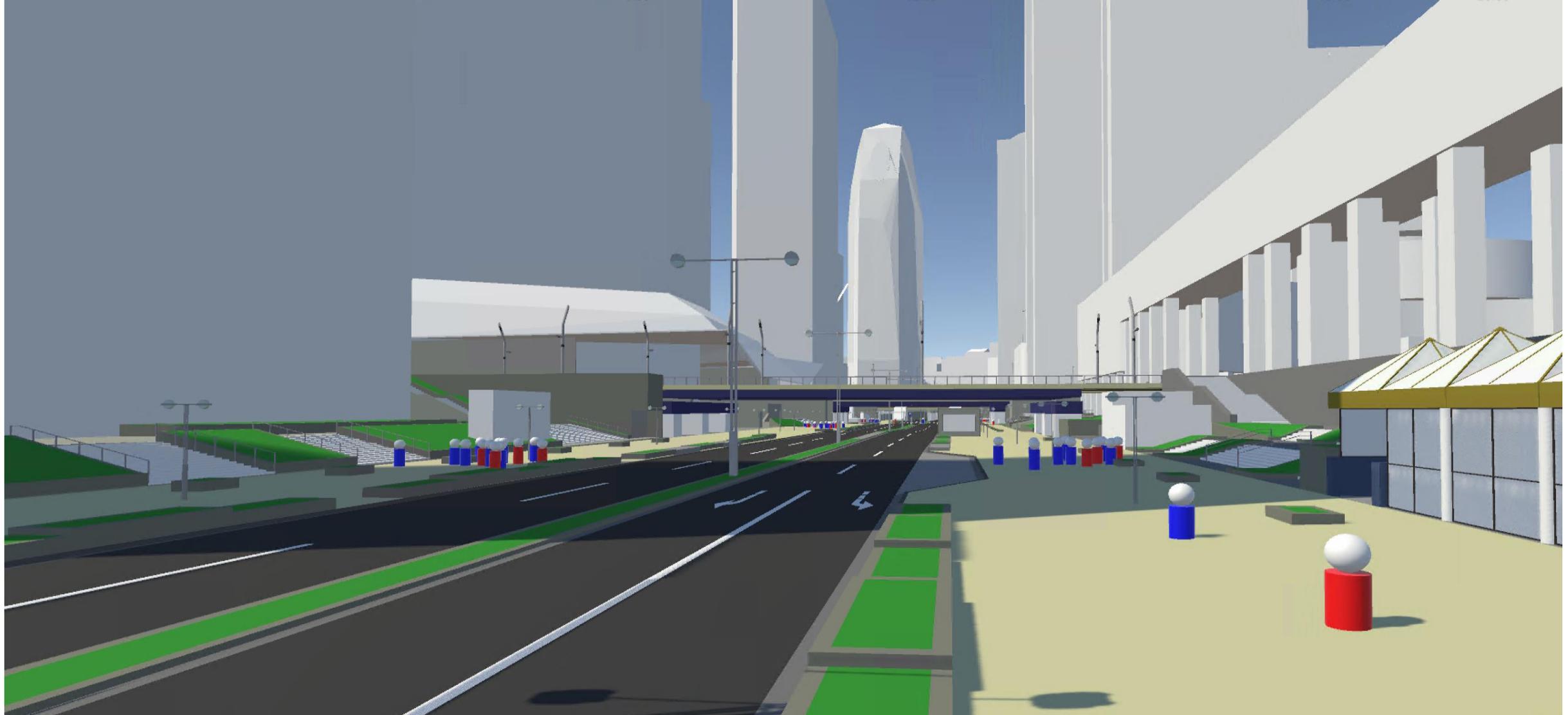


歩行者移動・回遊行動シミュレーション 技術検証レポート

Technical Report for System of Pedestrian Traffic Simulation



PLATEAU
by MLIT



目次

I. 実証概要			
1. 全体概要	3		
2. 実施体制	5		
3. 実証エリア	6		
4. スケジュール	7		
II. 実証技術の概要			
1. 活用技術	9		
2. MAS (マルチエージェント・シミュレーション)	11		
3. artisoc Cloud	12		
4. QGIS	14		
5. Unity	16		
6. Revit	17		
7. FME Desktop	18		
8. エリアマネジメントツール	19		
III. 実証システム			
1. 実証フロー	21		
2. 想定事業機会	22		
3. アーキテクチャ全体図	23		
4. システム機能	25		
5. アルゴリズム	51		
6. データ			
① 活用データ	59		
② データ処理	69		
③ 出力データ	95		
		7. ユーザインタフェース	98
		8. システムテスト結果	105
IV. 実証技術の検証			
1. シミュレーション精度の検証			
① 検証内容			108
② 検証結果			112
2. 実証システムの価値検証			
① 検証内容			118
② 検証結果			121
V. 成果と課題			
1. 今年度の実証で得られた成果			
① 3D都市モデルによる技術面での優位性			124
② 3D都市モデルによるビジネス面での優位性			126
2. 今後の取り組みに向けた課題			129
用語集			136

I. 実証概要

II. 実証技術の概要

III. 実証システム

IV. 実証技術の検証

V. 成果と課題

I. 実証概要 > 1. 全体概要

全体概要 (1/2)

ユースケース名	歩行者移動・回遊行動シミュレーション
実施場所	東京都新宿区 西新宿地区
目標・課題 ・創出価値	<ul style="list-style-type: none">• エリアマネジメント団体がまちづくりに関する施策を実施しようとする際に必要となる説明や合意調達のコストをシミュレーションを用いて低減することを目標とする。• エリアマネジメント団体は、地域の賑わい創出や利便性向上等を目的として様々な施策を検討しているものの、施策実施のために利害関係の異なる複数の関係者間の合意形成が必要となりコストが大きいことが課題<ul style="list-style-type: none">- 合意形成を支援する方法として、社会実験の形をとった有用性検証が行われるが、この検証においても多数の関係者間の調整・合意が必要になり検証コストが大きい。• 社会実験を、3D都市モデルを活用した歩行者行動シミュレーションで代替することによって、有用性検証を簡易かつ迅速に行うことができるようになることを目指す。<ul style="list-style-type: none">- 有用性検証が簡易かつ迅速に実施されるようになれば、その先にある合意形成も効率的に進むため、エリアマネジメント活動の推進や都市の活性化にもつながる。
ユースケース の概要	<ul style="list-style-type: none">• 3D都市モデルを活用した歩行者行動シミュレーションの結果の分析と可視化によって、平常時・イベント時等におけるまちの賑わい創出のための施策の検討や検証を支援するツールを開発する。

I. 実証概要 > 1. 全体概要

全体概要 (2/2)

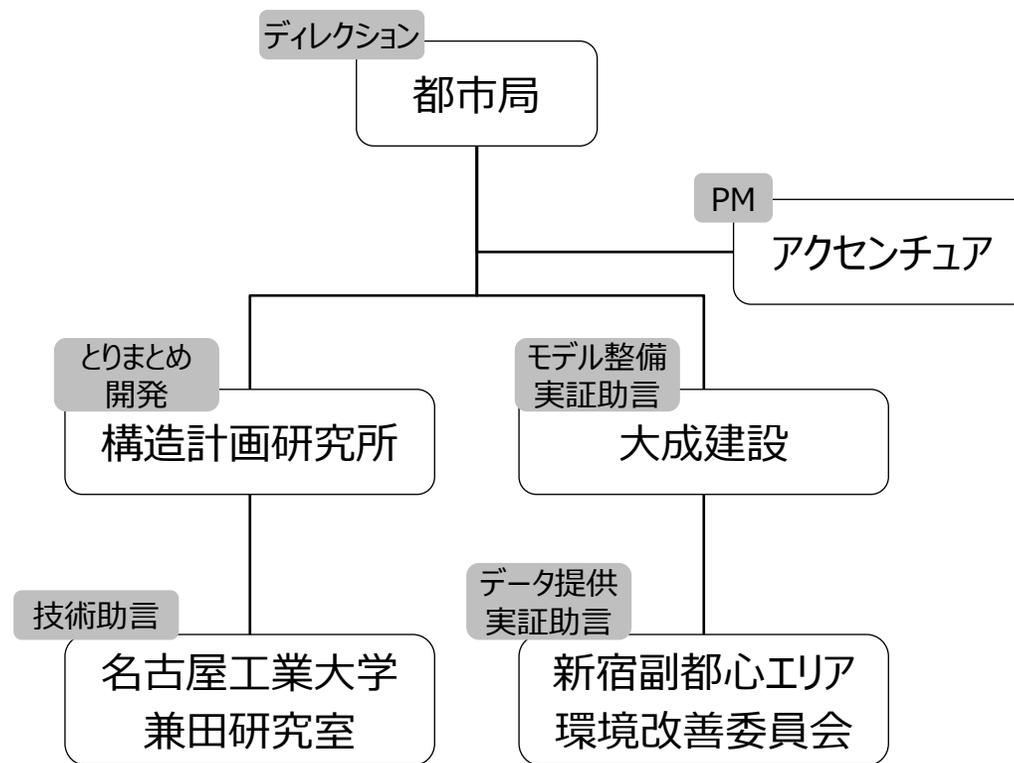
実証仮説	<ul style="list-style-type: none">• 3D都市モデルデータと人流データ等を用いた歩行者の行動シミュレーションを行うことで、これまで社会実験の形式の検証と同等以上の品質で、エリアマネジメント団体の歩行者の回遊性向上・賑わい創出等の施策の有用性を安価かつ迅速に検証できる。
検証ポイント	<ul style="list-style-type: none">• シミュレーション精度の検証<ul style="list-style-type: none">- 3D都市モデルを活用した歩行者の行動シミュレーションの精度検証• シミュレーション評価結果・可視化結果に関する活用可能性の検証<ul style="list-style-type: none">- 評価結果や可視化結果に対するユーザー（行政、エリアマネジメント団体）の意見に基づく有用性検証

I. 実証概要 > 2. 実施体制 実施体制

各主体の役割

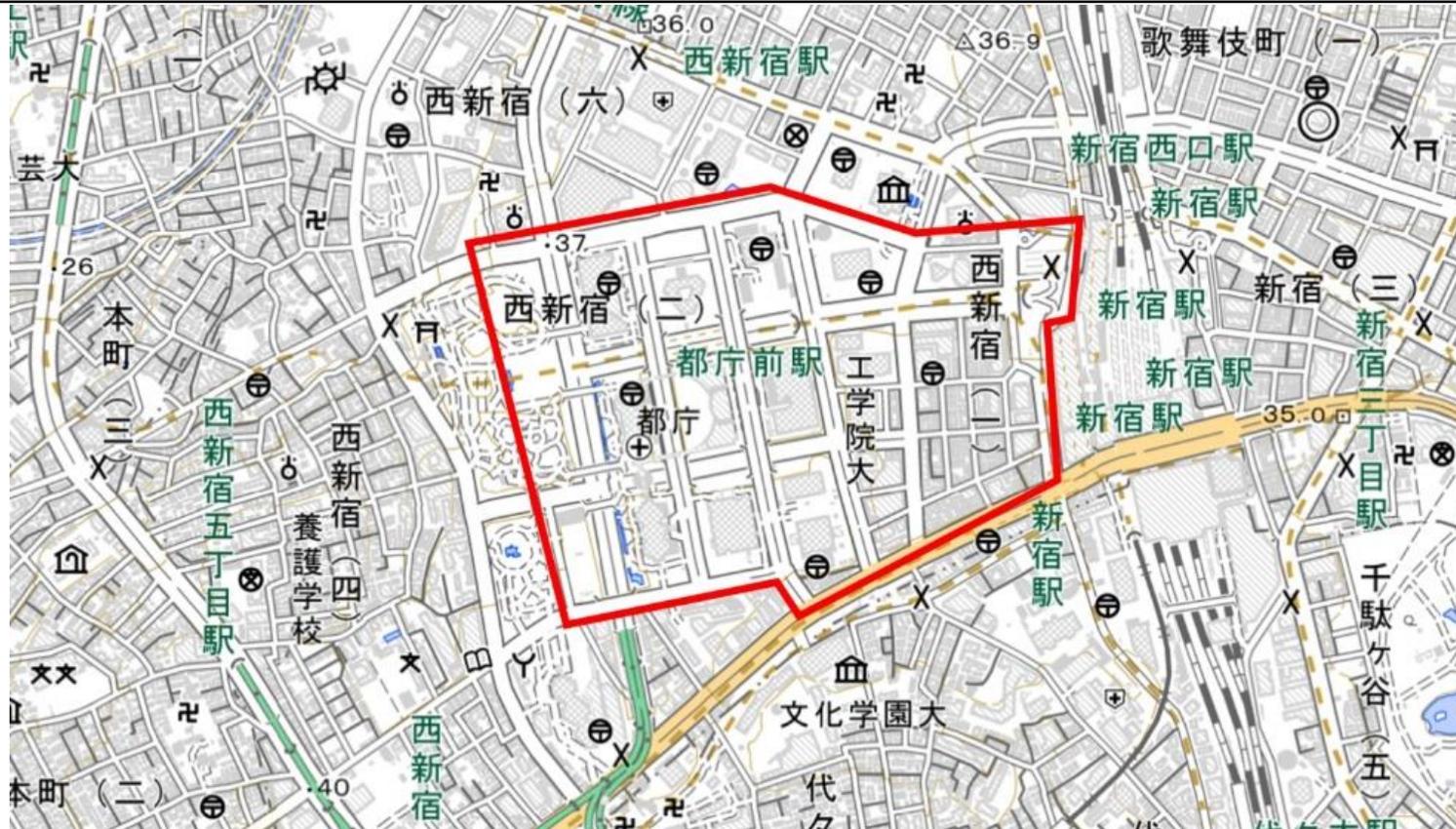
主体	役割
構造計画研究所	<ul style="list-style-type: none"> ユースケース実証に係るとりまとめ シミュレーション技術開発 可視化ツール開発 報告書とりまとめ
大成建設	<ul style="list-style-type: none"> 3D都市モデルの整備 実証実験の課題抽出及び助言
名古屋工業大学 兼田研究室	<ul style="list-style-type: none"> 賑わい解析のシミュレーションに関する助言 技術開発・解析に関する協力
新宿副都心エリア 環境改善委員会	<ul style="list-style-type: none"> 西新宿エリアでのデータ提供及び実証に関する助言
アクセンチュア	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトマネジメント

実施体制図



I. 実証概要 > 3. 実証エリア 実証エリア

東京都新宿区 西新宿地区 (約0.5km²)



I. 実証概要 > 4. スケジュール

スケジュール

実施事項	令和4年										令和5年		
	3月	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. 実証計画の検討・策定		←→											
2. ニーズ調査		←→											
3. 要件定義		←→											
4. シミュレーションモデルの開発			←→										
5. 可視化ツールの開発			←→										
6. 実証（精度検証・有用性検証）							←→						
7. 報告書の作成											←→		

I. 実証概要

II. 実証技術の概要

III. 実証システム

IV. 実証技術の検証

V. 成果と課題

Ⅱ. 実証技術の概要 > 1. 活用技術 活用技術 (1/2)

項目	内容
1. MAS (マルチエージェント・シミュレーション)	<ul style="list-style-type: none">• 個々のエージェントが独自のルールを持って行動し、相互作用した結果を分析する、複雑系をコンピュータ上で分析する手法の一つ
2. artisoc Cloud	<ul style="list-style-type: none">• MAS (マルチエージェント・シミュレーション) をWebブラウザ上で手軽に実行・共有できる他、クラウド上での大量同時実行などの機能を使った高い拡張性を有するソフトウェア
3. QGIS	<ul style="list-style-type: none">• データの閲覧、検索、地図の作成、編集、解析などGISの基本操作に必要な機能を網羅し、様々なプラグインや、GRASSやPostGISなど他のオープンソースGISと連携して使用することで、多種類の分析が可能なソフトウェア
4. Unity	<ul style="list-style-type: none">• 世界で広く使われているゲームエンジンであり、直感的なツール開発や、現実世界の物理法則に合わせた挙動を制御・操作できる物理エンジンを有するソフトウェア• 2D、3D両方の表現が可能

Ⅱ. 実証技術の概要 > 1. 活用技術 活用技術 (2/2)

項目	内容
5. Revit	<ul style="list-style-type: none">Autodesk社が提供する、建築、エンジニアリング、施工のためのBIMソフトウェア
6. FME Desktop	<ul style="list-style-type: none">様々な空間データのフォーマットに対応しており、GIS業界や建築業界などで幅広く使われている、データの変換や統合などの処理機能を持つソフトウェア
7. エリアマネジメントツール	<ul style="list-style-type: none">新宿副都心エリア環境改善委員会が保有する、3D都市モデルを簡易で直感的に扱えるアプリケーション

Ⅱ. 実証技術の概要 > 2. MAS (マルチエージェント・シミュレーション)

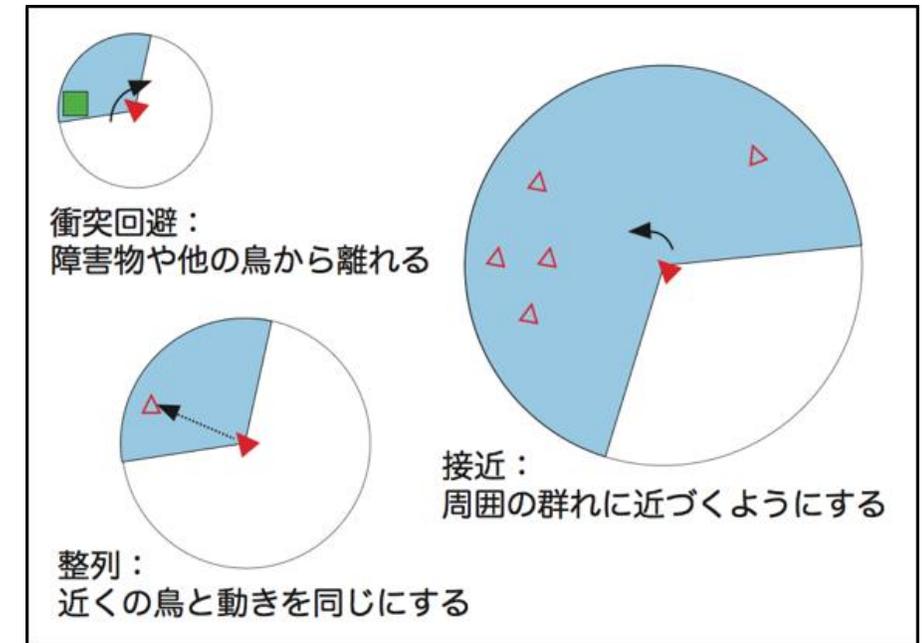
MASについて

個々のエージェントが独自のルールを持って行動し、相互作用した結果を分析する、複雑系をコンピュータ上で分析するシミュレーション

概要

項目	詳細
名称	Multi Agent Simulation (MAS)
概要	<ul style="list-style-type: none"> MASは、複雑系をコンピュータ上で分析する手法の一つ <ul style="list-style-type: none"> 独自のルールを持つ個々のエージェントが相互に作用した結果を分析する MASにより、人間の意思決定をモデル化し仮想的な社会の中で行動させ、何が意思決定に影響を及ぼすのかを分析することが可能
エージェントとは	<ul style="list-style-type: none"> 自分の周囲の状況を認識し、それに基づいて、一定のルールのもとで自律的に行動する主体のこと 現実社会では人間や生物がエージェントに該当
複雑系とは	<ul style="list-style-type: none"> 複雑系は、多数の相互作用する要素（エージェント、プロセス等）によって構成され、全体の挙動が個々の挙動の単純な足し合わせでは導出できないもの <ul style="list-style-type: none"> 例) 鳥の群れ、高速道路での自然渋滞等

複雑系における行動変容 (例：鳥の群れ)



II. 実証技術の概要 > 3. artisoc Cloud

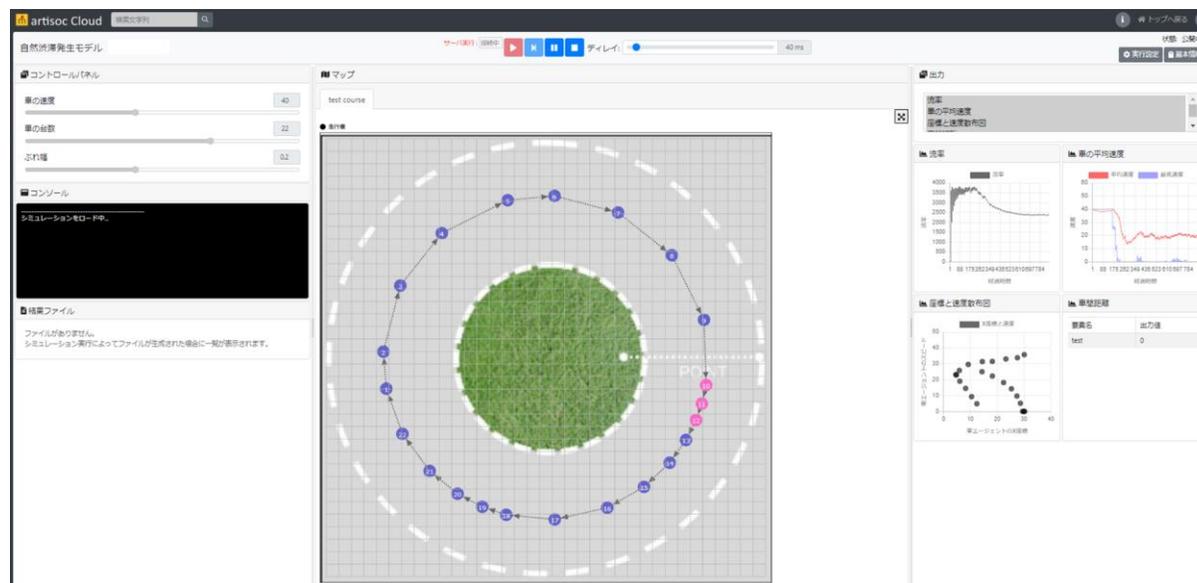
artisoc Cloudについて

MASをWebブラウザ上で手軽に実行・共有できるほか、クラウド上での大量同時実行などの機能を使い、より高度なシミュレーションを可能とする

概要

項目	詳細
名称	artisoc Cloud
概要	<ul style="list-style-type: none"> 構造計画研究所が開発、運用するクラウド上で稼働するMAS（マルチエージェントシミュレーション）環境*
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> MASスクリプトの実行共有 クラウドリソースによる大量のシミュレーションの実施
本ユースケースで利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> MASスクリプトで記述した人流シミュレーションの実行

artisoc Cloud 画面イメージ





II. 実証技術の概要 > 3. artisoc Cloud

artisoc Cloudの特徴

シミュレーションの手軽さだけでなく、ユーザー間でのコミュニケーション機能やPythonベースによる柔軟なルール構築など本格的な利用にも耐える特徴を有する

特徴	説明
手軽なシミュレーションモデルの作成・実行	<ul style="list-style-type: none">• Webブラウザ上でのモデルの作成・実行により、環境を選ばず手軽にシミュレーションを実施可能• ルール記述言語として採用するPythonの言語の機能を生かした柔軟なルール構築が可能
シミュレーションモデルの共有	<ul style="list-style-type: none">• 作成したモデルはWebページ上で他のユーザーに公開可能（コメント投稿機能もあり）• 他のユーザーが作成したモデルを引き継いで新たなモデルを作成することも可能
他のツールやデータとの連携	<ul style="list-style-type: none">• API連携などにより、他のツールと組み合わせたシミュレーションの利用や、様々なデータを取り込んだモデルの構築が可能
スムーズなモデル構築	<ul style="list-style-type: none">• 「空間/エージェントの種類・属性の定義」「エージェントの行動ルールの定義」「シミュレーション結果の出力形式の定義」の3ステップで素早くシミュレーションの実行結果を得ることが可能
GUIでのエージェント種別・型の定義	<ul style="list-style-type: none">• 基本的にマウス操作だけでモデル構造の定義が可能
多様な入出力形式	<ul style="list-style-type: none">• マップ・グラフ出力をGUI上で簡単に設定が可能• DB、XML、テキストデータ読み込み・書き出しが可能

II. 実証技術の概要 > 4. QGIS

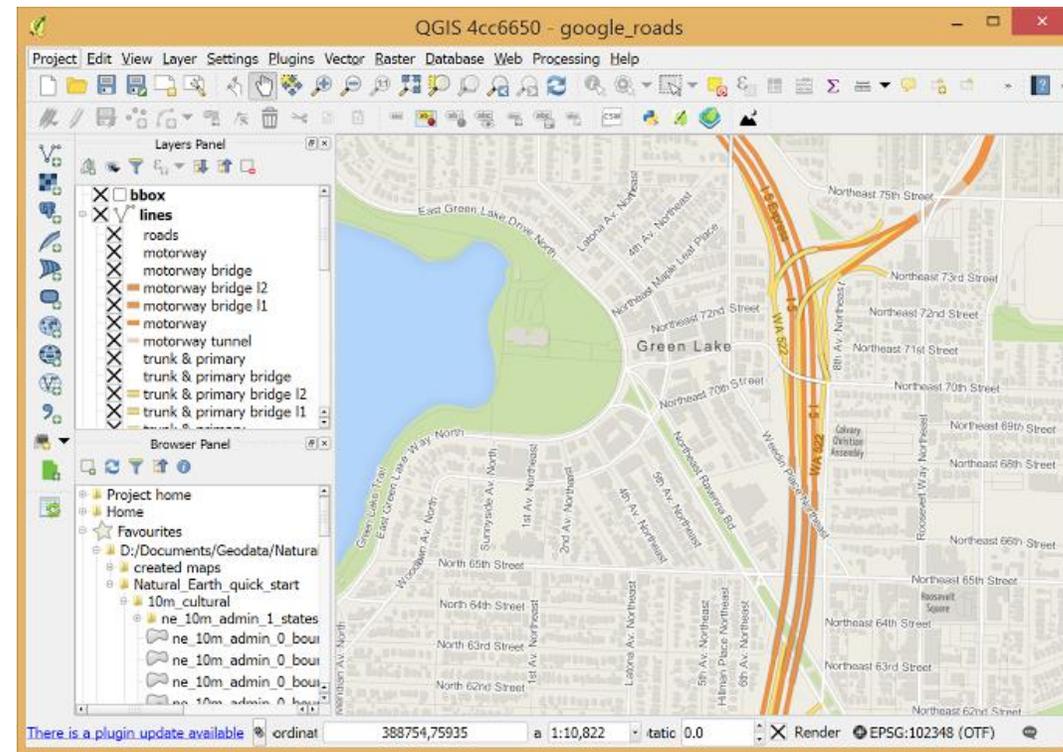
QGISについて

QGISはデータの閲覧、検索、地図の作成、編集、解析などGISの基本操作に必要な機能を網羅し、様々なプラグインや、GRASSやPostGISなど他のオープンソースGISと連携して使用することで、多種類の分析を行う

概要

QGIS 画面イメージ*2

項目	詳細
名称	QGIS
概要	<ul style="list-style-type: none"> フリー・アンド・オープン・ソース・ソフトウェア (FOSS) のプロフェッショナルなGISアプリケーション*1 プラグインにも対応し、機能拡張が可能
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> GISデータの作成・編集 GISデータの可視化・分析
本ユースケースで利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> GISデータの作成・編集 GISデータの分析 (プロセッシングツール)



*1 : <https://qgis.org/ja/site/about/index.html>

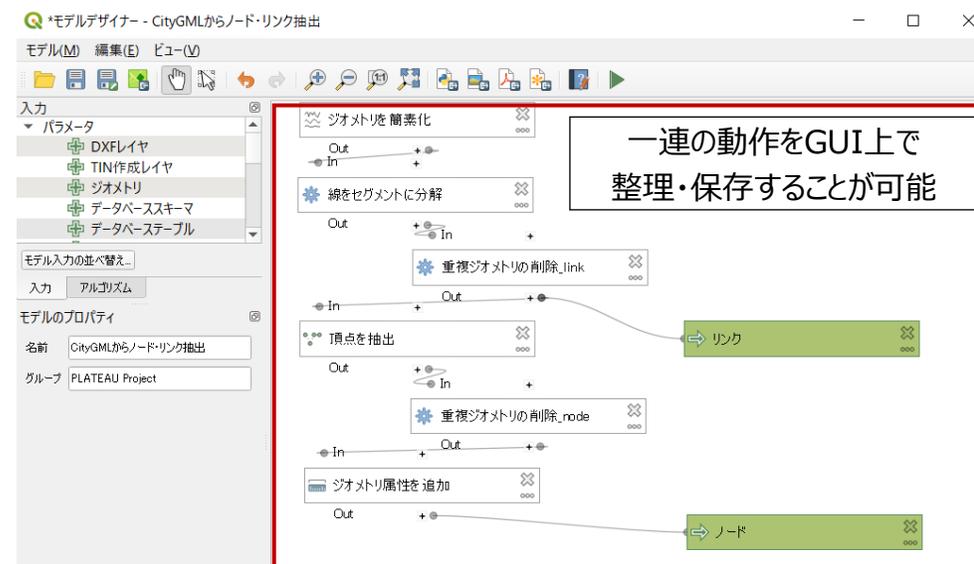
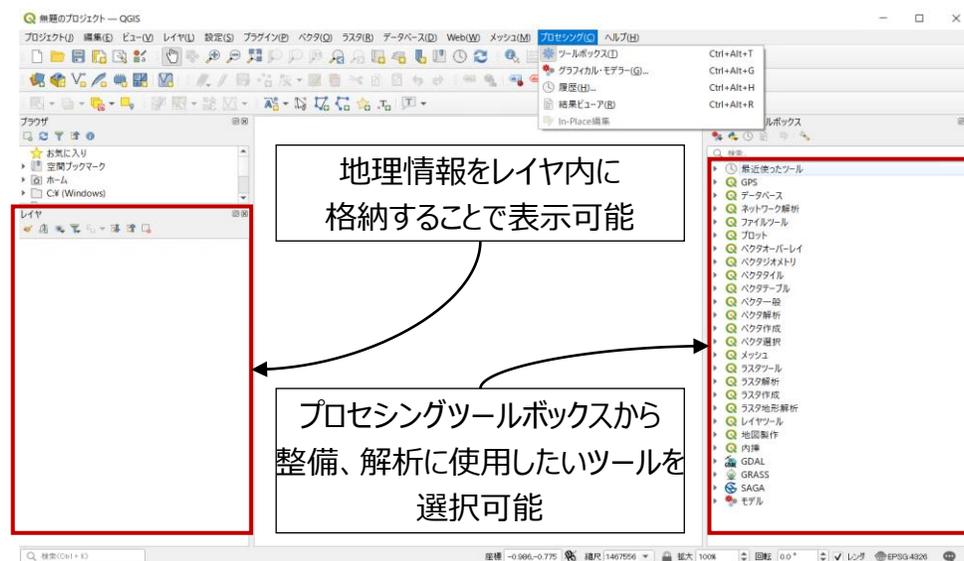
*2 : <https://qgis.org/ja/site/about/index.html> より転載

II. 実証技術の概要 > 4. QGIS QGISについて | プロセシングツール

プロセシングツールによって複数の機能・アルゴリズム群を一連の流れとして処理する

QGISのUI (プロセシングツール)

「モデル」のイメージ



- QGISのプロセシングツールは、複数の機能・アルゴリズム群を一連の流れとして処理することが可能
- ツールボックスから利用したいツールを選択し、組み合わせて利用

- プロセシングツールを用いた一連の動作については、QGISの機能である「モデル」を用いることで保存・繰り返しの実行が可能

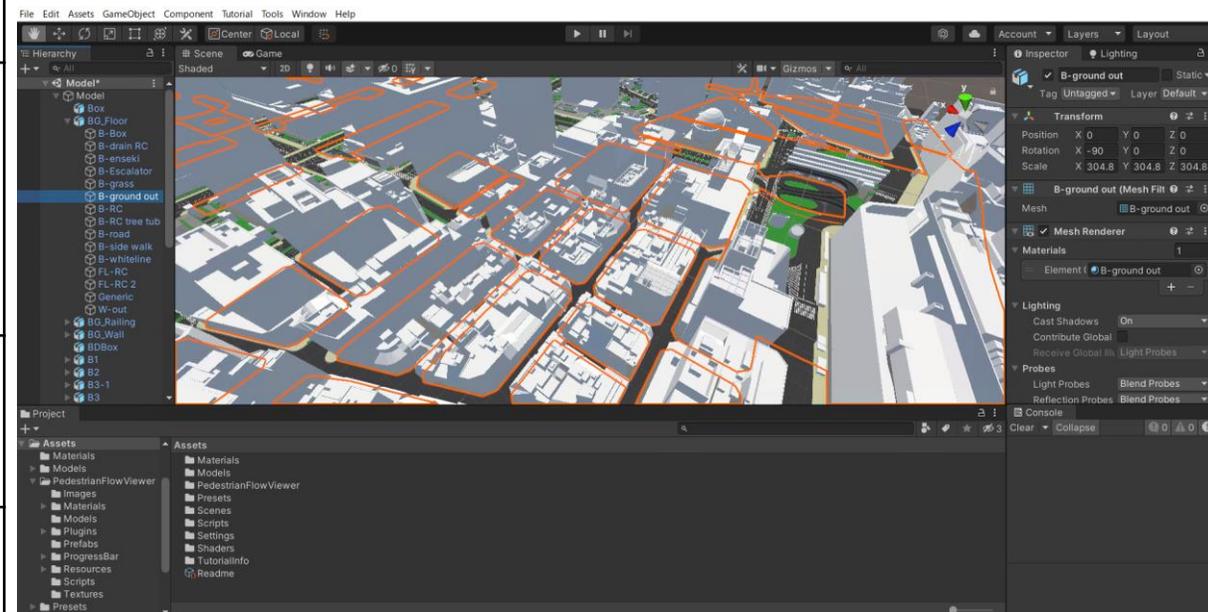
Ⅱ. 実証技術の概要 > 5. Unity Unityについて

Unityは直感的なツール開発や、現実世界の物理法則に合わせた挙動を制御・操作できる物理エンジンを有するソフトウェア

概要

Unity 画面イメージ

項目	詳細
名称	Unity
概要	<ul style="list-style-type: none">直感的なゲーム開発が可能なゲームエンジン「Unity Script」と呼ばれる拡張機能により独自の処理を実装可能アプリケーションの開発も可能
主な機能	<ul style="list-style-type: none">レンダリングスクリプトによる機能拡張アセットの取り込み、編集、作成
本ユースケースで利用する機能	<ul style="list-style-type: none">レンダリングスクリプトによる機能拡張アセットの作成



Ⅱ. 実証技術の概要 > 6. Revit

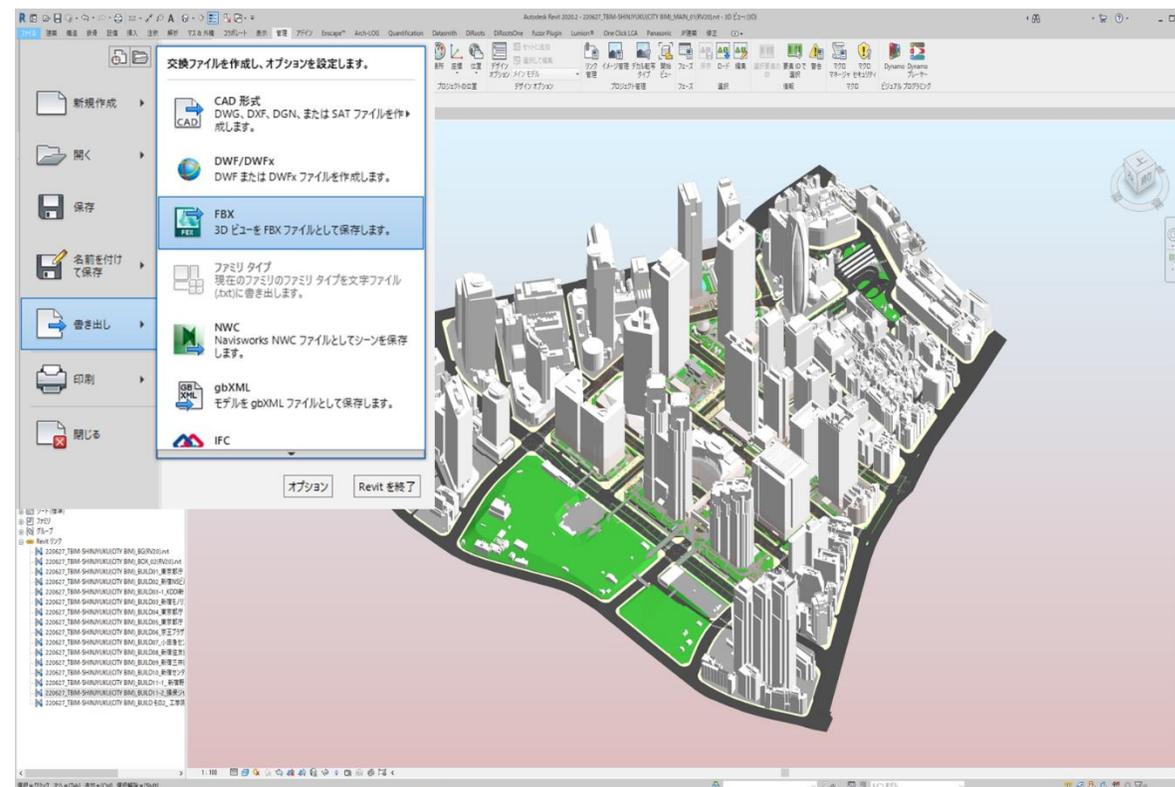
Revitについて

Autodesk社が提供する、建築、エンジニアリング、施工のためのBIMソフトウェア

概要

Revit 画面イメージ

項目	詳細
名称	Revit
概要	<ul style="list-style-type: none"> Autodesk社が提供する建築、エンジニアリング、施工（AEC）のための BIM ソフトウェア 3Dモデルの構築、編集、出力が可能
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> データの統合 データ出力、変換 ドキュメント作成
本ユースケースで利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> データの統合 データ出力、変換



Ⅱ. 実証技術の概要 > 7. FME Desktop

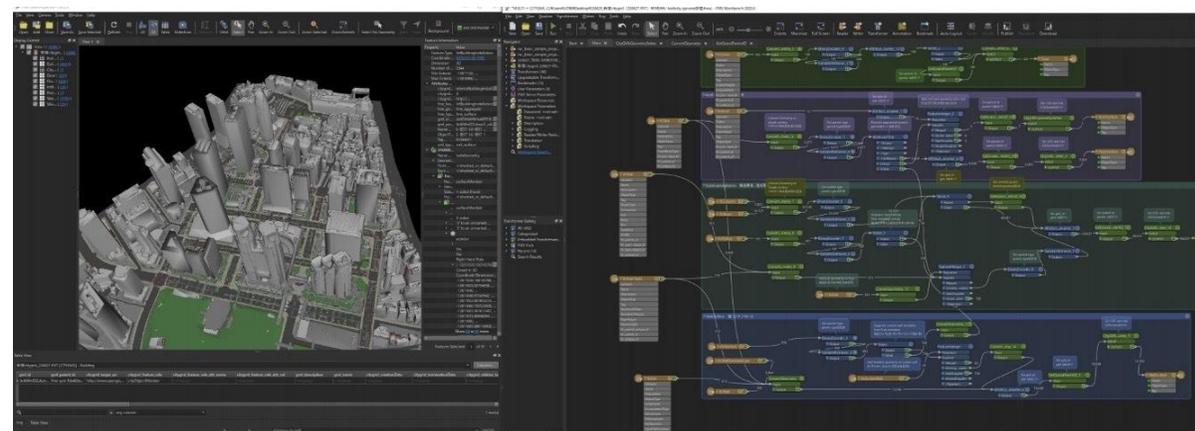
FME Desktopについて

様々な空間データのフォーマットに対応しており、GIS業界や建築業界などで幅広く使われている、データの変換や統合などの処理機能を持つソフトウェア

概要

項目	詳細
名称	FME Desktop
概要	<ul style="list-style-type: none">• データの変換や統合などの処理機能を持つソフトウェア• XML、GIS、CADなどで使われる、様々な空間データのフォーマットに対応• 様々な入力、変換、出力を担うモジュールが提供
主な機能	<ul style="list-style-type: none">• データの統合• データの変換
本ユースケースで利用する機能	<ul style="list-style-type: none">• データの変換

