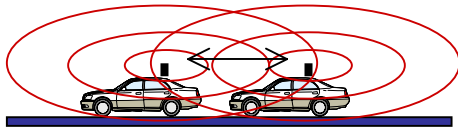
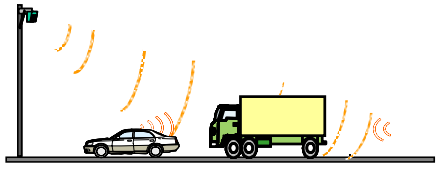


情報量(伝送容量)と事故の減少効果との関係

アプリケーション		イメージ図	伝送容量	通信要件
車車間通信	接近車両情報 (出会い頭事故、 右折事故、正 面衝突事故、 追突事故等)他		10.68Mbps	通信距離:直線約450m、200m前方交差点から、見通し外(回折)25m 通信方式:CSMA等 収容車両台数:1780台
路車間通信 (路路間含む)	信号情報、規制情報、歩行者情報、停止低速車情報、死角画像情報他		3.0Mbps (画像情報 2.4Mbps含 む)	通信距離:~2km 通信方式:OFDMA等 収容車両台数:制限無し

本ITSインフラ協調システムは、車車間通信、路車間通信システムから成り、上の表に示すような種々のアプリケーションを実現することによって事故の減少を図るものである。

本システムの所要伝送容量については、第5回委員会(07/2/9)において、以下のように報告している

- ・車車間伝送容量:
車両台数1780台 x データ量(100 x 8)bit / 送信周期100msec x 送信周期制御・MAC等 効率3/4 = 10.68Mbps
- ・路車間伝送容量: (路路含む): 3.0Mbps
- ・全伝送容量: 車車間10.68Mbps + 路車間(路路含む)3.0Mbps = 13.68Mbps

1.1 車車間通信の所要伝送容量 (その1)

*ASV3(先進安全自動車プロジェクト-第3期)の検討結果に基づく

(1) 車両台数

① 必要通信エリア: 対象事故類型の事故件数の90%タイル値**をカバーするため、
車車間通信で右上図のような通信エリアが必要と想定 ⇒1.2で詳細説明

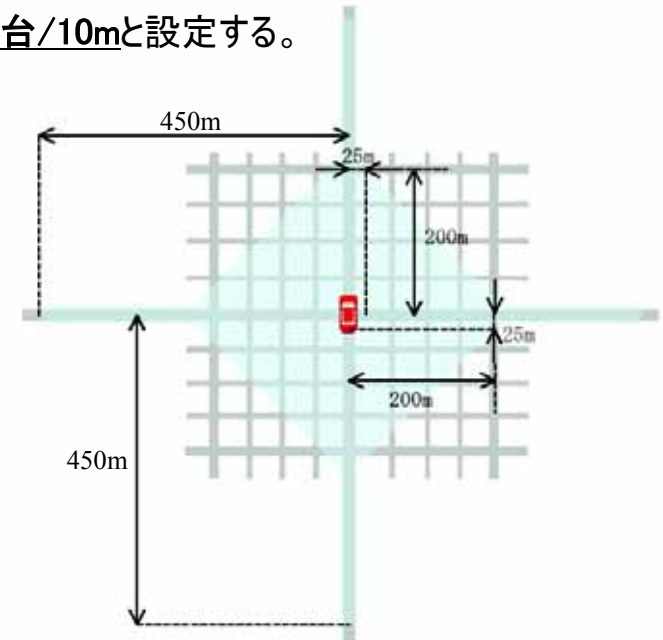
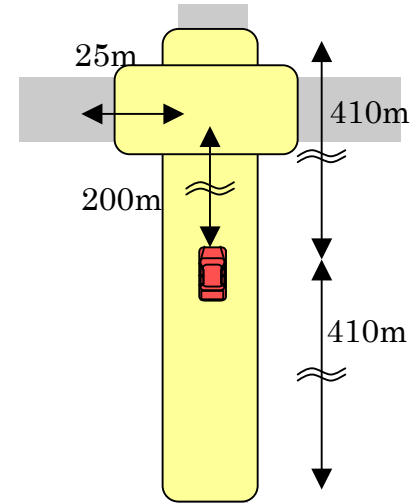
- ・車両前方(見通し): 410m
- ・車両後方(見通し): 410m
- ・交差点回折: 前方200m伝搬後、回折25m

