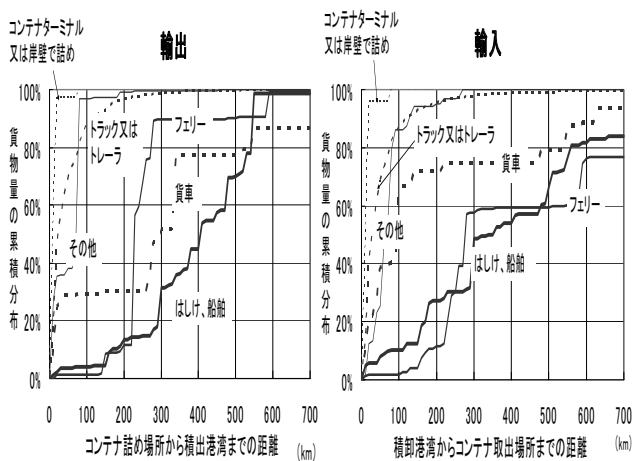


図-3.2.2 輸送機関別の積卸港湾とコンテナ詰め出し場所との距離

等による自動車輸送は、鉄道や内航船といった他の輸送機関よりは距離の短い貨物の比率が高いことがわかる。しかしながら、輸送距離が数百kmを超えるような足の長い貨物についても、絶対量でいえば内航船と同程度の利用量となっている。

(2) 我が国港湾での車両の走行状況の実態分析

海上コンテナ車両の通行実態を把握するため、複数の港湾（横浜港大黒ふ頭・本牧ふ頭および常陸那珂港）およびその周辺地域や、首都圏全域の背後圏を対象とした交通量調査を実施し、地域・距離帯ごとなどに、時間帯別交通量や高速利用率について整理し、比較考察を行った。

また、調査期間中に茨城県内で実施された、大型車を対象とした高速利用料金の値下げに関する社会実験が、海上コンテナ車両の流動におよぼす影響についても考察することとした。

1) 海上コンテナ車両の国内陸上流動に関する既往の調査・研究および本調査の特徴

道路交通センサスにおいては、貨物車は小型貨物車と普通貨物車にしか分類されておらず、海上コンテナ車両のみの流動を取り出すことはできない。そこで、海上コンテナ車両の流動に関する既往の調査研究について整理した。

全国貨物純流動調査においては、我が国の海上コンテナ貨物の陸上輸送に関して、高速道路利用の有無を含めた輸送経路が明らかとなる。ただしこの調査は、全貨物流動のなかから代表的な業種に対して3日間の出荷ベースのサンプリング調査

を行っているため、主に輸出貨物が対象で、かつ海上コンテナ貨物のサンプル数があまり多くない（全国で647サンプル）ことに注意が必要である。

また、2004年のはじめに実施された東京都市圏物資流動調査においては、海上コンテナであるか否かが質問項目に加えられ、さらに、その補完附帯調査として、海上コンテナ車両を含む貨物車両を対象に、現在の走行ルートやルート上の問題点などについての調査が行われている。

海上コンテナ車両の通行実態に関するその他の調査・研究としては、大阪府・兵庫県トラック協会による阪神間の走行実態および断面交通量調査、および日本海上コンテナ協会による東京・横浜港発着貨物を対象とした調査などがあげられる。

前者は、大阪港や神戸港周辺の流動を主な対象とした（一部背後地との流動も含む）トリップ調査や、神戸市内のある一断面における交通量調査を実施したものである。またこの調査では、環境負荷軽減を目的とした一般道から高速への迂回輸送実現のために、料金値下げ率と迂回輸送への協力意向の関係について、運送事業者に対してアンケート調査を実施している。

後者は、9大港を利用する海上コンテナの元請輸送業者を対象に実施したものであり、この調査結果をもとに、東京・横浜港間のコンテナ輸送を対象に、輸送経路選択モデルが構築されている。

これらの調査・研究は、①特定の港湾およびその周辺地域の実態把握が中心であり、港湾同士の比較や広範な背後圏にわたる流動の把握は行われていない、②コンテナ協会の調査については、背後圏における経路選択状況も一部調査されているが、実施されてから相当の年数が経過している、ことなどが課題としてあげられる。

以上の特徴を踏まえ、本研究の特徴を整理すると、①横浜港や常陸那珂港といった複数の地区・港湾地域で調査を実施することにより、その比較が可能となること、②首都圏およびその周辺地域を対象とした多数の地点で調査を実施することにより、方面・上下方向・港湾からの距離帯別などの比較が可能となること、③高速料金の値下げに関する社会実験が、海上コンテナ車両の流動におよぼす効果について検証できること、などがあげられる。

2) 調査対象および方法

海上コンテナ車両の通行実態を把握する方法としては、トラック業者へのアンケート調査や、ナンバープレートの照合によって走行経路を直接把握することも考えられるが、費用制約などのため、広範囲にわたって全数を捉えることが難しく、先に述べたように、特定地域の調査にとどまらざるを得ない。そこで本分析では、表-3.2.1のとおり海上コンテナ車両（20ft・40ftノーマル・40ft背高の3種類に区分）のみを対象とした交通量調査を実施し、広範囲にわたる断面交通量を把握することとした（ただし、この方法では各海上コンテナ車両の走行経路を直接把握することはできないため、何らかの方法で後ほど推定を行う必要がある）。また、プレ調査の結果から、液体用コンテナは誤認しやすいことがわかったため、以降の調査では計測対象外とした。調査方法については、調査票に通過時分・方向・コンテナ種別を記入する形式とした（一部箇所では夜間のみカウンターを使用した調査となっている）。さらに、昼間は、調査精度を確認するため、デジタルカメラによる撮影もあわせて行った。

表-3.2.1 交通量調査の概要

	調査1(プレ調査)		調査2(港湾地域)		調査3(背後圏)	調査4(社会実験効果)	
	24時間	12時間	横浜港	常陸那珂港		常陸那珂港	常陸道
調査時間	24時間	12時間			24時間	12時間	24時間
調査日時	2月18日(水) 7:00~ 翌日7:00	3月3日(水) 7:00~ 19:00	3月17日(水) 7:00~ 19:00	3月10日・17日・ 24日のいずれか 1日(いずれも水) 7:00~翌日7:00	3月10日(水) 7:00~ 19:00	3月10日(水) 7:00~ 翌日7:00	
調査地区・ 箇所数	3地区・5箇所	3地区・6箇所	6箇所	18地区・39箇所	5箇所	1地区・2箇所	
調査人員	15名	18名	12名	121名	12名	7名	
調査対象	20ft, 40ftノーマルおよび背高コンテナ車(液体コンテナを除く)						
調査方法	調査票に通過時分および方向を記入、また昼間はあわせて写真撮影を行う						

*いずれも2004年

3) 調査日時および調査時間

2004年2月から3月にかけての水曜日の午前7時に調査を開始することとし、プレ調査の結果をふまえて、港湾地域では昼間12時間、その他の地点では24時間の調査を実施した。なお、各調査ともできる限り同一日に実施する予定であったが、後述のように茨城県内で高速料金値下げの社会実験が行われていたことや、一部で計測トラブルが発生するなどしたため、一部地区では実施日がずれた。なお、地区単位では調査日時は統一されている。

4) 調査箇所の選定

調査地点は、少ない人員でできるだけ多くの情報を得られるよう、高速道路のインターチェンジ周辺や主要交差点などを中心に選定した。高速利用率が明らかとなるよう、いずれの地区でも原則として高速と一般道の2地点（以上）で調査を実施した。ただし、一般道の高速入口で両者を同時に計測するケースもある。

5) 調査精度の検証

本調査の精度を確認するため、デジタルカメラで撮影された海上コンテナ車両の画像をもとに、調査票に記入されたコンテナ種別の判定を行った。判定可能であった海上コンテナ車両についてその内訳をみると、海上コンテナ車両とカウントされた車両のうち、実際にはJRコンテナ積載車や通常の大型車であったものは、全体の1%強にとどまっており、海上コンテナ車両の捕捉率はかなり高い結果となった。なお、7)以降の結果については、検証作業で判明したものについては、できる限り削除・修正したものを示している。

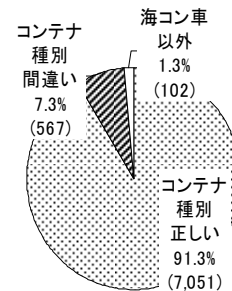


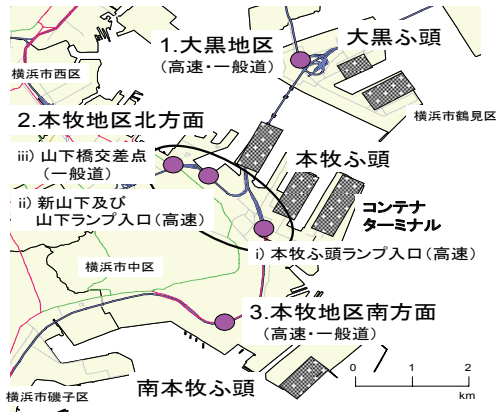
図-3.2.3 写真判定に基づく本調査の精度

6) 調査地点の概要

港湾地域における流動実態の把握を目的として、横浜港の大黒地区・本牧地区および常陸那珂港とその周辺地域を対象とした12時間調査を実施した。調査地点の概要を図-3.2.4に示す。調査地点は、事前の走行調査などにに基づき、できるだけ全数を把握できるように設定したものの、調査箇所数の制約などから、特に一般道については多少の把握漏れがある可能性があり、高速利用率に若干過大評価の可能性のあることに留意する必要がある。また、本調査は、港湾地域と周辺地域を往来する海上コンテナ車両のみを対象とすることを原則としているが、後述のように、特に横浜港においては、結果としてふ頭間輸送（大黒ふ頭⇄本

牧・南本牧ふ頭) も含まれていることにも注意されたい。なお、以下の分析においては、横浜港本牧地区について、横浜市の中心市街もしくは首都高速湾岸線経由で大黒地区や東京に向かう北方面と、横浜市磯子区・横須賀市などに向かう南方面に区分して集計した。

(横浜港)



(常陸那珂港)



図-3.2.4 港湾地域での調査の調査地点位置図

7) 調査結果

図-3.2.5に、一般道/高速利用別の時間帯別交通量の一例を示す。横浜港における高速利用率は、大黒地区および本牧地区北方面では市街方向・埠頭方向とも8~9割程度であるのに対し、本牧地区南方面では両方向とも2割程度となっていた。前者において高速利用率が大きい要因として、両地区を直接結ぶ道路が、調査時点では首都高速(横浜ベイブリッジ)のみであったことも一因と考えられる。

また、本牧地区南方面においては、目的地とな

り得る地域(磯子周辺の臨海工業地帯など)の地理的分布から考えて比較的輸送距離の短い貨物が多いものと考えられ、また、首都高速の終点までの距離が短く、かつ一般道が比較的走行しやすいことから、高速利用率が小さいと考えられる。

また、時間帯別交通量については、大黒・本牧地区ともに午前と午後にピークがみられるものの、どちらのピークがより大きいかについては、方面や日(大黒地区においては、プレ調査も含め2回実施している)によって異なっていた。また、大黒地区におけるプレ調査の結果によれば、昼間比べて、夜間は極端に交通量が落ちることもわかった。ただし、ゲートオープン前の時間帯は、午前5時くらいから交通量が増加している。また、常陸那珂港における高速利用率は、上下合計で1台のみであった。

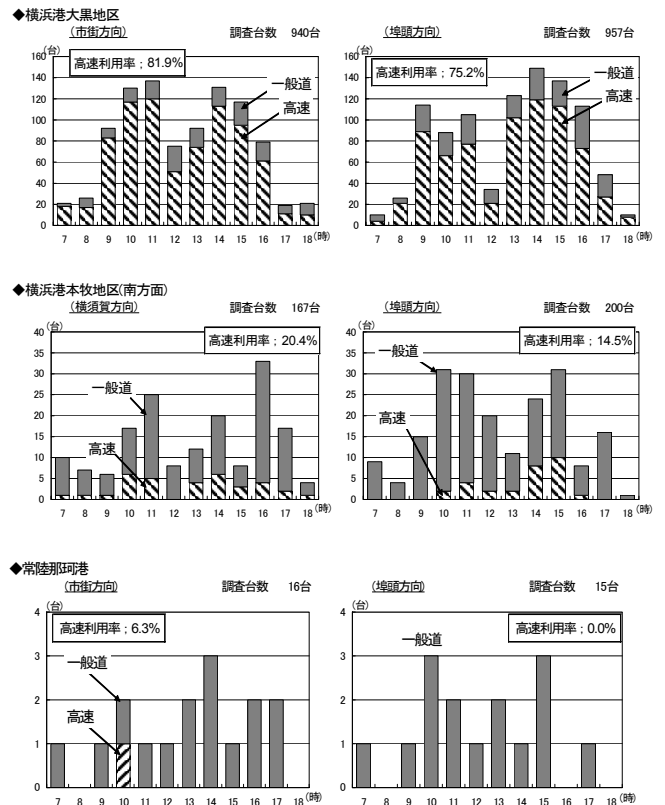


図-3.2.5 港湾とその周辺地域での調査の集計結果

8) 推察される海上コンテナ車両の流動状況

以上の結果より、港湾地域における高速利用率は、一般道の混雑状況に加え、横浜ベイブリッジや首都高速の終点位置などの例のように、高速道路と一般道の位置関係に大きく左右され、同じ港湾内でも方面によって大きく異なることが推察さ

れた。

横浜ベイブリッジに関しては、本調査の約1ヵ月後（2004年4月）に一般部（国道357号）が開通し、この地域の海上コンテナ車両の走行パターンおよび高速利用率に大きな影響を与えたものと考えられるため、今後追跡調査を実施し、その影響を検証する予定である。また、常陸那珂港の例にみられるように、首都圏の港湾とは異なり、周辺地域で交通渋滞があまりみられない場所においては、高速道路を利用するインセンティブがほとんど存在しないことも考えられる。ただし、高速道路料金が値下げされると、利用率の増加もみられるようである。

時間帯別交通量についてみると、港湾地域の流動は、コンテナターミナルのゲートオープン時間に大きく左右されることがわかった。横浜港では、現在、構造改革特区などの活用によりゲートオープン時間の延長が順次実施されており、今後の港湾内流動に大きな変化がもたらされると予想されるとともに、ピーク時間帯におけるターミナル周辺などの渋滞緩和も期待される。

(3) 港湾背後圏における走行状況の実態分析

海上コンテナ車両の背後圏での通行実態を把握するため、複数の港湾およびその周辺地域や、首都圏全域の背後圏を対象とした交通量調査を実施し、地域・距離帯ごとなどに、時間帯別交通量や高速利用率について整理し、比較考察を行った。

1) 港湾背後圏での調査地点の概要

港湾背後圏における流動実態の把握を目的として、東京・横浜の港湾地域を基点に、首都圏全域（一部の周辺地域を含む）を対象として24時間調査を実施した。図-3.2.6に示すような7方面について、基本的には、東京・横浜港よりおよそ①30km付近、②60km付近（一部方面では100km付近）の2断面において、各高速道路と、これに並行する国道（複数存在する場合はすべての国道を対象とする）で計測を行った。

なお、京葉道路および横浜横須賀道路については、全長が60km以下のため、①のみの調査とした。さらに、東北道においては、東京・横浜港から100km付近、200km付近、400km付近でも計測を行い、輸送距離の長い貨物の実態を把握することとした。同様に、関越道においては、信越地

方との境界である関越トンネルの手前（およそ150km付近）でも計測を行い、山間部の長大トンネル付近における高速道路利用の実態について把握することとした。

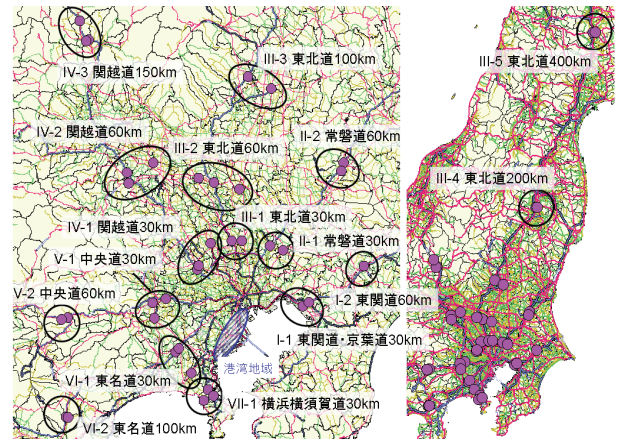


図-3.2.6 港湾背後圏の調査地点位置図

2) 港湾背後圏での調査結果～高速利用率～

図-3.2.7に、各地区における高速利用率をまとめたものを示す。図より得られる主要な結果を以下に示す。

①東京・横浜港から100km付近までは、どの方面においても、距離が長くなるほど高速利用率は低下する。各方面の30km付近と、60kmまたは100km付近について高速利用率を比較すると、すべての方面・方向において、港湾からの距離が短いほど利用率が有意に大きいことがわかった。

②関東エリア外となる東京・横浜港から100km以遠においては、高速利用率が再度上昇する傾向がみられる。なおこの傾向は、純流動調査における関東地方の結果とも一致する。

③方面別にみると、中央道が最も利用率が大きく、次いで横浜横須賀道、さらに常磐道・東関東道/京葉道・東名道が同程度の利用率、最も小さいのが東北道および関越道となっている。このような方面別の差異は、並行する一般道の走行条件の良し悪しによるものと考えられ、中央道と並行する国道20号や横浜横須賀道と並行する国道16号は、起伏が激しくトンネルやカーブの多い路線であり、海上コンテナ車両の通行が非常に困難である。いっぽう、東北道・関越道と並行する国道4号・国道17号については、北関東エリアまでバイパスが整備されており、一般道を走行しやすい環境となっている。

④方向別にみると、大部分の地区において、上り

(港湾) 方向の利用率が、下り (郊外) 方向の利用率を上回った。これは、主に上りのほうが昼間の走行台数が多いことに起因すると考えられる。ただし、常磐道の東京・横浜港から30km付近では下り方向の利用率が非常に大きい。この理由として、この付近では、高速と一般道の距離が他の地区よりも離れていることから、下りについては高速利用の時間短縮効果がまさり他地区よりも利用率が大きい一方、上りについては首都高速の混雑を避けて手前のICから一般道に降りる車両が多いためと考えられる。

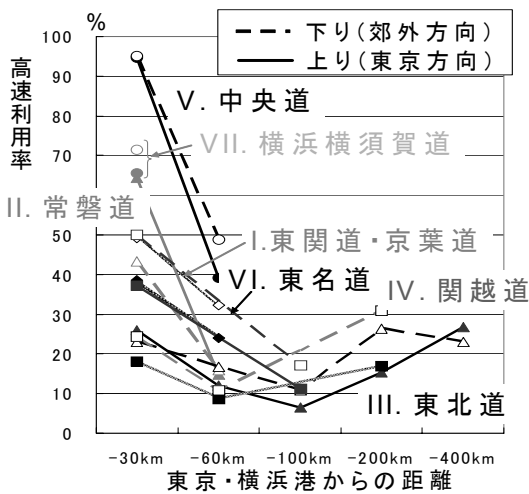


図-3.2.7 各地区での方向別・方面別の高速利用率

3) 港湾背後圏での調査結果～時間帯別交通量～

本調査における時間帯別交通量の例として、図-3.2.8に、東北道200km付近までの4地区における結果を示す。東北道を含めた各方面の結果より得られる主要な結果を以下に示す。

①下り郊外方向についてみると、明け方(5時～6時)にピークがあり、都心に近づくほど、この時間帯への集中率が高くなることが多い。また、正午ごろや夕方から夜間にかけても比較的交通量の多い時間帯があり、特に、遠距離になるほど、夜間の交通量のシェアが大きくなる。

②上り東京方向についてみると、午前中(9時～11時)にピークがあり、下りと同様、都心に近づくほど、この時間帯への集中率が高くなることが多い。また、午後(15時前後)や深夜(1時～5時)にも比較的交通量の多い時間帯があり、遠距離になるほど、これらの時間帯のシェアが大きくなる。

③時間帯別の高速利用率についてみると、特に下り方向については、昼間に比べて夜間の利用率が低くなる地区が多い。ただし、場所によっては違いがほとんどみられないこともある。

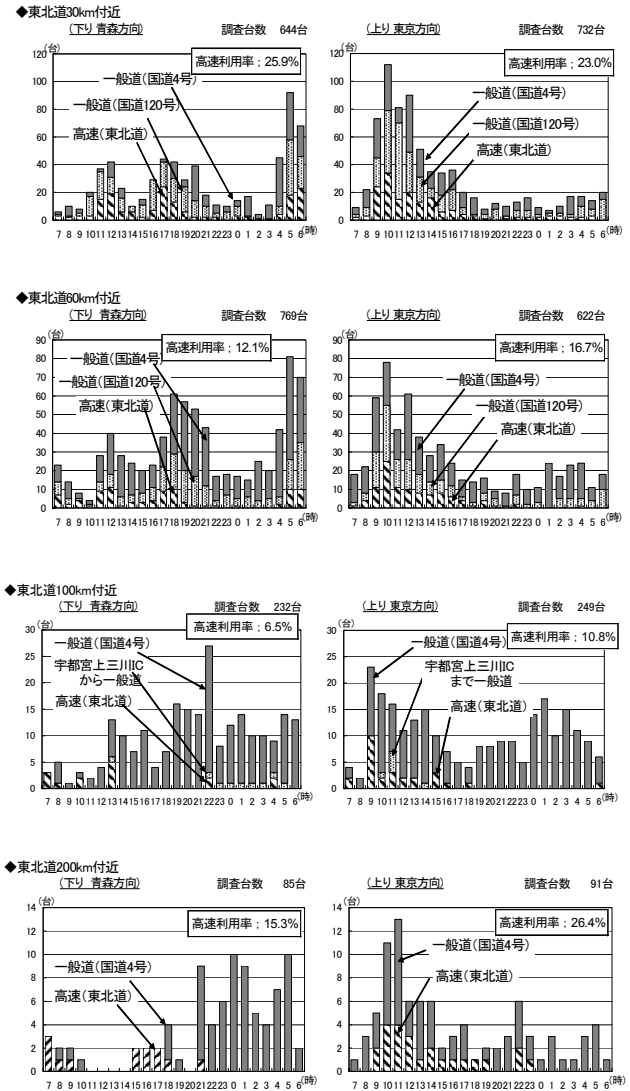


図-3.2.8 港湾背後圏調査の結果(東北道方面)

4) 調査結果から推察されるコンテナ車両流動

本調査においては、貨物の積卸港湾が明らかとならないため、観測された海上コンテナ車両の積卸港湾が、必ずしも東京・横浜を代表とする東京湾内の港湾である保証はない。しかしながら、外貿コンテナ貨物流動調査によれば、関東とその他の地方の境界など、本調査の調査地点を通過するような海上コンテナ車両のうち、積卸港湾が東京湾内でないものの比率は極めて小さい(最大でも数%程度)ことから、以降では、すべての海上コンテナ車両が東京湾内の港湾を積卸港湾とするも

のと仮定して議論を進める。

距離帯別の高速利用率をみると、関東地方内においては、都心から遠ざかるにつれて明確に減少する傾向にある。これは、都心近郊の交通量の多い地域は、一般道の混雑を避けて高速道路を利用する一方、混雑の少ない郊外地域では高速道路を利用せず一般道を走行するという状況が一般的であり、特に東北道方面（国道4号）や関越道方面（国道17号）のように、高規格のバイパスが連続的に整備されているような地域でその傾向が強いことが示されている。また、関東地方を離れると、上記のようなバイパスがなく、並行一般道の走行条件があまり良くないケースが多いことが、高速利用率上昇の一因と考えられる。

また、一般の貨物車と海上コンテナ車両における高速利用の実態を比較するために、本研究の調査地点と最も近接する地点の道路交通センサスの普通貨物車データを用いて、各地区における高速利用率の違いについて検討した。その結果を表-3.2.2に示す。表より、中央道30km付近および横浜横須賀道路30km付近を除いたすべての地区で、海上コンテナ車両の高速利用率が、センサスによる普通貨物車の高速利用率を少なくとも20～30%も下回ることがわかった。

つまり、海上コンテナ車両は、一般の貨物車と比較した場合、多少の物理的な条件や混雑状況にかかわらず、高速道路を利用しない傾向が顕著であり、高速利用の有無などを含めた走行経路の選択行動の基準が、通常の貨物車両とは異なる可能性が示唆される。したがって、高速道路利用の促進方策を検討する際などは、絶対数は多くないものの、物流および環境・安全への影響が相対的に大きいと考えられ、かつ普通貨物車と振る舞いの異なる海上コンテナ車両を対象を絞った議論も重要と考えられる。

なお、残りの2地区については、山がちでトンネルが多く、並行一般道の線形が悪いため海上コンテナ車両の通行が非常に困難であることなどから、逆に高速利用率が10%程度大きい結果となった。

時間帯別交通量についてみると、輸出入を問わず、①明け方に港湾地域を出発し、午前8～9時頃の業務開始時刻にあわせて目的地へ到着し、貨物のデバンニングまたはバンニングを行い（下り

方向のピーク）、②近距離貨物については、その後正午までに港湾地域に戻り（上り方向のピーク）、③昼過ぎに再び目的地へと出発する（下り方向の第2のピーク）、という傾向が読みとれる。また、遠距離貨物においては、一日（24時間）一往復が基本であり、①'前夜に出発して目的地付近で仮眠し（下り方向の深夜のピーク）、②'夕方までに港湾地域に戻るか、もしくは②''混雑のない深夜時間帯まで仮眠して明け方に戻る（上り方向の夜間および深夜のピーク）、というパターンも多いことが考えられる。なおこの結果は、海上コンテナ車両を扱う陸運業者へのヒアリング調査結果とおおむね一致する。

表-3.2.2 海上コンテナ車両と普通貨物車における高速利用率の比較

地点名	海コン車 (本調査)	普通貨物車 (道路交通センサス)			
		高速 利用率	24時間交通量(台)		高速 利用率
			一般道	高速	
I	1 東関東道・京葉道 30km付近	44.2%	21,995	54,119	71.1%
	2 東関東道60km付近	28.4%	4,954	6,348	56.2%
II	1 常磐道30km付近	54.9%	10,506	31,654	75.1%
	2 常磐道60km付近	15.4%	13,029	10,874	45.5%
III	1 東北道30km付近	24.3%	30,425	32,122	51.4%
	2 東北道60km付近	14.2%	16,668	26,590	61.5%
	3 東北道100km付近	8.7%	13,535	18,725	58.0%
	4 東北道200km付近	21.0%	13,471	12,772	48.7%
	5 東北道500km付近	25.0%	5,013	7,779	60.8%
IV	1 関越道30km付近	21.4%	28,661	23,038	44.6%
	2 関越道60km付近	9.9%	24,529	15,453	38.6%
	3 関越道150km付近	23.7%	4,020	6,554	62.0%
V	1 中央道30km付近	95.0%	2,749	16,044	85.4%
	2 中央道60km付近	45.3%	4,237	13,583	76.2%
VI	1 東名道30km付近	43.2%	32,909	48,480	59.6%
	2 東名道100km付近	14.1%	16,714	37,820	69.4%
VII	1 横浜横須賀道路 30km付近	69.1%	4,170	5,613	57.4%

5) 高速利用料金値下げに関する社会実験調査と海上コンテナ車両の流動

i) 社会実験および調査の概要

2004年3月1日（月）より14日（日）まで、茨城県内のICで乗降する大型車・特大車に限り、高速道路の利用料金を中型車料金と同額に引き下げる「茨城県内高速道路トクトク大実験」が実施された。特大車である海上コンテナ車両は、この社会実験期間中、通行料金が約55%引き下げられた。この社会実験の効果を計測するため、上記調査に含まれる茨城県内の2地区（常陸那珂港周辺と常磐道60km付近）において、社会実験期間中

にも調査を実施し、(2)(3)の調査から得られる通常時の結果と比較を行った。

ii) 調査結果および社会実験の効果

高速利用率等の変化について、表-3.2.3に示す。社会実験期間中および終了後に、常陸那珂港と常磐道石岡市付近で観測を行った結果についてみると、各地点の両方向で、社会実験期間中の高速利用率が期間後の利用率を上回った。

特に、図-3.2.9に示すように、常磐道石岡市付近においては、上下方向とも大幅に高速利用率が上昇した。今回の社会実験で実施されたような料金の引き下げは、海上コンテナ車両の高速利用率を大幅に増加させることがわかった。また、茨城県によると、この料金引き下げにより、県内のICを乗り降りする大型車・特大車の総交通量は前年同時期比で約20%の増加となっており、これと比較して、海上コンテナ車両における高速利用率の増加が著しいことがわかる。つまり、普通貨物車全般にくらべ、海上コンテナ車両の高速利

用率は通常では小さいものの、料金引き下げによって利用率が大幅に増加する可能性が示された。

今後、都市高速をはじめとして、さまざまな地域で実施されている社会実験の効果を検証していくことによって、高速道路の利用料金引き下げに関する各種車両の反応結果が得られるものと予想されるが、その際、海上コンテナ車両については、普通貨物車全体とは異なる結果となる可能性があることに注意する必要があるといえる。

3.2.3.2 主要国のコンテナの背後輸送分析

国際海上コンテナ貨物の背後地域への輸送の状況に関して、我が国ならびに主要国の背後輸送の状況を比較分析した。

(1) 世界主要コンテナ港の背後輸送の機関分担率

世界の主要地域における背後輸送の特徴を把握し、比較を行うための一助として、交通計画や貨物流動のモデル化という観点からみても重要な背後輸送機関分担の状況を分析した。

国際海上コンテナをターミナル内で詰め出しせずに国内をそのまま輸送する場合、その輸送方法としては、一般に、道路を利用したトラック輸送、内航船・バージ等の船舶による輸送、鉄道による輸送、の3種類が考えられる。

図-3.2.10に、インタビュー調査や、既往の文献・統計から得られた世界の主要コンテナ港湾における背後輸送の機関分担率（トンベース）を示す。図に示されるように、EU諸国の港湾においては、ロッテルダム港（ライン川を利用したバージ輸送）や、地中海地域のジョイアタウロ港、マルサスロック港（地中海の中心に位置するという地理的特性をいかした内航フィーダー船輸送）のように、船舶のシェアが高い港も見られる。

ただし、欧州北部諸港については河川舟運が盛んなイメージもあるものの、ロッテルダム港でも船舶のシェアは3割程度であり、トンベースでいえば各港においてトラックのシェアが最も高い。一方、北米諸港においては、トラック輸送と比較して長距離の輸送に優位性を持つ鉄道輸送の比率が高いことが特徴的で、複合一貫輸送が盛んである事実を裏付けている。また、日本や中国などのアジア諸港についてみると、トラックによる輸送が大部分を占める結果となっている。

表-3.2.3 通常時と社会実験期間中の高速利用

地点名	方向	通常時* または 社会実験 期間中	観測台数			観測 された 高速 利用率	下側 5%確率	上側 5%確率	検定 結果**
			一般 道	高速	合計				
常陸那珂港	市街方向	通常時	15	1	16	6.3%	0.2%	30.2%	×
		社会実験	23	2	25	8.0%	1.0%	26.0%	
	埠頭方向	通常時	15	15	30	0.0%	計算不能	21.8%	×
		社会実験	17	5	22	22.7%	7.8%	45.4%	
常磐道 茨城県 石岡市付近	下り水戸方向	通常時	133	23	156	14.7%	9.2%	20.3%	○
		社会実験	101	46	147	31.3%	23.8%	38.8%	
	上り東京方向	通常時	136	26	162	16.0%	10.4%	21.7%	○
		社会実験	104	46	150	30.7%	23.3%	38.0%	

*通常時の調査は社会実験終了の翌週に実施
**○:差があるといえる(両者の利用率が同じという帰無仮説を棄却できる)、×:差があるとはいえない(帰無仮説を棄却できない)

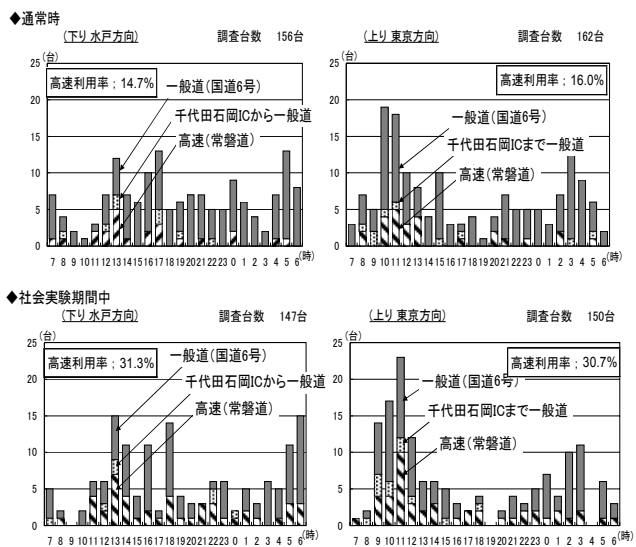
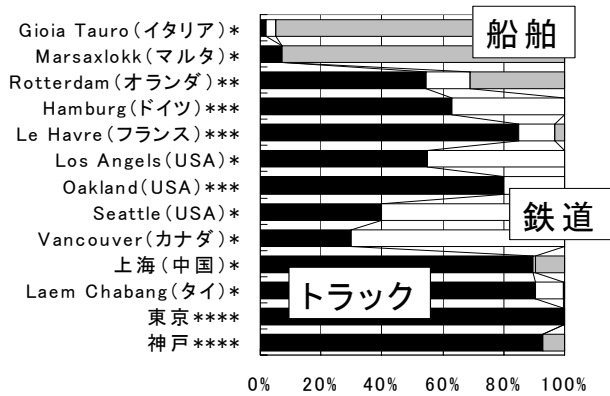


図-3.2.9 社会実験期間前後の一般道/高速別の時間帯別交通量(常磐道石岡市付近)



(出所)*筆者らによる調査結果, ** Darche, M., "Trends in Container Transport - the modal split-", *Ports and Harbors*, IAPH, pp.14-16, 2002, ***Port of Rotterdam, *Port Vision 2020 -Integrated projections for port and industry-*, 1999, ****運輸省港湾局, 『平成10年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査報告書』, 1998。なお, 北米諸港については内航船による輸送量は不明だが, 少量と考えられる。

図-3.2.10 主要港のコンテナ背後輸送機関(トンベース)

(2) 東アジア-北米間輸送の二大輸送ルート

北米大陸においては、20世紀前半までに全土にくまなく張りめぐらされた鉄道網を利用し、1980年代後半のダブル・スタック・トレインの登場や、時期を同じくした規制緩和等による合衆国政府の政策推進)とともに、鉄道を利用した複合一貫輸送が急速に発達した。

このため、現在では、わが国をはじめとする東アジア諸国から輸出され、ニューヨークやシカゴなどの大消費地を抱える北米大陸東部・中部へと運ばれる貨物に着目した場合、その輸送経路としては、①太平洋からパナマ運河を經由して北米東岸地区まで船舶で輸送するルート、および②ロサンゼルスやシアトルなど北米西岸諸港で陸揚げして、鉄道で複合一貫輸送するルートの2つが考えられる。

後者に関連し、図-3.2.11に、アメリカ合衆国における主要鉄道ルートにおける複合一貫輸送貨物の輸送量を示す。シカゴを中心として、北米西岸のロサンゼルス・ロングビーチ港やシアトル・タコマ港、東岸のニューヨーク/ニュージャージー港を連絡するルートの輸送量が多く、その他の地域もくまなく輸送されていることがわかる。

ここでPIERS(Port Import/Export Reporting Service)データによる、東アジア(日本、NIEs、中国、ASEAN 4)発・米国各州向け東航貨物における米国の利用港湾(東岸諸港 vs 西岸諸港)のシェアを図-3.2.12に示す。図より、イリノイ州など中部地域においては、大多数の貨物が西岸

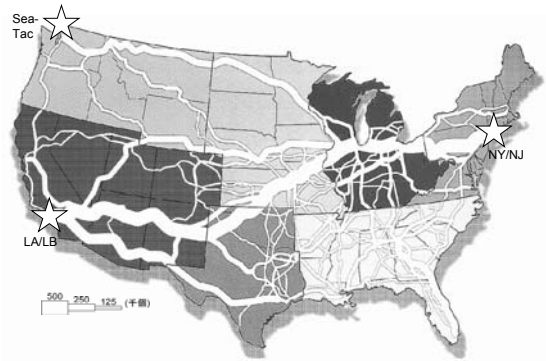


図-3.2.11 米国の鉄道路線別輸送量(1987)

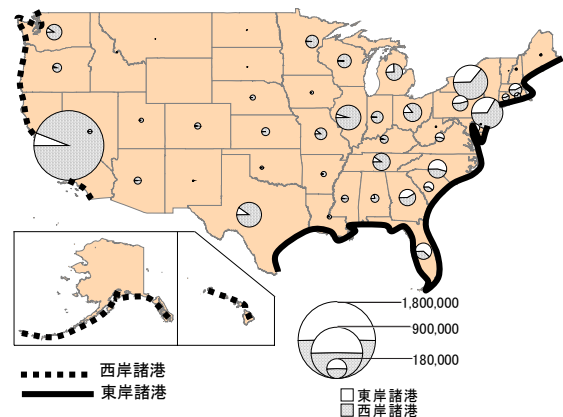


図-3.2.12 米国各州の東アジア発米国着貨物の航路別シェア(2002年、TEU) 東岸VS西岸

諸港を利用し、ここから複合一貫輸送されていることがわかる。さらに、ニューヨーク州をはじめとする米国東部地域においても、西岸諸港から大陸を横断して輸送される貨物が半数以上を占めている。

(3) 欧州地域における背後輸送

欧州地域においては、たとえば欧州北部諸港については河川舟運が盛んなイメージもあるものの、トンベースでいえば各港においてトラックのシェアが最も高い。参考として、図-3.2.13に2004年拡大前のEU加盟15ヶ国における域内内陸貨物の貨物輸送機関分担率の推移(トンキロベース)を示す。本図は、国際海上輸送貨物の背後輸送に限定したのではなく、また海上輸送モードは除外されていることに注意が必要であるものの、トラックのシェアが増加し、鉄道・内陸水運のシェアが低下している傾向がわかる。このうち鉄道輸送については、1990年からの10年間で若干シェ

アを増加させており、以下で述べるように、近年、EUの交通政策が鉄道インフラの改善に重点を置いている影響もあるものと考えられる。

欧州大陸北西部のイギリス海峡から北海に面する諸港（ルアーブル、アントワープ、ロッテルダム、アムステルダム、ブレーメン、ハンブルクなど）は、以前から欧州のゲートウェイ港湾として互いに激しく競争してきた。図-3.2.14は、これらの港湾の優勢圏について、その一例を示したものであり、本図によれば、ライン川河口に位置するロッテルダム港がドイツ南部やスイスとの輸送においてアドバンテージを有している。この点に端的に表されるように、当然のことながら、これら港湾のゲートウェイ競争には、港湾施設そのものへの投資だけでなく、鉄道や内航水運などの背後輸送機関におけるサービスレベル向上も含まれる。最近でも、これら港湾を抱える各国政府によってさまざまな投資が積極的に行われているが、欧州地域全体に利益をもたらすプロジェクトに対しては、以下のようなスキームに基づき、EUからも一部補助金が支出されていることが、近年の特徴としてあげられる。

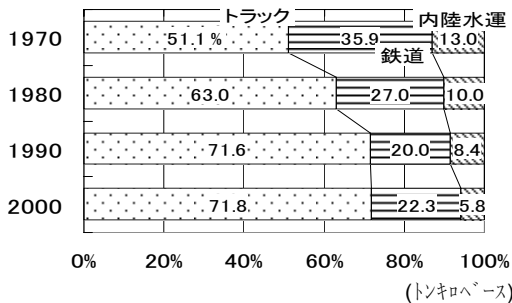


図-3.2.13 EU加盟15ヶ国の貨物輸送機関分担率

2002年時点の各港湾の背後圏

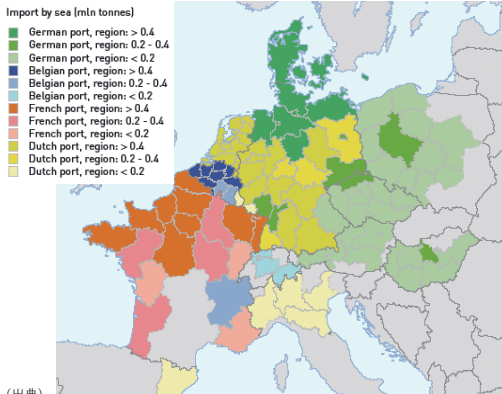


図-3.2.14 欧州北部主要港の背後圏（優勢圏）

3.2.3.3 国際海上コンテナのボトルネック分析

港湾貨物の背後流動における通行上のボトルネック箇所の抽出を行い、ボトルネックを考慮した輸送経路選択モデルを構築するとともに、その解消に伴う輸送距離短縮等の効果算出ツールを開発し、解消効果の試算を行った。

また、作成した道路ネットワークなどの検討結果について、WEBサイトにて閲覧などが可能とした。

(1) 国際海上コンテナの規格と現状

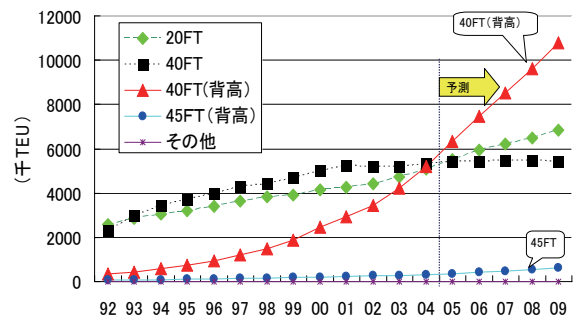
表-3.2.4に、ISO（国際標準化機構）による国際海上コンテナの規格例を示す。国際海上コンテナの主要なサイズは、1974年にISO規格化された20ftコンテナ（高さ8'6"）、1969年に規格化された40ftノーマルコンテナ（高さ8'6"）、1993年に規格化された40ft背高コンテナ（高さ9'6"）の3種類であったが、2005年10月に45ftコンテナがISO規格として追加されている。

また、図-3.2.15に世界的な国際海上コンテナ保有量（TEU換算）の推移を示す。その他コンテナを除き、いずれの規格も増加傾向にあり、特に、40ft背高コンテナについてみると、1993年に規格化されて以降の伸びが著しいことがわかる。なお、45ftコンテナは、2004年時点で世界的な保有量の約2%のシェアであるが、今後の増加が見込まれている。

表-3.2.4 ISOによるコンテナの規格例

種類	20'(8'6"High)	40'(8'6"High)	40'(9'6"High)	45'(9'6"High)	
外法寸法	長さ	6,058mm (19'10" 1/2)	12,192mm (40'0")	12,192mm (40'0")	13,716mm (45'0")
	幅	2,438mm(8'0")	2,438mm(8'0")	2,438mm(8'0")	2,438mm(8'0")
	高さ	2,591mm(8'6")	2,591mm(8'6")	2,896mm(9'6")	2,896mm(9'6")
自重(注)	1,790kg	2,870kg	3,000kg	3,950kg	
最大積荷重量(注)	22,210kg	27,610kg	27,480kg	26,580kg	
最大総重量	24,000kg	30,480kg	30,480kg	30,480kg	

注) 自重は代表的な事例の記載。最大積荷重量は自重を元に最大総重量から自重を減じた試算値



資料: Market Analysis WORLD CONTAINER CENSUS 2005

図-3.2.15 コンテナの全世界の保有量の推移

(2) 国際海上コンテナの積載貨物の重量分布

図-3.2.16に、中枢国際港湾のAターミナルにおける輸出貨物に関して、コンテナサイズ別の重量分布（コンテナの自重+積載貨物重量）を分析した例を示す。20ftコンテナは最大総重量近くまで詰められているものが多く、比較的重量のある貨物の輸送に20ftコンテナが利用されることが多いという実態を裏付ける結果となっている。

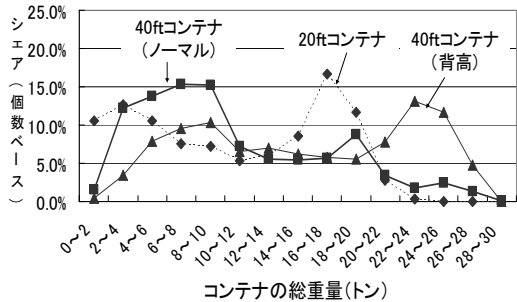


図-3.2.16 コンテナサイズ別重量分布 (輸出)

(3) トレーラーによる通行の規制

1) 車両制限令による一般制限値と特例

車両の高さや重量などの制限については、道路法第47条第1項の規定に基づき制定された車両制限令により、表-3.2.5に示す一般制限値などが定められている。

この表-3.2.5に示した制限値の範囲内であれば、通行許可なしに通行が可能であり、この制限値をどれか1つでも超える車両は特殊車両とされ、車両の通行許可の手続等を定める省令に従って特殊車両通行許可を受けなければならないこととなる。

なお、表-3.2.5の表中の総重量に関するセミトレーラー等に関する特例を、図-3.2.17に示す。

表-3.2.5 車両諸元の一般制限値と特例

寸法	幅	2.5m	
	長さ	12.0m	※ただし高速道路を通行するセミトレーラー連結車またはフルトレーラー連結車で、積載貨物はみ出しがなければ、セミトレーラーは16.5m、フルトレーラーは19m
高さ	4.1m	(道路管理者が指定した道路を通行する車両)	
	3.8m	(その他道路)	
重量	総重量	25t以下	(高速自動車国道または道路管理者が指定する道路等)は、車両長さ、軸距に応じ国土交通省令で定める値
		20t	(その他道路)
		※ただしバシ型、コンテナ用、タンク型などのセミトレーラー連結車またはフルトレーラー連結車は、高速自動車国道は36トン以下、その他道路は27トン以下で国土交通省令で定める値まで可	
	軸重	10.0t	
	隣接軸重	18.0t	軸距 1.8m未満
19.0t		軸距 1.3m以上、軸重9.5t以下	
20.0t		軸距 1.8m以上	
輪荷重	5.0t		
最小回転半径	12.0m		

(セミトレーラー及びフルトレーラー連結車の特例)

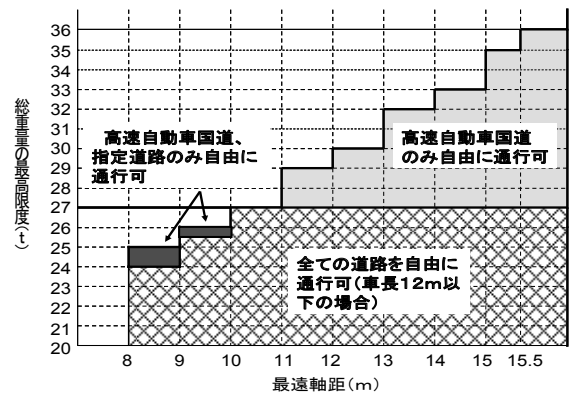


図-3.2.17 セミトレーラー連結車等に関する重量制限

図に示したとおり、軸距に応じて、高速自動車国道では最大で36トンまで、その他の道路では最大で27トンまでの総重量の海上コンテナ輸送等のトレーラーが、許可無しに通行が可能となっている。

2) 海上コンテナ用セミトレーラー通行規制

i) 重量規制

前述のとおり、図-3.2.17に示す範囲の総重量であれば、重量に関しては通行許可無しに通行が可能であるが、例えば40ftコンテナに積載可能重量一杯の貨物を積載すると、トラクターヘッドやシャーシ重量などもあわせた総重量は40トンを超えることとなる。このような場合には、通行許可が必要となり、高速自動車国道及び道路管理者が指定する「重さ指定道路」においては、フル積載（コンテナ自重を含めたコンテナの総重量が、20ftコンテナでは24t、40ftコンテナでは30.48t）以内での走行が、徐行及び連行禁止を条件とするB条件と呼ばれる走行条件下で認められることとなる。また、高速自動車国道及び重さ指定道路以外の道路についても、構造上問題がなければ、「みなし指定道路」として取り扱われ、通行許可の対象となっている。さらに、これ以外の道路を走行する場合については、例えば昭和31年の道路橋示方書等による橋梁などでは、B条件で通行が可能となるまで減載しての通行許可などを与えることとなっている。

ii) 高さ規制

背高コンテナを通常のセミトレーラー連結車に積載すると、車両の高さが3.8mを上回り、4.1mほどの高さとなる。

従来は、この背高海上コンテナの通行に関しては、事前に警察庁交通局交通規制課長及び国土交通省道路局道路交通管理課長が審査のうえ指定した経路（これを「指定経路」とよぶ）のみを通行許可の対象とすることが定められていた。ただし、この指定経路制度は、平成16年2月の車両制限令の改正に伴い廃止され、道路管理者が支障がないと認めて指定した「高さ指定道路」にかかわることとなり、現在は通行する車両の高さが4.1mまでの車両は、「高さ指定道路」の走行であれば許可申請は不要となっている。

iii) 長さ規制

長さに関しては、高速自動車国道のみを通行するのであれば、表-3.2.5のとおり、長さ16.5mあるいは18mまでは許可が不要である。実際には、高速自動車国道のみを通行するというケースは希であり、12mを超える車両については、通行許可の申請が必要となっている。申請にあたっては、バン型、コンテナ用、タンク型などの連結車の特殊車種については、セミトレーラー連結車では17m、フルトレーラー連結車では19mまでならば通行許可がなされる。

3) 指定道路等の現況

平成15年4月現在で、重さ指定道路の延長は約50,200kmであったが、平成17年4月現在の延長は高速自動車国道7,363kmの全線を含め、約54,000kmとなっている。また、高さ指定道路の平成17年4月現在の延長は、約36,000kmとなっている。

(4) 道路ネットワークの作成

1) 使用データ

道路ネットワークの作成にあたっては、(財)日本道路交通情報センター提供の道路情報便覧を用いた。このデータには、高速自動車国道・一般国道・主要地方道・都市高速道路の全路線と主要な一般都道府県道・市町村道の全国で76,555区間の道路について、最小幅員・最小曲線半径・上空障害橋梁の有無などの物理的な情報や、重さ指定道路であるか否か等が記載されている。

2) 海上コンテナ車の通行可能条件の設定

フル積載や背高コンテナでない通常の海上コンテナ車（以降は「ノーマル海コン車」とよぶ）は、道路情報便覧において重さ指定道路とされて

いる区間はすべて通行可能とした。さらに、重さ指定道路外とされている区間でも、幅員・曲線・高さに関して障害が存在せず、かつ橋梁が存在しないか、または区間内のすべての橋梁が昭和31年もしくはそれ以降の道路橋示方書に準じて設計されている区間については、通行可能とした。

