

ETC2.0プローブデータを活用した ボトルネック指数によるボトルネック把握手法

令和2年10月14日

国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室

主要渋滞箇所解消に向けた取組状況

- 全国の渋滞箇所において効果的な対策を推進するため、各都道府県単位等で道路管理者、警察、自治体、利用者団体等から構成される渋滞対策協議会を設置し、渋滞対策を検討・実施。
- 特定当初に9,161箇所存在した主要渋滞箇所は、対策の実施により8714箇所(R1.12時点)まで減少したが、我が国の生産性向上を図るためには、最新のICT技術も活用して取組を加速・強化し、渋滞の更なる解消を図る必要。

渋滞対策協議会

- ・ 渋滞対策協議会において、渋滞対策を検討・実施
- ・ 毎年度、以下のマネジメントサイクルにより、主要渋滞箇所をモニタリングの上、随時見直し

渋滞対策協議会における議論

- メンバー:道路管理者(国、自治体、高速道路会社)、警察、バス・タクシー事業者、観光団体等
- ・ 最新交通データによる渋滞状況検証
 - ・ 交通状況に対する専門的見地からの検証

必要に応じ
地域の声の反映

地域の主要渋滞箇所の特定・見直し

ソフト・ハードを含めた対策の検討・実施

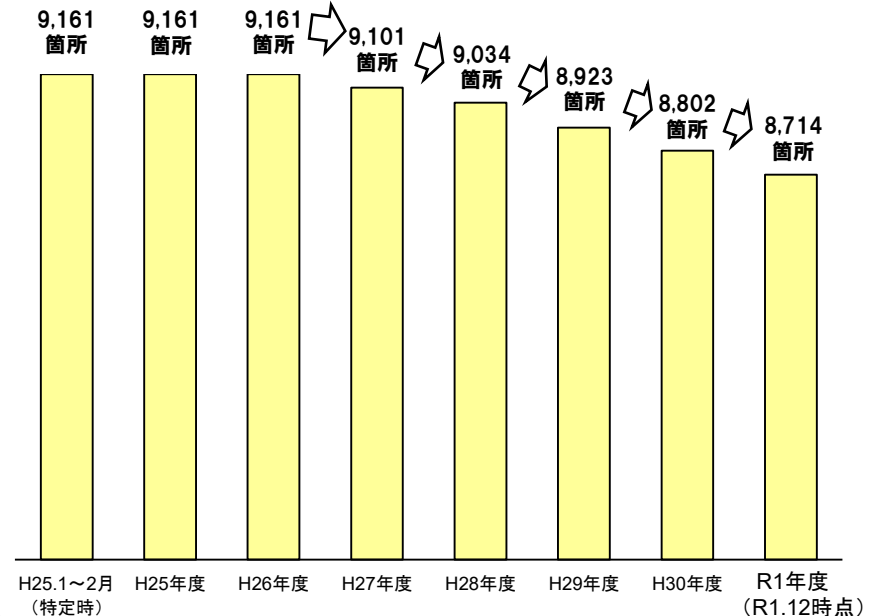
- ・ 地域の課題を共有することで道路管理者・道路利用者間での議論を促進

・ 円滑な渋滞対策の立案・実施を実現

モニタリング等による検証

主要渋滞箇所

- ・ 主要渋滞箇所とは、最新交通データや地域の声等を基に渋滞対策協議会において特定した、地域全体として渋滞を実感している箇所
- ・ 令和元年12月現在で、全国に8,714箇所(一般道路)
【主要渋滞箇所数の推移】



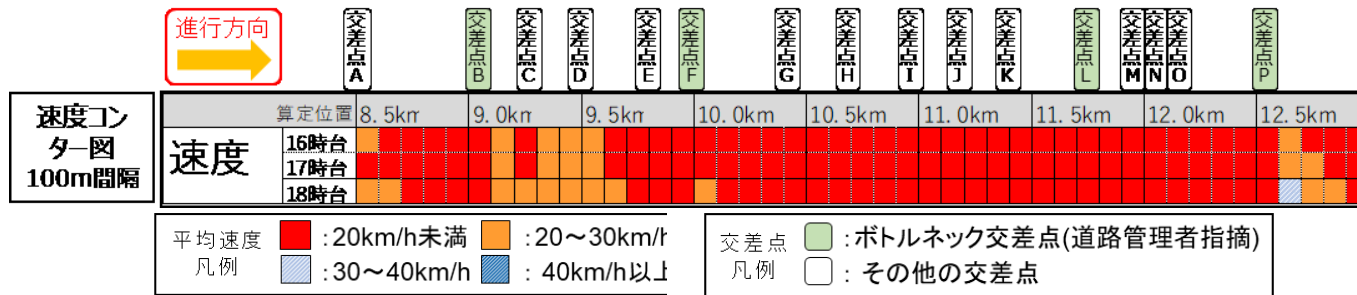
※R2.10月集計

現場における渋滞状況分析の課題

- 渋滞対策協議会等における渋滞状況の分析は、近年利用可能になったETC2.0プローブデータを用いた速度コンター図等を活用。
- 速度コンター図等による分析では、交差点連たん部や低頻度渋滞発生区間の分析において、課題箇所の特定が困難な状況が発生。

①低速連続交差点区間

※ボトルネック箇所は道路管理者へ確認

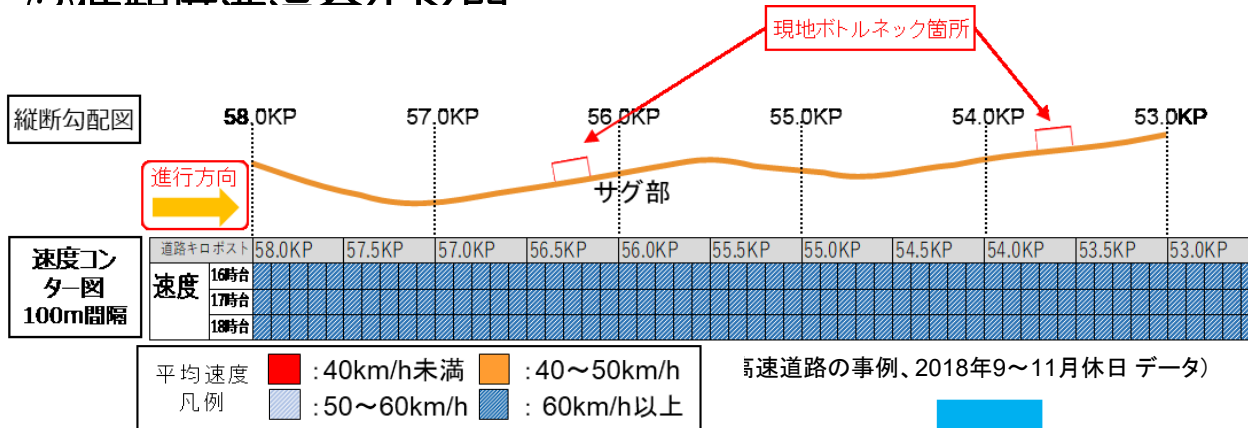


(一般道の事例、2018年9~11月休日 データ)

