



2020年度

「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」

成果報告書

2021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（NEDO）の委託業務として、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）／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2020年度成果を取りまとめたものです。

従って、本報告書の著作権は、NEDO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、NEDOの承認手続きが必要です。

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	5
1.1 高精度 3 次元地図（更新）の現状	6
1.1.1 高精度 3 次元地図を構成する地物	6
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	6
1.1.3 道路上で発生する変化と変化情報検出の現状	7
1.2 本研究開発で期待する効果	9
1.3 昨年度までの成果と今年度の実施内容	10
1.3.1 昨年度までの成果	10
1.3.2 今年度の実施内容	11
2. 画像を活用した道路変化点抽出技術	12
2.1 機器スペックの要件検討	12
2.1.1 机上検討	12
2.1.2 実証実験の実施	14
2.2 特徴点の要件検討	54
2.2.1 関連する規格・標準等の調査	55
2.2.2 特徴点の要件と標準化の方向性の検討	73
2.2.3 まとめ	98
3. 実運用に向けた検討（履歴データのとりまとめ）	100
3.1 仮説検証	100
3.1.1 仮説検証の内容	100
3.1.2 適用範囲の仮説設定	101
3.1.3 評価・考察	106
3.2 実用化に向けたスキーム整理と必要なシステム要素の抽出	120
3.2.1 全体処理フロー	120
3.2.2 システム構成案	122
3.2.3 履歴データ調達/地図提供スキーム案	123
3.2.4 想定運用フロー	125
3.3 実用化に向けた検討と今後の展望	127
3.3.1 仮説に対する適用性評価	127
3.3.2 今後の展望	128
4. まとめ	130
4.1 本研究のまとめ	130
4.1.1 画像を活用した道路変化点抽出技術	130
4.1.2 実運用に向けた検討（履歴データのとりまとめ）	131
4.2 今後の進め方	132
4.2.1 本研究開発で期待される効果の整理	132

4.2.2 今後必要となる取り組み.....	136
------------------------	-----

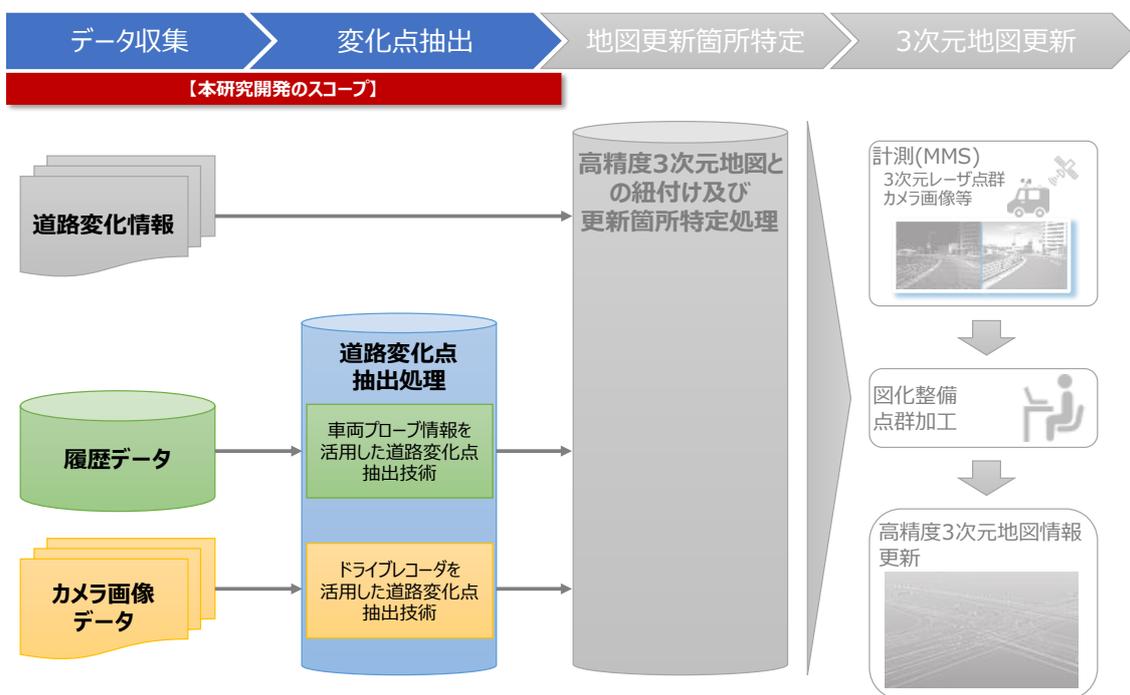
1. 高精度 3 次元地図（更新）の現状と本研究開発で期待する効果

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。しかし現状は、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。

なお、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（画像データ）と称す。



* 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	道路紙 減速帯 ←ゼブラゾーンの枠
多重区画線	
路肩縁	壁 縁石 ガードレール ガードケーブル ボックスビーム 側溝 ラバーボール クッションドラム バリケードブロック
道路標示	←ゼブラゾーン内
道路標識	赤信号 50 登坂車線 SLOWER TRAFFIC 本線 THRU TRAFFIC 横浜 町田 Yokohama Machida 4 出口 1km ETC 一般 ETC車
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（Mobile Mapping System）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

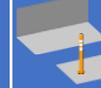
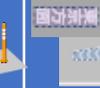
1.1.3 道路上で発生する変化と変化情報検出の現状

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							○		

1.3 昨年度までの成果と今年度の実施内容

車両プローブ情報等を活用した変化点抽出技術の検討について、昨年度までの成果、及び今年度の実施内容は以下のとおりである。

1.3.1 昨年度までの成果

2018～2019 年度における検討結果から、カメラ画像データおよび履歴データを活用した道路変化点抽出技術を実装するにあたって、以下が確認できた。

- カメラ画像データ
 - 将来実運用する際は図 1-4 の青点線枠のスキームが望ましいが、既存にある技術において適切に車両側で特徴点を抽出処理できる仕組みが現在ない。
 - 図 1-4 の赤枠は、既存にあるドライブレコーダ等から取得したデータをサーバ側で処理するスキームだが、その際、匿名性等を担保する必要がある。
 - 既存のドライブレコーダで取得したデータを活用して技術を実装した結果、GNSS の位置精度の影響により誤検出が発生。車両に搭載される機器のスペックによって結果が左右される可能性がある。
 - 多くの事業者あるいは車両から網羅的かつ効率的に道路変化点を抽出するためには、標準化動向等を考慮したシステム化が不可欠である。
- 履歴データ
 - 車線数の増減等の把握で活用可能性はあるが、速やかな運用開始を前提とした場合、現在の履歴データはデータの粒度等に課題がある。

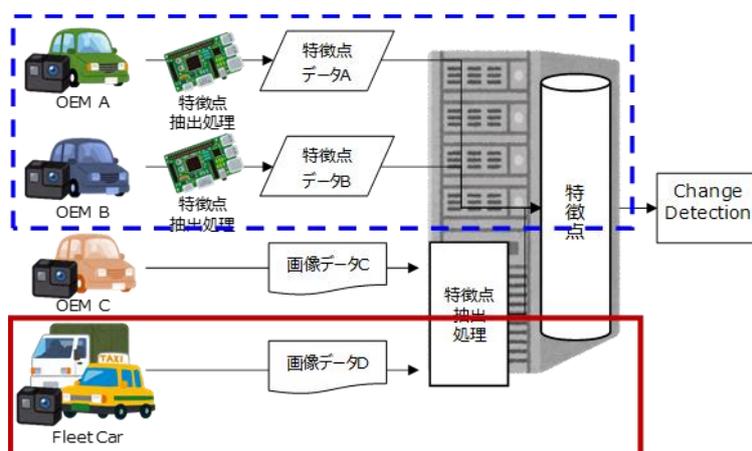


図 1-4 画像プローブ収集スキーム

1.3.2 今年度の実施内容

昨年度までの検討結果によって、速やかな運用開始を前提とした場合、図 1-4 の赤枠のスキームで、かつ、匿名性等の問題を配慮して特定の業務用車両から収集したカメラ画像データを活用して運用することが適切であることが分かった。ただし、1.3.1 項の下線部の課題については、品質低下を防ぐために必要な機器スペックの要件を十分に整理することができなかった。

そのため、今年度は、地図更新に求められるプローブデータの要件を基に、速やかな運用開始を前提とした道路変化点抽出技術のための機器の要件を調査し、調査した機材により変化点抽出の実証実験を行い、その結果を踏まえ、機器の要件をまとめることとした（2.1 節）。また、図 1-4 の青点線枠のスキームでの運用を目指し最新の標準化動向等を調査したうえで、特徴点（道路変化点抽出のために収集する情報）の課題を整理し、特徴点の共通化に向けた実現手順とあわせ、とりまとめることとした（2.2 節）。

履歴データについては、過年度検討した結果を踏まえ、履歴データの役割（画像データとの棲み分け）や品質、コスト等を含めた実運用時の課題を整理したうえで（3.1 節）、現状の履歴データの特性と課題を前提とした将来の発展性をとりまとめた（3.2 節、及び 3.3 節）。

そのうえで、今年度の研究成果のまとめ（4.1 節）及び今後の進め方について整理を行った（4.2 節）。

2. 画像を活用した道路変化点抽出技術

2.1 機器スペックの要件検討

過年度整理した高精度3次元地図の変化点抽出のための技術的要件を基に、機器(カメラ、IMU、GNSS等)の要件を机上検討し、検討した結果をもとに機器を選定した(2.1.1項)。選定した機器を活用して実証実験を行い、業務用車両でカメラ画像データを収集するために必要な機器等の要件を明確化した(2.1.2項)。検討した結果は以下のとおり。

2.1.1 机上検討

(1) 要件等検討

過年度の検討結果から、「既存のドライブレコーダで取得したデータを活用して技術を実装した結果、GNSSの位置精度の影響により誤検出が発生。車両に搭載される機器のスペックによって結果が左右される可能性がある。」ことがわかった。

上記を防ぐためには、速やかな運用開始を前提に、道路変化点抽出技術の特徴を考慮しつつ、機器スペックの要件を整理する必要がある。

そこで、まずは過年度に整理した高精度3次元地図の変化点抽出のための技術的要件のうち、機器等の影響を受ける可能性が高い以下の要件について、要件を満たすために必要な機器や機能とその役割を机上検討した。机上検討した結果は、表2-1のとおり。

- 画像から地物を認識できること。
- 地物の特徴点からモデル化ができること。

表 2-1 道路変化点抽出技術の要件及び要件を満たすのに必要な機器等

道路変化点抽出技術の要件		要件を満たすのに必要な機器	要件を満たすのに必要な機能	
カメラ画像データから地物が認識できること	地物が画像内に存在すること	カメラ	画角	
	地物を認識できる解像度であること	カメラ	解像度	
カメラ画像データから正しくモデル化できること	走行軌跡の推定ができること	絶対位置が得られること	GNSS	座標値
		相対位置が得られること(変位量が得られること)	GNSS	速度
			IMU	角速度・加速度
			Odometer	移動距離
		カメラ	画角・解像度・フレームレート	

表 2-2 各機器の役割及び欠点

位置制約	機器	役割	欠点
絶対	GNSS	GPS は世界測地系における絶対位置を提供。	GPS 衛星の受信性能に依存し、GPS 電波はトンネル、高層ビル、木等により容易に遮断される。
相対	IMU	縮尺率と姿勢： IMU による加速度と角速度の測定値は、位置と姿勢の変化の制約で使用。特に車両が加減速やハンドル操作中の時に使用。	IMU の加速度と角速度の測定値は偏差があるため、正確な推定が困難。IMU 測定値のみに依存した位置推定では、位置と姿勢の誤差が累積される。
	Odometer	縮尺率： 車輪速計は車速の制約を提供し、一定期間の走行距離推定で使用。	車両の速度パルス、または CAN 情報の取得は、特に市販機器の場合に困難な可能性あり。
	カメラ	縮尺率のない姿勢と位置： 複数の画像間の地物の関連付けにより、ビジュアルオドメトリと一般的に呼ばれる、複数画像間のジオメトリの制約を提供。	写真幾何学の原理に基づき、単眼カメラで観測される物体サイズは不確定であるため、移動距離の縮尺率は観測不能。

(2) 実験で使用する機器の選定

次に、業務用車両での運用を前提に、(1)で整理した要件を満たすのに必要な機器 (GNSS、IMU、Odometer、カメラ) や位置精度を補完する情報が取得可能な機器 (デバイス) の調査を行った。

調査を実施した結果、標準的なスペック等を公開資料から確認することができなかつたため、本研究開発では必要な機器や機能を有する株式会社デンソーが開発した「TransLog (DN-CDR)」を活用して実証実験を行い、機器スペックの要件を整理することとした。今回実験で使用する機器 (デバイス) のスペックは、表 2-3 のとおり。

表 2-3 要件を満たすのに必要な機器や機能ごとに整理した TransLog のスペック

要件を満たすのに必要な機器	要件を満たすのに必要な機能	TransLog
GNSS	座標値	単独測位
	速度	2Hz
IMU	角速度・加速度	100Hz
Odometer	移動距離	1Hz
カメラ	画角	水平 118 度
	解像度	HD(1280×720)
	フレームレート	22Hz

出所) 株式会社リーデックス、通信型ドライブレコーダ DN-CDR、2020 年 10 月 1 日取得、
<https://www.leadex.co.jp/pdf/DN-CDR.pdf>

なお、今回の実証実験では、すでに高精度 3 次元地図が整備されている高速道路で発生した道路構造の変更を伴わない変化 (表 1-1 の黄色箇所) を抽出するために、業務用車両からカメラ画像データの提供を受けることを想定し、表 2-4 に示す車両に TransLog を搭載し、カメラ画像データの収集を行うこととした。

表 2-4 車両の概要

項目	TransLog
車種	トヨタ マークX('16.11～)
車両サイズ	4,770mm/1,795mm/1,435mm(全長/全幅/全高)
車両に新たに搭載した機器 (TransLog (DN-CDR))のイメージ	

2.1.2 実証実験の実施

(1) 走行計画の立案

本実証実験は、2.1.1 項でも示したとおり、高速道路を利用する事業者が走行した際に取得したカメラ画像データ（2.1.1 項で選定した機器で取得）を活用して、道路変化点抽出処理を正しく行うことが可能か、実証実験で検証を行うための走行計画の立案として、対象ルートを選定から道路変化点抽出技術の実装・評価までの流れを整理した。整理した流れは図 2-1 のとおり。

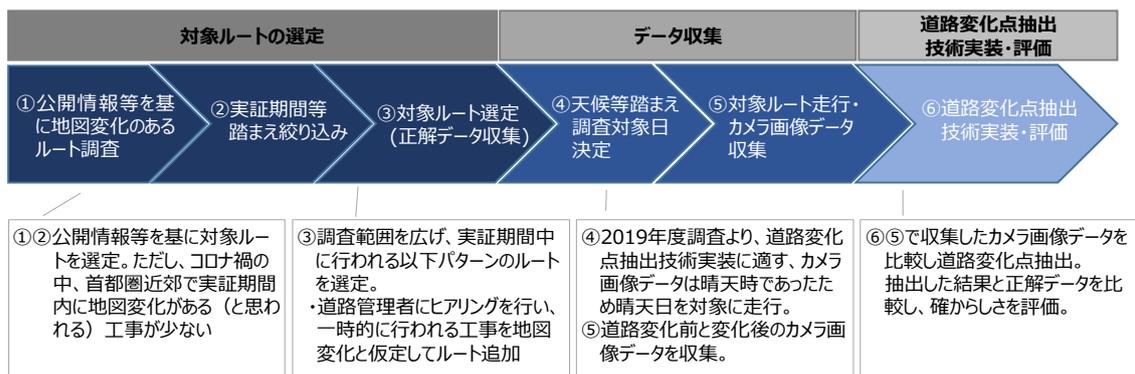


図 2-1 対象ルート選定から道路変化点抽出技術実装・評価までの流れ

対象ルートを選定にあたっては、公開情報から実証期間中に行われる工事のうち、まずは表 1-1 の黄箇所に該当する可能性が高い工事の調査を行った。該当する工事をピックアップした後、新型コロナウイルスの影響等を考慮し、首都圏近郊で行われる工事に対象を絞り、道路管理者等の関係者と協議した結果、表 2-5 に示すルートや調査時期に実施することとした。

なお、一部の対象道路では、一時的に行われる工事を地図変化が生じる工事と仮定して、実証実験を行うこととした。

表 2-5 対象ルート

No	対象道路	距離	変更前調査日	変更後調査日	変化が生じる予定の地物	
1	常磐自動車道・北関東自動車道 友部 JCT 周辺	友部 IC -岩間 IC	2km	2020 年 5 月 14 日	2020 年 5 月 22 日	路肩縁* その他不明
2	上信越自動車道 藤岡 JCT 周辺	藤岡 IC -高崎玉村 SIC	1.1km	2020 年 5 月 15 日	2020 年 6 月 3 日	路肩縁* その他不明
3	首都高速道路 C1	谷町、宝町	[谷町]1km [宝町]0.25km	2019 年 10 月 1 日	2020 年 6 月 18 日	道路標示 (矢印)
4	常磐自動車道 千代田石岡 IC 付近	石岡 (石岡→小美玉)、 小美玉 (小美玉→石岡)	[石岡]1.4km [小美玉]2.5km	2020 年 7 月 17 日	2020 年 7 月 21 日	路肩縁* 道路標識*

*一時的に行われる工事を実際に地図変化が生じる工事と仮定した箇所



図 2-2 常磐自動車道・北関東自動車道 友部 JCT 周辺 (No1)

出所) 国土交通省 国土地理院、地理院地図 (電子国土 Web)、2020 年 10 月 30 日取得

<https://maps.gsi.go.jp/#16/36.319491/140.340536/&base=pale&ls=pale&disp=1&vs=c0j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>

※淡色地図をもとに DMP 作成

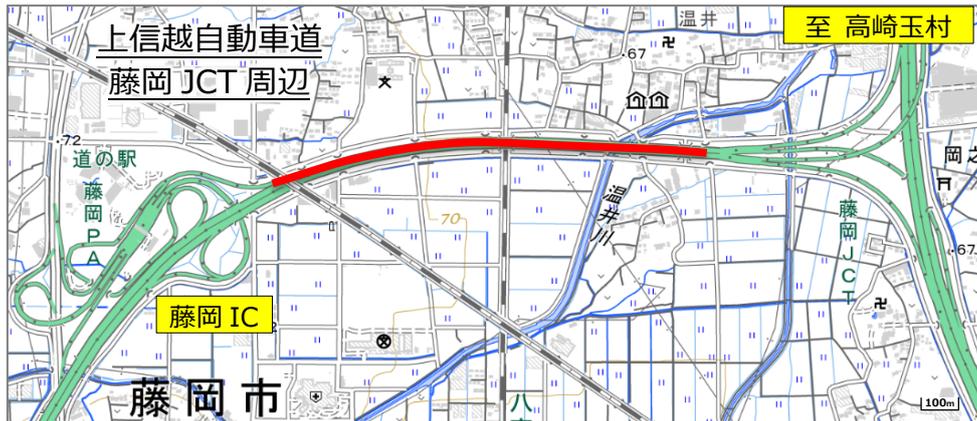


図 2-3 上信越自動車道 藤岡 JCT 周辺 (No2)

出所) 国土交通省 国土地理院、地理院地図 (電子国土 Web)、2020 年 10 月 30 日取得

<https://maps.gsi.go.jp/#16/36.270893/139.081979/&base=pale&ls=pale&disp=1&vs=c0j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>

※淡色地図をもとに DMP 作成



図 2-4 首都高速道路 C1 (No3)

出所) 国土交通省 国土地理院、地理院地図 (電子国土 Web)、2020 年 10 月 30 日取得

<https://maps.gsi.go.jp/#15/35.670668/139.752016/&base=pale&ls=pale&disp=1&vs=c0j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>

※淡色地図をもとに DMP 作成



図 2-5 常磐自動車道 千代田石岡 IC 付近 (No4)

出所) 国土交通省 国土地理院、地理院地図 (電子国土 Web)、2020 年 11 月 17 日取得

<https://maps.gsi.go.jp/#13/36.195553/140.291428/&base=pale&ls=pale&disp=1&vs=c0j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>

※淡色地図をもとに DMP 作成

(2) カメラ画像データの取得

(1)で決定したルートを対象に、道路管理者の協力のもと、2.1.1 項で選定した機器を活用してカメラ画像データを取得した。カメラ画像データを取得した当日の撮影条件を表 2-6 に、図 2-6～図 2-17 に取得したカメラ画像データ (一部抜粋) を示す。

あわせて、取得したカメラ画像データの変更前と変更後を目視で比較確認した結果を表 2-7 に示す。今回対象とした道路では、表 1-1 の黄箇所該当する地物のうち、路肩縁と道路標識で追加、あるいは削除の変化が発生していたことが確認できた。

表 2-6 撮影条件

No	対象道路		変更前			変更後		
			調査日	天候	回数	調査日	天候	回数
1	常磐自動車道・北関東自動車道	友部 IC -岩間 IC	2020 年 5 月 14 日	晴れ	8 回	2020 年 5 月 22 日	曇り / 時々雨	8 回
2	上信越自動車道	藤岡 IC -高崎玉村 SIC	2020 年 5 月 15 日	曇り	4 回	2020 年 6 月 3 日	晴れ	4 回
3	首都高速道路 C1	谷町、宝町	2019 年 10 月 1 日	晴れ	各 6 回	2020 年 6 月 18 日	晴れ	各 6 回
4	常磐自動車道	石岡、小美玉	2020 年 7 月 17 日	曇り	8 回	2020 年 7 月 21 日	曇り	11 回

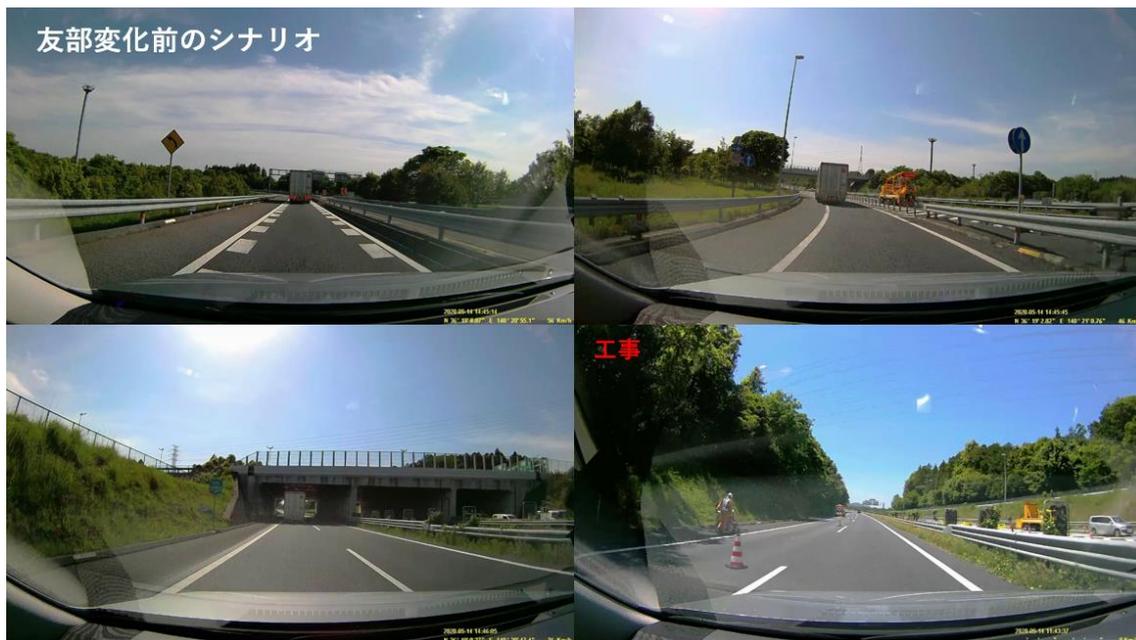


図 2-6 No1 常磐自動車道・北関東自動車道 友部 JCT 周辺（変更前）

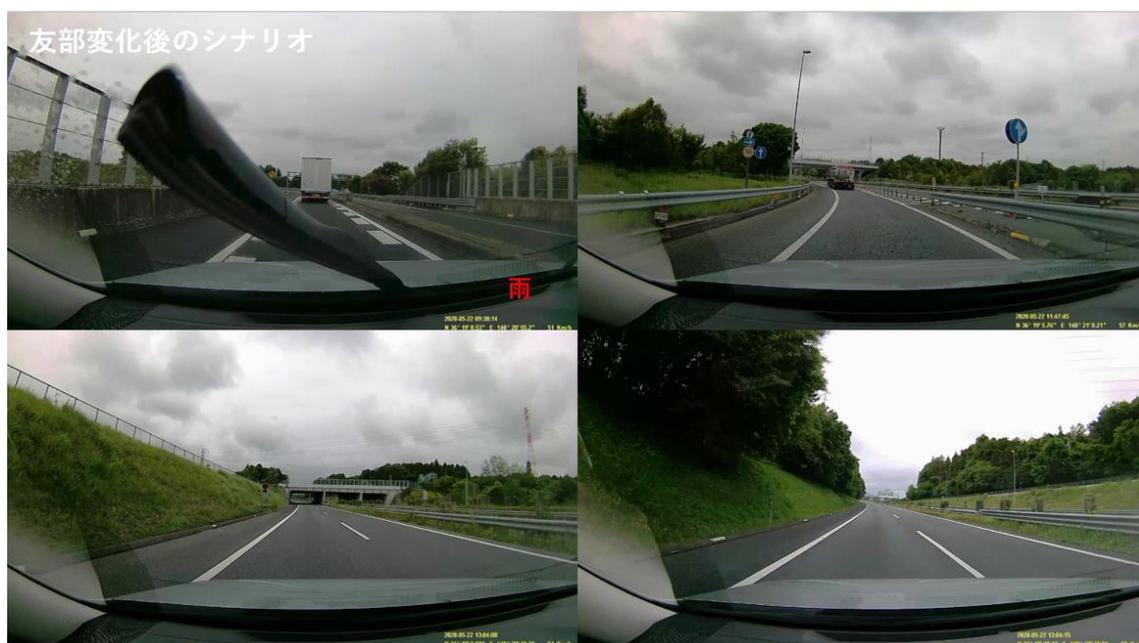


図 2-7 No1 常磐自動車道・北関東自動車道 友部 JCT 周辺（変更後）



図 2-8 No2 上信越自動車道 藤岡 JCT 周辺 (変更前)



図 2-9 No2 上信越自動車道 藤岡 JCT 周辺 (変更後)



図 2-10 No3 首都高速道路 C1_谷町 (変更前)

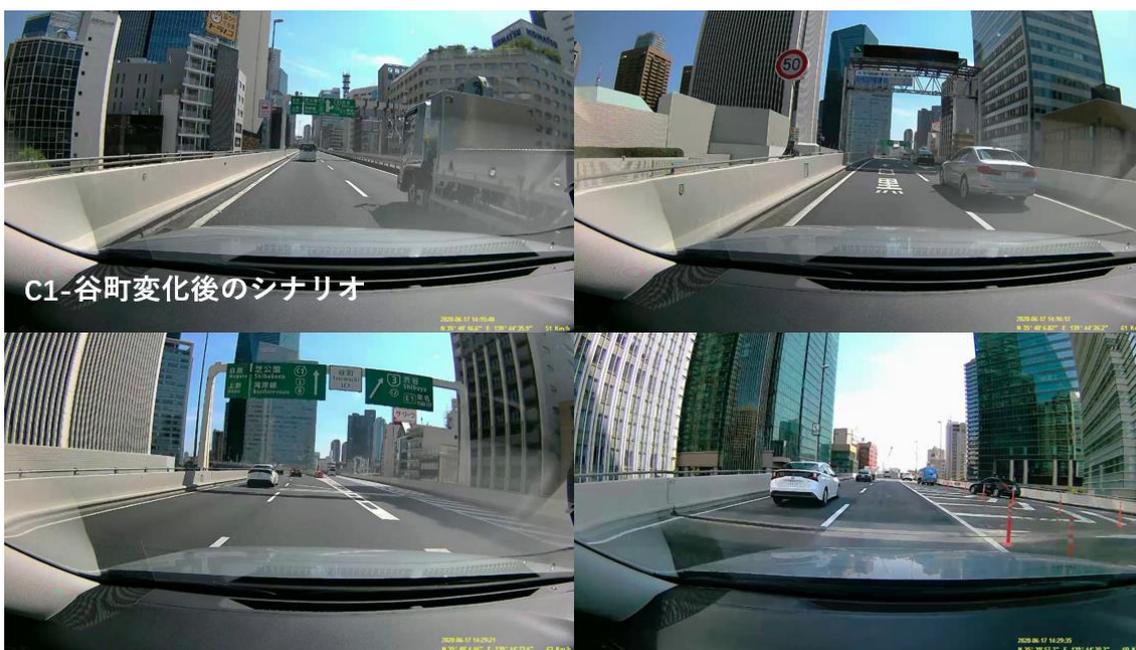


図 2-11 No3 首都高速道路 C1_谷町 (変更後)



図 2-12 No3 首都高速道路 C1_宝町 (変更前)



図 2-13 No3 首都高速道路 C1_宝町 (変更後)

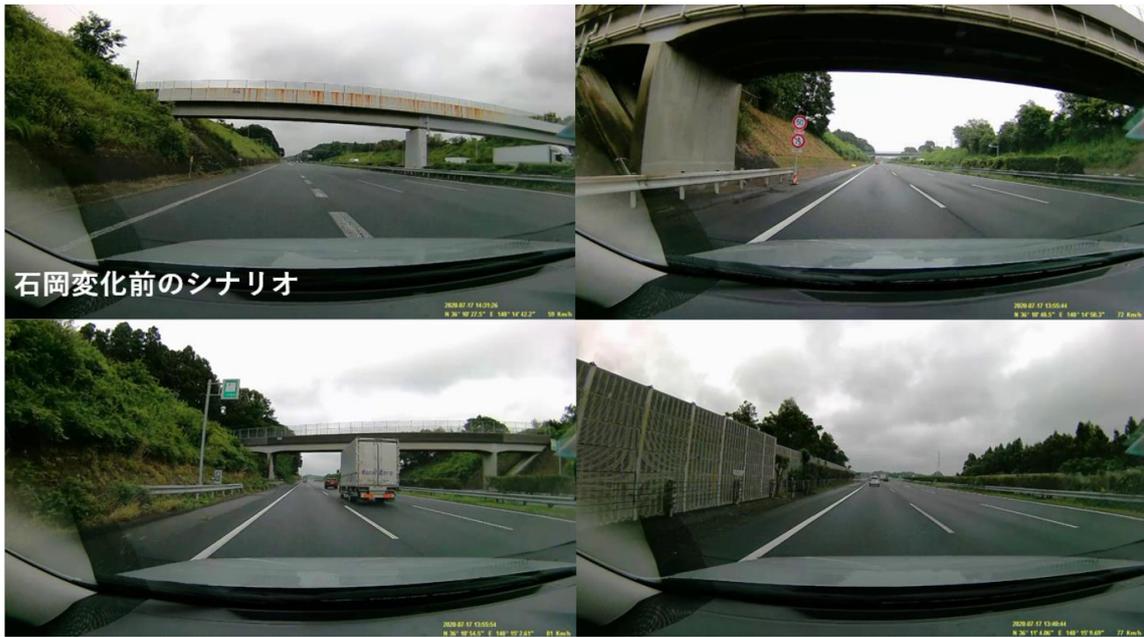


図 2-14 No4 常磐自動車道 千代田石岡 IC 付近_石岡 (変更前)

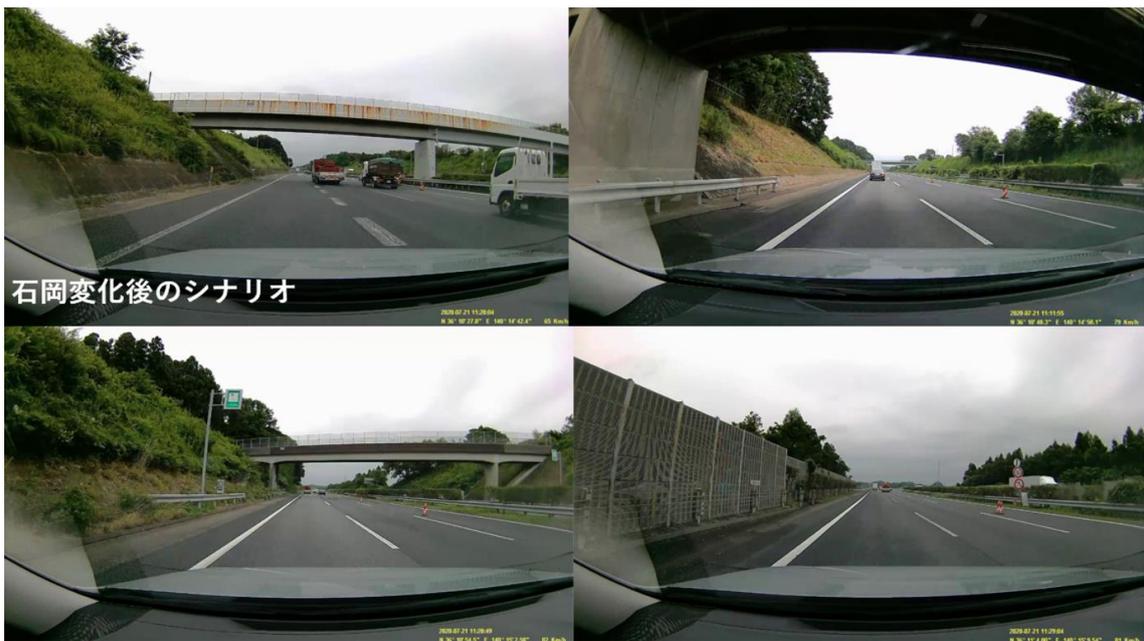


図 2-15 No4 常磐自動車道 千代田石岡 IC 付近_石岡 (変更後)



図 2-16 No4 常磐自動車道 千代田石岡 IC 付近_小美玉 (変更前)

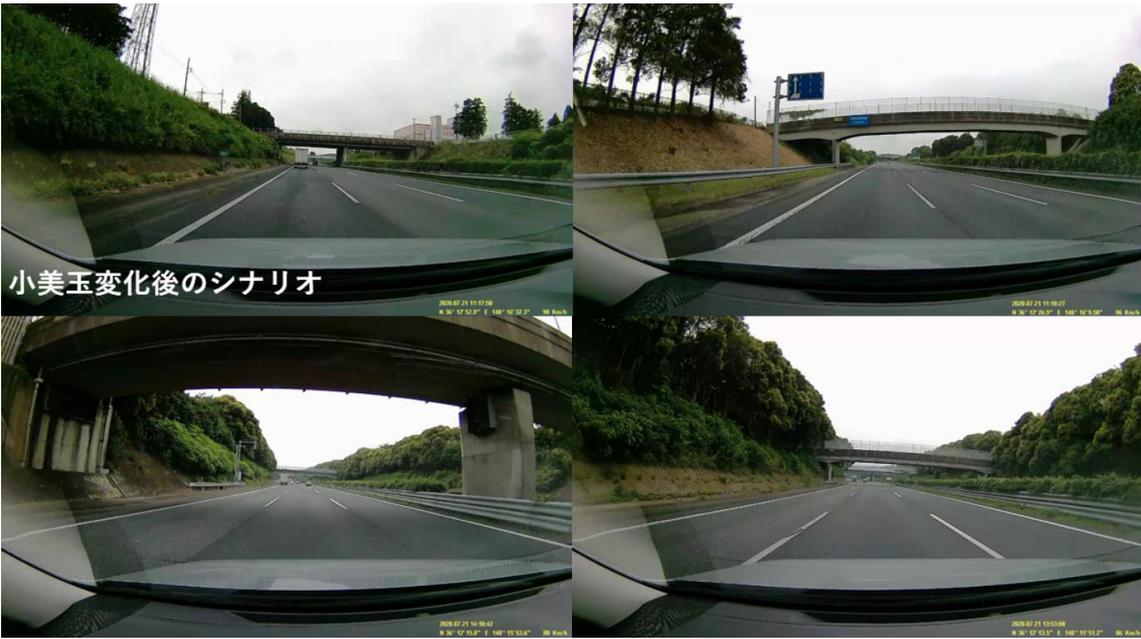


図 2-17 No4 常磐自動車道 千代田石岡 IC 付近_小美玉 (変更後)

表 2-7 変化前と変化後のカメラ画像データを目視で比較した結果

No	対象道路		変化のあった地物	
			路肩縁	道路標識
1	常磐自動車道・北関東自動車道友部 JCT 周辺	友部 IC -岩間 IC	削除 2 件	削除 2 件
2	上信越自動車道藤岡 JCT 周辺	藤岡 IC -高崎玉村 SIC	追加 1 件	追加 2 件、削除 1 件
3	首都高速道路 C1	谷町、宝町	なし	[谷町]追加 3 件、削除 4 件 [宝町]追加 1 件、削除 4 件
4	常磐自動車道千代田石岡 IC 付近	石岡、小美玉	[石岡]追加 1 件 [小美玉]削除 1 件	[石岡]追加 2 件、削除 7 件 [小美玉]削除 1 件

(3) 変化点等抽出

(2)で取得したカメラ画像データを活用して道路変化点抽出技術を実装し、道路変化点の抽出を行った。なお、道路変化点抽出技術の概要は 1)に、道路変化点抽出技術を実装した結果は 2)に示す。

1) 道路変化点抽出技術の概要

過年度に整理した道路変化点抽出フロー等を参考に、速やかな運用開始を前提とした道路変化点抽出技術の開発を行った。道路変化点抽出フロー及び道路変化点抽出処理イメージは表 2-8、図 2-18 のとおり。

表 2-8 道路変化点抽出フロー

項目	実施内容
①収集	(2)で示すルートを対象に、業務用車両に搭載したドライブレコーダ(TransLog)を活用し、表 2-9 に示す項目を含むカメラ画像や GNSS、IMU 等のデータを収集。
②地物特定～モデル化	①で収集した後、収集したデータを基に、高精度 3次元地図を構成する地物(区画線、路肩縁、道路標識、道路標示(矢印)、道路標示(デルタゾーン))を特定。特定した地物情報を独自フォーマットで整備し、整備した結果を基にモデル化(比較用データを生成)。
③道路変化点抽出箇所特定	②でモデル化したデータと過去に整備した結果を比較*し、表 2-10(DMP が高精度 3次元地図を更新する際に規定した基準や道路変化点抽出技術の仕組みを考慮し、表 1-1 で挙げた地物のうち、「区画線」、「路肩縁」、「道路標識」、「道路標示(矢印)」、「道路標示(デルタゾーン)」を対象に、「追加」又は「削除」があったと判断するための基準)に従い、変化箇所を特定。 *今回は「変更前」のデータとして収集したカメラ画像データを基に整備した結果を使用。
④不正確結果除外処理	新旧のモデル化したデータの精度の違いから、「変化あり」と検出した箇所を除外する処理を実施。
⑤道路変化点結果フォーマット作成	④の結果を基に、実際に地物の変化に伴い変更のあった箇所を特定。高精度 3次元地図に結果を反映(更新)するため、各地物毎に道路変化点結果フォーマットを作成(今回は独自フォーマットで仮に整理)。

