

道路ネットワークの最適利用

A Study on More Effective Use of Road Networks

(研究期間 平成 16～年度)

— 高速道路の効率的活用・機能強化に関する研究 —

Study on efficient and functional use of expressway

道路研究部道路研究室

室長

奥谷 正

Road Department, Traffic Engineering Division, Head

Tadashi Okutani

主任研究官

大脇 鉄也

Senior Researcher

Tetsuya Owaki

研究官

濱谷 健太

Researcher

Kenta Hamaya

MLIT is implementing the measures for increasing the number of interchanges, setting diverse and flexible toll systems and other policies that will make it easier to use the existing road network in addition to constructing new road networks. Some surveys that analyze the present condition and help to implement these policies were carried out in this study.

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、政策的な実現可能性や有料道路の採算性の確保などの観点から、既存の高速ネットワークの効率的活用・機能強化を行うことで並行する一般道における渋滞問題や沿道環境問題、交通安全問題などの解決を図るため、多様で弾力的な料金施策やインターチェンジの最適配置などの施策を展開している。

本研究では、これらの施策のうち、現在実施されている料金割引施策やスマートインターチェンジの設置が高速道路ネットワークの利用に与える効果・影響およびその傾向について、分析を行った。

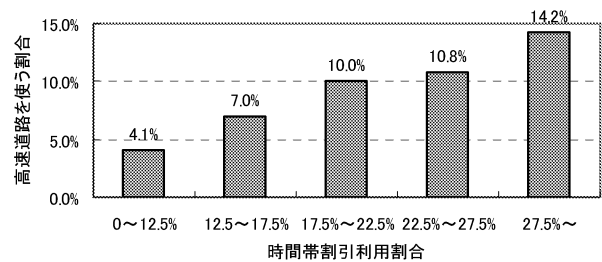
[研究内容]

1. 料金割引による効果の傾向分析

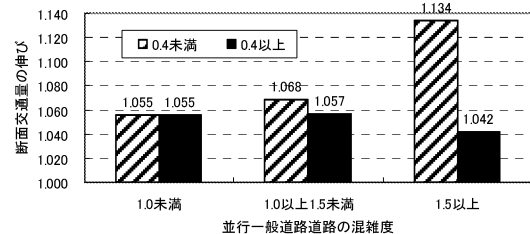
高速自動車国道の ETC 時間帯割引について、高速道路の交通量の伸びの傾向や、並行一般道路との関係に関する分析を高速道路および並行する一般道路の交通量等のデータを用いて行った。

高速自動車国道の ETC 限定割引が導入後の平成 17 年 7 月における都道府県別時間帯割引利用割合と高速道路を使う割合の関係について分析した。時間帯割引の利用割合が高い地域ほど高速道路を使う割合の増加率が高い傾向にあり、割引が高速道路利用率の上昇に貢献していることが示唆される。(図—1)

次に通勤割引の時間帯(6時～9時、17時～20時)について、全国の高速道路の IC 間断面交通量の伸び(H17/H16)と高速道路および並行する一般道路の混雑



図—1 時間帯割引利用割合と高速道路を使う割合の関係



図—2 混雑度と IC 間断面交通量の伸びの関係

度について分析を行った。(図—2) 高速道路や並行一般道路の混雑状況は料金割引による高速道路への転換に関係があることがわかった。特に比較的容量に余裕のある高速道路において、並行一般道路が混雑している場合、料金割引による高速道路への転換が起りやすくなっていることが言える。逆に高速道路が混雑している場合や一般道路の混雑度が低い場合には、転換が起りにくくなっている。

2. スマート IC 設置による時間短縮便益の算出手法

今後スマート IC を効率的・効果的な箇所重点的に設置する必要があるため、個別箇所の事業評価をする

前に、全国的な設置効果の概況を把握する必要がある。そこでスマート IC の設置効果の概況把握のために、まず効果のひとつである時間短縮便益を算出する手法の検討を行った。図-4 にフローを示す。

