

# 車々間通信を利用した運転支援システム ——第4期ASVの取組みから——

The Vehicle-to-vehicle-communications for the Driving Support System in the ASV-4 Project

藤本 浩

## Abstract

国土交通省自動車局と自動車メーカーから成る先進安全自動車の推進検討会であるASV (Advanced Safety Vehicle) プロジェクトでは車々間通信を利用したシステムの検討を行ってきた。本稿では、車々間通信を利用した運転支援が期待される事故防止シーンと、車々間通信利用型事故防止システムのアプリケーション観点から要求される通信エリアやパケット到達率及び、その他システム構成要素技術の検討結果を中心に解説する。

キーワード：車々間通信，運転支援システム，第4期ASV，支援シーン，パケット到達率

### 1. はじめに

2005～2010年の第4期ASV推進計画（以下、「第4期ASV」）<sup>(1)</sup>において、全国交通事故統計データによる事故分析に基づいて事故削減対策の考察が行われた。無線通信を利用した対応が強く要望される、運転者から直接相手車両が見えない・見えづらい状況下における、相手車両の接近認知支援システムの実用化を目標として、検討とシステムコンセプトの実証実験<sup>(2)</sup>が実施された。運転支援用の車々間通信は、1台1台の車両が位置と移動の速度と方向などの車両挙動情報を周囲に相互に発信し、受信した周囲車両の挙動情報から車両間の接近具合を推定するためのものである。

第4期ASVでは、通信利用型支援システム開発に関わる周辺技術の状況を踏まえながら、2010年代前半に実用化が可能と考えられる支援機能に絞り込み、支援システムが備えるべき技術的要件や配慮すべき事項等についてとりまとめられ、「通信利用型実用化システム基本設計書」<sup>(3)</sup>として策定されている。

表1 車々間通信による対策が考えられる支援と第4期ASV実用化検討対象機能

第4期ASV 実用化検討 対象機能	車々間通信が期待される 支援機能イメージ	運転支援レベル		
		情報 提供	注意 喚起	警報
対象外	歩行者情報を利用した支援機能	✓	✓	
対象外	左折時の自転車情報を利用した支援機能	✓	✓	
対象外	右折後の自転車情報を利用した支援機能	✓	✓	
左折時衝突防止支援	左側方車両の情報を利用した支援機能	✓	✓	
対象外	対向直進車両の情報を利用した支援機能	✓	✓	
出会い頭衝突防止支援	直交車両の情報を利用した支援機能	✓	✓	
右折時衝突防止支援	対向車の情報を利用した支援機能	✓	✓	
対象外	前方低速/停止車両の情報を利用した支援機能	✓	✓	
対象外	前・側方車両の情報を利用した支援機能	✓	✓	
対象外	並進車両の情報を利用した支援機能	✓	✓	
対象外	後方車両の情報を利用した支援機能	✓	✓	
周辺車両認知支援	周辺車両の情報を利用した支援機能	✓		

藤本 浩 日産自動車株式会社電子技術開発本部  
E-mail h-fujimoto@mail.nissan.co.jp  
Hiroshi FUJIMOTO, Nonmember (Electronics Engineering Development Division, Nissan Motor Co., Ltd., Atsugi-shi, 243-0123 Japan).  
電子情報通信学会誌 Vol.95 No.8 pp.690-695 2012年8月  
©電子情報通信学会 2012