② 道路環境: 東京都銀座市街地の道路配置を参考とし、道路配置を50m方形メッシュの道路配置とし、片側3車線の幹線/高速道路と、片側2車線の主要道路を200m毎に配置

③ 車両密度: 東京都の平均旅行速度20km/hを用い、車両間隔時間0.5秒として、
車両間隔距離を5mと仮定。車両長を5mとして、車両密度を各車線1台/10mと設定する。

④ 通信可能範囲:
800MHz帯の電波伝搬特性から、前方200m+回折25mを実現する場合の見通し通信可能距離 (=電波が届いてしまう距離)を450mと設定。

⑤ 通信可能エリアと車両台数:
②の道路環境において、通信対象車両台数が最大になるよう、
自車は片側3車線の幹線道路同士の交差点にあるものと仮定すると、
通信可能エリアは右下図の様になり、エリア内の車線総延長は17800m、
車両密度1台/10mより、エリア内車両台数は1780台となる。

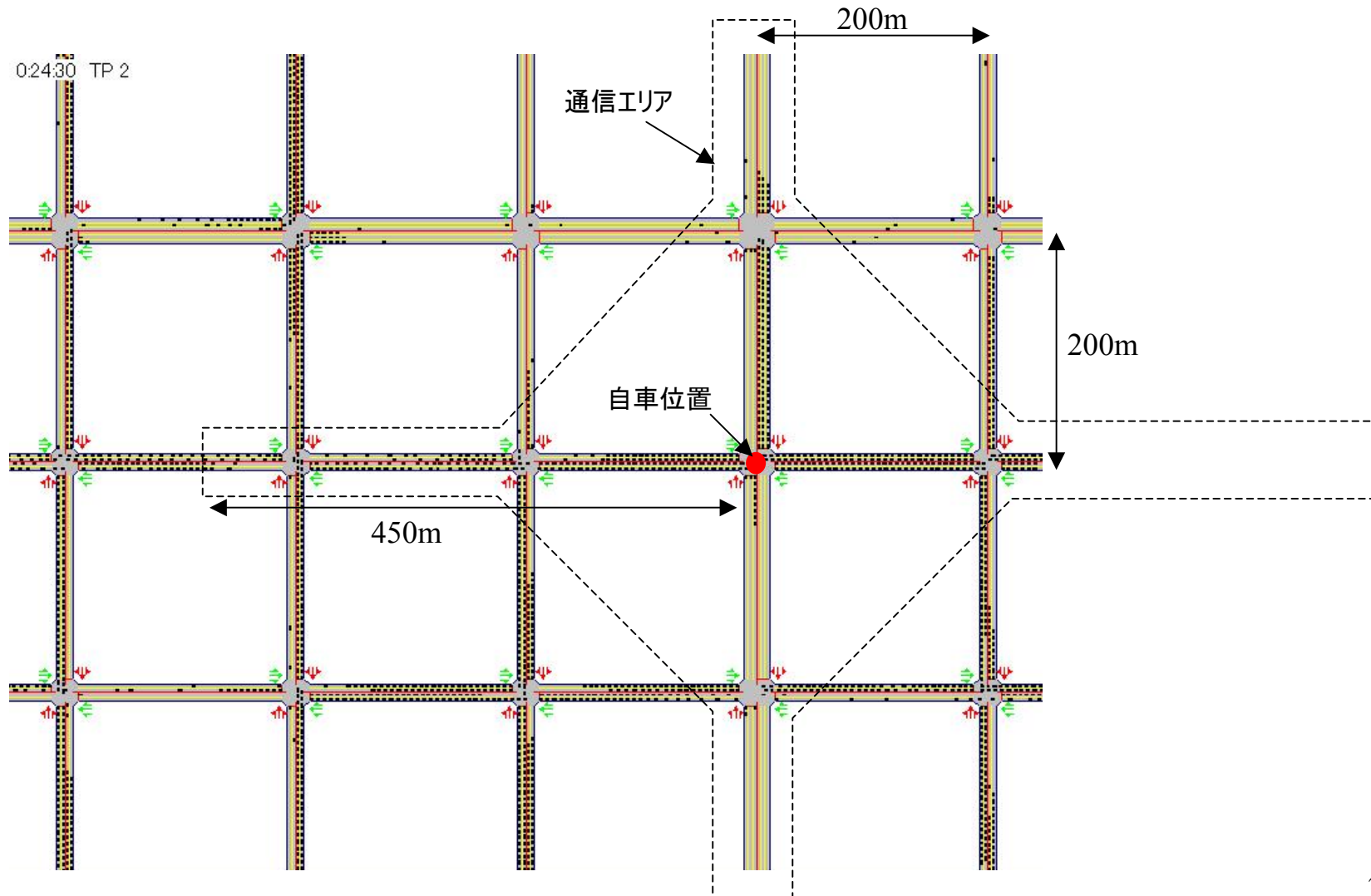


車両台数は、車車間通信サービスが、対象事故類型の事故件数の何パーセントをカバーするかによって変化する

1.1 車車間通信の所要伝送容量 (その2)

・交通流シミュレーション画像(シミュレーションソフト:NETSIM)

前記道路モデルに、車両密度1台/10mを発生させた場合のスナップショットの一例 (細街路(50m間隔)除く)



1.1 車車間通信の所要伝送容量 (その3)

(2) 車車間通信の1回の送信データ量

情報種別	内容	単位情報量(Byte)
管理情報	データバージョン等	2