①時間短縮圏域人口の算出

スマート IC の利用交通量に影響を及ぼす指標として、「時間短縮圏域人口」を定義した。時間短縮圏域とは隣接 IC 経由の最短所要時間よりもスマート IC 経由の最短所要時間が短いエリア（図-5）であり、そのエリアの総人口が時間短縮圏域人口である。本研究では方向により短縮時間が異なることを考慮するため、上り方向と下り方向に分けてそれぞれで時間短縮圏域を算出した。各発集点（3次メッシュ）から IC までの最短所要時間はNITAS（国内の任意の地点間の所要時間を交通手段別に算定できるシステム）を用いて求めた。これにより、実際の道路ネットワークおよび旅行速度を反映した形で時間短縮圏域を算出している。

②スマート IC の利用交通量の推計

①で算出した「時間短縮圏域人口」にスマート IC は ETC 専用であることから「県別 ETC 普及率」を掛けた値を説明変数とし、スマート IC 利用交通量を被説明変数として回帰分析を行った。その結果、決定係数は $R^2=0.692$ と高く、スマート IC 利用交通量に時間短縮圏域人口と ETC 普及率が大きく寄与することがわかった。この回帰式を用いることで、新たにスマート IC を設置する際の利用交通量をある程度予測可能である。（図-6）

③時間短縮便益の算出

短縮時間が同じであるメッシュをひとつのエリアとして考え、短縮時間が t （分）であるエリアにおけるスマート IC 利用交通量 qt は、そのエリア人口 pt に比例すると仮定し、スマート IC 利用交通量 Q を人口 pt に応じ配分することとした。配分した利用交通量 qt に短縮時間 t と時間価値原単位を掛けることで、時間短縮便益を算出することが可能である。参考までにあるスマート IC において時間短縮便益を算出し、社会実験協議会が算出したものと比較を行った。利用交通量は概ね近い値となったが、時間短縮便益結果に差が出てしまう結果となった。これは協議会の算出が市町村単位で行われていることが要因であると考えられる。（表-1）

[成果の発表]

- ・ 「12th REAAA Conference」2006.11（片平賞受賞）。
- ・ 「23rd World Road Congress」2007.9（予定）

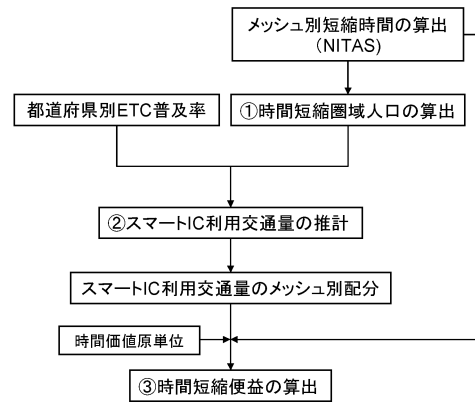


図-4 時間短縮便益の算出フロー

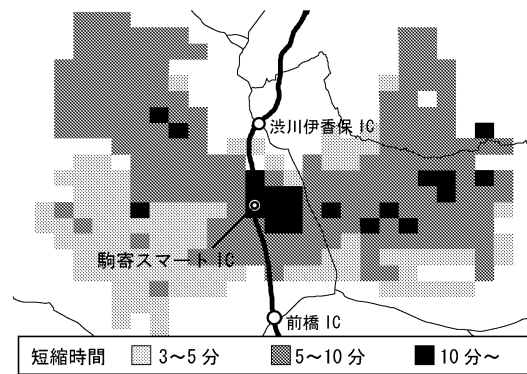


図-5 駒寄スマート IC の時間短縮圏域

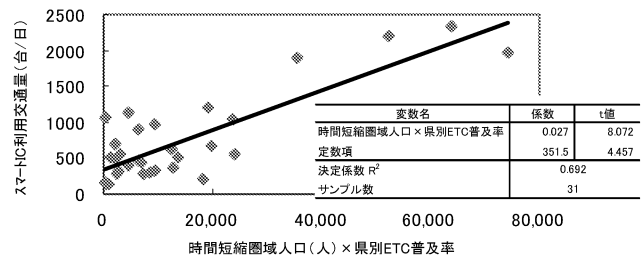


図-6 スマート IC の利用交通量の推計

表-1 便益算出結果の比較

項目	提案手法	協議会算出
スマートIC利用交通量(台/日)	398	390
単年度便益(千円/年)	50,053	79,199
費用便益比	1.33	2.11

※協議会算出：アンケートにより出発地別（市町村別）交通量を設定

[成果の活用]

