

**「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第
2期／自動運転（システムとサービスの拡張）」
車両プローブ情報等による高精度3次元地図更新に関する
研究開発**

中間報告書

2020 年 3 月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

委託先:ダイナミックマップ基盤株式会社

委託業務成果報告書の
無断複製等禁止の標記について

委託業務に係る成果報告書の無断複製等の禁止の標記については、次によるものとする。

本報告書は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構による委託業務として、ダイナミックマップ基盤株式会社が実施した『「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第 2 期／自動運転（システムとサービスの拡張）」のうち「車両プローブ情報等による高精度 3 次元地図更新に関する研究開発」』の成果をとりまとめたものです。

従って、本報告書の著作権は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構に帰属しており、本報告書の全部又は一部の無断複製等の行為は、法律で認められたときを除き、著作権の侵害にあたるので、これらの利用行為を行うときは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の承認手続きが必要です。

業務概要

業務の名称

「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第 2 期／自動運転（システムとサービスの拡張）」

車両プローブ情報等による高精度 3 次元地図更新に関する研究開発

履行期間

2019 年 2 月 15 日 から 2021 年 2 月 26 日まで

発注者及び受注者

発注者：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO」という）

受注者：ダイナミックマップ基盤株式会社

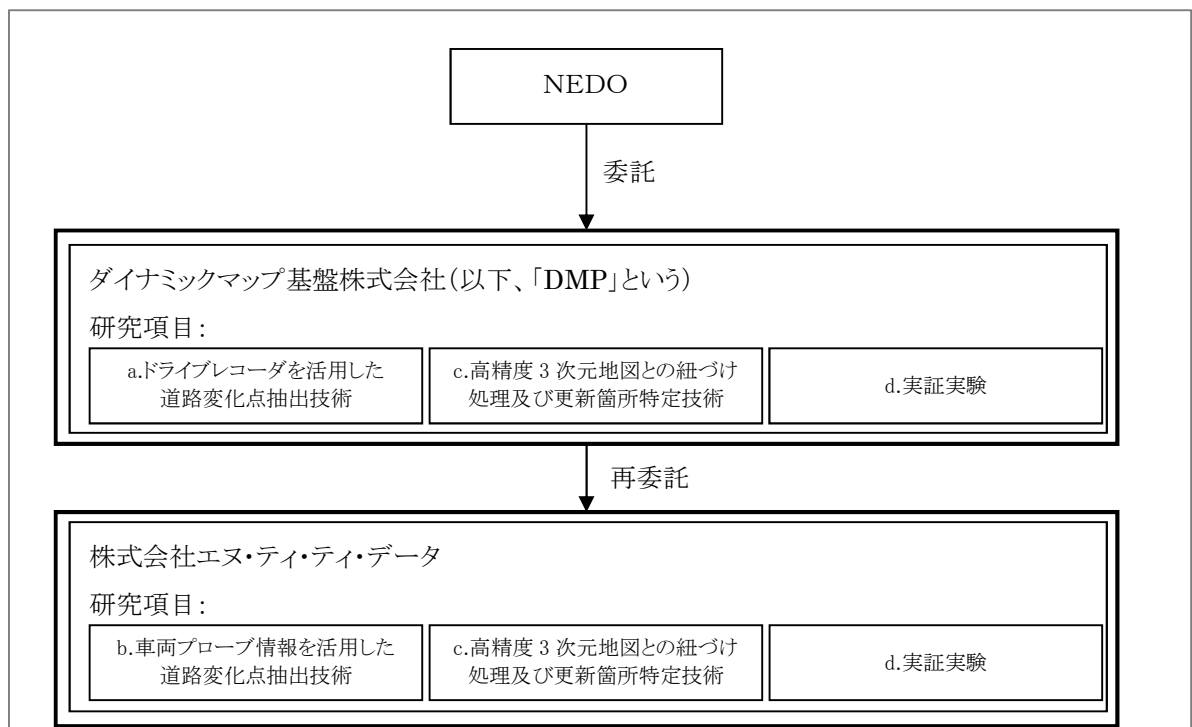


図 i 体制図

業務の目的

本研究開発は、既存の道路変化情報や車両プローブ情報等を協調的に活用し高精度 3 次元地図更新について、更新必要箇所を効率的に特定する技術を開発することでメンテナンスサイクルの短縮・コスト低減を実現することを目的とする。

業務の構成

本研究開発の構成は下記、検討フローは図 ii に示す。本中間報告は下記のうち、1～3 の進捗状況と今後の予定について報告する。

1. 高精度 3 次元地図（更新）の現状と本研究開発で期待する効果
2. 車両プローブ情報を活用した道路変化点抽出技術
（仕様書 b 項に該当）
3. ドライブレコーダを活用した道路変化点抽出技術
（仕様書 a 項に該当）
4. 高精度 3 次元地図との紐づけ処理及び更新箇所特定技術
（仕様書 c 項に該当）
5. 実証実験
（仕様書 d 項に該当）

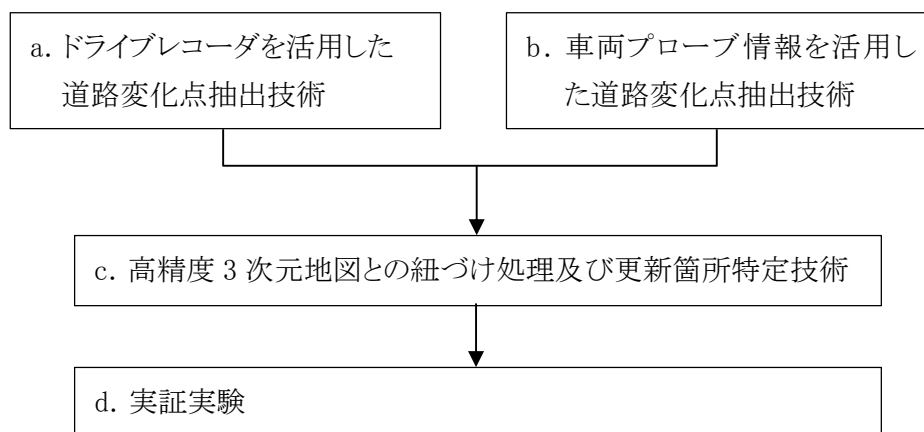


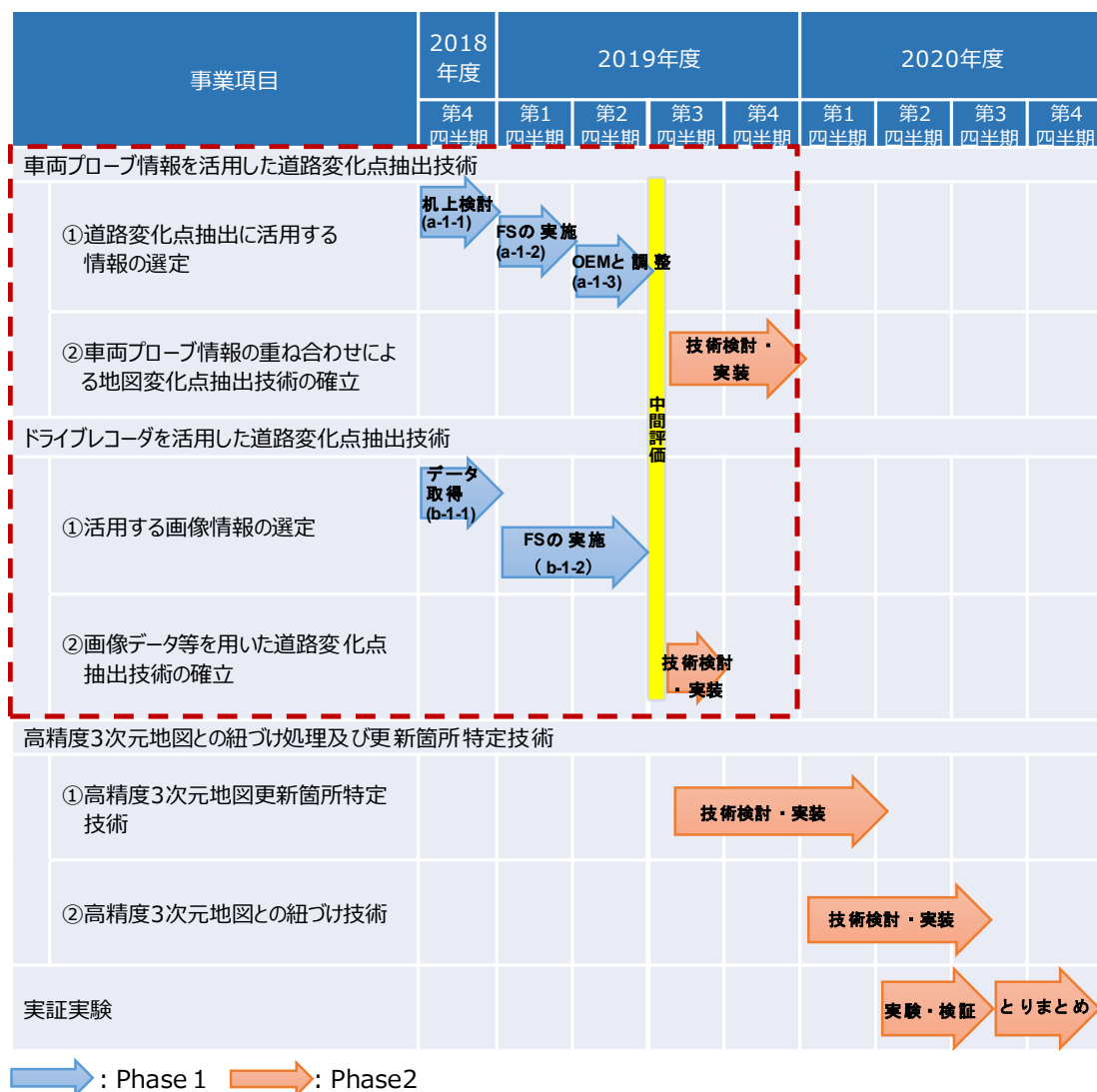
図 ii 本研究開発の実施フロー

スケジュール

本研究開発は 2019 年度前半（9 月末）までに、OEM 各社のプローブデータを活用した地図更新の実証に関するご理解・賛同を得た上で、2019 年度後半～2020 年度末までに実データを用いた検証の実施を計画した。

そのため、本中間報告では中間評価までに検討調整した結果、及び、中間評価後、Phase2 実施に向けて OEM 各社と調整した結果を報告する（赤枠で囲った範囲）。

表 i 本業務のスケジュール（研究開発着手時）と進捗状況



目 次

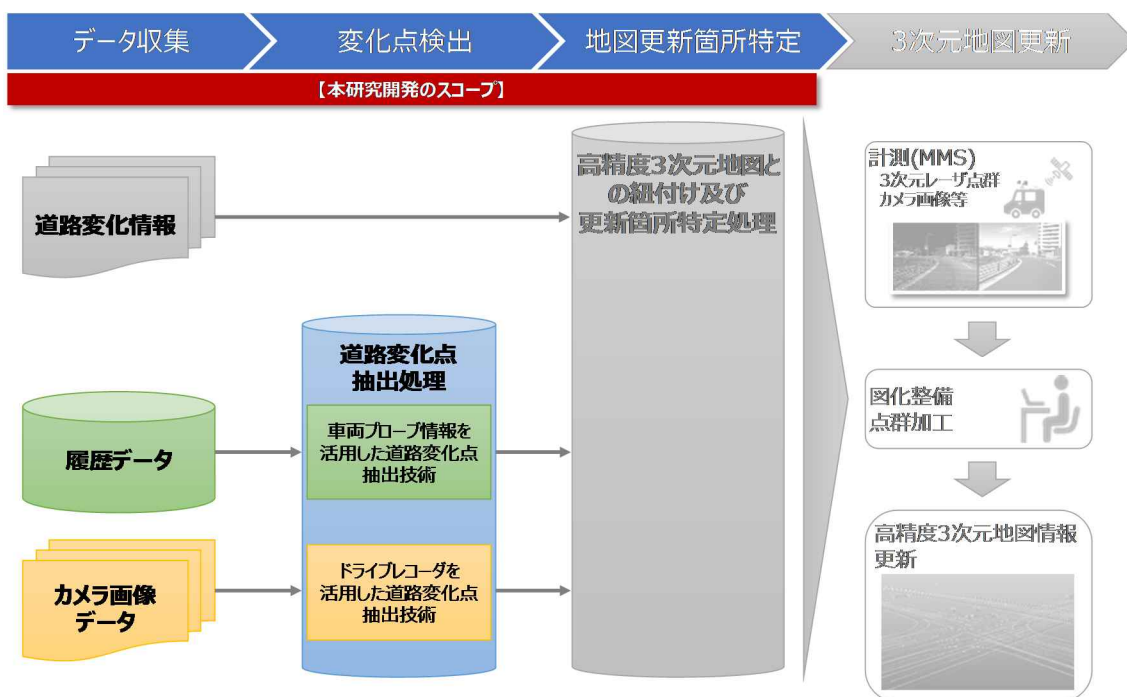
1. 高精度 3 次元地図（更新）の現状と本研究開発で期待する効果	1
1.1 高精度 3 次元地図（更新）の現状.....	2
1.1.1 高精度 3 次元地図を構成する地物.....	2
1.1.2 高精度 3 次元地図更新の工程と各工程の研究等取組状況	2
1.1.3 道路上で発生する変化と変化情報検出の現状.....	3
1.2 本研究開発で期待する効果.....	5
2. 車両プローブ情報を活用した道路変化点抽出技術	6
2.1 道路変化点抽出に活用する情報の選定	6
2.1.1 机上検討.....	6
2.1.2 フィジビリティスタディの実施	13
2.1.3 OEM との調整	26
2.2 車両プローブ情報の重ね合わせによる地図変化点抽出技術.....	33
2.2.1 技術検討・実装.....	33
2.2.2 結論.....	51
3. ドライブレコーダを活用した道路変化点抽出技術	53
3.1 活用する画像情報の選定	53
3.1.1 データ取得.....	53
3.1.2 フィジビリティスタディの実施	59
3.2 画像データ等を用いた道路変化点抽出技術の確立	65
3.2.1 整理方法.....	65
3.2.2 整理結果.....	67
3.2.3 画像データ等を用いた道路変化点検出技術	74
3.2.4 道路変化点検出に向けた画像データ等の収集スキーム	75
4. 今後の予定	77

1. 高精度 3 次元地図（更新）の現状と本研究開発で期待する効果

高精度 3 次元地図を更新するためには、高精度 3 次元地図を構成する地物ごとに、いつ、どこで、どのような変化があったかを把握する必要がある。特に、将来、自動運転車両が道路を走行することとなった場合、道路構造の変化だけでなく、信号機や道路標識等の情報の更新も重要になる。しかし現状、道路管理者より、道路工事情報等から道路構造が変化した場合の情報は得られるが、それ以外の道路構造の変更を伴わない、信号機や道路標識の新設、廃止等の変更情報は十分に整理・把握できていない状況である。

そこで、本研究開発では、最近活用が推進されている車両プローブ情報等を活用し、更新に必要な箇所を効率的に特定する技術を開発することでメンテナンスサイクルの短縮・コスト低減を実現することを目指す（図 1-1）。

高精度 3 次元地図（更新）の現状（1.1 節）や、本研究開発で期待する効果（1.2 節）については次頁以降、本研究開発の検討成果（図 1-1 に示す更新フローの検討結果）については 2 章以降に示す。



* 本研究開発では、走行軌跡、運転の操作履歴等の車両プローブ情報のことを履歴データと称し、センサ・カメラ等で認知した道路環境情報のことをカメラ画像データと称す。

**図、写真は、国土交通省、NEXCO 各社の公開資料、本事業で取得したものから引用。

図 1-1 高精度 3 次元地図更新フロー

1.1 高精度 3 次元地図（更新）の現状

1.1.1 高精度 3 次元地図を構成する地物

高精度 3 次元地図は、区画線、多重区画線、路肩縁、道路標示、道路標識、信号機といった、図 1-2 に示す多様な地物により構成されている。

対象地物名	地物事例
区画線	 ←ゼブラゾーンの枠
多重区画線	
路肩縁	
道路標示	 ←ゼブラゾーン内
道路標識	
信号機（本体・補助信号）	
信号機（矢印灯）	

図 1-2 高精度 3 次元地図を構成する地物

1.1.2 高精度 3 次元地図更新の工程と各工程の研究等取組状況

1.1.1 項で挙げた地物において変化があった場合、高精度 3 次元地図を整備する DMP では、道路工事情報等の公開資料等から変化があった箇所を特定し（変化点検出）、特定した箇所を MMS で実際に計測し（計測）、計測した結果をもとに高精度 3 次元地図の整備（図化）を実施する（図 1-3）。

各工程のうち、特に変化点検出については、変化があった地物 1 つ 1 つに対して、いつ、どこで、どのような変化があったかを都度公開情報やヒアリング等で調査し、情報を収集・蓄積する必要がある。

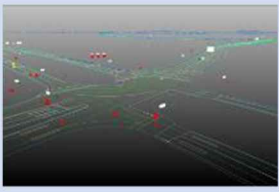
工程	地物	車線中心線	区画線	多重区画線	路肩線	道路標示	道路標識	信号機
								
変化点検出		更新のトリガーとなる最上流工程であり、 時々刻々と変化する道路状況に対して、様々な 道路交通環境データを収集・蓄積する必要がある ため、産官学横断的なSIPの中で取り組む						
計測		DMP事業の中で研究開発中 点群収集スキーム・計測機材・点群自動接合技術 等						
図化		DMP事業の中で研究開発中 地図要件明確化・自動図化ツール 等						

図 1-3 高精度 3 次元地図（更新）の工程と各工程の研究等取組状況

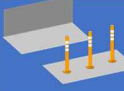
1.1.3 道路上で発生する変化と変化情報検出の現状

地物の変化の有無を調査するにあたって、道路構造の変更を伴うものについては、道路工事情報等の公開資料から把握することが可能である。

一方で、道路構造の変更が伴わないものについては、変化があったことを把握できていないケースや、情報が整理されていないケース等があり、高精度 3 次元地図情報を更新するのに必要な情報を現状の仕組み（道路工事情報等）から網羅的に把握することは難しい状況である（表 1-1）。

そのため、最近活用が推進されている車両プローブ情報のうち、車の動きや交通量の変化から判断ができるものは履歴データ（表 1-1 の緑箇所）を、変化前後の画像から判断ができるものはカメラ画像データ（表 1-1 の黄箇所）を活用し、高精度 3 次元地図情報を更新するのに必要、かつ、道路構造の変更が伴わない変化情報を検出する仕組みを新たに開発する必要がある。

表 1-1 道路上で発生する変化と変化検出に対する現状の課題

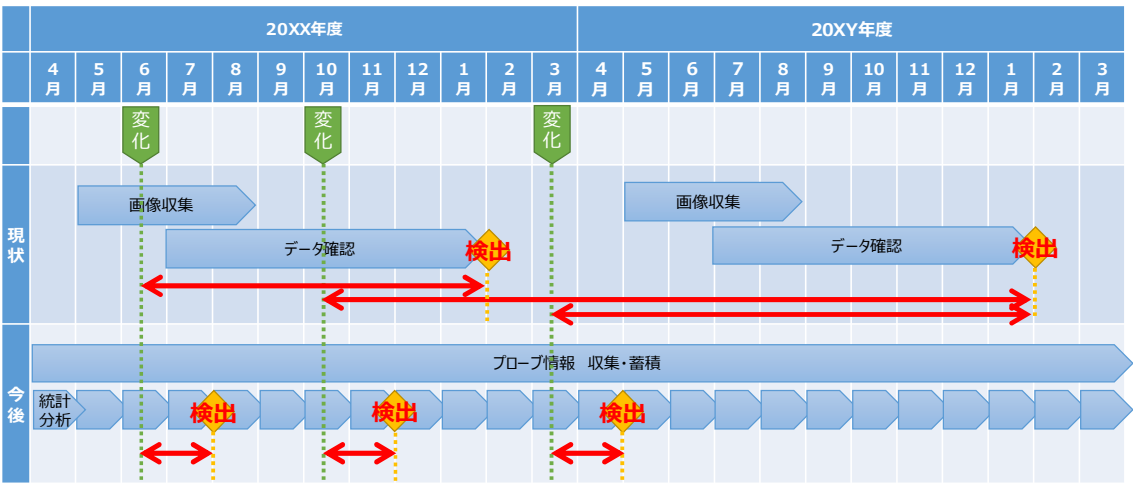
変化情報		高精度3次元地図を構成する地物							変化検出に必要な情報の取得しやすさ(現状)
		車線中心線	区画線	多重区画線	路肩縁	道路標示	道路標識	信号機	
									
変更を伴うもの 道路構造の	道路新設	○	○	○	○	○	○	○	課題なし
	道路延伸	○	○	○	○	○	○	○	
	本線形状変更	○	○	○	○				
	車線数増減	○	○	○	○	○			
	車線拡幅	○	○	○	○				
	IC新設、廃止、移設	○	○	○	○	○	○		
	SAPA新設、廃止、移設	○	○	○	○	○	○		
	JCT新設、廃止、移設	○	○	○	○	○	○		
	料金所新設、廃止、移設	○	○	○	○	○	○	○	
	分岐合流位置の変更	○	○	○	○	○			
変更を伴わないもの 道路構造の	車線数増減	○	○	○					課題あり
	車線拡幅	○	○	○					
	分岐合流位置の変更	○	○	○		○			
	物理構造物の新設、廃止、変更				○				課題あり
	ゼブラゾーンの新設、廃止、変更					○			
	区画線の実線/破線、色の変更		○	○					
	非常駐車帯の新設、廃止、変更		○			○	○		
	区画線の塗り直し		○	○					
	標識の新設、廃止、変更						○		
	標示の新設、廃止、変更					○			
	信号機の新設、廃止、変更							○	

1.2 本研究開発で期待する効果

本研究開発では、高精度 3 次元地図情報を更新するのに必要な情報が十分にそろっていない「道路構造の変更を伴わないもの」に対して、車両プローブ情報等を活用して、タイムリーに変化を検出する仕組みを検討する（検討した結果は、次章以降に記載）。

具体的には、常時走行している一般車両、及びフリート車両のプローブ情報をタイムリーに収集した結果を用いて、本研究開発で検討した変化を検出する仕組みを実装し、変化情報を検出する。検出した結果と高精度 3 次元地図を紐付け、高精度 3 次元地図の更新箇所を特定する技術的な実証を実施する。これにより、コストの削減と、道路の変化から最長で 1 年以上かかっていた変化検出を 2 か月以内に短縮することを目指す。

表 1-2 本研究開発にて期待する効果



2. 車両プローブ情報を活用した道路変化点抽出技術

車両プローブ情報について、道路変化点検出に活用する情報を選定し、OEM 各社と調整の上（2.1 節）、異なる日時・時間帯で取得したデータから道路変化点を検出する技術を検討した（2.2 節）。

2.1 道路変化点抽出に活用する情報の選定

既に情報流通の仕組みが存在することから、まず、地図更新に求められるプローブデータの要件を机上検討し（2.1.1 項）、テストコースにて机上検討した結果の妥当性を確認の上（2.1.2 項）、データの特性を把握して、OEM 各社に提供いただきたいデータフォーマット等を整理し、OEM 各社と調整を実施した（2.1.3 項）。

2.1.1 机上検討

(1) 概念モデルの検討

履歴データを活用した道路変化点検出の検討の第一段階として、履歴データによる道路変化検出の概念モデルを検討した。図 2-1 に、机上検討で仮説設定した概念モデルを示す。

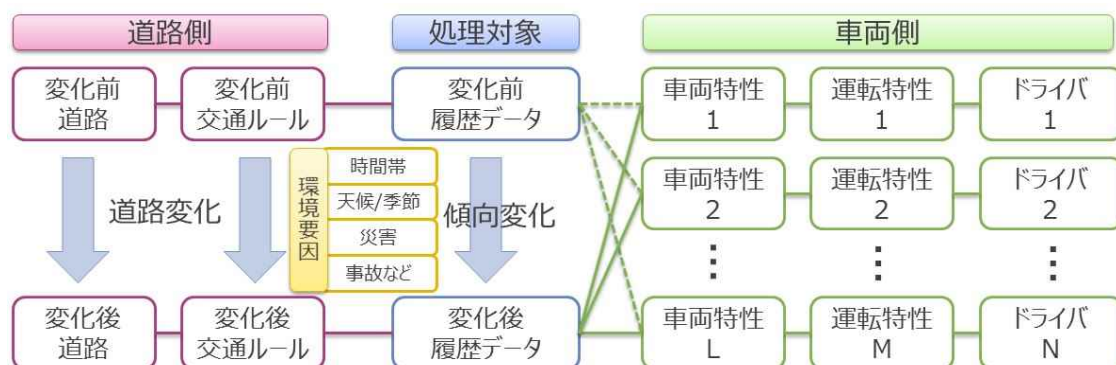


図 2-1 履歴データによる道路変化検出の概念モデル

道路上に生じた物理的な変化に対して結果として得られる履歴データは、ドライバの特性や、走行時間、走行時の天候等、様々な要因の影響を受けて生成された結果である。

そこで、履歴データに生じている傾向の変化に対して、これらの環境要因と、車両側に生じる特性の影響を解析によって除外していくことで、道路側に生じた変化を推定できると考えた。道路変化による履歴データのイメージを図 2-2 に示す。

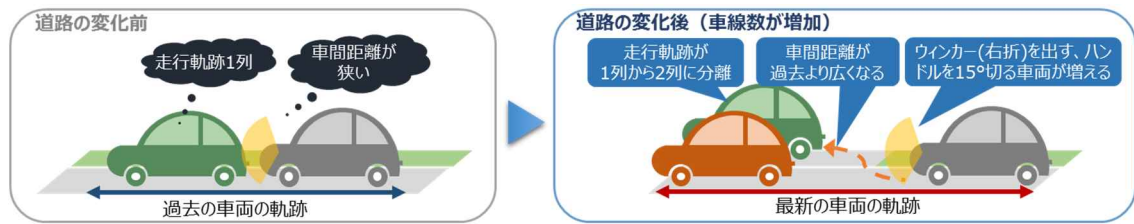


図 2-2 道路変化による履歴データのイメージ

また、インプットとなるデータが走行車両の履歴データであることから、実利用時には処理対象となるデータ量が膨大になることが想定される。将来の実利用化を想定し、膨大なデータに対する適用を意識しながら、できる限りシンプルな処理モデルを目指して検討を進めた。結果として、前述の処理モデルに対して、以下の方針で具体的な検討を行うこととした。

- 車両側データは、車両特性やドライバの運転特性が一定のばらつきを持つため、個々の特性のモデル化は実施せず、まとめて統計処理を行う。
- 必要なエリアのみ計算対象とする機構を取り入れる。
- 環境要因による変動を極力少なくする方針とする。
- 降雪地域・降雪時期は明らかに走行特性が変わる可能性があるため、別扱いとする（今回の研究対象外）。
- 台風等は一過性の変化と考えられるが、洪水や地震等、復旧に時間を要するものは変化点として偶然検出される可能性はあるものの、識別対象外とする。
- 事故は一過性の変化（長くて 1 日）と考えられるため、アルゴリズムの中で変化とみなさないよう考慮する。事故により道路の崩壊、標識の破壊等、影響が長期間にわたる場合は変化として検出する。

(2) 利用可能な履歴データの整理

概念モデル（図 2-1）のインプットとなる履歴データについて、OBD II、JasPar 通信仕様等を参考に、車両から取得可能なデータの整理を行った。データの整理に際しては、概念モデルにおける車両側の特性推定を目的に、表 2-1 に示す 3 つの分類に対して具体的な取得候補を検討した。

表 2-1 履歴データの分類

分類	概要
行動直結系	ドライバが直接的に機器操作を行ったアクションとして得られるもの。ハンドル操作やブレーキ操作等、ドライバの具体的な操作情報を得るために利用する。
結果系	周囲の状況を含む環境条件や、運転操作の最終的な結果として得られるもの。車両の位置や移動速度等、結果としての車両の状態を得るために利用する。
ADAS 関連	近年の車両に装備された ADAS(先進運転支援システム)の一部として得られるもの。車両周囲の状態や、他車両との位置関係等を得るために利用する。

この分類に対して、概念モデルの実現に向けて有益と考えられる項目を表 2-2 のとおり整理した。項目の整理においては、その必要性だけでなく、できる限り車両として汎用的、一般的なものであり、特定の車両装備に依存しない形で取得可能と想定できるものを選択した。

