

道 路 調 查 費

1. 円滑なモビリティ

OD 交通量逆推定手法等を活用した 常時観測 OD の取得に関する研究

A study on the real-time acquisition of Origin-Destination traffic flow using an estimation method

(研究期間 令和3年度～令和5年度)

道路交通研究部 道路研究室
Road Traffic Department
Road Division

室 長 土肥 学
Head DOHI Manabu
主任研究官 築地 貴裕
Senior Researcher TSUKIJI Takahiro
研 究 官 瀧本 真理
Researcher TAKIMOTO Masamichi
交流研究員 杉山 茂樹
Guest Research Engineer SUGIYAMA Shigeki

The National Institute for Land and Infrastructure Management has been developing an estimation method for OD traffic flow. In this study, the authors investigated and verified a measure to calibrate the ETC2.0 probe data to enhance the accuracy of the estimation.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、5年に1度の全国道路・街路交通情勢調査（以下「道路交通センサス」という。）により、ある特定の起終点間の交通量（以下、「OD交通量」という。）を把握している。一方、絶えず変化する交通状況を踏まえた適切な道路施策の立案のためには、5年に1度の調査にとどまらず、常時のOD交通量を把握することが望ましい。ETC2.0プローブ情報や常時観測交通量データの収集体制が構築されデータが充実してきた昨今においては、リアルタイムの交通量や車両走行履歴等を把握することが可能になってきており、国土技術政策総合研究所では、これらのデータを活用して常時OD交通量を推定する手法について検討を行っている。

ETC2.0プローブ情報は一部の車両から収集されるサンプルデータであり、常時OD交通量推定手法の検討にあたっては、サンプルデータが推定精度に及ぼす影響を考慮する必要がある。本研究では、OD交通量推定精度の向上を目的として、(1)ETC2.0プローブ情報から得られる観測リンクごとの断面交通量データ（以下「ETC2.0サンプル交通量」という。）の拡大補正手法の検討、(2)拡大補正による効果の検証を行った。

〔研究内容〕

(1)OD交通量推定モデルの概要

OD交通量推定に用いるモデルの概要を図-1に示す。モデルには日単位のOD交通量を推定する日モデルと、時間単位のOD交通量を推定する時間モデルがある。日モデルではある起点の発生交通量を未知数とし、ETC2.0プローブ情報や常時観測交通量データから得ら

れるそれらの交通の目的地選択確率、リンク利用率、及び断面交通量等の情報から、日発生交通量及び日OD交通量を求めるモデルである。時間モデルは、日モデルで求めた日OD交通量と時間別のリンク利用率、及び時間別の断面交通量等の情報から、未知数である時間変動係数及び時間OD交通量を求めるモデルである。

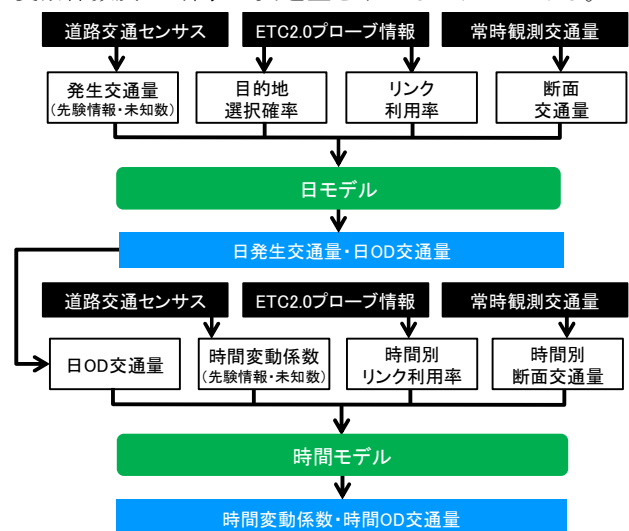


図-1 OD交通量推定モデルの概要

(2)検証内容

ETC2.0プローブ情報はETC2.0車載器搭載車両が路側機を通過した際に収集されるため、特定の車両の影響を受けるという課題がある。特にOD交通量推定に用いる目的地選択確率、リンク利用率の算出においては、路側機を通過しない短距離の移動が捕捉されず、中長

