

# ICT データ活用による 交通計画の新次元展開

〔総合交通ネットワーク流動の  
モニタリングシステム〕

工学博士 飯田 恭敬 著

コロナ社

# まえがき

交通工学の研究を振り返ってみると、1990年代に新たな転換期を迎えたとされる。その大きな要因はICT（information and communication technology）の急速な進展であり、それまで困難であった交通データの観測や収集が可能になったことである。これからの交通工学で大事な視点は、交通現象の本質である変動やばらつきである。交通流動を確定値あるいは平均値で記述するだけでは、複雑に変化する交通現象を戦略的にマネジメントすることは難しいと思われる。ICTを用いることにより交通流動の常時観測と精度向上が可能となるので、道路交通センサスやパーソントリップ調査の抜本的変革が実現できる。次世代の交通マネジメントには、すべての交通モードを統合したトータルシステムとしての視点から、突発事象を含めた交通現象変動に対処できる高次元サービスが求められるであろう。

従来の道路交通センサスおよびパーソントリップ調査は、アンケート方式に基づいてOD（origin-destination）交通量（起終点交通量）の推定作業がなされている。しかし、調査作業が膨大であることに加え、収集データの質を確保することに難があり、また、多額の費用を要することが問題になっている。ICTデータが容易に利用できるようになると、カートリップやパーソントリップの交通量調査は、OD交通量逆推定モデルを適用することで、格段に推定精度を向上させることができるし、また、必要に応じて随時更新が可能となる。OD交通量逆推定モデルとは、交通ネットワーク上の現実交通の観測値からOD交通量とOD別経路交通量を推定する方法のことで、いわゆる従来の段階推定法の逆手順であることから、このように称している。

本書では、2種類のOD交通量逆推定モデルを提案している。一つは、リンク交通量の推定値を現実値に近接させるリンク交通量型であり、もう一つは、ゾーン集中交通量の推定値を現実値に近接させるゾーン集中交通量型である。前者は経路選択情報が組み込まれている方法、後者は経路選択情報を考慮しない方法である。OD交通量逆推定モデルの事前データは、発生ゾーン別目的地

選択確率，ゾーン発生交通量比率，OD 別リンク利用確率などである。これらを事前データとした理由は，逆推定モデルの未知変数がゾーン発生交通量のみとなるので，大規模ネットワークに対しても容易に適用可能となる利点があるからである。プローブカーデータや携帯電話移動データ（スマートフォンデータ，以降スマホデータ）を利用すると，現実的な事前データを作成できるので，逆推定モデルの結果が高精度となる。さらに特筆しておくべきことは，ICT データの大きな特長として，トリップ発生時刻のデータ収集ができることである。このことにより，時間帯別の OD 交通量と経路交通量の逆推定も容易に行えるので，既存手法からの画期的な進歩となる。

ICT データは，いまのところ個人情報保護や調達コスト面で利用制約が大きいことが問題となっている。こうした中で，最近注目されているのが ETC (electronic toll collection system) 2.0 である。しかし，ETC2.0 プローブは，スポット通過以前の走行軌跡データであり，通過以後の経路や終着ゾーンのデータは不明である。トリップごとの起終点間データの収集ができるようになれば，ETC2.0 データの実用価値が一段と高まるので，その補完方法やシステム改善が望まれる。ETC2.0 スポットの整備箇所に関する配置計画は明確ではないが，できることなら将来はゾーン境界にスポットが設置されると，逆推定モデルの実務適用にきわめて好都合である。本書では，リンク交通量型逆推定モデルにおける事前データの作成に，ETC2.0 データを使用する独自の方法を提案している。しかし，ETC2.0 データシステムの改善が遅れることになれば，一般的なプローブカーデータをスポットで収集する方法と同様に作成できる。

ICT データを活用するリンク交通量型とゾーン集中交通量型の 2 種類の OD 交通量逆推定モデルを用いて，道路，鉄道，バスを統合した交通ネットワーク流動のモニタリングシステムを構築することができる。基本的には，カートリップに対してはプローブカーデータを用いたリンク交通量型逆推定モデル，パーソントリップに対しては携帯電話移動データを用いたゾーン集中交通量型逆推定モデルが適用される。パーソントリップでは，交通モード分担の推定作業が必要となるが，この推定分析も最近では ICT データを用いた先進的手法で実行できるようになっている。このほかにも，IC カードデータが利用可能

