

徒歩及び車による時系列水害避難行動シミュレーション 技術検証レポート



Technical Report for Simulation system of evacuation behavior (by car or foot) during floods

PLATEAU
by MLIT



目次

I. 実証概要	3	III. 実証システム	20
1. 全体概要	4	1. 実証フロー	21
2. 実施体制	6	2. 業務要件	22
3. 実証エリア	7	3. アーキテクチャ全体図	23
4. スケジュール	8	4. システム機能	26
II. 実証技術の概要	9	5. アルゴリズム	40
1. 活用技術	10	6. データ	43
2. Fortran	11	① 活用データ	43
3. FME	12	② データ処理	51
4. R	13	③ 出力データ	68
5. CesiumJS	14	7. ユーザインタフェース	73
6. Resium	15	8. システムテスト結果	78
7. React	16		
8. Material UI	17		
9. Chart.js	18		
10. react-chartjs-2	19		

目次

IV. 実証技術の検証	81
1. 開発システムの検証	82
① 検証内容	82
② 検証結果	83
2. 水害避難シミュレーションの活用の有効性の検証	88
① 検証内容	88
② 検証結果	94
V. 成果と課題	101
1. 今年度の実証で得られた成果	102
① 3D都市モデルによる技術面での優位性	102
② 3D都市モデルによる政策面での優位性	103
2. 今後の取り組みに向けた課題	104
用語集	106

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	徒歩及び車による時系列水害避難行動シミュレーション
実施場所	熊本県熊本市（南区の特定4校区および北側に隣接する沿岸地域の8校区）
目標・課題 ・創出価値	<p>実証対象地域は、多くの地域が洪水・高潮・津波による浸水被害地域とされており、自動車避難の妥当性や渋滞対策、垂直避難を含めた分散避難の有効性等、適切な避難行動計画の立案が重要課題となっている。適切な避難行動を盛り込んだ防災計画を立案するためには、災害発生時の徒歩や車による避難行動を予測した上で、誰が、いつ、どこへ、どのルートで避難するのか、エリアごとに適した避難行動の準備が必要となる。一方、これまでのところ、住民の避難行動を定量的に事前予測するシミュレーション技術は確立されていない。時系列的な道路上の避難行動と浸水域の変化を3D都市モデル上に再現することができれば、現状の地域防災計画の問題把握や住民の適切な避難行動の提示に役立つツールとなりうる。</p>
ユースケース の概要	<p>熊本市における洪水・高潮・津波による浸水被害を受ける危険性が高く、適切な避難行動を盛り込んだ防災計画の立案が極めて重要となる沿岸地区を対象として、時系列的な徒歩、自動車による避難行動と浸水域の変化を3D都市モデル上で再現する『A.3D水害避難シミュレーションシステム』を開発する。これにより、リアルな状況を可視化して住民の水害避難に対する意識の啓発や地域防災計画の改善に役立てる。</p> <p>また、個人が、避難開始地点、避難先の位置や徒歩・自動車の別、避難開始のタイミング等を指定することで、避難先までの所要時間や被災リスクの有無などをシミュレートできる『B.3Dパーソナル避難シミュレーションソフトウェア』を開発する。本ソフトウェアを用いて現実的な避難行動を可視化することで、地区防災計画の立案や、住民の正しい避難への行動意図の形成を促進し、さらにはマイタイムラインの普及啓発に役立てる。</p>

I. 実証概要 > 1. 全体概要

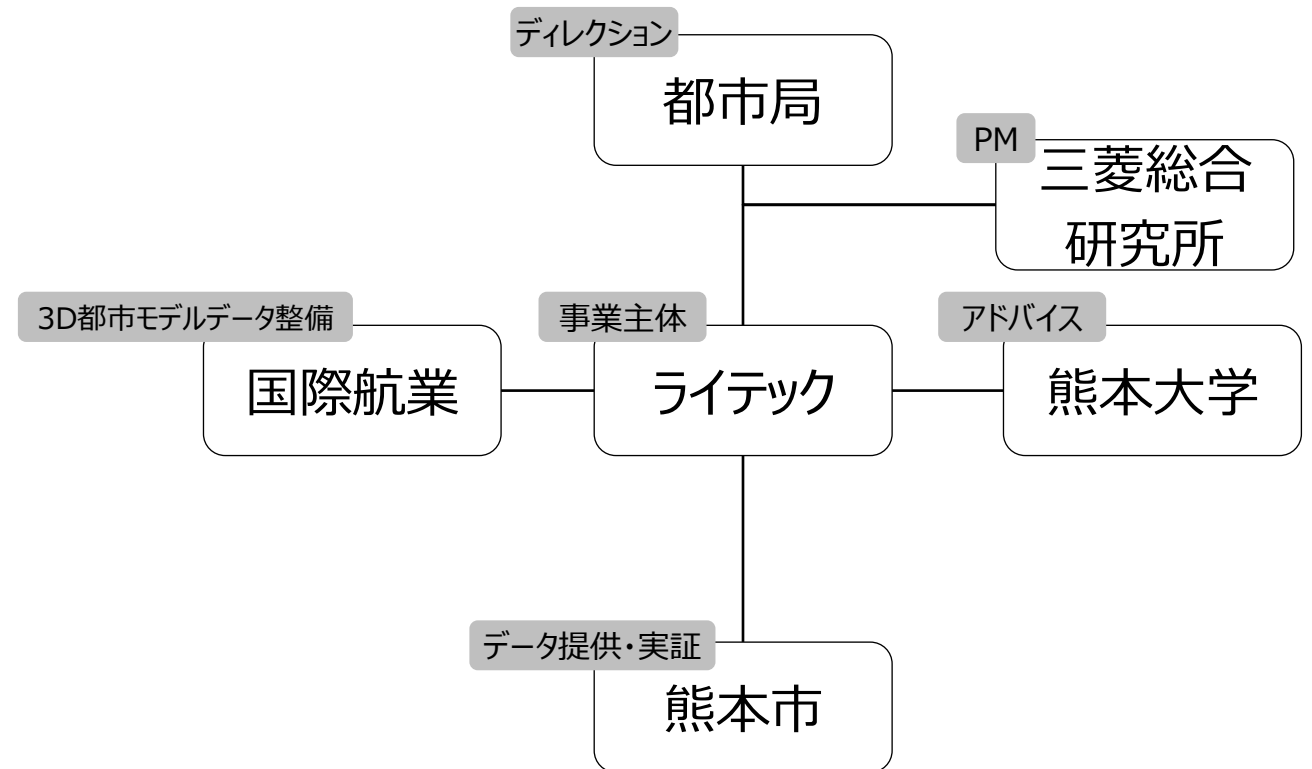
全体概要 (2/2)

実証仮説	<ul style="list-style-type: none">時系列的な徒歩及び車による住民の避難行動と水害の浸水域を3D都市モデル上に可視化するシステムがあれば、行政の担当職員が、渋滞の発生状況、避難に要する時間、各避難場所の避難者数等を把握することができ、地域防災計画の適切な改善と実効性の向上に役立つのではないかと。住民一人ひとりが、避難開始地点、タイミング、避難先の位置や避難手段（徒歩・自動車の別）等を指定することで、浸水状況と避難行動の軌跡を3D都市モデル上に動的に再現し、被災リスクの有無などをアイレベルで体験することができるソフトウェアがあれば、住民の正しい避難行動への意図形成を促すとともに、校区レベルの地区防災計画の立案やマイタイムラインの普及の促進に役立つのではないかと。
検証ポイント	<ul style="list-style-type: none">熊本市の防災担当者等に対して、3D都市モデル上で住民の避難行動と水害の浸水域を可視化するシステムを試用してもらい、地域防災計画の検証・改善や地区防災計画の立案に役立つものであるかを検証する。実証対象地域の住民に対して、3D都市モデル上に自分の避難行動と水害の浸水域を可視化するソフトウェアを利用してもらい、水害の発生状況や避難時の道路状況、避難時のリスク等を正しく理解するためのツールとして役立つものであるかを検証する。また、マイタイムラインを検討する動機づけになるかを検証する。

I. 実証概要 > 2. 実施体制 実施体制

表 各主体の役割

主体	役割
都市局	プロジェクトの統括
熊本市	<ul style="list-style-type: none"> データ提供 実証の協力
三菱総合研究所	プロジェクト・マネジメント
ライテック	<ul style="list-style-type: none"> 避難シミュレーション実施 システム開発 実証
国際航業	3D都市モデルデータの整備
熊本大学	実証に対するアドバイス



I. 実証概要 > 3. 実証エリア 実証エリア

熊本県 熊本市 南区の特定4校区および北側に隣接する沿岸地域の8校区

本実証は、洪水・高潮・津波による浸水被害が想定されている熊本県熊本市の沿岸地域を対象として実施した。

LOD1整備範囲	約63km ²
・天明地区（4校区）	約19km ²
・北部沿岸地区（8校区）	約44km ²

出典1：対象校区の地域区分
「国土数値情報」（国土交通省）を加工して作成
【行政区】 https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-v3_0.html
【小学校区】 https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A27-v2_1.html


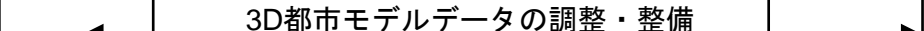


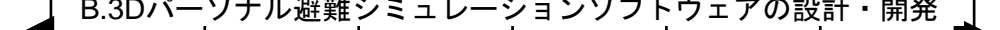



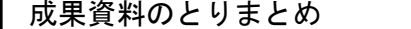

出典2：国土地理院ウェブサイト【淡色地図】
URL：<https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/pale/{z}/{x}/{y}.png>



I. 実証概要 > 4. スケジュール

スケジュール

本実証は以下のスケジュールに沿って実施した

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.事業計画・3D都市モデルデータ要件の整理・活用方策の検討		実証内容の検討 											
2.データ取得・整備													
		3D都市モデルデータの調整・整備 											
		その他必要データの収集・整備 											
3.システム設計・開発													
		A.3D水害避難シミュレーションシステムの設計・開発 											
		B.3Dパーソナル避難シミュレーションソフトウェアの設計・開発 											
4.ユースケース実証													
								ユーザモニタリングの調整・準備 					
							熊本市職員、住民等による試用 						
										住民WS実施 (1/15, 20) ●● 			
5.事業成果とりまとめ													
									成果資料のとりまとめ 				成果公開 

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 | 一覧

活用技術	内容
Fortran	科学技術計算に強いプログラミング言語
FME	多くのデータ変換・加工機能を持っており、3Dデータに関する高い処理能力を誇るソフトウェア
R	オープンソース・フリーソフトウェアの統計解析向けのプログラミング言語及びその開発実行環境
CesiumJS	JavaScript用の3D対応地理空間可視化ライブラリ
Resium	ReactでCesiumJSの機能が容易に扱えるようになるライブラリ
React	WebサイトやWebアプリのUI部分の構築に利用されるJavaScriptのUIライブラリ
Material UI	ReactのUIコンポーネントのライブラリ
Chart.js	JavaScript用のチャート（グラフ等の図表）を描画するためのライブラリ
react-chartjs-2	ReactでChart.jsの機能を扱えるようになるライブラリ



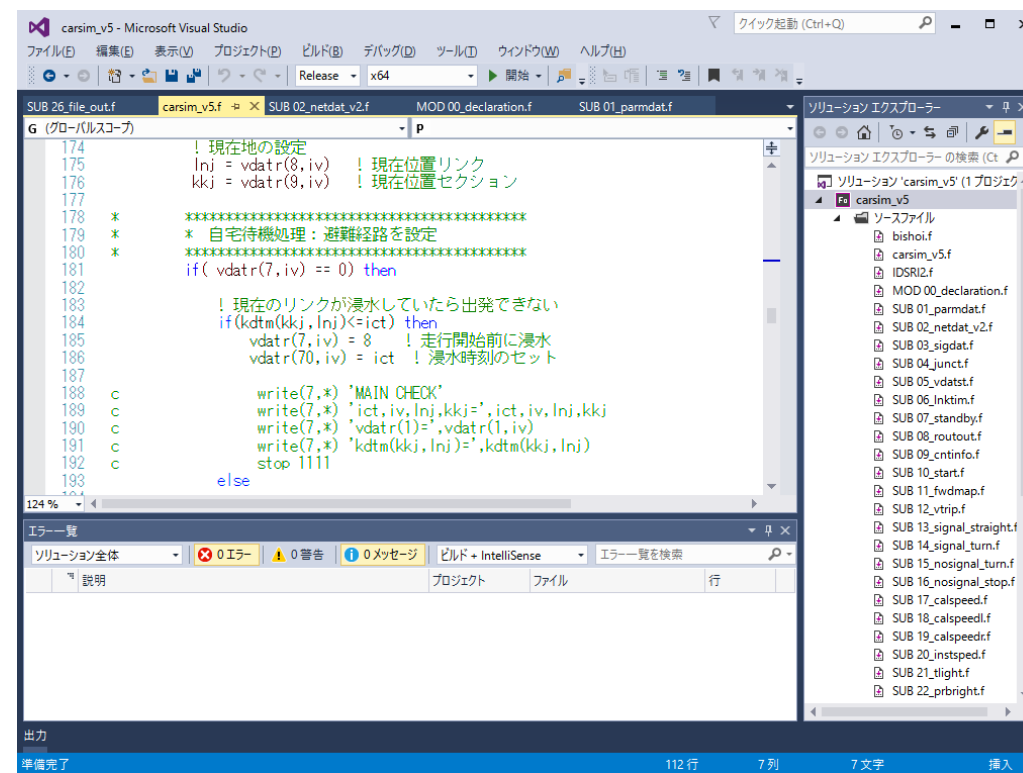
Ⅱ. 実証技術の概要 > 2. Fortran Fortranについて

科学技術計算に強いプログラミング言語

概要

項目	内容
名称	Fortran (フォートラン)
概要	<ul style="list-style-type: none"> 1954年にIBMのジョン・バックスによって考案された世界初の高級プログラミング言語 科学技術計算に強いプログラミング言語として、現在でも数値計算やコンピュータシミュレーションの分野では多く利用されている ほかの言語より処理速度が速い
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> プログラミング言語
利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> プログラミング言語

Microsoft Visual Studioを用いたFortranの開発環境のイメージ



II. 実証技術の概要 > 3. FME

FMEについて

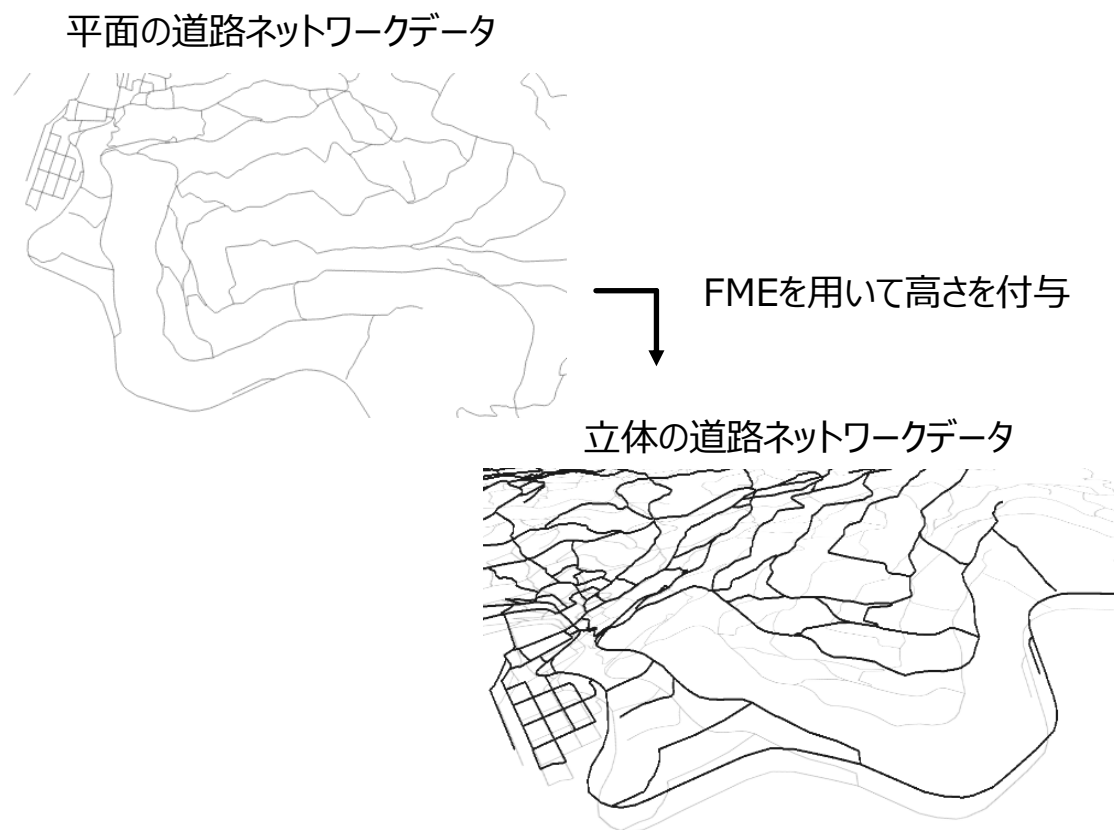
多くのデータ変換・加工機能を持っており、3Dデータに関する高い処理能力を誇るソフトウェア

概要

項目	内容
名称	FME (エフエムイー)
概要	<ul style="list-style-type: none">多くのデータ変換・加工機能を持っており、3Dデータに関する高い処理能力を誇るソフトウェアPLATEAUにおいても随所で活用されている
主な機能	<ul style="list-style-type: none">トランスフォーマーと呼ばれる各種データ変換・加工機能
利用する機能	<ul style="list-style-type: none">CityGMLの読込、3D Tilesの出力シェープファイル、CSVファイル等の入出力2Dオブジェクトの3D化 (高さ情報の付与)空間演算による別オブジェクトの属性情報取得面 (サーフェス) の融合標高から楕円体高への変換属性情報の加工

等

FMEを用いて2Dデータに高さを付与するイメージ



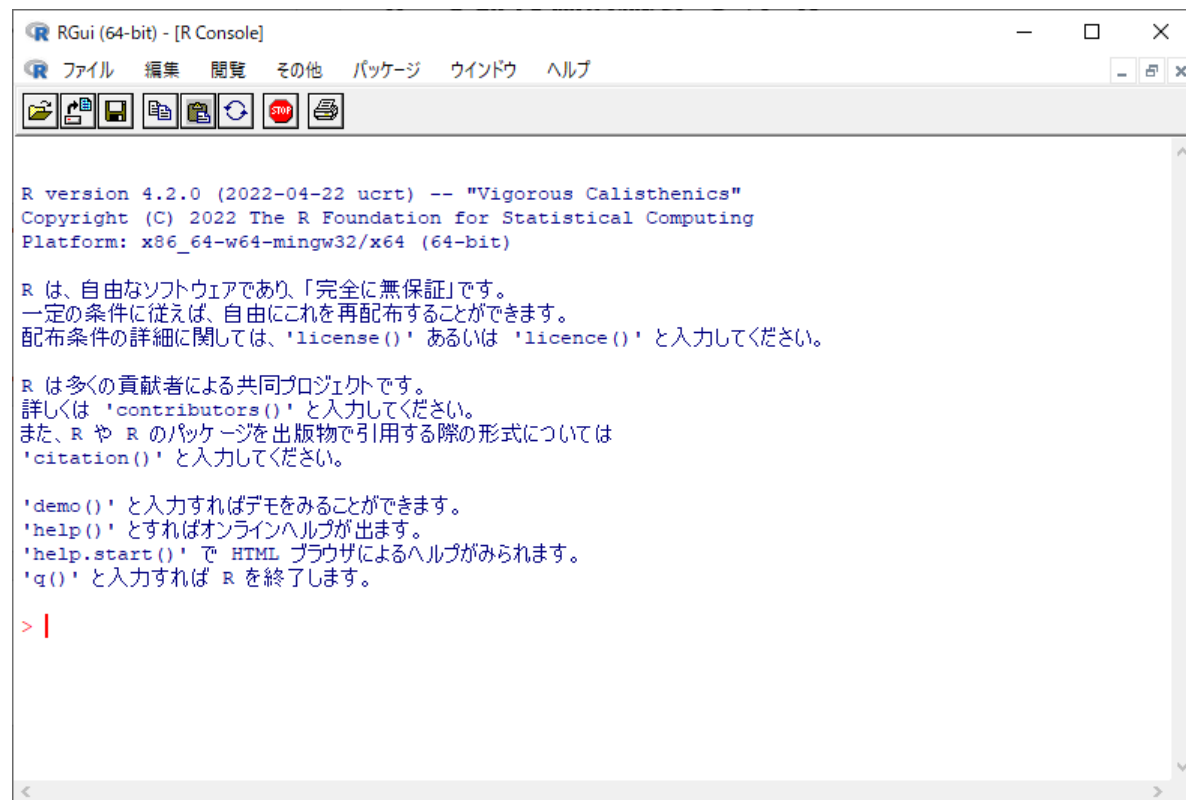
II. 実証技術の概要 > 4. R Rについて

オープンソース・フリーソフトウェアの統計解析向けのプログラミング言語及びその開発実行環境

概要

項目	内容
名称	R (アール)
概要	<ul style="list-style-type: none">• オープンソース・フリーソフトウェアの統計解析向けのプログラミング言語及びその開発実行環境• アプリケーション開発には向かないが、データの分析や加工、集計等が比較的簡単に実行できる
主な機能	<ul style="list-style-type: none">• プログラミング言語
利用する機能	<ul style="list-style-type: none">• プログラミング言語

RGuiを用いたR言語の利用イメージ



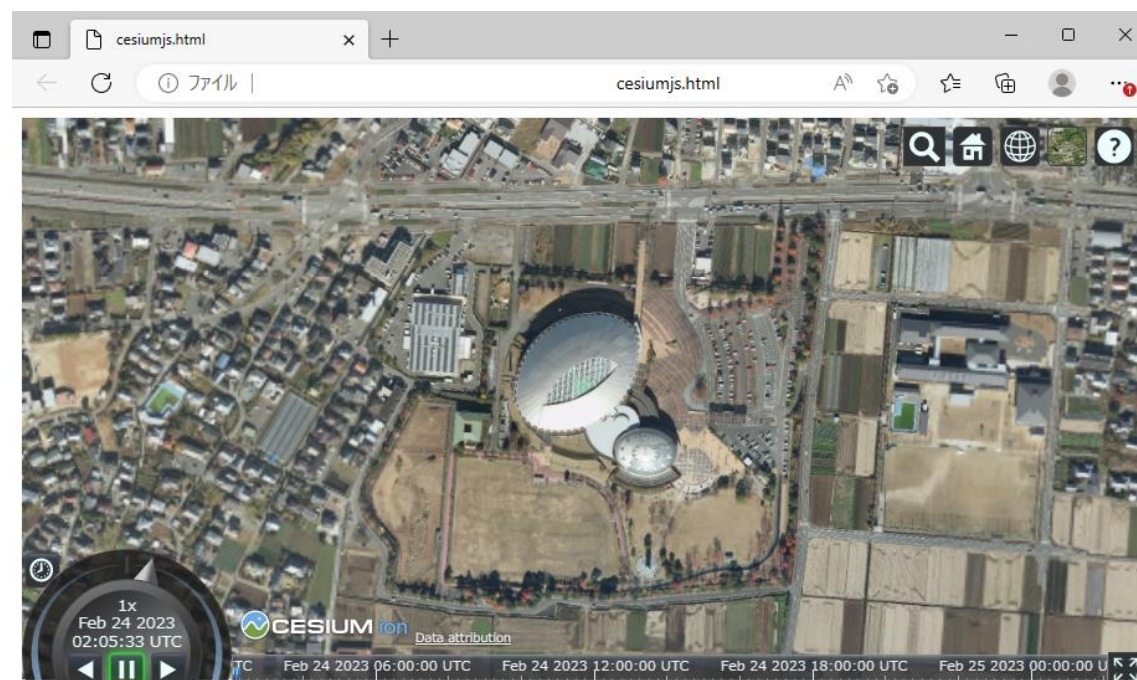
II. 実証技術の概要 > 5. CesiumJS CesiumJSについて

JavaScript用の3D対応地理空間可視化ライブラリ

概要

項目	内容
名称	CesiumJS (セシウム・ジェイエス)
概要	<ul style="list-style-type: none"> JavaScript用の3D対応地理空間可視化ライブラリ PLATEAU VIEWでも利用されている
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> 各種地図や地形・建物等の3Dオブジェクトの描画 (時系列アニメーション対応)
利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> 地形や建物等の描画と、避難者の移動および浸水 (範囲・高さ) の時系列アニメーションの描画

ウェブブラウザでのCesiumJSを用いた表示イメージ



例：PLATEAUオルソの空中写真を表示



II. 実証技術の概要 > 6. Resium

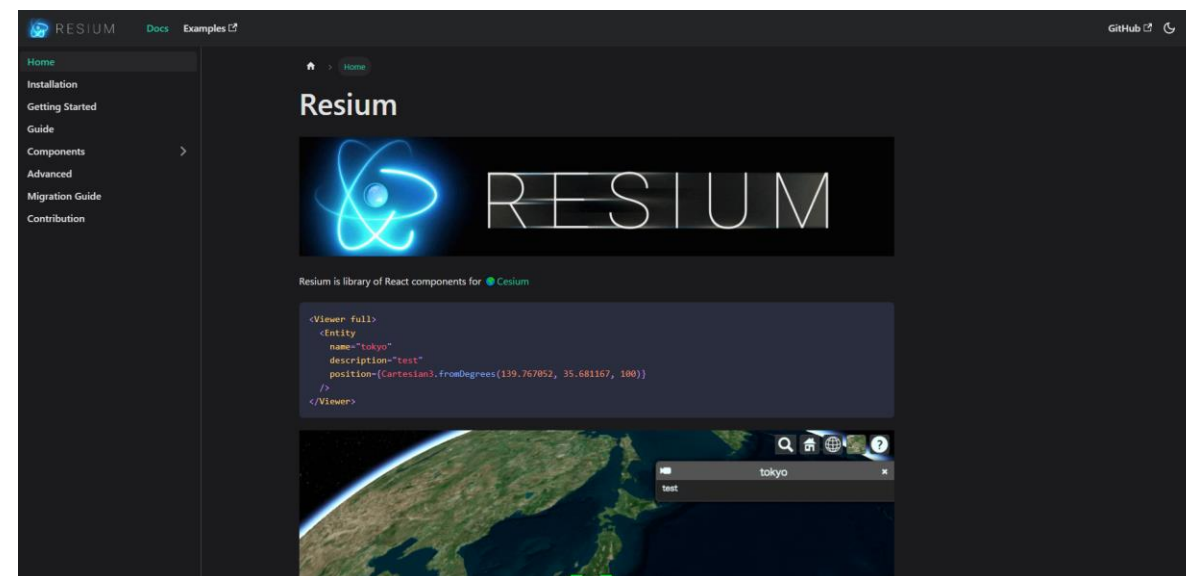
Resiumについて

ReactでCesiumJSの機能が容易に扱えるようになるライブラリ

概要

項目	内容
名称	Resium (レシウム)
概要	<ul style="list-style-type: none"> ReactでCesiumJSの機能が容易に扱えるようになるライブラリ
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> CesiumJS用コンポーネントの作成
利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> CesiumJS用コンポーネントの作成

Resiumの公式ウェブサイト



<https://resium.reearth.io/>

II. 実証技術の概要 > 7. React

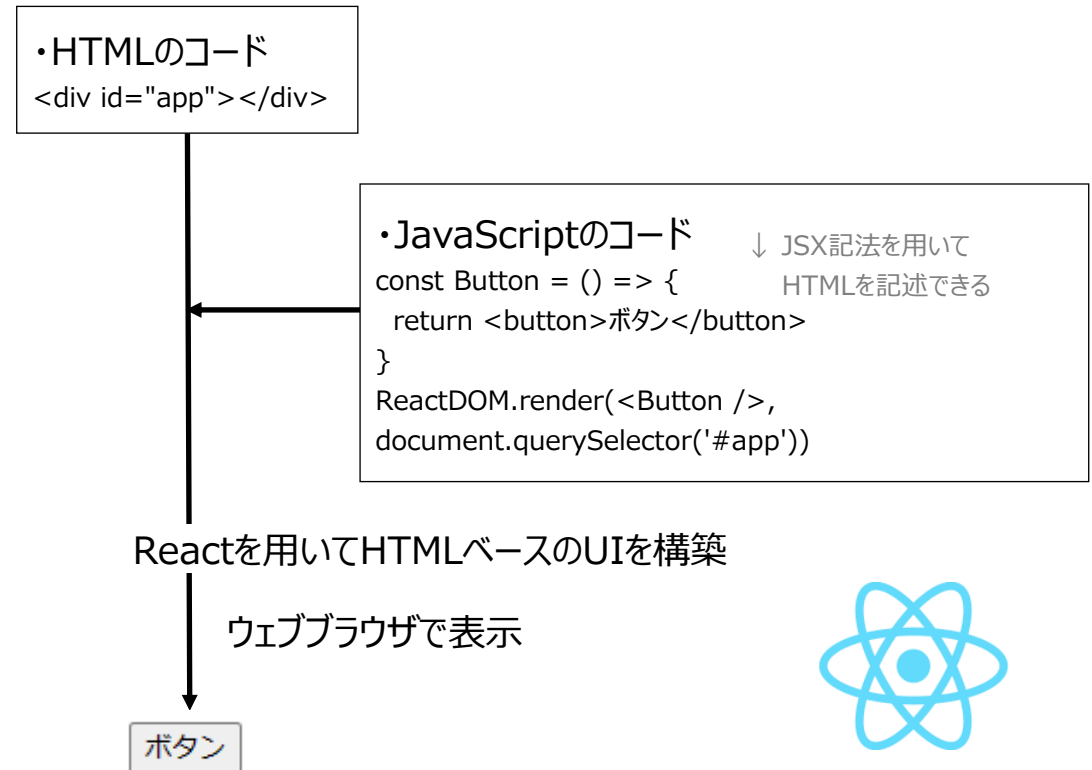
Reactについて

WebサイトやWebアプリのUI部分の構築に利用されるJavaScriptのUIライブラリ

概要

項目	内容
名称	React (リアクト)
概要	<ul style="list-style-type: none">WebサイトやWebアプリのUI部分の構築に利用されるJavaScriptのUIライブラリ
主な機能	<ul style="list-style-type: none">UI構築のためのライブラリ
利用する機能	<ul style="list-style-type: none">UIの構築

