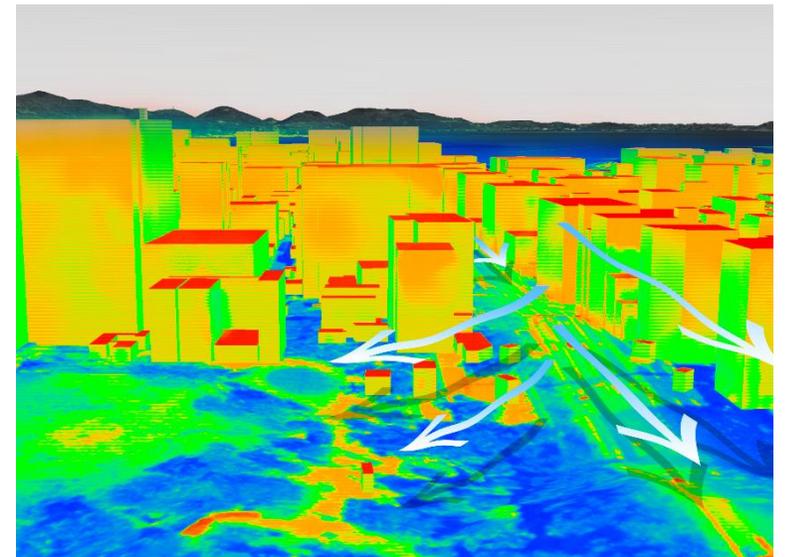
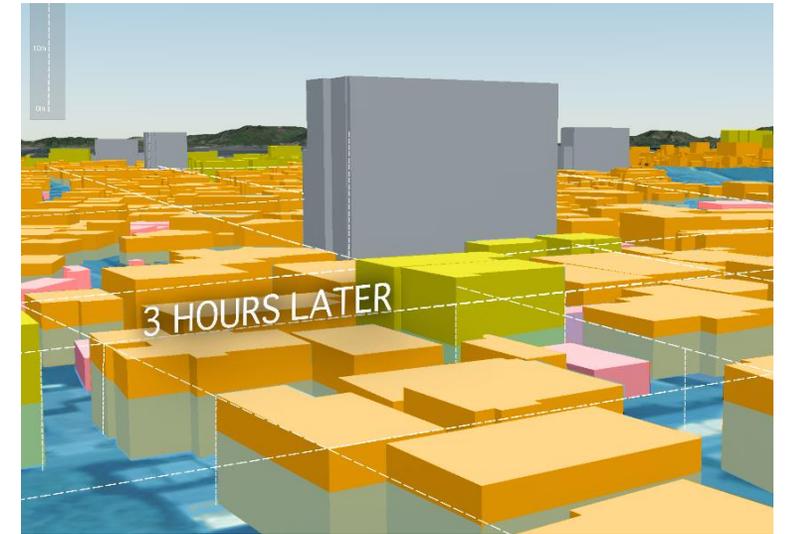
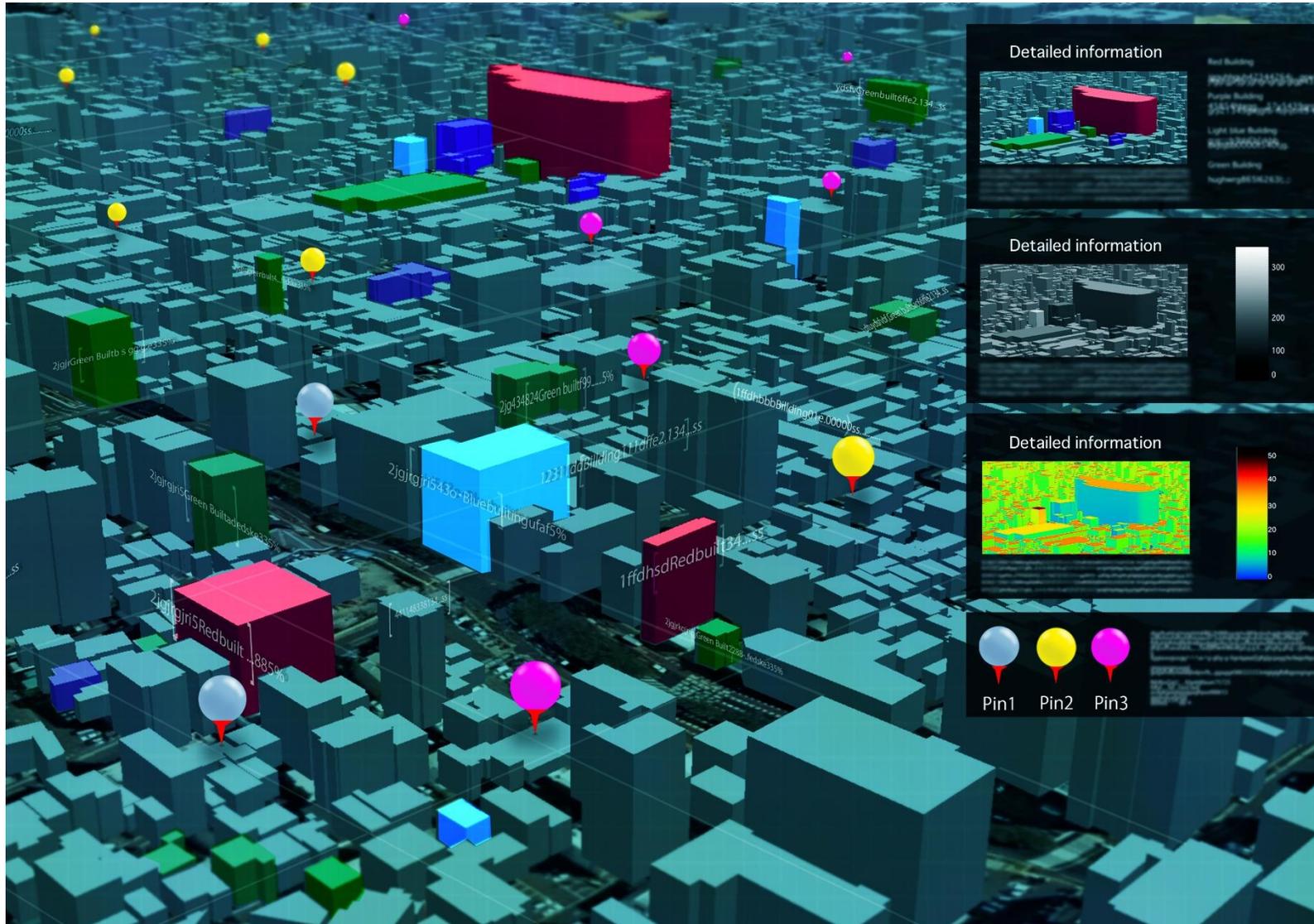


都市OSと連携した都市政策シミュレーション 技術検証レポート

Technical Report for Urban Policy Simulations Linked with the City OS



PLATEAU
by MLIT



目次

I. 実証概要	2		
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	8		
1. 活用技術	9		
2. 都市OS (データ連携基盤 FIWARE)	10		
3. 3DWebGISプラットフォーム (Re:Earth)	11		
4. 行列演算プログラミングソフトウェア (GAUSS)	12		
5. 深層学習技術	13		
6. IoTセンサ	14		
7. 水工学に係る数値シミュレーションのプラットフォーム	15		
8. 3次元熱流体解析ソフトウェア (Wind Perfect)	16		
III. 実証システム	17		
1. 実証フロー	18		
2. 業務要件	19		
3. アーキテクチャ全体図	20		
4. システム機能	22		
5. アルゴリズム	41		
6. データ	61		
		(1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)	62
		(2) iRIC (洪水浸水シミュレーション)	74
		(3) Wind Perfect (熱環境シミュレーション)	89
		7. ユーザインタフェース	98
		8. システムテスト結果	101
		IV. 実証技術の検証	110
		1. 技術面での検証	111
		① 検証内容	111
		② 検証結果	112
		2. 政策活用面での検証	119
		① 検証内容	120
		② 検証結果	121
		V. 成果と課題	128
		1. 今年度の実証で得られた成果	129
		① 3D都市モデルによる技術面での優位性	129
		② 3D都市モデルによる政策面での優位性	130
		2. 今後の取り組みに向けた課題	131
		用語集	133

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	都市OSと連携した都市政策シミュレーション
実施場所	香川県高松市
目標・課題 ・創出価値	<ul style="list-style-type: none"> ・人口減少、少子・高齢化が顕著な地方都市では、地域の活力を維持するための、コンパクトで持続可能な集約型都市の構築が喫緊の課題。 ・多様なステークホルダが関係する都市政策は合意形成の難易度が高く、効果的な施策展開のためにはデータを活用した施策効果のエビデンスの提示が必要である。 ・3D都市モデルの建物や土地利用のデータ、人々の移動データ等を組み合わせて都市構造の将来変化を可視化する都市政策評価システムを構築する。ゾーニング規制や都市機能誘導施策、公共交通再編等の政策シナリオごとの都市構造の変化をシミュレーションし、都市政策の効果をわかりやすく可視化、政策の企画立案・合意形成を促進する。
ユースケース の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・都市OS(FIWARE)と3DWebGIS (Re:Earth) を統合し、API・データの統合管理/シミュレーション/3次元での可視化の3機能を有する都市政策評価システムを構築する。 ・本システムを活用し、都市政策による影響を評価するため、以下の3つのシミュレーションモデルを構築し、市職員による試行活用を通じ、政策の企画立案、合意形成への有用性を検証する。 <ul style="list-style-type: none"> (1) 土地利用・交通モデルによる都市政策シミュレーション (人口・従業者数・人流変化による建物床需要予測) (2) 河川水位予測・洪水浸水シミュレーションモデルによるリアルハザードマップ (3) 熱環境シミュレーションによるヒートアイランドマップ

I. 実証概要 > 1. 全体概要

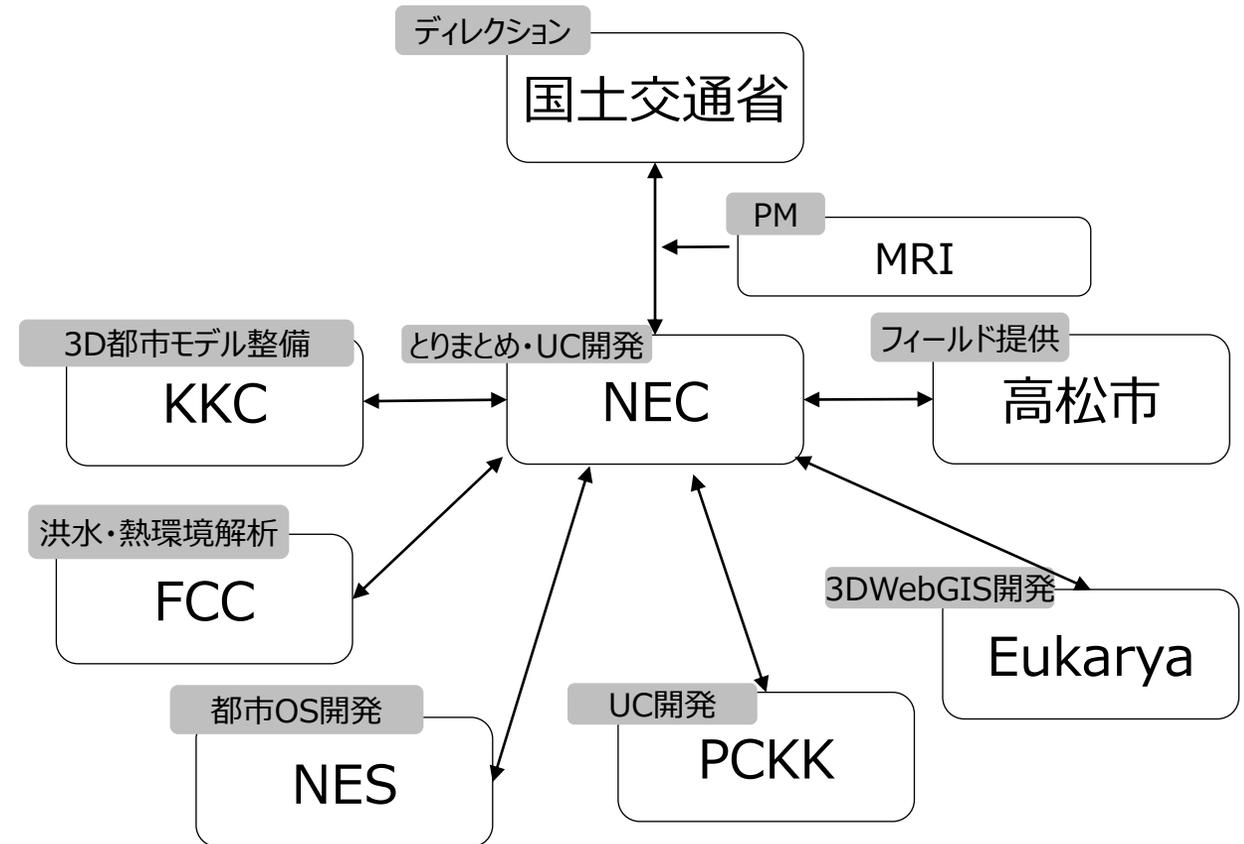
全体概要 (2/2)

実証仮説	<ul style="list-style-type: none">・コンパクトシティの実現に向けて課題となる多様なステークホルダの合意形成に向け、目指す都市の姿とその実現による効果影響を分かりやすく市民に伝えることが必要となる。・将来の計画に応じた土地利用や交通の変化、自然災害リスクや環境への影響を3次元で可視化する都市政策評価システムを構築することで、ステークホルダの理解促進、各種計画の実行の促進が可能になる。
検証ポイント	<ul style="list-style-type: none">● データ連携・3DWebGISの連携の実装が実現できているか 4つのシミュレーションデータを一元的に統合管理できているか、システムの外部連携インターフェースは適切に機能しているかデータの流が設計通りに動作についてシステムテストによって検証する。● 各シミュレーションのモデルの妥当性 予測手法・統計的尤もらしさ・予測精度などについて妥当性を検証する。● 各シミュレーションの施策効果の妥当性 シナリオ設定、ユーザーが理解しやすい/扱いやすいUIであるか、シミュレーションデータはユーザーが理解しやすい3次元表現となっているか、ステークホルダー間の合意形成支援など施策効果検討において妥当性を検証する。

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
日本電気株式会社 (NEC)	とりまとめ、システムの設計・開発、ユースケース開発、検証
パシフィックコンサルタンツ株式会社 (PCKK)	都市政策シミュレーションの開発、ユースケース開発、検証
株式会社Eukarya	3DWebGIS開発
株式会社福山コンサルタント (FCC)	洪水浸水解析、熱環境解析
NECソリューションイノベータ株式会社 (NES)	都市OS開発
国際航業株式会社 (KKC)	3D都市モデル整備
高松市	フィールド提供、利活用への意見
株式会社三菱総合研究所 (MRI)	プロジェクトマネジメント (PM)