で、ゾーン集中交通量型逆推定モデルを用いて鉄道およびバスの駅間 OD 交通量が推定できる。このようにして、道路、鉄道、バスの総合交通ネットワークにおける日単位および時間帯別の交通流動が高精度で推定分析できるモニタリングシステムが構築できる。

このモニタリングシステムにより交通流動分析が必要なときに随時実行できるので、交通現象変動の実態分析が可能となる。交通流動はさまざまな要因によって変化する。例えば、需要サイドからは観光シーズン時やイベント時などの流動変化があるが、モニタリングシステムでその変動特性を知ることにより、円滑な観光需要の誘導策や効果的なイベント対応策を講じることができる。また、突発事象時の交通流動分析も可能なので、交通ネットワークの脆弱断面に対する事前対策を検討できることになる。供給サイドからは、各種の都市開発事業、道路建設事業、交通管理対策事業などによる流動変化がある。これらの事業効果は、モニタリングシステムでその流動変化が実数推定できるので、便益算定が正確に行えるようになる。さらに、計画事業の波及効果により新たな問題が生起する可能性があるが、その場合もモニタリングデータをフィードバックして、事業計画の変更改善を検討することができる。

次世代に求められるのは、道路、鉄道、バスなどを一体化した総合交通ネットワークのサービス高度化であり、そのキーワードは連続性、柔軟性、安定性であろう。すなわち、乗り換え利便性の向上、異常時の可変対応、走行移動の時間信頼性である。通常から各種交通モードのネットワーク流動の変動特性を計測分析することで、状況変化に対応できる交通マネジメントが可能となるので、交通流動モニタリングシステムの実用面における有用性は多岐にわたる。さらに、学術面においても経路選択などの交通行動分析の実態究明や、現実交通流動に基づく便益評価法の再構築などの新たな研究発展につながる可能性がある。

本書のタイトルを「ICT データ活用による交通計画の新次元展開」としたのは、上述のように、ネットワーク交通流動のモニタリングシステムによって、交通計画における現実面と学術面で多くの新たな進展が期待できるからである。しかし、モニタリングシステムを構成する OD 交通量逆推定モデルは、ICT データの利用規制のため実際適用がまだ進んでおらず、本書では基本的な

考え方を説明することに留まっている。今後は実際の ICT データを用いて逆推定モデルの実用検証が進展することを願っている。

著者の交通計画に対する基本的な思想は、絶版となった「交通計画のための新パラダイム」(技術書院, 2008年3月)を引き継いでいる。そのため、記述の一部は前著と重複しているが、執筆内容は、その後の研究成果を取り入れて大幅に刷新されている。本書が将来における交通計画の発展の一助になれば幸いである。

交通ネットワーク流動のモニタリングシステムの研究を進めるにあたっては、これまで数多くの方々のご協力とご支援に負うところが多い。リンク交通量型逆推定モデルについては、国土交通省 国土技術政策総合研究所の上坂克巳 元道路研究室長(現 山形県 県土整備部部长), 橋本浩良 前主任研究員(現 同研究所 企画部企画課長), 一般社団法人 システム科学研究所の丹下真啓氏, 田中久光氏, 株式会社 地域未来研究所の前川友宏氏, リンク交通量型逆推定モデルの事前データ作成法とゾーン集中交通量型逆推定モデルについては、株式会社 福山コンサルタントの山根公八氏, 立石亮祐氏, 國分恒彰氏, 船本洋司氏のご協力を, 計算方法の開発には岐阜大学 倉内文孝 教授と宮崎大学 嶋本 寛准教授のご指導をいただいた。ネットワーク信頼性については, 名城大学 若林拓史 教授, 大阪市立大学 内田 敬 教授, 長野工業高等専門学校 柳澤吉保 教授, 株式会社 福山コンサルタントの栄徳洋平氏, 横井祐治氏, 石倉麻志氏のご協力をいただいた。このほかにも, 京都未来交通イノベーション研究機構の研究会メンバーである京都大学 宇野伸宏 教授, Jan-Dirk Schmöcker 准教授, 中村俊之 助教, 岐阜大学 杉浦聡志 助教には多大のご協力とご支援をいただいた。また, 株式会社 福山コンサルタントの山本洋一 前社長には社内技術研究会の設立で格別のご配慮をいただいた。上記の方々には心より謝意を表したい。最後に, 本書の企画出版にあたって多大なるご助言とご協力をいただいた株式会社 コロナ社に厚くお礼を申し上げたい。

