

駒場リサーチ  
キャンパス公開講演

## 「渋滞解消の秘策！—渋滞のメカニズムと対策」

桑原 雅夫（東京大学生産技術研究所 教授）

ご紹介ありがとうございました。桑原です。皆さんこんにちは。今から約50分ぐらいの時間で、「渋滞解消の秘策」と題しまして、私の考える秘策を3つほどご紹介したいと思います。

先ずはその前に、渋滞現象のイロハを少しご紹介したいと思います。

(スライド)



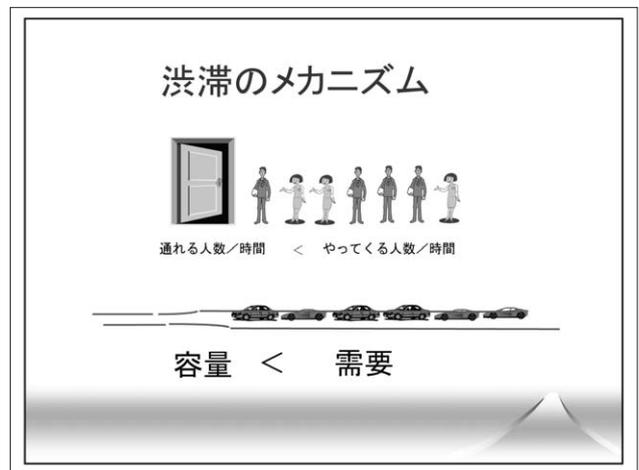
これは左側が一般道路で、右側が首都高速道路4号線ですが、渋滞の様子を撮影した写真です。皆さんこの辺に住んでいらっしゃるでしょうから、日常目の当たりになっている渋滞だと思います。

ご承知の方もいるかもしれませんが、渋滞が起こればなせ悪いかというと、時間の損失が出てしまいます。30分で行けるところが1時間かかるとなると、30分ぶん自分がロスするわけです。そういうロスした時間をお金に換算するというをよくやります。これは国土交通省が出した数字ですが、日本全国の年間の時間損失を金額換算すると、約12兆円という数字が出ております。GNPの2%以上という膨大な数字であります。

それから交通事故です。渋滞の中では事故率がきわめて高くなってしまいます。10倍以上というふうにいわれております。したがって、事故に対しても非常に交通渋滞というのは悪さをします。人間が事故を起こして亡くなったり負傷したりするということの金額換算も行われておまして、年間約4兆円とか5兆円というふうにいわれております。

それから環境負荷、これは大気汚染とか騒音・振動、こ

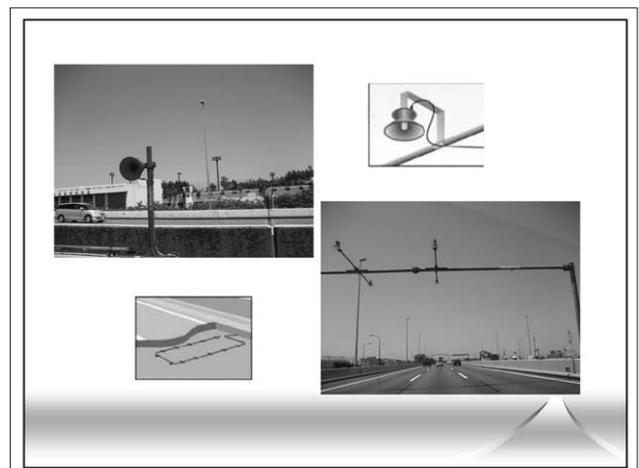
ういったものにも渋滞はもちろん悪さをするわけです。(スライド)



それでは、渋滞はどうして起こるのでしょうか。メカニズムというほどのことはないのですが、容量と需要との関係、これがアンバランスになりますと渋滞が起きるわけです。

需要というのは皆さんおわかりだと思いますが、道路を使いたい車の台数です。左側に書いてあります容量というのは、道路の能力のことを指します。

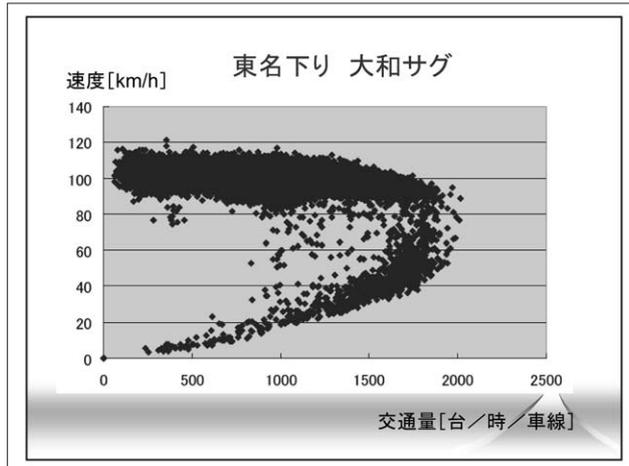
(スライド)



道路の能力を例えばこのような車両感知器などで測るのですが、右側の上にあるのが超音波式の車両感知器です。これは首都高速道路とか一般街路にはよくつけられております。皆さんごらんになったこともあるかもしれません。

それから左下は、ループコイルの車両感知器というもので、都市間高速道路、すなわち東名とか関越とか東北自動車道などにつけられておりまして、こういった機器を使って、そのところを通過する車の台数をカウントするということをやります。

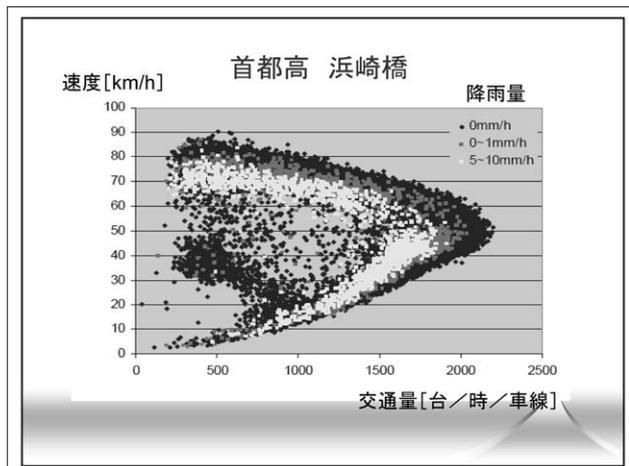
(スライド)



これはその一例ですが、横軸が交通量です。一車線当たり1時間に何台通ったかという数字です。縦軸が速度です。ですからこちら側は渋滞がないような状態で、渋滞してくると、こういうふうなカーブになります。

道路の能力ですが、大体一番交通量が流れているところ、この例ですと、1時間当たり1車線当たり2,000台ぐらい流れていますが、これ以上は道路の能力として流せないということになります。これは東名高速道路です。

(スライド)

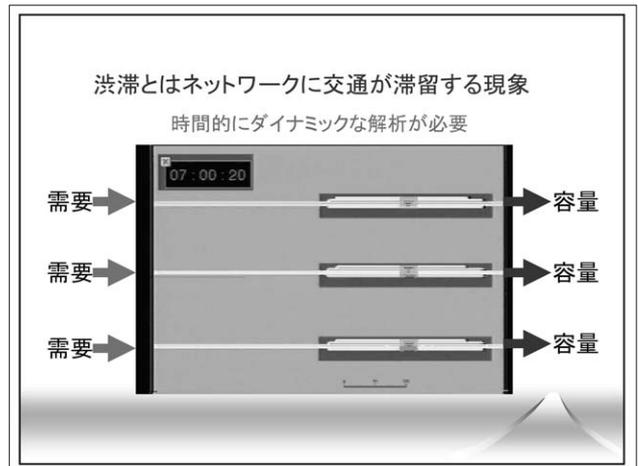


こちらは首都高速道路で測ったものですが、青いプロットが雨が降っていないとき、これだと1車線当たり1時間に2,000台以上流れるのですが、これおもしろいんですけど、1ミリぐらいの雨が降っただけで、これだけ違ってきます。5ミリ以上降ってくると、今度黄色の点になって、またどんどん道路の能力が下がってしまうのです。

