



# 交通·安全学



公益財団法人

国際交通安全学会



# 交通・安全学



公益財団法人

国際交通安全学会

## はじめに

今日の交通社会を、より安全で持続可能なものへと高めていくためには、自然科学から社会科学、人文科学にまたがる多様な知の結集が求められる。また、世界的なモータリゼーションの潮流の中にあっても、先進国と途上国、大都市と地方との間では日々のモビリティや生活機会へのアクセシビリティに大きな格差が生じており、交通社会の多様性を重視したアプローチの重要性が示唆されている。われわれに求められているものは、科学的根拠や即地的状況に根ざし、学際的かつ実践的な知を追究する「交通・安全学」の構築である。本書は、そうしたニーズを見通して作成された、試作的な教科書である。

国際交通安全学会（以下、IATSS）は、2014年に創立40周年を迎える。本書刊行の位置付けはその記念事業の一環でもある。国際性および学際性を特徴とするIATSSが、特に最近の10年の取り組みの中で培ってきた知見を、国内外に向けた成果集としてまとめたものである。日本語版と英語版とが同時に刊行され、後者は特にアジア地域の途上国の教育・研究等に活用されることを狙っている。本書は理論編と実践編の2部から構成される。理論編は、学会の中に設置された学会誌IATSS Reviewの編集委員会および英文論文集IATSS Researchの編集委員会の委員が中心となり執筆を行った。執筆者は交通工学、都市工学、電気・情報・システム工学、機械工学、環境学、心理学、医学、法学、行政学、経済学、サステナビリティ学から構成されており、それぞれの分野の知見のエッセンスを学際的に繋げている。実践編においては、最近の10年間に学会内で実施した総数46の自主研究プロジェクトの中から20事例を取り上げ、各事例の概要をプロジェクトリーダーが執筆している。その内容は、国内外の交通社会の現状を精緻に捉え、その改善に向けた実践知を要約したものである。

また、本書の内容は学会の40周年記念シンポジウム「IATSSモビリティ社会デザイン2024～10年後の理想的な交通社会をデザインしよう」とも連動している。シンポジウムにおいては、10年後の交通社会を表すキーワードとして「多様性」や「トランスモーダル」等が注目された。多様な利用者や社会ニーズの下で交通システムをより安全で快適なものへ、さらに派生需要としての交通需要を超えた「移動の喜び」を生み出すものへと進化させるためには、車両技術、インフラ、空間、制度、文化にわたる総合的なデザイン能力とトランスモーダルな発想力が求められる。こうした議論を踏まえて刊行に至った本書が、次世代の交通社会の方向性や将来像を映し出す道標となれば望外の喜びである。

## ■本書の特徴と活用について

本書のタイトルとなった「交通・安全学」とは、交通社会を取り巻く諸問題を広く捉えるとともに、交通安全を支えている技術体系や社会システムについて、さまざまな専門家の英知を取りまとめたものである。

理論編は全11章から構成され、各専門家が次世代の交通社会を学ぶ上で不可欠と考えるキーワードを節として独立させ、解説を加えている。そのため、必ずしも章初めから読み始める必要はなく、章や節をまたいで読んでも理解できるようになっている。あえて本書の流れを執筆者とともに概説すると、

1章から2章までは、都市工学の専門家が都市と交通のあり方に言及しつつ、これからの交通社会を構築する上で必要な知識を解説している。続いて3章では、環境学の専門家が、環境問題と交通の関係を概説し、生態系を考えた低炭素な社会に向けての知見を示している。

4章からは交通に焦点を当て、交通渋滞の特徴やその解決方法について、交通工学の専門家が説明している。5章では交通技術の進歩として、高度交通システムに着目し、その歴史や展開について情報・システム工学の専門家が解説し、6章、7章で機械工学の専門家が、交通事故の実態を俯瞰しつつ、車両の安全技術について説明している。8章、9章では医学、心理学の専門家によって、ドライバー心理や交通行動が解説され、事故が起きた場合の医療体制や事故を未然に防ぐ対策等が示されている。

10章、11章は交通を取り巻く社会システム全体の問題について言及している。10章は法学の専門家によって、交通安全に関する法体系や刑事規制、リスク管理等が紹介されている。また、11章では経済学の専門家が、均衡成長と不均衡成長あるいは規制と規制緩和等対立概念を示しつつ、持続的成長について言及している。最後に、レジリエントな交通社会と題して、さまざまな災害や社会環境変化に耐え得るとともに回復力の強い交通社会のあり方を提示した。

また、理論編の各章の末尾において、章の内容に関連した学会の取り組み（プロジェクト）を示している。理論編を読まれた方は、実践編と併せて学んでいただくことで、理論が即地的問題にどのように対処するかを理解できる。

なお、本書はそれぞれの分野内の専門的知見を網羅的に示しているわけではない。むしろ、各分野を横断的に示すことで、読者には複眼的な視点で「交通・安全学」を修得していただくことを意図している。本書は国際交通安全学会の特徴である「学際性」を強く意識した書物であり、読者が各章、各節を自由に読み解くことで、その相互間に埋もれている新たな知見を発見していただくと幸いである。

## ■執筆者一覧

---

### はじめに

土井 健司 (大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 教授)

### 本書の特徴と活用について

森本 章倫 (早稲田大学理工学術院創造理工学部社会環境工学科 教授)

### 理論編

#### 第1章 都市と交通

土井 健司 (大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 教授)

#### 第2章 土地利用と交通

森本 章倫 (早稲田大学理工学術院創造理工学部社会環境工学科 教授)

#### 第3章 交通と環境

一ノ瀬友博 (慶應義塾大学環境情報学部 教授)

#### 第4章 交通工学

大口 敬 (東京大学生産技術研究所 教授)

#### 第5章 ITS

長谷川孝明 (埼玉大学大学院理工学研究科 教授)

#### 第6章 自動車における安全像

関根 太郎 (日本大学理工学部機械工学科 准教授)

#### 第7章 安全性向上のための諸技術

関根 太郎 (日本大学理工学部機械工学科 准教授)

#### 第8章 交通心理学

篠原 一光 (大阪大学大学院人間科学研究科 教授)

蓮花 一己 (帝塚山大学心理学部心理学科 教授)

#### 第9章 交通安全と医学

木林 和彦 (東京女子医科大学医学部法医学講座 主任教授)

守谷 俊 (自治医科大学附属さいたま医療センター救急部 教授)

高橋 正也 (独立行政法人労働安全衛生総合研究所 上席研究員)

#### 第10章 交通安全の法と政策

斎藤 誠 (東京大学大学院法学政治学研究科 教授)

城山 英明 (東京大学大学院法学政治学研究科 教授)

今井 猛嘉 (法政大学法科大学院 教授)

荻野 徹 (警察大学校 校長)

#### 第11章 持続的成長：経済学の視点

太田 和博 (専修大学商学部 教授)

二村真理子 (東京女子大学現代教養学部国際社会学科経済学専攻 准教授)

### おわりに—レジリエントな交通社会

林 良嗣 (名古屋大学大学院環境学研究所附属持続的共発展教育研究センター長・教授)

### 実践編

各プロジェクトリーダーによる執筆

# 目次

■はじめに	3
■本書の特徴と活用について	4
■執筆者一覧	5

## 理論編

第1章	都市と交通	10
第2章	土地利用と交通	21
第3章	交通と環境	31
第4章	交通工学	41
第5章	ITS	51
第6章	自動車における安全像	64
第7章	安全性向上のための諸技術	74
第8章	交通心理学	84
第9章	交通安全と医学	95
第10章	交通安全の法と政策	108
第11章	持続的成長：経済学の視点	126
おわりに	—レジリエントな交通社会	137

## 実践編

- 人口減少時代における土地利用フレームワークと交通システム …………… 144
- 超高齢都市に要求される「移動の質」 …………… 148
- 駐車場からのまちづくりー都心部駐車場の密度の観点から …………… 152
- 歩行者の道路横断実態を重視した実用的な最適信号制御 …………… 156
- 二段階横断方式によるサイクル長の大幅短縮 …………… 160
- 安全でエコなラウンドアバウトの実用展開・社会実装・普及促進に関する研究 …………… 164
- 東南アジアにおけるオートバイの都市交通手段としての役割と限界に関する研究 …………… 168
- 市民参加型交通安全対策・評価システムの実用化 …………… 172
- 中心・周辺視野の脳部位の同定と交通安全への適用 …………… 176
- ドライバーの感情特性と運転行動への影響 …………… 180
- 子どもから高齢者までの自転車利用者の心理行動特性を踏まえた安全対策の研究 …………… 184
- プレホスピタルにおける救急車患者搬送の諸問題とその解決法 …………… 188
- 睡眠障害スクリーニングの普及推進 …………… 192
- 視覚障害者誘導用ブロック(点字ブロック)の設置ガイドラインの作成 …………… 196
- 知的障害者のモビリティ確保のための都市公共交通の課題 …………… 200
- 地域社会が保障すべき生活交通のサービス水準に関する研究 …………… 204
- 交通安全と交通取締りに関する研究 …………… 208
- 危険運転致死傷罪の学際的研究 …………… 212
- 地元組織と行政との協働による交通まちづくりの円滑な推進 …………… 216
- 震災危機管理と安全・安心な交通社会の実現 …………… 220
- キーワード一覧 …………… 224

# 理論編





# 第1章 都市と交通

## 1.1 都市化のダイナミクスと交通の役割

都市は時間の経過とともにその姿を変え、成長から衰退へと向かう。人の一生に準えるならば、都市にも少年から青年期（都市化）、壮年から中年期（郊外化）、高年期（逆都市化）がある。そして人にはないが、都市には再生期（再都市化）という4つ目の段階が期待される<sup>1)</sup>。都市における交通のありようは段階ごとに異なり、図1に示すように都市のライフサイクルに従ってその役割は変化する。

都市化段階で求められる交通の役割は、鉄軌道等の整備により都心に向けて大量の人を運ぶことであり、郊外化段階においては、より長い距離を速く運ぶ速達性が重視される。郊外化段階の後半においては、低密な郊外開発の進行とともに、移動手段は自家用車へとシフトしてゆく。その後の逆都市化段階においては、ますます都市の低密な拡散が進行することから、大量輸送を前提とする公共交通は衰退し、自家用車への依存度が高まることになる。日本の多くの都市は、未だこの逆都市化段階（都市衰退）に喘いでいるが、いくつかの都市は再都市化段階へと進もうとしている。この第4段階での交通の役割は、郊外化段階のそれとは対照的に、都市の拠点（集積核）の内部を短距離かつ中低速に結び、また、拠点同士の交流や連携を図ることである。

自動車大国アメリカは、しばしば郊外国家（Suburban Nation）<sup>2), 3)</sup>と揶揄されてきた。しかし、洋の東西を問わず20世紀は道路整備と自動車の普及に支えられた「郊外の時代」であった。人口増加に伴う都市の過密問題への対応から、一種のユートピアとして豊かな田園居住の場が求められ、ほぼ統一基準での画一的な郊外住宅地と商業地が世界中に大量生産された。

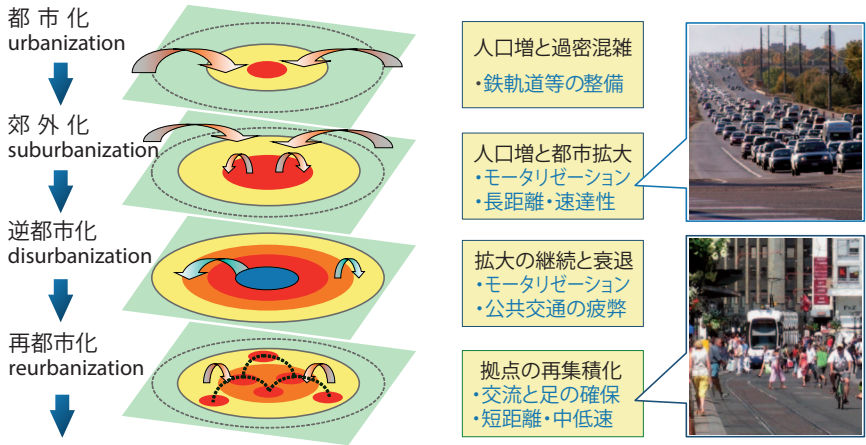


図1 都市化のプロセスと交通の役割の変化

当初は計画的に開発された郊外部も、自家用車もたらした人々の移動の自由、その結果としての居住の分散化や個人主義的なライフスタイルを反映して拡散的なスプロール開発へと姿を変えた。また、スプロールは自動車依存をさらに高めることになり、モータリゼーションとスプロールとの間には負の相乗作用が発生する<sup>4)</sup>。

こうした都市・交通問題の根本は、端的に言えば、われわれの交通のコンセプトが第2段階目の郊外化段階の「長距離を速達に」で立ち止まり、思考停止に陥っていることである。これを再都市化段階の「短距離を中低速に」へと転換または進化させることが必要とされる。

## 1.2 モビリティとアクセシビリティ

モビリティは一般的に移動能力として定義され、太田<sup>5)</sup>によれば「目的地を特定せずに個人の移動の自由度を表すもの」である。これに対して、アクセシビリティとは、「移動によって本来求めていた就業、買い物、医療等の生活行動や活動を行うことができるかを交通の面から表すもの」とされる。なお、アクセシビリティは、地理学や交通研究の分野において広く使用されている用語であり、日本語では「近接性」あるいは「接近可能性」とでも呼ばれるものである。具体的には、

ある目的地やサービスへの到達しやすさ、あるいは利用のしやすさとも定義される。また、近年ではアクセシビリティは、ユーザビリティとともにユニバーサルデザインを支える中心的な概念を伴っている<sup>6)</sup>。

モビリティとアクセシビリティとの関係を、一人の生活者を例として模式化したものが図2である。ここではモビリティは、個人の持つ資源（時間、金銭、支援や介助、さらには環境的条件等）を利用できる能力、アクセシビリティは機会・サービスへの到達のしやすさと位置付けている。人を中心に選択の自由度を捉えるものがモビリティの視点であり、（人が存在する）場所の側から自由度を捉えるものがアクセシビリティである。われわれの選択自由度は、モビリティとアクセシビリティの双方から規定されることになる。

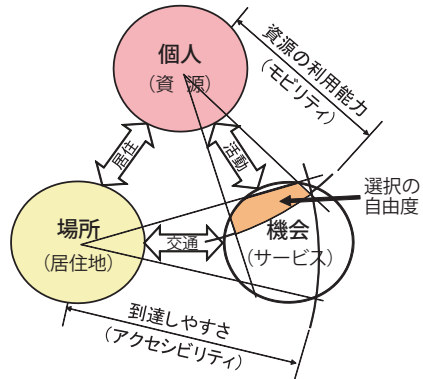


図2 モビリティとアクセシビリティの関係<sup>7)</sup>

### 1.3 都市の移動速度と安全性

国土レベルでは、最新技術を駆使したリニア新幹線や物流新幹線等によって都市間・拠点間を高速に結ぶ一方で、ローカルには人間性や社会性を重視した回遊・交流手段でゆったりとした移動を楽しむ。都市の持続可能性を維持し魅力を高めていくためには、場所による移動速度の区別が重要となる。

今後、人口減少および超高齢化がさらに進むわが国においては、国土・都市経営の観点から都市の大幅な縮退が迫られる。しかし、厳しい制約こそが閉塞を打ち破るための創造力を育み、交通、都市および社会の共発展をもたらす。持続可能性を維持するための「縮退都市」と競争力を高めるための「創造都市」とは表裏一体の戦略であり、両者の実現のためには人・知識・モノ・サービス・カネ、そして時間という要素の結び付きが再構成されなければならない。その鍵となるのがモビリティである。1.2で述べたように、モビリティは人の移動の自由度であるとともに、さまざまな資源の利用能力でもある。

持続可能で競争力の高い都市のモビリティシステムを構築するためには、モビリティの価値を多元的に捉えた上で、都市間や拠点間を高速に結ぶ「ファストモビリティ」と都市内や拠点内での回遊や交流を中低速に支える「スローモビリティ」との階層的なネットワークの形成が必要となる。後者のスローモビリティとは、ヒューマンスピードに近い速度での移動手段あるいは移動形態を指す。なぜ、こうした速度の区別が求められるのであろうか。

モータリゼーションの弊害の1つは、移動速度の画一化である。まちなかでも、郊外でも、あるいは都市間においても、大多数の自動車利用者は速さを追求する。1.1に示した「長距離を速達に」という欲求が都市内外の全方位に展開される。

都市内外あるいは拠点内外を問わない速さの追求は、都市空間の階層性を損ない画一的な都市の拡大をもたらす。日々の通勤・通学等のトリップ長の増加、移動のためのエネルギー消費の増加、そこから発生するCO<sub>2</sub>や局地的な環境負荷の増大、さらには交通死傷事故のリスクを高め生命をも脅かす（図3）。

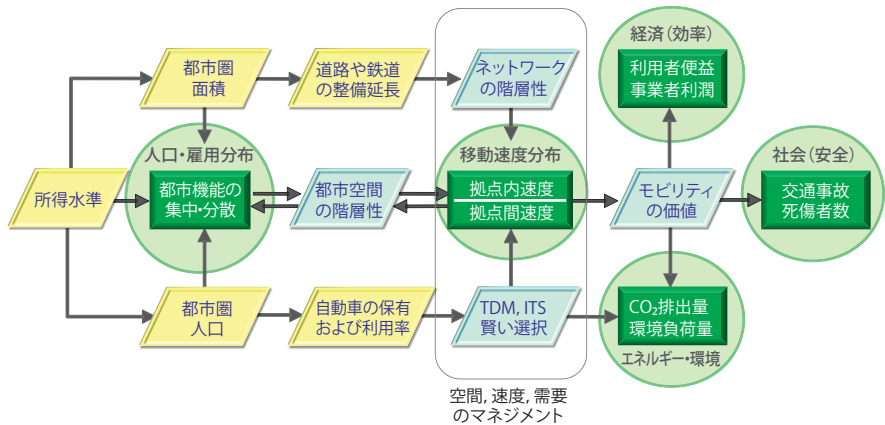


図3 モビリティを巡る因果関係とキーファクターとしての移動速度

図4は、わが国の中核都市規模以上の65都市を対象に、人口密度、自動車の移動速度および交通事故死亡率（2008年～2010年）の関係を見たものである。図中のバブルの大きさは、都市の人口規模を表している。図4（a）より、低密な都市ほど交通事故による死亡率が高いという関係が明確に読み取れる。両者の関係には都市ごとの公共交通の整備水準や利用率の違いも影響すると考えられ

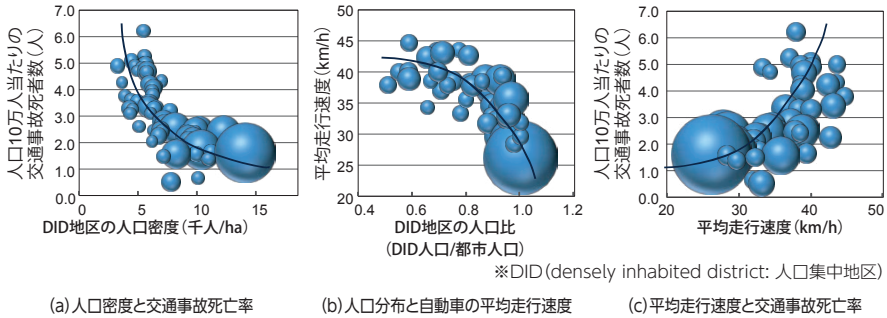


図4 都市の人口密度・分布と平均走行速度および交通事故死亡率

ることから、自動車交通のみに焦点を当て、人口分布と都市内の自動車の平均走行速度との関係、さらに平均走行速度と死亡率との関係を分析した。その結果、図4 (b) および図4 (c) に示すように、二次元的に拡散した都市ほど自動車交通の平均走行速度は高く、また平均走行速度が高いほど死亡率が高いという因果関係が導かれる<sup>8)</sup>。以上の結果は、密度、速度と安全との関係のみを扱ったものであり、今後は図4に示す因果関係を念頭に、移動速度が社会・経済・環境に及ぼす影響の分析が必要とされる。

なお、都市内での移動速度の低速化を進め、さらにスローモビリティの価値を追究した成果の1つが、欧州での自転車革命である。図5に示すように、5km程度の移動であれば自転車は鉄道や自動車と比較しても移動時間が短く、都市内の移動手段として優れた速達性を有することはわが国でもよく知られている。しかし、サイクルスーパーハイウェイやサイクルハイヤーで知られるロンドンの自転車革命は、その実現に至った社会的背景やストーリーが示唆に富んでいる。2002年頃からの燃料価格の高騰、2003年のロードプライシングの導入、そして2005年の地下鉄・バスの爆破テロといった一連の社会経済的要因が、人々の移動ニーズを自転車交通へと向かわせたと言われる。

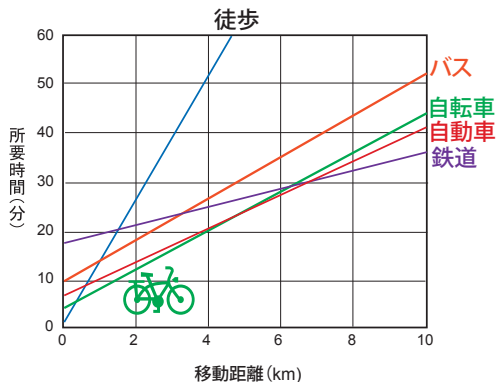


図5 都市内移動に要する所要時間のモード間比較

## 1.4 高齢化と交通ニーズ

人間は加齢とともに、生体機能の変化、運動能力低下、認知特性の低下および心理・意識の変化等によって、移動能力の減退を経験する（図6参照）。これらのうち、心理・意識面の変化については、高齢化に伴う人々の移動ニーズの変化として、図7のように捉えられる。

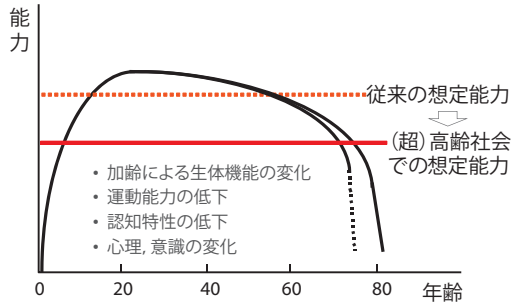


図6 加齢に伴う人間の能力の変化

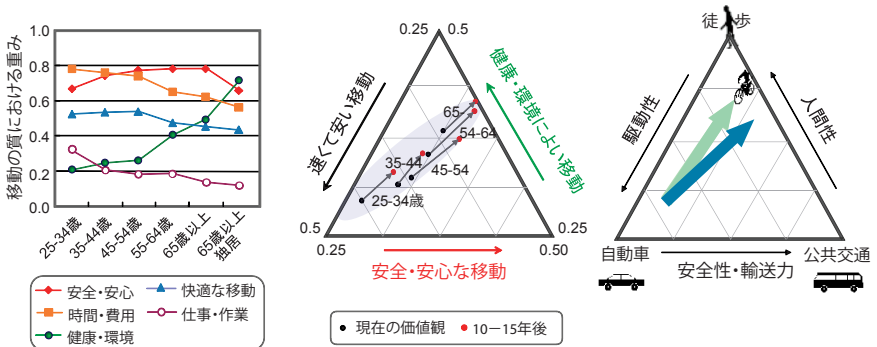


図7 高齢化に伴う移動ニーズの変化<sup>9),10)</sup>

すなわち、加齢に伴い移動に要する時間や費用（速くて安い移動）の重みは低下する一方で、安全・安心および健康・環境の重みは増加する。このことにより、三角座標で表されたモードグラム（さまざまな交通・移動手段の位置付けの俯瞰図）においては、高齢社会の交通ニーズは右上がりの方向へと明確にシフトしてゆく。すなわち、公と私の間領域にある、中低速のスローモビリティを求める方向であり、そこには次世代路面電車LRTや低速電動コミュニティバス、コミュニティサイクル、その他共有型のパーソナルモビリティ等の交通・移動手段が該当する。

持続可能な都市のモビリティシステムを構築する上では、こうした変化を大胆に見通した上で、まず安全の向上から出発せねばならない。そのためには、道路

交通における優先順位と速度のマネジメントの徹底が求められる。低速化によって人と自動車を共存させる取り組みは、従来より欧州諸国でのゾーン30等の面的速度マネジメントに見られ、近年ではシェアスペースのように道路および沿道空間のデザインによってドライバーの運転挙動に抑制的な影響を与えて走行速度を減速させ、快適な滞留空間を確保しようとする試みも見られる。さらに、歩いて暮らせるウォークアブルシティの推進等も世界の潮流となりつつある。そうした事例では、道路や都市空間における人間中心の優先順位が基本原則として確立されている。

## 1.5 都市・交通の統合デザイン

1990年代後半より、しばしば総合交通という言葉が用いられる。交通政策に総合的な視点が必要なことは言うまでもない。重要なポイントは、足し算としての総合化よりも、多様なものを繋げて「1つにする」という統合化の考え方であろう。望まれる統合交通とは、以下の4つのレベルの統合を含むものである。

- ① 運営統合：公共交通のサービス、運賃体系、運行情報等の統合
- ② 戦略統合：異種の交通モード間のインフラ、マネジメント、情報提供、課金等の政策手段の統合
- ③ 政策統合：交通と土地利用との政策統合、交通部門と環境・医療・福祉・教育・防災等の部門との政策統合
- ④ 組織統合：交通を担う多様な組織・機関の統合

都市・交通の統合デザインは、上記のうちのレベル③の政策統合に対応する。持続可能な都市を目指すコンパクトシティも、高齢化に対応したモビリティシステムも、それらが単独で取り組まれたものでは効果は薄い。20世紀の都市の拡大は、人口圧力に加え、郊外に向けた道路整備とモータリゼーションの進行によるところが大きい。従って、少なくとも都市と交通にまたがる統合政策として設計されなければならない<sup>11), 12)</sup>。

こうした統合デザインの考え方と手順を示したものが図8である。ここでは、都市、インフラ、モビリティおよび社会という4つの領域の繋がりが描かれ、中心部に置かれたモビリティは、公共の交通手段とパーソナルな移動手段が相互補完するシステムとして位置付けられている。道路空間ダイエツトとは、車道の車線数や車

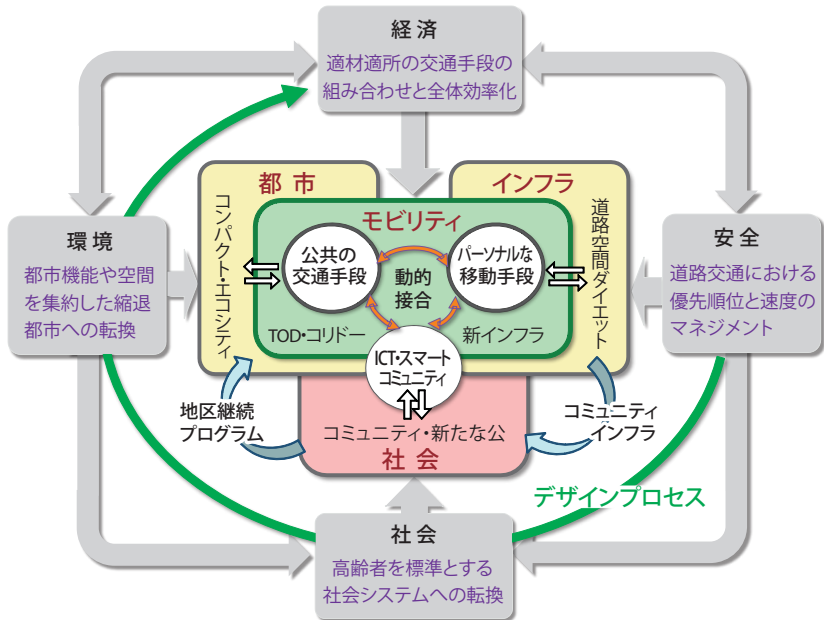


図8 都市・交通の統合デザイン

線幅を削減・抑制することにより、自転車を含む中低速のパーソナルな移動手段および歩行者のための空間を生み出す手法である。自動車交通を重視してきた既存の道路利用を、オールユーザのための空間利用へと転換させる仕組みとして、既に多くの国で導入されている。また、公共の交通手段を土地利用面から支えるものは公共交通指向型開発やコリドー整備であり、その詳細については2章に譲る。

図中のデザインプロセスのループが示すように、まず安全確保のための優先順位と速度マネジメントの徹底が求められ、その結果としてユニバーサルデザインを柱とする高齢者標準の社会システムへの移行が可能となる。そして、都市機能と空間を集約したコンパクトシティへの転換が促される。これらと与件として地域公共交通が存続可能となり、適材適所の手段選択と補完による全体効率化が図られる。モビリティ変革を実行するためには、明確な優先順位（Priority）の下での速度（Speed:Slowness）と空間（Space:Compactness）のマネジメントおよび外的な衝撃や制約を逃さず変革力に変える時間マネジメントという全体的な視点が欠かせない。わが国においては、未だにそうした視点が希薄なままに公



公共交通政策をそれぞれ単独で論じたり、自転車等のスローモビリティを交通政策の局所解として位置付ける等、全体最適化を怠る傾向が依然として強い。

今後さらに厳しさを増す経済・財政状況の下では、Priority, Slowness, Compactness (PSC) という一連の前提条件なくしては、超高齢社会での移動の質を高めることは難しい。移動の質とは多様なニーズを持つ利用者にとっての社会的ユーザビリティである。今日の「利用可能な」モビリティシステムを、物理的、生理的に「利用しやすい」レベルへ、さらに心理的に「利用したくなる」レベルへと引き上げてゆくためには、このPSCを重視した変革のプロセスづくりが必要である。

アメリカ型あるいはヨーロッパ型の社会に向かって発展するという直線的な成長観は、もはや有効ではない<sup>13)</sup>。それにも拘わらず、モビリティ社会を描くにあたって、われわれは未だそうした成長観を捨てきれずにいる。前述の思考停止の原因もそこにある。自らに相応しいモビリティ社会を、単に技術あるいは制度にとどまらず文化や人の行動様式を考慮して生み出してゆくべきであろう。

#### 参考文献

- 1) Klassen, L. H., J. A. Bonrdrez, and J. Volmuller. 1981. *Transport and Reurbanisation*. Gower.
- 2) Duany, A., E. Plater-Zyberk, and J. Speck. 2000. *Suburban Nation: The rise of sprawl and the decline fo the American Dream*. North Point Press.
- 3) Hall, P. 1996. *Cities of Tomorrow*. Blackwell Publish Ltd.
- 4) Hayashi, Y., R. Suparat, R. Mackett, K. Doi, Y. Tomita, N. Nakazawa, and H. Kato. "Urbanization, motorization and the environment nexus: An international comparative study of London, Tokyo and Bangkok." *Memoirs of the School of Engineering, Nagoya Univ.* Vol. 46, No. 1: 55-98.
- 5) 太田勝敏『交通システム計画』技術書院, 1988年
- 6) Alshih, R., and D. Hensher, 2003. "The mobility and accessibility expectations of seniors in an aging population." *Transportation Research Part A* Vol. 37 (A) : 903-915
- 7) 土井健司, 中西仁美, 紀伊雅敦, 杉山郁夫 「米国のTODに見る新たなアクセシビリティ概念Location Efficiencyに関する考察」『土木学会論文集D』 Vol. 62, No. 2, pp. 207-212, 2006年
- 8) 土井健司 「スローモビリティ」『自動車技術』 Vol. 67, No. 3, pp. 24-31, 2013年
- 9) 土井健司, 長谷川孝明, 小林成基, 杉山郁夫, 溝端光雄 「超高齢化を迎える都市に要求される移動の質に関する研究」『IATSS Review』 Vol. 35, No. 3, pp. 38-49, 2011年
- 10) 土井健司 「コモビリティが導く交通と都市の共発展」『日本鉄道技術協会誌』 Vol. 54, No. 7, pp. 4-6, 2011年

- 11) 林良嗣, 加藤博和, 土井健司, 国際交通安全学会土地利用交通研究会編著『都市のクオリティ・ストック—土地利用・緑地・交通の統合戦略』鹿島出版会, 2009年
- 12) Doi, K., and M. Kii. 2012. "Looking at sustainable urban mobility through a cross-assessment model within the framework of land-use and transport integration." *IATSS Research* Vol. 35: 62-70.
- 13) Takeuchi, K. 2014. "The ideal form of transdisciplinary research as seen from the perspective of sustainability science, considering the future development of IATSS." *IATSS Research* Vol. 38.

#### 推奨文献

- 1) Alonso, W. 1964. *Location and Land Use*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- 2) Anas, A. 1982. *Residential Location Markets and Urban Transportation: Economic Theory, Econometrics and Policy Analysis with Discrete Choice Models*. New York: Academic Press.
- 3) Banister, D. 2003. *Transport Planning: In the UK, USA and Europe*. Routledge.
- 4) Batty, M. 1994. "A chronicle of scientific planning: the Anglo-American modeling experience." *Journal of the American Planning Association* 60: 7-16.
- 5) Berechman, J., and K. A. Small. 1988. "Modeling land use and transportation: an interpretive review for growth areas." *Environment and Planning A* 20: 1283-1422.
- 6) Boarnet, M. G., and R. Crane. 2000. *Travel by Design: The Influence of Urban Form on Travel*. New York: Oxford University Press.
- 7) Calthorpe, P. 1993. *The Next American Metropolis*. New York: Princeton Architectural Press.
- 8) Cervero, R. 1989. *America's Suburban Centers: The Land-use-Transportation Link*. Unwin Hyman.
- 9) De la Barra, T. 1989. *Integrated Transport and Land Use Modeling: Decision Chains and Hierarchies*. Cambridge University Press.
- 10) Dunham-Jones, E. 2011. *Retrofitting Suburbia, Updated Edition: Urban Design Solutions for Redesigning Suburbs*. Wiley.
- 11) Grant, J. 2006. *Planning the Good Community: New Urbanism in Theory and Practice*. London: Routledge.
- 12) Hall, P. 2002. *Cities of Tomorrow*. Wiley.
- 13) Hensher, D. A., K. J. Button, K. E. Haynes, and P. R. Stopher, eds. 2004. *Handbook of Transport Geography and Spatial Systems*. Elsevier.
- 14) Howard, E. 2010. *To-morrow: A Peaceful Path to Real Reform*. Cambridge University Press.
- 15) Iacono, M., D. Levinson, and A. El-Geneidy. 2008. "Models of transportation and land use change: a guide to the territory." *Journal of Planning Literature* 22 (4) : 323-40.
- 16) Irwin, E. G. 2010. "New directions for urban economic models of land use change:

- incorporating spatial dynamics and heterogeneity." *Journal of Regional Science* 50: 65-91.
- 17) Jacobs, J. 1992. *The Death and Life of Great American Cities*. Vintage.
- 18) Jenks, M., and N. Dempsey. 2005. *Future Forms and Design for Sustainable Cities*. Routledge.
- 19) Lynch, K. 1981. *Good City Form*. Cambridge MA: MIT Press.
- 20) Mees, P. 2009. *Transport for Suburbia: Beyond the Automobile Age*. Routledge.
- 21) Newman, P., and J. Kenworthy. 1999. *Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence*. Island Press.
- 22) Simmonds, D., P. Waddell, and M. Wegener. 2013. "Equilibrium versus dynamics in urban modelling." *Environment and Planning B: Planning and Design* 40 (6) : 1051-1070.
- 23) Speck, J. 2012. *Walkable City: How Downtown Can Save America, One Step at a Time*. Farrar, Straus and Giroux.
- 24) Vuchic, V. R. 2005. *Urban Transit: Operations, Planning and Economics*. Wiley.
- 25) Waddell, P. 2002. "UrbanSim: Modeling urban development for land use, transportation and environmental planning." *Journal of the American Planning Association* 68: 297-314.
- 26) Walker, J. 2011. *Human Transit: How Clearer Thinking about Public Transit Can Enrich Our Communities and Our Lives*. Island Press.
- 27) Webster, F.V., and N. J. Paulley. 1990. "An international study on land-use and transport interaction." *Transport Reviews* 10: 287-322.
- 28) Wegener, M. 1982. "Modeling urban decline: a multilevel economic-demographic model of the Dortmund region." *International Regional Science Review* 7: 21-41.
- 29) Wegener, M. 1994. "Operational urban models: state of the art." *Journal of the American Planning Association* 60: 17-29.
- 30) Wilson, A. G. 1997. "Land use/transport interaction models: past and future." *Journal of Transport Economics and Policy* 32: 3-23.

#### 参照すべき実践編プロジェクト

人口減少時代における土地利用フレームワークと交通システム 144ページ

超高齢化都市に要求される「移動の質」 148ページ

# 第2章 土地利用と交通

## 2.1 土地利用と交通の相互関係

より豊かで安全な交通社会をデザインする上で、土地利用と交通の相互関係を理解することは極めて重要である<sup>1)</sup>。

土地利用と交通の関係は、鶏と卵の関係に似ており、相互依存の関係にある。土地を活用することで都市活動が発生し、新たな交通活動に対応するために道路等の交通施設を整備する。新設あるいは拡幅された道路は、沿線の土地の魅力を増加させ、新たな都市施設を誘発する。都市が緩やかに成長しているときは、土地利用計画と交通計画は歩調を合わせやすい。しかし、急激な経済成長が起これると、土地利用の需要は加速化する一方で、交通施設整備が間に合わなくなる。高度経済成長下では多くの都市で激しい交通渋滞等の交通問題を経験することになる。

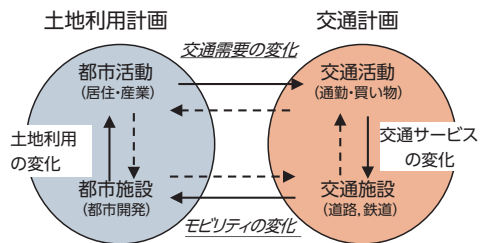


図1 土地利用計画と交通計画の関係

それでは、どのようにして土地利用と交通のバランスを図ることができるのか？ わが国では、急激なモータリゼーションによって拡大する道路需要に対して、交通施設の整備が追い付かない時代に、交通需要自体を調整する施策を実施した。これは交通需要マネジメント（TDM）と言う。道路をすぐに新設・拡幅できないとき、ピーク需要を変化させたり、他の交通手段への転換を図ったりして、既存の道路施設を最大限に活用した。

さらに本源的な対応法は、土地利用の適正誘導にある。交通施設が貧弱なときは、容積率を低く抑え、交通インフラ整備の状況に合わせて容積率を緩和していくことでバランスを図ることができる。また、都市構造自体を変化させることで、長期的な持続性も検討すべきである。都心に集中する交通需要を、副都心や核都市に分散することで交通渋滞を緩和しつつ、都市全体の均衡ある発展を目指すことができる。これは多極分散型の都市構造として、東京をはじめとした大都市で実施されてきた。例えば、第三次首都圏整備計画（1976）の中には、東京一極集中の是正と広域的かつ多核的な配置が推奨され、続く第四次計画（1986）に多核多圏域型の都市構造の形成を目指して、業務核都市および副次核都市の重点整備が掲げられた。

また、交通問題は渋滞、騒音、大気汚染等、地域や時代によって重視される点が変化する。21世紀になりわが国が直面している交通問題は、超高齢社会への対応、地球環境問題等により長期的、広域的な視点が強く反映されるようになった。このような新たな問題に対しても、土地利用計画と交通計画を時間軸上で組み合わせることで、新たな時代が要請したさまざまな交通問題の解決の糸口を見つけることができる。

どのような都市構造を目指すべきなのか、またその都市構造は、どのような手法で構築可能か？ そのときに重視される交通機関はどのようなものか？ それでも発生する局地的な渋滞にどのように取り組むべきか？ この章では、先進諸国が経験している課題への対応策をもとに、次世代の都市づくりに必要な4つのキーワードについて学ぶ。

## 2.2 コンパクトシティ

### 2.2.1 なぜコンパクトシティが必要か

モータリゼーションの進展によって拡大した市街地を、いかに整理・統合して持続可能な都市へと転換できるかは成熟した社会では大きな問題である。特に人口減少社会に突入した日本では、不要となった市街地を賢く縮退する（Smart Shrink）ことは急務となっている。社会資本整備審議会第二次答申（2007年）は、拡散型都市構造を放置した場合の問題として、次の問題を指摘している。

- ・公共交通の維持が困難：低密な市街地ではまとまった需要確保ができない
- ・超高齢社会の移動問題：自動車を利用できない交通弱者が拡大する
- ・環境への負荷の高まり：車への過度な依存が環境負荷を高める
- ・中心市街地の一層の衰退：郊外開発の助長によって相対的魅力の低下
- ・都市財政の圧迫：拡散した市街地の維持管理費の増大

経済成長をしている開発途上国においても、人口増加期に適切な都市構造へと誘導することが、先進国の轍を踏まないためにも重要である。

### 2.2.2 コンパクトシティとは何か

コンパクトシティ（Compact City）とは、「生活に必要な機能を中心部に集約化し、適度な人口密度を保ちつつ、人と環境に優しい持続可能な都市構造」を表す。人口増加期において、市街地が周辺の緑地を侵食して増大してきたのに対して、人口減少期には緑地が市街地を侵食することで、都市自体を適切な規模に縮退させることが期待される。特に、公共交通軸に沿った集約が自動車と公共交通の適正バランスを考える上でも重要となる。

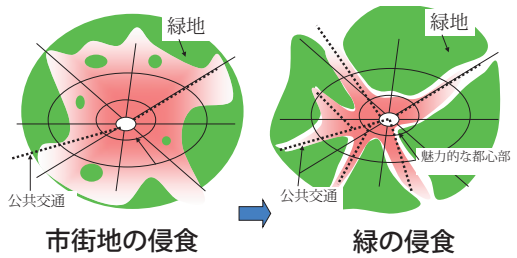


図2 都市の集約化

### 2.2.3 ネットワーク型コンパクトシティの提案

コンパクトシティは、1987年の国連のブルントラント報告における持続可能な開発の都市モデルとして推奨されたことを契機に着目を集めた。マイカーに過度に依存せずに、公共交通や徒歩で暮らせる街を目指した。

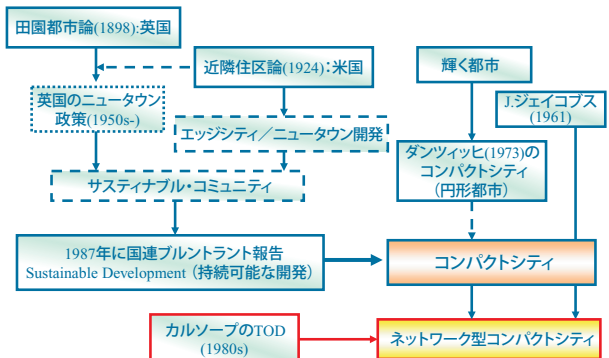


図3 ネットワーク型コンパクトシティの系譜

しかし、一度広がった市街地を集約させるのは極めて困難で、各自治体が都市計画マスタープランで目標と掲げながら、実現までの道のりは長い。低密に広がった車型都市構造から脱却するためには、公共交通を中心としたまちづくりのさらなる推進が不可欠である。ここでは、後述する公共交通指向型開発(TOD)をベースとした、「ネットワーク型コンパクトシティ」を提案する<sup>2)</sup>。

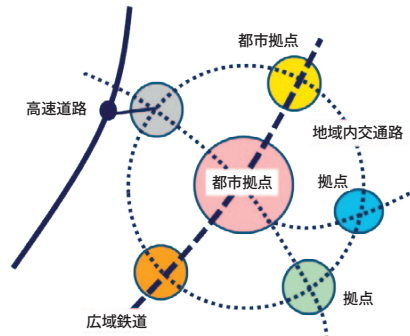


図4 ネットワーク型コンパクトシティのイメージ

ネットワーク型コンパクトシティとは「都市の中の多様な魅力を複数の拠点として集約（コンパクト化）し、それを利便性の高い公共交通を中心とする多様な交通手段で連携（ネットワーク化）した都市」のことである。都市構造のイメージを図4に示す。ここで言うコンパクト化とは必ずしも一極集中ではなく、複数の拠点に効率的に集約することを示している。ネットワーク型コンパクトシティは災害にも強い。集約拠点をつなぐことで、都市の一部が被災したとしても、都市内の相互補完性（redundancy）を確保することができ、他のエリアが弾力的に復旧活動を行うことで、都市全体の回復力（resilience）を高める効果も有している。

## 2.3 公共交通指向型開発（TOD）

### 2.3.1 自動車依存型の都市開発の功罪

都市人口が急激に増加する時代に、都市は住宅地の不足に悩まされ、郊外部に大規模なニュータウンが次々に造成された。大都市郊外部では鉄道沿線の開発が多く、公共交通ネットワークの拡充とともに増加した。一方で地方都市では様相が大きく異なり、ニュータウンの多くは公共交通の利便性とは無関係に造成され、自動車の依存度は大きく上昇した。また、商業開発においても自動車の利便性を前提に、郊外部のバイパス道路周辺に相次いで立地し、中心市街地の衰退に拍車をかけた。

自動車は確かに快適で便利な交通手段であるが、過度の依存は他の交通手段を駆逐し、車を持たない交通弱者が暮らしにくい社会を築くことになる。このよ

うな反省から、先進諸国では公共交通を中心としたまちづくりが注目を集めている。

### 2.3.2 公共交通指向型開発とは

公共交通指向型開発（Transit Oriented Development）とは、「自動車に過度に依存しない、公共交通を基軸とした都市開発」を指す。その基本的な概念は1980年代にCalthorpe, P.によって提唱されたが、駅前開発としての原型は戦前からの日本の私鉄沿線開発にも見られる。鉄道駅を中心に半径600m程度に商業、業務、住宅等の機能を配置して、歩いて暮らせるまちづくりを目指している<sup>3)</sup>。

公共交通指向型開発を行う上で、重要な3つの要素（3Ds）がある<sup>5)</sup>。

①適切な密度（Density）：公共交通を維持するには一定程度の人口密度を確保する必要がある。その値は地域特性によっても異なるが、一般的に40人/haを下回らないように計画すべきである。

②土地利用の多様性（Diversity）：駅前には商業機能や医療・福祉等の公的機能を配置し、徒歩圏内に日常生活の基礎的な機能を集約させることが重要である。

③良質なデザイン（Design）：土地利用を誘導するためには良質な空間デザインは欠かせない。魅力的な空間が、人々の居住地選択行動を変化させる。

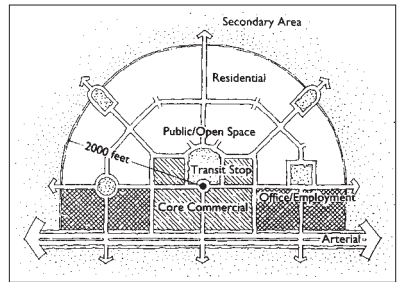


図5 TODの概念図(Calthorpe, P.)<sup>4)</sup>



図6 サンフランシスコ  
（Fruitvale Transit Village）

### 2.3.3 TODを活用した市街地の集約化

都心部には新幹線や鉄道等、他都市と連結する高速公共交通機関が整備され、その都心部から郊外部に向けてLRT（Light Rail Transit）やBRT（Bus Rapid Transit）等の、定時性と速達性を兼ね備えた公共交通を導入する。TODは主にこの公共交通軸上に実施することになる<sup>6)</sup>。このエリアは高い公共交通サービスが長期間にわたって定常的に提供されるため、都市の集約化が進む。一方で、郊外部では人口減少に合わせて、DRT（Demand Response



Transit) 等の可変的な公共交通サービスを実施する。

高齢者をはじめとした交通弱者はできるだけTOD内への居住を促し、車の利便性を享受するファミリー層は、郊外部の緑豊かな市街地で子育てを行う。つまり、ライフスタイルの変化によって居住地を選択することで、全世代に対応可能な都市づくりを目指す。

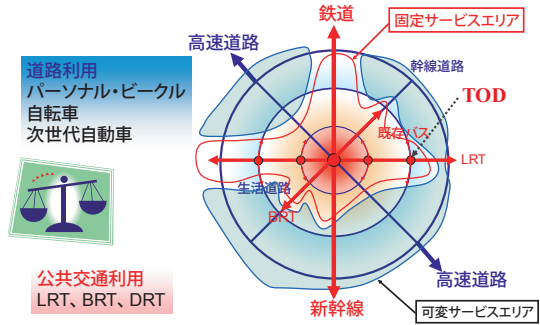


図7 TODを活用した都市空間デザイン

## 2.4 次世代の公共交通システム

### 2.4.1 都市交通の階層性の再構築

地方都市では過度な自動車依存社会への傾倒から、都市内外の移動手段が自動車のみとなった都市が多く見られる。生活道路にまで入り込んだ通過交通や、撤退を余儀なくされたバス交通等、都市交通の階層性は著しく破壊されてきたと言える。環境に優しく超高齢社会に対応するためにも、自動車だけに頼らない交通体系を再構築することは急務であると言える。

次世代の望ましい交通体系は、自動車と公共交通のバランスを取り、階層的な機能分化をすべきである。自動車交通で見ると、その階層性はトラフィック機能を最大限に高めた高速道路から、アクセス機能の高い身近な生活道路にいたるまで段階的なピラミッド構造を有している。一方で公共交通も同様に、都市間を高速に移動する新幹線や鉄道から、地区内を移動するコミュニティバスやデマンドバス等、ピラミッド構造が下になるほど、移動速度が低下しながら、サービスの柔軟性が増加する。

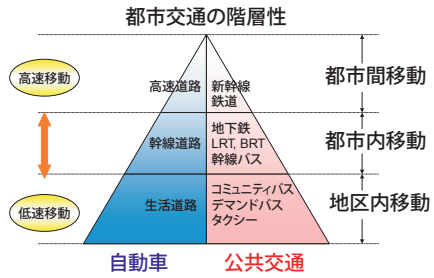


図8 都市交通の階層性

### 2.4.2 次世代の公共交通システムの機能

衰退した都市内の公共交通を再生させるためには、より快適で便利な公共交通を導入する必要がある。そのためには、以下の機能を有する必要がある。

- ①定時性：専用走行路を有し、渋滞に影響されないシステムであること
- ②快適性：振動が少なく、バリアフリーで高齢者にも優しいシステムであること
- ③環境性：少ないエネルギーで運行でき、騒音や排出ガスが少ないこと
- ④魅力性：車両や停車場が街並みに適合し、まちづくりに寄与できること

重要なことは、車からの乗り換えを誘発するだけの機能と、沿道土地利用を変化させるだけの付加価値を有するシステムであることである。

### 2.4.3 LRTとBRT

上述の機能を有する公共交通システムとして、近年注目されているのが次世代路面電車システム（LRT）と快速バスシステム（BRT）である。

LRTはLight Rail Transitの略語で、主として都市間交通を担う鉄道（Heavy Rail）に対して、都市内交通を担う軽量軌道（Light Rail）として注目されており、わが国では「次世代型路面電車システム」と訳されている。特徴としては、従来の路面電車の性能を向上させ、他の交通手段との連携強化を図り、総合的な都市交通システムとして、まちづくりに貢献しているものを指す。1978年にエドモントン市（カナダ）で整備されたLRTが最初とされる。その後、世界中でLRTの導入都市は増え続け、2008年時点で111都市に上る<sup>7)</sup>。

BRTとはBus Rapid Transitの略語で、大量の旅客をバスで高速に輸送することを可能としたシステムである。通常の路線バスとは異なり、専用の走行空間を有しているため高頻度な定時運行ができ、場合によって連結車両で輸送力を向上したり、専用の停留所によって円滑な乗降を可能にしたりする工夫がなされて



図9 ヒューストンのLRT



図10 クリチバのBRT

いる。先行事例としてはオタワ（カナダ）、クリチバ（ブラジル）やボゴタ（コロンビア）が挙げられる。

双方のシステムに共通しているのは、単なる輸送手段として導入されたのではなく、次世代都市に適合した持続可能なモビリティシステムの一環として整備されていることである。公共交通を土地利用面から支えると同時に、魅力的な公共交通が土地利用の集約を促す効果が期待される。

## 2.5 大規模開発と交通アセスメント

### 2.5.1 大規模開発が抱える交通問題

近年、土地の高度利用や自動車社会の進展に伴い、都市部のみならず郊外部においても大規模な開発が数多く見られる。新たな開発により生み出される交通量は非常に大きく、その影響も広範囲に及ぶ。一方で、開発地域周辺は、既に相当量の交通需要が存在し、道路上では渋滞を引き起こしている箇所もあり、新規開発はさらなる渋滞、事故、公害等、新たな交通問題を引き起こす可能性が高い。慢性的な渋滞を緩和しつつ、土地利用と交通のバランスを図るためにはどのような手法があるか。ここではその基本的な手法として「大規模開発の交通アセスメント」を説明する。

### 2.5.2 交通アセスメントとは

交通と土地利用の調和を図る観点から、開発計画の交通影響を事前に評価し、所要の交通対策を講ずるための手法・制度として、交通影響評価または交通アセスメント（TIA：Traffic Impact Assessment）がある。

交通アセスメントは広義に捉えると、マクロな都市レベルからのアプローチとして、土地利用コントロール、密度コントロール、都市・交通マスタープラン等になる。一方、交通アセスメントを狭義に捉えると、ミクロな地区レベルでのアプローチとして、日本では一定規模以上の開発に対して実施される、国土交通省による「大規模開発地区関連交通計画マニュアル」、経済産業省による「大規模小売店舗立地法」、公安委員会（交通管理者）による「先行交通対策」の主に3つの手法が知られている。一般的に交通アセスメントと言うと、狭義の交通アセスメントを指すことが多い<sup>8)</sup>。

### 2.5.3 大規模開発地の適正な駐車場整備

大規模開発を行う場合、発生交通量に見合った駐車場を整備する必要がある。例えば、大規模小売店舗立地法では、大規模店舗の設置者に附置義務駐車場として必要駐車台数を確保することを義務付けている。

必要駐車台数Xの算出には、来客原単位にピーク率や自動車分担率、駐車時間係数等のパラメータを加味して以下の式が用いられている。開発審査の段階で、適切な駐車場が確保されているかを確認することが重要である。

$$X = \frac{A \times S \times B \times C \times E}{D}$$

A : 店舗面積当たりの日來客数原単位 (人/千㎡)  
 S : 店舗面積 (千㎡)      B : ピーク率 (%)  
 C : 自動車分担率 (%)      D : 平均乗車人員 (人)  
 E : 平均駐車時間係数

### 2.5.4 大規模開発の交通シミュレーション

交通アセスメントを行う上で交通状況を定量的かつ詳細に把握することは極めて重要である。1990年代頃からの情報技術の革新により、コンピュータ処理能力の飛躍的な向上が図られ、信号制御、車線構成等を組み込んだ、秒単位の詳細な交通状況の再現や、アニメーションにより視覚的な表現が可能となった。その結果、多くの交通シミュレータが国内 (tiss-NET, AVENUE, TRAFFICSS, VISITOK等) や海外 (NETSIM, Pramics, WATSim等) で開発され、実務面で活用されている。



図11 交通シミュレーションの画

交通シミュレーションには多くの手間がかかるため、その適用条件を明文化して公表しておくことが望ましい。これは、出店者側が早期の段階から交通シミュレーションを検討することで、適地判断にも活用できるからである。例として、表1に栃木県における交通シミュレーション実施要件を示す。

表1 交通シミュレーション実施要件

この結果をもとに、出店者、道路管理者、交通管理者の間で可能な交通対策を講じることで、大規模店舗

ピーク時來台数	立地形態と交通量との関係	
	混雑のおそれなし	混雑のおそれあり
200台以上600台未満 (1方向当たり100台)	必要なし	必要あり
600台以上	必要あり	

立地前に交通影響を緩和することができる。なお、大規模開発による影響が多  
大で、交通施設整備ではその緩和処置が困難な場合は、大規模開発の適地選  
定を含めた再検討が必要である<sup>9)</sup>。

#### 参考文献

- 1) 杉山雅洋, 国久莊太郎, 浅野光行, 苦瀬博仁編著『明日の都市交通政策』成文堂, 2003年
- 2) Morimoto, A. 2012. "A preliminary proposal for urban and transportation planning in response to the Great East Japan Earthquake." *IATSS Research* Vol. 36, No. 1: 20-23.
- 3) Transit Cooperative Research Program. 2004. *TCRP Report 102, Transit-Oriented Development in the United States: Experiences, Challenges, and Prospects*. Transportation Research Board.
- 4) Calthorpe, Peter. 1993. *The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream*. Princeton Architectural Press.
- 5) *Developing Around Transit: Strategies and Solutions That Work*. ULI (the Urban Land Institute), 2004.
- 6) 林良嗣, 加藤博和, 土井健司, 国際交通安全学会土地利用交通研究会編著『都市のクオリティ・ストック—土地利用・緑地・交通の統合戦略』鹿島出版会, 2009年
- 7) 「特集／わが国へのLRT導入の課題と展望」『IATSS Review』Vol. 34, No. 2, 2009年
- 8) 『交通アセスメントに関する調査研究報告書』国際交通安全学会, 2001年
- 9) 関達也, 森本章倫「大規模開発における交通アセスメントの整理と今後の展望」『土木学会論文集D』Vol. 66, No. 2, pp. 255-268, 2010年

#### 推奨文献

- 1) Randall, Thomas, ed. 2003. *Sustainable Urban Design: An Environmental Approach*. Spon Press.
- 2) Jenks, Mike, Elizabeth Burton, and Katie Williams, eds. 1996. *The Compact City: A Sustainable Urban Form?*. Taylor & Francis.
- 3) *Site Impact Traffic Assessment: Problems and Solutions, Proceedings of the Conference, Chicago*. The American Society of Civil Engineering. 1992.
- 4) *Transportation Impact Analyses for Site Development*. Institute of Transportation Engineers. 2006.

