

## 第3章 サービスの要件

サービスの要件として検知する車両の条件、撮像装置の検知範囲、表示板の表示時間、動作環境、安全性・信頼性について定義する。

### 3 - 1 事象検出対象車両

#### (1) 対象車両

対向車両情報表示サービス、前方停止車両・低速車両情報表示サービスの対象とする車両は、自動車および自動二輪車とする。

#### (2) 車両の条件

サービスで対象とする車両の上限速度、減速度は、設置場所毎の制限速度および実勢速度に応じて設定する。

#### 【解 説】

#### (1) 対象車両

検出対象車両の車両区分は、自動車および自動二輪車である。

#### (2) 車両の条件

##### (a) サービスで対象とする車両の上限速度

サービスは対象とする道路での事故の削減を目的としているため、交通事故統計における当該死亡事故の危険認知速度データをもとに90%タイル値程度までの速度がカバーされることが必要である。また悪質な暴走運転についてはサービスの対象としないことから、平均速度を大幅に超過するような速度は対象外とする。これらの方針に基づき、適用上限速度の基準値を定める。導入を検討している箇所については個々の条件が異なるため、事故記録の調査結果や実勢速度の測定結果を参考にし決定する。

一般的な例としては以下のように考えられる。危険認知速度の90%タイル値をカバーする速度とは、ドライバーの感覚に身近な制限速度を基準に採用し制限速度 + 30km/h と設定した。また危険認知速度の90%タイル値をカバーする速度は、車種毎に異なると考えられる。旅客バスでは乗客の安全から規制速度を遵守する傾向が強いことや大型トラックへのスピードリミッタ装着義務の法制化等も決定されており、減速度の低い大型車は + 10km/h 程度と考えられる。

以上の考えから表 3.1-1 に基準としての上限速度をまとめる。

##### (b) 減速度

減速度は、サービスを受ける車両の危険回避動作能力の程度を示す。道路構造令では、視距として確保する距離を制動停止距離より求めている。この制動停止距離の計算にタイヤと路面との縦すべり摩擦係数を使用しており、この摩擦係数に重力加速度を乗じたものを減速

度と定義している。しかし道路構造令で設定している制動停止距離算出に用いている減速度はドライバーの要素を含んでいない。「情報提供」レベルで用いる減速度は、ドライバーの制動操作により決まる値として設定することとし、減速車線長の算出に用いる減速度としては  $2.4\text{m/s}^2$  が採用されているので、この値を採用する（AHS 研究組合で実施した実験データによると、情報提供位置には関係なく最大減速度は  $2\sim 4\text{m/s}^2$  という結果がでている）。なお大型車は（財）日本自動車研究所が実道上で行った実験で以下の結果となっている。

停止する場合 :  $1.0\sim 1.1\text{ m/s}^2$

停止しない場合 :  $0.9\sim 1.0\text{ m/s}^2$

これより暫定的に  $1.0\text{m/s}^2$  とする。

表 3.1-1 に基準とする上限速度と減速度を合わせて示す。

（注）

この表の上限速度と減速度を用いて計算した停止距離はトラック類と乗用車類で異なるが、導入箇所の事故類型等をもとに適切な方を選択する。

表 3.1-1 基準とする上限速度と減速度

車両区分	種 別	適用上限速度	減速度	備 考
トレーラ / バス / トラック	大型自動車および 政令大型自動車のトラ ック	制限速度： + 10km/h 程度、 ただし上限は 90km/h 程度	$1\text{ m/s}^2$ (注 1)	スピードリミッタ対 象車種 (注 2)
	バスを含む上記以外 (ただし、普通自動車の トラックを除く)	制限速度： + 10km/h 程度	$1\text{ m/s}^2$ (注 1)	
特殊自動車	全て			
乗用車 / 自動 2 輪車	普通自動車および 普通自動車分類となる トラックを含む全て	制限速度： + 30km/h 程度	$2.4\text{m/s}^2$ (注 1)	

（注 1）仮設定値とする。

（注 2）スピードの上限が規制されている車両

### 3 - 2 撮像装置の検出範囲

撮像装置 1 台による検出対象物の監視可能範囲を設定する。  
撮像装置の設置高さが 8 ~ 10 m の場合直線道路での監視範囲は以下となる。

- (1) 対向車両  
自動車は 3 車線に渡り 80m 区間、  
自動 2 輪車は 3 車線に渡り 40m 区間とする。
- (2) 前方停止車両・低速車両  
自動車は 3 車線に渡り 80m 区間、  
自動 2 輪車は 3 車線に渡り 40m 区間とする。