表 2-2 履歴データの利用候補項目

分類	プローブ取得候補	データ特性	想定データ形式
行動直結系	アクセルペダルストローク	連続値	時刻、座標、ストローク量
	ブレーキペダルストローク	連続値	時刻、座標、ストローク量
	ウinker	離散値	時刻、座標、左右 On
	ハンドル切れ角	連続値	時刻、座標、角度
	ライト点灯状態	離散値	時刻、座標、On/Off
	シフトレバー位置	離散値	時刻、座標、シフトレバー位置
	ハザード	離散値	時刻、座標、On/Off
	ワイパー	離散値	時刻、座標、On/Off
結果系	緯度経度(走行軌跡)	連続値	時刻、座標
	車速	連続値	時刻、座標、速度
	加速度(前後左右方向)	連続値	時刻、座標、加速度(X、Y、Z)
	角速度(回転方向)	連続値	時刻、座標、角速度(X'、Y'、Z')
	地磁気(車の向き)	連続値	時刻、座標、方角(0-360°)、高度
	エンジン回転数(走行/停止)	連続値	時刻、座標、rpm
ADAS 関連	車間距離	連続値	時刻、座標、前方距離、後方距離
	前方車両認識	—	時刻、座標
	白線認識	—	時刻、座標、白線種別、白線本数

(3) 処理フローの検討

概念モデル(図 2-1)の具体的な処理として、履歴データを活用した道路変化検出に対する処理フローの検討を行った。

処理フローの検討においては、履歴データが持つ「車両の移動情報」という特性についての考慮が必要となる。特定の車両に対する移動履歴の情報は、その車両保有者のプライバシーに関わる情報であり、その情報の取扱いには十分な注意が求められる。そのため、履歴データの所有者である OEM から受け取る状態で、一定の非識別化処理を施しておくことを検討の前提条件とした。加工分担のイメージを図 2-3 に示す。

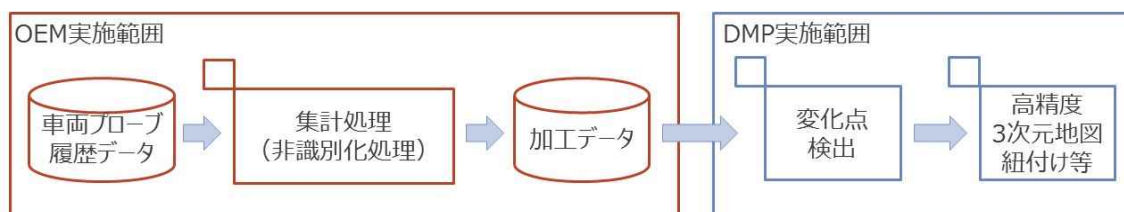


図 2-3 処理フローの加工分担案

集計等による非識別化処理の実施にあたっては、以下の方針を整理した。

- 車両/個人を識別できる情報（車両を識別可能な ID 等）は扱わない。
- 位置情報については車両の個体情報と切り離し、特定の車両の軌跡として識別できない状態とする。
- 位置情報、速度等の情報に対しては、空間的、時間的に平均や分散等の統計的な集計処理を施し、個々の車両情報が秘匿される状態とする。
- 車両数が極めて少ないエリアや時間帯の情報を除去し、集計処理による秘匿効果が弱いケースにおける個体識別を困難な状態とする。

上記方針と、情報提供者である OEM 側の加工負担等を加味して、最終的に表 2-3 に示した集計処理を OEM へ依頼し、その結果となる加工データを変化点検出に利用するとした。

表 2-3 集計処理のイメージ

集計処理の パターン	処理の目的と効果
空間的な 集計	履歴データの存在範囲を一定の領域で区切り、その範囲に含まれる履歴情報を統計的に集計したものをデータとして取り扱う。結果として、領域内に存在する車両群に対する統計的な傾向のみが把握可能で、個々の車両の詳細な位置や、複数の領域を跨る移動軌跡は秘匿される。 また、領域内の存在台数が一定数に満たない場合にはデータを破棄する。
時間的な 集計	各車両の履歴データの保持周期によらず、一定の期間幅で集計した履歴情報を取り扱う。結果として、具体的な日時における車両の存在位置(台数)が秘匿され、個々のデータの非識別性が高まる。また、本処理によって、概念モデルに記した短期的な環境要因の影響の低減を図ることが期待できる。

次に、表 2-3 の集計処理を施した履歴データ（加工データ）を用いて、道路変化の検出方法について検討した。区切られた各領域に対して、道路変化が生じた時間軸上の変化点の前後の加工データを比較することで、この領域における変化が傾向として現れる可能性があると考え、履歴データにおける変化検出のイメージを図 2-4 のとおり検討した。

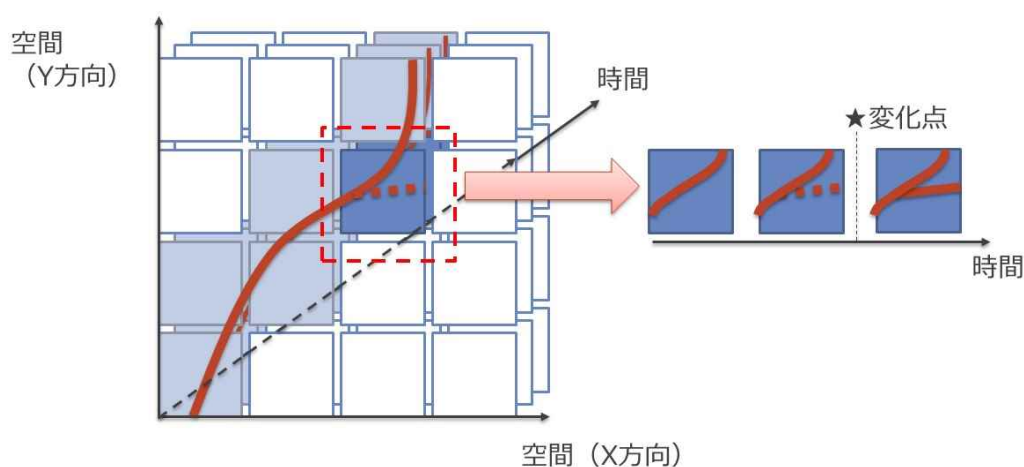


図 2-4 道路変化の検出イメージ

図 2-4 のイメージを踏まえ、集計処理の手法を用いて検討を行った。その結果、各領域内は、集計された結果のみが保持されているため、個々の走行軌跡から変化を把握することはできないが、台数や平均速度等は、表 2-2 に示したデータ項目に対する集計値を材料として、各領域における変化を全て数値で表すことで定量的に推定できる可能性があることがわかった。

次に、道路変化前後の車両台数分布に着目し、定量的に傾向を比較できる仕組みを検討した。その処理イメージを図 2-5 に示す。実際に、図 2-5 のイメージのような例が得られるかは、表 2-3 に示した空間的、時間的な集計の内容に依存する。また、車両の走行速度や、走行台数も大きく影響を及ぼす。必要な範囲に対象を絞り、効率的に検出するためには、実データを用いたパラメータチューニングが必須となる。

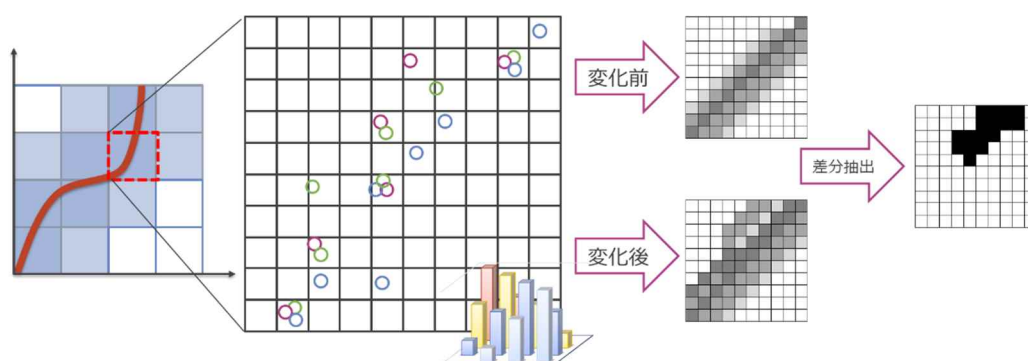


図 2-5 台数分布を例とした道路変化の定量化イメージ

台数分布等、履歴データから得られる統計的な数値に対して定量化を行ったデータを時系列で比較すると、道路変化の前後でその傾向に変化が現れることが期待できる。図 2-6 に定量化したデータからの変化検出のイメージを示す。変化前後に生じる定量的なデータの傾向変化については、表 2-2 に示した項目のうち、どのデータを利用する（できる）かにより異なる。

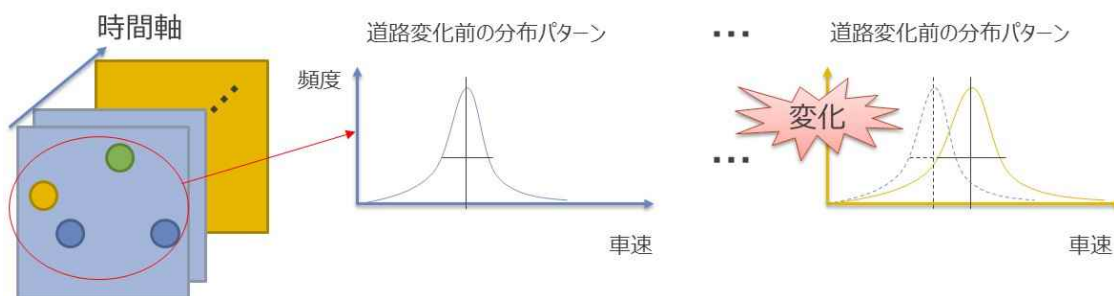


図 2-6 定量化したデータからの変化検出のイメージ

ここまでの処理の結果として、「履歴データによる道路変化点の候補」を得ることができる。車両の台数分布や速度を用いた道路変化点の候補は、主に表 2-2 に示した結果系のデータを用いた「道路変化という物理的な事象を契機として生じた、履歴データの変化結果」である。もし、本机上検討の目論見とおりにこれらの道路変化点候補が検出できた場合には、履歴データに影響するなんらかの物理的な変化が道路上で生じた、ということが把握できる。

しかし、その変化の原因が道路変化によるものか、単純な交通量変化によるものかはわからない。特に集計の時間幅を小さくとった場合には、交通量の時間変化や、一時的な車両滞留等による変化を検出することも想定される。

そこで、検出した道路変化候補に対して、表 2-2 における行動直結系データを組み合わせることで、変化の原因となった事象を絞り込むことを検討した。具体的には、道路変化が生じた際にドライバーが行う運転行動、車両操作と、履歴データに生じるであろう事象を対応づけた有効性評価マトリクス（表 2-4）を整理し、履歴データから検出した発生事象に対して、この判定表を用いて履歴データから読み取れる変化と、道路変化のパターンを対応付けて、その変化の原因を絞り込みを実施した。なお、机上検討時点で最終的に入手可能な履歴データの内容が確定していなかったため、机上検討時の想定として検討を行い、有効性評価マトリクス（机上検討時）を作成した。

表 2-4 有効性評価マトリクス（机上検討時）【抜粋】

大分類	中分類	小分類	検出対象とする 具体ケース	運転行動・操作・現象	変化の 出やすい 場所	変化の 出やすい 時間	アクセル ペダル	ブレーキ ペダル	ハンドル 切れ角	ライト点灯 状態	ライト/ ウィンカー	ライト/ ハザード	シフトレバー 位置	ワイパー	緯度/経度 (実際軌跡) (マッチング前)	緯度/経度 (描画補正) (マッチング後)	加速度	ジャイロ (角速度)	地磁気	車速	エンジン 回転数	車間距離	前方車両 認識	白線認識
区画線	追加・削除		車線が追加されるケース (N→N+1車線)	<運転行動> ・空いている車線に入る ・速度を上げる ・車間距離をとる <操作> ・ウィンカーを出す ・アクセルを踏む ・ハンドルを切る ・ハザードがつけなくなる ・ブレーキで制御する <現象> ・道路容量の増加		混雑時	○	○	○		○				○		○					○		
			車線が現象するケース (N→N-1車線)	<運転行動> ・合流する ・速度を下げる ・車間距離をつめる ・追突を回避する <操作> ・ウィンカーを出す ・ブレーキを踏む ・アクセルを緩める ・ハンドルを切る ・ハザードをつける (渋滞時) <現象> ・道路容量の減少		混雑時	○	○	○		○	△			○		○					○		
	形状変更	多重区画線化 等	ゼブラゾーンが設置されるケース	<運転行動> ・ゼブラを踏まないよう走行 ・本線にゆっくり合流する ・直前分岐路に入らない <操作> ・急ブレーキをしない ・ウィンカーを出す ・ハンドルを切る <現象> ・走行軌跡が類似する (整列)	分岐・合流			○	○		○				○		○							
	線種変更	破線変更	破線や実線、白線が 黄色線になるケース (同一)	<運転行動> ・車線変更しない <操作> ・ハンドルを切らなくなる ・ウィンカーを出さなくなる <現象> ・走行軌跡が類似する (並走)	ジャンクション 付近				○		○													○
		線色変更																						
		線幅変更		実際の道路幅は変わらず、ゼブラ ゾーンが長い区間で設置される ケース	<運転行動> ・ゼブラを踏まないよう走行 ・ゼブラゾーンの発生を想定して走行 <操作> ・急ブレーキをしない ・ハンドルを切る <現象> ・走行軌跡が類似する (整列)	分岐・合流			○	○						○								

作成した有効性評価マトリクスのうち、表 1-1 の「変化検出に必要な情報の取得しやすさ（現状）」を参考に、フィジビリティスタディで検証する有効性評価マトリクスのケースを選定した。具体的には、道路構造の変化が伴わず、変化検出に必要な工事情報が取得し難いこと、地図情報の車線中心線、区画線、多重区画線とプローブ情報を結合することで変化検出が期待できる分類として、表 1-1 の緑色部分の変化情報に符合する有効性評価マトリクスのケースを検証対象とした。

さらに、検証に向けた机上検討の結果として、履歴データによる道路変化検出の解析の流れを図 2-7 に示す処理フローとしてとりまとめた。

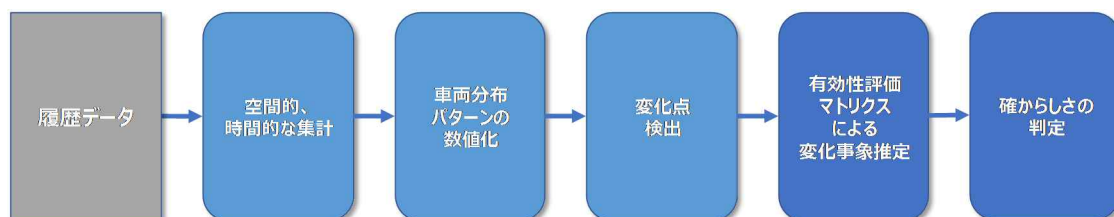


図 2-7 履歴データ解析の処理フロー（机上検討時）

机上検討においては、この処理フローの仮説設定までを行い、定量化と変化検出の方法については、実際の履歴データを入手した上で検討内容、仮説の再評価、見直しを行うこととした。

2.1.2 フィジビリティスタディの実施

(1) 検証の目的と検証観点

机上検討でとりまとめた処理フローでは、いくつかの仮説設定している。そこで、仮説設定した一部について、フィジビリティスタディとして検証を行った。フィジビリティスタディは、主に実車を走行して得られた各々のデータから想定どおりの特徴が現れるか、机上検討で整理した処理フローが想定どおりに適用可能であることを事前検証するために、道路変化に応じて発生する代表的な 2 つの事象「車線変更」と「減速」を例に、以下の観点で検証した。

① 道路変化に対する運転操作とプローブデータの関係性

実際の道路変化が生じたと仮定して、ドライバーが車線変更と速度変更の運転行動時に行う具体的な操作と、その検出可否を確認する。有効性評価マトリクスとして定義した種々の運転行動が、実際にデータとして得られるのか、妥当性を評価する。

② 変化点が検出可能なデータの粒度

机上検討で定義した時間的、空間的な集計の方法について、実際の道路変化に応じた車両分布パターンを作成し、変化点の検出に必要なデータ粒度の推定を行う。

(2) 実施場所と実施日時

フィジビリティスタディは、検証車両を用いて数百 m 程度の安全な走行が可能な環境で行うため、日本大学船橋キャンパス内 交通総合試験路（以下、「テストコース」という）を利用して、2019 年 5 月 30 日に実施した（図 2-8、図 2-9）。

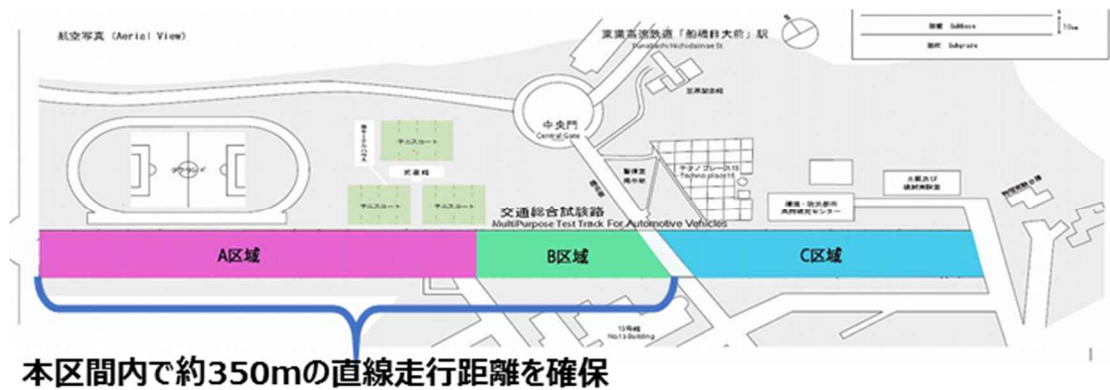


図 2-8 テストコースの概要

出所) 日本大学 交通総合試験路利用予定情報 Web サイト

<http://www.rist.est.nihon-u.ac.jp/shikenro/indexNEW.php>、2020 年 1 月 24 日取得



図 2-9 テストコースの概況

(3) 実施方法

フィジビリティスタディでは、直線走行が可能なテストコース内で、道路変化に応じて発生する代表的な 2 つの事象「車線変更」と「減速」を模擬するため、検証用走行パターンを図 2-10～図 2-12 のとおり 3 種類設定し、実走データを取得した。

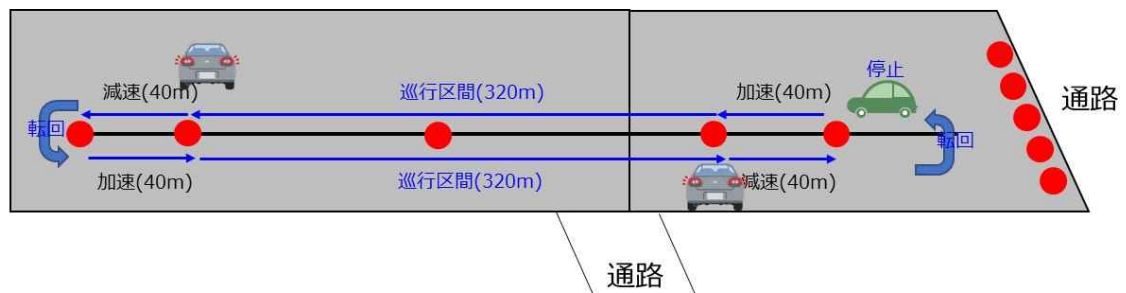


図 2-10 パターン 1：単純周回

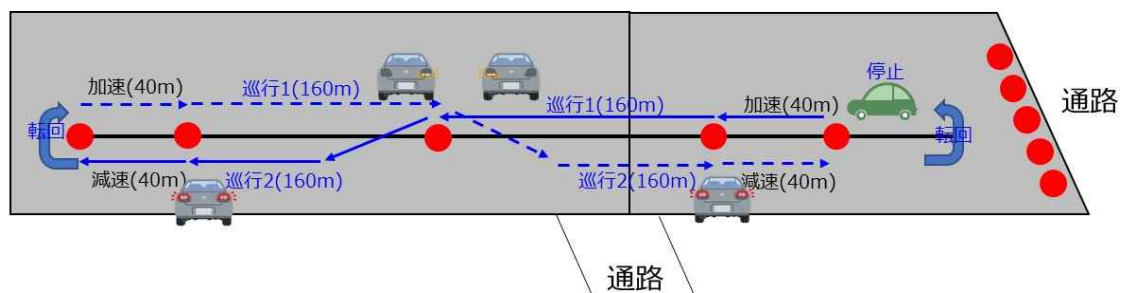


図 2-11 パターン 2：車線変更

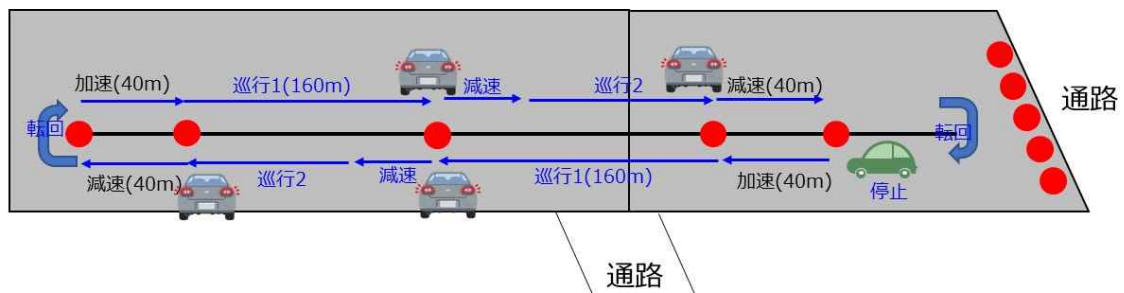


図 2-12 パターン 3：速度変更

これら 3 つの走行パターンに対して、模擬的に複数車両による走行データを生成するために、表 2-5 に示す走行条件で 10 周周回した。

表 2-5 データの取得条件と周回数

#	走行パターン名	走行条件	周回数
1	パターン 1 (単純周回)	時速 20km で等速往復	10 周
2		時速 40km で等速往復	10 周
3		時速 60km で等速往復	10 周
4	パターン 2 (車線変更)	時速 40km で等速走行しながら、中央で車線変更を実施	10 周
5		時速 60km で等速走行しながら、中央で車線変更を実施	10 周
6		時速 40km 走行後に車線変更し、60km に加速	10 周
7		時速 60km 走行後に車線変更し、40km に減速	10 周
8	パターン 3 (速度変更)	時速 40km 走行後に 60km に加速	10 周
9		時速 60km 走行後に 40km に減速	10 周

走行車両には OBD II からの情報取得のほか、GNSS による位置情報取得機器を設置し、模擬的に車両プローブ情報を収集する環境を整備した。利用機材の一覧を表 2-6 に示す。また、これらの機材を用いて実走データとして取得したデータ項目を表 2-7 に示す。

表 2-6 利用機材

#	種別	用途
1	車両走行	テスト用走行車両
2	OBD II スキャナ	OBD II データ取得 (スマートフォンと Bluetooth 接続)
3	スマートフォン	OBD II データ記録 (スキャナ同梱アプリを利用) スマートフォン搭載センサによる情報取得
4	GNSS ロガー	GNSS データ取得

表 2-7 プローブ取得候補

プローブ取得候補	想定データ形式	スマートフォン	OBD II スキャナ	GNSS ロガー
アクセルペダルストローク	時刻、座標、ストローク量		○	
ブレーキペダルランプ	時刻、座標、On/Off		○	
ウィンカー	時刻、座標、左右 On		○	
ハンドル切れ角	時刻、座標、角度		○	
ライト点灯状態	時刻、座標、On/Off			
シフトレバー位置	時刻、座標、シフトレバー位置		○	
緯度経度(走行軌跡)	時刻、座標	○	○	○
車速	時刻、座標、速度	△	○	△
加速度(前後左右方向)	時刻、座標、加速度(X、Y、Z)	○		
角速度(回転方向)	時刻、座標、角速度(X'、Y'、Z')	○		
地磁気(車の向き)	時刻、座標、方角(0-360°)、高度	○		○

凡例

○：直接取得

△：間接取得

(4) 実施結果（取得データの概況）

実走で得られた走行データの例を図 2-13～図 2-15 に示す。

取得した GNSS 位置情報をマッピングした結果、概ね走行ラインと一致する軌跡を得られた。図 2-13 では約時速 60km で走行したため、巡行区間におけるポイント間隔は概ね 1.7m となった（測位周期 10Hz）。走行速度を変えたパターンでは、速度と GNSS ログの取得頻度の理論値に概ね準じた取得間隔でデータが得られた。一方で、図 2-15 に示した OBD II スキャナを用いて取得したウィンカー情報は、取得頻度が低く、時速 60km 走行時に約 17m 間隔の取得にとどまった。この例は、OBD II スキャナの取得情報と同時にスマートフォンの位置情報を取得したものをを用いてマッピングしている。OBD II スキャナとの接続状態維持のため、スマートフォンを車内設置としたことから、図 2-13 の例に比べて位置情報のゆらぎが大きく生じていることがわかる。これは OBD II の仕様及び利用する機材の性能に依存すると考えられる。

今回のテストコースは、周囲に高層建造物がほとんどなく、周囲の見通しが非常に良好な環境にある。走行車両による位置情報の取得においては、車載 GNSS 受信機の測位精度や、マルチパスに起因する測位位置のゆらぎが懸念されるが、本テストコースにおける実走データにおいては、非常に良好な結果が得られた。

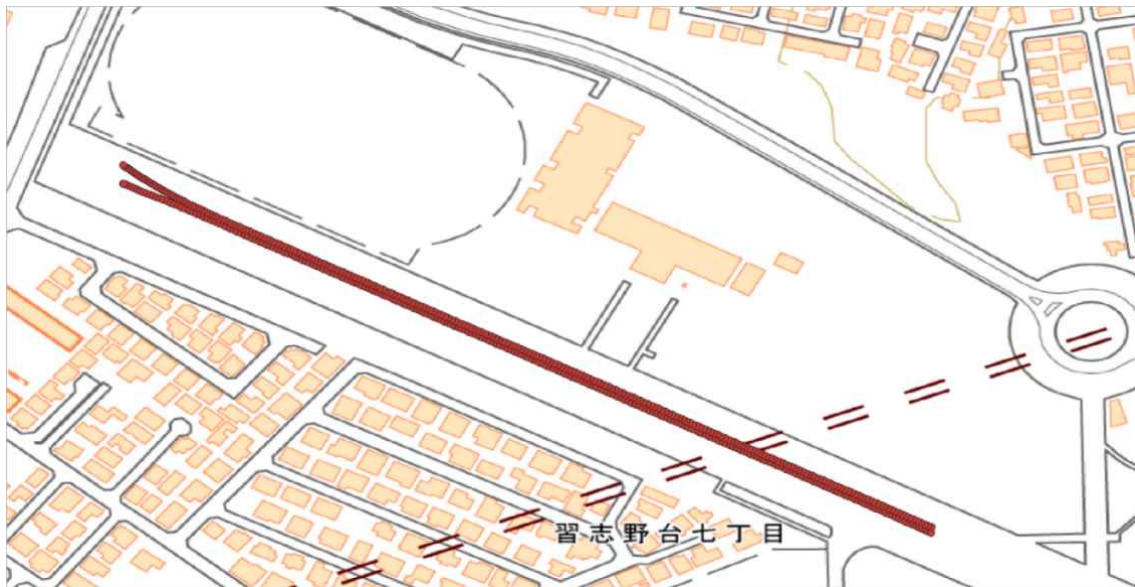


図 2-13 取得データのサンプル（GNSS 位置情報：時速 60km 走行時）

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成

<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 1 月 24 日取得

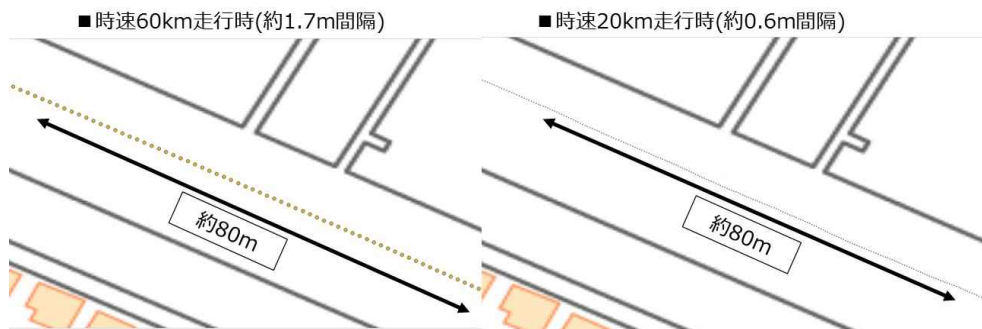


図 2-14 取得データのサンプル (GNSS 位置情報：時速 20km、60km 走行時)

