

交通流理論の展望

佐佐木 綱*

交通流理論の体系がまがりなりにもできあがってから約20年を経過している。元来、この理論は交通工学（道路工学から分離独立してきた部門である）の基礎理論として誕生したものであり、その研究対象は自動車交通のみであった。しかしながら、自動車以外の公共交通、歩行者交通、航空機、船舶と、その研究範囲を拡げつつある現状である。特に最近では、大気汚染、騒音などの交通公害、交通制御の面に関心が払われるようになってきている。益々多角的な面からのアプローチが必要であり、人間工学、交通経済学、制御工学、応用物理学などの分野との交流・連携が必要である。

On Traffic Flow Theory

Tsuna SASAKI*

Current traffic flow theory is the product of two decades of steady, if occasionally uneven, development and systematization. Since its inception, this field has provided the theoretical underpinnings for the independent applied science of traffic engineering, formerly a branch of road engineering. While this science was originally concerned with only the problems of automobile traffic, research in this area has grown to encompass pedestrian, air, sea, and public mass transit traffic as well. Recently, traffic control and traffic-generated noise and air pollution have been subjects of particular attention. At the same time, the challenge of topical breadth has created the need for a rich variety of research approaches to traffic-related problems. Interfield cooperation and exchange among such branches of applied learning as human engineering, traffic economics, control engineering, and applied physics are a clear necessity.

1. 交通流理論誕生の背景

交通流理論はモータリゼーションを背景とした自動車交通をどのように処理すればよいのかという、きわめて差し迫った課題に答えるべく発生した学問であって、実用性を失っては其の存立の意義が減殺されてしまうものである。

元来、道路というものは自動車のためにできてはいなかったため、モータリゼーションの初期の段階において、交通事故の頻発を招くことになり、自動車交通の安全にして円滑な流れを確保することができるよう道路の造り方、交通規制のあり方、ひいては土地利用を含んだ町造りのあり方といった課題を研究する「交通工学」という学問分野が生まれたのである。

交通工学は米国では、大正15年にすでにハーバード大学の道路交通専攻科の創設により研究が開始されたが、わが国ではずっと遅れ、第2次大戦後の昭和

25年頃からといってよい。

わが国の道路は馬車時代を経験することがなかったために、自動車には全く不適な構造となっていたこともあって、昭和20年代にはとにかく自動車のすれ違いのできる道路にするという道路の拡幅事業が大半を占めることになった。昭和30年代に入ると道路の線形を改良し、走りやすい道路を造ることが要請されるようになり、自動車専用道路が現われることになる。

このような交通工学の必要性の高まりは、モータリゼーションと道路建設との両輪の中でひとつの学問分野として道路工学の中から独立してくることになる。交通工学の隆盛が見られ始めるにつれて、その経験科学的な側面が目につくようになり、もう少し道路交通の基本にさかのぼって、道路交通の流れについての性質を把握しようとする動きも活発となった。道路交通流の性質は、自動車の性質とこれを運転操縦する人間の性質と、これらを走らせる道路の構造とによって規定されるであろう。従って、これら3者のからみ合いを研究することによって、道路交通流の性質を研究していくのが交通流理論の分

* 京都大学工学部教授（交通土木工学）
Professor, Univ. of Kyoto
原稿受理 昭和51年10月8日

野なのである。

何事もそうであるが、新しい分野が生まれるには動機が必要である。交通流理論として誕生の動機となったのは次の3編の論文である。いずれも昭和27～30年のものである。

- 1) G. W. Wardrop : Some Theoretical Aspect of Road Traffic Research, Road Paper 36, Institute of Civil Engineers, 1952.
- 2) L. A. Pipes : An Operational Analysis of Traffic Dynamics, J. Applied Phy. 24, 1953.
- 3) E. Kometani : On the Theoretical Solution of Highway Traffic Capacity Under Mixed Traffic, 京都大学工学部紀要, 1955.

このような研究論文を背景として、国際的に連携し研究を進めて行こうということで、ゼネラルモータースのハーマン(米国)、英国道路研究所のウォードロップ(英国)、アデレイド大学のポッツ(オーストラリア)等が中心となって、第1回目の国際シンポジウムを昭和34年12月、極寒のデトロイトで開催し、名実ともに国際的に交通流理論の旗揚げを行なったのである。

2. 交通流理論に関するシンポジウム

交通流理論の研究者は主流である交通工学関係者の他に、応用数学、制御工学、応用物理学者を加えた境界分野の人達でスタートしているが、漸次、経済学者、生理学者を含めた総合的なものへと発展しつつある。

昭和34年の第1回目から開催されてきた国際シンポジウムは次のとおりである。

第1回目	昭和34年12月	デトロイト(米)
第2回目	昭和38年6月	ロンドン(英)
第3回目	昭和40年6月	ニューヨーク(米)
第4回目	昭和43年6月	カールスルーエ(独)
第5回目	昭和46年6月	パークレイ(米)
第6回目	昭和49年6月	シドニー(濠)
(予定)第7回目	昭和52年8月	京 都(日)

このうち初回から第4回目までは交通流(traffic flow)のみに関するテーマであったが、第5回目からは運輸(transportation)を加えて、運輸交通流理論シンポジウムとなってきている。参加者数は100～150名である。

