



PLATEAU  
by MLIT

3D都市モデル活用のための技術資料  
PLATEAU Technical Report



汎用的な人流シミュレーションシステム  
技術検証レポート

Technical Report on Crowd Flow Simulator for Various Applications

series No. 102

# 目次

---

---

1. ユースケースの概要 .....	- 4 -
1-1. 現状と課題 .....	- 4 -
1-1-1. 課題認識 .....	- 4 -
1-1-2. 既存業務フロー .....	- 5 -
1-2. 課題解決のアプローチ .....	- 6 -
1-3. 創出価値 .....	- 7 -
1-4. 想定事業機会 .....	- 8 -
2. 実証実験の概要 .....	- 9 -
2-1. 実証仮説 .....	- 9 -
2-2. 実証フロー .....	- 10 -
2-3. 検証ポイント .....	- 11 -
2-4. 実施体制 .....	- 12 -
2-5. 実証エリア .....	- 12 -
2-6. スケジュール .....	- 13 -
3. 開発スコープ .....	- 14 -
3-1. 概要 .....	- 14 -
3-2. 開発内容 .....	- 14 -
4. 実証システム .....	- 16 -
4-1. アーキテクチャ .....	- 16 -
4-1-1. システムアーキテクチャ .....	- 16 -
4-1-2. データアーキテクチャ .....	- 17 -
4-1-3. ハードウェアアーキテクチャ .....	- 18 -
4-2. システム機能 .....	- 21 -
4-2-1. システム機能一覧 .....	- 21 -
4-2-2. 利用したソフトウェア・ライブラリ .....	- 23 -
4-2-3. 開発機能の詳細要件 .....	- 24 -
4-3. アルゴリズム .....	- 56 -
4-3-1. 利用したアルゴリズム .....	- 56 -
4-3-2. 開発したアルゴリズム .....	- 56 -
4-4. データインタフェース .....	- 59 -
4-4-1. ファイル入力インタフェース .....	- 59 -
4-4-2. ファイル出力インタフェース .....	- 64 -
4-4-3. 内部連携インタフェース .....	- 68 -
4-4-4. 外部連携インタフェース .....	- 71 -
4-5. 実証に用いたデータ .....	- 72 -

4-5-1. 活用したデータ一覧.....	- 72 -
4-5-2. 生成・変換したデータ.....	- 75 -
4-6. ユーザーインターフェース.....	- 76 -
4-6-1. 画面一覧.....	- 76 -
4-6-2. 画面遷移図.....	- 78 -
4-6-3. 各画面仕様詳細.....	- 80 -
4-7. 実証システムの利用手順.....	- 92 -
4-7-1. 実証システムの利用フロー.....	- 92 -
4-7-2. 各画面操作方法.....	- 93 -
5. システムの非機能要件.....	- 100 -
5-1. 社会実装に向けた非機能要件.....	- 100 -
6. 品質.....	- 102 -
6-1. 機能要件の品質担保.....	- 102 -
6-2. 非機能要件の品質担保.....	- 104 -
7. 実証技術の機能要件の検証.....	- 105 -
7-1. 人流データ変換アルゴリズムの検証.....	- 105 -
7-1-1. 検証目的.....	- 105 -
7-1-2. KPI.....	- 105 -
7-1-3. 検証方法と検証シナリオ.....	- 105 -
7-1-4. 検証結果.....	- 109 -
8. 実証技術の非機能要件の検証.....	- 111 -
8-1. 検証目的.....	- 111 -
8-2. KPI.....	- 111 -
8-3. 検証方法と検証シナリオ.....	- 112 -
8-4. 検証結果.....	- 112 -
9. 公共政策面での有用性検証.....	- 114 -
9-1. 検証目的.....	- 114 -
9-2. 検証方法.....	- 115 -
9-3. 被験者.....	- 116 -
9-4. ヒアリング・アンケートの詳細.....	- 116 -
9-4-1. アジェンダ・タイムテーブル.....	- 116 -
9-4-2. アジェンダの詳細.....	- 117 -
9-4-3. 検証項目と評価方法.....	- 118 -
9-4-4. 実証実験の様子.....	- 119 -
9-5. 検証結果.....	- 128 -
10. 成果と課題.....	- 135 -
10-1. 本実証で得られた成果.....	- 135 -
10-1-1. 3D 都市モデルの技術面での優位性.....	- 135 -

10-1-2. 3D 都市モデルのビジネス面での優位性 .....	- 135 -
10-1-3. 3D 都市モデルの公共政策面での優位性 .....	- 136 -
10-2. 実証実験で得られた課題と対応策.....	- 137 -
10-3. 今後の展望.....	- 139 -
11. 用語集.....	- 140 -

## 1. ユースケースの概要

### 1-1. 現状と課題

#### 1-1-1. 課題認識

都市計画における歩行空間設計や群衆制御において、想定される人流量や計画中の歩行空間をもとにした人流シミュレーションを行うことは企画立案・合意形成・効果検証等の業務品質向上の観点で有用であり、本シミュレーションにおいてIoTデバイス、スマートフォン等から取得できる人流データの活用が期待されている。例えば、地方自治体やまちづくり団体等のエンドユーザーが業務内で人流シミュレーションを有効活用することができれば、都市開発、観光関連施策、イベント開催等の計画時の検討の蓋然性が高まることで、より精度の高い施策立案につながることを期待される。

一方、世の中に流通する人流データはデータ構造が多岐に渡り、標準化も十分に進展していない。加えて、多くの人流シミュレータは、多様な人流データ構造に対し汎用的に利用可能な仕様となっていない。よって、人流シミュレータの活用においては、フォーマット変換等の人流データの前処理技術が要求される等、一定の技術的障壁が存在する。

この技術的障壁の高さに起因して、自治体等のエンドユーザーが人流シミュレーションを業務で活用するハードルは依然として高く、活用できたとしても外部のコンサルタントに業務を外注することが前提となり多くのコストがかかっている。

## 1-1-2. 既存業務フロー

既存の業務フロー概要、及びボトルネックとなる部分を以下に示す。

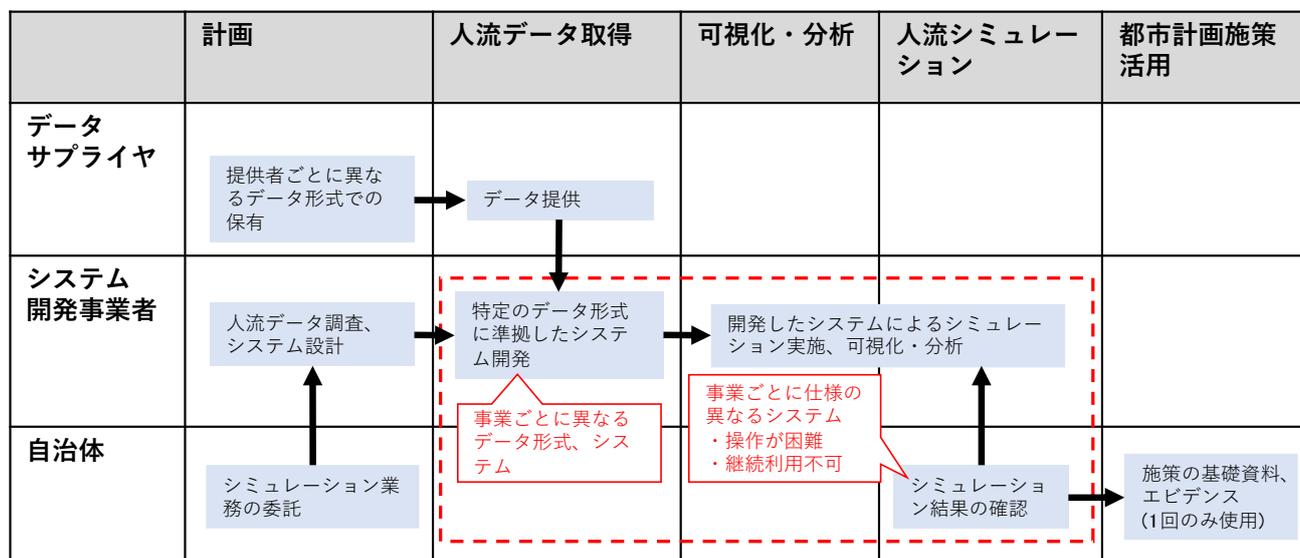


図 1-1 既存業務フロー

表 1-1 既存業務概要

実施項目	実施主体	業務概要
①計画	自治体	<ul style="list-style-type: none"> <li>都市計画施策の立案と施策評価に必要な計画を策定するために、人流シミュレーション業務を委託する</li> </ul>
②人流データ取得	データ サプライヤ	<ul style="list-style-type: none"> <li>携帯電話の位置情報データやセンサ等から取得した人流データを提供する</li> </ul>
③可視化・分析	システム 開発事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>データサプライヤから提供された人流データをもとに、現状の人流についてグラフやヒートマップ等の表現で可視化・分析を行う</li> </ul>
④人流シミュレーション	システム 開発事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>人流データに対しシミュレーションロジックを適用することで、企画の効果として想定される人流シナリオの再現を行う</li> </ul>
⑤都市計画施策活用	自治体	<ul style="list-style-type: none"> <li>システム開発事業者から提供された現況分析及び企画の効果として想定される人流シナリオを踏まえ、施策立案時の人流の現況を表すエビデンスとして活用する</li> </ul>

## 1-2. 課題解決のアプローチ

本システムの導入で期待される人流シミュレーションの各工程の改善点を以下の図に示す。

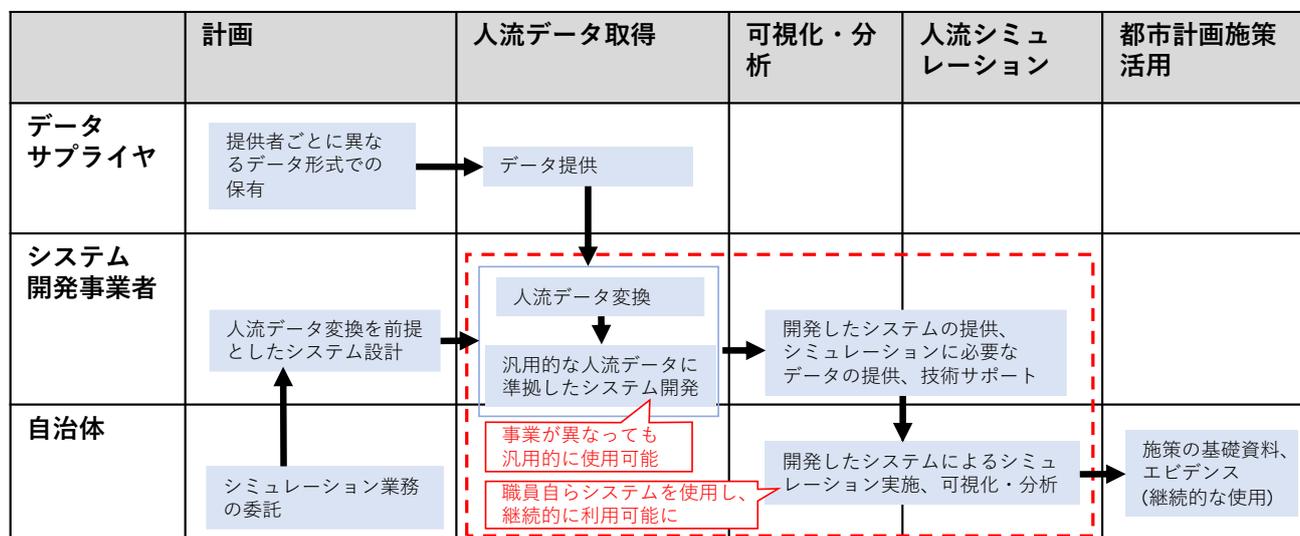


図 1-2 改善後の業務フロー

表 1-2 本システム導入による改善点

実施項目	実施主体	本システム導入による改善点
②人流データ取得	システム開発事業者	● MF-JSON 変換ツールを活用することで、データサプライヤを問わず開発したシステムに人流データをインポートすることが可能となり、開発工数が削減される
③可視化・分析	自治体/システム開発事業者	● 人流可視化ツールによってインポートした人流データをシームレスに 3D 空間に描画可能となり、データの解釈に掛かる工数が削減される
④人流シミュレーション	自治体	● 簡便な UI/UX を実装することでシミュレーションの設定や結果の出力・示唆の解釈を自治体職員で内製化できるようになり、施策検討や効果検証に掛かる時間が短縮される

### 1-3. 創出価値

今回開発するシステムのひとつである「人流データ標準変換ツール」に搭載された人流データの移動体標準形式(MF-JSON)への変換機能によって、フォーマットの異なる人流データを統一形式に変換し、活用することが可能となる。これによって、人流データの前処理する技術的障壁が撤廃されることによって、自治体職員にとっての人流データ利用障壁を大きく低減し、利用の活性化をもたらす。

加えて、本システムに実装された人流シミュレーション機能は実際の人流データに対し、歩行空間や天候条件等の初期条件・制約条件を当てはめて演算する仕様となっているため、シミュレーションの前提となる人流発生条件が実態に即したものとなることで、シミュレーション結果の蓋然性が高まる。また、その人流シミュレーション結果は移動体毎に生成されているため、歩行空間や天候条件の人流施策におけるパラメータの影響も移動体単位で詳細に捉えることができる。その結果、人流施策のインパクトについてより高精度かつ高解像度で推定することが可能となるため、企画や効果検証の精度向上が期待できる。

また、本ツールでは人流データとシミュレーション結果を3D都市モデル上に重畳表示できる。これにより分析担当者以外のステークホルダーもシミュレーション結果を直感的に理解でき、提案される施策の効果も分かりやすくなるため、合意形成がスムーズになる。

## 1-4. 想定事業機会

表 1-3 想定事業機会

項目	内容
利用者	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 自治体（都市計画、防災・減災、行事運営等の群衆制御、工事等規制の担当者）</li> <li>● 建設コンサルタント</li> </ul>
サービス仮説	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ソフトウェア販売 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 汎用フォーマット変換ソフト：ツールとしてパッケージ販売。独自形式を汎用フォーマット化するカスタマイズ版の販売</li> <li>➢ 人流可視化 3D 人流可視化ツール：3D 都市モデル上に人流を可視化しデジタルツインを構築できる人流可視化ツールを販売</li> <li>➢ 3D 人流シミュレーションアプリ：既存のパッケージソフトウェアに追加可能な専用プラグインとして販売</li> </ul> </li> <li>● 人流可視化 3DWeb サイト構築サービス <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 人流可視化 3D 人流可視化ツールを構築・公開するサービスを提供</li> </ul> </li> <li>● 3D 人流シミュレーションデータ作成サービス <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 3D 人流シミュレーションアプリに用いるデータの作成サービス</li> </ul> </li> </ul>
提供価値	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 人流データの標準フォーマット（MF-JSON）変換によるデータ処理工数削減</li> <li>● 人流データに基づいたシミュレーション結果の提供による分析品質向上・施策品質向上</li> <li>● 3D 都市モデルに重畳させた人流の 3D 可視化による結果の解釈性向上</li> </ul>

## 2. 実証実験の概要

### 2-1. 実証仮説

#### 【自治体職員による人流データ・人流シミュレータ利用の活性化】

従来、人流データは、計測方式やフォーマットが多岐にわたり専門家でなければ活用が困難であったが、MF-JSON 形式に変換するツール及びさまざまなデータに対応可能な人流シミュレータ・可視化ツールを開発し、簡便な UI/UX を具備することで、自治体職員自身の利用が活性化する

#### 【人流シミュレーションによる施策の精度向上】

さまざまな人流データに基づき生成される人流の設定、3D 都市モデルからの歩行空間の抽出、天候等の初期条件を操作可能な人流シミュレーション機能により、人流の変化や地物設置による混雑度を定量的に評価できることで、施策の精度向上を実現する

#### 【人流施策の効果の理解とステークホルダー間の合意形成の促進】

現況の人流データや人流シミュレーションの結果を 3D 都市モデル上で可視化することで、直感的な人流の描写を実現し、自治体職員による現状と施策効果の把握の促進、ステークホルダーとの合意形成の促進を実現する

## 2-2. 実証フロー

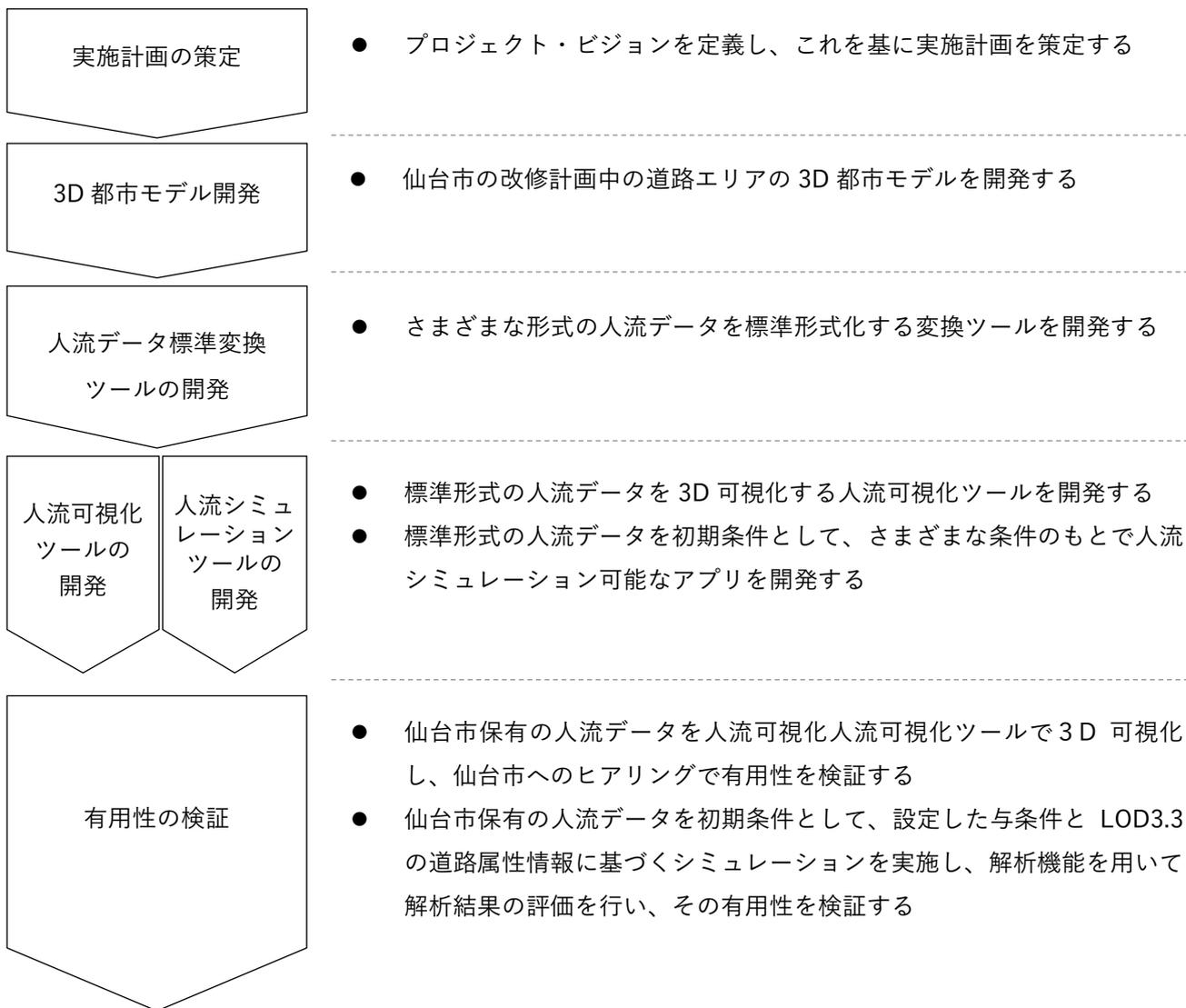


図 2-1 実証フロー

## 2-3. 検証ポイント

- 自治体職員による人流データ・人流シミュレータ利用の活性化
  - 人流データのフォーマット変換等、前処理に要する技術的障壁を低減するか
  - 人流データ活用にかかる工数を削減するか
  
- 人流シミュレーションによる施策の精度向上
  - 本システムの実出力結果は企画時のエビデンスとして活用できるか
  - 本システムの実出力結果によって施策効果の検証精度が向上するか
  
- 人流施策の効果の理解とステークホルダー間の合意形成の促進
  - 人流データの解釈性が向上するか
  - シミュレータから得られる示唆はステークホルダーとの合意形成を促進しうるか
  
- ユーザビリティ
  - システムの画面表示はわかりやすいか
  - システムの操作性は快適か

上記4点の検証ポイントについては、9章【公共政策面での有用性検証】で検証結果を記載

## 2-4. 実施体制

表 2-1 実施体制

役割	主体	詳細
全体管理	国交省 都市局	プロジェクト全体ディレクション
	アクセントチュア	プロジェクト全体マネジメント
実施事業者	フォーラムエイト	ユースケース実証における開発・検証
実施協力	仙台市	仙台市人流データの提供 開発計画の提供

## 2-5. 実証エリア

表 2-2 実証エリア

項目	内容
実証地	宮城県仙台市青葉区中心街
面積	1. 定禅寺通～勾当台公園 (約 0.16 km <sup>2</sup> ) 2. アーケード (約 0.31km <sup>2</sup> )
マップ	

## 2-6. スケジュール

表 2-3 スケジュール

実施事項	2024 年										2025 年		
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
1. 計画	←→												
2. 対象建物、周囲環境のモデル構築		←→											
3. 要件定義	←→												
4. システム設計・仕様作成		←→											
5. 人流データ標準変換ツール開発			←→										
6. 人流可視化ツール開発				←→									
7. 人流シミュレーションツール開発			←→										
8. 実証実験									←→				
9. とりまとめ・業務報告									←→				

## 3. 開発スコープ

### 3-1. 概要

本プロジェクトでは、観光・まちづくりにおける施策立案における人流データの活用促進のため、多様な形式で存在する人流データに対し、汎用的に利用可能な人流シミュレーションシステムの開発を行った。本システムは、データ構造や拡張子の異なる人流データを国際規格である MF-JSON 形式に変換する「人流データ標準変換ツール」と、MF-JSON 形式の人流データと歩行空間等の各種初期条件・制約条件をもとにシミュレーションを実行する「人流シミュレーションツール」、人流シミュレーション結果を Web ブラウザ上で表示する「人流可視化ツール」の 3 つの機能で構成される。各システムは全て GUI ベースの UI/UX で開発されており、ノンエンジニアでも直感的に操作可能な仕様としている。

### 3-2. 開発内容

「人流データ標準変換ツール」は、異なるデータ構造や拡張子(CSV 形式、XML 形式、JSON 形式)の人流データを MF-JSON 形式データに変換するツールである。一般的に人流データは、GPS 等によって個体識別子単位の位置情報や時刻情報を記録する方法と、AI カメラ等で特定区間を通行した人数を記録する方法の 2 つに分類される。本ツールは前者の計測形式によって取得・提供されたものを対象としている。この人流データに記録された個体識別子、緯度経度情報および時刻情報の 3 つの情報をツール側で認識し、対応する INI 形式の定義ファイルに基づきデータ変換を実行することで、MF-JSON 形式にデータ構造を変換し出力する。これら 3 つの情報は、一般的にデータサプライヤーごとに異なるデータ構造や拡張子で管理されているが、本ツールでは主要なデータサプライヤー（プログウォッチャー社、Agoop 社、unerry 社）のデータ変換用定義ファイルがプリセットで登録されている。そのため、市場に流通する大多数の人流データは追加設定なしに MF-JSON 形式へ変換することができる。その他、プリセットにないサプライヤーや独自に取得した人流データを用いる場合でも、INI 形式の定義ファイルを編集し、ツールに読み込むことで、MF-JSON 形式への変換が可能である。本ツールにより多様な人流データを MF-JSON 形式に変換することで、様々なシステムで統一的に活用できるようにした。

「人流シミュレーションツール」は、MF-JSON 形式に変換した人流データをインポートし、歩行エリア等の各種条件を設定した上で人流シミュレーションを行うツールである。本システムはフォーラムエイト社が販売する VR システムである「UC-win/Road」の拡張プラグインとして開発した。一般的に、人流シミュレーションは想定される歩行エリアに対し、ユーザーが流入出量を指定することで演算され、歩行エリア内の混雑度等、人流の挙動が可視化される。一方、本シミュレーションツールでは、流入出量や各移動体の経路情報が実際の人流データを基に設定されるため、ユーザー側で細かな設定を行うことなく、実態に即した値が自動設定される。本シミュレーションツールは、インプットした MF-JSON 形式の人流データから現在地及び目的地情報を取得し、歩行者情報や歩行エリア等の制約条件を踏まえて、歩行者の目的地への移動経路が計算される仕組み

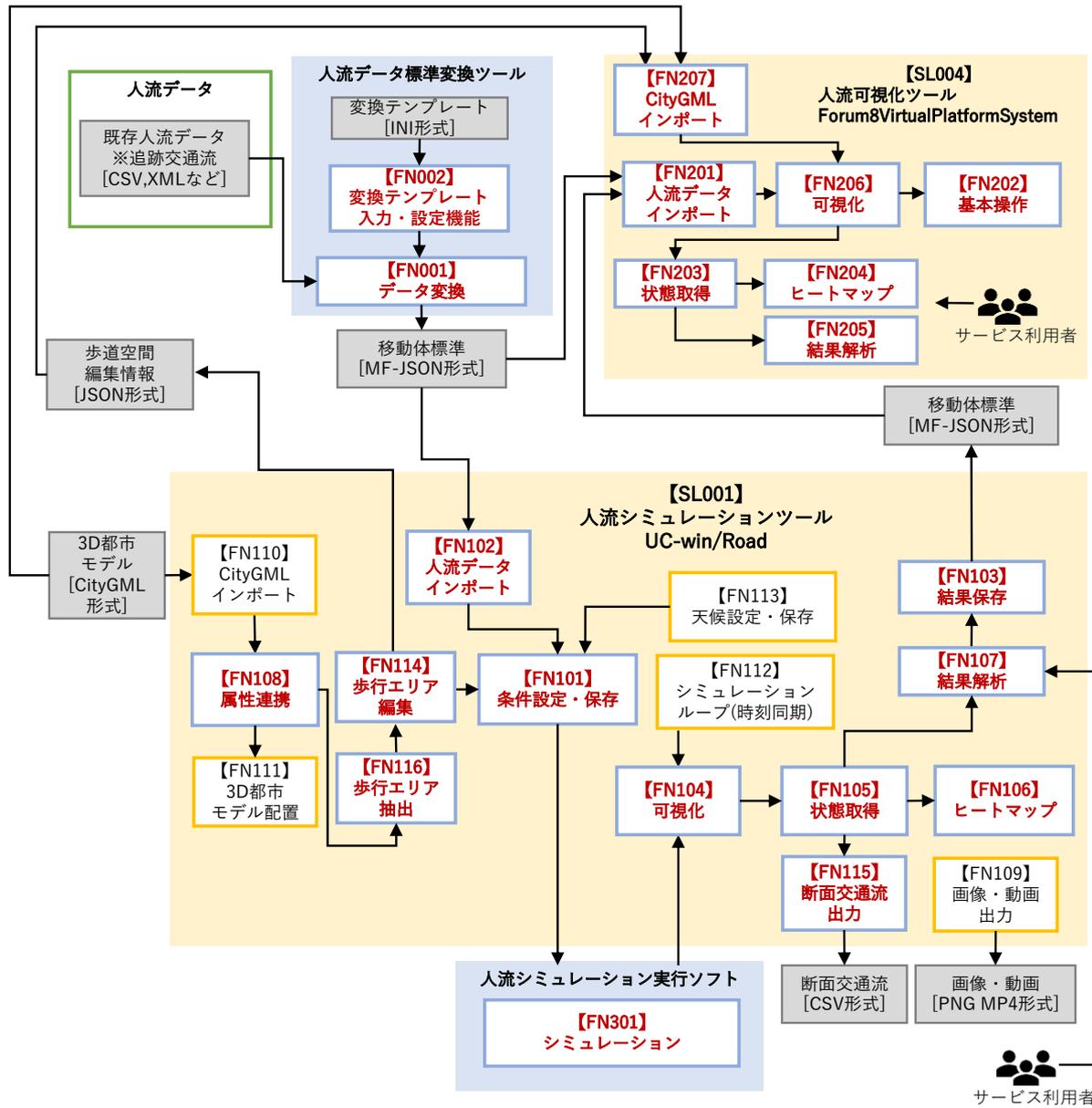
である。この際、歩行者情報としては、歩行速度や歩行者間の距離等の設定が可能である。歩行エリアについては、3D 都市モデルの交通（道路）モデル LOD1～LOD3.3 の形状を基に生成されたメッシュの形状を編集することで、自由に拡大・縮小が可能である。さらに、メッシュ形状を操作し、道同士を接続することで、単なる歩道幅の評価のみならず、横断歩道の設置やイベント時の歩行者天国化等の、大がかりな交通施策を想定したシミュレーションにも対応した。歩行者の経路の演算ロジックについては、ノースカロライナ大学で研究開発されている人流シミュレーションライブラリである Menge を利用しており、人流データから得られた現在地・目的地情報と、2 点間に存在する障害物等の制約条件を踏まえて歩行者が取りうる経路が算出される。本システムは 10,000 人以上の人流規模における演算に対応しており、都市部の人流規模においても活用が可能である。シミュレーション結果は 3D のアニメーション形式 (MP4 形式・AVI 形式) やヒートマップ形式 (PNG 形式) 等、直感的に把握可能な形式で表示される。また、地図上で範囲を指定すると、その領域を通過した人数を集計したデータが CSV 形式で出力される。この機能を用いることで、シミュレーションパターンごとの通行人数の増減比較等、ユーザーの用途に合わせてシミュレーション結果を基にした集計処理を施すことも可能である。

「人流可視化ツール」は、MF-JSON 形式で出力された人流データをインポートし、アニメーションとして Web ブラウザ上で表示できるアプリである。本アプリの開発環境としては、フォーラムエイト社が販売するメタバース開発プラットフォームである「F8VPS」を、ライブラリとしては Vue.js をベースに、UI ライブラリとして Vuetify、3D グラフィックスを表示するために Babylon.js を採用し開発した。本アプリを用いることで、シミュレーションの実行に耐えうる高スペックな PC のみならず、一般的な PC やスマートフォン等の環境においてもシミュレーション結果の共有・閲覧が可能となる。

## 4. 実証システム

### 4-1. アーキテクチャ

#### 4-1-1. システムアーキテクチャ



凡例

既存のソフトウェア	開発したソフトウェア	既存機能	開発した機能	データ	ファイル・ストレージ	データベース
-----------	------------	------	--------	-----	------------	--------