#### 【解説】

##### (1) 対向車両

対向車両の検出可能範囲は撮像装置の設置高さが 8 ~ 10 m の場合、対面方式で検出する場合片側 1 車線、対面 2 車線または片側 2 車線、対面 1 車線の計 3 車線である。片側車線だけを検出する場合は 3 車線である。長さ方向は自動車の場合 30 ~ 110m の 80m 区間、自動 2 輪車の場合 30 ~ 70m の 40m 区間である。

実際の検知領域は現場の道路形状に合わせ、検出可能範囲を超えない範囲で設定する。

図 3.2-1 に検知領域を示す。

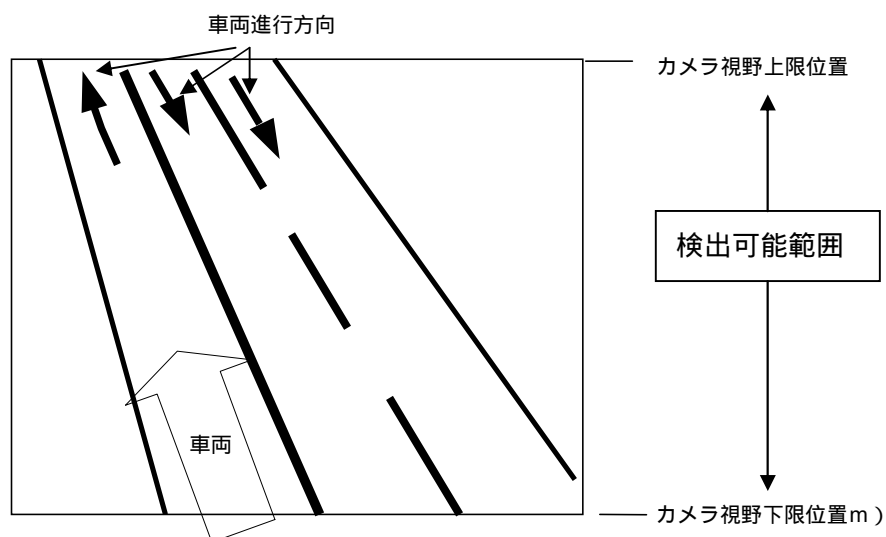


図 3.2-1 対向車両の検知領域

(2) 前方停止車両・低速車両

前方停止車両・低速車両の道路状況把握設備による検出範囲は車両後方から行い、下図に示すように撮像装置の設置高さが8～10mの場合、幅3車線、長さ30～110mの80m区間である。自動2輪車は長さ30～70mの40m区間である。

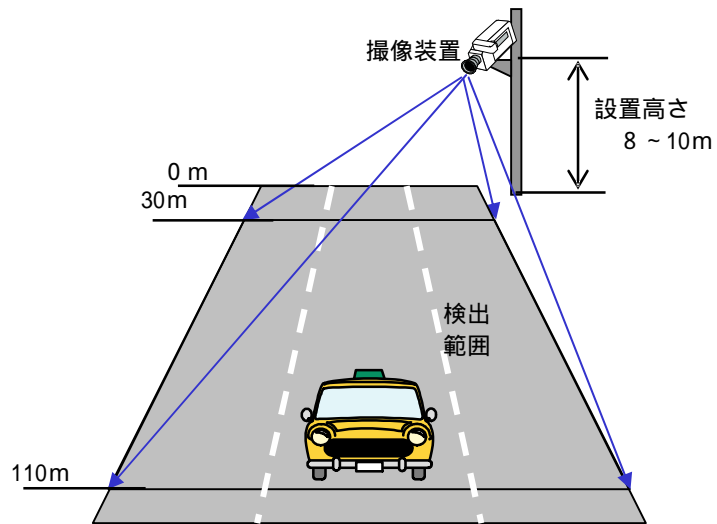


図 3.2-2 道路状況把握設備の検出範囲

### 3 - 3 情報提供保持時間

表示板による情報表示を保持する時間長を、情報提供保持時間として設定する。

情報提供保持時間は、検出した事象が短時間で終わっても、ドライバーが表示板の内容を判読、判断、反動するために必要とする時間である。

#### 【解 説】

道路状況把握設備は、対向車両情報や停止・低速車両情報をリアルタイムで検出している。事象の発生から解消までの時間は非常に短いことがある。

一方、情報提供を受取るドライバーは、表示板に表示された情報を判読するための判読所要時間、操作判断を行うための判断時間、判断した内容に基づき行動するための反動時間を必要とする。