私もこの図を書くまでは、こんなにきれいに雨によってそのプロットが分かれるとは思っていませんでした。このように雨の影響とか、大型車がたくさん通っているとか、

さまざまな要因で、道路の能力は変化しますが、おしなべてまとめますと、大体一車線当たり1時間に2,000台ぐらい流れるということになります。

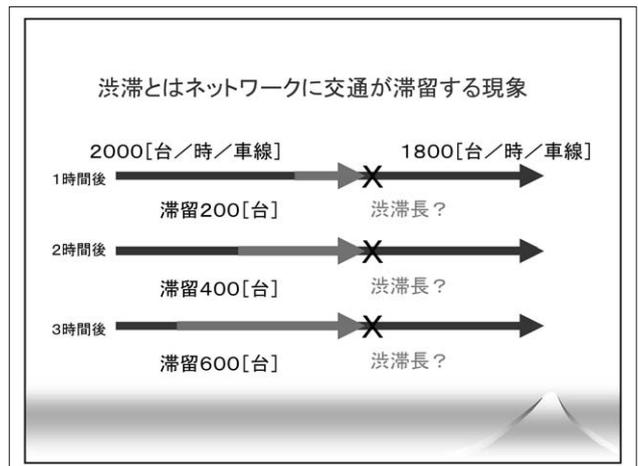
(スライド)



先ほどいいましたように、このような道路の能力を超える需要がやってくると渋滞が起きてしまうというわけですが、これが一つのアニメーションです。簡単のために高速道路の料金所をイメージしているのですが、道路の能力を超える需要が左側からやってくるので、今ここで渋滞が起きてしまっているわけです。

だんだん車がたまっていきます。こういうふうに渋滞というのは伸びたり縮んだりするものですから、時間的にダイナミックな現象で時間軸を考えた解析が必要だということになります。

(スライド)

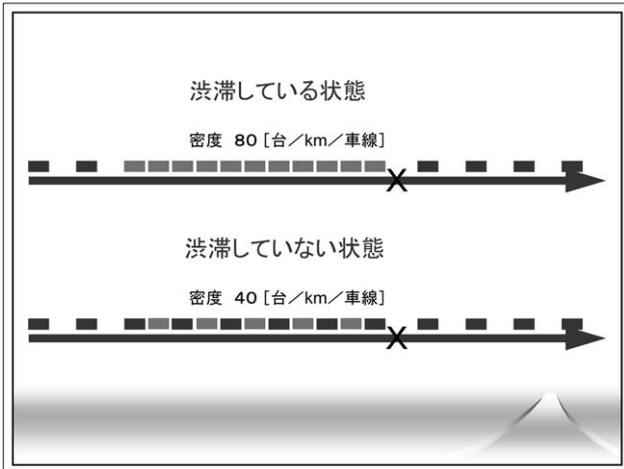


例えば料金所とか事故が起きて、あるところがボトルネックになってしまい、そこの能力が約1,800台/時間/車線しかなかったとしましょう。そこに左のほうから2,000台/時間/車線の需要がやってくると、1時間たちますと、そのボトルネックの手前に200台滞留することになります。同じ状態がもう1時間続くと滞留台数が400台、3時間続きますと600台になってしまいます。

こういうふうに滞留台数は差し引き計算ですぐわかるのですけれども、私たちよくニュース、ラジオで聞く渋滞長

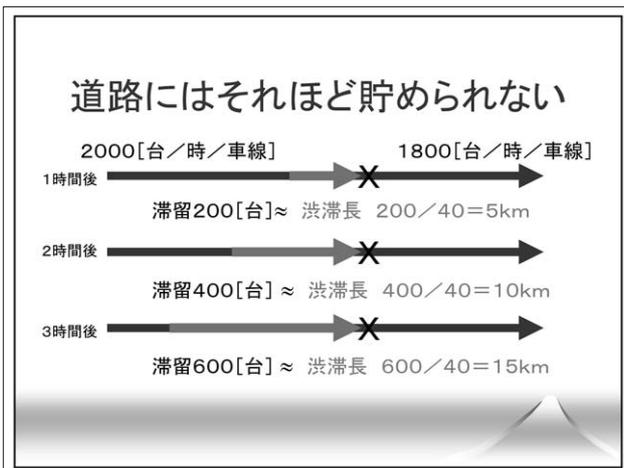
はいったいどのくらいになるのでしょうか。例えば200台たまったら渋滞がどのくらいになるだろうかというわけです。渋滞長について少しご紹介したいと思います。ちょっと車がたまっただけで意外と長い渋滞になってしまいます。

(スライド)



先ほどの車両探知機などを使って、渋滞中に何台ぐらい車がいるかということを見てもみますと、平均的には1キロに約80台ぐらい車が走っているような状態になります。ところが渋滞していないと、もうちょっと車間距離があきますから、約40台ぐらいが走っているような状態になります。したがって渋滞していない状態から渋滞している状態に移行するためには、この間に1キロ当たり40台ぐらい車を追加してあげればよいわけです。

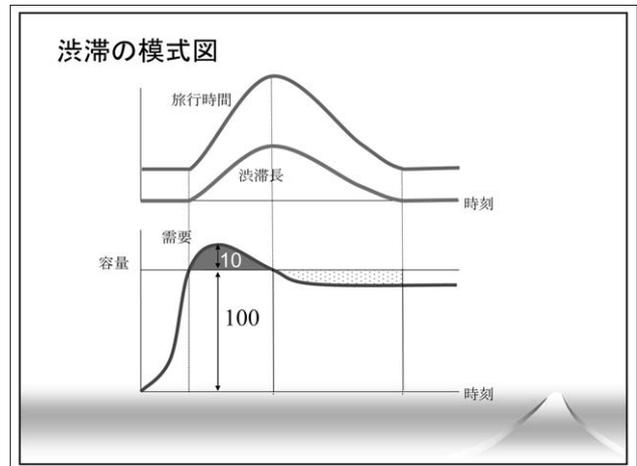
(スライド)



ですから200台たまっただけでも5キロ、600台になると15キロぐらいの渋滞に相当することになってしまいます。つまり道路にはそれほど車はためられないということが渋滞の一つの大きな特徴だと思います。

(スライド)

今いったことをもう少し工学的に説明したのがこの図ですが、この図は横軸が時間で、縦軸が車の台数です。今、ある一本の道路を考えて、その道路の能力がこの高さだったとします。そこに青い線のような需要がやってきたとす



ると、この時間から需要が容量を上回りますので渋滞が始まります。この面積の部分だけは道路にたまってしまいます。さらに、需要が容量の値に下がってきた時刻になっても渋滞が解消するわけではなくて、この時刻まではずっと捌け残った需要が溜まり続けている状態です。渋滞が解消するのは、この需要が容量以下になって、たまった車がだんだんはけていって、こんなに遅い時間に渋滞が終わるということになります。

私たちは渋滞を計測するときに、渋滞の長さとか旅行時間とかそういう尺度でみますから、それを重ね合わせてみますと、旅行時間とか渋滞長というのは、こんな格好になります。つまりこの時刻までは捌け残りがずっとたまり続けるわけですから、渋滞の長さや旅行時間が一番長くなってしまふということになります。

もっといいますと、よく渋滞対策をするときに、一番渋滞がひどいときに何か対策を打つというのがいいというふうに思いがちです。つまりこの時刻に、一番ひどいから渋滞対策をしようと思いがちなのですが、この時刻というのは需要の超過というこの原因がもう終わってしまっている時間なので、もう対策をしても遅いことになります。渋滞対策のポイント、渋滞が開始したときに、とにかく何か手を打つということで、それが一番効果的だというのがイメージできるのではないかと思います。

道路の能力を100とした場合に、この需要の超過分というのはどのくらいかといいますと、たかだか10%程度あります。先ほど言いましたように、ほんのわずかな需要の超過であっても道路にはそんなに車がたまりませんので、渋滞の長さになると10キロとか20キロには簡単になってしまうということでもあります。

(スライド)

私たちが東京近郊で測った例ですが、このように10%に満たないような超過需要でも大きな渋滞が始まっているというわけです。

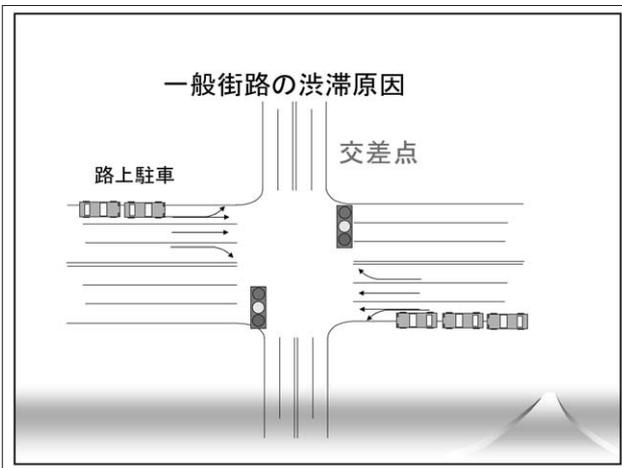
ただし、これを裏を返しますと、ほんのわずか道路の能力を上げてあげる、あるいは需要を少しだけ調整することで大きな渋滞が大幅に軽減できる可能性があるということになります。