平成 20 年度以降、高速道路料金の引下げによる既存高速ネットワークの効率的活用・機能強化のための新たな措置を講ずること、平成 19 年度は料金引下げに伴う効果および影響などを把握するための社会実験を実施することとなっている。今後は、社会実験の効果および影響を分析し、料金引下げの具体的内容の提案を行っていく予定である。また、スマート IC については、簡便的に費用を算出する手法の検討を行う予定である。

道路ネットワークの最適利用

A Study on More Effective Use of Road Networks

(研究期間 平成 16～年度)

—道路上の貨物流動状況の評価に関する調査—

A Study on Estimation of Freight Flow on Roads

道路研究部道路研究室
Road Department
Traffic Engineering Division

室長	奥谷 正
Head	Tadashi OKUTANI
主任研究官	河野 辰男
Senior Researcher	Tatsuo KONO
研究官	井坪 慎二
Researcher	Shinji ITSUBO
交流研究員	河野 俊樹
Guest Research Engineer	Toshiki KAWANO

This study examines a method of estimating freight flows on the road by focusing on international marine containers whose importance has grown in recent years as a result of increased imports of final goods. The study then uses the method to evaluate the roles and functions of roads from a number of perspectives: the number of trucks used for export and import, the weight of the freight, and the unit price of the freight.

[研究目的及び経緯]

これまでの道路整備の効果計測は、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。しかし一方で、道路整備の評価は、その道路がどのような利用のされ方をしているか、またどのような機能を担っているかについて、道路利用の質・機能の視点から検討することも重要である。

米国においては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道路利用の質及び機能に関する評価が進んでいる。

本研究では、日本版 FAF の構築を目標に、国際物流の効率化の視点からの道路ネットワークの評価、貨物の価格にも着目した質的な評価、並びに道路ネットワークのリダンダンシーに関する分析評価を行うこととしている。

[研究内容]

平成 18 年度は、前年度に行った米国の FAF のレビュー結果並びに構築したデータベースを用いて、国際物流の港湾背後輸送に焦点を絞った道路上の貨物流動推計手法の検討を行うとともに、その手法を活用して道路の果たしている役割・機能を、輸出入別のトラック台数・貨物の重量・貨物の価格単位の複数の視点から評価を行った。

[研究成果]

1. 評価のための基本データ

(1) ゾーニングとリンクデータ

日本全国を対象とする交通量推計を視野に入れ、全国を地方生活圈をベースとする 207 ゾーンに区分し、リンクは高速道路・一般国道・主要地方道のリンクと主要なその他幹線道路からなる約 41 万リンクを抽出した。

(2) リンク所要時間の設定

上記のネットワークリンクに所要時間を付加した。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の旅行時間を求め、リンク距離から所要時間を算出することを基本とする。リンク別の単位距離あたり旅行時間は、以下の BPR 関数¹⁾を用いて計算した。

$$t = 0.74 \left\{ 1 + 0.48 \left(\frac{X}{19.1c} \right)^{2.82} \right\}$$

ここに、 c : 時間可能交通容量

X : 日交通量

(3) 国際海上コンテナODデータの作成

平成15年の「陸上出入貨物調査」データを用いて、東京港・横浜港別・8品目別・仕出仕向地別(市町村別)・輸出入別のコンテナ貨物データ(1ヶ月値、単位：プレート・トン)を作成した。ここでプレート・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、容積か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。

(4) フレート・トンからメトリック・トンへの変換

「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。

「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・トンからメトリック・トンに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。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表-1の通りである。

