

7. ハイブリッド型位置特定技術仕様の作成

本業務において、これまで調査・検討を行ってきた位置特定手法を整理した上で、ハイブリッド型高精度位置特定技術仕様を作成した。

7.1. 高精度な位置特定手法の整理

位置特定手法を整理した上で、位置特定手法の利活用及びフィージビリティを整理した。

7.1.1. 位置特定手法の整理

(1) 位置特定手法の精度の整理

過年度における試験結果等をもとに位置特定手法の精度を整理したものを表 7-1 に示す。

なお、水色部分は、他のデータをもとに推定したものである。

表 7-1 位置特定手法の精度

NO	GPS	D-GPS	自律センサ	レーンマーカ	RFID タグ	CCD カメラ	マップマッチング	精度 (m)		摘要
								縦	横	
1	●							20-30	20-30	メーカーヒアリング等により推定
2		●						15-20	15-20	メーカーヒアリング等により推定
3		●	●					10.6	1.8	
4		●	●	●				1.4	1.5	
5		●	●	●			●	1.4	0.8	
6		●	●				●	10.6	0.9	N04, N05 より、マップマッチングによる横位置誤差推定
7		●	●		●			2.7	1.5	
8		●	●		●		●	2.7	0.8	N04, N05 より、マップマッチングによる横位置誤差を推定
9		●	●			●		5.0	1.5	

(2) 位置特定手法の適用条件の整理

前項に示した位置特定手法の適用条件を整理したものを表 7-2 に示す。

表 7-2 位置特定手法の適用条件の整理

NO	G P S	D G P S	自 律 セ ン サ	レ ー ン マ ー カ	R F I D タ グ	C C D カ メ ラ	マ ッ プ マ ッ チ ン グ	適用条件・留意事項 (位置特定精度、コスト的な要素を除く)
1	●							■ 天空の開けた場所（トンネル、アンダーパス、高架道下、ビル街、峠部等を除く箇所）→平地部
2		●						■ 天空の開けた場所→平地部 ■ FM 電波の受信地帯
3		●	●					■ 天空の開けた場所かつ FM 電波の受信地帯と天空との遮蔽地帯が混在する場所→都市部、山間部
4		●	●	●				■ 天空の開けた場所かつ FM 電波の受信地帯と天空との遮蔽地帯が混在する場所→都市部、山間部 ■ NO3 との棲み分けは、遮蔽地帯を通過する延長が長い場合や多車線における車線識別の必要性がある場合は、NO4 が適している。 ■ NO7 との棲み分けは、多車線、悪天候での使用の場合、NO4 が適している。 ■ マーカ施工時、舗装維持修繕時、供用後の路面陥没等が問題となる。 ■ コンクリート舗装では施工不可能である。
5		●	●	●			●	■ 天空の開けた場所かつ FM 電波の受信地帯と天空との遮蔽地帯が混在する場所→都市部、山間部 ■ NO4 との棲み分けは、レーンマーカ埋設ピッチが粗い場合は、NO5 が適している。
6		●	●				●	■ 天空の開けた場所かつ FM 電波の受信地帯と天空との遮蔽地帯が混在する場所→都市部、山間部 ■ NO5 との棲み分けは、2 車線の場合、NO6 が適している。
7		●	●		●			■ 天空の開けた場所かつ FM 電波の受信地帯と天空との遮蔽地帯が混在する場所→都市部、山間部 ■ NO4 との棲み分けは、RFID 敷設ピッチが粗い場合は、NO7 が適している。
8		●	●		●		●	■ 天空の開けた場所かつ FM 電波の受信地帯と天空との遮蔽地帯が混在する場所→都市部、山間部 ■ NO4 との棲み分けは、2 車線の場合やマーカ埋設が困難な場合や一時的なサービスの利用（取付・取り外しが容易なため）には NO7 が適している。
9		●	●			●		■ 天空の開けた場所かつ FM 電波の受信地帯と天空との遮蔽地帯が混在する場所→都市部、山間部 ■ 昼間、降雨雪のない場合に限定される。 ■ NO5,7,8 との棲み分けは、マーカや RFID タグの施工が困難な場合やサービスの使用頻度が少ない場合に適している。