#### 参照すべき実践編プロジェクト

人口減少時代における土地利用フレームワークと交通システム 144ページ

駐車場からのまちづくり—都心部駐車場の密度の観点から 152ページ



# 第3章 交通と環境

## 3.1 交通と環境問題

21世紀は環境の世紀と呼ばれるが、交通と環境の関係は、交通機関の変化と注目される環境問題によって、大きく変わってきたと言えるだろう。例えば、1988年に発行されたOECDの報告書“Transport and the environment”<sup>1)</sup>を訳して紹介した「交通と環境」では<sup>2)</sup>、陸上交通が環境に及ぼす影響として大気汚染と騒音を取り上げているが、地球温暖化についての記述は全く見られない。気候変動枠組条約が、リオデジャネイロで開催されたいわゆる地球サミットで採択されたのが1992年で、条約が発効されたのが1994年であった。当時は、日本国内でも、国際的にも、後でも述べる生物多様性条約ともにほとんど認知されていなかった。

一方で、2001年から2004年に世界交通学会の「交通と環境」分科会で行われた「都市交通と環境プロジェクト」(Comparative study on Urban Transport and the Environment: CUTE)では、研究対象を自動車に起因する排出ガスと騒音の環境問題に絞り、その中でも局地的な大気汚染と並んで、温室効果ガスを取り上げた<sup>3)</sup>。これは21世紀に入り、まさに地球温暖化が広く耳目を集めるようになってきたことを反映していると言えるだろう。

しかし、交通が及ぼす環境への影響は、実に広範囲である。先のCUTEのように、自動車と大気汚染、地球温暖化に焦点を当てたものは多いが、それ以外の交通機関と環境との関係が、まとめて議論されていることは極めて少ない。表1は、先に挙げたOECDの報告書<sup>1)</sup>の表に、筆者が大幅に加筆修正して作成した主要な交通機関が環境に及ぼす影響とその内容である。

まず、大気への影響は、その影響の大きさから自動車が着目されることが多い

表1 交通機関の環境への影響(文献1の表1をもとに筆者が加筆修正)

主要な交通機関	大気	陸域	水域 (地下水を含む)	廃棄物	騒音, 振動	生物への影響	景観
海運 および 内陸水運	二酸化炭素 排出 大気汚染	港湾施設 建設 水運用の運 河の建設	港湾施設 建設 河川, 沿岸の 掘削および 浚渫	設備, 船舶の 廃棄	港周辺の 騒音	バラスト水に よる外来生 物の拡大 船の塗料に よる生物の 内分秘攪乱	自然海岸, 河川の喪失 船舶のある 風景
鉄道輸送	二酸化炭素 排出 大気汚染	鉄道, 駅の 建設	トンネル等の 建設による地 下水脈の分 断	設備, 車両の 廃棄	駅の周辺 および沿線 の騒音, 振動	生息地の 分断 衝突事故	自然景観・ 伝統的景観 の分断 新たな景観 資源の創出 (鉄橋や車両 等)
道路輸送	二酸化炭素 排出 大気汚染 (特に, CO, HC, NOx, 粉塵および 鉛のような 燃料添加物)	道路を含む 関連施設の 建設 道路建設に よる地形の 変更 道路建設の ための建設 資材の調達	トンネル等の 建設による 地下水脈の 分断 道路建設に よる水域の開 発および水系 の変更 地表水および 地下水の汚染	設備, 車両の 廃棄, 廃油 バッテリーの 廃棄(特にハ イブリッド車 や電気自動 車)	都市内, 主要 道路の沿道 における 車両の騒音, 振動	生息地の 分断 衝突事故 汚染物質に よる攪乱 凍結防止剤 による汚染 街灯による光 害	自然景観・ 伝統的景観 の分断 新たな景観 資源の創出 (橋梁等)
航空輸送	二酸化炭素 排出 大気汚染	空港施設 建設	空港建設に 伴う水域の 開発	航空機の 廃棄	空港周辺の 騒音, 衝撃波	空港開発に よる生息地 の破壊 飛行機との 衝突事故(主 に鳥類)	自然景観の 喪失 飛行機のある 風景

が、海運、水運、鉄道、航空においても同様に大気へのさまざまな影響が見られる。例えば、2011年の時点で航空は、運輸部門の3.9%の二酸化炭素排出量しか占めていないが、国際的には今後国際航空需要が急増し、2050年には2010年に比べて6倍にも上ると予測されている<sup>4)</sup>。地球温暖化が注目を浴びるまでは、ヨーロッパを中心に酸性雨が話題の中心であった。一方で、近年は中国を始め発展途上国で粒径が $2.5\mu\text{m}$ 以下の微小粒子状物質（PM2.5）が大気汚染を引き起こしている。

交通が環境に及ぼす影響は、道路等のインフラストラクチャーがもたらす影響と車等の運搬具がもたらす影響に大きく二分できる。大気については、運搬具がもたらす影響がその大部分を占めるが、陸域に及ぼす影響はインフラストラクチャーの整備によるものである。港湾施設や駅、空港等の拠点の施設と、運河、鉄道、

道路等の線状の経路の建設に分けられる。経路は連続していなければならないために、自然環境や土地利用を分断せざるを得ない。また、空港施設のように規模が大ききものは、自然環境、土地利用ともに大きな影響を及ぼし得る。

水域への影響も先の交通機関のインフラストラクチャーに由来するものが多い。河川や沿岸部への影響はこれまで数多く指摘されてきており、開発による水質の悪化を伴うことも多い。また、トンネルを用いた地下交通においても、地下水脈の分断による地下水の減少や汚染、そして排水のための維持管理コストの増大が指摘されている。水域に対しては、運搬具による水質汚染も数多く見られる。道路輸送については、自動車が排出するさまざまな化学物質が、道路に集積し、周辺環境に拡散される。

交通にかかわるインフラストラクチャーの廃止、更新に伴い、大量の廃棄物が発生するとともに、それぞれの運搬具についても耐用年数を超えると廃棄物として処理しなければならない。自動車については、日本では自動車リサイクル法によりリサイクルが義務化されており、リサイクル率は約99%にも上る<sup>5)</sup>。ただし、ハイブリッド車の急速な普及や、今後電気自動車や次世代型環境対応車の普及によりバッテリーの廃棄が急増し、そのリサイクルのコストが増大する可能性がある。

騒音については、船舶を除く交通機関でこれまで数多く研究され、さまざまな対策が試みられてきた。インフラストラクチャーの整備の際には、規模に応じて環境アセスメント法の対象となり、法律で定められた基準を満たさなければならない。それぞれの運搬具についても、騒音や振動を抑える開発が続けられている。日本においては、今後整備されるリニアモーターカーや、拡充が進む羽田空港等で、新たな騒音・振動問題が発生する可能性がある。

生物への影響は、交通分野から検討されてきた例は少なく、生物学や生態学の分野からさまざまな指摘がされてきた。最も大きな影響は、生息地の分断、規模の減少である。後で詳しく解説するが、その対策として環境ミティゲーションやエコロードといった対策が講じられるようになってきた。その他、さまざまな影響が見られるが、海運および水運において特徴的なのが、バラスト水による外来種の分布域の拡大と船に使われる塗料による内分泌攪乱物質（いわゆる環境ホルモン）である。また、航空輸送については、飛行機と鳥類の衝突事故が大きな問題になっていて、人間にとっても生命の危険がある。

最後に景観への影響である。この点については、OECDの報告書<sup>1)</sup>では全く触れられていない。自然景観への影響はもちろんのこと、それまで培われてきた



伝統的、歴史的な景観に交通にかかわるインフラストラクチャーが大きな影響を及ぼすことがある<sup>6)</sup>。一方で、景観については、運搬具、インフラストラクチャー自体が、景観資源となることもあるのが大きな特徴である。いわゆる鉄道マニアでなくても、渓谷をまたがる鉄橋に列車がさしかかる写真を美しいと感じるであろうし、横浜ベイブリッジや明石海峡大橋を挙げるまでもなく、インフラ自体が景観スポットとして人気を博している事例には事欠かない。

## 3.2 道路緑化とパークウェイ

環境と交通のインフラストラクチャーは、相互に強い関係を持ちながら発達してきた。例えば、平澤<sup>7)</sup>は、道路緑化の1つの形態である並木について、日本での成立が7世紀初頭に遡ることを示し、8世紀の記録によれば、往来する百姓が日陰で休むことができ、飢えればその実が食べられるということで果樹を植栽することが規定されていたことがうかがえると云う。その後徳川幕府により街道の並木が全国的に整備され、桜並木のようにレクリエーション利用がされるようになったのは徳川吉宗が江戸周辺に園地を開いた18世紀前半になってからである<sup>7)</sup>。これは、日本型の緑地計画の誕生とも言える。

一方で、欧米では18世紀後半にデッサウの領主であったレオポルド3世・フリードリッヒ・フランツが、イギリスの風景式庭園に強い影響を受け、1768年から1770年にかけてヴェルリッツ城を風景式庭園に改築した。その後領土内の緑化を次々進めており、ヨーロッパで最初の緑地計画の誕生と言われる。これが道路計画とあいまってパークシステム（公園緑地系統）として確立したのがアメリカであった。19世紀に入り、アメリカでは都市の拡大に伴い、公園緑地の必要性が強く認識されていた。1873年にフレデリック・ロー・オルムステッドが設計したセントラルパークがニューヨークに竣工した。これはアメリカに建設された最初の大規模都市公園である。同じ頃（1868年）、公園と一体として開発されたパークウェイと呼ばれる道路がブルックリン市に建設された<sup>8)</sup>。このパークウェイの定義は明確ではなく、既に原形をとどめていないが、その後ボストン、ミネアポリス、カンザス・シティにおいて多様な緑地を結ぶ軸線としてパークウェイが位置付けられた<sup>8)</sup>。このパークウェイと緑地の整備は、19世紀の終わりのボストンにおいて、パークシステムと呼ばれる緑地計画に昇華される<sup>9)</sup>。これらは自動車交通が普及する前で、道路は

一般的に馬車道として使われていた。

20世紀に入り自動車は急速に普及してくると、自動車の専用道路としてのパークウェイが登場する。これまでの馬車に比べ、スピードが速い自動車の通行速度を増大させることが目的で、1930年代にロングラインランド・ステート・パークウェイが整備された<sup>8)</sup>。その後パークウェイは、国立公園道路であったり、景勝地の有料道路であったり、世界各地にさまざまな形態で浸透していった。日本にもアメリカのパークウェイは、すぐさま導入され、湘南海岸公園道路（現在の国道134号の一部）が、日本での初めてのパークウェイとして1931年に着工、1936年に完成した<sup>10)</sup>（図1）。



図1 現在の国道134号線  
（浜見山交番前交差点において2014年6月に筆者が撮影）

### 3.3 環境ミティゲーションとエコロード

鉄道や自動車技術の発展は、高速での移動を実現し、特に自動車については、いつでもどこにでも自由に行ける高いモビリティを実現した。これらの陸上の高速交通の発展とともに、鉄道や道路が高密度に整備されるようになった。特に、第二次世界大戦以降、世界的に政治が安定すると経済的な発展に伴い交通インフラストラクチャー整備が急速に拡大し、自然環境に大きな影響を及ぼし始めた。アメリカでは1969年に国家環境政策法を制定し、各種開発による自然環境への影響をできるだけ避けるために、環境影響評価（いわゆる環境アセスメント）が制度化された。日本では欧米各国に大きな後れを取ったものの1997年に環境影響評価法が制定された。一定規模以上の開発に環境アセスメントが義務付けられ、事業が自然環境に及ぼす可能性のある影響が調査され、さらに事業後の事後調査も義務付けられている。しかし、アメリカやドイツを始めとした欧米では、さらに一歩進んだ環境ミティゲーションが制度化され、義務付けられている。環境ミティゲーション（単にミティゲーションと呼ばれることも多い）は、開発等の行為の前後で野生生物の生息地としての総量と質を減じない「ノーネットロス（no net loss）」を実現するための手続きで、

①ある行為をしないことで影響を避ける, ②ある行為を制限することで影響の程度を減じる, ③修復やリハビリ, 復元等によって影響を更正する, ④保護策と管理を行うことで経年的な悪影響を無くしたり減じる, 代替資源を供給したり, 置き換えることで悪影響を補う, という対策があり, この順に優先順位がついている<sup>11)</sup>。図2はドイツのフランクフルト近郊の鉄道であるが, 近年の需要



図2 絶滅危惧種であるトカゲの一種 (*Lacerta agilis*)の重要な生息地となっている鉄道の土手 (ドイツヘッセン州Wetterau郡において2014年7月に筆者が撮影)

の増大に対応するために複々線化が計画されている。この人工的に造られた鉄道の土手がドイツ国内では絶滅危惧種であるトカゲ (*Lacerta agilis*) の生息地となっており, 複々線化の工事が, その生息に大きな影響を及ぼすことが予測されている。よって, 工事に先立ち周囲に代替となる生息空間を整備するといったトカゲの個体数を維持する方策が計画されている。先に挙げた生物の生息地の総量と質を定量化する手続きがあり, そのユニットを債権化して売買するミティゲーション・バンキングと呼ばれるシステムもアメリカでは運用されていて<sup>12)</sup>, 温室効果ガスの排出権取引以前から実際に活用されてきている。

環境ミティゲーションは, 交通のインフラストラクチャーに限らず, あらゆる開発行為が対象であるが, 道路や鉄道といった連続した線状の開発は, 生物の生息地を分断するという特徴を有する。それは, 生息地の規模が縮小されるだけでなく, 横断を試みた動物が自動車や車両と衝突事故を起こすロードキルや, 生活サイクルの中で森林と水辺を移動する両生類のような生物の移動経路分断, 隣接する同種のグループ (個体群と言う) と交雑ができなくなることによる遺伝的な多様性の減少等, さまざまな影響を引き起こす。このような生物に対する影響をできるだけ軽減し, 主には動物の移動に配慮した道路の建設がなされるようになり, それらを総称してエコロードと呼ばれている。環境アセスメント等と同様に欧米で先行してさまざまな事例が蓄積され, 日本に紹介されるようになり, 1993年の第11次道路整備5カ年計画で初めて, エコロードづくりが提唱されるようになった<sup>13)</sup>。その具体的な対策は実にさまざまで, 必ずしも動物相だけが対象ではなく, 植物に配慮されたエコロードも建設されている。欧米では, 先に

挙げた環境ミティゲーションの手続きの一環としてエコロードが位置付けられていることが多い<sup>13)</sup>。日本でも、数々の事例が見られるようになってきたが、道路建設がまず先に決まっていたり、対処療法的に動物のためのトンネルや橋が設置される場合も多く、エコロードと呼ぶには効果を疑問視せざるを得ないものも多い。また、最近の研究では、アメリカ全土で年間8千9百万～3億4千万羽もの野鳥が自動車との衝突によって死亡しているという推定もなされていて<sup>14)</sup>、今後さらなる対策が必要である。

### 3.4 交通と外来生物

はじめに地球温暖化について言及したが、21世紀の地球環境問題として生物多様性の減少を挙げる必要がある。1992年にリオデジャネイロで開催された地球サミットで、気候変動枠組条約と同時に生物多様性条約が採択され、1993年に発効した。地球温暖化問題に比べるといまひとつ知名度がなかったが、2010年に愛知県で生物多様性条約第10回締約国会議（COP10）が開催され、日本でも一躍注目を浴びるようになった。生物多様性を脅かす要因については、日本の生物多様性国家戦略<sup>15)</sup>等に詳しいが、交通との関係で取り上げるべき課題の1つは、外来種の移入である。今では日本の草地で一般的に見られるシロツメクサが、アメリカと日本の貿易が盛んになり、荷物の緩衝材としてアメリカで梱包され、それが日本で広がったのは有名な話であるが、人間の移動とともに、さまざまな生物が意図されてか、されていないかを問わず、運ばれている。

交通に特徴的な例としては、船舶のバラスト水に混入して運ばれる例を挙げることができる。バラスト水は、船舶の運航を安定させるために、特に貨物船で積載量が少ないときに必要とされ、バラストタンクに海水を積むことが一般的である。この海水に多くの水生生物が混入する。海水は、異なる港で貨物を積載するときに放出されるため、かなりの距離を運搬されることもあり、かつ船舶の高速化とともに、混入した水生生物の生存率も高まっていると言われている。日本では要注意外来生物に指定されているムラサキイガイ（いわゆるムール貝）の例がよく知られている。日本在来の生物が運ばれることももちろんあり、ワカメがオーストラリアで大繁殖し、漁業に大きな被害をもたらした。

航空需要の増大も、生物の移動を促進し、人間へのリスクをもたらしている。

航空機によって運搬される招かれざる客の筆頭は、病原菌やウイルスである。旅行者の足として航空機が一般的になって以来そのような例は知られていたが、広く危険性が認知されるようになったのは、2000年以降の重症急性呼吸器症候群（SARS）と鳥インフルエンザの流行である。後者については、野鳥により海を越えて伝播することが知られているが、感染した人間がウイルスを飛行機で運搬する危険性もあり、世界中の空港で熱センサーによる旅行者の体温計測も一般的になった。SARSについては2003年に飛行機を使った旅行者が感染していたことが分かり、中国を始めとした各国は対応に追われた。また、ウエストナイル熱のように、人から人への感染は見られないが、媒介者である蚊が航空機で運ばれて感染が広がる可能性が指摘され、2003年には厚生労働省から「北米地域から来航する航空機へのウエストナイル熱媒介蚊対策の指導について」という通知が出されるに至った。

### 3.5 低炭素交通社会に向けて

はじめに述べたように、交通が目下直面している最も深刻な環境問題と認識されているのが、地球温暖化問題である。図3は2012年度の統計であるが、日本全体の二酸化炭素排出量のうち、運輸部門は18%を占めており、運搬具の製造まで合わせるとさらにその比率は高まるであろう。しかし、交通分野の二酸化炭素排出量は、2000年以降顕著に減少し始めている。それまで一貫した上昇傾向であったものが、大きな転換を迎えつつある。

交通における二酸化炭素排出削減は、大きく分けて3つのアプローチが必要である。1つは、運搬具の排出量を削減すること。次は、交通インフラストラクチャーの改善。そして最後は、社会全体として排出量が削減できる交通システムの構築である。3つ目のシステムには、税制改革等も含まれる。

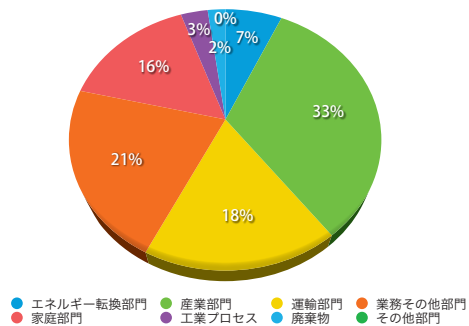


図3 2012年度の日本の部門別の二酸化炭素排出量（間接排出量）の割合（国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィスのデータより筆者が作成）

運搬具の開発、改良は、特に自動車において各メーカーがしのぎを削っている。日本では近年の燃料高騰もあり、消費者の燃費への意識は一層高まり、ガソリン車に比べて燃費が良いとされるハイブリッド車が2013年の新車販売に占める割合は、17%に上った。いわゆる次世代型の車両が開発される一方で、従来の内燃機関の燃費向上、二酸化炭素排出量削減も着実に進行しており、2015年にはリッター40kmを実現する軽自動車が登場すると言われている。アメリカとEUは、それぞれ近い将来に自動車が排出する二酸化炭素の量を規制することを決定している。

二酸化炭素削減に大きな効果をもたらす交通インフラストラクチャー改善の1つとして、渋滞緩和が挙げられる。特に首都圏においては、慢性的な渋滞が発生しているためさまざまな対策が取られてきたが、バイパスや高速道路の建設等により渋滞を緩和することによって、二酸化炭素を削減できる。しかし、結果として交通量が増大したり、走行距離が増加することにより、排出量が増加することもあり得る。最近では、刻々と変化する交通量をリアルタイムで計測し、交通量に最適な信号機の制御も試みられるようになってきている。また、日本においてはほとんど見られなくなってしまったラウンドアバウトを地方都市において復活させようという動きも各地で始まっており、二酸化炭素の削減効果も確認されている<sup>16)</sup>。

二酸化炭素の抜本的な削減のためには、交通システムの転換が欠かせない。ヨーロッパの都市では、ロードプライシングやカーシェアリング、自転車道の整備、公共交通機関の運賃引き下げ、都市部の駐車料金の引き上げ、パークアンドライド、スマートフォン等を使った公共交通の情報化等、さまざまな方策と技術を使って、自家用車から公共交通への利用転換を促している。オーストリアのウィーン市では、1993年から2012年の間に、公共交通の利用率は10ポイント上昇した<sup>17)</sup>。日本では、これまであまり一体的な取り組みがなされてこなかったが、コンパクトシティ化と合わせてLRTを導入した富山市は、成功例として挙げられることが多い。自動車にかかわる税制のグリーン化も、二酸化炭素削減に大きな効果をもたらす。欧米では、地域の実情に合わせたきめ細やかな環境に配慮した税制改革が行われてきた<sup>18)</sup>。日本においても、環境対応車に対する税の優遇に加えて、2012年10月からは地球温暖化対策税が導入された。これまでの石油石炭税に上乘せするもので、2016年4月までに段階的に引き上げられる。この地球温暖化対策税の税収を活用して、省エネルギー対策、再生可能エネルギー普及、化石燃料のクリーン化・効率化等のエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出抑制の諸施策を着実に実施していくこととされている。

## 参考文献

- 1) Organisation for Economic Co-operation for development. 1988. *Transport and the environment*.
- 2) 日本経済調査協議会「交通と環境」『日経調査資料』Vol. 92, No. 13, pp. 1-212, 1993年
- 3) 中村英夫, 林良嗣, 宮本和明編『都市交通と環境一課題と政策』運輸政策研究機構, 2004年
- 4) International Civil Aviation Organization. 2013. *Environmental report: aviation and climate change*.
- 5) <http://www.jarc.or.jp/automobile/manage/> (2014年6月5日閲覧)
- 6) European Environment Agency. 2011. *Landscape fragmentation in Europe: Joint EEA-FOEN report*. Publications office of the European Union.
- 7) 平澤毅「近世以前の日本における並木の成立と発展」『IATSS Review』Vol. 22, No. 1, pp. 4-12, 1996年
- 8) 石川幹子「アメリカ合衆国におけるパークウェイの成立に関する研究」『土木史研究』Vol. 13, pp. 105-120, 1993年
- 9) 石川幹子『都市と緑地』岩波書店, 2001年
- 10) 越沢明「都市計画における並木道と街路樹の思想」『IATSS Review』Vol. 22, No. 1, pp. 13-23, 1996年
- 11) 森本幸裕, 亀山章編『ミティゲーション—自然環境の保全・復元技術—』ソフトサイエンス社, 2001年
- 12) 田中章「ミティゲーション・バンキングによるウェットランド等の生態系保全—米国の生物多様性オフセットの経済的手法: 生物多様性バンキングの実態—」『水環境学会誌』Vol. 33, No. 2, pp. 54-57, 2010年
- 13) 海外エコロード事例調査団編『エコロードブック—生き物と共生する道路づくり海外事例集』道路緑化保全協会, 1999年
- 14) Loss, S. R., T. Will, and P. P. Marra. 2014. "Estimation of bird-vehicle collision mortality on U.S. roads." *The Journal of Wildlife Management*. <http://doi.org/10.1002/jwmg.721>.
- 15) 環境省『生物多様性国家戦略2012-2020 ~豊かな自然共生社会の実現に向けたロードマップ~』2012年
- 16) 松田昌二, 鋤柄寛, 森茂夫「飯田市におけるラウンドアバウトの展開」『IATSS Review』Vol. 39, No. 1, pp. 15-21, 2014年
- 17) <http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/daseinsvorsorge/oepnv/modal-split.html> (2014年6月5日閲覧)
- 18) 今西芳一, 芝原理之「欧米諸国の自動車関連税制」『IATSS Review』Vol. 38, No. 3, pp. 182-190, 2014年

## 推奨文献

- 1) World Conference on Transport Research Society & Institute for Transport Policy Studies. 2004. *Urban Transport and the Environment: An International Perspective*. Emerald Group Publishing Limited.
- 2) Benedict, M. A., and E. T. McMahon. 2006. *Green Infrastructure: linking landscape and communities*. Washington, DC: Island Press.

## 参照すべき実践編プロジェクト



# 第4章 交通工学

交通工学は、内燃機関大衆車が普及した20世紀初頭に興り、第2次世界大戦以降の世界的なモータリゼーションの進展に伴い発展した。その伝統的な範疇は、交通混雑、交通安全、交通公害（環境負荷）といった道路上の自動車交通による負の影響を軽減するために必要な科学・技術分野である。本章では、こうした自動車交通流の科学とこれに基づく交通技術を概観する。

## 4.1 交通流の基礎

道路上の自動車交通の流れを理解するためには、以下の交通量、交通密度、および（交通）速度という基礎的な変数を用いる。

1時間あるいはそれよりも短い時間を集計単位として、ある地点を通過した車両数、あるいはこれを単位時間当たりの車両数に換算したものを交通流率[台/時]と呼ぶが、一般に交通量とも呼ぶ。交通量はある地点の通過台数に過ぎず、その地点が交通渋滞（4.2節参照）状態でないならば、交通量はその地点の交通需要を意味するが、交通渋滞状態にある場合は、交通量はその交通渋滞の原因となるボトルネック地点（4.2節参照）の交通容量に等しい。

交通密度とは、一般に1kmあるいはそれよりも短い道路延長方向の距離を集計単位として、ある時点に存在する車両数を単位距離当たりの車両数に換算したものを[台/km]である。交通量とは異なり、道路の上空から比較的長い区間を同時に観察して台数計測をする必要があり、直接観測は困難である。

交通の速度[km/h]とは、異なる速度を持つ個々の車両からなる交通の流れを代表する速度である。この代表値には個別車両の「空間平均速度」を用いる。



これは、ある区間長の走破に要する個別車両の走行時間の平均値でこの区間長を除いたものである。空間平均速度は、同一地点で観測された各車両の速度値の調和平均で推定できる。(交通)速度に空間平均速度を用いると、

$$(\text{交通量}Q) = (\text{交通密度}K) \times (\text{交通速度}V) \quad (\text{式1})$$

なる関係が成立する。地点で観測された各車両の速度値を普通に(算術)平均したのでは(式1)は一般には成立しない。(式1)は、物理学の基本法則「質量保存則」に相当し、交通に限らず「流れ一般」に対して普遍的に成立する。

図1に、時間-空間図上の個別車両の軌跡と交通量,交通密度の関係を示す。この2変数が時間軸と空間軸に対して対称な関係にあること、平均車頭時間の逆数が交通量,平均車頭距離の逆数が交通密度に相当することが分かる。

図2は、道路に設置された車両感知器で5分間ごとに集計し、計測された交通量と(交通)速度から(式1)を用いて交通密度を計算し、この3つの変量相互の関係を示したものである。一般に交通密度がゼロに近づくとき速度が最大値(自由速度)、速度がゼロに近づくとき交通密度が最大値(飽和密度)を取り、両者はおよそ単調減少の関係にある。また、交通量が極大値となる交通密度(臨界密度)と速度(臨界速度)が存在する。臨界密度より高い密度(臨界速度より低い速度)の状態が交通渋滞状態であり、逆に臨界密度より低い密度(臨界速度より高い速度)の状態は渋滞していない交通状態を表す。

(式1)と交通密度-速度関係の単調減少性から、交通量-交通密度(交通量-速度)関係が2値関数で、交通量の極大値の存在が導かれる。これが道路交通において「最大交通量(交通容量)が存在する」ことの理論的根拠である。

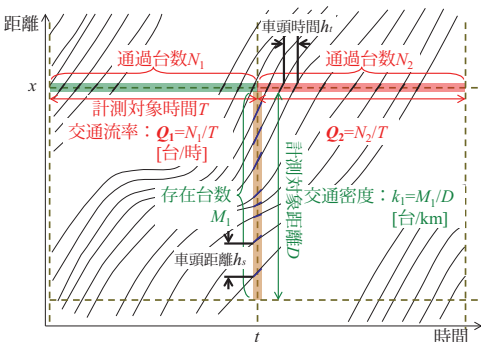


図1 時間距離図

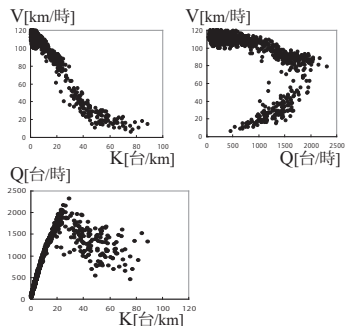


図2 交通量・交通密度・速度関係の実測例

## 4.2 交通渋滞の特徴

### 4.2.1 交通渋滞の定義とボトルネック

交通渋滞は、「交通容量上のボトルネックにその地点の交通容量を超える交通需要が流入しようとするときに、ボトルネックを先頭にしてその上流区間に生じる車両列（交通渋滞車列）における交通状態（待ち行列）」と定義される。ボトルネックとは、前後区間と比較して相対的に交通容量が低い道路区間である。日本の高速道路では、単路部のサグ部（縦断勾配が下り方向から上り方向へ変化する区間）やトンネル入り口<sup>1)・2)・3)</sup>が都市間高速道路の交通渋滞の主な原因であるが、欧米では合分流部や織込み区間が主要なボトルネックとなっている。一方一般道では、交通量の多い信号制御された重要交差点、大規模ショッピングセンターの駐車場入場待ち行列や路上駐停車等がボトルネックとなりやすい。以上の定義からは、一定の速度閾値では交通渋滞を判定できないことが分かる。日本の都市間高速道路では時速40km以下、首都高速道路では時速20km以下を交通渋滞の判定基準にしているが、これは実務的な基準である。

### 4.2.2 交通渋滞の計算法

図2に基づいて、図3に示すように単純化した1車線当たりの交通量-交通密度関係を仮定する。この関係を用い、ボトルネックで交通渋滞が発生する様子を図4の時間-距離図に模式的に示す。交通容量 $C_b$ のボトルネック（図4のBN地点）に流入する交通需要 $A$ の交通状態は、図3の点 $a$ （交通量 $A$ 、交通密度 $k_1$ 、速度 $v$ ）で表される。ここで $A > C_b$ の場合ボトルネック上流に交通渋滞（図3の点 $b$ ：交通量 $C_b$ 、交通密度 $k_2$ 、速度 $v_b$ ）が発生し、その末尾は上流へ移動する。こ

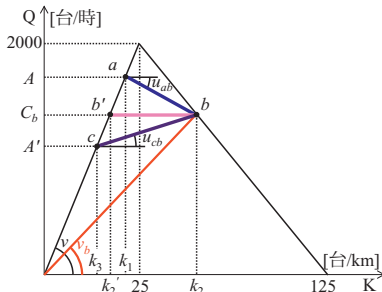


図3 交通量-交通密度関係モデル

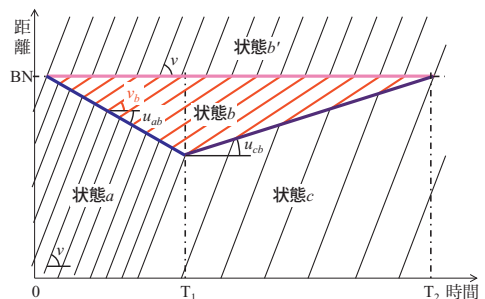


図4 交通渋滞の延伸・縮退の衝撃波

の衝撃波速度 $u_{ab}$ は衝撃波理論で与えられ、(式2)で計算される<sup>4)</sup>。

$$u_{ab} = (A - C_b) / (k_1 - k_2) \quad (\text{式2})$$

(式2)は図3の点 $a$ と点 $b$ を結ぶ傾きを意味し、図中の $u_{ab}$ は負の傾きなので交通渋滞末尾は上流へ移動する。図4では、交通需要の状態 $a$ と交通渋滞の状態 $b$ との境界が速度 $u_{ab}$ で移動する。ここで、時刻 $T_1$ に交通需要が図3の点 $c$ (交通量 $A'$ 、交通密度 $k_3$ 、速度 $v$ )に変化し、 $A' < C_b$ が成り立つと、 $u_{cb}$ は正の傾きなので、交通渋滞の末尾は縮退し、時刻 $T_2$ に消滅する。

例えば、ボトルネック交通容量 $C_b=1600$ [台/時]に交通需要 $A=1800$ [台/時]が到着すると、 $u_{ab} = (1800-1600) / (22.5-50) \approx -7$ [km/h]で交通渋滞が延伸し、 $T_1=2$ 時間なら、その交通渋滞長 $L$ は約14kmとなる。ここで交通需要が低下して $A'=1500$ [台/時]になると、 $u_{cb} = (1500-1600) / (18.75-50) = 3.2$ [km/h]で、時刻 $T_2$ は $T_1+L/u_{cb} \approx 6$ 時間30分となる。

一般に、交通需要の増大により交通渋滞が生じてても、交通需要のボトルネック交通容量の超過割合は高々十数% (本計算例では $1800/1600=1.125$ なので超過割合は12.5%) であること、交通需要が超過する時間 (同2時間) より交通渋滞の継続時間 (同6.5時間) はかなり長いことが知られている<sup>5)・6)</sup>。

### 4.2.3 高速道路単路部交通渋滞の特徴

日本の都市間高速道路では、近年ではサグ部とトンネル入り口を合わせるとボトルネック箇所<sup>7)</sup>の8割にも達する<sup>7)</sup>。これらの箇所では、合分流も交通信号もないが、勾配変化等による僅かな速度擾乱をきっかけに減速波が上流伝搬し交通渋滞状態に移行してしまう。この現象が発生する交通需要は、通常の単路部交通容量の75～90%程度の範囲で大きく変動する。これは運転者の前方車への追従特性に個人差・車両差が存在するためと考えられている<sup>8)・9)</sup>。

またいったん交通渋滞状態に移行すると、ボトルネック交通容量はさらに低下して通常区間の60%前後にまで低下してしまう。これは、低速な交通渋滞状態で飽きや疲れが生じたために追従挙動が緩慢になることに起因する<sup>8)・9)</sup>。図3のように交通需要を1車線当たり1800[台/時]とし、通常区間の1車線当たり2000[台/時]の80%相当の1600[台/時]で交通渋滞が発生した場合、時速約7kmで交通渋滞が延伸するが (4.2.2項参照)、仮にその後交通容量が60%の1200[台/時]に低下した場合、図3と(式2)を用いると、交通渋滞の延伸速度は時速約14kmと約2倍の速さになることが分かる。つまりサグで交通渋滞発生後に交通容量がさら

に低下すると交通渋滞車列は急速に延伸する。また、交通需要が減少しても、渋滞解消速度が低下しているため、交通渋滞継続時間も伸びてしまう。これが高速道路の交通渋滞が、距離延長も継続時間も長くなりやすい理由である。

### 4.3 道路の交通機能と計画設計

高速道路は自動車の大量・高速交通を担う大動脈である。その中には、国土の骨格を構成する長距離移動用もあれば、地方圏のネットワークを構成するもの、さらに大都市の都市内高速道路もある。自転車、歩行者等も含む多様な交通を担う一般道路でも、異なる連絡スケールによる道路機能分類が成立する。また都市内の一般道路は、こうした交通の機能以外にも、水道・ガス等のインフラ収納空間機能や火災延焼を防ぐ防災機能等、多様な機能を担う「街路」であり、都市間を結ぶ「街道」のような道路とは大きく異なる。近年、日本ではこうした道路の階層構造ごとの交通機能の違いに着目し、ネットワークとして一定の交通サービス性能目標を達成するような「性能照査型」の道路計画・設計論に関する研究が進められている<sup>10)・11)</sup>。

道路同士が交わる交差点は、まさに「交通の要衝」であり、道路機能の階層性を担保するために最も重要な要素の1つである。多くの交通容量上のボトルネックは道路交差点、特に一般街路の重要信号交差点である。交通が集中する交差点では、交通渋滞が発生しないよう交差点部の幾何構造設計（車線数確保や一部立体交差、交通島による動線分離等）と、交通信号の現示企画や信号制御パラメータ（サイクル、スプリット、オフセット）の適切な設定が求められる（図5参照）。

道路ネットワーク上には、交通容量上のボトルネック（ $C_b$ ）とならない交差点も多数存在する。交通需要  $D$  が極めて少なくとも（ $0 \sim D \ll C_b$ ）、信号交差点では信号制御パラメータに応じた

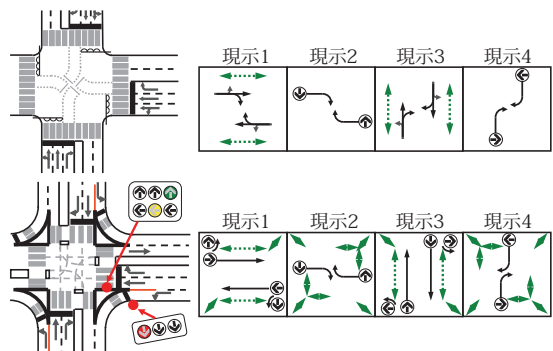


図5 重要信号交差点制御の改良例

信号待ち時間（遅れ）が生じる。一方、交通需要が一定以上ある（ $D > Q_0$ ）無信号交差点では、信号制御より遅れが大きくなることもある。中庸な交通需要（ $0 \ll D \sim Q_0 < C_b$ ）の交差点では、遅れを少なくするとともに、無信号交差点における追突・出会い頭事故のリスクを大幅に低減できる方式として、近年ラウンドアバウト（Roundabout: RAB）が注目され、日本でも導入の機運が高まっている。

一定レベル以上の幹線道路の通行機能を確保するためには、細街路との交差点部で必要以上に通行が阻害されないことが必要であり、細街路を幹線道路に接続しない・接続しても左折流入／流出しか認めない・幹線からの右折流出を認める場合には右折専用の車線ポケットを中央帯部に設けて本線通行交通と分離する等、道路幾何構造上の工夫や交通運用・規制が有効である。こうした考え方を米国ではアクセス・マネジメントと呼んで体系化を試みている<sup>12)</sup>。

## 4.4 道路の交通対策技術

### 4.4.1 基本的な考え方

交通渋滞の緩和・解消には、基本的には交通需要の調整かボトルネック交通容量の増大が基本的な対策となる。前者は交通需要マネジメント（Travel Demand Management: TDM）という考え方で体系化が図られているが、さらに近年では交通情報の提供や経路誘導等、より動的な調整策が取られるようになってきた。一方後者は、車線数増や道路ネットワークの増強等、物理的な施策が中心となるが、後述の動的交通管理（Active Traffic Management: ATM）も欧米では導入が進んでいる。

交通安全の向上のためには、交通工学のみならず車両技術、人間側の要因の解明等、多角的な取り組みが必要であるが、特に高速道路における交通渋滞は、追突事故や車両接触事故の原因ともなり、交通渋滞対策は交通事故削減にも大きく寄与する<sup>13)・14)</sup>。道路線形設計や交差点配置計画等で、道路の幾何構造を運転者から自然に分かるように設計すること、さらに一般街路では歩行者や自転車等と混在することから、交通信号を含む交通規制全般を適切に設定することで、安全性の高い空間を提供することも重要である。

交通による環境影響には、騒音、大気汚染、地球温暖化ガス排出等がある。近年、日本では騒音や大気汚染は、車両や燃料の改善等で大きく軽減され、燃

費向上は二酸化炭素排出量も低減させている。ただし交通渋滞や交通信号による停止発進の繰り返しは二酸化炭素排出量を無駄に増加させる<sup>15) 16)</sup>ため、これを軽減する交通円滑化対策は環境影響の軽減にも効果がある。

#### 4.4.2 高速道路の交通渋滞対策

高速道路は、自動車専用道路として大量・高速な自動車交通を担う国土および大都市の大動脈である。これが頻繁に交通渋滞を起こすことは、大動脈の機能不全を意味し、国・地域にとっての大損失である。そのため、特に高速道路の交通渋滞解消は極めて重要である。欧米では、流入部で交通量を調整するランプメータリング、さらに近年では図6に示す車線別可変速度規制や臨時的路肩走行運用等のATMの導入が進められている。

日本でも、新東名高速道路の愛知区間の開通までは東名高速道路に交通が集中して交通渋滞の多発が予想されたため、道路幅員を変えずに幅員を狭めて車線数を増やす対策（図7参照）が行われ<sup>17)</sup>、交通渋滞と交通事故の減少に大きく寄与している。さらに最近注目されている自動車の自動走行技術でも、一定速度を自動的に維持するCC（Cruise Control）を進化させ、前方車に追い付くと自動的に前方車に追従するACC（Adaptive Cruise Control）は、高速道路単路部ボトルネック現象が運転者による追従挙動に起因する（4.2.3項参照）ことから、この現象発生を抑制し交通渋滞を減少できる可能性が期待されている<sup>18)</sup>。



図6 車線別可変速度規制の例(イギリス)

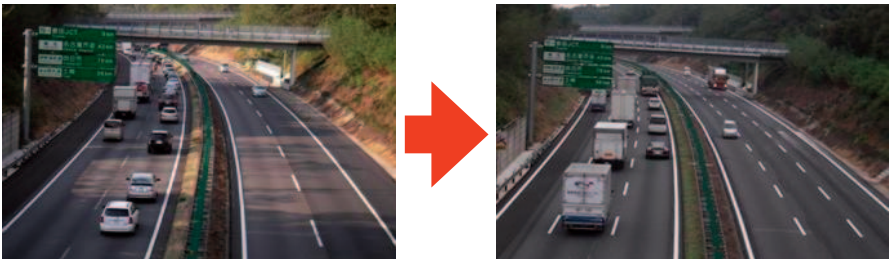


図7 東名高速道路音羽蒲郡IC-豊田JCT間の3車線化  
(NEXCO中日本記者発表資料より引用)

## 4.5 交通マネジメントの高度化

交通工学の1つの大きな課題は、実験室における実験が極めて困難なことである。従って事実を丹念に観測・調査することが重要であるが、1, 2割の交通需要の変動や、運転挙動の個人差に起因して高速道路サグ部における交通渋滞発生の有無が生じる等、微妙な交通の違いや変化で交通の流れの特徴は大きく変わる。こうした時間・空間的変動の実態を把握するには、4.1節に示した車両感知器等による定点観測だけでは限界がある。

近年、情報化の進展により、車両に搭載のカーナビやスマートフォンを単に持ち歩いているだけで、その車両が経験した交通状態を時々刻々と計測・モニタリングできる「プローブ」と呼ばれる技術が確立されつつある。ただし、これは基本的にサンプルであり、全体の量的な特徴を知ることは難しい。

現在、既存の車両感知器データとプローブ・データを融合し、4.2節に示した交通流理論を援用して交通の全体像を描く技術も開発されている<sup>19)・20)</sup>。またこうした大量のデータを蓄積し、最新のデータマイニング技術を援用することで、交通の実態の全体像に関する知見が飛躍的に増えることが期待されている。こうした蓄積情報による知見をベースにしつつ、センサーやプローブ情報をリアルタイムに利用し、理論に基づく交通シミュレーションを適用して現状の交通状況を正確に推定・把握する(“Now”-cast)技術<sup>21)</sup>を確立し、これを交通情報提供や経路誘導、さらにランプメータリングやTDM施策に動的かつ柔軟に応用する交通マネジメント技術を確立することで、日々の交通渋滞を最小限に軽減できるものと期待される。さらにこれらの技術は、悪天候時や大規模なイベント開催時、交通事故やその他の予測困難なインシデント等に対する迅速な対応策の計画・立案と実行に大きく役立つものと考えられる。

例えば、図8は2011年3月11日東日本大震災発生時の東京の主要幹線道路の大渋滞状態を示している<sup>22)</sup>が、この時はボトルネックによる交通渋滞がネットワーク状に延伸することで、交通渋滞領域がループを形成し、交通渋滞末尾が最初のボトルネック位置まで伸びてくることで、

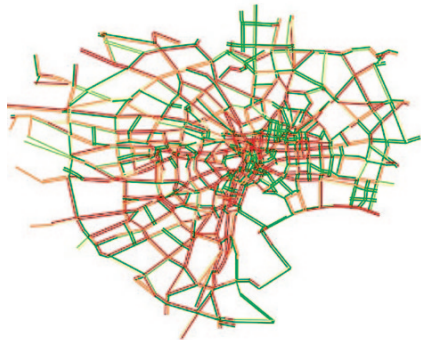


図8 グリッドロック状態の東京の幹線道路

さらにボトルネック交通容量を低下させて、ネットワーク全体を麻痺させる「グリッドロック」が発生したものと考えられている。グリッドロックは極めて深刻な交通渋滞であり、またいったんグリッドロックしてしまうと、この状態から抜け出すのは容易なことではない。グリッドロックをリアルタイムに検出し、あるいはその予兆を捉えてグリッドロックを回避できる交通制御手法の確立は、道路交通システムの安定性、信頼性向上に大きく貢献するものと考えられる。

#### 参考文献

- 1) 越正毅「高速道路トンネルの交通現象」『IATSS Review』Vol. 10, No. 1, pp. 32-38, 1984年
- 2) Koshi, M. 1985. "Traffic Flow Phenomena in Expressway Tunnels." *IATSS Research* Vol. 9: 50-56.
- 3) 越正毅「高速道路のボトルネック容量」『土木学会論文集』No. 371/IV-5, pp. 1-7, 1986年
- 4) Lighthill, M. J., and G. B. Whitham. 1955. "On Kinematic Waves: 2. A Theory of Traffic Flow on Long Crowded Roads." *Proceedings of the Royal Society of London A* Vol. 229: 317-345.
- 5) 越正毅, 赤羽弘和「渋滞の研究」『道路交通経済』No. 45, pp. 64-69, 1988年
- 6) Koshi, M., H. Akahane, and M. Kuwahara. 1989. "Explanation of and Countermeasures against Traffic Congestion." *IATSS Research* Vol. 13, No. 2: 53-63.
- 7) <http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/autopilot/pdf/05/6.pdf>.
- 8) Koshi, M., M. Kuwahara, and H. Akahane. 1992. "Capacity of Sags and Tunnels on Japanese Motorways." *ITE Journal* Vol. 62, No. 5: 17-22.
- 9) 越正毅, 桑原雅夫, 赤羽弘和「高速道路のトンネル, サグにおける渋滞現象に関する研究」『土木学会論文集』No. 458/IV-18, pp. 65-71, 1993年
- 10) Oguchi, T. 2008. "Redesign of Transport Systems on Highways, Streets and Avenues." *IATSS Research* Vol. 32, No. 1: 6-13.
- 11) 中村英樹, 大口敬「性能照査型道路計画設計の導入に向けて」『土木学会論文集D3』Vol. 67, No. 3, pp. 195-202, 2011年
- 12) Transportation Research Board. 2003. *Access Management Manual*.
- 13) 彦坂崇夫, 中村英樹「高速道路単路部における事故率と交通状況との関連に関する統計的分析」『第21回交通工学研究発表会論文報告集』pp. 173-176, 2001年
- 14) 大口敬, 赤羽弘和, 山田芳嗣「高速道路交通流の臨界領域における事故率の検討」『交通工学』Vol. 39, No. 3, pp. 41-46, 2004年
- 15) Oguchi, T., and M. Katakura. 2000. "New Conceptual Evaluation Method of Amount of Exhaust Emission Gas on Vehicular Road Traffic." *Advances in Transport (Urban Transport VI)* Vol. 6: 383-392.
- 16) 大口敬, 片倉正彦, 谷口正明「都市部道路交通における自動車の二酸化炭素排出量推定モデル」『土木学会論文集』No. 695/IV-54, pp. 125-136, 2002年



- 17) [http://media2.c-nexco.co.jp/images/press\\_conference/78/2918114934ea7888494e01.pdf](http://media2.c-nexco.co.jp/images/press_conference/78/2918114934ea7888494e01.pdf).
- 18) 岩崎健, 金澤文彦, 坂井康一, 鈴木一史 「高速道路サグ部におけるACC車両の混入状況に応じた渋滞緩和効果」『第10回ITSシンポジウム2011 Proceedings』2011年
- 19) Mehran B., Kuwahara M. 「プローブ、車両通過時刻、信号制御データの融合による一般街路上の車両軌跡推定」『交通工学』Vol. 46, No. 1, pp. 77-89, 2011年
- 20) Mehran, B., M. Kuwahara, and F. Naznin. 2012. "Implementing Kinematic Wave Theory to Reconstruct Vehicle Trajectories from Fixed and Probe Sensor Data." *Transportation Research Part C* Vol. 20: 144-163.
- 21) Hanabusa, H., M. Kobayashi, K. Koide, R. Horiguchi, and T. Oguchi. 2013. "Development of the Nowcast Traffic Simulation System for Road Traffic in Urban Area." In *Proceedings of 20th World Congress on ITS*. CD-ROM.
- 22) 大口敬, 伊藤麻紀, 水田隆三, 堀口良太, 飯島護久 「東京23区を対象とした大規模災害時交通シミュレーションと交通渋滞緩和策の評価」『第33回交通工学研究発表会論文集』pp. 273-278, 2013年

#### 推奨文献

- 1) May, A. D. 1990. *Traffic Flow Fundamentals*. Prentice Hall.
- 2) Daganzo, C. F. 1997. *Fundamentals of Transportation and Traffic Operations*. Elsevier Science.
- 3) 久保田尚, 大口敬, 高橋勝美 『読んで学ぶ交通工学・交通計画』理工図書, 2010年
- 4) 交通工学研究会編 『道路交通技術必携2013』丸善, 2013年

#### 参照すべき実践編プロジェクト

- 歩行者の道路横断実態を重視した実用的な最適信号制御 156ページ  
 二段階横断方式によるサイクル長の大幅短縮 160ページ  
 安全でエコなラウンドアバウトの実用展開・社会実装・普及促進に関する研究 164ページ  
 東南アジアにおけるオートバイの都市交通手段としての役割と限界に関する研究 168ページ



# 第5章 ITS

## 5.1 ITS概論

### 5.1.1 ITSとは

ITSという呼称が生まれて、2014年現在で約20年になる。ITSとはIntelligent Transport SystemsあるいはIntelligent Transportation Systemsの略で、広義にはIT（情報技術）により高度化されるモビリティに関するシステム一般を意味するが、国によりまた立場により異なる名称や概念が存在する。

日本の政府やITS Japanではその日本語の名称を「高度道路交通システム」としているが、電子情報通信学会、情報処理学会、電気学会等では「高度交通システム」と呼んでいる。

その定義も国土交通省によれば「ITSとは、最先端の情報通信技術を用いて人と道路と車両とを情報でネットワークすることにより、交通事故、渋滞等といった道路交通問題の解決を目的に構築する新しい交通システム」としており、図1のように説明している<sup>1)</sup>。

また、ITS Japanでは、「ITSとは、人と道路と自動車の間で情報の受発信を行い、道路交通が抱える事故や渋滞、環境対策等、さまざまな課題を解決するためのシステムとして考えられました。常に最先端の情報通信や制御技術を活用して、道路交通の最適化を図ると同時に、事故や渋滞の解消、省エネや環境との共存を図っていきます。関連技術は多岐にわたり、社会システムを大きく変えるプロジェクトとして、新しい産業や市場を作り出す可能性を秘めています」と説明している<sup>2)</sup>。



図1 国土交通省のITS<sup>1)</sup>

前述の各学会では、車に限らず、鉄道や航空機、船舶も含めて、モビリティ一般のITによる高度化を対象領域としている。このようなモビリティ・オリエンテッドな考え方は、諸外国でも特にヨーロッパでその傾向が強い。

### 5.1.2 ITSを推進する組織

ITSを推進する組織は、各国とも政府、地方自治体、産業界、学界等広がりがあるが、例えば日本では、1996年当時は関係5省庁（警察庁、通商産業省、運輸省、郵政省、建設省）と呼ばれ、省庁再編を経て現在は、内閣官房、内閣府、警察庁、総務省、経済産業省、国土交通省が関係することが多い。また、特定非営利活動法人ITS Japanは、日本におけるITS分野を進める要であり、ITS世界会議やITSシンポジウムの事務局を担当し、またInternational Journal of ITS Research等の学術誌の発行も行い、産官学連携して積極的な国際連携の中でITSの推進活動を行っている。

後述するITS世界会議は、欧州ITS推進のための官民連帯組織ERTICO (European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization)、米国のUS DOT (米連邦運輸省) の公式諮問委員会で、ITS推進を目的とする非営利の科学・教育団体 ITS America (Intelligent Transportation Society of America) とITS Japanが中心となって、毎年欧州、アジア、アメリカの世界三極持ち回りで開催されている。また、このほかにも各国にITSを推進する官民連携の組織が多数存在する。また、これに各大学や研究所が加わり、全体としてITS分野が進められている。

一方、学会としては、米国のIEEE、TRB、日本の前述の3学会のほか自動車技術会、土木学会、交通工学研究会、国際交通安全学会等広く扱われている。また、標準化では、ISO/TC 204 - Intelligent transport systemsが中心的であるが特に情報通信分野ではITUとの連携が取られている。

### 5.1.3 ITSの目的

ITSの定義により分野の意味する範囲や考え方は変わるが、その目的は一般に「交通や輸送に関する、安全性、効率、環境、利便性に関し、ITを駆使して向上させること」にある。従って、ライフスタイル・価値観の変化や科学技術の進歩・普及による情報通信・位置特定・センシング基盤の変化は常にITSの世界に変化をもたらす。次節ではITSの歴史を概観する。

## 5.2 ITSの歴史

### 5.2.1 ITS世界会議の始まりと日本のITSの変遷

毎年行われるWorld Congress on Intelligent Transport Systems（以降世界会議と略す）の第1回は1994年パリ，翌年第2回が横浜での開催となる。正確には会議の名称にITS とつくのは第2回の横浜以降であり，第1回の世界会議と位置付けられている会議は“The first World Congress on Advanced Transport Telematics and Intelligent Vehicle-Highway Systems”という呼称であるが，その世界会議のテーマが“Towards an intelligent highway transport system”であった<sup>3)</sup>。日本では，1995年の横浜の世界会議以降大きく盛り上がり，1996年に当時の関係5省庁により「高度道路交通システム（ITS）推進に関する全体構想」が策定され，活発にこの分野が推進された。図2はこれ以降の流れを示している。

ここから2004年半ばまでをITSファーストステージと後に呼ぶようになる。今では広く利用されるVICS（Vehicle Information and Communication system）に代表されるナビゲーションの高度化やETC（Electronic Toll Collection）自動料金収受システム（当時の呼称）等，9分野21サービスが設定され進められた<sup>4)</sup>。

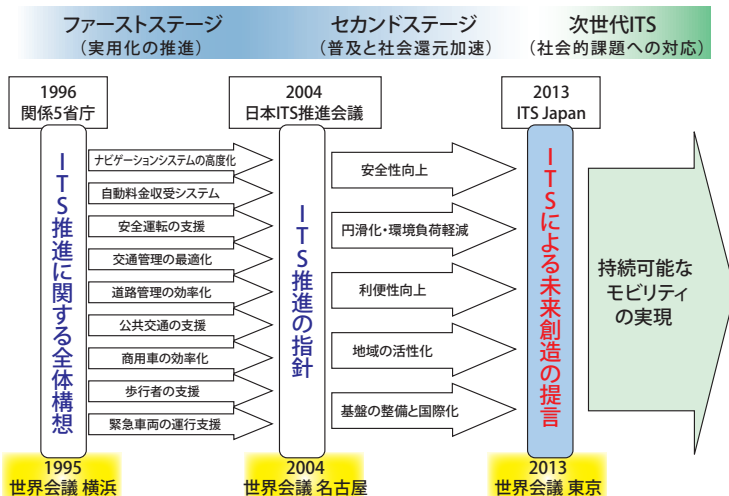


図2 日本のITSの流れ<sup>4)</sup>

ITSはシステムのシステムであり、システムに対する理解を深めることが重要である。一般に以前はシステムも小規模で、多くのシステムはそれぞれ専用システム（システム・バイ・システム）で作られていた。近年のシステムはプラットフォームの上のアプリケーションとして作られる傾向が強い。例えば、ワープロ専用機は姿を消して、PCのOSの上に乗ったアプリケーションの1つとして実現され、携帯電話機はフィーチャーフォンの比率が減り、AndroidやiOSのようなプラットフォームの上の携帯電話アプリとして実現されるスマートフォンのような携帯機器の比率が高まる傾向にある。近年ではカーナビが、専用機からスマートフォン上のカーナビナビアプリケーションによる実現にシフトしている。すなわち、専用システムからプラットフォーム指向への顕著な変化である（図3）。

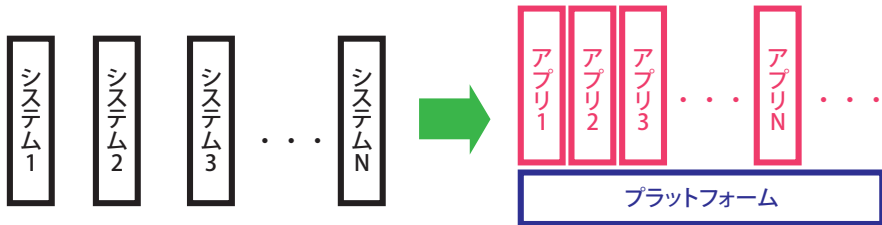


図3 プラットフォーム指向。プラットフォーム+アプリケーションによるシステムの実現

2004年、日本ITS推進会議で「ITS推進の指針」が示され、その柱は「安全・安心」、「環境・効率」、「快適・利便」<sup>4)</sup>等、上位の目的オリエンテッドな表現がなされ、個別のシステムの統合やプラットフォーム化が前面に出された。各種プロジェクト等は文献4)を参照されたい。

実用化の推進のファーストステージ、普及と社会還元加速のセカンドステージ、そして2010年以降は、社会的課題への対応の次世代ITSとして持続可能なモビリティ環境の実現が謳われている。特に今後のITSについて、社会背景の変化、技術的背景の変化を踏まえて、地域ITSの拡大、次世代モビリティ社会の実現に向けて努力が続けられている。その方向性は、(1)安全・安心な交通システムの構築、(2)次世代型自動車社会の構築、(3)環境への対応、(4)情報通信技術発展への対応、(5)次世代型の人や物の移動への対応、(6)地域と一体となったITS導入促進、(7)災害時への対応、(8)国際化への対応、の8点にまとめられている<sup>4)</sup>。

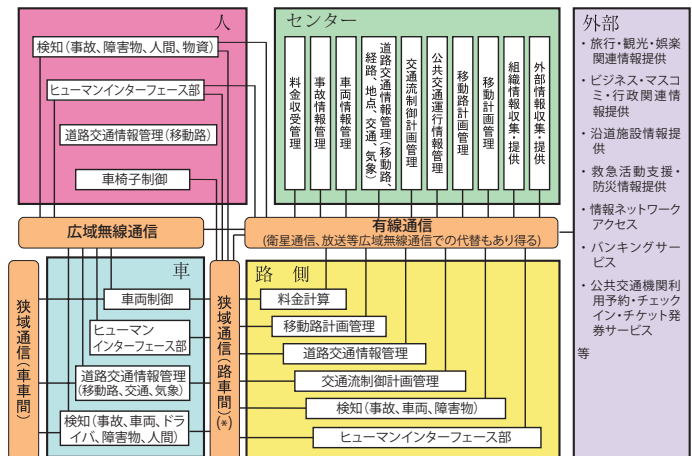
### 5.2.2 関係分野の歴史

ITSという名称が使われたのは前述の通り1994年からであるが、センシングや情報通信、信号処理、情報処理を用いて、特に道路交通の高度化を図るITS分野の源は、米国カリフォルニア州のPATH (Partners for Advanced Transportation Technology) プログラムや欧州のPROMETHEUS (PROgramme for European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety) 計画等、1980年代まで遡れる。さらに自動運転、経路誘導、交通情報提供等のプロジェクトを含めれば、欧米日（原文の表記順を尊重）で1950年代まで遡れる<sup>5)</sup>。1950年代から始まる自動運転の研究開発の変遷は、近年の日本のエネルギー ITSの隊列走行の研究開発プロジェクトまで、ニーズや法制面も含めて包括的に述べられた論説<sup>6)</sup>があるので、そちらを参照されたい。

### 5.2.3 システムアーキテクチャ

システムアーキテクチャとは、システム全体の目標を達成するためのシステムの各要素の相互作用やシステム全体の動作を概念的に表現したものであり、大規模で実用化・普及まで時間を要するシステムの開発を効率的に進めるためのもので、いわば海図のようなものである。システムアーキテクチャ策定の目的は、統合的なシステムの効率的な構築、システムの拡張性の確保、国内・国際的な標準化の促進にある。

1990年代後半に策定された日本におけるシステムアーキテクチャ（図4参照）と、その策定の前提とした利用者サービス体系の全体像（図5参照）を挙げる<sup>7)</sup>。



(\*) 狭域通信(路車間)は、路側と車及び人の間で行われる狭域通信を示す。

図4 システムアーキテクチャ(サブシステム相互接続図)<sup>7)</sup>

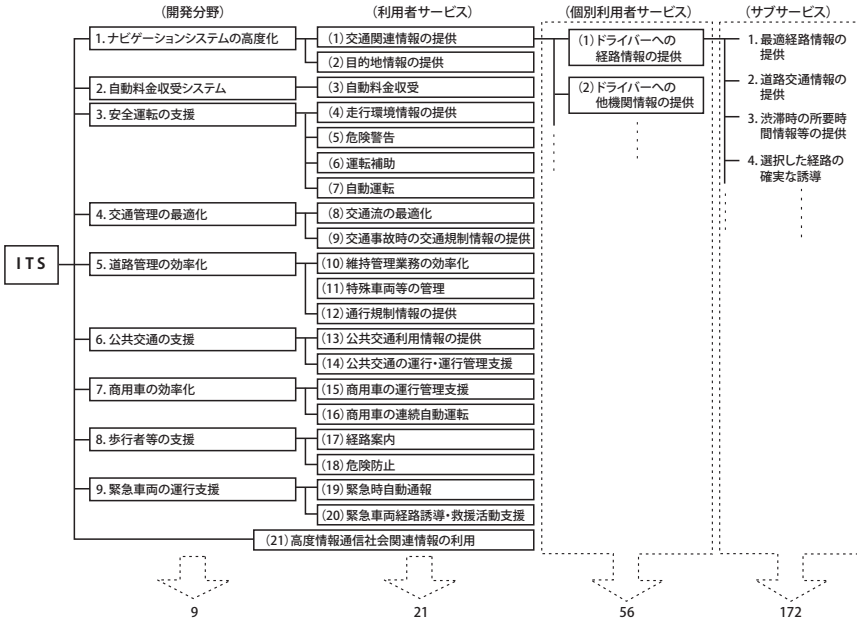


図5 システムアーキテクチャ策定の前提とした利用者サービス体系の全体像<sup>7)</sup>

## 5.3 ITS分野と研究開発テーマ

### 5.3.1 ITSの分野の俯瞰

ITSの分野はその要素技術からアプリケーションまでレイヤが深く、また、その広がりも多岐にわたる。

図6はITS分野の構成を説明したもので、情報通信，位置特定，センシング等それぞれの要素技術に支えられ、プラットフォーム等をミドルレイヤに要素技術の提供する諸機能に支えられて安全

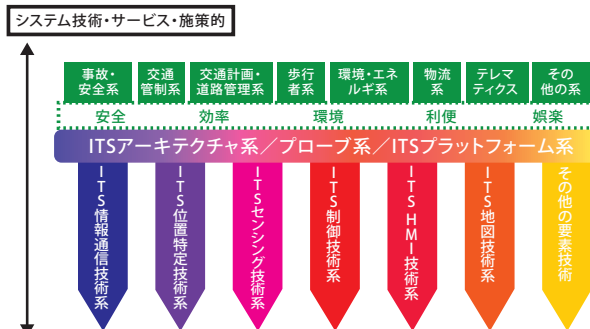


図6 ITS分野の構成

運転支援系、交通管制系、歩行者系等、数々のアプリケーションがある<sup>8)</sup>。

アプリケーションも要素技術もそれぞれ時代により変化する。例えば、専用の情報通信・位置特定・センシングシステムから汎用の携帯電話・Wi-Fi・Bluetooth・スマートフォン内蔵センサー等で実現可能なアプリケーションも出てくる。また、各要素技術やシステム技術の進化で、単なる危険警告から安全運転支援そして自動運転まで安全運転支援系は進化しつつある。

本図は要素技術からアプリケーションまでを、時代を超えて普遍的、抽象的に示しているものである。

### 5.3.2 世界のITSの潮流の変化と研究開発テーマ

ITSの初期、その本質はほとんどがAwareness Enhancement（気付きの範囲の拡大、図7）であった。ドライバーに自身の視界の範囲を超えて迫りくる危険を知らせる危険警告系安全運転支援システム、従来ドライバーが知ることで

#### ・行動決定のための人間の知覚範囲の拡大 (ミクロの把握にマクロの把握の追加)

- 安全性の向上
- 経路選択による効率の向上、イライラ防止
- 電子看板と回避による経済効果(地価まで変える回避、  
コンテキストマーケティング)

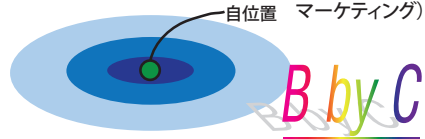


図7 ITS分野におけるアウェアネス・エンハンスメント

できなかった広域かつリアルタイムな渋滞情報、あるいはさらに先の予測渋滞情報を知らせ、それを回避する行動を支援する。また、先の路面状況を検知して知らせ、事故防止のための注意喚起をする。そこから、ドライバーの操作を支援するABS（Anti-lock Brake System）や衝突被害軽減ブレーキの普及へ進んだ。大まかに、事後の安全パッシブセーフティ（衝突安全）から事前の安全アクティブセーフティ（予防安全）への流れである。さらにその先はいろいろなレベルはあるが、自動運転へつながる。