基本データ	自車ID、相手車両ID、車両種別 現在の位置、車速、進行方位	27
車両装置状態	シフトポジション、ブレーキ状態、ウinker状態、ハザード状態	2
車両相互状態	緊急車両や路線バスの走行状態	5
相互位置関係	進行方向直近交差点位置等	22
定型メッセージ	譲り合い、進路通知、減速、注意情報(路面、前方渋滞等)	2
自由データ	用途を問わずに自由に使用できるデータ	20
合計		80

セキュリティ(なりすまし防止)や、安全性向上のための将来の機能拡張を想定し、送信データ量は100Byte必要

(3) 送信周期

- ・システムの適用上限速度(120km/h)において、車両1台分の長さ(5m程度)の分解能を確保する必要有り。
- ・100msec毎に送出すれば、1つのパケットを取りこぼしても次のパケットを取得できれば、6.6mの分解能を確保できる。



2回のうち1回はデータが衝突なく受信できる確率が95%以上確保するため、所要パケット到達率を80%とする

1.1 車車間通信の所要伝送容量 (その4)

(4) 送信周期制御・MAC効率

① 走行速度に応じた送信周期制御

- ・適用上限速度(120km/h)に対する送信周期100msecを基本として、同等の位置精度(5m程度)が得られるように送信周期を制御する。(右上表)



東京都の平均旅行速度(20km/h)を想定すると、送信周期は400msecとなり、送信間隔100msec一定の場合と比較して、速度に応じた送信周期制御により、伝送容量は概ね1/4に削減可能。

