

# 新幹線ネットワークによる貨物輸送の便益評価に関する研究\*

A study on the Evaluation of the Freight Transport using High Speed Passenger Tracks\*

村田洋介\*\*，青山吉隆\*\*\*，中川大\*\*\*\*，柄谷友香\*\*\*\*\*，白柳博章\*\*\*\*\*

By Yosuke Murata, Yoshitaka Aoyama, Dai Nakagawa, Yuka Karatani, Hiroaki Shirayanagi

## 1. はじめに

近年、自動車輸送の増大により、環境・交通問題等が深刻となっている。このため、貨物輸送の分野においても、自動車中心の貨物輸送体系から、鉄道・海運へ転換するモーダルシフトが期待されている。

鉄道による貨物輸送としては、従来は、重量貨物が中心であったこともあって、新幹線を利用して高速で貨物を輸送することは行われてこなかった。しかしながら、近年の貨物輸送の傾向として、軽量で速達性を必要とする貨物が増加しており、これらは高速鉄道によって輸送することが優位となる可能性が小さくない。また、現在建設中の整備新幹線は、北海道から九州までを縦貫することに加えて、貨物輸送のための容量を確保することの難しかった東京・大阪間が、北陸新幹線によってバイパスできることになるため、全国的な貨物ネットワークとして利用できる可能性が大きく高まることになる。

そこで、本研究ではこのような状況を踏まえて、新幹線を利用した全国貨物ネットワークによる便益を計測する。そのためには、輸送品目によって時間価値が異なることや、鉄道・船舶・航空輸送では、運行ダイヤの制約から、出発時刻により一般化費用が異なることなど、都市間における貨物輸送の特性を踏まえて分析する必要があるため、運行ダイヤ、出発時刻、品目別時間価値を考慮した輸送機関選択の分析を行う。

## 2. 貨物輸送ネットワークの構築

貨物の時間価値を分析した研究としては、岡<sup>1)</sup>の研究があり、2 輸送機関間の分担率を分析している。また、貨物の運行ダイヤを考慮した研究としては、宮前<sup>2)</sup>らの研究があり、アンケート調査などに基づいて分析している。本研究では、都道府県間輸送を分析対象として、以下のように4 輸送機関別にネットワークを構築して、現況の輸送データと交通ネットワークデータから時間価値や所要時間を算出する。

### (1) 自動車輸送ネットワーク

自動車貨物(トラック)輸送では、全国高速道路・国道・主要地方道を含む約10万リンクを対象としたネットワークを作成した。自動車貨物輸送の輸送費用は、10 トントラックを仮定して、トラック輸送に必要な有料道路の大型車通行料金、ガソリン代等の走行費用及び人件費<sup>3)</sup>の和により求めた。なお、自動車においては、出発時刻にかかわらず、経路、所要時間、輸送費用が一定とした。

### (2) 鉄道輸送ネットワーク

鉄道貨物輸送では、全コンテナ列車を対象としてネットワークを作成した。また、鉄道貨物の輸送費用は、2000年版鉄道貨物表のコンテナ運賃表<sup>4)</sup>より、10トンコンテナ運賃を用いた。

### (3) 海上輸送ネットワーク

海上貨物輸送では、離島航路を除くフェリー、コンテナ船、RORO 船を対象として、ネットワークを構築した<sup>5)6)</sup>。海上輸送の輸送費用は、フェリーでは、フェリー料金と自動車輸送で用いた人件費を、コンテナ船及びRORO 船では、式(2.1)(2.2)<sup>7)</sup>より算出した。

\*Key words: 物流計画, 交通手段選択, 地球環境問題

\*\*正会員, 京都市都市計画局都市企画部交通政策課  
(京都市中京区 TEL 075-222-3483)

\*\*\*フェロー, 工博, 京都大学大学院工学研究科

\*\*\*\*正会員, 工博, 京都大学大学院工学研究科

\*\*\*\*\*正会員, 工博, 京都大学大学院工学研究科  
(京都市左京区吉田本町 TEL&FAX 075-753-5759)

\*\*\*\*\*正会員, 奈良県桜井土木事務所

(奈良県桜井市 TEL 074-442-9191)

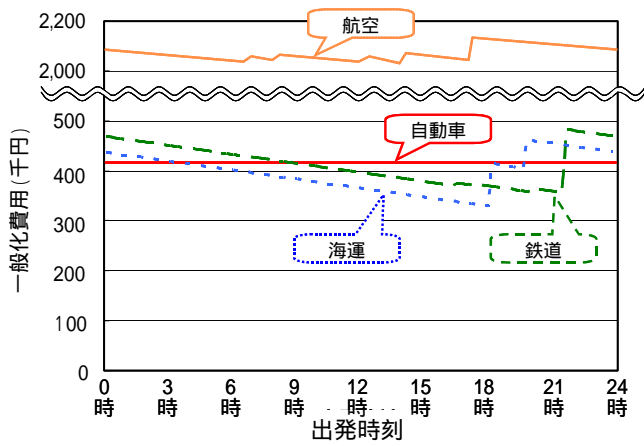


図1 大阪発北海道着貨物輸送機関別一般化費用  
(時間価値：10円/トン・分)