### 都市内平日ピーク時の超過需要

青梅街道 :	約	3 - 5 %
環状 7 号線 :	約	7 %
首都高速 4 号線上り :	約	10 %



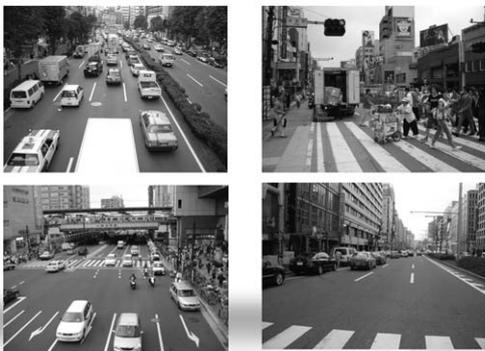
(スライド)



ここから私の考える秘策その1なのですが、まずは一般街路の渋滞についてです。一般街路の渋滞というのは、ほとんど交差点で起きます。交差点は車が錯綜するところなものですから、どうしても弱いところになります。交差点が渋滞する原因にはいくつかありますが、なかでも一番大きな問題は路上駐車ではないかと考えております。

(スライド)

### 秘策①: 路上駐車管理



ですから秘策の1は、路上駐車管理です。これらの写真をごらんいただきますと、例えばこれは物流の車、ここもそうです。これは二重駐車したり、タクシーの客待ちが

あったりということで、路上駐車が1台でもありますと、その車線の能力が半減してしまうことになりますので、非常に問題だというふうに考えております。

(スライド)

### 教育、取り締まり

教育 走る+止める= 駐車の方法  
誰にどれだけ迷惑をかけるのか

効率的な取り締まり  
使用者責任の導入  
民間委託の拡充



↓  
取締り関係事務(事実確認・記録、書類作成、など)

ではどうしたらいいのかということですが、一つは、教育をもう一度見直すべきではないかと考えております。自動車教習所では運転スキルはよく教えてくれますが、自分がここに駐車したら、他人にどれだけ迷惑をかけるのかというようなたぐいのことについてはほとんど教えてくれません。そういった教育が今後必要ではないかとまず思います。

次は取締りです。取締りをご承知のように、昨年の6月から使用者責任が導入されました。つまり駐車違反したら、基本的にはその運転者に責任があるわけですが、運転者が特定できなかった場合には、その車の持ち主に責任が及ぶという制度でありまして、これは大変画期的な制度で、我が国以外の先進諸国はもうとうに導入されていたのですが、我が国もこれが導入されたということで大変期待しております。

したがって、今どういう状況にあるかということ、取締りが強化されてきたところにあるのではないかと思います。一方で、やはり警察の方たちもこれでは利用者の理解が得られないということで規制も見直しつつあります。

(スライド)

### 柔軟な規制

- ・ 時間と場所を選択した路上駐車規制
- ・ 駐車時間に合わせた駐車料金の設定



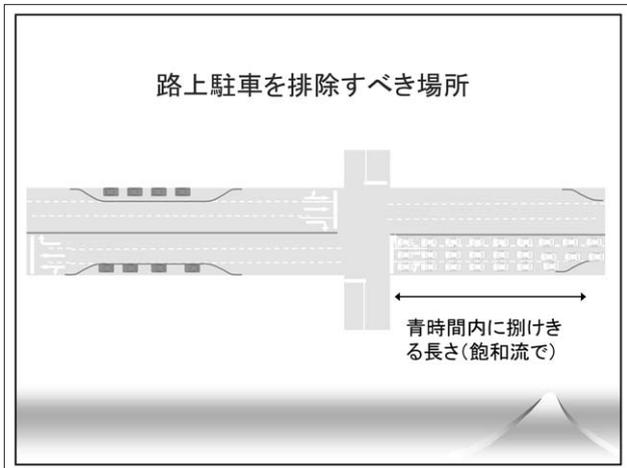
利用者の受容性確保  
短時間駐車需要への対応  
動的な運用も視野に

ところが、私が思うに、もう少しドラステックに柔軟な規制を導入してもいいんじゃないかということで、こういうことを提案したいと考えています。要は短時間の駐車というのが非常に多くございます。それは物流車でもタクシーでもそうですが、私たちの生活を振り返ってみますと、そういう短時間の物流業者さんの恩恵にあずかっているところが少なくありません。そういう方たちの車を全部路上から排除して路外の駐車場に移動させるというのは現実的ではないと考えております。

それで、時間と場所を選択して、短時間の路上駐車も認める方向で動いたらどうか。もう一つは駐車時間に合わせて駐車料金の設定も柔軟に行ってもいいのではないかと考えております。

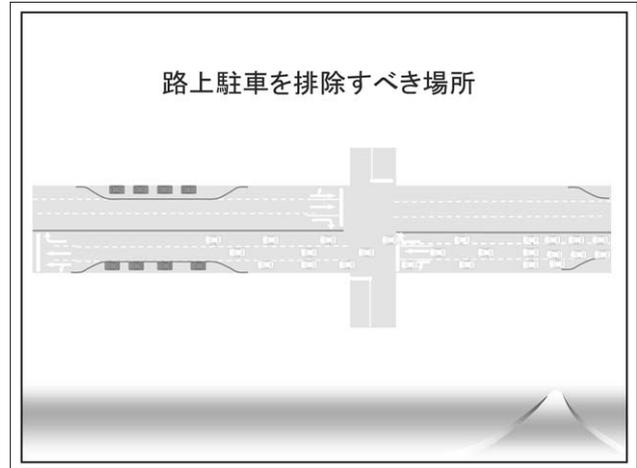
きょうの話は、その中でも、どういう場所で路上駐車をしてそれほど問題にはならないかという場所について少し突っ込んでお話ししたいと思います。

(スライド)

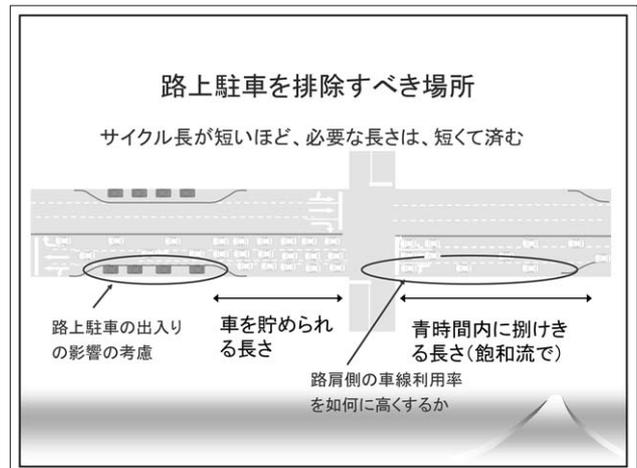


これは路上駐車をどこで排除し、どこは認めてもいいのかというポンチ絵ですが、ここに書いてあります信号交差点では赤の時間にある程度車をためて、青になって一気にがっつと流す、これが一番効率的な制御です。したがって、停止線上流側では信号の赤の時間に青でさばけるだけの台数をためることができるスペースを確保することが大事です。だから、ここで必要なスペースは、青時間内にさばけ切る量の車がそこにストックできるような長さを確保しなければならず、50メートルから100メートルくらいの長さは必要になると思います。もしも、停止線付近に路上駐車があると、赤時間内に十分な車両をため込めない上、せっかく3車線あるのに2車線あるいは2.5車線の能力しか発揮できないということで、非常に打撃が大きいわけです。

一方、交差点の下流側に必要なスペースはどのようになるでしょうか。この信号が青になったら、このように車が次第に出ていきますが、青の終わりぐらいになりますと、おそらくこんな感じになると思います。青が終わりますから、停止線を越えていない車両は次第に停止します。一方、路上駐車帯付近では2車線しかありませんので、その入り



口でどうしてもつかえます。つかえますが、交差点から路上駐車帯までのところに必要なスペースというのは、青が終わったときに最後の車両が交差点内にはみ出ないことが必要です。はみ出してしまふ、交差側の交通を邪魔しますから、交差点内にははみ出さないだけ車を貯められる長さというのが必要になってまいります。これもやはり計算すると100メートルくらいの長さでしょう。



これらの路上駐車を認めては行けないスペースは、サイクル長に関係しておりまして、サイクルが短ければ青時間も短いので、その長さもそれほどいらないうことになります。我が国ではサイクル長は約100秒とか、120秒が一般的ですから、交差点の上下流側にそれぞれ100メートル程度必要になってくるだろうと思います。

このように路上駐車帯をまとめて設置することにより、その区間を比較的容易に駐車管理することができます。現状では、バラバラな位置に路上駐車車両が散見されていますが、それよりは管理もずっとしやすいはずで