2017年6月

飯田 恭敬

# 目 次

## 1. 交通計画の新次元展開を求めて

1.1	交通計画の発展に必要な視点	1
1.2	交通ネットワーク信頼性の重要性	4
1.3	交通量配分手法の再考証	6
1.4	OD 交通量逆推定モデルの実用化	8
1.5	交通ネットワーク流動のモニタリングシステムの有用性	11

## 2. リンク交通量型の OD 交通量逆推定モデル

2.1	要 旨	14
2.2	リンク交通量型逆推定モデルの考え方	16
2.2.1	ネットワークにおけるセントロイドとノードの役割	16
2.2.2	ゾーン発生・集中交通量のノード分担方法	18
2.2.3	ゾーン間 OD 交通量からノード間 OD 交通量への変換	21
2.3	大ゾーンベースによる OD 交通量逆推定モデル	26
2.3.1	基本型モデル	26
2.3.2	プローブカーデータ型モデル	29
2.4	リンク交通量型逆推定モデルの計算方法	30
2.4.1	リンク交通量単独モデルの非負制約条件がない場合	30
2.4.2	リンク交通量単独モデルの非負制約条件がある場合	31
2.4.3	結合モデルの計算法	33
2.5	推定精度の検証方法	35
2.5.1	基本精度検証	35
2.5.2	実際適用検証	36
2.6	結合モデルの改良	40
2.7	時間帯別 OD 交通量の逆推定法	41

2.8 本章のまとめ	43
------------	----

### 3. リンク交通量型逆推定モデルの事前データ作成法

3.1 要 旨	45
3.2 OD 別スポット収集交通量のデータ収集法	47
3.3 事前データの作成法	51
3.3.1 日単位 OD 交通量逆推定	51
3.3.2 時間帯別 OD 交通量逆推定	53
3.4 ダイヤル確率配分法を用いたサンプル OD 交通量の補正法	56
3.5 サンプル OD 交通量の欠落値の補完法	61
3.6 本章のまとめ	64

### 4. ゾーン集中交通量型の OD 交通量逆推定モデル

4.1 要 旨	66
4.2 ゾーン集中交通量型逆推定モデルの考え方	67
4.2.1 定 式 化	67
4.2.2 小ゾーンベースの OD 交通量への変換	70
4.2.3 例題による考察	71
4.3 ゾーン集中交通量型逆推定モデルの改良	74
4.4 時間帯別 OD 交通量の逆推定法	78
4.5 本章のまとめ	79

### 5. 交通ネットワーク信頼性

5.1 要 旨	81
5.2 交通ネットワーク信頼性の考え方	84
5.2.1 交通ネットワークのリダンダンシー	84
5.2.2 定時性の効果	86
5.2.3 リスク回避と時間価値	89
5.3 交通ネットワーク信頼性の種類	91

5.3.1	連結信頼性	91
5.3.2	所要時間信頼性	93
5.3.3	遭遇信頼性	95
5.3.4	ネットワーク容量信頼性	97
5.3.5	その他の信頼性指標	98
5.3.6	各種信頼性の適用対象	99
5.4	連結信頼性	101
5.4.1	定義	101
5.4.2	構造関数	102
5.4.3	厳密計算法	105
5.4.4	近似計算法	107
5.4.5	実用計算法	112
5.5	所要時間信頼性	123
5.5.1	定義	123
5.5.2	分析方法	124
5.5.3	便益評価の方法	127
5.6	本章のまとめ	135

