

〔研究報告〕

車のスリップストリームとITSの実用化

藤井 修*

Slip Stream of Cars and Practical ITS

Osamu FUJII

Abstract

This paper proposes a new system of roads and railways that effectively combines the inherent advantages of car and train. The system also takes advantage of high quality roadway with few curves and slopes and can be used under any weather conditions. In this system, it will be possible to provide electricity to trains and hybrid-trucks running on solar batteries, creating a sustainable system. Both the mobility of diesel-engine trucks and traffic flow will improve dramatically. This system can make trucks run underground in the center of Tokyo, a long tunnel, or an undersea tunnel, and a revolution will occur in the transport system. This system should be the first model to be supported financially by the government, because automatic driving and convoy run will be easier. This system could possibly also improve the economic situation of railroad companies.

Keywords: practical slip stream, ITS, hybrid car, solar train, tunnel-slip stream

1. スリップストリームの効果

F1やルマン24など高速のレースでおなじみのスリップストリームの省エネ効果について実験してみた。スリップストリームというのは前の車に接近追走することにより、自車の走行抵抗を減らすことである。今回は自動車でスリップストリームをしたら燃費の効果があるか、実際に高速道で4トンのトラックとその後ろで乗用車のシビックをスリップストリームで走らせて実験してみた。あまり車間距離を近くすると危ないので安全な範囲で行った。その結果、普通のスリップストリームで5mの車間で燃費が12パーセン良くなったことがわかった。しかしどうしてもブレーキを踏むため危険である。横風に弱く、接近しないといけないので危険なのでブレーキを踏むので燃費が向上しない。

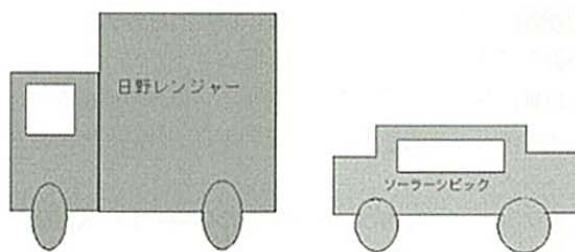


図1 シビックとトラックによるスリップストリーム

* 交通機械工学科
平成19年5月9日受理

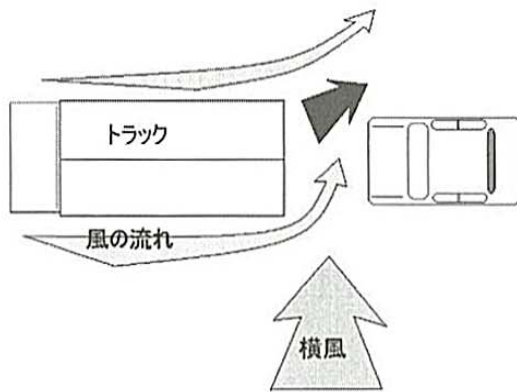


図2 通常のスリップストリームは横風に弱い、接近しないといけないので危険、燃費があまり向上しない

2. ITS (Intelligent Transport System)

過去において、自動車メーカーおよび自動車技術者は自動車単体の性能アップに力を注いできたが、信号の制御など、道路と自動車の関係などシステムとして捉えて、交通事故、交通渋滞公害、エネルギー問題などを解決する目的でITSが始まった。1994年パリで第1回国際会議が開催された。1995年に横浜で第2回国際会議が開催され、筆者も参加した。参加した理由は筆者が電気自動車を研究しているが、電気自動車は制御がシンプルで、自動運転に向いているからである。ITSの目指すものを箇条書きにすると下記ようになる。

- 列車、飛行機、レンタサイクルと自動車の連携をインターネットで調整し、一番良いルートと時間を決めるシステム
- デマンドバスは客が、停留所でない場所でバスに乗れるシステムです。
- シンガポールでは高速道路料金が時刻に違う事によって渋滞を緩和させている。
- ETCは高速道路の料金収受システムで、渋滞を緩和する目的で考案された。
- GPSを利用してピンポイントで盗難事故や事故に対応して救急車を配備する。これは事故や盗難を効果的に防いでくれるので、すでに実用化されている。
- カーナビ、自動運転、コンボイ走行、先進安全車

