



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

中間報告

2020年3月
ダイナミックマップ基盤株式会社

1 背景・目的

- 高精度3次元地図の更新には大きなコストがかかる
- 更新の各工程の中でも変化点検出は最上流工程であり最も重要
- 多種多様な変化情報が必要であり、既存の管理者情報では全てを捉えきれない
- 変化検出のために、あらゆる手段を模索中であり、プローブ情報はその一つ

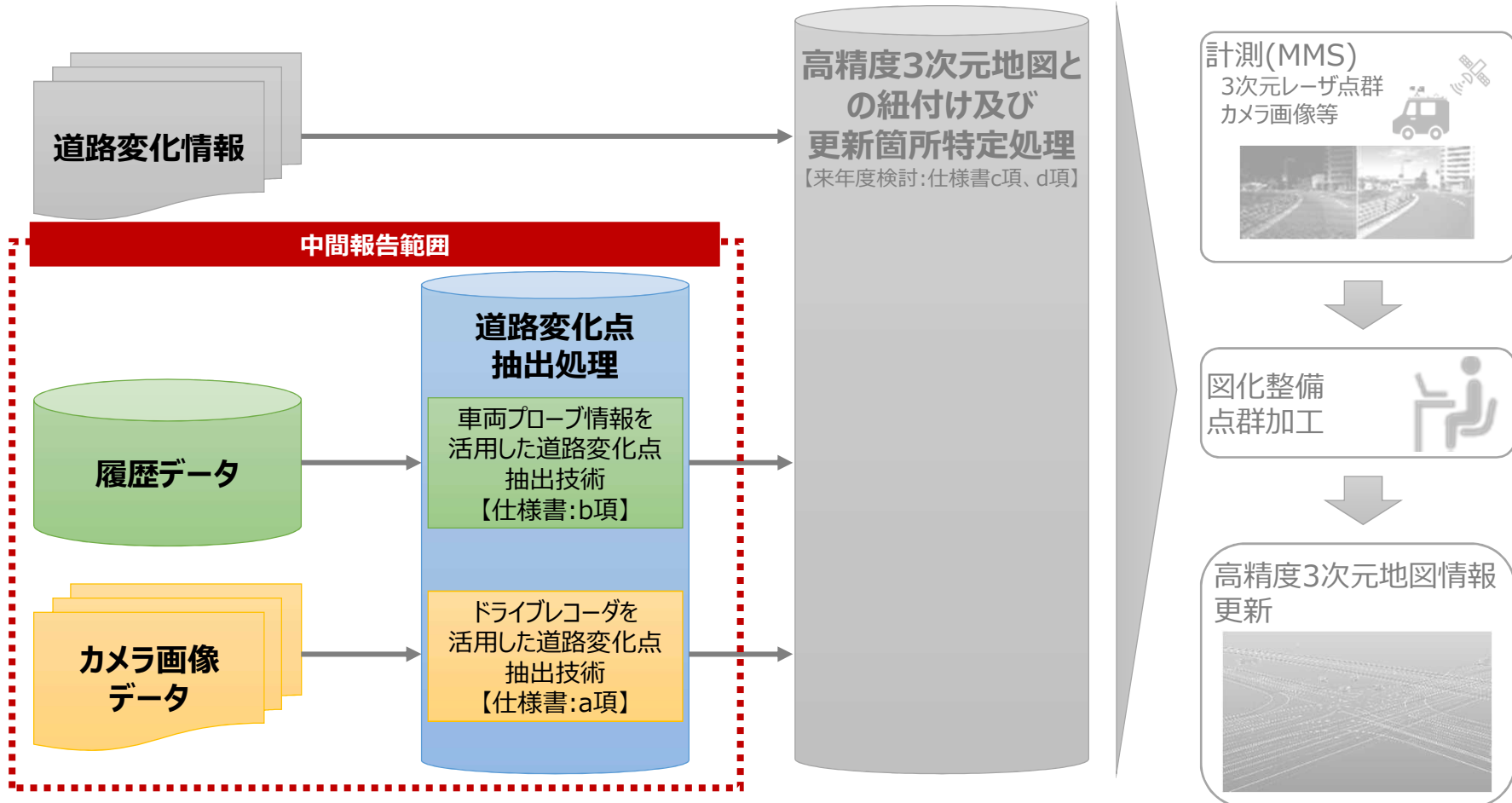
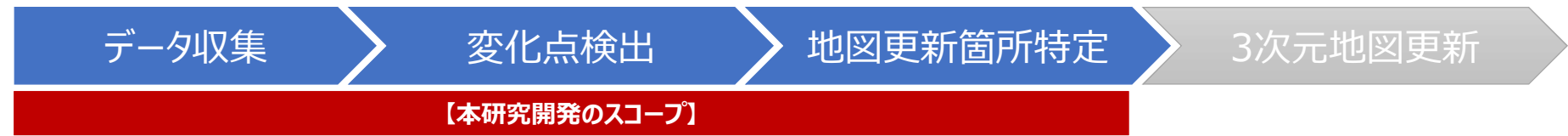


