

## 4.2. 操作支援システムの製作

### 4.2.1. 操作支援システムの基本設計

#### (1) 適用範囲

本節は、散布操作支援システムにおける基本設計についてのみ記載するものとする。

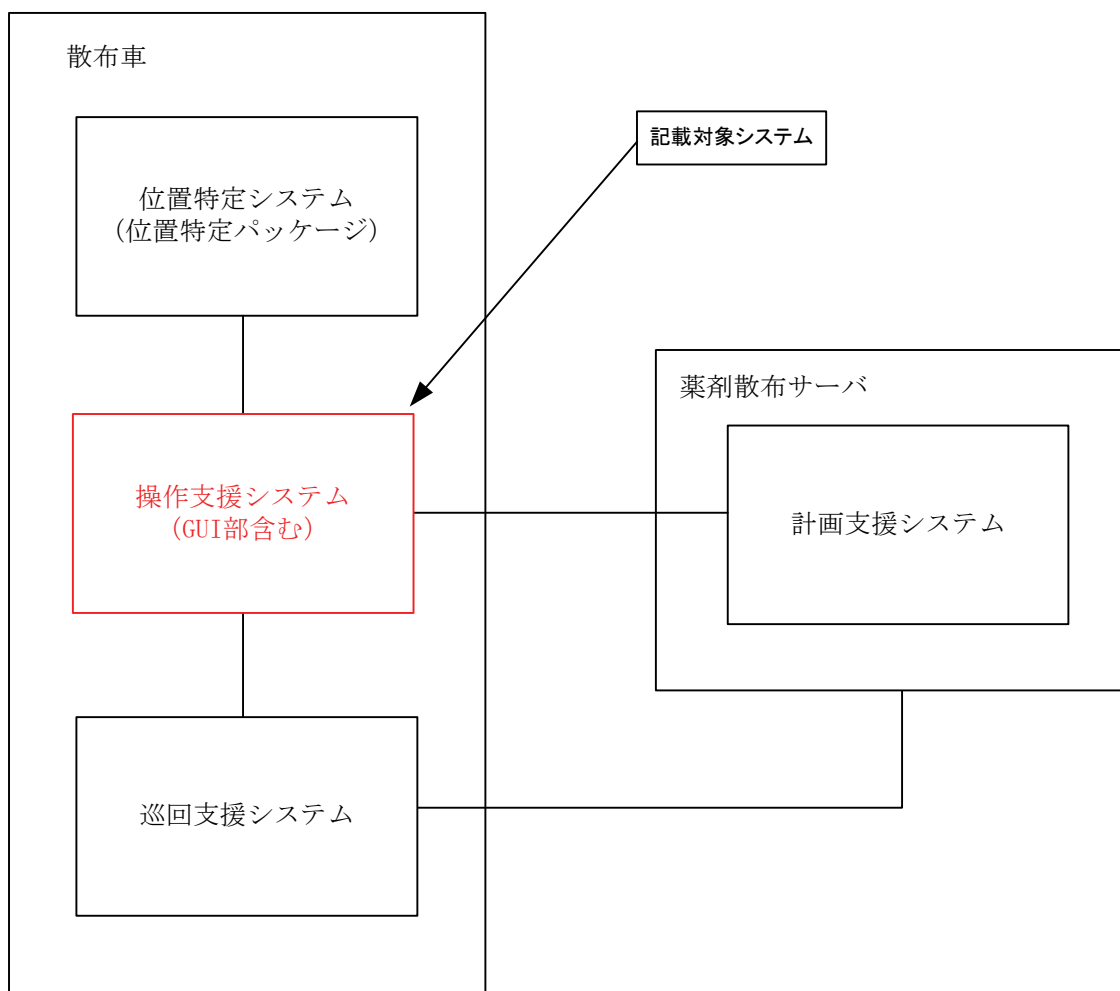


図 4-3 記載範囲

## (2) 要件定義の確認

本システム全体における要件を以下のユースケース図に示す。

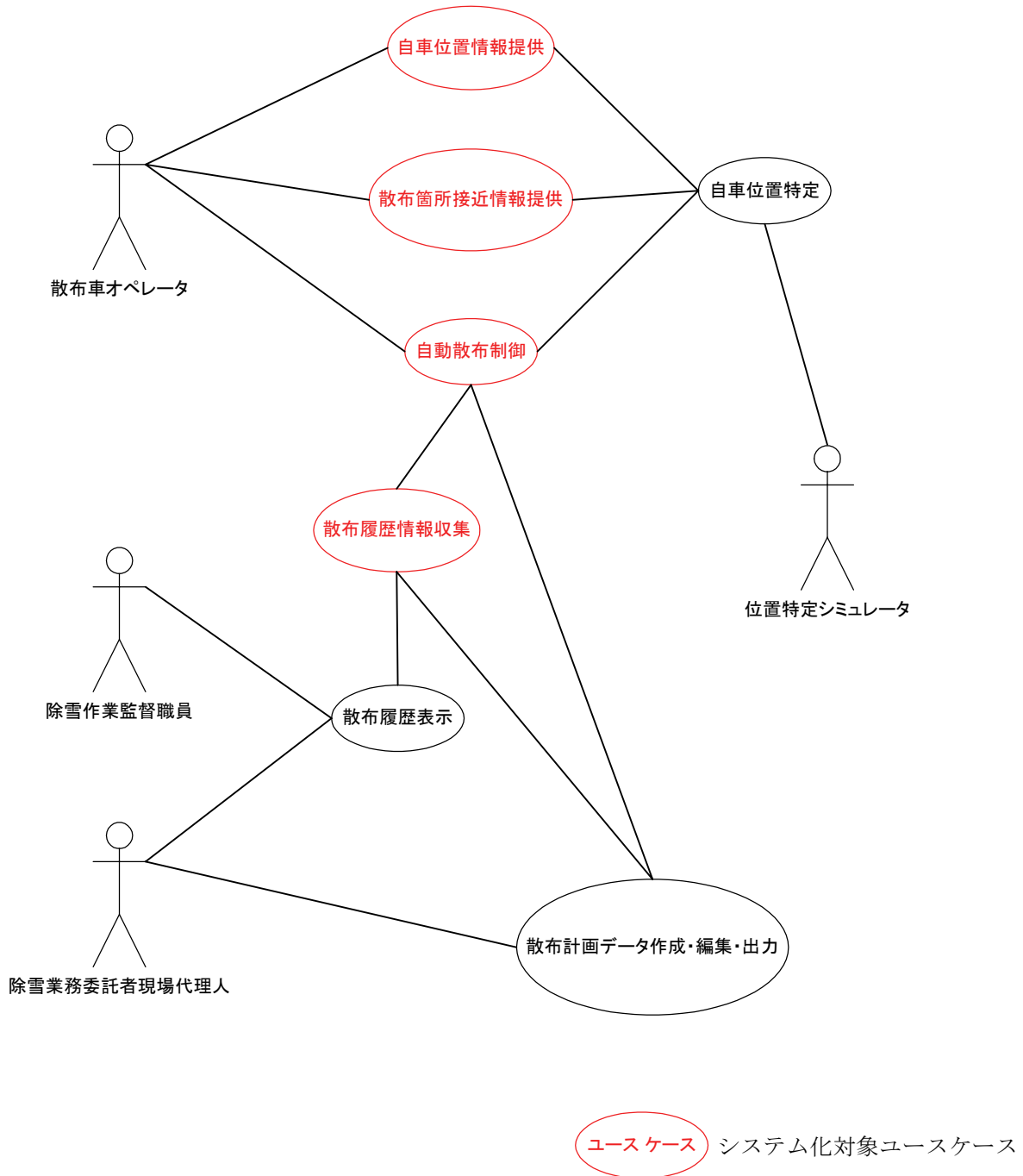


図 4-4 システム全体ユースケース図

## (3) システム全体構成

システムの全体構成および処理の流れを以下に示す。

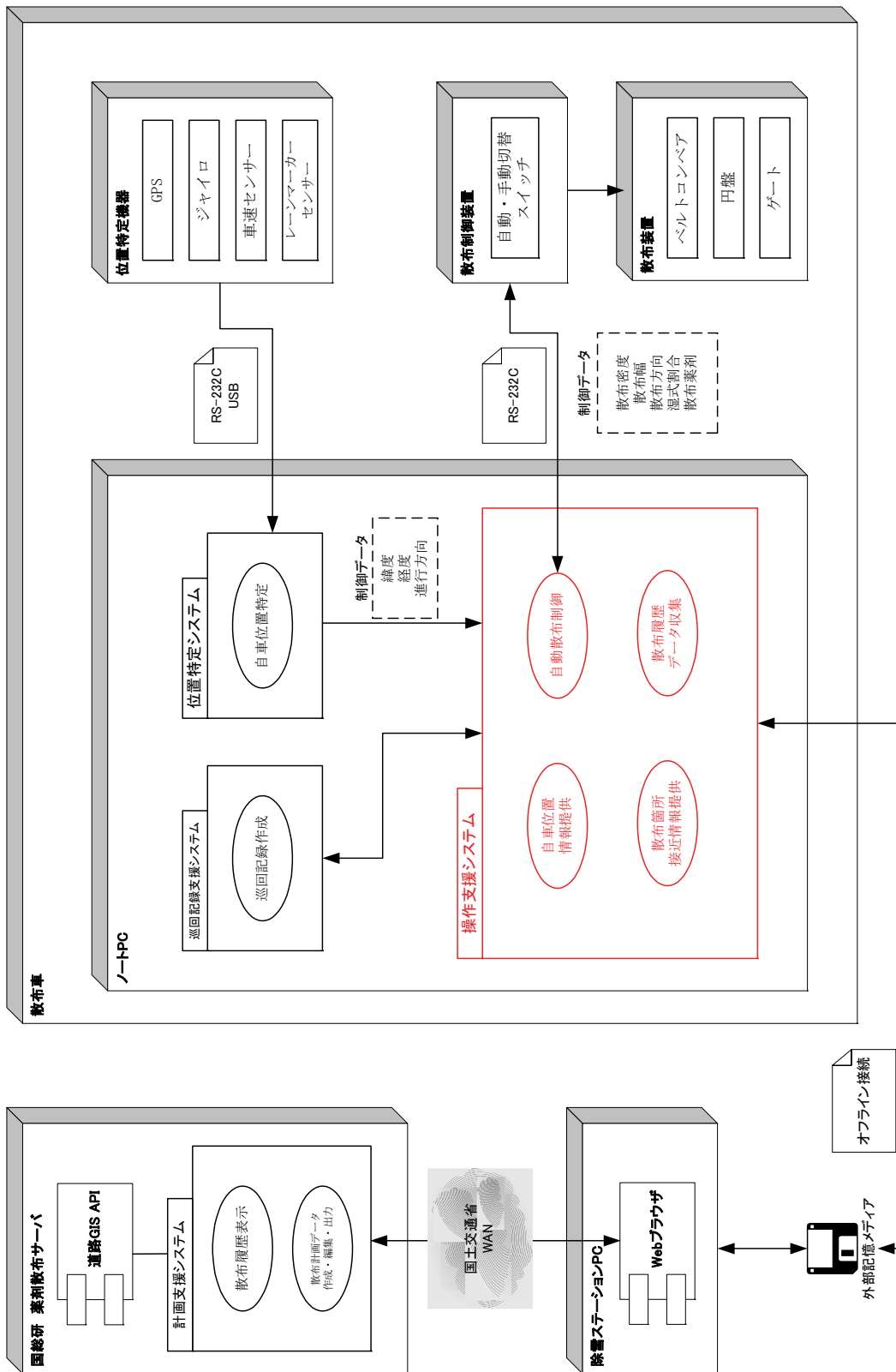


図 4-5 システム全体構成図

#### (4) 機能設計

システムとして必要な機能を詳細化したために、各ユースケースをさらに詳細化した。詳細化した機能を表 4-6 に示す。

表 4-6 システムに必要な機能

機能	詳細機能	機能概要	
散布操作支援	自車位置情報提供	道路地物検出機能	自車位置周辺の道路地物等を検出する機能。
		自車位置情報提供機能	自車位置周辺の道路地物等の位置情報をオペレータに提供する機能。
	散布箇所接近情報提供	散布制御変更箇所検出機能	自車両と接近した散布制御変更箇所を検出する機能。
