

# レーンレベルの位置参照方式具体化へ向けて

中條 覚<sup>\*1</sup> 柴崎 亮介<sup>\*1</sup>

東京大学 空間情報科学研究センター<sup>\*1</sup>

自動走行システムや走行支援サービスにおける他車両との詳細な位置情報の交換など、レーンレベルでの位置参照方式の具体化が求められている。本稿では、既存の位置参照方式の整理を行うとともに、レーンレベルでの位置参照方式の具体化へ向けた要件の整理を行い、レーンレベルの位置参照方式の基本的な考え方を明らかとする。

## Realizing for Lane Level Location Referencing

Satoru Nakajo<sup>\*1</sup> Ryosuke Shibasaki<sup>\*1</sup>

Center for Spatial Information Science, the University of Tokyo<sup>\*1</sup>

The needs for precise location information exchange is increasing such as for autonomous driving and for safety application in ITS. Location information exchange in lane level is required. In this paper, existing location referencing methods are listed, requirements and basic concepts for lane level location referencing are discussed with the future possibilities for realizing.

**Keyword:** Location Referencing, Spatial Information Exchange, Autonomous Driving

### 1. はじめに

走行支援システムや自動走行システムの進展などを踏まえ、レーンレベルで位置を正しく伝達するための方法の実現が求められている。

一般的に地球上での位置を示すには緯度経度が用いられている。緯度経度では、WGS84(World Geodetic System 1984)など用いる座標系を予め指定し $10^7$ の有効桁数を用いれば1cmの粒度での位置表現が可能である。しかし、特に日本など火山国においては、1年間で数cmから数十cm程度は地表は動いており<sup>1)</sup>、例えば道路上の同じ位置を計測したとしても、年次によるずれが生じてしまう。そのほか、情報の送り手と受け手が違う場合には、用いる地図の違いにより位置表現の齟齬が生じる可能性がある。これまでナビゲーションシステムなどでは、位置正確度に対する要求水準がそれほどは高くなかった

め、数m程度の違いがあった場合でも問題とはならなかったが、今後、安全に関わるサービスや自動走行などを行う際には、情報の受け手と送り手で、少なくともレーンの識別ができる程度の位置正確度で情報を伝達する必要がある。

本稿では、本稿では、既存の位置参照方式の整理を行うとともに、レーンレベルでの位置参照方式の具体化へ向けた要件の整理を行い、レーンレベルの位置参照方式の基本的な考え方を明らかとする。

### 2. 既存の位置参照方式の整理

本節では、主にITS分野で活用されている一般的な位置参照方式を整理するとともに、国際標準で定められている方式の概要を整理する。

#### 2-1 既存の位置参照方式の整理

### 1) ID を用いる方式

情報の受け手と送り手で、予め対象物の ID を定めておき、これらの ID を共通に用いることで位置を交換する方式である。具体的には VICS(Vehicle Information and Communication System)リンク方式などが存在する<sup>2)</sup>。

### 2) 緯度経度を用いる方式

緯度経度のみを用いる方式。正確な位置を交換するためには、予め座標系などを定めておく必要がある。測量分野などにおいては、ITRF 系(International Terrestrial Reference Frame)が用いられることが多いが、ナビゲーションの分野においては、GPS(Global Positioning System)で採用されている WGS84 が用いられることが一般的である。

### 3) 緯度経度および補足情報を用いる方式

緯度経度を主として用いる方式であるが、送り手と受け手で地図が異なることを考慮し、緯度経度情報に加え、近傍に存在する交差点名称や道路計上などの情報とあわせて位置を交換する方式である。具体的には、Dynamic 方式<sup>3)</sup>などが存在する。

### 4) 線形参照方式

線形地物(道路など)を用いて、これを基準に位置を表現する方式である。一般的にキロポストなどがこれに該当する。

### 5) 路線名(ストリートアドレス)

路線名称を用いて位置を表現する方式である。

### 6) グリッド

対象エリアをグリッド(メッシュ)で区切り、そのグリッド番号を用いて位置を表現する方式である。地域メッシュコード<sup>4)</sup>などが存在する。

### 7) 郵便番号・住所

郵便物を届けるための郵便番号および住所表記を用いる方式である。

## 2-2 国際標準で規定された方式

ITS における国際標準としては、ISO 17572:2015 Intelligent transport systems (ITS) -- Location referencing for geographic databases が存在する。この標準は、Part1~3 で構成されており、その構成は図 1 に示すとおりである。