そこで、検出された事象の存続時間が短時間であっても、ドライバーが表示板の内容を判読、判断、反動するために必要な時間（例えば、5文字1段表示表示板の場合では合計で約3.2秒）以上の間、表示内容を保持することにより、ドライバーの判読・反応（判断＋反動）時間を確保し、提供情報のちらつきによるドライバーの混乱を避ける。

#### (1) 判読所要時間

判読所要時間は、表示板文字数により設定する。文字数Mと判読所要時間tの関係を概略3.3-1式によって与えている。〔出典：道路情報表示装置A型電光式表示機仕様書・同解説（昭和60年7月）社団法人建設電気技術協会〕

$$t=0.13M [ s ] \quad (式 3.3-1)$$

これより5文字の場合は

$$\text{判読所要時間} = 5 \text{文字} (5 \text{文字} 1 \text{段の表示板の場合}) \times 0.13 \text{s} = 0.65 \text{s}$$

#### (2) 反応時間

反応時間は、判断時間を1.5秒、反動時間を1.0秒として合計2.5秒とした。

この数値は、A A S H T O（米国運輸道路技術者協会）および道路構造令を準用した。

#### (3) 情報提供保持時間

対向車両情報表示サービス及び前方停止車両・低速車両サービスのそれぞれの事象検出時間に応じ情報提供時間が決まるが、チラツキを押さえるため最低限の情報提供保持時間を式3.3-6で与える。これはサービスの内容にかかわらない。

$$\begin{aligned}\text{最低情報提供保持時間} &= \text{判読所要時間} + \text{反応時間} && \text{(式 3.3-6)} \\ &= 0.65 + 2.5 \\ &= 3.15 \text{ s}\end{aligned}$$

### 3 - 4 環境条件

対向車両情報表示サービス、前方停止車両・低速車両情報表示サービスの運用に適用する気象条件は、以下のように定める。

- ・風速 : 25m/s 以下
- ・時間雨量 : 30mm/h 以下
- ・霧視程 : 800m 以上
- ・雪視程 : 1000m 以上

#### 【解 説】

「風速 : 25m/s 以下、時間雨量 : 30mm/h 以下、霧視程 : 800m 以上、雪視程 : 1000m 以上」をサービス運用の気象条件とする。

本条件は、撮像装置の検知性能に関わるものであり、可視撮像装置を前提として定めた。ただし、地域条件を考慮して、通年における風速、時間雨量の上限値が上記の自動車専用道路での通行止めの条件を下回る場合には、緩和した数値を用いても良い。一方、積雪寒冷地の地吹雪等がしばしば発生する地域では、環境条件は個別に設定する必要がある。

#### 〔参考〕道路状況把握設備の実際の対環境特性

これまでの研究成果として得た各道路状況把握設備の実際の対環境特性を、表 3.4-1 に示す。いずれの設備についても、自動車を対象として、検出区間の中間地点で車両を検出する場合の特性である。

表 3.4-1 設備毎の対環境特性

項 目 設 備	環境条件		
	雨 (降雨強度)	霧 (視程)	雪 (視程)
可視	30mm/h 以下	800m 以上	1000m 以上
赤外	50mm/h 以下	200m 以上	500m 以上

### 3 - 5 システムの性能、信頼性

#### 3 - 5 - 1 システム性能

路側設備の動作時間を最大 500ms に設定する。全体の目標値として設定した 500ms を、路側設備を構成する設備毎に以下のように配分する。

- ・ 道路状況把握設備 : 100ms
- ・ IS 路側処理設備 : 100ms
- ・ 情報表示設備 : 300ms

#### 【解説】

道路状況把握設備は検知周期 100ms、IS 路側処理設備はサービス周期 100ms の性能とする。情報表示設備の表示更新時間 300ms は、表示板での提供情報を更新するために必要とする時間である。