I. 実証概要 > 3. 実証エリア

実証エリア

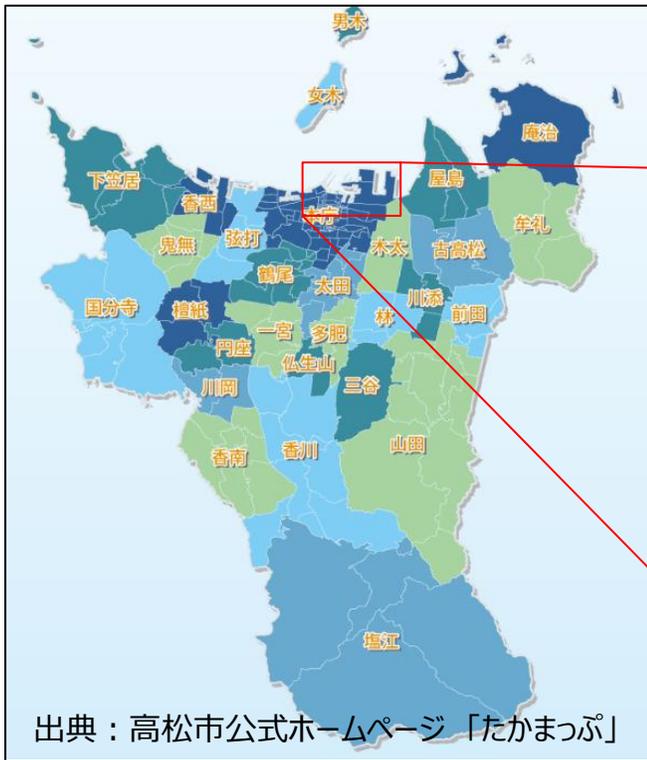


PLATEAU
by MLIT

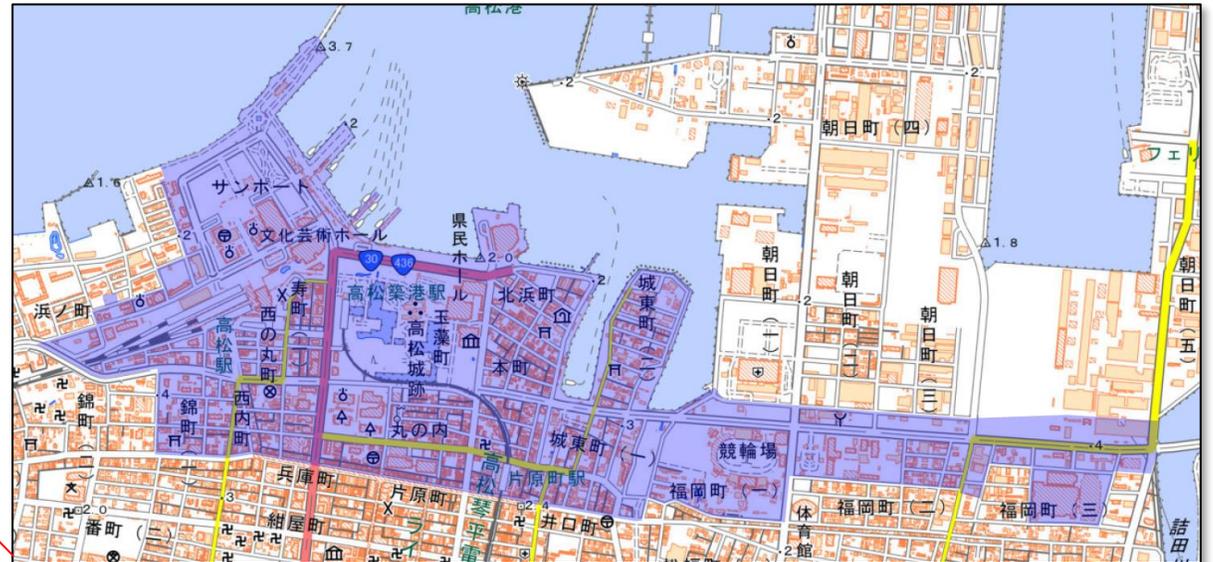
香川県 高松市 全域

LOD1：高松市全域（島しょ部を含む、約375km²）

LOD2：中心市街地のうち湾岸エリア（約1.5km²）



LOD1の整備範囲



LOD2の整備範囲

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. 3D都市モデルを活用した社会的課題解決UC開発の検討		技術調査 目標設定											
2. ①都市政策シミュレーション													
2-1. 実証計画策定		技術案件・タリ整理											
2-2. UC開発実証		データ収集取得											
3. ②洪水浸水シミュレーション、③熱環境シミュレーション													
3-1. 実証計画策定		技術案件・タリ整理											
3-2. UC開発実証		計測データ収集											
		システム設計											
4. 業務報告書作成													
5. 自治体連携関連													

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

本開発は、データ統合の基盤としての都市OS、可視化基盤としての3DWebGIS、シミュレーションに活用する複数のライブラリおよびソフトウェアから構成される。

活用技術/ソフトウェア	内容
都市OS (データ連携基盤 FIWARE)	収集したデータ、分析したシミュレーション結果を統合管理に活用可能なオープンソースソフトウェア。
3DWebGISプラットフォーム (Re:Earth)	統合した各種データを3D都市モデル上に表示に活用可能なオープンソースソフトウェア。
行列演算プログラミングソフトウェア (GAUSS)	都市政策シミュレーションのパラメータ推定に活用可能な数学・統計ソフトウェア。
深層学習技術	IoTセンサで取得した河川の水位の将来予測に活用可能なAI技術。
IoTセンサ	河川の水位および潮位のデータ収集に活用可能な技術。
水工学に係る数値シミュレーションプラットフォーム (iRIC)	河川の洪水浸水シミュレーションに活用可能な水工学解析ソフトウェア。
3次元熱流体解析ソフトウェア (Wind Perfect)	中心市街地の熱環境シミュレーションに活用可能な3次元熱流体解析ソフトウェア。

II. 実証技術の概要 > 2. 都市OS (データ連携基盤 FIWARE)

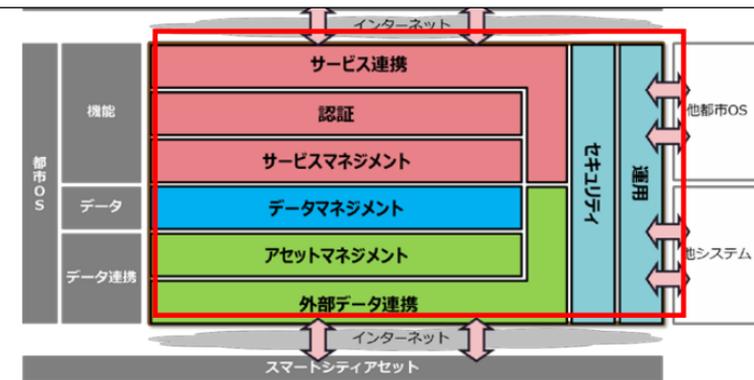
都市OS (データ連携基盤 FIWARE)

都市OSはあらゆるシステム・データを接続、統合管理するためのプラットフォームの考え方の1つ。内閣府が2020年3月にスマートシティリファレンスアーキテクチャとして都市OSを具体化。

概要

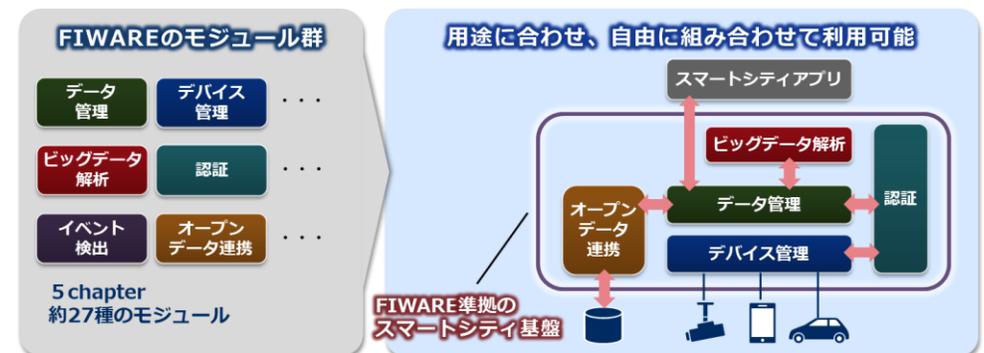
項目	内容
名称	都市OS (データ連携基盤 FIWARE)
概要	<ul style="list-style-type: none"> 都市OS構築にあたり、オープンソースソフトウェアであるFIWAREを活用。 FIWAREはデータを標準化されたモデルで管理し、整備されたモジュール群の活用、他のプラットフォームとの接続が可能。
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> サービス連携 認証 サービスマネジメント データマネジメント アセットマネジメント 外部データ連携 セキュリティ Context Broker
利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> 認証 データマネジメント 外部データ連携 セキュリティ Context Broker

都市OSの全体像



出典：内閣府 スマートシティリファレンスアーキテクチャ
https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/a-whitepaper3_200331.pdf

FIWAREのモジュール構成例



参考文献：<https://jpn.nec.com/techrep/journal/g18/n01/pdf/180110.pdf>

II. 実証技術の概要 > 3. 3DWebGISプラットフォーム (Re:Earth)

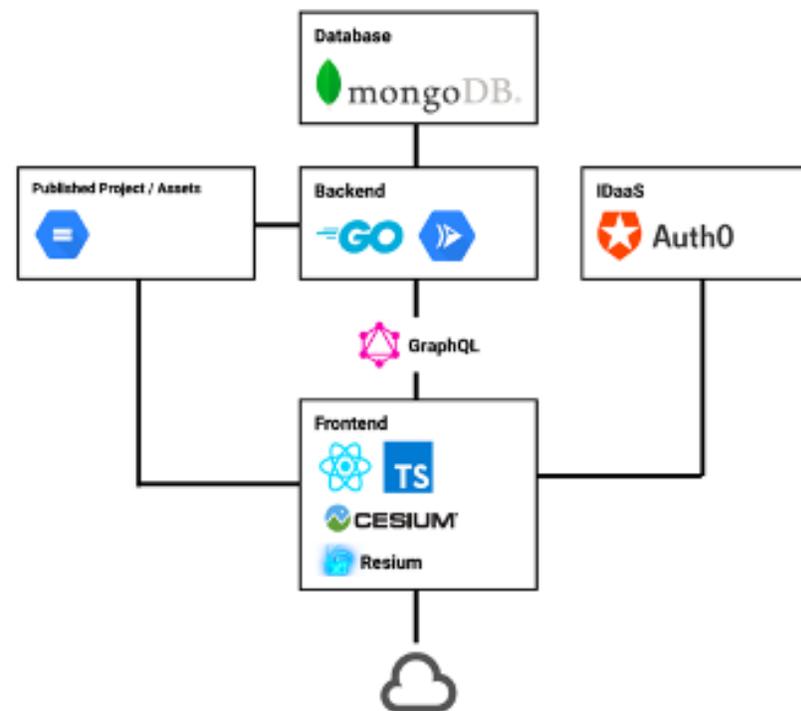
3DWebGISプラットフォーム (Re:Earth)

3次元表示の基盤となるWebGISプラットフォームであり、オープンソースソフトウェア。マップの作成・公開に際してコーディングやアプリケーションのインストールは不要で、ウェブブラウザを介して利用することが可能。

概要

項目	内容
名称	3DWebGISプラットフォーム (Re:Earth)
概要	<ul style="list-style-type: none"> • フロントエンド部分ではReact、TypeScriptによって地図エンジンであるCesiumを制御。 • レイヤーやデータベース処理などのバックエンドはGoを使用。 • APIクエリ言語としてGraphQLを、データベース管理システムとしてMongoDBを使用。 • アカウントの管理はAuth0を活用。 • 実証では、地点のプロットと詳細情報の表示、都市OSと接続した「都市評価システム」を3次元で可視化。
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> • プロジェクト管理 • レイヤーの追加 • ページの公開 • プラグインによる機能拡張
利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> • ポイント、3DTilesおよびインフォボックス表示 • czmlファイルの描画プラグインによる機能拡張

Re:Earthの技術スタック



Ⅱ. 実証技術の概要 > 4. 行列演算プログラミングソフトウェア (GAUSS)

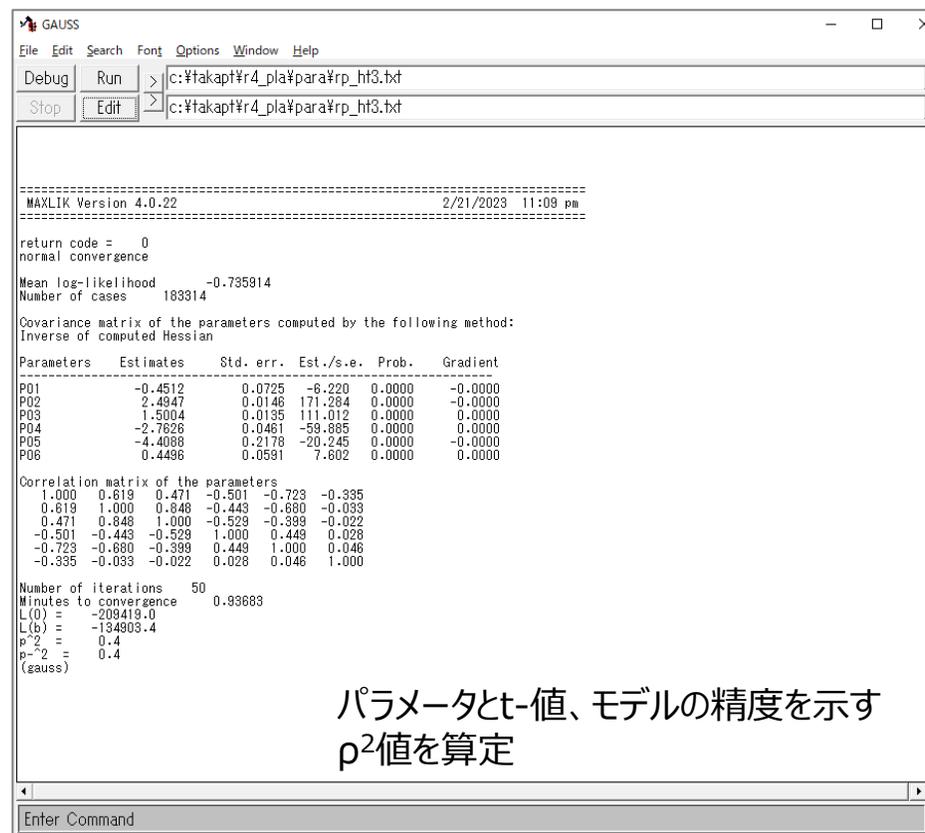
行列演算プログラミングソフトウェア (GAUSS)

科学、工学、統計、生物測定、計量経済、財務分析などの幅広い分野で利用されている行列演算プログラミングソフトウェア。非集計ロジットモデルのパラメータ推計に有効な最尤推定法による分析機能を有する。

概要

パラメータ推計結果出力画面

項目	内容
名称	行列演算プログラミングソフトウェア (GAUSS)
概要	<ul style="list-style-type: none"> 都市政策シミュレーションのパラメータ推定において、非集計ロジットモデルで構築される「交通の目的地選択モデル」、「交通機関分担モデル」を推計するためのプログラム構築に活用。 本実証では、上記で構築したプログラムでのパラメータ推計を実施し、目的地や交通機関を選択する要因を明らかにした。
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> 最尤推定法による非集計ロジットモデルのパラメータ推計 (効用関数式の特定化)
利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> 最尤推定法 (Maximum likelihood MT) アプリケーション



```

=====
MAXLIK Version 4.0.22                               2/21/2023  11:09 pm
=====
return code = 0
normal convergence
Mean log-likelihood      -0.735914
Number of cases         183314

Covariance matrix of the parameters computed by the following method:
Inverse of computed Hessian

Parameters      Estimates      Std. err.  Est./s.e.  Prob.      Gradient
-----
P01             -0.4512       0.0725    -6.220    0.0000    -0.0000
P02              2.4947       0.0146   171.284    0.0000    -0.0000
P03             1.5004       0.0135   111.012    0.0000    0.0000
P04             -2.7828       0.0461   -59.885    0.0000    0.0000
P05             -4.4088       0.2178   -20.245    0.0000   -0.0000
P06              0.4496       0.0581    7.602    0.0000    0.0000

Correlation matrix of the parameters
-----
1.000  0.619  0.471  -0.501  -0.723  -0.335
0.619  1.000  0.848  -0.443  -0.680  -0.033
0.471  0.848  1.000  -0.529  -0.399  -0.022
-0.501 -0.443 -0.529  1.000  0.449  0.028
-0.723 -0.680 -0.399  0.449  1.000  0.046
-0.335 -0.033 -0.022  0.028  0.046  1.000

Number of iterations      50
Minutes to convergence    0.93683
L(0) = -209419.0
L(b) = -134903.4
p^2 = 0.4
p^-2 = 0.4
(gauss)
  
```

パラメータとt-値、モデルの精度を示す ρ^2 値を算定

Ⅱ. 実証技術の概要 > 5. 深層学習技術

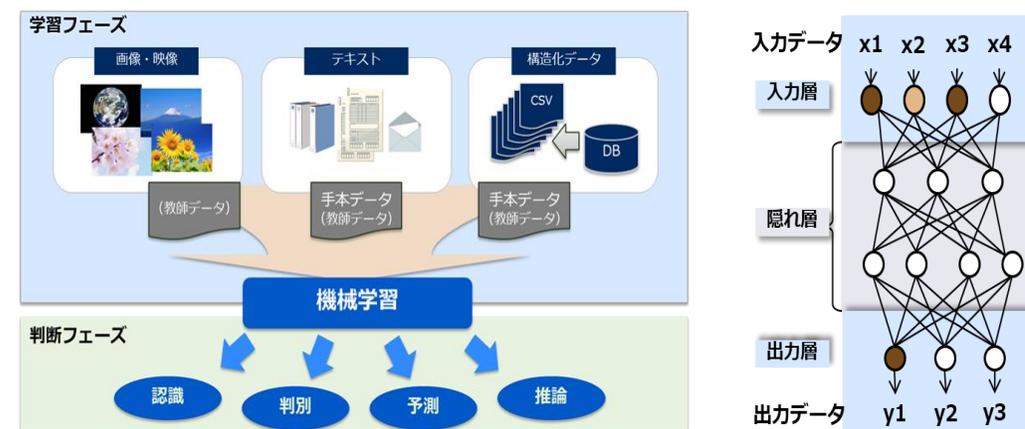
深層学習技術

機械学習で使われているニューラルネットワークモデルを多層化することにより複雑な問題も解けるようにした技術。入力データの特徴量を機械学習で獲得することができる。

概要

項目	内容
名称	深層学習技術
概要	<ul style="list-style-type: none"> 機械学習で使われているニューラルネットワークモデルを多層化することにより複雑な問題も解けるようにした技術。入力データの特徴量を人が設計しなくても学習によって獲得することができる。
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> 画像・音声認識・異常検知 自然言語処理 将来予測
利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> 将来予測

深層学習技術のイメージ



出典：多層ニューラルネットワークの情報集約機能に関する基礎的研究、米倉達広、1991、<https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3089213>