フル積載の海上コンテナ車（以降は「フル積載車」とよぶ）についても、道路情報便覧において重さ指定道路とされている区間はすべて通行可能とした。さらに、重さ指定道路外とされており、幅員・曲線・高さに関して通行障害がなく、かつ橋梁が存在しないか、区間内のすべての橋梁が昭和48年もしくはそれ以降の道路橋示方書に準じて設計されている場合は、通行可能とした。

背高コンテナ車については、道路情報便覧に収録されている全区間のうち、幅員・曲線・重量に関して通行障害が存在せず、かつ上空障害がひとつも存在しないか、かつ区間内のすべての上空障害が高さ4.1mのセミトレーラーに対して20cm以上の余裕がある場合に通行可能とした（図-3.2.18）。

なお、右左折を行う交差点の形状についても実際は通行許可審査の対象となるが、より複雑な最短経路探索アルゴリズムを構築する必要があるため、今回の分析では考慮しないこととした。

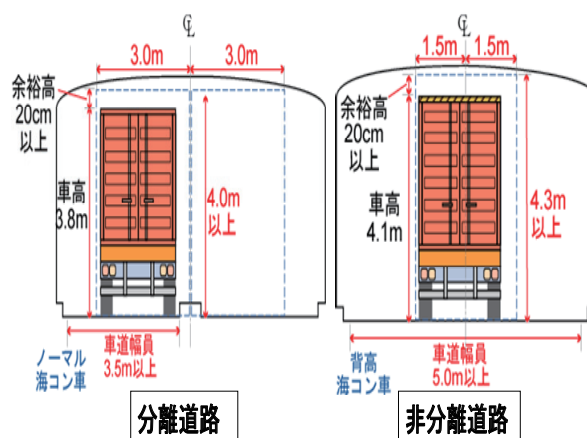


図-3.2.18 トンネル高さの通行条件設定

3) 作成した道路ネットワークの概要

上記のデータに基づき、道路ネットワークをデザイナーによる座標入力などをもとに構成し、2) で定めた通行可能条件に基づき、「ノーマル海コン車」、「フル積載車」、「背高コンテナ車」の3種類ごとに、①ノーマル海コン車の通行可能な道路ネットワーク（ネットワークA）、②フル積

載車の通行可能な道路ネットワーク（ネットワークB）、③背高コンテナ車の通行可能な道路ネットワーク（ネットワークC）の3種類のネットワークを作成した。

それぞれのネットワークのリンク数や延長などを表-3.2.6に示すほか、ノーマル海コン車の通行可能ネットワーク（ネットワークA）を図-3.2.19に示す。

表-3.2.6より、ノーマル海コン車の通行可能な道路（ネットワークA）は、道路情報便覧収録の全道路の、区間数にして8割以上、延長でも65%程度を占めることがわかる。また、フル積載車（ネットワークB）については、上記ネットワークAと比較して、5,666区間の約14,700kmが通行できないのに対し、背高コンテナ車（ネットワークC）については、上記ネットワークAと比較して通行できないのは、204区間の約780km程度となった（図-3.2.20）。

表-3.2.6 作成した道路ネットワークの概要

ネットワークの種類	内容	通行可能リンクの			
		リンク数と比率		延長(km)と比率	
道路情報便覧データによるネットワーク	I 道路情報便覧掲載ネットワーク(重複リンク等を除く)	69,489		149,796	
	II 指定道路ネットワーク(高速道路含む)	21,336	30.7%	42,152	28.1%
本研究で作成したネットワーク	A ノーマル海コン車通行可能ネットワーク	58,168	83.7%	98,733	65.9%
	B フル積載車通行可能ネットワーク	52,502	75.6%	84,044	56.1%
	C 背高コンテナ車通行可能ネットワーク	57,964	83.4%	97,955	65.4%
	参考 フル積載かつ背高コンテナ車通行可能ネットワーク	52,282	75.2%	83,194	55.5%

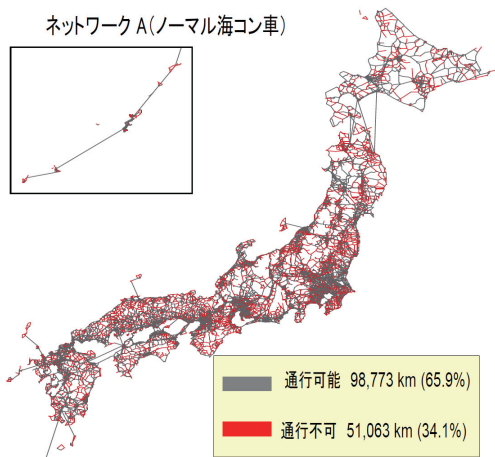


図-3.2.19 作成した海コン車の道路ネットワーク例（ネットワークA：ノーマル海コン車）

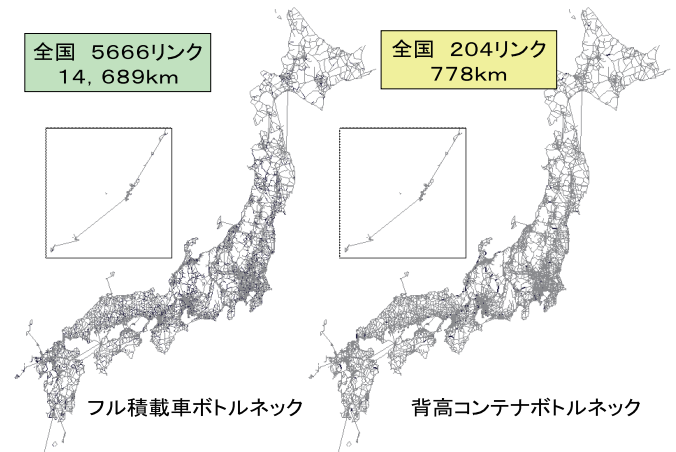


図-3.2.20 フル積載と背高コンテナのボトルネック箇所

(5) ボトルネック解消効果の分析

(4)で抽出したフル積載車や背高コンテナ車に関わる通行上のボトルネックについて、これが解消された際の、輸送経路の短縮等による効果について分析を実施した。以下に、その分析概要と、背高コンテナの通行ボトルネック解消に関わる効果の試算例を示す。

1) ボトルネック解消効果の分析手順

ボトルネック解消効果は、図-3.2.21に示す手順にて算出することとした。すなわち、市町村別のコンテナ貨物の生産・消費地と、利用港湾がわかる輸出入コンテナ貨物流動調査に基づき、市町村—利用港のODペア毎に輸送貨物量（トンベース）が算定できることから、これを、20ft、40ftコンテナの個数に換算し、ODペアごとに輸送に必要なトレーラー台数を算定する。そして、それぞれのODペアごとに、ボトルネックが有りの状況（withoutケース）と、ボトルネックの解消がされたケース（withケース）のそれぞれについて、最短経路探索を行い、利用経路を算出する。

さらに、それぞれの経路毎に、陸上輸送費用、輸送時間、有料道路料金などを算出し、トレー

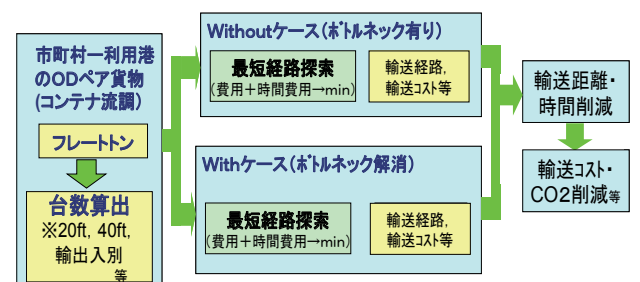


図-3.2.21 ボトルネック解消効果の分析手順

ラーの台数を乗じることで、所要総コストを算出し、その差を比較することにより、ボトルネック解消効果とする。なお、費用等の算出にあたっては、港湾投資の評価に関するガイドラインに準拠しコスト等を算出することとした。

2) ボトルネック解消分析におけるシナリオ

ボトルネックの解消効果の算出にあたっては、
①フル積載車や背高コンテナ車の比率は、ボトルネックの有無によって変化しないと仮定し、これらの車両の迂回による損失の解消効果のみを考慮する場合（シナリオ1）、②ボトルネックの解消により、当該箇所を通行するすべての海コン車がフル積載または背高コンテナ化すると仮定し、輸送コンテナ個数の減少という効果も考慮する場合（シナリオ2）の2つのシナリオを設定した。

(6) ボトルネック解消効果の分析事例

以下では、国道1号線草津川トンネル（滋賀県草津市）における背高コンテナ車の通行ボトルネック解消効果の試算例を示す。

当該箇所は、天井川である草津川を国道1号線がくぐる地点であり、名神高速以外に付近にバイパスなどの迂回路も存在せず、また周辺の道路も天井川による上空障害が多いため、図-3.2.22に示されるように、背高コンテナ車は非常に大きな迂回を強いられる。

この草津川トンネルに関わる国際海上コンテナのODとしては、全国輸出入コンテナ貨物流動調査の結果をもとに、貨物の生産・消費地の市町村と神戸港間のODペア数が、輸出で84、輸入で155となり、年間のコンテナ貨物量としては輸出で約32万トン、輸入で約42万トンとなる。

これを車両数にカウントすると、20ftのコンテナ輸送のトレーラーが約16千台、40ftのコンテナ輸送のトレーラーが約9.7千台、さらに40ft背高コンテナの輸送トレーラーが約6.5千台となる。

この草津川トンネルの改良などにより、もし仮にこの場所が背高コンテナも通行可能となるとどの程度の効果があるかを分析した。

表-3.2.7に、この草津トンネルの高さに関わるボトルネックが解消された際の輸送費用や、解消効果の試算結果を示す。

なお、効果の試算にあたっては、下記の条件を設定して計算を行うこととした。



図-3.2.22 最短経路探索結果の事例
(滋賀県五個荘町－神戸港間)

①コンテナ構成

- ・20ft個数：40ft個数 = 1：1
- ・40ftコンテナに占める背高コンテナは輸出44%、輸入43%

②輸送距離：往復

③走行速度

- ・道路センサスより都道府県別・道路種別毎に設定（平日・混雑時の平均走行速度）

④高速道路

- ・実入りコンテナ（利用有り、無し）
- ・空コンテナ（利用無し）

⑤時間価値

- ・実入り時輸送経路の費用設定で考慮
- ・コンテナの時間価値は2500円/TEU（欧米、輸出）等

⑥CO2(コンテナシャーシ)排出原単位

- ・速度25km/h 413g-C
 - ・速度40km/h 282g-C
- （港湾投資の評価に関する解説書2004より）

表-3.2.7に示したとおり、この箇所を通る国際海上コンテナが、年間約74万トン（車両数にして約3万台強、うち背高コンテナが6500台）なので、そのうち、背高コンテナが迂回をしなくてもよくなる（あるいは高速道路を利用するよりも一般道を利用して神戸港に運んだほうがコストが安くなる）などするので、シナリオ1に示したと

で、米国・アジア間の輸送コンテナに占める45ftコンテナのシェアは、東航（アジア→米国）貨物が4.5%、西航（米国→アジア）貨物で1.9%である。国別には、日本発着の45ftコンテナは20本程度であるが、中国や香港発着の45ftコンテナは多く、香港発着貨物においては、輸出入とも10%程度を占めるに至っている。

(2) 規格外海上コンテナの陸上輸送の課題

45ftコンテナ、20ftコンテナ2個積み輸送の2種類のコンテナ(当分析ではこれらを便宜的に「規格外コンテナ」と呼ぶ)の陸上輸送について、課題等を述べる。

1) 45ftコンテナ積載車の走行に関する課題

我が国の陸上輸送においては、セミトレーラーでは17mまで、フルトレーラー連結車では19mまでであれば通行許可の対象となるが、45ftコンテナ輸送の場合の全長は、通例は17mを超えることとなる。

また表-3.2.8に示すように、車両が長くなると、内輪差が大きくなり、曲線部では直線部に比して広い車線幅員を必要とすることから、40ftコンテナ用セミトレーラー連結車が通行できても、45ftコンテナ用セミトレーラー連結車の通行が困難となる交差点が多数存在すると推測される。

表-3.2.8 曲線部の必要車線幅員(90° 回転時)

回転半径	40ftコンテナ用 セミトレーラ連結車	45ftコンテナ用 セミトレーラ連結車※
80m	3.1m	3.2m
60m	3.4m	3.7m
40m	3.9m	4.3m

※市販の40ftコンテナ用セミトレーラの後部車輪位置を1.5m後方に移動したものとして算定

2) 20ftコンテナ2個積み輸送の課題

わが国における既存の多くの40ftコンテナ用セミトレーラーは、高さの上限に対応するため、グースネックシャーシという高さが2段となる特殊な形式を採用している。40ftコンテナはトンネルレセスという溝を底部に設けることが規格化されており、セミトレーラー前部の高さが低く抑えられる。このトンネルレセスが、20ftコンテナにおいては規格化されておらず、実入り20ftコンテナ2個を積むことは困難であり、かつ前部コンテナが高さ3.8mを超える(図-3.2.26)。また、コンテナを載せる部分がフラットなストレートシャー

シであれば20ftコンテナを2個積むことができるが、この場合には、高さが3.9mほどになる。

さらに、重量に関して言えば、フル積載した20ftコンテナ2個の総重量は48tにもなり、ヘッドやシャーシなどを含めた車両総重量は約58tと、40ftコンテナのフル積載時の重さの上限である約44tを大きく超える(表-3.2.9)。



図-3.2.25 海外でよく見られる20ft 2個積み輸送

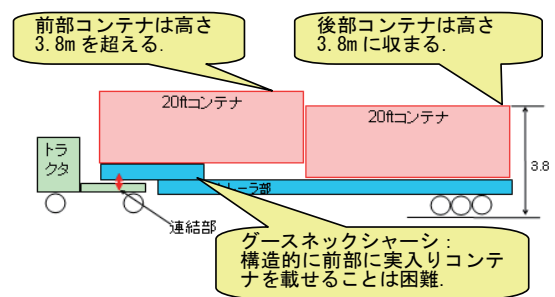


図-3.2.26 グースネックシャーシの2個積み輸送

表-3.2.9 20ftコンテナ2個積車の想定寸法等

項目	海上コンテナ用車両 現行の上限	20ftコンテナ2個積み 車の想定寸法等
高さ	高さ指定道路: 4.1m その他道路 : 3.8m	約3.9m ^{※1} (約4.2m ^{※2})
重さ	約44t	約58t

※1 20ft, 40ftコンテナ積載時の高さ

※2 40ft背高コンテナ積載時の高さ

(3) 韓国での海上コンテナの背後輸送の現況

1) 釜山港と周辺でのコンテナ背後輸送現況

釜山港における国際海上コンテナ貨物の取扱量は2004年で1,143万TEU(世界5位)であり、韓国の総コンテナ取扱量の8割以上を占め、わが国のどの港湾よりも取扱量が多い。

釜山港で輸出入されるコンテナ貨物の背後輸送手段をみると、9割弱が道路輸送となっており、年々そのウェイトは高まっている。また、ヒアリング調査等によれば、この半数は釜山港

から約430km離れたソウル市およびその近郊を
発着地としており、わが国における海上コンテ
ナの陸上トラック輸送の状況と比較すれば、遠
距離輸送の比率が高いことが特徴としてあげら
れる。

釜山港コンテナターミナルから釜山市郊外へ
向かう主要ルートは4ルートあり、そのうち高
速55号線ルートがソウル市までの距離が最短で、
利用が多いと言われている（図-3.2.27）。

さらに、釜山港では、ターミナル内の荷役だ
けでなく、基本的にゲートも24時間オープンし
ているため、わが国の港湾地区とは交通流動実
態が異なるものと考えられる。

また、輸送形態に着目すると、セミトレーラ
によるトラック輸送が主流であるが、我が国と
は違い20ftコンテナ2個積み輸送が多数存在し
ていることが特徴的である。

また、地理的要因等のため、釜山港のターミ
ナルの多くは手狭となっており、周辺や郊外に
多数のオフドックやインランドデポが存在する。

釜山港より北に30km離れた地点に設置された
梁山のインランドコンテナデポ（Yongsan ICD、
総面積126.4万m²、ICD部分78.2万m²）では、
2005年実績で133万TEU（実入り3割、空7割）
のコンテナが取り扱われている。インランドデポ
と高速道路がランプ（Mulgeum IC）で直結され
ている。

図-3.2.28に、梁山ICDの位置、および
Mulgeum ICに到着する海上コンテナ車両（2006
年1月全45,471台）の出発（または通過）ICの分
布を示す。これによると、釜山港コンテナター
ミナルからの最短経路に位置するDaedong ICから
の車両が60%を占め、第1高速（Busan IC）経由
の車両を加えると、7割以上が釜山港方面から
の車両であることがわかる。また、ソウル近郊（南
方約30km）にも、同様のICD（議旺ICD、2004
年取扱量：トラック145万TEU、鉄道48万
TEU）があること等から、ソウル方面から流入
する車両は少ない。

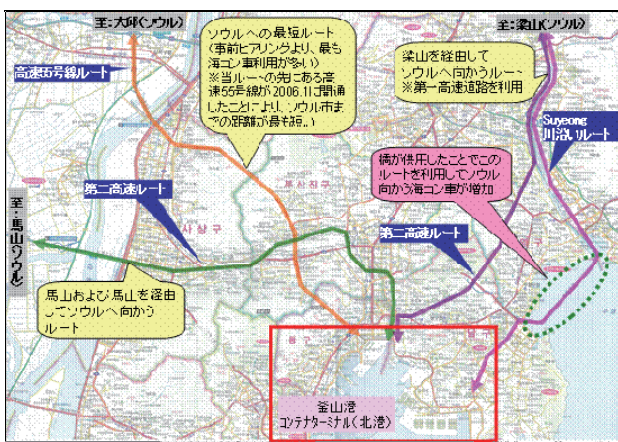


図-3.2.27 釜山港C-T-釜山市郊外間のコンテナ車両
走行ルートおよび主要ターミナル



図-3.2.28 梁山ICDの位置／到着コンテナ車両の
出発（通過）IC分布

2) 韓国の海上コンテナ用車両の通行制度

わが国と韓国における通行車両の諸元に関す
る制限値の比較を表-3.2.10に示す。表より、わ
が国とほぼ同様の制限値であるものの、①高さ制
限に関しては10cm高く、この差がストレート
シャーシの普及に関して有効（わが国では車高を
抑えるためグースネックシャーシを利用する必要
があり、20ftコンテナ2個積み輸送が難しくな

表-3.2.10海上コンテナ車両諸元制限値の日韓比較

項目	日本	韓国
長さ (m) (根拠法令・制定年)	16.5 (車両制限令、1971)	16.7 (道路法施行令、1999)
幅 (m)	2.5 (車両制限令、1961)	2.5 (道路法施行令、1999)
高さ (m)	4.1 ^{*1} (車両制限令、2004)	4.2 ^{*3} (道路法施行令、2004)
総重量 (t)	44 ^{*2} (建設省通達、1998)	40 (道路法施行令、1993)
軸重 (t)	10 (車両制限令、1961)	10 (道路法施行令、1993)

※1 高さ指定道路の場合。 ※2 重さ指定道路の場合。 ※3 それまでは4.0mであったのが、「高さ4.0m (道路構造の保全と通行の安全に支障がないと管理庁が認めて告示した道路路線の場合は4.2m)」との但し書きが追加された。

る)である点、および②総重量に関してはわが国より若干小さいものの、わが国と異なり一部橋梁を除く全道路に適用されるため、重量車両の通行は比較的自由といえる点が異なる。また、高速利用料金を比較すると、釜山ーソウル間が貨物大型車で約3,900円 (1円≒8ウォンで換算) であるのに対し、ほぼ同距離の東京ー彦根間は23,550円となっており、物価の差 (約2倍程度) を勘案差 (約2倍程度) を勘案しても韓国的高速料金の方が相対的に安い。

(4) 釜山港での海上コンテナ車両の流動実態

釜山港および周辺地域における実態調査及び上記調査対象とは異なる釜山港のある1ターミナル (Aターミナルとする) より入手したデータより得られた、ターミナル前における搬出入別の交通量を図-3.2.29に示す。

ここで、実態調査 (2006年3月8日8:00~翌日8:00) とAターミナルデータ (2006年3月28日0:00~24:00) は、データ取得対象日および開始時間が異なるものの、搬入・搬出ともに、①午前よりも午後の方が時間あたり交通量が多めである点 (子城台CTは若干傾向が異なる)、②夜間の時間帯 (19~23時) も割増料金 (18時から翌朝7時まで50%増) にもかかわらずそれなりの交通量があり、深夜 (0時以降) もある程度の交通量が見られる点、③12時、18時、0時台は慣例的に休憩時間であり、前後の時間帯と比較して交通量が減少している点、などの傾向は共通しており、互いに両データの信憑性を補強し合っていると見える。

図-3.2.30に、わが国の横浜港大黒ふ頭において2004年2月に実施した同様の調査結果を示す。当該ふ頭のコンテナターミナルにおけるゲート

オープン時間は8:30~16:30 (昼1時間休み) であり、釜山港ターミナル前における時間分布とは大きく異なっている。なお、調査箇所がターミナルゲートから若干離れていたため、図-3.2.30においては夜間も若干交通量が計上されているが、実際にはターミナルの出入りはないものと考えられる。

また、輸送形態の内訳をみると、①コンテナを搭載していないシャーシのみの車両が全体の半数近く (42.7%) に達しており、ターミナルゲート前を基準とするとほとんどが片荷輸送であること、②20ftコンテナに着目すると、2個積み輸送 (全体の11.1%) が1個積み輸送 (12.2%) に匹敵する台数を占めており、個数に換算すると2個積み輸送されるコンテナが20ftコンテナの2/3を占めていること、などがわかる。①については、ターミナルの広さに余裕がないこと等に起因するもの

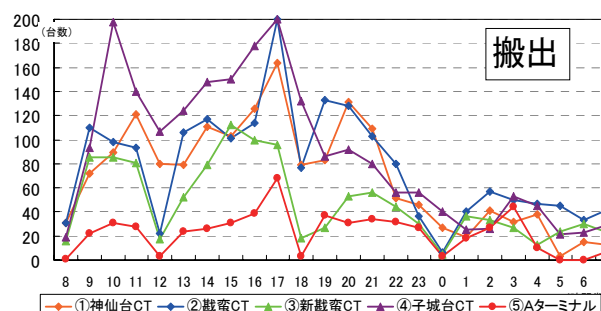
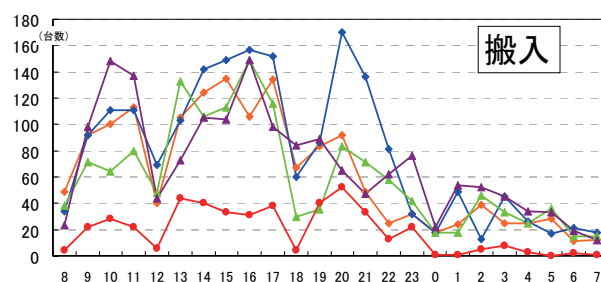


図-3.2.29 釜山港CT前の時間帯別交通量

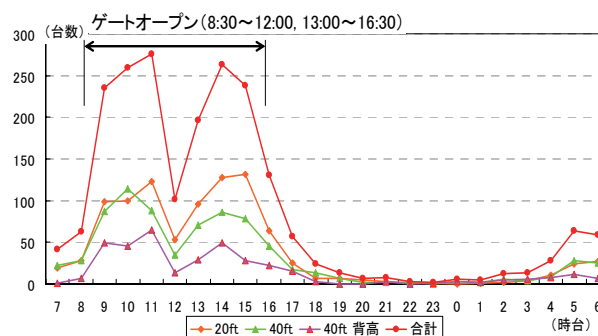


図-3.2.30 横浜港大黒ふ頭付近時間帯別交通量

で、明確な統計はないものの、わが国も同様の状況と考えられる。また②の2個積み輸送については様々な制約によりわが国ではほとんどみられず、大きな相違点となっている。

(5) 我が国の海上コンテナ陸上輸送への示唆

以上、韓国釜山港と周辺における国際海上コンテナ用車両の交通実態などを踏まえ、わが国の海上コンテナ陸上道路輸送に対する主要な示唆をとりまとめた。

①わが国においては、5大港を含むほとんどの港湾でコンテナターミナルゲートのオープン時間は8:30-16:30（昼一時間休み）となっており、夜間・深夜帯に自由に搬出入を行うことが難しいが、24時間ゲートオープンが定着している釜山港においては、割増料金が設定されているにもかかわらず、特に夜間（18～24時）の時間帯には多くの利用がみられる。

したがって、わが国でも、特に夜間の時間帯にターミナルゲートをオープンする潜在的な需要はあるものと思われる。

②20ftコンテナの2個積み輸送は、1度に2つのコンテナを輸送することから、非常に効率的な輸送方法であり、韓国に限らずアジア各国において非常によくみられる。今回の韓国での実態調査では、個数ベースで20ftコンテナの約2/3が2個積み輸送されており、実入りコンテナの輸送にも多く用いられていることが明らかにできた。

わが国においては、道路の通行条件などの影響もあり2個積みができない形式のシャーシが広く普及していることなどから、その輸送はほとんど行われていないが、潜在的な需要は大きいと考えられ、引き続き、2個積み輸送に関してもより踏み込んだ検討が必要である。

③韓国の議旺ICDのように生産消費地近くにインランドコンテナデポを配置することによって、港湾地域まで空コンテナを回送する負担を軽減し、輸送効率化が可能となるほか、規模の経済性を期待できる大規模なデポを高速道路ICと直結して整備した事例は参考となる。

わが国の港湾においては、ターミナル周辺に小規模なバンプール（空コン置場）が散在しており、局所的な渋滞を引き起こしているケースも見られる。また、内陸部においてはデポが十分整備され

ているとは言い難く、比較的大規模なデポを、港湾地域および内陸部の高速道路IC周辺等にバランスよく配置していくなどして、輸送の効率化を図る必要性は高い。

④韓国では、ソウル周辺までの輸送距離が長いこと、高速料金が相対的に安いこと、高規格の一般道が少ないこと等のため、特に郊外部はほとんどの車両が高速道路を利用していると考えられるが、我が国での高速利用率は韓国と比べるとまだまだ低い。

わが国においても、利用料金の割引などの施策、港湾と高速道路の直結度合いを高めたり、大規模デポを高速IC周辺に配置するなどハード・ソフトの両面から、輸送の効率化の側面だけでなく安全・環境面からみても、海上コンテナ用車両の高速道路利用を促進する施策が非常に重要である。

3.2.4 まとめ

3.2.4.1 研究成果のまとめ

国際海上コンテナ貨物の背後地域への自動車輸送について、国内ならびに主要国での状況を分析した。その結果、港湾からの距離帯や方面による高速利用率の傾向など、海上コンテナ車両の流動実態について、定量的なデータに基づいて推察することができた。

また国内における港湾貨物の背後輸送に関わる通行上のボトルネック箇所の抽出を行い、ボトルネックを考慮した輸送経路選択モデルを構築するとともに、抽出したボトルネックのうち、国際海上コンテナ貨物の通行が多いいくつかのボトルネック箇所について、その解消によりどれだけ時間や輸送コスト等が低減するかを試算できるプログラム開発を行い、ボトルネック毎の効果を提示できる評価ツールを開発した。

さらに、「45ftコンテナ輸送」「20ftコンテナ2個積み輸送」について、我が国の輸送に関わる課題等を分析するとともに、より効率的な輸送に資するインランドデポなどの物流拠点等について、韓国等における実態調査などをもとにその特性などを把握した。

3.2.4.2 研究成果の活用

今回実施した国際海上コンテナ輸送の背後輸送に関わる分析については、今後の道路や港湾など

のインフラ整備・改良などの企画立案などに際して重要な基礎データである。

また、臨海部・背後地域へのコンテナ輸送車両のボトルネック箇所やその解消効果の算定手法、算定結果などについては、既にWEBサイトにその成果を公表をしているが、今後のより効率的な道路・港湾などのインフラの整備・改良にあたっての効果の評価などへの活用が期待される。

さらに、インランドデポ等の活用事例や45ftコンテナや20ft 2個積みコンテナに関わる検討などについても、国際輸送の効率化に向けた基礎資料として活用が期待される。

3.2.4.3 今後の課題

今後は、インランドデポ等の物流拠点が具備すべき機能を明らかにした上で、その配置についてモデル分析により定量的な検討を実施するとともに、貿易においては、航空と海運等との輸送モード間競争も想定されるため、国際物流における適正な機関分担の検討を進めるなど、研究の深度化を図りたい。

参考文献

- 1) 運輸省港湾局 [1999]、全国輸出入コンテナ貨物流動調査報告書
- 2) ISO、「ISO Focus」、November 2005
- 3) (財)日本道路交通情報センター道路交通管理研究会編、2004.9、「最新車両制限令 実務の手引(第2次改訂版)」、ぎょうせい
- 4) (財)日本道路交通情報センター、道路情報便覧2002年
- 5) 港湾投資の社会経済効果に関する調査委員会編、港湾投資の評価に関するガイドライン1999
- 6) The Journal of Commerce : PIERs、2005.01-04
- 7) 国土交通省道路局編[1999]、「全国道路交通情勢調査(道路交通センサス)」。
- 8) Informa: Containerisation International Yearbook 2006.
- 9) 釜山地方海洋水産庁：釜山港パンフレット
- 10) (株)梁山ICD HP <http://www.ysicd.co.kr/>
- 11) (財)日本道路交通情報センター、道路情報便覧2002年 CD-ROM版。
- 12) 国土交通省 [2000]、全国貨物純流動調査。
- 13) 港湾投資の社会経済効果に関する調査委員会編、港湾投資の評価に関するガイドライン1999
- 14) The Journal of Commerce : PIERs (Port Import/Export Reporting Service)、2005.01-04.
- 15) 柴崎隆一・渡部富博・角野隆：国際海上コンテナの国内輸送ネットワークにおける通行上の制約に関する分析と解消効果の試算、運輸政策研究、No.027、pp.15-26、2005.
- 16) 柴崎隆一・杉山信太郎・越智大介・渡部富博：わが国における規格外国際海上コンテナの陸上輸送に関する現状と課題、土木計画学研究発表会・講演集、No.32、2005.
- 17) 柴崎隆一・渡部富博・角野隆、2004年6月、「国際海上コンテナ貨物の国内自動車輸送における通行上の制約と経済損失に関する分析」国土技術政策総合研究所 研究報告 No.18
- 18) 柴崎隆一・角野隆・山鹿知樹・小島肇、2004年12月、「国際海上コンテナ用セミトレーラ連結者の時間帯別交通量と高速利用率に関する実態調査およびその分析」国土技術政策総合研究所 研究報告 No.19
- 19) 越智・杉山ら：釜山港および周辺地域における国際海上コンテナのトラック輸送の実態分析、土木学会年次学術講演会講演概要集、61-IV、2006
- 20) 柴崎隆一・渡部富博・越智大介・杉山信太郎：韓国釜山港との比較によるわが国における国際海上コンテナ用車両の通行に関わる課題と示唆、土木学会、2007

3.3 航空貨物の物流拠点機能・配置の検討

3.3.1 はじめに

輸送機関を組み合わせることで効率的なマルチモーダル物流体系を構築するにあたり、各種輸送機関の特性を生かした輸送システムが必要となる。航空貨物輸送は、他の輸送機関に比べて、高速性、定時性、安全性等の時間的質的な面で優位性があり、逆に輸送費用の面では不利な面を持つ。したがって、こうした輸送の質や時間を重視する貨物は積極的に航空輸送を利用し、そうでない貨物は他の輸送機関を選択することとなる。効率的な航空輸送システムの構築に寄与する施策を検討するためには、いかなる貨物が航空輸送の長所となる特性を重視しているか、また、これらの貨物需要の空間的分布がいかなるものであるかを把握する必要がある。こうした特性は、従来の需要予測手法で

は十分に考慮できておらず、課題として残されているものである（図-3.3.1）。

また、国際航空貨物輸送において他輸送機関に対して時間的優位性を発揮するためには、航空ラインホールだけではなく、貨物の発生集中地から空港までの国内輸送や、空港貨物施設におけるハンドリングが重要な役割を果たす。こうした国内流動における効率化は、国際航空貨物輸送システム全体を改善することに寄与する。このため、国際航空貨物輸送における国内流動の実態を理解することが不可欠である。

そこで本研究では、国際航空貨物輸送効率化施策検討の基礎となる知見を蓄積することを目的とし、品目特性やOD特性および国内流動特性の実態分析を行うとともに需要予測手法発展のためのモデル試作を行った。

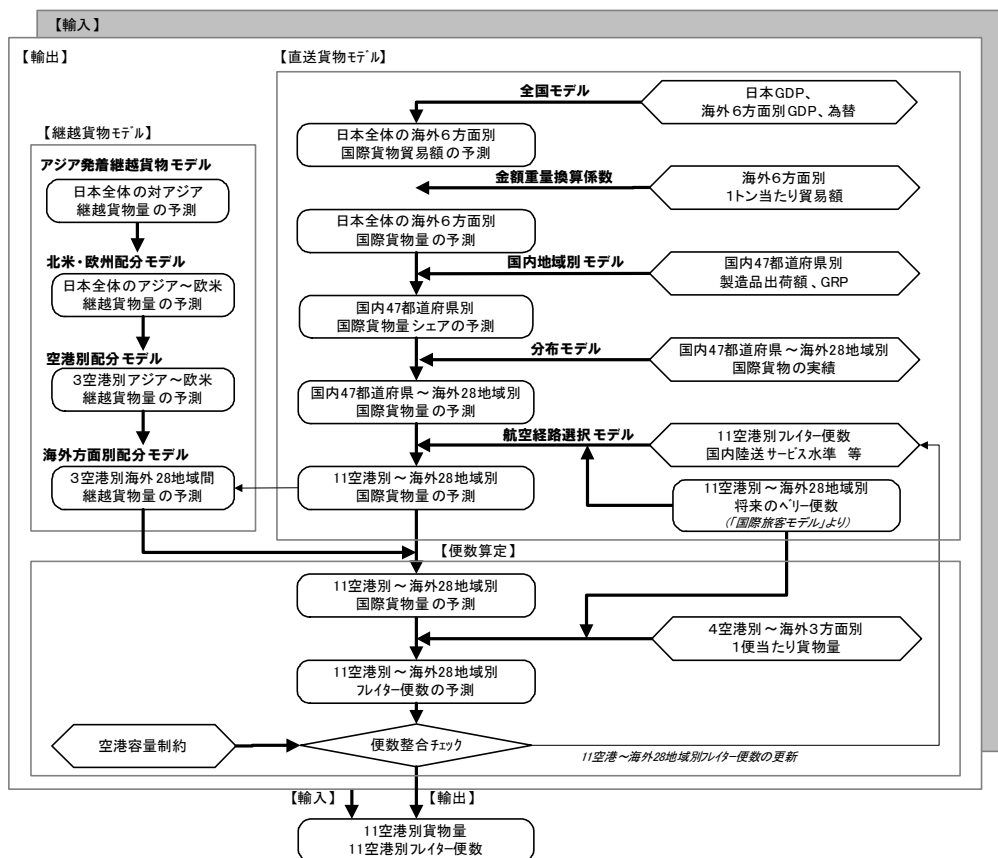


図-3.3.1 従来の国際航空需要予測手法のイメージ

効率的なマルチモーダル物流体系の構築のためには、各種輸送機関が持つ特性を有効活用できるような輸送機関分担の実現が望ましい。効率的な航空輸送システムを構築に寄与する施策を検討するためには、どのような品目の貨物が航空輸送の長所となる特性を重視しているか、また、これらの貨物需要の空間的分布がいかなるものであるかを把握する必要がある。

また、国際航空貨物輸送の最大の特性である他輸送機関に対しての時間的優位性を発揮するためには、航空ラインホールだけではなく、国内輸送や空港貨物施設におけるハンドリングなど、陸上輸送における効率化が重要な役割を果たす。すなわち国内流動における効率化は、国際航空貨物輸送システム全体を改善することに寄与する。こうした課題に対応する施策検討のためには、未だ明らかとなっていない点が多い、国際航空貨物輸送における国内流動の実態を理解することが不可欠である。

そこで本研究は、航空貨物の物流拠点機能・配置の検討に資する、我が国の国際航空貨物輸送における、貨物特性・施設特性の分析、輸送経路決定の要因に関する検討および、経路選択モデル分析に基づく国内流動特性の実態分析について検討を行った。

3.3.2 研究内容

3.3.2.1 国際航空貨物輸送の実態および課題分析

国際航空貨物輸送における、IATA（国際航空運送協会）の定める国際間航空貨物輸送運賃や、国内外主要空港の貨物ターミナルにおけるハンドリング施設使用料等、輸送コストに関する実態、および我が国における国際航空貨物品目とODパターン等の実態分析を行った。また、JAF（社）航空貨物運送協会加盟の航空貨物フォワーダー数十社へのヒアリング調査を実施した。

3.3.2.2 国際航空貨物の輸送経路決定要因の分析

航空貨物フォワーダーに対するアンケート調査を通じて荷主の経路選択行動に関するデータを収集・作成し、選択要因間の定量的な重要度比較分析を行った。

3.3.2.3 国際航空貨物の国内流動に着目した需要予測モデルの構築およびモデルを用いた政策の効果分析

品目によるODパターンの違いや経路選択パターンの違いなど、輸出入別品目別の航空貨物動態の差異を考慮することが可能な需要予測モデルの検討を行った。

3.3.3 研究成果

3.3.3.1 国際航空貨物輸送の実態および課題分析

国際航空貨物輸送における航空貨物輸送運賃や国内外主要空港（成田、関空、ロンドン、フランクフルト、アムステルダム、ソウル、台北、香港、シンガポール、北米諸空港）の貨物ターミナルにおけるハンドリング施設使用料を把握した。また、我が国における国際航空貨物の品目（図-3.3.2、図-3.3.3）とODパターン等の実態を明らかにした。さらに、航空貨物フォワーダー業者へのヒアリング調査を基に、我が国における国際航空貨物流動の現状および輸送経路決定要因の整理を行った。（詳しくは、参考文献1）を参照されたい。）

一般の交通経路選択の際に重視される要因としては、運賃や輸送時間等が考えられる。航空貨物輸送においても例外ではなく、こうした要因は重視されるが、到着日時（スケジュール）もそれらに劣らない重要因子であることも明らかになった。

かつては、航空の輸送スピードにおける優位性が注目され、所要時間の短さが航空選択の要因と言われていた。事実、仕向地までの直行便利用航空運賃は、一般に、トランジット利用航空運賃よりも高い水準であることが多い。

しかし近年では、国際間水平分業の浸透や貨物の高付加価値化によって、早さよりも到着日・時間帯の定時性に対するニーズが高まってきている。すなわち、遅着はもちろんのこと、貨物の早着も損失と見なされるようになった。早着した貨物には、保管のためのコストが生じる。予定された時点・分量と異なる納入物は、余分な在庫コストを発生させる要因となる。

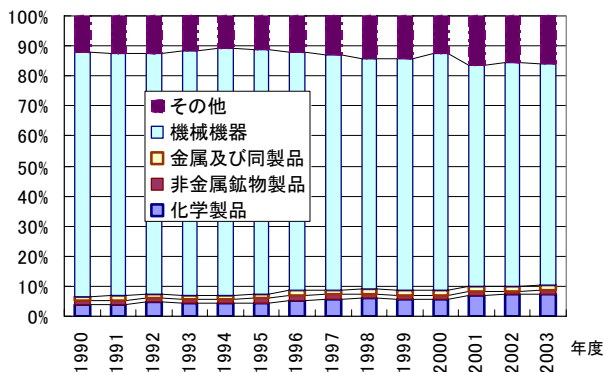


図-3.3.2 輸出航空貨物の品目別推移

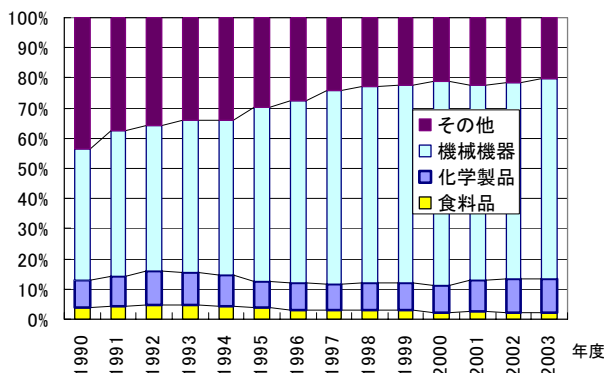


図-3.3.3 輸入航空貨物の品目別推移

また、貨物ターミナル等での保管時間が長いことは、盗難や破損等のリスクを増加させる。特に欧州では、地上ハンドリング施設での盗難事例が多く報告されており、荷主は貨物の滞留を避ける経路を好むと言われる。

一般に航空貨物輸送のコスト（荷主が支払う料金）は、海運に比べて高水準であり、輸送される貨物も高単価であり運賃負担力が大きいと言われる。このため、荷主が高運賃を受容しやすい市場と思われるが、ヒアリング調査では、いずれの企業からも貨物需要は運賃に対して非常に敏感であるとの回答が得られた。

これは、荷主とフォワーダーの関係が完全競争状態に近い状況であることを暗に意味している。入札契約の浸透、情報化などにより、需要者（荷主）と供給者（フォワーダー）の間における情報非対称性が解消されてきていると考えられる。

その他、航空貨物輸送における経路選択要因の特徴として、トランジットに対する抵抗が小さい

ことが挙げられる。ハブ空港での積み替えは、輸送時間の増加や貨物ロス・ダメージのリスク等、経路選択における負の要因を持つと考えられるが、近年では貨物管理技術が向上したことにより、直行便輸送に対して大きく劣らないサービスレベルが維持されている。ただし、ダメージを受けやすい精密機器等の輸送においては、積み替え回数の少ない経路が優先される。

我が国を積み出し地とする貨物については、日本の国際空港における運営形態の影響もあり、特にアジアトランジット経路との差が小さいと言える。その最大の理由は、24時間運営がなされていないということである。成田空港は、23時を過ぎるとフライトが不可能なため、それ以降に空港へ到着する輸出貨物は、必然的に翌日便利用扱いとなる。関空では、24時間フライトが認められているが、税関機能が24時間運営ではないために、結局、運営時間に隙間が生じることとなる。

また、ヒアリング調査より、我が国の航空貨物輸送における施設容量不足と高コスト構造、その結果としてのアジア諸国への貨物集積機能シフトなど、事業者視点からの課題が明らかになった。

3.3.3.2 国際航空貨物の輸送経路決定要因の分析

国際航空貨物の流動量予測および分析においては、その基礎的要素となる、輸送経路決定要因の把握が重要な課題である。所要時間のような計測が容易な交通サービスレベルと、経路選択実績との関連については、統計データを用いた定量分析が可能であるが、実勢運賃や定時性のような計測困難な交通サービスレベルや、安全性のような定性的サービスレベル要因については、輸送経路選択に対してどれほどの影響を及ぼすのかを把握することが困難である。

そこで本研究は、航空貨物輸送経路決定プロセスに関する調査を行い、輸送経路の意思決定が荷主サイドにより行われるのか、あるいはフォワーダーによるのかを検討した。加えて、契約形態（入札方式か随意契約方式か）についても調査し、輸送経路決定プロセスの実態を分析した。

さらに本研究は、荷主の経路選択行動に関して、AHP（階層化意思決定法）を用い、所要時間要因、金銭コスト要因、輸送安全性等のサービスの質的要因等の相対的重要度を明らかにすることを

試みた。

経路決定要因分析のためには、荷主の選択行動に関するデータが必要とされるが、そのような既存データは存在しない。このため、本研究は、航空貨物フォワーダーに対して、荷主の輸送サービスメニュー選択に関するアンケート調査を行い、独自のデータを収集した。このデータセットを用い、航空貨物輸送経路決定に関わる要因について、AHP手法により定量分析を行った。

いずれの分析においても、(社)航空貨物運送協会の会員企業80社に対して行ったアンケートの結果を採用している。なお、回答は52社より得られた(回答率65.0%)。

経路決定プロセスに関する分析では、以下のようなアンケート設問を基に、複数の輸送経路決定プロセスについて、そのプロセスが採用される割合を調査した。

設問：「貨物の輸送経路はどのように決定しますか。下記のケースのうち、件数ベースでみたおおよその割合をご記入ください。」

回答：

- ①：フォワーダーが運賃、出発・到着時間、利用エアライン等のメニューを示し、顧客が選択する(随意契約)
- ②：フォワーダーが運賃、出発・到着時間、利用エアライン等のメニューを示し、顧客が選択する(入札)
- ③：顧客から出発・到着時間、利用エアライン等のリクエストがあり、それに対してフォワーダーが運賃を提示し、顧客が選択する(随意契約)
- ④：顧客から出発・到着時間、利用エアライン等のリクエストがあり、それに対してフォワーダーが運賃を提示し、顧客が選択する(入札)
- ⑤：顧客から運賃を含めてリクエストされる
- ⑥：その他

回答は、これらの選択肢それぞれについて、各選択肢の採択される割合を記入するという形式でなされている。全回答52社のうち、有効回答数は50サンプルであった。回答選択肢の①および②は、フォワーダー側から輸送メニューを提示し、荷主が既存輸送メニュー内から選択を行うものである。選択肢③および④は、輸送メニューに関す

るリクエストが荷主から提出され、フォワーダーが輸送メニューに値付けし、荷主が選択肢を決定するものである。⑤は、全ての輸送形態と運賃が荷主から指定され、フォワーダーは輸送手段手配のみに特化するものである。⑥のその他形式の例として、フォワーダーへの完全委託、荷受人からのルート指定などがある。

この設問の回答結果について、各選択肢の採択割合の平均値を、図-3.3.4に示す。

この結果より、①や②のような、フォワーダーによる輸送サービスメニュー設定が、主要な契約形態であることがわかる。一方で、②や④のように、入札による経路決定や、⑤の荷主による全サービス特性指定という経路決定プロセスの割合も高く、荷主の航空物流コストに対する関心が高いことがうかがわれる。

入札契約では、輸送業者を特定せず、業者間に低価格競争を強いるため、物流コストの低廉化がもたらされる。③④⑤のような、荷主による輸送経路指定は、航空貨物輸送がサプライチェーン構築のためのモードとして組み込まれ、荷主が自ら供給ラインを制御していることの結果と考えられる。フォワーダーによる輸送メニュー作成がまだ中心的であるが、ロジスティクスに関する意識が高まりつつあることを鑑みれば、今後、荷主による物流制御のケースが増加することも予想される。

AHP分析に際しては、先述のヒアリング結果を基に主な経路選択要因を列挙し、フォワーダー業者の視点から観察された、荷主による各要因間の重要度合比較の状況を調査した。具体的には、

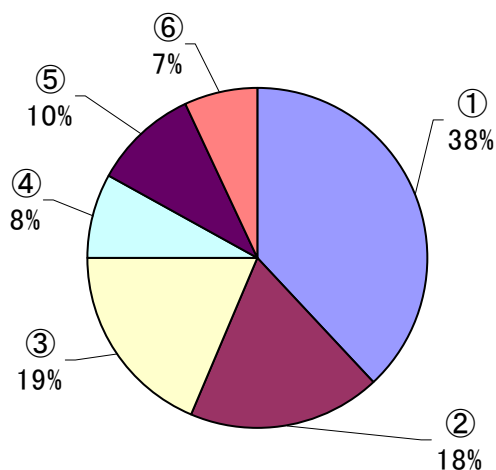


図-3.3.4 輸送経路決定プロセス採択割合の平均値
(※凡例の番号は本文を参照)

フォワーダーに対して荷主が考慮すると考えられる経路選択要因を提示し、それらの一対比較を通じて、AHPにより各要因のウェイトを算出した。

経路選択要因の候補として挙げた項目は、以下の6項目である。

- ① 輸送経路トータルの運賃
- ② 輸送経路トータルの輸送時間（リードタイム）
- ③ フライトの発着時間
- ④ 定時性
- ⑤ 品質の保持・セキュリティ
- ⑥ 直行便か否か（経由回数）

本分析では、調査対象の各フォワーダー業者に対して、輸送サービスメニュー選択の際に、荷主が①から⑥の各要因間の重要度比較をどのように判断しているか、に関する回答を依頼した。したがって、フォワーダーの意思決定ではなく、フォワーダーにより間接的に観察された荷主の意思決定の構造を対象としていることに留意する必要がある。

AHPによる分析では、回答を得た全52フォワーダー業者について、各要因に対する重要度ウェイトが算出される。まず、回答結果を集計的に観察し、フォワーダーの回答から得られた各要因の重要度ウェイトの平均値と標準偏差を基に考察する。分析結果は表-3.3.1のとおりである。ウェイトは、経路選択要因としての相対的な重要度として解釈され、例えば、「輸送経路トータルの運賃」（総運賃）は「輸送経路トータルの輸送時間」（リードタイム）よりも、約1.8（ $=0.29/0.16$ ）倍だけ重視されていることを表す。

結果より、輸送運賃の重要度合が、他要因に比べて大きいことが明らかである。これに次いで、品質保持セキュリティ、トータル輸送時間（リードタイム）、経由回数が重要視されている。

本分析において特徴的な結果の一つは、「品質の保持・セキュリティ」という質的要因の重要度合が高いという点である。航空貨物は海運貨物等に比べて単価が高いため、貨物の盗難やダメージ等による損害は大きい。このため、地上ハンドリングの信頼性が高い空港が選択される傾向にある。先述のヒアリング調査では、盗難が多発する経路（空港）が敬遠されやすいというコメントも寄せられたが、本分析の結果にも、その傾向が表れている。このような、質的要因がリードタイムより

表-3.3.1 経路選択要因のウェイト

要因	平均	標準偏差
①輸送経路トータルの運賃	0.29	0.12
②輸送経路トータルの輸送時間	0.16	0.07
③フライトの発着時間	0.09	0.07
④定時性	0.12	0.07
⑤品質の保持・セキュリティ	0.18	0.09
⑥直行便か否か(経由回数)	0.15	0.09

も重視される傾向であるという結果は、本研究による新たな知見である。

フライトの発着時間については、平均的な重要度ウェイトは低いものの、そのばらつきは相対的に大きい。これは、一部に、定常的サプライチェーンを構築し、輸送スケジュールを特に重視する荷主が存在することの影響と考えられる。

本分析結果においては、定時性に関するウェイトはさほど大きくない。しかし、本調査は、他輸送機関との比較ではなく航空経路間の比較を前提としたものであること、一般に航空輸送はほぼスケジュールどおりに運航されること、等を踏まえると、定時性に関するウェイト値は、比較的微少な遅延等に対応するものと考えられることができる。