- **管理者情報の活用とともに、プローブ情報を用いた道路変化特定技術の開発は必須**
- **本実証の成果によりコスト削減・リードタイム短縮・Global/一般道への展開を狙う**

高精度地図更新に必要な変化情報	検出可否
道路新設	○
道路延伸	○
道路本線形状変更	○
道路車線数増減	○
道路車線拡幅	○
道路IC新設、廃止、移設	○
道路SAPA新設、廃止、移設	○
道路JCT新設、廃止、移設	○
道路料金所新設、廃止、移設	○
道路分岐合流位置の変更	○
道路車線数増減	△
道路車線拡幅	△
道路分岐合流位置の変更	△
道路物理構造物の新設、廃止、変更	×
道路ゼブラゾーンの新設、廃止、変更	×
道路区画線の実線/破線、色の変更	×
道路非常駐車帯の新設、廃止、変更	×
道路区画線の塗り直し	×
道路標識の新設、廃止、変更	×
道路標示の新設、廃止、変更	×
道路信号機の新設、廃止、変更	×

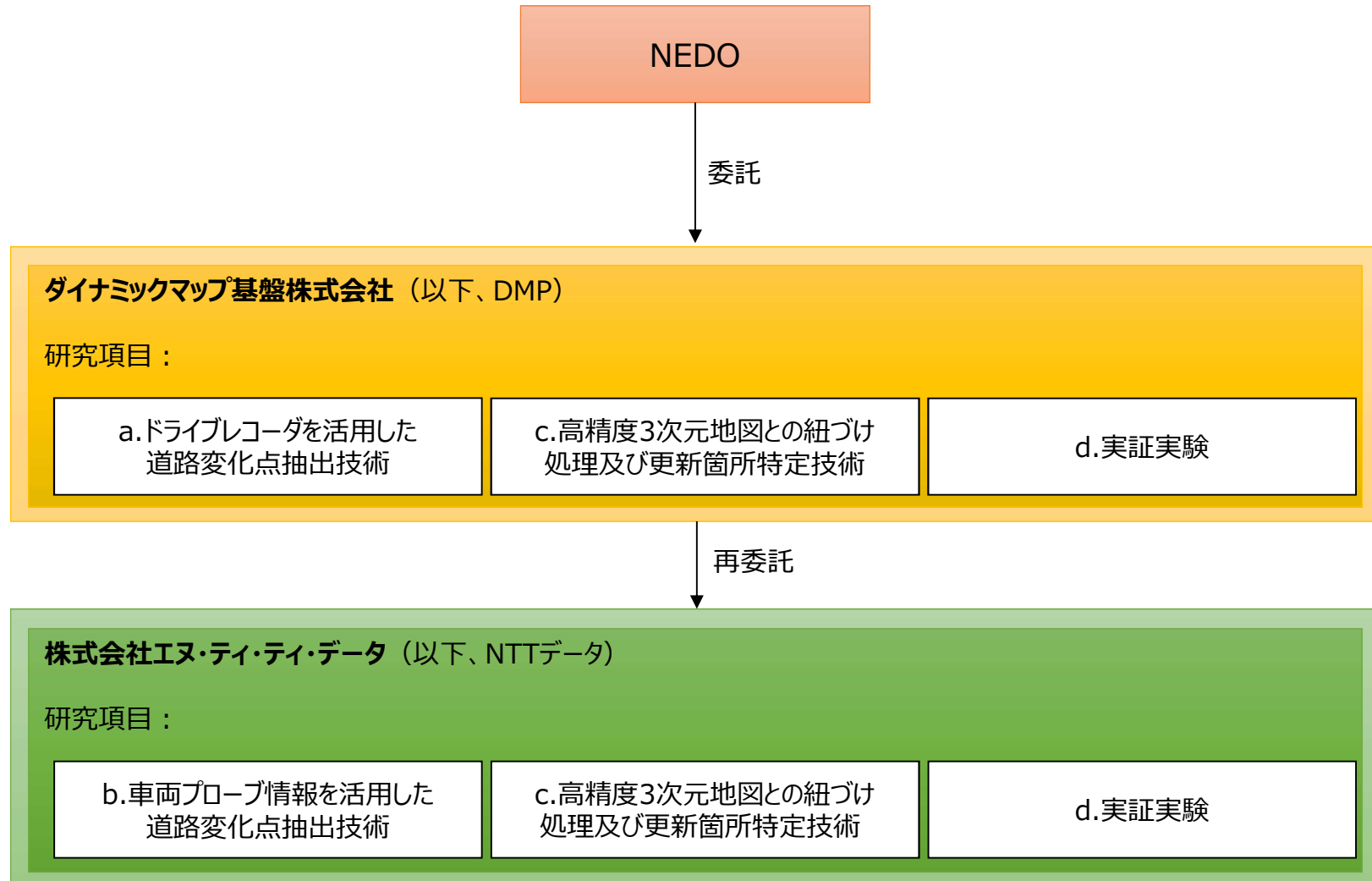
本実証にて特定したい変化情報

2 今年度の実施内容 / 2.1 検討の流れ