シンポジウムに提出される論文数は30編強であり、応募論文80～120編の中から審査によって選択され

てきた。シンポジウムに提出された論文の内容は次頁のTable 1に示すような推移である

このTable 1からわかるように、研究内容は交通の流れからネットワーク・ルート配分へ、さらに交通手段の選択から公共輸送・環境問題(排出ガス等)へと時代の要請を背景にして変遷している。

3. 交通流理論の特徴

これまでのシンポジウムの発表内容にも見られるように、交通流理論の研究対象は漸次社会の要請によって変わってきているが、その研究方法において共通の性質が存在する。すなわち、問題の記述であるとか理論あるいは主張の展開が数学モデルないしは理論的計量モデルになっていることである。

すでに述べたように、交通工学の基礎理論としての交通流理論の発展は応用数学で代表される土木工学以外の分野の人達によって担われた部分が大きく、研究手法はオペレーションズ・リサーチそのものを無二の手法とする雰囲気が強かったので、交通流理論は米国英国ではオペレーションズ・リサーチの一部門として発展を見るに至っている。道路交通の運用管理は全くオペレーションズ・リサーチそのものに他ならないからである。そしてオペレーションズ・リサーチは交通流理論よりも10年早い昭和20年初期にその誕生を見て、より大きな発展を遂げていたからである。

交通流理論のこのような推移から見て、自転車あるいは徒歩の交通を、オペレーションズ・リサーチの立場で研究した論文は、交通流理論に含まれる。また一層広く解釈して、交通を生じさせる土地利用そのものを含んだ都市計画的な立場からの交通問題への接近も(われわれがしばしば数理都市計画と呼んでいる分野も)、交通流理論として取り扱っている。このように、将来においては交通流から交通理論へ発展していくものと思われる。

研究内容は次第に拡大されていくが、研究手法には共通性が高く、交通の流れ、もしくは交通の発生を、数学的モデルもしくはシミュレーションモデルによって表現し、交通の流れの安全にして円滑な管理運用と交通の発生の計画・制御を狙いとしている。

4. 研究内容と今後の課題

歴史的に研究内容の変遷をみると、自動車の流れを研究対象としたものが多いことは当然であるが、漸次、バス、鉄道などの公共輸送機関の運用に関す

Table 1 シンポジウムにおける論文内容
Classification of articles reported at the symposia

	1車線交通流	多車線交通流	交通制御	ネットワーク	交通発生・ルート配分	手段選択	公共輸送	交通計画(立地含)	環境
第1回	9	1	1	2	2				
第2回	11	2	5	7	4				
第3回	14	7	9	5	5				
第4回	7	4	12	7	11				
第5回	4	0	6	0	5	5	5	5	
第6回	3	3	4	4	9	3	6	1	1

るものが増加しつつある。また空港における航空機の離着陸という交通現象、高層ビル内のエレベータの運行管理などにも研究対象が移りつつある。

現在までの研究課題にとらわれずに、交通(流)理論の研究内容を分類してみると次のようになる。

(1) 交通物による分類

- 1) 自動車交通
- 2) 公共交通(バス、鉄道、タクシー)
- 3) 自転車交通
- 4) 歩行者交通
- 5) 新交通機関(PRT、CVS、動く歩道等)
- 6) エレベータ
- 7) 航空機
- 8) 船舶
- 9) 貨物(コンテナ等)

(2) 交通路、交通施設による分類

- 1) 道路(街路、高速道路、トンネル等)
- 2) 駐車場、駅前広場
- 3) バスターミナル
- 4) トラックターミナル
- 5) 鉄道(地下鉄、路面電車、幹線鉄道)
- 6) 駅舎(通路、改札・集札口等)
- 7) 空港(滑走路、ターミナルビル等)
- 8) 港湾(航路、バース、倉庫等)

(3) 研究対象による分類

- 1) 交通路及びその付属施設に関する計画ないしは設計に役立つもの
- 2) 都市あるいは地域計画としてとらえられるもの
- 3) ネットワーク(交通路の配置や駅の位置)の決め方に関するもの
- 4) ネットワーク上での交通物の運用と管理に関するもの
- 5) 輸送や交通の効率向上に関するもの(交通制御、経済評価を含む)

- 6) 交通の安全性に関するもの(事故分析、信号制御、照明、交通規制等)
- 7) 交通環境に関するもの(排気ガス、騒音等)
- 8) 交通現象(流れ、渋滞、待ち合せ、衝突等)に関するもの

このように研究内容は多岐にわたるが、交通流の性質そのものの研究から次第に交通の安全性、環境改善を目指した研究へ移行していくものと思われる。自動車交通から公共輸送重視への研究転換、関連する境界分野との密接な連携等今後に残された問題も多いようである。

関連分野として今後連携していくべき必要性の高いものは、従来の交通工学、オペレーションズ・リサーチのほか人間工学(疲労、視認、交通心理等)、制御工学、安全工学、環境工学、交通経済学、財政学、地域計画などがあげられよう。

昭和52年8月14~16日には京都国際会議場において、第7回の運輸交通流理論の国際シンポジウムが開催される予定であり、多数の若い研究者が一堂に会するものと期待される。