

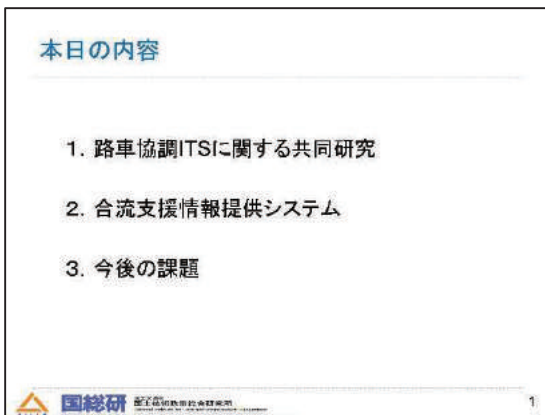
#### 4. 路車協調ITSによる自動運転の実現に向けた取組

(国土技術政策総合研究所 道路交通研究部長 高宮 進)



道路交通研究部長の高宮でございます。

それでは、私からは、道路交通研究部が取り組む研究の中から、「路車協調ITSによる自動運転の実現に向けた取組」ということで紹介させていただきたいと思っております。



本日の内容でございます。まず最初に、路車協調ITSの共同研究を我々実施しておりますので、その点についてまず紹介を差し上げたいと思っております。どういう技術の開発に向かっているかということを中心に大きく紹介したいと思っております。それから、2つ目でありまして、「合流支援情報提供システム」ということで、今共同研究の中で実施しているものの中から1つ取り上げまして、システムについて紹介をしたいと思っております。最後

に、今後の課題ということで紹介を差し上げたいと思っております。

2番目の「合流支援情報提供システム」の中では、今実施している研究の紹介を差し上げますけれども、実験を通じてデータを取っている状況についても、これはちょっと途上のデータではありますけれども、その辺りについても紹介していきたいと思っております。

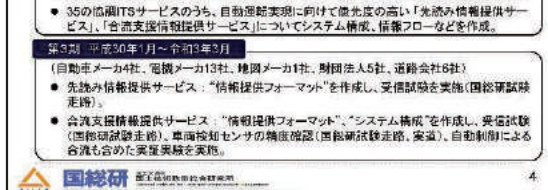


「路車協調ITSに関する共同研究」という最初の項でございます。



まず、路車協調ITSということで紹介させていただきました。協調ITS、聞き慣れない言葉かもしれませんが、一番最初のところに書いてありますが、自動車と道路管理者はそれぞれ実は情報を持っています。それぞれが持っている情報を相互連携・補完することを通じて、双方にとってメリットをもたらす路車協調システムを目指すということになります。

例えば自動車側でいけば、位置情報とかブレーキ情報、ステアリング情報、さらには車載のセンサーで得ることになるレーザー検知情報などを持っています。こういう車側の情報、それから、道路管理者はそれぞれ道路上の情報を持っていますので、これらの情報をそれぞれ流通させ、双方に都合のいい情報を知らせたい、これらの情報でもってよりよい道路交通システムをつくり上げたい、こういうことになります。



この協調ITSの中で、我々は共同研究を実施しておりまして、まさに道路と自動車の連携を図っていくためには、皆さんの力をかりながら共同研究で答えを出していこうということにしております。自動車メーカーさん、電機メーカーさん、それから、我々道路管理者の代表といえましょうか、そういうところが連携して共同研究を実施するというところでございます。

この国総研が関わっている共同研究でありますけれども、第1期、第2期、第3期と進んでおりまして、今がまさに3番目の第3期の中で共同研究を実施しているということでございます。第1期でありますけれども、これは協調ITSの中で35ほど引っ張り出しておりますが、35の協調ITSサービスを整理した段階です。どういうサービスがいいかということを整理したものが第1期であります。