## 6. 総合交通ネットワーク流動のモニタリングシステム

6.1	要 旨	136
6.2	総合交通ネットワーク流動のモニタリングシステムの構築	138
6.3	モニタリングシステムの実用的価値	141
6.3.1	交通マネジメントの高度化	141
6.3.2	交通計画事業の評価システム	142
6.3.3	公共交通システムのサービス改善	144
6.3.4	ネットワーク信頼性に基づく交通計画	146
6.3.5	交通センサスおよびパーソントリップ調査の先進化	149
6.3.6	土地空間情報との結合による都市計画への適用	151
6.3.7	交通ネットワークシミュレーションのインプットデータの精緻化	152
6.4	モニタリングシステムの学術的価値	154
6.4.1	交通需要変動の特性分析と予測モデルの開発	154



6.4.2	交通量配分の現実的發展	155
6.4.3	走行時間短縮の便益効果の新思考	158
6.5	本章のまとめ	159
<b>参 考 文 献</b>		161
<b>索</b>	<b>引</b>	164



# 交通計画の新次元展開 を求めて

## 1.1 交通計画の発展に必要な視点

アメリカで1930年代に交通工学会が設立されて以来、交通工学研究は一つの学問分野として、今日に至るまで目覚ましい発展を遂げてきた。確かに理論の精緻化、手法の多様化、方法論の体系化などでは顕著に進歩したと思われるが、それらが果たして交通現象の実体を捉えたりリアリティの高いものとなっているかどうかは、意見が分かれるところであろう。いうまでもなく、交通現象は人の行動意思が介在する不確定な社会現象であり、交通現象は変動やばらつきを有するのが本来の姿である。このことが道路交通の渋滞や事故を引き起こしているのである。したがって、交通の流れや行動を均質現象とみなして、確定値や平均値で記述する交通モデルは、実際の交通現象を的確に表現しているとはいえず、現実問題に適用しても、その有用性に限界があるといわざるを得ない。端的にいえば、これまでの交通工学は現象の変動やばらつきを研究対象として考慮する視点が不十分であったといえよう。

交通工学のモデル化においては、単純な仮定や理想的な条件に基づくのが一般的であり、そのために現象の複雑性や多様性が十分に反映されているとはいえず、記述性の点でリアリティに欠ける面があったことは否定できない。例を挙げると、実際の交通密度と交通量の関係は、滑らかな一つの曲線になるのではなく、むしろばらつくのが真実であろう。OD交通量や経路交通量の現状分析においても、特定時点の交通現象を社会経済指標と結び付けたモデルや、交

通行動をある規準に基づいて記述するモデルは、期待値的な現象記述に過ぎず、現象実態を知るには、その変動特性を究明することが重要である。交通需要は時間帯、曜日、季節、天候などとも関係しており、またイベントや災害・事故など、さまざまな要因で大きく変化する。また、通行動の選択決定は交通動態の状況とも関係してくる。こうした交通現象のばらつきや動態の特性を追究することが、これからの交通計画で大きな意味を持つと思われる。

新しい交通サービス水準のあり方は、交通現象の変動やばらつきを考慮することによって可能となる。従来の交通サービス水準は、交通現象の平均値や集計値による確定値で記述されていた。例えば、平均値としての所要時間、渋滞度、遅延時間などである。しかし、統計値や変動値を用いた確率値で交通サービス水準を提供することが、利用者ニーズを満たすこれからの新しい方向と考えられる。具体的にいえば、停滞に遭遇することなく円滑移動できる確率、所定の所要時間内で目的地に到達できる確率などである。目的地までの所要時間を平均値で提供されても、どの程度の確実さで到達できるのか判断できないのである。交通現象はつねに変動するため、その結果として当然のことながら所要時間の変動に影響する。交通サービスに対する利用者ニーズは、いまや平均所要時間だけでなく、その確実性が求められているのである。所要時間の分布形状が既知であれば、目的地まで所定の所要時間内で到達できる確率がわかる。もし、その到達確率が小さければ遅刻リスクの可能性が高いため、早めの時刻に出発するか、経路あるいは交通手段の変更を余儀なくされる。このように、これからの交通サービス水準の記述は利用者の通行動選択と結び付くものでなければならず、交通変動を考慮した新しい考え方に発展しなければならない。