		散布制御変更箇所の位置情報提供機能	散布制御変更箇所の存在をオペレータに注意喚起する機能。
	自動散布制御	散布制御変更箇所検出機能	自車両が散布制御変更箇所に存在するかを検出する機能。
		自動散布機能	散布計画データに基づいて散布装置を自動的に制御する機能。
	散布履歴情報収集	散布履歴情報収集機能	散布履歴情報を収集する機能。

#### ■ 自車位置情報提供機能

自車位置情報提供機能は、予め登録しておいた道路地物を検索し、画面地図上にその位置を表示するとともに、その地物までの距離を画面上に表示する機能（道路地物検出機能）およびカーナビゲーションのように自車の現在位置を画面地図上に表示（自車位置情報提供機能）するものである。機能の制約としては、以下とする。

検索対象地物の変更が容易なこと

エリア広域を簡易表示する全体地図と、現在位置を中心として周辺を詳細に表示する2つの地図画面を有すること

自車位置を表示する詳細地図はヘディングアップ機能を持たせること

詳細地図には道路 GIS データを用いることとし、他の市販地図にも対応可能なこと

詳細地図は、拡大・縮小が可能なこと

詳細地図に表示する地物は表示切替えが可能なこと

なお、ヘディングアップ機能には、位置特定システムから得られる自車の進行方向をもとに地図を回転させることによって実現する。このため、背景地図として利用できる地図データの形式はベクターデータ型の地図の使用に限定する。