図 4-1 システムアーキテクチャ

4-1-2. データアーキテクチャ

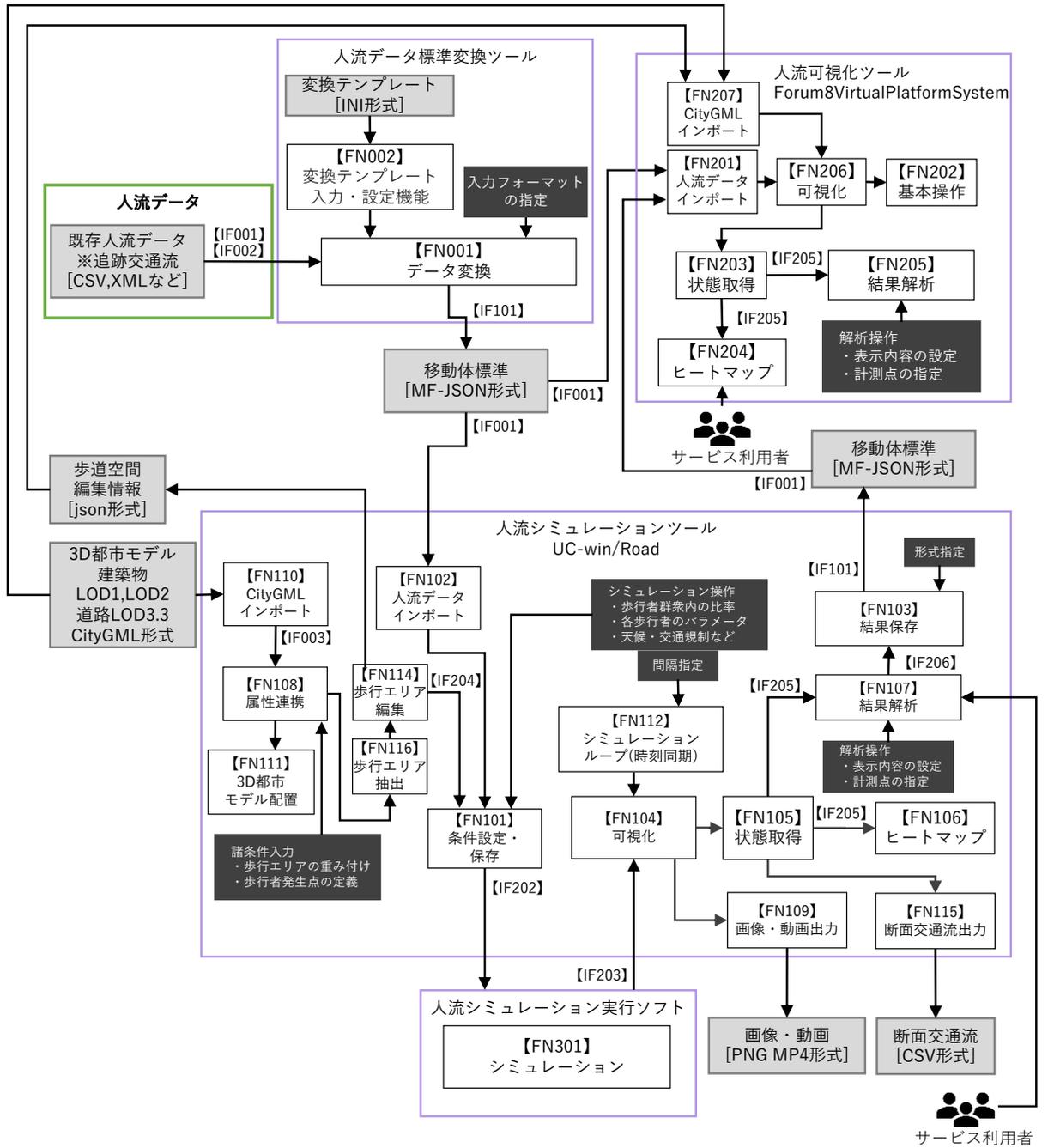


図 4-2 データアーキテクチャ

### 4-1-3. ハードウェアアーキテクチャ

#### 4-1-3-1. 利用したハードウェア一覧

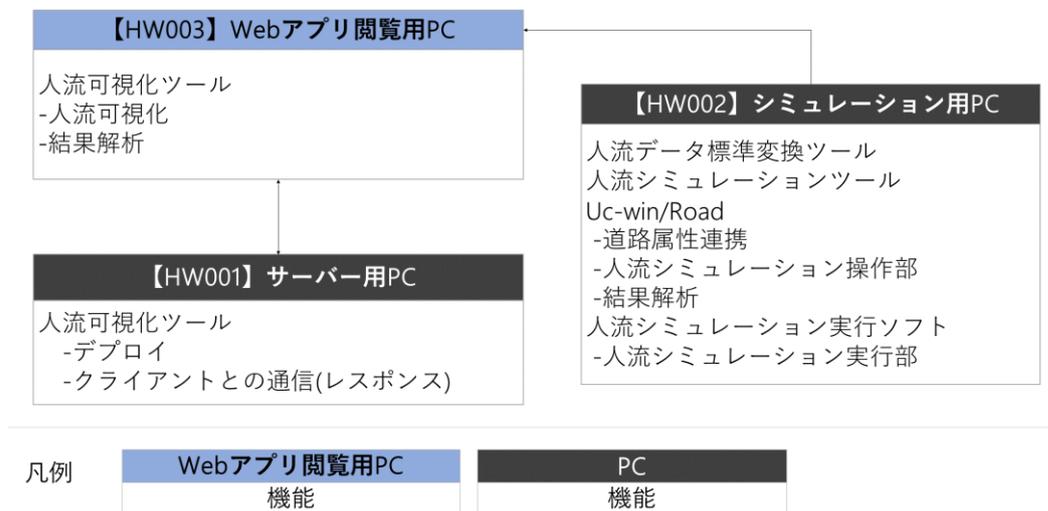


図 4-3 ハードウェアアーキテクチャ

表 4-1 利用したハードウェア一覧

ID	種別	品番	用途
HW001	サーバー用 PC	AWS EC2	<ul style="list-style-type: none"> <li>● デプロイ</li> <li>● クライアントとの通信(レスポンス)</li> </ul>
HW002	シミュレーション用 PC	GALLERIA GCL2060RGF-T GALLERIA UL7C-R36 Razer Blade 14	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 人流標準変換ツール</li> <li>● 人流シミュレーションシステム</li> </ul>
HW003	人流可視化ツール閲覧用 PC	GALLERIA GCL2060RGF-T GALLERIA UL7C-R36 Razer Blade 14	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 人流可視化</li> <li>● 結果解析</li> </ul>

#### 4-1-3-2. 利用したハードウェア詳細

1) 【HW01】 サーバー用 PC

- 選定理由
  - 人流可視化ツールのフレームワークである F8VPS を動作できるため
- 仕様・スペック
  - OS UbuntuOS 24.04.1 LTS (GNU/Linux 6.8.0-1016-aws x86\_64) (Docker を運用可能な OS)
  - CPU 8 コア、基本クロック 2GHz
  - メモリ 16GB
  - 回線速度 30Mbps

2) 【HW02】 シミュレーション用 PC GALLERIA GCL2060RGF-T

- 選定理由
  - 人流シミュレーションツールのベースアプリとなる UC-win/Road を実行できるため
- 仕様・スペック
  - OS Windows11 (64 ビット)
  - CPU 8 コア、基本クロック 2.3GHz
  - メモリ 16GB
  - 回線速度：50Mbps

3) 【HW02】 シミュレーション用 PC GALLERIA UL7C-R36

- 選定理由
  - 人流シミュレーションツールのベースアプリとなる UC-win/Road を実行できるため
- 仕様・スペック
  - OS Windows11 (64 ビット)
  - CPU 8 コア、基本クロック 2.3GHz
  - メモリ 16GB
  - 回線速度：50Mbps

4) 【HW02】 シミュレーション用 PC Razer Blade 14

- 選定理由
  - 人流シミュレーションツールのベースアプリとなる UC-win/Road を実行できるため
- 仕様・スペック
  - OS Windows11 (64 ビット)
  - CPU 8 コア、基本クロック 5.2GHz
  - メモリ 16GB
  - 回線速度：50Mbps

5) 【HW03】 人流可視化ツール閲覧用 PC GALLERIA GCL2060RGF-T

- 選定理由
  - 人流可視化ツールのベースアプリである F8VPS を実行できるため
- 仕様・スペック
  - OS Windows11 (64 ビット)
  - CPU 8 コア、基本クロック 2.3GHz
  - メモリ 16GB
  - 回線速度：50Mbps

6) 【HW03】 人流可視化ツール閲覧用 PC GALLERIA UL7C-R36

- 選定理由
  - 人流可視化ツールのベースアプリである F8VPS を実行できるため
- 仕様・スペック
  - OS Windows11 (64 ビット)
  - CPU 8 コア、基本クロック 2.3GHz
  - メモリ 16GB
  - 回線速度：50Mbps

7) 【HW03】 人流可視化ツール閲覧用 PC Razer Blade 14

- 選定理由
  - 人流可視化ツールのベースアプリである F8VPS を実行できるため
- 仕様・スペック
  - OS Windows11 (64 ビット)
  - CPU 8 コア、基本クロック 5.2GHz
  - メモリ 16GB
  - 回線速度：50Mbps

## 4-2. システム機能

## 4-2-1. システム機能一覧

システム機能一覧を表に示す。なお、本業務において新規開発した要素（機能名）を赤字で示す。

表 4-2 PC 用機能一覧

※赤字：新規開発・既存改修

分類	ID	機能名	機能説明
人流データ 標準変換ツール	FN001	データ変換	● 複数のフォーマットの人流データに対し、MF-JSON 形式に変換して出力
	FN002	変換テンプレート入力・ 設定機能	● 典型的なデータ形式に対応する変換テンプレートを外部ファイルとして設定・入力
人流シミュレーションツール UC-win/Road	FN101	条件設定・保存	● 初期条件、変動条件、制約条件、監視地点の指定、監視エリアの指定 ● 設定条件の保存・呼び出し
	FN102	人流データインポート	● 人流データから集計した値を初期条件として設定
	FN103	結果保存	● 人流シミュレーション結果による人流データを MF-JSON 形式で保存
	FN104	可視化(人流シミュレーションツール)	● 3D 都市モデルを配置したワールド上で人流シミュレーション結果をアニメーションとして表示
	FN105	状態取得	● 指定した地点の群衆の状態（人数、密度）を取得する機能 ● 特定エリア間の入出力数のカウントを取得
	FN106	ヒートマップ	● 人流密度をヒートマップやコンター等のデータとして表現
	FN107	結果解析	● 解析結果をグラフ、画像等で表示・出力
	FN108	属性連携	● CityGML の道路属性に連携して 3D 空間内の道路モデルに道路幅等の属性を反映
	FN109	画像・動画出力	● 人流シミュレーション状況を画像・動画ファイルとして出力
	FN110	CityGML インポート(人流シミュレーションツール)	● CityGML をインポートして 3D 都市モデルを VR 空間上に生成
FN111	3D 都市モデル配置	● VR 空間に 3D 都市モデルを配置	

	FN112	シミュレーションループ (時刻同期)	● シミュレーション計算と描画処理を同期
	FN113	天候設定・保存	● 天候状況を設定し【FN101】に反映
	FN114	歩行エリア編集	● メッシュベースで歩道空間の編集を実行
	FN115	断面交通流出力	● 指定エリアのシミュレーション中の一定時間ごとの交通量を CSV 形式で出力
	FN116	歩行エリア抽出	● 読み込んだ CityGML の歩道情報を基にメッシュデータに変換
人流データ可視化ツール Forum8 Virtual PlatformSystem	FN201	人流データインポート	● MF-JSON 形式の人流データを初期条件として設定
	FN202	基本操作	● 視点変更・再生・一時停止・巻き戻し等の操作
	FN203	状態取得	● 指定した地点の群衆の状態（人数、密度）を取得する機能 ● 特定エリア間の入出力数のカウントを取得
	FN204	ヒートマップ	● 人流密度をヒートマップやコンター等のデータとして表現
	FN205	結果解析	● 解析結果をグラフ、画像等で表示・出力
	FN206	可視化(人流データ可視化人流可視化ツール)	● Web ブラウザ上で 3 次元的な人流を可視化
	FN207	CityGML インポート(人流データ可視化人流可視化ツール)	● CityGML をインポートして都市モデルを VR 空間上に生成
人流シミュレーション実行ソフト	FN301	シミュレーション	● 道路モデル、地下街モデル、橋梁モデルに基づくシミュレーション ● 制約条件：交通ネットワーク、道路交通容量、交通規制の設定

## 4-2-2. 利用したソフトウェア・ライブラリ

利用したソフトウェア、ライブラリを表に示す。なお、本業務において新規利用する要素を赤字で示す。

表 4-3 利用したソフトウェア・ライブラリ

ID	項目	内容
SL001	FORUM8 UC-win/Road	3次元リアルタイム・バーチャルリアリティソフト
SL002	Delphi	統合開発環境
SL003	OpenGL	3次元描画のためのグラフィックス API
SL004	F8VPS	バーチャルプラットフォームシステムをメタバースとして利用できる人流可視化ツール
SL005	Vue.js	人流可視化ツールケーションにおけるユーザーインターフェースを構築するための、オープンソースの JavaScript フレームワーク
SL006	Vuetify	Vue.js の UI ライブラリ
SL007	Babylon.js	HTML5 経由で Web ブラウザにリアルタイム 3D グラフィックスを表示するための JavaScript ライブラリ及び 3D エンジン
SL008	MF-JSON	3次元形状の物体の移動データを、JSON を用いて記述する簡潔な記述形式
SL009	Menge	人流シミュレーション用の強力なクロスプラットフォームのモジュール式フレームワーク
SL010	Python	インタープリタ型の高水準汎用プログラミング言語
SL011	Pandas	Python で利用可能なデータ解析を支援するライブラリ
SL012	PySide6	Python で利用可能な GUI 開発フレームワーク

## 4-2-3. 開発機能の詳細要件

## 1. 【FN001】 データ変換機能（人流データ標準変換ツール）

- 機能概要
  - 所定の人流データを入力
  - 入力した人流データがフォーマットに適しているかを確認する
  - MF-JSON 形式に変換して出力する
- フローチャート

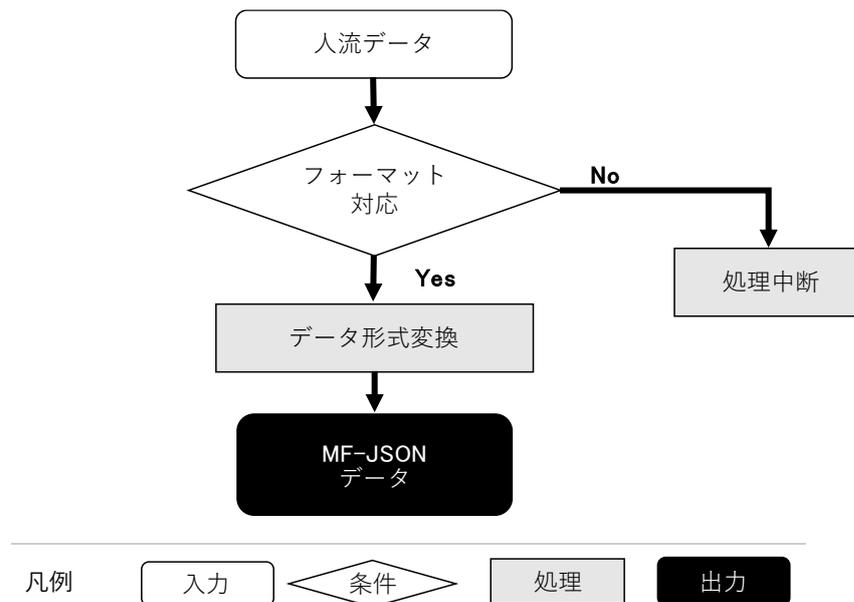


図 4-4 データ変換のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ CSV(.csv)
      - 内容
        - 人流データ
      - 形式
        - CSV 形式
      - データ詳細
        - ファイル入力インタフェース【IF001】を参照
    - ◇ XML
      - 内容
        - 人流データ
      - 形式

- XML 形式
- データ詳細
  - ファイル入力インタフェース【IF001】を参照
- ◇ JSON、GeoJSON
  - 内容
    - 人流データ
  - 形式
    - JSON、GeoJSON 形式
  - データ詳細
    - ファイル入力インタフェース【IF001】を参照
- 出力
  - ◇ MF-JSON データ
    - 内容
      - MF-JSON の人流データ
    - 形式
      - MF-JSON 形式
    - データ詳細
      - MF-JSON の仕様を参照
- 機能詳細
  - データ変換
    - ◇ 処理内容
      - 入力フォーマットのチェック
      - 必要となる属性情報を抽出
      - MF-JSON 形式に格納する
    - ◇ 利用するライブラリ
      - OGC Moving Features (ソフトウェア・ライブラリ【SL009】を参照)
    - ◇ 利用するアルゴリズム
      - なし

## 2. 【FN002】変換テンプレート入力・設定機能（人流データ標準変換ツール）

- 機能概要
  - 典型的なデータ形式に対応する変換テンプレートを外部ファイルとして設定・入力する機能
- フローチャート

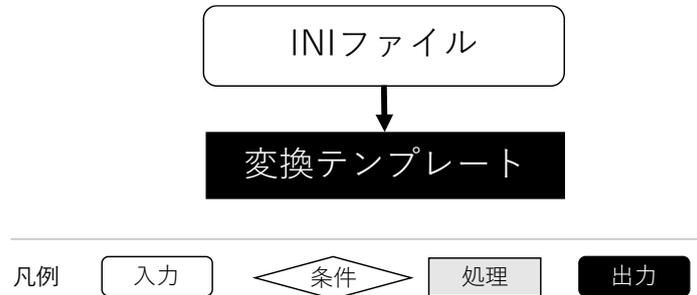


図 4-5 変換テンプレート入力・設定機能（人流データ標準変換ツール）のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ INI ファイル
      - 内容
        - 人流データ標準変換ツールの設定に必要な変換フォーマットデータ
      - 形式
        - INI 形式
      - データ詳細
        - なし
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - 変換テンプレート入力
    - ◇ 処理内容
      - 外部ファイルを指定し読み込む
      - 外部ファイルに記載された列番号、もしくはタグ文字列を MF-JSON に必須の座標情報、時間情報として変換に用いるよう処理を行う

### 3. 【FN101】条件設定・保存(人流シミュレーションツール)

- 機能概要
  - 初期条件、変動条件、制約条件、監視地点の指定、監視エリアの指定
  - 設定条件の保存・呼び出し
- フローチャート

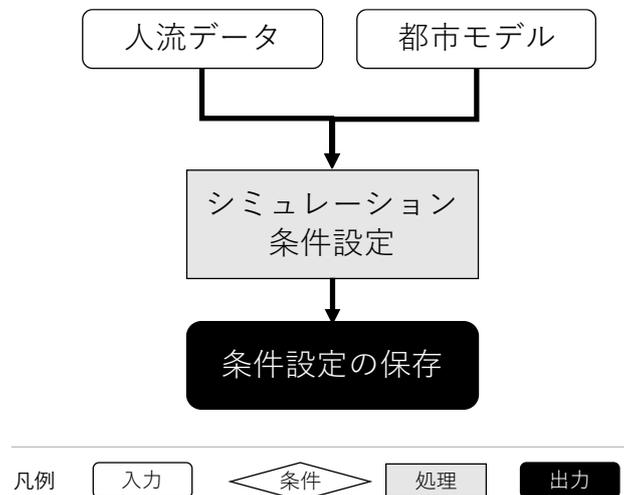


図 4-6 条件設定・保存(人流シミュレーション)のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ 人流データ
      - 内容
        - 【FN102】人流データインポートで取り込んだ人流データ
      - 形式
        - MF-JSON 形式
      - データ詳細
        - ファイル入力インタフェース【IF001】を参照
    - ◇ 都市モデル
      - 内容
        - 道路モデル、地下街モデル、橋梁モデル、歩行空間情報
      - 形式
        - CityGML 形式
      - データ詳細
        - 【FN108】で取り込んだ都市モデル情報、歩行空間情報
        - ユーザーで定義した都市空間情報、歩行空間情報
        - 【IF204】を参照
  - 出力
    - ◇ 条件設定の保存

- 内容
  - 条件設定されたデータ
- 形式
  - プログラム内部のデータ
- データ詳細
  - 内部連携インターフェース【IF204】を参照
- 機能詳細
  - 条件設定・保存
    - ◇ 処理内容
      - 新規条件の作成と既存条件の利用
      - 設定した条件を RD ファイルに保存（初期条件・制約条件の定義は下表 4-4 を参照）
- 初期条件

人流シミュレーションの開始時点で設定される基本的なパラメータ
- 制約条件

シミュレーション内での歩行者の行動や移動に影響を与える外部の制限や環境条件(実行中に常に存在する固定の条件)
- 変動条件

シミュレーションの実行中に動的に変化可能な条件

表 4-4 設定条件一覧

条件	項目	説明
初期条件	歩行者の速度	歩行者の移動速度。個人差を設定
	歩行者の加速度	歩行者
	歩行者の視野	歩行者が周囲をどれだけ広く見渡せるかの視野角
	歩行者の目的地	最終的に到達すべき地点
	歩行者のグループ行動	グループで行動する歩行者の設定
	歩行者の衝突半径	歩行者同士の衝突計算を行う半径
	人流発生位置	歩行者のシミュレーション開始時の位置
	人流消失位置	歩行者の消失位置
	拡大推計係数	追跡型人流データの場合のみ、計測人数から実際の人数に拡大推計するための係数値を設定する。 推計が必要ない場合は係数値を「1」としてシミュレーションを行う
制約条件	地形	シミュレーションエリアの地形
	歩行エリア	メッシュポリゴンによって規定されるエージェントが歩行可能なエリアの形状
	天候	シミュレーションエリア内の天候 ※シミュレーション内の描画や歩行速度・歩行者間の衝突範囲に影響する
	人流密度	シミュレーションエリア内の人流密度
変動条件	時間ステップ	シミュレーションの時間間隔

#### 4. 【FN102】人流データインポート(人流シミュレーションツール)

- 機能概要
  - 人流データを初期条件として設定
  - Delphi の標準機能を利用する
- フローチャート

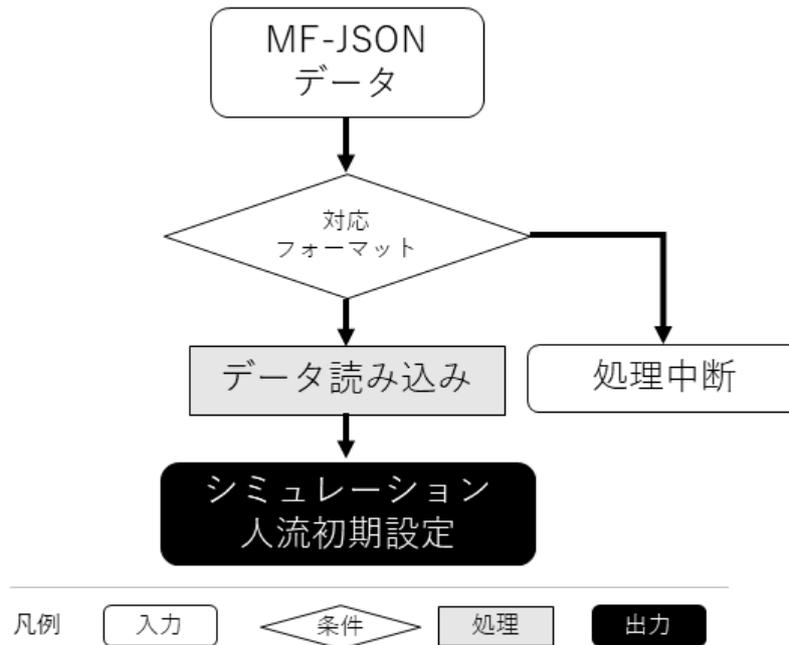


図 4-7 人流データインポートのフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ インポートした人流データ 【IF002】
      - 内容
        - 【FN102】人流データインポートで取り込んだ人流データ
      - 形式
        - MF-JSON 形式
      - データ詳細
        - ファイル入力インタフェース 【IF001】を参照
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - 人流データインポート
    - ◇ 処理内容
      - UC-win/Road での人流データをインポート
      - インポートしたデータが対応可能なフォーマットであった場合はそのまま読込を行い、シミュレーションの人流初期設定として利用する

## 5. 【FN103】結果保存機能(人流シミュレーションツール)

- 機能概要
  - 人流シミュレーション結果による人流データを MF-JSON 形式で保存
- フローチャート

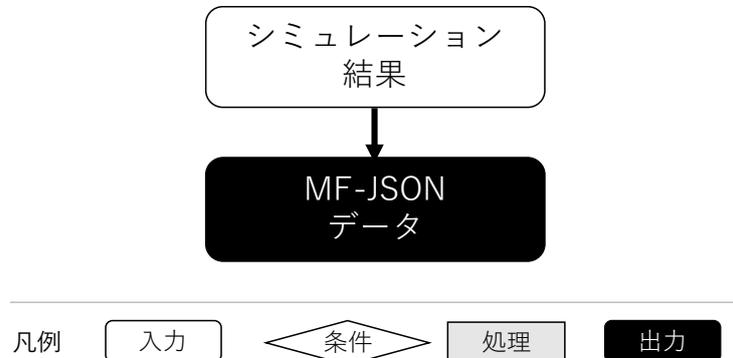


図 4-8 結果保存機能(人流シミュレーション)のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ シミュレーション結果データ
      - 内容
        - 歩行者の通行量や時刻ごとの座標などのシミュレーション結果
        - 【IF205】を参照
      - 形式
        - MF-JSON 形式
      - データ詳細
        - ファイル出力インターフェース【IF101】を参照
  - 出力
    - ◇ 人流データ MF-JSON
      - 内容
        - MF-JSON の仕様を用いる
        - ファイル出力インターフェース【IF101】を参照
      - 形式
        - MF-JSON 形式
      - データ詳細
        - ファイル出力インターフェース【IF101】を参照
- 機能詳細
  - 結果保存
    - ◇ 処理内容
      - 必要となる情報を抽出する
      - 辞書形式に変換したデータ MF-JSON 形式に格納する

## 6. 【FN104】可視化(人流シミュレーションツール)

- 機能概要
  - シミュレーションソフトウェア上で三次元的な人流の可視化を行う
- フローチャート

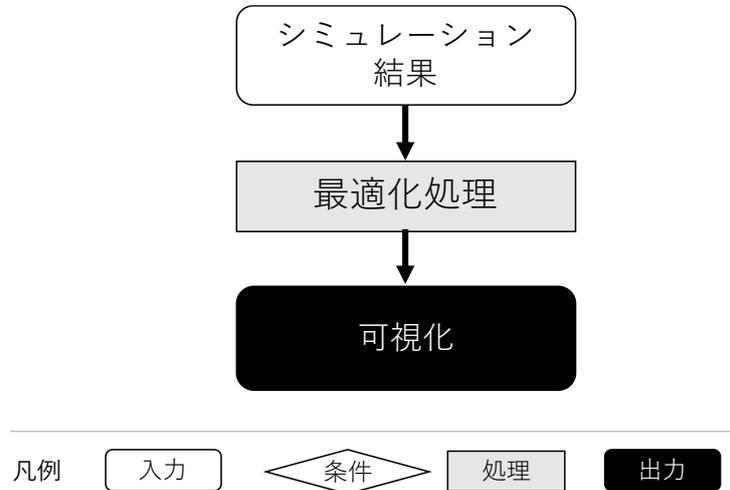


図 4-9 可視化(人流シミュレーションツール)のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ シミュレーション結果【FN301】
      - 内容
        - ファイル出力インタフェース【IF101】を参照
      - 形式
        - MF-JSON 形式
      - データ詳細
        - なし
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - 可視化
    - ◇ 処理内容
      - シミュレーション結果から人流を描画する
      - フレームレートを確保するための最適化処理
    - ◇ 利用するライブラリ
      - OpenGL (シミュレーションソフトウェアで使用、ソフトウェア・ライブラリ【SL003】を参照)

## 7. 【FN105】状態取得(人流シミュレーションツール)

- 機能概要
  - 指定した地点の群衆の状態（人数、密度）を取得する機能
  - 特定エリア間の入出力数のカウントを取得する機能
- フローチャート



図 4-10 状態取得のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ 【FN301】で得た人流シミュレーション結果
      - 内容
        - ダイアログに表示されたデータ
      - 形式
        - ダイアログ画面
      - データ詳細
        - 入出力カウント数
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - 状態取得
    - ◇ 処理内容
      - クリックしたエリアの群衆状態と入出力情報をダイアログに表示する

## 8. 【FN106】 ヒートマップ(人流シミュレーションツール)

- 機能概要
  - 人流密度をヒートマップやコンター等のデータとして表現する機能
- フローチャート

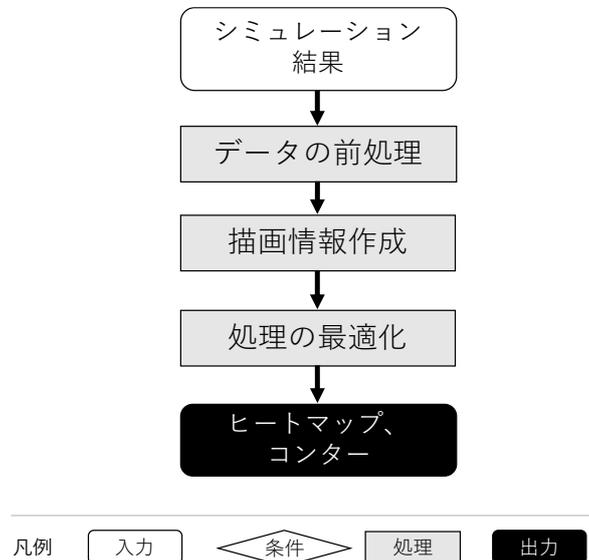


図 4-11 ヒートマップのフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ 【FN301】 で得た人流シミュレーション結果
      - 内容
        - シミュレーション結果の人流データ
      - 形式
        - MF-JSON 形式
      - データ詳細
        - ファイル出力インターフェース【IF101】を参照
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - ヒートマップ、コンター
    - ◇ 処理内容
      - データの preprocessing
      - 人流密度に基づく描画情報の作成
      - 処理の最適化
    - ◇ 利用するライブラリ
      - OpenGL (シミュレーションソフトウェアで使用、ソフトウェア・ライブラリ【SL003】を参照)

9. 【FN107】結果解析(人流シミュレーションツール)

- 機能概要
  - 解析結果をグラフ、画像等で表示・出力可能とする
- データ仕様
  - 入力
    - ◇ 【FN301】で得た人流シミュレーション結果
      - 内容
        - シミュレーション結果の人流データ
      - 形式
        - MF-JSON 形式
      - データ詳細
        - ファイル出力インターフェース【IF101】を参照
  - 出力
    - ◇ なし
- フローチャート

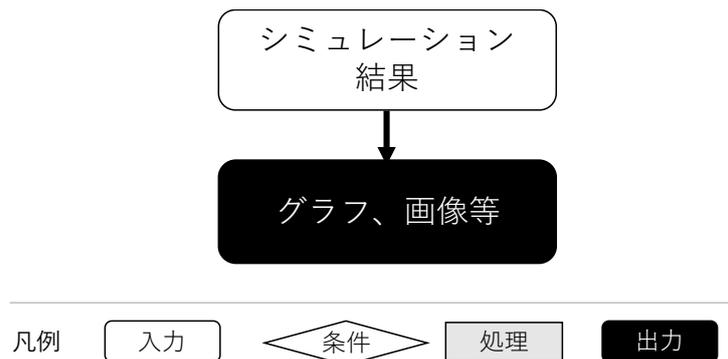


図 4-12 結果解析のフローチャート

- 機能詳細
  - 結果保存
    - ◇ 処理内容
      - 入力された人流シミュレーション結果のデータフォーマットの確認
      - 必要となる時間及び空間情報を抽出
      - MF-JSON 形式に格納する

## 10. 【FN108】属性連携(人流シミュレーションツール)

- 機能概要
  - CityGML の道路属性に連携して 3D 空間内の道路モデルに道路幅等の属性が反映される機能
- データ仕様
  - 入力
    - ◇ CityGML ファイル
      - 内容
        - 3D 都市モデルのデータ
      - 形式
        - CityGML 形式
      - データ詳細
        - なし
  - 出力
    - ◇ なし
- フローチャート



