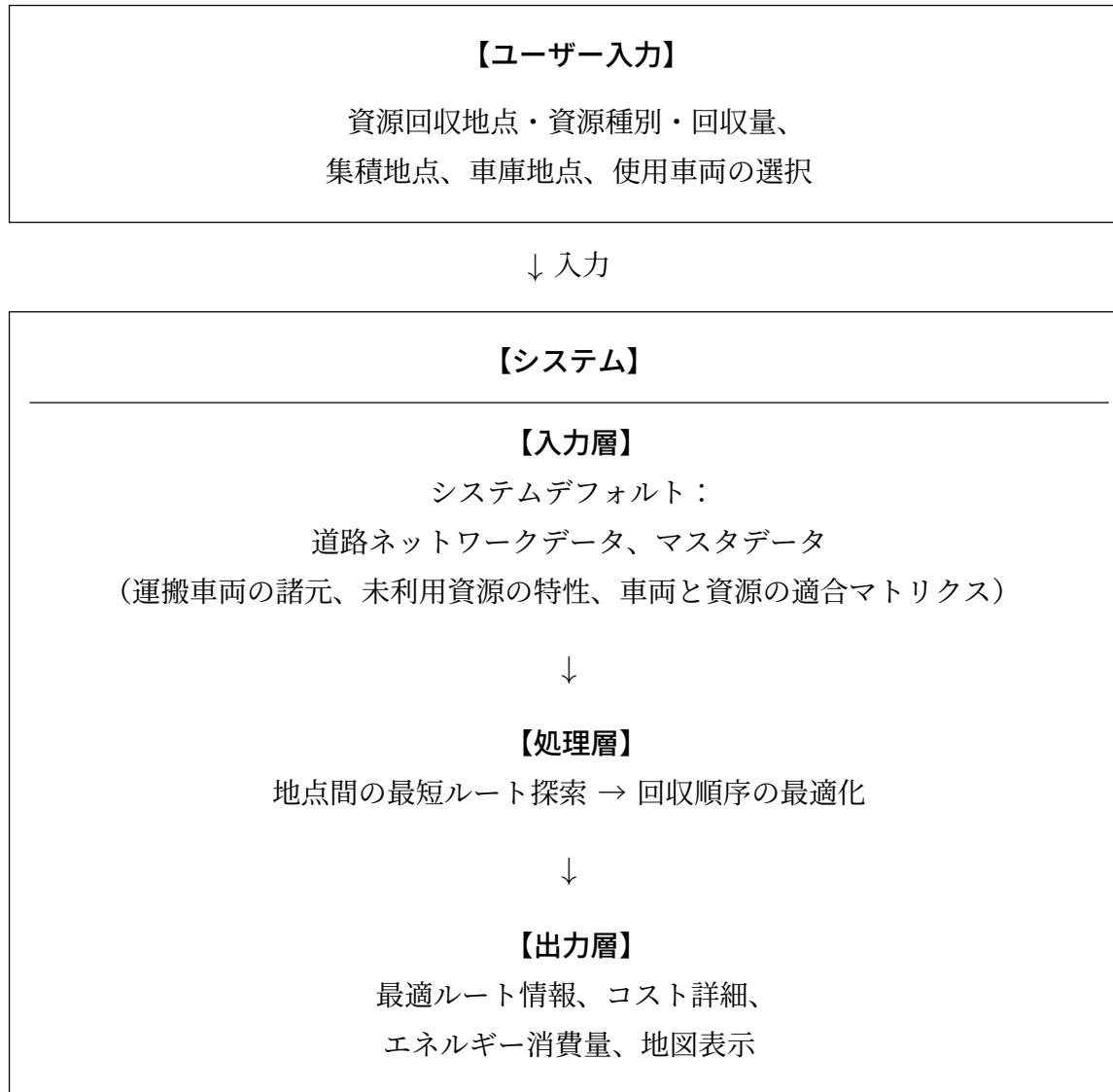


システム概要（修正版）

2025年11月30日

1.1 システムの全体構成

本システムは、未利用資源の収集運搬計画を最適化するための Web アプリケーションである。Streamlit フレームワークを基盤とし、以下の主要コンポーネントから構成される（図 1）。