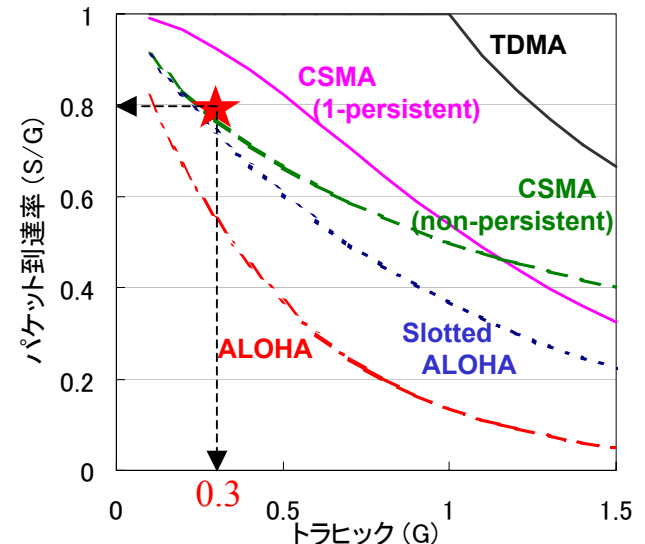
② 隠れ端末問題によるMAC効率の低下

- ・車車間通信のアクセス制御方式にCSMAを用いた場合、送信車両同士が物理的に離れている、あるいは建物等に遮蔽されることにより、「隠れ端末問題」が発生する。
- ・隠れ端末問題が頻発する市街地環境では、MAC効率は、CSMAとALOHAの中間的な特性となると推定される。(右下図)
- ・パケット到達率80%を実現するためには、伝送容量を1とした場合にトラフィックを0.3程度にする必要がある



伝送容量は、送信する情報速度の3倍程度が必要

車速(km/h)	送信周期 (msec)
110~	100
100~	110
90~	120
80~	130
70~	150
60~	170
50~	200
40~	240
30~	300
20~	400
10~	600
10未満	1200



①、②より、送信周期制御・MAC等の効率は3/4程度

1.2 車車間通信の必要通信エリア

(1) 必要通信エリア(通信距離)の算出

安全アプリケーションに必要な通信エリアは、以下4項目に基づいて算出される。

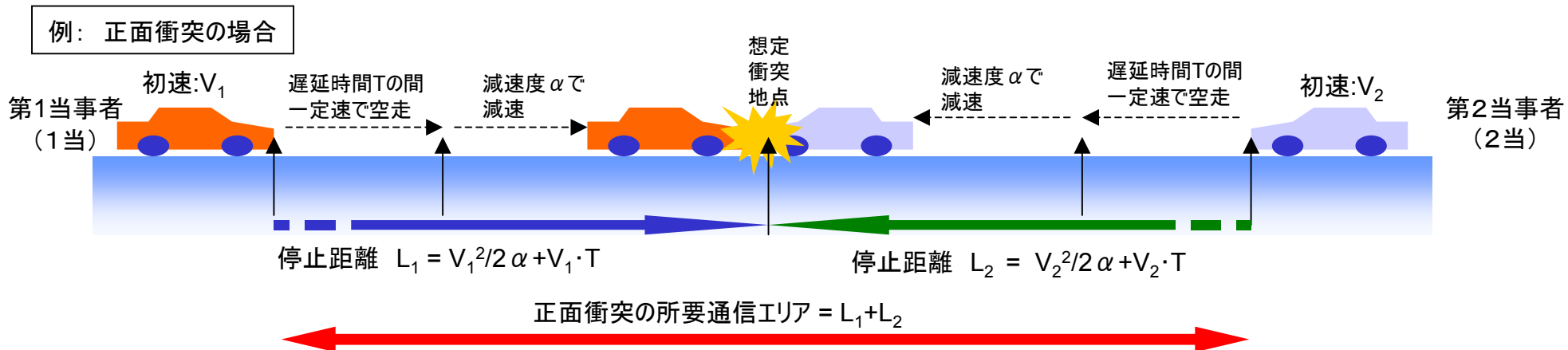
- ① 適用上限速度：交通事故統計(死亡/重傷事故)の「危険認知速度」の90%タイル値*を基準に設定
- ② 減速度：情報提供によって運転者が目標速度までに減速するまでの「通常減速度」
乗用車、二輪車： 2m/s^2 、* 大型バス・トラック： 1m/s^2 *
- ③ 情報提供・反応時間：システムが情報提供開始してから運転者が反応するまでの時間 3.7秒*
- ④ システム遅延時間：データが送出されてから、そのデータを受信し情報処理するまでの遅れ時間 0.3秒*

*各データは、ITARDA((財)交通事故総合分析センター)、JARI((財)日本自動車研究所)の調査に基づき、ASV3にて設定した値

以上の数値から、必要な通信エリアは以下の式により求められる

$$L = (V^2 - V_t^2) / 2\alpha + (V - V_t) \times T$$

L: 通信エリア(m), V: 適用上限速度(m/s), V_t : 目標車速(m/s)(停止の場合は0), α : 車両の減速度(m/s^2), T: 情報提供・反応時間とシステム遅延時間の和