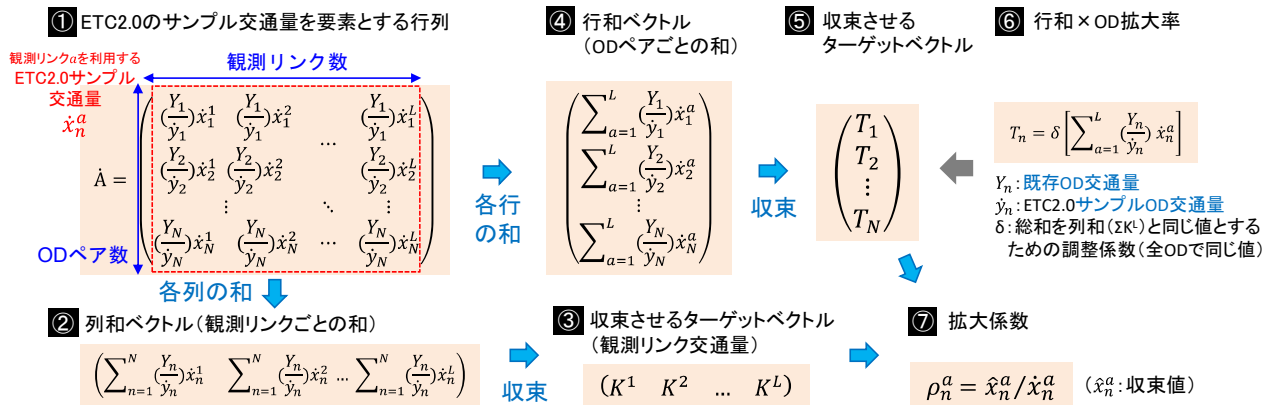


図-2 ETC2.0 サンプル交通量の拡大補正方法の概要

距離の移動を主対象としてしまう可能性がある。そこで本研究では、ETC2.0 サンプル交通量を拡大補正する手法について検討を行った。さらに、拡大補正の効果を検証するため、近畿エリアを対象に、拡大補正前の ETC2.0 プローブ情報から得られる目的地選択確率及びリンク利用率を用いた交通量算出結果と、拡大補正後の ETC2.0 プローブ情報から得られる目的地選択確率及びリンク利用率を用いた交通量算出結果を比較した。目的地選択確率及びリンク利用率はいずれも ETC2.0 プローブ情報から算出されるため、OD 交通量の推定精度向上がこれらの精度向上にも寄与する。

【研究成果】

(1) 交通量データの拡大補正手法の検討

ETC2.0 サンプル交通量の拡大補正には、国土交通省「将来人口の設定と需要推計モデルの構築」に示されている現在パターン法の1つであるフレーター法(将来の分布交通量が現在の分布交通量に比例すると仮定し、発生・集中交通量の成長率などを考慮して補正して推計する手法)を用いた。図-2に拡大補正方法の概要を示し、図-2の各ステップの内容を以下に記載する。

①: ある観測リンク a を利用する ETC2.0 サンプル交通量を、ETC2.0 サンプル交通量に対する既存 OD 交通量 (R3 道路交通センサス) の比で拡大した数値を要素とする行列を作成する。ここで、行列の行数は対象エリアにおける OD ペア数、列数は観測リンク数と一致する。

②→③: 観測リンクごとの交通量の列和を成分とするベクトルを作成し、観測リンク交通量 (R3 道路交通センサス) をターゲットベクトルとして収束させる。

④→⑤: OD ペアごとの交通量である行和を成分とするベクトルを作成し、観測交通量 (R3 道路交通センサス) ベクトルをターゲットベクトルとして収束させる。

⑥: 行和の合計と列和の合計を、調整係数により一致させる。

⑦: 上記の収束計算により、ETC2.0 サンプル交通量を拡大するための拡大係数を求める。

(2) 拡大補正による効果の検証

近畿エリアにおける、ETC2.0 サンプル交通量補正前、補正後の断面交通量の再現結果を図-3に示す。グラフの縦軸は推定断面交通量であり、横軸は観測断面交通量である。これらの結果から、ETC2.0 サンプル交通量補正前は中長距離トリップの影響により高速道路、一般道路、全体いずれにおいても推定断面交通量が観測断面交通量に比べ過大になっているが、補正後はこの傾向が改善され、推定断面交通量と観測断面交通量に近い分布となっていることがわかる。また、補正前と補正後の相関係数を比較すると、補正後のほうがより1に近い数値となっており、補正前はサンプルに起因するデータのばらつきが発生していることが確認できる。以上から、ETC2.0 サンプル交通量の拡大補正により断面交通量を精度高く再現できることが確認できた。

