

改訂新版

# 読んで学ぶ 交通工学・交通計画



久保田 尚  
大口 敬  
高橋 勝美 編著

改訂新版

読んで学ぶ

交通工学・交通計画

久保田 尚  
大口 敬  
高橋 勝美 編著

## 改訂版に寄せて

本書を出版して10年が経過したいま、交通分野が大きな変革を遂げつつあります。

ICTの急激な進展に伴い、ビッグデータの活用など、交通調査の内容や手法がすでに大きく変貌しました。そのことはまた、交通計画自体の変革ももたらしめています。

交通工学の分野においても、平面交差点の計画設計手法や生活道路対策など、著しい進展が見られた分野がいくつも存在します。

さらに、歩行者や自転車の扱いをはじめとする、「人中心」のみちづくりの方向性が完全に定着するに至っています。

これらを踏まえ、本書を改訂することとしました。

執筆陣に新たに若手に加わってもらい、世の中の動きに敏感に対応するように努めたつもりです。できるだけ多くの方にお読みいただき、ご批判を仰ぎたく思う次第です。

なお、これも世の中の流れとして、授業のほとんどをパワーポイントなどのプレゼンテーションソフトを利用するようになっています。それを考慮して、本書に掲載している写真や図のカラー版をご用意しました。大学や高専などで講義をされる先生方に無償で提供させていただきます。ご希望の方は理工図書(<https://www.rikohtosho.co.jp/>)にお問い合わせください。

## まえがき

交通は、とても身近なものです。

敷地の外を人や車などが移動することを「交通」と定義するならば、ほとんどの人が毎日のように交通を行っているはずで、仮に家を一步も出ない日でも、宅配便が荷物を届けてくれたとしたら、宅配便業者による交通の恩恵を受けたこととなります。宅配便が届かない日でも、表通りを通るトラックの騒音がうるさいと感じたら、交通からの影響を受けたこととなります。

このように、誰にとっても当たり前のような交通の世界なのですが、ひとたび、渋滞を解消しようとか、交通事故をなくそうとか、あるいは道路や鉄道の計画を立てようとかいったことを考えると、とたんに専門性のきわめて高い分野になります。

本書が主に扱う道路交通に関しては、「交通工学」や「交通計画」という名前の講義が工学部の主に土木系の学科で講義されています。

本書は、これから「交通工学」や「交通計画」を専門的に学ぼうとする学生に、「身近な交通」からの橋渡しをすることを目指して書かれました。ここで書いてあることを「読んで学んで」頂ければ、講義で学ぶことの意味や意義が理解できるように、入門的な内容をさらにかみ砕いて記述したつもりです。

また、最近では、いわゆる専門家以外にも、まちづくりなどの場で交通にかかわる市民の方がたいへん増えてきました。そのような方にもぜひお読みいただき、各地での議論をより一層有意義なものにして頂ければと希望します。さらに、「他の分野から交通畑に異動してきたばかりの行政マン」など、交通に関わりを持ち始めたすべての方にお読みいただければと思っています。

## まえがき

本書は、編著者である久保田、大口、高橋の3名が、ディスカッションを繰り返して構成案を決め、他の著者とともに分担して執筆したうえで、さらに議論を重ねて全体の調整を図りました。執筆分担は次の通りです。

久保田尚(埼玉大学)：1.1, 4.1, 4.2, 4.3, 4.5, 5.1, 5.3, 6.1, 6.2

大口 敬(東京大学)：第2章, 4.4, 4.6, 5.2, 5.4

高橋勝美(仙台市役所)：1.2, 第3章, 4.5, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6

石神孝裕(計量計画研究所)：3.1, 6.5

稲原 宏(計量計画研究所)：1.2, 6.6

井上紳一(計量計画研究所)：3.3

加藤昌樹(計量計画研究所)：3.3

小嶋 文(埼玉大学)：5.3

佐野 薫(建設技術研究所)：3.2

須永大介(中央大学)：3.4

高砂子浩司(計量計画研究所)：4.5, 6.4, 6.6

平見憲司(計量計画研究所)：4.5, 6.4

福本大輔(計量計画研究所)：3.4, 6.3, 6.5

ただし、本書で記述されている内容の最終的責任は、編著者の3名が負っています。

ひとりでも多くの読者に、「交通工学」や「交通計画」の面白さを感じてもらい、この分野への関心を深めていただくことができれば、著者として最大の喜びとするものです。

著者を代表して 久保田 尚

# 目 次

改訂版に寄せて

まえがき

## 1 章 序 章

1.1 交通工学・交通計画の役割と本書の狙い	1
1.1.1 わが国の交通の過去と現在	1
1.1.2 本書の狙い	5
1.2 わが国の交通	8

## 2 章 交通の流れを円滑にする

2.1 交通現象の捉え方	17
2.1.1 基本特性の表す変数	18
2.1.2 交通量, 速度, 交通密度	24
2.1.3 待ち行列と遅れ	28
2.2 交通渋滞	32
2.2.1 ボトルネック	32
2.2.2 衝撃波解析	37
2.2.3 交通渋滞における需要超過割合	42
2.3 道路の交通容量と交通渋滞対策	44
2.3.1 単路部の交通容量	44
2.3.2 その他の区間の交通容量	47
2.3.3 ボトルネック交通容量と渋滞対策	49
2.4 平面交差点の交通容量と制御	52

## 目 次

2.4.1	平面交差点の種類	52
2.4.2	ラウンドアバウト	53
2.4.3	信号交差点の交通現象	53
2.4.4	信号交差点の交通処理性能	57
2.4.5	交差点信号制御の設計	60
2.5	情報通信技術と交通運用	78
2.5.1	ICTの進歩	79
2.5.2	道路交通情報と交通マネジメント	80
2.5.3	マルチモーダル交通サービス	82
<b>3章</b>	<b>将来の交通需要を予測して計画を立てる</b>	<b>85</b>
3.1	交通計画の策定手順	85
3.1.1	交通計画策定の考え方	85
3.1.2	計画策定とPDCAサイクル	88
3.2	将来予測のための交通調査	94
3.2.1	交通実態調査・交通データの技術	94
3.2.2	交通に関する統計調査	105
3.3	交通需要予測の方法	115
3.3.1	交通需要予測のための基礎知識	115
3.3.2	交通行動をモデル化する	119
3.3.3	人の動きを4つのステップに分けて予測する～四段階推計法	121
3.3.4	四段階推計法の改善に向けて	143
3.3.5	時々刻々と変化する交通状況をモデル化する ～交通量推計手法の動学化	146
3.4	これからの時代の交通計画	148
3.4.1	人口減少時代の交通計画のあり方	148
3.4.2	TDM/MM	151
3.4.3	モーダルシフト	154

3.4.4	交通シミュレーションを活用した交通計画の検討	155
<b>4章</b>	<b>将来予測に基づいて道路を計画し設計する</b>	<b>159</b>
4.1	道路計画の基本	159
4.1.1	道路の種類とネットワーク計画	159
4.1.2	道路の種級区分—道路構造令	162
4.2	将来交通需要予測と道路計画プロセス	165
4.2.1	道路計画と設計基準交通量	165
4.2.2	設計基準交通量と車線数決定プロセス	166
4.3	計画の決定	169
4.3.1	プランから計画へ	169
4.3.2	都市計画とは	170
4.3.3	都市施設としての道路計画の決定	174
4.3.4	都市計画道路と私権制限	176
4.3.5	都市計画道路の見直し	178
4.3.6	交通計画と都市計画	180
4.4	道路の設計	182
4.4.1	道路の役割と機能	182
4.4.2	道路設計の基礎	183
4.5	歩行者・自転車等の空間設計	193
4.5.1	歩道とバリアフリー	193
4.5.2	自転車	195
4.5.3	新しい乗り物（モビリティ）	196
4.6	都市街路の設計	199
<b>5章</b>	<b>道路交通を安全にする</b>	<b>203</b>
5.1	わが国の交通安全	203
5.1.1	わが国の交通事故	203

## 目 次

5.1.2	わが国の交通事故の特徴	205
5.2	交通リスクの捉え方	206
5.2.1	交通事故の偶発性	206
5.2.2	ポアソン分布と指数分布	207
5.2.3	交通安全対策の効果評価	208
5.2.4	交通リスク分析に用いられるデータ	211
5.3	人と車の共存—生活道路の交通安全対策と地区交通計画	213
5.3.1	生活道路の現状	213
5.3.2	近隣住区論	214
5.3.3	ラドバーン方式	216
5.3.4	ブキャナンレポート	218
5.3.5	ボンエルフ—道路空間デザインへの関心	220
5.3.6	交通静穏化とゾーン30	221
5.3.7	日本の交通静穏化の取り組み	223
5.4	交通事故ゼロへ向けた取り組み	224
5.4.1	証拠に基づく科学的対策の推進	224
5.4.2	情報通信技術の活用と自動運転	225
5.4.3	人間工学・交通心理学	227
<b>6章</b>	<b>まちづくりへの貢献</b>	<b>231</b>
6.1	まちづくりと交通	231
6.1.1	まちづくりへの貢献—交通の新たな役割	231
6.1.2	都心部の交通まちづくりのポイント	232
6.2	交通シミュレーションと社会実験—交通まちづくりと合意形成	234
6.2.1	合意形成のためのツール	234
6.2.2	さいたま市氷川参道の取り組み	237
6.3	開発に伴う交通への影響評価と対策	239
6.3.1	都市の開発が交通に与える影響	239