*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を引用。



2 今年度の実施内容 / 2.2 実施体制



2 今年度の実施内容 / 2.3 当初予定と現在までの進捗状況

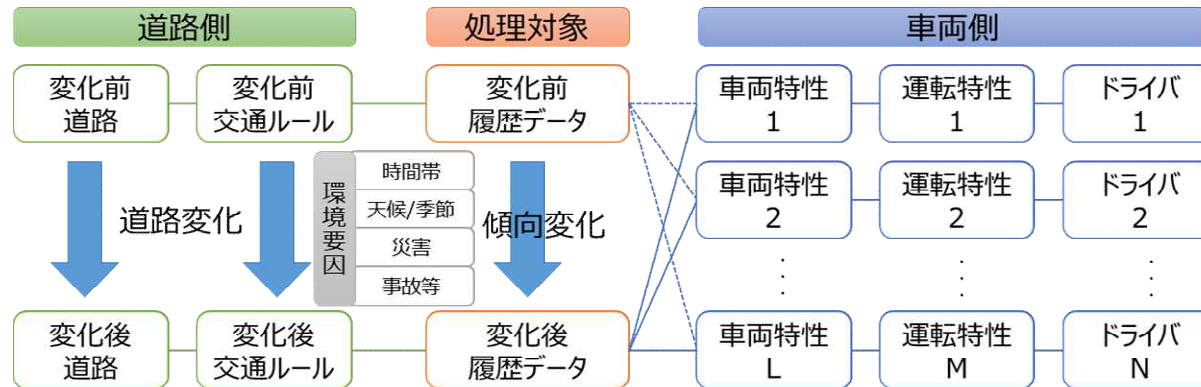
- 2019年度は、「ドライブレコーダを活用した道路変化点抽出技術(a.)」と「車両プローブ情報を活用した道路変化点抽出技術(b.)」について技術検討し、これら2つの技術から得られた道路変化点の情報と別途公開情報から得られる道路変化情報を用いて「高精度3次元地図更新箇所特定技術」の検討を実施するとしていた。現時点、概ねスケジュールどおり実施（検討結果等は次頁参照）。
- 当初課題となっていたOEMとの調整に関しては、OEMによる前処理に過度な負担が生じないか、個々の車両の挙動等、秘匿性が求められるデータへの配慮が十分であるか、という点を考慮して提供仕様を策定し、まずは特定の箇所のデータをご提供いただいた。現在は提供いただいたデータを分析し、必要なデータ量や、提供仕様の見直しを実施中。