**交通ネットワーク信頼性**の概念は、交通現象の変動を考慮した交通サービス水準を記述する方法論であり、今後の交通計画における新しい考え方となるものである。交通ネットワーク信頼性による交通サービス水準の記述は、交通現象変動と関係しているため、その問題点はデータ収集が膨大となることであ

る。道路交通の場合、所要時間の分布形状が特定されたとしても、道路種別を分類して交通量変動や道路容量変動との関連付けをしなければならない。なぜなら、道路の構造や規格によって交通量の変動特性は異なるし、また交通流の管理誘導や道路容量の改善により、所要時間の分布形状が変化するからである。鉄道交通の所要時間は比較的安定しているが、バス交通は道路交通量の増減により走行時間が変動する。

幸いなことに、最近では ICT の活用により交通データの収集、および観測の技術が急速に進展しており、**OD 交通量逆推定モデル**が実用化の域に達してきた。OD 交通量逆推定モデルは、リンクの観測交通量あるいはゾーン集中交通量に適合するように、交通ネットワークにおけるゾーン発生交通量、OD 交通量、OD 別経路交通量を推定する方法であり、時間帯別交通量も的確に推定分析できる。OD 交通量逆推定モデルを用いると、道路のみならず鉄道、バスを包含した**総合交通ネットワークの交通流動モニタリングシステム**が構築できる。このモニタリングシステムで交通ネットワーク流動を継続的に観測することができれば、交通モードごとの交通量変動が分析できるし、所要時間変動との関係が解明できることになる。先進国では、すでに道路交通だけでなく鉄道やバスを含めた総合交通システムを対象に、そのときの交通状況に対応して、利用者が最適な交通手段が選択できる情報サービスが提供されようとしている。

このように OD 交通量逆推定モデルは交通ネットワーク信頼性の実用化に寄与するものであり、交通ネットワークの交通変動対応力を示すネットワークパフォーマンスを評価できるようになる。そして、このことが総合交通ネットワークの交通マネジメントの高度化を実現することにつながる。要するに、交通需要は変動するもの、交通流はばらつくもの、という交通現象に対する基本的な認識が重要であり、今後の交通工学および交通計画の研究は、この認識を具現化することで新たな展開が期待されよう。交通ネットワークモデルが交通流の円滑化と安全性向上に貢献するには、こうした交通現象の本質が考慮されなければ、その現実再現性は向上しないし、実際適用における有用性も進展しないであろう。

## 1.2 交通ネットワーク信頼性の重要性

経済活動の高度化や生活水準の向上に伴って時間価値が増大しており、交通移動の途中で予期しない渋滞に遭遇するか、あるいはやむなく移動を中止せざるを得ない事態になれば、利用者は大きな損失を被ることになる。それゆえ、最近では交通移動の安定性に対する利用者ニーズが高まっている。

現在の道路計画において、道路交通量は配分結果による確定値で与えられており、道路ネットワークの各リンク上で交通量がその容量以下になっていれば、交通処理面から特に問題はないとされるのが通常の見方となっている。しかし、交通需要はつねに変動するため、現実には渋滞がしばしば生起する。交通需要の変動幅が同じでも渋滞は広幅員道路において起こりにくいが、狭幅員道路では発生しやすい。また、道路構造が平面式か高架式かによっても渋滞遅延状況が異なる。例えば、高速道路では渋滞遅延の頻度が一般の平面道路に比べて少なく、所要時間が安定している。このことからわかるように、ピーク変動が大きい道路に対しては、平均値あるいは確定値の交通量のみでは、渋滞発生による時間損失を適正に評価することができないのである。道路整備や交通管理による利用者便益は、主として平均所要時間の短縮効果に基づいて評価されるのが現在の一般的な方法となっている。しかし、利用者便益は平均所要時間の短縮効果だけではないのである。交通量変動を考慮すれば、このほかにも、渋滞遅延時間の減少効果、到着時刻に対する安全余裕時間の短縮効果、早着・遅刻に対するペナルティ損失の減少効果が評価できるので、道路整備による真の便益量は従来の便益額よりもはるかに大きな値となる。換言すれば、現在の平均所要時間短縮のみに基づいた便益算定は、過少評価になっているといつてよい。