目 次

6.3.2	開発に伴う交通への影響評価	240
6.3.3	交通影響評価に関する対策と課題	246
6.4	歩行者・自転車を重視した交通体系	247
6.4.1	歩行者について	247
6.4.2	自転車について	251
6.5	中心市街地の総合的な交通まちづくり	260
6.5.1	なぜ中心市街地の交通まちづくりなのか	260
6.5.2	パッケージアプローチによる交通まちづくり	263
6.5.3	実現に向けた取り組み	266
6.6	都市の構造と都市交通計画	269
6.6.1	土地利用と都市交通の連携	269
6.6.2	コンパクトな都市構造の形成	270
	索引	275

# 1章 序章

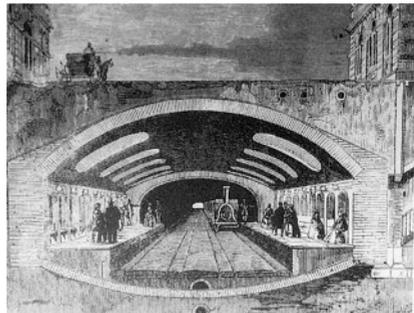
## 1.1 交通工学・交通計画の役割と本書の狙い

### 1.1.1 わが国の交通の過去と現在

明治5年8月、ロンドンに到着した岩倉使節団は、高架橋や地下を鉄道が走り回っている都市の姿に驚愕します。



岩倉使節団



ロンドンの地下鉄<sup>1)</sup>

写真 1.1

すでにアメリカで、開通したばかりの大陸横断鉄道に乗り、国の経済を支えるインフラとしての都市間鉄道の重要性を痛感していた岩倉たちは、都市交通手段としての鉄道の可能性にも気づいたこととなります。ご存知のように、岩倉使節団には、団長岩倉具視をはじめ、大久保利通、木戸孝允、伊藤博文など、その後の日本の礎を担ったトップリーダーたちが参加していましたので、この瞬間に、鉄道国家に向かう明治政府の方向性が決まったといっても過言ではありません。

そして、この決断が、現在に至るまでの日本の交通事情を大きく決定付けた

ともいえるのです。つまり、明治以降、都市間および都市内交通手段としての鉄道は大きな発展を遂げ、現在でも、新幹線はもちろん、東京など大都市における鉄道網は、世界に冠たる水準を保っています。しかしその一方で、道路については、多くの人々の長年の努力にもかかわらず、まだまだ世界の水準には程遠いといわなければなりません。都市環状道路の未整備、幹線道路の未完成、危険な生活道路など、解決すべき課題は数多く残っているのです。

鉄道については、明治政府は明治維新からわずか5年後の明治5年（1872年）に、新橋・横浜間に最初の鉄道を開業させ、人類史上の奇跡のひとつとも言われました。その後も、明治22年（1889年）に東海道本線が新橋・神戸間の全線で開通するなど、各地で鉄道建設が精力的に進められました。また、当初は馬車鉄道が、また20世紀初頭からは路面電車が普及し、都市内交通の担い手としての鉄道の整備も進められました。さらに、明治37年（1904年）には国鉄としては初めての電車運転の開始、昭和2年（1927年）には初の地下鉄開業（浅草・上野間）など、技術の進展や社会のニーズによる著しい発展を遂げてきました。

一方、道路については、明治10年（1877年）に完成した銀座煉瓦街計画の一環として整備された広幅員（15間、27.27m）の銀座通りといったごく一部の例外を除き、体系的な整備がきわめて遅れてしまいました。明治21年（1888年）になって、ようやくわが国初の都市計画法制度というべき東京市区改正条例が制定され、道路や橋梁などを計画・建設する制度が整いましたが、予算制約のため、事業はなかなか進みませんでした。

大正8年（1919年）になって、後藤新平らの尽力により、ようやく全国的な法制度が確立しました。すなわち、この年には、都市計画法、市街地建築物法（建築基準法）、そして道路法という非常に重要な法律が3つ成立し、その後のわが国の都市計画や道路建設の法的基盤となっていくのです。

その後、大正12年（1923年）に関東地方を襲った関東大震災の後に実施された帝都復興事業によって東京都心部の道路網が作られるなど、東京は徐々に近代国家の首都としての基盤を整えていきました。

しかし、放射方向の道路の整備に比べて環状道路の整備が著しく遅れ、現在もなお整備が完了していないことなど、世界の他の首都に比べて見劣りする状態が改善されていません。ましてや、東京以外の都市や都市間道路の整備については、第2次大戦後の復興事業の中でもなかなか整備が進まない状況が続きました。

ここで、少しだけ歴史のIfにお付き合いください。もし、明治維新があと50年遅かったら、現在の日本はどのような社会になっていたでしょうか。

実際の明治維新は、1868年です。スチーブンソンが蒸気機関車「ロコモーション号」を開発したのが1825年でした。ロンドンに地下鉄が開通したのが1863年、アメリカ大陸横断鉄道が開通したのが、さきほど述べたように1869年ですから、欧米で、交通の主役が、馬車から鉄道に大きく変わりつつあった、まさにその時期に当たるわけです。その50年後というと1918年ということになります。実は、この50年の間に交通の世界で、ふたつの大革命が起こります。1886



写真 1.2 T型フォード<sup>2)</sup>

フォードは、A型から試作をはじめ、T型まできてようやく成功しました。1908年に販売を開始し、1914年に大量生産を開始しました。

年のダイムラーによるガソリン自動車の発明、そして、それに勝るとも劣らないのが、フォードによる1914年のベルトコンベアによる自動車の大量生産方式の発明です。特に、自動車の大量生産方式の確立で廉価な自動車が大量に市場に出回るようになり、それまでお金持ちのいわば道楽の手段であった自動車が、一気に交通の主役に躍り出ることになります。フォードは、1908年に販売を開始した「T型フォード」を、この方式で大量生産し、1927年までにアメリカで1,500万台も販売したということです。他の自動車メーカーも追随し、1929年にはアメリカの総生産台数が年間500万台を超えるにいたりました。これに伴い、アメリカでは道路整備が急速に進むこととなりました。

もし、岩倉使節団が50年遅くアメリカを訪れていたとしたら、使節団は、まさにそのような国家の姿勢や都市の姿に直面したはずです。そのとき政府の方針はどのように変わっていたのでしょうか。おそらく、「交通の主役は自動車、そして道路整備」となったのではないのでしょうか？そして、1920年代以降のアメリカのように、道路網の急速な整備が行われたのではないのでしょうか。

実際の歴史は、そうはなりませんでした。主要都市のほとんどが空襲で消失した第2次世界大戦後に計画された戦災復興計画も、資金難などのために思うように進みませんでした。結果として、例えば、昭和31年（1956年）に来日した有名なワトキンス調査団が、「日本の道路事情は信じがたいほどひどい」と断ずるほど、日本の道路整備は遅れをとりました。実際、国道1号でさえ、雨でぬかるんで自動車が走れないような状態だったのです。



雨でぬかるんだ国道1号



制御不能の交差点

写真 1.3 ワトキンスレポートに掲載された「日本の道路事情」<sup>3)</sup>

## 1.1 交通工学・交通計画の役割と本書の狙い

ワトキンスレポートの前後から、道路整備特定財源や道路整備五カ年計画の制定など、道路整備のための法的・財政的整備が行われた結果、わが国の道路整備はようやく進んでいきました。

ただ、車社会を前提としないまま高密度市街地がすでに形成されていたわが国に、あらたに道路網を整備するのは容易なことではなく、現在でも、まさに「道半ば」の状態にあるわけです。

さらに、最近では、環境問題やバリアフリー、さらにまちづくりへの寄与など、交通に求められる機能が複雑かつ多様になってきています。歩行者や自転車のための空間作りなどはその典型といえます。

### 1.1.2 本書の狙い

こうした過去と現状、そして未来への課題を多く抱えているわが国において交通にたずさわる人々、また、交通についてこれから学ぼうとする学生たちの入門書となることを念願しつつ、本書はつくられました。そのうえで、いくつかの狙いをもって構成しています。

特に、交通にかかわる学問分野である「交通工学」、「交通計画」、そして「都市計画」のそれぞれについて取り上げるとともに、それらの関係を明確にすることを心がけました。

「交通工学」は、主に自動車を対象としてその交通現象を物理学等に基づいて記述するとともに、交通の流れを安全で円滑に制御するための手法について検討するものです。道路の形状、交差点の形、信号、交通規制など、日常生活にきわめて身近な交通対策が、「交通工学」の成果に基づいて検討されているのです。

「交通計画」は、将来の状況を予想しながら、長い目で見て必要な交通整備について考える分野です。交通需要予測という手法を基盤に置きながら、都市の将来のあり方にふさわしい交通のあり方を考えていきます。本書で主に取上げる道路計画のほか、駐車場計画、バスやLRTなどの公共交通計画、歩行者や自転車のための計画など、交通にかかわる各分野を総合的に扱う総合交通計画を考えることが大切です。なお、最近では、交通計画においても比較的短期

の施策を扱うなど、交通工学との区があいまいになりつつあります。特に、まちづくりという新しい舞台が登場して以来、「工学」とも「計画」とも言いがたい取り組みが求められるようになり、「交通まちづくり」という言葉が生まれました。詳しくは第6章をお読みください。

「都市計画」は「交通計画」と深い関係を持っています。もちろん、土地利用計画、公園緑地計画などの都市計画の個別分野のひとつとしての交通計画という意味が大きいのですが、法制度上は、交通計画の中の道路計画は、都市計画として位置づけられることによって、はじめて法的な計画となるのです。この点については、第4章に詳しく記載しました。「都市計画」と「交通工学」の関係は、これまではあまり明確ではありませんでした。今後、都市計画道路の見直しが本格化する中で、関係がさらに深まるものと思われます（詳細は、4.3.5「都市計画道路の見直し」をご覧ください）。