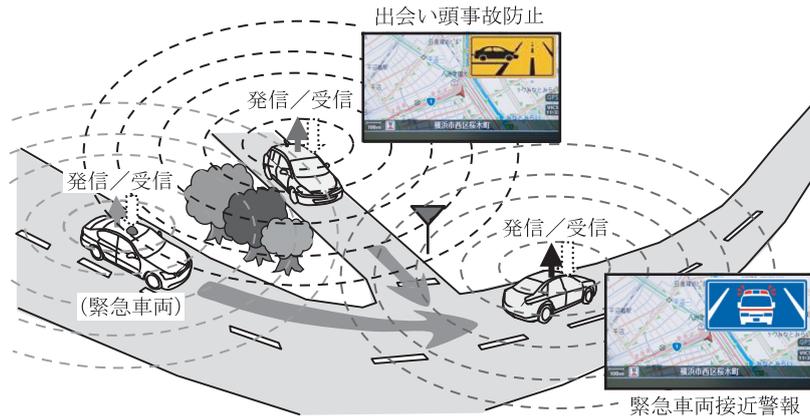


図1 運転支援用の車々間通信のイメージ

表2 支援レベルの定義と情報提供・反応時間

支援レベル	定義	運転者に期待する行動	システム情報の提供から運転者反応までの時間
情報提供	運転者がシステムから提供された情報により安全運転を行うための客観情報を伝える。	通常運転時の行動で対応	3.7 s
注意喚起	特定タイミング、特定場所、運転者による特定操作または特定状況が生じたときに注意を喚起する。	やや急いだ行動で対応	3.2 s
警報	検知情報からの事故の可能性を予測し、運転者に対して即座に適切な行動・操作を促す。	素早い行動で対応	0.8 s

## 2. 車々間通信の活用が期待される事故防止運転支援シーン

### 2.1 支援機能

第4期 ASV の事故分析と2010 年前半における周辺技術状況の考察において、車々間通信を利用した対策があり得るとされた事故防止支援機能と実用化対象機能を表1 に示す。

第4期 ASV の実用化検討の対象とされているのは、「出会い頭衝突防止支援」、「右折時衝突防止支援」、「左折時衝突防止支援」の三つと、測位誤差の影響や、自車両や相手車両が走行する道路がどのように交差するかといった道路状況の情報がないなどの場合に、支援場面を想定せずに自車の周辺車両の存在情報を提供する「周辺車両認知支援」を加えたものとされている（図1）。

2010 年代前半を考えると、量産車両に搭載可能で位置測位精度が良いシステムでも5 m 程度の測位誤差が生じると想定される。この精度では走行車線幅以下の判断が困難であり、数 m の精度を要する歩行者や自転車に対する衝突防止支援や、追突・正面衝突防止支援、車線変更時衝突防止支援の機能は、第4期 ASV の実用化検討の対象外とされている。

### 2.2 支援レベル

運転支援システムでは、表2 に示すような「情報提

供」、「注意喚起」、「警報」の三つの支援レベルとそれぞれに応じた情報提供・反応時間が想定される。車々間通信を用いた支援システムは、自車周辺の車両（や歩行者・自転車）が発信する位置と移動速度・方向の情報を利用するものであり、システム搭載・非搭載の混在もあるため、「注意喚起」までの支援レベルとされている。

### 2.3 実用化検討支援シーンと車々間システムの要求通信エリア

車々間システムの通信エリアについては、支援対象車両（自車両）がシステム支援を受けている間に自車両が移動する可能性があるエリア  $L_1$  と、情報対象車両（相手車両）が移動する可能性があるエリア  $L_2$  の組合せで考えることができる。

#### (1) 出会い頭衝突防止支援のシーン

図2 において  $L_1$ 、 $L_2$  を下記のように設定する。

- $L_1$ ：目標地点から停止線までの区間5 m、及び停止線から発進待機地点でのアンテナ位置（乗用車の車長相当）までの区間5 m の合計10 m を設定する。
- $L_2$ ：支援対象車両（自車両）のドライバーが支援を受けて発進を踏みとどまるよう判断するまでの時間に、情報対象車両（相手車両）が一定速度で走行する距離を用いる。交錯が予想さ

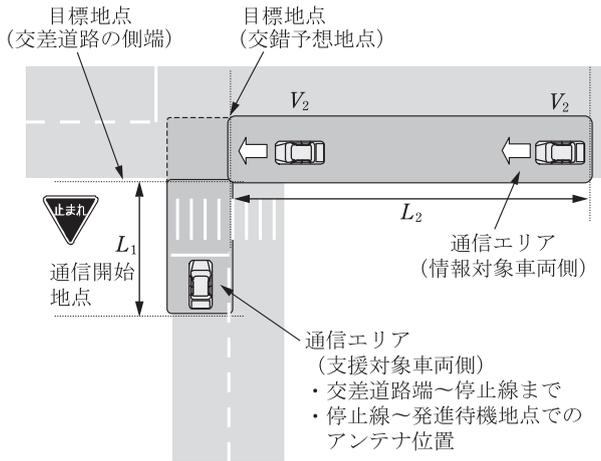


図2 出会い頭衝突防止支援（発信待機支援）のイメージと通信エリア

れる目標地点を終点として、システム処理遅延時間 0.3s と通信周期 0.1s 及び、情報提供・反応時間の最大値 3.7s を付加した 4.1s と支援システムが対象とする車両速度（以下、適用上限速度）70 km/h を用い始点を逆算する。

$$L_2 = T \times V_2 = (0.3 + 0.1 + 3.7) \text{s} \times 70 / 3.6 \text{ m/s} = 79.7 \text{ (m)}$$

