

「戦略的イノベーション創造プログラム（S I P）第2期／
自動運転（システムとサービスの拡張）／
高精度3次元地図における位置参照点
（CRP）のあり方に関する調査検討」

成果報告書（2019年度分）

概要版

株式会社三菱総合研究所

2020年3月

目次

本調査検討の背景と目的

1. CRPにかかる基礎資料収集、分析並びに検討
 - 1.1. CRPとして定義すべき項目
 - 1.2. 特に注意すべき道路部位でのCRPの定義
2. 地物等の位置のCRPを用いた表現方法にかかる基礎資料収集、分析並びに検討
 - 2.1. Pre-Code方式での位置表現の仕組みの整理
 - 2.2. CRPを用いた位置表現方法の検討
3. 既存のリンク地図等の位置との整合にかかる基礎資料収集、分析並びに検討
4. 検討会の開催、報告
5. 今後の予定

※本成果報告書（2019年度分）概要版は、履行期間（2019年8月19日から2021年2月28日まで）のうち、2019年度分の成果を示したものである。

本調査検討の背景と目的

本調査検討の背景と調査内容

本調査検討の背景

- 自動運転社会においては、異なる主体同士が、情報交換を行うことが必要となる。
- 一方、高精度 3 次元地図については、
 - 地図同士をどのように紐付けるのか
 - 地物の位置をどのように表現するのかについては統一した手法がなく、地図作成者等が独自に決めているのが現状。



本調査検討の目的

- 必要な基礎資料の収集、分析を行い、
 - ①位置参照点（Common Reference Point、以下「CRP」）の定義並びに維持管理のあり方
 - ②CRP を用いた車線等の地物を表現する方法
 - ③リンク地図や道路区間ID 等既存の仕組みと整合させる方法について、我が国において統一すること並びに国際標準化推進団体へ提案するための案を策定することを目標とする。

※本成果報告書（2019年度分）概要版における「1.」「2.」「3.」が上記①、②、③にそれぞれ対応。

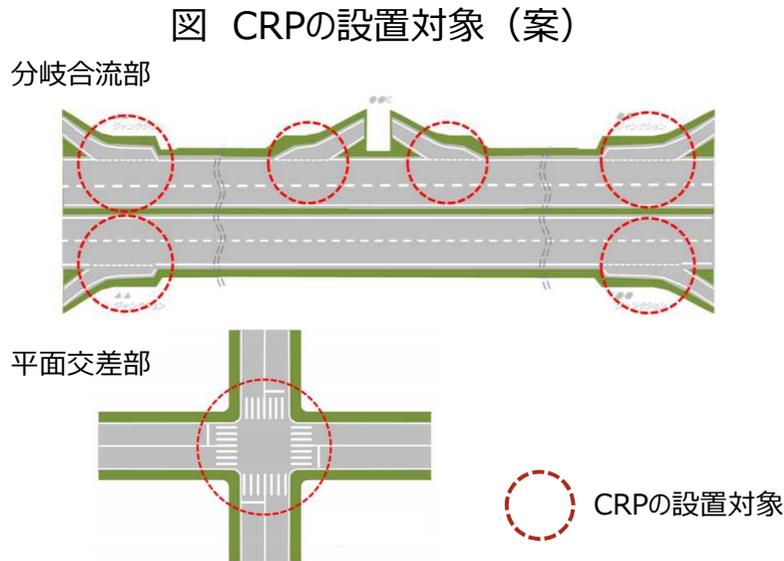
検討した方法の検証や、国際標準化推進団体へ提案するための案の策定は2020年度に実施予定。

1. CRPにかかる基礎資料収集、分析並びに検討

1.1. CRPとして定義すべき項目

CRPの設置対象

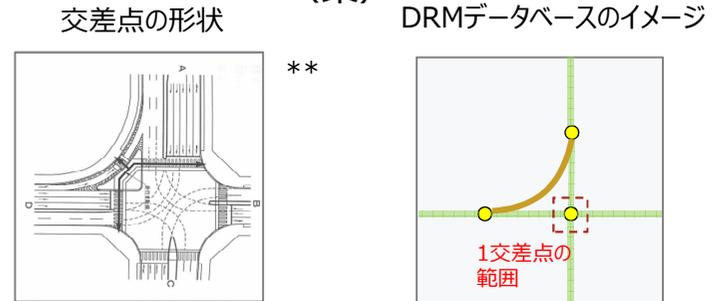
- 審議中の「ISO 17572-4：高精度相対位置参照手法」での2つの位置参照方式（『参照ポイントからの差分計測』（Type1）、『レーン番号カウント』（Type2））を踏まえると、CRPの設置対象として、下記が考えられる*。
 - 自動車専用道路 分岐合流部（ランプ等）
 - 一般道 分岐合流部（側道等）と平面交差点部（交差点等）
- 実際の高精度地図上において、道路ネットワークデータ（例：DRMデータベース）のノードを基準として、平面交差点部・分岐合流部を定義することが考えられる。



