

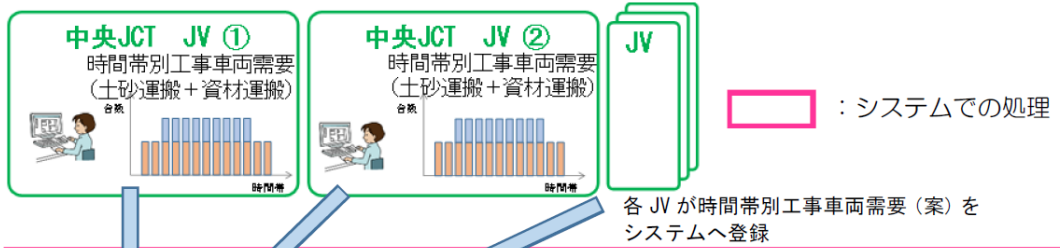
## 第2回協議用資料

第2回協議用資料を次頁以降に示す。

# 外環交通マネジメントシステム 工事車両需要調整方法について

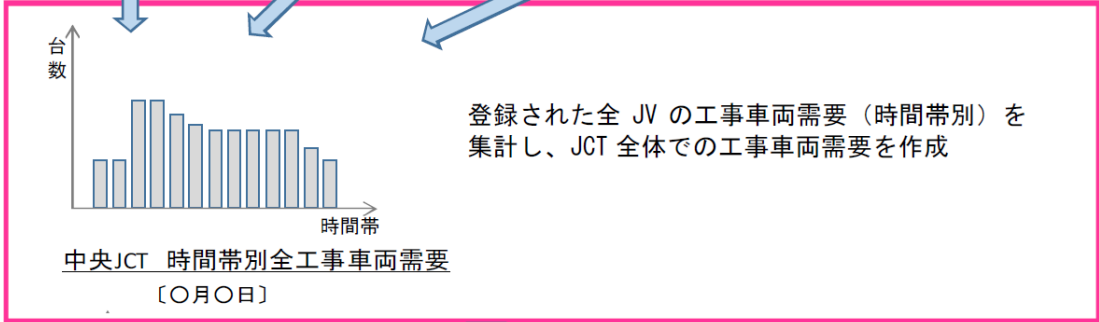
## (1) 各JVによる施工工程計画の作成

- 各JVが施工工程計画を作成する。



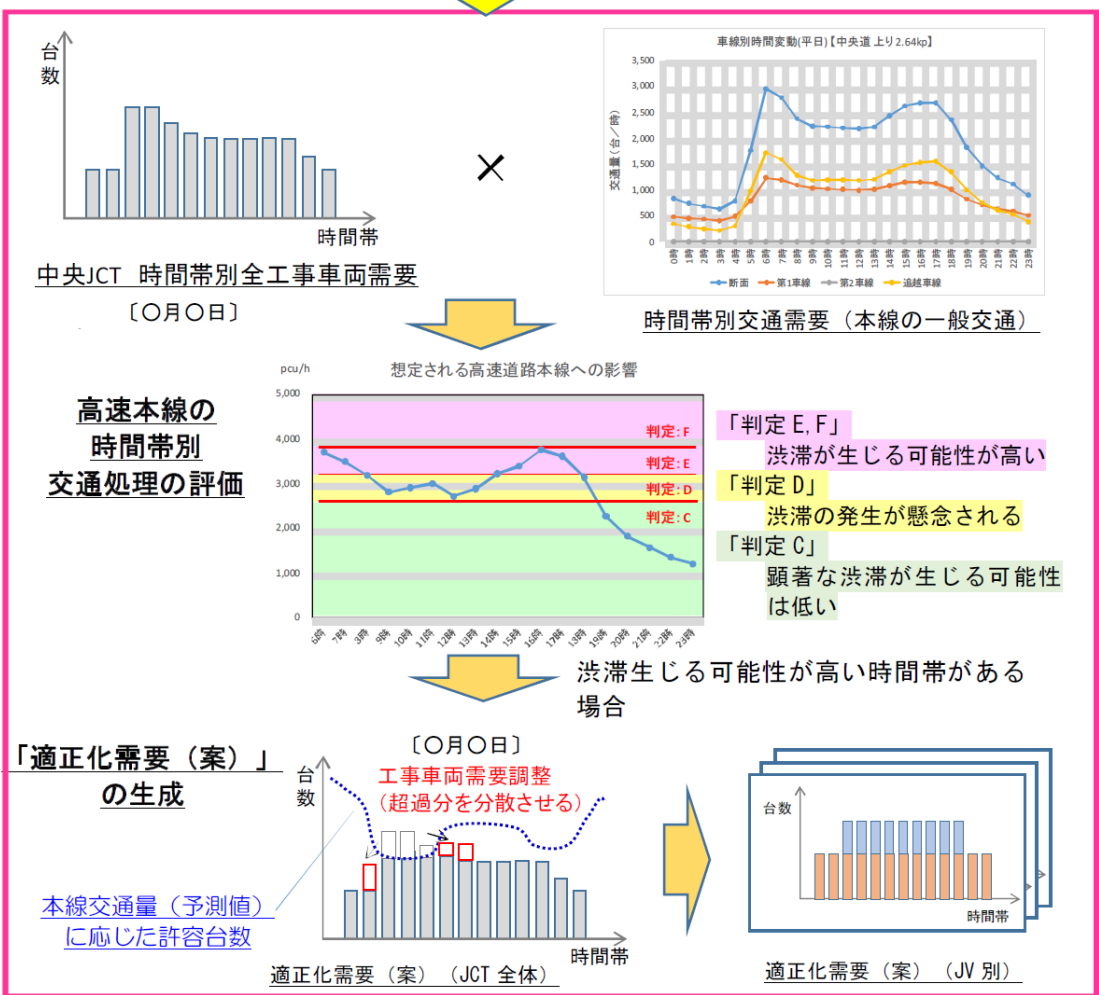
## (2) 各JVによる工事車両需要の作成・登録

- 各JVが工事車両需要(日別・時間帯別の工事車両台数)を作成、システムへ登録する。  
(1週間に1回、1週間分程度を登録)
- システム上でJCT全体の工事車両の日別・時間帯別需要を集計する。



## (3) 工事車両需要の把握・適正化

- JCT全体の日別・時間帯別需要および各工事実施日に予想される高速道路本線交通量に基づき、工事車両の影響により渋滞発生が懸念される時間帯を把握する。
- 工事実施日の各時間帯において、一般交通への影響を軽減するように時間帯別需要を調整した「適正化需要(案)」をシステム上で作成し、出力する。  
(幹事JVの担当者が実施)



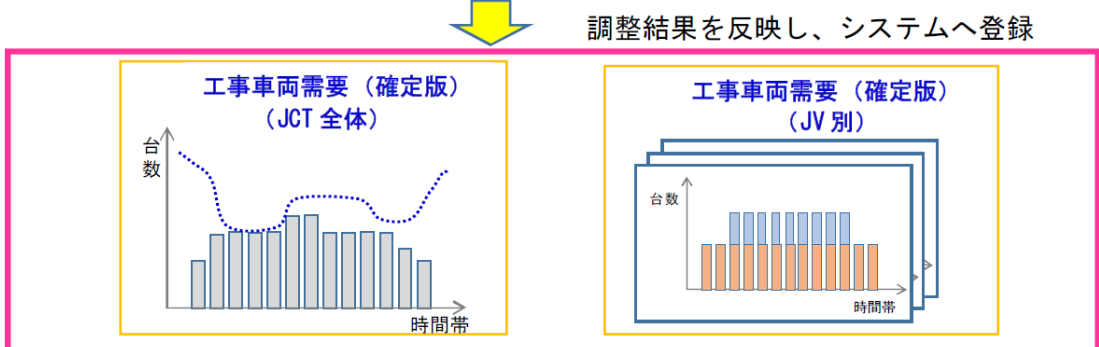
## (4) 工事車両需要のJV間調整

- システムで生成した各工事実施日の適正化需要に基づき、JV間で工事車両需要の調整を行う。

システムで生成した「適正化需要(案)」に基づき、JV間で工事車両需要調整を行う(週に1回程度、調整会議を実施)  