VICSは当初、ループコイルや超音波感知器のようなインフラ設置型センサーにより比較的大きな道路を中心にセンシングしたデータを集め、交通情報を発信するシステムであった。しかながら、このデータは基本的にセンサーの設置してある場所の近くしか得られない。それに対し、この10年で急速に発達したプローブ情報システムは、位置情報を含む車両の情報をネット上のサーバにアップし、集計することで交通状況が把握でき、各車両に交通情報を配信する方式であ



る。車1台1台をプローブに見立てるわけである。この方法であれば、センサーを設置するというインフラへの投資は必要ないし、車が通りさえすれば、インフラセンサーの設置位置に限定されずに情報が得られる。しかしながら、全てにわたりプローブ型が有利なわけではない。インフラセンサーは、設置場所は限られるが、通過交通の情報は細



Google Crisis Response

2011.10.18

図8 プローブ情報システム(震災直後のホンダイインターナビの走行実績)の例<sup>9)</sup>

大漏らさず得られるのに対し、プローブ型は絶対交通量とシステム搭載率で情報の質が決まる。交通量の少ないところでは、情報は得られにくく、確度・精度が低下する。システム搭載車が通過しない場合は、全く情報は得られない。

この特質を顕著に利用した例が、2011年3月11日の東日本大震災の直後のプローブ情報システムのデータである。図8にその例を示す。24時間以内の通行実績があった部分が青く表示されている。しかしながらこれは、通行可能な道路を示しているわけではなく、四輪普通車が24時間以内に通過できた情報を示していることに注意する必要がある。二輪車でも大型車でもない。また、たまたま通らなかった場合は、何の痕跡も残らず、青以外の道路も通れないということを示しているわけでもない。しかしながら、災害時の支援活動において極めて重要な情報であったことは疑いの余地はない。

スマートフォンをプローブに用いるスマホ・プローブ・システムは、さらに細かな粒度で情報が得られる。カープローブが道路に沿って動く車の粒度であるのに対し、スマホ・プローブはバスや電車、車に乗るときのほかにも、歩道、地下、建物内の歩行でも同様のデータは得られ、人の歩行の粒度の情報となる。上がってきたさまざまな情報をサーバで処理することも条件によっては可能である。

ここまでの流れは明らかに、運営主体が国のレベルから一大企業のレベルに軽量化し、さらに一中小組織のレベルに軽量化してくる可能性を示す。

また、カーナビの実現方法も、機能的には劣る部分があっても、スマートフォンの

アプリで多くを代替できることが多く、この点での軽量化トレンドも明らかである。

ETCは通行した車の道路維持のための受益者負担の料金徴収自動化の目的で作られたシステムであるが、この目的であれば必ずしもゲート通過のチェックが必要なわけではない。位置情報から経路情報を割り出し、課金する方法もある。この場合、課金を逃れるような行為を防ぐ機能がシステムに必要なことになる。

さて、要素技術としての位置特定基盤の話に話題を移そう。第一の位置特定基盤はGPSであることは疑いないが、近年Wi-Fi（無線LAN）のアクセスポイントのMACアドレスとRSSIを用いた位置特定手法が、もはや第二の位置特定社会基盤となりつつある。これにBLEも加わって、位置特定基盤もヘテロジニアスシステム構造を持つに至った。ここでも同様な軽量化トレンドの中にある。GPSによる位置特定は、国レベルでの実現が必要であるが、Wi-FiやBLEによる位置特定は企業や小規模組織でも可能になってきた。もちろん、GPSとWi-FiやBLEでは適用環境の得手不得手がある。屋外、特に人の少ない山間地、海上等で威力を発揮するGPSに対し、都市部で、特に高層ビル街や地下街、屋内で威力を発揮するWi-Fi、屋内で威力を発揮するBLE。ここでも軽量化トレンドは存在する。

最後に災害で損傷を受けた路面の状況を検知する高価な専用車両がある。これに対し、ダッシュボードに取り付けたスマートフォンの加速度センサー情報を用いて、道路の損傷による一定の振動を検知するシステムが実用化されている。専用車両はセンサーの精度は高く、車両の速度は遅い。それに対し、スマートフォンにより実現されるシステムは、精度は低いですが、通常の走行中に検知してゆく。これも軽量化の一例である。

### 5.3.3 2014年時点でのトピックスと今後の展開<sup>4)</sup>

今後展開すべきITSの7つの重点領域をITS Japanがまとめている。

- ① 高度運転支援システムによる交通事故ゼロ・渋滞ゼロ
- ② 移動支援情報プラットフォームによる効率的交通課題の解決
- ③ 都市のモビリティを支えるマルチモード輸送の革新
- ④ 道路交通の総合的なマネジメント
- ⑤ 物流の効率化
- ⑥ エネルギー利用の最適化
- ⑦ 国際協力の推進

2013年のITS世界会議では、ITSグリーンセーフティとして、図9のようなショーケースが発表された。また、広義の自動運転への流れは図10のように考えられている。さらに、2014年度の警察庁のプロジェクトの例として、図11のようなグリーンウェイのプロジェクトを挙げておく。



図9 ITS Green Safety Showcases<sup>4)</sup>

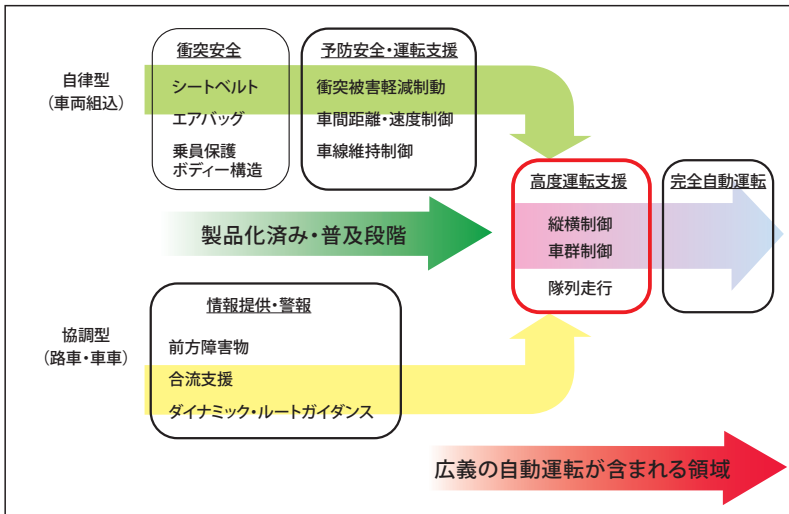


図10 広義の自動運転への流れ<sup>4)</sup>

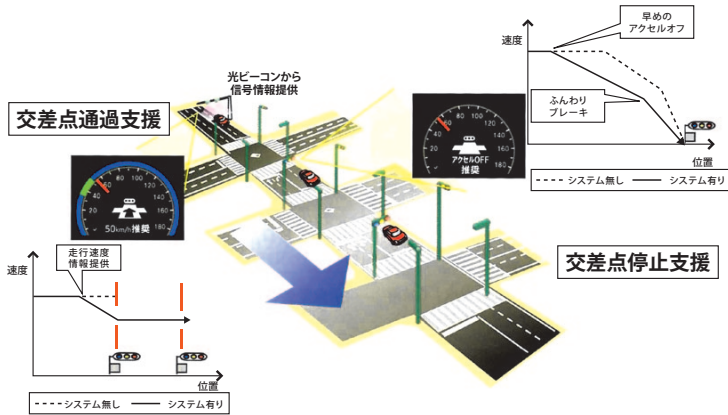


図11 政府の2014年度のITS関連プロジェクトの例<sup>4)</sup>  
(出典:警察庁)

以上は紙面の制約から日本を中心としたITSの大まかな流れであるが、さらに深く興味がある方は以下の文献を参照されたい。全体の流れは文献4)を、次に要素技術に関して、V2VやV2I等、通信による情報の共有(Connected Vehicles)については文献10)を、位置特定に関しては、GPS<sup>11)</sup>、ジャイロ、デッドレコニング、マップマッチング等が組み合わせられ、また、Wi-FiのAP<sup>12)</sup>、携帯電話基地局、さらにそれらを利用するプラットフォームを含めて、複数の誤差要因がある<sup>13)</sup>。それぞれのキーワードから必要に応じた文献を当たられたい。自動運転に関してはさまざまな角度からの文献6),14),15),16)を挙げておく。また、少し広がるが、Location-Based Services (LBS) を基礎から応用まで述べた文献17)、電気自動車普及のシナリオ<sup>18)</sup>や新しい交通システムのデザイン論<sup>19)</sup>も挙げておく。

ITSは前述のように「システムのシステム」とも言われるほど大きなスケールのシステムで、要素技術からシステム技術、提供されるサービスまでの全体を観れば、実社会に密着し、あまりに幅が広く、また階層が深い。自動車や歩行者、陸海空を動く移動体、位置特定と情報通信がその基本にあるが、当該モビリティに適した位置特定サブプラットフォームと情報通信サブプラットフォームの具体的手段は時代とともに変わる。近年はこれにスマートフォンのセンシングサブプラットフォームが加わり、劇的な変化を見せている。自動運転やビッグデータ処理によるさらなる安全性向上、効率向上、環境負荷低減、利便性向上、楽しさの向上等があるように、ITSに使われる諸技術を当該モビリティに適した要素技術・システム技術に

育てる必要がある。個々の技術分野を熟知した上で、人や物のモビリティを通して社会に貢献するシステムを創成する必要がある。この幅の広さとレイヤの深さへの対応のために、上記の各文献からさらにシステム技術と個別の要素技術を深めていただきたい。

今後のITSについて、社会背景の変化、技術的背景の変化を踏まえ、それぞれの地域に適したITSの普及、次世代モビリティ社会の実現を進める必要がある。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省「ITS用語集」  
[http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/topindex/topindex\\_g02\\_4.html](http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/topindex/topindex_g02_4.html) (2014年11月6日閲覧)
- 2) ITS Japan「ITSとは」<http://www.its-jp.org/about/> (2014年11月6日閲覧)
- 3) European Commission. "Towards an intelligent transport system." Community Research and Development Information Service. Accessed November 6, 2014.  
[http://cordis.europa.eu/news/rcn/3704\\_en.html](http://cordis.europa.eu/news/rcn/3704_en.html).
- 4) ITS Japan『日本のITS—ITS年次レポート 2014年版』ITS Japan, 2014年
- 5) 津川定之「高度道路交通システムにおける通信システム」『電子情報通信学会論文誌 (B)』Vol. J82-B, No. 11, pp. 1958-1965, 1999年
- 6) 津川定之「自動運転システムの展望」『IATSS Review』Vol. 37, No. 3, pp. 199-207, 2013年
- 7) 日本自動車工業会「ITS実現のための設計図—『システムアーキテクチャ』策定」『JAMAGAZINE』2000年2月, <http://www.jama.or.jp/lib/jamagazine/200002/07.html> (2014年12月6日閲覧)
- 8) 長谷川孝明「ITS分野の体系化について」『電子情報通信学会技術研究報告』Vol. 104, No. 762 (ITS2004 89-97), pp. 47-52, 2005年
- 9) 本田技研工業「東日本大震災でのインターナビによる取り組み『通行実績情報マップ』が『2011年度グッドデザイン大賞』を受賞」2011年11月, <http://www.hondanews.info/news/ja/auto/4111109> (2014年11月6日閲覧)
- 10) Ning, Lu, et al. 2014. "Connected Vehicles: Solutions and Challenges." *IEEE Internet of Things Journal* Vol. 1, no. 4: 289-99.
- 11) 久保信明「第5章GPSによる測定値と誤差要因」測位航法学会チュートリアルセッション, 2010年, <http://www.denshi.e.kaiyodai.ac.jp/jp/assets/files/pdf/content/201004.pdf> (2014年11月6日閲覧)
- 12) 伊藤誠悟, 河口信夫「アクセスポイントの選択を考慮したベイズ推定による無線LANハイブリッド位置推定手法とその応用」『IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems』Vol. 126, No. 10, 2006年
- 13) 長谷川孝明, 間邊哲也, 細江克治, 水野一男「位置特定社会基盤のシステム創成論的考察—GPS/Wi-Fi/携帯電話基地局によるスマートフォン位置特定とアプリケーション—」『電子情報通信学会技術研究報告』ITS2013-76, pp. 69-78, 2014年
- 14) National Highway Traffic Safety Administration. 2013. "Preliminary Statement of Policy

- Concerning Automated Vehicles.” Accessed November 11, 2014.  
[http://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/Automated\\_Vehicles\\_Policy.pdf](http://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/Automated_Vehicles_Policy.pdf).
- 15) 古川修他 『自動車オートパイロット開発最前線—要素技術開発から社会インフラ整備まで』 NTS, 2014年
  - 16) Petit, J., and S. E. Shladover. 2014. “Potential Cyberattacks on Automated Vehicles.” *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*.  
<http://dx.doi.org/10.1109/TITS.2014.2342271>.
  - 17) Küpper, Axel. 2005. *Location-based Services: Fundamentals and Operation*. Wiley.
  - 18) Hasegawa, Takaaki. 2010. “Diffusion of Electric Vehicles and Novel Social Infrastructure from the Viewpoint of Systems Innovation Theory.” *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences* E93-A, no. 4: 672–678.
  - 19) 長谷川孝明 「新しい交通システムのデザイン論」『IATSS Review』 Vol. 37, No. 3, pp. 224–232, 2013年 (<http://www.iatss.or.jp/common/pdf/publication/iatss-review/37-3-09.pdf>)

参照すべき実践編プロジェクト

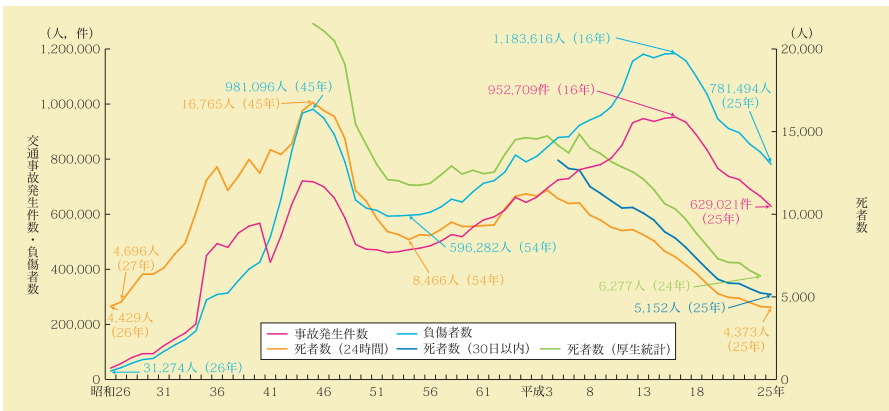
市民参加型交通安全対策・評価システムの実用化 172ページ

# 第6章 自動車における安全像

## 6.1 交通事故統計と安全対策の変遷

第6章では、道路交通における自動車を取り上げ、これまでの安全性向上技術の取り組みについて振り返るとともに、目標とする安全像を明らかにする。まず、その背景となる交通事故統計について改めて特徴を見ていく。

図1<sup>1)</sup>は、日本における交通事故の年次推移である。1951年から2013年までの交通事故死者数の長期推移を見ると、大きく2つのピークができていくことがわ



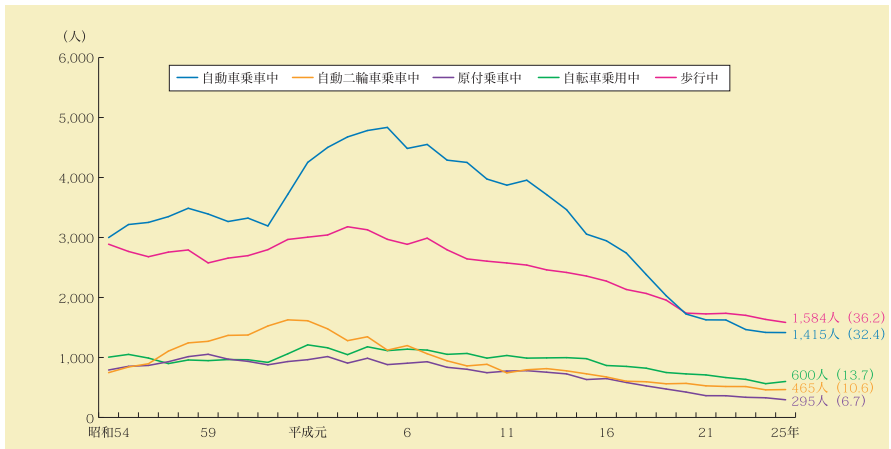
注 1 警察庁資料による。  
2 昭和41年以降の件数には、物損事故を含まない。また、昭和46年までは、沖縄県を含まない。  
3 「24時間死者」とは、道路交通法第2条第1項第1号に規定する道路上において、車両等及び列車の交通によって発生した事故により24時間以内に死亡したものをいう。  
4 「30日以内死者」とは、交通事故発生から30日以内に死亡したもの（24時間死者を含む。）をいう。  
5 「厚生統計の死者」は、警察庁が厚生労働省統計資料「人口動態統計」に基づき作成したものであり、当該年に死亡した者のうち原因が交通事故によるもの（事故発生後1年を超えて死亡した者及び後遺症により死亡した者を除く。）をいう。なお、平成6年までは、自動車事故とされた者を、平成7年以降は、陸上の交通事故とされた者から道路上の交通事故ではないと判断される者を除いた数を計上している。

図1 日本における道路交通事故による交通事故発生件数、死者数および負傷者数<sup>1)</sup>

かる。この増減は、交通社会の成長ならびに社会情勢とも密接に関連している。死者数（24時間）が16,765人、負傷者数が981,096人に達した1970年に至る1950年代からの急激な事故の増加は、世間では<第1次交通戦争>と呼ばれた。この状況に対する要因分析では、急速な四輪自動車の保有台数増加に伴う交通量増加に対して、道路整備等の交通安全施設の不足、交通社会の急速な変化に対して交通参加者の意識変化がついていけなかったこと、加えて車両の安全性を確保するための技術が未発達であったことが指摘されている。

このため、1970年に交通安全対策基本法が制定され、国を挙げて交通安全対策が推進された。当時の対策としては、交通参加者の意識変化の遅れに対して、横断歩道や信号設置に加えて歩道橋、ガードレールの設置による歩車分離が推進された（当時の交通施策の詳細は参考文献<sup>2)</sup>参照）。自動車の安全性に関しては、後述するESV等の安全技術の検討が開始され、また1969年4月以降に国内生産された普通乗用車の運転席シートベルトの設置義務付けがなされ、その後助手席、後部座席と順次設置義務付けが拡大されていった。このような施策により死者数は1970年をピークに1979年まで減少傾向に転じた。

その後、自動車保有台数、運転免許保有者数の増加に伴い自動車走行キロ数が増加し、交通事故は再び増加傾向を示した。特に、1986年から約5年間は好景気を背景に自動車走行キロ数が増加していった。その結果、図2に示すよう



注 1 警察庁資料による。ただし「その他」は省略している。

2 ( ) 内は、状態別負傷者数の構成率 (%) である。

図2 状態別交通事故死者数の推移<sup>1)</sup>



に自動車乗車中における死者数が増加し<sup>1)</sup>、死者数（24時間）が再び1万人を超え<第2次交通戦争>と呼ばれた。これに対して、自動車乗車中の死者数の減少を目的に、ABSやエアバッグ等の車両安全対策の普及促進がなされ装着率が向上した（図3<sup>3)</sup>）。併せて1992年の一般道における運転席・助手席シートベルトの着用義務化に伴うシートベルト着用率の向上や救急救命体制の強化等の効果から事故死者数（24時間）は1993年をピークに減少に転じている（図1<sup>1)</sup>）。一方で、交通事故件数ならびに負傷者数が、その後10年間も増加を継続した点が1970年代と異なる特徴として挙げられる。この要因としては、車両の安全装備ならびに救急体制の強化により従来ならば死亡していた重大事故に対する致死率が低下したことが挙げられる。その後、追突被害軽減ブレーキや横すべり防止装置等、車両安全技術の普及、自動車アセスメントによる衝突安全性能の評価・公開による自動車開発の促進、飲酒運転に対する罰則強化やシートベルト着用率の向上、最高速度超過違反の減少等の運転マナーの向上、自動車走行キロ数自体の減少等の要因により、事故死者数のさらなる減少とともに、事故件数も2004年から減少傾向に転じているが、2013年時点でも依然として約60万件の交通事故が発生している。

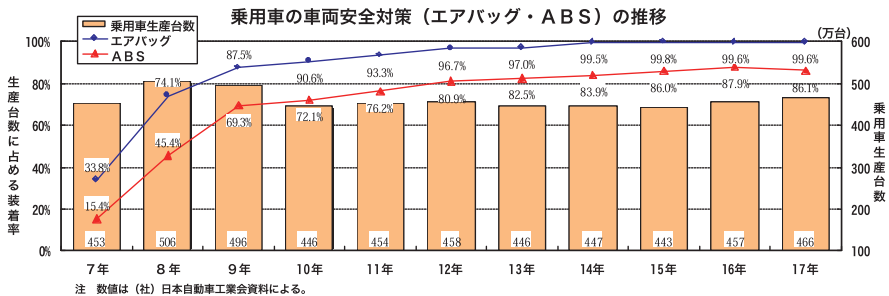


図3 乗用車の車両安全対策（エアバッグ・ABS）の推移<sup>3)</sup>

日本では、近年の超高齢社会への移行に合わせて、交通事故傾向にも変化が見られる。特に2008年以降では、歩行中の死者数が自動車乗車中の死者数を逆転している（図2）。状態別・年齢層別の交通事故死者数（図4<sup>1)</sup>）で見ると、その内訳で65歳以上の高齢者が歩行中に事故に遭い死亡している比率が顕著に高いことが分かる。また、免許保有率の高い年代が高齢者になってきているため、自動車運転中の後期高齢者（75歳以上）の事故死者数も増加傾向にある<sup>4)</sup>。

これら近年の交通事故の傾向から、内閣府の第9次交通安全基本計画においても高齢者の生活エリアである生活道路における歩行者・自転車に対する安全確保が重点事項として挙げられている<sup>5)</sup>。これらに対する自動車の安全技術としては、

車両のノーズ形状の変更やポップアップボンネットフード等の歩行者傷害軽減ボディー構造の採用や歩行者や自転車等も認識対象とした低速域の衝突被害軽減ブレーキも普及し始めている。

このように、自動車の安全技術開発は交通事故要因分析をもとに進められ、発展・普及することで交通事故の減少に寄与してきた。次節ではここで挙げた各時代の安全技術開発の動向についての詳細を見ていく。

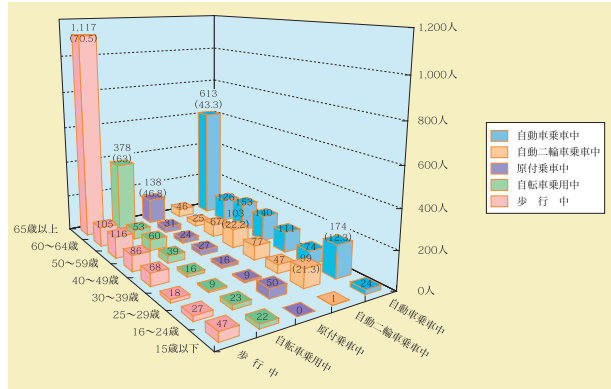


図4 状態別・年齢層別交通事故死者数<sup>1)</sup>

## 6.2 自動車の安全技術開発の動向と経緯

### 6.2.1 安全問題対策への黎明期：ESV

#### (Experimental Safety Vehicle) 計画

前述のように1960年代には、モータリゼーションの普及により日本だけでなく諸外国においても交通事故が問題視されていた。この状況を改善する目的から1970年に米国運輸省（DOT）のNHTSA（National Highway Traffic Safety Administration）により当時の最高技術水準（State of Art Technology）の実験車を製作することを目的としたESVの開発計画が提案された。ESV計画では乗車中の死者数を減少させる目的から、乗員保護と運転者の危険回避のための安全性の追求と技術向上がターゲットとされた。当時の米国では、交通事故死者数の60%が自動車乗用中という割合であったため、米国の計画は、この中でも主として衝突時の乗員保護性能の向上に狙いがあったと

推察されている<sup>6)</sup>。

1970年11月には、米国政府と日本政府ならびに当時の西ドイツ政府間で覚書が交換され、日本もESV計画に参加することとなった。この際、米国では車両重量約1800kgの車格を想定して計画されていた。一方で、日本では設置された特別委員会により仕様が検討され、1971年に4名乗車の車両重量約1150kgと2名乗車の車両重量約900kgという小型車を想定した2つの仕様が決定され、開発メーカーが募集された。日本仕様では、80km/hからの衝突や追突されても乗員が受ける衝撃値が生存可能な範囲、生存空間を確保する等を目標値とする一方で、事故回避性能につながる予防安全技術についても盛り込まれた。また、日本の道路運送車両法の保安基準ならびに米国の安全基準FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standard) にも適合することが要求されていることが特徴として挙げられる。

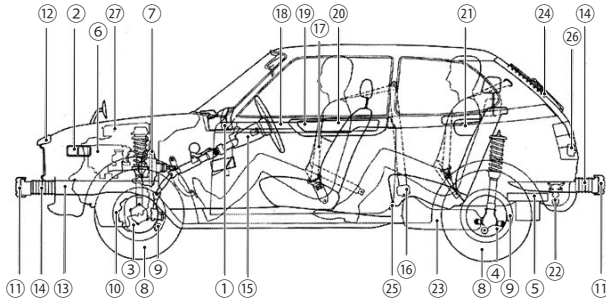
ESV計画において研究開発された安全技術の具体例を以下に挙げる。

まず、80km/hでの正面衝突にする際の衝撃吸収性能の向上技術として、車体構造の改善がある。衝突エネルギーを吸収するためのフレームと乗員の生存空間を確保するためのピラーやサイドビーム等が挙げられる<sup>7)</sup>。この時の米国では、NASAによりアポロ計画から無料で民間技術移転された有限要素法 (FEM) アプリのNASTRANがフレーム構造の計算に導入された。現在ではボディー剛性計算等に一般的に用いられている技術がこの当時に自動車を対象に活用されていたことは特筆できる。

次に、エアバッグシステムが挙げられる。衝突検知技術や安全クッションと呼ばれたエアバッグ自体の考えは、それ以前よりあったが実用化はされていなかった。ESV計画と同時期の米国においてシートベルトの装着義務付けの法案化に対する議論がなされており、シートベルトをしなくても事故時の衝撃を緩和できる受動的拘束装置の要請が高くなりESV計画の中でもエアバッグシステムが検討された。この結果、1974年にGMがエアバッグシステムを装備可能な量産車を世界で初めて市販することにつながった。

また、事故回避性能に関連しては、アンチスキッドブレーキ (現在のABS) と車両横すべり制限機能 (現在におけるESC) を併用することで、制動時の車両安定性を向上させるシステム開発がされた。

ESV計画は、参加各社による実験車両の開発と性能評価を経て、1974年に開催された第5回国際会議によって事実上終了した。ESVは、当時の最高技術



- ① 行動指示式集中警報装置
- ② 両面ターンシグナル
- ③ アンチスキッド装置付きディスクブレーキ
- ④ アンチスキッド装置付きドラムブレーキ
- ⑤ アンチスキッドコンピューター
- ⑥ アンチスキッドブレーキアクチュエーター
- ⑦ バキュームブースター
- ⑧ 安全タイヤ
- ⑨ タイヤ空気圧センサー
- ⑩ オートマチックトランスミッション
- ⑪ ウレタンパッド付きバンパー
- ⑫ ウレタンパッド
- ⑬ エネルギー吸収式車体構造
- ⑭ EAU
- ⑮ インパクトレスステアリング
- ⑯ ウエビングロック式ELR
- ⑰ エネルギー吸収ベルト
- ⑱ ビーム組込みドア
- ⑲ 側面エネルギー吸収パッド
- ⑳ ショルダーパッド
- ㉑ 格納式ショルダーパッド
- ㉒ 電流遮断装置
- ㉓ 燃料タンク
- ㉔ 非常脱出口
- ㉕ 非常脱出口レバー
- ㉖ 非常脱出口ロック
- ㉗ CVCCエンジン

図5 ESV実験車(ホンダESV構造図)<sup>9)</sup>

水準により実験車を実際に製作することで成果を得たが、生産性やコストに関しては考えられていなかった。そのため、その間に問題となったエネルギー問題や環境問題については消費動向や量産性を前提としたRSV（Research Safety Vehicle）計画に引き継がれていくこととなる<sup>8)</sup>。ESV計画がそれ以後の自動車の安全技術開発のマイルストーンとなったことは、当時検討された安全装置・機能（図5<sup>9)</sup>）が現在の車両に多数装着されていることから明白である。

### 6.2.2 先進安全自動車：ASV（Advanced Safety Vehicle）

図6は、現在のITSに関連する日米欧プロジェクトの1970～1990年代における動向を示す。

日本国内では、1980年代後半の<第2次交通戦争>に前後して、各省庁におけるプロジェクトが開始され、現在のITSにつながっていることが分かる。その中で自動車を中心に配して安全技術の

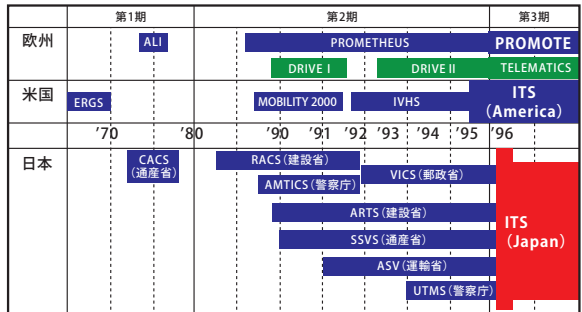


図6 初期のITS関連プロジェクト(省庁名は当時のまま)

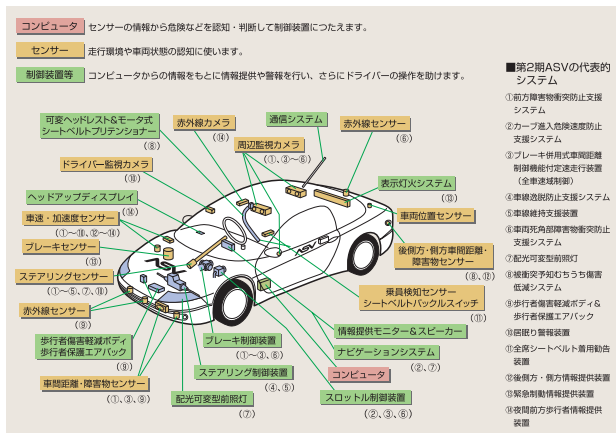
検討をしているのが、国土交通省によるASV（先進安全自動車）である。ASVは、1991年より開始され、各5カ年計画で2014年時点で第5期が進められている。ASVの検討は、自動車・二輪メーカー（14社）、学識経験者、関係団体、関係省庁を委員とするASV推進検討会により検討が進められており、ASV推進計画各期の概要は、表1に示すようになっている。

表1 ASV推進計画の概要<sup>10)</sup>

第1期	第2期	第3期	第4期	第5期
1991年 ～ 1995年	1996年 ～ 2000年	2001年 ～ 2005年	2006年 ～ 2010年	2011年 ～ 2015年
・技術的可能性の検討	・実用化のための研究開発	・普及促進のための検討 ・新たな技術開発	・本格的な普及促進 ・通信を利用した安全システムの一部実用化	・飛躍的高度化の実現
・自動車単独 (自立検知型)	・自動車単独 (自立検知型) ・道路インフラとの連携	・自動車単独 (自立検知型) ・道路インフラとの連携	・自動車単独 (自立検知型) ・他車両との連携 ・道路インフラとの連携	・実用化されたASV技術の飛躍的高度化 ・次世代通信利用型運転 ・支援システムの開発促進

ASVでは、前項のESV計画に挙げられていた、事故を未然に防止し、衝突による被害を軽減するというターゲットを、1980年代に急速に高度化したエレクトロニクス・制御技術を応用することにより実現するとともに、併せて、ITSの車体側の技術基盤を確立するというコンセプトとなっている。従って、ASV車両には図7に示すように多様なセンサーならびに制御装置が搭載される。

第1期（1991年～1995年）では、乗用車を対象に技術的な検討が開始されたが、第2期（1996年～2000年）からは、開発対象に大型車、二輪車が含まれた。第2期からの特徴として、この時期は世界的にITSに関して研究が活発化してきた時期であり、ASVも1996年7月に出された「高度道路交通（ITS）推進に関する

図7 ASV車両のイメージ図<sup>11)</sup>

る全体構想」のうちの「安全運転の支援」の分野に位置付けられ推進された。加えて、道路インフラとの連携も検討され、2000年10月には、茨城県つくば市の国土交通省土木研究所（旧建設省土木研究所）にて走行支援道路システム（AHS）との連携・協調を含めて7つのサービス（前方障害物衝突防止支援、カーブ進入危険防止支援、車線逸脱防止支援、出会い頭衝突防止支援、右折衝突防止支援、横断歩道歩行者衝突防止支援、路面情報活用車間保持支援）に関してドライバーの受容性および道路インフラ設備の妥当性等の共同実証実験が行われた。

第3期（2001年～2005年）では、ASV促進普及のための検討を柱とした活動がされた。この中では、第2期に策定した「ASVの基本理念」に対する具体化である「運転支援の考え方」（図8<sup>12)</sup>）が取りまとめられた。例えば、「ドライバーの受容性の確保」に関しては、システムの動作内容をドライバーが確認できることとされている。また、「ドライバー支援の原則」として、安全な運転をすべき主体者はドライバーであり、ASV技術はあくまで側面からの支援という位置付けが明確化されている。この原則より、実用化されているデバイスにおいても支援システムの動作スイッチをドライバーが選択することができ、かつ、動作時においてもドライバー自身の意思によりシステムに強制介入できる仕様となっている。

このドライバー支援の原則は、現在、開発が進められている自動走行システムの実現に際して法的な整備とともにシステムの整合性をつける必要が出てきている。

また、第4期（2006年～2010年）では、通信利用型運転支援システムの実用化に向けた基本設計がされており、車車間通信（V2V: Vehicle to Vehicle）を利用することで事故回避が期待される出会い頭衝突や右左折時、周辺車両認知支援等が取り上げられている。また、近年、社会問題となっている健康起因事故についても、事故分析よりドライバー異常時対応システムの大型車への適応を検討している。

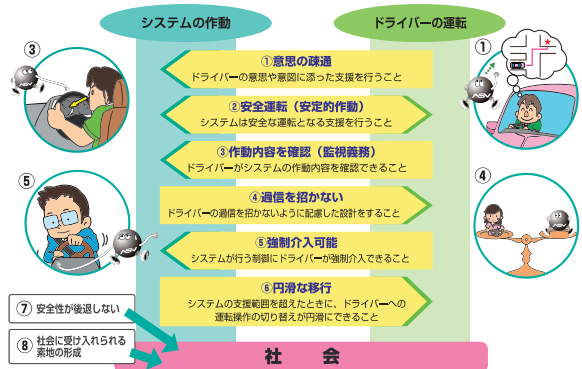


図8 運転支援の考え方<sup>12)</sup>

### 6.2.3 これからのITS構想

前項で示したように、事故削減のための自動車の安全技術は、エレクトロニクス技術や情報通信技術との融合によりITSの分野として重要な位置付けとなっている。ITS Japanが2011年に取りまとめたITS中期計画（2011年～2015年）では、交通ネットワーク、エネルギーネットワーク、情報通信ネットワークを一体でとらえた次世代のモビリティが提案されている<sup>13)</sup>。特に、2011年3月に発生した東日本大震災を受けて、平常時だけではなく災害時に活用できるITSによる情報基盤構築等が明記されていることが注目される。また、ASV技術と情報通信技術の融合により、マルチポップルーティングによる車車間通信を介して、個々の車両近辺だけではなく周辺を走行する車両や前方の道路状況に関する情報を共有して、車両群全体の安全を確保するシステムへの発展が挙げられる。そのことにより、事故や危険事象のリスクを事前に情報提供することで、交通事故の低減が期待される。加えて、歩行者や自転車、新しいモビリティも含めた交通参加者を対象とした支援技術の開発により、運転の習熟度や加齢による認知力の低下等の影響を補い、誰でも安全に移動できる交通社会の実現が目標とされている<sup>14)</sup>。

また、2013年には、第20回ITS世界会議東京に合わせて各社における自動走行システムのデモが行われ、実用化に向けての政府レベルでの推進も本格開始されている<sup>15)</sup>。ここで取りまとめられたロードマップでは、前項のASVで示した運転支援と自動走行システムの定義が明確化されるとともに（表2）、自律型と協調型システムの統合等の戦略と重点化項目が示されている。

表2 安全運転支援システム・自動走行システムの定義<sup>15)</sup>

分類		概要	左記を実現するシステム	
情報提供型		運転者への注意喚起等	「安全運転支援システム」	
自動化型	レベル1： 単独型	加速・操舵・制動のいずれかの操作を自動車が行う状態	「準自動走行システム」	「自動走行システム」
	レベル2： システムの複合化	加速・操舵・制動のうち複数の操作を一度に自動車が行う状態		
	レベル3： システムの高度化	加速・操舵・制動を全て自動車が行う状態（緊急時対応：ドライバー）		
	レベル4： 完全自動走行	加速・操舵・制動を全て自動車（ドライバー以外）が行う状態	「完全自動走行システム」	

## 参考文献

- 1) 内閣府『平成26年版交通安全白書』2014年,  
[http://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h26kou\\_haku/zenbun/index.html](http://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h26kou_haku/zenbun/index.html) (2014年12月10日閲覧)
- 2) 福田敦ほか「交通戦争への取り組み～途上国に貢献しうる日本の経験と知見～」『平成22年度研究調査報告書』国際交通安全学会, 2011年
- 3) 警察庁交通局『平成18年中の交通死亡事故の特徴及び道路交通法違反取締り状況について』2007年
- 4) 交通事故総合分析センター『交通統計 平成24年版』2012年,  
<http://www.itarda.or.jp/> (2014年12月10日閲覧)
- 5) 内閣府中央交通安全対策会議「第9次交通安全基本計画」2011年,  
<http://www8.cao.go.jp/koutu/kihon/keikaku9/> (2014年12月10日閲覧)
- 6) 狼嘉郎「安全とESV計画」『IATSS Review』Vol. 2, No. 2, 1976年
- 7) トヨタ自動車「トヨタ自動車75年史—トヨタESVの開発」  
<http://www.toyota.co.jp/jpn/company/history/75years/text/index.html> (2014年12月10日閲覧)
- 8) 佐野彰一「RSV計画と安全研究の展望」『IATSS Review』Vol. 5, No. 4, 1979年
- 9) 自動車技術会編『自動車の百科事典』丸善, pp. 297, 2009年
- 10) 国土交通省「ASV推進計画について」  
<http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/aboutasv.html> (2014年12月10日閲覧)
- 11) 国土交通省『第3期ASV推進計画パンフレット』2002年
- 12) 国土交通省『第5期ASV推進計画パンフレット』2011年
- 13) ITS Japan「ITS新中期計画(2011～2015年)の策定」2011年,  
[http://www.its-jp.org/katsudou\\_old/katudou170/](http://www.its-jp.org/katsudou_old/katudou170/) (2014年12月10日閲覧)
- 14) ITS Japan『ITSによる未来創造の提言～誰でも、どこでも快適に移動できる社会の実現～』2013年,  
[http://www.its-jp.org/document/20131017/ITS-future-vision\\_j\\_131010.pdf](http://www.its-jp.org/document/20131017/ITS-future-vision_j_131010.pdf) (2014年12月10日閲覧)
- 15) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部新戦略推進専門調査会, 内閣官房情報通信技術総合戦略室『官民ITS構想・ロードマップ～世界一安全で円滑な道路交通社会構築に向けた自動走行システムと交通データ利活用に係る戦略～』2014年

## 推奨文献

- 1) 国土交通省自動車交通局先進安全自動車推進検討会『ASVに関する研究成果報告書』1996～2011年,  
<http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/index.html> (2014年12月10日閲覧)
- 2) 国土交通省自動車交通局先進安全自動車推進検討会「先進安全自動車 (ASV) 推進計画 (第2期) に関する報告書」, 2001年,  
<http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/resource/data/asv2report.pdf> (2014年12月10日閲覧)
- 3) 国土交通省自動車交通局先進安全自動車推進検討会「先進安全自動車 (ASV) 推進計画 報告書—第3期ASV計画における活動成果について—」, 2006年,  
<http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/resource/data/asv3seikahoukokusyocorrection.pdf>  
(2014年12月10日閲覧)
- 4) 国土交通省自動車交通局先進安全自動車推進検討会「先進安全自動車 (ASV) 推進計画 報告書—第4期ASV計画における活動成果について—」, 2011年,  
[http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/resource/data/asv4pamphlet\\_seika.pdf](http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/resource/data/asv4pamphlet_seika.pdf) (2014年12月10日閲覧)





# 第7章 安全性向上のための諸技術

## 7.1 乗用車

第6章で示した安全像を実現する技術の特徴分類し車種ごとに紹介する。主たる乗用車に関しては図1に示すデバイスの作動タイミング別に紹介する。

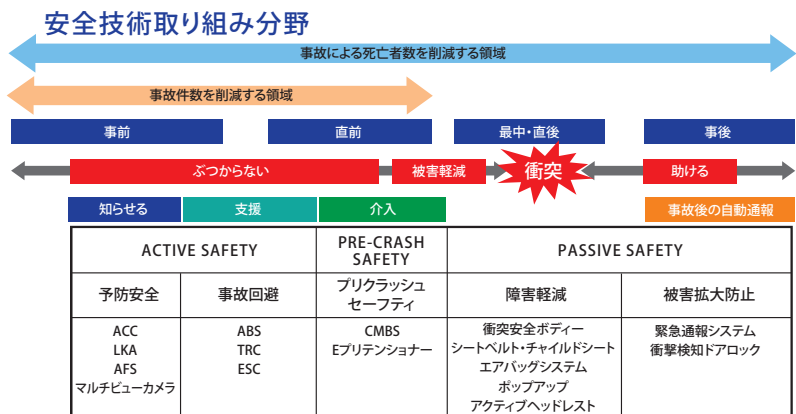


図1 安全技術の取り組み分野

### 7.1.1 アクティブセーフティ

日本国内でも2013年時点で年間約60万件の交通事故が発生しており、エレクトロニクス・制御技術を用いて交通事故自体を未然に防ぐアクティブセーフティ技術の研究開発・普及が日々進められている。

#### (1) 視認性向上技術

夕暮れ、夜間や悪天候等でドライバーの前方視界の視認性を向上させるために、高輝度のディスチャージヘッドライトやLEDヘッドライト等が実用化されている。

また、操舵角および車速からカーブ走行時の車両進行方向を算出し、ヘッドライトユニットの反射鏡を制御することで照射方向を進行方向に合わせるAFS（Adaptive Front-lighting System）等が普及している。

間接視界に関しては、車体に複数のカメラを設置し、見通しの悪い交差点の交差車線の状況をモニターに表示したり、バック時の自

車両の後方映像に車両サイズを合成したり、車両周辺状況について画像処理技術を用いてアラウンドビューに合成してモニター表示することでドライバーの理解と視認性を向上させる技術も実用化されている。

また、夜間に近赤外線を前方に照射しながら、近赤外線カメラによって肉眼では見えにくい歩行者や道路状況を可視化・強調表示することでドライバーへ注意喚起を即すナイトビジョンシステム等も挙げられる（図2<sup>1)</sup>）。

## (2) 運転負荷軽減技術

従来のクルーズコントロールは高速道路上等での一定速維持機能であったが、ミリ波レーダーやステレオカメラを用いて車両が前方状況を認知し、前方車両との車間距離を保ちながら速度を合わせて自動追従するACC（Adaptive Cruise Control）が高速道路等の高速域だけでなく、一般道路等の渋滞内でも前方車接近警報や追突防止を目的とした低速ACCとしても実用化されている。特に低速ACCは、低速域の衝突被害軽減システムCMBS（Collision Mitigation Brake System）の役割も兼ねており、事故発生件数の多い交差点付近での事故件数削減に有効とされている。

また、カメラ画像による車線認識技術を用いた車線維持支援LKA（Lane Keep Assist）、カーナビゲーションシステムとの連携により、ドライバーに一時停止交差点を案内・注意喚起するナビ連携運転支援システムも実用化されている。

## (3) 車両運動性能向上技術

ドライバーがハンドルを切っても、車輪の回転が伴っていないと、車両を曲げるための横力は発生しない。そのため現行車両はABS（Anti-lock Brake

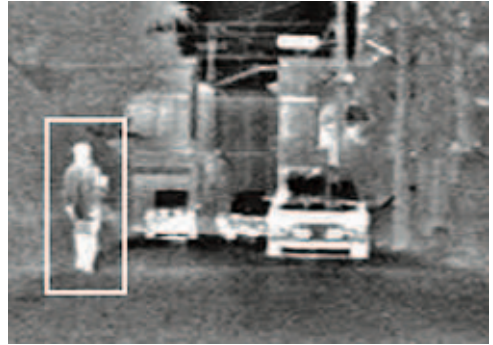


図2 インテリジェント・ナイトビジョンシステムによる歩行者強調表示例<sup>1)</sup>

System) がほぼ標準装備されている。ABSは、車輪回転状態を常に監視し、滑りやすい路面等での制動時に車輪ロックし始めた際には、瞬時にブレーキ圧を緩めることで車輪ロックを解消して、改めてロックしない程度にブレーキ圧を上昇させることで、ハンドル操作を可能としながら制動性能を確保している。現在、発進・加速時の各車輪の空転の発生を防ぐTCS (Traction Control System) とABSを連動させ、各輪のタイヤ発生力を積極的に統合制御することで車両のふらつきや横すべりを防止・低減するESC (Electrical Stability Control) が2012年10月から新型車に対して装着義務化されている。さらに電動パワーステアリングEPS等との統合制御も進んでおり、これらによるトータルの車両走行性能向上によって、万一の場合での危険・事故回避の実現が図られている。

### 7.1.2 パッシブセーフティ

万一の衝突事故の際に、人への傷害を最小限に抑える技術を紹介する。

#### (1) 衝突被害軽減技術

衝突事故では、車両走行速度による運動量がドライバーへ伝達する衝撃の大きさに影響を及ぼす。仮に、非常に剛なボディーでは、衝撃が一気にドライバーへ伝達するためドライバーの損傷値が高くなってしまう。そこで、衝突時にクラッシュアブルゾーンと呼ばれるエンジンルーム部分のフレーム変形によりエネルギーを吸収することで伝達する衝撃力を低減している。現在は、予め設計段階で衝撃に対する時間的なフレーム変形量を計算し、衝撃の最大値がドライバーへの危険値を下回るようにフレーム設計がされている。

また、混合交通下での車両同士の衝突事故では、車両相互の車格の違いにより、相手車両のフレーム位置が異なって衝突すると前述のクラッシュアブルゾーンの機能が半減してしまう。そこで、軽自動車と普通自動車のような異なる車格同士が衝突した際でも、互いのフレームによりインパクトするようにボディー構造を工夫しコンパチビリティが確保されている (図3<sup>2)</sup>。

衝突時の乗員の衝撃を緩和する技術としては、衝突を感



図3 コンパチビリティ対応ボディー模式図<sup>2)</sup>

知した際は瞬時にシートベルトの遊びを巻き取り、その後一定以上の荷重が加わるとベルトを送り出すことで、胸部への負担を軽減するロードリミッター付プリテンショナー ELRシートベルトが採用されている。

また、SRSエアバッグシステムも、現在では運転席に加えて助手席にも搭載されることが一般的になっている。加えて、衝突後の0.015秒程度で感知するとともに衝突速度に合わせてエアバッグの展開スピードが変化したり、連続的に展開容量が変化することで、体格の違う乗員に対する保護性能が向上している。また、側面衝突に対するサイドエアバッグシステムは、カーテン状に展開することで頭部や頸部を効果的に保護する方式も実用化されている。

## (2) 歩行者被害軽減技術

歩行者との衝突時に歩行者の被害を軽減させる技術としては、ボディー設計において、バンパーやフェンダ、ボンネット内部に空間を確保し、くぼみややすくすることで衝撃吸収させる構造が採用されている。また、ボンネットのヒンジ部自体も強い衝撃が加わると折れ曲がって衝撃を吸収する構造になっている。加えて、ボディー先端部の突起部をなるべく無くすることで、衝突時での歩行者の身体の引っかかりを無くしている。そのため展開時にライト部が凸形状になるリトラクタブル式のヘッドライトは現在では採用されなくなっている。また、衝突感知した瞬間にボンネットフードを跳ね上げることで、空間を大きくするポップアップ式のボンネットフードも採用されている。

## 7.2 商用車

大型トラックやバス等は、車両サイズが異なるとともに積載物や乗客の搭乗スペースを確保するため車両構造自体が乗用車と異なる。また、運用形態も異なるため、その実情に合わせた安全技術の搭載が必要となる。

大型車は、車両サイズが大きく、荷台や積載物等によっても運転席からの死角が発生し後方・側方視野が制限される<sup>3)</sup>。そのため、視界を確保するために、複数のミラーに加えてバックカメラやソナーを配することで、周辺状況の確認性を高めている。また、近年では、助手席側のドア下部を透明化することで、左側方の直接視界を広げる試みもされている。

商用車は、乗用車に比べると長時間運転となるため、ドライバーの運転に対す

る注意力をモニタリングする装備等が実用化されている。例えば、走行中のドライバーの顔の方向や眼の状態を車載カメラがモニタリングし注意力不足を検知したり、運転開始時の15分間の走行パターンを学習して、ハンドル操作等からファジィ理論によって注意力低下を検知するシステム等がある。いずれも注意力低下が検知されると警報音で警告したり、警告表示を行う。また注意力低下に伴うふらつきに対しては車線逸脱警報で注意喚起するとともに、警報が続く際には衝突被害軽減ブレーキの支援タイミングを早めることで、事故予防が期待できる<sup>4)</sup>。

車両運動性能についても、大型車は車両総重量も重く、一方で荷台に積載するため、積み荷を含めた積載時の重心高は高くなる傾向を示す。特にコーナリング時のロールオーバーやスピン等の事故ケースが見受けられる。このような事故を低減するために現在では、乗用車同様にESCが搭載されている。

また、事業用貨物車の事故類型別の事故件数の約50%は追突が占めており、特に高速道路では72%を占めている<sup>5)</sup>。この傾向を改善するために衝突被害軽減システムCMBSの義務化が示されている。また、トラックは地面と車体のすき間が大きいため、他のカテゴリの車両との衝突時に潜り込み事故が発生していた。現在は、車両突入防止装置が義務化されており、乗用車と同様にコンパチビリティの向上が図られている。

将来的には、商用車においてもITS分野における路車間、車車間通信を利用した周辺車両等把握システム（電子クラクション）による巻き込み事故の低減や高速道路における隊列自動追従走行等を実現することで、長距離トラックドライバーの疲労を軽減させることが期待されている。

## 7.3 二輪車

二輪車は、前後車輪が1列に配置されているため、走行時、常にバランスを取る必要がある。また、ライダーが直接実だ角を入力したり、旋回時に車体をロールさせてバランスを取る等、ダイレクトな操作系になっているため、一部に車両姿勢に対応したエンジン出力制御によるリアタイヤのスリップ抑制はあるものの、四輪車のようなESCによる積極的な介入が難しい特徴がある。

その特徴の中で実用化されている安全技術としては、電子制御式の前後輪連動ABSが挙げられる。二輪車は、乗用車に比べてホイールベースが短く、また車

体に対する乗員の質量比率が近接しているため重心高が高い。そのため制動時には前後荷重移動が大きくなる。その結果、二輪車の理想制動力配分線は図4のようになる。四輪車と異なり、0.5G以上の急制動を実現しようとすると、前輪の制動

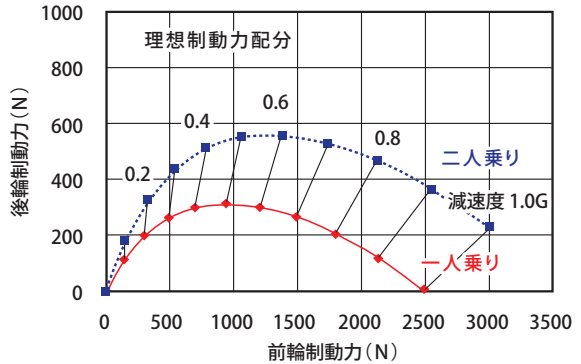


図4 二輪車の理想制動力配分

力を増加させるとともに後輪の制動力を減少させる必要がある（図4）。これを四輪車のような1入力を実現しようとすると、急減速時に対する後輪側の減圧配管等が非常に複雑になるため、搭載スペースが限られる二輪車では実用的ではない。従って、一般車両では、前後独自の2系統のブレーキ入力系をライダー自身が制御することでこの理想制動力配分に近い特性を実現している。

電子制御式の前後輪連動ABSでは、バイワイヤ技術を用いてライダーの入力を電子信号に変換し、コンピュータで前後ブレーキの効き、ABSのきめ細かな作動を制御する。電子制御にすることで、サスペンション可動部にあったABS専用の部品を省略するとともに従来パーツの利用が可能となっている<sup>6)</sup>。

また、DCT（Dual Clutch Transmission）を搭載することで、変速時の操作の軽減や変速ショックの軽減が実現でき、乗車時の運転に余裕を持たせることで、事故リスクを低減することが期待される<sup>7)</sup>。

パッシブセーフティに関しても、車体サイズならびに乗車スタイルから四輪車並みのクラッシュブルゾーンを二輪車に確保することは難しい。一方でASVでの開発を経て、大型車の一部にはエアバッグ装備車も市販されている。このエ

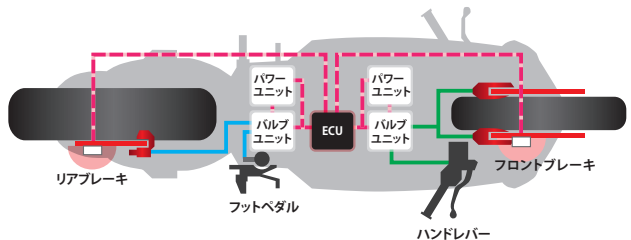


図5 電子制御式コンバインドABSのシステム概要図<sup>6)</sup>

エアバッグはシートベルトで拘束されていない自由度のあるライダーの乗車姿勢を受け止めるためにバッグの形状・サイズや展開方法が二輪用に工夫されている<sup>8)</sup>。

近年では、ライディングジャケット側にエアバッグを内蔵した装着型のエアバッグも登場している。衝突や転倒等により二輪からライダーが分離するとエアバッグが展開する仕組みとなっている。

また、一般道路の二輪車走行実態調査では、路肩走行やすり抜け等も観測される。ITSが普及すると乗用車でも取り上げたような周辺車両にその存在を把握してもらうために路車間や車車間通信を利用したデバイスの搭載により、側道からの車両との出会い頭事故や左折巻き込み事故等の減少が期待される（図6<sup>9)</sup>）。

### 左折事故防止支援情報提供システム（ASV / DSSS）

- 〔目的〕 ○信号機のある交差点を左折する際、見えにくい後方の車両の存在情報を伝達し、巻き込み事故防止をはかる。  
 〔期待される効果〕 ○左折巻き込み事故の事故件数削減（死角の情報補完による事故防止）

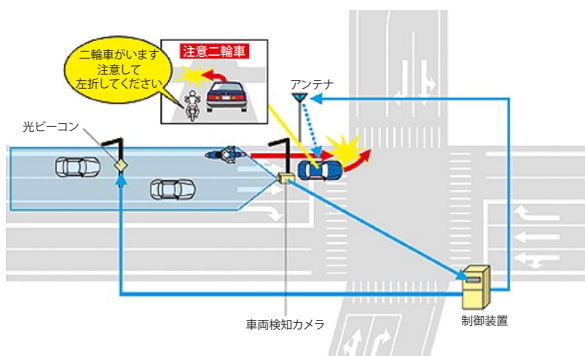


図6 ITSにおける路車間連携システム例<sup>9)</sup>

## 7.4 その他の安全技術

要素技術としては、タイヤの構造の変化も著しい。ランフラットタイヤでは、図7に示すようにタイヤのサイド部分に補強がされているため、パンク時でも一定距離を走行することが可能である。これによりスペアタイヤを携行しなくて済むため車両総重量が減少し、燃費も向上するメリットがある。

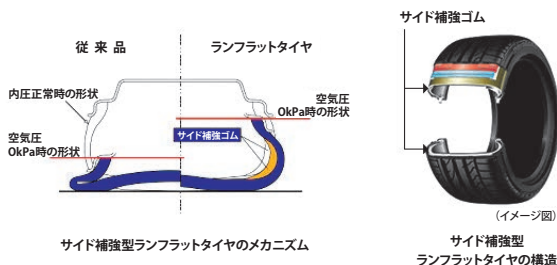


図7 ランフラットタイヤの構造<sup>10)</sup>

車体構成材料では、従来の超張力鋼に加えて、限定的ではあるが市販車に対して炭素繊維強化プラスチック素材の利用も開始された。これにより車体軽量化が進み、運動特性や燃費の向上が見込まれる。また、このような複合材料の利用を前提とした

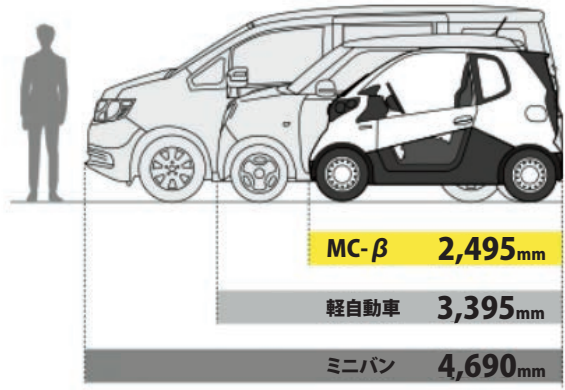


図8 超小型モビリティのサイズ比較例<sup>11)</sup>

車体構造設計が進むことで、現行の車両形状に対して設計の自由度が大きくなり、安全性の向上を図ることが可能となる。

また、近年普及している環境対応型のEVやハイブリッド車両がEVモードで走行する際には、モーター駆動となるためエンジン駆動モードよりも静粛性が高い。一方で、歩行者等がその車両の接近に気がつかずに接触するケースもある。そのため、EVモードで走行する際には、電子音を発生させることで周囲に存在を認知させる工夫がされている。また、EVは、高圧配線を含むため万一の事故発生時にも感電しないような配慮がされている。

一方で、超高齢社会の中での個別移動手段として、車両専有面積も小さく、小回りが利く超小型モビリティという新しいカテゴリの登場が期待されている（図8<sup>11)</sup>）。主として1人から2人乗りの乗車定員で、エネルギー消費量は通常の自動車の1/6程度（電気自動車の1/2程度）の仕様となっている。利用は自宅から近郊までの利用や観光地や商業地の回遊・周遊、小規模配達が想定されているが、今後の普及に際しては混合交通内での他のカテゴリの差別化と走行空間の確保が必要となる（図9<sup>12)</sup>）。

また、二輪車と同様に車体サイズが小型なためクラッシュゾーン等の確保が難しい。従って実用化に際しては、衝突自体を低減できるコンパクトでリーズナブルな衝突防止装置の搭載が期待される。







		道路運送車両			
		道路運送車両			
		車道走行			
		車道走行			
定格出力 (電動自動車)		0.6kW以下	1kW超		
エンジン排気量 (内燃機関自動車)		50cc以下	660cc以下	660cc超	
	歩行補助用具 (免許不要) ・時速6 km以下 ・車検なし ・全長:1,200mm ・全幅:700mm ・全高:1,090mm 	第一種原動機付 自転車 ・乗車定員1人のみ ・最大積載量30kgまで ・全長:2,500mm ・全幅:1,300mm ・全高:2,000mm ・衝突基準なし ・車検なし ・高速道路走行不可 	<b>超小型モビリティ</b> ・乗車定員1~2人程度 ・高速道路走行不可 	軽自動車 ・乗車定員4人 ・最大積載量350kgまで ・全長:3,400mm ・全幅:1,480mm ・全高:2,000mm ・衝突基準あり ・車検あり ・高速道路走行可 	小型自動車 ・普通自動車 
	歩行補助・支援のため利用	日常生活や小口物流の足としてあくまでも近場の移動にジャストフィット	高速道路を含めあらゆる道路環境、場面で活躍		

図9 超小型モビリティと従来カテゴリの位置付け<sup>12)</sup>

## 参考文献

- 本田技研工業「歩行者を検知しドライバーに知らせる世界初の『インテリジェント・ナイトビジョンシステム』を新開発—夜間の運転支援システムとして今秋発売のレジェンドに搭載—」2004年,  
<http://www.honda.co.jp/news/2004/4040824a.html> (2014年12月10日閲覧)
- 本田技研工業「コンパティビリティ対応ボディ」2003年,  
<http://www.honda.co.jp/tech/auto/compatibility/> (2014年12月10日閲覧)
- 自動車安全運転センター「大型貨物車の安全運転」2007年,  
[http://www.jsdc.or.jp/search/pdf/all/h18\\_3.pdf](http://www.jsdc.or.jp/search/pdf/all/h18_3.pdf) (2014年12月10日閲覧)
- 三菱ふそうトラック・バス株式会社「第58回自動車技術会賞で『運転注意力モニター (MDAS-III)』が『技術開発賞』を受賞」2008年,  
[http://www.mitsubishi-fuso.com/jp/news/news\\_content/080424/080424.html](http://www.mitsubishi-fuso.com/jp/news/news_content/080424/080424.html) (2014年12月10日閲覧)
- 全日本トラック協会「事業用貨物自動車の交通事故の傾向と事故事例」2014年,  
[http://www.jta.or.jp/member/pf\\_kotsuanzen/jikojirei.pdf](http://www.jta.or.jp/member/pf_kotsuanzen/jikojirei.pdf) (2014年12月10日閲覧)
- 本田技研工業「スーパースポーツバイクをより楽しくする世界初のスーパースポーツ用電子制御式“コンバインドABS”プレーキシステム」2009年,  
<http://www.honda.co.jp/tech/motor/c-abs2/detail/index.html> (2014年12月10日閲覧)
- 本田技研工業「マニュアルトランスミッションの楽しさをオートマチックで。二輪車で世界初、Hondaのデュアル・クラッチ・トランスミッション」2012年,  
<http://www.honda.co.jp/tech/motor/dct/> (2014年12月10日閲覧)
- 本田技研工業「前面衝突時、ライダーの傷害を軽減させる世界初の量産二輪車用エアバッグシステム」2006年,  
<http://www.honda.co.jp/tech/motor/airbag/> (2014年12月10日閲覧)
- 本田技研工業「Honda、先進安全自動車及び安全運転支援システムの公道実証実験を開始—交通事故低減をめざす、車車間及び路車間通信を利用した安全運転支援システムの開発に協力—」2008年,  
<http://www.honda.co.jp/news/2008/4080324.html> (2014年12月10日閲覧)

