

## 6. インフラの負担を軽減する新しい位置特定手法の検討

### 6.1. RFID タグを用いた位置特定手法の検討

#### 6.1.1. RFID に関する基礎調査

RFID タグの原理や適用事例を把握するために、RFID タグ関連資料および代表的な RFID タグメーカーにヒアリングを行った。

#### (1) 資料収集

RFID タグの原理や適用事例を把握するために、インターネットおよび JICST（科学技術文献サービス）検索を行い、関連資料を収集した

#### (2) メーカーヒアリング

道路における位置特定手法に RFID タグへの適用については、事例がほとんどない。このため、いくつかの代表的な RFID タグメーカーへのヒアリングを行った。

なお、表 6-1 に示すメーカーを対象に、以下に示す視点からヒアリングを行った。

#### ■ ヒアリングの主な視点

- 原理
- 車両対応速度
- 通信距離
- 透過性
- メンテナンス性
- 位置特定への適用の留意事項
- 実際のシステム構成 等

表 6-1 ヒアリング対象メーカー

メーカー名	ヒアリング対象としたタグの種類
オムロン株式会社	○マイクロ波タグ (2.45GHz)
日本インフォメーション	○マイクロ波タグ (2.45GHz)
丸紅 (マイティカード)	○電磁誘導タグ (945 kHz UHF)
三井物産デジタル	○電磁誘導タグ (303 kHz)
三菱マテリアル	○電磁誘導タグ (134kHz)

## 6.1.2. RFID の概要整理

### (1) RFID とは

RFID (Radio Frequency Identification) とは、自動 ID 認識技術のひとつである。無線により、非接触でのデータ転送を可能とした技術である。

なお、バーコードシステムについて、近年、QR コード (Quick Response、二次元バーコードの一種) が物流関係を中心に普及しつつあるが、本業務においては、QR コードの道路管理への適用性について検討を行った。(別添資料 15 参照)

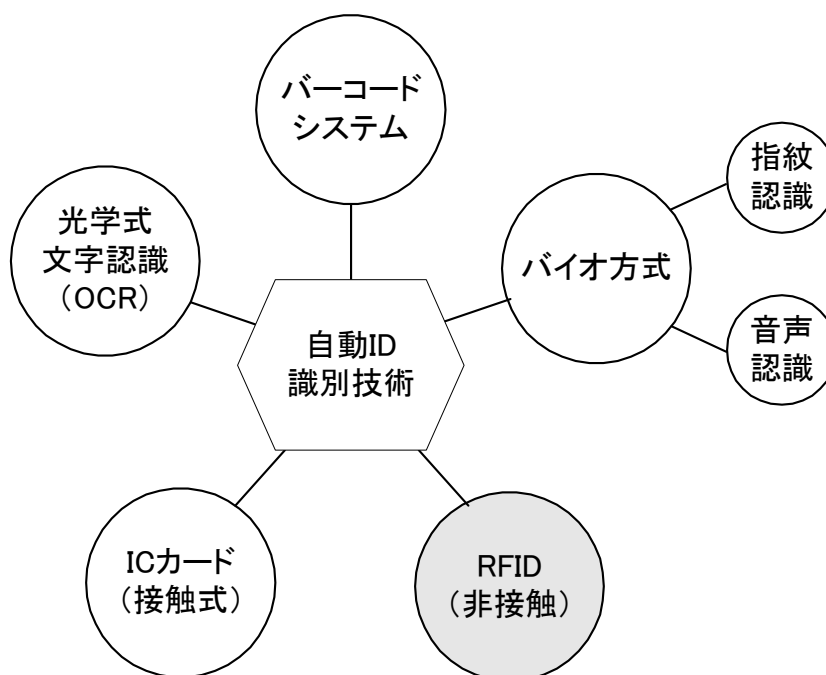


図 6-1 主な自動 ID 認識方式

### (2) RFID システムの構成要素

RFID システムは、以下に示す 2 つのコンポーネントから構成される。

#### ■ ID タグ

ID タグは、応答器、無線タグ、トランスポンダ、データキャリア、非接触 IC カードとも呼ばれ、IC チップとアンテナを内部に埋め込み、通信機能を備えた電子荷札 (タグ) のことである。