(※ただし、その後の変更等を踏まえて随時調整が必要)

## (5) 工事車両運行計画の確定

- JV間調整の結果を反映した工事車両需要(確定版)をシステムへ登録する。  
(幹事JVの担当者が実施)
- 各JVは、登録された工事車両需要(確定版)をシステム上で確認し、承認する。



<運用にあたっての留意事項>

- 工事進捗等に応じて随時運行計画の変更が発生すると想定されるため、随時JV間調整が必要となることが想定される。
- JV間調整にあたっては、要調整台数を各JVに均等に配分するなど、調整を円滑に行うためのルールを設ける必要がある。
- 各工区の土砂ピット容量、および夜間の運行可能時間帯等の制約条件によっては、渋滞が懸念される朝ピーク時には工事車両を走行させないなどの運用方法も可能と考えられる。
- 各工事実施日の運行実績(=実際の渋滞発生の有無など)を蓄積・検証し、その結果を需要調整方法にフィードバックすることで、「適正化需要」の的確性を向上させることが可能と考えられる。

### 第3回協議用資料

第3回協議用資料を次頁以降に示す。

# 中央JCTにおける 合流支援システム(案)

平成28年5月  
パシフィックコンサルタンツ株式会社

1

## 実施概要

### <現状の課題>

- ① ピーク時間帯(朝等)に時間20台(3分間隔)程度しか合流できない(車頭間隔を目視で確認)
- ② 合流車の発進指示タイミングを、合流部本線速度等から誘導員が経験に基づき発出。
- ③ 本線先行車中間点通過後(合流車発進後)、車両間隔に変化(割込み等)があっても対応できない。