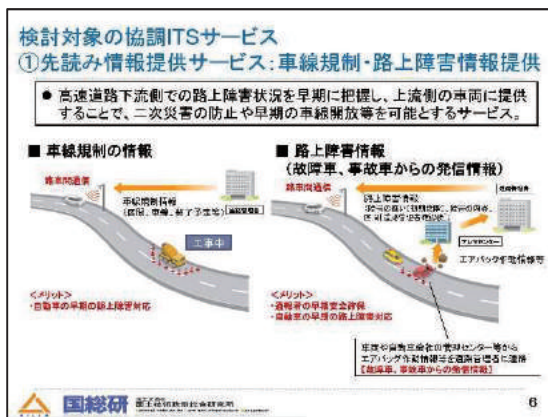
それから、第2期でありますけれども、この35の協調サービスの中から、特に自動運転という観点から優先度の高いものを引っ張り出そうということで、ここでは「先読み情報提供サービス」と「合流支援情報提供サービス」、こういう2つについてまずはやっていくのだということを決めたところであります。

それから、今やっている第3期については、「先読み情報提供サービス」、「合流支援情報提供サービス」それぞれについて研究を進めているところです。それぞれについてどういう情報をやりとりすればいいのか、つまりは情報提供フォーマットをつくることになります。またそれぞれ受信の実験とか、「合流支援情報提供サービス」でありましたら、国総研の試験走路の中で受信の実験、それから、実際の道路、国総研の試験走路でも実施しましたけれども、車両検知センサー、これは道路側に設置する車両検知センサーですけれども、それで車をどう精度よく検知できるか、もう1つは、首都高速

で実験をしておりますけれども、最終的に自動運転に向かってどこまで実証していけるか、こういうことを共同研究で進めているということでございます。



今実施している共同研究で参加していただいているのは、こういう方々であります。一番上は自動車メーカー、二番目は電機メーカーですね。地図の関係者の方もおいでになりますし、高速道路会社にも参加していただいております。そのほか財団等にも入っていただいているというところであります。

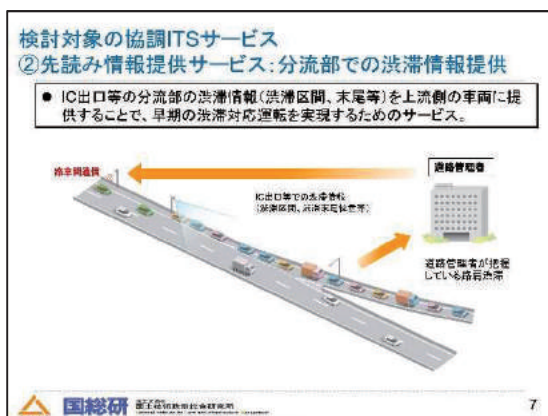


今紹介しましたけれども、「先読み情報提供サービス」、それから、「合流支援情報提供サービス」がありますが、その内容についてちょっと紹介しておきたいと思います。

まず「先読み情報提供サービス」です。実はこの中には3つの種類があって、この3つはともに、車載器のセンサーだけでは情報が確認できないところを、道路と連携して情報提供するという狙っているものであります。まず、

図は「先読み情報提供サービス」の中の1つ目、車線規制とか路上障害の情報提供をするというものです。

高速道路の下流で路上障害があるとすれば、その情報を提供して、あらかじめそれに向かって車を制御していただくというサービスになります。例えば左側は工事中についてです。この情報を道路管理者は持っていますので、それを上流側で車に提供する。そのうえで路上障害への対応をあらかじめやらせてもらうというものです。それから、右側は、事故の情報などがあれば、これを道路管理者がまた同じように提供して車両制御で使っていただくというものです。



2つ目ですけれども、高速道路の分流部なんかは渋滞が本線まで伸びたりすることがありますので、これも道路管理者が情報として得ていれば、これを路車間通信で車に提供します。これであらかじめ対応を図っていただくということになります。これも「先読み情報提供サービス」の1つということになります。