7.1.2. 位置特定手法の利活用方法（位置特定関連サービス）の整理

(1) 対象とする車両

本検討において対象とする車両は、次に示す主要な道路維持管理作業車両とする。

- 道路維持作業車両：作業装置により作業を行う車両
 - 除雪車（凍結防止剤散布車、プラウ系除雪車、ロータリ除雪車）
 - 清掃車（路面清掃車、ガードレール清掃車）
- センシング車両：車両により自動計測作業を行う車両
 - 巡回車（高機能パトロールカー）
 - 路面空洞探査車（1次調査）

(2) 位置特定手法の利活用方法の抽出

前項で抽出した対象車両における位置特定手法の利活用方法の抽出に際しては、平成14年度に実施した「ハイブリッド型高精度位置特定のための調査検討業務」において整理した位置特定関連サービス（表7-3 参照）をもとに行った。また、これらのサービスの要求精度について整理した。

これらの整理した結果を表7-3に示す。

表 7-3 道路維持管理作業車両に係わる位置特定関連サービス

位置特定サービス	概要
作業装置操作情報提供	道路維持管理作業の正確な作業や作業装置の破損防止の実現に向けて、作業装置の操作に関する情報(作業位置、作業禁止位置、作業装置操作に関わる道路構造物)をオペレータに提供する。
作業操作補助	道路維持管理作業の正確な作業や作業装置の破損防止の実現に向けて、作業装置の操作を自動的に制御する。
作業車両の 運行情報提供	確実な施工管理や道路利用者へのリアルタイムな維持作業情報の提供の実現に向けて、作業車両の現在位置情報を道路管理者へ提供する。
作業履歴情報提供	確実な施工管理の実現や次回の作業計画に役立てるため、道路管理者へ作業履歴情報を提供する。

表 7-4 対象とする車両へ適用する位置特定関連サービス

対象車両			作業装置操作 情報提供	作業操作 補助	作業車両の 運行情報 提供	作業履歴 情報提供
道路維持 作業車両	除雪車	凍結防止剤散布車	●	●	●	●
		プラウ系除雪車	— 注 1	— 注 1	●	●
		ロータリ除雪車	— 注 1	— 注 1	●	●
	清掃車	路面清掃車	— 注 2	— 注 2	●	●
		ガードレール清掃車	— 注 2	— 注 2	●	●
センシン グ車両	巡回車(高機能パトロールカー)		—	● 注 3	—	—
	路面空洞探査車		—	● 注 3	—	—

注 1 プラウ系除雪車やロータリ除雪車における作業装置操作情報としては、車両の側方に存在する縁石等との距離情報等となるが、要求精度が厳しく、本業務で構築した位置特定手法の範囲外となるため、適用するサービスから除外した。

注 2 清掃車のブラシ等の自動制御については、絶対位置ではなく、作業装置のアーム部等に取り付けられたセンサによって計測した壁との距離により制御しているものがあるため、本検討では、適用するサービスから除外した。

注 3 センシングの場合の作業装置は、センサ機器やセンサデータを位置や時刻等のデータと関連づけて記録する装置から構成される。

(3) 利活用における位置特定要求精度の整理

前項に示した対象車両へ位置特定関連サービスを適用する際の位置特定要求精度について整理したものを表 5-5 に示す。

表 7-5 利活用における位置特定要求精度

対象車両			作業装置操作情報提供	作業操作補助 (センシング)	作業車両の 運行情報提供	作業履歴 情報提供
道路維持 作業車両	除雪車	凍結防止剤散布車	縦 10m 横 2m	縦 10m 横 2m	縦 50m 横 ^{注1}	縦 25m 横 2m
		プラウ系除雪車	—	—	縦 50m 横 ^{注1}	縦 50m 横 ^{注1}
		ロータリ除雪車	—	—	縦 50m 横 ^{注1}	縦 25m 横 ^{注1}
	清掃車	路面清掃車	—	—	縦 50m 横 ^{注1}	縦 50m 横 ^{注1}
		ガードレール清掃車	—	—	縦 50m 横 ^{注1}	縦 50m 横 ^{注1}
センシン グ車両	巡回車(高機能パトロールカー)		—	縦 5m 横 2m	—	—
	路面下空洞探査車		—	縦 5m 横 2m	—	—