#### ■ リーダ

リーダーは、質問器、リーダーライタとも呼ばれるものであり、ID タグに格納された情報の読み出しや書き換えを行う。

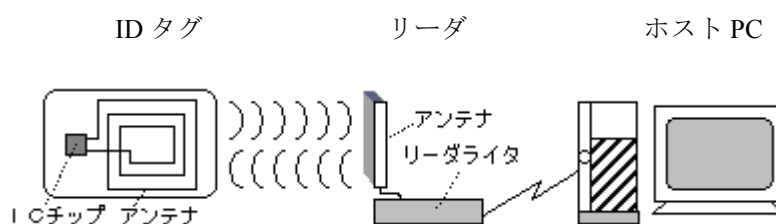


図 6-2 リーダのイメージ図

### (3) RFID システムの特徴

RFID の主な特徴を以下に示す。

- 非接触であるため、取り扱いが容易であり、ID タグの摩耗がない
- 電波や電磁波を利用するため、汚れやほこり等の影響を受け難い
- 障害物（金属を除く）が存在してもデータ転送が可能
- 複数の ID タグの同時読みとりが可能

### (4) RFID の種類と分類

RFID の種類を表 6-2 に示す。また、その分類について表 6-3 に示す。さらに各方式の特徴を表 6-4 に示す。

表 6-2 RFID の種類

項目	種類	摘要
伝導媒体方式	電磁結合方式	
	静電結合方式	
	電磁誘導方式	
	マイクロ波方式	
	光方式	
アクセス方式	RO 型	読取専用型 (Read only)
	WORM 型	単一書込み/読取専用型 (Write Once Read Many)
	RW 型	読み書き可能型 (Read Write)
電源方式	能動型	電池内臓型
	受動型	電池レス型 (アンテナから供給)
通信距離	密着型	0～数 mm
	近接型	数 mm～数 10m
	遠隔型	数 10m～数 m
形状	ラベル形	ラベル形状で薄形
	筒形	直径数 mm の円筒状
	コイン形	直径 20mm 程度のコイン状
	カード形	54×86×数 mm のカード状
	箱形	タバコ箱程度の箱状
	スティック形	直径数 mm の棒状

表 6-3 RFID の分類

分類	非接触 IC カード (コンタクトレス IC カード)				
種類	密着型	リモート (非接触) 式			(マイクロ波型)
		近接型	近傍型		
国際規格	ISO/IEC 10536	ISO/IEC 14443	ISO/IEC 15693	ISO未審議	
通信結合方式	静電結合方式	電磁誘導方式			電波方式
伝送距離	～1mm	～2mm	～約10cm	～約70cm	～数m (電池有)
電池有無	無	無	無	無	有・無
アンテナ方式	1 or 2 コイル	1 or 2 コイル	—	—	—
周波数 (電波領域)	4.91MHz	4.91MHz	13.56MHz (短波)	13.56MHz (短波)	2.45GHz (マイクロ波)
通信速度	9.6kb/s～	9.6kb/s～	106kb/s～	～10kb/s	～1 Mb/s
CPU 有無	有・無	有・無	有・無	有・無	有・無
アクセス方式	読・書	読・書	読・書	読・書	読・書
カードの形状	54mm×85.6mm	54mm×85.6mm	54mm×85.6mm	54mm×85.6mm	54mm×85.6mm
カードの厚さ	0.76mm±10%	0.76mm±10%	0.76mm±10%	0.76mm±10%	0.76mm以上可

※) 出典: IC カード利用ガイドライン (H10.3 電子商取引実証推進協議会)

表 6-4 RFID 各方式の特徴

カードのタイプ カードの特長	ISO/IEC 10536		ISO/IEC 14443	ISO/IEC 15693	—	ISO/IEC 7816	ISO/IEC 7811
	非接触 IC カード	10536 (密着型)	(近接型)	(近傍型)	(マイクロ波型)	接触 IC カード	
	静電結合方式	電磁誘導方式	～10cm	～70cm 程度	～数m		磁気カード
決済機能対応が可能	◎	◎	○			◎	
高セキュリティ	◎	◎	○			◎	
高速処理 (処理速度)			◎	◎	◎		○
耐環境性に優れている	◎	◎	◎	◎	◎		
メンテナンス性が優れている	◎	◎	◎	◎	◎		
耐静電気に優れている	◎	◎	◎	◎	◎		○
耐振動に優れている	○	○	◎	◎	◎		
電池不要	◎	◎	◎	◎	◎		◎
電磁ノイズ	○	○	◎	◎		◎	◎
メモリ容量	◎	◎	◎	○	○	◎	◎
リードライント機構の単純性	○	○	○	○	○	◎	◎