どの交差点も速度低下していて、どこが渋滞原因がわからない・・・



②低速頻発渋滞発生区間



高速道路の事例、2018年9~11月休日 データ)

現地からは混雑しているという声があるけど、月平均のコンター図だと渋滞していない・・・



速度コンター図では、渋滞原因箇所の特定が困難なケースが発生

プローブデータを用いたボトルネックの把握手法

従来の手法(速度コンター図等)

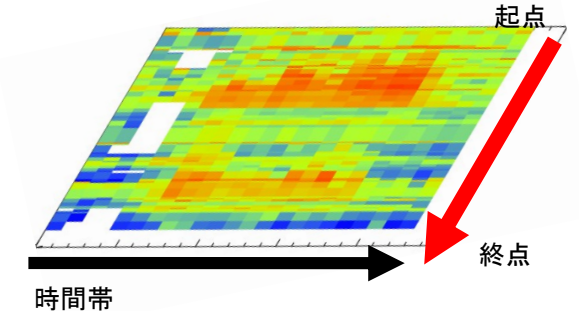
○ある期間(例えば月単位)の平均旅行速度による評価

速度低下の小さい、あるいは発生頻度の低い渋滞は埋没してしまい、このような渋滞区間のボトルネックを把握しづらい

○平均旅行速度による単純な評価

特に、低速度区間が連続する場合は、渋滞の起点(ボトルネック)かボトルネックからの影響を受けた区間かを判断できず、ボトルネックを把握しづらい。

■速度コンター図(km/h)



ボトルネック指数を用いた手法

○渋滞を計測期間内の発生割合で算出(渋滞発生状況を積上げ、平均値算出による埋没を防ぐ)

○ボトルネックのなりやすさとボトルネックからの影響を受けた区間に分けて表現

【本手法で可能となること】

- ・渋滞発生頻度として算出することで、**低頻度の渋滞発生区間におけるボトルネック箇所も把握可能**(算出結果例①)
- ・ボトルネックとボトルネックからの影響による区間を分けて算出することで**低速連続交差点区間におけるボトルネック箇所を把握可能**(算出結果例②)
- ・**渋滞対策事業の整備において効果をより詳細に把握**できる場合がある(算出結果例③)

ボトルネック指数の概要

ボトルネック指数は計測期間内での発生割合（頻度）を算定したもの

ボトルネック値（BN値）：「渋滞の先頭のなりやすさ」を表す

渋滞影響値（AQ値）：「前方の渋滞の影響の受けやすさ」を表す

＞ 別々に算定

■算出方法

- 分析対象路線を等間隔に分割し、区間毎に日別時間帯別の旅行速度を算出し、「渋滞」と「非渋滞」を判定
- 分割区間とその下流側に隣接する区間の「渋滞」と「非渋滞」の組合せからボトルネック指数を算定

BN 指数	BN値 = 総BNポイント / 計測期間日数
	AQ値 = 総AQポイント / 計測期間日数



※BN : Bottleneck
AQ : Affected Queue

【渋滞判定】 一般道：20km/h未満 高速道路：40km/h未満

【分割区間の延長】 100m間隔

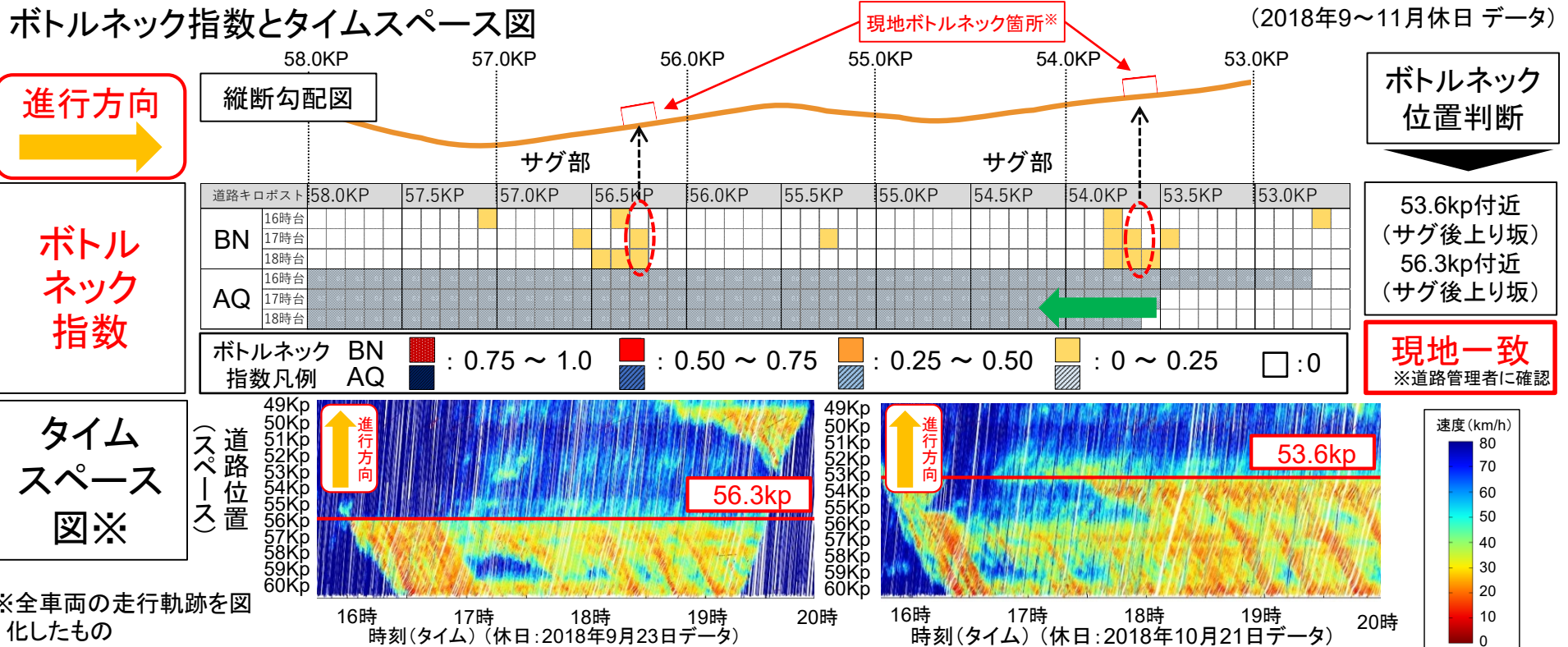
(検証済)

BNポイントとAQポイントは足し合わせない

算出結果例① 低頻度渋滞発生区間（高速道路）

- 速度コンター図では、平均速度が全区間で高く、低頻度渋滞の影響が確認できない。
- ボトルネック指数は、53.6kp、56.3kp付近の2箇所ではBN値が集中。
⇒ 53.6kp、56.3kp付近がボトルネック位置と推測。
- タイムスペース図および道路管理者に確認した渋滞先頭も**ボトルネック指数と一致**。