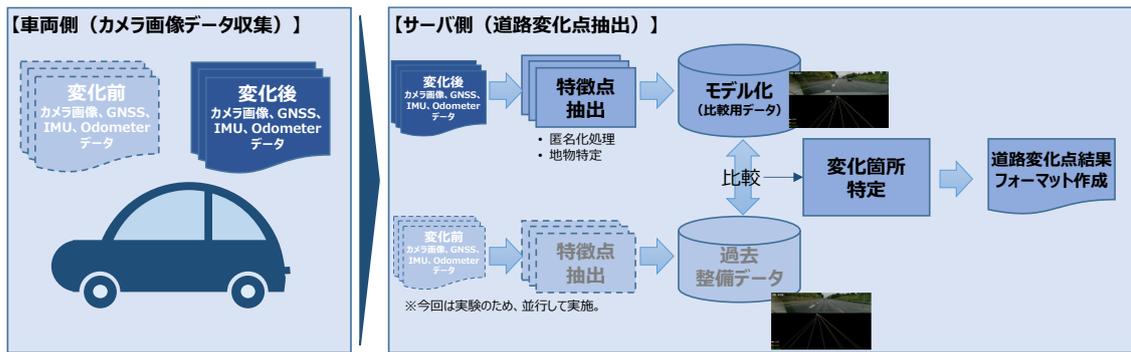


図 2-18 カメラ画像データ取得から高精度 3 次元地図紐付け処理までのイメージ

表 2-9 各データのデータ項目

No	データ	データ項目
1	GNSS	<ul style="list-style-type: none"> タイムスタンプ(ミリ秒レベル) 位置(緯度、経度、高度) 速度(東、北、上方向) PDOP(Position Dilution of Precision) GPS 位置の不確か性(m 単位) GPS 速度の不確か性(m/s 単位) 衛星信号の SN 比
2	IMU	<ul style="list-style-type: none"> タイムスタンプ(ミリ秒レベル) 線形加速度計、3 軸 ジャイロ、3 軸 コンパス
3	Odometer	<ul style="list-style-type: none"> タイムスタンプ(ミリ秒レベル) 後輪 2 つの中心速度 後輪 2 つのそれぞれの速度
4	カメラ画像データ	<ul style="list-style-type: none"> 画像ビデオ カメラ固有のパラメータ 歪み係数 タイムスタンプ(ミリ秒レベル)

表 2-10 変化の定義

No	地物	「変化あり」と判断する基準の内容 (下表の定義にいずれも該当しない場合は「変化なし」と判断)
1	区画線	<ul style="list-style-type: none"> 変化前の区画線に対して、進行方向に 10m を超えて連続して一致しない部分*がある ※色やタイプ(実線/破線)が変化前後で異なる ※変化前の位置から横方向に 0.5m 未満*までに、変化後の区画線が存在しない
2	路肩縁	<ul style="list-style-type: none"> 変化前の路肩縁に対して、進行方向に 10m を超えて連続して一致しない部分*がある ※変化前の位置から横方向に 0.5m 未満*までに、変化後の路肩縁が存在しない
3	道路標識	<ul style="list-style-type: none"> 変化前の道路標識の中心点から、1m 未満内*に変化後の道路標識が存在しない 形状(円形、三角形、長方形、ひし形)が変化前後で異なる 変化前後の道路標識の法線ベクトルの方向差分が 30 度以上ある 変化前後で道路標識の標識面の面積が、80%を超える差がある 注)内容(速度制限の内容等)の変化は、技術的な理由により対象外 注)長方形タイプの標識面が 35cm×35cm 未満、もしくは円形タイプの標識面の直径が 58cm 未満のものも技術的な理由により検出対象外
4	道路標示 (矢印)	<ul style="list-style-type: none"> 変化前の位置から、1m 未満内*に変化後の道路標示が存在しない 矢印の種類が変化前後で異なる 変化前後の外接矩形の面積が、70%を超える差がある
5	道路標示 (デルタゾーン)	<ul style="list-style-type: none"> 変化前のデルタゾーンの頂点から、進行方向と進行方向から 90 度の方向それぞれにおいて、0.5m 以内に変化後のデルタゾーン頂点が存在しない

*OEM との意見交換を踏まえ設定した箇所(数値)

2) 道路変化点抽出技術の実装結果

(2)で取得したカメラ画像データを活用して、1)の道路変化点抽出技術を実装した結果は、表 2-11 のとおり。

実装した結果からは、区画線と道路標示（デルタゾーン）の変化はなく、路肩縁、道路標識、道路標示（矢印）で、地物の変化があったことを確認できた。変化箇所の詳細は、a～d に示すとおり。

表 2-11 道路変化点抽出結果

No	対象道路		変化点抽出結果				
			区画線	路肩縁	道路標識	道路標示 (矢印)	道路標示 (デルタゾーン)
1	常磐自動車道・ 北関東自動車道 友部 JCT 周辺	友部 IC -岩間 IC	変化なし	削除 2 件	削除 2 件	変化なし	変化なし
2	上信越自動車道 藤岡 JCT 周辺	藤岡 IC- 高崎玉村 SIC	変化なし	追加 1 件	追加 3 件 削除 1 件	変化なし	変化なし
3	首都高速道路 C1	谷町 宝町	変化なし	変化なし	[谷町] 追加 3 件、 削除 7 件 [宝町] 追加 1 件、 削除 4 件	[谷町] 追加 1 件、 削除 1 件 [宝町] 変化なし	変化なし
4	常磐自動車道 千代田石岡 IC 付近	石岡 小美玉	変化なし	[石岡] 追加 1 件 [小美玉] 削除 3 件	[石岡] 追加 2 件、 削除 9 件 [小美玉] 削除 1 件	変化なし	変化なし

a. 常磐自動車道・北関東自動車道 友部 JCT 周辺

常磐自動車道・北関東自動車道 友部 JCT 周辺の道路変化点抽出結果（全体像）は表 2-12 及び図 2-19、詳細は図 2-20～図 2-22 に示すとおり。

表 2-12 常磐自動車道・北関東自動車道 友部 JCT 周辺の道路変化点抽出結果

No	変化タイプ	地物種類
01	削除	路肩縁
02	削除	路肩縁
03	削除	道路標識
04	削除	道路標識

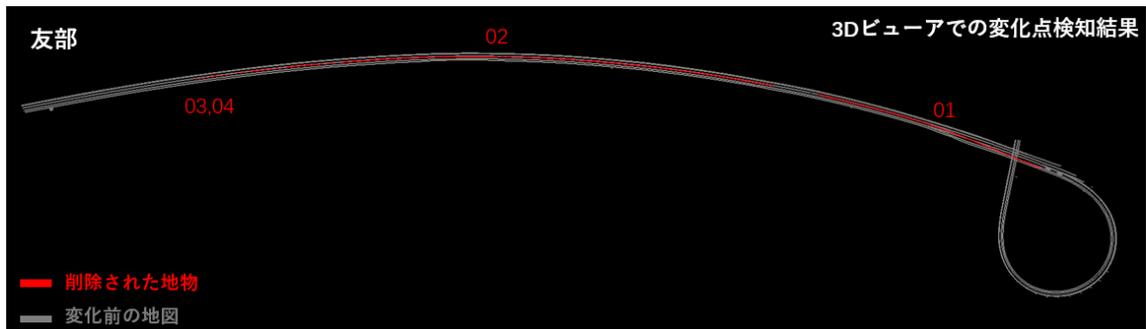


図 2-19 常磐自動車道・北関東自動車道 友部 JCT 周辺の道路変化点抽出結果

DMP 社の高精度 3 次元地図データ仕様によると路肩縁は、連続して配置された物理構造物を結び生成するとしている。この特徴を踏まえ、今回の実験では、一時的に行われた工事で設置されたカラーコーンを物理構造物と見立て、変化の様子を確認した。

道路変化点抽出技術を実装した結果、変化前にあった地物（路肩縁）が削除されていることをモデル化したデータにて確認した（図 2-20、図 2-21）。ただし、当初予定では図 2-22 の道路標識付近まで路肩縁が整備される予定であったが、モデル化したデータを確認すると整備されていなかった（原因を考察した結果は、(4)に示す）。

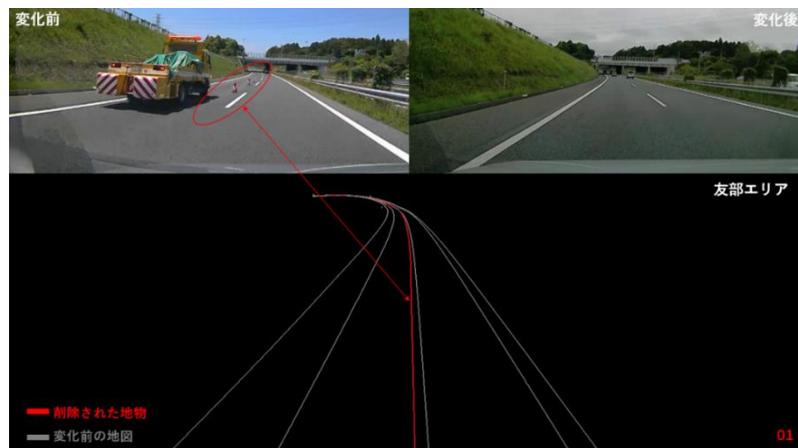


図 2-20 常磐自動車道・北関東自動車道 友部 JCT 周辺の道路変化点抽出結果（No01 サンプル）



図 2-21 常磐自動車道・北関東自動車道 友部 JCT 周辺の道路変化点抽出結果 (No02 サンプル)

道路変化点抽出技術を実装した結果、実世界と同様、変化前にあった地物（道路標識）が削除されていることをモデル化したデータにて確認した（図 2-22）。ただし、変化前のカメラ画像データには道路標識が 3 つあるのに対し、削除されたと報告があった道路標識は 2 つであった。これは、標識面のサイズが直径 58cm 未満だったことが原因と思われる。

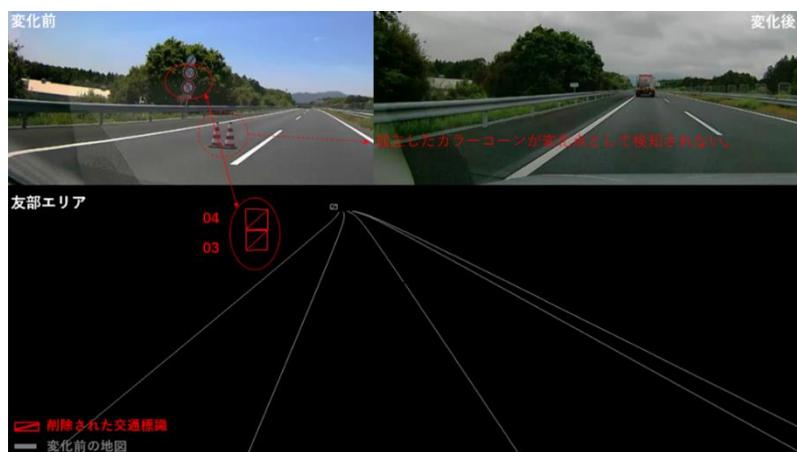


図 2-22 常磐自動車道・北関東自動車道 友部 JCT 周辺の道路変化点抽出結果 (No03&04 サンプル)

b. 上信越自動車道 藤岡 JCT 周辺

上信越自動車道 藤岡 JCT 周辺の道路変化点抽出結果（全体像）は表 2-13 及び図 2-23、詳細は図 2-24～図 2-27 に示すとおり。

表 2-13 上信越自動車道 藤岡 JCT 周辺の道路変化点抽出結果

No	変化タイプ	地物種類
01	新規追加	路肩縁
02	新規追加	道路標識
03	新規追加	道路標識
04	新規追加	道路標識
05	削除	道路標識

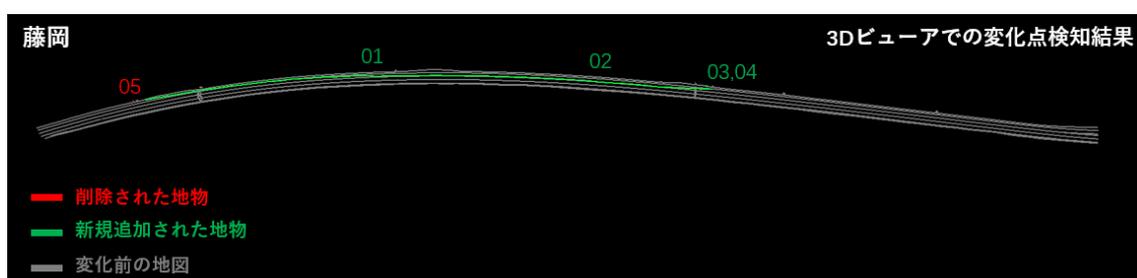


図 2-23 上信越自動車道 藤岡 JCT 周辺の道路変化点抽出結果

道路変化点抽出技術を実装し、図 2-20、図 2-21 と同様、一時的に行われた工事で設置されたカラーコーンを物理構造物として見立て、変化の様子を確認した結果、地物（路肩縁）が新規に追加されていることをモデル化したデータにて確認した（図 2-24）。

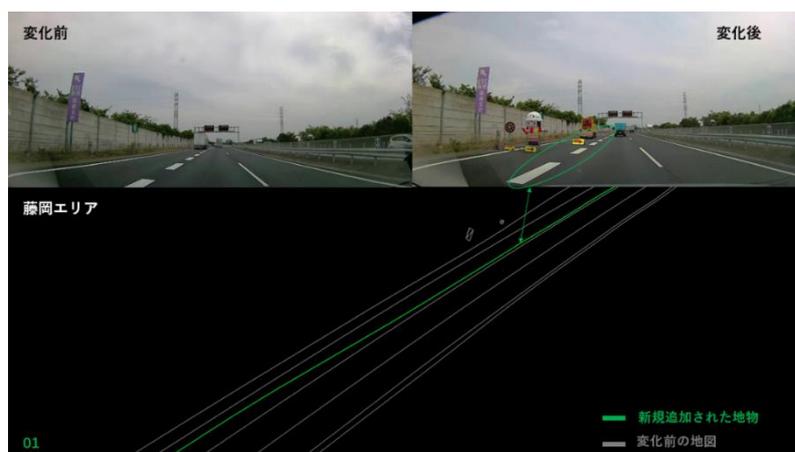


図 2-24 上信越自動車道 藤岡 JCT 周辺の道路変化点抽出結果（No.01 サンプル）

道路変化点抽出技術を実装し、図 2-20、図 2-21 と同様、一時的に行われた工事で設置されたカラーコーンを物理構造物として見立て、変化の様子を確認した結果、地物（路肩縁）が新規に追加されていることをモデル化したデータにて確認した（図 2-25）。

また、モデル化したデータにて地物（道路標識）の新規追加があったことを確認した。しかし、

実世界の状況を変化前後のカメラ画像データから確認したところ、既存にあった道路標識を撤去し、新たに設置されたことから、本来、モデル化したデータでは、地物の削除があった上で、新規追加があったと報告されるべきところ、報告されていないことが確認できた（原因を考察した結果は、(4)に示す）。

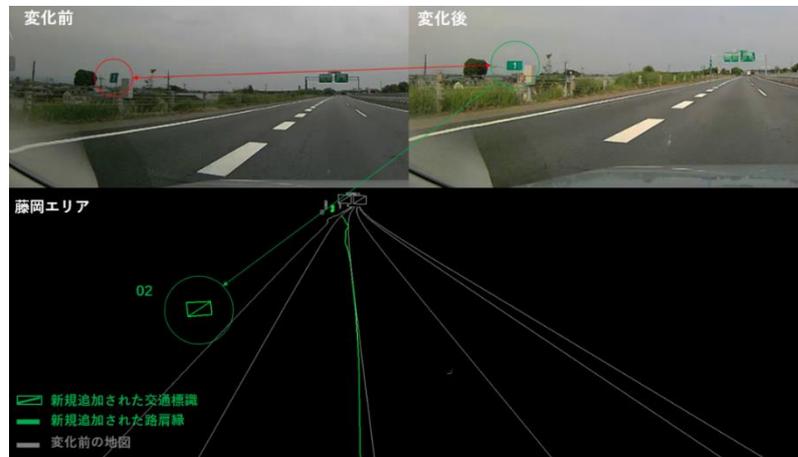


図 2-25 上信越自動車道 藤岡 JCT 周辺の道路変化点抽出結果 (No02 サンプル)

道路変化点抽出技術を実装し、図 2-20、図 2-21 と同様、一時的に行われた工事で配置されたカラーコーンを物理構造物として見立て、路肩線が変化の様子を確認した結果、地物（路肩線）が新規に追加されていることをモデル化したデータにて確認した（図 2-26）。

また、実世界と同様に、地物（道路標識）が新規に追加されていることもモデル化したデータにて確認した。

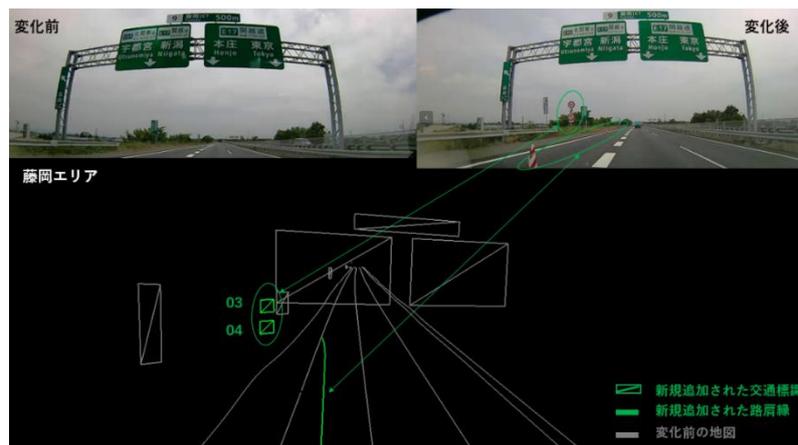


図 2-26 上信越自動車道 藤岡 JCT 周辺の道路変化点抽出結果 (No03&04 サンプル)

道路変化点抽出技術を実装し、図 2-20、図 2-21 と同様、一時的に行われた工事で配置されたカラーコーンを物理構造物として見立て、路肩縁が変化した様子を確認した結果、地物（路肩縁）が新規に追加されていることをモデル化したデータにて確認した（図 2-27）。

また、変化前にあった道路標識を一時的に隠し、変化の様子を確認した結果、地物（道路標識）が削除されていることをモデル化したデータにて確認した。

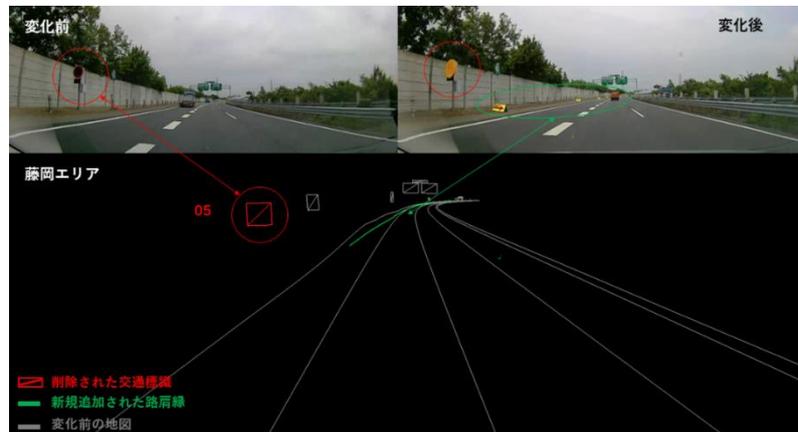


図 2-27 上信越自動車道 藤岡 JCT 周辺の道路変化点抽出結果 (No05 サンプル)

c. 首都高速道路 C1

ア) 谷町エリア

首都高速道路 C1 谷町エリアの道路変化点抽出結果（全体像）は表 2-14 及び図 2-28、詳細は図 2-29～図 2-38 に示すとおり。

表 2-14 首都高速道路 C1 谷町エリアの道路変化点抽出結果

No	変化タイプ	地物種類
01	新規追加	道路標識
02	削除	道路標識
03	削除	道路標識
04	削除	道路標識
05	削除	道路標識
06	新規追加	道路標識
07	新規追加	道路標識
08	削除	道路標識
09	削除	道路標識
10	削除	道路標識
11	新規追加	矢印道路標示
12	削除	矢印道路標示

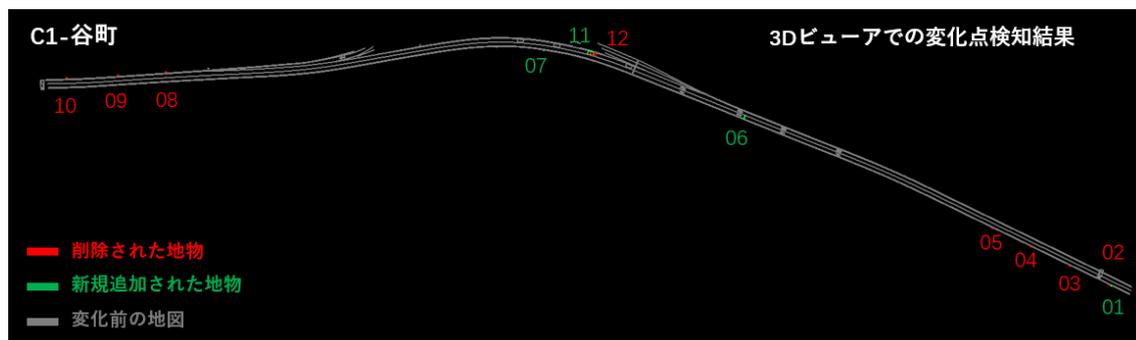


図 2-28 首都高速道路 C1 谷町エリアの道路変化点抽出結果

道路変化点抽出技術を実装した結果、実世界と同様、変化前にあった地物（道路標識）が新規に追加あるいは削除されていることをモデル化したデータにて確認した（図 2-29～図 2-37）。

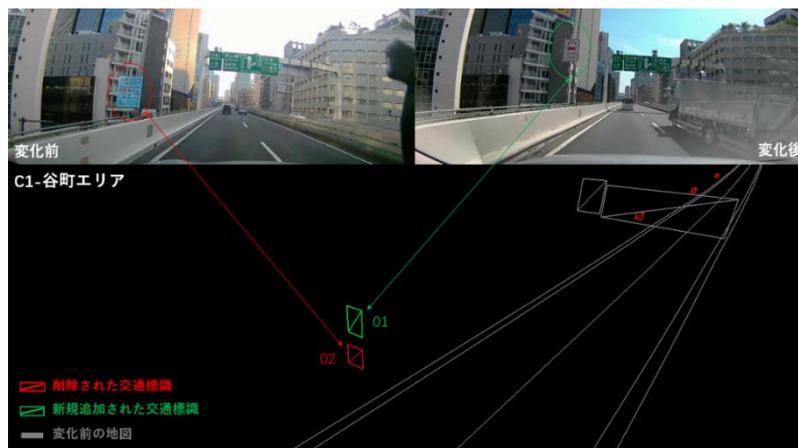


図 2-29 首都高速道路 C1 谷町エリアの道路変化点抽出結果 (No01&02 サンプル)

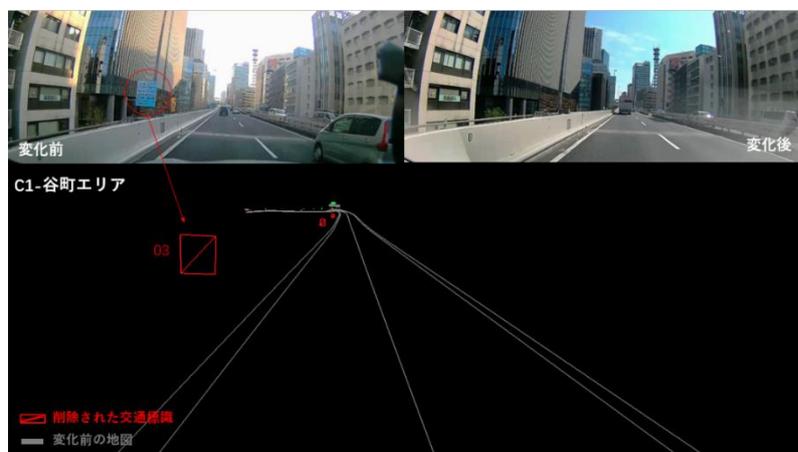


図 2-30 首都高速道路 C1 谷町エリアの道路変化点抽出結果 (No03 サンプル)

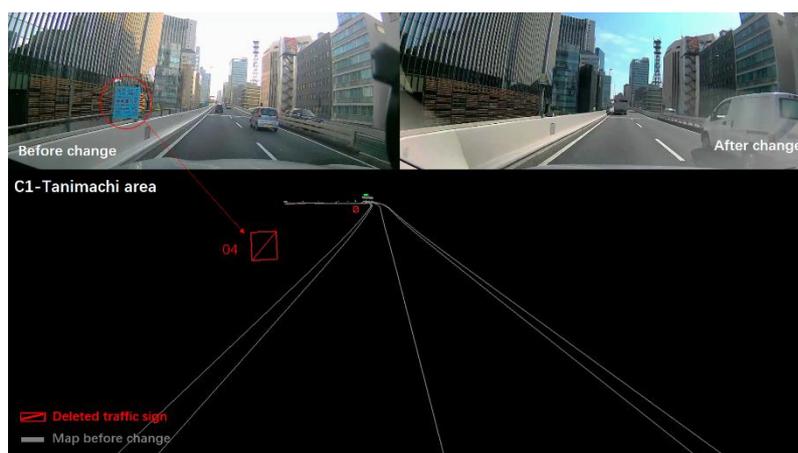


図 2-31 首都高速道路 C1 谷町エリアの道路変化点抽出結果 (No04 サンプル)

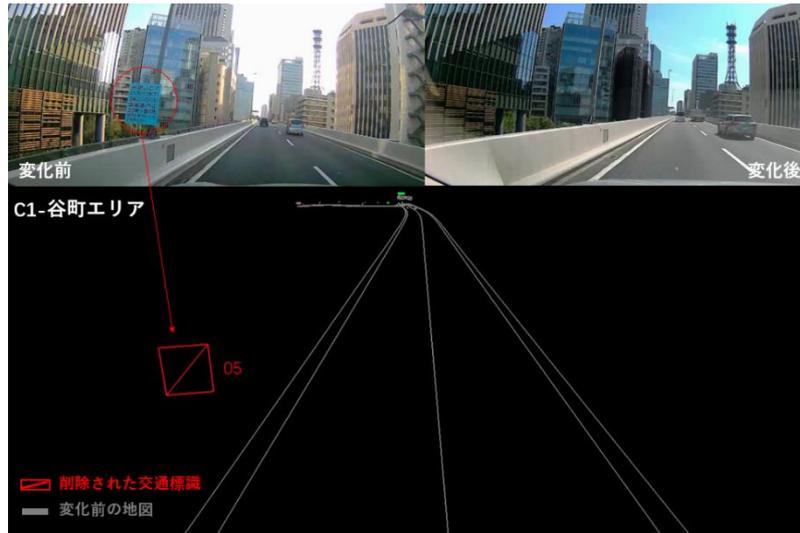


図 2-32 首都高速道路 C1 谷町エリアの道路変化点抽出結果 (No05 サンプル)

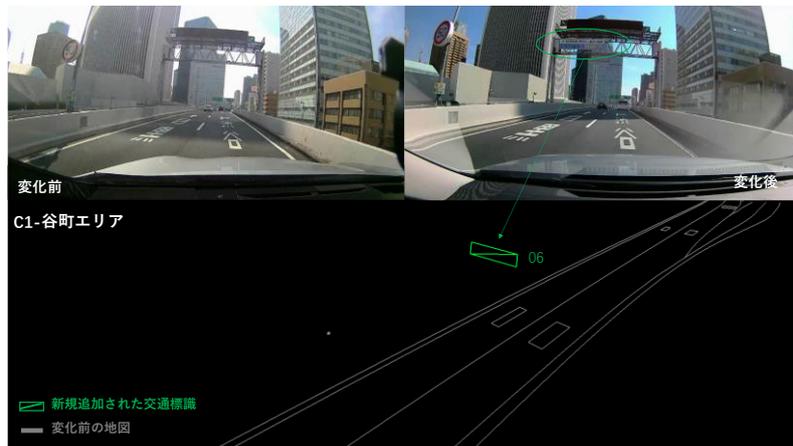


図 2-33 首都高速道路 C1 谷町エリアの道路変化点抽出結果 (No06 サンプル)

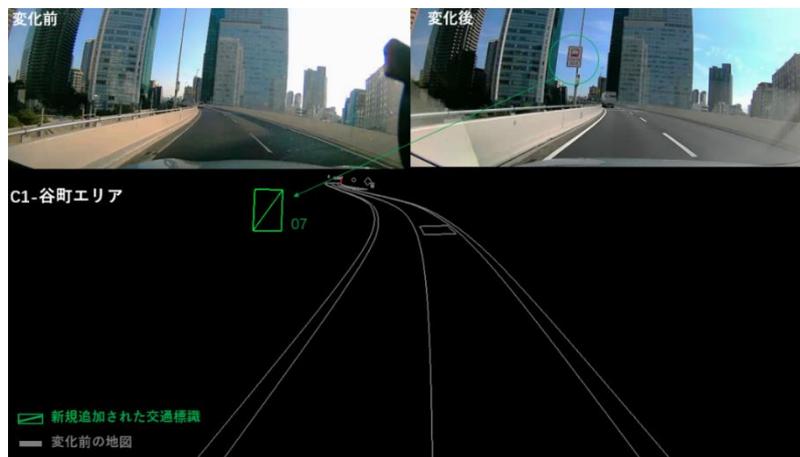


図 2-34 首都高速道路 C1 谷町エリアの道路変化点抽出結果 (No07 サンプル)

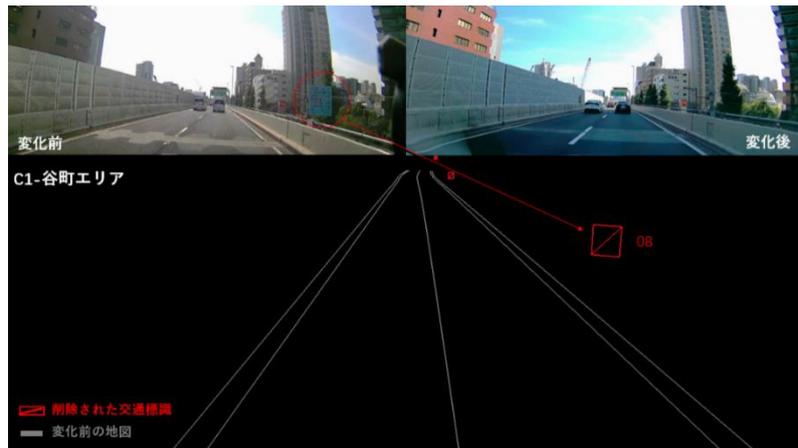


図 2-35 首都高速道路 C1 谷町エリアの道路変化点抽出結果 (No08 サンプル)

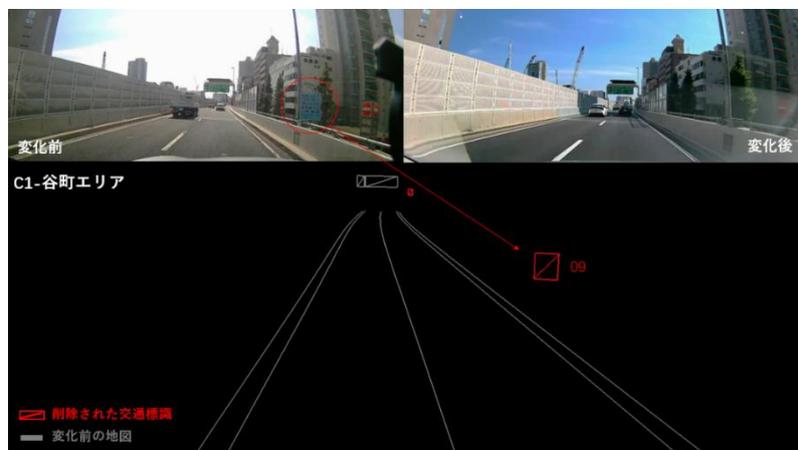


図 2-36 首都高速道路 C1 谷町エリアの道路変化点抽出結果 (No09 サンプル)

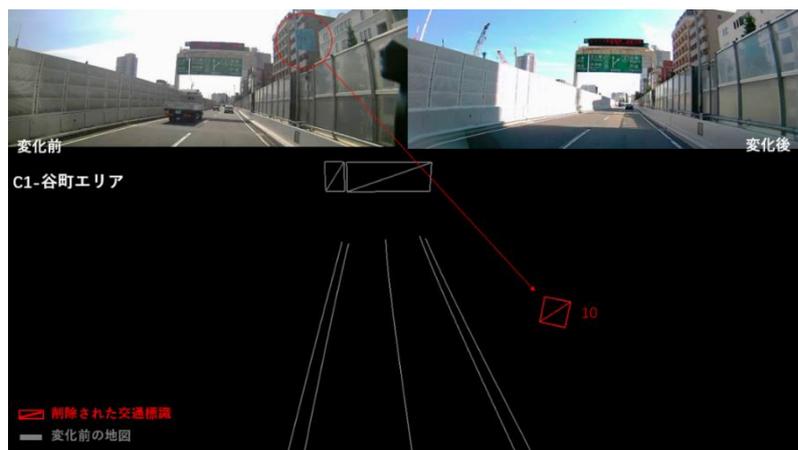


図 2-37 首都高速道路 C1 谷町エリアの道路変化点抽出結果 (No10 サンプル)

道路変化点抽出技術を実装した結果、実世界と同様、地物（道路標識）が削除されたうえで追加されていること（地物の位置が移動されたこと）をモデル化したデータにて確認した（図 2-38）。当該地物周辺には他に 3 箇所、地物（道路標識）があり、同様に工事で多少移動した可能性はある。ただし、表 2-10 に示す基準を満たさなかったため、変化があったと報告されなかったと思われる。

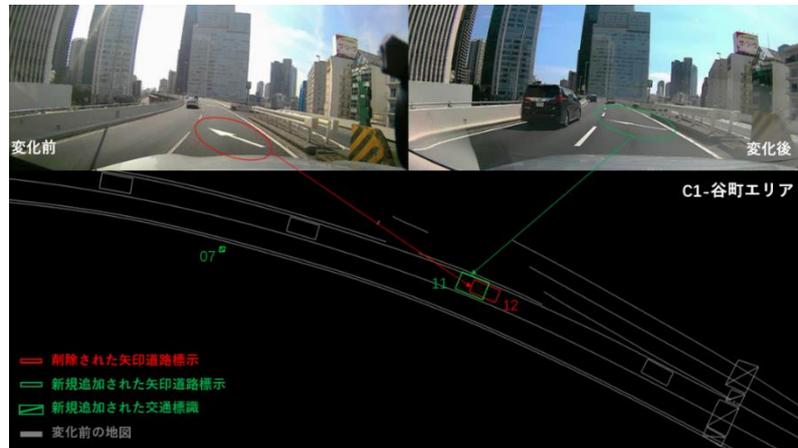


図 2-38 首都高速道路 C1 谷町エリアの道路変化点抽出結果 (No11&12 サンプル)

イ) 宝町エリア

首都高速道路 C1 宝町エリアの道路変化点抽出結果（全体像）は表 2-15 及び図 2-39、詳細は図 2-40～図 2-44 に示すとおり。

表 2-15 首都高速道路 C1 宝町周辺の道路変化点抽出結果

No	変化タイプ	地物種類
01	削除	道路標識
02	削除	道路標識
03	削除	道路標識
04	削除	道路標識
05	新規追加	道路標識

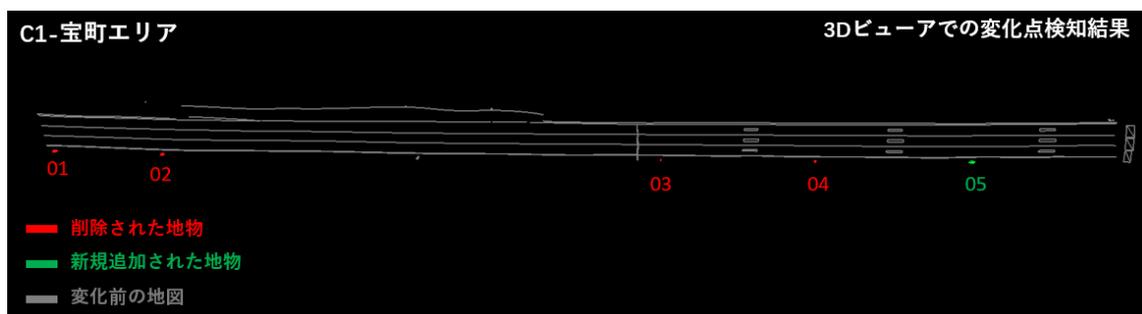


図 2-39 首都高速道路 C1 宝町エリアの道路変化点抽出結果

道路変化点抽出技術を実装した結果、実世界と同様、変化前にあった地物（道路標識）が新規に追加あるいは削除されていることをモデル化したデータにて確認した（図 2-40～図 2-44）。

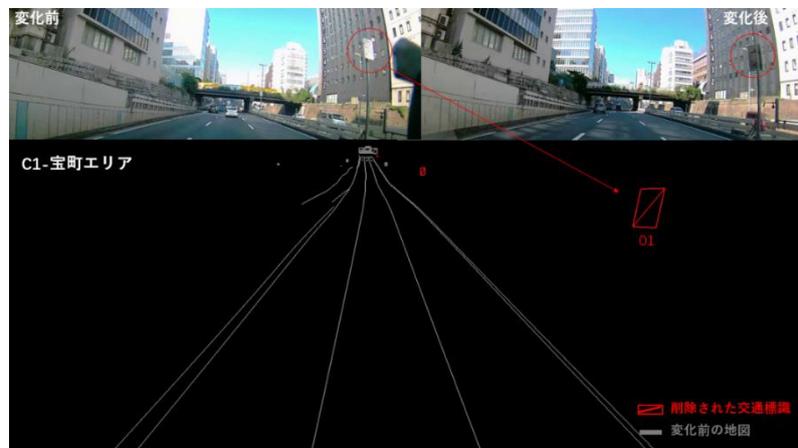


図 2-40 首都高速道路 C1 宝町エリアの道路変化点抽出結果 (No01 サンプル)