画像処理が得意なCNN（Convolutional Neural Network、畳み込みニューラルネットワーク）や時系列処理に用いるRNN（Recurrent Neural Network、リカレントニューラルネットワーク）などがある。

II. 実証技術の概要 > 6. IoTセンサ IoTセンサ

高松市内の河川水位、潮位を計測、そのデータを10分間隔で都市OSに送信、表示することが可能。

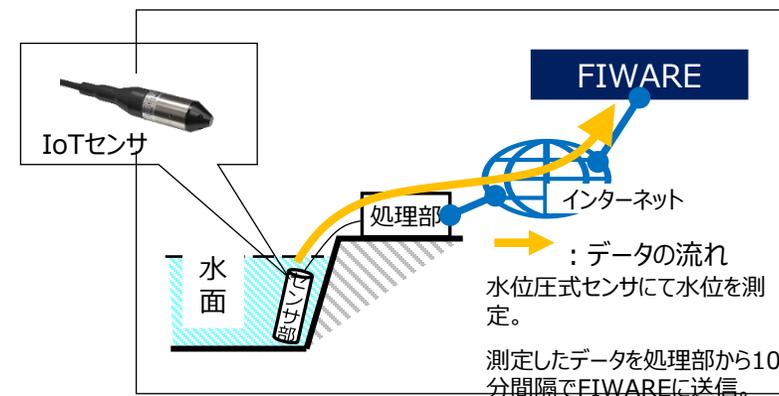
概要

項目	内容
名称	IoTセンサ
概要	<ul style="list-style-type: none"> 都市OSのネットワーク上に接続、リアルタイムで計測情報を収集、表示。 10分間隔で測定データをネットワークを通して送信。 高松市では、このIoTセンサを8河川及び5港湾に設置し、常時水位データを収集、監視。
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> 計測機能 データ送信機能 タイマー機能 機器監視機能
利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> 計測機能 データ送信機能 タイマー機能 機器監視機能

水位センサ仕様

項目	仕様
センサタイプ	投げ込み式水位センサ
計測水位レベル	10m
測定誤差	±0.3%以下
使用温度範囲	-10～50℃（氷結しない事）
電源	12～28VDC

センサからのデータ収集例



II. 実証技術の概要 > 7. 水工学に係る数値シミュレーションプラットフォーム (iRIC)

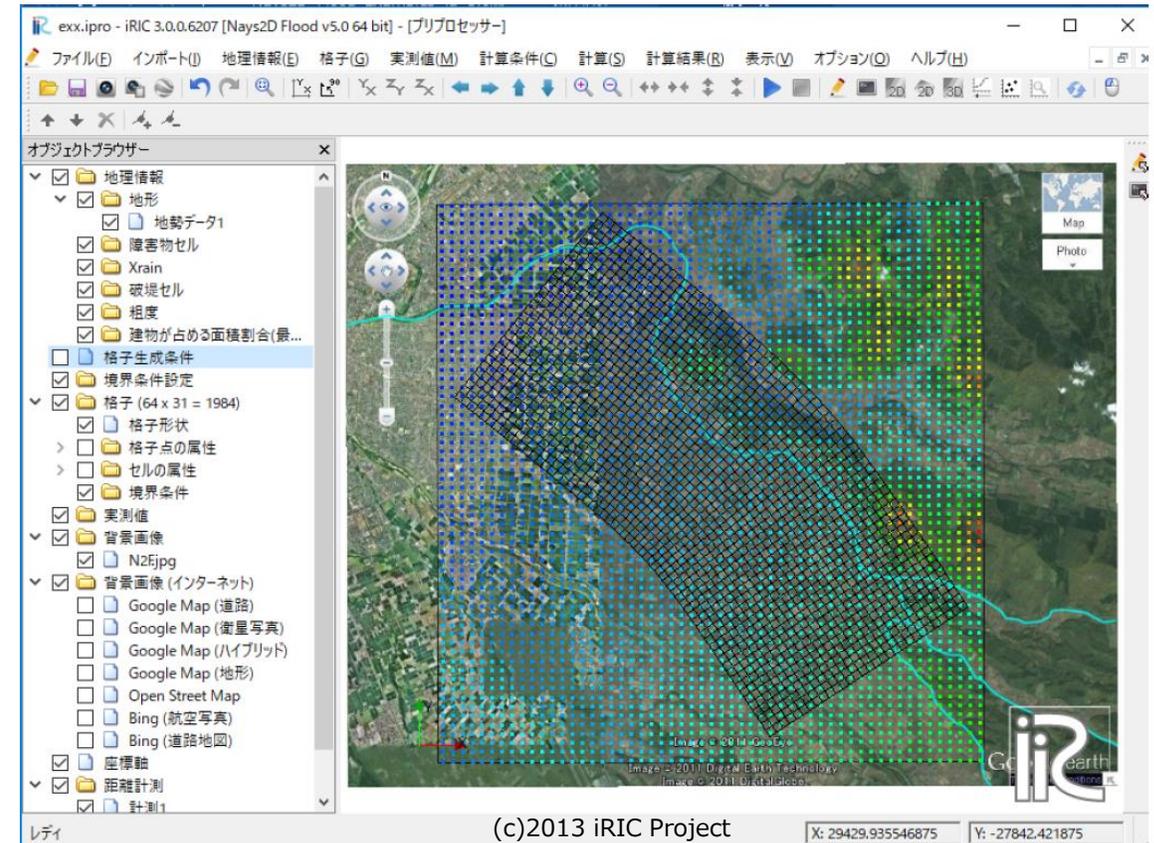
水工学に係る数値シミュレーションプラットフォーム (iRIC)

一般社団法人iRIC-UC (International River Interface Cooperative) が提供するフリーソフトウェア。氾濫や流出、津波、土石流モデルなどの様々な数値シミュレーションモデルに対応。

概要

iRIC Nays2DFlood 解析画面の例

項目	内容
名称	水工学に係る数値シミュレーションプラットフォーム (iRIC)
概要	<ul style="list-style-type: none"> 氾濫や流出、津波、土石流モデルなどの様々な数値シミュレーションモデルの機能拡張が可能 実証では提供ソフトのうち、「Nays2D Flood」を採用し、河道断面の代わりに標高メッシュデータを使った河川氾濫解析を実施。
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> 河床変動・河岸侵食解析 疑似的な3次元流れ場解析 2次元深度平均有限要素流体力学解析 氾濫流解析 など
利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> 氾濫集解析機能 (Nays2D Flood)



出典：iRIC Software Nays2D Flood Examples (2021) 清水康行, 鈴木英一, 川村里実, 井上卓也, 岩崎理樹, 濱木道大, 吉田智彦

II. 実証技術の概要 > 8. 3次元熱流体解析ソフトウェア (Wind Perfect)

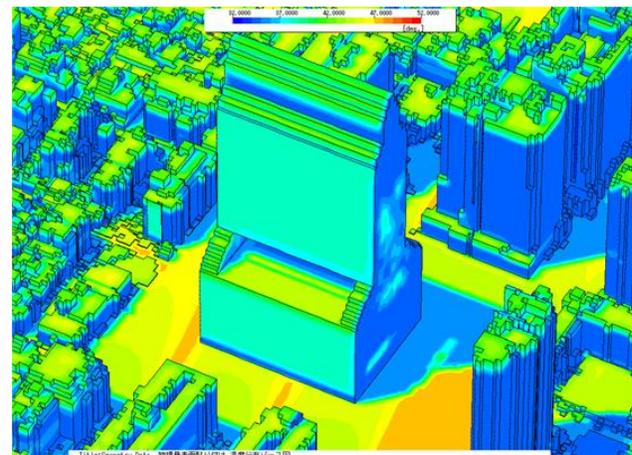
3次元熱流体解析ソフトウェア (Wind Perfect)

株式会社環境シミュレーションが提供する流れ・熱・湿度等の3次元熱流体解析ソフトウェア。

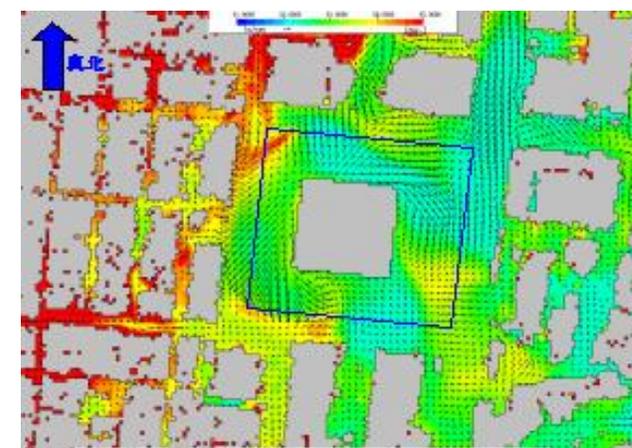
概要

項目	内容
名称	3次元熱流体解析ソフトウェア (Wind Perfect)
概要	<ul style="list-style-type: none"> 日射や気流を考慮した熱環境評価をPC上で実施可能なソフトウェア。高速大規模放射計算解析や解析結果のZ断面や等値面図のデータを表示可能。 実証では、夏季の最大日射量となる日時を想定し、高松市中心街区を対象に気温ならびに風向・風速を算出。
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> 風環境 (ビル風) 解析 風荷重/風圧解析 熱移流拡散解析 空調解析 など
利用する機能	<ul style="list-style-type: none"> 一般熱流体解析

ヒートアイランド解析の例



躯体壁面ならびに地盤の表面温度



地表から1.5mの高さの風向と風速

出所) 環境シミュレーション社HP <<http://www.env-simulation.com/jp/?p=5196>> 2023.3.15

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

本実証では3つのシミュレーションモデルを構築し、それぞれの妥当性を検証する。合わせて、シミュレーション結果を3次元で可視化するシステムを構築し、市役所職員を対象とした研修会での使用結果に基づき、政策面の有用性を検証する。

シミュレーションモデルの構築

- 都市政策シミュレーションについてモデルを構築、将来の土地利用・交通状態を推計。洪水浸水・熱環境の2つのシミュレーションは既存ソフトを活用して推計を実施。

出力結果の検証

- 構築した都市政策シミュレーションモデル、既存ソフトウェアで実施した2つのシミュレーションの出力結果について、現状データとの比較等により妥当性を検証。

3次元可視化システムの構築

- 3つのシミュレーション結果とIoTセンサで取得した水位データを統合管理・3Dで閲覧するためのシステムを都市OSと3DWebGISで構築し、それらの情報を3D都市モデル上で可視化。

研修会の開催

- 高松市役所の職員を対象とした研修会を開催し、討議、アンケートにより以下の観点でユーザーの評価を収集。
 - シミュレーション結果の表現方法（形状、色 等）
 - 3DWebGISの画面設計（メニュー構成、レイヤ構成、機能配置 等）
 - 3Dデータ表現の理解しやすさ、構築システムの使いやすさ
 - 各シミュレーション結果の3D表示の政策面での有効性

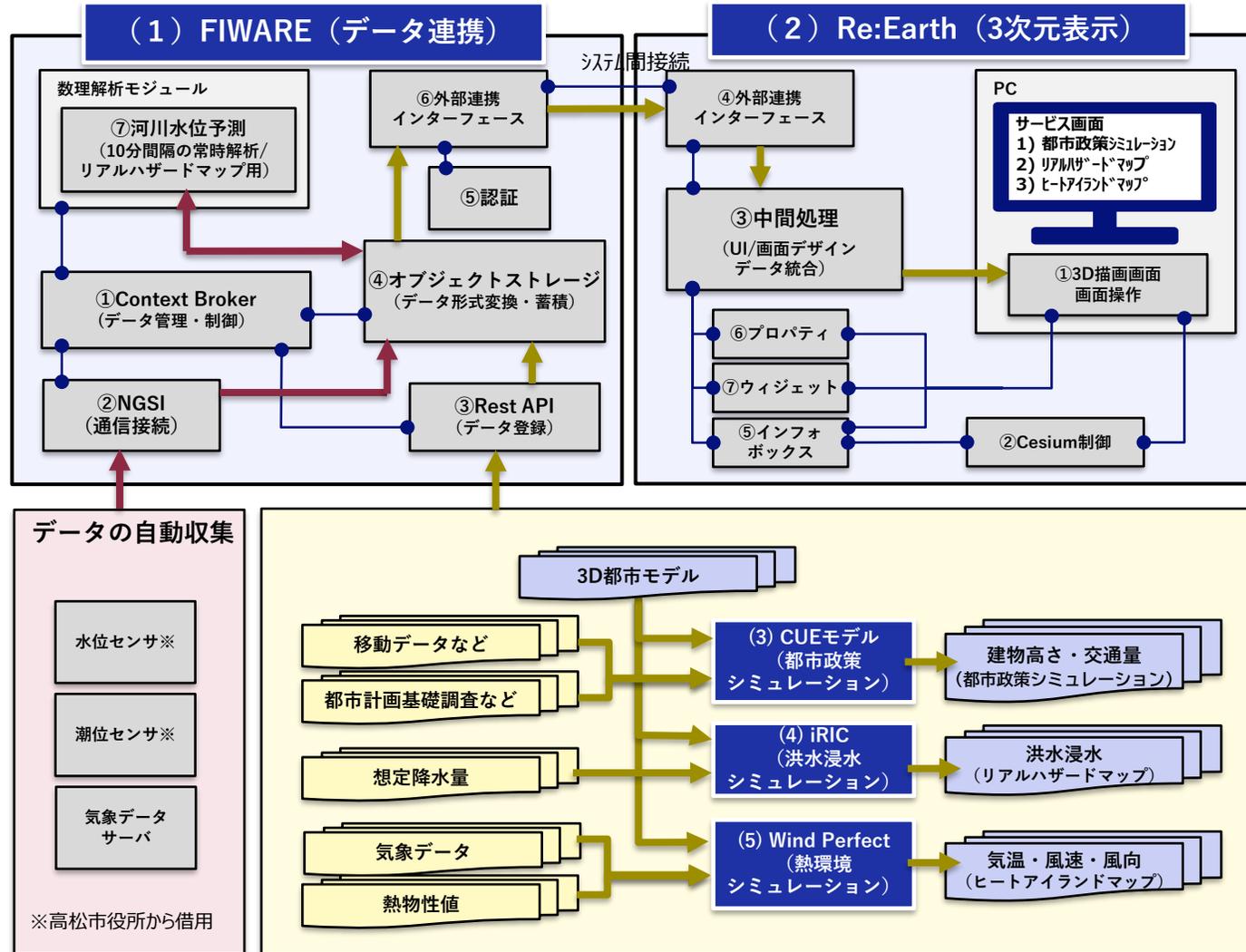


Ⅲ. 実証システム > 2. 業務要件 業務要件

コンパクトシティ形成に向けた都市政策の変更に当たっては、今後予定する開発等の施策が、都市が抱える課題の解決に資するものであるのか、市民をはじめとする多様なステークホルダーとの円滑な合意形成に向けて、定量的で説得力のある説明が求められる。

実施項目	実施主体	既存業務フローでの実施事項概要	本システム活用による実施事項
現状分析	市	コンパクトシティ形成に向けて必要な施策（中心市街地等のまちなかの開発、それに伴い必要となる地区計画等の法定計画の変更等）を実施。実施にあたり、計画変更の必要性や内容の検討に必要な現状分析を行う。	3D都市モデル、統計・携帯GPS情報、IoTデータ等を用いた現状の詳細分析の実現
計画・施策案の検討	市	関係する行政部署（都市計画、環境、防災、交通及び公共施設管理者）、地域の関係者に事前協議を行い、計画内容を具体化。	将来シミュレーション結果を用いて計画・施策の効果影響を分析、計画・施策内容に反映
関係者協議	市	地域住民に対し、計画案及び計画による効果・影響を提示し、複数計画案から地域にとって望ましい計画案を合意。	3次元表示により、一般の方にも効果・影響を分かりやすく提示
計画変更手続	市	事前協議、住民説明において抽出された施策・計画案について、都市計画法、環境影響評価法等に基づく審議会、議会等での審議を実施、決定内容を公表。	施策・計画案の有効性について関係者の理解度を高めた上での手続の実施
評価改善	市	実施した施策が想定した効果を発揮しているか、設定したKPIを計測して、達成状況を評価。必要に応じて改善策を検討、実行。	シミュレーション結果との比較検証によるPDCAサイクルの運用