- 10) ブリヂストン 「ランフラットテクノロジー採用タイヤ」  
<http://www.bridgestone.co.jp/personal/tire/equipment/rft.html> (2014年12月10日閲覧)
- 11) 本田技研工業 「MC-β」 2013年,  
<http://www.honda.co.jp/mc-beta/feature.html> (2014年12月10日閲覧)
- 12) 国土交通省 「超小型モビリティの導入促進」 2013年,  
<http://www.mlit.go.jp/common/000986236.pdf> (2014年12月10日閲覧)

#### 推奨文献

- 1) 社団法人自動車技術会編 『自動車の百科事典』 丸善, 2009年
- 2) 国土交通省自動車交通局先進安全自動車推進検討会 「先進安全自動車に関する研究成果報告書—ASV (Advanced Safety Vehicle) の研究成果と今後の技術指針—」, 2008年,  
<http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/resource/data/asv1report.pdf> (2014年12月10日閲覧)
- 3) 国土交通省自動車交通局先進安全自動車推進検討会 「先進安全自動車 (ASV) 推進計画 (第2期) に関する報告書」, 2001年,  
<http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/resource/data/asv2report.pdf> (2014年12月10日閲覧)
- 4) 国土交通省自動車交通局先進安全自動車推進検討会 「先進安全自動車 (ASV) 推進計画 報告書—第3期 ASV計画における活動成果について—」, 2006年,  
<http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/resource/data/asv3seikahoukokusyocorrection.pdf> (2014年12月10日閲覧)
- 5) 国土交通省自動車交通局先進安全自動車推進検討会 「先進安全自動車 (ASV) 推進計画 報告書—第4期 ASV計画における活動成果について—」, 2011年,  
[http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/resource/data/asv4pamphlet\\_seika.pdf](http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/resource/data/asv4pamphlet_seika.pdf) (2014年12月10日閲覧)

#### 参照すべき実践編プロジェクト

東南アジアにおけるオートバイの都市交通手段としての役割と限界に関する研究 168ページ

# 第8章 交通心理学

## 8.1 ドライバーの知覚と認知

自動車を運転するとき、ドライバーは自分の意図に応じて周囲から情報を得て判断を行い、ステアリングやペダル、スイッチ類を操作する。これは単なる一連続の動作に見えるが、実際には周囲環境の変化の予測、次の行動のための情報の獲得、危険の発見と対処といったさまざまな心理的過程が含まれている。この外界から情報を得る過程が知覚（perception）過程であり、知覚した情報に対して処理・判断を行う過程が認知（cognition）過程である。この膨大な知覚・認知処理の多くは自動的・無意識的に行われている。これらは複雑なルールに基づき、厳しい時間的制約下で失敗なしに実行しなければならないシビアなものである。

運転行動に限らず、あらゆる人間の行動は図1<sup>1)</sup>のように模式化することができる。このモデルによれば、人間の行動は、情報入力から行動出力までの間に3レベルの情報処理（スキルベース、ルールベース、知識ベース）により行われる。外界から感覚機能により取り入れられた情報は、特徴が分析されて、その

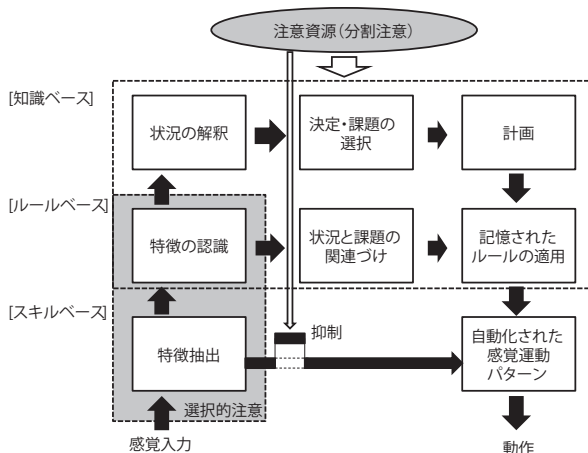


図1 ラスムッセンのSRKモデルに基づく3つのレベルによる行動制御モデル

情報内容が認識される。その内容がよく見知ったものならば特徴分析の時点で即座に対応した行為が生起する（スキルベース）。これは高速かつ無意識的だが一定に定まった柔軟性のない反応である。情報の内容に応じた行動を選択しなければならぬ場合には、反応のためのルールが想起され、これに基づいた行動が行われる（ルールベース）。単純かつ慣れた行動の場合、あまり注意を必要としないが、不慣れた行動であればある程度の注意が必要である。一方、その情報が見慣れないものである場合、情報の解釈や対応する行動の決定は意識的に行われる（知識ベース）。このレベルでの行動には十分な注意が必要で、その速度は遅いが、行動内容の柔軟な調整が可能である。

最も基本的な運転操作（ステアリング操作、ペダル操作等）ではスキルベースでの行動制御が行われる。交通法規に従った行動ではルールベースの制御が行われる。変則的で優先関係等が判断しにくい場所での運転、目的地までの経路選択等、思考が必要な場合は知識ベースでの処理が行われる。なお、ドライバー行動のモデルでは、操作（operational）、戦術（tactical）、戦略（strategic）という階層の概念が用いられる場合がある<sup>2)</sup>。これらは本モデルの各レベルに類似しており、特に操作と戦術のレベルはそれぞれスキルベース、ルールベースにほぼ対応するものと言えよう。

また、運転では注意が重要な役割を持つ。注意には、情報の選択的取得に関係する選択的注意（selective attention）と、行動を実行するために必要な心的なエネルギーとして働く分割的注意（divided attention）がある。この両者が深く関係する認知過程も図1に示されている。

## 8.2 ハザード知覚

ハザード（hazard）は事故につながり得る危険源を意味する。運転中にこのハザードを発見してその特性を認識することがハザード知覚である。ハザードには顕在的なもの（例えば前方に存在し視認できる歩行者等）と潜在的なもの（例えば直接見ることができない死角に隠れた歩行者等）があり、適切なタイミングでこれらを検出しなければならない。また、ハザード知覚は安全の確保に必要な運転中の状況認識（situation awareness）の過程の1つとしても理解できる<sup>3)</sup>。

自動車運転におけるハザード知覚の大半は視覚に依存する。視力は高いが

狭い範囲に限定されている中心視野でハザードの出現を捉えるために、ハザードが存在する可能性が高い箇所に視線を向け、また同時にハザードの出現を予期して注意を伴って見る必要がある。これで得られた視覚情報の中から必要な情報が選択的に得られる。この情報の選択には予期や価値判断が強く影響するが、適切なハザード検出の意図を伴わなければ視線を向けても見えていないはずの対象を見落とすという不注意による見落とし（inattentive blindness）現象が生じる可能性がある<sup>4)</sup>。

またドライバーは自分の経験や知識に基づいて、どのような対象・状況がハザードかを短時間で判断しなければならない。そのためには、ドライバーはハザードに関する記憶を持ち、その内容を短時間で検索し想起する能力がなければならない。運転経験に伴いドライバーはこれらの知識を次第に獲得し、ハザードに関するスキーマ（schema）を形成する。スキーマとは出来事、行為、事物について過去の経験から得られ、一般化された複数の概念が構造化されたものである<sup>5)</sup>。スキーマによる行動の制御は通常無意識的・自動的なものであり<sup>6)</sup>、また情報が不完全な場合もスキーマ自体が持つ既定値によって情報の欠損を補完する<sup>5)</sup>。スキーマはわれわれのスムーズな行動の基盤である。先行研究では、スキーマが形成されることにより、ドライバーはハザードを含む場面をより適切かつ全体的に認識できるようになることが示されている<sup>7)・8)</sup>。

ハザード知覚が適切にできることは事故防止にとって非常に重要である。このため、多様なハザード知覚テストが開発され、欧米諸国や日本では免許試験にも取り入れられてきている<sup>9)</sup>。典型的なハザード知覚テストは、ドライバーの視点から自車前方を撮影したビデオ映像を観察し、ハザードを発見したらボタンを押す等の反応を行うというもので、ハザード知覚能力はハザードの検出反応時間、検出率によって評価される。このとき、熟練者は初心者に比べてハザード検出反応時間はより短く、検出数はより多い、という結果が得られる場合が多い<sup>10)・11)</sup>。また、ハザード知覚テストを行う際の眼球運動を記録した研究では、熟練者と初心者の反応の速さの違いは、ハザードの単なる知覚的検出能力ではなく、出現したハザードの危険性の判断に関する処理能力の違いによって生じていることが示唆されている<sup>12)・13)</sup>。

また、高齢ドライバーの増加に伴い、ハザード知覚能力の加齢変化についても研究が進められている。ハザード知覚テストの成績を若年者と高齢者で比較した研究では、高齢ドライバーはハザード知覚得点がより低くなることを示すもの<sup>14)・15)</sup>、加齢によるハザード認識能力の違いは見られないことを示すものがある<sup>16)</sup>。

高齢者のハザード知覚テストの成績が視覚機能そのものの低下（例えばコントラスト感度の低下）や、注意機能の全体的な低下を示す有効視野の縮小といった要因により影響されるのか、あるいはハザード知覚の基盤となるスキーマの構造や機能の加齢変化が生じることにより影響されるのか検討が必要である。

ハザード知覚の能力を高めるための教育・訓練も実施されている。その方法の1つは、交通場面の静止画像や動画を観察しその中にあるハザードを探して指摘するという方法である。先述したように、ハザード知覚は危険に関するさまざまな知識が構造化されたスキーマに基づく。効果的なハザード知覚のためには典型的・個別的なハザードの知識を多く記憶し、場面に対応する知識が即座に引き出せる状態となっていることに加え、その知識を一般化して新規な状況にも対応する柔軟な予測ができなければならない。よってハザード知覚の教育・訓練では、単に個々のハザードに対する対応を訓練するのではなく、ハザードがどのような経過を経て事故に結び付くのか、またどのような情報獲得によりハザードが発見しやすくなるかを理解させる必要がある。ハザード知覚の教育訓練は、例えば自動車教習所では「危険予測ディスカッション」「危険を予測した運転」として既に導入されているが、教育内容をより効果的にするためにはドライバーの知覚・認知過程を考慮した心理学的アプローチによる改善が有効と思われる。

### 8.3 リスクテイキング

交通心理学では、ドライバーの事故発生に関連する概念として、リスクテイキング（リスク敢行性:risk taking）という用語が長く用いられてきた。この場合、「リスクを承知で行動を行う」というドライバーの傾向性が事故を誘発しやすいのであろうという仮定に基づいている。とりわけ事故の発生率の高い若者集団に対して、その理由として用いられることが多い。

個人が高いリスクテイキング傾向を示す場合に、何が危ないのか分からないでリスク状況に入り込んでしまう場合と、リスクを承知で受容する場合（例えばスリルを求める等の理由で）とは、同じ行動のように見えても明らかに原因が異なる。例えば、赤信号を無視して交差点を横切った場合でも、信号があるのに気付かず交差点に入る場合と、赤であるのを承知で無理に入り込む場合との両方が想定できる。個人の資質としても、前者はハザード知覚の問題であるが、後者は

リスクテイキング傾向性のような運転態度の問題であると言える。

Trimpopの定義では、「不確実性あるいは損失の可能性」が知覚された段階での行動全てがリスクテイキングとされている<sup>17)</sup>。日常生活での行動と比較して、交通行動の場合にはいずれの行動も不確実性を含んでいるので、この定義によると交通行動のほとんど全ての場面にリスクテイキングの領域が広がることになる。

交通行動は極めて時間圧力の高い状況での心的過程を反映するものであり、そうした行動の特徴がリスクテイキング行動にも影響を与えている。運転行動や交通行動では、ハザード知覚とリスク知覚からリスクテイキングの意思決定を経て行動がなされるまでの過程が短時間で連続的であるのが特色と言える。

前節で取り上げたように、事故に結び付く可能性のある対象や状況を予測し、早期に発見するハザード知覚の能力は安全運転に大切である。一方、そのハザードの総体に対して自分の運転との絡みで事故の可能性としてのリスクが評定される。このときに、自分の技能への評価がなされ、自分の技能が運転課題に対して十分に対応できると判断すれば、ハザードを正しく知覚していてもリスクの評価は低いものになる。

しかし、リスクが高く評価されていても、時間の短縮や他者の賞賛等の効用が上回ればリスクが受容され、リスクテイキング行動が生じやすくなる。リスクの高い行為を行うことにより何らかの利得が得られるとすれば、そのリスクは報われることになり、正の強化が生じる。例えば、高速で道路を走行することにより目的地までの時間が短縮されるならばその努力は報われる。つまり、「ストレス発散」や「先急ぎ」等による利得が運転行動にかかわっており、そうした利得がリスク取行一回避の行動面に影響を及ぼしているのである。こうした側面を「リスク効用 (risk utility)」と呼ぶ。

リスク効用には人間の動機体系と重なり合うさまざまな種類があり、ストレスの発散、攻撃、自立の表現、覚醒レベル上昇の手段、移動効率（先を急ぐこと）、大人の権威への反発、仲間からの賞賛というものが挙げられている。さらに、車の購入に際して、若者は中高年者よりも外見やスタイルを重視し安全面の特長を重視しない。こうした動機がリスク回避に影響を及ぼすことはよくある。

とりわけ近年、センセーションシーキング（感覚追求：sensation seeking）が注目されている。Zuckermanの定義によると、センセーションシーキングとは、多様で、新奇性があり、複雑かつ激しい感覚や経験への追求、さらには、そうした経験を得ようとして、身体的、社会的、法的かつ金銭的なリスクを取ろうとする意

図によって定義される個人の特徴 (trait) である<sup>18)</sup>。この定義に従うと、センセーションシーキングとは「リスク動機」に他ならない。

こうしたリスク効用等の知見が増えるにつれて、ドライバーのリスクテイキング傾向を減少させ、リスク回避傾向を増大させるためには、リスク知覚の改善だけでは限界があることも認識されるようになってきたのである。要するに、ドライバーがなぜそうした行動を取るのかは、リスクの非効用としての事故の可能性だけを取り上げるのではなく、同時にセンセーションシーキングや他者からの賞賛等のリスク効用を考慮することも大切であるとされている。

近年のリスク受容やリスク回避に関する最も盛んな議論はリスク補償 (risk compensation) 説やリスクホメオスタシス (risk homeostasis) 理論を巡る諸問題である。リスク補償傾向とは何らかの対策による安全面でのメリットを、交通参加者がよりリスクな行動を取ることで相殺あるいは減少させることである。例えば、道路改良で安全な道路になったとしても、交通参加者が安全面でマイナスの方向に行動変化 (例えば速度上昇や安全確認の省略等) することで、得られるはずの安全面のメリットが部分的に相殺されてしまう。

Wildeによるリスクホメオスタシス理論<sup>19)</sup>では、「個人はさまざまな活動における“リスクの目標水準”を持っていて、そのリスク水準を達成あるいは維持するように行動を調整する」とされ、その結果、「リスクの目標値を下げないような安全対策では事故を減らすことができない」とされ、安全面でのメリットと等価な危険方向への行動変化が生じるとされている。しかし、各ドライバーが安全面でのメリットを完全に正しく推定することはあり得ない等の理由で、リスクホメオスタシス理論には批判も多い。

## 8.4 高齢ドライバーの行動と教育

高齢社会に伴い、高齢ドライバーの事故防止に関する議論が盛んに行われている。しかし、高齢ドライバーが若年ドライバーと比較して果たしてリスクが高いのか、という問題設定に対しては慎重な議論が求められる。たとえ能力面での低下があったとしても、高齢者は危険性の高い運転 (夜間運転や雨天時の走行等) を避けることや、速度を低下させる等、慎重な運転を行うことで、実際の事故の危険性を減少させることもできるからである。多くの高齢者がこうした「補償運転



（compensatory driving）」の行動傾向を示していることは既に多くの研究で実証されている。

ただし、走行距離による暴露度を一定にしたとき、高齢ドライバーの事故率が若年層を除く他の年齢層よりも高いことは諸研究

により検証されている。藤田は高齢ドライバーが若年層を除く他の年齢層と比べて、死亡事故で3.0倍、交通事故件数で1.5倍高い事故率であることを示した<sup>20)</sup>。

高齢者の事故率の高さの理由として、高齢者の運転パフォーマンスの低さが指摘されている。蓮花ら<sup>14)</sup>は高齢ドライバーの運転パフォーマンスを行動指標（確認行動と速度行動）と指導員による運転評価指標を用いて測定し、他の年齢層ドライバーと比較した結果、高齢者になるほど左右確認回数が少なくなった（図2）。通常の走行速度については、加齢による大きな影響はなかったが、見通しの悪い交差点や一時停止交差点での速度は高齢者の方が高かった。つまり、「止まって確認」という安全運転の基本ができていない高齢者が多いという結果であった。

しかしながら、前述のように、高齢者は自分の機能低下や運転行動の劣化に対応して、補償運転行動を取ることが多くの研究により指摘されている。松浦・石田・森は、高齢ドライバーが自分の機能低下に基づく危険運転の可能性に気付くことで、彼らが危ない状況を避けようとする補償運転行動を取るのではと考へ、そうした行動傾向を測定するために、「危険運転尺度」と「補償運転尺度」からなる「安全運転ワークブック」を作成した<sup>21)</sup>。その研究の結果、加齢に伴い「危険運転評価」も「補償運転評価」も強まった。さらに、危険運転評価が高い者ほど、事故・違反傾向が高く、指導員の「運転行動評価」が低いという傾向を示した。

過去の研究では、高齢ドライバー向けの「一時停止・安全確認」教育プログラムを実践して、その効果が検証されている。そこでは、高齢者の苦手とする一時停止と安全確認行動を取り上げて教習所において教育を行った<sup>22)</sup>。教育手法として「行動チェックとフィードバック」が採用され、1) 実際に教習車で、教習所の所定のコースを走行させ、ビデオで問題行動を記録する（走行による運転診

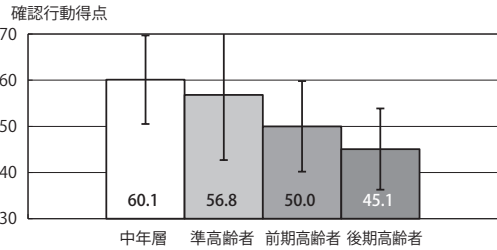


図2 年齢層別の確認行動得点

断), 2) 自分の運転ぶりをビデオ提示することによる行動チェックと指導員からのフィードバックが実施された。

その後、蓮花らの研究<sup>23)</sup>では、教育手法をコーチング法として整理を行い、指導員への教育マニュアルを作成・訓練を実施した上で、参加者に各自の問題点を「気付かせる」ように適切な問いかけとフィードバックを

行った。教育効果として、交差点での速度低下や確認回数の改善が教育実施群では認められ(図3)、その効果は1カ月後にも弱まりつつも継続した。

一般に、高齢者に対して教育の効果が見込めるのか疑問視されることもあるが、実際の運転行動をチェックし、適切なフィードバックを与え自分の運転を振り返るという今回の手法により一定の効果が見込めることが分かった。

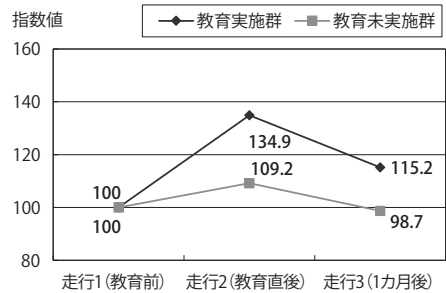


図3 総確認回数での教育効果

## 8.5 自転車利用者の行動と教育

自転車の事故率は子どもと高齢者に高く、その行動面での問題として、一時不停止や信号無視、道路の逆走や乱横断という問題点が指摘されている。また、1995年の国際交通安全学会による研究<sup>24)</sup>では、免許保有率と移動時間を統計した分析を行っており、免許を保有していない高齢者の事故率が高かった。免許の有無条件の影響は青年壮年層でも生じているものの、免許保有率が高齢者ほど低いため、全体としては高齢者の問題が大きい。

また2012年の国際交通安全学会の研究<sup>25)</sup>では、交差点での一時不停止や確認行動等の行動特性を測定するために、自動車教習所の所内コースでの調査が実施された。運転診断の内容は、走行位置と安全確認行動(交差点での左右確認回数や確認の深さと長さ)であった。

図4では、確認総得点で免許保有者の方が免許非保有者よりも交差点での安全確認をよく行うという免許の有無の効果が示されている。また、走行位置では、免許保有者の方が免許非保有者よりも得点が高く、免許保有者の方が免許非保有者よりも道路端により近い走行位置を選択しているという結果であった。

また免許非保有者は、歩行時に比べて、自転車走行時には確認水準も走行位置も行動水準が低く、リスクの高い行動を示した。免許を保有している高齢者は、運転免許取得時の教育や運転経験によって、適切な運転技能や知識が習得されており、状況に応じたリスク回避の行動を取ることが容易であると解釈できる。免許を保有し

ていない者については、できるだけ早期に、免許取得時に準じた水準の教育を実施することが事故減少につながるものであり、学校教育や地域の交通安全教育と連動して、自転車利用者への積極的な教育が望まれる。

小川は、高校生を対象とした自転車教育プログラムを開発している<sup>26)</sup>。そこでは、自転車走行にかかわる自分の姿についての知識の不足が不安全行動の一要因となっているという仮説に基づき、他者観察法とコーチング法を活用した教育プログラムを高校生に実施した。教育では、コーチングの基本原則を応用しながら、グループ討議、映像教材による他者観察、自転車シミュレータによる他者観察のようなステップが組込まれていた。そして、一連の自己理解の変化を、「私は…」で始まる文章を20通り作成する「20答法」と呼ばれる手法を用いて教育前後で評価したところ、量的に文章数が増えたのみならず、内容的な変化として、一般的な自転車走行の記述から、カテゴリ「確認する」を中心に、積極的に安全を確保しようとする記述が増えていた。こうした自己理解を促す自転車教育は、成人への過渡期にある青少年段階の若者に適し、生涯良い影響を及ぼす可能性があるのであるため、今後推進される必要があろう。

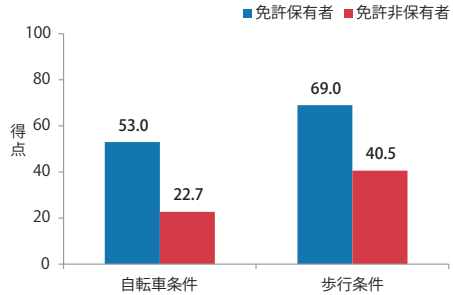


図4 免許の有無別による自転車条件と歩行条件の確認総得点

#### 参考文献

- 1) 篠原一光「注意とヒューマンエラー—交通安全と注意問題を中心として—」原田悦子,篠原一光編著『現代の認知心理学4:注意と安全』北大路書房, pp. 186-208, 2011年
- 2) Shinar, D. 2007. *Traffic safety and human behavior*. Elsevier.
- 3) Horswill, M. S., and F. P. McKenna. 2004. "A cognitive approach to situation awareness." In *A cognitive approach to situation awareness: theory and application*. S. Banbury, and S. Tremblay, eds. Ashgate publishing.
- 4) Chabris, C., and D. Simons. 2010. *The invisible gorilla: and other ways our intuitions deceive us*. HarperCollins Publishers.

- 5) 篠原一光 「認知とヒューマンエラー」 篠原一光, 中村隆宏編著 『心理学から考えるヒューマンファクター—安全で快適な新時代へ』 有斐閣, pp. 41-59, 2013年
- 6) 熊田孝恒, 原田悦子 「注意と遂行機能」 日本認知心理学会編 『認知心理学ハンドブック』 pp. 94-95, 2013年
- 7) Benda, H. V., and C. G. Hoyos. 1983. "Estimating hazards in traffic situations." *Accident Analysis and Prevention* Vol. 15: 1-9.
- 8) Borowsky, A., T. Oron-Gilad, and Y. Parmet. 2009. "Age and skill differences in classifying hazardous traffic scenes." *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* Vol. 12: 277-287.
- 9) 長山泰久 『管理者のための危険予測運転教育—日・米・欧の危険予測教育と教材・テスト問題—』 企業開発センター交通問題研究室, 2009年
- 10) Scialfa, C. T., M. C. Deschênes, J. Ference, J. Boone, M. S. Horswill, and M. Wetton. 2011. "A hazard perception test for novice drivers." *Accident Analysis and Prevention* Vol. 43: 204-208.
- 11) Borowsky, A., D. Shinar, and T. Oron-Gilad. 2010. "Age, skill, and hazard perception in driving." *Accident Analysis and Prevention* Vol. 42: 1240-1249.
- 12) Huestegge, L., E. M. Skottke, S. Anders, J. Müsseler, and G. Debus. 2010. "The development of hazard perception: Dissociation of visual orientation and hazard processing." *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* Vol. 13: 1-8.
- 13) Wetton, M. A., M. S. Horswill, C. Hatherly, J. M. Wood, N. A. Pachana, and K. J. Anstey. 2010. "The development and validation of two complementary measures of drivers' hazard perception ability." *Accident Analysis and Prevention* Vol. 42: 1232-1239.
- 14) 蓮花一己, 石橋富和, 尾入正哲, 太田博雄, 恒成茂行, 向井希宏 「高齢ドライバーの運転パフォーマンスとハザード知覚」 『応用心理学研究』 Vol. 29, No. 1, pp. 1-16. 2003年
- 15) 蓮花一己, 多田昌裕, 向井希宏 「高齢ドライバーと中年ドライバーのリスクテイキング行動に関する実証的研究」 『応用心理学研究』 Vol. 39, No. 3, pp. 182-196, 2014年
- 16) Underwood, G., N. Phelps, C. Wright, E. van Loon, and A. Galpin. 2005. "Eye fixation scanpaths of younger and older drivers in a hazard perception task." *Ophthalmic & Physiological Optics: The Journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)* Vol. 25: 346-356.
- 17) Trimpop, R. M. 1994. *The psychology of risk taking behavior*. North-Holland.
- 18) Zuckerman, M. 1994. *Behavioral expressions and biosocial bases sensation seeking*. Cambridge University Press.
- 19) Wilde, G. J. S. 2001. *Target risk 2: a new psychology of safety and health*. PDE Publications. (ワイルド, G. J. S., 芳賀繁 (訳) 『交通事故はなぜなくなる—カーリスク行動の心理学』 新曜社, 2007年)
- 20) 藤田悟郎 「交通事故率, 危険暴露度及び運転行動の年齢による違い—高齢者運転教育と若年運転者教育の問題点—」 『科学警察研究所報告 交通科学編』 Vol. 37, No. 2, pp. 48-57, 1996年

- 21) 松浦常夫, 石田敏郎, 森信昭『高齢ドライバーのための安全運転ワークブック』企業開発センター, 2008年
- 22) 国際交通安全学会『高齢ドライバーへの教育プログラムと支援システムの開発 平成15年度研究調査報告書』2004年
- 23) 蓮花一己, 太田博雄, 向井希宏, 小川和久「コーチング技法を用いた高齢ドライバーへの教育プログラムの効果」『交通心理学研究』Vol. 26, No. 1, pp. 1-13, 2010年
- 24) 国際交通安全学会『高齢歩行者・自転車乗用者の安全に対する運転経験の効果に関する調査研究 平成6年研究調査報告書』1995年
- 25) 国際交通安全学会『子どもから高齢者までの自転車利用者の心理行動特性を踏まえた安全対策の研究 (Ⅲ) 研究調査プロジェクト報告書』2012年
- 26) 小川和久「生徒の自己理解に基づく安全教育方法の開発」『東北工業大学紀要Ⅱ人文社会科学編』Vol. 34, pp. 1-9, 2014年

#### 推奨文献

- 1) Wickens, C. D., and J. S. McCarley. 2008. *Applied attention theory*. CRC Press.
- 2) McKenna, F. P., and M.S. Horswill. 1999. "Hazard perception and its relevance for driver licensing." *IATSS Research* Vol. 23: 36-41.
- 3) Endsley, M. R. 2000. "Theoretical underpinnings of situation awareness: a critical review." In *Situation awareness analysis and measurement*, edited by M. R. Endsley, and D. J. Garland, 3-28. Lawrence Erlbaum Associates.
- 4) Marottoli, R. A., and E. D. Richardson. 1998. "Confidence in, and self-rating of, driving ability among older drivers." *Accident Analysis and Perception* Vol. 30: 331-336.
- 5) Marottoli, R. A., E. D. Richardson, M. H. Stowe, E. G. Miller, L. M. Brass, L. M. Cooney Jr., and M. E. Tinetti. 1998. "Development of a test battery to identify older drivers at risk for self-reported adverse driving events." *Journal of American Geriatrics Society* Vol. 46, No. 5: 562-568.
- 6) Matsuura, T. 2011. "Older drivers' risky and compensatory driving: Development of a safe driving workbook for older drivers." In *Traffic Psychology: An International Perspective*, edited by D. Hennessy, 87-113. Nova Science Publishers.
- 7) Oxley, J., B. Fildes, B. Corben, and J. Langford. 2006. "Intersection design for older drivers." *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* Vol. 9: 335-346.
- 8) Renge, K. 1998. "Drivers' hazard and risk perception, confidence in safe driving, and choice of speed." *IATSS Research* Vol. 22, No. 103-110.

#### 参照すべき実践編プロジェクト

中心・周辺視野の脳部位の同定と交通安全への適用 176ページ

ドライバーの感情特性と運転行動への影響 180ページ

子どもから高齢者までの自転車利用者の心理行動特性を踏まえた安全対策の研究 184ページ

# 第9章

## 交通安全と医学

### 9.1 交通事故死傷者統計

警察庁の交通事故死者の統計では道路交通法に定める道路上で発生した交通事故で、事故発生後24時間以内に死亡した者の数が集計されている。一般に交通事故の死者数とはこの数を言う。また、事故発生から24時間を経過して死亡する者を把握し、国際比較を行うため、平成5年より、24時間死者に事故後24時間から30日の間に死亡した者を加えた数も集計されている。警察庁の交通事故負傷者の統計では、30日以上の治療を要する場合を重傷、30日未満の治療を要する場合を軽傷とし、負傷者とは重傷と軽傷の合計である。一方、人口動態統計では発生現場の如何を問わず、交通事故により1年以内に死亡した者が集計されている。なお、医学的には事故発生後の期間によらず、交通機関の関与による死亡は全て交通事故死である。

全国における交通事故死者数（24時間死亡者数）は平成元年以降、平成4年の11,452人をピークとして、平成8年9,943人、平成15年7,768人、平成21年4,968人であり、平成25年は4,373人で13年連続して減少している。事故後24時間から30日の間に死亡する者は平成15年1,176人、平成21年863人、平成25年779人と減少しており、事故後24時間以内に死亡する者の10～20%に相当する数の人が事故後24時間から30

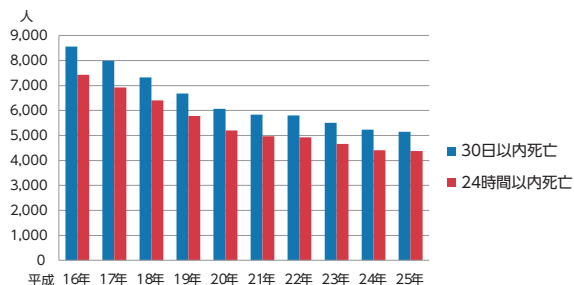


図1 交通事故死亡者数

日の間に死亡している（図1）。負傷者数も9年連続して減少し、平成25年は781,494人であり、30日以上の治療を要する重傷者は例年負傷者の約6%を占めている（図2）。

死傷者数の減少は酒気帯び運転の罰則強化やシートベルト着用の義務化等の法規制の強化、事故が発生し難い道路環境の整備と車両構造の開発、公共交通機関や救急医療体

制の整備、交通安全教育等の総合的な事故予防対策の成果である。年齢層別の死傷者の状況と特徴として、死者および重傷者は高齢者の割合が高い、全ての年齢層で減少するも高齢者は減少幅が最小、高齢者の致死率は他の年齢層の約6.6倍、高齢者の重傷者率は他の年齢層の約3倍であることが挙げられている（図3）<sup>1)</sup>。

交通事故の死者数は全年齢層で減少しているが、高齢者の死亡者数の減少率が小さいため、全体の死者数に占める高齢者の割合は増えている。2009年6月から運転免許証の更新期間が満了する日の年齢が75歳以上の運転者は認知機能検査を受け、その上で高齢者講習を受けることが義務付けられている。今後は高齢者歩行者の交通事故予防が特に必要である<sup>2)</sup>。

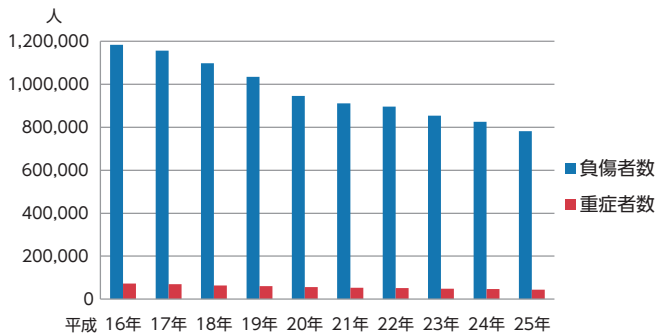


図2 交通事故負傷者数

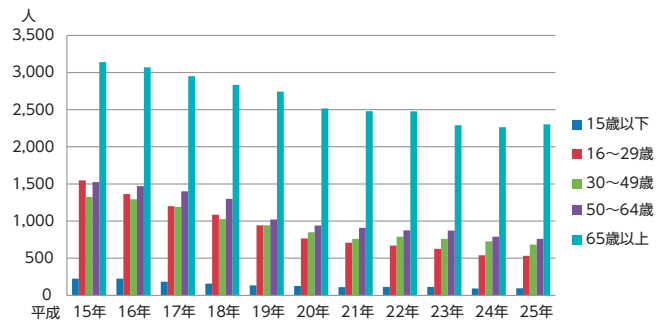


図3 年齢層別交通事故死亡者数(24時間以内死亡)

## 9.2 交通事故損傷

自動車による人体損傷の特徴として、外表から見た損傷は軽度であるが、身体内部の損傷は高度であると言われていいる。自動車事故の死傷者は歩行者、運転者、同乗者に分類され、その他として二輪車や自転車の事故の死傷者があるが、それぞれに特徴的な損傷がある（表1）。

歩行者の損傷は車両が最初に衝突して生じた損傷（1次損傷）、跳ね上げられて車両と衝突して生じた損傷（2次損傷）、路面に叩き付けられて生じた損傷（3次損傷）に区分される。歩行者の損傷は車両の形状と衝突時のスピードに依存して形成される。普通自動車ではフロントバンパーの衝突でフロントバンパーとほぼ同じ高さの歩行者の下肢に一次損傷としてバンパー創が形成されるが、ボンネットのないキャブオーバー型の車両では腰部や胸部に一次損傷が形成される。ひき逃げ事件では一次損傷と車両の衝突部位の一致が事故車両の特定に重要である。また、低速の車両（20km/h前後）に跳ねられた歩行者の体は車両の前方または側方に飛ばされる。中速の車両（20～60km/h）ではボンネットやフロントガラスに乗り上げるように跳ねられる。高速の車両（60～100km/h）では車両の上方に跳ね上げられ路面に叩き付けられる。低速の車両に前方に跳ねられた場合は同じ車両に轢過されることがあり、高速の車両に跳ね上げられて路面に叩き付けられた際には重篤な頭部外傷を生じる<sup>3)</sup>。脳損傷は交通事故による高頻度で重篤な損傷であり、脳損傷の診断や病態は患者の救命につながる重要な課題である（図4）<sup>4)</sup>。

運転者と同乗者の損傷は車両が他の車両や道路脇の構造物と衝突した際に

表1 受傷機転から見た乗車位置別の交通事故損傷

### 1. 歩行者

バンパー創, ボンネット・フロントガラスによる損傷  
 轢過による損傷(タイヤマーク, 剥皮創), 引きずりによる損傷  
 1次損傷: 車両が最初に衝突して生じた損傷  
 2次損傷: 跳ね上げられて車両と衝突して生じた損傷  
 3次損傷: 路面に叩き付けられて生じた損傷

### 2. 運転者

ハンドル外傷, シートベルト・エアバッグ損傷  
 ダッシュボード・フロントガラスによる損傷  
 頸椎損傷(むちうち損傷)  
 衝突時にブレーキを踏み込んで下肢を伸展することによる下肢・骨盤骨折  
 車外放出による損傷

### 3. 同乗者

ハンドル外傷, シートベルト・エアバッグ損傷  
 ダッシュボード・フロントガラスによる損傷  
 頸椎損傷(むちうち損傷)  
 車外放出による損傷



車室内の構造物と打撲して生じ、車両の横転時や乗員の車外放出時にも生じる。運転者が胸腹部をハンドルと打撲した際のハンドル外傷では心臓破裂等の重篤な損傷が生じる。シートベルトは頭部と胸腹部がフロントガラスやハンドルと衝突するのを防ぎ、重篤な損傷の原因となる車外放出を防ぐ働きもあり、事故時にシートベルトを装着していたかどうかの情報は重傷度の予測に重要である。シートベルトの装着はエアバッグの作動時にも必要であり、シートベルト未装着では急激に膨らんだエアバッグが前胸部を打撲して重篤な損傷を形成することがある。

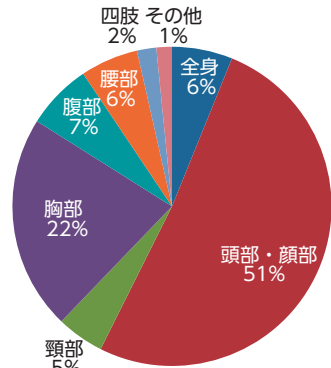


図4 損傷部位別死亡者数

(平成25年・事故後30日以内死亡5,152人)

交通事故損傷を客観的に調査研究するために損傷の程度が数量化されている。1971年にアメリカ自動車医学会より簡略化傷害基準 (Abbreviated Injury Scale: AIS) が作成され、複数施設間での治療予後の比較検討、衝突速度と損傷の関係、シートベルト着用・非着用時の損傷の差異等が研究されている。AISでは身体を体表、頭部、頸部、胸部、腹部・骨盤臓器、脊柱、四肢の7部位に分け、これらの部位の各損傷にAISスコアとして1:軽症, 2:中等症, 3:重症, 4:重篤, 5:瀕死, 6:致命傷の6段階の点数を付ける。最も大きい点数をMaximum AIS (MAIS:最大値AIS) と言う。また、傷害度スコア (Injury Severity Score: ISS) はAISをもとに算出する多発外傷の重傷度評価法である。身体区分を頭・頸部、顔面、胸部、腹部、四肢・骨盤臓器、体表の6部位に置き換え、各損傷にAIS1～5の5段階スコアを付ける。各部位別に最高スコアのものだけを取り出し、さらにAISスコアの上位3位までをそれぞれ二乗して加算し得られた数値がISSスコアである。最高値は75となる。また、一部位でもAISが6の場合はISSを75とする。ISSスコアは重傷度をよく示し、特に多発外傷患者の死亡率と相関する。交通事故の3要因である人体損傷、事故車両、事故現場の分析による受傷機転の解析は、交通事故の発生を未然に防止するための人・車両・道路環境に関する安全性の確保 (能動安全: active safety) と事故後の乗員・歩行者の被害を軽減するための安全性の確保 (受動安全: passive safety) のための基本的なデータとなる。

## 9.3 救急医療

### 9.3.1 救急医療における時間の重要性和地域性

救急医療は、医の原点であり、予期せずに発生する急性病態に対し、全ての国民が期待する最後の砦として展開される医療と考えられている。

急性病態は、発症程度の差こそあれ進行していくのが特徴である。急激な頭痛であればくも膜下出血。胸痛があれば急性心筋梗塞。高い場所から墜落すれば高エネルギー外傷による重症外傷等が考えられる。提示したこれらの病態はいずれも早く病院に搬送が必要である。くも膜下出血の原因で知られる脳動脈瘤破裂は、発症当日に再破裂を来しやすく命を落とす確率が高い。急性心筋梗塞は、発症から4時間以内に心室細動と呼ばれる致死性不整脈を起こしやすい。高エネルギー外傷は重症外傷となる確率が高く、発症から1時間以内に病変部位の診断を行って治療方針を決定しなければ死亡率が統計学的に有意に上昇することが示されている<sup>5)</sup>。

こうした急性病態に対して、「いつでも、どこでも、だれでも」一定の診療レベルを担保した救急医療の供給体制を維持することは非常に重要なことであるが困難でもある。本邦の重症外傷に対する治療成績においては地域や施設により治療成績の差が報告された。これに対して日本外傷診療研究機構では、JATEC (Japan Advanced Trauma Evaluation and Care) コースで本邦の外傷診療のプロトコルを示し、off-the-jobによるこの教育コースを全国で実践し普及に努めている。医師を中心としたJATECコースは、チーム医療の重要性から看護師にも広がり、実質的な外傷死亡率の改善が年々認められている事実が確認された<sup>6)</sup>。

救急医療の状況は、大都市と地方都市においてその意味合いが異なってくる。大都市では、多くの病院に高度先進治療を行う専門医が多数存在するが、患者の受け入れ拒否や救急患者の病院間転送が遅れたために発生したと考えられる不幸な死亡事故が東京都で発生した。一方、地方都市では地域に1つしかない救急病院に全ての役割が集中し、軽症から重症までの全ての患者受け入れを行わなくてはならないため、病院の機能不全に陥る可能性が危惧されている。どちらの問題が難題かは別として、救急医療はこうした事情から、地域社会の枠組みの中でその存在意義を考える必要性がある。そのため、問題点はその地域ごとの病院、救急隊、消防隊、警察、行政等によって解決していかなければ

ならない<sup>7)</sup>。

### 9.3.2 救急医療の時間に関する現状と問題点

救急医療において死亡者や後遺症を減らすには時間が大切であるため、救急自動車が急病人のもとへできるだけ早く向かい、病院選定が迅速に行われ、病院到着までの時間が短縮されることが必要である。しかしながら現場到着までの時間や病院に収容されるまでの時間は全国規模のデータにおいて延長する一方である（図5）。この延長の要因は出場、現場、病院およびそれぞれの間で認められており数々の方策がとられているが、効果的な解決策はまだないのが現状である。

東京消防庁では、救急自動車出場件数の増加に伴い、地域の人口増加や適切な救急医療を提供する目的により救急隊数を増やしてきた（図6）。しかし、救急自動車1隊当たりの出動件数は1963年の年間1488件から減少することなく2013年には年間3183件に及んだ。この件数増加には、①軽症者の救急自動車の利用、

②高齢者の救急要請件数の増加、③疾病構造の変化、④高齢者の人口増加、⑤高齢者の生理学的特徴等の要因が挙げられる。

その傾向は全国レベルでも同様である。高齢者の人口増加により、現在では救急搬送患者の約4割が70歳以上となった。高齢者における血圧や意識

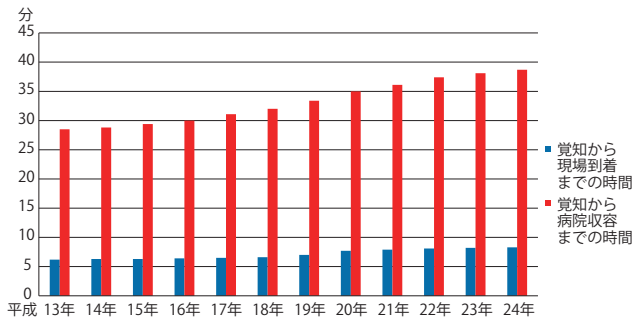


図5 現場到着時間および病院収容時間の推移

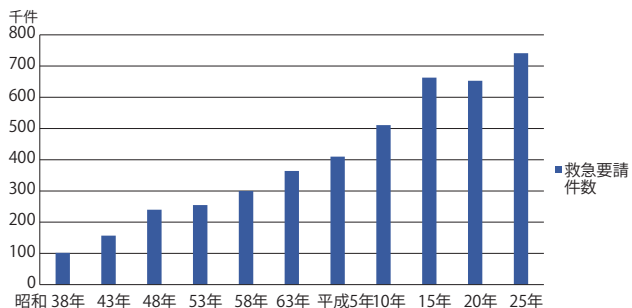


図6 東京都における救急要請件数の推移

状態の変化は、服用薬の影響や恒常性の維持が困難であるため急激に状態の悪化することもあるが、体位変化や経過観察のみで回復する場合も多い。救急自動車を要請したが救急車を待っているときに状態が改善しても、念のため病院での診察を行うために救急自動車を利用するだろう。内因性疾患は外因性疾患と異なり発症当初に予後予測を推測することは困難である<sup>3)</sup>とされているが、高齢者ではその傾向がさらに強い。救急自動車の適正利用を目的として、全国に先駆けて東京消防庁では、急性病態の症状より救急自動車を救急要請するかどうかについて一般市民から電話相談を受けトリアージ(選り分け)するサービス「#7119」<sup>8)</sup>を2007年より開始した。「#7119」事業により2008年に救急要請件数は減少したが2013年には再び増加している。件数に関しては救急が行政サービスの一部であることから抑制は難しい。

## 9.4 運転と健康

自動車の運転には運転者の的確な判断と操作が必要である。過労、病気、酒気帯び、薬物等の影響で正常な運転ができないおそれがある状態で自動車を運転してはならない。自動車の運転に関係する病気には、I. 自動車の運転に支障を及ぼすおそれがある慢性の病気、II. 運転者の突然死を来す急性の病気の2つに大別される。運転に支障を及ぼすおそれがある病気は道路交通法や同施行令等で以下の病気が挙げられている。①幻覚の症状を伴う統合失調症（自動車等の安全な運転に必要な認知、予測、判断又は操作のいずれかに係る能力を欠くこととなるおそれがある症状を呈しないものを除く。）、②てんかん（発作が再発するおそれがないもの、発作が再発しても意識障害および運動障害がもたらされないものならびに発作が睡眠中に限り再発するものを除く。）、③再発性の失神（脳全体の虚血により一過性の意識障害をもたらす病気であって、発作が再発するおそれがあるものを言う。）、④無自覚性の低血糖症（人為的に血糖を調節することができるものを除く。）、⑤そううつ病（そう病およびうつ病を含み、自動車等の安全な運転に必要な認知、予測、判断又は操作のいずれかに係る能力を欠くこととなるおそれがある症状を呈しないものを除く。）、⑥重度の眠気の症状を呈する睡眠障害、⑦その他の自動車等の安全な運転に必要な認知、予測、判断又は操作のいずれかに係る能力を欠くこととなるおそれがある症状を呈する

病気、⑧認知症がある。これらの運転に支障を及ぼすおそれがある病気は他者を傷害する危険性を内包していることを鑑みて、該当者には免許の取得・更新が制限されている。また、意識障害を伴う発作を起こす持病を有する者による重大事故の発生を踏まえ、これらの病気に該当する者を把握するため、①免許の取得・更新時に一定の病気等の症状に関する質問票の提出義務、②一定の病気等に該当する者を診断した医師による任意の届出制度、③一定の病気等に該当する疑いがあると認められるときの免許の効力の暫定的停止制度が道路交通法に定められている<sup>9)</sup>。

一方、突然死とは健康な人が予期せず内因性疾患を発症して24時間以内に死亡することであり、心筋梗塞、心筋症、大動脈瘤破裂、大動脈解離、脳動脈瘤破裂、高血圧性脳出血等の心血管疾患が原因となることが多い。自動車の運転中にもこれらの病気が突然に発症することがある。運転者の死因となり得る疾患であるが、発症時に車を路肩に駐車させる程度の能力はあり、一般的に歩行者や乗員の死傷の原因となることは少ない。しかし、運転者の突然の発症によって制御不能となった車両による死亡事故も報告されている。普段の健康診断等での基礎疾患の早期診断治療が運転中の突然死の予防に重要である。運転中の突然死は交通事故死ではなく病死に分類される。運転中の突然死が疑われる場合には死因を究明し、不注意等による交通事故死と区別することが事故原因の解明と死者の尊厳のために重要である。

飲酒状態での運転は判断力の低下と動作の緩慢を来して事故の原因となるために禁止されている。酒気帯び運転は血中アルコール濃度0.3mg/mL以上または呼気中アルコール濃度0.15mg/L以上での運転である。血中アルコールの約2,000分の1の濃度のアルコールが呼気中アルコール濃度とされている。飲酒運転は血中・呼気中アルコール濃度と関係がなく、飲酒により正常な運転ができないおそれのある状態での運転のことである。血中・呼気中アルコール濃度と酩酊度との関係は交通事故の発生時点での運転能力の判断に重要である(表2)。血中アルコールは飲酒後1～2時間で最高値に達し、その後代謝されて徐々に直線的に減少して消失する。飲酒量が多いほど最高血中濃度は高くなるが、代謝されるアルコール量は一定(1時間当たり0.16mg/mL減少する)であるので、多量の飲酒では長時間にわたって血中にアルコールが残存する。従って、前夜に飲酒し、翌朝の運転時に醒めたと思っても、血中にアルコールが残存していて酒気帯び運転となることがある。なお、ひき逃げ事件等で事故発生時におけるア

表2 血中・呼気中アルコール濃度と酩酊度の関係

	血中濃度 (mg/mL)	血中濃度 (%)	呼気中濃度 (mg/L)	酩酊度
0期	0.1-0.5	0.01-0.05	0.05-0.25	爽快期: ほろ酔い気分
1期	0.5-1.0	0.05-0.1	0.25-0.5	弱度酩酊: 軽い乱れ
2期	1.0-1.5	0.1-0.15	0.5-0.75	軽度酩酊: 陽気, 多弁, 興奮
3期	1.5-2.5	0.15-0.25	0.75-1.25	中等度酩酊: 判断力低下, 歩行失調
4期	2.5-3.5	0.25-0.35	1.25-1.75	強度酩酊: 発語不明瞭, 意識混濁
5期	3.5-4.5	0.35-0.45	1.75-2.25	泥酔期: 意識消失, 体温低下
6期	4.5-	0.45-	2.25-	昏睡期: 心臓機能不全, 呼吸麻痺, 死亡

アルコール濃度が測定されなかった場合には、飲酒量またはその後のアルコール濃度から計算式を用いて事故発生時のアルコール濃度を推定することがある<sup>10)</sup>。

日本国内で多く乱用されているシンナー、覚せい剤、麻薬はいずれも脳に作用して判断能力を低下させて正常な運転ができない状態になる。シンナーや覚せい剤を使用した状態での交通事故が発生している。危険ドラッグの使用も増加しており、将来は交通事故の運転者について覚せい剤や危険ドラッグ等の違法薬物の使用についてスクリーニング検査を実施する必要があるだろう。これらの検査を実施することを周知徹底すれば、死亡事故の原因となる違法薬物摂取下での運転の抑止効果があるものと考えられる。

## 9.5 交通安全と睡眠

### 9.5.1 安全な運転と睡眠の二大要因

安全な運転には適切な認知・判断・操作が必要である。こうした作業能力は眠気によって妨げられてしまう。それを防ぐには良好な睡眠が欠かせない<sup>11), 12), 13)</sup>。

睡眠に関連して起こる事故をよく理解するには、その背景を知ることが重要である。とりわけ、睡眠に関する2つの主要な要因が作業能力を調節している。1つは体内時計である<sup>14)</sup>。体内時計は体温やホルモン等、心身のさまざまな機能について、一日のリズムを刻む働きがある。この体内時計の影響によって、作業能力は午前から夜間にかけて上昇する。その後、早朝にかけて下降し、最低のレベルに達する。そして、再び上昇する(図7のA)。

もう1つの要因は覚醒時間の長さである<sup>15), 16)</sup>。作業能力は連続して起きてい

る時間が長くなるほど悪化する（図7のB）。従って、もし睡眠または仮眠を取ることによって、連続した覚醒時間が短くなれば、その後の作業能力の悪化は抑えられる。

以上、体内時計からの影響と覚醒時間による影響が相互に作用して、実生活における作業能力のレベルが決められる。その一例として、連続36時間覚醒という実験条件において反応時間検査（ランプ等の視覚刺激を受けたら、できるだけ速くボタンを押す検査）を行った結果を図7のCに示す<sup>17)</sup>。ランプを見たらボタンを押すという反応は、赤信号を見たらブレーキを踏む、前方に止まっている車があればハンドル操作でよける等、運転の極めて基本的な要素と言える。夜間から早朝にかかる運転、あるいは長時間の運転が事故につながりやすいことがこれらのデータより分かる。

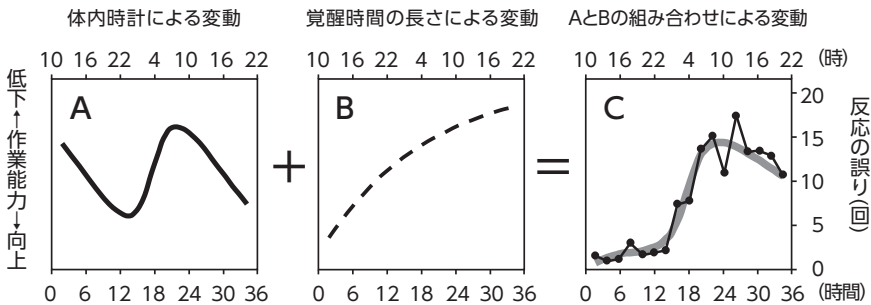


図7 体内時計と覚醒時間の長さで調節される作業能力

縦軸は反応時間検査の誤りの回数，C: 点と黒線は実測値，灰色線はAとBをもとにあてはめた曲線

体内時計と覚醒時間の他に、運転前に取った睡眠の量と質は安全な運転に密接に関連する。運転前の断眠はもちろんであるが、慢性的に短い睡眠も交通事故の危険性を増加させる<sup>18), 19)</sup>。睡眠の質が低下するのは、騒音や高温等の環境条件<sup>20)</sup>、仕事や家庭生活のストレス<sup>21)</sup>、不眠症や睡眠時無呼吸症候群等の睡眠に関連した病気<sup>22)</sup>、うつ病や腰痛等の睡眠以外の病気<sup>23)</sup>によることが多い。このような睡眠の質の問題は交通事故の確率を高める<sup>24), 25)</sup>。さらに、運転に際して、眠気を催す薬剤の使用は避けるべきである<sup>26)</sup>。

交通事故ばかりではなく、それにつながる交通違反についても、睡眠問題との関連が指摘されている。短時間睡眠では脇見運転が多くなり<sup>27)</sup>、睡眠時無呼吸症状群の患者では健常群より、一時停止違反等を行いがちになる<sup>28)</sup>。

### 9.5.2 交通安全対策における睡眠の意義

安全な交通を確保するにはいくつもの対策が必要である。上述した通り、睡眠やその問題が運転者に多大な影響を及ぼすわけであるから、運転者、その家族、あるいはその雇用者は正しい睡眠の知識を得て、個人でできる睡眠対策および職場等、組織としてなすべき睡眠対策を確立するような努力が求められる<sup>29)</sup>。

#### 参考文献

- 1) 警察庁交通局『平成25年中の交通事故の発生状況』2014年
- 2) Kibayashi, K., R. Shimada, and K. Nakao. 2013. "Temporal and Regional Variations in Accidental Deaths of Elderly People in Japan." *Medicine, Science and the Law* 53: 172-176.
- 3) Payne-James, J., R. Jones, S. B. Karch, and J. Manlove. 2011. *Simpson's Forensic Medicine*. 13th ed. Hodder Arnold.
- 4) Kibayashi, K., R. Shimada, K. Nakao, and A. Ro. 2012. "Analysis of pituitary lesions in fatal closed head injury." *American Journal of Forensic Medicine and Pathology* 33: 206-210.
- 5) Cowley, R. A., F. Hudson, E. Scanian, W. Gill, R. J. Lally, W. Long, and A. O. Kuhn. 1973. "An economical and proved helicopter program for transporting the emergency critically ill and injured patient in Maryland." *Journal of Trauma* 13, 12: 1029-1038.
- 6) Hondo, K., A. Shiraishi, S. Fujie, D. Saitoh, and Y. Otomo. 2013. "In-hospital trauma mortality has decreased in japan possibly due to trauma education." *Journal of the American College of Surgeons* 217, 5: 850-857.
- 7) Moriya, T., and K. Tanjoh. 2009. "Current status of emergency medical services and role of prehospital care." *IATSS Review* Vol. 34, No. 3: 260-269.
- 8) Sakurai, A., N. Morimura, M. Takeda, K. Miura, N. Kiyotake, T. Shiahara, and T. Aruga. 2014. "A retrospective quality assessment of the 7119 call triage system in Tokyo: telephone triage for non-ambulance cases." *Journal of Telemedicine and Telecare*.
- 9) Kibayashi, K., and H. Shojo. 2002. "Incipient Alzheimer's disease as the underlying cause of a motor vehicle crash." *Medicine, Science and the Law* 42: 233-236.
- 10) Kibayashi, K., T. Sumida, H. Shojo, and M. Hanada. 2007. "Dementing diseases among elderly persons who suffered fatal accidents: a forensic autopsy study." *American Journal of Forensic Medicine and Pathology* 28: 73-79.
- 11) Mitler, M. M., M. A. Carskadon, C. A. Czeisler, W. C. Dement, D. F. Dinges, and R. C. Graeber. 1988. "Catastrophes, sleep, and public policy: consensus report." *Sleep* Vol. 11, No. 1: 100-109.
- 12) Åkerstedt, T. 2000. "Consensus statement: fatigue and accidents in transport operations." *Journal of Sleep Research* Vol. 9, No. 4: 395.
- 13) Folkard, S., D. A. Lombardi, and P. T. Tucker. 2005. "Shiftwork: safety, sleepiness and sleep." *Industrial Health* Vol. 43, No. 1: 20-23.



- 14) Golombek, D. A., and R. E. Rosenstein. 2010. "Physiology of circadian entrainment." *Physiological Reviews* Vol. 90, No. 3: 1063–1102.
- 15) Cajochen, C., S. B. Khalsa, J. K. Wyatt, C. A. Czeisler, and D. J. Dijk. 1999. "EEG and ocular correlates of circadian melatonin phase and human performance decrements during sleep loss." *American Journal of Physiology* Vol. 277, No. 3 Pt. 2: R640–649.
- 16) Dawson, D., and K. Reid. 1997. "Fatigue, alcohol and performance impairment." *Nature* Vol. 388, No. 6639: 235.
- 17) Van Dongen, H. P., A. M. Bender, and D. F. Dinges. 2012. "Systematic individual differences in sleep homeostatic and circadian rhythm contributions to neurobehavioral impairment during sleep deprivation." *Accident Analysis & Prevention* Vol. 45 Suppl.: 11–16.
- 18) Dawson, D., and K. McCulloch. 2005. "Managing fatigue: it's about sleep." *Sleep Medicine Reviews* Vol. 9, No. 5: 365–380.
- 19) Dorrian, J., M. Sweeney, and D. Dawson. 2011. "Modeling fatigue-related truck accidents: Prior sleep duration, recency and continuity." *Sleep and Biological Rhythms* Vol. 9, No. 1: 3–11.
- 20) Kayaba, M., T. Ihara, H. Kusaka, S. Iizuka, K. Miyamoto, and Y. Honda. 2014. "Association between sleep and residential environments in the summertime in Japan." *Sleep Medicine* Vol. 15, No. 5: 556–564.
- 21) Takahashi, M., K. Iwasaki, T. Sasaki, T. Kubo, I. Mori, and Y. Otsuka. 2012. "Sleep, fatigue, recovery, and depression after change in work time control: a one-year follow-up study." *Journal of Occupational and Environmental Medicine* Vol. 54, No. 9: 1078–1085.
- 22) Rosekind, M. R., and K. B. Gregory. 2010. "Insomnia risks and costs: health, safety, and quality of life." *American Journal of Managed Care* Vol. 16, No. 8: 617–626.
- 23) Finan, P. H., and M. T. Smith. 2013. "The comorbidity of insomnia, chronic pain, and depression: Dopamine as a putative mechanism." *Sleep Medicine Reviews* Vol. 17, No. 3: 173–183.
- 24) Léger, D., V. Bayon, M. M. Ohayon, P. Philip, P. Ement, A. Metlaine, M. Chennaoui, and B. Faraut. 2014. "Insomnia and accidents: cross-sectional study (EQUINOX) on sleep-related home, work and car accidents in 5293 subjects with insomnia from 10 countries." *Journal of Sleep Research* Vol. 23, No. 2: 143–152.
- 25) Tregear, S., J. Reston, K. Schoelles, and B. Phillips. 2009. "Obstructive sleep apnea and risk of motor vehicle crash: systematic review and meta-analysis." *Journal of Clinical Sleep Medicine* Vol. 5, No. 6: 573–581.
- 26) Hetland, A., and D. B. Carr. 2014. "Medications and impaired driving." *Annals of Pharmacotherapy* Vol. 48, No. 4: 494–506.
- 27) Anderson, C., and J. A. Horne. 2013. "Driving drowsy also worsens driver distraction." *Sleep Medicine* Vol. 14, No. 5: 466–468.
- 28) Vakulin, A., P. G. Catcheside, C. J. Van Den Heuvel, N. A. Antic, R. D. McEvoy, and S. D.