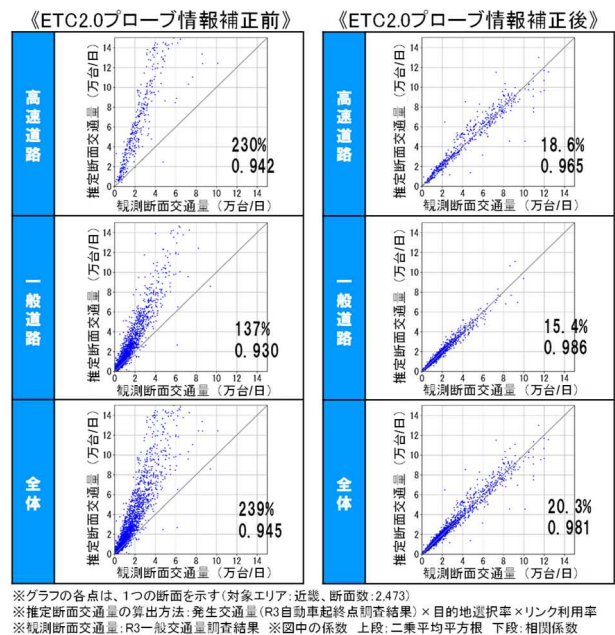


図-3 近畿エリアにおける断面交通量の再現結果

【成果の活用】

本成果を活用し、道路交通施策の立案に活用可能な常時 OD 交通量推定手法並びに精度確保・向上策について引き続き検討を行う。

常時観測データを利用した渋滞分析・予測に関する調査

Study on traffic congestion analysis and prediction using constant observation data

(研究期間 令和5年度～令和7年度)

道路交通研究部 道路研究室
Road Traffic Department
Road Division

室 長	土肥 学
Head	DOHI Manabu
主任研究官	築地 貴裕
Senior Researcher	TSUKIJI Takahiro
研 究 官	瀧本 真理
Researcher	TAKIMOTO Masamichi
交流研究員	杉山 茂樹
Guest Research Engineer	SUGIYAMA Shigeki

The purpose of this research is to develop a method for the short-term prediction of traffic congestion using AI and to evaluate the prediction accuracy through a case study.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、道路ネットワークの整備・強化を図るだけでなく、道路を賢く利用する取り組みとして「ICT 交通マネジメント」を推進している。車の利用者の交通行動の変更を促すなどの道路交通マネジメントを各現場で適切に実施するためには、将来の渋滞発生等の道路交通状況を精度良く予測する必要がある。近年、ETC2.0 の普及や常時観測体制の構築等により道路交通のビックデータが蓄積されている。そこで、国土技術政策総合研究所（以下、国総研）では、道路管理者による道路交通マネジメントへの活用を念頭に、これらの常時観測データを用いて、一般道を対象とした渋滞予測の研究を進めている。

本研究は、AI を用いて短時間先の旅行速度を予測する手法について、開発・予測精度を向上させるための検討を行い、その手法を用いたケーススタディを行うものである。

〔研究内容〕

国総研では、これまでに時系列データの特徴抽出に秀でた深層学習の手法である LSTM (Long-Short-Term-Memory) を用いて交通調査基本区間（以下、基本区間）毎に 15 分先、30 分先、45 分先、60 分先の旅行速度を予測するモデル（以下、AI 渋滞予測モデル）を構築してきた。これまでの研究において、構築した AI 渋滞予測モデルにより、ある 1 つの基本区間の予測を行い、前年の同月・同曜日・同時時間帯に観測された旅行速度の平均値（以下、統計手法）による予測結果と、真値との差が $\pm 5\text{km/h}$ 以下である割合で比較を行った結果、45 分先までの予測においては、統計手法に比べて高い結果となり、LSTM は、短時間先の予測に有効な手法であることが示唆された。一方で、60 分先の予測において