Part 1: General requirements and conceptual model では、ITS で用いる位置参照方式のリクワイアメントおよび概念モデルが記述されている。そのスコープでは、送り手および受け手における場所や交通に関連した現象 (locate transport-related phenomena) を対象とした位置参照方式を定める旨が記述されている。

Part2: Pre-coded location references (pre-coded profile)では、ID を用いた位置参照方式の規程が記述されている。具体的には、ID を用いた基本的な方式が規定されるとともに、各国における検討例として、RDS-TMC (Radio Data System - Traffic Message

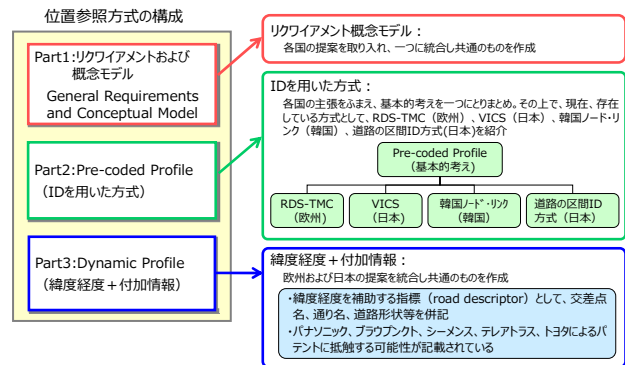


図 1 ISO17572 の概要

Channel)、VICS、韓国ノード・リンク、道路の区間 ID 方式が記述されている。

Part3: (Dynamic location references (dynamic profile) では、緯度経度およびこれを補助する指標 (road descriptor) を用いた位置参照方式が規定されている。また、本規程の使用に際して抵触する可能性があるパテントが存在する旨が明記されている。

本標準は、10 年近くの議論を経て、2008 年に現在の構成で Part1~3 が成立した。その後、2011 年から行われた定期見直しの過程において、道路の区間 ID 方式が実装例のひとつとして追記されるとともに、RDS-TMC および TPEG (Transport Protocol Experts Group) のバージョンアップに伴う変更などが行われ、2015 年に改訂版が発行された。現在の最新版は 2015 年版である。

表 1 は、ISO 17572:2015 に定められた 2 つの位置参照方式の特徴である。

Pre-coded 方式は、ID を用いて位置を特定する方式であり、位置情報を伝達する際の取り扱いは比較的簡単である。このため、多量のデータを瞬時に位置参照するような場面では比較的優位性が高い。また、送り手と受け手が ID で位置を参照するため、少なくとも ID が付与されている対象は間違いなく参照させることが可能であり、位置伝達の確実性が高い。一方、様々な送り手と受け手で ID を共通に保持するためのオーソリティテーブルの管理が継続的に必要となる。関本ら<sup>5)</sup>によれば、我が国の実質上のオーソリティテーブルとなっている DRM (Digital Road Map) データベースにおいては、年間で約 27 万リンク(全データの約 7%)の更新が行われている。

なお、本標準では、RDS-TMC、VICS、韓国ノード・リンク、道路の区間 ID 方式が実装例として記載されているが、いずれも道路レベルの ID であり、レーンレベルでの ID を用いた方式例は示されていない。

Dynamic 方式は、緯度経度を主に用いることもあり、オーソリティテーブルの管理が不要である。このため、オーソリティテーブルの管理が必要となる Pre-coded 方式と比較して、初期導入および維持コストが安価となる可能性が高い。また、本方式には複数のパテントは関係する可能性が示されており、それらのパテントは、1 つのパテントプールとして提供が行われている<sup>6)</sup>。一方、それぞれの情報ごとに、緯度経度および補助的な指標を用いて位置を表現、解読する必要があり、単純に ID を用いる方式と比較すると、計算量および伝送データ量ともに多くなる可能性が高い。また、送り手と受け手で保持する地図が異なる場合などにおいて、全ての情報で正しく位置を伝達することが困難である。Adachi ら<sup>7)</sup>によれば、地図が異なる場合などでの的中率は 95% 以下となっている。