(2) 右折時衝突防止支援のシーン

図3において  $L_1$ ,  $L_2$  を下記のように設定する。

- ・  $L_1$ : 道路交通法で定める右折開始意思提示区間 30m 及び、交差点入口から発進待機地点までの区間を連続的に通信できるよう設定する。
- ・  $L_2$ : 支援対象車両（自車両）が情報提供を受けて右折をやめる判断をするために必要な時間に、情報対象車両（相手車両）が減速することなく一定速度で走行するものと想定して区間を設定する。

$$L_2 = T \times V_2 = (0.3 + 0.1 + 3.7) \text{s} \times 70 / 3.6 \text{ m/s} = 79.7 \text{ (m)}$$

(3) 左折時衝突防止支援のシーン

図4において  $L_2$  を下記のように設定する。

- ・  $L_2$ : 支援対象車両（自車両）が情報提供を受けて左折をやめる判断をするために必要な時間に、情報対象車両（相手車両）が減速することなく一定速度で走行するものと想定して区間を設定する。

$$L_2 = T \times V_2 = (0.3 + 0.1 + 3.7) \text{s} \times 70 / 3.6 \text{ m/s} = 79.7 \text{ (m)}$$

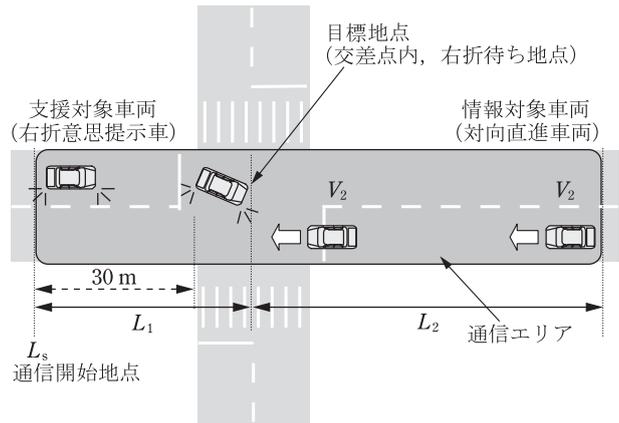


図3 右折時支援の通信エリア設定

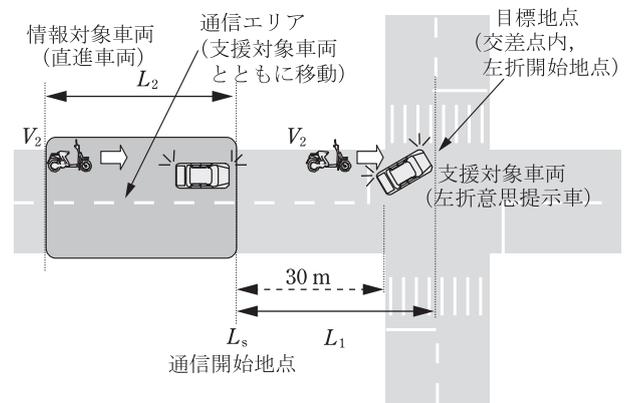


図4 左折時支援の通信エリア設定

左後側方の車両情報を用いる左折時支援のケースでは、自車両・相手車両共、同一方向に走行しながら交差点付近で近づくため、必要最大通信エリアは  $L_1 + L_2$  とならず、値の大きな  $L_2$  が通信エリアとなる。

(4) 周辺車両認知支援（緊急車両情報提供）

目視することができない、あるいは動静に注意を払い続けるのが難しい車両に関する情報をドライバーに分かりやすく伝えることで、余裕を持って運転操作が行えるよう支援するのが本支援機能の狙いである。先に述べた3支援シーンが想定できないケースでも周囲車両の存在情報を提供すると安全に寄与するケースもあることから検討の対象とされている。