図 4-13 属性連携(人流シミュレーションツール)

- 機能詳細
  - 道路属性連携
    - ◇ 処理内容
      - CityGML から属性情報の抽出
      - 空間上にある都市モデルと紐づけ

## 11. 【FN109】画像・動画出力(人流シミュレーションツール)

- 機能概要
  - 人流シミュレーション中の景観を動画、静止画データとして出力する
  - UC-win/Road の標準機能を利用する
- フローチャート

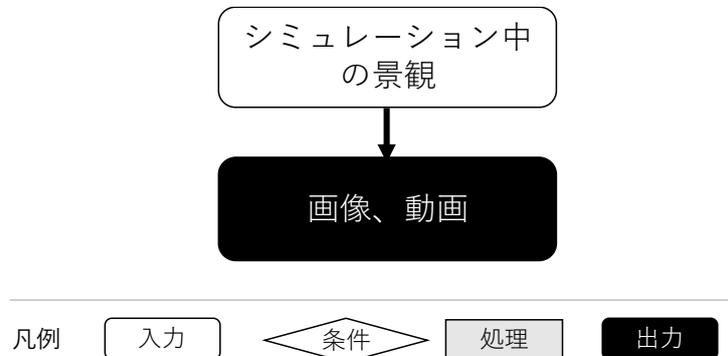


図 4-14 画像・動画出力のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ なし
  - 出力
    - ◇ 画像・動画【IF102】
      - 内容
        - シミュレーション中の景観を画像、動画にしたデータ
      - 形式
        - 動画ファイル：MP4,WMV,AVI
        - 画像ファイル：BMP,PNG
      - データ詳細
        - ファイル出力インターフェース【FN109】を参照
- 機能詳細
  - 画像出力
    - ◇ 処理内容
      - シミュレーション画面のキャプチャ
  - 動画出力
    - ◇ 処理内容
      - シミュレーション中の画面映像を記録

## 12. 【FN110】 CityGML インポート(人流シミュレーションツール)

- 機能概要
  - CityGML をインポートして 3D 都市モデルを VR 空間上に生成する
  - UC-win/Road の標準機能を利用する
- フローチャート

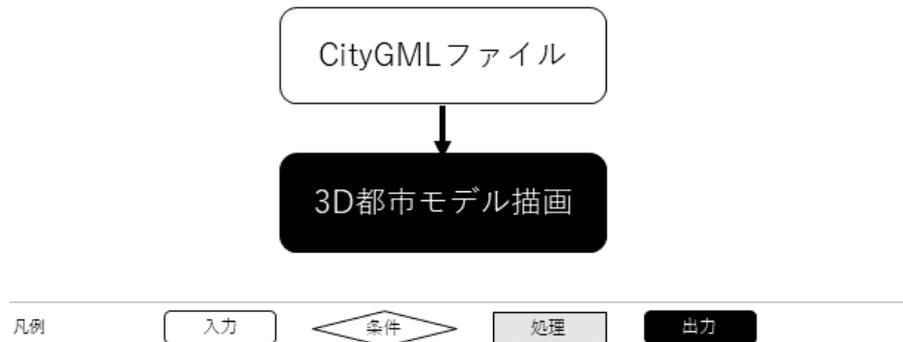


図 4-15 CityGML インポート(人流シミュレーションツール)のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ CityGML ファイル
      - 内容
        - 3D 都市モデルのデータ
      - 形式
        - CityGML 形式
      - データ詳細
        - なし
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - CityGML インポート
    - ◇ 処理内容
      - CityGML を選択してインポートする
      - VR 空間に都市モデルが描画される

13. 【FN111】 3D 都市モデル配置(人流シミュレーションツール)

- 機能概要
  - 3D 都市モデルをワールド上に配置する機能
- フローチャート

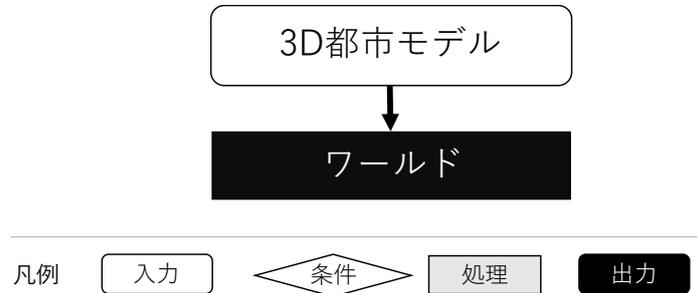


図 4-16 3D 都市モデル配置(人流シミュレーションツール)のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ 3D 都市モデル
      - 内容
        - 3D 都市モデルのデータ
      - 形式
        - CityGML 形式
      - データ詳細
        - なし
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - 3D 都市モデル配置
    - ◇ 処理内容
      - VR 空間内の標高や建物モデルの配置座標に合わせて描画を行う

14. 【FN112】シミュレーションループ(人流シミュレーションツール)

- 機能概要
  - シミュレーション計算と描画処理の同期を行う
- フローチャート

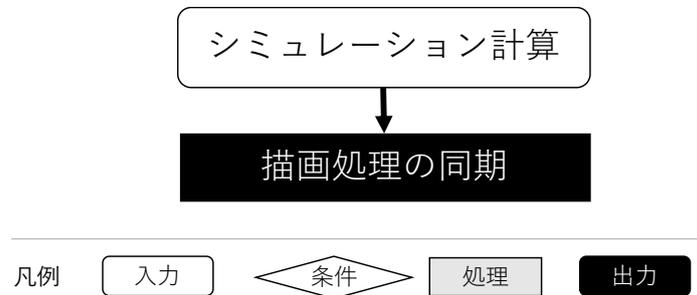


図 4-17 シミュレーションループ(人流シミュレーションツール)のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ なし
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - シミュレーションループ
    - ◇ 処理内容
      - 並列で実行されているシミュレーション計算と描画処理の管理を行う
      - 描画周期を設定の最大更新周期を超えないように制御を行う

15. 【FN113】 天候設定・保存(人流シミュレーションツール)

- 機能概要
  - 天候状況の設定、【FN101】に反映する
- フローチャート

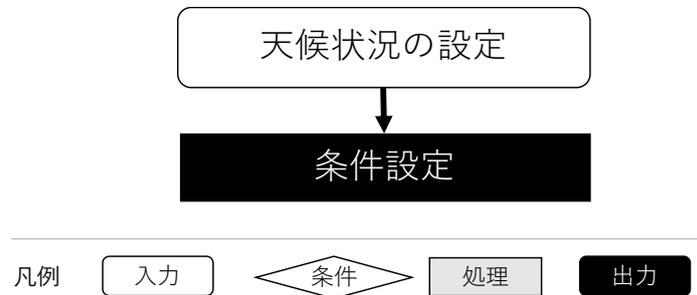


図 4-18 天候設定・保存(人流シミュレーションツール)

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ なし
  - 出力
    - ◇ 条件設定・保存【FN101】
      - 内容
        - 条件設定されたデータ
      - 形式
        - プログラム内部のデータ
      - データ詳細
        - 内部連携インターフェース【IF204】を参照
- 機能詳細
  - 天候設定・保存
    - ◇ 処理内容
      - 天候を設定して VR 空間上に反映する
      - 設定した天候が【FN101】に反映する
      - 天候設定をメモリとレジストリに保存する

## 16. 【FN114】 歩行エリア編集(人流シミュレーションツール)

- 機能概要
  - ユーザーがメッシュ単位で選択して容易に編集できるようにし、シミュレーションで用いる歩行空間の定義を行う
- フローチャート

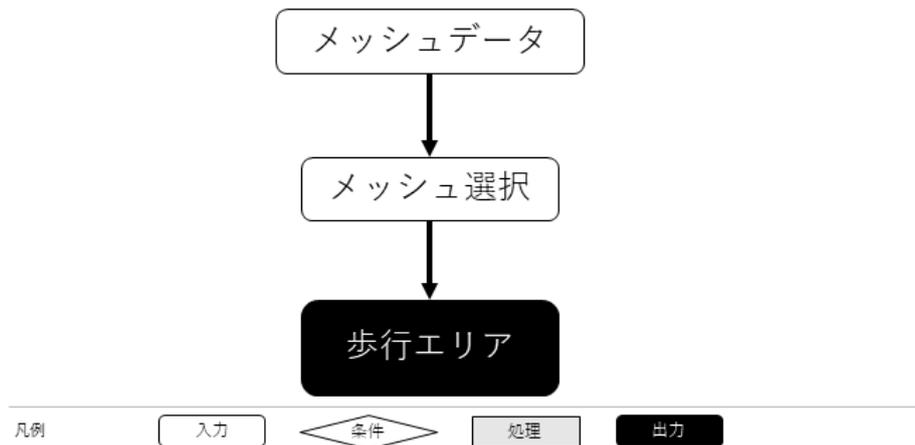


図 4-19 歩行エリア編集のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ メッシュデータ
      - 内容
        - メッシュデータ
      - 形式
        - プログラム内部のデータ
      - データ詳細
        - なし
  - 出力
    - ◇ 歩行エリア
      - 内容
        - メッシュ選択によって抽出された歩行エリア
      - 形式
        - プログラム内部のデータ
      - データ詳細
        - なし
- 機能詳細
  - 歩行区間定義
    - ◇ 処理内容

- 【FN116】で作成する歩行空間のメッシュに対してユーザーで歩行エリアを追加で設定する
- 編集データ連携
  - ◇ ユーザー編集後のメッシュ情報をシステムファイルで出力できるようにし、可視化人流可視化ツール上でもユーザーが編集した歩行空間の描画が行えるようにする。

17. 【FN115】断面交通流出力（人流シミュレーションツール）

- 機能概要
  - ユーザーが指定したエリアのシミュレーション中の交通量の計測を行い、一定時間ごとの通行人数をCSV形式で出力する
- フローチャート

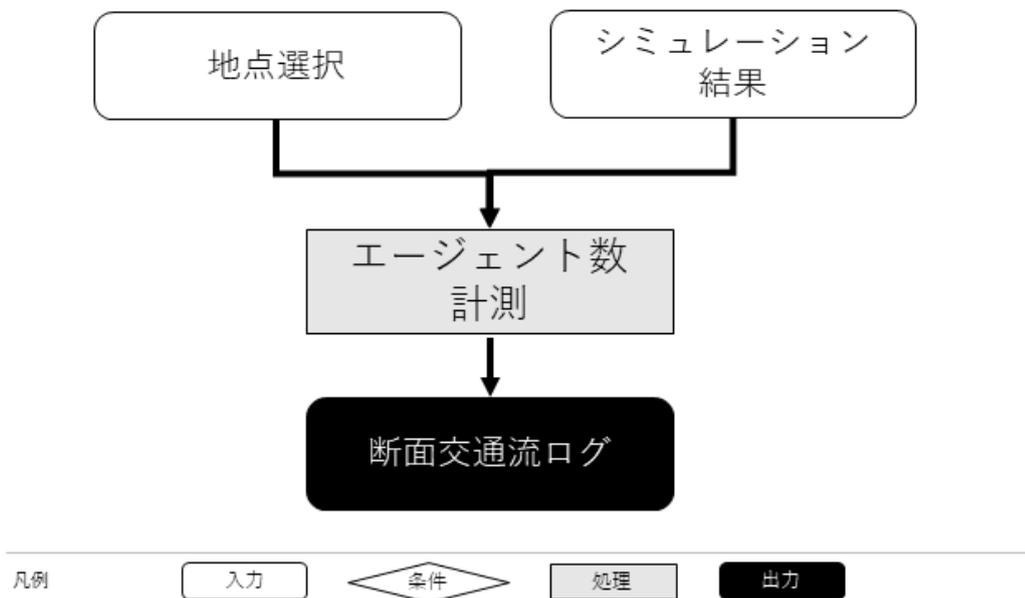


図 4-20 断面交通流の出力・歩行空間の編集のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ 【FN301】で得た人流シミュレーション結果
      - 内容
        - 人流シミュレーション結果
      - 形式
        - MF-JSON 形式
      - データ詳細
        - ファイル出力インターフェース【IF101】を参照
    - ◇ 地点選択
      - 内容
        - 地点の選択

- 形式
  - プログラム内部のデータ
- データ詳細
  - なし
- 出力
  - ◇ 断面交通流ログ(CSV 形式)
    - 内容
      - 断面交通流のログデータ
    - 形式
      - CSV 形式
    - データ詳細
      - ファイル出力インターフェース【IF103】を参照
- 機能詳細
  - ユーザー操作で歩行空間の特定地点を選択し、シミュレーションを実行する。
  - シミュレーション中にエリアを横断したエージェント数を計測する。
  - シミュレーション終了時に CSV 形式で交通量を保存する。

18. 【FN116】 歩行エリア抽出(人流シミュレーションツール)

- 機能概要
  - CityGML で読み込んだポリゴンの属性情報から歩道メッシュの作成を行う
  - メッシュサイズは歩道メッシュの抽出前に任意のサイズで設定を行う
- フローチャート

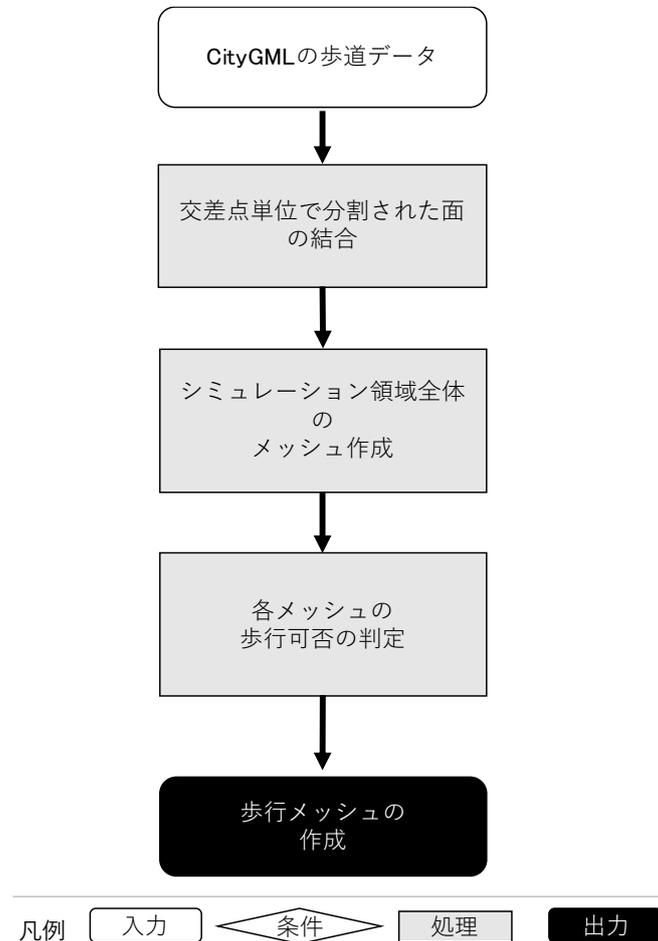


図 4-21 歩行エリア抽出のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ 【FN108】 で得た道路属性が含まれる CityGML
      - 内容
        - 3D 都市モデルのデータ
      - 形式
        - CityGML 形式
      - データ詳細
        - なし
  - 出力
    - ◇ なし

- 機能詳細

- 分割された道路の結合

- ◇ 処理内容

- CityGML から読み込んだ路面情報は交差点単位で区切られているため、連続した面になるように頂点情報から結合を行う

- メッシュの生成

- ◇ 処理内容

- シミュレーション空間全体を覆うようにメッシュの生成、分割を行う

- 歩行可否の判断

- ◇ 処理内容

- 各メッシュについて CityGML から読み込んだポリゴンの属性情報から歩行可否の設定を行う
- 歩道情報を含まない LOD1、2 の道路データについては全面を歩行可能空間として抽出する
- 地下街データについては全面を歩行可能空間として抽出する。
- 橋梁データについては「橋側歩道橋」、「横断歩道橋」、「ペDESTリアンデッキ」を歩行可能空間として抽出する

### 19. 【FN201】人流データインポート(人流可視化ツール)

- 機能概要
  - 人流データを初期条件として設定する
  - JavaScript の標準機能を利用する
- フローチャート

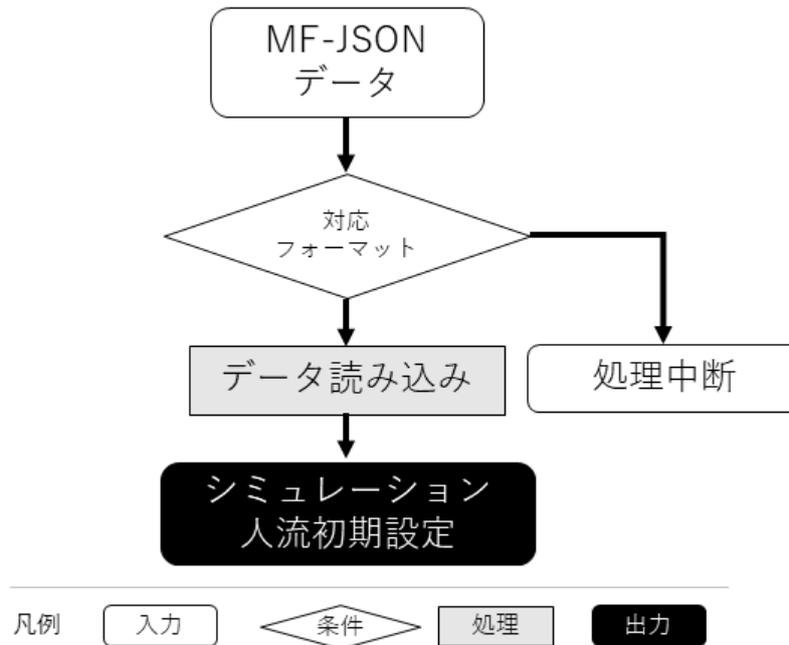


図 4-22 人流データインポートのフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ インポートした人流データ 【IF002】
      - 内容
        - 【FN201】人流データインポートで取り込んだ人流データ
      - 形式
        - MF-JSON 形式
      - データ詳細
        - ファイル入力インタフェース 【IF001】を参照
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - 人流データインポート
    - ◇ 処理内容
      - インポートしたデータが対応可能なフォーマットであった場合はそのまま読込を行い、シミュレーションの人流初期設定として利用する

20. 【FN202】基本操作(人流可視化ツール)

- 機能概要
  - 視点変更・再生・一時停止・巻き戻し等の操作を行う
- フローチャート

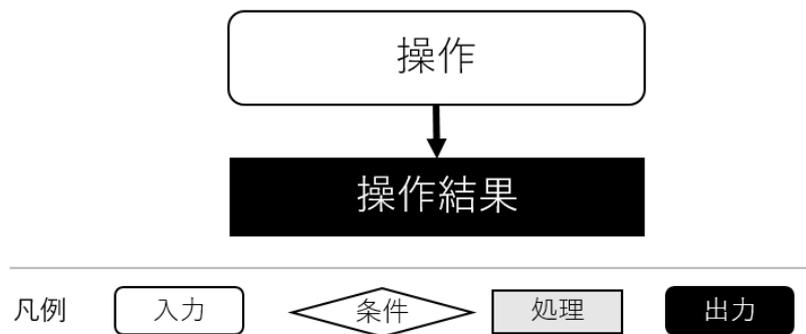


図 4-23 基本操作のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ なし
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - 視点変更、一時停止
    - ※F8VPS の既存機能を利用する
  - 巻き戻し

21. 【FN203】 状態取得(人流可視化ツール)

- 機能概要
  - 指定した地点の群衆の状態（人数、密度）を取得する
  - 特定エリア間の入出力数のカウントを取得する
- フローチャート



図 4-24 状態取得のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ 【FN301】 で得た人流シミュレーション結果
      - 内容
        - ダイアログに表示されたデータ
      - 形式
        - ダイアログ画面
      - データ詳細
        - 入出力カウント数
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - 状態取得
    - ◇ 処理内容
      - クリックしたエリアの群衆状態と入出力情報をダイアログに表示する

## 22. 【FN204】 ヒートマップ(人流可視化ツール)

- 機能概要
  - 人流密度をヒートマップやコンター等のデータとして表現する
- フローチャート

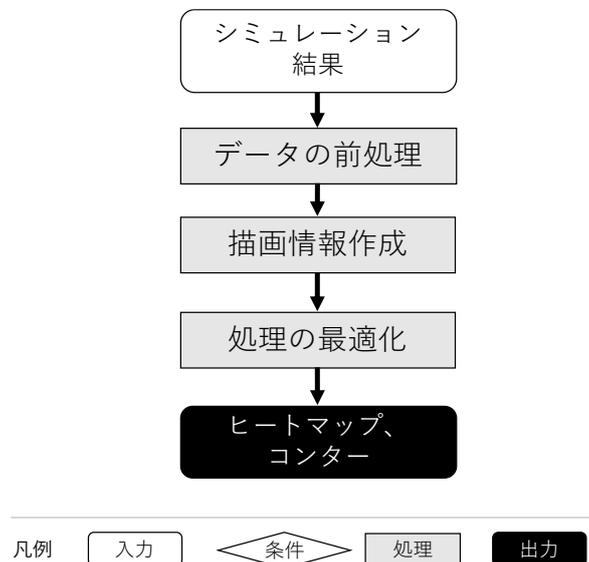


図 4-25 ヒートマップのフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ 【FN301】 で得た人流シミュレーション結果
      - 内容
        - シミュレーション結果の人流データ
      - 形式
        - MF-JSON 形式
      - データ詳細
        - ファイル出力インターフェース【IF101】を参照
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - ヒートマップ、コンター
    - ◇ 処理内容
      - データの preprocessing
      - 人流密度に基づく描画情報の作成
      - 処理の最適化
    - ◇ 利用するライブラリ
      - OpenGL (シミュレーションソフトウェアで使用、ソフトウェア・ライブラリ【SL003】を参照)

### 23. 【FN205】 結果解析(人流可視化ツール)

- 機能概要
  - 解析結果をグラフ、画像等で表示・出力する
- データ仕様
  - 入力
    - ◇ 【FN301】 で得た人流シミュレーション結果
      - 内容
        - シミュレーション結果の人流データ
      - 形式
        - MF-JSON 形式
      - データ詳細
        - ファイル出力インターフェース【IF101】を参照
  - 出力
    - ◇ なし
- フローチャート

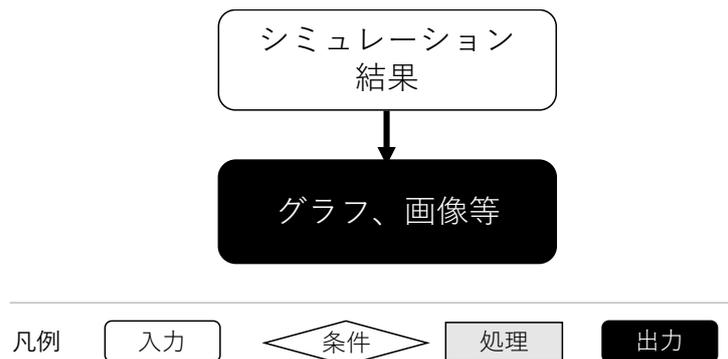


図 4-26 結果解析のフローチャート

- 機能詳細
  - 結果保存
    - ◇ 処理内容
      - 入力された人流シミュレーション結果のデータフォーマットの確認
      - 必要となる時間及び空間情報を抽出
      - MF-JSON 形式に格納する

## 24. 【FN206】可視化(人流可視化ツール)

- 機能概要
  - Web ブラウザ上で3次元的人流の可視化を行う
- フローチャート

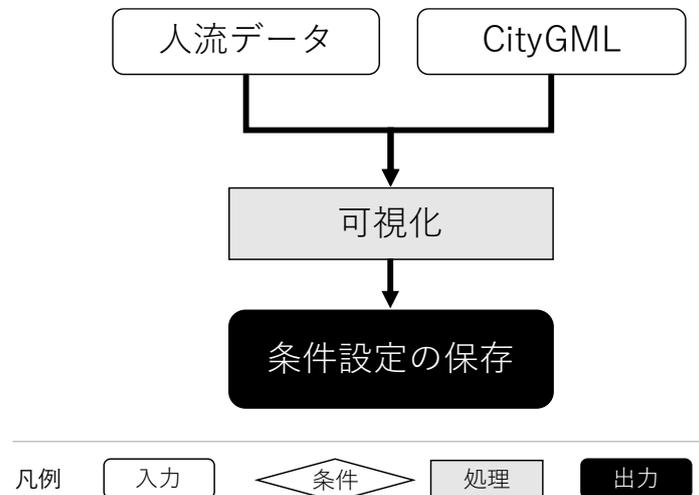


図 4-27 可視化(人流データ可視化人流可視化ツール)のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ 人流データ 【FN201】
      - 内容
        - 【FN201】 人流データインポートで取り込んだ人流データ
      - 形式
        - MF-JSON 形式
      - データ詳細
        - ファイル入力インタフェース 【IF001】 を参照
    - ◇ CityGML 【FN207】
      - 内容
        - 3D 都市モデルのデータ
      - 形式
        - CityGML 形式
      - データ詳細
        - なし
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - 可視化
    - ◇ 処理内容

## uc24-07\_技術検証レポート\_汎用的な人流シミュレーションシステム

- シミュレーション結果から人流を描画する
  - フレームレートを確保するための最適化処理
- ◇ 利用するライブラリ
- Babylon.js  
(人流可視化ツールで使用、ソフトウェア・ライブラリ【SL007】を参照)

## 25. 【FN207】 CityGML インポート(人流可視化ツール)

- 機能概要
  - CityGML をインポートして都市モデルを VR 空間上に生成する
- フローチャート

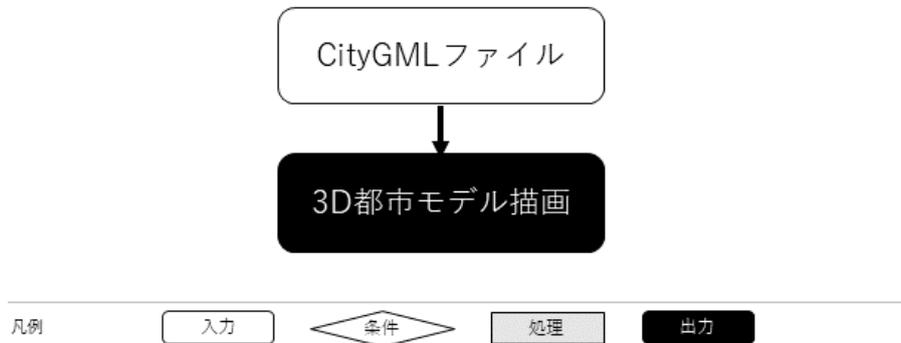


図 4-28 CityGML インポート(人流可視化ツール)のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ CityGML ファイル
      - 内容
        - 3D 都市モデルのデータ
      - 形式
        - CityGML 形式
      - データ詳細
        - なし
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - CityGML インポート
    - ◇ 処理内容
      - CityGML を選択してインポートする
      - VR 空間に都市モデルが生成される

26. 【FN301】シミュレーション機能(人流シミュレーション実行ソフト)

- 機能概要
  - 【FN101】で設定する交通ネットワーク、道路交通容量の設定、【FN114】で設定する交通規制、道路モデル、地下街モデル、橋梁モデルの設定に基づくシミュレーションを行う
- フローチャート

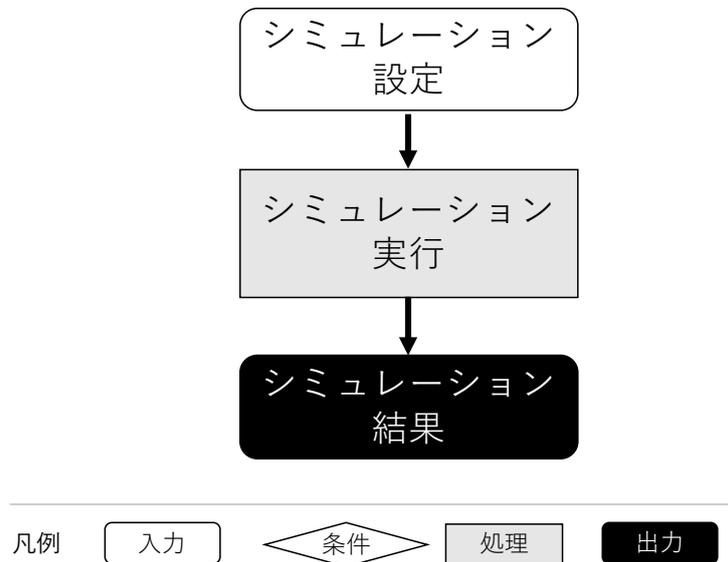


図 4-29 シミュレーション機能のフローチャート

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ シミュレーション設定
      - 内容
        - 【FN101】で読み込み、設定したシミュレーション設定
        - 【IF202】を参照
      - 形式
        - プログラム内部のデータ
      - データ詳細
        - 内部連携入力インターフェース【IF202】を参照
  - 出力
    - ◇ シミュレーション結果
      - 内容
        - 時間及び位置座標の結果で可視化【FN104】を行う
        - 【IF203】を参照
      - 形式
        - MF-JSON 形式
      - データ詳細

➤ ファイル出力インターフェース【IF101】を参照

● 機能詳細

➤ シミュレーション実行

◇ 処理内容

- 人流データの前処理
- 設定した条件により、シミュレーションモデルを構築する
- シミュレーションを実行する
- シミュレーション結果を更新する

◇ 利用するライブラリ

- Menge

### 4-3. アルゴリズム

#### 4-3-1. 利用したアルゴリズム

利用したアルゴリズムは無し。

#### 4-3-2. 開発したアルゴリズム

表 4-5 開発したアルゴリズム一覧

ID	アルゴリズムを利用した機能	名称	説明	選定理由
AL001	FN114 FN116	歩行空間抽出・編集機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>● CityGML データを読み込み、歩道エリアの取得を行う</li> <li>● シミュレーション空間内のメッシュを定義する</li> <li>● 各メッシュと歩道ポリゴン外端線の方向からメッシュ内の歩道ポリゴンが占める面積を計算し歩行可否を判定する</li> <li>● ユーザーは任意のメッシュを選択し、歩道の拡幅、横断歩道の追加を行う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 歩行空間抽出を行うに当たり計算処理が早い</li> </ul>