FME Desktop 画面イメージ



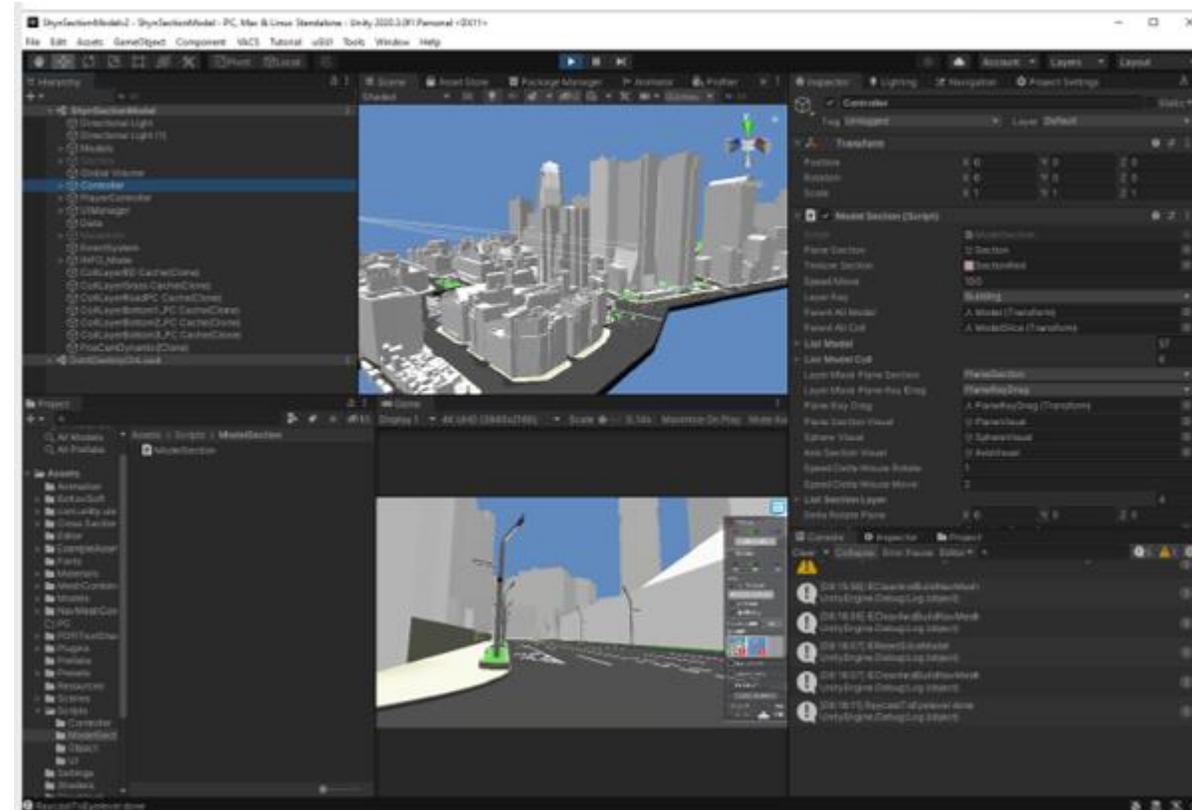
Ⅱ. 実証技術の概要 > 8. エリアマネジメントツール エリアマネジメントツールについて

新宿副都心エリア環境改善委員会が保有する、3D都市モデルを簡易で直感的に扱えるアプリケーション

概要

項目	詳細
名称	次世代エリアマネジメントツール 「CityCrafter」(仮称)
概要	<ul style="list-style-type: none"> Unityで開発された、3D都市モデルを簡易で直感的に扱えるアプリケーション ツールの機能によって、直観的に都市構造を把握、関係者で指差し確認するツールとして実験的に活用を開始
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> 断面作成機能 距離計測機能 法令可視化機能 什器ビルド機能
本ユースケースで利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> 本ユースケースで開発する、シミュレーション結果を可視化するアセットをエリアマネジメントツールに取り込み

エリアマネジメントツール開発画面イメージ



I. 実証概要

II. 実証技術の概要

III. 実証システム

IV. 実証技術の検証

V. 成果と課題

Ⅲ. 実証システム > 1. 実証フロー

実証フロー

実証実験ではシミュレーション結果を実績データと比較し、本システムの有用性を有識者にヒアリングを行う

ニーズ調査・
実施計画の策定

- エリアマネジメント団体へのヒアリングを実施する
- 調査したニーズに基づき実証計画を策定する

シミュレーションモデル・
可視化ツールの開発

- 歩行シミュレーションモデルを構築する
- 歩行シミュレーション結果を可視化、分析する可視化ツールを構築する

エリアマネジメント活動の
効果検証

- 西新宿エリアにおいて、平常時・イベント実施時・イベント実施＋広告宣伝時の3つのシナリオにおける平日・休日のエリアマネジメント活動をシミュレーションし、イベント・広告の効果測定を実施する

平常時、社会実験結果
との比較検証

- 平常時における人流と比較検証を実施する
- イベント実施・広告宣伝を伴う、エリアマネジメント団体が実施する社会実験の結果と比較検証を実施する

イベント・広告の
効果検証

- 歩行者行動の観点から、イベント・広告実施時と平常時を比較し、各施策の効果を検証する
 - 歩行者数、イベントの実施有無、広告の有無等を設定・変更し、平常時と施策実施時の数値で比較する

3D可視化ツールの
効果検証

- 時間帯別歩行者数を対象として、実際のイベント開催時の人流データと突合して精度検証を行う
- シミュレーション結果の妥当性、賑わいのイメージのしやすさを対象として、行政・エリアマネジメント団体・デベロッパー等のユーザーに3D可視化ツールや評価項目に対するヒアリングを行う

Ⅲ. 実証システム > 2. 想定事業機会

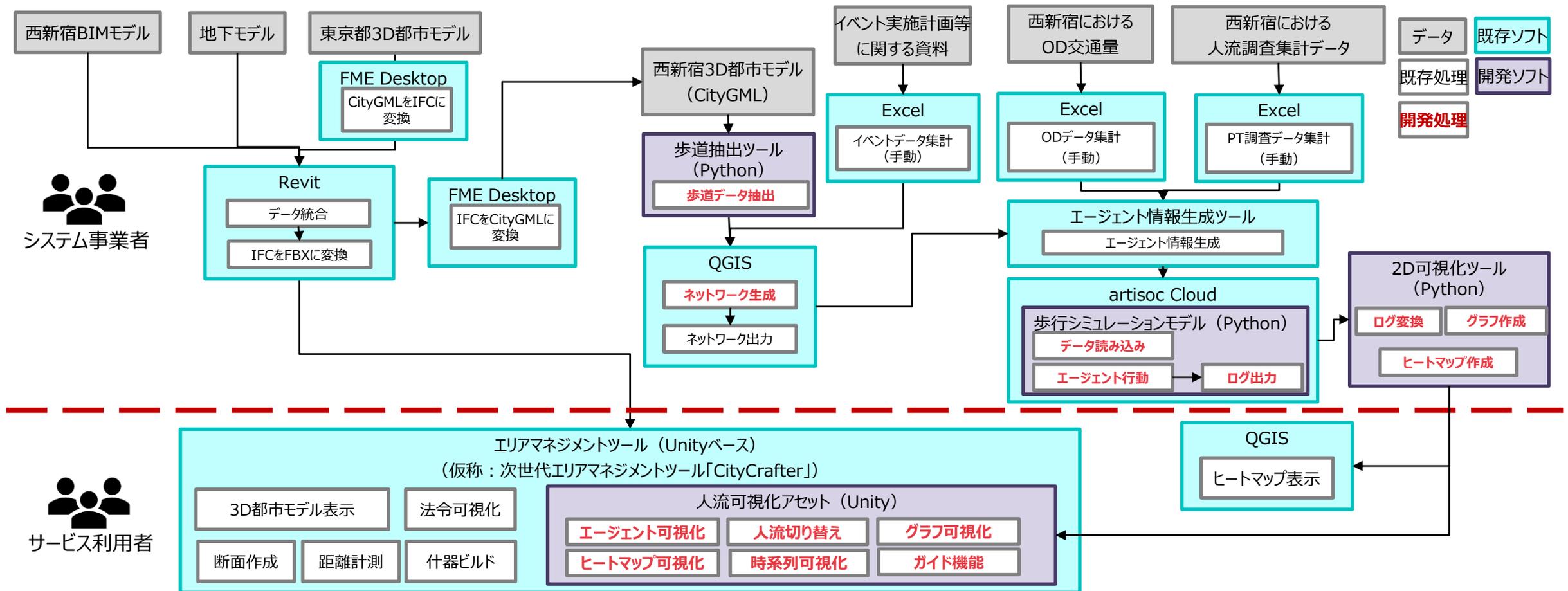
想定事業機会

効率的かつ効果的なエリアマネジメント活動の促進に向け、自治体・エリアマネジメント団体・デベロッパー等へまちづくりのDXに資するツールとして提供していく

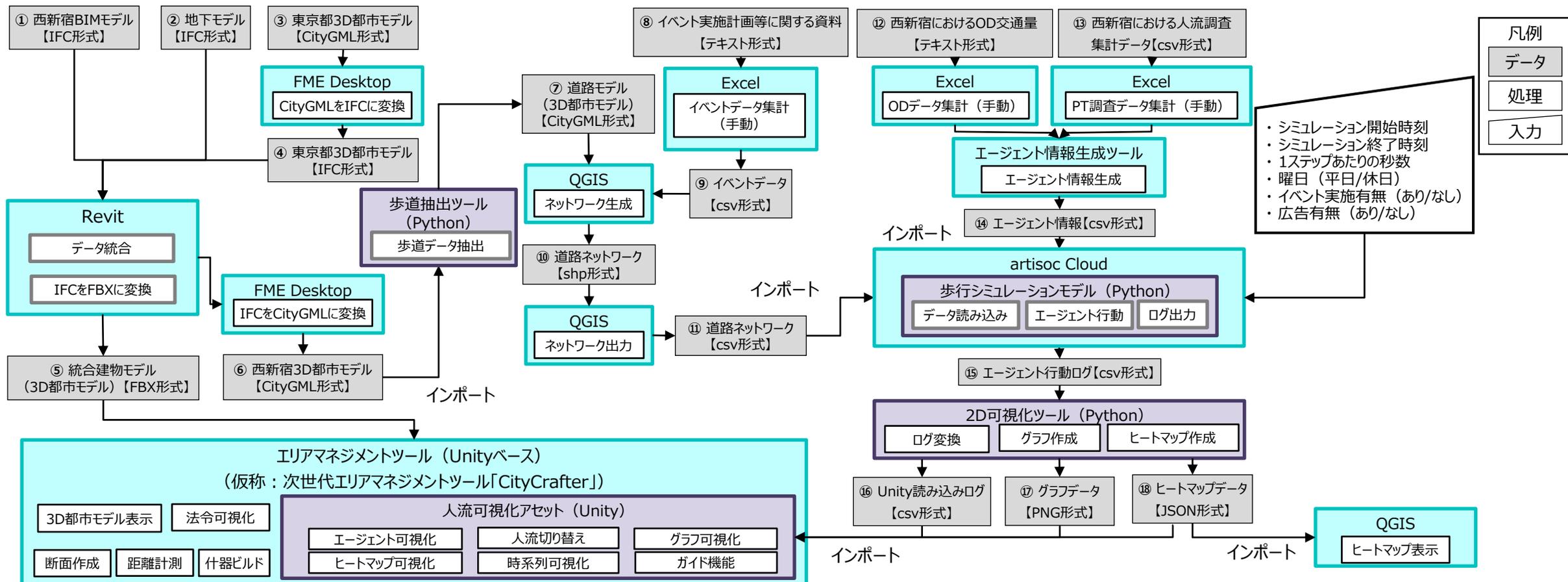
項目	内容
利用事業者	<ul style="list-style-type: none">自治体・行政エリアマネジメント関係者デベロッパー、建設会社
提供価値	<ul style="list-style-type: none">効率的かつ効果的なエリアマネジメント活動の促進<ul style="list-style-type: none">まちの賑わいの可視化賑わいの創出のために必要な施策の検討施策の広域への訴求効果の説明
サービス仮説	<ul style="list-style-type: none">エリアマネジメント・都市計画支援サービス<ul style="list-style-type: none">歩行回遊性、賑わいの検証等による、まちづくり施策の検証サービスエリアマネジメント団体による社会実験の代替サービス<ul style="list-style-type: none">イベント等の施策の効果を検証するシミュレーションサービスの提供都市のモニタリングサービス<ul style="list-style-type: none">上記のサービスを継続的に実施することによる、都市の様子を定期的に把握するサービスの提供

Ⅲ. 実証システム > 3. アーキテクチャ全体図

システムアーキテクチャ全体図



Ⅲ. 実証システム > 3. アーキテクチャ全体図 データアーキテクチャ全体図



Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能 | artisoc Cloud (歩行シミュレーションモデル)

<凡例> **赤太字** : 新規開発

機能名	説明
データ読み込み	artisoc Cloud上でエージェント情報を読み込む
エージェント行動	artisoc Cloud上で歩行するエージェントの行動ルールを定義する
ログ出力	artisoc Cloud上で歩行したエージェントの位置座標やある時点での状態をCSVデータとして出力する

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能 | 2D可視化ツール

<凡例> **赤太字** : 新規開発

機能名	説明
ログ変換	歩行シミュレーションで出力されたログデータを人流可視化アセットで読み込み可能な形式に変換する
グラフ作成	歩行シミュレーションで出力されたログデータに基づき、通行量や施策効果を表す通行量比をグラフ化する
ヒートマップ作成	歩行シミュレーションで出力されたログデータに基づき、施策効果を表す通行量比を歩行ネットワーク上で可視化するヒートマップ（JSON形式）を作成する

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能 | 人流可視化アセット

<凡例> **赤太字** : 新規開発

機能名	説明
エージェント可視化	歩行シミュレーションで出力されたログデータに応じてエージェントが動く様子をUnity上で可視化する
人流切り替え	歩行シミュレーションで実行したシナリオの結果に応じてエージェントが動く様子をUnity上で切り替える
グラフ可視化	歩行シミュレーションの結果として出力されたグラフをUnity上で可視化する
ヒートマップ可視化	歩行シミュレーションの結果として出力されたヒートマップをUnity上で可視化する
時系列可視化	タイムシークバーで任意の時点の歩行シミュレーション結果をUnity上で可視化する
ガイド機能	Unityのカメラ位置を2Dの俯瞰図で可視化する

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能 | エリアマネジメントツール

<凡例> **赤太字** : 新規開発

機能名	説明
3D都市モデル表示	エリアマネジメントツールで3D都市モデルを表示する
断面作成	X、Y、Z軸と任意の断面線を指定して断面モデルを作成する
距離計測	任意のポイント間のおよその距離を計測する
法令可視化	当該エリアにかかる各種条例等の範囲を3D都市モデルに重ねて表示する
什器ビルド	あらかじめ用意されたモジュールを3D都市モデル上に配置する

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 システム機能 | その他 (1/2)

<凡例> **赤太字** : 新規開発

ソフトウェア名	機能名	説明
FME Desktop	CityGMLをIFCに変換	CityGMLデータをRevitでデータ統合が可能なIFCデータに変換する
	IFCをCityGMLに変換	IFCデータをFMEでCityGMLデータに変換する
Revit	データ統合	FMEで変換した3D都市モデルデータ (IFCデータ) と3D都市モデルデータ (BIMデータ) を統合する
	IFCをFBXに変換	IFCデータをUnityで読み込み可能なFBXデータに変換する
歩道抽出ツール	歩道データ抽出	3D都市モデルデータ (CityGMLデータ) から歩行ネットワークに使用する歩道データを抽出する
QGIS	ネットワーク生成	抽出された歩道データから歩行ネットワークを作成・編集し、歩行ネットワークデータ (shpデータ) を生成する
	ネットワーク出力	歩行ネットワークデータ (shpデータ) をCSVデータとして出力する
	ヒートマップ表示	QGIS上で作成したヒートマップを可視化する

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 システム機能 | その他 (2/2)

ソフトウェア名	機能名	説明
Excel	イベントデータ集計 (手動)	イベント実施計画や過年度のイベント実施結果のデータから、イベント実施規模や広告の設置場所等を取得する
	ODデータ集計 (手動)	KDDI Location Analyzer*1のデータから、西新宿地区内におけるOD交通量のデータを取得する
	PT調査データ集計 (手動)	第6回東京都市圏パーソントリップ調査のデータから、西新宿内における、性別、年齢階層、就業形態、移動の目的種類に関する情報を取得する
エージェント情報 生成ツール	エージェント情報生成	西新宿におけるOD交通量と西新宿における人流調査集計データから、シミュレーションに 入力するエージェント情報 (CSVデータ) を生成する

*1 : KLAについては「Ⅲ.6. データ 西新宿におけるOD交通量」を参照のこと。

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 artisoc Cloud | データ読み込み

artisoc Cloud上でエージェント情報を読み込む機能を開発した

データ読み込み機能仕様

項目	詳細
機能概要	<ul style="list-style-type: none"> エージェント情報生成ツールで出力されるデータに基づき、artisoc Cloud上でエージェントを生成する エージェントを生成する際に必要な、エージェントの発生時刻、エージェントの属性、ODをCSVデータから読み込む
入力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> エージェントID (string) エージェント発生時刻 (string) エージェント属性 (string) 出発地、目的地 (string)
出力仕様	<ul style="list-style-type: none"> 入力データに従って、artisoc Cloud上でエージェントを生成

読み込みデータイメージ

エージェントID	出発時間	エージェント属性 タイプ	出発地 ノード番号	目的地 ノード番号
9268	8:00:02	61222202	NU0091	ND0008
5561	8:00:03	62228201	NF0177	ND0021
6705	8:00:03	81221201	NF0077	ND0013
3113	8:00:04	I2967021	ND0001	NU0253
1056	8:00:06	51221201	NU0190	ND0020
2122	8:00:06	81271211	NF0159	ND0013
8326	8:00:07	91221202	NU0253	ND0025
7005	8:00:09	41741202	NU0190	ND0016
9269	8:00:10	C29D1202	NU0091	ND0012
8249	8:00:11	81221202	NU0253	ND0003
:	:	:	:	:

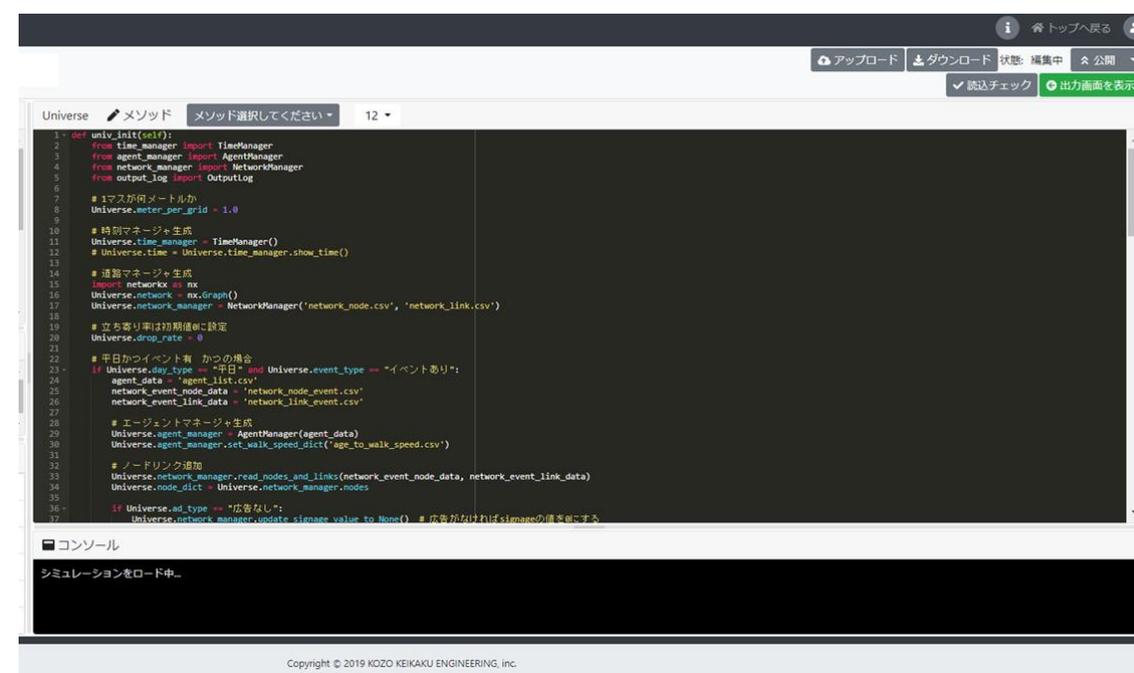
Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 artisoc Cloud | エージェント行動

対象地区の特性に合わせた歩行が可能なアルゴリズムを実装したエージェント行動機能を開発した

エージェント行動定義の仕様

項目	詳細
機能概要	<ul style="list-style-type: none"> • artisoc Cloud上で歩行するエージェントの行動ルールを、歩行アルゴリズムに従って設定する
設定方法	<ul style="list-style-type: none"> • artisoc Cloud上でpythonスクリプトを記述
入力データ仕様	なし
出力仕様	なし
参照する歩行アルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"> • 「Ⅲ.5. アルゴリズム」参照 • 概ね、次のようなアルゴリズムとなる <ul style="list-style-type: none"> - 視野やイベントの影響を受けないエージェントは最短経路を移動する - 開けた道を好むエージェントは視界が開けた広い道を移動する - イベントに関心のあるエージェントはイベントに立ち寄る行動をとる

エージェント行動ルールの定義画面イメージ (artisoc Cloud)



```

1  def univ_init(self):
2      from time_manager import TimeManager
3      from agent_manager import AgentManager
4      from network_manager import NetworkManager
5      from output_log import OutputLog
6
7      # エラスが何メートルか
8      Universe.meter_per_grid = 1.0
9
10     # 時刻マネージャ生成
11     Universe.time_manager = TimeManager()
12     # Universe.time = Universe.time_manager.show_time()
13
14     # 道路マネージャ生成
15     import networkx as nx
16     Universe.network = nx.Graph()
17     Universe.network_manager = NetworkManager('network_node.csv', 'network_link.csv')
18
19     # 立ち寄り率は初期値@に設定
20     Universe.drop_rate = 0
21
22     # 平日かつイベント有 かつの場合
23     if Universe.day_type == "平日" and Universe.event_type == "イベントあり":
24         agent_data = 'agent_list.csv'
25         network_event_node_data = 'network_event_node.csv'
26         network_event_link_data = 'network_event_link.csv'
27
28     # エージェントマネージャ生成
29     Universe.agent_manager = AgentManager(agent_data)
30     Universe.agent_manager.set_walk_speed_dict('age_to_walk_speed.csv')
31
32     # ノードリンク追加
33     Universe.network_manager.read_nodes_and_links(network_event_node_data, network_event_link_data)
34     Universe.node_dict = Universe.network_manager.nodes
35
36     if Universe.ad_type == "広告なし":
37         Universe.network_manager.update_signage_value_to_None() # 広告がなければsignageの値をNoneにする
    
```

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 artisoc Cloud | ログ出力

artisoc Cloud上で歩行したエージェントの位置座標やある時点での状態をCSVデータとして出力する機能を開発した

ログファイル概要

名称	説明
ログファイル仕様	<ul style="list-style-type: none"> • エージェントID (string) • ステップ数 (integer) • 時間 (string) • エージェント属性[年齢、性別、就業、移動目的、消費額、幅員感度パラメータ、アトラクタ感度パラメータ、歩行タイプ] (string) • x・y・z座標 (float) <ul style="list-style-type: none"> - artisoc Cloud*上での座標が出力される • 使用中のリンク (string) • 歩行距離 (m) (float)
ログファイル出力頻度	<ul style="list-style-type: none"> • シミュレーション時間内で10秒に1回 <ul style="list-style-type: none"> - 出力頻度を低くすると、エージェント可視化の線形補間により、車道を歩く等の不都合が生じる - 出力頻度を高くすると、ログファイルが大きくなり、アセット上での読み込みに長時間を要する

ログファイル (例示)

agent_id	time	step	agent_type	x	y	z	current_link
3588	8:00:21	21	81221202	-12131.47513	-34010.21032	-1.02	LNf0794P
1793	8:00:21	21	81221202	-12038.7396	-34478.71281	-3	LNf00150
1793	8:00:31	31	81221202	-12051.05376	-34482.87952	-3	LNf00150
425	8:00:31	31	72221201	-12042.43385	-34479.96282	-3	LNf00150
3588	8:00:31	31	81221202	-12130.00903	-34023.12739	-1.02	LNf0794P
3067	8:00:41	41	A2323202	-12158.41954	-34265.25018	-69.52	LNU0364P
2303	8:00:41	41	B1421202	-12156.96289	-34258.19907	-71.52	LNU0364P
3588	8:00:41	41	81221202	-12128.54292	-34036.04445	-1.02	LNf0794P
425	8:00:41	41	72221201	-12054.74801	-34484.12953	-3	LNf00150
1883	8:00:41	41	C15F8102	-12040.44464	-34479.28974	-3	LNf00150
1793	8:00:41	41	81221202	-12063.36792	-34487.04622	-3	LNf00150
1848	8:00:41	41	91222202	-12037.50819	-34478.29614	-3	LNf00150
1883	8:00:51	51	C15F8102	-12050.86431	-34482.81541	-3	LNf00150
3588	8:00:51	51	81221202	-12127.07682	-34048.96151	-1.02	LNf0794P
1793	8:00:51	51	81221202	-12075.68209	-34491.21293	-3	LNf00150

* artisoc Cloudでは、シミュレーション上の原点に対する相対座標を出力する。

本ユースケースでは対象地区の領域を考慮し、日本測地系2011 (JGD2011) 平面直角座標系IX系 (epsg:6677) における (-13300, -35100, 0) を原点としている。

なお、日本測地系については国土地理院「日本の測地系」(<https://web1.gsi.go.jp/sokuchikijun/datum-main.html>) を参照のこと。

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 2D可視化ツール | ログ変換

2D可視化ツールにおいて、ログデータを人流可視化アセットに読み込むログデータとして編集・出力する機能を開発した

ログ変換機能の仕様

項目	詳細
機能概要	<ul style="list-style-type: none"> Unityで読み込むログデータを生成する Unityで3D都市モデルと重ね合わせるために、artisoc Cloudで出力される座標系に基づく位置情報を平面直角座標系（IX系）に変換する
入力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> 「Ⅲ.4. システム機能 > artisoc Cloud ログ出力」における「ログファイル仕様」を参照
出力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> エージェントID (string) ステップ数 (integer) 時間 (string) エージェント属性[年齢、性別、就業、移動目的、消費額、幅員感度パラメータ、アトラクタ感度パラメータ、歩行タイプ] (string) x・y・z座標 (float) <ul style="list-style-type: none"> 平面直角座標系IX系基準 使用中のリンク (string)

人流可視化アセットに読み込むログデータ（x、y座標を編集）

agent_id	time	step	agent_type	x	y	z	current_link
3588	8:00:21	21	81221202	-12131.47513	-34010.21032	-1.02	LNF0794P
1793	8:00:21	21	81221202	-12038.7396	-34478.71281	-3	LNF00150
1793	8:00:31	31	81221202	-12051.05376	-34482.87952	-3	LNF00150
425	8:00:31	31	72221201	-12042.43385	-34479.96282	-3	LNF00150
3588	8:00:31	31	81221202	-12130.00903	-34023.12739	-1.02	LNF0794P
3067	8:00:41	41	A2323202	-12158.41954	-34265.25018	-69.52	LNU0364P
2303	8:00:41	41	B1421202	-12156.96289	-34258.19907	-71.52	LNU0364P
3588	8:00:41	41	81221202	-12128.54292	-34036.04445	-1.02	LNF0794P
425	8:00:41	41	72221201	-12054.74801	-34484.12953	-3	LNF00150
1883	8:00:41	41	C15F8102	-12040.44464	-34479.28974	-3	LNF00150
1793	8:00:41	41	81221202	-12063.36792	-34487.04622	-3	LNF00150
1848	8:00:41	41	91222202	-12037.50819	-34478.29614	-3	LNF00150
1883	8:00:51	51	C15F8102	-12050.86431	-34482.81541	-3	LNF00150
3588	8:00:51	51	81221202	-12127.07682	-34048.96151	-1.02	LNF0794P
1793	8:00:51	51	81221202	-12075.68209	-34491.21293	-3	LNF00150

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 2D可視化ツール | グラフ作成



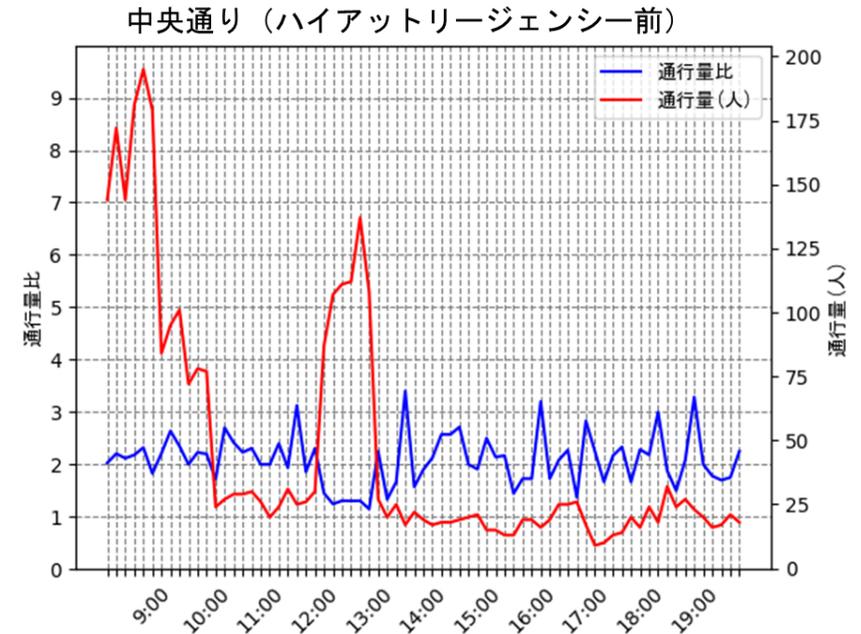
PLATEAU
by MLIT

歩行シミュレーションで出力されたログデータに基づき、通行量や施策効果を表す通行量比をグラフ化する機能を開発した

グラフ作成機能の仕様

項目	詳細
機能概要	<ul style="list-style-type: none"> 歩行シミュレーション結果として出力されるCSVデータに基づき、通行量及び通行量比（後述）の時系列推移を示すグラフを作成する グラフは、通行量比が2.0以上と、特に増加が顕著となったリンクについて作成する
入力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> 「Ⅲ.4. システム機能 > artisoc Cloud ログ出力」における「ログファイル仕様」を参照
出力仕様	<ul style="list-style-type: none"> 以下の内容を記載したPNGデータ <ul style="list-style-type: none"> - シミュレーション時間（8:00～20:00）における、10分ごとの通行量、通行量比を表示 - 通行量は赤線、通行量比は青線で表示 - グラフタイトルに通りの名称を表示

グラフイメージ



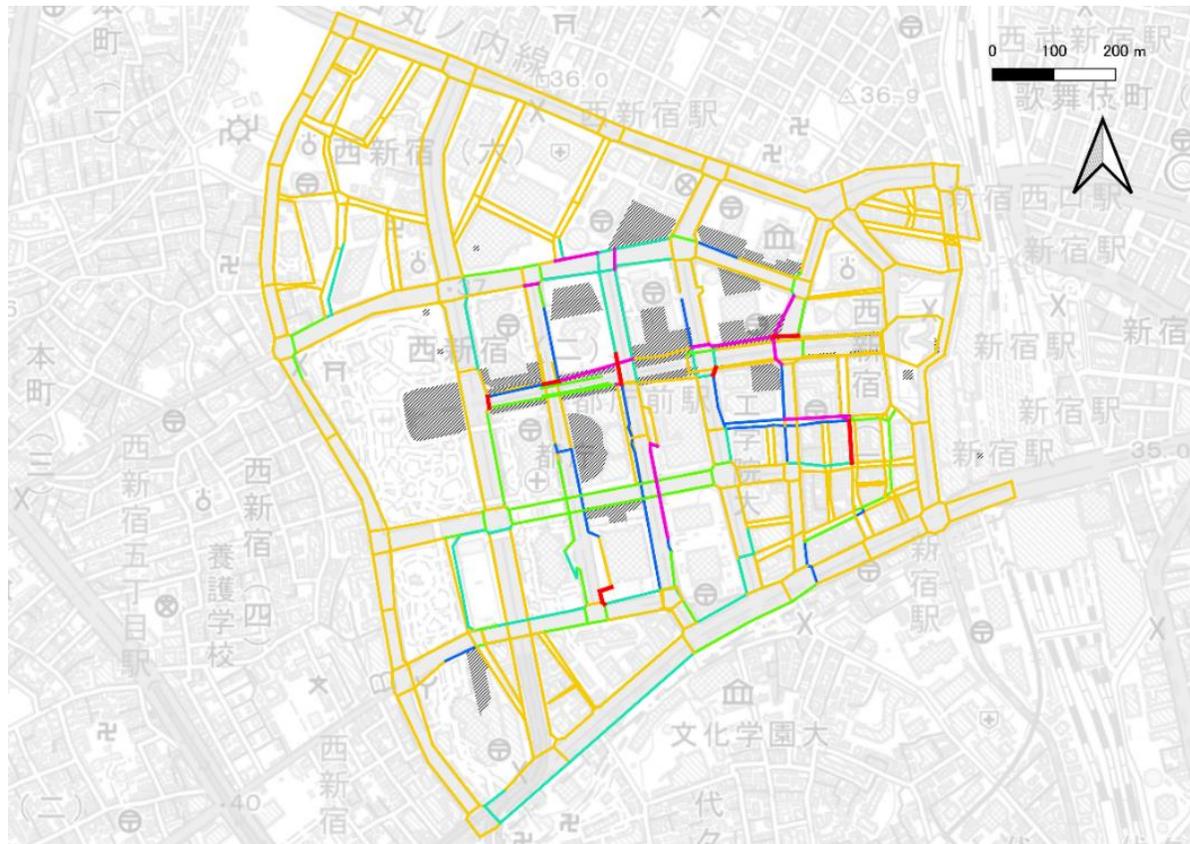
Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 2D可視化ツール | ヒートマップ作成

歩行シミュレーションで出力されたログデータに基づき、施策効果を表す通行量比を歩行ネットワーク上で可視化するヒートマップ（JSON形式）を作成する機能を開発した

ヒートマップ作成機能の仕様

項目	詳細
機能概要	<ul style="list-style-type: none"> 歩行シミュレーション結果として出力されるCSVデータに基づき、通行量及び通行量比（後述）のヒートマップを作成する
入力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> ログファイルについては、「Ⅲ.4. システム機能 > artisoc Cloud ログ出力」における「ログファイル仕様」を参照 ヒートマップの基となるリンクデータは、「Ⅲ.6. データ > ② データ処理 > G. 道路ネットワーク（CSV形式）の生成」を参照 道路ネットワークのうち以下の情報を参照 <ul style="list-style-type: none"> - ジオメトリ情報、リンクID（string）
出力仕様	<ul style="list-style-type: none"> 以下の内容を含むJSONデータ（通行量） <ul style="list-style-type: none"> - リンクID（string） - 総通行量（integer） - シミュレーション時間（8:00～20:00）における、10分ごとの通行量（integer） 以下の内容を含むJSONデータ（通行量比） <ul style="list-style-type: none"> - リンクID（string） - 総通行量比（float） - シミュレーション時間（8:00～20:00）における、10分ごとの通行量（float）

ヒートマップイメージ（通行量比）



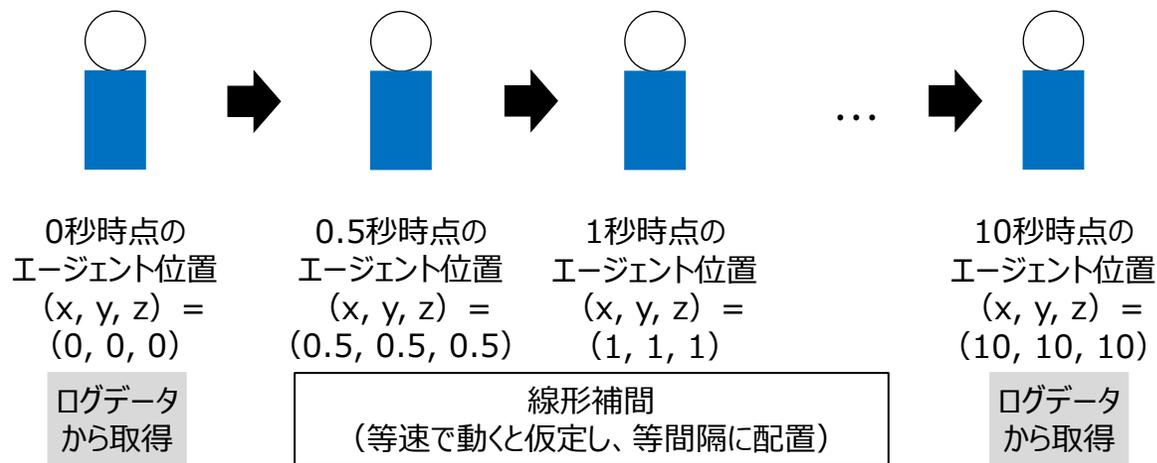
Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 人流可視化アセット | エージェント可視化 (1/2)

歩行シミュレーションの結果を3D都市モデルと重ね合わせて表示するため、エージェント可視化機能を開発した

機能概要

線形補間機能イメージ

機能名	機能詳細
エージェント可視化機能	<ul style="list-style-type: none"> エージェントのログデータにしたがって、エージェントを動かす 元のエージェントのログデータは10秒ごとの位置データのみが含まれているため、0.5秒ごとの線形補間を行い、エージェントの位置データを生成する 位置データ生成後、各ステップに必要なエージェントをゲームオブジェクトとして生成する <ul style="list-style-type: none"> エージェントの頭部を白色Sphere (球体) オブジェクトで表現 エージェントの胴体を、男性は青色のCylinder (円柱) オブジェクト、女性は赤色のCylinder (円柱) オブジェクトで表現 位置データの線形補間及びエージェントの生成は非常に時間がかかる処理のため、コルーチン^{*1}を使った非同期処理^{*2}を行う



*1 : 「コルーチン (Co-Routine)」とはマルチタスクを実行する方法の1つであり、並列処理を可能にする仕組み

*2 : 「非同期処理」とはある処理をしている最中に他の処理も並行して実行できる方法であり、大量のデータなどを処理する際にフリーズしないように制御する

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 人流可視化アセット | エージェント可視化 (2/2)