注1 横方向の位置特定要求精度は、規定しない。

【位置特定要求精度の補足】

■ 凍結防止剤散布車

- 作業装置操作情報提供、作業操作補助の縦位置特定要求精度は、手動散布による誤差が 20m 程度であり、これを許容誤差と考えて設定した。また、横位置特定要求精度は、車線が識別できる程度と考えた。
- 作業車両運行情報提供の縦位置要求精度は、事務所等側で車両が現地のどこにいるか把握させる場合、現地で明確な位置を示すものは、距離標（百標）であり、0.1kp 単位で位置情報を提供できれば良いと考えた。また、横位置特定要求精度は、横位置は上下線の判別が可能な程度と考えた場合、上下位置（方向）は、進行方向でも判断可能であり、位置特定による上下判別よりも確実であると考えた。
- 作業履歴情報提供の縦位置特定要求精度は、散布計画箇所の最小区間における散布の有無が正確に分かる程度と考えた。（散布計画箇所の最小区間は、50m 程度であると想定した。）

■ プラウ系除雪車、路面清掃車、ガードレール清掃車

- 作業車両の運行情報提供は、凍結防止剤散布車と同様である。
- 作業履歴情報提供は、上記の作業は、凍結防止剤散布車と比較した場合、路線を線的に

作業するものであり、0.1kp 単位で作業を実施したかが把握できれば良いと考えた。

■ ロータリ除雪車

- 作業車両の運行情報提供は、凍結防止剤散布車と同様である。
- 作業履歴情報提供の縦位置特定要求精度は、運搬排雪作業の最小区間における作業実施の有無が正確に分かる程度と考えた。(運搬排雪作業の最小区間は、50m 程度と考えた)

■ 巡回車（高機能パトロールカー）

- 作業操作補助（センシング）の縦位置特定要求精度は、データが変化しやすい路温や路面の状態を対象とし、10m 単位でデータを収集するものと考えた。横位置特定要求精度は、車線が識別できる程度と考えた。

■ 路面下空洞探査車

- 路面下空洞探査の縦位置特定要求精度は、探査の分解能が 50cm 四方であり、これを考えた場合、位置特定要求精度は、25cm となる。しかし、路面下空洞探査は、1 次調査と 2 次調査の 2 段階に分けて実施しており、車両の行う 1 次調査により、大体の空洞の位置を把握するための調査と考えた場合、要求精度を落としても良いと考えられる。現状の路面下空洞探査車で使用している位置特定機器は、GPS+3 方向画像や D-GPS（中波ビーコン）であり、精度は、数 m 程度と考えられる。路面下空洞探査の縦位置特定要求精度は、現状と同程度と考えた。また、横位置特定要求精度は、横位置特定要求精度は、車線が識別できる程度と考えた。