表-1 フレートトン／メトリックトン・コンバータ

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

(5) 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表-2の通りである。

表-2 1フレートトン当たりの価格

品 目	輸出 1トン当たり 価格(万円/トン)	輸入 1トン当たり 価格(万円/トン)
農水産品	17.9	24.6
林産品	19.8	6.5
鉱産品	11.5	5.8
金属機械工業品	44.6	30.7
化学工業品	20.3	19.6
軽工業品	20.7	19.3
雑工業品	19.8	16.8
特殊品	16.7	8.0
合 計	33.1	19.4

2. 国際海上コンテナ貨物の経路配分

(1) 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²⁾。

モデル式を以下に示す。

$$GC = (\text{費用「円」} + 80 \times \text{時間「分」}) \times 0.79^{\text{重量指定リンクダミー}}$$

ここで、

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）と実績値の重複率：0.48

一般化費用最小経路（推計）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

(2) 国際物流からの道路の質的評価

上記の道路ネットワークと貨物流動ODデータを用いて、国際コンテナ貨物の国内流動の再現と道路機能評価のケーススタディを行った。ここで紹介する分析対象は、横浜港を発着する国際海上コンテナ貨物のうち、陸上を自動車で輸送される貨物である。

図-1, 2は、横浜港における輸出入コンテナの背後流動の推計結果である。

国道16号を流動する量が非常に多く、他の路線に比べて重量ベースで4～6倍、価格ベースでは6～13倍にも及ぶ。特に付加価値の高い金属機械工業品の輸出货量が突出しているため、価格ベースでの路線差が大きく推計された。

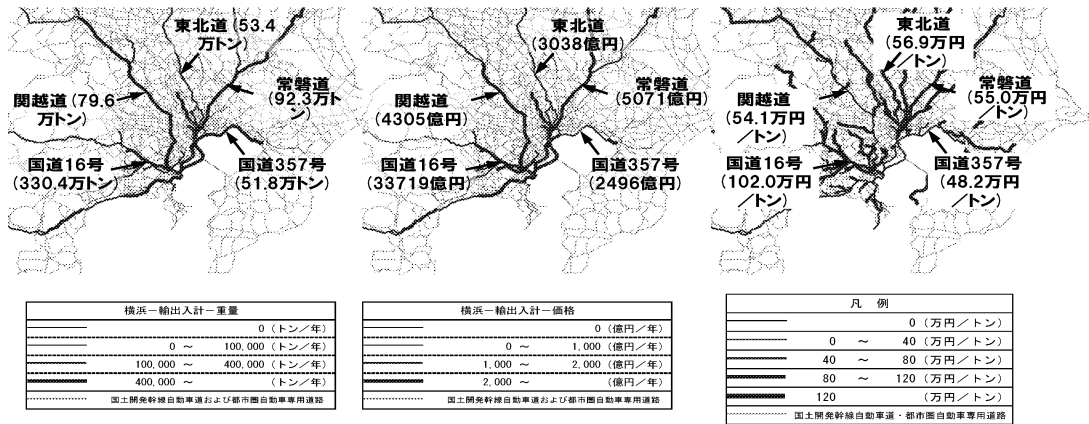
(3) 国際物流に寄与する道路ネットワーク整備の効果

東京都市圏においては、環状道路の未整備が原因で通過交通の都心流入や特定の一般道路への負荷が大きく、交通渋滞や環境問題の悪化に繋がっている。

ここでは、横浜港の輸出入コンテナの背後流動において重要な路線と想定される東京外郭環状道路と横浜環状北線（ミッシングリンク）の整備効果を、本モデルで評価した結果を紹介する。図-3の赤の点線で示した2つの道路が整備されることにより、横浜港の背後流動が大きく変化する状況を以下に示す。

1) 都心部への流入量の減少

図-4に示すように、東京外郭環状道路（④）の整備により、横浜港発着貨物の都心3区への流動量が



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)
 トラフィックフロー バリューフロー
 (従来の視点) (新たな視点)