### <合流支援方策/システムの概要>

- ① 中間点の上流にセンサーを設置し、個車の車頭時間・走行速度を計測。適切な車頭間隔を余すことなく把握し、誘導員に伝達することで合流捌け台数を増大。
- ② 併せて計測される本線車速度より目安となる合流車発進指示タイミングを誘導員に伝達し、誘導員の判断を支援。
- ③ 当該区間は追越から走行車線への車線変更を禁止するとともに、中間点～合流車発進点間にもカメラを設置し、割込み等を監視。

### <留意点>

- 合流車頭間隔の確認・発進指示はあくまで誘導員による本線、モニタ映像の直視による判断を基本(センサーによる合流支援情報は、あくまで誘導員の判断を支援するもの)

2

# 合流支援方策の検討

3

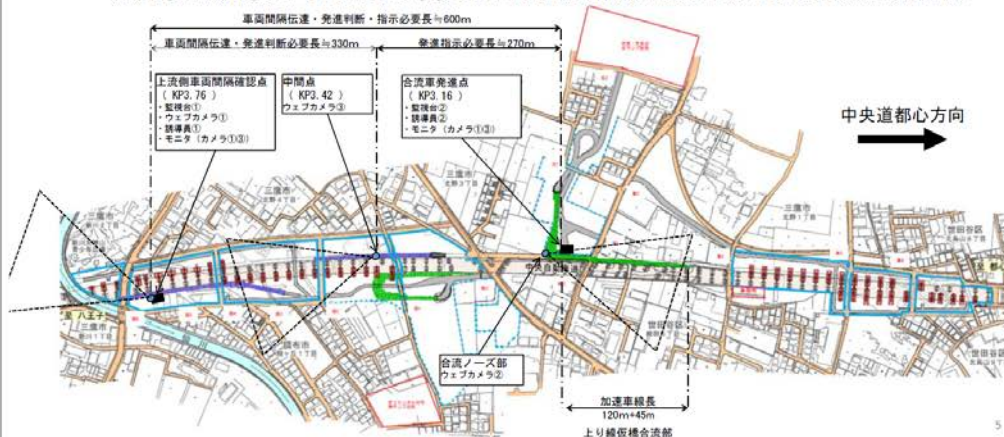
現場位置図



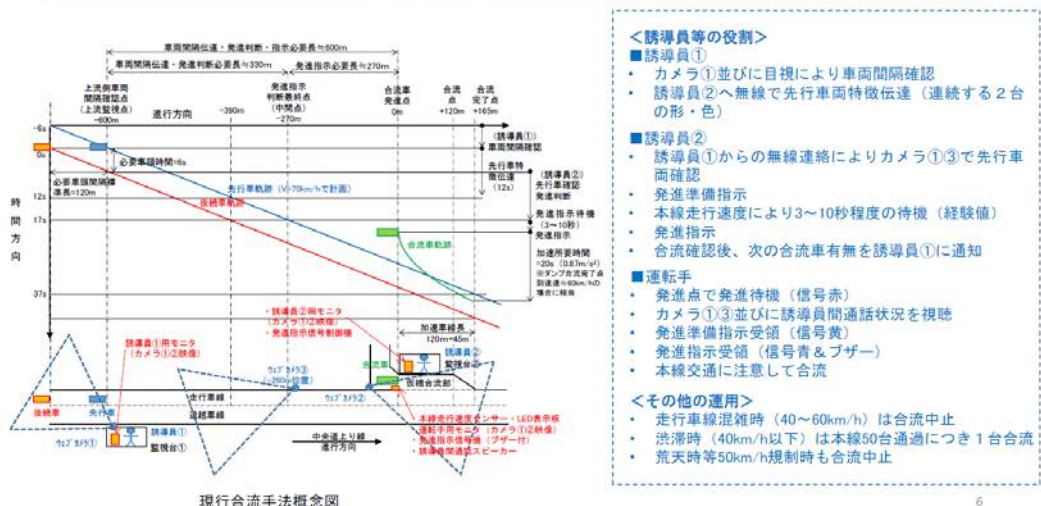
4

## 現行の合流支援方法の概要

- ・ 上流側に監視台①を設け、誘導員①の目視により車頭距離120m(車頭時間6秒)以上を把握。
- ・ 先行車両の特徴を無線で合流部(監視台②)の誘導員②に伝達。
- ・ 誘導員②は監視台②のモニタ(ウェブカメラ①③)で先行車を確認。中間点通過後、適当なタイミングで合流車に発進指示。



## 現行の合流支援方法の流れ



現場設備状況(監視台①)



監視台①全景



ウェブカメラ①設置状況  
並びに上流側本線状況



下流側本線状況



監視台①モニタ画面  
(カメラ①③)

7

現場設備状況(監視台②)



監視台②全景



ノーズ部  
(監視台②より)  
・運転手用モニタ  
・発進指示信号機  
・本線走行速度センサー  
・速度LED表示板  
・ウェブカメラ②設置状況



・本線走行速度センサー  
・速度LED表示板

誘導員②作業風景



監視台②モニタ画面 (カメラ①③)  
発進指示信号制御機

現場設備状況(ノーズ部/運転手向け設備)