3.3.3.3 国際航空貨物の国内流動に着目した需要予測モデルの構築およびモデルを用いた政策の効果分析

図-3.3.2、図-3.3.3に示すように、国際航空貨物の品目特性として、機械機器が多くを占めているという特徴がある。このような貿易品目の特性を把握するにあたり、年間総量としての品目別貿易実績が得られる貿易統計（財務省）データが有用である。しかし、貿易統計は、金額ベースの統計を基礎としており、物量単位での分析を行う際に、単位の不統一や欠損という問題点を抱え、日本国内における発生集中地情報が得られないという課題がある。

そこで、以下では、平成15年度国際航空貨物動態調査（国土交通省）を利用して国内物流状況の分析を行う。ただし、国際航空貨物動態調査は、貿易統計と異なり年間全数サンプルではなく、特定日の調査結果であるため、以下の分析結果においては、年間の平均的特性を表していないことに

留意する必要がある。

貿易統計上の品目分類は、国際航空貨物動態調査の品目分類（表-3.3.2）と完全に整合するものではない。しかし、国際航空貨物の品目の大部分が機械機器であるという特性に着目して、品目分類を集約することにより、その不整合性は特に問題とはならないと考えられる。

分析においては、機械機器品目のシェアが他に比べて著しく大きいという特徴を踏まえ、機械機器品目については細分化して扱うが、その他の品目については集約して扱うこととした。以後の用語の定義として、生鮮：国際航空貨物動態調査の分類における「食料品」、ドライ：同「食料品」

以外、機械機器：同「機械機器」（ドライの内数）であることを付記しておく。また、本研究では、一般航空貨物と特性が異なる「国際宅配便」と品目不明の「その他」については言及しないこととする。

表-3.3.2 「国際航空貨物動態調査」(国土交通省)における品目分類

品目	内 容 例		
(食料品)	1. 魚介類 2. 果実・野菜 3. その他	鮮魚及び冷凍魚、甲殻類及び軟体動物、魚介類の缶詰 果実、野菜 生きた動物、肉類及び同調整品、酪農品及び鳥卵、穀物及び同調整品、糖類及び同調整品・はちみつ、コーヒー・茶・ココア・香辛料類、飼料、たばこ	
	(繊維・同製品)	4. 織物 5. 衣類 6. その他	綿織物、毛織物、合成繊維織物、人絹織物 外衣類、下着類、ハンカチ、ショール・スカーフ及びマフラー類、メリヤス編み及びクロセ編み衣類、帽子及び同部分品 織物用糸、チュール・レース及びししゅう布類、ひも・綱及びケーブル、漁網及び漁網地、包装用の袋、毛布及びひざ掛け、ベットリネン、テーブルクロス及びナプキン、タオル、敷物類、織物用繊維及びくず
		(化学製品)	7. 医薬品 8. その他
(非金属鉱物製品)	9. 真珠・貴金属 10. 陶磁器 11. その他		真珠・ダイヤモンド、貴石及び半貴石 陶磁器 セメント、タイル、ガラス及び同製品
	(金属・同製品)	12. 金属製品 13. その他	鉄鋼製構造物及び同建設材料、貯蔵用及び輸送用の金属製容器、より線・鋼及び鋼類、くぎ・ねじ・ボルト及びナット類、手道具及び機械用工具、刃物、卑金属製の家庭用品、錠・鍵及び取付具 鉄鋼、非鉄金属
		(機械機器)	14. 事務用機器、 コンピューター 15. 映像機器、 テレビ・VTR 16. 音響機器、ラジオ・ テープレコーダー 17. 半導体等電子部品 18. 電気計測機器 19. 科学光学機器、 カメラ・時計 20. その他
(国際宅配便)	21. 国際宅配便		
(その他)	22. その他		原皮及び毛布(未仕上)、採油用の種・ナット及び核、生ゴム、木材及びコルク、バルブ及び紙、肥料及び粗鉱物、金属鉱及びくず、鉱物性燃料、動植物性油脂、革及び同製品・毛布、ゴム製品、木製品及びコルク製品、紙類及び同製品、衛生用品・暖房及び照明器具、家具、旅行用具及びハンドバッグ類、はき物、がん具、運動用具、事務用品、アクセサリー、美術品・こつとう品

上記の品目について、品目別重量構成を図-3.3.5、図-3.3.6に示す。輸出に関しては生鮮貨物の割合が小さく、ドライ貨物、特に機械機器が大半を占めている。中でも、「半導体等電子部品」が最大であり、次いで「事務用機器・コンピュータ」、「映像機器・テレビ・VTR」となっている。

輸入では、対照的に生鮮貨物の割合がドライ貨物全体の約半分となっており、相対的に大きなシェアを占めている。輸入においても機械機器の占める割合が大きく、「事務用機器・コンピュータ」が最大のシェアである。

すなわち、重量ベースの品目構成も、金額ベースの品目構成とほぼ同様の特徴を示している。異なる特性として、輸入において、機械機器の占めるシェアが金額ベースのシェアより小さくなっている。

国内発生集中地のシェアを図-3.3.7、図-3.3.8

に示す。輸出入とも、生鮮貨物に関しては、関東、近畿、中部の3都市圏の占める割合が大きい。輸出に関しては、「全品目」については、中部地方のシェアが、輸入の場合に比べて大きい。特に、「映像機器・テレビ・VTR」や「科学光学機器・カメラ・時計」の品目において中部地方が大きな割合を示している。輸入について、生鮮貨物における近畿地方の割合が大きい、ドライ貨物全般について三大都市圏以外の地方が占める割合が輸出よりも大きいという特徴が見られる。

輸出入相手国のシェアを図-3.3.9、図-3.3.10に示す。

「全品目」で見ると、輸出入ともに韓国・中国・台湾・東南アジアの合計で約60%の割合となっている。輸出に関しては、貿易相手国（地域）の構成が、品目を問わず、類似している傾向が見られる。「半導体等電子部品」および「科学

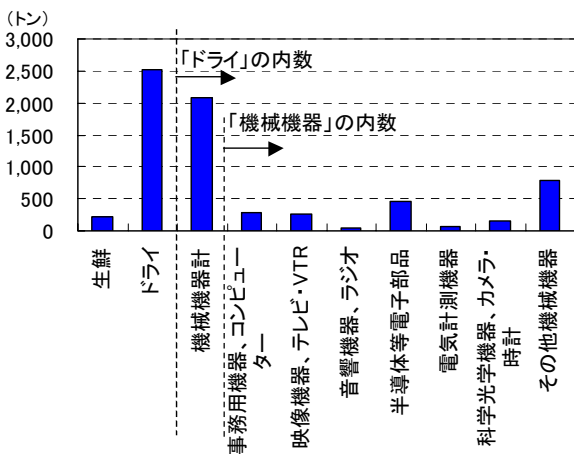


図-3.3.5 輸出航空貨物の品目別重量構成

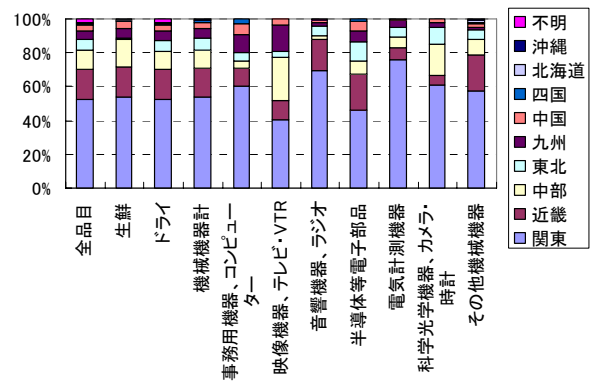


図-3.3.7 輸出航空貨物の品目別国内発生地シェア

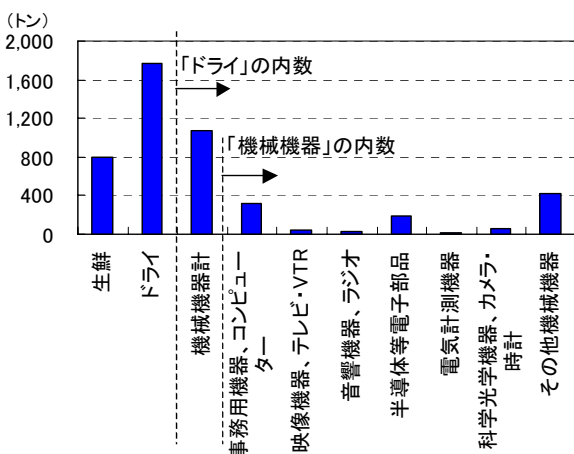


図-3.3.6 輸入航空貨物の品目別重量構成

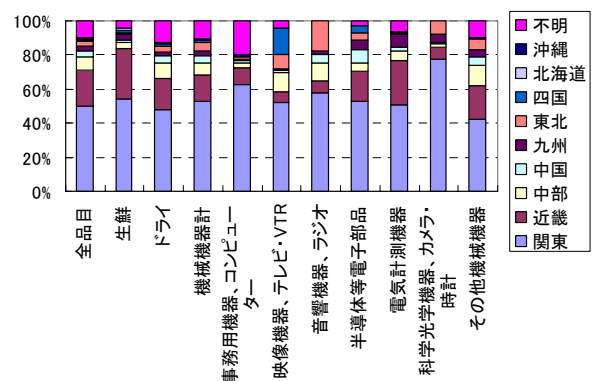


図-3.3.8 輸入航空貨物の品目別国内集中地シェア

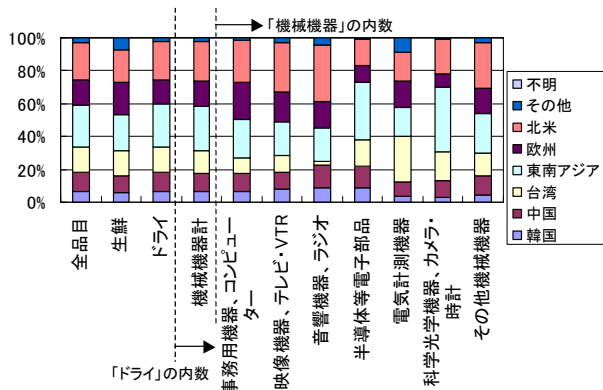


図-3.3.9 輸出航空貨物の品目別相手国特性

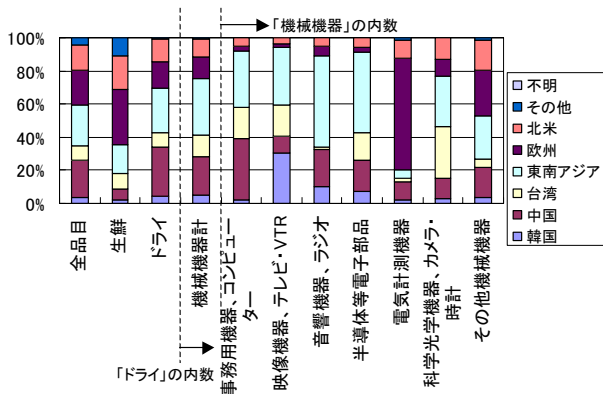


図-3.3.10 輸入航空貨物の品目別相手国特性

光学機器・カメラ・時計」の品目において、東南アジア地域の割合が大きい。輸入について、生鮮貨物においては、北米と欧州のシェアが大きく、アジア地域は40%に満たない。ドライカーゴ全体では、中国が最大の相手国であり、うち機械機器全体では東南アジアの割合が最大となっている。

機械機器の内、「事務用機器・コンピュータ」では中国の割合が大きく、「映像機器・テレビ・VTR」では韓国の割合が大きく、「電気計測機器」については欧州のシェアが非常に大きい。このように、機械機器の品目によって、輸入元の国の構成が異なっており、輸出とは対照的な特徴が現れている。

以上のように、航空貨物品目によって流動特性が異なることが確認されたため、本研究では、交通政策審議会航空分科会に提示する将来需要予測等、長期計画策定に資する需要予測の精度向上のため、品目によるODパターンの違いや経路選択パターンの違いなど、輸出入別品目別の航空貨物動態の差異を考慮することが可能な需要予測モデル(図-3.3.11)を検討した。

集計logitモデルを利用し、品目別の国際航空貨物の国内空港選択モデルを構築した。各ゾーンの荷送人または荷受人による空港選択が、選択肢評価指標(非集計行動モデルの効用関数に相当)に基づいて行われると仮定する。選択肢評価指標が確定項と確率項に分離可能であり、かつ確率項がガンベル分布(平均値0、分散1)に従うと仮定すると、空港選択確率は下記の集計ロジットモデルとして表される。

$$P_{ikn} = \frac{\exp(V_{ikn})}{\sum_j \exp(V_{jkn})}$$

ここで、

i : 選択肢を表すスクリプト

k : 品目を表すスクリプト

n : ゾーンを表すスクリプト

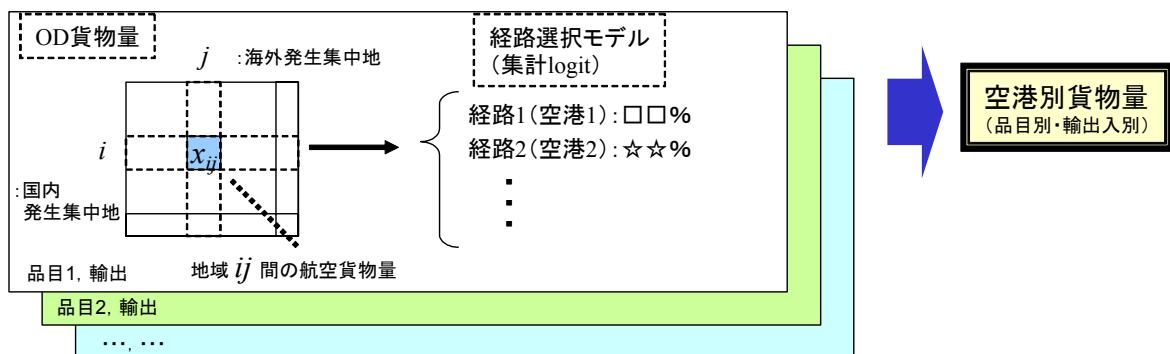


図-3.3.11 輸出入別品目別需要予測モデルのイメージ

表-3.3.3 品目別経路選択モデルにおける品目分類

輸出入	品目	備考
1. 輸出	(1) 生鮮品(計)	
	(2) その他ドライ(計)	ドライのうち、(3)～(6)に分類されないものの合計
	(3) ドライ-化学製品-医薬品	
	(4) ドライ-機械機器-事務用機器、コンピューター	
	(5) ドライ-機械機器-半導体等電子部品	
	(6) ドライ-機械機器-その他	機械のうち、(4)～(5)に分類されないものの合計
2. 輸入	(1) 生鮮品(計)	
	(2) その他ドライ(計)	ドライのうち、(3)～(6)に分類されないものの合計
	(3) ドライ-化学製品-医薬品	
	(4) ドライ-機械機器-事務用機器、コンピューター	
	(5) ドライ-機械機器-半導体等電子部品	
	(6) ドライ-機械機器-その他	機械のうち、(4)～(5)に分類されないものの合計

表-3.3.4 モデルのパラメータ推定結果

輸出	生鮮 パラメータ (t値)		その他ドライ パラメータ (t値)		医薬品 パラメータ (t値)		事務用機器 パラメータ (t値)		半導体 パラメータ (t値)		その他機械 パラメータ (t値)	
	国内輸送時間	-2.01E-01	-9.0	-2.19E-01	-14.3	-2.27E-01	-5.7	-2.52E-01	-11.2	-1.67E-01	-12.7	-2.45E-01
総便数	8.99E-03	9.0	1.06E-02	14.2	1.10E-02	6.6	1.09E-02	11.7	1.13E-02	14.3	1.13E-02	16.4
空港の利用時間	8.69E-02	3.2	5.80E-02	2.9					3.57E-02	1.9	5.81E-02	3.1
調整済み尤度比	0.538		0.509		0.563		0.572		0.462		0.541	

輸入	生鮮 パラメータ (t値)		その他ドライ パラメータ (t値)		医薬品 パラメータ (t値)		事務用機器 パラメータ (t値)		半導体 パラメータ (t値)		その他機械 パラメータ (t値)	
	国内輸送時間	-2.75E-01	-11.2	-2.96E-01	-15.0	-3.33E-01	-5.4	-2.62E-01	-8.3	-2.55E-01	-10.7	-3.46E-01
総便数	1.02E-02	10.6	1.13E-02	14.2	8.46E-03	4.7	1.11E-02	8.4	1.25E-02	10.9	1.18E-02	13.7
空港の利用時間	1.07E-01	3.8	8.74E-02	3.8							6.87E-02	3.1
調整済み尤度比	0.646		0.590		0.588		0.605		0.599		0.632	

P_{ikn} : ゾーン n からの品目 k の空港 i が選択される確率

V_{ikn} : ゾーン n からの品目 k の空港 i の評価指標関数 (効用関数に相当)

である。なお、選択肢評価指標関数は、以下のような線形関数を想定する。

$$V_{ikn} = \sum_m a_{mk} x_{mkn}$$

x_{mkn} : m 番目の特性変数

a_{mk} : m 番目の特性変数に係るパラメータ

種々の説明変数候補組合せについて、最尤推定法を用いて各品目に関する集計logitモデルのパラメータ推定を行った。モデルの決定においては、適切な符号条件を満たし、かつ t 値が有意である説明変数組合せの中で、自由度修正済み尤度比が最大となるものをモデルとして採用しパラメータを決定した。なお、選択モデル構築のための品目分類については、品目別需要量規模を加味し、

表-3.3.3に示す分類を採用した。パラメータ推定結果は、表-3.3.4のとおりである。

パラメータ推定結果より、品目毎に、便数や空港アクセス時間が経路選択に及ぼす感度が異なるという、物流特性の異質性が確認された。

構築した需要予測モデルを用いた施策効果分析の事例として、成田・関空・中部における空港への陸上アクセス利便性向上シナリオと、成田空港の利用時間拡大シナリオの政策効果を推定した(図-3.3.12に関西国際空港における陸上アクセス改善施策シナリオの効果推定結果を示す)。効果推定においては、現況再現結果とシナリオ適用後の需要推定結果の差を、政策実施による効果と見なして計測した。ただし、本分析では、OD需要については現状データで固定しており、輸送経路選択の変化のみによる効果(シフト効果)を計測したものである。

仮説的な施策シナリオ例:
 道路整備・TDM等の施策により大阪・神戸都市圏の高速道路走行速度が全国平均の水準(73.1km/h)まで向上し、関西空港へのアクセス時間が短縮したと仮定
 (大阪市内:44%短縮, 大阪市以外の大阪府:21%短縮, 神戸市:12.3%短縮)

国内の主要国際空港における航空貨物需要の変化(シフト効果)

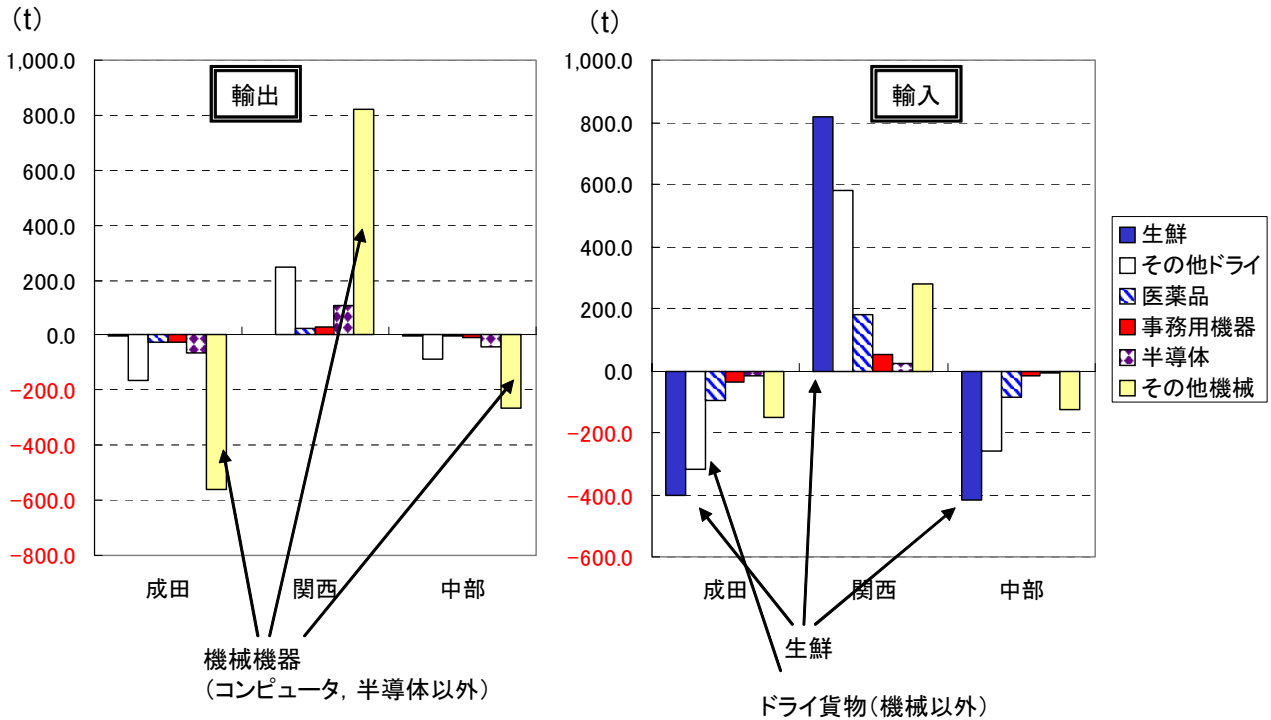


図-3.3.12 構築した需要予測モデルを用いた政策評価事例

3.3.4 まとめ

3.3.4.1 研究成果のまとめ

本研究は、ヒアリング調査や文献調査を通じた、国際航空貨物輸送の現況と課題の定性的な把握、アンケート調査およびAHP分析等を通じた航空貨物の輸送経路決定要因の分析を行った。これらの研究から得られた知見およびデータ利用可能性の限界等を踏まえ、国際航空貨物の需要予測手法改善のための検討を行い、貨物品目別の経路選択特性の違いを考慮した需要予測手法を提案し、いくつかの仮想的な政策シナリオ分析を行い、本モデルが陸上アクセス交通改善や空港利用時間拡大政策による効果を評価可能であることを確認した。

3.3.4.2 研究成果の活用

本研究で得られた国際航空貨物の輸送経路選択特性、貨物品目毎のODパターンおよび物流特性

の異質性等の知見を踏まえ、次期交通政策審議会へ向けた航空需要予測手法の改善へ反映する予定である。

3.3.4.3 今後の課題

本研究では、国際航空貨物輸送における輸送経路選択に対して特に注目した検討を行った。しかし、より現実的な需要予測・政策評価のためには、航空貨物全体の需要量(貿易額)変化やOD変化についても踏み込んだ検討が必要である。例えば、関西国際空港や中部国際空港の開港により、空港選択だけではなく、航空貨物全体のボリュームに対しても影響が及んだと考えられ、こうした影響も評価可能であることが望ましい。発生集中需要やOD変化の評価に対応した需要分析手法検討が、重要な今後の課題である。

参考文献

- 1) 石倉智樹，丹生清輝（2003）：我が国の国際航空貨物輸送における現況と課題，国土技術政策総合研究所資料，No.130
- 2) 石倉智樹，滝野義和，杉村佳寿（2004）：国際航空貨物輸送における輸送経路選択要因の分析，国土技術政策総合研究所資料，No.174
- 3) 石倉智樹，石井正樹（2006）：国際航空貨物の品目特性と国内流動分析，国土技術政策総合研究所資料，No.287

3.4 商慣行の改善による物流交通の合理化に関する検討

3.4.1 はじめに

環境に配慮した効率的な物流の実現の社会的要請がある中、物流や物流交通の非効率を招いている商慣行が存在する。特に、近年の物流サービスの高度化に伴い多頻度小口配送が増加し、その結果道路交通への負荷が大きくなり交通渋滞や環境問題を引き起こしていると言われている。

そこで本研究では、物流の下流側（貨物車交通）でなく、上流側（商流）の対応について検討を行い、物流交通の効率化に資する商慣行の改善策を明らかにした。

3.4.2 研究内容

以下に示す手順で、物流面で非効率を招いている商慣行を抽出し、それらが物流や貨物車交通に与えている影響を明らかにした上で、物流交通の効率化に資する商慣行の改善策を示した。

- ① 商慣行が物流交通へ影響を及ぼす概略プロセスの整理
- ② 企業における商慣行改善の実態把握
- ③ 商慣行改善による効果推計
- ④ 改善が必要な商慣行の抽出と貨物車交通に影響を与えるプロセスの整理
- ⑤ 改善シナリオの検討
- ⑥ 改善策の検討
- ⑦ メニューライジングの適用にあたっての課題と普及策の検討

3.4.3 研究成果

3.4.3.1 商慣行が物流交通へ影響を及ぼす概略プロセス

商慣行が物流交通へ影響を及ぼすプロセスは非常に輻輳的、複合的であるが、簡略化して図-3.4.1のように整理した。

図中の上段に示すように、商慣習を「生活慣習等に基づく商慣行」とその他の「一般的な商慣行」に分けた。「生活慣習等に基づく商慣行」は、例えば「ライフスタイルの多様化」によって物流が小口化する、といったように直接物流に波及する側面と、趣味・嗜好の多様化が売れ残りのリスクを増大させ、委託販売等の商慣行を生じるといったように、「一般的な商慣行」への影響を通

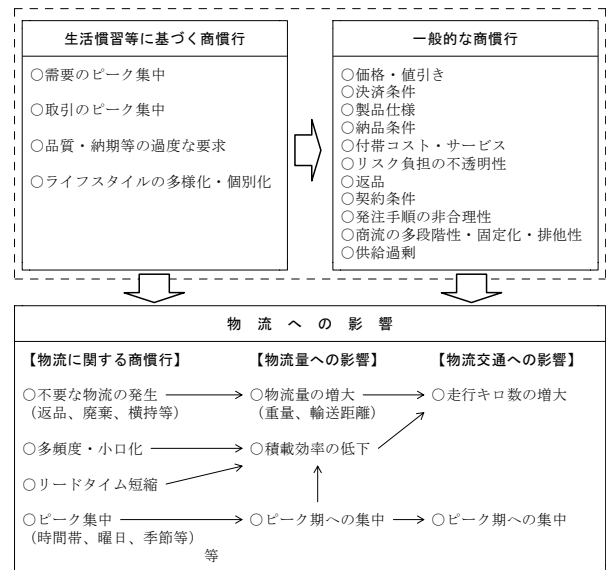


図-3.4.1 商慣行が物流交通へ影響を及ぼすプロセス

じて間接的に物流に波及する側面がある。

これらの商慣行は同図下段のとおり、物流量、そして物流交通に影響を及ぼしていく。

①商慣行→物流量：返品や廃棄、横持等の「不要な物流の発生」により、「物流量の増大」が生じる。「多頻度・小口化」と「リードタイムの短縮」は、積み合わせの困難、配送ルート構築の困難等を通じて「積載効率の低下」を招く。「ピーク集中」は、物流量の「ピーク期への集中」だけでなく、午前10時等の指定時刻への一斉納品を想定すれば分かるように、「積載効率の低下」にもつながる。

②物流量→物流交通：「物流量の増大」と「積載効率の低下」は、ともに「走行キロ数の増大」につながる。物流量の「ピーク期への集中」は、当然ながら物流交通の「ピーク期への集中」を発生させる。

3.4.3.2 企業の商慣行改善の実態把握

企業における商慣行についての問題意識とそれに対する改善に向けた取組の実態を把握するため、次の7社にヒアリングを実施した。ヒアリング結果の概要は表-3.4.1の通りである。

自動車製造業A社	日用雑貨製造業社
A社の部品納入会社	大型流通業社
A社の調達物流会社	総合物流業者
電子機器製造業の物流子会社	

表-3.4.1 ヒアリング結果の概要

<p>ピーク集中</p>	<p>【現状認識】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・消費者の需要変動がそもそもの原因であるとの見方が強い。 ・社会全体の季節性が薄れており、年末、月末、お歳暮等のピークは縮小している。 <p>【物流への影響】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・曜日変動等のある程度予見可能なピーク変動については、事前に対応できるため、あまり問題ないとの見方が多い。 <p>【改善の取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・曜日変動を平準化するため、物流センターを休日にも稼働させている事例がある。
<p>返品</p>	<p>【現状認識】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・出版やアパレル等では、機会損失は避けたいとの観点で、ある程度の返品はやむを得ないという見方である。 ・日用雑貨等では、返品後の処理コストもかかるため、削減していきたいとの考えである。 <p>【物流への影響】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・輸送コストよりも、返品後の仕分け、再生処理、廃棄等のコストへの問題意識が強い。 <p>【改善の取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・需要予測の精度を上げる、マーケット・インへの転換などの取組が見られる。 ・アパレルでは、返品も再販売されて有効活用されている。
<p>小口配送</p>	<p>【現状認識】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・核家族化、「個食化」などの消費者のライフスタイルの変化が小口化に繋がっているとの見方がある。 ・また、卸店の小分け・配送機能の低下（小売直送の進展）が小口化の要因であるとの指摘もある。 ・在庫リスクの回避のため、小ロット化するのはやむを得ない、との見方が強い。 <p>【物流への影響】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小口化が負担と考えている企業と、在庫リスクを減らす等のトータルコストから見れば、むしろ効率的であると考えている企業に分かれる。 <p>【改善の取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・10トン車単位、パレット単位での発注には一定のインセンティブを与える、といった取組がある。
<p>時間指定納品</p>	<p>【現状認識】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・時間指定納品によって計画性が高まる、ピークが平準化される、といった肯定的な見方も多い。 <p>【物流への影響】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・午前に集荷して午後に配送するサイクルが一般的な卸流通の影響で、メーカー側の納品効率が低下している現状も見られる。 ・量販店への配送でも、各チェーンが同じようなサイクルで納品指定しているために組み合わせが難しい、といった問題が見られる。 <p>【改善の取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・量販店に店着時間の条件を変更してもらい、配車効率を向上させた取組がある。
<p>リードタイム</p>	<p>【現状認識】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小売流通では、1日のリードタイムが多く、非効率に繋がっていることから、リードタイムを延長したいという意向が見られる。 <p>【物流への影響】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・リードタイムの延長により、余分に確保している作業人員や車両を削減でき、物流コストを削減できるとの意見がある。 <p>【改善の取組】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・リードタイムの延長には、需要予測の長期化が必要となるが、困難であるとの見方が強い。

3.4.3.3 商慣行改善による効果推計

前項では、商慣行が物流交通に影響を及ぼすプロセスを定性的に検討したが、どの商慣行を改善することが政策的に有効であるかを検討するためには、商慣行の改善によって物流交通への負荷がどの程度改善されるかという定量的な検討が必要となる。そこで、商慣行の改善による物流交通への効果を、以下の代表的な商慣行について推計した。

- ① ピーク集中
- ② 返品
- ③ 小口発送
- ④ 時間指定納品
- ⑤ リードタイム

なお、商慣行は物流だけではなく、様々な経済と関連している。従って、物流効率化の観点からは改善が望ましい商慣行であっても、経済活動全体から見れば合理的な慣行であることも考えられる。この点には十分な留意が必要である。

また、推計に当たっては、データの制約やモデル化の困難さから、相当大胆な仮定を置いて推計を行っている。従って、この推計結果はあくまでも試算であり、今後、新たなデータを収集したり、新たなシミュレーション手法を開発するなど、より詳細に実施することが必要である。

推計結果は、各商慣行毎に対象とした産業の範囲が異なるため、単純に比較することはできない。そこで、式-3.4.1のとおり対象とする産業の走行キロ数に占める「商慣行改善による走行キロ数の削減量」の割合を求めて、推計結果を相互に比較出来るように指標化した。

$$\text{改善効果指標} = \frac{\text{商慣行改善による走行キロ数の削減量}}{\text{対象産業の走行キロ数}} \quad (\text{式-3.4.1})$$

式-3.4.1の各産業の走行キロ数は、次のようにして算出した。

まず、対象産業の流動量（トン数、3日間調査ベース）を物流センサスから求め、平均輸送キロを乗じてトンキロに換算した。ただし、平均輸送キロのデータは品目別のデータしか入手できないため、各産業に対応する品目を想定し、当該品目の平均輸送キロをもって代えた。

なお、この数値は3日間調査ベースの数値であることから、年間ベースに拡大推計した。

さらに、輸送トンキロと走行キロが比例すると仮定し、式-3.4.2により当該産業の走行キロ数を推計した。

$$\text{走行キロ (全産業)} \times \frac{\text{輸送トンキロ (当該産業)}}{\text{輸送トンキロ (全産業)}} \quad (\text{式-3.4.2})$$

効果推計の基礎データを表3.4.2に、効果の推計結果を表3.4.3に示す。また、日本ロジスティクス協会公表の産業毎の物流コストを基に算出した金額ベースの改善効果を表3.4.4に示す。

小口配送の改善効果指標が22.3%と最も大きくなっており、この商慣行を改善することにより物流交通への負荷を大きく軽減できるが示唆される。

3.4.3.4 改善が必要な商慣行の抽出と貨物車交通に影響を与えるプロセスの整理

これまでの検討結果を踏まえ、物流の観点から特に改善が必要な商慣行を抽出した。これを表3.4.5に示す。

さらに、これらの商慣行が貨物車交通に影響を与える詳細なプロセスを図-3.4.2のとおり整理した。これによると、「店着価格制（商品そのものの価格とその輸送にかかるコストを一緒にして商品の販売価格が決められる）」という取引条件が、過剰な多頻度・小口化等をまねき、物流交通に様々な影響を与えていることがわかる。

3.4.3.5 改善シナリオの検討

(1) 改善の全体フレーム

商慣行の改善は企業側の自発的な行動のみならず、政策的にもこれを促進するよう努力を払っていくことが不可欠である。こうした概念を「商慣行改善にむけた全体フレーム」としてまとめたものを図-3.4.3に示す。

(2) 商慣行改善の全体シナリオ

これらを起点として、物流交通の効率化にたどりつくまでの一連の流れを「商慣行改善の全体シナリオ」として図-3.4.4のとおり整理した。物流でのコストの内訳がどの様になっているか明らかにする等、物流データを可視化することにより「店着価格制」が是正され、最小取引ロットや配送頻度による取引条件等を「ルール・文書化」することにより、多頻度・小口配送の是正に効果がある。これらにより、物流トラックの積載効率が向上し、台数が削減され、ひいては、物流コストの削減と環境負荷の低減につながる。

表-3.4.2 効果推計の基礎データ

	対象業種・品目	流動量(トン) [3日間調査]	対応する品目	平均輸送 キロ (km)	輸送トンキロ(千トンキロ)		走行キロ 百万km	
					3日間ベース	年間ベース		
1. ピーク集中	窯業・土石製品製造業	7,478,802	砂利・砂・石材	17.69	132,300	15,770,161	12,978	
	一般機械器具製造業	234,928	機械	79.48	18,672	2,225,711	1,832	
	電気機械器具製造業	248,307	機械	79.48	19,735	2,352,466	1,936	
	輸送用機械器具製造業	634,461	機械	79.48	50,427	6,010,894	4,947	
	精密機械器具製造業	11,355	機械	79.48	903	107,581	89	
	建築材料卸売業	1,728,981	ゴム製品・木製品・その他の製造工業品	97.21	168,074	20,034,453	16,487	
	機械器具卸売業	232,002	機械	79.48	18,440	2,197,991	1,809	
	(小計)	10,568,837	(小計)		408,551	48,699,256	40,076	
2. 返品	出版・印刷製造業	162,046	ゴム製品・木製品・その他の製造工業品	97.21	15,752	1,877,692	1,545	
	衣服・その他繊維製品製造業	20,805	繊維工業品	93.94	1,954	232,965	192	
	その他の卸売業	234,204	日用品	136.51	31,971	3,810,968	3,136	
	衣服・身の回り品卸売業	24,294	繊維工業品	93.94	2,282	272,038	224	
	(小計)	441,349	(小計)		51,960	6,193,663	5,097	
3. 小口配送	飲料・飼料・たばこ製造業	466,795	食料工業品	88.20	41,171	4,907,617	4,039	
	衣服・その他繊維製品製造業	20,805	繊維工業品	93.94	1,954	232,965	192	
	家具・装備品製造業	52,239	ゴム製品・木製品・その他の製造工業品	97.21	5,078	605,314	498	
	なめし革・同製品・毛皮製造業	1,708	ゴム製品・木製品・その他の製造工業品	97.21	166	19,791	16	
	金属製品製造業	531,209	金属製品	75.76	40,244	4,797,131	3,948	
	一般機械器具製造業	234,928	機械	79.48	18,672	2,225,711	1,832	
	精密機械器具製造業	11,355	機械	79.48	903	107,581	89	
	繊維品卸売業	4,796	繊維工業品	93.94	451	53,700	44	
	衣服・身の回り品卸売業	24,294	繊維工業品	93.94	2,282	272,038	224	
	農畜産物・水産物卸売業	435,379	穀物	97.58	42,484	5,064,131	4,167	
	食料・飲料卸売業	459,411	食料工業品	88.20	40,520	4,829,987	3,975	
	鉱物・金属材料卸売業	491,199	金属鉱	138.04	67,805	8,082,374	6,651	
	機械器具卸売業	232,002	機械	79.48	18,440	2,197,991	1,809	
	家具・建具・じゅう器卸売業	35,239	ゴム製品・木製品・その他の製造工業品	97.21	3,426	408,328	336	
	その他の卸売業	234,204	日用品	136.51	31,971	3,810,968	3,136	
	水面倉庫業	11,261	木材	64.66	728	86,795	71	
	(小計)	3,246,824	(小計)		316,295	37,702,421	31,026	
	4. 時刻指定納品 ※品目で推計	砂利・砂・石材	5,447,084	砂利・砂・石材	17.69	96,359	11,485,982	9,452
		セメント	546,681	セメント	49.40	27,006	3,219,121	2,649
生コンクリート		3,951,909	その他の窯業品	39.35	155,508	18,536,510	15,254	
セメント製品		983,328	その他の窯業品	39.35	38,694	4,612,320	3,796	
(小計)		5,481,919	(小計)		317,567	37,853,933	31,151	
5. リードタイム	小売業“着”の物流量全体	1,704,387	日用品	136.51	232,666	27,733,776	22,823	

資料：流動量〔産業別、品目別〕…第7回物流センサス(2000年調査、3日間調査)

平均輸送キロ〔品目別〕…平成14年版陸運統計要覧(社)日本自動車会議所)

輸送トンキロ(3日間ベース)…流動量×平均輸送キロ により算出

輸送トンキロ(年間ベース)

…(年間調査による全産業出荷量=3,301,709千トン) ÷ (3日間調査による全産業量流動量=27,689千トン) =119.2

により、輸送トンキロ(3日間ベース) × 119.2 により算出

走行キロ…輸送トンキロと走行キロが比例すると仮定し、以下の算式で算出した。

$$\text{当該産業の走行キロ} = \text{全産業の走行キロ} (257,636 \text{ 百万km}) \times \frac{\text{当該産業の輸送トンキロ}}{\text{全産業の輸送トンキロ} (313,072 \text{ 百万トンキロ})}$$

表-3.4.3 商慣行改善の効果のまとめ

商慣行	推計の前提	推計方法	推計結果
1. ピーク集中	<ul style="list-style-type: none"> ・月別変動について推計 ・年度末、年末の変動が大きい、建設資材関係業種、加工組立系を対象とする ・ピーク変動の少ない業種並にピーク特性が改善したと仮定する 	<ul style="list-style-type: none"> ・出荷量の月別指数をピーク変動の少ない業種の指数で置き換え ・月別の出荷量を算出 ・平準化による出荷量の増減（トン数）を算出 ・うち、トラックによる輸送量を算出 ・平均輸送キロを乗じてトンキロ数に換算 ・輸送トンキロと走行キロ数が比例すると仮定し、走行キロ数の削減量を算出 	<ul style="list-style-type: none"> ・輸送量（重量） ＝△12,617千トン ・輸送トンキロ ＝△391百万トンキロ ・走行キロ ＝△322百万km ※以上すべて3月単月。 <p>【改善効果指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> ＝9.64% ※年単位に換算（走行キロを12倍にして算出）
2. 返品	<ul style="list-style-type: none"> ・返品が多いと言われる出版、繊維関係を対象とする ・返品率が全産業並みになったと仮定する 	<ul style="list-style-type: none"> ・物流センサスの流動量と業界統計の返品率から、返品による輸送量を推計 ・輸送量と走行キロ数が比例すると仮定し、走行キロ数の削減量を算出 	<ul style="list-style-type: none"> ・輸送量（重量） ＝△6,073千トン ・走行キロ ＝△280百万km <p>【改善効果指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> ＝5.49%
3. 小口配送	<ul style="list-style-type: none"> ・流動ロットが85年～00年で60%以下に低下した業種を対象とする ・85年の流動ロットに回復（改善）したと仮定する 	<ul style="list-style-type: none"> ・改善後に相当する85年の流動ロットと00年の流動量（重量）から改善後の流動量（件数）を算出 ・対象業種全体の00年の流動量（重量）と改善後の流動量（件数）から対象業種全体での流動ロットを算出 ・流動ロットと積載量の相関式を算出 ・相関式に流動ロット（改善後）を代入し、積載量（改善後）を算出 ・輸送トンキロと積載量から、実車キロを算出 ・実車キロと実車率から走行キロ数を算出 	<ul style="list-style-type: none"> ・対象産業の流動ロット ＝0.38→0.75トン/件に改善 ・走行キロ ＝△7,065百万km <p>【改善効果指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> ＝22.8%

表-3.4.3 商慣行改善の効果のまとめ（続き）

商慣行	推計の前提	推計方法	推計結果
4. 時間指定納品	<ul style="list-style-type: none"> 重量ベースで時間指定納品による流動量の大半を占め、6-8時間帯の出荷量の大半を占める建設関係資材を対象とする 時間指定の指定時刻の平準化、または時刻指定の導入により、出荷時間を平準化することで、出荷時間帯別の流動量が全品目計と同程度に改善すると仮定 	<ul style="list-style-type: none"> 建設関係資材の時間帯別出荷比率を全業種平均で置き換え 6-8時間帯の流動量減少を算出 流動量（トン）に平均輸送キロを乗じてトンキロに換算 3日間調査データを年間数値に換算 輸送トンキロと走行キロ数が比例すると仮定し、走行キロ数の削減量を算出 	<ul style="list-style-type: none"> 6-8時間帯の流動量（重量） =△1,448千トン 6-8時間帯の流動量（件数） =△70,158件 ※以上は3日間ベースのデータ。 輸送トンキロ =△4,479百万トンキロ 走行キロ =△3,686百万km ※以上は年間への換算後。ただし、6-8時間帯の削減量。 <p>【改善効果指標】 =11.8%</p>
5. リードタイム	<ul style="list-style-type: none"> リードタイムに関するデータが入手可能な卸売業、小売業（への着貨物）を対象とする 小売業のリードタイムは卸売業に較べて短いため、卸売業並に延長したと仮定する 	<ul style="list-style-type: none"> 小売業着フレイトのリードタイム別割合を、卸売業の割合で置き換え 一定量の納品に対して、リードタイム別に必要な輸送台数を定式化 小売業着流動量を車種別に推計 リードタイム別のフレイト（改善後）とリードタイム別に必要な輸送台数から、改善後の輸送台数を算出 調整項（換算係数）により、輸送台数を流動量（件数）に換算 流動量（件数）と走行キロ数が比例すると仮定し、走行キロ数の削減量を算出 	<ul style="list-style-type: none"> 流動量（件数） =△136,942件 ※3日間調査ベース 走行キロ =△2,212百万km ※年間への換算後 <p>【改善効果指標】 =9.69%</p>

表-3.4.4 金額ベースでのコスト削減効果

商慣行	改善効果（金額）
ピーク集中	1兆2,250億円
返品	2,700億円
小口配送	5兆2,920億円
時間指定納品	7,260億円
リードタイム	7,920億円

表-3.4.5 物流の観点から特に改善が必要な商慣行（太字）の抽出

①生活慣習等に基づく商慣行	
○需要のピーク集中 ○取引のピーク集中 ○品質・納期等の過度な要求 ○ライフスタイルの多様化・個別化	
②一般的な商慣行	
○価格・値引き	<ul style="list-style-type: none"> ・希望小売価格・建値制 ・価格の事後調整（後値決め） ・再販制 ・値引き、リベート制 ・販売促進費、協賛金要求 ▪ 店着価格制（運賃込み料金）
○決済条件	<ul style="list-style-type: none"> ・決済サイト、金利負担
○製品仕様	<ul style="list-style-type: none"> ・商品サイクルの短縮、商品の季節性 ・過剰品種、規格数、顧客毎の独自仕様設定 ・過剰品質 ・過剰包装 ・荷姿・梱包方法の独自指定
○納品条件	<ul style="list-style-type: none"> ・顧客毎の納品条件 ▪ 短納期、リードタイム短縮 ▪ 多頻度小口納品 ・緊急納品 ▪ 時間指定納品 ▪ 発注時期の集中（年度末発注、特売等） ・非定常な納品のコスト負担 ・センター納品
○付帯コスト・サービス	<ul style="list-style-type: none"> ・材工一式価格制等のサービス価格の内部表示 ・無償メンテナンス ・値付・セット詰等の付帯サービス提供 ・作業応援、派遣店員 ・センターフィー制 ・情報処理料
○リスク負担の不透明性	<ul style="list-style-type: none"> ・在庫リスクの負担 ・差入保証金制
○返品	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 返品条件の曖昧さ ・委託販売制 ・消化形態仕入、押し付け販売
○契約条件	<ul style="list-style-type: none"> ・書面なし（口頭）契約 ▪ 詳細条件の非文書化
○発注手順の非合理性	<ul style="list-style-type: none"> ・独自EDI、独自の発注様式 ・情報システムの未導入
○商流の多段階性・固定化・排他性	<ul style="list-style-type: none"> ・流通系列化、指定工事店制 ・商流の多層化、多段階性 ・商物分離（の未達成） ・家電リサイクル等の規制による流通経路の固定化
○供給過剰	<ul style="list-style-type: none"> ・供給過剰（による過剰サービス）

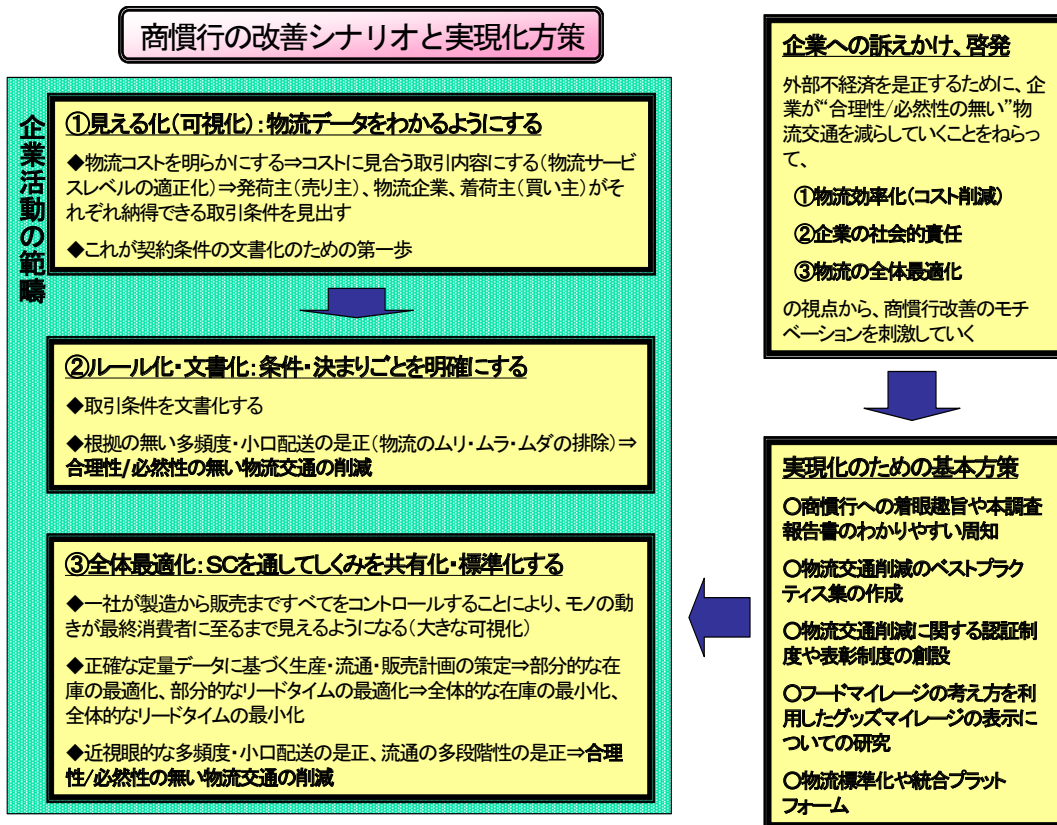


図-3.4.3 商慣行改善シナリオの全体フレーム

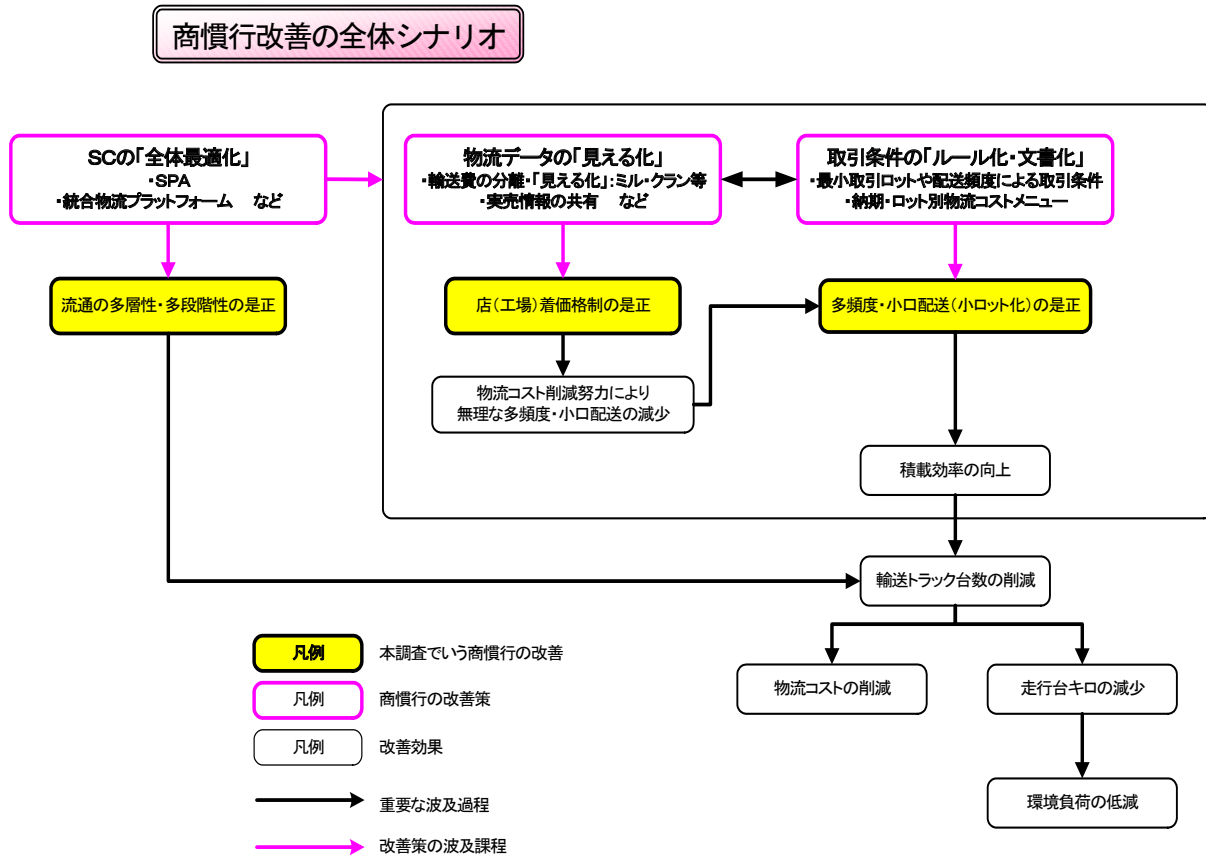


図-3.4.4 商慣行の全体シナリオ

3.4.3.6 改善策の検討

これまでの検討で、「店着価格制」が多頻度・小口化の要因となり、物流交通に悪影響を与えていることがわかった。そこで、いくつかの改善が必要な商慣行の中からこの「店着価格制」についての検討を進め、その改善方策を検討した。これを図-3.4.5に示す。