図-1 横浜港の輸出入コンテナの背後流動

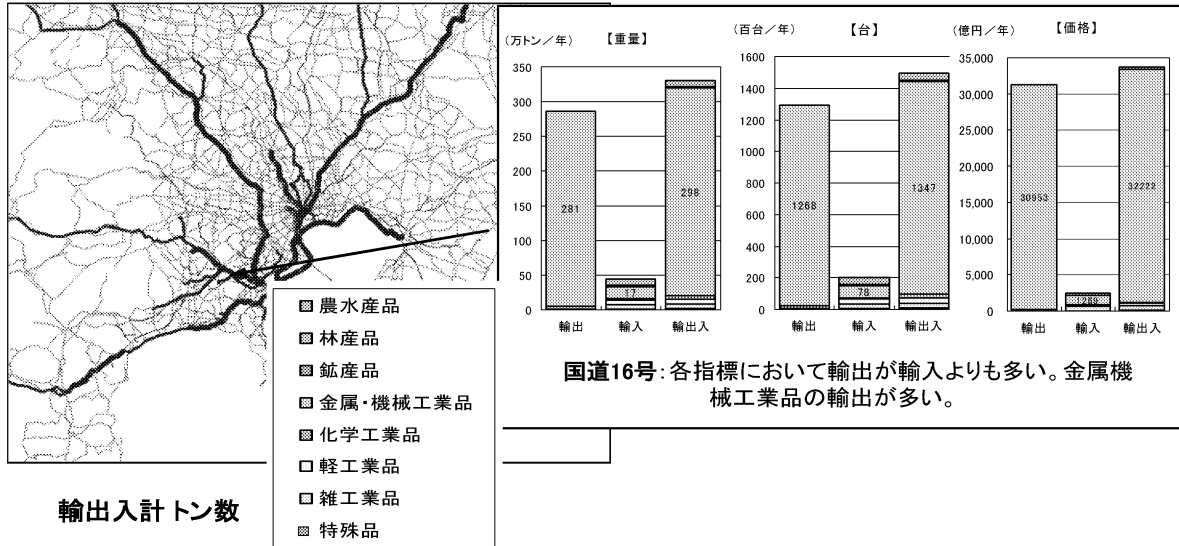


図-2 横浜港の輸出入コンテナの品目別背後流動 (重量・台数・価格ベース)

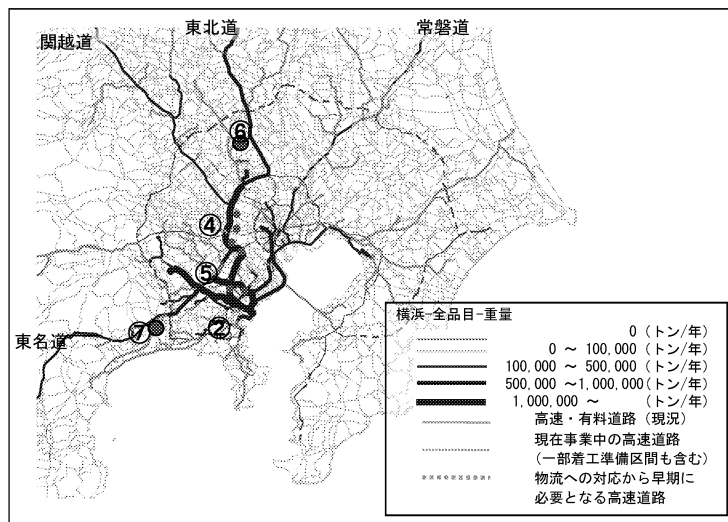


図-3 横浜港の発着のリンク別流動量 (重量ベース、輸出入合計)

51%減少し、都心3区内リンクの利用率も半減すると推計された。

2) 整備路線の役割と一般道路流動量の減少

図-5, 6 は、新たな整備を想定した東京外郭環状道路と横浜環状北線への配分結果である。外郭環状道路は輸入品の流動量が多く、横浜環状北線は国道16号からの転換で輸出貨物の流動が突出すると推計された。また、図-7は国道16号の流動量の変化を示したもので、負荷が9%軽減されると推計された。

3) 走行時間の短縮

図-8 は、横浜港とさいたま市上尾(⑥)間の貨物流動における高速道路利用率の変化を示したもので、2路線の道路整備によって高速道路分担率が増加し、その結果全体の走行時間も35%短縮され(図-9)、物流の効率化に寄与することが期待できると推計された。