表 1 ISO17572 で示された方式の特徴

	Pre-coded 方式	Dynamic 方式
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>取り扱いが簡単 → 参照させるデータが多量に存在する時などは有利</li> <li>少なくとも対象 ID については間違いなく参照させることが可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>オーソリティテーブルの管理が不必要</li> </ul>
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>オーソリティテーブルの定義・更新が必要 → 例えばある年の DRM では約 27 万リンク (全データの約 7%) を更新 (全道路)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>参照するために比較的複雑な計算が必要</li> <li>100% の参照性能を保證することが困難 → 過去に行った、本方式を用いた実験でのヒットレートは 95% 以下</li> </ul>

### 2-3 レーンレベルでの位置参照への適用に関する考察

既存の方式および国際標準で定められている方式として様々な位置参照方式が存在するが、いずれもレーンレベルでの位置参照に用いることを意図した方式は存在しない。今後、レーンレベルでの位置参照方式の具体化へ向けには、既存の方式の利点などを活かしつつ、新たな方式を検討することが必要である。

## 3. 要件の整理

### 3-1 レーンレベルでの位置参照方式が必要となる場面例

位置参照方式は、1 つの主体で情報が閉じず、他の主体との交換が必要となる際に必要となる技術である。すなわち、今後具体化される走行支援サービスおよび自動走行システムにおいて、全ての情報が自社内で閉じるのであれば、位置参照方式を定める必要はない。

しかし、現実世界を鑑みれば、例えば公的機関などから動的な情報を遅延無くダイレクトに受け取る際などには、位置参照方式が必要となる。具体的には、どのレーンのどの区間を規制するかなどの工事規制情報、どのレーンが渋滞しているかなどの交通情報、料金所ブースの稼働状況などが例として考えられる。

また、異常事態などの情報を他車などと交換する際にも位置参照方式が必要となる。具体的には、道路陥没、冠水、駐車車両、交通事故、たとえば対向右折車両の陰に隠れた直進車両など周辺車両の陰となり把握できていない事象などが考えられる。このなかでも、特に分合流部や交差点部などにおいては、絶対的な位置のみならず、対象物が存在するレーンなどの情報も含めて位置情報の伝達ができることが望ましい。図 2 および図 3 は、それぞれ分合流部、交差点部における位置情報伝達の例である。

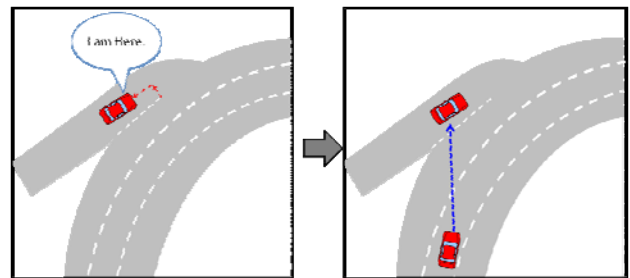


図 2 分合流部における位置情報伝達の例

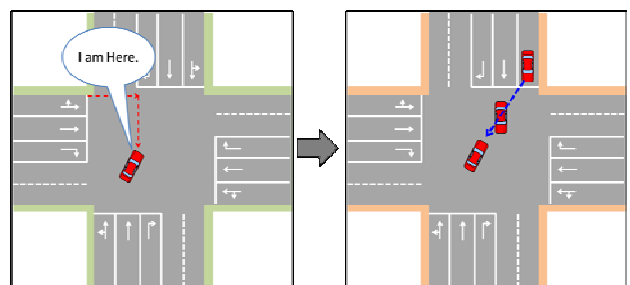


図 3 交差点部における位置情報伝達の例

### 3-2 レーンレベルの位置参照方式に関する基本要件 既存の位置参照方式の状況および走行支援サービス

スや自動走行システムの検討状況などを踏まえ、レーンレベルの位置参照方式における基本要件を以下のとおりに整理した。

#### 1) 基本要件①：概ね±25cm 程度の位置正確度

現状の地図情報レベル 500 の位置正確度が  $\sigma = 25\text{cm}$  であること、また 25cm は概ね普通車のタイヤ幅 1 本分であることを鑑みると、概ね±25cm 程度の位置正確度を目指すことがひとつの目安と考えられる。