検討対象の協調ITSサービス  
③先読み情報提供サービス: 料金所情報提供

● レーン毎の運用情報を提供することで、料金所ターミナル内での安全、円滑な走行を実現するためのサービス。

国総研 国土交通省 国土交通省 国土交通省

8

3つ目です。これもやはり料金所の情報を道路管理者は持っておりますので、その情報を上流で提供して対応していただくというものです。

3つありましたけれども、これらが「先読み情報提供サービス」ということになります。

検討対象の協調ITSサービス  
④合流支援情報提供サービス

● 高速道路の合流部において、本線の交通状況をセンサーで把握し、合流しようとする自動運転車両に情報提供することで、円滑な合流を支援するサービス。

国総研 国土交通省 国土交通省 国土交通省

9

それから、もう1つの大きなくくりで、「合流支援情報提供サービス」です。文章を読みますと、合流部を対象にし、本線の交通状況を道路側のセンサーで把握して、合流しようとする車に提供するということができます。こちら、図に2車線の道路がありますが、これが本線です。それに対して合流する車が入ってきますけれども、本線側の車の状況を道路のセンサーで把握して、データを生成して、それを路車間通信で合流する

車に提供する。こういうことになります。これも車に載っているセンサーだけでは対応できないということで、道路と自動車が連携してサービスを確立しようというものになります。

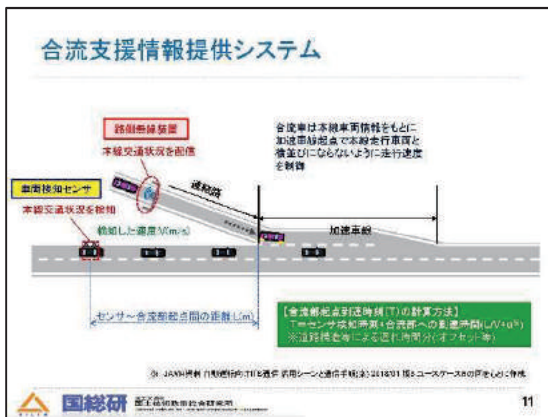
さて、そのうち「合流支援情報提供サービス」について、少し実験を展開しておりますので、その部分についてご紹介を差し上げたいと思います。

合流支援情報提供システム

国総研 国土交通省 国土交通省 国土交通省

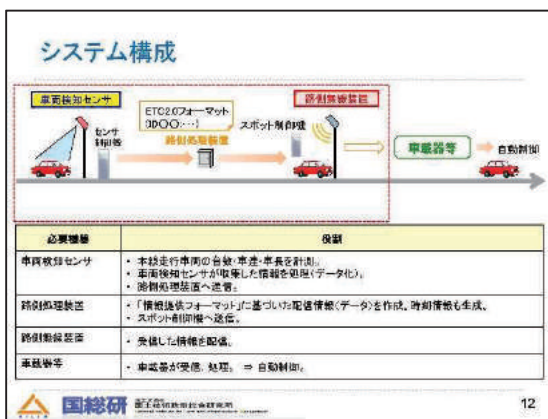
10





ということでもあります。

細かいことが書いてありますが、結局は本線の状況が分かれば、それに合わせて合流する車がどの位置をとればいいのかということになります。図にも書いてありますが、本線の車両と横並びにならないような状態に車の位置をコントロールして、ここまで来れば後は車側のセンサーを使って合流ができる、こういうことを狙っているというものであります。



先ほどもありました「合流支援情報提供システム」であります。これは2車線のところが本線、それから、上のほうから合流する車が来るということになります。黄色で書いてある車両検知センサーで本線の車の状況を把握して、これが合流部までの間に何秒かかるか、あるいは何分かかかるかを考えて、またセンサーで検知した車の状況が合流部でどんな車の状況になるのかということで、これを処理して、路側無線装置から情報提供をする

システム構成ですけれども、本線の車両検知センサーで本線の車を把握して、それを処理して合流側の路側無線装置に情報を渡して、それを車に提供するという事です。センサーで把握したものを処理して、路側無線装置で提供するという事になります。