出所) 三菱総合研究所が作成

*分岐合流部・平面交差点部以外の箇所におけるCRPの設置要否、設置方法については、必要に応じ今後検討する（料金所等）。

参考 DRMデータベースから交差点を特定するイメージ（案）



▶ 交差点ノードが設定されている交差点にCRPを設置。
 ※十字交差点の導入路は分岐であるが、隣接の十字交差点の近傍にあるため、CRPを設置しない。

— : 本線リンク (リンク種別コード1.2) ● : 交差点ノード
 — : 連結路リンク (リンク種別コード3.5)

出所)

**交通工学研究会「2007 平面交差の計画と設計－応用編－」2007、丸善出版
 その他の図は三菱総合研究所が作成

1.1. CRPとして定義すべき項目

CRPの設置方法

方法① <APから決める>、方法② <CRPから決める> の2つの方法が考えられる。

表 CRPの設置方法 (案)

	方法① <APから決める>	方法② <CRPから決める>
概要	<p>1. 高精度地図上のAP*を特定するルールを定める 2. APからCRPの位置を計算するルールを定める ⇒各高精度地図はルールに基づきCRPを設置する</p> <p>① ルールに基づきAPの位置を特定 (例：交差点に接続する道路の全停止線の右端)</p> <p>② ルールに基づきAPの位置からCRPの位置を自動計算 (例：全APの幾何重心)</p>	<p>1. 初期整備者がCRPの位置を任意に決定する 2. CRPとAPの相対座標のテーブル**を作成する ⇒各高精度地図はテーブルを用いてCRPを設置する</p> <p>① 初期整備者がCRPの位置を決定 (例：交差点領域の重心)</p> <p>② CRPと各APの相対座標のテーブルを作成 (AP1~7の全てについて作成)</p> <p>CRPテーブル CRP ID 001 AP1 dx:-9.05m dy: 4.02m dh: 0.01m</p>
メリット/ デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ○ コストが低額 ○ APを特定するための地物の位置が移動しても、ルールに基づきCRPの位置を更新するだけであり、運用が容易 × APを特定するための地物の位置が移動すると、CRPの位置も移動する × CRPの設置対象となるいずれの平面交差部・分岐合流部にも適用できるルール・APが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 地図ごとにAPを柔軟に選ぶことができる ○ APを特定するための地物の位置が移動しても、CRPの位置が移動しにくい ○ LO***をAP (の一部) としやすい × 初期整備者が必要 × コストが高額 (テーブルの初期整備・更新) × APを特定するための地物が移動するとテーブルの更新が必要