事業項目		2018年度	2019年度				2020年度			
		第4 四半期	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期
a. ドライブレコーダを活用した道路変化点抽出技術	a-1. 活用する画像情報の選定	データ取得 (a-1-1)	FSの実施 (a-1-2)		中間評価					
	a-2. 画像データ等を用いた道路変化点抽出技術の確立					技術検討・実装				
b. 車両プローブ情報を活用した道路変化点抽出技術	b-1. 道路変化点抽出に活用する情報の選定	机上検討 (b-1-1)	FSの実施 (b-1-2)	OEMと調整 (b-1-3)						
	b-2. 車両プローブ情報の重ね合わせによる地図変化点抽出技術の確立					技術検討・実装				
c. 高精度3次元地図との紐づけ処理及び更新箇所特定技術	c-1. 高精度3次元地図更新箇所特定技術				技術検討・実装					
	c-2. 高精度3次元地図との紐づけ技術					技術検討・実装				
d. 実証実験							実験・検証	とりまとめ		

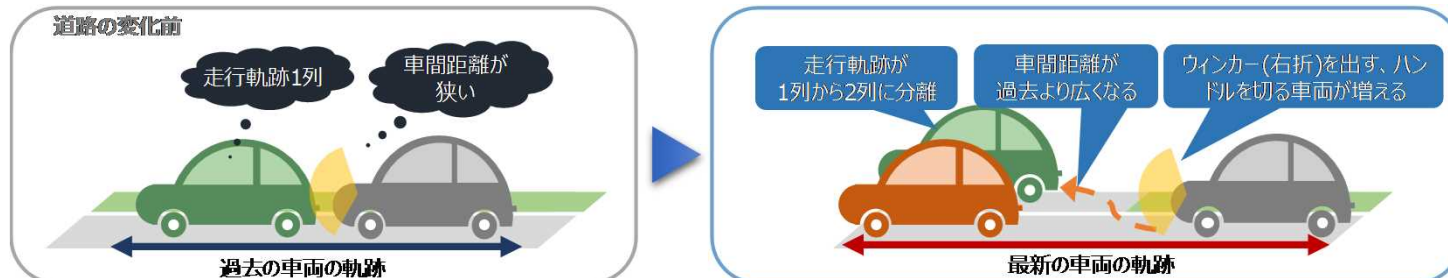
 : Phase 1
  : Phase 2

b 車両プローブ情報を活用した道路変化点抽出技術（道路変化点抽出に活用する情報の選定）

- 車両プローブ情報（履歴データ）は、道路上を走行する車両、車両を運転するドライバーの特性、時間、天候等の様々な要因の影響を受けて生成された結果情報である。そこで、履歴データに生じている傾向の変化に対して、環境要因と車両側に生じる特性の影響を低減することで、道路変化点の検出を試みた。