7.1.3. 利活用における位置特定手法のフィージビリティの整理

利活用における位置特定手法のフィージビリティの整理として、各利活用における効果、実現可能な位置特定手法、費用について整理したものを表 7-6 に示す。

表 7-6 利活用における効果、費用、実現可能な位置特定手法の整理

利活用		効果	位置特定の組み合わせ								摘要	
サービス	対象車両 〔要求精度〕		No	G P S	D G P S	自律 センサ	レーン マーカ	R F I D タグ	C C D カメラ	マップ マッチング		参考概算費用 ^{注1} (万円)
作業装置 操作情報提供	凍結防止剤散布車 〔縦：10m、横：2m〕	車載PC画面への散布計画位置の地図表示が可能となる。これにより、散布箇所が明確になり、散布作業漏れが軽減し、作業の質の向上が期待できる。	1		●	●					90	適用条件により選 択する
			2		●	●				●	90	
			3		●	●	●				5, 120	
			4		●	●	●	●		●	5, 120	
作業操作補 助・センシン グ	凍結防止剤散布車 〔縦：10m、横：2m〕	散布操作の自動化が可能となり、これにより、ワンマン運転による人件費の削減、作業の質の向上が期待できる。	5		●	●					90	適用条件により選 択する
			6		●	●				●	90	
			7		●	●	●	●			5, 120	
			8		●	●	●	●		●	5, 120	
	巡回車 〔縦：5m、横：2m〕	精度良いセンシングが可能となり、分析結果の信頼性向上に寄与する。	9		●	●					5, 120	適用条件により選 択する
			10		●	●	●	●		●	5, 120	
			11		●	●	●		●		8, 640	
			12		●	●	●		●		8, 640	
	路面下空洞探査車 〔縦：5m、横：2m〕	精度良い1次調査が可能となり、2次調査範囲が限定されるため、2次調査に伴う交通規制時間等が減少する。	13		●	●			●		120	適用条件により選 択する
			14		●	●	●	●			5, 120	
			15		●	●	●	●		●	5, 120	
			16		●	●	●		●		8, 640	
作業車両の 運行情報提 供	凍結防止剤散布車、ブラウ系除雪車、ロータリ除雪車、路面清掃車、ガードレール清掃車 〔縦：50m〕	道路管理者における維持作業車両の現在位置の把握が可能となり、確実な施工管理が可能となる。また、道路利用者へのリアルタイムな通行規制情報提供が可能となり、サービス向上に寄与する。	17		●	●	●			●	8, 640	他の手法でも良い。
			18	●							35	
			19		●	●					90	
			20		●	●				●	90	
作業履歴 情報提供	凍結防止剤散布車 〔縦 25m、横：2m〕	道路管理者における維持作業車両の明確な作業箇所の把握が可能となり、確実な施工管理が可能となる。また、作業履歴は、次回出動計画の参考となり、適切な作業計画の立案が可能となり、道路の質の向上に寄与する。	21		●	●	●	●			5, 120	適用条件により選 択する
			22		●	●	●	●			5, 120	
			23	●							35	

注1 位置特定パッケージに関連する機器のみを計上。地図データ整備費用、機器取付・調整費用は含めていない。

表 7-7 位置特定手法の概算費用内訳

組み合わせ								費用		
NO	G P S	D G P S	自律センサ	レーンマーカ	R F I D タグ	C C D カメラ	マップマッチング	車載器購入	インフラ整備	合計
1	●							35	－	35
2		●						35	－	35
3		●	●					90	－	90
4		●	●	●				120	5,000	5,120
5		●	●	●			●	120	5,000	5,120
6		●	●				●	90	－	90
7		●	●		●			140	8,500	8,640
8		●	●		●		●	140	8,500	8,640
9		●	●			●		120	－	120

表 7-8 インフラ整備概算費用内訳

名称	単価（万円/個）	数量（個）	費用（万円）	合計	摘要
レーンマーカ	0.5	5,000	2,500	5,000	長岡実績
レーンマーカ設置工事	0.5	5,000	2,500		長岡実績
RFID タグ	1.5	5,000	7,500	8,500	昨年度実績
RFID タグ設置工事	0.2	5,000	1,000		想定

注 1 数量は次のように想定した。

- ・ 1 事務所延長は、200km（2 車線：150km、4 車線：50km）
- ・ レーンマーカ、RFID タグは、車線毎に 100m に 1 箇所設置

表 7-9 車載器概算費用内訳

組み合わせ								必要機器		
NO	GPS	DGPS	自律センサ	レーンマーカ	RFIDタグ	CCDカメラ	マップマッチング	名称	単価 (万円)	1台あたり費用 (万円)
1	●							GPS	5	35
								PC等	30	
2		●						D-GPS	5	35
								PC等	30	
3		●	●					D-GPS	5	90
								PC等	30	
								3軸ジャイロ	50	
								カウンタ検出器	5	
4		●	●	●				D-GPS	5	120
								PC等	30	
								3軸ジャイロ	50	
								カウンタ検出器	5	
								レーンマーカセンサ	30	
5		●	●	●			●	D-GPS	5	120
								PC等	30	
								3軸ジャイロ	50	
								カウンタ検出器	5	
								レーンマーカセンサ	30	
6		●	●				●	D-GPS	5	90
								PC等	30	
								3軸ジャイロ	50	
								カウンタ検出器	5	
7		●	●		●			D-GPS	5	140
								PC等	30	
								3軸ジャイロ	50	
								カウンタ検出器	5	
								RFIDアンテナ	50	
8		●	●		●		●	D-GPS	5	140
								PC等	30	
								3軸ジャイロ	50	
								カウンタ検出器	5	
								RFIDアンテナ	50	
9		●	●			●		D-GPS	5	120
								PC等	30	
								3軸ジャイロ	50	
								カウンタ検出器	5	
								CCDカメラ	30	