ノーズ部運転手向け設備  
全景



運転手用モニター画面 (カメラ①③)  
発進指示信号機&プザー



誘導員通話聴取用無線機  
&マイク/スピーカー

現場設備状況(仮橋ランプ部及びピヤード部等)



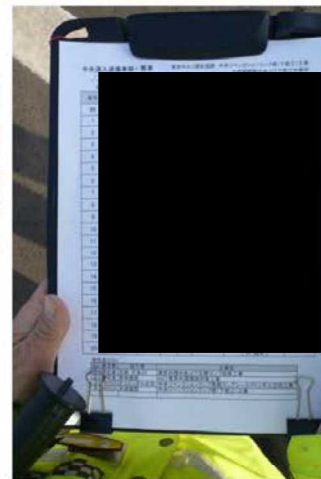
仮橋ランプ部並びに車両待機状況



仮橋上部待機場所 (2台目)  
での車両確認状況



仮橋ランプ部  
下部ヤード部



入退場車両記録表



## 現行合流支援方法の課題

課題① ピーク時間帯に時間20台(3分間隔)程度しか合流できない。

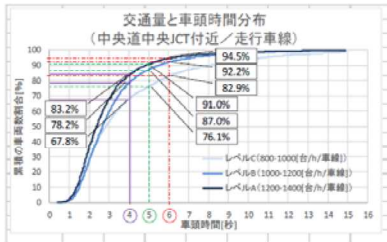
課題② 先行車中間点通過後、発進指示タイミングを、本線速度等から誘導員が経験に基づき発出。

課題③ 先行車中間点通過後、割込み等があった際、監視台②では確認できない。



- 当該付近の車頭時間出現分布をみてみると、ピーク時(時間1200~1400台)でも6秒以上の出現割合は5.5%あり、計算上時間66台まで合流余地あり。
  - 目視では車頭距離で判断するしかなく、また目視であることから、合流機会を見落としている可能性。
- 合流時車間基準の車頭距離120m(車頭時間6秒)は、今後の合流車増を踏まえると、条件が厳しいのではないか。

- 車頭時間6秒なら計算上、ピーク時でも時間66台まで合流可能
- 5.5秒にすれば、時間84台まで合流可能

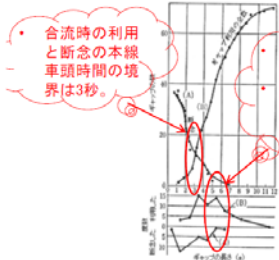


時間帯	1時間交通量(台/時)			合流車種			車種合計			先行車種 交通量 レベル	基準 時間 交通量	合流車頭時間(sec)の仮定による 合流可能台数				
	小型	大型	計	小型	大型	計	小型	大型	計			4	4.5	5	5.5	6
7:00	1,111	163	1,274	1,650	172	1,822	2,761	335	3,096	A	1200	202	144	108	84	66
8:00	955	270	1,225	1,220	219	1,439	2,175	489	2,664	A	1200	202	144	108	84	66
9:00	725	342	1,067	1,121	271	1,392	1,848	619	2,465	B	1000	218	164	120	99	78
10:00	603	309	912	1,015	189	1,204	1,616	486	2,116	C	800	258	220	191	161	137
11:00	595	304	899	1,059	190	1,249	1,844	494	2,338	C	800	258	220	191	161	137
12:00	613	318	931	1,206	178	1,384	1,819	496	2,315	C	800	258	220	191	161	137
13:00	614	325	939	1,096	205	1,301	1,710	530	2,240	C	800	258	220	191	161	137
14:00	718	345	1,063	1,377	252	1,629	2,095	597	2,692	B	1000	218	164	130	99	78
15:00	888	272	1,160	1,358	193	1,551	2,246	465	2,711	B	1000	218	164	130	99	78
16:00	972	211	1,183	1,259	142	1,401	2,231	353	2,584	B	1000	218	164	130	99	78
17:00	985	178	1,163	1,381	139	1,520	2,366	317	2,683	B	1000	218	164	130	99	78
18:00	905	182	1,087	1,368	139	1,507	2,273	327	2,600	B	1000	218	164	130	99	78
12時間計	9,674	3,225	12,899	15,110	2,295	17,405	24,784	5,520	30,304			2,742	2,152	1,761	1,405	1,147

### 解決策(車頭時間も加味した合流車両判断)



- 一般に合流時の本線走行車頭間の最頻値は3.5秒、断念した場合は1.5秒で、利用と断念の境界は3秒。合流させる車頭間隔として4秒程度も考えられるが、利用の頻値として5.5秒付近にも山があり、かつ5~6秒以上での断念は見受けられない。
  - 満載のダンプトラックを安全・円滑に合流させることを考慮すると、現在の合流車頭時間6秒以上には一定の妥当性。
- 基準速度としている本線速度70km/hでは、車頭時間6秒時の車頭距離は正確には116.7mで、120mを下回る。60km/h時には100mとなり、一律に車頭距離で判断すると合流機会を一層失う恐れ。
  - 合流車間は本来、車頭時間で測るべきであり、車頭時間を加味した判断を行うことで、合流機会を増やすことが期待。