- Baulk. 2011. "Increased rate of traffic law infringements during on-road metropolitan driving in obstructive sleep apnea patients." *Sleep and Biological Rhythms* Vol. 9, No. 3: 144-149.
- 29) Takahashi, M. 2012. "Prioritizing sleep for healthy work schedules." *Journal of Physiological Anthropology* Vol. 31, No. 1: 1-8.

#### 推奨文献

- 1) Bloomberg, H., B. Svennblad, K. Michaelsson, L. Byberg, J. Johansson, and R. Gedeberg. 2013. "Prehospital trauma life support training of ambulance caregivers and the outcomes of traffic-injury victims in Sweden." *Journal of the American College of Surgeons* 217, 6: 1010-1019.e2.
- 2) Czeisler, CA. 2013. "Perspective: casting light on sleep deficiency." *Nature* Vol. 497, No. 7450: 13.
- 3) Takahashi, M. 2014. "Assisting shift workers through sleep and circadian research." *Sleep and Biological Rhythms* Vol. 12 (2) : 85-95.
- 4) Williamson, A., R. Friswell, J. Olivier, and R. Grzebieta. 2014. "Are drivers aware of sleepiness and increasing crash risk while driving?" *Accident Analysis & Prevention* 70: 225-234.
- 5) Ayas, N., R. Skomro, A. Blackman, K. Curren, M. Fitzpatrick, J. Fleetham, C. George, T. Hakemi, P. Hanly, C. Li, et al. 2014. "Obstructive sleep apnea and driving: A Canadian Thoracic Society and Canadian Sleep Society position paper." *Canadian Respiratory Journal* Vol. 21, No. 2: 114-123.
- 6) Strohl, K. P., D. B. Brown, N. Collop, C. George, R. Grunstein, F. Han, L. Kline, A. Malhotra, A. Pack, B. Phillips, et al. 2013. "An official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline: sleep apnea, sleepiness, and driving risk in noncommercial drivers. An update of a 1994 Statement." *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* Vol. 187, No. 11: 1259-1266.

#### 参照すべき実践編プロジェクト

- プレホスピタルにおける救急車患者搬送の諸問題とその解決法 188ページ
- 睡眠障害スクリーニングの普及推進 192ページ



# 第10章

## 交通安全の法と政策

第10章では、交通安全に関する法と政策に関し、基礎的な知見を確認・共有するとともに、今後のより良き制度設計と運用に向けての課題を提示する。具体的には、第1節で、法の役割と体系を概観した上で、交通安全に関する政策の展開（第2節）、刑事法の観点から見た交通安全規制（第3節）、新しい交通安全の技術と法政策の関係（第4節）を取り上げ、第5節では、「リスク管理」という、法的議論も近時盛んになっている観点から、交通安全の法政策を展望して、章全体のまとめとする。

### 10.1 交通安全における法の役割と体系

#### 10.1.1 交通・安全の確保と法一関連法制の概観

域内における人々の安全な交通を確保することは、古今東西を問わず国家の大きな役割である。ドイツの国法学者クリューガー（Krüger, Herbert, 1905～89）は、道路を「国家存在の本質要素」とした<sup>1)</sup>。現代においては、国際的な交通の比重が飛躍的に高まっているものの、そこでの安全確保についても、条約を取り結び、さまざまな安全確保の措置を執っているのは国家である（海上における人命の安全のための国際条約〔SOLAS条約〕、国際民間航空条約〔シカゴ条約〕等参照）。

現代日本においても、高齢者等「交通弱者」の移手段の確保、自転車の危険運転への対処等々、交通とその安全の確保は国家の課題である。そして、こうした課題に応え任務を実施するには、法治国家として、その主要内容は、法律（ないし条例）によらなければならない。とりわけ、国民の権利自由を制約し、

義務を課する活動によって、任務を実施するには、必ず法律・条例に基づく必要がある。

道路における交通を例に取れば、道路交通法（1960年制定）が、「道路における危険を防止し、その他交通の安全と円滑を図り、及び道路の交通に起因する障害の防止に資すること」を目的として（同法1条）、歩行者や車両の通行方法、運転免許制度、違反行為に対する罰則・反則金等について定めている。

同法は、道路上での交通の規律に関する最重要法律であり、この法律をもとに、国の機関である国家公安委員会と警察庁、地方自治体の機関である都道府県公安委員会と都道府県警察が、道路交通安全に関する行政活動を展開している<sup>2)</sup>。

それに対して、道路網の整備や道路の構造について定めるのは、道路法であり、同法を国土交通省が所管して、国・都道府県・市町村行政の役割分担のもとで、物理的インフラとしての道路の安全性の確保が図られている。従って、老朽化したトンネルや道路高架からの落下物で事故が起きた場合、道路管理に瑕疵があったとして、この法律の実施にあたる行政の責任が、国家賠償訴訟等で問われることになる。

それに対して、信号機の設置が適切でないことに起因して交通事故が起こった場合や、パトカーによる違反車両の追跡が不必要・不相当なものであったことにより第三者に損害が生じた場合には、警察官庁の権限や作為・不作為を対象にして責任が問われることになる。

また、自動車を運転しようとする者の適性をチェックする一般的な仕組みは、道路交通法の運転免許制度であるが、バスやタクシー等、業として運転を行う者や事業者については、営業規制の法として、別途に道路運送法による安全規制の仕組みがある（トラックについては、貨物自動車運送事業法）。そこでは、事業者には、安全管理規程を定めることや、運行管理者を置くこと等が義務付けられている。

例えば、高速ツアーバス運転手の過労運転を原因とする重大事故の発生（2012年4月29日）に対しては、国土交通省が道路運送法施行規則の解釈・運用基準を改定し、走行距離の制限、交代運転手の確保等規制の強化がなされている<sup>3)</sup>。

### 10.1.2 問題の複合性と、行政権限の個別性・総合性

以上の概観からも分かるように、交通とその安全にかかわる法は、規律の対象

となる事項が、所管官庁（およびその部局）の権限ごとに分断されるという特徴を持っている。それは一面では、さまざまな行政課題の発生と深化に対応すべく、専門分化の道を行ってきた行政組織とその活動自体が要請するところではある。

しかしまた、交通安全にかかわる問題は、省庁の編成に応じて都合良く生じてくれるものばかりではなく、省庁横断的な施策が求められることも多い。例えば、いわゆる道路公害による健康被害に対しては、道路の設置管理者による植樹帯や遮音壁の設置、あるいは道路自体の地下化といった対応だけでなく、発生源としての自動車交通についての、排出ガスの規制やロード・プライシング、緊急の必要がある場合の通行止め等も求められる（道路公害に関する判例として、最判平成7年7月7日民集49巻7号1870頁〔国道43号線訴訟〕、東京地判平成14年10月29日判時1885号23頁〔東京大気汚染訴訟〕等参照<sup>4)</sup>）。

従って、各法を所管する省庁間での協議や、内閣官房・内閣府等の調整機関による調整により、総合的かつ整合的な施策を形成することが重要である。そして、「現場」に最も近く、しかも、まちづくり等地域の行政課題に対して総合的な権限を持っている市区町村も、交通安全の法政策において極めて重要なアクターである。

市区町村および都道府県という「現場」の創意工夫を生かした施策が展開できるように、第二次地方分権改革においては、道路法制、交通安全法制についても、道路構造における独自の技術基準の許容、市町村交通安全計画の義務付け廃止・努力義務化等、国による義務付け・枠付けについて一定の見直し<sup>5)</sup>がなされた<sup>5)</sup>。

交通安全に関して、地方自治体の定立する条例の果たす役割も従来よりは大きくなり、利害関係者は多様であるにせよ、まちづくりにもかわる種々の交通安全施策についての住民の参画も、より密度の高いものになることが希求される。

## 10.2 交通安全の政策展開

本節では、交通安全確保のための政策手段として、法的規制とともに重要な役割を果たしている情報提供、品質保証や損害保険の活用を取り上げる。その上で、交通安全においても国際的視座が重要になっていることを示すために、自動車安全基準の国際的調和化についても取り上げる。

### 10.2.1 情報提供—自動車アセスメント

情報提供はさまざまな分野で重要な政策手段になりつつある。自動車アセスメントとは、自動車技術に関する性能情報を公開することによって、自動車利用者による適切な技術選択を促すとともに、自動車メーカーによる技術開発を促進するための政策手段である。

自動車アセスメントは、テクノロジーアセスメントの1つであると言える。テクノロジーアセスメントとは、技術のさまざまな影響に関する情報を提供することで、意思決定を支援するための政策手段である<sup>6)</sup>。さまざまな影響には、安全上のリスクや経済的コストだけではなく、社会的文化的影響も含まれる。その中で、自動車アセスメントは技術の安全性能に焦点を当てて評価を行う仕組みである。

自動車アセスメントは1995年に開始され、当初は衝突安全性能に関する情報提供に重点を置いていた。その後、歩行者保護機能、チャイルドシートの性能に関する情報提供に展開していった。現在では、予防安全技術に関する自動車アセスメントが進められつつある。

### 10.2.2 品質保証—運輸安全マネジメント評価

科学技術が急速に進歩し、組織的構造の中で利用される中で、明確な線引きに基づく規制だけによる安全確保が難しい場合に用いられる方策として、事業者等による自己改善努力である品質保証を埋め込む方法がある。

品質保証とは、組織内で品質改善のための継続的コミュニケーションを確保することで、組織外の顧客に対して品質を保証するという活動を指す。この活動においては、各組織の組織的、能動的、自律的活動が期待される。このような手法は、原子力安全分野、医療安全分野、食品安全分野等において、幅広く利用されてきた。

交通分野では、2005年4月のJR西日本福知山線での事故等を踏まえ、鉄道事業者を含む運輸事業者全体に対して事業者の品質保証システム全体をチェックする仕組みの導入が試みられた<sup>7)</sup>。2005年6月には、公共交通に係るヒューマンエラー事故防止対策検討委員会が設置され、8月には「中間とりまとめ」が発表された。その中では、事業者の「安全文化」や「安全風土」を形成するために、事業者自身の安全マネジメント体制の構築と継続的取り組みの重要性が指摘された。それを受けて、運輸安全一括法案において、事業者の安全マネジメント体制の構築と、行政サイドでのモード横断的な安全監視組織の設置と安全マネジ

メント評価の実施を含む運輸安全マネジメント制度が設立された。その中で、事業者には安全管理規程の作成・届出，安全統括管理者の選任・届出が義務付けられた。そして、行政の安全監視組織により、事業者の運輸安全マネジメント体制の評価が行われることとなった。そして、評価結果については、鉄道、自動車、海運、航空といった各々特性を持つ各モード等に即してまとめられ、現場へのフィードバックが試みられている。

### 10.2.3 損害保険—強制保険と任意保険

損害保険は、事故被害者に対する補償の確保や社会的な不安感の軽減に寄与しているだけでなく、加入者・加入物件の危険度に応じた保険料割引・割増制度等によって事故・損害抑止効果を確保するという予防的な機能も有している<sup>8)</sup>。

自動車事故は、多くの人々が事故の被害者になる可能性があるという点で、漏れのない補償の必要性が高い分野である。これが確保されない限り、一定の被害者を不可避的に産み出す自動車という技術を社会に導入することは困難であったと言える。

日本の自動車保険には、自動車損害賠償保障法による強制保険（自賠責保険・自賠責共済）と任意保険（自動車保険・自動車共済）の2種類がある。自賠責保険・自賠責共済を基礎として、上乗せ部分を民間の任意保険がカバーしている。さらに、無保険車等の被害者に対して政府が補償金を支払う自動車損害賠償保障事業がある。当初、確実な補償を確保するため、政府が自賠責保険の6割を再保険することとしていたが、保険会社の経営基盤が強化されたため、2002年には政府再保険制度は廃止された。

1998年からの保険自由化により、各社が独自に保険料を決定することが可能となり、安全性能の高い自動車を購入することで保険料が割引される商品が販売されるようになった。また、任意保険では、実績に応じて保険料が変わるメリット制が導入されており、料金差による事故抑止効果が期待されている。

### 10.2.4 基準の国際的調和化—自動車規則調和化世界フォーラム

自動車は貿易あるいは直接投資の重要な対象であるため、安全等に関する技術基準を国際的に調和化させるインセンティブが存在していた<sup>9)</sup>。米欧間では、1995年には相互承認等を目指す動きとしてTABD（環大西洋ビジネス対話）が

設立され、主要テーマとして自動車関連基準認証の調和化が取り上げられた。その後、日本も加えた三極グループの場において検討が進み、業界主導の調和化が進められた。

このような動きを背景に、欧州中心であった政府間委員会である国連欧州経済委員会第29作業部会が再発見され、自動車技術基準の国際的調和化に関して大きな役割を担うこととなった。そして、1999年には、第29作業部会は自動車規則調和化世界フォーラムと呼ばれるようになった。同時並行的に、1995年には自動車技術基準認証の相互承認に関する1958年協定が改正され、1998年には日米欧を含むグローバル・アグリーメントが採択され、個別的事項に関する国際的調和化が進められた。このような国際的調和化は、日本にとっては、国際的産業政策という側面も持っていた。

## 10.3 交通安全に対する刑事規制<sup>10) - 14)</sup>

### 10.3.1 刑事規制の特徴—刑罰と行政上の秩序罰の比較

交通安全を確保するために、交通関係法令に違反した者に刑事罰が科されることがある。すなわち、関係法令に違反したことが、行政上の秩序罰（過料、反則金等）の対象となるだけではなく、犯罪を構成するものとされ、行為者（犯罪者）に刑罰を科すことで、当該違反行為を法的に非難し、もって、将来の同種行為の再犯を予防するという制度が存在する。

行政上の秩序罰も、刑罰と同様に、所定の要請（交通安全の達成に資するべき一定の作為または不作為の要請）に違反したことへの法的制裁であるが、制裁の程度には質的な違いがある。いずれの制裁も、行為者（違反者）に不利益処分を加えるものだが、刑罰には、違反者に、違反をしたことにつき法的に強く非難する契機が含まれている。それ故、刑罰を科された主体（行為者）は、前科者として記録され、刑罰の程度に応じて、一定の資格制限等のさまざまな不利益を甘受せざるを得なくなる。例えば、制限速度を超過して自動車を運転した者は、違反の程度が一定の範囲内であれば（法定制限速度の30キロ毎時未満の違反）、反則金を納付することで足りる。しかし、違反の程度がこれを超える（法定制限速度の30キロ毎時以上の違反）と、刑罰としての罰金が科せられ、前科が生じる（犯罪人名簿に記載される）ことになる。



### 10.3.2 交通安全に対する刑事規制

#### (1) 関係法令

交通安全に対する刑事規制は、基本的には、道路交通法（道交法）と自動車の運転により人を死傷させる行為等の処罰に関する法律（自動車運転死傷行為処罰法）によって実現される。後者は、従来、刑法典に規定されていた危険運転致死傷罪と自動車運転過失致死傷罪を、刑法典から独立して規定するために整備された単行法である<sup>(1)</sup>。

#### (2) 道路交通法

同法の下で、その違反に刑罰が予定されている違反の主たるものは、表1の通りである。

表1 道路交通法の下でその違反に刑罰が予定されている違反の主たるもの

犯罪名	特徴(典型例等)	法定刑	根拠条文 <sup>(2)</sup>
安全運転義務違反罪	脇見運転等	3月以下の懲役又は5万円以下の罰金	70条, 119条第9号
過労運転罪	居眠り運転等	3年以下の懲役又は50万円以下の罰金	66条, 117条の2の2第7号
速度違反罪	スピード違反	6月以下の懲役又は10万円以下の罰金	22条, 118条1号
酒気帯び運転罪	ほろ酔い程度	3年以下の懲役又は50万円以下の罰金	65条1項, 117条の2の2, 3号
酒類の提供罪	酒気帯び運転をするおそれのある者への酒類の提供	2年以下の懲役又は30万円以下の罰金	65条3項, 117条の3の2, 2号
酒酔い運転罪	千鳥足程度	5年以下の懲役又は100万円以下の罰金	65条1項, 117条の2, 1号
酒類の提供罪	酒酔い運転をするおそれのある者への酒類の提供	3年以下の懲役又は50万円以下の罰金	65条3項, 117条の2の2, 5号
報告義務違反罪	事故を警察に通報しない	3月以下の懲役又は5万円以下の罰金	72条1項後段, 119条第10号
救護義務違反罪	負傷者を救護しない	10年以下の懲役又は100万円以下の罰金	72条1項前段, 117条

(1) 2012年11月成立, 2013年5月20日施行。

(2) 条数は道路交通法のそれ。

### (3)自動車運転死傷行為処罰法

同法の下で、その違反に刑罰が予定されている違反の主たるものは、表2の通りである。

表2 自動車運転死傷行為処罰法の下でその違反に処罰が予定されている違反の主たるもの

犯罪名	特徴(典型例等)	法定刑	無免許加重後の刑	根拠条文 <sup>(3)</sup>
危険運転致傷罪	正常運転困難, 致傷	15年以下の懲役	6月以上20年以下の懲役	2条
危険運転致死罪	正常運転困難, 致死	1年以上20年以下の懲役	左に同じ(加重なし)	2条
(準)危険運転致傷罪	正常運転支障生じるおそれ, 致傷	12年以下の懲役	15年以下の懲役	3条
(準)危険運転致死罪	正常運転支障生じるおそれ, 致死	15年以下の懲役	6月以上20年以下の懲役	3条
過失運転致死傷アルコール等影響発覚免脱罪	過失運転+致死傷+追いのみ等	12年以下の懲役	15年以下の懲役	4条
過失運転致死傷罪	過失運転+致死傷	7年以下の懲役若しくは禁固, 又は100万円以下の罰金	10年以下の懲役	5条
無免許運転による刑の加重	無免許運転	上記各罪の法定刑を, 右欄のように加重	加重された結果	6条

#### 10.3.3 具体的な法令の適用

10.3.2で上述した種々の罰則は、次のようにして適用される。

例えば、Aは、自家用車を運転して居酒屋に行き、飲酒した後に、当該自動車に乗って帰宅しようとした。Aは、同車に乗り込む際には、ほろ酔い状態であり、運転席に座って発進させたことをAは覚えていた（すなわち、正常運転に支障が生じるおそれはあったが、正常運転が困難な状態ではなかった）。しかし、その後、走行中に酔いが回って意識を喪失した（すなわち、正常運転が困難な状態に至った）ため、適切な運転操作が不能となり、同車を歩行者に衝突させて、同人を死亡させた。Aは、このときに意識が戻ったが、怖くなり、警察に通報することなく、所持していたペットボトルの水を大量に飲んでいたので、臨場した警察官に逮捕された。その結果、Aの自動車運転免許が失効していたことも判明した。

この場合、Aには、酒気帯び運転罪、無免許運転罪、報告義務並びに救護義務違反罪（以上、道交法上の罪）に加えて、（準）危険運転致死傷罪（自動車運

(3) 条数は自動車運転死傷行為処罰法のそれ。

転過失致死傷罪3条。これについては、同法6条による無免許加重がなされる)が成立し、水を飲むことで正確な血中アルコール濃度の確認を阻害した点については、過失運転致死傷アルコール等影響発覚免脱罪(同法4条)が成立することになる。

## 10.4 交通安全の新技术と法政策

本節では、道路交通に参加する人々が利便性増進のため種々の新技术を導入する場合に、これを交通安全に関するルールの体系にどう取り込むか、その法政策的判断のあり方について考える。いくつかの事例を挙げ検討してみよう。

まず、人力により移動する人に対しその人力を補充するタイプを考える。

例えば、電動車いすは、単独では歩行が困難な人が、「歩行者として」すなわち、自動車とは分離され、他の普通の歩行者とは混在して道路を通行できるようにするための装置である。モーターで駆動する車いすと生身の人間が同一空間に混在するため、安全の確保が課題である。これについて現行のルールの体系は、速度や形状について一定の規格を定め、これを満たすものに歩行者との混在を許容するという形でこの課題に込えている(資料1、次頁)。

また、電動車いすを操作する者についても、上記の規格を満たす装置の操作であれば、その能力や適性について自動車におけるような事前チェックは不要であるとしている<sup>(4)</sup>。

このような法政策上の判断の帰結を、現行法は、電動車いすを法律の適用上「歩行者とする」という規定により表現している<sup>(5)</sup>。現行の交通安全に関するルールの体系上、歩行者・自転車・自動車といった交通参加者の種別ごとに道路の利用方法を区別する仕組みと、自動車等の移動用機械の操作をする人についてその能力や適性について事前チェックをする仕組みが重要な構成要素である。そのいずれの局面においても、電動車いすの利用者には歩行者と同様の利便性が実現されたことになる。

---

(4) 法律の定義上、運転免許が必要な自動車や原動機付自転車には該当しないこととされている(道路交通法第2条第1項第9号及び第10号)。

(5) 道路交通法第2条第3項

## ○ 道路交通法第2条第1項第11号の3（身体障害者用車いすの定義）

身体の障害により歩行が困難な者の移動の用に供するための車いす（原動機を用いるものにあつては、内閣府令で定める基準に該当するものに限る。）をいう。

## ○ 道路交通法施行規則第1条の4第1項（原動機を用いる身体障害者用車いすの基準）

法第2条第1項第11号の3の内閣府令で定める基準は、次に掲げるとおりとする。

## 1 車体の大きさは、次に掲げる長さ、幅及び高さを超えないこと。

イ 長さ 120センチメートル

ロ 幅 70センチメートル

ハ 高さ 109センチメートル

## 2 車体の構造は、次に掲げるものであること。

イ 原動機として、電動機を用いること。

ロ 6キロメートル毎時を超える速度を出すことができないこと。

ハ 歩行者に危害を及ぼすおそれがある鋭利な突出部がないこと。

ニ 自動車又は原動機付自転車と外観を通じて明確に識別することができること。

## 資料1 いわゆる「電動車いす」の定義

電動アシスト自転車も自転車を動かす人力を補うものであり、電動車いすと同様の思考過程を経て、一定の規格を満たすものを自転車として扱うこととしている（資料2）。これらの延長線上には、歩行支援型のロボット技術を活用したパーソナル・モビリティと呼ばれる歩行支援デバイスの実用化が、具体的な課題として登場するであろう。

次に、自動車等の運転者に対し、運転に必要な知覚能力や情報処理能力、判断力、装置を操作する技能等を補充するタイプを考える。

このような新技術により、運転者の利便性は大きく向上し、さらに、運転者のヒューマン・エラーを克服して事故のリスクを減らすことは社会的にも有意義である。これらの新技術は、既に数多くのもが自動車の機能として商品化され、また、ITS（高度道路交通システム）の取り組みの中で安全運転支援システムが実用化されつつある。それでは、これらの新技術は、交通安全に関するルールの体系にどのように取り込むべきか。

いささか古い例であるが、いわゆるAT車については、AT車に限って運転することができるという条件付きの運転免許が付与される。また、四肢に障害があるため通常の形態の自動車が運転できない人でも、その人が運転操作を的確にできるような補助装置を備えた自動車があれば、これに限り運転できるという条件付

○ 道路交通法第2条第1項第11号の2（自転車の定義）

ペダル又はハンド・クランクを用い、かつ、人の力により運転する二輪以上の車（レールにより運転する車を除く。）であって、身体障害者用車いす、歩行補助車及び小児用の車以外のもの（人の力を補うため原動機を用いるものであって、内閣府令で定める基準に該当するものを含む。）をいう。

○ 道路交通法施行規則第1条の3（人の力を補うため原動機を用いる自転車の基準）

法第2条第1項第11号の2の内閣府令で定める基準は、次に掲げるとおりとする。

1 人の力を補うために用いる原動機が次のいずれにも該当するものであること。

イ 電動機であること。

ロ 24キロメートル毎時未満の速度で自転車を走行させることとなる場合において、人の力に対する原動機を用いて人の力を補う力の比率が、(1)又は(2)に掲げる速度の区分に応じそれぞれ(1)又は(2)に定める数値以下であること。

(1) 10キロメートル毎時未満の速度 2

(2) 10キロメートル毎時以上24キロメートル毎時未満の速度 走行速度をキロメートル毎時で表した数値から10を減じて得た数値を7で除したものを2から減じた数値

ハ 24キロメートル毎時以上の速度で自転車を走行させることとなる場合において、原動機を用いて人の力を補う力が加わらないこと。

ニ イからハまでのいずれにも該当する原動機についてイからハまでのいずれかに該当しないものに改造することが容易でない構造であること。

2 原動機を用いて人の力を補う機能が円滑に働き、かつ、当該機能が働くことにより安全な運転の確保に支障が生じるおそれがないこと。

資料2 いわゆる「電動アシスト自転車」の定義

の運転免許が与えられる。これらの場合、技術的手段によって運転に必要な能力の補助を受ける人は、適法に運転できる自動車が一定範囲に限定されているものの、自動車により道路を利用する自由（どこをどのように走るか等）の面でも、道路交通の場に参加することに伴う責任（安全運転の義務等）の面でも、一般の運転者と区別はない。

このように、現行の交通安全に関するルールのは、運転者に責任を集中させており、運転者はその運転操作を誤ると刑事上または行政上の制裁を受ける。運転免許制度は、このような責任を果たすことを期待できない者を排除するための仕組みである。これは、現在実用化されている自動車が、運転者の操作により稼働するよう設計されているからであるが、同時に、道路交通における移動の自由由来するものでもある。いつ、どこからどこへ、どのように移動するかは、人の自由

であり、その手段としての自動車の運転も同様である。その反面、運転によって生じる負の結果についても、自由の享受主体が責任を持つ。さらに、道路交通の場では、多数の相互に未知の主体が危険を及ぼしあい得る関係にあり、全ての自動車運転者が均質な自由と責任の担い手であることは、道路交通の状況について予見可能性を与え、道路交通という社会機能の信頼性を高めることになる。

従って、運転者の移動の自由を前提とする限り、新技術の導入により運転者の負担が軽減されても直ちにその責任範囲を限定するわけにはいかない。いわゆる自動運転システムについても、運転者の移動の自由が認められる限り、この延長線上で議論することが法制度としては自然である。また、この枠組み自体はいわば価値中立的なものであり、これを前提に、多様な価値の調和的な実現を目指すべきであろう。

## 10.5 リスク管理の法政策

### 10.5.1 はじめに——誰も危ないとは思わなかった

交通安全を確保するためには、さまざまな危険要因を除去・制御しなければならない。そして、危険という場合に、法学・政策学の諸分野では、1980年代以降の社会システム論の動向を受け止めて、従来型の危険とは性質を異にする現代型の「リスク」にどのように対応すべきか、模索を続けている。

そこでは、経験則から想定でき、実験等による試行錯誤、経験知の蓄積によって予測と対応が可能な従来型の危険と、経験知を積みいとまもなく、結果の予測が困難で、不確実性が高い、リスク（遺伝子技術、原子力技術におけるもの等）が対比される。危険からリスクへという単線的な把握は問題も含んでいるが、1921年に起きた1つの事故は、両者の関係についての考察を促す。

ドイツBASF社のアンモニア製造工場では、1913年以来、空中窒素固定化の手法（ハーバー・ボッシュ法）で、アンモニア、そして窒素肥料を製造していた。肥料は野積みになれ、吸湿の結果固くなった部分は、ダイナマイトで崩してから出荷されていた。

1921年9月21日、この作業の実施中に肥料が大爆発を起こし、509人が死亡、160人が行方不明、1900人以上が負傷した。世に言う「オッパウ窒素工場の大爆発」（Explosion des Oppauer Stickstoffwerkes）である。

ダイナマイトによる作業は、それまで約3万回にわたり問題なく行われており、野積みという保管方法にも疑問は持たれていなかった。しかも、実験室での試料による実験では、窒素肥料はそのようには爆発しない。会社、従業員、周辺住民、専門家、誰もが事故を予測していなかったのである<sup>15), 16)</sup>。

### 10.5.2 危険・リスクへの行政による対応—古典的な手法

(予測がさほど難しくない) 危険に対応するために、近代行政法は次のような規制の考え方と仕組みを採用してきた。

そこではまず、個人の自由が起点になる。他者の権利・利益を侵害しない限度で個人は自由に活動できる。活動に起因する害悪を防止する目的で、国家は介入する。介入の限界は法律で明確に定められ、行政の裁量判断の余地は少ないほど良い。

そして立法者は、規制の必要性の強弱によって法的仕組みを振り分ける。例えば、規制対象の活動にさほどの危険性はなく、活動に関する情報のみを把握しておけば良いのであれば、届出制という仕組みを採用する。逆に活動を許容して良いかどうか、行政による専門判断が必要である場合には、抽象的な免許基準を規定する法律のもとで、行政が審査を行い、免許(許可)を付与するという免許(許可)制を用いる。そこでは、活動の継続中にも行政が主体となった監視・監督を行い、危険・害悪が顕在化した場合には、業務に関する勧告や命令を行い、改善の余地がなければ免許を取消す。

このような仕組みの基本構造とそれを支える考え方は、行政が規制する事業について、当該事業が公衆に対して持つ危険性や規制の必要性を、立法者と行政が集権的に認識して専門判断できるという時代の産物でもある。そこでは規制対象に関する情報の把握、その収集の方法についても、困難は想定されていない。

そして規制制度のこのような構造は、行政各分野を通じて今日でも維持されており(道路交通法における運転免許制度を想起されたい)、規制改革・規制緩和の試みも、極端な規制全廃論・アウトソーシング論を除けば、この中で行われている。

### 10.5.3 リスクへの対応—新たな組織と手法の必要性

しかし、遺伝子組み換え、原子力といった現代の技術が持つリスクに対しては、

従来型の規制制度の限界が顕在化する。

情報の偏在、行政側の人的・物的リソースの限界といった実務上の観点に加え、種々の不確実性に対して、リスク管理のシステムをどのように設計・運用するのか、という「法的な」観点も極めて重要である。そして、適切なリスク管理のためには、管理とは分離したリスク評価が必要であることが、さまざまな分野で、痛切な経験も踏まえて確認され、リスク評価の組織と手法のあり方が議論されてきた<sup>17), 18)</sup>。

以下、リスク評価の組織と手法という視点で、事故調査に関する運輸安全委員会の仕組みと、調査情報の利用の問題を取り上げる。交通安全にかかわる領域には、従来型の危険として捉えることのできる問題もあるものの、自動運転装置やリアモーターカーによる大規模・長距離交通システム等—交通を取り巻く「環境」の問題を含め—新たなリスク評価が求められる新領域もある。なおかつ、従来型の交通危険に対しても、従来の組織と手法でなお対応可能かどうかとも要検証事項である。

### (1) 運輸安全委員会—原因究明と再発防止

交通にかかわる事故が起こった場合に、法は、事故の原因者に制裁を科し（刑事責任につき、第3節を参照）、被害者に損害賠償請求権を認めることで（民事責任と保険につき第1節・第2節を参照）、間接的に事故の再発防止も図っているが、他方で、直接に再発防止に向けた仕組みも次第に重みを増している。すなわち、制裁や責任追及とは別途独立に、事故原因を究明し、再発防止策を提言する組織と手法である。

日本においては、航空機事故の原因調査につき、1971年の雫石全日空機・自衛隊機衝突墜落事故、東亜国内航空機の函館墜落事故を受けて、1974年に常設の航空事故調査委員会が運輸省の附属機関として設置された。

そして、1991年の信楽列車事故、2000年の地下鉄日比谷線事故、それぞれにおける被害者遺族の運動もあって、2001年同委員会は鉄道事故も調査対象とする航空・鉄道事故調査委員会に改組された。続いて、2008年、国際海事機関（IMO）が、海上事故の原因究明と懲戒機能を分離する規範（code）を海上における人命の安全のための条約（SOLAS条約）に追加する決議を行ったことで、海難審判庁（現海難審判所）から原因究明についての権限を移行する必要が生じ、航空／鉄道／船舶事故の原因究明等を所管する運輸安全委員会が設けられることになった。



従来の事故調査委員会が、国土交通省の附属機関（国家行政組織法8条、いわゆる「審議会」）であったのに対して、運輸安全委員会は、同省の外局たる委員会であり（同法3条）、事故原因関係者への直接の勧告権（同委員会設置法5条、27条）、独自の規則制定権（同法16条）、事務局職員の人事権（国家公務員法55条）等の新たな権限を付与され、省からの独立性が強化された<sup>19)</sup>。

## (2) 事故調査と刑事制裁

再発防止に向けての、現場や物件の調査、事故原因関係者のヒアリング→事故等調査報告書の作成→勧告／建議が運輸安全委員会（以下、委員会と略記）の主な活動プロセスであるが、事故について並行して警察／検察による刑事手続きが進行することも多い。両者の適切な役割分担が必要不可欠になる。例えば、委員会における調査資料が刑事手続きで利用されると、原因関係者の萎縮を招き、必要な情報が得られないことにつながる。

委員会設置前に、この点が問題になった事案が、名古屋地判平成16年7月30日判例時報1897号144頁（業務上過失致死傷被告事件）である。

事案の概略は以下の通りである。平成9年、日本航空のMD-11型機<sup>(6)</sup>が志摩半島上空で着陸態勢に入った段階で、予定していた降下スピードを超過したところ、自動制御が働いたことが1つの要因で何度も上下に機首が揺れた。当該機首の揺れにより、客室乗務員一人が亡くなり乗客乗員にも重傷者が出て、パイロットは業務上過失致死傷罪で起訴された。一審、二審では、それが自動制御システムの問題なのか、パイロットの操作ミスによるのかが争点となった。検察側は、航空事故調査委員会が作成し公表した航空事故調査報告書を立証のために用いたが、これに対して弁護側は、報告書の刑事訴訟における利用が、シカゴ条約（国際民間航空条約）および条約付属書所定の国際標準に違反するとの主張を行った。

判決は、シカゴ条約第13付属書5.12条の内容（「事故又はインシデントがいかなる場所で発生しても、国の適切な司法当局が、記録の開示が当該調査又は将来の調査に及ぼす国内的及び国際的悪影響よりも重要であると決定した場合でなければ、調査実施国は、次の記録を事故又は重大インシデント調査以外の目的

---

(6) 判決によれば、同機は、燃費を良くするために燃料タンクを後部に移したことから、重心が後部に移動し、なおかつ水平尾翼も小さく設計しているため縦方向の安定性が弱いので、それらをコンピュータで制御する縦システムが採用されていた。

に利用してはならない」として、調査当局が調査の過程で入手した全ての口述等を列挙する<sup>(7)</sup>）について、「付属書は、条約自体ではなく、また、国際民間航空条約加盟国の合意により採択されるものでも、直接に同条約加盟国を拘束するものでもないが、同条約が、統一された手続等の実現に向けて、付属書により標準等を採択し、相違通告制度によって、付属書の定める標準に従わない別個の方式を採用する国は、その旨を明らかにすべきことを義務づけていることからすると、相違通告をしない国<sup>(8)</sup>は、採択された付属書の定める標準に従うことを表明したものと解するのが相当である。すると、刑事手続においても、裁判所は、証拠調べをするに当たり、第13付属書5.12条の制限を考慮する必要がある」とした。

しかし、判決は同条の解釈について「その文言上、同条に掲げられた記録の開示を制限する規定であると解される。また、航空事故調査委員会による航空事故調査の目的が事故の再発防止にあるとはいえ、航空事故に関する刑事手続において、すでに一般に流布している記録を利用する場合にも、当該調査又は将来の調査に及ぼす国内的及び国際的悪影響を考慮しなければならないとするのは、刑事裁判の審理に過大な制限を課すものである。したがって、同条は、その文言どおり、記録の開示の制限を定めたものであると解するのが相当である」として、本件では事故調査報告書が既に公表されているので同条の制限の対象にはならないと認定し、事故調査報告書の証拠能力を認めることができるとの前提に立って判断している。具体的には、調査報告書を刑事訴訟法321条4項の定める鑑定書に準ずるものとして証拠として採用した上で、機長には過失がなかったとして無罪とした<sup>(9)</sup>。

現代における事故調査が、刑事制裁との分離のみならず、国際的なルールとの整合性をも求められていることを示すべく、いささか長々と判決を紹介した。そしてまた、判決から、未公表・未公開の調査報告については、よりクリティカルな状況が生じ得ることも読み取ることができる。

---

(7) 同条は注で「事故又は重大インシデント調査の間に面接した者から自発的に提供されたものを含む上記の記録に含まれる情報は、その後の懲戒、民事、行政及び刑事上の処分不適切に利用される可能性がある。もしこのような情報が流布されると、それは将来、調査官に対し包み隠さず明らかにされるということなくなるかもしれない。このような情報を入手できなくなると、調査の過程に支障を来し、航空の安全に著しく影響を及ぼすことになる」と附記する。

(8) 本件当時、日本は同条について相違通告をしていなかった。

(9) なお、控訴審（名古屋高判平成19年1月9日判例タイムズ1235号136号、無罪が確定）は、5.12条の国内刑事裁判における位置付けという論点には触れていない。

#### 10.5.4 むすびー誰もが安全に交通できる社会へ

交通に関する危険・リスクはさまざまに登場し—本章でも、老朽化したトンネル、規制緩和による長時間運転、それぞれの問題に言及したが、危険（脱法）ドラッグによる無謀運転が現在耳目を集めているところでもある—安全確保への取り組みもまた、たゆまず進められている。

より安全な交通社会に向けた、法制度設計とその運用のために、リスク論に関しても、法学・政策学と他の専門分野との間で丁寧な対話を進めることが希求される。

#### 参考文献

- 1) Krüger, Herbert. 1969. *Marktwirtschaftliche Ordnung und öffentliche Vorhaltung der Verkehrswege*. Darmstadt: Hestra Verlag.
- 2) 関根謙一他編『講座警察法第3巻』「第10章道路交通の管理」立花書房, pp. 148-525, 2014年
- 3) 「特集／長時間運転と疲労」『IATSS Review』Vol. 38, No. 1, 2013年
- 4) 「特集／道路法制の新展開」『IATSS Review』Vol. 35, No. 2, 2010年
- 5) 斎藤謙「地方分権改革と道路交通行政」『IATSS Review』Vol. 35, No. 3, pp. 233-238, 2011年
- 6) 城山英明「テクノロジーアセスメントの展望と課題」『ジュリスト』No. 1409, pp. 2-6, 2010年
- 7) 大島啓太郎「運輸安全に係る新たなスキームの実現—運輸安全マネジメント評価の実施に向けて—」『運輸政策研究』Vol. 9, No. 2, pp. 62-65, 2006年
- 8) 身崎成紀, 城山英明, 廣瀬久和「社会安全確保のための損害保険の予防的機能」『社会技術研究論文集』Vol. 1, pp. 198-207, 2003年
- 9) 城山英明「安全確保のための法システム—責任追及と学習, 第三者機関の役割, 国際的調和化—」『思想』Vol. 963, pp. 140-163, 2004年
- 10) 今井猛嘉「飲酒運転対策立法の意義と課題」『ジュリスト』Vol. 1342, pp. 128-134, 2007年
- 11) 今井猛嘉「飲酒運転対策としての罰則の整備」『ジュリスト』Vol. 1330, pp. 24-31, 2007年
- 12) 今井猛嘉「交通事犯とその刑事法的規制—近時の状況を踏まえて」『IATSS Review』Vol. 30, No. 4, pp. 465-469, 2005年
- 13) 今井猛嘉「危険運転致死傷罪を巡る問題状況」『交通法研究』Vol. 42, pp. 129-175, 2014年
- 14) 今井猛嘉「交通事犯の法規制を巡る現代的課題」『犯罪と非行』No. 157, pp. 88-103, 2008年
- 15) 吉田忠雄編『化学薬品の安全』大成出版社, pp. 4-5, 1982年
- 16) 吉田忠雄編『反応性化学物質と火工品の安全』大成出版社, pp. 31-32, 1988年
- 17) 長谷部恭男編『法律からみたリスク[リスク学入門3]』岩波書店, 2007年
- 18) 城山英明, 西川洋一編『法の再構築[III]科学技術の発展と法』東京大学出版会, 2007年
- 19) 宇賀克也「運輸安全委員会の現状と課題」『ジュリスト』No. 1399, pp. 10-20, 2010年

#### 推奨文献

- 1) 野口貴公他編『安全・安心の行政法学』「第5章乗物の安全・安心」ぎょうせい, 2009年
- 2) 関根謙一他編『講座警察法第3巻』「第10章道路交通の管理」立花書房, 2014年

- 3) Beck, Ulrich. 1986. *Risikogesellschaft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag. [東廉・伊藤美登里訳, ウルリヒ・ベック『危険社会』法政大学出版局, 1998年]
- 4) Calabresi, Guido. 1985. *Ideals, Beliefs, Attitudes, and the Law*. New York: Syracuse University Press. [松浦好治・松浦以津子訳, グイド・カラブレージ『多元的社会の理想と法』木鐸社, 1989年]
- 5) 長谷部恭男編『法律からみたリスク[リスク学入門3]』岩波書店, 2007年
- 6) 城山英明, 西川洋一編『法の再構築[Ⅲ]科学技術の発展と法』東京大学出版会, 2007年

#### 参照すべき実践編プロジェクト

視覚障害者誘導用ブロック（点字ブロック）の設置ガイドラインの作成 196ページ

知的障害者のモビリティ確保のための都市公共交通の課題 200ページ

地域社会が保障すべき生活交通のサービス水準に関する研究 204ページ

交通安全と交通取締りに関する研究 208ページ

危険運転致死傷罪の学際的研究 212ページ

地元組織と行政との協働による交通まちづくりの円滑な推進 216ページ



# 第11章

## 持続的成長：経済学の視点

### 11.1 費用便益分析

#### 11.1.1 費用便益分析の目的と基本的考え方

費用便益分析（Cost-Benefit Analysis：CBA）は道路や鉄道等の交通施設の整備効果を評価し、整備事業を実施するかどうかの意思決定を支援するために実施されるものである<sup>1)</sup>。公共事業のプロジェクト評価は、ニューディール政策の一環であったTVA（Tennessee Valley Authority：テネシー川流域開発）で始まったと言われている。その意図は、ダム等の建設に巨額の税金を投入する際に、その整備効果が十分に発現するかどうかを確認することにあった。

このように、費用便益分析は、交通施設のみではなく、広く公共投資の事業評価に適用されている。その基本的な考え方は、当該事業の費用と当該事業から生じる便益を貨幣単位によって算定し、比較考量するものである。交通施設整備の場合、費用は整備費用（建設費）および維持管理費等、公共が税金等によって支出する金銭額が計上される。当該事業によって社会にもたらされる負の効果、例えば環境の悪化等は費用に計上される場合と、負の便益として便益に計上される場合がある。

交通施設の場合、主要便益は、時間短縮便益、移動費用削減便益（道路整備を例とすると、燃料費の節約）、安全性向上便益、快適性向上便益等であり、交通施設整備の性質上、時間短縮便益が総便益の大層を占める。また、時間、安全性（事故リスク）および快適性の価値を金銭換算するための手法の開発も進んでいる。

### 11.1.2 費用便益分析における事業評価手法

事業予算，つまり財源は有限であるから，事業評価は当該事業を実施するか否かではなく，複数の代替案から実施事業を選択するためになされるため，相対評価となる。事業評価手法には以下の3つがある。

#### (1) 純現在価値法

次式で計算される純現在価値の多寡によって優先順位を付与する方法である。

$$NPV = B - C - K = \sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+i)^t} - K$$

ここで， $NPV$ ：純現在価値， $B$ ：基準年0に現在価値化された総便益， $C$ ：基準年0に現在価値化された総維持管理費用， $K$ ：基準年0に現在価値化された整備費用， $t$ ：年次， $T$ ：評価年数（耐用年数）， $B_t$ ： $t$ 年次の便益， $C_t$ ： $t$ 年次の維持管理費用， $i$ ：社会的割引率，である。

#### (2) 費用便益比率法

費用と便益の比率を算定して優先順位を付与する方法である。投下資金（整備費用）1単位当たりの純便益額を計算する $(B-C)/K$ も総費用と総便益の比率を計算する $B/(C+K)$ もともに費用便益比率となるため，算定手法を統一する必要がある。

#### (3) 内部収益率法

投下資金がどの程度の収益率を上げるかを表す内部収益率（internal rate of return）を計算し，その大小によって優先順位を付与する方法である。内部収益率 $r$ は以下の数式の解である。

$$\sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} = K$$

内部収益率法は最も経済理論に合致していると考えられている。ただし，評価期間の終期に多大なコストがかかる（例えば，原子力発電所の廃炉費用）場合には，内部収益率 $r$ は複数解を持つ可能性がある。しかし，交通施設整備の場合にはその可能性は小さいので，推奨される評価手法である。

### 11.1.3 外国為替問題

資金調達が国内で行われている場合には，税金か債券かにかかわらず，上記の評価手法が適用できる。一方，資金を国外から借入によって調達した場合

には、将来的な外国為替相場の変動を考慮に入れる必要がある。つまり、特に開発途上国では、対外債務の返済能力を確認することが事業評価においても肝要である<sup>2). 3)</sup>。

## 11.2 均衡成長か不均衡成長か

### 11.2.1 均衡成長論と不均衡成長論

#### (1) ヌルクセの均衡成長論

一国の経済の規模は、三大生産要素（土地、民間資本、労働）および貯蓄率、物価上昇率、社会資本、技術水準等に加えて、諸外国との交易条件等によって決まる。従って、経済成長論には多様な分析側面があり、成長経路に関する研究もその1つである。

一国の経済がどのような経路をたどって成長していくかについての1つの見解は、ヌルクセによって示された均衡成長論である<sup>4)</sup>。ヌルクセは、途上国の経済が成長しない要因の1つとして、民間投資の不足を挙げた。そして、民間投資の誘引を均衡成長に求めた。つまり、均衡の取れた生産増加が市場を拡大すると考えたのである。現在では、この見解は支持されていない。

#### (2) ハーシュマンの不均衡成長論

ハーシュマンは不均衡成長論を唱えたが、その問題意識は以下の通りである<sup>5)</sup>。開発途上国は、経済成長にとって簡単に解決できない多様な問題点を有しており、それらの問題点を同時並行的に解決するだけ十分な資源および資金を有していない。従って、急速な経済成長のための戦略として、戦略的成長産業に資源および資金を集中的に投入し、不均衡状態を維持するのが良いと主張した。戦略的産業の成長は、他の産業のそれに波及していくという考え方である。

### 11.2.2 社会資本と民間資本

不均衡経済成長論を社会資本（公共投資）と民間資本（民間投資）とのバランスに適用することができる。図1は各成長戦略の経路（A点を出発点として、B点に至る経路）を表している。A点からB点までの成長経路の例として3つが描写してある。横軸は社会資本のストック量を、縦軸は民間資本のストック量を表している。各ストック量が多いほど、潜在生産力は高いため、経済成長しているこ

とになる。

45度線に類する形状を持つ直線は均衡成長の経路を示している。つまり、民間資本と社会資本の限界生産力が均等になるよう各投資が行われることを意味する。一方、上部の曲線は、社会資本よりも民間資本を優先する成長経路であり、下部の曲線はその逆で社会資本整備をより優先するものである。論点は、A点から

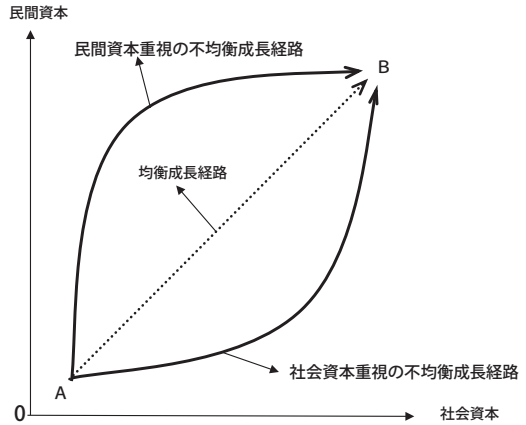


図1 均衡成長経路と不均衡成長経路

からB点に至る速度と費用である。不均衡成長論は、均衡成長経路よりも不均衡成長経路の方がB点への到達速度が速く、それ故必要なコスト（資本の機会費用）が小さいと考える。

民間資本と社会資本のどちらの投資を優先するかは、資本の機会費用だけでは決定されない。それは、民間設備投資の決定主体は民間であり、社会資本のそれは専ら公共であるためである。また、交通施設整備の場合には、特にそうであるが、一国の中でも地域ごとに社会資本と民間資本のどちらを重視するかは異なる。

民間の経済成長が早く、社会資本整備が追い付かない場合には、民間資本重視の不均衡成長経路を取るようになる。これは、交通施設整備から言えば、需要追従型交通社会資本整備となる。一方、民間の経済活動が活発ではない地域で、交通施設整備によって地域の活性化を図る場合には、政府が社会資本重視の不均衡成長経路の採用を意図していることになる。これは開発先行型交通社会資本整備と呼ばれる。この場合、十分な地域開発効果が発現しないと、B点に至らないことがあり、無駄な交通施設整備であると批判されることになる。

### 11.2.3 前方連関効果と後方連関効果

交通設備投資等の公共投資の経済効果は2つに分類される。

前方連関効果（forward linkage effect）は、公共投資によって整備された施設が提供する公共サービスによる便益（経済効果）である。つまり、公共投資



によって社会資本ストックが増大し、潜在的生産力が高まることの効果である。費用便益分析において便益として計上される効果は前方連関効果の一部である。

後方連関効果（backward linkage effect）は、公共投資のために投入される資源への需要増大が、特に地域経済にもたらす経済効果である。つまり、公共投資が実施されると、資材および労働力への需要が発生し、資材および労働の供給者の所得は増加する。後方連関効果は、地方部での公共投資事業の経済効果として重要視されている。

## 11.3 交通混雑と対策（経済的施策）<sup>6)</sup>

### 11.3.1 混雑とは何か

混雑とは施設や設備の容量に比して、相対的に大きい需要が集中した結果として生じるものであり、混雑が生じていない状態に比して多くの金銭的、非金銭的費用が発生する。交通分野においても鉄道の車両内混雑や、道路ネットワーク上の車両混雑等の問題が存在しているが、いずれにしても、短期において供給量が変えられない場合を想定して、ある一定水準までは集合消費が可能であるが、それを超えると外部不経済が発生するために、本来の利用を妨げる状況を指す。本稿では主に世界の多くの都市が直面している道路の混雑問題を扱う。

### 11.3.2 混雑の経済学的理解

道路は一定の水準までは集合消費が可能な財であり、利用者は等しく定常走行が可能である。しかし、道路上で混雑が生じると走行速度が低下し、個々の自動車の目的地までの所要時間やガソリン代等の諸費用も増加することとなる。

この状態を横軸にフロー、縦軸に費用を取ると、図2のように表せる。道路容量 $F_0$ は等量消費が可能である上限であり、これを超えて車が流入すると限界費用は上昇し始める。

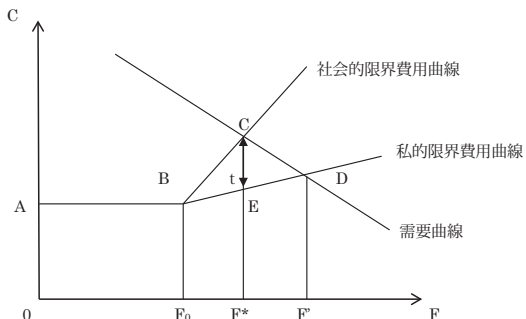


図2 混雑の発生

すなわち追加的な交通の流入によって、個々のドライバーは走行速度の低下、所要時間の増加に直面し、私的限界費用が上昇する。その一方でこの追加的なフローが生じさせる費用上昇は他の全ての自動車にも同様に発生するために社会的限界費用曲線は乖離する。

この外部不経済は、マイクロ経済学のピグー税の考え方に従って税率 $t$ を賦課することで内部化され、最適混雑水準 $F^*$ を達成することができる。

### 11.3.3 混雑課金の導入事例

現実に多くの世界の諸都市において道路混雑は大きな問題とされている。また、導入目的は多岐にわたるものの、シンガポール、オスロ市、ロンドン市等、多くの都市で中心地区への流入課金を実施されている。その中でもロンドンへの導入は先進国の大都市で導入された初の事例であり、混雑解消を目的として導入されたスキームとして注目されている。

ロンドンにおける道路混雑への課金の導入については1964年のスミード・レポート以来、政策の研究や検討が進められてきたが、1997年のGreater London Authority の創設、さらには2000年のロンドン市長選挙で推進派の市長が勝利したことを機に、導入に向けて準備が進められた。そして、2003年より交通流の改善を目的として、congestion charging schemeが導入された。同スキームではロンドン市交通局により指定地域への流入に対し、導入時は平日の7時～18時に5ポンド/日の課金が行われたが、2014年7月現在、課金額は段階的に引き上げられた結果11.5ポンドである。課金対象となる地域の入り口には図3のようなサインが掲げられており、流入する自動車のナンバーをカメラで記録することにより、課金対象者の管理を行っている。なお、課金収入の用途は公共交通に限定されるものとされている<sup>7)</sup>。

同スキームの効果について、Factsheetによれば課金導入前の2002年に比して課金ゾーン内への自動車の流入は27%減少しているとされる。一方で自転車利用は66%上昇しており、自動車から一部の交通がシフトしていることがうかがわれる。



図3 ロンドンの課金地域入り口のサイン<sup>(1)</sup>

(1) Transport for London HPより。

## 11.4 環境問題と対策（経済的施策）<sup>6)</sup>

### 11.4.1 現代社会の直面する環境問題と交通

交通に起因する環境問題は主に大気汚染，地球温暖化問題，騒音，振動等多岐にわたるが，特に大気汚染物質，温室効果ガスの削減は多くの国でその対策が急がれている。どの交通機関も原則として何らかの環境負荷を与えるものであるが，特に排出原単位が大きい自動車環境対策の対象とされている。

大気汚染は健康に直接的に悪影響を及ぼすものであり， $\text{NO}_x$ ， $\text{SO}_x$ ，PM等の物質を原因として局地的に発生するものである。一方で，地球温暖化は大量の温室効果ガスが原因として生じた現象であり，現在の温暖化は特に二酸化炭素の寄与が大きいとされる。二酸化炭素は直接に体に影響を与えるものではないが，大量排出により地球表面の温度上昇が生じており，これが将来的に海面上昇や植生の変化等，大きな影響を与えるものと考えられている。

### 11.4.2 環境問題の経済学的な理解

経済学で，環境問題とは外部不経済の発生によって，当該サービスの過剰利用へと導かれた結果として生じるものであるとされる。このような過剰な利用が行われる場合には死荷重が発生し，社会的余剰は最大化されない。

図4に示した通り，ピグー的課税により外部不経済に相当する税率 $t$ を賦課することによって内部化し，最適な水準 $F^*$ を達成することができる。

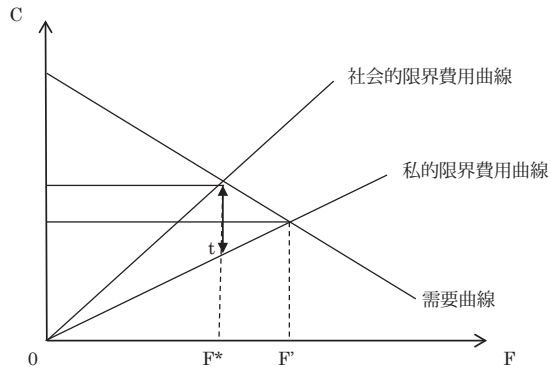


図4 環境外部不経済とピグー税

### 11.4.3 環境問題への対応策

前項で示した通り環境問題は対象となる物質の過剰な排出によって生じるものである。自動車から排出される物質を削減するための政策方針として考えられる

のは、①自動車単体の性能を向上させること、②自動車の利用を抑制すること、③自動車を効率的に利用することに分類することができる。①は自動車の排出原単位を小さくし、②は他の交通機関に振り替える等して自動車の利用を抑制し、③は自動車のスペースを有効に使うことによって、自動車の利用台数を減らしていくというものである。

以上のような3つの方針を実現するためには、さまざまな政策的工夫が利用可能であるが、市場メカニズムを利用した「経済的手法」を用いることによってスムーズに目標を達成することができる。

①の場合、環境性能の良い自動車に対する取得税や保有税の減免が有効である。概して消費者はより税金の安い環境性能の良い自動車を選択するものであり、自動車メーカーは環境性能の向上に努めると予想されるため、新車の平均燃費は改善し、保有される自動車の平均的性能が向上することになる。②、③に対しては、11.4.2で示したように、燃油価格に上乘せすることによって利用段階の効率化を図ることができる。

#### 11.4.4 日本における自動車環境対策—経済的手法の活用

日本では自動車の性能向上による環境改善を目的として2001年より「自動車関係諸税のグリーン化」が行われた。同政策は、環境性能の優れた自動車に対しては取得、保有税を減免し、一方で、環境性能の悪い自動車に対しては追加の課税を行うことを内容としている。

この結果、消費者は税金の安い低公害車を選択し、自動車メーカーも環境性能の向上に努めたため、図5に示した通りハイブリッド車等の保有数が伸び、自動車の1リットル当たりの燃費効率も改善している。このような取り組みの結果、日本における運輸部門から排出される二酸化炭素排出量は減少傾向にある。

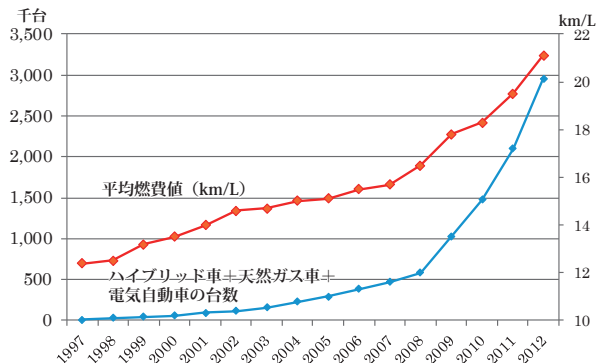


図5 日本の自動車性能の向上の推移

## 11.5 経済的規制と規制緩和

### 11.5.1 交通サービスに対するさまざまな規制

概して、交通事業は公的介入を受けやすい性質を持つと言われる。規制には大きく分けて「社会的規制」と「経済的規制」があり、社会的規制が安全規制や環境規制等の質的規制であるのに対し、経済的規制とは市場を介して需給に影響を与える量的規制である。経済的規制は価格規制と参入規制に分類され、特に交通事業はこれらの規制を通じた需給調整を受け、公的に競争を抑制されてきた。しかし近年、世界的に規制緩和が進められるようになり、交通市場は競争による効率化を目指すようになっている。

### 11.5.2 規制の根拠とその限界

では、なぜ交通市場は経済的規制の対象となってきたのだろうか？ 交通市場に限らず、規模の経済が発生する市場では、結果的に自然独占を招くと考えられる。これは、固定費用が大きい産業では規模の経済が起こりやすく、企業が自由に競争を行った場合、価格の引き下げ、サービス競争等、極めて激しい「破滅的競争」を行うことが予想される。そして、競争相手が市場から退出し、自然独占を実現した後は、独占利潤を享受することができる。この結果、消費者は独占価格に直面することになり、また市場から退出した競争者の投資のうち、回収できない「埋没費用」は社会にとっての損失となる。

交通市場は上記のような特徴を持つ場合が多く、また交通サービスの必需性の高さゆえ、影響が大きいことが予想されるため、長く独占や寡占を容認される代わりに、価格規制の対象とされてきた。なお、価格規制は能率的な経営の下で発生する費用に適正な利潤を加えたものを必要収入とする、「総括原価主義」の考え方に基づいて行われてきた。

しかし、総括原価主義はコスト削減のインセンティブを事業者に与えるものではなく、経営の非効率の発生、さらには価格の上昇を招く結果となった。また、1970年代半ばよりBaumolらによって提唱された、コンテストابل・マーケットの理論により、交通市場に対する公的介入は変化することとなった<sup>8)</sup>。

### 11.5.3 コンテストابل・マーケットの理論

コンテストابل・マーケットとは、参入が自由で、かつ市場からの退出時に費用

が発生しない市場を指し、ヒット・アンド・ラン戦略を取ることができる状態を言う。そして、完全にコンテストナブルである場合、以下のような理由で既存企業は効率的に振る舞うとされている。

もしも、既存企業が独占もしくは寡占市場において超過利潤を享受しているのであれば、新規企業は既存企業よりも安い価格で市場に参入し、全ての顧客を奪い、利潤を享受できる。そして既存企業が対抗措置として、同等またはそれ以下の価格を提示すれば、新規企業は利潤を失い退出することになる。同理論では、既存企業がたとえ独占的な市場にあっても、新規企業の参入退出が自由で埋没費用が存在しない状況であれば、潜在的な新規参入者の脅威によって、効率的な価格設定を行うものとされる。

#### 11.5.4 規制緩和の進展

コンテストナブル・マーケットの理論の概念を理論的背景として、1978年にアメリカの国内航空サービスに適用され、それ以来、交通分野の規制緩和が世界的に進展している。イギリスのバス事業、航空事業、日本においても航空事業、タクシー事業、トラック事業等で規制が緩和されている。

日本の航空事業は競争を抑制する政策から、1990年代半ばに競争政策へと転換し、参入規制の緩和と価格規制の緩和が進められた。その結果として、同事業には新規事業者の参入が相次ぎ、既存航空会社を含め、価格の多様化、サービスの多様化が進んだ。しかし、日本の航空事業の場合、羽田等の混雑空港の存在により、コンテストナブル・マーケット理論の前提である自由参入が成立しない状況が見られる。このような場合、航空会社の空港利用に関する公的主体の役割は依然として大きい。

#### 参考文献

- 1) Mishan, E. J., and E. Quah. 2007. *Cost-Benefit Analysis*. 5th edition. Routledge.
- 2) Brent, R. J. 1998. *Cost-Benefit Analysis for Developing Countries*. Edward Elgar.
- 3) Dinwiddy, C. L., and F. J. Teal. 1996. *Principles of Cost-Benefit Analysis for Developing Countries*. Cambridge University Press.
- 4) Nurkse, R. 1961. *Patterns of Trade and Development*, mimeo, 1959. Blackwell.
- 5) Hirschman, A. O. 1958. *The Strategy of Economic Development*. Yale University Press.
- 6) Bamford, C. G. 2006. *Transport Economics*. Heinemann.
- 7) Transport for London. 2014. "Transport for London Congestion Charge Factsheet." *Transport for London*. Accessed September 25, 2014. <https://www.tfl.gov.uk/cdn/static/cms/documents/congestion-charge-factsheet.pdf>.