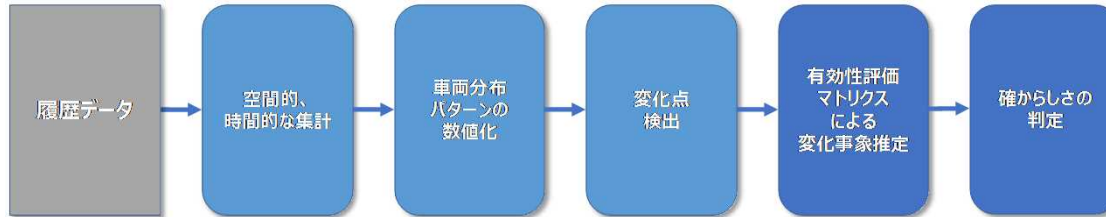
- 道路構造の変更を伴わない「車線数増減」、「車線拡幅」、「分岐合流位置の変更」が生じた時に、ドライバーがとる運転行動と変化を検出するのに有効な情報を公開資料を基に検討し、FSで検証した。検証した結果、ウィンカー操作やステアリングを回す、ブレーキを踏む等の行動（情報）から、変化があったときにドライバーはおおむね仮説した行動をとり、その情報を履歴データから把握することができた。
- 一方で、他の走行車両を含む、実社会で発生する要素を加味した検討を実施する必要があり、それには実データを活用した検証が必要となることが明らかとなった。そこでOEMと調整を行い、データ提供仕様を策定した。



2 今年度の実施内容 / 2.4 実施結果

b 車両プローブ情報を活用した道路変化点抽出技術（車両プローブ情報の重ね合わせによる道路変化点抽出技術）

- OEMから入手した「実際に道路変化が発生した4か所」の履歴データを利用し、前頁のイメージを具体化した処理フローで、道路変化点検出を試みた。なお、変化検出の正否判定のために、OEMから変化前後の履歴データを入手して、確からしさを判定した。



- 4か所の履歴データを用いて検証を行った結果、「高速道路の履歴データにとってノイズとなる、周囲の一般道路の並走や交差」と「車両の測位精度に影響を与える道路及び周囲の構造物の状況」が変化点の検出に大きく影響することがわかった。
- 実用化に向けては検出可能性の高い領域（測位環境が良好で一般道の混在が少ないエリア）の特定手法や、より多くの事例検証による閾値設定の自動化、二次情報の活用による誤検出の低減検討が必要である。

#	エリア名	道路変化の内容	検証結果	結果に対する考察
1	堀切・小菅JCT	車線拡幅 (3車線⇒4車線)	分布パターンからは検出不可 履歴データの前処理改良等の検討が必要	<ul style="list-style-type: none"> • 上下二階層構造の高速道路であり、測位環境としては厳しい環境になっている。 • 高速道路下を一般道が並走しており、履歴データの分離が困難。
2	板橋・熊野JCT	車線拡幅 (3車線⇒4車線)	分布パターンからは検出不可 履歴データの前処理改良等の検討が必要	<ul style="list-style-type: none"> • 上下二階層構造の高速道路であり、測位環境としては厳しい環境になっている。 • 高速道路下を一般道が並走していること、交差する一般道が多く、履歴データの分離が困難。
3	臨海副都心出口	出口移動	車両分布パターンから検出可能（次頁参照） より多くの事例を元にした閾値判定処理の検討が課題	<ul style="list-style-type: none"> • 高速道路が一般道と完全に分離していること、周囲の見通しがよい場所であり、測位環境としては比較的好条件である。
4	花園IC	車線拡幅 (2車線⇒3車線)	車両分布パターンから検出可能（次頁参照） より多くの事例を元にした閾値判定処理の検討が課題	<ul style="list-style-type: none"> • 郊外の高速道路であり、一般道と完全に分離していること、周囲の見通しがよい場所であることから測位環境としては比較的好条件である。 • 周囲の一般道の数、交通量が限られることから履歴データの分離が容易。