※ 「○」適している 「◎」より適している

※ 出典：IC カード利用ガイドライン (H10.3 電子商取引実証推進協議会)

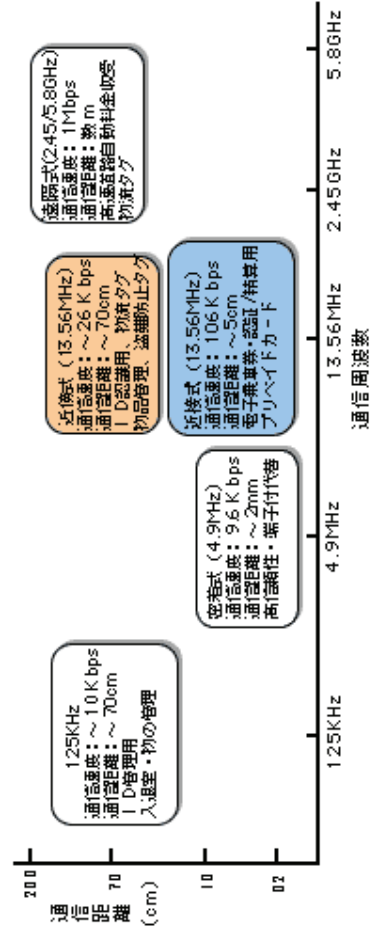


図 6-3 各方式の通信距離

## (5) RFID の各方式の原理と特徴

### a) 静電結合方式

#### ■ 原理

- ID タグとリーダとに対向する金属箔による電極を設け、コンデンサを形成させる。一方の電極に電圧をかけ、プラスの電荷を帯びさせると、向かいの電極にマイナスの電荷が誘導されることを静電誘導といい、この原理を使用して通信する。
- 静電誘導は電極の面積に比例し、電極の間隔に反比例するので、電極の大きさも IC カードの大きさに規制されるため、おのずと通信間隔も決まってくるが、密に間隔を保つ必要から密着型と呼ばれる。電力とクロックの供給は、電磁結合と同じであり、キャリア周波数をかけて行う。

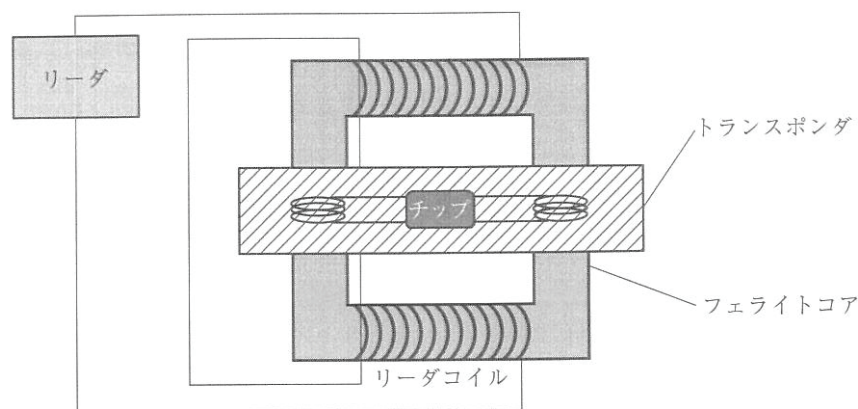


図 3.21 リーダの磁気結合コイルへの密着型トランスポンダの挿入

図 6-4 静電結合方式の原理

#### ■ 特徴

- 静電結合は、電極間に水滴が入ると静電容量が変化し、通信が行えなくなるので、室内での使用に限られる。

### b) 電磁誘導方式

#### ■ 原理

- 交流磁界によるコイルの相互誘導を利用する方式である。ID タグやリーダライタのアンテナとしてはコイルを用い、二つのコイルの誘導磁束による誘起電圧を利用することで交信する。この誘起電圧は、アンテナの磁束の強さと ID タグのコイルの巻回数に比例する。コイル方式は数多くの製品が市販され、その仕様も幅広い。交信距離も 0~1m まであり、情報量も数バイトから数百バイトまでのものがある。