- 8) Baumol, W. J. 1982. "Contestable Markets: An Uprising in the Theory of Industry Structure." *American Economic Review* vol. 72, No. 1.

推奨文献

- 1) Boardman, A., D. Greenberg, A. Vining, and D. Weimer. 2013. *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice*. 4th edition. Pearson.
- 2) Vickers, J. and G. Yarrow. 1995. *Privatization*. MIT Press.

都心の学校へ通うため  
朝4:30にバスを待つ生徒  
(バンコク郊外)<sup>1)</sup>

## おわりに— レジリエントな交通社会

本章では、交通技術、交通システム、交通社会の3つの段階を念頭に置きつつ、非常時のみならず日常時にも必須の概念として「交通のレジリエンス」を解説し、理論編の締めくくりとする。

まず、レジリエンスの意味は回復力や復元力に加え「しなやかさ」とも表現される。人やモノの動きにたとえるならば、綱の上のある一点で、一瞬のグラつきに対して一方に振れてそのままどちらかへ倒れてしまうのではなく、必ず戻ってくることを意味する。綱渡りでは、多少のグラつきがあっても天秤棒のようなある種のスタビライザーがあれば復元可能である。ただし、バランスを保って綱を歩いていても、止まってしまえば再び揺らいでしまう。レジリエンスと対比的に用いられるサステイナビリティ（持続可能性）という概念は、立ち止まらずに一歩を支えにして次の一歩を踏み出せることを意味する。足の踏み場の安定としてのレジリエンスなしには、次の一歩を踏み出せるサステイナビリティのベースは生まれてこない（図1）。この

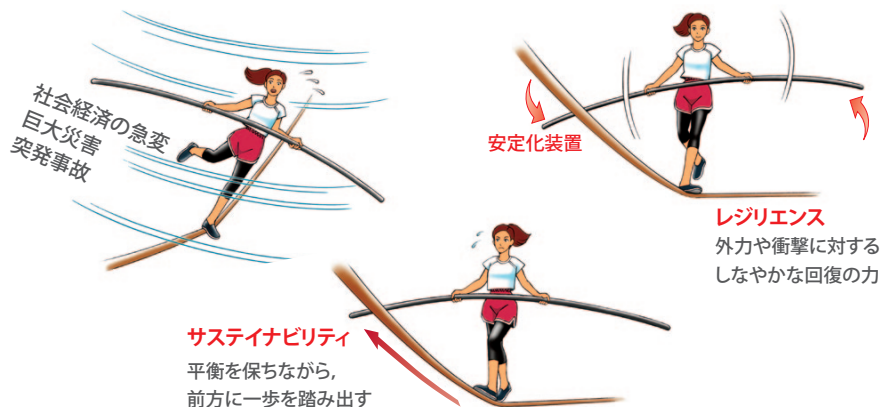


図1 レジリエンスとサステイナビリティ



意味において、レジリエンスの意味を災害時や非常時の特別な要件と捉えるのではなく、むしろ日常の一步を積み重ね、安全で持続可能な交通社会を実現していく上での前提条件と捉えるべきであろう。

以下では、筆者自身のアジア途上国での体験から看取したレジリエンスの含意とレジリエントな交通社会の実現に向けた論点を示す。

## アンレジリエントな交通の姿

1990年代にバンコクを訪れ知人の家に滞在した折のことである。普段は夕方5時頃までには帰宅する子どもたちが、夜8時になってもスクールバスが帰って来ないという出来事があった。何かの事件に巻き込まれたのではないかと心配したが、事件に巻き込まれたのではなく、バスが渋滞に巻き込まれていたのだった。

その当時、筆者はバンコクでの都市交通プロジェクト(1992～96年)にかかわっていた。大渋滞を抱えるバンコクの都市を、鉄道を基軸にして再生するというJICAのプロジェクトであった。プロジェクトの委員長を引き受けたのであるが、まずその渋滞がただごとではないことに驚かされた。当時の調査では、バンコク都市圏で往復の通勤時間が8時間を超える人が1割に達したと言われていた。そのときレジリエンスという用語を知っていたわけではないが、その言葉を知るとバンコクの当時の状態が「アンレジリエント」なものであったことに気付かされた。

日英の研究グループが、この渋滞問題を信号制御で解決しようとしていたが、ある交差点の渋滞の最後尾が次の交差点を突き抜けていく状況に、打つ手を無くしていた。いったん交差点に入ってしまうと、右折や左折の途中で斜めのまま動かないわけである。グリッドロック、要するに碁盤の目がロックしている状態である。車が全く動かない状態が、ネットワーク状に広がっていく。ある所が止まると、次から次へと交差点が止まって動かなくなる現象が空間的に伝播する。システムとして見れば、その部分である個々の交差点の渋滞というマイクロな現象から、その伝播により道路ネットワークのシステム全体が麻痺する超渋滞（ハイパーコンジェスション）というマクロな現象への移行が生じる。これは、体の一部が機能不全だったものが、全身に広まって戻らない状態になってしまうのと同じである。

時間的に見れば、交通所要時間の平均値が増大するだけでなく、昨日は2時間で行けたが今日は4時間かかるという変動（fluctuation）が大きくなっていく

のが超渋滞の特徴である。「交通のレジリエンス」を考える際、変動が一定の振幅の中で収束するのがレジリエント、次第に振幅が大きくなって発散型になり回復力を失うのがアンレジリエントな状態と区別できよう。後者の場合は、非常に不安定な形になり、移動時間の見通しが立たなくなる。その影響は交通面にとどまらず、都市活動や経済にも影響を及ぼす。ビジネスを例とすれば、1日に複数の予定を立てることができなくなり、会議等も午前だけか午後だけでセットせざるを得なくなる。こうしたプロセスによって、社会のレジリエンスが失われていく様を目の当たりにした。

## 問題解決のための横断的な組織づくり

1992年当時、タイ国鉄（SRT: State Railway of Thailand）は非常に弱い立場にあった。タイだけではなく一般に途上国では、鉄道は最下層の人たちが乗る汚い乗り物だと見なされがちである。遅延が日常化して信頼性もなく、政府の意志決定をする人たちのほとんどは運転手付きのクルマに乗っていて鉄道に関心がない。そのため、鉄道の中心であるはずの国鉄の中で鉄道の重要性を説いても、意思決定者には響かない。

われわれの着手したプロジェクトは、バンコクの200km圏内の鉄道を再生するものであった。ところがSRTネットワークの中心部分、北線の15km圏内、東線の30km圏内の線路敷（ライトオブウェイ）は香港の不動産会社ホープウェルが利用権を握っており、われわれは触れることができなかった。そうした状態からスタートし、とにかく2つのことに着手した。1つは、プロジェクトを動かすための横断的な組織を作ったことである。SRTだけで閉じるのではなく、ステアリングコミッティを省庁横断型に組み直すことを試みた。NESDB（National Economic and Social Development Board of Thailand）のサンサーン事務次官にコミッティ議長を、国鉄の副総裁には副議長を依頼した。さらに、住宅庁や交通省等、土地利用や交通に関係する省庁の参画を求めた。

NESDBは、当時の日本の経済企画庁に近い組織であったが内務省的な権限を有していた。上記のコミッティの中で、われわれは「どれぐらい鉄道には意味があるのか」を説き続けた。当時のバンコクは既に都市人口が600万人、都市圏では1,100万人のメガシティであり、交通需要の基礎部分を鉄道で運ぶことが必

須となっていた。道路だけで運ぼうとすれば、一体どれだけ道路が必要か？ 都市中をほとんど道路にしないと運べないことへの気付きを与えようとした。そうした努力の最中、プミポン国王がバンコクの大渋滞を憂慮していることが、バンコクポスト紙で大きく取り上げられた。このことが追い風となり、関係者の意識も変わっていった。

一連の出来事として、1993年秋には陸上交通協議会が組織された。本来は交通省の所掌であったが、これを首相直属に変え、全省庁が交通問題に対処する体制が作られた。その体制下で横断的な組織が出来上がり、その副長官をカセサート大学の都市計画のクムロブラック教授が務めることとなった。都市全体を見る俯瞰的な視野を持つ都市計画の専門家の手に委ねられたことも有利に働いた。

問題解決のもう1つの秘訣は、実現するまで粘り強く説得を続けたことである。1996年1月のプロジェクト最終報告セミナーの3年後の1999年にはスカイトレイン1号線が開通し、営業を始めることとなった。1990年頃からのチャムローン・バンコク都知事とウイナイ副知事の都市内軌道敷設への念願が実現した。われわれは、建設開始前にいくつかの絵を描いた。鉄道は高架をイメージしていたので、大渋滞を下界に見下ろしながら夜6時から7時には家に帰り、家族団欒で食事ができるという絵であった。仕事を終えて片道4時間かけて帰り着く当時のバンコクでは、絶対に実現しえない姿である。われわれはそのライフスタイルを将来像として可視化し、訴え続けた。そして、スカイトレインの高架化によって、実現の道が拓かれた。

## 新たな移動スタイルや習慣・文化を生み出す工夫

新しい交通技術やシステムへの受容性を高めるためには、徹底した説得に加え、体験者の創出が重要である。私の友人でありチュラロンコン大学の学長補佐を務めていた女性は、クルマで片道1時間半から2時間を要していた通勤時間がスカイトレインの利用によって15分に短縮されたことを大いに賞賛してくれた。

なお、スカイトレインによる新しい移動スタイルを生み出す上で功を奏した要因の1つは、30パーツのフラットレートの運賃設定であった。当時は20パーツにするか30パーツにするかで論争があった。30パーツの設定に対して、「所得の低い人

たちの利用機会を損なう」とのキャンペーンもあったが、30パーツに決まった。その結果、ホワイトカラーの人たちが利用者となった。これからクルマを持つであろう中間所得層を、綺麗で快適な鉄道に誘導でき、さらにはそうした利用者の社会的地位が鉄道の地位を高めることにもつながった。こうして、地下鉄、スワンナプーム空港へのエアポートリンク（最高速度160km/h）と続き、1999年から2012年までの13年間で84kmもの新しい都市鉄軌道システムが開業した。

以上のような取り組みによりモーダルシフトが喚起された前後に、鉄道と同時並行で都市高速道路の建設も進むことになった。1980年代の中頃は、バンコク街路の表定速度が時速20km程であったと言われていたが、1992年時点では徒歩と変わらない時速6km程度に低下していた。それが、今では時速16～17kmまで戻っている。昨年に会った地下鉄公社副総裁との会話の際に「（外国から帰ってきて）スワンナプーム・エアポートから自宅まで2時間もかかった」との言葉を聞かされたが、「2時間も」という表現にうれしい驚きを覚えた。

バンコクの道路の表定速度の改善には3つの理由がある。1つ目は、言うまでもなくスカイトレイン等の都市鉄軌道システムである。そして、運賃設定も考慮して綺麗な状態を保つ仕掛けを作ったこと。2つ目は、都市高速道路が同時にできたこと。3つ目は、外郭環状道路を造ったこと。それによって、都市鉄軌道システムと都市高速道路が、地上の交通からクルマを吸い取り、それと同時に環状道路が通過交通を吸い取ったのである。

結果論ではあるが、システムがうまく改善されたことによって、交通のレジリエンスが向上した。当時は、外国資本が超渋滞のあまりの非効率を嫌って、バンコクからクアラルンプールやジャカルタあるいはシンガポールに流出していた。ところが、渋滞の改善を契機にバンコクに戻ってくるという現象が生じた。交通システムのレジリエンスを高めることによって経済も回復した。産業が戻って資本が入り経済全体のパイが大きくなり、さらにそれが所得分配されて平均所得も次第に上昇した。

交通のシステムと社会との関係を短絡的に考えるべきものではない。タイ国政府やバンコク都庁がどこまでトータルに考えたのかは疑問が残るが、横断的な組織を作って熟議ができたからこそ、そういうことが実ったのである。

1999年にできたスカイトレインから始まり、地下鉄、エアポートリンクが次々と整備された。クムロブラック教授というキーパーソンが横断組織の副長官になってくれたことが幸いであり、われわれが支えた人材が頭脳となって内部から啓発してくれたことも大きかった。

## 交通社会のレジリエンスとサステナビリティ

各時点でのレジリエンスが、次の一歩、その次の一歩という時間経過とともに築かなければならないサステナビリティを決定付ける。レジリエンスは短期のフローの段階のものであるのに対し、サステナビリティは長期のストックに近い概念であり、20年、30年という長期サイクルで動的な安定性を保てるということである。両者は、どちらがより重要というものではなく、いずれも欠かせないものである。

交通技術を担う自動車会社を例とすれば、その社員は自動車のことは熟知していても、交通の全体像を全く捉えきれていない場合が多い。これは致命的である。「交通に関してどのようなフレームで物事を捉えるべきか?」、それを共通のベースで理解しようという態度が必要なのである。本章では、交通技術、システム、そして社会という三段階で考えたが、技術や手段を作る人たちが交通社会をどのような共通意識で見通すかが重要である。単に社会的責任ということではなく、知識や意識を横断的に共有する、広がりが必要である。良かれと思ってやったことが破滅の方へ導くことを回避する。さらに社会全体のレジリエンスやサステナビリティを保つ。そうしたことを、IATSSの創設者・本田宗一郎氏は直感的に考えていたように思われる。本田氏の遺志を継ぐIATSSは重要な役割を担っており、その責務を果たす組織であり続けることは大いに意味のあることである。

### 参考文献

- 1) 『バンコクポスト』1993年9月4日

参照すべき実践編プロジェクト

震災危機管理と安全・安心な交通社会の実現 220ページ

# 實踐編

---

# 人口減少時代における 土地利用フレームワークと交通システム

---

## 1. 背景と目的

現在の日本の都市ストックは、果たして、将来世代に引き継いでいけるものと言えるであろうか？

20世紀後半、現代の日本の都市ストックの大半がつくられ、公的社会資本についても、河川、道路、港湾、空港、鉄道等の量的整備が飛躍的に進み、1980年代後半からは、美しく将来に残し得るかどうかという、シビックデザインの概念の下にランドスケープとしての質も考慮されるようになった。

一方、市街地に目を転じると、民間の建物は一世代に一度は建て替えることが常識となっている。日本の住宅は、コンクリート造も含めて平均寿命が30年程度しかない。すなわち、1世紀に3度建て替える耐久消費財と見なされているのである。しかも、ほとんど全ての建物が「単体」として設計され、周囲との調和が重視されていないため、街区という共同創造性の実現単位としての景観はみすぼらしく、多くの都市では、将来に残し得るストックを形成するに至っていない。

また、都市域の緑も重視されてこなかった。都心部近くにまでも低層戸建を許した市街地は、家屋が密集する緑の少ない中心市街地をつくり出してしまった。基幹交通施設が広域緑地を分断し、市街地は郊外まで低密に広がるようになった。特に所得が上昇して、一般家庭でも自動車を買えるようになった1970年代以降には、鉄道から離れた地域にまで市街地が広がることで、緑がさらに蚕食されていった。

このような無秩序な土地利用が、人口減少・少子高齢化と経済成熟・衰退が進行していく日本において、都市における生活の質（Quality of Life）を著しく劣化させていくのではないかというのが、本プロジェクトの問題意識である。

本稿では今後の日本が進むべき方向性のヒントとして、一足先に経済発展を遂げ、都市化が進んだ欧米の都市における土地利用・交通連携システムに関する現地調査結果の一部を紹介する。また、日本国内でのモデルケースとして、宇都

宮市におけるLRT（次世代型路面電車システム）を用いたコリドー型土地利用の取り組みについても紹介する。なお、本プロジェクトの成果は本として出版されている<sup>(1)</sup>。

## 2. 研究内容

### 2-1. コンパクト・アーバン・グリーン (ドイツ・ミュンヘン)

ミュンヘン市では、経済、社会、空間、地域の持続的な発展を環境保護と資源消費を最小化しつつ達成するため、①コンパクト（外形）、②アーバン（多様性の融合）、③グリーン（緑と地球環境）という都市圏形成のための戦略を標榜している。

ミュンヘン市は、新規開発は鉄道駅から一定距離（徒歩圏内）にのみ建設するというルールを設け、徐々に「コンパクト」な市街地を実現する方針を実行している。このため、中央駅の西側鉄道沿線に大規模な開発が集中している。開発利益は、開発者（地主）、鉄道事業者、行政が三分する契約を結び、開発利益の還元による十分なインフラ整備を制度化している。

さらに、「アーバン」の実現を目指し、新規開発においては一定以上の床面積を住宅とすることを義務付け、コンパクトであると同時に多様な人々が暮らす都市を目指している。幅広い家賃設定が義務付けられ、社会的に異なる人々がミックスされる方針が採用され、優れた地域文化を伝承する都市であることを実践している。

また、「グリーン」を実現する政策としては、鉄道に沿った市街地とそれに合うような緑地の整備が義務付けられている。

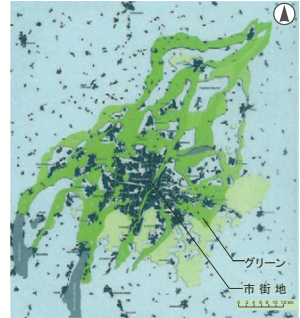


図1 ミュンヘン市の  
土地利用計画図

### 2-2. 立地効率性を高める土地利用・交通の統合策（米国各都市）

公共交通指向型開発（Transit-Oriented Development: TOD）<sup>(2)</sup> は、

(1) 林良嗣, 土井健司, 加藤博和, 国際交通安全学会土地利用交通研究会編著『都市のクオリティ・ストックー土地利用・緑地・交通の統合戦略』鹿島出版会, 2009年





図2 プリンズジョージカウンティにおける  
TODの実施例

1990年代後半から全米で大きなムーブメントを巻き起こした。TODは単に公共交通を軸としたコンパクトなまちづくりを意味するものではない。駅を中心とした徒歩圏のまちづくり、居住密度の高さ、用途の多様性等のよく知られたTODの空間像の背後には、QoLの確保や社会的な公平性の確保を目的としたさまざまな取り組みが見られる。

Location Efficient Mortgage (LEM) 制度<sup>(3)</sup>はその1つであり、過度に車に依存した部分から脱却するために、公共交通駅から徒歩圏内の住宅需要者に対して、私的および社会的な交通費用の節減を根拠として、住宅取得を支援するための政策ツールである。公共交通の利用を高めるために、割引定期券の利用等の特典も与えられている。

所得の豊かさから時間の豊かさへと、豊かさの定義が変化した。米国都市におけるTODの広まりは、こうした価値観の転換を反映しているのである。日本でも、このような転換は必要であるし、今後の財政、環境、合意形成等の制約条件を考えると、必然となるであろう。

### 2-3. 土地利用集約型の交通ネットワーク／コリドー（宇都宮市）

TOD実現のためには、その基軸となる公共交通の充実が必須である。これを低費用かつ迅速に行う方法として、LRT（次世代型路面電車システム）が世界的に脚光を浴びており、日本でも近年、LRTが導入され、都市土地利用交通戦略に大きな変化を与えた。

宇都宮市は首都圏北部に位置し人口50万人を有する中核都市であり、戦後は工業都市としても大きく発展してきたが、自動車依存度が極めて高く、居住地が郊外化し都市機能が拡散するに伴い、中心市街地の空洞化が進んでいる。

(2) TOD：都市の軸となる公共交通の結節点をまず整備し、結節点周辺に開発を誘導させるもの。これにより交通結節点の徒歩圏内に経済活動、生活文化機会を重点的に配置でき、生活質を高めることが可能となる。

(3) LEM：TODの実現を促進するために用意された交通政策と住宅政策の連携制度。公共交通周辺への居住のメリットを生み出すために、燃料費、駐車場、道路整備費等、自動車関連費用の節約額を地区別に算定し、その節約額を住宅購入者への支援額の決定に連動させる仕組みである。

LRT導入後の地域全体での公共交通サービス提供の考え方は、その市街地構造を踏まえ、4つの地域に分類し、それぞれの状況に応じたサービスを提供するというものである。主軸となるLRTと路線バス・コミュニティバスをシームレスに連携させることで、面的な公共交通サービス

を目指している。中心市街地では自動車交通を抑制し、歩行者・自転車中心の整備を行う。LRTを導入する大通りをトランジットモール化し、商店街と一体となった歩行空間を確保し、歩行者の回遊性を高める。一方、まちづくり面においては、LRTの導入と再開発事業等との連携を図ることによってLRT沿線の商店街の再生を図る。加えて、魅力ある都市景観の創造、都市居住地の創出等、複合的な整備が必要である。

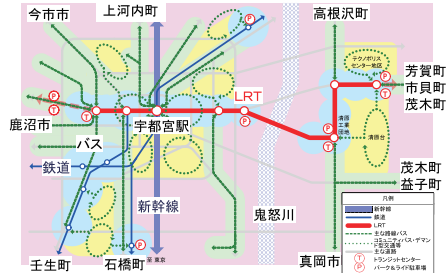


図3 宇都宮市のLRT導入計画(生活交通確保プラン)

### 3. 結語

本プロジェクトでは、21世紀の国土・都市の存続基盤を、建物群・緑地・交通システムが一体となったクオリティ・ストックと名付けた。その上で、建物群が一体的景観を形成するクオリティ街区および緑と公共交通のコリドーを骨格として、市街地の撤退・再集結を図る都市像（ビジョン）を提示した（『都市のクオリティ・ストック』鹿島出版会<sup>(1)</sup>）。これは、観念論としてのコンパクト・シティを超えて、普遍的な社会目的、地域社会に即したビジョンおよび具体的な実現手法を備えたものである。

将来にわたり高いQoLを維持するために必要なことは、都市において、交通、建物、緑地を一体的なストックとしてコーディネートすることである。それは、将来、経済が衰退した後では手遅れであり、今、国を挙げて取り組むべき戦略である。

### 4. 今後の展望

建物群・緑地・交通システムが一体となったクオリティ・ストックの創成は、市街地内部ほど環境が良くコストが低くなるように都市構造を逆転させ、コンパクトシティへとスマートにシュリンクするための要件を整備するものであり、これが日本の都市のスラム化を食い止め、次世代の人々が生き残るために必須の運動となろう。

---

# 超高齢化都市に要求される「移動の質」

---

## 1. 背景と目的

都市における移動の質を高める上では、拠点間的高速移動を支えるファストモビリティと拠点内やまちなかでの中低速移動を支えるスローモビリティとの階層的なネットワークの構築が重要となる。とりわけ、超高齢社会においては、安全かつ快適なスローモビリティへのニーズが高まることが予想され、移動手段単体だけでなくそれを取り巻く道路環境の整備が不可欠である。こうしたニーズに応えるために、近年では近距離移動用の低速の超小型車両が開発され、道路ダイエツト（車道のレーン数／幅を絞ること）で生み出した空間にこれらの超小型車両と自転車とを走行させている事例が米国等で見られる。こうした事例は、徒歩・自転車とクルマとの間に生まれつつある新たな交通モードを育てる上での道路空間の活用意義を訴え、超高齢社会における移動手段と空間・インフラとの共発展の可能性を示唆するものと言えよう。

本年度プロジェクトにおいては、移動の質に関する価値観変化を分析した後に、スローモビリティへのニーズを先取りした移動手段、道路空間、制度の整備の必要性を訴え、その足掛かりとなる社会実験を実施した。

### 1-1. 研究の視点

本プロジェクトで用いる「スローモビリティ」とは、徒歩とその他の交通手段との中間に位置する新たなモードである（図1）。中低速の移動手段であることに加え、歩きを支援し、乗りやすさよりもむしろ降りやすさを重視した移動手段と位置付けられる。また、人々の交流を生み出すことにより、地域の活力とQoLの維持向上を支える社会装置とも捉えられる。ここでは図2に示すように、場所を繋ぐだけでなく、人を繋ぎ、モビリティとコミュニティの両立を図る考え方を「コモビリティ」と定義する。

スローモビリティの手段となり得る小型車両として、現行の法制度下では、歩行

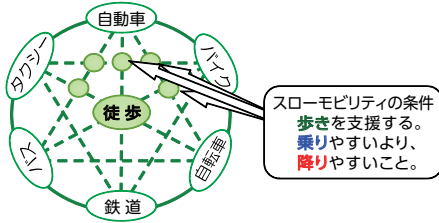


図1 スローモビリティの位置付け

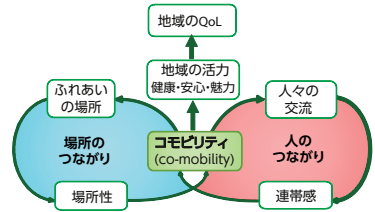


図2 コモビリティの考え方

補助タイプ、自転車タイプ、原付タイプ、ミニカータイプの四種が想定される。本プロジェクトにおいては、電動アシスト付き自転車と原付タイプの超小型電気自動車（以下、マイクロEV）の活用を図った。

## 2. 研究内容

### 2-1. 美濃市での社会実験

岐阜県美濃市（人口23,000人）は従来から自転車を活用したまちづくり（サイクルシティ）を目指しているが、高齢化の進行と起伏の多い地形のため市民には浸透していない。そこで本研究では、市のスローライフやサイクルシティ等の構想の実現戦略としてコモビリティ戦略を提案し、それを実装するための社会実験を行った。

社会実験では電動アシスト自転車とマイクロEV（図3）をモニターに貸与し、GPS計測やダイアリー調査等で1カ月間の昼夜の移動実態とモニターの意識変化→行動変容→ライフスタイル変化の可能性をモニタリングした。この実験の主眼は、スローモビリティの利用促進にあるのではなく、徒歩／自転車／電動アシスト自転車／マイクロEV／自動車という5つの選択肢を与え、マルチモーダルな環境下で被験者のモード選択や外出行動がどのように変化するかを捉えることにある。

実験結果より、5種のモードの提供によって、実質的な選択の幅が広がり、外出機会が増加するとともに自動車依存度が低下することが確認された。例えば、通勤・業務等の移動目的においては、パーソナルモビリティとしてのマイクロEVと電動アシスト自転車の利用頻度（合計値）は自動車の利用頻度と同レベルに達



図3 美濃和紙を活用したマイクロEV

し、パーソナルモビリティが普及すればマイカーに過度に依存した地方都市部のモビリティスタイルを変え得る可能性が示された。

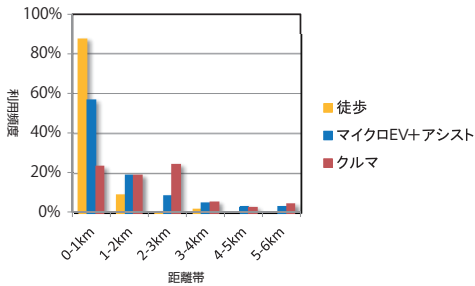


図4 社会実験における距離帯別の各モードの利用状況

一方、図4に示すように距離帯別に5つのモードの利用頻度を見ると、マイクロEVや電動アシスト自転車の利用は2, 3km以内の距離帯が多く、これらパーソナルモビリティの普及のためには、その利用空間の環境の整備が鍵となることが捉えられた。

また、実験モニターだけでなく広く市民の声を聞くために、社会実験中にワークショップを行い、パーソナルモビリティ手段の利用範囲・機会の拡大のための既存道路ストックの活用方法を行政・市民が一体となって考える機会を設けた。

移動手段だけでなく道路インフラや都市構造の見直しを考えるべきとの意見や、パーソナルモビリティ用の新たな走行空間を車道のレーン幅を縮めること（道路ダイエット）によって生み出そう等の意見が多く示された。そして、コミュニティバス等の乗合交通手段とパーソナルな移動手段を繋ぎ、その繋ぎ目に、住民の「ふれあいの場」をつくるというコモビリティの姿が具体的に提案された。

## 2-2. 高松市での社会実験

次に、スローモビリティがまちなかの回遊に及ぼす影響を見ることを目的として、自転車走行指導帯等を設けて道路ダイエットを実施している高松中心市街地での走行実験を実施した。美濃市においては、中心市街地に商業施設や公共公益施設が少なく、回遊への影響を捉えにくいこと、またプロジェクト期間内にスローモビリティの走行空間を生み出すことが困難であったことから、そうした条件を満たすことのできる都市として高松市を選定し走行実験を行ったものである。

実験では中心市街地の自転車走行指導帯を「スローモビリティレーン」と位置付け、自転車とマイクロEVを同時に走行させたところ、マイクロEVの走りやすさ、安全性、共存性が確認された（図5）。以下はその結果である。

- (1) 時速20km程度ならば自転車とマイクロEVはコンフリクトなしに並走可能である。



走行指導帯なし



走行指導帯あり

図5 高松市におけるスローモビリティレーン上の走行実験風景

- (2) スローモビリティレーンの設置による簡易的な道路ダイエットの導入によって、自動車の走行速度も3～8km/時低下し、異種の車両間の速度差は減少した。
- (3) スローモビリティレーンの設置区間（道路ダイエットの導入区間）では、非設置区間よりも安全走行が誘導された。

### 3. 結語

本プロジェクトにおいては、まず移動の質に関する価値観変化の調査結果から、活動ニーズおよび交通改善要望を含む包括的な調査の結果、超高齢化に向けて移動の価値観は、確実に安全・健康・環境に向かうこと、さらにそうした価値観変化は道路ダイエット、速度抑制、パーソナルかつスローな移動手段へのニーズを顕在化させることが明らかにされた。また、社会実験の結果、こうした新たな移動手段の提供が選択肢の少ない地方都市でのモビリティスタイルを変え得ることが示唆され、その走行空間としてスローモビリティレーンのような共存型の空間整備の有効性も確認された。

### 4. 今後の展望

アジア途上国等においては、自動二輪車を含め多様な車種が混在する混合交通を前提とした、交通静穏化の方法が必要とされる。本プロジェクトで提案した「道路ダイエット、速度抑制、パーソナルかつスローな移動手段」を組み合わせたコモビリティ戦略は、交通状況の異なる他国においても安全かつ持続可能な交通への重要な手がかりとなり得る。

---

# 駐車場からのまちづくり

## —都心部駐車場の密度の観点から

---

### 1. 背景と目的

現在、自動車は高齢者・障害者にとって極めて大切な交通手段で、わが国の地方部では人間1人に対して0.8台以上の自動車が存在している。そして、自動車は出発地と目的地の両方にそれぞれ1台当たり概ね8畳の駐車空間が必要である（持ち家の1人当たりの面積とほぼ同じ）。結果として、多くの街では既に中心部に地区面積の20～30%を占める駐車場が存在している。計画的な街でも公園は地区面積の3%、道路は25%程度なので、まちづくりとしてこの空間を無視することはできない。

### 2. 研究内容

本プロジェクトを進めるにあたり重視した着眼点は、3つの「D」と1つの「M」である。

「D」の1つ目は「density（密度）」で、都心部に駐車場がどれぐらい必要なのか。2つ目は「disposition（配置）」で、どこに駐車場を置くべきか。3つ目は「design（デザイン）」で、具体的にどのような駐車場を設けるか。加えて、駐車場をどう運用するかという「management（管理）」が「M」であり、これら4つが十分に検討されなければならないと考えている。

本稿では4つの着眼点のうち、最も根本的な「density（密度）」に関する研究調査の概略を紹介する。

#### 2-1. 都市部で必要とされる駐車場の水準

実際に都心部に必要な駐車場の規模はどれくらいなのか。その実態を探るため、日本・アメリカ・イギリス・ドイツで現地調査を行った（図1）。

1ha当たりの駐車台数は最大で200台以上（アメリカのヒューストン・ダラス）、一番少ないのは、イギリス（ロンドン中心部、ウエストミンスター）である。

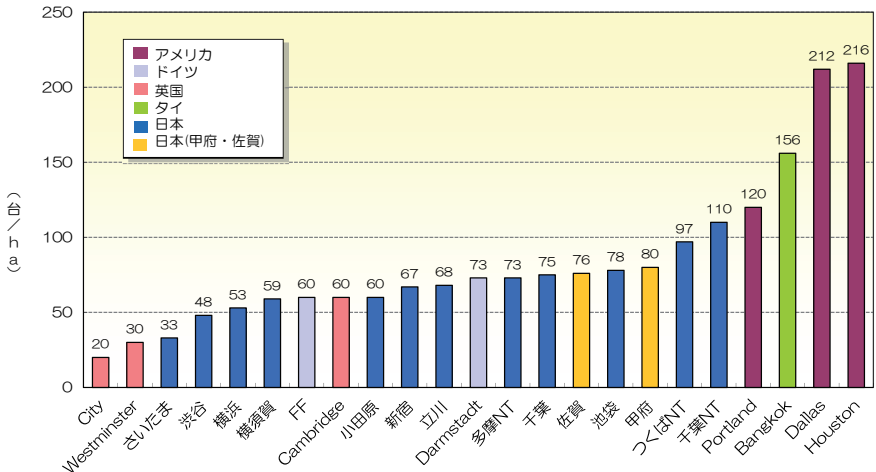


図1 駐車台数密度  
 日本:駐車場整備地区 USA:都心部BID地区 欧州:内環状線内側  
 (明らかに個人の車庫と思われるものを除く)

日本の都市を見ると、1ha当たり約50～70台のところ、横浜都心部、渋谷、横須賀、小田原、新宿、立川が並ぶ。千葉、甲府、佐賀がやや増えて約75～80台/haで、千葉ニュータウン、つくばニュータウン等、東京から離れた郊外ニュータウンで大規模な駐車場を十分に用意しているところでは100台/ha前後となっている。なお、約60～70台/haという水準が多いが、これはわが国の附置義務の水準がほぼ同一であるためと考えられる。

## 2-2. 駐車場の附置義務の法令比較

日本でこのような状況が生じるのは、業務床・商業床に対して何台以上の駐車場をつくるように定められた附置義務が存在するためである。では、こうした附置義務は諸外国ではどのようになっているのか、それを国際比較したものが表1である。最も台数が多いヒューストン等は下限値を定めている。また、ヒューストンでは都心部でも郊外ショッピングセンター並みの水準を定めており、さらに75%以上をオンサイト（敷地内に駐車場をつくる）とすることを定めているので、都心部に駐車場が大量に設置される状況となっている。

今回の調査結果で一番低い数値だったのは、ロンドンである。ロンドンは上限値、すなわち駐車場はこれ以上つくらぬという基準を設けている。一方、日本



表1 附置義務基準 法令比較(事務所・商業)

Houston (75%以上 On site)	下限	事務所 商業施設	269 台/ha 431~538 台/ha
Portland (Core Area、NFA=0.6GFAで換算)	上限	事務所 商業施設	75 台/ha 180~358 台/ha
Cambridge (都心部はControlled Parking Zone内)	上限	CPZ内 事務所 商業施設	100台/ha+身障用 身障者用のみ
		CPZ外 事務所 商業施設	250台/ha+身障用 200台/ha
FF (都心部、90%は金銭支払い)	上限	事務所 商業施設	286 台/ha 333~666 台/ha
日本	下限		30~60 台/ha
London	上限		7 台/ha

は下限値で規定しているため、業務地、商業地で多少のばらつきはあるものの、附置義務は30-60台/haとなっている。その他、ポートランド・ケンブリッジ・フランクフルトの附置義務基準は、このヒューストンと日本の間に並ぶ状況である。

### 2-3. 海外の各都市の駐車事情

こうした各種の法令や基準の差が、今日の各国駐車場の状況となっている。そこで、次に本プロジェクトと関連の深い2都市について、その主たる特徴を紹介する。

#### ヒューストン

テキサス州ヒューストンは全米第4位の都市で、ヒューストン都心部は概ね2×2kmの範囲におさまっている。そのエリア内には約10万台の駐車場があり、駐車台数密度は216台/haで、これは郊外部の大規模小売店舗と同じ程度の駐車場サービス水準である。ガレージと呼ばれる立体駐車場ビルが90箇所あり、1カ所当たり約800台規模で、自走式で各階へと上がっていく。さらに平面駐車場も約300箇所ある。

## ポートランド

公共交通志向のポートランド都心部はおよそ2×1kmで、川と高速道路に挟まれた場所に位置する。ポートランド都心部もヒューストン同様、道路は概ねグリッドパターンであるが、これはアメリカの都市が開拓時代から計画的につくられたためである。その結果、道路だけで都心部土地利用の約4割を占めるに至っている。地区平均の駐車場整備状況を見ると約120台/haで、日本では公共交通を大切にしていると思われるポートランドだが、駐車場密度で言えば、日本をはるかに上回る水準となっている。

## 3. 結語

以上、わが国ならびに海外の主な都市の駐車場状況を見ると、一般に、駐車台数密度は完全な自動車社会では約200台/ha必要となるが、公共交通が整備されている都市では60台/haほどで十分間にあうことができる。その中間の90～120台/haが、アメリカの公共交通志向の都市や日本の地方都市等の状況であり、このあたりが踏ん張りどころだと考えられる。

しかし、附置義務水準と駐車場密度との関係式を導いた結果、わが国地方都市では、現在の附置義務基準で対応している限りはこの程度で済むが、自動車利用者の駐車需要に応じてつくるとなると、すぐに150台/haあたりまで膨らんでしまうことが明らかとなった。この場合、都心部の半分は駐車場となってしまう、駐車場の海の中にビルが建っているような状況となってしまう。そういう状態に至らないよう、魅力的で機能的な都市空間をつくっていききたいというのが本プロジェクトにおける私たちの想いでもある。

## 4. 今後の展望

既にわが国大都市の都心部では、違法駐車を全て収容したとしても駐車場が余るという状況となっており、附置義務駐車場に対する柔軟な取り組み（原単位の見直し、隔地駐車場活用の仕組み、負担金による代替措置等）や駐車場の集約に向けた積極的な取り組みが必要とされている。オンサイト附置台数に上限を設置できる規定を加える等、駐車場法の抜本的改正も視野に入れる必要があると思われる。

都心部の土地利用に大きな影響を与える駐車場の取り扱いに今後ともより注意を払うことが必要である。

# 歩行者の道路横断実態を重視した 実用的な最適信号制御

## 1. 背景と目的

現行の歩行者信号は、信号の意味が歩行者に十分に理解されておらず、法律が前提としている歩行者の行動は必ずしも実態と合致していない。それが、赤表示までに横断を終了できない歩行者発生の一因となり、右・左折車との錯綜等により交通の安全と円滑に影響を与えているとの指摘がある。

本研究は、横断可能な時間を歩行者に明確に認識してもらえるように信号機に補助装置を取り付け、それによる歩行者の横断時挙動の変化を調査・分析した実道路実験結果報告である。

実験では、まず横断可能時間の残りを示す灯器の効果をも、実際の横断歩道におけるビデオ観測により評価した。次に横断可能時間中に、作曲家・渋谷慶一郎氏が製作した音楽により、歩行者の心理に働きかけて挙動変化を促す実験を行った。

## 2. 研究内容

### 2-1. 経過時間表示付歩行者信号灯器の効果調査

図1に示す「経過時間表示機能付歩行者用交通信号灯器」を実際に横断歩道に設置し、表1に示すような社会実験により効果評価した。



図1 経過時間表示機能付き歩行者用信号灯器

表1 社会実験による評価(平成17年度)

項目	内容
実験交差点	東京：銀座2丁目、銀座5丁目、大森 横浜：本町1丁目、MM2号
実験期間	平成17年12月9日(金)～(約2カ月間)
調査・観測期間	実験前：平成17年11月18、25、28日 実験中：平成17年12月14、16、19日
調査方法	ビデオ撮影：各交差点で3000～8000歩行者 アンケート：各交差点で約100歩行者

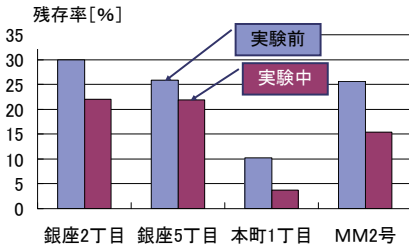


図2 残り時間表示の効果

図2に、各交差点における残り時間表示による、赤までに渡りきれなかった歩行者の比率（残存率）の変化を示す。いずれにおいても、数%から10%程度と同割合の減少効果が確認された。

図3に、残り時間の減り始めと終わりの時期が異なる2表示方式、すなわち「青終了方式」と「青点減終了方式」を示す。両者において、残存率の減少効果は同等であると評価された。ただし、図4に示すように、「青終了方式」では後半の横断歩行者が加速しており、急かされている可能性があった。一方、「青点減終了方式」では、前後半の速度差は僅少であった。これは、同方式の表示効果が、無理な時期の横断開始の減少によりもたらされたためであると推定され、「青終了方式」より優位であると評価された。

アンケート調査によると、残り時間表示の意味が分かった上で横断した人は、若者(13~24歳)を除いて、80%以上が残り時間表示が役に立ったと評価した。また、「人」と「残り時間」を同一パネルに表示する方式より、図1のように上下別のパネルに表示する分離表示の方が、歩行者による表示の認識率が高いことが分かった。

平成18年度には、横断長13mから38mの横断歩道4カ所（銀座5丁目、MM2号、銀座4丁目、鶴見警察署前）に実験的に設置し、アンケートと延べ約16,000横断者のビデオ観測を実施した。MM2号と銀座4丁目において実施したアンケートの結果、歩行者の主観的評価は概ね肯定的であった。しかし、歩行者赤まで

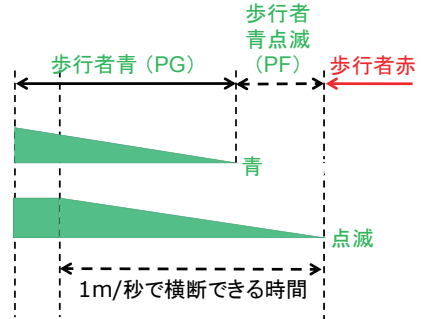


図3 青終了方式と点減終了方式

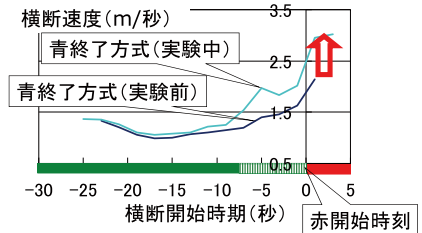


図4 横断速度の変化

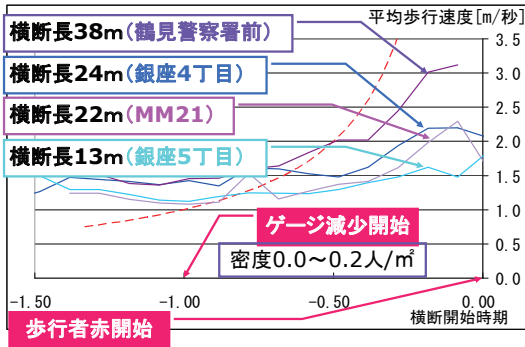


図5 横断長と平均横断速度(青点減終了表示時)

に渡りきれない歩行者の減少効果は、銀座4丁目における「青点減終了方式」のみで統計的に有意で、他交差点では効果を確認できなかった。一方、図5に示すように、横断長に比例して、歩行者青後半の歩行速度が顕著に増大していることは確認された。

## 2-2. 音響付歩行者信号灯器の効果調査

歩行者青信号中に音楽を流す「音響付歩行者信号灯器」を設置し、青時間の残余が短い時間帯での歩行速度を上昇させ、青点減表示中の横断開始を抑制するように心理的に働きかけ、設置前後での歩行者の横断挙動変化を調査した。音楽は作曲家の渋谷慶一郎氏に製作を依頼した。

作曲された3曲は、快適な歩行、横断速度の上昇、横断歩道への進入禁止および警告の命題をそれぞれ有する。歩行者用灯器の付加装置用トランペットスピーカーは使用可能な周波数帯域と波形パターンが極度に限定されており、その条件下で覚えやすく、かつ聴き飽きないように工夫されている。すなわち、テレビの終了時等に使われるような正弦波のみではなく、アタックや残響が明瞭な方形波を混合することにより響きが豊かになり、透明感がありつつも耳に届きやすい効果を得ることに成功している。

表2に、調査概要と取得データ数を示す。表3に示すように、観測時間全体を通しての残存率は、音楽なしが18.7%であったのに対し、音楽ありで13.9%と低下した。統計的にも有意な差が認められた。横断開始時

表2 調査概要と取得データ数

観測場所	音楽	撮影日	横断者数
銀座4丁目	なし	平成19年10月30日(火)	1929
	あり	平成20年 3月18日(火)	1804

表3 残存率および残存時間

音楽	なし	あり
横断者数 [人]	1929	1804
残存者数 [人]	361	251
残存率 [%]	18.7	13.9
平均残存時間 [秒]	5.3	4.4
最大残存時間 [秒]	16.3	18.8
有意確率		0.037

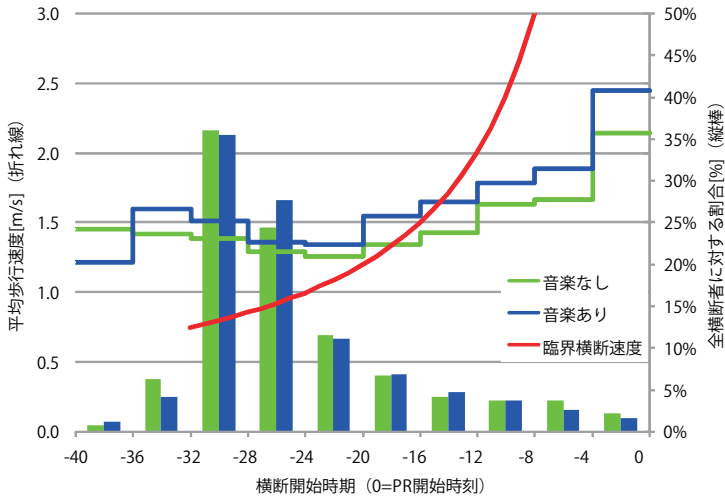


図6 横断開始時期別の平均歩行速度

期には、音楽の有無で差はないことが分かった。しかし、横断終了時期には差があり、音楽が残存率を低下させていることを示している。これは、図6に示すように横断歩行速度が上昇した効果である。また、音楽が全体で約40人程度のフライングを抑制していることも分かった。新横浜2丁目交差点における調査によっても、同様の効果を有することを確認できた。

### 3. 結語

渋谷氏は、「音楽が覚えやすい」こと「口ずさめる」ことを目指して、響きが豊かで、透明感がありながらも耳に届きやすい音楽を製作した。この音楽の音響付信号は歩行者の受容度が高いばかりでなく、残存率減少、歩行速度増加といった効果を実際に持ち、横断歩行行動の改善に有効であると言える。

### 4. 今後の展望

この研究によって適切な音楽的機能を持つ音響付歩行者信号灯器は横断歩行者の行動を正しく導く可能性があることを示された。今後さまざまな道路交通条件に対してまた音響環境の条件に応じてこの音響付信号灯器の有効性を確認し、多くの交差点に実装されて横断歩行者の安全と交通の円滑化に役立てられることが望まれる。

## 二段階横断方式によるサイクル長の大幅短縮

### 1. 背景と目的

わが国の大きな信号交差点における信号のサイクル長<sup>(1)</sup>は、欧州各国と比較して極めて長い。そのため交差点の利用者は長い信号待ちにイライラさせられる。サイクル長の決定要因には、自動車の交差点需要率だけではなく、歩行者の横断時間も大きくかかわっており、サイクル長をうまく短縮する工夫の1つとして、横断歩道に中央帯を設置しその前後で歩行者の信号現示を分割する「二段階横断方式」の導入が注目されている（図1、図2）。

本プロジェクトでは、二段階横断方式を導入してサイクル長を短縮する社会実験を、実地調査やシミュレーション分析等による研究蓄積に基づき、道理管理者・交通管理者の協力のもと、霞ヶ関2丁目交差点において実施した。

### 2. 研究内容

本プロジェクトでは、(1)広報戦略の企画と実施、(2)社会実験および調査の実施、(3)効果の検証を行った。

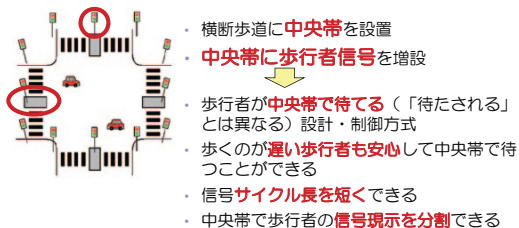


図1 二段階横断方式とは？

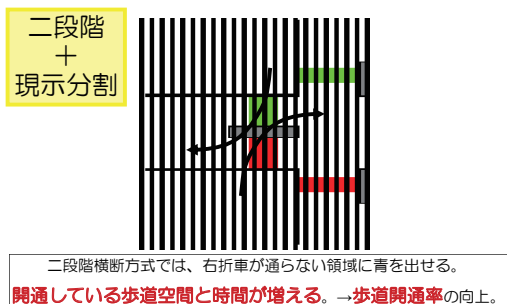


図2 二段階横断方式と信号現示の分割

プロジェクトリーダー：家田 仁（東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻・政策研究大学院大学教授）

(1) 信号のサイクル長：青→黄→赤→青と、一連の信号表示が一巡するのに要する時間のこと。大交差点では120～150秒がよく用いられる。

## 2-1. 広報戦略の企画と実施

二段階横断方式は、中央帯での信号待ち回数が増える場合がある等、一見すると歩行者に不便を強いるものと思われる可能性がある。そこで、二段階横断方式の意図を利用者に分かりやすく伝えるためにさまざまな広報活動も戦略的に実施した。

具体的には、『Easy Crossing Project KASUMIGASEKI』というキャッチコピー（図3）で、①東京メトロ霞ヶ関駅構内に説明用パネルを設置（図4）し、②チラシを近隣の公官庁や通行者に配布し、③ホームページを特設して質問や意見を募れるようにし、④各種学会ホームページリスト等で宣伝を行った。



図3 広報用ロゴ

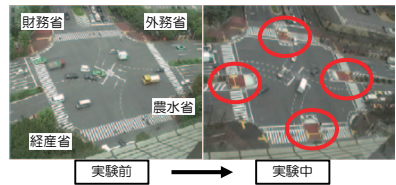


図4 構内の3カ所に説明パネルを展示

## 2-2. 社会実験および調査の実施

社会実験は、平成21年1月13日より1カ月間、平日10:00～15:00の時間帯に行った。安全性に万全を期すため、各中央帯に交通誘導員を配置し、歩行者に適時指導を行うようにした（図5）。

当初はサイクル長を75秒（従来の140秒の約半分）として実験を開始したが、反時計回りに横断する歩行者の慌ただしさが目立ったため、2月9日よりサイクル長を100秒として実験を行った。なお、実験期間中は、周辺の交差点のサイクル長は150秒と設定した。



実験前 → 実験中

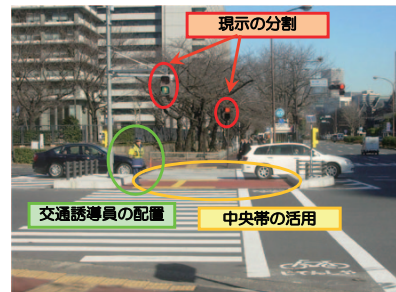


図5 社会実験の様子

実験の効果を測定するために行った調査は次の2つである。

- ①ビデオ調査：交差点の撮影を行い、歩行者の待ち時間、歩行速度、信号無視の程度、自動車との錯綜の状況等を計測した。
- ②アンケート調査：歩行者に対して、横断時の心理や新しい横断方式に対する受容度を聞いておくため、アンケート調査を行った。



## 2-3. 効果の検証

### ①ビデオ調査の結果

ビデオから各歩行者の行動を解析したところ、結果は以下の通りであった（表1）。なお、分析の際は、個々の歩行者の到着時間間隔で重みづけを行い、一定密度の一樣到着分布に基準化して各指標を算出している。

表1 分析結果(事前:サイクル長140秒との比較)

測定項目	二段階横断 (75秒)	二段階横断 (100秒)
	① 歩行者の平均待ち時間	時計：53%減 反時計：18%減
② 平均歩行速度	時計：6%増 反時計：26%増	時計：3%増 反時計：9%増
③ 赤現示下の歩行者残存率	時計：3%減 反時計：61%増	時計：8%減 反時計：30%増
③' 赤現示下の歩行時間 95パーセンタイル値	時計：67%減 反時計：20%増	時計：74%減 反時計：12%減
④ 中央帯滞留歩行者率	時計：0% 反時計：34%	時計：0% 反時計：28%

#### (a) 歩行者の待ち時間の变化

歩行者の平均待ち時間は、事前調査時に対して、サイクル長が75秒のとき（以下「C75」と記す）、時計回り方向に横断する歩行者の場合（以下、「時計」と記す）は53%減、反時計回り方向に横断する歩行者の場合（以下、「反時計」）は18%減、サイクル長が100秒のとき（以下「C100」）は、時計:54%減、反時計:6%減と、いずれの場合も減少していることが分かった。

#### (b) 歩行速度の变化

次に、歩行者の平均歩行速度を見てみると、C75では時計:6%増、反時計:26%増と、特に反時計回り方向が大きく増えていた。これに対して、C100では時計:3%増、反時計:9%増となり、双方を微増にとどめることができた。

#### (c) 赤現示下での歩行者残存率・歩行時間の变化

また、信号が赤に変わったにもかかわらず横断歩道内に残存している歩行者の割合を比較したところ、C75では時計:3%減であったが、反時計:61%増と大幅に増大していた。一方C100では反時計:30%増にとどめることができた。依然低くはない数字であるが、赤現示下で残存している歩行者の赤時間開始後の歩行時間の95パーセンタイル値を比較すると、C75で反時計:20%増であったものが、C100では反時計:12%減となり、C100では、以前よりも早く歩行者が横断歩道から捌けていることが分かった。これに関して交通誘導員にインタビューを行ったところ、「サイクル長が75秒のときは反時計回りの歩行者の信号無視がひどかったが、100秒のときには問題ないレベルになった」とのことであった。

## ②アンケート調査の結果

「他の交差点と比べてあまり待たされずに横断できましたか?」および「急がずに横断できましたか?」という質問に対しては、ビデオ調査の結果と同様の傾向が得られた。「この実験のように、横断歩道の中央帯を活用して歩行者信号を分ける横断方式をさまざまな交差点で実施していくべきと思われますか?」という質問に対しては、横断方向によらず7割前後の回答者が肯定的であったため、二段階横断方式は多くの歩行者に受容されたものと考えられる。一方、二段階横断方式の渡り方に関して「分かりにくかった」とする回答者が4割弱おり、この点について課題があることも分かった。

## 3. 結語

本プロジェクトにおいて実施した社会実験の分析結果は、二段階横断方式によるサイクル長の短縮が、自動車や歩行者の待ち時間とイライラの軽減に極めて効果的な交通施策であることを示している。7割近くの歩行者が今回の実験に好意的であったことから、日本でも二段階横断方式に伴うサイクル短縮が受け入れられる可能性は高いと考えられる。その一方で、新しい横断方法に戸惑う歩行者も存在し、否定的な意見もあった。通常の横断歩道と同じように渡ろうとしてしまい、信号の変化に気付かない歩行者も見られた。

今後は、横断歩道の構造や信号機の位置や大きさ、残り時間・待ち時間の表示、地上面のライトや音声ガイダンス等を組み合わせて工夫する等し、二段階横断方式を理解しやすいものにしていきながら、さまざまな交差点において実績を積んでいく必要がある。

## 4. 今後の展望

本プロジェクトの実施以降、道路管理者・交通管理者双方に二段階横断方式の有効性はご理解いただけたようであり、今後は場所によって導入を考えていただけたとのことであった。一方、二段階横断方式を導入したサイクル長短縮の真の効果は、複数の交差点においてネットワーク的に効果が検証できてこそ意味を持つ。従って、今後はネットワークとして本手法が実施できる場所を選定し、試行実施していくことが不可欠である。2020年の東京オリンピックに向けて、わが国の交差点空間を、世界の人々に恥ずかしくない、歩行者・自動車双方にとって一段と快適なものに変えていかなければならない。

---

# 安全でエコなラウンドアバウトの実用展開・ 社会実装・普及促進に関する研究

---

## 1. 背景と目的

信号の有無を問わず、交差点においては出合い頭や右折対直進等の交通事故が後を絶たない。無信号交差点に安全対策として信号機を設置しても、信号の切り替わり時や信号無視による事故はなくなり、根本的な対策とならない場合があるだけでなく、交通量の少ない交差点に信号機を設置すると、かえって遅れや環境負荷をもたらしてしまう。本プロジェクトでは、こうした問題を解決するための施策として、日本におけるラウンドアバウト（RAB）の実用展開を目標とし、平成21年度のH188プロジェクトより、次のような目的のもとに活動してきた。

- ①行政機関と連携して実道実験を行い、これよりRAB導入に伴うさまざまな実証データを収集し、本格導入のための環境を整える。
- ②日本におけるRAB計画設計のための技術的知見を蓄積するために、交差点RAB化前後の利用者挙動データを収集し、実証データを蓄積する。RAB化前後データの比較を行い、RAB化の効果の定量評価を行う。
- ③RABの普及促進活動（ワークショップやセミナー）を継続的に実施する。
- ④RABの具体的計画・設計の技術的提案、社会実験実施に際して技術的参画を行う。これよりRAB化の事例と経験を蓄積し、取りまとめる。

## 2. 研究内容

### 2-1. 試験場内への模擬RAB設置による利用者挙動データの分析

H21年度に実施したH188プロジェクトにおいては、寒地土木研究所苫小牧試験場構内に模擬的なRABを設置し、幾何構造や路面標示、標識等、設計や運用方法に応じた利用者挙動に関する技術的実証データを収集した。これらのデータを用いて安全性や効率性に関する分析を行うことで、構造上や運用上の知見を得ることができた。

## 2-2. 飯田市におけるRAB実道社会実験の実施

H2292プロジェクトにおいては、長野県飯田市との協働で、既存吾妻町ロータリーの物理的構造を変更することなく、路面標示や各種安全デバイス設置を行い、最新の設計思想を取り入れた本格的RABとしての構造改良効果を実道で実証するための社会実験を、平成22年11月1日から12月12日までの42日間実施した（図1）。その結果、最新の技術的知見に基づく近代的RABの構造や運用に対して、地元住民からも高い支持を得るとともに、日本の実道におけるRABの安全性・円滑性に関する性能を実証することができた。



(a) 社会実験前（写真提供：飯田市）

(b) 社会実験後（写真提供：株式会社計画）

図1 H22年社会実験を実施した長野県飯田市吾妻町RAB

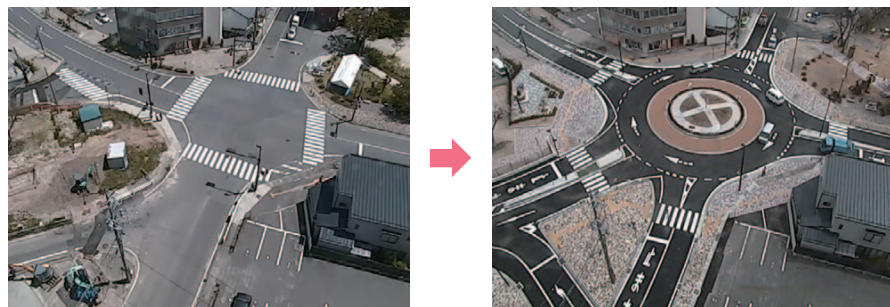
## 2-3. 飯田市吾妻町RABにおける横断歩行者感知式発光鋸システム社会実験の実施

前年度の社会実験の高評価を受けて、飯田市では、吾妻町RABの平成22年度社会実験以前の状態への原状回復は行わず、ほぼ社会実験時の状態のままとすることとなった。そして、社会実験中にはポストコーン等によりコントロールしていた交差点隅角部等の箇所について構造物を設置したり、横断歩道の位置を変更するといった交差点改良措置が、平成23年度に実施された。一部の横断歩道についてはすぐに移設措置を講ずることが諸々の事情から困難であり、結果的

に環道から横断歩道までの距離が離れている箇所が生ずることとなったが、特にこれらの箇所では、横断歩行者安全性に対する懸念があった。そこでH2303プロジェクトでは、「横断歩行者感知式発光鋏システム」を、吾妻町RABの2流出入部の横断歩道に設置し、その安全性に対する効果の実証とシステム性能検証を行うための社会実験を、飯田市、および国土技術政策総合研究所ITS研究室との協働により実施した。その結果、本システムによる歩行者の横断時の安全性向上効果が実証されるとともに、利用者からも多くの肯定的評価を得ることができた。