本書の構成について確認しておきます。まず2章では、「交通の流れを円滑にする」と題していわゆる交通工学の分野に関して最低限必要な知識を記述しました。一見複雑な数式や図が多数登場しますが、ゆっくり読めば必ず理解できるはず。入門編とはいえ、第2章の内容を理解できれば、「交通工学」の必要な知識はかなり習得したといってもよい内容になっています。

第3章「将来の交通需要を予測して計画を立てる」は、「交通計画」の分野に関する入門的な内容であり、計画策定手順、交通調査、交通需要予測という交通計画の基本中の基本が述べられています。この章も、「交通計画」を習得するための基本は、ほぼ網羅しています。

第4章「将来予測に基づいて道路を計画し設計する」では、まず、第3章で述べた将来需要予測の結果に基づいて、それを、「都市計画」の一部である都市計画道路として法律的に位置づけるまでのプロセスについて述べます。「交通工学」と「交通計画」の両方で用いられる「交通容量」の概念を理解するとともに、交通と都市計画の関係についても言及します。続いて、計画された道路の具体的な設計について、基本的な内容を述べるとともに、今後の道路設計の目指すべき方向についても言及します。

第5章は「道路交通を安全にする」です。「円滑」と並んで交通整備の最も重要な目標である「安全」を実現するための理論や技術について、最新の事例にも言及しながら記述しています。

第2章から第5章は、それぞれの分野の基本的な内容を記述しています。ただ、各章の最後に、「これからの時代」の方向性について、応用的な内容を含めて展望を述べています。

最後の第6章は、「まちづくりへの貢献」です。特に最近の動きとして、交通整備の新しい目標としてクローズアップされているまちづくりへの寄与について記述しています。人間重視、歩行者・自転車重視、住民参加、といったキーワードも同時に語られることになります。

本書は、全体を通読して頂くことを最もお勧めしますが、場合によっては、「交通工学のみ」、「交通計画のみ」を学習したい人は、章を選んで読んで頂いてもよいかもしれません。

さて、本書は、「交通工学」、「交通計画」、そして「都市計画」の3つの分野の関係性を重視した点に特色があるのですが、一方、それによって、ややもすると複雑な読み物になってしまうことを警戒しなければなりません。そこで、できるだけストーリー性のある文章を心がけたつもりです（交通の教科書としてはおそらく例がない『ですます』で文章を書いたのも、その狙いによるものです）。

すでに、「交通工学」、「交通計画」、そして「都市計画」の各分野に関して、非常に優れた教科書がわが国でも多く出版されています。ですから、それぞれの分野を深く学ぶ際には、ぜひそれらをしっかり勉強して頂くことが欠かせません。本書は、それらの専門書を学ぶ前に、どうしても頭に入れておくべき入門的な内容を記述するとともに、分野相互の関係がわかるように配慮したつもりです。また、分野と分野の間の学際分野の新しい役割についても、できる限り取上げることになりました。

また、学問的興味だけでなく、実務的な適用にも言及するように心がけました。そのため、事例をできるだけ多く紹介することになりました。それにより、

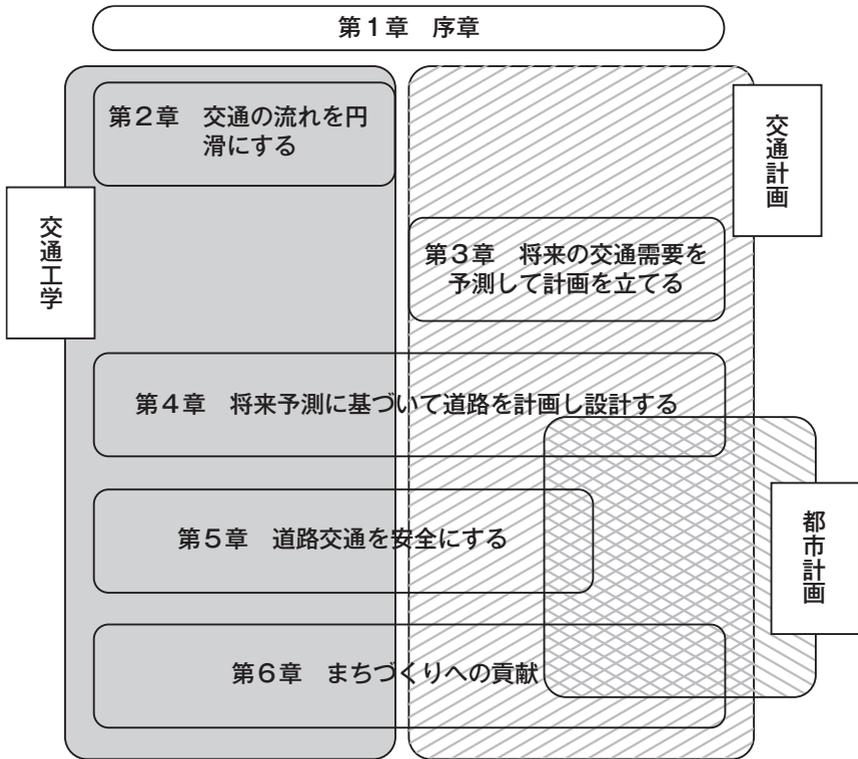


図 1.1 本書の構成

交通を学ぶ意義や意味を理解しやすくしたつもりです。

## 1.2 わが国の交通

わが国の交通実態や交通インフラの整備状況，近年の社会経済動向を踏まえた最近の話題について概観してみましょう。

高速道路の整備は計画路線延長（14,000km）のうち，11,998km（2020年4月1日現在）と86%まで整備が進んでおり，また，鉄道ネットワークは世界的に見ても高密度に整備されています。国土面積あたりの営業キロは，5.3km/百km<sup>2</sup>

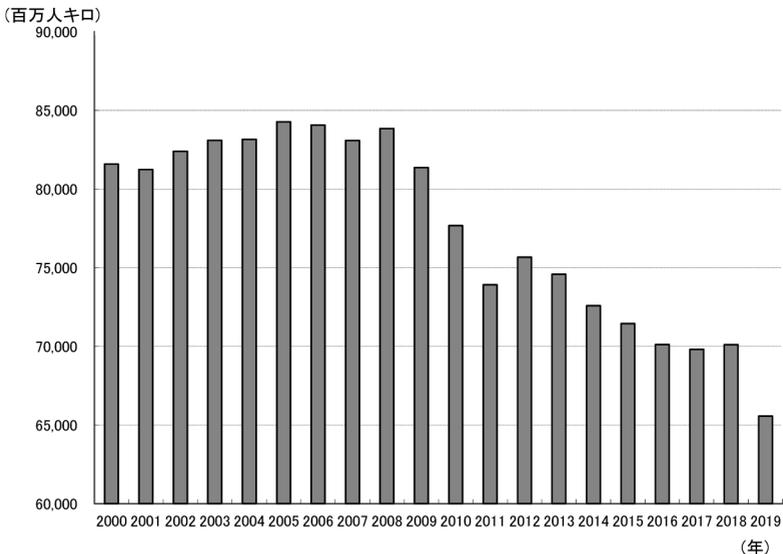
## 1.2 わが国の交通

であり、EU (5.2km/百km<sup>2</sup>)と同程度であり、アメリカ合衆国 (0.4km/百km<sup>2</sup>)の約13倍です。東京や大阪など大都市では接続する複数の鉄道事業者間で相互直通運転を行っており、ネットワークを活かす取り組みも行われています。

高度成長期から近年までは、増え続ける大量の交通需要をいかに捌くかという観点から施設整備、すなわち施設量や輸送量の拡大に主眼をおいてきました。しかし、近年の交通需要の動向を見ると、自家用車の交通量は減少傾向を示しています(図1.2)。なお、このデータは自動車登録情報から抽出した自動車の移動距離(百万人km)とその時の乗車人数(人)をアンケートで調査した結果を用いています。

このように交通需要が横ばいから減少に推移する状況では施設の量的な拡大をしてもその効果を上げることが難しくなっています。そのため、社会基盤の質的充実に力点が置かれる時代へと変化しています。

このように交通需要が減少傾向にある状況では施設の量的な拡大をしてもそ



※2010年10月より、調査方法および集計方法が変更されたことから2010年9月以前の数値とは単純には比較できないため、大まかな傾向として捉える必要がある。  
※2010年度及び2011年度の数値には、2011年3月及び4月の北海道運輸局および東北運輸局の乗用車の数値を含まない。

図1.2 自家用乗用車の総走行距離の推移<sup>4)</sup>

## 2章 交通の流れを円滑にする

本章では、交通の流れの特徴とこれを円滑に保つための基本となる考え方を説明します。まず2.1節で交通の流れ、特に自動車の交通の流れに着目して、これを科学的に解析する方法と、交通流のよく知られている特性について説明します。次に2.2節で、誰にでも馴染みの深い「交通渋滞」とは科学的にどのような状態を指すのか明らかにします。これを踏まえて2.3節では交通渋滞を減らす、無くす方法を紹介します。2.4節は、円滑・安全の両面で重要な交差点を対象として、その制御手法を紹介します。最後に2.5節で、円滑な交通の流れを実現するための将来技術について考えてみましょう。

### 2.1 交通現象の捉え方

自動車でも自転車でも歩行者でも、道路上の交通を一種の「流れ」として捉えることができます。交通の流れも水の流れ、空気の流れ、インターネットの情報の流れなどとよく似た特性を持ちます。一方で交通の流れに特徴的なことは、その流れを構成する自動車の大きさは水や空気の粒子よりも無視できない大きさを有するとともに、これが「(意思を持った)人の動き」であることです。従って「現象の捉え方」の基本はほかの流れと同じですが、そこで見られる現象には交通特有の特徴が現れます。ここでは自動車交通流に焦点をあてて、こうした一般性と特殊性を考えていきます。