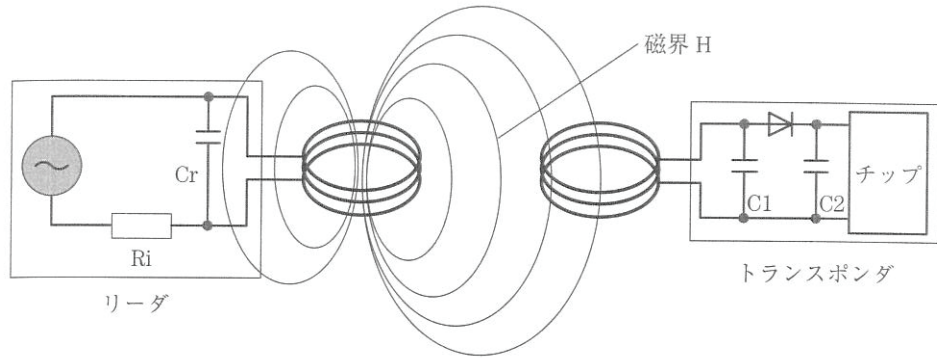


図 3.12 リーダの発生する交流磁界のエネルギーによる誘導結合トランスポンダへの電力供給

### 図 6-5 電磁誘導方式の原理

#### ■ 特徴

- 雨、雪、氷、塵埃などの影響を受けないので、工場・道路などの悪環境においても使用できる。
- 浸透性が良くデータ伝送上の信頼性が高い。例えば非導電体（人体、プラスチック、木材、ガラス、紙など）がアンテナ側と ID タグ間に存在しても十分交信可能である。
- ID タグ側もシステムの要求に合わせてその形状を変えることができる。例えば 1m 程度の範囲であればカードサイズ、0.5m 前後であれば名刺サイズ、0.1m 以下であればコイン形、スティック形といったように用途に合った使い方ができる。なお、13.56MHz 帯の場合、電波法の規制によりカードサイズでも交信距離数 cm のものが主流である。
- 電磁結合は、雨や雪などの水分には強いが、鉄粉などがあると磁気が吸収されてしまい、通信できなくなる。
- 電磁誘導により電力伝送が可能であるため、ID タグの電池レス化が図れる。

### c) マイクロ波方式

#### ■ 原理

- リーダ側のアンテナと ID タグとの間を 2.45GHz 帯のマイクロ波によりデータの送受信を行う。
- ID タグのアンテナには、ダイオードが用いられている。ID タグがリーダとの交信領域に入ると、ダイオードの電流が流れ、ID タグからの搬送波が出力される。