• 合流時の利用と断念の本線車頭時間の境界は3秒。  
 • 利用の頻値は5.5秒にも山。5~6秒以上での断念は見受けられない。

合流車が本線走行車のギャップを利用/断念する際の車頭時間特性(出典) 交通工学ハンドブック2008

車頭時間 (sec)	交通量換算値 (台)		走行速度 (km/h) 別の車頭距離 (m)											
	時間あたり	5分あたり	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
7.0	1,800	150	5.6	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.9	44.4	50.0	55.6	61.1	66.7
6.5	1,440	120	4.5	9.0	13.5	18.0	22.5	27.0	31.5	36.0	40.5	45.0	49.5	54.0
6.0	1,200	100	3.3	6.6	9.9	13.2	16.5	19.8	23.1	26.4	29.7	33.0	36.3	39.6
5.5	1,029	86	2.7	5.4	8.1	10.8	13.5	16.2	18.9	21.6	24.3	27.0	29.7	32.4
5.0	900	75	2.2	4.4	6.6	8.8	11.0	13.2	15.4	17.6	19.8	22.0	24.2	26.4
4.5	800	67	1.9	3.8	5.7	7.6	9.5	11.4	13.3	15.2	17.1	19.0	20.9	22.8
4.0	720	60	1.7	3.3	5.0	6.7	8.3	10.0	11.7	13.3	15.0	16.7	18.3	20.0
3.5	655	54.5	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0	16.5	18.0
3.0	600	50	1.4	2.8	4.2	5.6	7.0	8.4	9.8	11.2	12.6	14.0	15.4	16.8
2.5	554	46	1.3	2.6	3.9	5.2	6.5	7.8	9.1	10.4	11.7	13.0	14.3	15.6
2.0	514	43	1.2	2.4	3.6	4.8	6.0	7.2	8.4	9.6	10.8	12.0	13.2	14.4
1.5	480	40	1.1	2.2	3.3	4.4	5.5	6.6	7.7	8.8	9.9	11.0	12.1	13.2
1.0	450	37.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
0.5	424	35.3	0.9	1.8	2.7	3.6	4.5	5.4	6.3	7.2	8.1	9.0	9.9	10.8
0.0	400	33.3	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	5.6	6.4	7.2	8.0	8.8	9.6
0.0	379	31.6	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	5.6	6.4	7.2	8.0	8.8	9.6
0.0	360	30.0	0.7	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0	7.7	8.4

• 車頭時間6秒は、時速70kmだと車頭距離では116.7m、時速60kmだと100m。

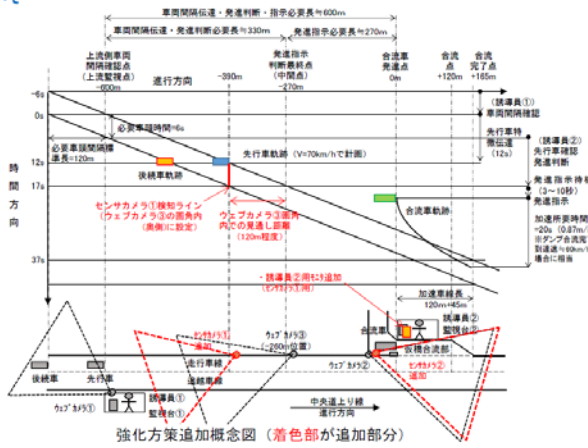
注) 車頭距離による着色  
 80-100m (Yellow) 100-120m (Orange) 120m以上 (Red)

## 合流支援システム仕様(案)

### 支援方策①(車頭時間の判定方法)

- 車頭時間の把握を目視で行うのは困難なため、センシング技術を援用し、中間点上流にセンサカメラを設置。

①について



#### <主要追加機能等>

- センサカメラ① (追加)
  - ウェブカメラ③の上流側で個車の車頭時間、速度等を計測し、誘導員②に車頭時間、合流指示タイミングをリアルタイムに通知する (車頭時間が基準を下回った場合は通知しない)
  - 誘導員①は従来通りの運用を行うが、車頭距離100m以上等で誘導員②への通知を行うものとし、中間点で所要の車頭時間を下回っている場合は支援システムで弾く。
- 誘導員②用モニタ (追加)
  - センサカメラ①の出力を誘導員②に通知する。
  - 音声による通知も行う。
- センサカメラ② (追加)
  - ウェブカメラ②位置で合流部の車両挙動を記録し、本支援システムの検証、継続的な改善に役立てる。