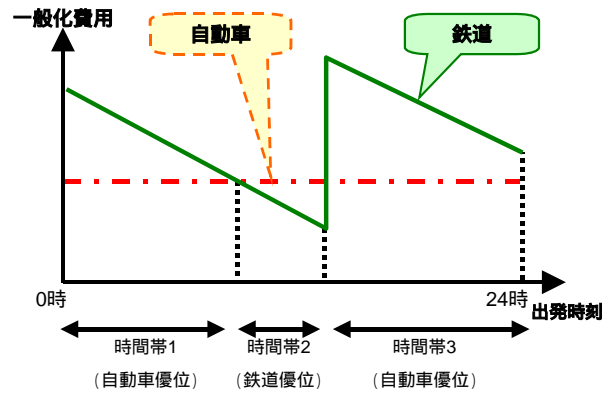


図3 時間帯別の一般化費用の比較

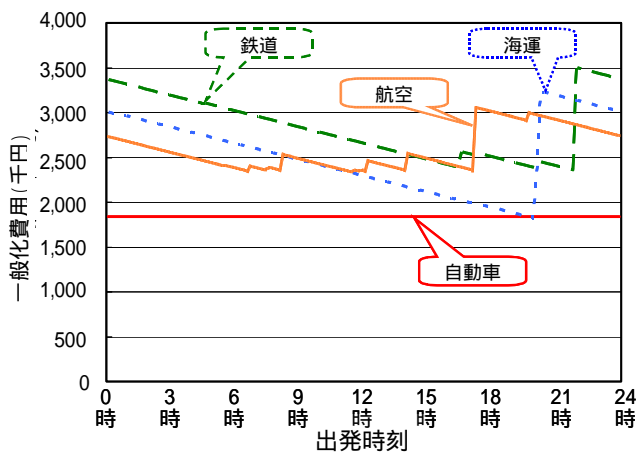


図2 大阪発北海道着貨物輸送機関別一般化費用  
(時間価値：100円/トン・分)

### 3. 貨物輸送の一般化費用の算出

前節で構築した貨物輸送ネットワークを用いて、最小一般化費用経路検索を行い、日本全都道府県間貨物輸送の出発時刻別一般化費用を算出した。なお、本研究では貨物輸送における一般化費用を式(3.1)のように、走行費用や輸送料金等により生じる費用と輸送時間により生じる費用との和であると定めた。

$$GC_{i,d,m} = C_{d,m} + w_i \times T_{d,m} \quad (3.1)$$

- GC : 一般化費用 (円)
- C : 輸送費用 (円)
- T : 輸送時間 (分)
- w : 時間価値 (円/分)
- m : 輸送機関
- i : 品目
- d : 出発時刻

$$Cr = 353.66 + 382.93 \times T \quad (2.1)$$

$$Cc = 7480 + 252 \times T \quad (2.2)$$

- Cc : RORO 船運賃 (円 / 10 トン)
- Cr : コンテナ船運賃 (円 / 10 トン)
- T : 航海時間 (hr)

#### (4) 航空輸送ネットワーク

航空貨物輸送では、手荷物を除く積載貨物量が10トン以上の航空便を対象として、ネットワークを構築した。航空輸送の輸送費用は、混載貨物料金<sup>8)</sup>を用いて算出した。

なお、鉄道・海運・航空ネットワークにおいて、貨物の発地・着地と貨物駅等の結節点との輸送は、トラックで行うものとして、自動車貨物輸送と同様の方法で算出した。また、貨物駅等の結節点における貨物積降時間については、鉄道が積降各3時間、フェリーでは各1時間、RORO船・コンテナ船では各3時間、航空は各1時間とした。

輸送機関は、一般化費用が最小となる機関が選択されるものとして、ダイヤに基づいて出発時刻ごとに一般化費用を求めた。

推計結果の例として、大阪発北海道着の自動車、鉄道、海上、航空輸送の算出結果を比較したものを図1, 2に示す。図1, 2には、時間価値として、10円/分・トンと100円/分・トンと設定したものを示している。