1.1.1 システム構成要素

システムは 3 層構造で構成されており、図 1 に示す各層の要素を以下に説明する。

■1.1.1.1 ユーザー入力 ユーザーが Streamlit の対話的インターフェースを通じて入力・選択する情報である：

- 車庫地点：車両の出発地点・帰着地点の座標
- 資源回収地点：資源を回収する地点の座標
- 資源種別：回収する資源の種類（紙、プラスチック、ガラス等）
- 回収量：各地点での資源回収量
- 集積地点：資源の最終目的地の座標
- 使用車両の選択：14 種類の車両から選択

■1.1.1.2 入力層 入力層では、システムが最適化計算を実行するために必要なデータを管理する。

システムデフォルトのデータ システムに予め組み込まれており、ユーザーの入力作業を軽減する基本データである。

道路ネットワークデータ : OpenStreetMap (OSM) またはカスタム JSON 形式で提供される道路ネットワーク情報である。ノード（交差点・地点）とエッジ（道路区間）の接続関係、各道路区間の距離情報を含む。

マスターデータ : システムの基礎となる静的データであり、以下の 3 つのファイルから構成される：

- `vehicles.json` : 14 種類の運搬車両の諸元（積載容積、燃費、購入費用、固定費、変動費）
- `resources.json` : 11 種類の未利用資源の特性（比重、取扱い注意事項）
- `compatibility.json` : 車両と資源の適合性マトリックス（154 組み合わせ）

これらのデータはシステム内に標準装備されており、ユーザーは必要に応じて選択のみを行えばよい。

■1.1.1.3 処理層

処理層では、入力されたデータを用いて最適化計算を実行する。

地点間の最短ルート探索 道路ネットワーク上で、すべての地点間の最短経路を Dijkstra 法または A*アルゴリズムで計算する。交差点や道路区間の接続関係を考慮し、実際の道路距離に基づいた最短ルートを求める。

回収順序の最適化 車両経路問題 (VRP) を解決し、最適な訪問順序を決定する。容量制約と資源適合性を考慮したヒューリスティックアルゴリズム（最近傍法、2-opt 法）を使用し、総走行距離やコストが最小となるルートを計算する。

■1.1.1.4 出力層

出力層では、最適化結果をユーザーに分かりやすい形式で提供する。

最適ルート情報 車両ごとの訪問順序、各区間の距離、総走行距離、所要時間を表示する。

コスト詳細 変動費 12 項目と固定費 13 項目の内訳、項目別金額、総コストを詳細に表示する。

エネルギー消費量 燃料消費量、CO₂ 排出量を車両の燃費データから算出し表示する。

地図表示 Folium ライブラリを用いて、最適化されたルートをインタラクティブな地図上に可視化する。経路は色分けされ、クリックすると詳細情報がポップアップ表示される。

1.1.2 データフロー

システムのデータフローは以下の通りである：

1. ユーザーが道路ネットワークを選択し、システムに読み込む
2. 地図上で車庫地点、資源回収地点、集積地点を設定する
3. 使用する車両タイプと運搬する資源タイプを選択する
4. システムが車両・資源適合性を自動的に検証する
5. 最適化エンジンが地点間の最短ルートを探査し、回収順序を最適化する
6. 結果が地図上に可視化され、詳細レポートが生成される
7. ユーザーは結果を CSV、JSON、HTML 形式でエクスポート可能

1.1.3 技術スタック

本システムは以下の技術により構築されている：

- **フロントエンド** : Streamlit (Python Web フレームワーク)
- **グラフ処理** : NetworkX (道路ネットワークのグラフ表現と経路探索)
- **地図可視化** : Folium (インタラクティブマップ生成)
- **データ処理** : Pandas、NumPy (データ管理と数値計算)
- **最適化** : OR-Tools (制約付き最適化問題の解決)
- **データ形式** : JSON、CSV (データの入出力)

1.1.4 システムの特徴

- **使いやすさ**：専門知識不要の直感的なインターフェース
- **柔軟性**：様々な資源・車両の組み合わせに対応
- **拡張性**：新しい資源や車両の追加が容易
- **透明性**：計算過程とコスト内訳を詳細に表示
- **実用性**：実際のコストデータに基づく現実的な推計