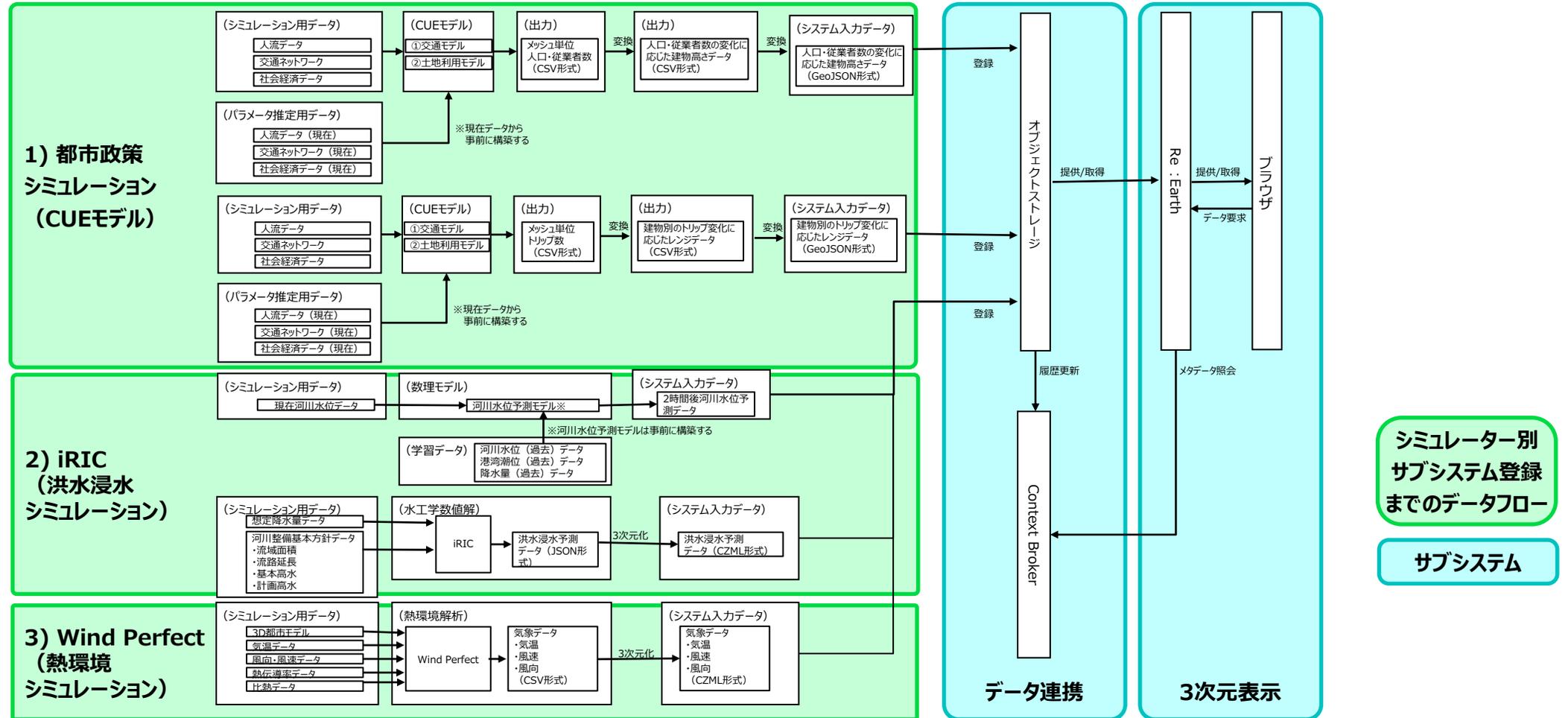
Ⅲ. 実証システム > 3. アーキテクチャ全体図 システムアーキテクチャ全体図



凡例

- 常時更新のデータフロー
- 要求時更新のデータフロー
- 機能ブロック間連携
- サブシステムまたはシミュレーター
- 機能または処理
- 手動登録データ
- シミュレーションで使用したデータ

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



シミュレーター別
サブシステム登録
までのデータフロー

サブシステム

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

システム機能

機能名	説明
(1) FIWARE (データ連携)	各種シミュレーション結果及びIoTセンサで取得したデータを統合管理し、3次元表示を行うRe:Earthと連携する機能。
(2) Re:Earth (3次元表示)	各種シミュレーション結果及びIoTセンサで得られたデータを統合管理するFIWAREと連携し、3D表示を行う機能。
(3) CUEモデル (都市政策シミュレーション)	都市政策による人口、移動の変化、土地利用需要の変化に関する効果分析サブモデルなどで構成される交通・土地利用等に関する応用経済モデル機能。
(4) iRIC (洪水浸水シミュレーション)	最大想定規模の降雨量を想定した中小河川の浸水被害の影響を解析する機能。
(5) Wind Perfect (熱環境シミュレーション)	市街地開発における建造物の変化等による風向風速や気温変化を解析する機能。

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

(1) FIWARE (データ連携)

各種シミュレーション結果、IoTセンサから得られるデータを統合管理する機能を提供。構築するオープンソースソフトウェアとしてFIWAREを採用、以下の機能を実装。本実証で追加設定を行った機能の概要を次頁に記載。

項番	実装機能	説明	設定追加※
①	Context Broker機能	リアルタイムデータ処理制御、履歴管理／蓄積制御を行う機能である。	—
②	NGSI機能	異なるアプリケーション間でデータ連携するための機能である。 国際標準通信プロトコルをインターフェースとして使用する。 本実証ではセンサとContext Brokerの連携を実施している。	○
③	REST API機能	Webサービスアプリケーション同士の通信を支援するAPIを提供する機能である。 本実証では各種シミュレーション結果のデータ登録を実施している。	○
④	オブジェクトストレージ機能	IoTデータ、シミュレーション結果等のデータを蓄積する機能である。 本実証では、シミュレーション結果を蓄積するためのエリアの設定を実施している。	○
⑤	認証機能	外部アプリケーションと連携するためのID、パスワードのアクセス情報を管理する機能である。 本実証では、Re:EarthへFIWAREにアクセスするためのアクセスキーの払い出しを実施している。	○
⑥	外部連携インタフェース機能	認証機能で管理しているアクセス情報を利用し、外部アプリケーションとの連携を行う機能である。 本実証ではRe:Earthからの接続を可能とする。	—
⑦	河川水位予測機能	活用技術に示す「深層学習技術」を活用し、蓄積しているIoTデータを入力として河川水位予測を行う機能である。 本実証では、高松市の8河川について、10分間隔で2時間先の河川水位予測を実施している。	—

※ (凡例) ○ : 既存機能に設定を追加、 — : 既存機能のままで変更なし

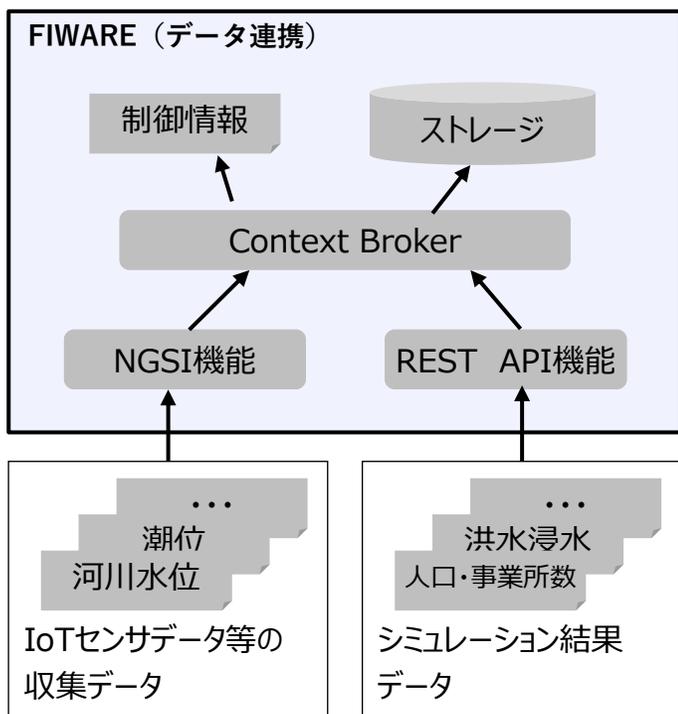
Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

(1) FIWARE ②NGSI機能/③REST API機能

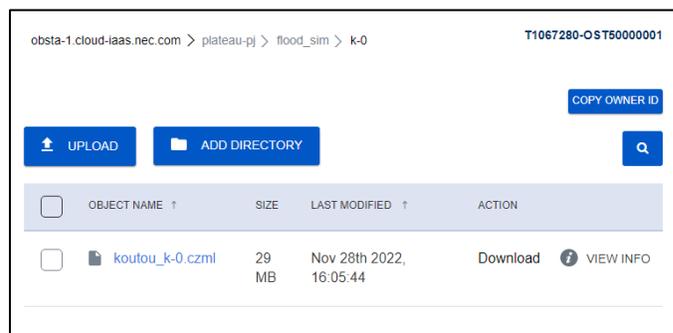
NGSI と REST API は、標準化されたデータ登録に関するAPIで、これらを通してデータはストレージに登録される。登録されたデータの制御情報は「Context Broker機能」により生成される。制御情報の生成終了時にはステータスコードで正常に登録できたことを確認できる（下図中央）。

本実証で使用するデータのうち、IoTで計測した水位データはNGSIを通して、シミュレーション結果などはREST APIを通して、Context Brokerにデータが渡り、ストレージへのデータ登録と制御情報の作成が行われる。

処理フロー



登録データイメージ (洪水浸水深)



正しくストレージに登録された際に表示される画面

```

"contextElement": {
  "type": "FloodSimulation",
  "isPattern": "false",
  "id": "jp.takamatsu.smartcity.flood.FloodSimulation.k-0",
  "attributes": {
    {
      "name": "名称",
      "type": "xsd:string",
      "value": "越水のみ",
      "metadatas": [
        {
          "name": "czml",
          "type": "xsd:anyURI",
          "value": "https://obsta-1.cloud-iaas.nec.com/plateau-pj/flood_sim/k-0/koutou_k-0.czml"
        }
      ]
    },
    {
      "name": "地理座標",
      "type": "geo:point",
      "value": "34.348552,134.018980"
    },
    {
      "name": "想定種別",
      "type": "xsd:string",
      "value": "越水"
    },
    {
      "name": "更新日時",
      "type": "xsd:dateTime",
      "value": "2022-09-22T00:00:00+09:00"
    }
  ]
}
}
"statusCode": {
  "code": "200", ← 正常値を示す
  "reasonPhrase": "OK"
}
"statusCode": {
  "code": "200",
  "reasonPhrase": "OK"
}

```

洪水浸水深制御情報イメージ

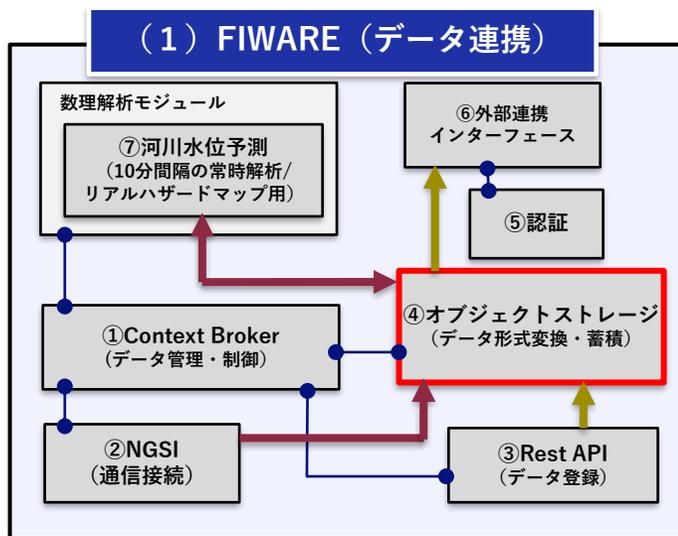
Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

(1) FIWARE ④オブジェクトストレージ機能

FIWAREに登録するデータのうち、Context Broker機能で蓄積できないバイナリデータ、シミュレーション結果のファイル等を蓄積する機能。登録データのファイル情報、登録場所等の制御情報はContext Broker機能で管理する。データを格納するオブジェクトストレージ上にシミュレーション結果データを格納する領域を割り当て、データを登録する。

FIWAREの中の位置づけ

新しく登録した領域情報・格納データの制御情報



↑ UPLOAD
📁 ADD DIRECTORY

COPY OWNER ID

<input type="checkbox"/>	OBJECT NAME ↑	SIZE	LAST MODIFIED ↑	ACTION
<input type="checkbox"/>	3dtiles		Mar 20th 2023, 21:46:37	🔍 VIEW INFO
<input type="checkbox"/>	flood_sim		Mar 20th 2023, 21:46:37	🔍 VIEW INFO
<input type="checkbox"/>	heat_sim		Mar 20th 2023, 21:46:37	🔍 VIEW INFO
<input type="checkbox"/>	urbanpolicy_sim		Mar 20th 2023, 21:46:37	🔍 VIEW INFO

```

contextElement: {
  type: "HeatIslandSimulation",
  idPattern: "false",
  id: "jp.takamatsu.smartcity.flood.HeatIslandSimulation.T1-1",
  attributes: [
    {
      name: "名称",
      type: "xsd:string",
      value: "中通過り全域 (気温-現在)",
      metadata: [
        {
          name: "czml",
          type: "xsd:anyURI",
          value: "https://obsta-1.cloud-iaas.rec.com/plateau-pi/heat_sim/temperature/case1/temp_case1_a.czml"
        }
      ]
    }
  ]
},
{
  name: "座標",
  type: "geo:polygon",
  value: [
    "34.358577,134.041894",
    "34.358577,134.058433",
    "34.315880,134.058433",
    "34.315880,134.041894",
    "34.358577,134.041894"
  ]
},
{
  name: "更新日時",
  type: "xsd:dateTime",
  value: "2023-03-14T19:00:00+09:00"
}

```

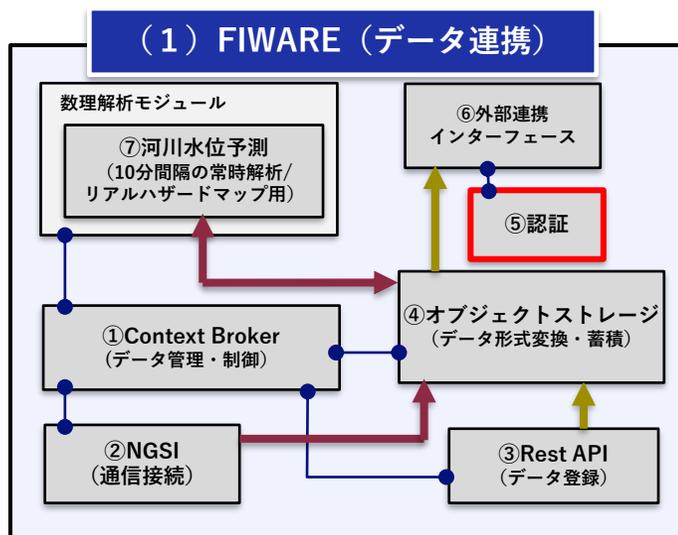
Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

(1) FIWARE ⑤認証機能

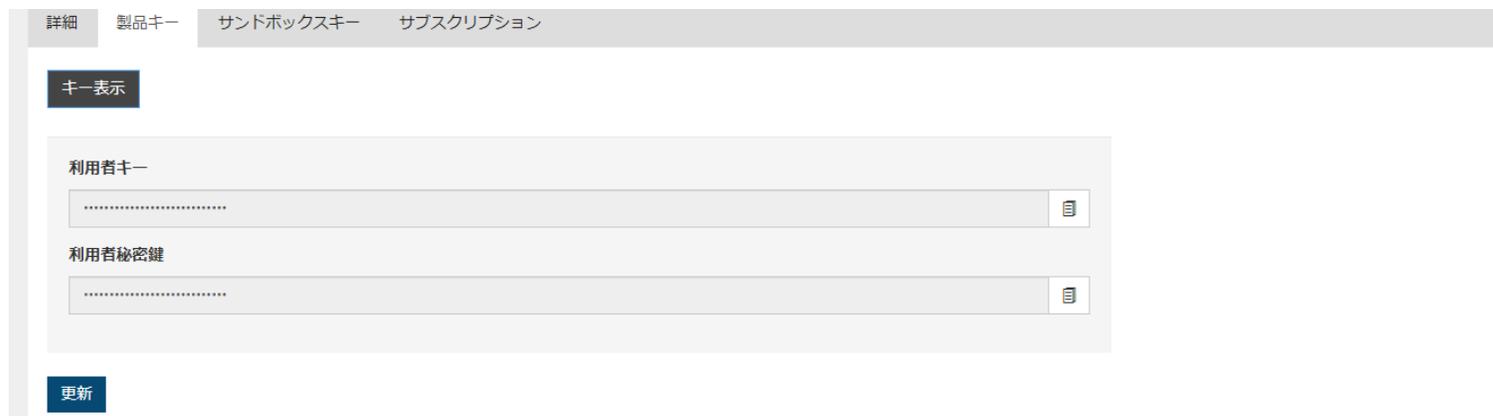
Re:EarthがFIWAREにアクセスして、FIWAREに登録されているデータを参照または取得する際に、Re:Earthが正しいユーザーであることを証明するための利用者キーの払い出しを行う。

利用者キーは一度発行すれば一定期間内であれば何回でも使用可能である。

FIWAREの中の位置づけ



本業務で実施する利用者キーの払い出し画面



Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

(2) Re:Earth (3次元表示)

本実証では各種シミュレーション結果、IoTセンサデータをFIWAREから取得し、3D表示する基盤をオープンソースソフトウェアであるRe:Earthで構築、以下の機能を実装。本実証で追加設定を行った機能の概要は次頁に記載。