ただし、いくつか問題点もあります。例えば路上駐車させるのはいいけれど、そこでは駐車のための出入りがあるため、車の交錯が起こって、危なかったり、路上駐車帯部分での容量が落ちてしまうかもしれません。さらに、下流側に路上駐車がいたのがわかっていたら、一番路肩側の車線はあまり有効に使われないかもしれないなど、いくつか明らかにしなければならぬ問題点も出てきます。

(スライド)

### 安全性の評価

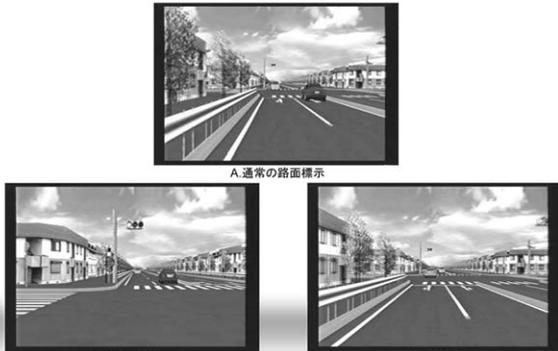
- ・ ドライビングシミュレータ  
を利用
- ・ 他車両は交通シミュレ  
ーションにより移動



一般的には、こういう新たな試みを実施するときに、一番気をつかわなければいけないのは安全面の検討でありまして、我々はドライビングシミュレータを活用しているような路上駐車規制をしたときに、ドライバーがどういふように運転挙動を行うだろうか、危なくないだろうかということについて検討をしております。

(スライド)

### 走行画面



A. 通常の路面標示  
B. 車線幅減少  
C. 車線数減少

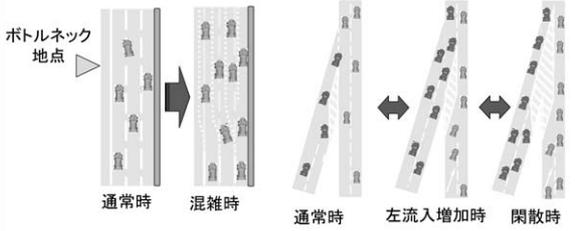
例えばここにありますようないくつかの路上駐車させ方、例えばこれは通常のもので、こちらは線を引いて2車線確保している、あるいは2車線確保するのは厳しいから1車線に絞ってしまうなどといった形態を、ドライビングシミュレータ上で体験させて、どういふときに車と車が錯綜して危ないのかということを検討しております。

(スライド)

次は秘策の2です。ダイナミック・インフラというふうに名づけているのですが、ここに書いてあるのがその一例です。高速道路をイメージしていただければと思いますが、ある場所で工事や事故が起きて渋滞してしまうときには、車線がどうしても閉塞されて本来ある車線数がすべて使えない場合があります。そういったときにレーンマーキングを動的に変えて、必要な車線数を確保するというポンチ絵です。

右側のほうは合流部をイメージしておりますが、合流部

### 秘策②: ダイナミック・インフラ



ボトルネック地点  
通常時 混雑時 通常時 左流入増加時 閑散時

渋滞時、事故時、工事中などにおける  
円滑性+安全性の向上

がこちら側からくる需要と、こちら側からくる需要の大小関係によって、あるときは2対1で合流させたり、逆に1対2で合流させたり、あるいはあまり需要がないときは1対1で合流させる。このようなことがもしできたら非常に円滑上も好ましいし、安全上も好ましい合流部になるだろうと思います。

ちなみに、首都高都心環状線の外回りから3号線下りに入るところ、すなわち内回りと外回りが合流して3号線を下っていくのですが、そこは以前は2対1の合流でした。ところが合流後に車線数が減るために事故が多くて危なかったものから、1対1に最初に絞ってから合流させるように変更した地点です。事実あそこでは事故がたしか半減したと聞いております。重要がそれほど大きくない場合には、1対1合流の方が摩擦が少なくて安全であるため、円滑性だけではなく安全性に対してもこういうようなことがもしできれば非常に有効ではないかと考えております。

ダイナミック・インフラの活用場面はこのほかにも多数あると思いますが、近いうちに実現性があるところということで、私の研究室では路肩の活用ということを考えております。

(スライド)

### 路肩の活用

#### 高速道路の渋滞原因

	料金所	サグ・トンネル	合流部	その他
1995	35%	36%	12%	17%
2003	14%	43%	18%	25%

2003年のその他のうち11%はアクセス道路渋滞

この図は高速道路の渋滞原因なんですけど、1995年は料金所における渋滞が35%だったのが、ETCの普及により、

それが14%に減っています。そのかわりサグ・トンネルといわれている場所で渋滞が43%に相対的には増えたということです。

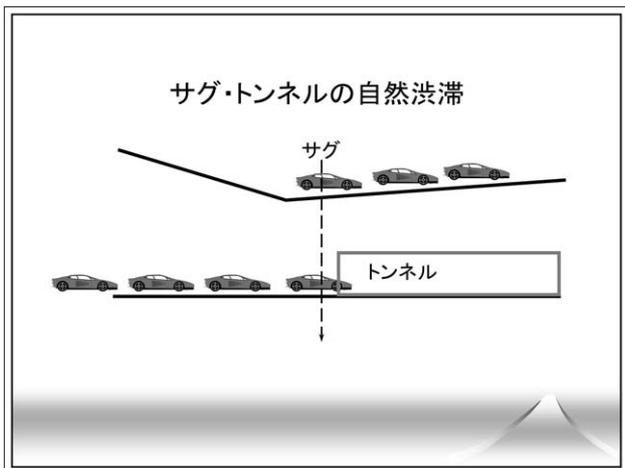
サグ・トンネルについてはご存じの方もいらっしゃるでしょうが、あまり聞いたこともない方もいらっしゃると思いますので、ビデオを用意してきました。

(ビデオ)



これは東名下り線の大和サグです。画面をごらんいただきますと、ちょうどこのあたりが縦断勾配の底になって、下りから上りに勾配が微妙に変化したところなんです。勾配変化が微小なので、ビデオを見ただけですと、なかなかわからないし、実際にこの道路を走っているドライバーもなかなかそれがわからない。わからないから渋滞が起きてしまう、こういうことなのです。

(スライド)



サグを強調して書くとこんなになりますが、実際はこれがものすごく微妙でわかりません。わかれば、のぼっているなということでアクセルを踏み込んで速度低下を防ぐわけですが、それがわからないものですから、速度低下を起こしてしまうというわけです。

(スライド)

これは少し古い映像ですが、こんな気球を上げたりして高速道路を上から撮影して渋滞が起きる瞬間をねらって、いろんな解析をしたわけです。



(スライド)

### 渋滞が始まる原因

1. 車の群れ(車群)
2. 追い越し車線に偏在

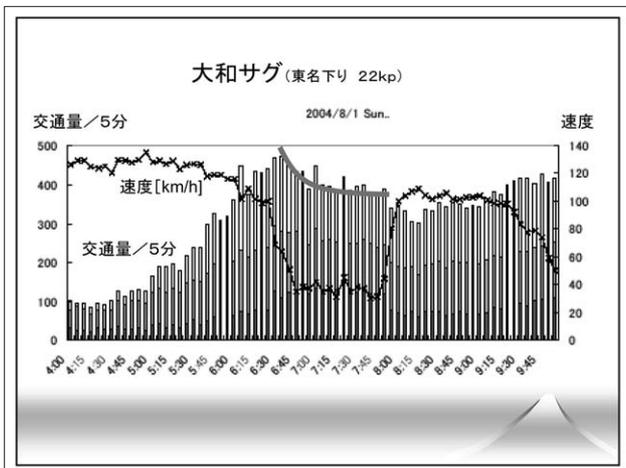
こういうようなことをして、わかったことがいくつかありまして、渋滞が始まる原因の1つ目は、交通量が多くなってくると、車が群れをつくることです。車群といいますが、それができてしまうことです。ふたつ目の原因は、追い越し車線に交通量が偏在してしまうという2つがあげられます。この図にありますように、まず一つに、車が群れるというのは等間隔に車が流れていくのではなく、一群の車群が高密度で流れ、その後少しあいて次の群れがやってくる。こんなような状態になってしまいます。それは相対的に遅い車を先頭にして後ろの車がけっこう車間距離を詰めて、どちらかという、「遅いぞ、速く行けよ」みたいにプレッシャーをかけながら走る状態になります。それが車群です。この図では5台しか書いてありませんが、実はこの群れの大きさは何十台にもなることが多いです。