緊急車両情報提供では、緊急車両の警光灯が 300m 先から視認できるよう法令で定められていることから、自車両との直線距離  $L_1$  が 300m 以内となったときに、支援を開始するのが目安の通信エリアとされている。自車両の走行に何ら関係のない遠方の車両や自車から遠ざかっていく車両、及び自車との交錯の可能性が低いと判断できた車両を除外できる（図5）。

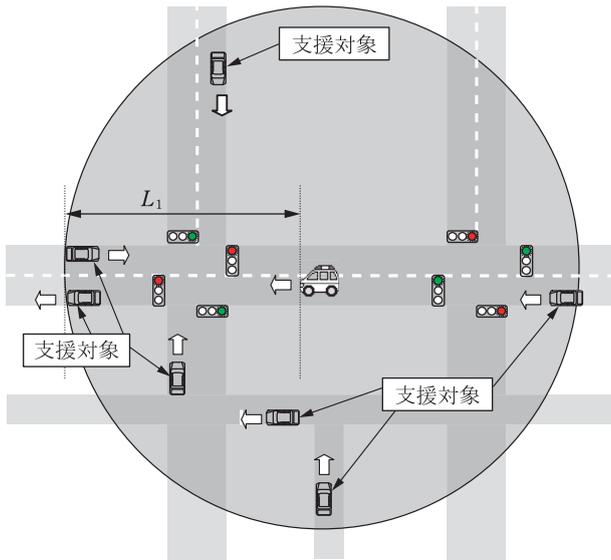
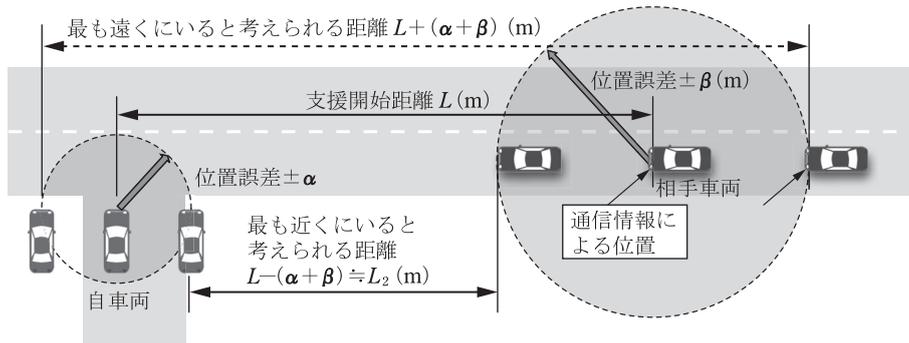


図5 緊急車両情報提供での通信エリア

### 3. 車々間通信活用運転支援システムに求められる他の技術要件と実用化における留意事項

現状の測位技術では、支援対象車両（自車両）と情報対象車両（相手車両）の双方に、ある程度の位置誤差が生じるのはやむを得ない。この位置誤差によって生じる可能性がある支援タイミングのずれの対策や、不要支援が生じ得ることをユーザが理解できるようにシステム特性の事前説明や情報提供方法の工夫等の配慮が必要とされている（図6）。

また、自車両の周辺にはシステムを搭載していない非通信車両も混在しており、これらの車両については情報が全く得られない。システムの普及段階では、非通信車両の存在を念頭においてドライバーに誤解を与えないような情報提示システムの設計及びシステムの利用案内が重要となる。更に、“通信技術には、様々な理由で通信できなくなる場合があり、通信の信頼性を100%とすることは技術的に見て無理がある”ことをユーザが理解して使用してもらうように配慮する必要もある。



$L$  : 測位した自車位置及び通信情報から推定した相手車両位置から求めた距離  
 $\alpha$  : 自車両の位置誤差  $\beta$  : 相手車両の位置誤差

図6 出会い頭衝突防止支援（発進待機支援）における位置誤差の関係 自車両の誤差 $\alpha$ と相手車両の誤差 $\beta$ の合計分 $(\alpha+\beta)$ 前だししたタイミングで支援することとする。すなわち、誤差を考慮して自車両と相手車両が最も近くにいる（距離： $L-(\alpha+\beta) \approx L_2$ ）が $L_2$ になるようなタイミングで支援する。