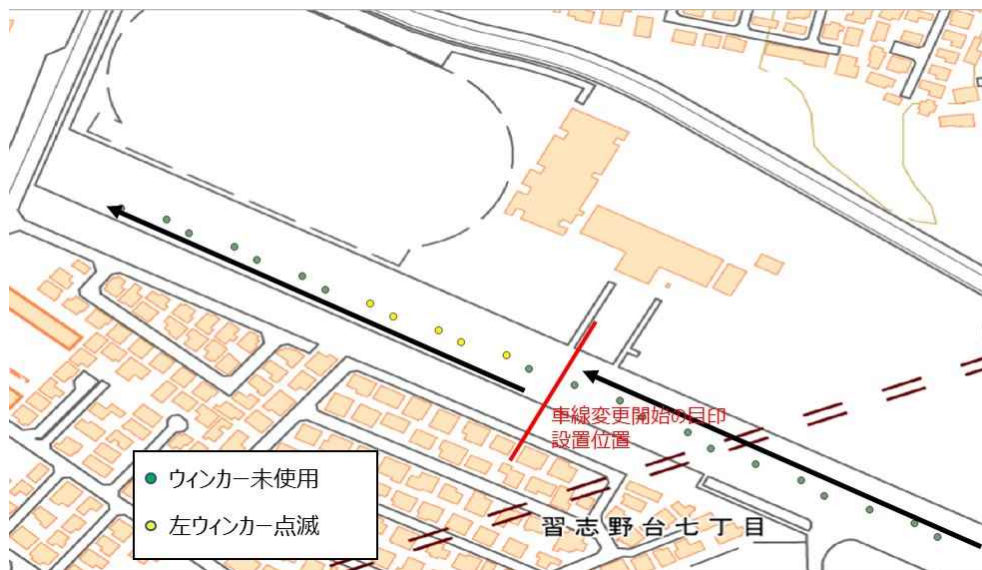


図 2-15 取得データのサンプル (ウィンカー情報：時速 60km 走行時)

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 1 月 24 日取得

(5) 実施結果（検証観点①：道路変化に対する運転操作とプローブデータの関係性）

テストコースにおいて、道路変化が生じたと仮定して、ドライバが車線変更と速度変更の運転行動時に行う具体的な操作と、その検出可否を確認した。

事前に定めた走行パターンでテストコースを実走し、車載の機材においてドライバの操作をデータとして記録した。車線変更と減速を伴う運転時のデータを図 2-16 に、車線変更と加速を伴う運転時のデータを図 2-17 に示す。

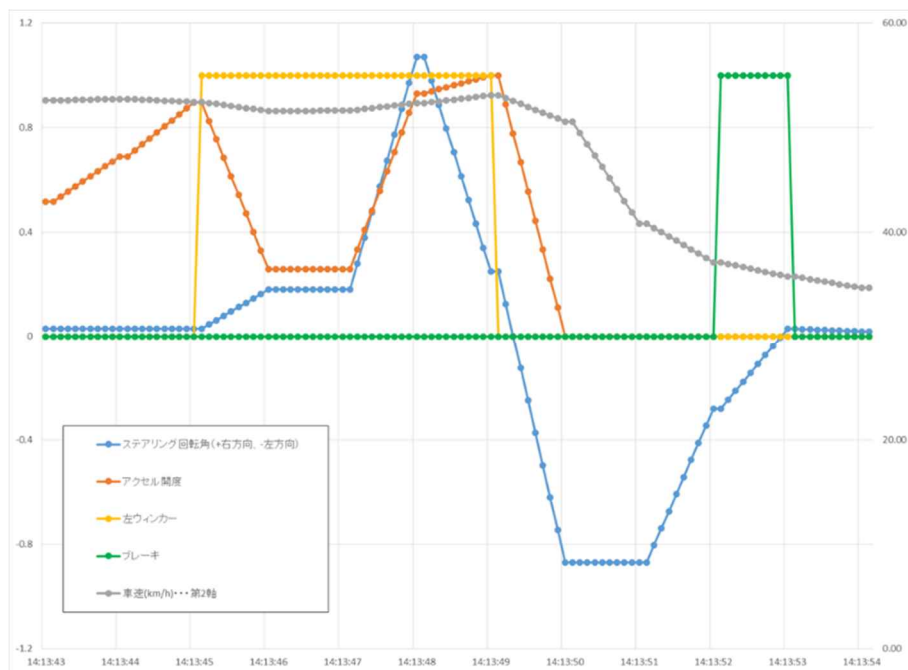


図 2-16 運転行動に伴うデータ（車線変更と減速）

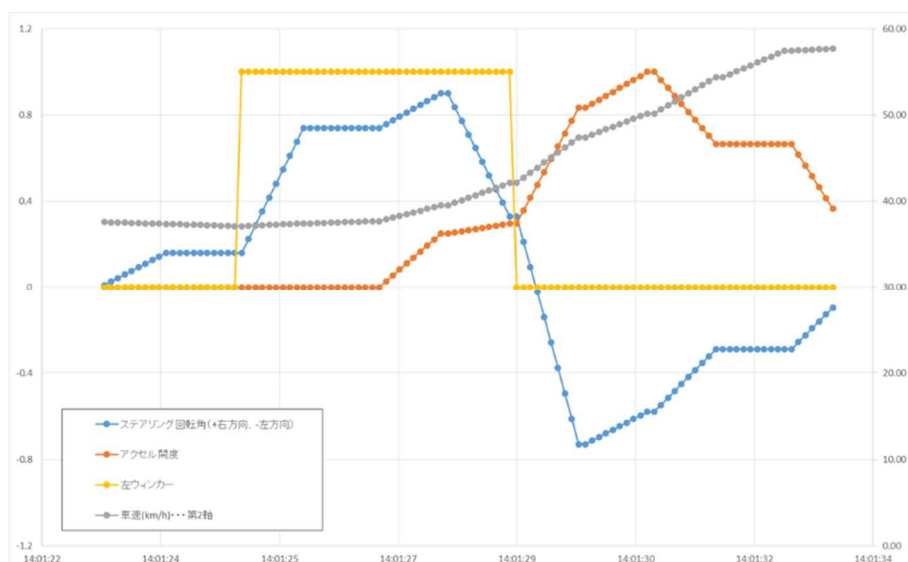


図 2-17 運転行動に伴うデータ（車線変更と加速）

テストコースにおける実走では、これらの運転操作に関するデータは市販の OBD II スキャナを用いて取得した。ドライバによる実際の操作とデータの間に最大数秒程度のタイムラグが生じることと、データの取得周期が 1Hz 弱程度にとどまるという問題はあるが、テストコース内における加減速やウィンカー、ブレーキ等の操作については、実際のドライバが行った操作と対応が取れた形で、データとして取得可能であることが確認できた。これらの運転行動が、同様の粒度、精度で取得可能であると仮定すると、有効性評価マトリクスによる変化事象の絞り込みに有効なデータの 1 つとして活用できる可能性がある。

(6) 実施結果（検証観点②：変化点が検出可能なデータの粒度）

実走データに対して、机上検討で定めた処理フローに従って空間的、時間的な集計を行い、車両分布パターンの数値化を試みた。ここでは、時間的な集計については、走行パターンごとに複数周回を行って得た実走データすべてを対象とすることで代替した。空間的な集計については、一般道の車線幅を 3.5m 程度と想定し、その半分である約 1.75m、1 車線相当の約 3.5m、2 車線相当の約 7m の 3 つのパターンで集計した。また、それぞれについて、車線変更のない直線走行のデータと、コース中間での車線変更ありのデータによる集計を行った。図 2-18～図 2-20 に車両分布パターンの数値化を行った結果を示す。

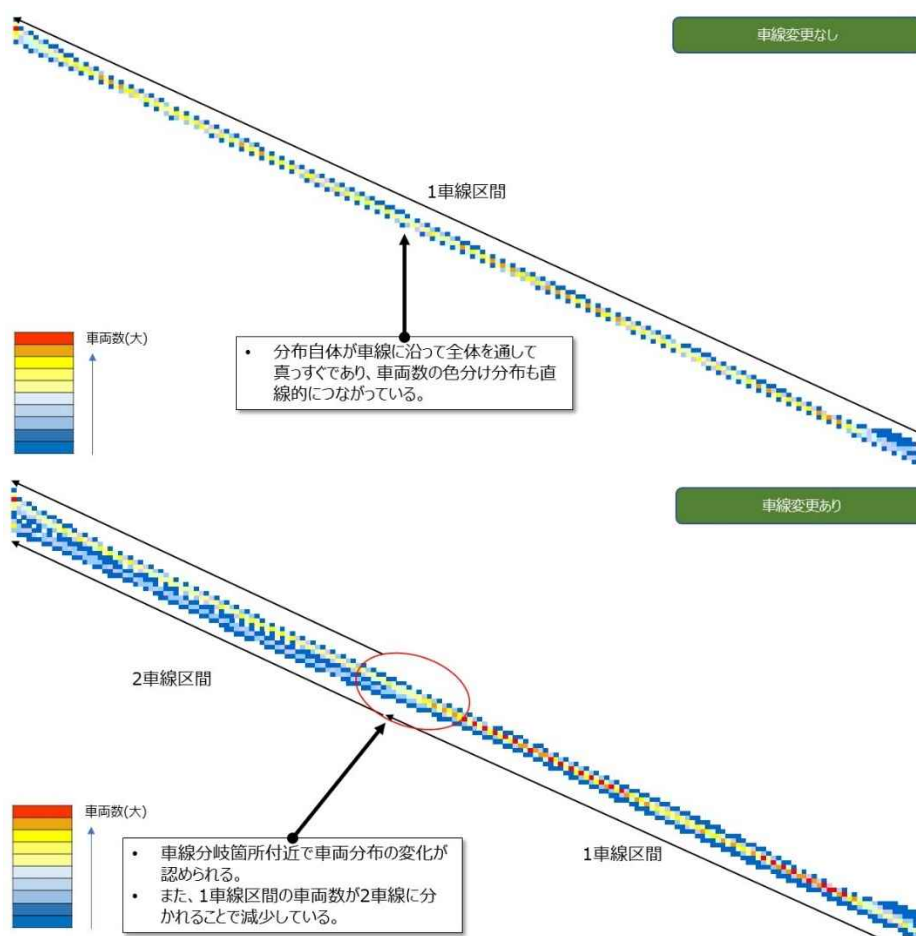


図 2-18 車両分布パターンの数値化（約 1.75m 集計）

図 2-18 に示した約 1.75m の集計では、実際の想定車線幅を超える細かい集計となっているため、実際の車両走行軌跡を形状として視認することができる。車線変更無しの状態では分布全体が直線的になっている一方で、コース中心で車線変更を行ったパターンでは、分布の形状自体に車線幅の増加を確認することができる。

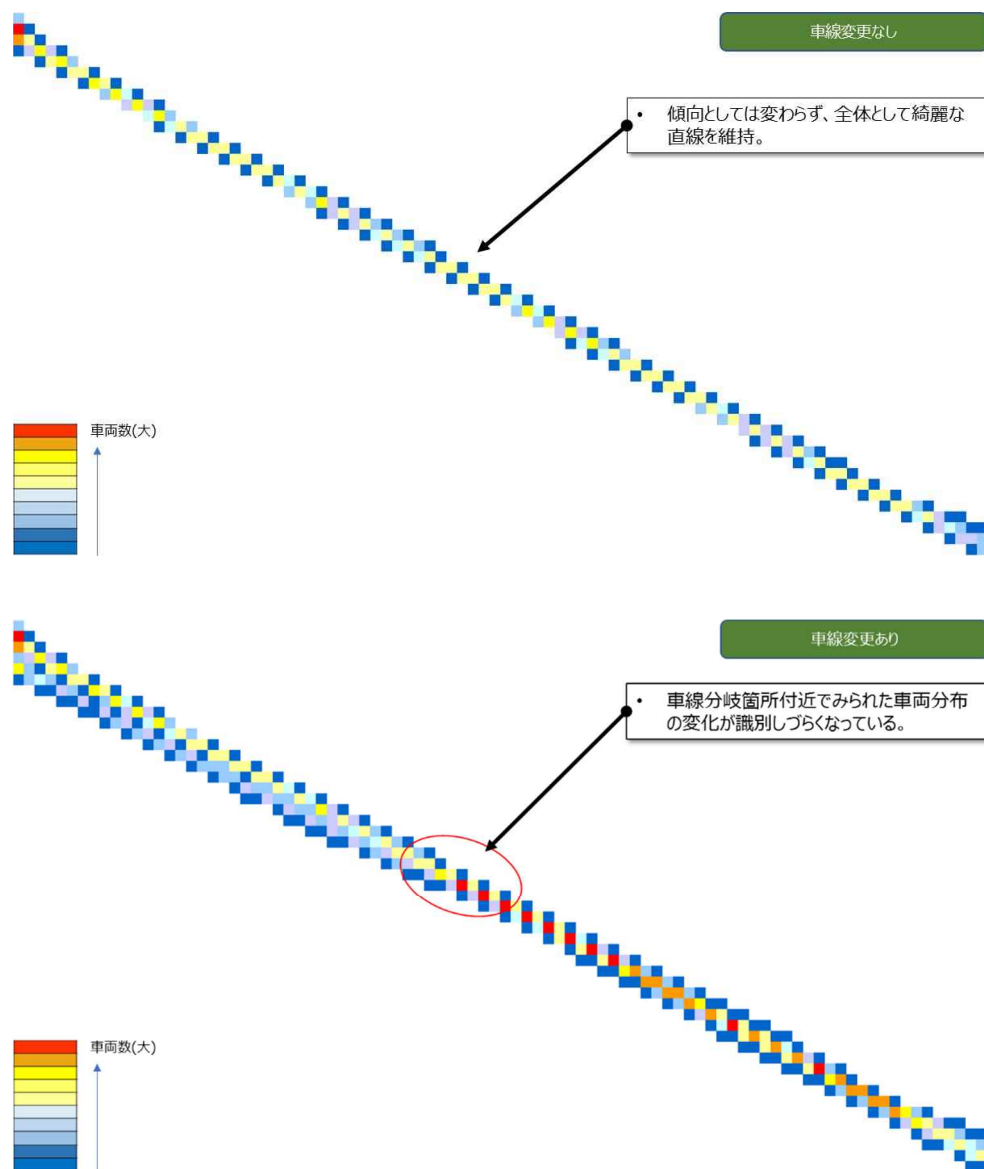


図 2-19 車両分布パターンの数値化（約 3.5m 集計）

図 2-19 に示した約 3.5m の集計は、概ね車両走行の車線幅を意識した集計単位の結果である。図 2-18 の約 1.75m の集計では視認できていた車線変更箇所付近の分布形状の変化が、識別しづらくなっている。

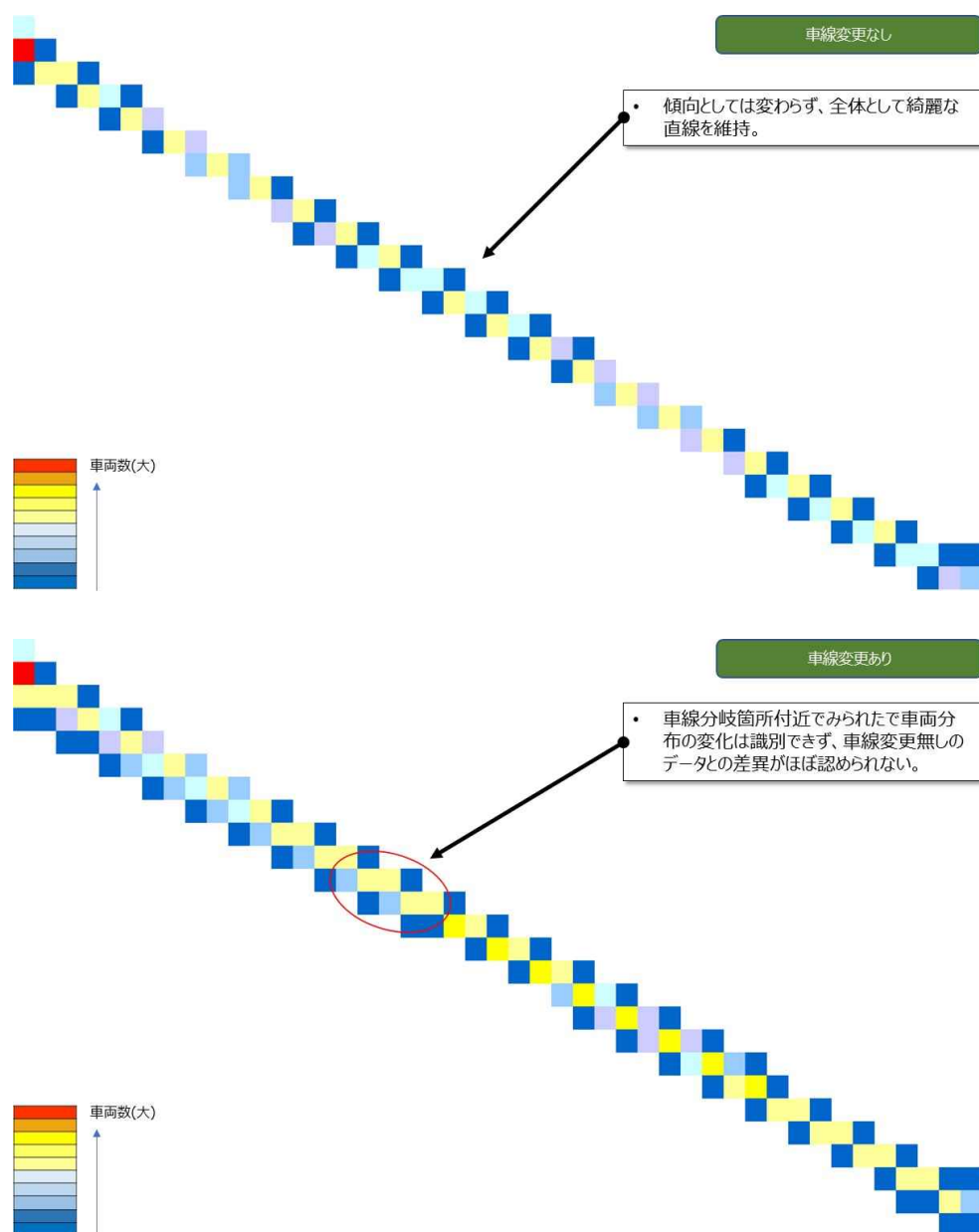


図 2-20 車両分布パターンの数値化（約 7.0m 集計）

図 2-20 に示した約 7.0m の集計は、概ね車両走行の車線幅の倍を意識した集計単位の結果である。図 2-18 の約 1.75m、図 2-19 の約 3.5m の集計ではかろうじて視認できていた車線変更箇所付近の分布変化は識別できず、車線変更無しのパターンとの差異が目視ではほぼ識別できない状態となっている。

前述のとおり、テストコースの実走データでは、GNSS による測位精度が良好であり、位置のゆらぎは大きく表れなかった。この理想的な状況下においても、車両位置の分布のみから車線変更を伴う道路変化を視認するためには、少なくとも車線幅の 1/2 から車線幅相当の集計単位が必要と考えられる。

車両位置の分布に加えて、有効性評価マトリクスを用いた絞り込みの有効性判定のため、ステアリング動作とウィンカー動作の数値化を行った。図 2-21 にテストコース実装時のステアリング操作を、図 2-22 にウィンカー動作を数値化したものを示す。

前述の車両位置による分布パターンの数値化と同様に、約 1.75m、約 7m の 2 種類の領域で集計を行っている。車両位置の分布パターンと同様に、集計単位を大きく取ることで分布形状としての変化は視認しづらくなるが、ステアリングを大きく切った事象や、ウィンカーを点滅させた事象は集計によっても損なわれることなく確認でき、集計領域の中において、ステアリングを大きく切る原因が生じたことが推定できる。これらの特徴的な操作については、空間的な集計を行った上でも変化検出の補足情報として有用なデータとして利用できる可能性を確認した。

ただし、テストコースでの実走データでは、他の要因でステアリングやウィンカーを操作する契機が一切存在しないため、ノイズとなるデータの含まれない理想的なものとなっている。一般の道路を走行した履歴データにおいて、ドライバの様々な動機による車両操作の中から、特定の道路変化を契機とした運転操作が識別できるかどうかは、実データによる検証が必要であり、実データによる検証への継続課題とした。

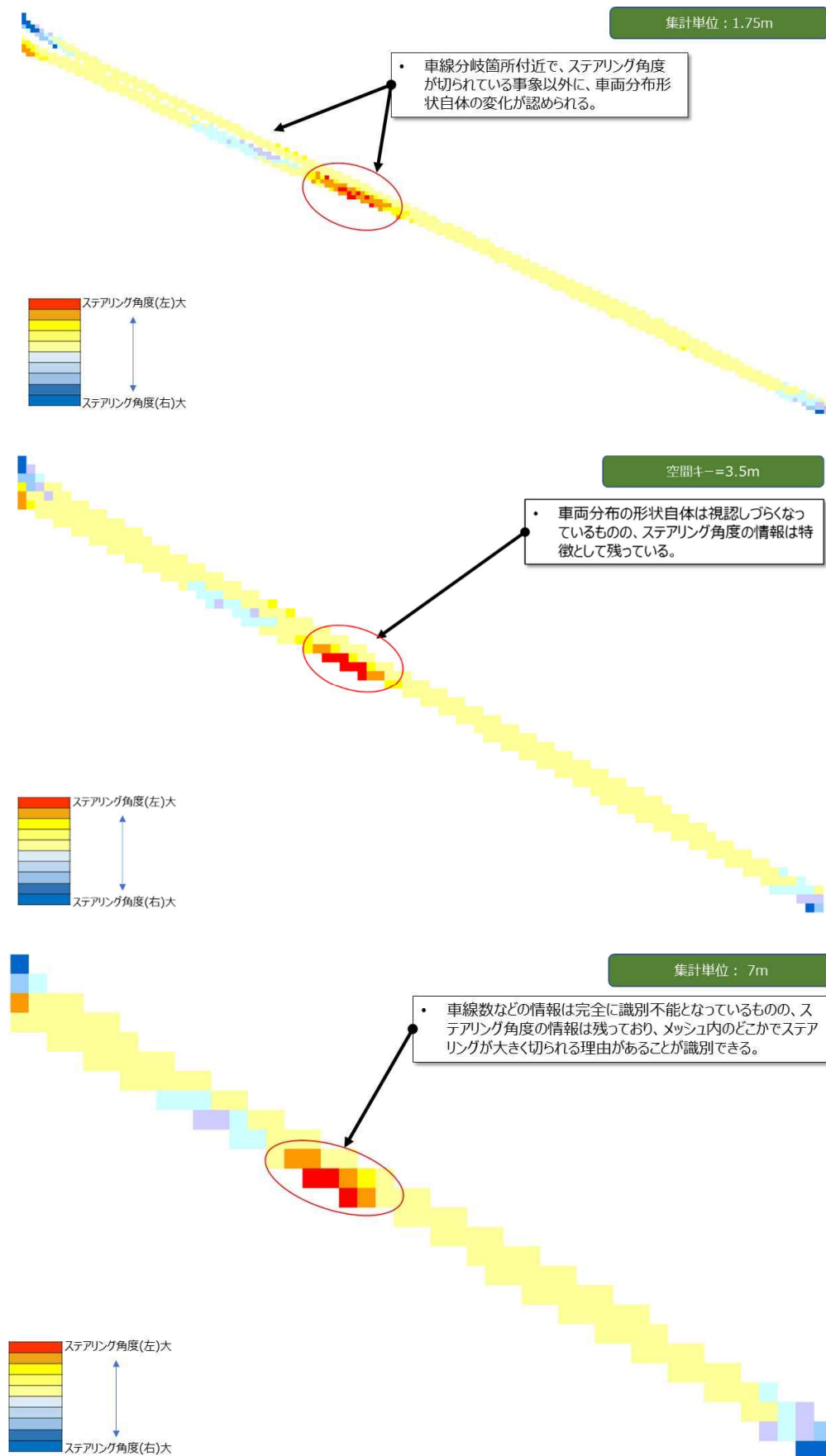


図 2-21 車両分布パターンの数値化 (ステアリング)

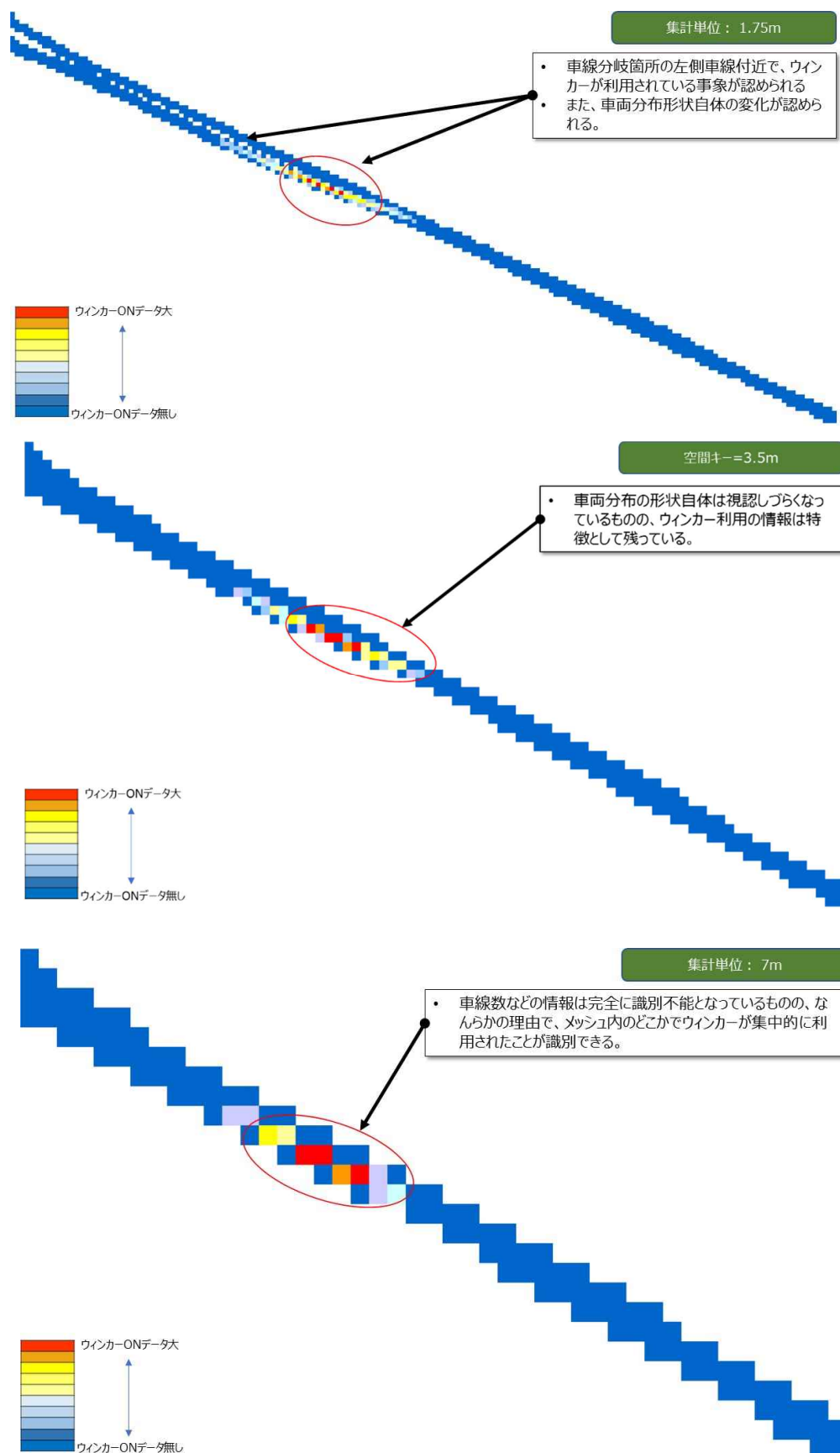


図 2-22 車両分布パターンの数値化（ウィンカー）

(7) 結論

テストコース走行によるフィジビリティスタディから得られた結果を表 2-8 に示す。テストコース走行で取得した疑似履歴データによる検証の結果、検討中の処理モデルが有効であるとの結論が得られた。しかし、これらは統計的なばらつきが少ない履歴データで検証を行った結果であり、より具体的な評価のためには一般の道路を走行した複数車両の実データを活用した検証が必要となる。