は、統計手法に比べて低い結果となった。

そこで本研究では、より長い予測先時間における精度向上のため、学習に用いるデータを再検討した。この上で、現場への適用に向けて、並行する 2 つの経路を対象に、所要時間の予測結果を活用して、道路利用者が経路選択の参考とするための情報を提供することを想定したケーススタディを実施し、精度検証した。

〔研究成果〕

1. ケーススタディの概要

ケーススタディにおける検証内容は、道路利用者が経路の起点を出発する時刻に予測を行い、予測した所要時間の精度を確認するものである。今回は現場適用に向けた精度検証であるため、既知のデータを予測することとした。また、予測を行う時点で AI 渋滞予測モデルに入力するデータは取得できていることを前提とした。予測対象経路は、道路交通センサスの対象道路のうち、日常的に多頻度で渋滞が発生している道路でかつ、同一の起終点内に主要経路と並行する迂回路が存在する箇所の中から選定した。図-1 に示す起終点を



図-1 予測対象経路

同一とした A 経路と B 経路の 2 つの経路を対象とし、それぞれ上り下りの両方向について予測を行った。予測する所要時間は、基本区間単位で AI 渋滞予測モデルにより予測した 15 分先から 60 分先の旅行速度を用いて算出した。

2. AI 渋滞予測に用いる学習データの検討

AI 渋滞予測モデルの学習に用いるデータを検討するため、表-1 に示す学習データの組み合わせを変えた 4 つのパターンで、各予測先時間の旅行速度を目的変数とするモデルをそれぞれ構築し、予測結果で比較を行った。検討に用いる学習データは、ETC2.0 プローブ情報から算出した旅行速度の観測値、常時観測交通量(国土交通省が設置したトラフィックカウンター(以下、直轄トラカン)による交通量の実測値及び推定値)、(公財)日本道路交通情報センターが公表している断面交通量情報、ETC2.0 プローブ情報から算出した旅行速度の観測日時と同月・同曜日・同時間帯に観測された前年度データの平均値、気象庁が公表している同地域の降水量データ、平日休日の情報である。今回、学習期間は 2022 年 4 月から 2023 年 3 月までの 1 年間とした。予測期間は、2023 年 4 月の 1 ヶ月間とし、各 1 日について渋滞の発生前後を含む 6 時間を対象とした。平日は 14 時台から 19 時台、休日は 8 時台から 13 時台とし、毎正時から 15 分単位の全ての時刻で予測を行った。

学習データの組み合わせが異なる 4 つのパターンで構築したモデルによる予測結果の比較を表-2 に示す。予測先時間別に各パターンの予測値の真値に対する再現状況を表す相関係数を比較した。真値は、ETC2.0 プローブ情報から算出した旅行速度とした。比較した結果、パターン 2 の断面交通量情報や、パターン 3 の前年度の旅行速度の平均値が、予測精度の向上に寄与する傾向が見られた。また、降水量データと平日休日の情報を追加したパターン 4 で各予測先時間の相関係数の平均値が最も高い値となった。また、パターン 2、3、4 で

表-1 学習に用いるデータの組み合わせ

学習データ	ETC2.0 旅行速度 (km/h)		交通量 (台)		降水量 (mm)	平日日の別
	観測値	前年の同月・同曜日・同時間帯の平均値	直轄トラカン	断面交通量情報	気象庁降水量データ	年月日から判別
パターン 1	●		●			
パターン 2	●		●	●		
パターン 3	●	●	●	●		
パターン 4	●	●	●	●	●	●

表-2 各パターンの予測先時間別の相関係数

	相関係数				
	15 分先	30 分先	45 分先	60 分先	平均値
パターン 1	0.737	0.699	0.675	0.657	0.692
パターン 2	0.706	0.712	0.71	0.717	0.711
パターン 3	0.725	0.715	0.722	0.727	0.722
パターン 4	0.728	0.729	0.731	0.718	0.727