交通移動の安定性は、交通ネットワーク信頼性の考え方で取り扱うことができる。**交通ネットワーク信頼性**にはいくつかの種類があるが、おもなものは連結信頼性と所要時間信頼性である。**連結信頼性**は「所定時間内に目的地へ到達

可能な経路が存在する確率」, **所要時間信頼性** (あるいは, 単に**時間信頼性**) は「所定時間以内で目的地に到着できる確率」と定義されている<sup>1)†</sup>。前者は, 災害などの突発事象によるリスク対応の交通ネットワーク計画に適用されるのが一般的であり, 後者は, 日常の交通量変動に対するサービス水準向上のための整備計画や運用計画に用いられる。

連結信頼性の実際適用においては, 突発事象発生時の道路リンク閉鎖による OD 交通ごとのトリップ不能確率が推定され, その結果からリスクに対する脆弱な OD ペアが抽出される。また, 連結信頼性に対して最も影響の大きい道路リンクを見出すこともできる。したがって, 連結信頼性は交通面から見た防災計画の策定にきわめて有用な方法論として利用できる<sup>2)</sup>。しかし, 連結信頼性は突発事象時だけでなく, リンク支障確率を渋滞発生確率で与えることで, 通常時の交通量変動に対する OD 交通ごとのサービス水準を記述することもできる。

所要時間信頼性の実用面についていえば, 上述の複数指標による便益評価ができることに加えて, 交通管理面での新しい貢献が期待できる。例えば, 所要時間分布を用いた交通情報提供である。**確率所要時間**で情報提供することにより, 所要時間の安定性, すなわち所要時間の信頼性向上が見込めることが示されている<sup>3)</sup>。公共交通のサービスに対しても, 乗り換え時の待ち時間短縮や突発事象時に備えた移動安定性の高い交通サービスへの要求が高まっており, 所要時間信頼性を考慮した新しいシステム開発が考究されている<sup>4)</sup>。**物流交通**のサービスにおいては, 指定された時間に到着する要請が強くなっている。それゆえ, トラックの到着が指定時刻に早着あるいは遅刻すれば, ペナルティ損失が生じることになり, 物流企業にとって集配送における時間確実性の向上が, 重要な経営戦略となっている<sup>5)</sup>。

交通ネットワーク信頼性は, これまでの国際シンポジウムの成果<sup>6)</sup> もあって, 新しい交通計画の考え方として, しだいに実務にも適用されるようになり, 欧米ではすでに交通政策に取り入れられている。一例を紹介すると, アメ

† 肩付きの数字は巻末の引用・参考文献番号を表す。

リカでは道路の走行時間変動を観測し、その確率分布が90%あるいは95%を超える所要時間を劣悪サービス状態の<sup>しきい</sup>閾値とみなして、その改良対策を実施することが考えられている。そして、改良効果は平均値よりも閾値で見るほうが顕著となることが示されている<sup>7)</sup>。このように交通ネットワーク信頼性は交通計画の新しい方向性を示しており、これからは交通移動の安定性に対するニーズが一層高まることが予想されるので、交通現象における変動性や不確定性を考慮することが不可欠となってくる。