3. スリップストリームの実測

3.1 実験内容

高速道路を100km/hで走行する。

- ① まずは、スリップストリーム無しで走行し、

その時の燃費を計測する。

- ② 次にスリップストリーム時を測定する。

トラックの後方を走行し、それぞれ、車間距離を10m, 5mと2種類走行し、その時の燃費をそれぞれ計測する。

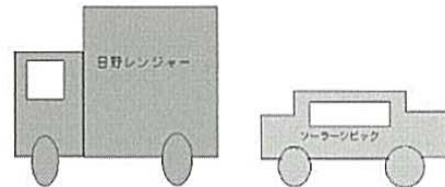


図3 高速道路をトラックが走り、その後を乗用車が追走する

3.2 実験結果

広川一久留米一鳥栖を計測しました。

表1 スリップストリームの燃費効果

	平均燃費 (km/ℓ)	比 (%)
スリップストリーム無し	21.8	100
車間距離13m	22.2	102
車間距離5m	24.9	112

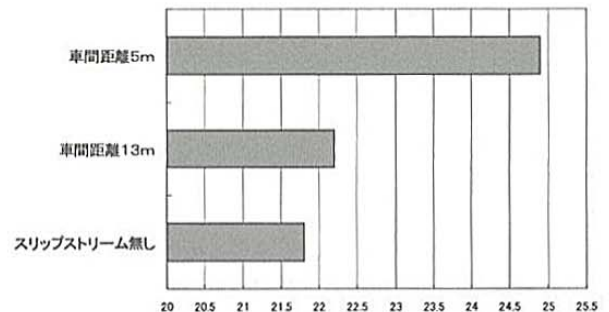


図4 スリップストリームの燃費向上効果

このことから、スリップストリームが燃費向上に使えることがわかりました。また、近いほど燃費がよくなることがわかりました。今回の実験で、トラックの後方を走行しているとき、燃費計の数字が少しずつ上がっていくのを見て、スリップストリームで燃費がよくなる事を実感しました。

4. スリップストリームとスバルの車間保持装置

私たちは、燃費をよくするために、どうするかを考えました。そして「スリップストリーム」に着目しました。スリップストリームは、今までレースなどにはよく、使われていましたが、一般車に使われることはほとんどあ

りませんでした。スリップストリームが実用的なのかをトラックの後ろを乗用車が追走する実験し、結果12%燃費がよくなりました。また、それを具体的にどう利用していくのかを考えていると、車間保持機能(SIレーダークルーズコントロール)付きの車が販売されたのを知り、研究をはじめました。以前第2回ITS国際会議が開催された時、ダイムラークライスラー社が30cm間隔で車をコンボイ走行させ、ITSの例として公表しましたが、販売はしていません。しかし、スバルとレクサスは車間保持装置付き車体の販売を開始しました。この販売がITS実用化を促すかもしれません。

5. 最新技術「SIレーダークルーズコントロール」

今、新技術では、スバルのレガシーが、「SIレーダークルーズコントロール」機能が搭載されています。「SIレーダークルーズコントロール」とは高速道路での走行から、渋滞走行～停止付近までスムーズに追従走行ができる機能です。つまり一定の車間で自動的に走行できることを意味します。

自車線上に自車より遅い走行車を検知すると減速し、適切な車間距離で追従走行します。車間距離は「長」「中」「短」の3段階で検知することができます。SIレーダークルーズコントロールの目的は、主に運転手の負担を軽減するためにつけられています。これによりドライバーは大幅に負担が軽減され疲労による判断力の低下などの原因で起こる事故は、減少すると思います。

しかし、ドライバーがこの機能を過信しすぎると、事故を引き起こしてしまう原因にもなりかねないと思いました。スリップストリームは実際に燃費がよくなることが分かりました。だけど、レースには多く用いられていましたが、一般車では用いられることがありませんでした。SIレーダークルーズコントロールはドライバーの負担を軽減させるために開発されており、このシステムの