### 2.1.1 基本特性を表す変数

#### (1) 時間距離図

道路上の自動車の流れも、川を流れる水と同じく、流れの源流方向を上流、流れ下った先の方向を下流と呼び、自動車も上流から下流へ流れるものと考えます。この流れを1台1台の車の動きに着目したときに、交通流を記述するために重要ないくつかの特徴量（変数）があります。図2.1はこうした特徴を示すために、横軸に時間、縦軸に距離をとって、1台1台の車両の動きを1本1本の（時空間上の）軌跡として表したもので、交通流を表現する最も基本的な図となります。これを時間距離図（Time-Space Diagram）といいます。

図の左側の道路上に3台の車が描かれていますが、これは時間軸上の時刻  $t$  における3台の車の位置です。この図のように車の位置を表すのに車の先端（バンパなど）の位置で代表させることが多いですが、必ずそうしなければならないわけではありません。時刻  $t$  における  $i$  番目の車とそのひとつ前の車 ( $i-1$  番目) の後端（車尾ともいいます）までの距離、すなわち車間距離は図に  $s_{pi}$  として示されています。これに前の車 ( $i-1$  番目) の車長  $l_{i-1}$  を加えたものを車頭距離  $s_i$  といいます。

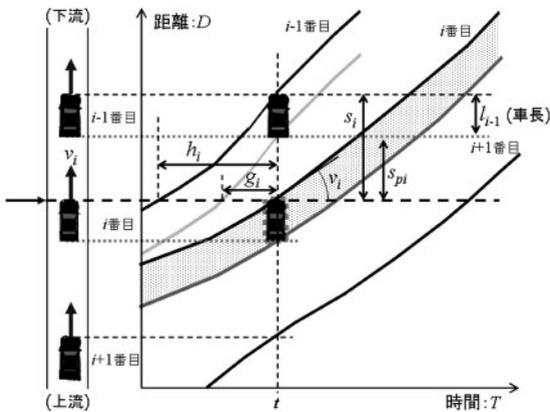


図 2.1 ミクロな時間距離図

## 2.1 交通現象の捉え方

一方、図の左端中ほどに右向き矢印が描かれています。これは道路上のある地点を意味し、 $i$  番目の車は時刻  $t$  にこの矢印の地点にいます。 $(i-1)$  番目の車がこの矢印の地点を通過してから  $i$  番目の車が到達するまでの時間  $h_i$  を車頭時間 (Headway) といいます。また、前方車の後端がある地点を通過してから自車の先端がそこを通過するまでの時間を車間時間  $g_i$  といいます。

時間距離図が有用であるひとつの理由は、各車両の時空間軌跡の傾きがその車両の速度  $v_i$  になることです。従ってこの図を使えば、時々刻々と、あるいは道路上の場所に依じて、各車を取る速度  $v_i$  が時空間上でどのように変化するか図示できます。速度  $v_i$  と同じように、車頭時間  $h_i$ 、車間時間  $g_i$ 、車頭距離  $s_i$ 、車間距離  $s_{pi}$  も、図から時空間的に変化していく様子が読み取れます。

川の流れて水粒子一粒一粒の動きを考えることはまずありません。交通流では個々の動きをある程度注目しますが、やはり流れ全体の大まかな特徴で捉えることも多くあります。ある地点 (断面) を一定の計測時間  $T$  の間に通過した車両数  $N$  を用いて計算される交通流率  $Q (=N/T)$  と、ある時刻に一定の

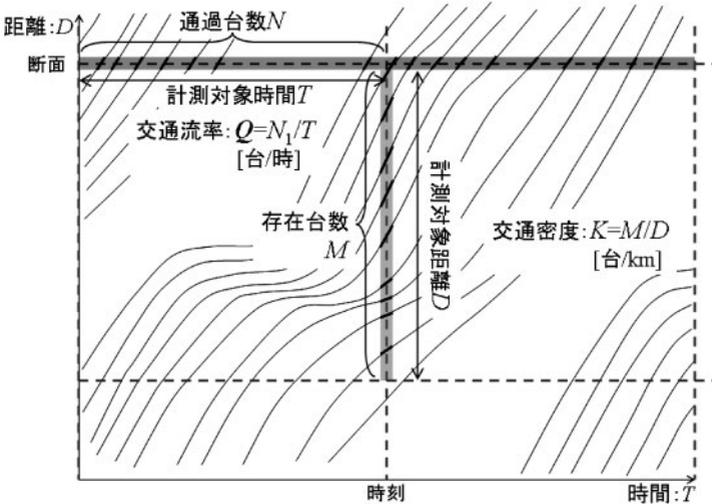


図 2.2 マクロな時間距離図

計測距離  $D$  の中に存在していた車両数  $M$  を用いて計算される交通密度  $K$  ( $=M/D$ ) は、こうした特徴を表す重要な指標 (変数) です (図2.2参照)。ここで  $N$  台の各車の車頭時間  $h_i$  の平均値を取ると交通流率の逆数になります。また  $M$  台の各車の車頭距離  $s_i$  の平均値を取ると交通密度の逆数になります。このように2つの時間距離図 (図2.1・図2.2) で、時間軸上でみた車頭時間と交通流率の関係は、空間軸上でみた車頭距離と交通密度の関係と対称関係にあります。

(2) 流れの速度と流量保存則

連続的に次々と流れている水の流れ、空気の流れ、情報の流れ、そして交通の流れ。これらに共通で普遍的な物理法則が「流量保存則」で、物理学の基礎的な法則である「質量保存則」に相当するものです。この法則は、モノ (流れ) は幽霊のようにふいに消えたり突如ワープしてきて増えたりはしない、ということの意味します。これを交通流について表すと図2.3のようになります。

途切れのない車の流れを1kmごとの箱に車を入れて考えると、この箱の中の車両数は交通密度  $K$  と等しくなります。仮にここで  $K=20$  [台/km] とします。自動車の速度は1台でみても時々刻々と変動しますし、車によって速度は違いますが、大雑把にみれば1kmの箱が平均的な速度  $V$  で流れているとみなすことができます。これも仮に  $V=80$  [km/時] としましょう。これをある断面で1時間観測して、ここを通過した車両数を観測すると何台になるでしょう

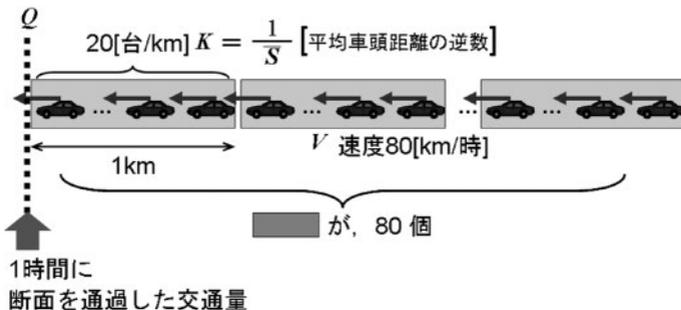


図 2.3 流量保存則

か。

長さ1kmの箱が時速80kmで移動するので、1時間にこの断面を通過した箱の数は80個です。1箱に20台の車が詰まっている箱が80個通過したので、通過した車両数は $20 \times 80 = 1,600$ 台となります。交通流率とは単位時間当たりの通過車両数ですので、交通流率は1,600 [台/時] となります。つまり、一般に「交通流率 = 交通密度 × 速度」の関係が成立するのです。これを流量保存則といいます。交通流率  $Q$ 、交通密度  $K$ 、速度  $V$  を用いて式で表すと次のようになります。

$$Q = KV \quad (2.1)$$

この法則は交通流に限らず、全ての流れを支配する基礎的な性質なのです。

ところで、ここで考えている「流れの平均的な速度」とはどのような速度でしょうか。図2.4の時間距離図を見てください。ここで交通流率と同じようにある断面を一定時間を通して各車の速度  $v_i$  をその台数  $N$  で平均したもの（正確には相加平均あるいは算術平均という）を時間平均速度  $v_t$ 、交通密度と