項番	実装機能	説明	設定追加※
①	3D描画面面操作機能	FIWAREから取得したデータ（3DTiles、シミュレーション結果データ等）を3D ViwerであるCesiumを制御し可視化するクライアント上で動作する機能である。 また、描画面面にアクセスするためのアクセス情報の管理も行う。	—
②	Cesium制御機能	システム間での3D画面に表示するデータ連携、表示メニューおよび操作等の制御を行う機能である。	—
③	中間処理機能	3D描画するためのウィジェット、インフォボックス等のUIに関する管理、また、FIWAREから取得したデータの属性（リアルタイムデータ、シミュレーション結果データ、時系列データ）に適した可視化するための制御を行う機能である。 本実証では、FIWAREから取得したデータに対応するインフォボックス等の設定を実施している。	○
④	外部連携インターフェース機能	FIWAREから提供されるアクセス情報を活用し、FIWAREへ接続し蓄積しているデータを取得する機能である。 本実証では、FIWAREへの接続の設定を実施している。	○
⑤	インフォボックス	要約情報の可視化を行う機能。	—
⑥	プロパティ機能	描画データの設定や外部連携処理を正常に実行するための設定を行うことができる機能。	—
⑦	ウィジェット機能	描画データの選択などの特定の操作を実行するためのメニューを地図描画面面上に表示するための機能。	—

※（凡例）○：既存機能に設定を追加、—：既存機能のままで変更なし

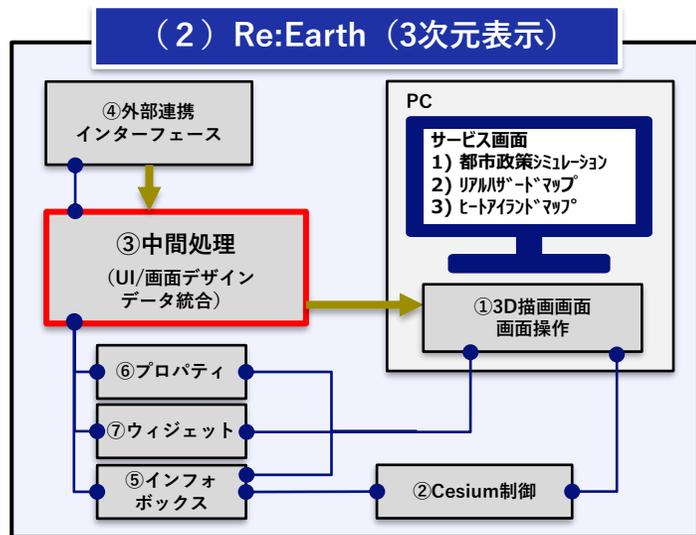
Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

(2) Re:Earth ③中間処理機能

中間処理機能では、FIWAREから取得したレスポンスデータに対して以下の処理を行い、Re:Earth上に描画を行う。

- 座標地点にユーザーが指定したアイコン画像のマーカーを作成。
- 観測値などの情報をもとにインフォボックスを形成。

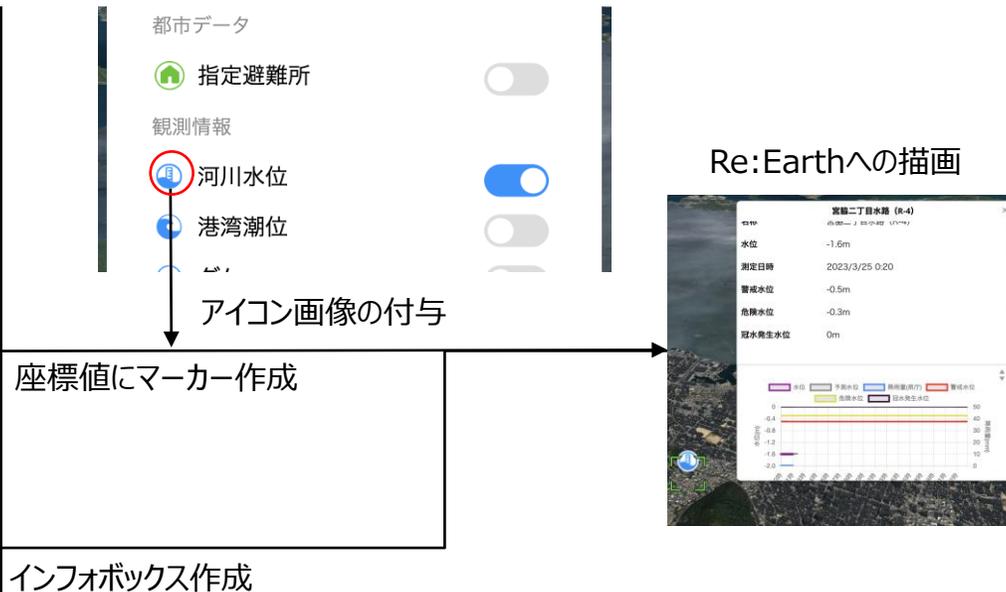
Re:Earthの全体像



レスポンスデータに対するフロー

レスポンスデータ

```
レスポンスデータ
{
  "id": "jp.takamatsu.smartcity.flood.WaterLevel.R-1",
  "type": "WaterLevel",
  "カメラエンティティ": {
    "type": "List of Text",
    "value": [
      "jp.takamatsu.smartcity.flood.Camera.R-1-1",
      "jp.takamatsu.smartcity.flood.Camera.R-1-2"
    ]
  },
  "metadata": {}
},
"予測水位": {
  "type": "xsd:string",
  "value": [
    "2022-07-12T14:40:00+09:00 -1.19",
    "2022-07-12T14:50:00+09:00 -1.19",
    "2022-07-12T15:00:00+09:00 -1.19",
    "2022-07-12T15:10:00+09:00 -1.19",
    "2022-07-12T15:20:00+09:00 -1.19",
    "2022-07-12T15:30:00+09:00 -1.19",
    "2022-07-12T15:40:00+09:00 -1.19",
    "2022-07-12T15:50:00+09:00 -1.19",
    "2022-07-12T16:00:00+09:00 -1.19",
    "2022-07-12T16:10:00+09:00 -1.19",
    "2022-07-12T16:20:00+09:00 -1.19",
    "2022-07-12T16:30:00+09:00 -1.19"
  ]
},
"metadata": {}
},
...
"水位_測定値": {
  "type": "xsd:decimal",
  "value": "1.2",
  "metadata": {
    "単位": {
      "type": "xsd:string",
      "value": "MTR"
    }
  }
},
...
}
```



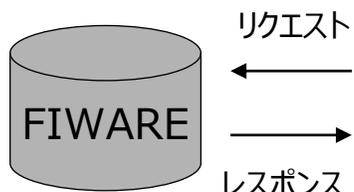
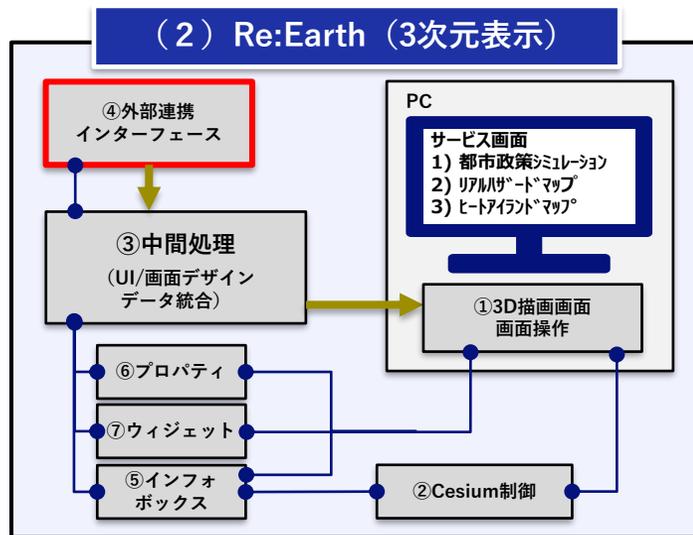
Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

(2) Re:Earth ④外部連携インターフェース機能

外部連携インターフェースでは、FIWAREにアクセスするための以下の機能を提供する。

- ・FIWAREに接続するために必要なAccess Token等の情報を管理画面から設定可能とする。
- ・UI上でユーザーが指定した内容に応じたリクエストを送信し、FIWAREから目的とするデータを取得する。

Re:Earthの全体像



本業務で実施する利用権限設定画面



アクセストークンの設定

default

Access Token

Fiware-Service

Fiware-ServicePath

entityType

entityId

WAlert

WLDangerous

リクエストデータの指定UI

🏠 ハザードマップ 📱

都市データ

📍 指定避難所

観測情報

📍 河川水位

🌊 港湾潮位

🛖 ダム

🌧️ 降雨量

シミュレーション

🌊 洪水浸水深

香東川 越水のみ

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

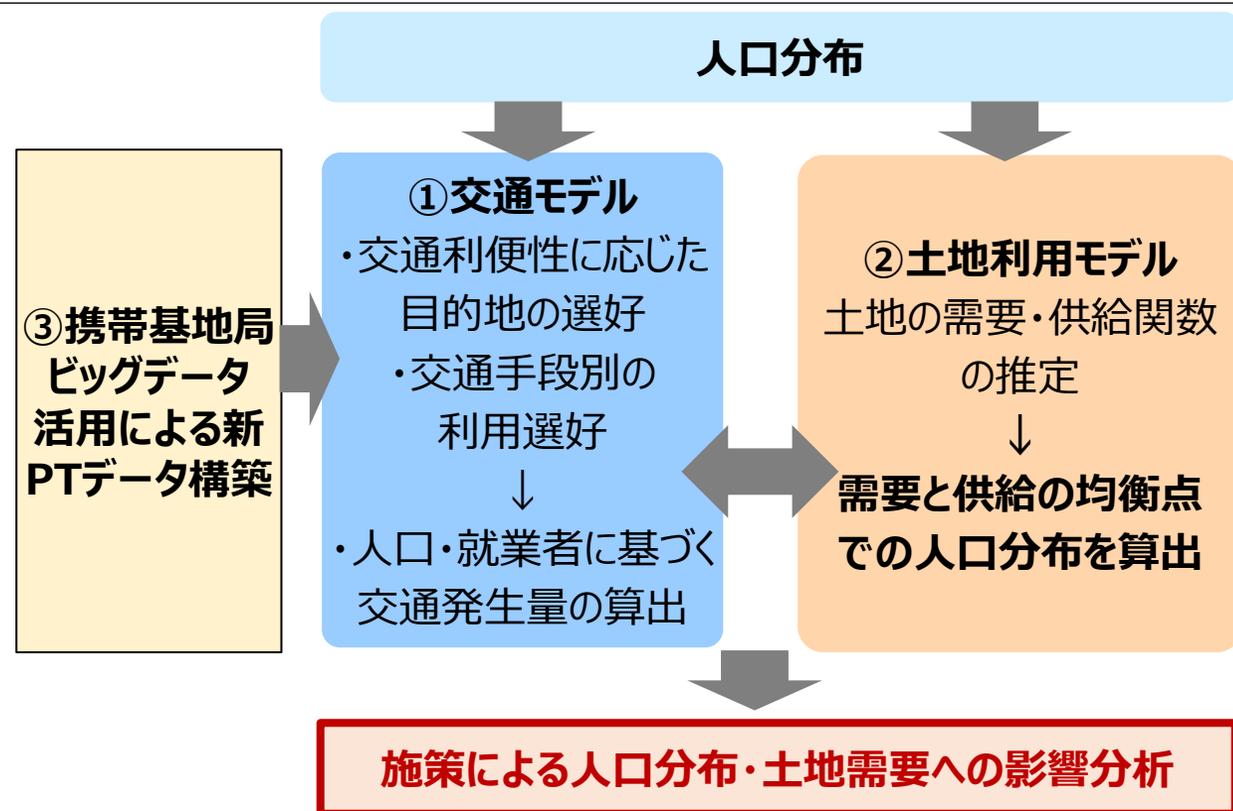
(3) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

3D都市モデルで整備されている建物用途や土地利用等のデータや交通の移動データ等をもとに、「応用都市経済モデル (CUE (Computable Urban Economic) モデル)」を構築。本モデルは交通モデルと土地利用モデルで構成され、施策による交通量や土地需要の変化を算出する。詳細は5.アルゴリズムに記載。

構成システム

	説明
①交通モデル	人流データ、交通手段ごとのサービス水準、人口分布等のデータを活用し、交通の発生量、目的地選択、交通機関分担を予測
②土地利用モデル	土地需要モデルと土地供給モデルを構築し、需要と供給が均衡する地代を求め、その均衡条件における人口を算出
③携帯基地局ビッグデータ活用による新PTデータ構築	携帯基地局データ、交通系ICカードデータ、パーソントリップ調査結果から、最新の交通手段別メッシュ間の移動量を推計

モデル間の相互関係



Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

(4) iRIC (洪水浸水シミュレーション機能)

iRICのNays2D Floodを活用して、地形データで計算格子を作成、想定最大降水量、流下能力、破堤箇所などの計算条件の設定を行い、地形の高低差で浸水が広がる現象を計算する。

表 活用機能一覧

機能名	説明
①地形から計算格子点を作成	地形（地盤）データと背景画像を取り込み、解析対象の流域をカバーする計算格子データへ変換する。
②河川の流入量の設定	作成された計算格子データに境界条件である、流入流出条件等、計算に必要な情報を入力し、シミュレーションを実行する。
③計算条件の設定	対象河川における、豪雨時の堤防の破堤点、降雨強度を設定する。
④シミュレーション結果の出力	氾濫解析のシミュレーション結果を出力し、時系列の3次元洪水範囲データ、洪水浸水深データを作成する。

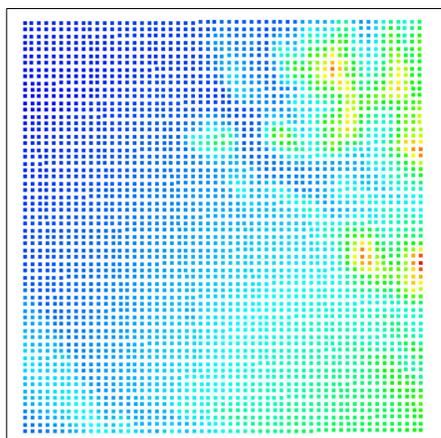
Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

(4) iRIC (洪水浸水シミュレーション機能)

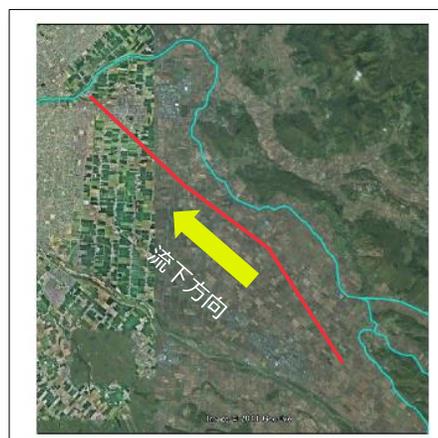
iRIC Nays2D Flood | ①地形から計算格子点を作成

iRICからWeb経由で国土地理院の基盤地図情報数値標高モデルを取り込み、シミュレーションモデルの計算格子データを生成する。処理フローは以下の通り。

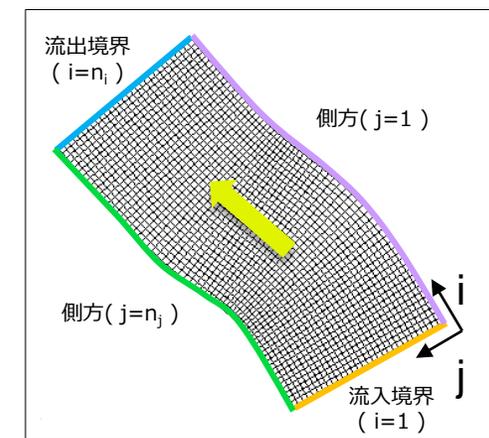
- 座標系と取り込みデータを選択して地形をインポート
- 背景画像に格子の中心線を作成
- 格子の分割数(n_i , n_j)を入力して格子を生成



地形データ



背景画像と格子の中心線



生成した解析用格子

出典 : iRIC Software <https://i-ric.org/solvers/nays2dflood/>

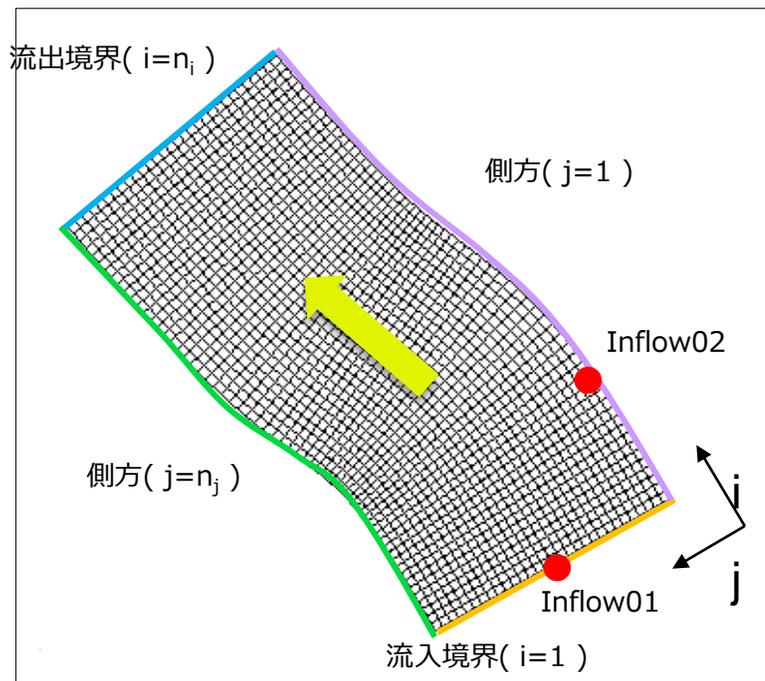
Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