### 1.3 交通量配分手法の再考証

ネットワークの交通需要分析において、交通量配分手法はこれまで大きな役割を果たしてきた。**交通量配分**は、所与のOD交通量を道路ネットワークに流す方法論であり、現在一般的によく用いられている配分推定法では、経路交通量が均衡状態を実現すると仮定されている。ワードロップのいう「各OD交通に対して利用経路の所要時間は等しく、非利用経路はそれ以上となる」状態を満たす、いわゆる**等時間配分**の考え方である<sup>8)</sup>。この均衡状態は**利用者最適確定均衡配分**ともいわれている。**時間比配分**と同類の**利用者最適確率均衡配分**に対しても、同様に拡大定義をすることができる<sup>9)</sup>。ここで、時間比配分とは、「所要時間の短い経路ほど選択率が高い」ことを満たす経路配分である。OD交通量の変動分布を外生的に与えることができれば、均衡配分の多数回実施により、交通量と所要時間の関係を利用して、リンクや経路の所要時間分布を推定する方法が考えられる。しかし、この方法で現実ネットワークの交通現象を記述することは、きわめて問題が多いと思われる。

OD交通量の変動分布を知ること自体が容易なことではないが、大きな問題点は、等時間均衡配分の仮説の現実性である。交通量配分に関する均衡状態の説明は明解であり、何となく理解できたような気になるが、やはり現実の現象面から納得できないのが事実であろう。この疑問を解くために、交通量配分が等時間均衡状態になるかどうか、簡単な2経路を対象に多数被験者による繰返

# 索引

<b>【あ、い】</b>	
安全余裕時間	88, 130
安全余裕時間減少	89
インプットデータ	10
<b>【か】</b>	
外外 OD 交通	20
外内 OD 交通	20
外内 OD 交通量比率	68
外内比率	21, 68
確定値情報	146
確率所要時間	5
確率値情報	146
確率配分	155
カットセット	92, 118
<b>【き、く】</b>	
基本型モデル	26
基本精度検証	35
クーン・タッカー条件	32
<b>【け】</b>	
携帯電話移動データ	10, 66
結合モデル	27, 28
欠落サンプル OD 交通量	61
<b>【こ】</b>	
構造関数	92, 102
交通センサス	13
交通ネットワークシミュレーションモデル	152
交通ネットワーク信頼性	2, 4
交通ネットワーク容量	97
交通流動モニタリングシステム	3, 11
交通量減少信頼性	98, 100
交通量配分	6

交点法	108
合理的経路	57
<b>【さ】</b>	
最脆弱断面	113
最脆弱リンク	116
最適出発時刻	87, 90
暫定サンプル OD 交通量	53
サンプル OD 交通量	10, 46, 49
<b>【し】</b>	
時間信頼性	5, 146
時間帯別 OD 交通量	9, 41, 54
時間帯別 OD 別スポット	
収集交通量	54
時間帯別 OD 別スポット	
通過確率	54
時間帯別 OD 別リンク	
利用確率	55
時間帯別観測リンク交通量	55
時間帯別サンプル OD 交通量	54
時間帯別ゾーン発生	
交通量比率	42, 54
時間帯別発生ゾーン別	
目的地選択確率	42, 54
時間比配分	6, 155
システム工学	84, 91
システム最適確定均衡配分	155
事前データ	10, 15, 138
実効所要時間	131
実際適用検証	35
ジャストインタイム	90
渋滞時間損失	158
渋滞時間損失減少	128

乗車駅別降車駅選択確率	140
乗車駅別乗客数比率	140
所要時間確率密度関数	89, 94
所要時間確率密度分布	123
所要時間信頼性	5, 94, 100, 123
所要時間分布	87, 94, 124
信頼性	91
信頼性グラフ解析	92
信頼度	91
<b>【す】</b>	
スポット	10, 45
スポットデータ	45
スマホデータ	10, 66
<b>【せ】</b>	
正規分布の再生性	125
脆弱性	99, 101
脆弱断面	113
セントロイド	16
セントロイド間 OD 交通量	16
<b>【そ】</b>	
遭遇信頼性	96, 100
総合交通ネットワーク	3, 11
走行時間関数	156
総走行時間最小化配分	155
早着損失費用関数	132
早着・遅刻時間損失費用	132, 158
双対ネットワーク	109
ゾーン間 OD 交通量	16
損失費用関数	89
ゾーン集中交通量型	10, 14
ゾーン発生交通量パターン	28, 74