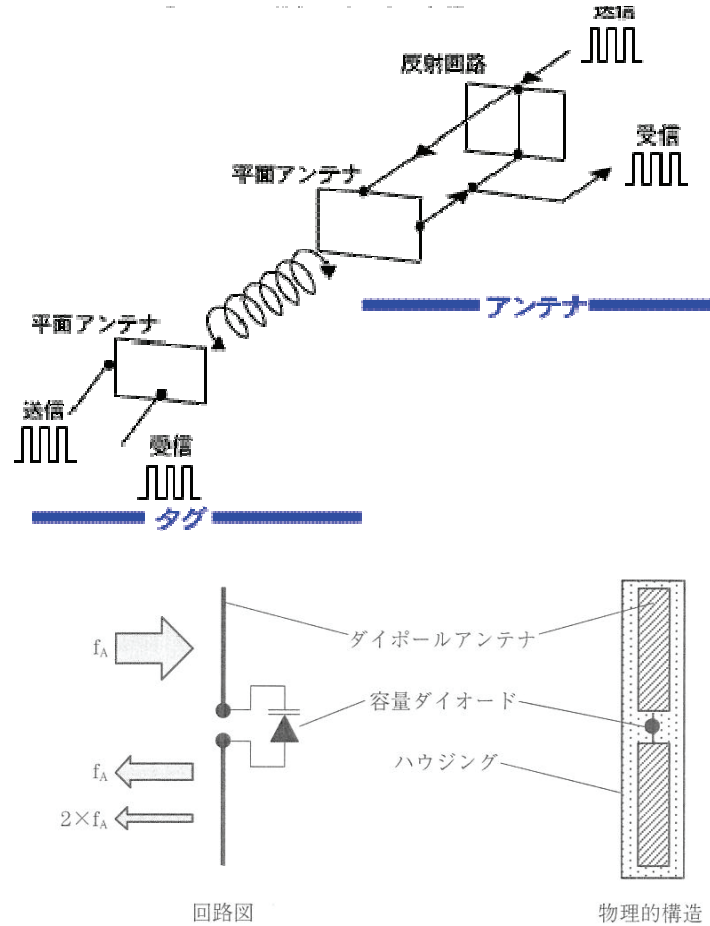


図 3.5 マイクロ波タグの基本回路と一般的な物理的構造

#### 図 6-6 マイクロ波方式の原理

#### ■ 特徴

- 2.45GHz という非常に高い周波数を使用するので、外来ノイズによる通信の影響は少ない。
- 通信距離が 0~5m と長いので、大型のものや位置関係が厳密に規制できないものを対象とした用途に使用できる。
- なお、電池レスの ID タグも存在するが、交信距離は数 10cm と短いため、マイクロ波方式のメリットである長距離交信という特長を發揮するには電池を内蔵する必要がある。
- 交信距離は、降雨雪や温度の影響を受ける。
- 金属面に直接アンテナユニットや ID タグの取り付けが可能である。
- 交信速度は、他の方式と比較して最も速い



### 6.1.3. RFID の適用事例の整理

RFID の適用事例について整理したものを別添資料 8 に示す。

### 6.1.4. 位置特定への利活用方法検討

#### (1) 位置特定手法への利活用の方向

RFID の位置特定手法への利活用の方向としては、以下に示すものが考えられる。

- ハイブリッド型（GPS，自律航法，マーカ方式）位置特定におけるマーカ機能の代替
- GPS 補正情報の路車間通信機能

#### (2) マーカ機能の代替としての利活用

##### ■ 利活用の基本的な考え方

- ID 番号を格納した ID タグを路側等に設置し、車両側にはアンテナ，リーダ，PC（位置特定パッケージ，ID タグの絶対位置等を格納した DB 等）の他、車速パルス，ジャイロ，GPS を搭載する。
- 車両が ID タグ設置箇所を通過した際に、ID タグの ID 番号の情報を取得し、DB に参照し、ID タグの絶対位置情報を取得する。
- 絶対位置情報を位置特定パッケージに渡し、位置を特定する。

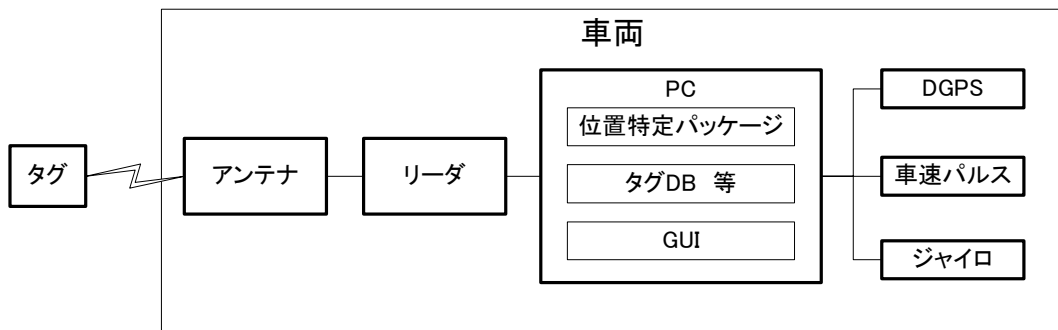
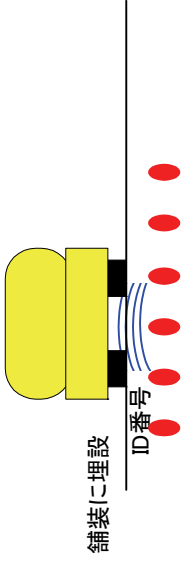
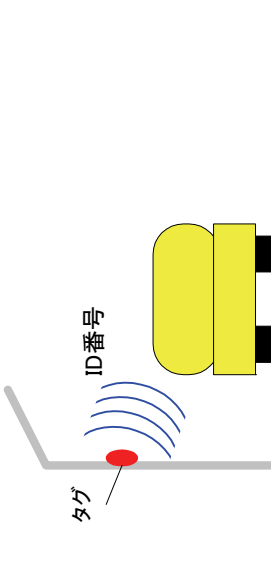
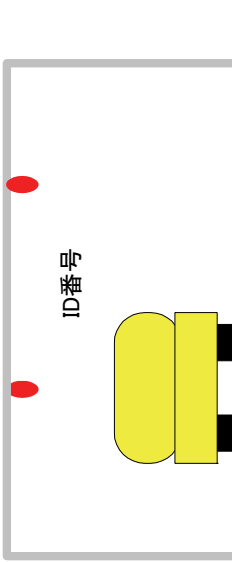