## 2-4. 日本初となる信号交差点からのRAB化改良の実現

平成21～23年度に実施した「安全でエコなラウンドアバウトの実用展開に関する研究（H188/H2292/H2303）」で、関係行政機関や地元住民の方々とともに協働で取り組んできた各種社会実験による実証や提案の成果として、ついに平成24年度に飯田市東和町交差点において信号交差点のRAB化が実現することとなった（図2）。これは、信号機を撤去して交差点の形状をRABに変更するという、日本初の画期的な取り組みとして、極めて貴重な事例となったものである。平成24年度より開始したH2420プロジェクト「ラウンドアバウトの社会実装と普及促進に関する研究」では、当該交差点のRAB化の技術検討を行うとともに、RAB化前の各種データを収集した。また、交通を流しながらの信号交差点からRABへの改良手順について検討を行うとともに、これらの施工・運用経験について記録を行った。そして、平成25年3月24日には、プロジェクトで検討・提案した最新技術を随所に採用した近代的RABが飯田市東和町で供用を開始した。東和町RAB中央島周囲の段差付きエプロン構造や、流出入部分離島の設置、お



(a) 施工前 (H24)

(b) 完成 (H25.3)

図2 長野県飯田市東和町における信号交差点のRAB化改良(写真:㈱飯田ケーブルテレビ)

よび二段階横断歩道の導入等は、いずれも日本初の画期的な成果である。

## 2-5. 飯田市東和町RAB化事前事後比較分析

H2534プロジェクトでは、飯田市東和町交差点のRAB化前後の利用者挙動に関する比較分析を行った。その結果、RAB化後には車両の平均遅れ時間・歩行者平均旅行時間が大幅に減少していることが確認された。また、信号交差点の時点では、交差点への進入時の車両の速度は、青信号時に車両の通過速度が高く、ばらつきも大きかったが、RAB化後には、進入速度が安定し、抑制されていることが確認された。さらに、RAB化によって車両同士の交錯（特に右直交錯）の危険性が大幅に低減されたことも確認された。

## 2-6. RAB計画／社会実験の技術的提案・参画とRAB普及促進活動

本プロジェクトでは、開始当初より全国各地でRAB化計画・設計および社会実験実施企画の提案・支援と普及促進活動に継続的に取り組み、その過程で住民ニーズや実務ニーズの把握に努めていたが、その結果として、長野県軽井沢町、静岡県焼津市、滋賀県守山市では国土交通省の社会実験に採択され、RAB化が実現、大きな効果が確認された。長野県須坂市・安曇野市では、平成26年度中に無信号交差点のRAB化が実現することとなった。また各地でセミナーを開催し、RABの認知を深めることも継続的に行っていたが、平成26年1月には、「ラウンドアバウトサミット」が飯田市にて開催され、多くの参加者を集め、大きな反響を呼んだ。この際、関係7自治体の首長らによって、「ラウンドアバウト普及促進協議会」の設立が宣言されることとなった。

## 3. 結語

当初はなかなか理解が得られなかった日本におけるRABに関する研究や各種活動の取り組みは、もはや全国各地の行政関係者や技術者、周辺住民等、社会に対して広く裾野を広げたものとして、安全安心な地域づくりに欠かせないものとなってきている。各地でRAB導入の検討が本格化するとともに、平成25年6月の道路交通法改正等、国レベルでの動きにも少なからずつながってきた。このような取り組みを絶やすことなく、適切な技術の普及に努めるとともに、現在継続中事案における各種データ収集と分析を進めていく必要がある。

---

# 東南アジアにおけるオートバイの 都市交通手段としての役割と限界に関する研究

---

## 1. 背景と目的

近年、東南アジア地域の多くの都市では、オートバイの保有、利用が急速に進み、主要な都市交通手段となっている。これまで先進国の都市では、このような状況を経験したことがないため、交通計画、交通施設の設計、交通運用においてオートバイの位置付けは明確ではなく、オートバイによる交通事故の増加等、ネガティブな面ばかりが取り上げられている。しかし、オートバイはコンパクトで、小回りが利き、環境負荷も小さい乗り物であるので、その位置付けを明確にすることで、都市交通手段としてスマートに利用していける可能性があると考えられる。

このプロジェクトでは、このような問題意識の下、さまざまな側面からオートバイ利用の実態を調査し課題を明らかにした。具体的には、オートバイの普及の動向、オートバイの走行が交通流に与える影響の把握、オートバイの混入率に応じた交差点運用の実態、オートバイによるタクシーや配送への利用実態、オートバイの走行安全への取り組み等について、タイ、カンボジア、ベトナムにおける現地調査、各種統計データの解析、有識者へのヒアリング等を実施することで明らかにし、多くの新しい知見を得ることができた。

以下では、得られた知見の代表例として、オートバイの混入率に応じた交差点運用の実態調査とそれに基づく効率的な運用の提案とオートバイから四輪車への転換による輸送量への影響の分析を紹介する。

## 2. 研究内容

### 2-1. オートバイの混入率に応じた交差点運用の実態調査とそれに基づく効率的な運用の提案

交通量に占めるオートバイの混入率に応じてさまざまな形で交差点が運用されている。そこで混入率と交差点運用方式が異なるバンコク・チェンマイ・プノンペ

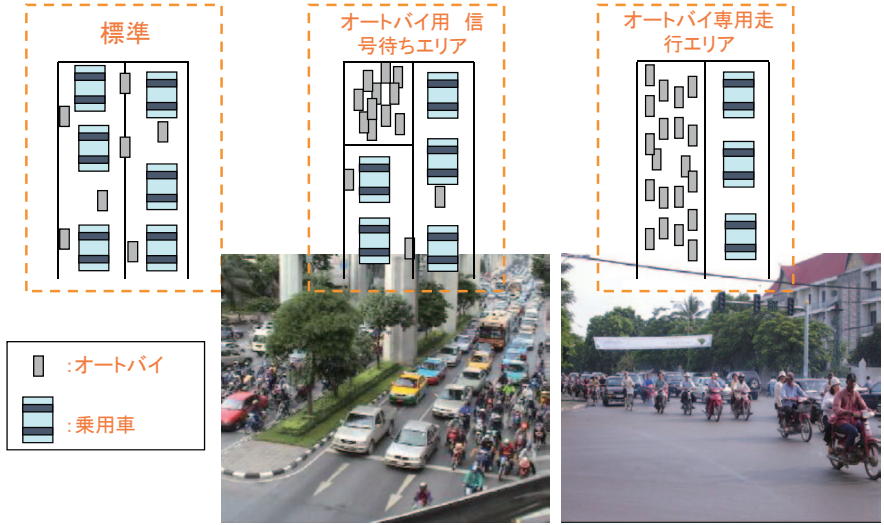
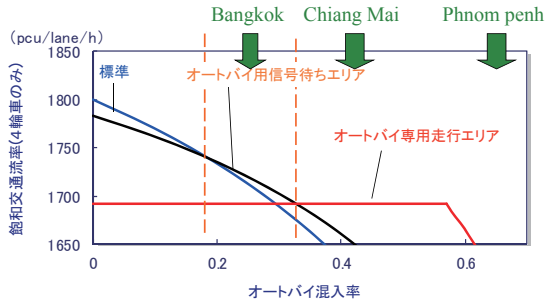


図1 3つの交差点運用形態

ンの3市内でビデオ撮影による交通調査を行い、各交差点での交通容量<sup>(1)</sup>を定量的に評価した上で、混入率の変化に応じて最も効率的に交通流を制御できる交差点運用形態について検討を行った。

「標準的な交差点」を四輪車に混じって走るオートバイの数が増えると、四輪車の交通は妨げられることが分かった。これに対して、車線と車線の間をすり抜けるように走るオートバイは、四輪車の走行に影響を与えていなかった。

これを踏まえ、「オートバ



オートバイ混入率に応じて、適切な交差点運用方法がある

縦軸の飽和交通流率は、信号が青の間で、途切れることがないほど自動車の流れているときに、交差点に流入することのできる最大の自動車の台数のことを言う。交差点の容量を求める場合に基本とする値である。

図2 オートバイ混入率による交差点容量の推移

(1) 交差点での交通容量：道路の単路部では、その部分を1時間に通過できる乗用車の台数を容量とするが、交差点の場合、異なる方向の交通が交わるため、通過できる乗用車の台数は少なくなる。従って、交差点での容量を求めることが重要となる。



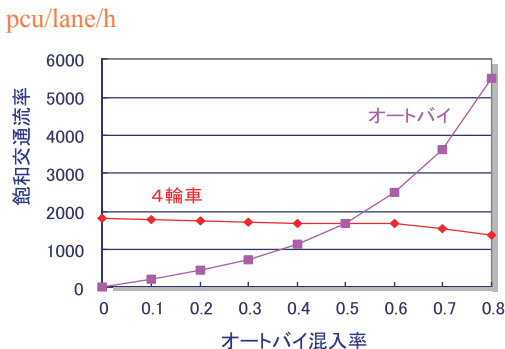
「イ専用信号待ちエリア」を有する交差点と「標準的な交差点」を比較すると、前者は四輪車用停止線が後退して発進が遅れるという負の影響が認められる一方で、信号待ちエリアにオートバイを集めることで車間を走るオートバイの台数が減少するという正の影響がそれぞれあり、オートバイ混入率が低い状況では「標準的な交差点」の方が効率的な交通が可能であるが、混入率が上がれば逆転することが分かった。また、「オートバイ走行専用エリア」を設けるとそれによって四輪車の車線が狭くなることの影響が見られた。オートバイ混入率に応じて、最適な交差点形態は変わってくるということになる。

## 2-2. オートバイから四輪車への転換による輸送量への影響

現在、オートバイ利用率の高い各都市においても経済の発展に伴い、四輪車の利用が進み、オートバイの割合が減少していくと想定される。その場合、輸送量の観点からどのような影響があるのかについて分析を行った。

バンコクにおけるオートバイの平均乗車人員は1.2人、乗用車の平均乗車人員は1.5人程度である。オートバイ混入率が変化しても、オートバイ、四輪車共に現状の平均乗車人員に大きな変化がないものとして、オートバイ混入率ごとの断面通過可能人員（1時間当たり1車線で交差点を通過できる人数）の変化を算出した。なお、断面通過可能人員を算定するにあたっては、オートバイ混入率の変化に応じて交差点を最適な形態に変化させた。

結論としては、オートバイ混入率が減少すれば、交差点を通過できる人数は減少し、オートバイ混入率が高い場合に、その減少幅が大きくなる。現在の水準では、プノンペンのオートバイ混入率が約0.7、バンコクでは約0.3となっており、特に混入



率の高いプノンペンでは、四輪車が普及した場合には、深刻な交通渋滞が生じる可能性が高い。

しかし、これは同時に、適切な交通整備を行えば、オートバイを活用することで移動できる人の数を増やすことができることを意味する。

図3 オートバイ混入率による交差点容量の推移

### 3. 結語

本プロジェクトのさまざまな分析からも、オートバイは、空間効率が高い交通手段であると言える。また、東南アジアでオートバイタクシーやメッセンジャーが発達しているのも、オートバイの機動性が、小口の物流や幹線輸送を補助する手段として適しているからであろうと考えられる。

交通への需要が増加すれば、交通量は増加する。しかし、それを四輪車によってのみ達成しようとする、私的限界費用<sup>(2)</sup>は増加し、道路利用費も増加してしまう。それは社会的総便益の減少を意味する。だが、空間効率の良いオートバイを利用できれば、私的限界費用が減少し、結果として便益は増大し、より快適に道路を利用することができるようになる。

わが国では、オートバイの保有数は減少しているが、東南アジアの都市でオートバイをスマートに利用できれば、車社会の進展に伴う道路事情の悪化に歯止めをかけられるかもしれない。ただし、そのためには解決すべき問題も多く残っている。東南アジアでよく見られる定員超過状態での運転は危険であり、運転マナーの教育が必要であるし、先に示したようにオートバイを適切に走行させるためには、それに適した道路整備と交通管理上の位置付けも必要になってくる。それには、交通工学、交通計画だけでなく、都市計画としての取り組みも必要である。

### 4. 今後の展望

わが国では、オートバイと軽自動車の中に位置する超小型モビリティの活用に向けた検討が行われている。オートバイを含めて、このようなパーソナルな乗り物の役割を都市交通の中にどのように位置付け、公共交通機関との連携の中で利用していくかは、東南アジアの都市だけではなく、世界中の都市における重要な課題である。環境や空間効率、交通安全等のあらゆる面からその役割と限界を明らかにし、望ましい交通システムとして利用していく必要がある。

---

(2) 私的限界費用：自動車の台数の増加とともに混雑が発生し、走行する速度が低下するような状況で、1台の車が増えた場合に、その車（運転者）が、混雑が悪化することによって支払う一般化費用のこと（社会的限界費用：上記の状態で、増えた車以外の車も混雑の悪化によって支払う費用が増加することから、これらも加えた場合の増加分のこと）。

# 市民参加型交通安全対策・評価システムの実用化

## 1. 背景と目的

平成9年に本プロジェクトが起動した当時には、日本では毎年約1万人が交通事故で亡くなっていた。21世紀に入ってかなり減少していたが、この数字はまだまだ過大であった。それが半減した現在でも、削減の必要性は不変である。

交通安全施策をますます高度化して交通事故を削減するために、行政だけではなく市民参加が求められている。本プロジェクトでは、市民参加による交通安全対策・評価システムを構築し、それらをツールとした社会実験を実施し、効果を検証した。

## 2. 研究内容

本プロジェクトは、地方自治体向けに、交通事故を中期的に半減するための4本の柱を提示した。

- ①交通事故・ヒヤリ体験<sup>(1)</sup> データによる客観的評価
- ②市民と行政、市民間の情報交換
- ③専門技術者の育成と活用
- ④対策効果の定量的評価

これらを実践すべく、Web GISとインターネットを活用する「地方自治体向け交通事故半減システム」を開発し、千葉県鎌ケ谷市をモデル地区として適用した。このシステムはPDCAサイクル<sup>(2)</sup>により交通安全対

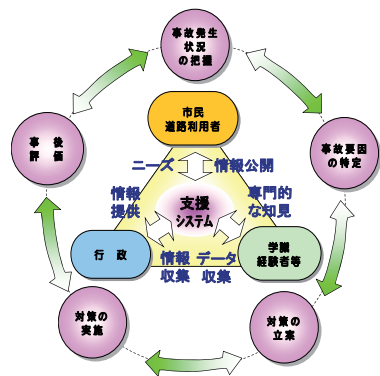


図1 地方自治体向け交通事故半減システム

プロジェクトリーダー：赤羽 弘和（千葉工業大学工学部建築都市環境学科 教授）

(1) ヒヤリ体験：交通事故には至らなかったが、危険を感じ、ヒヤリとしたりハッとした体験。

(2) PDCAサイクル：①計画 (plan), ②実行 (do), ③評価 (check), ④改善 (act) から成る一連の活動を繰り返すことにより、業務プロセスを継続的に管理する手法。

策を実施するために、次の4つのサブシステムにより構成されている。

### (1) 交通安全対策支援サブシステム

交通事故データベースを中核とし、GIS<sup>(3)</sup>を使った高度な集計、検索、空間分析が可能なシステムである。次項の「ヒヤリ地図作成システム」により、道路利用者や地区住民から収集したヒヤリ体験データを事故データと統合的に運用可能となっている。

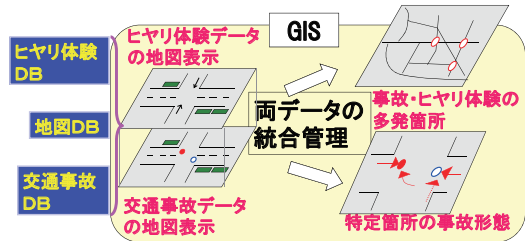


図2 GISによる事故・ヒヤリ体験データの統合運用

このシステムにより、交通安全上の問題箇所を抽出し、事故類型や発生状況の推移等を多様に整理することができる。

### (2) 交通安全情報Webサブシステム

「ヒヤリ地図作成システム」と「交通安全情報Webサイト」の2つから成っている。「ヒヤリ地図作成システム」は、道路利用者や地区住民が自治体の

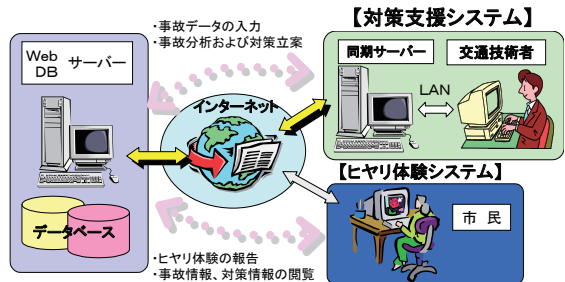


図3 交通安全情報Webサブシステム

管理するWebサイトを利用して、日常のヒヤリ体験を報告し、ヒヤリ地図の作成に参加することができる。「交通安全情報Webサイト」は、自治体が管理する交通安全対策に関する情報サイトであり、道路利用者や地区住民からの情報収集や自治体からの情報提供/還元により、交通安全情報を官民で共有することが可能となる。

(3) GIS (地理情報システム) : Geographic Information Systemの略。地理的位置を手がかりに、位置に関する情報を持ったデータ (空間データ) を総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術。(出典 : <http://www.gsi.go.jp/GIS/whatisgis.html>)

### (3) 交通安全対策検討サブシステム

交通安全対策支援サブシステムにより抽出された対策候補箇所の交通調査・分析に基づき、事故要因を科学的に特定し、対策の優先順位を設定することができるスキームである。従来の住民参加手法のアンケート調査や説明会だけではなく、ワー

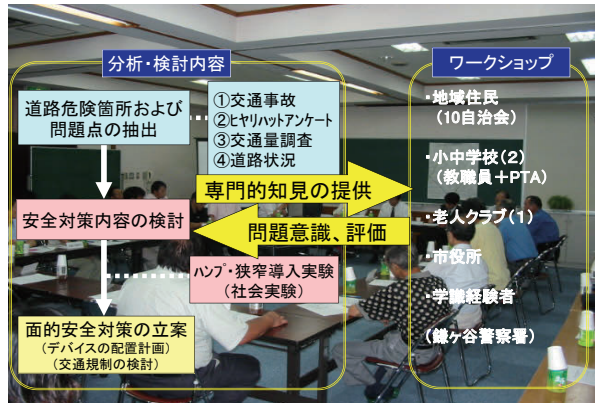


図4 東初富地区交通安全対策の枠組み

クショップや社会実験への参加等を通じ、対策案の検討・実施に住民が直接かわることができる仕組みとなっている。

### (4) 交通安全対策実施の評価サブシステム

実施した交通安全対策の効果を評価し、その評価によっては対策をさらに改善するためのサブシステムである。交通安全対策の評価は、前述の「交通安全対策支援サブシステム」や「交通安全情報Webサブシステム」による対策前/後の客観的、定量的な状

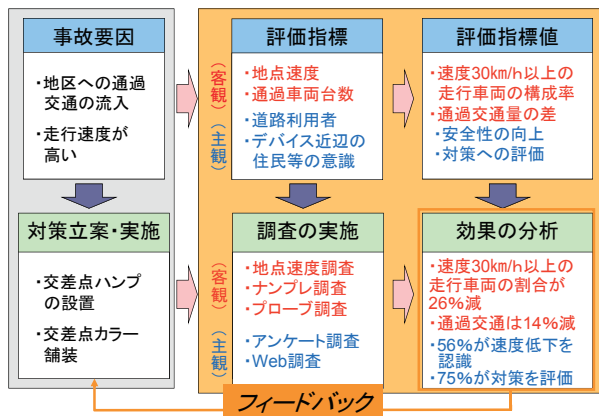


図5 対策効果評価サブモデル(速度抑制対策)

況比較、および「交通安全Web情報システム」による道路利用者や地区住民の交通安全対策への意見の収集、整理による主観評価の2つがある。

鎌ヶ谷市において、平成13年度から14年度にかけて事故多発交差点対策の

社会実験と効果評価を実施し、60%程度の事故削減を確認した。その結果を受けて、平成16年度からは同市の東初富4丁目を含む約64ha、約1,800世帯の地区において、通過交通を主対象とした生活道路の面的安全対策の社会実験を実施した。自治会代表、市役所、有識者等から構成されるワークショップにおける情報共有、合意形成に基づき、交差点ハンプを10カ所に設置する等の対策により、約56%の事故削減を実現した。また、ヒヤリハット体験に関しても、件数が77%減少、箇所数も65%程度減少した。この鎌ヶ谷市での経験と実績をもとに、作業ワークフローを作成・検証し、実務者向け教育プログラムも開発した。



図6 交差点ハンプ等の設置状況(東初富地区)

### 3. 結語

同市に隣接し都市規模が約4倍の市川市、および同約1/2の白井市に本システムを移植し、システム構築および運用上の課題を明らかにし、対応の目処をつけた。これにより、「鎌ヶ谷スキーム」の有効性と汎用性も検証されている。また、インターネット上の翻訳ASP等を活用し、本システムの多言語化も実現し、マレーシア・ペナン市でも稼働済みである。

### 4. 今後の展望

「鎌ヶ谷スキーム」の継続と普及のために、①交通安全対策当局向けセミナーの開催、②交通安全技術者向けの安全技術と行政実務に関する研修会の実施、③本スキームの導入支援と運用支援、④本スキーム中の各種データベースの充実と自治体間の共有の促進を進める必要がある。また、本システムは、交通安全対策における経験、蓄積を各国間で共有するツールとしても、今後ますます有用となろう。

---

# 中心・周辺視野の脳部位の同定と 交通安全への適用

---

## 1. 背景と目的

運転者（歩行者）の周辺視野に現れる歩行者（車両）に対する認知判断は、安全な交通に不可欠である。中心視野，周辺視野それぞれに対する認知特性に関する研究は，交通事故の減少のための急務であると言える。

本プロジェクトの目標は，人間の認知・行動特性において重要な役割を果たしている視覚の特性を調査・解明し，交通安全の実現に向けた提言を行うことである。

### 1-1. 研究の視点

本プロジェクトにおいては，高齢者・交差点・夜間の3つの要因に注目した。

高齢者=交通事故死者数における高齢者の割合は，増加の一途をたどっている。  
交差点=道路形状別死亡事件数では，交差点を含む道路横断時の事故が約半数。  
夜間=時間帯別死亡事件数は，黄昏時から夜間での事故が最も多い。

また，これら3つの事故要因が複合的に存在した場合は，事故発生の確率がさらに高くなるであろう。

3つの事故要因と人間の視機能との関連を調べるにあたり，周辺視野の重要性に着目した。例えば，運転者（歩行者）が周辺の片隅に現れた歩行者（車両）への適切な認知判断を行うことができれば，より一層の交通安全を実現することが可能であろう。

人間の周辺視野特性は，これまで認知心理学的に研究が進められてきたが，十分に解明されているとは言えない。また脳内の周辺視野情報の処理過程に関する知見も皆無に近い。そこで本プロジェクトでは，認知心理学的実験として，動的視野の測定とそれに対する加齢効果の検証を行い，神経科学的実験とし

て、機能的磁気共鳴画像法を用いて広周辺視野の脳表象の定量的評価を行った。また、広視野特性と交通安全についての調査検討も行った。

## 2. 研究内容

### 2-1. 広視野生理特性のfMRI実験

MRI（高磁場）環境で広視野刺激呈示装置を製作し、fMRI実験による中心・周辺視野の機能的差異の検証を行った。

まず中心から周辺にわたる広視野についてのレチノトピック・マッピング（視覚脳機能マッピング）<sup>(1)</sup>を行い、それを定量的に評価した。MRI装置の空間的制限から視野角60度程度までしか検討されてこなかったが、実験にあたって広視野視覚提示装置を新たに開発し、視野角120度のマッピングを可能とした。その結

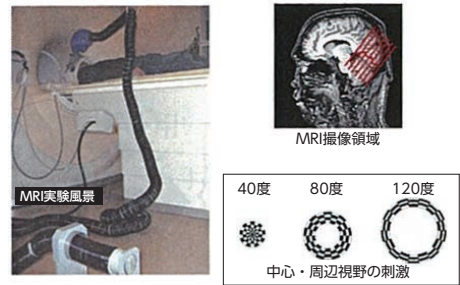


図1 広視野の脳内表現撮像法とその装置

果、周辺視野を処理する脳部位が後頭葉の周辺に拡散することが確認された。広視野視覚刺激を与えたため、先行研究に示されているよりも広範囲であることも判明した。

定量的評価の結果から、周辺視野になるほど脳内での情報処理面積が減少することが確認された。さらに、中心視野と周辺視野の時間周波数応答特性を計測し、①偏心角20度（中心視野）：時間周波数4Hzの刺激に脳の反応が最大、②偏心角40度：時間周波数4～8Hzの刺激に脳の反応が最大、③偏心角60度（周辺視野）：本計測では各周波数の刺激に対する反応の差が小さいという結果が得られた。

(1) レチノトビ：対象物からの光情報は、カメラと同様な原理により、網膜上に投影されそこで光受容体によって神経活動という電気信号に変換される。この際に網膜の空間的情報は、視覚神経系で保存されており、例えば、網膜の中心部分の情報は脳内視覚野の後ろの部分で処理され、周辺部分になるほど視覚野の前方部分が処理を担当する。このように網膜の空間的位置情報が脳内で再現されていることをレチノトビと呼ぶ。



## 2-2. 広視野特性の認知心理学実験

従来手動だった動体視野計測装置を自動化し、明るさと色に対する動体視野の依存性を定量的に計測した。また、若年者と高齢者の動体視野特性の差異についても計測・解析を行った。さらに、計測装置の光源部分を改造し、色・明るさに対する動体視野の依存性を定量的に計測し、その加齢効果も検討した。

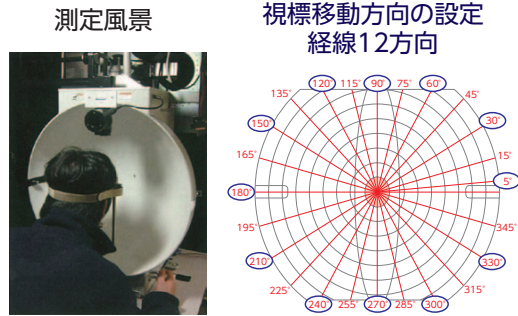


図2 動体視野の実験装置製作と計測

動体視野は、人間が動くものを認知できる視野範囲であり、交通時に特に重要な視能力である。測定のために、ゴールドマン視野計を改善し、柔軟かつ正確な測定が可能なものとした。また、被験者が動体視野を過小評価してしまう問題があり、特に視標速度の速い条件や反応の遅い高齢者では深刻となるが、本実験では、別条件により被験者の反応時間を測定することで、補正を行った。

実験は、20歳代（20～23歳）5名、高年齢者（50～64歳）9名、前期高齢者（65～74歳）4名と後期高齢者（75～80歳）4名を被験者として行った。被験者は、スクリーン中央を注視しており、周辺部分からある一定速度で移動してくる視標に気がついた時点で、ボタンを押して反応を示してもらった。

その結果、全体的な傾向として、若年層は高齢者に比べて比較的広い動体視野を持っていることが判明した。速度依存性は、この速度範囲では、若年者と高齢者共に僅かな減少傾向が見られた。加齢効果は顕著で、後期高齢者の視野は20歳代の約半分に減少していた。一方で、加齢により一律に動体視野領域が減少するのではなく、個々の能力低下には大きな個人差が確認された。

## 2-3. 広視野特性と交通安全についての調査検討

以上の研究成果を交通安全に応用することを検討し、道路標識設置基準の再検討と高齢者の交通安全教育法を提言している。

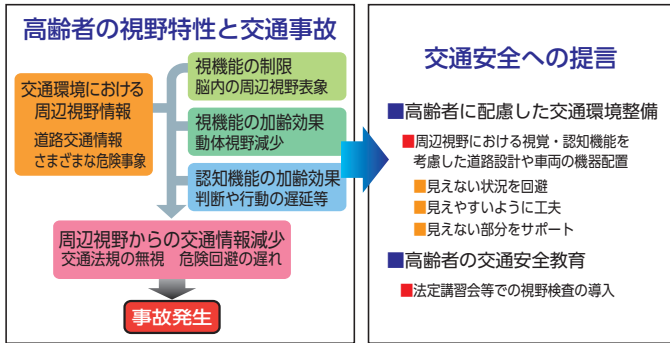


図3 高齢者の視野特性と交通事故の関係を踏まえた交通安全への提言

### 3. 結語

人間の中心・周辺視野特性を検証することで、周辺視野の機能がどのような状況で制限されるのかを明らかにすることができた。動体視野には顕著な加齢効果が見られ、特に後期高齢者には、周辺視野で動く対象物の認知が極端に難しくなっていることが確認された。

またレチノトピック・マッピングでは、周辺視野の情報処理面積が中心視野に比べて狭くなることが明らかとなった。さらに、時間周波数刺激に対する脳内活動は①偏心角20度（中心視野）：時間周波数4Hzの刺激に脳の反応が最大、②偏心角40度：時間周波数4～8Hzの刺激に脳の反応が最大、③偏心角60度（周辺視野）：本計測では各周波数の刺激に対する反応の差が小さいという結果が得られた。

### 4. 今後の展望

人間は道路上で移動（運転を含む）する際に、環境情報を知覚して適切な判断を下しながら行動する。安全な行動を実現するためには認知、判断と行動の3つの情報処理過程を全て正しく実行されることが要求される。交通事故を減少させるためには、人間の認知、判断と行動を司る脳について研究しなければならない。本プロジェクトでは、交差点と事故数が多い高齢者の特徴に注目して、広視野の脳内特性と動体視野の加齢効果を検討し、交通安全についての提言を行った。今後も、交通事故を減少させるためには、認知、判断と行動の脳内メカニズムの基礎研究が重視されるべきだろう。

# ドライバーの感情特性と運転行動への影響

## 1. 背景と目的

イライラ、焦り、怒り等のネガティブな感情が事故原因の1つとなり得ることは、従来からヒューマンファクター等の研究でも度々指摘されてきた。しかし結果として、事故当事者の注意エラーあるいは違反行動の問題として処理されがちで、教育テ

マとして直接取り上げられることはほとんどなかった。そこで本プロジェクトでは、感情コントロール技能を高めるための教育プログラムを試作し、開発された教育プログラムの効果を分析することを目的とした（図1）。

感情コントロールは安全運転に求められる重要な技能の1つであり、車両操作技能、危険予測技能等、安全運転に必要な他の技能に対して支配的機能を有する。一方で、感情コントロール技能は個人の特性に依存するために、教育プログラムで習得すべき内容を第三者が設定することが難しい。教育法として重要な点は、学習者が自己の感情傾向を理解し、自分にあった対処法を主体的に習得していくことである。その学習の機会を提供し、感情コントロール技能を高めるような教育プログラムの開発が、本プロジェクトの目標となる。

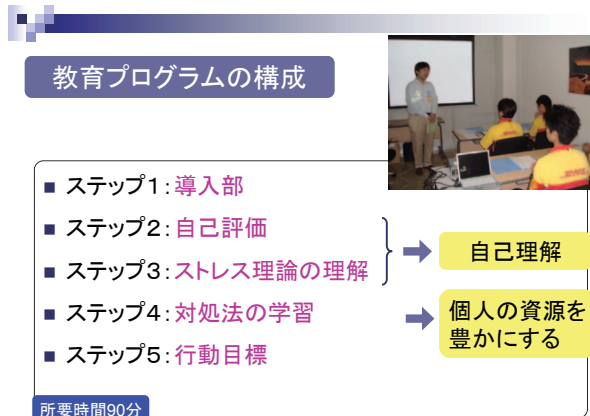


図1 教育プログラムの概要

## 2. 研究内容

### 2-1. 方法

本プロジェクトでは、運送・配送業務に従事する職業ドライバー 102名（平均 37.38歳）を対象として、調査を2回実施した。1回目の調査では、教育プログラム実施前後で、業務遂行時の運転行動をドライブレコーダーを用いて記録し、運転行動の変化を分析することとした。またプログラム参加前後の意識の変化（ストレス反応と自己効力感）を測定した。さらに実施1カ月後に、プログラム参加による意識変化等について、簡単なインタビュー調査を実施している。2回目の調査では、教育プログラム参加前後の意識変化の測定のみを実施した。

3種類の調査票を用い、調査票Iでは、運転中の感情状態が例示され、この感情に当てはまる度合いをストレス反応として測定した(図2)。また、経験される感情状態に対してコントロールが容易かどうかを判断してもらい、これを自己効力感として測定した。

	回答A				回答B							
	このような状況でのあなたの気持ちに、どの程度あてはまりますか											
	あてはまる	あてはまる	あてはまる	あてはまる	難しいと思う	どちらかと言うと難しい	どちらかと言うと難しい	簡単だと思う				
1	道を譲っても、挨拶もしないドライバーは失礼である				4	3	2	1	4	3	2	1
2	仕事が忙しいときに渋滞につかまると、気が急いでイライラする				4	3	2	1	4	3	2	1
3	右折しようとしているときに対向車線の流れがなかなか切れない。そんなとき、後続車がつまってくると早いかないかなければと焦る				4	3	2	1	4	3	2	1

図2 調査票Iの一部

調査票IIは、教育プログラムに対する評価アンケートである。役立つと思われる学習内容や全体の印象について終了後に回答してもらった。この回答結果に基づき、教育プログラムに対する受容度を検討することにした。

調査票IIIはBigFive理論<sup>(1)</sup>に基づいて作成し、プログラム参加者のパーソナリティを測定した。

(1) パーソナリティを説明する近年の理論。パーソナリティのさまざまな特性を分類すると、外向性、神経質、開放性、誠実性、調和性の5つの次元に集約される。

## 2-2. 結果

### (1) ストレス反応・自己効力感の変化, 年齢の影響

調査票Iでは「他者の行動に対する怒り」に関する項目(8項目)について、尺度得点を算出した。1項目当たりの平均値に換算して、教育プログラム受講前後でその変化を調べた。得点が高いほど、ストレス反応は強

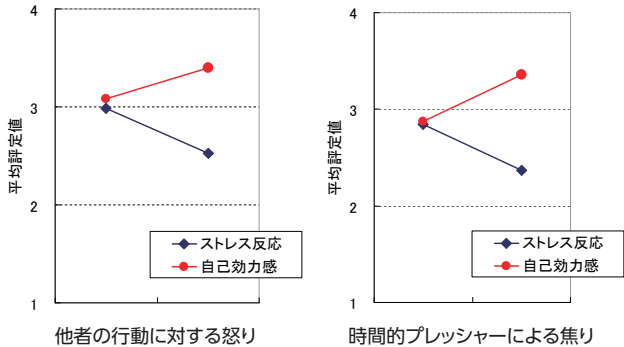


図3 ストレス反応・自己効力感の教育前後での変化

く、自己効力感は高く感じられることを意味する。図3の通り、受講後にストレス反応は低減し、自己効力感は上昇していることが示された。

「時間的プレッシャーによる焦り」の項目(5項目)についても同様の分析を行い、尺度得点を教育前後で比較した。焦りの感情においても、受講後はストレス反応が低減し、自己効力感が増加するという意識変化が見いだされた。

意識の変化と年齢との関係を分析したところ、特に焦りの感情に関して、受講による変化に年齢要因が関係していることが示された。受講後、若年層(～30歳)と中高年層(31歳～)共に、ストレス反応が低下し、自己効力感が増加していたが、その変化の幅は若年層の方が大きかった。

参加者のパーソナリティ特性と意識変化との関係について分析したところ、ストレス反応との関連性は見いだされなかったが、自己効力感については、怒りの感情と外向性との関連性が見いだされた。外向性得点の高低で参加者を2グループに分け、自己効力感の変化を調べたところ、外向性得点の高い参加者ほど、受講前後の変化が大きかった。すなわち、心的エネルギーが外へ向かう参加者ほど、怒りを制御しやすくなったと感じていることが示唆された。

### (2) 教育プログラムに対する受容度

調査票IIでは17の質問項目に対して、4段階による評定が求められた。ポジティブな反応である「4: そう思う」「3: ややそう思う」を合わせた比率は、どの項目

も概ね80%を超えており、プログラムが好意的に評価されていることが分かる。

### (3) 運転行動の変化

受講前後での参加者の運転行動については、統計的に有意な変化は見いだされなかった。

## 3. 結語

教育プログラムへの参加を通して、怒りや焦り等の参加者のストレス反応は低減し、自己効力感は向上した。こうした意識変化は若年層で顕著だった。また、外向性の高い人ほど、受講後に自己効力感が向上していた。教育プログラムに対する評価は、全体的に好意的で受容度が高かった。一方で、受講による運転行動の変化は認められなかった。

今後の課題となるが、運転行動の変化の測定指標を検討しなければならない。確認行動、一時停止行動等、特定の行動に着目した評価方法や、イベント発生時の行動を評価する等、評価方法の改善を考えていきたい。教育効果の持続性の問題もある。今回の調査で見いだされた教育効果は、一時的な変化である可能性がある。感情コントロールを継続して実行していくためのフォローアップ教育について、効果的な方策を考案していく必要がある。最後に、感情コントロール教育プログラムを普及するためのマニュアルも必要である。ドライバーが抱える多様な心理的問題を整理し解決するような教育的対策が具体化できればと考えている。

## 4. 今後の展望

引き続き、教育効果の検証作業を行うことに加え、本教育プログラムを普及させていくためには指導者養成が大きな課題となる。指導者が学習者へ教え込むという従来の教育スタイルでは、自己理解を導くことは難しい。コーチング技法を活用する等、学習者中心の指導方法が習得できるように、指導者養成のための研修会を企画する取り組みが今後必要となるであろう。

# 子どもから高齢者までの自転車利用者の心理行動特性を踏まえた安全対策の研究

## 1. 背景と目的

日本の自転車の事故率は欧米諸国より高く、交通事故死者数全体に対する比率が平成21年で14.1%、負傷者数で17.1%に達している。交通事故を今後一層減少させるためには、歩行者事故と並んで自転車事故の防止が必須の課題となっている。特に、自転車事故において、中学生を中心とした年少者は年齢別負傷者数で7割近くを占め、高齢者は死者数の6割を占める。その事故要因を推定し、対策を講じる必要があると言えるだろう。

そこで本プロジェクトでは、自転車利用者を対象とした効果的な教育プログラムや啓発活動の可能性を探り、道路環境や社会システムを含めた自転車利用の安全性を高めるための提言を行うものである。

## 2. 研究内容

### 2-1. 中学生を対象とした教育プログラムの実践

平成22・23年度に、三重県鈴鹿市内の2つの中学校において教育プログラムの実践を行った。生徒には自主活動型グループワークにより、ヒヤリマップ<sup>(1)</sup>の作成、問題の検証、具体的な改善案の提案を行ってもらった(図1)。

こうした取り組みの中で、生徒たちが、①心理的に危険と思われる幹線道路や大規模交差点を避けるような経路を選択していること、②限られた道路幅員の中



図1 作成した交通ヒヤリマップ

で歩行者・自転車の通行場所が十分に確保されていないこと、③歩行者と通行ルールが同じだと誤解していること、④主観的な危機回避行動によってかえって危険な状況に陥っている場合があること等が判明した。

議論を通じて生徒たちの問題意識が共有され、積極的な議論に発展することがしばしばあり、交通環境の改善案にとどまらず、自分の感覚に頼らない安全確認行動や、正しい自転車通行ルールの理解、より安全な通学ルートの検討等、自分たちでもできる活動についても具体的な意見があがるようになった。

## 2-2. 高齢者を対象とした自転車行動調査と教育プログラムの開発

免許を所有していない高齢者は、所有している高齢者よりもはるかに事故に遭いやすいことが指摘されている。本調査は、免許保有者と免許非保有者の行動特性の違いを明らかにするために行われた。調査実施場所は奈良県にある奈良交通自動車教習所であり、平成22年10月4日、平成23年10月17日の2日間で、62歳～94歳までの免許保有者21名および非保有者27名を対象に自転車行動調査を実施した。

ジャイロセンサーを用いて左右の確認回数、確認角度、確認時間を計測し、外部カメラからも左右の確認回数をカウントした。また、頭部ヘルメットに装着した小型の頭部カメラにより、走行位置をチェックした（図2）。調査対象者には見通しの悪い交差点や駐車車両が置かれた実験コース上を歩行・自転車で走行してもらった。



図2 頭部とひざにジャイロセンサーを装着している

結果として、一般に自転車走行時には安全確認頻度が低下し、走行位置はより道路の真ん中に近くなっていくことが分かったが、免許非保有者は保有者に比べてさらに安全確認が不足し、かつ道路端を通行しない傾向が認められた。

高齢者の中でも免許非保有者に焦点を当てた指導や訓練が必要であると考えられる。



### 2-3. 自転車利用環境に関する画像実験



図3 自転車視点の仮想道路空間画像例

自転車は道路交通法上車両であり、車道通行を原則とし、歩道通行を例外とする。しかしこの原則がどのような条件で実現するののかについては、まだ十分に検討されていない。特に道路環境では、自転車専用通行帯（自転車レーン）を確保することが望ましいが、幅員条件を満たせない場合も多く、それを補うために車道通行を推奨する路面標示（自転車マーク<sup>(2)</sup>）を導入することも考えられる。

そこで自転車利用者・自動車利用者双方の視点から、自動車専用通行帯や路面標示による空間整備の効果を把握するため

に、画像を用いた実験を行った（図3、4）。平成24年1月の学生約32名を対象とした大学での予備調査の後に、より一般の自転車利用者の傾向を把握するために、ネットリサーチを平成24年3月に216名（年齢:20～74歳、男性:107名、女性:109名）を対象に実施した。

条件の異なる仮想道路空間の静止画像を作成し、1枚ずつ提示しながら、設問を行った。自転車視点の場合は、通行位置を選択してもらい、なぜそちらを選択したのかを直接問うことも行った。自動車視点では、前方を通行する自転車に対して、自動車で行く位置・速度を選択してもらった。

また、歩道・車道の選択には、知識が影響すると考えられるため、被験者を4つのグループに分け、通行ルールの知識、標識や路面標示の知識を提供することで知識差を作り出し、知識量による選択率の変化の調査を行った。さらに、性別と運転免許保有の有無でも被験者を分類し、その関連性の調査も行った。

自転車視点の画像実験では、自転車専用通行帯がある場合に車道の選択率が66%となっており、車道通行を促す効果があることが分かった。一方、自転車マークについては何も無い場合と車道選択率がほとんど変わらなかった。

(2) 自転車マーク：車道に自転車のマークを一定間隔で設置し、本来の自転車の車道通行位置を明示するもの。

被験者の知識量と車道選択率には対応があり、情報提供量の少ないグループの車道選択率が最も低くなった。性別と運転免許の有無については、男性では免許保有者の車道選択率が高かったが、女性では免許非保有者の方が車道選択率が高かった。



図4 自動車視点の仮想道路空間画像例

自動車視点の画像実験では、幹線交差点において、譲り行動は自転車マーク・専用通行帯の有無を問わず差はなく、専用通行帯がある場合にのみ側方間隔が広がる傾向が認められた。非幹線交差点においては、専用通行帯があることで譲り行動が低下し側方間隔は広がる傾向があったものの、自転車マークは路面標示なしの場合と同じように側方間隔が狭くなる傾向を示した。

### 3. 結語

以上の結果を踏まえて、提言を以下のようにまとめた。

年少者については、「動機づけ」を重視した教育や活動が求められており、技能評価コンテストや自動車シミュレータの活用とともに、自主活動型のグループワークが重要であると考えられる。高齢者については、生活環境を整備し、免許非保有者に対して集中的に働きかける必要がある。最後に、自転車走行環境を整えるために自転車通行帯を整備・運用していくことが必要である。

これらの対策は、自転車安全対策のガイドラインとして検討を進めていくべきである。本プロジェクトが実践的に取り組んだ内容も含まれるが、今後は実現を見据えた検討を個別に行う必要がある。

### 4. 今後の展望

2013年の道路交通法改正により、自転車の車道左側通行が厳しく運用されることとなった。道路交通環境の整備と併せて、自転車利用者への法律や安全知識、運転技能の向上を図るために、学校教育や地域の安全講習の機会を全国で確保すべきである。こうした自転車利用者への教育的施策や道路交通環境の整備は、今後途上国での原付自転車を含む自転車利用者等の安全対策に活用可能であろう。

---

# プレホスピタルにおける救急車患者搬送の 諸問題とその解決法

---

## 1. 背景と目的

突然のけがや急病等の際に、誰もが利用する「119番」。東京都の場合、救急車出場から救急現場到着までに6分38秒（平成22年）を要する。さらに、現場活動時間が年々延長しており、それに伴い心臓病や脳卒中のような緊急を要する疾患への対応が遅れ、重大な後遺症や合併症の発生が危惧される。救命できたはずの症例ですら、死に至る可能性が推測される。

現場活動時間が長くなる背景には、患者個々の問題や地域の特殊性、社会構造の変化等さまざまな要因が関係していると思われるが、その全容は未だ明らかにされておらず、解決は困難である。そのうち、東京圏や大阪圏といった人口密集地域内で、広域的な救命救急活動を実施している都市において、救急活動の時間に関する問題が発生している可能性が高い。一方、福岡市やより規模の小さな都市においては、限られた地域内の円滑な救命救急活動が行われていることが多い。

本プロジェクトの目的は、①収集可能な救急車による患者搬送の客観的データをもとに、プレホスピタルにおける救急患者搬送の課題を明らかにし、それらに対する効率化方策の検討を行うとともに、②現状で発生している傷病者の「たらい回し」の状況について、円滑に活動が行われている都市とそうではない都市の救急活動状況の違いを把握し、解決への方向性を検討する。これら①②の研究成果から、今後広域運用に向かう救命救急活動の仕組みの中で、有効なプレホスピタルを行うための解決策を提案することが目的である。

## 2. 研究内容

### 2-1. 規模の異なる都市間の救急救命活動の比較

規模の異なる都市間の救急救命活動の違いを把握するために、東京都、福

岡市，鎌ヶ谷市の活動実態を比較した（図1）。福岡市は東京都と鎌ヶ谷市の中間の規模でありながら，1つの救急隊が対応できる人口も面積も，最も大きくなっていた。出動から現場に到着するまでの時間は鎌ヶ谷市が最も短くなっているが，現場活動時間は福岡市が最も短かった。最も長い東京都との差は6分25秒であった。搬送時間も東京都が最も長くなっていた。

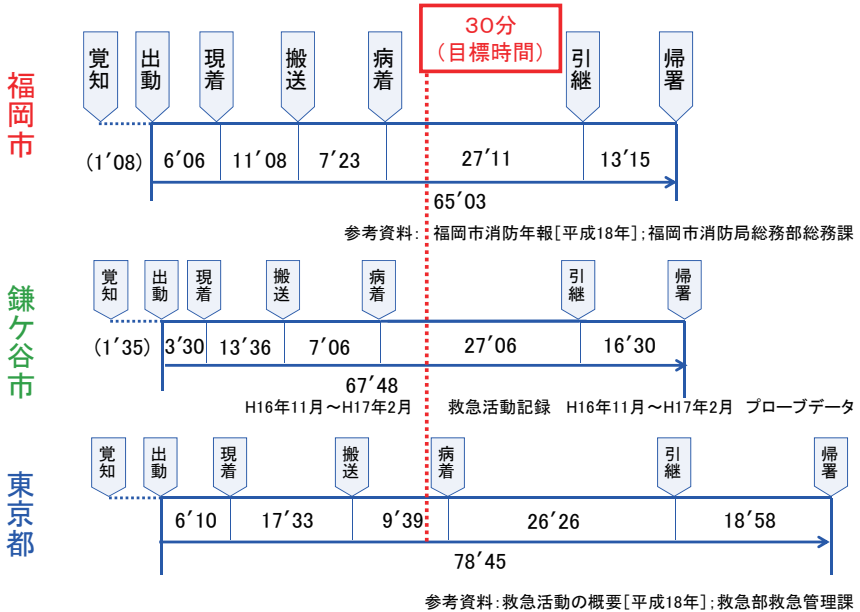
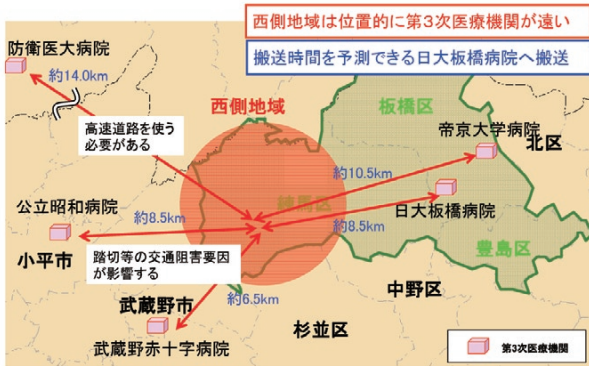


図1 福岡市，鎌ヶ谷市，東京都における救命救急活動の運用実態の比較  
 30分は出動から到着までの目標時間を示す。

## 2-2. 重症患者搬送時の救急活動実態

日本大学医学部附属板橋病院救命救急センター（東京都）<sup>(1)</sup>において救急活動データを集計し，分析を行った。この調査によって，①搬送に過大な時間を要する地域が存在し，②狭き道路や開かずの踏切が迅速な搬送を阻害している場合や，③東京都には第2次救急医療施設が少ないために「たらい回し」が

(1) 日本大学医学部附属板橋病院救命救急センターは，生命の危機に直面している救急患者の診察治療を担当する第3次救急医療施設である。それよりも軽症ながら入院治療や緊急手術を要する救急患者を担当する病院もあり，第2次救急医療施設と呼ばれる。



※第3次医療機関までの距離は、大塚地区・石神井地区のほぼ中央に位置する石神井公園からの直線距離

図2 第3次救急病院の医療圏の問題

発生してしまい、その間に症状が悪化してしまった患者を第3次救急医療施設に搬送しなくてはならない事実が判明した（図2）。

### 2-3. 円滑な救急活動を実施している都市の例

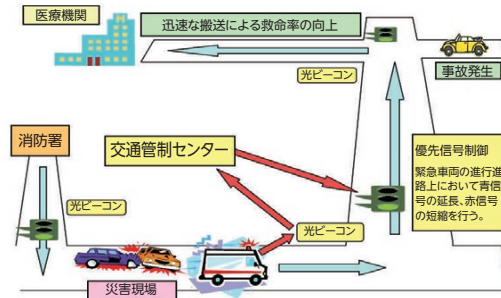
一方で、円滑な救急活動を行っている都市も存在した。

福岡市では、GPSを活用した救急隊の選定、現場特定の時間短縮のための住所表示の実行、交通情報の収集と活用、病院の受け入れ体制情報の収集と活用、出動救急隊の偏り等を考慮した救急隊の再配備を行うことで、現場到着時間・現場活動時間・搬送時間の短縮に努めている。

金沢市では、緊急車両優先信号システム（FAST）を導入し、活動の効率化を図っている（図3）。FAST 区間では緊急車両の走行速度が向上し、現着・搬送活動での走行時間の短縮に寄与し、各緊急車両の活動圏が広がっていることが確認された。

FAST: 救急自動車等の緊急車両が通行する前に、信号交差点の信号制御を行い、緊急車両を優先的に走行させるシステムである。緊急車両の信号交差点での事故防止の効果もある。

#### FASTの標準システムの構成



引用) 消防の動き No.440: 総務省消防庁, 2007年11月

図3 緊急車両優先信号システム (FAST) / 金沢市

### 3. 結語

救命救急活動は、消防署、救急現場、病院のつながりが重要であり、この3ポイントを結んだいわゆる「救命救急のトライアングル」を、いかに小さく、密にできるかが救命率の向上にとって肝要である（図4）。そのためには現場到着時間、現場活動時間、搬送時間を短くする必要がある。本プロジェクトでは、複数の都市の救命救急活動の実態と問題を調査することで、そのための具体的な方策を探ってきた。

現場特定や救急車の現場到着に要する時間の短縮には、救急管制システムやFASTの整備が有効である。また、地域の第2次救急医療施設を適正に配備することで、救急搬送時間を短縮することができるであろう。その一方

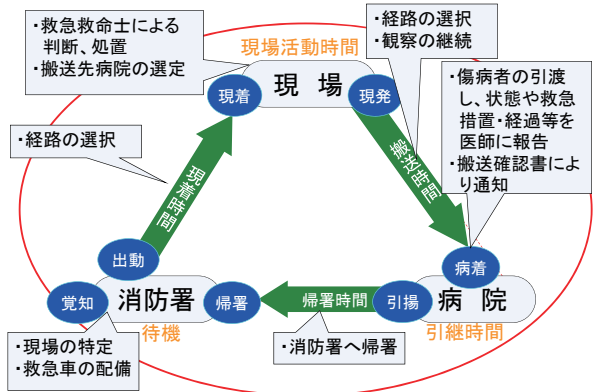


図4 救命救急のトライアングル

で、関係者が「顔の見える関係」を保てるような適正規模の救急体制が重要である。救命救急活動は、情報システムや救急病院の整備のみでは成立しない。管制センター、救急隊、医師等の高度な連携が不可欠である。

今後の課題としては、指令管制システムの導入、効率的な広域運用の研究や、FASTの導入によって救急車の走行がどのように変化するか等の研究が挙げられるだろう。また、救急傷病者の受け入れ率（応需率）の向上のための方策を検討することで、「たらい回し」問題の是正が可能だと考えている。

### 4. 今後の展望

救急患者の搬送に係わる時間延長は、地方都市でも問題として提起されている。現場では処置拡大による滞在時間の延長が危惧されるだろう。病院医師、看護師、事務、警察、消防、救急、行政等による多職種連携が重要である。

---

## 睡眠障害スクリーニングの普及推進

---

### 1. 背景と目的

睡眠時無呼吸症候群（SAS）<sup>(1)</sup>は、睡眠中に舌が喉の奥に沈下することにより気道が塞がれ、大きないびきをかいたり呼吸が止まったりする状態が断続的に繰り返される病態である。睡眠が浅くなり、脳への酸素の供給も悪くなるため、質の良い睡眠が取れず、日中に過度の眠気を感じたり、居眠りがちになってしまう等して、集中力が欠ける等の状況が生じる。その結果として、漫然運転や居眠り運転による事故等が発生しやすくなることが知られている。

わが国におけるSASの推定患者数は数百万人であり、治療法としては「持続陽圧呼吸療法（CPAP）<sup>(2)</sup>が確立されているにもかかわらず、治療中の患者は約30万人に過ぎない。SASによる眠気が、加齢による慢性疲労症状と誤認されやすいだけでなく、慢性的に睡眠が損なわれた結果、眠気を感じなくなってしまっている患者も多く、医師の診察を受けることなく、放置されてしまっている。従って、まずは治療が必要なSAS患者を見つけ出す取り組みからはじめなければならないが、SASの確定診断には、専門医療機関で一晩をかけた大掛かりな検査を行う必要があり、費用もかかるため、SAS罹患の可能性のある人全てに精密検査を行うという負担を強いるのは不可能であり、まずは簡易的な検査によって本格的な検査を必要とする人の数を絞り込まなければならない。このような検査をスクリーニング検査と呼ぶ。本プロジェクトは、SASスクリーニング検査を普及させ、SASの治療を推進することを目的としている。

---

プロジェクトリーダー：谷川 武（順天堂大学医学部公衆衛生学教室 教授）

(1) 睡眠時無呼吸症候群（SAS）：「睡眠時」に「無呼吸」状態になる病気。「無呼吸」とは10秒以上の呼吸停止と定義され、この無呼吸が1時間に5回以上または7時間の睡眠中に30回以上ある場合は睡眠時無呼吸症候群と診断される。

(2) CPAP: Continuous positive airway pressure（持続陽圧呼吸）の略。チューブを経由して鼻につけたマスクに加圧された空気（陽圧の空気）を送り、その空気が舌根の周囲の軟部組織を拡張することで吸気時の気道狭窄を防ぐ方法。

## 2. 研究内容

### 2-1. 睡眠呼吸障害をテーマに特別講演会を開催

2012年、奈良県トラック協会において「トラック運転者の睡眠呼吸障害と健康問題」をテーマに特別講演会を開催した。この講演会では、トラック事業者、衛生管理者、トラック運転者に、SASについての知識を広く紹介した。参加者へのアンケートから、大きな学習効果があったことが伺われた（図1、図2）。

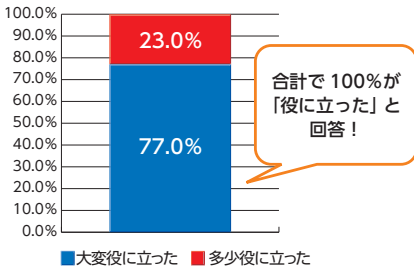


図1 特別講演会の効果

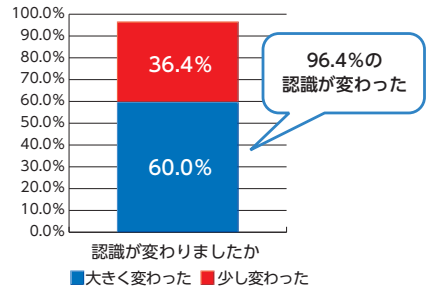


図2 睡眠時無呼吸症候群の認識の変化

### 2-2. スクリーニング検査の実施

特別講演会後に、参加者の中からスクリーニング検査の参加者を募った。僅か3日間で200人の募集枠が埋まり、関心の高さが伺われた。

本プロジェクトでは、SASの簡便なスクリーニング検査として、「フローセンサ法」を採用した。これは、鼻と口の先にセンサーをつけ、呼吸をモニタリングすることで、気流変化の程度および頻度から、睡眠中の無呼吸や低呼吸の状態を調べる方法である（図3）。小型の機器を持ち帰って行うことができ、少ない負担で検査を行うことができるのが特徴である。

フローセンサ法だけでなく、米ハーバード大学にて睡眠障害スクリーニングに使用されている自記式睡眠質問票の翻訳版を用いて、睡眠に関する認識とSASの相関調査も行った。質問票には、日中の眠気の自己評価指標であるエプワース眠気尺度や、対象者の睡眠や運転に関する質問項目が含まれている。



図3 フローセンサ法による簡易診断



## 2-3. 結果

### ①参加者

中等以上の睡眠呼吸障害を抱えていたのは、48人（24％）であった。呼吸障害がひどいほど、肥満度が高いことが確認されたが、年齢や喫煙・飲酒習慣、血圧、首周りの長さ等に、障害との関連性は見いだせなかった。

### ②参加者と睡眠呼吸障害の関連

睡眠呼吸障害指数が高いほど、睡眠時無呼吸症候群、ナルコレプシーであると感じている人が多く、いびきの音が隣の部屋まで聞こえたり、呼吸が停止していることを他者が認識しているという人の割合も高かった。睡眠呼吸障害者指数と眠気尺度との関連は認められなかった。

### ③眠気と重症の睡眠呼吸障害

睡眠呼吸障害のある者の実に90％以上が、強い眠気を感じていないことが、本プロジェクトの対象者については認められた。

## 2-4. 本格的な調査へ

睡眠時無呼吸症候群の診断基準の基本はPSG検査<sup>(3)</sup>である。これは睡眠の質や量を調べるために、多数の電極・センサーを装着し、脳波や鼻と口の気流、いびき、動脈血酸素飽和度、胸・腹部の呼吸運動、体位を検査するものである（図4）。専用の検査室、専任の技師が必要で、費用がかかるだけでなく、時間もかかり、被検者の負担は大きい。

奈良県トラック協会での検査では、重度のSASと思われる参加者は13名であったが、PSG検査へと進んだのはそのうちの僅か2名であった

#### ◆ 終夜睡眠ポリグラフ(Polysomnography, PSG)

- 基本は脳波。眼球電図、呼吸、末梢血酸素飽和度、心電図、体位等。
- 専用の検査室、専任の技師が必要。記録や解析に熟練を要す。



図4 手間も費用もかかるSASの確定診断(PSG法)

(3) PSG検査:「終夜睡眠ポリグラフ検査」のこと。入院して脳波、眼電図、筋電図による睡眠ステージ、口・鼻の気流、胸・腹部の動きによる呼吸パターン等のデータ収集を行い、一晩の睡眠状態を把握する検査。SASの重症度の確定診断、治療方針の決定に用いられる。

(図5)。関心の高さと裏腹に、このような結果に終わってしまったのは、やはりSASの本格的な診断検査であるPSG検査が被検者に大きな負担を強いるものであるからであろうと思われる。

### 3. 結語

本プロジェクトでは、奈良県トラック協会のトラック事業者、衛生管理者、トラック運転者等に対し特別講演会を実施し、その後トラック運転者約200名に対し、質問調査、スクリーニング検査を実施した。それによってスクリーニング調査の啓発→スクリーニング検査→精密検査・治療の流れを作ろうと試みた。

睡眠呼吸障害と日中の眠気との関連は、今回の対象者でも、中等以上の睡眠呼吸障害を持つ者の90%以上が日中に眠気がないと回答していることから、主観的にSASをスクリーニングする検査だけでは不十分であり、フローセンサ法のような客観的なスクリーニングが必要であることが明らかになった。今回の結果から、SASが患者一人の自己努力ではどうにもならない面があり、社会全体で取り組むべき課題であることが示された。

### 4. 今後の展望

本活動は、全国どの地域でも活用できる事例である。今後は、全国へ普及・展開し、睡眠呼吸障害の早期発見・早期治療を推進することで、交通事故の低減に貢献するとともに、関係行政機関と連携し、運転者の気付かない睡眠障害の早期発見につながる取り組みを提言していきたい。

#### SASスクリーニング検査実施数(定員200名)

##### 判定結果の内訳

A判定者	2名(1%)
B判定者	26名(13%)
C判定者	76名(38%)
D判定者	35名(18%)
<b>E判定者</b>	<b>13名(6.5%)</b>
判定不能者	40名(20%)
キャンセル者	8名(4%)