ゾーン発生交通量比率  
45, 49, 53, 78

**【た】**

ダイヤル確率配分法 10, 56  
大都市交通センサス 12, 144  
ターゲット OD 交通量 9  
ダミーリンク 16  
段階推定法 8

**【ち】**

遅刻回避安全余裕時間 158  
遅刻確率 87, 130  
遅刻損失費用関数 132  
遅刻リスク損失 131  
直列構造 92  
直列システム 102

**【て, と】**

定時性 86  
同期 15  
等時間配分 6, 155  
トリップ発生原単位 151

**【な】**

内外 OD 交通 20  
内内 OD 交通 20  
内内 OD 交通量比率 68  
内内比率 21, 68

**【ね】**

ネットワーク交通流動分析  
138

ネットワーク信頼性 86  
ネットワーク信頼性工学 84  
ネットワーク容量信頼性  
98, 100

**【の】**

ノード間 OD 交通量 16  
ノード集中分担率 19, 70  
ノード発生分担率 19, 70

**【は】**

パス 92  
パーソントリップ調査 13  
発生交通量単独モデル 27  
発生ゾーン別目的地選択確率  
45, 52, 78  
パラメータ調整 10

**【ひ, ふ】**

非連結信頼性 148  
物流交通 5  
ブル演算 106  
プローブカーデータ 10  
プローブカーデータ型モデル  
29

**【へ, ほ】**

平均所要時間 88  
並列構造 92  
並列システム 103  
補正サンプル OD 交通量  
52, 53, 61

**【み】**

未知変数 11, 15  
ミニマムカットセット 103  
ミニマムパス 103

**【も】**

目的地選択確率 22  
モーダルスプリット 8, 137

**【ら, り】**

ラベリング法 114, 117  
リスク回避型 147  
リスク受容型 147  
リダンダンシー 84  
利用者最適確定均衡配分  
6, 155  
利用者最適確率均衡配分  
6, 155  
臨界面 113, 149  
臨界リンク 149  
リンクウェイト 59  
リンク交通量型 10, 14  
リンク交通量単独モデル 27  
リンク信頼性 105  
リンクポテンシャル 57  
リンク尤度 58

**【れ】**

連結信頼性  
4, 86, 92, 100, 101, 105, 148  
連結信頼度 92

**【E】**

ETC2.0 45  
ETC サンプル OD 交通量  
46, 51

**【I】**

ICT データ 10

IC カードデータ 10, 140  
ITS スポット 45  
ITS スポットデータ 45

**【O】**

OD 間連結信頼性 106  
OD 交通量逆推定モデル 3  
OD 交通量パターン 9

OD 別スポット収集交通量  
46, 50, 51  
OD 別スポット通過確率  
46, 51  
OD 別リンク利用確率 45, 53

— 著 者 略 歴 —

1964年 京都大学工学部土木工学科卒業  
1966年 京都大学大学院工学研究科修士課程修了（土木工学専攻）  
1970年 金沢大学講師  
1972年 工学博士（京都大学）  
1972年 金沢大学助教授  
1980年 金沢大学教授  
1985年 京都大学教授  
2005年 京都大学名誉教授  
（同済大学（中国）顧問教授，北京交通大学（中国）顧問教授，東南大学（中国）客座教授）

## ICTデータ活用による交通計画の新次元展開

— 総合交通ネットワーク流動のモニタリングシステム —

New Dimension of Transportation Planning Led by Utilization of ICT Data

— Flow Monitoring System for an Integrated Transportation Network —

©Yasunori Iida 2017

2017年9月5日 初版第1刷発行



検印省略

著 者	飯 田 恭 敬
発 行 者	株式会社 コロナ社 代表者 牛来真也
印刷所	新日本印刷株式会社
製本所	有限会社 愛千製本所

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替00140-8-14844・電話(03)3941-3131(代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-05253-4 C3051 Printed in Japan

(森岡)



**JCOPY** <出版者著作権管理機構 委託出版物>

本書の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられています。複製される場合は、そのつど事前に、出版者著作権管理機構（電話 03-3513-6969, FAX 03-3513-6979, e-mail: info@jcopy.or.jp）の許諾を得てください。

本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられています。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めていません。落丁・乱丁はお取替えいたします。