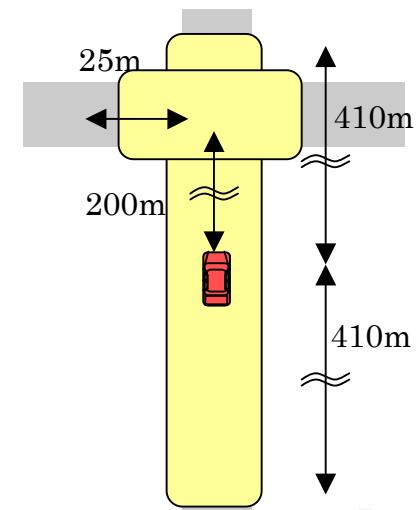


1.2 車車間通信の必要通信エリア (その2)

(2) 対象事故類型別の適用上限速度と通信エリア

事故類型	車種	第1当事者			第2当事者		
		種別	適用上限速度	通信エリア	種別	適用上限速度	通信エリア
右折事故	乗用車 大型車	右折側	30km/h	交差点中央から50m " 70m	直進側	70km/h	交差点中央から170m " 270m
出会い頭事故	乗用車 大型車	規制側	15km/h	交差点端部から20m " 25m	優先側	60km/h	交差点端部から135m " 200m
歩行者事故	乗用車 大型車	車両側	60km/h	交差点端部から135m " 200m	歩行者側	4km/h	交差点端部から5m
正面衝突事故	乗用車 大型車	車線 逸脱側	60km/h	車両間最大距離270m " 410m	走行側	60km/h	←
追突事故	乗用車 大型車	走行側	120km/h 90km/h	車両間最大距離410m " 410m	停止側	120km/h 90km/h	←
左折事故	乗用車 大型車	左折側	30km/h	車両間最大距離 75m " 105m	直進側	70km/h	←
車線変更に伴う事故	—	車線 変更側	80km/h	車両間最大距離 75m	直進側	120km/h	←

上記7つの事故類型をカバーするために必要な通信エリアをまとめると、右図に示すように車両前方が410m、車両後方が410m、車両前方200mまで伝搬し更に25m伝搬するエリアとなる。



1.3 路車間通信の所要伝送容量

路車間通信サービス(路→車 同報型通信)の情報量と伝送容量(試算)

サービス	情報種別								
	低速				高速				
	サービス通知	道路	規制	路面	システム情報	信号	車両	歩行者	画像
信号情報利用(路路含む)	○	○		○	○	○			
規制情報利用(一旦停止)	○	○	○	○	○				
規制情報利用(速度規制)	○	○	○	○	○				
接近車両検知情報提供	○	○		○	○	○	○		
停止低速車両情報提供	○	○		○	○		○		
歩行者・自転車検知情報提供	○	○			○	○		○	
死角画像情報提供	○	○			○	○			○
単位情報量(Byte)	8827	9424	3904	23	896	552	1259	164	30001
送信周期(秒)	0.5				0.1				
伝送容量(bps)	76800	108800	62464	368	51200	32000	100720	13120	2400080
〃 全体合計(bps)	2984608								

- ・一つの路側機において、上記の全ての種類の路車間サービスを提供する場合、必要な伝送容量は**約3Mbps**
- ・路車間サービスの場合、無線ゾーンが隣接ゾーンと重ならなければ、**同一周波数帯域を繰り返し利用可能**

路車間サービスの事故削減効果は主に路側機設置箇所数に依存し、所要伝送容量は3Mbps一定

1.4 伝送容量と事故減少効果の関係

(1) 対象事故件数

平成7年から平成12年までの全国交通事故統計データに基づき、**死亡事故・重傷事故**を対象に、前記7つの事故類型において**情報提供で事故低減効果が見込めるケース***(該当する事故件数)の調査および集計を、ITARDAにて実施