延長には、自動ドライブシステム的なものがあると思います。これら二つのことを、あわせることでスリップストリームを一般車に用いることができ、燃費を向上させることができます。また、環境の面でもしっかり貢献できると思います。

6. 実用化とトンネルスリップストリーム

スリップストリームの燃費上の効果は期待できる事がわかってきましたが、実用化にあたって今まで危険なので実用化はされていなかった。しかし今回は、燃費向上を期待できる車間保持装置をつけた自動車が販売されたので、実用化は可能と考えられる。しかし実用化が達成されるまで問題が山積しているように見える。まず見知らぬ他人の車がすぐ後ろを走行するのは非常に迷惑である。同じ系列の運送会社のトラック同士が、コンボイ走行するのは可能と思われる。しかし、車間が10メートル以下にすることは危険がつきまとうと思われる。筆者がEVS22で発表したトンネルスリップストリームを使えば、50メートルの車間で安全に60%燃費を削減できる可能性がある。文献1)

7. トンネルスリップストリーム

トンネルスリップストリームとは図6のような東京の地下にある物流基地へ行くための循環している環状線や図7のように東京大阪間的高速道路の両端をつないで環状にしてトンネルスリップストリームによる循環風を使い40%のエネルギーで走行できる。これらの方法は個人の車には応用しがたいが、運送会社のトラックには効果が期待できる。運送会社のトラックが50メートル間隔で自動運転で走行すれば、40%の燃費で走行できる可能性がある。