は、予測先時間が長くなっても相関係数の値に大きな低下は見られなかった。以上のことから、以降の分析では、パターン 4 の予測結果を用いることとした。

3. ケーススタディによる精度検証

最も精度が高かった AI 渋滞予測モデル(パターン 4)の予測結果から各経路の所要時間を算出し、ETC2.0 プローブ情報から算出した真値との差により精度検証を行った。また、統計手法を用いて算出した所要時間による予測結果と精度の比較を行った。各経路の所要時間は、タイムスライス法により算出した。本研究では、毎正時から 15 分刻みの時刻に起点を出発するものとし、平日は 14 時発から 19 時発まで、休日は 8 時発から 13 時発までを対象とし、15 分単位でタイムスライスした。表-3 は、各経路の平均所要時間(予測期間全体の平均値)の真値と予測値との差について、従来の統計手法と AI 渋滞予測モデルで比較したものである。両経路とも約 40 分の所要時間に対して、統計手法では約 6 分の差であったのに対して、AI 渋滞予測モデルでは差が 2 分以内であった。図-2 は、予測手法別に所要時間の真値と予測値との差を 5 分ピッチ毎に分けて、それぞれに占める割合を比較したものである。AI 渋滞予測モデルによる予測値では、両経路とも約 8 割で所要時間の真値との差が±5 分以内であり、統計手法による予測結果と比べ、精度が高いことが確認された。

【成果の活用】

本研究成果を踏まえて、今後は対象地域等を変えた複数のケーススタディで精度検証を行うとともに、道路交通マネジメントの先行事例等調査を行い、適用場面や方法、課題等を整理した上で、技術資料としてとりまとめていく予定である。

表-3 平均所要時間の真値と予測値との差(統計手法との比較)

	真値 (分)	予測値 (分) ※括弧内は真値と予測値の差	
		統計手法	AI 渋滞予測モデル
A 経路	40.8	34.1 (-6.7)	39.0 (-1.8)
B 経路	42.8	36.0 (-6.8)	40.9 (-1.9)

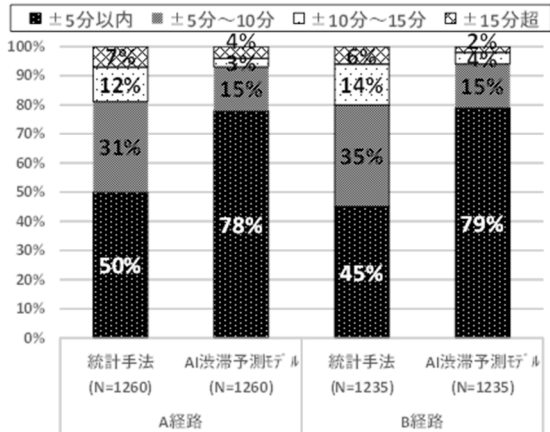


図-2 所要時間の真値と予測値との差(統計手法との比較)

多様なニーズを持つ利用者に対応した走行空間の創出に関する検討

A study on the creation of a driving space that can accommodate users with diverse needs

(研究期間 令和2年度～令和5年度)

道路交通研究部 道路研究室
Road Traffic Department
Road Division

室 長 土肥 学
Head DOHI Manabu
主任研究官 河本 直志
Senior Researcher KAWAMOTO Naoyuki

The authors aim to establish road design methods that reflect actual traffic conditions and appropriate hierarchical road networks. In this study, the actual traffic surveys were conducted at unsignalized intersections and signalized intersections.

[研究目的及び経緯]

階層型の道路ネットワークの実現や道路の耐災害性の強化、自動運転に対応した道路空間、賑わい空間など人中心の道路空間等、多様なニーズに対応した道路仕様に関する技術検証が求められている。階層型の道路ネットワークに着目すると、我が国の一般道路における旅行速度は、道路種別に関係なく低水準に留まっており、高速道路との間を構成する中間的な旅行速度（おおむね 60km/h）を確保する道路が少ない（図-1）。その対応として本研究では、一般道路の旅行速度の確保・向上に焦点を当て、現実的な対応として、無信号交差点の集約・副道接続等を想定し効果検証を実施した。また、近年の交通実態を反映した道路の設計手法の構築に資するため、信号交差点における交通実態調査・分析を実施した。