表 2-8 フィジビリティスタディの実施結果

検証観点	当初の仮説	フィジビリティスタディで得られた結果
【検証観点①】 ・道路変化に対する運転操作と履歴データの関係性は仮説とおりか	・車線変更時にはウィンカーを操作しながらステアリングを回す、というような、道路変化における運転操作はパターン化ができる。 ・ドライバや車両ごとの特性や個体差はあるものの、大量のデータによる統計処理を行うことで、これらの影響は緩和できる。	・道路変化に対する運転操作と履歴データの関係は概ね仮説どおりであり、履歴データとして取得できる。ただし、取得可能頻度は想定よりも少なく、最大で 1Hz 程度。 ・ドライバや車両による特性部分については、実データによる検証が必要。
【検証観点②】 ・運転行動の特徴を残すにはどこまで粗くできるか ・走行軌跡の分布形状を特徴量として扱うにはどこまで細かくする必要があるか	・走行軌跡の分布を見た目の形状として識別するためには、車線の半分程度(1.75m 程度)が限界になる。 ・特徴的な操作が起こったかどうかを判断するだけであれば、車線を越えた走行レーン全体の幅程度(例えば片側 2 車線道路であれば 2 車線分の 7m)にしても、特徴的な運転操作は識別できる。 車線変更以外の契機で発生する運転操作は、大量のデータによる統計処理を行うことでノイズとして除外できる。	・走行軌跡は 1.75m であれば仮説どおり識別可能。3.5m でも他の条件が良好であれば識別可能な可能性がある。 ・特徴的な操作については 7m でも十分識別可能。今後は車線数等の影響を含めて多様なパターンで検証が必要。 ・他の契機で発生する運転操作の影響については、実データによる検証が必要。

2.1.3 OEM との調整

2.1.1 項及び、2.1.2 項で検討した結果を踏まえて、OEM 各社に提供頂く履歴データのデータフォーマットやファイル形式、授受方法、データの範囲の案を整理し、OEM 各社と調整を実施した。調整したデータ仕様（案）及び各社との調整結果を以下に示す。

(1) OEM との調整方法

机上検討や、フィジビリティスタディの結果を受けて、処理フローの検証を行うために必要な履歴データの仕様検討を OEM と連携して検討した。仕様の検討並びに提供に向けた調整にあたっては、次の①、②を考慮した。

① 実利用を想定した現実的なデータ、処理方法であること

本研究開発の成果を将来利用するにあたり、実際に履歴データの入手が可能であり、かつ現実的に実施可能な処理方法であることが求められる。OEM から提供頂くプローブのデータ項目、提供仕様の調整においては、解析に有効なボリュームのデータが現実に入手可能であるか、提供にあたり必要な OEM による前処理に過度な処理量や作業者の負担が生じないか、データ利用にあたり個々の車両の挙動等、秘匿性が求められるデータについて十分な配慮がなされているか、という点を考慮しつつ協議を行った。机上検討の結果を踏まえた希望仕様案を OEM へ提示し、上記観点で確認を頂いた結果を踏まえて、最終的に後述の提供仕様案をとりまとめた。

② 本研究開発における検証として十分なデータであること

本研究開発においては、OEM から提供頂くデータを用いて、道路変化検出に対する有効性の評価を実施する。そのため、実際の道路変化が生じた箇所を特定し、変化前後のデータを入手することが望ましい。また次年度に、高精度 3 次元地図との紐づけ手法の検討を予定していることから、変化の発生前に高精度 3 次元地図の整備が完了しており、変化前の状態の道路形状が把握できることも必要である。結果として、検証に必要な十分なデータ量が得られ、かつ既知の道路変化が生じている箇所として、都市部の高速道路変化箇所を中心に候補を選定することとした。

事前に考慮が可能な事項については、これらの前提を踏まえて協議を行ったが、データの集計期間や、集計範囲については、実際にどの程度のデータが存在しているかにより、その有効性が大きく影響を受ける。そのため、第 1 回目に履歴データのデータ量や集計の内容の妥当性を確認し、第 2 回目に希望するデータ全量の提供をお願いする形で調整を実施した。以降は、第 2 回目の時に調整した結果を示す。

(2) OEM との調整結果（履歴データ提供仕様）

OEM との調整を踏まえて取り決めた履歴データの提供仕様を以下に示す。

① 集計の方法

フィジビリティスタディの結果を踏まえ、空間的な集計の単位については、1 車線の幅よりも細かい約 2m 程度を最小単位とした。時間的な集計の単位については、本研究開発で対象とする道路付近の通常時の交通量を加味した上で十分なデータ量を確保すること、時間変化や曜日変化等の短周期での交通量の変化による影響を低減することを目的に、2 週間（14 日間）単位での集計範囲とした。

また、車両数が極めて少ない状況化での秘匿効果を担保するため、空間的な集計の単位内が一定台数に満たないデータについては、集計対象から除外する方針とした。

② データフォーマット

履歴データの解析における利便性を考慮し、汎用的な csv フォーマットを提供仕様とし、一定のレコード数を目安にファイル分割を行うルールを定めた。

③ データ項目

履歴データに含むデータ項目を表 2-9 に示す。履歴データは、事前に定めた集計対象期間に存在する車両プローブ情報を、空間的な集計単位ごとに集計したデータとなっている。集計対象としては、台数、車速平均、車速分散、ステアリング角度、ウィンカー状態とした。また、それぞれのデータ項目は 8 方位の進行方位別で集計を行った。また、取得する位置情報はマップマッチングを行っていない状態のデータとした。

表 2-9 履歴データ提供仕様（データ項目）

#	集計対象パラメータ	概要
1	進行方位別 データ合計(台数)	空間的な集計の単位領域に、集計対象期間内に存在した車両プローブ情報の合計(車両台数)を算出したもの。 8 方位の進行方位別で集計する。
2	進行方位別 車速平均	空間的な集計の単位領域に、集計対象期間内に存在した車両プローブ情報の車速の平均を算出したもの。 8 方位の進行方位別で集計する。
3	進行方位別 車速分散	空間的な集計の単位領域に、集計対象期間内に存在した車両プローブ情報の車速の分散を算出したもの。 8 方位の進行方位別で集計する。
4	進行方位別 ステアリング角度 平均	空間的な集計の単位領域に、集計対象期間内に存在した車両プローブ情報のステアリング角度の平均を算出したもの。 8 方位の進行方位別で集計する。
5	進行方位別 ウィンカーON 状態 台数(左)	空間的な集計の単位領域に、集計対象期間内に存在した車両プローブ情報のうち、左折用ウィンカーが ON 状態になっている台数の合計を算出したもの。8 方位の進行方位別で集計する。
6	進行方位別 ウィンカーON 状態 台数(右)	空間的な集計の単位領域に、集計対象期間内に存在した車両プローブ情報のうち、右折用ウィンカーが ON 状態になっている台数の合計を算出したもの。8 方位の進行方位別で集計する。

(3) OEM との調整結果（提供希望箇所の選定）

OEM との協議の結果、本研究開発で対象とする具体的な道路変化の発生箇所として、表 2-10 に示す 4 箇所を選定した。場所の選定においては、前述の具体的な道路変化の発生有無や高精度 3 次元地図の整備有無だけでなく、OEM による履歴データの整備状況や、実際の交通量、道路変化の事象パターンや道路変化発生箇所の周囲の構造物の状況等を考慮している。なお、表 1-1 に示したとおり、履歴データを用いた道路変化検出の目標としては「道路構造の変化を伴わないもの」を目指しているが、ここでは道路変化が既知である箇所を検証用途で利用する必要があることから、道路構造の変化の有無によらず、車線の変更や出口位置の変更を伴う箇所を候補として選定した。

表 2-10 履歴データの提供希望箇所

#	エリア名	道路変化の内容	道路変化の発生日
1	首都高速 6 号線 堀切・小菅 JCT 間	車線拡幅(3 車線⇒4 車線)	2018 年 2 月 25 日
2	首都高速 5 号線 板橋・熊野町 JCT 間	車線拡幅(3 車線⇒4 車線)	2018 年 3 月 18 日
3	首都高湾岸線 臨海副都心出口	出口移動	2018 年 12 月 27 日
4	関越自動車道路 花園 IC 出口	車線拡幅(2 車線⇒3 車線)	2018 年 12 月 14 日

図 2-23～図 2-26 に、選定した 4 箇所の詳細情報を示す。なお、各箇所について、道路変化が生じた位置を中心に、概ね南北 11km 東西 9km 程度を提供希望範囲の目安とした。また、道路変化前後の対比を行うため、時間的な集計範囲を 2 週間とした履歴データを、道路変化の前後の 2 パターンで提供頂く方針とした。

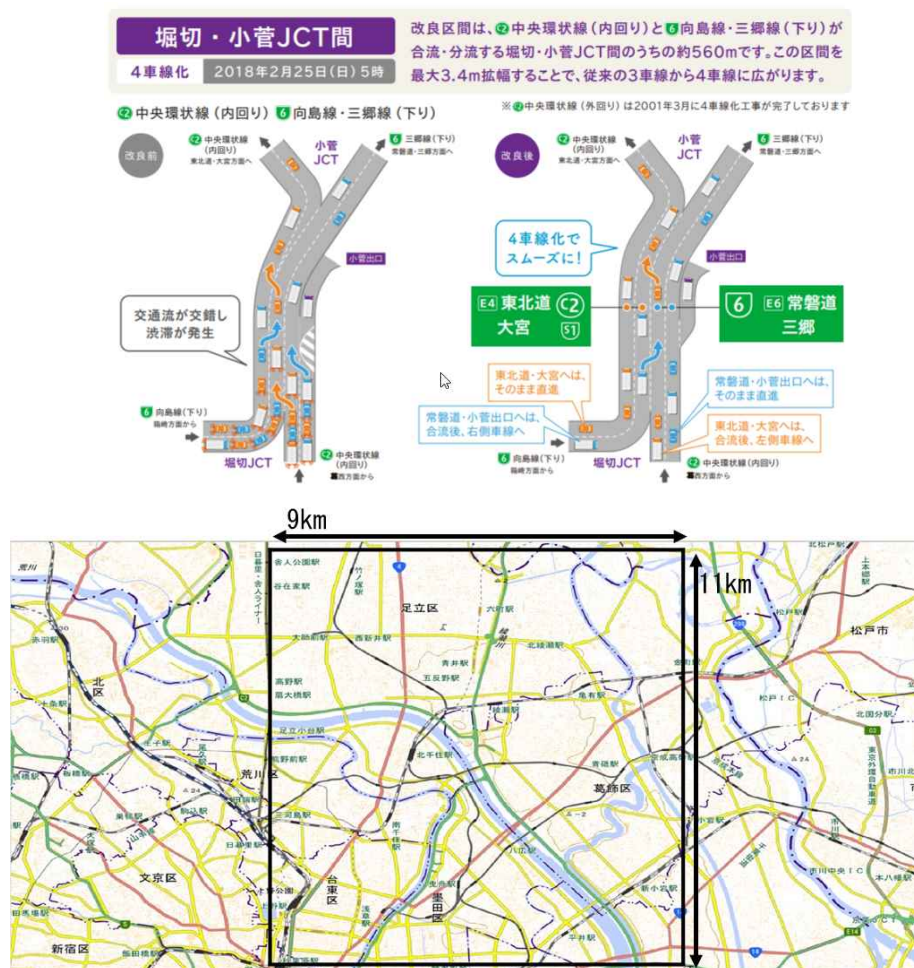


図 2-23 履歴データの提供希望箇所【#1 堀切・小菅 JCT 間】

上段図出所) 首都高速道路株式会社 Web サイト

<http://www.shutoko.jp/ss/tokyo-smooth/horikirikosuge/>、2020 年 1 月 24 日取得

下段図出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成

<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 1 月 24 日取得



図 2-24 履歴データの提供希望箇所【#2 板橋・熊野町 JCT 間】

上段図出所) 首都高速道路株式会社 Web サイト

<http://www.shutoko.jp/ss/tokyo-smooth/itabashikumano/>、2020 年 1 月 24 日取得

下段図出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成

<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 1 月 24 日取得

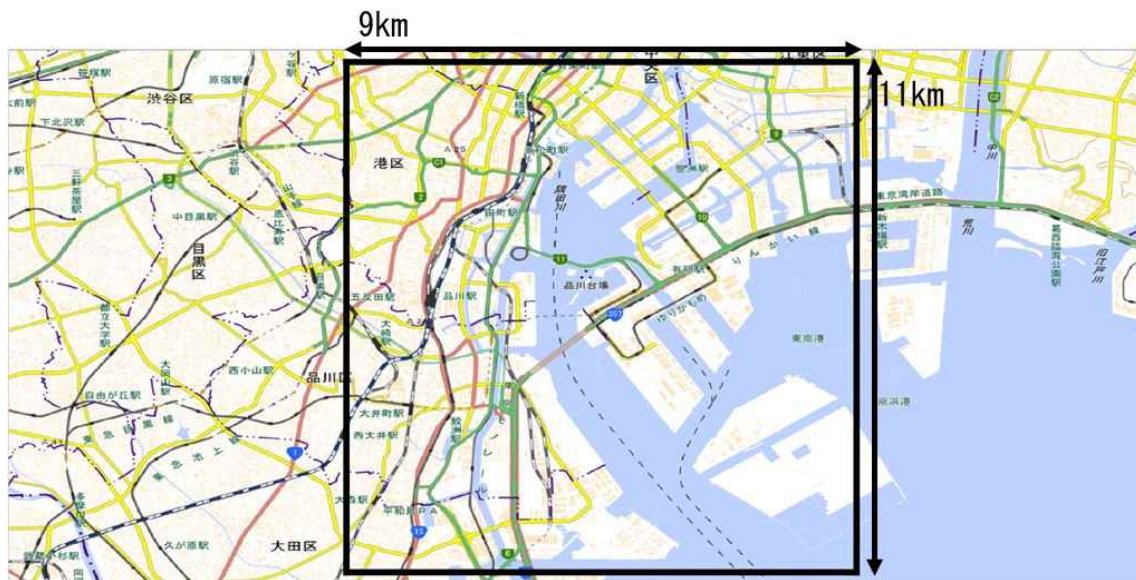


図 2-25 履歴データの提供希望箇所【#3 臨海副都心出口】

上段図出所) 首都高速道路株式会社 Web サイト

http://www.shutoko.co.jp/company/press/h30/data/11/26_rinkaifukutoshin/

https://www.shutoko.co.jp/-/media/pdf/corporate/company/press/h30/11/26_besshi.pdf

2020 年 1 月 24 日取得

下段図出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成

<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 1 月 24 日取得

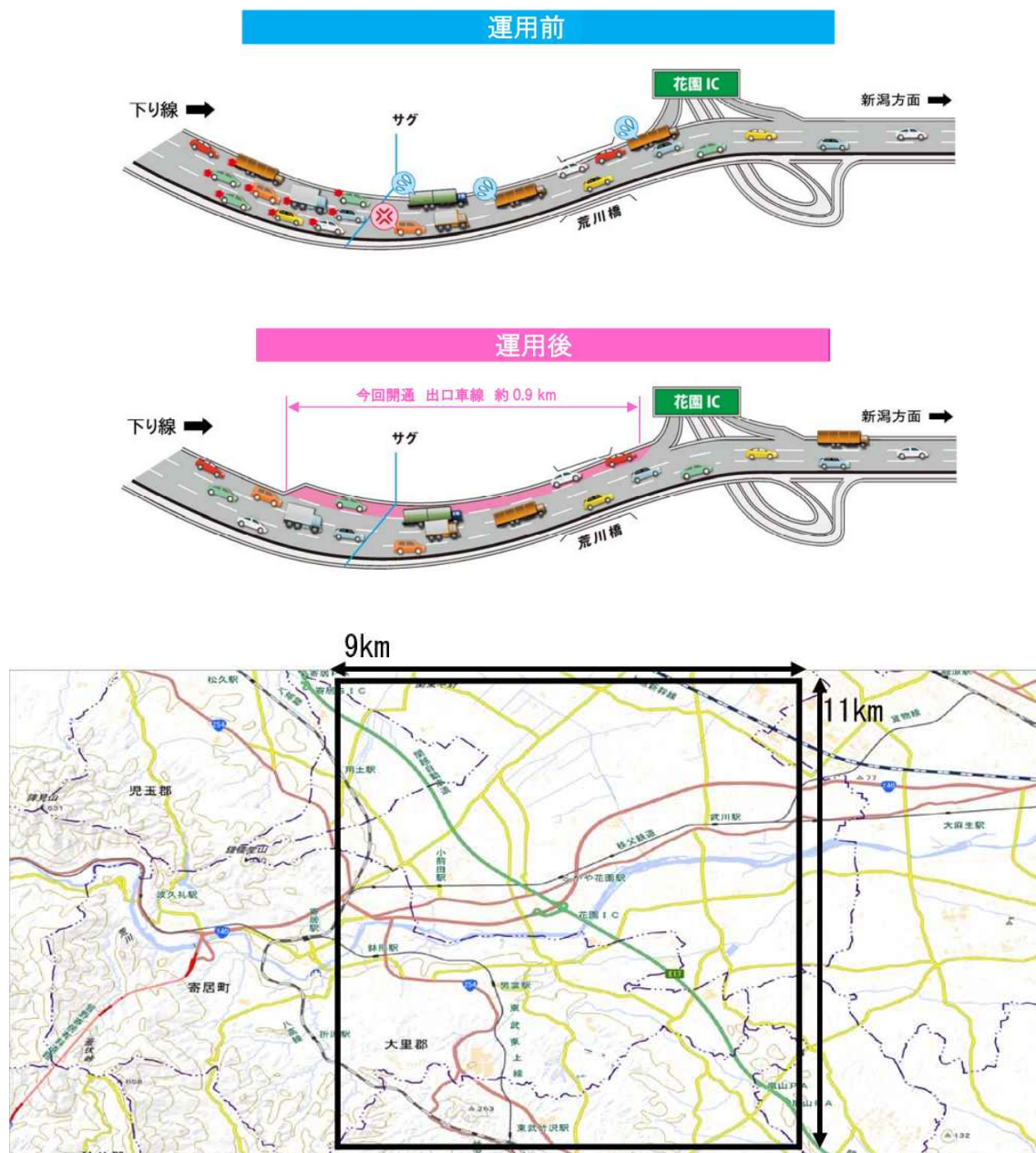


図 2-26 履歴データの提供希望箇所【#4 花園 IC 出口】

上段図出所) NEXCO 東日本 Web サイト

https://www.e-nexco.co.jp/pressroom/press_release/kanto/h30/1205/、2020 年 1 月 24 日取得

下段図出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成

<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 1 月 24 日取得

2.2 車両プローブ情報の重ね合わせによる地図変化点抽出技術

2.1 節で検討した結果を踏まえ、履歴データを用いた地図変化点検出技術を検討、実装し、実際に OEM から提供を受けた履歴データを用いて検証を行った。

2.2.1 技術検討・実装

(1) 履歴データの概況

2.1 節で整理した仕様に従って、OEM から提供を受けた 4 箇所の履歴データのうち、道路変化発生後のものを図 2-27～図 2-30 に示す。OEM との間で定めた提供仕様に基づき、約 2m 四方の矩形内で車両が一定台数以上存在するものを集計したデータとなっており、図内に赤く示された地点が履歴データの存在している領域である。概ね各図の中心に、道路変化が生じた箇所を表示しているが、本研究開発で対象とした高速道路だけでなく、周囲の一般道にも広く面的に履歴データが分布していることがわかる。

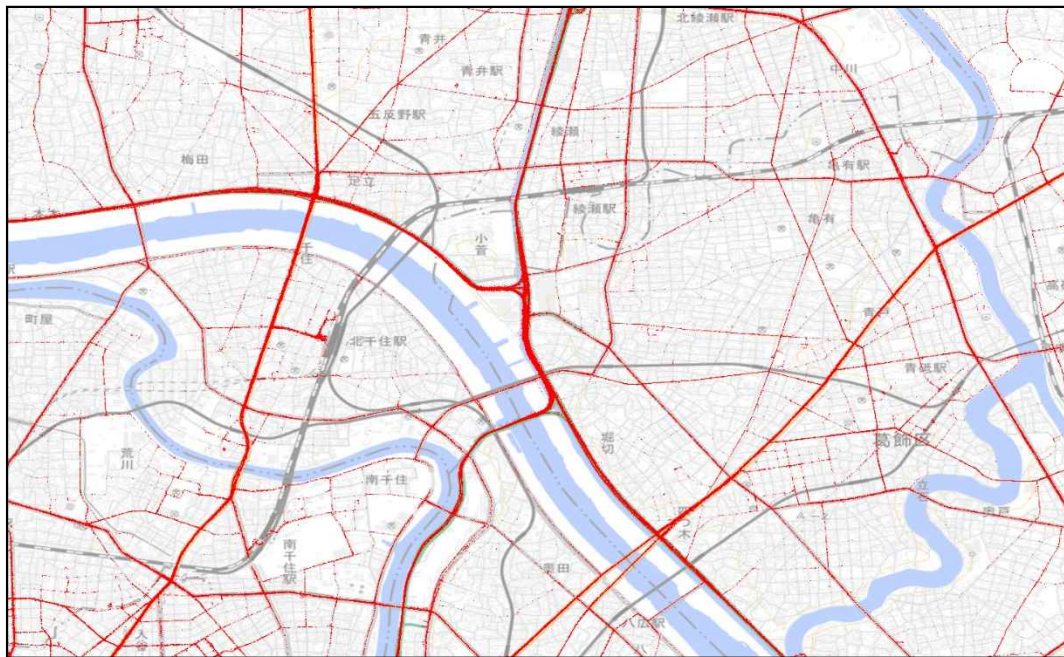


図 2-27 履歴データの概況【#1 堀切・小菅 JCT 間】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

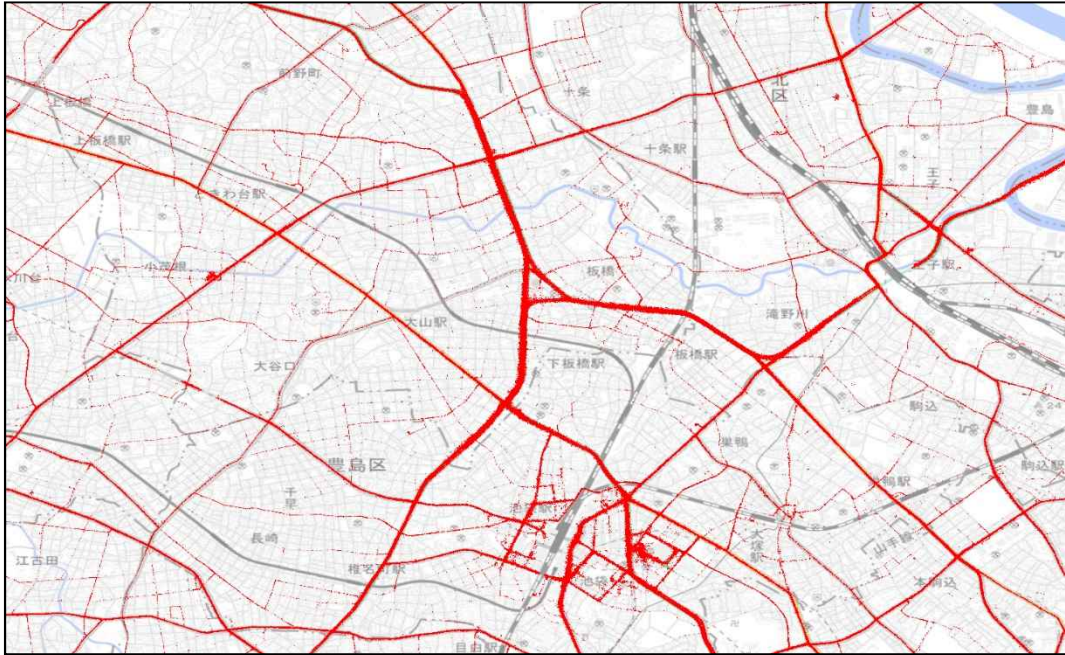


図 2-28 履歴データの概況【#2 板橋・熊野町 JCT 間】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

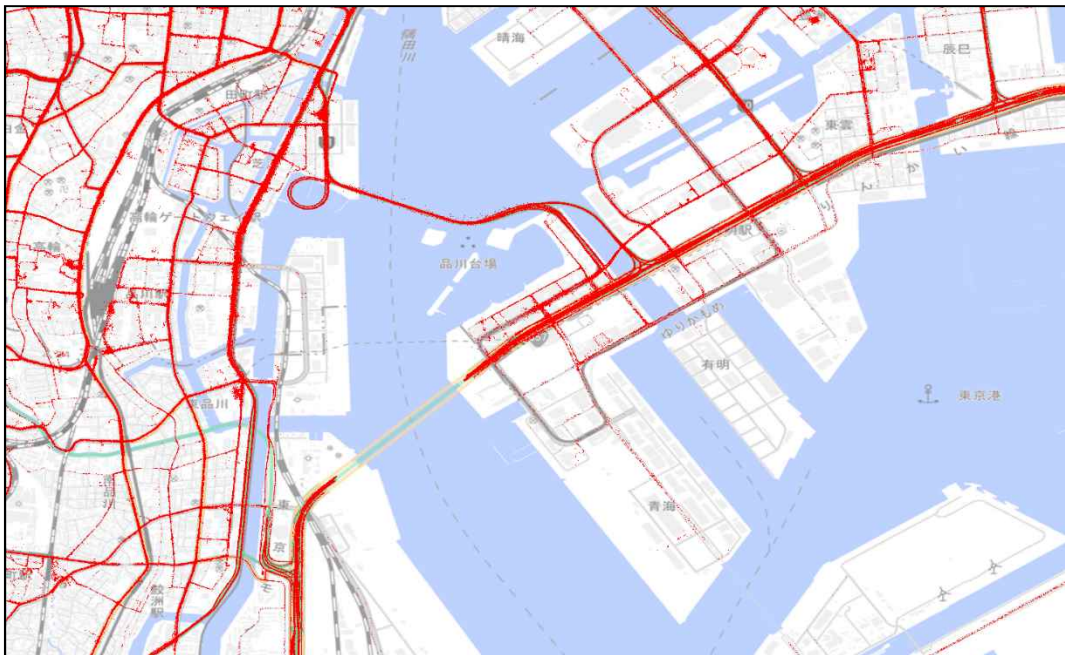


図 2-29 履歴データの概況【#3 臨海副都心出口】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

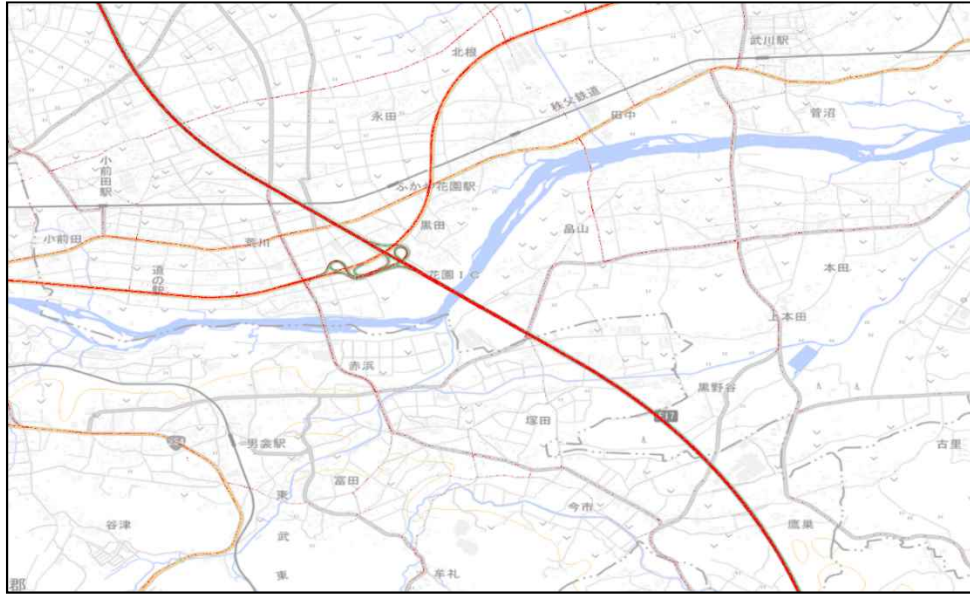


図 2-30 履歴データの概況【#4 花園 IC 出口】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