2 今年度の実施内容 / 2.4 実施結果

b 車両プローブ情報を活用した道路変化点抽出技術（車両プローブ情報の重ね合わせによる道路変化点抽出技術）

■ 道路変化点検出技術の流れ

- 変化点検出におけるノイズとなる一般道のデータを除去し、数値化した車両分布パターンから変化の割合が大きい箇所を
変化点候補として検出した。
- 十分な量の履歴データがあり、ノイズとなり得る交通量の多い一般道が周囲に少なく、測位状況のばらつきが少ない理想
的な環境下においては、車両分布パターンからの道路変化点検出は有効であることが分かった。



出所) 国土地理院 地理院地図を利用して作成

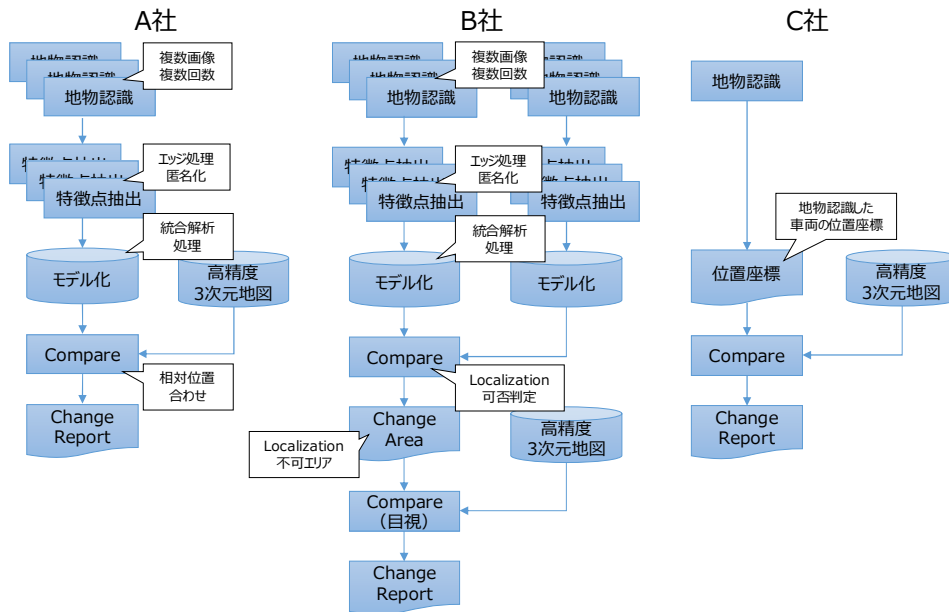
<https://maps.gsi.go.jp/>

DMP-PD-OC-088

2 今年度の実施内容 / 2.4 実施結果

a ドライブレコーダを活用した道路変化点抽出技術(活用する画像情報の選定)

- ドライブレコーダを活用した技術は、研究開発の段階である。以下を実施し、高精度3次元地図整備仕様で規定されている地物、かつ、カメラ画像データでの検出が適当と考えられる地物（区画線、道路標示（規制標示、指示標示）、道路標識（案内標識、警戒標識）等）の取得、及び当該地物の変化情報の取得の有無を調査した。
 - 道路構造の変更を伴わない「区画線の実線/破線、色の変更」や、「標識の新設・廃止」等の変化が多く発生している高速道路（東名高速道路の富士IC-清水いはらIC等）を走行し、ドライブレコーダ等でカメラ画像データを収集
 - 収集したカメラ画像データをA~Cの3社が保有する技術（左図）で処理し、道路変化点情報を検出
- 検出した結果は、右表のとおり。今回検証した3技術の何れも区画線、道路標示、道路標識の追加・削除の把握が可能であることを確認した。