1) 【AL001】歩行空間抽出・編集機能

- 本アルゴリズムを利用した機能

- 【FN114】

- 【FN116】

- アルゴリズムの詳細

1. CityGML データを読み込み、歩道エリアの取得を行う

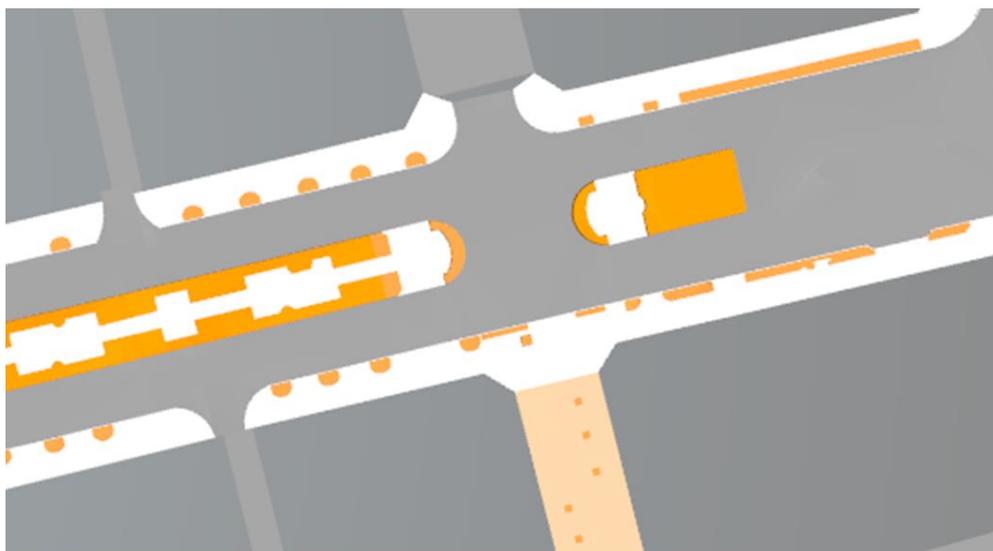


図 4-30 シミュレーション空間イメージ

2. シミュレーション空間内のメッシュを定義する

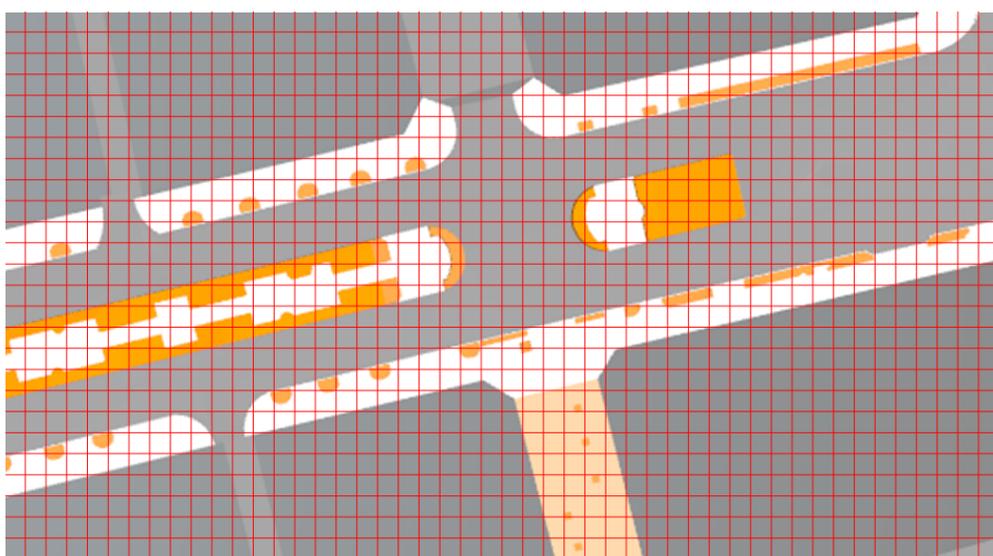


図 4-31 シミュレーション空間メッシュ

3. 各メッシュと歩道ポリゴン外端線の間隔からメッシュ内の歩道ポリゴンが占める面積を計算し歩行可否を判定する

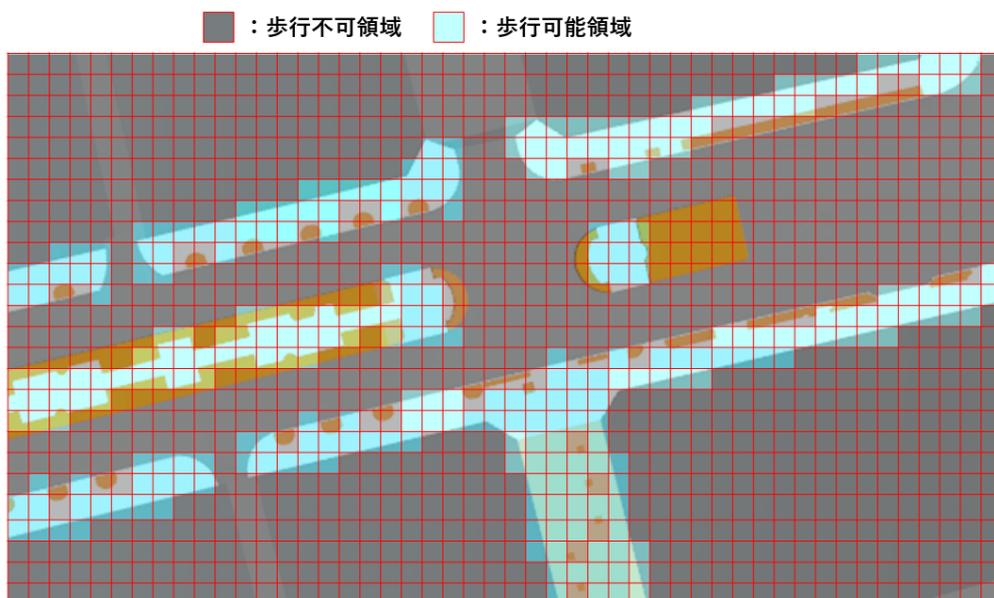


図 4-32 シミュレーション空間メッシュ 歩行可否判定

4. 任意のメッシュを選択して、歩道の拡幅、横断歩道の追加を行う

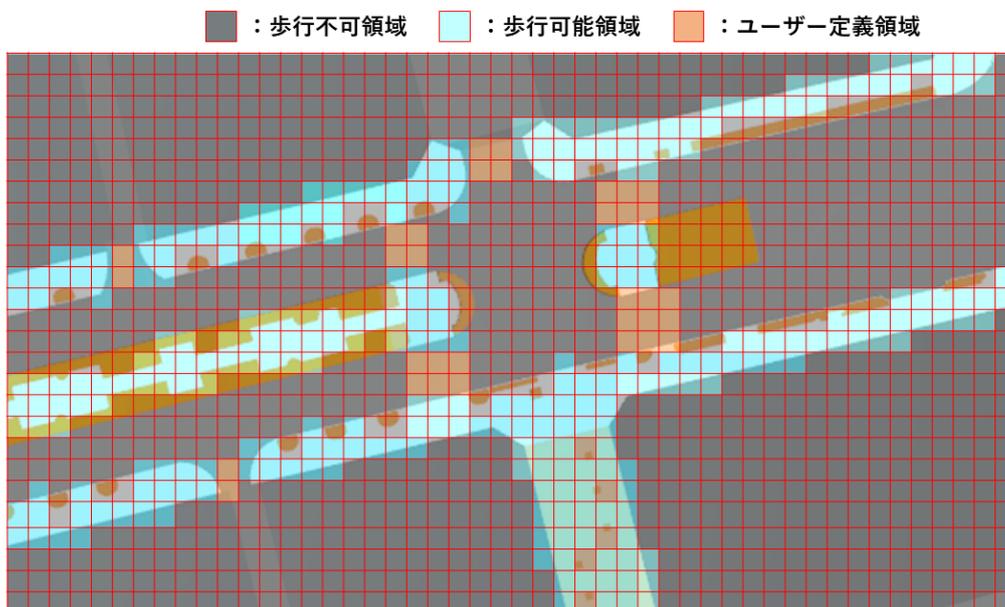


図 4-33 シミュレーション空間メッシュ ユーザー定義

## 4-4. データインタフェース

### 4-4-1. ファイル入力インタフェース

#### 1) 【IF001】人流データ読込

- 本インタフェースを利用した機能
  - 【FN001】
- 利用可能な人流データ
  - Profile Passport：ブログウォッチャー社（表 4-6）
  - Agoop 流動人口データ：Agoop 社（表 4-7）
  - BeaconBank：unerry 社（表 4-8）

表 4-6 Profile Passport：ブログウォッチャー社

uuid	adid	hashed_adid	datetime	timestamp	unixtime	date	...
abcd123 e-4567- fg89- hijk*1234l mn5op6q	123abcde- 4567- 89fg-hijk- lmn1234o p56q	as00cdef123 ggh4445i6j78 9klm000no	2024-01-01 10:05:30	2024-01-01 10:05:30 UTC	1669856730	2022-12-01	
PPSDK 識別子	広告識別子	ハッシュ化された 広告識別子	位置情報検 知日時 (日本標準 時)	タイムスタ ンプ	位置情報検知 日時 (UTC)	位置情報検知日 (日本標準時)	

...	time	latitude_ anonymous	longitude_a nonymous	accuracy	mesh	os	geoname
	10:05:30	35.6809591	139.767306 38	13.992	33.48	iOS/android	仙台駅
	位置情報 検知時間 (日本標準 時)	汎化加工 緯度	汎化加工 経度	精度	緯度経度の 1/8 メッシュ	OS	地点名称

表 4-7 Agoop 流動人口データ：Agoop 社

dailyid	year	month	day	dayofweek	hour	minute	...
346...a0e	2019	4	1	1	0	0	
c17...986	2019	4	1	1	0	0	
ca0...ed3	2019	4	1	1	0	0	
デイリーID (96 桁)	年	月	日	曜日	時間	分	

...	latitude	longitude	os	home_ countryname	plmn_ countryname	...
	35.646944	139.731395	Android	Japan	Japan	
	35.627991	139.739478	iOS	Japan	Japan	
	35.681413	139.697136	Android	Japan	Japan	
	緯度	経度	OS	居住国名	推測居住国名	

...	setting_ currency	setting_ language	setting_ country	logtype_ category	logtype_ subcategory	accuracy	...
	JPY	ja	JP	background	arrival	91042.304	
	JPY	ja	JP	foreground	departure	65	
	JPY	ja	JP	other	move	14.296	
	設定	設定言語	設定国籍	ログタイプ カテゴリ	ログタイプ サブカテゴリ	精度	

...	speed	estimated_ speed_flag	course	estimated_ course_flag	prefcode	citycode
	10.356	2	15.605	2	13	13103
	0	1	240.945	2	13	13103
	0.314	2	193.57	2	13	13113
	移動速 度	推定速度フ ラグ	移 動 方 向	推定移動方 向フラグ	都道府県 コード	市区町村コード

表 4-8 BeaconBank : unnery 社

adid	app_user_id	extra_id_1	extra_id_2	detected_on_jst	...
346...a0e	c17...986	ca0...ed3	789...a0e	2024-01-01 10:05:30	
346...a0e	c17...986	ca0...ed3	789...a0e	2024-01-01 10:05:30	
346...a0e	c17...986	346...a0e	789...a0e	2024-01-01 10:05:30	
モバイル広告 ID	BeaconBank ユーザーID	SDK.setExtraInfoでアプリから設定された任意の ID1	SDK.setExtraInfoでアプリから設定された任意の ID2	ログ取得日時	

...	latitude	longitude	category_id	category_name	brand_id	brand_name	...
	35.646944	139.731395	56	各種商品小売業			
	35.627991	139.739478	56	各種商品小売業			
	35.681413	139.697136	56	各種商品小売業			
	緯度	経度	業態コード	業態名	ブランド ID	ブランド名	

...	poi_id	poi_name	prefecture_code	prefecture_name	city_code	city_name
			13	東京都	13103	港区
			13	東京都	13103	港区
			13	東京都	13103	港区
	店舗 ID	店舗名	国勢調査の都道府県コード	都道府県	国勢調査の市区町村コード	市区

2) 【IF002】人流データ読込

データ変換ツールの入力フォーマットについて CSV、XML、JSON、GeoJSON の 4 種類をサポートする。MF-JSON は GeoJSON 標準を参照しているため、GeoJSON の詳細項目を省略する。インポートできる項目は MF-JSON の「MANDATORY プロパティ」を参照する。

- 本インターフェースを利用した機能
  - 【FN102】【FN201】

CSV のデータ形式：

```
Timestamp,In, Out ,Count
2024-06-01 08:00,50, 30,150
2024-06-01 08:15,85, 35,200
```

JSON のデータ形式：

```
[
  {
    "Timestamp": "2024-06-01T08:00:00",
    "In": 50,
    "Out": 30,
    "Count": 150
  },
  {
    "Timestamp": "2024-06-01T08:00:00",
    "In": 85,
    "Out": 35,
    "Count": 200
  }
]
```

XML のデータ形式：

```
<PeopleFlow>
  <Record>
    <Timestamp>2024-06-01T08:00:00</Timestamp>
    <In>50</In>
    <Out>30</Out>
    <Count>150</Count>
  </Record>
```

```
<Record>
  <Timestamp>2024-06-01T08:15:00</Timestamp>
  <In>85</In>
  <Out>35</Out>
  <Count>200</Count>
</Record>
</PeopleFlow>
```

Geo-JSON のデータ形式：

```
{
  "type": "FeatureCollection",
  "features": [
    {
      "type": "Feature",
      "properties": {
        "Timestamp": "2024-06-01T08:00:00",
        "In": 50,
        "Out": 30,
        "Count": 150
      },
      "geometry": {
        "type": "Point",
        "coordinates": [139.702, 35.658]
      }
    },
    {
      "type": "Feature",
      "properties": {
        "Timestamp": "2024-06-01T08:15:00",
        "In": 85,
        "Out": 35,
        "Count": 200
      },
      "geometry": {
        "type": "Point",
        "coordinates": [139.703, 35.689]
      }
    }
  ]
}
```

```
]
}
```

#### 4-4-2. ファイル出力インターフェース

##### 1) 【IF101】 MF-JSON ファイル出力

- 本インターフェースを利用した機能
  - 【FN001】 【FN103】

<https://ksookim.github.io/mf-json/>

```
{
  "type": "FeatureCollection",
  "features": [
    {
      "type": "Feature",
      "id": "0001",
      "temporalGeometry": {
        "type": "MovingPoint",
        "datetimes": [
          "2011-07-14T22:01:01Z",
          "2011-07-14T22:01:02Z",
          "2011-07-14T22:01:03Z",
          "2011-07-14T22:01:04Z",
          "2011-07-14T22:01:05Z"
        ],
        "coordinates": [
          [
            139.757083,
            35.627701,
            0.5
          ],
          [
            139.757399,
            35.627701,
            2.0
          ]
        ]
      }
    }
  ]
}
```

```
[
  139.757555,
  35.627688,
  4.0
],
[
  139.757651,
  35.627596,
  4.0
],
[
  139.757716,
  35.627483,
  4.0
]
]
},
"geometry": {
  "type": "LineString",
  "coordinates": []
},
"properties": {
  "gender": "man",
  "age": "20"
}
},
{
  "type": "Feature",
  "id": "0002",
  "temporalGeometry": {
    "type": "MovingPoint",
    "datetimes": [
      "2011-07-14T22:01:01Z",
      "2011-07-14T22:01:02Z",
      "2011-07-14T22:01:03Z",
      "2011-07-14T22:01:04Z",
      "2011-07-14T22:01:05Z"
    ]
  },
  ],
```

```
"coordinates": [  
  [  
    139.757083,  
    35.627701,  
    2.0  
  ],  
  [  
    139.757399,  
    35.627701,  
    2.0  
  ],  
  [  
    139.757555,  
    35.627688,  
    2.0  
  ],  
  [  
    139.757651,  
    35.627596,  
    2.0  
  ],  
  [  
    139.757716,  
    35.627483,  
    2.0  
  ]  
]  
,  
"geometry": {  
  "type": "LineString",  
  "coordinates": []  
},  
"properties": {  
  "gender": "woman",  
  "age": "22"  
}  
}
```

```
}

```

2) 【IF102】 画像・動画出力

- 本インターフェースを利用した機能

- 【FN109】

動画ファイル：MP4,WMV,AVI

画像ファイル：BMP,PNG

3) 【IF103】 断面交通流出力

- 本インターフェースを利用した機能

- 【FN115】

CSV 形式で出力

表 4-9 断面交通流出力

シミュレーション時刻	時刻	緯度	経度	通過人数
0	2024-08-01 T09:00:00Z	35.4123	193.4123	5
60	2024-08-01 T09:01:00Z	35.4123	193.4123	6
120	2024-08-01 T09:02:00Z	35.4123	193.4123	5
シミュレーションの経過時間(s)	シミュレーション空間内の時刻	計測エリアの緯度	計測エリアの経度	通過人数

## 4-4-3. 内部連携インターフェース

## 1) 【IF201】歩行者情報

- 本インターフェースを利用した機能
  - 【FN001】

表 4-10 歩行者情報

パラメータ	説明	値
移動情報	● 歩行者の移動パラメータ	歩行速度 目的地点
時刻情報	● データを取得したシミュレーションが存在しない時刻	yyyy-mm-dd-hh:mm:ss
座標情報	● 歩行者の緯度、経度座標	緯度、経度

## 2) 【IF202】人流シミュレーションツールから実行ソフトへのデータ連携

本インターフェースは、ローカル環境に保存した XML 形式及び TXT 形式のファイルによりデータ連携を行う。

- 本インターフェースを利用した機能
  - 【FN301】

表 4-11 人流シミュレーションツール(UC-win/Road) &gt; 実行ソフト

パラメータ	説明	値
地形パラメータ	線形ベースで実装する場合 ● ノード情報 ● パス情報 ポリゴンベースで実装する場合 ● 地形情報 その他の地形情報 ● 信号配置 ● 屋根の有無など	-
歩行者個別パラメータ	● 歩行速度 ● ルート選択パターンなど	-
人流パラメータ	● 歩行者分布など	-
シミュレーションパラメータ	● 天候 ● 日時 ● 信号などの交通制御規則など	晴れ/雨/曇りなど yyyy-mm-dd-hh:mm:ss

表 4-12 制御情報

ステータスコード	説明
102	シミュレーション開始指示
104	シミュレーション一時停止指示
105	シミュレーション終了指示
106	シミュレーション詳細結果要求

3) 【IF203】 実行ソフトから人流シミュレーションツールへのデータ連携  
本インターフェースは、UDP 通信によってデータ連携を行う。

- 本インターフェースを利用した機能
  - 【FN301】

表 4-13 実行ソフト&gt;人流シミュレーションツール(UC-win/Road)

パラメータ	説明	値
人流情報	各歩行者の座標 ノード、歩道ポリゴン別の人口密度 など	-
交通制御情報	信号などの現在状態など	-

表 4-14 ステータスレスポンス

ステータスコード	説明
001	シミュレーション待機
002	シミュレーション開始
003	シミュレーション実行中
004	シミュレーション一時停止
005	シミュレーション終了

4) 【IF204】 歩道編集から条件設定・保存

- 本インターフェースを利用した機能
  - 【FN101】 【FN114】

表 4-15 歩道から条件設定・保存

パラメータ	説明	値
歩行空間情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>● LOD3.3 から読み込んだ歩行可能な地形の情報</li> <li>● ユーザーが定義した歩行可能な地形の情報</li> <li>● 歩行エリアの重み情報</li> <li>● 歩行者発生点</li> </ul>	-

5) 【IF205】 可視化から結果解析

- 本インターフェースを利用した機能
  - 【FN107】 【FN205】

表 4-16 可視化から結果解析

パラメータ	説明	値
移動体情報	● 人流内の歩行者一人一人の情報	男性/女性 年齢
移動情報	● 歩行者の移動パラメータ	歩行速度 目的地点
時刻情報	● データを取得したシミュレーション内時刻	yyyy-mm-dd-hh:mm:ss
座標情報	● 歩行者の緯度、経度座標	緯度、経度

## 6) 【IF206】条件設定から結果解析

- 本インターフェースを利用した機能
  - 【FN103】

表 4-17 条件設定から結果解析

パラメータ	説明	値
移動体情報	● 人流内の歩行者一人一人の情報	男性/女性 年齢
移動情報	● 歩行者の移動パラメータ	歩行速度 目的地点
時刻情報	● データを取得したシミュレーション内時刻	yyyy-mm-dd-hh:mm:ss
座標情報	● 歩行者の緯度、経度座標	緯度、経度

## 4-4-4. 外部連携インターフェース

なし

## 4-5. 実証に用いたデータ

### 4-5-1. 活用したデータ一覧

1) 利用した 3D 都市モデル

- 年度：2024 年度（西暦）
- 都市名：宮城県仙台市青葉区
- 04100\_sendai-shi\_city\_2024\_citygml\_1\_op
- メッシュ番号：(57403629、57403619、57403710)

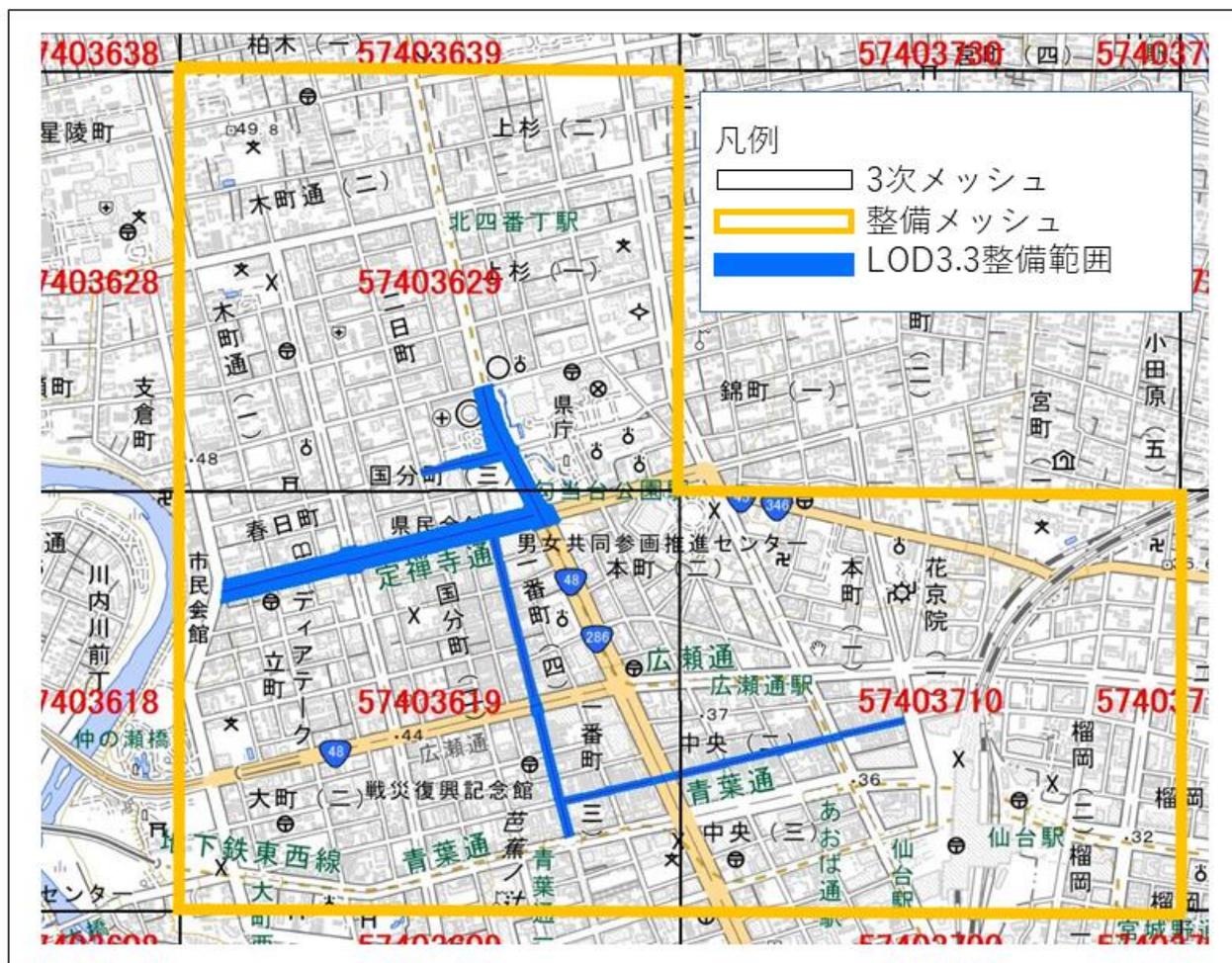


図 4-34 3D 都市モデル整備エリア(宮城県仙台市青葉区中心街近辺)

表 4-18 利用した 3D 都市モデル

地物	地物型	属性区分	ID	属性名	内容	データを利用した機能 (ID)
建築物 LOD1・ LOD2	bldg:Building	空間属性	DT001	bldg:lod1Solid	形状	FN108
			DT002	bldg:lod2Solid	形状	FN108
道路 LOD3.3	tran:Road	空間属性	DT003	tran:lod3MultiSurface	道路面	FN108

## 2) 利用したその他のデータ

## 1. データ一覧

表 4-19 利用したその他データ (一覧)

ID	エリア (都市)	活用データ	内容	データ形式	更新情報	出所	データを利用した機能 (ID)
DT101	仙台市	仙台市中心街地の人流データ	仙台市人流可視化ダッシュボード、仙台市中心市街地の人流データ (断面交通流型人流データ)	ヒートマップ	2024/03/01~	仙台データダッシュボード ( <a href="https://data.city.sendai.jp/">https://data.city.sendai.jp/</a> )	FN001
DT102	仙台市	仙台市人流データ	仙台市で取得した人流データ (断面交通流型人流データ)	FieldAnalyst forGateVer.8	-	仙台市	FN001
DT103	仙台市	Profile Passport 人流データ	ブログウォッチャーで販売している人流データ (追跡型人流データ)	CSV	-	ブログウォッチャー	FN001



## 4-5-2. 生成・変換したデータ

表 4-21 生成・変換したデータ

ID	システムに入力するデータ (データ形式)	用途	処理内容	データ処理ソフトウェア	活用データ (データ形式)	データを利用した機能 (ID)
DT301	標準人流データ (MF-JSON形式)	人流シミュレーションの初期データ、可視化アプリの読込データとして利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>データを読み込み、シミュレーションのエージェントの初期設定、及び可視化するモデルの移動経路として利用</li> </ul>	人流シミュレーションツール、人流可視化ツール	標準人流データ (MF-JSON形式)	FN102 FN201 FN104 FN206

## 4-6. ユーザーインターフェース

## 4-6-1. 画面一覧

## 1) 人流シミュレーションツール画面 (UC-win/Road 用)

表 4-22 人流シミュレーションツール画面 (UC-win/Road 用) 画面一覧

ID	連携 (ID)	画面名	画面説明	画面を表示した機能 (ID)
SC001	-	メイン画面	● UC-win/Road メイン画面	-
SC002	SC001	RD ファイル読込画面	● UC-win/Road の空間情報を定義する VR データ読み込みを行う	-
SC003	SC001, SC004	CityGML データ読込画面	● CityGML データを読み込み、UC-win/Road 内の 3D データ及び人流シミュレーション歩行領域として表示を行う	FN108
SC004	SC001, SC005	シミュレーション諸条件入力画面	● 人流シミュレーションに用いる各条件設定を行う	FN101 FN102 FN201
SC005	SC006	人流シミュレーション実行画面	● 人流シミュレーションの実行を行う	FN104 FN112 FN301
SC006	SC005	データ出力形式の選択画面	● 人流シミュレーション結果の出力形式を選択し出力する	FN103 FN107 FN109 FN205

## 2) 人流データ標準変換ツール画面

表 4-23 人流データ標準変換ツール画面一覧

ID	連携 (ID)	画面名	画面説明	画面を表示した機能 (ID)
SC101	－	メイン画面	● 人流データ標準変換ツールのメイン画面	FN001
SC102	SC103	データフォーマットの選択画面	● 入力した人流データのフォーマットの入力を行う	FN001
SC103	－	データのエクスポート画面	● 入力した人流データを MF-JSON 形式で出力する	FN001

## 3) 人流可視化ツール画面

表 4-24 人流可視化ツール用画面一覧

ID	連携 (ID)	画面名	画面説明	画面を表示した機能 (ID)
SC201	－	メイン画面	● 人流可視化ツールのメイン画面	－
SC202	SC201, SC204	人流データの読込画面	● MF-JSON ファイルの読み込みを行う	FN206
SC203	SC201, SC0204	CityGML データ読込編集画面	● CityGML データ読み込みを行う	FN207
SC204	－	人流シミュレーションアニメーション画面	● 読み込んだ人流シミュレートデータの表示を行う	FN206, FN202

## 4-6-2. 画面遷移図

### 1) 人流シミュレーションツール

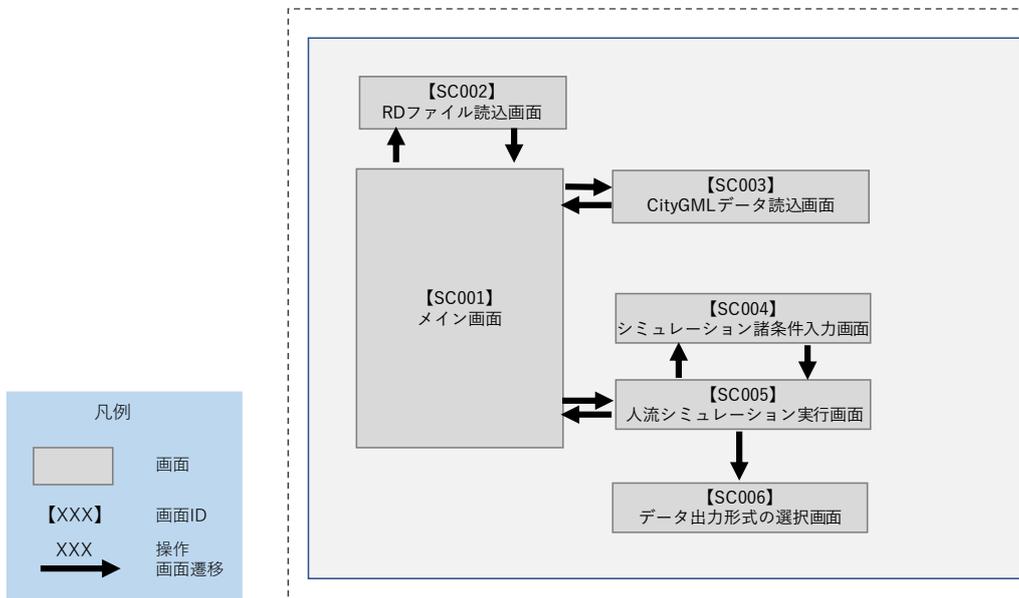


図 4-35 人流シミュレーションツール画面遷移図

### 2) 人流データ標準変換ツール

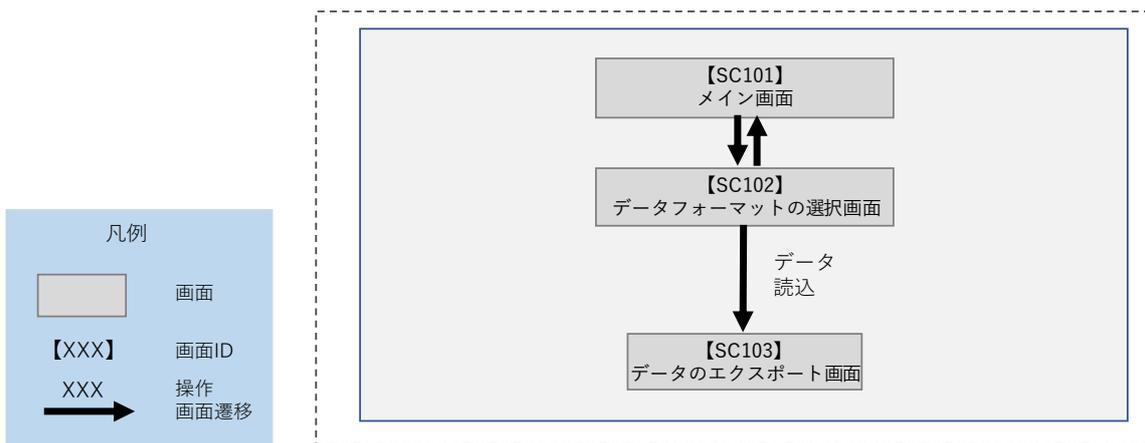


図 4-3636 人流データ標準変換ツール画面遷移図

3) 人流可視化ツール画面

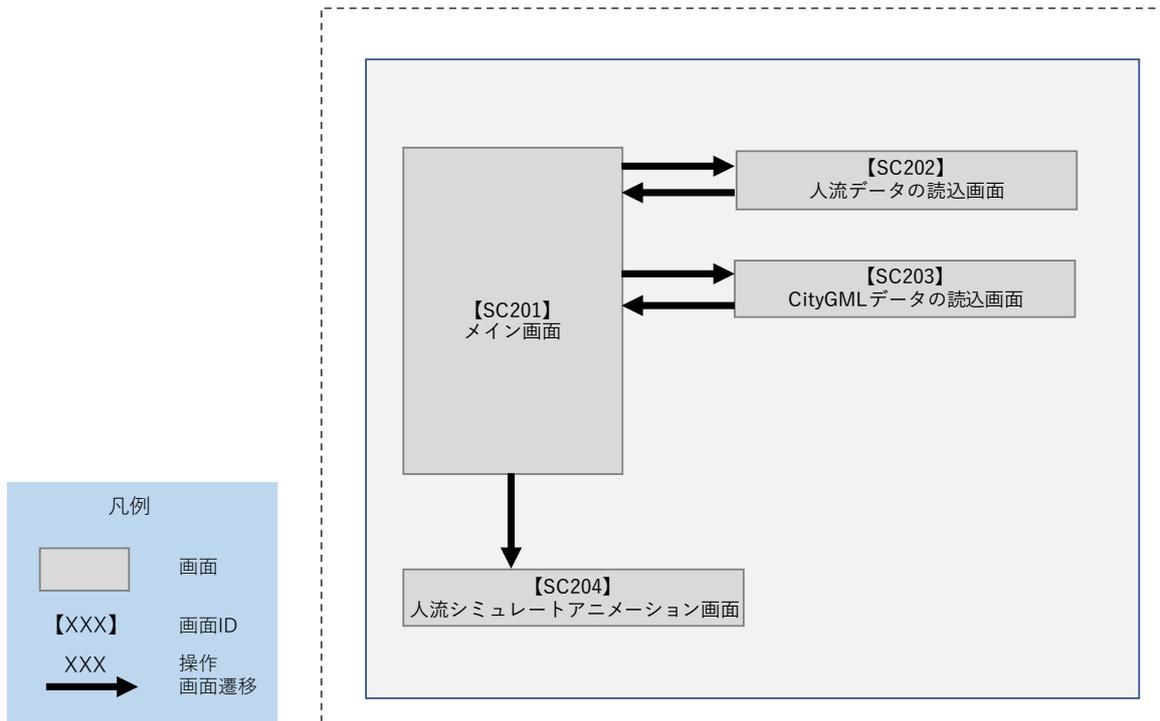


図 4-37 人流可視化ツール画面遷移図

### 4-6-3. 各画面仕様詳細

#### 1) 人流シミュレーションツール画面

##### 1. 【SC001】メイン画面

- 画面の目的・概要
  - 人流シミュレーションツールのメイン画面
  - 3D都市モデルの描画を行う
  - UC-win/Roadの各機能にアクセスするリボンUIを備え、各機能、各画面への参照を行う
- 画面イメージ