### 3 - 5 - 2 安全性と信頼性

システムの安全性、信頼性目標値は表 3.5.2-1 のとおりとする。

表 3.5.2-1 システムと設備の安全性・信頼性目標値

	安全度 [%]	システム稼働率 [%]	サービス稼働率 [%]
システム全体	95.0 以上	99.0 以上	95.0 以上
道路状況把握設備	96.0 以上	99.8 以上	96.0 以上
IS 路側処理設備	99.9 以上	99.8 以上	99.8 以上
情報表示設備	99.9 以上	99.8 以上	99.8 以上

$$\text{安全度} = 1 - \frac{\text{危険な事象を検知・伝達できない回数}}{\text{総機会数}}$$

(注) 総機会数：サービス提供時間における危険な事象の提供すべき回数

$$\text{システム稼働率} = \frac{\text{サービス提供時間} + \text{サービス断念時間}}{\text{サービス提供すべき時間}}$$

$$\text{サービス稼働率} = \frac{\text{サービス提供時間}}{\text{サービス提供すべき時間}}$$

#### 【解 説】

#### (1) 安全度目標値の設定

##### (a) 道路状況把握設備の安全度目標値

東名高速道路足柄サービスエリアにおける実験の結果(未検出の発生は約 4%)をもとに、道路状況把握設備の安全度目標値 96.0%以上と設定する。

##### (b) IS 路側処理設備の安全度目標値

IS 路側処理設備は一般の情報処理設備である。したがって、危険な故障とは、ソフトウェアの障害(バグ)とハードウェアの部分的な故障である。IS 路側処理設備に使用するハードウェアは、プロセスの管理・制御を目的とする工業用計算機を使用するため、ソフトウェアの障害とハードウェアの部分的な故障の発生確率は、初期の調整を完了した後は極めて小さい。また、IS 路側処理設備に障害が発生した場合、情報表示設備がこれを検出して、サービス停止情報をドライバーに提供する。これにより、IS 路側処理設備に対するフェールセーフ対策としている。したがって、IS 路側処理設備の安全度は、設備単独の安全度として目標設定が可能である。これらのことから、IS 路側処理設備の安全度目標値を 99.9%以上に設定した。

##### (c) 情報表示設備の安全度目標値

表示板が無表示となり故障発生と故障状態がドライバーに伝わらない状態が重なったときに危険な状態が発生する。表示板が無表示となるような故障の原因は、停電、ケーブル切

断、発光素子等の故障が考えられる。

既設表示板の故障実績は一年間に6時間程度であり、この実績から安全度目標値は99.9%以上に設定した。

(d) システム全体の安全度目標値

(a)～(c)項の各設備を組み合わせた全体システムの安全度目標値は、上記の個別目標値の積である。したがって、システム全体の安全度目標値は95.0%以上となる。

(2) システム稼働率目標値の設定

各設備の稼働率は、故障時間と保守休止時間の許容値から求まる。設備ごとの故障時間および保守休止時間は、設備製作メーカーのこれまでの経験値を元に設定し、それに基づいて稼働率を設定した。

(a) 道路状況把握設備のシステム稼働率目標値

道路状況把握設備では、年間の修理時間を含めた故障時間を11.5時間まで、保守休止時間を6時間まで許容する。したがって、システム稼働率目標値を99.8%以上と設定する。

(b) IS路側処理設備のシステム稼働率目標値

IS路側処理設備では、年間の修理時間を含めた故障時間を6時間まで、保守休止時間を8時間まで許容する。したがって、システム稼働率目標値を99.8%以上と設定する。

(c) 情報表示設備のシステム稼働率目標値

情報表示設備では、年間の修理時間を含めた故障時間を6時間まで、保守休止時間を8時間まで許容する。したがって、システム稼働率目標値を99.8%以上と設定する。

(d) システム全体のシステム稼働率目標値

(a)～(c)項の各設備を組み合わせた全体システムのシステム稼働率目標値は、上記の個別目標値の積である。したがって、システム全体のシステム稼働率目標値は99.0%以上となる。

(3) サービス稼働率目標値の設定

(a) 道路状況把握設備のサービス稼働率目標値

道路状況把握設備は平成13年の東名高速道路足柄サービスエリアでの実験の結果をもとに、構造物の影、西日による逆光などの影響によるサービス断念時間を年間278時間まで許容する。したがって、システム稼働率目標値を96.0%以上と設定する。

(b) IS路側処理設備のサービス稼働率目標値

IS路側処理設備は機械故障、保守休止時間以外にサービスを停止する要因はないので、システム稼働率と同じ数値となる。これにより稼働率目標値を99.8%以上と設定する。

