

国土交通政策研究所 第172回政策課題勉強会 概要

日時：平成27年2月4日（水）12時30分～14時00分

講師：東京大学 先端科学技術研究センター 教授 西成 活裕 氏

テーマ：自然に学ぶ交通政策 ～ソフト・ハード・人～

1. はじめに

自然は渋滞をうまく避ける仕組みをたくさん持っている。その知恵を人間の社会に活かすことは渋滞解消にもつながる。このような発想から本日の講義は「自然現象から学ぶ」ことをテーマにしている。

従来の渋滞に関する理論はオペレーションリサーチの「待ち行列理論」による「OUT より IN が多くなり、出入りのバランスが崩れたときに渋滞が発生する」との考えであるが、これは現実と合わないことが多い。

そのため現実には渋滞を考える研究として、数学を用いたASEP（非対称単純排除過程）が1993年に確立され、これを渋滞の解消に活用するため独自で数理科学をベースとした渋滞学を始めた。

2. 渋滞の考え方

（1）渋滞の定義

渋滞で大事なポイントは2つある。1つ目は「臨界現象」と呼ばれ、ある密度以下であれば渋滞は自然解消するという事。2つ目は渋滞は進行方向と逆に進んでいくということ。高速道路で考えれば、25台/kmが臨界であり1kmに25台以下であれば渋滞は自然解消される。また渋滞は進行方向とは逆に15～20km/h後方で発生することになる。

渋滞の定義は「首都高速道路は時速20km以下、その他の高速道路は時速40km以下」となっているが、科学的に見ると「渋滞は流量が減少すること」であるから、高速道路では25台/kmと定義する方が良いのではないかとも思う。また、同じようなことが人の混雑にもあてはまり、人の場合は「1.8人/m²からが渋滞（混雑）」と定義できると考えられる。

（2）高速道路での自然渋滞の解消

自然界のアリを3ヶ月観測した結果、速度は密度によらずほぼ一定であり、渋滞高密度は観測されないことがわかった。つまりアリは「混んできても詰めない」ことにより効率を保っていることが明らかとなった。これは2億年とも言われるアリの進化の過程で培われた能力である。

このメカニズムはアリの事例だけにとどまるものではなく、走行実験においても詰めて走行する車列よりも、ある程度間隔をあけて走行した車列の方がトータルで、ある地点を通過する時間は短いことがわかった。小仏トンネルにおいて、車間距離を一定に保った実験を

行った際にも、渋滞発生 の 5 km 手前で減速する方が、結果として全体の交通流量は回復することが確認できた。

このことから渋滞を無くすには「スローイン・ファストアウト」が究極の渋滞解消法であることがわかる。しかし実際には、逆の「ファストイン・スローアウト」の走行をしている人が多いため、「スローイン・ファストアウト」を組織的に行うことで渋滞を無くすことを提案したい。

(3) 合流地点での渋滞の解消

高速道路の合流地点における渋滞解消については、合流地点から一定程度「車線変更禁止線」を設けることを提案したい。これにより「ファスナー合流とも言える自然な交互合流」を作り出すことが可能となる。「車の走行」実験は実施できてはいないが、「人の徒歩」での実験でこの策の有効性が確認された。

3. 時間短縮の事例

(1) 避難口付近の障害物の設置

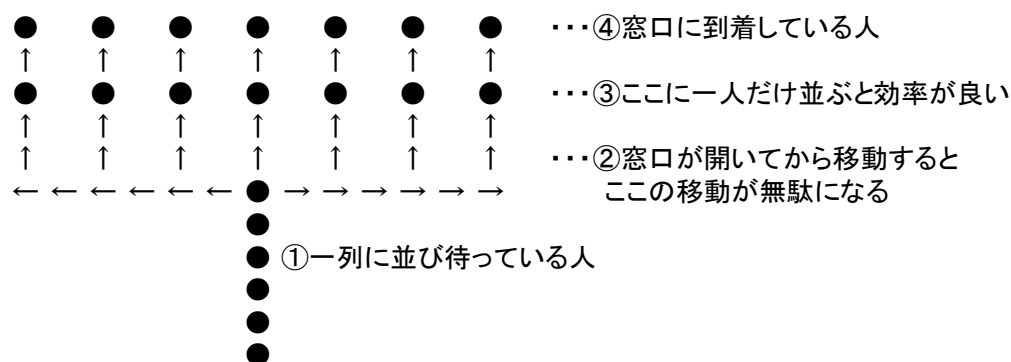
出口が 1 つしかない部屋から多数の人が避難する場合、出口付近に障害物を置いた方が総避難時間の短縮になることが、シミュレーション及び実験でも確認された。これは電車などでも応用できるものと考ええる。