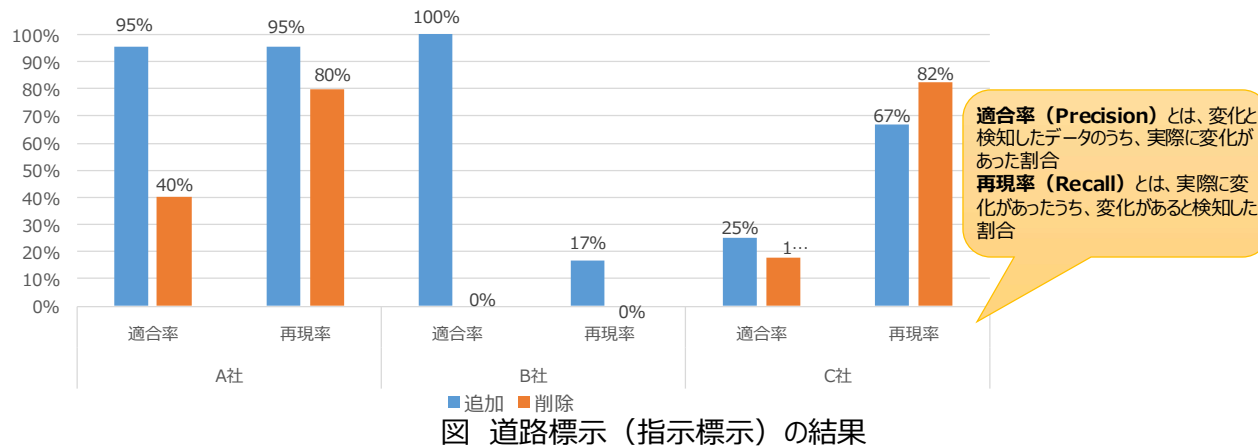
大分類	中分類	A社	B社	C社
区画線	追加・削除	●	▲	▲
	形状変更	●	▲	
	線種変更	●	▲	●
	設置物変更	●	△	
路肩縁	形状変更	○	△	
	設置物変更	○	△	
道路標示	追加・削除	●	▲	●
	形状（文字）変更	●	△	
道路標識	追加・削除	●	▲	●
	形状（文字）変更	○	△	
信号機	追加	○	△	
	削除	○	△	

凡例 ○：取得可能な地物、△：条件付きで取得可能な地物
 ●：取得可能な地物（FSで確認ができた地物）
 ▲：条件付きで取得可能な地物（FSで確認ができた地物）

※左図処理イメージにもあるとおり、B社の技術は変化があったエリアの特定まではシステム側で自動的に実行することは可能だが、変化した地物の特定に関しては目視での判断になるため、△あるいは▲とした。

a ドライブレコーダを活用した道路変化点抽出技術(画像データ等を用いた道路変化点抽出技術の確立)

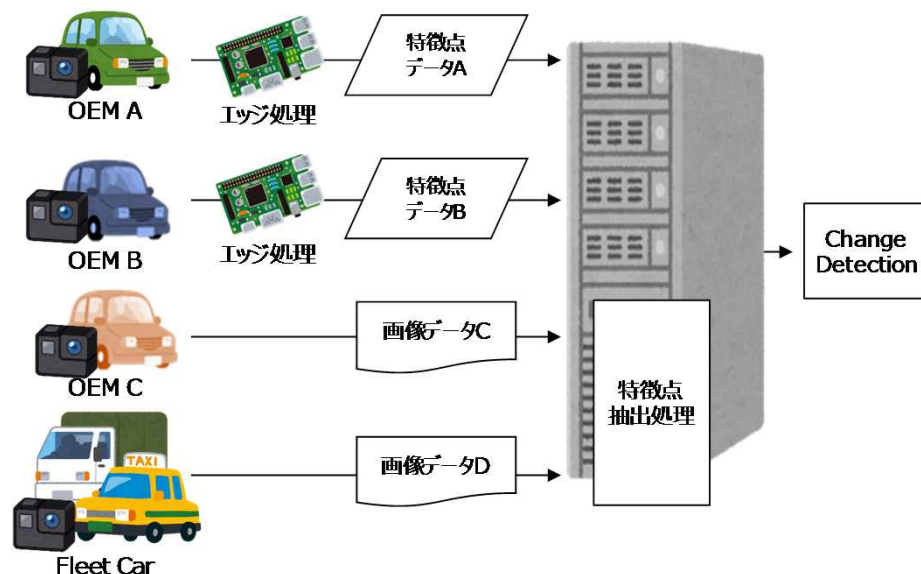
- 前頁の結果はあくまでも各社の技術を実装した結果（道路変化点情報）であり、実道路と異なる可能性がある。そこで、各社の道路変化点情報とDMPが保有する正解データを比較して、実際に変化があつて検出できたか等の特徴を、道路標識（制限速度）、道路標示（指示標示）、区画線ごとに整理した。