歩行シミュレーションの結果を3D都市モデルと重ね合わせて表示するため、エージェント可視化機能を開発した

機能実装

項目名	内容
利用したライブラリ・スクリプト	<ul style="list-style-type: none"> なし (スクラッチで制作)
作業工程	<ul style="list-style-type: none"> 「機能詳細」記載の仕様に基づくスクリプトを Assets>PedesrianFlowViewer>Scriptsに格納

エージェント可視化機能UI



Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

人流可視化アセット | 人流切り替え (1/2)

確認したいシナリオによって表示するデータを切り替えるため、人流切り替え機能を開発した

機能概要

機能名	機能詳細
エージェント可視化機能	<ul style="list-style-type: none"> プルダウンで下記シナリオを切り替えられるUIを設置 <ul style="list-style-type: none"> - 平日_平常時 - 平日_イベント実施・広告非設置時 - 平日_イベント実施・広告設置時 - 土日祝日_平常時 - 土日祝日_イベント実施・広告非設置時 - 土日祝日_イベント実施・広告設置時 シナリオ設定後、「Load Scenario」を押すと、可視化したいシナリオが読み込まれる シナリオデータ読み込みは非常に時間がかかる処理のため、コルーチン*1を使った非同期処理*2を行う

機能実装

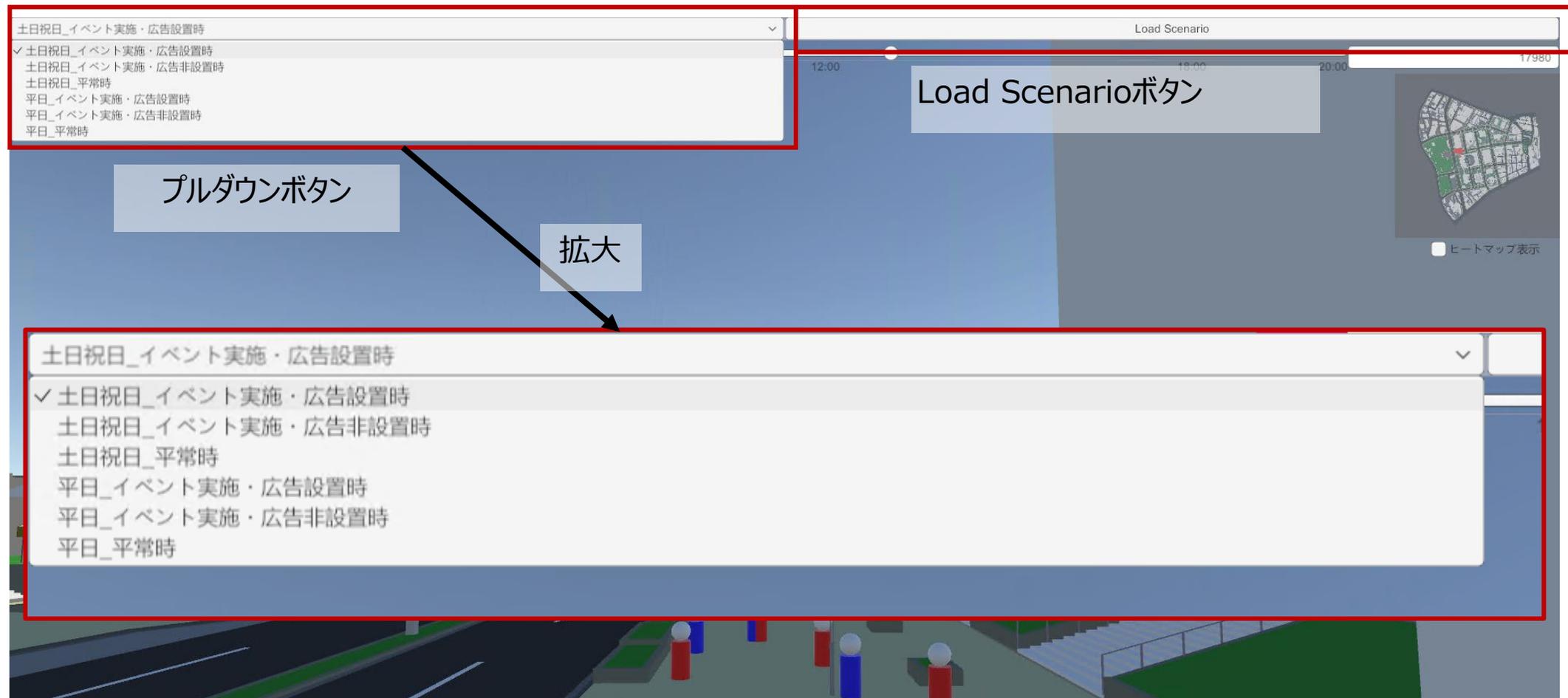
項目名	内容
利用したライブラリ・スクリプト	<ul style="list-style-type: none"> シナリオ読み込みに必要な機能はスクラッチで制作 ProgressBar Pack (upIn) <ul style="list-style-type: none"> - プログレスバーを実現するライブラリで、シナリオに必要なファイルをロードするために使用したライブラリ - 参考： https://assetstore.unity.com/packages/tools/gui/progressbar-pack-120981
作業工程	<ul style="list-style-type: none"> 画面上部に、シナリオ切り替えのためのプルダウンボタンとシナリオ読み込みのためのボタン（「Load Scenario」）を設置 「機能詳細」記載の仕様に基づくスクリプトを Assets>PedesrianFlowViewer>Scriptsに格納

*1：「コルーチン（Co-Routine）」とはマルチタスクを実行する方法の1つであり、並列処理を可能にする仕組み

*2：「非同期処理」とはある処理をしている最中に他の処理も並行して実行できる方法であり、大量のデータなどを処理する際にフリーズしないように制御する

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 人流可視化アセット | 人流切り替え (2/2)

確認したいシナリオによって表示するデータを切り替えるため、人流切り替え機能を開発した



Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

人流可視化アセット | ヒートマップ可視化 (1/2)

歩行シミュレーション結果の分析として、通行量の変化を表示するため、ヒートマップ可視化機能を開発した

機能概要

機能名	機能詳細														
ヒートマップ機能	<ul style="list-style-type: none"> シミュレーション結果として出力されるJSONファイルにリンクのポリゴン（形状）データ、10分おきに集計された通行量比（後述）が含まれている 上記のデータに従って、10分おきに動的にリンクのメッシュ*1を生成 Unity内のUpdate関数*2において、その時刻における通行量比に応じてリンクの色を変更 <table border="1" data-bbox="422 911 1228 1310"> <thead> <tr> <th>通行量比</th> <th>色</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0以上0.5未満</td> <td>Blue</td> </tr> <tr> <td>0.5以上0.9未満</td> <td>Cyan</td> </tr> <tr> <td>0.9以上1.0未満</td> <td>Green</td> </tr> <tr> <td>1.0以上1.1未満</td> <td>Orange</td> </tr> <tr> <td>1.1以上1.5未満</td> <td>Purple</td> </tr> <tr> <td>1.5以上</td> <td>Red</td> </tr> </tbody> </table>	通行量比	色	0以上0.5未満	Blue	0.5以上0.9未満	Cyan	0.9以上1.0未満	Green	1.0以上1.1未満	Orange	1.1以上1.5未満	Purple	1.5以上	Red
通行量比	色														
0以上0.5未満	Blue														
0.5以上0.9未満	Cyan														
0.9以上1.0未満	Green														
1.0以上1.1未満	Orange														
1.1以上1.5未満	Purple														
1.5以上	Red														

機能実装

項目名	内容
利用したライブラリ・スクリプト	<ul style="list-style-type: none"> なし（スクラッチで制作）
作業工程	<ul style="list-style-type: none"> 「機能仕様」記載の仕様に基づくスクリプトを Assets>PedesrianFlowViewer>Scriptsに格納

*1：「メッシュ（mesh）」とは、Unityのゲームオブジェクトを構成する平面情報のこと。すべてのゲームオブジェクトは三角形のメッシュの集合体として表現される

*2：Update関数とは、Unity内で何らかの処理を行う際に毎フレーム（情報を更新する単位）行われる処理を記載するもの

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 人流可視化アセット | ヒートマップ可視化 (2/2)

歩行シミュレーション結果の分析として、通行量の変化を表示するため、ヒートマップ可視化機能を開発した



Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

人流可視化アセット | 時系列可視化 (1/2)

時間ごとの人流をスムーズに表示するため、時系列可視化機能を開発した

機能概要

機能名	機能詳細
時系列人流可視化機能	<ul style="list-style-type: none"> 任意の時点の人流を指定するスライダーを設置する 任意の時点の指定はスライダーだけでなく、スライダー横のボックスから直接ステップ数を入力することでも指定可能となる スライダーとテキストボックスに表示される数字は対応する。表示される数字はシミュレーションステップ数であり、8:00時点を0ステップとし、シミュレーション内での1秒当たり1ステップ進む (即ち、9:00時点では3,600ステップとなる) スライダーで指定された時刻、もしくはテキストボックスで指定されたシミュレーションステップ数に対応する位置にエージェントを配置する エージェントの生成は非常に時間がかかる処理のため、コルーチン^{*1}を使った非同期処理^{*2}を行う

機能実装

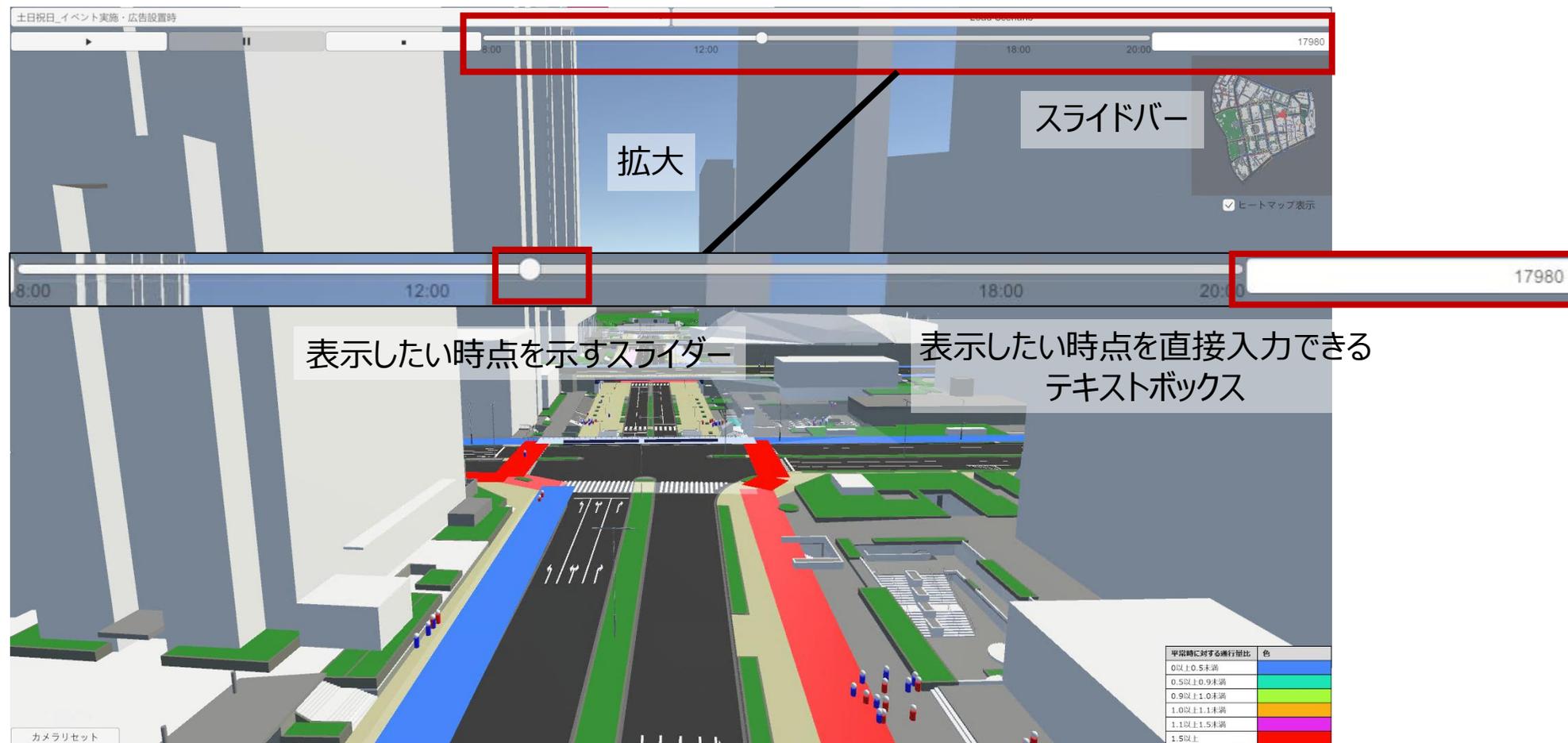
項目名	内容
利用したライブラリ・スクリプト	<ul style="list-style-type: none"> なし (スクラッチで制作)
作業工程	<ul style="list-style-type: none"> 「機能仕様」記載の仕様に基づくスクリプトを Assets>PedesrianFlowViewer>Scriptsに格納

*1 : 「コルーチン (Co-Routine)」とはマルチタスクを実行する方法の1つであり、並列処理を可能にする仕組み

*2 : 「非同期処理」とはある処理をしている最中に他の処理も並行して実行できる方法であり、大量のデータなどを処理する際にフリーズしないように制御する

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 人流可視化アセット | 時系列可視化 (2/2)

時間ごとの人流をスムーズに表示するため、時系列可視化機能を開発した



拡大

スライダー

表示したい時点を示すスライダー

表示したい時点を直接入力できるテキストボックス

早晚時に対する通行量比	色
0以上0.5未満	青
0.5以上0.9未満	緑
0.9以上1.0未満	黄緑
1.0以上1.1未満	黄
1.1以上1.5未満	赤
1.5以上	紫

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 人流可視化アセット | グラフ可視化 (1/2)

歩行シミュレーション結果の分析として、通行量と通行量の変化を定量的に表示するため、グラフ可視化機能を開発した

機能概要

機能名	機能詳細
グラフ機能	<ul style="list-style-type: none"> 2D可視化ツールで選定された、特に通行量比の大きい道路に対して、マーカー（リンクが点滅している状態になる）を設置 マーカーをクリックすると、10分ごとの通行量や通行量比の時間変化を示したグラフ（後述）がポップアップされる グラフタイトルには通りの名称と周辺の代表的な地名を記載しており、グラフからも場所を確認することが可能となる

機能実装

項目名	内容
利用したライブラリ・スクリプト	<ul style="list-style-type: none"> グラフのポップアップに必要な機能はスクラッチで制作 DOTween (Demigiant) <ul style="list-style-type: none"> - トゥイーンアニメーション*を実現するライブラリで、ヒートマップの点滅表示を可能にするライブラリ - 参考： https://assetstore.unity.com/packages/tools/animation/dotween-hotween-v2-27676
作業工程	<ul style="list-style-type: none"> 「機能仕様」記載の仕様に基づくスクリプトを Assets>PedesrianFlowViewer>Scriptsに格納

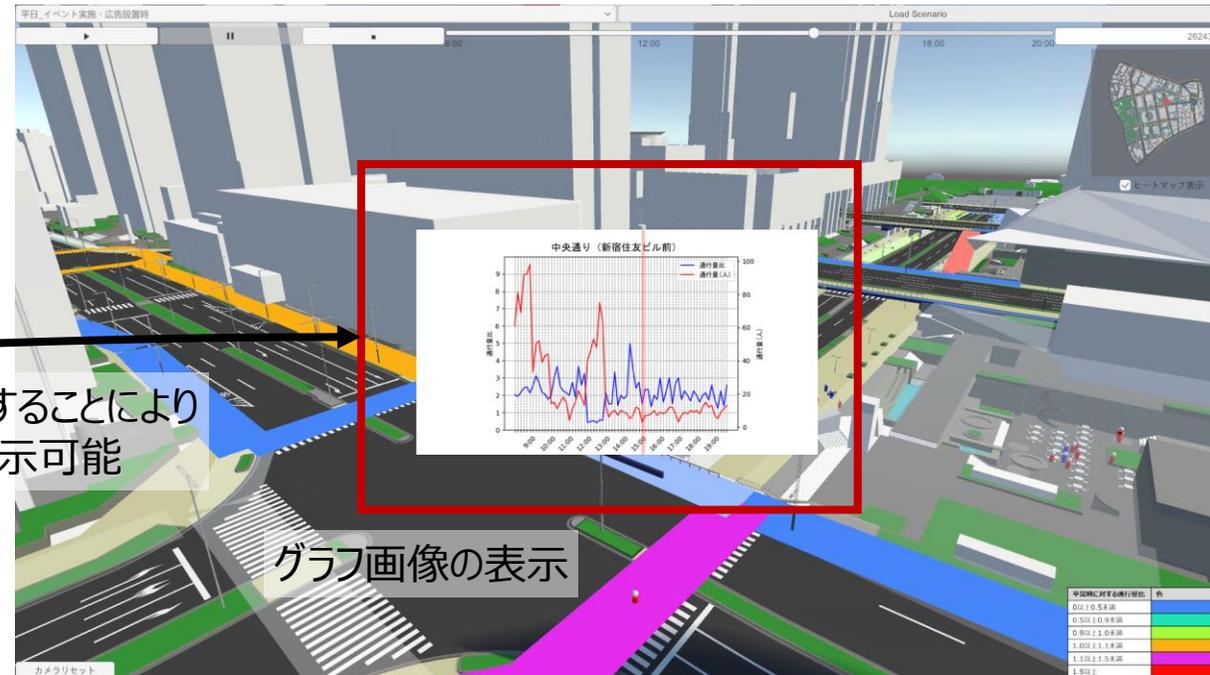
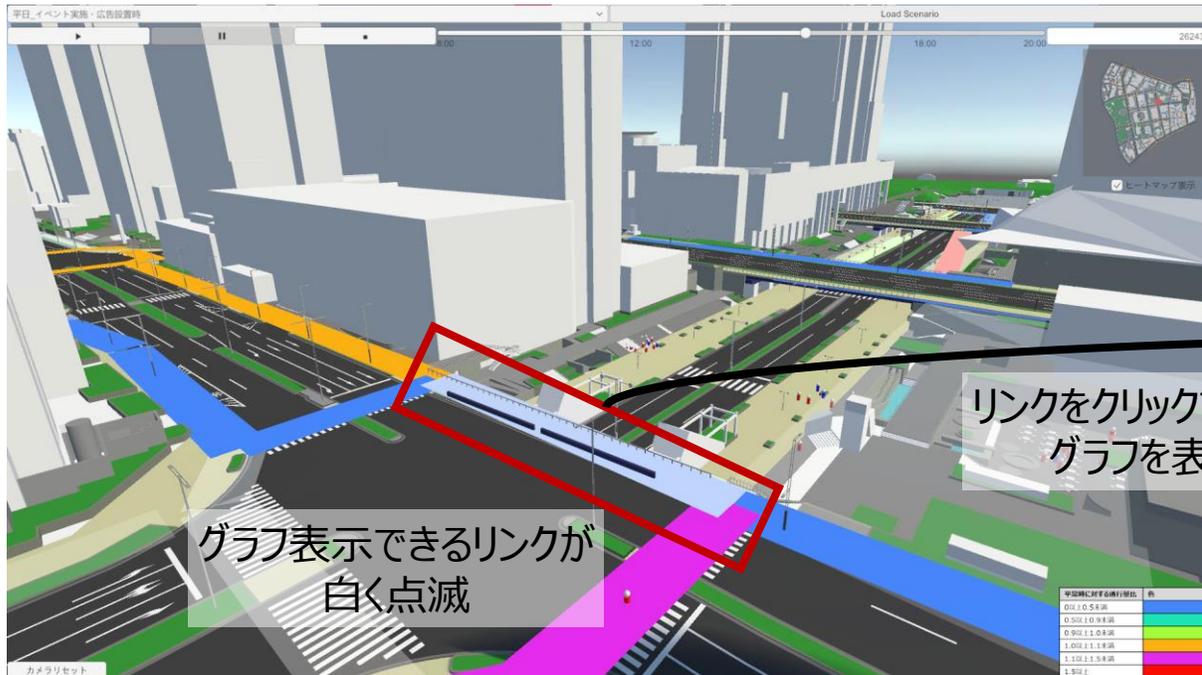
*：「トゥイーンアニメーション」とは、簡単に滑らかなアニメーションを作れる機能のこと

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 人流可視化アセット | グラフ可視化 (2/2)

歩行シミュレーション結果の分析として、通行量と通行量の変化を定量的に表示するため、グラフ可視化機能を開発した

グラフ機能UI (リンクの点滅表示)

グラフ機能UI (グラフ表示)



Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 人流可視化アセット | ガイド機能 (1/2)

画面に表示されている方向やその位置を示すため、ガイド機能を開発した

機能概要

機能名	機能詳細
ガイド機能	<ul style="list-style-type: none"> シミュレーション画面を投影しているカメラの位置を、対象地区の俯瞰図（2D）内で示す

機能実装

項目名	内容
利用したライブラリ・スクリプト	<ul style="list-style-type: none"> CameraControllerMayaLike.cs (naojitaniguchi) <ul style="list-style-type: none"> カメラの位置等をマウス操作で実現するスクリプト 参考： https://gist.github.com/naojitaniguchi/689b928b401f2c924491
作業工程	<ul style="list-style-type: none"> 西新宿の上空から下向き（Z軸の負の方向）にキャプチャした画像を、テクスチャ*1として生成し、画面右上に配置 シミュレーション画面を投影するカメラの位置や姿勢に合わせたマーク（▲）をテクスチャ内に表示

*1：「テクスチャ（texture）」とは、視覚的な効果（質感や見た目等）をUnityのゲームオブジェクトに付与する画像や動画のこと

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 人流可視化アセット | ガイド機能 (2/2)

画面に表示されている方向やその位置を示すため、ガイド機能を開発した



Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 歩道抽出ツール | 歩道データ抽出

3D都市モデルデータ（CityGMLデータ）から歩行ネットワークに使用する歩道データを抽出する機能を開発した

歩道データ抽出機能仕様

項目	詳細
機能概要	<ul style="list-style-type: none"> 建物や道路が含まれた3D都市モデルデータ（CityGML形式）から、歩行ネットワークに使用する道路モデル（3D都市モデル）データを抽出する 抽出されたデータをJSON形式で出力する
入力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> 西新宿3D都市モデルデータ（CityGML形式） <ul style="list-style-type: none"> - 道路矩形（gml:boundedBy）を参照
出力仕様	<ul style="list-style-type: none"> 以下の内容を含むGeoJSONデータ <ul style="list-style-type: none"> - ポリゴンID（CityGMLデータ上のID） - ジオメトリ情報

歩道データ抽出出カイメージ



Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

QGIS | ネットワーク生成

抽出された歩道データから歩行ネットワークを作成・編集し、歩行ネットワークデータ（shpデータ）を生成する機能を開発した

機能実装

項目	詳細
機能概要	<ul style="list-style-type: none">道路モデル（3D都市モデル）から、歩行ネットワークデータ（shpデータ）を生成する
入力データ仕様	<ul style="list-style-type: none">道路モデルデータ（CityGML形式）<ul style="list-style-type: none">「Ⅲ.4 歩道データ抽出」における「出力仕様」を参照
出力仕様	<ul style="list-style-type: none">以下の内容を含むノードデータ<ul style="list-style-type: none">ノードID（string）ジオメトリ情報アトラクタ強さ（float）広告有無（bool）以下の内容を含むリンクデータ<ul style="list-style-type: none">リンクID（string）リンク始点のノードID（string）リンク終点のノードID（string）視界情報（float）リンク始点のz座標（float）横断歩道、信号等の有無（integer）

歩行ネットワークデータ（shpデータ）



Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム アルゴリズム一覧

アルゴリズム名	説明
歩行シミュレーションアルゴリズム	歩行シミュレーションで実装したエージェントの行動ルール

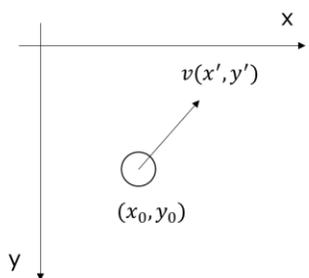
Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム 歩行シミュレーションアルゴリズム | 考え方

対象エリア全体を扱った歩行シミュレーションを実施するため、ネットワークモデルを使用する

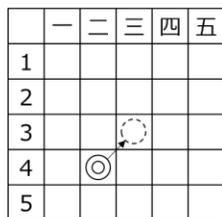
歩行シミュレーションにおける空間表現方法

空間表現方法として研究で用いられる手法*1のうち、対象地区の広さや計算コスト等を考慮して、「ネットワーク表現」を用いる

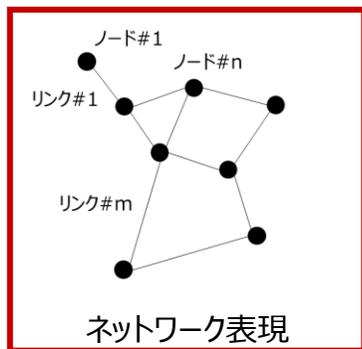
連続空間表現	<ul style="list-style-type: none"> 空間を二次元のx、y座標で表現する エージェントは空間上を自由に移動する
セル空間表現	<ul style="list-style-type: none"> 空間をグリッドに分割する（「セル」と呼ぶ） エージェントはセルからセルへ移動する
ネットワーク表現	<ul style="list-style-type: none"> 空間をノード（点）とリンク（線分）で表現する エージェントはノードからノードへ移動する



連続空間表現



セル空間表現

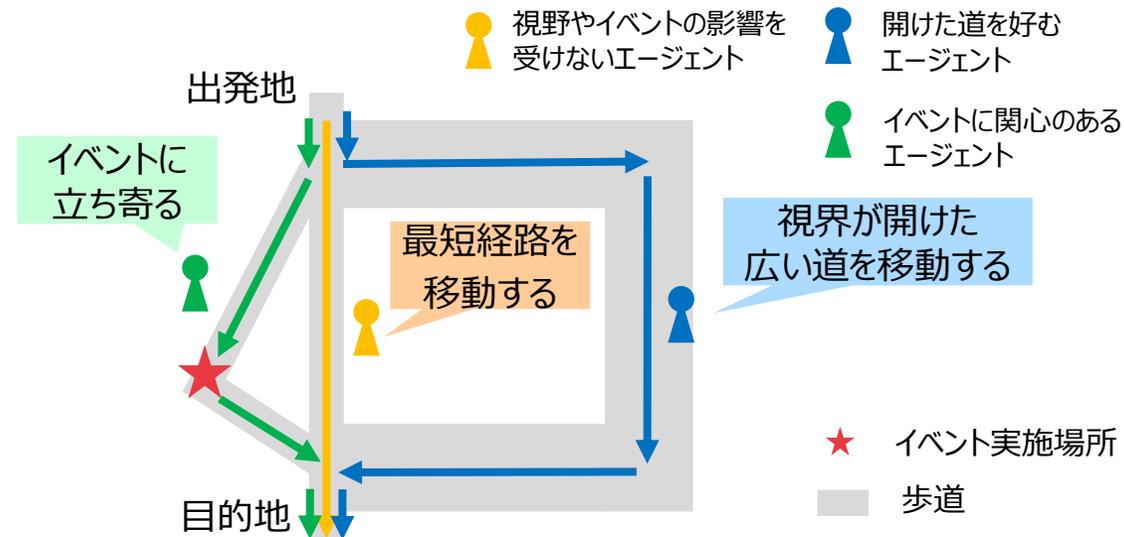


ネットワーク表現

歩行シミュレーションアルゴリズムのイメージ

次のようなアルゴリズムを実装した歩行シミュレーションを実施する

- 視野やイベントの影響を受けないエージェントは最短経路を移動する
- 開けた道を好むエージェントは視界が開けた広い道を移動する
- イベントに関心のあるエージェントはイベントに立ち寄る行動をとる



*1: (出所) 兼田敏之・構造計画研究所・名古屋工業大学兼田研究室『artisocで始める歩行者エージェントシミュレーション 原理・方法論から安全・賑わい空間のデザイン・マネジメントまで』(2010年)

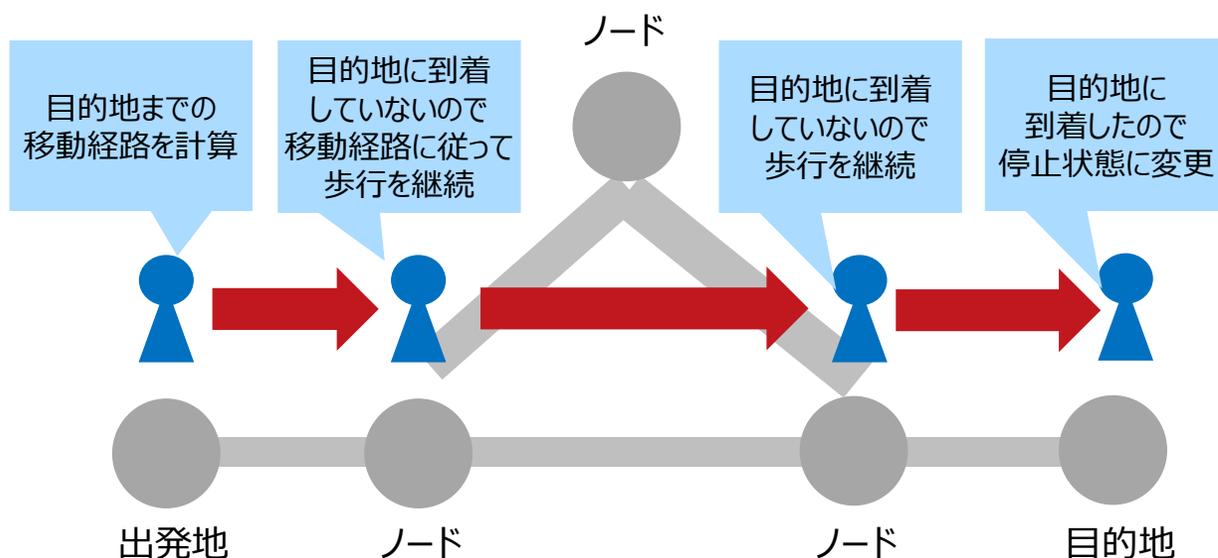
Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

歩行シミュレーションアルゴリズム | 行動アルゴリズムの概要

エージェントの状態が「歩行」か「停止」をノードごとに判定を行って行動を決定する

シミュレーションにおけるエージェントの行動・判断イメージ

詳細



- エージェントは生成された直後、各エージェントが持つパラメータに応じて、出発地から目的地までの経路を計算し、経路に従い行動
- エージェントは目的地までの移動において、歩行ネットワークの各ノードに到着した時点で、エージェント自身の状態を行動・判断アルゴリズム（後述）に従って次の行動を更新する
 - エージェント自身の状態は、歩行を継続するか、その場に停止（滞留）するかを決定する
- シミュレーション上は、エージェントの状態を「歩行」状態と「停止」状態のいずれかで表現する

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

歩行シミュレーションアルゴリズム | エージェント及び歩行ロジックの概要

エージェントは属性を付与され、属性に対応した感度パラメータによって、視野・イベント・広告の影響を受ける

エージェントの概要

エージェントの行動アルゴリズムの概要

項目	内容
属性	<ul style="list-style-type: none"> 性別、年齢、就業、移動の目的
エージェント全体に関するパラメータ	<ul style="list-style-type: none"> 視界情報（リンク生成時に付与） アトラクタ強さ（各ノードに付与） <ul style="list-style-type: none"> ：イベントの誘引度を示す（後述） イベントへの立ち寄り率（2.3%^{*1}に設定） <ul style="list-style-type: none"> ：周囲を通行している人がイベントに立ち寄る割合を示す 階移動負荷パラメータ（階移動が発生する場合は12^{*2}に設定、それ以外は1に設定） <ul style="list-style-type: none"> ：フロアの移動への人の抵抗を示す
感度パラメータ（属性にてエージェントに個別設定）	<ul style="list-style-type: none"> 幅員感度パラメータ：視野が開けた街路を選好する度合いを示すパラメータ アトラクタ感度パラメータ：イベントに周囲の道路リンクに近づきやすくなる度合いを示すパラメータ

《歩行ロジック》

1. 出発地にて各属性とこれに基づく感度パラメータを付与されたエージェントが生成
2. 感度パラメータに従い計算された経路をエージェントが歩行
3. 目的地到着後、一定時間滞留し、エージェントは消失（滞留しない）

《出発地から目的地までのリンク長の算出方法》

- 感度パラメータによってエージェントごとに認識する各リンクの長さが変化
 - エージェントが認識した各リンクの合計距離をもって経路長とし、その経路長が最も短くなる経路を選択する
 - エージェントが認識するリンクの長さは、下記の式で計算される^{*3}
 - （エージェントが認識するリンク長） = （物理的なリンク長） × $\frac{1}{\text{視界情報}^\alpha} \times \frac{1}{\text{アトラクタ強さ}^\beta} \times \text{（階移動負荷パラメータ）}$

《イベント・広告の位置づけ》

- イベント：全エージェントのアトラクタ強さのパラメータ定義
- 広告：個別エージェントのアトラクタ感度パラメータを増加

*1：イベントへの立ち寄り率は「活用データ」記載の過年度「Shinjuku Share Lounge」結果資料を参考に、2.3%と設定

*2：早内玄・中村文彦・有吉亮・田中伸治・三浦詩乃「高低差・勾配の交通手段選択への影響に関する研究」、土木学会論文集D3（土木計画学）、

Vol.75, No.5（土木計画学研究・論文集第36巻）、I_565-I_574（2019年）

*3：学識経験者と協議のうえ、決定。α：幅員感度パラメータ、β：アトラクタ感度パラメータを示す

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム 歩行シミュレーションアルゴリズム | パラメータの設定方法

パラメータとして、感度パラメータ及びイベントに関するパラメータを設定

感度パラメータの設定

- 感度パラメータとして、以下の2つパラメータをエージェントの属性として付与

項目	内容
幅員感度パラメータ	<ul style="list-style-type: none"> 幅員感度パラメータは視野が開けた街路を選好する度合いを示すパラメータ 0.2（視野に影響されない）から0.8（視野に強く影響される）まで0.2刻みの4段階で設定（詳細は次頁で記載）*1 <ul style="list-style-type: none"> 傾向として、男性より女性の方が道路幅員が広く、視野が開けた経路を選択しやすい 若年層より高齢層の方が道路幅員が広く、視野が開けた経路を選択しやすい
アトラクタ感度パラメータ	<ul style="list-style-type: none"> アトラクタ感度パラメータはイベントに周囲の道路リンクに近づくやすくなる度合いを示すパラメータ 0.25（イベントに影響されない）から0.75（イベントに強く影響される）まで0.25刻みの3段階で設定（詳細は次頁記載）*1 <ul style="list-style-type: none"> 傾向として、勤務・業務目的の人は立ち寄り行動をしにくい 他方、買物や私事目的の人は立ち寄り行動をしやすい

イベントに関するパラメータの設定

- イベント実施時には以下のパラメータが変更

項目	内容
アトラクタ強さ	<ul style="list-style-type: none"> アトラクタ強さはイベントへの誘引度を示すパラメータ 「Ⅲ.6 ②活用データ イベント実施計画に関するデータ」に記載の想定イベント規模（面積）を設定 <ul style="list-style-type: none"> イベント実施の面積が大きいほど、アトラクタ強さが大きくなる アトラクタ強さが大きくなると、エージェント生成時の経路計算の際、イベント周囲の道路リンクに近づきやすくなる イベントが実施されていない場合は0、イベント以外の場所では1
イベント立ち寄り率	<ul style="list-style-type: none"> イベント立ち寄り率は周囲を通行している人がどれだけイベントに立ち寄るかを示すパラメータ イベント立ち寄り率として、「Ⅲ.6 ②活用データ イベント実施計画に関するデータ」に基づき、2.3%と設定

*1：姜気賢,有馬隆文（2015）：「モニター画面を用いた被験者実験による歩行者の街路評価要因に関する研究、日本都市計画学会 都市計画論文集 Vol.50 No.1」を参考に設定

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム 歩行シミュレーションアルゴリズム | 感度パラメータの設定値

感度パラメータ*1の一覧は次のとおり

幅員感度パラメータ

視野に影響されにくい (0.2) から視野に影響されやすい (0.8) まで4段階で、前述の視野が開けた街路を選好する度合いの傾向に基づきパラメータを設定 (シナリオによらず不変)

年齢	年齢	パラメータ値
1 男性	01 5-9歳	0.2
1 男性	02 10-14歳	0.2
1 男性	03 15-19歳	0.2
1 男性	04 20-24歳	0.2
1 男性	05 25-29歳	0.2
1 男性	06 30-34歳	0.4
1 男性	07 35-39歳	0.4
1 男性	08 40-44歳	0.4
1 男性	09 45-49歳	0.4
1 男性	10 50-54歳	0.6
1 男性	11 55-59歳	0.6
1 男性	12 60-64歳	0.6
1 男性	13 65-69歳	0.6
1 男性	14 70-74歳	0.6
1 男性	15 75-79歳	0.6
1 男性	16 80-84歳	0.6
1 男性	17 85歳-	0.6

年齢	年齢	パラメータ値
2 女性	01 5-9歳	0.4
2 女性	02 10-14歳	0.4
2 女性	03 15-19歳	0.4
2 女性	04 20-24歳	0.4
2 女性	05 25-29歳	0.4
2 女性	06 30-34歳	0.6
2 女性	07 35-39歳	0.6
2 女性	08 40-44歳	0.6
2 女性	09 45-49歳	0.6
2 女性	10 50-54歳	0.8
2 女性	11 55-59歳	0.8
2 女性	12 60-64歳	0.8
2 女性	13 65-69歳	0.8
2 女性	14 70-74歳	0.8
2 女性	15 75-79歳	0.8
2 女性	16 80-84歳	0.8
2 女性	17 85歳-	0.8

アトラクタ感度パラメータ*1

- イベントに影響されにくい (0.25) からイベントに影響されやすい (0.75) まで4段階で、イベントに周囲の道路リンクに近づきやすくなる度合いの傾向に基づきパラメータを設定
- イベントを実施していない場合 (平常時) は、アトラクタ感度パラメータが全エージェント0となる
- 広告を見て影響を受けたエージェントは、アトラクタ感度パラメータが1段階 (0.25) 上昇する

移動の目的	パラメータ値
01 自宅-自宅	0.25
02 自宅-勤務	0.25
03 自宅-業務	0.25
04 自宅-通学	0.25
05 自宅-買物	0.75
06 自宅-私事	0.75
07 勤務-自宅	0.5
08 業務-自宅	0.5
09 通学-自宅	0.5
10 買物-自宅	0.5
11 私事-自宅	0.5