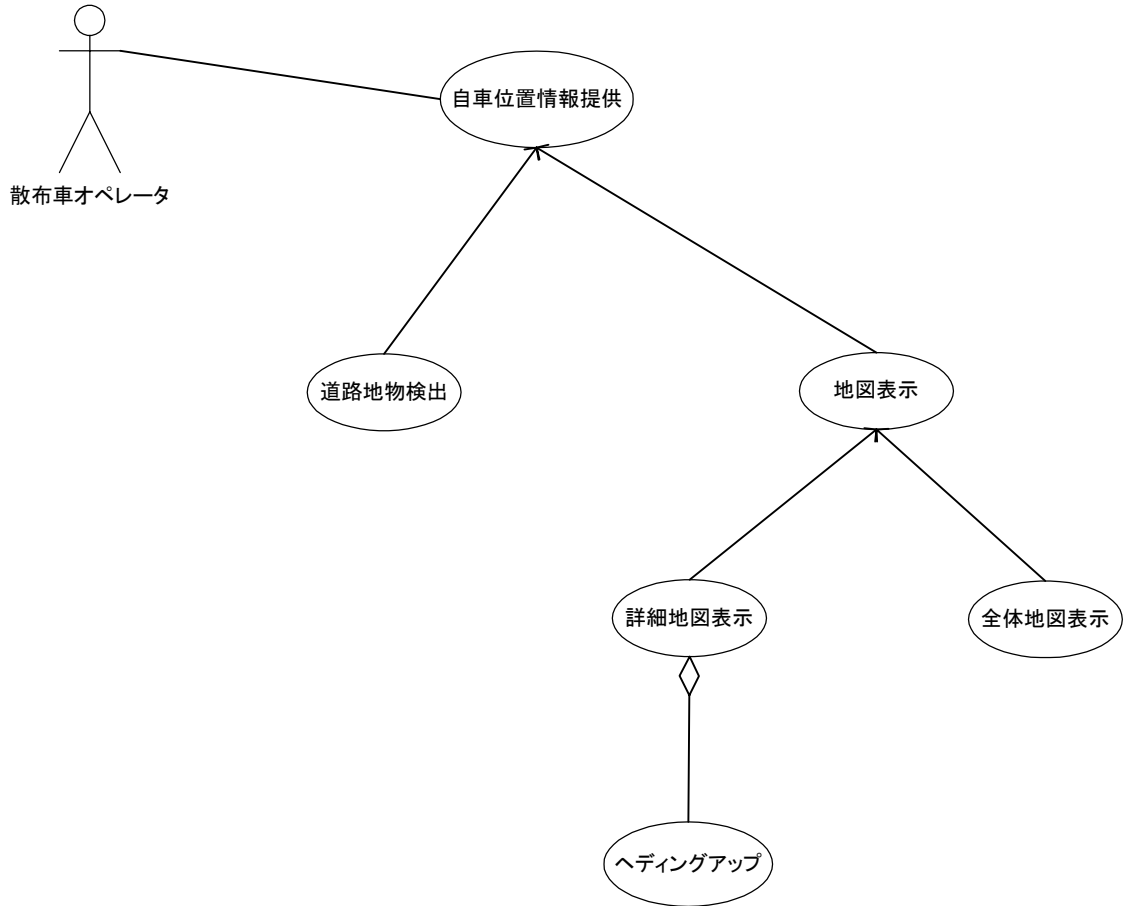


図 4-6 自転車位置情報提供 詳細ユースケース図

表 4-7 自転車位置情報提供 ユースケースシナリオ

ユースケース	自転車位置情報提供	主アクタ	散布車オペレータ
事前条件	<p>操作支援システムが起動され、背景地図、道路 GIS および表示設定ファイルが読み込まれていること。</p> <p>散布車の発進箇所は、除雪ステーションとする。</p>		
メインフロー	<p>散布車オペレータは、画面上の「開始」ボタンを押す。</p> <p>散布車オペレータは、散布車を発進する。</p> <p>本システムは、位置特定パッケージより、緯度、経度、進行方向方位角を取得する。</p> <p>本システムは、緯度、経度より地図の表示位置を算出し、進行方向方位角に合わせて地図を回転し、表示する。</p> <p>設定ファイルに予め設定された検索地物情報に従い地物を検索し、現在走行中の車線上で最も近い地物の名称とその地物までの距離を表示する。また、地図上に地物の箇所を点滅して表示する。</p> <p>設定ファイルに予め設定された表示周期で、地図を表示する。</p> <p>2 から 4 の処理を繰り返す</p> <p>散布車オペレータは、地図の表示範囲を変更するため、「拡大」または「縮小」ボタンを押す：例外処理 1</p> <p>散布車オペレータは、表示する地物を変更するため、「表示変更」ボタンを押す：例外処理 2</p> <p>散布車オペレータは、散布車を停止する。</p> <p>散布車オペレータは、画面上の「停止」ボタンを押して、本システムを終了する。</p>		
事後条件	<p>散布車の停止箇所は、除雪ステーションとする。</p>		
例外フロー	<p>例外処理 1：本システムは、設定ファイルに予め設定された拡大・縮小率で背景地図を拡大・縮小して表示する。</p> <p>例外処理 2：本システムは、設定ファイルに予め設定された表示地物設定の地物表示情報設定ウィンドウを表示し、散布車オペレータが変更した設定情報に従って地物の表示・非表示を切り替え地図を表示する。</p>		

# 地物検索機能

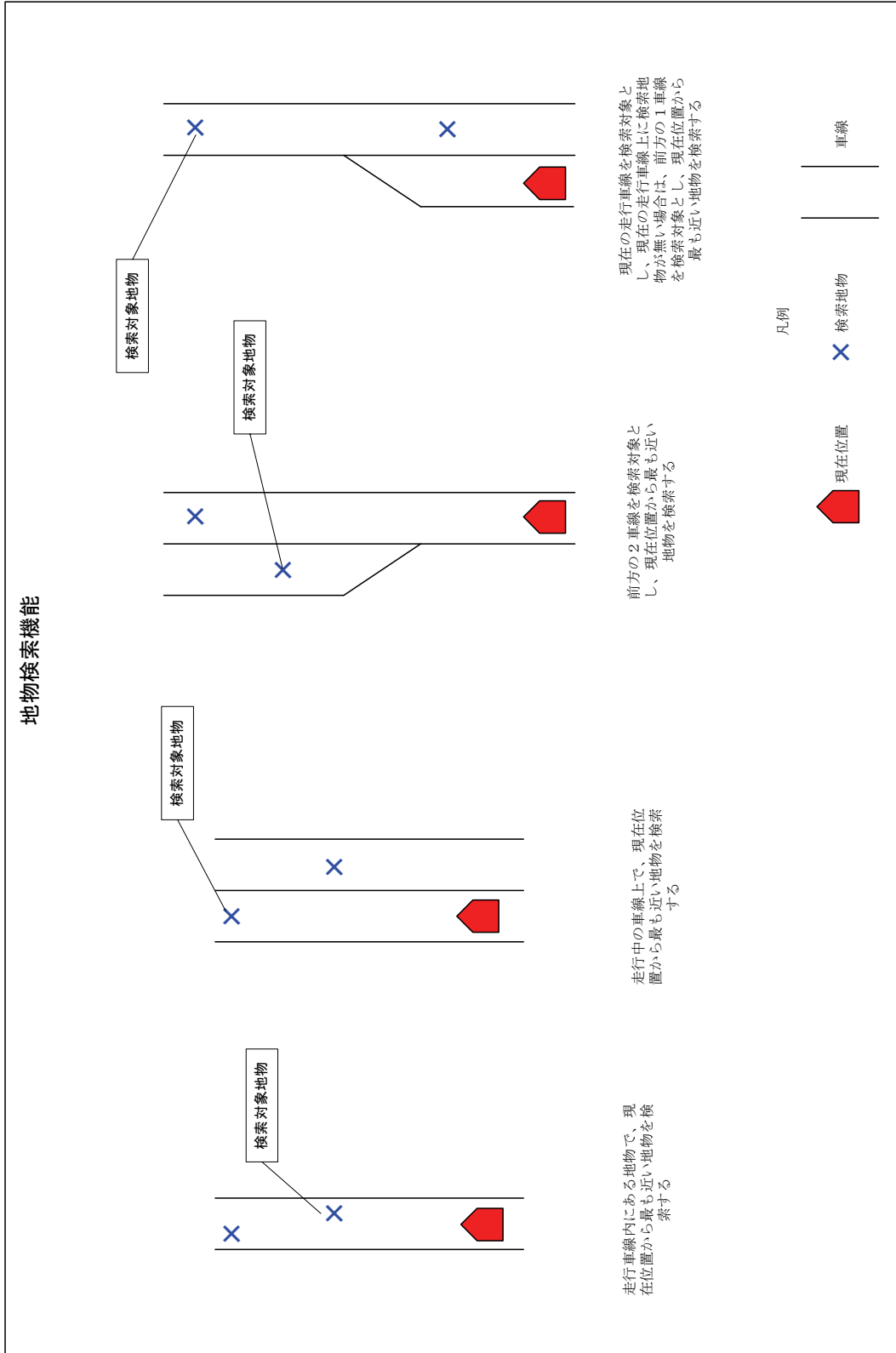


図 4-7 地物検索機能

# 地物検索アルゴリズム

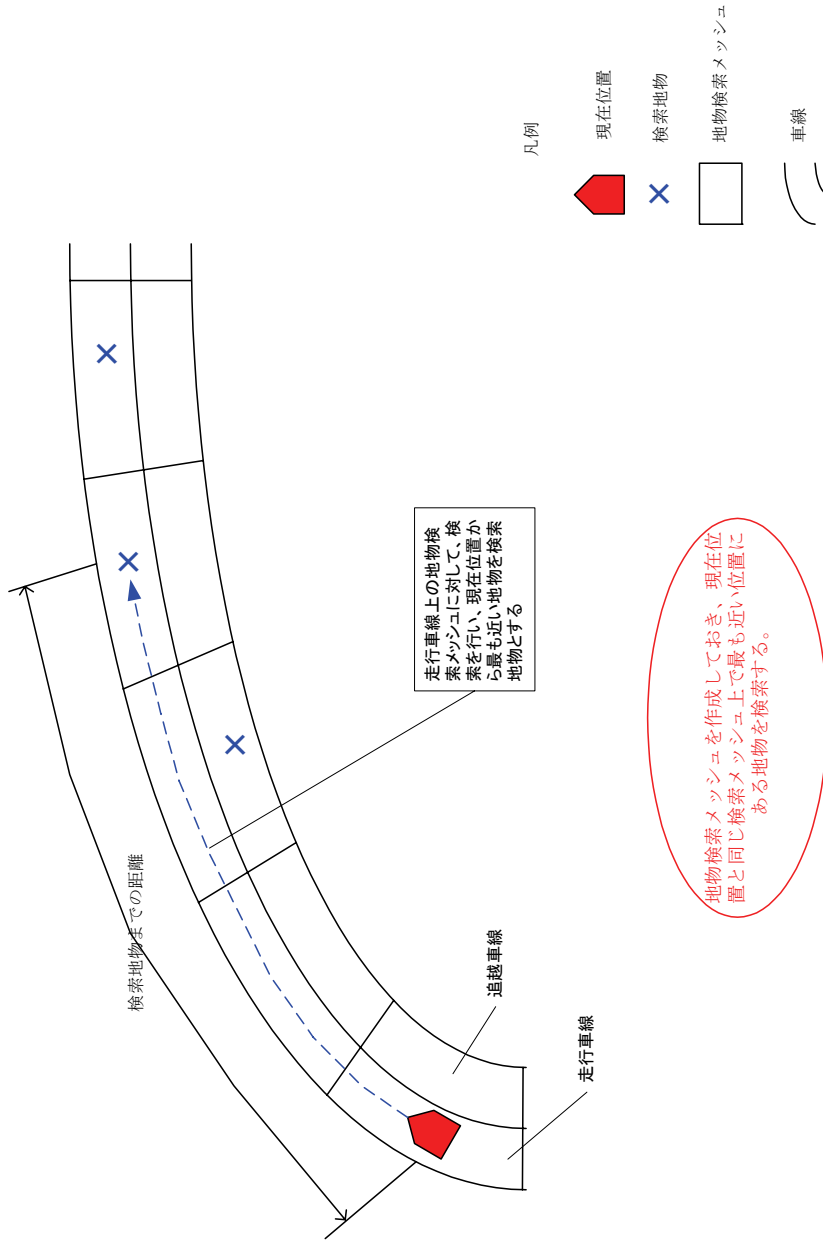


図 4-8 地物検索アルゴリズム



## ■ 散布箇所接近情報提供機能

散布箇所接近情報提供機能は、散布開始位置や散布停止位置、散布量や散布幅などの散布情報が変わる地点などの散布条件が変更する箇所の検索を行うものである。機能の制約としては、以下とする。