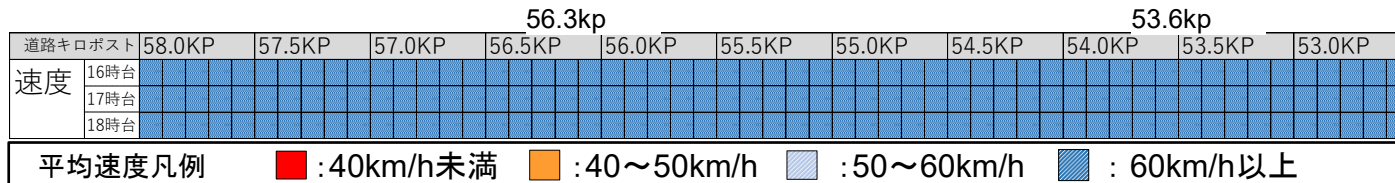
ボトルネック指数とタイムスペース図



※全車両の走行軌跡を図化したもの

速度コンター図

(100m間隔)



ボトルネック位置は判断できない

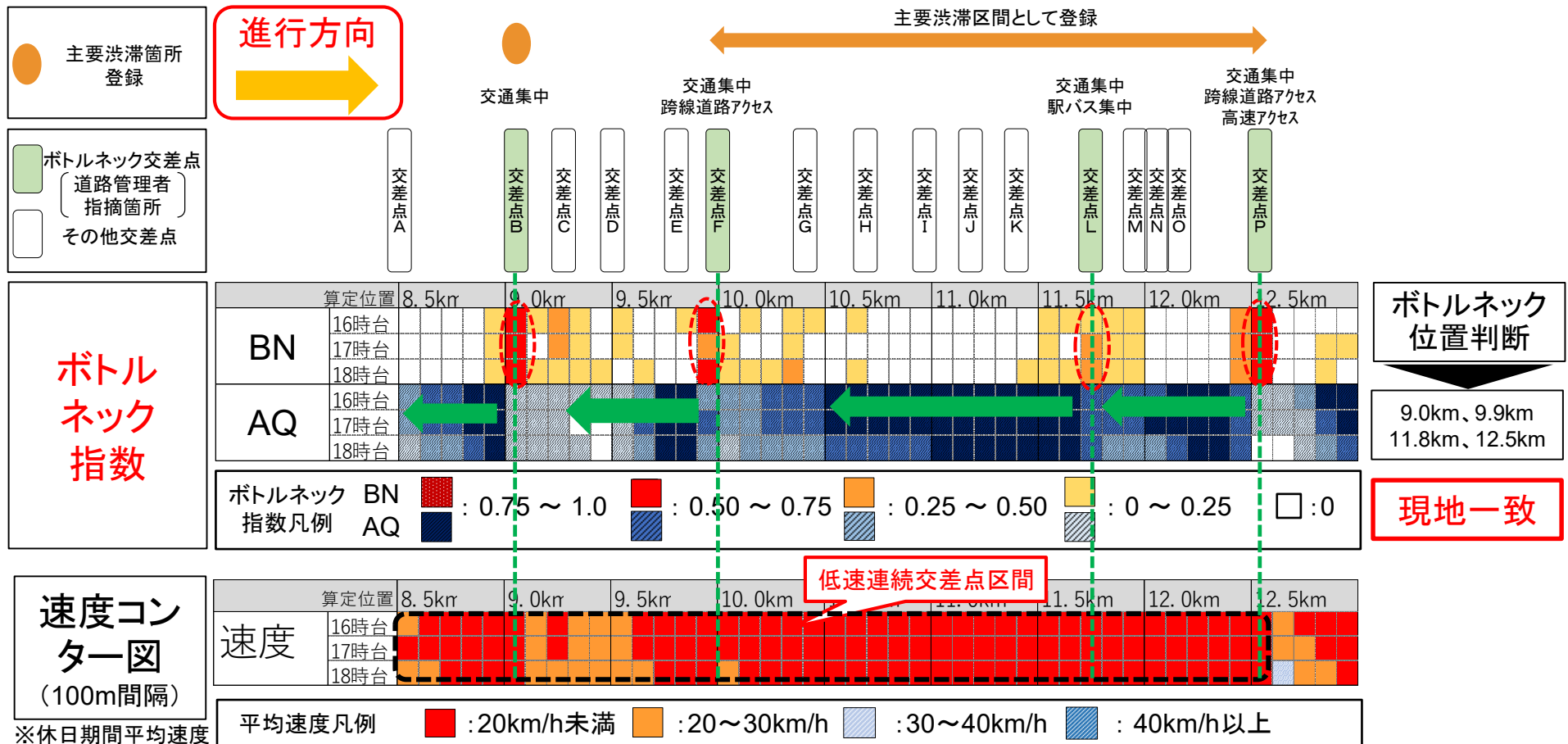
算出結果例② 低速連続交差点区間（一般道路）

- 速度コンター図では、低速連続交差点区間内でのボトルネックが明確に確認できない。
- ボトルネック指数ではBN値の分布から現地の主なボトルネック箇所である4交差点（交差点B・F・L・P）が確認できる。

⇒ ボトルネック指数では低速連続交差点区間内でのボトルネック箇所を把握できる。

ボトルネック指数と速度コンター図との比較

(2018年9~11月休日 データ)