*AP (Anchorage Point) : 高精度地図上に CRP を設置するために、高精度地図上の地物から特定される点

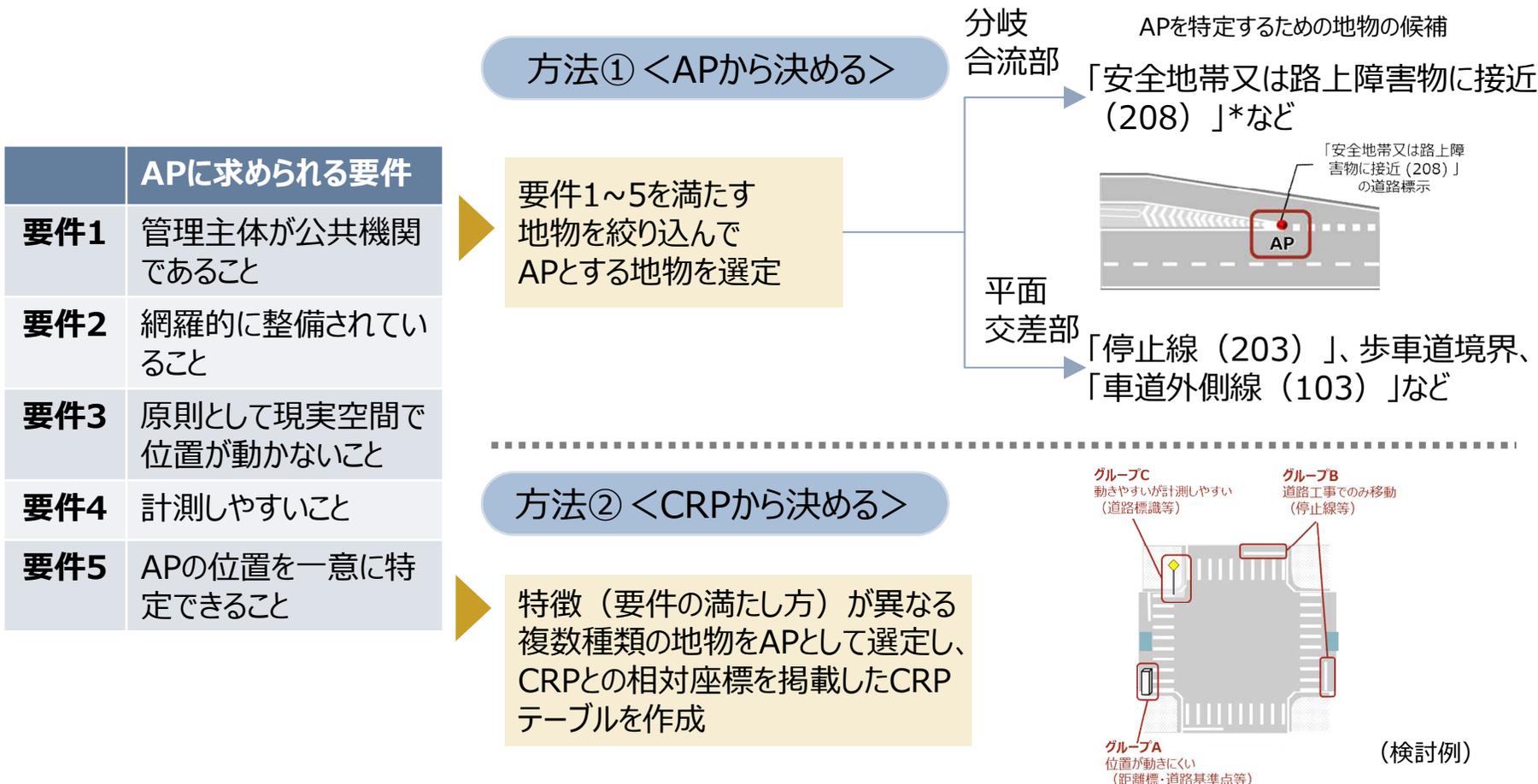
** APとCRPの相対座標のテーブルは、方法①を用いて位置を決定したCRPに対して作成することもできる。

*** LO (Localization Object) : 自動運転車が高精度地図上での自車位置を特定するために、車載カメラ等で認識する地物出所) 三菱総合研究所が作成

1.1. CRPとして定義すべき項目

APの特定方法

- APに求められる要件に基づいて分岐合流部・平面交差部の周辺に存在する地物を評価すると、以下の通りAPを特定するための地物の候補を絞り込むことができる。



*「安全地帯又は路上障害物に接近(208)」等におけるカッコ書きの数字は、「道路標識、区画線及び道路標示に関する命令」(昭和三十五年十二月十七日総理府・建設省令第三号)に指定されている番号を示す。

1.1. CRPとして定義すべき項目

CRPテーブルの情報項目

- 方法②のCRPテーブルを作成するにあたり、情報項目として以下の内容を備えることが考えられる。

表 CRPテーブルの情報項目（案）

項目名	説明	必須/任意	記述方法（案）		
(1)CRPのID	CRPごとに割り振られる固有のID	必須	付与したIDを記述		
(2)設置位置（緯経高度）	CRPの設置位置(緯経高度)	任意	緯度・経度*：小数第4桁 高度：小数第1桁 [m]		
(3)取得位置注記	CRPの取得位置に関する注釈（テキスト）	任意	設置位置をテキストで記述		
(4) 道路 情報	1)種別・名称	道路の種別・名称	任意	テキストまたはコードで記述	
	2)他ネットワークデータのID	既存ネットワーク（データDRM、区間ID等）で対応するID	任意	対応するIDを記述	
	3)隣接するCRPのID	隣接するCRPのID	任意	対応するIDを記述	
(5) APと の関 係	1) APの数	CRPの位置特定に利用する地物の数	必須	数値で記述	
	AP の 利 用 数 分 記 載	2) APの種別	APの種別	必須	テキストまたはコードで記述
		3)CRPからAPまでの 相対座標	(APごとに)CRPからAPまでの相対座標 ($\Delta x, \Delta y, \Delta h$)	必須	$\Delta x, \Delta y, \Delta h$ ：小数第2桁 [m] ※方眼北をx軸正方向とし、交差 する方向をy軸方向とする
		4) AP自体の位置 (緯経高度)	(APごとに)地物自体の位置（緯経高度）	必須	緯度・経度*：小数第4桁 高度：小数第1桁 [m]
		5)取得位置注記	(APごとに)地物の取得位置に関する注釈（テキスト）	任意	取得位置をテキストで記述
		6)取得位置画像	(APごとに)地物の認識を容易化するための画像	任意	地物、取得位置が把握可能な画 像情報を記録