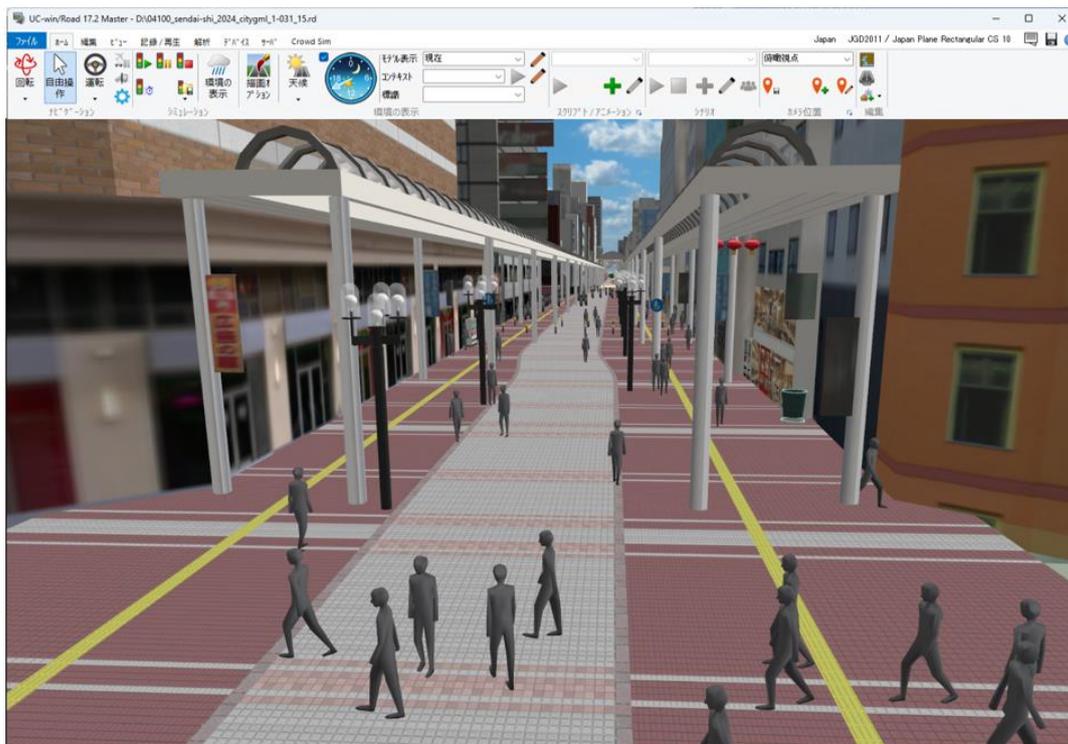


図 4-38 メイン画面のイメージ

2. 【SC002】 RD ファイル読込画面

- 画面の目的・概要
  - 読み込む RD ファイルの指定を行う
- 画面イメージ

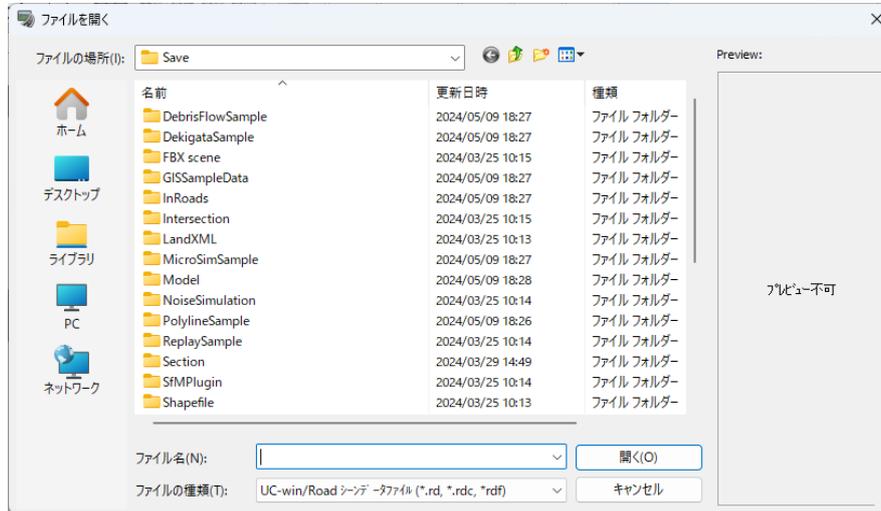


図 4-39 地図画面のイメージ

### 3. 【SC003】 GityGML データ 読込画面

- 画面の目的・概要

- インポートする CityGML ファイルの設定や、読み込み時のオプションを設定する。読み込み時のオプションは以下 3 つに分類される
  - ◇ スキップ：CityGML の都市オブジェクト ID が既に読み込まれたモデルの ID と同じ場合は読み込みを行わない
  - ◇ 置換：CityGML を上書きして読み込む「置換」
  - ◇ 無視：重複を無視して読み込む
- LOD レベルの指定を行い、指定した LOD の表現のみを読み込む。有効にしている LOD のうち、都市オブジェクト内に存在する最も大きな LOD レベルの形状表現を読み込む

- 画面イメージ

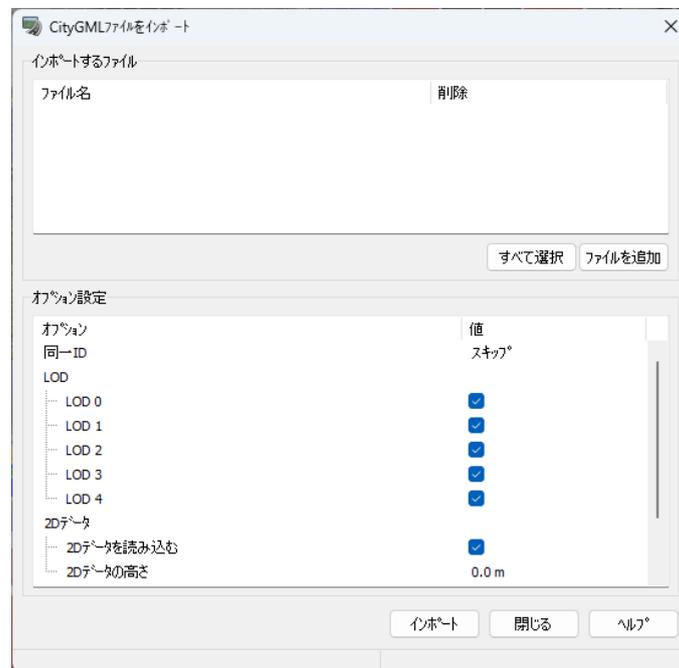


図 4-40 リスト画面のイメージ

#### 4. 【SC004】シミュレーション諸条件入力画面

- 画面の目的・概要
  - 人流に含まれる歩行者の情報（歩行速度・歩行者間距離・拡大係数・歩行者アバター）や歩行エリア情報、シミュレーション時間・速度情報等のシミュレーション設定を行う
  - 人流データの MF-JSON ファイルの読込もこの画面から行う
- 画面イメージ

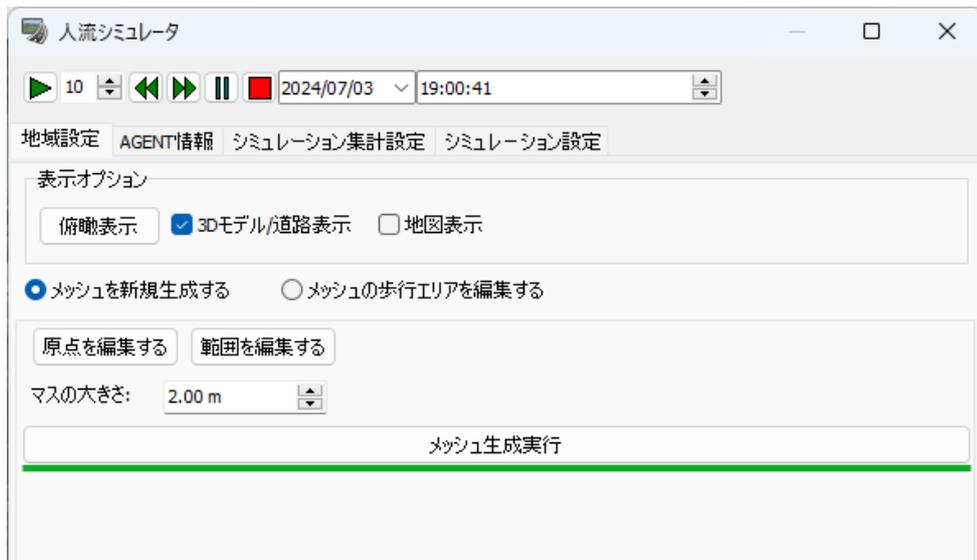


図 4-41 シミュレーション諸条件入力画面のイメージ

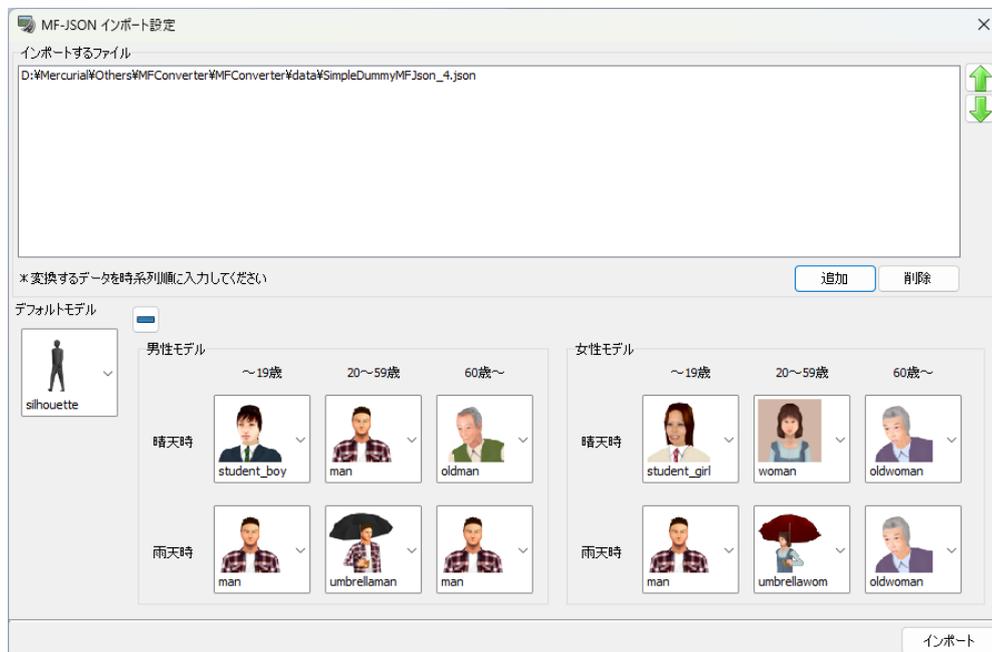


図 4-42 シミュレーション諸条件入力画面のイメージ(MF-JSON ファイルの読込)

## 5. 【SC005】人流シミュレーション実行画面

- 画面の目的・概要
  - 人流シミュレーションを実行し、確認する
  - 3D空間上の任意の始点から歩行者ネットワークを描画し、シミュレーション状況の確認を行う
- 画面イメージ

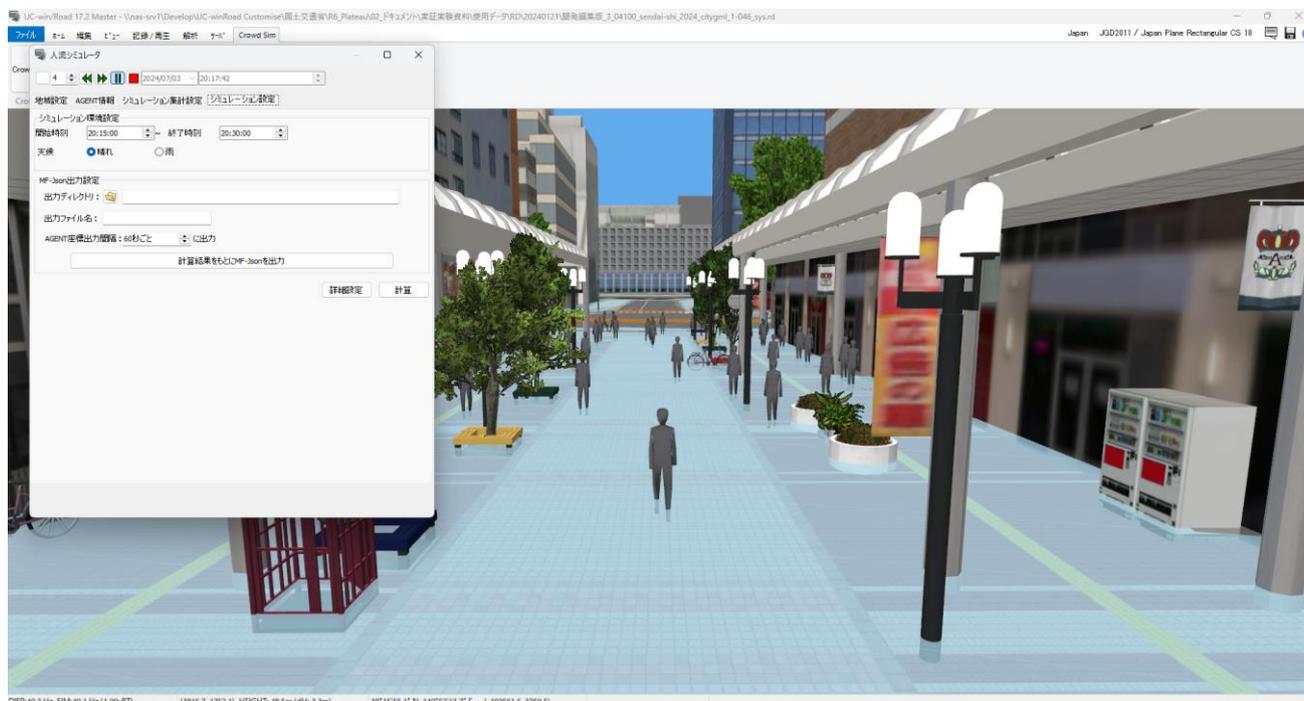


図 4-43 人流シミュレーションのイメージ

6. 【SC006】データ出力形式の選択画面

- 画面の目的・概要
  - 出力する時間域など、出力するシミュレーション項目の指定を行う
- 画面イメージ



図 4-44 データ出力形式の選択画面のイメージ

2) 人流データ標準変換ツール

1. 【SC101】メイン画面

- 画面の目的・概要
  - 人流データ標準変換ツールのメイン画面
  - 人流データのファイルをインポートする
  - 人流データの変換を行う
- 画面イメージ

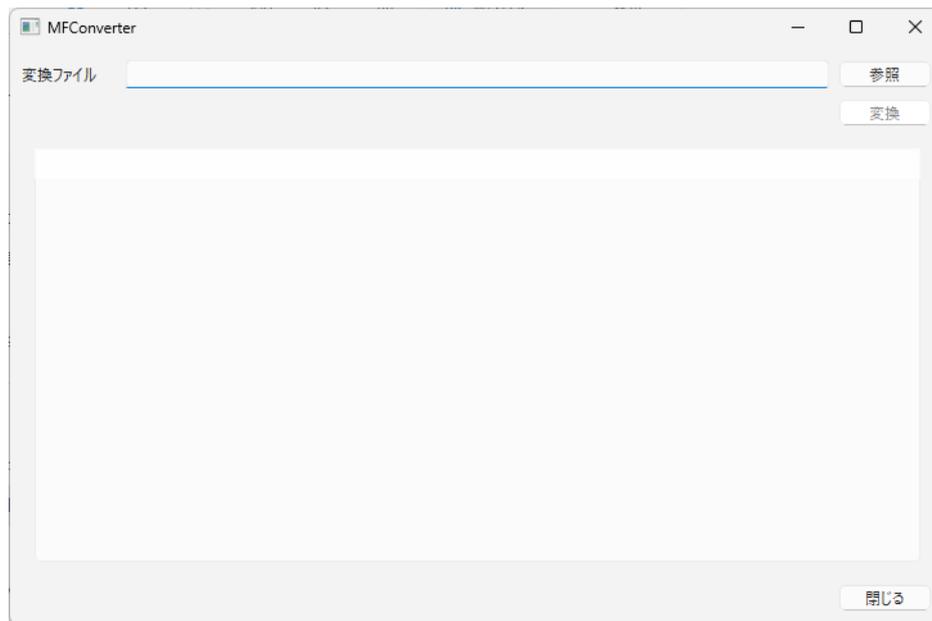


図 4-45 メイン画面のイメージ

## 2. 【SC102】 データフォーマットの選択画面

- 画面の目的・概要
  - 読み込む人流データファイルの指定及びフォーマットを設定する
  - 時間データを正規化する
  - CSV ファイルの行列対応などの設定を行う
- 画面イメージ

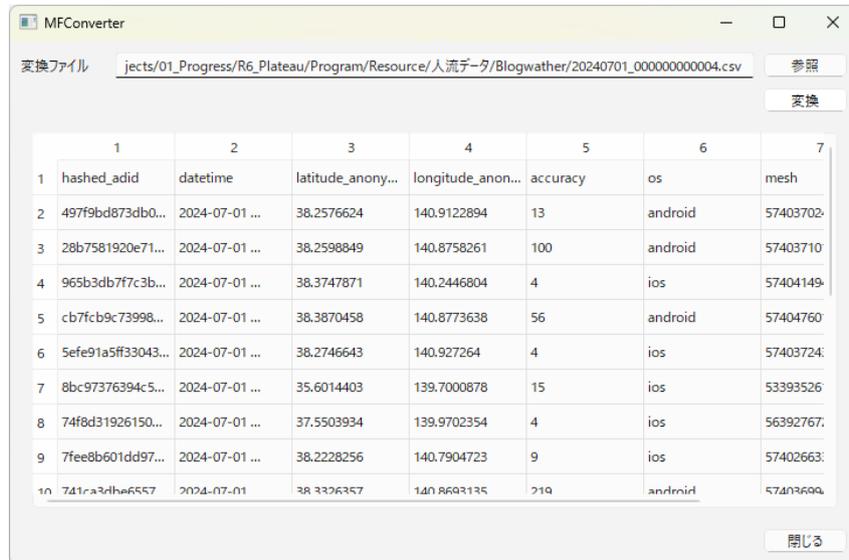


図 4-46 データフォーマットの選択画面のイメージ

## 3. 【SC103】 データのエキスポート画面

- 画面の目的・概要
  - 人流データをエキスポートし、結果を出力する
- 画面イメージ

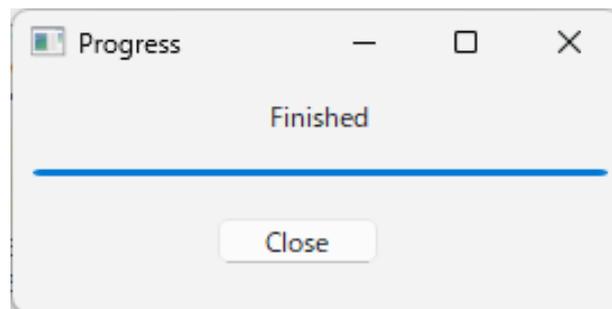


図 4-47 データのエキスポート画面のイメージ

3) 人流可視化ツール用画面

1. 【SC201】メイン画面

- 画面の目的・概要
  - 人流可視化ツールのメイン画面
- 画面イメージ

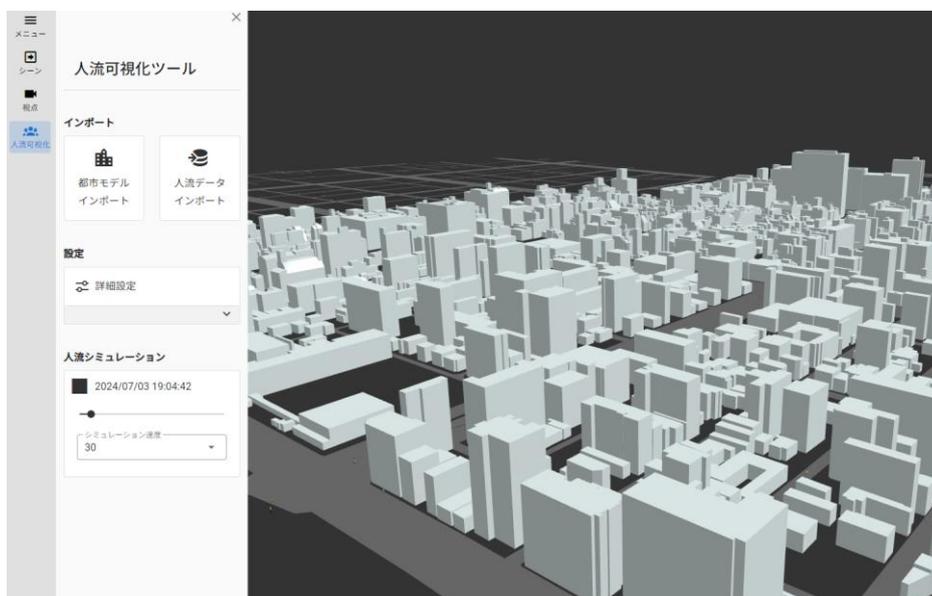


図 4-48 メイン画面のイメージ

## 2. 【SC202】 人流データの読込画面

- 画面の目的・概要
  - MF-JSON ファイルの読み込みを行う
- 画面イメージ



図 4-49 人流データの読込画面のイメージ

### 3. 【SC203】 CityGML データ読込編集

- 画面の目的・概要
  - CityGML データ読み込みを行う
- 画面イメージ

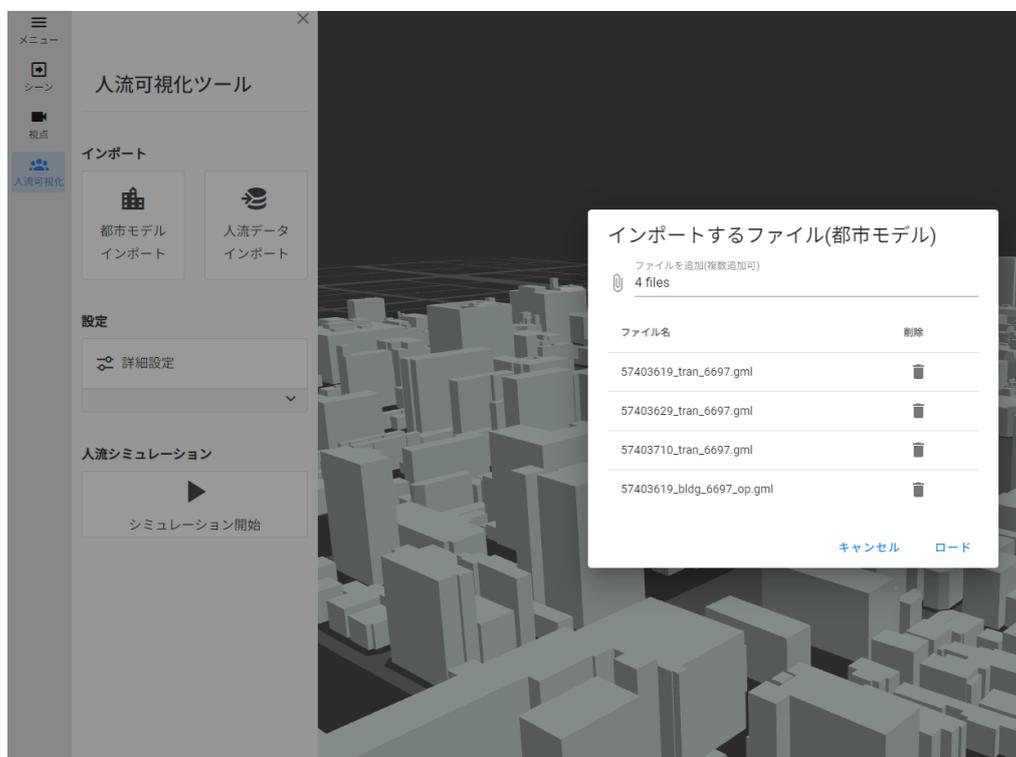


図 4-50 CityGML データ読込編集画面のイメージ

#### 4. 【SC204】 人流シミュレーションアニメーション画面

- 画面の目的・概要
  - 読み込んだ人流シミュレーションデータの表示を行う
- 画面イメージ

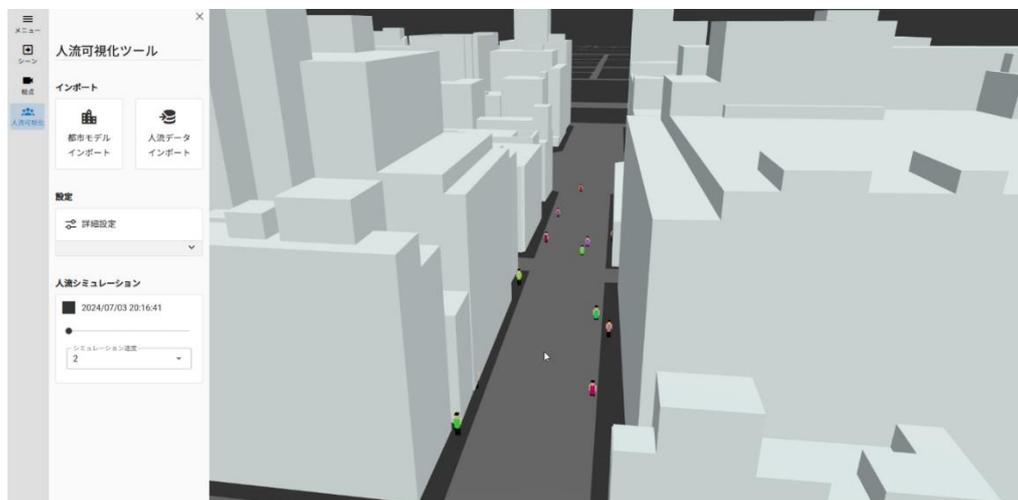


図 4-51 人流シミュレーションアニメーション画面のイメージ

## 4-7. 実証システムの利用手順

### 4-7-1. 実証システムの利用フロー

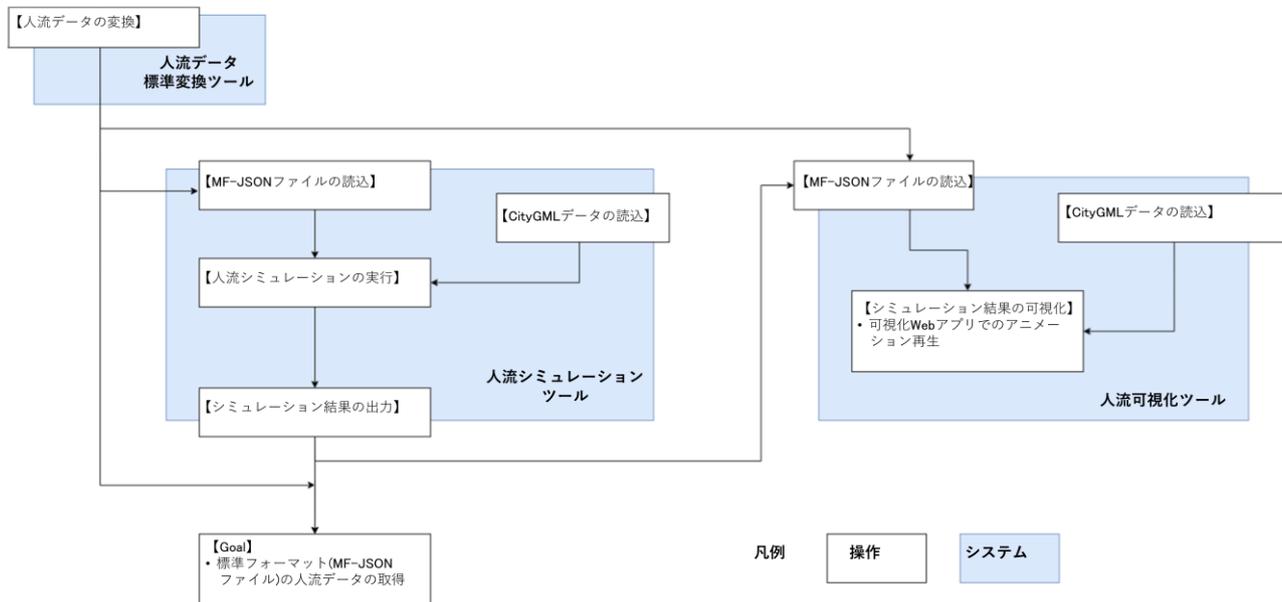


図 4-52 システムの利用フロー

- 既存の人流データを人流データ標準変換ツールで標準化する
- 標準化した人流データをシミュレーションの初期設定として読み込み、シミュレーション結果としての人流データを取得する
- 出力した人流データを人流可視化ツールに読み込み、アニメーションで可視化する