散布変更箇所までの距離を表示する

散布情報変更時には、音声（ビープ音）で知らせる

散布予定箇所を地図画面上に表示する

散布済箇所を地図上に表示する

散布変更位置検索アルゴリズムを図 2-15 に、音声案内イメージを図 2-16 に示す。

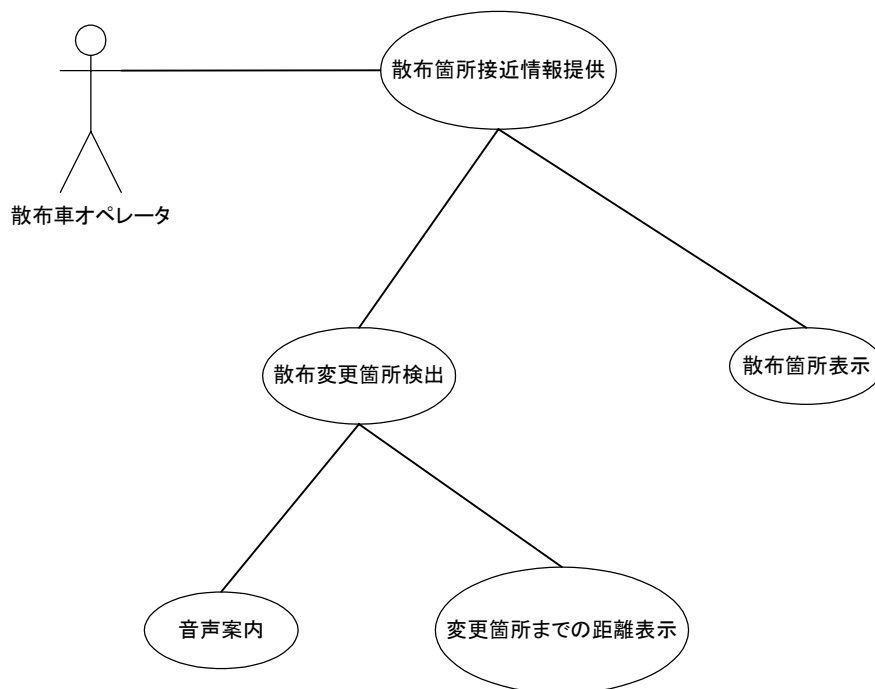


図 4-9 散布箇所接近情報提供 詳細ユースケース図

表 4-8 散布箇所接近情報提供 ユースケースシナリオ

ユースケース	散布箇所接近情報提供	主アクタ	散布車オペレータ
事前条件	<p>散布制御用のデータが作成され、PC内あるいは、外部記憶装置に記録されていること。</p> <p>散布車オペレータの名前が、本システムに登録されていること。</p> <p>散布車の発進箇所は、除雪ステーションとする。</p>		
メインフロー	<p>散布車オペレータは、システムを起動する。</p> <p>散布車オペレータは、作業者名選択画面画面が表示されるので、自分の名前を選択する。</p> <p>散布車オペレータは、散布計画ファイル選択画面が表示されるので、これから散布制御する散布計画ファイルを選択する（例外処理1）。</p> <p>散布車オペレータは、画面上の「開始」ボタンを押す。</p> <p>散布車オペレータは、散布車を発進する。</p> <p>本システムは、現在位置より、散布箇所の検索を行い、現在の散布状況により、「散布開始まで」「散布変更まで」「散布停止まで」の表示を切り換え、その地点までの距離を表示する（例外処理2）。</p> <p>本システムは、散布の制御情報が開始または停止、変更になった時点で、音声（ビーブ音）のより散布車オペレータに散布制御変更を知らせる。</p> <p>散布車オペレータは、散布車を停止する。</p> <p>散布車オペレータは、画面上の「停止」ボタンを押して、本システムを終了する。</p>		
事後条件	<p>散布車の停止箇所は、除雪ステーションとする。</p>		
例外フロー	<p>例外処理1：設定ファイルに予め設定された散布計画ファイル格納ディスク（コンパクトフラッシュ等の外部記憶装置）が存在しない場合は、格納ディスクの挿入を促すメッセージを表示して、格納ディスクの挿入を待つ。</p> <p>例外処理2：走行中の車線上に、散布箇所が存在しないまたは全て散布済みの場合には、何も表示しない。</p>		