それから2番目の原因は、交通量が追い越し車線に偏在することです。この図にもありますように、交通量が増えてくると、走っている車の量が追い越し車線のほうに6割、走行車線のほうに4割ぐらいの比率に偏在するようになってしまいます。したがって必ず追い越し車線の方から先に渋滞が始まります。

車が群れると、先頭の車を追い立てるように次の車がすごく短かな距離で詰めて走るものですから、1台目がサグというところに来ると、勾配変化がわからないものですから

ら、少しだけ減速してしまうんです。そうすると2台目は車間距離を詰めて走っていますから、少しの前者の減速によって車間距離が詰まります。車間距離の変化に対する人間の感覚というのは結構鋭いものですから、2台目の車はほんの少しだけブレーキをかけます。そうすると、1台目の減速以上に2台目がやや大きく減速します。100キロから98キロに落ちて、次の車が95キロ、次の車が92キロというような感じで、次第に少しずつ大きく減速して、10台、20台後ろの車になりますと、またたくまに30キロぐらいになってしまいます。これが渋滞のきっかけなんです。群れと群れの間隔が大きければ30キロになってしまった車もそのままずっといるわけではありませんから、また加速して100キロに戻るわけですが、群れと群れの間隔が短いと、加速してもとに戻る前に次の群れが追いついてしまいます。そうすると、ひとたまりもなく渋滞が始まるというわけです。

(スライド)



こうやって起きてしまった渋滞の特徴ですが、これ図は折れ線グラフが速度を表します。朝の6時30分ぐらいから渋滞が起きて8時過ぎまで渋滞しています。棒グラフの方は、サグを通過する交通の台数を表しております。つまりそのサグの能力(容量)を表しております。

おもしろいのは、この線にありますように、渋滞が始まったばかりのときには能力が高いのですが、渋滞が始まってしまうと、だんだんその能力が落ちてしまうことです。このように20%程度も落ちてしまいます。なぜ、この湯に能力が低くなってしまっているのでしょうか。それには、いくつか原因があります。

(スライド)

1つ目は、大きな車間距離、2番目がわかりにくい渋滞の先頭です。

(スライド)

この図のように、この時間にサグを通過する車は、そこに到達するまでに1時間ぐらい渋滞の中をいやというほど走って、ようやく渋滞の先頭までたどりついて、そこからサグを通過していくわけです。そういう状態が繰り返されると、人間はドライビング・テンションが低くなってし

まって、前の車との車間距離をあけがちになってしまいます。そうこうしながら渋滞の先頭までやってくるのですが、今度は渋滞の先頭がどこかわからないんです、こういうところだと。したがって、車間距離をあけたまま、そこを通過してしまいます。車間距離があいていれば、どうしても短時間内に通すことができる車の台数は減ってしまいます。こういったことで能力が大きく落ちてしまうわけです。

(スライド)

### 渋滞後の容量低下の原因

1. 大きな車間距離
2. わかりにくい渋滞の先頭

高速道路株式会社では、渋滞の先頭をドライバーに知らせようと、「この先渋滞終了」という看板を出したり、あるいは「速度回復願います」というような看板を出して、ここから一生懸命走って行ってください、というようなお願いを、こういう標識車を出したり、可変表示盤を使って案内するというをしております。こうした簡便な方法でも、かなりの効果がありまして、渋滞の量が何割も減ったという報告を聞いております。ですからほんのちょっとしたみなさんの努力で渋滞というのは大きく減る可能性があるわけです。

(スライド)

### 路肩の活用

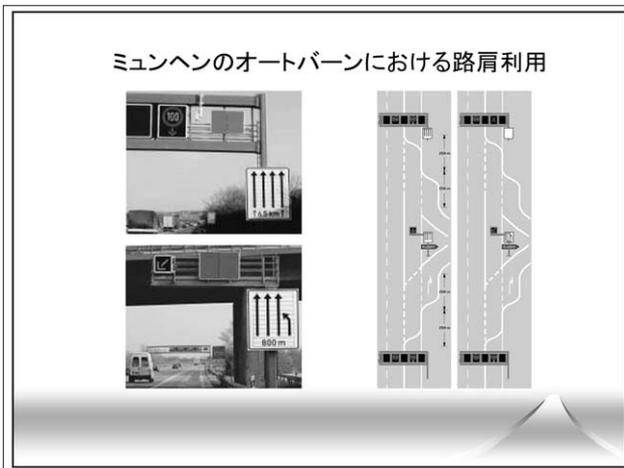
とはいうものの、もうちょっとドラスティックに渋滞解消をできないかということで考えているのが路肩の活用なわけです。通常はこうですが、こんなふうには、混雑してきたら路肩を走ってもいいですよ、路肩を開放するのです。

(スライド)



これは諸外国では結構やられていまして、これはドイツの例ですが、前方で工事をしているときは、一番右側が路肩ですが、路肩を走ってもいいよという事例です。

(スライド)



これもそうです。朝の通勤時間帯は路肩を開放していますが、そのほかの時間帯は路肩を閉鎖しています。この写真では、トラックが路肩を走行しています。

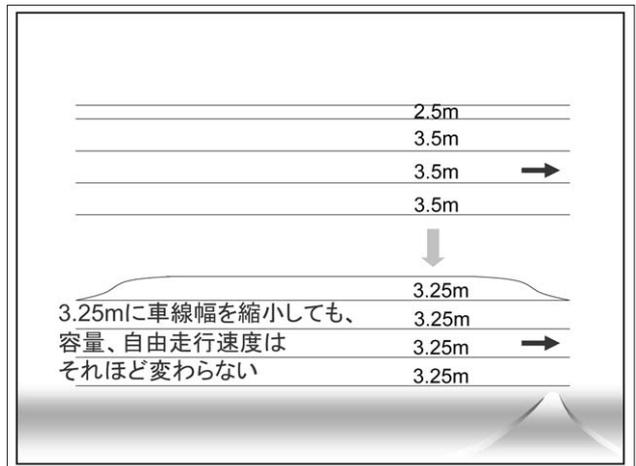
(スライド)



こういうふうに諸外国では行われていることを我が国でやるためにはいろいろ分析しなければならないことがあります。

ます。

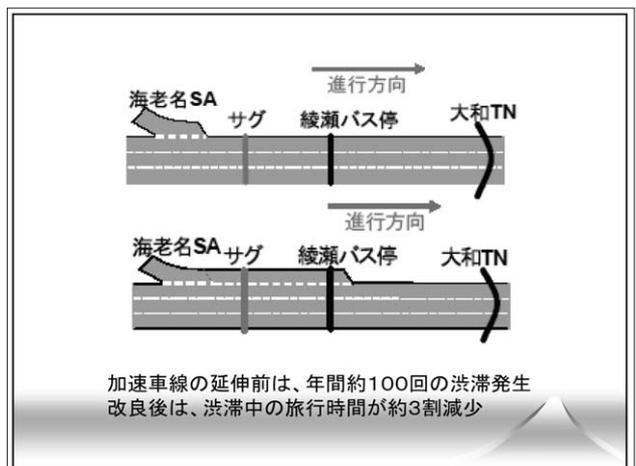
(スライド)



今、我が国の高速道路の典型的な車線幅はこんなふうになっておりまして、路肩が2.5メートルしかありません。2.5メートルですと1車線にするには狭いものですから、路肩を活用したいときは、こんなふうにして3.25mずつ4車線とるとということも可能だろうというふうに考えております。私の経験では、3.5メートルの幅を3.25mにすると、容量とか速度が落ちやしないかと心配される方もいるかもしれませんが、車線幅の2.5cmぐらいの違いは、容量、自由速度にほとんど影響がないだろうと考えております。事実、首都高速道路の古い部分、都心環状線などは3.25mで運用されておりますし、あまり影響はないだろうと考えております。

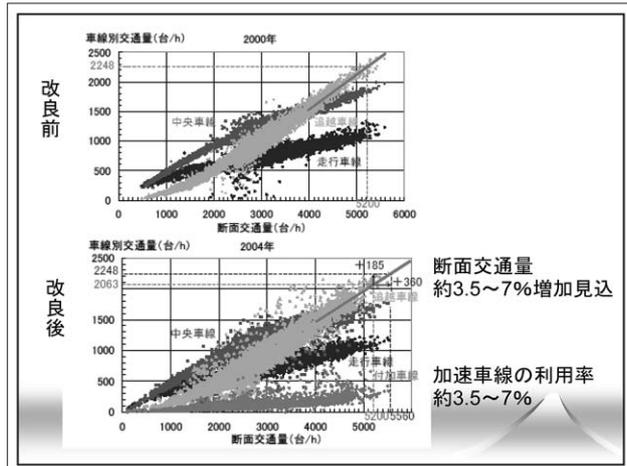
問題は、せっかくこのように4車線にしても、この路肩をどのくらいの割合の人が使ってくれるだろうかということです。路肩を使ってくれる人が4車線にしても全くいなかったら容量的には同じですし、たくさん使ってくれば容量が3分の4倍程度にもなるわけです。ところが、さっき言ったように高速道路というのは、左側のほうの路肩側の車線というのはあまり使いたがらないものですから、単純に1/4の交通量が隔車線を走るとは考えにくいのが実情です。