(2) 道路変化点検出のアプローチ①（空間的・時間的な集計と車両分布パターンの数値化）

図 2-7 で記載した処理フローに従って道路変化の発生前後の車両台数分布を数値化し、道路変化点の検出を行った。図 2-31 に、履歴データによる車両分布パターンの数値化例を示す。

履歴データは広範囲、高密度に分布した膨大なデータである。このデータから道路変化点を検出するために、履歴データを一定の空間的範囲、時間的範囲で集計した。本研究開発では、OEM から約 2m 四方の範囲の情報として提供された履歴データに対して、約 20m 四方の空間的な集計範囲を設定した。この範囲内で履歴データの変化範囲を集計し、変化量が大きい箇所を道路変化点として検出することを試みた。

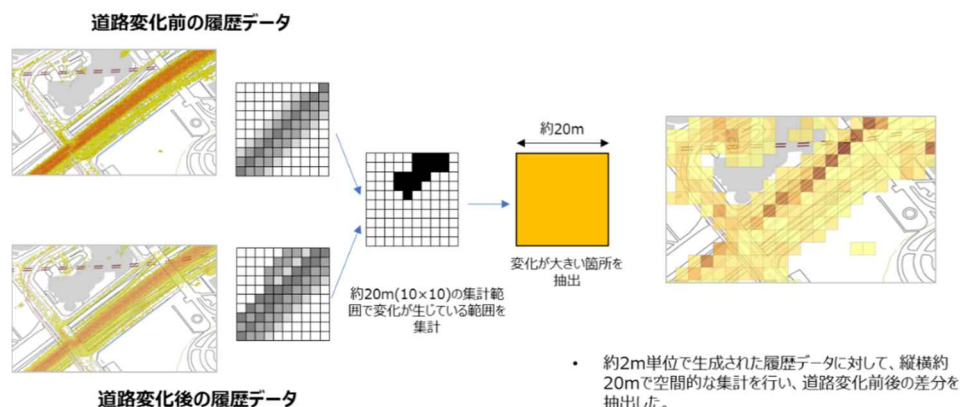


図 2-31 履歴データによる車両分布パターンの数値化例

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

前述の方法で作成した道路変化後の車両分布パターン（台数）を図 2-32～図 2-35 に示す。OEM から提供頂いた履歴データには一般道路、高速道路の区別はなく、走行車両の履歴データが含まれている。本研究開発で対象とした高速道路の変化検出においては、一般道の履歴データは解析におけるノイズとなり得るため、作成した車両分布パターンから高速道路付近のデータを分離した。分離は、高速道路の範囲に存在するデータを領域的に切り分けた上で、履歴データに含まれる進行方向を用いて、交差する道路の影響を取り除く方法により行った。高速道路付近の履歴データを検出したものを図 2-36～図 2-39 に示す。



図 2-32 道路変化後の車両分布パターン【#1 堀切・小菅 JCT 間】

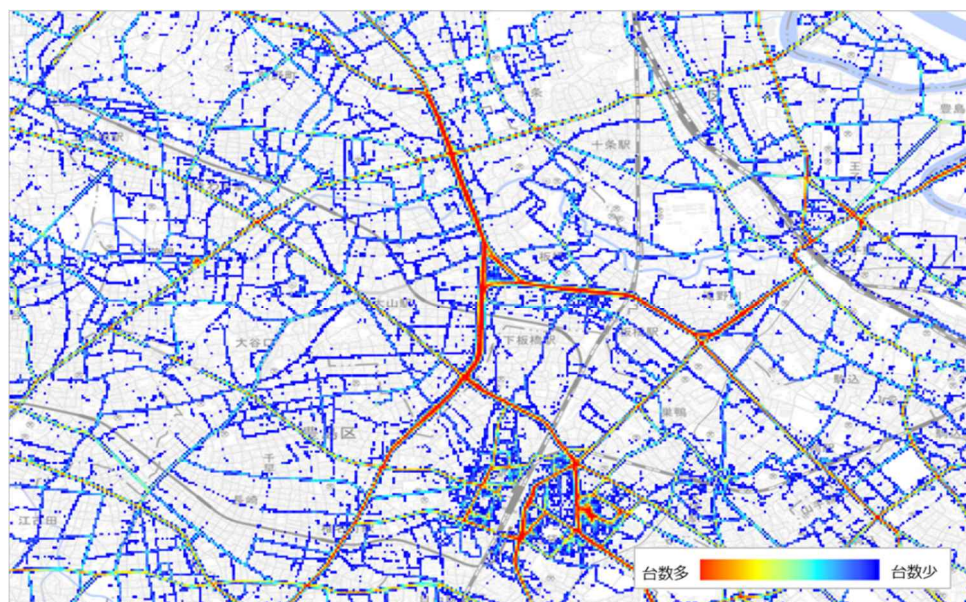


図 2-33 道路変化後の車両分布パターン【#2 板橋・熊野町 JCT 間】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

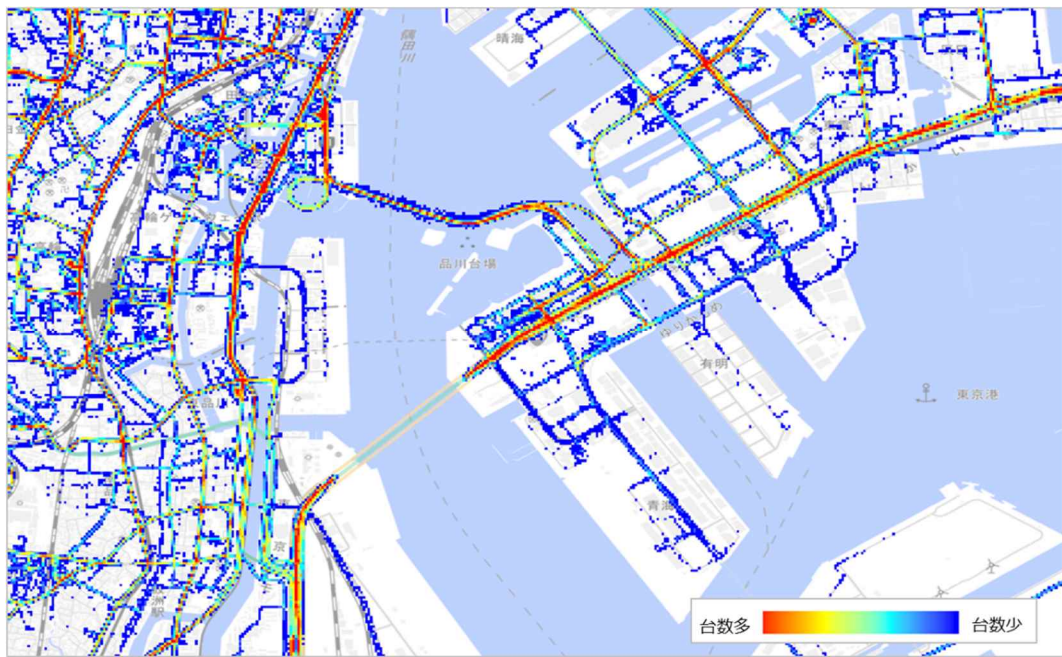


図 2-34 道路変化後の車両分布パターン【#3 臨海副都心出口】

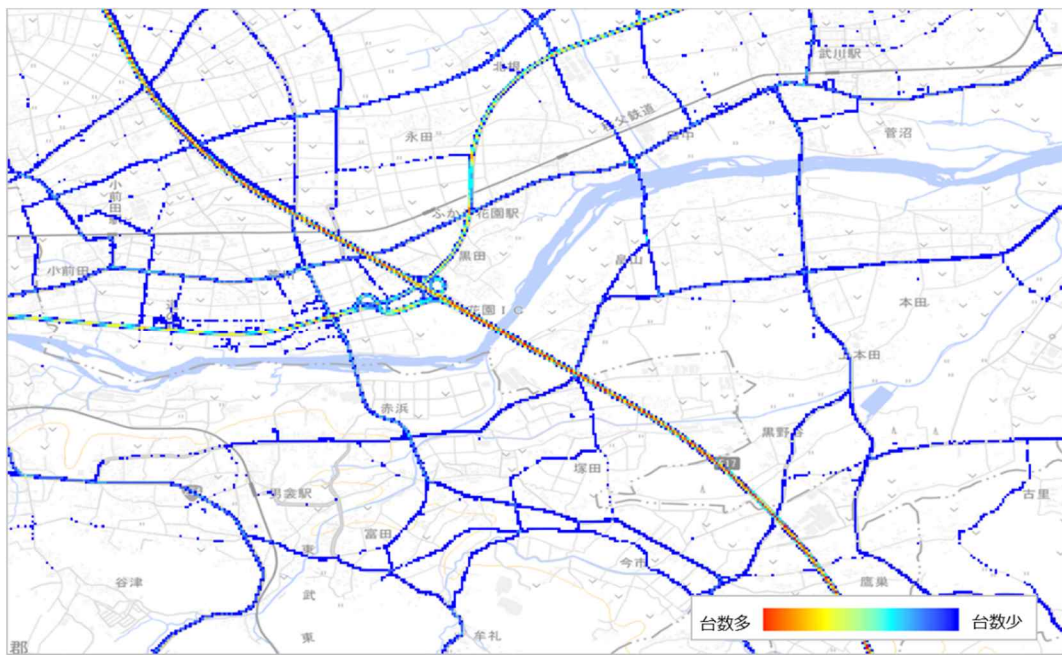
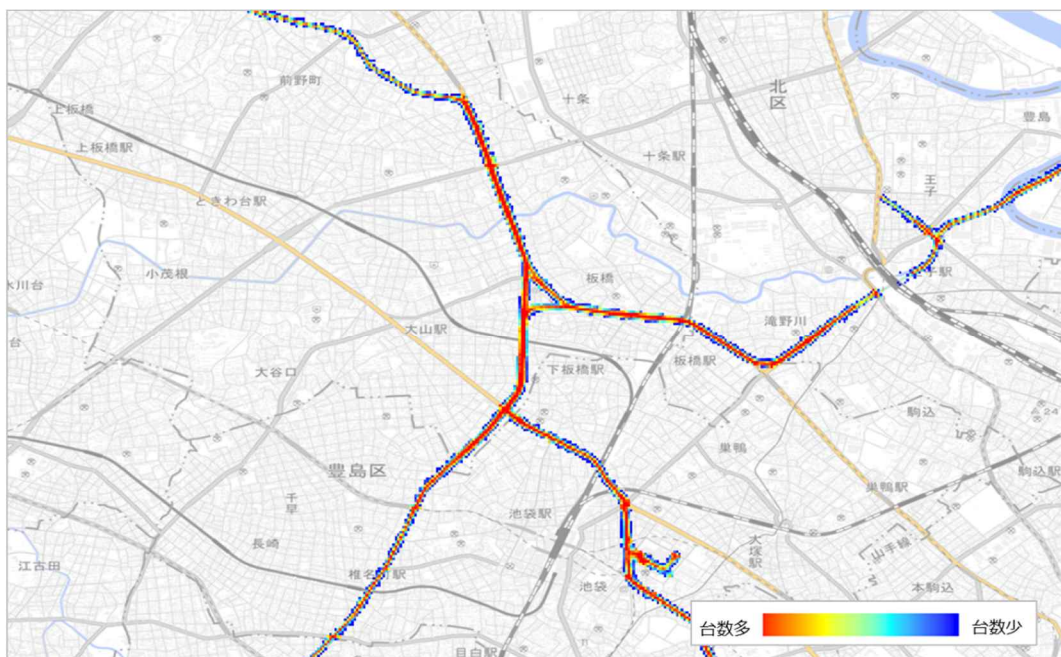
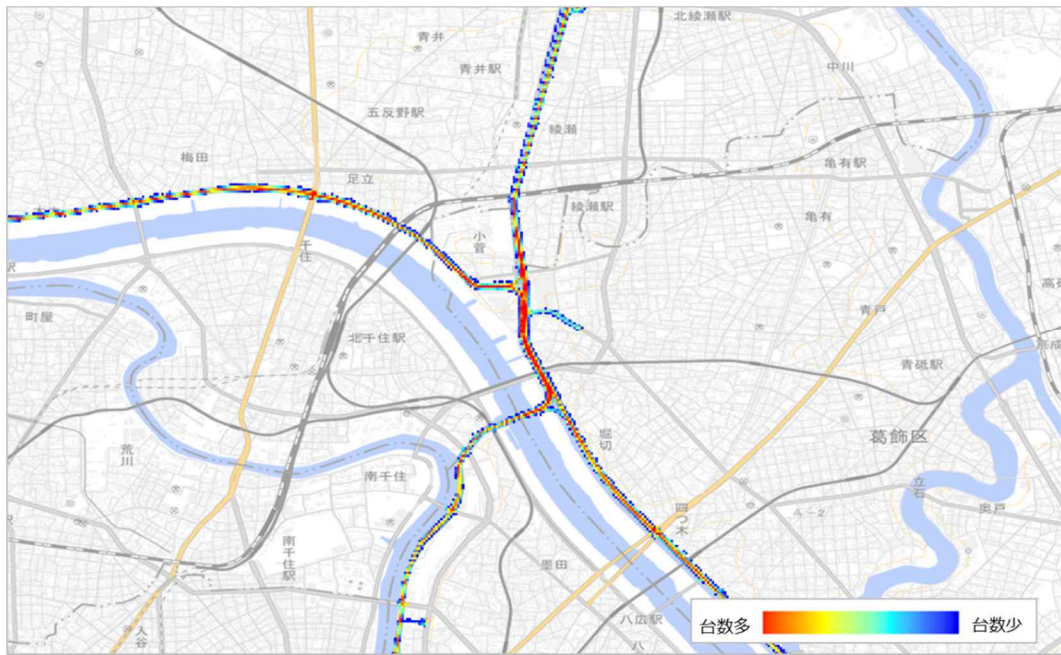


図 2-35 道路変化後の車両分布パターン【#4 花園 IC 出口】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得



出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

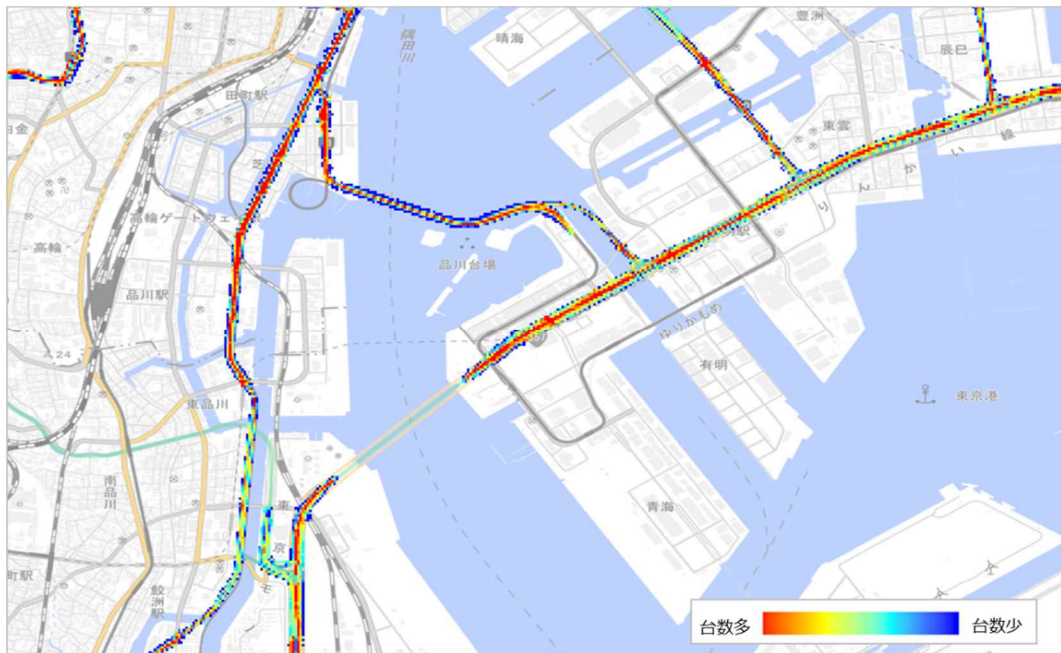


図 2-38 高速道路部分の車両分布パターン【#3 臨海副都心出口】

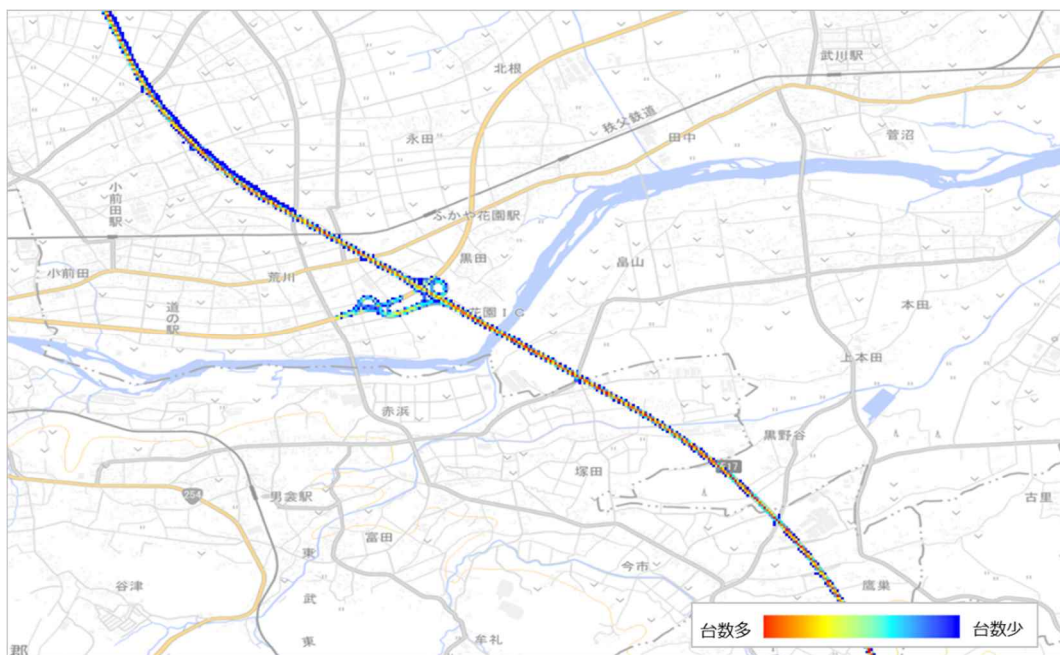


図 2-39 高速道路部分の車両分布パターン【#4 花園 IC 出口】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

この車両分布パターンを、実際に道路の変化が生じたタイミングの前後それぞれで作成し、その差分から変化量の大きい箇所を道路変化点として検出した。以下、4箇所それぞれの解析結果について説明する。

「#1 堀切・小菅 JCT 間」（以下、「#1」という）の解析結果を図 2-40 に示す。#1 では道路変化点が検出できたものの、その北側に大きな誤検出が生じていることがわかる。また、周囲にも散発的ではあるものの、多くの誤検出が生じる結果となった。検出の感度に影響する閾値の変更により、北側の誤検出箇所の低減を試みたが、誤検出箇所の低減とともに、道路変化点の検出自体も損なわれる結果となっており、検出したように見える道路変化点自体も、明確に道路変化を捉えたものであると確認ができなかった。

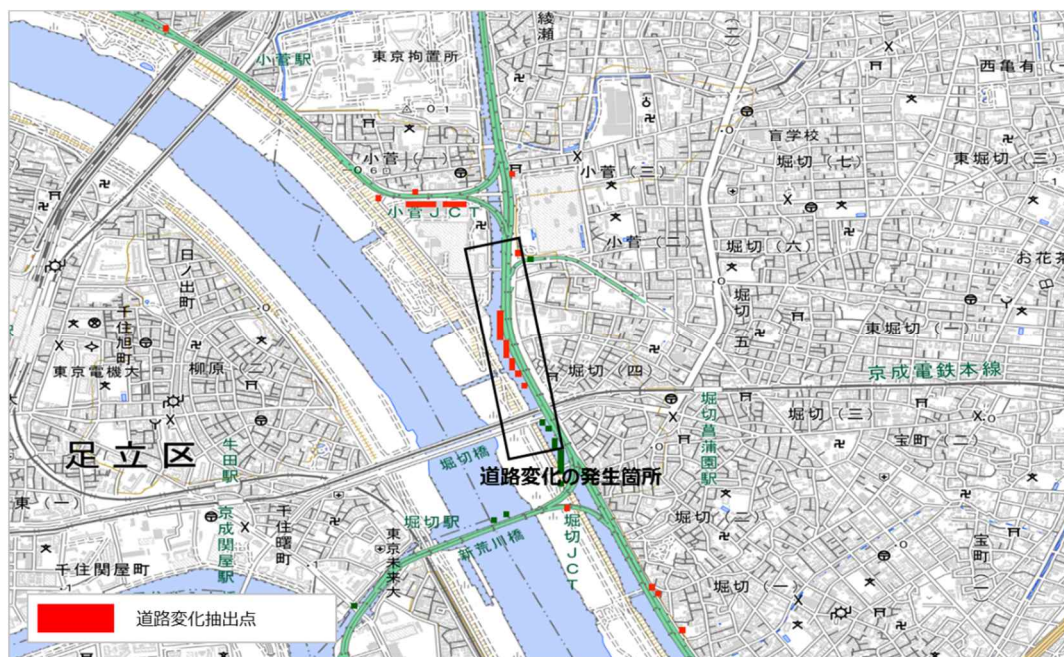


図 2-40 道路変化点の検出結果【#1 堀切・小菅 JCT 間】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

#1 について、検出不可の原因を検討するため、解析前の履歴データ自体の分布を可視化したものを図 2-41 に示す。本図では、道路変化後の履歴データを赤色、道路変化前の履歴データを黄色で重畳表示している。概ね道路の範囲に沿った形で履歴データが分布しており、履歴データには問題がないように見える。しかし、同箇所をさらに拡大した図 2-42 を見るとわかるように、東西の道路縁のうち、東側については概ね道路縁と一致しているものの、西側は河川部分に 20m 以上はみ出した形で履歴データが分布している。本箇所は高速道路自体が上下 2 階層構造となっており、さらに最下段に一般道が走行している構造であり、下層部分では GNSS の受信状況が悪い可能性も考えられる。測位精度の低下と、並走している一般道のデータの混入とがあいまって、このような分布となっている可能性が高い。履歴データの位置精度低下により、検出対象である道路変化に起因する履歴データの変化がノイズとして埋もれている可能性が考えられる。

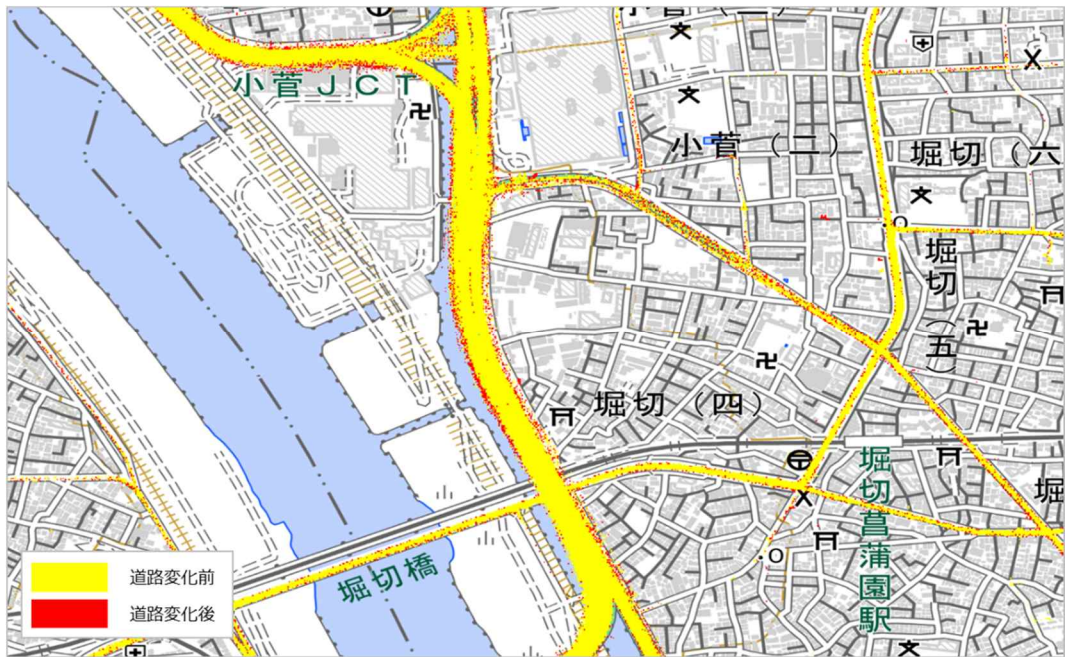


図 2-41 履歴データの分布【#1 堀切・小菅 JCT 間】

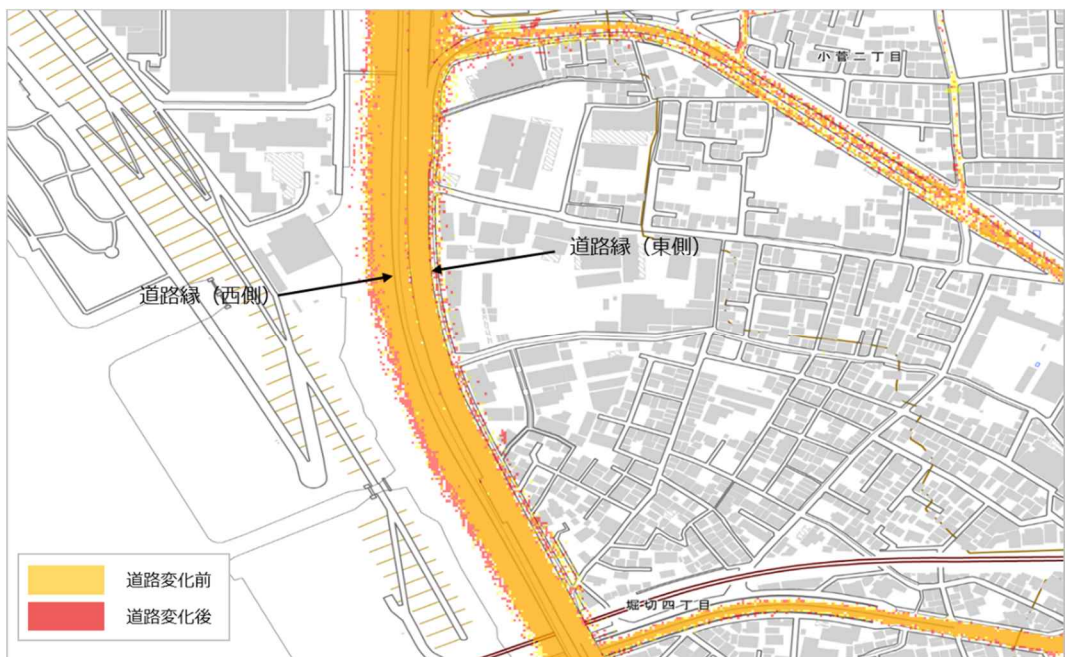


図 2-42 履歴データの分布 (透過)【#1 堀切・小菅 JCT 間】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

「#2 板橋・熊野町 JCT 間」（以下、「#2」という）の解析結果を図 2-43 に示す。#2 は、道路変化点が検出できず、検出漏れの結果となった。検出の感度に影響する閾値の調整により、道路変化点の検出を試みたものを図 2-44 に示す。しかし、閾値の変更に伴う検出範囲の向上とともに、周囲の誤検出箇所も増加する結果となっており、道路変化の検出は不可と判断した。