# 散布制御アルゴリズム

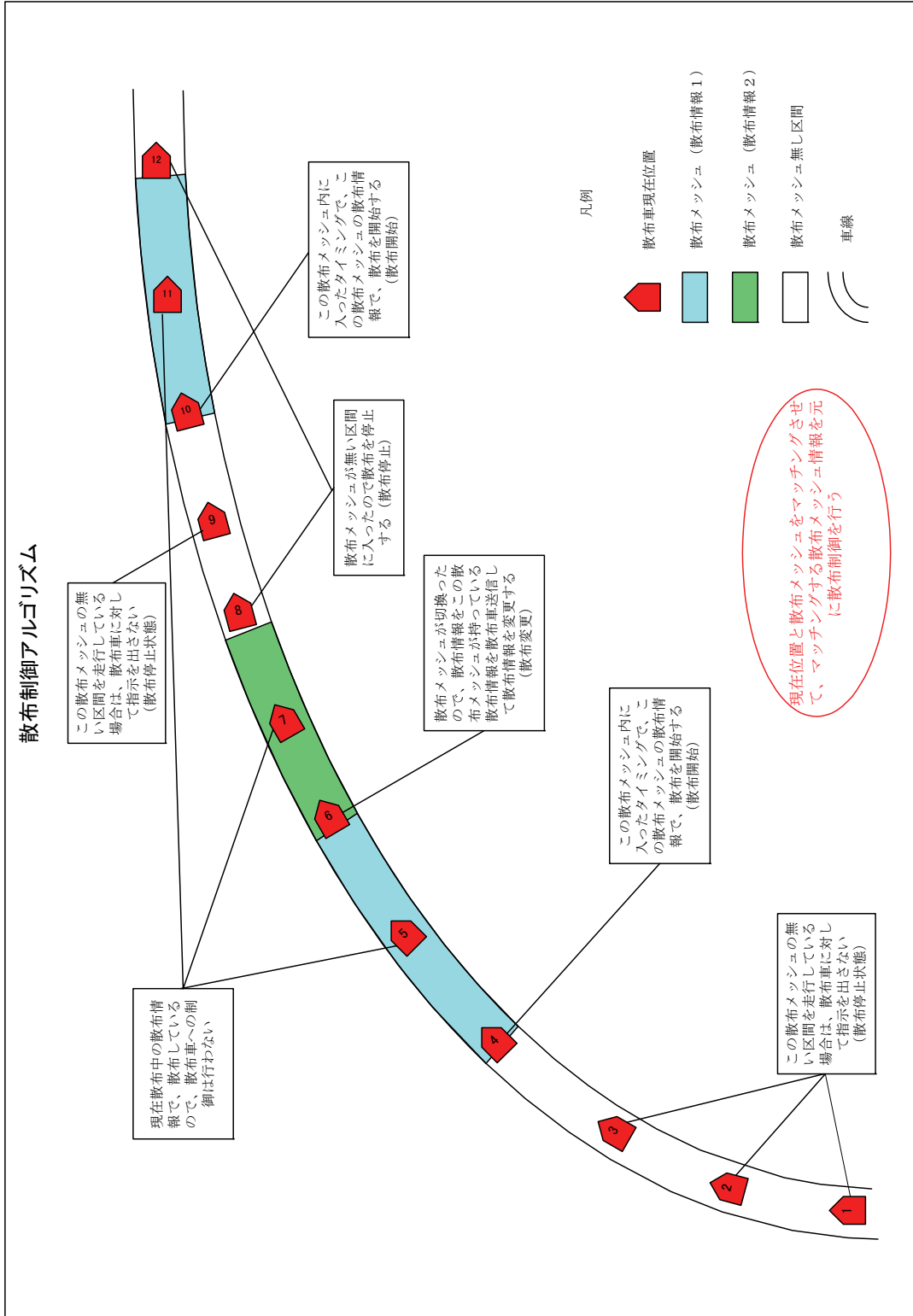


図 4-10 散布変更位置アルゴリズム

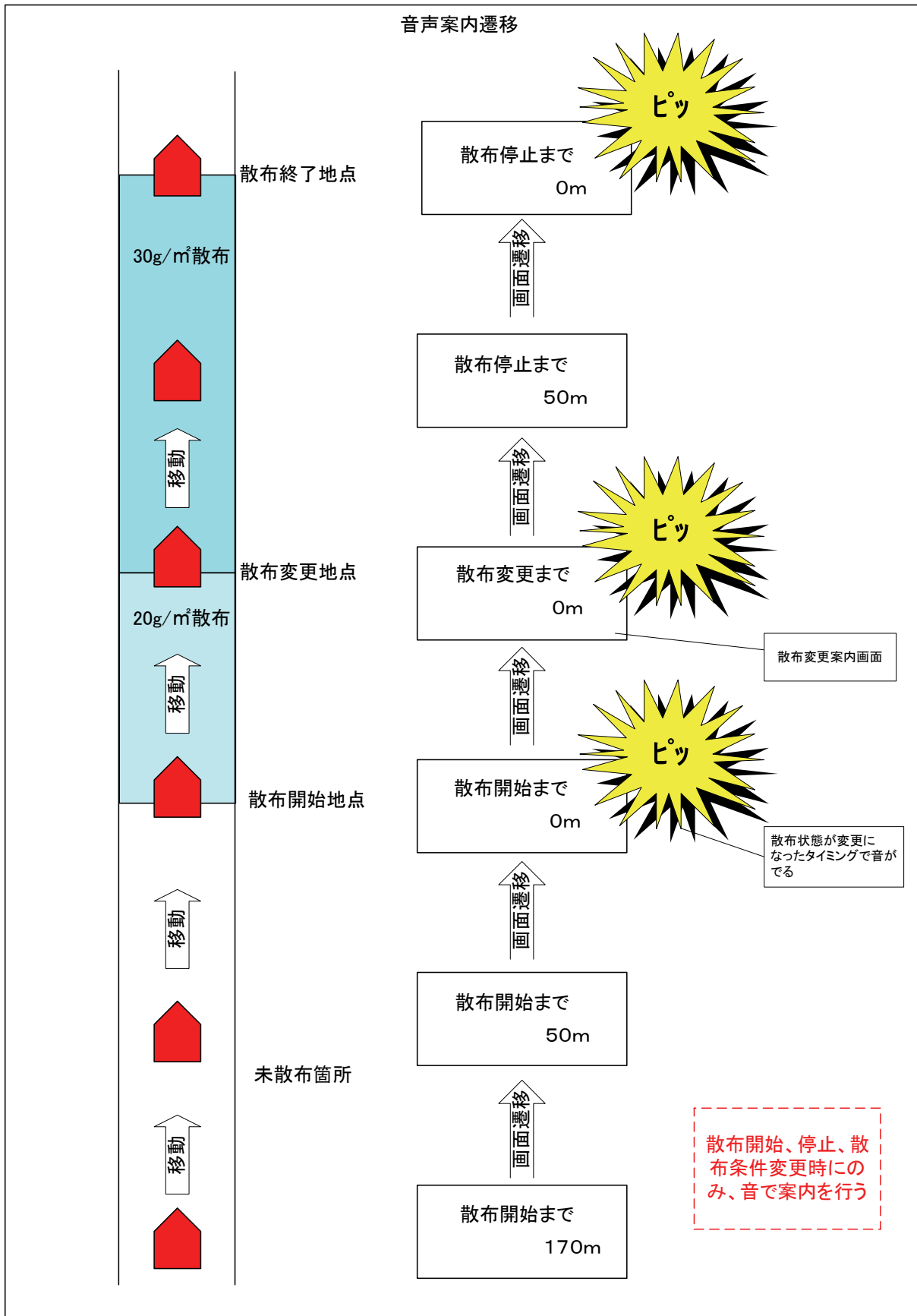


図 4-11 音声案内イメージ

## ■ 自動散布制御機能

自動散布制御機能は、散布計画支援システムによって作成された作業計画ファイルを利用して、散布装置の自動制御を行うものである。機能の制約としては、以下とする。

散布制御ファイルに従って、散布の ON、OFF を自動的に切り替える

散布制御ファイルに従って、散布量や散布幅などの散布情報を自動的に切り替える

使用する散布制御ファイルを使い分けることにより、散布制御を変更することができる

散布制御ファイルを散布途中で切り替える

散布制御アルゴリズムを図 2-18 に、散布制御対応パターンを図 2-13～図 2-16 に、散布条件切替パターンを図 2-19 に、未対応機能を図 2-18 に示す。

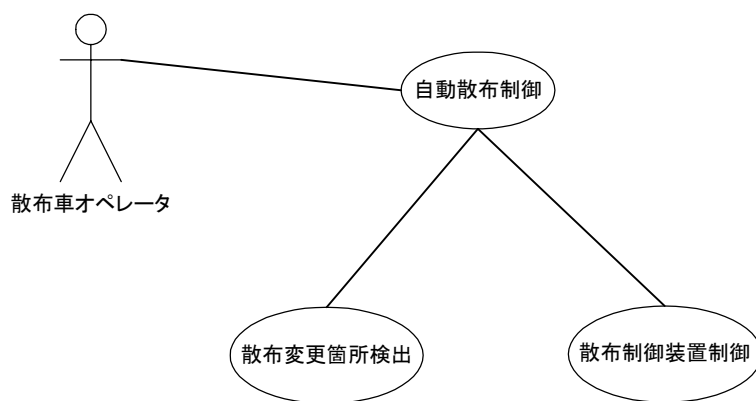


図 4-12 自動散布制御 詳細ユースケース図

表 4-9 自動散布制御機能 ユースケースシナリオ

ユースケース	自動散布制御機能	主アクタ	散布車オペレータ
事前条件	<p>操作支援システムが起動され、散布計画ファイル選択画面が表示されていること。</p> <p>散布制御用のデータが作成され、PC 内あるいは、外部記憶装置に記録されていること。</p> <p>散布車の発進箇所は、除雪ステーションとする。</p>		
メインフロー	<p>散布車オペレータは、散布計画ファイル選択画面が表示されるので、これから散布制御する散布計画ファイルを選択する（例外処理1）。</p> <p>散布車オペレータは、画面上の「開始」ボタンを押す。</p> <p>散布車オペレータは、散布車を発進する。</p> <p>本システムは、現在位置と散布計画ファイルによる散布箇所により、散布箇所箇所かどうかの判断を行い、散布開始、停止、変更の処理を行う。</p> <p>本システムは、散布中の情報（自動・手動の区別、散布量、散布幅）を画面上に表示する。</p> <p>散布車オペレータは、走行途中で、最初に選択した散布計画を変更する必要があるため、散布計画ファイルを変更する（例外処理2）。</p> <p>散布車オペレータは、散布車を停止する。</p> <p>散布車オペレータは、画面上の「停止」ボタンを押して、本システムを終了する。</p>		
事後条件	<p>散布車の停止箇所は、除雪ステーションとする。</p>		
例外フロー	<p>例外処理1：設定ファイルに予め設定された散布計画ファイル格納ディスク（コンパクトフラッシュ等の外部記憶装置）が存在しない場合は、格納ディスクの挿入を促すメッセージを表示して、格納ディスクの挿入を待つ。</p> <p>例外処理2：散布車オペレータは、「停止」ボタンを押し、散布計画ファイルを再度選択してから「開始」ボタンを押す。本システムは、新たな散布制御ファイルに従って散布制御を行う。</p>		