*信号無視/酒酔い運転/過労/共同危険行為など、システムの効果が望めないケースを除外

削減可能性が有る対象事故件数 (1年間あたりの事故件数に換算)

対象事故類型	死亡事故	重傷事故
右折事故	261	4,802
出会い頭事故	480	8,233
歩行者事故	1,041	4,676
正面衝突事故	373	2,112
追突事故	310	4,136
左折事故	57	1,689
車線変更時事故	13	179
計	2,535	25,827
全体の事故件数	9,192	72,212
全体に対する割合	28%	36%

1.4 伝送容量と事故減少効果の関係 (その2)

(2) 事故減少効果の試算

a) 車車間通信の場合*

伝送容量: **10.68Mbps** (右図の通信エリアの場合)

事故低減効果: 適用上限速度に依存

(例) 適用上限速度を危険認知速度の90%マイル値から求めているため
対象事故件数の90%が削減可能性がある、と仮定

⇒ 削減可能性のある死亡事故件数: 2,281件/年
" 重症事故件数: 23,244件/年

伝送容量を低くした場合、適用上限速度が低下するため、対象事故件数が減少

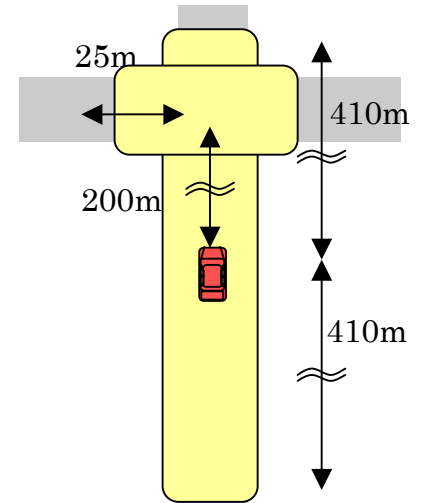
b) 路車間通信の場合*

伝送容量: **3.0Mbps**

事故低減効果: 路側機設置箇所数に依存

(例) 全国約20万箇所の交差点のうち、事故多発交差点1万箇所 (5%) に路側設備を設置と仮定
事故多発交差点の事故発生率が平均の2倍だと仮定した場合、前記対象事故件数の10%

⇒ 削減可能性のある死亡事故件数: 253件/年
" 重症事故件数: 2,583件/年



安心・安全のためのシステムとして、十分な事故減少効果を得るためには、上記伝送容量が必須

*a), b)の試算には重複分有り

(付録) 車車間通信(ASV情報交換型運転支援システム)データ仕様(抜粋)

FIELD	UNIT	element	長さ(bit)	
ADMINISTRARATION		data version	8	
		reserve	8	
STANDARD INFORMATION		vehicle id	24	
		reserve	4	
		destination id	24	
		reserve	4	
		vehicle class	4	
		reserve	4	
		POSITION	datum	2
		HORIZONTAL LATITUDE	availability	1
			degree	9
			minute	6
		LONGITUDE	second	13
			reserve	4
			degree	9
		VERTICAL	minute	6
			second	13
			reserve	4
		MOTION	horizontal error range	8
			reserve	7
			availability	1
			height	14
			vertical error range	8
reserve	9			
reserve	6			
availability	1			
speed	8			
direction	9			
reserve	6			
reserve	8			

(付録) 車車間通信(ASV情報交換型運転支援システム)データ仕様(抜粋) 続き

FIELD	UNIT	element	長さ(bit)
EQUIPMENT STATUS		shift position	3
		brake	2
		winker	2
		hazard	2
		reserve	7
VEHICLE STATUS	SPECIAL VEHICLE STATUS	emergency attention	1
		start attention	1
		stop attention	1
		reserve	5
		reserve	32
REFERENCE	NEAREST INTERSECTION LATITUDE	availability	1
		degree	9
		minute	6
		second	13
		reserve	4
	LONGITUDE	degree	9
		minute	6
		second	13
		reserve	4
		reserve	7
		reserve	104
MESSAGE		message	8
		reserve	8
INDIVIDUAL DATA		individual data	160
		合計	640