図 2-43 道路変化点の検出結果（閾値強）【#2 板橋・熊野町 JCT 間】

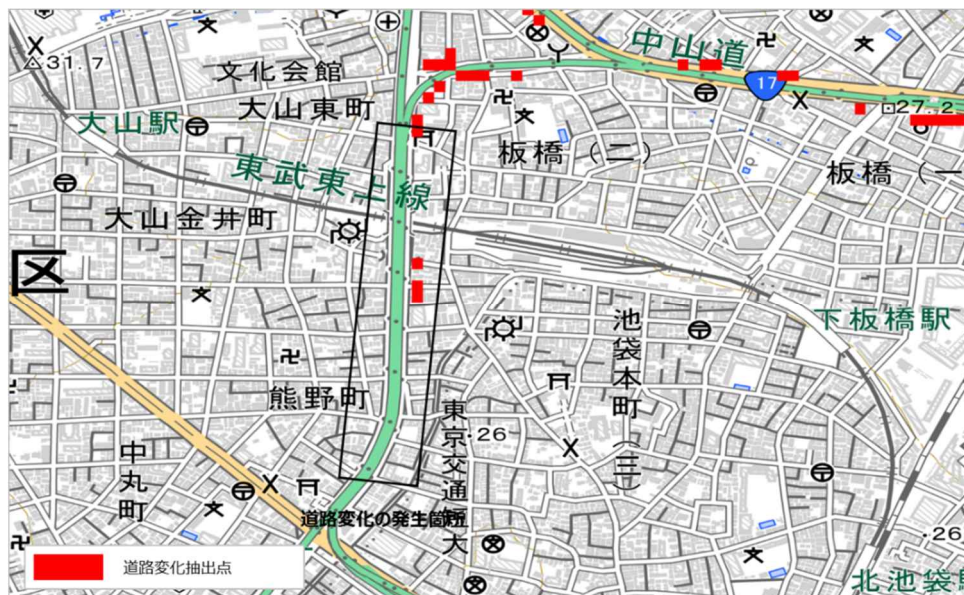


図 2-44 道路変化点の検出結果（閾値弱）【#2 板橋・熊野町 JCT 間】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

#2 について、検出不可の原因を検討するため、解析前の履歴データ自体の分布を確認したものを図 2-45 に示す。道路変化後の履歴データを赤色、道路変化前の履歴データを黄色で重畳表示している。図 2-45 を見ると概ね道路の範囲に沿った形で履歴データが分布しており、履歴データには問題がないように見えるが、同箇所をさらに拡大した図 2-46 をみると、東西の道路縁から 20m 以上はみ出した形で履歴データが分布していることがわかる。本箇所は#1 と同様に高速道路の下を一般道が並走する 2 階層構造の道路となっており、#1 と同様に下層部分では GNSS の受信状況が悪い可能性が考えられる。また、周囲に交差、並走する一般道が多く存在しており、測位精度の低下と、並走している一般道のデータの混入とがあいまって、このような分布となっている可能性が高い。#1 と同様に、履歴データの位置精度低下により、検出対象である道路変化に起因する履歴データの変化がノイズとして埋もれてしまっている可能性が考えられる。



図 2-45 履歴データの分布【#2 板橋・熊野町 JCT 間】

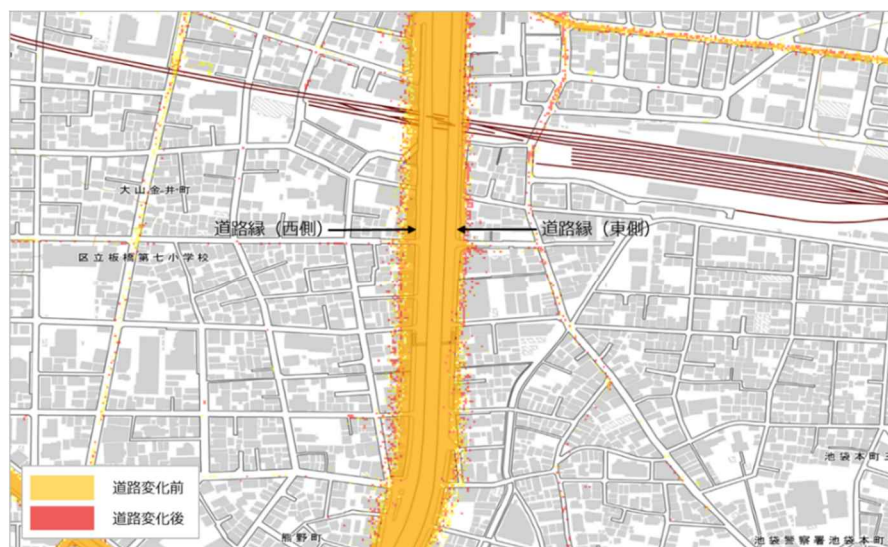


図 2-46 履歴データの分布 (透過)【#2 板橋・熊野町 JCT 間】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

「#3 臨海副都心出口」（以下、「#3」という）の解析結果を図 2-47 に示す。#3 では高速出入口の移動により生じた車両の走行軌跡の変化を、顕著に検出できている。前述の#1、#2 との比較のために、#3 についても解析前の履歴データの分布を図 2-48 に示す。#1、#2 と異なり、#3 においては履歴データの分布範囲は概ね道路の領域内に閉じている。#3 は周囲の見通しがよく、交差する一部の陸橋を除いては平坦な構造となっているため、GNSS による位置情報の取得条件としては理想的であることが奏功していると考えられる。

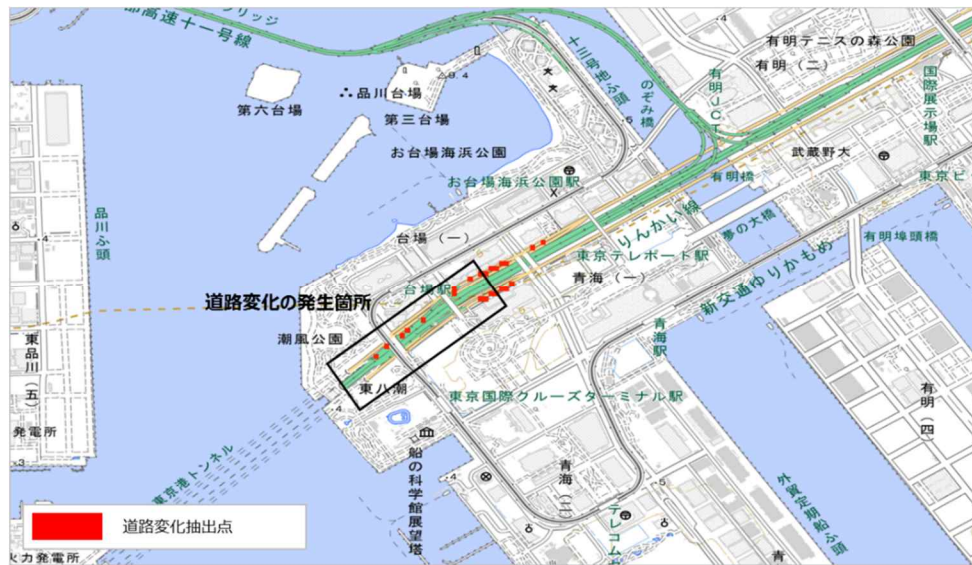


図 2-47 道路変化点の検出結果【#3 臨海副都心出口】



図 2-48 履歴データの分布（透過）【#3 臨海副都心出口】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

#3 においては、道路変化点の検出はできたものの、周囲の道路において、いくつかの誤検出が見られた。誤検出箇所の例を図 2-49 に示す。本例に示した誤検出箇所の道路構造や周囲の状況は、検出不可と判断した#1、#2 に類似しており、高速道路の下段を一般道が並走する二層構造になっている。#1、#2 と同様に GNSS による測位環境として厳しい条件になることに加えて、上下並走により、高速道路との分離ができずに混入する一般道の履歴データがノイズとして誤検出の原因になっていると考えられる。

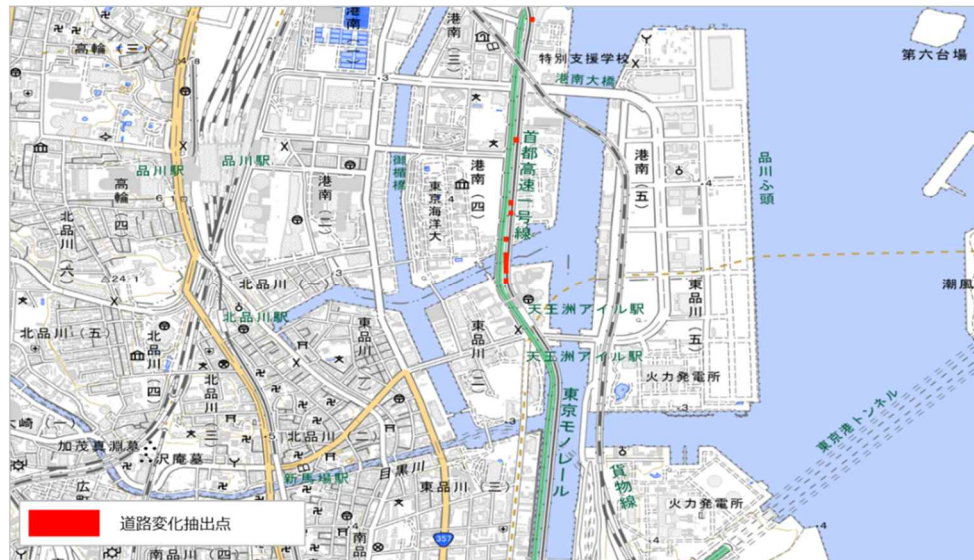


図 2-49 道路変化点の誤検出の事例【#3 臨海副都心出口】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

「#4 花園 IC 出口」（以下、「#4」という）の解析結果を図 2-50 に示す。#4 では高速道路の南側の車線増加に伴う車両の走行軌跡の変化を、顕著に検出できている。前述の#1、#2、#3 との比較のために、#4 についても解析前の履歴データを図 2-51 に示す。#3 と同様に履歴データの分布範囲は概ね道路の領域内に閉じている。#4 は、#3 と同様に周囲の見通しがよい平坦な構造であるだけでなく、郊外的高速道路であるため一般道との交差や並走も少ない。GNSS による位置情報の取得条件としては理想的であり、ノイズとなり得る一般道の履歴データが少ないことも一因と考えられる。

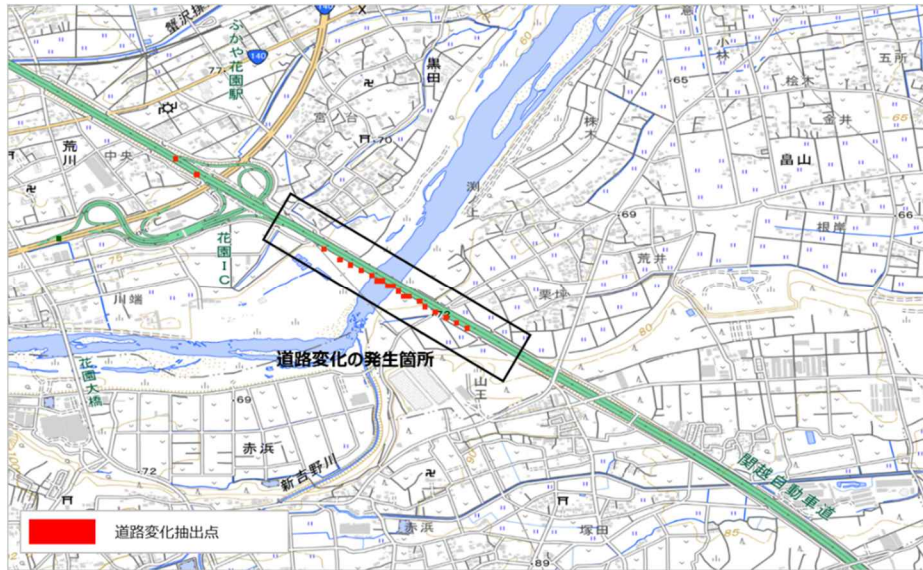


図 2-50 道路変化点の検出結果【#4 花園 IC 出口】



図 2-51 履歴データの分布（透過）【#4 花園 IC 出口】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

#4 の道路変化点は検出できたものの、#3 と同様に周囲の道路において、いくつかの誤検出が見られた。誤検出箇所の例を図 2-52 に示す。PA、SA で誤検出される結果となった。車両走行軌跡の変化から道路変化を検出するため、車両が定常的に走行するわけではなく、不規則な滞留や走行が発生する PA、SA 等は、誤検出の原因になりやすいと考えられる。

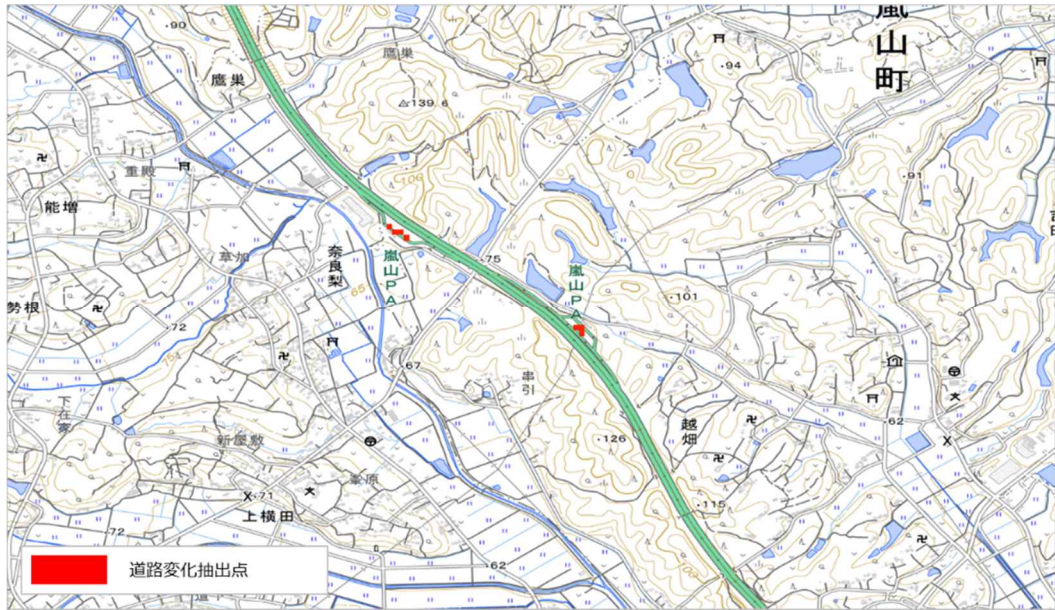


図 2-52 道路変化点の誤検出の事例【#4 花園 IC 出口】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

(3) 道路変化点検出のアプローチ②（有効性評価マトリクスによる変化事象推定）

車両分布パターンの数値化で得られた変化点の候補に対して、有効性評価マトリクスによる変化事象推定の可否の検証を試みた。表 2-4 に示した有効性評価マトリクスでは、バリエーションが豊富な運転行動に関する情報を得ることで、道路変化事象の推定精度の向上が期待できる。しかし、どの車両からも比較的均一な情報として得られる車両の位置情報に比べて、これらの運転行動による情報は車両やメーカーにより取得可否や、得られる情報の仕様が異なるため、面的に均一な情報として入手することが難しい。本研究開発においては、これらの情報のうち、表 2-9 に示した平均ステアリング角度と、ウィンカーON 状態の台数の提供を受け、有効性の検証を行った。

ステアリングについては、実際の履歴データを確認した結果、本研究開発で対象としている高速道路上での変化量が極めて小さく、道路変化が発生したタイミングの前後において、有意な結果を得ることができなかった。今回対象とした高速道路においては有用性の評価に至らなかったものの、本技術を一般道路に適用する場合には、より低速で、ステアリング変化量も大きくなることから、改めて有用性の評価が必要と考えられる。

ウィンカーについては、得られたデータの総量が限られており、面的な解析に足る状況ではないものの、道路変化に関連すると思われる変化事象を確認することができた。図 2-53 に、道路変化後に左ウィンカーON 台数が増加傾向を示した箇所を示す。図内の赤色箇所は、前述の道路変化の検出箇所であり、黄色箇所が左ウィンカーON 台数の増加箇所である。図内右端等、道路変化に無関係な場所でもウィンカーON 台数の増加がみられるものの、道路変化点でもウィンカーON 台数の増加は検出されている。

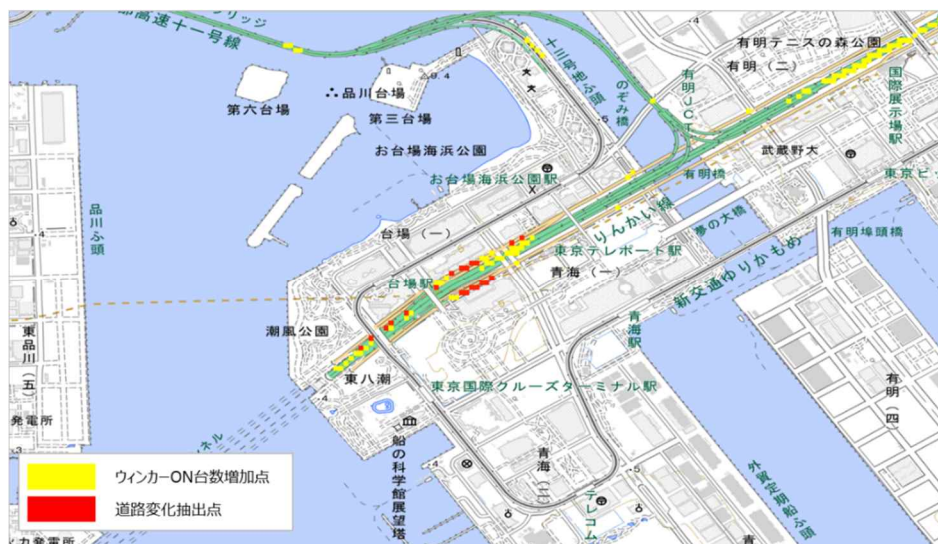


図 2-53 道路変化点の絞り込み（黄：ウィンカー利用台数増）【#3 臨海副都心出口】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

また、図 2-49 に示した#3 の誤検出箇所付近で、同様に左ウィンカーON 台数の増加傾向が確認できた箇所を図 2-54 に示す。道路変化と関係のない箇所でも黄色の左ウィンカーON 台数の増加は発生しており、前述の誤検出の発生箇所とも異なる場所となっている。本例では、履歴データそのものの総量が少ないことと、補助的に利用できる情報がウィンカーのみであったことから、道路変化の確からしさの推定には不十分である。しかし、道路変化の発生箇所と異なる条件で発生するウィンカーのような情報を補助的に利用することで、有効性評価マトリックスを用いた発生事象の絞り込みが実現できる可能性を示唆している。

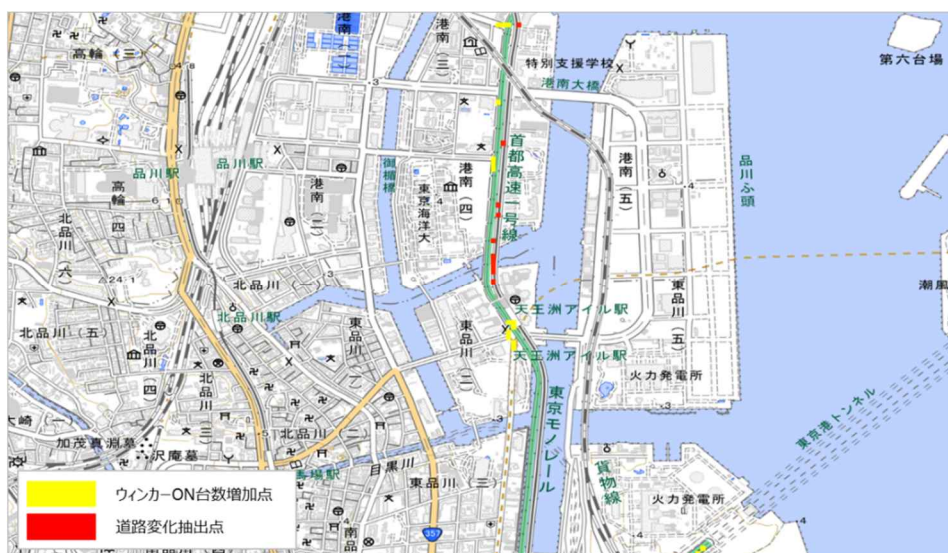


図 2-54 道路変化点の絞り込み【#3 臨海副都心出口】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成
<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

(4) 道路変化点検出のアプローチ③（履歴データの分布変化による変化箇所の推定）

前述の#1、#2 のデータで示したとおり、周囲の見通しが悪い、道路が多層構造になっている、一般道との交差や並走が多い等、履歴データに含まれる車両位置の取得条件が厳しい環境では、車両分布パターンの数値化から道路変化を検出することは困難という結果が得られた。しかし、図 2-55 に示すとおり、履歴データの分布範囲自体は、道路の境界を越えて広く分布しているものの、道路変化前後の履歴データの分布を比較すると、道路変化後の赤色部分が西側にはみ出しており、車線追加によって履歴データの分布範囲自体が広がっていることは事象として確認できる。

本研究開発で予定していたアプローチでは検出不可とした事例に対して、将来に向けた可能性の 1 つとして、この傾向の変化から道路変化の検出が可能であるか検討を行った。

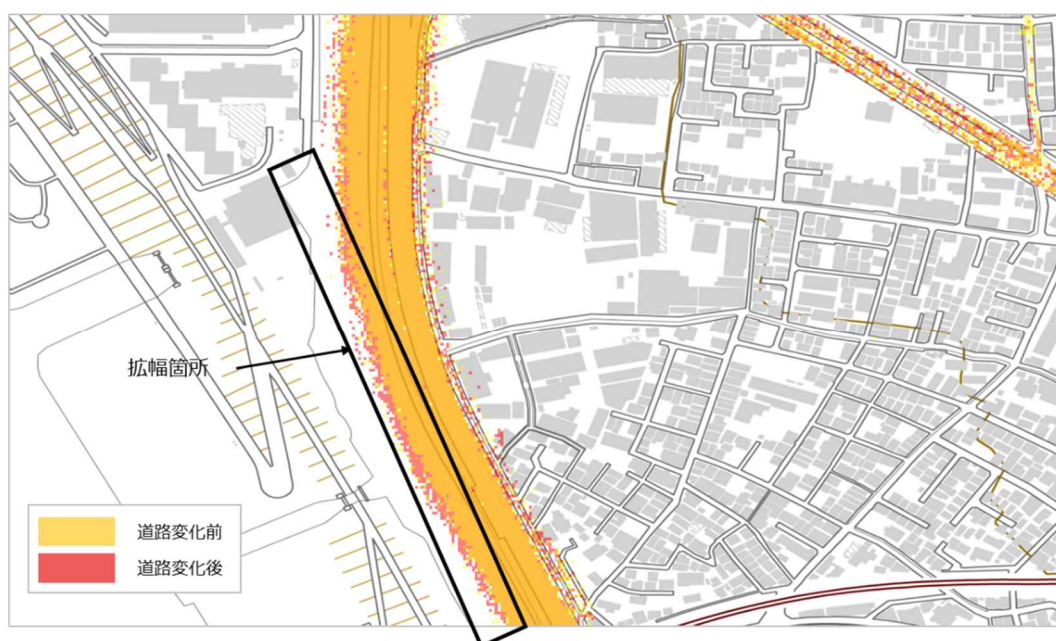


図 2-55 道路変化前後の履歴データの分布（透過）【#1 堀切・小菅 JCT 間】

出所) 国土地理院 地理院地図をもとに NTT データ作成

<https://maps.gsi.go.jp/>、2020 年 3 月 24 日取得

ここでは、道路変化が前後の履歴データの分布を見たときに、車両進行方向に対して直交した左右方向へ生じる車両分布の広がりに着目した。図 2-56 に処理イメージを示す。

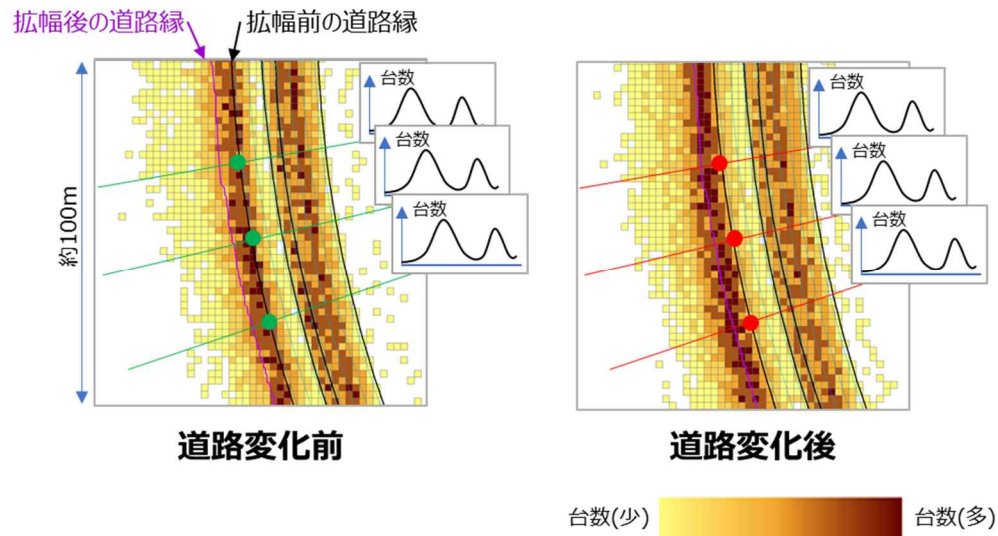


図 2-56 進行方向に直交する方向の車両分布

道路変化が実際に発生した区間に対して、左右方向に対する台数分布グラフを算出したものを図 2-57 に示す。このケースでは、道路縁から西方向において、1 車線の拡幅が発生している。道路縁を中心に見た場合、左側のピークは、道路変化が発生した下り線の分布であり、右側に生じているピークが逆車線である上り線のピークである。

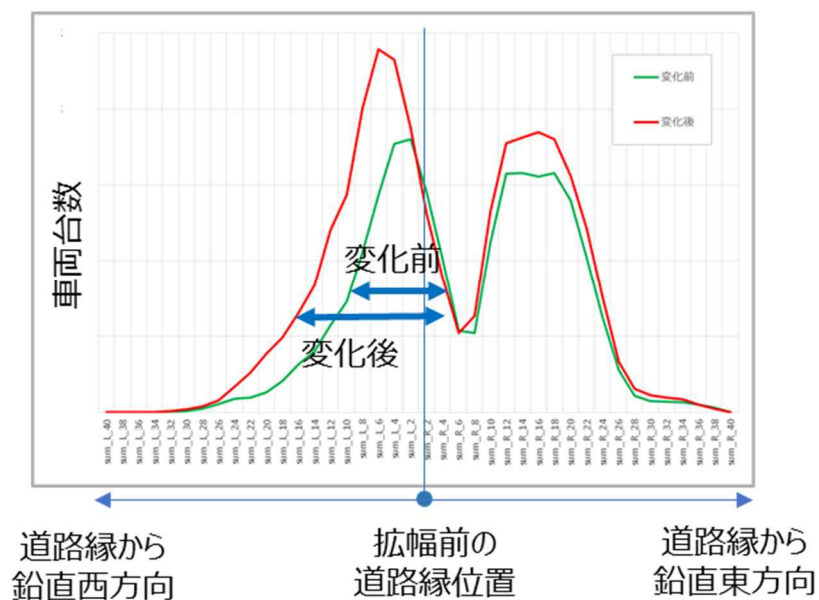


図 2-57 進行方向に直交する方向の車両分布

道路変化があった下り線のピークと、上り線のピークの分布を比較したとき、道路変化があった下り線では、道路変化前と後の分布グラフの広がりには差異を確認することができる。

履歴データの測位精度に難がある状況下においても、道路変化に伴い車両分布パターンには変化が生じる。車両分布パターンの差分から明確な道路変化箇所を検出できない場合でも、履歴データの分布の広がり幅等、より詳細な車両分布の変化を読み取ることで、道路変化を検出できる可能性がある。本手法を用いた広域の道路変化点検出の実現のためには、詳細な履歴データに対する計算量の削減や、本手法を適用すべき箇所の検出方法、変化量の集計単位等、多くの課題が残っているが、車両分布パターンによる変化点検出を補完する考え方として、検討の余地はあると考えられる。車両分布パターンの変化による広域での道路変化の検出と、測位条件が厳しい領域に対するより詳細な履歴データの解析を組み合わせることで、検出可能な条件を広げることができる可能性がある。

2.2.2 結論

本研究開発で行った道路変化点検出の実施結果を表 2-11 に示す。本研究開発では、高速道路上で、車線追加や出口変更等の道路変化が実際に生じた場所を 4 箇所選定し、変化点検出を試みた。その結果、2 箇所については、車両分布パターンから検出可能であり、2 箇所については検出不可という結論が得られた。