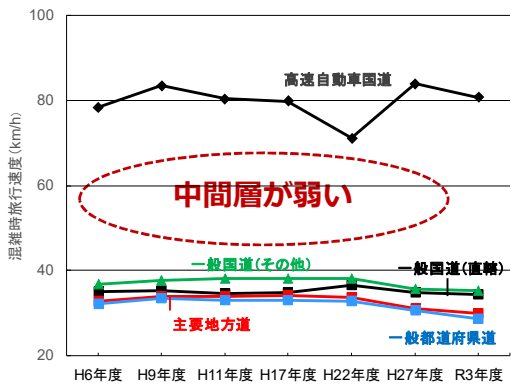


図-1 道路種別別の混雑時旅行速度の比較（全国道路・街路交通情勢調査結果を元に作成）

[研究内容と成果]

1. 無信号交差点における交通実態調査・分析

一般道路の旅行速度には、信号交差点密度や沿道状況等が影響することが明らかになっているところであるが、本研究では無信号交差点における出入りに着目し、主道路の旅行速度に与える影響について分析した。

無信号交差点において従道路から主道路へ流入する車両は、道路交通法上、主道路走行車両の通行を妨げてはならないため、従道路から流入する車両が主道路の旅行速度に与える影響は小さいと考えられてきた。本研究は、実際は従道路からの流入車両によって主道路の速度低下が生じ、遅れ時間が発生すること等、無信号交差点における流入車両が主道路の旅行速度に与える影響を明らかにしようとするものである。

本章では従道路の接続部が分合流構造（図-2）である無信号交差点4地点（表-1）を対象に、流出入車両並びに主道路の車両挙動をビデオカメラで観測し、分析した結果を示す。

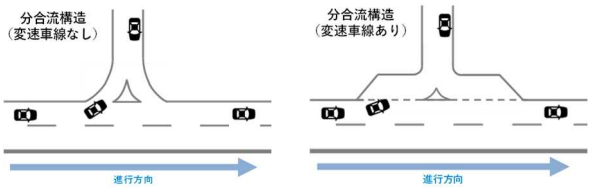


図-2 分合流構造のイメージ

(1) 流出入車両による主道路の遅れ時間の実態

主道路の遅れ時間は、主道路から従道路へ車両が流出する際に後続の直進車両に発生する場合と、従道路から主道路に従道路側の車両が流入する際に主道路側

表-1 調査地点概要

地点No.	路線	方向	所在地	接続部構造	調査日	調査時間
1	国道3号	上り	福岡県福津市津丸地先	分合流構造（変速車線なし）	2023年2月27, 28日, 3月2日（月, 火, 木）	各日8時間（計24時間）
2	国道3号	下り	福岡県福津市津丸地先	分合流構造（変速車線なし）	2023年2月27, 28日, 3月2日（月, 火, 木）	各日8時間（計24時間）
3	国道3号	上り	福岡県福津市上西郷地先	分合流構造（変速車線あり）	2023年2月27, 28日, 3月2日（月, 火, 木）	各日8時間（計24時間）
4	国道23号	下り	三重県桑名市長島町福吉地先	分合流構造（変速車線あり）	2023年3月8, 9, 10日（水, 木, 金）	各日8時間（計24時間）

※本報告は令和4年度当初予算の標記の研究課題を令和5年度に継続して得た結果をまとめたものである。

の車両に発生する場合が考えられる(図-3)。現地調査における観測映像から、主道路において無信号交差点を含む計測区間(300m)を通過する間に、前方で流入車両が生じた車両を対象に、計測区間の通過時間を算出する。これを実旅行時間とする。それに対し、無信号交差点における出入りが無く、また、それ以外に速度を低下させるような事象が起きていない車両の通過時間を取得し、平均したものを自由流旅行時間とし、実旅行時間との差分を遅れ時間とした。

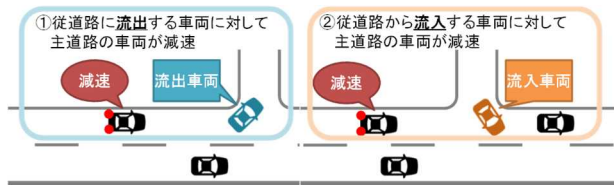


図-3 無信号交差点における主道路走行車両の減速イメージ
(左：流出車両による減速、右：流入車両による減速)