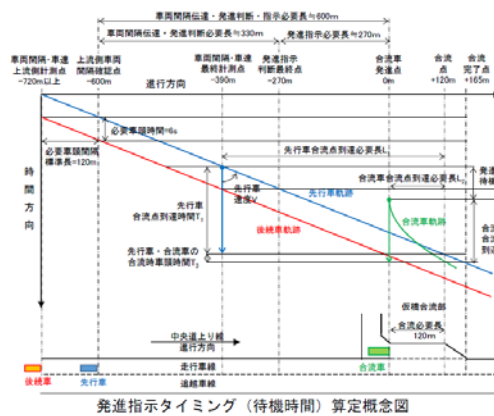
15

### 支援方策②(センサカメラ①による発進タイミング情報の提供)

- 現行でも監視台②では本線の交通状態(速度)により、発進指示判断最終点を先行車が通過後、監視員の経験に基づき3~10秒の待機後、発進指示を出している。

②について

➢ センサカメラ①により、先行車の速度(一定と仮定)に応じ合流車の発進指示タイミングを誘導員に提示。



#### <発進指示タイミング算出方法>

センサカメラ①位置からの先行車合流点到達時間 $T_1$ 、合流車発進点からの合流車合流点到達時間 $T_2$ より、合流車の発進指示待機時間(発進指示タイミング) $T_4$ を右式で算定。

$$T_1 = 3.6L_1/V$$

$$T_2 = \sqrt{(2L_2/a)}$$

$$a: \text{合流車加速度}$$

$$(0.87m/s^2)$$

$$T_4 = T_1 - T_2 + T_3$$

$$T_3: \text{先行車・合流車の合流時車頭時間}(2s\text{とする})$$

$$\text{可変}$$

先行車速度	先行車合流点到達時間	合流車合流点到達時間	先行車・合流車の合流時車頭時間	発進指示待機時間	発進指示待機時間その2 <sup>a)</sup>
V	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>4'</sub>
km/h	sec	sec	sec	sec	sec
120	15.3	16.6	2.0	0.7	-2.9
110	16.7	16.6	2.0	2.1	-1.8
100	18.4	16.6	2.0	3.8	-0.6
90	20.4	16.6	2.0	5.8	1.0
80	23.0	16.6	2.0	8.3	2.9
70	26.2	16.6	2.0	11.6	5.4
60	30.6	16.6	2.0	16.0	8.8
50	36.7	16.6	2.0	22.1	13.5
40	45.9	16.6	2.0	31.3	20.5

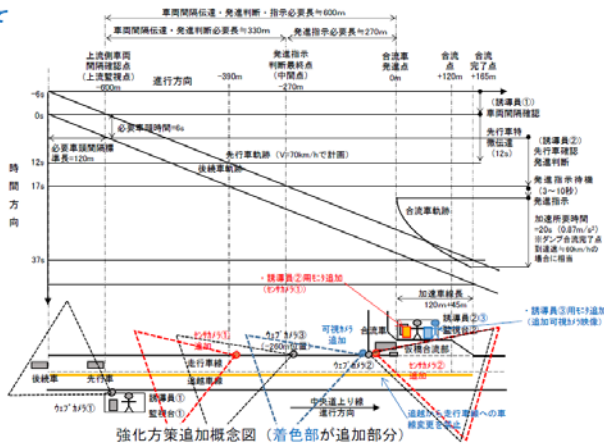
※ 発進指示判断最終点通過からの待機時間

16

### 支援方策③(割り込み防止/確認方法)

- 当該区間での追越から走行車線への車線変更を禁止(黄線等)
- 割り込みを監視するため、合流部ノーズ部から上流側を撮影する可視カメラを追加。

③について



#### <主要追加機能等>

##### ■可視カメラ (追加)

- 監視台②から直視できない中間点~合流車発進点間の映像を誘導員②③に提供する。

##### ■誘導員③ (追加)

- 今後の合流車増を踏まえ、割り込み監視 (追加可視カメラ)、合流確認等に誘導員を追加。
- 割り込み等があった場合、合流車は既に発進しているため、運転手へのトランシーバー等での伝達・注意喚起を今後検討する。

##### ■誘導員③用モニタ (追加)

- 誘導員③へ割り込み監視用に追加可視カメラ映像を提供。

17

### センサカメラ① 検知処理/ GUIイメージ(監視台②)

- 誘導員②は基本、ウェブカメラ②のモニタ(既設)を監視している。ウェブカメラ②モニタ上にセンサカメラ①検知ラインを引いておくことで先頭車を確認し、その接近とともに、後続車(表示No0)の通過タイミングで先行車(表示No1)との車間を最終確認できる。

誘導員②用モニタ(既設)

誘導員②用モニタ(追加)イメージ(センサカメラ①用)

**ウェブカメラ①**

同ライン(ウェブカメラ③とセンサカメラ①)は画面をラフさせる。

**ウェブカメラ③**

センサカメラ①では個車にIDを振り、検知ライン通過直後に個車の通過時刻と速度、合流車発進までの目安時間をリアルタイム(概ね1秒以内)に計算・表示。(表示No0)

後続車の通過で通過済みの先行車との車頭時間、先行車速度と車頭時間から計算される車頭距離を表示。(表示No1)