(スライド)



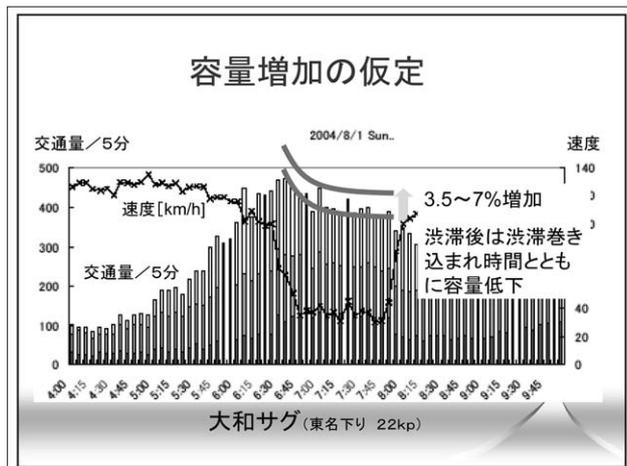
ではどのくらいかというので、海老名のサービスエリアから綾瀬のバス停に向かって行くところで加速車線を延伸した事例があったので、その場合に加速車線をどのくらいの車が利用してくれるのかということヒントにいたしました。

(スライド)



これがそうなんですが、緑が超越し車線側、茶色が中央車線、これが路肩側の走行車線、そしてピンク色が路肩車線です。たったの3.5~7%ぐらいしか路肩は走って来ていません。

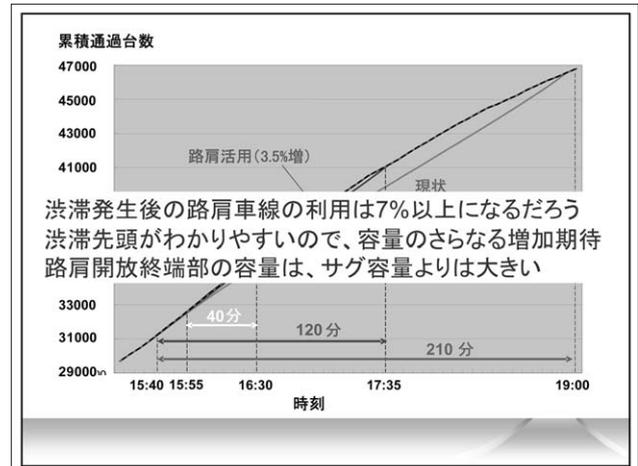
(スライド)



この結果から、渋滞開始以降の容量変化を3.5%~7%以上に上げてやると、渋滞がどのくらい減るだろうかと試算をしてみました。

(スライド)

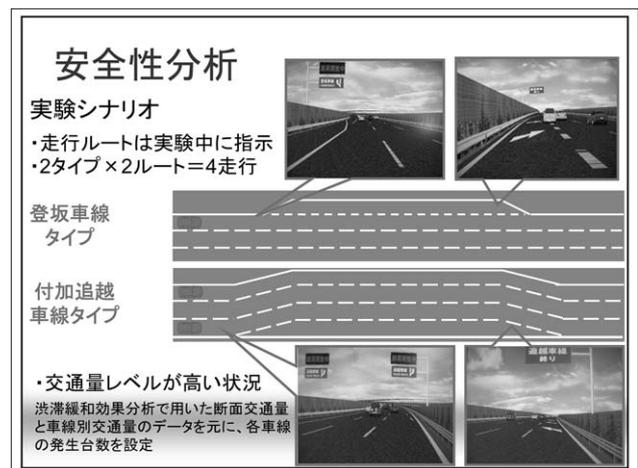
なんと現状では渋滞の時間が3時40分から7時までの210分間だったのが3.5%容量上げますと2時間で渋滞が終わり、7%上げますと40分で終わってしまうというように非常に大きなインパクトがございました。さらに今回は3.5~7%程度しか利用しないという仮定で計算したわけですが、渋滞がいったん発生してしまったら、もう少し均等に交通量が分布すると思うので、より路肩を使ってくれるため容量的には大きくなり、おそらくほとんど渋滞は起きないのではないかとこのように思います。



それから、渋滞の先頭がわかりやすいので容量のさらなる増加が期待できるというのは、路肩開放区間の終端では、3車線に戻すわけですが、この車線の減少によってここが大体渋滞の先頭だというのがわかりやすくなると思います。わかりやすいということは、そこから一生懸命走ってくれるということで、さらなる増加が期待できるでしょう。

それから路肩開放終端部の容量、すなわち4車線が3車線に絞られるところよりも、もとのサグの容量よりは大きいだろうというふうに考えられるので、路肩の開放によって、たぶんかなり大きな渋滞軽減効果があるはずだと推定しています。

(スライド)

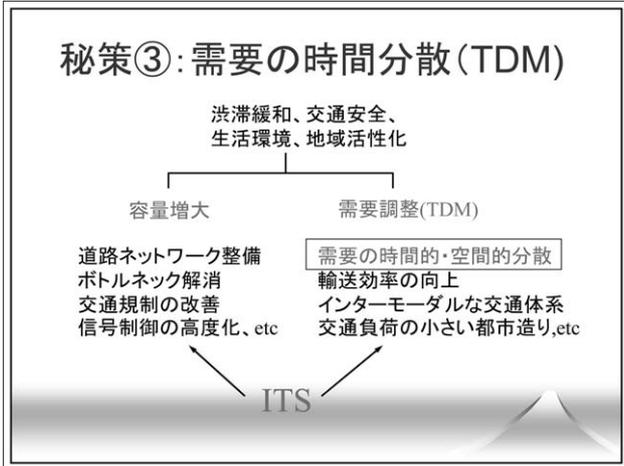


同じようにドライビングシミュレータを使って、これも車線変更を伴ったりしますので安全性に関する分析を行っているわけです。

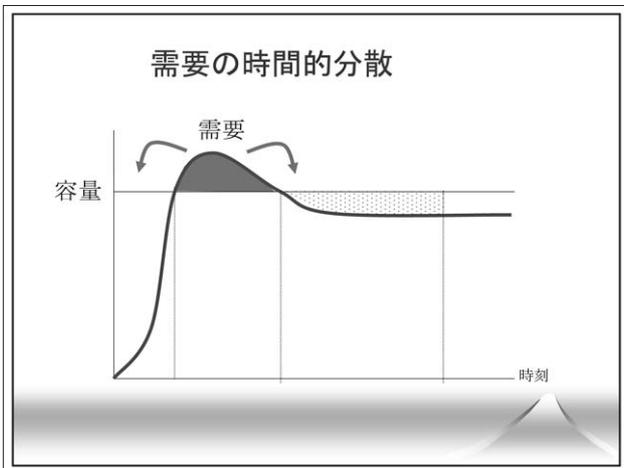
(スライド)

最後に、秘策の3番目ですが、今までのお話はどちらかというと道路の能力を上げるというお話だったのですが、今度は容量はそのままにしておいて、需要のほうを少し下げるとか分散させるといった、需要のほうへ働きかける作戦です。

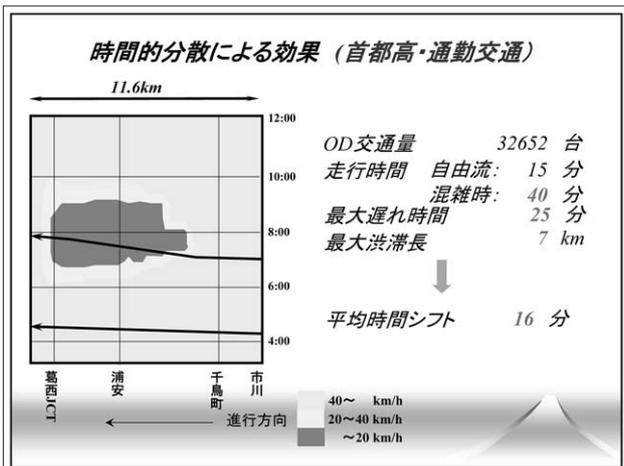
需要への働きかけにはいろいろございますが、きょうはその時間的な分散ということをお話ししたいと思います。