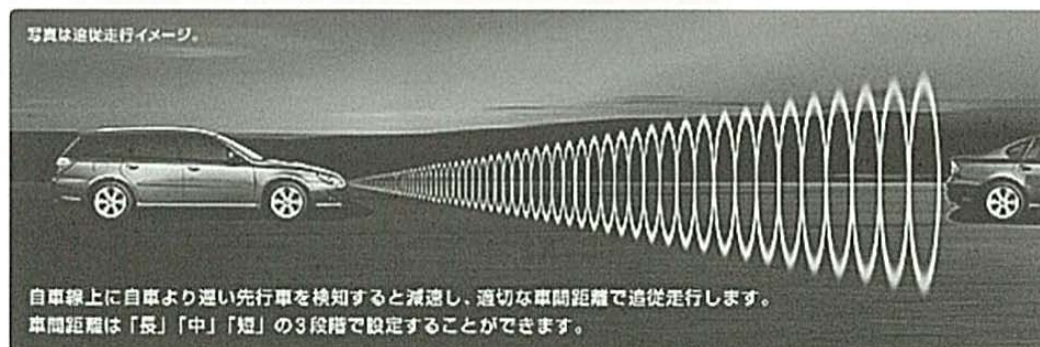


図5 SIレーダークルーズコントロール

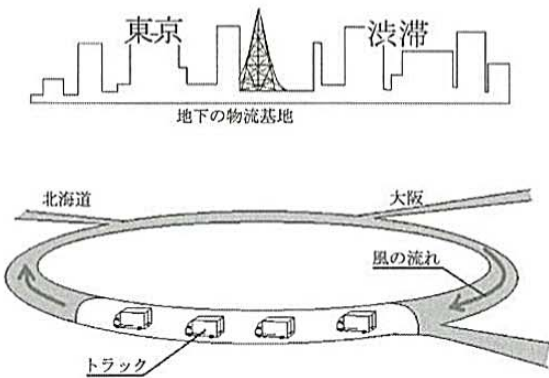


図6 東京の地下に物流基地構想にトンネルスリップストリームが使える

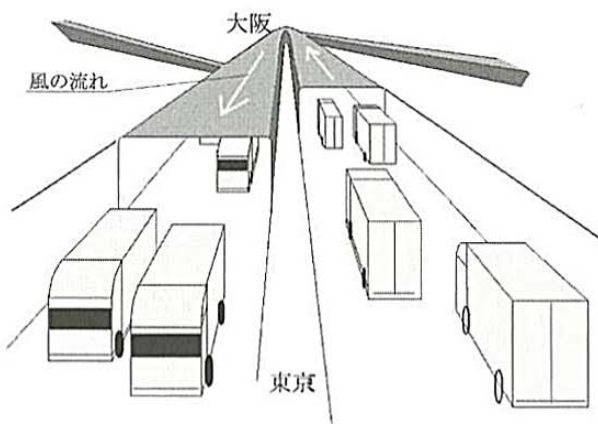


図7 東京-大阪高速道路を地下のトンネルスリップストリームシステムにより循環風を使い40%のエネルギーで走行できる。運送会社の費用がかかるのは運転手の人件費であるが、それを自動運転により大幅縮小することが可能

結 論

スリップストリームの実験から通常のスリップストリームは、車間距離が5mほどで効果(燃費12%向上)が現れることが実測によってわかった。しかし、接近するのは危険で、また、横風にも弱いので、レース以外実用化されていなかった。文献1)でしめされているようにトンネルスリップストリームは40%のエネルギーで走行できる事になる。トンネルを使えば通常スリップストリームのように接近しなくても50mでよいので、安全に運転ができる事を意味している。図6は東京の地下に物流基地を構想した場合です。東京は渋滞で、トラックにとって過酷な状況です。しかし、ハイブリッドトラックのモーターで地下を走行すれば、電車のように地下を走行できます。図7のように東京大阪の地下にトンネルスリップストリームシステムを採用すれば、ハイブリッドトラックは循環風を使い40%のエネルギーで走行でき、この場合のトンネルスリップストリームでは50メートルの車間で十分効果がある。運送会社の費用がかかるのは運転手の人件費であるが、それを自動運転により大幅縮小することも可能である。物流に関して、自動運転によるスリップストリームは実用化は可能であるという結論に達しました。このトンネルスリップストリームをEVS22で発表しましたが、日本人より海外の人から評価とはげましを受けました。文献1)

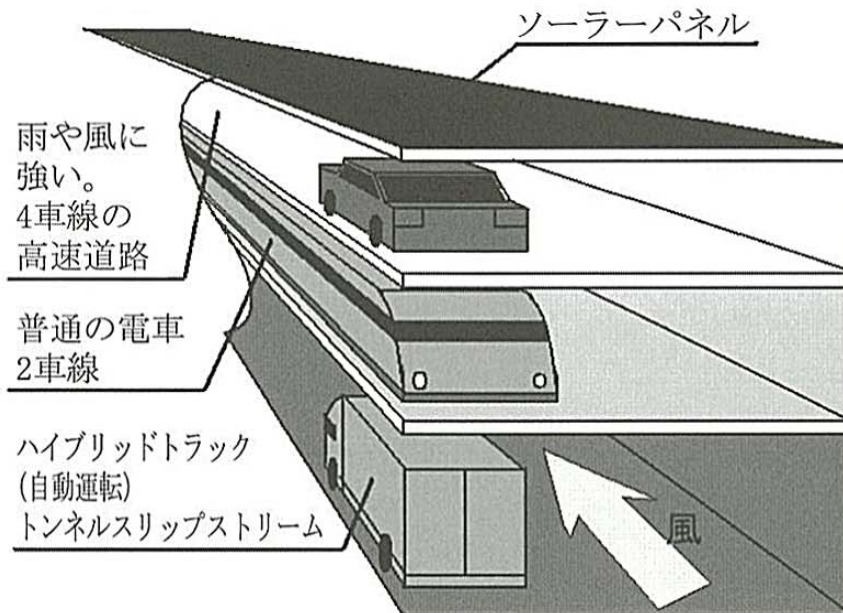


図8 最上階は普通の自動運転なしの4車線の高速道路であるが、ソーラーの屋根があるので、雨や雪に強い全天候型道路である。

文 献

1) OSAMU FUJII, HIROSHI SHIMIZU “Tunnel Slip Stream and Super Eco-Driving (Solar Train

-Hybrid Truck System)”: The Proceedings of the 22th International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium (October 23-28, 2006. Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan), CD-ROM