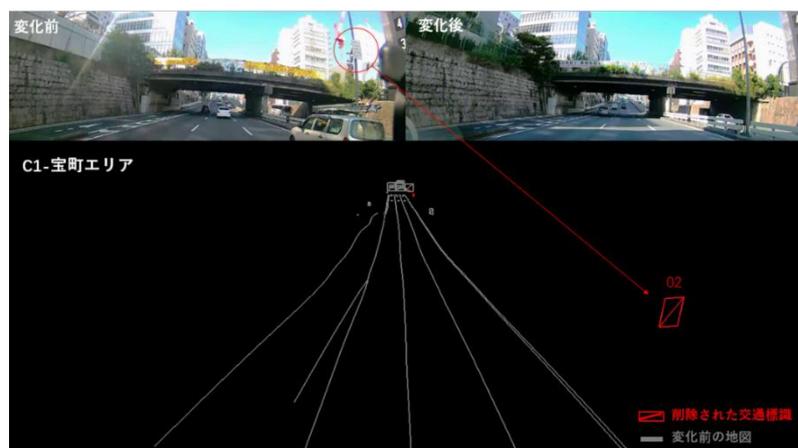


図 2-41 首都高速道路 C1 宝町エリアの道路変化点抽出結果 (No02 サンプル)

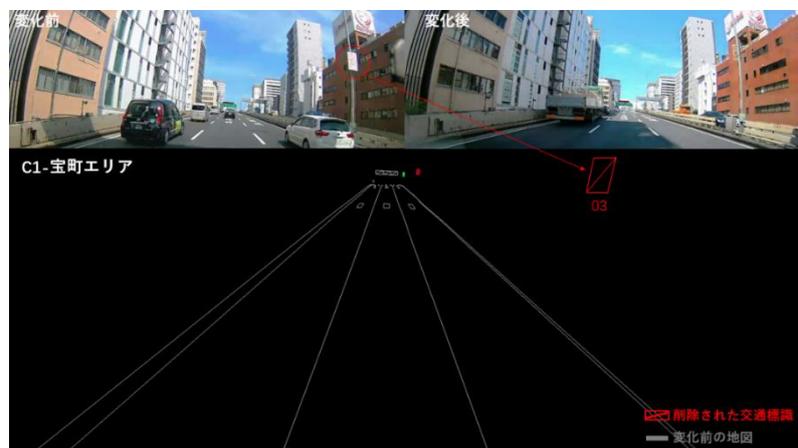


図 2-42 首都高速道路 C1 宝町エリアの道路変化点抽出結果 (No03 サンプル)

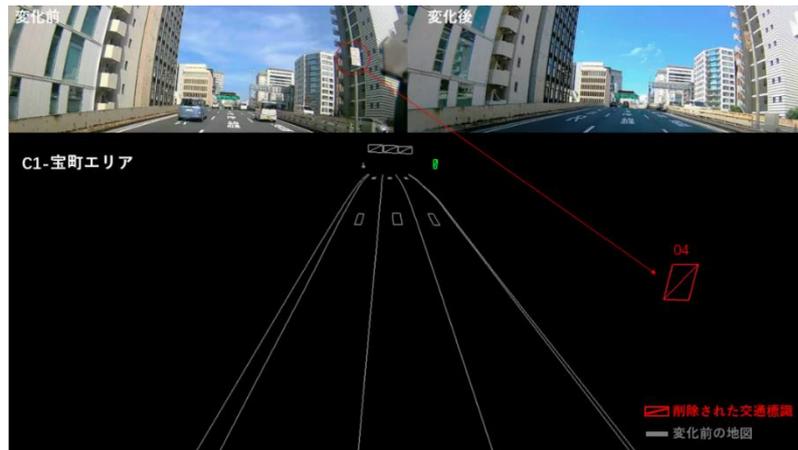


図 2-43 首都高速道路 C1 宝町エリアの道路変化点抽出結果 (No04 サンプル)

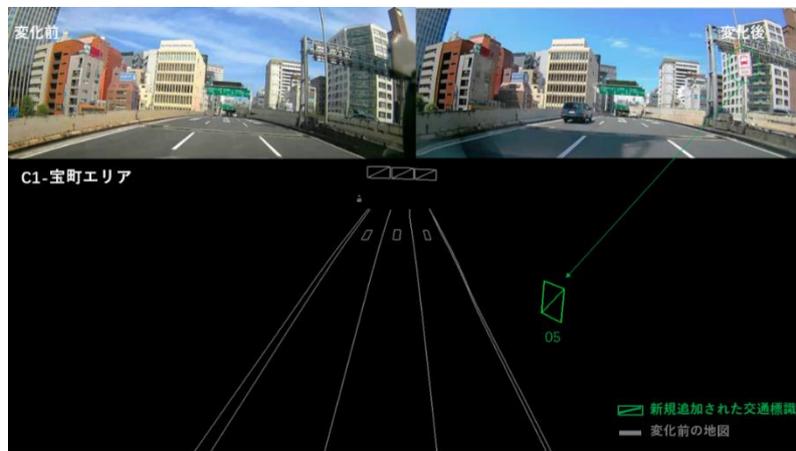


図 2-44 首都高速道路 C1 宝町エリアの道路変化点抽出結果 (No05 サンプル)

d. 常磐自動車道千代田石岡 IC 付近

ア) 石岡エリア

常磐自動車道 石岡エリアの道路変化点抽出結果（全体像）は表 2-16 及び図 2-45、詳細は図 2-46～図 2-53 に示すとおり。

表 2-16 常磐自動車道 石岡エリアの道路変化点抽出結果

No	変化タイプ	地物種類
01	新規追加	路肩縁
02	削除	道路標識
03	削除	道路標識
04	削除	道路標識
05	削除	道路標識
06	削除	道路標識
07	削除	道路標識
08	削除	道路標識
09	削除	道路標識
10	削除	道路標識
11	新規追加	道路標識
12	新規追加	道路標識



図 2-45 常磐自動車道 石岡エリアの道路変化点抽出結果

道路変化点抽出技術を実装し、図 2-20、図 2-21 と同様、一時的に行われた工事で配置されたカラーコーンを物理構造物として見立て、路肩縁が変化した様子を確認した結果、地物（路肩縁）が新規に追加されていることをモデル化したデータにて確認した（図 2-46）。

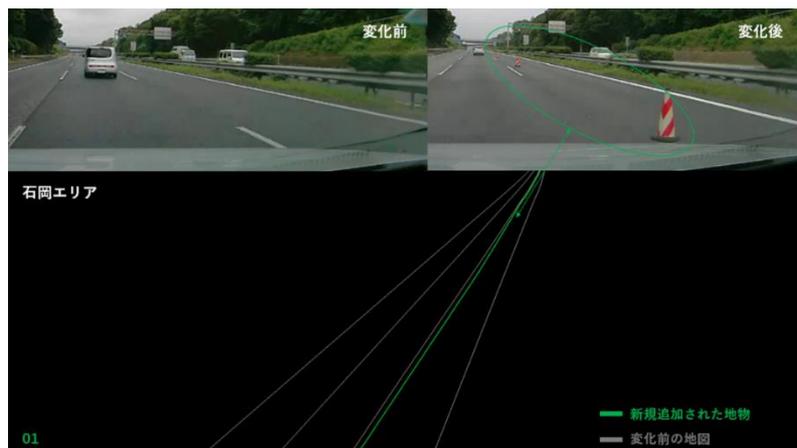


図 2-46 常磐自動車道 石岡エリアの道路変化点抽出結果 (No01 サンプル)

道路変化点抽出技術を実装した結果、実世界と同様に、変化前にあった地物（道路標識）が新規に追加あるいは削除されていることをモデル化したデータにて確認した（図 2-47～図 2-53）。

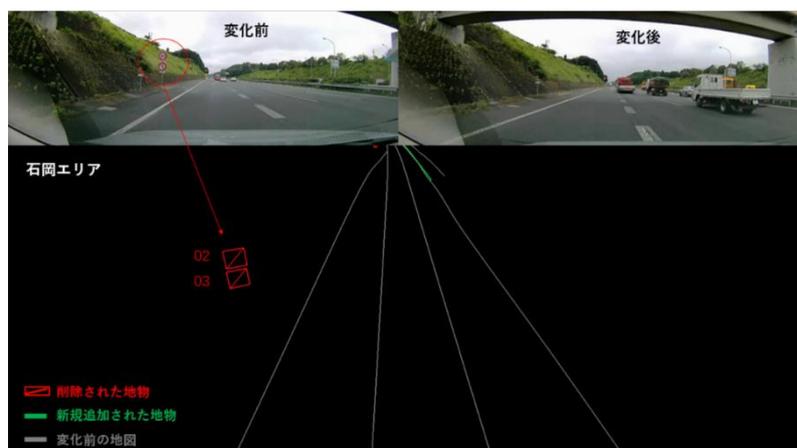


図 2-47 常磐自動車道 石岡エリアの道路変化点抽出結果 (No02&03 サンプル)

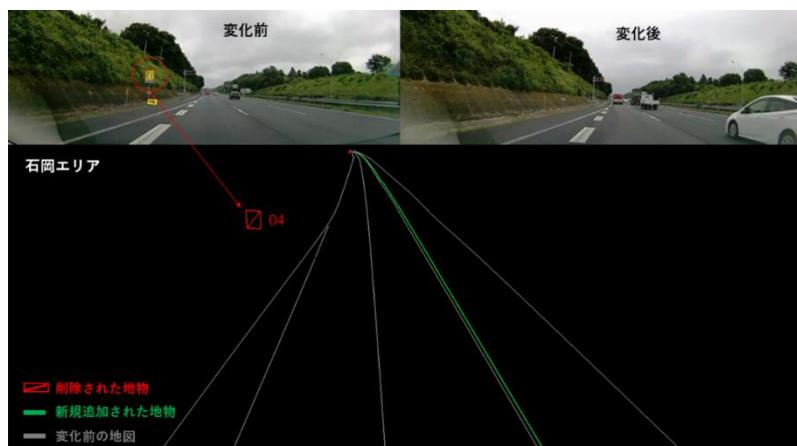


図 2-48 常磐自動車道 石岡エリアの道路変化点抽出結果 (No04 サンプル)

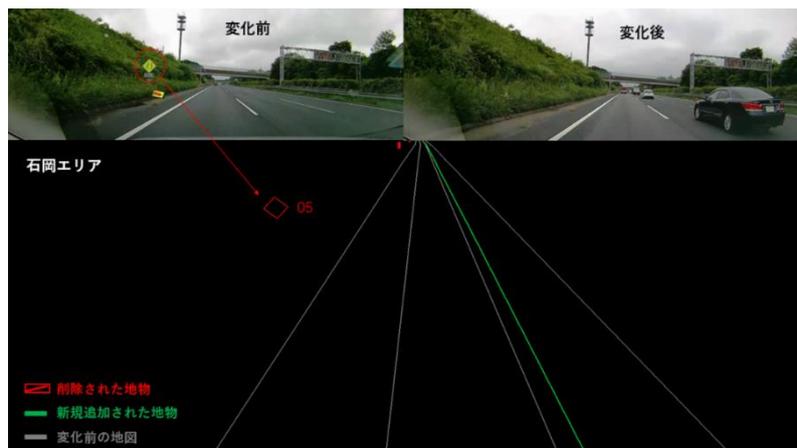


図 2-49 常磐自動車道 石岡エリアの道路変化点抽出結果 (No05 サンプル)

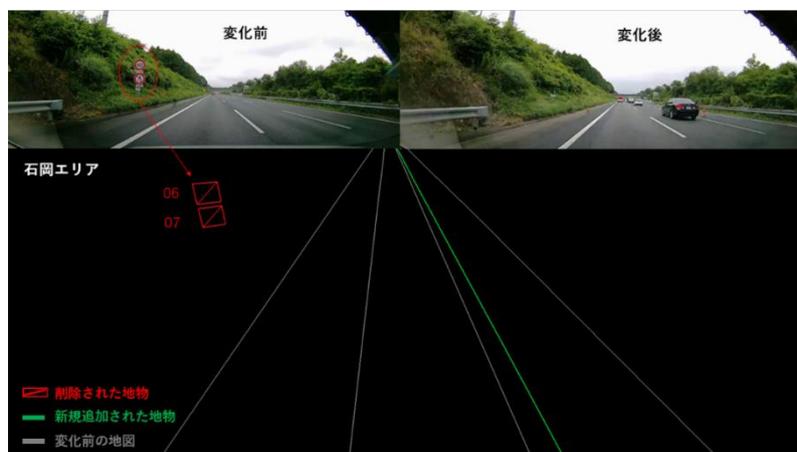


図 2-50 常磐自動車道 石岡エリアの道路変化点抽出結果 (No06&07 サンプル)

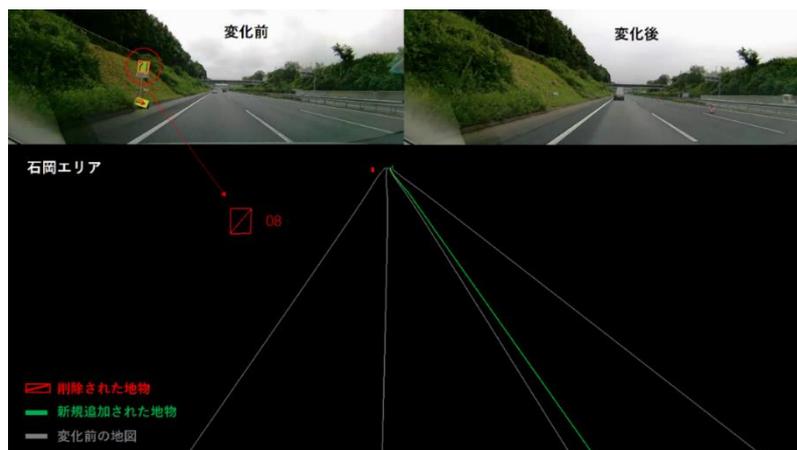


図 2-51 常磐自動車道 石岡エリアの道路変化点抽出結果 (No08 サンプル)

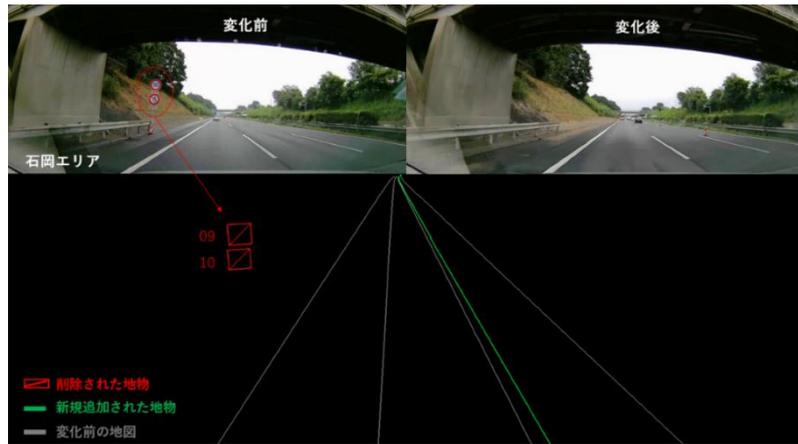


図 2-52 常磐自動車道 石岡エリアの道路変化点抽出結果 (No09&10 サンプル)

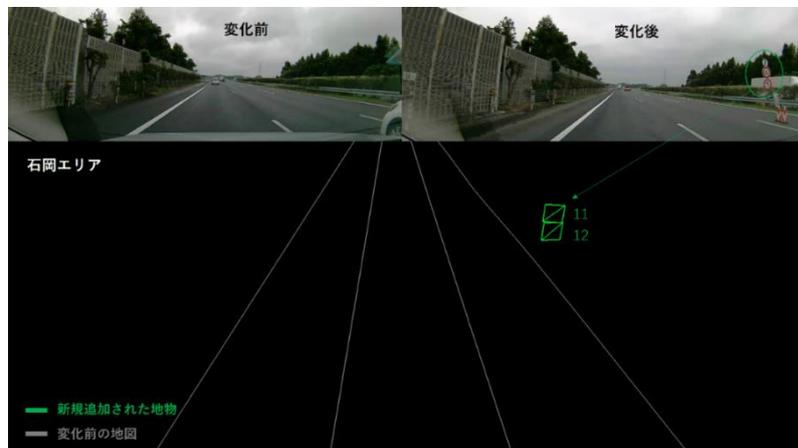


図 2-53 常磐自動車道 石岡エリアの道路変化点抽出結果 (No11&12 サンプル)

イ) 小美玉エリア

常磐自動車道 小美玉エリアの道路変化点抽出結果（全体像）は表 2-17 及び図 2-54、詳細は図 2-55～図 2-58 に示すとおり。

表 2-17 常磐自動車道 小美玉エリアの道路変化点抽出結果

No	変化タイプ	地物種類
01	削除	路肩縁
02	削除	路肩縁
03	削除	路肩縁
04	削除	道路標識

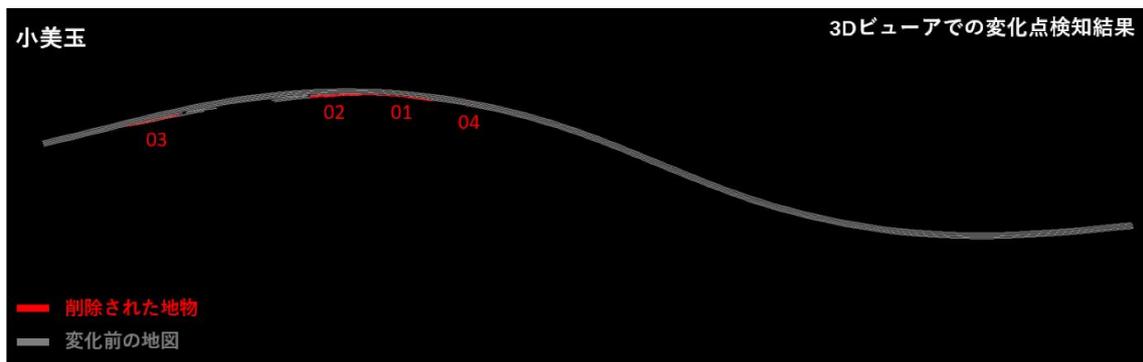


図 2-54 常磐自動車道 小美玉エリアの道路変化点抽出結果

道路変化点抽出技術を実装し、図 2-20、図 2-21 と同様、一時的に行われた工事で配置されたカラーコーンを物理構造物として見立て、路肩縁が変化した様子を確認した結果、地物（路肩縁）が削除されていることをモデル化したデータにて確認した（図 2-55～図 2-57）。

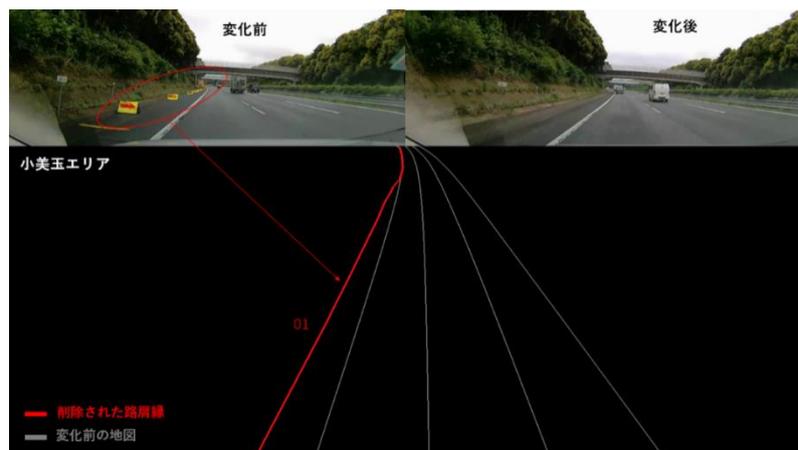


図 2-55 常磐自動車道 小美玉エリアの道路変化点抽出結果 (No01 サンプル)

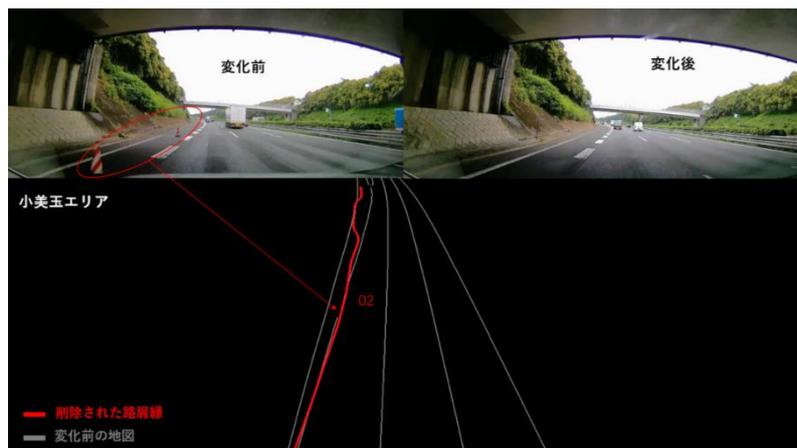


図 2-56 常磐自動車道 小美玉エリアの道路変化点抽出結果 (No02 サンプル)

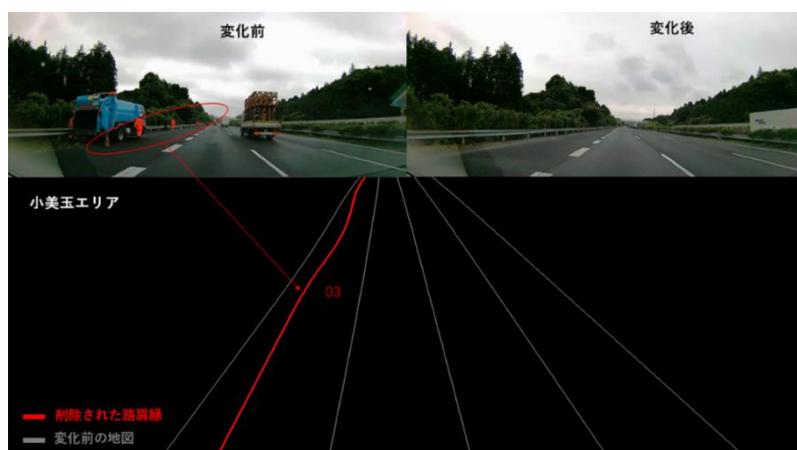


図 2-57 常磐自動車道 小美玉エリアの道路変化点抽出結果 (No03 サンプル)

道路変化点抽出技術を実装した結果、実世界と同様、変化前にあった地物（道路標識）が削除されていることをモデル化したデータにて確認した（図 2-58）。

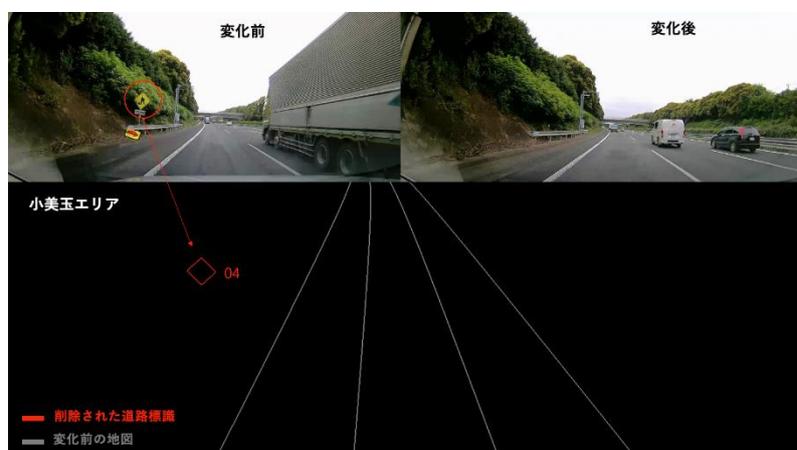


図 2-58 常磐自動車道 小美玉エリアの道路変化点抽出結果 (No04 サンプル)

(4) 評価

(3)で道路変化点抽出技術を実装した結果、正しく抽出したかを評価するため、以下を比較し、評価を行った。

- 真値：

変化前と変化後のカメラ画像データを地図更新者（本研究開発では DMP が実施）が DMP の高精度 3 次元地図更新の基準に従い評価した結果（表 2-18）

- 技術：

道路変化点抽出技術を実装して抽出した結果（表 2-11）

表 2-18 変化前と変化後のカメラ画像データを目視で確認した結果【再掲】

No	対象道路		変化のあった地物(真値)	
			路肩縁	道路標識
1	常磐自動車道・北関東自動車道 友部 JCT 周辺	友部 IC -岩間 IC	削除 2 件	削除 2 件
2	上信越自動車道 藤岡 JCT 周辺	藤岡 IC -高崎玉村 SIC	追加 1 件	追加 2 件、削除 1 件
3	首都高速道路 C1	谷町、宝町	なし	[谷町]追加 3 件、削除 4 件 [宝町]追加 1 件、削除 4 件
4	常磐自動車道 千代田 石岡 IC 付近	石岡、小美玉	[石岡]追加 1 件 [小美玉]削除 1 件	[石岡]追加 2 件、削除 7 件 [小美玉]削除 1 件

評価した結果は、表 2-19 のとおり。道路変化点抽出技術を用いることで、再現率高く、道路変化点を抽出することができたことを確認することができたが、一部結果では、地図更新者は「変化なし」と報告したのに対し、道路変化点抽出技術では「変化あり」と報告があった箇所が確認できた。

表 2-19 道路変化点抽出結果を評価した結果

対象地物	変化内容	<u>True Positive</u>	<u>False Positive</u>	<u>False Negative</u>	適合率 Precision= TP/(TP+FP)	再現率 Recall= TP/(TP+FN)
		真値:変化あり 技術:変化あり	真値:変化なし 技術:変化あり	真値:変化あり 技術:変化なし		
路肩縁	追加	2	0	0	100%	100%
	削除	3	2	0	60%	100%
道路標識	追加	8	1	0	89%	100%
	削除	19	5	0	79%	100%
道路標示 (矢印)	追加	0	1	0	0%	0%
	削除	0	1	0	0%	0%

適合率 (Precision) とは、変化と検知したデータのうち、実際に変化があった割合

再現率 (Recall) とは、実際に変化があったうち、変化があると検知した割合

表 2-19 のうち、道路変化点抽出技術では「変化あり」と評価されたが、地図更新者側は「変化なし」と評価 (False Positive) した 10 件について、地図更新者が「変化あり」と判断しなかった原因を確認した結果を表 2-20 に示す。

表 2-20 False Positive の原因を確認した結果

No	項目	件数	様子(一部抜粋)
1	DMP の高精度 3 次元地図更新の取得基準対象外の看板だったため	1	<p>変化前 変化後</p> <p>福岡エリア</p> <p>02</p> <p>→ 新規追加された空感標識 → 新規追加された物標標識 → 変化前の地図</p>
2	地図更新者による検知漏れ	7	<p>変化前 変化後</p> <p>小美玉エリア</p> <p>02</p> <p>→ 削除された物標標識 → 変化前の地図</p>
3	目視で変化があったか判断ができなかったため	2	<p>変化前 変化後</p> <p>C1. 谷町エリア</p> <p>01</p> <p>→ 削除された矢印道路標識 → 新規追加された矢印道路標識 → 新規追加された交通標識 → 変化前の地図</p>

取得基準対象外であった 1 件を除き、地図更新者が見逃したあるいは、目視では判断できなかった地物の変化が判定できており、道路変化点抽出技術を実装することで、より精度よく変化を抽出できることが確認できた。

また、上記のほかに、今回の実証実験への影響はなかったものの、顕在化した課題を以下に示す。

- 特定のレーンのみ走行したときに遠く離れたレーンの様子が撮影できておらず、データが欠損 (図 2-59)
- 高層ビル地帯やトンネルでの GPS 信号の遮蔽に伴う位置情報の欠如
- 各センサ間の時間同期不十分等に伴い、センサデータ (IMU、Odometer 等) の欠如
- 降雨や逆光等による画質の低下に伴い、一部データが欠損 (図 2-60)
- 路肩縁を生成するのに必要な物理構造物が、カメラ画像データの取得範囲等の影響で一部が連続して配置されていない等と判断され、一部データが欠損 (図 2-61)

これらは、今回の実証に限り個別に調整等を行い、最終的には変化対象外となったが、今回の実験と同じ方法で実運用時にカメラ画像データを取得した場合、モデル化したデータで一部データ欠損が発生する可能性が高いことが確認できた。

上記の発生を防ぐためには、今回実験で使用した機器スペック程度の製品を使用して、実験で収集したデータ量よりも多い、十分な量のカメラ画像データを収集し、モデル化する必要があることが分かった。

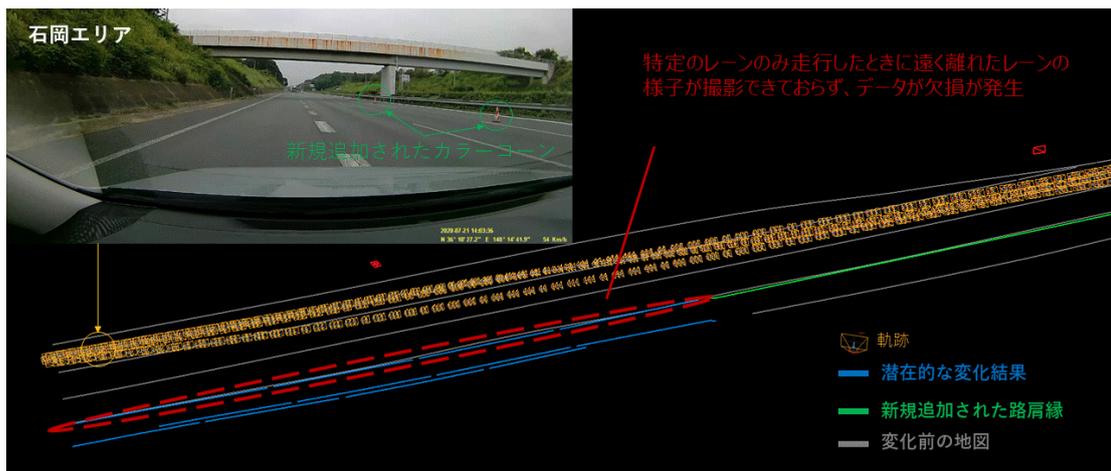


図 2-59 データ量不足によりでデータ欠損が発生したシーン



図 2-60 カメラ露出问题でデータ欠損が発生したシーン

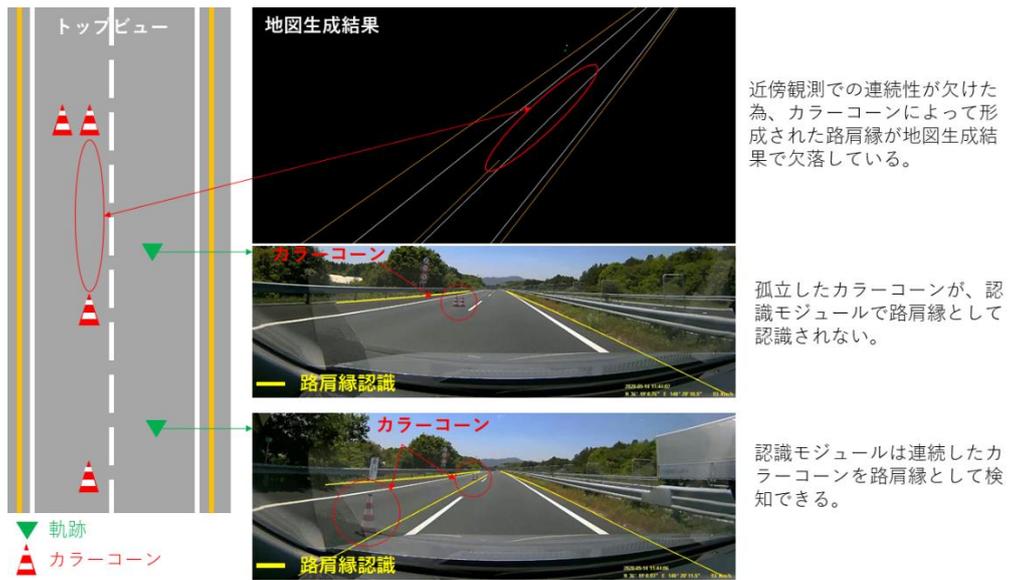


図 2-61 路肩縁の一部で欠損が生じたシーン

(5) まとめ

これまでの検討結果より、2.1.1 項で選定した機器（TransLog）と同等の機能・スペックを有す機器を使用すれば、問題なく道路変化点の抽出が可能であることが分かったが、この機器と同等のスペックを有す機器が市場に流通しているかが課題として残る。

そこで、実験結果等を踏まえ整理した表 2-21 の推奨スペックを満たす製品が市場に流通しているのかを確認するため、内閣府が公開するみちびき（準天頂衛星システム）対応製品リスト（2020 年 12 月時点）にあるドライブレコーダ等、以下製品のスペックを調査した。

- みちびき対応製品リストにあるドライブレコーダのメーカーのうち、機器スペックが確認できた商品（6 社 13 製品）
- 別途公開情報等で調査した業務用車両向けに展開している商品（5 社 7 製品）

※メーカーの重複あり

表 2-21 機器スペックの要件

センサ	機能	推奨スペック	TransLog
GNSS	座標値	[オープンスカイ]5m 以下 [都市部]20m 以下	単独測位
	速度	2Hz	2Hz
IMU	角速度・加速度	100Hz*	100Hz
Odometer	移動距離	50Hz*	1Hz
カメラ	画角	水平 118～135 度	水平 118 度
	解像度	HD(1280×720)	HD(1280×720)
	フレームレート	22Hz	22Hz

*いずれかの要件を満たせばよい

出所) 株式会社リーデックス、通信型ドライブレコーダーDN-CDR、2020 年 10 月 1 日取得、

<https://www.leadex.co.jp/pdf/DN-CDR.pdf>

調査した各種製品のスペック値に対して、表 2-21 に示すスペックを満たすかどうかを整理した結果を表 2-22 に示す。

表 2-22 各種製品の機器スペック値を基に機器スペック要件を満たすか整理した結果

要件を満たすのに必要な		Translog (DN-CDR)	A社 (製品①)	B社 (製品①)	C社 (製品①)	D社 (製品①)	D社 (製品②)	D社 (製品③)	E社 (製品①)	E社 (製品②)	E社 (製品③)	F社 (製品①)	F社 (製品②)	B社 (製品②)	G社 (製品①)	G社 (製品②)	G社 (製品③)	H社 (製品①)	H社 (製品②)	H社 (製品③)	I社 (製品①)
センサ	機能																				
GNSS	座標値	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	速度	○	○	—	—	×	×	×	—	—	—	—	—	—	×	×	○	—	—	—	—
IMU	角速度・加速度	○	○	—	—	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Odometer	移動距離	×	×	×	—	×	×	×	—	—	—	—	—	—	×	×	×	×	×	×	×
カメラ	画角	○	—	○	○	×	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	○	×	×	○	×
	解像度	○	○	○	○	×	○	×	○	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	フレームレート	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

凡例) ○推奨スペックを満たす、×推奨スペックを満たさない、—不明

出所) DENSO 社、通信型ドライブレコーダー (DN-CDR) 取り扱い説明書

準天頂衛星システムサービス株式会社、みちびき対応製品リスト、<https://qzss.go.jp/usage/products/list.html>

表 2-22 の結果より、調査した製品 20 件中、実験で使用した製品 (TransLog) のほかに要件を満たす機器は 1 製品 (TransLog を含めると 2 製品) であった。また、20 製品中 17 製品は、カメラのスペックを満たした機器であった。

なお、20 製品中 15 製品は、機器 (GNSS や IMU 等) のスペック情報が一部公開されておらず、最終的に推奨スペックを満たした機器であるか判断ができなかったため、機器毎にスペックを満たす製品数を表 2-23 のとおり整理した。GNSS や Odometer、IMU は公開されている情報だけでは要件を満たすかどうかわからないため、実機による確認が必要である。一方、カメラは比較的要件を満たす製品が流通している傾向にあることがわかった。

表 2-23 機器スペック要件を満たす製品数

要件を満たすのに必要な		推奨スペック	機器スペック要件を		
機器	機能		満たす製品数	満たさない製品数	不明製品数
GNSS	座標値	[オープンスカイ]5m 以下 [都市部]20m 以下	—	—	—
	速度	2Hz	3	5	12
IMU	角速度・加速度	100Hz*	2	3	15
Odometer	移動距離	50Hz*	0	13	7
カメラ	画角	水平 118~135 度	9	10	1
	解像度	HD(1280×720)	17	2	1
	フレームレート	22Hz	19	1	0

*いずれかの要件を満たせばよい

従って、調査した範囲では、流通されている製品のうち、カメラは比較的要件を満たす製品はあるが、位置精度に影響のある機器 (GNSS や IMU) については推奨スペックを満たす製品があまり流通していない可能性があることを確認できた。

このことから、製品のスペックに頼ってカメラ画像データを収集したとしても、例えば、(4)で挙げたような遠く離れたレーンの様子が確認できず、モデル化した際にデータ欠損が生じる可能性があることが分かった。これを防ぐためには、ある程度カメラ画像データを収集するとともに、遠く離れたレーンの様子が確認できない等の状況が発生しない運用で業務用車両からデータを取得する必要がある。

そこで、実運用時を想定して、漏れなく必要なカメラ画像データを取得するため収集時の運用要件の案を机上検討し、表 2-24 に整理した。

今後は、表 2-24 で整理した要件をベースに、高速道路を利用する事業者等と協力可能な範囲を確認・調整したうえで、事業で運用可能な範囲を見定める必要がある。

道路変化点抽出技術を実運用で利用することを想定した場合、「1週間単位」だと追加と削除にタイムラグが発生するおそれがあるが、「1ヶ月単位」であれば問題なく運用可能である。また、現状、一部ドライブレコーダでは、ドライブレコーダ本体にカメラ画像データが保存される場合があるため、事業者とは今後、技術的な制限等を考慮しつつ、効率的なデータ授受方法等を検討する必要がある。

表 2-24 カメラ画像データ収集時の運用要件（案）

区分	要件項目	内容	詳細
収集	走行方法	対象とするルート	トンネル、橋梁部含むすべてのルート (事故発生ルートは除く)
		走行対象の車線	全車線、あるいは中央車線のみ (3車線ルートの場合は2車線目、4車線ルートの場合は2車線目と3車線目)
		走行回数	2車線道路の場合： 各車線を2回以上、又はどちらか一つのレーンを6回以上 3車線道路の場合： 各車線を2回以上、又は2車線目を6回以上 4車線道路の場合： 各車線を2回以上、又は偶数/奇数レーンをそれぞれ6回以上
		取得頻度	週2回以上実施 (2車線道路で1つのレーンしか走らない場合でも、1ヶ月で変化点抽出に必要な走行回数を得られるため)
		走行速度	特になし(法定速度順守)
	撮影環境	天気/天候	晴れ、曇りが望ましい、雨天や積雪時は不可
		平日・土日 休日、時間帯	日が昇っている日中、かつ、交通量が少ない時間帯が望ましい
		路面状況	乾燥～半湿までが望ましい、湿潤、積雪、圧雪、凍結、シャーベットは不可 *参考： https://ihighway.jp/psite/top/load/static/snowinfo/index.html
		その他	渋滞時は対象外
	その他	車両	車両の用途
車両のサイズ			乗用車