Reactを用いたUI構築イメージ



II. 実証技術の概要 > 8. Material UI

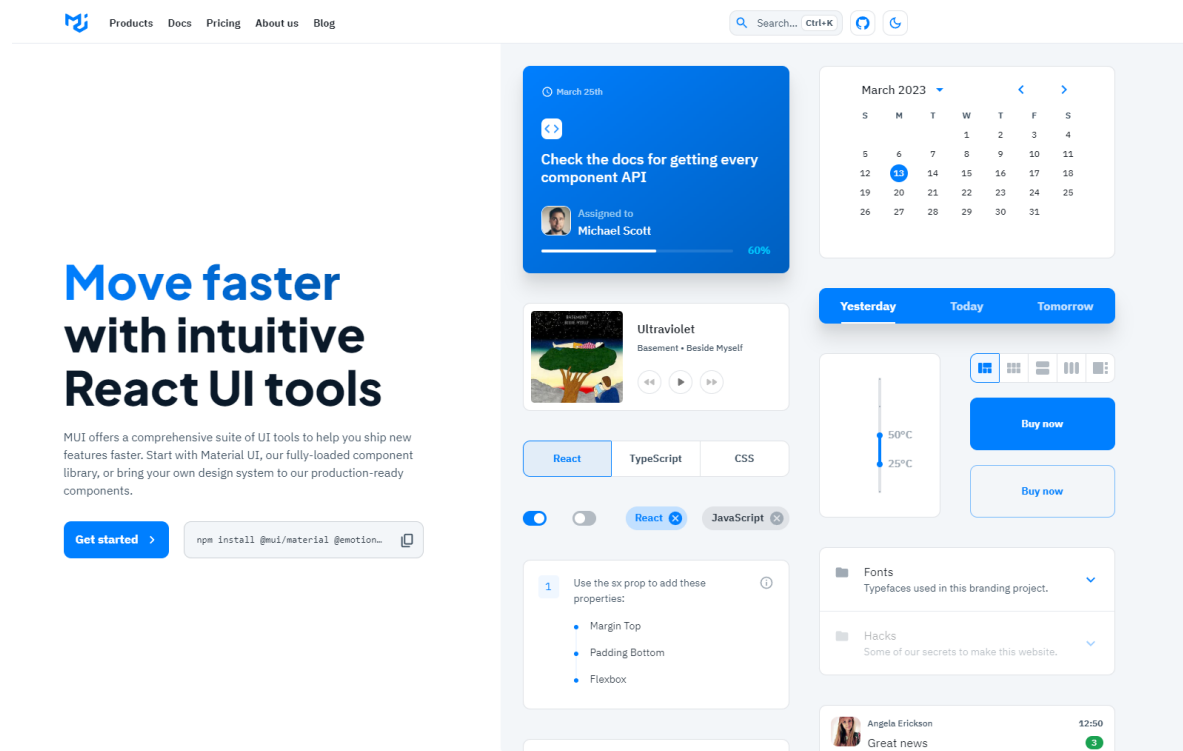
Material UIについて

ReactのUIコンポーネントのライブラリ

概要

項目	内容
名称	Material UI (マテリアル・ユーアイ)
概要	<ul style="list-style-type: none">ReactのUIコンポーネントのライブラリ
主な機能	<ul style="list-style-type: none">各種コンポーネントの作成
利用する機能	<ul style="list-style-type: none">プルダウンメニュー等を用いた選択式入力フォーム、ダイアログウィンドウ、実行ボタン等の構築

Material UIの公式ウェブサイト



<https://mui.com/>

II. 実証技術の概要 > 9. Chart.js

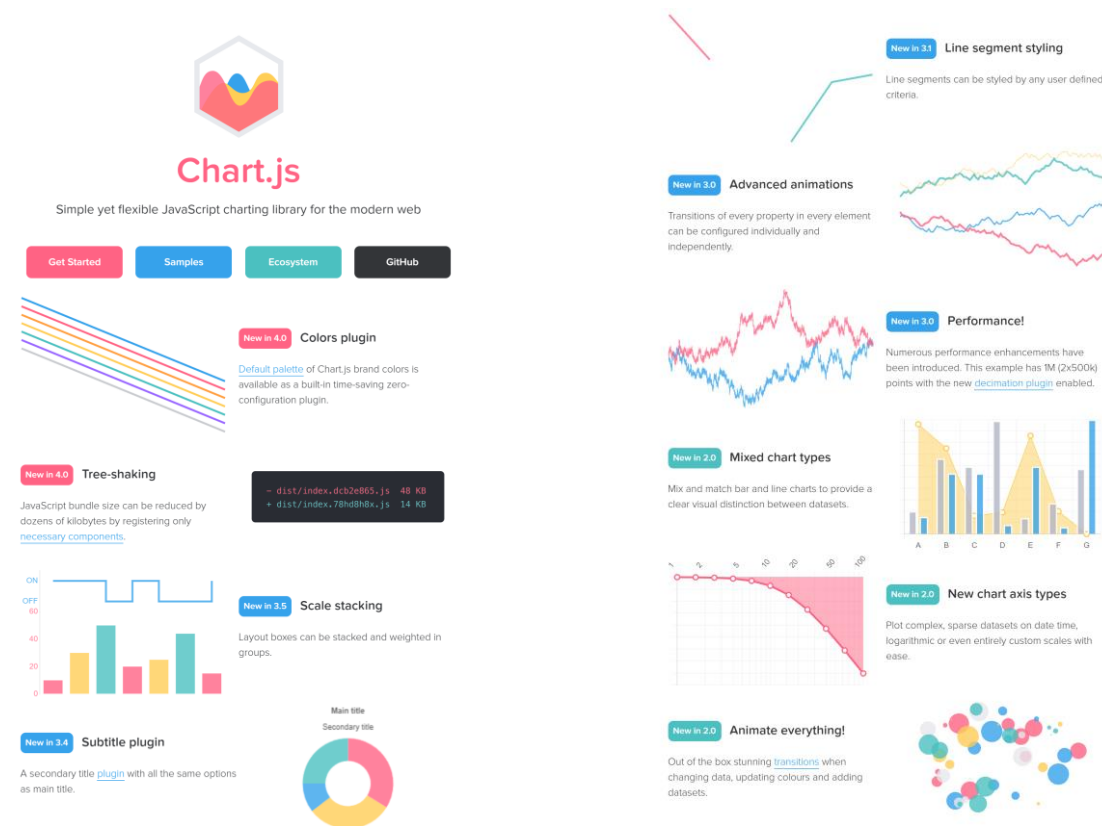
Chart.jsについて

JavaScript用のチャート（グラフ等の図表）を描画するためのライブラリ

概要

項目	内容
名称	Chart.js (チャート・ジエイエス)
概要	<ul style="list-style-type: none"> JavaScript用のチャート（グラフ等の図表）を描画するためのライブラリ
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> チャート（グラフ等の図表）の描画
利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> 折れ線グラフ 棒グラフ

Chart.jsの公式ウェブサイト



The screenshot displays the Chart.js website with several highlighted features:

- Chart.js**: Simple yet flexible JavaScript charting library for the modern web. Navigation buttons: Get Started, Samples, Ecosystem, GitHub.
- New in 3.1 Line segment styling**: Line segments can be styled by any user defined criteria.
- New in 3.0 Advanced animations**: Transitions of every property in every element can be configured individually and independently.
- New in 3.0 Performance!**: Numerous performance enhancements have been introduced. This example has 1M (2x500k) points with the new [decimation plugin](#) enabled.
- New in 4.0 Colors plugin**: Default palette of Chart.js brand colors is available as a built-in time-saving zero-configuration plugin.
- New in 4.0 Tree-shaking**: JavaScript bundle size can be reduced by dozens of kilobytes by registering only necessary components.


```

      - dist/index.dcb2e865.js 48 KB
      + dist/index.78hd98x.js 14 KB
      
```
- New in 2.0 Mixed chart types**: Mix and match bar and line charts to provide a clear visual distinction between datasets.
- New in 2.0 New chart axis types**: Plot complex, sparse datasets on date time, logarithmic or even entirely custom scales with ease.
- New in 3.5 Scale stacking**: Layout boxes can be stacked and weighted in groups.
- New in 3.4 Subtitle plugin**: A secondary title plugin with all the same options as main title.
- New in 2.0 Animate everything!**: Out of the box stunning transitions when changing data, updating colours and adding datasets.

<https://www.chartjs.org/>

II. 実証技術の概要 > 10. react-chartjs-2

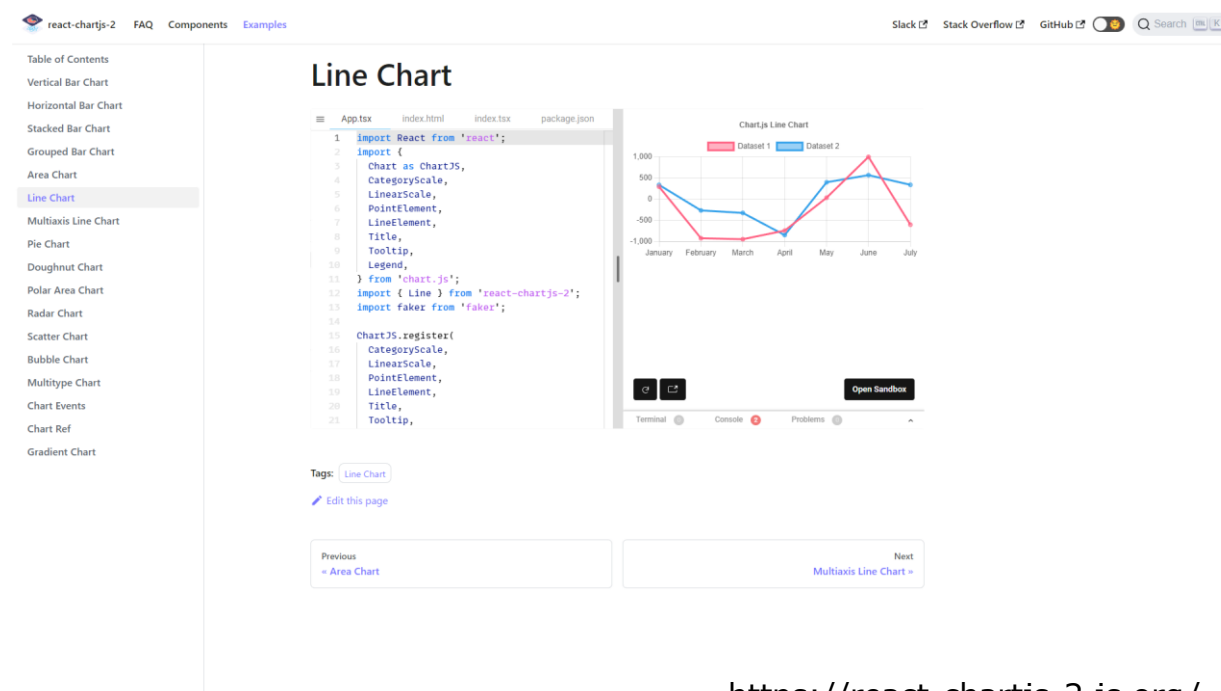
react-chartjs-2について

ReactでChart.jsの機能を扱えるようになるライブラリ

概要

項目	内容
名称	react-chartjs-2 (リアクト・チャート・ジェイエス・ツー)
概要	<ul style="list-style-type: none"> ReactでChart.jsを扱えるようになるライブラリ
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> Reactでのチャート（グラフ等の図表）の描画
利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> 折れ線グラフ 棒グラフ

React-chartjs-2の公式ウェブサイト（折れ線グラフの作成例）



The screenshot shows the official website for react-chartjs-2. On the left is a navigation menu with various chart types. The main content area is titled "Line Chart" and displays a code editor with the following code:

```

1 import React from 'react';
2 import {
3   Chart as ChartJS,
4   CategoryScale,
5   LinearScale,
6   PointElement,
7   LineElement,
8   Tooltip,
9   Legend,
10 } from 'chart.js';
11 import { Line } from 'react-chartjs-2';
12 import faker from 'faker';
13
14 ChartJS.register(
15   CategoryScale,
16   LinearScale,
17   PointElement,
18   LineElement,
19   Tooltip,
20 );
  
```

To the right of the code is a live preview of a line chart titled "ChartJS Line Chart". The chart displays two data series, "Dataset 1" (red line) and "Dataset 2" (blue line), plotted against months from January to July. The y-axis ranges from -1,000 to 1,000. Below the chart is an "Open Sandbox" button.

At the bottom of the page, there are navigation links for "Previous" (Area Chart) and "Next" (Multiaxis Line Chart).

<https://react-chartjs-2.js.org/>

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

データの収集・整理

- 「A. 3D水害避難シミュレーションシステム」および「B. 3Dパーソナル避難シミュレーションソフトウェア」を開発するために必要となるデータを収集・整理する。

シナリオ・ケースの設定

- システムおよびソフトウェアに設定する水害シナリオ・ケース、避難行動シナリオ・ケースを設定する。

シナリオ・ケース別時刻別避難者データの作成

- 水害シナリオ・ケース、避難行動シナリオ・ケースごとに、避難対象となる地域に滞留する人口を推計し、滞留者に対して避難開始位置、垂直避難の有無を設定する。

システム・ソフトウェアの開発

- 「A. 3D水害避難シミュレーションシステム」および「B. 3Dパーソナル避難シミュレーションソフトウェア」を開発する。

3D都市モデルを活用したユースケース開発の実証

- システムおよびソフトウェアが、地域防災計画・地区防災計画の検討や、地域住民の避難行動意図の形成の促進に役立つかを検証する。

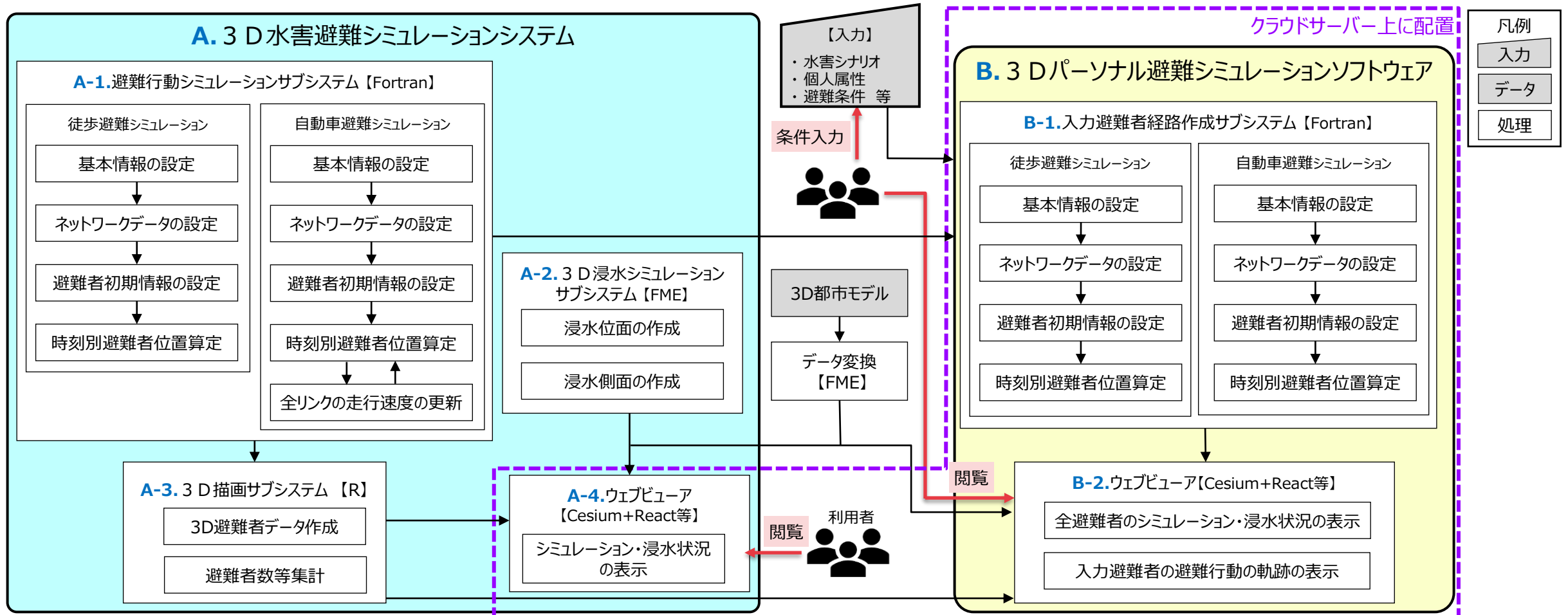
Ⅲ. 実証システム > 2. 業務要件

業務要件

業務要件一覧

項目	内容
行政担当者による望ましい避難行動の検証	行政担当者が、「A. 3 D 水害避難シミュレーションシステム」を活用して、避難行動のシナリオ（避難開始のタイミング、避難手段、避難先等）によって発生する事象（渋滞の発生状況、避難に要する時間、各避難場所の避難者数、逃げ遅れ状況等）を把握することにより、望ましい避難行動を検証する。
行政担当者による地域防災計画や地区防災計画の検討	上記の検証結果を地域防災計画や地区防災計画を検討するための基礎資料とする。
行政担当者による地域住民への地区防災計画の周知と防災意識の啓発	行政担当者が上記で検討した地区防災計画等を踏まえて、地域住民に対して、「A. 3 D 水害避難シミュレーションシステム」による「望ましい避難行動」と「望ましくない避難行動」のシミュレーション結果（時系列的な渋滞状況や浸水状況等）を3D動画で示すことにより、地区防災計画の周知と防災意識を啓発するためのツールとする。
地域住民によるマイタイムラインの作成	地域住民が、「B. 3 D パーソナル避難シミュレーションソフトウェア」を利用し、自分で避難開始地点、タイミング、避難先の位置や避難手段等を指定することで、浸水状況と避難行動の軌跡を3D都市モデル上に動的に再現され、被災リスクの有無などをアイレベルで体験することができるため、マイタイムラインの作成に役立つツールとする。

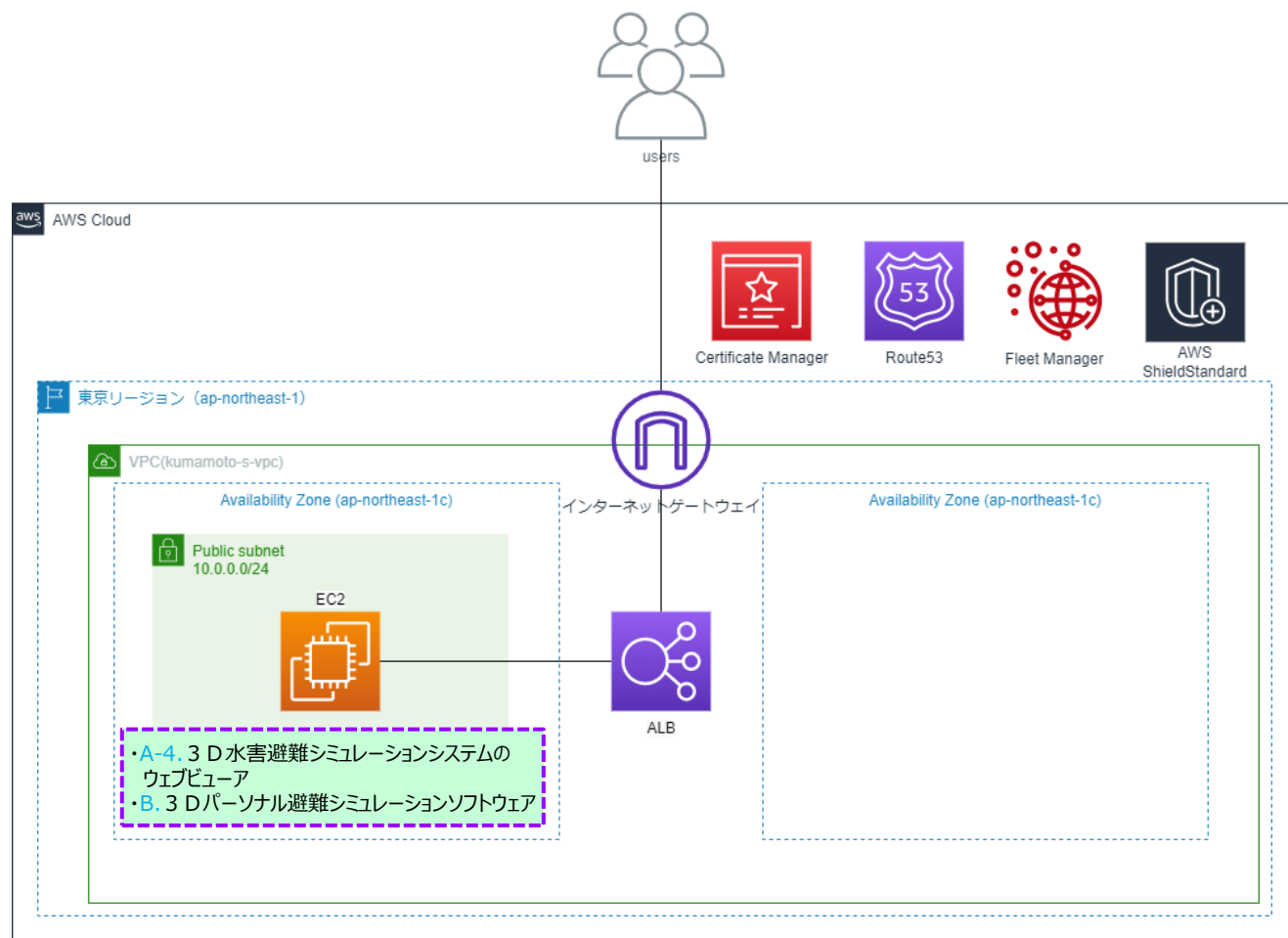
Ⅲ. 実証システム > 3. アーキテクチャ全体図 システムアーキテクチャ全体図



Ⅲ. 実証システム > 3. アーキテクチャ全体図

システムアーキテクチャ全体図

サーバーの構成



APサーバー

サーバー情報

項目	値
アーキテクチャ	x86_64
プラットフォーム	Windows
インスタンスタイプ	m5.xlarge
台数	1台
仮想化タイプ	hvm
vCPU の数	4
メモリ	16 GiB
テナンシー	default
ストレージ	EBS 汎用 (SSD) 70GB ※

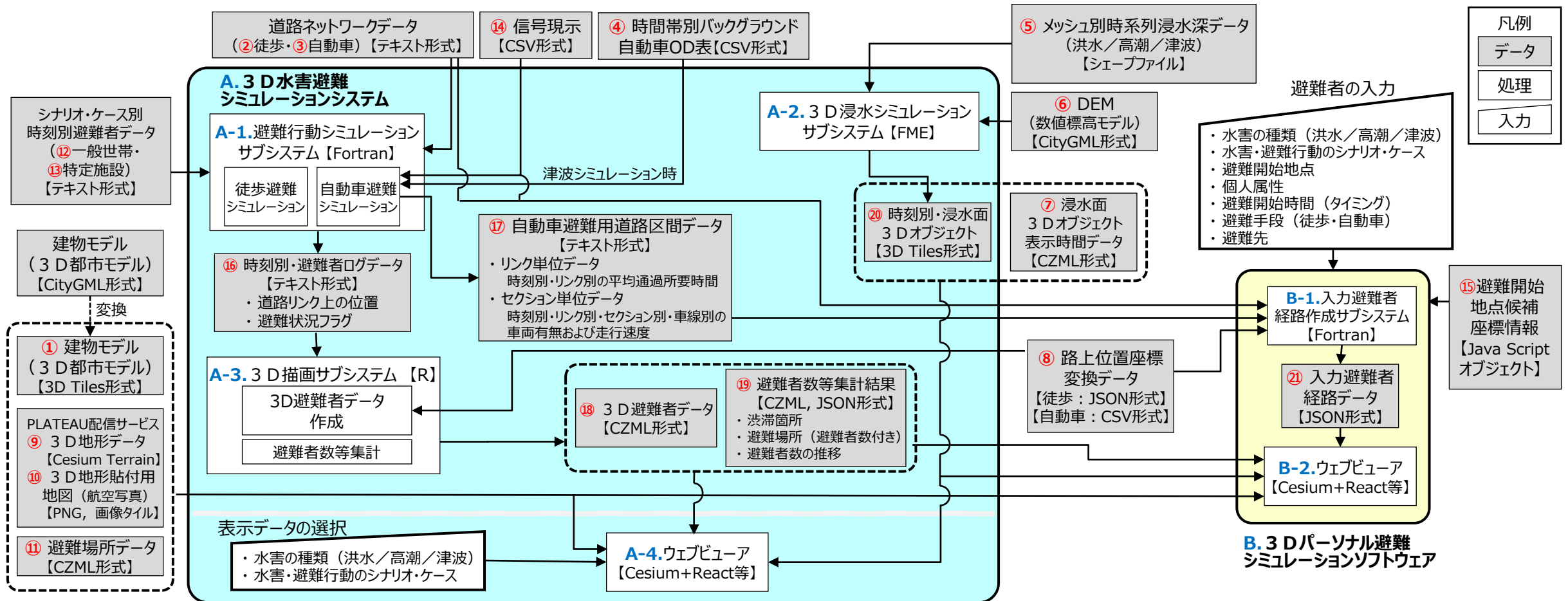
アプリケーション情報

名称 (バージョン)	用途
WindowsServer2022	公開用 OS
Python 3.11	公開用 アプリケーション
PostgreSQL 15	公開用 データベース
nvm-windows 1.1.10	保守用 開発環境
Node.js 18.12.0	保守用 開発環境

※ケース数に応じて増加することを想定

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

No.	機能名	説明
A.	3D水害避難 シミュレーションシステム	対象地域の人口（世帯）の分布と避難先、道路ネットワーク、災害種類（洪水・高潮・津波）、水害のシナリオ・ケース（発生時刻、浸水状況の変化）、避難行動のシナリオ・ケース（避難開始タイミング、避難手段の割合、垂直避難の有無等）等を入力とした避難シミュレーションを実施し※、シミュレーション結果である避難者ログデータに対するデータ変換処理を経て、3D都市モデル上に選択ケースのシミュレーション結果（時系列的な道路上の避難行動と浸水域の変化等）を描画する。
B.	3Dパーソナル避難 シミュレーションソフトウェア	ユーザーが、「A. 3D水害避難シミュレーションシステム」での実施ケース（災害種類、水害と避難行動のシナリオ）、避難開始地点、避難開始時間（タイミング）、避難手段、避難先を選択することで、ユーザー自身の避難行動をリアルタイムでシミュレーションし、その避難行動の軌跡を3D都市モデル上に描画する。

※ シミュレーションはあらかじめ実施し、計算結果を用意しておく（リアルタイムの計算ではない）

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能：A. 3D水害避難シミュレーションシステム

サブシステム一覧

No.	サブシステム名		処理概要
A-1.	避難行動 シミュレーション サブシステム	徒歩避難 シミュレーション	避難者（一般世帯・特定施設）の避難開始位置、避難先、避難開始時刻等から 徒歩避難時 の避難行動の軌跡（時刻別位置）である「時刻別・避難者ログデータ」※を作成
		自動車避難 シミュレーション	避難者（一般世帯・特定施設）の避難開始位置、避難先、避難開始時刻等から 自動車避難時 の避難行動の軌跡（時刻別位置）である「時刻別・避難者ログデータ」※を作成
A-2.	3D浸水シミュレーション サブシステム		メッシュ別時系列浸水深データとDEM（数値標高モデル）から、時刻別の浸水面（浸水位面および側面）を表す3Dオブジェクトデータを作成
A-3.	3D描画 サブシステム	3D避難者 データ作成	避難者の属性情報、移動軌跡（時刻別・位置座標）、3D描画時設定を記述したデータ（CZML形式）を作成
		避難者数等 集計	A-1.避難行動シミュレーションサブシステムから出力される「時刻別・避難者ログデータ」※に対して、データを抽出・加工・集計等し、避難状況に関する各種データを作成
A-4.	ウェブビューア		シミュレーションケース（水害ケース、避難行動シナリオ等）を選択することで、3D地形（航空写真等の背景地図を貼付）と3D都市モデル等からなる3Dマップ上に、当該ケースにおける地域住民の避難行動および浸水域の時系列変化を重ね合わせて時系列シミュレーションを表示