図 6-7 マーカ機能の代替としての利活用を想定した場合の概略構成

表 6-5 ID タグ設置位置の分類

分類	設置位置	タグ DB の取り扱う情報	特徴	タグの要件
路面埋設型	<p>○路面に埋設</p> 	<p>○ID 番号 ○タグ位置のキロポスト ○上/下の別 ○車線の別</p>	<p>○多車線対応 ○1 箇所につき複数埋設する必要がある。 (読み取り距離性能を上げると、指向性が強くなるため) ○設置が比較的困難 ○舗装補修時には再設置</p>	<p>○車両対応速度：60km/h 以上 ○透過性：アスファルト、雪氷路面透過 ○読取距離：50cm 以上 ○その他：車両荷重に耐えられること。 →電磁誘導方式</p>
路側添架型	<p>○路側や中央分離帯に設置された標識、照明柱、スノーポール等に添架</p> 	<p>○ID 番号 ○タグ位置のキロポスト ○上/下の別 ○車線の別 (路側/中央分離帯の別)</p>	<p>○4 車線まで対応 ○設置が比較的容易</p>	<p>○車両対応速度：60km/h 以上 ○透過性：降雨雪透過 ○読取距離：3-4m 以上 ○その他：オンメタルタイプ →電波方式 (マイクロ波)</p>
オーバーヘッド添架型	<p>○オーバーヘッド型の道路情報板、横断歩道橋、アンダーパス部、トンネル等</p> 	<p>○ID 番号 ○タグ位置のキロポスト ○上/下の別 ○車線の別</p>	<p>○多車線対応 ○設置が比較的容易 ○設置場所が限定される。</p>	<p>○車両対応速度：60km/h 以上 ○透過性：降雨雪透過 ○読取距離：4-5m 以上 ○その他：オンメタルタイプ →電波方式 (マイクロ波)</p>

## (2) GPS 補正情報の路車間通信機能としての利活用

### ■ 利活用の基本的な考え方

- GPS および路側処理装置と接続した ID タグを路側等に設置し、車両側にはアンテナ、リーダ、PC（位置特定パッケージ、ID タグの絶対位置等を格納した DB 等）の他、車速パルス、ジャイロ、GPS を搭載する。
  - GPS および路側処理装置は、絶対位置が既知である地点（例えば、照明位置等）に設置し、GPS による測位情報と照明位置情報をもとに、補正情報を作成する。
  - ID タグの ID 番号と補正情報を車両側に発信する。
  - 車両側では、車両側 GPS で計測した経緯度の情報と取得した補正情報から GPS 位置情報を補正し、このデータを位置特定パッケージに渡し、位置を特定する。
- ※補正情報を作成する機能は、車両側に配置しても良い。