#### 2) 基本要件②：相対位置表現

地表が年間数 cm から数十 cm で動いていること、また GNSS (Global Navigation Satellite Systems) を用いた場合の車両の位置特定誤差が考えられることや用いる座標系が異なる可能性があることを鑑み、絶対位置表現ではなく、例えば交差点中心からの距離と方向などの相対位置で表現することが望ましいと考えられる。

#### 3) 基本要件③：多様な送り手・受け手を前提

現状では、様々な情報がレーンを特定するまでの位置正確度で表現されていないことや、将来的にもレーンという概念では表現されない情報が存在する可能性が高いことから、送り手・受け手のいずれかがレーンに関する情報を保持していない可能性を考慮して位置表現を行うことができるように方式を定めることが妥当と考える。

### 4. 基本的な考え方

位置参照方式は、これまでに様々な検討が行われている。レーンレベルの位置参照方式具体化へ向けでは、全く新たな方式を考えるのではなく、前章で整理した基本要件をもとに、既存の様々な方式の利点などを生かした方式を具体化することが望ましい。

また、位置参照に関する課題を検討する際は、位置参照方式により解決を図るべき課題と、元々の地図を作製するときに解決を図るべき課題（地図の図化に関する課題）は識別した上で、それぞれについて議論を行うことが望ましい。

具体化へ向けでは、日本固有の問題のみならず、海外における道路事情やニーズなども鑑み、海外でも用いることが可能な方式を具体化することが望ましく、また早期に世界各国で共通のルールに基づいた位置情報交換が実現するよう、標準化の検討および知財の整理なども進めていくことが望ましい。

### 5. おわりに

本稿では、既存の位置参照方式の整理を行うとと

もに、レーンレベルでの位置参照方式の具体化へ向けた要件の整理を行い、レーンレベルの位置参照方式の基本的な考え方を明らかとした。

明確な位置参照方式が定まる前に高精度な位置情報の整備などが進展すると、それぞれの整備主体で情報の囲い込みが行われ、数多くの情報を囲い込んだ主体が関連の情報に関する権利を独占してしまう可能性がある。こうした独占が民間企業により行われた場合、場合によっては当該企業の突然のサービス停止などにより情報を得ることができなくなる可能性なども存在する。

今後、円滑なレーンレベルでの位置情報交換の実現へ向けて、位置参照方式の具体化へ向けた走行支援サービス、自動走行システムおよび空間情報に関する国内外専門家による議論が活発化することを期待したい。

### 参考文献

- 1) 例えば、国土地理院、平成 27 年 9 月の地殻変動  
<http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2015-goudou1008.html> (2015.11.04 調べ)
- 2) ISO 17572-2: 2015 Intelligent transport systems (ITS) -- Location referencing for geographic databases -- Part 2: Pre-coded location references (pre-coded profile)
- 3) ISO 17572-3: 2015 Intelligent transport systems (ITS) -- Location referencing for geographic databases -- Part 3: Dynamic location references (dynamic profile)
- 4) JIS X0410 地域メッシュコード
- 5) 関本義秀・金澤文彦・松下博俊、次世代デジタル道路地図のあり方に関する研究、2007 年 3 月、国総研資料 第 372 号
- 6) Via Licensing Corporation, Technology and Licensing, Overview ISO 17572-3 Standard for Location Referencing for Geographic Databases Part 3: Dynamic Location References  
<http://www.vialicensing.com/user-license-docs/AGOR-A-CTechnologyandLicensingOverview.pdf> (2015.11.04 調べ)
- 7) Adachi S., Yamashita T., Technical Analysis of AGORA-C[ISO17572-3] and OpenLR<sup>™</sup>, 2010 年 10 月, 17th ITS World Congress Busan 2010: Proceedings