- 整理した結果から、技術的な特徴と適合率や再現率が低下したケースがあることがわかった。
 - A社の技術（カメラ画像データから地物を認識し、特徴点群を抽出、統合解析処理（モデル化）し、DMPの高精度3次元地図と比較）は、B社やC社と比較して、再現率・適合率が高い
 - GNSSの位置精度に大きく依存した仕組みは、撮影環境の影響により誤検出になる可能性が高い
 - システム側の理由（学習不足、検出対象外）により、対象地物が認識できていないケースがある
 - 複数の地物が混在する地点は、モデル化する際、各地物単位に検出できないケースがある
- 上記のほかに、前頁の道路変化点検出処理フローより、以下を把握した。
 - A社及びB社はドライブレコーダで取得したカメラ画像データ等をサーバ側に送信する際は、特徴点を抽出し、データ通信負荷の低減や、個人が特定されないよう匿名化処理を実施

a ドライブレコーダを活用した道路変化点抽出技術(画像データ等を用いた道路変化点抽出技術の確立)

- 前頁までに検討したを踏まえ、**道路変化点検出技術の要件を以下のとおり整理**した。
 - カメラ画像データから地物が認識できること
 - カメラ画像データから特徴点を抽出し、正しくモデル化できること
 - モデル化したデータが高精度3次元地図と地物単位で比較ができること
- また、8頁で整理した道路変化点検出処理フローより、取得したデータをサーバ側に送信する際は、エッジ処理してからサーバにデータを送信する場合と、取得したカメラ画像データ自体をサーバに送信する場合の2パターンあることが分かり、要件等の検討にあたっては、以下想定される運用スキームに対応した検討が必要である。
 - エッジ側（車両）で処理されたものを収集するスキーム
 - ドライブレコーダ、スマートフォン等を用いて画像そのものを収集するスキーム



まとめ

2018年度から2019年度まで検討した結果、以下のことがわかった。

- 道路構造の変更を伴わない地物の変化を検出するにあたって、履歴データとカメラ画像データそれぞれの特徴から、役割は以下のとおり分離される。
 - 履歴データ : 車線数の増減等
 - カメラ画像データ : 道路標識や道路表示の変化等

- 履歴データ
 - 車両プローブ情報を用いた検討において、車両プローブ情報の位置を中心とした解析でも、理想的な環境下では道路変化を把握することができる可能性がある。
 - 必要な車両プローブの仕様と解析の設定値の検討と並行して、よりバリエーションを増やして、継続して検討する必要がある。
 - 変化検出に必要なデータ仕様の最適値検討
 - 条件の異なる変化箇所での検討

- カメラ画像データ
 - 高精度3次元地図上にある道路構造の変更を伴わない地物の変化を検出するには、カメラ画像データが必要である。
 - カメラ画像データから変化点を検出するためには、カメラ画像データから地物を識別するだけでなく、特徴点の抽出やモデル化が必要である。
 - 今回検証した3つの技術では、車両側で処理する画像収集スキームを持ち、かつ高精度3次元地図の変化点検出を適切に行うことができるシステムはないことがわかった。