### 情報提供フォーマット

情報項目	内容	
情報生成日時	情報生成日時	
合流支援システムID	合流支援システムID(道路管理番号+合流部番号+方向等)	
提供している合流支援システムの仕様番号	仕様番号	
システム異常	各センサ、システムの正常・異常を自動判定	
情報提供範囲	対象車線	
交通状況概況	(本線)上流部	過去10秒間に通過した車両の交通量、平均車速、二輪車の存在、平均車間時間
	(本線)合流部	センシングタイプ、過去10秒間の交通状況
	(本線)下流部	過去10秒間の交通量/直近3台の通過からの経過時間
気象状況	合流部付近の天候、降水、降雪量	
	合流方向、加減速車線、加減速車線の車線数、情報提供位置～加減速開始位置までの距離、ハードウェア側の精度・粒度	
基本情報(合流部)	センサ検知位置～合流部迄までの距離	
別送計算時刻情報	対象車両台数、車両No.、合流部到達時刻(計算値)、車線情報、情報提供位置、車速、濃度、二輪車の割合、前方車両との車間時間、計測時刻、加減速開始位置からの距離	

国総研 国土交通省国土政策研究所

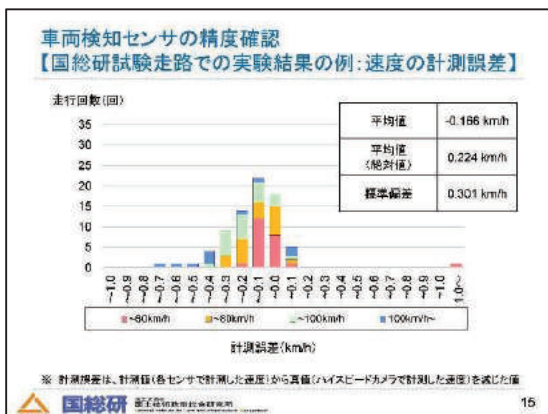
のかということ、それから、車が合流部に到達する時刻というものを提示して、これで車同士が横並びにならない状態にさせていただくということになります。こういう情報を全部一通りお送りしようということになります。

共同研究の中では、この情報提供フォーマットを決めてきたということでもあります。情報提供のときには、いつ生成された情報なのか、この場所がどういう場所なのか、それと同じで、下のほうに行きますけれども、そもそも合流部はどんな形をしているのか、本線部はどんな形をしているのか、例えば本線の車両検知センサーから合流部まではどのぐらいの距離があるのか、情報提供した位置から合流部まではどのぐらいの距離がある

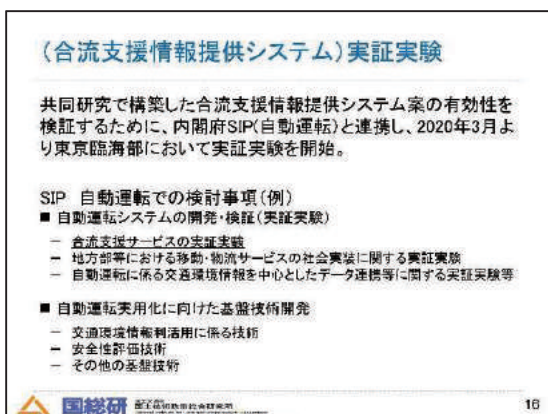


いほどのぐらいの車の長さのものが走っているのかを測るということになります。

左下の写真では、少しカメラが強調されていますけれども、カメラはあくまでこの車両検知センサーの精度を確認するために設けたものです。阪神高速のほうも同じでありまして、右下の写真のように車両検知センサーを並べて、センサーでデータ取りをしたということです。