表 2-11 道路変化点検出の実施結果

#	エリア名	道路変化の内容	検証結果	結果に対する考察
1	堀切・小菅JCT	車線拡幅 (3車線⇒4車線)	分布パターンからは検出不可 履歴データの前処理改良等の検討が必要	- 上下二階層構造の高速道路であり、測位環境としては厳しい環境になっている。 - 高速道路下を一般道が並走しており、履歴データの分離が困難。
2	板橋・熊野JCT	車線拡幅 (3車線⇒4車線)	分布パターンからは検出不可 履歴データの前処理改良等の検討が必要	- 上下二階層構造の高速道路であり、測位環境としては厳しい環境になっている。 - 高速道路下を一般道が並走していること、交差する一般道が多く、履歴データの分離が困難。
3	臨海副都心出口	出口移動	車両分布パターンから検出可能 より多くの事例を元にした閾値判定処理の検討が課題	高速道路が一般道と完全に分離していること、周囲の見通しがよい場所であり、測位環境としては比較的好条件である。
4	花園IC	車線拡幅 (2車線⇒3車線)	車両分布パターンから検出可能 より多くの事例を元にした閾値判定処理の検討が課題	- 郊外の高速道路であり、一般道と完全に分離していること、周囲の見通しがよい場所であることから測位環境としては比較的好条件である。 - 周囲の一般道の数、交通量が限られることから履歴データの分離が容易。

変化点検出の成否には、履歴データに含まれる車両位置の測位の状況、すなわち道路周囲の構造物の有無や、複数階層等の道路自体の構造が大きく影響している可能性が高いということがわかった。また、本研究開発でターゲットとした高速道路における道路変化点検出のためには、履歴データ自体が高速道路を走行した車両のものか、周囲の一般道を走行した車両のものを分離する必要がある。本研究開発では、履歴データの位置と車両の進行方向を参考としてこれらの分離を行ったが、これだけでは高速道路と一般道が上下や隣接で並走する場所や、並走に近い形で交差する場所等でうまく分離することができない。結果として周囲の一般道の状況も、検出成否に影響を与える結果となった。

これらの結果を踏まえ、本研究開発で取り組んだ履歴データを用いた道路変化点の検出は、測位環境が良好で一般道の混在が少ないエリアでは、道路変化を把握することができる可能性があるという結論を得ることができた。その上で、将来の実用化に向けては以下のような課題が残っている。

- 検出率の向上に有用な履歴データ項目の検討
- 本手法による検出可能性が高い領域の特定手法の検討
- 多くの事例検証による閾値設定の自動化と誤検出の事例蓄積、解決方法の検討
- 運用面の課題の洗い出し

本研究開発では、4箇所という限られた範囲のデータを取り扱ったが、これらの実用化に向けた課題の解決に向けては、より広域でかつ環境的なバリエーションが豊富なデータを用いた検討を進めていく必要がある。

3. ドライブレコーダを活用した道路変化点抽出技術

ドライブレコーダ等から得られるカメラ画像データとその位置情報等から道路変化点を検出する技術を検討した。

3.1 活用する画像情報の選定

現状、ドライブレコーダを活用した技術は研究開発段階である。

そこで、道路変化の多い区間にてカメラ画像データを収集し（3.1.1 項）、収集したカメラ画像データをもとに各企業が保有する技術を実装し、高精度 3 次元地図を構成する地物や属性の特定の可否等、地図更新のためのプローブデータの要件を検討した（3.1.2 項）。

3.1.1 データ取得

(1) 取得方法

過去に SIP にて整備した高精度 3 次元地図のうち、道路の変化が多い区間（72.6km）を選定し（表 3-1、図 3-1～図 3-3）、選定した区間を対象に実際に実道路を走行してカメラ画像データを取得した。

表 3-1 検証区間

No	路線名	出入口 1	出入口 2	往復	距離
1	東名高速道路	富士 IC	清水いはら IC	往復	56.8km
2	首都高速中央環状線	滝野川ランプ	東池袋ランプ	片方向	4.0km
3	首都高速中央環状線	四ツ木ランプ	千住新橋ランプ	片方向	3.9km
4	首都高湾岸線	大井ランプ	新木場ランプ	片方向	7.9km



図 3-1 評価対象区間 その 1

出所) 国土交通省 国土地理院、地理院地図 (電子国土 Web)、2019 年 3 月 13 日取得

<https://maps.gsi.go.jp/#5/36.104611/140.084556/&base=pale&ls=pale&disp=1&lcd=pale&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1&d=v1>

※淡色地図をもとに DMP 作成



図 3-2 評価対象区間 その 2

出所) 国土交通省 国土地理院、地理院地図 (電子国土 Web)、2019 年 3 月 13 日取得

<https://maps.gsi.go.jp/#5/36.104611/140.084556/&base=pale&ls=pale&disp=1&lcd=pale&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1&d=v1>

※淡色地図をもとに DMP 作成

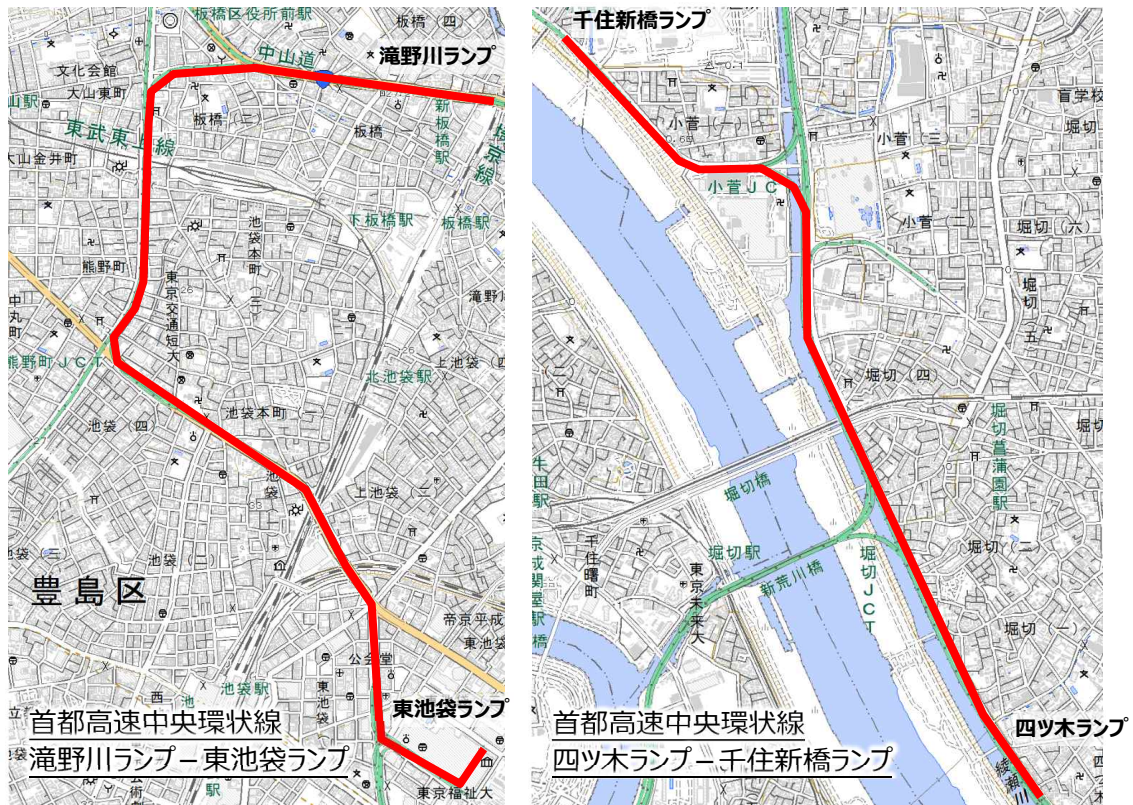


図 3-3 評価対象区間 その 3

出所) 国土交通省 国土地理院、地理院地図 (電子国土 Web)、2019 年 3 月 13 日取得

<https://maps.gsi.go.jp/#5/36.104611/140.084556/&base=pale&ls=pale&disp=1&lcd=pale&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1&d=v1>

※淡色地図をもとに DMP 作成

(2) 取得結果

(1)で選定した区間を対象にカメラ画像データを取得するにあたって、活用したドライブレコーダの仕様及び、撮影条件、取得したカメラ画像データを 1)～3)に示す。

1) ドライブレコーダ A

表 3-2 のドライブレコーダを活用し、表 3-3 の撮影条件で、カメラ画像データを収集した（図 3-4）。

表 3-2 ドライブレコーダの仕様

項目	内容	
型番	MFC431	SVC215
fps	33	30
解像度	1.3M ピクセル	1.2M ピクセル
FOV	52°	65°
写真		

表 3-3 撮影条件

No	路線名	天候	取得回数
1	東名高速道路	—	4 月：各 4 回（上り左車線、下り左車線、上り右車線、下り右車線） 9 月：6 回（上り左車線）、7 回（下り左車線）、7 回（上り右車線）、4 回（下り右車線）
2	首都高速 中央環状線	—	4 月：各 6 回（上り左車線、上り右車線） 9 月：各 6 回（上り左車線、上り右車線）
3	首都高速 中央環状線	—	—
4	首都高湾岸線	—	—



左図：座標[35.10680648, 138.56853612]、記録日時 2019 年 4 月 8 日 16 時 10 分 58 秒 上り線
 中央図：座標[35.10587225, 138.56666925]、記録日時 2019 年 4 月 9 日 12 時 59 分 03 秒 上り線
 右図：座標[35.14761406, 138.61451035]、記録日時 2019 年 9 月 4 日 15 時 48 分 53 秒 下り線

図 3-4 取得したカメラ画像データ（一部抜粋）

2) ドライブレコーダ B

表 3-4 の ADAS カメラを活用し、表 3-5 の撮影条件で、カメラ画像データを収集した(図 3-5)。

表 3-4 ADAS カメラの仕様

項目	内容
型番	— (単眼カメラ)
fps	—
解像度	—
FOV	100°
写真	

表 3-5 撮影条件

No	路線名	天候	取得回数
1	東名高速道路	—	—
2	首都高速中央環状線	—	5 月：各車線 10 回、計 20 回 (早朝・日中に実施)
3	首都高速中央環状線	—	—
4	首都高湾岸線	—	—

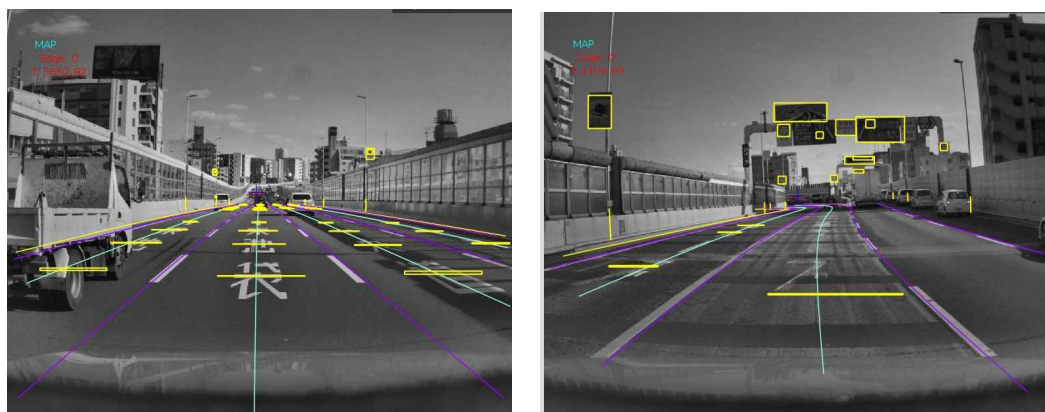


図 3-5 取得したカメラ画像データ (一部抜粋)

3) ドライブレコーダ C

表 3-6 のドライブレコーダを活用し、表 3-7 の撮影条件で、カメラ画像データを収集した（図 3-6）。

表 3-6 ドライブレコーダの仕様

項目	内容
型番	TMX-DM02A
fps	27.5
解像度	VGA*1, HD, FullHD
FOV	—
写真	

*1：今後の実装としてサーバーへのアップロードを加味し今回は VGA にて検証した

表 3-7 撮影条件

No	路線名	天候	取得回数
1	東名高速道路	晴れ	3 月：1 回（12:25～12:45（往路）、12:52～13:12（復路）） 7 月：1 回（12:14～12:44（往路）、12:58～13:23（復路））
2	首都高速 中央環状線	晴れ	3 月：1 回（11:46～11:51） 7 月：1 回（12:54～12:59）
3	首都高速 中央環状線	晴れ	3 月：1 回（12:46～12:51） 7 月：1 回（12:14～12:19）
4	首都高湾岸線	晴れ	3 月：1 回（13:26～13:31） 7 月：1 回（11:25～11:35）



図 3-6 取得したカメラ画像データ（一部抜粋）

3.1.2 フィジビリティスタディの実施

(1) 検証方法

3.1.1 項で取得したカメラ画像データと、A～C 事業者が保有する技術を用いて、高精度 3 次元地図を構成する地物ごとに（1.1 節参照）、取得可能な地物情報や変化の情報としての取得の有無等を調査した。

取得の有無を調査するにあたって活用した技術の概要は以下（図 3-7）に、各社の技術概要は 1)、2)及び 3)に、それぞれの技術をまとめたものを 4)に示す。

- ① 車内カメラ（車両前方を撮影したカメラ）を介し、地物（道路標示、道路標識）の検出、地物を特定。
- ② 車両の位置情報をもとに検出した地物の位置情報を特定。
- ③ 高精度 3 次元地図（または過去の②の情報）と比較し、各地物の変化の有無を確認し、変化があった部分を検出。



図 3-7 処理イメージ及びカメラ画像データの収集、地物を検出する様子

1) 道路変化点検出技術 A

3.1.1 項で収集したカメラ画像データを用いて検出した地物と、DMP が保有する高精度 3 次元地図を比較して解析する地物変化検出システム（図 3-8）を活用して、道路変化点を検出した。

検出フローや処理イメージを表 3-8、図 3-9 に示す。

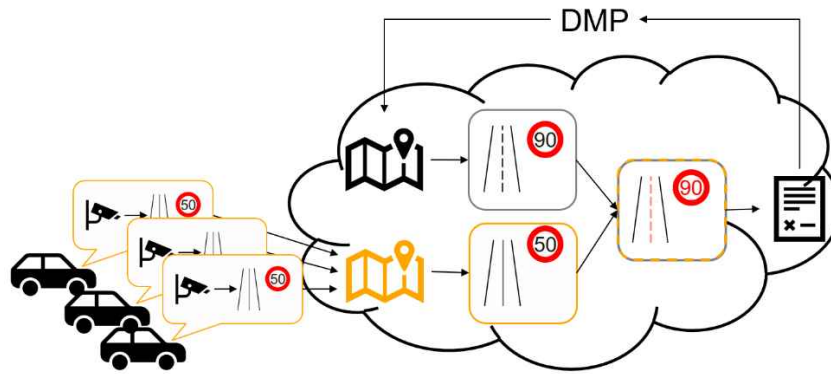


図 3-8 道路変化点検出技術のイメージ

表 3-8 道路変化点検出フロー

項目	実施内容
①収集・地物検出 (データの収集)	対象区間を走行し、ドライブレコーダで収集したカメラ画像データ等をもとに車両側で、地物（区画線、道路標示、道路標識）の検出や車の位置情報を収集。 検出した結果を SENSORIS フォーマットや独自フォーマットで地物情報（区画線、道路標示、道路標識）や車の位置情報等を整理し、サーバーに送信。
②比較用データの生成 (高精度地図の生成)	車両側から送られてきたデータをもとに、サーバー側で地物の変化を検出する技術や、高精度地図生成技術、自車位置推定技術等を活用して、地物ごとに統合解析処理し、比較用のデータをモデル化。
③変化検出 (変化検出)	地物の差分を評価する技術を活用して、②でモデル化したデータと、DMP が保有する高精度 3 次元地図を比較し、設定した閾値内に地物が「追加した」か「属性の変更があった」か「取り除かれた」かを差分検出し、変化箇所を特定、検出。
④変化内容報告 (レポートの生成)	検出した結果をもとに、変化地物名、変化内容、緯度、経度等が記載されたアウトプットを自動的に作成。

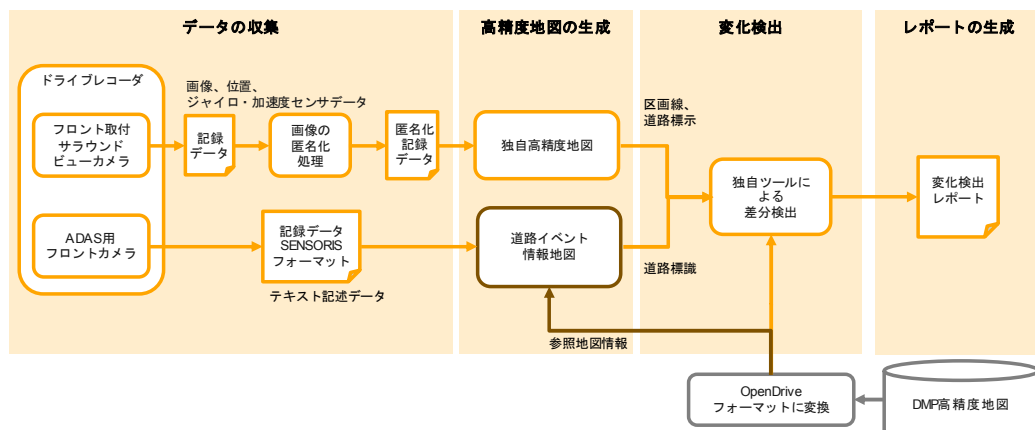


図 3-9 道路変化点検出処理イメージ

2) 道路変化点検出技術 B

3.1.1 項で収集したカメラ画像データを用いて、地物を特定し、過去に収集・整備した結果と今回新たに収集した地物を反映した結果を比較することで、道路変化の特定ができ、自動的かつリアルタイムに変化点を知らせることができるマッピング技術（図 3-10）を活用して、道路変化点を検出した。

検出フローや処理イメージを表 3-9、図 3-11 に示す。



図 3-10 道路変化点検出技術のイメージ

表 3-9 道路変化点検出フロー

項目	実施内容
① 収集・地物検出	対象区間を走行し、ADAS カメラで収集したカメラ画像データ等をもとに車両側で、変化があったと思われる地物（区画線、路肩縁、道路標示、道路標識、信号機等）の検出や車の位置情報を収集し、特徴点を抽出。 検出した結果を独自フォーマットで地物情報（区画線、路肩縁、道路標示、道路標識、信号機等）や、車の位置情報等を整理し、サーバーに送信。
② 道路変化点の有無を比較するデータの生成	車両側から送られてきた複数のデータを自動的に統合解析処理し、道路変化点の有無を比較するデータをモデル化。
③ 変化検出	②で新規にモデル化したデータと過去にモデル化したデータ（①で収集した結果が含まれないデータ）を比較し、ローカリゼーション可否をもとに「変化があった」あるいは、「変化した可能性が高い」エリアを自動で特定・検出。 特定した結果をもとに、目視で変化した地物や変化内容を確認・検出。
④ 変化内容報告	③で検出された内容をもとに、変化地物名、変化内容、緯度、経度等が記載された報告レポートを手動で作成。

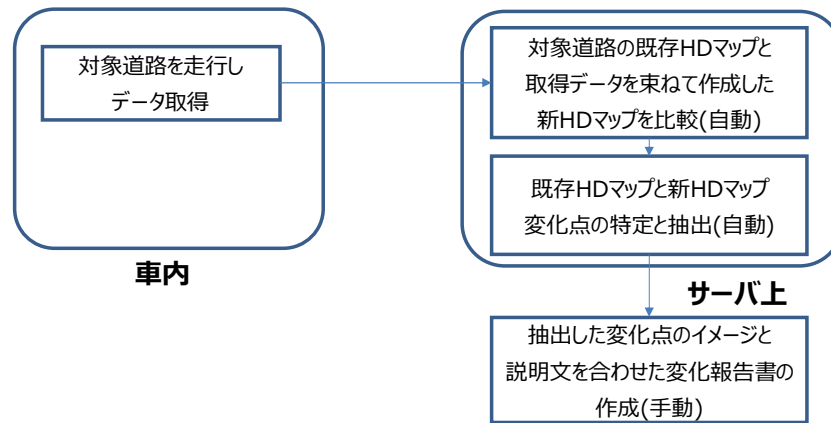


図 3-11 道路変化点検出処理イメージ

3) 道路変化点検出技術 C

サンプルで取得したカメラ画像データと、インターネット上から様々な角度やシチュエーションで撮影された画像を 1 地物あたり 100 枚程度用意し、これを活用して作成した地物特定のための教師データを用いて、3.1.1 項で収集したカメラ画像データから地物を特定し、特定した結果と DMP が保有する高精度 3 次元地図を比較して、道路変化点を検出した。検出フローや処理イメージを表 3-10、図 3-12 に示す。

表 3-10 道路変化点検出フロー

項目	実施内容
①収集	対象区間を走行し、ドライブレコーダでカメラ画像データ（位置情報及び映像情報含む）を収集。
②地物検出	カメラ画像データとサンプルデータや公開資料等から事前に作成した教師データを活用して、機械学習による区画線（白破線）、道路標示（矢印・導流帯）、道路標識（速度標識）の地物を検出。
③変化検出	②で検出した地物の位置情報から特定の範囲（仮に 20m と設定）内に DMP が保有する高精度 3 次元地図の地物が存在しない場合を「追加」、高精度 3 次元地図の地物の位置情報から特定範囲内に②で検出した地物が存在しない場合を「削除」と判定。
④変化検出結果検証	地物が「追加」、または「削除」と判定された結果を対象に、手動で該当する箇所のカメラ画像データと、DMP が保有する高精度 3 次元地図に表示されている地物（データベース及び、カメラ画像データ等）を比較し、確からしさを確認。
⑤変化内容報告	地物が「追加」、または「削除」と判定された結果を対象に、撮影日時、変化地物名、変化内容、緯度、経度等が記載されたアウトプットを作成。

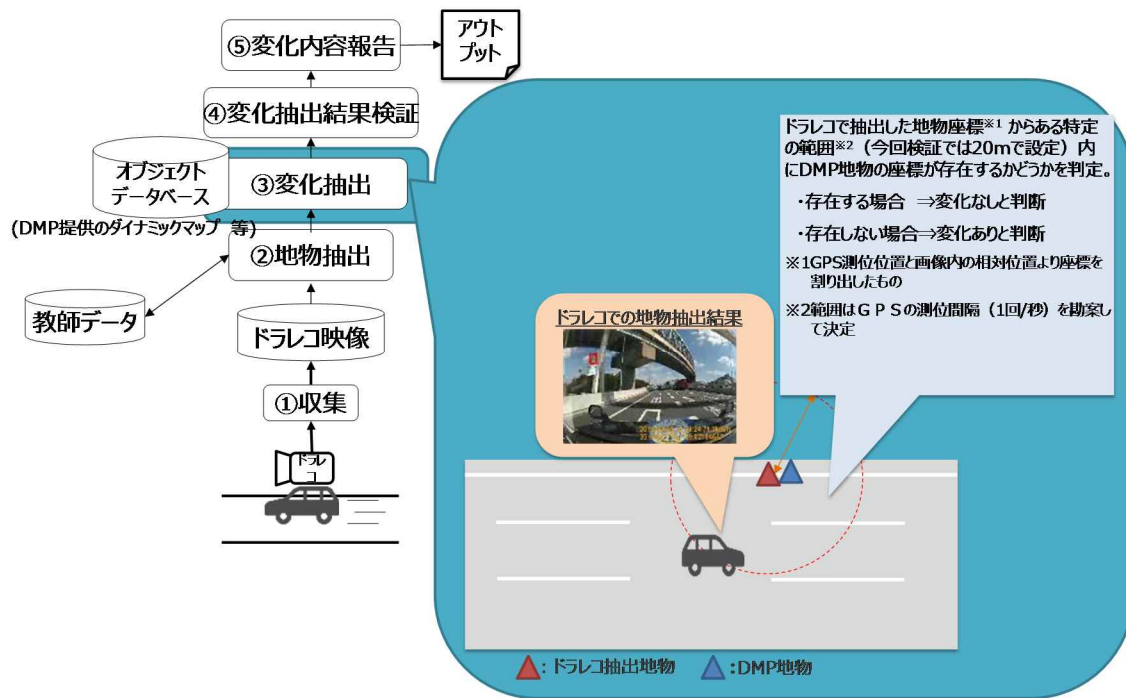


図 3-12 道路変化点検出処理イメージ

4) 各社道路変化点検出技術まとめ

各社の変化点検出技術の特徴を整理した結果を図 3-13 に示す。

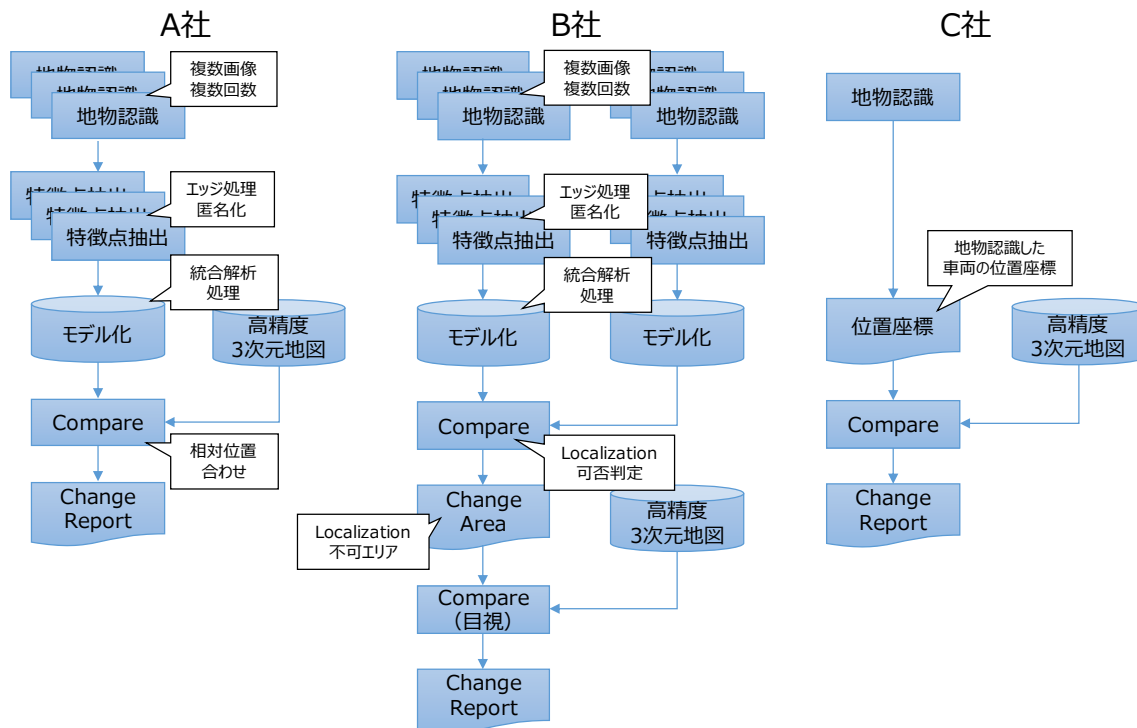


図 3-13 道路変化点検出技術のまとめ

A 社と B 社の大きな違いは、高精度 3 次元地図と直接的に比較ができるか否かである。A 社は現況をモデル化したデータと高精度 3 次元地図を直接比較することができるが、B 社は過去にモデル化されたものと現況をモデル化したものを比較した結果をもとに、高精度 3 次元地図との比較を行う。また、A 社は地物同士での比較を実施しているが、B 社はローカリゼーションできるか否かという観点で比較をしているところも大きな相違点である。

C 社は A 社や B 社と比べて、シンプルなフローとなっている。A 社や B 社が複数の画像から統合解析処理をしてモデル化するが、C 社は地物認識した単一の画像から、地物の位置情報を判別するところが大きな特徴である。

(2) 検証結果

(1)の技術を実装して収集した各社の道路変化点情報をもとに、取得可能な地物情報や変化情報として取得可能な地物の有無を表 3-11 のとおり、企業ごとに整理した。

表 3-11 変化情報として取得可能な地物

地物	変化	A 社	B 社	C 社
区画線	追加・削除	●	▲	▲
	形状変更	●	▲	
	線種変更	●	▲	●
	設置物変更	●	△	
路肩縁	形状変更	○	△	
	設置物変更	○	△	
道路標示	追加・削除	●	▲	●
	形状（文字）変更	●	△	
道路標識	追加削除	●	▲	●
	形状（文字）変更	○	△	
信号機	追加	○	△	
	削除	○	△	