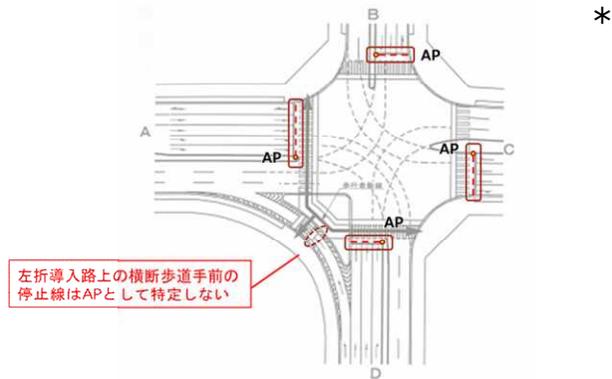
* 緯度・経度の単位はdecimal degree（実数度）とする。また、桁数はおおよその位置を表すために最低限必要となる桁数とする。
出所）三菱総合研究所が作成

1.2. 特に注意すべき道路部位でのCRPの定義

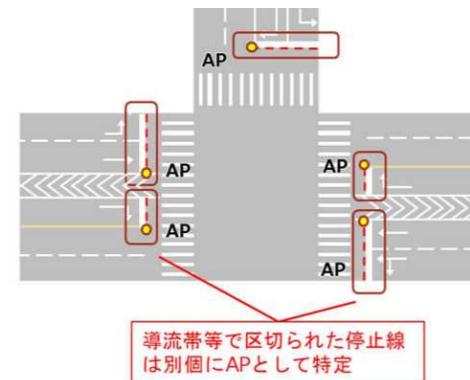
複雑な形状の平面交差点における検討

- 複雑な形状の平面交差点でもCRPが設置できるかを検討した。
- 具体的には、APとする地物を停止線とした場合を想定し、以下のように左折導入路やゼブラゾーン、中央分離帯、右折待機位置がある場合に、APを特定する際の注意点等を検討した。

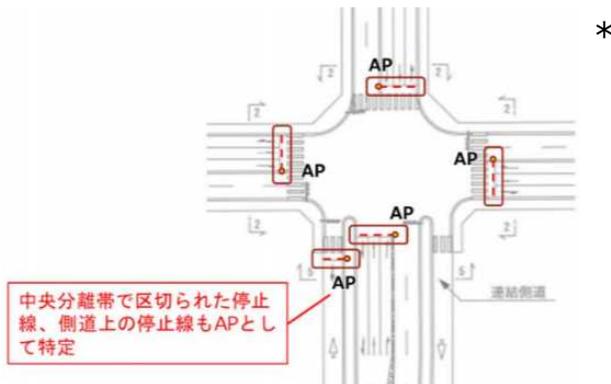
①左折導入路上の横断歩道手前の停止線



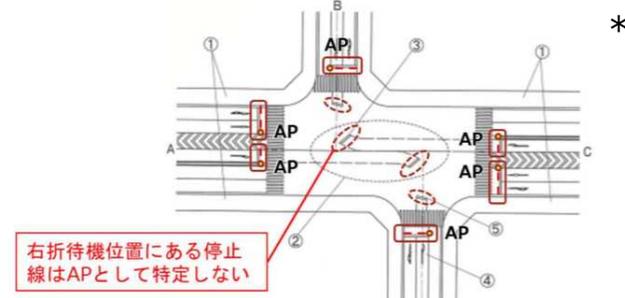
②ゼブラゾーンや中央分離帯に区切られた停止線



③中央分離帯で区切られた停止線・側道上の停止線



④右折待機位置にある停止線



*出所) 交通工学研究会「2007 平面交差の計画と設計－応用編－」
2007、丸善出版 (赤線・文字は三菱総合研究所が追記)
その他の図は三菱総合研究所が作成

図 複雑な形状の平面交差点におけるAPの特定 (案)