※「時刻別・避難者ログデータ」の仕様はP70 Ⅲ.実証システム>6.データ>③出力データ を参照

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能：A.3 D水害避難シミュレーションシステム

A-1. 避難行動シミュレーションサブシステム（徒歩避難シミュレーション）（その1）

	内容
機能概要	<p>徒歩による水害避難シミュレーション機能は、等間隔の時間の経過（スキャンニングインターバル）ごとに避難者・世帯（※）の移動を再現するピリオディックスキャンニング方式のマイクロシミュレータとし、以下の機能を有する</p> <ul style="list-style-type: none"> • 避難者それぞれの移動を再現できるマイクロシミュレーションモデルとする • 各避難者の移動を3D地図上で表現するため、個々の避難者の時刻別の位置情報である「時刻別・避難者ログデータ」を出力する機能を有する • 避難者特性による歩行速度の違いが考慮できる • 避難者の出発地と出発時刻、目的地（避難先）を与えることにより、システム内で避難経路を生成する機能を有する • 経路上が浸水した場合に、目的地を変更する機能を有する • 実証対象範囲の全地域（約63km²）・全世帯（約1万5千世帯）を対象とする
道路網の表現方法	<ul style="list-style-type: none"> • 徒歩移動者用の道路ネットワークは、リンクとノードによって構成される • 最も短いリンクの長さは10mとする • リンクには方向を持たせない（どちらの方向にも進める） • 信号や交差点は考慮しない

※世帯単位を基本とするが、津波の場合は外出者等を考慮

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能：A.3 D水害避難シミュレーションシステム

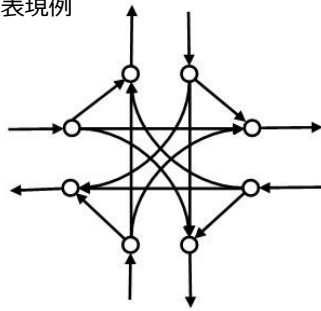
A-1. 避難行動シミュレーションサブシステム（徒歩避難シミュレーション）（その2）

	内容
徒歩移動者の表現方法	<ul style="list-style-type: none"> • 移動速度 <ul style="list-style-type: none"> • 避難者特性による歩行速度の違いを考慮する（ex.後期高齢者が含まれる世帯は、他より速度が遅い） • 高齢者や乳幼児を含む世帯は時速2.5kmで、その他の世帯は時速4.0kmで移動するものとする • 混雑による速度低下は生じない • 避難中の歩行速度は一定とする（疲れ等による速度低下や途中休憩はないものと仮定） • 交差点における速度低下を考慮しない
避難経路の選択方法	<ul style="list-style-type: none"> • リンク距離を用いて目的地までの最短経路探索を行う • 基本的に途中での経路変更は考慮しないが、途中で進行方向の道路区間（リンク）が浸水により通行不能となった場合は経路および目的地の変更を考慮する

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能：A.3 D水害避難シミュレーションシステム

A-1. 避難行動シミュレーションサブシステム（自動車避難シミュレーション）（その1）

	内容
機能概要	<p>自動車による水害避難シミュレーション機能は、等間隔の時間の経過（スキャンニングインターバル）ごとに、一台の自動車の移動を再現するピリオディックスキャンニング方式のマイクロシミュレータとし、以下の機能を有する</p> <ul style="list-style-type: none"> • 個々の避難車両や対象地域を通過するその他の車両の移動※を再現できるマイクロシミュレーションモデルとする • 個々の自動車を地図上で表現するため、個々の車両の時刻別の位置情報である「時刻別・避難者ログデータ」を出力する機能を有する • 交通渋滞による速度低下を明示的に考慮できる • 避難者の出発地と出発時刻、目的地（避難先）を与えることにより、システム内で避難経路を生成する機能を有する • 実証対象範囲の全地域（約63km²）・全世帯（約1万5千世帯）を対象とする
道路網の表現方法	<p>自動車用道路ネットワークはリンクとノードによって構成され、さらに各リンクは複数のセクション（リンクを分割したもので、同じ属性を持つ固まり）によって構成される</p> <ul style="list-style-type: none"> • セクションの長さは、渋滞時の乗用車の平均的車頭間隔に相当する6mを基本とする • 各セクションには、車線数、法定速度、自由走行速度といった情報を付与する • リンクは本線リンクと、交差点における左折、直進、右折リンク、および目的地へつながるリンク（イグレスリンク）によって構成される。本線リンクは必ず交差点で相互に分断されるものとする <div style="text-align: right;"> <p>四差路のネットワーク表現例</p>  </div>

※【その他の車両の移動】

津波の場合：シミュレーション期間中、対象地域へ流入または対象地域を通過する自動車の交通を考慮

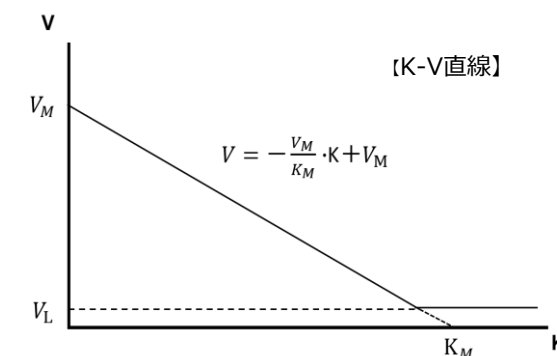
洪水と高潮の場合：大雨や台風といった前兆があるため外部からの自動車の流入や通過交通はないものと想定する

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能：A.3 D水害避難シミュレーションシステム

A-1. 避難行動シミュレーションサブシステム（自動車避難シミュレーション）（その2）

	内容
車両移動の表現方法	<p>移動速度</p> <ul style="list-style-type: none"> 個々の車両の瞬間移動速度は、他車への追従や信号交差点等を加味してリンク上を移動した結果で得られる 経路探索で用いるリンク別平均速度はK-V（交通密度-旅行速度）直線により算出する <p>交差点</p> <ul style="list-style-type: none"> 信号交差点：信号現示のサイクルを考慮し、車両の走行を再現する 無信号交差点：優先路線を明確にし、非優先路線についてはスキャンニングインターバルごとに確率的に交差点内に入り直進、右左折可能かを判断する方式とする
避難経路の選択方法	<ul style="list-style-type: none"> リンク所要時間を用いて目的地までの最短経路探索を行う 個別の車両が経路を更新するタイミング <ul style="list-style-type: none"> 出発時 出発してから10分毎 当該車両が渋滞に巻き込まれた場合 津波ケースにおけるバックグラウンド交通車両（地震発生時に域内を走行中の車両）については、地震発生後の5分後に目的地を当初の目的地から最寄りの避難先へと変更のうえ、避難経路を更新する



Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能：A. 3D水害避難シミュレーションシステム

A-2. 3D浸水シミュレーションサブシステム

	内容
機能概要	<p>「3D都市モデルを活用した災害リスク情報の可視化マニュアル」※1 に基づき、メッシュ別時系列浸水深データと標高（地盤高）データ※2 から、時刻別の浸水面（浸水位面および側面）を表す3Dオブジェクトデータを作成</p> <ul style="list-style-type: none"> • FMEを用いて、2Dのメッシュデータ（シェープファイル）の入力から3D Tiles形式での出力までを実行 • 洪水・高潮※3 の各データに対する処理は、基本的に同じである。
浸水位面の作成	<ul style="list-style-type: none"> • 災害リスク情報の可視化マニュアル※1 を参考に、メッシュ中心点に高さ（浸水位 = 標高（地盤高） + 浸水深）を与え、メッシュ中心点間を結ぶ三角形の集合（TIN：ティン、triangulated irregular network）により浸水位面を表現することを基本とする（四角形であるメッシュのままでは高さの違いにより隙間が生まれるため） • データサイズが大きいため、データ加工により圧縮（高さを10cm単位で丸めて等水位となる場合は結合 等）
側面の作成	メッシュ群の外周（浸水域と浸水域外の境界）については、側面（地面から浸水位までの垂直面）を作成※4

※1 3D都市モデル導入のためのガイドブック（series No.05）の「3D都市モデルを活用した災害リスク情報の可視化マニュアル」

※2 入手した浸水深データに浸水シミュレーション実施時の標高（地盤高）が付与されていたため、こちらの標高（地盤高）と浸水深から浸水位を算出した。

標高（地盤高）が得られない場合は、DEM（数値標高モデル）等を用いて高さを計算する必要がある。

※3 入手した洪水データ（各河川・各破堤点）と高潮データは同一のデータレイアウト（属性名等）であったので、特に調整は必要なかった。

津波については時系列データを入手できなかったため、本システムとは異なる手法で簡易的に推計し、描画用の3Dオブジェクトデータを作成した。

※4 災害リスク情報の可視化マニュアルには、「浸水位面のみを作成・描画」という旨の記述があるが、本ユースケースでは3D水害避難シミュレーションのリアリティを上げるため、また浸水域に近づいた際の描画のされ方を考慮し、側面も作成した。

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能：A. 3D水害避難シミュレーションシステム

A-3. 3D描画サブシステム（3D避難者データ作成）

	内容									
機能概要	<ul style="list-style-type: none"> A-1.避難行動シミュレーションサブシステムから出力される「時刻別・避難者ログデータ」から、統計分析ソフト「R」を用いてウェブビューア（3D描画部分はCesiumJSが担う）に入力するCZML形式のファイルを作成（避難者の移動軌跡（時刻別位置座標）、避難者の属性情報、3D描画の設定等について記述） 									
避難者の移動軌跡（時刻別位置座標）の作成方法	<ul style="list-style-type: none"> 避難者の移動軌跡の作成手順 <ol style="list-style-type: none"> A-1.避難行動シミュレーションサブシステムから出力される「時刻別・避難者ログデータ」から、避難者別に時刻順の位置（道路リンクおよびリンク端点からの距離）を整理 「路上位置座標変換データ」を用いて、道路リンクおよびリンク端点からの距離に応じた3次元座標に変換 CZML形式に整える 									
避難者の属性情報	<ul style="list-style-type: none"> 避難者の属性情報を記述（ウェブビューアで避難者アイコンを選択した際に閲覧可能） <ul style="list-style-type: none"> ➢ 避難開始位置（町丁目名、小学校区名） ➢ 避難先 ➢ グループ属性 ➢ グループ人数 ➢ 避難開始時刻および完了時刻 ➢ 避難所要時間 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>大分類</th> <th>小分類</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>自宅出発</td> <td>・高齢者あり ・幼児あり ・高齢者+幼児あり ・一般（高齢者なし、幼児なし）</td> </tr> <tr> <td>特定施設</td> <td></td> </tr> <tr> <td>来訪者</td> <td>・高齢者あり、車で来訪 ・高齢者あり、車以外で来訪 ・一般（高齢者なし、幼児なし）、車で来訪 ・一般（高齢者なし、幼児なし）、車以外で来訪</td> </tr> </tbody> </table>	大分類	小分類	自宅出発	・高齢者あり ・幼児あり ・高齢者+幼児あり ・一般（高齢者なし、幼児なし）	特定施設		来訪者	・高齢者あり、車で来訪 ・高齢者あり、車以外で来訪 ・一般（高齢者なし、幼児なし）、車で来訪 ・一般（高齢者なし、幼児なし）、車以外で来訪
大分類	小分類									
自宅出発	・高齢者あり ・幼児あり ・高齢者+幼児あり ・一般（高齢者なし、幼児なし）									
特定施設										
来訪者	・高齢者あり、車で来訪 ・高齢者あり、車以外で来訪 ・一般（高齢者なし、幼児なし）、車で来訪 ・一般（高齢者なし、幼児なし）、車以外で来訪									
3D描画の設定	<ul style="list-style-type: none"> ウェブビューアの3Dマップ上に表示するためのCesiumJS用の設定内容（歩行者や自動車車両の3Dオブジェクトの指定やカメラからの距離による表示切替の設定等） 									

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能：A.3 D水害避難シミュレーションシステム

A-3.3 D描画サブシステム（避難者数等集計）

	内容
機能概要	<ul style="list-style-type: none"> • A-1.避難行動シミュレーションサブシステムから出力される「時刻別・避難者ログデータ」に対して、統計分析ソフト「R」でデータを抽出・加工・集計し、避難状況に関する各種データ※を作成 • 集計結果をウェブビューア上で表示
作成データ	<ul style="list-style-type: none"> • 渋滞箇所（道路リンクの平均走行速度が自由走行速度の半分以下）の地点・時間帯【CZML形式、10分単位で切替】 • 避難場所ごとのシミュレーション内表示時刻までの避難者数【CZML形式、10秒単位で切替】 ファイル内のラベル（label）のテキスト部分（text）に、時間範囲（interval）と文字列（string）のペアを順番に記述 • 手段別・避難状況別避難者数の推移【JSON形式（グラフ表示用）、5分単位で表示】 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 避難手段（集計単位）は3種類（徒歩、自動車、徒歩＋自動車） ➢ 避難状況は5種類（避難開始前、避難中、避難完了、避難行動開始前に被災（自宅等で被災）、避難中に被災） • 避難場所別・避難者数の推移【JSON形式（グラフ表示用）、5分単位の集計で表示】 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 時間帯（5分間）の避難者数 ➢ 累積避難者数

※具体的な内容は熊本市との協議により決定

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能：A.3 D水害避難シミュレーションシステム

A-4. ウェブビューア

	内容
機能概要	<ul style="list-style-type: none"> シミュレーションケース（水害シナリオ、避難行動シナリオ等）を選択することで、3D地形（航空写真等の背景地図を貼付）と3D都市モデル等からなる3Dマップ上に、当該ケースにおける地域住民の避難行動および浸水域の時系列変化を重ね合わせて時系列シミュレーションを表示 全地域・全世帯（約1万5千世帯分の歩行者・自動車）およびバックグラウンド交通車両（津波時）の表示
表示データ	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 3Dマップでの主な表示物 <ul style="list-style-type: none"> 建物モデル（3D都市モデル） 3D地形（航空写真等の背景地図を貼付） 3D避難者データ（避難者の移動軌跡） 徒歩避難・自動車避難、バックグラウンド交通車両を判別できるように表示 時刻別・浸水面3Dオブジェクト 避難場所（「シミュレーション内の現在時刻までの避難者数」のラベルも表示） ◆ 2Dの全体マップ（渋滞箇所の表示） ◆ 避難者数の推移のグラフ
選択・操作	<ul style="list-style-type: none"> 避難シミュレーションのケース 3Dマップ内での移動・拡大・縮小・回転 時系列シミュレーションの再生・停止・早送り・巻き戻し・任意時刻への移行 3Dマップ内オブジェクト（避難者・建物・避難場所）の属性情報へのアクセス

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能：B.3 D パーソナル避難シミュレーションソフトウェア



サブシステム一覧

No.	サブシステム名	処理概要
B-1.	入力避難者経路作成サブシステム	<ul style="list-style-type: none">ユーザーが水害避難シミュレーションの実施ケース、避難開始位置、避難先、移動手段（徒歩・自動車）、避難開始時刻を選択することで、入力ユーザーの避難経路を探索※し、避難行動の軌跡（時刻別・位置座標）を作成※入力ユーザーの経路探索は設定入力後に計算
B-2.	ウェブビューア	<ul style="list-style-type: none">3D地形（航空写真等の背景地図を貼付）と3D都市モデル等からなる3Dマップ上に、B-1.入力避難者経路作成サブシステム機能で作成したユーザーの避難行動の軌跡（時刻別・位置座標）と、周りの地域住民の避難行動および浸水域の時系列変化を重ね合わせて時系列シミュレーションを表示

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能：B.3 Dパーソナル避難シミュレーションソフトウェア

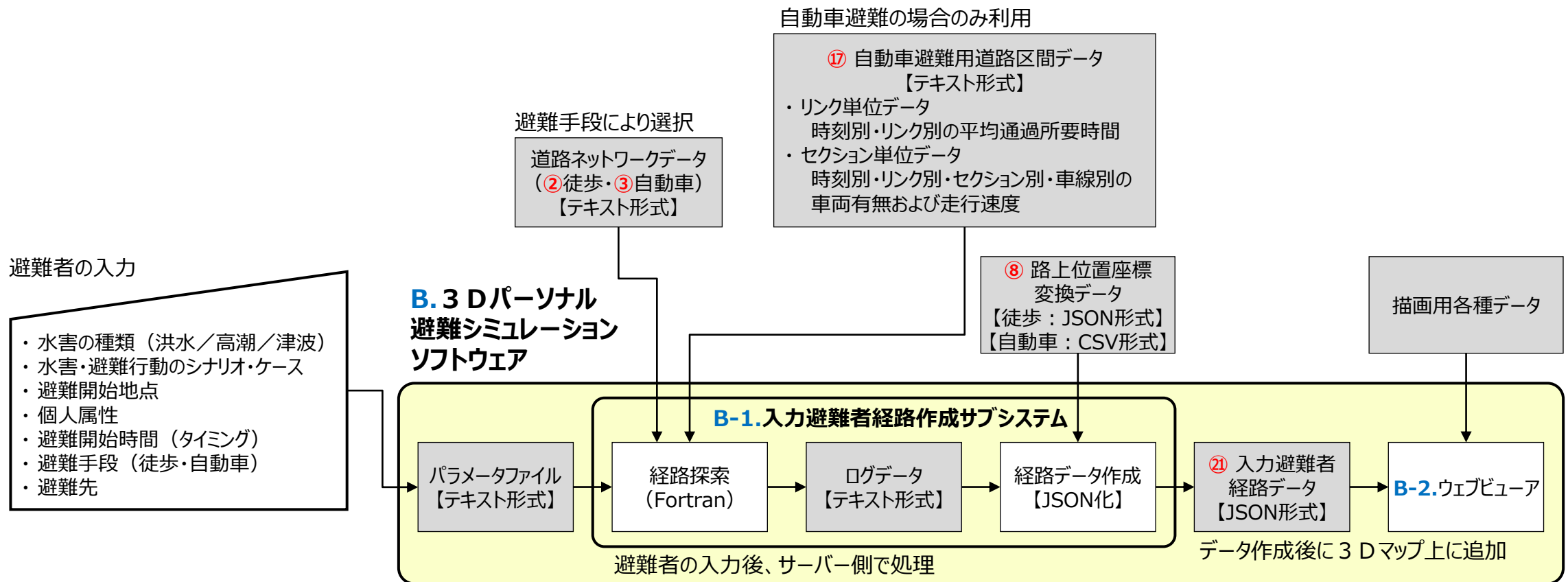
B-1. 入力避難者経路作成サブシステム

		内容	
機能概要	<ul style="list-style-type: none"> ユーザーが水害避難シミュレーションの実施ケース、避難開始位置、避難先、移動手段（徒歩・自動車）、避難開始時刻等を選択することで、入力ユーザーの避難経路を探索し、避難行動の軌跡（時刻別・位置座標）を作成 入力ユーザー以外の周りの避難者の避難行動については、A.3 D水害避難シミュレーションシステムの計算結果を参照するものとし、入力ユーザーと周りの避難者の行動はお互いに干渉しないものとする 		
移動軌跡の作成方法	ユーザーの徒歩・自動車の選択により、それぞれの道路ネットワークデータを用いて避難経路を探索し、それぞれの計算方法により移動速度（時間あたり移動距離）を決定		
		徒歩避難	自動車避難
	避難経路の選択方法	道路ネットワーク（徒歩用）のリンク距離を用いたダイクストラ法にて避難経路を決定	A.3 D水害避難シミュレーションシステムの計算結果である「自動車避難用道路区間データ」のリンク単位データ（時刻別・リンク別・平均通過所要時間）を用いたダイクストラ法にて避難経路を決定
移動速度の設定方法	避難者・世帯の属性により決定	「自動車避難用道路区間データ」のリンク単位データ（時刻別・リンク別・平均通過所要時間）およびセクション※単位データ（時刻別・リンク別・セクション別・車線別の車両有無および走行速度）から、当該時刻の避難経路リンクにおける各セクション・各車線の走行速度を推計し、自車両周辺の混雑（渋滞）の影響を考慮した移動速度を算出 ※セクションは各リンクを6m間隔で区切ったもの	

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能：B.3 Dパーソナル避難シミュレーションソフトウェア

B-1. 入力避難者経路作成サブシステムの処理フロー



Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能：B.3 D パーソナル避難シミュレーションソフトウェア

B-2. ウェブビューア

	内容
機能概要	3D地形（航空写真等の背景地図を貼付）と3D都市モデル等からなる3Dマップ上に、「B-1.入力避難者経路作成サブシステム」機能で作成したユーザーの避難行動の軌跡（時刻別・位置座標）と、周りの地域住民の避難行動および浸水域の時系列変化を重ねて合わせて時系列シミュレーションを表示
表示データ	<ul style="list-style-type: none">◆ 3Dマップでの主な表示物<ul style="list-style-type: none">・建物モデル（3D都市モデル）・3D地形（航空写真等の背景地図を貼付）・ユーザー（入力者）の避難の移動軌跡（現在位置および避難経路、避難先の名称および残り距離のラベル）・3D避難者データ（避難者の移動軌跡） 徒歩避難・自動車避難、バックグラウンド交通車両を判別できるように表示・時刻別・浸水面3Dオブジェクト・避難場所（「シミュレーション内の現在時刻までの避難者数」のラベルも表示）◆ 2Dの全体マップ（渋滞箇所の表示、ユーザーの現在位置および避難経路の表示）
選択・操作	<ul style="list-style-type: none">・避難シミュレーションのケース・ユーザーの避難行動・入力ユーザーの一人称視点および避難経路トレース・3Dマップ内での移動・拡大・縮小・回転・時系列シミュレーションの再生・停止・早送り・巻き戻し・任意時刻への移行・3Dマップ内オブジェクト（避難者・建物・避難場所）の属性情報へのアクセス

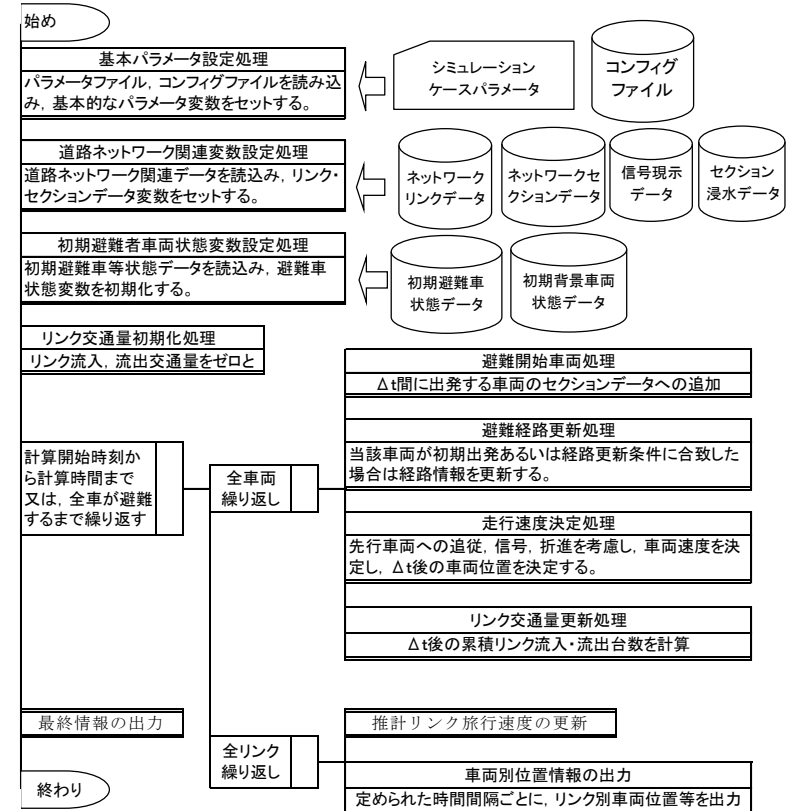
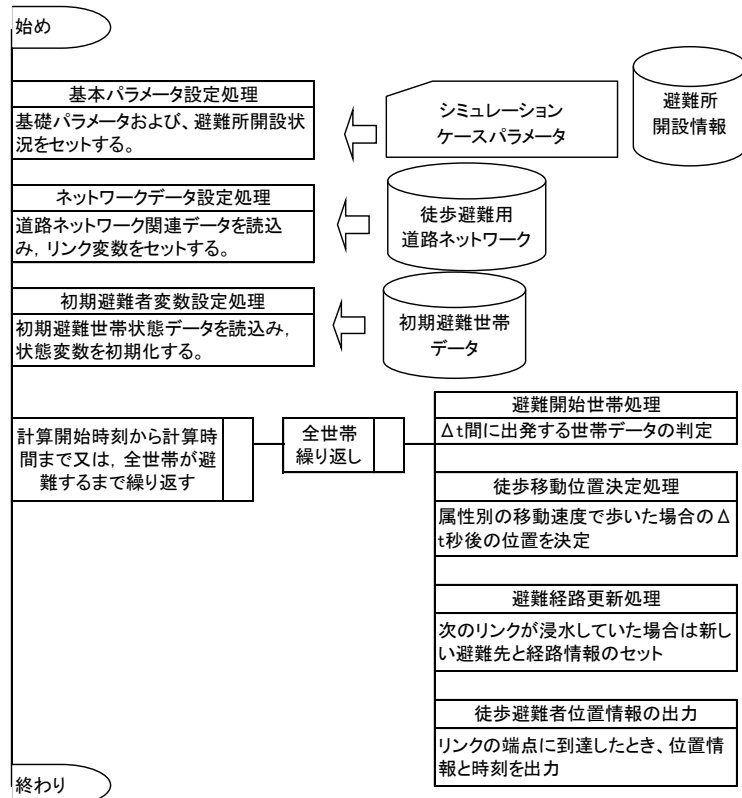
Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム アルゴリズム

避難行動シミュレーション (A.3 D水害避難シミュレーションシステム)

A.3D水害避難シミュレーションシステムのA-1.避難行動シミュレーションサブシステムを構成する「徒歩避難シミュレーション」および「自動車避難シミュレーション」の計算フローを下図に示す。

A-1.避難行動シミュレーションサブシステム「徒歩避難シミュレーション」

A-1.避難行動シミュレーションサブシステム「自動車避難シミュレーション」



Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム アルゴリズム

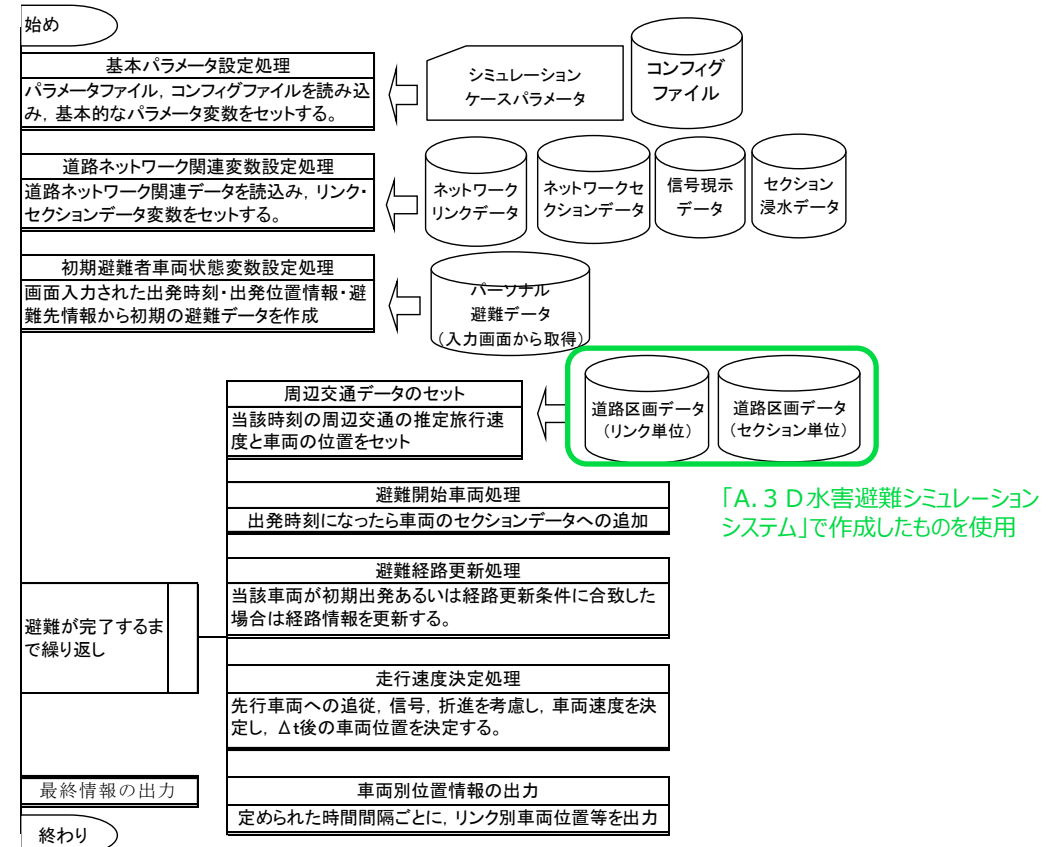
避難行動シミュレーション (B.3 Dパーソナル避難シミュレーションソフトウェア)

B.3Dパーソナル避難シミュレーションソフトウェアにも、A.3D水害避難シミュレーションと類似した避難行動シミュレーションサブシステムが含まれている。

B-1.入力避難者経路作成サブシステムの内部にある「自動車避難シミュレーション」部分の計算フローを右に示す。A.3D水害避難シミュレーションシステムで作成した道路混雑の情報を読み込む処理が追加され、ソフトウェア利用者の車両1台だけのシミュレーションを実施するように変更している。