2.2 特徴点の要件検討

2.1 節では、カメラ画像（ドライブレコーダで取得した画像）データをもとに特徴点の抽出処理を行い、過去データと比較し道路変化点を抽出する技術（図 2-62 の赤枠部分）を検討した。これらの検討を踏まえ、対象とする道路を定期的に走行する業務用車両（Fleet Car）に要件を満たすドライブレコーダを搭載して情報を収集することで、道路の変化点を検知することが可能となる。

一方で、上述の場合、要件を満たすドライブレコーダを搭載した車両から画像データを収集する運用を構築する必要があるため、対象とする道路は限定的となってしまう。今後、一般道などに対象道路を拡大する場合には、一般車両に搭載されるカメラ等からのデータ収集も検討する必要がある。なお、一般車両には、安全運転支援システム、自動運転支援システム等を実現するため、カメラやレーザスキャナ等のセンサが搭載されており、車両側のシステムでオブジェクト（地物）の検知も行われている。従って、画像データを収集するのではなく、検知されるオブジェクトの情報（特徴点）を収集することも考えられる。

そこで、本節では、2.1 節を踏まえ道路変化を検知するために必要となる特徴点の要件（図 2-62 の青点線枠）を検討したうえで、本要件などを共通化・標準化していく際の方向性を検討した。検討に際しては、車両から高精度 3 次元地図の更新に関連するデータを収集する規格・標準等を整理（2.2.1 項）したうえで、2.1 節で検討した道路変化点抽出技術の検討結果を踏まえ、各車両にて特徴点抽出を行う場合の特徴点抽出時の要件を検討し、特徴点の要件と既存の規格とのギャップ分析を行った。加えて、検討した内容をもとに標準化を図る際の方向性等を検討した（2.2.2 項）。

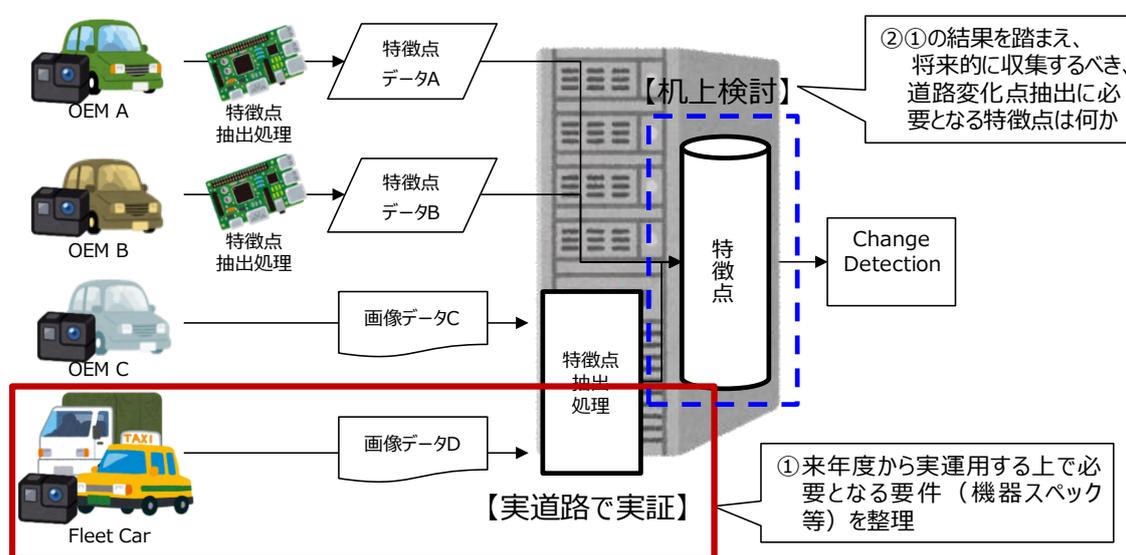


図 2-62 画像プローブ収集スキーム【再掲】

2.2.1 関連する規格・標準等の調査

車両から高精度 3 次元地図の更新に関連するデータを収集する規格・標準等を整理したうえで、該当する規格の詳細を調査した。

(1) 関連規格・標準の整理

車両データの流通の仕組みと関連する規格・標準は図 2-63 に示すとおり。車両 (Vehicle) からのセンタ (Cloud) へのアップリンクに関する規格は、SENSORIS、ISO20078、JASPAR が該当する。

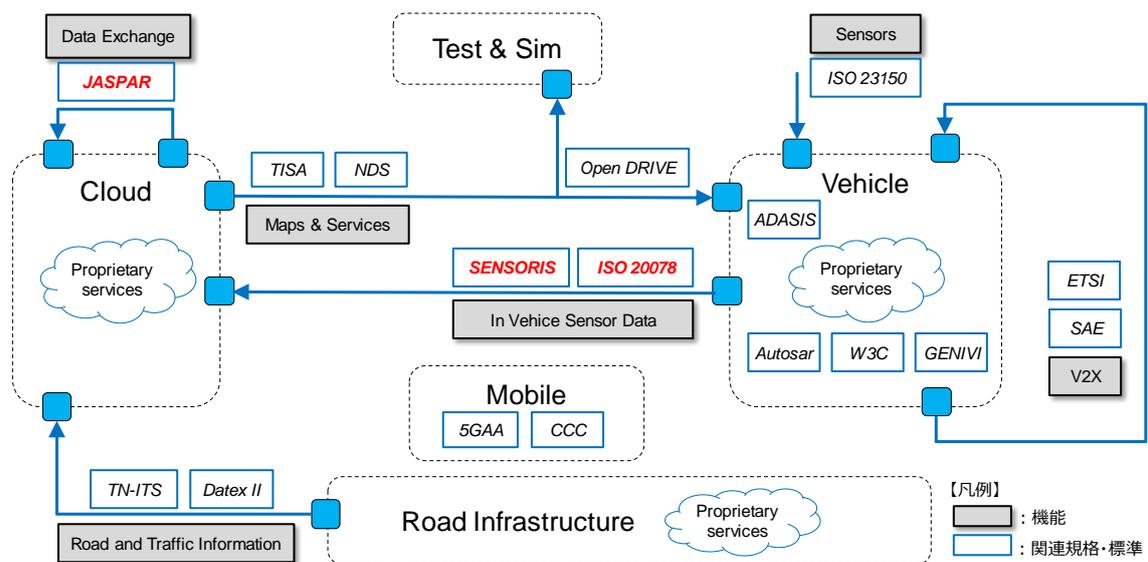


図 2-63 車両データの流通等の仕組みと関連規格

出所) 2018 年 SIP-adus Workshop での OADF プレゼン資料をもとに一部加筆

SENSORIS、JASPAR については、道路周辺環境の情報を対象としており、道路変化点抽出に関連することから、調査対象とする。ISO20078 は、故障診断の情報を対象としていることから、本調査の対象外とした。

表 2-25 調査対象規格・標準の位置づけ

名称	規格・標準名称	策定者	公開日	概要
SENSORIS	Sensor Interface Specification/ SENSORIS INTERFACE ARCHITECTURE V1.1.1	SENSORIS Innovation Platform hosted by ERTICO	2020年 7月	Sensor Interface Specification (SENSORIS) は、クラウドからクラウド、クラウドから車両にセンサデータを要求し、センサデータを送信するためのインターフェースを定義。仕様とその標準化は、インターフェースの内容と符号化を対象としている。
JASPAR	車両情報共用 API 仕様書/ 車両情報共用コン セプト仕様書/車両 情報共用データセ ット仕様書	一般社団法人 JASPAR 車両情報 共用検討 WG	2020年 1月	サービスプロバイダー (OEM) などの保有する車両データから得られた情報コンテンツの流通を促進させることを目的に、ネットワーク上のオンラインまたはオフラインでやりとりする際のデータフォーマットを定義するとともに、ネットワーク上に存在するサーバに対する情報入出力の API を定義している。
ISO 20078	Road vehicles — Extended vehicle (ExVe) web services	ISO/TC 22 (自動 車) /SC 31 (データ 通信)	2019年 2月	自動車の情報を OEM のサーバに収集したうえで、第三者 (修理業者) などに WWW サービスを用いて故障診断の情報を提供する仕組みを規定。 「データコンテンツ」、「データの読み取り・変更などの方法 (例: WWW サービスでの https)」、「2 点間のセキュリティの仕組み (例: 各車両のための期限付き証明書)」、「第三者によるアクセスの管理 (制限)」を規定。 標準では故障診断の情報を対象としている。

(2) 調査対象規格の詳細

SENSORIS、JASPAR を対象に策定されているドキュメントの種類、ドキュメントの内容を整理した。

1) SENSORIS

SENSORIS は、地図サービス会社である HERE が検討したフォーマットをもとにしており、ERTICO より 2019 年 7 月 15 日に第一版 (v1.0.0) が公開され、2020 年 7 月 22 日に現在の最新版 (v1.1.1) に更新されている。

SENSORIS (Sensor Interface Specification) は、車両からクラウド、またクラウド間において、車両センサのデータを要求・送信するためのインターフェースを定義している。本仕様では、インターフェースの内容と符号化を対象としている。

SENSORIS は上述の仕様に加え、「SENSORIS Interface Architecture」も公開されている。各ドキュメントの詳細は以下のとおり。

表 2-26 SENSORIS の関連文書

文章	ドキュメントの記載内容	ドキュメント形式
SENSORIS (Sensor Interface Specification)	インターフェースの情報項目と表現方法について	スキーマ文書 (Google Protocol Buffers※)
SENSORIS Interface Architecture	SENSORIS の概要やアーキテクチャについて	テキスト形式

※Google Protocol Buffers は、Google が開発した構造化データをシリアライズするためのフォーマット。
出所) SENSORIS OBJECTIVES

a. SENSORIS Interface Architecture

SENSORIS では、車両からクラウドへの車両センサデータのアップロード、及びクラウド間でのデータ交換をスコープとしている。

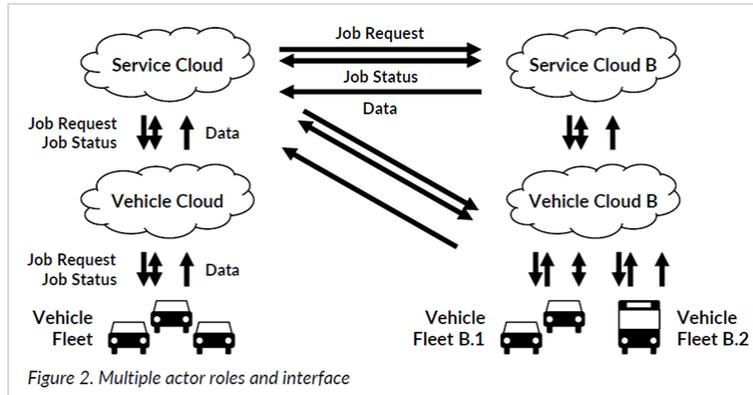


図 2-64 データ交換のスコープ

出所) SENSORIS Interface Architecture

SENSORIS Interface Architecture では、参照系、符号化方法、バージョン管理方法等を規定している。加えて、データメッセージ、ジョブリクエスト、ジョブステータスのスキーマの概略が示されている。

表 2-27 SENSORIS Interface Architecture の概要

項目	内容
Reference Systems	SENSORIS では、国際単位系 (SI)、協定世界時 (UTC)、世界測地系 1984 (WGS84)、ISO 8855:2011 を利用することを定めている。 ※ISO 8855:2011 (路上走行車—車両力学及び路面保持能力—用語集)
Message Encoding	SENSORIS では、各情報項目の表現方法を Google Protocol Buffers に準拠して規定している。
Conventions	バージョン番号やメッセージ名、フィールド名、値名の命名規則を定めている。
Data Message Content	SENSORIS のデータメッセージにおけるアーキテクチャについて定めている。具体的な内容は以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> • プライバシーに関する識別子、イベントの相互参照に使用される識別子、ジョブ要求に対して送信されるデータメッセージのイベントを参照するために使用される識別子 • 属性表現とメタデータ属性 • データメッセージで使用される空間参照システム
Job Request Message Content	SENSORIS のジョブ要求メッセージにおけるアーキテクチャについて定めている。具体的な内容は以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> • ジョブ要求識別子と優先順位 • ジョブのメタデータ、機能要件 • ジョブ要求の全体的な制限、有効性の制限 • データ収集が開始される時点 • ジョブ要求のアクション
Job Status Message Content	SENSORIS のジョブステータスメッセージにおけるアーキテクチャについて定めている。

出所) SENSORIS Interface Architecture

b. SENSORIS (Sensor Interface Specification)

SENSORIS (Sensor Interface Specification)のデータメッセージは、envelope、event_group、event_relation、event_source の4つから構成される。

envelope 内のデータ構造は表 2-28 のとおり。メッセージにおける識別子や車両情報、位置情報といった共通的な事項が含まれている。

表 2-28 envelope 内のデータ構造

第一階層	第二階層	第三階層	内容
envelope	ids	session_id	セッションの識別子
		message_id	メッセージの識別子
		last_message_of_session	セッションの最後のメッセージかどうかのフラグ
		vehicle_fleet_id	車両フリートの識別子
		vehicle_id	車両の識別子
		driver_id	ドライバの識別子
	job_ids	submitter	情報提供者の情報
		job_id	ジョブの識別子
		vehicle_fleet_id	車両フリートの識別子
		vehicle_id	車両の識別子
		driver_id	ドライバの識別子
	field_resolution_override	paths	イベントフィールドの参照先
		exponent	オーバーライド先を示す指数
	vehicle_dimensions	distance_to_front	車両座標系から車両前部までの距離
		distance_to_back	車両座標系から車両後部までの距離
		distance_to_left	車両座標系から車両左部までの距離
		distance_to_right	車両座標系から車両右部までの距離
		distance_to_top	車両座標系から車両上部までの距離
		distance_to_ground	車両座標系から車両下部までの距離
	map_identification	provider_version	地図プロバイダーから取得した地図のバージョン
		compiler_version	サードパーティから取得した地図のバージョン
		format	地図の形式
	Extension	type_url	シリアル化されたメッセージの形式を説明する URL
		value	シリアル化されたプロトコルバッファメッセージ

event_group 内のデータ構造は表 2-29 のとおり。イベントの内容やその詳細等の情報が含まれている。

表 2-29 event_group 内のデータ構造

第一階層	第二階層	第三階層	内容
event_group	envelope	origin	時間・空間の原点
		extension	拡張領域
	localization_category	envelope	カテゴリのエンベロップ
		vehicle_position_and_orientation	車両の位置と回転
		vehicle_odometry	車両のオドメトリ
		vehicle_speed	車両の速度
		vehicle_acceleration	車両の加速度
		vehicle_rotation_rate	車両の回転数
		object_detection_category	envelope
	movable_object		動的な物体の検知
	static_object		静的な物体の検知
	weather_category	envelope	カテゴリのエンベロップ
		precipitation	降水量
	driving_behavior_category	envelope	カテゴリのエンベロップ
		parking_status	駐車状況
	intersection_attribution_category	envelope	カテゴリのエンベロップ
		traffic_signal_bulb	個々の信号機の情報
		traffic_signal	交差点の信号の情報
	road_attribution_category	envelope	カテゴリのエンベロップ
		lane_boundary	レーンの境界線の情報
		lane_boundary_merge_split	レーンの境界線の幅や分割の情報
		lane	レーンの情報
		road	道路の情報
		surface_marking	路面の記載
		surface_attribution	路面の属性
		road_attribution	道路の属性
		detected_lane_count_and_confidence	検出したレーンの数とその信頼度
		estimated_lane_count_and_confidence	推測したレーンの数とその信頼度
	traffic_regulation_category	envelope	カテゴリのエンベロップ
		traffic_sign	道路標識の情報
	traffic_events_category	envelope	カテゴリのエンベロップ
		hazard	道路上の危険情報
		dangerous_slow_down	他の車両の危険な減速の情報
		traffic_condition	交通状況
		roadworks	道路工事の情報
		road_weather_condition	道路の気象状況
	traffic_maneuver_category	envelope	カテゴリのエンベロップ
		maneuver	操縦の状態
		charging	充電の状態
		refueling	給油の状態
	brake_category	envelope	カテゴリのエンベロップ
		brake_systems_status	ブレーキシステムの状態

第一階層	第二階層	第三階層	内容
	powertrain_category	envelope	カテゴリのエンベロープ
		engine_status	エンジンの状態
		transmission_status	トランスミッションの状態
		cruise_control_status	クルーズコントロールの状態
	map_category	envelope	カテゴリのエンベロープ
		location_reference	地図の参照

※赤枠は画像データによる道路変化点抽出に関連すると考えられる情報項目

event_relation 内のデータ構造は表 2-30 のとおり。他のイベントとの前後関係や関係の形式等の情報が含まれている。

表 2-30 event_relation 内のデータ構造

第一階層	第二階層	第三階層	内容	
event_relation	from_id	-	データメッセージ内の関係する他のイベントの識別子のうち from に該当するもの	
	type	-	関係の形式	
	to_id	-	データメッセージ内の関係する他のイベントの識別子のうち to に該当するもの	
	extension	type_url		シリアル化されたメッセージの形式を説明する URL
		value		シリアル化されたプロトコルバッファメッセージ

event_source 内のデータ構造は表 2-31 のとおり。イベントを検知したセンサの識別子や詳細等の情報が含まれている。

表 2-31 event_source 内のデータ構造

第一階層	第二階層	第三階層	内容	
event_source	source	id	ソースの識別子	
		entity	センサやセンサフュージョンに関する提供者や機材の情報	
		sampling_frequency	センサのサンプリング周波数	
		sensor	センサの情報	
		sensor_fusion	センサフュージョンの情報	
		extension	拡張領域	
	ids	-	ソースの識別子	
	paths	-	ソースのパス	
	extension	type_url		シリアル化されたメッセージの形式を説明する URL
		value		シリアル化されたプロトコルバッファメッセージ

出所) SENSORIS (Sensor Interface Specification)

2) JASPAR

JASPAR では、車両データから得られた情報コンテンツについて定義することを目的に、「車両情報共有コンセプト仕様書」「車両情報共有データセット仕様書」「車両情報共有 API 仕様書」の 3 つの規格を策定し、2020 年 1 月 17 日に公開している。

各仕様書の内容は以下のとおり。

表 2-32 仕様書の内容

文書名	文書の記載内容
車両情報共有コンセプト仕様書	JASPAR の適用範囲や情報の利用方法の想定について
車両情報共有データセット仕様書	車両情報から生成されるコンテンツの具体的なデータの構造および定義について
車両情報共有 API 仕様書	データを送受するための API について

出所) 一般社団法人 JASPAR 車両情報共有コンセプト仕様書

a. 車両情報共有コンセプト仕様書

車両情報共有コンセプト仕様書は、プローブ情報などで得られた車両情報から生成されるコンテンツを共有する際に、JASPAR における検討範囲を定義し、想定される情報の利用方法を整理した文書である。

本仕様書では、車両データから得られる情報コンテンツの具体例として、交通流状況、規制状況、環境状況、障害物、注意喚起事象、車両イベント、駐車位置、道路構造変化等を挙げている。

また、情報コンテンツを利用したアプリケーションの想定として、「情報提供・車両制御のためのアプリケーション」と「道路改修・地図更新のためのアプリケーション」の 2 つを挙げている。具体的な機能イメージは以下のとおり。

- 車両がドライバに事象の情報提供を行い、注意を喚起する。
- 車両が事象を避けるためのレーンチェンジや減速などの制御を行う。
- 車両が事象に応じてドライバにあらかじめ TOR¹が発生する可能性があることを通知する。
- 事象を考慮して走行ルートを選定する。
- 全体交通流の最適化に資する情報提供や車両制御を行う。
- 地図製作事業者が変化点を把握し、地図更新作業に着手する。
- 道路管理者が、道路に損傷などの異常が生じたことを把握し、調査/改修に着手する。

車両情報共有コンセプト仕様書では、クラウド間での情報コンテンツの授受をスコープとしている（車両とクラウドでの通信はスコープ外である）。

¹ Take Over Request : 自動運転でシステムでは対応できない状況で、システムが発する運転代行の要請。

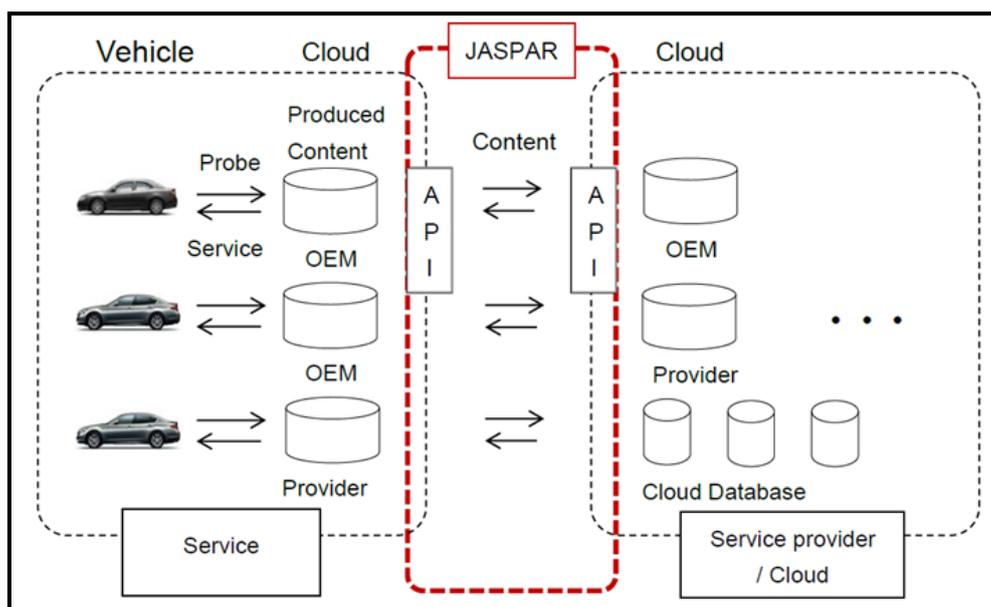


図 2-65 車両情報共有のスコープ

出所) 一般社団法人 JASPAR 車両情報共有コンセプト仕様書

b. 車両情報共有データセット仕様書

車両情報共有データセット仕様書は、データを送受するための具体的なメッセージセットとデータディクショナリーを定義する規格文書である。

システム間でやりとりされるメッセージの定義と構成について、詳細は以下のとおり。

ア) メッセージ、及びその構成単位の定義

車両情報共有データセット仕様書では、メッセージ、及びその構成単位が以下のように定義されている。

- システム間でやりとりされるデータの単位をメッセージ (message) と定義する。
- message に記述されるデータの最小単位をデータエレメント (element) と定義し、element を機能ごとにまとめた組み合わせをデータユニット (unit) と定義する。
- 2つ以上のユニットをまとめたものをデータコンテナ (container) と定義する。

イ) メッセージの構成

車両情報共用データセット仕様書では、メッセージの構成が以下のように定義されている。

- message を構成する基本的な unit として administration、basic、contents を定義する。
- administration は 1 つの message に 1 つのみ記述し、message 全体に関わる管理情報を記述する。
- basic は、いつ、どこ、というコンテンツの存在する空間情報を記述する。
- contents はコンテンツ本体を記述する。空間とコンテンツ本体を紐づけるために basic と contents は同一 container に格納する。

表 2-33 message の構成

message	administration		管理情報
	container	basic	空間情報
		contents	コンテンツ本体
	container	basic	空間情報
		contents	コンテンツ本体
		contents	コンテンツ本体
	container	basic	空間情報
		contents	コンテンツ本体

出所) 一般社団法人 JASPAR 車両情報共用データセット仕様書

車両情報共用データセット仕様書では、道路構造や付帯設備の変化状況を記述する unit (unit : infrastructure) が定義されている。記述できる変化は以下のとおり。

表 2-34 道路構造や付帯設備の変化状況 (unit : infrastructure)

内容	詳細(対象等)
道路構造の変化	道路の接続関係/車道幅員/左記以外の車道に関わる変化
車線の変化	車線数/車線幅員/車線形状/左記以外の車線に関わる変化
道路形状の変化	道路曲率半径/道路縦断勾配/道路横断勾配/左記以外の道路形状に関わる変化
道路標識の変化	道路標識の数/道路標識の大きさ/道路標識の向き/道路標識の種別/左記以外の道路標識に関わる変化
信号機の変化	信号機の数/信号機の大きさ/信号機の向き/信号機の種別/左記以外の信号機に関わる変化
柱状物の変化	柱(街灯の支柱や電柱など)の数/柱の大きさ/左記以外の柱状物の変化
防護柵の変化	防護柵(ガードレールなど)の有無/防護柵の種別/防護柵の大きさ/左記以外の防護柵の変化
中央帯の変化	中央帯・レーンディバイダーの有無/左記以外の中央帯の変化
橋梁の変化	道路を跨ぐ橋梁(歩道橋や跨道橋など)の有無/左記以外の橋梁の変化
トンネルの変化	トンネルの有無/左記以外のトンネルの変化
踏切の変化	踏切の有無/左記以外の踏切の変化
料金所の変化	料金所の有無/左記以外の料金所の変化
区画線の変化	区画線の有無/区画線の幅/区画線の線種/区画線の色/左記以外の区画線の変化
道路標示の変化	道路標示の有無/道路標示の種別/道路標示の大きさ/道路標示の文字/道路標示の色/左記以外の道路標示の変化
路面の変化	路面の舗装状況/路面の減速帯/路面の平坦性の状態/路面の隆起・陥没・ひび割れの状態/左記以外の路面の変化

出所) 一般社団法人 JASPAR 車両情報共用データセット仕様書

車両情報共用データセット仕様書に基づき、道路標識が規制標識に変更したことを検出した場合のメッセージ例を以下に示す。

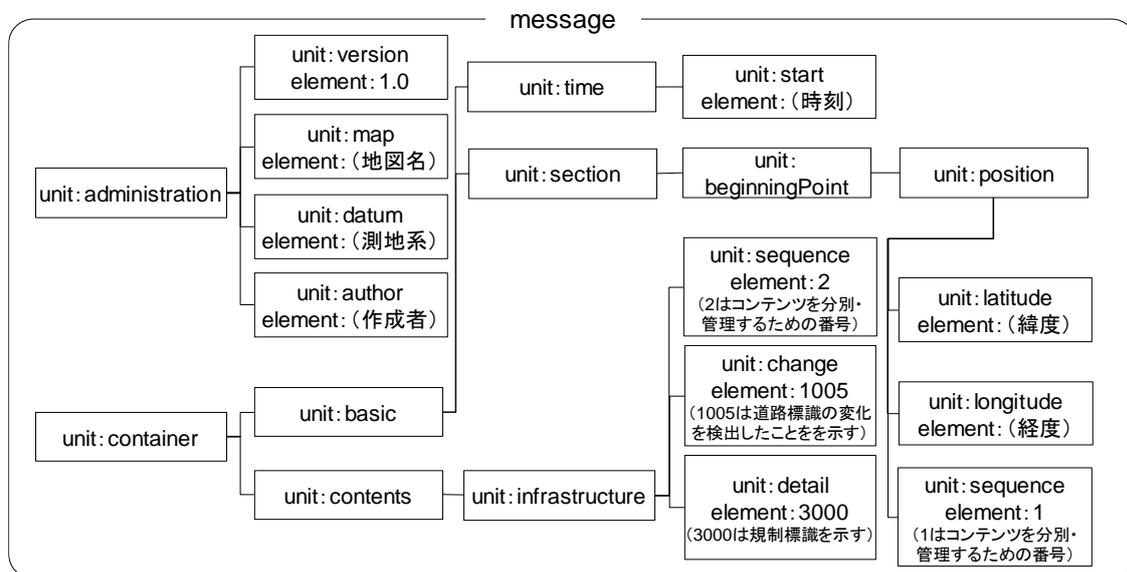


図 2-66 道路標識が規制標識に変更したことを検出した場合のメッセージ例
出所) 一般社団法人 JASPAR 車両情報共用データセット仕様書

ウ) 情報共用 API 仕様書

車両情報共用 API 仕様書は、「データセット仕様書」のデータを送受するための API について規定したものである。共通仕様（プロトコル、機能一覧、シーケンス、リクエスト/レスポンス、注意事項）と各機能の詳細で構成されている。

API は REST を使用し、データの記述は JSON を用いる。また、データを登録する側をクライアント、登録される側をサーバと想定したクライアントサーバ形式を想定し、定義する（REST とは、「セッションなどの状態管理を行わず、1 回のコマンドに対して 1 回結果が返ってきて完結する」「情報を操作する命令の体系があらかじめ定義・共有されている」「すべての情報が一意の URI で表現されるようにする」「情報の一部に別の情報へのリンクを含めることができる」の 4 つの項目から成る設計原理である）。

API の機能は登録機能、参照機能、削除機能の 3 つである。各機能の詳細は表 2-35 に示すとおり。登録したデータを更新する機能は持たないため、状態変化が生じた場合はデータを追加で登録することで対応する。

表 2-35 機能の詳細

機能	詳細
登録機能	サーバにデータの登録を行う機能。クライアントからサーバへデータを登録する場合は、クライアントが登録するデータをデータセット仕様書で定義されているメッセージに記述して行う。サーバ側では登録の成否や登録されたデータ毎に付与される recordId などの処理結果を返す。
参照機能	サーバに登録されたデータの参照を行う機能。クライアントからサーバのデータを参照する場合、クライアントが参照条件を設定してリクエストし、サーバ側では参照処理の結果とヒットしたデータを返す。
削除機能	サーバに登録されたデータの削除を行う機能。クライアントからサーバに登録時に付与された recordId を用いて直接データそのものを指定する。

出所) 一般社団法人 JASPAR 車両情報共用 API 仕様書

(3) 検知想定の変化情報への規格の対応状況

プローブ情報²を活用して高精度 3 次元地図を更新する場合、①車両で検知した情報を OEM のクラウドに送信し、②OEM のクラウドで検知情報を処理し変化情報としてマッププロバイダー等のクラウドに送信する、といった流れが想定される。①における検知情報は特定の地点、時間における道路の状況等を示すのに対し、②における変化情報は特定の地点における道路の状況等の変化を示す。

以下では、それぞれの情報について高精度 3 次元地図の更新で把握したい各情報と、既存の仕様との対応を調査整理した。①検知情報は SENSORIS と、②変化情報は JASPAR と比較し整理している。

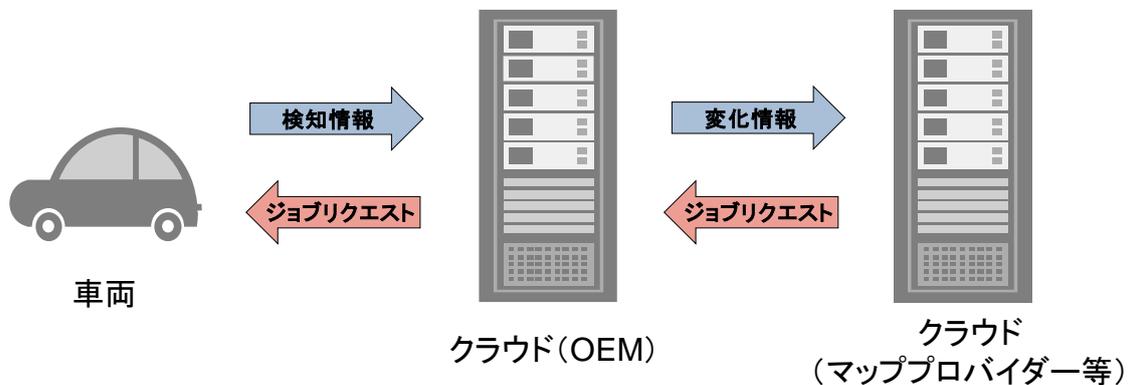


図 2-67 プローブ情報を活用する際の情報の流れ

² 高精度 3 次元地図情報の更新の際のプローブ情報としては、カメラ画像等で把握した情報を想定。

高精度 3 次元地図更新のためにプローブ情報で把握したい変化情報に対し、検知対象となる地物、検知情報に対するリクワイアメントは表 2-36 に示すとおり。プローブ情報からの変化情報を把握するため、道路構造を伴わない変化情報を対象としている。

表 2-36 「①検知情報」に対するリクワイアメント

把握したい変化情報※	把握する内容	対象地物※	検知情報に対するリクワイアメント
車線数増減	区画線の削除・追加を把握	区画線	区画線の有無を検知できること
車線拡幅	区画線の削除・追加を把握	区画線	区画線の有無を検知できること
分岐合流位置の変更	ゼブラゾーン(道路標示)を把握、もしくは区画線の削除・追加を把握	区画線 道路標示	道路標示の有無、種別を検知できること 区画線の有無を検知できること
物理構造物の新設、廃止、変更	物理構造物(中央帯、防護柵、ラバーポール、クッションドラム)の追加・削除・変化を把握	物理構造物(中央帯、防護柵、ラバーポール、クッションドラム)	物理構造物(中央帯、防護柵、ラバーポール、クッションドラム)の有無を検知できること
ゼブラゾーンの 新設、廃止、変更	ゼブラゾーン(道路標示)を把握	道路標示	道路標示の有無、種別を検知できること
区画線の実線/破線、色の変更	区画線の線種、色の変化を把握	区画線	区画線の線種、色を検知できること
非常駐車帯の新設、廃止、変更	非常駐車帯の標識を把握 路肩縁の防護柵の位置の変化を把握 区画線の追加・削除を把握	区画線 物理構造物(防護柵) 道路標識	区画線の有無を検知できること 物理構造物を検知できること 道路標識を検知できること
区画線の塗り直し	区画線自体の変化を把握	区画線	区画線の有無、線種、色を検知できること
標識の新設、廃止、変更	道路標識の追加・削除・変化を把握	道路標識	道路標識の有無、種別を検知できること
標示の新設、廃止、変更	道路標示の追加・削除・変化を把握	道路標示	道路標示の有無、種別を検知できること
信号機の新設、廃止、変更	信号機の追加・削除・変化を把握	信号機	信号機の有無、種別を検知できること

※把握したい変化情報や対象地物は、DMP 高精度基盤地図の仕様をもとに整理。

高精度 3 次元地図更新のためにプローブ情報で把握したい変化情報³と、変化情報に対するリクワイアメントは表 2-37 に示すとおり。

表 2-37 「②変化情報」に対するリクワイアメント

把握したい変化情報※	把握する内容	変化情報に対するリクワイアメント
車線数増減	区画線の削除・追加を把握	車線の数の変化を検出できること
車線拡幅	区画線の削除・追加を把握	車線の幅の変化を検出できること
分岐合流位置の変更	ゼブラゾーン(道路標示)を把握、もしくは区画線の削除・追加を把握	分岐合流位置の変化を検出できること
物理構造物の新設、廃止、変更	物理構造物(中央帯、防護柵、ラバーポール、クッションドラム)の追加・削除・変化を把握	物理構造物の有無の変化を検出できること
ゼブラゾーンの 新設、廃止、変更	ゼブラゾーン(道路標示)を把握	ゼブラゾーンの変化を検出できること
区画線の実線/破線、色の変更	区画線の線種、色の変化を把握	区画線の線種、色の変化を検出できること
非常駐車帯の新設、廃止、変更	非常駐車帯の標識を把握 路肩縁の防護柵の位置の変化を把握 区画線の追加・削除を把握	非常駐車帯の有無の変化を検出できること
区画線の塗り直し	区画線自体の変化を把握	区画線の有無、線種、色の変化を検出できること
標識の新設、廃止、変更	道路標識の追加・削除・変化を把握	道路標識の有無、種別の変化を検出できること
標示の新設、廃止、変更	道路標示の追加・削除・変化を把握	道路標示の有無、種別の変化を検出できること
信号機の新設、廃止、変更	信号機の追加・削除・変化を把握	信号機の有無、種別の変化を検出できること

※把握したい変化情報は、DMP 高精度基盤地図の仕様をもとに整理。

³ プローブ情報からの変化情報の把握のため、道路構造を伴わない変化情報を対象とした。

a. SENSORIS との対応

表 2-38 では、高精度 3 次元地図更新のためにプローブ情報で把握したい変化情報を得るため、必要となる検知情報の対象地物及びその属性について、SENSORIS での規定状況を整理している。

SENSORIS では、ゼブラゾーンや非常駐車帯が規定されておらず、区画線や道路標示の有無を検知することで対応が必要である。また、道路標識、道路標示の体系が日本のものと異なっているため、対応関係の整理も必要となる。

表 2-38 SENSORIS での規定状況

対象地物	地物の属性	SENSORIS での規定状況
区間線	区画線の有無	対応: RoadAttributionCategory (EventDetectionStatus.Type: 区画線の有無を検出)
	区画線の線種	対応: RoadAttributionCategory (LaneBoundary.TypeAndConfidence.Type: 区画線の線種を検出)
	区画線の色	対応: RoadAttributionCategory (MarkingColorAndConfidence.Type: 区画線の色を検出)
物理構造物	物理構造物の有無	対応: object_detection_category(StaticObject.TypeAndConfidence.Type: 物理構造物の有無を検知)
道路標識	道路標識の有無	対応: traffic_regulation_category (EventDetectionStatus.Type: 道路標識の有無を検出)
	道路標識の種別	対応: traffic_regulation_category (TrafficSign.TypeAndConfidence.Type: 道路標識の種別を検出) ※日本の標識体系とは異なるため対応関係の整理等が必要
道路標示	道路標示の有無	対応: RoadAttributionCategory (EventDetectionStatus.Type: 道路標示の有無を検出)
	道路標示の種別	対応: RoadAttributionCategory (SurfaceMarking.TypeAndConfidence.Type: 道路標示の種別を検出) ※日本の標示体系とは異なるため対応関係の整理等が必要
信号機	信号機の有無	対応: intersection_attribution_category (EventDetectionStatus.Type: 信号機の有無を検知)
	信号機の種別	対応: intersection_attribution_category (TrafficSignal.OrientationAndConfidence.Type: 信号機の種別を検出)

また、区画線や物理構造物といった地物の有無を検知した際、対象を検知したのか、また対象を検知することを予測していたのかを記述することができる。

Name	#	Description
UNKNOWN_TYPE	0	Unknown.
EXPECTED_AND_DETECTED	1	Expected and detected by vehicle.
EXPECTED_AND_NOT_DETECTED	2	Expected and not detected by vehicle, without further specification of the reason for the non detection.
EXPECTED_AND_NOT_DETECTED_ACCESS_BLOCKED	3	Expected and not detected by vehicle due to blocked access, e.g. vision of camera sensor to expected event is blocked.
EXPECTED_AND_NOT_DETECTED_ACCESS_AVAILABLE	4	Expected and not detected by vehicle although access is not blocked, e.g. vision of camera sensor to expected event is free.
NOT_EXPECTED_AND_DETECTED	5	Not expected and detected by vehicle.