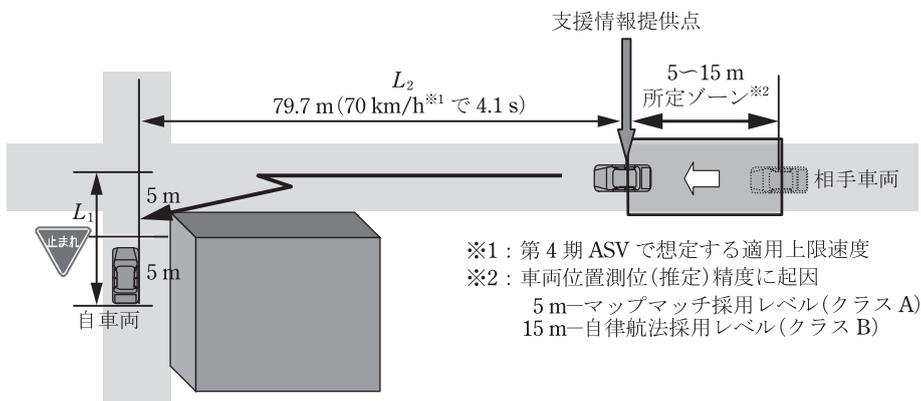


図7 出会い頭事故防止シーンにおける情報提供の支援モデル

#### 4. 車々間通信への要件——通信エリアと パケット到達率——<sup>(3), (4)</sup>

##### (1) 通信品質：パケット到達率

出会い頭衝突防止シーンの通信エリアは、見通し外通信となり最も通信が厳しい条件となるため、出会い頭のシーン（図7）を例にとって説明する。

このモデルにおいて支援情報提供地点（ $L_2$ ）で相手車両が交差点に接近していると予測するためには、支援情報提供点手前5～15mエリアで通信が最低1回成立すればよい（5～15m進む間に相手車両から複数回送信された累積のパケット到達率が95%以上であればよい

といった定義：積算パケット到達率95%以上）。車両の挙動は1～2sでは大きく変わらないため、所定エリアで一つでもパケットが届くと、届いた地点から1s程度は車両位置と挙動は予測可能であるため、積算パケットといったアプリケーション視点の考えを導入し、通信成立性に柔軟性を持たせている。

相手車両が図7の所定ゾーンの5～15mを通過時に、図8に示すように6個のパケットを送信する機会があり、自車両側で受信されたそれぞれのパケット到達率が $X_1 \sim X_6$ とすると、積算パケット到達率は式(1)で算出される数値となる。

$$\text{積算パケット到達率} = 1 - (1 - X_1/100) \times (1 - X_2/100) \cdots \times (1 - X_6/100) \quad (1)$$

ここまで出会い頭事故防止シーンのモデルに関して説明してきたが、他の事故防止シーンも同様の考え方になる。なお、第4期ASVでは総務省-国土交通省共同実験<sup>(5)</sup>で評価した候補メディアの特性を踏まえ通信頻度（周期）は当面100msとされている。

##### (2) 通信到達率の評価モデル：大都市モデル

通信が可能な条件は、送信機の周波数とパワー（電波到達範囲）や通信の設計収容台数、通信機が干渉波の中から所望波を検出分離する能力及び、車両配置の道路環境条件に大きく左右され一律に要件パラメータを設定できない。このため、第4期ASVでは車両が比較的多くかつ、ある程度の速度で車両が走行できている都市部の車両実測密度を基にした評価用の大都市モデルを定義した。表3に評価用の大都市道路格子モデルの各種パラ