注 その他、取付け調整費等が必要

7.2. 高精度な位置特定手法のとりまとめ

高精度な位置特定手法のとりまとめとして、前節までの検討結果をもとに、利活用方法及び適用条件を考慮した位置特定手法選定フローを整理したものを図 7-1 に示す。

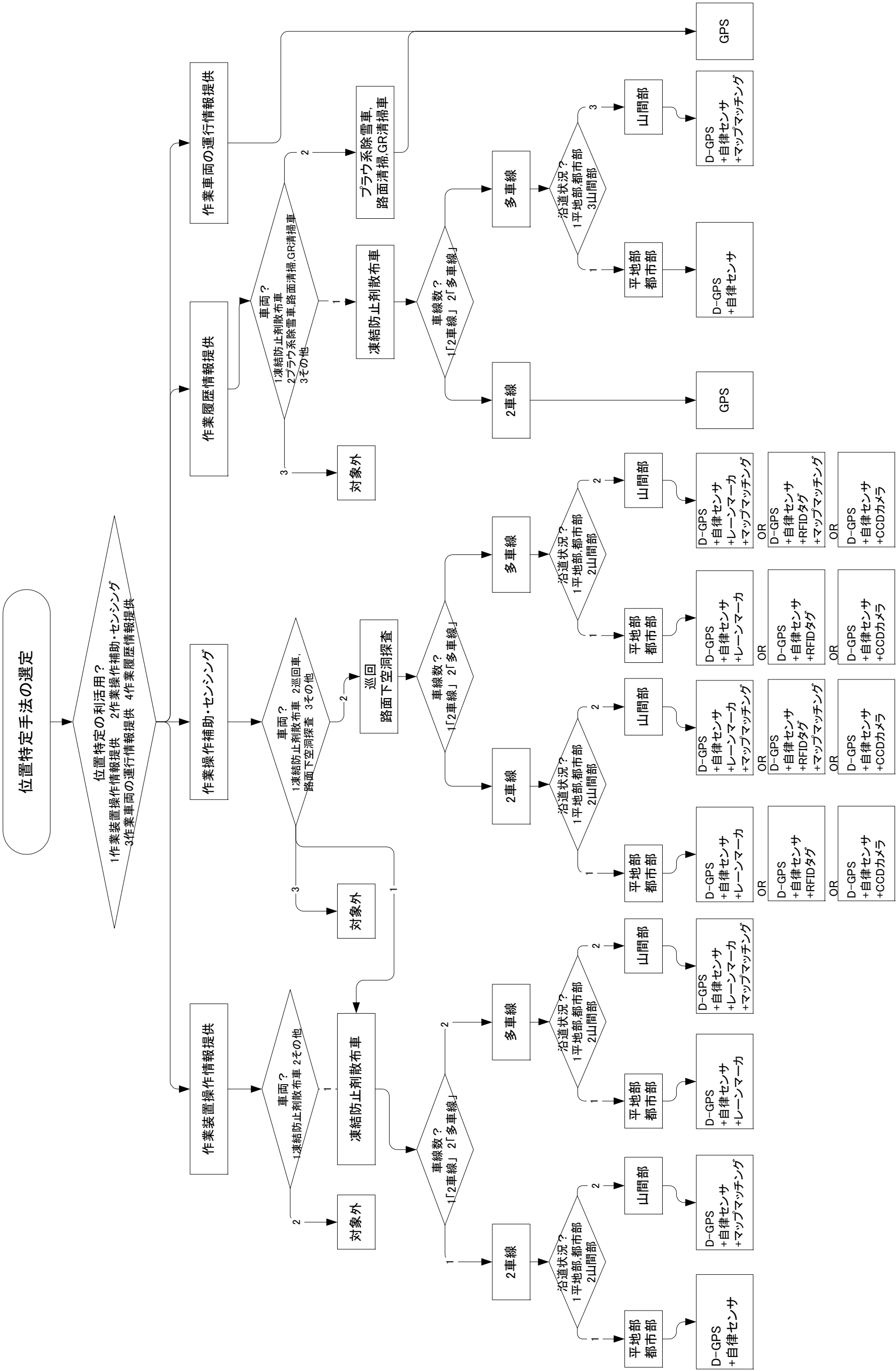


図 7-1 位置特定手法選定フロー

7.3. ハイブリッド型高精度位置特定技術仕様の作成

前節までの結果を踏まえて、ハイブリッド型高精度位置特定技術仕様を作成した。(別添資料 16 参照)