画面が検知ラインを通過する毎にデータが計算処理され、リアルタイムにスクロール表示する。

リアルタイム範囲における処理遅れは、時刻間隔により表示上の実時間での遅れは生じさせないものとする。

**センサカメラ①**

YYYY年MM月DD日 13時00分47秒00

※画像はウェブカメラ③の映像(実際は120m上流の映像となる)

車種別集計データ		通過	走行	データ定義
平均速度 (km/h)	57.7	75.4	5分平均値 (1分間移動平均)	
交通量 (台/5分)	67	48	5分平均値 (1分間移動平均)	
交通状態判定	自由流	自由流	自由流: 60km/h超 混雑: 60km/h以下 渋滞: 40km/h以下	

表示No	車両ID	通過時刻	速度 (km/h)	合流車発進までの時間 (sec)	後方車頭距離 (m)	発進タイミングインジケータ (sec)
0	000120	13:00:45.00	70.3	11	145.8	■■■■■■■■■■
1	000119	13:00:38.00	75.0	10	7.00	■■■■■■■■■■
2	000118	13:00:32.00	75.0	11	6.00	■■■■■■■■■■
3	000117	13:00:26.00	70.0	11	6.00	■■■■■■■■■■
4	000116	13:00:20.00	75.0	10	104.2	■■■■■■■■■■
5	000117	13:00:14.00	70.0	11	7.00	■■■■■■■■■■

選択車種=先行

車頭時間/車頭距離

車頭時間履歴

車頭距離履歴

計測された車頭時間、車頭距離がグラフで表示され、時間経過と共に現在までの推移がスクロール表示される。

目安とする基準時間や距離が表示される。

発進タイミングインジケータで発進までの残時間をリアルタイム表示する。

基準車頭時間(可変)を下回っている場合は警告表示され、発進タイミングインジケータ、音声は消滅する。

10秒中、残り1秒であることを意味する(例)

音声でも10.9.8.7...と秒読みされる。

秒読みが重なった場合は、発進中の秒読みが終わった後に次の秒読みが始まる。

18

### センサカメラにおける処理方法

車頭時間や速度等の計測には、画像処理方式と電波方式の二つが考えられる。

- 信頼性の観点からは電波方式が望ましい。(可視映像を確保するため、可視カメラも併設)
- 早期導入を図る上では既製品の適用が望ましいが、本支援システム特有の計算処理やGUI部分等の作り込みにより導入までの期間が影響を受けるため、具備機能の優先順位等を勘案した段階的導入も考慮する必要がある。

センシング技術比較表

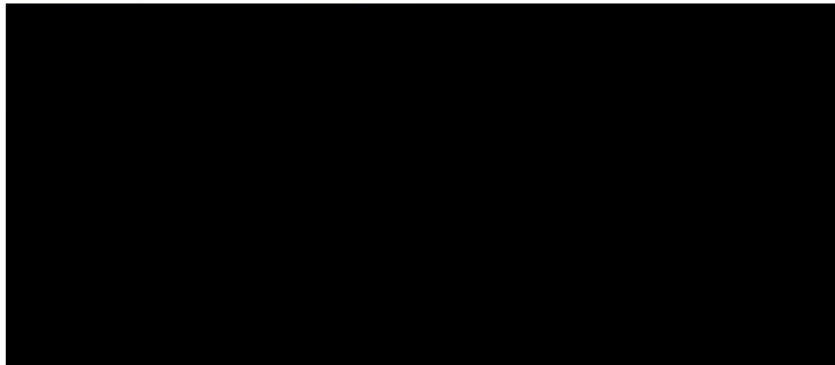
区分	画像処理方式		電波方式	備考
	可視カメラ	赤外線カメラ	マイクロ波	
環境条件	夜間	×	◎	
	霧・雪	△	△	◎
探知距離		○	○	◎
車両判別 (目視)	形状	◎	◎	×
	色	◎	×	(◎※)
個車軌跡データ取得	×	△	◎	
総合評価	△	○	◎	

凡例  
◎非常に優れる  
○優れる  
△やや劣る  
×劣る

19

### センサ方式による概算コスト比較

- 交通流計測用のマイクロ波センサは事例がまだ少なく、必要な信号が出力される製品事例を対象に算定。(当該製品事例ではソフトウェアはレンタル形式での提供となるため、3年間の使用料で算定)
- 画像トラカン等、画像処理方式の製品事例は多いが、個車の速度や車頭時間を出力するタイプは少なく、開発を要すことからコスト/期間が増す。



20

## 電波方式(マイクロ波センサ)の例

- マイクロ波は無線電話などに使用される電磁波であり、周波数が低く(300MHz~30GHz)波長が長い。夜間や霧・雪などの影響を受け難く、探知距離が長い。
- マイクロ波より周波数の高い電磁波としてミリ波(30GHz~300GHz)があり、車両への登載用レーダとして開発が進んでいる。マイクロ波に比べて波長が短いため、装置の小型・軽量化が可能であるが、探知距離は短くなり、現状では部品コストが高い。
- 交通流計測用のマイクロ波センサは国内ではまだ事例が少ないが、以下のような製品例がある。