(スライド)

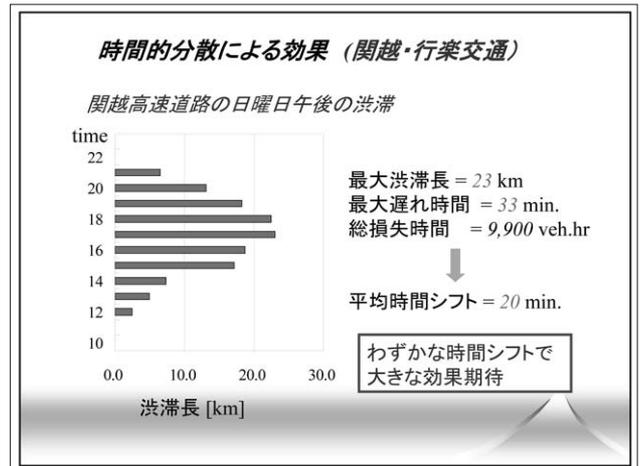


これは先ほど冒頭にお見せした図ですが、ここにほこつと道路の容量を上回ってしまう赤い部分があるので渋滞が起るわけです。ですから、そのへそみたいにはこつと出ているところを前後に分散してあげれば道路の能力を上回る需要がなくなって渋滞が起らなくなるのではないかと、こういう作戦です。実際にやるのは大変なので、コンピュータ上でいくつかシミュレーションをしてみました。(スライド)

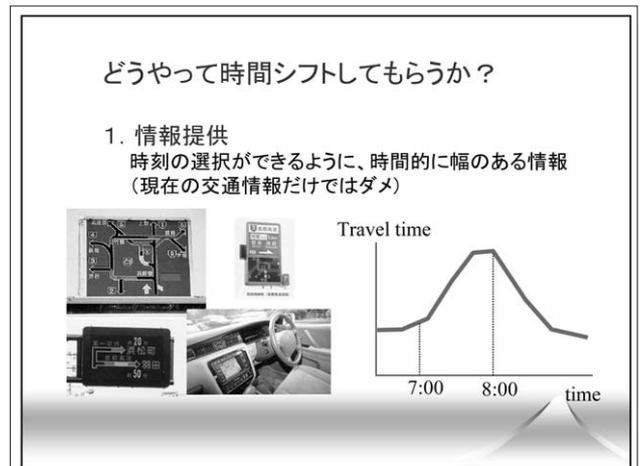


これは首都高速道路の湾岸線の葛西を先頭にした渋滞で、毎日7キロぐらいの渋滞があったわけです。この黄色

とか茶色で書いてあるところが渋滞の領域ですが、こっちが千葉方面です。縦軸が時刻です。6時ぐらいから渋滞が始まって、この渋滞がだんだん延びて、8時ぐらいに最大になり、約7キロぐらいになります。その後、渋滞が解消して、朝の10時ごろ終わるという渋滞があったわけです。この渋滞をいろいろ調査いたしまして、需要を前後にうまくずらしてあげるということをしますと、平均約16分ぐらいずらしますと、この渋滞がきれいに消えます。(スライド)



次は関越高速の行楽渋滞ですが、縦軸は時刻で、横軸が渋滞の長さを表しています。す。12時ぐらいから渋滞が始まりまして、夕方に最大の23キロぐらいになります。この渋滞は、夜の9時ぐらいまでずっと続く大渋滞ですが、これも平均20分ぐらい需要を前後にずらしますと、この大渋滞もきれいになくなってしまいます。したがって、実際にどうやるかというのはさておいて、この時間のシフトというのが、1時間も2時間もシフトしてもらうのではなくて、ただかか15分とか20分ぐらいのシフトをうまくやると、こういう大渋滞も消える。そういうポテンシャルをもった施策であるということをもとにご理解いただければと思います。(スライド)



ではどうやってやるのかということですが、一番やりやすい方法は情報提供だと思えます。左側にありますように、

図形情報版とか文字情報版で、今どこで渋滞しています、今ここからあそまで行くのに何分かかりますという情報はよく目にいたします。ところが、時間をシフトしようとする方にとってはあまり有用な情報ではありません。つまり今の状況がわかって、30分あとにしたらいいのか、あるいは30分前に出ていったほうがよかったのかということがわからないわけです。

したがって時間をシフトしてもらうためには、現在の情報だけではなく、こういうふうに時間に幅がある情報を出してあげなければいけないだろうというふうに思います。例えば、旅行時間は7時はこのくらいですが、8時になると伸びて、その後渋滞が減ってきますよみたいな、こういうような情報を出してあげることが必要だろうと思います。

これを出すためにはいろんな手がありますが、一つは渋滞を予測するという事です。でも、予測するというのは、そんなたやすいことではありません。将来のことですから必ず不確実性がついてまわるわけです。最近では予測もやられておりますけれども、100%完璧は予測は不可能です。

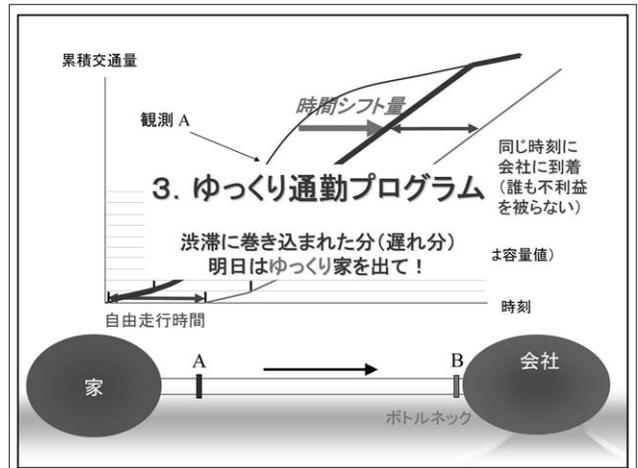
であれば次善の策としては過去の事実を出してあげるということもいいと思うんです。きのうの渋滞こうだったよでもいい、あるいは先週の日曜日はこうだったという情報を流してあげることでも利用者にとっては時間を選択するのに有用な情報かと思えます。

(スライド)

というふうに答えております。関係者に伺ったところ、次回また今年のお盆に第3弾をやるということですので、期待したいと思います。

そのほか ETC の夜間料金の割引とか混雑料金等が行われていたり、あるいは検討されたりしております。とはいっても、きょう私が提案したかったのは、もうちょっと手軽にみんなのわずかの努力で何かよくなる方法はないのかなということでありまして、その提案を行う前に、まずどういうふうに時間シフトしてもらったら一番いいのかということを考えてみたいと思います。

(スライド)



簡単のために、家から会社まで一本の道路があって、ここがボトルネックになっているとしましょう。そしてA点とB点に人を配置して、目の前を通過する車の通過時刻を計測してもらいます。今1台車が通ります。ここがAの通過時刻で、ここがBの通過時刻になります。これを2台目、3台目、ずっと繰り返していきます。そうしますと、A地点ではこんな図がかけて、B地点ではこんな図がかけます。この矢印はAからBまでの1台目の車の通過時間になります。このあたりも同じぐらいの通過時間で行けるのですが、このあたりになってくると渋滞が発生するものですから、この赤い部分だけ遅れが生じます。時間シフトのポイントはというと、こんなような補助線を書いて、つまり遅れた分だけ時間シフトしてもらおうということが一番手っとり早い方法です。

つまり、遅れがなければこれだけの時間で行けるのに、この人は遅れてしまったのでこれだけ余分に時間がかかってしまっています。この余分にかかった時間だけゆっくりうちを出してくださいと呼びかけるのです。みんなが従ってくれれば、A点のカーブがこの湯に変化します。こうなると、全員が同じ時間で会社まで行けることになります。さらに良いことは、以前と同じ時刻に会社にも着けることです。だれも不利益をこうむらないことになります。

すなわち秘策の3、きょうの最後のご提案は、「ゆっくり通勤プログラム」ということで、渋滞によって遅れた分、あすはゆっくりうちを出してくださいというプログラムです。

### どうやって時間シフトしてもらうか？

#### 2. 料金政策

時間帯によって通行料金を変化させて時間シフト誘導

東名お正月限定早朝割引 2007.1/2 - 1/4 6~9時 半額  
 東名GW夜間半額割引 2007.4/28 - 5/6 19~24時 半額  
 8割以上が、「有効」、「関心」、「時間調整意向」