(1) 物流サービスレベルの反映

一つ目の改善策は、商品価格に物流サービスレベルを反映させる「メニュープライシング」である。これについては、「小口納品」「緊急納品」などのサービスレベルを反映した「アクティビティ単価」を設定し、サービスレベルと物流コストの関係を可視化する物流ABC(Activity Based Costing)という技術を活用することが有効と考えられる。これを簡素化し、配送ロット等の条件に応じて、商品価格の割引率を設定する「ロット割引」はよく活用されている。

(2) 商品価格と輸送費用の分離

二つ目の改善策は、商品そのものの価格と輸送にかかるコストを分離することである。これは大きく2つに分類される。一つは、売り手が輸送手配する場合である。これは、通信販売などで一般的な「着払い」「送料別」といった受渡条件である。この条件では、買い手が輸送手配しないため、買い手主導で輸送を効率化することができない。そのため、通販などの限られた分野以外では適用が難しい方法である。もう一つは、買い手が輸送手配する場合である。ミルクランという方法が良く知られる。ミルクラン以外にも、発荷主から個別に集荷する場合、共同配送センターを作って調達物流を共同化する場合などもこの分類に含まれる。

①メニュープライシング…小口配送等の物流サービスや店頭支援などの各種サービスのメニューごとに価格を設定する方式。物流サービスレベルに応じた価格設定をすることで、買い手に物流効率化のインセンティブを与えることができる。

②ミルクラン…買い手が、複数の調達先を回って商品や原材料等を調達する輸送方法。取りに行く物流。各調達先からのロットが小口化してい

る場合には、ミルクランによって複数の調達先の貨物を束ねることで、輸送効率を改善できることができる。また買い手側が輸送手配することから、物流効率化のインセンティブが働きやすい。

(3) 物流ABC

図-3.4.6に示すように、ピッキング費用をケースとピースで別々に設定する等、物流のサービスレベルとコストを可視化して、荷主側が物流コストの構造を分析できるようにしたもの。

ABC(Activity Based Costing)=活動基準原価計算とは、売上高等に応じて間接費を配賦する伝統的な原価計算の手法に対して、コストドライバーと呼ばれる、実際にコストを発生させるアクティビティ別に原価を把握することで、正確にコストを把握する管理会計の手法である。ハーバード大のキャプラン教授らが体系化した手法である。現在は、管理会計の手法として一般的に利用されている。

物流ABCは、物流分野にABCの手法を応用したもので、これを活用すると、「ケース単位の納品に必要なコスト」「ピース単位の納品に必要なコスト」などが把握可能になる。これにより、荷主側にコスト削減の意識が働き、多頻度・小口輸送の減少につながる事が期待される。

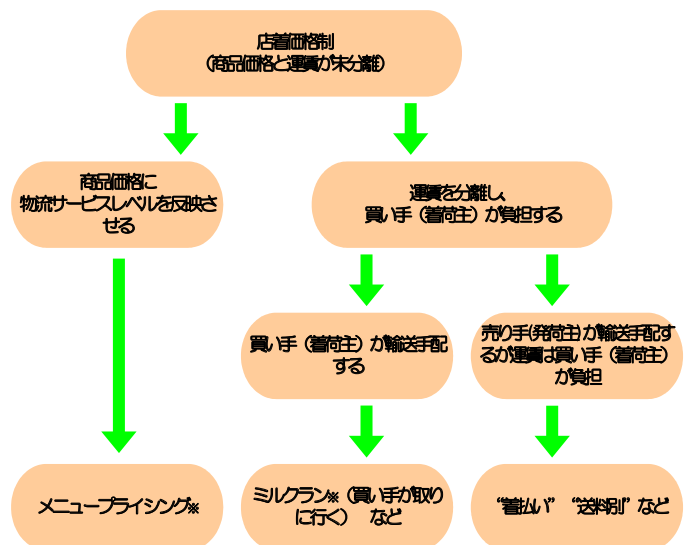


図-3.4.5 店着価格制に対する解決の方向性

ABC (Activity Based Costing: 活動基準原価計算)

物流ABCで、サービスレベルと物流コストの関係を可視化→メニュープライシングが可能

顧客別、アクティビティ別にみた物流コスト									
		顧客① A社				顧客② B社			
		アクティビティ 単価(円)	処理量	単位	原価(円)	アクティビティ 単価(円)	処理量	単位	原価(円)
3001	ピッキング準備	0.7	10,000	行	7,224	0.7	5,000	行	3,612
新規	ケースピッキング(取り出し)	5.8	5,000	ケース	28,760	5.8	2,000	ケース	11,504
新規	ピースピッキング(取り出し)	1.5	28,000	ピース	43,148	1.5	1,200	ピース	1,849
新規	ピッキング移動	13.0	10,000	行	129,971	13.0	5,000	行	64,986
3004	大物ピッキング	23.1	100	ピース	2,312	23.1	600	ピース	13,870
	物流施設内活動費計	-	-	-	211,414	-	-	-	95,820
	積合せ便(特別・一般)	-	-	-	70,000	-	-	-	50,000
	宅配便	-	-	-	35,000	-	-	-	
	バイク便	-	-	-	50,000	-	-	-	30,000
	貸切トラック	-	-	-	800,000	-	-	-	60,000
	自家トラック	-	-	-	200,000	-	-	-	140,000
	輸送費計	-	-	-	1,155,000	-	-	-	280,000
	物流コスト合計	-	-	-	1,366,414	-	-	-	375,820
	売上	-	-	-	5,000,000	-	-	-	3,000,000
	粗利益金額	-	-	-	2,800,000	-	-	-	1,700,000
	対売上物流施設内活動費率				4.2%				3.2%
	対粗利物流施設内活動費率				7.6%				5.6%
	対売上輸送費率				23.1%				9.3%
	対粗利輸送費率				41.3%				16.5%
	対売上物流費率	-	-	-	27.3%	-	-	-	12.5%
	対粗利物流費率	-	-	-	48.8%	-	-	-	22.1%

物流ABC
(費用構造の分析)



メニュープライシング
(取引制度の改定)



大ロット化
(輸送効率の改善)



コストと環境負
荷の削減

図-3.4.6 物流ABC算定イメージと活用手順

3.4.3.7 メニュープライシングの適用にあたっての課題と普及策

前項で明らかにした改善方策の一つであるメニュープライシングを適用する際の課題とその普及策を検討した。

(1) 適用にあたっての課題

メニュープライシングは物流コストの削減と環境負荷軽減に有効な手段であり、実際に導入した企業では成果が上がりつつある。しかし、いまだ幅広い企業に導入されるには至っていない。そこで、物流ABCと、それを活用したメニュープライシングを実際の企業に適用するに当たっての主な課題を整理する。

1) 価格政策との整合性

価格の設定は、企業にとって重要な戦略的意味を持つ。例えば、中小小売を優遇することで、全国的な販売網を維持するとか、末端価格の値崩れを防ぐなど、各社それぞれの、価格政策がある。

メニュープライシングは、このような価格政策に対して下位に位置付けられる手法であるため、

価格政策との整合性が問題となる。

ただし、輸送効率の改善がコスト削減と環境負荷の軽減に資することに焦点を絞り、ロット割引などの限定的なメニュー体系とするなど、価格政策の変更を伴わない範囲での導入も考えられる。

2) 基準となるコストを測定する必要性

メニュープライシングを導入するためには、基準となるコストを把握することが必要となる。そのためには、物流ABCに基づき、自社の業務の分析等を進める必要がある。

3) 適切なABC手法の選択

物流ABCは分析が非常に煩雑で、多額の費用がかかるというイメージが一般化しているが、中小企業庁から簡易なABC算定ツールが提供されている。また、多数のアクティビティを設定せず、コストへの影響の大きいアクティビティに限定して分析をすることも可能である。その場合、物流ABC導入にかかる費用は大幅に削減可能である。

4) 社内の合意形成

取引条件の交渉窓口は、一般的には営業部門で

ある。従って、物流部門が、物流効率の改善のためにメニュープライシングの導入を推進しようとする場合、まず、社内の説得がポイントとなる。

そのためには、まず社内で物流コストをきちんと分析し、データに基づいて必要性を説明することが必要である。

(2) 普及策

前項でまとめたように、物流ABCとメニュープライシングの導入には様々な課題があるが、最大のネックは現状の変革に対する抵抗感であり、必要性が認識されることが重要である。そこで、メニュープライシングを普及させるための方策を整理した。

1) 導入を促進する視点

視点1：サプライチェーンの効率化

メニュープライシングは、前記のように企業の価格政策にも影響する問題であり、物流効率化のような、部分的な効率化のみを全面に押し出しても実現は難しい。そのため、よりマクロ的な視点での「取引コストの削減」といった観点で必要性を論じるべきである。

実際に米国でのメニュープライシングの議論は、E C R[※]といった、サプライチェーン全体の効率化の議論の中でなされている。

すなわち、商品価格と取引価格を分離し、取引価格を可視化することで、サプライチェーン全体の効率を向上させることができ、その利益をシェアすればサプライチェーン全体にとりつつの利益ともなる、という考え方を基本において必要性を論じるべきである。

※ E C R : efficient consumer responseの略。効率的消費者対応。メーカー、卸、小売の各社が連携関係を深め、消費者のニーズに的確に答えることを目指す取り組み。具体的には、販売・在庫情報を企業間で共有するなど。

視点2：環境負荷低減

改正省エネ法の施行を受け、荷主企業に物流効率化の機運が高まっている。多頻度小口化といった高い物流サービスが環境に悪影響を与えていることは、広く認識されており、物流ABCやメニュープライシングを通じ、サービスレベルを改善すべきであるという主張も、受け入れられやすい状況にあると言える。

2) 普及策

これまで、調査の一環で公開制研究会を2回開催し、またロジスティクスシステム協会の機関誌で取り上げるといった広報活動を行ってきた。

当初は、商慣行の見直しが環境負荷の削減に重要であるという問題意識が共有されていなかったが、このような活動を通じて、主要な荷主企業には相当程度理解が広がっている。

今後、さらに普及を進めるためには、これまでの取り組みを継続して行うことが何よりも重要である。そのためには、行政機関が荷主や物流事業者の団体とパートナーシップを結び、必要性を訴えかけていくことが必要である。

また、商慣行見直しのガイドラインの作成、法的規制の可能性検討などを行い、より実効性の高い方策を検討することも考えられる。

3.4.4 まとめ

3.4.4.1 研究成果のまとめ

商慣行が物流交通へ影響を及ぼすプロセスを整理し、「店着価格制」という取引条件が過剰な多頻度・小口輸送を引き起こし、物流交通に大きな影響を与えていることを明らかにした。これの改善策として、特にメニュープライシングについて、その導入に際しての課題と普及策を整理して示した。

3.4.4.2 研究成果の活用

図-3.4.7及び図-3.4.8に示すような商慣行改善の取り組み事例等を紹介した広報資料の作成・配付を行うとともに、シンポジウムの開催といった啓発活動を実践した。

3.4.4.3 今後の課題

前項で紹介したように、本研究の成果を普及させる取組を実施したものの、それが物流に影響を与える企業に広く行き渡り、商慣行の改善につながっているとは言い難い。今後、各企業が商慣行を見直し改善できる、本研究成果を広く普及させることが課題である。

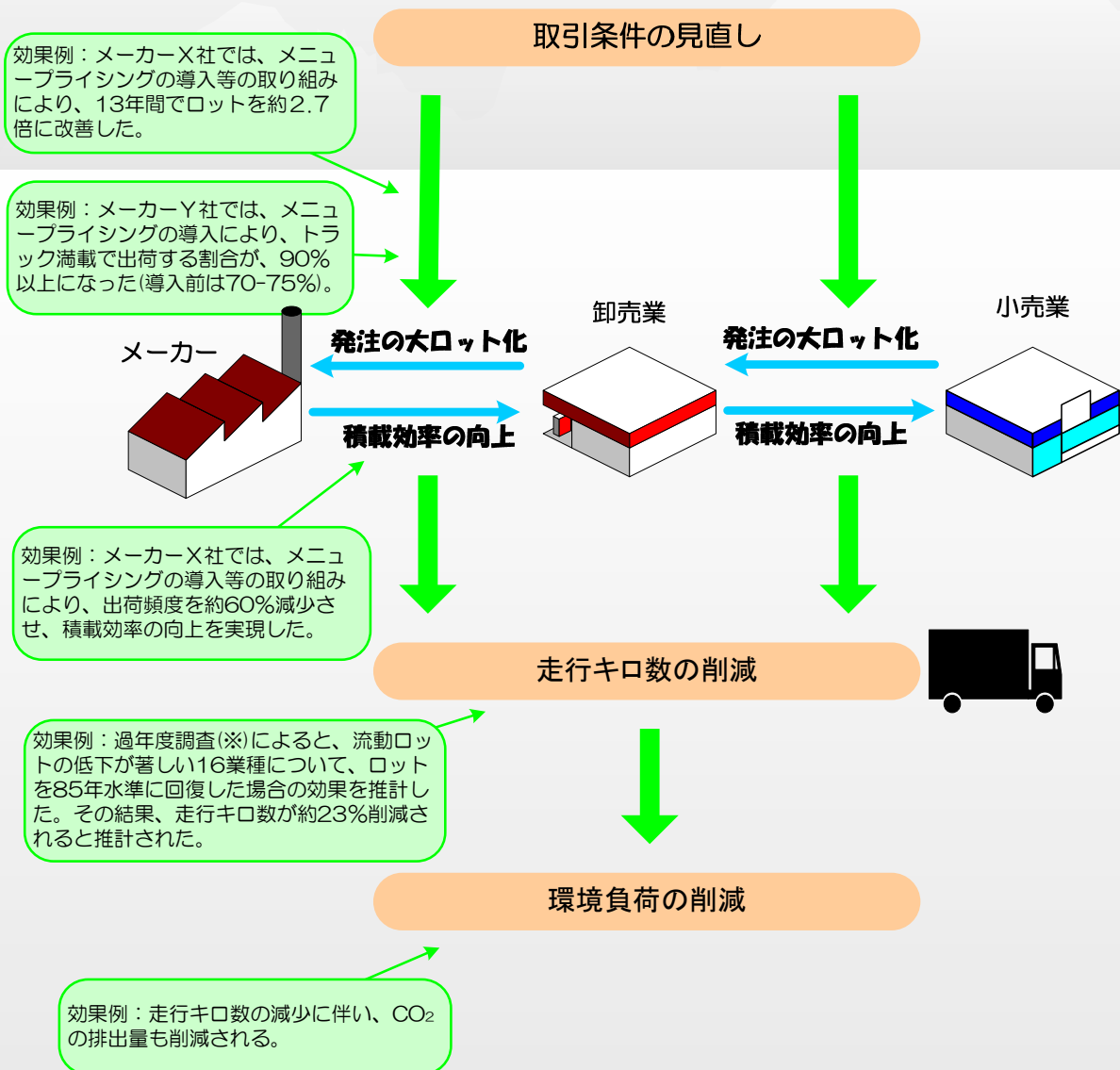
さらに、企業が行う物流活動の外部不経済や社会的責任を明確にすること等により、単一企業の物流改善に留まらず、産業全体で環境負荷の少ない効率的な物流活動を促すための仕組みを構築することが重要である。

●取引条件の見直しによる効果

大ロットでの発注の際に、価格を割り引くといった取引条件の見直しを行うことで、大ロット化を実現することが出来ると考えられます。トラック満載での発注、パレット単位での発注といった、大ロットでの発注が増えると、一般的に、輸送の積載効率を向上することが出来ます。

これにより、車両の走行キロ数を削減することが出来、環境負荷の低減に資することが出来ます。

下図では、取引条件の見直しによる効果の例を示します。

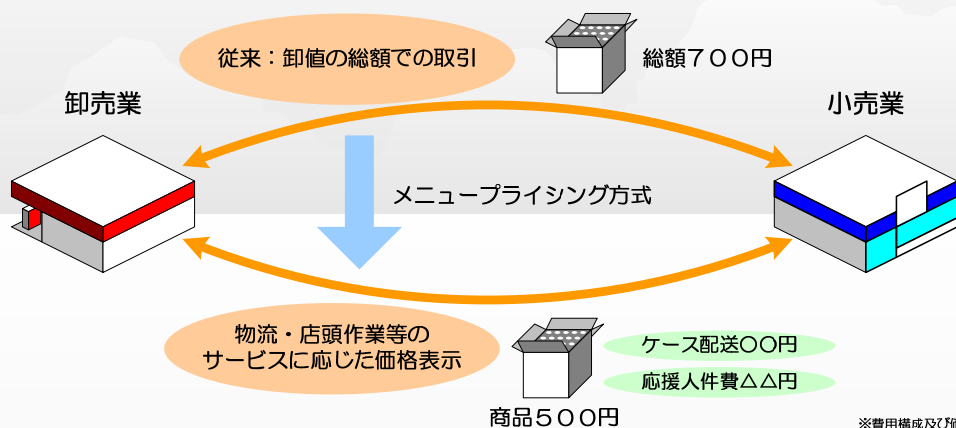


資料：「商慣行の改善と物流効率化に関する基礎調査報告書」03/04/05の各年度版。
※03年度版の同調査結果。

図-3.4.7

●事例1：物流ABCの活用とメニュープライシングの導入

- ・日用雑貨卸売業のA社は、外資系小売業の進出に伴い、メニュープライシング方式の取引を開始した。
- ・A社は、従来の売買差益を収益源とする卸売業のビジネスモデルには限界があり、今後は、サプライチェーン全体の効率化を促進することが中間流通業の付加価値であると考えている。
- ・そのため、物流ABC（アクティビティ・ベースド・コストイング）の手法を活用して、自社内のコストを詳細に把握。その数値を根拠に、小売業に配送条件別などの価格を提示し、メニュープライシングの導入に成功した。
- ・その後、当該外資系小売業は日本から撤退したものの、A社では引き続き、物流ABCを活用し、メーカー・卸・小売間の流通の効率化を進めている。



●事例2：店配車両による調達の推進、ミルクラン（取りに行く物流）の導入

- ・小売業B社では、物流効率化によるCO₂削減を積極的に進めている。
- ・その一環として、①店配車両を活用した調達の推進、②ミルクランの導入を進めている。
- ・前者①は、店舗に商品を届ける車両がセンターに戻る途中に、バンダーに立ち寄って商品を受け取ることで、車両の空車稼働を減らし、集配送効率の向上を図るものである。
- ・後者②は、これまではメーカーから届いていた商品を、B社の車両で各社に取りに行くことで効率的な配送を実現したものである。

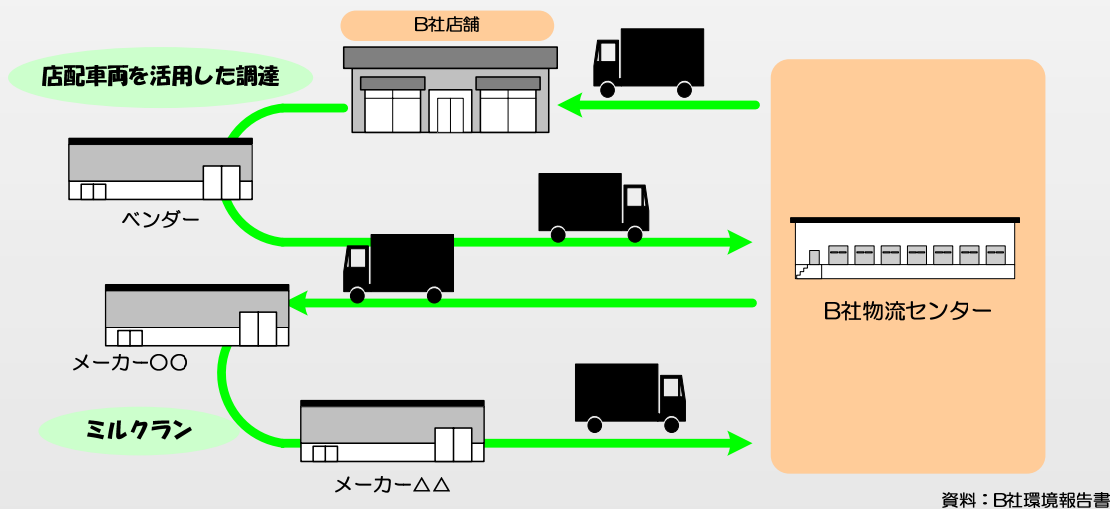


図-3.4.8

参考文献

- 1) 根本重之：21世紀に向けた流通と取引の革新、RIRI流通産業、1998
- 2) 根本重之：直接取引問題の発生と取引制度改定、流通情報、2002
- 3) (社)日本ロジスティクスシステム協会：2000年度業種別物流コスト実態調査報告書、2001
- 4) 中光政：センターフィー・システムの評価とセンターフィー算定方式、東京経済大学会誌、第228号、2002

第4章 マルチモーダル交通体系の評価に関する検討

4.1 交通結節点の評価に関する検討

4.1.1 はじめに

自動車へ過度に依存している現在の交通に対して公共交通の利用促進を図るうえで、複数の交通機関の間で乗り換えが生じる交通結節点が果たす役割は非常に大きい。したがって、交通結節点における乗り継ぎの利便性は、マルチモーダル交通体系を実現させるためにも重要な要素である。人の乗り継ぎ行動に着目した場合、交通結節点での移動は徒歩で行われ、基本的要件としてより短時間に快適に行われることが望まれている。しかし近年の交通結節点整備の動向を見ると以下のような場合が多い。

- ①施設の分散化、周辺施設との連絡や立体配置等により、移動距離や上下移動が増加する傾向にあり、単純に歩行距離のみの評価では不十分な場合が見られる。
- ②経路案内や列車接近などの情報提供施設やバリアフリー化等の整備内容の多様化が見られ、これらは歩行距離の短縮による評価にはなじまない場合が見られる。
- ③TDM等の都市交通施策の一環として交通結節点整備が提案されているが、この交通結節点整備の効果を評価するための時間短縮等の定量的把握が不十分な場合が見られる。

従来から歩行者空間に対して種々の研究等が行われてきたが¹⁾²⁾、実務の場で活用できるような研究・調査結果の整理や簡便な評価手法の提案は乏しく、さらに上記のような交通結節点整備の動向から見てデータ面で不十分なところがある。しそこで、本研究は交通結節点の乗換利便性を定量的に評価できる手法を構築することを目的とした。

4.1.2 研究内容

本研究は、大きく分けて下記の5項目からなる。

【本研究の内容】

- ① 交通結節点が担う機能と役割の整理
- ② 評価指標と評価方法の検討

- ③ 一般化時間の概要
- ④ 実態調査に基づく等価時間係数・心理的負担時間等の設定
- ⑤ 評価事例

「①交通結節点が担う機能と役割の整理」では、交通結節点が持つ機能（乗り換え機能、拠点形成機能、ランドマーク機能）がどのような役割を果たすべきかについて、全体的な視点から整理するとともに、特に重要視される機能が何であるかを明確にする。

「②評価指標と評価方法の検討」では、代表的な交通結節点の中でも鉄道駅に着目し、その重視すべき機能として、①で明らかとなった「乗り換え機能」に着目し、その評価手法について、既往研究論文や文献情報等を基に、基本的な事項について整理する。

「③一般化時間の概要」では、交通結節点の乗り換え機能の評価手法として一般化時間を取り上げ、その考え方、算出方法、評価対象等について提案する。

「④実態調査に基づく等価時間係数・心理的負担時間等の設定」では、③に基づき鉄道駅にて実態調査を実施し、評価に必要な評価指標の計測手法の確認、各種係数の設定等の一般化時間算出の際に要素となるものについて設定した。

以上のおり評価手法を構築、整理したうえで、「⑤評価事例」として、本研究で提案した交通結節点の評価手法を鉄道駅に適用し、整備により駅舎や駅前広場の乗り換え利便性が向上した事例を取り上げ、一般化時間による評価結果の有効性を示した。

4.1.3 研究成果

4.1.3.1 交通結節点が担う機能と役割の整理

(1) 交通結節点が担う機能と役割の整理

交通結節点が備えるべき機能を整理すると、最も基本となるものとして「乗り換え機能」があり、

る施設整備の内容、ホーム・通路の幅員等による混雑度合等は、移動時間及び快適性等交通結節機能の良否に大きく影響する。

b) 駅前広場

駅前広場は、大量輸送機関である鉄道交通と輸送単位の比較的小さい輸送機関である道路交通、もしくは他の公共交通（バス交通）との交通結節点として、即ち、徒歩、自動車（バス、タクシー、一般車）、二輪車等から鉄道への乗り継ぎを円滑かつ効率的に処理する役割を担うものである。

その他、最近の新たな交通形態としてみられるP&R、K&Rに対応できる機能、また、長距離バス、高速バス等へ対応できる機能も担うこととなる。ただし、これらについては必ずしも全ての交通結節点に備わるものではなく、交通結節点の特性や都市特性を鑑み、機能として付加すべきものか否かを判断するものとなっている。

したがって、本研究が対象とする交通結節機能としては、主に駅舎と各乗り換え施設間との移動の円滑さ・分かり易さ・快適さ等を、交通モード間の乗り換え利便を支援する上での重要な評価視点として捉えた。

なお、駅前広場内の施設においては、立体施設等も想定されることから、施設の形態（立体・平面）等による利用者の心理的な負担についても評価の視点とした。

c) 駅自由通路及び駅前広場周辺部

駅舎及び駅前広場周辺に立地する駐輪場、駐車場、バス停等からの移動アクセスに関連した交通結節機能を対象とし、移動距離、上下移動等に係わる施設整備の内容、通路幅員等による混雑度合等を、評価の視点となる。

ii) 滞留機能

a) 駅構内

駅ホームでの列車の接続待ちにおいては、身体的疲労の軽減のためにベンチを配したり、風雨等の障害を避ける待合室を設けるなど、快適な滞留空間機能を提供することが要請される。したがって、利用客の時間待ち等に関する快適な滞留機能の提供の有無に関して評価を行うこととした。

b) 駅前広場

鉄道からバス、タクシー等への乗り換えにおいても、身体的疲労の軽減、快適な空間創出のためのベンチ、待合室、屋根付き通路等の整備が重要

と考えられる。時間待ちという心理的負担を軽減するためには、快適な滞留環境の提供の有無が望まれるため、これについても評価対象とした。

iii) 乗り換えの情報案内機能

a) 駅構内

駅構内・コンコースでの列車運行ダイヤ、接続に関する情報提供、列車の遅延等リアルタイムの運行情報等の提供が、利用者の利便向上に大きく関連する。また、駅前広場から出発する路線バスの乗り場案内、タクシー等の乗り場案内、接続する交通機関の各種情報提供についても、利用者の乗り換え利便、無駄な行動の省略（心理的負担の軽減）等に大きく寄与する。

したがって、利用者の視点に立ってわかりやすい交通機関の案内情報提供がされているか否かを評価の視点とした。（通勤目的等の通常の乗り換え時には動的な情報が必要であり、初めて駅を訪れた人等の乗り換え時には静的な情報、また高齢者等にとっては、車両の情報（優先座席位置）も必要となる。）

b) 駅前広場

駅前広場では、路線バスの運行経路、ダイヤ等に関する情報提供機能が必要であり、リアルタイムの運行情報提供も含めて、利用者にわかりやすい乗り換え情報を提供し、心理的負担を軽減することが、乗り換え行動の負荷軽減となる。（駅構内と同様に、乗り換え利用者の属性等に伴い、動的・静的な情報を適材適所に配置する必要がある。）

表-4.1.3 評価対象とする交通結節点の機能と評価の視点

交通結節点の機能	評価対象とする機能	評価の視点
①交通結節機能	鉄道と各種交通モード間の乗り換え・移動を支援する機能	移動の快適性・円滑性の確保、簡単明瞭な動線配置
②滞留機能	乗り換え利用者の滞留(時間待ち)を支援する機能	肉体的・心理的負担を軽減する快適な滞留空間の整備
③乗り換えの情報案内機能	交通結節点利用者の公共サービスを支援する機能	有用かつ明瞭な情報提供施設配置

3) 評価指標の抽出

各種交通モード間の乗り換えを支援する機能に関する評価指標については、表-4.1.4に示すとおり考えられる。評価の項目としては、対象とする3つの機能についてそれぞれ肉体的負担、心理的

負担の2つの要素に区分し、主に前者を経路上の各施設への所要時間や混雑による歩行のしやすさ、後者を移動や待ちに関する支援施設の有無を項目として取り上げ、それらの項目における抵抗要因を踏まえ、うたえで評価を行うものとした。

表-4.1.4 評価指標（乗り換え抵抗）の一覧

評価項目	評価指標	指標の内容
交通結節機能	肉体的負担要素	移動時間 ・各交通施設間の乗り換えに要する移動距離、時間 ・水平移動、垂直移動時の利用施設別の状況で、肉体的な負担状況（水平移動に基準化しての一元的評価、etc）
		混雑等による待ち時間 ・通路、階段、エレベーター、改札口等での施設混雑による待ち時間 ・駅前広場等での信号や横断歩道等の歩行上の不連続箇所の有無、待ち時間
		歩行空間の広さ等 ・歩行空間等の広さによる歩行のしやすさ（動線の交錯状況、ピーク時の歩行者密度別での歩行時間等）
	心理的負担要素	歩行者支援施設の整備状況 ・歩行を支援する施設（エスカレーター、エレベーター、動く歩道等）の設備有無による心理的負担 駅前広場内施設の形態 ・駅前広場を構成する各施設（駐車場、駐輪場、バス乗降場、タクシー乗降場等）の形態（立体・平面）の別による心理的負担
滞留機能	肉体的負担	接続待ち時間 ・列車、バス等への乗り換えに伴う接続待ち時間
	心理的負担要素	待ち合い施設の整備状況 ・ベンチの数、待合所の有無（面積） ・滞留施設 利用者数との需給バランス
		快適施設の整備状況 ・ホーム、駅前広場での待ち合わせ施設、雨風よけに配慮した乗り換え環境支援の整備状況による快適性
情報案内機能	心理的負担要素	情報案内機能のわかりやすさ ・列車間の乗り継ぎダイヤ、接続するバスの路線図、ダイヤ等の交通機関全般の乗り換えに関する各種情報提供機能のわかりやすさ、動的情報の有無による心理的負担

(2) 評価方法の検討

1) 評価手法設定において留意すべき条件

本研究での評価手法設定にあたっては、以下の条件に留意し検討した。

<p>【評価手法のあり方】 ①交通結節点の形態、設置施設が異なる複数の駅での汎用性がある ②施設整備内容の差異（設置施設個々）を考慮した評価が可能である（エレベーターが設置されているが、上り・下りのどちらかしかない等）</p> <p>【評価指標のあり方】 ③移動経路上の混雑状況を加味している（混雑状況を乗り換え抵抗として捉える歩道幅員等の施設設置効果が個別に評価できる） ④移動形態別に存在する心理的負担を加味している ⑤属性別・目的別での評価が可能である</p>
--

既往の学術論文を収集し、評価手法の整理結果から、前述した評価手法の留意すべき条件への適応状況を表-4.1.5に示した。評価手法の留意すべき条件との対応から、水平歩行時間に置き換えた

一般化時間への換算手法（分析手法は、水平歩行時間と他の乗継行動との一対比較分析「鉄道駅における乗換行動の負担度とアクセシビリティに関する研究」）を中心とし、これに混雑水準の評価要素を加えることが望ましいと考えられる。

表-4.1.5 既往文献の評価手法の留意すべき条件への該当状況

論文名	本調査で評価を実施する際に不足している項目	評価手法留意すべき条件への該当状況				
		I	II	III	IV	V
①都市公共交通ターミナルにおける乗換抵抗の要因分析と低減策による便益計測に関する研究 ⁴⁾	・移動速度において混雑に関する指標が加味されていない。 ・時間評価値の中に心理的負担に関する内容が含まれるのが高齢者の階段下りのみである。	○	○		△	○
②鉄道駅における乗換行動の負担度とアクセシビリティに関する研究 ⁵⁾	・各乗り継ぎ行動の中に混雑に関する指標が加味されていない。 （現在のものはオフピーク時にしか対応していない）	○	○		○	○
③都市鉄道における乗継利便性向上施策の評価手法に関する研究 ⁶⁾	・混雑指標を加味した乗換行動別の移動時間等の算定モデルが構築されているが、属性別での設定がされていない。 ・時間評価値の中に心理的負担に関する内容が含まれるのが高齢者の階段下りのみである。			△		○
④平成11年度都市内道路評価手法検討調査 ²⁾	・時間評価値が、属性別・目的別に設定されていない。 ・快適正等に関し、WTPを設定しているが便益額の算出には利用できるものの結節点評価には適さない。	○				

2) 評価手法の考え方

前提条件、既往文献に見る評価手法を踏まえ、本研究における評価手法は、表-4.1.6に示すとおり一般化時間を用いることとした。

なお、本研究での乗り換え利便性評価については、高齢者行動、通勤目的行動、自由目的行動、業務目的行動の別での検討を試みることとし、朝夕ピーク時の評価値を通勤目的の評価値とした。朝夕ピーク時以外での評価値は、高齢者・非高齢者別に、高齢者行動、自由目的行動、業務目的行動における評価値を代表して計測した。

表-4.1.16 本研究で検討する評価手法の考え方

	具体内容	備考
分析の対象	<ul style="list-style-type: none"> ・乗り換え経路に含まれる各要素の移動形態を個々に分割したものを対象とする。 ・交通結節点全体を評価する際は、個々の乗り換え行動の和を評価の対象とする。 	乗り換え行動全てを対象とした場合、どこに問題があるのか把握しにくいことから、乗り換え行動を個々に分割することで問題事象を把握しやすい形とした。
評価の単位・指標	<ul style="list-style-type: none"> ・一般化時間を用いる。 	アンケートによるデータ収集の際、等価時間に関する質問となる上、各行動を費用化するよりも、時間で表した方が一般的に判断しやすく、分かり易いこと、また、混雑状況別の評価も可能であることから採用し
分析手法	<ul style="list-style-type: none"> ・乗り換え抵抗については、乗り換え行動別に高齢者行動、通勤目的行動、自由目的行動、業務目的行動の別で、評価値を検討する。 	ピーク時・オフピーク時の別を把握できる。また、混雑状況を含めた指標を設定しやすい。
	<ul style="list-style-type: none"> ・水平歩行時間を基準とした場合の乗換行動要素別の移動時間を用いる。 ・指標値の設定にあたっては、一対比較のアンケートにより、水平歩行時間と等価となる移動時間を設定する。(乗り換え行動要素別の等価時間係数の設定) 	水平歩行と等価な移動には心理的な負担も含まれており、一対比較を用いることで、心理的負担を含み算出することが可能となる。 また、混雑状況を加味した歩行時間値の算出も、既存事例があり可能である。
データの収集方法	<ul style="list-style-type: none"> ・個々の乗り換え行動に関連する移動距離、移動時間、流動量、幅員構成(階段数・高さ等)については現地での実測とする。 ・等価時間の算出においては、結節点でのアンケート調査により得たデータを用いて設定する。 	移動形態別での歩行速度等連する移動距離、移動時間が既往文献にて示されているが、それらの検証も含め本調査にて実測する。

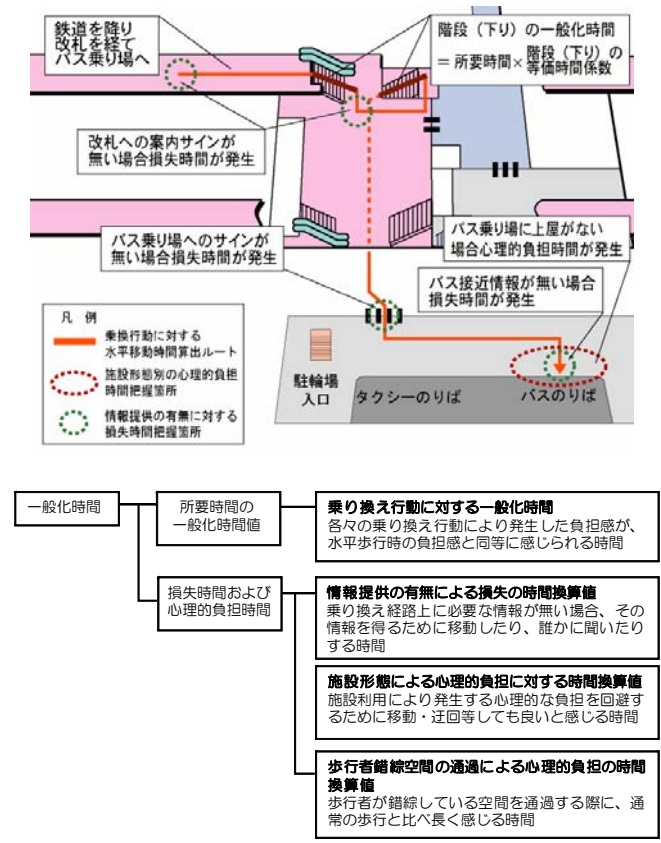


図-4.1.2 乗り換え経路内各行動要素の一般化時間の捉え方

4.1.3.3 一般化時間の概要と等価時間係数の取得

(1) 評価手法の設定

評価に用いる指標は、乗り換え経路上の区間別の乗り換え行動、情報提供の有無による損失、利用施設形態による心理的負担に対し、全てを水平歩行時の負担感(水平移動時間)に置き換えた「一般化時間」を用いることとした。

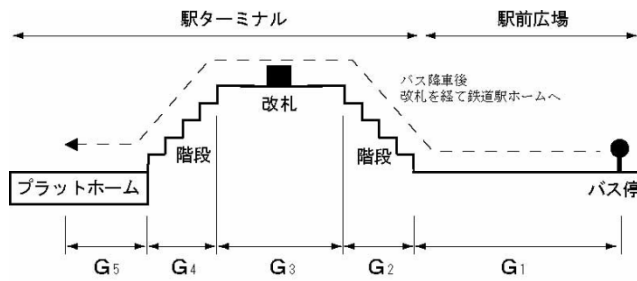
乗り換え行動における一般化時間の捉え方は、各々の乗り換え行動の所要時間とそれに伴う負担感を水平歩行での所要時間と同等に感じられる時間に置き換える。

また、施設形態や利用形態による心理的負担については、その負担を回避するためにとる行動(別の施設への移動、情報を探しに行く等)に要する時間を心理的負担時間として置き換えたものとする。

(2) 一般化時間化の方法

1) 一般化時間化の概要

図-4.1.3に示すようなバス停から鉄道ホームまでの乗り換え経路を例にとると、乗り換え行動を5つの移動形態に分類することができる。これら5つの個々の移動形態に対し、それぞれ一般化時間(G1~G5)を算出した後、それらを合計したものを「バス停から鉄道ホームまでの乗り換え経路」を対象とした一般化時間(G)とした。



G (乗換経路に対する一般化時間)

$$= G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5$$

- G: 乗換経路全体(バス停から鉄道ホームまで)の一般化時間
- G1: バス停から階段間の一般化時間
- G2: 階段(上り)の一般化時間
- G3: 駅ターミナル内の水平移動時の一般化時間
- G4: 階段(下り)の一般化時間
- G5: ホーム上の水平移動時の一般化時間

図-4.1.3 一般化時間把握に関する概念図

前項に示したとおり、一般化時間は水平歩行時間と心理的負担時間から構成されるものであるが、個々の移動形態に対する一般化時間の算出方法を式で表すと、下式のとおり表すことができる。

$$G \text{ (一般化時間)} = \underbrace{W \times T}_{\text{所要時間の一般化時間値への換算値}} + \underbrace{I}_{\text{損失時間および心理的負担時間}} \quad (\text{式-4.1.1})$$

W：移動形態に一般化時間化するための係数（等価時間係数）
 T：移動形態の所要時間（実態調査等による）
 I：情報提供の有無、上屋の有無等による利用施設の形態、錯綜空間の通過に伴う心理的負担の時間換算値（損失時間・心理的負担時間）

i) 水平歩行時間について

水平歩行時間は、一連の乗り換え行動を構成する個々の移動形態（駅前広場内での水平歩行、コンコース内の階段利用等）に要する所要時間を水平歩行時間に置き換えるために、個々の移動形態別に設定される等価時間係数を用いて算定される

ii) 心理的負担時間について

心理的負担時間は下記に示すような乗り換えに関わる施設形態や利用形態において発生する心理的負担感を時間換算した値である。

- ① 乗り換え経路上に経路案内等の情報が無い場合に生じる心理的負担
- ② 駐車場が立体であったり、待ち空間に上屋がない場合に生じる心理的負担
- ③ 乗り換え経路内で歩行者錯綜区間の通過に伴う場合に生じる心理的負担

2) 一般化時間の算出方法

評価対象となる乗り換え経路の移動を一般化時間化するにあたっては、以下の考え方に基づいて算出することとした。

- a. 乗り換え行動を構成する個々の移動形態に対し一般化時間を算出する。
- b. それらの総和により乗り換え経路全体を対象とした一般化時間とする。
- c. ただし、一般化時間は属性別に算定される値である。

$$G_j \text{ (一般化時間)} = \sum_i g_{ji} = \sum_i (W_{ji} \times T_{ji}) + \sum_i I_{ji} \quad (\text{式-4.1.2})$$

ここで、

G_j：利用者属性が j の場合の乗り換え経路全体の一般化時間
 g_{ji}：利用者属性が j の場合の i 番目の区間における一般化時間

- W_{ji}：利用者属性が j の場合の i 番目の区間における移動形態に該当する利用者属性別の等価時間係数
- T_{ji}：利用者属性が j の場合の i 番目の区間の通過による利用者属性別の所要時間（実態調査等による）
- I_{ji}：利用者属性が j の場合の i 番目の区間における損失時間および心理的負担時間
 - ・ 乗り換えに関わる情報提供がない場合の損失時間
 - ・ 駅前広場等での利用施設の形態(上屋がない待ち空間、立体駐車場等)に対する心理的負担の時間換算値
 - ・ 歩行者錯綜空間の通過に伴う心理的負担の時間換算値

ここで W_n（等価時間係数）とは、乗り換え経路を構成する水平移動、上下移動、待ちといった個々の移動形態（具体には階段上り、エレベータ等）における移動時間に対し、移動に伴う心理的負担も含めた一元的な指標に変換するための係数を指す。

なお、本評価指標である一般化時間自体が水平歩行を基準としていることから、ここで扱う等価時間係数は、図-4.1.4のとおり水平歩行による負担感を1.0とした場合に、その他の移動形態の負担感を水平歩行時のそれに置き換えるための係数として定義した。

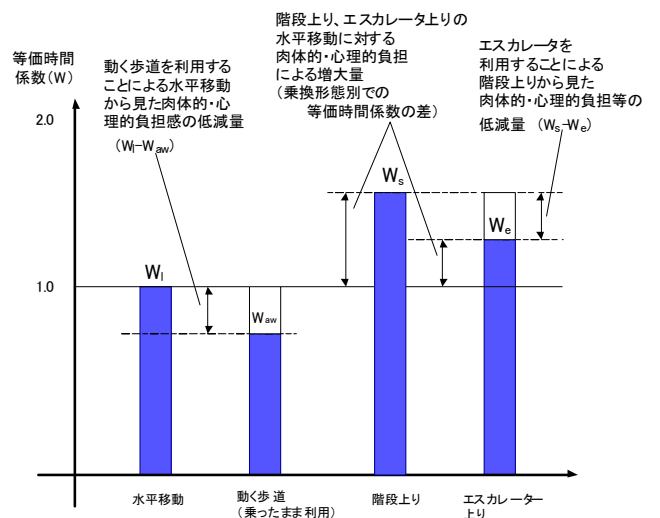


図-4.1.4 等価時間係数の概念図

3) 等価時間係数の設定方法

等価時間係数の設定は、対象とする移動形態において乗り換え利用者への聞き取り調査（移動形態別負担感調査）を通じて設定した。

等価時間係数を取得するために、移動形態別負担感調査において基準となる移動と対象とする移動形態の選択性についての設問を行い、被験者の選択結果の構成比が50%となる点を等価とした。アンケートの設問例とその結果の例をもとに、等

価時間係数の取得方法を以下に示した。図4.1.5に示した例は、平坦部の水平歩行が基準となる移動であり、上り階段利用が等価時間係数を取得する対象となる移動である。

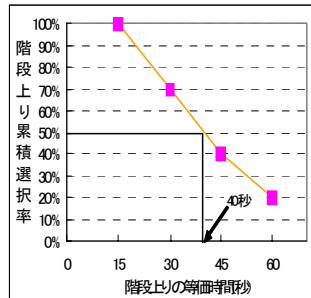
設問例：平坦部における水平歩行と高低差がある場合の上り階段利用について普通に徒歩で60秒歩くとした場合、上り階段を利用する限度時間を次の中から選んでください。

1. 15秒であれば上り階段を利用する
2. 30秒 ?
3. 45秒 ?
4. 60秒(徒歩利用と同じ)であれば上り階段を利用する

回答例：
水平歩行との比較
(60秒=約80mの移動)

1. ⇒ 選択率100%
2. ⇒ 選択率70%
3. ⇒ 選択率40%
4. ⇒ 選択率20%

上記結果から上り階段の等価時間を設定する場合、選択率が50%となる点を水平歩行と等価な時間と見なす。よって、上記結果における等価時間は、水平歩行(60秒) = 上り階段利用(40秒)となる。
等価時間が決まれば、基準となる水平歩行時間に対する比から、等価時間係数を設定する。従って、上り階段利用の等価時間係数は、以下のように設定される。



水平歩行に対する上り階段利用の等価時間係数
= 水平歩行の等価時間(60秒) / 上り階段利用の等価時間(40秒) = 1.5

図-4.1.5 等価時間係数の設定例

4) 損失時間および心理的負担時間について

等価時間係数同様、一般化時間の算出に必要な損失時間や心理的負担時間についても、全国の複数駅を対象とした実態調査を通じて取得した。損失時間として考慮するのは乗り換え経路上に経路案内や車両の接近・遅延情報等がない場合とし、心理的負担時間は駐車場や駐輪場が立体であったり、待ち空間に上屋がない場合、乗り換え経路上で歩行者錯綜区間の通過が伴う場合を対象としているが、これらについても等価時間係数同様、利用者属性別に乗り換え利用者への聞き取り調査(移動形態別負担感調査)を通じ設定した。

以下に、損失時間および心理的負担時間の捉え方と設定方法について示す。

i) 情報提供の有無に関わる損失負担時間の捉え方と設定方法

情報提供の有無による損失負担の捉え方、評価値の取得方法については表-4.1.7のとおりとし、聞き取り調査を実施した。

表-4.1.7 情報提供の有無による心理的負担の捉え方

評価項目	損失が生じる箇所	損失時間の設定方法
乗り換え経路に関する情報がないことによる損失	乗り換え経路の分岐点	乗り換え経路案内の情報がない場合に駅員等に経路を聞くこととするまでの時間を聞き取り調査から決定
運行車両の接近・遅延等の動的情報がないことによる損失	列車・バス等の乗り場	乗り換え経路上に運行情報がない場合に自ら情報を取得するのに費やしても良いと考えられる時間を聞き取り調査から決定
定常時の運行所要時間や優先座席位置案内等の静的情報がないことによる損失	列車・バス等の乗り場	乗り換え経路上に所要時間等に関する情報がない場合に駅員等に情報を聞くこととするまでの時間を聞き取り調査から決定

聞き取り調査のアンケート設問例とその結果に基づく評価値の取得方法の例を図-4.1.6に示す。

設問例：初めて訪れた駅で乗り換えの際、その乗り換え経路上の分岐点でどちらに進んでよいか判らない場合、目的施設へ向かうために何らかの情報を得ようとそこに立ち止まった経験があると思いますが、立ち止まって情報が得られなかった場合、どの程度の時間の後に駅員、周りの人に順路聞こうとしますか。最も近いもの1つを選んで下さい。

1. 判らなければすぐに駅員、周りの人に聞こうとする
2. 10秒程度で判らなければ駅員、周りの人に聞こうとする
3. 30秒程度で判らなければ駅員、周りの人に聞こうとする
4. 50秒程度で判らなければ駅員、周りの人に聞こうとする
5. 70秒程度で判らなければ駅員、周りの人に聞こうとする

回答例：
経路案内がわからない場合に人に聞くまでの時間

1. ⇒ 選択率100%
2. ⇒ 選択率 80%
3. ⇒ 選択率 40%
4. ⇒ 選択率 30%
5. ⇒ 選択率 10%

聞こうとするまでの時間(秒)	累積選択率
0	100%
10	80%
30	40%
50	30%
70	10%

移動に関する情報の有無に関わる評価値を取得する場合、設問に対する累計選択率が50%となる点を評価値として設定する。したがって、上記結果から評価値(乗り換え経路に関する情報提供が無い場合の損失負担時間)は25秒となる。