交通流計測用マイクロ波センサの製品例



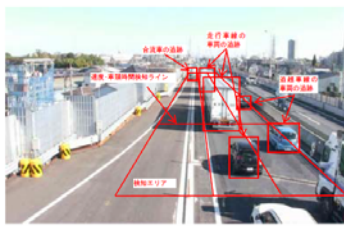
### <製品仕様例>

- 最大64までの移動物体を同時に計測、トレース可能
- 速度検知範囲1-300km/h
- 車線毎・計測線毎にデータ取得可能
- 様々な検出条件による接点出力機能具備
- 広い動作条件(环境温度-40~85℃、IP67)
- 日本国内電波法の技術基準適合証明済み
- センサー設置高さは6~10mが推奨値

21

## マイクロ波センサによる計測データ出力イメージ

- 個車の動き(軌跡)を計測し、リアルタイムに平面展開し、可視化することが可能。
- 任意の検知ラインにおける車線毎の車頭時間、速度等の算定が可能であり、本合流支援システムにおけるセンサとして有効。
- 軌跡データ(微小時間間隔の位置)等を記録しておくことで、本支援システムの効果検証(適切に合流しているか等)、今後の改善検討に役立てられる。



合流部(センサカメラ②位置)でのセンシングイメージ

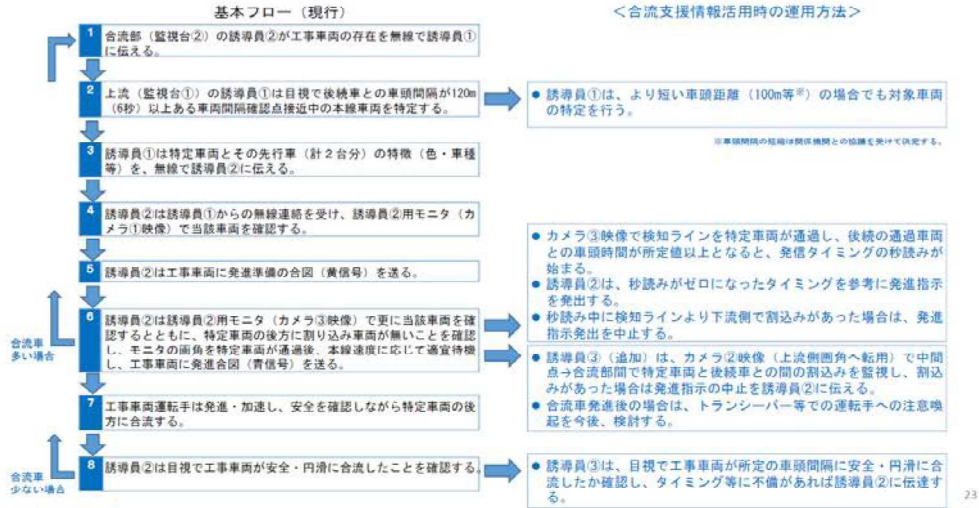
※画像はウェブカメラからの映像



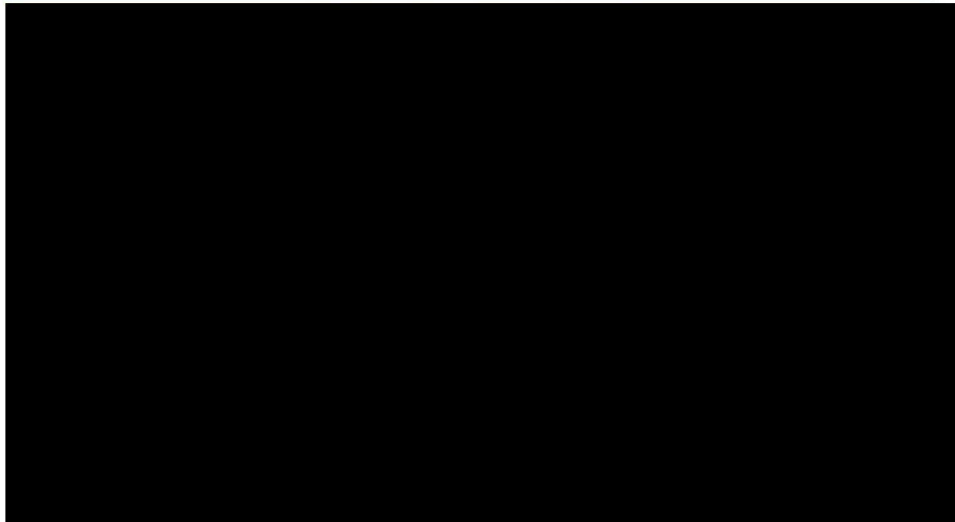
マイクロ波センサによる計測データ出力例

22

## 運用フロー(案)



## 合流支援システムの構成(案)



システム構築スケジュール