(2) 出口の配置

仮に 1 つの部屋からの退出を考えると、出口の位置は中央よりも角の方が早く出られる。しかし全館避難を考える場合、必ずしも 1 つの部屋の場合と同様にはならず、中央に出口を設置する構造の方が、総避難時間が短くなることもある。

(3) 並び方の工夫

複数の窓口がある場合は待機列から窓口までの移動時間に無駄を生じる可能性がある。その場合は単純に一列に並ばせるのではなく、各窓口 to 次の一人を後ろに並ばせた方が効率が良い。



4. 「科学的ゆとり」のススメ

早く行きたくても「ちょっと我慢するとトータル得をする」「わざとゆっくり行った方

がはやくなる」「損をして得を取る」のように、将来プラスになることを計算してあえて最初はマイナスをとる、曲線で言えば「Jカーブ」ができるような国民性や教育が必要と感じる。このようなゆとりを私は「科学的ゆとり」という言葉で表現している。「ゆとり」は目的を決めずに自由時間を設けることだが「科学的ゆとり」は計算尽くで得することである。

科学的ゆとりの例として「電車は一本待った方が空いている」ことが挙げられる。これは数学的に証明できる。私が渋滞学から学んだことは昔から日本で言われている「損をして得をとれ」「急がば回れ」などの真理に繋がるように思う。

5. 今後のあるべき交通政策

(1) 多角的な解決方法

「いつもこの歩道は混んでいて歩きにくい!」といった苦情への対応策を考えた場合、

- ① 土木工学系の人、インフラ建設で解決と考え、道を広げる工事をする
 - ② 情報工学系の人、ソフトや情報提供などで解決しようと考え、混雑情報をネットで提供する
 - ③ 人文社会系の人、人の教育・支援・協力、広報が必要と考え、人の教育をする
- 等の上記の3つの提案がおおよそ考えられる。

大切なことは「この3つの中のどれか」を考えるのではなく「3者が協力」することであり、何が全体最適なのか考える必要がある。

(2) 渋滞アセスメントの必要性

「渋滞アセスメント」による街づくりを組織的に行うことが大事と考える。例えばLOS (Level of Service) を導入することにより、「空間の価値」を定量化して表すことで渋滞や混雑に目を向ける必要があるのではないかと考える。

6. 最後に

海の魚「ほっけ」は、海面付近のプランクトンを食べようと水面付近に上昇すると鳥に食べられてしまう。それを避けるため、群れで泳いで渦を作りプランクトンを海中に引き込んで安全に餌を得ている。これは協調することで生き残る術であり「自分ばかり」と考えるのではなく「全体を考えなければならない」と自然界が教えてくれている良例だと思う。

「最適」を求めようとすれば多額のコストを要し環境変動に弱くなってしまう。そこであえて「準最適」を求めてはどうだろうか。長い目で見たときに何がベストなのかを考えて政策を作っていくことが大事だと思う。

～質疑応答～

<問1>

道路の構造の問題点を教えて頂きたい。

<答1>

高速道路は「坂道」と「見通しの悪いところ」が渋滞のポイントとなるが、新東名

はほとんどそのようなところは無くすばらしいと思う。一般道は右折のレーンが短すぎて車両全部が入れない所は本線まで混んで渋滞になっているケースがある。海外では右折を無くしたところもあるほど、右折の考え方は大事だと思う。

<問2>

渋滞や混雑は「みんなで待てば良い」のはわかるものの、普通は割り込まれてしまう。管理者がいなくて全体に普及させるためにはどうしたらよいのか。

<答2>

子供への教育は大切である。社会的にインセンティブを与えるというのも考えられる。例えば、適切な車間距離をあけた方への表彰や高速料金の値下げなどがある。「ゆっくり行った方が早くなる」ということを広報することもある。しかし理屈はわかっていてもなかなか難しい。

<問3>

車を自動運転化するなど技術で全部カバーすることについてはどのように考えられるか。

<答3>

自動運転は高速道路や僻地など限定すれば良いと思う。ただし街中で使うことは懐疑的であり、人間力をおとしめる技術はいらないと個人的には考える。線引きは難しいが、社会的必要性を議論していく必要があると思う。

<問4>

コンテナターミナルの渋滞問題に対して予約システムを導入することは、有効性があると考えられるか。

<答4>

予約システムはみんなが守れば有効だが、予約時間外に到着することにより結果的にターミナル付近で待つ車が発生するため現実には難しい。ルール作りが大切である。

<問5>

「準最適」についてももう少し教えて頂きたい。

<答5>

例えば「ルート A は1時間±30 分かかる」、「ルート B は1時間 10 分±5 分かかる」という場合、平均で考えるとルート A が良い。しかし揺らぎ（分散）を考えるとルート B が早いこともある。よって、この「揺らぎを小さくする」ことが重要であると考えている。