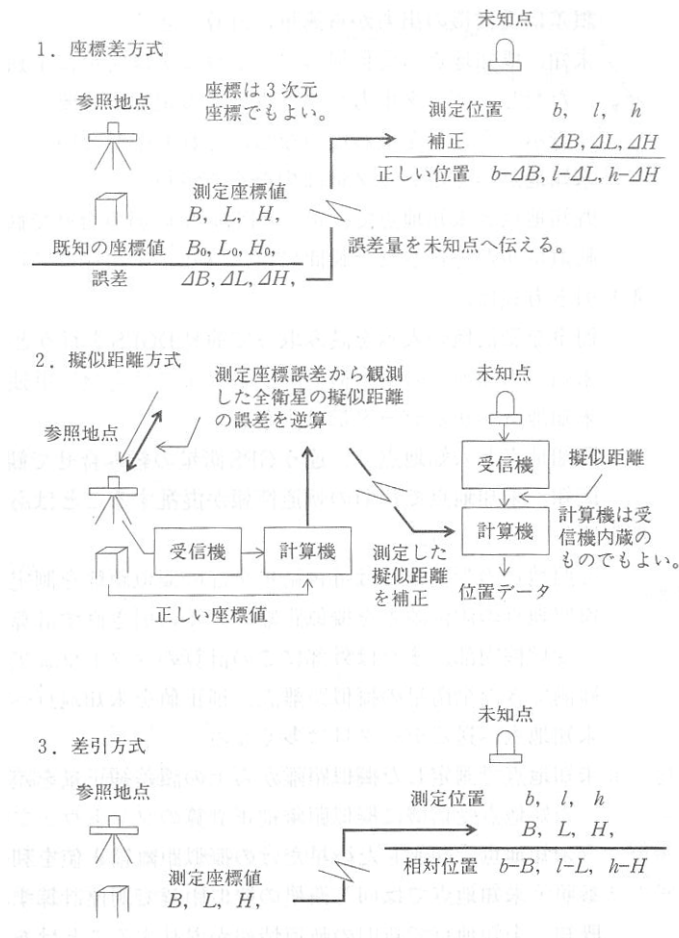


図 6-8 補正情報の算出方法

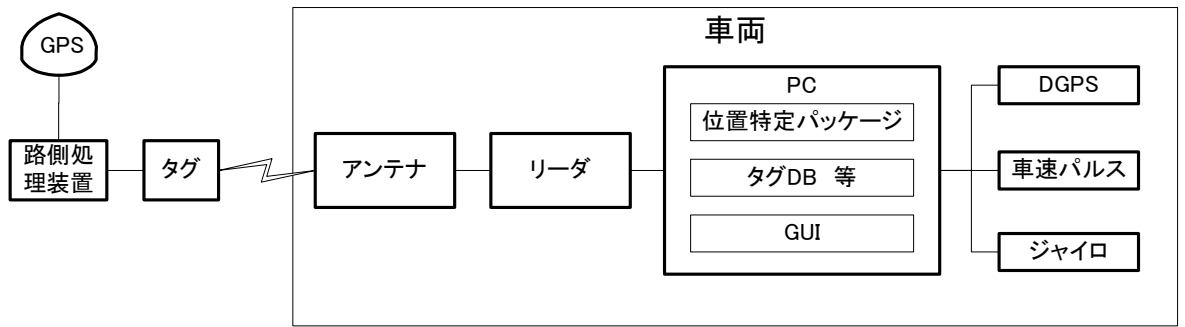


図 6-9 GPS 補正情報の路車間通信機能としての利活用を想定した場合の概略構成

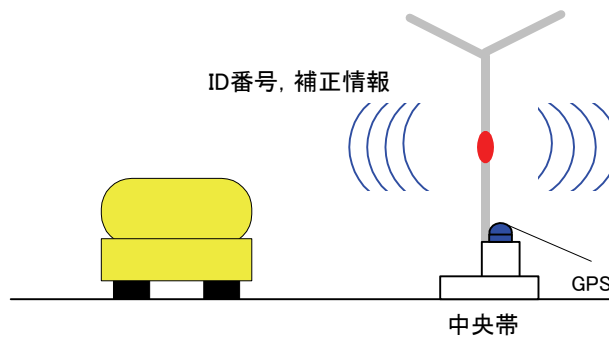


図 6-10 ID タグの設置位置