図-4.1.6 損失時間の設定例

情報提供に関する損失時間の取得のうち、車両の接近情報、遅延情報や所要時間情報については、その情報を取得するために自らが移動して情報を得るための時間を評価値としているが、被験者が時間を選択要因として回答するよりも、距離を選択要因としたほうが回答しやすいと考えられることから、以下のような設問が考えられる。

【接近情報の有無】

設問例：乗り換え経路上に、次に利用する交通機関の運行情報案内(例えば、次の列車の発車時刻等)が無い場合、次の交通機関の待ち時間にイライラ(不安)感を感じないために自分で情報を得ようとする際、どの程度の離れ距離までなら案内板等を確認に行きますか。許容できる範囲に最も近いもの1つを選んで下さい。

1. 運行情報案内を見に行くことはしない
2. 20m先までなら運行情報案内を見に行く(移動時間約30秒)
3. 40m先までなら運行情報案内を見に行く(移動時間約60秒)
4. 60m先までなら運行情報案内を見に行く(移動時間約90秒)
5. 80m先までなら運行情報案内を見に行く(移動時間約120秒)

【所要時間情報の有無】

設問例：乗り換え経路上に目的地への所要時間に関する情報案内がなかった場合、目的地への到着時刻の把握や次の交通機関との円滑な乗り換えを行うために自分で情報を得ようとする際に、どの程度の離れ距離までならその情報案内等を確認に行きますか。許容できる範囲に最も近いもの1つを選んで下さい。

1. 所要時間に関する案内を見に行くことはしない
2. 10m先までなら運行情報案内を見に行く(移動時間約15秒)
3. 20m先までなら運行情報案内を見に行く(移動時間約30秒)
4. 30m先までなら運行情報案内を見に行く(移動時間約45秒)
5. 40m先までなら運行情報案内を見に行く(移動時間約60秒)

図-4.1.7 情報提供の有無による損失時間取得に関する設問例

ii) 施設形態の状況別に関わる心理的負担時間の捉え方と設定方法

等価時間係数として表せない施設形態の利用に対する評価に際しては、乗り換える交通機関の待ち空間での上屋の有無、パーク・アンド・ライド(P & R) やサイクル・アンド・ライド(C & R) 駐車施設の立体部分の利用等に対する心理的な負担を評価の対象としている。

なお、施設形態の違いによる心理的負担の捉え方、評価値の取得方法については表-4.1.8のとおりとした。調査方法は移動形態別の移動負担感調査と同様に聞き取りにより調査を実施した。

表-4.1.8 施設形態の違いによる心理的負担の捉え方

	心理的負担の捉え方	心理的負担時間の設定方法
乗り換え施設の待ち空間での上屋の有無	待合所・乗降場における上屋が無い場合の心理的負担	降雨時に雨宿り出来る場所へ移動する際に許容できる移動距離を聞き取り調査により決定
立体駐車場や立体駐輪場の利用	駐車・駐輪場が立体的な1F以外の利用に対する心理的負担	本来利用したい位置が利用できない場合に発生する距離抵抗(どの程度施設が遠ざかって良かったか)を聞き取り調査により決定
送迎用自動車乗降場(K & Rスペース)の有無	K & Rスペースが駅前広場内ない場合に駅前広場外で乗降する際の心理的負担	駅前広場内にK & Rスペースが設置される場合、許容できる駅からの離れ距離を聞き取り調査により決定

聞き取り調査のアンケート設問例とその結果に基づく評価値の取得方法の例を図-4.1.8に示す。

【乗り換え施設の待ち空間の上屋の有無】

設問例：雨天時(小雨)に、上屋がないタクシー・バス乗場での乗車待ちにおいて、雨に濡れない場所へ移動して乗車待ちとした場合、どの程度の離れ距離であれば移動しようとするか。最も近いもの1つを選んで下さい。なお、雨に濡れずに待てる場所は、タクシー・バス乗場が見えていることを前提とします。

1. わざわざ雨宿り市にはいかない
2. タクシー・バス乗り場から10m程度離れても雨宿りしたい(移動時間約15秒)
3. タクシー・バス乗り場から30m程度離れても雨宿りしたい(移動時間約45秒)
4. タクシー・バス乗り場から50m程度離れても雨宿りしたい(移動時間約75秒)
5. タクシー・バス乗り場から80m程度離れても雨宿りしたい(移動時間約120秒)

【立体駐車場の利用】

設問例：駐車施設の3階部分が確実に利用できる場合、現在の駅舎入口～当施設間の離れ距離(約150m)を基準に、どの程度駅舎入口が遠くなって利用しても良いと感じますか。最も近いもの1つを選んで下さい。

1. 今より10m遠くなる程度であれば許容する(移動時間約15秒)
2. 今より30m遠くなる程度であれば許容する(移動時間約45秒)
3. 今より50m遠くなる程度であれば許容する(移動時間約75秒)
4. 今より70m遠くなる程度であれば許容する(移動時間約105秒)
5. 今より90m遠くなる程度であれば許容する(移動時間約135秒)

【送迎用自動車乗降場の有無】

設問例：新たにタクシー・バスとは分離したロータリーが整備されると仮定し、そこに送迎スペースが設けられる場合、送迎スペースと駅舎入口(1F階段付近)までの離れ距離としては最大どの程度まで許容されますか。最も近いものを1つ選んでください。

1. 駅舎入り口から20m程度であれば送迎スペースを利用する(移動時間約30秒)
2. 駅舎入り口から40m程度であれば送迎スペースを利用する(移動時間約60秒)
3. 駅舎入り口から60m程度であれば送迎スペースを利用する(移動時間約90秒)
4. 駅舎入り口から80m程度であれば送迎スペースを利用する(移動時間約120秒)
5. 駅舎入り口から100m程度であれば送迎スペースを利用する(移動時間約150秒)

図-4.1.8 施設形態の違いによる心理的負担の取得に関する設問例

iii) 歩行者錯綜空間における心理的負担時間の捉え方と設定方法

歩行者錯綜空間通過による心理的負担時間の設定にあたっては、下記の考え方に基づいて実態調査及び聞き取り調査を実施し心理的負担時間を設定した。

なお、歩行者錯綜のパターンとしては、概ね進行方向垂直型、進行方向対面型の2種に集約されるため、本評価で対象とする錯綜のパターンについてもこの2種とした。

表-4.1.9 錯綜区間の通過による心理的負担の捉え方

	心理的負担の捉え方	心理的負担時間の取得方法
歩行者錯綜空間 ・進行方向垂直型 ・進行方向対面型 における心理的負担時間	歩行者錯綜空間の通過に伴う心理的負担	下記3指標を実態調査により把握し、単位mあたりの負担を捉える。 ・撮影区間の実際の通過時間 ・ビデオカメラによる歩行者密度の把握 ・撮影区間を通過した人が感じる移動に係るロス時間

本研究では、混雑指標としてビデオカメラでの撮影画像から、歩行者密度とその密度状況下での通過時間を属性別に把握した。さらに、歩行者錯綜状況下における負担感調査として、ビデオカメラ撮影区間を通過した人(属性別)を対象に、「その区間を通過したことによる負担感(通過に

要したと感じる時間)」を聞き取り調査により取得しており、歩行者錯綜空間における歩行者密度と負担感の相関からモデル式を作成した。以下に聞き取り調査の設問例と単位mあたりの心理的負担感算出式（式-4.1.3）を示す。

なお、歩行者錯綜空間における心理的負担の考え方としては、負担感調査被験者が感じた通過時間と実際の混雑状況下での通過時間の差を混雑区間における負担感として捉え、通過区間延長を用い単位mあたりの心理的負担感とすることとした。

【設問例：錯綜区間の通過】
 今通過された〇〇～〇〇付近の移動の際、混雑していたと思いますが、その混雑の影響で通常の移動時間(約10秒)に比べてどの程度要したお感じですか。

移動に要したと感じる時間: 秒

図-4.1.9 錯綜区間の通過による心理的負担取得に関する設問例

$$l \text{ (歩行者錯綜区間の通過による単位}m\text{あたり心理的負担)} = \frac{l_{fe} - l_{re}}{L} \quad \text{(式4.1.3)}$$

ここで、

l_{fe} : $L(m)$ 移動する際に被験者が感じたロス時間

l_{re} : $L(m)$ 移動する際に実際に発生しているロス時間

L : 評価対象となる歩行者錯綜区間の距離

4.1.3.4 実態調査に基づく等価時間係数・心理的負担時間等の設定

(1) 実態調査の実施内容

1) 実態調査の概要

乗り換え行動の移動形態別に等価時間係数の取得と情報提供の有無、施設形態別、錯綜に関する心理的負担時間の取得を目的に、実態調査を行った。実態調査は調査対象駅を選定し、当該駅利用者に対して以下の①、②に関わる聞き取り調査を実施した。

i) 移動形態別負担感調査

特定の移動形態における一般化時間を算出するために必要となる評価項目（等価時間の算出対象行動）として、表-4.1.10に示すとおり設定し、実態調査（移動形態別負担感調査）により取得することとした。

表-4.1.10 移動形態別負担感調査を実施する項目

	水平移動	上下移動	待ち
基本的な移動	・水平歩行	・階段上り ・階段下り	・立位 (電車待ち) ・立位 (踏切や信号待ち) ・ベンチでの待ち (座位)
歩行支援施設を含めた移動	・動く歩道 (立ったまま利用、歩いて利用)	・エスカレータ上り (立ったまま利用・歩いて利用) ・エスカレータ下り (立ったまま利用・歩いて利用)	
その他負荷的な要素を含む移動	・シェルター付き歩道		

ii) 乗り換え行動に関連する付加的要素の負担感調査

心理的負担として乗り換え行動に関連する付加的な要素として、「乗り換えを支援する情報提供の有無による損失時間」、「駅前広場等の施設利用の形態に関わる心理的負担時間」、「歩行者錯綜空間の通過に関わる心理的負担時間」の取得も併せて行った。対象とした項目は図-4.1.10に示すとおりである。

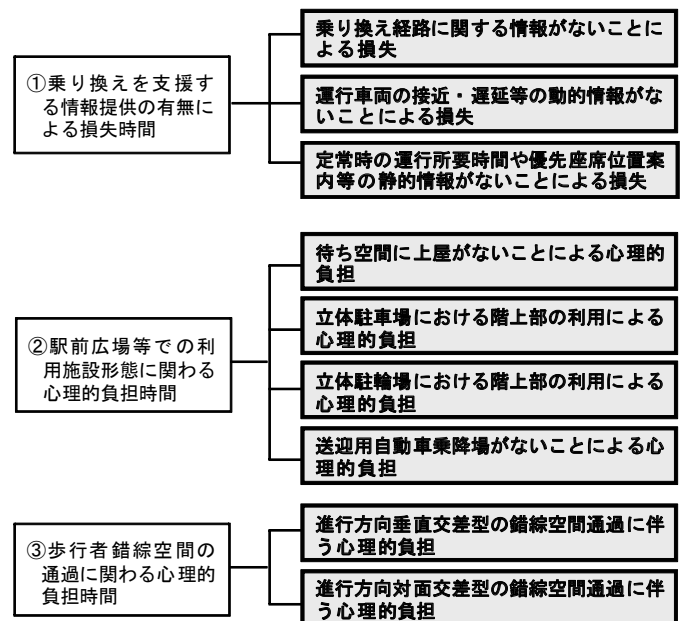


図-4.1.10 乗り換え行動に関連する損失・心理的負担の取得項目

属性については、朝ピーク時の取得値を通勤目的とし、それ以外については、高齢者、非高齢者の自由目的、非高齢者の業務目的の4属性について把握した。

聞き取り方法については、朝ピーク時においては駅ホームで電車待ちしている人を対象に一問一

答形式で調査を行うこととした。朝ピーク時以外は、駅改札口付近において駅利用者を対象に一問一答形式で調査を行った。

2) 対象駅の抽出と調査サンプル数

i) 対象駅の抽出

対象駅の抽出にあたっては、駅規模、整備状況の別によって、基本的な移動（水平、階段上り・下り、エレベータ、エスカレータ等）に関する一般化時間の取得値に差異が生じる可能性もあることから、大規模な駅（ターミナル的な駅）、小規模な駅（郊外駅）を対象に整備が施された駅、整備駅が不十分な駅を抽出した。いかに対象駅の抽出方針を示す。さらに、表-4.1.11に抽出した対象駅を示した。

【対象駅の抽出方針】

- ①異なる鉄道事業者間の乗り換えが発生する。
- ②本研究で評価項目として挙げている交通結節機能の評価（移動負担感調査）が可能な施設を有する駅を対象とする。
- ③駐車場、駐輪場が整備されている。
- ④駅前広場が設置されている。

表-4.1.11 移動形態別負担感調査実施駅一覧

■整備駅

	駅名(乗降客数)	乗換状況	施設整備内容等
大規模駅	金山総合駅 (35万人)	JR・名鉄・地下鉄	改札間連絡自由通路
	小倉駅 (10万人)	JR・モノレール	屋根付き通路 公共連絡自由通路 自由通路内の歩行支援施設 高度な案内情報提供
小規模駅	川西能勢口駅 (15万人)	JR・阪急・能勢電	ペDESTリアンデッキ (屋根付き通路)
	上大岡駅 (13万人)	京急・地下鉄	バス・タクシーとの乗り継ぎ

注)・各駅共に、整備施設として昇降機等の歩行支援施設整備はなされている。
・小規模駅については、乗降客数5万人以上を対象に抽出した

■未整備駅

	駅名(乗降客数)	乗換状況	施設整備状況等
大規模駅	京橋駅 (JR:28万人、 京阪:20万人)	JR・京阪・地下鉄	JR乗降ホームが2階、JR・京阪改札が地上、京阪乗降ホームが3階と乗り継ぎの際の上下移動が多く、特に、京阪乗降ホームにおいては、階段もしくはエスカレータ利用となることから、高低差を加味した階段・エスカレータ利用の等価時間係数の取得が可能
小規模駅	南方駅 (阪急:4.7万人、 地下鉄:6.3万人)	阪急・地下鉄	阪急南方駅と地下鉄西中島南方駅間は距離は短いものの、踏切・横断歩道の横断が伴い、連絡通路の整備はなされていないことから、迂回行動の等価時間係数の取得が可能 また、地下鉄ホームが地上約3階に位置することから、高低差を加味した階段・エスカレータ利用の等価時間係数の取得が可能

ii) 移動負担感調査について

等価時間係数を取得するための移動形態別負担感調査の組み合わせを以下のように設定した。

なお、取得に際しては、駅利用者が通常利用する可能性のある施設を基に設定する必要があることから、ケーススタディ駅の施設状況を踏まえて、取得内容別に分類した。

a) 移動形態別負担感調査に関する項目

移動形態別乗換負担感調査に関する項目については、表4.1.12に示す内容については、○を付した駅での聞き取り調査を実施した。

表-4.1.12 移動形態別負担感調査の実施駅

基準となる行動要素	等価時間係数を取得する移動形態	金山総合駅	小倉駅	上大岡駅	川西能勢口駅	京橋駅	南方駅	備考
水平移動	階段上り		○			○		
水平移動	階段下り		○			○		
立位	座位			○			○	電車待ちにおいて、立った状態とベンチに座った状態による比較
階段上り	エスカレータ上り(乗ったまま)	○	○					エスカレータに乗ったままの状態、乗ってから歩いて利用する状態の2種を把握
	エスカレータ上り(歩いて利用)	○	○					
階段下り	エスカレータ下り(乗ったまま)	○	○					
	エスカレータ下り(歩いて利用)	○	○					
水平移動	動く歩道(乗ったまま)		○		○			動く歩道に乗ったままの状態、乗ってから歩いて利用する状態の2種を把握
水平移動	動く歩道(歩いて利用)		○		○			
立位(待ち)	水平移動(迂回)	○					○	信号や踏切での待ち時間を対象(立位(待ち)の等価時間も把握)
水平移動	シェルター付き歩道の水平移動		○		○			

b) 情報提供の有無に係る評価値

交通結節点における乗り換え行動時に必要となる「情報」については、①誘導サイン、②・③運行に関する情報（接近情報・遅延情報の2種）、④所要時間や乗り換え案内に関する情報、⑤車両案内（優先座席位置、ノンステップバスか否か等）のケースを想定し、情報が無い場合に発生する心理的負担という視点からの聞き取り調査を行った。

なお、①誘導サイン、④所要時間・乗り換え案内に関する情報については、通勤時の利用者には必要のない項目であることから、取得対象からは除くこととした。また、⑤車両案内については、優先座席、ノンステップバス等の案内であり、主として高齢者に対するサービスとなることから、

対象とする属性を高齢者に限定した。

表-4.1.13 情報の有無による負担感調査実施駅

時間評価値を取得する情報	情報がない場合に対象となる心理的負担時間	対象駅	属性			
			出勤目的	高齢者自由目的	非高齢者自由目的	非高齢者業務目的
①誘導サイン	誰かに聞くまでに考える時間	小倉駅		○	○	○
		京橋駅		○	○	○
②運行に関する情報(接近情報)	情報を得るために案内板等を見に行く時間(距離)	上大岡駅	○	○	○	○
		西中島南方駅	○	○	○	○
③運行に関する情報(遅延情報等)	情報を得るために案内板等を見に行く時間(距離)	金山総合駅	○	○	○	○
		川西能勢口駅	○	○	○	○
④所要時間・乗り換え案内	誰かに聞くまでに考える時間	小倉駅		○	○	○
		川西能勢口駅		○	○	○
⑤車両案内(優先座席位置、ノンステップバス等の情報)	誰かに聞くまでに考える時間	小倉駅		○		
		川西能勢口駅		○		

c) 駅前広場内施設の利用形態の別に関わる評価値

駅前広場内施設の利用形態の別に伴う負担感に関する時間評価値の取得については、①タクシー・バス乗り場の上屋の有無、②P&R・C&R施設状況(立体駐輪場利用の負担等)、③K&R施設状況(駅広内に乗用車乗降場が設けられる際の改札からの離れ距離)の3項目を想定し、○を付した属性を対象に聞き取り調査を行った。

なお、駐輪場において高齢者の利用率が極めて低いことから、②のC&R施設に関する高齢者自由目的については取得対象から除くこととした。

表-4.1.14 施設形態の違いによる負担感調査実施駅

負担感把握内容	把握する心理的負担時間(距離)	対象駅	属性			
			出勤目的	高齢者自由目的	非高齢者自由目的	非高齢者業務目的
①タクシー・バス乗り場の上屋有無	・雨宿り出来る空間への移動距離(時間)	小倉駅	○	○	○	○
②駐車場、駐輪場施設の状況	・利用時に許容できる施設と改札の離れ距離	川西池田駅	○	▲(P&R施設のみ)	○	○
③送迎用自動車乗降場(K&Rスペース)の有無	・利用時に許容できる施設と改札との距離	川西池田駅	○	○	○	○

d) 歩行者錯綜空間の通過に関わる評価値

結節点内の歩行者が錯綜している空間における心理的な負担感に関しては、錯綜形態として進行方向交差型と進行方向対面型で時間評価値を取得した。時間評価値は、被験者が錯綜空間を通過する際に感じるロス時間について聞き取り調査により設定した。同時にビデオ撮影によりその被験者の実際のロス時間を計測し、単位長さあたりの心理的負担を算出することで、心理的負担時間として捉えた。

表-4.1.15 錯綜区間の通過による負担感調査実施駅

負担感把握内容	把握する内容	対象駅	属性			
			出勤目的	高齢者自由目的	非高齢者自由目的	非高齢者業務目的
錯綜状況負担感	・ロスしていると感ずる時間	京橋駅	○	○	○	○
		金山総合駅	○	○	○	○

iii) 調査箇所別のサンプル数

各移動手段、施設形態別等での取得サンプル数を表-4.1.16、表-4.1.17に示した。

表-4.1.16 実態調査において取得したサンプル数(移動携帯)

基準となる行動要素	等価時間係数を取得する行動要素	取得対象駅	属性等				合計
			通勤目的	高齢者自由目的	非高齢者自由目的	非高齢者業務目的	
水平移動	階段上り	小倉駅 京橋駅	58	154	177	53	442
水平移動	階段下り	小倉駅 京橋駅	56	54	60	55	225
立位	座位	上大岡駅 南方駅	206	166	157	164	693
階段上り	エスカレーター上り(乗ったまま)	金山総合駅 上大岡駅	159	138	122	141	560
階段上り	エスカレーター上り(歩いて利用)	金山総合駅 上大岡駅	359	346	335	330	1,370
階段下り	エスカレーター下り(乗ったまま)	金山総合駅 上大岡駅	131	108	100	110	449
階段下り	エスカレーター下り(歩いて利用)	金山総合駅 上大岡駅	321	324	304	305	1,254
水平移動	動く歩道(歩いて利用)	小倉駅 川西能勢口駅	85	304	77	166	632
水平移動	動く歩道(歩いて利用)	小倉駅 川西能勢口駅	307	300	322	300	1,229
立位(待ち)	水平移動(迂回)	金山総合駅 上大岡駅	102	200	50	197	549
水平移動	シェルターつき歩道の水平移動	小倉駅 川西能勢口駅	170	167	170	163	670
			1,954	2,261	1,874	1,984	8,073

表-4.1.17 実態調査において取得したサンプル数（損失時間等）

	取得対象駅	属性等				合計		
		通勤目的	高齢者自由目的	非高齢者自由目的	非高齢者業務目的			
情報の有無	移動に関する情報	小倉駅 京橋駅	-	277	272	276	825	
	運行に関する情報	接近情報取得のための損失時間(移動距離)	上大岡駅 南方駅	293	291	291	289	1,164
		遅延情報取得のための損失時間(移動距離)	金山総合駅 川西能勢口駅	284	271	284	275	1,114
	利用に関する情報	所要時間・乗り継ぎ案内取得時の損失時間	小倉、近江八幡、川西能勢口	-	229	237	155	621
		優先座席位置案内取得時の損失時間	小倉、近江八幡、川西能勢口	-	104	-	-	104
		ノンステップ車両等案内取得時の損失時間	小倉、近江八幡、川西能勢口	-	92	-	-	92
施設利用形態	上屋がない待ち空間の心理的負担	小倉駅 近江八幡駅	81	154	162	79	476	
	P&R駐車場等の立体利用に関わる心理的負担	川西能勢口駅	91	79	79	77	326	
	C&R駐車場等の立体利用に関わる心理的負担	川西能勢口駅	107	0	82	110	299	
	K&Rスペースが不足することによる心理的負担	川西能勢口駅	86	78	78	77	319	
錯綜区間	進行方向垂直型の錯綜空間通過に伴う心理的負担	京橋駅	175	101	102	101	479	
	進行方向対面型の錯綜空間通過に伴う心理的負担	金山総合駅	168	170	169	158	665	
			1,285	1,846	1,756	1,597	6,484	

(2) 等価時間係数等の設定

1) 個々の移動形態に対する等価時間係数

属性別・移動形態別の水平移動を基準とした際の等価時間係数は、表-4.1.18のとおりである。

表-4.1.18 属性別・移動形態別等価時間係数

移動形態	利用者属性			
	通勤目的	非高齢者業務目的	非高齢者自由目的	高齢者自由目的
水平移動	1.00	1.00	1.00	1.00
階段上り	1.59	1.32	1.78	1.60
階段下り	1.46	1.41	1.19	1.15
待ち(立位)	0.76	0.72	0.74	0.74
待ち(座位)	0.49	0.45	0.43	0.46
エスカレータ上り(乗ったまま)	1.08	0.98	1.25	1.03
エスカレータ上り(歩いて利用)	1.73	1.29	1.92	1.38
エスカレータ下り(乗ったまま)	0.89	0.87	0.80	0.58
エスカレータ下り(歩いて利用)	1.30	1.28	1.07	0.83
動く歩道(乗ったまま)	0.46	0.47	0.47	0.47
動く歩道(歩いて利用)	1.28	1.38	1.32	1.24

2) 情報提供の有無に関わる心理的負担時間

属性別の情報提供の有無に係る心理的負担時間は、表-4.1.19のとおりである。

表-4.1.19 属性別での情報提供の有無による心理的負担時間

	利用者属性	利用者属性			
		通勤目的	非高齢者業務目的	非高齢者自由目的	高齢者自由目的
乗り換え経路情報に関する項目	乗り換え経路情報がないことによる損失時間		17.1 秒	26.4 秒	9.4 秒
運行車両の接近・遅延等の情報に関する項目	接近情報がないことによる損失時間	25.6 秒	24.9 秒	26.4 秒	26.6 秒
	遅延情報がないことによる損失時間	33.9 秒	36.3 秒	38.6 秒	35.6 秒
定常時の運行所要時間や優先座席位置案内等の情報に関する項目	所要時間情報がないことによる損失時間		17.9 秒	20.5 秒	14.7 秒
	優先座席位置案内がないことによる損失時間				8.8 秒
	ノンステップ車両等案内がないことによる損失時間				7.8 秒

※移動に関する情報については、出勤目的にとって日常的な移動に係る情報のため、当該情報の有無による心理的負担しないものとしている。

※利用に関する情報のうち、優先座席位置、ノンステップ車両等の案内については、移動制約者を対象とした情報内容となるため、当該情報の有無に伴う心理的負担時間計測対象としては、高齢者自由目的のみとしている。

3) 施設形態の別に伴う評価値

属性別の利用施設形態の別による心理的負担時間は、表-4.1.20のとおりである。

表-4.1.20 属性別での施設形態の別に伴う心理的負担時間

	利用者属性			
	通勤目的	非高齢者業務目的	非高齢者自由目的	高齢者自由目的
上屋が無い待ち空間の心理的負担時間	7.4 秒	8.5 秒	15.1 秒	12.4 秒
立体駐車場の階上部利用による心理的負担時間	33.8 秒	26.7 秒	31.0 秒	25.0 秒
立体駐車場の階上部利用による心理的負担時間	14.2 秒	16.8 秒	15.6 秒	
送迎用自動車乗降場がないことによる心理的負担時間	39.2 秒	40.8 秒	41.3 秒	39.3 秒

4) 歩行者錯綜空間における評価値

本研究で検討した錯綜形態別の心理的負担の捉え方については、評価対象となる経路のうち、歩行者錯綜が見られる空間を対象に、歩行者密度を計測した。さらに歩行者錯綜の状況別（進行方向交差型、進行方向対面型）に下式を用いて心理的負担時間の算定を行うこととした。

$$(\text{対象錯綜区間の心理的負担時間}) = l \times L \quad (\text{式-4.1.4})$$

ここで、 l ：錯綜区間を移動する際に被験者が感じた単位mあたりの心理的負担（秒/m）
 L ：評価対象となる歩行者錯綜空間距離(m)

表-4.1.21 各錯綜形態の利用者属性別の心理的負担値 l (秒/m)

	進行方向垂直型	進行方向対面型
出勤目的		
非高齢者自由目的	0.4	0.6
非高齢者業務目的		
高齢者自由目的	0.8	1.0

なお、歩行者錯綜に関わる心理的負担を捉える目安としては、本研究で把握した歩行者錯綜空間を通過する際の満足度（進行方向交差型・対面型）と歩行者密度の関係から考えると、図-4.1.11、図-4.1.12に示すとおり0.6人/m²程度以上を目安とすることが考えられる。（0.6人/m²を越えると錯綜空間通過者のうち快適・不快に感じないとする人は約5割程度に減少）

なお、高齢者については、密度に関わりなく動線の錯綜に対して心理的負担が大きい傾向にあり、高齢者の多い交通結節点においては動線錯綜があれば評価対象とすることが望ましい。

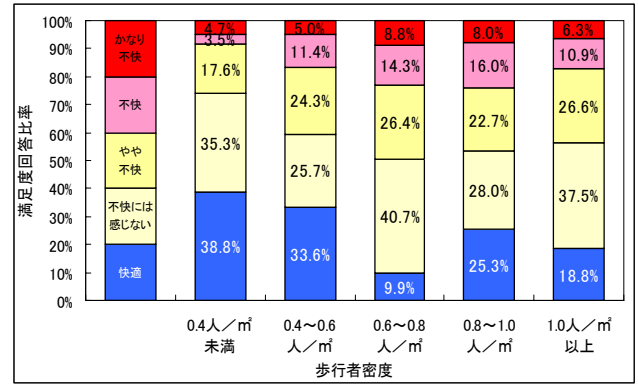


図-4.1.11 空間満足度と歩行者密度の関係(交差型)

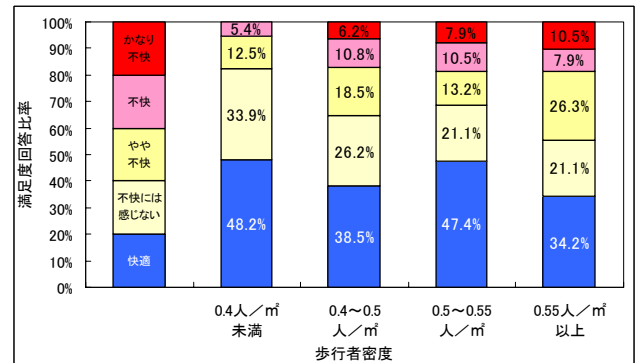


図-4.1.12 空間満足度と歩行者密度の関係(対面型)

4.1.3.4 評価事例

(1) 評価対象駅の概要

以上のとおり検討した一般化時間を用いて、浜松町駅と高松駅の整備事例について、評価を行った。それぞれの結節点の状況については、図-4.1.13、図-4.1.14に示すとおりである。

浜松町駅の概要											
結節点の状況											
<p>浜松町駅は、東京都港区に位置しており、JRと東京モノレールの乗り換え駅となっている。東京モノレールは羽田空港と結んでいるため、飛行機を利用する人にとっては、重要な乗り換え拠点として機能している。近年、JRと東京モノレールの乗り換え環境が改善され、利用しやすい結節点となった。</p>											
結節点の施設内容											
<ul style="list-style-type: none"> ・JRはホームからコンコース（改札）を結ぶエレベータが設置されている。 ・JR改札からモノレール改札へは平面移動で乗り換え可能 ・モノレールはホームと改札をエスカレータで結ぶ ・その他、モノレール改札付近には、飛行機に関する情報板、チケット販売所が設けられている。 											
利用者数と利用特性											
<p>【利用者数】 1日当たりの乗降客数：47.7万人（平成9年度）</p> <p>【利用特性】 浜松町駅は、羽田空港を結ぶモノレールとJRが接続するため、飛行機利用者の乗り換えが多い。また、モノレール沿線に企業や流通団地等があり、通勤者等の乗り換え利用も多い。右図は、定期券利用者の浜松町駅での乗り換え状況を示しているが、JRとモノレールの乗り換え利用は全体の1/4を占めている。なお、当駅周辺には大企業が多く分布しているため、当駅を乗降駅とする人も多い（JR利用者の当駅乗降利用が約65%を占めている）。</p>											
	<p>■ 浜松町駅の乗換状況（定期利用者のみ）</p> <table border="1"> <caption>浜松町駅の乗換状況（定期利用者のみ）</caption> <thead> <tr> <th>乗換先</th> <th>割合</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>JR乗降</td> <td>64.5%</td> </tr> <tr> <td>JR-モノレール</td> <td>25.4%</td> </tr> <tr> <td>モノレール乗降</td> <td>0.8%</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>9.3%</td> </tr> </tbody> </table> <p>資料）H7大都市交通センサス</p>	乗換先	割合	JR乗降	64.5%	JR-モノレール	25.4%	モノレール乗降	0.8%	その他	9.3%
乗換先	割合										
JR乗降	64.5%										
JR-モノレール	25.4%										
モノレール乗降	0.8%										
その他	9.3%										

図-4.1.13 浜松町駅の概要

高松駅の概要															
結節点の状況															
<p>JR高松駅は、香川県の県庁所在都市である高松市に位置する。高松市の玄関口であるとともに、四国の玄関口としての役割も持つ。松山・高知・徳島方面への列車の他、瀬戸内海を挟んで隣接する岡山への列車の発着もあり、岡山方面からの通勤利用も多い。</p>															
結節点の施設内容															
<ul style="list-style-type: none"> ・自転車地下駐輪場（出入口4箇所） ・タクシー乗り場 ・バスターミナル（高速バス、路線バス共通） ・乗用車乗降場（短時間駐車可能なスペースも有り） ・地下駐車場 ※その他、交番、モニュメント、待合スペース等が駅前広場内に配置されている。 															
利用者数と利用特性															
<p>【利用者数】 日当たり乗降客数：2.7万人（平成13年度）</p> <p>【利用特性】 高松駅は背後に国の出先機関等の官公庁、民間企業の支店等が多く立ち並び、通勤で利用する人が多い。また、周辺には住居も多いため、高松駅から他のJR駅へ向かう会社員、学生も多く見られる。端末交通としては、徒歩が6割を占めるが、駅から勤務地等への端末交通として自転車利用が多く見られ、駅前広場内に設けられている施設の中では、駐輪場の利用率が最も高い。</p>															
	<p>■ 高松駅の端末交通手段の状況</p> <table border="1"> <caption>高松駅の端末交通手段の状況</caption> <thead> <tr> <th>交通手段</th> <th>割合</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>徒歩</td> <td>60.1%</td> </tr> <tr> <td>自転車・バイク</td> <td>21.0%</td> </tr> <tr> <td>乗用車</td> <td>3.6%</td> </tr> <tr> <td>タクシー</td> <td>5.6%</td> </tr> <tr> <td>バス</td> <td>1.0%</td> </tr> <tr> <td>零電</td> <td>8.8%</td> </tr> </tbody> </table> <p>資料）高松都市圏新都市OD調査</p>	交通手段	割合	徒歩	60.1%	自転車・バイク	21.0%	乗用車	3.6%	タクシー	5.6%	バス	1.0%	零電	8.8%
交通手段	割合														
徒歩	60.1%														
自転車・バイク	21.0%														
乗用車	3.6%														
タクシー	5.6%														
バス	1.0%														
零電	8.8%														

図-4.1.14 高松駅の概要

(2) 一般化時間の取得

浜松町駅と高松駅における乗り換えによる一般化時間は、図-4.1.15、図-4.1.16に示すとおりである。

1) 浜松町駅における一般化時間の取得例

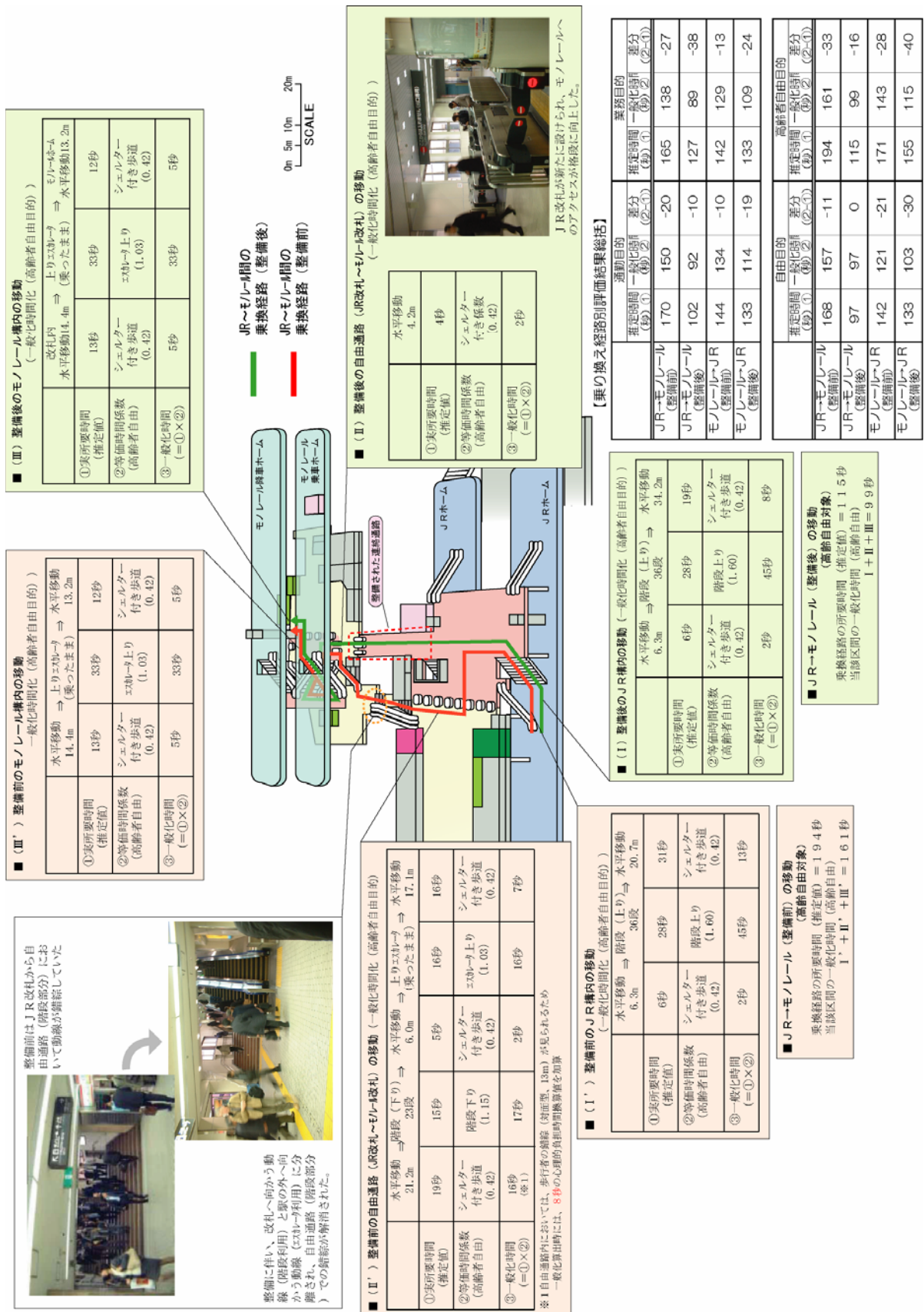


図-4.1.15 浜松町駅における一般化時間取得例

(3) 一般化時間による評価

1) 浜松町駅の整備前後比較による整備効果把握

浜松町駅におけるJR→モノレール、モノレール→JRへの乗り換え経路を対象に、整備前後における一般化時間の変化を捉え、浜松町駅での乗り換えに伴い発生していた損失額を算定し、効果を定量的に把握する。

i) 浜松駅の乗換経路における整備前後の評価値比較

浜松町駅における主な乗り換え経路であるJR→モノレール、モノレール→JR間の整備前後での評価値を比較すると、表-4.1.22よりいずれの経路とも一般化時間は整備前よりも小さくなっており、乗り換え環境の改善効果が現れていることがわかった。

また、一般化時間の低減量としては、全般的にJR→モノレール間の方が大きい結果となった。これは、整備された連絡通路がJR改札からモノレール改札への乗り継ぎのみ利用可能であるため、移動時間短縮効果が大きく影響しているものと思われる。

表-4.1.22 浜松町駅におけるJR・モノレール間乗り換えに関する一般化時間算出結果

	通勤目的			業務目的		
	推定時間 (秒) ①	一般化時間 (秒) ②	差分 (②-①)	推定時間 (秒) ①	一般化時間 (秒) ②	差分 (②-①)
JR→モノレール (整備前)	170	150	-20	165	138	-27
JR→モノレール (整備後)	102	92	-10	127	89	-38
モノレール→JR (整備前)	144	134	-10	142	129	-13
モノレール→JR (整備後)	133	114	-19	133	109	-24

	自由目的			高齢者自由目的		
	推定時間 (秒) ①	一般化時間 (秒) ②	差分 (②-①)	推定時間 (秒) ①	一般化時間 (秒) ②	差分 (②-①)
JR→モノレール (整備前)	168	157	-11	194	161	-33
JR→モノレール (整備後)	97	97	0	115	99	-16
モノレール→JR (整備前)	142	121	-21	171	143	-28
モノレール→JR (整備後)	133	103	-30	155	115	-40

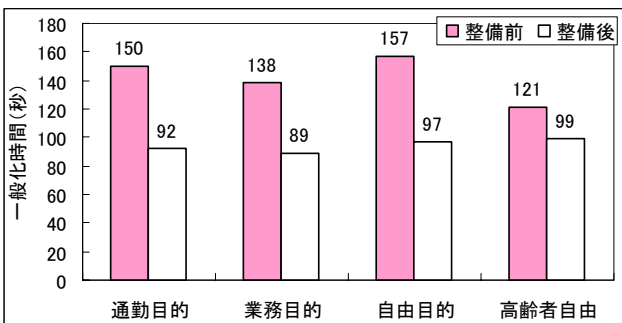


図4.1.17 整備前後における一般化時間の比較 (JR→モノレール)

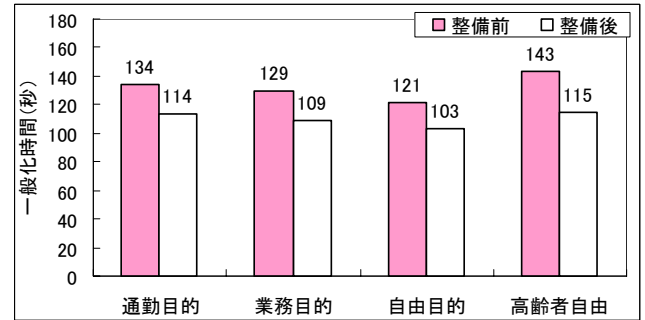


図4.1.18 整備前後における一般化時間の比較 (モノレール→JR)

ii) 浜松町駅整備前に発生していた乗り換えに伴う損失額

浜松町駅における通勤定期利用者の乗り換え利用者数をもとに、乗り換え行動により発生している整備前後の経費 (時間価値による) を一般化時間から算出し、整備効果量を示した。

なお、浜松町駅における通勤目的 (定期利用者) の乗り換え利用者の状況は表-4.1.23のとおりであり、対象となるJR→モノレール間の利用者は28,425人/日・往復 (14,213人/日・片道) となっている。

表-4.1.23 浜松町駅での乗換状況 (定期利用者)

	モノレール	都営線	乗降
JR	28,425	0	72,206
モノレール	—	1,440	880
都営線	—	—	8,982

【損失額算出式】

$$\text{乗換損失額} = (N \times T_{\text{整備前}} \times \alpha) - (N \times T_{\text{整備後}} \times \alpha)$$

N: 乗り換え経路別・属性別の利用者数 (人/日)

・本事例では、大都市交通センサスデータから浜松町駅の乗り換え利用者 (定期券利用) を設定

T: 一般化時間 (秒/人)

α: 時間価値原単位 (円/秒)

・0.81円/秒・人 (48円/分・人)

・時間価値原単位については費用便益分析マニュアル⁸⁾による乗用車の時間評価値 (62.86円/台・分)、H11道路交通センサスにおける乗用車の平均乗車人数 (1.3人) より設定

浜松町駅における通勤目的を対象とした乗り換え行動により発生する経費は、整備前後で表-4.1.24および図-4.1.19のとおりであり、これらの差分が未

整備時に発生していた損失額となる。その結果、JR→モノレール間の乗り換えにおいては、整備された現在から見ると、通勤利用者に対し1日当たり70万円多く、損失額が発生していたことになり、今回の整備により大幅な損失額の改善が図られたといえる。

表-4.1.24 整備前後の乗換経費の状況（通勤目的）

		利用者数 (人) ①	一般化時間 (秒/人) ②	時間化値 (円/秒) ③	乗換経費 (円/日)
JR→モノレール	整備前	14,213	150	0.81	1,726,880
	整備後		92		1,059,153
モノレール→JR	整備前	14,213	134	0.81	1,542,679
	整備後		114		1,312,428

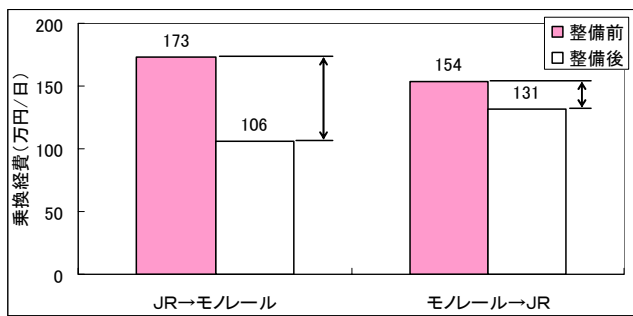


図-4.1.19 結節点整備に伴う乗換損失額の状況(通勤目的)

2) 高松駅における整備前後の乗り換え環境比較

高松駅における各乗り換え経路を対し、整備前後の一般化時間の変化を把握した。

図-4.1.20は高松駅でのバス、タクシー、自転車、乗用車への乗り換えによる各々の一般化時間を4つの属性で平均した値を整備前後で比較したものである。バスについては乗り換え環境の変化は見られなかったが、端末交通手段として利用者の多い自転車の乗り換えにおける一般化時間が大きく緩和されている。また、乗用車乗降場については、整備前にはK&Rスペースがなかったが、整備後には設けられたため、評価値は大幅に改善された。

一方、タクシー乗降場については、整備前には改札に最も近い位置であり、かつ動線上に上屋もあったため、整備後の方が一般化時間が大きくなった。しかし、駅前広場施設全体を視野に入れた場合、整備前はタクシーの乗り換え利便性が高く、偏っていた施設配置が、どの交通手段ともバランスよく公平に配置された計画であると評価できる。

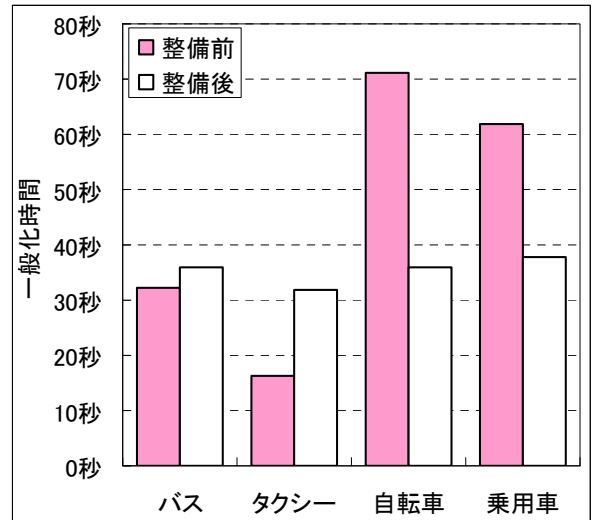


図-4.1.20 整備前後の各乗り換え経路の一般化時間

表-4.1.25 整備前後の各乗り換え経路の一般化時間と所要時間

	所要時間(秒)		一般化時間(秒)	
	整備前	整備後	整備前	整備後
改札→バス	57	89	32	36
改札→タクシー	41	80	16	32
改札→自転車	91	51	71	36
改札→乗用車	54	65	62	38

4.1.4 まとめ

4.1.4.1 研究成果のまとめ

交通結節点の乗換利便性を定量的に評価できる手法を構築することを目的として研究を進めた。その結果、以下のとおり知見を得た。

- ①肉体的負担感だけでなく、心理的負担を加味した一般化時間を評価手法として検討した。
- ②等価時間係数、損失時間や心理的負担時間は実態調査を基に設定した。
- ③結節点整備事例として浜松町駅、高松町駅を取り上げ、一般化時間により整備効果の評価を行い、評価手法としての活用例を示すことができた。

4.1.4.2 研究成果の活用

一般化時間による評価手法は、「交通結節点の乗り換え利便性評価マニュアル」として取りまとめ、公表・配布を行った。高知県やJR川越駅・川越市駅間の都市型索道の導入検討において活用された。今後もHP掲載や広報活動を通じて活用促進を図る取り組みを行う予定である。

4.1.4.3 今後の課題

本研究においては、交通結節点が担う機能のうち、乗り換え機能に着目し、評価手法を構築したが、前述のとおり他の交通結節点の機能として拠点形成機能とランドマーク機能がある。実際に交通結節点整備を行う上では、乗り換え機能のみを評価するのではなく、他の機能も考慮して計画すべきである。

本研究で提案した一般化時間による評価手法をマニュアルとしてまとめた。これを実用しやすいものとするためにも、拠点形成機能やランドマーク機能についても評価できる手法を検討し、本研究のマニュアルと併せ、交通結節点の整備計画を立てる上で参考となる指針を作成することが課題である。

参考文献

- 1) 建設省都市局都市交通調査室監修，日本交通計画協会編：駅前広場計画指針，1998年，技法堂出版
- 2) 建設省都市局：平成11年度 都市内道路評価手法検討調査，平成12年3月
- 3) 松橋貞雄：交通結節点のあり方に関する研究，日本鉄道施設協会誌Vol.34 No.3 pp.219-221，1996.3
- 4) 佐藤寛之，青山吉隆，中川大ら：都市公共交通ターミナルにおける乗換抵抗の要因分析と低減効果による便益計測に関する研究，土木計画学研究・論文集Vol.19 No.4，pp.803-812，2002.10.
- 5) 飯田克弘，新田保次，森康男，照井一史：鉄道駅における乗換行動の負担度とアクセシビリティに関する研究，土木計画学研究・講演集NO19(2)，pp705~708，1996.11.
- 6) 加藤浩徳，芝海潤，林淳，石田東生：都市鉄道における乗継利便性向上施策の評価手法に関する研究，運輸政策研究Vol.3 No.2，pp.9-20，2000.Summer
- 7) 高柳英明，佐野友紀，渡辺仁史：A202 歩行者領域モデルを用いた群集流動効率の可視化，可視化情報全国講演会(札幌2000)論文集Vol.20，Suppl. No.2，pp.57-60，2000.
- 8) 国土交通省道路局、都市・地域整備局：費用便益分析マニュアル、H15.8

4.2 マルチモーダル交通体系の施策効果の評価に関する検討

4.2.1 はじめに

近年は行政機関が行う施策・事業に対して行政評価が求められており、多様なマルチモーダル施策について、代替案も含めて評価するためのツールが必要となってきた。

また、単に交通需要への対応や道路交通混雑の緩和というような交通処理の面からの評価だけではなく、環境、防災、生活利便性、地域活性化などの観点から施策を評価することが求められている。このような中、EUを中心に交通政策を国際比較し、ベストプラクティスの抽出や改善点を診断するための調査研究などが進んでおり、わが国においても知見やノウハウの蓄積が求められている。

そこで本研究では、地方自治体等がマルチモーダル施策の検討を行う際に、検討の手順を組み立てるための参考資料として活用できるマニュアル作成を目的とした。

なお、本研究は、主に人流（旅客輸送）を対象とすることとした。さらに、航空機と新幹線とのサービス競争が行われ、民間企業の競争という市場メカニズムにおいて交通サービス改善が行われている遠距離旅客交通ではなく、自動車交通（自家用自動車）の集中による道路交通混雑による経済損失や環境問題を生じさせている都市内旅客交通に焦点を当てることとする。また、都市内の交通混雑緩和、大気汚染などの生活環境改善、CO₂などの地球温暖化問題などへの交通政策の対応という世界的な潮流を踏まえ、自家用自動車の利用の拡大を抑制しつつ、公共交通機関の利用の促進を図る方向で地方自治体が検討すべきマルチモーダル施策、すなわち、公共交通機関を核としたマルチモーダル施策に関する施策評価の手法の体系化の検討を行うこととする。