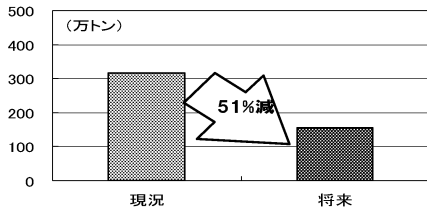


図-4 横浜港発着コンテナの都心3区流入量の変化

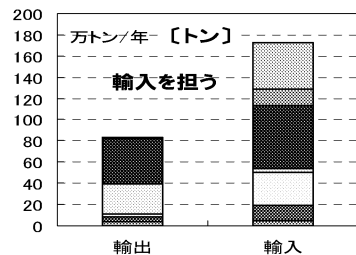


図-5 横浜港発着コンテナの外郭環状道路への流動量

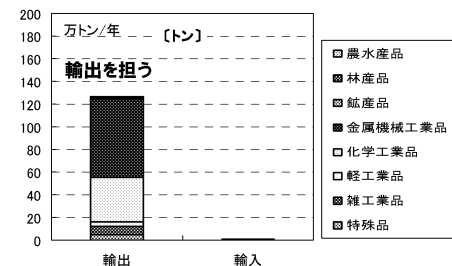


図-6 横浜港発着コンテナの横浜環状北線への流動量

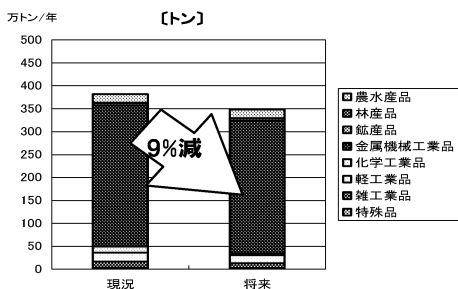


図-7 横浜港発着コンテナの国道16号への流入量変化

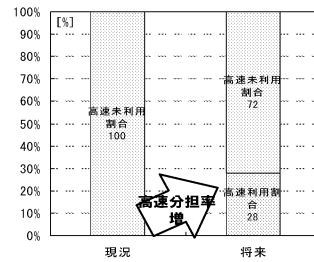


図-8 横浜港～上尾間の高速道路利用率の変化

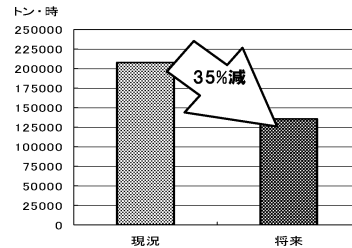


図-9 横浜港～上尾間の時間短縮

3. まとめ

道路の重要性は、交通量等の量的な面からのみでなく、どのような価値を有した輸送を担っているかといった質的な面からも評価する必要があり、道路行政の効率化や合理化に寄与することが期待できる。本研究により、道路が国際海上コンテナ貨物輸送に対して果たしている役割・機能を価格ベースで評価することが可能となった。また、物流の視点から道路整備の必要性と効果を評価できることが確認できた。

今後の課題としては、以下の点が挙げられる。

大型貨物車の経路選択実績データとの比較により、現況再現性の確認を行い、精度面から分析ツールとしての有効性を示す必要がある。また、品目別の経路選択特性の反映や多経路配分手法等の複数の分析ツールとの比較検証により、全国の貨物流動分析手法を確立する必要がある。特に、品目別の経路選択特性の反映に際しては、貨物の付加価値の違いを微細に評価することが重要であり、関連データの統計上の問題点も含めて検討する必要がある。

[公表状況]

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

[成果の活用]

全国の貨物流動を対象とした分析への展開

参考文献

- 1) 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
- 2) 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.