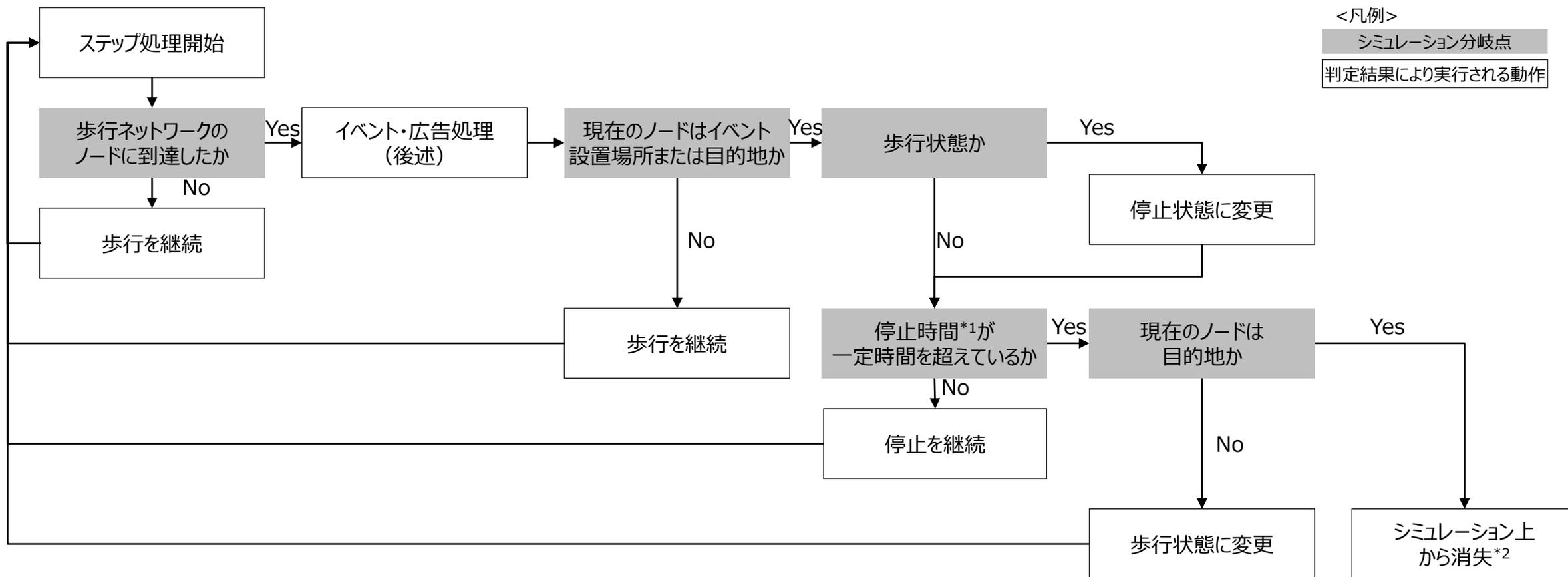
移動の目的	パラメータ値
12 勤務・業務-勤務	0.25
13 勤務・業務-業務	0.25
14 私事-勤務	0.25
15 私事-業務	0.25
16 通学	0.25
17 買物	0.75
18 私事	0.75

*1: パラメータの設定にあたっては、姜気賢・有馬隆文 (2015) 「モニター・ジュ画像を用いた被験者実験による歩行者の街路評価要因に関する研究」を参考として、「男性より女性の方が道路幅員が広く、視野が開けた経路を選択しやすい」等の傾向を考慮している。さらに学識経験者と協議のうえ、移動の目的によって差異をつけるため、パラメータとして段階的に設定

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

歩行シミュレーションアルゴリズム | 行動・判断フロー

シミュレーション内の各ステップにおいてエージェントは歩行か停止かをアルゴリズムに従って判断する



*1: 「停止時間」はイベントへの立ち寄り時間、または目的地での活動時間を指す。

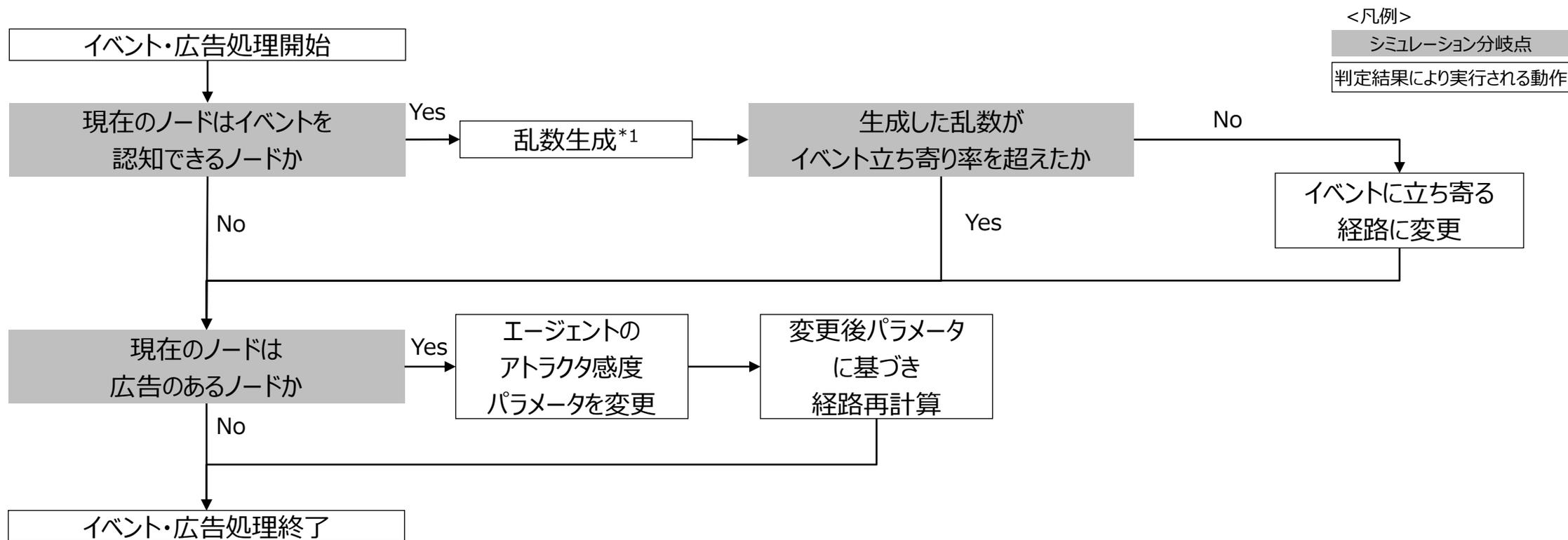
*2: 必要に応じて次の目的地に向けた新たなエージェントを生成する。

(例: 出勤目的のエージェントは勤務地に到達した段階で消失し、帰宅時に別エージェントとして生成される。)

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

歩行シミュレーションアルゴリズム | イベント・広告処理フロー

各イベント・広告に対してエージェントが立ち寄るか・反応するかを判定し、経路変更を反映する



*1：エージェントがイベントに立ち寄るかを判定するため、0から1の一様分布に基づく乱数を生成。
生成した乱数がイベント立ち寄り率（2.3%）を下回ればイベントに立ち寄る経路に変更する。

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ 活用データ一覧 | 3D都市モデル

地物	地物型	属性区分	属性名	内容
建築物LOD2	bldg:Building	空間属性	bldg:lod2Solid	建築物のLOD2の立体
土地利用LOD1	luse:LandUse	主題属性	luse:usage	土地利用用途
		空間属性	luse:lod1MultiSurface	土地利用のLOD1幾何形状
道路LOD2	tran:Road	空間属性	tran:lod2MultiSurface	道路のLOD2面
都市計画決定情報LOD1	urf:UrbanFunction		urf:lod1MultiSurface	都市計画区域のLOD1面（区域）

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ 東京都3D都市モデル

G空間情報センターより整備対象エリアの3D都市モデルを取得

PLATEAU建物データ取得手順

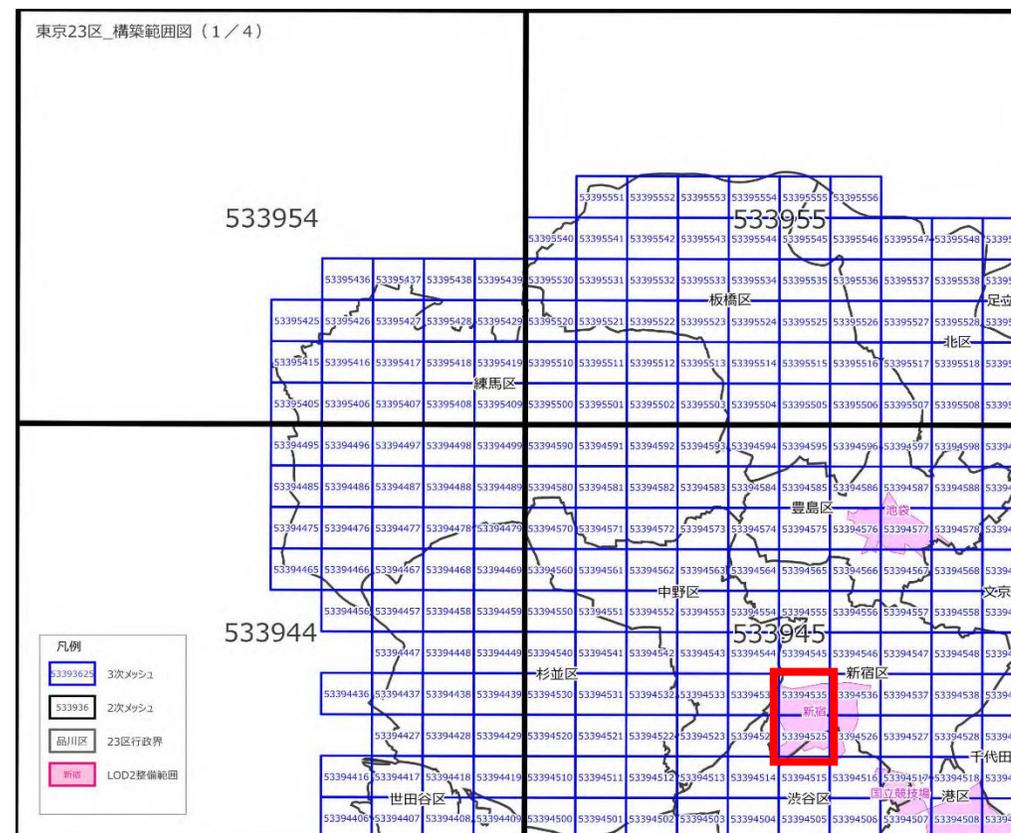
整備対象エリア（東京都23区構築範囲拡大図1/4*1を参照）

東京都
3D都市モデルデータ
の取得

- G空間情報センターより東京都23区の3D都市モデルデータの取得
- 整備対象エリアの3次メッシュIDは「53394525」「53394535」

整備対象エリアの
データ確認

- 整備対象エリアのPLATEAU建物データ（bldg:Building）のデータとして以下を確認
 - ID
 - NO.
 - LOD



*1 : G空間情報センター「東京都23区構築範囲拡大図1/4」 (<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/plateau-tokyo23ku-fbx-2020>)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ 活用データ一覧 | その他の活用データ一覧

活用データ	内容	データ形式	出所
西新宿BIMモデル	<ul style="list-style-type: none"> 対象エリアの立体交差する道路・有効空地内のサンクンガーデンを3Dモデル化したデータ 下記2つのデータと統合し、3Dの空間を作成 	IFC	一般社団法人新宿副都心エリア環境改善委員会
地下モデル	<ul style="list-style-type: none"> 都営大江戸線都庁前駅付近を3Dモデル化したデータ 西新宿BIMモデル、東京都3D都市モデルと統合し、3Dの空間を作成 	IFC	本事業にて整備
西新宿におけるOD交通量	<ul style="list-style-type: none"> 各駅から各街区へ向かう、時間帯別交通量データ（始点：Originと終点：Destination） 	-	KDDI Location Analyzer* (https://k-locationanalyzer.com/)
西新宿における人流調査集計データ	<ul style="list-style-type: none"> パーソントリップ調査の調査結果に基づく性別、年齢階層、就業形態、移動の目的種類に関する情報 	csv	第6回東京都市圏パーソントリップ調査
イベント実施計画等に関する資料	<ul style="list-style-type: none"> 2022年11月に開催される社会実験に関する事前計画資料 	PDF	一般社団法人新宿副都心エリア環境改善委員会
スマートポールの観測データ	<ul style="list-style-type: none"> 西新宿エリアに設置されたスマートポールから得られる通行人のデータ 	csv	JTOWER

* KDDI Location Analyzerについては「Ⅲ.6. 活用データ OD交通量（2点間の交通量）」で詳述

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ

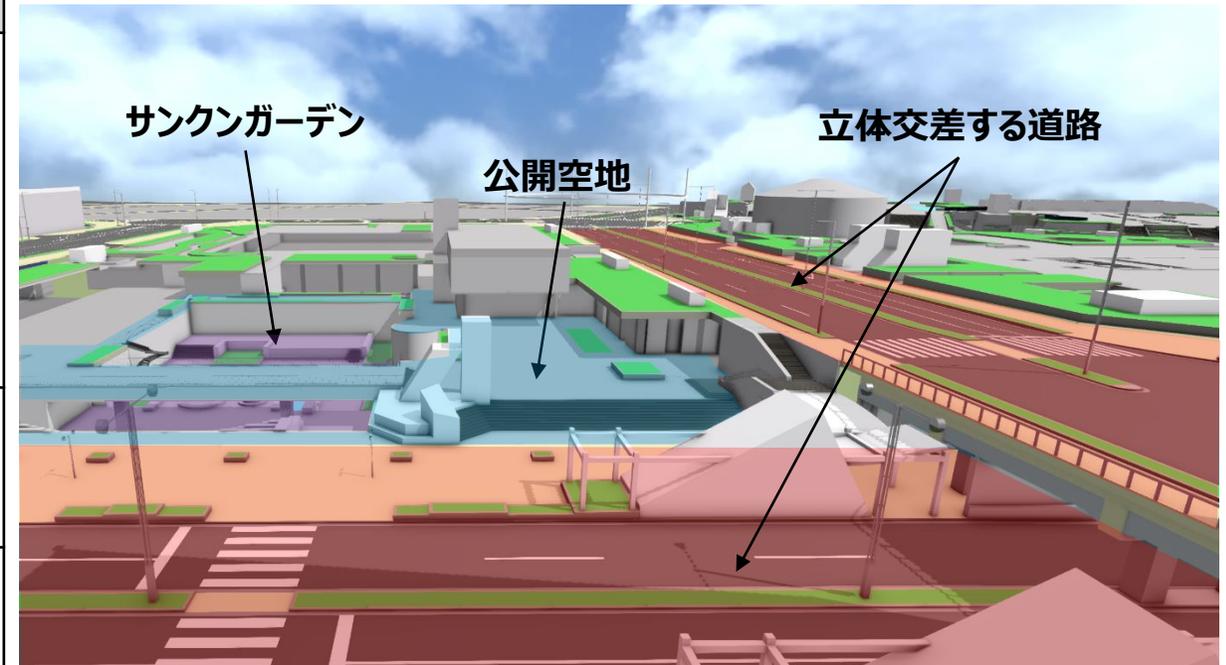
西新宿BIMモデル

PLATEAUの3D都市モデルを基盤として活用し、新宿副都心エリア環境改善委員会が保有する対象地区の3Dモデルを統合し、シミュレーション用の3D環境を構築した

データ詳細

イメージ

名称	説明
概要	<ul style="list-style-type: none">西新宿エリアにおける立体交差する道路と有効空地内のサンクンガーデンの3Dモデル<ul style="list-style-type: none">一般社団法人新宿副都心エリア環境改善委員会にて作成されたデータ（IFC形式2×3形式）BIMデータはRevit2020にて作成データの参照元は地形図、道路台帳、都市計画図書、現地調査による
シミュレーションでの用途	<ul style="list-style-type: none">歩行ネットワークとして必要な、ノード・リンクを生成する
可視化での用途	<ul style="list-style-type: none">歩行シミュレーションの結果と3D都市モデルを重ね合わせて都市と人流を複合的に表現する



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ 地下モデル

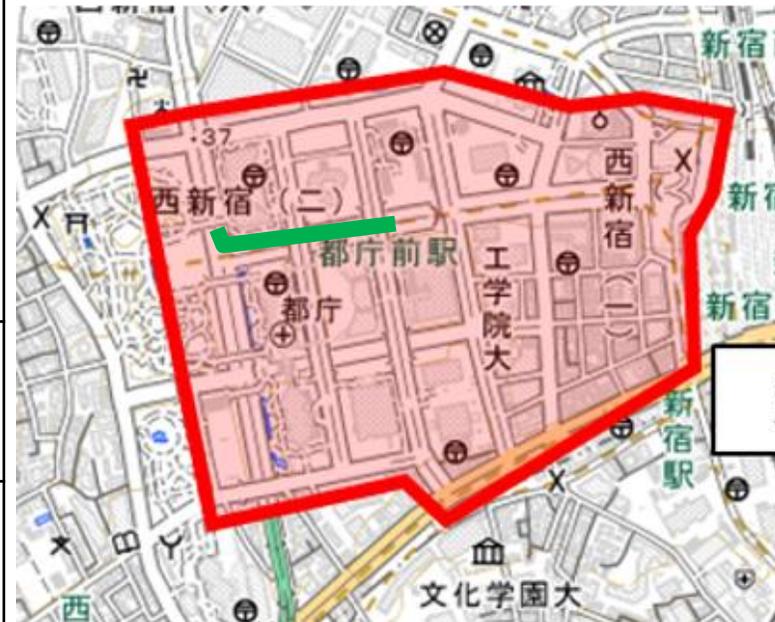
本業務内で、西新宿地区の地下空間のうち、地下から屋外が見える立体的な空間や通行量の多い空間として、都営大江戸線都庁前駅付近を、地下ネットワークの3D都市モデルデータとして整備

データ詳細

名称	説明
概要	<ul style="list-style-type: none"> 都営大江戸線都庁前駅付近の地下ネットワークデータ <ul style="list-style-type: none"> - BIMデータとして手動で作成 - BIMデータはRevit2020にて作成 - データの参照元は地形図、道路台帳、都市計画図書、現地調査による
シミュレーションでの用途	<ul style="list-style-type: none"> 歩行ネットワークとして必要な、ノード・リンクを生成する
可視化での用途	<ul style="list-style-type: none"> 歩行シミュレーションの結果と3D都市モデルを重ね合わせて都市と人流を複合的に表現する

整備対象範囲（下図緑線付近）

- 3D都市モデルデータの整備にあたっては、都営大江戸線都庁前駅付近の資料や測量をもとに、BIMデータのモデルを手動で作成



整備対象範囲

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ

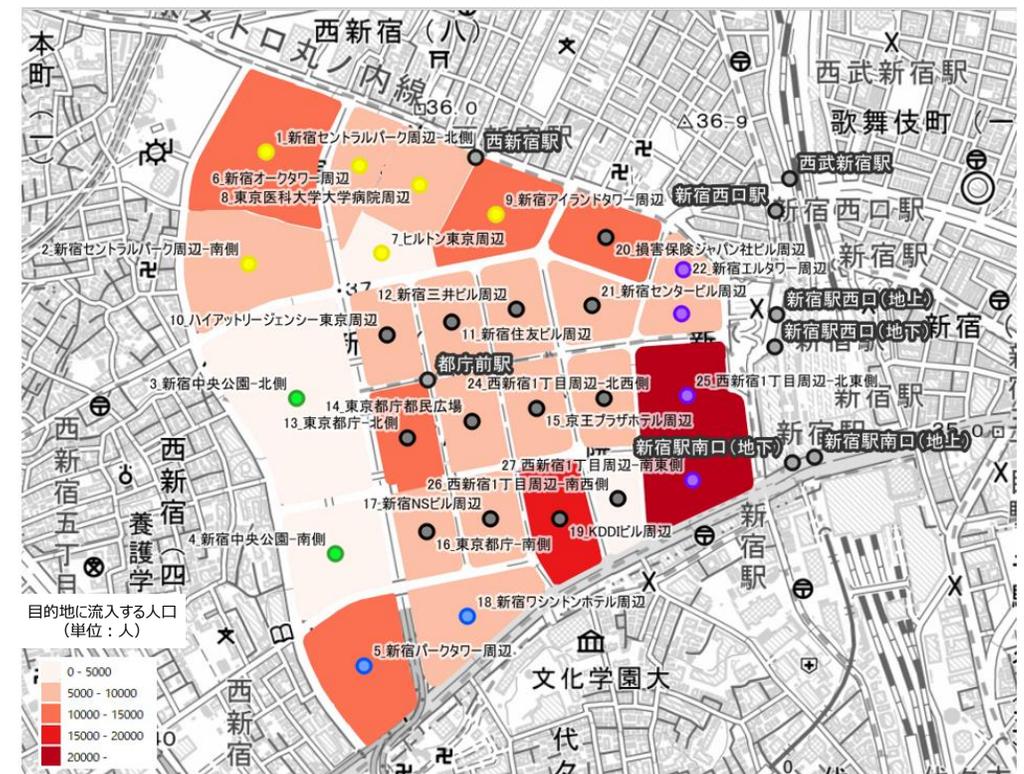
西新宿におけるOD交通量

西新宿地区に立地する各駅から各街区への時間帯別交通量データを、KDDI Location Analyzer*（以下、「KLA」）より収集し、どこからどこへ、何人移動するかといった、OD交通量の入力情報として使用する

KLAから収集するデータ仕様

項目	内容
収集データ	<ul style="list-style-type: none"> エリアごとの1日の流入人数（平日/休日別） <ul style="list-style-type: none"> - エリアID (string) - 平日の流入人数 (integer) - 休日の流入人数 (integer)
収集方法	<ul style="list-style-type: none"> 右図記載のエリアを手動で設定（エリアは任意の大きさで設定可能）のうえ、各エリアに1日合計で流入する人口を「来訪者属性分析」機能で集計 なお、当該機能では、属性別、1時間ごとの時間帯別の人口を集計可能であるが、本業務では1日合計の人数のみを使用した <ul style="list-style-type: none"> - 西新宿における人流調査集計データ（後述）に基づき時刻や属性を設定するため 下記属性を集計可能 <ul style="list-style-type: none"> - 性別（男性/女性） - 年齢（20代、30代、40代、50代、60台以上） - 行動種別（来訪者/勤務者/居住者）

KLAから収集したデータ（各目的地に流入する人口）



※背景地図として国土地理院地図を使用

* 技研商事インターナショナル「KDDI Location Analyzer」。なお、KLAのデータは、auスマートフォンユーザーのうち個別同意を得たユーザーを対象に、個人を特定できない処理を行って集計している。（参考：<https://www.giken.co.jp/service/kla/>）



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ 西新宿における人流調査集計データ (1/2)

第6回東京都市圏パーソントリップ調査*データのうち、時間帯別の性別、年齢、就業、移動の目的に関して集計した発生・集中量を集計、その量に基づき設定された属性の確率分布に応じてエージェントの属性を付与

パーソントリップ調査データとして集計する属性データ

性別	年齢	就業	移動の目的
1_男性	01_5-9歳	01_自営業主・家族従業者	01_自宅-自宅
2_女性	02_10-14歳	02_正規の職員・従業員	02_自宅-勤務
	03_15-19歳	03_派遣社員・契約社員等	03_自宅-業務
	04_20-24歳	04_パート・アルバイト	04_自宅-通学
	05_25-29歳	05_会社などの役員	05_自宅-買物
	06_30-34歳	06_その他	06_自宅-私事
	07_35-39歳	07_園児・生徒・学生など	07_勤務-自宅
	08_40-44歳	08_専業主婦・主夫	08_業務-自宅
	09_45-49歳	09_無職	09_通学-自宅
	10_50-54歳	10_不明	10_買物-自宅
	11_55-59歳		11_私事-自宅
	12_60-64歳		12_勤務・業務-勤務
	13_65-69歳		13_勤務・業務-業務
	14_70-74歳		14_私事-勤務
	15_75-79歳		15_私事-業務
	16_80-84歳		16_通学
	17_85歳-		17_買物
			18_私事
		19_不明	

* 東京都市圏交通計画協議会「パーソントリップ調査」(https://www.tokyo-pt.jp/special_6th)



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ 西新宿における人流調査集計データ (2/2)

第6回東京都市圏パーソントリップ調査*1データのうち、時間帯別の性別、年齢、就業、移動の目的に関して集計した発生・集中量を集計、その量に基づき設定された属性の確率分布に応じてエージェントの属性を付与

人流調査集計データ (性別：抜粋)

調査年	性別	ゾーン	発生量	集中量	発生集中量
平成30年	1_男性	00000_新宿区_0086_02300:	63248	63217	126465
平成30年	1_男性	00000_新宿区_0087_02301:	21767	21767	43534
平成30年	1_男性	00000_新宿区_0088_02310:	65983	65754	131737
平成30年	1_男性	00000_新宿区_0089_02311:	29045	28911	57956
平成30年	1_男性	00000_新宿区_0090_02320:	122767	122101	244868
平成30年	1_男性	00000_新宿区_0091_02321:	48862	48793	97655
平成30年	1_男性	00000_新宿区_0092_02330:	216170	214991	431161
平成30年	1_男性	00000_新宿区_0093_02331:	24129	24309	48438
平成30年	1_男性	00000_新宿区_0094_02340:	49637	50223	99860
平成30年	1_男性	00000_新宿区_0095_02341:	36386	37649	74035
平成30年	1_男性	00000_新宿区_0096_02350:	70391	70167	140558
平成30年	1_男性	00000_新宿区_0097_02351:	36751	37090	73841
平成30年	1_男性	00000_新宿区(その他)	62469	62389	124858
平成30年	1_男性	0001_00100:	4621	4410	9031
平成30年	1_男性	0002_00101:	2856	3305	6161
平成30年	1_男性	0003_00102:	87350	86655	174005

人流調査集計データ (年齢：抜粋)

調査年	年齢階層	ゾーン	発生量	集中量	発生集中量
平成30年	01_5～9歳	00000_新宿区_0086_02300:	1169	1169	2338
平成30年	01_5～9歳	00000_新宿区_0087_02301:	1854	1854	3708
平成30年	01_5～9歳	00000_新宿区_0088_02310:	2728	2728	5456
平成30年	01_5～9歳	00000_新宿区_0089_02311:	796	796	1592
平成30年	01_5～9歳	00000_新宿区_0090_02320:	800	800	1600
平成30年	01_5～9歳	00000_新宿区_0091_02321:	1607	1607	3214
平成30年	01_5～9歳	00000_新宿区_0092_02330:	938	938	1876
平成30年	01_5～9歳	00000_新宿区_0093_02331:	922	922	1844
平成30年	01_5～9歳	00000_新宿区_0094_02340:	3715	3715	7430
平成30年	01_5～9歳	00000_新宿区_0095_02341:	5555	5555	11110
平成30年	01_5～9歳	00000_新宿区_0096_02350:	3006	3006	6012
平成30年	01_5～9歳	00000_新宿区_0097_02351:	2004	2004	4008
平成30年	01_5～9歳	00000_新宿区(その他)	668	668	1336
平成30年	01_5～9歳	0001_00100:	0	0	0
平成30年	01_5～9歳	0002_00101:	0	0	0
平成30年	01_5～9歳	0003_00102:	0	0	0

*1：東京都市圏交通計画協議会「パーソントリップ調査」(https://www.tokyo-pt.jp/special_6th)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ① 活用データ

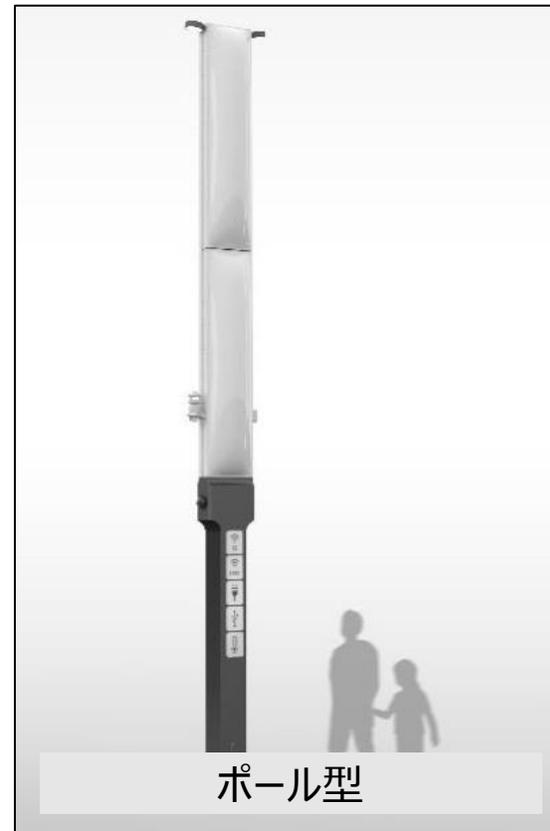
スマートポールの観測データ

イベント時シナリオにおける比較対象として、西新宿エリアに先行設置されているスマートポールから精緻な人流データを取得

スマートポールの概要

項目	説明
概要	<ul style="list-style-type: none"> スマートポールは5Gや高速Wi-Fi、センサー等の多様な機能を搭載した次世代インフラ設備である 東京都の「スマート東京」実施エリアである西新宿に先行して設置されている
本実証で入手したデータ詳細	<ul style="list-style-type: none"> スマートポール前の通行人数 滞在時間 通行者の属性 <ul style="list-style-type: none"> - 性別（男性・女性・不明） - 年齢（年齢か、判別できない場合は0）
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> シミュレーション精度の検証における正解データ

スマートポールのイメージ*1



*1：出所）東京電力パワーグリッド（https://www.tepco.co.jp/pg/company/press-information/press/2021/1637325_8616.html）

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理 データ処理一覧 (1/4)

#	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)
A	東京都3D都市モデル (IFC形式)	Revitで統合する東京都3D都市モデル	<ul style="list-style-type: none"> FME DesktopでCityGMLデータをIFCデータに変換 	FME	東京都3D都市モデル (CityGML形式)
B	統合建物モデル (3D都市モデル) (FBX形式)	エリアマネジメントツールに読み込む3D都市モデル	<ul style="list-style-type: none"> Revitで西新宿BIMモデル、地下モデル、東京都3D都市モデルを統合 RevitでIFCデータをFBXデータに変換 	Revit	西新宿BIMモデル (IFC形式)
					地下モデル (IFC形式)
					東京都3D都市モデル (IFC形式)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理 データ処理一覧 (2/4)

#	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)
C	西新宿3D都市モデル (3D都市モデル) (CityGML形式)	歩道抽出ツールに読み込む 3D都市モデル	<ul style="list-style-type: none"> Revitで統合した3D都市モデル (IFCデータ) を、FME DesktopでCityGMLデータに変換 	FME	西新宿BIMモデル (IFC形式)
					地下モデル (IFC形式)
					東京都3D都市モデル (IFC形式)
D	道路モデル (3D都市モデル) (CityGML形式)	歩行ネットワーク生成に使用する道路データ	<ul style="list-style-type: none"> 歩道抽出ツール (Python) で道路データのみを抽出 	歩道抽出ツール (Python)	西新宿3D都市モデル (3D都市モデル) (CityGML形式)
E	イベントデータ (csv形式)	歩行ネットワークに付与する情報	<ul style="list-style-type: none"> イベント実施計画等に関する資料からイベント実施場所、実施規模、広告設置場所等に関する情報をcsvデータ化 	Excel	イベント実施計画等に関する資料 (テキスト形式)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理 データ処理一覧 (3/4)

#	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)
F	道路ネットワーク (shp形式)	歩行シミュレーションのインプットに使うネットワーク形状データ	<ul style="list-style-type: none"> 道路モデル (3D都市モデル) から歩行ネットワークデータを生成 イベントデータをネットワークデータに付与 	QGIS	道路モデル (3D都市モデル) (CityGML形式)
					イベントデータ (csv形式)
G	道路ネットワーク (csv形式)	歩行シミュレーションのインプット	<ul style="list-style-type: none"> shpデータをcsvに変換 	QGIS	道路ネットワーク (shp形式)
H	エージェント情報 (csv形式)	歩行シミュレーションのインプット	<ul style="list-style-type: none"> OD交通量をExcelで集計した結果から西新宿における1日のエージェントの移動データを生成 人流調査集計データをExcelで集計した結果から、エージェントの属性を付与 	エージェント情報付与ツール	西新宿におけるOD交通量 (テキスト形式)
					西新宿における人流調査集計データ (csv形式)
I	エージェント行動ログ (csv形式)	2D可視化ツール (Python) のインプット	<ul style="list-style-type: none"> エージェント情報、道路ネットワークをインプットとして歩行シミュレーションを実行、そのログデータを出力 	artisoc Cloud	エージェント情報 (csv形式)
					道路ネットワーク (csv形式)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理 データ処理一覧 (4/4)

#	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)
J	Unity読み込みログ (csv形式)	人流可視化アセット (Unity) の入力	<ul style="list-style-type: none"> 歩行シミュレーションで出力されるログデータをUnityで読み込める形に変換 	2D可視化ツール (Python)	エージェント行動ログ (csv形式)
K	グラフデータ (PNG形式)	人流可視化アセット (Unity) の入力	<ul style="list-style-type: none"> 歩行シミュレーションで出力されるログデータから、通行量・通行量比に係るグラフを生成 	2D可視化ツール (Python)	エージェント行動ログ (csv形式)
L	ヒートマップデータ (JSON形式)	QGISに表示させるデータ 人流可視化アセット (Unity) の入力	<ul style="list-style-type: none"> 歩行シミュレーションで出力されるログデータから、通行量・通行量比に係るヒートマップを生成 	2D可視化ツール (Python)	エージェント行動ログ (csv形式)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

A. 東京都3D都市モデル（IFC形式）の生成

G空間情報センターより取得した3D都市モデルをIFC形式に変換する

IFCデータへの変換手順

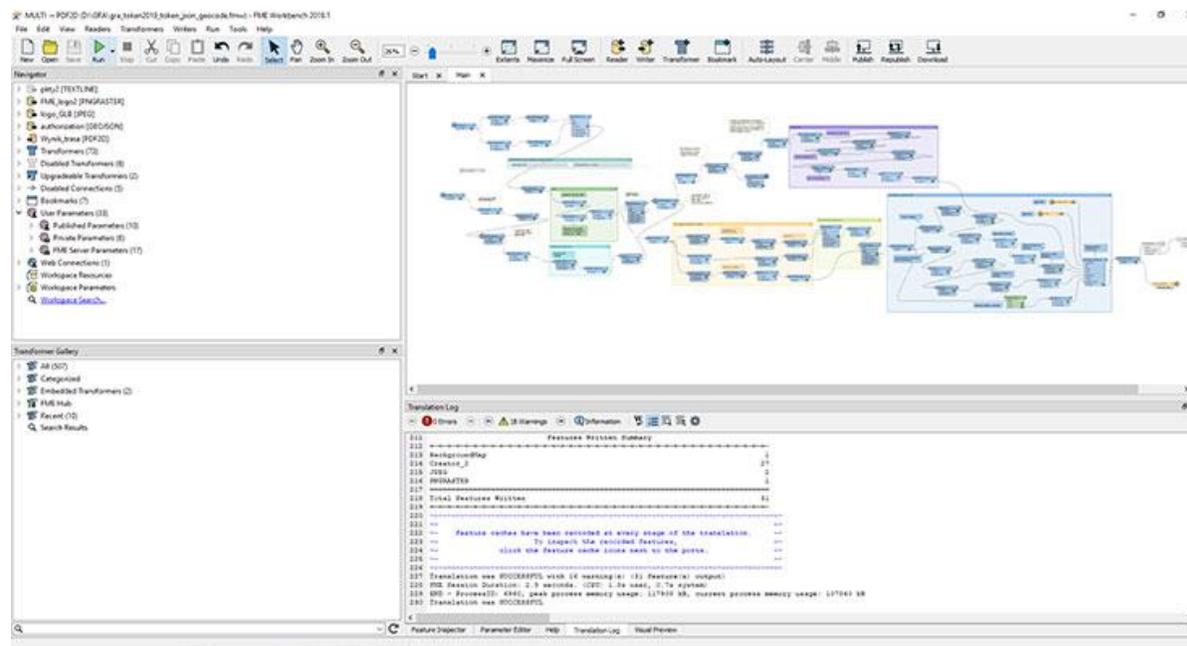
ワークベンチデータ
スキーマデータの
取得

- CityGMLを変換するにあたって必要なワークベンチデータ (citygml2ifc.fmwt) 及びスキーマデータ (urbanObject.xsd) をProject PLATEAU Githubよりダウンロード
 - ワークベンチデータはData-Conversion-Manual-for-3D-City-Modelより取得

データ変換

- FME workbench 2022.1により、CityGMLデータをIFCデータに変換
 - 建物形状の変換時にはスキーマデータ (urbanObject.xsd) を使用し、IFC4へデータ変換

FME Workbenchイメージ*



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

B. 統合建物モデル（3D都市モデル）（FBX形式）の生成

西新宿BIMモデル、地下モデル、3D都市モデルを統合し、FBX形式で出力する

モデルデータの統合手順

統合モデル生成イメージ

IFCデータの
取り込み

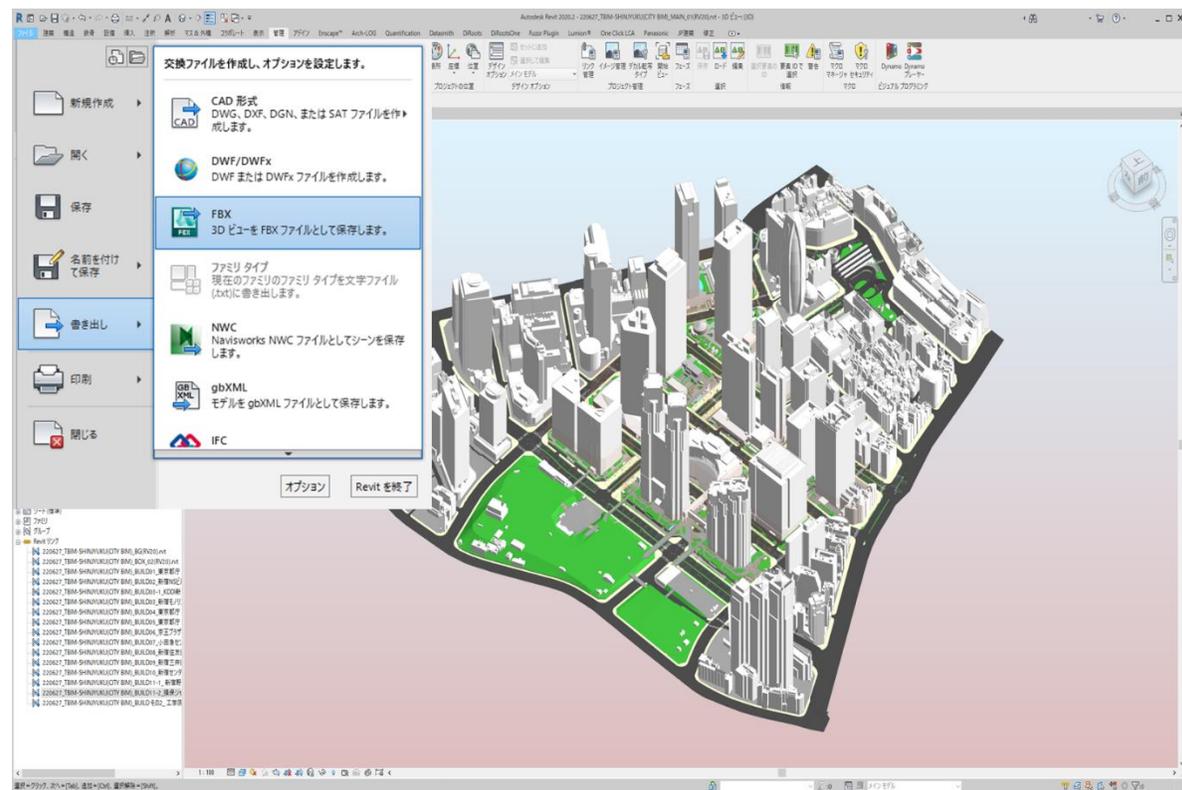
- 「IFCデータの変換」で変換したIFCデータをRevitに取り込む

データの統合

- 3D都市モデルデータのIFCデータ、BIMデータ、地下ネットワークとして構築したBIMデータについて、以下の手順で位置合せ・統合*
 - [挿入]タブ→「IFCをリンク」で上記3データを選択
 - [リンクをバインド]によって統合