(4) iRIC (洪水浸水シミュレーション機能)

iRIC Nays2D Flood | ②河川の流入量の設定

対象範囲での氾濫解析に必要な流入量を設定する。

- 解析対象範囲に流れ込む河川の流入位置と流入量を設定する。流入位置は側方または流入境界の格子を指定する。
- 流量の設定は、想定雨量、流域面積などから合成合理式を使って時間ごとに算定したものを使用する。算定式はアルゴリズムに記載する。



設定例

流入河川	位置 (i, j)	流量ファイル
Inflow01	1, j ₁	qt1.csv
Inflow02	i ₂ , 1	qt2.csv

流量ファイルの例

```
0,50
600,50
1200,0
1800,4.6
2400,23.1
...
```

1 カラム目は時間 (秒)
2 カラム目は流量 (m³/秒)

出典 : iRIC Software <https://i-ric.org/solvers/nays2dflood/>

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

(4) iRIC (洪水浸水シミュレーション機能)

iRIC Nays2D Flood | ③計算条件の設定

香東川を対象に、想定最大規模（L2）、概ね1,000年に1回程度の確率で発生する規模の降雨（年超過確率1/1,000程度以上）を702mm/日と想定※²して時間降雨と流入量の計算を行った。洪水は4か所で破堤することを想定して個別に計算を行った。

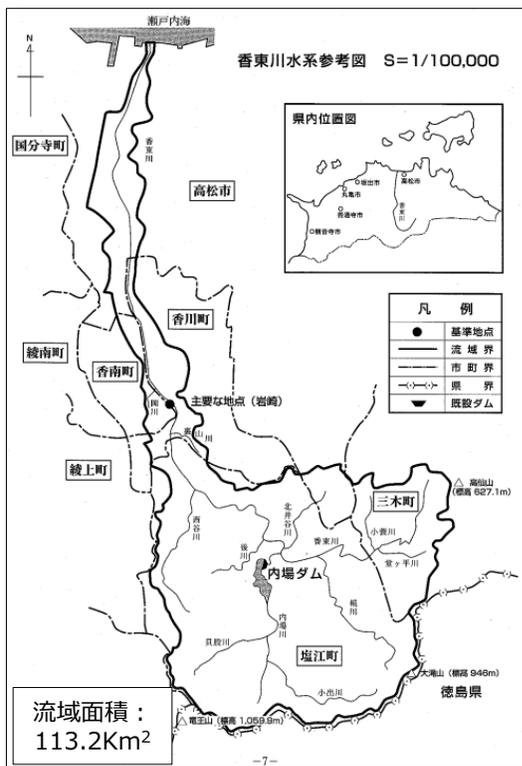


図1 対象河川（香東川）※¹

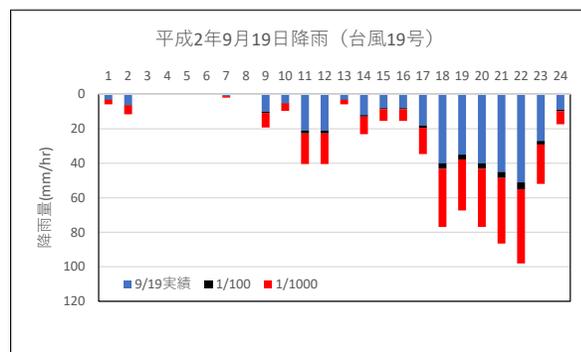


図2 1000年に一度の想定時間降雨

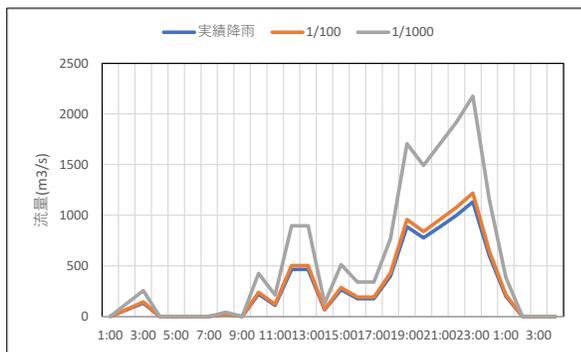


図3 1000年に一度の想定流入量

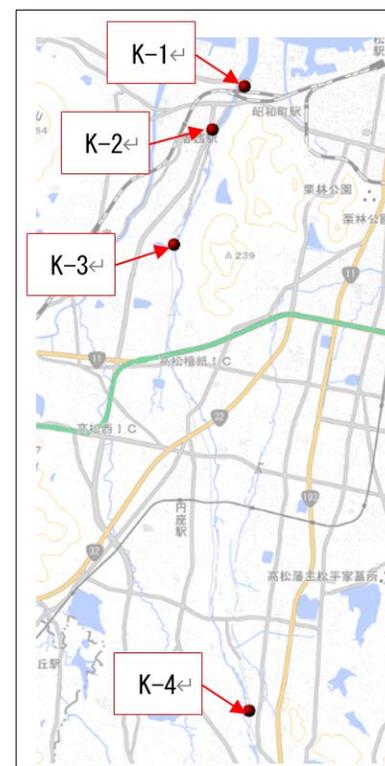


図4 破堤箇所

表1 破堤箇所一覧

NO	地点名
K-1	0K800右岸破堤
K-2	1K700左岸破堤
K-3	3K800左岸破堤
K-4	11K920右岸破堤

出典)
 ※¹ 香東川水系河川整備基本方針（平成13年5月）香川県
 ※² 水想定(洪水、内水)の作成等のための想定最大外力の設定手法（平成27年7月）国土交通省 水管理・国土保全局

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

(4) iRIC (洪水浸水シミュレーション機能)

iRIC Nays2D Flood | ④計算結果の出力

3次元の洪水氾濫データを作成するため、地形や流入河川の設定によって構築した氾濫モデルに対して解析を実行し、解析結果を出力する。

ファイルは時系列で出力され、出力したファイルから最大浸水深に関する情報を抽出し、3次元の洪水氾濫データへ変換を行う。

出力したデータファイルの例

ヘッダ	<pre># vtk DataFile Version 3.0 iRIC output t = 0 ASCII DATASET STRUCTURED_GRID DIMENSIONS 64 31 1</pre>	計算格子の数は $(n_x, n_y) = (64, 31)$ $64 \times 31 = 1984$ 件の格子点の値がある
個別データ	<pre>POINTS 1984 double 25727.8 -32070.8 0 25623 -31884.9 0 25512.7 -31692.4 0 25402.7 -31502.8 0 25291.8 -31314.2 0 25179.9 -31126.1 0 25066.7 -30938.2 0 24951.9 -30750.1 0 24835.4 -30561.8 0 ...</pre>	
個別データ	<pre>POINT_DATA 1984 FIELD FieldData 7 Depth(Max) 1 1984 double 0.01 ...</pre>	最大浸水深のデータは 1984件の格子点の数の値が羅列されている

出典 : iRIC Software <https://i-ric.org/solvers/nays2dflood/>

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

(5) Wind Perfect (熱環境シミュレーション機能)

Wind Perfectは一般熱流体解析を活用して、3D都市モデルデータで立体形状、建物と土地被覆の比熱などの材料別の物性値を設定、気温と風況の代表的な気象条件を入力することで、3次元格子点上の気温・風向・風速の分布を計算する。

表 活用機能一覧

機能名	説明
①熱環境モデルの構築	3D都市モデルをインポートし、建物や道路などの土地被覆などの属性に基づいて熱物性値や蒸発散量などを設定して熱環境モデルを構築する。
②計算格子の設定	属性付きの3次元格子に分割する。軸毎に格子点の密度を設定し、計算ボリュームを確定させる。
③計算結果の出力	代表点の風向・風速、気温、日時、緯度経度など解析対象範囲の気象条件を設定し、一般熱流体解析のシミュレーションを実施する。得られた風向・風速、気温の3次元格子上的データを出力する。

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

(5) Wind Perfect (熱環境シミュレーション機能)

Wind Perfect 一般熱流体解析 | ①熱環境モデルの構築

熱環境解析を行うため、3次元オブジェクトを配置。

- まちづくりにおける熱環境解析においては建物 1 棟 1 棟を作成して入力するのは現実的でないため、3D都市モデル (LOD 1、CityGML形式) を活用した。LOD1では高層建物の高さが低く作成されることが多く、現状の再現性を高めることが有効。再開発や高層ビルなどの建設前後の比較をする場合には、必要に応じて建物を編集または追加する。

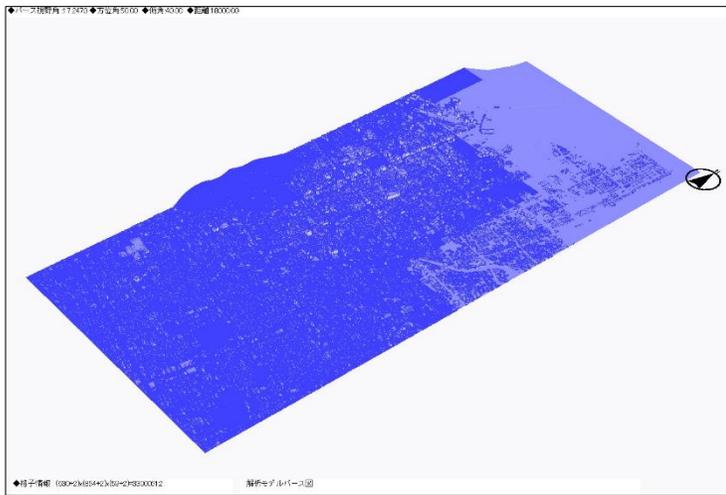


図 対象範囲の3D都市モデル

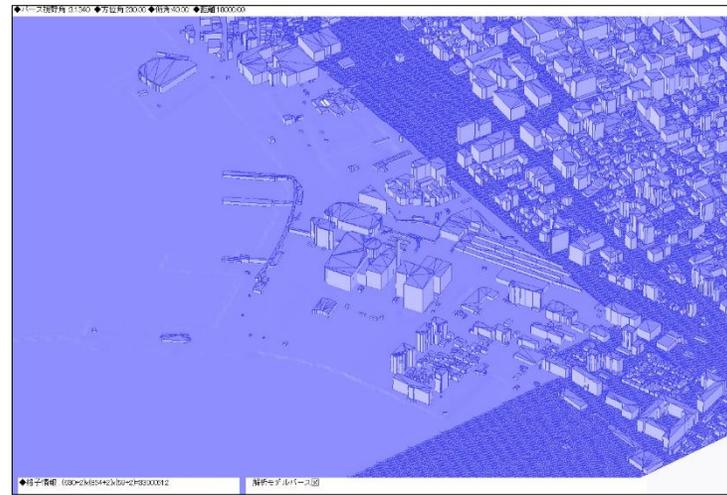


図 建物を修正する前

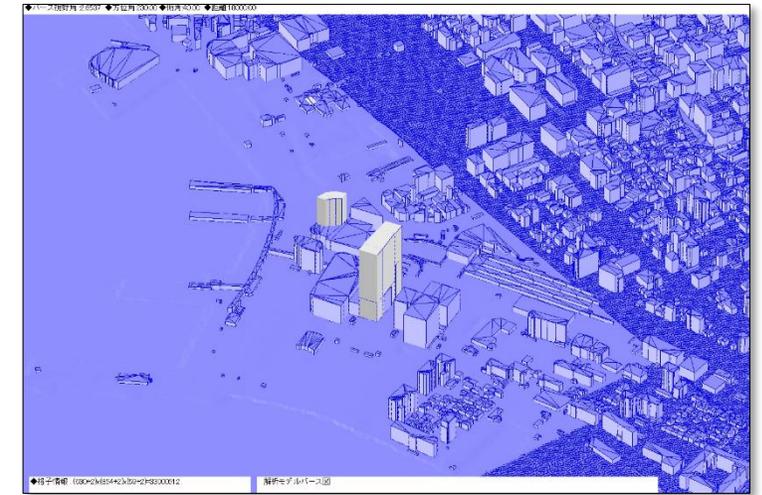


図 建物を修正した後

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

(5) Wind Perfect (熱環境シミュレーション機能)

Wind Perfect 一般熱流体解析 | ①熱環境モデルの構築

熱環境モデルの構築にあたり、配置した3次元オブジェクトに熱物性値を付与する。

- Wind Perfectでは熱物性値は材料別にライブラリとして整備されている。熱物性値は材料によって異なるため、3D都市モデルの建物や地形の属性から類推して材料の仮定を行い、それを踏まえて物性値を付与する。
- 建物であればコンクリートで作られているRC造は比熱が高く、木造や鉄骨造では比熱が低い。地形であれば、土地被覆の状態、例えば道路舗装の種別や植栽の有無などでも熱物性値は異なる。
- 今回使用したLOD1のデータには建物属性に建物用途や階数などが含まれていたが材料を推定できるほどの情報はなかったため、一律でRC造の値を付与した。地形も同じ理由で一律で道路のアスファルト舗装（密粒）の物性値を設定した。

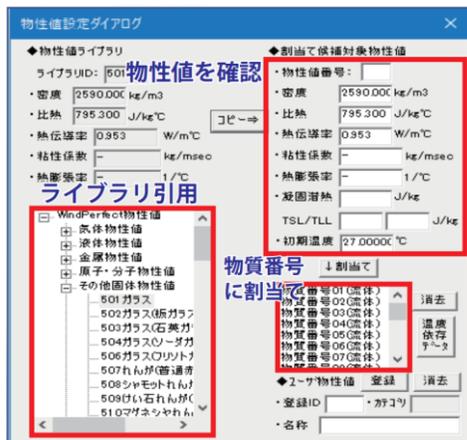


図 物性値設定ダイアログの表示例

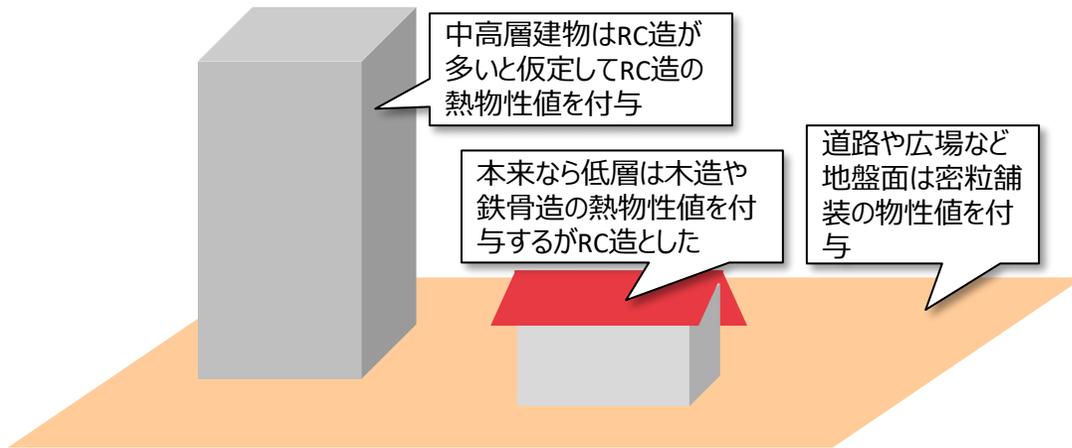


図 地物属性別物性値設定イメージ

出典：Wind Perfect パンフレット (http://www.env-simulation.com/jp/sn_sof/wpv5.1a_panf.pdf)

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

(5) Wind Perfect (熱環境シミュレーション機能)

Wind Perfect 一般熱流体解析 | ②計算格子の設定

計算格子はXYZの3軸それぞれで設定する。対象範囲全域で適切に解析値が得られるように、広めに設定する。格子密度は一律ではなく、分析対象範囲の格子密度は高めにし、外側になるほど徐々に格子密度を下げることで計算ボリュームを抑えつつ効果的な解析結果を得られるように設定を行う。

表 設定した計算格子の概要

格子の軸方向	格子数	格子幅	計算範囲
東西方向 (I)	630	2.5m – 214m	約5.7km
南北方向 (J)	854	2.5m – 145m	約5.9km
高さ方向 (K)	59	1m – 16m	293m