2. 地物等の位置のCRPを用いた表現方法にかかる基礎資料収集、 分析並びに検討

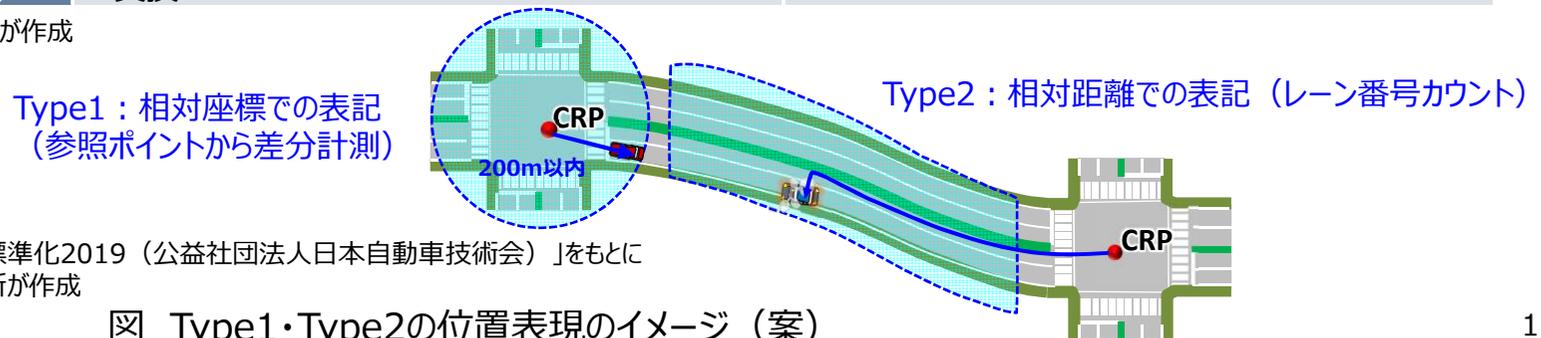
2.1. Pre-Code方式での位置表現の仕組みの整理

- 情報の送り手と受け手で予めIDを共通に定めておき情報交換を行なう方式（Pre-Code方式）による高精度に位置を交換する方法として、ISO17572-4が国際標準化されている。標準で規定されている2つの位置の表現方法の概要等と、本調査検討で規定する使用範囲等の案は以下のとおり。

表 各表現方法の概要および適用範囲（案）

	Type1：相対座標での表記 (参照ポイントから差分計測)	Type2：相対距離での表記 (レーン番号カウント)
位置の表現方法	CRPからの相対座標で位置を示す	CRPを基準とした道のりの相対距離を用いて位置を示す
概念図		
国際標準で規定されている使用範囲	● CRPの半径200m以内での使用に限定	—
本調査検討で規定する使用範囲（案）	● 平面交差点、分岐合流部、料金所の周辺領域であり、かつCRPの半径200m以内の領域 ➢ 交差点、合流点、料金所周辺では車線境界線などが存在せず、車線との紐づけが困難なため	● 左記の領域以外の箇所 ➢ 車線境界線などが明確であり、車線に紐づく位置表現が容易なため
本調査検討で想定とするユースケース（案）	● 分合流部での車車間・路車間通信での位置情報の交換	● 前方の車線規制位置の伝達

出所) 三菱総合研究所が作成



出所) 「ITSの標準化2019 (公益社団法人日本自動車技術会)」をもとに
三菱総合研究所が作成

図 Type1・Type2の位置表現のイメージ（案）

2.2. CRPを用いた位置表現方法の検討

Type1：相対座標での表記（情報項目）

- ISO17572-4では、基準点からの距離（変位）で表記することになっている。x 方向、y 方向の基準、高さ方向の基準などは規定されていないことから、本調査検討で具体化した。検討した情報項目の記述方法は下表に示すとおり。

表 Type1の位置表現項目の記述方法（案）

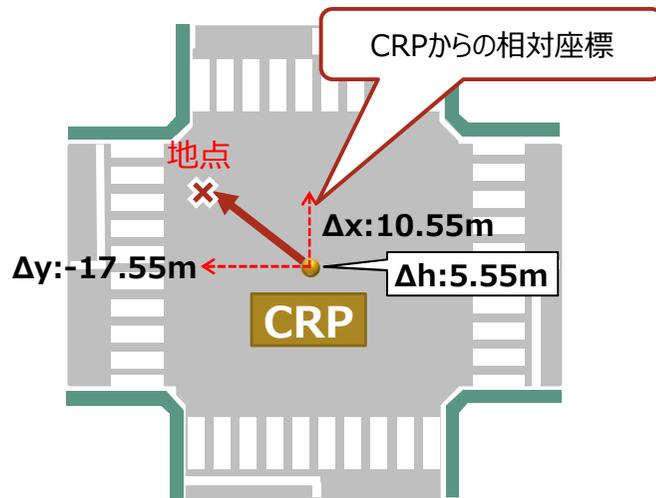
区分	項目	必須 /任意	型	説明	記述方法（案）
CRPに関する情報	基準となるCRP ID	必須	テキスト	基準となるCRPを特定	・ 基準点としたCRPのIDを記述
相対座標	変位 Δx	必須	数値	CRPを基準としたx 方向（南北）変位	<ul style="list-style-type: none"> ・ 方眼北をx軸方向とした場合の基準点からの距離 ・ 基準点から北方向を正、南方向を負とする ・ m表記とし桁数は小数点以下2桁
	変位 Δy	必須	数値	CRPを基準としたy 方向（東西）変位	<ul style="list-style-type: none"> ・ 方眼東をy軸方向とした場合の基準点からの距離 ・ 基準点から東方向を正、西方向を負とする ・ m表記とし桁数は小数点以下2桁
	変位 Δh	任意	数値	CRPを基準としたz 方向（高さ）変位	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基準点の上部方向を正、下部方向を負とする ・ m表記とし桁数は小数点以下2桁 ・ 本項目は任意項目（オプション）とする