# 散布変更位置検索アルゴリズム

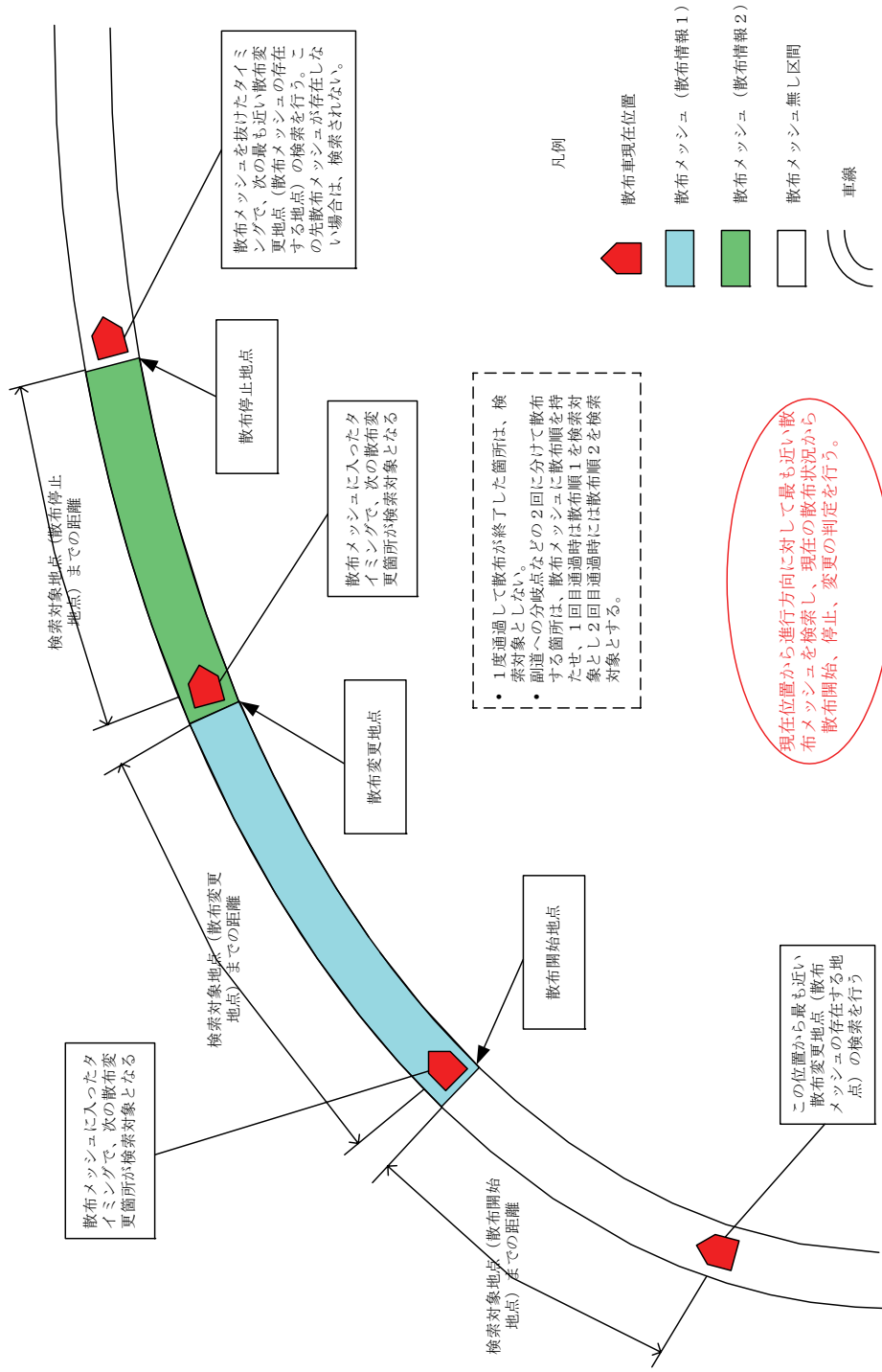


図 4-13 散布制御アルゴリズム

散布制御対応パターン（その1）

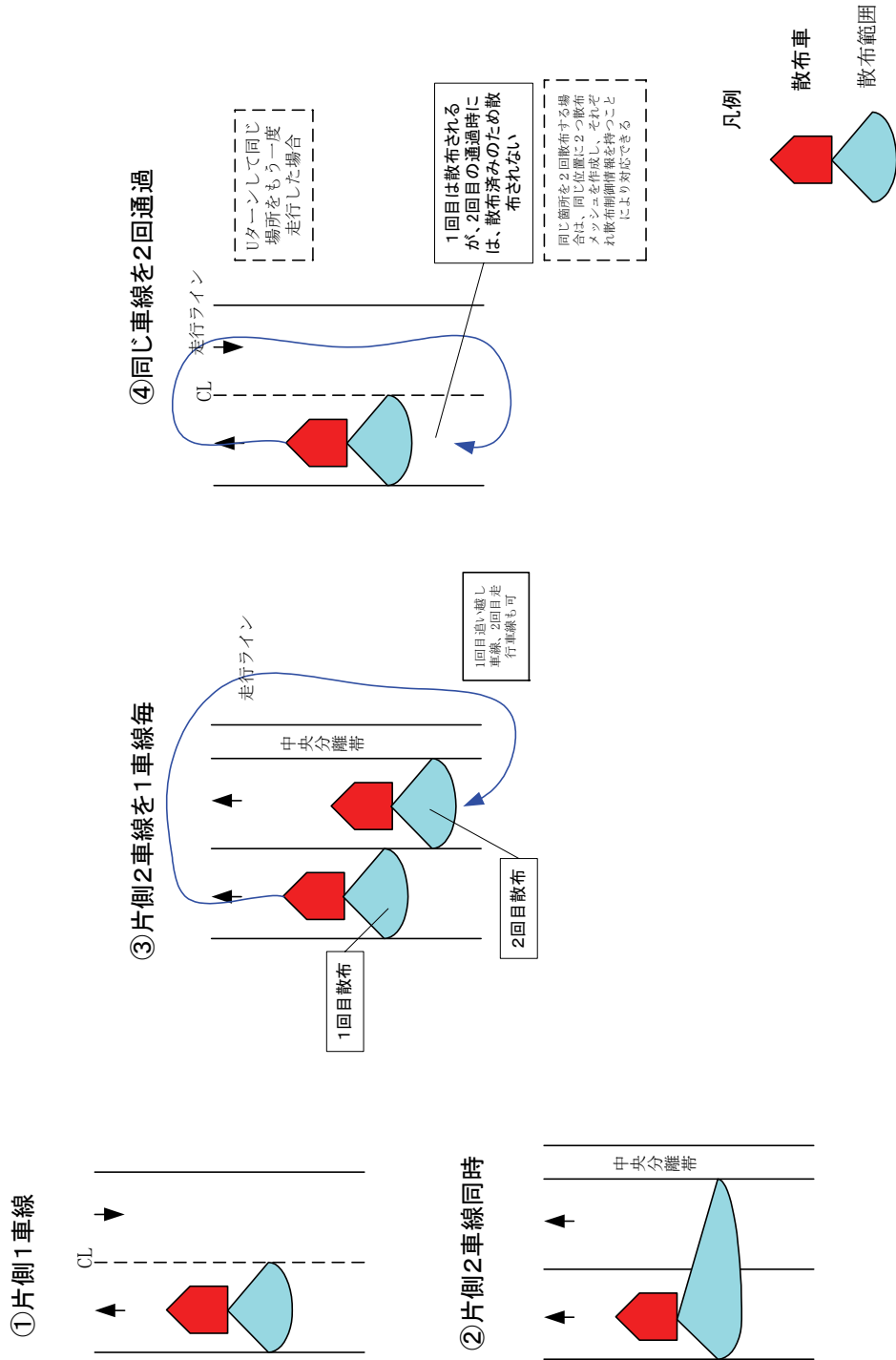
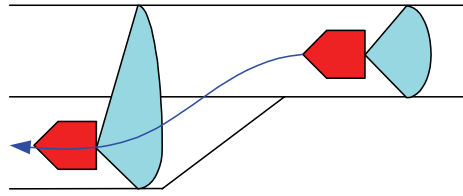


図 4-14 散布制御対応パターン（その1）



散布制御対応パターン（その2）

⑤ 片側1車線から2車線へ拡大



⑥ 2車線へ拡大時に1車線毎

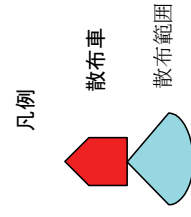
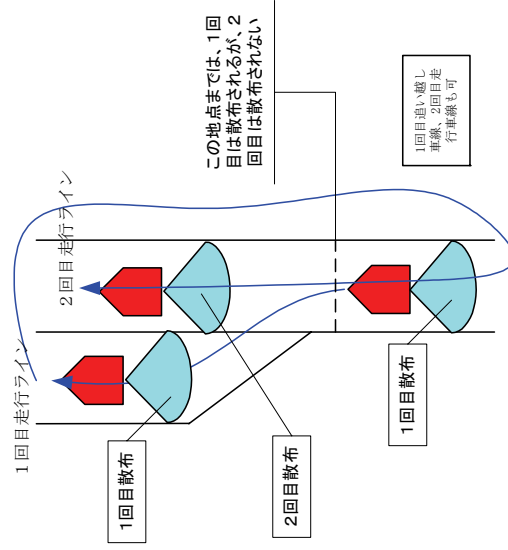
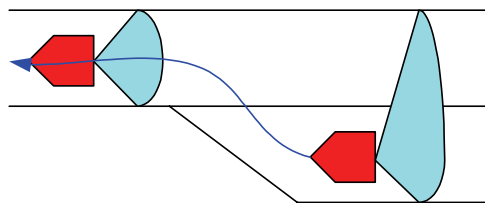