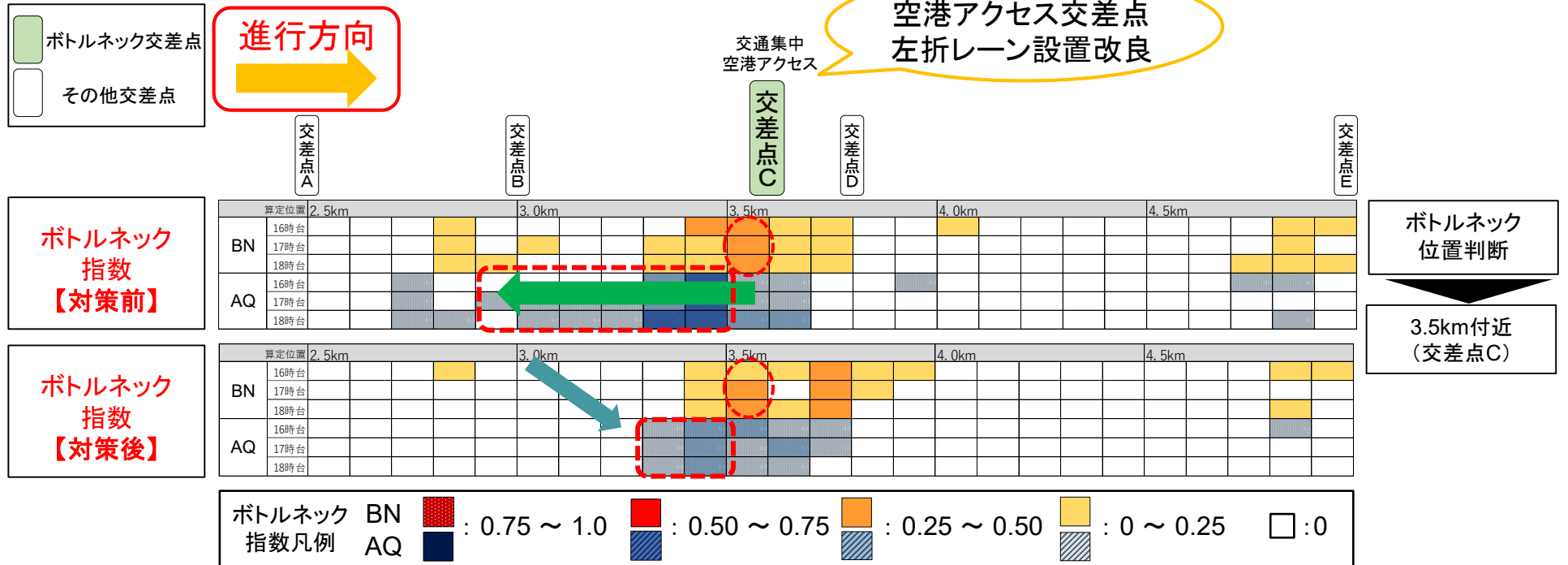


算出結果例③ 対策前後比較（交差点改良）

○ 対策後、交差点CのAQ値が減少しており、対策効果が確認できる。また、交差点DにおけるBN値増加を確認できる⇒ボトルネック指数では、渋滞を頻度で表すこと、また、BN値とAQ値を分けて評価することにより速度コンター図よりも対策効果や対策後のボトルネックの移動を詳細に評価できる場合がある。

ボトルネック指数の対策前後比較 【対策内容】交差点改良 (H30.3)

〔対策前:2017年10月平日 データ〕
〔対策後:2018年10月平日 データ〕



算出結果例③ 対策前後比較（交差点改良）

○ 速度コンター図は、ある期間の平均旅行速度であるため、対策効果を把握しづらい場合がある。

対策前後速度コンター図比較
【対策内容】交差点改良(H30.3)

〔対策前：2017年10月平日 データ〕
〔対策後：2018年10月平日 データ〕

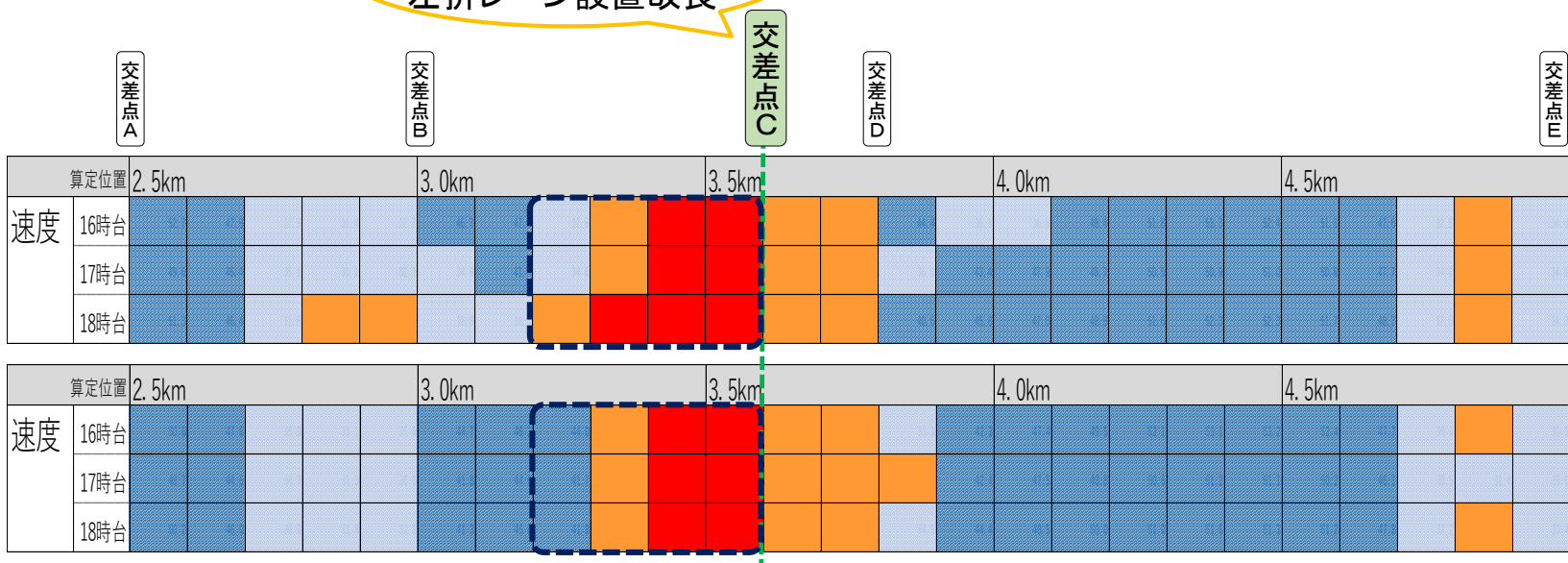
空港アクセス交差点
左折レーン設置改良

交差点と
ボトルネック
箇所

交差点
改良前

交差点
改良後

進行方向
→

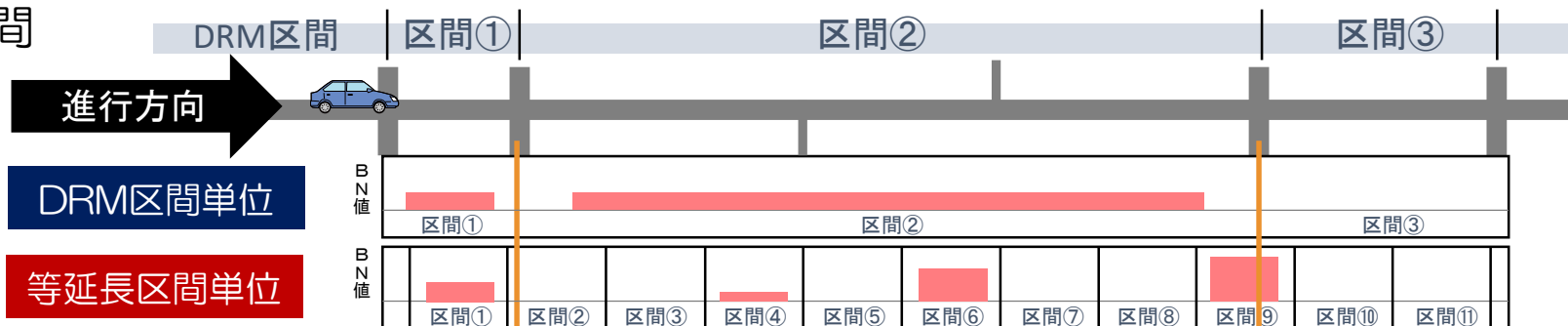


平均速度凡例
■ : 20km/h未満
■ : 20~30km/h
■ : 30~40km/h
■ : 40km/h以上

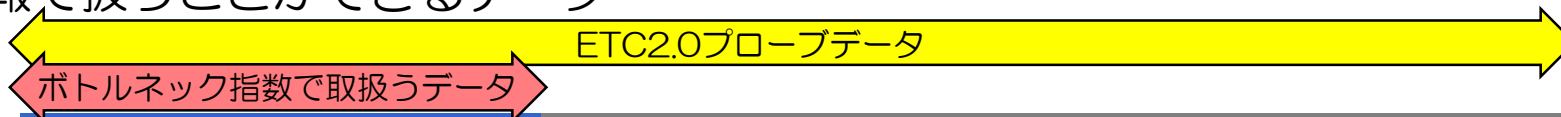
(参考) 分析区間延長

- DRM区間単位の分析では、区間延長が異なることにより算定結果への影響が生じる。
 - 記録地点単位のデータを扱うことができるETC2.0プローブデータ情報を用い、等延長間隔（100m間隔）で算定。
- ※DRM：位置IDを持つデジタル道路地図