出所) 三菱総合研究所が作成

2.2. CRPを用いた位置表現方法の検討

Type1：相対座標での表記（記述例）

- 平面交差部の地点を示す場合のイメージと記述例を以下の図・表に示す。



Type	区分	項目	記述例
Type1	CRPに関する情報	基準となるCRP ID	544001000001
		相対座標	
	変位 Δx	10.55m	
	変位 Δy	-17.55m	
		変位 Δh	5.55m

出所) 三菱総合研究所が作成

左：図 Type1のイメージ（案） / 右：表 Type1の記述例（案）

2.2. CRPを用いた位置表現方法の検討

Type2 : 相対距離での表記 (情報項目1/2)

- ISO17572-4では、2点のCRPを結んだ線分上の相対距離と、レーン番号で表記することになっている。線分上の位置の表現方法、車線位置の数え方などは規定されていないことから、本検討で具体化した。検討した情報項目の案は下表に示すとおり。

表 Type2の位置表現項目の記述方法 (案) 1/2

区分	項目	必須/任意	型	説明	記述方法 (案)
CRPに関する情報	起点側のCRP ID	必須	テキスト	距離表現の基準線の起点となるCRP	起点側のCRPのIDを記述
	終点側のCRP ID	必須	テキスト	距離表現の基準線の終点となるCRP	終点側のCRPのIDを記述
縦方向の位置	距離比率を計測する基準線	必須*1	テキスト	距離比率を計測する際の基準線	車道中央線、車道外側線、車線境界線、車道リンク、車線リンク等を記述 当該基準線が存在しない区間の補間方法も記述
	起点側からの距離比率	必須*2	数値	始点側からの基準線上の位置を割合 (百分率) で表記	%表記とし桁数は基準線に応じて、コンテンツの位置をメートル単位で表現可能な桁数
	終点側からの距離比率	必須*2	数値	終点側からの基準線上の位置を割合 (百分率) で表記	

*1 : 情報毎に異ならずデータ単位で同一であればメタデータ等記述することも可能。

*2 : 基点側からの距離比率、終点側からの距離比率の何れかを必須とする。

出所) 三菱総合研究所が作成

2.2. CRPを用いた位置表現方法の検討

Type2 : 相対距離での表記 (情報項目2/2)

表 Type2の位置表現項目の記述方法 (案) 2/2

区分	項目	必須/任意	型	説明	記述方法 (案)
車線に関する情報	方向	必須	コード	コンテンツが存在する方向を示す	基点側のCRPから終点側のCRPの方向を「正」として、「正」・「逆」で記述
	総車線数	任意	数値	コンテンツの存在箇所での総車線数	道路進行方向の車線数
	コンテンツの車線位置	必須	数値	コンテンツの存在箇所での車線番号	道路進行方向からみて左側から数えた車線番号
	車線種別	任意	コード	コンテンツが存在する箇所の車線種別	以下の選択肢からコードで記述 バス専用車線、HOV車線、自転車専用車線、歩行者専用車線、可逆車線、補助車線、追越車線、走行車線、その他
横方向の位置	横方向の位置を示す際の基準線	任意*3	コード	横位置を示す基準線	横位置を示す際の基点とする基準線を記述
	当該基準線の方向	任意*3	コード	基準線からのオフセット方向	表現する情報からみて上記の基準線が左右の何れであることを記述
	道路の横断方向上の位置	任意*3	数値	基準線からの距離	基準線からオフセット方向の距離 m表記とし桁数は小数点以下2桁