なくデータが取れたと考えられます。センサーとしては一通り対応できるという理解をしたところがあります。



高速で実証実験をしたものであります。そもそも内閣府のSIPでは自動運転を確立するということの研究をしております、彼らの中にも合流支援サービスを何とかつくり上げていきたいと思いますという研究があります。この点と我々が情報提供する部分とをうまく連携してやれないかということで一緒

これに向けて幾つか実験をやっております。まずは道路に設置するセンサーの精度がどのぐらい確保できそうかという観点で実験をしたものがこの図になります。

左側は国総研の試験走路の中で実施したもの、右側は阪神高速で実施したものです。左上の写真では車両検知センサーがちょっと小さく写っていますけれども、こちらで車両検知センサーを設置して、これで実際本線の車がどんな速度で、ある

これに対して、一例ではありますけれども、どういう結果が得られたかというのがこの図であります。ここに書いてありますが、車両検知センサーで計測した速度から、カメラで計測した速度、つまりはこれを真値の速度というふうに理解しておりますが、これら2つの速度値から速度差を引っ張り出したということでありまして。センサー値に対して真値のほうが大きいから、少しマイナス側には出ておりますが、全体的にはほとんど誤差

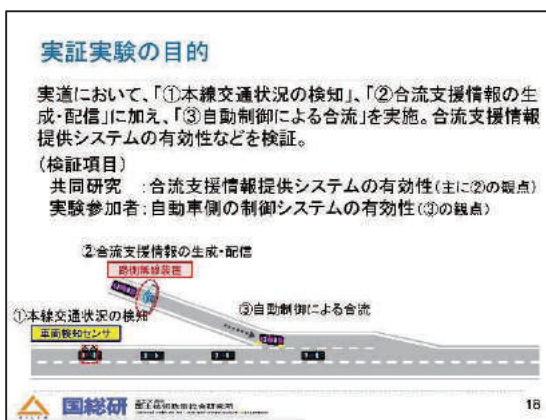
ここまでは国総研の中とか阪神高速でまさに車両検知センサーの確認をしたということでありましてけれども、これに対して、今度は合流支援に向かってどういう対応をしていけばいいのかということを検討した部分になります。

これは我々の共同研究でつくり上げた「合流支援情報提供システム」の仕組みを、実際内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)が動いておりますので、そちらと連携して、首都

にやったということでもあります。



この実証実験に対して参加していただいたのがこちらの方々ということでもあります。我々の共同研究と重なっている部分もあるかと思えますけれども、一緒にここで合流支援のシステムの確立に向けて検討したということでもあります。



首都高速で行っている実証実験でありますけれども、どういうことをやろうとしているのかといいますと、先ほどから話がありました車両検知センサーで測って路側無線装置で情報を提供するというところまでは我々の共同研究で実施したものであります。ここでは、実際その情報を提供された車が合流できたのかどうかということまで含めて実際の実験をやっているということでもあります。

我々共同研究側としましては、車両検知センサーで測ったものを路側無線装置で提供して、うまく情報提供できたのかということが焦点です。また車両検知センサーで得たものが最終的に合流部でどんな車間距離になっているかというのはちょっとはつきりしないところがありますので、その辺りを確認したというのがもう1つの観点です。

それから、先ほどありました実験参加者のメインのところは、まさに合流ができるかどうかということになりますので、共同研究で出てきた情報を使いながら、最終的に車側のセンサーも使いながら合流を図ったということです。合流が実際できたのかどうかということが最終的な確認のポイントということになります。



これが実証実験の場所です。羽田空港のすぐ横ですね。空港西料金所とありますから、羽田空港の横に本線があって、それに対して料金所を通過して合流してくる車がいるということでもあります。本線上に車両検知センサーを置いて、処理した上で、合流していく路側無線装置にデータを送ったというものであります。カメラはあくまでこの実験の中の検証用ということでつけたものになります。