■ 評価区間



■ プローブ情報で扱うことができるデータ



	地点単位のデータ	DRM区間単位のデータ	
データ分類 データ項目	地点単位 走行履歴データ	リンク単位 車両単位 旅行時間データ	リンク単位 旅行時間データ集計値
データ概要	個別車両単位の 地点走行履歴 (緯度・経度)	個別車両単位の 走行リンク別旅行時間	リンク単位の15分単位の 旅行時間 (平均、分散等)
データ形式の イメージ	個別車両の走行履歴 (点群) 	個別車両の走行経路・旅行時間 	リンク単位の平均旅行時間

(参考) 速度閾値・分析区間長の閾値検証方法

- 速度閾値、分析区間延長について複数の閾値を設定、BN指数を算定。
(高速道路:5路線、一般道路:5路線)
- BN指数の算定結果と道路管理者ヒアリング等より把握した現地ボトルネック箇所を比較することで、最適な速度閾値、分析区間延長を検証。

速度閾値検証方法

分析区間長を100mと固定し、各速度におけるBN指数の算定結果と道路管理者ヒアリングやタイムスペース図により確認した現地ボトルネック箇所を比較。

道路種別	速度閾値	分析区間長
高速道路	30 km/h 40 km/h 50 km/h	100m
一般道路	10 km/h 20 km/h 30 km/h	100m

分析区間長検証方法

速度閾値検証結果において妥当とされた閾値を用い、BN指数各分析区間長におけるBN指数の算定結果と道路管理者ヒアリングやタイムスペース図により確認した現地ボトルネック箇所を比較。

分析区間長	速度閾値※
10m	40km/h (高速道路) 20km/h (一般道路)
50m	
100m	
200m	

※「速度閾値検証方法」で妥当と判断された速度閾値

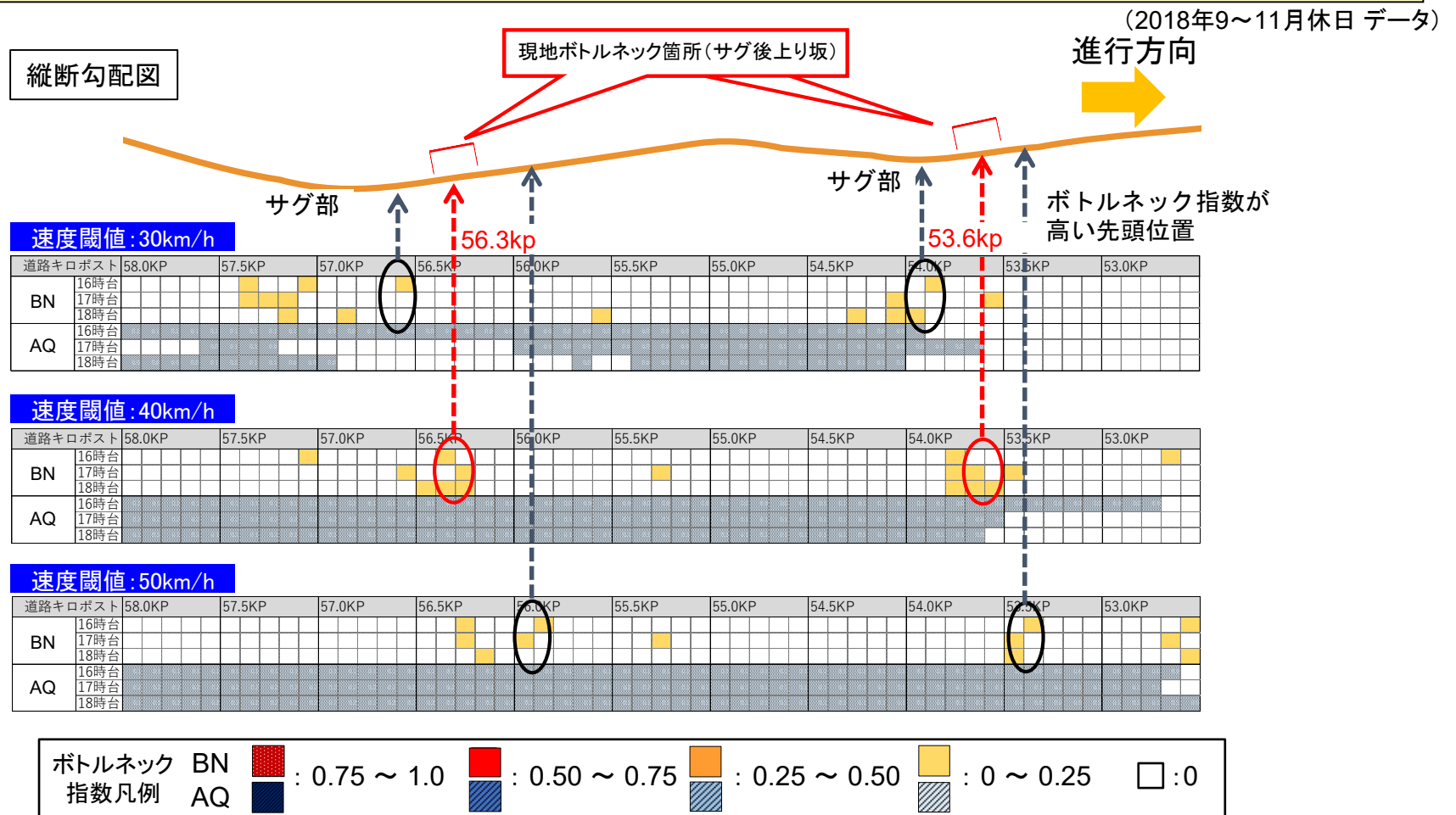
(参考) 閾値検証方法の検証結果

- 速度閾値の設定は、高速道路は40km/h、一般道路は20km/hが妥当。
- 分析区間長は、高速道路、一般道路ともに100mが妥当。

	高速道路	一般道路
①速度閾値	<ul style="list-style-type: none"> ○ 40km/hの場合、現地ボトルネック箇所と最も一致する。 ○ 50km/hの場合、速度向上に転じた後も渋滞判定されやすくなることから、渋滞先頭判定位置は下流側に遷移する場合がある。30km/h場合は逆に上流側に遷移する場合がある。 <p>⇒ <u>速度閾値設定は40km/hが妥当</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 20km/hの場合、現地で把握しているボトルネック箇所と最も一致する。 ○ 10km/hの場合、渋滞判定されにくくなり、ボトルネック箇所が不明瞭となる場合がある。30km/hの場合、ボトルネック箇所の下流側も渋滞判定されることで、下流側で発生した渋滞の影響を受けているように判断される場合がある。 <p>⇒ <u>速度閾値設定は20km/hが妥当</u></p>
②分析区間長	<ul style="list-style-type: none"> ○ 100mの場合、現地で把握しているボトルネック箇所と最も一致する。 ○ 分析区間長が短い場合、BNポイントが加算される箇所が分散することで、ボトルネック箇所が不明瞭となる場合がある。 <p>⇒ <u>分析区間長設定は100mもしくは200mが妥当</u></p> <p>⇒ <u>より詳細かつ一般道路と同様の100mを採用</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 100mの場合、現地で把握しているボトルネック箇所と最も一致する。 ○ 10m、50mの場合、BNポイントが加算される箇所が分散することで、ボトルネック箇所が不明瞭となる場合がある。200mの場合、解像度が低下することで、ボトルネック箇所が不明確になる場合がある。 ○ 信号間隔の距離等を考慮し、解像度は150m程度以下が望ましい(信号機設置の必要条件: 信号機間の距離は原則150m以上) <p>⇒ <u>分析区間長設定は100mが妥当</u></p>