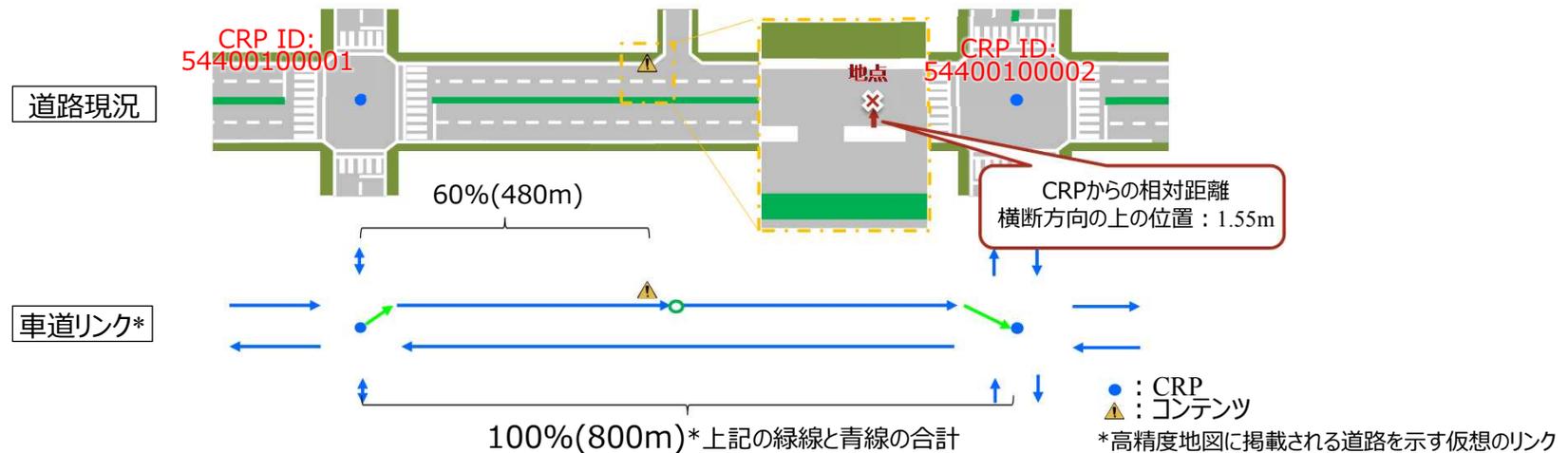
*3 : 車線内の位置を示す場合には3項目とも記述する。

出所) 三菱総合研究所が作成

2.2. CRPを用いた位置表現方法の検討

Type2：相対距離での表記（記述例）

- 単路部（平面交差部の間の道路）の地点を示す場合の記述例を以下の図・表に示す。



区分	項目	記述例
CRPに関する情報	起点側のCRP ID	54400100001
	終点側のCRP ID	54400100002
縦方向の位置	距離比率を計測する基準線	車道リンクを基準線とし、CRPから車道リンクまでは直線で結び基準線とした。
	起点側からの距離比率	60.00%
	終点側からの距離比率	40.00%
車線に関する情報	方向	正
	総車線数	2
	コンテンツの車線位置	1
横方向の位置	車線種別	走行車線
	横方向の位置を示す際の基準線	車線境界線
	当該基準線の方法	右
	道路の横断方向上の位置	1.55m

出所) 三菱総合研究所が作成

上：図 Type2の記述イメージ（案）／下：表 Type2の記述例（案）

3. 既存のリンク地図等の位置との整合にかかる基礎資料収集、 分析並びに検討

整合性が図りにくいと考えられる箇所

- 既存の位置表現方法、高精度3次元地図 における位置参照点（CRP）とも、交差点等に基準となる点が設定されることから、道路網の表現方法、交差点の範囲、点の位置との整合を整理した。
- 整理した結果は下表に示すとおりであり、交差点の範囲、点の位置で整合性が図りにくいケース（位置の差が大きくなる道路部位など。下表**太字下線**部分）が生じる可能性があることが分かった。