その結果、地点ごとの流出車両による平均遅れ時間は0.05～1.37秒、流入車両については遅れ時間が発生しない地点もみられ、平均遅れ時間は0～1.26秒となった。(表-2)。これらの値は、過年度に調査した、分合流構造を持たない無信号交差点での値と比較すると、小さい傾向が見られた。

表-2 各地点における平均遅れ時間

地点No.		全体	流出	流入
1	サンプル数	509	452	57
	平均遅れ時間(秒)	1.36	1.37	1.26
2	サンプル数	104	61	43
	平均遅れ時間(秒)	0.03	0.05	0.00※
3	サンプル数	84	48	36
	平均遅れ時間(秒)	0.04	0.07	0※※
4	サンプル数	85	54	31
	平均遅れ時間(秒)	0.26	0.23	0.30

※平均遅れ時間が0.005秒未満

※※遅れ時間発生車両なし

(2)従道路から主道路に流入する車両の挙動分析

各地点の臨界ギャップ(主道路を連続して走行する2台の車両が交差点を通過する際の車頭時間(ギャップ)のうち、従道路から主道路流入に利用される確率と断念される確率が等しくなる値)を取得したところ、3.02～5.51秒となった。また、追従ギャップ(従道路側から連続して複数台が同一のギャップに流入することのできた場合の追従車頭時間の平均値)を取得したところ、3.86～4.74秒となった(表-3)。なお、地点No.3については、主道路流入を断念する車両(棄却サンプル)が少なく、臨界ギャップの算定ができなかった。これらの値は、過年度に調査した、分合流構造を持たない無信号交差点での値と比較すると、小さい傾向が見られた。

表-3 各地点における臨界ギャップおよび追従ギャップ

地点No.	臨界ギャップ(秒)	サンプル数 利用	棄却	追従ギャップ(秒)	サンプル数
1	5.51	293	753	4.74	84
2	4.60	807	1,744	4.35	530
3	-	1,230	19	3.86	490
4	3.02	394	94	4.39	54

2. 信号交差点における交通実態調査・分析

信号交差点の交通容量は本来、観測される飽和交通流率を基礎として算定されるが、観測が困難な場合は、飽和交通流率の基本値に当該交差点の交通条件など交通容量に影響を及ぼすと思われる要因に応じて補正率を乗じることにより推定している。近年の研究結果によると、飽和交通流率の実測値が経年的に低下傾向にある可能性が指摘されている。本研究では、信号交差点の飽和交通流率に影響を及ぼす要因を抽出するため交通実態調査を行い、その結果と過年度のデータも踏まえ、道路の幾何構造、交通状況、地域特性等の影響要因と飽和交通流率との関係について検討した。

具体的には、2023年3月に交通実態調査を行った信号交差点2箇所(山口県及び群馬県)の直進車線のデータに加えて、過年度に取得した8箇所の直進車線のデータを踏まえ、飽和交通流率の推定に必要な補正要因として車頭時間に着目して分析を実施した(表-4)。その結果、地域によって車頭時間に差異が見られたため、直進車線の飽和交通流率については、地域性を考慮せずに同一のものとして整理することには課題があると考えられる。今後は、米国で用いられている地域タイプ(中心業務地区係数:0.9、その他地区係数1.0)のような補正係数の検討も必要と考えられる。

表-4 車頭時間による飽和交通流率算出結果

地域	交差点番号	サンプル数	平均車頭時間(秒)	飽和交通流率(pcu/時・車線)
山口	山口1	494	2.31	1,556
群馬	群馬1	825	2.23	1,616
岐阜	岐阜1	645	2.27	1,587
札幌	札幌1	598	2.40	1,503
	札幌2	438	2.42	1,489
埼玉	埼玉1	486	2.25	1,600
	埼玉2	49	2.15	1,675
	埼玉3	254	2.39	1,506
	埼玉4	195	2.26	1,595
	埼玉5	269	2.21	1,633

【成果の活用】

本研究では、無信号交差点及び信号交差点における交通実態調査・分析を実施した。今後、技術基準等の改訂に資する基礎資料として活用する予定である。