#### 天理市立病院睡眠外来への問合せ

問合せ数	4名(2%)
PSG検査予約数	2名(1%)
<b>PSG検査実施数</b>	<b>2名(1%)</b>

図5 奈良県トラック協会での取り組み

# 視覚障害者誘導用ブロック（点字ブロック） の設置ガイドラインの作成

## 1. 背景と目的

視覚障害者誘導用ブロック，通称点字ブロックは，1965年に日本で考案された。以来，日本国内はもとより世界中で設置されている。設置数が増えていることは喜ばしいことであるが，設置方法や設置ルールが徹底されないまま広まったために，「危険な設置」「他の歩行者のバリアとなっている設置」「無駄な設置」等が世界中に存在するに至っている。また，点字ブロックはいろいろな国で独自のルールに基づいて製造されており，国際的な統一性がないという問題も生じている。日本でも各地方にご当地のルール，ブロックが存在している。このような状況において，日本だけではなく海外でも利用できる，視覚障害者誘導用ブロックの設置ガイドライン作成の必要性が認識されるようになった。本プロジェクトは，ガイドライン作成に先立って，現在利用されているブロック設置の問題点を明確にすることが目的である。

点字ブロック(正式名称: 視覚障害者誘導用ブロック)



◇誘導ブロック  
そのまま進んでよいこと  
(方向)を示す。



◇警告ブロック  
注意すべき位置を示す。例  
えば，横断歩道前，階段  
前，分岐点，案内板，障害  
物の前等。

図1 誘導ブロックと警告ブロック



ベルギー・ブリュッセル



イギリス・ロンドン



マレーシア・クアラルンプール



アメリカ・サンフランシスコ

図2 統一されていない点字ブロック

## 2. 研究内容

実際の利用者である視覚障害者の参加による評価実験を行い、改善策をまとめた。さらに、点字ブロックが他の歩行者（車いす使用者、高齢者、ベビーカー利用者、幼児等）に与える影響とその改善策について、質問紙・ヒアリング調査によって明らかにした。

### 2-1. 視覚障害者による評価実験

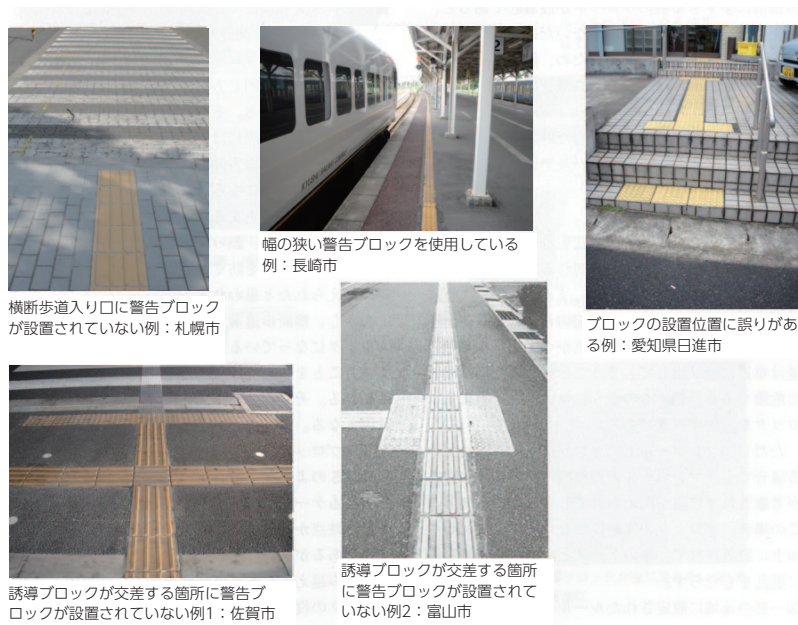


図3 不適切な警告ブロックの設置例

障害物の前の警告ブロックの設置位置，連続する誘導ブロックの屈曲部に警告ブロックを設置する場合の角度，一部の地域で使用されているブロックやルールの危険性，交差点前の方向を示す誘導ブロックを設置することの必要性等，利用者でなければ評価できない点について，視覚障害者参加の評価実験を行った。基本的には筑波大学の構内に点字ブロックを仮設置して実験を行ったが，特殊ケースの場合は設置されている場所におもむいて実験を実施した。

その結果，①誘導ブロックの屈曲の角度（内角）が135度未満の場合には警告ブロックを設置すべきであること，②障害物の前に設置すべき警告ブロックの位

置は国土交通省が示している通り、障害物の30cm手前が適切であること、③ご当地ルールによるブロックの中には、適切な警告を示すことができないものがある、ということが判明した。特に、JIS規格の警告ブロックとご当地ルールの誘導ブロックが混在している現状は極めて危険であり、早急な改善が求められる。

## 2-2. 車いす利用者等への「点字ブロックのバリア化」に関する調査

他の歩行者（車いす使用者、高齢者、ベビーカー利用者、幼児等）のバリアになっていると思われる点字ブロックについて、質問紙調査とヒアリング調査を行った。

車いす使用者に対する調査では、回答者の72%が、点字ブロックをバリアに感じていると回答していた。シルバーカー使用者に対する調査では、85%が、点字ブロックがあるとシルバーカーが通りにくいと感じていることが分かった。ある回答者は、「点字ブロックを避けるように歩いていますが、全面に設置されていると通る場所がなく、とても困ります」と述べていた。

ベビーカー利用者では、82%が、ベビーカーが点字ブロックに引っかかった経験が「ある」と回答していた。「せっかく寝た子どもが、点字ブロックを通ったときの振動で起きてしまいます」という意見もあった。幼児を持つ保護者に対する調査では、50%が、幼児が点字ブロックにつまずいた経験があると答えていた。ある回答者は、「2歳の子どもが点字ブロックにつまずいて転び、大きなたんこぶを作りました」と述べていた。

他の歩行者のバリアにならない点字ブロックの設置の仕方を検討することも必要である。

## 3. 結語

これらの結果をもとに、国土交通省が示している設置指針およびガイドラインに加えて参考になる資料として、『視覚障害者誘導用ブロック（点字ブロック）の適正な設置のためのガイドブック—間違いやすい設置例を中心に—』（日本版と海外版）を作成した。それをもとに、国内外の主な関係部署に対して説明を行った（現在、国内の約40機関・施設、国外の15機関・施設に説明を行っている）。

今後は、作成したガイドブックをさらに広く配布し、必要に応じて説明を加えながら、国内外の点字ブロックの適正化に向けての活動を継続していきたい。

#### ◆誘導ブロックの設置ルール

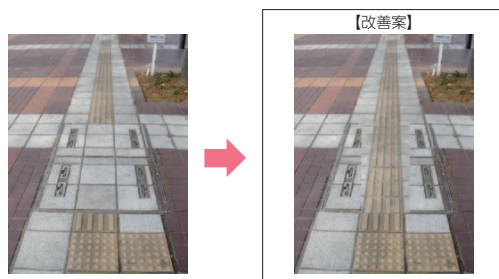
- ・ 頭上および周囲30cm以内に障害物がない箇所に設置すること
- ・ 移動方法を認識しやすいこと
- ・ 必要な場所に誘導されていること
- ・ 連続性を保つこと
- ・ 屈曲部の角度（内角）が135度以上の場合にはその箇所に警告ブロックを設置しないこと
- ・ 足裏の触感覚でブロックの方向を認識できる程度の面積があること

#### ◆警告ブロックの設置ルール

- ・ 障害物前で立ち止まることができること（障害物の30cm手前に設置すること）
- ・ 分岐点が分かりやすいこと
- ・ 何を警告しているのかを認識しやすいこと
- ・ 足裏の触感覚でブロックの方向を認識できる程度の面積があること

#### ◆ガイドブックに示された設置改善案の例

誘導ブロックは連続して設置されなくてはならない。誘導ブロックを分断する原因の1つがマンホールである。基本的にはマンホールの蓋の上にも点字ブロックを設置しなければならない。



## 4. 今後の展望

現時点（2014年4月）で101の国・地域の実地調査を終えている。多くの国・地域で点字ブロックが設置されているが、さまざまな誤りがあることが確認されている。そうした情報を国際学会での論文報告や口頭発表で公表している。これまでトルコ、イスラエル等数か国から点字ブロック設置に関するアドバイスを求められている。今後も、点字ブロックの設置方法の世界統一のために微力を尽くしたい。IATSSでの活動の成果を基礎にして、その後の研究成果を加えてまとめた『点字ブロック』（福村出版刊）が2013年度三井住友海上福祉財団賞を受賞した。

# 知的障害者のモビリティ確保のための 都市公共交通の課題

## 1. 背景と目的

わが国の知的障害者の人口は、約55万人（平成18年末）となっており、総人口のうち約0.4%を占めている。

平成18年12月に施行された「高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律」は、以前の交通バリアフリー法と「高齢者、身体障害者等が円滑に利用できる特定建築物の建築の促進に関する法律」が統合されたものである。

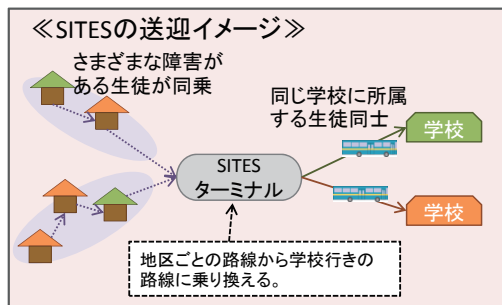
その制定を受けて、人的対応と施設整備についてまとめたハンドブックやポイント集が制作されたが、現場の交通事業者はそれらの存在を知らない場合が多く、知的障害者への対応が不十分なケースが多く見られる。

こうした背景から、本プロジェクトでは、知的障害者のモビリティ確保の対策について、海外動向を調べ、わが国の課題を明らかにすることを目標と設定して、平成23年度に研究を開始した。

## 2. 研究内容

### 2-1. 海外事例詳細調査①ブラジル連邦クリチバ市SITES

ブラジルのクリチバ市が1983年に開始したSITESと呼ばれる障害児童生徒通学システムは、一般バスで実績のある乗継システムを取り入れたものである。都心北東部にある乗継ターミナルへは、市内各地からのバスが同時に到着する。児童生徒は自宅最寄りの乗降場所から乗車



して、乗継ターミナルに向かう。バスは全ての学校の児童生徒の乗合であり、さまざまな障害のある児童生徒が共同利用することになる。乗継ターミナルからは、学校別のバスに乗り換えてゆく。

本プロジェクトでは、SITESターミナルで乗り換えをしている知的障害者、運行しているバス事業者の運転士や付添い人へのヒアリングを実施した。その結果、乗り換えに伴うトラブルは発生していないだけでなく、他者との交流の場としての社会性を学ぶ場にもなっているとの知見を得た。

## 2-2. 海外詳細調査②ドイツ連邦政府プロジェクトMogLi

MogLiプロジェクトは、ドイツ連邦経済技術省によって支援されている知的障害者のモビリティに関する研究プロジェクトで、ノルトホルン市にある知的障害者特別支援学校、およびそこに通う生徒を対象としている。このプロジェクトにおいて、バス事業者と地元警察が指導者となり、貸切の路線バスを利用した通学指導が実験的に行われた。路線バスの通学指導は実証実験を行った後、現在はバス・スクールとして、定期的の実施されている。



図2 乗り降りの仕方を説明(バススクール)

## 2-3. 国内実験①ストップマーク表示実験

ストップマークを設置しても、その意味を教える教育が伴っていないと多くの生徒はマークに注目せずに通りすぎてしまう。そこで実験的に、対象学校の周辺にストップマークを3カ月間設置し、校外学習時に生徒に対して指導を行った。この実験の目的は、①特別支援学校の校外学習時等の授業内で、ストップマーク表示を教える事前教育の効果を明らかにすること、②授業内でストップマークを取り入れる上での影響や課題を明らかにすることの2つである。

今回の実験は、高等部で既に自力通学を行ってい



図3 ストップマーク



る生徒ではなく、小中学部でスクールバス通学を行っている生徒を対象とした。

実験後の教員へのヒアリングでは、数カ月後の様子までしか確認することはできず、そこでは生徒の能力向上の様子は見られなかったが、今後指導を継続していくことで、生徒が交通ルールを習得することができると予想されている。

## 2-4. 国内実験②路線バス通学実験

本実験は、①事業者がかかわる通学指導の教育効果を明らかにすることと、②指導を実施する上での課題を明らかにすることを目的に、平成25年1月10日、神奈川県立瀬谷養護学校（横浜市）の協力のもと、同学校の生徒を対象として、路線バス通学指導を行った。指導の内容は表1の通りである。

表1 路線バス通学指導の内容

項目		実験での方法
安全 車外	死角の説明	実際のバス停での危険な場所を説明
	バス停での並び方	実際に一列に並んでから乗車する。
乗降 方法	車外の行先表示盤の見方（行先、系統番号）	行先（系統番号）をクイズにして、乗ってはいけない路線を説明
	車内の電光掲示板の見方（停留所名）	掲示板の文字を見ながらの口頭での説明
	降車ボタンの説明	口頭での説明後、一人の生徒に押しをもらう。（押すタイミングの練習も含まれる。）
	チケット（定期券）の見せ方	定期券、PASMOに分かれて、それぞれ説明。定期券は運転手に見せる、PASMOは実際に読み取り機にタッチする、をそれぞれ体験。
安全 車内	座席から立つタイミング	口頭での注意
	立って乗るときの注意点	手すりや吊り輪をつかむことを、口頭での注意
マナー	バスに乗る順序を守る	口頭での注意。実際に前から順番に乗り込む。
	優先席の説明	怪我人役を取り入れる。
	座席の座り方（既に座っている人がいる場合）	一般乗客役を取り入れる。空いている座席に座るように説明。
	騒がない、走らない	口頭での注意

実験後のヒアリングの結果、教員や保護者ではなく制服を着た運転手や事業者の説明者が注意することで、生徒の記憶に残りやすく、その後の通学指導等でも、注意された記憶を思い出しやすいということが分かった。

## 2-5. 国内実験③新交通システムでの通学実験

公共交通利用の自力通学には鉄道利用も考えられる。そこで新交通システムA路線でも、国内の特別支援学校を対象に、同様の実験を行った。実験は平成25年2月19日に実施し、生徒26名が参加した（表2）。

実験後に養護学校の教員へ行ったヒアリングにより、以下のような意見が得られた。

表2 鉄道利用通学指導の内容

項目		説明・指導方法
安全 車外	ホームドアの注意	駆け込み乗車をしない、扉に挟まれないようにする、等の口頭での注意
	電光掲示板の見方	到着時間の確認
乗降方法	乗る車両がくるホームの説明	P駅方面とR駅方面行きで口頭での確認
	改札の通り方	PASMOをタッチする場所を確認しながらの説明
	(券売機の使い方)	「PASMOが使えなくなったときは、先生や保護者とチャージしてください」と口頭での説明
安全 車内	座席から立つときの注意点	口頭での注意
	立って乗るときの注意点	手すりや吊り輪をつかむことを、口頭での注意
マナー	乗る順序を守る	口頭での注意。実際に前から順番に乗り込む。
	ホームでの待ち方	騒がない、走らないことを、口頭での注意。並んで待つことの確認。
	優先席の説明	怪我人役を取り入れる。
	座席の座り方	一般乗客役を取り入れる。空いている座席に座るように説明。
	(既に座っている人がいる場合)	
他 その	車内の過ごし方	騒がない、走らないことを、口頭での注意
	緊急時の対処方法	呼び出しインターホンの説明、駅員の場所の確認

- 既に自力通学ができていた生徒が対象であったため難易度が低かった。一方、自力通学がまだできない生徒に対しては、口頭説明よりも体験を重視した内容とする必要があると思われる。
- 走行中の車両での説明よりも、停車した車内や駅構内での説明を増やした方が、生徒の理解は深まる可能性がある。

### 3. 結語

本プロジェクトでは、特別支援学校の通学における課題について、海外の先進的事例の詳細調査を実施し、その結果を参考として、国内での実証実験を行った。

知的障害者が将来、さらなるモビリティを確保できるように、通学環境での支援を実際に実施していくには、学校だけではなく、交通事業者や道路管理者、交通管理者らの協力が不可欠である。そのため、交通関係者の共通理解を促す制度の整備や啓発活動が今後の課題となる。

### 4. 今後の展望

本研究の成果をきっかけにして、国内各地の養護学校で地元の運輸事業者とのコミュニケーションが深まり、さまざまな実証実験が展開され、知見が蓄積されていくことが望まれる。

---

# 地域社会が保障すべき生活交通のサービス水準に関する研究

---

## 1. 背景と目的

地方部、特に過疎地域では公共交通サービスの確保・維持が非常に難しく、マイカーを利用できない住民は活動機会（通勤、通学、買い物、通院といった最低限必要となる活動の機会）の確保にすら支障を来している状態にある。財政的制約のもとで、どこにどれだけの公共交通サービスを確保・維持すべきかが自治体の交通政策担当者の大きな悩みとなっている。

保障すべき公共交通サービスの水準の決定には、地域の目指す姿やそれに対して交通が果たすべき役割を明らかにすることが必要である。しかし、そのための方法論は、現在のところ確立されているとは言い難い状況にある。

そこで本プロジェクトは、地域社会が保障すべき公共交通サービスの水準を決定するための方法、およびその基盤となる地域公共交通計画の策定の方法論を構築することを目的として実施された。

## 2. 研究内容

### 2-1. 地域公共交通計画策定の意義と計画方法論の必要性

モータリゼーションの進展とともに公共交通利用者が減少し、特に自動車利用が進化した地方部では乗合バスサービスが事業として成り立たなくなってきた。民間事業者任せでは社会的に必要なサービスが十分供給されないという事実は、地域の公共交通を「社会資本」と見なすべきことを示唆している。

では、地域公共交通サービスの維持・確保を社会資本整備として捉えることにより何が変わるのか。それは“計画策定の必要性”が生じることである。社会資本整備、例えば河川や道路を整備する際には河川計画や道路計画を策定する。これは、社会資本整備が公的主体により実施され、その財源として税が投入されることから、実施しようとする整備が効率的かつ効果的なものであることを示

し、社会的合意を得ることが欠かせないためである。いわば、公の意思としての計画である。しかし、地域公共交通については、事業者が策定する事業計画はあるものの、社会資本の整備計画としての交通計画はほとんど策定されていない。その原因の1つは、計画策定のための方法論の欠落にあると考える。

本プロジェクトで、生活交通のサービス水準を設定するための計画方法論を構築する意義はここにある。

## 2-2. 研究のフレームワーク

公共交通サービスの水準を決定する際、保障すべきサービス水準を単独で決めることはできない。すなわち、「1日に最低〇便のバスを走らせる」ということは、それ自体では意味を持たず、バスを走らせることによって「どれだけの活動機会を保障できるか」ということが本質的である。また、自治体が公共交通サービスを整備する際には、税の負担者としての住民の判断と公共交通の利用者としての住民の判断がリンクしている必要がある。自治体の予算制約とは住民の税負担の限界であり、どのような公共サービスが必要とされているか、そのために住民はどの程度までの税負担の増加を許容するのかを行政が判断し、予算に反映させるべきものである。本プロジェクトでは、「活動機会の保障とそのための負担との組み合わせ」を「住民が選択する」という考え方が重要であると認識し、地域公共交通計画の検討フレームを図1のように設定した。

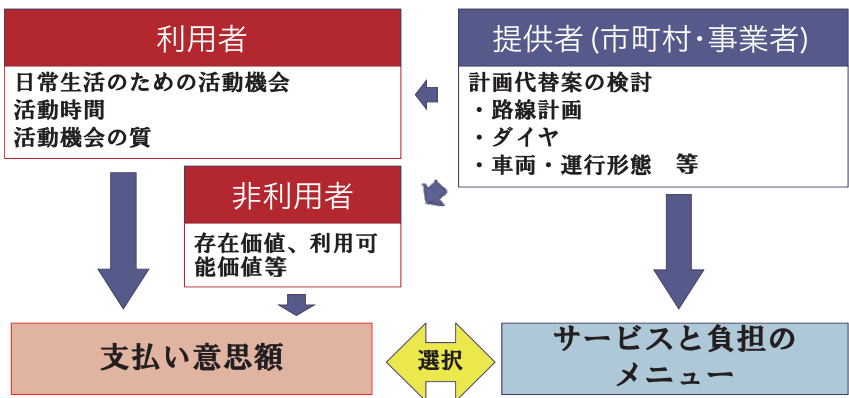


図1 地域公共交通計画の検討フレーム

## 2-3. 地域公共交通の計画方法論

### (1) 全体構成

地域公共交通計画の策定は、地域にとって最も望ましい公共交通システムを選びそれを提示することである。そのためには、①望ましい公共交通システムを選ぶための考え方を明らかにし、②その下で望ましい公共交通システムを選び、③

選ばれた結果を提示するという3つの段階が必要である。本プロジェクトでは、これらを図2に示す3部構成の計画策定体系として提案した。

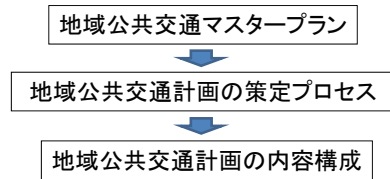


図2 地域公共交通計画の全体構成

### (2) 地域公共交通マスタープラン

地域公共交通マスタープランは、“地域公共交通計画を作る”という宣言である。表1のように、計画策定の必要性を示し、その計画を自治体が策定し政策として推進するという姿勢を示したものである。

表1 地域公共交通マスタープラン

1. 地域社会における人々の交流構造の把握
2. 地域における人々のモビリティ計画像
3. 公共交通確保の基本方針
4. 公共主体の公共交通政策推進の宣言
5. 公共交通事業の効率的運営の方針
6. 地域住民への行動喚起（協働）の呼びかけ
7. 地域公共交通計画策定への基本姿勢

### (3) 地域公共交通計画の策定プロセスと内容構成

地域公共交通計画の策定プロセスは、より良い計画を策定するために必要な検討内容を体系的に整理したものである。ここでは、検討すべき案を漏れなく列挙し、受益と負担の関係から最も良い案を地域住民が選ぶことが重要である。

地域公共交通計画の内容構成（表2）は、策定プロセスに基づきなされた検討結果と選ばれたサー

表2 地域公共交通計画の内容構成

1. 計画の背景
2. 地域公共交通マスタープランの確認
3. サービス供給基準の策定とゾーニング
  - 3.1 計画のフレーム
  - 3.2 地域特性
  - 3.3 地域構造と公共交通網の基本構造
  - 3.4 確保すべき活動機会
  - 3.5 ゾーンごとのサービス供給基準
4. サービス供給計画
  - 4.1 輸送サービス
  - 4.2 運行形態
  - 4.3 路線網計画
  - 4.4 地域別運行計画
  - 4.5 運賃/地域負担
  - 4.6 運行費用・効率性の向上
5. 公共調達計画
  - 5.1 採算・不採算路線の推定と仕分け
  - 5.2 運営形態の選定
  - 5.3 運輸事業者の選定
6. 市民のコミットメント

バス供給計画を、地域公共交通計画としてまとめる際の構成を示したもので、地域公共交通計画の1つの標準的なかたちを示すものと考えている。

## 2-4. フィールドスタディ

本プロジェクトで提案した計画方法論が実務に耐え、有効性を持つものであるかを検証し、問題点や改善点を明確にするため、青森県平川市においてフィールドスタディを実施した。研究グループは地元懇談会に対して知見の提供や技術的なアドバイスをを行い、地域は研究グループに対して経過や検討結果を提供した。懇談会では日常生活に必要なバスの便数やダイヤ、補助金の限度内で運行可能な便数と運賃に関する代替案等が示され、住民の間で議論が行われた。その結果、住民は現状（100円・5便）に対して200円・増便という組み合わせを選択するだけでなく、通学バスの運行等を提案するに至った。

このように活動機会を獲得するための公共交通サービスを住民自らが選択しえたということから、本検討フレームが少なくとも適用可能性を有することを確認できたものと考えられる。住民にとって従来よりも望ましい状況を実現することができ、自治体も財政的制約の範囲内で住民のニーズに合った公共交通を提供することができる等、検討フレームの有効性も確かめられた。

## 3. 結語

自治体が関与して公共交通サービスを提供する際、保障すべきサービス水準はそれ自体を単独で決めることはできず、地域公共交通計画の策定を通じて初めて選ぶことが可能となる。研究を通じて、地域公共交通計画策定の方法論の構築とサービス水準の選定方法を提案し、それらが実地での運用に耐え、有効性を持つものであることを確認した。これらの成果に基づき、研究チームでは「地域公共交通計画策定の手引き」を取りまとめている。

平成19年10月に「地域公共交通の活性化及び再生に関する法律」が施行され、多くの自治体で公共交通計画の策定が始まった。実践を通じて本プロジェクトで提案した方法論を改良し、広く活用を図ることが今後の課題である。また、公共交通の整備だけでなく、さまざまな行政部門の施策を組み合わせた包括的な支援方策についても展望する必要があると考えている。

# 交通安全と交通取締りに関する研究

## 1. 背景と目的

平成24年度の交通事故発生件数は約66万件と8年連続で減少し、死者数は4,411人とピーク時（昭和45年）の約3割に減少。負傷者数も減少傾向が続くが、当年だけで約82万人に上り、事故抑制は大きな課題である。特に飲酒運転等に起因する死亡事故に対しては、一層の撲滅努力が必要であろう。

これまで、交通取締りは交通事故防止に一定の成果を挙げている。しかし、依然として交通ルールを守らないドライバーは後を絶たず、一斉取締りや罰則強化後は、短期的に交通事故が減るものの、時間が経つとまた増加してしまうといった傾向もうかがえる。

本研究は、交通取締りが交通事故の抑制に与える効果を定量的に示し、対策を検討することを目的とする。

### 1-1. 研究の視点と方法

交通取締りの実施形態は地域によって異なる。例えば、大都市部では駐車違反や通行区分違反等の人口集中地域に多く発生する交通違反に対しての取締りが多く、速度超過の取締りは渋滞の少ない地方部に多く見られる。また、多雪地域では、速度違反の取締りが夏季に集中する等の季節性も確認される。そこで、違反者の地域性と取締りの地域性の2つの視点で分析を行った。

## 2. 研究内容

### 2-1. 交通取締りと交通事故の関係

交通取締りを実施することで、交通事故の抑制に効果があるであろうか。

例として栃木県の人口100万人当たりの1日単位の交通取締り件数と、1日単位の事故件数の関係図を示す（図1）。交通取締り件数が極めて少ない日（例え

ば100件／日以下等）は、正月等の交通行動が少ない日であり、交通事故自体の発生件数も少ない。このような特異日が存在するため、単純に事故と取締りの相関係数を求めても、明瞭な関係が見られない可能性がある。

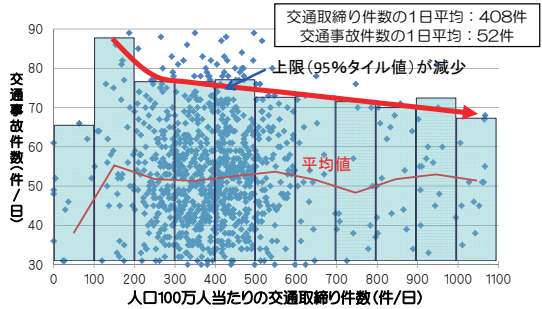


図1 栃木県における交通取締りと事故件数の関係

一方で、交通取締り件数

を増加させると、交通事故発生件数の最大値が減少する傾向があることが分かった。関係図を見ると、交通取締り件数の増加とともに、事故件数の上限（95% タイル値）が減少していることが分かる。この傾向は、秋田県でも沖縄県でも同様であった。

このことから、交通取締りの実施は事故多発を抑制する効果があると言える。

## 2-2. 交通事故の第一当事者の違反履歴

交通事故の第一当事者（最初に交通事故に関与した車両等の運転者または歩行者のうち、事故における過失の重い者）に着目し、過去の違反履歴を調べた。

図2は2009年に事故を起こした第一当事者が2004年から2009年までの過去5年間でどのような違反で検挙されたかを示したものである。違反履歴を調べてみると、男性ドライバーの64%、女性ドライバーの45%が過去5年間に何らかの交通

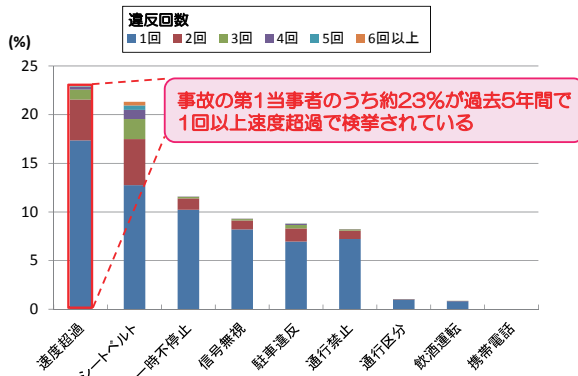


図2 交通事故の第一当事者の過去5年間の違反履歴

違反をしていることが分かった。第二当事者の違反履歴と比較すると、どの違反についても第一当事者の方が第二当事者より高いことが分かった。このことより、事故の主原因を生じさせたドライバーの運転マナーは、被害者より悪いことが想定され得る。



### 2-3. 違反の地域的傾向とその理由

悪質な交通違反の地域性を把握するために、故意違反（信号無視、速度超過、飲酒運転）を繰り返している割合の高い都道府県を調べた（図3）。特徴的であったのは、大阪府においては信号無視、沖縄県においては飲酒運転での検挙の割合が他県に比べて統計的に高いことである。

沖縄県で飲酒運転が多い理由を、沖縄県警へのヒアリングより調べた結果は以下である。

- 飲酒風土（遅い時間に飲み始める、濃度の高い地酒（泡盛）、回し酒の風習）
- 公共交通網の不足と自動車依存度の高さ（居酒屋駐車場が整備されている）

このような状況に対応するため、飲酒運転による事故が多い深夜2時～6時に検挙が最も多くなっている。また、4、5年前から二日酔い防止の取締り（早朝取締り）を実施している。

飲酒運転取締りは多大な時間を要するが、近年は非効率的である。かけられる労力が限られており、どうやって事故を減少できるかが今後の課題である。

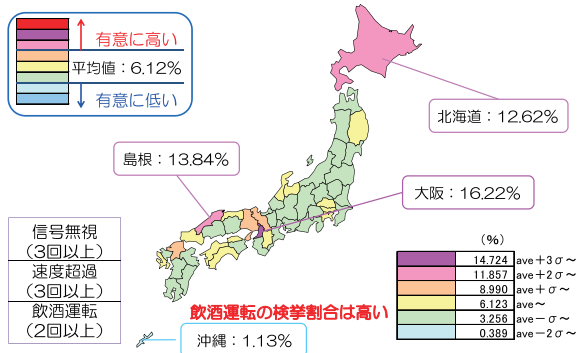


図3 交通事故の第一当事者が故意違反を繰り返している割合

### 2-4. 事故件数と取締り件数から対策を考える

交通取締りの効果を簡便に検証する方法は、交通事故件数と交通取締り件数のプロット図を作成することである。

図4は警察署管内の交通事故と交通取締り件数の関係を町丁目ごとにプロットし、平均交通取締り件数と平均交通事故件数を基準に、①～④の4つのゾーンに分割したものである。

まず③のゾーンは交通取締りと交通事故件数共に少ない。よって、現状維持で良いと考えられる。次に④のゾーンだが、交通取締り件数が多く、交通事故件数が少ない。事故抑制が必要と判断されたエリアでは交通取締りの継続を、過

度の取締りと判断されれば見直しが必要となる。次に①のゾーンだが、交通取締りが多く行われているが交

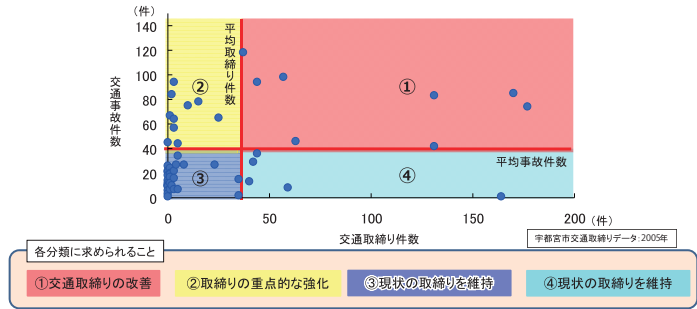


図4 交通事故件数と交通取締り件数から見た対策例

通事故が多発している。よって交通取締りを継続しつつ、交通環境整備等の交通安全対策も考慮に入れた対策が必要となる。最後に②のゾーンは交通事故が他の町目に比べ多発しているが、交通取締りは平均以下しか行われていない。今後、交通取締りを重点的に強化すべき町目であると言える。

### 3. 結語

本プロジェクトでは、交通取締りと交通事故の関連性について、過去の研究成果を取りまとめつつ統計データをもとに科学的な検討を行った。その結果、交通事故と交通取締りの関係は地域性が大きく関連しており、地域単位での検討が必要であることが分かった。

得られた主な知見をまとめると以下ようになる。

- 交通取締りが交通事故の多発傾向を抑制する効果が確認された。
- 繰り返し交通違反をする悪質なドライバーは、交通事故の第一当事者に多い。
- 違反を繰り返す傾向が高いのは25歳～34歳で、加齢とともに沈静化する。
- 都道府県別に、状況に応じた交通取締りが実施されており、地域に応じた対策が必要である。

### 4. 今後の展望

この研究成果を現実社会での交通事故減少に結び付けるためには、地域単位での施策の検討が不可欠である。交通事故を抑制する効果的な交通取締りに向けて、これまでに研究成果を取りまとめた「交通取締りハンドブック」を2013年度に刊行した。各地域で交通事故の実態に合わせた取り組みが期待される。

# 危険運転致死傷罪の学際的研究

## 1. 背景と目的

危険運転致死傷罪は、故意に危険な運転を行い、それによって人を死傷させた場合に成立する犯罪である。悲惨な交通事故が発生する度に、同罪の成否が問題となるのは、ある意味では自然な反応であろうが、近時は飲酒運転、意識障害を伴う病気の影響による運転、無免許運転等により人が死傷した場合にも、同罪が適用できるかが大きな社会問題となった。そして同罪で補足されてこなかった行為をも処罰する法案が予定されているところである。

こうした立法的対応は時宜を得たものであるが、罰則を厳格に過ぎることなく、適切に運用するには、国民の法意識ないし正義観念に合致した法解釈が不可欠である。飲酒・薬物摂取や意識障害を伴う病気が運転に与える悪影響を科学的に再確認し、その事実を公表し、国民の理解を進める必要がある。

## 2. 研究内容

上記の法改正に先立ち、危険運転致死傷罪の基本的理解を深めるための研究を行った。具体的には、法改正に係る各項目を調査・分析した。また海外の事例調査を行い、再犯を減少させるための方策を探った。以下はその一部である。

### 2-1. 進入禁止等の道路を対象に加える改正法案の検証

一方通行の逆走は非常に危険なため、これを危険運転致死傷罪の対象に加えるための改正法案の整備が進められているが、妥当なものであり、支持することができる。

また同様の危険性は、右側はみ出し通行禁止道路において、追い越しのため右側にはみ出して通行する場合にも認められ得る。しかし違法駐車車両を避けるために、やむなく右側にはみ出して走ることが多いことから分かるように、この

種の行為を全て処罰する必要性は認め難い。上記法案がこの種の行為を処罰対象に含めなかったことは、この意味で合理的であったと言える。

生活道路に居住者以外の者（進入を許可されていない者）が誤って迷い込んだ場合や、時差式の進入禁止規制がなされている道路に進入した場合にも、一方通行逆送と同様の危険性が認められるが、不注意に侵入等してしまうことも考えられる。そこで、当該禁止ないし規制を知りつつ進入したのか（危険運転の故意の有無）を慎重に判断し、これが認められる場合に限り、処罰すべきであろう。

## 2-2. 無免許運転の態様ごとに問題を検討（国際免許の不携帯事案等）

無免許運転者による危険運転致死傷罪に相当する結果が惹起された場合に、無免許の点に着目して刑を加重するための整備も、上記法案において検討されている。無免許者による危険運転致死傷罪に相当する結果の惹起には、違法性、責任ともに相応のものが認められることから、この方向性も支持することができる。

もっとも無免許と判定される事態にはさまざまなものがあり、個々の状況に応じたきめ細かな判断が必要であろう。例えば、国際免許証を交付され得るのに、切り替えを忘れていたために日本において有効な国際免許を所持していないケースも考えられる。そのようなドライバーが危険運転致死傷罪を犯した場合には、日本の法制度を知らなかったという例外的な理由（違法性の意識の可能性の欠如）のために、無免許運転の故意が否定されることもあり得るであろう。

## 2-3. 海外における飲酒運転者制裁の例——韓国

海外事例として、韓国での飲酒運転者に対する規制を挙げると、以下の通りである。

- 血中アルコール濃度が0.1%を越えた場合には危険運転致死傷罪として起訴される。
- 執行猶予を言い渡す場合、交通安全教育を受講させるのが主流である。
- 社会奉仕命令（40時間以上200時間未満）が科される場合がある。
- 飲酒運転で2回以上取り締まりを受けた者が再び取り締まりに遭うと、運転免許停止の事由に過ぎない事案でも免許取消が行われることになった。
- 飲酒運転の常習者には、車両の没収もありえたが、近年、没収は罰金刑との二重処罰として憲法違反となる場合があるとして、減少傾向にある。

## 2-4. 海外における飲酒運転者の社会復帰に向けた施策例——アメリカ

他の海外事例として、アメリカ合衆国を取り上げる。アメリカでは飲酒運転者に特化した特別な制度として、Driving while impaired Court (DWI Court, 飲酒運転裁判所)がある。この機関は、アルコール依存により危険運転を繰り返す犯罪者の存在と、彼らに特化した処遇が必要なため2003年頃から全米に設立され始めたものである。

DWI Courtの実情を知るため、アメリカのノースカロライナ州シャーロットにて調査を行った。以下、その主な内容を示す。

- DWI Courtの対象者は、有罪判決を受けた者で、さらにHardcore DWI offenders<sup>(1)</sup>に限定している。
- DWI Courtは、その対象者に対する包括的で適切な処遇を実施するために、専門的知識を有する者からなるチームを作り、これにより対応を行っている。
- 医師はチームの一員ではないが、チームの外部から適切な助言をすることが期待され、チームに参画している。
- チームの一員である保護観察官の指示の下、週に3～4回、有罪認定された者は、ランダムなアルコール・薬物検査の対象となる。保護観察官はランダムに対象者の家に立ち入りを行い、アルコールや薬物が存在しないかチェックする。
- 対象者には、その足首にSCRAMという器具が装着されることがある(図1)。これは対象者の皮膚をスキャンし、彼が飲酒したかどうかをチェックし、その結果を器具に記録するものである。
- 最近では、イグニッション・インターロックと呼ばれる機器も利用され始めた(図2)。これが装着された車を始動させると、その事実が保護観察官に直ち



図1 SCRAM

(出典: <http://blog.aacriminallaw.com/dwi/scram-bracelet-works/>)

(1) Hardcore DWI offenders: 血中アルコール濃度0.15以上で自動車を運転していた者、あるいはDWIで有罪判決を受けた後に飲酒運転をした者。

に転送される。

- その他、対象者には居宅において呼気検査の器具を使うことが命じられるか、車にイグニッション・インターロックの装着を命じられ得る。イグニッション・インターロックとは、運転者の呼気からアルコールが検知されるとエンジンがかからなくなる装置である。



図2 イグニッション・インターロック

(出典：<http://www.lifesaferrca.com/interlock-video-en/>)

飲酒運転により直ちに刑務所

に収容された者に比べて、DWI Courtを「卒業」した者の再犯率は、相当に低い。ジョージア州の例であるが、DWI Courtのプログラム参加者の79%がコースを修了する（非常に高率）。飲酒運転の再犯率は、DWI Courtのプログラムに参加した者（修了した者と修了できなかった者の総数）の15%であるのに対し、DWI Courtのプログラムに参加しなかった者では35%であった。

### 3. 結語

危険運転致死傷罪への対応として検討されている上記法案は、その趣旨において支持できるものである。本プロジェクトは、上記法案の基礎になるべき事実（危険運転の医学的機序、危険運転の防止を促進すべき社会意識の涵養等）を検討したものである。この過程で、海外での危険運転防止に係る先進的事例（DWI Courtやイグニッション・インターロックの利用等）も検討した。これらの試みは、危険運転致死傷罪を犯した者への適切な制裁と社会復帰を促す点で、注目に値するところである。

### 4. 今後の展望

この研究成果を現実社会での交通事故減少に結び付けるためには、実現可能な施策の検討が不可欠である。今後は、インターロックやDWI Courtのプログラムと類似の制度を日本の法制度の下で採用できないかを、多角的に検討する予定である。

# 地元組織と行政との協働による 交通まちづくりの円滑な推進

## 1. 背景と目的

交通まちづくりを推進するにあたり、地元には何らかの組織が立ち上がり、行政との協働を行う例が増えている。ただ、両者の役割分担等についてのルールが確立されていないために、意思疎通が十分でないばかりではなく、対立関係に陥ってしまうことさえある。

本プロジェクトは、地元組織と行政の協働を効率的かつ建設的に行うための留意点や方法論について、具体的な地区を対象として議論を深め、一般的な知見を得ることを目的としている。

## 2. 研究内容

### 2-1. 台東区谷中地区における合意形成へ向けた取り組みの研究

東京都台東区北西部にある谷中地区は、人口約1万人で、江戸時代以来の寺院や木造住宅を残す地区である。同地区では幅員の狭い道路がスピードを出す抜け道となっている交通問題や、細い路地に木造家屋が続き、防災上危険な地区として東京都の木造住宅密集地域に挙げられる等の防災問題が存在している。



図1 生活道路を通り抜ける自動車

交通問題のうち主なものは、幅員の狭い生活道路の通り抜け問題である。狭い生活道路を多くの自動車が抜け道として利用しているため、歩行者の安全が危ぶまれていることはもちろん、通過交通による沿道住宅への騒音、振動の問題も発生している。抜け道となっている道路の一部には時間帯による進入禁止規制が定められてい

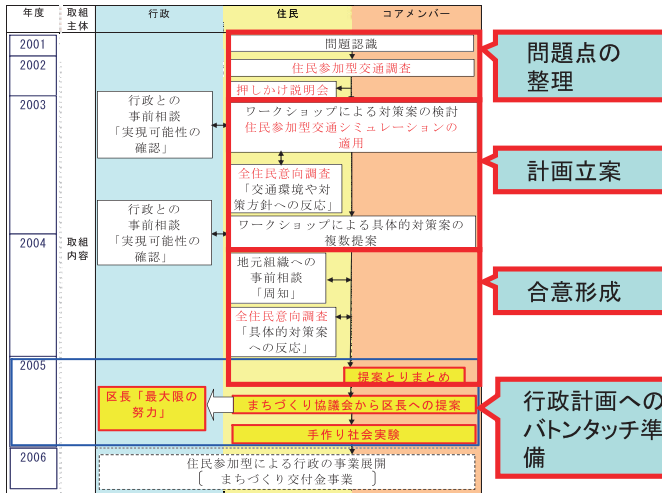


図2 谷中地区における交通まちづくり合意形成のプロセス

る道路もあるが、それすら守られない区間もある。この状況に対して一部で改善の検討や取り組みが行われていたが、通過交通は広域的な問題でもあるため、抜本的な対策は打ち出せずにいた。

このような諸問題の解決に向けて、同地区では大規模マンションの建設を機に「谷中まちづくり協議会」が設置され、行政と住民の協力体制の構築を目指すこととなった。

### (1) 計画立案

「谷中まちづくり協議会」では、地区のまちづくりをテーマ別に具体的に検討するため、平成15年夏に「防災部会」「環境部会」「交通部会」の3部会を設置した。そのうちの1つである「交通部会」は、谷中の総合的なまちづくり計画の検討にあたって重要な交通問題への対処を考えるという目的のために設立されたものである。交通部会は、その下に「谷中地区まちづくりワークショップ」を設置し、地域住民全体による交通問題改善の検討を行った。

ワークショップは平成15年9月から平成18年2月までに計19回開催され、参加者が交通問題に関する知識を共同で学び、解決案について話し合う場となった。平成17年に行われた第14回、15回ワークショップでは、後述のアンケート調査の結果が報告された。交通問題に関する提言書がまとめられ、ワークショップやアン



ケート調査の結果を踏まえて、谷中地区の交通問題改善のための協力を台東区長に求めた。

## (2) 合意形成

交通問題解決に向けた行政と住民の合意形成のために、平成16年と17年に2回のアンケート調査が行われた。谷中地区の中学生以上の全住民が対象とされた。その後、未回答者の中からサンプリングした世帯主を対象に、催促アンケート調査を行った。アンケートでは谷中地区における交通問題についての意識が質問された。

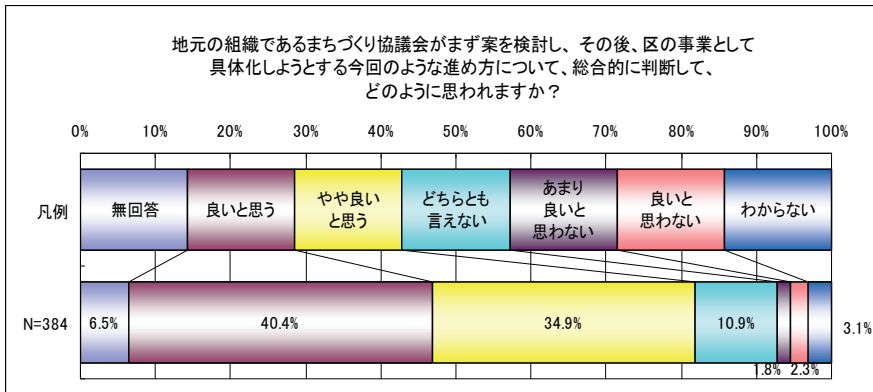


図3 全住民アンケートの結果

## (3) 行政へのバトンタッチのために



図4 実験的に設置されたゴム製ハンプ。効果や影響について、地域住民が事前に体験し評価することができる。サイン曲線形状により騒音・振動が抑制されている。

ワークショップや住民意識調査の結果、交通改善対策の第1段階として「道路に物理的デバイスを設置することで、車の速度を抑制する」、「既存の交通規制を遵守させる工夫を行う」という2つの方向性から交通問題を改善することが決定した。

この方向性を踏まえて、平成19年2月17日から3月3日に、地区内の生活道路2路線にハンプを設置する手作り社会実験が行われた。ハンプとは、自動車の速度を意図

的に落とさせるために、道路に設置する盛り上げのことである。

また、生活道路への自動車の進入を防止するために、手作り・移動式車止めの設置実験が並行して行われた。手作り

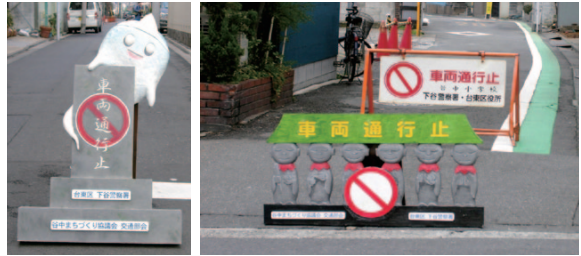


図5 子どもたちのアイデアをもとに製作した車止め

車止めは平成19年2月20日から23日に設置され、移動式車止めは2月20日から22日に設置された。車止めとは、道路工事等でも使われるバリケードのことである。

実験についての住民意識調査では、ハンプの設置は70%の賛同を得た。車止め設置については、「良いと思う」「やや良いと思う」を合わせて約30%であったが、住民が設置について否定的であるという意味ではなく、「無回答」「どちらとも言えない」「わからない」という回答が多かったためであった。

### 3. 結語

住民による検討段階では、具体的な協議の場づくり・情報共有・参加の「バリアフリー」・「住民組織による活動」を住民自身が認知することが重要であること、行政計画へのバトンタッチについては、可能な限り長期間にわたり行政と住民組織が並走することが望ましいこと、「議論をするための組織」が「合意を得るための組織」としては機能しないということが、知見として獲得された。

### 4. 今後の展望

生活道路の安全対策に関して、その後、ゾーン30が全国展開する等の進展を見せている。また、谷中でも検討されたライジングボラードが、2013年度に新潟市で社会実験として導入される等、新しいデバイスの検討も進んでいる。わが国の交通安全をさらに進展させるためには、生活道路が非常に重要なターゲットであることから、さらなる対策の研究や実践が求められる。

---

# 震災危機管理と安全・安心な交通社会の実現

---

## 1. 背景と目的

東日本大震災は、安全・安心であるべき日本社会の根幹を揺るがす未曾有の大災害であった。国際交通安全学会（IATSS）は、理想的な交通社会の実現に寄与することを目的として、学際的かつ国際的な調査研究を長年にわたり進めてきた学会であるが、この大災害に直面して、被災地の復興と新たな地域社会の創造に向けて、どのような貢献ができるかが問われた。

当学会では、検討の中から、社会がCompact-Connected（凝集と連携）、Redundancy（多重の備え）、Resilience（回復力）という3つの資質を備えることが、とりわけ重要であるとの認識を得た。これらをキーワードとして、「しなやかな地域社会の構築」、「情報管理とアウェアネス（気付き）の醸成」、「新しい地域産業の創出」、「機能共存する交通システム」、「負担ルールと法整備」の5つの視点から、提言を取りまとめた。

この提言が、これからの被災地の復興と再生、創造に寄与し、そこで導入された施策等が幅広く展開されることで、これからの交通社会がより安全・安心なものとなるよう貢献できれば幸いである。

ここでは上記の提言の中からいくつかの事例を紹介する。

## 2. 研究内容

### 2-1. かしこい選択による、しなやかな社会の構築

#### (1) ネットワーク型コンパクトシティ

ネットワーク型コンパクトシティとは、「都市の中の多様な魅力を複数の拠点として集約化（コンパクト化）し、それを多様な交通手段で連携（ネットワーク化）した都市」のことである。生活拠点や商業拠点、生産拠点、あるいは観光拠点といっ

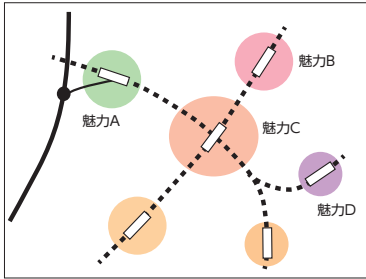


図1 ネットワーク型コンパクトシティのイメージ

たさまざまな機能が、一定範囲内に集約的に整備され、徒歩、自転車、公共交通、自動車等の複数の交通手段によって結び付けられているような都市を指す。

ここで言うコンパクト化とは、単に都市全体を一箇所に集めることを示すのではなく、都市内に存在する多様な魅力を、適切な場所に効率的に集約することである。限られた資源を集約することで拠点の魅力を高

め、その魅力を多様な交通機関で相互に結ぶことを示している。集約拠点がコンパクトにつながることで、都市の一部が被災したとしても、都市内の相互補完性（redundancy）を確保することができ、他のエリアが弾力的に復旧活動を行うことで、都市全体の回復力（resilience）が高まるのである。

一般的に都市の集約化は、敷地単位の転入・転出が繰り返された結果であり、長い年月を要する。一方で、震災によって大きな被害を受けたことは不幸ではあるが、被災した都市では、速やかな復興と集約化の可能性が存在している。被災地がパイロット都市として、いち早く理想都市像に近づき、全国の自治体の手本となることができるならば、震災の被害と悲劇をまさしく乗り越えたと言えるのではなかろうか。

## (2) 多重階層交通網

震災復興は、崩壊した都市交通の階層性を再構築する好機でもある。特に、安全な高速交通路は、平常時のみならず非常時においても緊急搬送や災害物資輸送等に活用できるため、優先的に確保されるべきである。また、超高齢社会に備えた公共交通網

の整備も必要である。安定して利用できる公共交通の整備や、駅やバス停周辺への土地利用集約が、持続的な公共交通利用の鍵となる。

このように、自動車交通と公共交通の適切な役割分担によって、交通機能の代替性（redundancy）を確保することができる。さらに、低地エリアから高台エリ

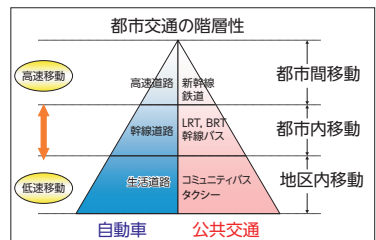


図2 都市交通の階層性

アへ、十分な幅員を持った避難路を新設すれば、スムーズな避難行動が可能となり、被災後の回復力（resilience）はさらに高まるはずである。

被災地に隣接する都市においても、被災者の通勤・通学の支援や復興時の物資輸送等さまざまな観点から、交通ネットワークの強化が必要となる。被災地を含む広域都市が相互連携することで、地域全体の相互補完性（redundancy）や被災地の回復力（resilience）はより高いものとなる。

## 2-2. 震災復興による新しい地域産業の創出（新しいコモンズの創成）

被災地の基幹産業は、農林水産業である。その産業が特に津波や原子力発電所の事故によって大きな被害を受けた。被災地では、これまでも人口減少や農林水産業の担い手の高齢化による産業としての衰退が問題となっていた。この地域で今求められているのは、日本の里地里山・里海の特徴である繊細なモザイク状の土地利用を活かし、その再生を目指すような新しいビジネスモデルである。

こうしたビジネスモデルを成り立たせ、それを地域の再生に結び付けていくためには、企業、NPO、都市住民等が共同管理に加わるような、新しい共同による資源管理の仕組みづくりが必要である。これを「新しいコモンズ」としてその構築を提案したい。従来の「コモンズ（共有財としての場）」とは異なり、さまざまなステークホルダーの参加が可能となる開かれたコモンズ概念を創成することが必要である。

また、経済的にも有利な高付加価値型の農林水産業の再生と同時に、エコツーリズムや環境教育の振興を通じて、地域再生の展望を得ていくことが必要である。原子力発電所事故の結果として、太陽光、風力、バイオマス等の再生可能

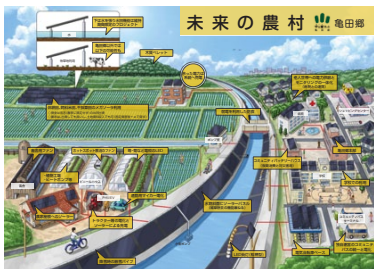


図3 未来の農村イメージ  
資料提供:エネルギー持続性フォーラム  
(東京大学IR3S, 昭和シェル石油)

エネルギー導入への期待が高まっているが、農村地域では、生物生産と再生可能エネルギー生産を両立させる「コーハーベスティング」(co-harvesting)の概念の導入による新たな地域産業の創出が重要になる。各地域の実情に合わせて自然資本を共同管理する仕組みを地域社会に導入し、自然共生型の持続型社会を再構築していかなければならない。

### 2-3. 平常時と非常時の機能共存を目指した交通システムの構築（交通の質に基づく避難生活の評価）

避難所や仮設住宅での生活や復興後の生活が一定のQOL水準を保っているかどうかを評価する際に、個人の移動の質 Quality of Trip (QOT) による評価を加えることを提案したい。

従来、交通の評価は、混雑度、渋滞長、2地点間の所要時間などから、交通のマスとしての性能を評価するものであった。そうしたシステム側の評価（いわばQuality of Transport）に対して、この問題に対しては、「個人の移動の質」による評価（QOT）の方が適している。たとえ避難所であっても、何らかの「用事」が必ず日常的に発生する。用務先までの移動が、個人にとってどの程度容易に行えるかが、評価基準として重要ではないだろうか。通勤・通学、買い物、私用等の移動目的別に、移動距離の長さや交通手段の選びやすさに加え、坂道の勾配や夜間の不安等も考慮すべきであろうし、「友人や親類へのアクセシビリティ」「地域のハレの日、ハレの場へのアクセシビリティ」等、重視すべき評価指標を地域ごとにきめ細かく設定することが必要であろう。

交通の質は、生活の質の重要な一部である。このことを正しく理解して、生活の質を高める努力をすることが必要である。

### 3. 結語（今後の展望）

震災復興の中でも、「交通」の問題は中核的テーマとなる。しかしそれだけにとらわれず、復旧・復興のあり方をより総合的に検証し、トータルな復興ビジョンの提示ならびに、多様な観点からの提言と事例の提示を行うことができた。

本稿では、「compact-connected」、「redundancy」、「resilience」という3つのキーワードに即した観点からの提言を紹介するにとどめたが、全ての提言は『しなやかな地域社会の再生と創造を目指して—5つの提言／15の事例—』としてまとめられている。そちらも参考としていただければ幸いである。

IATSSでは、本提言を関係自治体・学会等に提出するとともに、国際シンポジウムを開催して、世界に向けた情報発信を行った。こうした試みは、IATSSのさらなる震災復興への貢献と、国際社会への貢献を考える上で、重要な取り組みであったと考えられ、さらにIATSSプロジェクト等を通じて、さらなる発展を期するものである。

## キーワード一覧

ページ	タイトル	キーワード	
144	人口減少時代における土地利用フレームワークと交通システム	生活の質	quality of life
		コンパクト	compact
		アーバン	urban
		グリーン	green
		公共交通指向型開発	Transit-Oriented Development
		クオリティ・ストック	quality stock
148	超高齢化都市に要求される「移動の質」	移動の質	quality of mobility
		超高齢社会	super-aged society
		コモビリティ	co-mobility
		スローモビリティ	slow mobility
		道路ダイエット	road diet
		マイクロEV	micro-electric vehicle
152	駐車場からのまちづくり—都心部駐車場の密度の観点から	駐車場	parking lot
		附置義務	local government regulations
		国際比較	international comparison
		密度	density
		都心部	inner city
156	歩行者の道路横断実態を重視した実用的な最適信号制御	横断歩行者	crossing pedestrian
		横断速度	crossing speed
		経過時間表示	countdown display
		音響付信号灯器	crossing signal with audible cues
160	二段階横断方式によるサイクル長の大幅短縮	二段階横断方式	two-stage crossing
		サイクル長の短縮	cycle length reduction
		歩行者	pedestrian
		社会実験	pilot survey
164	安全でエコなラウンドアバウトの実用展開・社会実装・普及促進に関する研究	ラウンドアバウト	modern roundabout
		実道実験	field operational test
		交通安全	traffic safety
		交差点改良	intersection improvement
		社会連携	cooperation with society

ページ	タイトル	キーワード	
168	東南アジアにおけるオートバイの都市交通手段としての役割と限界に関する研究	オートバイ	motorcycle
		都市交通手段	urban transport modes
		交差点運用	traffic operation at intersection
		空間効率	space efficiency
172	市民参加型交通安全対策・評価システムの実用化	交通安全	traffic safety
		市民参加	public involvement
		データベース	database
		Web-GIS	Web-based GIS
		ヒヤリハット	<i>hiyarihatto</i>
		ハンプ	speed hump
176	中心・周辺視野の脳部位の同定と交通安全への適用	交通安全	traffic safety
		動体視野	dynamic vision
		加齢効果	effects of aging
		fMRI	functional magnetic resonance imaging
		視覚脳機能マッピング	functional mapping of the visual cortex
180	ドライバーの感情特性と運転行動への影響	ネガティブ感情	negative emotions
		ストレス	stress
		自己コントロール	self-control
		運転者教育	driver education
184	子どもから高齢者までの自転車利用者の心理行動特性を踏まえた安全対策の研究	自転車利用者	cyclist
		高齢者	elderly
		子ども	adolescent
		交通安全教育	traffic safety education
		自転車利用通行帯	bicycle lane
188	プレホスピタルにおける救急車患者搬送の諸問題とその解決法	緊急車両優先信号システム	fast emergency vehicle preemption systems
		現場活動時間	on-scene time
		救命救急のトライアングル	critical care triangle
		多職種連携	multidisciplinary cooperation



ページ	タイトル	キーワード	
192	睡眠障害スクリーニングの普及推進	睡眠時無呼吸症候群	sleep apnea syndrome
		睡眠障害	sleep disorders
		スクリーニング検査	screening test
196	視覚障害者誘導用ブロック(点字ブロック)の設置ガイドラインの作成	点字ブロック	braille block
		視覚障害	visual impairment
		バリア	barrier
		バリアフリー	barrier-free
		警告ブロック	warning block
誘導ブロック	directional block		
200	知的障害者のモビリティ確保のための都市公共交通の課題	知的障害者	intellectually disabled person
		通学交通	commuting to school
		公共交通	public transportation
		方面別スクールバス乗継	connecting with school buses by destination
公共交通利用練習授業	classwork for learning how to use public transportation		
204	地域社会が保障すべき生活交通のサービス水準に関する研究	過疎地の交通	transport in rural areas
		地域交通計画	local transport plan
		計画方法論	planning methodology
		活動機会	opportunity for activities
		ミニマムサービス	minimum service
208	交通安全と交通取締りに関する研究	交通取締り	traffic enforcement
		速度取締り	speed limit enforcement
		飲酒運転取締り	drunk driving enforcement
		違反率	violation rate
		死亡事故	fatal accident
212	危険運転致死傷罪の学際的研究	危険運転致死傷罪	criminal charge of dangerous driving causing death or serious injury
		法改正	amendment
		無免許運転	driving without a license
		DWI court	driving while impaired court
		イグニッション・インターロック	ignition interlock device

ページ	タイトル	キーワード	
216	地元組織と行政との協働による交通まちづくりの円滑な推進	交通まちづくり	urban development for transportation
		生活道路	residential road
		合意形成	consensus building
		ハンプ	speed hump
		車止め	bollard
220	震災危機管理と安全・安心な交通社会の実現	凝集と連携	compactness/connectedness
		多重の備え	redundancy
		回復力	resilience
		しなやかな社会	resilient society
		新しいコモンズ	new commons
		個人の移動の質	quality of trip (QOT)

## 交通・安全学

---

2015年3月31日 第1版第1刷発行(創立40周年記念出版)

編著・発行 公益財団法人 国際交通安全学会

〒104-0028

東京都中央区八重洲2-6-20 ホンダ八重洲ビル3F

電話 (03) 3273-7884

FAX (03) 3272-7054

<http://www.iatss.or.jp/>

©International Association of Traffic and Safety Sciences, 2015

制作 The Japan Times, Ltd.

ISBN978-4-9900252-2-9