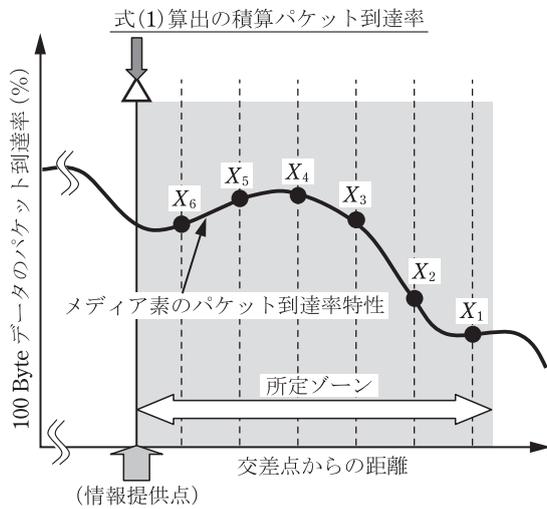


図8 積算パケット到達率

表3 大都市モデルのパラメータ

項目	条件	備考
道路条件		片側1車線 ・歩道：1.0m ・路肩：0.0m ・車線：3.0m 片側2車線 ・歩道：4.0m ・路肩：0.5m ・車線：3.5m 片側3車線 ・歩道：4.0m ・路肩：0.5m ・車線：3.5m
車両密集条件	・片側1車線：33m/台 ・片側2車線：23m/台 ・片側3車線：23m/台	銀座東5交差点での交通流実測と航空写真車両数から算出した車両密度。
車両含有率	・乗用車両：90% ・大型車両：10%	
車両配置範囲	電波到達範囲の2～3倍のエリアとする。	遠方車両からの通信が影響を与えないエリアまで配置。

メータを示す。

採用を検討する通信メディア方式は、本定義モデルを交錯予測交差点を中心に1,000~1,500 m程度で設定し、実用化衝突防止システムの車両位置関係（自車両と相手車両）の通信エリア以上の距離において積算パケット到達率95%以上を満足できればよい。

## 5. 車々間通信を活用した 運転支援システムの発展性

車両相互が位置と挙動情報を周囲に発信（放送）し、それを受信した周囲車両が安全運転支援に活用する第4期ASVで検討された車々間通信システムの検討状況について述べた。

今後車々間通信の適用検討が進むと予測されるアプリケーションは、コンセプトやそれを実現する通信方式等を含めたシステム成立性検証が始まったばかりの、大型車の隊列走行や、高速道路サグ部（くぼ地）での渋滞流を円滑化させる適正車間時間制御（スマート交通流）システム、センターレスプローブシステム等である。これらのアプリケーションは、これまでの放送型車々間のほかに、交信型やホッピング型の通信も併用される可能性が高い。

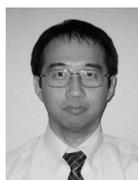
また内閣官房ITSに関するタスクフォース<sup>(6),(7)</sup>にて今後のITS対応が必要な分野として、増加傾向にある生活圏における高齢者や自転車の事故とその削減策検討

が指摘されている。第4期ASVでは歩車間通信への適用は対象外としたが、放送型車々間通信の考えを更に発展させた歩車間通信の検討も必要と考えられる。歩車間通信は、所定エリア内での端末集中によるパケット衝突問題や通信端末バッテリー稼働時間の減少等の従来の車々間や路車間にはない課題も予想され、それらの課題対策を考慮した通信の方式が求められると考えられる。

### 文 献

- (1) [http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/resource/data/asv4\\_pamphlet\\_seika.pdf](http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/resource/data/asv4_pamphlet_seika.pdf)
- (2) <http://carlifenews.jp/sp/asv2009demo/>
- (3) 国土交通省自動車交通局先進安全自動車推進検討会先進安全自動車(ASV)推進計画報告書，“第4期ASV計画における成果について，” June 2011.
- (4) ITS無線システム高度化に関する研究会報告書，June 2009.
- (5) [http://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/joho\\_tsusin/policyreports/chousa/its/pdf/081219\\_2\\_si2-4.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/chousa/its/pdf/081219_2_si2-4.pdf)
- (6) <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/its/>
- (7) <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/its/dai4/siryoushi.pdf>

(平成24年3月11日受付 平成24年5月7日最終受付)



ふじもと ひろし  
藤本 浩

平元鳥取大・工・電子卒。平3同大学院修士課程了。同年日産自動車株式会社入社。以来、ヘッドアップディスプレイ、ETC/DSRC車載システム、協調路車間・車々間通信システムの開発に従事。現在、同社電子技術開発本部、IT & ITS開発部、IT横断技術開発グループ主査。