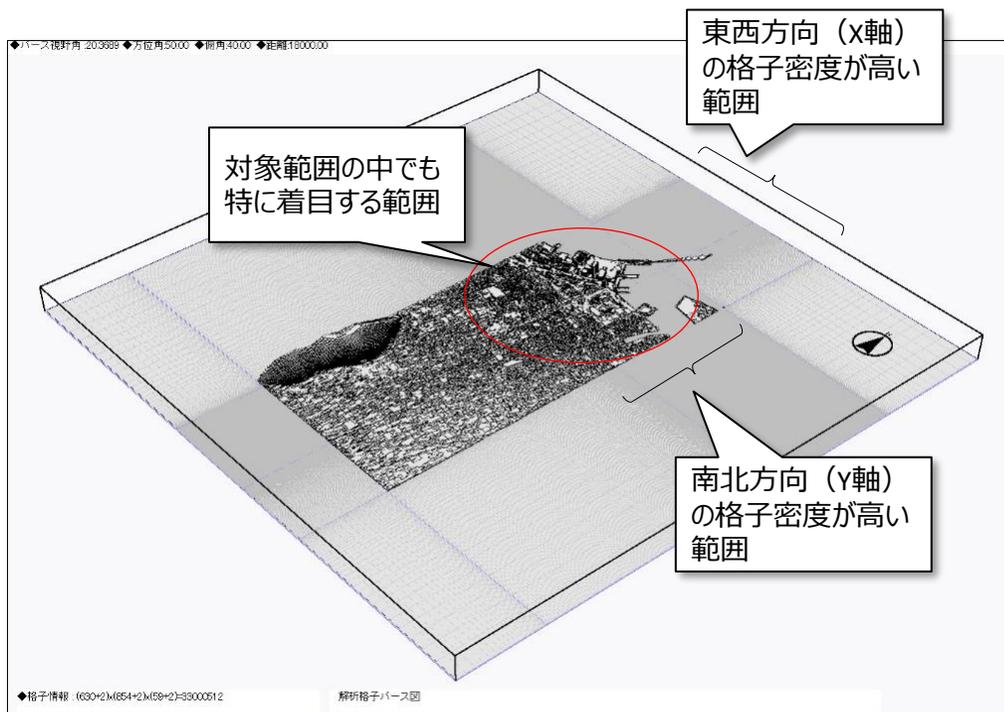


図 設定した計算格子の鳥瞰

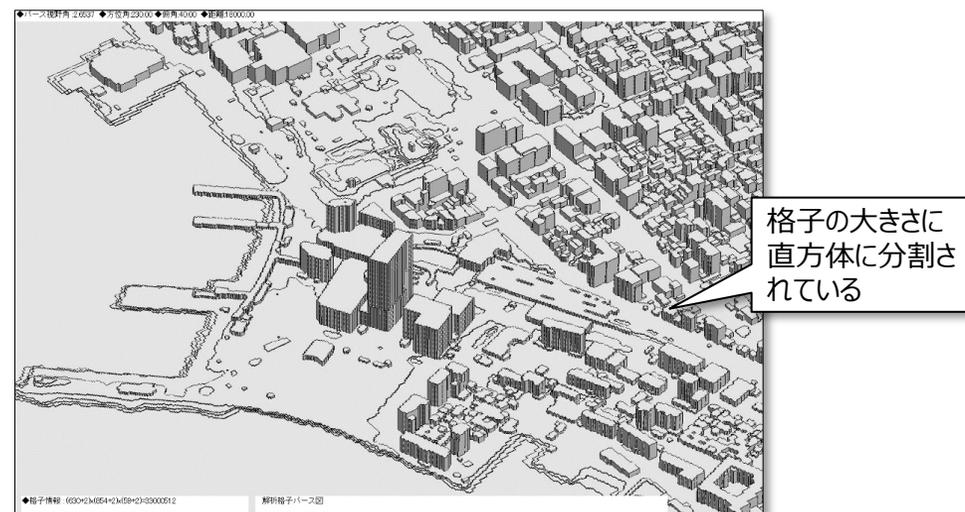


図 格子状に分割した後のモデルの表示例

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

(5) Wind Perfect (熱環境シミュレーション機能)

Wind Perfect 一般熱流体解析 | ③計算結果の出力

基礎的な気象条件と日時、経度緯度を設定した後に解析を開始する。基本方程式は5.アルゴリズムに記載する。
 解析結果は気温、風向、風速の別に出力される。



図 解析目的範囲

基礎的な気象条件：
 気温：34.0°C
 風速：2.5m/s
 風向：NNW（北北西）

日時：
 8月の一番暑い時間帯

緯度：
 134°02'47"



※詳細はアルゴリズムで説明

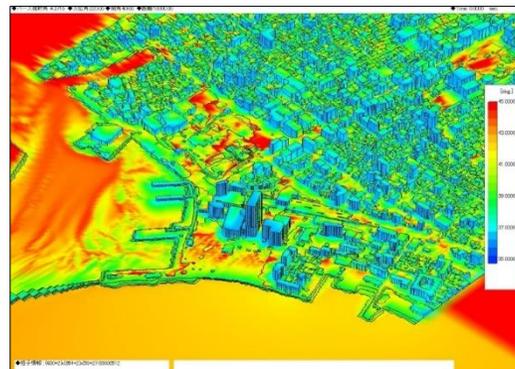


図 表面近傍気温分布の表示例

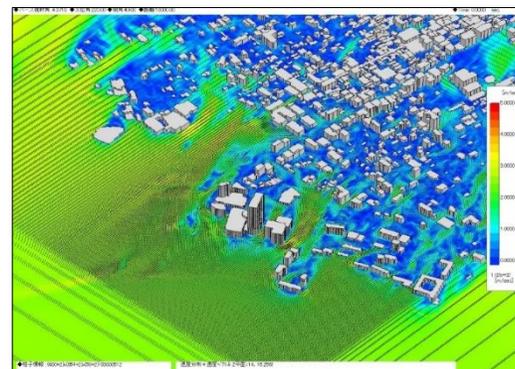


図 風速Z断面分布の表示例

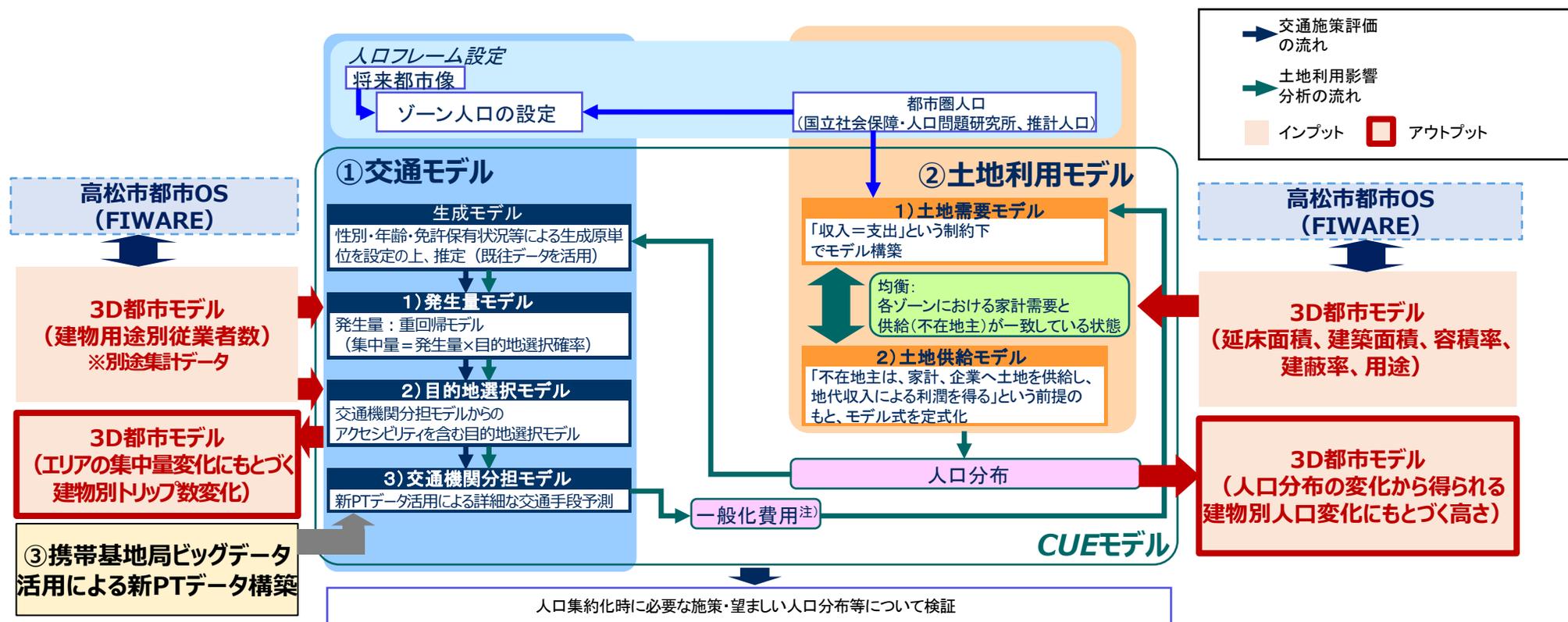
(高さ161m地点の気温算出値)						
(高さ...m地点の気温算出値)				134.041883	...	134.058354
(高さ4.68m地点の気温算出値)				134.041883	...	134.058354
(高さ1.5m地点の気温算出値)				134.041883	...	134.058354
緯度	経度	134.0418838	134.041883	...	134.058354	11
34.319564	39.869034	39.84943	...	39.950211	11	11
34.323255	-39.869034	...	...	39.950211	11	11
.	.	.	.	.	.	11
.	.	.	.	.	.	11
34.358577	39.869034	...	...	39.950211		

図 出力データの構造

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

3D都市モデルで整備されている建物用途や土地利用等のデータや携帯基地局データに基づく移動データ等をもとに、「応用都市経済モデル (CUE (Computable Urban Economic) モデル)」を構築。本モデルは交通モデルと土地利用モデルで構成、交通サービス水準が高い場所は居住・企業立地ニーズが高くなる一方、需要が増えると「地代」が高くなるため、個人 (家計) において「収入 = 支出」が均衡する交通量、土地需要を算出。



Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(1) CUEモデル（都市政策シミュレーション）

本モデルは以下のサブモデルから構成される。

項番	機能	説明	解説ページ
①	交通モデル	人流データ、交通手段ごとのサービス水準、人口分布等のデータを活用し、交通の発生量、目的地選択、交通機関分担を予測する機能。発生量モデル、目的地選択モデル、交通機能分担モデルのサブ機能で構成。	P43
①-1)	発生量モデル	メッシュ単位ベースでの人口・従業者数、アクセシビリティ（目的地選択モデルから算出されるログサム変数）等をもとにメッシュから発生されるトリップ数を予測する機能。	P44
①-2)	目的地選択モデル	メッシュ単位ベースでの従業者数、アクセシビリティ（交通機関分担モデルから算出されるログサム変数）等をもとに、メッシュから発生されるトリップに関する目的地選択確率を予測する機能。	P45
①-3)	交通機関分担モデル	メッシュ単位での出発地・目的地間トリップ（＝発生量×目的地選択確率）について、各交通手段の交通サービスデータ（LOSデータ）をもとに、交通手段選択確率を予測する機能。	P46
②	土地利用モデル	土地需要モデルと土地供給モデルを構築し、需要と供給が均衡する地代を求め、その均衡条件における人口を算出する機能。土地需要モデル、土地供給モデルのサブ機能で構成。	P47
②-1)	土地需要モデル	トリップ集中量や移動に要する費用、地代等の変化により、メッシュ単位で区分した各区画（土地）への立地需要量の変化を予測する機能。	P48
②-2)	土地供給モデル	土地利用・用途地域変更等による延床面積の変化をもとに供給面積を算出する機能。	P51
②-3)	均衡計算	地代に応じて算出される土地需要量と、土地供給量が等しい状態（均衡状態）を探るモデル。均衡状態での地代や人口・従業者数を出力する機能。	P52
③	携帯基地局ビッグデータ活用による新PTデータ構築	携帯基地局データ、交通系ICカードデータ、パーソントリップ調査結果から、最新の交通手段別メッシュ間の移動量を推計する機能。	P53、54

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

① 交通モデルの概要

人流に関するPTデータ、交通サービスに関するLOSデータ、人口等の社会経済データを活用し、交通手段の利用選好、目的地の用途・利便性を考慮した交通発生量の推計モデルを構築。施策に応じた人々の集積状況を推計する。

1) 発生量モデル

- 重回帰モデルにより人口・事業所の集積と交通アクセスの利便性から、交通の発生量を予測するモデルを構築

$$\text{発生量} = \alpha \cdot \text{人口} + \beta \cdot \text{事業所数} + \gamma \cdot \text{アクセシビリティ} \text{ 等}$$

2) 目的地選択モデル ※右で詳説

- 交通機関分担モデルで算出したアクセシビリティ、目的地の土地利用状況 (用途・階層等) を説明変数としたロジットモデルにより、目的地の選択確率を算出

3) 交通機関分担モデル ※右で詳説

- 各交通手段の所要時間や運賃、乗換回数等のサービス水準を説明変数としたロジットモデルにより、各交通手段の選択確率を算出

【ロジットモデルによるアクセシビリティ指標の作成】 (各モデルの関係構造)

※ln : 自然対数、exp : eの指数関数

3) 交通機関分担

$$\text{Prob (鉄道)} = \frac{\exp(V_{\text{鉄道}})}{\exp(V_{\text{鉄道}}) + \exp(V_{\text{バス}}) + \exp(V_{\text{車}}) + \dots}$$

※Prob : 選択確率、 V_{\bullet} : モード●の効用
 $V_{\bullet} = a_1 \cdot \text{所要時間} + a_2 \cdot \text{運賃} + a_3 \cdot \text{乗換回数} + \dots$ ※a : パラメータ

↓

$$\text{アクセシビリティ (合成効用)} = \ln (\exp(V_{\text{鉄道}}) + \exp(V_{\text{バス}}) + \exp(V_{\text{車}}) + \dots)$$

※OD (発生集中) 単位で設定

2) 目的地選択

$$\text{Prob (D}_1\text{)} = \frac{\exp(V_{D1})}{\exp(V_{D1}) + \exp(V_{D2}) + \exp(V_{D3}) + \dots}$$

※Prob : 選択確率、 $V_{D\bullet}$: 目的地●の効用
 $V_{D\bullet} = a_1 \cdot \text{用途} + a_2 \cdot \text{建物面積} + a_3 \cdot \text{従業者数} + a_4 \cdot \text{アクセシビリティ} + \dots$ ※a : パラメータ

↓

$$\text{アクセシビリティ (合成効用)} = \ln (\exp(V_{D1}) + \exp(V_{D2}) + \dots)$$

※O (発生) 単位で設定

1) 発生量モデルで活用

出典) やさしい非集計分析 (6刷) / 丸善出版 / 交通工学研究会

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

① 交通モデル 1) 発生量モデル

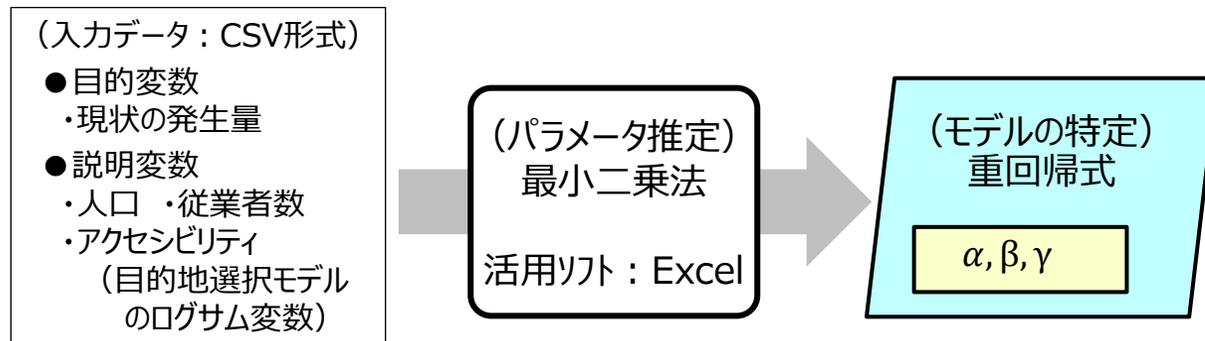
重回帰モデルにより人口・事業所の集積と交通アクセスの利便性から、交通の発生量を予測するモデルを構築