### 4. 貨物の品目別時間価値と品目特性

一般化費用の算出には、貨物の時間価値を決定する必要がある。本研究では、求めた一般化費用が現況の機関分担率を最もよく再現するような時間価値を品目

表 1 品目別時間価値の推計結果

品類名	品目名	時間価値 (円/トン・分)
農水産品	食料品	4
	その他の農産品	7
林産品	林産品	10
鉱産品	鉱産品	9
金属機械製品	金属	36
	金属製品・機械	36
	自動車・車両	12
化学工業品	化学工業品	52
軽工業品	紙・パルプ	60
	繊維工業品	45
	食料工業品	17
雑工業品	日用品	54
	製造工業品	6
特殊品	特種品	11
	取合せ品	36

別に求めた。貨物輸送量の統計としては「第7回全国貨物純流動調査」<sup>9)</sup>(以下「物流センサス」と略す)の「3日間調査」を用いた。

時間価値は、図3に示すように、時間帯ごとに算出した一般化費用が最小になる輸送機関を選択するとしたときに、現況の分担率と最も近くなるような時間価値を求めるとし、時間価値を変化させながら繰り返し計算した。

時間価値の推計にあたっては、物流センサスによる75品目を、品目特性やデータ数を考慮して15品目に分類した。この15品目別に求めた時間価値推計結果を表1に示す。表1から工業品、特に日用品等の軽量貨物の時間価値が高いことがわかる。

## 5. モーダルシフトによる社会的便益の計算方法

自動車から鉄道へのモーダルシフトによって生じる社会的便益として、一般化費用の減少及びCO<sub>2</sub>排出削減量を求める。CO<sub>2</sub>排出量削減による便益は、『道路投資の評価に関する指針(案)』<sup>10)</sup>から、CO<sub>2</sub>換算トン当たり627円/トン-CO<sub>2</sub>として算出する。

## 6. 新幹線を利用した貨物輸送の評価

わが国では、新幹線はこれまで旅客のみに利用されてきたが、ドイツやフランスでは、高速新線上を160km/hで走行する貨物列車が運行されており、鉄道貨物輸送サービス向上に貢献している。また、貨物列車の更なる速度向上を目指し、200km/h以上の走行試験が行われており、技術革新が進んでいる。



図4 新幹線を利用した鉄道貨物ネットワーク

わが国においても、新幹線鉄道網が全国に展開されつつあることから、新幹線を有効活用することで、軽量で速達性を必要とする貨物輸送において効果を発揮する可能性がある。

本研究では、整備新幹線の全線開業後において、運行ダイヤが過密な東海道新幹線を除く既存の新幹線、整備新幹線及び秋田・山形新幹線を貨物が利用し、地域の拠点となる31都市に貨物駅を建設するものとして、図4に示すネットワークを作成した。

新幹線を利用した貨物ネットワーク構築に必要な費用は、貨物駅の建設費と車両の製造費と考える。路線は旅客線を使用し、基盤施設改良を必要としない軽量貨物の輸送を想定する。新幹線貨物駅の建設費は一駅あたり200億円、31駅の合計で6200億円とした。また、車両製造費は、旅客列車を参考にして、一列車あたり40億円と設定した。設定した運行ダイヤをもとに、46編成の列車を製造するものとして、車両製造費を1840億円とした。よって、貨物駅の建設費と車両の製造費の合計は、8040億円となる。

一般化費用が最小となる輸送機関が選択される結果、施策の実施によって一般化費用が減少し、便益が発生する。よって、これらの設定のもと、新幹線による貨物輸送の便益及び、費用便益比を算出する。運賃は、2000年時点の鉄道コンテナ貨物運賃を基に、その1倍、2倍、3倍、4倍と料金設定を変化させて分析を行った。なお、費用便益比の分析においては、便益の総現在価値を、便益計測期間30年、社会的割引率を4%として計算した<sup>11)</sup>。