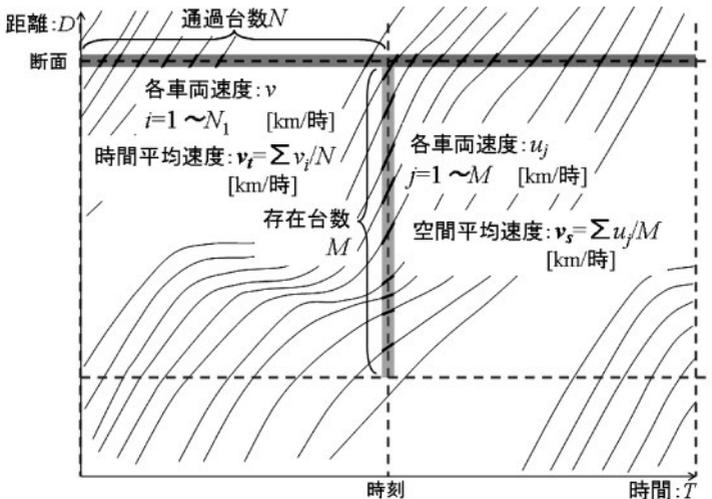


図 2.4 時間平均速度と空間平均速度

同じようにある時刻に一定距離の中に存在した各車の速度  $v_i$  をその台数  $M$  で算術平均したものを空間平均速度  $v_s$  といいます。

$$v_t = \sum_{i=1}^N v_i / N, \quad v_s = \sum_{j=1}^M v_j / M \quad (2.2)$$

では式 (2.1) を満たす速度  $V$  は時間平均速度  $v_t$  なのか、空間平均速度  $v_s$  なのか？結論は  $V = v_s$  です。つまり式 (2.1) は、正確には式 (2.3) のようになります。

$$Q = K v_s \quad (2.3)$$

式 (2.3) が成立することも純粋に物理的な特性（流量保存則）です。

一方、工学的に重要な問題として、観測上の問題があります。空間平均速度を知るには空間的に広がる範囲に存在する車の速度を瞬時に把握しなければなりません。これは高い上空から同時に複数車両の速度を計測でもしない限り不可能です。一方、ある断面で次々と通過する車の速度を計測することは比較的容易です。そこで、ある断面で通過した  $N$  台の各車の速度  $v_i$  を用いて空間平均速度を計算できれば助かります。実はこれは調和平均という平均的な代表値を計算すれば求められることがわかっています。調和平均とは「逆数の算術平均の逆数」です。式で書くと次のようになります。

$$v_s = 1 / \left( \sum_{i=1}^N (1/v_i) / N \right) \quad (2.4)$$

地点観測された各速度を調和平均すれば空間平均速度と同じ意味を持ちます。では式 (2.3) を満たす速度はなぜ空間平均速度でなければならないのでしょうか？

ここで図2.5のような例を考えてみましょう。自宅からインターまで10kmを行くのに平均速度が20 [km/時]、高速道路を60km乗ってその間の平均速度が90 [km/時]、高速道路を降りて目的地まで15kmに行く平均速度が45 [km/時] の場合、自宅から目的地までの平均速度はいくらでしょうか？この場合、自宅からインターまで  $10 \div 20 = 0.5$  時間 = 30分、高速道路は  $60 \div 90 = 2/3$  時間 = 40分、高

## 2.1 交通現象の捉え方

速を降りてから目的地まで  $15 \div 45 = 1/3$  時間 = 20分 で、合計の所要時間は90分 = 1時間半かけて、自宅から目的地までの  $10 + 60 + 15 = 85$ km を走っています。従って全体の平均速度は  $85\text{km} \div 1.5\text{時間} \div 56.7$  [km/時] となります。これは、実は10, 60, 15km という距離で重み付けされた速度の逆数  $1/20, 1/90, 1/45$  [時/km] の平均の逆数 (すなわち、重み付け調和平均) になっています。

$$\frac{1}{\left(\frac{10/20+60/90+15/45}{10+60+15}\right)} = 56.7 \text{ [km/時]}$$

これは、確かに図2.5に示す状況下における全体の平均旅行速度です。ちなみに、もしも単純に速度を重み付け平均すると次のようになります。

$$\frac{10 \times 20 + 60 \times 90 + 15 \times 45}{10 + 60 + 15} = 73.8 \text{ [km/時]}$$

この計算値は、実際の平均速度  $56.7$  [km/時] よりもかなり高い値ですし、この値は、単に計算された、という以外の何者でもない数値なのです！

この例では1台の3つの区間の平均速度から全区間の平均速度を求める計算を考えましたが、これを3つの区間の流れの平均速度と全区間の流れの平

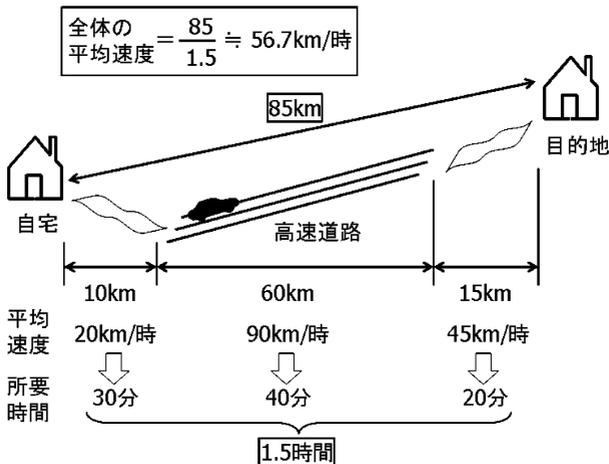


図 2.5 全体の平均速度の計算法

均速度と考えても同じことです。さらに、3台の各車両の平均速度から3台全体の平均、3つの車線の各車線の平均速度から3車線全体の平均、などを考える場合でも同じことです。つまりいずれにせよ、流れ全体の平均速度は空間平均速度（または個別速度値の調和平均操作）で考えなければいけないのです。

### 2.1.2 交通量，速度，交通密度

自動車交通流の観測では、地点（断面）での通過台数を計測する一定時間  $T$  として様々なものが用いられます。交通計画では  $T=1$  日や1ヶ月、1年といった比較的長い期間を対象としますが、交通渋滞解析や交通信号制御設計などでは、 $T=1$  時間、15分、5分、1分といった短い時間を対象とします。ここで1時間、あるいはそれより短い時間で計測された通過台数を1時間当たり台数で表したものを慣例的に交通流率 [台/時] と呼んでいます。ただし1時間の通過台数 [台] は、そのまま交通流率 [台/時] と値が一致するので、しばしば正確には交通流率と呼ぶべきものを交通量と表現することがあります。ここでは以下では、特に誤解が生じるおそれがない場合には「交通流率」を「交通量」と表現し、特別に単位時間当たりの通過台数であることを強調する必要がある場合のみ「交通流率」と呼ぶ慣例に従って表記することにします。

#### (1) 自動車交通流に特有の特性

交通量（交通流率）と交通密度と平均速度（空間平均速度）の3者には、流量保存則を意味する式 (2.3) が成立することがわかりました。一方、私たちは通常経験する交通の流れから次の事実を容易に認めることができます。

- ・ 限りなく交通が少ない状態（つまり、交通密度  $K \approx 0$ ）では、各車両は自由に自分の好きな速度（自由走行速度、その平均を  $v_f$  とします）で走行できるので、このときの平均速度は、交通が増えてきてほかの車両に邪魔されて自由に走れない場合の平均速度よりも高い（つまり、 $v_f$  は平均速度の最大値）。
- ・ 交通が増えれば（ここでは交通密度の増大）、平均速度は減少する。
- ・ 交通密度が最も高い状態では、車両はにっちもさっちも動けず、平均速度はゼロとなる ( $v_s = 0$ )。この交通密度の最大値のことを飽和密度  $K_j$  とい

う。

つまり、平均速度  $v_s$  と交通密度  $K$  の間には単調減少の関係があり、その境界条件は、1) 平均速度の最大値は  $v_s = v_f$  でこのとき交通密度  $K = 0$ 、2) 交通密度の最大値は  $K = K_j$  でこのとき平均速度  $v_s = 0$ 、の2つです。このことと式 (2.3) を用いると、平均速度  $v_s$  と交通密度  $K$ 、平均速度  $v_s$  と交通量  $Q$ 、交通密度  $K$  と交通量  $Q$  の関係が図2.6のような関係となることが数学的に導かれます。これを  $QVK$  関係の基本図 (Fundamental Diagram) と呼びます。

ここで注目すべき点は、 $Qv_s$  関係と  $QK$  関係において、交通量に最大値  $Q_c$  (極大値) が存在することです。これが「交通量の最大値 = 交通容量」が存在すること (すべきこと) を支持する理論的な根拠となっています。またこのことから  $0 < Q < Q_c$  の範囲の交通量  $Q$  において、同じ  $Q$  に対して  $v_s$  や  $K$  は一意には決まらず、 $Q_c$  に対応する平均速度  $v_s = v_c$ 、交通密度  $K = K_c$  を境に、これより大きい値と小さい値の2つを持つことが分かります。また  $Qv_s$  関係の縦軸からの傾きが交通密度  $K$  に、 $QK$  関係の傾きが平均速度  $v_s$  になることが分かります。

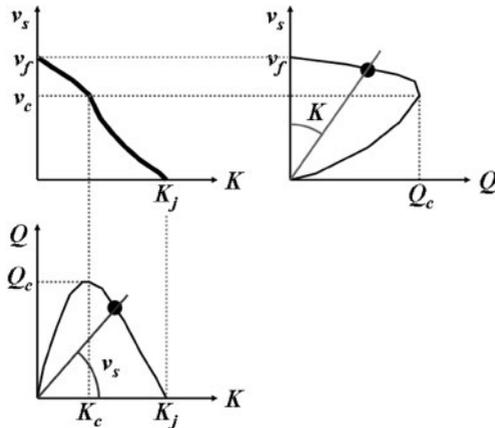
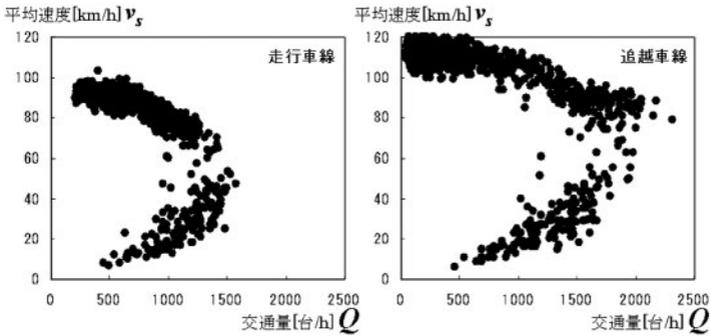