(c) 情報表示設備のサービス稼働率目標値

情報表示設備は機械故障、保守休止時間以外にサービスを停止する要因はないのでシステム稼働率と同じ数値となる。したがって、稼働率目標値を99.8%以上と設定する。

(d) システム全体のサービス稼働率目標値

(a)～(c)項の各設備を組み合わせた全体システムのサービス稼働率目標値は、上記の個別

目標値の積である。したがって、システム全体のサービス稼働率目標値は 95.0%以上となる。

#### (4) システムの安全性サービスの設定

##### (a) 注意喚起情報表示

通常、見通し不良カーブ内の停止・低速車両の発生頻度は少なく、表示板に情報を提供する頻度は低い。しかしながら、当該カーブを初めて走行する車両へは「急なカーブである旨の情報提供が望ましい」。また、当該カーブを日常的に走行する車両の場合は、保守点検やシステム故障時等に表示が無い場合、停止低速車両無しと誤解される恐もある。

上記の観点から、停止低速車両などの事象が発生しない場合も「カーブ注意」などの「注意喚起情報」を表示することで、初めて走行する車両への注意喚起と、保守時や故障時の「無表示」あるいは「調整中」表示等により日常的に走行する車両へのサービス停止（異常）認知を図ることが可能となる。

〔参考1〕道路状況把握装置の長期評価データ

(1) 実験場所

(a) 施設名

足柄サービスエリア 観測小屋

(b) 路線名および区間

東名高速道路 大井松田 IC ~ 御殿場 IC 間 下り車線

実験場所情報	
地点	東名高速道路足柄SA付近下り車線 81.09KP 地点
車線数	3車線、夜間照明として水銀灯あり
方位	西南西（撮像装置の向き）
舗装状態	排水性舗装
交通状況	
交通量	約4万台/平日（片側、断面）
大型車混入率	約50%/平日

(2) 実験期間

平成14年4月～平成15年1月

(3) 実験結果

表 参考1-1 道路状況把握装置の安全度（検出率2） 通年

	検出率（検出率2）（%）				
	晴れ/曇り			雨	雪
	昼間	薄暮	夜間	昼間	昼間
可視	98.1%	98.4%	98.8%	97.9%	92.8%
赤外	98.4%	99.5%	99.5%	99.8%	98.3%
備考	通過台数 5100台	通過台数 880台	通過台数 700台	通過台数 900台	通過台数 180台

安全率（検出率2）算出方法

安全率（検出率2）の定義は以下とする。

$$\begin{aligned}
 (\text{安全率}) &= (\text{撮像装置検出台数} - \text{多重検出台数} - \text{誤検出台数}) \\
 &\quad / (\text{リファレンス台数} - \text{シャドウイング台数}) \times 100 \quad (\%)
 \end{aligned}$$

上記の算出をするため、以下の手順で取得データを解析する。

各撮像装置の全計測データとリファレンスの全計測データ、ビデオ映像から撮像装置全計測データのうち多重検出、誤検出、シャドウイングがリファレンス設置位置で起こっているパターンを抽出する。

多重検出、誤検出、シャドウイング台数をカウントし、上記の式にあてはめ、安全率を算出する。

## 〔参考2〕事象検出機能の信頼性評価データ

### (1) 実験の概要

神奈川県小淵地区において、道路状況把握装置を用いた事象検出機能の信頼性評価を行った結果を報告する。この地区はカーブの曲率が小さく既存の処理では検出困難なため、アルゴリズムを改良した道路状況把握装置を用いて行った。

### (2) 実験地区の特徴

国道20号の神奈川県藤野町小淵地区は、山梨県との県境に近い山間部であり、曲線半径20m～30mのカーブが連続する区間である。交通量は約1万台/日で、大型車混入率が24.8%であるものの、週末の迂回交通があることから、一般交通との混雑が起きやすい状況にある。また、地形上の制約からカーブ部の幅員が十分でなく、大型車のはみ出しも頻繁に発生している。図参考2-1に小淵地区の道路線形を示す。