## 4-7-2. 各画面操作方法

## 1) 人流データ標準変換ツール：人流データの変換

- ファイルダイアログから任意のファイルを指定して人流データとして読み込む
- 変換ボタンを押下することで読み込んだ人流データが MF-JSON 形式に変換される

※読み込んだ人流データのフォーマットや拡張子がプリセットのデータ変換定義ファイルのサポート外である場合は、データ変換方法を定義した ini 形式のファイルをシステム内に配置しておくことで変換が可能である（ini ファイルの定義方法は OSS のチュートリアルを参照：<https://project-plateau.github.io/MF-JSON-Converter/>）

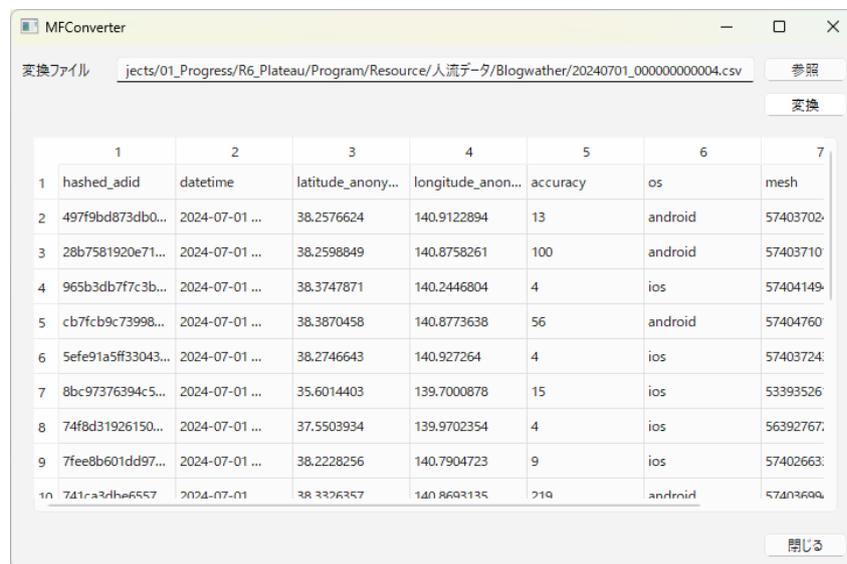


図 4-53 人流データの変換

2) 人流シミュレーションツール：MF-JSON ファイルの読み込

- 人流シミュレーションツールで MF-JSON 形式を人流シミュレーションの初期設定として読み込む
- 【SC004】シミュレーション諸条件の入力画面の『ファイル読み込』ボタンからファイルダイアログを開き、任意の MF-JSON 形式のファイルを指定し、人流シミュレーションの初期設定として読み込む

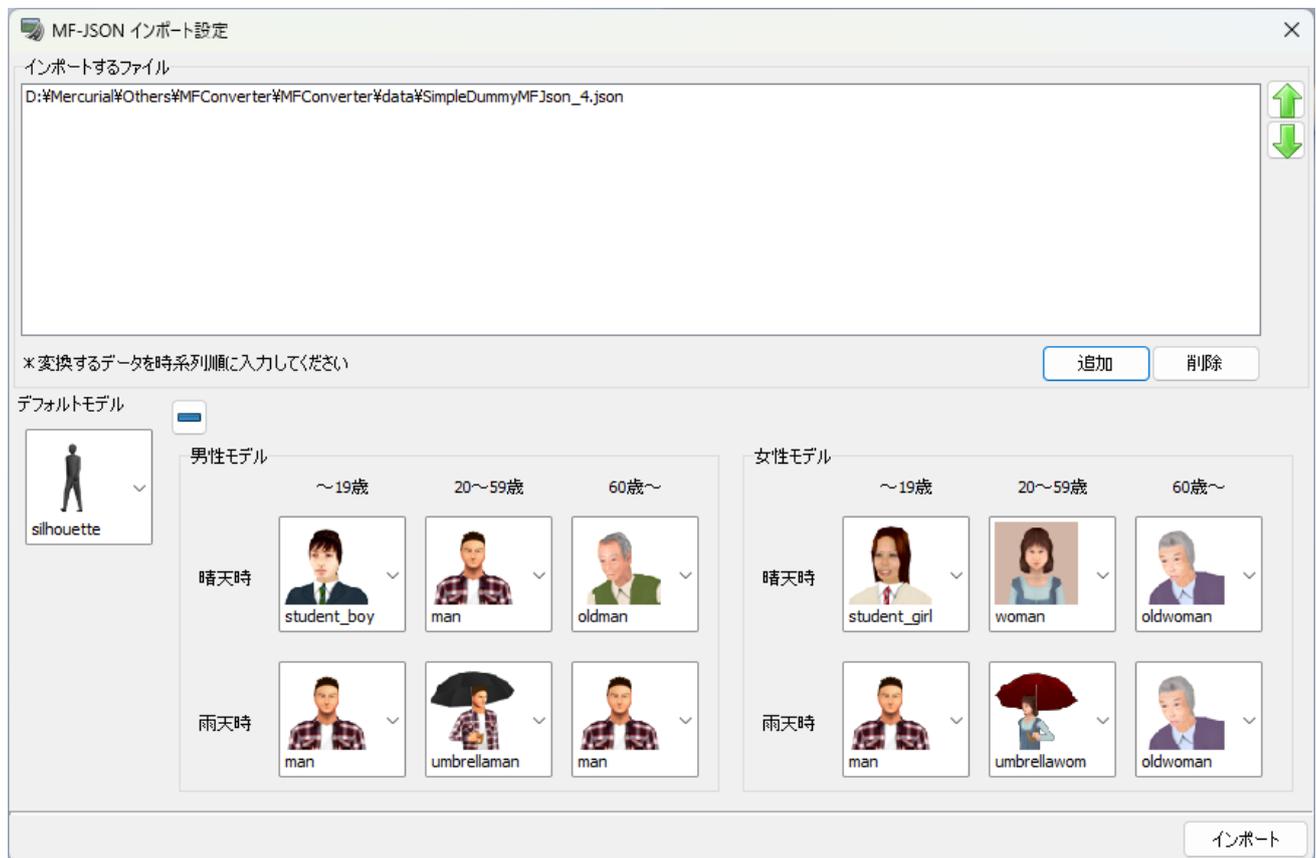


図 4-54 MF-JSON ファイルの読み込

3) 人流シミュレーションツール：CityGML データの読込

- 【SC003】 CityGML データ読込画面上で、『ファイルを追加』からファイルダイアログを開いて CityGML 形式の任意のファイルを選択する
- オプション設定の項目から LOD レベルなどファイルから読み込む情報を指定する
- インポートから読込を実行する

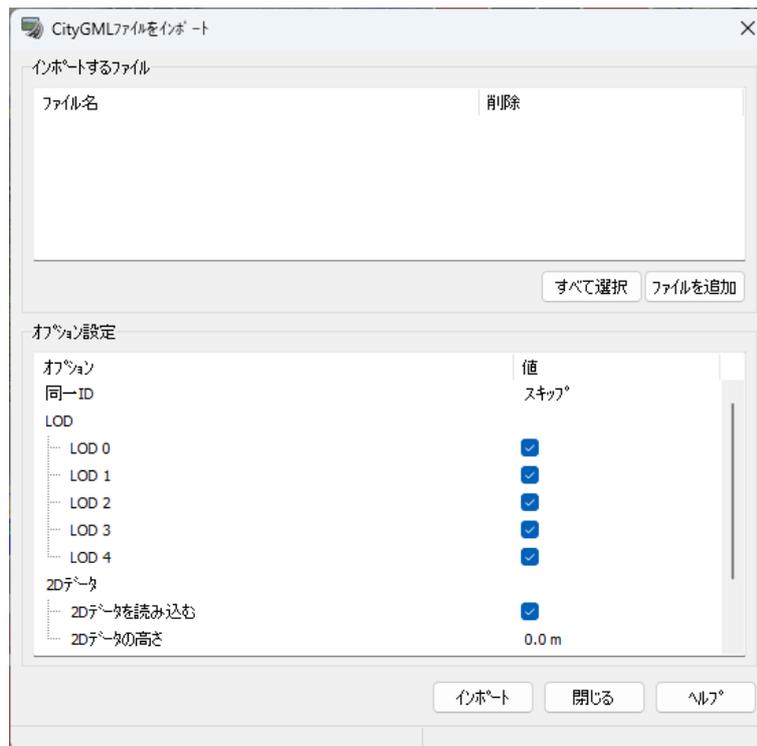


図 4-55 CityGML データの読込

4) 人流シミュレーションツール：人流シミュレーションの実行

- 【SC004】 シミュレーション諸条件入力画面で、再生ボタン「▶」を押下しシミュレーションを実行する

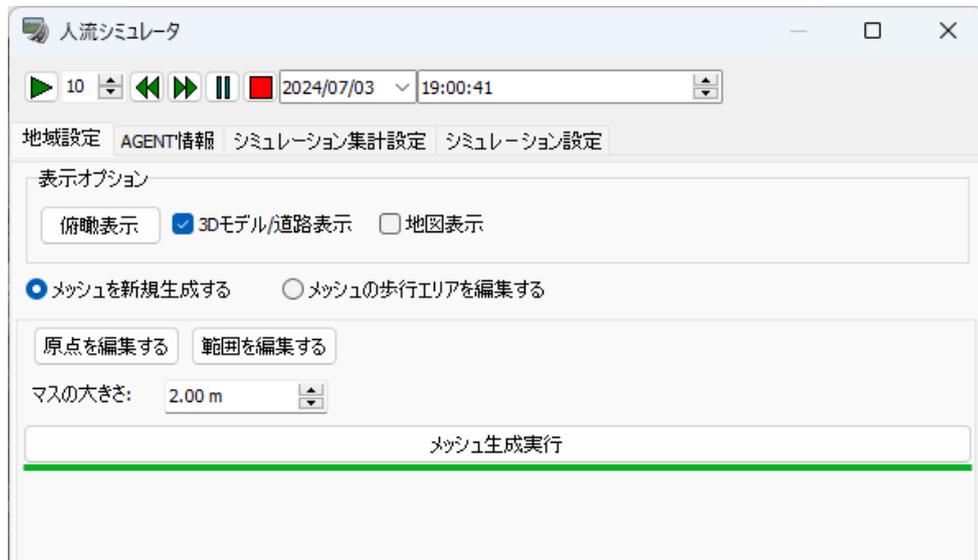


図 4-56 シミュレーション実行

5) 人流シミュレーションツール：シミュレーション結果の出力

- 【SC005】 シミュレーション実行画面を開くと人流シミュレーション結果が出力される

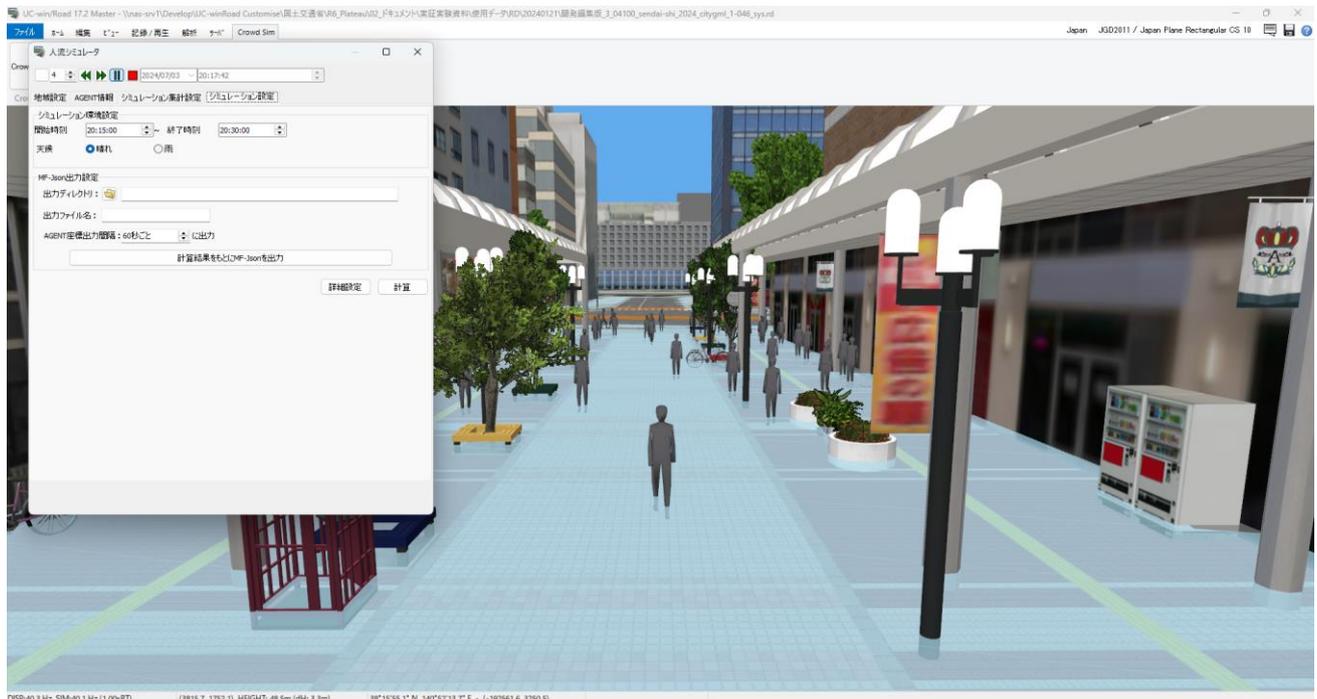


図 4-57 シミュレーション結果の出力

6) 人流可視化ツール：MF-JSON ファイルの読込

- 【SC202】 人流データ読込画面上で、MF-JSON 形式の人流データを選択する
- ロードを押下し人流データをインポートする

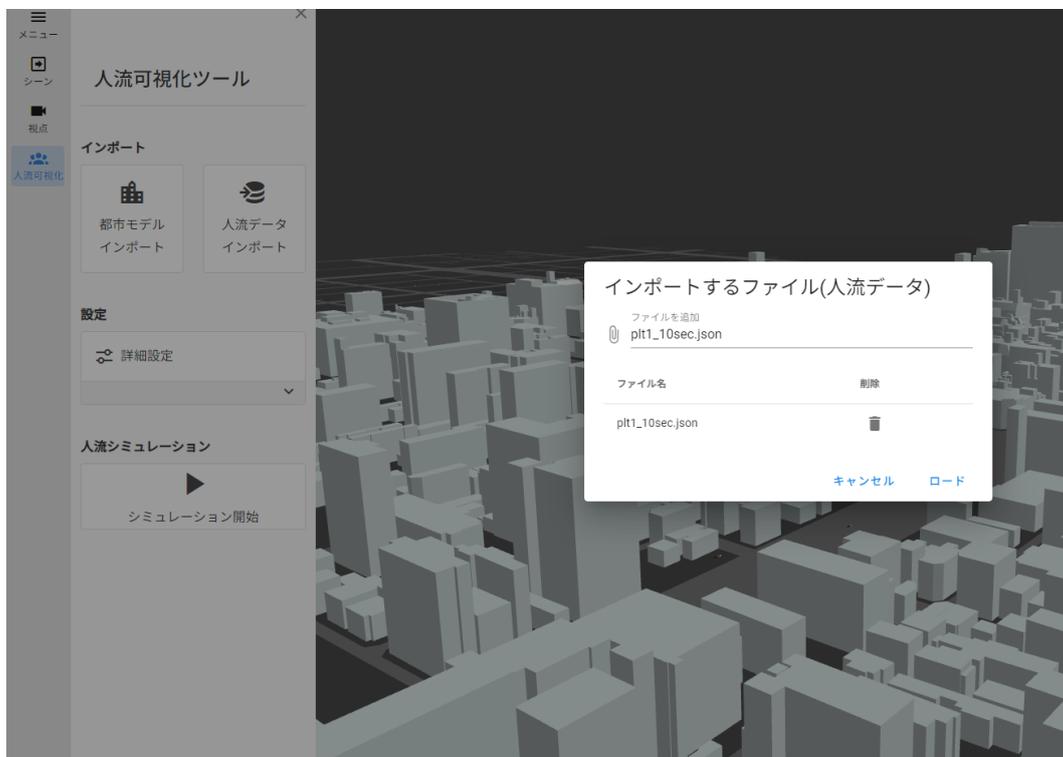


図 4-58 MF-JSON ファイルの読込

7) 人流可視化ツール：CityGML データの読込

- 【SC203】 CityGML データ読込画面上で、CityGML 形式のデータを選択する
- ロードを押下しインポートする

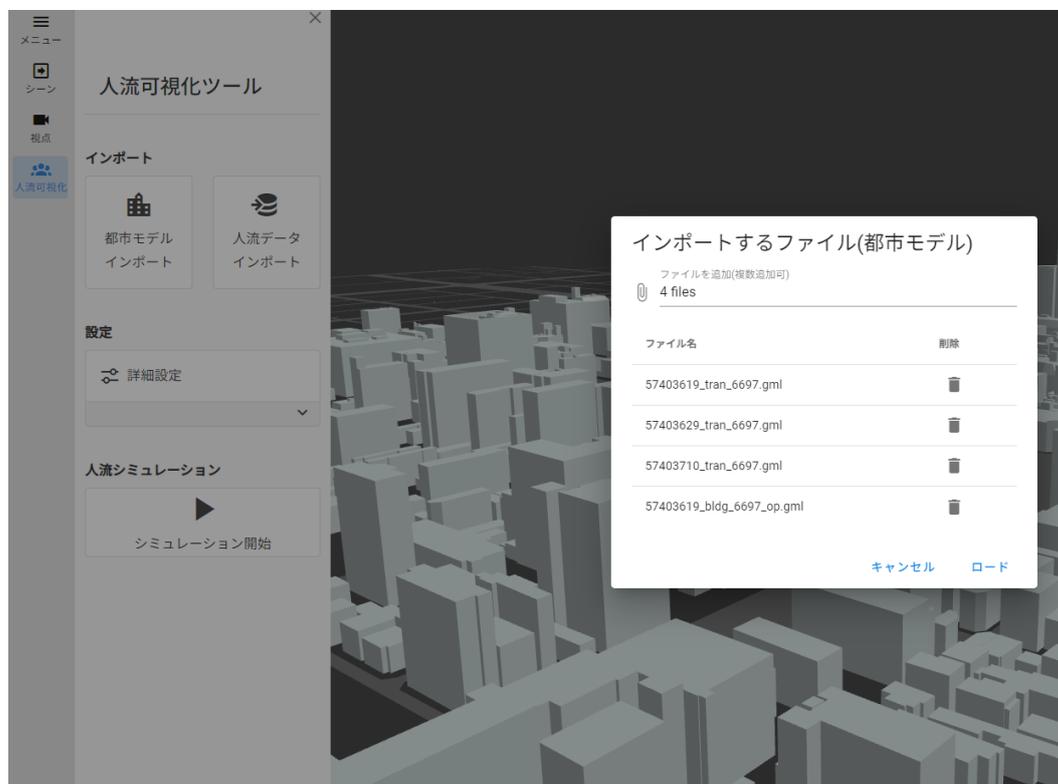


図 4-59 CityGML データの読込

8) 人流可視化ツール：シミュレーション結果の可視化

- 【SC204】 人流シミュレーションアニメーション画面上で、都市モデルインポートボタンを押下することで CityGML データをインポートする

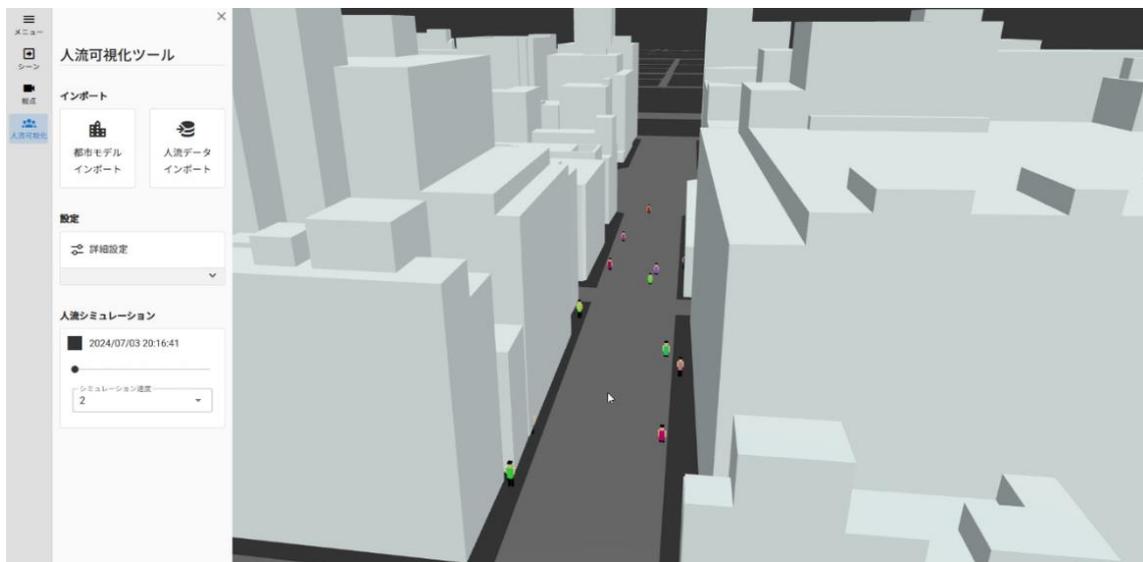


図 4-60 シミュレーション結果の可視化

## 5. システムの非機能要件

### 5-1. 社会実装に向けた非機能要件

表 5-1 非機能要件一覧

カテゴリ	ID	項目	詳細
可用性	NR001	シミュレーション容量	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 最低 1,000 人以上の規模で実時間と同速以上の時間でシミュレーションが可能であること</li> <li>● シミュレーションに要する時間を考慮しない場合に 10,000 人以上の規模でシミュレーションが可能であること</li> </ul>
	NR002	アニメーション速度	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1,000 人程度の規模でのシミュレーションデータにおいて推奨利用環境で 10FPS 以上の描画速度を維持できること</li> </ul>
	NR003	シミュレーション速度	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1,000 人程度の規模でのシミュレーションにおいて推奨利用環境で 10FPS 以上の描画速度を維持してシミュレーションが行えること</li> </ul>

#### 1) 【NR001】シミュレーション容量

- 本非機能要件を適用するシステム
  - 人流シミュレーションツール
- 目標値
  - 実時間シミュレーション規模 1,000 人以上、非実時間シミュレーション 10,000 人以上
- 設定理由
  - 実証上要求されるシミュレーション容量を超える大規模なシミュレーション時<sup>※</sup>でも余裕をもって対応可能なシステムとするため  
 ※DT101「仙台市中心街地の人流データ」によると、本実証エリア内の 60 分間における通行量は 800 人程度となっている。システムの安定性を鑑みて、実時間シミュレーションについては 1,000 人以上を、非実時間シミュレーション規模については実時間シミュレーション 10 倍に当たる 10,000 人以上を目標値とした
- 評価方法
  - 最低 1,000 人以上の規模で実時間と同速以上の時間でシミュレーションが可能であること
  - シミュレーションに要する時間を考慮しない場合に 10,000 人以上の規模でシミュレーションが可能であること

#### 2) 【NR002】アニメーション速度

- 本非機能要件を適用するシステム

- 人流可視化ツール
  - 目標値
    - 最低 10FPS
  - 設定理由
    - 人流の可視化に当たり最低限の描画速度を要件として定めた。
  - 評価方法
    - 1,000 人規模で実行した人流シミュレーションデータの表示を行い、推奨スペックの端末において最低で 10FPS を維持できること
- 3) 【NR003】 シミュレーション速度
- 本非機能要件を適用するシステム
    - 人流シミュレーションツール
  - 目標値
    - 最低 10FPS 以上
  - 設定理由
    - 人流シミュレーションに当たりシミュレーション中に実行状況を確認できる最低限の描画周期を要件として定めた。
  - 評価方法
    - 1,000 人規模での人流シミュレーションを実行し、推奨スペックの端末において最低 10FPS の描画速度を維持してシミュレーションを行えること

## 6. 品質

## 6-1. 機能要件の品質担保

表 6-1 機能要件の品質担保方針

対象プロセス/ サブシステム	品質評価項目	目標値	期間	アクティビティ
データ変換	人流データ読込速度	30Mbps 以上	2024年10月～11月	運用テストによる検証
データ補完	情報を補完するデータ読込速度	時刻データ、座標データが補完されて出力されること	2024年10月～11月	運用テストによる検証
人流シミュレーション	条件設定	ユーザーヒアリング(満足度)	2024年10月～11月	運用テストによる検証
	設定条件の保存 呼出し	設定条件をシステムの終了を またいで保持できること	2024年10月～11月	運用テストによる検証
	MF-JSON形式の 人流データを初 期条件として設 定	読み込んだ MF-JSON ファイ ルの内容に基づいて初期値が 定められること	2024年10月～11月	運用テストによる検証
	各モデルに基づ くシミュレーシ ョン	歩行エリアの属性に基づいて シミュレーションが行われて いること	2024年10月～11月	運用テストによる検証
	制約条件の設定	設定した制約条件を満たした シミュレーションを行えるこ と。	2024年10月～11月	運用テストによる検証
	人流シミュレー ションの結果を MF-JSON形式で 保存	シミュレーション時間に対し て一定時間以内に出力が完了 すること	2024年10月～11月	運用テストによる検証
人流データ可視化	視点変更・再生・ 一時停止・巻き戻 し等の操作を可 能	各種操作ができるか 動作の速度が利用しやすいか をユーザーヒアリング(満足 度)で確認する	2024年10月～11月	運用テストによる検証
人流シミュレーシ ョン結果解析	指定した地点の 群衆の状態を取 得する	ユーザーヒアリング(満足度)	2024年10月～11月	運用テストによる検証
	特定エリア間の	指定領域の指定時間に対して	2024年10月～11月	運用テストによる

	入出力数のカウントを取得する	正しく通行人数を取得できること	月	る検証
	人流密度をデータとして表現する	指定領域の指定時間に対して正しく通行人数を取得できること	2024年10月～11月	運用テストによる検証
	解析結果を表示・出力する	正しく MF-JSON 形式で出力されるか 利用しやすさに関してはユーザーヒアリング（満足度）	2024年10月～11月	運用テストによる検証
CityGML 道路属性連携	CityGML の道路属性が 3D 空間内の道路幅等の属性に反映される	LOD3.3 に含まれる歩道空間の情報を読み込めていること	2024年10月～11月	運用テストによる検証

## 6-2. 非機能要件の品質担保

表 6-2 非機能要件の品質担保方針

対象項目	品質評価項目	目標値	期間	アクティビティ
シミュレーション容量	人流データ読込速度	実時間シミュレーション規模 1,000人以上、非実時間シミュレーション 10,000人以上	2024年12月～ 2025/1月	運用テスト による検証
MF-JSON 変換速度	MF-JSON 変換速度	15秒/1MB	2024年12月～ 2025/1月	運用テスト による検証

## 7. 実証技術の機能要件の検証

### 7-1. 人流データ変換アルゴリズムの検証

#### 7-1-1. 検証目的

- 設定した KPI を用いて開発技術の検証を行う
- KPI ごとに目標値、目標値の設定理由、検証方法を記載して適切な検証が検討する

#### 7-1-2. KPI

表 7-1 KPI 一覧

No.	評価指標・KPI	目標値	目標値の設定理由	検証方法サマリー
1	MF-JSON 変換成功率	100%	人流データの MF-JSON 形式への変換機能が正確に動作しているか評価するため	MF-JSON 変換精度検証方法・シナリオ

#### 7-1-3. 検証方法と検証シナリオ

##### 1) MF-JSON 変換精度検証方法・シナリオ

表 7-2 に記載のフォーマットデータを入力し、エラーなく変換ができることを確認する。なお、データサイズとしてはシミュレータにインプットされ得る人流データの倍のサイズに対応することを目指す。具体値としては、ブログウォッチャー社より受領した 1 日分の人流データサイズが約 2.5GB であることを踏まえ、各検証シナリオそれぞれ 3GB の人流データを基に実証を行う。

実証方法としては、まず実際の人流データサイズよりも小さなデータを作成し、目視で変換前後のデータを比較することで変換精度を検証する。次に 3GB のデータを用いて変換成功したか 1 つずつ確認できるスクリプトを作成することにより検証を行う。また、ブログウォッチャーのデータフォーマットについては実データを利用し、他のデータフォーマットはダミーデータを準備の上、実証する。エラーは、変換途中で処理が中断し、処理の進行がストップする現象を指している。

実証に用いるデータは表 7-3、表 7-4 に記載のとおりである。unnery、Agoop のデータについてはオプション有無の異なるデータカラムを含むため、全てのオプションデータを含むもの、オプションデータを含まず最低限のデータのみのももの 2 パターンそれぞれについて検証を行う。

表 7-2 データフォーマット

フォーマット	データ種類	実データ/ダミー	データ
ログウォッチャー	正規データ	実データ	ログウォッチャーの 完全フォーマットのデータ
Unerry	正規データ	ダミーデータ	Unerry の 完全フォーマットのデータ (表 7-3 Unerry データパターン：2)
	改変データ	ダミーデータ	Unerry の オプションパラメータを排除したデータ (表 7-3 Unerry データパターン：1)
Agoop	改変データ	ダミーデータ	Agoop の オプションパラメータが追加されたデータ (表 7-4 Agoop データパターン：1)
	正規データ	ダミーデータ	Agoop の オプションパラメータのないデータ (表 7-4 Agoop データパターン：31)
テンプレート	ユーザー定義	ダミーデータ	ユーザーがテンプレートファイルに定義した フォーマットのデータ

表 7-3 unnery データパターン

パターン	adid	app_user_id	extra_id_1	extra_id_2	prefecture_code	city_code
1	○	×	×	×	×	×
2	×	○	○	○	○	○
3	○	○	○	×	○	○
4	×	○	×	×	○	○
5	○	○	×	×	○	○
6	×	○	○	○	×	○
7	○	○	○	×	×	○
8	×	○	×	×	×	○
9	○	○	×	×	×	○
10	×	○	○	○	○	×
11	○	○	○	×	○	×
12	×	○	×	×	○	×
13	○	○	×	×	○	×
14	×	○	○	○	×	×
15	○	○	○	×	×	×
16	×	○	×	×	×	×
17	○	○	×	×	×	×

○:カラムあり、×:カラムなし

表 7-4 Agoop データパターン

パターン	home_prefcode	home_citycode	workplace_prefcode	workplace_citycode	gender
1	○	○	○	○	○
2	×	○	○	○	○
3	○	×	○	○	○
4	×	×	○	○	○
5	○	○	×	○	○
6	×	○	×	○	○
7	○	×	×	○	○
8	×	×	×	○	○
9	○	○	○	×	○
10	×	○	○	×	○
11	○	×	○	×	○
12	×	×	○	×	○
13	○	○	×	×	○
14	×	○	×	×	○
15	○	×	×	×	○
16	×	×	×	×	○
17	○	○	○	○	×
18	×	○	○	○	×
19	○	×	○	○	×
20	×	×	○	○	×
21	○	○	×	○	×
22	×	○	×	○	×
23	○	×	×	○	×
24	×	×	×	○	×
25	○	○	○	×	×
26	×	○	○	×	×
27	○	×	○	×	×
28	×	×	○	×	×
29	○	○	×	×	×
30	×	○	×	×	×
31	○	×	×	×	×
32	×	×	×	×	×