統合データの出力

- 統合したモデルをIFCデータ（2×3）として出力
- Unity（3D可視化）への読み込みにあたっては、RevitからFBX（3Dデータのファイル形式）で出力し読み込み



* 基準位置は、日本測地系2011（JGD2011）の平面直角座標系IX系（epsg:6677）を使用

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

C. 西新宿3D都市モデル（CityGML形式）の生成

統合した3Dモデルを、FME Desktopを用いてCityGMLに変換

IFCからCityGMLデータへの変換手順

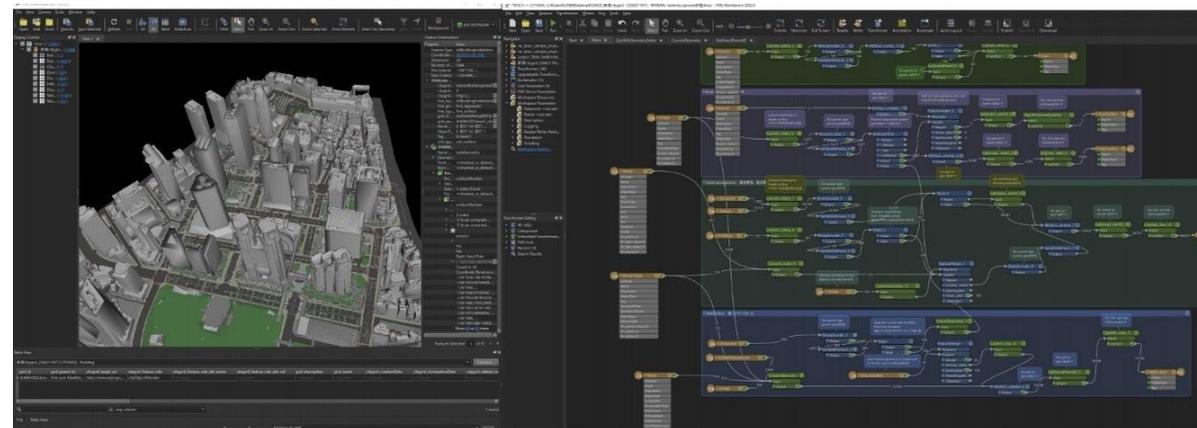
CityGMLの生成ワークフローイメージ

変換設定

- FME Workbench 2022.0で変換設定
 - FME Desktopにて、MULTI→CityGMLを選択することで設定
 - 標準では正しく変換されないオブジェクトについて、設定を変更
 - 階段（IfcStairFlight）は BuildingInstallation、Wall Surfaceに再設定

CityGMLへの変換

- ワークベンチを併用して変換を実施
 - ワークベンチは、Ifc-lod4city-pjname.fmvを使用
 - ワークベンチデータはProject PLATEAU GitHub IFCToCityGMLより取得
 (<https://github.com/Project-PLATEAU/IFCToCityGML>)
- 変換されたCityGMLデータを歩行シミュレーションに使用する3D都市モデルとして取得



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

D. 道路モデル（CityGML形式）の生成

3D都市モデルデータ（CityGML）の属性データをもとに、車道・歩道等のLOD1に該当するデータを抽出し、JSONファイルにする

データ変換概要

取得するデータ	道路LOD1における道路矩形 (gml: boundedBy)
変換後の出力データ	上記矩形が抽出されたgeojsonファイル
使用ツール	歩道抽出ツール (Python)
取得アルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"> XML解析によりgml: boundedByにて、「ObjectType」として以下のいずれかに定義されているオブジェクトを取得 <ul style="list-style-type: none"> Road (道路) Sidewalk (歩道) 取得したオブジェクトのgml: LinearRingより、各ポリゴンの端点のx、y、z座標を取得 取得した座標をジオメトリ情報として格納し、右図のようなjsonファイルを生成し、格納 出力として、geojsonファイルを指定することでジオメトリを持ったポリゴン情報を出力

JSONファイルイメージ

```

{
  "type": "Feature",      ポリゴンID
  "geometry": {          (オブジェクトにもともと付与されていたID)
    "type": "Polygon",
    "id": "fme-gen-b32d7604-a8b2-4acd-9358-6876741b5923",
    "coordinates": [
      [
        [
          -34295.248625855296,
          -25000.0
        ],
        [
          -12664.160167395681,
          -34292.303033695265,
          -25000.0
        ],
        [
          -12664.160167395681,
          -34292.303033695265,
          -25150.0
        ],
        [
          -12682.744207979778,
          -34295.248625855296,
          -25150.0
        ],
        [
          -12682.744207979778,
          -34295.248625855296,
          -25000.0
        ]
      ]
    ]
  },
  "properties": {
    "id": "fme-gen-b32d7604-a8b2-4acd-9358-6876741b5923",
    "flnr_ref": -25000.0
  }
}
  
```

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

E. イベントデータ（csv形式）の生成

イベント実施計画等に関する資料から、イベント実施場所、実施規模、広告設置場所等に関する情報を、QGIS上で道路ネットワークに付与するcsvデータとする

データ変換概要

取得するデータ	イベント実施計画等に関する資料
変換後の出力データ	イベント実施場所、実施規模、広告設置場所と道路ネットワーク上のノードデータと紐づけたcsvデータ
使用ツール	Excel
取得方法	<ul style="list-style-type: none"> 資料から、実施場所、実施規模（面積）、広告設置予定場所を取得 後述する道路ネットワークデータのノードデータに対して、情報を付与 情報の付与にあたっては、GISの「属性テーブルで結合（table join）」にて、ノードに、イベント実施場所、イベント実施規模、広告有無の情報を付与する

csvファイルイメージ

node_id	x	y	z	attractor	signage
NI0001	1095.658	795.8011	0	263	0
NI0002	1212.627	663.9203	0	100	0
NI0003	1142.048	843.6087	0	190	0
NI0301	327.4677	734.8412	0	7617	0
NI0302	337.7789	833.3076	0	100	1
NI0303	314.8592	896.8648	0	100	0
NI0501	400.6987	303.9206	0	2539	1

実施場所に関する情報 (x, y座標を参照)
 実施規模に関する情報
 広告の有無に関する情報 (ある場合は1、ない場合は0)

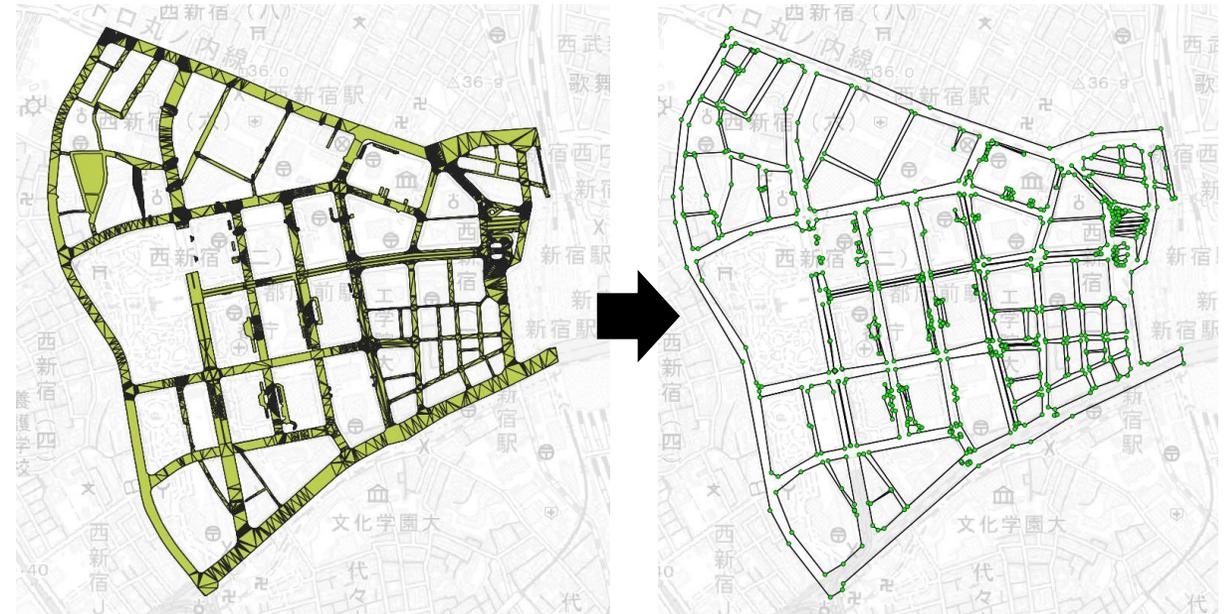
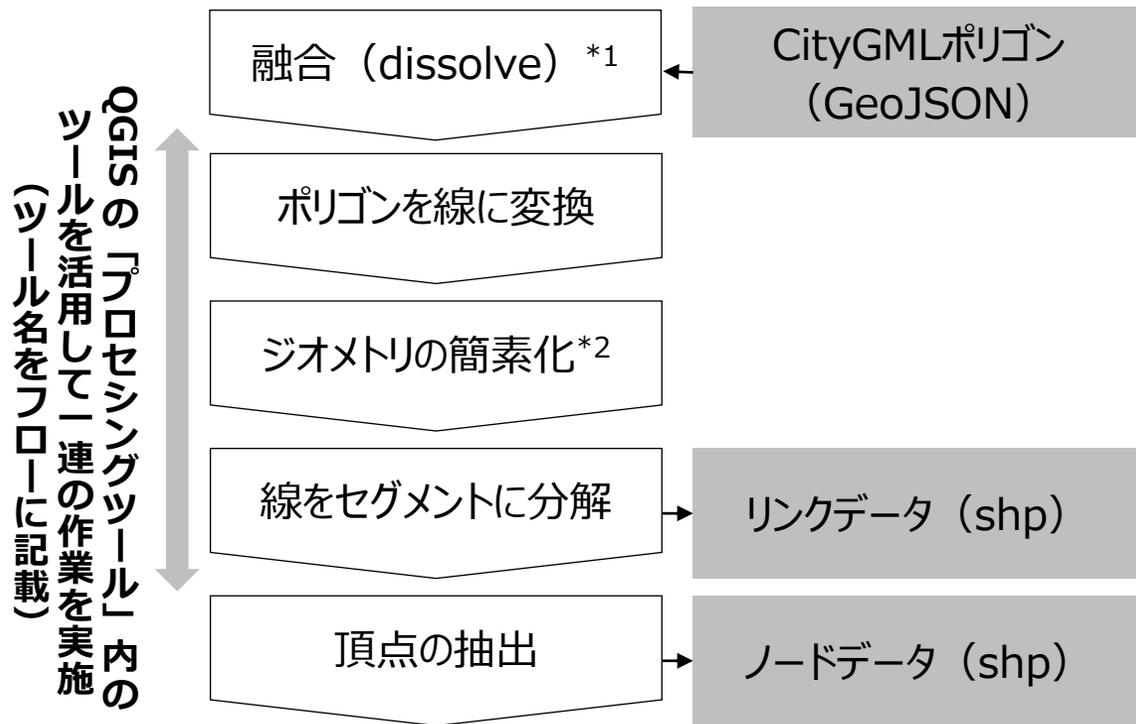
Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

F. 道路ネットワーク (shp形式) の生成 | 道路枠線データ抽出

車道・歩道のポリゴンデータをもとに、道路枠線データを抽出し、QGISのプロセッシングツールを活用して変換を実施する

道路枠線データ 抽出プロセスの概要

変換イメージ



*1 : 属性が同じ値を持つ地物同士を一つにするプロセス。ここでは、CityGMLから抽出されたポリゴンを1つにまとめている

*2 : ポリゴンのジオメトリは詳細なデータが含まれており、ラインデータに変換すると短いリンク (1m以下) も生成される

本プロセスは道路ネットワークを生成することを目的としているため、細かなノード・リンク (5m以内のオブジェクト) は簡素化している

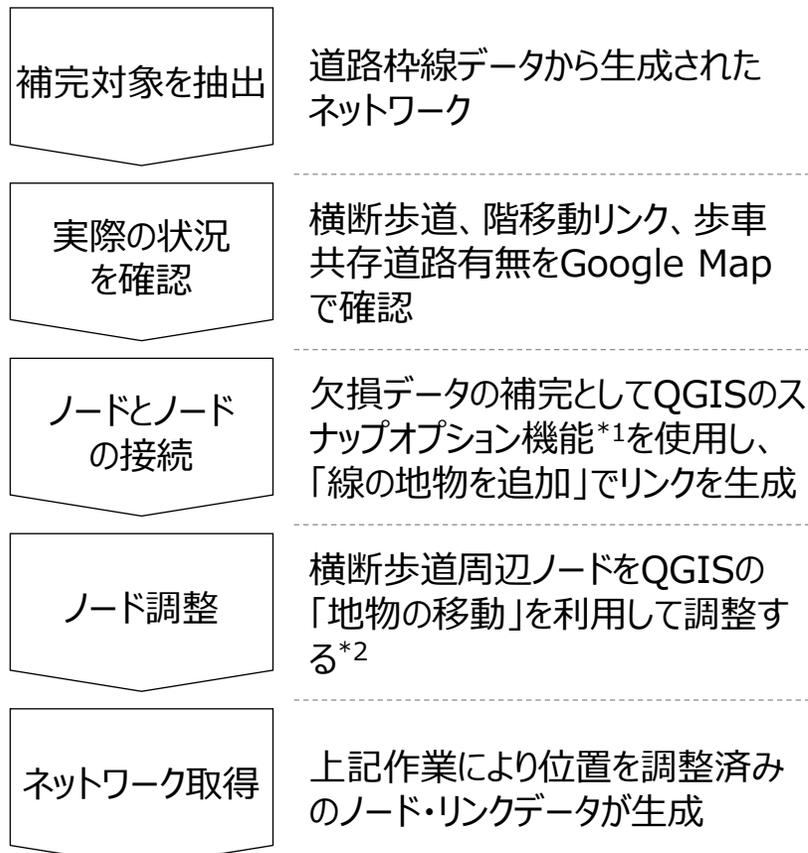
※背景地図として国土地理院地図を使用

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

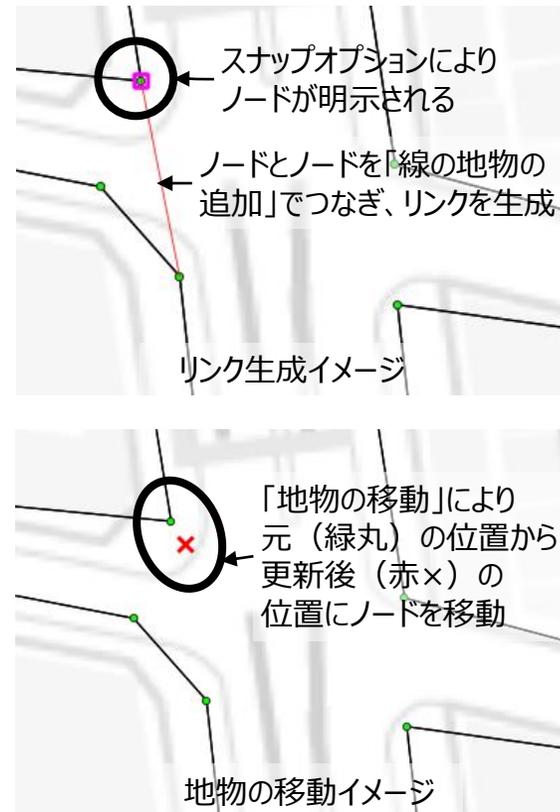
F. 道路ネットワーク（shp形式）の生成 | データ補完（1/2）

道路枠線データだけで不十分なデータは横断歩道、階移動に係るリンク、歩車共存道路の情報を手動補完し、不自然な横断が無いようにノード位置の微修正を行う

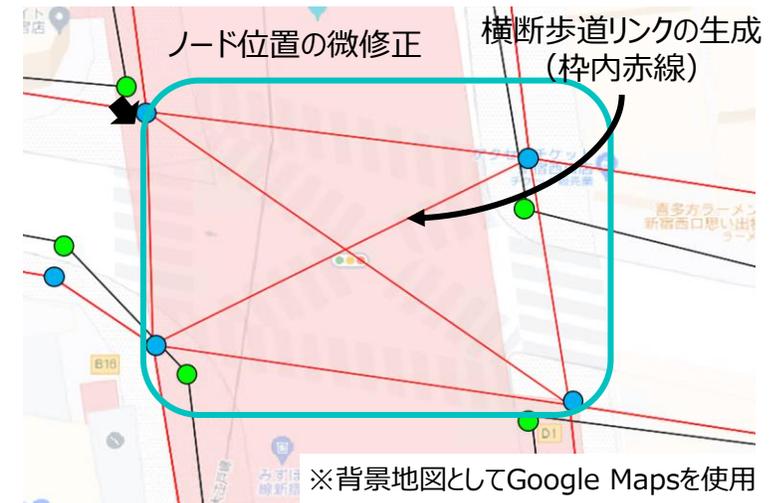
リンクの手動補完フロー



手動補完実施イメージ



データ補完後のネットワーク図（抜粋）



元のリンクデータ（黒線）、ノードデータ（緑丸）
更新後のリンクデータ（赤線）、ノードデータ（青丸）

*1：「スナップオプション」とは、QGISにおいて、オブジェクトの端点や頂点を明示する機能のこと。QGISの「プロジェクトのスナップ機能」から機能を設定可能

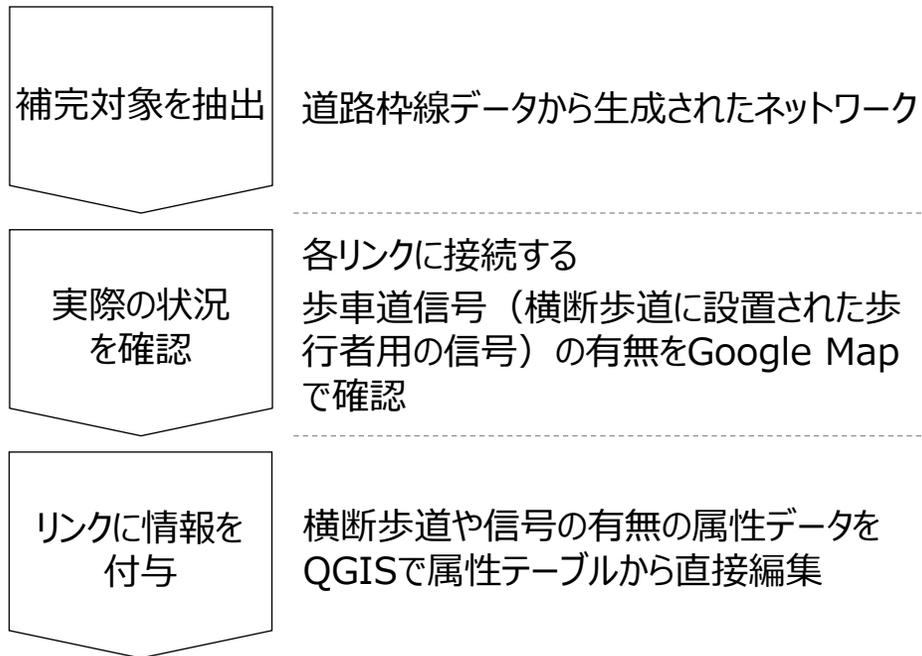
*2：ノード位置が横断歩道の端点に来ていない場合など、不自然な移動が想定される場合には、ノード位置の微修正を行う

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

F. 道路ネットワーク（shp形式）の生成 | データ補完（2/2）

横断歩道の有無による行動の変化を表現するため、歩車道信号の情報を手動補完する

歩車道信号の情報の付与フロー

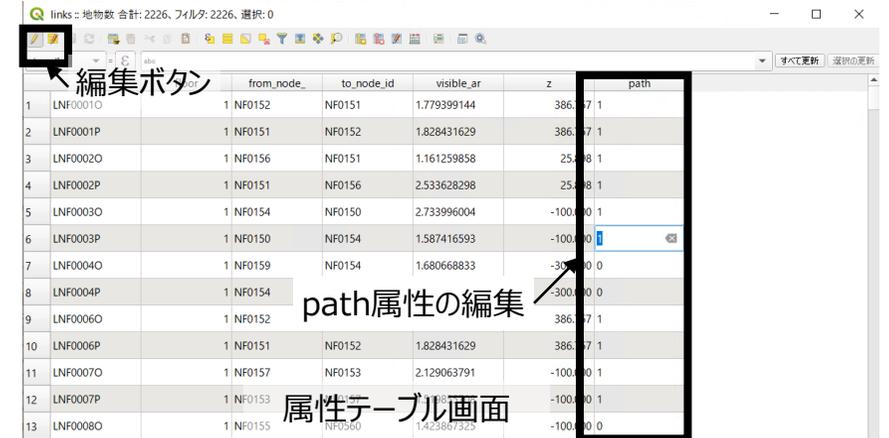


横断歩道や信号の有無の属性

凡例	説明
0	通常のリンク (信号、横断歩道無し)
1	歩車道信号あり、 横断歩道無し
11	歩車道信号なし、 横断歩道あり

属性テーブルの編集方法

- リンクレイヤを右クリックし、「属性テーブルを開く」
- 編集モードボタンをクリックし、各リンクの「path」属性を左表に従って記入



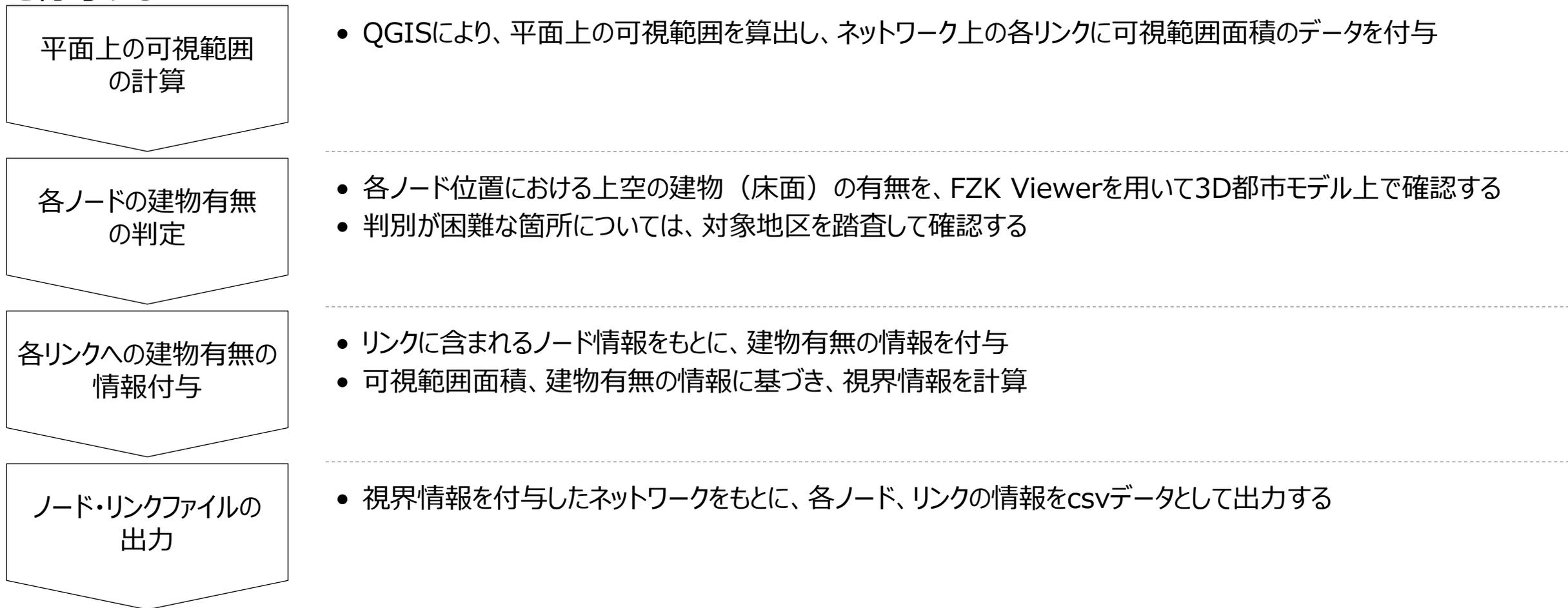
*1 : ノード位置が横断歩道の端点に来ていない場合など、不自然な移動が想定される場合については、ノードデータに対して、QGISの「地物の移動」を用いて、ノード位置の微修正を行う

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

F. 道路ネットワーク（shp形式）の生成 | ノード・リンク情報へ変換

（1/4：概要）

視界情報として、平面上の可視範囲に加えて、リンク端点（ノード）において上空が開けているか（建物の有無）を付与する



*1 出所) M. Greene, J. Reyes and A. Castro「ORIGIN-DESTINATION WEIGHTING IN AGENT MODELLING FOR PEDESTRIAN MOVEMENT FORECASTING」
p.8153:1-8153:13, Eighth International Space Syntax Symposium (2012)

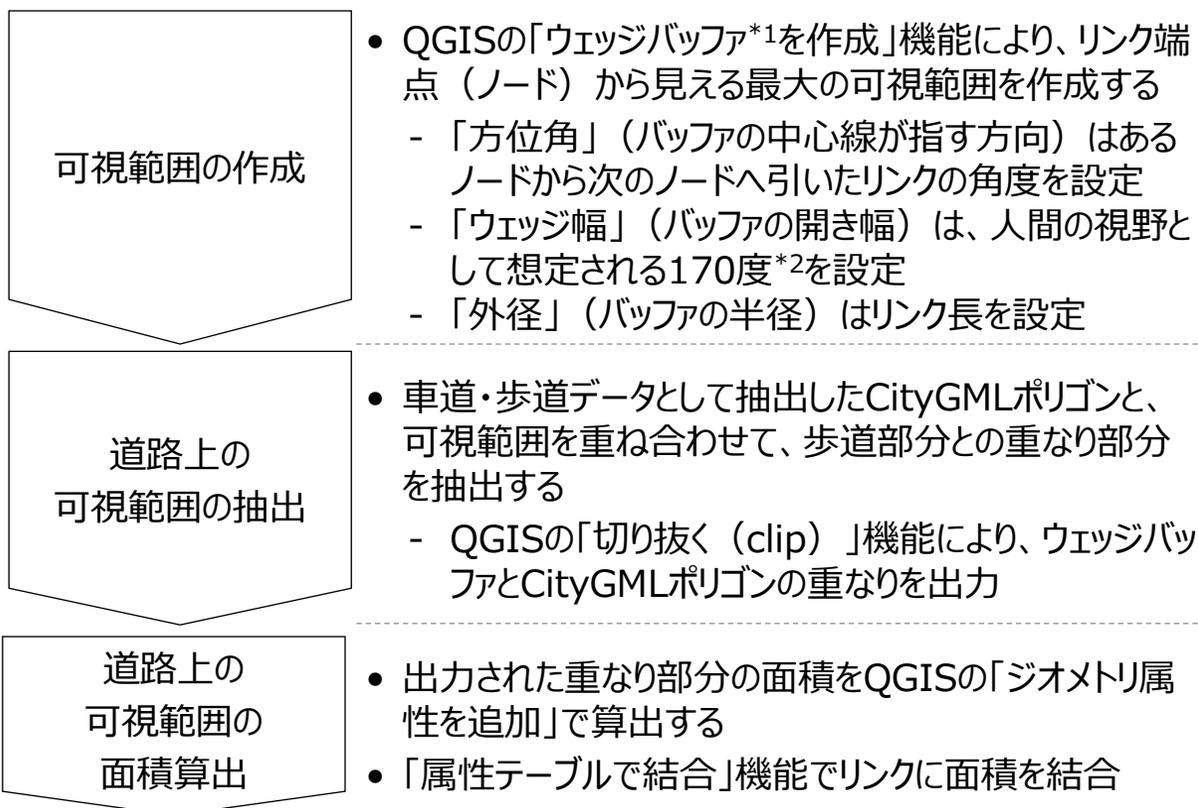
Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

F. 道路ネットワーク (shp形式) の生成 | ノード・リンク情報へ変換

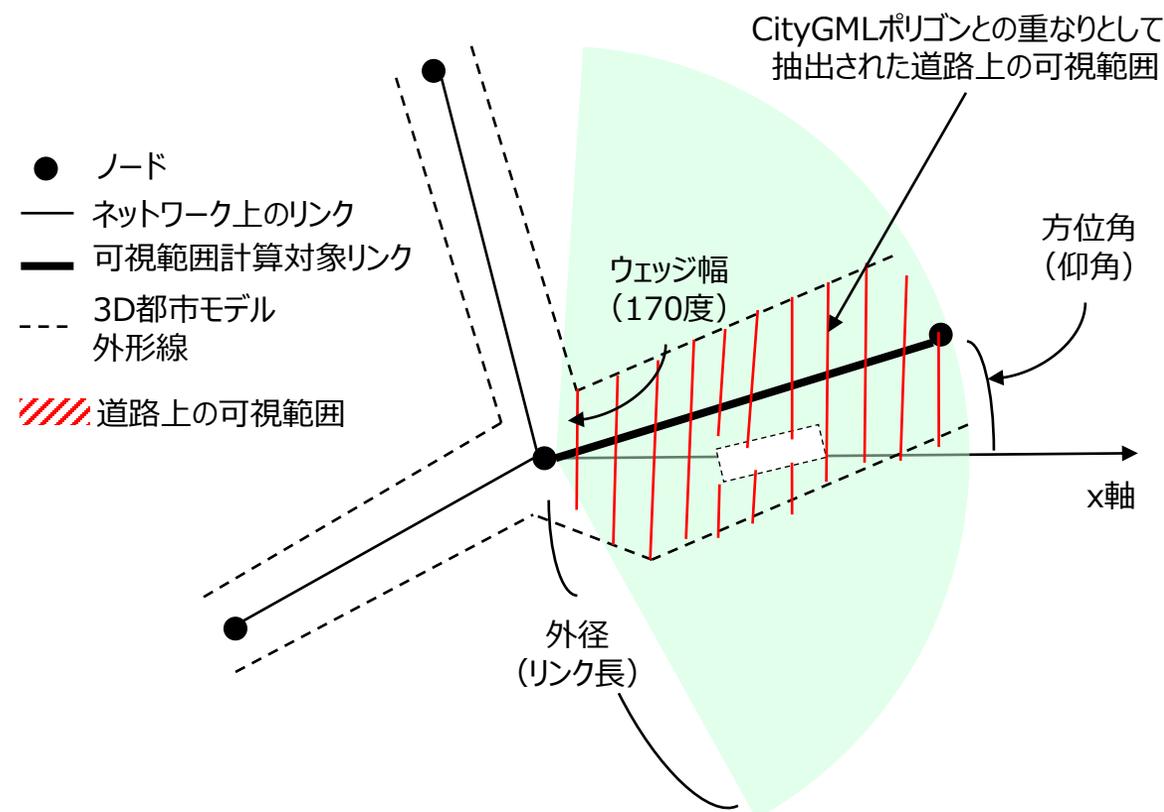
(2/4 : 平面上の可視範囲の計算)

QGISにより、平面上の可視範囲を算出し、ネットワーク上の各リンクに可視範囲面積のデータを付与

平面上の可視範囲の計算手順



平面上の可視範囲の計算イメージ



*1 : 「ウェッジバッファ」とは、ある点から楔形（扇形）に生成されるバッファのこと

*2 : 出所) M. Greene, J. Reyes and A. Castro「ORIGIN-DESTINATION WEIGHTING IN AGENT MODELLING FOR PEDESTRIAN MOVEMENT FORECASTING」

p.8153:1-8153:13, Eighth International Space Syntax Symposium (2012)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

F. 道路ネットワーク（shp形式）の生成 | ノード・リンク情報へ変換

（3/4：各ノードの建物有無の判定）

各ノード位置における上空の建物（床面）の有無を、FZK Viewerを用いて3D都市モデル上で確認する

各ノードの建物有無の判定手順

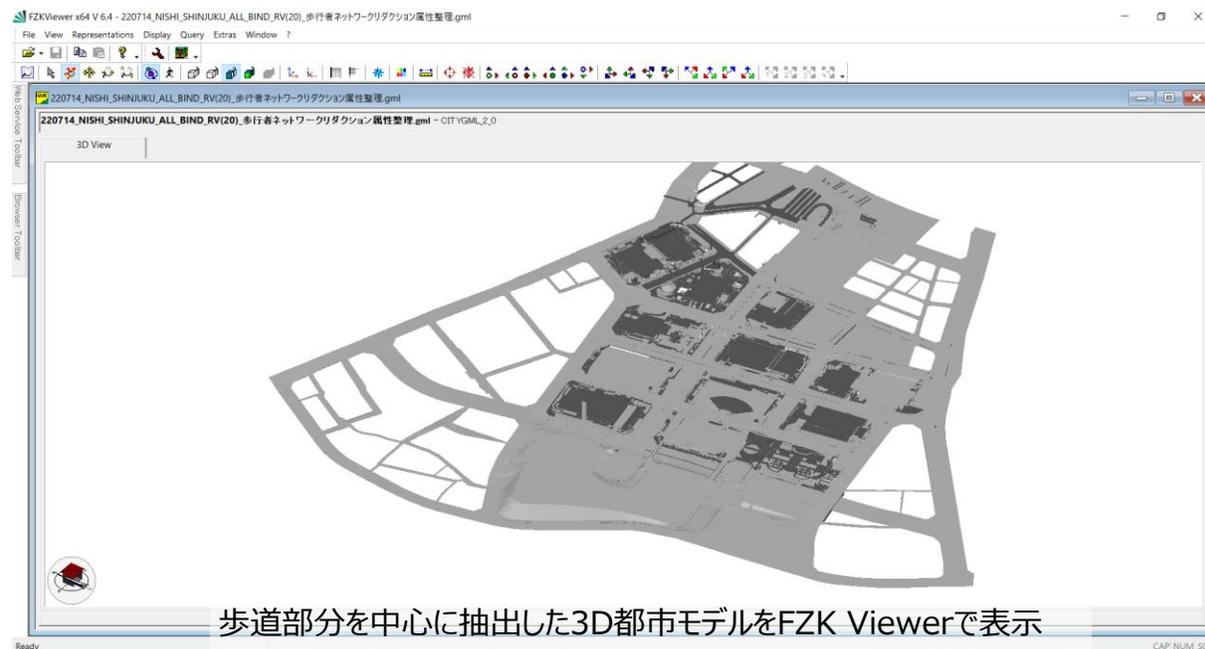
ビューワーによる
各ノードの建物有無
の判定

- 各ノード位置において、上空に建物（床面）があるかどうかを目視で確認する
 - 確認にあたっては、FZK Viewer（CityGMLを閲覧できるビューワー）に3D都市モデルを読み込み、各ノード位置に移動し、手作業で実施

現地踏査による
建物有無の補完

- FZK Viewer上では十分に確認ができない箇所（3D都市モデルが複雑に入り組んでいる箇所）については、現地踏査を行い、上空に建物（床面）があるかを確認する

FZK Viewerによる3D都市モデル閲覧イメージ



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

F. 道路ネットワーク（shp形式）の生成 | ノード・リンク情報へ変換

（4/4：各リンクへの建物有無の情報付与）

リンクに含まれるノード情報をもとに、建物有無の情報を付与

各ノードの建物有無の情報付与手順

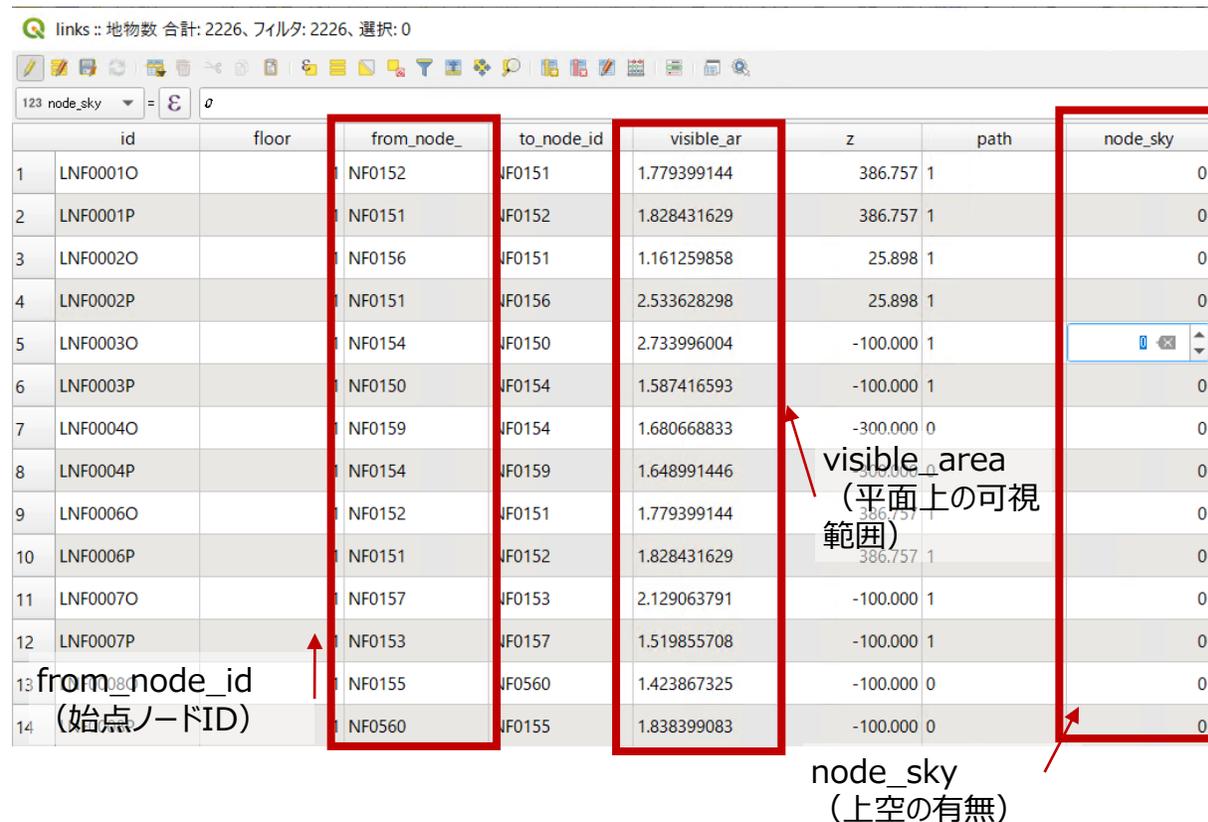
建物有無の
情報付与

- 上空に建物（床面）があるかどうかの情報を各リンクに付与する
 - 上空に建物がある場合は0、ない場合は1を付与する
 - 各ノードごとに判定した上空の建物有無を、「from_node_id」が一致するリンクの、「node_sky」カラムに付与する

視界情報の計算

- 平面上の可視範囲（2/4：平面上の可視範囲の計算により算出）と、建物有無の情報を統合して、視界情報を定義
 - ここでは、視界情報を $e^p \times e^q$ で定義*1
 - P：平面上の可視範囲（面積：リンクの属性名は「visible_area」）
 - q：上空の建物有無（リンクの属性名は「node_sky」）
- QGISの「フィールド計算機」にて、上記式に基づき、「visible_area」データを、視界情報データとして更新