また、成果については、都市内の旅客交通を対象としてマルチモーダル施策の企画立案を実際に行う地方自治体の交通及び都市計画担当部局を対象として、研修や講習会で利用できるマニュアルや講習会テキストの形式でとりまとめすることを目指すこととした。

4.2.2 研究内容

4.2.2.1 研究に当たっての課題・目標

都市内旅客交通のマルチモーダル施策を評価する手法を構築ないしは体系化するためには、次のように、いくつかの課題が考えられる。

- (1) 鉄道・LRT・バスなど公共交通機関、自動車、さらに公共交通機関の端末としての自転車や徒歩に関する、全体としての人の動きを把握し、将来需要を予測して、適切なマルチモーダル施策を計画するためには、ベースとして、これらの人の動きの現状を把握した上で、交通機関分担率を考慮した4段階推計モデルにより、施策効果を把握することが必要である。しかしながら、人に関するマルチモーダルな交通行動の現状把握を行えるパーソントリップ調査は、人口30万人規模の中核市などを母都市とする都市圏よりも大規模な都市圏においてしか行われておらず、その他の地域における既存のデータを使った簡易な予測手法の開発や、人口規模が小さな都市圏にも適用可能な予測・評価事例の収集整理が必要である。
- (2) 地球環境問題の顕在化に代表されるように、単に交通需要への対応や道路交通混雑の緩和というような交通の面からの評価だけではなく、環境、防災、生活利便性、地域活性化など幅広い観点から施策を評価する必要があるほか、都道府県においては、行政部局横断的に行政評価手法を導入し、交通以外の側面からの施策評価が求められるようになってきており、本研究の実施に当たっては、交通や都市・地域計画部局以外の部局から求められる多様な行政評価に対応する必要がある。
- (3) 地方自治体の職員は必ずしも交通分野の専門家ではないことから、地域の交通課題→対策としての代替案の立案→将来予測及び施策効果の計算→評価指標による代替案の評価→代替案の選択及び行政組織としての意思決定という、大きなプロセスについてわかりやすく提示する必要がある。その上で、地域の実情

に応じた入力データの収集や予測・評価手法や評価指標の選択が行えるよう、多様な選択肢を提示する必要がある。さらに、先進的な検討事例の紹介を充実することにより、使いやすいマニュアル・講習会テキストを作成する必要がある。

以上のような課題を踏まえ、次のように研究計画を組み立てた。

4.2.2.2 研究項目及び研究方法

研究項目は次の通り。なお、研究のフローを図4.2.1に掲げる。

(1) 簡易な予測・評価手法の検討

中小規模の都市圏においては、道路交通が卓越している。そのような地域における交通施設の整備に伴う整備効果を簡易に把握する手法について検討した。

地方整備局の協力を得て、近年供用されたバイパス・環状道路の整備後の効果（交通量の変化など）のデータを収集し、交通施設整備による各種の評価指標の変化を予測する簡易な推計手法について検討し、計算精度を確認すると

もに、交通機関分担率を推計するモデルを組み込んで、例えば、バス交通施策の適用などマルチモーダル施策の分析・評価に活用できるかどうか検討した。

(2) 都市内旅客交通に関するマルチモーダル施策の計画・事業の評価指標の収集・整理

都市交通施策に関する評価指標について、交通に係る長期計画等実際に使われている指標を収集・整理するとともに、福祉・観光・商業振興など他の行政目的のために設定されている指標を都道府県のベンチマーク指標、政策評価指標などから収集・整理し、両者を合わせて体系化を行うことで、マルチモーダル施策を評価する指標の充実に寄与するための評価指標の検討を行った。

大きく、「交通」、「環境」、「防災」、「生活」、「産業・地域振興」、「その他」の6テーマを設定し、さらに11分類に細分化した上で、23の施策を評価するための評価指標について提案した。

中間評価の指摘事項を踏まえ、「環境」や「エ

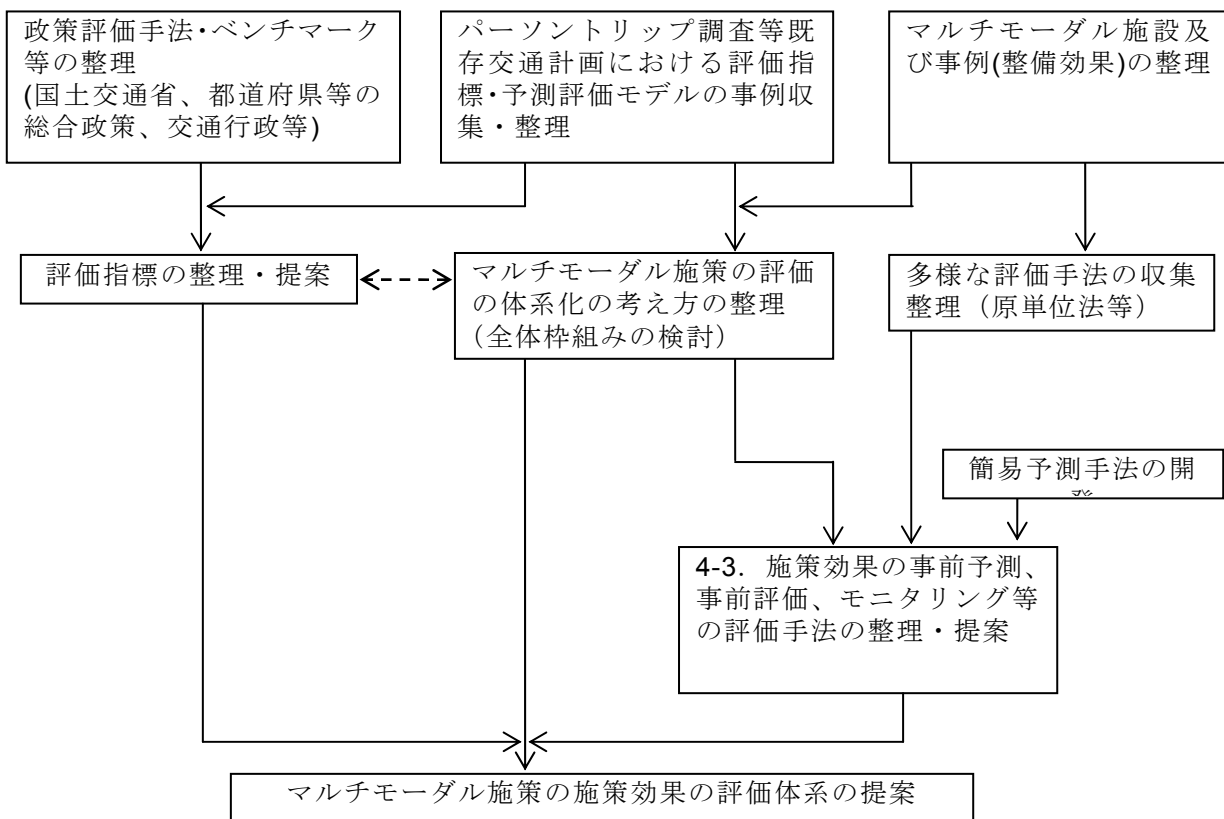


図-4.2.1 マルチモーダル交通体系の施策効果の評価に関する検討研究フロー

ネルギー」に関する指標も取り込んでいる。

(3) 都市内旅客交通に関するマルチモーダル施策の計画及び評価事例の収集・整理

様々な規模の都市圏における多様な計画課題に応じたマルチモーダル施策を検討する手法を検討するため、既に人の交通行動について、マルチモーダルな視点で実態を把握しているパーソントリップ調査結果の実績があつて、かつ、通常行われる都市交通マスタープランの策定以外に、実態データを十分に活用している施策検討事例を収集し、施策検討フローや評価指標等について整理することにより、施策評価手法の分類の枠組みについてとりまとめた。

国総研都市研究部のコア業務として収集・蓄積している地方自治体のパーソントリップ調査結果報告書から評価事例（施策、評価指標、評価手法）を収集・整理したほか、パーソントリップ調査データの利用状況について、本省が実施したアンケート結果を活用し、マルチモーダル施策に関して、パーソントリップ調査データを有効に活用している以下の13事例について、関連資料を収集し、詳細な整理・分析を行った。

【詳細分析を行った事例】

- ・ 青森市：バス活性化プラン
 - ・ 柏市：バス交通体系検討調査
 - ・ 北九州市：都市計画道路網再編素案策
 - ・ 岡山県：路面電車の延伸検討
 - ・ 札幌市：札幌駅前通地下歩行空間策定検討
 - ・ 高岡市：高岡駅周辺整備計画策定
 - ・ 長崎市：斜面市街地でのコミュニティバス・ゾーンバス
 - ・ 仙台市：都市計画道路の見直し
 - ・ 岡山県：まちづくり交通計画
 - ・ 磐田市：磐田駅南口駅前広場
 - ・ 江別市：交通結節施設（交通広場・駐車・駐輪施設）等検討
 - ・ 京都市：駐輪場整備の検討
 - ・ 高知市：高知市都市計画マスタープラン
- ### (4) 都市内旅客交通に関するマルチモーダル施策効果の評価体系化の検討

(1)～(3)の検討において収集・整理した各種交通計画・交通施設整備事業に関する、計画や事業概要、評価指標、予測指標、事前・事後評価データ、

その他の定量的データを活用し、LRT整備、交通結節点整備、パークアンドライド等の各種マルチモーダル施策や事業について、施策効果等の観点から分類を行い、その上で各種施策効果に関し、評価指標、将来予測手法等について整理し、マルチモーダル施策効果の評価手法の体系化の検討を行った。

具体的には、次の通り研究を進めた。

1) マルチモーダル施策の分類及び整理

各種マルチモーダル施策や事業について、対象地区の規模、対象とする交通手段、想定する利用者数・参加者数、施策の波及効果等の観点から分類整理を行う。この際、都市圏を対象とする、人の移動（旅客交通）に関するマルチモーダル施策が網羅的に整理されるよう留意した。

2) 予測手法・評価手法等の整理および体系化ととりまとめ

(1)～(3)の検討において収集・整理した交通計画・事業に関する評価指標及び行政評価に関する評価指標と、将来予測手法として収集した15種類の手法を対象として、(1)の検討結果の分類整理の形式に合わせ当てはめ、

- ・ 対象とする施策の内容
- ・ 計算手法の概要
- ・ 計算フロー
- ・ 入力データ・評価指標
- ・ 評価事例

という観点、すなわち地方自治体職員が行う業務のフロー（地域の交通課題→対策としての代替案の立案→将来予測及び施策効果の計算→評価指標による代替案の評価→代替案の選択及び行政組織としての意思決定）の流れに従って、適切な評価指標及び予測・評価手法が選択できるよう体系化を検討した後、マニュアル形式にとりまとめた。

4.2.3 研究成果

4.2.3.1 簡易な予測・評価手法の検討

道路整備後の交通量データ（推計値又は事業実施後の実測値）から、事業の有・無による総走行台キロや環境指標等の変化を算定する簡易推計手法を開発し、環状道路やバイパスの実査データに基づいて、精度を検証した。さらに、自動車交通

量入力データに交通機関分担モデルを組み合わせたことの適用性について確認し、マルチモーダル施策についての評価に応用しうることについて確認した。

4.2.3.2 都市内旅客交通に関するマルチモーダル施策の計画・事業の評価指標の収集・整理

6テーマ11分類について、23の項目(施策)を評価するための評価指標として表-4.2.1に示す指標の案を設定した。

ここで留意したのは、交通事業担当部局だけではなく、地方自治体の他部局や自治体全体の行政評価に対して、マルチモーダル施策の効果が提示できるように、設定された指標に対して、主に交通計画の「事業評価」に用いられている指標(事後評価可能な計測が容易な指標が多い。)と、主に「行政評価」に用いられている指標であって、将来計画に関する代替案比較に用いられる指標の2つに性格分けを行い、施策の効果について、それぞれの立場から参照できるように、次に掲げる視点から体系化の工夫を行うこととした。

- (1) 交通計画評価及び行政評価の両方で用いられている指標
交通計画の評価、行政評価の両面で有用な指標

である。また、この分類の指標は、交通計画サイドからみると、実測等の作業を行わなくても推計により把握することも可能な指標であり、行政評価サイドからみると、実績値を入手できることにより推計値の現況再現性を確認でき、施策の事後評価にも活用可能な指標である。

- (2) 交通計画評価指標のうち、行政評価にも用いることが可能な指標

交通計画の事業評価では設定されているが、今まではあまり行政評価には用いられてこなかった指標のうち、今後、交通施策を行政評価サイドにおいても評価する際に有用と考えられる指標であり、今後、指標の広範な利活用を図るべき指標である。交通需要予測及び評価指標算定に基づく推計値を、実測を行わなくとも交通計画の評価に提供できる指標であり、交通計画サイドにおいても充実することが求められる。

- (3) 行政評価指標のうち、交通計画評価にも用いることが可能な指標

行政評価では設定されているが、実測が困難などの理由で交通計画においてはあまり用いられてこなかった指標である。これらの指標は将来交通予測及び指標算定手法の適用により、推計が可能であり、交通計画サイドの評価指標としても活用

表-4.2.1 マルチモーダル施策の計画・事業に係る評価指標一覧

テーマ	分類	項目	提案する評価指標
1. 交通	(1)交通需要	交通需給バランス	渋滞損失時間、渋滞損失金額、混雑度、渋滞ポイントの解消緩和箇所数
		(2)交通機能	道路機能分担
	交通機関分担		代表交通手段構成比、公共交通トリップ数、利用者数
	(3)交通サービス	アクセシビリティ	所要時間、カバー圏、等時間圏域、トリップ数、等
		公共交通サービス	バス旅行速度、鉄道利便性、鉄道混雑率、自動車・鉄道利用不便者数、等
		走行性	走行時間、路線別/ゾーン別平均走行速度、等
		利便性	定時性、道路利用者満足度、路上工事時間の縮減率、等
	(4)交通施設整備	施設整備	バリアフリー化割合、除雪棚設置率
		道路整備	道路緑化割合、道路整備率
		歩道整備	歩道整備率、歩道整備延長、サイクリングロード整備率
2. 環境	(5)自然環境	大気汚染	CO2排出量、Nox排出量、燃料消費量、等
		騒音	騒音ランク別道路延長、夜間騒音要請限度達成率
3. 防災	(6)防災	ルート代替性	災害時の迂回路確保、迂回率、通行規制区間率、等
		都市構造	帰宅支障者数、広幅員道路密度、防災必要対策箇所の対策箇所数、等
4. 生活	(7)利便性	所要時間	通勤・通学時間、買い物交通所要時間
		施設利用	生活関連施設の利用可能性
	(8)安全性	交通安全	交通事故数、死傷者数、事故多発区間延長、等
		地域安全	安心すれ違い率、通過大型車数、等
	(9)医療	医療	医療施設の時間圏人口割合、救急車両到達時間圏域、等
		5. 産業・地域振興	(10)産業・地域振興
物流	時間短縮、定時制確保、25t車NWの整備延長		
広域交流	生活圏の拡大、等		
6. その他	(11)その他	その他	ボランティア数、HPアクセス数、電柱地中化延長、等

していくことが考えられる。また、行政評価の際にも、これまであまり採用されていない指標もあり、今後、行政評価指標として有効に活用されることが望まれるものである。

設定された指標を表-4.2.1に示す。

4.2.3.3 都市内旅客交通に関するマルチモーダル施策効果の評価手法の体系化の検討

(1) マルチモーダル施策の分類及び整理

収集した都市内交通に関する各種交通計画・交通施設整備施策について施策の及ぼす地域の規模やソフト施策・ハード施策の別、評価手法適用の視点から分類し、表-4.2.2を作成した。

(2) 予測手法・評価手法等の整理および体系化とりまとめ

4.2.3.1で検討した簡易な予測・評価手法、4.2.2.2(3)で収集したマルチモーダル施策の評価に活用可能なモデル、需要予測手法・評価指標算定手法について、表-4.2.2の分類や評価指標との対応を検討しつつ、整理し、とりまとめの対象とする予測・評価手法を表-4.2.3の通り、抽出・整理した。

4.2.3.1～4.2.3.3の検討の成果をとりまとめ、「マルチモーダル施策の評価手法(案)」を作成した。

マニュアル全体の構成については、参考資料の1ページ目のスライド2番に、一般的な記述事項については1ページのスライド4番以降を参照されたい。

4.2.4 まとめ

4.2.4.1 研究成果のまとめ

研究成果については、全体を「マルチモーダル施策の評価手法マニュアル(案)」の形でとりまとめた(参考資料参照)。

4.2.4.2 研究成果の活用

本研究の成果である「マルチモーダル施策の評価手法マニュアル(案)」については、都市・地域整備局都市計画課都市交通調査室監修の「総合都市交通体系調査の手引き」に反映されている。

また、毎年行われている都市交通計画関

表-4.2.2 都市交通に関するマルチモーダル施策の分類

大分類	分類及び(計画)施策例	
交通手段に着目した分類	鉄道	○鉄道・地下鉄整備(新線・延伸・新駅) ○サービス水準向上(速度・運行本数、運賃変更等) ○立体交差 ○駅の改善(バリアフリー、サイン) ○車両の改善
	バス	○バス路線整備(新設、変更、高速バス、コミュニティバス等) ○システム変更(基幹バス、ガイトウェイバス、デマンドバス等) ○サービス水準向上(速度・運行本数、運賃変更等) ○走行環境の改善(バスレーン、PTSP、交差点での優先走行等) ○バス停の改善 ○車両の改善
	新交通システム、LRT、路面電車	○新交通システム・LRT、路面電車の整備(新線、延伸) ○駅の改善 ○車両の改善
	自動車	○道路ネットワーク整備 ○信号制御 ○通信技術の活用による交通円滑化(駐車場案内、ETC等) ○既存施設の有効利用(リバーシブルレーン等)
	歩行者・自転車	○歩行者(歩道、地下道、歩行者デッキ) ○自転車(自転車道、駐輪場等)
	その他交通システム	○新しい交通システム(乗合タクシー、STサービス等)
交通結節点	○駅前広場(バース、歩道、駐輪場等)	
交通需要管理	○複数交通手段(P&R、P&BR、K&R等) ○自動車利用の工夫(相乗り、持ち帰り車の抑制等) ○自動車交通の規制・誘導(ゾーンシステム、ナンバー規制等) ○交通需要の抑制(テレコミュニケーション) ○時刻変更、平準化(時差出勤、圧縮勤務等) ○駐車政策による誘導(プリジパーキング、規制強化等)	
物流施策	国際物流	○国際物流ネットワーク(道路ネットワーク等) ○空港・港湾(アクセス道路、インランドデポ等) ○物流効率化(24時間化、EDI等)
	広域物流	○物流ネットワーク(高速、広域物流ネットワーク等) ○鉄道・舟運 ○物流拠点へのアクセス ○広域物流拠点
	都市内物流	○物流ネットワーク(都市内物流ネットワーク等) ○都市内物流拠点 ○都市内物流の効率化(共同輸配送、EDI等) ○荷捌き(荷捌き駐車場、共同荷捌き場等) ○総合(物流施設と連携した道路ネットワーク等)
総合	総合的施策	○行政主導型(交通量削減条例等) ○官民協働型(交通管理組合等) ○民間主導型(民間企業独自の適正化方策等)
	交通負荷の小さい都市づくり	○コンパクトシティ ○ニューアーバニズム ○スマートグロース
	災害	○災害時の交通対策(リダンダンシーの高い道路ネットワーク等)

表-4.2.3 マニュアルが対象とする各種予測手法

手法0	: 4段階推定法による需要予測
手法1	: 4段階推定法を基本とした鉄道等利用者の需要予測
手法2	: 駅勢圏法による鉄道利用者の需要把握
手法3	: 鉄道サービス改善に関する検討(特に高齢化に対応して)
手法4	: 4段階推定法を基本としたバス利用者の需要予測
手法5	: 利用圏によるバス利用者の需要予測
手法6	: バスサービス改善に関する検討(特に高齢化に対応して)
手法7	: バス利用の潜在需要の分析
手法8	: 鉄道駅前駐車場利用の需要予測(P&R、C&R)
手法9	: TDM施策による需要予測(P&BR、C&BR)
手法10	: 駅前広場利用者の需要予測
手法11	: 駅前広場整備事例に基づく利用者数の概略把握
手法12	: 大規模開発地区関連の需要予測
手法13	: 交通環境負荷の推計
手法14	: 災害時の交通需要の推計

係の講習会・研修において、本研究の成果は、特に、「パーソントリップ調査データの活用」に関するテキストに活用されているほか、本研究の4.2.2.2(3)において各地方自治体から収集した各種の都市交通計画課題に対応した予測・評価の手法等については、優良事例として参照されている。

4.2.4.3 今後の課題

今後は、パーソントリップ調査や交通計画策定等に新たに着手する地方自治体に対する技術指導により、成果の普及を進めて参りたい。

また、地球環境問題、財政制約、人口減少などの新たな行政課題を踏まえ、交通需要が増加する前提で構築されている予測・評価モデルについて、引き続き、将来の交通施策の検討に対して適用可

能かどうか検討が必要である。また、その際、土地利用と交通政策との連携や環境問題への対応の観点において、より幅広い観点から交通・都市政策を評価する目的で土地利用交通モデルを開発し実用的に利用している欧米などにならない、日本の実情に適合したモデルの開発を行い、地方自治体での試行及びモデルの評価などを行い、新たな時代の幅広い行政課題に対応できるよう交通施策の評価手法の拡充についても検討する必要がある。

参考文献

本研究においては、国総研に蓄積されている多数のパーソントリップ調査報告書及び4.2.2.2(3)に掲げた各地方自治体の関連資料など多数の資料を基に検討を行った。個別の掲載は省略する。

(参考)「マルチモーダル施策の評価手法(案)」の概要

マルチモーダル施策の評価手法(案)

平成18年3月
国土交通省国土技術政策総合研究所

1

本資料の構成

1. 本資料のねらい: マルチモーダル施策の評価指標に着目している理由を説明する。
2. マルチモーダル施策の分類と適用範囲: 一般にマルチモーダル施策と呼ばれるものはどのようなものなのか、そして具体的にはどのような施策があるのかを紹介する。
3. マルチモーダル施策の評価指標: 既存事例から行政評価で用いられている評価指標と交通計画で用いられている評価指標を紹介する。
4. マルチモーダル施策の予測・評価手法: 交通計画ではマルチモーダル施策の予測評価でどのような予測評価手法が行われているのかを紹介する。そして、施策ごとに考えられる評価指標と必要になる予測手法及び評価手法を提案する。
5. マルチモーダル施策の評価指標の活用方法: 予測評価結果をいつ、どのように活用すべきかを提案する。
6. マルチモーダル施策の既存評価事例集: これまでの交通計画で検討されてきたマルチモーダル施策の具体事例を紹介する。
7. 交通計画指標の行政評価への活用について: 行政評価と交通計画で相互に活用可能な評価指標を選定し、有効な活用方策を提案する。

行政評価の評価指標 ↔ 相互活用 ↔ 交通計画の評価指標

2

1. 本資料のねらい

(1) 本資料の意義

- 人口減少を迎え、交通需要よりもサービスの向上が求められている。マルチモーダル施策への期待は大きい。
- 交通計画の評価指標は交通需要に対応したまま。一方、行政評価では時代に対応した新しい視点が採り入れられている。
- PT調査での予測評価を交通計画に使うのであれば、もはやもはや調査の存続意味が薄れてきている。

(2) 本資料の利用方法

- 「行政担当官の計画・施策立案などの指針となる情報の提供」に使っていただきたい。
- 2つの使い方を想定
 - ① マルチモーダル施策(複数施策の組合せを含む。)を検討立案
 - ② 交通に関連する視点を含めた行政評価

3

2. マルチモーダル施策の分類と適用範囲

(1) マルチモーダル施策の定義

- マルチモーダルとは、良好な交通環境を作るために、鉄道・バス・自動車・自転車・歩行者など複数の交通機関と連携した交通施策のこと
- LRT整備に合わせたP&R駐車場整備のように複数施策を組み合わせて実施される場合もある。

TDM施策		マルチモーダル施策	
発生源の変更 ・圧縮勤務 ・積載効率の向上等 経路の変更 ・ロードプライシング ・信号制御等 時刻の変更 ・時差通勤等	手段の変更 交通手段の転換を促すような交通サービスの質を高める施策(運行本数の増加、多様な料金施策等)	各交通機関を利用できるようにするための交通施設整備 (例: 鉄道路線整備、新駅設置、新交通・LRT整備等)	他の交通機関の質を高めるための交通施設整備 (例: 連続立体交差事業等)
	自動車の効率的な利用 賢いクルマの使い方を誘導させるための施策(交通情報の提供、フリンジパークینگ等)	他の交通機関ごとの連携を高めて相互の利便性を向上させるための施策 (例: 駅前広場整備等)	交通機関の利便性を向上させるための施策

4

2. マルチモーダル施策の分類と適用範囲

(2) 分類の視点

- マルチモーダル施策には様々なものがあるので、ここではマルチモーダル施策を「**施策の対象**」に整理して、その中に含まれる施策を「**施策の種類**」ごとにご紹介する。

人流/物流	交通手段	TDMに含まれる施策				施設整備	
		1利用機会	2アクセシビリティ	3料金	4他手段との連携	5施設整備	6利便性向上
人	a 鉄道	a-1	a-2	a-3	a-4	a-5	a-6
	b 新交通・LRT	b-1	b-2	b-3	b-4	b-5	b-6
	c バス	c-1	c-2	c-3	c-4	c-5	c-6
	d 自動車	d-1	d-2	d-3	d-4	d-5	d-6
	e 自転車	e-1	e-2	e-3	e-4	e-5	e-6
	f 歩行者	f-1	f-2	f-3	f-4	f-5	f-6
	g その他	g-1	g-2	g-3	g-4	g-5	g-6
物流	h	h-1	h-2	h-3	h-4	h-5	h-6

5

2. マルチモーダル施策の分類と適用範囲

(2) マルチモーダル施策の分類

a 鉄道、b 新交通・LRTの個別マルチモーダル施策

		a 鉄道	b 新交通・LRT
TDMに含まれる施策	1 利用機会	相互乗入れ	
	2 アクセシビリティ	運行パターン変更、速度向上、運行本数増加	
	3 料金	割引変更(割引、均一運賃、ゾーン運賃等) 新たな運賃体系(環境定期券、買物回数券、屋間割引、シルバーバス等)、他社との乗継ぎ割引	
	4 他手段との連携	パーク&ライド パーク&バスライド	
その他	5 施設整備	新線整備、延伸、新駅設置、連続立体	
	6 利便性向上	車両改善、バリアフリー、サインの改善	

6

2. マルチモーダル施策の分類と適用範囲

(2) マルチモーダル施策の分類

c バス、d 自動車の個別マルチモーダル施策

		c バス	d 自動車
TDMに含まれる施策	1 利用機会	バス路線の変更、見直し、循環バス、コミュニティバスなど	
	2 アクセシビリティ	基幹バス、バスレーン、PTPSなど	信号系統化、現示見直し、リバーシブルレーン、情報提供・誘導、駐車場案内システムETCなど
	3 料金	割引変更、新たな運賃体系、均一運賃、他社との乗継ぎ割引	
	4 他手段との連携	バスターミナル、駅前広場	
その他施策	5 施設整備		街路、道路整備
	6 利便性向上	バリアフリー、サイン改善、バスロケーションシステム、バス停の改善	

2. マルチモーダル施策の分類と適用範囲

(4) マルチモーダル施策ごとの適用範囲

- 行政担当者がマルチモーダル施策の導入するにあたっては、それぞれの地域に適切な施策を選定すべきである。
- ここでは(2)で分類した施策グループごとの特徴を整理するので、施策の候補を選択したり、施策導入の評価手法を選定するときの参考にさせていただきたい。

- その施策が何を対象とするものなのか
- その施策がどの程度の規模のものか
- その施策の実現までの期間はどれくらいか
- その施策により期待される効果はどの程度か

2. マルチモーダル施策の分類と適用範囲

鉄道を対象としたマルチモーダル施策の範囲の例

			地域	広がり	期間	機関分担	利用者数
TDMに含まれる施策	1 利用機会	相互乗入	地域	線	短	中	中
	2 アクセシビリティ	速度向上 本数増加	地域	線	短	中	中
	3 料金	運賃変更 乗継ぎ割引	地域	線	短	中	中
	4 他手段との連携	パーク&ライド パーク&バスライド	地区	点	短		中
その他施策	5 施設整備	新線整備	都市圏	面/線	長	大	大
		新駅設置	地域	点	中	中	中
	連続立体			長			
6 利便性向上	車両の改善	地区	点	短			中
	バリアフリー、サインの改善	地区	点	短			中

2. マルチモーダル施策の分類と適用範囲

自動車を対象としたマルチモーダル施策の範囲の例

			地域	広がり	期間	機関分担	利用者数
TDMに含まれる施策	1 利用機会						
	2 アクセシビリティ	信号系統化、現示見直し	地域/地区	線/点	短/中	・	小
		リバーシブルレーン	地域/地区	線/点	短/中	・	小
		情報提供・誘導、駐車場案内システムETCなど	地域/地区	線/点	短/中	小	小
3 料金							
4 他手段との連携							
その他施策	5 施設整備	街路・道路整備	都市圏/地域	面・線	中/長	大	大
	6 利便性向上						

3. マルチモーダル施策の評価指標

(1) 本資料で対象とするマルチモーダル施策の評価指標の範囲と考え方について

都市圏パーソントリップ調査

高度経済成長に伴う拡大する交通需要に対応するための交通施設計画を策定するために実施されてきた。



人口減少時代を迎え、新たな交通施設計画はほとんどない。もはや交通施設計画のためのPT調査実施はあり得ない。

PT調査は交通のことだけではなく、どのような生活をしているかを把握している調査。この貴重なデータを最大限に活用して生活を豊かにするための行政計画に活用すべき！

3. マルチモーダル施策の評価指標

- 本資料では、PTデータを最大限に活用するために、「行政評価で用いられている評価指標」と「交通計画で用いられている評価指標」を整理して、相互活用の可能性がある評価指標を紹介する。



- それを踏まえて、
 - ① マルチモーダル施策の検討・施策立案
 - ② 行政評価の中に交通計画の視点を含めた評価指標の拡充[具体的手法は第7章で解説]に活用していただきたい。

3. マルチモーダル施策の評価指標

(2) 行政評価で用いられている評価指標

行政評価の
評価指標

①第12次道路整備五箇年計画(平成10~14年度)でのアウトカム指標

道路施策の方向性	主要なアウトカム指標	
新たな経済構造実現に向けた支援	幹線道路網整備	整備延長
	物流効率化の支援	空港・港湾への連絡率
	中心市街地の活性化	整備済中心市街地の割合
	情報ハイウェイ構築の支援	整備延長(カバー率)
活かある地域づくり都市づくりの支援	ITSの推進	ETC料金所整備率(箇所)
	都市圏の交通円滑化の推進	渋滞ポイント数
	地域・都市の基盤の形成	整備率
よりよい生活環境の確保	安全な生活空間の確保	事故多発箇所数対策数
	良好な環境の保全・形成	騒音・排出基準達成率
安心して住める国土の実現	道路の防災対策	緊急輸送道路の耐震補強整備率
	危機管理の充実	
	道路管理の充実	

13

3. マルチモーダル施策の評価指標

行政評価の
評価指標

②国土交通省政策評価基本計画(平成14年4月)のうち交通に関する指標(1/2)

施策の方向性	交通施策に関するアウトカム指標
1. 暮らし	1日あたり5千人以上の旅客施設、周辺の建築物のバリアフリー化割合
生活空間の充実等を通じた豊かな生活の実現	低床バス車両・ノンステップバス車両の導入割合
	バリアフリー化された鉄軌道車両、旅客船、航空機の割合
	市街地の幹線道路の無電柱化率
2. 安全	災害時に広域的な救援ルートが確保されている都市の割合
防災の高度化の推進と交通安全対策の強化	防災機能を備えたオープンスペースが確保されている都市の割合
	道路交通における死傷事故率
	あんしん歩行エリア内の全死傷事故、歩行者・自転車死傷事故の抑止率
	車両対車両追突事故における死亡事故
	事業用自動車の運行管理に起因する事故割合
	遮断機のない踏切道数
	地方中小鉄道におけるATS設置率

14

3. マルチモーダル施策の評価指標

行政評価の
評価指標

②国土交通省政策評価基本計画(平成14年4月)のうち交通に関する指標(2/2)

施策の方向性	交通施策に関するアウトカム指標	
3. 環境 地球環境から身近な生活環境までの保全・創造	ディーゼル自動車の平均燃費	
	NOx、SPMの環境目標達成率	
	最新排出ガス規制適合車の割合	
	夜間騒音要請限度達成率	
4. 活力 都市再生や地域連携、観光振興等を通じた、魅力と活力にあふれる経済社会の形成	規格の高い道路を使う割合	
	国際拠点空港と都心部との間の円滑な鉄道アクセスの実現	
	拠点的な空港・港湾への道路アクセス率	
	三大都市圏環状道路整備率	
	都市鉄道(三大都市圏)の整備路線延長	
	都市鉄道(東京圏)の混雑率	
	バスの利便性向上に資する事業者の取組状況	
	道路渋滞による損失時間	
	ETC利用率	
	地方バス路線の維持率	
	隣接地域の中心の都市間が改良済みの国道で連絡されている割合	
日常生活の中心都市まで30分以内に安全で快適に走行できる人の割合		

15

3. マルチモーダル施策の評価指標

行政評価の
評価指標

③都道府県による業績評価のうち交通関連のアウトカム指標(1/2)

視点	項目	行政評価指標	採用数
①交通需要	交通需給バランス	道路渋滞による損失時間	28
		主要渋滞ポイントの解消箇所数	10
②交通機能	道路機能分担	規格の高い道路を使う割合	19
		高速ネットワーク確保率	1
③交通サービス	アクセシビリティ	拠点的な空港・港湾・ICへのアクセス率、時間圏	8
		冬期安全道路の整備率	5
		他地域へのアクセス向上	1
		所要時間(設定値)で到着できる市町村数	2
		経済などの中心地との行動圏拡大	5
		県内外間の移動時間	2
		生活中心都市へのアクセス時間	1
公共交通サービス	公共交通サービス	市内主要点から市役所間旅行速度/カバー率/アクセス率	3
		主要都市間連絡時間	2
		冬期バス停快速率	1
		拠点間バス走行速度	1

*表手:採用数が5以上の評価指標

16

3. マルチモーダル施策の評価指標

行政評価の
評価指標

③都道府県による業績評価のうち交通関連のアウトカム指標(2/2)

視点	項目	行政評価指標	採用数
③交通サービス	走行性	冬期走行速度の低下区間率	1
		道路利用者満足度	5
		路上工事区間の縮減率	2
		ETC利用率	1
④交通施設整備	施設整備	バリアフリーの割合	11
		除雪機設置率	1
	道路路整備	道路緑化	3
		幹線道路の改良率	1
		交流輪形成率(交流輸機能を有する整備済み道路延長の割合)	3
	歩道整備	都市交通基盤確保率(都市計画道路の整備済み延長)	1
		地方基準による道路整備延長(地方基準1.5車線)	1
		撥水性・透水性舗装整備済み歩道延長率	1
		広幅員歩道設置率	2
		歩道整備延長	2
		冬期通学路快速率	2
		あんしん歩行エリア整備率	1
		サイクリングロード整備率	1

*表手:採用数が5以上の評価指標

17

3. マルチモーダル施策の評価指標

行政評価での評価指標のまとめ

テーマ	分類	項目	評価指標	
交通	①交通需要	交通需給バランス	渋滞損失時間・金額、主要渋滞ポイントの緩和箇所数	
		②交通機能	道路機能分担	規格の高い道路を使う割合、道路整備率
	③交通サービス	アクセシビリティ	アクセス率・時間圏、カバー率、鉄道路線延長、道路整備率	
		公共交通サービス	乗降人数・導入割合、事業者の取組状況(バスロケーションシステム、コミュニティバスの運行)、地方バス路線維持率、バス停快速率、バス旅行速度、都市鉄道整備率	
		走行性	走行速度低下区間率、走行速度	
	④交通施設整備	施設整備	バリアフリー割合、除雪機設置率	
		道路整備	道路緑化割合、道路整備率	
		歩道整備	歩道整備延長、サイクリングロード整備率	
	環境	⑤自然環境	大気汚染	CO2排出量削減率、NO2環境目標達成率、平均燃料消費率、排出ガス規制適合率割合
	防災	⑥防災	騒音	夜間騒音要請限度達成率
ルート代替性			広域的な救援ルートが確保されている都市割合・集積数、迂回率、通行止め区間延長割合、通行規制区間延長、箇所数	
生活	⑦利便性	都市構造	一定水準の防災機能を備えたオープンスペースが確保された大都市割合、防災必要対策箇所の進捗状況、対策箇所数、延滞遮断等となる道路整備率、通行不安箇所の削減	
		所要時間	所要時間	
その他	⑧安全性	交通安全	死傷事故・事故率・事故抑止率、事故多発区間延長	
		地域安全	安全な歩道率、日常生活圏の中心都市まで30分以内に安全かつ快適に走行できる人数	
		医療	医療施設への行動圏、到達人口、人口カバー率、カバー市町村数	
		産業・地域振興	主要観光地へのアクセス性・アクセス時間、観光用道路確保率	
⑨その他	物流	物流	25t車NWの整備延長、国内長距離輸送におけるモーダルシフト率	
		広域交流	複合一貫輸送に対応した内貨ターミナルから陸上輸送半日往復圏の人口カバー率	
		高速道路整備による広域交流(所要時間)、地域の生活拠点に安全に行けない車両の解消		
		その他	バスシェア登録台数、H/Aアクセス、市町村会館の支援、電話利用の高度化	

*表手: 欄に行政評価と交通計画の両方で用いられている指標、青字: 新たに交通計画にも用いられる指標、黒字: 行政評価のみを用いる指標

18

3. マルチモーダル施策の評価指標

(3) 交通計画で用いられている評価指標

交通計画の
評価指標
都市圏のパーソトリップ調査で
用いられている評価指標 (1/3)

視点	項目	交通計画評価指標	備考	採用数
① 交通需要	交通供給 バランス	混雑度	リンク/断面/ゾーン/スクリンライン	14
		混雑度ランク別道路延長	道路種別	2
		走行速度別道路延長	走行速度別(25km/h以上)	1
		代表交通手段構成比	目的地/地域別/年齢階層別	3
② 交通機能	交通機関 分担	公共交通利用者数	路線別/目的別	1
		自動車交通削減	圏域境界断面/ピーク時	1
		トリップ長ランク別道路延長	道路種別	3
	道路機能 分担	交通量	路線別/道路種別	3
		踏切通過交通量		1
		平均トリップ長	路線別	4
		OD内訳	路線別	4
		通過交通削減率		1
	アクセシビ リティ	所要時間	都市/中心地/C/空港/拠点間等	6
			所要時間別カバー圏域	都市/中心地別
所要時間別居住人口			都市/中心地別	3

※赤字: 既に交通計画と行政計画の両方で用いられている指標、青字: 新たに行政計画にも用いることができる指標、黒字: 交通計画のみにも用いる指標

19

3. マルチモーダル施策の評価指標

(2/3) 都市圏のパーソトリップ調査で 用いられている評価指標 (2/3)

交通計画の
評価指標
都市圏のパーソトリップ調査で
用いられている評価指標 (2/3)

視点	項目	交通計画評価指標	備考	採用数
② 交通機能	アクセシ ビリティ	都市圏へのアクセシビリティ	都市圏通過交通量	2
		主要地点間目的別トリップ数	都市/中心地別	1
		手段階時間圏域	都市/中心地別	1
		鉄道利便性向上	都市圏通過交通量	1
		鉄道混雑率		1
		駅アクセス距離		1
		公共交通サービス	公共交通サービス所要時間別トリップ数	1
		通勤目的の都市方向バス利用者数		1
		バスカバー人口		1
		通勤トリップ数	時間別(60分以上)	1
③ 交通 サービス	走行性	自動車・鉄道利用不便者数		1
		バス停からの施設アクセシビリティ		2
		平均走行速度	路線別/ゾーン別	6
		走行時間		1
④ 交通施設整備	利便性	公共交通乗換時間		2
		定時性	通常走行時間に対する増減率	2

※赤字: 採用数が5以上の評価指標

20

3. マルチモーダル施策の評価指標

交通計画の
評価指標
都市圏のパーソトリップ調査で
用いられている評価指標 (3/3)

視点	項目	交通計画評価指標	備考	採用数
⑤ 自然 環境	大気汚染	二酸化炭素排出量	ゾーン別	7
		窒素化合物排出量	ゾーン別	4
		燃料消費量	車種別	4
⑥ 防災	騒音	騒音ランク別道路延長(構成)	道路種別別/市街地内外別	6
		ルート代替性		2
⑦ 生活利便性	都市構造	帰宅死者数		1
		広幅員道路網密度		3
		通勤通学時間		2
⑧ 安全性	買物交通所要時間	交通事故数(死傷者数)		5
		通過大型車数		1
⑨ 医療	医療施設の時間圏域人口割合	方面別救急車・通院者交通量		2
		方面別救急車・通院者交通量		1
⑩ 産業・ 地域振興	交流	生活圏の拡大	等時間圏域	2
		広域連携拠点から60分以内従業人口		1
		生産誘発効果、雇用誘発効果		1
		費用便益比		1
⑪ 地域振興	経済効果	観光		1
		物流		1
		広域交流		1
	その他		1	

※赤字: 採用数が5以上の評価指標

21

3. マルチモーダル施策の評価指標

・ 交通計画評価指標のまとめ

テーマ	分類	項目	評価指標
交通	①交通需要	交通供給バランス	走行速度別道路延長、混雑度
		②交通機能	道路機能分担率
	③交通サービス	交通機関分担率	代表交通手段構成比、公共交通トリップ数、利用者数
		アクセシビリティ	所要時間、等時間圏域、所要時間別カバー圏域、居住人口、都市圏へのアクセシビリティ
環境	⑤自然環境	大気汚染	CO2排出量、NOx排出量、燃料消費量
		騒音	騒音ランク別道路延長
	⑥防災	ルート代替性	ルート代替性、災害時の迂回経路確保
		都市構造	帰宅死者数、広幅員道路網密度
生活	⑦利便性	所要時間	通勤通学所要時間、買物交通所要時間
		施設利用	生活圏の拡大の利便性(特定時間内に利用可能な施設数)
	⑧安全性	交通事故数	交通事故数(死傷者数)
		地域安全	通過大型車数
⑨医療	医療	医療施設の時間圏域人口割合、方面別救急車・通院者交通量	
	⑩産業・地域振興	観光	観光ルートの拡大、生活圏の拡大
⑪その他	物流	生活圏の拡大	
	広域交流		

※赤字: 既に交通計画と行政計画の両方で用いられている指標、青字: 新たに行政計画にも用いることができる指標、黒字: 交通計画のみにも用いる指標

22

3. マルチモーダル施策の評価指標

(4) 個別評価手法の活用 比較と指標拡充の考 え方

行政評価の評価指標数	交通計画の評価指標数
交通 (41)	交通 (24)
環境 (5)	環境 (5)
防災 (10)	防災 (4)
生活 (10)	生活 (8)
産業・地域振興 (9)	産業・地域振興 (7)
その他 (5)	その他 (4)

単純に評価指標数を比較しても行政評価のほうが多い。

交通計画の中でもっと行政評価の評価指標の考え方を参考するべきである。

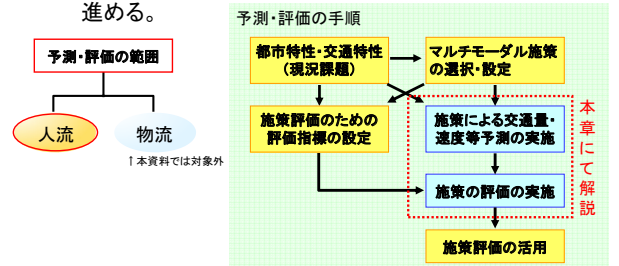
23

4. マルチモーダル施策の予測・評価手法

(1) 予測・評価手法の範囲と考え方

①本資料で扱う予測・評価の範囲と手順

- ✓本資料では、様々なマルチモーダル施策の予測・評価手法のうち、**都市圏内の人流施策**について取り扱う。
- ✓マルチモーダル施策の予測・評価の手順は下図の通り進める。

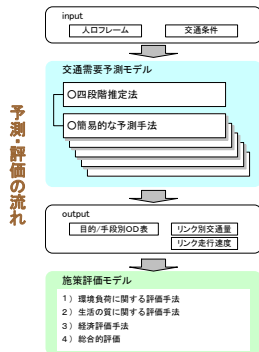


24

4. マルチモーダル施策の予測・評価手法

(1) 予測・評価手法の範囲と考え方

② 予測・評価の体系



四段階推計法から簡易な推計法まで14種類の予測手法を紹介 → ③

予測手法のみで算定できない指標を対象に、代表的な評価手法を紹介 → ④

25

4. マルチモーダル施策の予測・評価手法

③ 様々な予測手法の体系化

マルチモーダル施策を評価している予測評価の事例を収集し、予測モデルの構造とその予測評価の対象によって、予測手法を14区分に整理している。

予測モデルの構造	予測評価の対象
<ul style="list-style-type: none"> 四段階推定法を用いたもの 四段階推定法のいずれかのステップを省略して、施策の効果を把握するもの 現況の交通実態データを利用して、簡易的に予測するもの 	<ul style="list-style-type: none"> ある交通機関の利用者数を推計しようとするもの ある施設の利用者数を推計しようとするもの 予測した交通量を加工し、影響を評価しようとするもの

予測手法を14区分に分類

26

4. マルチモーダル施策の予測・評価手法

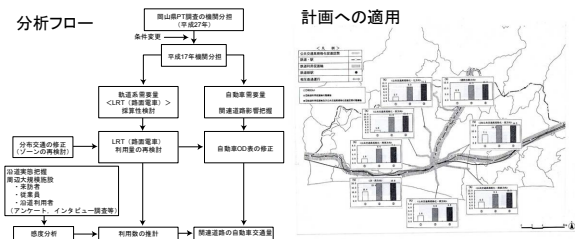
予測評価手法	Output	手法	生成	分布	分担	配分
手法1 鉄道利用者の需要予測	鉄道利用者数	四段階	△	△	○	△
手法2 駅周辺圏での鉄道需要予測	駅周辺圏利用者数	その他	公共交通ODに転換率を乗じる			
手法3 鉄道サービス改善		その他	現況からサービス改善時を推計			
手法4 バス利用者の需要予測	バス利用者数	四段階	△	△	○	△
手法5 利用圏によるバス利用者数		その他	距離帯別バス利用率より算出			
手法6 バスサービス改善	駅前広場利用者数	その他	現況からサービス改善時を推計			
手法7 潜在需要の分析		その他	需要推計モデルによる把握			
手法8 鉄道駅駐車場利用	駅前広場利用者数	その他	将来予測値からピーク需要を推計			
手法9 TDM施策による需要予測		四段階	△	△	○	△
手法10 駅前広場利用者の需要予測	駅前広場利用者数	その他	駅乗降数と人口とのトレンド推計			
手法11 駅広事例に基づく需要予測		その他	駅乗降数の経年データより回帰分析			
手法12 大規模開発関連の需要予測	影響	四段階	○	○	△	○
手法13 交通環境負荷の推計	CO2/NOx	四段階	○	○	○	○
手法14 災害時の交通需要の推計	帰宅需要	その他	滞留人口と帰宅困難者の分析			

27

4. マルチモーダル施策の予測・評価手法

【例】手法1 四段階推定法を基本とした鉄道等利用者の需要予測

概要	四段階推定法を基本とし、PT調査データのOD表から、新線整備・延伸、サービス水準によって鉄道利用者数の変化を推計する。
必要データ	OD表、人口フレーム、ネットワークデータ、利用意向調査等
評価指標	利用者数

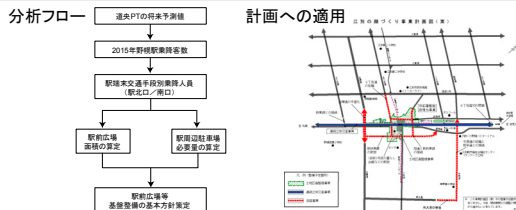


28

4. マルチモーダル施策の予測・評価手法

【例】手法10 駅前広場利用者の需要予測

概要	野幌駅周辺を市の将来的な中心市街地と位置づけ、鉄道の高架化を視野に入れた都心のまちづくりを具体化するための道路網及び駅前広場、駐車場などの交通施設の配置計画を検討
必要データ	<ul style="list-style-type: none"> PT調査の将来予測値 PT調査の駅端末交通手段別利用者数、駅の自動車端末乗降人員数
評価指標	<ul style="list-style-type: none"> 将来の駅利用者数 駅利用者数推計値に基づく駅前広場面積 駅周辺駐車場の必要数



29

4. マルチモーダル施策の予測・評価手法

③ 様々な予測手法の体系化

マルチモーダル施策を評価している予測評価の事例を収集し、予測モデルの構造とその予測評価の対象によって、予測手法を14区分に整理している。

予測モデルの構造	予測評価の対象
<ul style="list-style-type: none"> 四段階推定法を用いたもの 四段階推定法のいずれかのステップを省略して、施策の効果を把握するもの 現況の交通実態データを利用して、簡易的に予測するもの 	<ul style="list-style-type: none"> ある交通機関の利用者数を推計しようとするもの ある施設の利用者数を推計しようとするもの 予測した交通量を加工し、影響を評価しようとするもの