凡例

○：取得可能な地物、△：条件付きで取得可能な地物

●：取得可能な地物（フィジビリティスタディで確認ができた地物）

▲：条件付きで取得可能な地物（フィジビリティスタディで確認ができた地物）

区画線、道路標示及び道路標識については、変化情報を取得することがわかった。信号機については、本実証区間内に信号機が存在しないため、フィジビリティスタディで確認できなかった。路肩縁は、その形状が様々で技術的な難易度が高いため、本実証期間内で実装することができず、フィジビリティスタディで確認できていない。

なお、B 社が全て△（または▲）となったのは、(1)の 2)に示したとおり、システム側で変化した区間の特定まではできるものの、変化した地物の特定ができていないため、全て△（または▲）とした。

また、C 社の区画線が▲となったのは、(1)の 3)に示したとおり、地物の有無のみで「追加」「削除」を判定しており、すでに白破線が 1 本以上ある状況（高精度 3 次元地図上に「存在する」）に白破線が追加された（地物検出した結果「存在する」）場合は、変化として検出できないからである（逆もまた同様）。

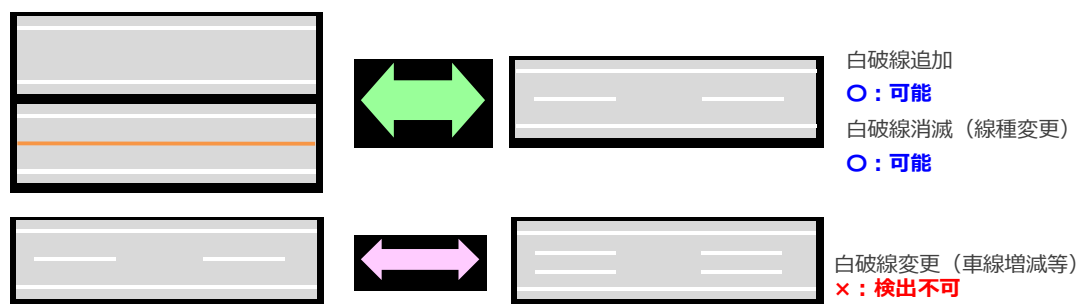


図 3-14 C 社区画線の変化点検出の制限事項

3.2 画像データ等を用いた道路変化点抽出技術の確立

3.1 節で実装して収集した各社の道路変化点情報と DMP が保有する正解データを比較し、各社が保有する技術の特徴を整理した。整理方法や整理結果を以下に示す。

3.2.1 整理方法

3.1 節で収集した道路変化点情報は、各社の技術を実装して収集した結果であり、実道路と異なる可能性がある。

そこで 3.2.2 項では、3.1 節で実装して得た道路変化点情報と、DMP が保有する正解データを表 3-12 のとおりに比較し、地物の検出漏れや過度に検出されていないか、各技術の特徴を整理した。比較するにあたっては、3.1 節で実装して得た道路変化点情報を予め、表 3-13 に示す書式にてとりまとめ、道路変化点情報の確からしさを評価した。

表 3-12 道路変化点情報と DMP 正解データの比較

項番	2019画像	イニシャル画像	検出結果	判定	撮影日時	変化地物名	変化内容	変位	始点緯度	始点経度	始点標	終点緯	終点標	終点標	変化前画	変化後画像	備考
25				現地変化なし	2019/03/12 12:42:09	RegulationRoad Sign	追加	NU L L	35.08890406	138.54952492	N U L L	N U L L	N U L L	N U L L	NU LL	11267_167636_sign_speed_1.jpg	N U L L
26				現地変化なし	2019/03/12 12:42:25	RegulationRoad Sign	削除	NU L L	35.08604136	138.54861186	N U L L	N U L L	N U L L	N U L L	NU LL	11373_168076_sign_speed_2.jpg	N U L L
27				現地変化なし	2019/03/12 12:44:25	RegulationRoad Sign	削除	NU L L	35.06864971	138.53478901	N U L L	N U L L	N U L L	N U L L	NU LL	11364_171376_sign_speed_2.jpg	N U L L
28				誤検出	2019/03/12 12:44:42	RegulationRoad Sign	追加	NU L L	35.06773054	138.53114549	N U L L	N U L L	N U L L	N U L L	NU LL	11268_171868_sign_speed_1.jpg	N U L L
29				誤検出	2019/03/12 12:46:15	RegulationRoad Sign	追加	NU L L	35.05882236	138.52020797	N U L L	N U L L	N U L L	N U L L	NU LL	11269_174423_sign_speed_1.jpg	N U L L
30				現地変化なし	2019/03/12 12:46:20	RegulationRoad Sign	追加	NU L L	35.05429903	138.51633783	N U L L	N U L L	N U L L	N U L L	NU LL	11270_174565_sign_speed_1.jpg	N U L L

表 3-13 道路変化点検出結果の評価フォーマット 例

Feature	Change type	Start latitude	Start longitude	End latitude	End longitude
規制標識（最高速度のみ）	added	139.7083	35.74434		
規制標識（最高速度のみ）	added	139.7071	35.74158		
規制標識（最高速度のみ）	added	139.7073	35.74084		
規制標識（最高速度のみ）	added	139.7082	35.74632		
規制標識（最高速度のみ）	added	139.7083	35.74566		
規制標識（最高速度のみ）	removed	139.7083	35.7441		
区画線	added	139.7182	35.74896	139.7181	35.74899
区画線	added	139.7182	35.74901	139.7181	35.74902
区画線	added	139.7182	35.74905	139.7181	35.74907
区画線	added	139.7178	35.74902	139.7178	35.74902

3.2.2 整理結果

各社が道路変化情報を取りまとめた表 3-13 と、DMP が保有する正解データとを突合し、実道路での変化の有無を各社の技術で正しく検出できたか評価した結果（一部抜粋）を表 3-14 に示す。

「現地：変化あり」かつ「検出結果：変化あり」を **True Positive**、「現地：変化なし」かつ「検出結果：変化あり」を **False Positive**、「現地：変化あり」かつ「検出結果：変化なし」を **False Negative** とし、**True Positive** は変化があることを正しく検出できた、**False Positive** は誤って変化を検出した（過検出）、**False Negative** は検出漏れしたことを示す。

また今回、道路変化点を検出するにあたっては、各社一律同じ路線を同じように走行して取得しているわけではないため、「現地：変化あり」の数は各社で異なる値を示す。

表 3-14 検出結果の評価結果（件数）

対象地物	変化内容	A 社			B 社			C 社		
		True Positive	False Positive	False Negative	True Positive	False Positive	False Negative	True Positive	False Positive	False Negative
		現地：変化あり 検出結果：変化あり	現地：変化なし 検出結果：変化あり	現地：変化あり 検出結果：変化なし	現地：変化あり 検出結果：変化あり	現地：変化なし 検出結果：変化あり	現地：変化あり 検出結果：変化なし	現地：変化あり 検出結果：変化あり	現地：変化なし 検出結果：変化あり	現地：変化あり 検出結果：変化なし
区画線	追加	1	5	0	0	0	1	0	20	1
	削除	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	変更	2	73	3	1	0	4	－	－	－
道路標識 (制限速度)	追加	4	1	2	0	0	3	0	53	1
	削除	1	2	0	0	0	5	3	60	1
	変更	0	0	0	1	0	7	－	－	－
道路標示 (指示標示)	追加	61	3	3	1	0	5	18	53	9
	削除	8	12	2	0	0	1	14	64	3
	変更	0	0	0	1	0	1	－	－	－

表 3-14 の結果を用い、以下の計算式から適合率、再現率を算出した結果を、表 3-15 に示す。

適合率 (Precision) とは、変化ありと検出したデータのうち、実際に変化があったものの割合であり、以下の数式で表される。

$$\text{Precision} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Positive}}$$

再現率 (Recall) とは、実際に変化があったもののうち、変化ありと検出したものの割合であり、以下の数式で表される。

$$\text{Recall} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Negative}}$$

この 2 つの評価指標の関係は、トレードオフの関係にあり、再現率を高くしようとすると適合率が低くなり、適合率を高くしようとすると再現率が低くなる。高精度 3 次元地図の更新においては、変化点を見逃すと高精度 3 次元地図の品質に大きな影響を及ぼす可能性があるため、再現率を重視することとした。

表 3-15 検出結果の評価結果 (適合率・再現率)

対象地物	変化内容	A 社		B 社		C 社	
		適合率	再現率	適合率	再現率	適合率	再現率
区画線	追加	17%	100%	Divided by Zero	0%	0%	0%
	削除	0%	Divided by Zero	Divided by Zero	Divided by Zero	Divided by Zero	Divided by Zero
	変更	3%	40%	100%	20%	-	-
道路標識 (制限速度)	追加	80%	67%	Divided by Zero	0%	0%	0%
	削除	33%	100%	Divided by Zero	0%	5%	75%
	変更	Divided by Zero	Divided by Zero	100%	13%	-	-
道路標示 (指示標示)	追加	95%	95%	100%	17%	25%	67%
	削除	40%	80%	Divided by Zero	0%	18%	82%
	変更	Divided by Zero	Divided by Zero	100%	50%	-	-

(1) 区画線の整理結果

表 3-15 の結果を用いて、区画線の再現率・適合率をグラフで表したものを、図 3-15 に示す。

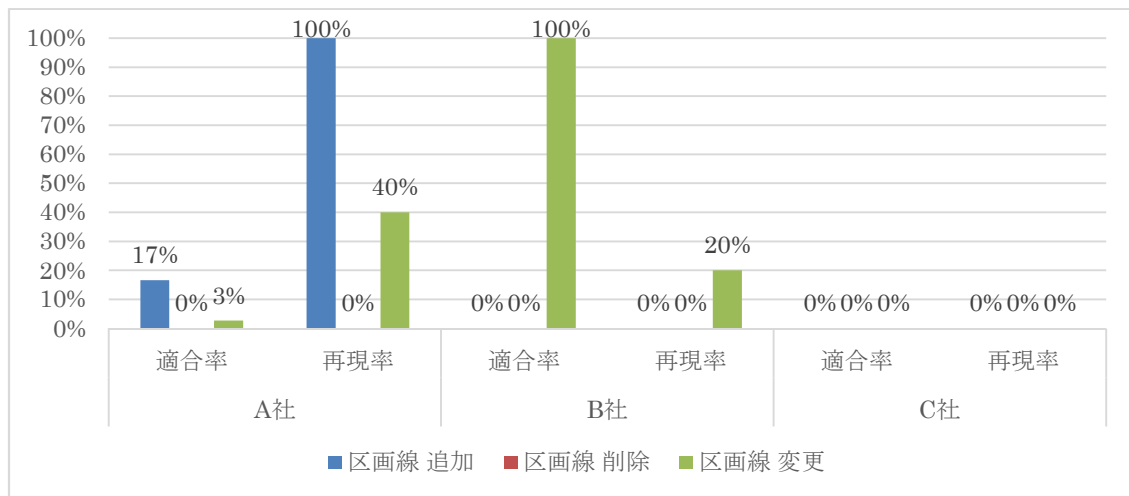


図 3-15 区画線の再現率・適合率

A 社の再現率が高いものの、適合率は非常に低い結果となった。表 3-14 より、区画線の変更での False Positive が 73 件存在しており、多くの誤検出が含まれていた。これの主な要因は以下 2 点であり、システム改修及び閾値チューニングによる改善が必要となる。

- 減速標示がシステムに対応していないため



図 3-16 誤検出が含まれる要因イメージ その 1

- 破線が実線またはその逆に変化する地点において生じる位置誤差のため



図 3-17 誤検出が含まれる要因イメージ その2

B社は図 3-10 に示したとおり、新旧の高精度 3 次元地図を比較しているわけではなく、ローカリゼーションができていないかどうかで、道路に変化があったかを判断しており、地物単位の変化の検出は、目視で確認している。よって適合率は高いが、目視であるがゆえに見落としが多く、再現率が低い結果となった。

C社は適合率・再現率ともに低い結果となった。図 3-18 より、区画線の変更での False Positive が 20 件存在しており、多くの誤検出が含まれている。これは図 3-12 に示すとおり、C社の変化検出のロジックによるところが大きい。C社はカメラ画像データで認識した座標から特定の範囲と高精度 3 次元地図の地物を比較するため、GNSS の位置精度に大きく依存する。対策としては、A社のように画像から特徴点を抽出したのちに、その結果からモデル化を行い、比較元の高精度 3 次元地図との相対位置合わせを行った上での比較（図 3-18）が必要であると考えられる。

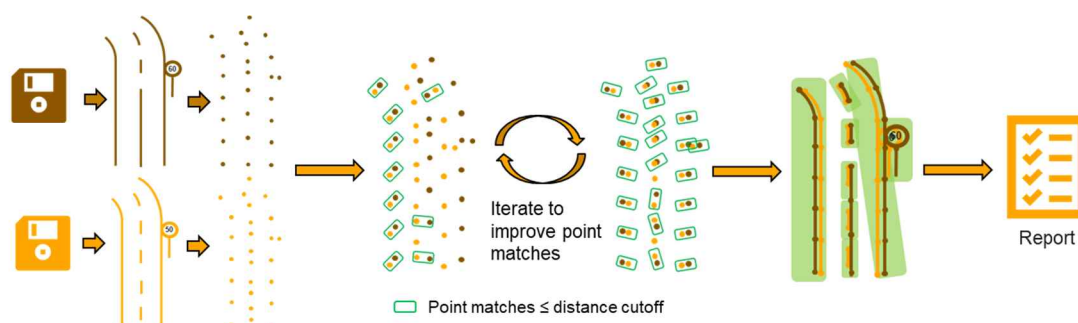


図 3-18 モデル化及び相対位置合わせを用いた変化検出手法イメージ

区画線の変化点検出は、全体的に適合率・再現率が低く、技術的難易度が高いことがわかった。

これは、道路標識や道路標示等の地点で表される地物ではなく、区画線は線形として表現される地物であるためだと考えられる。変化点を検出するために、画像の特徴点群からモデル化を行う（C社を除く）が、線形の地物である区画線は、GNSSの位置座標や撮影環境等により、そのモデル化が道路標識や道路標示等に比べて困難なためであると考えられる。またこれは、線形地物である路肩縁にも同様のことが言える。

(2) 道路標識の整理結果

表 3-15 の結果を用いて、道路標識の再現率・適合率をグラフで表したものを図 3-19 に示す。

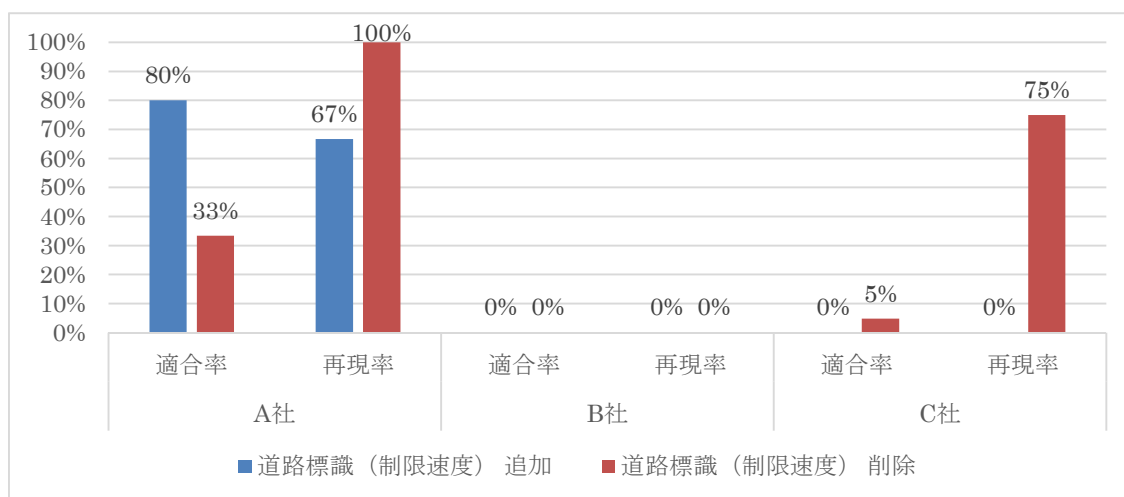


図 3-19 道路標識（制限速度）の適合率・再現率

A社は、再現率・適合率ともに比較的高いが、追加の再現率がやや低い結果となった。表 3-14 より、道路標識の追加での False Negative が 2 件存在している。これはカメラ画像データから地物を検出することはできていたが、モデル化の時点で他の道路標識と統合化処理（図 3-20）が行われていたためであることがわかった。そのため、走行回数を増やし、真位置に近いデータを統計的に処理する等の改善が必要となる。



図 3-20 道路標識の統合処理の視覚イメージ

B 社は(1)と同様、目視で変化を確認しているために適合率が高いが、目視であるがゆえに見落としが多く、再現率が低い結果となった。

C 社は適合率・再現率ともに低い結果となった。表 3-14 に示したとおり、False Positive が追加 53 件、削除 60 件と存在しており、多くの誤検出が含まれていた。これは区画線と同様、GNSS の位置精度に大きく依存するためであると考えられる。

(3) 道路標示の整理結果

表 3-15 の結果を用いて、道路標示の再現率・適合率をグラフで表したものを図 3-21 に示す。

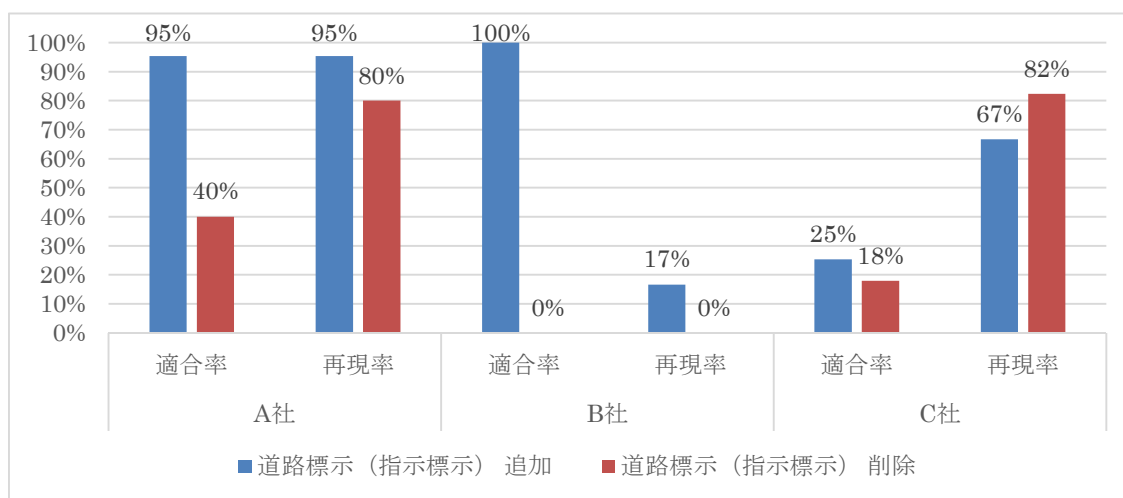


図 3-21 道路標示（指示標示）の適合率・再現率

A 社は再現率・適合率ともに比較的高いが、削除の適合率はやや低い結果となった。表 3-14 より、道路標示の削除での **False Positive** が 12 件存在している。これは現行システムが直線の矢印のみ検出可能であるがために、直線ではない矢印（図 3-22）が検出できず、誤って削除が報告されたためである。そのため、システム改修による改善が必要と考える。



図 3-22 直線ではない矢印の事例

B 社は(1)と同様、目視で変化を確認しているために適合率が高いが、目視であるがゆえに見落としが多く、再現率が低い結果となっている。

C 社の再現率はやや高いが、適合率は低い結果となった。表 3-14 に示したとおり、再現率については **False Negative** の追加で 9 件、適合率については **False Positive** の追加で 53 件、削除で 64 件と存在しており、多くの誤検出が含まれていた。再現率については、学習対象が不足していたために矢印の検出ができなかったこともあり、より多くのパターンを学習させることにより改善可能性があると考えられる。適合率については、これは区画線と同様、GNSS の位置精度に大きく依存するためであると考えられる。

3.2.3 画像データ等を用いた道路変化点検出技術

ここまで整理した結果から、各社の技術的な特徴により、適合率や再現率が低下したケースがあることがわかった。

- A 社の技術（カメラ画像データから地物を認識し、特徴点群を抽出、統合解析処理（モデル化）し、DMP の高精度 3 次元地図と比較）は、B 社や C 社と比較して、再現率・適合率が高い。
- B 社の技術は、地物単位で変化点を検出することができないため、再現率が低い。
- GNSS の位置精度に大きく依存した仕組み（C 社）は、撮影環境の影響により誤検出になる可能性が高い。
- システム側の理由（学習不足、検出対象外）により、対象地物が認識できていないケースがある。
- 複数の地物が混在する地点は、モデル化する際、各地物単位に検出できないケースがある。

これまでの検討結果を踏まえ、道路変化点検出技術の要件を以下のとおり整理した。

- 画像から地物を認識できること。
- モデル化のために画像から地物の特徴点を抽出できること。
- 地物の特徴点からモデル化ができること。
- モデル化したデータと高精度 3 次元地図を相対的な位置合わせができること。
- モデル化したデータと高精度 3 次元地図を地物単位で比較できること。

3.2.4 道路変化点検出に向けた画像データ等の収集スキーム

また、今回の 3 社の技術を運用するにあたり、実際にカメラ画像データ等を収集するスキームを検討した（図 3-23）。

1 つはドライブレコーダで取得したカメラ画像データ等を、エッジ側（車両）で特徴点を抽出し、サーバー側に送信・収集するスキームが想定される。この場合、データ通信負荷の低減や個人が特定されないよう匿名化処理をエッジ側で実施した上で、サーバーに蓄積されると予想される。

また、すでに普及しているドライブレコーダやスマートフォンを用いて画像そのものをサーバー側に収集・蓄積するスキームの 2 通りが考えられるが、この場合は物理的なストレージを用いてデータが収集されるが、匿名性を担保するために、特徴点を抽出した上で蓄積され则认为られる。

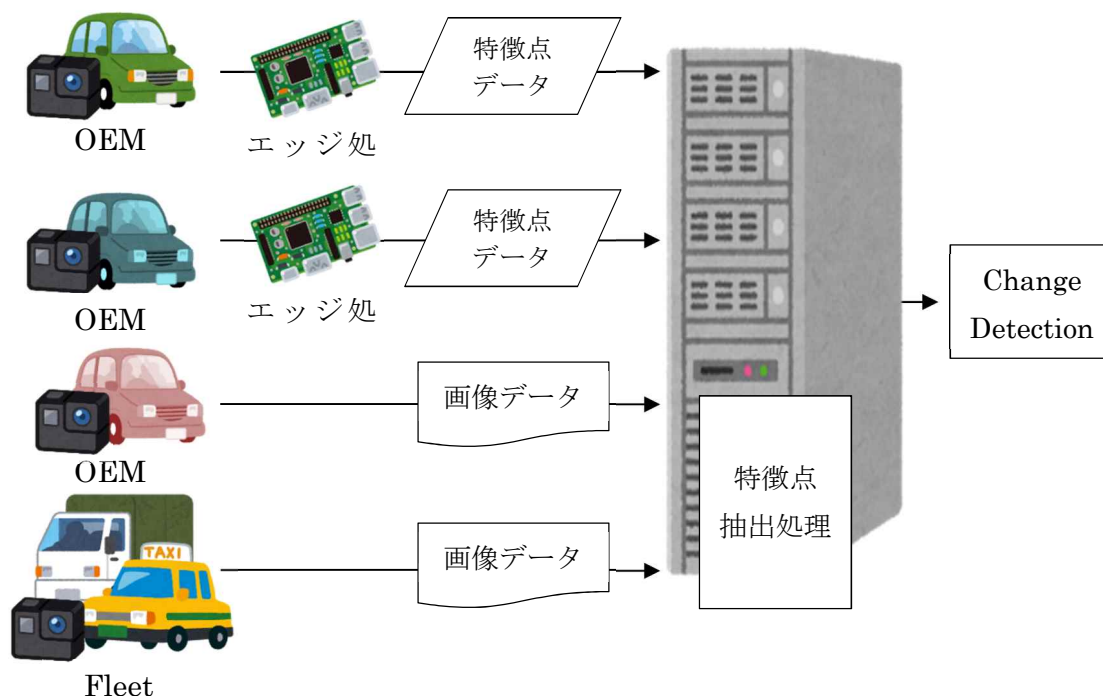


図 3-23 画像プローブ収集スキーム

今回検証した乗用車を対象にした現行のカメラ画像データを用いた技術では、エッジ側で処理する画像収集スキームを持ち、かつ高精度 3 次元地図の変化点検出を適切に行うことができるシステムはなく、その運用スキームの構築が必要なことがわかった。

また、様々な収集スキームが考えられる中、網羅的かつ効率的に変化点を検出するためにはシステム化が不可欠であり、そのための「特徴点」及び「カメラ画像データ」の要件・スペックの定義及び共通化が大きな課題となる。

4. 今後の予定

2018 年 2 月からこれまで、OEM 各社にプローブデータを活用した地図更新の実証に関するご理解・賛同頂くため、本事業の有効性や技術的な課題への対応について、検討・調整を実施した。

実施した結果、以下のことを把握した。

- 道路構造の変更を伴わない地物の変化を検出するにあたって、履歴データとカメラ画像データそれぞれの特徴から、役割は以下のとおり分離される。
 - 履歴データ : 車線数の増減等
 - カメラ画像データ : 道路標識や道路表示の変化等
- 履歴データ
 - 車両プローブ情報を用いた検討において、車両プローブ情報の位置を中心とした解析でも、理想的な環境下では道路変化を把握することができる可能性がある。
 - 必要な車両プローブの仕様と解析の設定値の検討と並行して、よりバリエーションを増やして、継続して検討する必要がある。
 - ◇ 変化検出に必要なデータ仕様の最適値検討
 - ◇ 条件の異なる変化箇所での検討
- カメラ画像データ
 - 高精度 3 次元地図上にある道路構造の変更を伴わない地物の変化を検出するには、カメラ画像データが必要である。
 - カメラ画像データから変化点を検出するためには、カメラ画像データから地物を識別するだけでなく、特徴点の抽出やモデル化が必要である。
 - 今回検証した 3 つの技術では、車両側で処理する画像収集スキームを持ち、かつ高精度 3 次元地図の変化点検出を適切に行うことができるシステムはないことがわかった。

当初計画では 2020 年度より、「高精度 3 次元地図との紐付け処理及び更新箇所特定技術」及び「実証実験」の検討を実施するとしていたが、変化情報ごとに適した技術が異なるため、各技術を組み合わせて 1 つの変化を検出するのではなく、各変化に適した技術で検出を行なう必要があることがわかった。なお、乗用車を対象に実施した現行のカメラ画像データを用いた技術では、その技術の研究開発及び運用スキームの構築が必要なことが明らかとなった。

そのため、現状の技術動向等を加味し、表 4-1 に示すスケジュールで 2020 年度は以下を実施することとした。

- カメラ画像データ
 - 速やかな運用開始を前提とした場合、業務用車両（フリート）等に搭載するカメラ画像データを収集し、サーバー上で道路変化点検出を行うための検討を優先する。

- よって、フリート等で収集する変化点検出に適切な画像スペックの要件を調査研究する。
- その上で、エッジ側で抽出すべき特徴点の素案をまとめる。

● 履歴データ

- 引き続き、変化のバリエーションを増やして実証を進める。
- 変化検出に必要なデータ仕様の最適値の検討及び運用面における課題の洗い出しを行う。

表 4-1 次年度のスケジュール

実施内容		2020年										2021年	
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	
画像データ等を用いた道路変化点抽出技術の確立	机上検討	デバイス（GNSS,IMU含む）検討											
	画像収集				画像収集								
	特徴点抽出 変化点検出			機械学習			Change Detection						
	評価						Create True Change Report		評価				
	特徴点要件の 検討						机上検討						
	まとめ									まとめ			
履歴データによる地図変化点抽出技術の確立	データ仕様の 最適案策定	履歴データ仕様の改善案検討											
	机上検討			OEM調整&履歴データ入手									
	機能実装			変化点抽出処理の機能実装									
	評価						検証・解析実施		評価				
	まとめ									まとめ			
とりまとめ										上記技術の結果を踏まえた運用上課題等の検討			

「戦略的イノベーション創造プログラム（S I P）第2期／自動運転（システムとサービスの拡張）」

車両プローブ情報等による高精度3次元地図更新に関する研究開発
中間報告書

2020年3月

ダイナミックマップ基盤株式会社