## 7-1-4. 検証結果

ブログウォッチャーについては 1,395,829 人分、unnery については表 7-4 に記載のパターンごとに 100 人分 (計：100 人×17 パターン=1,700 人分)、Agoop については表 7-4 に記載のパターンごとに 4,153 人分 (計：4153 人×31 パターン=128,743 人分)の変換を行った。

MF-JSON 変換成功率については、いずれの項目も 100%で目標値の 100%を達成した。適合率についても、目標値の 80%以上を達成した。

表 7-5 検証結果サマリー

赤セル：KPI 達成      青セル：KPI 未達

検証内容	評価指標・KPI	目標値	結果		示唆
			項目	評価値	
データ別	MF-JSON 変換成功率	100%	ブログウォッチャー (正規データ)	100%	<ul style="list-style-type: none"> <li>プリセットで用意した 4 社のフォーマットに対する変換定義ファイルは問題なく動作した</li> <li>実証に用いる仙台市の 1 日分の人流データ相当のサイズにおいても問題なくデータ変換が可能である</li> </ul>
			Unerry (正規データ)	100%	
			Unerry (改変データ)	100%	
			Agoop (正規データ)	100%	
			Agoop (改変データ)	100%	
	適合率	80%以上	テンプレート (ユーザー定義)	100%	

a. データ別

① ブログウォッチャー(正規データ)

評価指標：MF-JSON 変換成功率=100% (KPI の 100%を達成)

② Unerry (正規データ)

評価指標：MF-JSON 変換成功率=100% (KPI の 100%を達成)

③ Unerry (改変データ)

評価指標：MF-JSON 変換成功率=100% (KPI の 100%を達成)

④ Agoop (正規データ)

評価指標：MF-JSON 変換成功率=100% (KPI の 100%を達成)

⑤ Agoop (改変データ)

評価指標：MF-JSON 変換成功率=100% (KPI の 100%を達成)

⑥ テンプレート (ユーザー定義)

評価指標：MF-JSON 変換成功率=100% (KPI の 100%を達成)

## 8. 実証技術の非機能要件の検証

### 8-1. 検証目的

- 非機能要件が設定した KPI、及び実証実験に関するものか検討する
- 非機能要件ごとに具体的な目標値を設定し、各々達成できているか評価する

### 8-2. KPI

表 8-1 非機能要件の KPI 一覧

カテゴリ	ID	KPI	詳細
可用性	NR001	シミュレーション容量	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 最低 1,000 人以上の規模で実時間と同速以上の時間でシミュレーションが可能であること</li> <li>● シミュレーションに要する時間を考慮しない場合に 10,000 人以上の規模でシミュレーションが可能であること</li> </ul>
		MF-JSON 変換速度	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 人流データの MF-JSON 形式への変換機能が速やかに動作すること</li> </ul>
	NR002	アニメーション速度	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1,000 人以上の規模でのシミュレーションデータにおいて推奨利用環境で 10FPS 以上の描画速度を維持できること</li> </ul>
性能・拡張性	NR003	シミュレーション速度	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1,000 人以上の規模でのシミュレーションにおいて推奨利用環境で 10FPS 以上の描画速度を維持してシミュレーションが行えること</li> </ul>

## 8-3. 検証方法と検証シナリオ

表 8-2 非機能要件の検証方法

対象項目	品質評価項目	目標値	期間の単位	アクティビティ
シミュレーション容量	人流データ読込速度	● 実時間シミュレーション規模 1,000 人以上、非実時間シミュレーション 10,000 人以上	2024/12 ～ 2025/1	● システム上で左記目標値となるように設定を行い検証する
MF-JSON 変換速度	MF-JSON 変換速度	● 15 秒/1MB	2024/12 ～ 2025/1	● システム上で任意の人流データを変換し、変換前のデータ容量と変換完了した時間によって検証する

## 8-4. 検証結果

実証実験を実施するに当たり、必要となる実時間シミュレーションの計算容量、データ読み込み速度については目標値を達成できた。非実時間シミュレーションのみ目標未達となったが、実証に用いた人流データサンプル数が 150 人程度であったため、実証の実施には問題がない水準であった。

表 8-3 検証結果サマリー

赤セル：KPI 達成

青セル：KPI 未達

検証内容	評価指標・KPI	目標値	結果	示唆
計算容量	シミュレーション容量	実時間シミュレーション規模 1,000 人以上、非実時間シミュレーション 10,000 人以上	● 実時間シミュレーション:1000人 ● 非実時間シミュレーション:4000人	● Menge ライブラリ側で狭い歩行空間上に大量の歩行者が集中した際に歩行エリア外に歩行者が押し出されることで計算がストップしていた ● 更なる動作安定のためには Menge ライブラリ内の人流の離合処理部分の改善が必

				要である
データ読込速度	MF-JSON 変換速度	15 秒/1MB	0.25 秒	● 十分な速度で変換が行われることを確認した

## 9. 公共政策面での有用性検証

### 9-1. 検証目的

実証仮説に基づき、以下の検証目的を設定する。

#### 【自治体職員による人流データ・人流シミュレータ利用の活性化】

- 従来、人流データは、計測方式やフォーマットが多岐にわたり専門家でなければ活用が困難であったが、MF-JSON形式に変換するツール及びさまざまなデータに対応可能な人流シミュレータ・可視化ツールを開発し、簡便なUI/UXを具備することで、自治体職員自身の利用が活性化する

#### 【人流シミュレーションによる施策の精度向上】

- さまざまな人流データの基づき生成される人流の設定、3D都市モデルからの歩行空間の抽出、天候等の初期条件の条件を操作可能な人流シミュレーション機能により、人流の変化や地物設置による混雑度を定量的に評価できることで、施策の精度向上を実現する

#### 【人流施策の効果の理解とステークホルダー間の合意形成の促進】

- 現況の人流データや人流シミュレーションの結果を3D都市モデル上で可視化することで、直感的な人流の描写を実現し、自治体職員による現状と施策効果の把握の促進、ステークホルダーとの合意形成の促進を実現する

上記の検証目的に基づき、主に以下の4点について、汎用的な人流シミュレーションシステムの有用性検証を行った。

- 自治体職員による人流データ・人流シミュレータ利用の活性化
  - 人流データのフォーマット変換等、前処理に要する技術的障壁を低減するか
  - 人流データ活用にかかる工数を削減するか
- 人流シミュレーションによる施策の精度向上
  - 本システムの実出力結果は企画時のエビデンスとして活用できるか
  - 本システムの実出力結果によって施策効果の検証精度が向上するか
- 人流施策の効果の理解とステークホルダー間の合意形成の促進
  - 人流データの解釈性が向上するか
  - シミュレータから得られる示唆はステークホルダーとの合意形成を促進しうるか
- ユーザビリティ

- システムの画面表示はわかりやすいか
- システムの操作性は快適か

## 9-2. 検証方法

検証方法として、被験者に対してデモンストレーションを採り入れたヒアリング・アンケートを実施する。(被験者の詳細については「9-3.被験者」にて、ヒアリング・アンケートの項目については「9-4.ヒアリング・アンケートの詳細」において記載)

事業者向けヒアリングの実施については以下のとおりである。

- 会場：仙台市都市計画課事務室
- 機材：体験・デモ用に以下のスペックの社用 PC を用意する。
  - CPU：Intel(R) Core(TM) i5 以上
  - メモリ：32.0 GB 以上
  - OS：Windows 10/11(64bit)
  - 通信環境：各社で用意された社用 Wi-Fi
- 検証方法：対面で 180 分程度のシステム操作体験会を開催し、体験会内でのヒアリング及びアンケートにより評価（実施方法の詳細は「9-4.ヒアリング・アンケートの詳細」において記載）

## 9-3. 被験者

表 9-1 被験者リスト

分類	具体名称	部署	役職	担当業務	人数
事業者	仙台市	都市計画課	主幹兼係長 主任、技師	都市計画全般	3名
		商業・人材支援課	主事	仙台市中心部商店街の活性化支援業務等	1名
		まちのデジタル推進課	課長、係長、 主事	データ利活用 デジタルデバ イド対策・DX イベ ント	8名
		都心まちづくり課	係長、主査	まちづくり	4名
		プロジェクト推進課	課長、主事	国家戦略特区・ 官民連携など	3名
	まちくる仙台	企画広報部	部長	仙台市中心部商店街活性化のための企画・広報など	1名

## 9-4. ヒアリング・アンケートの詳細

## 9-4-1. アジェンダ・タイムテーブル

表 9-2 アジェンダ・タイムテーブル

No.	アジェンダ	所要時間
1	実験の目的を説明	15分
2	操作の体験（本年度ユースケースで開発したシステム）	105分
～休憩～		10分
3	ヒアリング	30分
4	アンケート回答	20分

## 9-4-2. アジェンダの詳細

### 1. 実験の目的説明 (15 分)

- 本実証実験でアプローチする課題や背景の説明
- 本実証実験の比較対象となる従来手法の説明
- 本実証実験で用いるシステムの提供価値の説明
- システムの全体像の説明

### 2. 操作の体験 (105 分)

- 人流データ標準変換ツールの操作体験
- 人流シミュレーションツールの操作体験
  - ① 運営の操作に従いシミュレーションを実行
  - ② グループごとにシミュレーションの着眼点を設定し、再度シミュレーションを実行
    - ※担当業務や施策課題を共通化させるために、同じ部課の職員同士でグループ分けを行う
    - ※システムの操作体験機会を考慮して、1 グループにつき 2~3 名とする
    - ※同じ部課でグループが作成できない場合は、他部課の職員も合わせてグループを作成する
    - ※使用する人流データについては、被験者をいくつかのグループに分けて、平日・休日・イベントのうちいずれかを割り当てる
    - ※人流シミュレーションについては、1 回目の操作体験中に、着目したい場所やテーマ（着目点）を各グループ内で決定してもらう
- 人流可視化ツールの操作体験
  - ① 運営の操作に従い可視化を実行
  - ② グループごとに可視化の着眼点を設定し、再度可視化を実行

### 3. 休憩 (10 分)

### 4. ヒアリング (30 分)

- アンケート結果から 3 つ以上議題を抽出し、被験者全体でディスカッションを行う
  - ※具体的な内容は下表「9-4-3.検証項目と評価方法」の通り

### アンケート回答 (20 分)

## 9-4-3. 検証項目と評価方法

システム操作、ユーザビリティ評価、及び施策への活用を検証項目とし、それぞれ定量・定性的に評価する。詳細把握のために、以下観点を検証可能なアンケートを別途作成した。

表 9-3 検証項目と評価方法

検証観点	No	検証項目	定量評価	定性評価
1) 自治体職員による人流データ・人流シミュレーション利用の活性化	1	技術的障壁を低減するか	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 選択肢は「ほとんど期待できない」を1、「とても期待できる」を5とした5段階で設定</li> <li>● 回答を集計し、各設問で過半数が4以上の回答を目標</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● アンケートの各設問に自由記入欄を設定</li> <li>● 上記で得られた個々の意見をもとにヒアリングを行う</li> </ul>
	2	分析工数を削減しうるか		
2) 人流シミュレーションによる施策の精度向上	3	企画時のエビデンスとして使えるか	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 回答を集計し、各設問で過半数が4以上の回答を目標</li> </ul>	
	4	効果検証精度が向上するか		
3) 人流施策の効果の理解とステークホルダー間の合意形成の促進	5	分析結果の解釈が容易になるか	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 回答を集計し、各設問で過半数が4以上の回答を目標</li> </ul>	
	6	合意形成を促進するか		
4) ユーザビリティ	7	システムの画面表示はわかりやすいか	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 選択肢は「とても不満」を1、「とても満足」を5とした5段階で設定</li> <li>● 回答を集計し、各設問で過半数が4以上の回答を目標</li> </ul>	
	8	システムの操作性は快適か		

#### 9-4-4. 実証実験の様子

実験の目的を説明している様子を示す。



図 9-1 実験目的の説明

操作の体験で、被験者にシステムの使い方を説明している様子を示す。



図 9-2 操作の体験でシステムの使い方を説明

操作の体験で、被験者が実際にシステムを操作している様子を示す。



図 9-3 操作の体験でシステムの操作体験

操作体験に用いた人流シミュレーションツールの操作画面を示す。

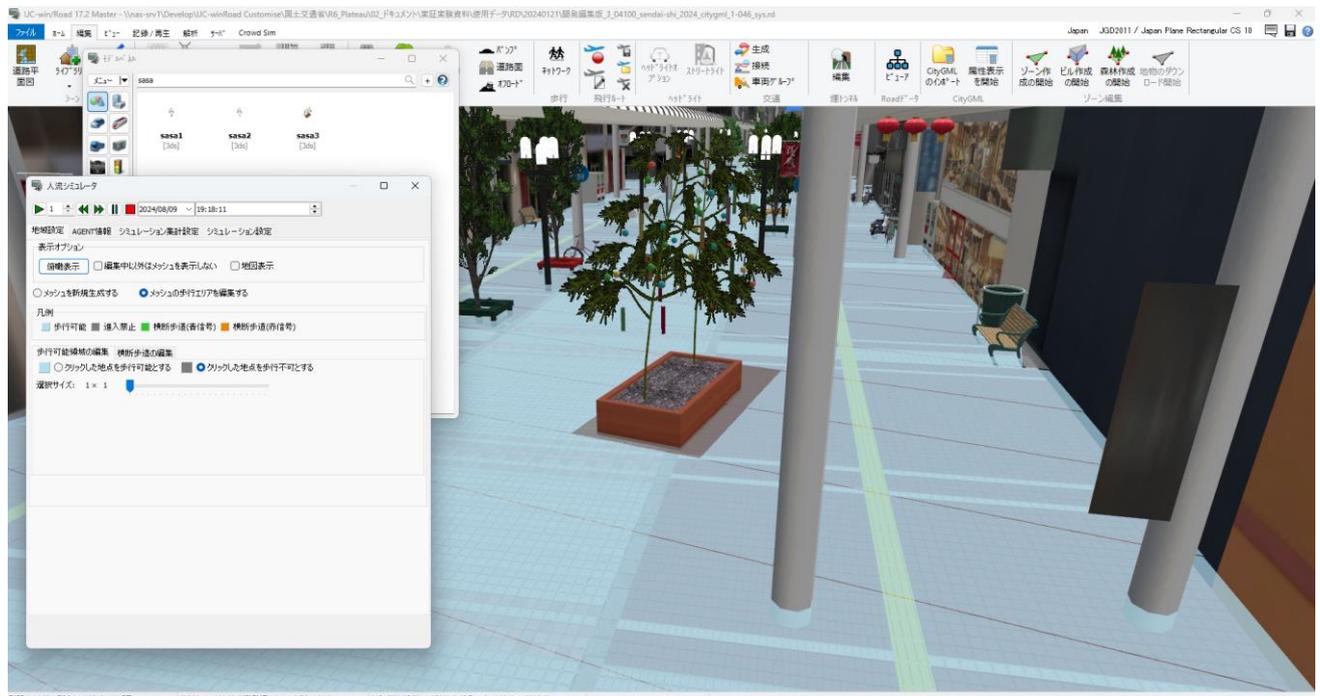


図 9-4 障害物の配置と歩行空間の編集

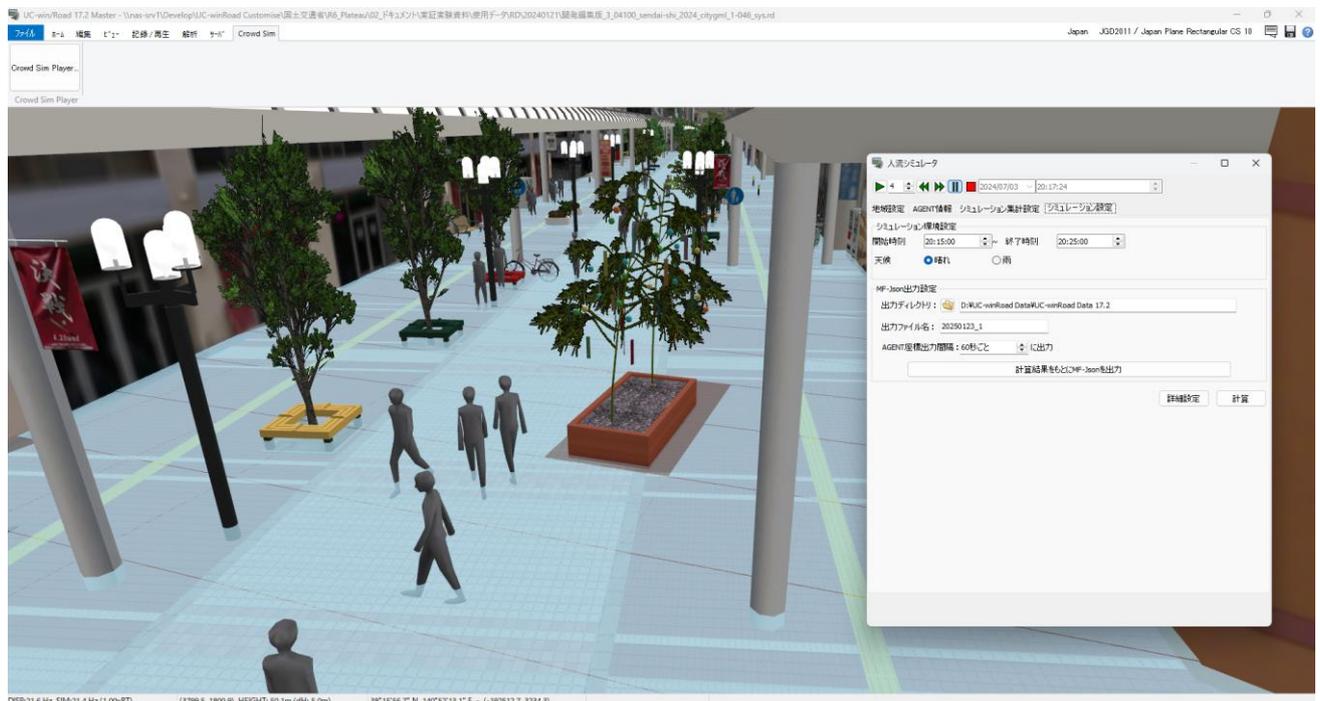


図 9-5 障害物を配置して人流シミュレーション

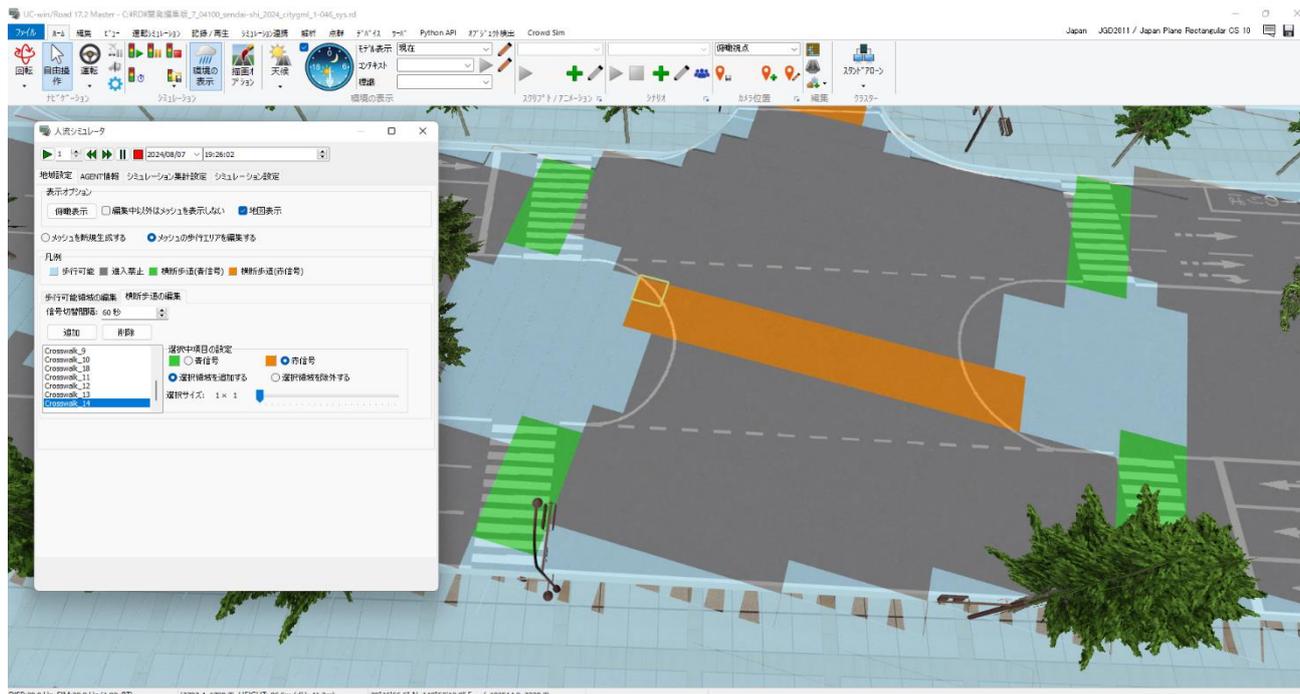


図 9-6 横断歩道を配置する操作画面

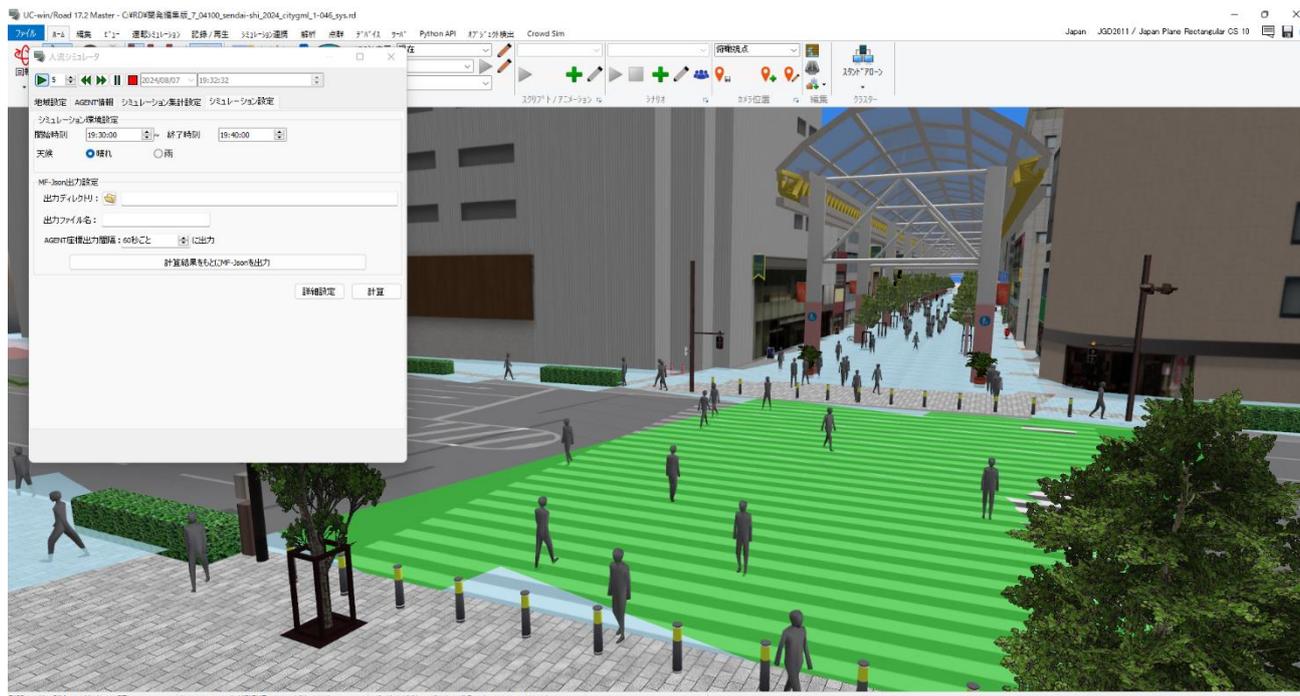


図 9-7 横断歩道を配置して人流シミュレーション

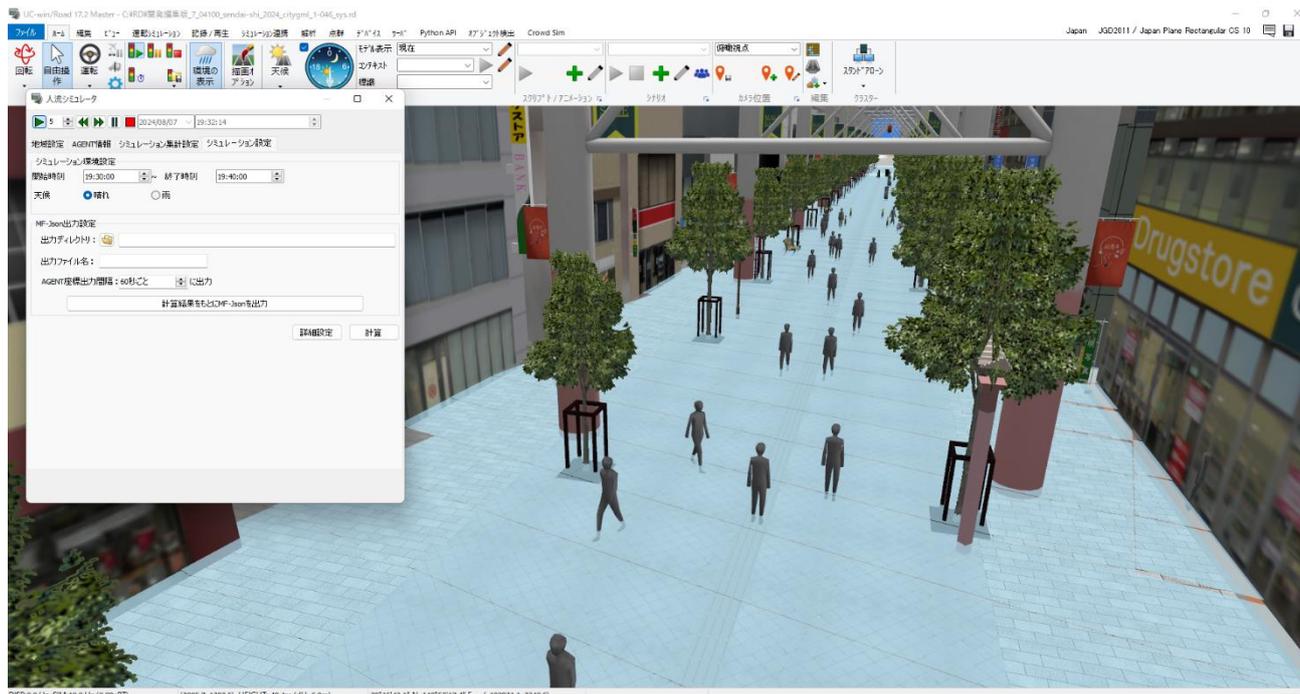


図 9-8 人流シミュレーション画面(歩行空間メッシュ描画あり)

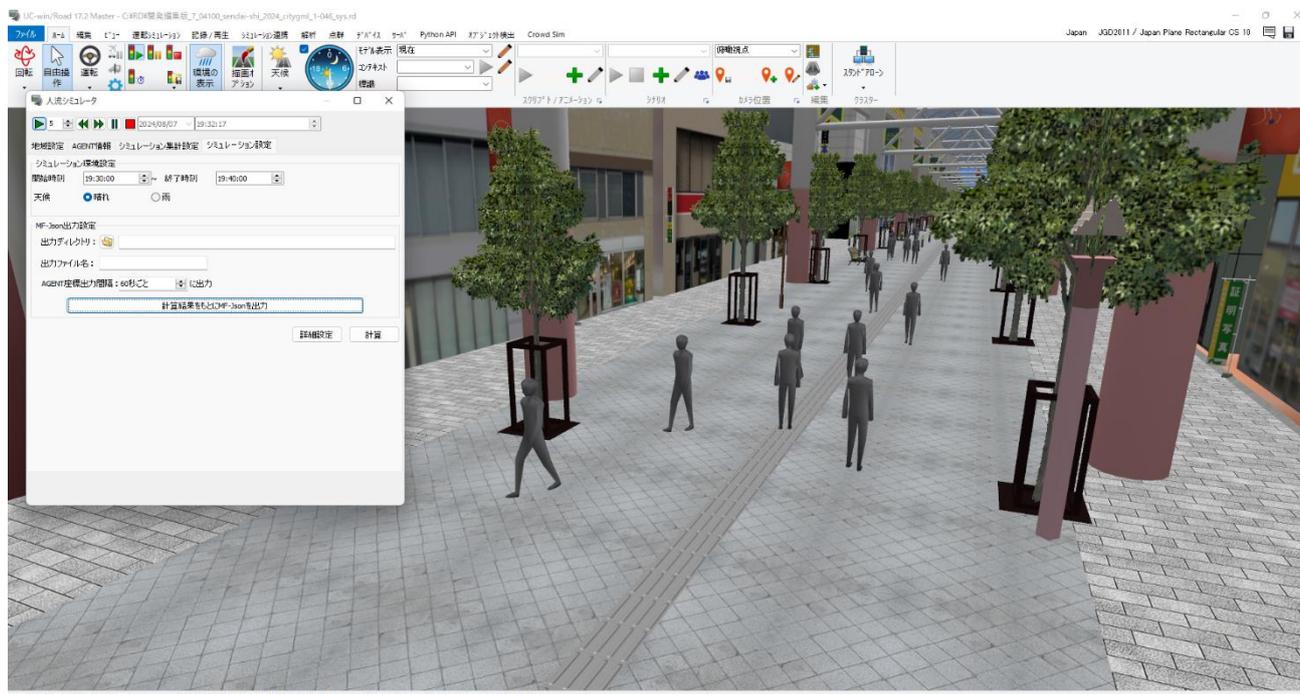


図 9-9 人流シミュレーション画面(歩行空間メッシュ描画なし)

操作体験に用いた人流可視化ツールの操作画面を示す。



図 9-10 実行した人流シミュレーションの可視化

ヒアリングで、ディスカッション方法について説明している様子を示す。



図 9-11 ヒアリングでディスカッションの説明

ヒアリングで、被験者がディスカッションをしている様子を示す。



図 9-12 ヒアリングでディスカッション

アンケートに回答している様子を示す。



図 9-13 アンケート回答

## 9-5. 検証結果

本プロジェクトで開発した人流シミュレーションシステムは、その活用により人流データ・人流シミュレータ利用の活性化や、人流シミュレーションによる施策の精度向上、ステークホルダー間の合意形成の促進について高い評価を得られた一方で、システムの操作性や視認性については課題が残る結果となった。

人流データ・人流シミュレータ利用の活性化の観点について、特に技術的障壁の低減に対しては高い期待が寄せられており、手間のかかる人流データの加工からシミュレーションへの入力・設定までを一気通貫で操作可能であることが評価された。人流データ標準変換ツールの存在と、各ツールの入出力フォーマットをMF-JSON形式に統一したことが高評価の要因となったと考えられる。一方で、工数削減の余地に関しては課題となりうる意見もいくつか見られた。特に人流シミュレーションツールを中心に、設定項目が多すぎることにより、操作方法の理解が難しいという意見も散見されており、ユーザーが設定すべき項目と、システム側で設定すべき項目を整理し、必要な項目のみ設定可能な仕様とすることで、より簡便にシミュレーションを利用できるように改善していく必要がある。