予測手法を14区分に分類

30

4. マルチモーダル施策の予測・評価手法

④ 代表的な評価手法

第3章で示した評価指標のうち、交通予測手法のみでは算定できない指標について代表的な評価手法を紹介する

1) 環境負荷に関する評価手法

騒音、大気汚染物質濃度、CO2排出量等の予測・評価

2) 生活の質に関する評価手法

アクセシビリティ、公共交通利便性

3) 経済評価手法

地価、所得・総生産

4) 総合的評価

1)~3)の評価を重み付けして合計、レーダーチャートによるゾーン毎の比較など

31

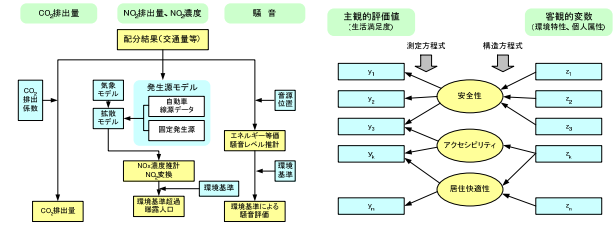
4. マルチモーダル施策の予測・評価手法

1) 環境負荷に関する評価手法の例

交通量配分結果から道路上の走行台キロ、走行速度に対して、排出係数を乗じて、CO2排出量、大気汚染物質濃度、騒音等を評価する。

2) 生活の質の評価手法の例

安全性とアクセシビリティはトレードオフの関係にある。そこで、生活の質モデルによって、客観的な変数を主観的な生活のしやすさを示す評価指標を算出する。



32

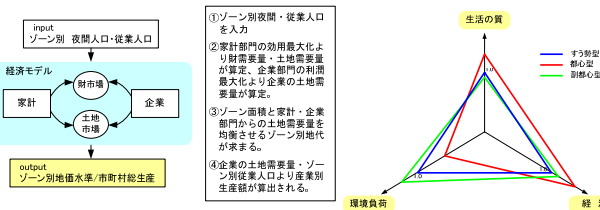
4. マルチモーダル施策の予測・評価手法

3) 経済評価手法の例

経済モデル(一般応用均衡モデル等)により、ゾーン別夜間人口と従業人口の配置から家計と企業の需要最大化によりゾーン別の地代を求め、産業別の生産額を算出する。

4) 総合的評価の例

環境負荷と生活の質、経済によるそれぞれの評価結果を整理して、土地利用施策、交通施策による総合的な評価を行う。



33

4. マルチモーダル施策の予測・評価手法

(2) 評価指標、予測・評価手法の選択

あるマルチモーダル施策に対して、どのような評価ができて、そのためにどのようなデータが必要になるのかを把握した上で、評価指標とその予測手法を採用すべきである。

本資料では、評価指標とそれを予測するための手法を整理しているのので参考にしていただきたい。

評価指標	予測手法	環境負荷				生活の質				経済						
		騒音	大気汚染	CO2排出	その他	アクセシビリティ	安全性	居住快適性	その他	地価	所得	総生産	その他			
騒音	騒音予測モデル	○														
大気汚染	交通量配分モデル		○													
CO2排出	交通量配分モデル			○												
その他																
アクセシビリティ	交通量配分モデル					○										
安全性	交通安全性評価モデル						○									
居住快適性	生活環境評価モデル							○								
地価	経済モデル								○							
所得	経済モデル									○						
総生産	経済モデル										○					
その他												○				

34

5. マルチモーダル施策の評価手法の活用について

都市圏レベルで検討すべきマルチモーダル施策と予測手法

		施策効果の想定		予測手法
		期間分担率	利用者数増加	
鉄道	新線整備			手法0 手法1四段階推定法をベース 手法2
新交通	新線			手法0四段階推定法 手法1四段階推定法をベース
バス	バス路線の新設、見直し			手法0 手法4四段階推定法をベース 手法5
	高速バス整備(中長距離)			手法0四段階推定法 手法4四段階推定法をベース
	基幹バスシステムの整備			手法0四段階推定法
自動車	街路整備、道路整備			手法0四段階推定法
交通負荷の小さな都市づくり	アーバンネサンス			手法13交通環境負荷の計測
	伝統的近隣開発モデル			
	都市成長境界線			

35

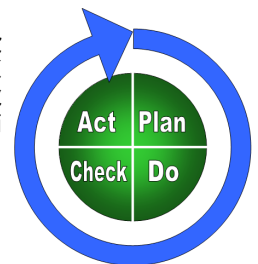
5. マルチモーダル施策の評価手法の活用について

(1) 予測・評価結果の活用方法について

近年の行政の事業運営にあたっては、PDCAサイクルの考え方が重視されつつある。予測評価はPlanだけでなく、Checkを行い、次のactに繋げていかなければならない。

つまり、予測評価は、計画の各段階において適切な評価を行っていくことが重要である。本資料では、次の4つの段階における予測・評価結果の活用方法を紹介する。

- ・ 施策検討の初期段階
- ・ 施策立案段階
- ・ 施策導入段階
- ・ 施策導入後



36

5. マルチモーダル施策の評価手法の活用について

① 施策検討の初期段階での活用

• 施策の本格的な検討に入る前の検討に入ることの妥当性等
• 費用、時間をあまり要しない簡便な手法が望ましい

<活用方法例>

• 施策担当部局における施策検討を実施すべきか否かの判断
• 調査費の予算要望の説明資料

② 施策立案段階での活用

• 施策を具体的に立案する際に、施策の内容を定めるための代替案評価等
• 相当の調査票をかけたも正確な評価が必要

<活用方法例>

• 施策の代替案評価により施策内容を決定
• 施策実施の必要性を財政当局、議会、首長などに説明する資料
• 国への補助要望資料
• 市民への説明、合意形成の活動での活用

37

5. マルチモーダル施策の評価手法の活用について

③ 施策導入段階での活用

• 施策の運用計画を定めるための評価
• 相当の調査費をかけても正確な評価が必要

<活用方法例>

• 料金、運行本数などの申請
• 関係者との調整の際の資料

④ 施策導入後での活用

• 施策導入前の評価結果と導入後の状況を比較し
• 問題点を解消するためのサービス改善方策の効果分析

<活用方法例>

利用者の意見を聞き入れたサービスの改善
モビリティ・マネジメントによる需要喚起

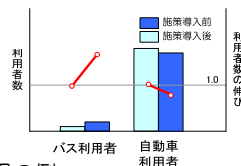
38

5. マルチモーダル施策の評価手法の活用について

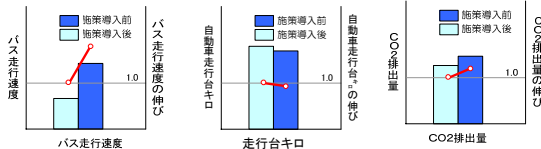
(2) 算出された評価指標の取り扱い

① 施策導入効果の計測

マルチモーダル施策の定量的な予測評価に用いる評価指標は、施策導入による効果の大きさを示すために、導入前(現況)の評価指標も算出するとよい。



◆バス専用レーンの導入による効果の例

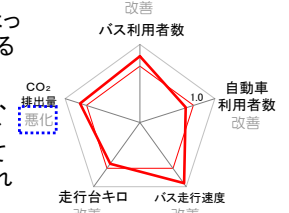


39

5. マルチモーダル施策の評価手法の活用について

② マルチモーダル施策のパッケージ化

マルチモーダル施策の導入によって、評価指標によっては悪化するものがあるかもしれない。例えば、バス専用レーンの場合、バス利用者が増えた分、走行台キロは減少。しかし渋滞によってCO2排出量は大きくなるかもしれない。



単一の施策では悪化してしまう評価指標があれば、それを相殺する他のマルチモーダル施策を併せて実施した場合の検討を行うと良い。

例：バス専用レーン+環状方向の道路整備

40

5. マルチモーダル施策の評価手法の活用について

③ マルチモーダル施策の総合的評価

○費用対効果の算出

大規模な施設整備を伴うマルチモーダル施策は、整備費用が膨大となるため、投入費用に対する整備効果を定量的に推計する必要がある。

例：一般応用均衡、ヘドニックアプローチ、CVM等

○施策導入効果の総合的評価

マルチモーダル施策を多様な視点から総合評価することによって、暮らしやすい社会を実現できるかどうかを検証することが望ましい。

例：環境モデル、生活の質モデル、経済モデルを用いた総合評価

41

6. マルチモーダル施策の既存評価事例集

(1) マルチモーダル施策の既存評価事例のリスト

検討主体	調査名称	施策	予測内容
青森市	バス活性化プラン	バス網再編	バス利用者数
柏市	バス交通体系検討調査	バス路線新設	OD表の修正
北九州市	都市計画道路網再編案策定	都計道の見直し	配分交通量
岡山県	路面電車導入実現可能性調査	路面電車延伸	LRT利用者数
札幌市	札幌駅前地下歩行空間策定検討	歩行空間整備	歩行者交通量
高岡市	高岡駅周辺整備計画策定	駅周辺整備	駅乗降者数
長崎市	斜面市街地でのコミュニティバス・ゾーンバス	コミュニティバス導入	公共交通分担率
仙台市	仙台市中期道路網策定調査	都計道の見直し	費用便益比
岡山県	まちづくり交通計画	路面電車整備	採算性・混雑度
磐田市	磐田駅南口駅前広場	駅前広場整備	駅広利用者数
江別市	交通結節点等の検討	駅前広場整備	駅乗降者数
京都市	公共交通体系検討調査	駅アクセス性向上等	現況課題整理
高知市	都市計画マスタープラン	マスタープラン	

42

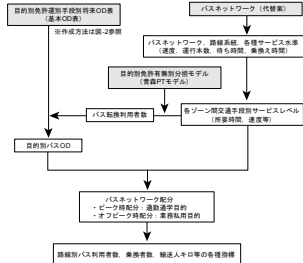
6. マルチモーダル施策の既存評価事例集

(2) マルチモーダル施策の評価事例

① 青森市バス活性化プラン

現行の青森駅を中心とする一極集中型の路線網を、T型の骨格路線、幹線およびフィーダーの3階層のバス網に再編する計画を策定し、利用者利便性と運営の効率化の観点から定量的に評価した。

計画名	青森市バス活性化プラン(H13)
背景	鉄軌道計のサービスが少ないため、バス交通を都市の骨格を形成するインフラとして位置づけ
目的	バスに効率的な運行に必要な道路整備を進めながら、公共交通の利便性と利用の促進を図る
分析の特徴	過年度(H2)PT調査データを時点補正して、現況OD表を作成。そしてバスシステムを再編したネットワーク上でのバス利用者数を推計し、利用者の利便性や事業者の採算性の評価を行っている。



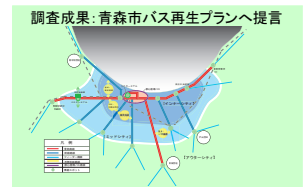
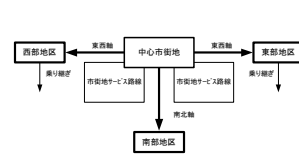
43

6. マルチモーダル施策の既存評価事例集

T字型3層バスネットワーク(骨格/幹線/フィーダー)の評価結果

	用いた評価指標	評価結果
利用者の視点	バス利用者数、乗換回数、輸送人キロ、平均トリップ長、輸送人時、平均旅行時間、中心部からの時間圏域人口	<ul style="list-style-type: none"> 全利用者の平均旅行時間の短縮 走行速度2~5km/hアップにより中心部までの30分圏人口の割合が約60%から70%に増加 乗換者数は、現況よりも1~2割程度増加
事業者の視点	路線系統数・延長、走行台キロ、輸送効率性、必要車両数、路線別概略採算性	<ul style="list-style-type: none"> 現況よりも輸送効率性が向上。 全体の採算性も向上。

骨格的バス路線網のイメージ



44

7. 交通計画評価指標の行政評価への活用について

(1) 行政評価への活用が可能な交通施策評価指標

交通計画の評価指標として使われているもののうち、行政計画での活用が考えられる評価指標を改めて整理する。

PTデータをより有効に活用するために、積極的に行政評価の評価指標として活用していただくように働きかけていくべきである。

事業評価のみで用いられている指標 両方で用いられている指標 交通計画のみで用いられている指標

テーマ	分類	評価指標
交通	交通需要バランス	走行速度別道路延長 混雑度
	交通サービス	バス旅行速度 駅アクセス距離、時間 バス利用者数、カパー人口 自動車鉄道利用不便者数
防災	都市構造	帰宅支障者数 広幅員道路網密度
生活	利便性	生活関連施設の利用可能性
	安全性	通過大型車両数
	医療	緊急車両到達時間圏域 方面別救急車交通量

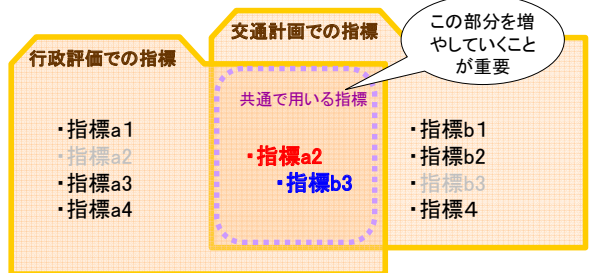
45

7. 交通計画評価指標の行政評価への活用について

(1) 行政評価への活用が可能な交通施策評価指標

交通計画の評価指標として使われているもののうち、行政評価への活用が考えられる評価指標を改めて整理する。

都市交通調査・計画の成果をより幅広く行政内部で活用するために、行政評価の評価指標(庁内横断的な指標)としても採用すべきである。



46

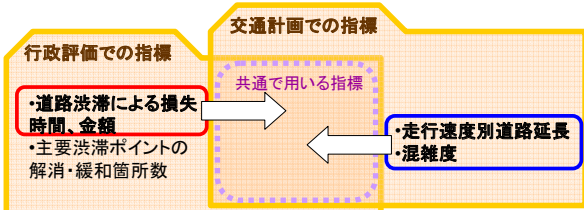
7. 交通計画評価指標の行政評価への活用について

(2) 個別評価手法の活用比較

「交通需要」に関する指標の場合

•行政評価で用いられている「**道路渋滞による損失時間、金額**」はこれからの交通計画の中でも積極的に採り入れていくべき指標である。

•逆に、交通計画で用いてきた「**走行速度別道路延長**」「**混雑度**」を行政評価の中でも活用すべきである。



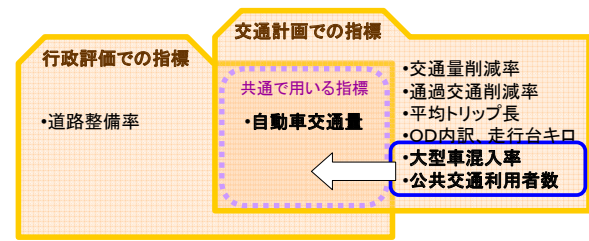
47

7. 交通計画評価指標の行政評価への活用について

「交通機能」に関する指標の場合

•既に「**自動車交通量**」は行政評価でも交通計画でも共通に用いられている事例がある。

•さらに、交通計画で用いられている「**大型車混入率**」と「**公共交通利用者数**」を行政評価の中でも活用すべきである。

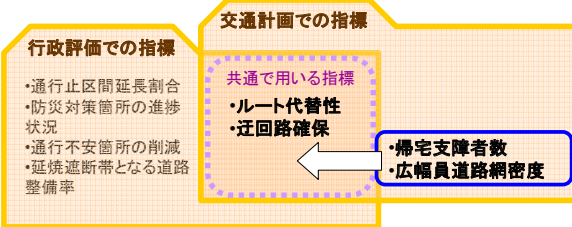


48

7. 交通計画評価指標の行政評価への活用について

「防災」に関する指標の場合

- ・既に「ルートの代替性」や「迂回路の確保」は行政評価でも交通計画でも共通に用いられている事例がある。
- ・さらに、交通計画で用いられている「帰宅支障者数」と「広幅員道路網密度」を行政評価の中でも活用すべきである。



49

7. 交通計画評価指標の行政評価への活用について

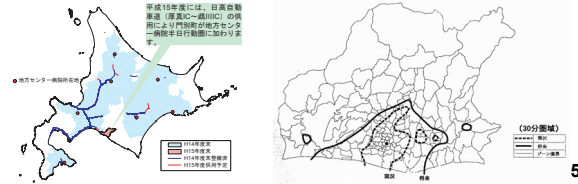
(3) 行政評価への活用方法例

① 生活関連施設の利用可能性

ゾーン間所要時間や配分による所要時間を用いて、ある地点(施設)からの等時間圏域図を作成することが可能。そして、作成した圏域図内に含まれるカバー圏域人口を集計することも可能。

例えば、公共公益施設の立地場所を選定する場合に、カバー圏域人口が最大となる地点を選定することが考えられる。

- ・札幌からの病院半日行動圏
- ・30分到達圏域



50

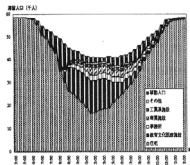
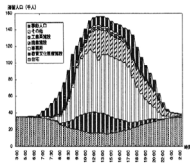
7. 交通計画評価指標の行政評価への活用について

② 帰宅支障者数

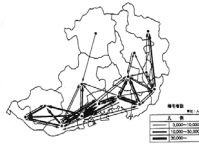
PTデータは移動に着目した調査であるが、どの時間にどの場所にいるかという情報も得られる。このため、防災計画を策定する上で、基本的な情報とも言える時刻別滞留人口を活用可能。

例えば、避難施設の需給バランスのチェック、帰宅支障者の帰宅支援の検討のほか、時刻別に必要となる対策の検討などにも活用できる。

・ゾーン別時刻別滞留人口



・徒歩による帰宅需要



51

4.3 道路上の貨物流動の評価に関する検討

4.3.1 はじめに

近年、地球温暖化への対応が大きな課題となっており、我が国においても各分野でCO₂排出削減に向けた様々な取組みが行われている。CO₂の排出量については全排出量の約2割を運輸部門が占めており、その中でも約3割を貨物自動車に占めているという状況であり、物流分野においても環境への配慮が求められている。

また、東アジアの輸出入貨物量が激増しており、中国やASEAN等が生産拠点・大消費地として急成長している。そのため、我が国の国際競争力の強化の観点から、持続的に成長する経済社会を支えるための物流基盤の形成が必要である。

さらに、近年、サプライチェーンマネジメントや在庫削減の徹底が図られるなどビジネスモデルが変化している。この変化に対応するために、物流に関してはジャストインタイム、少量多頻度といった決め細やかな輸配送への対応が求められている。

これらのような物流に関する様々な課題に対応するにあたっては、道路、鉄道、船舶、航空といった各モード間の連携を図ることが必要であり、そのためには各モードでの貨物流動の評価が必要である。

道路に関しては、整備効果の計測は、これまで交通需要量など量的な側面からの評価を中心に行われてきた。しかし、物流という面からみると、交通量だけではなく、その道路を利用してどのような物が運ばれているか、どのような機能を担っているかといった、道路利用の質・機能の観点からの評価が必要である。そして、評価結果である道路整備の必要性やその効果を国民に分かりやすい形で提示することが必要である。さらには、その評価結果に基づき、限られた道路整備予算の合理的・効果的な投入を図ることが必要である。

鉄道、船舶、航空についても同様のことが言える。しかし、これらの検討においては、その背後圏の道路ネットワークの評価は不可欠である。

以上のことから、本研究ではまずは道路に着目し、貨物流動の観点から道路利用の質・機能を評

価するための分析ツールを構築することを目的とした。

4.3.2 研究内容

アメリカではFreight Analysis Framework (FAF) と呼ばれる貨物需要に関するモデル分析が進められており、貨物流動の視点から各交通機関利用の質及び機能に関する評価が行われている。そこで、このアメリカでのFAFについてのレビューを行った上で、道路ネットワークデータや貨物ODデータのデータベース、また貨物ODデータを道路ネットワーク上に配分するための分析手法の検討を行った。

本研究ではまず、近年の製品輸入の増加やサプライチェーンの国際化に対応して重要性が増している国際海上コンテナに着目して、道路上の貨物流動を推計する手法の検討を行った。そして、この国際物流の推計結果を示すとともに、ケーススタディとしてその手法を用いて施策の評価を試みた。

また、全国ベースでの貨物流動を推計するための手法についても検討を行った。

【本研究の内容】

- ① アメリカにおける貨物需要推計手法のレビュー
- ② データベースの作成
- ③ 分析モデルの検討
- ④ 港湾貨物の流動状況推計結果
- ⑤ ケーススタディ（施策の評価例）

なお、本研究は、道路研究部と港湾研究部の連携テーマとして取り組んだものである。

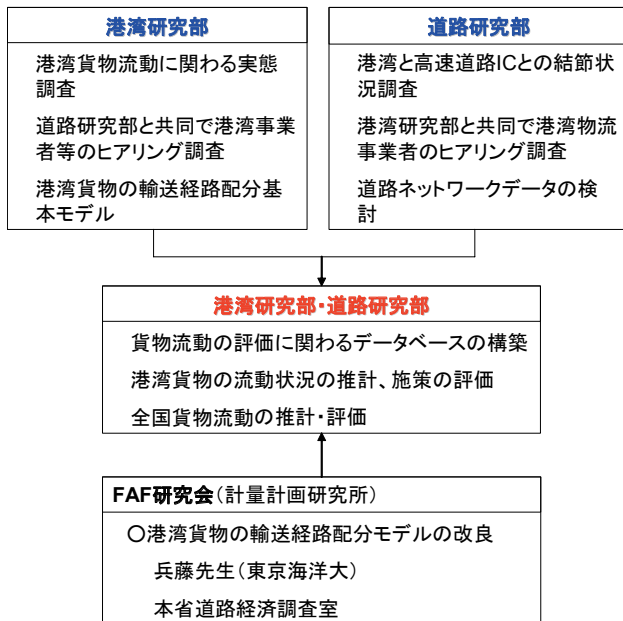


図-4.3.1 道路研究部と港湾研究部の連携

4.3.3 研究成果

4.3.3.1 アメリカにおける貨物需要推計手法のレビュー

アメリカのFreight Analysis Framework(FAF)は1999年より、米国連邦交通省連邦道路管理局(USDOT FHWA)において研究が進められており、分析に必要なデータベースの構築は、米国オークリッジ国立研究所(ORNL)が行っている。

(1) FAFの目的

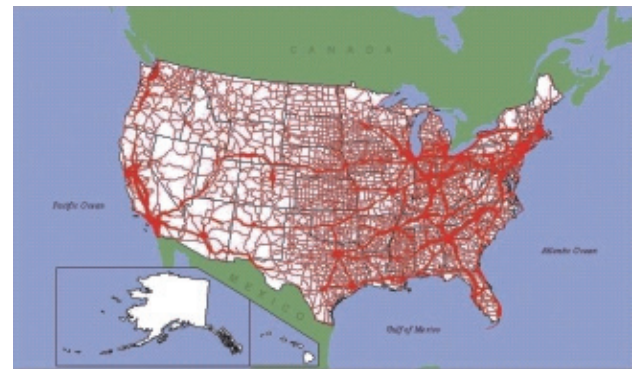
FAFの目的は以下のとおりである。

- ①物流関連のインフラに関する貨物の流れの評価手法を確立すること。
- ②政府、民間部門の各種データベースに基づく、モード別(トラック、鉄道、船舶、航空)の貨物輸送に関する包括的データベースを作成すること。
 ⇒貨物ODを道路リンク等に配分し、GIS表示する“Freight Flow Map”を作成。
 ⇒1998年の実績値をベースとし、2010年、2020年の貨物の流れを予測。

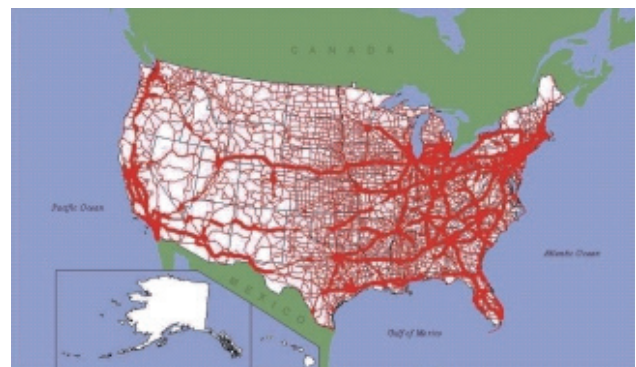
(2) FAFのアウトプット

FAFのアウトプット例を以下に示す。

現況や将来のリンク貨物量がモード別に図示される。



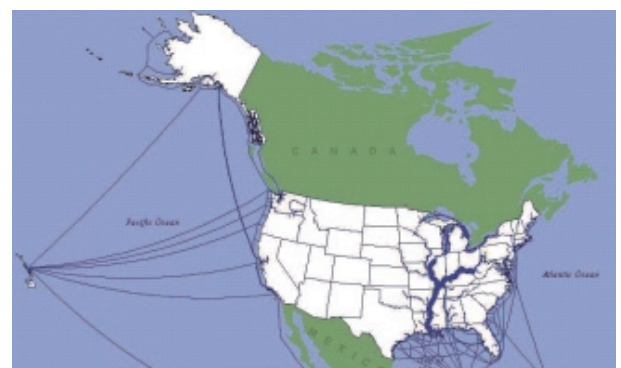
【トラック貨物流(1998年, 日トラック交通量)】



【トラック貨物流(2020年, 日トラック交通量)】



【鉄道貨物流(1998年, トン)】



【船舶貨物流(1998年, トン)】

図-4.3.2 FAFのアウトプット例

(3) 現況（1998年）の物流データの作成手順

FAFの品目別機関別郡間OD物流データの作成は、以下の手順で行われている。

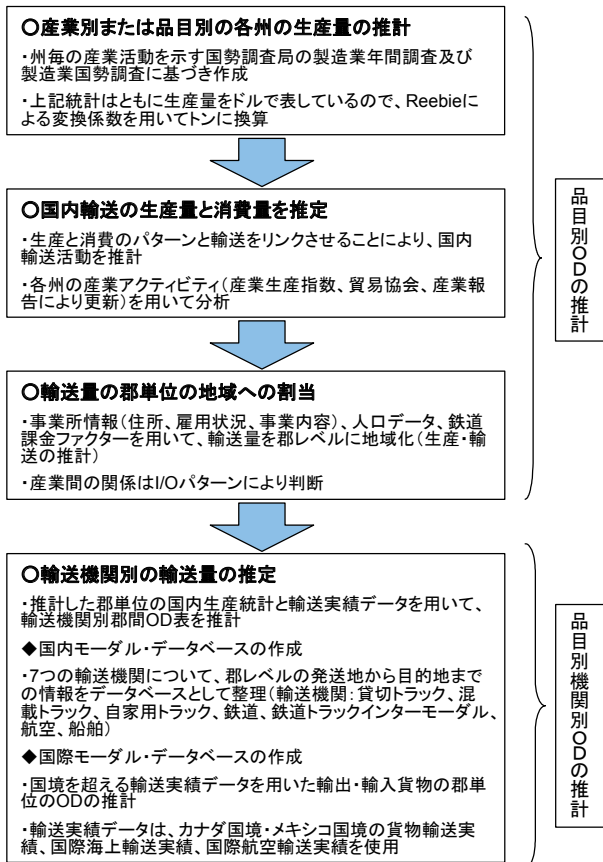


図-4.3.3 現況（1998年）の物流データの作成手順

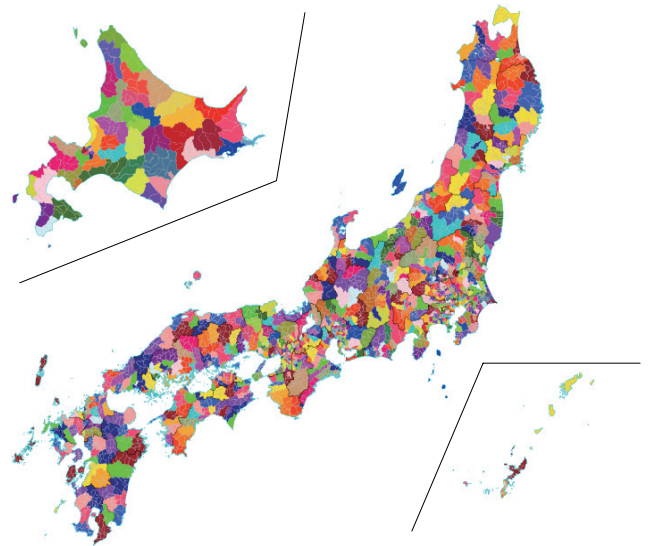


図-4.3.4 道路交通センサ集約Bゾーン区分



図-4.3.5 地方生活圏をベースとした207ゾーン区分

4.3.3.2 データベースの作成

貨物量を道路に配分するために必要となる道路ネットワークデータや「物流センサデータ」および「道路交通センサデータ」等の既存統計を活用した品目別、輸送手段別貨物ODデータを作成した。

(1) 道路ネットワークデータの作成

道路ネットワークデータは、道路交通センサの将来交通量推計プロジェクトで用いられている全国の集約Bゾーン（全国約1,000ゾーン）に対応したDRMベースのネットワークデータ（約105万リンク）を活用することを基本とした。

また、分析に用いるゾーニングは、貨物ODデータの精度や操作性を勘案して、地方生活圏をベースとする全国207のゾーニングを基本とした。ただし、国際物流からの道路評価の実施する際は、東京都市圏については集約Bゾーンを適用した。

1) 全国配分用ネットワークデータの作成

道路交通センサの全国の集約Bゾーンに対応したネットワークデータ（約105万リンク）から、国土開発幹線自動車道、都市圏自動車専用道路、一般国道、主要地方道を抽出した。

また、それ以外の道路については、最低限（その道路がないとゾーン間の移動や高速道路の利用ができない場合）を付加することとした。

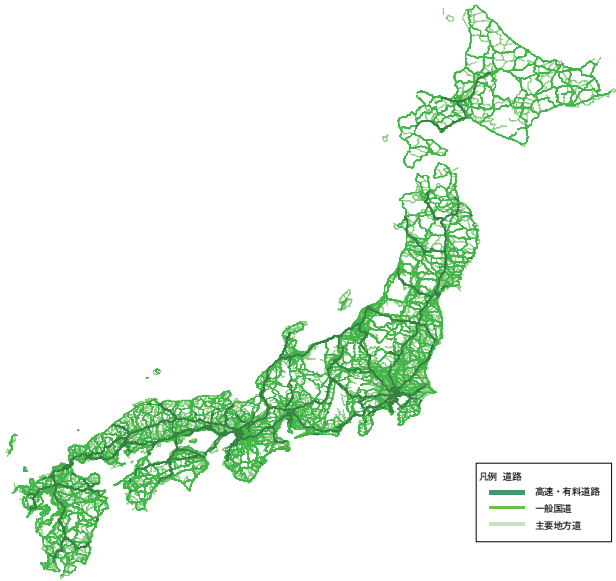


図-4.3.6 主要地方道以上のネットワーク

全国配分用ネットワークデータの作成手順を以下に示す。

STEP1：ゾーン中心ノードの設定

地方生活圏をベースとした207ゾーンの中心都市が含まれる集約Bゾーンを選定し、そのゾーン中心ノードを207ゾーンの中心ノードとして設定した。

STEP2：海越えフェリーリンクの設定

北海道、沖縄等、道路リンクだけでは繋がらない地域については、最低限のフェリーリンクを付加した。

STEP3：ネットワークの抽出

全ての道路種別によるネットワークを用いて207ゾーン間で最短経路探索を行い、その結果、一般都道府県道以下の道路のうち、まったく使われなかった道路をネットワークより除外した。

なお、最短経路探索は一般化費用ベースで行うこととし、ゾーン中心となるノード相互間で、ダイクストラ法によって最小一般化費用経路を探索した。その際、国土開発幹線自動車道、都市圏自動車専用道路、一般国道、主要地方道のリンク所要時間（自由走行速度とリンク距離から算出）に優先係数（0.2）を乗じて、一般都道府県道以下のリンクの利用を抑えた。

STEP4：全ての高速道路ICへのアクセスリンクの付加

高速道路の全ICに最寄りのゾーンからアク

セスを可能とするため、最低限のアクセスリンクを追加した。

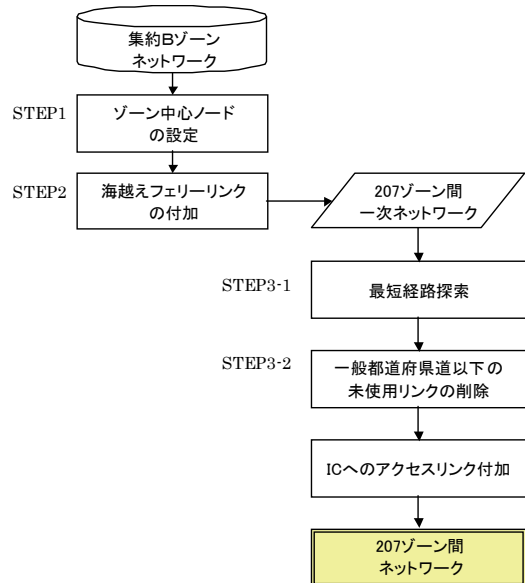


図-4.3.7 全国配分用ネットワークの作成手順

以上の結果、全ネットワーク（約105万リンク）リンクから、約31万リンクが抽出された。

表-4.3.1 道路種別リンク数
(全国配分用ネットワーク)

道路種別	リンク数
国土開発幹線自動車道	19,088
都市圏自動車専用道路	3,263
一般国道	141,224
主要地方道（県道）	130,058
主要地方道（指定市市道）	6,069
その他	10,606
合計	310,308

2) 国際物流配分用ネットワークデータの作成

京浜港関連の国際物流を取り扱うために、対象とする港湾背後圏地域（東京都市圏）のネットワークを密にしたネットワークデータを構築した。

具体的には、全国の集約Bゾーンに対応したネットワークデータ（約105万リンク）から、東京都市圏の全ての道路種別のリンクを抽出し、1) で作成した全国配分用ネットワークに追加することにより作成した。

その結果、全国配分用ネットワーク（約31万リンク）に約10万リンクが追加され、約41万リ

リンクが設定された。

表-4.3.2 道路種類別リンク数
(国際物流配分用ネットワーク)

道路種別	リンク数
国土開発幹線自動車道	19,088
都市圏自動車専用道路	3,263
一般国道	141,224
主要地方道(県道)	130,058
主要地方道(指定市市道)	6,069
その他	113,598
合計	413,300

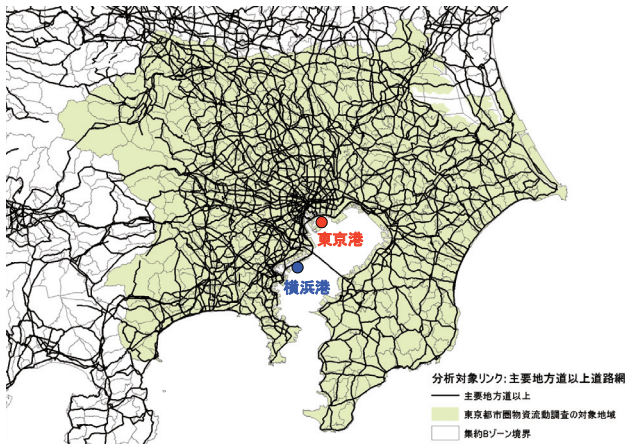


図-4.3.8 国際物流配分用ネットワーク(東京都市圏)

3) リンク所要時間の設定

作成したネットワークデータの各リンクの所要時間は、既存の配分結果(全国Bゾーン間配分結果)の交通量を用いてBPR関数により単位距離あたり旅行時間を求め、リンク距離から所要時間を算出することを基本とした。

ここで、既存の配分結果で用いられているネットワークと本調査で用いるネットワークが異なっているため、リンクを1対1に対応させて所要時間を付加することはできない。そのため、既存の配分結果を地域、区間、規格等のリンク属性別にある程度集約して平均単位距離あたり旅行時間を算出しておき、作成したネットワークに対して当該リンクが含まれるリンクカテゴリの平均値を用いて所要時間を設定することとした。

i) カテゴリ区分別リンク所要時間の設定

既存の配分結果を用いて、地域、区間、規格等のリンク属性別の平均単位距離あたり旅行時間を

算出した。このとき、最初は、より詳細なリンク属性を反映させることを考え、行政区別・道路種類別・QVランク別・路線別・センサス区間別に平均値を求めることとした。

1)、2)で作成したネットワークデータの個々のリンクの属性をもとに、対応するカテゴリ区分の平均単位距離あたり旅行時間を用いて所要時間を設定した。この際、最も詳細なカテゴリ区分に属さないリンクに対しては、次に、カテゴリ区分を上げた区分での平均単位距離あたり旅行時間を適用することとした。こうした操作をすべてのリンクに所要時間が設定できるまで繰り返した。

これにより、行政区別・道路種類別・QVランク別・路線別・センサス区間別の最も詳細な区分で、9割以上のリンクがマッチングを取ることができた。

表-4.3.3 カテゴリ区分別リンク所要時間設定状況

カテゴリ区分	全国貨物配分用ネットワーク対応したリンク数(比率)	国際物流配分用ネットワーク対応したリンク数(比率)
行政区分・道路種別・QVランク・路線・センサス区間	289,620 (93.3%)	388,762 (94.1%)
行政区分・道路種別・QVランク	7,965 (2.6%)	8,852 (2.1%)
都道府県・道路種別・QVランク	9,031 (2.9%)	11,907 (2.9%)
都道府県・道路種別	3,692 (1.2%)	3,779 (0.9%)
合計	310,308 (100%)	413,300 (100%)

ii) BPR関数

リンク別の単位距離あたり旅行時間は以下のBPR関数を用いて計算した。

$$t_a(x_a) = t_{a0} \cdot \left\{ 1 + \alpha \cdot \left(\frac{x_a}{C_a} \right)^\beta \right\}$$

t_a : リンクaの単位距離あたり旅行時間(分/km)

t_{a0} : リンクaの自由旅行速度(分/km)

[⇒1/Vmax×60とした]

x_a : リンクaの日交通量(pcu/日)

[⇒車種別リンク交通量より計算]

C_a : リンク a の日交通容量 (pcu/日)
[⇒ Q_{max} とした]

$\alpha = 0.48$ 、 $\beta = 2.82$

出典)「道路交通需要予測の理論と適用 第 I 編」、土木学会

(2) 貨物ODデータの作成

1) 基本方針

本調査では、全国を対象に物流の純流動を調査している平成12年度物流センサス(全国貨物純流動調査)の調査データをベースに、次に示すフローを想定して、分析用の貨物ODデータを整備した。

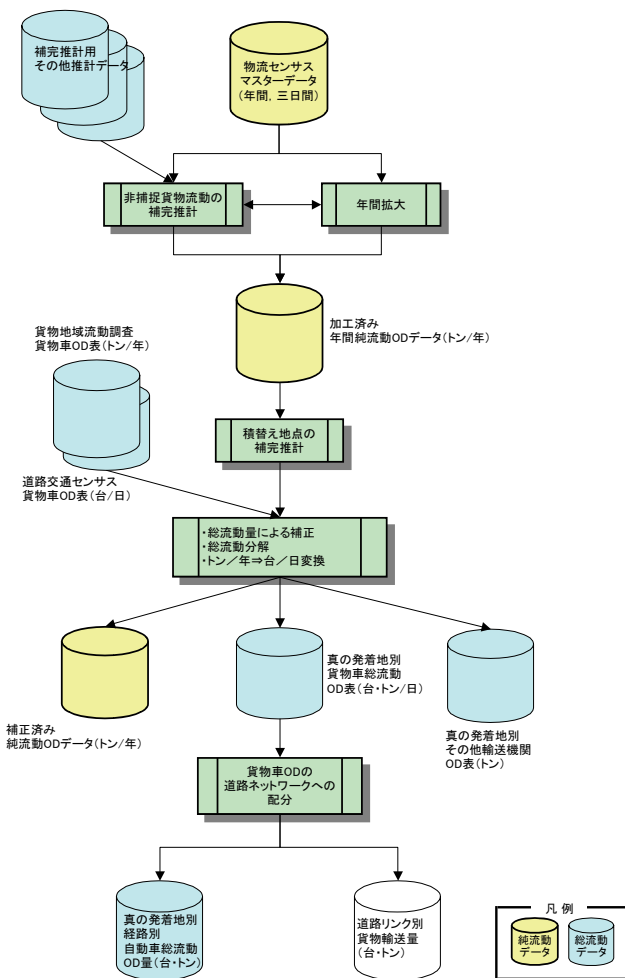


図-4.3.9 貨物ODデータ作成フロー

2) 物流センサスの未捕捉データの補完推計

物流センサスでは、以下のような貨物流動は捕捉されていない。

- ① 農業、林業、水産業、建設業、小売業、サービス業、一般家庭から出荷される貨物

- ② 自家物流施設から出荷される貨物
- ③ 輸入貨物における港湾、空港からの貨物
- ④ 連絡文書、カタログ等の書類、空コンテナ、空パレットの輸送
- ⑤ 生産・販売活動とは直接関係のない事業系の一般廃棄物等の貨物

本研究では、国際物流に関する検討を念頭に置いていることから、物流センサスで未捕捉の貨物量のうち、港湾からの輸入貨物の補完を行った。

港湾関連輸出入貨物の補完ODデータの作成手順を以下に示す。

STEP1: 港湾別・9品目別・仕出(仕向)地別・輸出入貨物データ(1ヶ月値)の作成

平成11年から平成15年の「陸上出入貨物調査」データを用いて、港湾別・9品目別・仕出(仕向)地別・輸出入貨物データ(1ヶ月値、単位:フレート・トン)を作成した。

ここでフレート・トンとは港湾統計における貨物のトン数であり、容積1.113m³、重量1,000kgを1トンとし、容積が重量のどちらか大きい方をもってフレート・トンとするものである。

STEP2: 年間値に拡大

「港湾統計年報」の「港湾別品種別輸出入量」と「港湾別コンテナ・シャーシ輸出入貨物量」の平成11年値(フレート・トン単位)を用いて年間値に拡大した。

STEP3: フレート・トンからメトリック・トンへの変換

「第7回物流センサス」の年間調査データ(平成11年値:メトリックトン単位)と「港湾統計年報」(平成11年値:フレート・トン単位)の品目別輸出入量から、フレート・トンを変換するコンバータを算出(物流センサス/港湾統計)し、上記のフレート・トン年間値データに乗じることによりメトリック・トンベースへの変換を行った。

ここでメトリック・トンとは、重量単位であり、1,000kgを1トンとするものである。品目別・輸出入別のコンバータは以下の通りである。

表-4.3.4 フレート・トン ⇒ メトリック・トン

コンバータ推計結果

品目	コンバータ		
	輸出	輸入	合計
農水産品	0.289	0.667	0.657
林産品	0.250	0.380	0.379
鉱産品	0.511	0.827	0.824
金属機械工業品	0.405	0.420	0.408
化学工業品	0.855	0.582	0.637
軽工業品	0.442	0.547	0.519
雑工業品	0.102	0.191	0.164
特殊品	0.140	0.189	0.170

STEP4：メトリック・トンから台数・価格への変換

メトリック・トンベースから台数ベースへの変換は、「第7回物流センサス」の結果から把握できるトレーラの平均流動ロット（22.15トン/件）を用いた。

また、価格ベースへの変換は「全国輸出入コンテナ貨物流動調査」から把握できる1フレート・トンあたりの価格を用いた。

品目別・輸出入別の1フレート・トン当たりの価格は下表の通りである。

表-4.3.5 1フレート・トン当たりの価格

【輸出コンテナ】

品目	貨物量 (百フレートトン)	申告価格 (百万円)	1トンあたり価格 (万円/トン)	(参考) H15調査結果
農水産品	224	4,019	17.9	15.9
林産品	2	48	19.8	9.0
鉱産品	161	1,851	11.5	17.0
金属機械工業品	27,848	1,241,314	44.6	39.7
化学工業品	12,404	252,176	20.3	21.2
軽工業品	4,067	84,047	20.7	17.8
雑工業品	5,963	118,239	19.8	17.3
特殊品	1,537	25,626	16.7	2.4
合計	52,207	1,727,320	33.1	29.5

【輸入コンテナ】

品目	貨物量 (百フレートトン)	申告価格 (百万円)	1トンあたり価格 (万円/トン)	(参考) H15調査結果
農水産品	7,056	173,326	24.6	20.9
林産品	2,263	14,728	6.5	5.2
鉱産品	1,841	10,713	5.8	5.0
金属機械工業品	9,136	280,879	30.7	23.1
化学工業品	7,131	139,738	19.6	13.9
軽工業品	7,856	151,881	19.3	13.4
雑工業品	14,166	237,827	16.8	11.9
特殊品	4,291	34,280	8.0	6.7
合計	53,740	1,043,374	19.4	14.6

出典：「平成11年度外貿コンテナ貨物流動調査報告書 運輸省港湾局」、「平成15年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査報告書 国土交通省港湾局」

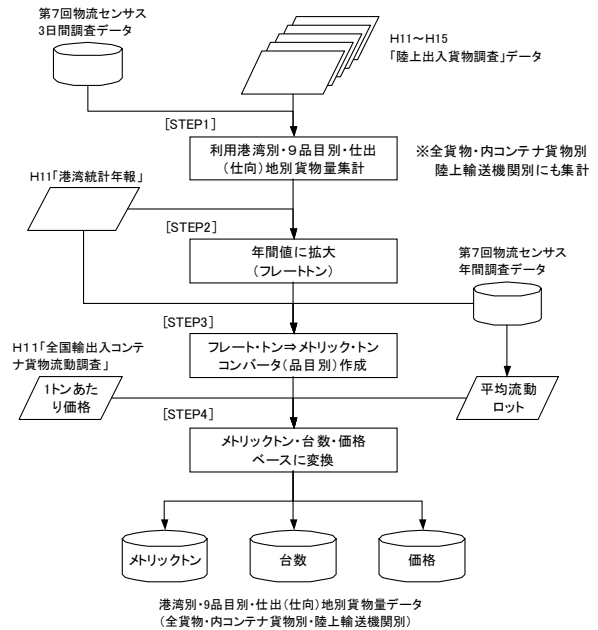


図-4.3.10 港湾関連の輸出入貨物ODデータの作成

3) 年間拡大

物流センサスの調査データに港湾関連輸出入貨物データを補完したODデータを用い、これを年間輸送量ベースに変換したODデータを作成し、分析に用いた。

物流センサスの3日間調査と年間調査を用いて、3日間調査を年間値ベースのデータに変換した。

年間調査データは、「年間輸送機関別データ、品類別」と「年間地域別データ、全品累計」の2種類がある。ここでは、品類（品目）ごとに年間拡大を行うこととし、以下の手順で年間拡大を行った。

- ① 3日間調査および年間調査のそれぞれごとに品目別出荷地別重量（トン）を集計
- ② ①の集計値を用いて品目別出荷地別年間拡大率を作成
年間拡大率 = 年間調査の品目別出荷地別重量 / 3日間調査の同重量
- ③ ②の年間拡大率を3日間調査の件数およびトン数に乗じて年間値ベースのデータを作成

4) 積み替え地点の補完推計と総流動分解

物流センサスデータには、積み替え地点データが含まれるため、その地点で荷動きを分解すれば、総流動ODデータに分解することが可能となる。

しかしながら、積み替え地点の回答には、不明が多く含まれるため、不明回答に対して積み替え地点を補完推計する必要がある。

マスターデータにおいて積み替えが行われた貨物は、全サンプルのうち約12万件（12%）であり、その半数は2施設で積み替えを行っている。積み替え施設の施設種別サンプル数では、トラックターミナルおよび港湾の利用が多い。

また、利用した施設種類に対して、施設コードが入力されていないのは、港湾、トラックターミナル、卸売市場となっており、特にトラックターミナルは空白率が約80%以上と高くなっている。

トラックターミナルは大規模なものから小規模なものまで全国に多数存在しているが、対象外のトラックターミナルはコードが振られないため、結果的に不明率が高くなっていると考えられる。

なお、マスターデータでは、無記入でも対象外のトラックターミナルでも全て空白とされているため、無記入なのか対象外ターミナルなのか判断することはできない。

このため、本調査では港湾を対象に積み替え地点の補完推計を行った。

港湾施設コードが記入されているデータを実績データとして用いた港湾の積み替え地点の補完推計手順を以下に示す。

STEP1：発港湾、着港湾とも不明データに対する特定化① 発着地レベル：都府県

北海道以外の都府県間ODの利用港湾不明データについては、発都府県と着都府県間のODにおける利用港湾実績割合をもとに特定化を行った。なお、北海道は面積が大きいので、別途特定化を行った。

STEP2：発港湾、着港湾とも不明データに対する特定化② 発着地レベル：集約ゾーン

STEP1の都府県単位で実績利用港湾がないデータに関しては、都府県を集約したゾーンを用いて、より大きな圏域での利用港湾シェアをもとに特定化を行った。

STEP3：発港湾が不明もしくは着港湾が不明のデータに対する特定化

利用港湾のうち片側のみ不明データの特定化は、発着地と不明でない港湾を基に不明側の実績シェアを作成し特定化を行った。なお、STEP1、2と同様に、都府県単位で実績がない場合には、集約ゾーンを使用してより大きな圏域での実績を作成

し特定化した。

STEP4：発着地の少なくとも片方が北海道の場合の港湾不明データに対する特定化

北海道は、道内を道央、道南、道北、道東の4ゾーンに分割し、STEP1からSTEP3と同様の方法を用いて特定化を行った。

STEP1からSTEP4を用いて不明港湾の特定化を行った。その結果を下表に示す。

不明データ1万2千件のうち約9千が北海道関連ODであり、STEP4において特定化された。

表-4.3.6 不明データの特定化結果

不明データ	特定化データ件数		特定化率
	STEP1	STEP2	
11,930	STEP1	1,521	12.7%
	STEP2	34	0.3%
	STEP3	1,021	8.6%
	STEP4	9,354	78.4%

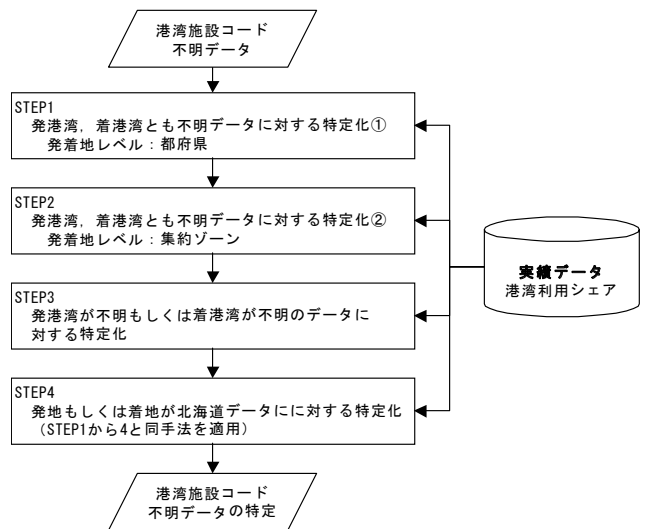


図-4.3.11 港湾施設不明コードの特定化フロー

5) 総流動補正（非捕捉貨物の補完）

物流センサスから年間拡大して得られる純流動量は農水産品等の非捕捉貨物があるため、上記のように港湾における積み替えについて補完推計を実施したうえで総流動分解をしても、物流センサスのみで完全な貨物量を把握することは不可能であると考えられる。

そこで、他の総流動統計データ等と比較考量することにより、物流センサスベースの総流動データの補正を行うことで農水産品等の非捕捉貨物の

補完を行い、トン／年ベースのODデータを作成した。

まず、「貨物地域流動調査」の品目別都道府県発地別輸送量と作成した物流センサス総流動データのそれぞれの品目別発地別輸送量を用いて、補正係数を算出（貨物地域流動調査／物流センサス）した。その結果、非捕捉貨物が含まれる林産品において補正係数（貨物地域流動調査／物流センサス）が4.3倍と高くなっているものの、全品目合計では1.6倍の補正係数となった。