表 既存の位置表現方法との整合

	既存の位置表現方法		現時点の案※でのCRPの表現方法
	DRMデータベース（DRM-DB）	道路の区間IDテーブル	
道路網の表現方法	<ul style="list-style-type: none"> 中央分離帯などがある場合は上下線別にリンクを設定、中央分離帯が無い場合は上下線共通でリンクを設定。 交差点では、上下線別にリンクが設定されている部分では交差点にノードが複数存在、流入する道路すべてが上下線共通のリンクの箇所では1点存在。 	<ul style="list-style-type: none"> 何れの道路でも上下線共通で区間を設定。 交差点に参照点は1点存在。 	<ul style="list-style-type: none"> CRPは上下線がアクセスできない場合は上下線別に1点ずつ存在する。CRPは道路網を表現するものではないが、CRPを繋げることで上下線別に道路網を表現可能。 上下線にアクセスできる場合は1点のみ存在するため、上下線共通で道路網を表現する形となる。
交差点の定義	<ul style="list-style-type: none"> 自専道では、分岐、合流毎に交差点を一点と捉える。 一般道では、交差点を一点と捉える。 	<ul style="list-style-type: none"> 自専道では、分岐・合流をまとめて1点と捉える。 一般道は、DRM-DBと同様であるが、近接する複数の交差点を1点と捉える場合もある。 	<ul style="list-style-type: none"> 自専道では、分岐、合流毎に交差点を一点と捉える。 一般道では、交差点を一点と捉える。
交差点におけるノードの位置	<ul style="list-style-type: none"> DRM-DBは、都市計画図（地図情報レベル2500）、地形図（地図情報レベル25000）をもとに作成されている。 リンク道路のおおよそ中心を示すものであり、交差点を示すノードはリンクの交点であることから、交差点の中に位置する。 位置の分解能はm程度。 	<ul style="list-style-type: none"> 道路の区間IDテーブルは、交差点を参照点、交差点間を区間とし、IDを付与したテーブルであり、位置情報を示すものではない。 位置を特定するため参考情報として、おおよその位置も情報として格納。当該情報はDRM-DBから作成しているため、データの分解能などはDRM-DBと同一。 	<ul style="list-style-type: none"> 実在する地物からの距離（位置関係）でCRPを設置する。位置は原則として、交差点内部となる。 位置の分解能はCRPを設置する地図によるがcm程度。

※2019年度の検討時点でのCRPの定義（案）、CRPを用いた位置表現（案）もとに整理。
出所）三菱総合研究所が作成

整合性の検証項目

- 分岐合流部、平面交差部が近接する箇所などで、既存の位置表現方法と比べ、交差部の捉え方が異なり、CRPの位置表現方法との整合性が図られにくい可能性がある。
- 従って、一部の箇所を対象に、分岐合流部、平面交差部での交差点の範囲、点（基準となる点）の位置の整合を検証することが考えられる。検証項目、検証の視点、検証箇所は下表に示すとおり。

表 整合性の検証項目（案）

	検証の視点	検証箇所
検証項目1： 交差部の捉え方の 差異の確認	CRPの設置点数と 一致するか	インターチェンジ、ジャンクション、平面交差部が近 傍に設置されている箇所
	CRPの設置順と 一致するか	分岐・合流部が近傍にある箇所
検証項目2： 点（基準点）の 位置の差異の確認	CRPの位置の差が どの程度あるか	インターチェンジ、ジャンクション、平面交差部が近 傍に設置されている箇所

出所) 三菱総合研究所が作成

4. 検討会の開催、報告

4. 検討会の開催、報告

- 位置参照に関する専門家および今後のコンテンツ流通に関わると想定される情報提供者、利用者による小規模なディスカッションのための検討会を設置した。各検討会の実施日、議題は下表に示すとおり。

表 検討会の開催概要

回数	実施日	議題
第1回	2019年10月17日	1. 検討会の設立について 2. 本検討の範囲、検討の進め方について 3. 国際標準化の状況、標準案の内容に関するご説明 4. SIP-adus大規模実証実験でのCRP活用事例のご説明 5. CRP定義方法の検討の方向性について 6. CRP表現方法の検討の方向性について
第2回	2020年1月6日	1. CRPの定義（素案） 2. CRPを用いて表現する方法（素案）
第3回	2020年3月4日 (Web会議で実施)	1. CRPの定義（案） – CRPの設置方法（APを用いて、どのように設置するか） – CRPの設置箇所（どのような交差点等に設置するか） – APの定義（APとする地物を何にするか）

出所) 三菱総合研究所が作成

5. 今後の予定

5. 今後の予定

- 2019年度は、「1.CRPにかかる基礎資料収集、分析並びに検討」、「2.地物等の位置のCRPを用いた表現方法にかかる基礎資料収集、分析並びに検討」ならびに「3.既存のリンク地図等の位置との整合にかかる基礎資料収集、分析並びに検討」を実施した。
 - 1.では、CRPとして定義すべき項目と、APの特定方法を検討した。
 - 2.では、ISO17572-4で規定される位置の表現方法を踏まえ、CRPを用いた位置表現方法を検討した。
 - 3.では、CRPの既存の位置表現方法に対する整合性を検証するための項目を検討した。
- 今後は、CRPの更新・運用方法の検討、検討した事項の検証、国際標準提案の内容についての検討を実施する予定である。
- また、検証などを踏まえて、2019年度に検討した、「1.CRPにかかる基礎資料収集、分析並びに検討」～「3.既存のリンク地図等の位置との整合にかかる基礎資料収集、分析並びに検討」を適宜見直す。