人流シミュレーションによる施策の精度向上の観点について、企画時のエビデンスとしての活用可能性が強く期待された。具体的には、交通規制に対する実証実験への活用（3D都市モデルを用いた歩行エリア編集機能を応用し、道路に占有物を設置した条件下における人流シミュレーションし、交通規制効果を推し量る）が期待する声が挙げられた。このことから、通行止めを伴うようなイベントにおいて本システムを人流誘導施策の事前検討に活用することで、混雑箇所に重点的に誘導人員を配置できる等、イベント開催時の効果的な人流誘導の実現に繋がるということが示唆された。一方、効果検証への活用可能性については、イベント効果を推し量るために、複数期間のシミュレーション結果を比較する機能を要望する声が挙げられた。本事業の開発スコープにおいては、指定した期間におけるデータ出力に留まるが、複数期間の分析結果を基にした混雑度の計算や可視化が出来るようになれば、イベント前後における混雑度の解消評価等の効果検証にも応用しやすくなると考えられる。その他、効果検証への導入を志向する場合は、評価値の前提となるインプットされる人流データの品質や、シミュレーションの設定条件の妥当性についても確認が必要という声も挙げられており、今後の課題として、実測値と照らしたシミュレーション条件の評価尺度の開発や、それに基づくチューニング等も並行し行っていく必要がある。

人流施策の効果の理解・ステークホルダー間の合意形成の促進の観点については、総じて高い評価を得ることができた。分析結果の解釈性の観点においては、3D空間での人流可視化が可能であることによるイメージのしやすさが挙げられた。3Dであることにより、平面的なシミュレーションに比べて地物のサイズ感やキャラクターのテクスチャ・天候といった外部環境等がイメージしやすくなり、施策効果の理解が促進されうると考えられる。合意形成促進の観点でも、アニメーション形式での表示により解釈性が高まることで、ステークホルダーとの合意形成のしやすくなるといった、参考資料としての有用性を評価する声が複数挙げられていることから、行政内や市民とのコミュニケーション円滑化の観点でも、本システムが有効であると考えられる。

システムのユーザビリティに関しては、主に人流シミュレーションツールの操作性と、人流可視化ツールの視認性について課題が多く指摘された。人流シミュレーションツールについては、設定項目複数タブに渡ることによって操作がしづらいことや、3D空間内での始点操作がやりづらい等の声が挙げられており、条件設定時の導線設計の見直しに加え、その操作方法の改善も合わせて必要になると考えられる。人流可視化ツールの視認性については、3D空間上において建築物が障害物となることで、人流を観察しづらいという点が指摘されており、人流を見やすくするために建築物を透過する等、3D空間上におけるデータの視認性改善のための改修が必要であると考えられる。

## 1) 自治体職員による人流データ・人流シミュレータ利用の活性化

計 20 名の回答者のうち、「とても期待できる」もしくは「期待できる」を選択した割合が、人流データ活用に伴う技術的障壁の低減については 85%、人流データ活用にかかる工数削減については 50%であった。

特に、技術的障壁の低減に対しては高く評価されており、技術リテラシーを問わず自治体職員でも活用可能なシステムとして受け止められていることがわかる。一方で工数削減の可能性については課題が残る結果となっていることから、業務において快適に活用可能な水準としては受け止められていない可能性がある。

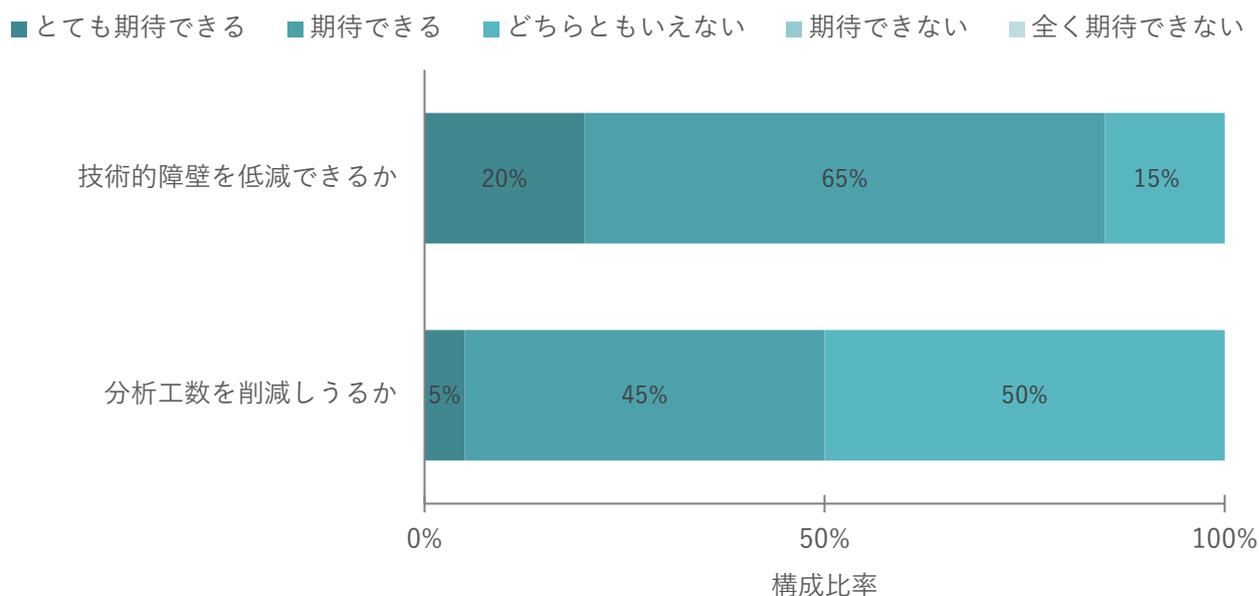


図 9-14 自治体職員による人流データ・人流シミュレータ利用の活性化に関するアンケート結果 (n=20)

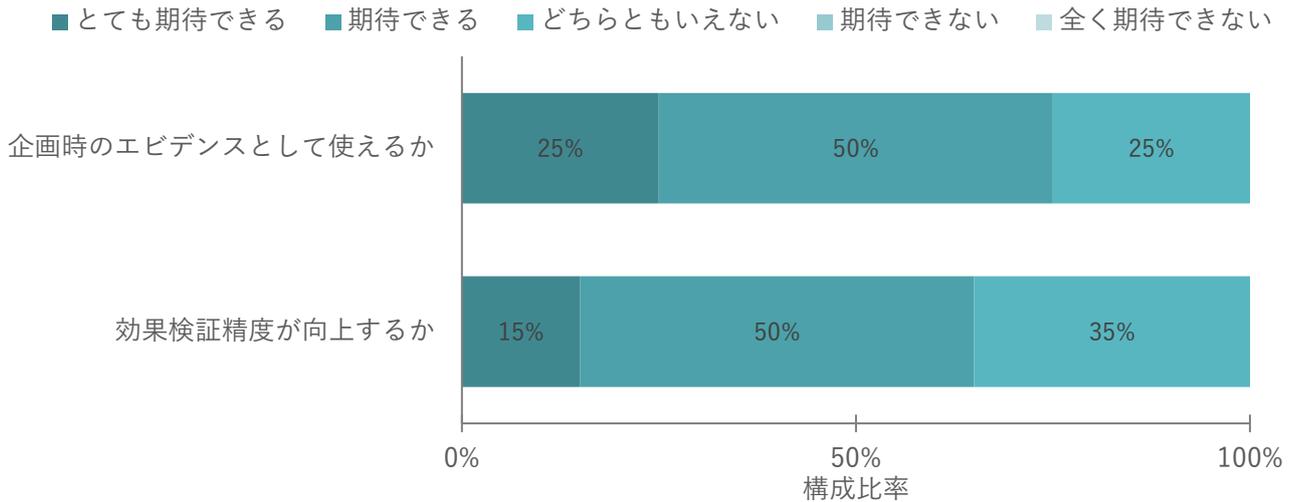
表 9-4 自治体職員による人流データ・人流シミュレータ利用の活性化に関する定性コメント

No	検証項目	関連する定性コメント
1	技術的障壁を低減できるか	<b>【期待できる】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>データ変換が一番面倒でくじけそうな作業なため、変換からシミュレーションまで1つのソフトでできるのは作業効率がとても上がる</li> </ul>
2	分析工数を削減しうるか	<b>【どちらともいえない】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>歩行空間設定等の各種設定が大変そうに感じた</li> </ul>

2) 人流シミュレーションによる施策の精度向上

計 20 名の回答者のうち、「とても期待できる」もしくは「期待できる」を選択した割合が、企画時のエビデンスとしての利用余地については 75%、効果検証精度向上については 65%と高い評価が得られた。

道路の通行止めの実証実験への導入期待の声が挙げられていることから、検討中の人流施策の効果を推定することによる施策効果のエビデンス作成への応用が有望視されていると伺える。一方で、効果検証精度の観点では、条件設定の妥当性やインプットデータ品質の検証を求める声や、期間や地点間の比較検証機能の実装のような分析機能の拡充を求める声も挙げられた。



2) 図 9-15 人流シミュレーションによる施策の精度向上に関連するアンケート結果 (n=20)

表 9-5 都市計画・イベント企画業務の品質向上に関連する定性コメント

No	検証項目	関連する定性コメント
3	企画時のエビデンスとして使えるか	<p>【期待できる】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● イベント施策立案への活用が期待できると感じた</li> </ul> <p>【どちらともいえない】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 占有物を含めた人流シミュレーション（特に道路を通行止めにする実証実験）に有効なのではないか</li> </ul>
4	効果検証精度が向上するか	<p>【どちらともいえない】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 取れたデータの質にもよるため、期待できると断定は難しい</li> <li>● 人流データを活用してインサイトを得るには地点ごと、期間ごとの比較が必要になると思われる</li> </ul>

3) 人流施策の効果の理解とステークホルダー間の合意形成の促進

計 20 名の回答者のうち、「とても期待できる」もしくは「期待できる」を選択した割合が、分析結果の解釈性向上については 65%、合意形成の促進については 80%といずれも高い評価が得られた。分析結果の解釈性や合意形成の促進においては、3D 空間での人流可視化が可能であることによるイメージのしやすさや、アニメーション形式での表示による合意形成のしやすさ等参考資料としての有用性を評価する声が多かった。

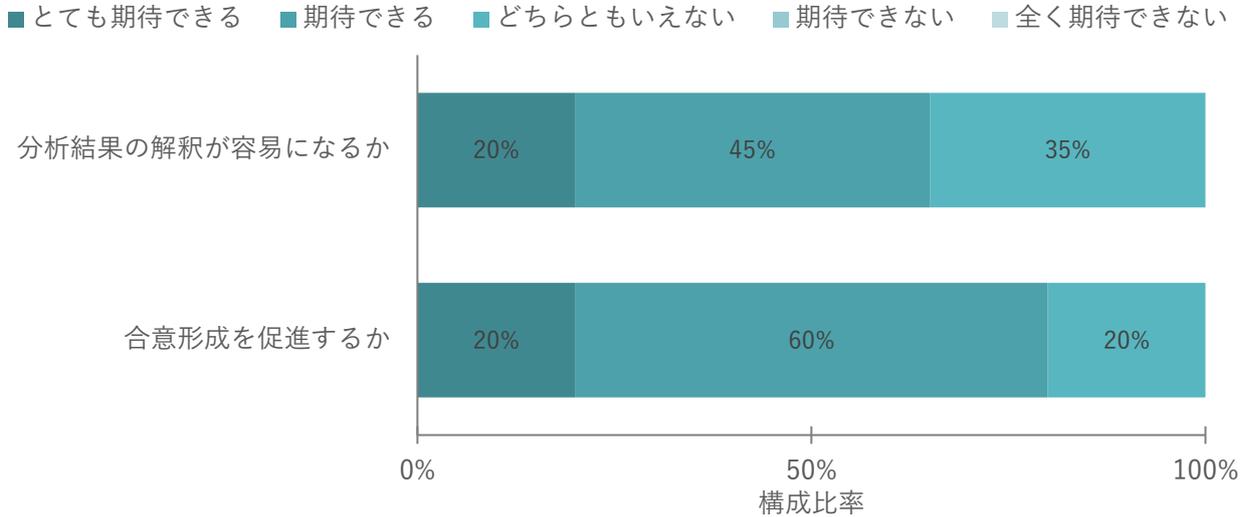


図 9-16 人流施策の効果の理解とステークホルダー間の合意形成の促進に関するアンケート結果 (n=20)

表 9-6 都市計画・イベント企画業務の品質向上に関連する定性コメント

No	検証項目	関連する定性コメント
5	分析結果の解釈が容易になるか	<p>【とてもそう思う】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 天候による設定やキャラクターの年齢設定など、よりリアルな環境を再現できる</li> <li>● 人流を 3D で可視化することで、混雑状況をイメージしやすくなる</li> </ul> <p>【そう思う】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 物体のサイズ感を確認できることでイメージがしやすくなる</li> </ul>
6	合意形成を促進するか	<p>【期待できる】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 実際の人の動きを集計したデータをアニメーションでプレゼンするのはわかりやすく、説得力もあると思う</li> <li>● 施策の効果を直感的に見せたい時に活用できる</li> </ul>

4) ユーザビリティ

計 18 名の回答者（無回答 2 名を除いた）のうち、システムの操作性について「とても満足」もしくは「やや満足」を選択した割合が、人流データ標準変換ツールで 61%、人流シミュレーションツールで 22%、人流可視化ツールは 39%であった。システムの視認性については、人流データ標準変換ツールで 56%、人流シミュレーションツールで 72%、人流可視化ツールは 44%と、全般的に課題が残る結果となった。

特に人流シミュレーションツールについては操作性・視認性共に評価が低く、シミュレーション設定時の煩雑さが要因であると考えられる。人流可視化ツールの視認性については、生成されたシミュレーション結果が建築物によって障害され見づらいことが原因であると推察される。

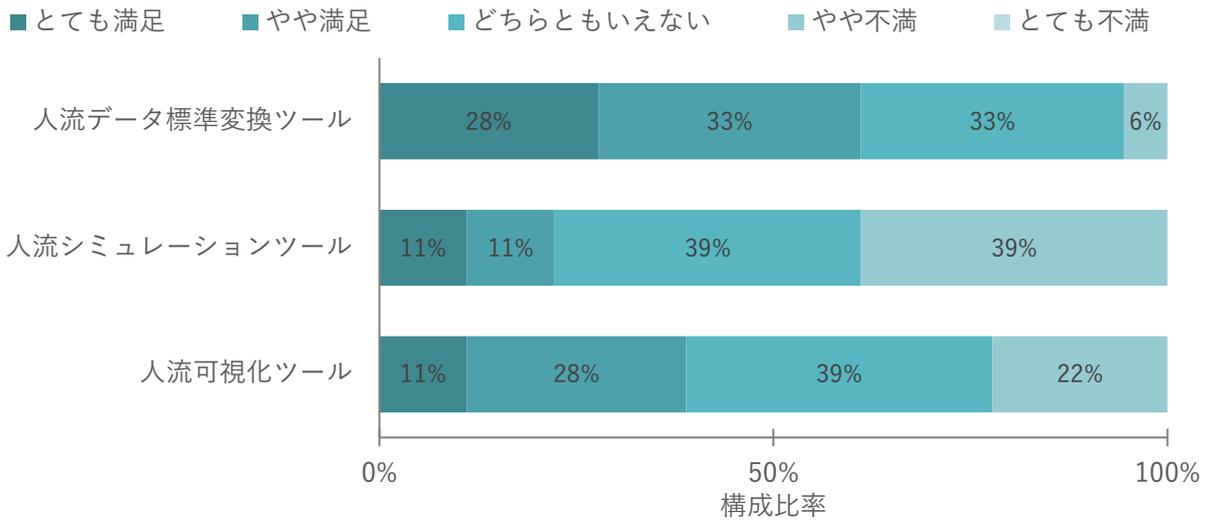


図 9-17 システムの操作性に対する満足度 (n=18)

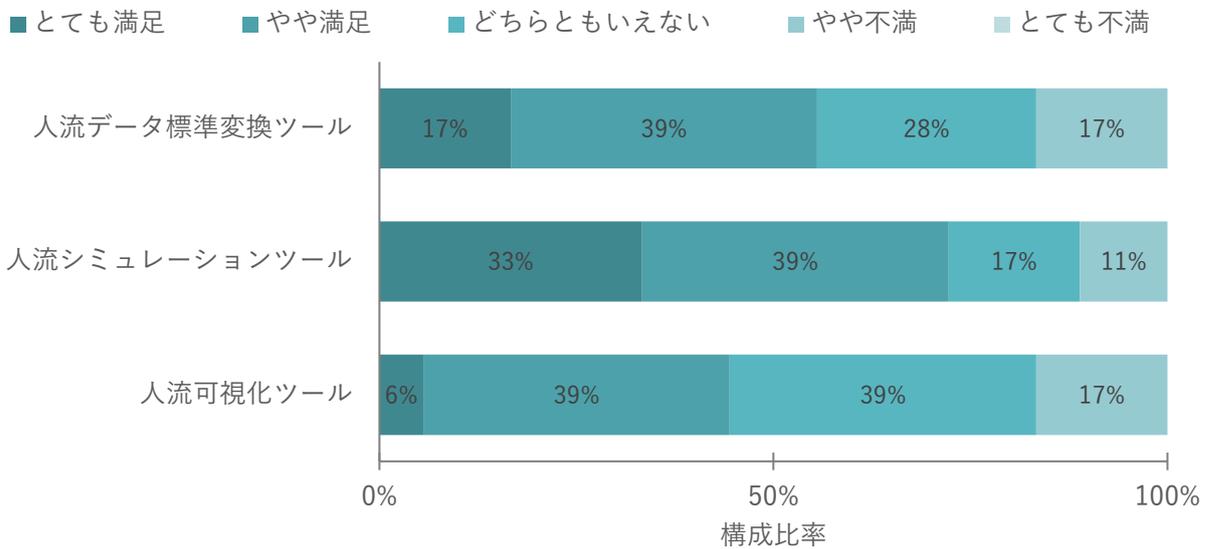


図 9-18 システムの視認性に対する満足度 (n=18)

表 9-7 関連する定性コメント

No	検証項目	関連する定性コメント
7	システムの操作性は快適か	<b>【どちらともいえない】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● 拡大・移動がもう少し直感的にできるとよい（人流シミュレーションツール）</li><li>● 歩行領域を一括範囲指定できるとよい。視点操作が少しやりにくい（人流シミュレーションツール）</li><li>● 複数のタブを行き来して都度ファイル読み込みを行うのは素人には扱いにくい（人流シミュレーションツール）</li></ul>
8	画面表示がわかりやすいか	<b>【やや不満】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● 全体的に文字が小さく見づらい。押すボタンは色を変えて欲しい</li></ul> <b>【無回答】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● 人が壁に隠れて見えない。ビルが多い所だと人を探すのが大変だった。壁を透かして人が見えると良いと思った</li></ul>

## 10. 成果と課題

### 10-1. 本実証で得られた成果

#### 10-1-1. 3D 都市モデルの技術面での優位性

表 10-1 3D 都市モデルの技術面での優位性

大項目	小項目	3D 都市モデルの技術面での優位性
アルゴリズム	歩行シミュレーションデータとしての活用性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 一般的な人流シミュレータでは歩行エリアの設定は手作業で行うことが多くその設定条件に対する妥当性が低いという課題があった</li> <li>● 本システムでは交通（道路）モデルから歩行エリアを生成しシミュレーション条件として活用できるため、標準製品仕様に定義された公共測量の精度で歩行エリアを生成することが可能であり、重要なシミュレーション条件のひとつである歩行エリアの形状の説得性を高めることができる</li> </ul>

#### 10-1-2. 3D 都市モデルのビジネス面での優位性

表 10-2 3D 都市モデルのビジネス面での優位性

大項目	小項目	3D 都市モデルのビジネス面での優位性
サービスの提供価値向上	広範囲の 3D 人流シミュレーションサービスの提供	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 3D 空間のモデリングや歩行エリアの設計には技術的専門性を要しかつ工数もかかるため、3D 空間における人流シミュレーションは一部の歩道を対象とした境域でのサービス提供に限られていた</li> <li>● 3D 都市モデルは広域にわたりデータが整備されているため、これを用いて人流シミュレーション用の空間や歩行エリアを生成することによって、低コストでの広域を対象としたシミュレーションサービスの提供が実現する</li> </ul>
	自治体間の人流シミュレーション知見の転用による助言品質の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 人流シミュレーションにおける歩行エリア設定は手作業で行われることが多く、自治体ごとに設定基準が異なることが多いため、人流シミュレーション事例を他自治体に対し転用することが困難であった</li> <li>● 本システムでは交通（道路）モデルを用いて歩行エリアを自動生成する仕様であるため、その精度については標準仕様に定義された誤差範囲に基づいており、自治体間での条件設定の平仄を揃えることが可能となる</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>● これにより、ある自治体での人流シミュレーション事例を他自治体に対する助言に組み込むことが可能となるため、助言の品質が向上する</li> </ul>
--	--	--

## 10-1-3. 3D 都市モデルの公共政策面での優位性

表 10-3 3D 都市モデルの公共政策面での優位性

大項目	小項目	3D 都市モデルの公共政策面での優位性
行政業務自体の価値/品質向上	交通誘導施策の事前実証における人流シミュレーション活用	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 人流シミュレータにおける歩行空間設定はこれまで手作業によるものが多く、検討中の歩行エリアを広域に渡り正確に再現することが困難であるため、交通施策の検証におけるシミュレーションの活用が浸透していなかった</li> <li>● 本システムでは交通（道路）モデルを基に歩行エリアを広域に渡り数分で生成することができるほか、その形状についても標準仕様に規定された範囲で精度の説明ができる</li> <li>● これにより、実証的に効果検証を行う交通誘導施策の事前検討段階にシミュレーションを導入する余地が生まれ、多数の検証シナリオの効果をシミュレーション段階で確認することが可能となり、最終的に選択される施策の蓋然性が高まる</li> </ul>
行政業務の効率化	都市計画審議担当者や地域住民との合意形成促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 都市計画やイベント企画に対する説明は 2D の図面かつ静止画で行われることが多く、その検討内容が市民やステークホルダーに十分に伝わらず、合意形成が困難であった</li> <li>● 本システムでは、3D 都市モデルにより正確に再現された都市空間上で人流シミュレーション結果を可視化し、アニメーション形式で共有することができる</li> <li>● これにより、施策効果に対する直感的な理解が可能となるため、説明会における合意形成の促進に寄与する</li> </ul>

## 10-2. 実証実験で得られた課題と対応策

表 10-4 実証実験で得られた課題

大項目	小項目	実証実験で得られた課題	課題に対する対応策
システム (機能)	心理的な行動アルゴリズムの反映	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 人流シミュレーション時の各エージェントの経路選択において人間の行動心理が十分に反映されていない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 心理モデルを経路選択ロジックに取り込む等、シミュレーション時に用いるパラメータを改善する</li> </ul>
	3D 空間上での人流可視化表現	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 3D 空間に配置された建築物等の障害物に阻まれ、人流シミュレーション結果を満足に閲覧できない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 壁を透過、あるいはフレーム表示する機能を実装することで、人流を見やすくする</li> </ul>
システム (UI・UX)	シミュレーションにおける設定項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 設定可能な項目が多すぎるため、シミュレーション実行までに工数がかかる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 多くのシミュレーションで共通化できる変数はプリセット化し、設定工数を削減する</li> </ul>
	設定画面のレイアウト	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 設定項目が多数のタブに分かれてしまっているため、都度切り替えながら設定する必要がある</li> <li>● ボタンの並びが直感的に理解可能な順序になっていないため、設定方法の習得が困難である難易度が高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● シミュレーションの設定項目を類型化し、共通する設定項目は一覧で操作できるようにする</li> <li>● 複数の画面パターンでユーザーテストを実施し、評価の高いレイアウトに設定項目のレイアウトを変更する</li> </ul>
	3D 空間上における視点操作方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 3D 空間上における視点操作が快適でないため、歩行エリア等の条件設定やシミュレーション結果の可視化時に労力を要する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 視点操作における切り替え速度等のパラメータを調整可能な仕様とすることで、ユーザーにあった操作設定を提供する</li> <li>● 視点場をプリセットで登録可能とすることで、視点の操作量自体を軽減する</li> </ul>
アルゴリズム	予測精度向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>● シミュレーション結果がどの程度正しいかが判断できない</li> <li>● インポートする人流データの拡大係数などの加工の妥当性がわからない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 精度の評価尺度を開発し、実測値との比較検証を複数地点で実施する</li> <li>● 比較結果を基にシミュレーションにおける設定条件を最適化する</li> </ul>
サービス運用	実業務への応用	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 人流シミュレータの精度や出力結果の特性を踏まえ、都市計画業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 参考資料としての活用等、誤認リスクの低いユースケースから導</li> </ul>

		務における導入余地や業務での使い方を規定する必要がある	入しつつ、実務におけるシミュレーションの活用回数を増やす ● 活用事例を基に人流シミュレータを前提とした業務プロセスを設計し、段階的に活用シーンを広げていく
--	--	-----------------------------	---

## 10-3. 今後の展望

本プロジェクトで開発した人流シミュレーションシステムは、実証実験参加者から総じて高い評価を得られ、人流データの利用障壁の低減の観点、EBPM への活用余地の観点、ステークホルダーとの合意形成促進の観点のいずれも高い有用性を確認することができた。さらに、交通施策の方向性検討のための人流シミュレーションの活用等、EBPM の萌芽となる活用イメージの提案も得ることができた。

一方、実業務への導入の観点を中心に、いくつか課題も残されている。特にエビデンスとして実際の企画立案に活用するためには、複数期間・複数条件下のシミュレーション結果同士を比較・検討できる機能が必要になる。この機能によって、歩行エリアの作成パターン間の人流の変化の評価が可能となるため、特定エリアにおける人流の減少率等、交通計画等の企画検討時にエビデンスとなりうる示唆の出力が容易となる。その他、申請業務等の承認プロセスへ実用していく観点では、シミュレーションの前提となる人流データ自体の精度や、条件設定の妥当性について懸念する声も寄せられていることから、業務上の試験運用を通じたシミュレーション条件のチューニングが必要になると考えられる。

将来的には、本システムによって人流データの活用が促進され、歩行空間マネジメントにおける EBPM が一般化することで、地方公共団体内や事業者内でのデータに基づく議論が活性化することを図る。これにより各地域の実情に鑑みた適切な都市空間設計がなされることで、ウォークアブルな街づくりの拡大が期待される。

## 11. 用語集

### A) アルファベット順

用語集(アルファベット順)を表 11-1 に示す。

表 11-1 用語集 (アルファベット順)

No.	用語	説明
1	CSV 形式	カンマ (,) で項目を区切ったテキストファイル形式であり、行と列で構成されるデータの記録に適している。
2	EBPM	エビデンス・ベースト・ポリシー・メイキングの略称であり、データや合理的根拠に基づいて施策を立案する手法。
3	F8VPS	Forum8 Virtual Platform System の略称であり、Forum8 開発の 3D 人流可視化ツールである。 PC、タブレット、スマートフォンなどの Web ブラウザで、現実と同様のリアルタイムコミュニケーションが可能なクラウドシステムをメタバースとして作成・展開できる Web プラットフォームシステムのフレームワークのこと。
4	GeoJSON 形式	JSON 形式の一種であり、地理空間データの記録に適している。
5	GIS データ	Geographic Information System の略称である。 地理情報を扱うシステムで複数の表現形態があり、点、線、面で表されるベクターデータ、連続的に変化する状態や広がりを表すラスタデータなどの種類がある。
6	GUI	UI の一種であり、ソフトウェアの画面やボタン等の外観を指す場合に用いられる。
7	INI 形式	ファイル形式の一種であり、主にソフトウェアの設定を記録するために用いられる。
8	IoT デバイス	Internet of Things の略称であり、インターネットに接続できるデバイス。
9	JSON 形式	軽量なテキストベースのデータ交換用フォーマット。
10	KPI	目標達成に向けた業績評価の指標。
11	LOD	Level of Detail の略称であり、本稿では 3D 都市モデルの詳細度を表す。 LOD の数値が上がるほど、詳細な建物モデルとなる。
12	Mbps	1 秒間に送受信可能なメガバイト量。
13	MF-JSON	3次元形状の物体の移動データを、JSON を用いて記述する簡潔な記述形式。産業技術総合研究所と日立製作所が共同で提案し、国際標準仕様として採択されている。
14	RD データ	UC-win/Road で用いる景観データのフォーマット。

15	UC-win/Road	Forum8 開発の 3 次元リアルタイム・バーチャルリアリティソフト 各種プロジェクトの 3 次元大規模空間を作成でき、多様なリアルタイム・ シミュレーションが行えるソフトウェア。
16	UDP 通信	インターネットで利用される通信プロトコルの一種で、データの到達確認 を行わずに高速な通信を実現する方式。
17	人流可視化ツール	Web ブラウザ上で動作するアプリケーション。
18	XML 形式	任意のデータを定義するルールを提供するマークアップ言語であり、構造 化されたデータの記録に適している。

## B) 五十音順

用語集(五十音順)を表 11-2 に示す。

表 11-2 用語集 (五十音順)

No.	用語	説明
1	アルゴリズム	コンピュータプログラムの計算手順や処理方法。
2	インタフェース	異なるシステムやソフトウェア、ハードウェアなどを接続する接点。
3	エンドユーザー	製品やサービスの最終的な利用者。
4	オープンデータ	国や地方公共団体等が保有するデータを、誰もがインターネット上で利用 できるように加工したデータ。
5	基本クロック	コンピュータの CPU 性能を測る周波数であり、値が高いほど同一の処理を より短時間で完了できる。
6	クライアント	人流可視化ツールの利用する側のコンピュータまたはソフトウェア。
7	国勢調査	日本に住んでいるすべての人と世帯を対象に、5 年ごとに実施される国の 統計調査。
8	個体識別子	人流データで個人を特定する際に必要な固有値。
9	市区町村コード	都道府県や市区町村に割り振られた 5 桁または 6 桁の番号。
10	推奨環境	ソフトウェアやプログラムが快適に動作する環境。
11	スクリプト	簡易なプログラムであり、ソフトウェア開発のような大きなソースコード よりも短く簡潔に記載されたもの。
12	スコープ	範囲、領域。
13	ステークホルダー	企業や行政機関、NPO などの利害と行動に直接・間接的な関係を有する人。
14	断面交通流	特定の地点(面)を通行する歩行者の数。
15	定性評価	数値化できない事象や性質を評価する方法。
16	定量評価	数値化されたデータを用いて客観的に評価する方法。
17	データサプライヤ	データを提供する事業者。
18	デスクトップアプリ	コンピュータのデスクトップ環境で動作するアプリケーションソフトウェ ア。

19	デプロイ	アプリケーションの機能やサービスをサーバー上に配置すること。
20	ヒートマップ	データの大小を色の濃淡で分かりやすく表現したもの。
21	プリセット	あらかじめ設定された、事前に決められたもの。
22	フレームドロップ	映像のフレームレート (fps) を調整するために、一定の間隔でフレームを飛ばす方式。
23	メッシュデータ	地図上の地域を一定の規則で分割した区画 (メッシュ) に、地理情報や統計情報を収集したデータ。
24	メモリ	コンピュータやスマートフォンなどの機器でデータを一時的に保存する記憶装置。
25	ユーザビリティ	製品やサービスの使いやすさや効果性、ユーザーの満足度を表す言葉。
26	レジストリ	システムやアプリケーションの設定情報、ハードウェアの構成情報、ユーザー設定などが格納されている場所。
27	レスポンス	サーバーとの通信結果。

以上

汎用的な人流シミュレーションシステム  
技術検証レポート

発行：2025年3月

委託者：国土交通省 都市局

受託者：株式会社フォーラムエイト