サービス水準を導入した新しい道路設計手法に関する研究

Study on new road structure standards considering level of service

(研究期間 平成 16～)

道路研究部道路研究室
Road Department, Traffic Engineering Division, Head

室 長
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
研究官
Researcher

奥谷 正
Tadashi Okutani
大脇 鉄也
Tetsuya Oowaki
花輪 正也
Masaya Hanawa
濱谷 健太
Kenta Hamaya

Road Capacity Manual was published in 1984 and has not been revised since then. Recently, it has become an important matter to incorporate the local situation into road design. On the other hand, many studies concerning road design have been made in university. So we have collected the latest knowledge of road design and have gotten our ideas concerning a new road design in shape.

[研究目的及び経緯]

「道路の交通容量」は、昭和 59 年に「道路構造令の解説と運用」から分離独立して出版された後、道路交通を取り巻く状況が変化した現在に至るまで、一度も改訂されていない。現在、地域の実情に応じた最適な道路構造を採用することが強く求められており、「道路の交通容量」は設計者がサービス水準を意識した設計が出来ない問題もある。また、海外を含め大学においても、サービス水準をはじめとした様々な研究が行われ、新たな知見が得られている。そのため、道路の新たな計画・設計手法について考え方を整理する必要がある。

平成 16 年度は、これまでに蓄積されたデータや知見の整理・分析を行い、交通容量に関する基準値等の見直し検討、及び新たな評価手法について検討を行った。平成 17 年度は、交通容量の低減要因に関する検討とサービス水準に関する検討を行った。

平成 18 年度は、交通容量、サービス水準に関する最新の動向を整理し、道路の新たな計画・設計手法について考え方を整理した。

[研究内容及び成果]

1. 交通容量及びサービス水準に関する動向整理

交通容量及びサービス水準に関する最新の動向として、サービス水準（狭義のサービス水準）、走りやす

さマップ、時間信頼性、性能目標照査型道路計画・設計手法論、利用者均衡配分について整理した。(図 1)

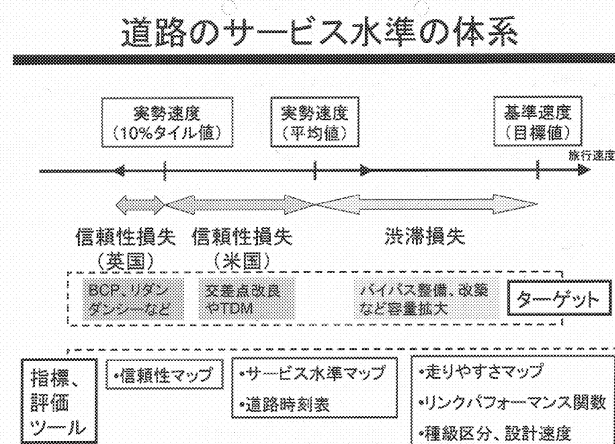


図 1 道路のサービス水準と関連動向

サービス水準（狭義のサービス水準）は、米国 HCM の LOS(Level of service : サービス水準)に相当し速度に着目したサービス水準であり、旅行速度が高い程、及び交通量/交通容量比が低い程、快適度が高い傾向を示す指標である。走りやすさマップは、道路の走りやすさを視覚的にわかりやすく利用者に示すもので、構造面についての評価から道路を 6 段階に分類し、渋滞ポイント等についても表示した地図である。時間信頼性は、道路の評価指標として、時間変動を取り入れる

考え方である。性能目標照査型道路計画・設計手法論は、道路の階層区分による機能分担をより明確化し、道路機能に応じた性能照査型道路設計・交通運用を適用するものである。利用者均衡配分は、交通需要予測の透明性、客観性、論理性を確保するため、「等時間原則」を厳密に満たす配分交通量と旅行時間とを数値計算によって求めるものである。