図 2-68 地物の検知情報

b. JASPAR との対応

表 2-39 では、高精度 3 次元地図更新のためにプローブ情報で把握したい変化情報の対象地物及びその属性について、JASPAR での規定状況を整理している。

JASPAR では、分岐合流位置やゼブラゾーン、非常駐車帯が規定されていない。

表 2-39 JASPAR での規定状況

対象地物	地物の属性	JASPAR での対応
区画線	区画線の有無の変化	対応:区画線の変化(Change2001:区画線の有無の変化を検出)
	区画線の線種の変化	対応:区画線の変化(Change2006:区画線の線種の変化を検出)
	区画線の色の变化	対応:区画線の変化(Change2007:区画線の色の变化を検出)
車線	車線の数の変化	対応:車線の変化(Change101:車線数の変化を検出)
	車線の幅の変化	対応:車線の変化(Change102:車線幅員の変化を検出)
路肩縁	道路の幅の変化	対応:道路構造の変化(Change22:車道幅員の変化を検出)
分岐合流位置	分岐合流位置の変化	未対応:区画線の変化、道路標示の変化で判断できる可能性はあるが分岐合流位置の変化までは把握できない
物理構造物	物理構造物の有無の変化	対応:防護柵の変化又は中央帯の変化 ※防護柵であれば「Change1403:防護柵の種別の変化を検出」で特定できるが、中央帯の場合は種別(例えばラバーポールやワイヤーロープ)までは特定できない
ゼブラゾーン	ゼブラゾーンの有無の変化	未対応:同標示種別コードでは、「・・・」となっている部分があり、ゼブラゾーン(道路標識、区画線及び道路標示に関する命令の別表第4の「路上障害物の接近」、別表第6の「安全地帯又は路上障害物に接近」、「導流帯」)が含まれるか不明
非常駐車帯	非常駐車帯の有無の変化	未対応:道路標識の変化で非常駐車帯の新設、削除は把握できるが、非常駐車帯の形状(範囲)の変化までは把握できない
道路標識	道路標識の有無の変化	対応:道路標識の変化(Change1001:道路標識の数の変化を検出)
	道路標識の種別の変化	対応:道路標識の変化(Change1005:道路標識の種別の変化を検出)
道路標示	道路標示の有無の変化	対応:道路標示の変化(Change2101:道路標示の有無の変化を検出)
	道路標示の種別の変化	対応:道路標示の変化(Change2103:道路標示の種別の変化を検出)
信号機	信号機の有無の変化	対応:信号機の変化(Change:1101:信号機の数の変化を検出)
	信号機の種別の変化	対応:信号機の変化(Change:1105:信号機の種別の変化を検出)

地物の変化情報について、例として区画線の変化の検出に関する記述方法を以下のとおり示す。

表 2-40 地物の変化情報（区画線）

change	検出内容	detail
2001	区画線の有無の変化を検出	【表記法】区画線が検出された場合 1 を、削除され検出できなかった場合 0 を文字列で記述する。 【例】"detail": "1"
2004	区画線の幅の変化を検出	【表記法】検出した区画線の幅を mm 単位の 10 進法で記述する。 【例】"detail": 300
2006	区画線の線種の変化を検出	【表記法】検出した区画線の種別を別表のコードで記述する。 【例】"detail": "2"
2007	区画線の色の变化を検出	【表記法】検出した区画線の色の種別を別表のコードで記述する。 【例】"detail": "2"
2000	上記以外の区画線の変化を検出	記述しない

c. 各規格の対応状況

高精度 3 次元地図更新のためにプローブ情報で把握したい変化情報を、車両とクラウド間や、クラウド同士でやりとりする際、現状の規格では表 2-41 に示す点が不足となる。

SENSORIS・JASPAR とともに、ゼブラゾーンや非常駐車帯が規定されていない。また SENSORIS は、道路標識、道路標示の体系が日本のものと異なっているため、対応関係の整理も必要となる。

表 2-41 現状の規格の不足点

規格	対象地物または変化情報	属性情報
SENSORIS	<ul style="list-style-type: none"> 対象とする以下の 5 地物とも定義されている。 区間線/物理構造物/道路標識 道路標示/信号機 	<ul style="list-style-type: none"> 左記の地物で対応できるものの、ゼブラゾーン、非常駐車帯は定義されていない。 道路標識、道路標示が日本の体系と異なる。
JASPAR	<ul style="list-style-type: none"> 対象とする地物のうち、以下の地物が定義されている。 区画線/車線/路肩縁/物理構造物/ 道路標識/道路標示/信号機 対象とする地物のうち、以下の地物が定義されていない。 分岐合流位置/ゼブラゾーン/非常 駐車帯 	<ul style="list-style-type: none"> 物理構造物のうち、防護柵の変化と中央帯の変化を検知できるが、中央帯の場合はその種別(例:ワイヤーロープ)まで特定できない。

2.2.2 特徴点の要件と標準化の方向性の検討

2.1 節で検討したドライブレコーダ画像を用いて道路変化点を抽出する技術の検討結果を踏まえ、各車両にて特徴点抽出を行う場合の特徴点抽出時の要件を検討し、特徴点の要件と既存の規格とのギャップ分析を行った。加えて、検討した内容をもとに標準化を図る際の方向性などを検討した。

(1) 特徴点の要件

カメラ画像データ収集からサーバ側で道路変化点を抽出するまでの流れ（イメージ）を図 2-69 に示す。以降では、図 2-69 の赤枠部分について、検討した結果を示す。

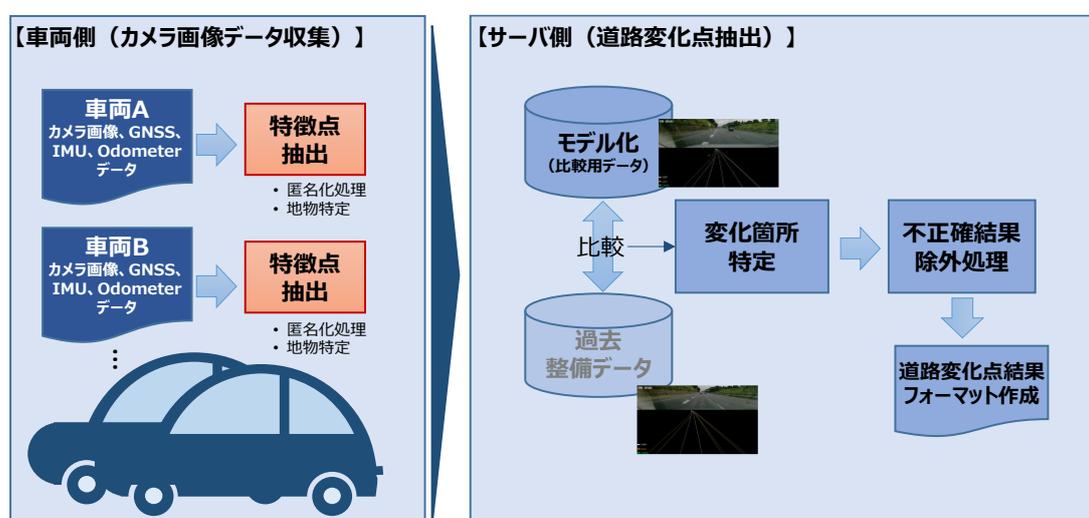


図 2-69 「一般道/Global」での運用を行う場合の道路変化点抽出技術処理イメージ

1) 机上検討を踏まえた特徴点の要件

2.1 節の道路変化点抽出技術では、表 2-10 に示す変化の定義に従い、変化箇所を特定した。車両側で特徴点を抽出するにあたっては、表 2-10 で示す「「変化あり」と判断する基準の内容」に関連する情報（地物の種類、位置、形状等）を車両側で収集する必要がある。そこで、表 2-10 の内容、2.1 節で実施した実証実験結果等を参考に、車両側で特徴点を抽出するにあたって必要な情報の内容や、情報を収集する頻度（取得単位）、精度を机上検討した結果を表 2-42 に示す。

「地物データ」では、表 2-10 の「「変化あり」と判断する基準の内容」で判断するのに必要な情報として、地物の種類、位置、形状等の他に、取得したデータの確からしさを評価するために必要な情報（信頼度情報）を含む。地物の位置は自車のカメラ取付位置（GNSS 位置情報、カメラ画像データから推定される車両軌跡から算出した位置情報の2種類を自車位置として算出し、これにカメラの取付位置を加味した位置）を原点（絶対位置）に相対位置で決定する。そのため、地物の位置の決定に必要な「位置、速度、時刻データ」やその他（カメラ取付位置）も基礎資料として収集することとして整理した。

表 2-42 「一般道/Global」での運用を想定した要件を
2.1 節の結果を踏まえ整理した結果

名称	項目・取得する内容		取得単位
地物 データ	区画線	<ul style="list-style-type: none"> 車道外側線、車道中央線、車線境界線等の位置(中央) 属性(線種、線色、線幅、多重線情報等) 	高頻度 (参考:0.1s 等)
	物理構造物	<ul style="list-style-type: none"> 連続して配置された縁石、壁、ガードレール、ポール等の物理構造物で区画された境界線等の位置 	
	道路標識	<ul style="list-style-type: none"> 道路標識面の中心位置 属性(法線ベクトル、サイズ(道路標識面の外接矩形の幅と高さ)、種別*、補助標識情報等) <p>*RSA (Road Sign Assist)機能の認識対象の標識は識別可能な分類 ID で整理、対象外の標識は形状等から識別可能な分類 ID で整理</p>	
	信号機	<ul style="list-style-type: none"> 信号機面の中心位置 属性(法線ベクトル、サイズ(信号機前面部の外接矩形の幅と高さ)、種別) 	
	道路標示	<ul style="list-style-type: none"> 停止線、横断歩道、路面矢印、ゼブラゾーン等道路標示の位置(外接矩形の中心、外接矩形の左下端、右下端) 属性(外接矩形下端中心位置からの奥行、種別(停止線、横断歩道、路面矢印、矢印方向等)) 	
	信頼度 情報	<ul style="list-style-type: none"> 取得時の精度低下の要因となる情報(勾配状態、トンネルでの取得等) 	
位置 速度 時刻 データ	自車位置	<ul style="list-style-type: none"> GNSS 位置情報 カメラ画像データから推定した車両軌跡から算出した位置情報(ピット、ロール、ヨーの姿勢情報含む) 	高頻度 (参考:0.1s 等)
	速度	<ul style="list-style-type: none"> 車両速度 	
	時刻	<ul style="list-style-type: none"> 各機器(GNSS、カメラ)のそれぞれの時刻* <p>*時刻同期されていないため、自車位置(2種)で位置合わせを行い、時刻差を特定</p>	
その他	カメラ取付位置	<ul style="list-style-type: none"> ドライブレコーダの取付位置(地物データの相対位置座標を算出するための原点) 	低頻度 (参考:1h 等)

※表 2-42 で収集するデータの要求精度は、車線特定が可能なレベル(サブメーターレベル)を想定。

なお、特徴点の要件は変化情報のもととなる情報(図 2-69 の赤枠)であり、道路変化点を抽出するにあたっては、その後サーバ側にて各車両から送られてきた特徴点を集約し、道路変化点を抽出するための仕組みの構築も必要である(図 2-69 のサーバ側)。サーバ側の仕組みの構築では、各車両に搭載されている各社機器の特性、処理の特性等を加味したうえで変化点を抽出するといった技術の開発が求められるため、必要に応じ特徴点の要件についても信頼度情報の具体的な定義やその他情報として追加すべき情報の検討が必要となる。

2) 既存標準とのギャップ分析

1)で検討した、特徴点抽出に必要なデータ項目について、既存規格との差分を分析した。整理の結果を表 2-43 に示す。なお、2.2.1(3)c の SENSORIS・JASPAR の分析結果から、SENSORIS は道路標識、道路標示等において日本の体系に合わせた整理が必要となるため、今回は JASPAR との差分を分析・整理している。

整理の結果、JASPAR 仕様は地物の変化情報を共有する仕様であるのに対し、1)で検討した特徴点の要件は各車両で検知したオブジェクト（特徴点）を共有する際の要件であり適用範囲が異なるため、「位置、速度、時刻データ」等は JASPAR 仕様に含まれていないが、地物データについては、一部地物が不足しているものの大きな差異はないことが分かった。

なお、JASPAR 仕様とはスコープが異なるものの、OEM での変化検知の処理が不要となるため、OEM の技術開発要素は少なくなり、情報の流通が進展する可能性がある。また、情報が流通されることにより、カバー範囲拡大、サンプル数の増加による検出精度の向上が期待されることから、OEM の技術開発のハードルを下げた収集の仕組みも検討しておく必要があると考える。

表 2-43 JASPAR 仕様との差分分析

名称	項目・取得する内容	情報項目の有無	属性の過不足	その他	参考:JASPARでの情報項目
地物データ	区画線	あり	<ul style="list-style-type: none"> 区画線の種別(車道外側線、車道中央線、車線境界線等の別)は記述できない。 多重線情報は記述できない。 	-	contents > infrastructure change:2001, 2004,2006, 2007,2000 (区画線の変化)
	物理構造物	あり	<ul style="list-style-type: none"> ガードレール・ポールは、「防護柵」の種別として記述できる。 縁石や壁等の物理構造物は記述できない。 	<ul style="list-style-type: none"> 「道路構造の変化」の「車道幅員の変化」の項目で車道幅員は記述できる。車道幅員から縁石や壁等の物理構造物の存在を推測することは可能。 	contents > infrastructure change:1401, 1403,1404, 1400 (防護柵の変化)
	道路標識	あり	<ul style="list-style-type: none"> 属性の不足はない。 	-	contents > infrastructure change:1001, 1003,1004, 1005,1000 (道路標識の変化)
	信号機	あり	<ul style="list-style-type: none"> 属性の不足はない。 	-	contents > infrastructure change:1101, 1103,1104, 1105,1100 (信号機の変化)

名称	項目・取得する内容	情報項目の有無	属性の過不足	その他	参考:JASPARでの情報項目
	道路標示	あり	<ul style="list-style-type: none"> 外枠矩形の中心と左下端、右下端といった、複数の位置情報を記述できない。 	-	contens > infrastructure change:2101, 2103,2104, 2105,2106, 2100 (道路標示の変化)
	信頼度情報	なし	-	<ul style="list-style-type: none"> 信頼度は利用者間で決められた確からしさ(5段階)を記述することになっている。 上述の地物の情報と同時にトンネル、勾配の情報を付加する仕様にはなっていないが、トンネル区間、勾配情報の項目はある。 加えて、環境情報(霧、降雨)等を示す項目もある。 	-
位置 速度 時刻 データ	自転車位置	なし	-	<ul style="list-style-type: none"> 地物、道路上での事象の位置を伝えるための位置が定義されているが、複数の位置情報(GNSSベース、カメラベース)を記述することはできない。 	-
	速度	なし	-	<ul style="list-style-type: none"> 平均の車速であれば、traffic(交通流の情報)の項目として記述可能。※ 	-
	時刻	あり	<ul style="list-style-type: none"> 属性の不足はない 	<ul style="list-style-type: none"> 1ms単位でのデータ取得に対応している。 	basic > time (コンテンツの発生・無効時刻)
その他	カメラ取付位置	なし	-	-	-

※ traffic(交通流の情報)は、2.2.1(2)2)で整理した unit : infrastructure(道路構造や付帯設備などの変化状況)とは別の項目であり、コンテンツ本体の情報。(messageの構成については表 2-33を参照。)

(2) 標準化への方向性

カメラ画像プローブ情報をもとにした道路変化点抽出技術を標準化する際の方向性を検討するため、有識者へのインタビュー、関連するプレーヤの動向を調査した。

1) 有識者へのインタビュー

国内の2団体を対象に、カメラ画像データを活用した道路変化点抽出技術の標準化の可能性や、実際に標準化を進めるとなった場合の手順等に関してインタビューを実施した。

インタビュー先は以下のとおり。

- 一般社団法人 JASPAR 車両情報共用検討 WG 主査 (トヨタ自動車 金光氏)
- ISO/TC204/WG17 国内分科会 分科会長 (慶應義塾大学院 佐藤氏)

インタビューの概要は表 2-44 のとおり。インタビュー結果の概要は a~b に示すとおり。

表 2-44 インタビューの概要

お伺い事項	インタビュー対象	実施日	インタビュー項目
JASPAR 仕様やカメラ画像プローブを用いた変化点検出の標準化に関して	JASPAR 車両情報共用検討 WG 主査 トヨタ自動車(株) 金光氏	2020 年 11 月 20 日(金) 13:00~14:00	ア) 車両情報共用コンセプト仕様書等の策定の経緯、今後の予定 イ) カメラ画像プローブを用いた変化点検出技術の共通化・標準化の領域 ウ) カメラ画像プローブを用いた変化点検出技術で標準化が必要な部分と標準化の進め方
ISO/TC204/WG16・WG17 の動向や国際標準化に関して	ISO/TC204/WG17 国内分科会 分科会長 慶應義塾大学 佐藤氏	2021 年 1 月 21 日(金) 14:00~15:15	ア) 国際標準化をはかる必要性、メリット等について イ) 本取り組みに関連する国際標準化動向について ウ) 国際標準化が考え得る領域、内容について

a. JASPAR 仕様やカメラ画像プローブを用いた変化点検出の標準化に関して

車両情報共有コンセプト仕様書等の策定経緯、今後の標準化に関する、主な回答は以下のとおり。

ア) 車両情報共有コンセプト仕様書等の策定の経緯、今後の予定

①車両状況共有コンセプト仕様書等の策定の経緯について

- 検討を開始した経緯
 - JASPAR の中で、これからプローブ情報が重要だという認識があり、SIP の車線別交通情報提供のプロジェクトを想定して検討を開始した。
 - まずは車線別交通情報提供での利用を想定し、そのうえで他のサービスにも利用できるようなフォーマットを検討した。
- スcope設定の経緯（クラウド-クラウド間に限定した経緯）
 - 車両-クラウド間で授受されるローデータは、各社での仕様の差やプライバシーの問題などにより、標準化を行うことはできないと判断した。
 - OEM で加工したコンテンツを流通させるのを基本的な考え方として、スcopeをクラウド-クラウド間に限定した。
- 策定時に参照した規格、動向 など
 - 要素の検討にあたっては W3C の POIX の定義を参考にした。また、SENSORIS と非公式リエゾンを組み、意見交換を行った。

②今後の予定について

- 他の規格とのリエゾン、国際標準化等について
 - JASPAR のデータフォーマットは業界のデファクトスタンダードを志向している。そのため、国際標準化は現時点では検討していない。
 - SENSORIS はクラウド-クラウド間のデータフォーマットもあると主張しているが、ローデータの授受に近いので、JASPAR のデータフォーマットと被る部分は少ないと考える。
- 改定等の予定について
 - SIP 第 2 期の実証実験終了後、そこで得られたフィードバックをもとに必要に応じ改定をする予定である。

イ) カメラ画像プローブを用いた変化点検出技術の共通化・標準化の領域

①カメラ画像プローブ変化点抽出技術の共通化・標準化部分について

- 共通化が必要と考えられる部分や標準化の動向について
 - 共通化が必要と考えられる項目については、個社の事情やアーキテクチャによって範囲が変わってくる。また授受を行うデータを全て洗い出して標準化するのは難しい。そのため、現時点では現在検討中の範囲以外で標準化・共通化して意味のある部分はないのではないかと考える。

ウ) 標準化が必要な部分と標準化の進め方

①標準化が必要な部分と標準化の進め方について

• 車両情報共用コンセプト仕様書等の改定について

- JASPAR のデータフォーマットでは、地物の変化の把握を OEM クラウドと Service Provider のどちらでも対応できるような仕様となっている。
- JASPAR のデータフォーマットでは冗長性を厳しめに考えており、データフォーマットで足りない部分は事業者間でデータ項目を追加できるような仕様とした。
- JASPAR のデータフォーマットは、車線別交通情報提供で利用されることを前提にしており、そのうえで地図の更新用に拡張している。車線別交通情報提供の部分は SIP の実証実験でのフィードバックをもとに改定をしているが、地図の更新の部分は実際の検証が出来ていない。今回の研究開発を踏まえフィードバックを頂けるのであれば、それをもとに改定を行うことも考えたい。

b. ISO/TC204/WG16・WG17の動向やプローブ情報の国際標準化に関して

ISO/TC204/WG16・WG17の動向、プローブ情報の国際標準化に関する、主な回答は以下のとおり。

ア) 国際標準化をはかる必要性、メリット等について

①国際標準化をはかる必要性、メリット等について

- 国際標準化をはかる必要性やそのメリットについて
 - 国際標準化のメリットとして、WTOのTBT協定等、国際標準化されているものがあれば、それに準拠しているものを優先して採用しなければならない、といった強制力が働くことが挙げられる。
 - WTOのTBT協定が存在するため、大規模なシステムや公共に近いところのシステムでは、国際標準を定めることで、海外に売り込む際に有利となる。
 - 交通インフラ等、国内のシステム開発を行う際は、当該分野で国際標準に準拠したものと、そうでないものが提案された場合、技術的に準拠していない方が優れた提案だったとしても、準拠したものを採用しなければ他国からWTOに訴えられる危険性がある。また、海外企業が準拠した状態で提案した場合、拒む理由がない。海外からの売り込みを避けるためにも、国際標準化を検討するべきである。
 - プリミティブに近い分野での標準化は、機器メーカーや製造メーカーにとって自社の製品がより売れるようになるというインセンティブを提供できる。
 - 国際標準化の際の一番のメリットは、世界中の人々の間でその分野に関する共通認識を持つようになることである。国際標準化の際には、その標準が世界で議論するための土台になることをメリットとして意識することが重要である。

イ) 本取り組みに関連する国際標準化動向について

①本研究開発に関連する国際標準化の動向について

- 本研究開発に関連する国際標準化の動向について
 - プローブでは、車両-OEMクラウド間のデータフォーマットの標準を定めている。車両内でのセンサ情報の取り扱いや車載システムとの連携は、OEM側の領域と認識している。車両からセンタへ送信した情報を様々なビジネスで利活用できるようにするために、1つの車両から送られてきた情報であることが認識でき、かつ、センサ情報にタイムスタンプや位置を付与した状態で提供できる仕組みをモデル化した。
 - WG16の標準化では、プローブが世界における共通認識となることを目的とし、車両からクラウドに送信するデータに位置と時刻のデータを付与すること、そして個人情報やプライバシーに対して配慮するためのルール等を定めた。

②ISO/TC204/WG17 の動向について

• ISO/TC204/WG17 の動向について

- WG17 の PWI 22087 ノーマディックデバイスを用いた運転経験情報の共有は、韓国の研究者から提案されており、カーナビやドライブレコーダとして使用するスマートフォンで収集した画像データを、クラウドで収集し、機械学習で処理し活用すること等が想定されている。IS (International Standard) ではなく、TR (Technical Report) とすることが予定されている。本標準が他の規格に対して何らかの制約となることがないように、国内 WG17 では注視していく。

ウ) 国際標準化が考え得る領域、内容について

①カメラ画像プローブ変化点抽出技術の共通化・標準化部分

• カメラ画像プローブ変化点抽出技術の共通化・標準化部分について

- 今回のカメラ画像データを用いた変化点抽出技術の共通化・標準化では、システム全体をモデル化し、どこを標準化するかを考えることが重要である。今回の場合は、物理的な構成要素（車両やセンタ等）に対し、I/F や接続方法、処理方法、データ収集する際のフォーマット等を標準化するなどが考えられる。また、スコープを考えるにあたっては、特徴点そのものの標準を作るのか、もしくは特徴点の管理手法を標準化するのかなどを整理する必要がある。
- 画像データを3次元地図と結びつけるのであれば、あらかじめカメラ画像データに位置や時刻情報を付与するタイミングや情報を付与する際のフォーマットを定める必要がある。時刻、緯度、経度、高度の他、オプションとして道路ネットワークの ID との紐づけや、カメラ角度などを定める必要があると思われる。
- クラウドで画像データそのものを収集するか、それとも車両で処理済みのデータを収集するかについても、全体としてのルールを定めたいうで、それぞれの方法について検討していくことが必要である。
- 最近では、ユーザーがあるデータベースにリクエストを送り、そのデータベースが他のデータベースからデータを取得し、ユーザーに送るといったデータ取得の流れがある。この方法を採用する場合、リクエスト方法や、どのようにレスポンスを返すかといったルールを定めることも想定される。

2) 関連するプレーヤの動向

プローブデータを活用した高精度3次元地図の更新の取り組みに関して、表 2-45 に示す地図メーカー、サプライヤ（Tier1/Tier2）の動向を整理した。具体的には、表 2-45 に示す企業の直近2年のプレスリリース等から、画像データ等から地物の検知、高精度3次元地図の更新、プローブ情報（地物に関するプローブ情報）の共有等のプレスリリースを調査、整理した。整理した結果の一覧は表 2-46、その中でも特に関連する取り組みについては、ア)～ケ)に整理した。

表 2-45 調査対象とした企業（プレーヤ）

区分	企業名	国	企業概要
地図メーカー	TomTom	オランダ	オランダの地図メーカー。1991年に創業し、PND等の開発、販売等を実施。2008年に地図メーカーのテレアトラス社を買収し、地図、ナビソフトウェア、交通情報の生成、自動運転用の地図等を事業としている。
	HERE	ドイツ	ドイツの地図メーカー。1985年 Navteq を設立、2011年にノキアと合併。2015年に BMW、ダイムラー、アウディで組織する企業連合が買収。
	ゼンリン	日本	日本の地図メーカー。世界初の GPS カーナビゲーションシステム専用ソフトを開発。住宅地図帳などの各種地図、地図データベースの整備、提供を実施。また、関連するソフトウェアの開発・サービスの提供を実施。
	四維図新 (NavInfo Co., Ltd.)	中国	2002年設立。中国初の商用デジタルマップ製品を発売。2011年オランダの MapScape を買収し、NDS 標準フォーマットに基づく世界発の商用の地図を作成。地図整備、地図のコンパイル等を実施。
Tier1/ Tier2	Continental	ドイツ	1871年創業。ドイツのハノーファーを本拠におく総合自動車部品及びタイヤメーカー。
	Mobileye	イスラエル	1999年創立。インテルの子会社で、ADASのソフトウェアのサプライヤ。画像処理チップ EyeQ シリーズとソフトウェア、自動高精度3次元地図生成システム「REM」を開発。
	Waymo	アメリカ	2009年に Google の自動運転車プロジェクトとして始動。2016年に Google から分社化して Alphabet 傘下となる。2018年アリゾナ州限定地域で無人車両での自動運転タクシーの全米初の商用運用を始める。
	CARMERA	アメリカ	2015年設立。高解像度マップに特化したストリートインテリジェンスプラットフォームを構築。顧客の車両から得たデータ活用のほか、業務用車両向けにビジュアルテレマティクスサービスを提供。
	Momenta	中国	2016年設立。北京を拠点とする自動運転スタートアップ企業。ディープラーニング環境認識、高度なマップ、自動運転ソリューションと派生ビッグデータサービス等を実施。

表 2-46 関連するプレスリリース等 (一覧)

No.	企業	公開日	リリース名(原文)	概要	URL	詳細分析対象
1	TomTom	2020/12/7	TomTom-Backed European Initiative Delivers Road Safety Data Ecosystem	TomTom は、EU で実施される”Data for Road Safety”プロジェクトに参画。プロジェクトでは、コネクテッドカーで検知した危険な道路状況(道路が滑りやすい場合等)を、他の車両(自動運転車両、それ以外の車両)、道路管理者等にリアルタイムに提供する PoC を実施。	https://www.tomtom.com/company/press-releases/news/26616/	ケ)
2	TomTom	2020/9/8	TomTom Launches RoadCheck: A Pioneering Product for Safer Autonomous Driving	TomTom は、自動車メーカーが ODD (operational design domain) を設定する機能 ”RoadCheck” をリリース。自動車メーカーは、高精度 3 次元地図を使用して自動運転が動作する領域を指定することが可能となる。	https://www.tomtom.com/company/press-releases/news/26461/	
3	TomTom	2020/7/20	How cars and infrastructure work together in urban automated driving	TomTom が参加する ”MEC-View research project” の結果報告が公表された。交差点に設置されたインフラセンサ(ビデオ、LiDAR)で検知した情報を車両に配信し、高精度 3 次元地図と組み合わせ、交差点の状況を可視化している。	https://www.bosch-press.de/pressportal/de/en/how-cars-and-infrastructure-work-together-in-urban-automated-driving-216000.html	
4	TomTom	2020/9/5	TomTom Collaborates with HELLA Aglaia for Real-Time HD Map Updating	TomTom は、高精度 3 次元地図のリアルタイム更新に関して、HELLA Aglaia (ドイツ)との提携を公表。HELLA Aglaia は、Tier1 の HELLA の 100%子会社で、ビジュアルセンサシステム等の開発を実施。	https://www.tomtom.com/company/press-releases/news/25711/	ア)

No.	企業	公開日	リリース名(原文)	概要	URL	詳細分析対象
5	TomTom	2020/6/6	BMW Group enhances road safety by sharing anonymised traffic data.	TomTom、HERE、自動車メーカーなどが車両データ（交通安全に限定）を共有する取り組みを実施。2019年7月1日より、HEREオープンロケーションプラットフォームにて提供されており、クリエイティブ・コモンズのライセンスのもとで無償利用することが可能。	https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0296690EN/bmw-group-enhances-road-safety-by-sharing-anonymised-traffic-data	ク)
6	HERE	2021/1/11	HERE HD mapping technology utilized by Deutsche Bahn for digital rail project	HERE は、ドイツ鉄道が実施する”Sensors4Rail” に協力し、高精度 3次元地図の生成技術などを提供。	https://www.here.com/company/press-releases/en/here-hd-mapping-technology-utilized-deutsche-bahn-digital-rail-project	
7	HERE	2020/12/2	HERE HD mapping technology utilized by Deutsche Bahn for digital rail project	HERE は、EU で実施される ”Data for Road Safety” プロジェクトに参画。PoC から中長期的なプロジェクトに移行する。	https://www.here.com/company/press-releases/en/here-location-platform-facilitates-data-exchange-european-data-road-0	ケ)
8	HERE	2020/5/25	APCOA and HERE to partner on joint digital parking initiative	HERE は、欧州の駐車場事業者である APCOA と駐車場内の高精度 3次元地図の開発等で提携。自律的なバレーパーキングや駐車スペースの事前予約などの新しいサービスの開発が可能となると公表。	https://www.here.com/company/press-releases/en/2020-25-05	
9	HERE	2020/3/5	Trian3DBuilder to produce 3D scenarios from HERE HD Live Map	HERE は、TRIANGraphics と、高精度 3次元地図を用いて道路の 3D モデルを生成するユースケースの実現に向け協力。TRIANGraphics の Trian3DBuilder では、HERE HD Live Map を読み込んで道路の 3D モデルを生成することが可能。	https://www.here.com/company/press-releases/en/2020-04-03	

No.	企業	公開日	リリース名(原文)	概要	URL	詳細分析対象
10	HERE	2020/1/6	For example, the integration of GWC's road-level weather data with high-definition maps and real-time vehicle sensor data from HERE can broaden the availability of highly automated driving in regions that are most impacted by adverse road weather conditions.	HERE は、GWC (グローバル・ウェザー・コーポレーション) の道路レベルの気象データと高精細マップとリアルタイム車両センサデータを統合することで、悪天候の影響を最も受けている地域での、高度に自動化された運転の可用性を広げることができると発表。	https://www.here.com/company/press-releases/en/2020-06-01-1	
11	HERE	2019/5/15	Mitsubishi Electric and HERE develop road hazard alert system to improve driver safety	HERE Technologies は、三菱電機と車線レベルの精度で、道路の危険情報を他の車両に伝える実験を実施。 クラウドを使用する自動運転用の地図の自動更新、路面性状を評価等への活用も期待される。	https://www.here.com/company/press-releases/en/2019-15-05	
12	ゼンリン	2020/6/25	AI を活用した道路附属物点検表作成サービス「みちてんスナップ」の提供を開始	ゼンリンデータコムは、古河電気工業とともに、ドライブレコーダの映像と独自の人工知能 (AI) 技術を活用して、道路標識・照明・カーブミラーなどの小規模道路附属物の位置や属性情報を検出し、定期点検の記録様式である点検表を自動作成するサービス「みちてんスナップ」の提供を開始。	https://www.zenrin-datacom.net/newsrelease/20200625_01.html	
13	ゼンリン	2020/4/22	ゼンリンと Mobility Technologies、タクシーやトラックの映像データから道路変化情報を自動抽出し、高鮮度な地図情報のメンテナンスに活用	ゼンリンは、Mobility Technologies と道路情報の自動差分抽出の共同開発を行うことに合意。	https://www.zenrin.co.jp/information/public/200422.html	イ)
14	四 維 図 新 (NavInfo)	2020/10/27	NavInfo powers the NDS.live to build next generation of map standard	NavInfo は、自動運転に対応した次期 NDS フォーマット、"NDS.live"の実装を実施。	https://www.navinfo.com/en/news/5f979bbec275430011c91194	

No.	企業	公開日	リリース名(原文)	概要	URL	詳細分析対象
15	四維図新 (NavInfo)	2019/10/10	Map production enters the new era of deep intelligence with the official launch of NavInfo FastMap 3.0 platform	NavInfo は、FastMap 3.0 プラットフォームの利用開始を公表。	https://www.navinfo.com/en/news/5d9f30b1be4e66001104c76d	カ)
16	Continental	2020/1/14	Test track on the A39 now operating: Volkswagen collects anonymised data for assisted driving	Continental や Volkswagen 等は A39 号線に設置されたインフラカメラで取得された匿名化されたデータを用いて、運転支援システムの改善を実施。	https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/test-track-on-the-a39-now-operating-volkswagen-collects-anonymised-data-for-assisted-driving-5708	
17	Mobileye	2020/11/20	LUMINAR ACCELERATES COMMERCIAL MOMENTUM WITH MOBILEYE DESIGN WIN	Mobileye は、Luminar と無人車両の開発と自律走行車(AV)シリーズソリューションに Luminar LIDAR を供給する契約を結んだ。	https://www.luminartech.com/luminar-accelerates-commercial-momentum-with-mobileye-design-win/	
18	Mobileye	2020/7/20	Mobileye and Ford Announce High-Volume Agreement for ADAS in Global Vehicles	Mobileye は、フォードとグローバル車の ADAS に関する大量生産契約を発表。ADAS 機能を搭載した EyeQ スイートを提供。	https://newsroom.intel.com/news/mobileye-ford-high-volume-agreement-adas/#gs.o2mb58	
19	Mobileye	2020/1/8	Mobileye Raises the Bar: 2020 CES Roundup	Mobileye は、自動運転技術の透明性を求め、CES2020 でカメラ専用センサを使用した自動運転車(AV)の 23 分間の走行の映像を公表した。	https://newsroom.intel.com/news/2020-ces-mobileye-raises-bar/#gs.o2mq4f	
20	Mobileye	2019/5/7	Ordnance Survey and Mobileye Begin Trials to Map Britain's Roadside Infrastructure	Mobileye は、英国の国家マッピング機関である Ordnance Survey と、英国初の道路沿いの詳細なインフラストラクチャデータセットを作成するための試験を開始。	https://newsroom.intel.com/news-releases/ordnance-survey-mobileye-begin-trials-map-britains-roadside-infrastructure/#gs.r2hmtf	
21	Mobileye	2019/11/1	The Why and How of Making HD Maps for Automated Vehicles	Mobileye の Road Experience Management (REM) により、自動運転に必要な HD マップのリアルタイムで低コストの更新が可能。	https://newsroom.intel.com/articles/why-how-making-hd-maps-automated-vehicles/#gs.q4fdpx	ウ)

No.	企業	公開日	リリース名(原文)	概要	URL	詳細分析対象
22	Waymo	2020/11/5	Sharing our safety framework for fully autonomous operations	Waymo は、自社の自動運転のフレームワーク、アリゾナ州の公道を走行した結果などを公表。	https://blog.waymo.com/2020/10/revealing-our-approach-to-safety.html	エ)
23	CARMERA	2020/12/17	All Roads Are Not Created Equal...and Here's How We Deal With It	CARMERA は、CARMERA のデータ収集の考え方などを公開。	https://medium.com/field-of-view/all-roads-are-not-created-equal-and-heres-how-we-deal-with-it-ed324972ebd2	キ)
24	CARMERA	2020/10/22	The Mapping Hierarchy of Needs	CARMERA は、CARMERA が考える自動運転用の地図に対するニーズのレベルを公表。	https://medium.com/field-of-view/the-mapping-hierarchy-of-needs-77100bea3426	
25	CARMERA	2019/6/27	CARMERA Partners with Baidu Apollo to Support the Apollo Open Source HD Map Format for AV Developers Worldwide	CARMERA は、“Baidu Apollo”と提携し、OEM 等で Apollo Open Source HD Map Format での地図整備を支援。	https://medium.com/field-of-view/carmera-partners-with-baidu-apollo-to-support-the-apollo-open-source-hd-map-format-for-av-1d795dff2f03	
26	Momenta	2020/3/19	Momenta Reaches Strategic Cooperation with Toyota to provide HD Mapping-related Autonomous Driving Technologies in China	Momenta は、トヨタとの提携を公表。提携により、中国市場におけるトヨタの自動マッピングプラットフォーム(AMP)の製品化を推進。	https://www.momenta.cn/en/article/53.html	
27	Momenta	2020/1/7	Momenta Showcases Latest Generation of Front Camera Perception Product Using New TI Jacinto Processors	Momenta は、半導体会社の“Texas Instruments”とともに2020年のCESでフロントカメラ認識製品の最新製品を公表。	https://www.momenta.cn/en/article/51.html	オ)
28	Momenta	2019/4/15	Ambarella and Momenta Unveil HD Mapping Platform for Autonomous Vehicles	Momenta は、コンピュータビジョン半導体開発会社の“Ambarella”と、自動運転用の高精度 3次元地図のプラットフォームを発表。	https://www.momenta.cn/en/article/42.html	

ア) TomTom、HELLA Aglaia と提携

TomTom は、車載カメラソフトウェア（HELLA Aglaia 製）との互換性を確保して地図のリアルタイム更新の取り組みを実施している。TomTom、HELLA Aglaia の提携に関する取り組みの詳細は表 2-47 に示すとおり。

表 2-47 関連する取り組みの詳細

概 要	リリース名	TomTom Collaborates with HELLA Aglaia for Real-Time HD Map Updating
	リリース日	2020/9/5
	企業	TomTom
	リリース内容	HELLA Aglaia との提携
リリースの詳細	<ul style="list-style-type: none"> • TomTom は高精度 3 次元地図のリアルタイム更新に関して、HELLA Aglaia（ドイツ）との提携を公表。HELLA Aglaia は、Tier1 の HELLA の 100% 子会社で、ビジュアルセンサシステム等の開発を実施。 • HELLA Aglaia は、TomTom の地図配信機能である“AutoStream”から配信される地図を利用。加えて、処理されたカメラデータを TomTom のクラウドベースのマッピングシステムに共有し、リアルタイムに地図を更新。2020 年末までに自動車メカ、Tier1 向けにデモンストレーションされる予定。 <div data-bbox="655 1131 1136 1451" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">図 リアルタイムで更新イメージ[1]</p>	
本取り組みとの関連	<ul style="list-style-type: none"> • 本取り組みで TomTom のクラウドベースのマッピングシステムにアップロードされる情報の形式、I/F 等のフォーマットは示されていない。 	
出 所	<p>[1]TomTom Collaborates with HELLA Aglaia for Real-Time HD Map Updatin、TomTom、2021/1/20、 https://www.tomtom.com/company/press-releases/news/25711/</p>	