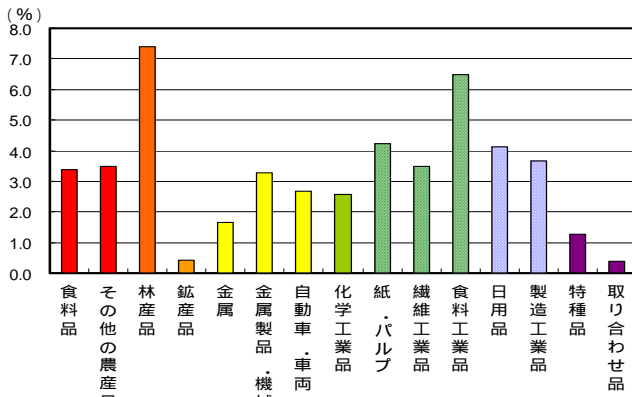


図5 新幹線への品目別転換重量の割合

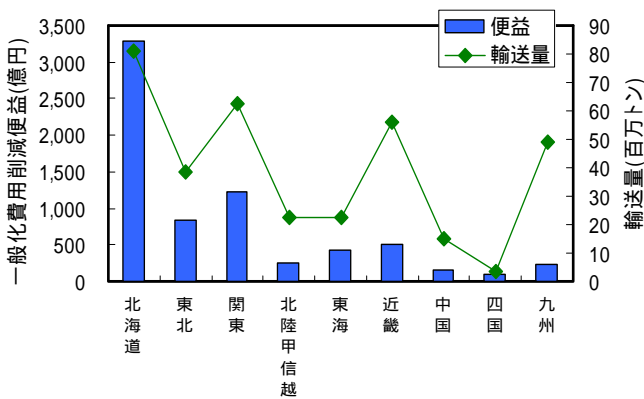


図6 地域別便益及び輸送量

まず、新幹線の貨物輸送料金を在来線の鉄道コンテナの運賃と等しい場合の分析を行う。図5に、品目別に、現在の輸送機関から新幹線へ転換した貨物の割合を示す。図5の斜線部に示す軽量の貨物において新幹線への転換率が高く、新幹線による貨物輸送が、軽量品の輸送に適していることがわかる。また、新幹線の活用により、各地域に帰着する便益及び発着する輸送量を図6に示す。図6から北海道で大きな便益が発生していることがわかる。

次に、料金を2,3,4倍と変化させたときの分析を行う。図7に各輸送機関からの転換輸送量を示す。図7より、輸送料金を2倍以上にすると、自動車からの転換量が極端に少なくなることがわかる。

また、表2に新幹線を利用した貨物輸送による便益を示す。表2には、費用便益分析で用いた輸送費用削減便益に加え、CO<sub>2</sub>排出量削減便益と費用便益比も併せて示す。表2の費用便益比には、CO<sub>2</sub>排出量削減便益は考慮していない。表より、料金が3倍以下の場合、費用便益費が1.0を上まわることがわかる。

整備新幹線の建設に関しては旅客輸送のみでB/Cが1を超えており、新幹線を利用した貨物輸送による便益は、

表2 新幹線を利用した貨物輸送による便益

	料金1倍	料金2倍	料金3倍	料金4倍
CO <sub>2</sub> 排出削減便益(億円)	50	24	11	9
輸送費削減便益(億円)	3,513	1,455	571	211
費用便益比	8.43	3.49	1.37	0.51

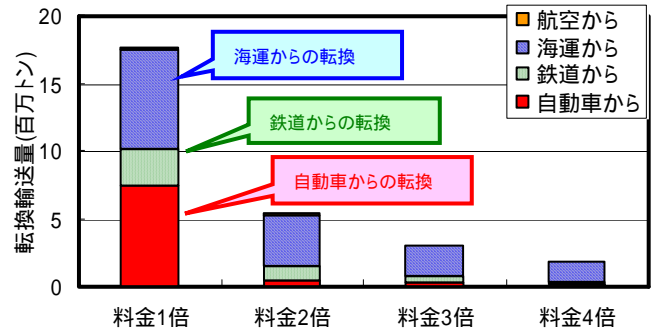


図7 新幹線への転換輸送量

こうした旅客輸送で生じる便益に加えて発生することに留意する必要がある。

## 5. 本研究の成果

本研究の成果を以下にまとめる。

日本全国の道路網と鉄道・海上・航空貨物の運行ダイヤ・運賃を考慮した貨物輸送ネットワークデータを構築した。

貨物輸送ネットワークを用いて最小経路検索を行い、出発時刻別の一般化費用を算出した。

貨物輸送機関選択指標と物流センサスを用いて15品目に分類し、それぞれの時間価値を求めた。

新幹線を利用した貨物輸送を提案し、品目別に輸送量を算出することによって、新幹線による貨物輸送ネットワークの便益を計算した。

## 【参考文献】

- 岡昭二：時間価値を用いた分担率モデルについて，土木学会年次学術講演会講演概要集，-32，1977．
- 宮前直幸・石井伸一・辻芳樹・北詰恵一：海上輸送ダイヤ条件の改善によるモーダルシフトの可能性，土木計画学研究・論文集，No.15，1998.9．
- 国土交通省：時間価値原単位及び走行費用原単位の算出方法，2003.1．
- (社)鉄道貨物協会：2000JR貨物時刻表，2000．
- 日刊海事通信社(株)：フェリー・旅客船ガイド，2000.11．
- 交通日本社(株)：貨物運賃と各種料金表'99，1999．
- (財)運輸政策研究機構：長期需要予測に関する調査報告書，2001.3．
- 交通日本社(株)：貨物運賃と各種料金表'99，1999．
- 国土交通省(編)：全国貨物純流動調査「3日間調査」，2000．
- 道路投資の評価に関する指針検討委員会：道路投資の評価に関する指針(案)，(財)日本総合研究所，1998.6．
- (財)運輸経済研究センター：鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル99，1999