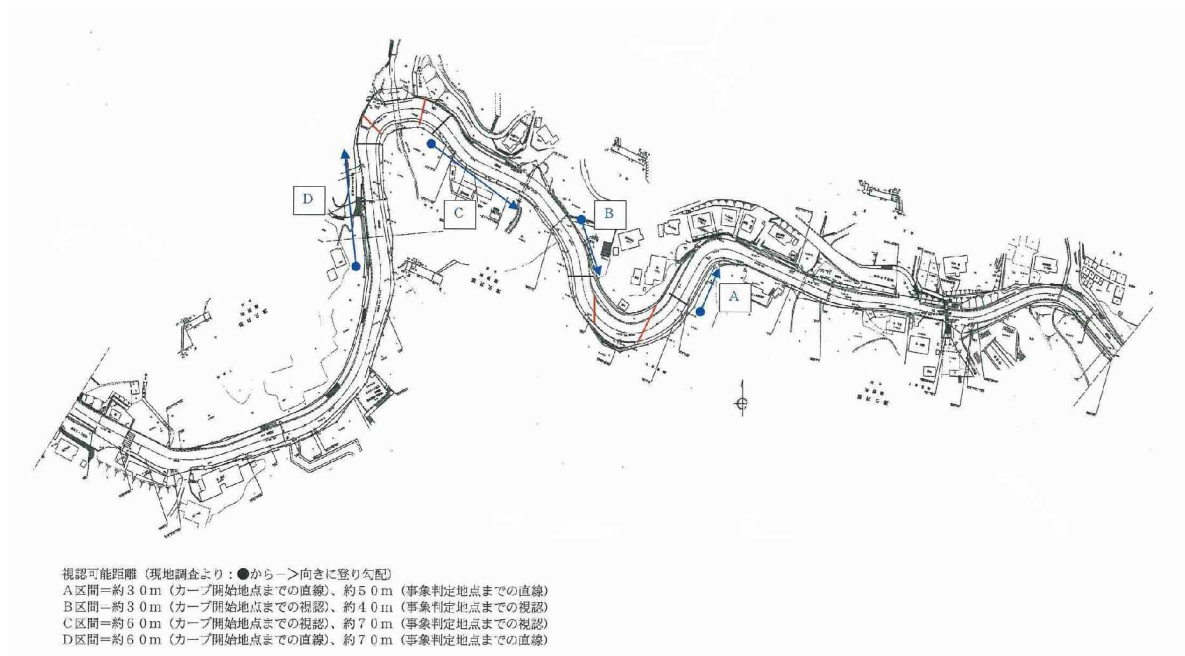


図 参考2-1 小淵地区の道路線形

(3) 実験結果

(a) 対象事象

検出対象とする事象を表参考 2-1 に、事象の判定条件を表参考 2-2 に示す。

表 参考 2-1 対象事象

対象事象	検出センサ
対向車両	超音波式センサによる検出（注）
停止車両、低速車両	道路状況把握装置（可視カメラ映像を画像処理）による検出

検出対象は本線のみであり、上り車線のバス停付近に停止する車両は対象外である。

（注）超音波式センサを採用した例であるが、道路状況把握装置でも構成できる。

表 参考 2-2 事象判定条件

対象事象	速度	判定時間
停止車両	0km/h	3 秒以上
低速車両	10Km/h 以下	3 秒以上

(b) 評価結果

(i) 対向車両の検出性能

超音波式センサによる対向車両の検出性能を表参考 2-3 に示す。

表 参考 2-3 事象検出率

対象事象	センサ名称	全体事象数	正検出	未検出	誤検出	事象検出率
対向車両	超音波式センサ 1	1 0 0 件	9 8 件	0 件	2 件	9 8 %
	超音波式センサ 2	1 0 0 件	9 7 件	0 件	3 件	9 7 %

（注）事象検出率は、対向車両の車両検出率を示す。

(ii) 停止車両、低速車両の検出性能

可視カメラによる停止車両、低速車両の検出性能を表 参考 2-4 に示す。

表 参考 2-4 事象検出率

対象事象	全体事象数	正検出	未検出	事象検出率	誤検出数
停止車両	1 1 3 件	1 0 6 件	7 件	9 3 . 8 %	1 . 1 件 / 日
低速車両	2 0 4 件	1 8 7 件	1 7 件	9 1 . 7 %	0 . 6 件 / 日

評価期間：1 1 日間

2 0 0 2 年 1 2 月 1 2 日、1 2 月 1 3 日の 2 日間

2 0 0 3 年 2 月 1 3 日、2 月 1 4 日を含む計 9 日間

実際の車両速度が不明であるため、あらかじめ決めた距離を走行した時間を手動で計測し、その時間により算出した速度を基に低速車両と判断した。

事象検出率は設計目標値 96%を若干未達であるが、小淵地区においてはカーブ曲率が R20 と急カーブであり道路幅員も狭いため停止・低速車両がカメラ手前の大型車両に隠れたり、計測範囲外の路肩部に車両が停止することにより検出率が低下している。

（注）全体事象数は真の事象数を表し、正検出数 + 未検出数となる。誤検出数は、未発生事象であるが、太陽光の影等を誤検出した安全側事象誤検出数を表す。