イ) ゼンリン、Mobility Technologies と共同開発

ゼンリンは、ドライブレコーダ画像をもとにした道路情報の自動差分抽出の共同開発を Mobility Technologies と実施している。共同開発に関するプレスリリースの詳細は、表 2-48 に示すとおり。

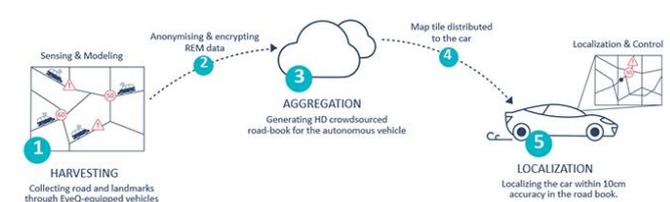
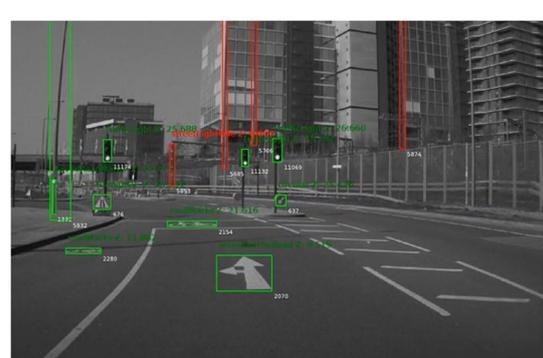
表 2-48 関連する取り組みの詳細

概 要	リリース名	ゼンリンと Mobility Technologies、タクシーやトラックの映像データから道路変化情報を自動抽出し、高鮮度な地図情報のメンテナンスに活用
	リリース日	2020/4/22
	企業	ゼンリン
	リリース内容	Mobility Technologies との共同開発
リリースの詳細	<ul style="list-style-type: none"> ゼンリンは、Mobility Technologies (MoT) と道路情報の自動差分抽出の共同開発を行うことに合意。 MoT がサービスをしている「DRIVE CHART」導入車両のドライブレコーダの画像データをもとに、既存の地図情報との差分を機械学習で抽出。この情報をもとにゼンリンにて地図更新を行う。 「DRIVE CHART」は、タクシー事業者、物流事業者、営業車両での利用が想定されている。また、東京都が実施する高齢者を対象とした「AI 付ドライブレコーダ」モニタリング事業の機器としても採用されている。 	
本取り組みとの関連	<ul style="list-style-type: none"> 本取り組みに関する詳細な情報は公開されていない。 SIP-Adus2 期において、標識、標示等の交通規制情報を車載カメラ等により撮影し、交通規制情報のデータ精度向上を図る調査研究を公益財団法人日本道路交通情報センターとともに受託している。 	
出 所	<p>[1]ゼンリンと Mobility Technologies、タクシーやトラックの映像データから道路変化情報を自動抽出し、高鮮度な地図情報のメンテナンスに活用、ゼンリン、2021/1/20、https://www.zenrin.co.jp/information/public/200422.html</p> <p>[2]DRIVE CHART 製品紹介ページ、Mobility Technologies、2020/1/20、https://drive-chart.com/</p> <p>[3]「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) /交通規制情報のデータ精度向上等に関する調査研究」に係る実施体制の決定について、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、2021/01/21、https://www.nedo.go.jp/koubo/CD3_100233.html</p>	

ウ) Mobileye、Road Experience Management (REM) の概要を公開

Mobileye はカメラ画像を用いた高精度 3 次元地図の更新の仕組みである REM の概要を公表した。公表資料の詳細は表 2-49 に示すとおり。

表 2-49 関連する取り組みの詳細

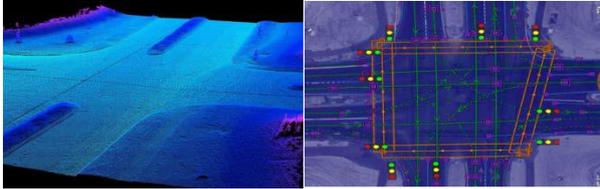
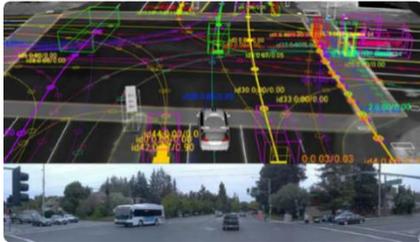
概 要	リリース名	The Why and How of Making HD Maps for Automated Vehicles
	リリース日	2019/11/1
	企業	Mobileye
	リリース内容	画像データを用いたリアルタイムな地図更新
リリースの 詳細	<ul style="list-style-type: none"> Mobileye の Road Experience Management (REM)、自動運転に必要な高精度 3 次元地図のリアルタイムで低コストの更新が可能となる。2018 年後半に対応したシステム (EyeQ4 カメラシステム) が OEM 車両に搭載されはじめ、BMW、日産、VW、SAIC (上海汽車集団) の新しいモデルにも搭載される見込み。 <div style="text-align: center;">  <p>図 REM を用いた地図更新の流れ[1]</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> REM は、自動運転用の高精度 3 次元地図に必要な地物以外の情報を収集することが可能である。英国の測量機関である “Ordnance Survey” が実施するプロジェクトにて、“Mobileye 8 Connect” を改良した機器を車両に搭載し、公益事業者や都市計画者が利用可能なデータ (マンホール、道路標識、架空ケーブル等) を収集。 <div style="text-align: center;">  <p>図 公益事業、都市計画で活用可能なデータの収集イメージ[1]</p> </div>	

<p>本取り組みとの関連</p>	<ul style="list-style-type: none"> • EyeQ4 カメラシステムは、区画線、縁石、ランドマーク、道路標識、電柱、その他インフラを特定し処理している。処置したデータは、圧縮可能であり、1km で約 10 キロバイトのデータに変換される（北米の 1 年間の平均的な走行距離で約 200 メガバイトに相当）。 • また、データを効率的に収集する仕組みとして、“challenge request” という処理がある。車両側からシステムに出発地～目的地を伝え、システム側でデータが必要となるかを問い合わせ、必要なデータのみ送信することになっている。 • 当該システムで収集されるデータ（マンホール、道路標識、架空ケーブル等）は、公益事業者や都市計画者で利用することが可能である。
<p>出 所</p>	<p>[1]The Why and How of Making HD Maps for Automated Vehicles、Mobileye、2021/1/20、 https://newsroom.intel.com/articles/why-how-making-hd-maps-automated-vehicles/#gs.q4fdpx</p>

エ) Waymo、自社の自動運転のフレームワーク、公道を走行した結果などを公表

Waymo は自社の自動運転のフレームワーク、アリゾナの公道を走行した結果などを公表した。プレスリリースの詳細は表 2-50 に示すとおり。

表 2-50 関連する取り組みの詳細

概 要	リリース名	Sharing our safety framework for fully autonomous operations
	リリース日	2020/11/5
	企業	Waymo
	リリース内容	自動運転による公道走行の結果など公表
リリースの詳細	<ul style="list-style-type: none"> Waymo は自社の自動運転のフレームワーク、アリゾナ州の公道を走行した結果などを公表。 公表されている、Waymo の自動運転車両の高精度 3 次元地図の作成方法は以下に示すとおり。 <ol style="list-style-type: none"> ① テスト車両を用いて 3 次元地図を作成。 ② 横断歩道、信号機、関連する道路標識を追加。 ③ 自動運転車両に搭載し、自動運転車両のセンサデータと搭載した高精度 3 次元地図を比較することで何時変化が生じたかを抽出。 ④ オペレーションセンタに共有し地図の更新を実施。 <div style="text-align: center;">  <p>図 高精度 3 次元地図のイメージ (左：①の図、右：②の図) [1]</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> Waymo の自動運転での位置特定は事前に整備した高精度 3 次元地図データとセンサで取得したリアルタイムデータの比較により位置を特定。 センサで取得した情報をもとに、車両、自転車、歩行者等がどのような軌跡となるかを予測し、自動運転が実施される。 <div style="text-align: center;">  <p>図 道路上の動的オブジェクトの予測イメージ[1]</p> </div>	

本取り組みとの関連	<ul style="list-style-type: none"> 地図更新の仕組み（変化したオブジェクトの特定方法）などは公開されていない。
出 所	[1]Sharing our safety framework for fully autonomous operations、Waymo、2021/1/20、 https://blog.waymo.com/2020/10/revealing-our-approach-to-safety.html

オ) Momenta、Texas Instruments とフロントカメラ認識製品の最新製品を公表

Momenta は Texas Instruments とともにフロントカメラ認識製品の最新製品を公表した。プレスリリースの詳細は表 2-51 に示すとおり。

表 2-51 関連する取り組みの詳細

概 要	リリース名	Momenta Showcases Latest Generation of Front Camera Perception Product Using New TI Jacinto Processors
	リリース日	2020/1/7
	企業	Momenta
	リリース内容	Texas Instruments と最新製品を公表
リリースの詳細	<ul style="list-style-type: none"> Momenta は、半導体会社の” Texas Instruments” とともに 2020 年の CES でフロントカメラ認識製品の最新製品を公表。当該製品の特徴は以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 単眼カメラ、低コスト GPS と IMU を用いて 10cm のローカライゼーション精度を確保 ➤ 車両から 50m 以内の区画線タイプ、色を正確に識別することが可能 ➤ 道路標識、区画線、横断歩道、道路標示、信号機等を自動的に抽出可能 製品で検出した情報はリアルタイムでクラウドにアップロードされ、他の車両のデータと融合して地図更新が実施される。 	
本取り組みとの関連	<ul style="list-style-type: none"> 本取り組みでクラウドにアップロードされる際のフォーマットなどは公開されていない。 	
出 所	[1]Momenta Showcases Latest Generation of Front Camera Perception Product Using New TI Jacinto Processors、Momenta、2021/1/20、 https://www.momenta.cn/en/article/51.html	

カ) NavInfo、FastMap 3.0 プラットフォームの利用開始

NavInfo は、地図整備のためのプラットフォーム “FastMap3.0” の利用開始を公表した。プレスリリースの詳細は表 2-52 に示すとおり。

表 2-52 関連する取り組みの詳細

概 要	リリース名	Map production enters the new era of deep intelligence with the official launch of NavInfo FastMap 3.0 platform
	リリース日	2019/10/10
	企業	四維図新 (NavInfo)
	リリース内容	FastMap 3.0 プラットフォームの利用開始
リリースの詳細	<ul style="list-style-type: none"> NavInfo は FastMap 3.0 プラットフォームの利用開始を公表。FastMap は、Navinfo の地図作成のプラットフォーム。 FastMap 2.0 からの変更点としては、プラットフォームにインプットされるデータと計算能力の向上である。FastMap 3.0 では、フィードバックされる多くのセンサデータをもとに地図更新が可能となっており、自動で道路属性、車線情報、交通情報を検出することができる。なお、リアルタイムに地図更新が可能であり、1 時間毎または 1 分毎の更新頻度が可能となる。 FastMap 3.0 プラットフォームは、将来のスマートシティ等でも活用される可能性がある。 	
本取り組みとの関連	<ul style="list-style-type: none"> 地図生成のプラットフォームでは、リアルタイムな地図更新の仕組みが搭載されているとされている。詳細については、公開はされていない。 	
出 所	<p>[1]Map production enters the new era of deep intelligence with the official launch of NavInfo FastMap 3.0 platform、NavInfo、2021/1/20、 https://www.navinfo.com/en/news/5d9f30b1be4e66001104c76d</p>	

キ) CARMERA、データ収集の考え方など公開

CARMERA は、CARMERA におけるカメラ画像データを収集して道路の変化点検出を行う際の運用方法を公開した。プレスリリースの詳細は表 2-53 に示すとおり。

表 2-53 関連する取り組みの詳細

概 要	リリース名	All Roads Are Not Created Equal...and Here's How We Deal With It
	リリース日	2020/12/17
	企業	CARMERA
	リリース内容	データ収集の考え方など公開
リリースの詳細	<ul style="list-style-type: none"> • CARMERA におけるカメラ画像データを収集して道路の変化点検出を行う際の効率的なアプローチ方法を解説。 • 効率的にカメラ画像データを収集するため、データの収集方法と車両数の2つを変数として設定できるとしている。 • データの収集方法は、パートナーである商用車を介した収集と、直接契約を結んだ契約車による収集の2通りがあり、これらを組み合わせることで、効率的なデータ収集を行う。データ収集に必要な走行距離が長距離の場合は、商用車の利用によって低コストでデータ収集が可能となる。一方、データ収集に必要な走行距離が短距離の場合は、契約車がターゲットを絞ってデータ収集を行うことで、最小限の画像処理で変化点を検出できる。 • また、地域によってデータ収集を行う車両数を調整し、効率的なデータ収集を行う。混雑する地域では車両数を増やし、混雑しない地域では車両数を減らすこととしている。 	
本取り組みとの関連	<ul style="list-style-type: none"> • カメラ画像データの集め方（運用方法）が公開されている。CARMERA では、データの収集方法（商用車プローブ、計測のために走行した車両が取得したデータのいずれか）と車両の台数の組み合わせを地域毎に設定している。 	
出 所	<p>[1]All Roads Are Not Created Equal...and Here's How We Deal With It、CARMERA、2021/1/20、 https://medium.com/field-of-view/all-roads-are-not-created-equal-and-heres-how-we-deal-with-it-ed324972ebd2</p>	

ク) TomTom、HERE、自動車メーカーなど、車両データを共有する取り組みを実施

TomTom、HERE、自動車メーカーなどは、車両データを共有する取り組みを実施した。プレスリリースの詳細は表 2-54 に示すとおり。

表 2-54 関連する取り組みの詳細

概 要	リリース名	BMW Group enhances road safety by sharing anonymised traffic data.t
	リリース日	2020/6/6
	企業	TomTom
	リリース内容	車両データを共有する取り組みを実施
リリースの詳細	<ul style="list-style-type: none"> TomTom、Here、自動車メーカーなどは、車両センサにより収集された交通安全に関連するデータを、標準化されたインターフェースを通じて共有する取り組みを実施。 2019年7月1日より、HERE オープンロケーションプラットフォームにて提供されており、クリエイティブ・コモンズのライセンスのもと無償で利用することが可能。 	
本取り組みとの関連	<ul style="list-style-type: none"> データ収集・共有をするためのニュートラルサーバの初めてのパイロットプロジェクトとされており、ニュートラルサーバとして“HERE オープンロケーションプラットフォーム”が活用されている。 今回の取り組みでは、安全に関わる情報のみが収集・共有の対象とされており、まずはデータ収集・共有の範囲が狭く限定されたと考えられる。 	
出 所	<p>[1]BMW Group enhances road safety by sharing anonymised traffic data.、TomTom、2020/6/6、 https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0296690EN/bmw-group-enhances-road-safety-by-sharing-anonymised-traffic-data</p>	

ケ) HERE、EU で実施される ”Data for Road Safety” プロジェクトに参画

HERE や TomTom は、EU で実施される ”Data for Road Safety” プロジェクトに参画している。プレスリリースの詳細は表 2-55 に示すとおり。

表 2-55 関連する取り組みの詳細

概 要	リリース名	HERE location platform facilitates data exchange in European Data for Road Safety ecosystem
	リリース日	2020/12/2
	企業	HERE
	リリース内容	“Data for Road Safety” プロジェクトに参画
リリースの詳細	<ul style="list-style-type: none"> • HERE や TomTom が参画している、EU の ”Data for Road Safety” プロジェクトは、PoC の段階から、より長期的な安全関連交通情報のエコシステムの展開に移行する。 • HERE は本プロジェクトにおいて、位置情報プラットフォームを提供してデータを収集し、パートナー間でのシームレスなデータ交換を可能にしている。 • TomTom は、2021 年に車両に搭載予定の、道路上におけるハザード警報サービスのソースの 1 つとして、本プロジェクトで交換されるデータを利用している。 	
本取り組みとの関連	<ul style="list-style-type: none"> • ク) の取り組みと類似しているが、安全に関する情報の収集・共有に加えデータを活用したサービスの展開も今後行われる見込みである。 	
出 所	<p>[1]HERE location platform facilitates data exchange in European Data for Road Safety ecosystem、HERE、2020/6/6、 https://www.here.com/company/press-releases/en/here-location-platform-facilitates-data-exchange-european-data-road-0</p> <p>[2] TomTom-Backed European Initiative Delivers Road Safety Data Ecosystem、TomTom、2020/12/3、 https://www.tomtom.com/company/press-releases/news/26616/</p>	

2.2.3 まとめ

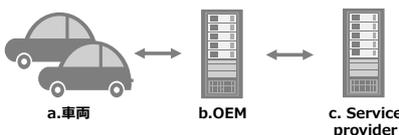
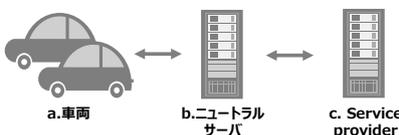
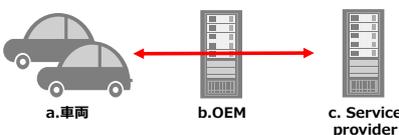
(1) 想定されるスキームと規格・標準の策定状況

本研究開発と関連する規格としては、調査の結果 SENSORIS、JASPAR であることが分かった。また、有識者へのインタビュー、関連するプレーヤの調査より、想定されるスキームは表 2-56 に示すとおり 3 つに大別されることが分かった。

表 2-56 に示すとおり、「1)OEM サーバ主体」のスキームを想定して標準化、関連プレーヤの取り組みが進んでいるが、交通安全分野等の公共性の高い情報の取り扱いには「2)ニュートラルサーバ主体」のスキームも考えられている。また、将来的には GDPR 第 20 条に規定されているデータポータビリティ権への対応として、OEM サーバを経由して車両の情報を直接取得するスキームが実現することも考えられる。

「2)ニュートラルサーバ主体」及び「3)Service Provider の直接取得」のスキームでは、Service Provider で変化点抽出処理を行う必要はあるが、OEM 側の開発要素は少なくなる（OEM での変化検知の処理が不要となる）ため、情報の流通が進展する可能性がある。情報が流通されることでカバー範囲拡大、サンプル数の増加による検出精度の向上が期待されることから、OEM の技術開発のハードルを下げた収集の仕組みも検討しておく必要があると考える。

表 2-56 想定されるスキーム

スキーム	標準化状況	関連プレーヤの動向 (主な動向)
1)OEM サーバ主体 車両のデータを OEM が収集し Service Provider に提供 	-OEM cloud と Service Provider cloud 間の API、データフォーマットを JASPAR で規定 - 同様部分について SENSORIS でも規定	-Mobileye では、OEM と連携して地図更新のためのカメラ画像データを収集 -TomTom では、2020 年度中に OEM、Tier1 向けデモを実施予定
2)ニュートラルサーバ主体 ニュートラルサーバが車両のデータを収集し Service Provider に提供 	-車両と OEM cloud 間の API、データフォーマットを SENSORIS で規定	-コネクテッドカーではあるが、交通安全に関する情報を HERE オープンロケーションプラットフォームにて収集・提供
3)Service Provider の直接取得 Service Provider が OEM を経由して車両のデータを収集 	-同上	-なし (GDPR の第 20 条にデータポータビリティ権が規定されており、OEM を経由してデータを直接取得することも考えられる)

(2) 標準化の方向性

(1)で整理したスキームとその実現タイミングを考えると、直近では「1)OEM サーバ主体」のスキームが現実的であり、その場合にはセンタ間（クラウド間）の仕様を標準化することが考えられる。センタ間（クラウド間）でやりとりされる情報としては、OEM サーバにて車両から集めた情報をもとに作成される「変化情報」、OEM サーバが車両から集めた情報である「検知情報」の二つが考えられる。そこで、それぞれの情報について標準化の方向性を整理した。

1) 変化情報の標準化

車両から集められた情報を集約して作成される変化情報をセンタ間（クラウド間）で交換する際の仕様として JASPAR がある。こちらについては、2.2.1(3)c で整理したとおり、高精度 3 次元地図の更新に必要となる変化情報と比べ不足している部分があることから、仕様の改定等を働きかけることが考えられる。

2) 検知情報の標準化

車両から集められた情報（特徴点の検知情報）をセンタ間（クラウド間）で交換する際の仕様としては SENSORIS が存在するが、2.2.1(3)c に示すとおり、地物や属性などが国内の状況と対応していない。そこで、まずは本研究開発で検討した特徴点の要件（表 2-57 を参照）を踏まえて、JASPAR に変化情報になる前段階の車両が検知した特徴点の情報をセンタ間（クラウド）で交換する際の仕様の追加を働きかけることが考えられる。

表 2-57 特徴点の要件（概要）

名 称	項目・内容	取得単位
地物データ	地物データおよびその信頼度情報	高頻度 (参考: 0.1s 等)
位置、速度、時刻	自車位置、速度、時刻等のデータ	高頻度 (参考: 0.1s 等)
その他	カメラ取付位置	低頻度 (参考: 1h 等)

(3) その他

(2)に示すとおり、直近では国内標準の改定等を方針として整理したが、地図更新以外に道路管理者、交通管理者、公益事業者等の活用までを想定した場合、WTO/TBT 協定を踏まえ国際標準化しておくことが望ましい。また、他国から異なる方式での国際標準化が進められた場合については、影響等を分析して、適宜我が国からインプットすることも必要と考えられる。

3. 実運用に向けた検討（履歴データのとりまとめ）

本章においては、過年度検討した結果を踏まえ、履歴データの役割（画像データとの棲み分け）や品質、コスト等を含めた実運用における課題を整理した。また、現状の履歴データの特性と課題を前提として、将来の発展性についてもとりまとめを行った。

3.1 仮説検証

道路変化点抽出の網羅性・正確性の向上や、将来の一般道への展開を見据え、多くの車両から履歴データ等を収集・活用して効率的（適用が効果的）な道路変化点抽出の可能性を探ることを目的に、机上での仮説検証を行った。

3.1.1 仮説検証の内容

仮説検証は以下の観点で進めた。

- これまでの成果に基づき、適用範囲への仮説を設定する
- 設定した仮説に対して、品質面、運用面での仮説の机上検証を進め、最終的に履歴データによる道路変化点抽出の適用が有望と考えられる条件をとりまとめる

具体的な仮説検証の検討プロセスは図 3-1 のとおりである。



図 3-1 仮説検証の検討プロセス

下記に各項目の概要を示す。

- 適用範囲の仮説設定
昨年度までの成果を踏まえて、抽出したい地図変化点の粒度と、検出対象とする道路条件の2つの軸で、履歴データによる変化抽出の適用が見込める条件を仮説として設定する。
- 車両の走行環境による条件
車両の走行環境が、地図変化点抽出に与える条件を整理し、環境に起因する品質面での仮説検証を行う。
- 履歴データの取得・解析による条件
位置情報をはじめとした履歴データの取得条件と解析方法が、地図変化点抽出に与える条件を整理し、解析に起因する品質面での仮説検証を行う。
- 実用化に向けたスキーム整理と必要なシステム要素の抽出
技術的な実現性を前提として、地図変化点抽出の実用化に向けた全体スキームと、各プレーヤーの役割分担、実現に必要なシステムを整理し、運用観点での仮説検証を行う。
- 仮説に対する適用性評価
品質面、運用面での検証結果をまとめ、当初設定した仮説の評価を行うことで、履歴データによる地図変化点抽出の適用可能範囲をとりまとめる。

3.1.2 適用範囲の仮説設定

昨年度の机上検討、FSの実施結果、OEMとの調整・技術検討を行った結果を受けて、適用領域を明確にしつつ実用性の高い内容にすることを目的に、以下内容の再整理を行った。

- 履歴データ項目
- 変化の規模
- 有効性評価マトリクス

(1) 履歴データ項目の再整理

OEMとの調整を受け、本検討で対象とする項目や提供データの考え方について改めて整理を行った。履歴データは、各車両単位で取得時刻、緯度経度を必ず持つ時系列データとし、これまでに実施したFS検証、OEMとの実データ検証を通じて道路変化抽出を目的とした履歴データ項目を表3-1のとおり再整理した。

また、OEMから受領する際の履歴データは期間、範囲等で集計されるため、これを区別し「加工データ」とした。ADAS関連についてはOEM各社独自要素が強いため、対象から外した。

表 3-1 履歴データの再定義

分類	プローブ取得候補	内容	形式	FS検証	OEM検証 (加工データ)
共通	車両ID (◆必須)	ID値	文字列 char	○	×集計処理の過程で削除
	取得時刻 (◆必須)	時刻	時間 time	○	○集計期間
行動直結系	アクセルペダルストローク	ストローク量	連続値 float	○	未利用
	ブレーキペダルストローク	ストローク量	連続値 float	○	未利用
	ウインカー	左右On	離散値 int	○	○右左ウインカーON状態台数
	ハンドル切れ角	角度	連続値 float	○	○平均角度
	ライト点灯状態	On/Off	離散値 int	-	未利用
	シフトレバー位置	シフトレバー位置	離散値 int	○	未利用
	ハザード	On/Off	離散値 int	-	未利用
	ワイパー	On/Off	離散値 int	-	未利用
結果系	緯度経度 (◆必須)	座標値 (マップマッチング前)	連続値 float	○	○集計範囲(柵)、台数
	進行方向	度数、8方位/16方位等	連続値、離散値 float/int	-	○方向別集計単位
	車速	速度 (km/h)	連続値 float	○	○車速平均、車速分散
	加速度	加速度 (X、Y、Z)	連続値 float	○	未利用
	角速度 (回転方向)	角速度 (X'、Y'、Z')	連続値 float	○	未利用
	地磁気 (車の向き)	方角 (0-360°)、高度	連続値 float	○	未利用
	エンジン回転数 (走行/停止)	Rpm	連続値 float	-	未利用

元となるプローブ取得項目において、車両個体を特定する車両 ID、取得時刻、緯度経度情報はその他の項目と従属関係が発生するため、必須項目となる。これらの項目は、単体及び組合せにより個体が特定できてしまう可能性があるため、OEM 側の集計処理過程で適切な対処がなされるものとして扱う。

(2) 変化の規模の再整理

抽出したい地図変化点の粒度を軸として設定するため、履歴データで検知対象とする変化の規模を下記のとおり整理した。

- 大規模変化
車線中心線に大きな (または広い範囲で) 影響がある変化
- 中規模変化
車線中心線に影響がある変化
- 小規模変化
車線中心線に影響がない変化

この基準を用いて、変化抽出対象の規模分類を行った。カメラ画像データの補助的な役割も考察するため、表 1-1 の緑箇所 (車の動きや変化から判断するもの) だけでなく、黄箇所 (変化前後の画像から判断するもの) 含み、道路構造変化を伴わないもの全体を適用範囲の検討対象とした。

表 3-2 変化の規模の定義と変化情報の対応

変化情報		変化の規模
変更を伴うもの 道路構造の	道路新設	大規模
	道路延伸	大規模
	本線形状変更	大規模
	車線数増減	大規模
	車線拡幅	大規模
	IC新設、廃止、移設	大規模
	SAPA新設、廃止、移設	大規模
	JCT新設、廃止、移設	大規模
	料金所新設、廃止、移設	大規模
	分岐合流位置の変更	大規模
変更を伴わないもの 道路構造の	車線数増減	大規模
	車線拡幅	大規模
	分岐合流位置の変更	中規模
	物理構造物の新設、廃止、変更	小規模
	ゼブラゾーンの新設、廃止、変更	中規模
	区画線の実線/破線、色の変更	小規模
	非常駐車帯の新設、廃止、変更	小規模
	区画線の塗り直し	小規模
	標識の新設、廃止、変更	小規模
	標示の新設、廃止、変更	小規模
信号機の新設、廃止、変更	小規模	

凡例

緑箇所：履歴データでの検知対象

黄箇所：カメラ画像データでの検知対象

表 3-3 変化の規模と基準

変化の規模	基準
大規模	車線中心線に大きく（または広い範囲で）影響がある変化
中規模	車線中心線に影響がある変化
小規模	車線中心線に影響がない変化

(3) 有効性評価マトリクスの再整理

前項の履歴データの再定義や変化の規模を考慮して、有効性マトリクスの再整理を行った。OEM からの実データによる実証に至らなかった項目も多いため、これまで実証できた範囲において見直しを行った。

表 3-4 有効性評価マトリクス

変化情報	変化の規模	取得時刻 (●必須)	アクセル タルスト ローク	ブレーキ タルスト ローク	ウィンカー	ハンドル切 れ角	ライト点 灯状態	シフトレ バー位置	ハザード	ワイパー	緯度経度 (●必須)	進行方向	車速	加速度	角速度 (回転方 向)	地磁気 (車の向 き)	エンジン 回転数 (走行/停 止)	
変更を伴わないもの 道路構造のもの	車線数増減	大	○	○ 渋滞解消	○ 渋滞解消	○	△				○	□	○ 渋滞解消	△	△	△	△	
	車線幅	大	○	○ 渋滞解消	○ 渋滞解消	○	△				○	□	○ 渋滞解消	△	△	△	△	
	分岐合流位置の変更	中	○	△	△	○	△				○	□	△	△	△	△	△	
	物理構造物の新設、廃止、変更	小	○	△	△	△	△				△	□	△	△	△	△		
	ゼブラゾーンの 新設、廃止、変更	中	○	△	△	○	△				○	□	△	△	△	△	△	
	区画線の実線/破 線、色の変更	小	○	△	△	△	△				△	□			△	△		
	非常駐車帯の新 設、廃止、変更	小	○						△ 停車状態	△ 非常時		△	□	△ 停車状態				△ 停車状態
	区画線の塗り直し	小	○	△	△	△	△				△	□			△	△		
	標識の新設、廃 止、変更	小	○	△	△						△	□						
	標示の新設、廃 止、変更	小	○	△	△						△	□						
	信号機の新設、 廃止、変更	小	○	△	△						△	□						△

凡例

○：変化が顕著に表れると想定される項目

△：変化が検知できる可能性のある項目（変化はあっても量的、頻度的に微小と考えられるもの）

□：処理の過程で使用する可能性のある項目

緑箇所：履歴データでの検知対象

黄箇所：カメラ画像データでの検知対象

見直しを行った際の考慮事項として下記が挙げられる。

- 大規模や中規模の変化では、「緯度経度（車両位置情報）」や「ウィンカー」で変化が顕著に表れる可能性がある
- 一方、その他の連続値を持つ項目に関して、実データにおいては微量な変化に留まる可能性があるため、△としている（なお、大規模変化の「アクセル」や「ブレーキ」「車速」は渋滞発生区間の解消時等で変化が顕著に表れる可能性があるため○としている）
- 小規模な変化においては緯度経度の変化量も少なく、微量な数値変化から変化検出を行う必要がある

(4) 適用範囲の仮説設定と適用範囲毎の評価プロセス

前項までに再整理した内容より、変化抽出の適用が見込める条件の1つとして、変化検出対象の大きさ（大規模⇔小規模）が考えられる。その他、FSの実施やOEMから受領したデータを用いた検証結果から、道路や建物の密集度の違いを考慮した検出対象道路の立地（都市部⇔郊外*）がもう1つの条件として考えられるため、適用範囲をこの2軸で仮説設定し（図3-2）、領域毎に適合性を評価することとした。

*都市高速および東名阪とつながる都市間高速を「都市部」、それ以外を「郊外」と定義。

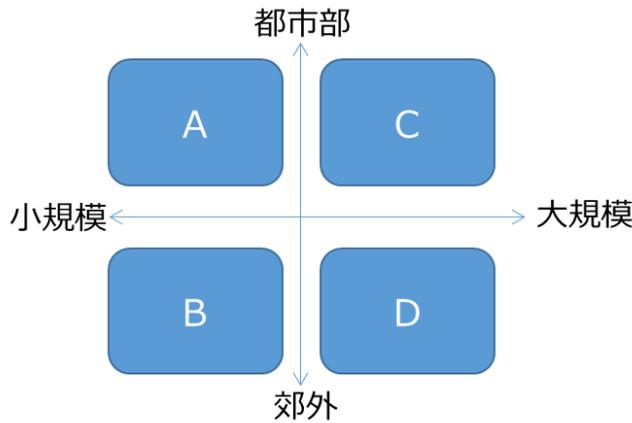


図 3-2 仮説設定した適用範囲

領域毎の適合性の評価方法は、過年度設定した概念モデルと処理フローとの対応関係 (図 3-3) を踏まえ、以下 3 つの各要素の評価・考察の掛け合わせで行う。

- 業務上の性質・課題整理
現状運用の業務上の性質に親和性が高く、課題解決につながるほど理想となる
- 車両の走行環境による条件
環境要因の影響が少ないほど理想となる
- 履歴データの取得・解析による条件
正確な推定を行うための阻害要因が少ないほど理想となる

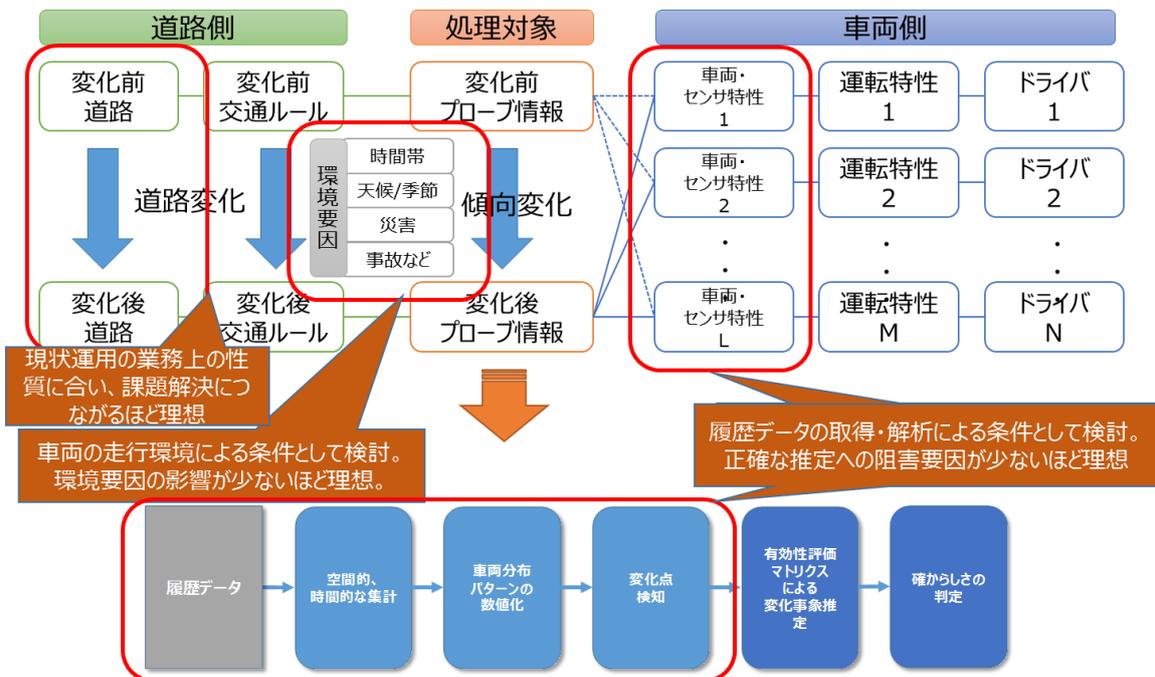


図 3-3 概念モデルと処理フローとの対応

上記の各要素の評価結果の掛け合わせにより、履歴データの適用が有望な領域を絞り込み、実用化に向けた運用面での仮説検証を行うこととした。各評価・考察については、詳細を後述する。

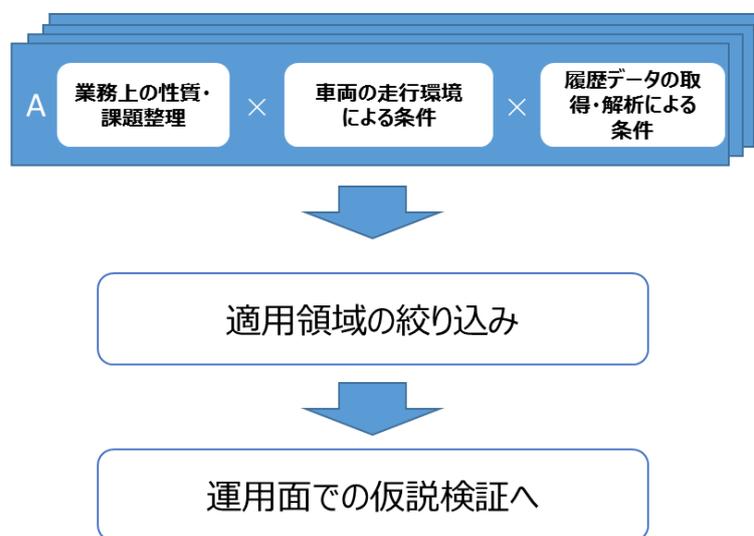


図 3-4 評価・考察プロセス

3.1.3 評価・考察

(1) 業務上の性質・課題整理

領域毎に、現状の実運用に基づく業務上の性質・課題を抽出した。抽出観点として「地物の数×変化の発生頻度×変化情報の取得しにくさ」を定性的に整理し、履歴データによる変化検出に対する期待度をまとめる方針とした。

1) A : 都市部における小規模変化

郊外と比較すると、路線の接続も複雑であり、交通量も多いため、道路標識や道路標示等の地物の数は多い。それに伴い、小規模な変化の発生頻度も高い。

また、地物の密度が高いために、目視での変化検知難易度が郊外および大規模と比べて相対的に高く、変化検知を漏らしてしまう可能性が高くなる。

2) B : 郊外における小規模変化

都市部と比較すると、相対的に地物の密度が低いため、変化の発生頻度も低い。

ただし、変化がないことを確認する必要があるため、1つの変化に対してのコストは高くなっている。

3) C：都市部における大規模変化

大規模変化に関しては郊外と比較すると、道路構造が変わるような変化は多くは見られないが、交通量が多い分、交通流を整理するための分岐合流位置の変化（ゼブラゾーンの変化）は都市部のほうが多い。

また、大規模変化はその変化の性質上発見しやすいため、変化情報検知の難易度は郊外と変わらないが、変化がないことを確認することにコストがかかっている。

4) D：郊外における大規模変化

もともと道路構造に余裕がある路線は郊外に多く、渋滞が多発する箇所では車線の拡幅、増加が多く行われる可能性が高い。

また、大規模変化はその変化の性質上発見しやすいため、変化情報の検知の難易度はさほど高くない。変化がないことを確認することにコストがかかっている。

5) 業務上の性質・課題に対する考察

上記の内容から、変化が無いことの確認も網羅的に行う必要があるため、結果的に総延長分の確認作業が必要となる。難易度、見落としやすさの観点から領域 A の都市部における小規模変化が最も効率化が望まれる領域であり、期待度が高いものと考えられる。