QGISによる建物有無の情報の付与のイメージ



links :: 地物数 合計: 2226、フィルタ: 2226、選択: 0

	id	floor	from_node_id	to_node_id	visible_ar	z	path	node_sky
1	LNf0001O		NF0152	NF0151	1.779399144	386.757	1	0
2	LNf0001P		NF0151	NF0152	1.828431629	386.757	1	0
3	LNf0002O		NF0156	NF0151	1.161259858	25.898	1	0
4	LNf0002P		NF0151	NF0156	2.533628298	25.898	1	0
5	LNf0003O		NF0154	NF0150	2.733996004	-100.000	1	0
6	LNf0003P		NF0150	NF0154	1.587416593	-100.000	1	0
7	LNf0004O		NF0159	NF0154	1.680668833	-300.000	0	0
8	LNf0004P		NF0154	NF0159	1.648991446	386.757	1	0
9	LNf0006O		NF0152	NF0151	1.779399144	386.757	1	0
10	LNf0006P		NF0151	NF0152	1.828431629	386.757	1	0
11	LNf0007O		NF0157	NF0153	2.129063791	-100.000	1	0
12	LNf0007P		NF0153	NF0157	1.519855708	-100.000	1	0
13	LNf0008O		NF0155	NF0560	1.423867325	-100.000	0	0
14	LNf0008P		NF0560	NF0155	1.838399083	-100.000	0	0

visible_area (平面上の可視範囲)

node_sky (上空の有無)

*1：アルゴリズム検討の結果、本業務では記載のように設定

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

G. 道路ネットワーク（csv形式）の生成

視界情報を付与したネットワークをもとに、各ノード、リンクの情報をcsvデータとして出力する

ノード・リンクの情報の出力手順

SHPデータの
CSV出力

- ノード、リンクのレイヤに対して、QGIS上で エクスポート > 新規ファイルに地物を保存 を行う
 - 出力の際、csvファイルを選択

ノードデータの列名及びその説明

列名	説明
node_id	ノードのID
x	X座標
y	Y座標
z	Z座標
attractor	アトラクタ強さ（後述）
signage	広告有無 (0 : なし、1 : あり)

リンクデータの列名及びその説明

列名	説明
link_id	リンクのID
from_node_id	リンクの始点ノードのID
to_node_id	リンクの終点ノードのID
Visible_area	視界情報
floor	階数情報
z	リンク始点のZ座標
path	横断歩道、 信号等の有無

出力されたノード・リンクCSVデータ（抜粋）

node_id	x	y	z	attractor	signage
NF0001	-12520.8	-34258.3	-1.02	1	0
NF0002	-12312.5	-34371.9	-1	1	0
NF0003	-12387.5	-34146.2	-17.02	1	0
NF0004	-12243	-34444.7	-1	1	0
NF0005	-12472	-34117.9	-11.02	1	0
NF0006	-12285.7	-34500.1	-1	1	0
NF0007	-12364.8	-34034.9	-12.02	1	0
NF0008	-12378.8	-34139.9	-17.02	1	0
NF0009	-12278.8	-34520.4	-1	1	0

出力されるノードデータ（CSV）

link_id	from_node_id	to_node_id	visible_area	floor	z	path
LNU0001O	NU0078	NU0045	1.006018036	0	-51.54	0
LNU0001P	NU0045	NU0078	1.028395684	0	-51.54	0
LNU0002O	NU0045	NU0044	1.008032086	0	-51.54	0
LNU0002P	NU0044	NU0045	1.019181649	0	-51.54	0
LNU0003O	NU0046	NU0010	1.044982355	0	-250	0
LNU0003P	NU0010	NU0046	1.055484602	0	-250	0
LNU0004O	NU0046	NU0043	1.047074411	0	-250	0
LNU0004P	NU0043	NU0046	1.180573102	0	-250	0
LNU0005O	NU0046	NU0043	1.047074411	0	-250	0

出力されるリンクデータ（CSV）

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

H. エージェント情報（CSV形式）の生成 | 概要

シミュレーションのインプットとして利用するデータとして、KLA*¹から集計されるOD交通量、パーソントリップ調査集計データをもとに、各エージェントの発生時刻、属性データを生成する

エージェント情報の作成方法

項目	説明
生成ツール	<ul style="list-style-type: none"> エージェント情報付与ツール（構造計画研究所保有）
用途	<ul style="list-style-type: none"> シミュレーションで発生させるエージェントの情報（発生時刻、エージェント属性、OD）の取得
インプットデータ	<ul style="list-style-type: none"> OD交通量（KLA*¹より取得） パーソントリップ調査集計データ
アウトプットデータと生成方法	<ul style="list-style-type: none"> エージェントの発生時刻 <ul style="list-style-type: none"> - インプットデータから発生時間に関する確率分布（8時台：○%、9時台：○%等）を生成し、その確率分布に基づき設定 個別エージェントの属性 <ul style="list-style-type: none"> - PT調査の属性データから確率分布（男性：○%、女性：○%等）を生成し、その確率分布に基づき設定

エージェント情報の一例

エージェントID	出発時間	エージェント属性タイプ	出発地ノード番号	目的地ノード番号
9268	8:00:02	61222202	NU0091	ND0008
5561	8:00:03	62228201	NF0177	ND0021
6705	8:00:03	81221201	NF0077	ND0013
3113	8:00:04	I2967021	ND0001	NU0253
1056	8:00:06	51221201	NU0190	ND0020
2122	8:00:06	81271211	NF0159	ND0013
8326	8:00:07	91221202	NU0253	ND0025
7005	8:00:09	41741202	NU0190	ND0016
9269	8:00:10	C29D1202	NU0091	ND0012
8249	8:00:11	81221202	NU0253	ND0003
:	:	:	:	:

*1：KLAについては「Ⅲ.6. データ 西新宿におけるOD交通量」を参照のこと。

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

H. エージェント情報（CSV形式）の生成 | OD交通量集計

西新宿地区に立地する各駅から各街区への時間帯別交通量データをKLAより収集し、from-toの移動人数を、OD交通量のインプット情報として使用する

KLAからOD交通量を収集する方法

流入人口の取得

- KLAの「来訪者属性分析」機能を使用し、西新宿の各エリア（次頁図参照）に流入する人口を取得
 - 「来訪者属性分析」は、KLAの機能であり、来訪者の推移やボリューム、特性を把握できる機能（参考：<https://k-locationanalyzer.com/feature/>）
 - 人口を取得する対象として、2022年6月の平日/休日の1日あたり平均のデータを取得

OD交通量への変換

- 西新宿への来訪者は公共交通、特に鉄道を使用している傾向にある*2ことから、西新宿近辺の代表的な駅に対するOD交通量へ、流入人口に基づき変換する
- 各駅から各エリアへの流入人口は、各駅の使用人数を参考に按分する

西新宿エリアにおける各駅の使用人数

- 西新宿エリアにおける代表的な駅として、西新宿駅、新宿駅、都庁前駅、新宿西口駅、西武新宿駅を設定（次頁参照）
- 各駅の使用人数として、1日平均乗降客数を取得
 - 「東京都統計年鑑平成31年・令和元年」を参照
- 集計した各駅の使用人数は下表の通り

駅名	平日（千人/日）	休日（千人/日）
西新宿駅	38	17
新宿駅	119	68
都庁前駅	50	23
新宿西口駅	25	13
西武新宿駅	18	9

*1：KLAについては「Ⅲ.6. データ 西新宿におけるOD交通量」を参照のこと

*2：第6回東京都市圏パーソントリップ調査における西新宿エリアの代表交通手段の集計結果として、76%が鉄道利用であった

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

I. エージェント行動ログ (csv形式) の生成

Artisoc Cloudによる歩行シミュレーションを実施し、ログデータを出力する

シミュレーション実行フロー

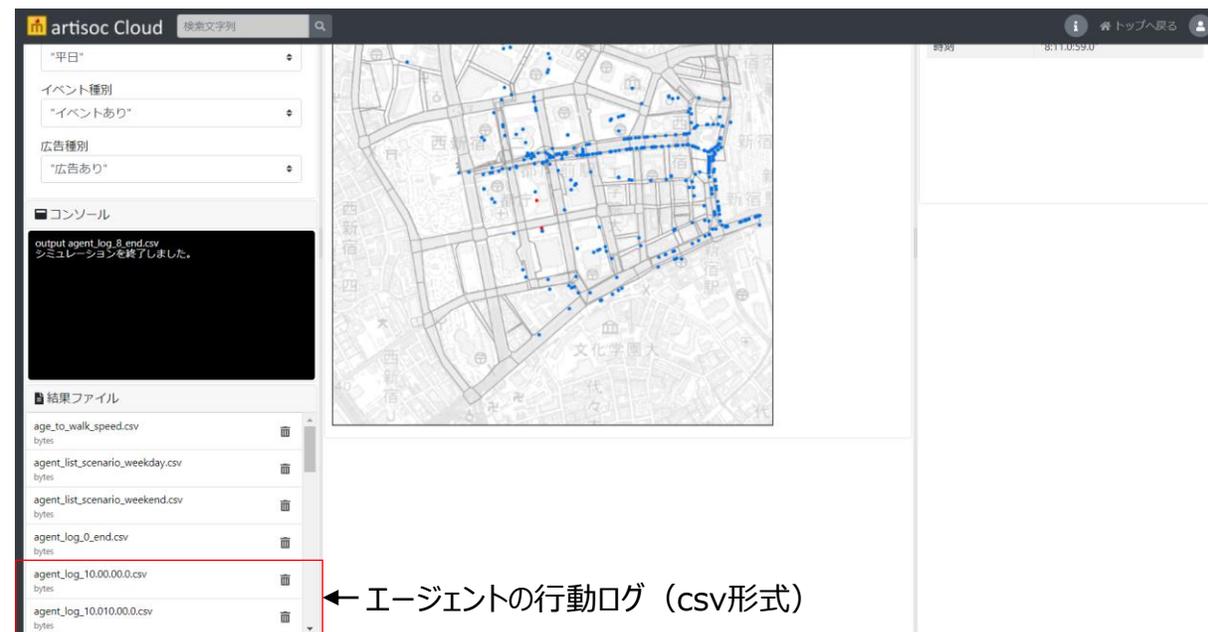
シミュレーション
条件を設定

- コントロールパネルにて下記を設定する
 - シミュレーション開始時刻
 - シミュレーション終了時刻
 - 1ステップあたりの秒
(1ステップで何秒進むか)
 - 曜日種別 (平日/土日祝日)
 - イベント種別 (イベントあり/なし)
 - 広告種別 (広告あり/なし)

シミュレーションを実行

- 条件に従ってシミュレーションを実行する
- 結果として得られた、エージェントの行動ログをcsv形式で出力

csv取得イメージ



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

J. Unity読み込みログの生成 (csv形式) (1/2)

2D可視化ツールにおいて、ログデータを人流可視化アセットに読み込むログデータとして編集・出力する

ログの変換仕様

インプットデータ	<ul style="list-style-type: none"> シミュレーション結果のログデータ (CSV形式)
出力データ	<ul style="list-style-type: none"> 座標変換したログデータ (CSV形式: 人流可視化アセット読み込みデータ)
仕様	<ul style="list-style-type: none"> artisoc Cloudで出力されたシミュレーション結果のログデータを、Unityで3D都市モデルと重畳させるログデータに変換する <ul style="list-style-type: none"> artisoc Cloudで出力されたデータの位置情報は、平面直角座標系IX系における、$(x, y, z) = (-13, 300, -35, 100, 0)$を原点とした相対座標系となっている 3D都市モデルは平面直角座標系IX系を基準として作成されているため、artisoc Cloudで出力された位置情報を平面直角座標系IX系に変換する
使用言語・ライブラリ	<ul style="list-style-type: none"> Python3 使用モジュールは次のとおり <ul style="list-style-type: none"> pandas (表計算)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

J. Unity読み込みログの生成 (csv形式) (2/2)

2D可視化ツールにおいて、ログデータを人流可視化アセットに読み込むログデータとして編集・出力する

ログファイル形式

agent_id	time	step	agent_type	x	y	z	current_link
3588	8:00:21	21	81221202	1168.524871	1089.789677	-1.02	LNF0794P
1793	8:00:21	21	81221202	1261.260398	621.2871889	-3	LNF00150
1793	8:00:31	31	81221202	1248.946237	617.1204834	-3	LNF00150
425	8:00:31	31	72221201	1257.566149	620.0371772	-3	LNF00150
3588	8:00:31	31	81221202	1169.990973	1076.872613	-1.02	LNF0794P
3067	8:00:41	41	A2323202	1141.580457	834.7498152	-69.52	LNU0364P
2303	8:00:41	41	B1421202	1143.037111	841.8009257	-71.52	LNU0364P
3588	8:00:41	41	81221202	1171.457076	1063.955549	-1.02	LNF0794P
425	8:00:41	41	72221201	1245.251988	615.8704717	-3	LNF00150
1883	8:00:41	41	C15F8102	1259.55536	620.7102604	-3	LNF00150
1793	8:00:41	41	81221202	1236.632075	612.9537778	-3	LNF00150
1848	8:00:41	41	91222202	1262.491814	621.7038594	-3	LNF00150
1883	8:00:51	51	C15F8102	1249.135685	617.1845865	-3	LNF00150
3588	8:00:51	51	81221202	1172.923179	1051.038485	-1.02	LNF0794P
1793	8:00:51	51	81221202	1224.317914	608.7870723	-3	LNF00150

人流可視化アセットに読み込むログデータ (x、y座標を編集)

agent_id	time	step	agent_type	x	y	z	current_link
3588	8:00:21	21	81221202	-12131.47513	-34010.21032	-1.02	LNF0794P
1793	8:00:21	21	81221202	-12038.7396	-34478.71281	-3	LNF00150
1793	8:00:31	31	81221202	-12051.05376	-34482.87952	-3	LNF00150
425	8:00:31	31	72221201	-12042.43385	-34479.96282	-3	LNF00150
3588	8:00:31	31	81221202	-12130.00903	-34023.12739	-1.02	LNF0794P
3067	8:00:41	41	A2323202	-12158.41954	-34265.25018	-69.52	LNU0364P
2303	8:00:41	41	B1421202	-12156.96289	-34258.19907	-71.52	LNU0364P
3588	8:00:41	41	81221202	-12128.54292	-34036.04445	-1.02	LNF0794P
425	8:00:41	41	72221201	-12054.74801	-34484.12953	-3	LNF00150
1883	8:00:41	41	C15F8102	-12040.44464	-34479.28974	-3	LNF00150
1793	8:00:41	41	81221202	-12063.36792	-34487.04622	-3	LNF00150
1848	8:00:41	41	91222202	-12037.50819	-34478.29614	-3	LNF00150
1883	8:00:51	51	C15F8102	-12050.86431	-34482.81541	-3	LNF00150
3588	8:00:51	51	81221202	-12127.07682	-34048.96151	-1.02	LNF0794P
1793	8:00:51	51	81221202	-12075.68209	-34491.21293	-3	LNF00150

artisoc Cloud上の座標を3D都市モデルが構成されている座標系 (日本測地系 (JGD2011) 平面直角座標系IX系) に整合するように変換



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

K. ヒートマップデータの生成（JSON形式）

2D可視化ツールにおいて、ヒートマップ作成のため、ログデータから集計した各リンクの通行量を、3D都市モデル情報から変換したネットワーク（GeoJSONデータ）に付与する

ヒートマップデータ生成仕様

インプットデータ	<ul style="list-style-type: none">シミュレーション結果のログデータ（CSV形式）ネットワークデータ（JSON形式）
出力データ	<ul style="list-style-type: none">通行量・通行量比に関するヒートマップデータ（JSON形式）
仕様	<ul style="list-style-type: none">シミュレーション結果のログデータから、ネットワーク上の各リンクに10分間で通過した実人数データを、ネットワークデータに付与シミュレーション結果のログデータから、平常時と各シナリオ時の通行量比を算出し、ネットワーク上の各リンクに10分ごとの通行量比のデータを、ネットワークデータに付与通行量・通行量比のデータを付与したネットワークデータをJSON形式で出力
使用言語・ライブラリ	<ul style="list-style-type: none">Python3使用モジュールは次のとおり<ul style="list-style-type: none">pandas（表計算）geopandas（地理情報データに関する編集・出力、表計算）geojson（GeoJSONファイルの作成）

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

K. ヒートマップデータの生成 (JSON形式) | 通行量

2D可視化ツールにおいて、ヒートマップ作成のため、ログデータから集計した各リンクの通行量を、3D都市モデル情報から変換したネットワーク (GeoJSONデータ) に付与する

ログファイル形式

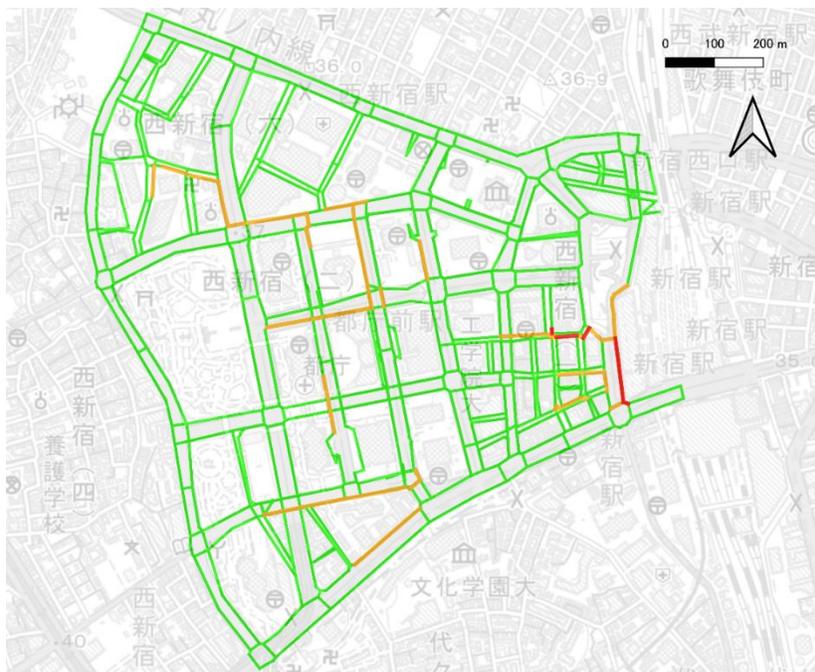
agent_id	time	step	agent_type	x	y	z	current_link
3588	8:00:21	21	81221202	-12131.47513	-34010.21032	-1.02	LNF0794P
1793	8:00:21	21	81221202	-12038.7396	-34478.71281	-3	LNF00150
1793	8:00:31	31	81221202	-12051.05376	-34482.87952	-3	LNF00150
425	8:00:31	31	72221201	-12042.43385	-34479.96282	-3	LNF00150
3588	8:00:31	31	81221202	-12130.00903	-34023.12739	-1.02	LNF0794P
3067	8:00:41	41	A2323202	-12158.41954	-34265.25018	-69.52	LNU0364P
2303	8:00:41	41	B1421202	-12156.96289	-34258.19907	-71.52	LNU0364P
3588	8:00:41	41	81221202	-12128.54292	-34036.04445	-1.02	LNF0794P
425	8:00:41	41	72221201	-12054.74801	-34484.12953	-3	LNF00150
1883	8:00:41	41	C15F8102	-12040.44464	-34479.28974	-3	LNF00150
1793	8:00:41	41	81221202	-12063.36792	-34487.04622	-3	LNF00150
1848	8:00:41	41	91222202	-12037.50819	-34478.29614	-3	LNF00150
1883	8:00:51	51	C15F8102	-12050.86431	-34482.81541	-3	LNF00150
3588	8:00:51	51	81221202	-12127.07682	-34048.96151	-1.02	LNF0794P
1793	8:00:51	51	81221202	-12075.68209	-34491.21293	-3	LNF00150

エージェントが存在する時間
(通行時間として参照)

エージェント種別
(属性に応じた通行量として参照)

エージェントが存在するリンクID
(ネットワークのshpデータに存在するリンクIDと紐づける)

通行量をネットワークに付与したイメージ



データ:
リンクID、対象時間総通行量、1時間ごとの通行量 (8時台、9時台、...19時台)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

K. ヒートマップデータの生成（JSON形式） | 通行量比

2D可視化ツールにおいて、ネットワークに対してイベント実施時の効果を測定する指標として、平常時とイベント実施時、イベント・広告実施時の通行量比に関するヒートマップを生成する

通行量比の算出

【通行量比の定義】

通行量比 =

$$\text{通行量比} = \frac{\text{（各シナリオ時の通行量）}}{\text{（平常時シナリオ時の通行量）}}$$

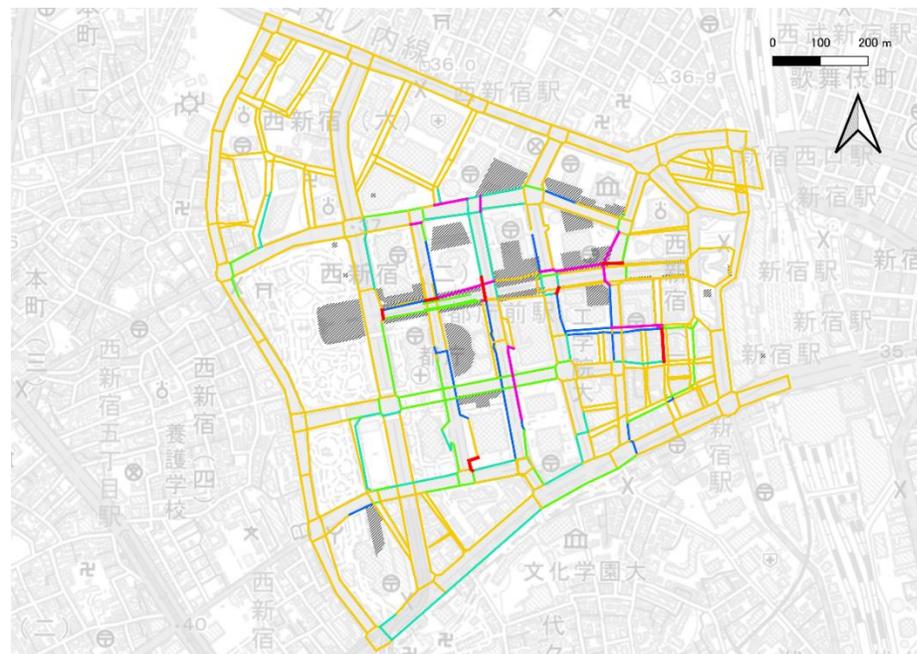
【通行量比の可視化】

- 通行量比のデータを付与したリンクデータ（JSON形式）を「ログデータの編集・出力」時に生成する
- 人流可視化アセットの1機能である「ヒートマップ機能」において、ヒートマップの色設定において、通行量比を用いて、リンクデータのレンダリングを行う

表 通行量比に応じたヒートマップの色設定

通行量比	色
0以上0.5未満	青
0.5以上0.9未満	緑
0.9以上1.0未満	黄緑
1.0以上1.1未満	黄
1.1以上1.5未満	紫
1.5以上	赤

通行量比をネットワークに付与したイメージ



データ：

リンクID、対象時間総通行量、1時間ごとの通行量（8時台、9時台、…19時台）

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

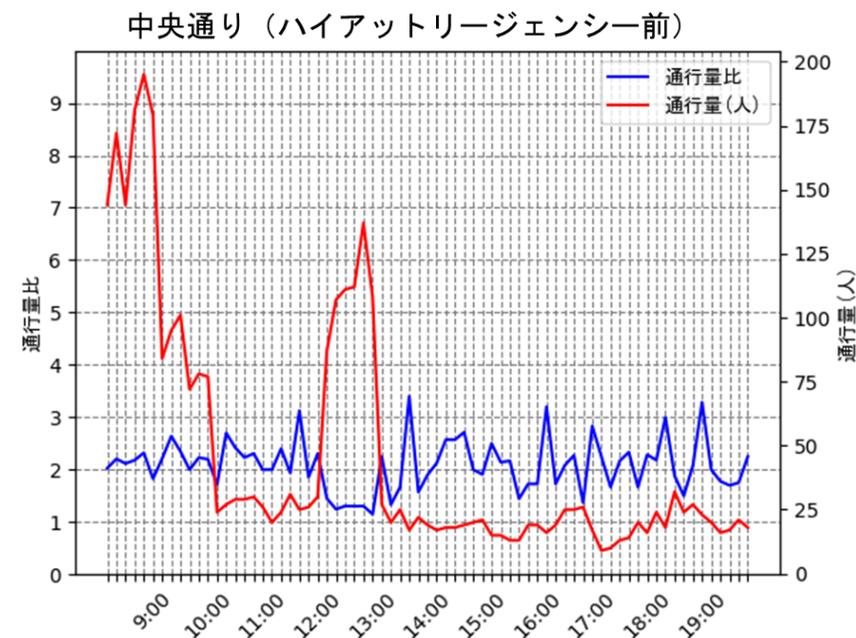
L. グラフデータの生成 (PNG形式)

2D可視化ツールにおいて、ネットワークに対してイベント実施時の効果を測定するものとして、通行量と通行量比の推移を表示したグラフを生成する

グラフのデータの生成仕様

インプットデータ	<ul style="list-style-type: none"> シミュレーション結果のログデータ (CSV形式) ネットワークデータ (JSON形式)
出力データ	<ul style="list-style-type: none"> 通行量と通行量比に関するグラフデータ (PNG形式)
仕様	<ul style="list-style-type: none"> 人流可視化アセットの1機能である「グラフ機能」において、1日の通行量比が2.0以上と、特に増加が顕著となったリンクについて、10分ごとの通行量と、通行量比の推移を確認できるグラフを作成する 通行量比は次の式で定義 $\text{通行量比} = \frac{\text{各シナリオ時の通行量}}{\text{平常時シナリオ時の通行量}}$
使用言語・ライブラリ	<ul style="list-style-type: none"> Python3 使用モジュールは次のとおり <ul style="list-style-type: none"> - pandas (表計算) - GeoPandas (地理情報データに関する編集・出力、表計算) - Matplotlib (グラフの作成)

通行量・通行量比を用いたグラフのイメージ



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ③ 出力データ 出力データ一覧

出力データ	内容	データ形式
時間帯別の歩行者数分布 (通行量のヒートマップ)	各リンクIDごとに、10分単位で各リンクに存在するエージェント数を紐づけたデータ	geojsonファイル
時間帯別の歩行者数増加分布 (通行量比のヒートマップ)	各リンクIDごとに、10分単位で各リンクの平常時に対する各シナリオ時の通行量比を紐づけたデータ	geojsonファイル

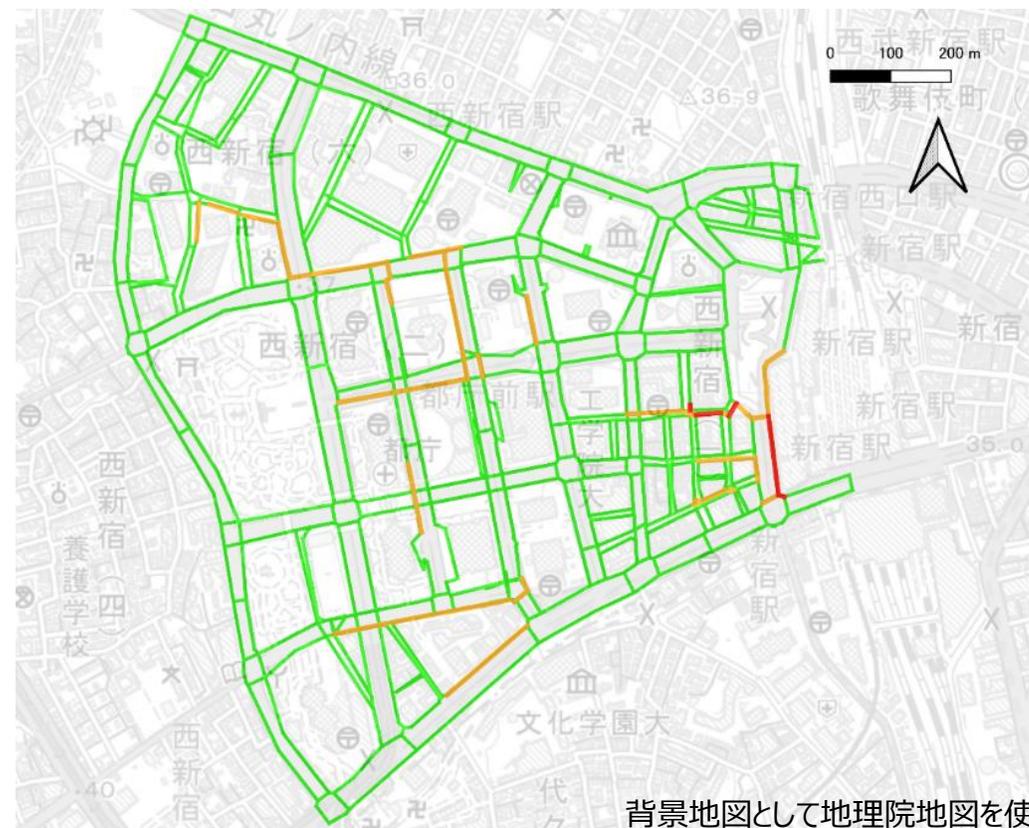
Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ③ 出力データ 時間帯別の歩行者数分布（通行量のヒートマップ）

各リンクIDごとに、10分単位で各リンクに存在するエージェント数を紐づけたデータ

データの凡例

項目	説明								
データ内容	<ul style="list-style-type: none"> リンクID 1日の総通行量 10分ごとの通行量 <ul style="list-style-type: none"> - 「t_N」で表記。Nにはシミュレーションステップ数（秒数）が表記される。シミュレーション開始10分後であればt_600となる。 								
ヒートマップ凡例	<ul style="list-style-type: none"> 通行量に応じて下記のように色が変更 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>通行量</th> <th>色</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0以上7000人未満</td> <td style="background-color: #00FF00;"></td> </tr> <tr> <td>7000人以上20000人未満</td> <td style="background-color: #FFA500;"></td> </tr> <tr> <td>20000人以上</td> <td style="background-color: #FF0000;"></td> </tr> </tbody> </table>	通行量	色	0以上7000人未満		7000人以上20000人未満		20000人以上	
通行量	色								
0以上7000人未満									
7000人以上20000人未満									
20000人以上									

通行量のヒートマップ（例）



背景地図として地理院地図を使用

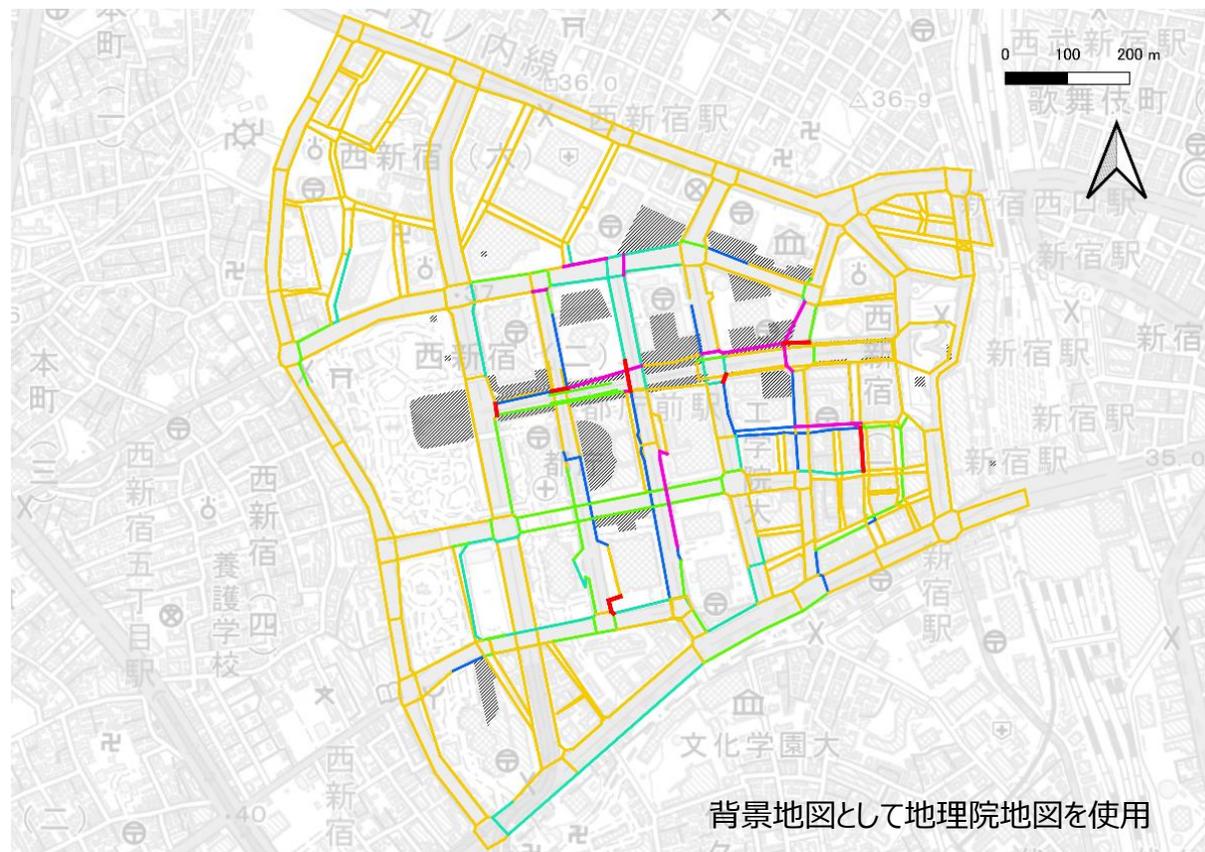
Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ③ 出力データ 時間帯別の歩行者数増加分布（通行量比のヒートマップ）

各リンクIDごとに、10分単位で各リンクの平常時に対する各シナリオ時の通行量比を紐づけたデータ

データの凡例

項目	説明														
データ内容	<ul style="list-style-type: none"> リンクID 1日の総通行量比 10分ごとの通行量比 <ul style="list-style-type: none"> - 「t_N」で表記。Nにはシミュレーションステップ数（秒数）が表記され10分後はt_600となる 														
ヒートマップ凡例	<ul style="list-style-type: none"> 通行量に応じて下記のように色の変更 <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>通行量</th> <th>色</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0以上0.5未満</td> <td>Blue</td> </tr> <tr> <td>0.5以上0.9未満</td> <td>Cyan</td> </tr> <tr> <td>0.9以上1.0未満</td> <td>Green</td> </tr> <tr> <td>1.0以上1.1未満</td> <td>Orange</td> </tr> <tr> <td>1.1以上1.5未満</td> <td>Purple</td> </tr> <tr> <td>1.5以上</td> <td>Red</td> </tr> </tbody> </table>	通行量	色	0以上0.5未満	Blue	0.5以上0.9未満	Cyan	0.9以上1.0未満	Green	1.0以上1.1未満	Orange	1.1以上1.5未満	Purple	1.5以上	Red
通行量	色														
0以上0.5未満	Blue														
0.5以上0.9未満	Cyan														
0.9以上1.0未満	Green														
1.0以上1.1未満	Orange														
1.1以上1.5未満	Purple														
1.5以上	Red														

通行量のヒートマップ（例）



Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース

UI/UXの全体フロー

①歩行 ネットワーク作成

- 3D都市モデル（Project PLATEAU）東京都23区にBIMモデル、地下ネットワークデータを統合した3D都市モデルから作成した3D都市モデルをもとに、QGIS及びpythonを使用して歩行ネットワークを生成

②歩行 シミュレーション実行

- artisoc Cloud上の実行画面におけるコントロールパネル（シミュレーション開始・終了時刻やイベントの有無等を設定）でパラメータを設定しエージェント行動ログをCSV形式で出力

③シミュレーション 結果の2D変換

- エージェント行動ログを、人流可視化アセットに読み込むログデータ形式（CSV）に変換
- あわせて、通行量比に関するヒートマップ（JSON）や通行量比の推移等を表現したグラフ（PNG）を作成

④シミュレーション 結果の2D可視化

- 2D変換されたシミュレーション結果をQGISで表示

⑤シミュレーション 結果のインポート

- Unityにて、可視化機能を搭載した人流可視化アセットに、シミュレーション結果をインポートし、外部ツールに読み込み可能なアセットに変換

⑥シミュレーション 結果の3D可視化

- エリアマネジメントツール「CityCrafter」のUnityエディタ上で、シミュレーション結果を取り込んだアセットをインポート
- インポート後、Unityアプリケーションとしてビルドし、シミュレーション結果を3Dで確認

※①③は5.データ内で手順をそれぞれ記載したため本パートでは割愛した

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース

② 歩行シミュレーション実行

artisoc Cloudを用いた歩行シミュレーションはコントロールパネルで条件設定したのち、実行を押すことでシミュレーションが実行できる

シミュレーション実行フロー

シミュレーション
条件を設定

- コントロールパネルにて下記を設定する
 - シミュレーション開始時刻
 - シミュレーション終了時刻
 - 1ステップあたりの秒
(1ステップで何秒進むか)
 - 曜日種別 (平日/土日祝日)
 - イベント種別 (イベントあり/なし)
 - 広告種別 (広告あり/なし)

シミュレーションを実行

- 条件に従ってシミュレーションを実行する
- 結果として得られた、エージェントの行動ログをcsv形式で出力

artisoc Cloudのシミュレーション実行画面

artisoc Cloud

コントロールパネル

実行管理ボタン

結果ファイルの取得
(シミュレーション完了後
出力)

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース

④ シミュレーション結果の2D可視化

2D可視化ツールで出力したGeoJSONファイルを、QGISに読み込むことで、シミュレーション結果を確認する

シミュレーション結果の2D可視化フロー

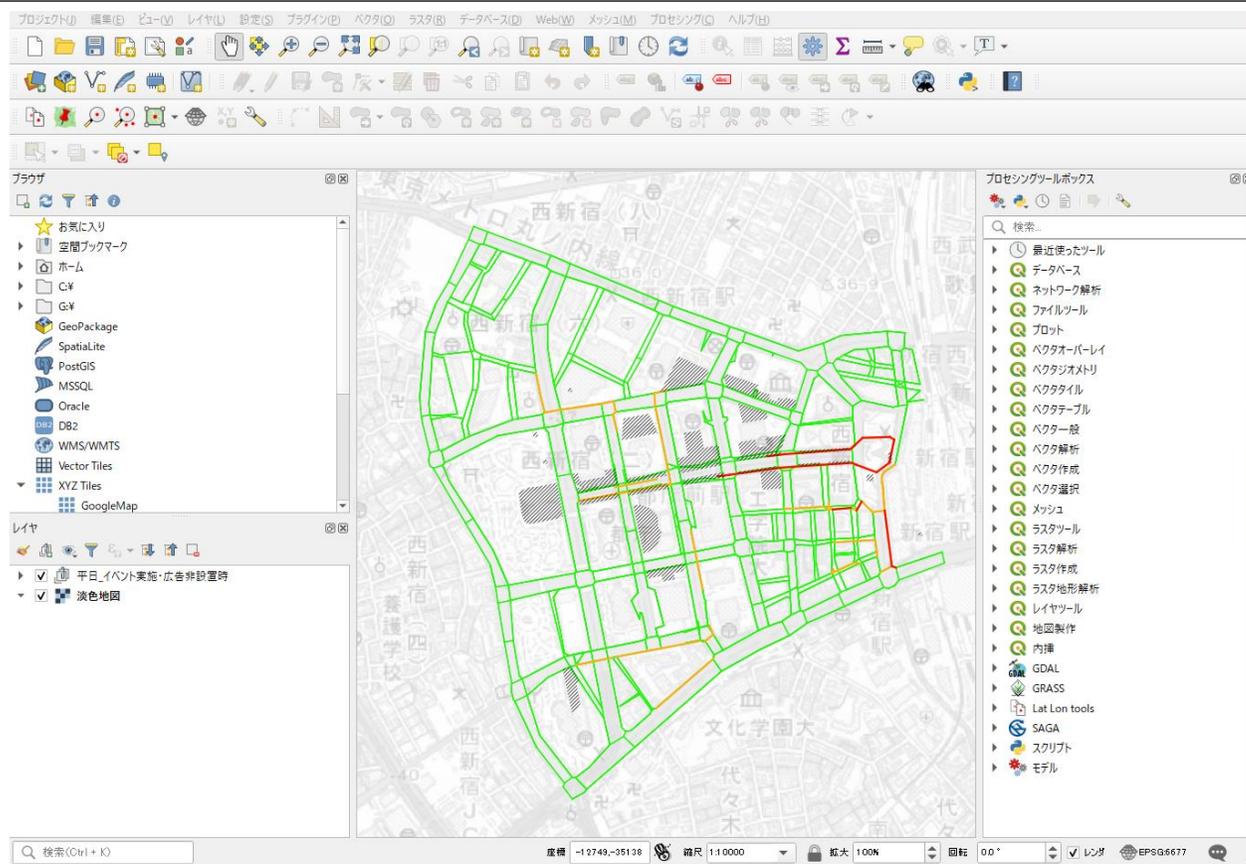
QGISによる2D可視化画面

ファイルを
QGISにインポート

- 2D可視化ツールで出力したGeoJSONファイルをQGISに読み込む

データの確認

- データ*1の確認に際しては、以下等が可能
 - 属性テーブルの閲覧による出力データの確認
 - シンポジ（地図上におけるその外観のこと）の変更による通行量の確認