図 2.6  $QVK$  関係基本図

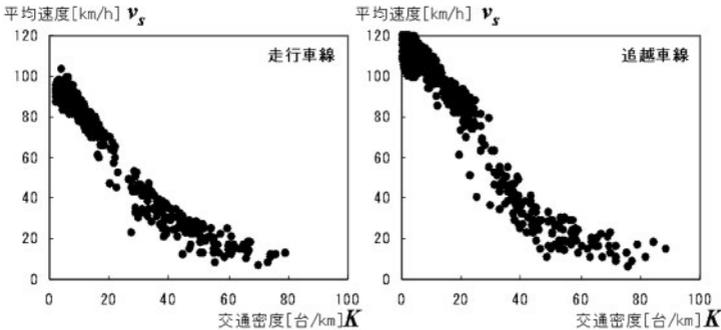
(2) 自動車交通流特性の実際

では図2.6のような理論予測に現実には合致しているのでしょうか？

図2.7は、車両感知器と呼ばれるセンサを利用して計測された交通量  $Q$ （正しくは5分間交通流率、つまり5分間通過台数を1時間当りに換算したもの）と、計測された各車両の速度の調和平均で得られた平均速度  $v_s$ 、およびこの2者の計測に式(2.3)を当てはめて計算された交通密度  $K$  との関係を示した例です。



a)  $Q-v_s$



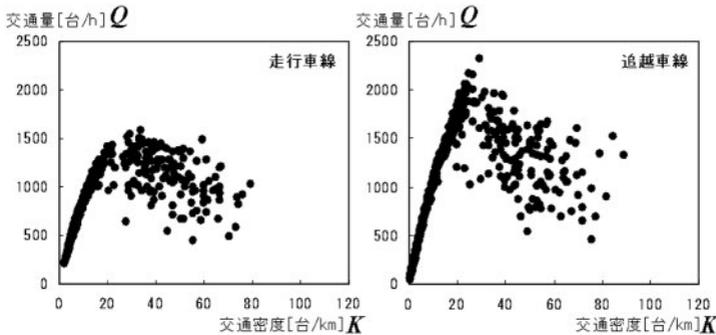
b)  $K-v_s$

中央道下り 40.45kp(1999年 8/21, 8/28, 9/18, 9/19の4日分サンプル)

図 2.7 (その1) QVK 関係の実態例

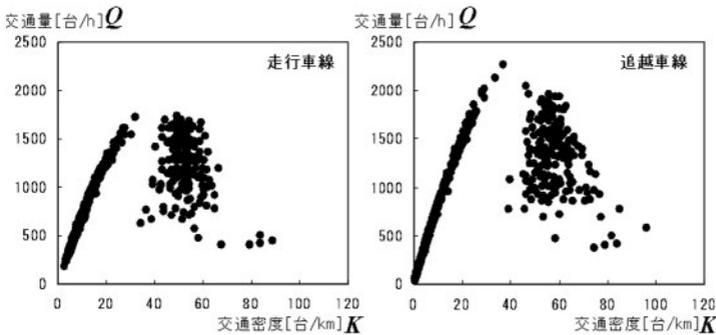
## 2.1 交通現象の捉え方

車両感知器による交通量計測技術は3.2.2節でも紹介されていますが、現在多いのはループコイルや超音波センサにより、そのセンサ位置に車両が存在することを検知するものです。これを各車線に配置し、さらに各車線上の上下流2箇所ずつ（例えば日本の都市間高速道路では上下流のセンサを5.5m離しています）設置し、この上下流のセンサ間の距離を通過時間差で除すことで、各車両速度を計測することができます。



c)  $Q-K$  その 1

中央道下り 40.45kp(1999年 8/21, 8/28, 9/18, 9/19 の 4 日分サンプル)



d)  $Q-K$  その 2

中央道下り 26.20kp(1999年 8/21, 8/28, 9/18, 9/19 の 4 日分サンプル)

図 2.7 (その 2) QVK 関係の実態例

# 索引

## [英数]

24時間死者数 213  
2 現示制御 58, 60, 64  
2 車線道路 44, 165, 166, 180, 190, 249  
2 段階横断歩道 200  
30日死者数 213,  
53条規制 176, 178  
BRT 155, 261, 266,  
CVM 98  
ETC 49, 80, 105, 193  
FIFO 条件 29, 30,  
FM 多重放送 81  
GIS 79  
GPS 33, 79  
GNSS 79, 80, 103-105, 151  
GSM 272  
ICT 79, 82, 103, 271  
ITS 79, 83, 225-227  
JARTIC 81  
K 値 165, 167  
LOS 46, 47  
LRT 5, 155, 223, 235, 249, 253, 261, 262, 266  
MaaS 83, 144, 153, 154, 265, 266, 271  
MM 151, 154, 155, 266  
MOE 46, 47  
OD 表 118, 136, 143  
P&C 262  
P&R 155, 262, 266  
PCE 45  
PCU 45, 47, 54, 58  
PDCA サイクル 85, 88, 92-94, 268  
PTPS 83  
RP 調査 96

SDGs 148  
SP 調査 95-99  
TDM 51, 151, 152, 155, 246  
TDO 154  
T型フォード 3, 4  
VICS 51, 79, 81,  
Wi-Fi パケットセンサ 104  
WPT 212

## [あ]

青時間配分 50, 59  
アクセス機能 183, 199  
アクティビティ型交通行動モデル 145, 146  
アクティビティダイアリー調査 95, 145  
アセスメント 175, 240, 244-246  
アンケート調査 97, 99, 106, 212, 235  
あんしん歩行エリア 223  
アンリンクト・トリップ 115  
一様到着 62-64  
イベント・データ・レコーダ 224  
一方通行 52, 75, 91, 201, 249, 253  
色塗り 171, 177  
岩倉使節団 1  
インターチェンジ 183, 191-193  
追越視距 189-191  
黄時間 68  
横断勾配 189, 195  
横断歩道 66, 200  
横断歩道橋 204  
横断面構成 185, 199  
大型車混入率 45.47.49  
大型車の乗用車換算係数 45  
オープンカフェ 232, 249, 254.267  
遅れ 28, 31, 47, 55,

遅れ時間 31, 60, 61-64, 66, 69, 74-79  
 オプションゾーン 67  
 オフセット 60, 74-78  
 オフセット閉合 78  
 織込み区間 47, 49, 50, 54

## 【か】

回帰モデル 119, 125-127, 143  
 仮想評価法 98  
 ガソリン自動車 4  
 可能交通容量 44-46, 48, 49  
 過飽和状態 59, 61, 78  
 川越市 178  
 環境アセスメント 175  
 環境影響評価 175  
 環境問題 5, 149, 150, 154  
 緩和曲線 186, 188, 189  
 機関分担モデル 96  
 機関分担率 134  
 黄信号表示時間 70  
 犠牲量モデル 136  
 期待値 55, 56, 208-211  
 基本交通容量 44, 54  
 基本図 25, 28  
 基本飽和交通流率 54, 55  
 ギャップ・アクセプタンス 71  
 境界波速度 40  
 協議会 234, 237, 239  
 狭さく 221, 223  
 共通サイクル 75  
 曲線半径 185, 189  
 居住環境地区 160, 219  
 金銭的損失 212, 213  
 近隣住区論 214-216, 219  
 空間機能 182  
 空間分散 51, 52, 193  
 空間平均速度 21, 22, 24  
 くらしのみちゾーン 223  
 クリアランス時間 68, 69

クリアランス損失 57, 68  
 クリチバ 271, 272  
 グリッド 215  
 グリーン・スロー・モビリティ 272  
 クルドサック 216-218, 221  
 車頭時間 19, 20, 49, 55, 56, 64  
 車群 49, 50, 64  
 クレスト 189  
 クローバーリーフ型 192  
 クロソイド 188  
 計画交通量 162, 166-168  
 計画水準  
 系統効果 75  
 系統制御 73  
 系統速度 77  
 現在パターン法 127, 133  
 顕示選好調査 96  
 現示組合せ 60, 61, 68, 69  
 現示の需要率 58, 65, 71-73  
 減速波 48, 50  
 原単位モデル 124, 125  
 建築確認申請 241  
 建築限界 164, 185  
 建ぺい率 171, 239  
 公安委員会 181, 234  
 公共交通 15, 82, 83, 87, 89, 93, 105,  
 110, 117, 143, 152-155, 181, 234, 246,  
 249, 260-262, 264-267, 269-272  
 公告 175  
 交互式オフセット 77  
 交差点 4, 5, 17, 31-33, 40, 44, 47-74,  
 76-83, 117, 155, 156, 180, 190, 191,  
 195, 197  
 交差点間距離 75, 77  
 交差点需要率 59-63, 65, 72, 73  
 交差点信号制御の設計 60  
 合成勾配 189  
 高速自動車国道 162, 183  
 公聴会 175

交通安全 52, 60, 79, 82, 203-213, 225,  
 227, 228, 231-232  
 交通安全施設等整備事業 204  
 交通インパクトアセスメント 240,  
 244-246  
 交通影響評価 240, 244, 246  
 交通機能 182, 183, 184, 200  
 交通系 IC カード 103, 105  
 交通計画 6, 7, 85  
 交通工学 5, 180  
 交通事故死者数 203-205, 213  
 交通実態調査 85, 94, 108, 110  
 交通島 60, 191, 199, 200  
 交通シミュレーション 85, 155, 180,  
 236, 239  
 交通渋滞 32, 33, 42, 43, 82, 261  
 交通集中渋滞 41, 42  
 交通主体 183, 227  
 交通需要 9, 35, 41, 51, 240  
 交通需要マネジメント 51, 152  
 交通需要予測モデル 90, 96, 97  
 交通情報 80-84  
 交通静穏化 221  
 交通戦争 204  
 交通バリアフリー法 193  
 交通まちづくり 6  
 交通密度 20, 21  
 交通容量 6, 25, 32  
 交通流シミュレーション 147  
 交通流率 20, 21, 29  
 交通量 24  
 交通量計測装置 102  
 交通量配分 136  
 交通量配分予測 169  
 交通量密度関係 39  
 交通量累積図 28, 29  
 合流部 32, 42  
 高齢者 10, 11, 13, 15, 205, 247, 257  
 小型道路 185