表 3-5 業務上の性質・課題まとめ

項目	小規模変化		大規模変化	
	A 都市部	B 郊外	C 都市部	D 郊外
業務上の性質・課題	郊外と比較すると、路線の接続も複雑であり、交通量も多いため、道路標識や道路標示の地物の数は多い。それに伴い、小規模な変化の発生頻度も高い。また、地物の密度が高いため、目視での変化検知難易度が郊外および大規模と比べて相対的に高く、変化検知を漏らしてしまう可能性が高くなる。	都市部と比較すると、地物の密度が高くないため、変化の発生頻度も比較的高くない。ただし、変化がないことを確認する必要があるため、1変化に対するコストは高くなっている。	大規模変化に関しては郊外と比較すると、道路構造が変わるような変化は多くは見られないが、交通量が多い分、交通流を整理するための分岐合流位置の変化（ゼブラゾーンの変化）は都市部のほうが多い。また、大規模変化はその変化の性質上発見しやすいため、変化情報の検知の難易度は郊外と変わらないが、変化がないことを確認することにコストがかかっている。	もともと道路構造に余裕がある路線は郊外のほうに多いため、渋滞が多発する箇所における車線の拡幅、増加が多い印象。また、大規模変化はその変化の性質上発見しやすいため、変化情報の検知の難易度はさほど高くない。変化がないことを確認することにコストがかかっている。
考察	変化が無いことの確認も行うため、結果的に総延長分の確認が必要となる。難易度、見落としやすさの観点から小規模都市部が最も効率化が望まれる領域と考えられる。			
期待度	○	△	△	△

(2) 車両の走行環境による条件

車両の走行環境による条件として、以下の項目で設定を行った。これまでの実証において周辺構造物の影響が顕著であったため、周辺構造物も測位環境として走行条件に加えている。

- 測位環境（周辺構造物、衛星位置の影響）
立体交差や高層ビル群（アーバンキャニオン）等、衛星測位が不利な場所がどの程度存在するか定性評価を行う
- 天候（日照/雨天時の影響）
照度や視界影響がどの程度取得データに影響を及ぼすか定性評価を行う
- 季節（季節変動による影響（降雪時））
降雪時の影響の受けやすさの定性評価を行う
- 災害（災害発生時の影響）
災害発生頻度や災害発生後の復旧期間による影響の考察を行う
- 事故（事故発生時の影響）
事故発生頻度や検出タイミング、復旧期間による影響の考察を行う

このうち、2つの評価軸（変化検出対象の大きさ、道路の立地）に依存しない天候、災害、事故については、共通項目として評価を行う。

表 3-6 車両の走行環境による条件

分類	評価観点	評価・考察内容	評価・考察内容詳細	共通
車両の走行環境による条件	測位環境	周辺構造物、衛星位置の影響	立体交差やアーバンキャニオンによる衛星測位が不利な場所がどの程度存在するか定性評価を行う	
	天候	日照/雨天時の影響	照度や視界影響がどの程度取得データに影響を及ぼすか定性評価を行う	○
	季節	季節変動による影響	降雪時の影響の受けやすさの定性評価を行う	
	災害	災害発生時の影響	災害発生頻度や災害発生後の復旧期間による影響の考察を行う	○
	事故	事故発生時の影響	事故発生頻度や検出タイミング、復旧期間による影響の考察を行う	○

1) 共通項目

- 天候（日照/雨天時の影響）
履歴データは日照や天候の影響を直接受けにくい。ワイパー情報を取得可能な車両が一定数あれば、雨天時の情報を時間・場所で除去することも可能と考えられる。
- 災害（災害発生時の影響）
災害の種別や規模に応じて影響は異なるものの、領域ごとの差異は無いと考えられる。道路構造に変化を与えるような台風の爪痕、洪水や地震などの大規模災害は復旧に時間を要するため、変化点として検出される可能性がある。そのため、災害影響箇所の特定を目的とした用途も考えられる。
- 事故（事故発生時の影響）
事故の発生頻度や事故の大きさに、領域ごとの差異は無いと考えられる。事故の検知そのものを行うことは難しいが、事故により道路の崩壊、標識の破壊など、影響が長期間にわたる場合は変化として検出される可能性がある。

2) A：都市部における小規模変化

- 測位環境（周辺構造物、衛星位置の影響）
緯度経度情報で検出可能性のある変化がもともと少ないうえ、立体交差や高架線、地下道や高層ビル群（アーバンキャニオン）となる箇所が多く衛星測位が不利な環境が多いため、不適である。
- 季節（季節変動による影響（降雪時））
季節変動に関しては降雪時が最も運転行動に変化が起りやすいと考えられるが、降雪時は不要不急の工事（標識の新設、区画線ペイント等）は基本的には実施せず、春先に工事を行うことが多い。

3) B：郊外における小規模変化

- 測位環境（周辺構造物、衛星位置の影響）
緯度経度情報で検出可能性のある変化がもともと少ないが、測位精度が確保できれば特定の変化を検知できる可能性がある。
- 季節（季節変動による影響（降雪時））
都市部と同様。

4) C：都市部における大規模変化

- 測位環境（周辺構造物、衛星位置の影響）
立体交差や高架線、地下道や高層ビル群（アーバンキャニオン）となる箇所が多く、衛星測位が不利な場所が多い。
- 季節（季節変動による影響（降雪時））
注意喚起など急を要する工事や計画に沿った大規模な工事は実施される。車線数増減、車線幅幅については検出できる可能性がある。

5) D：郊外における大規模変化

- 測位環境（周辺構造物、衛星位置の影響）
オープンスカイとなる場所が比較的多いため、履歴データの利用が期待できる。
- 季節（季節変動による影響（降雪時））
都市部と同様。

6) 車両走行環境に対する考察

前述の評価をまとめた結果を表 3-7 に示す。

表 3-7 車両走行環境による評価

評価観点	評価内容	小規模変化		大規模変化	
		A 都市部	B 郊外	C 都市部	D 郊外
測位環境	周辺構造物、衛星位置の影響	×：履歴データで検出可能性のある変化がもともと少ないうえ、衛星測位が不利な環境が多いため、不適	△：履歴データで検出可能性のある変化がもともと少ないが、測位精度が確保できれば特定の変化を検知できる可能性がある	△：立体交差や高架線、地下道やアーバンキャニオンとなる箇所が多く、衛星測位が不利な場所が多い	○：オープンスカイとなる場所が比較的多いため、履歴データの利用が期待できる
天候	日照/雨天時の影響	○：履歴データは日照や天候の影響を直接受けにくい。ワイパー情報を取得可能な車両が一定数あれば、雨天時の情報を時間・場所で除去することも可能			
季節	季節変動による影響（降雪）	－：不要不急の工事（標識の新設、区画線ペイントなど）は基本的には実施せず、春先に工事を行う。		△：注意喚起など急を要する工事や計画に沿った大規模な工事は実施される。車線数増減、車線幅幅については検出できる可能性がある。	
災害	災害発生時の影響	－：災害の種類や規模に応じて影響は異なるものの、領域ごとの差異は無いと考えられる。道路構造に変化を与えるような台風、洪水や地震などの大規模災害は復旧に時間を要するため、変化点として検出される可能性はある。そのため、災害影響箇所の特定を目的とした用途も考えられる。			
事故	事故発生時の影響	－：事故の発生頻度や事故の大きさに、領域ごとの差異は無いと考えられる。事故の検知そのものを行うことは難しいが、事故により道路の崩壊、標識の破壊など、影響が長期間にわたる場合は変化として検出される可能性がある。			
一次評価		×：不適合	×：不適合	△：一部適合	○：適合

測位環境による影響が最も大きく、その他の観点における領域格差は小さい。良好な測位環境の割合が比較的大きく、多少の測位誤差が生じてでも変化検知の可能性のある「D：郊外における大規模変化」が適合していると言える。

(3) 履歴データの取得・解析による条件

履歴データの取得・解析による条件として、以下の項目で設定を行う。

- 取得データの種別

評価・考察内容
履歴データの各項目に対する考察を行う。

評価・考察内容詳細
項目毎のデータ仕様（形式、分解能）と実データ利用における課題の考察を行う。
- 個体差

評価・考察内容
車両による差異、OEMによる差異を明らかにする。

評価・考察内容詳細
OEM・車両、測位デバイス/方式による個体差の発生要因と対応に関する考察を行う。
- 得られるデータの網羅性と解析周期の関係

評価・考察内容
空間的範囲のばらつきと網羅性、必要データ量の収集性に対する考察を行う。

評価・考察内容詳細
ばらつきの発生要因と網羅性確保に関する考察を行い、必要データ量の十分性に対する考察を行う。
- ノイズの混入原因

評価・考察内容
解析対象道路と周辺道路、特異車両等の分離に対する考察を行う。

評価・考察内容詳細
ノイズの混入要素の明確化と混入のしやすさ、それらへの対応に関する考察を行う。

このうち、2つの評価軸（変化検出対象の大きさ、道路の立地）に依存しない取得データの種別と個体差については、共通項目として評価を行う。

表 3-8 履歴データの取得・解析による条件

分類	評価観点	評価・考察内容	評価・考察内容詳細	共通
履歴データの取得・解析による条件	取得データの種別	車両位置情報 車両速度、加速度、角速度、方向 ブレーキ、ウィンカー、ステアリングなどの 運転操作	各項目ごとの特徴と実データにおける考察を行う ・データ仕様（形式、分解能） ・入手可能性	○
	個体差	車両による差（車種、取得時期） OEMによる差	OEM・車両、測位デバイス/方式による個体差の発生要因と対応に関する考察を行う	○
	得られるデータの網羅性と解析周期の関係	空間的範囲のばらつきと網羅性 必要データ量の収集性	ばらつきの発生要因と網羅性確保に関する考察を行う 必要データ量	
	ノイズの混入具合	解析対象道路と周囲の道路の分離 （走行道路へのマッチングの有無） 解析対象車両と路上駐車、特異な 運転車両の分離	ノイズの混入要素の明確化と混入のしやすさ、それらへの対応に関する考察を行う	

1) 履歴データの取得項目

履歴データの取得項目について、OEM から入手実績のある項目に対する考察を行い、また未入手項目の入手可能性及び入手時の扱いについて整理を行った。

表 3-9 履歴データの取得項目

分類	プローブ取得候補	内容	形式	FS検証	OEM検証 (加工データ)	OEMからの入手性	考察
共通	車両ID (◆必須)	ID値	文字列 char	○	×集計処理の過程で削除	×プライバシー保護観点	車種別集計や車両単位の走行軌跡を利用しないため不要。
	取得時刻 (◆必須)	時刻	時間 time	○	○集計期間	○実績あり	<ul style="list-style-type: none"> 時系列データとして全項目共通利用となる 時速100kmで1-2メートルのメッシュを隙間なく埋めるためには10Hz以上の時間分解能が必要となる 普及している衛星測位での周期や、OEM側で既に蓄積されている履歴データの状況も考慮すると1Hzが妥当 メッシュの隙間は本研究の方式では統計多重により補完される想定のため問題無いが、必要データ量が多くなる課題がある
行動直結系	アクセルペダルストローク	ストローク量	連続値 float	○	未利用	△可能性あり	<ul style="list-style-type: none"> OEM検証では優先度を下げたが、車速と同様に集計範囲内の平均や分散で提供できれば問題無し
	ブレーキペダルストローク	ストローク量	連続値 float	○	未利用	△可能性あり	<ul style="list-style-type: none"> OEM検証では優先度を下げたが、車速と同様に集計範囲内の平均や分散で提供できれば問題無し
	ウィンカー	左右On	離散値 int	○	○右左ウィンカーON状態台数	○実績あり	<ul style="list-style-type: none"> OEM検証と同様の形式で問題無し
	ハンドル切れ角	角度	連続値 float	○	○平均角度	○実績あり	<ul style="list-style-type: none"> OEM検証と同様の形式で問題無し
	ライト点灯状態	On/Off	離散値 int	-	未利用	△可能性あり	<ul style="list-style-type: none"> OEM検証では優先度を下げたが、ウィンカー同様に集計範囲内のON台数で提供できれば問題無し
	シフトレバー位置	シフトレバー位置	離散値 int	○	未利用	×集計に適さない	<ul style="list-style-type: none"> 車種によりシフトレバーの構成が異なるため、集計処理に適さない可能性がある
	ハザード	On/Off	離散値 int	-	未利用	△可能性あり	<ul style="list-style-type: none"> OEM検証では優先度を下げたが、ウィンカー同様に集計範囲内のON台数で提供できれば問題無し
	ワイパー	On/Off	離散値 int	-	未利用	△可能性あり	<ul style="list-style-type: none"> OEM検証では優先度を下げたが、ウィンカー同様に集計範囲内のON台数で提供できれば問題無し
結果系	緯度経度 (◆必須)	座標値 (マップマッチング前)	連続値 float	○	○集計範囲、範囲内台数	○実績あり	<ul style="list-style-type: none"> 車両1台の大きさよりも小さい単位で処理を可能とするため、空間解像度として十進数表記において小数点以下5桁 (約1メートル単位) は必要
	進行方向	度数、8方位/16方位等	連続値、離散値 float/int	-	○方向別集計単位	○実績あり	<ul style="list-style-type: none"> マップマッチング前のため、上下線、高速/一般道の分離に利用。個体の軌跡を追えない場合に必須
	車速	速度 (km/h)	連続値 float	○	○車速平均、車速分散	○実績あり	<ul style="list-style-type: none"> OEM検証と同様の形式で問題無し
	加速度	加速度 (X、Y、Z)	連続値 float	○	未利用	△可能性あり	<ul style="list-style-type: none"> OEM検証では優先度を下げたが、車速と同様に集計範囲内の平均や分散で提供できれば問題無し
	角速度 (回転方向)	角速度 (X'、Y'、Z')	連続値 float	○	未利用	△可能性あり	<ul style="list-style-type: none"> OEM検証では優先度を下げたが、車速と同様に集計範囲内の平均や分散で提供できれば問題無し
	地磁気 (車の向き)	方角 (0-360°)、高度	連続値 float	○	未利用	△可能性あり	<ul style="list-style-type: none"> OEM検証では優先度を下げたが、車速と同様に集計範囲内の平均や分散で提供できれば問題無し
	エンジン回転数 (走行/停止)	Rpm	連続値 float	-	未利用	△可能性あり	<ul style="list-style-type: none"> OEM検証では優先度を下げたが、車速と同様に集計範囲内の平均や分散で提供できれば問題無し

検証で使用しなかった項目も含め、上記項目に対する提供可能性や提供時の加工方法についてOEMにヒアリングを行い、整理した。

提供可能性に関する傾向として、行動直結系は比較的利用のハードルが低く集計処理などを施すことで、入手、活用が可能と考えられる。車両性能に関わる結果系についてはOEM各社の機密情報に近い情報のため、入手、活用のハードルが高く、利用に向けては用途を含めた調整が必要となる。いずれも、実際の取得時にはあらかじめ協議のうえ、調達仕様を決定していく必要がある。

2) 個体差

個体差の発生要素と差異の内容、対応策について、以下の項目において評価を行った。

- 車種による差異
- 取得時期による差異
- 測位デバイスによる差異
- OEM による差異

評価に際しては OEM からのヒアリングを行った内容も参考として、考察を行う。

以下、項目ごとの評価をまとめる。

- 車種による差異
 - 差異の内容

車種による取得可能項目の差異が存在する。異なる車種の同一項目については、単位を付与している項目で誤差は含まれるものの、仕様としては統一されている。単位や形式、値が異なるものを持つものについては別項目として管理されている。同一車種の年式による差異についても同様の考え方である。
 - 対応策

極力多くの車種で取得可能な単位が付与された項目を利用することが望ましい。今後 OEM からの入手調整をする際の 1 つの基準としておく。
- 取得時期による差異
 - 差異の内容

時期による差異は無いが、寒冷地仕様の場合は装備が異なるため、項目が異なることがある。
 - 対応策

特に対応策は不要。
- 測位デバイスによる差異
 - 差異の内容

以前はカーナビが測位を管理していたが、最近ではカーナビ非搭載車であっても測位ができるようになってきている。測位精度に関しては個々の性能に関する情報となるため、OEM からの開示は難しい。
 - 対応策

本実証においてはもともと位置情報に統計的な誤差が含まれる前提で分布の考え方を適用していたため、特に対応策は不要と考えられる。将来的に安価で高精度な測位デバイスが普及すれば、変化点検知の誤差の範囲も小さくなっていくことが期待される。

- OEM による差異
 - 差異の内容
 - OEM 各社が情報を開示していないことや、業界として標準化を進める動きが無いため、考察不可とした。
 - 対応策
 - 各 OEM のデータに対し、同一箇所・同一処理で変化点検知を行い、差異を把握しておく必要がある。

表 3-10 個体差の整理

評価内容	差異の内容	対応策
車種による差異	車種による取得可能項目の差異は存在する。異なる車種の同一項目については、単位を付与している項目については誤差は含まれるものの統一されている。単位や形式、値が異なるものを持つものについては別項目として管理されている。同一車種の年式による差異についても同様の考え方である。	極力多くの車種で取得可能で単位の付与された項目を利用することが望ましい。今後OEMからの入手調整をする際の一つの基準としておく。
取得時期による差異	時期による差異は無いが、寒冷地仕様の場合は装備が異なるため、項目が異なることはある。	特に対応策は不要
測位デバイスによる差異	以前はカーナビが測位を管理していたが、最近ではカーナビ非搭載車でなくても測位ができるようになっていく。測位精度に関しては個々の性能に関する情報となるため、OEMからの開示は難しい	本実証においてはもともと位置情報に統計的な誤差が含まれる前提で分布の考え方を適用していたため、特に対応策は不要と考えられる。将来的に安価で高精度な測位デバイスが普及すれば、変化点検知の誤差の範囲も小さくなっていくことが期待される。
OEMによる差異	OEM各社が情報を開示していないことや、業界として標準化を進める動きが無いため、考察不可。	各OEMのデータに対し、同一箇所・同一処理で変化点検知を行い、差異を把握しておく必要がある。

上記における課題と考察をまとめた。最大公約数的に共通となる項目や、単位のついた項目を優先して利用することにより、車種・年式間、OEM 間の差を極小化することができる。一方で、検出に使用する項目が少なくなると検出できる変件事象も少なくなる可能性がある。調達時は取得したい項目が一定量を満たせそうかどうかを判断する必要がある。

3) 得られるデータの網羅性と解析周期の考え方

本項目の評価を行うにあたり、得られるデータ量の必要十分性、より多くのデータを確保するための解析周期の考え方を整理し、考察を行った。

まず、履歴データの母数となるのは実際の道路を走行している車両の全数である。全国の道路上の交通量は一定ではないため、対象とするエリアにおいて母数として必要数を満たしているかどうかは最初の課題となる。次に、季節変動や特異事象の発生による変動性も課題となる。さらには履歴データが取得可能な車両の割合や、集計処理の過程で使用できなくなるデータの考慮も必要となる。

交通量を常時把握することは一般的に難しいため、ここでは母数の概算と傾向把握の一つの方法として、交通センサスの 12 時間平均交通量を用いて、概算母数および都市部と郊外の相対傾向を把握する方法を記載する。

● 概算母数の把握

交通センサス平成 27 年度の交通量整理表を用いて、地域ごとの高速道路における沿道状況毎の交通量の数値を集計した結果を表 3-11 に示す。ここでは都市部と郊外を分類するため、沿道状況は下記の割り当てを行った。

都市部：DID⁴（商業地域）、DID（商業地域を除く）、その他都市部

郊外：平地部、山地部

下表において「都市部」「郊外」はそれぞれに該当する沿道状況の交通量を合算したものである。「都市部/郊外」は都市部と郊外の交通量の比率を算出したものである。

表 3-11 交通センサスを用いた都市部と郊外の交通量の把握

カテゴリ	地域	DID(商業地域)	DID(商業地域を除く)	その他市街部	山地部	平地部	都市部	郊外	都市部/郊外
首都	東京都全域	43432	41597	46475	23380	23192	131504	46572	2.8
	東京都（特別区）※23区	43432	43444	47375	0	0	134251	0	N/A
	東京都（市郡部）	0	35504	43911	23380	23192	79415	46572	1.7
副都	大阪府全域	43735	35623	40682	19969	20055	120040	40024	3.0
	大阪市	43918	34477	0	0	0	78395	0	N/A
	堺市	25234	37689	40682	0	32489	103605	32489	3.2
	大阪府（大阪市、堺市を除く）	44786	35903	0	19969	19071	80689	39040	2.1
地方都市 1	京都府全域	18992	29669	14410	6361	11663	63071	18024	3.5
	京都市	18992	26221	0	22325	10376	45213	32701	1.4
	京都府（京都市を除く）	0	42716	14410	6015	11967	57126	17982	3.2
地方都市 2	福岡県全域	28411	23819	19709	23019	16168	71939	39187	1.8
	北九州市	17200	15601	18390	16826	4444	51191	21270	2.4
	福岡市	34468	23522	22873	37423	0	80863	37423	2.2
	福岡県（北九州市、福岡市を除く）	0	33550	17269	26053	16315	50819	42368	1.2
地方（都市部区分なし）	群馬県	0	0	0	11302	23018	0	34320	0
地方（都市部区分あり）	秋田県	0	0	4802	3947	4960	4802	8907	0.5

表 3-12 平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査 一般交通量調査 集計結果整理表

都道府県	道路種別	沿道状況	延長 (km)	12時間平均交通量		12時間平均交通量		12時間平均交通量 (台/2h)小型車を2万以上とするための倍率														
				合計	小型車	合計	大型車															
北海道	高速道路計	DID(商業地域)	21.1	27242	4516	31758	575	95	670	33997	5735	39732	717	121	838	1.25	1.21	14.2	0.71	0.0		
北海道	高速道路計	DID(商業地域を除く)	3.9	27257	5294	32551	100	21	127	33519	7522	41041	131	29	160	1.26	9.8	16.3	0.80	0.0		
北海道	高速道路計	その他市街部	9.8	13727	2279	16007	132	22	154	16714	2382	19096	160	29	189	1.23	11.3	14.2	0.42	1.5		
北海道	高速道路計	平地部	591.5	4954	989	5943	2930	565	3515	5892	1390	7281	3485	822	4307	1.23	10.1	16.6	0.37	4.0		
北海道	高速道路計	山地部	427.2	5012	988	6000	2141	422	2563	5914	1500	7414	2527	641	3167	1.24	10.2	16.5	0.41	4.0		
北海道	高速道路計	合計	1053.3	9966	1977	11943	5884	1145	7023	11806	2890	14696	1002	184	1204	1.04	16.9	0.41	3.6	0.0		
北海道	高速道路計	DID(商業地域を除く)	2.1	12678	2152	14830	27	5	31	15463	2831	18294	32	6	38	1.23	11.2	16.7	0.37	4.2		
北海道	高速道路計	その他市街部	582.0	4713	944	5656	2743	549	3292	5599	1328	6926	3259	772	4031	1.22	10.1	16.7	0.37	4.2		
北海道	高速道路計	平地部	427.2	5012	988	6000	2141	422	2563	5914	1500	7414	2527	641	3167	1.24	10.2	16.5	0.41	4.0		
北海道	高速道路計	山地部	1015.2	4942	981	5923	5017	866	6013	5880	1426	7296	5949	1448	7397	1.23	10.2	16.6	0.39	4.0		
北海道	高速道路計	合計	21.1	27242	4516	31758	575	95	670	33997	5735	39732	717	121	838	1.25	1.21	14.2	0.71	0.0		
札幌市	高速道路計	DID(商業地域)	7.5	14022	2315	16337	105	17	123	17065	3024	20088	128	23	151	1.23	11.3	14.2	0.43	1.4		
札幌市	高速道路計	その他市街部	9.5	19729	3747	23475	187	36	223	23818	5269	29086	226	50	276	1.24	10.0	16.0	0.58	1.0		
札幌市	高速道路計	平地部	38.1	22766	3891	26657	887	148	1016	28126	5085	33211	1072	194	1265	1.25	11.5	14.6	0.63	0.0		
札幌市	高速道路計	山地部	7.5	14022	2315	16337	105	17	123	17065	3024	20088	128	23	151	1.23	11.3	14.2	0.43	1.4		
札幌市	高速道路計	合計	38.1	22766	3891	26657	887	148	1016	28126	5085	33211	1072	194	1265	1.25	11.5	14.6	0.63	0.0		
青森県	高速道路計	DID(商業地域)	13.3	1574	819	2394	21	8	29	1877	941	2818	25	13	37	1.29	11.1	26.2	0.11	16.7		
青森県	高速道路計	その他市街部	69.9	4295	1095	5330	296	74	373	5220	1591	6812	363	111	474	1.28	11.5	20.0	0.29	4.7		
青森県	高速道路計	平地部	66.7	3912	1493	5075	241	88	339	4365	2440	6805	291	163	454	1.34	10.7	28.8	0.30	5.5		
青森県	高速道路計	山地部	149.9	3739	1203	4938	560	180	740	4543	1911	6454	681	287	967	1.31	11.1	24.4	0.27	5.4		
青森県	高速道路計	合計	149.9	3739	1203	4938	560	180	740	4543	1911	6454	681	287	967	1.31	11.1	24.4	0.27	5.4		
岩手県	高速道路計	DID(商業地域)	144.4	11223	3899	15079	1821	357	2177	13477	7113	20590	1946	1027	2972	1.37	10.2	25.8	0.82	1.6		
岩手県	高速道路計	その他市街部	211.8	6598	2079	7672	1182	440	1622	8698	3513	10211	1462	744	2198	1.35	10.3	27.1	0.47	3.6		
岩手県	高速道路計	平地部	356.2	7821	2797	10614	2899	896	3899	9510	4972	14454	3388	1771	5199	1.36	10.3	29.2	0.44	2.5		
岩手県	高速道路計	山地部	144.4	11223	3899	15079	1821	357	2177	13477	7113	20590	1946	1027	2972	1.37	10.2	25.8	0.82	1.6		
岩手県	高速道路計	合計	211.8	6598	2079	7672	1182	440	1622	8698	3513	10211	1462	744	2198	1.35	10.3	27.1	0.47	3.6		
岩手県	高速道路計	合計	356.2	7821	2797	10614	2899	896	3899	9510	4972	14454	3388	1771	5199	1.36	10.3	29.2	0.44	2.5		

※上記は一部のみ（最大倍率となる箇所のみ）

⁴ DID：人口集中地区（densely inhabited district）

-
-
- 都市部と郊外の収集性の違い
 - 主要都市部と郊外を持つ地域では、概ね2~3倍近くデータの収集量で差異があり、データ収集性の観点では都市部は郊外と比較して相対的に優位である。
 - OEMは販売した車両がどのエリアを走行するか把握・管理できないため、調達先とするOEMが限定的となる実態を考慮すると、交通量が多い方が優位となる。

 - 必要データ量の推定
 - 絶対量としてどの程度必要かを考察するため、12時間当たりの平均交通量からメッシュ単位のデータ取得性を推定する。
 - 高速道路の場合、平均車速を100km（秒速約28m）とすると1Hzのデータ取得間隔の場合、2mのメッシュに各車両のプロブデータが存在する割合は2/28で約7%となる。
 - プロブ取得可能な車両が5%と仮定すると、 $5\% \times 7\% = 0.35\%$ となる。
 - 1時間単位の集計を行う場合、プライバシー保護の観点で最低台数がN台以上（例えば3台）となるようにするためには、上下線の分離も考慮して単純2倍として1時間あたり3台 $\times 2 \div 0.35\% = 1,714$ 台、12時間平均に換算すると12倍の約2万台必要となる。

 - 必要期間の算定
 - 交通センサス（表3-12）を用いて試算した結果、全地域において2万台以上にするための最大倍率は約12.7倍（表中の黄色網掛け）となるため、期間を一律とする場合は約2週間分のデータを蓄積する必要がある。
 - 統計的な誤差を考慮して、安全率を2倍で考慮すると約1ヶ月分のデータが必要となる。
 - 地域により必要期間を変更する場合、システム側の処理や運用対応が発生する。

 - 課題と考察

上記で設定したパラメータについてはOEM各社においても開示不能であり、交通量もコントロールできるものではないため、調達するデータが必要十分かどうかを事前に把握することは困難である。

運用開始当初は統計データをもとに比較的十分な量で調達し、品質評価や分析を定期的に行える仕組みを導入することで、段階的に調達内容の見直しをかけていくことが望ましい。

4) A : 都市部における小規模変化

- 得られるデータの網羅性

交通量が多く、必要データ量に到達しやすい。1週間程度の解析周期で必要データ量を集められる可能性もある。

- ノイズの混入具合

立体交差や高架線、並走・直行する一般道も多く、極めてノイズが入りやすい。渋滞や一般道の路上駐車等の影響も受けやすいため、不向きであると考えられる。

路上駐車や特異な運転車両は一定の比率で存在するものの、領域ごとに格差は無いと考えられるため A~D 共通項目とした。長時間の路上駐車により発生するデータは、走行台数の少ないエリアにおいては影響が大きくなる可能性がある。また、特殊車両に関しても同様だが、影響が大きい場合は OEM 側の処理で車種等条件を設定して除外する等の対応が考えられる。

5) B : 郊外における小規模変化

- 得られるデータの網羅性

交通量が比較的少なく、地域によっては必要データ量を満たすまで 1 ヶ月程度必要となる可能性がある。

- ノイズの混入具合

郊外は自動車専用道路に並走する一般道や立体交差する箇所が少ない。交通量の少ない場所も多く運転傾向は安定しており、一般道の影響も受けにくいと考えられる。

6) C : 都市部における大規模変化

- 得られるデータの網羅性

A : 都市部における小規模変化と同様に、交通量が多く、必要データ量に到達しやすい。1 週間程度の解析周期で必要データ量を集められる可能性もある。

- ノイズの混入具合

A : 都市部における小規模変化と同様に、立体交差や高架線、並走・直行する一般道も多く、極めてノイズが入りやすい。渋滞や一般道の路上駐車等の影響も受けやすいため不向きであると考えられる。

7) D : 郊外における大規模変化

- 得られるデータの網羅性

B : 郊外における小規模変化と同様に、交通量が比較的少なく、地域によっては必要データ量を満たすまで 1 ヶ月程度必要となる可能性がある。大規模変化は時間をかけて行われる特性を考慮すると、必要データ量を確保するために期間を要しても問題は無いと考えられる。

- ノイズの混入具合

B: 郊外における小規模変化と同様に、郊外は自動車専用道路に並走する一般道や立体交差する箇所が少ない。交通量の少ない場所も多く運転傾向は安定しており、一般道の影響も受けにくいと考えられる。

8) 履歴データの取得・解析に対する考察

前述の評価をまとめた結果を表 3-13 に示す。

表 3-13 履歴データの取得・解析による評価

評価観点	評価内容	小規模変化		大規模変化	
		A 都市部	B 郊外	C 都市部	D 郊外
取得データの種別	各項目ごとの特徴と、FS検証、OEMからの入手容易性、実データ特性等の評価	検証で使用しなかった項目も含め、上記項目に対する提供可能性や提供時の加工方法について改めてOEMにヒアリングを行った。各社機密情報となるため本報告書に詳細は記載できないが、提供可能なものについては基本的な集計処理は可能と考えられ、提供不可のものについては用途次第で提供可能となる余地があった。傾向として行動直結系は比較的提供されやすく、車両性能に関わる結果系については提供されにくい。実際の取得時にはあらかじめ協議のうえ、調達仕様を決定していく必要がある。			
個体差	車両による差異	最大公約数的に共通となる項目や、単位のついた項目を優先して利用することにより、車種・年式間、OEM間の差を極小化することができる。一方で、検出に使用する項目が少なくなると検出できる変化事象も少なくなる可能性があるため、調達時は取得したい項目が一定量を満たせそうかどうかを判断する必要がある。			
得られるデータの網羅と解析周期の関係	範囲のばらつきと網羅性 期間のばらつきと網羅性	○：交通量が多く、必要データ量に到達しやすい。1週間程度の解析周期で必要データ量が集まる試算	△：地域によっては必要データ量を満たすまで1か月程度必要となる可能性がある	○：交通量が多く、必要データ量に到達しやすい。1週間程度の解析周期で必要データ量が集まる試算	△：地域によっては必要データ量を満たすまで1か月程度必要となる可能性がある。大規模変化は時間をかけて行われることから、必要データ量確保を優先すべき
ノイズの混入具合	解析対象道路と周囲の道路の分離（走行道路へのマッチングの有無） 解析対象車両と路上駐車、特異な運転車両の分離	×：立体交差や高架線、並走・直行する一般道も多く、極めてノイズが入りやすい。渋滞や一般道の路上駐車等の影響も受けやすい	○：郊外は自動車専用道路に並走する道路や立体交差する箇所が少ない。交通量の少ない場所も多く運転傾向は安定しており、一般道の影響も受けにくい	×：立体交差や高架線、並走・直行する一般道も多く、極めてノイズが入りやすい。渋滞や一般道の路上駐車等の影響も受けやすい	○：郊外は自動車専用道路に並走する道路や立体交差する箇所が少ない。交通量の少ない場所も多く運転傾向は安定しており、一般道の影響も受けにくい
	解析対象車両と路上駐車、特異な運転車両の分離	－：解析対象区間に存在する、路上駐車や特異な運転車両は一定の比率で存在するものの、各領域ごとに格差は無いと考えられる。長時間の路上駐車により発生するデータは、走行台数の少ないエリアにおいては影響が大きくなる可能性がある。また、特殊車両に関しても同様で、影響が大きい場合はOEM側の処理で車種で除外する等の対応が考えられる。			
評価		△：一部適合	○：適合	△：一部適合	○：適合

得られるデータの網羅性は都市部と比較して郊外は劣っているものの、大規模変化の検出の観点では必要データ量を確保することを優先して、データ解析周期を長くすることで対応可能となる。また、道路構造の複雑性と測位精度の低下のしやすさが相まってノイズの混入度合いが大きくなる都市部と比較し、その影響が少ない郊外における利用が望ましい。総合すると、必要データ量を十分確保することができれば、「D：郊外における大規模変化」が最も適合していると考えられる。

(4) 適合性の総合評価

各領域におけるこれまでの結果を表 3-14 にまとめる。総合的に郊外の大規模変化が履歴データの解析に適していると判断することができる。その他の領域については、データ取得要否や優先度に応じた取得周期の延伸等、運用時の検討事項として扱う。

表 3-14 総合評価

課題観点	小規模変化		大規模変化	
	A 都市部	B 郊外	C 都市部	D 郊外
業務上の課題	○：期待度高 ・地物密度、変化頻度共に高く、検知漏れとなる可能性がある	△：期待度中 ・地物密度、変化頻度は比較的低いが、変化が無いことの確認が必要	△：期待度中 ・地物密度、変化頻度は比較的低いが、変化が無いことの確認が必要	△：期待度中 ・地物密度、変化頻度は比較的低いが、変化が無いことの確認が必要
品質課題 (車両走行環境)	×：不適合 測位環境が比較的悪い	×：不適合 測位環境は比較的良好だが測位判別可能な変化が少ない	△：一部適合 測位環境が比較的悪い	○：適合 測位環境が比較的良好な季節/天候影響を受けず対象変化を検出できる可能性
品質課題 (履歴データの取得・解析)	△：一部適合 データの網羅性に優れるが、ノイズの影響を受けやすい	○：適合 データの網羅性に劣り、ノイズの影響を受けにくい	△：一部適合 データの網羅性に優れるが、ノイズの影響を受けやすい	○：適合 データの網羅性に劣るが、ノイズの影響を受けにくい。データ網羅性は収集期間で調整可能
総合評価	×：不適合 測位環境が不利な点や複雑な道路構造を持つため、ノイズ対策が必要となる。業務上、期待度は高いものの、小規模変化は好条件でも検出可能性が低いため、不適合	△：一部適合 良好な測位環境の確保ができ、道路構造も比較的単純なためノイズも混入しにくい。業務上、一定の期待度はあるが、小規模変化は好条件でも検出可能性が低いため、適用は限定的となる	△：一部適合 測位環境が不利な点や複雑な道路構造を持つため、ノイズ対策が必要となる。業務上、一定の期待度があるが、対策を打つことの費用対効果が出るかどうか懸念	○：適合 良好な測位環境の確保ができ、道路構造も比較的単純なためノイズも混入しにくい。業務上、一定の期待度もあり適合性は最も高い

3.2 実用化に向けたスキーム整理と必要なシステム要素の抽出

これまでの評価において、郊外における大規模変化の抽出が最も適合性が高く、本節以降ではこれを実現するために必要な構成要素および OEM との役割分担を中心に検討を行い、実用化に向けた運用イメージアップと課題の抽出を行う。

- 全体処理フロー
- システム構成案
- スキーム案
- 想定運用フロー

3.2.1 全体処理フロー

システム構成および機能配置、スキーム案、役割分担案の整理を進めていくうえで、全体処理フローの詳細案を図 3-5 のとおり整理した。

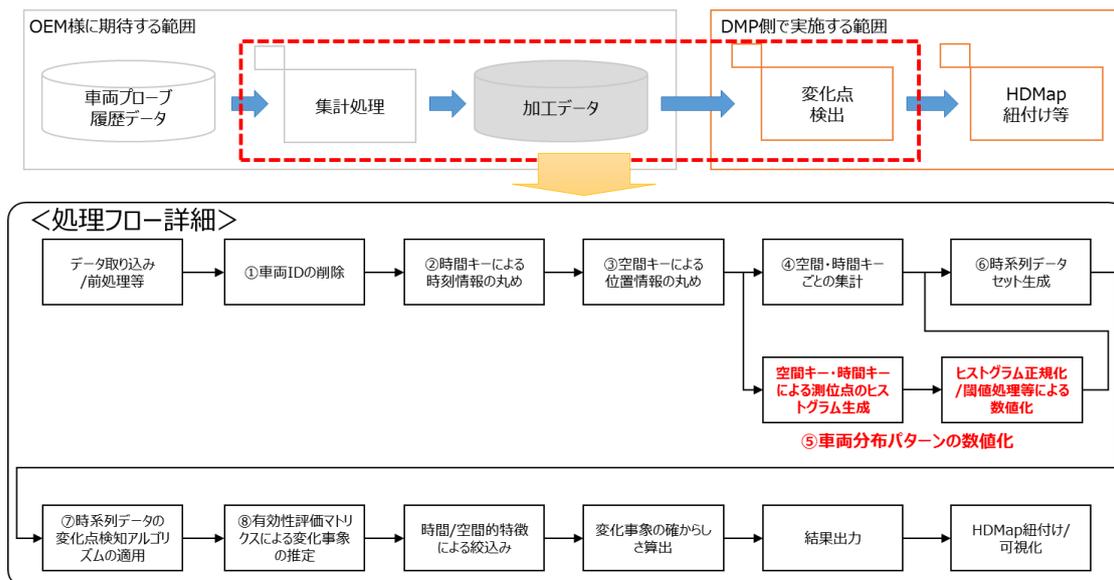


図 3-5 全体処理フロー

過年度に示した机上検討の内容を詳細整理したものであるが、実証を通じて完全に確立された処理アルゴリズムとなっていないことから、あくまで完成形のイメージとして以降の検討を進めることとした。