*1：出力データについては、「Ⅲ.6. データ」の通り

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース

⑤ シミュレーション結果のインポート

3D可視化ツールで読み込み可能なアセットを作成するため、Unityにてシミュレーション結果を取り込み、アセット化する

データ読み込み、変換フロー

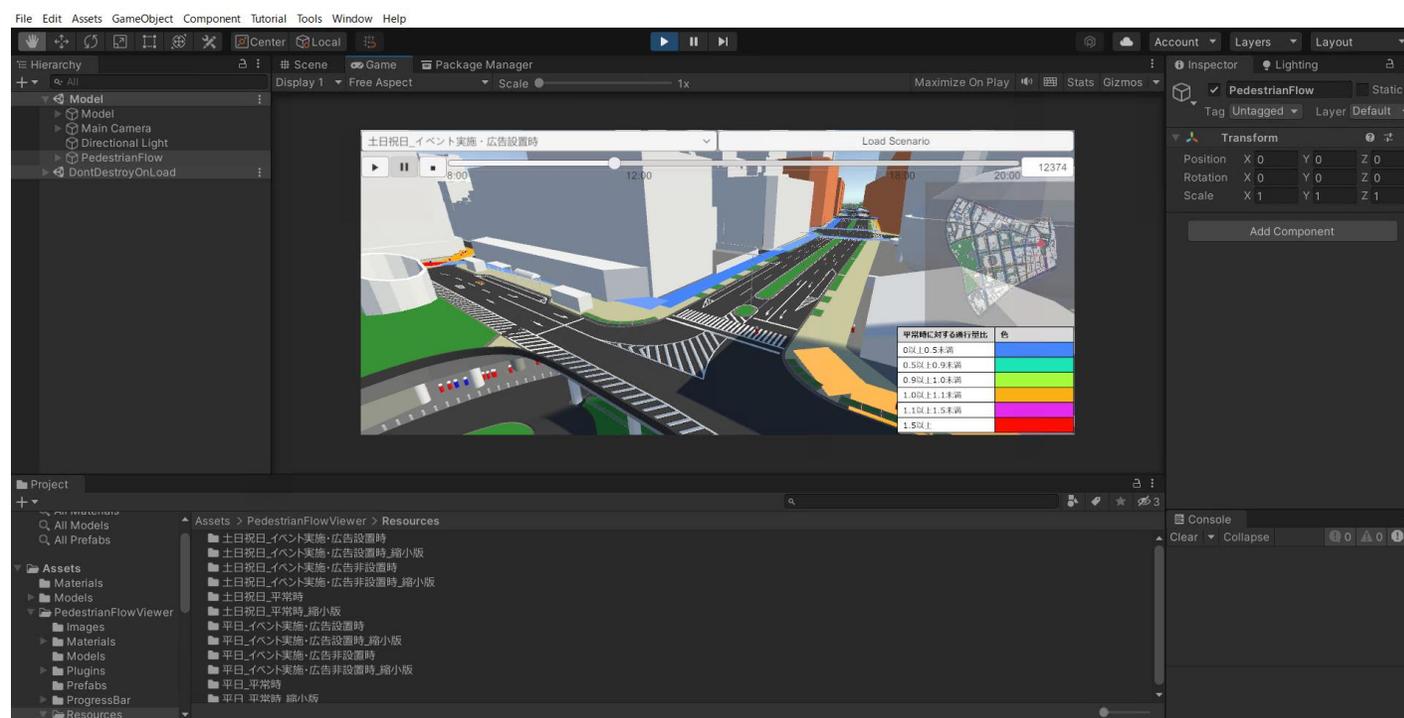
人流可視化アセットによる開発画面

データ格納

- 可視化に必要な機能を搭載したUnityアセットである「人流可視化アセット」をUnityプロジェクトにインポートする
- 行動ログ、ヒートマップやグラフ等の分析データを以下のフォルダに格納*1
 - PedestrianFlowViewer (アセット名) > Assets > PedestrianFlowViewer > Resources > (シナリオ名)

Unityパッケージ化 (Export Package)

- 他のUnityのプロジェクトでも使用できるように、Unitypackageと呼ばれるアセットを生成する
- Assets>Export Packageを実行することで、Unitypackageを生成し、3D可視化ツールに取り込むことが可能となる



*1 : 行動ログはagent_log_(シナリオ名).csvとして、可視化ヒートマップはagent_log_(シナリオ名)_変化率.json、グラフは(シナリオ名).pngとして格納

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース

⑥ シミュレーション結果の3D可視化 (1/3)

シミュレーション結果を取り込んだアセットをエリアマネジメントツール「CityCrafter」とともにUnity上に読み込みビルドすることでシミュレーション結果を3Dで確認可能

シミュレーション結果の3D可視化フロー

「CityCrafter」による3D可視化画面

人流可視化
アセットの読み込み

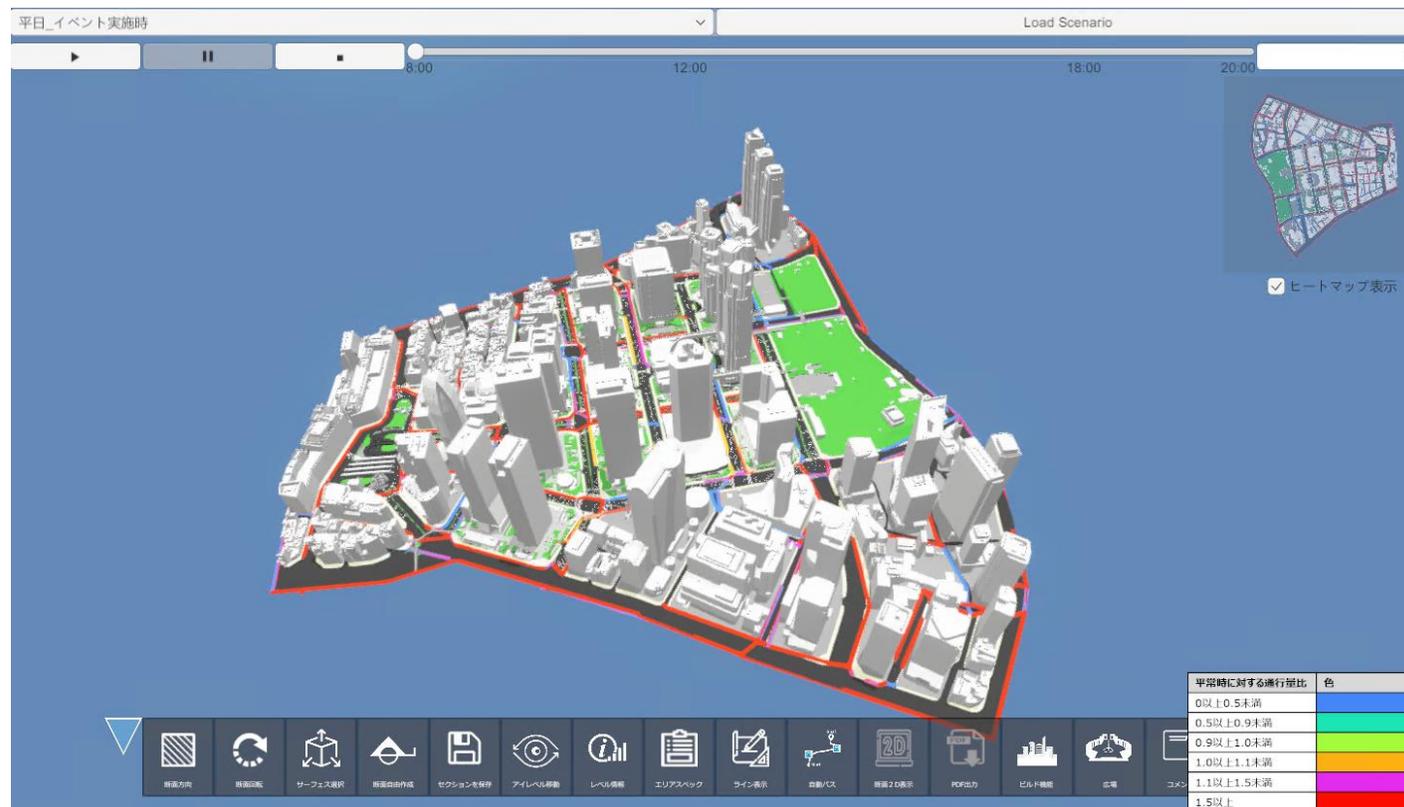
- 「CityCrafter」のUnityエディタ画面上で、シミュレーション結果（行動ログ、ヒートマップ、グラフ）を取り込んだアセットを読み込み

ビルド

- File>Build Settings>Buildで、シミュレーション結果を取り込んだ3D可視化ツールとして、Unityでビルドする

データの確認

- ビルドした3D可視化ツールの人流解析機能および「CityCrafter」の既存の機能を利用してシミュレーション結果データを確認する



Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース

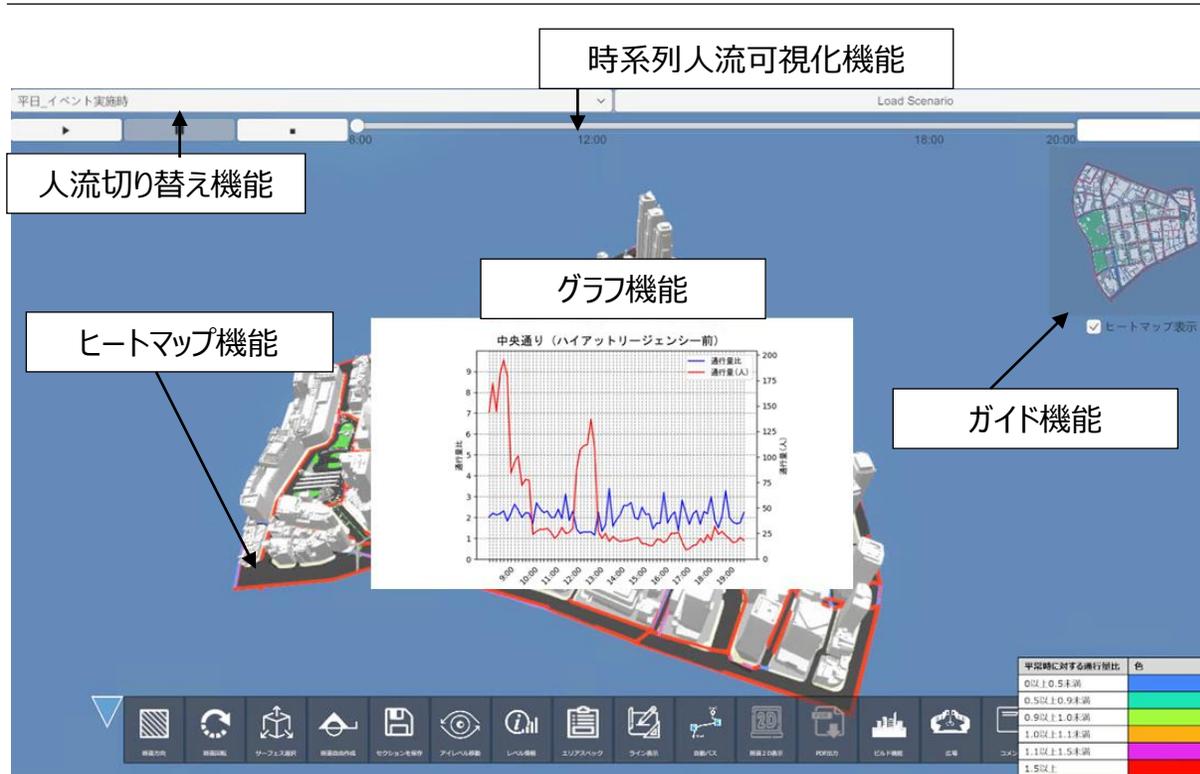
⑥ シミュレーション結果の3D可視化 (2/3)

3D可視化ツールに実装された「人流切り替え機能」「ガイド機能」「ヒートマップ機能」「時系列人流可視化機能」「グラフ機能」により、人流解析が可能

3D可視化ツールの人流解析機能

機能名	説明
人流切り替え機能	<ul style="list-style-type: none"> プルダウンでシナリオを選択する 「Load Scenario」を押すことで、選択したシナリオのデータが読み込まれる
ガイド機能	<ul style="list-style-type: none"> カメラ位置を右上マップ全体図から確認する
ヒートマップ機能	<ul style="list-style-type: none"> 右下凡例に応じて、平常時に対する各シナリオ時の通行量比が、各リンクの色として表示する 「ヒートマップ表示」のチェックボックスをクリックすることで、表示のon/offを切り替える
時系列人流可視化機能	<ul style="list-style-type: none"> 実行ボタンを押すことでシナリオが再生する 一時停止ボタンを押した状態で、スライダーを動かすと、任意の時点の人流を表示する スライダーの凡例として、8:00、12:00、18:00、20:00の時点を表示している
グラフ機能	<ul style="list-style-type: none"> 光るリンクをクリックすると通行量の絶対数と、平常時に対する通行量比を表示する

人流解析機能のユーザインタフェース



Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース

⑥ シミュレーション結果の3D可視化 (3/3)

人流解析機能以外にも断面作成機能、計測機能、各種法令・条例・ルールの可視化機能、ビルド機能が利用可能

「CityCrafter」の基本機能

機能名	説明
断面作成機能	<ul style="list-style-type: none"> X、Y、Z軸と任意の断面線を指定して断面モデルを作成する <ul style="list-style-type: none"> - 立体的な都市構造を把握するために搭載している
計測機能	<ul style="list-style-type: none"> 任意のポイント間のおよその距離を計測する
各種法令・条例・ルールの可視化機能	<ul style="list-style-type: none"> 当該エリアにかかる各種条例等の範囲を都市モデルに重ねて表示する
ビルド機能	<ul style="list-style-type: none"> あらかじめ用意されたモジュールを都市モデル上に配置する <ul style="list-style-type: none"> - まちづくり施策の展開場所やレイアウトの検討などに活用する

各機能の一例

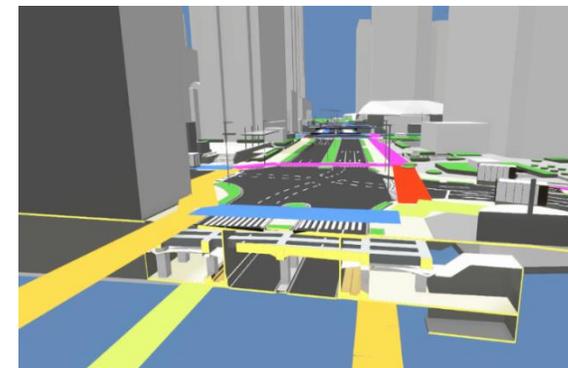


図 断面作成機能イメージ

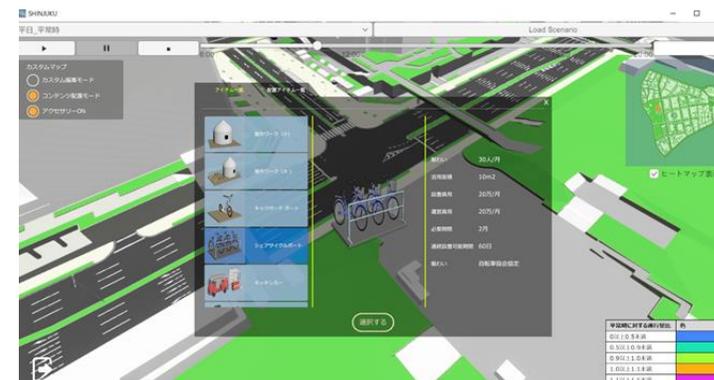


図 ビルド機能イメージ

Ⅲ. 実証システム > 8. システムテスト結果

システムテスト結果

試験項目	確認項目	確認内容詳細	結果
3D都市モデル構築	CityGML基準との整合	IFCデータから変換した3D都市モデルが、CityGML基準と照合しているか	合格
歩行シミュレーション	OD交通量の確認	各出発地から入力したエージェント数が出ているか	合格
		各目的地に入力したエージェント数が流入しているか	合格
	各種パラメータの確認	視野に対する感度のパラメータがモデル上の変化として現れているか	合格
		アトラクタに対する感度のパラメータがモデル上の変化として現れているか	合格
		階移動負荷のパラメータがモデル上の変化として現れているか	合格

I. 実証概要

II. 実証技術の概要

III. 実証システム

IV. 実証技術の検証

V. 成果と課題

IV. 実証技術の検証 検証フロー

検証用に用意した6つのシナリオを用いて、今回開発したシミュレーションアルゴリズムの精度検証を行った後、想定ターゲットとなる自治体・エリアマネジメント団体へヒアリングを行い実務上の有用性を検証する

検証フロー

検証シナリオ

1. シミュレーションの
精度検証

- 開発したシミュレーションアルゴリズムの精度を評価する
- 精度検証のシナリオとして、検証シナリオのうち、実際の人流データと比較可能な以下の4シナリオ*1を評価
 - 1) 平常時、平日
 - 2) 平常時、休日
 - 3) イベント実施・広告設置時、平日
 - 4) イベント実施・広告設置時、休日

2. 実証システムの
価値検証

- 開発したシミュレーター・可視化ツールを含むシステム全体の実務上の有用性を評価する
- 実務上利用が想定される6つのシナリオ全てについて、自治体・エリアマネジメント団体に説明・デモを行い、ヒアリング調査を実施する

シナリオ	平常時		イベント実施、 広告非設置		イベント実施、 広告設置	
	平日	休日	平日	休日	平日	休日
対象時間	8:00～20:00					
人数	平日約20万人、休日約10万人					
シナリオの 特徴	• アトラクタなし		• アトラクタ（イベント）あり		• アトラクタ（イベント）あり • アトラクタ感度パラメータの変更因子（広告）あり	
シナリオによる エージェントの行動への影響	• 各エージェントが認識するリンク長の合計が最短となる経路を移動する		• 平常時と原則のルールは共通 • ただし、イベントへの立ち寄り行動が発生		• 平常時と原則のルールは共通 • ただし、イベントへの立ち寄り行動、広告閲覧による移動経路の変化が発生	

*1：施策検証のシナリオにおいては、精度検証を行った4シナリオのほか、イベント実施時における広告効果の検証のため、「イベント実施、広告非設置時」のシナリオを設定。これを「イベント実施・広告設置時」のシナリオと比較することで広告効果を検証

IV. 実証技術の検証 > 1. シミュレーション精度の検証 > ① 検証内容 全体フロー・概要

シミュレーション精度の検証を、平常時シナリオとイベント時シナリオの2パターンで評価を行う

	実施内容	比較対象データ
① 精度検証 (平常時)	<ul style="list-style-type: none"> KLA*1から収集した実際の人流データを平常時の人流データとして、平常時シナリオのシミュレーション結果と比較し精度を評価 	<ul style="list-style-type: none"> KLA*1
② 精度検証 (イベント時)	<ul style="list-style-type: none"> 西新宿に設置されているスマートポールから収集した社会実験時の実際の人流データをイベント時の人流データとして、イベント・広告設置時シナリオのシミュレーション結果と比較し精度を評価 	<ul style="list-style-type: none"> スマートポールのカメラ観測データ

*1 : KLAについては「Ⅲ. 6. データ > ①活用データ > 西新宿におけるOD交通量」を参照のこと

IV. 実証技術の検証 > 1. シミュレーション精度の検証 > ① 検証内容

検証方法：平常時シナリオ

歩行シミュレーション結果と平常時（平日・休日）の実データについて突合を実施する

評価概要

評価の具体イメージ

評価基準	主要リンクの60%以上（108本以上）*1がシミュレーションデータと実データで一致
評価手法	<ul style="list-style-type: none"> ● KLA取得データ*2とシミュレーション結果を比較する ● 平常時の一致率を下記式で算出する <ul style="list-style-type: none"> - シミュレーション結果とKLA結果でヒートマップが一致したリンクの本数 / KLAのリンク本数 ● 平常時の一致率の評価基準（60%）と照合する



突合を行い一致率を算出



*1：評価基準は、過去構造計画研究所が携わったシミュレーション業務における妥当性の検証で用いた精度や、学識経験者からの助言をもとに設定

*2：KLAのデータは現時点で混雑度のグラデーションに係る凡例が示されていないため、KLA提供者へのヒアリングのほか、KLAのデータを確認のうえ、シミュレーションデータの凡例を設定し比較検証

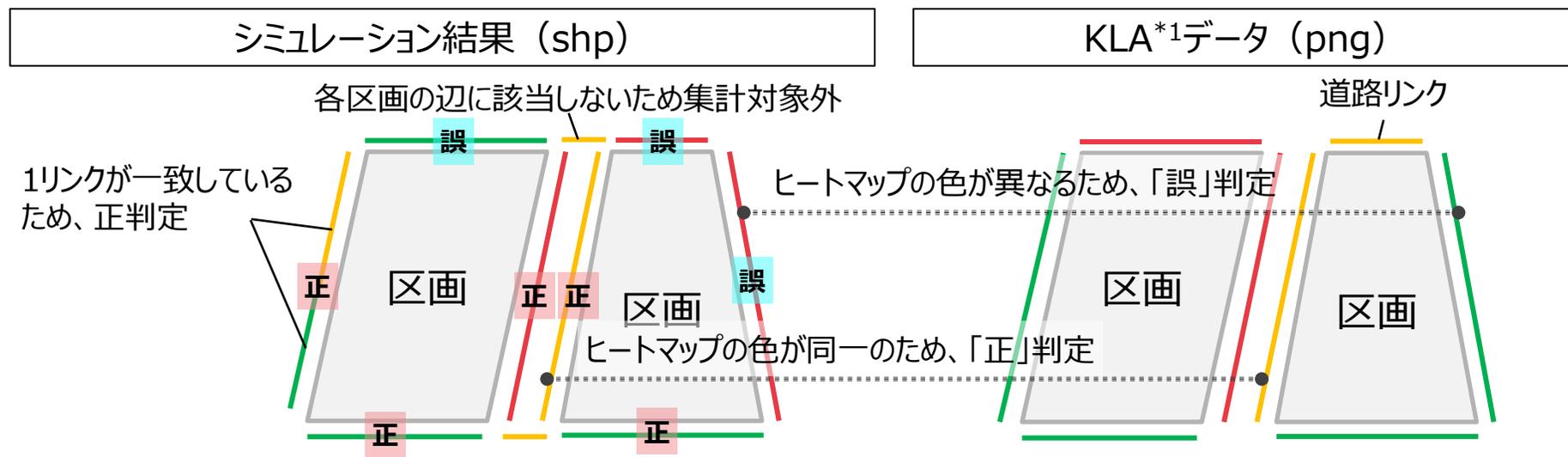
*3：KLAについては「Ⅲ. 6. データ > ①活用データ > 西新宿におけるOD交通量」を参照のこと

IV. 実証技術の検証 > 1. シミュレーション精度の検証 > ① 検証内容

検証方法：平常シナリオ > リンク数の突合方法

KLA*データを基準に、リンク数とデータ粒度を設定しシミュレーション結果の評価を行う

突合手法の 具体実施イメージ



確認ルール

- KLA*1のリンク数を比較対象とした精度検証を実施する
- KLA*1のデータの粒度を踏まえ、人流の比較は以下の3分類としたヒートマップで行う
 - 緑： 0人～ 7,000人
 - 黄： 7,001人～20,000人
 - 赤： 20,000人～
- KLA*1のリンク数は、各区画の辺の数とする（上図の場合は8本となる）
- シミュレーション結果のリンクがKLAデータよりも細かい場合、1リンク以上でもKLA*1のヒートマップに一致していれば正と判定
 - 上記例示では、正判定リンク5本、誤判定リンク3本となり、平常時一致率は5/8=62.5%

*1：KLAについては「Ⅲ. 6. データ > ①活用データ > 西新宿におけるOD交通量」を参照のこと。

IV. 実証技術の検証 > 1. シミュレーション精度の検証 > ① 検証内容

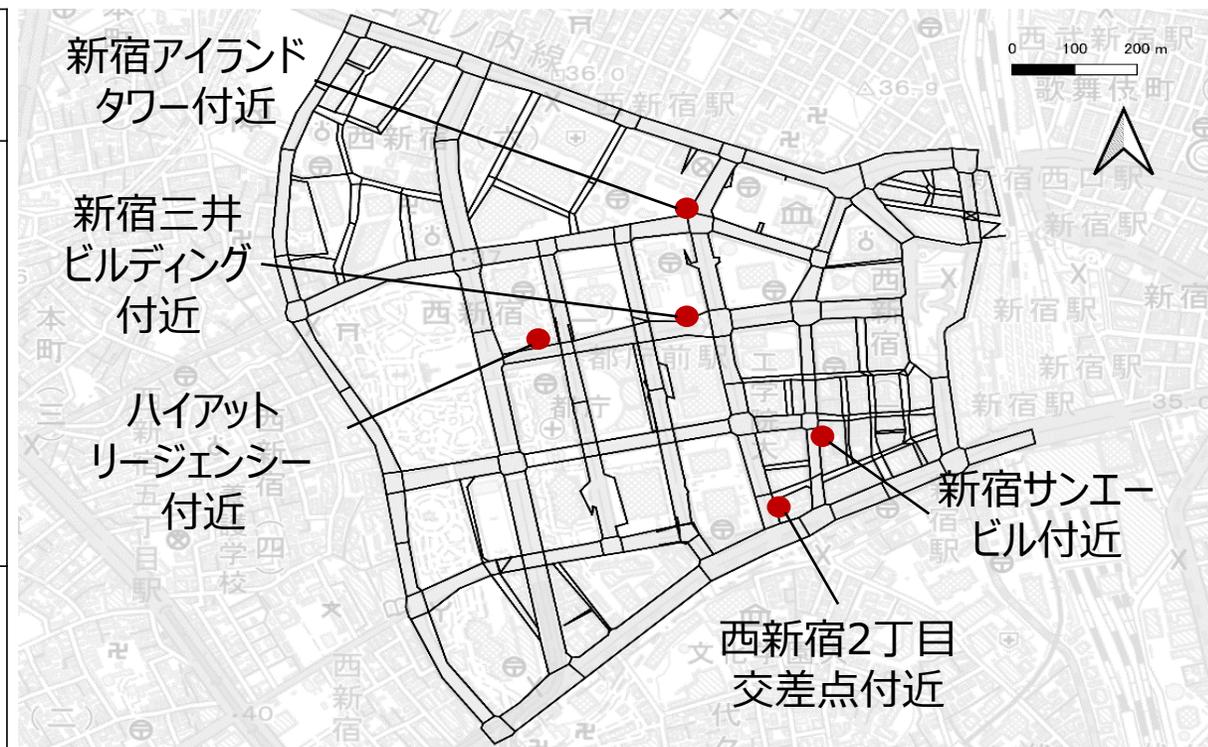
検証方法：イベント実施・広告設置時シナリオ

イベント実施・広告設置時（平日/休日）シナリオのシミュレーション結果をスマートポールの観測データ*1と比較検証を行った

評価概要

評価基準	各観測ポイントでの観測データとシミュレーションデータの一致率の平均が60%以上*2
評価手法	<ul style="list-style-type: none"> 5か所の観測ポイントにおける通行人数のデータとシミュレーションの通行人数の比較を行う 観測データとシミュレーションデータについて、イベント時の一致率を算出する (算定式) イベント一致率 = $100\% - (\text{観測データの通行人数} - \text{シミュレーションの通行人数}) / \text{観測データの通行人数}$
スマートポールデータ集計対象日	<ul style="list-style-type: none"> 晴天で想定されたイベントが多く実施されていることを条件に日程を設定 平日：2022/11/25（金） 休日：2022/11/27（日）

実データ（スマートポール）



*1 実際に実施された社会実験イベント（2022年11月）の概要は「参考 2022年11月に実施された社会実験イベントの概要」を参照のこと。

*2 評価基準は、過去構造計画研究所が携ったシミュレーション業務における妥当性の検証で用いた精度や、学識経験者からの助言をもとに設定



IV. 実証技術の検証 > 1. シミュレーション精度の検証 > ② 検証結果 精度検証の結果サマリ

シミュレーション精度はいずれのシナリオにおいても「60%以上」という評価基準をクリアすることができる一方で、リンク単位では改善の余地あり

区分	平常時 歩行シミュレーション結果 (参考：最短経路シミュレーション結果比)	イベント時 歩行シミュレーション結果	示唆
平日	77.8% (+2.8pt)	88%	<ul style="list-style-type: none">• いずれのシナリオにおいても精度は「60%以上」という評価基準をクリアすることができる• 一方で、細かく結果を見ると大きく結果の異なるリンクも存在するため、ミクロ視点での有用性を高めるには一定の改善が必要である
休日	89.4% (+1.1pt)	79%	

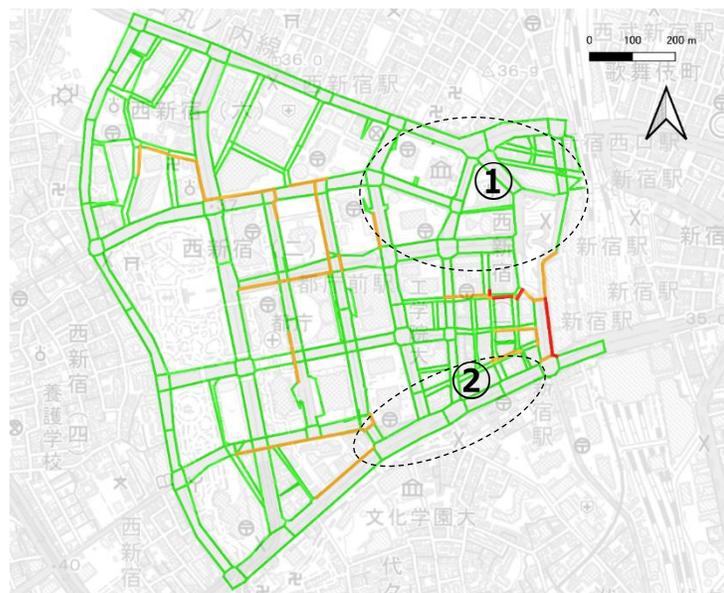
IV. 実証技術の検証 > 1. シミュレーション精度の検証 > ② 検証結果 平常時・平日シナリオ

平日の平常時一致率は77.8%であり、評価基準（60%）より良い

シミュレーション結果とKLA*結果の比較

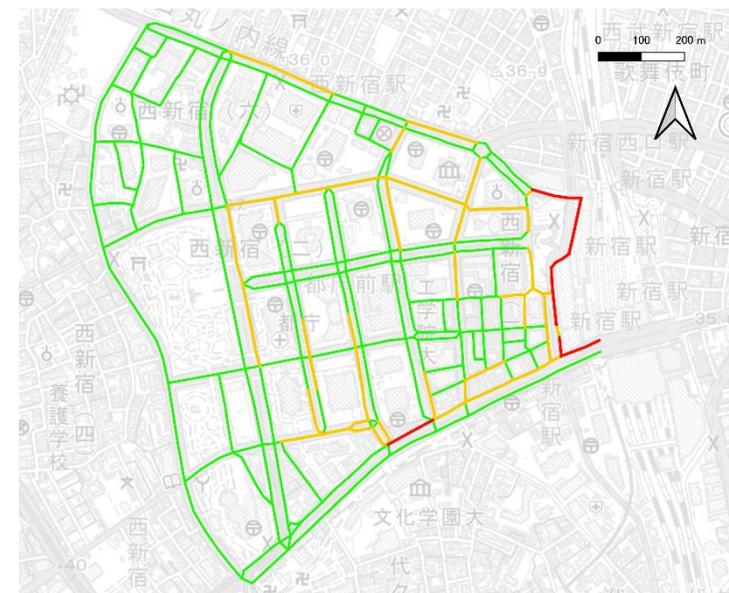
リンク	シミュレーション結果	KLA結果 (基準)	一致したリンク数	一致率
赤	4	7	4	57.1%
橙	18	45	13	28.9%
緑	158	128	123	96.9%
計	180		140	77.8%

画像での比較



シミュレーション結果（平日）

シミュレーション結果と実データの通行量の乖離が大きい箇所
 実データより少ない：①青梅街道沿い、②甲州街道沿い
 実データより多い：なし



実データ（KLA*1結果（平日））

* KLAについては「Ⅲ. 6. データ > ①活用データ > 西新宿におけるOD交通量」を参照のこと

IV. 実証技術の検証 > 1. シミュレーション精度の検証 > ② 検証結果

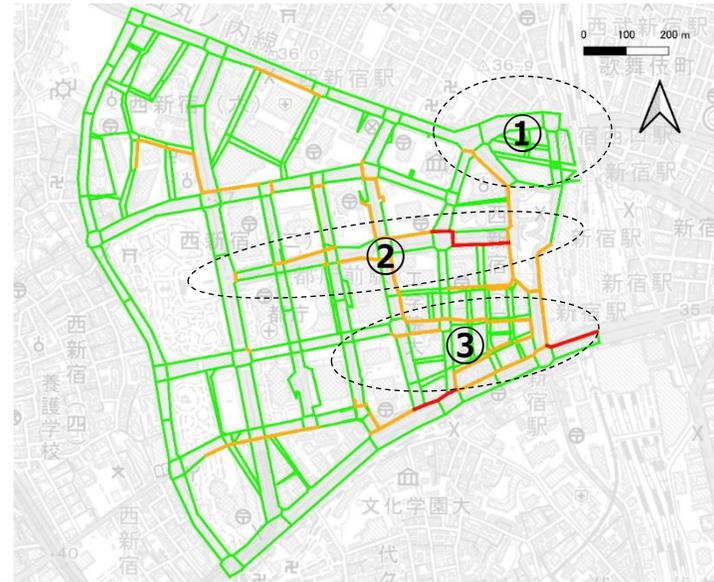
参考：最短経路シミュレーション（平日）

本ユースケースのシミュレーションアルゴリズムがシミュレーション精度向上に寄与していることを確認するため、参考として、最短経路シミュレーション*1を実施したところ、平常時一致率は75.0%であり、評価基準（60%）より良い

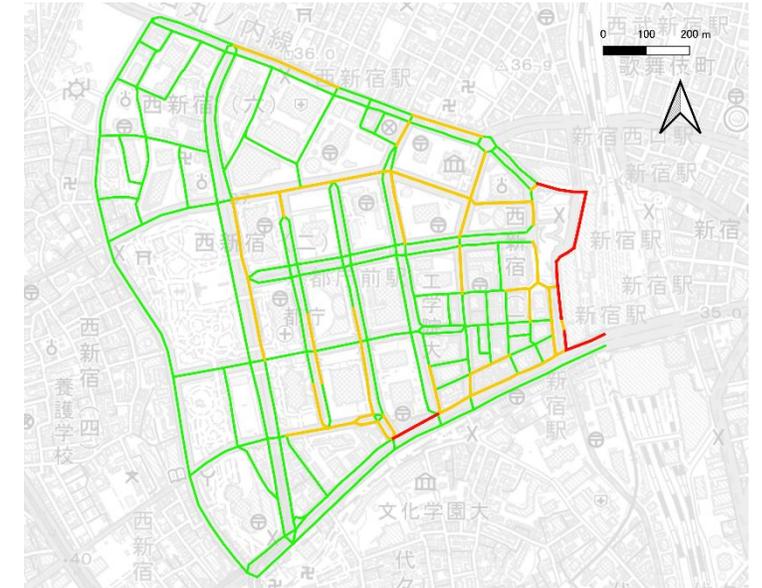
シミュレーション結果とKLA*2結果の比較

リンク	シミュレーション結果	KLA結果 (基準)	一致したリンク数	一致率
赤	4	7	1	14.3%
橙	40	45	23	51.1%
緑	136	128	111	86.7%
計	180		135	75.0%

画像での比較



シミュレーション結果（平日）



実データ（KLA*1結果（平日））

シミュレーション結果と実データの通行量の乖離が大きい箇所
 実データより少ない：①青梅街道沿い
 実データより多い：②中央通り沿い、③ふれあい通り沿い

*1 「最短経路シミュレーション」とは、物理的な経路長が最も短くなる経路を移動する歩行者の行動シミュレーションを指す。なお、最短経路の導出にあたっては、最短経路探索に広く使用されるダイクストラ法を用いた。

*2 KLAについては「Ⅲ. 6. データ > ①活用データ > 西新宿におけるOD交通量」を参照のこと

IV. 実証技術の検証 > 1. シミュレーション精度の検証 > ② 検証結果 平常時・休日シナリオ

休日の平常時一致率は89.4%であり、評価基準（60%）より良い

シミュレーション結果とKLA*結果の比較

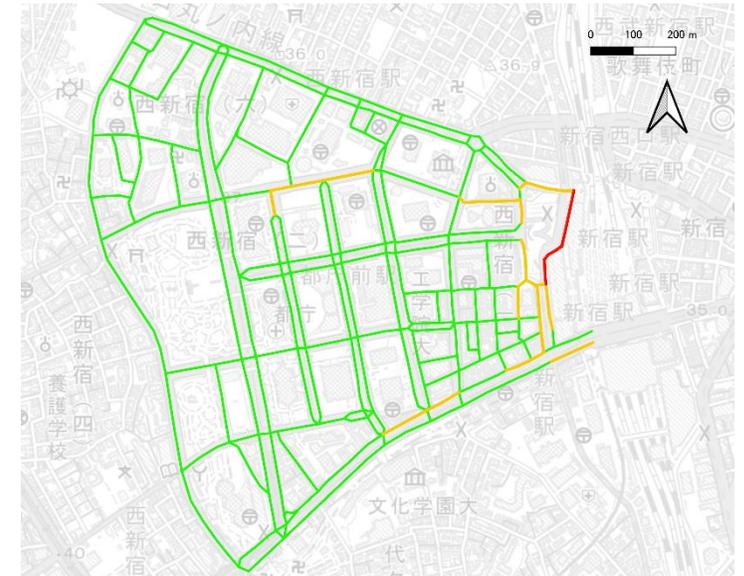
リンク	シミュレーション結果	KLA結果 (基準)	一致したリンク数	一致率
赤	1	4	1	25.0%
橙	8	15	2	13.3%
緑	171	161	158	98.1%
計	180		161	89.4%