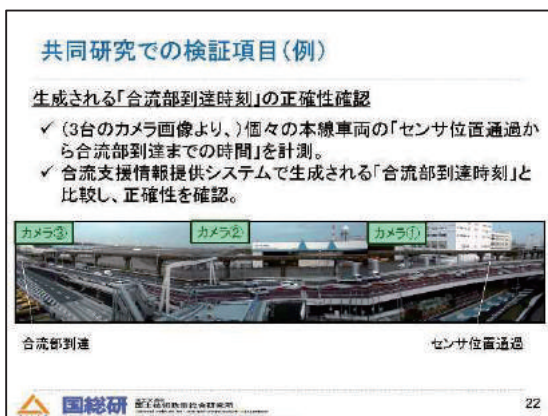




これも同じ場所ですね。先ほどの図と同じ位置ということですが、車両検知センサーで本線の交通の状況を確認して、処理した上で合流する車に路側無線装置を使って情報提供したということです。カメラは①、②、③、それから④ということで、検証用に使っているということになります。



これが車両検知センサーで、何社かのセンサーがついていますが、ここではA社のセンサーを使ってデータ取りをしたということです。これで処理したものを路側無線装置で提供したということです。



この実証実験を通じてどんなことを求めていきたいのかという1つ目の点がこれです。我々共同研究側で課題にしていたものでありますけれども、本線の車両検知センサーで車の位置を測りますが、それが下流でどんな形になって合流部に到達するのかというところをはっきりしないところがありますので、まずは3台のカメラを使ってこれを検証したということになります。


個々の本線車両に対して、センサー位置通過から合流部到達までどのぐらいかかったのだろうかというのをカメラで割り出します。それに対して、我々が用意しているシステムで生成される合流部到達時刻を比較して、これが正確に提示できているかどうかを1つの検証の項目にしたということになります。



**共同研究での検証項目(例)**

合流支援情報提供システム案の適用性確認

- ✓ (配信された合流支援情報を用いた)「自動制御による合流」の可否結果を、交通状況などと関連付けて分析。
- ✓ 合流支援情報提供システム案の適用性を確認
  - 交通に関する条件(混雑度合い、速度など)等



国総研 国土交通省 国土交通省 国土交通省

23

続けていくことになるかと思っています。そういう結果のデータをいただきながら次の検討をするという、ここではそういった対応もしているところになります。実際のところ、今日は結果まで提示できていないわけですが、結果についてはまたまとめてさらなる研究開発に使っていきたいというところであります。

**今後の課題**

- 国内外の自動運転車両の技術開発動向を注視し、安全で円滑な自動運転の実現に必要な協調ITSサービスを特定し、具体的なシステムを構築する。
- 合流支援情報提供システムについては、異なる箇所での実験を通じ、システム導入が有効となる箇所の条件(道路幾何構造、交通特性の観点)や、最適な機器の配置条件(センサ位置、情報配信路側機位置等)を特定する。

国総研 国土交通省 国土交通省 国土交通省

25

かということを考えていかなければいけないと思っています。

それから、今日紹介を差し上げました「合流支援情報提供システム」についてですが、今回はあくまで1カ所での実験の例を紹介しましたが、交通状況にはいろいろな状況があります。混んでいるところもあればそうでないところもある、加速車線長が十分にあるところもあればそうでないところもあるということです。そうすると、合流が一番難しい状態はどうなのだ、それに対してそのシステムがどこまで対応できるか、あるいはシステムを使ってこういう状況でちゃんと合流を達成させてあげようと、そういうところまでつくり上げなければいけないと思いますので、異なる箇所での実験を通じて、どういう道路幾何構造がいいのか、交通特性に対してはどう対処するのかなどを考えていかなければいけないということです。

それから、今日は車両検知センサーの話はあまりできませんでしたが、今回はあくまで車両検知センサーの位置と合流の場所を決めてやっていますが、機器の配置の条件としてはどういう配置がいいのか、こういうことも併せて検討していく必要があるかなと思っています。

以上になります。それでは、これで道路交通研究部からの紹介を終了したいと思います。最後までご覧になっていただきまして、ありがとうございました。

—了—