※「徒歩避難シミュレーション」はソフトウェア利用者のみの情報を入力するように変更しているだけのため、図は省略

B-1.入力避難者経路作成サブシステム：「自動車避難シミュレーション」



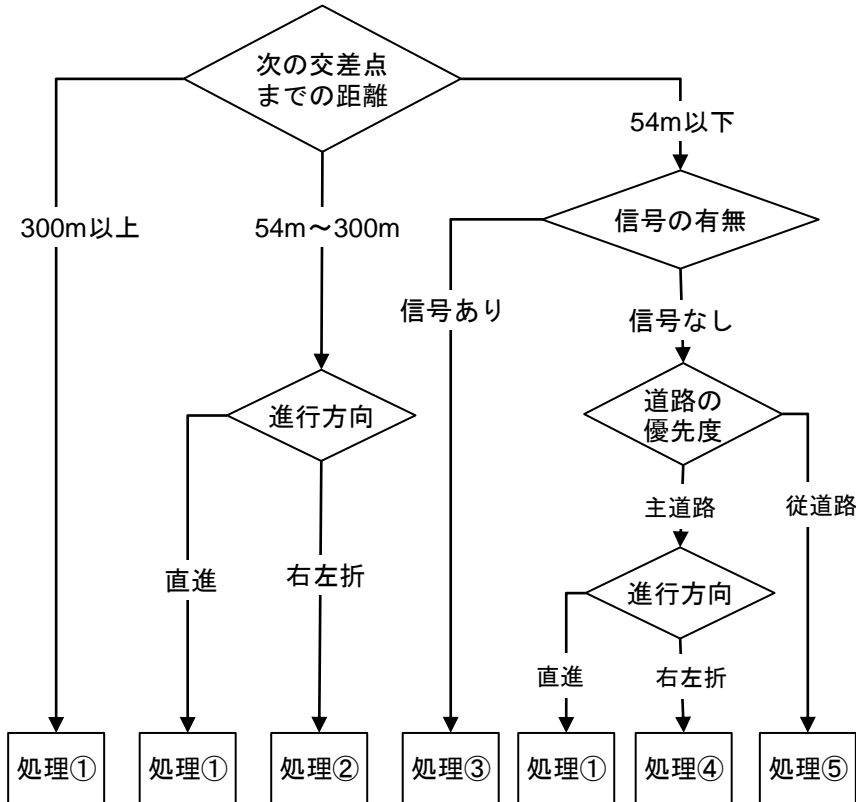
Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

アルゴリズム

A-1. 避難行動シミュレーションサブシステムおよびB-1. 入力避難者経路作成サブシステムの「自動車避難シミュレーション」における自動車の速度決定処理の概要

ネットワーク上を走行する車両に関しては、以下に示す通り、基本走行制御とその他の4つの走行フェーズを設定し、現状の車両がどのフェーズに該当するかを判断し、スキャンニングインターバル後の速度、位置を決定していく。

基本的には前方の車両に追従するような動きを取り、同じセクションに複数台の車両が存在しないように制御している。



制御の内容			走行制御のために必要な情報—道路上に存在する車両一台一台に対して制御を行うために必要なデータ	
制御・フェーズ名	該当条件	走行制御の内容	リンク・セクション・信号情報	車両状態情報
処理① 基本走行制御	全車両、全時刻	単路部を前方車両に追従して走行した場合の速度を決定	・先行車両のID、位置リンク・SCT番号 ・先行車両との車頭間隔	・対象車両の経路情報
処理② 右左折準備フェーズ	右左折する信号交差点手前54m超300m以下を走行している場合	右左折のための車線選択を行う。必要に応じて車線変更を行う	車線変更可能性判断のための前方SCTの車両走行状況	・対象車両の経路情報 ・次の右左折までの距離
処理③ 信号追従フェーズ	前方の信号交差点手前54m以下を走行している場合	前方の信号交差点の現示に追従して走行	右左折の別による次の信号機の現示	・対象車両の経路情報 ・次の信号交差点までの距離
処理④ 主道路無信号右左折フェーズ	右左折する無信号交差点手前54m以内の主道路を走行している場合	主道路から従道路へ右左折するための走行制		・対象車両の経路情報 ・次の従道路への右左折までの距離
処理⑤ 従道路無信号交差点フェーズ	従道路上で、通過する無信号交差点の手前54m以内を走行している場合	従道路から主道路との無信号交差点に進入して、直進、右左折するための走行制御	一旦停止後において交差主道路の交通量（台/秒）	・対象車両の経路情報 ・次の従道路の一旦停止位置までの距離
最終走行状態の決定			異なる走行状態となる場合、一番遅い速度で確定する	

Ⅲ. 実証システム > 6. データ

① 活用データ | 3D都市モデル一覧

地物	地物型	属性区分	属性名	内容
建築物LOD1	bldg:Building	空間属性	bldg:lod1Solid	建築物のLOD1の立体
		主題属性	bldg:class	分類
			bldg:usage	用途
			bldg:measuredHeight	計測高さ
			bldg:storeysAboveGround	地上階数
			uro:buildingDetailAttribute/uro:buildingStructureType	構造種別
			uro:BuildingRiverFloodingRiskAttribute/uro:depth	洪水浸水リスクの浸水深
			uro:BuildingRiverFloodingRiskAttribute/uro:duration	洪水浸水リスクの継続時間
			uro:BuildingTsunamiRiskAttribute/uro:depth	津波浸水リスクの浸水深
			uro:BuildingHighTideRiskAttribute/uro:depth	高潮浸水リスクの浸水深
			uro:BuildingLandSlideRiskAttribute/uro:areaType	土砂災害リスクの区域区分
地形LOD1	dem:TINRelief	空間属性	dem:tin	TIN

Ⅲ. 実証システム > 6. データ

① 活用データ | その他の活用データ一覧

その他の活用データ一覧 (その1)

活用データ	内容	データ形式	出所
① 令和2年国勢調査	表8-1 世帯員の年齢による世帯の種類, 世帯人員の人数別一般世帯数 表10 世帯の家族類型, 世帯人員の人数別一般世帯数 表26-1 65歳以上世帯員の有無による世帯の種類, 世帯人員の人数別 一般世帯数 (小地域集計) 第5-2表 世帯人員の人数別一般世帯数及び一般世帯の1世帯当たり人員 第6-1表 世帯の家族類型, 世帯員の年齢による世帯の種類別一般世帯数 第6-2表 世帯の家族類型別一般世帯人員	CSV形式	総務省統計課
② 平成24年 熊本都市圏 パーソントリップ調査	H24熊本都市圏PT調査本体調査のマスターデータ	テキスト形式	熊本都市圏総合交通計画協議会
③ 平成27年度 全国道路・ 街路交通情勢調査 (道 路交通センサス)	自動車起終点調査 (OD調査) マスターデータ	テキスト形式	国土交通省道路局
④ 熊本市の避難場所情報 (防災情報ポータル)	指定緊急避難場所 (一時避難場所) の災害種類別開設可否判断情報	HTML	熊本市
⑤ 地域・防災に関する アンケート調査	熊本市南区天明地区を対象とした沿岸部の避難行動に関する調査 (令和3年11月実施)	Excel ファイル	熊本大学、熊本市南区

Ⅲ. 実証システム > 6. データ

① 活用データ | その他の活用データ一覧

その他の活用データ一覧 (その2)

活用データ	内容	データ形式	出所
㊦ 熊本市の地域防災計画 (令和4年度)	対象地域にある病院や老人ホーム、介護施設等の避難計画情報	Excel ファイル	熊本市
㊧ 1級河川の時系列浸水深データ	熊本河川国道事務所の洪水浸水想定 (国管理区間)、および熊本県洪水浸水想定 (県管理区間) におけるメッシュ別時系列浸水深データ (河川別・破堤点別)	シェープ ファイル	・熊本河川国道事務所 (国管理区間) ・熊本県 (県管理区間)
㊨ その他河川の時系列浸水深データ	熊本県洪水浸水想定におけるメッシュ別時系列浸水深データ (河川別・破堤点別)	シェープ ファイル	熊本県
㊩ 高潮の時系列浸水深データ	熊本県高潮浸水想定におけるメッシュ別時系列浸水深データ	シェープ ファイル	熊本県
㊪ 信号現示	自動車ネットワークの交差点における信号 (押しボタン式は除く) のサイクル長	Excel ファイル	ライテックによる現地調査
㊫ 街区レベル位置参照情報	都市計画区域相当範囲の街区単位あるいは街区相当範囲の位置座標データ (代表点の緯度・経度、平面直角座標)	CSV形式	国土交通省国土政策局
㊬ 熊本県津波浸水想定	最大クラスの津波が悪条件下において発生した場合に想定される浸水の区域 (浸水域) と水深 (浸水深) を表したもの	シェープ ファイル	国土交通省国土政策局 国土情報課

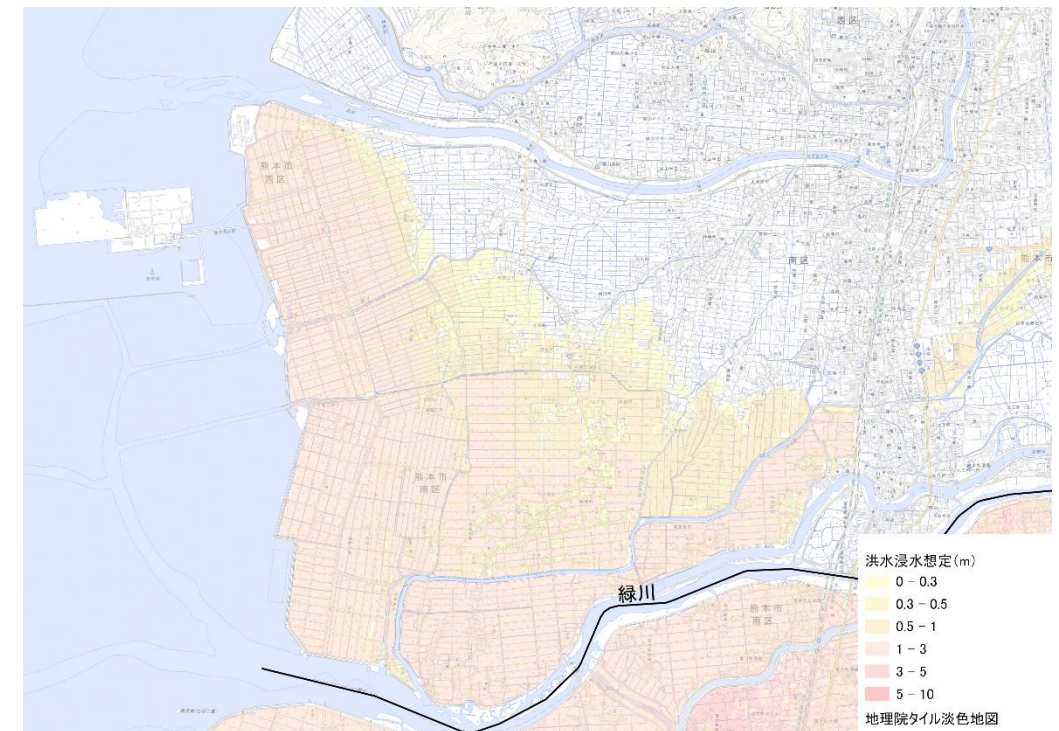
Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ ② 1級河川の時系列浸水深データ

1級河川の時系列浸水深データ (シェープファイル)

熊本河川国道事務所および熊本県が河川の破堤点を設定してシミュレーションを行って想定した、河川別・破堤点別・時刻別の浸水深等のデータである。河川別・破堤点別・時刻別に分かれたファイルとなっている。各ファイルの中では、メッシュごとに以下の属性情報が付与されている。

属性名	説明
MESH	メッシュコード
標高	メッシュの標高
浸水深	当該時刻におけるメッシュの浸水深
浸水深ランク	浸水深のランク区分
流速	当該時刻におけるメッシュの流速
流速ランク	流速のランク区分

緑川の特定の破堤点・特定の時刻における熊本市内の洪水浸水想定



出典：熊本河川国道事務所のデータを元に作成

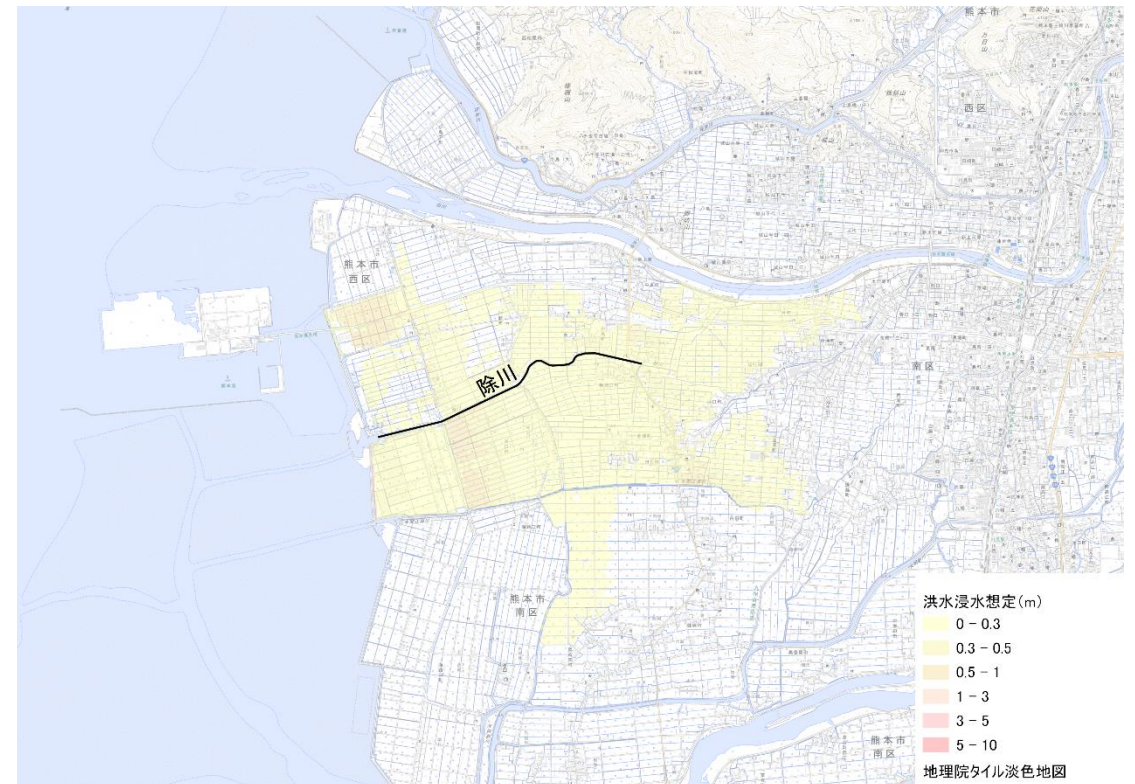
Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ ⑧ その他河川の時系列浸水深データ

その他河川の時系列浸水深データ (シェープファイル)

熊本県が河川の破堤点を設定してシミュレーションを行って想定した、河川別・破堤点別・時刻別の浸水深等のデータである。河川別・破堤点別・時刻別に分かれたファイルとなっている。各ファイルの中では、メッシュごとに以下の属性情報が付与されている。

属性名	説明
MESH	メッシュコード
標高	メッシュの標高
浸水深	当該時刻におけるメッシュの浸水深
浸水深ランク	浸水深のランク区分
流速	当該時刻におけるメッシュの流速
流速ランク	流速のランク区分

除川の特定の破堤点・特定の時刻における熊本市内の洪水浸水想定



出典：熊本県のデータを元に作成

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ

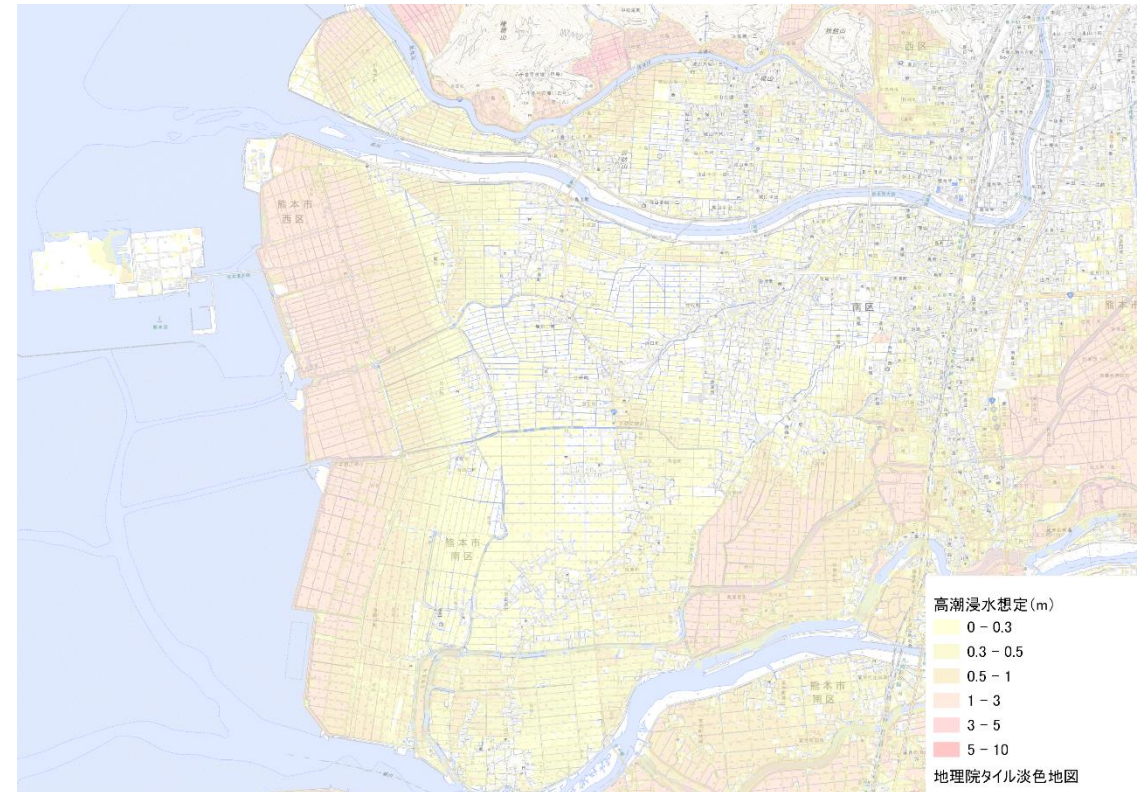
① 高潮の時系列浸水深データ

高潮の時系列浸水深データ (シェープファイル)

熊本県が最大クラスの高潮のシミュレーションを行って想定した、時刻別の浸水深等のデータである。時刻別に分かれたファイルとなっている。各ファイルの中では、メッシュごとに以下の属性情報が付与されている。

属性名	説明
MESH	メッシュコード
標高	メッシュの標高
浸水深	当該時刻におけるメッシュの浸水深
浸水深ランク	浸水深のランク区分
流速	当該時刻におけるメッシュの流速
流速ランク	流速のランク区分

特定の時刻における熊本市内の高潮浸水想定



出典：熊本県のデータを元に作成

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ

①熊本県津波浸水想定

津波浸水想定データ (シェープファイル)

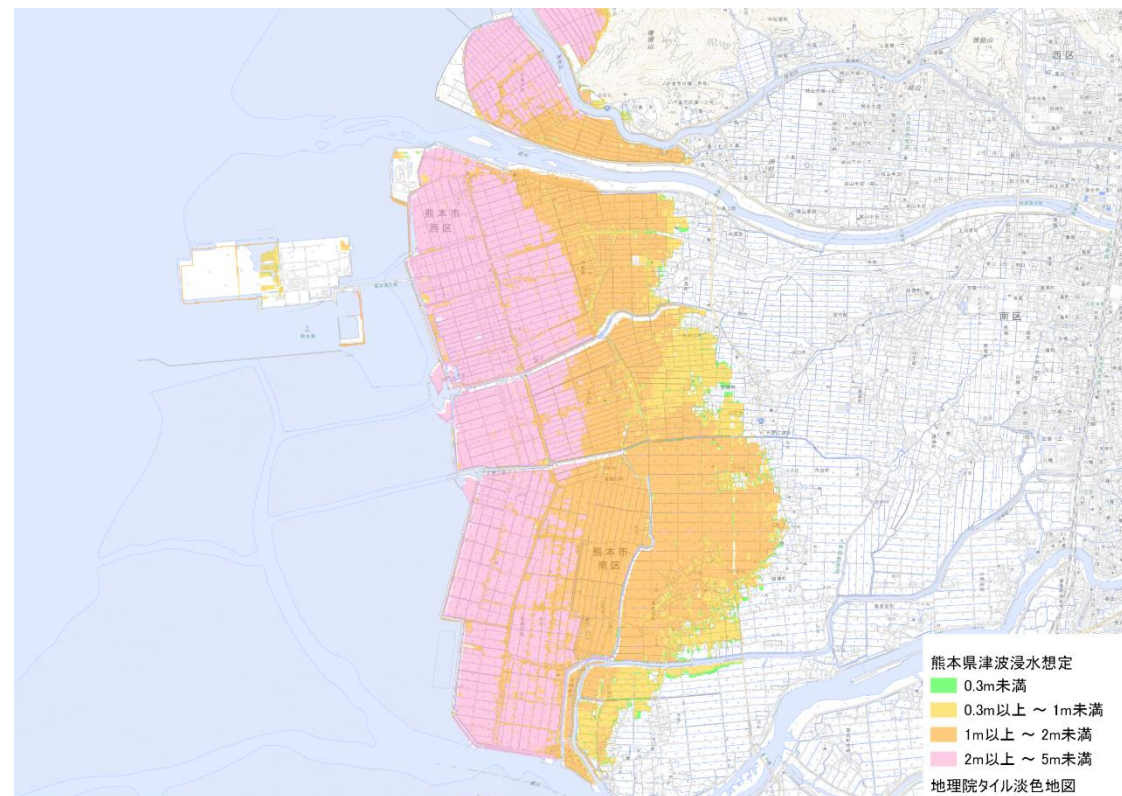
熊本県が最大クラスの津波のシミュレーションを行って想定した、最大の浸水域と、各地点の最大の浸水深のデータである。浸水深の区分が同じ面ごとに、以下の属性情報が付与されている。

属性名	説明
都道府県名	都道府県の名称
都道府県コード	都道府県を示す2桁のコード
津波浸水深の区分	浸水深のランク区分※

※浸水深のランク区分は、熊本県においては、以下の4つがある。

色	区分
	2.0m以上 5.0m未満
	1.0m以上 2.0m未満
	0.3m以上 1.0m未満
	0.3m未満

熊本市内の津波浸水想定



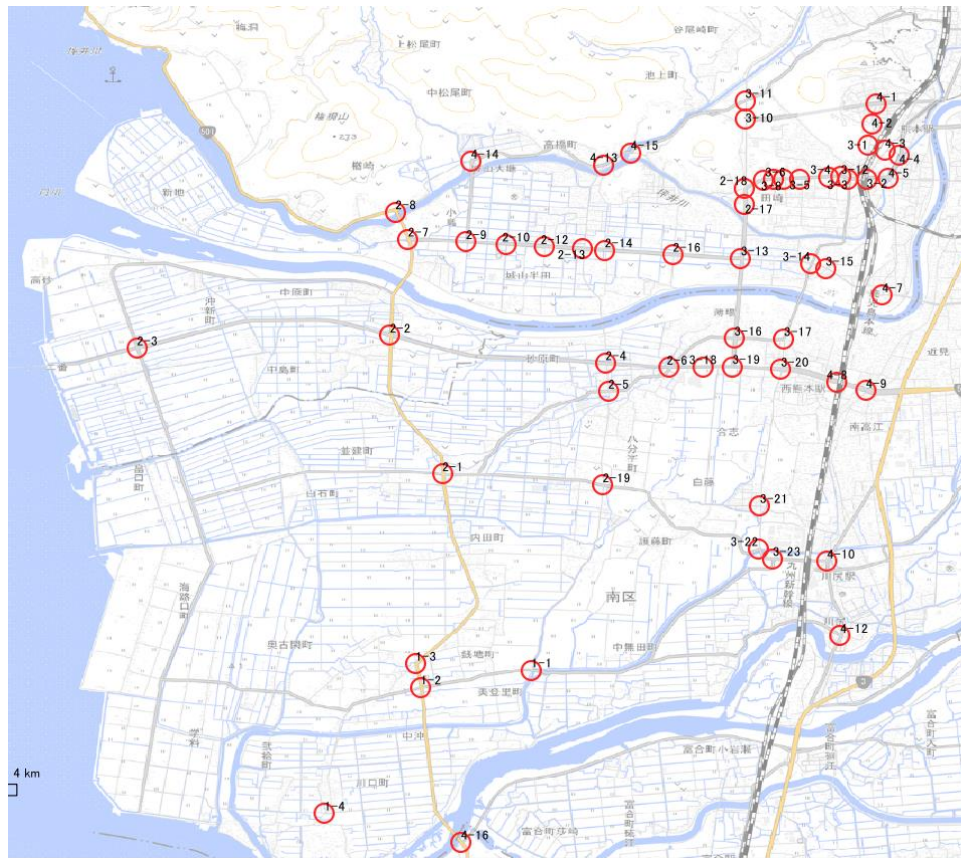
出典：国土数値情報（津波浸水想定データ）

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ

①信号現示

対象地域にある信号（押しボタン式信号を除く）の方向別サイクル長を現地調査した。

現地調査した信号機の位置



信号現示調査票記入例

信号現示調査票
 調査地点No.: 4-10(川尻駅付近)
 調査地点名:
 調査日: 令和4年7月1日(金)
 天候:

凡例
 [青] : 青 [歩行者点滅] : 歩行者点滅 [直進青矢] : 直進青矢
 [赤] : 赤 [YF] : 黄点滅 [直進赤矢] : 直進赤矢
 [黄] : 黄 [直進左折青矢] : 直進左折青矢 [直進左折赤矢] : 直進左折赤矢

方向案内図

		単位: 秒																			
		1φ		2φ		3φ		4φ		5φ								計			
灯器	相続	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
A		[黄]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	
A'		[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	
B		[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	
C		[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	[青]	
D		[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	[赤]	
秒数	10 時台	45	3	3	3	3	50	3	3	20	3	3	6	3	3						151

現示

1φ	2φ	3φ	4φ
5φ	6φ	(備考) 時差式 D(側道)のみ一方通行	

ストップウォッチを用いて方向別の信号機の表示と秒数を計測し、調査票に記入した。

※信号現示（方向別の信号表示のラップタイム計測データ）は、交通調査を実施する団体がその都度行うのが一般的で、公表データとして整理されているものはない

Ⅲ. 実証システム > 6. データ

② データ処理 | 一覧

その1

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)
① 建物モデル (3D Tiles)	<ul style="list-style-type: none"> • A-4. および B-2. ウェブビューアの入力データ (3D 描画) • 避難開始位置の設定、在宅避難等の判定 	<ul style="list-style-type: none"> • FMEを用いてCityGML形式から3D Tiles形式へ変換 	FME	3D 都市モデル(LOD1) (CityGML形式)
② 道路ネットワークデータ (徒歩用) (テキスト形式)	<ul style="list-style-type: none"> • A-1. 避難行動シミュレーションサブシステムの入力データ • B-1. 入力避難者経路作成サブシステムの入力データ • 避難経路の探索 	<ul style="list-style-type: none"> • 交差点 (ノード) データに座標を付加 • 区間 (リンク) データに距離を付加 	QGIS	道路地図 (KML形式、GML形式、PDF形式、TIFF形式)
③ 道路ネットワークデータ (自動車用) (テキスト形式)	<ul style="list-style-type: none"> • A-1. 避難行動シミュレーションサブシステムの入力データ • B-1. 入力避難者経路作成サブシステムの入力データ • 避難経路の探索 	<ul style="list-style-type: none"> • 交差点 (ノード) データに座標を付加 • 区間 (リンク) データに距離、車線数、法定速度を付加 • リンク単位データを6m間隔で区切ったセクション単位データを作成 	QGIS	道路地図 (KML形式、GML形式、PDF形式、TIFF形式)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ

② データ処理 | 一覧

その2

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)
④ 時間帯別バックグラウンド自動車OD表 (CSV形式)	<ul style="list-style-type: none"> ・A-1.避難行動シミュレーションサブシステムの入力データ ・シミュレーション時のバックグラウンド交通量 	<ul style="list-style-type: none"> • 自動車起終点調査 (OD調査) マスターデータの「出発地」「出発時刻」「目的地」「到着時刻」から、対象地域を通過する車両の時間帯別OD表を作成する 	Fortran、R	◎平成27年度 全国道路・街路交通情勢調査 (テキスト形式)
⑤ メッシュ別時系列浸水深データ (洪水/高潮/津波) (シェープファイル)	<ul style="list-style-type: none"> ・A-3. 3D浸水シミュレーションサブシステムの入力データ時刻別・浸水面3Dオブジェクトの作成 ・②③道路ネットワーク (徒歩・自動車別) の各リンクに浸水判定用の浸水時刻を付与 (水害シナリオ・ケース別) 	<ul style="list-style-type: none"> • 洪水・河川は処理なし • 津波の浸水範囲は熊本県の想定を元にポリゴンを作成し、海岸線からの距離を基準に順に遡上するように設定する 	なし	◎1級河川の時系列浸水深データ (シェープファイル) ④その他河川の時系列浸水深データ (シェープファイル) ①高潮の時系列浸水深データ (シェープファイル) ①熊本県津波浸水想定 (シェープファイル)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ

② データ処理 | 一覧

その3

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)
⑥ DEM (数値標高モデル) (City GML)	<ul style="list-style-type: none"> ・A-2. 3D浸水シミュレーションサブシステムの入力データ (津波ケース) ・⑧路上位置座標変換データの高さ設定に利用 	<ul style="list-style-type: none"> ・なし 	なし	<ul style="list-style-type: none"> ・3D都市モデルのDEMデータ (TIN) (City GML)
⑦ 浸水面3Dオブジェクト表示時間データ (CZML形式)	<ul style="list-style-type: none"> ・A-4. およびB-2. ウェブビューアの入力データ (3D描画) ・ウェブビューアでの⑩時刻別・浸水面3Dオブジェクト (3D Tiles) の表示をシミュレーション内時刻に応じて切替 	<ul style="list-style-type: none"> ・⑤メッシュ別時系列浸水深データの時刻変化に合わせてテキストを記述 	テキストエディタ	<ul style="list-style-type: none"> ・⑤メッシュ別時系列浸水深データ (シェープファイル)
⑧ 路上位置座標変換データ (徒歩: JSON形式) (自動車: CSV形式)	<ul style="list-style-type: none"> ・A-3. 3D描画サブシステム・B. 3Dパーソナル避難シミュレーションソフトウェアの入力データ 	<ul style="list-style-type: none"> ・道路ネットワークの路上位置とDEM (数値標高モデル) を空間演算により対応付け ・道路リンク上の位置 (端点からの距離) に応じて3次元座標 (緯度、経度、高さ) を取得 	FME、PowerShell	②③道路ネットワークデータ (CSV形式)
				⑥DEM (数値標高モデル)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ

② データ処理 | 一覧

その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)
⑨ 3D地形データ (Cesium地形)	<ul style="list-style-type: none"> ・A-4.およびB-2.ウェブビューアの入力データ(3D描画) ・3D地形の表面を表示 	<ul style="list-style-type: none"> ・なし 	なし	PLATEAU配信サービス (試験運用) (Cesium地形)
⑩ 3D地形貼付用 地図(PNG、画像 タイル)	<ul style="list-style-type: none"> ・A-4.およびB-2.ウェブビューアの入力データ(3D描画) ・⑨3D地形の表面に貼付 (航空写真等) 	<ul style="list-style-type: none"> ・なし 	なし	PLATEAU配信サービス (試験運用) (PNG、画像タイル)
⑪ 避難場所データ (CZML形式)	<ul style="list-style-type: none"> ・A-4.およびB-2.ウェブビューアの入力データ(3D描画) 避難場所の位置を表示 ・⑫⑬避難者データにおける避難場所の設定 ・②③道路ネットワークに対して 目的地として付与 	<ul style="list-style-type: none"> ・⑤のアンケート結果をもとに、避難先として選択される避難施設や自動車避難先の候補地を設定 ・⑤を参照しながら避難施設の位置(座標)データ(熊本市地図情報サービス)に収容人数等の属性(熊本市提供資料)を付加 	Excel	④熊本市の避難場所情報 (防災情報ポータル) (HTML形式)
				⑥地域・防災に関する アンケート調査(Excel)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ

② データ処理 | 一覧

その5

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)
⑫ シナリオ・ケース別時刻別避難者データ（一般世帯） (テキスト形式)	<ul style="list-style-type: none"> ・A-1.避難行動シミュレーションサブシステムの入力データ ・発災時の一般世帯避難者の避難開始位置、避難先、避難開始時刻、交通手段 	<ul style="list-style-type: none"> • ④国勢調査より町丁目別の世帯数・居住者数を集計 • ⑤PT調査データより時刻別の町丁目別滞留人口を推計（調査年次が古いため、国勢調査を用いて町丁目別男女別年齢階層別人口で補正を実施） • ①建物モデルデータを用いて滞留者を同一町丁目内の建物にランダムに分布させたものを避難開始位置と推計 • また、①の属性情報より避難開始位置とする建物が垂直避難可能かどうかを判定 • ⑪避難場所データから避難開始位置の最寄り避難先を推計（最寄り避難所の検索は②③道路ネットワークデータを用いて最短経路探索により決定） 	Excel、Fortran	④令和2年国勢調（小地域集計）（CSV形式）
				⑤平成24年 熊本都市圏パーソントリップ調査（テキスト形式）
				①建物モデル（City GML）
				⑪避難場所データ（CSV形式）
				②③道路ネットワークデータ（CSV形式）

Ⅲ. 実証システム > 6. データ

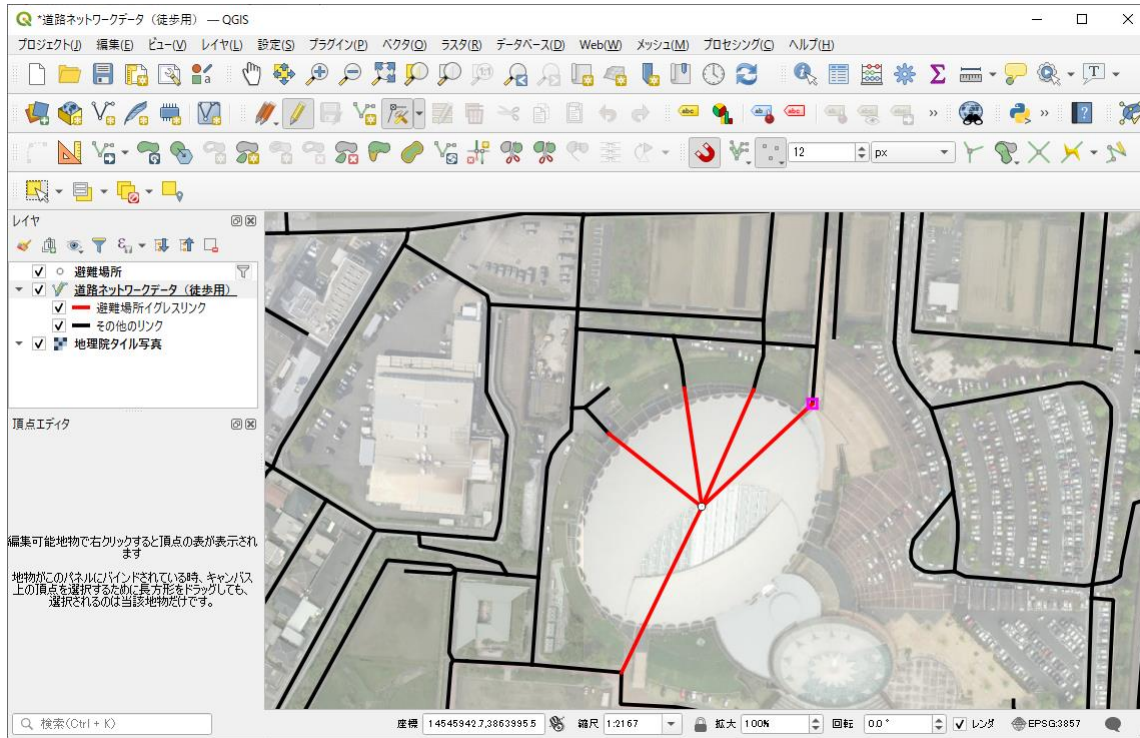
② データ処理 | 一覧

その6

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)
⑬ シナリオ・ケース別時刻別避難者データ (特定施設) (テキスト形式)	<ul style="list-style-type: none"> ・A-1.避難行動シミュレーションサブシステムの入力データ ・発災時の特定施設入居者の避難開始位置、避難先、避難開始時刻、交通手段 	<ul style="list-style-type: none"> ・施設ごとの入居者数等、避難先、避難開始時刻、避難方法等のデータを集計 	Excel	⑤熊本市の地域防災計画 (令和4年度) (Excel)
⑭ 信号現示 (CSV形式)	<ul style="list-style-type: none"> ・A-1.避難行動シミュレーションサブシステムおよびB-1.入力避難者経路作成サブシステムの入力データ 	<ul style="list-style-type: none"> ・方向別の信号サイクル長をCSVデータに整理 	Excel	①信号現示 (Excel)
⑮ 避難開始地点候補座標情報 (Java Scriptオブジェクト)	<ul style="list-style-type: none"> ・B. 3 D パーソナル避難シミュレーションソフトウェアの入力データ ・避難開始位置を設定する住所情報として利用 	<ul style="list-style-type: none"> ・熊本市西区と南区の対象地域の大字・町丁目を抽出して整理 ・各大字・町丁目の街区符号・地番を整理 	Excel	⑧街区レベル位置参照情報 (CSV形式)

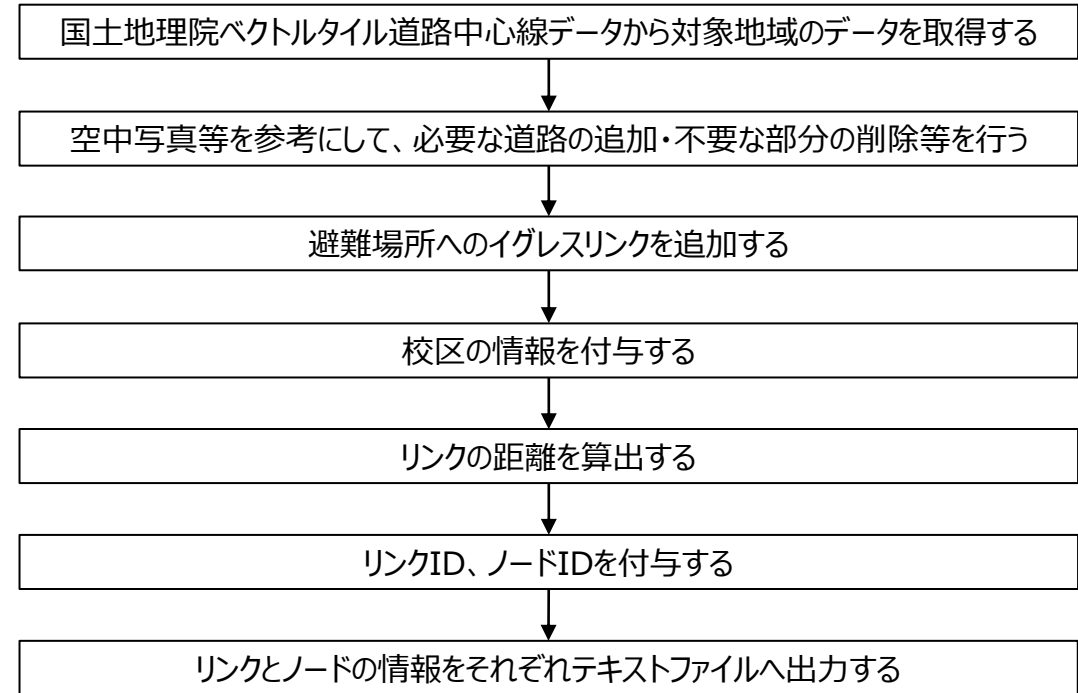
Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理 ②道路ネットワークデータ（徒歩用）の作成

GISソフトウェアを用いた道路ネットワークデータ（徒歩用）作成作業



例：QGISを用いて、国土地理院の空中写真を参考にしつつ、国土地理院ベクトルタイル道路中心線データを元にした道路ネットワークデータに避難場所イグレスリンクを追加する

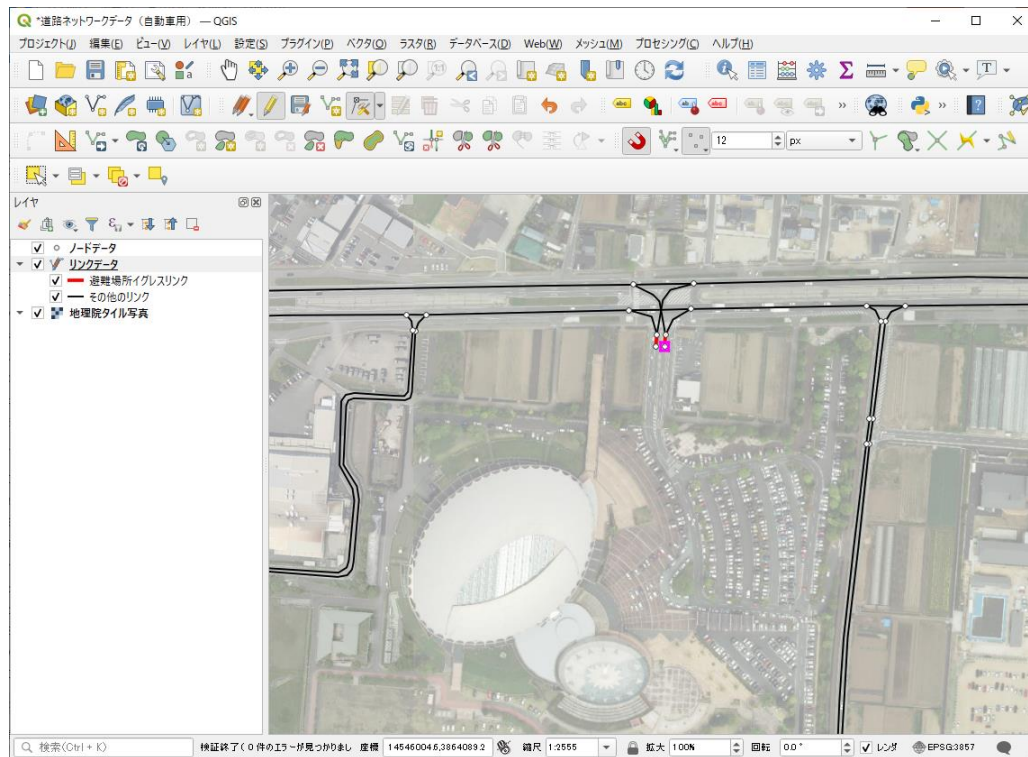
道路ネットワークデータ（徒歩用）の作成フロー



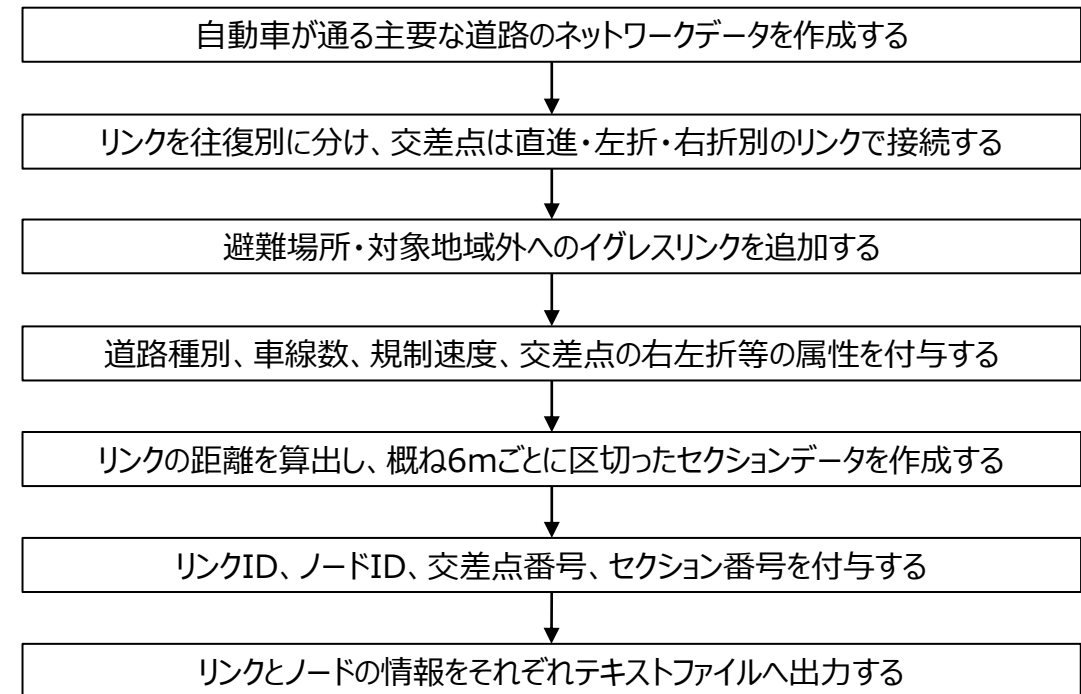
Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理 ③道路ネットワークデータ（自動車用）の作成

GISソフトウェアを用いた道路ネットワークデータ（自動車用）作成作業

道路ネットワークデータ（自動車用）の作成フロー



例：QGISを用いて、国土地理院の空中写真を参考にしつつ、往復別の道路ネットワークデータに避難場所イグレスリンクを追加する



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

⑫⑬ シナリオ・ケース別時刻別避難者データの作成

水害ケースの設定（1）：洪水

洪水	2ケースを設定（1級河川の緑川と白川を選択 ※）
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 緑川（破堤点：BP159、右岸、南区美登里町） ➤ 白川（破堤点：BP008、左岸、南区薄場一丁目）

※ 洪水の破堤点の選択にあたっては、対象地域の浸水想定範囲が広がる箇所を選択
 河川・破堤点別の浸水シミュレーションについては、浸水ナビ（国土交通省）で確認可能
[\(https://suiboumap.gsi.go.jp/\)](https://suiboumap.gsi.go.jp/)



図 洪水シナリオのイメージ

表 洪水シナリオで想定したタイムライン

時間経過	時刻	気象情報	雨の状況	水位	避難情報の発令	警戒レベル	気象状況等
-72							
-48		【大雨のおそれ】 ・大雨に関する気象情報				1	九州南部に秋雨前線が停滞し、明日から熊本県全域でも大雨が降り続け、2日後には1時間に100mm程度の猛烈な雨になる可能性があることが予報される。
-36		【雨が降り始める】				2	阿蘇地方から降り始めた雨が次第に強くなり、その後、市域全域にも強い雨が降り始めた。
-24		・大雨注意報 ・洪水注意報	やや強い雨				気象庁は、熊本市の大雨注意報・洪水注意報を発表
-18	9:00			水防団待機水位超過	【高齢者等避難】	3	9時に緑川の●●で水防団待機水位を超過し、その後強い雨が降り続けることが予報されていることから、「警戒レベル3・高齢者等避難」を発令
-17	10:00				●要配慮者（高齢者・障がい者・乳幼児等）とその支援者は避難 ●上記以外の人も自主的に避難		
-16	11:00						
-15	12:00		強い雨	氾濫注意水位超過			12時には強い雨になり、緑川の●●で氾濫注意水位を超過
-14	13:00						
-13	14:00						
-12	15:00	【雨が強まる】		避難判断水位超過	【避難指示】 ●危険な場所から全員避難	4	15時には激しい雨になり、緑川の●●で避難判断水位を超過。その後雨も降り続け急激な水位上昇のおそれがあるため、「警戒レベル4・避難指示」を発令。
-11	16:00	・大雨警報					
-10	17:00	・洪水警報					
-9	18:00						
-8	19:00						
-7	20:00						
-6	21:00			氾濫危険水位超過			21時に緑川の●●で氾濫危険水位を超過
-5	22:00						
-4	23:00						
-3	0:00	【雨がさらに強まる】					
-2	1:00	・大雨特別警報					
-1	2:00						0時には非常に激しい雨になる。
0	3:00				【緊急安全確保】	5	緑川のXX付近で破堤し、洪水が発生

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

⑫⑬ シナリオ・ケース別時刻別避難者データの作成

水害ケースの設定（2）：高潮

高潮	熊本県の高潮浸水想定より1ケースを設定
-----------	---------------------



図 高潮シナリオのイメージ

表 高潮シナリオで想定したタイムライン

時間経過	時刻	気象情報	風の状況	雨の状況	避難情報の発令	警戒レベル	気象状況等
-72		【台風発生・北上】					沖縄の南海上で台風が発生
-48		【台風接近・上陸のおそれ】 最大規模で接近・上陸のおそれあり ・波浪注意報 ・強風注意報				1	台風は発達しながら九州方面に北上し、2日後の深夜から未明にかけて、最大規模の勢力で熊本県沿岸部に接近・上陸の恐れがあると発表。
-36		・高潮注意報 ・大雨注意報 ・洪水注意報 ・雷注意報				2	台風の接近に伴い、最接近が予測される日の前日の午後、熊本県沿岸部に「高潮注意報」等を発表。これにより、熊本県沿岸部に高潮に対して「警戒レベル2（避難行動を確認）」を発表
-18	9:00	・高潮注意報			【高齢者等避難】	3	台風の接近が満潮の時刻と重なるため、高潮注意報が警戒に切り替わる可能性が高いことが発表 最大規模の台風の接近および高潮の発生が深夜時間帯に予想されることや、次第に雨風が激しくなることが予想されることから、早めの避難が必要との判断で、午前9時に沿岸地域に「警戒レベル3・高齢者等避難」が発令。
-17	10:00	（警戒に切り替える可能性が高い）			●要配慮者（高齢者・障がい者・乳幼児等）とその支援者は避難 ●上記以外の人も自主的に避難		
-16	11:00	・波浪警報					
-15	12:00	・暴風警報					
-14	13:00			強い雨			
-12	15:00	・高潮警報	強風域内	激しい雨	【避難指示】 ●危険な場所から全員避難	4	最大規模の台風の接近に伴い、さらに雨風が強くなり、「高波警報」「大雨警報」「洪水警報」が発表され、15時に沿岸地域に「警戒レベル4・避難指示」が発令。 21時には沿岸地域が暴風域内に入った。
-11	16:00	・大雨警報					
-10	17:00	・洪水警報					
-9	18:00						
-8	19:00						
-7	20:00						
-6	21:00						
-5	22:00						
-4	23:00						
-3	0:00		暴風域内				
-2	1:00						
-1	2:00						
0	3:00				【緊急安全確保】	5	高潮による浸水が開始

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

⑫⑬ シナリオ・ケース別時刻別避難者データの作成

水害ケースの設定（3）：津波

津波	熊本県の津波浸水想定より1ケースを設定 津波浸水想定データ（最大範囲）から浸水時系列変化の簡易推計を実施 ※
-----------	---

※ 時系列の津波の浸水域については、海岸線に津波が到達する時刻（地震発生10分後）から、熊本県が想定する最大の浸水範囲まで、一定の速さ（毎分300m）で津波が遡上すると想定した。



図 津波シナリオのイメージ

表 津波シナリオで想定したタイムライン

時間経過	時刻	気象情報	避難情報の発令	警戒レベル	状況
0	12:00	・雲仙断層群でM7.5の地震発生			12時に、雲仙断層群においてM7.5の地震が発生
1	12:03	・大津波警報発令	【避難指示】 ●危険な場所から 全員避難	4	地震発生から10分後には、熊本市の沿岸に最大規模の津波が到達すると発表 津波による浸水開始
2	12:10				
3	13:00				
4	14:00				
5	15:00				
6	16:00				
7	17:00				
8	18:00				
9	19:00				
10	22:00				
11	23:00				
12	0:00				

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

⑫⑬ シナリオ・ケース別時刻別避難者データの作成

避難行動シナリオの設定

一般世帯

特定施設（病院・老人ホーム・介護施設等）

一般世帯の避難シナリオを以下のように設定した

	移動手段	避難開始のタイミング	垂直避難※3
高潮・洪水	自動車：徒歩 50%：50%	全世帯早め※1	なし
		高齢者等早め※2	
	自動車：徒歩 30%：70%	全世帯早め※1	
		高齢者等早め※2	
	自動車：徒歩 50%：50%	全世帯早め※1	あり
		高齢者等早め※2	
津波	自宅滞在者の50%および自動車での来訪者が自動車避難	地震発生後5～30分の間に避難開始	なし
			あり

特定施設の避難シナリオは個々の施設の避難計画に準じるものとした

	移動手段	避難開始のタイミング	垂直避難
高潮・洪水	個々の施設の避難計画に準ずる		
津波			

- ※1 警戒レベル3発令から1時間以内に全世帯出発
- ※2 警戒レベル3発令から2時間以内に高齢者を含む世帯が、その後警戒レベル4発令から1時間以内にその他の世帯が出発
- ※3 垂直避難が可能な建物にいる全員が垂直避難すると想定

避難行動シナリオの設定にあたって熊本市や有識者（熊本大学）との協議の結果を踏まえて設定

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

⑫⑬シナリオ・ケース別時刻別避難者データの作成

シナリオ・ケース別時刻別避難者データの概要

⑫ シナリオ・ケース別時刻別避難者データ（一般世帯）

一般世帯の避難者データの概要

避難対象者	発災（避難開始）時に対象校区内にいる者 夜間人口分布（①国勢調査）および時刻別昼間人口分布（②熊本都市圏パーソントリップ調査）から設定
避難行動単位	世帯を基本とする
避難開始位置	洪水・高潮は全員自宅、津波は発災時刻（昼間12時に地震発生と設定）により設定 ※1
垂直避難選択	垂直（在宅）避難を考慮 ※2
避難開始のタイミング	高齢者等避難（警戒レベル3）、避難指示（警戒レベル4）発令後の避難開始時刻分布を想定し、シナリオに沿って選択肢として用意
移動手段	世帯ごとに、徒歩もしくは自動車を選択 ※3
避難先	徒歩：校区内の最寄避難場所（学校、公民館等） 自動車：校区外の高台を目指す ※4

※1 洪水と高潮に関しては、大雨や台風といった前兆があるため自宅に戻っていると想定する

津波に関しては、時刻別昼間人口分布から避難対象者数（自宅、自宅外の別）を推計し、自宅またはその他の建物位置を避難開始位置として設定する

※2 3D都市モデルの建物属性データのうち、建物構造（木造、鉄筋コンクリート造など）や地上階数等から、垂直（在宅）避難を選択肢として用意（避難対象者が垂直避難を選択した場合は、避難場所への移動を行わないため、本シミュレーションでは計算の対象外となる）

※3 ②熊本都市圏パーソントリップ調査データ（平成24年）を用いて自動車保有率（世帯単位）等を設定し、世帯の自動車保有状況を考慮した各世帯に1台以上の車両があり、自動車避難する場合には分乗せずに世帯全員が1台で避難するものとする

※4 ⑤地域・防災に関するアンケート調査を参考に設定

⑬ シナリオ・ケース別時刻別避難者データ（特定施設）

特定施設（病院・老人ホーム・介護施設等）の避難者データの概要

避難対象者	⑤熊本市の地域防災計画をもとに、個々の施設の避難計画に準じて作成する
避難行動単位	
避難開始位置	
垂直避難選択	
避難開始のタイミング	
移動手段	
避難先	

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

⑫シナリオ・ケース別時刻別避難者データ（一般世帯）の作成

全体概要

概要

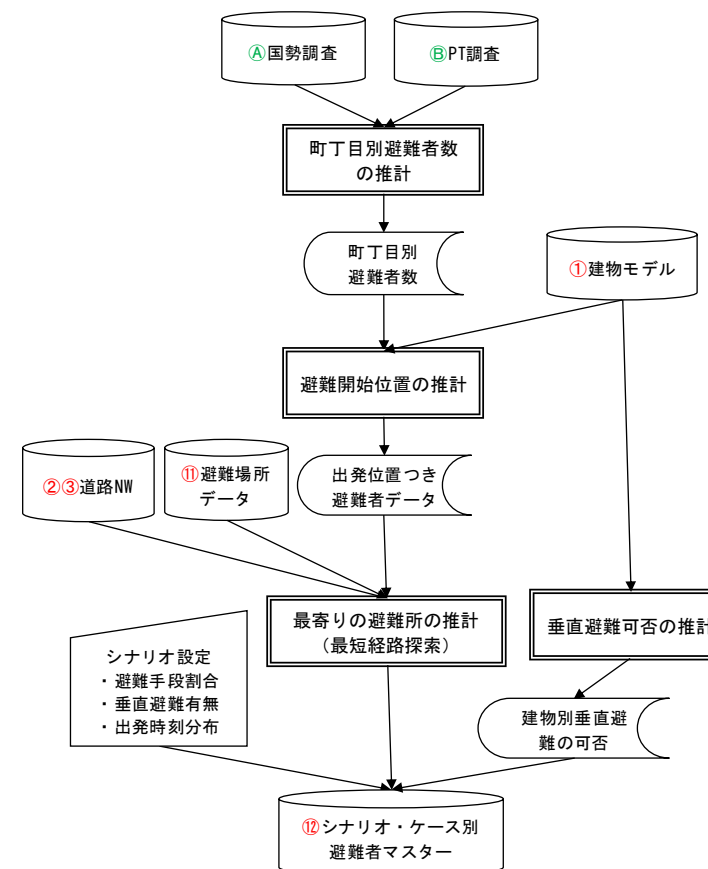
- 洪水・高潮ケースでは対象地域に住んでいる人※1、津波ケースでは地震発生時刻に対象地域に滞留している人※2を避難者として定義する。
- この避難者に対して、同一町丁目内の建物※3をランダムに付与する。付与した建物はその避難者の自宅または滞留先であると考え、建物のある場所からそれぞれが避難を開始するものとする。また、各建物が垂直避難が可能かどうかは別途判定しておく。
- 避難先は、避難開始位置の最寄地点を最短経路探索によって決定する。
- シナリオ・ケースの設定から、避難手段の割合、垂直避難を考慮するかどうか、避難開始時刻の分布設定することで、シナリオ・ケース別時刻別避難者データが作成される。
- 作成された避難者データは、避難行動シミュレーションサブシステムの入力データとなる。
- データの処理にはFortranおよびExcelを使用した。