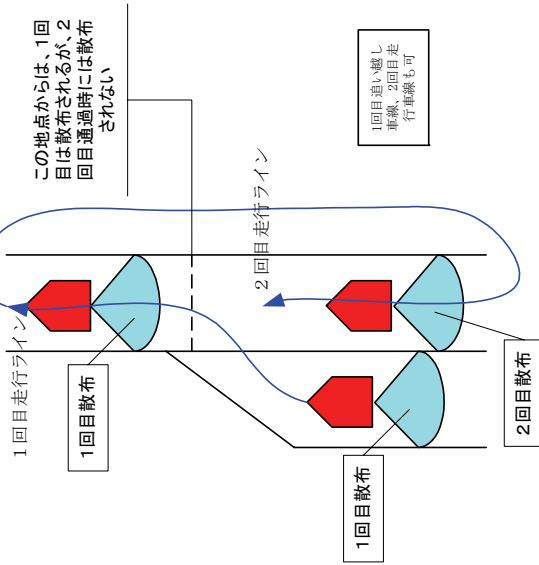
図 4-15 散布制御対応パターン（その2）

散布制御対応パターン (その3)

⑦2車線から片側1車線へ縮小



⑧1車線へ縮小時に1車線毎



凡例

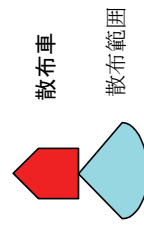
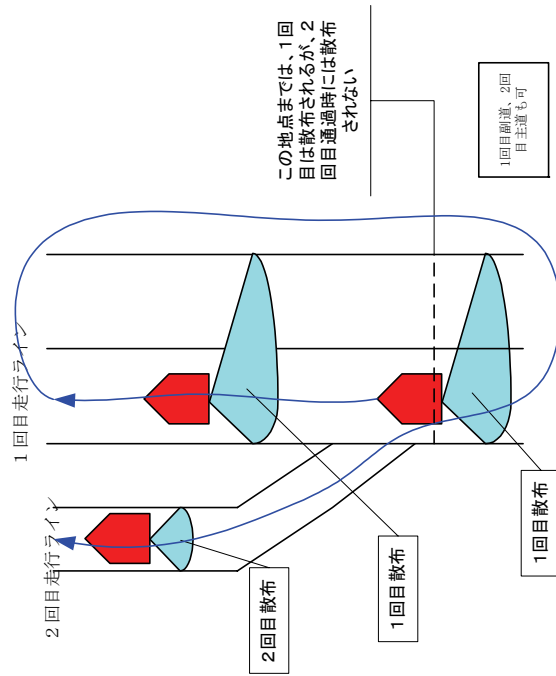


図 4-16 散布制御対応パターン (その3)

散布制御対応パターン（その4）

⑨ 主道から副道



⑩ 主道走行車線、追越車線から副道

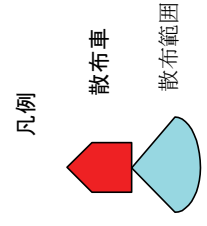
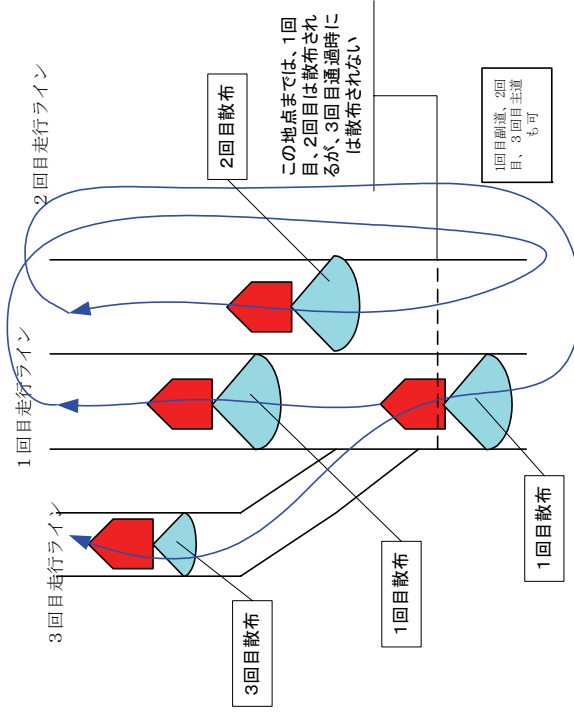


図 4-17 散布制御対応パターン（その4）

### 散布条件切替パターン

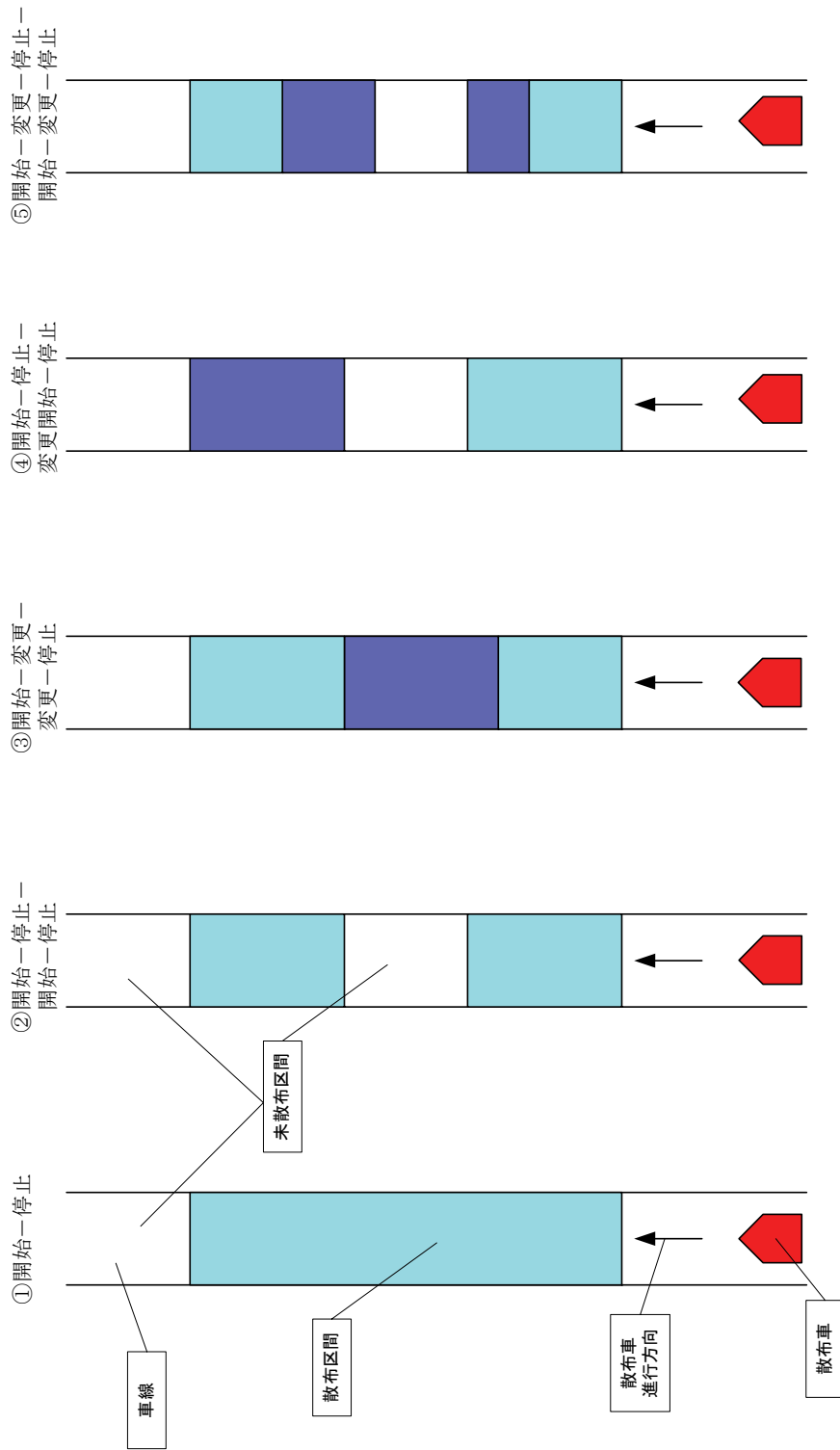
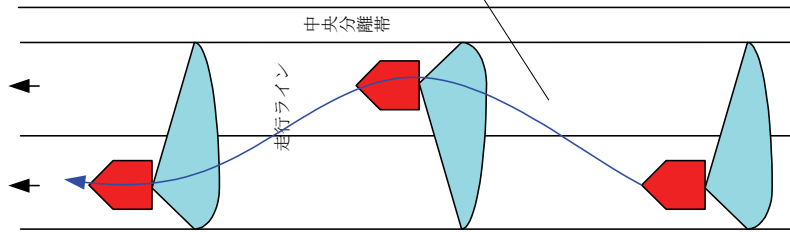