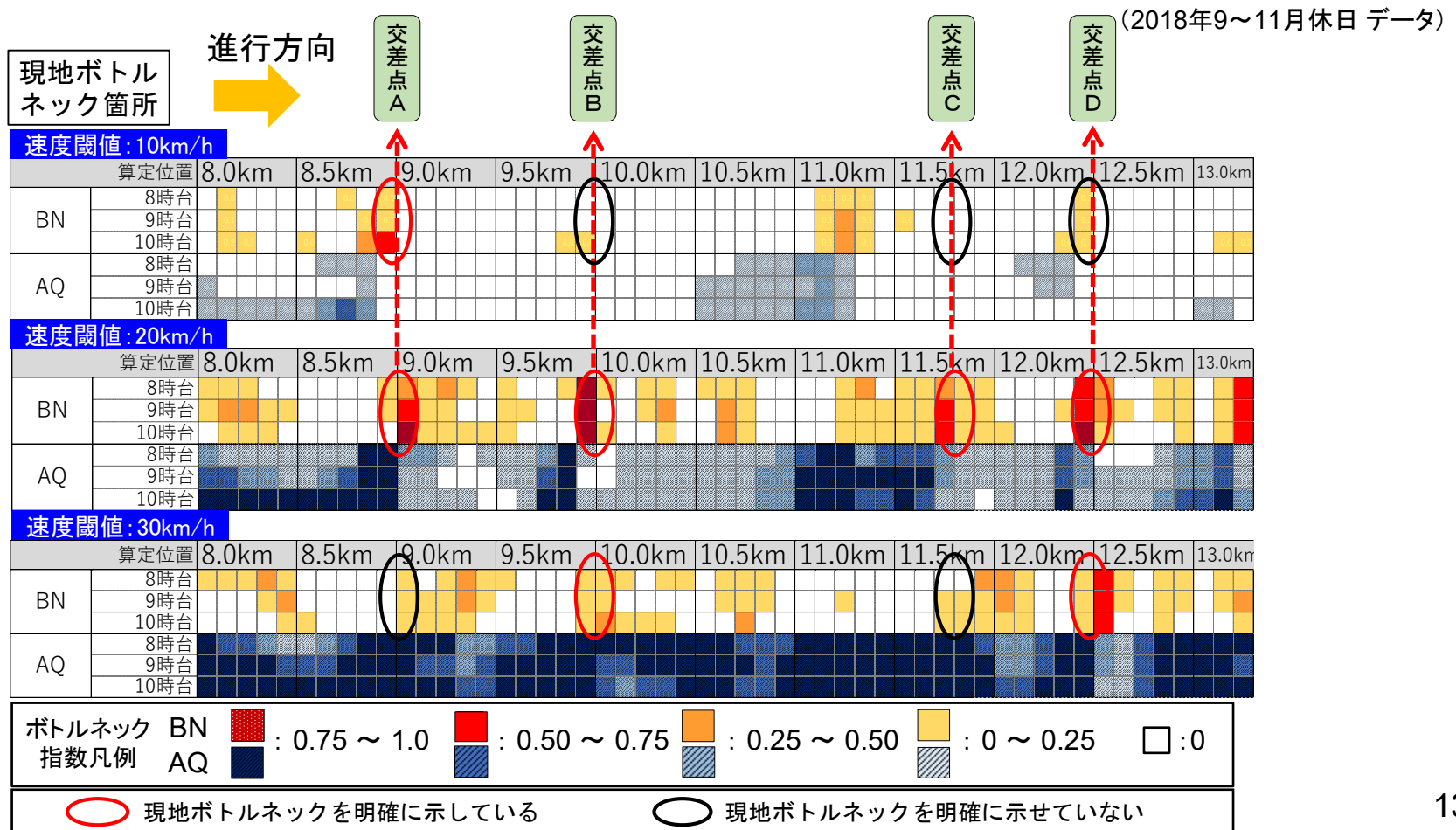
(参考) ①速度閾値検証 結果例(高速道路)

- 速度閾値40km/hの場合、現地ボトルネック箇所(56.3kp、53.6kp付近)と最も一致する。
- 速度閾値50km/hの場合、速度向上に転じた後も渋滞判定されやすくなることから、渋滞先頭判定位置は下流側に遷移する場合がある。速度閾値30km/hの場合は逆に上流側に遷移する場合がある。



(参考) ①速度閾値検証 結果例(一般道路)