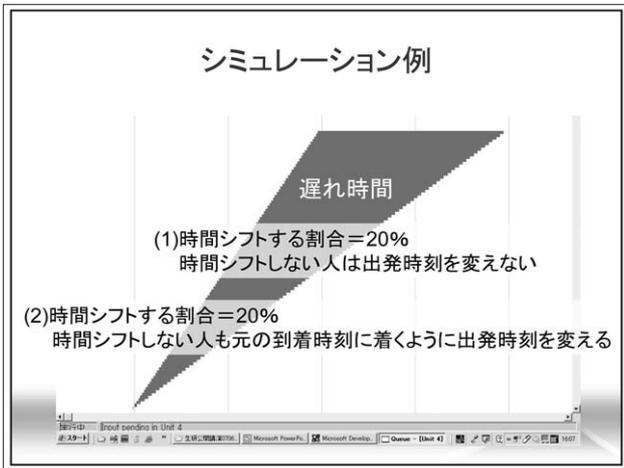
ETC夜間割引 など多数  
 混雑料金

2番目に可能性があるのは料金政策です。時間帯によって通行料金を変化させて時間シフトを誘導するわけです。

最近のおもしろい例では、皆さんご存じだと思いますが、東名高速でお正月限定早朝割引、半額になるんです。この前のゴールデンウィークのときも夜間、半額割引ということで、テレビ等で相当宣伝しましたらから、ご存じの方もいらっしゃると思いますが、東名のような都市間高速道路では何千円も使いますから、それが半額になると非常にインパクトが大きかったようです。同時にアンケートをやったようですが、8割以上の方が、こういう施策は渋滞解消に有効だろう、自分としても非常に関心がある、もしまたやってくれたら自分も時間調整をする意向がある、

通常、遅れますと、もっと早く出ようというふうに思いがちですが、そうではなくて、10分渋滞にはまったら、あした10分ゆっくり出てくださいという逆の行動を取っていただくわけでことです。もしもこれを全員にやっただけいたら渋滞は解消いたします。これは極めて論理的です。ただし、もう皆さんおわかりだと思いますが、このプログラムの最大の問題点は、全員やってくれないとだめだということです。一人だけやると、その方はひどい通勤を経験することになります。そこが問題なものですから、シミュレーションをやってみたわけです。

(スライド)



時間シフトに参加してくれるのは100%やってくれるとはとうてい望めませんので、それでは2割くらいやってくれたらどうなるかということ、シミュレーションでお見せしたいと思います。

(スライド)

まず一番最初こんなような渋滞だったとします。この線がさっきのA点の線だと思ってください。こちらがBです。だからこれだけが遅れた分になります。きょう遅れた時間分あしたゆっくり出ようということ、を真面目にやってくれた方が2割いたとします。これが一番最初の日で、次の日、2割の人が動いてくれると、こんなになります。もう1日、同じことをその2割の人がやってくれると、こうなります。3回やるとこんなふうになって、計算では約55%ぐらいの遅れの時間になります。

(スライド)

もう一つのシミュレーションは、8割はこのプログラムに従ってくれない方な訳ですが、2割の方が時刻を変化させたために、残り8割の方の会社に着く時間も変わってきます。それで、プログラムに参加しない方も前と同じ時刻に会社に着けるように時刻を少しかえるだろうというロジックを入れたのがこのシミュレーションです。この場合には、かなり大幅に渋滞が軽減されて、3日目には渋滞量は約2割ぐらいになってしまいます。

(スライド)

では、どのようにしたら、時刻調整のインセンティブを与えることができるのでしょうか。一つは、あなたがちよ

**利用者の行動モデル化**  
 プログラム参加者の行動  
 プログラム非参加者の行動

**インセンティブ方策**  
 心理的方策(MM)=社会貢献  
 構造的方策=駐車場所の確保、フレックス

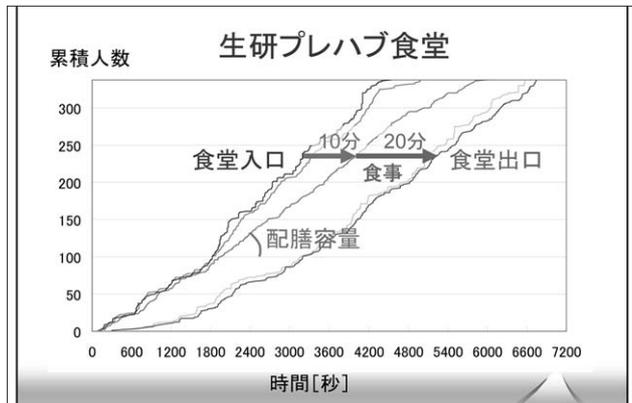
っとでも時間を調整してくれたらみんながよくなるんですよという社会貢献心に訴えるということが考えられます。あるいはあなたがこのプログラムに参加してくれたら、便利な駐車場を確保してあげますとか、いろんなインセンティブの与え方があろうかと思えます。こういったことについても今アンケートをやっておりまして、1,700ほど、おとといばらまいたのですが、アンケートを使って、利用者の行動を分析しようとしております。

(スライド)



道路交通ではないのですが、これは生研のお昼時の食堂です。残念ながらほとんどはもっとすごく混雑している日もあるのですが、この写真はそれほどではありません。

(スライド)



この食堂の混雑も交通渋滞と一緒にです。これは11時30分頃から、実際に計測した結果です。この線が食堂の入り口に来る人の累積です。入り口に来て、この方は10分間並んで、10分後にカウンターからご飯をもらいます。そして20分かけて食べて、食堂から出ていくというわけです。この時間は完全にロスです。全く混んでいなければ、ここは1分程度で済んでしまいます。

食堂の混雑も同じで、食堂できょうは10分待ったから、あしたは10分ゆっくり食堂に行こうと、もし生産技術研究所の職員がみんなやれば混雑はたぶんなくなるはずで。しかしながら、皆さん毎日同じ時刻に昼食に行けるわけではないし、ここで説明したようにきれいな変化が期待できないかもしれません。ただし、理屈としては遅れた時間ゆっくり出ていただくという方策は、いろんな渋滞にあてはまるものだと思います。

(スライド)

最後に1枚だけ、ITSセンターの宣伝ですが、これは先進モビリティ連携研究センターのロゴマークです。私もその一員なのですが、センター長が池内先生。その周りに私も含めた取り巻きがおりまして、そのまた周りにいろんなほかの大学の先生方がおります。そしてさらにその土台には生産技術研究所のこれらの多くのスタッフ、先生方がこのITSセンターのメンバーとして協力して下さっております。さらに、民間企業、省庁関係の方々も参加も得まし

### 複合現実感交通実験システム

### 計測車の開発

て精力的に研究をやっています。

(スライド)

### 国際連携

研究以外の教育や、国際連携などの方面にも活動しております。

(スライド)

社会人教育としては、「社会人のためのITS専門講座」がことしの9月20日に千葉実験所で開かれますし、「東京大学ITSセンターセミナー、福岡」が、九州モーターショーにあわせて12月8日にも開催されることになっておりますので、またご案内はホームページ等でしますけれども、ご都合がつけば、ぜひご参加いただきたいと思ひます。

## 社会人教育

### 社会人のための「ITS専門講座」

9月20日(木) 千葉実験所

(2003年より毎年秋に開催)

### 第2回 東京大学ITSセンターセミナー福岡

12月8日(土)、福岡

(九州モーターショーと同時開催)

(第1回ITSセミナー 2006年11月 高知開催)



(スライド)

## 特別研究会

### 最近のテーマ

「中国におけるITSの研究の現状」  
中国清華大学 李 克強 教授

「最近の道路に関する話題<ITSを中心として>」  
国土交通省道路局企画課長 岡本 博 氏

「ITSによる道路ストックの機能向上とモビリティ社会への対応」  
国土交通省道路局 ITS推進室長 塚田幸広 氏

「ブロードバンドワイヤレスとITS」  
総務省 総合通信基盤局新世代移動通信システム推進室長 森 孝 氏

「最近のITSの取り組みについて」  
経済産業省製造産業局 自動車課 課長補佐 濱坂 隆 氏

「JARIにおけるITSの取り組み」  
(財)日本自動車研究所ITSセンター 加瀬川憲道 氏、和田光示 氏

また、特別研究会というのを月に1回ぐらい開催しております。外からITS関係の専門家を講師として招いて、そこでざっくばらんな議論を行うという場です。もしもご都合がつけばぜひご参加ください。このパンフレット、申し込みも外においてあります。

(スライド)

特別研究会における最近のテーマとしては、中国清華大学の先生、国土交通省道路企画課長、同省のITS推進室長、総務省、経産省、それからJARIの研究者などのお話というように、最新のITSに関連する話題提供と、それに対するざっくばらんなディスカッションを約1時間30分から2時間ほど行っております。

時間になりましたので、これで終わりたいと思います。ありがとうございました。

(了)