コードライン調査 108, 109  
 コミュニティ道路 249, 253  
 コンサルタント 91, 182, 268  
 混雑料金 82  
 コンパクトな都市構造 270  
 コンパクトなまちづくり 15, 271  
 コンパクト・プラス・ネットワーク  
 271  
 混用車線 55

## [さ]

サービス水準 46, 96, 97, 201  
 サービスの質 46, 47  
 サイクル 55, 57, 59, 60  
 最小サイクル 63  
 さいたま市氷川参道 237  
 最短距離 81  
 最短旅行時間 81  
 最適化 60, 78  
 サグ 189  
 サグ部 47, 49, 50  
 サブネット 78  
 算術平均 21, 22  
 シェアサイクル 258, 259  
 市街化区域 12, 170, 171  
 市街化調整区域 171  
 市街地開発事業 172  
 市街地建築物法 2  
 市街地再開発事業 171, 177  
 時間距離図 18, 21, 30, 39  
 時間原則 136, 137  
 時間信頼性 83  
 時間帯別利用者均衡配分 147  
 時間分散 51, 82  
 時間平均速度 21  
 視距 189, 190  
 事業認可 177  
 重方向 165  
 私権 174

- 私権制限 176
- 事故率 211
- 自転車 5, 45, 155, 183
- 自転車活用推進法 258
- 自転車走行空間 257, 264
- 自転車道 185, 195
- 自転車歩行者道 195
- 自転車レーン 195
- 自動運行装置 225
- 自動運転 225
- 自動車起終点調査 105, 110
- 自動車専用道路 159, 160, 162, 183
- シナリオ・プランニング 87, 88
- 社会実験 223, 235, 236, 239, 262
- 車線数 47, 49, 167, 168, 176
- 車道部 199
- 車両感知器 26, 27, 33, 79, 80, 100
- ジャンクション 191, 192
- 集計ロジックモデル 135
- 自動運行装置 225
- 自由走行速度 24
- 渋滞解消速度 41
- 渋滞状態 33, 34, 42, 78
- 渋滞発生後交通容量 49, 50
- 渋滞発生前交通容量 48, 50
- 渋滞流 34
- 縦断曲線 189
- 縦断曲線区間長 189
- 縦断勾配 45, 185, 187-189
- 縦断線形 186, 187
- 集中交通量 125-127
- 集中制御 80
- 住民参加 7, 175, 176
- 重要交差点 76, 77
- 重要伝統的建造物群保存地区 180
- 重要物流道路 156, 244, 273
- 縦覧 175
- 種級 162, 164, 167, 184
- 手段分担率 13, 134
- 需要超過時間 37, 51
- 需要超過割合 42, 43
- 需要容量比 66
- 需要率 58, 60, 66, 72, 76, 155
- 準動的利用者均衡配分 147
- 衝撃波 37-40, 42
- 衝撃波速度 38, 39
- 情報通信技術 78, 79, 225
- 情報の鮮度 81
- 乗用車換算台数 45
- 将来交通需要予測 85, 90, 159, 165
- 将来人口 89, 90
- 上流延伸速度 41
- ジレンマゾーン 67
- 信号機 53, 54, 66, 74, 204
- 信号交差点 33, 40, 47, 50, 53-55, 57, 63, 78, 80
- 信号表示時間 54, 57, 66, 68, 70, 73, 78
- 人身事故 211, 212
- 数理モデル 119, 121, 134
- スクールゾーン 223
- スクリーンライン調査 108, 109
- スプリット 59, 71, 73, 74
- スポンジ化 13, 270
- スムーズ横断歩道 222
- 生活ゾーン 223
- 生活道路 2, 183, 213
- 制御パラメータ 60, 69, 74
- 生成交通量 119, 124-127
- 制動停止視距 189, 190
- 設計基準交通量 166
- 設計区間 164, 184, 185, 191
- 設計交通容量 46, 167
- 設計時間交通量 165
- 設計車両 164, 184, 185
- 設計速度 164, 184, 185, 188, 189
- 絶対オフセット 74
- 説明会 175
- セミモール 249, 253

セルシステム 218  
 選好意識調査 95, 98  
 全国貨物純流動調査 106  
 全国幹線旅客純流動調査 106  
 全国道路・街路交通情勢調査（道路交通  
 センサス） 105, 110  
 全国都市交通特性調査 10, 12, 110  
 戦災復興計画 4  
 全地球測位システム 79  
 線引き 170, 171, 176  
 戦略的アプローチ 268  
 総遅れ 62, 75  
 相加平均 21  
 総合交通計画 5, 181  
 相対オフセット 77  
 ゾーニング 116, 117, 246  
 ゾーン 134-136  
 ゾーン30 221-223  
 ゾーン30プラス 223  
 ゾーン内々率 134  
 ゾーンシステム 218, 266, 267  
 ゾーン内々交通量予測モデル 133  
 速度 21-23, 26, 34, 220, 223, 227, 228  
 損失時間 55, 57, 59, 63, 68, 70

## [た]

タービン型 192  
 大規模小売店舗立地法 241  
 滞在活動機能 182  
 大店立地法指針 241  
 大都市交通センサス 110  
 タイムラー 4  
 ダイヤモンド型 191, 193  
 滞留機能 183  
 多車線道路 44, 166  
 縦積み行列 30  
 種級 162, 164, 167, 184, 185  
 ダブルトランペット型 191  
 単路部 44, 50, 199

単路部横断歩道 199  
 地域地区 171  
 地下鉄 2, 3, 82  
 地球温暖化問題 82, 148  
 中央交通管制センター 80  
 中央分離帯 32, 44, 199  
 駐車 183, 233, 262  
 中断流区間 54  
 長期未整備路線 178  
 調和平均 22, 23, 26  
 地理情報システム 79  
 通行機能 183, 184, 199  
 低減率 46, 244  
 停止回数 78, 79  
 停止波速度 40  
 帝都復興事業 2  
 データ融合 80  
 点待ち行列 30, 31, 36  
 東海道本線 2  
 等時間原則 137-139  
 同時式オフセット 77  
 動線 195, 199, 264  
 動線交錯 60  
 到着曲線 30, 31, 36, 37, 61  
 動的利用者均衡配分 147  
 道路安全監査 225  
 道路安全診断 225  
 道路交差部 191  
 道路構造条例 164  
 道路構造令 159, 162, 165, 180, 183,  
 184, 188, 191, 193, 195, 250  
 道路交通アクセスメント 244  
 道路交通センサス 105  
 道路交通法 67, 203, 221, 225  
 道路整備特定財源 5  
 道路線形 186  
 道路中心線 186  
 道路の機能 151, 182  
 道路の段階構成 160

道路のバリアフリー基準 193  
 道路法 2, 162, 221, 250  
 都市OD調査 110  
 都市計画 2, 5-7, 153, 170, 171, 239  
 都市計画区域 11, 170  
 都市計画決定 170, 174-176, 178-181  
 都市計画原案の作成 174  
 都市計画審議会 175  
 都市計画制限 176  
 都市計画道路 6, 175, 176, 178, 180, 239  
 都市計画道路見直し 178  
 都市計画法 2, 159, 170, 171, 176, 240, 241  
 都市圏物資流動調査 106  
 都市施設 171, 174, 176, 181  
 都市の自動車交通 160  
 都市の部屋 219  
 都市の廊下 219  
 土地区画整理事業 171, 172, 176  
 土地収用 177, 178  
 土地利用コントロール 170, 172  
 突発渋滞 41, 42  
 ドライブ・レコーダ 224  
 トランジットモール 249, 253, 262, 267  
 トランペット型 191, 193  
 トリップ 12, 115  
 トリップチェイン 116, 124, 145  
 トンネル入口 47, 49, 50

## [な]

流線 52  
 日本道路交通情報センター 81  
 抜け道 213  
 ネットワーク 117  
 ネットワーク交通 60  
 年平均日交通量 165

## [は]

パーク・アンド・サイクル 262  
 パークアンドライド 233  
 バックキャスト 88  
 パーソントリップ調査 85, 89, 95, 106, 108, 110, 121  
 配分交通量 136, 140, 145  
 馬車鉄道 2  
 パッケージ 234, 263, 264, 269  
 パッケージアプローチ 263  
 発進遅れ 55  
 発進損失 56, 57  
 発進損失時間 68  
 発生交通量 125-128, 133, 143, 145  
 発生集中原単位 241, 244, 246, 247  
 パネル調査 95  
 パブリックコメント制度 174  
 バリアフリー 5, 193, 194, 233, 250  
 汎地球測位システム 79  
 ハンプ 221, 223  
 光ビーコン 80, 81  
 非金銭的損失 212, 213  
 非集計モデル 120, 136  
 非集計ロジットモデル 135, 136, 143  
 非渋滞流 34, 35  
 必要現示率 58, 59, 63  
 非定常状態 32  
 ヒヤリハット 225  
 標識 52, 204, 221, 222  
 平等オフセット 76, 77  
 付加車線 50  
 ブキャナンレポート 160, 218-220, 233  
 附置義務条例 247, 257  
 普通道路 185  
 物損事故 211, 212  
 物理待ち行列 30, 33  
 フリンジ駐車場 233