2. 道路の新たな計画・設計手法について

以上の結果をとりまとめ、道路の設計手法について、

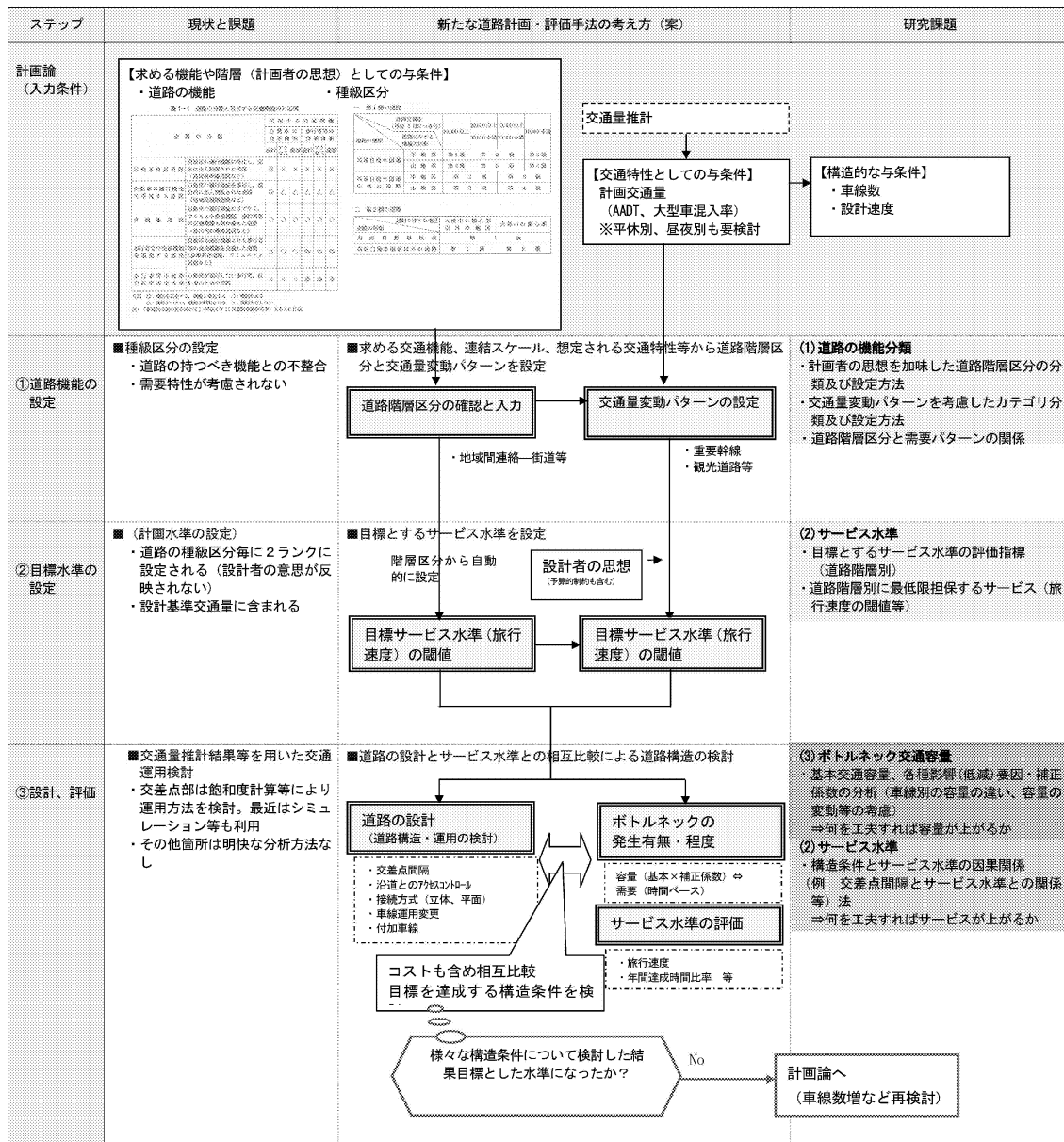
現状の問題認識、本来あるべき設計手法、新たな手法とするにあたっての課題を整理した。(図2)

[成果の活用]

今後は、「道路の交通容量」の改訂のみにとらわれることなく、新たなマニュアルの策定なども視野に入れ、道路の新たな計画・設計手法についての枠組みを構築する予定である。

道路の「設計論」の現状と新たな手法について

■ : 昨年度までの国総研の研究
□ : 中村先生らによる研究
▨ : 国総研&中村先生らによる研究



※供用後評価は、現状を入力値として①~③を実施

図2 道路の計画論及び設計論の現状と新たな手法についての整理