機能を詳細化している理由は、集計処理による加工データ生成の部分において、今後も含めて一部複雑な処理が含まれる可能性があり、この部分の役割分担を表現できるようにするためである。また、実際には OEM 側では既存システムの機能や個人情報を秘匿化する処理等との関連性も発生することから、詳細な処理仕様や提供条件のすり合わせを行ったうえでの役割分担が必要となる。現時点で明確な役割分担まで言及することが困難なため、本報告書においては図 3-5 中

⑤の車両分布パターンの数値化が一般的な集計方法とは異なる方式を採用していることから、例としてこの部分を OEM 側で実施するかどうかの 2 パターンを検討した。

パターン A：複雑な集計処理は DMP 側で実施する前提で加工データを提供してもらう

パターン B：複雑な処理を OEM 側で実施した結果を加工データとして提供してもらう

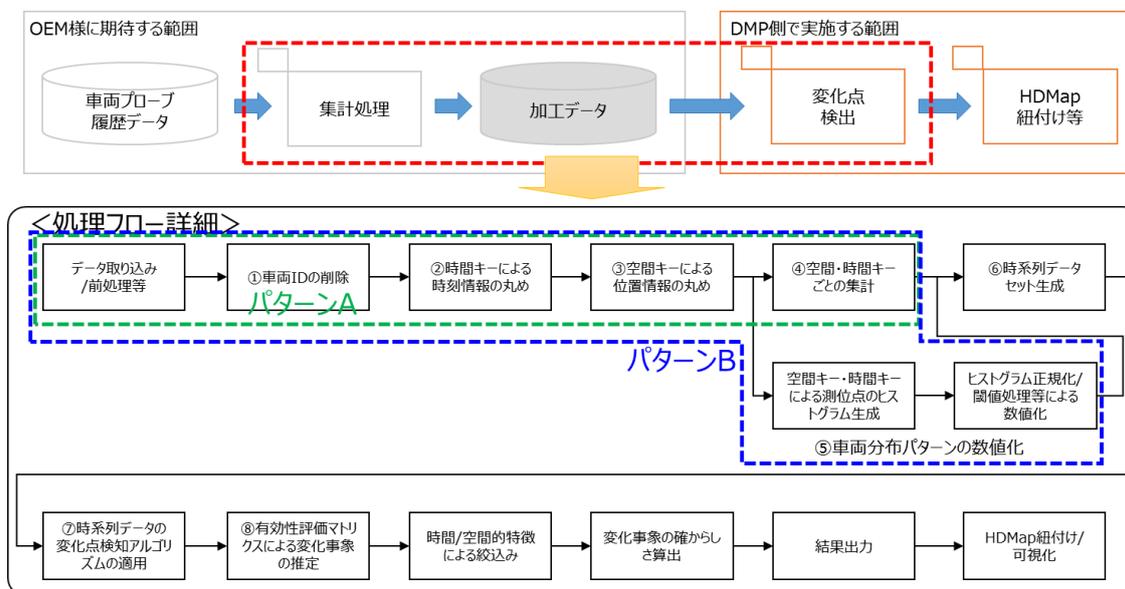


図 3-6 OEM との分担パターン

3.2.2 システム構成案

前述の処理フローに記載の各機能に加えて、システムとして必要な機能を追加したシステム構成案を図 3-7 に示す。

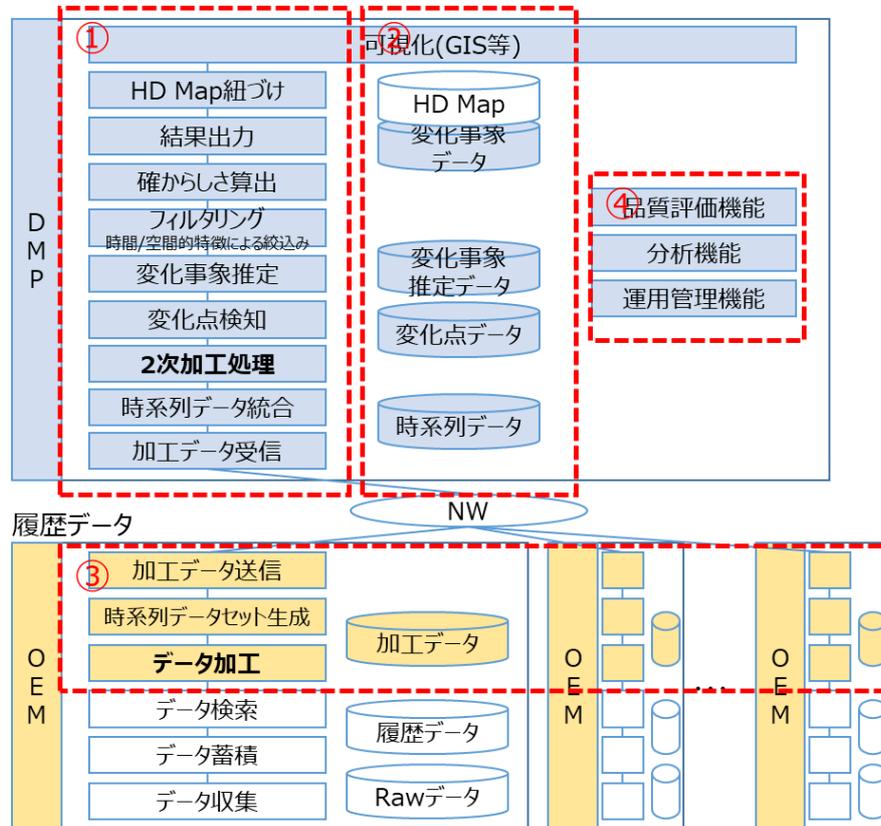


図 3-7 システム構成案

各機能に関する詳細な実装内容について、ここでは機能ブロックレベルで実装する内容について記載する。なお、パターン A、B とも同様の機能構成（特殊処理について、OEM 側はデータ加工、DMP 側は 2 次加工で実施）で表現している。

① 履歴データ変化点抽出機能部

本実証で検討した変化点抽出処理のアルゴリズムを実装する機能部である。大量データを一定期間で処理する必要があるため、エリア単位で分割処理を行い、高速化を図る。

② 変化データ保持部

OEM からの加工データを時系列で蓄積する時系列データストア、項目ごとの変化点を検出した結果を格納する変化点データ、変化点データから推定された変件事象を格納する変件事象推定データ、画像データ側の処理結果と合わせて最終的に変件事象として抽出された変件事象データを持つ。

③ 加工データ生成機能部

OEM 側で①に必要なデータ形式に加工し、各 OEM 同一の形式で時系列データセットを生成し、送信する機能を有する。

④ 運用・分析機能部

検知精度向上のための品質評価機能、OEM からの調達データを調整するための分析機能、システムリソースを有効に利用するための運用管理機能を実装する。

便宜上、複数の OEM から履歴データを調達し、ネットワーク経由でシステム連携するイメージとしている。上記に関してシステム化を行う際には改めて要件を整理し、各社とも十分な協議を行ったうえで、関連システムを含めた機能の最適配置、非機能要求に基づく機能開発を行う必要がある。

3.2.3 履歴データ調達/地図提供スキーム案

複数の OEM から同一の仕様で加工データを調達し、最終的に自動車メーカーを始めとする各企業に高精度 3 次元地図を提供する想定を置いたスキーム案を図 3-8 に示す。

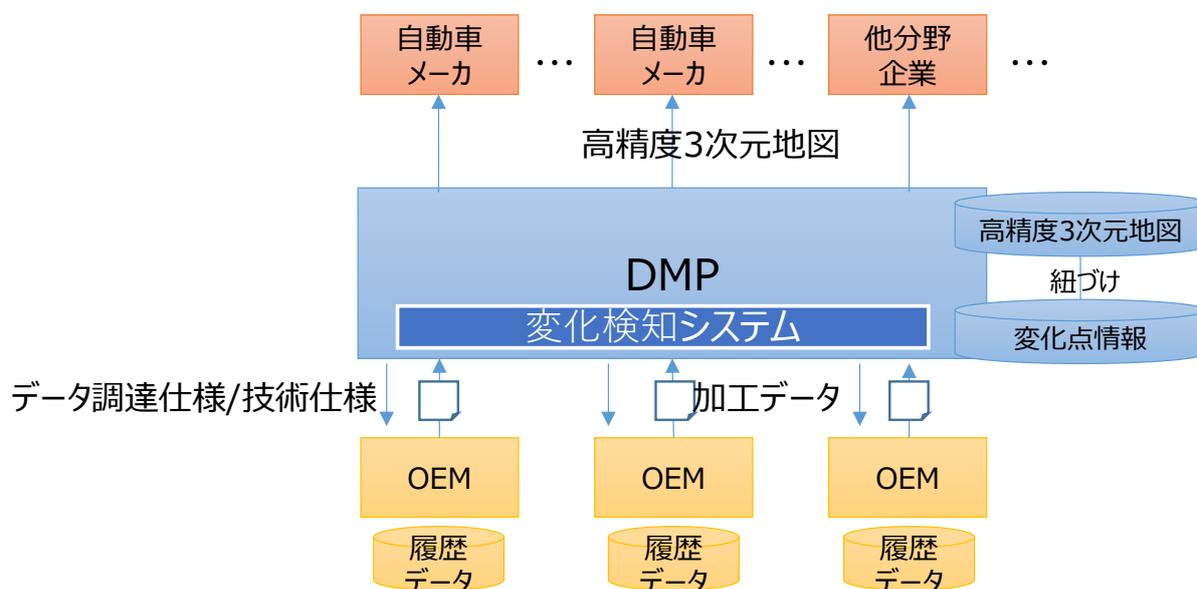


図 3-8 履歴データ調達/地図提供スキーム案

- 品質の均一性確保とエリア網羅性の向上

各 OEM から調達するデータの品質が均一化されれば、エリア網羅性を高めるための変化検出に必要となるデータ量を満たす最小限のデータを補完しながら調達する運用が可能となる。そのためには、各社からの調達データに対して実施する品質評価や傾向分析を行い、変化点抽出結果と現況確認結果を照らし合わせ、下記の観点で継続的に見直しをかけていく必要がある。

- ◇ 調達しているデータが必要十分か（質的、量的）
- ◇ チューニングが必要か、処理の仕様が適切か
- ◇ OEM との役割分担が適切であるか

- 役割分担

OEM 各社でシステム実装が異なることが容易に予想される。この場合、DMP から技術仕様を提示し、それに合わせた実装・開発を OEM で行う場合と、OEM 各社が提供可能な加工データを受領し、DMP 側で実装差異を吸収する 2 つのアプローチがある。複数社とのインターフェースに関連して発生する対応が、各社とのビジネスにおいて、かつトータルで成立させられるかが課題となる。以下、構築時及び運用中に発生する作業項目と分担案を示す。今後 OEM 各社と実現に向けた調整を進めていく中で、各項目の対応内容の具体化と分担の整理を進めていく。

表 3-15 役割分担案

分類	区分	項目	分担案
構築時	アプリケーション開発	履歴データ変化点抽出機能部	DMP
		変化データ保持機能部	DMP
		加工データ生成機能部	OEM
		特殊加工処理	DMP(A)/OEM(B)
		画像データ変化点統合部	DMP
		運用・分析機能部	DMP
		インフラ構築	インフラ設計・構築
	物品	インフラ（サーバ、ミドル、ストレージ、ネットワーク）	DMP/OEM
運用中	システム運用	業務運用(目視チェック等)	DMP
		アプリケーション維持管理	DMP/OEM
		インフラ維持（サーバ、ミドル、ストレージ、ネットワーク）	DMP/OEM
		システム監視・運用	DMP/OEM
	データ調達	各OEMからのデータ調達	DMP

3.2.4 想定運用フロー

目標とする変化検知のリードタイムを1~2ヶ月以内に短縮するための想定運用フロー及び課題の抽出を行った。図3-9に示すとおり、1ヶ月で加工統計分析による検知を行い、差分に対して計測・点群接合、図化、リリースまで含めて1サイクル2~3ヶ月で回すことになる。また図3-10に示すとおり、このサイクルを継続的かつパイプライン的に実施することが必要となるため、変化検知までの想定リードタイム及び実現性について検討を行った。



図 3-9 リードタイムの短縮

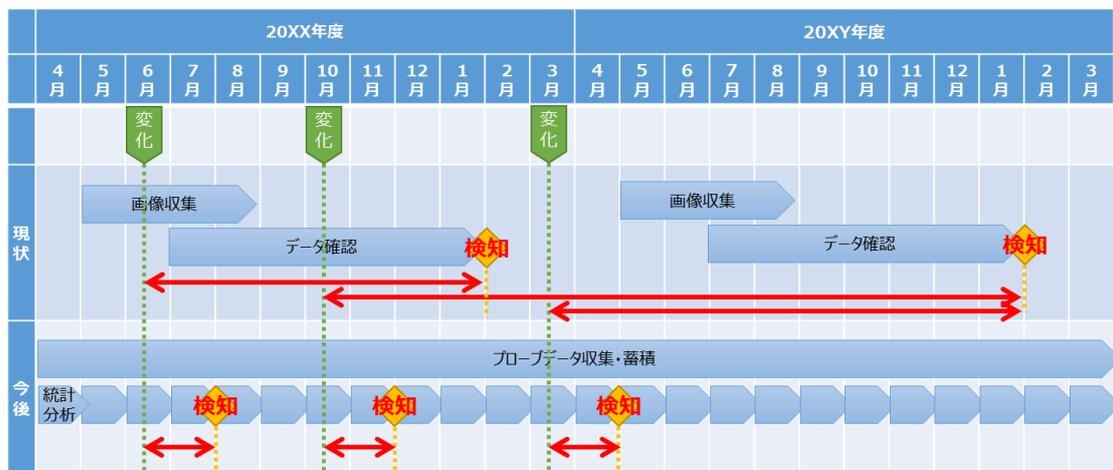


図 3-10 継続的なサイクルの実行

上記の2つのイメージに加えて、得られるデータの網羅性で試算した必要データ量の確保にかかる1ヶ月と、これまでの検討によって顕在化した品質分析やフィードバックも含めた一連のサイクルを含め、パイプライン化した運用フローイメージを図3-11に示す。

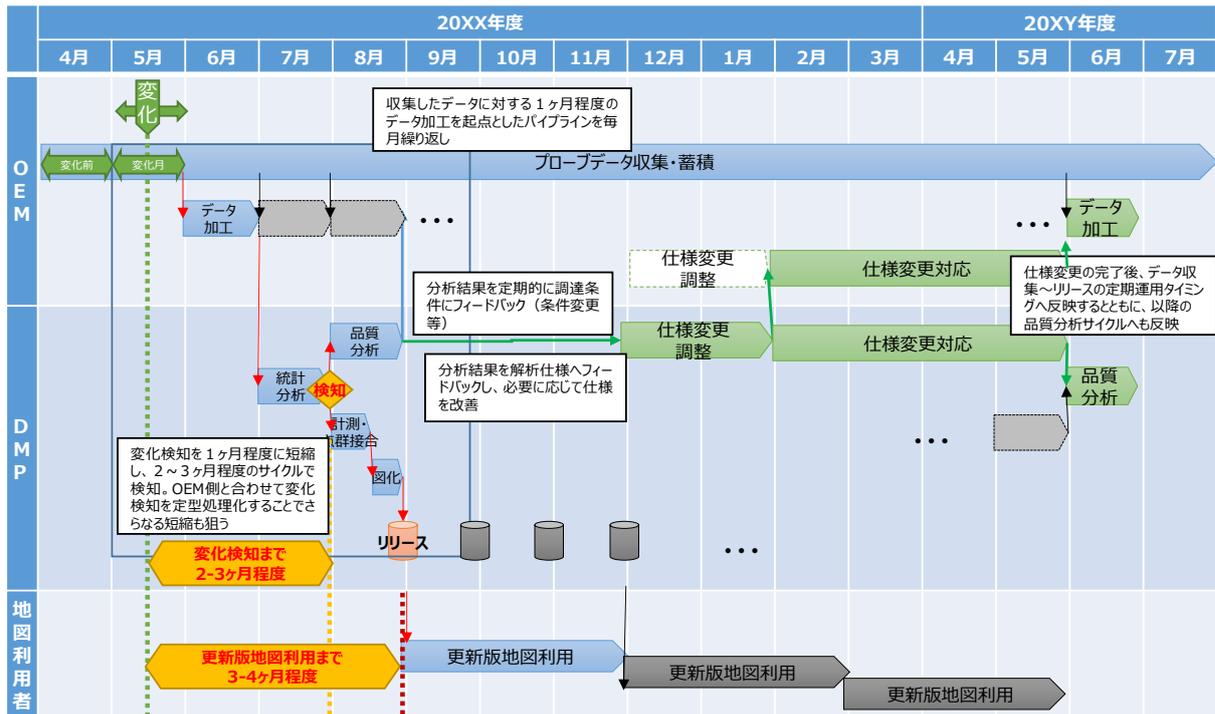


図 3-11 運用フローイメージ

OEM 側で継続的に蓄積される履歴データに対し、変化前の分析結果と変化が発生した月の 1 ヶ月分の分析結果を比較して差分を検出する。OEM 側のデータ加工と DMP 側の統計分析をそれぞれ 1 ヶ月とした場合、変化検知まで 2~3 ヶ月の期間を要することが想定される。期間を短縮するためには、品質分析の結果を見ながら交通量の多いエリアにおいて抽出期間を短くする、OEM 側・DMP 側の処理を定型化するなどして効率化を図る必要がある。

OEM 側のデータ加工においては、処理要件をあらかじめ定義し、要件に基づいてソフトウェアを開発する部分の負担が大きい。エリアや期間など、調達時の条件として可変となる部分は可能な限りパラメータ化するなど初期開発時に工夫を施せば、運用中にチューニングの変更の余地を残しつつ 1 ヶ月サイクルでバッチ処理的にデータ提供することも可能と考えられる。品質分析の結果、上記可変パラメータの範囲内での調整で済まず、処理の内容を見直したい場合はソフトウェアに変更が生じる可能性がある。この場合は通常の運用サイクルと並行して仕様変更の調整を開始し、仕様変更内容に対応した開発を行う必要がある。開発が終わったタイミングでソフトウェアバージョンを切り替える移行計画を立てれば、1 ヶ月サイクルの検知を守りつつ、検知精度の向上や効率化を狙ったバージョンアップが可能となる。ただし、複数 OEM からの調達を考慮する必要があるため、対応は OEM の数と同じだけ必要となる。

3.3 実用化に向けた検討と今後の展望

3.3.1 仮説に対する適用性評価

これまでの検討内容を下記のとおりまとめる。

(1) 適用範囲に関する考察

- FS 実証、OEM データによる実証を通じて、改めて履歴データ、変化抽出対象、変化検出に有効と思われる履歴データ項目（有効性評価マトリクス）を再定義した。
- OEM データによる実証から、検出精度は環境特性が大きな要因であることから、変化検出対象の大きさ（大規模⇔小規模）と検出対象道路の立地（都市部⇔郊外）の 2 軸で各領域における評価を行った。
- 各領域においては、業務上の性質、車両の走行環境、履歴データの取得・解析による条件を評価軸として、領域毎の適合性を総合評価した。測位環境に依存するところが大きいため郊外における適合性が高く、中でも大規模変化が最も適合する形となった。
- 変化の頻度も多くなく適用範囲が限定的となるため、部分的にでも良好な条件となるエリアを把握する等、適用範囲の拡大が今後の検討課題となる。

(2) 実用化に向けた運用面に関する考察

- 得られるデータの網羅性の観点から、履歴データの調達を定期的に見直す必要があることが明確となったため、システム化要件に調達データの品質分析を行う機能を加えた。
- 想定システム構成を検討し、履歴データを調達してから高精度 3 次元地図を提供する際のスキーム案を検討した。また、DMP と OEM の役割分担案についても整理を行った。履歴データの提供において OEM 各社は慎重な対応を取っているため、実運用に向けては仕様面や条件面に関してより詳細な調整が必要となる。
- このスキームにおいて、1 ヶ月サイクルで変化検出を行う際の実現性や課題を整理した。データ網羅性確保のための期間や OEM/DMP 側の処理の期間も含めて、変件事象から変化検知まで 2~3 ヶ月の期間を要するため、さらなる期間短縮の工夫が必要となる。
- OEM 側の処理で想定される変動要素はパラメータ化によるチューニングの余地を確保しつつ、仕様変更に対しては並行開発を計画すれば、1 ヶ月の検知リードタイムを確保することが可能である。

-
-
- ▶ OEM からの調達コスト、システム化/運用コストは高精度 3 次元地図の販売価格に転嫁されるため、調達側はトータルコストの削減、販売側は更新頻度の向上による価値訴求や多用途活用により収支を成立させる必要があるため、今後の検討課題となる。

3.3.2 今後の展望

本研究開発においては OEM 各社が保有する履歴データを活用した道路変化点検出の研究開発を行った。履歴データには様々な環境要因や車両特性等が含まれるため、統計的なアプローチで変化検知を行う手法を考案し、好条件となる郊外での活用が適しているという結果となった。このことから、次の展望を考えることができる。

(1) 位置情報の高精度化

高精度測位モジュールの低価格化や高精度測位技術の普及、アーバンキャニオンにおけるマルチパス除去技術、自己位置推定技術の高度化等により位置情報の精度が飛躍的に高まることが期待される。これにより都市部における変化検知や、車線別の運転行動の把握も可能となれば、中小規模の変化検知や多用途で活用する機会が増えることも期待できる。

(2) 管理可能な商用車の履歴データ活用

統計的なアプローチにおいては網羅的で一定量のデータが必要になるが、同一路線を繰り返し走行している管理可能な商用車両の履歴データを活用することより、特定路線において必要量のデータを集めることも考えられる。

例えば ETC2.0 では下記の項目が取得可能なため、車両特性や道路構造によるノイズの影響を緩和させることも可能と考えられる。

- ・ 走行履歴データ
時間、位置（緯度、経度）、速度、車両情報（車種、用途）、道路種別（高速、都市高速、一般道、その他）
- ・ 挙動履歴データ
時間、位置（緯度、経度）、速度、前後左右の加速度、ヨー角速度、進行方向

出所) 国土交通省 Web サイト <https://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/etc2/>

車載器の普及率や 200m 間隔のデータであることからサンプルの代表性が課題となるが、一定期間の繰り返し走行により補間される可能性も高い。

マップマッチング前後の情報も取得できるため、都市部においても測位誤差の影響を受けにくいエリアの判定に利用できる可能性がある。

実際に活用をする際には、本研究開発と同様に変化前後でのデータ分析を行う必要があるものの、複数のデータソースから同一の手法で分析を行い、結果を統合して網羅性と検知精度を高め、ていくことも今後は必要と考えられる。

4. まとめ

4.1 本研究のまとめ

4.1.1 画像を活用した道路変化点抽出技術

速やかな運用開始を前提とした道路変化点抽出技術を確立するため、運用時に使用する機器スペックの要件を過年度の検討結果を踏まえて机上検討し、機器スペックの要件を満たす機器（業務用車両での利用を想定した車両後付け可能な商品）を選定した。

選定したデバイスを活用して、高速道路を利用する事業者からカメラ画像データを取得することを前提にカメラ画像データを取得し、道路変化点抽出技術を実装・評価した。実験を実施した結果、明らかになった事項は以下のとおり。

- 道路変化点抽出技術は問題なく実装でき、目視で変化を確認するより、精度よく（見逃しがなく）変化を抽出することができた。
- 遠く離れたレーンの様子が確認できず、データ欠損が生じる可能性がある等の課題も残る。
- 現在、流通しているドライブレコーダの仕様等を確認したところ、機器スペックの要件をすべて満たすデバイスは一部のみで、多くは一部要件を満たすといった状況である（スペック等の仕様が開示されていないことも多く実機での確認が必要である）。

上記の結果から、まずは機器スペックの要件を満たしたデバイスを搭載した車両を用いて、データ不足なく画像データを収集しておくことが必要であると考え、データ収集時の運用要件（案）も整理した。なお、将来的に、道路変化点抽出技術の改良等を踏まえ機器スペックの要件を見直すことが可能となれば、多くのドライブレコーダのカメラ画像を活用できるようになり、抜けもれなく多くのデータを収集することが可能となる。

また、直近では高速道路を対象とした変化点検知を前提に研究開発を行ったが、将来、一般道路での変化点検知を行う場合には、業務用車両（Fleet Car）からの情報収集のみならず、一般の車両に搭載されるカメラ等からの情報収集を行うことも考えられる。なお、この場合、画像データを直接収集するのではなく、車両側で検知されるオブジェクトの情報（特徴点）を収集することが考えられることから、特徴点抽出の際の要件を検討するとともに、検討した特徴点の要件を標準化する方向性を検討した。

ドライブレコーダのカメラ画像を用いた道路変化点抽出技術の実証を踏まえ、道路変化点を抽出するために必要となる特徴点（検知したオブジェクト）の要件を表 4-1 に示すとおり整理した。特徴点には、高頻度で「自車の位置、速度、時刻」と、「地物データ（車両から地物までの距離、検知時の走行環境などの信頼度）」、低頻度で「その他（カメラの取付位置）」が必要となる。

表 4-1 特徴点の要件（概要）【再掲】

名 称	項目・内容	取得単位
地物データ	地物データおよびその信頼度情報	高頻度 (参考: 0.1s 等)
位置、速度、時刻	自車位置、速度、時刻等のデータ	高頻度 (参考: 0.1s 等)
その他	カメラ取付位置	低頻度 (参考: 1h 等)

なお、上記の特徴点の要件は変化情報のもととなる情報であり、道路変化点を抽出するにあたっては、その後サーバ側にて各車両から送られてきた特徴点を集約し、道路変化点を抽出する仕組みが必要であるため、今後この仕組みの構築に向けた検討が必要である。

また、検討した特徴点の要件を標準化・規格化していく際の方向性を整理した。特徴点の要件を標準化する場合には、まずは、道路変化点の抽出結果の共有の際のフォーマット、API 等を規定している JASPAR の「車両情報共用コンセプト仕様書等」の改定等を、JASPAR 車両情報共用検討 WG に働きかけるといった方針を整理した。

4.1.2 実運用に向けた検討（履歴データのとりまとめ）

車両プローブ情報は、車両特性、環境要因等の様々な影響を受けて生成された結果情報である。さらに、OEM が保有する秘匿性の高い情報のため、OEM 側で既に集計処理や秘匿化が行われている。本研究開発においては、これらの条件下で道路変化点検出を行う統計的な手法の確立を行った。本手法を用いて FS 検証で原理を確認し、OEM との調整により、実際に複数の工事発生個所の履歴データを入手して道路変化点検出の検証を行った。結果、良好な条件下においては、大規模変化を抽出できる可能性を示した。

一方、一部のエリアのデータにおける一定の条件下での可能性となったため、履歴データによる変化抽出技術が実際どのようなシーンにおいて適用可能か評価する必要性が生じた。これに対し、変化検出対象の大きさ（大規模⇔小規模）と道路や建物の密集度の違いを考慮した検出対象道路の立地（都市部⇔郊外）の 2 軸で領域を区切り、それぞれに対する適合性の机上評価を行った。履歴データは測位条件に大きく依存するため、結果的に郊外の大規模変化に対する適用が期待される結果となった。

実運用の開始に向けて必要な機能やシステムの構成案を検討し、OEM との役割分担を設定した際の課題検討を行った。OEM から入手するデータの品質管理や調達内容に柔軟性を持たせる形でシステムを実装しておくことで、1 ヶ月のサイクルで変化検出を行うパイプライン化した運用サイクルが実現可能であることを示した。

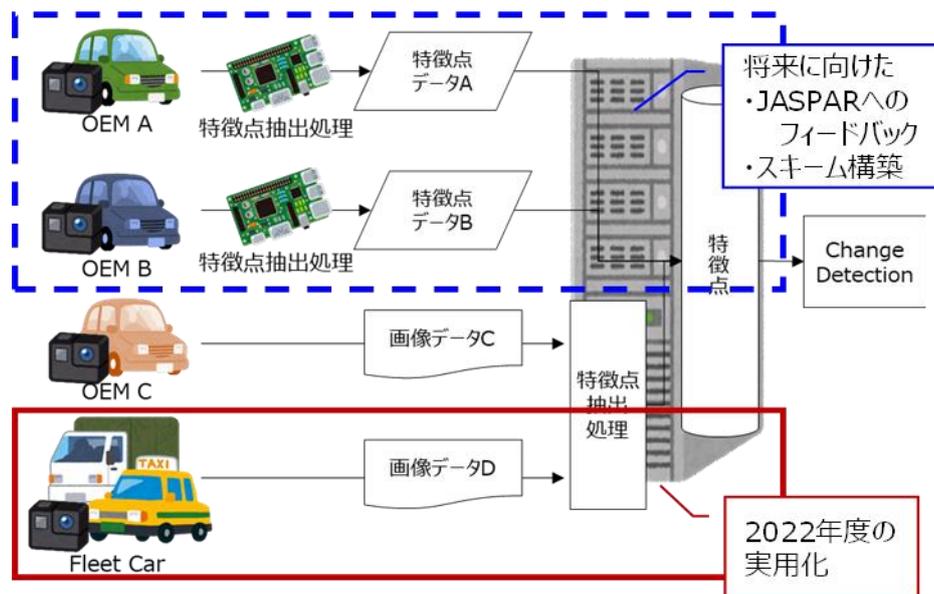
4.2 今後の進め方

4.2.1 本研究開発で期待される効果の整理

本研究開発で実施した、「車両プローブ情報を活用した道路変化点抽出技術（履歴データ）」と「ドライブレコーダを活用した道路変化点抽出技術（カメラ画像データ）」では、抽出可能な変化の内容、運用の早期実現性等が異なることが分かった。

この特徴を踏まえた直近の展開（利用イメージ）は図 4-1 に示すとおり。特定の道路（例えば高速道路）であれば、業務用車両（Fleet Car）にドライブレコーダを搭載し、収集したカメラ画像データから道路変化点を抽出することが、実現性が高い。一方、一般道での収集を考えた場合、業務用車両（Fleet Car）にドライブレコーダを搭載する方法のみでは収集範囲も限られてしまうことから、OEM 搭載のカメラ等にて検知した特徴点の情報を収集して、道路変化を特定することも考えられる。

なお、「車両プローブ情報を活用した道路変化点抽出技術」（履歴データ）は、高精度 3 次元地図の変化点抽出には適用範囲が狭いため、まずは「ドライブレコーダを活用した道路変化点抽出技術」（カメラ画像）の運用を進める方針とした。



赤枠：早期の実用化部分、青枠：将来に向けた取り組み部分

図 4-1 展開（利用）イメージ例

上述に示したように各技術の展開（利用）を進めることにより、コスト削減と変化検出の期間の短縮を図ることが可能である。本節において、想定されるコスト削減、変化検出の期間の短縮について整理した。

(1) コスト削減の可能性

本研究開発を利用した際のコスト削減可能性について、データ収集、変化点抽出を対象に、現状、業務用車両（Fleet Car）にドライブレコーダを搭載して道路変化点を抽出する方法を用いた場合（直近）、一般車両のカメラ等から収集した特徴点情報をもとに道路変化点を抽出する方法を用いた場合（将来）の作業内容を整理し、削減される項目を明らかとした。それぞれの作業フローは図 4-2 に示すとおり。データ収集、変化点抽出とも実施者や実施内容が変わることによりコスト削減の可能性が見込まれる。それぞれの工程でコスト削減が図られると考えられる事項を整理した。



図 4-2 想定される作業フロー

1) データ収集

現状では、データ収集における全ての作業を高精度 3 次元地図の整備を担う専門業者が実施しているのに対し、直近の方法（業務用車両（Fleet Car）にドライブレコーダを搭載して道路変化点を抽出する方法）であれば、走行する作業は他事業（例えば道路管理パトロール）と同時に実施することが可能である。また、将来の方法（一般車両のカメラ等から収集した特徴点情報をもとに道路変化点を抽出する方法）であれば、データ収集自体は車両側で行われるため専門業者による作業は不要となる。

一方、直近の方法であれば車両のデータを送る仕組み、将来の方法であれば車両側で特徴点を抽出してアップロードする仕組みの構築・運用が必要であり、これらのコストが必要となる。

2) 変化点検知

現状では、画像収集時の走行で取得した画像と過去に取得した画像を目視で比較して変化点を抽出しているが、道路変化点抽出技術を用いることにより、機械処理（自動処理）で変化点を抽出することが可能になり、目視での比較作業が不要となる。

一方、直近の方法であれば画像の収集後に特徴点を抽出して道路変化点を抽出する仕組み、将来の方法であれば車両から集まる特徴点を解析・統合化処理し、道路変化点を抽出する仕組みの構築・運用が必要であり、これらのコストが必要となる。

3) コスト削減の見込み

1)及び 2)で整理したとおり、データ収集では他の用途と合わせデータ収集を行うことによるコスト削減、変化点抽出では目視で実施していた作業を機械処理（自動処理）に変更することによるコスト削減が図られる。一方で、データ収集の仕組み、特徴点の抽出の仕組み、変化点の抽出の仕組みの構築・運用が必要であり、これらのコストが必要となる。ただし、現状の目視での作業に比べ、期間短縮、精度向上等も図られることから、道路変化点抽出技術を活用することでのコスト削減は、十分に見込まれる。

さらに、将来的に一般道までを対象とした場合も、一般道は一般国道、都道府県道、市町村道まで含めると、高速自動車国道に比べ 100 倍以上の道路延長となるため、現状の方法で一般道の道路変化点の検知を実施する場合のコストと比較すれば、道路変化点抽出技術を活用する方がコストは安価になると考えられる。

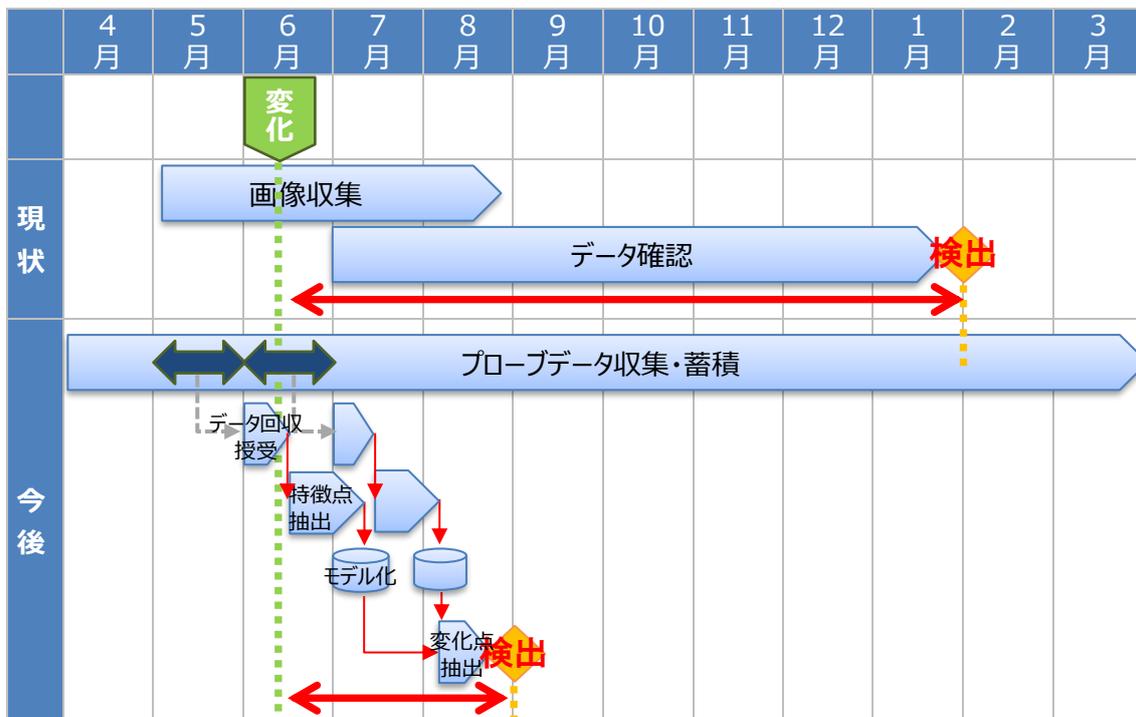
(2) 変化検出期間の短縮の可能性

本研究開発を利用した際の変化検出期間の短縮について、現状の作業の期間と道路変化点抽出技術を導入した場合（今後）の作業期間の見込みを整理し、期間短縮の可能性を整理した。現状及び今後の変化検出までの工程（期間）は表 4-2 に示すとおり。

現状では、決められた頻度で画像収集を行い、その後データの確認を行うことになる。画像収集の頻度にもよるが、画像収集のタイミングで生じた変化であってもその後のデータ確認を踏まえると道路の変化点を検出するまでに7~8ヶ月程度の期間を要す。

一方、道路変化点抽出技術を導入した（今後）の場合は、常時取得される画像プローブデータを用いて特徴点を抽出することになるため、現状に比べ期間が短くなる。また、特徴点の抽出、特徴点をもとに道路変化点を抽出する工程についても、機械処理（自動処理）が行われるため現状の目視作業に比べ期間は短く、道路の変化点を検出するまで2~3ヶ月の期間となる。従って現状に比べ少なくとも4~5ヶ月の期間短縮が見込まれる。

表 4-2 運用フローを想定したパイプラインとリードタイム



4.2.2 今後必要となる取り組み

車両プローブ情報、カメラ画像データを用いた道路変化点抽出技術を用いた高精度 3 次元地図の更新の実現に向けて、今後以下の取り組みが必要になると考える。

「ドライブレコーダを活用した道路変化点抽出技術」は、画像データから道路変化点の抽出を行う技術による有用性が明らかとなったことから、今後速やかな運用開始に向けフリート事業者と、役割分担、コスト分担等の調整、走行方法やデータ授受方法などの運用方法の検討が必要と思われる。

「一般車両に搭載されたカメラ等から特徴点（オブジェクト）を収集して道路変化点の抽出を行う技術（仕組み）」については、他のプレーヤの動向を注視するとともに、検討した特徴点の要件を踏まえてデータ収集が行われるよう、標準化活動等による各関係主体への働きかけとともに、OEM との役割分担、コスト分担等のスキームを調整・構築していくことが必要と思われる。また、各車両がアップロードした特徴点を解析・統合化処理し、この結果を用いて道路変化点を抽出する仕組みの構築・運用方法の検討も必要と思われる。

なお、道路変化点の情報は高精度 3 次元地図更新以外に、道路管理、交通管理、社会インフラの整備・点検などにも活用が見込まれることから、これらの活用用途も見据えたスキームの構築が求められる。