フリンジパーキング 262  
 フルモール 249, 252  
 フレーター法 128, 133  
 不連続境界面 37, 38  
 プロブカー 34, 103  
 プロブカー調査 103  
 プロブパーソン調査 103  
 分割配分法 138  
 分散 152  
 分担交通量 134  
 分担率曲線法 136  
 分布交通量 118, 125, 126, 128, 129,  
 133, 144  
 平均遅れ時間 62, 66, 76  
 平均速度 22, 24  
 平均値への回帰 210, 211  
 平面曲線 188, 189  
 平面交差点 49, 50, 52  
 平面交差部 52, 191  
 平面線形 186, 188, 190  
 ペリー 215  
 ポアソン到着 62, 64, 74  
 ポアソン分布 207, 208, 210  
 飽和交通流率 40, 50, 54, 56, 59, 60,  
 65, 70, 74  
 飽和密度 24  
 歩行空間 155, 183, 193, 201, 233,  
 247, 265  
 歩行者 5, 7, 17, 50, 66, 74, 193, 195,  
 199, 200, 205, 206, 218, 222, 227, 233,  
 247-249, 251, 256, 264, 267  
 歩行者専用化 218, 232  
 歩行者専用道 216, 217  
 歩行者専用道路 159, 160  
 歩行者利便増進道路 182, 250, 254  
 ほこみち 182, 250, 254  
 補償 178  
 歩道 183, 185, 193, 194, 199, 201,  
 220, 257, 260

ボトルネック 32, 34, 36, 41, 42, 47,  
 48, 50, 54, 80  
 ボンエルフ 220

## [ま]

街歩き 223, 235  
 待ち行列理論 32  
 まちづくり 5, 6, 15, 87, 231, 232, 234,  
 236, 248  
 マルチモーダル交通 82, 83  
 目標達成型計画づくり 87, 90  
 明治維新 2  
 モーダルシフト 154, 155  
 モール 159, 200, 233, 248  
 モール化 218  
 目的地選択モデル 127, 133  
 モビリティ 10, 196, 272  
 モビリティ・マネジメント 153, 265

## [や]

矢羽根型路面標示 254, 256  
 有意水準 207, 209, 211  
 有効青時間 54, 56-58, 61, 63, 65, 66,  
 68, 73  
 優先オフセット 76, 78  
 誘発交通 143, 144  
 ユニバーサルデザイン 193  
 容積率 171, 239  
 用途地域 171, 239  
 予測情報 81  
 四段階推計法 85, 121, 124, 143, 144

## [ら]

ライジングボラード 221, 222  
 ラウンドアバウト 53  
 ラドバーン 216, 218  
 乱横断 199, 200  
 ランプ 191, 192  
 離散選択モデル 120, 133, 143, 145

索引

リスクホメオスタシス理論 228  
立体交差部 191, 192  
立地適正化計画制度 15, 153, 271  
流出曲線 30, 36, 61  
流線 52  
流入規制 155  
流入路の需要率 58  
流量保存則 20-22, 38  
料金所 44, 47, 49, 191  
利用者均衡状態 139  
利用者均衡配分モデル 139, 147, 148  
旅行時間 29, 60, 78, 81, 100, 102  
リンクト・トリップ 115, 116, 124

リンクパフォーマンス関数 137-139,  
140  
累積交通量曲線 29-31, 56  
接続バス 83  
連続流区間 54  
ロータリー 53  
ロードプライシング 155  
ロジットモデル 120, 145  
路面電車 2, 82, 249

【わ】

ワークショップ 234, 236  
ワトキンス調査団 4, 148

## 〈著者略歴〉

### 久保田尚（くぼた ひさし）（編者）

1958年横浜市生まれ。1982年横浜国立大学工学部土木工学科卒業。1984年東京大学大学院工学系研究科都市工学修士課程修了。1988年東京大学大学院工学系研究科都市工学博士課程修了。工学博士。同年より埼玉大学助手。同専任講師、助教授を経て、2005年4月より埼玉大学教授。専門は地区交通計画、都市交通計画。

### 大口 敬（おおぐち たかし）（編者）

1964年三鷹市生まれ。1988年東京大学工学部土木工学科卒業。1990年同大学院修士課程、1993年同博士課程修了。博士（工学）。同年より株式会社日産自動車交通研究所勤務。1995年東京都立大学講師、助教授、首都大学東京（大学改組）准教授、教授を経て、2011年4月より東京大学教授。専門は道路工学・交通工学。

### 高橋勝美（たかはし かつみ）（編者）

1968年石巻市生まれ。1991年筑波大学社会学類都市地域計画専攻卒業。1993年東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻修士課程修了。同年より財計量計画研究所研究員。2011年同研究部次長。2012年より仙台市役所勤務。2007年から2013年まで東京大学まちづくり大学院特別講師。2009年東京大学工学部非常勤講師。技術士（総合技術監理部門、建設部門）。専門は都市交通計画。

### 石神孝裕（いしがみ たかひろ）

1977年静岡県島田市生まれ。1999年東京工業大学土木工学科卒業。2001年同大学院総合理工学研究科人間環境システム専攻修了。2016年同博士後期課程単位取得満期退学。2017年博士（工学）。技術士（総合技術監理部門、建設部門）。2001年より一般財団法人計量計画研究所研究員、都市・地域計画研究室長を経て、2018年より都市地域・環境部門長。専門は都市交通計画、地域計画。

### 稲原 宏（いなはら ひろし）

1983年さいたま市生まれ。2006年東京理科大学理工学部土木工学科卒業。2008年東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻修士課程修了。同年より一般財団法人計量計画研究所研究員。2019年より主任研究員、グループマネジャー。専門は都市計画、交通計画、環境計画。

### 井上紳一（いのうえ しんいち）

1966年品川区生まれ。1996年東京工業大学工学部土木工学科卒業。1998年東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻修士課程修了。同年より2020年まで一般財団法人計量計画研究所研究員。専門は都市交通計画、道路交通計画。

### 加藤昌樹（かとう まさき）

1974年浜松市生まれ。1996年東京大学工学部都市工学科卒業。1998年同大学院工学系研究科都市工学専攻修士課程修了。同年より株式会社日本総合研究所勤務。2005年より一般財団法人計量計画研究所勤務。技術士（総合技術監理部門、建設部門）。専門は都市交通計画、交通工学。

### **小嶋 文**（こじま あや）

1983年調布市生まれ。2006年埼玉大学工学部建設工学科卒業。2008年同大学院理工学研究科博士前期課程修了。2010年同博士後期課程修了。博士（学術）。同年より国土交通省国土技術政策総合研究所研究官。2011年埼玉大学理工学研究科非常勤研究員，2012年埼玉大学助教を経て，2016年4月より同准教授。専門は地区交通計画。

### **佐野 薫**（さの かおる）

1975年喜多方市生まれ。1998年宇都宮大学工学部卒業。2000年同大学院理工学研究科修士課程修了。2008年同博士課程修了。博士（工学）。2000年より株式会社ライテック入社，2005年より2010年まで一般財団法人計量計画研究所への出向を経て，2013年退社。同年より株式会社建設技術研究所入社。技術士（道路）。専門は道路計画，都市交通計画。

### **須永大介**（すなが だいすけ）

1973年那覇市生まれ。1997年東京大学工学部都市工学科卒業。博士（工学）。技術士（総合技術監理部門，建設部門）。同年より一般財団法人計量計画研究所勤務。交通まちづくり研究室室長を経て，2020年4月より中央大学理工学部助教。専門は都市交通計画。

### **高砂子 浩司**（たかさご こうじ）

1976年盛岡市生まれ。1999年日本大学農獣医学部畜産学科卒業。2005年より一般財団法人計量計画研究所の専門情報員。2007年同研究所の研究員。2017年同研究所の主任研究員。認定都市プランナー。専門は都市交通計画。

### **平見憲司**（ひらみ けんじ）

1972年呉市生まれ。1995年東京理科大学理工学部建築学科卒業。1997年東京理科大学大学院理工学研究科建築学専攻修士課程修了。同年より2014年まで一般財団法人計量計画研究所研究員（都市・地域研究室，交通まちづくり研究室）。専門分野は，交通まちづくり。

### **福本大輔**（ふくもと だいすけ）

1978年恵庭市生まれ。2001年埼玉大学工学部建設工学科卒業。2003年同大学院理工学研究科修士課程修了。同年より一般財団法人計量計画研究所交通政策研究室研究員。都市交通研究室主任研究員，都市地域・環境部門GMを経て，2019年同部門担当部門長。2020年4月より東北事務所次長を兼務。技術士（建設部門都市及び地方計画，道路）。認定都市プランナー（交通計画）。専門は都市交通計画。

改訂新版  
読んで学ぶ交通工学・交通計画

---

2010年4月22日 初版第1刷発行  
2022年3月30日 改訂新版発行

検印省略

著 者 久 保 田 尚  
大 口 敬  
高 橋 勝 美  
発 行 者 柴 山 斐 呂 子

発 行 所

〒102-0082 東京都千代田区一番町27-2  
電話 03 (3230) 0221 (代表)  
FAX 03 (3262) 8247  
振替口座 00180-3-36087番  
<https://www.rikohtosho.co.jp>

理工図書株式会社

---

©久保田尚, 大口敬, 高橋勝美 2022 Printed in Japan ISBN978-4-8446-0913-1  
印刷・製本: 藤原印刷株式会社

\*本書の内容の一部あるいは全部を無断で複写複製(コピー)することは、  
法律で認められた場合を除き著者および出版者の権利の侵害となります  
のでその場合には予め小社あて許諾を求めてください。

★自然科学書協会会員★工学書協会会員★土木・建築書協会会員

ISBN978-4-8446-0913-1

C3051 ¥3000E

定価（本体 3000 円＋税）

土木

土木工学 / 交通工学