※1 ①国勢調査の夜間人口より推計

※2 ②熊本PT調査より時刻別小ゾーン別滞留者を推計

※3 ①建物モデルより建物用途および位置情報を取得

処理フロー



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

⑫シナリオ・ケース別時刻別避難者データ（一般世帯）の作成

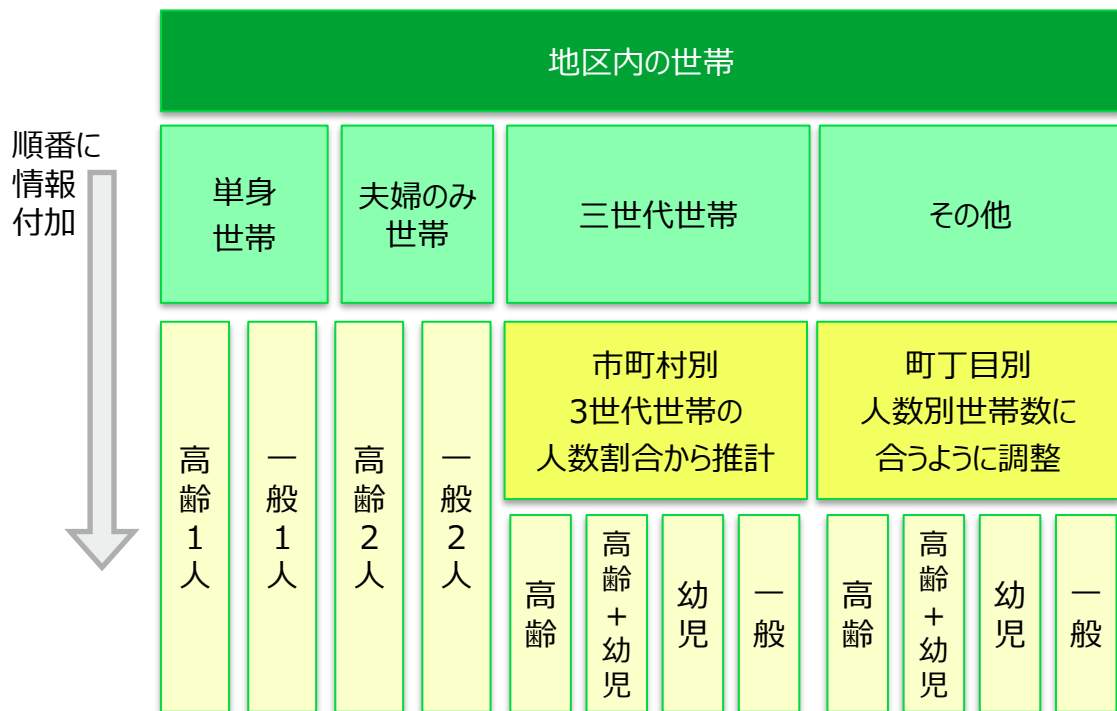
町丁目別の避難者数の推計

①国勢調査や②熊本都市圏パーソントリップ調査から、避難者数を推計する。

（洪水・高潮）国勢調査を用いて推計

（津波）パーソントリップ調査を用いて推計

①国勢調査の町丁目別人口の各表に合うように、全体を調整しながら世帯属性を付加する ※データの処理にはExcelを使用



③平成24年 熊本都市圏パーソントリップ調査より小ゾーン別時間帯別滞留者を推計し、想定した自宅滞留者・来訪者の別に避難手段とグループ人数に分割する ※データの処理にはFortranおよびExcelを使用

【自宅滞留者・来訪者の別の避難手段とグループ人数の想定】

12時の時点で自宅にいる人（自宅滞留者）について

- 熊本市南区の65歳以上人員の世帯構成は1人暮らしが25%（親1子1居住のため日中ひとり推計されるもの8%含む）、夫婦二人が55%であることから、高齢者の避難グループ人数としてこの数字を使用する（1人25%、2人55%）。
- 残りの20%については、若い人を含めた3人で逃げるものとする。このとき、3人のうち半数が高齢者、半数が非高齢者になるとする（グループごとに1：2または2：1になる）
- 残った若い人は、1人で避難するものとする。

12時時点の来訪者（自宅外滞留者）について

- 自動車での来訪者は、1人で自動車で逃げる。
- その他の手段での来訪者は、1人で徒歩で逃げる。
- なお、移動手段が徒歩または自転車の場合は、自宅へいったん戻ってそこから自宅滞留者として出発するものとする（タイムラグは考慮できない）

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

⑫シナリオ・ケース別時刻別避難者データ（一般世帯）の作成

避難開始位置の推計

①建物モデルから得られる建物用途と建物の位置情報から、各避難者の避難開始位置を設定する。

避難を開始する位置の推計の方法

【洪水・高潮】

同一町丁目内にある「一般住宅」「集合住宅」のなかから、自宅となる建物をランダムに決定し、そこを避難開始位置とする。

【津波】

自宅滞在者：同一町丁目内にある「一般住宅」「集合住宅」のなかから、自宅となる建物をランダムに決定し、そこを避難開始位置とする。

来訪者：同一町丁目内にある学校を除くすべての建物のなかから、滞在中の建物をランダムに決定し、そこを避難開始位置とする。

※入力データとして、①建物モデルの属性情報を抽出して作成したCSVデータ（建物用途と建物の位置情報）を使用し、データの処理にはFortranを使用した

河内地区の建物データに対する「住宅」の設定

河内地区については、市街化調整区域外であることから建物用途が空欄であったため、「住宅」かどうかの推定を行った。河内地区を除く対象校区の他の建物データより、「住宅」の建物面積を集計し、住宅とみなす建物面積の範囲を設定した。60㎡以上150㎡未満の建物をみなし住宅とすると、地区別世帯数に近い値が得られた。

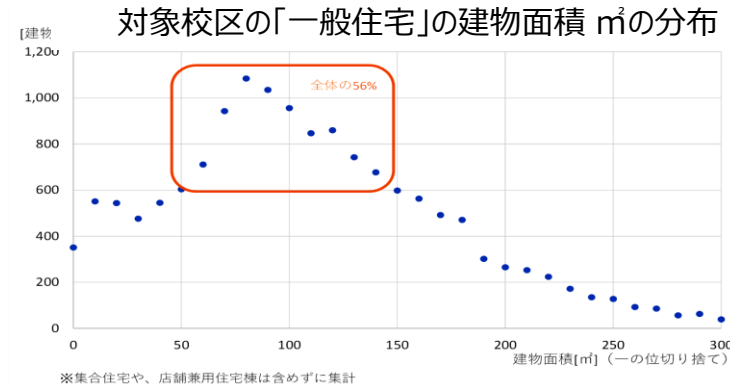


表 河内地区のみなし住宅数と総世帯数

	建物数	みなし住宅数	総世帯数
河内町白浜	1,015	298	228
河内町船津	1,602	682	563
河内町河内	1,708	561	407

※建物分類「普通無壁舎」は対象外とする

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ②データ処理

⑫シナリオ・ケース別時刻別避難者データ（一般世帯）の作成

垂直避難の可否の判定

①建物モデルに含まれる情報をもとに、避難者が滞留している建物が垂直避難可能かどうかを判定する。

①建物モデルに含まれる右の1～5の情報をもとに、建物ごとに垂直避難が可能な建物条件を満たしているかどうかを判定する。可能ならばシナリオ設定に沿って垂直避難・立ち退き避難のどちらかを選択させる。

なお、垂直避難を選択した場合は、避難行動をとらないため、シミュレーションの計算対象外となる。

【垂直避難の可否を設定するのに用いる建物情報】

- 1_家屋倒壊氾濫想定区域に含まれているかどうか
- 2_浸水深 ⇒5_建物階数との関係で決定
- 3_浸水時間 ⇒1日以上浸水する場合は不可
- 4_建物構造（木造、鉄筋など）
- 5_建物階数

表1 垂直避難可能な建物条件として設定したもの

		洪水	高潮	津波
区域	家屋倒壊氾濫想定地域外	○	-	-
	土砂災害警戒区域外	○	○	-
構造	軽量鉄骨造	○	○	○
	鉄筋コンクリート造	○	○	○
	鉄骨造	○	○	○
	鉄骨鉄筋コンクリート造	○	○	○
	木造・土蔵造	○	○	2.5m以下
建物階数と浸水深	建物階数：1階	0.5m未満	0.5m未満	0.5m未満
	建物階数：2階	3m未満	3m未満	2m未満
	建物階数：3階	5m未満	5m未満	4m未満
	建物階数：4階	7m未満	7m未満	6m未満
	建物階数：5階以上	10m未満	10m未満	6m未満
時間	浸水継続時間が24時間未満	0.5m未満	-	-

「-」は考慮の対象外項目であることを示す。

校区別に垂直避難可能な建物に居住する世帯数を集計

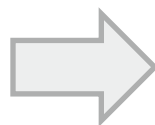


表2 校区別の垂直避難可能な世帯の割合

校区	水害	洪水 (白川)	洪水 (緑川)	高潮	津波	
					自宅滞在	来訪者
1	川口	9%	27%	0%	92%	38%
2	奥古閑	28%	31%	0%	46%	29%
3	中緑	52%	65%	0%	100%	15%
4	銭塘	75%	88%	0%	91%	47%
5	飽田西	85%	83%	0%	72%	38%
6	飽田南	77%	99%	0%	100%	60%
7	飽田東	98%	100%	19%	100%	51%
8	中島	89%	69%	0%	61%	30%
9	城山	72%	96%	24%	100%	61%
10	小島	6%	89%	4%	89%	49%
11	松尾西	25%	28%	4%	70%	44%
12	河内	0%	0%	0%	0%	0%
12校区計		38%	24%	89%	75%	43%

※河内校区は建物構造データが収集されていないため、全建物が垂直避難不可となった。

Ⅲ. 実証システム > 6. データ

③出力データ | 一覧

A. 3D水害避難シミュレーションシステム内部で作成されるデータ

出力データ	内容	データ形式
⑯ 時刻別・避難者ログデータ	一定時間間隔の各避難者の位置および状態 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 当該時刻に位置する道路リンクの番号、および当該リンクの端点からの距離 ▶ 避難状況フラグ（避難開始前、避難中、避難完了） 	テキスト形式
⑰ 自動車避難用道路区間データ	B. 3Dパーソナル避難シミュレーションソフトウェアの「B-1.入力避難者経路作成サブシステム」機能の入力データ <ul style="list-style-type: none"> ・リンク単位データ：時刻別・リンク別の平均通過所要時間 ・セクション単位データ（各リンクを6m間隔で区切ったもの）：時刻別・リンク別・セクション別・車線別の車両有無および走行速度 	バイナリ形式
⑱ 3D避難者データ	避難者の移動軌跡（時刻別・位置座標）、属性情報、3D描画時設定等	CZML形式
⑲ 避難者数等集計結果	<ul style="list-style-type: none"> ・渋滞箇所の地点・時間帯 ・避難場所ごとのシミュレーション内現在時刻までの避難者数 ・避難者数の推移（手段別・避難状況別） ・避難場所別・避難者数の推移 	上2点：CZML形式 下2点：JSON形式
⑳ 時刻別・浸水面3Dオブジェクト	時刻別の浸水面（浸水位表面および側面）を表す3Dオブジェクトデータ A-4.およびB-2.ウェブビューアにて時刻に応じて表示データを切り替えるための時間管理用ファイル（⑦浸水面3Dオブジェクト表示時間データ【CZML形式】）を別途用意	3D Tiles形式

Ⅲ. 実証システム > 6. データ

③ 出力データ | 一覧

B.3 D パーソナル避難シミュレーションソフトウェア内部で作成されるデータ

出力データ	内容	データ形式
②1 入力避難者経路データ	<p>ユーザーによる水害ケースや避難行動設定の選択に基づいて避難経路を探索し、その結果として得られるユーザー自身の避難行動の軌跡（時刻別・位置座標）</p> <p><内容></p> <ul style="list-style-type: none"> 避難状況フラグ 【避難完了、避難開始前に被災（道路上に出る前に被災）、避難中に被災】のいずれか 以下の配列 <ul style="list-style-type: none"> 基準時刻からの経過秒 各時点の避難開始位置からの移動距離（m） CZMLファイルのpositionのcartographicDegrees部分の配列 【基準時刻からの経過秒、経度、緯度、高さ（楕円体高）】の4つの組合せを順に記述 	JSON形式

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ③出力データ

⑬時刻別・避難者ログデータ

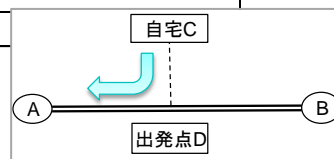
A-1. 避難行動シミュレーションサブシステムから出力される避難行動のログデータで、A-3. 3D描画サブシステムの入力データとなる。

「徒歩避難シミュレーション」のログデータ

各避難者がノード（リンクの端点）に到達するタイミングごとに出力する。ただし、出発点DはリンクABの途中にあるため、表記方法が異なる。ログデータを世帯番号でソートし、ノードIDから対応位置座標を付与して移動軌跡を作成する。

項目	桁数	単位	内容
1 経過時間	7	秒	シミュレーション開始からの経過時間
2 現在の状態	2		0：自宅待機中（出発前） 2：移動中 4：避難先到達（避難完了） 8：出発前に浸水（避難失敗） 9：移動中に水没（避難失敗）
3 世帯番号（SEQ）	7		避難者シーケンス番号
4 避難先地点番号	7		避難先ノード番号
5 現在位置	7		ノード番号
6 出発点のリンク番号	7		リンク番号（リンクAB）
7 移動方向	7		向かう先のノード番号（ノードA）
8 出発点を使用したリンクの残り移動距離	7	cm	出発点⇄向かうノードの距離（距離AD）
9 累積移動時間	7	秒	累積の移動時間
10 累積移動距離	6	m	累積の移動距離

各世帯の1レコード目のみ記述、後はゼロ



「自動車避難シミュレーション」のログデータ

6秒ごとに、避難中車両の位置を出力する。また、各避難車両が出発したタイミング、避難場所に到着したタイミングでも出力する。ログデータを避難者番号、経過時間をキーにソートし、車両ごとにリンクIDとセクションSEQから対応位置座標を付与して移動軌跡を作成する。

項目	桁数	単位	内容
1 経過時間	5	秒	シミュレーション開始からの経過時間
2 車両ID	10		避難者シーケンス番号
3 リンクID	10		リンク番号
4 セクションSEQ	5		セクション番号
5 走行車線	5	車線	1~4（左側から数える）
6 現在の状態	5		0：自宅待機中（出発前） 2：移動中 4：避難先到達（避難完了） 8：出発前に浸水（避難失敗） 9：移動中に水没（避難失敗）



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ③出力データ

⑰ 自動車避難用道路区間データ

A-1. 避難行動シミュレーションサブシステムの自動車避難シミュレーションから出力される道路の状態のログデータ。毎秒間隔出力され、B-1. 入力避難者経路作成サブシステムの入力データとして用いられる。

リンク単位データ

毎秒出力するリンク別平均通過所要時間。サイズが大きいため、バイナリデータとして出力する。

「B. 3 Dパーソナル避難シミュレーション」の入力ユーザーの避難経路探索で利用する。

項目	単位	内容
1 経過時間	秒	シミュレーション開始からの経過時間
2 リンクSEQ		リンクSEQ
3 平均通過所要時間	秒	リンクを通過するのにかかる平均時間
4 平均旅行速度	m/s	リンクの平均旅行速度

セクション単位データ

毎秒出力するセクション別の車両位置で、当該時刻に車両が存在するセクションのみを出力する。サイズが大きいため、バイナリデータとして出力する。

「B. 3 Dパーソナル避難シミュレーション」における入力ユーザーの避難経路上の移動処理（前方車両との追従性の再現や右左折のタイミング設定）で利用する。

項目	単位	内容
1 経過時間	秒	シミュレーション開始からの経過時間
2 占有車両数		走行中の車両の数
3		リンク番号
4		セクションSEQ
5		占有車線
6	m/s	占有車両速度
7		占有車両番号
8	cm	占有車両位置
・		
・		
・		

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ③出力データ

⑱ 3D避難者データ

概要

ウェブビューア（3D描画部分はCesiumが担う）で避難者の移動軌跡を表示するためのCesium専用のCZML形式（JSON形式に従う）のファイル
 【描画したい内容に応じて以下のような設定項目についてそれぞれ記述】

設定項目	説明
name	属性情報ウィンドウ※に表示されるオブジェクト名
description	属性情報ウィンドウ※に表示される説明文 で改行可
model	3Dオブジェクトファイルへのパスやスケール設定等
point	ポイント表示での色、大きさの設定等
orientation	“velocityReference”: “#position” の設定により、次の時刻と緯度経度・高さ（楕円体高）を用いてオブジェクトの向き（正面）を自動的に設定可能
availability	描画時間範囲（+09で日本時間として記述可）
position	epoch: 位置座標の記述の基準時刻 cartographicDegrees: 【基準時刻からの経過秒、経度、緯度、高さ（楕円体高）】の4つの組合せを順に記述

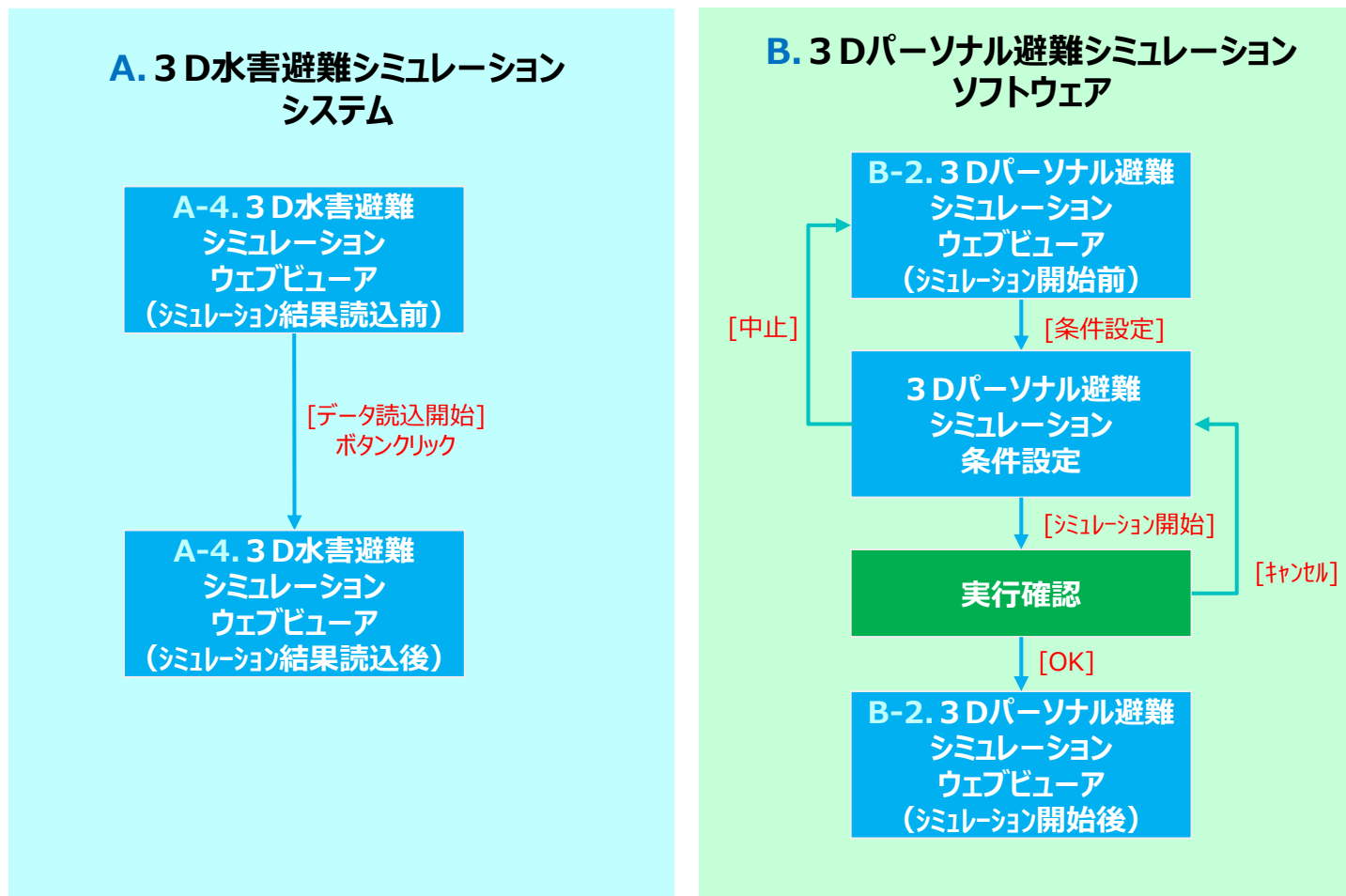
※CesiumのInfoBox機能を利用

3D避難者データ（CZML形式）の記述例 避難者1グループ分

```
{
  "name": "避難者グループ0000003",
  "description": "出発地（町丁目）：熊本市西区 城山大塘 一丁目<br> 出発地（小学校区）：城山小学校<br> 避難先：谷尾崎町方面（西廻りバイパス）<br> …",
  "model": {
    "glTF": "/icon/car_pink.glb",
    "scale": 1.5,
    "distanceDisplayCondition": {
      "distanceDisplayCondition": [0, 400]
    }
  },
  "point": {
    "color": {
      "rgba": [255, 0, 0, 255]
    },
    "outlineColor": {
      "rgba": [255, 0, 0, 255]
    },
    "pixelSize": 5,
    "scaleByDistance": {
      "nearFarScalar": [400, 1, 10000, 0.5]
    },
    "distanceDisplayCondition": {
      "distanceDisplayCondition": [400, 100000]
    }
  },
  "orientation": {
    "velocityReference": "#position"
  },
  "availability": "2022-09-01T09:01:35+09/2022-09-01T09:08:32+09",
  "position": {
    "epoch": "2022-09-01T09:01:35+09",
    "cartographicDegrees": [0, 130.6573885, 32.7800658, 36.89, 6, 130.6569734, 32.7800893, 36.99, 12, 130.6567955, 32.7800993, 36.69, …]
  }
}
```

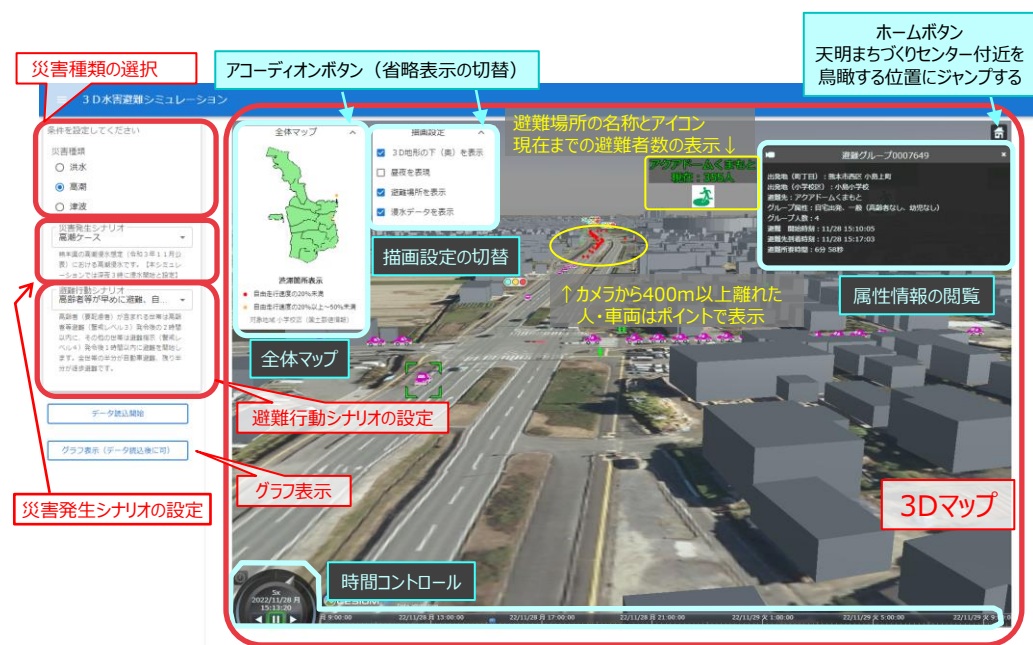
Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

ウェブビューアの画面遷移



Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

A. 3D水害避難シミュレーションのA-4.ウェブビューア



機能名	説明
災害種類の選択	【洪水・高潮・津波】から選択
災害発生シナリオの設定	熊本県の浸水想定から設定したケースを選択
避難行動シナリオの設定	以下の設定等を組み合わせたケースを選択 <ul style="list-style-type: none"> • 周りの避難者の避難開始のタイミング • 周りの避難者の自動車避難率の設定 • 周りの避難者の垂直（在宅）避難の有無
3Dマップ内での操作	3Dマップ内での移動・拡大・縮小・回転
時間コントロール	再生、停止、倍速設定、任意時刻への移行 等
全体マップ	渋滞箇所を表示
属性情報の閲覧	オブジェクトをクリックで属性情報ウィンドウが展開
グラフ表示	選択ケースの避難状況のグラフウィンドウが展開（次ページに掲載）
その他	描画設定の切替 3D地形の下（奥）を表示、昼夜を表現、避難場所を表示、浸水データを表示

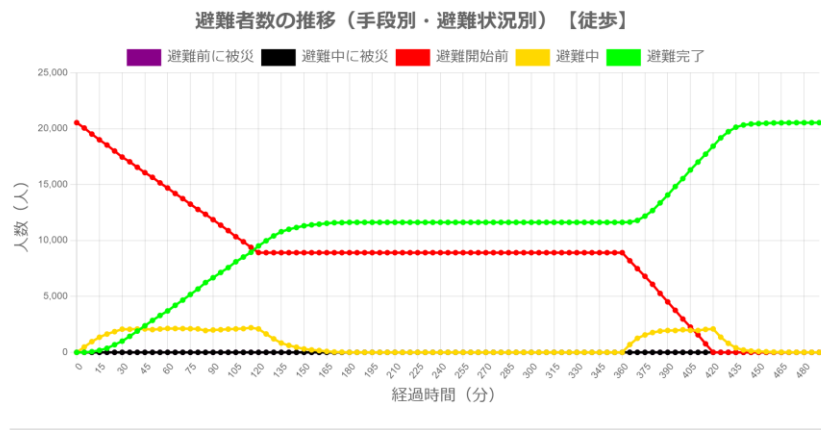
Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

A. 3D水害避難シミュレーションのA-4.ウェブビューアでの避難状況に関するグラフの表示

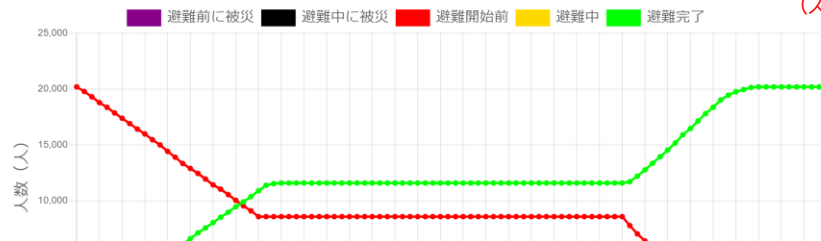
グラフ1：避難者数の推移（手段別・避難状況別）

× 閉じる **タブ選択（グラフの種類）** → 避難者数の推移（手段別・避難状況別） 避難場所別・避難者数の推移

↑
シミュレーション画面に
戻る



避難者数の推移（手段別・避難状況別）【自動車】 **【自動車】、【徒歩+自動車】と下に続く（スクロール）**



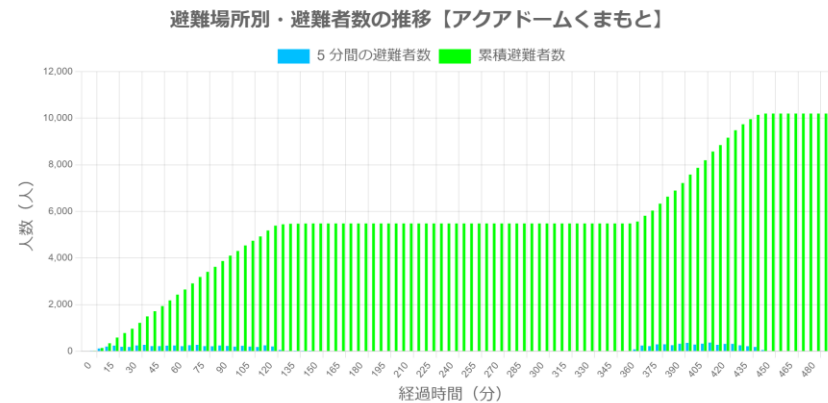
グラフ2：避難場所別・避難者数の推移

× 閉じる 避難者数の推移（手段別・避難状況別） 避難場所別・避難者数の推移 ← **タブ選択（グラフの種類）**

↑
シミュレーション画面に
戻る

避難場所を選択してください
避難場所
アクアドームくまもと

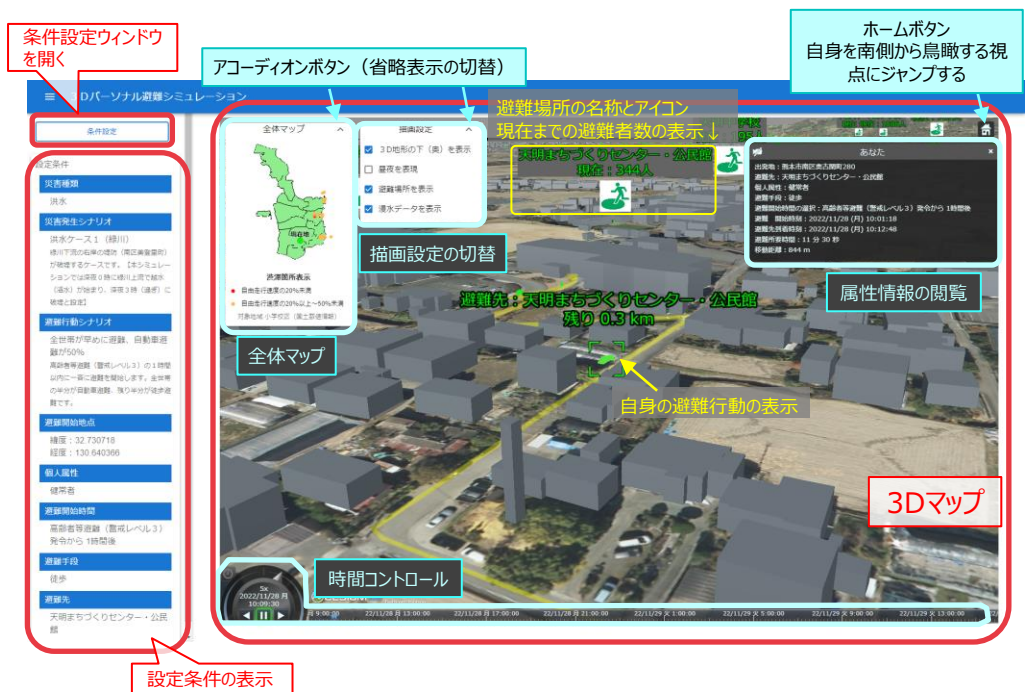
← 避難場所の選択



機能名	説明
グラフの選択	タブでグラフの種類を選択
避難場所の選択	グラフ2（避難場所別・避難者数の推移）で避難場所をプルダウンで選択

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

B. 3Dパーソナル避難シミュレーションのB-2.ウェブビューア

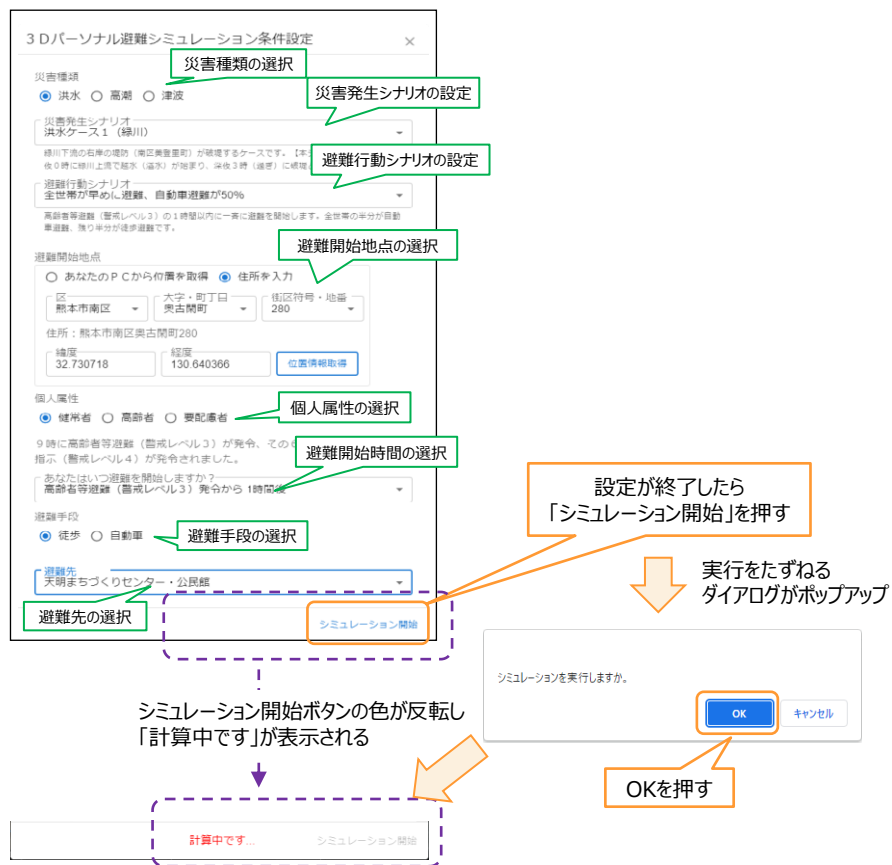


機能名	説明
条件設定	条件設定ウィンドウを開く
設定条件の表示	設定条件を表示
3Dマップ内での操作	3Dマップ内での移動・拡大・縮小・回転
時間コントロール	再生、停止、倍速設定、任意時刻への移行 等
自身の避難行動の表示	<ul style="list-style-type: none"> 進行方向 (矢印) 自身の避難先、避難状況 (残り距離)
全体マップ	<ul style="list-style-type: none"> 自身の現在位置 & 避難経路の表示 渋滞箇所を表示
属性情報の閲覧	オブジェクトをクリックで属性情報ウィンドウが展開
その他	描画設定の切替 3D地形の下 (奥) を表示、昼夜を表現、避難場所を表示、浸水データを表示