図 4-18 散布条件切替パターン

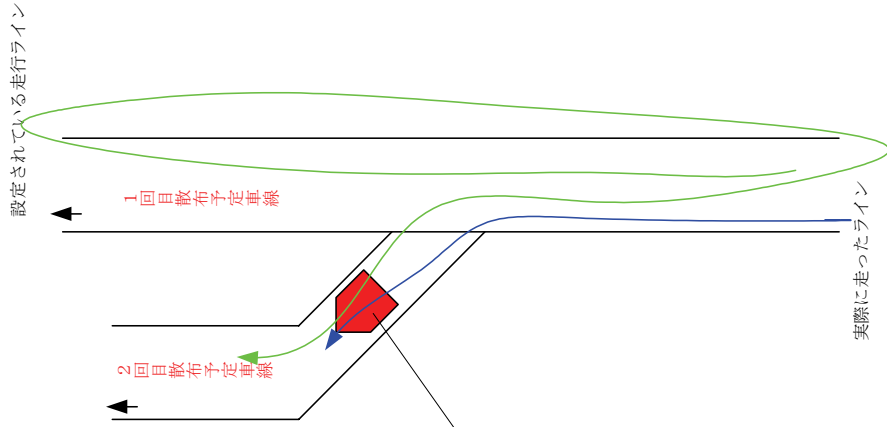
未対応機能

①車線変更



散布装置が、散布方向を変える場合、円盤の回転を反転させる必要があり、反転するためには、一旦回転が止まってから反転が開始されるため、一時的に散布されない状態が生じる。このため、車線変更の際には、自動制御を行うと未散布区間が生じてしまうため、対応しない。車線変更が必要な場合は、手道散布により行うものとする。

②散布順違い



分岐箇所の手前でどちらの車線に対して指示を出すかを識別するために、散布順を指定しているが、散布順を間違えて走行した場合、散布指示を出している車線と違う車線を走行してしまうため、散布量などの散布情報が本来散布すべき箇所とは違う箇所に散布してしまう恐れがあるため、この機能については対応しない。

図 4-19 散布制御未対応パターン

## ■ 散布履歴情報収集機能

散布履歴情報収集機能は、実際に散布された箇所や散布時間、散布量や散布幅などの散布情報を記録し、計画支援システムにデータを登録することによって、散布履歴の表示を行えるようにするためのものである。機能の制約としては、以下とする。

作業記録として、作業者名、作業計画ファイル名を記録する

作業記録として、散布時刻を記録する

作業記録として、散布位置を KP 単位で記録する

作業記録として、散布量、散布幅、散布方向など散布車の制御項目を記録する

作業記録として、散布状態（自動散布または手動散布）を記録する

記録するデータは、散布が切替ったタイミングで記録する

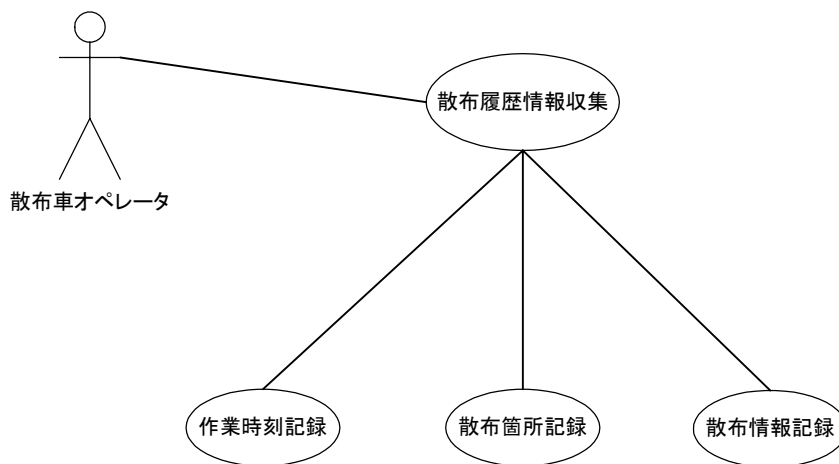


図 4-20 散布履歴情報収集 詳細ユースケース図

表 4-10 散布履歴情報収集 ユースケースシナリオ

ユースケース	散布履歴情報収集	主アクタ	散布車オペレータ
事前条件	<p>操作支援システムが起動され、作業員名、散布計画ファイルが選択されていること。 散布車の発進箇所は、除雪ステーションとする。</p>		
メインフロー	<p>散布車オペレータは、画面上の「開始」ボタンを押す。 散布車オペレータは、散布車を発進する。 本システムは、散布計画ファイルに従って散布制御装置に散布制御情報を渡し散布を制御する。 本システムは、散布制御装置から返される散布制御結果をシステム内に記録する。 散布車オペレータは、散布車を停止する。 散布車オペレータは、画面上の「停止」ボタンを押して、本システムを終了する。 本システムは、設定ファイルに予め設定された散布履歴格納ディスクに散布履歴情報を格納する（例外処理1）。</p>		
事後条件	<p>散布車の停止箇所は、除雪ステーションとする。</p>		
例外フロー	<p>例外処理1：設定ファイルに予め設定された散布履歴ファイル格納ディスク（外部記憶装置）が存在しない場合は、格納ディスクの挿入を促すメッセージを表示して、格納ディスクの挿入を待つ。</p>		

## (5) 画面設計

本システムにおける画面および画面内の表示例を以下に示す。(別添資料2 参照)



図 4-21 画面イメージ



#### 4.2.2. 操作支援システムの詳細設計

本システムの詳細設計として、以下の設計について行った。(別添資料 2 照)

- コード設計
- ファイル設計
- プログラム設計
- 通信インターフェース設計

#### 4.2.3. 操作支援システムの実装設計

本システムの実装設計として、各クラスのモジュール設計を行った。(別添資料 2 照)  
また、ソフトウェアの基本構成を図 4-22 に示す。

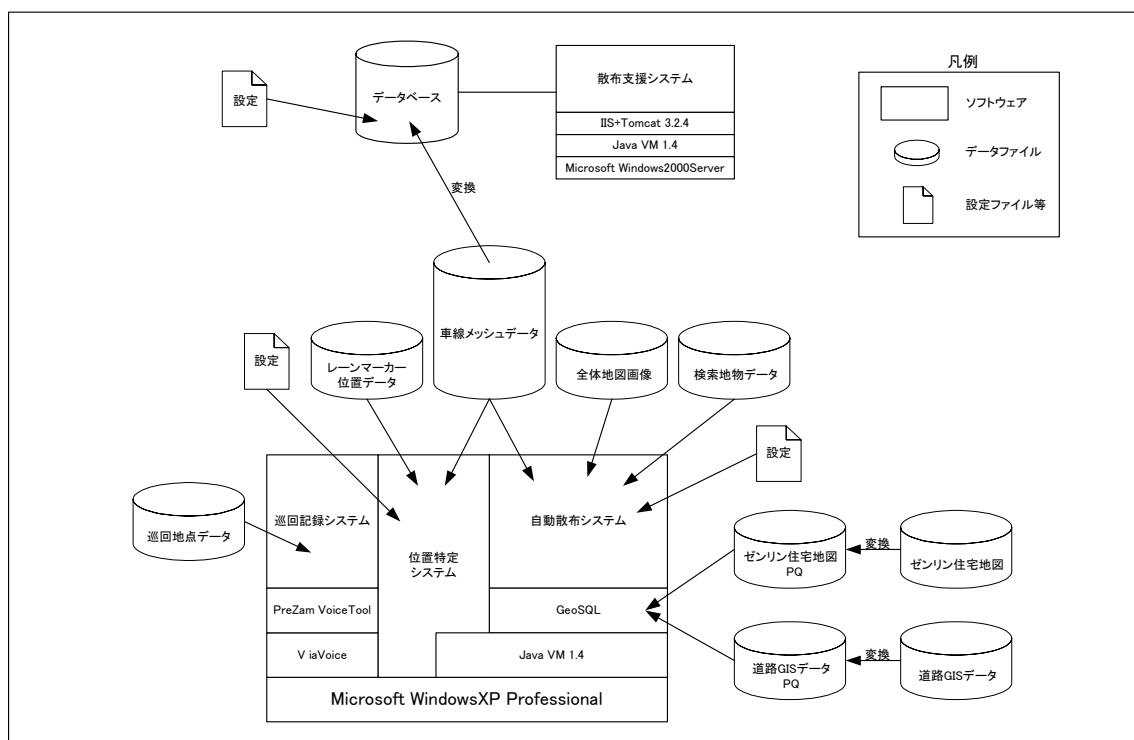


図 4-22 ソフトウェア構成図

#### 4.2.4. 操作支援システムの製作

位置特定パッケージの実装設計をもとに、プロトタイプを製作し、テストを行った。(別添資料 2 照)