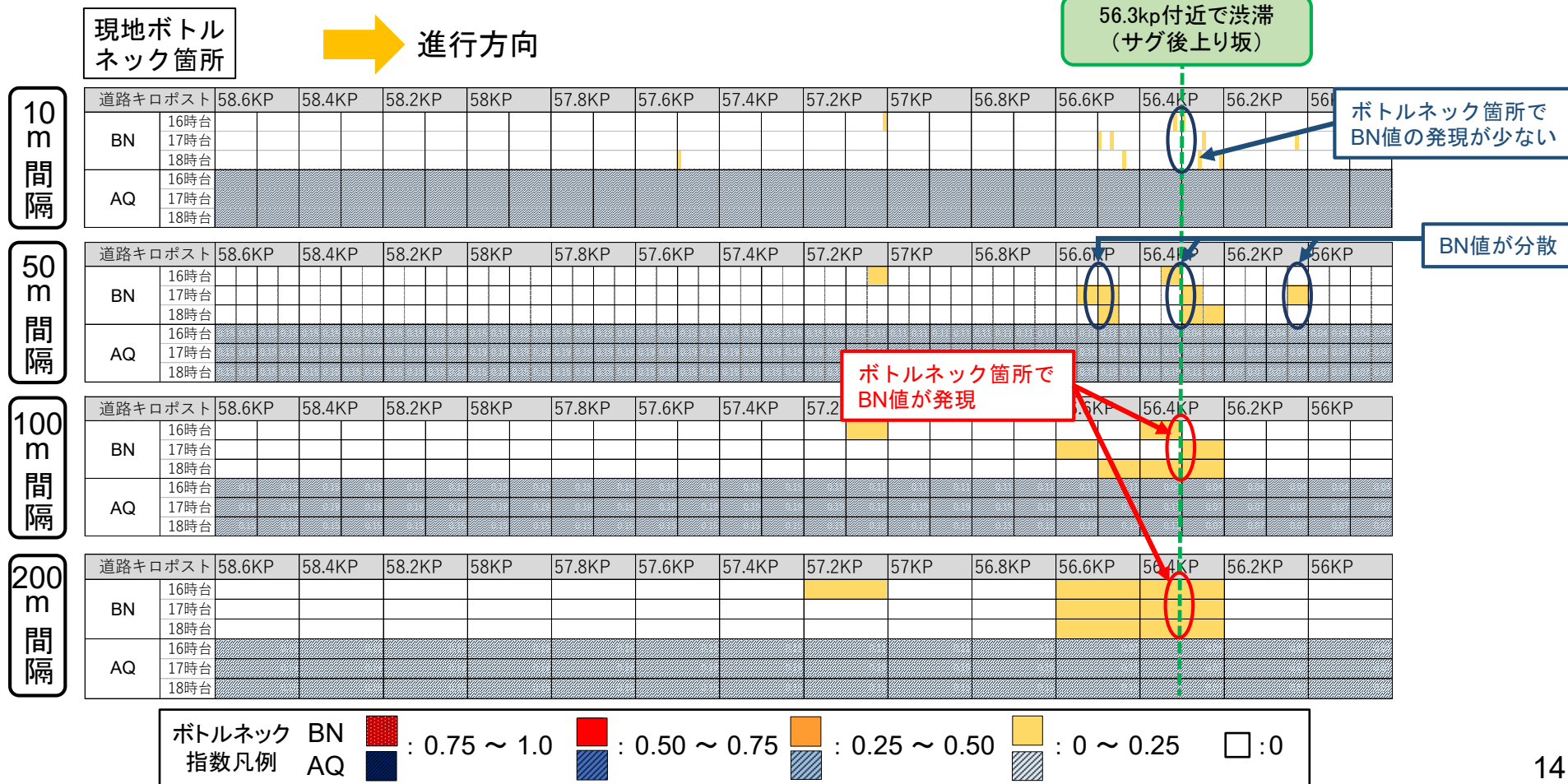
- 速度閾値20km/hの場合、現地で把握しているボトルネック箇所と最も一致する。
- 速度閾値10km/hの場合、渋滞判定されにくくなり、ボトルネック箇所が不明瞭となる場合がある。速度閾値30km/hの場合、ボトルネック箇所の下流側も渋滞判定されることで、下流側で発生した渋滞の影響を受けているように判断される場合がある。



(参考) ②分析区間長 結果例(高速道路)

- 区間長100mの場合、現地で把握しているボトルネック箇所(56.3kp付近)と最も一致する。
- 区間長が短い場合、BNポイントが加算される箇所が分散することで、ボトルネック箇所が不明瞭となる場合がある。

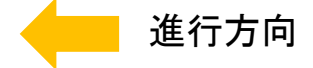
(2018年9~11月休日 データ)



(参考) ②分析区間長 結果例(一般道路)

- 区間長100mの場合、現地で把握しているボトルネック箇所と最も一致する。
- 区間長10m、50m場合、BNポイントが加算される箇所が分散することで、ボトルネック箇所が不明瞭となる場合がある。区間長200mの場合、解像度が低下することでボトルネック箇所が不明確になる場合がある。

(2018年9~11月休日 データ)