画像での比較



シミュレーション結果（休日）

シミュレーション結果と実データの通行量の乖離が大きい箇所
 実データより少ない：①新宿西口駅付近
 実データより多い：なし



実データ（KLA*1結果（休日））

* KLAについては「Ⅲ. 6. データ > ①活用データ > 西新宿におけるOD交通量」を参照のこと。

IV. 実証技術の検証 > 1. シミュレーション精度の検証 > ② 検証結果

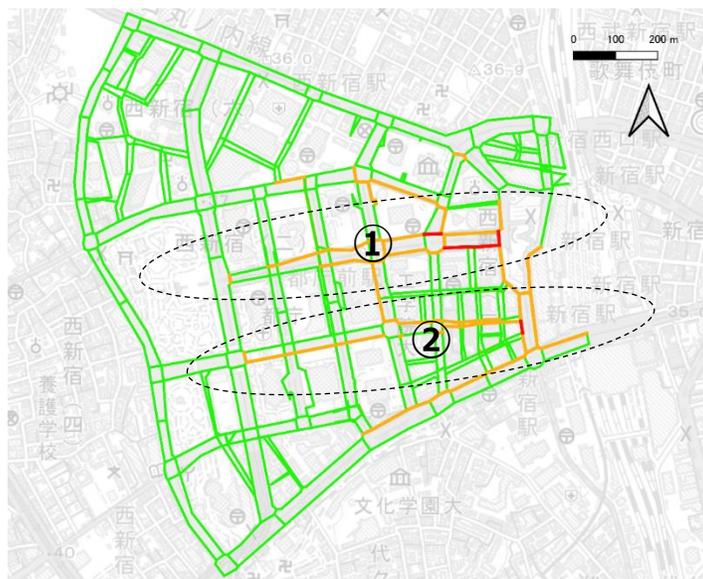
参考：最短経路シミュレーション（休日）

本ユースケースのシミュレーションアルゴリズムがシミュレーション精度向上に寄与していることを確認するため、参考として、最短経路シミュレーション*1を実施したところ、平常時一致率は88.3%であり、評価基準（60%）より良い

シミュレーション結果とKLA*1結果の比較

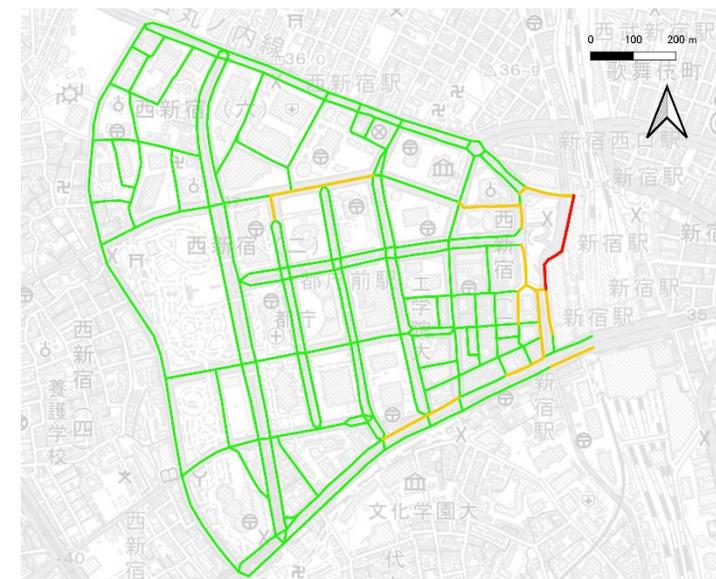
リンク	シミュレーション結果	KLA結果 (基準)	一致したリンク数	一致率
赤	4	4	0	0.0%
橙	22	15	10	66.7%
緑	154	161	149	92.5%
計	180		159	88.3%

画像での比較



シミュレーション結果（休日）

シミュレーション結果と実データの通行量の乖離が大きい箇所
 実データより少ない：なし
 実データより多い：①中央通り沿い、②ふれあい通り沿い



実データ（KLA*1結果（休日））

*1 「最短経路シミュレーション」とは、物理的な経路長が最も短くなる経路を移動する歩行者の行動シミュレーションを指す。なお、最短経路の導出にあたっては、最短経路探索に広く使用されるダイクストラ法を用いた。

*2 KLAについては「Ⅲ.6. データ 西新宿におけるOD交通量」を参照のこと。

IV. 実証技術の検証 > 1. シミュレーション精度の検証 > ② 検証結果 イベント実施・広告設置時シナリオ

イベント一致率の5か所平均は平日が88%、休日が79%となり、評価基準（60%）より良い

イベント一致率（平日）

イベント一致率（休日）

	イベント一致率（平日）			イベント一致率（休日）		
	シミュレーションの 通行人数 (1日)	スマートポール 集計データ (1日)	イベント一致率	シミュレーションの 通行人数 (1日)	スマートポール 集計データ (1日)	イベント一致率
新宿三井ビルディング付近	11,094人	12,149人	91%	4,222人	6,167人	68%
ハイアットリージェンシー東京付近	4,519人	4,986人	91%	3,580人	3,831人	93%
西新宿2丁目交差点付近	4,408人	4,447人	99%	2,056人	2,690人	76%
新宿サンエービル付近	7,772人	7,554人	97%	4,578人	5,145人	89%
新宿アイランドタワー付近	5,410人	8,741人	62%	3,365人	4,742人	71%
平均	-	-	88%	-	-	79%

IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ① 検証内容 実施概要

実証システムの価値検証として、本ユースケースで整備・拡張した3D可視化ツールの活用可能性を明らかにするためにヒアリングを実施

	①東京都ヒアリング	②エリアマネジメント団体ヒアリング	③東京都ヒアリング
目的	<ul style="list-style-type: none"> ヒアリングを通じたシミュレーションの活用可能性の検証 		
実施期間	2022年11月11日（金）	2023年1月24日（火）	2023年1月30日（月）
実施場所	東京都庁	新宿住友ビル内会議室	新宿三井ビル内会議室
主な参加者	<ul style="list-style-type: none"> 東京都 都市整備局 都市づくり政策部（1名） 株式会社構造計画研究所（4名） 大成建設株式会社（2名） 	<ul style="list-style-type: none"> 新宿副都心エリア環境改善委員会（4名） 株式会社構造計画研究所（4名） 	<ul style="list-style-type: none"> 東京都 都市整備局 都市づくり政策部（1名） 国土交通省 都市局（3名） 株式会社構造計画研究所（4名） 大成建設株式会社（2名） アクセンチュア株式会社（1名）
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> イベント実施時を想定したシミュレーション結果の説明 3D可視化ツール説明、体験 シミュレーション結果、3D可視化ツールに関するヒアリング、意見交換 		

IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ① 検証内容 参考：② エリアマネジメント団体ヒアリングの様子

実証システムの価値検証として、本ユースケースで整備・拡張した3D可視化ツールの活用可能性を明らかにするためにヒアリングを実施

実施時の様子（2023年1月24日エリアマネジメント団体ヒアリング）



IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ① 検証内容 参考：③ 東京都ヒアリングの様子

実証システムの価値検証として、本ユースケースで整備・拡張した3D可視化ツールの活用可能性を明らかにするためにヒアリングを実施

実施時の様子（2023年1月30日東京都ヒアリング）





IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ②検証結果 ヒアリングを通じた検証結果 (1/2)

実証システムの価値として概ねポジティブな検証結果が得られたが、3D都市モデル上での歩行行動の表現の精緻さにや操作性には改善の余地がある

	KPI評価方法	達成度・結果	成果	課題
①シミュレーション結果の妥当性	<ul style="list-style-type: none">シミュレーション精度、面的な人流の広がりについて、妥当と考えられるか否か	<ul style="list-style-type: none">実証実験の目的に対して「<u>現状のシミュレーション精度は十分である</u>」との評価をいただいた	<ul style="list-style-type: none">「<u>スマートポールの今後の活用にも繋がる</u>」との意見をいただいた	-
②ユースケースで得られる新たな知見	<ul style="list-style-type: none">従前の検討と比較して、新たな分析観点が得られているか否か	<ul style="list-style-type: none">分析観点として、「都市の回遊性」について、「<u>人が行動するにあたっての心理的な要素を考慮することで回遊性の評価がし易くなる</u>」との評価をいただいた	<ul style="list-style-type: none">「<u>飲食店にキッチンカー等の出店許可をもらう際に説明し易くなる</u>」との評価をいただいた「<u>西新宿を俯瞰したときのイベント近隣だけでなく、その周辺の人流の変化を確認できる</u>」との評価をいただいた	-

IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ②検証結果 ヒアリングを通じた検証結果 (2/2)

実証システムの価値として概ねポジティブな検証結果が得られたが、3D都市モデル上での歩行行動の表現の精緻さにや操作性には改善の余地がある

	KPI評価方法	達成度・結果	成果	課題
③人流のイメージのしやすさ	<ul style="list-style-type: none"> 従前のイベント検討と比較して、より明確な人流のイメージが形成されるか否か 	<ul style="list-style-type: none"> イメージのしやすさの観点では達成された 他方、表現の精緻さ、操作性に課題が見られた 	<ul style="list-style-type: none"> 「<u>ヒートマップによるマクロ的な把握から、グラフや人の動き等によるミクロ的な確認に繋げることができる</u>」との評価をいただいた 「<u>2次元よりも3次元の方がイメージがし易い</u>」との評価をいただいた 	<ul style="list-style-type: none"> 3D都市モデル上での歩行行動の表現の精緻さに改善の余地がある 操作性に改善の余地がある
④今後の活用性	<ul style="list-style-type: none"> 今後の活用性が見込まれるか否か 	<ul style="list-style-type: none"> 複数の分野における今後の活用性に関する評価をいただいた 	(分野例) <ul style="list-style-type: none"> マイクロモビリティ導入による交通流の変化 災害時の混雑箇所の把握 車道を歩行者空間とした場合の車両交通への影響 建替え等による景観変化 	-

I. 実証概要

II. 実証技術の概要

III. 実証システム

IV. 実証技術の検証

V. 成果と課題

V. 成果と課題 > 1. 今年度の実証で得られた成果

① 3D都市モデルによる技術面での優位性

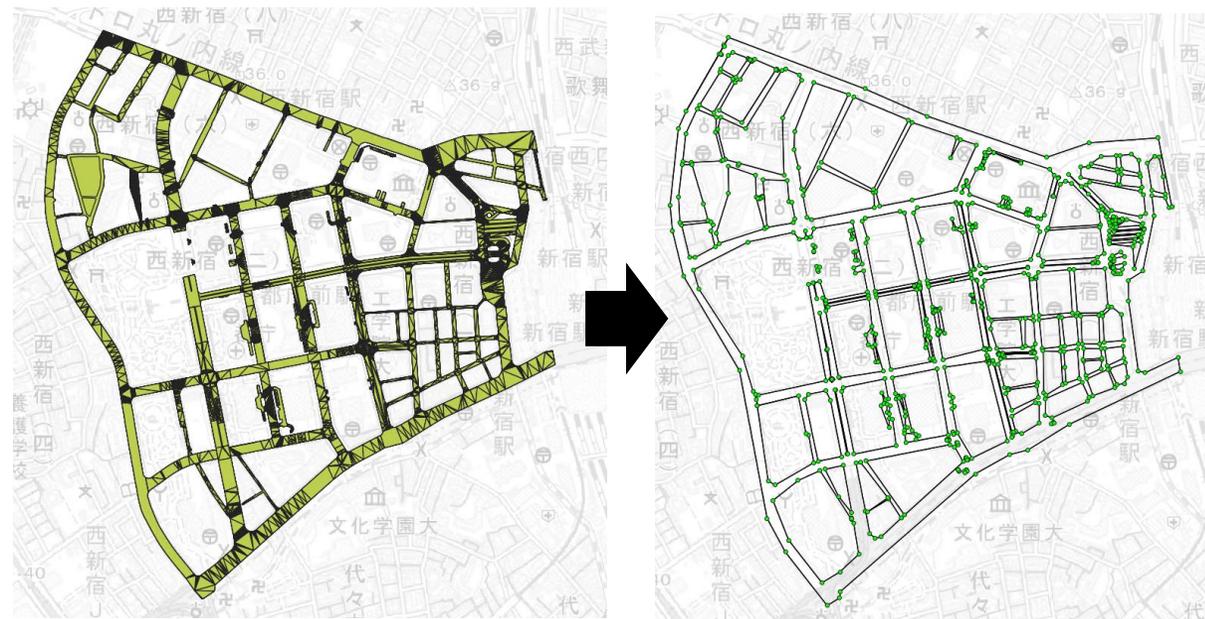
項目	想定される技術面での優位性
歩行シミュレーションデータとしての活用性	<ul style="list-style-type: none">これまで、歩行シミュレーションに必要なネットワークデータの生成については手作業での生成が行われることが多かったが、3D都市モデルを利用することでこれを簡便に行うことができる

V. 成果と課題 > 1. 今年度の実証で得られた成果 歩行シミュレーションデータとしての活用性

成果概要

取り組み	3D都市モデルデータをもとに、QGISやPythonを用いて、歩行ネットワークを半自動的に生成した
成果	<ul style="list-style-type: none"> 国土交通省が整備する「歩行空間ネットワークデータ整備ツール」*やOpenStreetMapを参考にするなど、手作業での生成が中心のため、従来はコストの大きさが課題だったが半自動的に生成する仕組みを検討できた <ul style="list-style-type: none"> 3D都市モデルの道路LOD2を利用することで、手動補完が必要な横断歩道、階移動に係るリンク、歩車共存道路、歩車道信号以外の歩行ネットワークの自動生成ができた ネットワークをインプットとしたシミュレーション結果においても、一定の精度を担保することができた
展望	<ul style="list-style-type: none"> 一部手動で修正すべき箇所が残るため、これらを補完できるシステムや機能、ロジックがあるかを引き続き調査する 歩行ネットワーク生成の自動化に向けた検討を進め、ネットワーク生成の簡便化に努める

3D都市モデルデータから変換した歩行ネットワーク



CityGMLポリゴン
(黄緑色)

リンク (黒線)
ノード (緑丸)

* 国土交通省「総合的な交通体系を目指して」(https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/sogoseisaku_soukou_mn_000008.html)

V. 成果と課題 > 1. 今年度の実証で得られた成果

② 3D都市モデルによるビジネス面での優位性

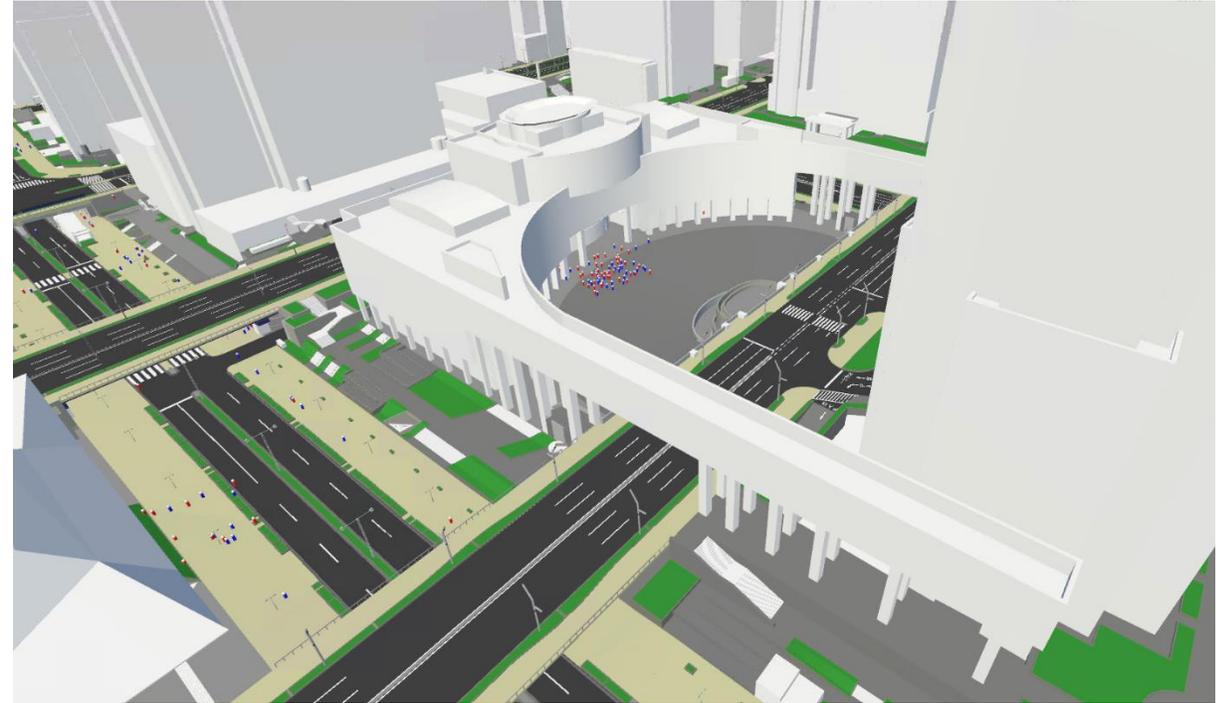
項目	想定されるビジネス面での優位性
3D都市モデルによる 人流と都市の重畳・可視化	<ul style="list-style-type: none"> • エリアマネジメントの取り組みにおいて、3D都市モデルを活用することでイベント時の人流の変化を3次元的にとらえることができ、2次元よりもイメージがしやすいことが、ユーザーヒアリングから得られた • 今後、都市計画等の分野において、3D都市モデルを用いることで施策の効果や人流の様子をより明確に伝えることができると考えられる
複数の視点からの評価	<ul style="list-style-type: none"> • ヒートマップによって都市全体の回遊性をマクロ的・俯瞰的に見たうえで、グラフや人の動き等によってミクロ的・詳細な分析を行うといった複数の視点からの分析が新たに可能となると考えられる

V. 成果と課題 > 1. 今年度の実証で得られた成果 3D都市モデルによる人流と都市の重畳・可視化

成果概要

取り組み	人流シミュレーションの結果を3D都市モデルと組み合わせて表現し、施策効果イメージの醸成を図った
成果	<ul style="list-style-type: none">● 人流と3D都市モデルを組み合わせることによる施策効果イメージ醸成に繋がっている意見を得られた<ul style="list-style-type: none">- 人が動いて見えることは良い表現である- 2次元よりも3次元の方がイメージがしやすい● 人流と3D都市モデルを組み合わせることによる効果として、2次元よりもイメージがしやすいことを確認できた
展望	<ul style="list-style-type: none">● 人の表現の精緻さについては課題が残る● 表現を精緻にしていくことで、イベント効果の施策検討だけでなく、都市計画の様々な場面で施策検討、評価に寄与ことができると考えられる<ul style="list-style-type: none">- 例：非常時など防災に係る人流の表現など

シミュレーションモデル実行中の画面

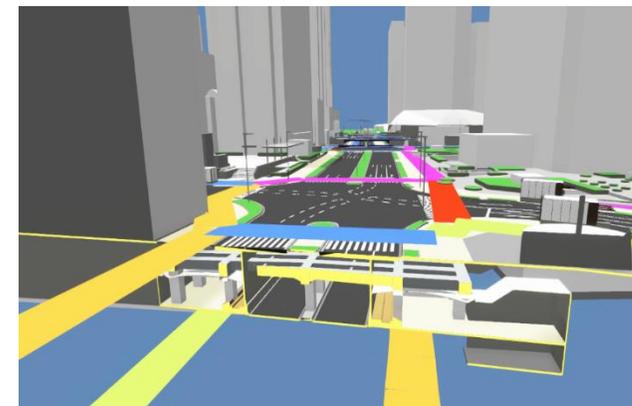


V. 成果と課題 > 1. 今年度の実証で得られた成果 複数の視点からの評価

成果概要

取り組み	<ul style="list-style-type: none">ヒートマップ等を用いたマクロな視点での分析から、各時刻に基づく人流の時系列的な変化を表すグラフ、人の動きの様子といったミクロな視点での分析が可能となるツールを構築した
成果	<ul style="list-style-type: none">「ヒートマップによるマクロ的な把握から、グラフや人の動き等によるミクロ的な確認に繋げることができる」との意見を得られたヒートマップと人流を重ね合わせることにより、より賑わいのイメージを醸成し、分析を容易にすることを確認できた
展望	<ul style="list-style-type: none">イベントへの立ち寄りや施設へのアクセス等、さらに細かい人流の表現をすることで、人流の変化の理解を促進することができると思われる

シミュレーションモデル実行中の画面



V. 成果と課題 > 2. 今後の取り組みに向けた課題 活用にあたっての課題

項目	活用にあたっての課題
3D都市モデルによるネットワークの自動生成	<ul style="list-style-type: none"> 3D都市モデルから歩行シミュレーションに用いるネットワークを生成する際に、横断歩道の生成など、手作業による補完が必要な箇所が残っている。これらの手作業を可能な限り自動化し、シミュレーションに必要な入力データの生成をより簡易に実施できるよう、手作業箇所に関する補完ロジックを検討する必要がある 3D都市モデルのバージョンアップにより、歩道データが整備されることにより、歩行シミュレーションに係る入力データの生成が簡易になることが期待される
シミュレーション精度	<ul style="list-style-type: none"> ヒアリングではシミュレーション精度として問題ないとの評価をいただいているが、細かいリンク単位では実際の人流データとの違いもあるため、シミュレーション精度のさらなる向上が望ましい 他地域に展開する場合においては、対象地区の特性に応じた歩行アルゴリズムを検討することが求められる
シミュレーション結果の可視化	<ul style="list-style-type: none"> シミュレーション結果を3D都市モデル上で可視化するにあたり、一部高さ方向の表現の精緻さに課題が見られた 可視化の方法、シミュレーション結果のインポート方法についてより精緻に表現が可能となるようにロジックを検討する必要がある
ツールの操作性	<ul style="list-style-type: none"> 3D可視化ツールの操作にあたっては、ツール上での動作が重い、操作方法がわかりにくいといった課題が見られた Unity上でのレンダリング方法の検討、マウス操作の変更といった対応を検討する必要がある

V. 成果と課題 > 2. 今後の取り組みに向けた課題

3D都市モデルによるネットワークの自動生成

3D都市モデルの活用方法	歩行ネットワークとして整備するにあたり、QGISやPythonを使用して、3D都市モデルから半自動的に歩行ネットワークを生成する仕組みを検討
課題	<ul style="list-style-type: none"> • 3D都市モデルの道路LOD2を歩行ネットワークの自動生成に利用したものの、道路を横断するリンク（横断歩道・歩道橋）や歩道のみリンク（階段、エスカレータ、等）、歩車共存道路については手動での補完が必要 • また、道路LOD2の枠線データを利用することからシミュレーション上は問題ないものの、3D可視化においては道路と歩道の境目や車道上を歩行するなど不自然な通行が発生したため、可視化に向けては全体のノードの位置調整が必要
今後の方針	<ul style="list-style-type: none"> • 3D都市モデルにおける道路LOD1から歩行可能な平面（Walkable Surface）を抽出するロジックについて、より良い手法があるか引き続き検討を進める • 例えば、PLATEAUにより整備される3D都市モデルデータに、「歩道」データが付与されれば、歩行ネットワークや歩行可能平面を整備することが容易になる <ul style="list-style-type: none"> - 3D都市モデルを用いた歩行者のシミュレーションがより構築しやすくなり、裾野が広がることが期待される

V. 成果と課題 > 2. 今後の取り組みに向けた課題

シミュレーション精度

シミュレーション精度	<ul style="list-style-type: none">● 評価基準に設定した「シミュレーション精度が60%以上」をクリアすることができた<ul style="list-style-type: none">- 平常時（平日）：77.8%- 平常時（休日）：89.4%- イベント実施時（平日）：約88%- イベント実施時（休日）：約79%
課題	<ul style="list-style-type: none">● 全体としては評価基準をクリアしたものの、マイクロ視点ではKLA^{*1}やスマートポールデータに基づく実際の人流とは依然として違いがあり、イベントの波及効果でにぎわう通り・エリアをより精緻にみるためには精度の向上が必要である
今後の方針	<ul style="list-style-type: none">● さらなるシミュレーション精度の向上に向けて、実際の人流のデータの検討・分析や、3D都市モデルに記載されている都市計画基礎調査^{*2}の活用を通じた地域特性の理解及び歩行アルゴリズムの検討に努める

*1 KLAについては「Ⅲ. 6. データ > ①活用データ > 西新宿におけるOD交通量」を参照のこと。

*2 都市計画法に基づき、建物利用や土地利用の現況等を把握するために定期的に行われる調査。

(<https://www.mlit.go.jp/plateau/learning/tpc01-1/>)

V. 成果と課題 > 2. 今後の取り組みに向けた課題 シミュレーション結果の可視化

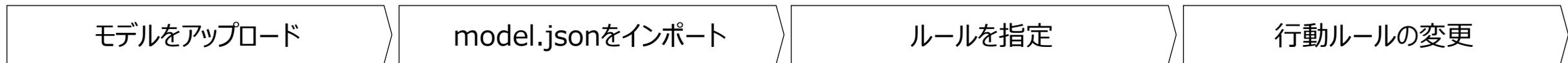
可視化の手法	artisoc Cloudで実行したシミュレーション結果をUnityで読み込み、3D都市モデルと重ね合わせることで、3D都市モデル上で人が動く様子を表現した
課題	<ul style="list-style-type: none">• 3D都市モデルとの重ね合わせにあたっては、エージェントが地面から少し離れる、あるいは地面に少し埋まるといった高さ方向のずれが発生した<ul style="list-style-type: none">- 歩行ネットワークを整備する段階でノードとリンクの簡素な形状にしたことで、高さデータが粗くなったことに起因する• 西新宿地区全体といった、比較的広範囲の歩行者のシミュレーションを行うにあたっては、Unity上での計算コストが膨大になってしまうため現実的ではない
今後の方針	<ul style="list-style-type: none">• より精緻な表現を行ううえで、3D都市モデルに含まれるポリゴンデータの粒度に合わせてさらに精緻な歩行ネットワークを生成するための手法を検討する• Unity上で本業務で用いたアルゴリズムを実装した歩行シミュレーションアセットを開発することも検討する• 広範囲でのシミュレーションは難しいため、どのスケールであれば実行可能かを並行して検討する

V. 成果と課題 > 2. 今後の取り組みに向けた課題 ツールの操作性

操作性	エリアマネジメントツールのマウス操作を踏襲した操作が可能なツールを整備した
課題	<ul style="list-style-type: none">• 3D可視化ツールについて、動作が重いといった課題が見られた<ul style="list-style-type: none">- 多数のオブジェクトをUnity上でレンダリングする方法に課題がある• マウス操作が難しいといった意見をいただいた<ul style="list-style-type: none">- 一般の方がよく使う地図等のツールとの操作が異なることによると考えられる
今後の方針	<ul style="list-style-type: none">• オブジェクトのレンダリングにあたっては、表現するオブジェクトの数に応じて、クラウドを用いたレンダリング手法を検討する• また、合意形成にあたって必要なポイントに絞ってオブジェクトを可視化するといった方法も検討する。• マウス操作については、ユーザヒアリングの結果を踏まえ、Google Maps等の普段からよく使うツールの操作性を参考に修正することを検討する

【参考】歩行シミュレーションのソースコード利用方法

本業務で使用した歩行シミュレーションに関するソースコードは、GitHubからダウンロードし、artisoc Cloud (standard ライセンス) *1にインポートすることで利用可能



artisoc Cloudにアクセスし、モデルのアップロードを行う
<https://artisoc-cloud.kke.co.jp/>

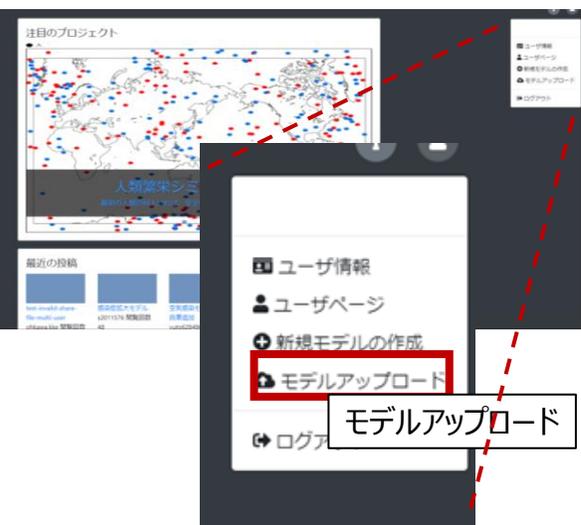


図 artisoc Cloudのトップ画面

model.jsonを下記画面から artisoc Cloudにインポートする

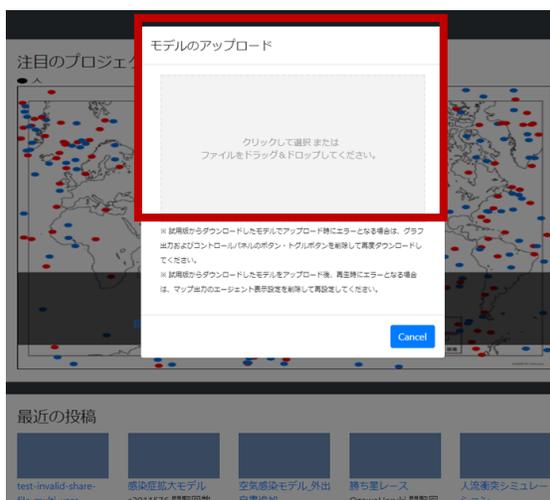


図 model.jsonファイルインポート画面

以下を指定する

- シミュレーション開始時刻、終了時刻
- 1ステップあたりの秒数
- イベント有無
- 曜日
- 広告有無



図 インポート後の画面

トップ画面で「ルール画面を表示」を行い、ルール編集画面上で行動ルールを変更する

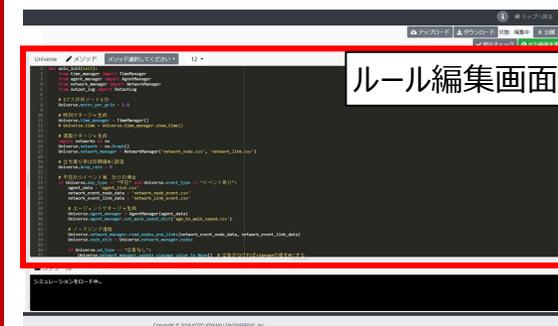


図 ルール編集画面

*1 MAS コミュニティ (<https://mas.kke.co.jp/artisoccloud/>) を参照のこと。

なお、本ユースケースにおけるソースコードは、standardライセンスを前提に作成しており、academicライセンス、playerライセンスでは動作しないものとなっている。Copyright © 2023 by MLIT. All rights reserved.

【参考】

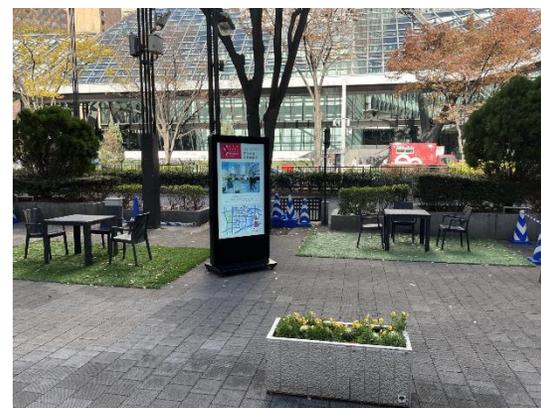
2022年11月に実施された社会実験イベントの概要

参考までに、実際に行われたイベントの概要を以下に記載する

イベント概要（イベント名称：FUN MORE TIME SHINJUKU）

イベントの様子

日時	2022年/11/19（土）～27（日） 10:00～19:00
主な会場	4号街路歩道上/都民広場/新宿住友ビル
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> ● 4号街路上に人工芝とラウンジテーブル設置 ● 都民広場上に人工芝、ファニチャーの設置 ● 4号街路上、各超高層ビル民地内にデジタルサイネージ設置 ● 西新宿エリア内をめぐるデジタルウォークラリー ● よさこい等各種ステージイベント（11/26、27） ● キッチンカーの設置（11/22～27）
主催	（一社）新宿副都心エリア環境改善委員会
共催	東京都





用語集 (1/5)

用語	内容	
ア行	ArcGIS	<ul style="list-style-type: none">ESRI社が開発するGISソフトウェア
	artisoc Cloud	<ul style="list-style-type: none">株式会社構造計画研究所が保有・販売しているMAS（マルチエージェント・シミュレーション）のプラットフォーム （参考：https://mas.kke.co.jp/artisoccloud/）
	IFC	<ul style="list-style-type: none">Industry Foundation Classesの略建物を構成する全てのオブジェクトのシステム的な表現方法の仕様BIMのデータを流通させるためのファイル形式異なるアプリケーション間でモデルデータを受け渡す際にIFCを介することによってデータの損失を低減することが可能
	アトラクタ	<ul style="list-style-type: none">イベント等、人を誘引する要素アトラクタの強さとは、どれだけ人を誘引しやすいかを示す
	Walkable Surface	<ul style="list-style-type: none">歩行可能平面歩行者が通行可能な領域
	エージェント	<ul style="list-style-type: none">自らの周囲の状況を認識し、それに基づいて、一定のルールの下で自律的に行動する主体
	FME	<ul style="list-style-type: none">Feature Manipulation Engineの略称国土交通省の「Project PLATEAU」でも使用されている、地理情報の抽出、変換、読み込みのプラットフォーム
	FME Data Inspector	<ul style="list-style-type: none">FME Desktopの含まれるツールデータに含まれるあらゆる情報を表示可能なため、ユーザーによるデータ検査を行うことが可能
	エリアマネジメント	<ul style="list-style-type: none">地域における良好な環境や地域の価値を維持・向上させるための、住民・事業主・地権者等による主体的な取り組み



用語集 (2/5)

用語		内容
ア行	OD交通量	<ul style="list-style-type: none">• 出発地 (Origin) と目的地 (Destination) の間で移動するもの (人・自動車等を含む) の量
	Open Street Map	<ul style="list-style-type: none">• 自由に地理情報を利用、編集できるプロジェクト
	オンプレミス	<ul style="list-style-type: none">• システムの稼働やインフラの構築に必要となるサーバーやネットワーク機器、あるいはソフトウェアなどを自社で保有し運用するシステムの利用形態
カ行	GitHub	<ul style="list-style-type: none">• プログラムコードやデザインデータを保存・公開できるソースコード管理サービス• ソフトウェア開発のプラットフォーム
	QGIS	<ul style="list-style-type: none">• Quantum Geographical Information Systemの略• フリーの地理空間情報データの閲覧、編集、分析機能を有するクロスプラットフォームのオープンソースソフトウェア・GISソフト• 有料・高額なGISソフトに近い機能・操作性を備えており、機能の追加も無料のプラグインで行うことができる
	KDDI Location Analyzer	<ul style="list-style-type: none">• KDDI社が販売する、auスマートフォン契約者から同意を得た位置情報を拡大推計したデータを用いたセルフデータ分析ツール
	コントロールパネル	<ul style="list-style-type: none">• ソフトウェアを設定するツールを集めたメニュー



用語集 (3/5)

用語	内容
サ行	
サンクンガーデン	<ul style="list-style-type: none">● 周囲の道路や通路から一段下がった場所に設置した広場
GIS	<ul style="list-style-type: none">● Geographic Information Systemの略● 地理情報システムとも呼ばれる● 位置に関する情報を持ったデータ（空間データ）を総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術
GUI	<ul style="list-style-type: none">● グラフィカルユーザーインターフェースの略● マウスやタッチによって操作できる画面
ジオメトリ	<ul style="list-style-type: none">● 英語で「幾何学」を意味する● 形状や、形状を定義づける頂点の座標や線分等のデータ
CityCrafter	<ul style="list-style-type: none">● 新宿副都心エリア環境改善委員会が保有するエリアマネジメントツール
シンポジ	<ul style="list-style-type: none">● GISにおける、色や大きさなどの見た目
ステップ	<ul style="list-style-type: none">● シミュレーション内で計算を実行する単位● 1秒あたり2ステップ進む場合は、0.5秒ごとに計算が実行される
スナップオプション	<ul style="list-style-type: none">● QGISにおいて、オブジェクトの端点や頂点を明示する機能
スマートポール	<ul style="list-style-type: none">● 5G基地局や高速Wi-Fi、センサー等の多様な機能を搭載した街に設置する多機能ポール（現在は実証実験として西新宿エリアに設置）
セグメント	<ul style="list-style-type: none">● データを特徴等により分類したもののうちのひとつ
ソースコード	<ul style="list-style-type: none">● プログラミング言語によって記述されたコンピュータプログラム



用語集 (4/5)

用語		内容
ナ行	NavMesh	<ul style="list-style-type: none">Unityにおける、自動移動するオブジェクトが経路を探索できる範囲
	ノード	<ul style="list-style-type: none">結び目、節や接点特定の機器や場所を指す場合もある
ハ行	パーソントリップ調査	<ul style="list-style-type: none">都市における人の移動に着目した調査
	発生量	<ul style="list-style-type: none">ある地点から出発する人数・車両数
	バッファ	<ul style="list-style-type: none">GISにおいて、ある点または線から一定の距離にある範囲のポリゴン
	パラメータ	<ul style="list-style-type: none">シミュレーションにおける設定値、変数
	ビルド	<ul style="list-style-type: none">ソフトウェアを作成するプロセス一般的に、ビルドプロセスは、ソースコードをコンパイルして実行可能なバイナリ形式に変換することを含むまた、必要なライブラリや依存関係を解決し、ソフトウェアを実行可能な状態にするために必要な作業も行う
	複雑系	<ul style="list-style-type: none">多数の相互作用する要素（エージェント・プロセス等）によって構成されるシステムであり、全体の挙動が個々の挙動の単純な足し合わせでは導出できないもの
	プロセッシング	<ul style="list-style-type: none">QGISの各種計算機能
	歩行空間ネットワークデータ整備ツール	<ul style="list-style-type: none">国土交通省が整備する、歩行者のナビゲーションのために必要な歩行空間における段差や幅員、勾配等のバリアフリーに関する情報を入力し、データ化することが可能となるWebツール
	歩車共存道路	<ul style="list-style-type: none">歩行者と車両がどちらも通行可能な道路
ポリゴン	<ul style="list-style-type: none">3Dのコンピュータグラフィックスで立体を表現する際に用いられる、多角形の平面データ	



用語集 (5/5)

用語		内容
マ行	マイクロモビリティ	<ul style="list-style-type: none">自動車よりも小型な車両
	マルチエージェント・シミュレーション	<ul style="list-style-type: none">複数のエージェントを用いたシミュレーション
ヤ行	Unity	<ul style="list-style-type: none">Unity Technology社が開発・提供するゲームエンジンおよび開発環境スマートフォン向けのアプリや家庭用ゲーム機・ウェブなどの様々なプラットフォームで実行可能なアプリケーションを開発することができる
ラ	リンク	<ul style="list-style-type: none">ネットワークを構成する、ノードとノードを繋ぐ情報
	Revit	<ul style="list-style-type: none">Autodesk社が開発する建築3次元ソフトウェア
	レンダリング	<ul style="list-style-type: none">3Dモデルに表面仕上げの素材・光源の設定・動きを設定して、動画や静止画を計算させて生成することモデルやデータが多くなると計算時間は飛躍的に増大する

歩行者移動・回遊行動シミュレーション 技術検証レポート

令和5年3月 発行

委託者：国土交通省 都市局 都市政策課

受託者：株式会社構造計画研究所・大成建設株式会社

本報告書は、株式会社構造計画研究所・大成建設株式会社が国土交通省との間で締結した業務委託契約書に基づき作成したものです。受託者の作業は、本報告書に記載された特定の
手続や分析に限定されており、令和5年3月までに入手した情報にのみ基づいて実施しております。従って、令和5年4月以降に環境や状況の変化があったとしても、本報告書に記載されている
内容には反映されておられません。