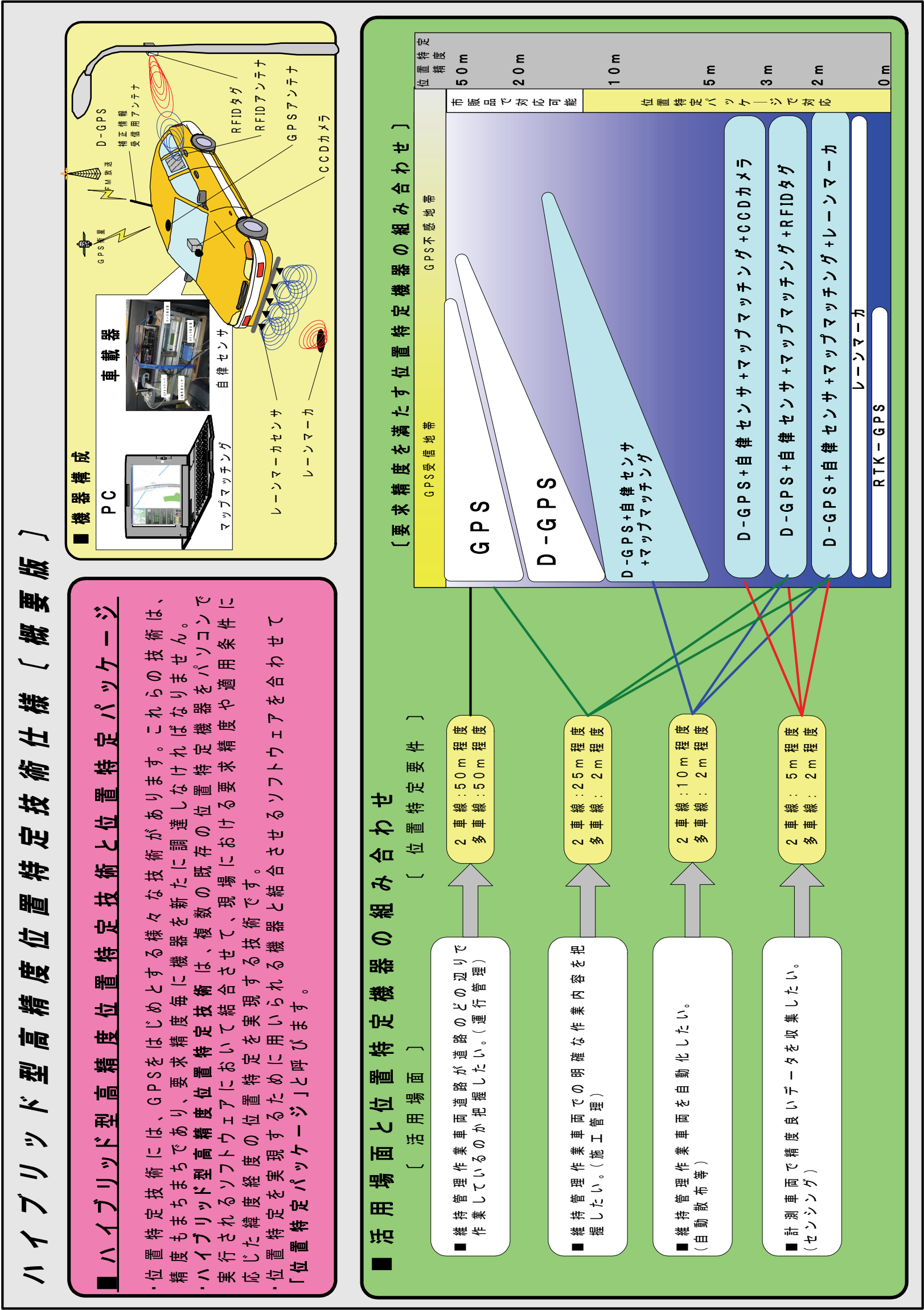


図 7-2ハイブリッド型高精度位置特定技術仕様