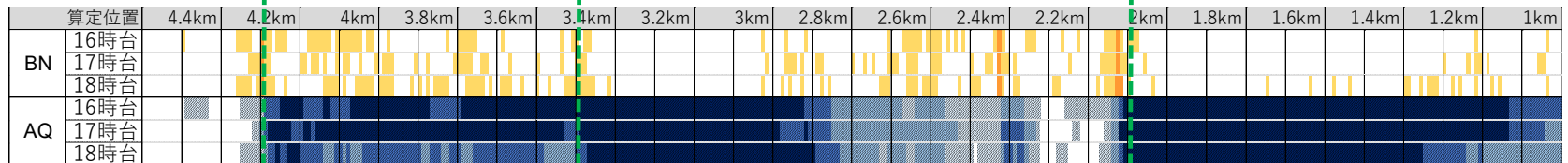
現地ボトル
ネック箇所

交差点
A

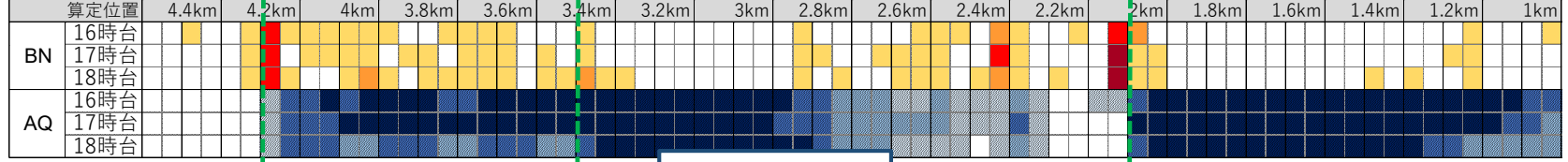
交差点
B

交差点
C

10
m
間
隔



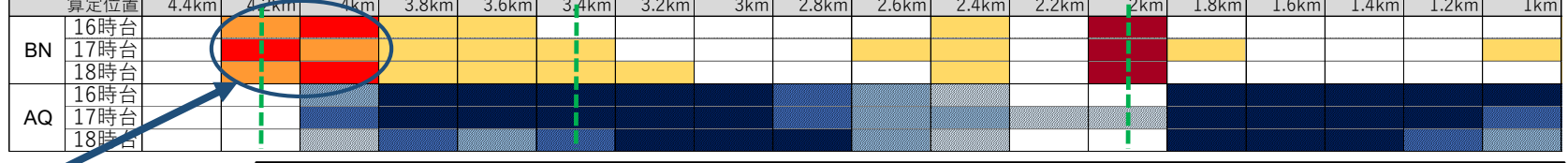
50
m
間
隔



100
m
間
隔

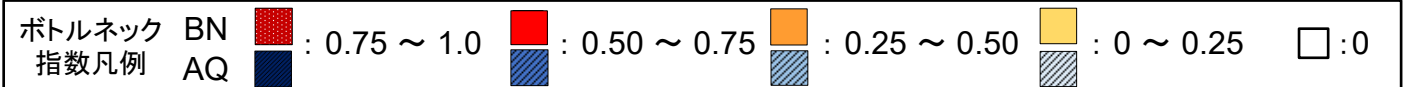


200
m
間
隔



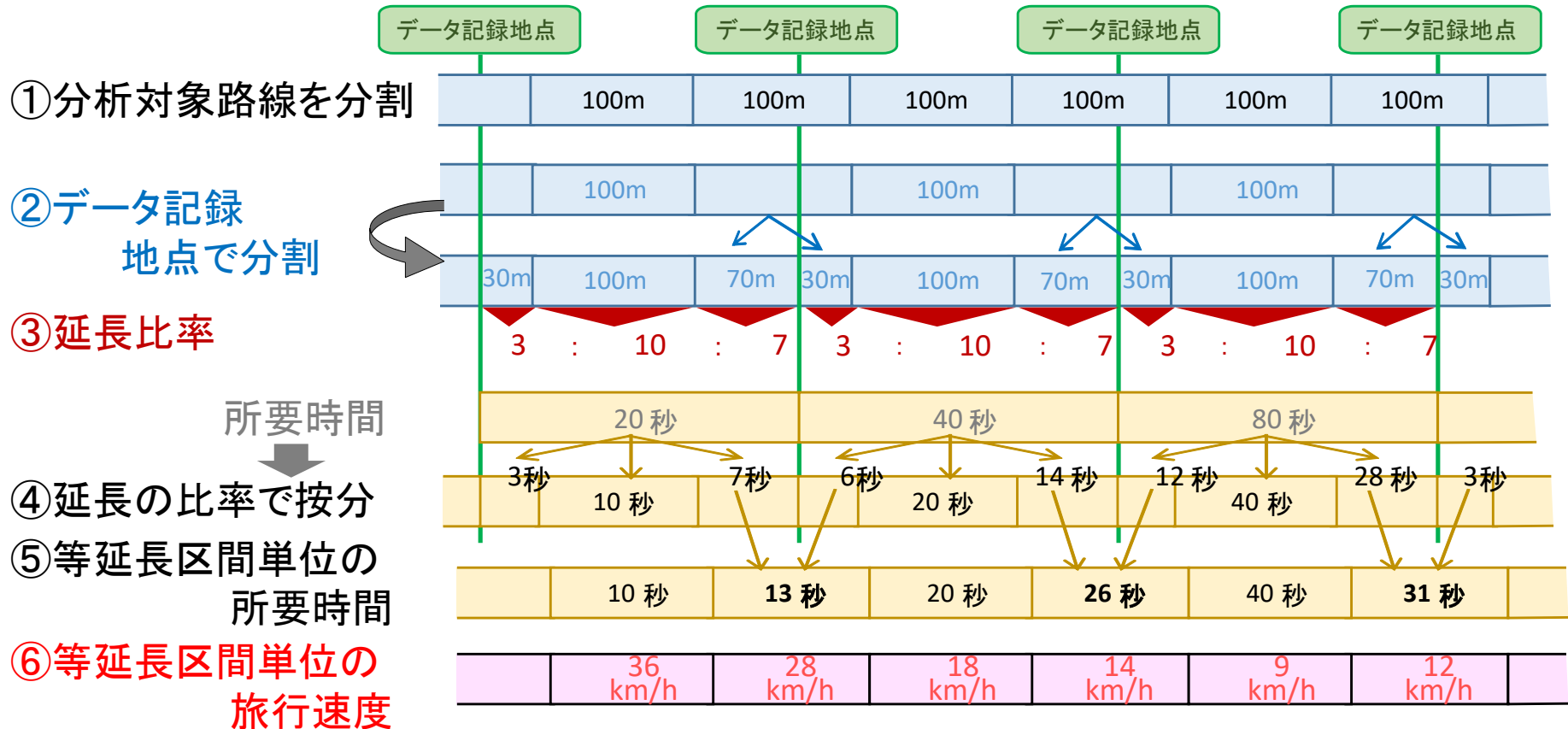
ボトルネックが
より明確に

分析解像度が低下
→ボトルネック位置が不明確



(参考) 分析区間の速度算出方法

○ 速度算出は地点単位データの位置と所要時間を用いて100m間隔への単位に加工。



(参考)ボトルネック指数 (BN指数) と高速道路会社取組の比較

- ボトルネック箇所を把握する取組として、高速道路会社(NEXCO3社・首都高・阪高)では、ETC2.0を用いた速度カウンター図等による把握を実施
- BN指数と同様の手法でボトルネックを特定する取組として、トラカンを活用した首都高の取組実績有り
- ボトルネック特定の考え方は同一であるが、トラカン設置数が多い都市高速道路のみで適用可能な方法であり、地方部の高速道路におけるボトルネック把握にはETC2.0プローブ情報を活用したボトルネック指数が有効である可能性

		ボトルネック指数	首都高取組み(論文) (首都高速道路におけるキャパシティボールの抽出とその特性分析)																																																	
検討内容	目的	・ 渋滞の頻度を考慮した ボトルネック箇所の特定	・主に多頻度渋滞箇所でのボトルネックの抽出 ・ボトルネックの特性把握(天候等による交通容量変動)																																																	
	分析事例	<ul style="list-style-type: none"> ・高速道路での低頻度渋滞箇所の把握 ・市街地での低速連続交差点区間の把握 ⇒ 渋滞頻度に着目 したケーススタディにより、速度カウンター図と比較したボトルネック指数の優位性を整理 (高速道路におけるボトルネック指数の算定例) ※速度カウンター図との比較は本資料p3 速度カウンター図では把握困難な低頻度の速度低下を抽出可能 <table border="1" style="font-size: small;"> <tr> <td>道路キロポスト</td> <td>58.0KP</td><td>57.5KP</td><td>57.0KP</td><td>56.5KP</td><td>56.0KP</td><td>55.5KP</td><td>55.0KP</td><td>54.5KP</td><td>54.0KP</td><td>53.5KP</td><td>53.0KP</td> </tr> <tr> <td>BN</td> <td></td><td></td><td></td><td style="background-color: yellow;"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="background-color: yellow;"></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>AQ</td> <td></td><td></td><td></td><td style="background-color: yellow;"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="background-color: yellow;"></td><td></td><td></td> </tr> </table> <table border="1" style="font-size: x-small;"> <tr> <td>ボトルネック指数凡例</td> <td>BN</td> <td>0.75 ~ 1.0</td> <td>0.50 ~ 0.75</td> <td>0.25 ~ 0.50</td> <td>0 ~ 0.25</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>AQ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	道路キロポスト	58.0KP	57.5KP	57.0KP	56.5KP	56.0KP	55.5KP	55.0KP	54.5KP	54.0KP	53.5KP	53.0KP	BN												AQ												ボトルネック指数凡例	BN	0.75 ~ 1.0	0.50 ~ 0.75	0.25 ~ 0.50	0 ~ 0.25	0		AQ					
道路キロポスト	58.0KP	57.5KP	57.0KP	56.5KP	56.0KP	55.5KP	55.0KP	54.5KP	54.0KP	53.5KP	53.0KP																																									
BN																																																				
AQ																																																				
ボトルネック指数凡例	BN	0.75 ~ 1.0	0.50 ~ 0.75	0.25 ~ 0.50	0 ~ 0.25	0																																														
	AQ																																																			
BNの把握方法	考え方	<ul style="list-style-type: none"> ・ボトルネック特定の基本的な考え方は、ボトルネック指数と首都高の取組みで同じ。 ・対象区間が渋滞しており、下流区間が非渋滞であればボトルネック箇所 																																																		
	使用データ	・ETC2.0プローブ情報(旅行速度)	・トラカンデータ(QV情報(交通量・旅行速度))																																																	
他道路への展開可能性		・全国の高速道路・直轄国道を中心に適用可能	<ul style="list-style-type: none"> ・トラカン設置密度が高い都市高速道路でのみ適用可能 (例：首都高速道路の車両感知器は300~600m毎に設置) 																																																	