貨物地域流動調査は全品目が補足されているデータであり、この補正值を用いることにより物流センサスの非捕捉貨物をマクロ的に補正したODへと補完される。

次にこの補正係数を物流センサス総流動データに乘じ、未補足貨物補正済総流動データ（トン／年）を作成した（表-4.3.7における②の値に補正される）。

表-4.3.7 品目別発地別集計結果および補正係数

	①物流センサス 総流動データ 貨物車輸送量 (千トン／年)	②貨物地域流動調査 (総流動データ) 貨物車輸送量 (千トン／年)	②貨物地域流動調査 ／①物流センサス (補正係数)
農水産品	149,510	243,030	1.63
林産品	41,950	180,545	4.30
鉱産品	747,172	1,558,269	2.09
金属機械工業品	476,797	694,499	1.46
化学工業品	1,022,463	855,694	0.84
軽工業品	317,813	572,542	1.80
雑工業品	117,260	329,515	2.81
特種品	130,753	494,462	3.78
合計	3,003,718	4,928,556	1.64

6) 台ベースへの変換

作成したトン／年ベースのODデータを一台当たり積載重量・トンコンバーター等を用いて、貨物車の台／年ベースのODデータに変換した。

まず、道路交通センサスデータの貨物車を対象に年間ベースの品目別輸送トリップ数を作成した。

次に貨物地域流動調査の全国品目別トン数をこれで除して品目別1トリップ当たり平均輸送重量を作成し、この値で5)のトンベースの総流動データを除して、台数ベースへと変換した。

表-4.3.8 品目別1台あたり積載重量

	道路交通センサス 貨物車トリップ数 (千トリップ／年)	貨物地域流動調査 貨物車輸送量 (千トン／年)	1トリップ当たり 平均輸送量 (トン／台トリップ)
農水産品	462,875	243,030	0.53
林産品	90,204	180,545	2.00
鉱産品	181,549	1,558,269	8.58
金属機械工業品	420,466	694,499	1.65
化学工業品	370,136	855,694	2.31
軽工業品	466,893	572,542	1.23
雑工業品	382,079	329,515	0.86
特種品	715,301	494,462	0.69
合計	3,089,503	4,928,556	1.60

注)「自動車輸送統計年報」の実働率を参考に、年間稼働日数を営業用：255.5日、自家用：219日と想定して算出。

4.3.3.3 分析モデル構築

(1) 配分手法の整理

作成した貨物車のOD表を道路ネットワークへ配分する手法を検討した。配分手法については、リンクコストがそのリンクの交通量に影響する容量制約付（フローディペンデント）の手法と、リンクコストがリンク交通量に影響しない容量制約無し（フローインディペンデント）の手法の大きく2つの手法が考えられる。

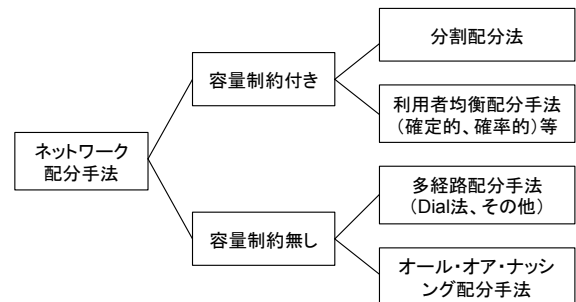


図-4.3.12 ネットワーク配分手法の分類

本調査では、以下の理由から容量制約が無い配分手法の適用を基本に検討を行うこととした。

- ① 全国配分用ネットワーク程度のネットワーク密度の場合、リンクそのものが他のネットワーク上に表現されていない道路を代表するという意味合いが強くなり、厳密な意味での容量制約を設けることが困難となる。
- ② 容量制約を考慮する場合は、乗用車交通や無積載トラック等の全ての車両交通量を推計の対象とする必要が生じる。

以下に、容量制約の無しの配分手法について整理を行う。

1) オール・オア・ナッシング配分手法

ODデータを、最短距離経路、最小所要時間経路、最小一般化費用経路等に全て配分する手法である。

配分手法としては計算が容易な手法であり、自動車交通需要の一部である貨物交通需要を配分する際に、容量制約に伴う混雑状況変化を考慮することが困難であることを考えれば、現況再現性等を確認できれば政策評価としては有効な分析ツールとなり得る。

その際、物流事業者が輸送コストも考慮して輸送経路を選択している可能性が極めて高いことを考えると、一般化費用を最小にする経路で推計することが最も合理性が高いと考えられるが、貨物車の時間評価値を設定することが必要となる。

2) 多経路配分手法

貨物車の経路選択行動をロジット形離散選択モデルで表し、その結果から経路の選択確率を求める方法である。

経路選択ロジットモデルを用いてOD交通量を経路に配分システムは次のような構成になると考えられる。具体的には、OD別に以下の処理を行い、経路に交通量を割り振ることとなる。

- ① 経路の列挙（選択肢集合の設定）
- ② 経路ごとのLOSの計算
- ③ 経路別選択確率の計算とOD交通量の割付

多経路配分手法においては、選択肢集合の設定（経路の列挙）方法が最大の課題であると考えられる。これは交通手段選択や目的地選択などと異なり、ネットワーク上のすべての経路の中から特定の選択肢集合を仮定することは困難だからである。

自由度の高い経路選択モデルの選択肢集合形成方法の一つとして、最も簡単な方法としてはLabeling Approachが考えられている。これは選択肢として、例えば、「最短経路」「最小費用経路」「右折回数最小経路」など、種々の特性別の際だった経路を列挙し、それらをもって選択肢集合とする方法である。しかし、この方法では分析者の恣意的な操作が入りやすいといった課題がある。

また、ある基準（合理的な経路の条件）のもとに自動的に複数経路の列挙が可能な手法としてDial法がある。Dial法による経路の列挙には、恣意的な要素が入り込む余地は無いが、Dial法に

よって列挙される経路がかなり限定的なため、実際に利用可能性のある経路が列挙されないといった問題点があることも良く知られている。また、Dial法はIIA特性を有するロジット型配分のため、容量制約を設けないと、多くの経路が重複して利用するリンクの交通量を過大に推計するという問題がある。

このような多項選択ロジットモデルが有するIIA特性を緩和するため、例えばC-Logit Modelといった重複経路を考慮可能ないくつかの方法が提案されている。そうしたモデルの中で、比較的適用性の高い手法の1つとして、Path Size Logit Modelと呼ばれる方法が提案されている。さらに、東京海洋大学の兵藤は、このPath Size Logit Modelの配分規則をDial法のアルゴリズムに巧妙に組み込んだPath Size Dial Logit Model（以下修正Dial法という）を提案している。この方法は、Dial法と同様に一定の基準によって代替経路の列挙を行うとともに、Dial法が有する欠点であるIIA特性を緩和することができる。

(2) 全国貨物配分用モデルの検討

全国貨物配分用モデルとして、以下のような理由から、修正Dial法を採用することとした。

- ① 最も簡便なオール・オア・ナッシング配分手法では、例えば、東京－大阪間の東海道（東名）経由と中央道経由といった競合する複数経路の競合関係が明示的に考慮できないという課題があること。
- ② 多項選択ロジットモデルが有するIIA特性を緩和できること。
- ③ さらに、全国レベルでの高域な配分を行うにあたっては計算に要する時間がかかることが考えられる中で、計算時間がDial法の2倍以下に抑えられること。

以下では、Dial法と修正Dial法のアルゴリズムを示す。

1) Dial法のアルゴリズム

Dial法は、OD間で利用可能な経路を同時に複数探索し、その経路の不効用（費用）に応じて確率論的にOD間交通量を割り付ける手法である。Dial法と多項選択ロジットモデルは等価性が証明されており、あるOD間でk番目の経路が選択される確率 P_k は、以下の式で表される。

$$P_k = \frac{\exp[-\theta \cdot c_k]}{\sum_{k'} \exp[-\theta \cdot c_{k'}]}$$

ここで、 C_k はk番目の経路の費用である。 θ はスケールパラメータと呼ばれ、選択確率のバラツキの程度を表すパラメータである。スケールパラメータ θ については、

- ◆ $\theta = +\infty$: 配分交通量はオール・オア・ナッシング配分と等しくなる
- ◆ $\theta = 0$: 列挙される経路の経路選択確率はすべて等しくなる

という性質がある。

以下にDial法のアルゴリズムを示す。

【Dial法のアルゴリズム】

STEP0: 準備 (リンク尤度の計算)

- ① 起点rから他の全てのノードへの最小費用を計算

$$c(i) \leftarrow C \min[r \rightarrow i]$$

- ② 全リンクについてリンク尤度 $L[i \rightarrow j]$ を計算

$$L[i \rightarrow j] = \begin{cases} \exp[\theta\{c(j) - c(i) - t_{ij}\}] & c(i) < c(j) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

t_{ij} : ノードij間のリンク費用

STEP1: 前進処理 (リンク・ウェイトの計算)

起点rから $c(i)$ の値の昇順 (rから近い順) にノードを考える。各ノードiから流出するリンクのリンク・ウェイト を次式により計算

$$W[i \rightarrow j] = \begin{cases} L[i \rightarrow j] & \text{for } i = r \\ L[i \rightarrow j] \sum_{m \in I_i} W[m \rightarrow i] & \text{otherwise} \end{cases}$$

I_i : ノードiに流入するリンクの始点集合

STEP2: 後退処理 (リンク交通量の計算)

$c(j)$ の値の降順 (rから遠い順) にノードを考える。各ノードjに流入するリンクの交通量 x_{ij} を次式で計算。

$$x_{ij} = \left(Q_{rj} + \sum_{m \in O_j} x_{jm} \right) \frac{W[i \rightarrow j]}{\sum_{m \in I_j} W[m \rightarrow j]}$$

O_j : ノードjに流出するリンクの終点集合

2) 修正Dial法 (Path Size Dial Logit Model) のアルゴリズム

Path Size Logitモデルは、ロジットモデルの効用項に経路の重複に関わる補正項PSを導入することによって、IIA特性 (経路の重複問題) を緩和したものである。

$$P_k = \frac{\exp[-\theta \cdot c_k + \beta \cdot \ln(PS_k)]}{\sum_{k'} \exp[-\theta \cdot c_{k'} + \beta \cdot \ln(PS_{k'})]}$$

以上の考えを近似的にDial法に導入した修正Dial法 (Path Size Dial Logit Model) のアルゴリズムを以下に示す。

【修正Dial法 (Path Size Dial Logit Model) のアルゴリズム】

STEP1: リンク別の選択枝数の算定

まず、 $\theta \rightarrow 0$ において、前述のDialアルゴリズムのSTEP 0~2を実行する。すなわち、有効リンク (ノードij間リンク) 選択確率 q_{ij} を算出する。このとき、着ノードへのリンク・ウェイトが経路選択枝の総数となっているため、それをMとする。選択確率 q_{ij} は、「総選択枝数の逆数 × リンク経過経路数」になっている。これより、リンクを通過する経路数は $M \cdot q_{ij}$ となる。同時に、OD間の最短距離 L^{\min} を記憶しておく。

STEP2: Path Size補正項の導入

再びDialアルゴリズムでリンクの選択確率を推計するが、その際、リンク尤度に以下のPath Sizeに関する補正項を加える。

$$PS_{ij} = \frac{L_{ij}}{L^{\min}} \ln \left[\frac{1}{M \cdot q_{ij}} \right]$$

$$L[i \rightarrow j] = \begin{cases} \exp[\theta\{c(j) - c(i) - t_{ij}\} + \beta_{ps} PS_{ij}] & c(i) < c(j) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

あとは、同様にDialアルゴリズムに従ってリンク交通量を計算する。

(3) 国際物流配分用モデルの検討

国際物流配分用モデルとしては、一般化費用を最小とするオール・オア・ナッシング手法を採用することとした。

以下では、港湾研究部のモデルを簡易化したモデルと東京都市圏交通計画協議会でのモデル (兵藤モデル) について示す。

1) 港湾研究部のモデルを簡易化したモデル

i) 国際海上コンテナの時間価値の設定

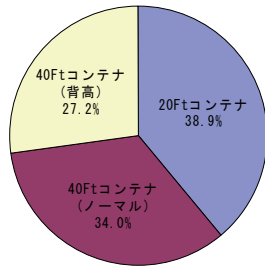
一般化費用の設定で費用となる国際海上コンテナの時間評価値は、既存文献4)を参考として以下の手順で設定した。既存文献4)では、コンテナのサイズ別・輸出入別のコンテナ1個当たりの時間価値を算出している。

表-4.3.9 コンテナのサイズ別・輸出入別の
コンテナ1個当たりの1時間当たり時間価値

(円/h・個)

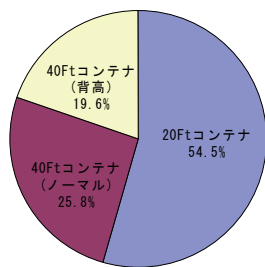
	20Ft ノーマル	20Ft フル	20Ft ノーマル	20Ft フル	20Ft 背高	20Ft 背高 フル
輸出	2,500	2,500	3,700	3,700	3,700	3,700
輸入	2,000	2,000	3,000	3,000	3,000	3,000

上記のコンテナサイズ別時間価値と下図の輸出入コンテナ個数の比率により、重み付け平均化すると時間価値は45.6円/(分・個)となった。



【輸出コンテナの比率 (個数ベース)】

総数：3,715個



【輸入コンテナの比率 (個数ベース)】

総数：6,649個

(中枢港湾1週間)

図-4.3.13 海上コンテナのサイズ別内訳

ii) 配分モデル

以上の時間価値の設定により、配分計算に用いたモデルは次の通りとなる。

$$GC = (\text{費用 [円]} + 45.6 \times \text{時間 [分]})$$

GC : 各リンクにおける認識一般化費用

費用 : 各リンクにおけるガソリン代 + 有料道路料金

時間 : 各リンクの通過にかかる所要時間

2) 兵藤モデル

本モデルは、2003年東京都市圏物資流動調査の補完調査である「大型貨物車走行ルート調査」のデータを用いて構築された大型貨物車経路選択モデルである。

i) 経路配分モデルの概要

大型貨物車の走行経路は、所要時間や費用といった要因の他、重さ指定道路・高さ指定道路等の大型車が走行しやすい道路が優先して選択されていると考えられる。今回適用したモデルは、大型貨物車の利用者が重さ指定道路である道路区間の所要時間や走行費用を相対的に小さく認識する(認識一般化費用)と仮定し、推計される走行経路と実際の走行経路の重複率を最大にするように、重さ指定道路の認識一般化費用を表すパラメータを推定している。

ii) 配分モデル

$$GC = (\text{費用 [円]} + 80 \times \text{時間 [分]})$$

$\times 0.79^{\text{重量指定リンクダミー}}$

GC : 各リンクにおける認識一般化費用

費用 : 各リンクにおけるガソリン代 + 有料道路料金

重さ指定リンクダミー :

リンクが重さ指定道路である場合は1、それ以外は0

時間 : 各リンクの通過にかかる所要時間

走行距離最小経路 (推計値)

と実績値の重複率 : 0.48

一般化費用最小経路 (推計値)

と実績値の重複率 : 0.56

大型貨物車経路選択モデルによる

推計値と実績値の重複率 : 0.65

4.3.3.4 港湾貨物の流動状況推計結果

東京港の輸出入コンテナ貨物流動を道路ネットワークに配分し、港湾貨物の流動状況を推計した。

(1) 推計の前提条件

1) 対象貨物

東京港の輸出入貨物を対象とした。

2) ゾーニング

ゾーン区分は、東京都市圏はセンサス集約Bゾーン、その他は地方生活圏ベースの207ゾーン区分の全国395ゾーンとした。

3) ネットワークデータ

4.3.3.2(1)で作成した国際物流配分用ネットワークを用いた。

4) 貨物ODデータ

4.3.3.2(1)において「全国輸出入コンテナ貨物流動調査」と「陸上出入貨物調査」のデータを用いて作成した港湾関連輸出入貨物流動データから、東京港関連の自動車で陸上輸送されている輸出入コンテナ貨物データを抽出して用いた。

5) 経路配分モデル

大型貨物車走行経路選択モデルの認識一般化費用を用いた、オール・オア・ナッシング配分（兵藤モデル）を採用した。

(2) 港湾貨物の流動状況推計結果

図-4.3.14は、東京港関連の輸出入コンテナ貨物を道路ネットワークに配分したもので、重量ベース、台数ベース、価格ベースで示している。

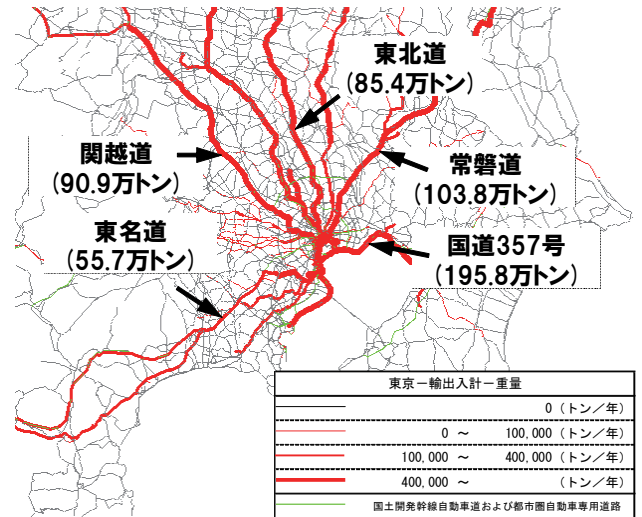
図-4.3.15、16は、東名道、関越道に着目して、輸出入別の品目構成を重量・トラック台数・価格ベースで示したものである。

東北道でみると、輸送重量やコンテナトレーラの台数では、輸出よりも輸入の方が多くなっており、輸入を品目別に見ると農産物が多くなっている。

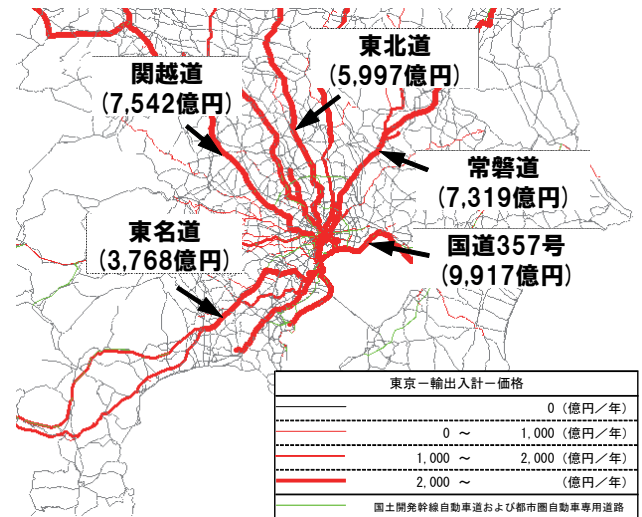
これを価格でみると、輸出には付加価値が高い「金属・機械工業品」が含まれているため、逆に輸出の方が価値が高いと推計されている。

また、関越道でみると、輸出品目のほとんどが「金属・機械工業品」となっているため、非常に輸出の価値が大きく推計されている。

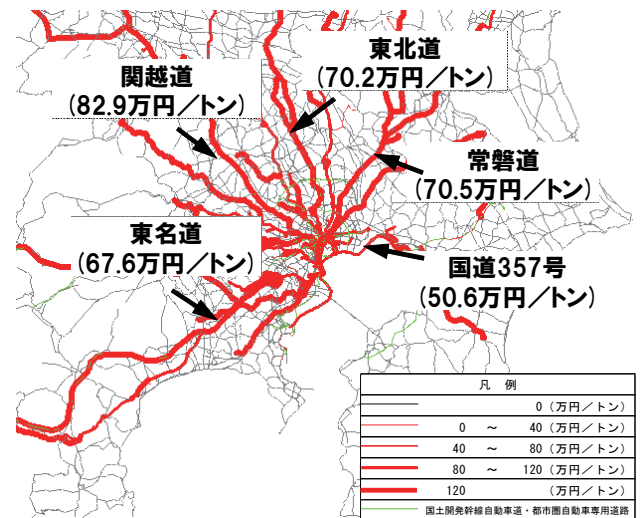
このように、多様な指標によりリンク別に道路の機能に違いがあることが把握できた。



【輸送重量（輸出入計）】



【価格（輸出入計）】



【トン当たり価格（輸出入計）】

図-4.3.14 東京港の輸出入コンテナの背後流動の推計結果

【東北道】

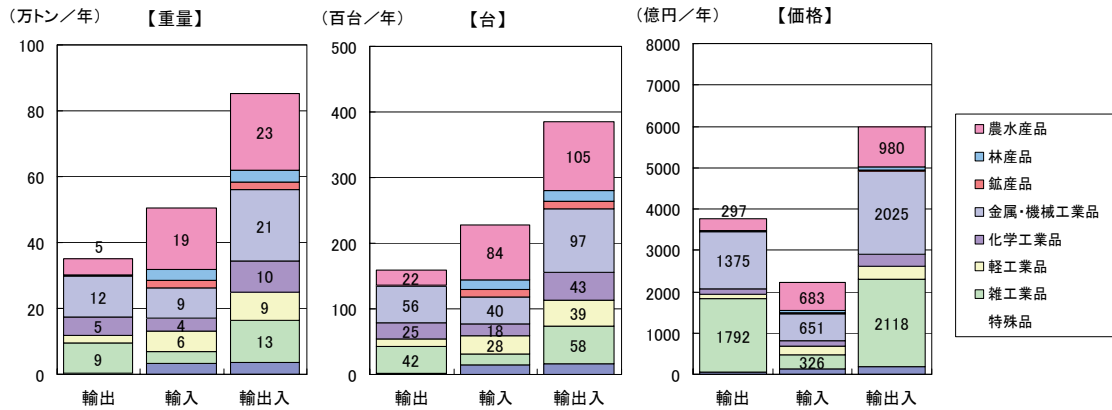


図-4.3.15 東北道での東京港の輸出入コンテナの流動

【関越道】

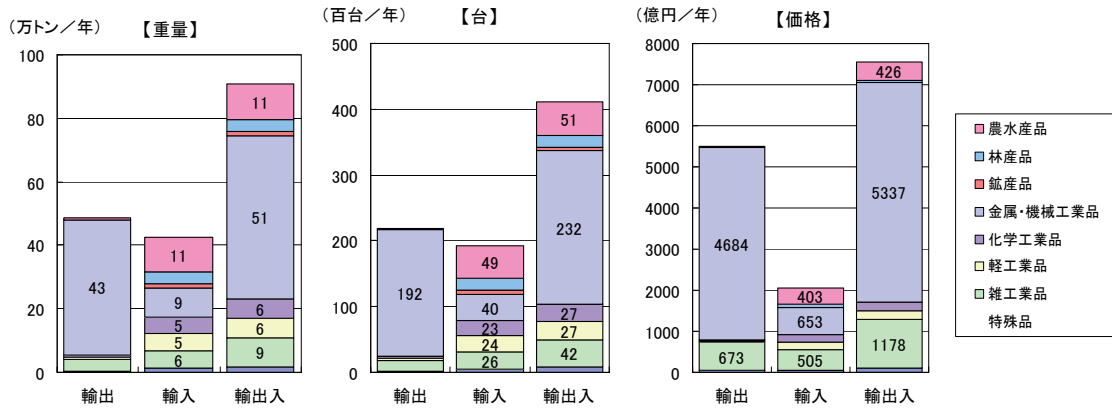


図-4.3.16 関越道での東京港の輸出入コンテナの流動

4.3.3.5 ケーススタディ (施策の評価例)

東京都市圏の環状道路の未整備路線のうち、外郭環状道路と横浜環状北線が整備された場合の効果について、東京港・横浜港関連の輸出入コンテナ貨物流動と、それ以外の大型貨物車流動を道路上ネットワークに配分することで試算した。

(1) 推計の前提条件

1) 対象貨物

東京港・横浜港関連の輸出入コンテナ貨物と、それ以外の大型貨物車を対象とした。

2) ゾーニング

ゾーン区分は、東京都市圏はセンサス集約Bゾーン、その他は地方生活圏ベースの207ゾーン区分の全国395ゾーンとした。

3) ネットワークデータ

4.3.3.2(1)で作成した国際物流配分用ネットワークを用いた。

4) 貨物ODデータ

東京港・横浜港関連輸出入コンテナ貨物OD量

については、4.3.3.2(1)において「全国輸出入コンテナ貨物流動調査」と「陸上出入貨物調査」のデータを用いて作成した港湾関連輸出入貨物流動データを用いた。

その他の大型車貨物車OD量は、H11道路交通センサスデータ (OD集計用マスター) から、最大積載量10トン以上の貨物車のOD交通量を集計し、前述の東京港・横浜港関連輸出入コンテナ貨物OD量を差し引いて作成することとした。

ただし、以上のように2種類のデータの差分から「その他の大型車貨物車OD量」を算出すると、統計データの乖離もあり、マイナス値となる場合がある。このようにマイナス値となることを回避するため、以下に示すような調整処理を行った。

【京浜港関連国際コンテナ貨物とその他大型貨物車の貨物OD表の作成方法】

基本的に京浜港関連国際コンテナ貨物OD表の方が信頼性は高いと考えられることから、この

OD流動量は確定値とし、その他の大型貨物車のOD流動量を推計することとした。

具体的には、以下のようにして、京浜港関連国際コンテナ貨物OD表とそれ以外の大型貨物車OD表を推計した。

- X(i,j) : 京浜港関連国際コンテナ貨物OD [確定値]
 - Y(i,j) : H11道路交通センサス大型貨物車 (最大積載量10t以上) OD
 - Z(i,j) : 京浜港関連国際コンテナ貨物以外の大型貨物車OD
(Z(i,j) = Y(i,j) - X(i,j))
 - Z(i,・) : 京浜港関連国際コンテナ貨物以外の大型貨物車のゾーンi発生量
- とすると、

- Z(i,・) ≤ 0 の場合
Zn(i,j)=0
- Z(i,・) > 0 の場合
Z(i,j) ≥ 0 ならば、Zn(i,j)=Z(i,j)
Z(i,j) < 0 ならば、Zn(i,j)=0

以上より、京浜港関連国際コンテナ貨物流動以外の大型貨物車OD流動量を以下のように調整した。

$$Zn(i,j) = Zn(i,j) \times (Z(i, \cdot) / Zn(i, \cdot))$$

5) 経路配分モデル

大型貨物車走行経路選択モデルの認識一般化費用を用いた、オール・オア・ナッシング配分 (兵藤モデル) を採用した。

(2) 整備効果試算結果

図-4.3.17は、東京港・横浜港関連の輸出入コンテナ貨物と大型貨物車を道路ネットワークに配分したもので、台数ベースで示している。

図-4.3.18は、東京港・横浜港発着の国際物流およびその他の大型貨物車の都心3区への流入量を示しており、未整備区間である①、②を整備することで、都心3区への流入量が、東京・横浜港の国際貨物関連のみでは、16%減少、全貨物交通量では21%減少するという推計結果となった。

このように、道路整備による効果を物流の視点から提示することができた。

さらに、図-4.3.19は、横浜環状北線を利用する港湾貨物の品目特性を示しており、貨物の品目

特性に着目し、路線や方向による品目特性 (付加価値) の違いを評価することができた。

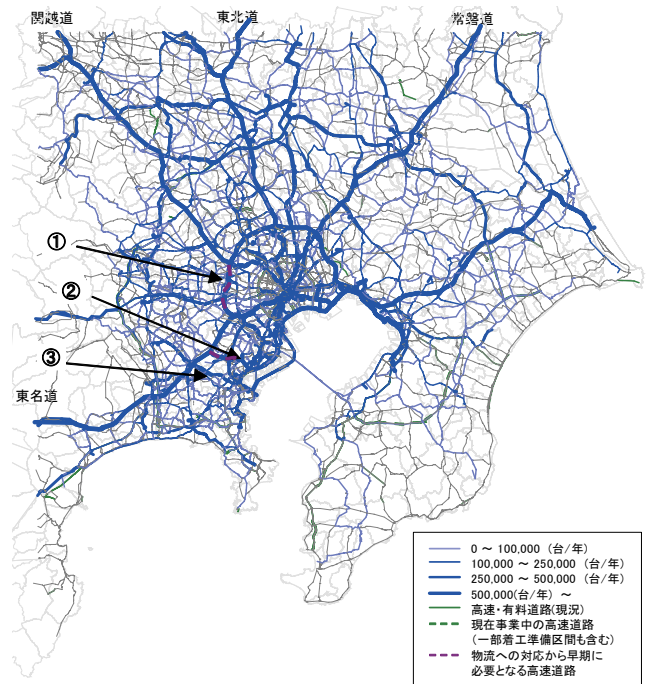


図-4.3.17 外郭環状道路と横浜環状北線が整備された場合の貨物流動 (推計値)

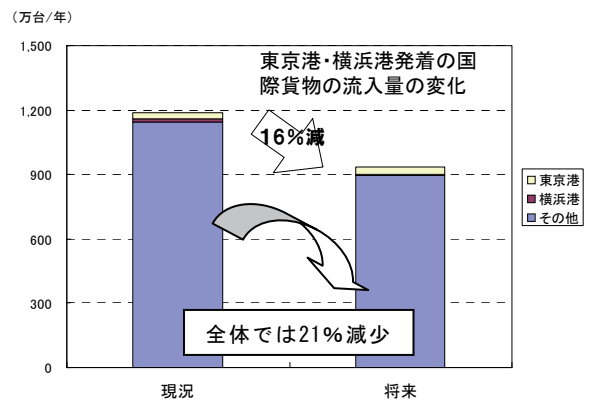


図-4.3.18 都心3区への流入量

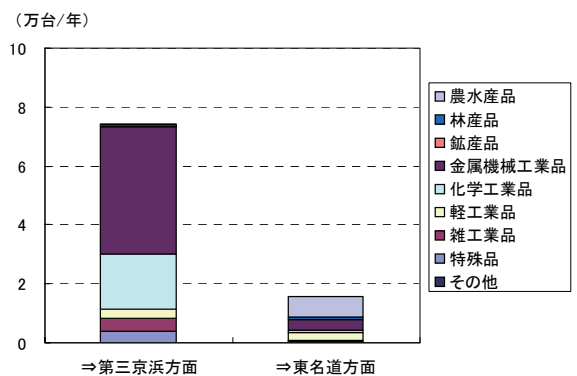


図-4.3.19 横浜環状北線を利用する港湾貨物の品目特性

4.3.4 まとめ

4.3.4.1 研究成果のまとめ

道路、鉄道、船舶、航空といった各モードでの貨物の流れを一体的に評価するシステムを構築するという大きな目標の下、本研究では、まずは道路上の貨物の流動を評価することを目的として、「物流センサス」の純流動データをもとに全国貨物を対象とした貨物ODデータの作成を行った。その際、国際物流についても考慮するため、「全国輸出入コンテナ貨物流動調査」と「陸上出入貨物調査」のデータを用いて補完を行った。

また、この貨物ODデータを道路ネットワークに配分するにあたり、容量制約の無い配分手法（修正Dial法、オール・オア・ナッシング法）に関してモデルの検討を行った。

そして、国際物流ODデータをオール・オア・ナッシング配分手法によって道路ネットワークに配分することで、国際海上コンテナの視点から輸出入別の台数・トン数・価格単位といった多様な指標によってリンク別に道路の機能に違いがあることを把握することができた。

さらに、未整備区間を整備した場合のネットワークデータに貨物ODデータを配分することで、道路整備による効果を物流の視点から提示することができることが確認できた。

4.3.4.2 研究成果の活用

今後も関係研究部と連携して、経路選択を規定する要因の精査や有料道路料金施策の効果の評価にも適用できるようにモデルを改良するとともに、

地方整備局等でも利用可能な評価ツールとしたいと考えている。

4.3.4.3 今後の課題

本研究で実施した国際物流に関する道路ネットワークへの配分結果については、貨物車の現状の利用経路を詳細に把握したデータがなかったことから、現状の経路選択との乖離に関する検証できていない。このため、今後は、物流プローブデータや事業所へのヒアリング等を行うことにより、貨物車の利用経路を把握した上で推計結果との比較検証を行い、現況再現性を向上させる必要がある。

また、積載品目によって経路選択パターンが異なることが考えられることから、経路選択に影響を与える要因を考慮できるようにすることが課題である。

そして、最終的には鉄道、船舶、航空といった多モードでの評価を行うことができるようにする必要があるのである。

参考文献

- 1) “The Freight Analysis Framework - Overview and Uses -”, Office of Freight Management and Operations U.S. Department of Transportation, April, 2002
- 2) 社団法人土木学会：道路交通需要予測の理論と適用 第1編，丸善（株），2003.8
- 3) 東京都市圏交通計画協議会：物流からみた東京都市圏の望ましい総合都市交通体系のあり方，2003.5
- 4) 「国際海上コンテナの国際輸送ネットワークにおける交通実態とボトルネック解消効果」、国土交通省国土技術政策総合研究所 港湾研究部 港湾システム研究室、柴崎隆一

第5章 研究のまとめ

5.1 本研究における成果

本研究で得られた主要な成果は以下のとおりである。

- ①「まちづくりと一体となったLRT導入計画ガイドランス」の公表・配布（H17.10）
（宇都宮市、岡山市等において、LRT計画策定の参考図書として活用）
- ②多連トレーラを用いた都市間物流システムの提案
- ③「港湾貨物の背後輸送におけるボトルネック箇所の把握と解消効果」の提示
- ④「国際航空貨物の国内流動需要推計モデル」の構築、モデルを用いた政策シナリオの評価から経路選択特性や品目毎のODパターン等を把握
- ⑤貨物車交通への影響が大きい商慣行の抽出及び改善策とその実施シナリオの提案
- ⑦「交通結節点の乗り換え利便性評価マニュアル案」の作成配布（H18.2）
- ⑧「マルチモーダル施策の評価手法マニュアル（案）」を策定（地方自治体に配布するとともに交通計画担当者の研修テキストとして活用する予定）
- ⑨海外の都市交通制度や実態に関する情報を収集・分析し、社会資本整備審議会都市交通・市街地整備小委員会における検討に反映するとともに、平成19年度国土交通省重点施策「都市・地域総合交通戦略」の制度設計にも反映
- ⑩貨物流動の視点で道路ネットワークを評価する分析ツールとデータベースの構築

5.2 得られた成果について

高齢社会及び地球環境時代に対応した交通システムが求められている中、「まちづくりと一体となったLRT導入計画ガイドランス」の策定・公表は時宜を得たものであり、有益な成果であると判断される。

環境に配慮した効率的な物流の実現や国際競争力の強化の要請がある中、本研究では「国際航空貨物の国内流動需要推計モデルや経路選択モデルの構築」、「港湾貨物の背後流動におけるボトル

ネックの抽出とその解消効果算定ツールの開発」に加え、これらを用いた政策評価を実施した。また、物流の川上側での対策として「商慣行の改善策とその実施シナリオの提案」等、陸・海・空の各交通モードを対象に物流効率化に向けた施策提案や評価に資する研究が実施できたと判断される。

さらに、行政施策の評価が求められている中、「交通結節点の乗り換え利便性評価マニュアル（案）」や「マルチモーダル施策の評価手法マニュアル（案）」は、地方自治体等が多様なマルチモーダル施策を比較評価する際の有益なツールとなるものであり、効果的な研究が実施できたと考えられる。

「道路上の貨物流動の評価」については、国際物流に関して港湾貨物流動と背後輸送の道路利用が一体となった評価手法を構築するため、道路研究部と港湾研究部が連携して、双方が持つデータを統合したデータベースを構築し、評価結果を示した。

5.3 今後の課題

本テーマはマルチモーダル交通体系の構築を目的に研究を進め、上記のとおりガイドランスやマニュアル、評価・分析モデル等の一定の研究成果が得られた。しかし、マルチモーダル交通体系の実現に向けては、今後も各種交通モードが連携して、更なる検討を進めていく必要がある。特に港湾物流、航空貨物に関わる分析・研究については、アジアを中心とした貨物量の増大や、より効率的でシームレスな物流が求められていることなどを踏まえて、今回の国内での検討を中心としたマルチモーダル物流に関わる検討に加え、アジア圏を中心とした海外との貨物流動を含めたグローバルな検討・研究に発展させたい。

なお、各個別テーマの研究過程で得られた知見や課題については、各節ごとにまとめたので、参考にされたい。

参考資料 研究成果の公表状況

1. 公共交通の利便性向上と利用促進に関する研究

- 1) 諸田恵士・塚田幸広・河野辰男:公共交通機関の利用促進,国総研アニュアルレポート 2005, pp. 42-45, 国土技術政策総合研究所, 2005. 3
- 2) 阪井清志: L R T計画導入ガイダンスについて, 全国都市交通計画担当者会議, 2005. 5
- 3) 阪井清志: 環境に優しい公共交通ーデータで見るフランスのL R Tー, 交通工学, Vol. 40-No. 4, pp. 51-59, 2005. 7
- 4) 阪井清志 (共著): まちづくりと一体となったL R T導入計画ガイダンス, (社) 日本交通計画協会, 2006. 11
- 5) 阪井清志: イギリス・フランス及び日本のトラムの現況と課題に関する分析, 日本都市計画学会第41回学術研究論文発表会, Vol. 41-No. 3, pp. 19-24, 2006. 11
- 6) 阪井清志: 欧州におけるL R Tの導入効果, 道路, No. 790, pp. 17-21, 2005. 12
- 7) 阪井清志: 欧米における集約型都市構造誘導のための制度事例, 国土交通省都市・地域整備局都市計画課主催「人口減少時代の都市計画のあり方講演会」第9回, 2007. 5
- 8) 中西賢也: 日本におけるトランジットモールの現状と課題, 土木計画学研究・講演集 vol. 35, CD-ROM, 2007. 6
- 9) 諸田恵士・野間真俊・井坪慎二・奥谷正: 筑波山における観光交通の特性把握に向けた調査と分析, 土木計画学研究・講演集 vol. 35, CD-ROM, 2007. 6
- 10) 阪井清志: ドイツのトラムトレイン-推進のための計画制度の仕組みとハードウェア開発-, 土木計画学研究・講演集, No. 36, CD-ROM, 2007. 6
- 11) 諸田恵士・野間真俊・奥谷正・南部浩之: 交通調査の高度化による観光交通の特性把握, 第27回日本道路会議論文集, CD-ROM(50036), 2007. 11
- 12) 阪井清志: ドイツのトラムトレイン-直通運転実現のための技術開発-, J R E A, Vol. 50-No. 12, pp. 43-47, 2007. 12
- 13) 阪井清志: トラムトレイン-地域の交通軸強化のための施策-, 新都市, Vol. 62-No. 3, 2008. 3
- 14) 中西賢也: トランジットモールの普及方策に関する考察, 第37回土木計画学研究発表会(春大会), 2008. 6

2. マルチモーダル物流体系に関する研究

- 1) 浜田誠也・河野辰男: 地下鉄を活用した新たな物流システムの可能性に関する研究, 第28回土木計画学研究発表会, CD-ROM, 2003. 11
- 2) 大西博文: 物流交通の諸問題とその取り組みの方向, 土木技術資料, VOL. 46 NO. 4, pp. 16-19, 2004. 4
- 3) 河野辰男・長谷川金二: 物流交通対策の現状と課題, 土木技術資料, VOL. 46 NO. 4, pp. 20-25, 2004. 4
- 4) 河野辰男・長谷川金二: 物流施設の整備計画プロセス, 土木技術資料, VOL. 46 NO. 4, pp. 26-31, 2004. 4
- 5) 励国権: 鉄道貨物輸送の改善策と効果, 土木技術資料, VOL. 46 NO. 4, pp. 32-37, 2004. 4
- 6) 浜田誠也・横須賀達博: 既存交通施設を活用した新たな物流システムの可能性, 土木技術資料, VOL. 46 NO. 4, pp. 38-43, 2004. 4
- 7) 河野辰男・塚田幸広: 物流対策としての交通空間の活用, IATSS Review, Vol. 30, No. 5, 2005.
- 8) R. Shibasaki, T. Watanabe, T. Kadono: An Economic Loss due to Bottlenecks for Domestic Automobile Transportation of International Maritime Container Cargos in Japan, PORTS 04, 2004. 5
- 9) 柴崎隆一・渡部富博・角野隆: 国際海上コンテナ貨物の国内自動車輸送における通行上の制約と経済損失に関する分析, 国土技術政策総合研究所研究報告, No. 18, 2004. 6
- 10) 柴崎隆一・渡部富博・角野隆: 国際海上コンテナの国内輸送ネットワークにおける運行上の制約に関する分析と解消効果の試算, 運輸政策研究, VOL. 7 NO. 4, pp. 15-26, 2005. 1

- 11) 柴崎隆一・山鹿知樹・角野隆・小島肇：国際海上コンテナの陸上輸送ネットワークと経路選択行動，土木計画学研究・講演集，31-76，2005.6
- 12) 柴崎隆一・角野隆・山鹿知樹：国際海上コンテナ用セミトレーラ連結車の時間帯別交通量と高速利用実態，土木学会年次学術講演会講演概要集，59，IV-382，2004.9
- 13) 柴崎隆一・山鹿知樹・角野隆・小島肇：臨港地区およびその背後圏における国際海上コンテナ用セミトレーラ連結車の通行実態に関する考察，土木計画学研究・講演集，30-354，2004.11
- 14) 柴崎隆一・角野隆・山鹿知樹・小島肇：国際海上コンテナ用セミトレーラ連結車の時間帯別交通量と高速利用率に関する実態調査およびその分析，国総研研究報告，No.19，2004.12
- 15) 柴崎隆一・角野隆：港湾地域および背後圏における国際海上コンテナ用セミトレーラ連結車の流動状況の推察，高速道路と自動車，2005.6
- 16) 山鹿知樹・柴崎隆一・渡部富博・平井洋次・角野隆：国際海上コンテナ貨物の国内背後流動におけるマルチモーダル輸送に関する分析，国総研資料，No.126，2003.12 及び 土木学会関東支部技術研究発表会，2004.3
- 17) 山鹿知樹・柴崎隆一・角野隆・小島肇：国際海上コンテナ貨物の国内流動におけるマルチモーダル輸送に関する分析，土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集，31，IV-1，2004.3
- 18) 小島肇・山鹿知樹・柴崎隆一・角野隆：国際海上コンテナ貨物の国内輸送に関する統計資料の比較分析，土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集，31，IV-2，2004.3
- 19) 山鹿知樹・柴崎隆一・角野隆・渡部富博：鉄道および船舶による国際海上コンテナ貨物の国内輸送特性に関する分析，日本沿岸域学会論文集，17(1)，pp.39-50，2004.9
- 20) 山鹿知樹・柴崎隆一・安間清：東アジア・北米間輸送を中心とした北米大陸における国際貨物の背後流動に関する分析，国土技術政策総合研究所資料，No.191，2004.9
- 21) 山鹿知樹・柴崎隆一・安間清：東アジア・北米間輸送を中心とした北米大陸における国際海上コンテナ貨物の背後流動に関する分析，土木学会年次学術講演会講演概要集，59，IV-381，2004.9
- 22) 柴崎隆一・角野隆・山鹿知樹・小島肇：国際海上コンテナの背後輸送に関する国際比較，土木計画学研究・講演集，30-353，2004.11
- 23) 山鹿知樹・柴崎隆一・角野隆：バルク系貨物を対象とした背後流動・輸送機関分担の分析と利用港湾/輸送機関選択モデルの構築，国総研資料，No.201，2004.12
- 24) 石倉智樹，丹生清輝：我が国の国際航空貨物輸送における課題と空港政策戦略，土木計画学研究・講演集，No.27，CD-ROM，2003.6
- 25) 石倉智樹，滝野義和：我が国の国際航空貨物輸送における経路選択要因分析，土木計画学研究・講演集，No.28，CD-ROM，2003.11
- 26) 石倉智樹・他：我が国の国際航空貨物輸送における現況と課題，国総研資料No.130，2003.12
- 27) 石倉智樹・滝野義和・杉村佳寿：国際航空貨物輸送における輸送経路選択要因の分析，国総研資料，No.174，2004.6
- 28) Tomoki ISHIKURA：Factors of Route Choice of International Air Cargo Transport：A Case Study of Japan，10th World Conference on Transport Research，CD-ROM，2004
- 29) 大西博文・他：特集・持続可能な交通，国総研アニュアルレポート2005，pp.41-73，国土技術政策総合研究所，2005.3
- 30) 塚田幸広・河野辰男：商慣行の改善と物流交通の効率化，国総研アニュアルレポート2005，pp.54-57，国土技術政策総合研究所，2005.3
- 31) 河野辰男・塚田幸広：商慣行の改善が貨物車交通に与える影響，土木学会論文集，No.807，pp67-76，2006.1
- 32) 商慣行と物流研究会：商慣行の改善と物流交通の効率化，ロジスティクスシステム，(社)日本ロジスティクスシステム協会，Vol.15，2006.1
- 33) 石倉智樹・石井正樹：国際航空貨物の品目特性と国内流動分析，国総研資料，No.287，2006.3
- 34) 商慣行と物流研究会：環境負荷低減とコスト低減を実現するための荷主企業と物流企業の連携，

- ロジスティクスシステム, (社) 日本ロジスティクスシステム協会, Vol. 15, 2006. April/May
- 35) 商慣行と物流研究会: 取引条件の見直しによる環境負荷とコストの改善, ロジスティクスシステム, (社) 日本ロジスティクスシステム協会, Vol. 16, 2007. April/May
- 36) 河野辰男: 新たな物流施策大綱への反映: 国総研アニュアルレポート 2006, 2006. 3
- 37) 柴崎隆一: 欧米における国際海上コンテナの背後輸送に関する一考察とわが国の輸送環境への示唆, 海運経済研究, Vol. 40, pp. 167-176, 2006. 10
- 38) 渡部富博: 国際海上コンテナ輸送におけるボトルネックに関する分析, 港湾空港技術講演会, 2006. 10
- 39) 柴崎隆一・渡部富博・越智大介, 韓国釜山港周辺における国際海上コンテナ用トレーラの通行実態とわが国に与える示唆, 国土技術政策総合研究所資料, No. 349, 2006. 11
- 40) 越智大介・杉山信太郎・柴崎隆一・渡部富博, 釜山港および周辺地域における国際海上コンテナのトラック輸送の実態分析, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 61, IV, 2006. 9
- 41) 柴崎隆一・渡部富博・越智大介・杉山信太郎: 韓国釜山港との比較による我が国における国際海上コンテナ用車両の通行に関わる課題と示唆, 第 34 回土木計画学研究発表会, 2006. 12
- 42) T. WATANABE, R. SHIBASAKI, et al., An Analysis on Bottlenecks for Domestic Vehicular Transportation of International Maritime Container Cargos in Japanese Hinterland, The Fifth International Conference on City Logistics (CITY LOGISTICS 2007), 2007. 7
- 43) 柴崎隆一・劉明磊・中嶋宏直・渡部富博, 中国における 45 フィートコンテナの利用状況に関する考察, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 62, IV, 2007. 9

3. マルチモーダル交通体系の評価に関する研究

- 1) 長谷川金二: 交通結節点の評価方法について ~移動負担感の定量的評価に関する一考察~, 第 32 回都市交通計画担当者会議, 2003. 5
- 2) 田中良寛・他, 交通結節点における移動負担感の評価手法に関する研究, 第 25 回日本道路会議, CD-ROM, 2003. 11
- 3) 江橋英治, 道路整備等による便益の簡易推計手法に関する研究, 第 28 回土木計画学研究・発表会, CD-ROM, 2003. 11
- 4) 阪井清志: 交通結節点の整備効果, 国総研アニュアルレポート 2005, 国土技術政策総合研究所, 2005. 3
- 5) マルチモーダル施策の評価指標や評価手法については平成 16 年度成果を、国総研のホームページ上に公表
- 6) 田中良寛・河野辰男・長谷川金二: 都市交通のサービスレベルの評価に関する調査, 第 59 回土木学会年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, 2004. 9
- 7) 塚田幸広・諸田恵士・河野辰男: 都市交通サービスの評価方法, 国総研アニュアルレポート 2005, pp. 46-49, 国土技術政策総合研究所, 2005. 3
- 8) 諸田恵士・塚田幸広・河野辰男: 一般化時間による交通結節点の評価手法に関する研究, 第 25 回交通工学研究発表会, 2005. 11
- 9) 塚田幸広・他: 一般化時間による交通結節点の利便性評価手法 (評価マニュアル案), 国総研資料, No. 297, 2006. 2
- 10) 塚田幸広・他: 道路上の貨物流動状況の推計に関する研究, 第 33 回土木計画学研究発表会, 2006. 6
- 11) 河野辰男・奥谷正・柴崎隆一: A Study of a Network Analysis Model for Freight Demand, XXIII World Road Congress Paris, 2007. 9
- 12) 小林正憲・奥谷正・渡部富博: 道路上の貨物流動状況の評価に関する研究, 第 27 回日本道路会議論文集 CD, CD-ROM, 2007. 11
- 13) 阪井清志: フランスの L R T の制度的枠組みと整備効果について, 新都市, Vol. 59, No. 8, pp. 113-122, 2005. 8

- 14) 阪井清志：ドイツの都市内公共交通の制度的枠組みと自由化の動向について，新都市，Vol. 60，No. 2，pp. 96-110，2006. 2
- 15) 阪井清志：ドイツにおける運輸連合とゾーン運賃制度の仕組みについて，交通工学，Vol. 41，No. 2，pp. 56-64，2006. 3
- 16) 阪井清志：欧州における都市交通制度・施策と日本への応用について，全国都市交通計画担当者会議，2006. 5
- 17) 阪井清志：海外主要国の都市圏交通計画制度について，全国都市交通計画担当者会議，2007. 5
- 18) 阪井清志：アメリカ合衆国の都市内公共交通の制度的枠組みとTODの仕組みについて，新都市，Vol. 61-No. 6，pp. 45-61，
- 19) 阪井清志：先進諸国における都市内交通計画の比較に関する研究，土木計画学研究・講演集，No. 35，CD-ROM，2007. 6
- 20) 阪井清志：海外におけるパーソントリップ調査の実施状況とデータ活用の方向について，日本都市計画学会第42回学術研究論文発表会，Vol. 42-No. 3，pp. 559-564，2007. 11
- 21) 阪井清志：海外主要国の都市圏交通計画制度の比較に関する研究，土木計画学研究・論文集 Vol. 25（投稿予定），2009. 10

国土技術政策総合研究所プロジェクト研究報告

PROJECT RESEARCH REPORT of N I L I M

No.19 January 2008

編集・発行 © 国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒 305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部研究評価・推進課 TEL029-864-2675