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース

B. 3Dパーソナル避難シミュレーションの条件設定画面（ウィンドウ）

条件設定画面



3Dパーソナル避難シミュレーション条件設定

災害種類
 洪水 高潮 津波

災害発生シナリオ
 洪水ケース1 (錦川)

避難行動シナリオ
 全世界が早め避難、自動車避難が50%

避難開始地点
 あなたのPCから位置を取得 住所を入力
 区: 熊本市南区 大字・町丁目: 奥古閑町 街区番号・地番: 280
 住所: 熊本市南区奥古閑町280
 緯度: 32.730718 経度: 130.640366

個人属性
 健常者 高齢者 要配慮者

避難手段
 徒歩 自動車

避難先の選択
 次明まちづくりセンター・公民館

設定が終了したら「シミュレーション開始」を押す

実行をたずねるダイアログがポップアップ

シミュレーションを開始

シミュレーションを開始しますか。

OKを押す

シミュレーション開始ボタンの色が反転し「計算中です」が表示される

計算中です... シミュレーション開始

機能名	説明
災害種類の選択	【洪水・高潮・津波】から選択
災害発生シナリオの設定	熊本県の浸水想定から設定したケースを選択
避難行動シナリオの設定	以下の設定等を組み合わせたケースを選択 <ul style="list-style-type: none"> • 周りの避難者の避難開始のタイミング • 周りの避難者の自動車避難率の設定 • 周りの避難者の垂直（在宅）避難の有無
避難開始地点の選択	利用者のパソコンの位置、または住所選択（プルダウン方式）から緯度経度を取得
個人属性の選択	高齢者および要配慮者は歩行速度を遅めに設定 健常者：4km/h、高齢者・要配慮者：2.5km/h
避難開始時間の選択	避難開始のタイミングをリストの中から選択
避難手段の選択	徒歩もしくは自動車を選択
避難先の選択	避難先（避難場所）をリストの中から選択 徒歩の場合、直線距離で4km以内を候補として設定

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

A-1. 避難行動シミュレーションサブシステムのテスト結果

試験項目	確認内容	結果
徒歩避難者の挙動の確認	<ul style="list-style-type: none"> • 出発地点や出発のタイミング、到着地点は設定どおりになっているか • 非現実的な経路を選択していないか • 属性別に異なる速度での移動が表現されているか • 浸水を考慮しない場合では、出発者は全て避難先に到着できるか • 予定経路が浸水した場合に経路変更や目的地変更は行われるか • 避難失敗となった場合のタイミングや行動は適切になされているか • 描画用のデータは必要十分に出力されているか 	全て確認
自動車避難者の挙動の確認	<ul style="list-style-type: none"> • 出発地点や出発のタイミング、到着地点は設定どおりになっているか • 非現実的な経路を選択していないか • 複数の車両が同じ位置に存在しないように制御出来ているか • 前方車両との追従性、信号や右左折の再現性は妥当か • 渋滞の発生や解消の様子は表現されているか • 渋滞発生した場合に迂回するように経路変更が行われているか • 浸水を考慮しない場合では、出発者は全て避難先に到着できるか • 車両が浸水した場合の処理は適切か • 描画用のデータは必要十分に出力されているか 	全て確認

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

A-4. およびB-2. ウェブビューアに関して (その1)

試験項目	確認内容	結果
描画の確認	<ul style="list-style-type: none"> • 3D地図上に必要なオブジェクトが表示されるか 3D地形、背景地図（航空写真等）、建物、避難者、浸水（範囲・高さ）、避難場所（アイコン・ラベル）、信号機 • 避難者の位置（緯度経度、地面からの高さ）が正しく表示されるか • 避難者の移動が滑らかに表示されるか • 時間経過とともに浸水が広がる様子が正しく表示されるか • 建物の高さや浸水深に齟齬がないか • 避難場所の避難者数ラベルが時間に応じて正しく切り替わって表示されるか • B-1. 入力避難者経路作成サブシステムのシミュレーション結果において、ユーザー（利用者）の避難の経路、タイミング、周りの状況に応じた移動速度、被災判定等が正しく処理され、表示されるか • 全体マップの表示対象が正しく表示されているか（渋滞箇所の表示の位置・タイミング、B-1. 入力避難者経路作成サブシステムのシミュレーションにおけるユーザー（利用者）の現在位置と避難経路） 	避難者の高さはDEM（数値標高モデル）から取得したため、高架やアンダーパス、橋の高さに関してははずれが生じた。対象地域内にある万日山トンネル内に関しては特別に高さを補正した。

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

A-4.およびB-2.ウェブビューアに関して（その2）

試験項目	確認内容	結果
属性情報閲覧	<ul style="list-style-type: none"> 冗長な情報は省略し、意図したものが表示されているか 	確認
時間コントロール	<ul style="list-style-type: none"> UIの日本語化が正しくされているか（表記の上書き） 再生・早送り等の際に遅延が起きていないか 	遅延が生じる場面あり
描画設定の切替	<ul style="list-style-type: none"> チェックボックスのオン・オフによって意図した切替ができていないか 	確認
3Dマップの操作	<ul style="list-style-type: none"> 操作時に描画の遅延が起きていないか 	遅延が生じる場面があることや、背景地図をリアルタイムにダウンロードするため、表示に時間がかかる場合があることを確認
グラフ表示（A-4.のみ）	<ul style="list-style-type: none"> グラフの種類、表示対象の切替が正常にできていないか 意図したグラフが描画ができていないか（数値、単位、ラベル等） 	確認

I. 実証概要

II. 実証技術の概要

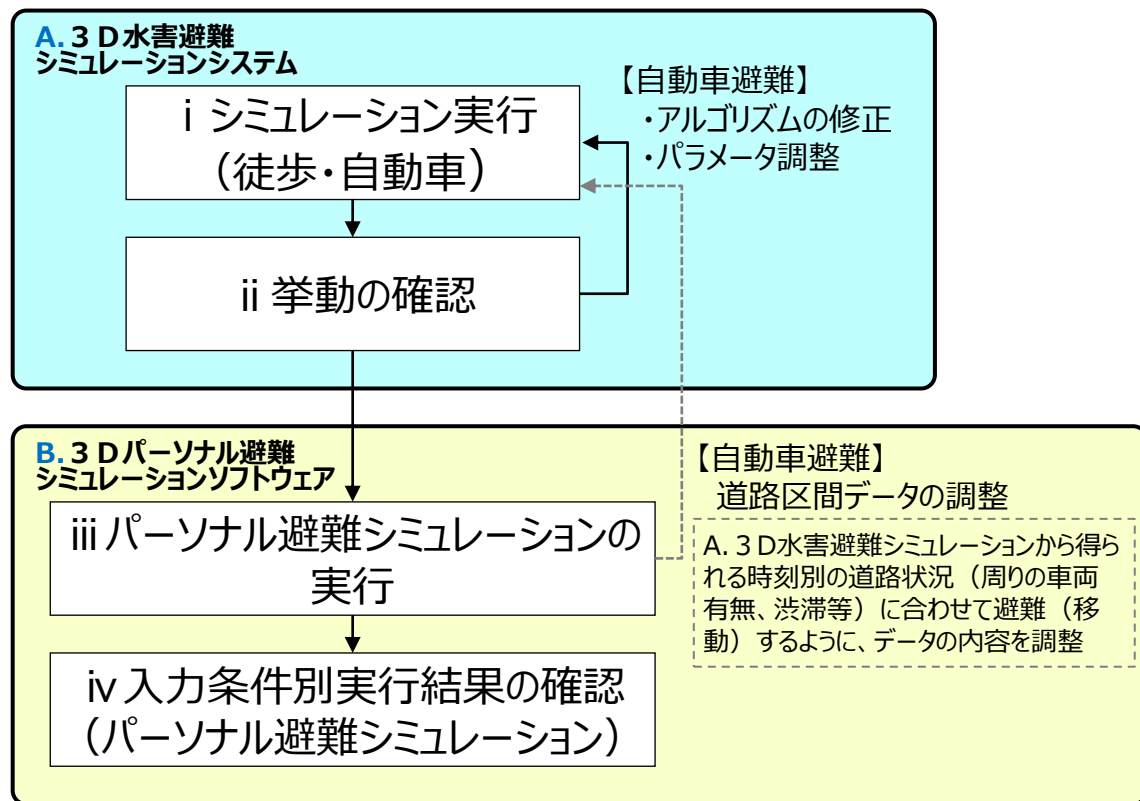
III. 実証システム

IV. 実証技術の検証

V. 成果と課題

IV. 実証技術の検証 > 1. 開発システムの検証

① 検証内容 | 全体フロー



i からivの検証を実施したが、以降では、検証内容の主要部分である「ii 挙動の確認」の避難者と浸水状況についての検証結果を示す。

- i. シミュレーション実行：徒歩避難、自動車避難別に実行
- ii. 挙動の確認：避難者及び浸水状況が意図通りの挙動となっているか
 - 意図した避難開始地点から避難先へ向かっているか（経路）
 - 移動速度、自動車の加減速
 - 渋滞時・右左折時・車線変更時・信号交差点での挙動
 - 浸水の表示（時系列変化）
 - オブジェクトの属性情報の表示
 - 避難場所別の避難者数の表示
- iii. パーソナル避難シミュレーションの実行
 - 条件設定UIでの入力値の取得
 - ビューアからのサーバー上シミュレーションプログラムの起動と応答
 - シミュレーション実行時間が現実的か
- iv. 入力条件別実行結果の確認：入力条件を変えてのテスト
 - 避難開始地点の選択による変化
 - 避難開始時間（タイミング）の選択による変化
 - 追従および渋滞に巻き込まれるかの確認（自動車）
 - 浸水に巻き込まれた場合の挙動
 - 避難先別の実行の確認

IV. 実証技術の検証 > 1. 開発システムの検証

② 検証結果 | 徒歩避難者の挙動の確認

A-1. 避難行動シミュレーションサブシステムの徒歩避難シミュレーションの出力結果に対して、挙動の確認を実施

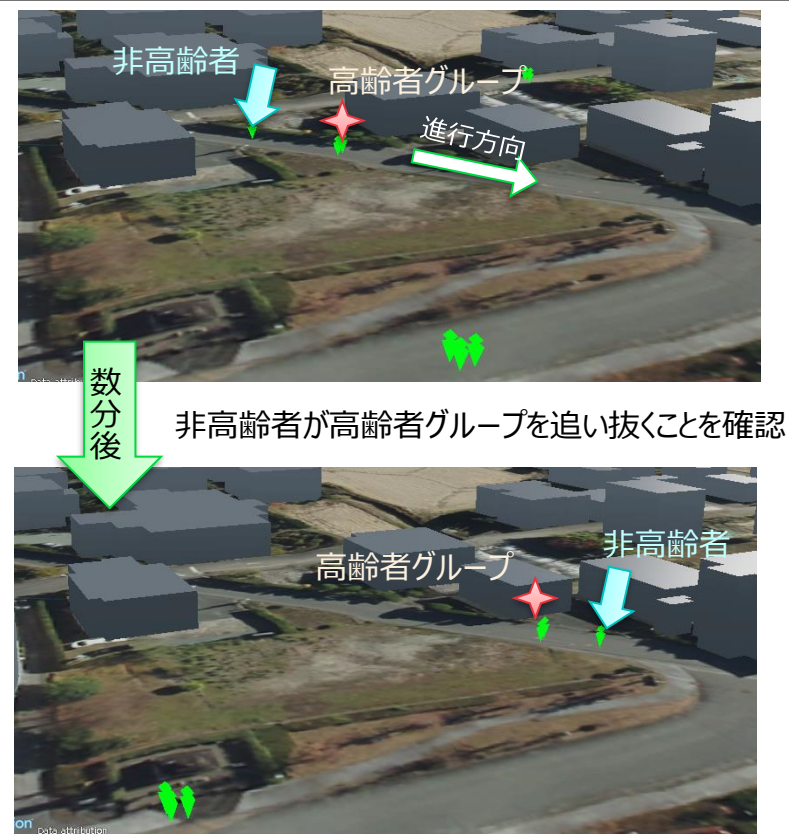
避難場所別・避難者数の時間帯別表示を確認



<検証ケース例：洪水>

午前9時から高齢者が避難を開始し、半数が徒歩避難を選択するというケースでの午前10時時点の避難場所別の避難者数

属性による移動速度の違いを確認

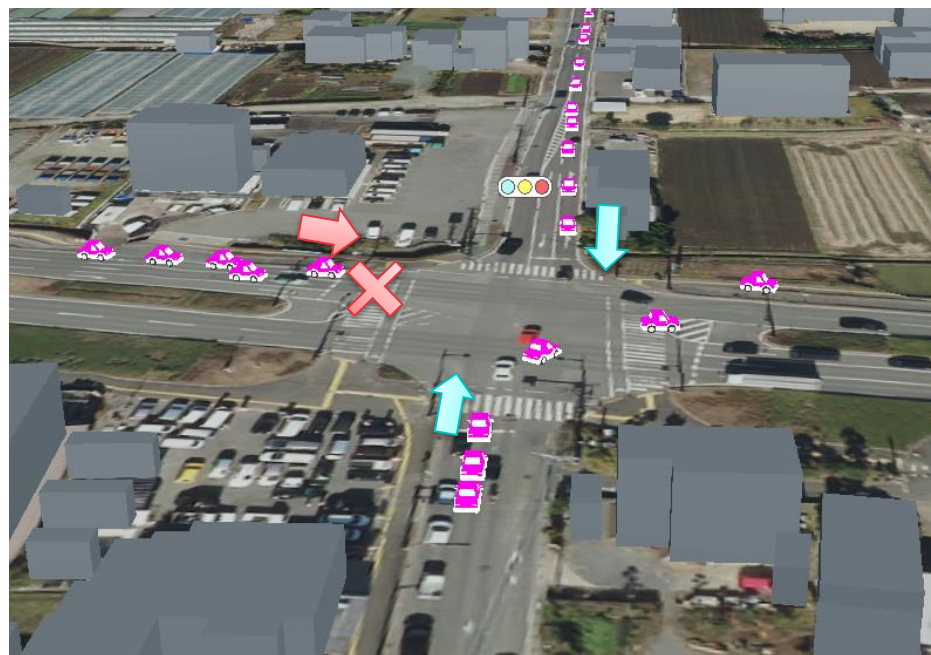


IV. 実証技術の検証 > 1. 開発システムの検証

② 検証結果 | 自動車避難者の挙動の確認

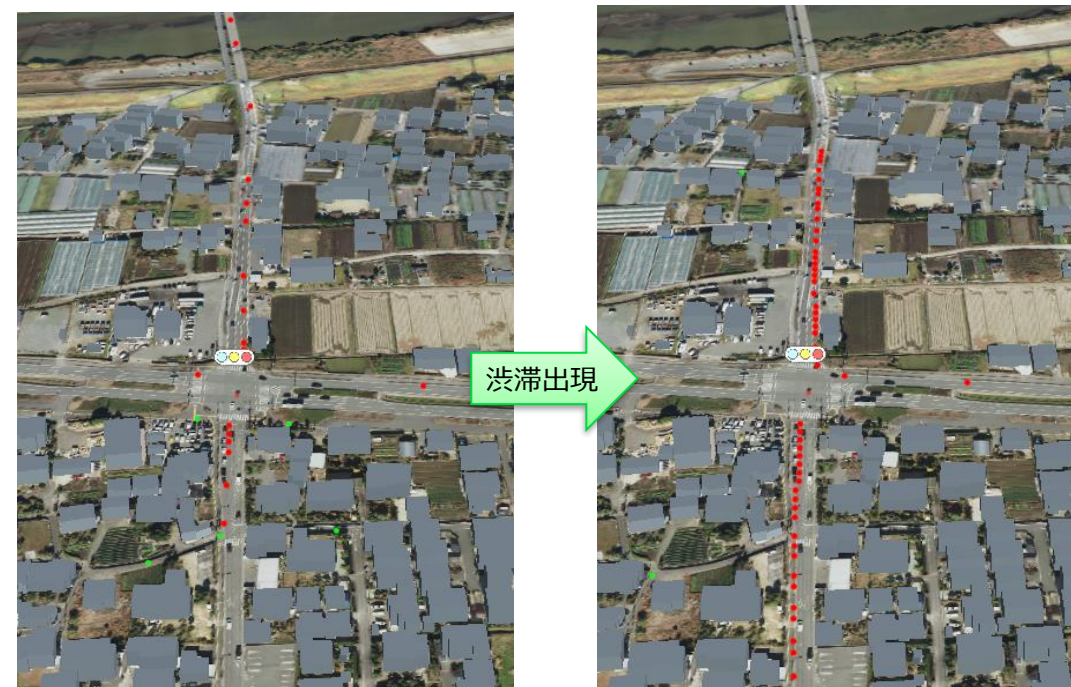
A-1. 避難行動シミュレーションサブシステムの自動車避難シミュレーションの出力結果に対して、挙動の確認を実施

信号待ちや右左折の再現性を確認



赤信号では停止し、青信号で右左折直進することを確認

信号待ちや混雑による渋滞発生状況を確認



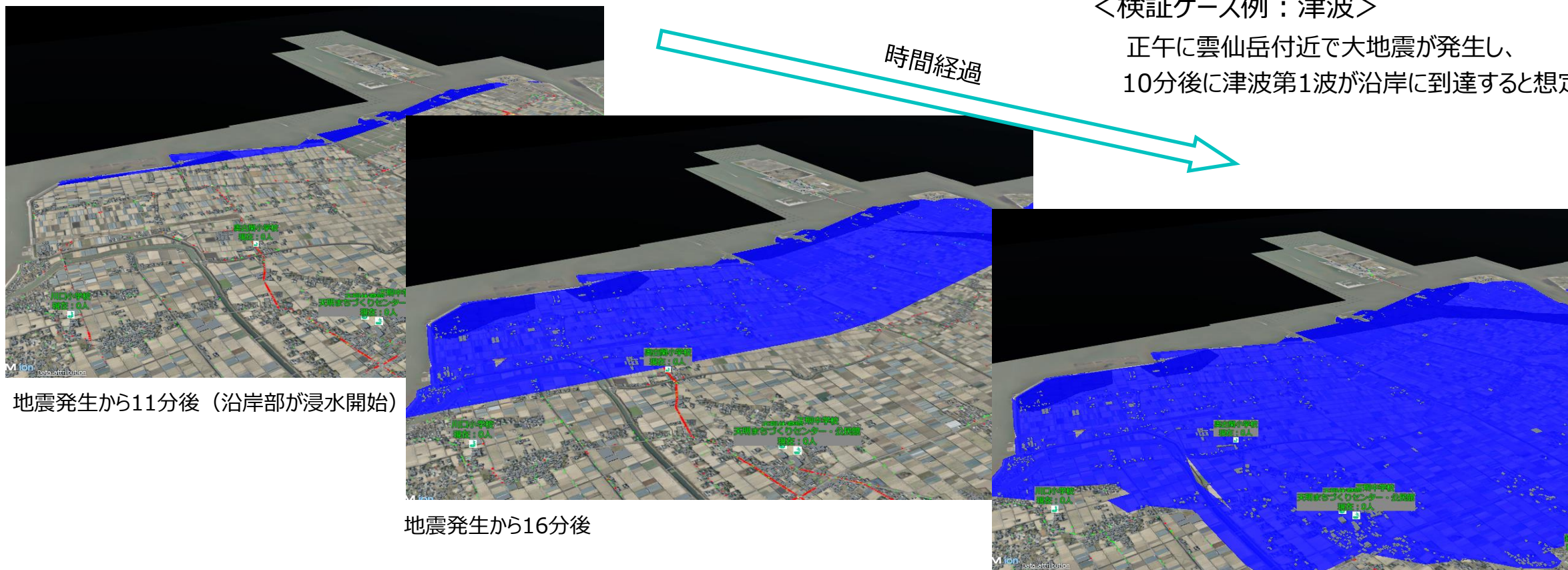
時間経過とともに車列の伸びを確認

IV. 実証技術の検証 > 1. 開発システムの検証

② 検証結果 | 浸水状況の時系列変化の確認

時系列で浸水域が変化する様子が表現されているかを確認

時間経過とともに浸水範囲が広がっていく状況を表現できていることを確認



＜検証ケース例：津波＞

正午に雲仙岳付近で大地震が発生し、
10分後に津波第1波が沿岸に到達すると想定

地震発生から11分後（沿岸部が浸水開始）

地震発生から16分後

地震発生から23分後（最も内陸まで津波が到達）

IV. 実証技術の検証 > 1. 開発システムの検証

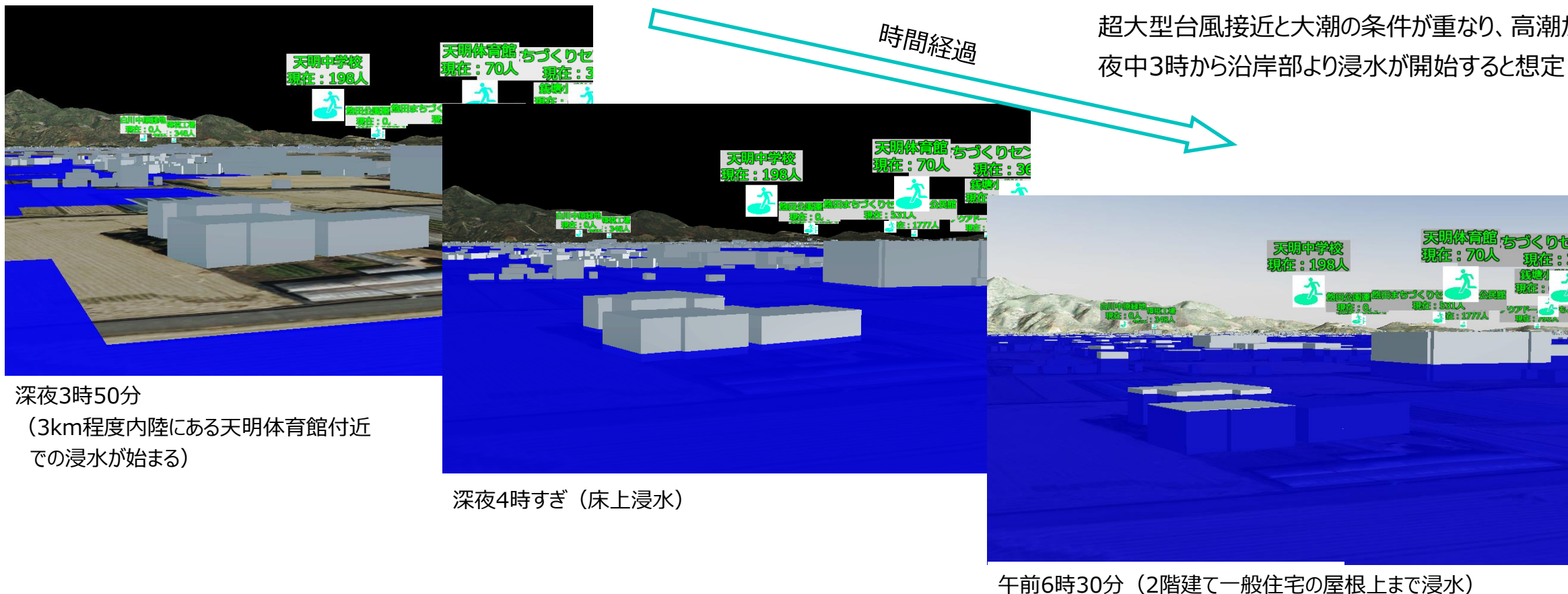
② 検証結果 | 浸水状況の時系列変化の確認

時系列で浸水深が変化する様子が表現されているかを確認

時間経過とともに浸水の深さが変化していく状況を表現できていることを確認

<検証ケース例：高潮>

超大型台風接近と大潮の条件が重なり、高潮が発生
夜中3時から沿岸部より浸水が開始すると想定



IV. 実証技術の検証 > 1. 開発システムの検証

② 検証結果 | 開発システムの課題

開発システムの課題	内容
避難シミュレーションの改良	最寄り避難先ではなく、例えば校區別に避難先を指定できるような機能が欲しいとの声があった。また、自動車避難の場合も学校等への避難も対象としてほしいとの声もあった。自動車避難においては、より現実的な渋滞現象等を再現できるように、交通工学に基づいて挙動に関するアルゴリズムや各種パラメータの調整が必要である。
3Dパーソナル避難シミュレーション	シミュレーション計算に時間がかかるため、計算用入力データに工夫が必要である。最短経路での避難ではなく、通過点を指定する等、詳細にルートを指定できる等の機能が欲しいとの声があった。
水害および避難行動に関するシナリオの改良	高潮や洪水ケースにおいては、住民の避難開始のタイミングが早すぎるため、全員が問題なく逃げ切れてしまう。より現実的なシナリオになるようにタイムライン等を見直し、避難開始のタイミング等を改良する必要がある。
UIの改良	表示される項目や選択肢が多すぎるなど、見やすさや項目の選びやすさに関する問題があり、ユーザーが直感的に操作できるように、より使いやすいUIにする必要がある。また、タブレットやスマホ等での表示に対応できるようにしてほしいという声もあった。また、避難場所の収容人数に対するシミュレーション内現在時刻までの避難者数の収容割合や、B.3Dパーソナル避難シミュレーションにおいてカメラを目線（アイレベル）の位置に移行するボタンの配置をしてほしいという要望があったが、これらは実装できなかったため今後の課題である。
ウェブビューアでの描画負荷の軽減	市民に広く使ってもらうには、一般的な性能のパソコン（タブレット等）でも表示できる必要がある。データサイズが大きいとダウンロードの時間がかかり、描画の負荷も大きくなるため、データ精度を保ちつつ描画に必要な性能を抑えるための工夫が必要である。また、スマホ等においては、基本的に通信量に関しては従量契約であるため、利用してもらうにあたってハードルが高いと言わざるを得ない。

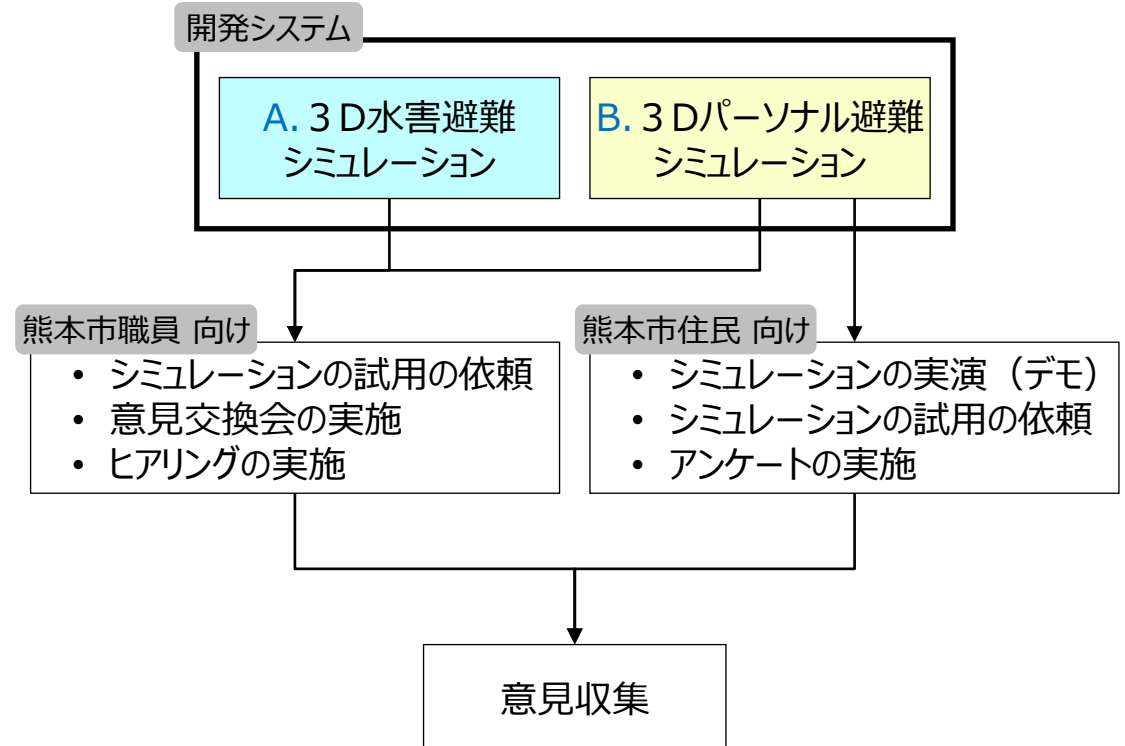
IV. 実証技術の検証 > 2. 水害避難シミュレーションの活用の有効性の検証

① 検証内容 | 検証項目の概要

検証項目の概要

検証項目	対象（調査協力）
自治体におけるシミュレーション活用の有効性 ・ 地域防災計画の改善に役立つか ・ 地区防災計画の立案支援に役立つか ・ 住民の望ましい避難行動への啓発に役立つか ・ マイタイムラインの普及促進に役立つか 等	熊本市職員 ・ 危機管理防災総室 ・ 南区総務企画課
地区・個人におけるシミュレーション活用の有効性 ・ 地区防災計画の立案に役立つか ・ マイタイムラインの作成に役立つか 等	熊本市住民 ・ 銭塘校区防災連絡会 ・ 中緑校区防災連絡会

検証のための実施内容



IV. 実証技術の検証 > 2. 水害避難シミュレーションの活用の有効性の検証

① 検証内容 | 自治体におけるシミュレーション活用の有効性

自治体を交えた意見交換会の実施

目的	A. 3D水害避難シミュレーション（B. 3Dパーソナル避難シミュレーション）の実演を踏まえての意見交換を行う。
実施期間	2023年1月15日（日）19:40～20:30
実施場所	天明まちづくりセンター内 天明公民館 A会議室（熊本市南区奥古閑町2035）
主な参加者	熊本市（危機管理防災総室、南区総務企画課、天明まちづくりセンター）、国交省都市局、三菱総合研究所、ライテック
実施内容 ※意見交換の 論点	<ul style="list-style-type: none"> ◆ワークショップでの住民の反応 <ul style="list-style-type: none"> ・住民に使ってもらえるツールとなっているか ◆ツールの活用可能性 <ul style="list-style-type: none"> ・地区防災計画の立案支援に役立つか（水害の状況、避難時の道路や避難場所の混雑状況等） ・住民の望ましい避難行動への啓発や、マイタイムラインの普及促進に役立つか ・今後の展開として他地域での住民説明会における実演を通じた普及等が考えられるか ◆3Dシミュレーションであることの意義 <ul style="list-style-type: none"> ・3Dシミュレーションによって、より現実的な状況が可視化されているか ・3D化することの効果をどのように感じられているか ◆UI/UXの感想・要望 <ul style="list-style-type: none"> ・操作性について ・改良、追加機能として求めること

IV. 実証技術の検証 > 2. 水害避難シミュレーションの活用の有効性の検証

① 検証内容 | 地区・個人におけるシミュレーション活用の有効性

住民ワークショップでのB. 3 Dパーソナル避難シミュレーションの実演（銭塘校区）

目的	「B. 3 Dパーソナル避難シミュレーション」を実際に見ていただくことで、避難シミュレーションに関する意見・感想を収集し、また、地区防災計画の立案やマイタイムラインの作成に役立ちそうかの意見を収集する。
実施期間	2023年1月15日（日） 19:00～19:30
実施場所	天明まちづくりセンター内 天明公民館 A会議室 （熊本市南区奥古閑町2035）
主な参加者	<ul style="list-style-type: none">熊本市（危機管理防災総室、南区総務企画課、天明まちづくりセンター）銭塘校区防災連絡会国交省都市局三菱総合研究所ライテック
実施内容	<ul style="list-style-type: none">B. 3 Dパーソナル避難シミュレーションの実演意見交換シミュレーションの試用とアンケート回答の依頼

B. 3 Dパーソナル避難シミュレーションの実演の様子（銭塘校区）



IV. 実証技術の検証 > 2. 水害避難シミュレーションの活用の有効性の検証

① 検証内容 | 地区・個人におけるシミュレーション活用の有効性

住民ワークショップでのB. 3 Dパーソナル避難シミュレーションの実演（中緑校区）

目的	「B. 3 Dパーソナル避難シミュレーション」を実際に見ていただくことで、避難シミュレーションに関する意見・感想を収集し、また、地区防災計画の立案やマイタイムラインの作成に役立ちそうかの意見を収集する。
実施期間	2023年1月20日（金） 20:00～20:30
実施場所	海氏公民館（熊本市南区美登里町729）
主な参加者	<ul style="list-style-type: none">熊本市（危機管理防災総室、南区総務企画課、天明まちづくりセンター）中緑校区防災連絡会ライテック
実施内容	<ul style="list-style-type: none">B. 3 Dパーソナル避難シミュレーションの実演意見交換シミュレーションの試用とアンケート回答の依頼

B. 3 Dパーソナル避難シミュレーションの実演の様子（中緑校区）



IV. 実証技術の検証 > 2. 水害避難シミュレーションの活用の有効性の検証

② 検証結果 | 自治体におけるシミュレーション活用の有効性

自治体を交えた意見交換会での意見（その1）

項目	意見
ワークショップでの住民の反応について	<ul style="list-style-type: none"> 立体的なものだったので、見せた時の反応は良かったと思う。 海岸に近い地域のため、住民は自分のところにいつ（津波が）来るのかというのを気にしている。それを考慮すると、現在地がどこで、どこまで水が来ているのかというのがわかりづらい。 たとえば銭塘小に、どのくらいの時間で、水がどのくらいの高さまで来るのかということを知りたいのだと思う。そのような見えやすさがあれば一層よくなる。 操作が難しいというイメージやデータ表示の重たさがあって、気軽に見ることができない。マニュアルを見つつ操作するというのはなかなかハードルが高いので、ナビゲーションがわかりやすくなれば良い。
地区防災計画の立案支援に役立ちそうか	<ul style="list-style-type: none"> 内容としては非常にわかりやすく、動画を見せることで説明がしやすくなる。 例えば老人会の会合や、避難訓練の際の講演会などで動画を見せることが有効だと思う。災害時に実際に避難する人は少ないのだが、そのような人たちに時間経過でこのような状況になるというのを見せれば、避難への意識が芽生えてくるのではないか。 ただし、高齢者には操作が難しいので、あらかじめ実行・保存した動画を見せる形が良いだろう。
地域防災計画の検討に役立ちそうか	<ul style="list-style-type: none"> どのような条件でどこに渋滞が発生するかがわかるので、災害時の渋滞対策を検討するのに役立ちそうである。そのためにも、行政担当者が自動車での避難先とその割合を設定することができれば、避難誘導の検討に役立つことになる。 計画を検討するため、職員が避難シナリオを変更できるようにする等、詳しく分析できるようになれば良い。

IV. 実証技術の検証 > 2. 水害避難シミュレーションの活用の有効性の検証

② 検証結果 | 自治体におけるシミュレーション活用の有効性

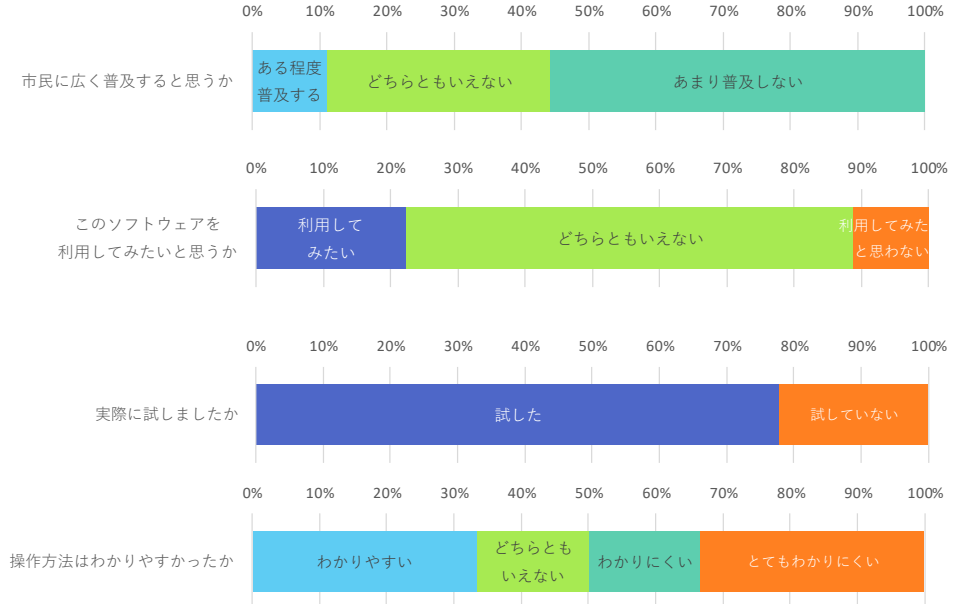
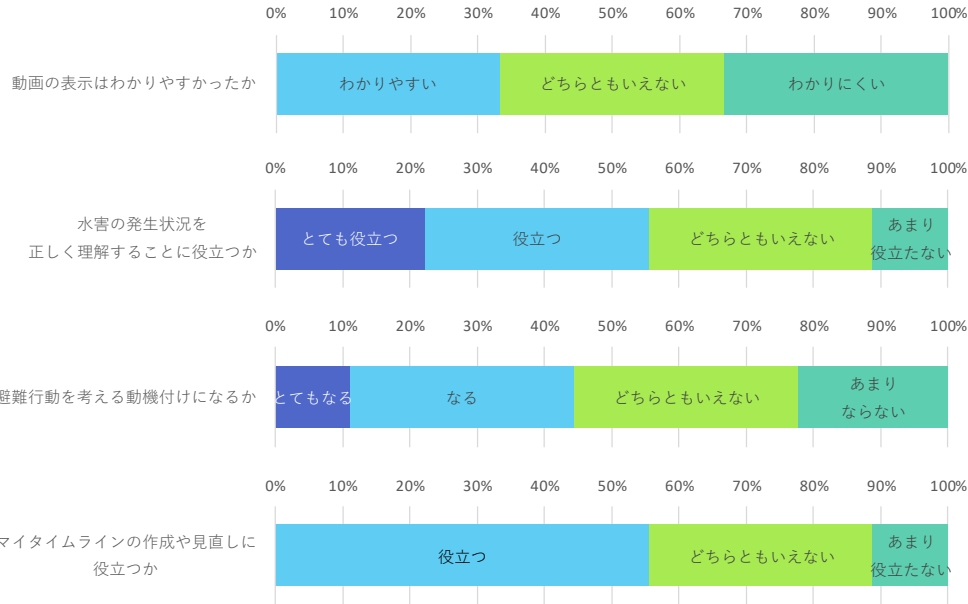
自治体を交えた意見交換会での意見（その2）

項目	意見
UI/UXに対する要望・感想	<ul style="list-style-type: none"> • タブレットで見られるようになれば良い。表示されるデータ量が多いため難しいと思うが、分割的に作って試してみたらどうだろうか。 • 道路の表示や河川の表示があると、どこにいるかわかりやすいと思う。 • 浸水の状況が滑らかに表示されるようになればより良い。水が迫ってくる様子がわかると臨場感がでる。 • この地区は自動車避難が多いので、すべての人が車で避難するというパターンを作ってほしい。 • 市民に対しては、自分の家がどうなるのかというのがインパクトとしては一番大きい。避難行動の意識を高めていくことが必要なので、シミュレーションの細かい設定を理解してもらうことよりも、避難を実行させるための危機意識を植え付けるようなインパクトを与えることが大事である。 • 建物を選択した際に、吹き出しで浸水深を表示できれば良い。 • 自動車の避難先として、駐車場が水没するような避難場所も選択できた方が良い。ただし、注意書きで水没する旨を記載しておく必要がある。

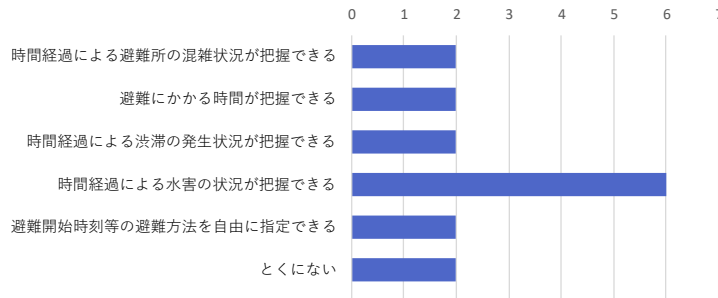
IV. 実証技術の検証 > 2. 水害避難シミュレーションの活用の有効性の検証

② 検証結果 | 地区・個人におけるシミュレーション活用の有効性

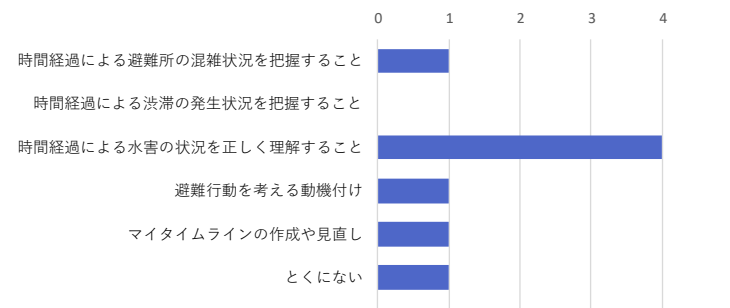
住民アンケートの回答結果（その1）



このソフトウェアで、良いと思ったこと【複数回答】



このソフトウェアが役に立ちそうなこと【複数回答】



IV. 実証技術の検証 > 2. 水害避難シミュレーションの活用の有効性の検証

② 検証結果 | 地区・個人におけるシミュレーション活用の有効性

住民アンケートの回答結果（その2：自由回答結果）

項目	意見
改善要望	<ul style="list-style-type: none"> 避難ルートの経由場所などを指定できれば良い。 操作が難しいので、老人にも簡単に使えるようにしてほしい。 レベル4発令からの経過時間と避難開始からの所要時間を画面右上に大きめに表示してほしい。 避難先の候補を避難開始地点から合理的範囲で表示できないか。 水害シナリオに加勢川の洪水も加えてほしい。
実際に試用して気づいたこと	<ul style="list-style-type: none"> 避難終了から繰り返し閲覧するための操作が面倒である。 画面が暗くて字が見えづらい。 反応速度が遅い。 操作方法の可視化が必要である。高齢者には操作が難しい。
感想・要望	<ul style="list-style-type: none"> 老人会等で簡単に説明できるならば利用したい。 どのように周知・普及させるかが課題である。 事前啓発のために住民に日ごろから見てもらうためであれば、浸水シミュレーションに絞り軽くしたうえで、水害発生がどの地域から始まり、何分で自宅に到達するのかそれだけに的を絞った方が、たくさんの人に利用されると思う。 高画質な映像をテレビやCGで見慣れているため、物足りなく感じられた。 もっと見やすい画面にしてほしい。 一般の人（老人）向けに、座談会等で気軽に説明できるようなソフトをお願いしたい。

IV. 実証技術の検証 > 2. 水害避難シミュレーションの活用の有効性の検証

② 検証結果 | 本ユースケースにおけるKPIの達成度・結果

KPI	KPIの評価方法	達成度・結果
①A. 3D水害避難シミュレーションシステムのシミュレーション結果に対する満足度合	A. 3D水害避難シミュレーションシステムのシミュレーション結果について、熊本市担当者等に対して地域防災計画の検証・改善に効果的であるか等をヒアリングし、満足度合を算出（目標：調査対象者の6割以上から「満足した」との回答を得る）	意見交換会において、熊本市の職員（7名）のほぼ全員から、「住民に対して水害のインパクトを与えることができる」「様々な集会でシミュレーション結果を見せることが避難意識の向上に有効」との意見をいただいたので、一定の満足度は得られた。一方で、「高齢者には操作方法が難しい」「描画表示の動作が重たい」「自動車での避難先が指定できるようになると渋滞対策を検討するのに役立つ」との意見もいただいた。
②B. 3Dパーソナル避難シミュレーションソフトウェアに対する肯定的な意見の割合	B. 3Dパーソナル避難シミュレーションソフトウェアの利用者に対して、水害の発生状況や避難時の道路状況、避難時のリスク等を正しく理解するためのツールとして妥当なソフトウェアであるかをアンケート調査で確認し、それに対する肯定的な意見の割合を算出（目標：調査対象者の6割以上から肯定的な意見を得る）	住民ワークショップ参加者25人に対してアンケート調査を行った結果、9名（回収率36%）から回答があり、回答結果は以下のとおりである。 <ul style="list-style-type: none"> ・水害の発生状況を正しく理解することに役立つ：56% ・避難行動を考える動機付けになる：44% ・マイタイムラインの作成や見直しに役立つ：56%

IV. 実証技術の検証 > 2. 水害避難シミュレーションの活用の有効性の検証

② 検証結果 | 本ユースケースの成果と課題

3D水害避難シミュレーションシステムに関する成果と課題

項目	成果	課題
A.3D水害避難シミュレーションシステム	<p>水害（洪水、高潮、津波）のシナリオと避難のパターンを設定し、水害避難シミュレーションを実施した。水害のシナリオとして、時間経過による気象状況の変化・浸水状況の変化・避難指示のタイミングを設定し、避難のパターンとしては、高齢者等要介護者とそれ以外の人の避難を開始するタイミング・自動車で避難する人の割合・垂直避難の有無を選択可能となっている。シミュレーションを実行することにより、避難パターン別に、時間経過ごとに発生する自動車の渋滞箇所や避難場所別の時間経過ごとの避難者数が把握できた。また、時間経過ごとの浸水状況が3D都市モデル上に再現されることで、いつ建物のどの高さまで浸水するかが把握できた。これらの結果は、地域防災計画の適切な改善と実効性向上の検討に役立つものと考えられる。</p> <p>熊本市の担当者からは、「様々な集会でシミュレーション結果を見せることが避難意識の向上に有効」との意見があった。</p> <p>なお、本システムはクラウドサーバ上に公開し、自治体職員がパソコンからブラウザを用いて自由にアクセスし、利用できる環境を整備した。</p>	<p>【熊本市の担当者からの主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・描画表示が重い。 ・マニュアルを見ないと操作方法がわからない（ナビゲーションをわかりやすく）。 ・浸水状況はリアルな描画が望ましい。 ・地域防災計画の検討にどのように役立っているかが課題。例えば、行政担当者が自動車での避難先と割合を自由に設定できるようになれば、災害時の避難誘導計画を検討するために参考となる。 ・このような避難誘導計画の妥当性を示すためには、より多くの人にシミュレーション結果を周知してもらう必要がある。その方法として、例えば、様々な集会でシミュレーション結果の動画を閲覧してもらうことが考えられる。

IV. 実証技術の検証 > 2. 水害避難シミュレーションの活用の有効性の検証

② 検証結果 | 本ユースケースの成果と課題

3Dパーソナル避難シミュレーションソフトウェアに関する成果と課題

項目	成果	課題
B.3Dパーソナル避難シミュレーションソフトウェア	<p>利用者が水害の種類・避難の開始地点やタイミング・避難先・避難手段（徒歩・車）等を指定することで、自身の避難行動の軌跡を目で見て体験できる。このように、利用者が避難を開始するタイミング等を指定して避難の所要時間や渋滞の有無等を確認できることは、マイタイムラインの検討に役立つものと考えられる。</p> <p>住民ワークショップでの実演では、「3Dでの描写は水害の脅威を体感するのに効果的」、「老人会の会合や避難訓練での講演会などでシミュレーションの動画を見せることが、避難行動の啓発活動として有効」との意見があった。また、アンケート調査では、約半数の住民が「水害の発生状況を正しく理解することに役立つ」、「避難行動を考える動機付けになる」、「マイタイムラインの作成や見直しに役立つ」と回答している。</p> <p>なお、ソフトウェアはクラウドサーバ上に公開し、住民がパソコンからブラウザを用いて自由にアクセスし、利用できる環境を整備した。</p>	<p>【住民からの意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高齢者には操作が難しい。 ・描画表示が重たい。 ・タブレットで操作したい。 ・自分で操作するのではなく、シミュレーションを実行した結果（動画）を再生するだけでも良い。 ・浸水状況はリアルな描画が望ましい（物足りない）。 ・画面が暗くて見づらい。 ・どのように周知・普及させるかが課題。 ・動作を軽くし、水害発生がどの地域から始まり、何分で自宅に到達するのかということだけを見せるようにすれば、多くの人に利用されると思う。

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 | サマリ

項目	想定される技術面での優位性
3Dでの描画によるリアリティの向上	時間経過とともに浸水が建物のどの辺りまで来るのかが目で見て確認できるため、水害がより現実的な状況として利用者に認識され、避難開始のタイミングや避難先を検討する際の有効な情報となる。また、時系列的な避難状況と浸水状況を3D都市モデル上に再現させることにより、例えば、渋滞が発生しているところに津波が押し寄せる状況がリアルに可視化されるため、住民の防災意識の向上や正しい避難への行動意図の形成の促進に役立つと考える。
属性情報を利用した避難者分布の推計	建物モデルから得られる属性情報（用途）を用いて、滞留者を同一町丁目内の建物にランダムに分布させることにより避難開始位置を推計することができる。また、属性情報（浸水深、建物階数、建物構造）を用いることにより、避難開始位置とする建物が垂直避難可能かどうかの判定が可能となる。
ウェブアプリの構築	3D都市モデルで採用されているCityGML形式は、3D Tilesを含めた各種3Dデータフォーマットへの変換に対応しているため、ウェブGISに最適化された3D Tilesを利用することでウェブアプリ構築が容易となる。
拡張性	3D都市モデルは全国の対象都市で同一の規格でデータ整備がされている（対象都市は今後増加）。また、その他必要なデータ（滞留人口データ、道路ネットワークデータ、メッシュ別時系列浸水深データ、道路交通センサデータ等）も、全国規模で整備されているため、3D都市モデルが整備されている地域であれば比較的容易に拡張することが可能である。

V. 成果と課題 > 1. 今年度の実証で得られた成果

② 3D都市モデルによる政策面での優位性 | サマリ

項目	想定される政策面での優位性
自治体での防災計画検討の基礎資料	3D都市モデルを活用することで、垂直避難を考慮した精緻な避難シミュレーションや浸水深を含む立体的な浸水状況の表現が可能となり、災害時の渋滞対策や望ましい避難先への誘導をより詳細に検討することができる。
避難行動への啓発効果やマイタイムラインの普及促進効果	3D都市モデルを活用することで、避難開始が遅延した際に渋滞に巻き込まれたり逃げ遅れたりする状況をリアルに住民に共有することが可能となり、住民の正しい避難への行動意図の形成やマイタイムラインの普及促進に役立てることが期待できる。

V. 成果と課題 > 2. 今後の取り組みに向けた課題

今後の取り組みに向けた課題 (1/2)

項目	活用にあたっての課題
<p>熊本市のホームページ上で『B. 3D パーソナル避難シミュレーションソフトウェア』を公開し、一般の市民の利用を促進</p>	<p>熊本市のホームページ上にソフトウェアが公開されていることを、より多くの市民に周知するためには、どのような方法が望ましいかを検討する必要がある。 また、とくに高齢者からは、操作方法がわかりにくいという意見があった。広く一般の市民に利用してもらうためには、高齢者にも操作しやすいUI・UXへの改良が必要である。</p>
<p>住民の集会（避難訓練、老人会等）の場で、水害避難シミュレーションの実演を行い、避難行動への意図形成の促進、マイタイムラインの普及促進などを図る</p>	<p>災害時の避難を検討していない人にとっては、老人会や避難訓練の際にシミュレーション動画を見せることが、避難行動への意図形成を促すのに有効だとの意見があった。ただし、高齢者には操作が難しいとの意見もあるため、あらかじめシミュレーションを実行した動画を保存しておき、それを簡便に再生して見せるような工夫が必要である。</p>
<p>簡易版（タブレット上で操作可能）の開発</p>	<p>パソコンを所有していない人にとっては、本ソフトは利用が困難である。また、住民からはタブレットでの利用を希望するとの意見もあった。ただし、現在のシステムは負荷が大きく、タブレットでの閲覧は困難であるため、機能や描画対象を絞り込んだ負荷の小さい簡易版を開発する必要がある。</p>

V. 成果と課題 > 2. 今後の取り組みに向けた課題

今後の取り組みに向けた課題 (2/2)

項目	活用にあたっての課題
利用者の要望の反映	熊本市の担当者や住民からは、本システムに対して様々な要望が挙げられたが（「IV.2有効性の検証」参照）、これらすべてに対応するのは困難である。重要度や対応の困難度を加味したうえで優先順位をつけて対応することが必要である。
防災計画の検討	本システムを熊本市の担当職員が利用し、地域防災計画の改善や地区防災系計画の立案により役立てるためには、利用者が避難シナリオ等の詳細な設定まで簡単に行えるのが望ましいが、本システムで簡単に設定可能な条件は限られているため、実際に防災計画の検討のために利用する際は、行政担当者と調整のうえ、システムを改良することも考えられる。
他地域への展開	本システムは、道路ネットワークや初期滞留人口分布、メッシュ別時系列浸水深データの置き換えなどをカスタマイズすることによって、他自治体への横展開を実現することも考慮して開発を行った。しかし、対象地域の規模（避難者数、自動車の通過交通量）が大きくなると負荷がかかり、動作が不安定になると考えられるため、対象地域はある程度の規模に限定されることになる。対象エリアを拡大するためには、システムの軽量化を図る必要がある。

用語集

用語		内容
ア行	イグレスリンク	目的地（本ユースケースでは避難先）へつながるリンク
カ行	校区	公立学校の通学範囲のこと。地域によって「学区」「学下」などとも呼ばれる。
サ行	CZML（シーゼットエムエル）	CesiumJS専用の読み込み可能ファイル（JSON形式）であり、オブジェクト内容、座標、時刻変化、描画方法等を記述しておくことで、時系列アニメーションの描画も可能となる。
	スキミングインターバル	等間隔の時間の経過単位
	セクション	道路リンクを分割したもので、同じような属性を持つ固まり。セグメントと呼ばれる場合もある。
	CesiumJS（セシウム・ジェイエス）	JavaScript用の3D対応地理空間可視化ライブラリで、PLATEAU VIEWでも利用されている。
ハ行	バックグラウンド交通車両	対象地域の居住者や昼間人口によるもの以外で、シミュレーション期間中に外部から対象地域に流入する自動車のこと。例えば玉名市方面から八代市方面へ向かうために、対象地域を縦断する車両など。 津波ケースにおいてはシミュレーションの対象となる。地震発生5分後に対象地域内を走行している車両は、最寄りの避難場所へと目的地を変更し、避難行動をとるものとする。
	ピリオディックスキミング方式	シミュレーションにおけるシミュレーション内の時間進行の方式のひとつで、一定の単位時間ずつ時間を進行させる方法。このほかに、何らかの事象が発生する毎に時間を進行させる方式（イベントスキミング方式）がある。

用語集

用語		内容
マ行	マイクロシミュレーション	個々の主体に着目し、個々の挙動や状態・状況の変化等を扱うシミュレーション方式であり、ミクロシミュレーションと呼ばれる場合もある。対極のシミュレーション方式としてマクロシミュレーションがあり、こちらは一定規模の群単位での計算をするためマイクロシミュレーション程の細かな表現はできないが、計算負荷を抑えられることで計算対象の規模・範囲を大きくできるといった特徴がある。
	Material UI (マテリアル・ユーアイ)	ReactのUIコンポーネントのライブラリ
ラ行	React (リアクト)	WebサイトやWebアプリのUI部分の構築に利用されるJavaScriptのUIライブラリ
	Resium (レシウム)	ReactでCesiumJSの機能が容易に扱えるようになるライブラリ

徒歩及び車による時系列水害避難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：株式会社ライテック

本報告書は、株式会社ライテック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いません。