モデルの概要

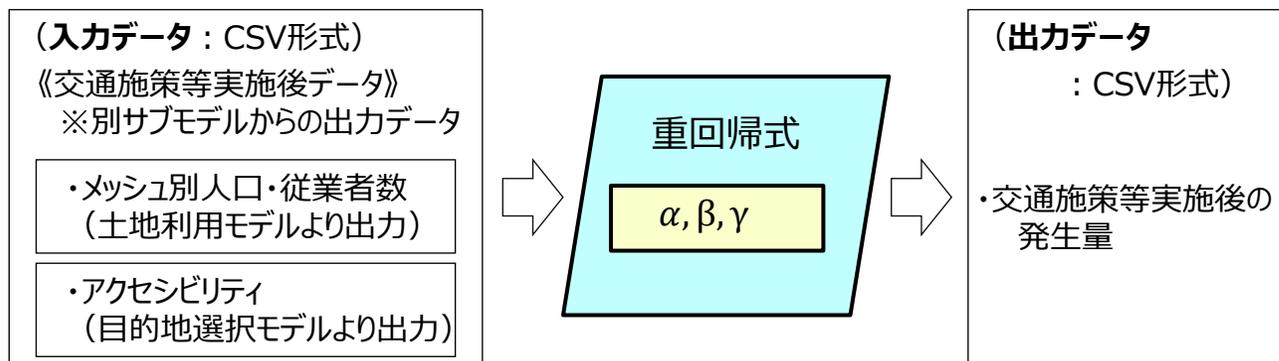
- 重回帰モデルにより構築

$$\text{発生量} = \alpha \cdot \text{人口} + \beta \cdot \text{従業者数} + \gamma \cdot \text{アクセシビリティ}$$
- 最小二乗法によりパラメータを推定
- 交通施策等実施後の目的地選択モデルから得られるアクセシビリティ、土地利用モデルから得られるメッシュ別人口・従業者数を入力することで、メッシュ別発生量を出力

モデル構築フロー



発生量予測フロー



Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

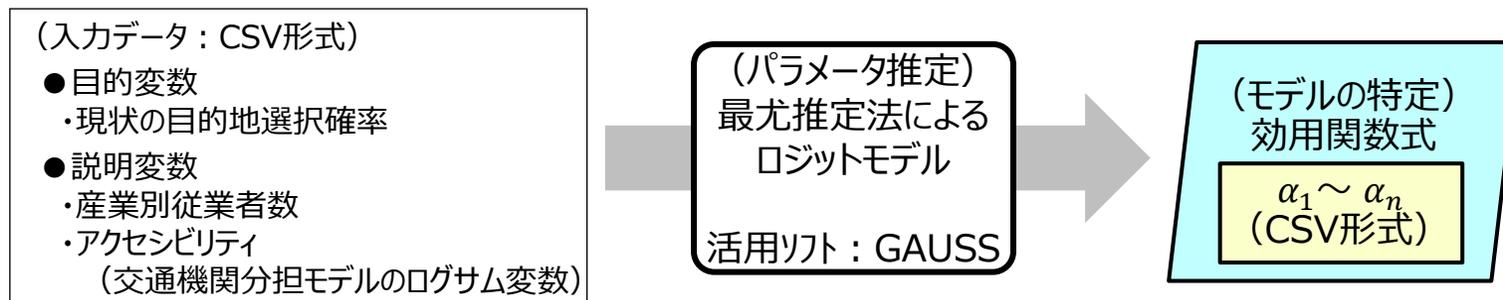
①交通モデル 2) 目的地選択モデル

交通機関分担モデルで算出したアクセシビリティ、目的地の土地利用状況 (用途・階層等) を説明変数としたロジットモデルにより、目的地の選択確率を算出

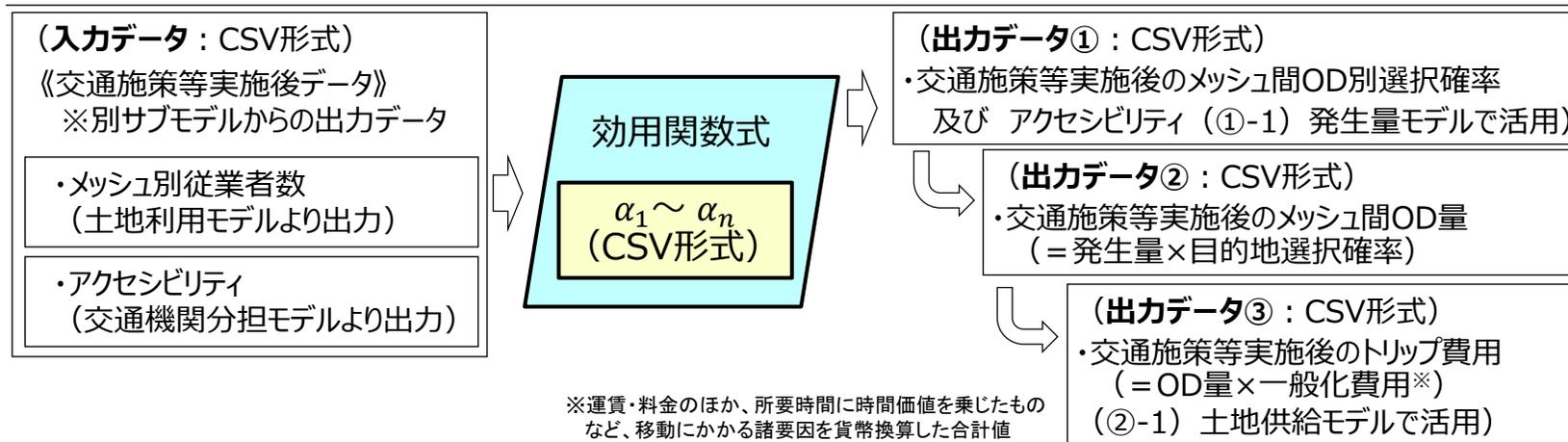
モデルの概要

- 交通機関分担モデルからの一般化費用、目的地の土地利用状況 (産業別従業者数) を説明変数としたロジットモデル
- 最尤推定法によりパラメータを推定
- 交通施策等実施後の交通機関分担モデルから得られる一般化費用、土地利用モデルから得られるメッシュ別従業者数を入力することで、メッシュ間OD別選択確率、アクセシビリティを出力

モデル構築フロー



目的地選択確率予測フロー



Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

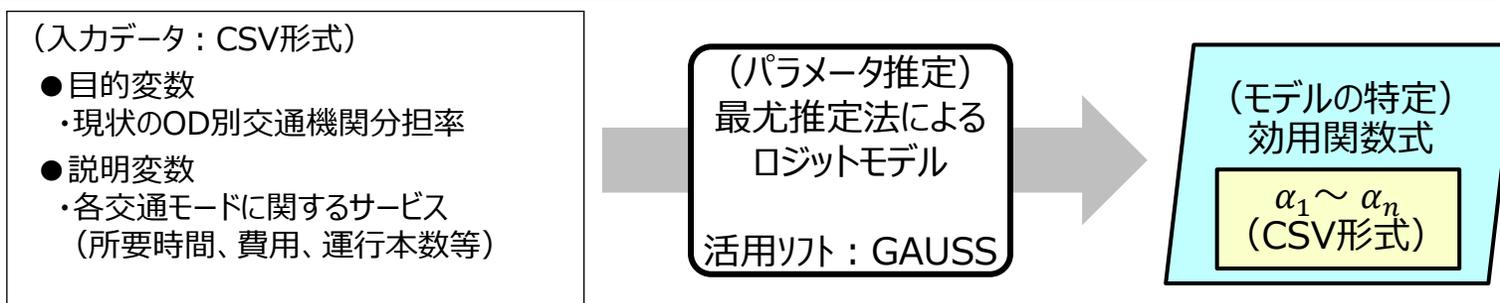
①交通モデル 3) 交通機関分担モデル

③携帯基地局ビッグデータ等を活用して算出した交通手段別のメッシュ単位のODデータ、道路交通等の交通量から、各交通機関の選択確率を算出

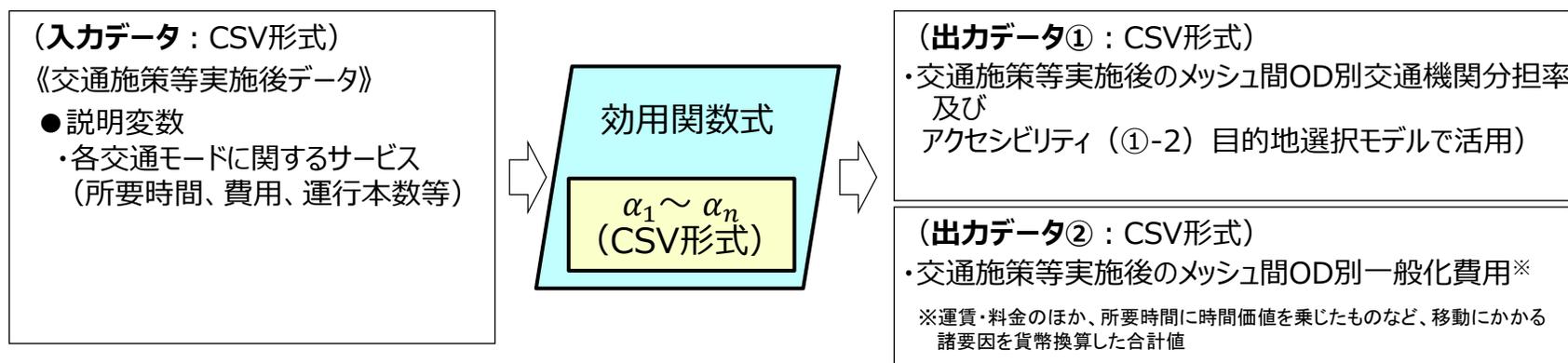
モデルの概要

- 各交通モードに関するサービス (所要時間、費用、運行本数等) を説明変数とした効用からなるロジットモデル
- 最尤推定法によりパラメータを推定
- 推定パラメータに基づく効用関数式に交通施策等実施後の各種データを入力し、OD別交通機関分担率等を出力

モデル構築フロー



交通機関分担率予測フロー



Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

② 土地利用モデル

3D都市モデルに整備されている建物用途や土地利用等のデータ、携帯基地局データに基づく移動データ等をもとに、土地需要モデルと土地供給モデルを構築し、需要と供給が均衡する地代を求め、その均衡条件における人口を算出。

1) 土地需要モデル

- 交通費、地代の効用が最大となるよう「収入 = 支出」という制約下での効用関数を構築

2) 土地供給モデル

- 「不在地主は家計・企業へ土地を供給し、地代収入による利潤を得る」という前提のもと、利潤が最大となる土地供給面積を算出する関数を構築

3) 均衡計算

- 土地の需要と供給が均衡する地代を算出

※モデル構築の手順

STEP1：トリップ費用及び目的地選択モデル構築
(交通モデルにて構築)

STEP2：土地需要モデルの構築

STEP3：土地供給モデルの構築

STEP4：均衡計算

↓
各種パラメータ確定

(各モデルを構成する関数の確定)

施策により立地選択確率
が変化することで
人口分布が変化

【出力】
メッシュ別人口

1) 土地需要モデル

《間接効用算出》家計は使用できる財(総所得におけるトリップ費用、地代の差分)を最大化するよう行動

$$V_i = \ln(I_i) - \alpha_x \ln(q_i) - \alpha_l \ln(r_i) + C$$

ただし、 $C = \alpha_z \ln(\alpha_z) + \alpha_x \ln(\alpha_x) + \alpha_l \ln(\alpha_l)$

i : ゾーン r_i : 地代
 V_i : 間接効用関数 $\alpha_z, \alpha_x, \alpha_l$
 I_i : 総所得 : 支出配分パラメータ
 q_i : トリップ費用 ($\alpha_z + \alpha_x + \alpha_l = 1$)

《立地選択確率算出》家計の効用が高い場所への立地を選択

$$P_i = \frac{\exp \theta (V_i + \tau_i)}{\sum_j \exp \theta (V_j + \tau_j)}$$

P_i : 立地選択確率
 θ : パラメータ
 τ_i : パラメータ

《立地家計数、土地需要量の算出》立地選択確率による家計数と土地面積より需要量を算出

$$\begin{aligned} \text{【立地家計数】 } N_i &= P_i N_T \\ \text{【土地需要量】 } D_i &= l_i N_i \end{aligned}$$

N_i : 家計数 D_i : 土地需要量
 N_T : 総家計数 l_i : 土地面積

2) 土地供給モデル

住宅地供給に関して、利潤を最大化するよう行動、住宅地供給面積の算出

$$y_i = \left(1 - \frac{\sigma_i}{r_i}\right) \bar{Y}_i$$

y_i : 住宅地供給面積
 \bar{Y}_i : 住宅地供給可能面積
 σ_i : パラメータ

3) 均衡計算

土地市場均衡条件式の均衡地代を算出： $y_i = D_i$ 【土地市場での需給一致】
 $\sum_i N_i = N_T$ 【総家計数制約】

出典) Excelで学ぶ地域・都市経済分析 / コロナ社 / 上田孝行

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

② 土地利用モデル 1) 土地需要モデル

交通費、地代の効用が最大となるよう「収入 = 支出」という制約下での効用関数を構築し、施策実施後の土地需要を算出。

モデルの概要

- 現状の集中量 (トリップ) や土地面積等の入力データから間接効用関数のパラメータ α_x 、 α_l を最小二乗法により推定
- $\alpha_z + \alpha_x + \alpha_l = 1$ から、パラメータ α_z を推定

モデル構築フロー【間接効用関数の構築】

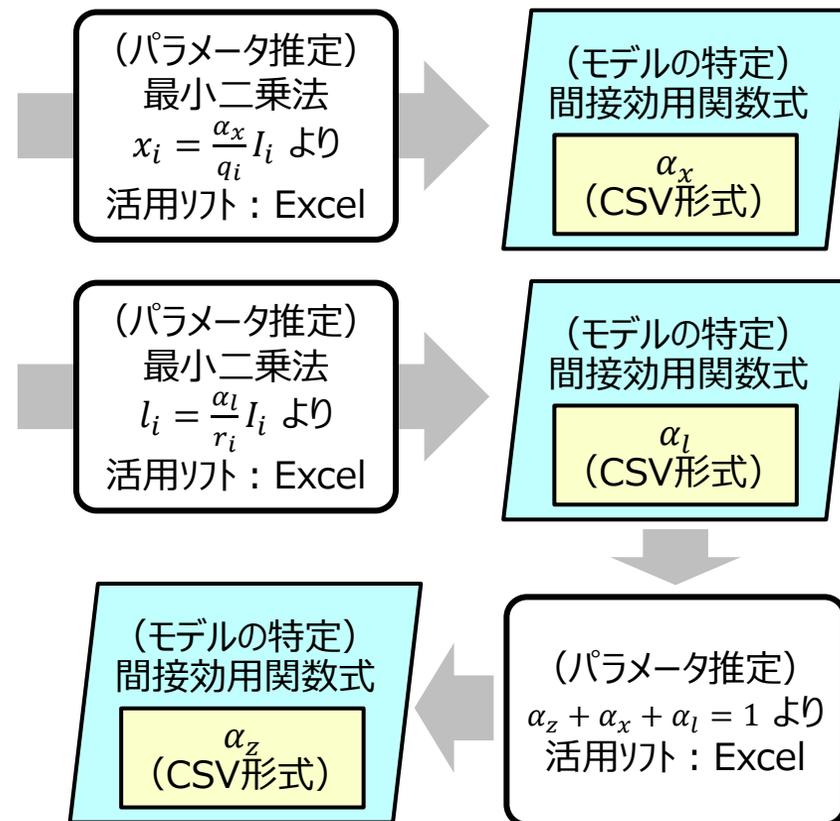
【間接効用関数の構築】

(入力データ: CSV形式)

- 目的変数
 - ・現状の集中量 (トリップ) x_i (新PTデータより集計)
- 説明変数
 - ・トリップ費用 q_i (目的地選択モデルより出力)
 - ・総所得 I_i

(入力データ: CSV形式)

- 目的変数
 - ・土地面積 l_i
- 説明変数
 - ・地代 r_i
 - ・総所得 I_i



Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

② 土地利用モデル 1) 土地需要モデル

交通費、地代の効用が最大となるよう「収入 = 支出」という制約下での効用関数を構築し、施策実施後の土地需要を算出。

モデルの概要

- 現状の総人口・総従業者数に対する割合 (立地選択確率) や間接効用関数の入力データから立地選択確率関数式のパラメータ θ 、 τ_i をGRG法により推定

モデル構築フロー【立地選択確率関数の構築】

【立地選択確率関数の構築】

(入力データ: CSV形式)

- 目的変数
 - ・現状の総人口・総従業者数に対する割合 (立地選択確率)
- 説明変数
 - ・間接効用関数 V_i

(パラメータ推定)
GRG法※

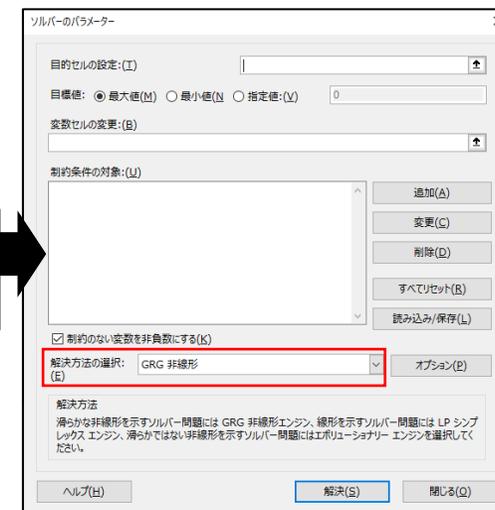
活用ソフト: Excel

(モデルの特定)
立地選択確率関数式

θ , τ_i
(CSV形式)

※GRG法でのパラメータ推定方法

Excelのアドイン「ソルバーアドイン」の活用により、変数 (パラメータ) を変化させることで、目的変数の目標値に対して、最適なパラメータを推定する。



Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

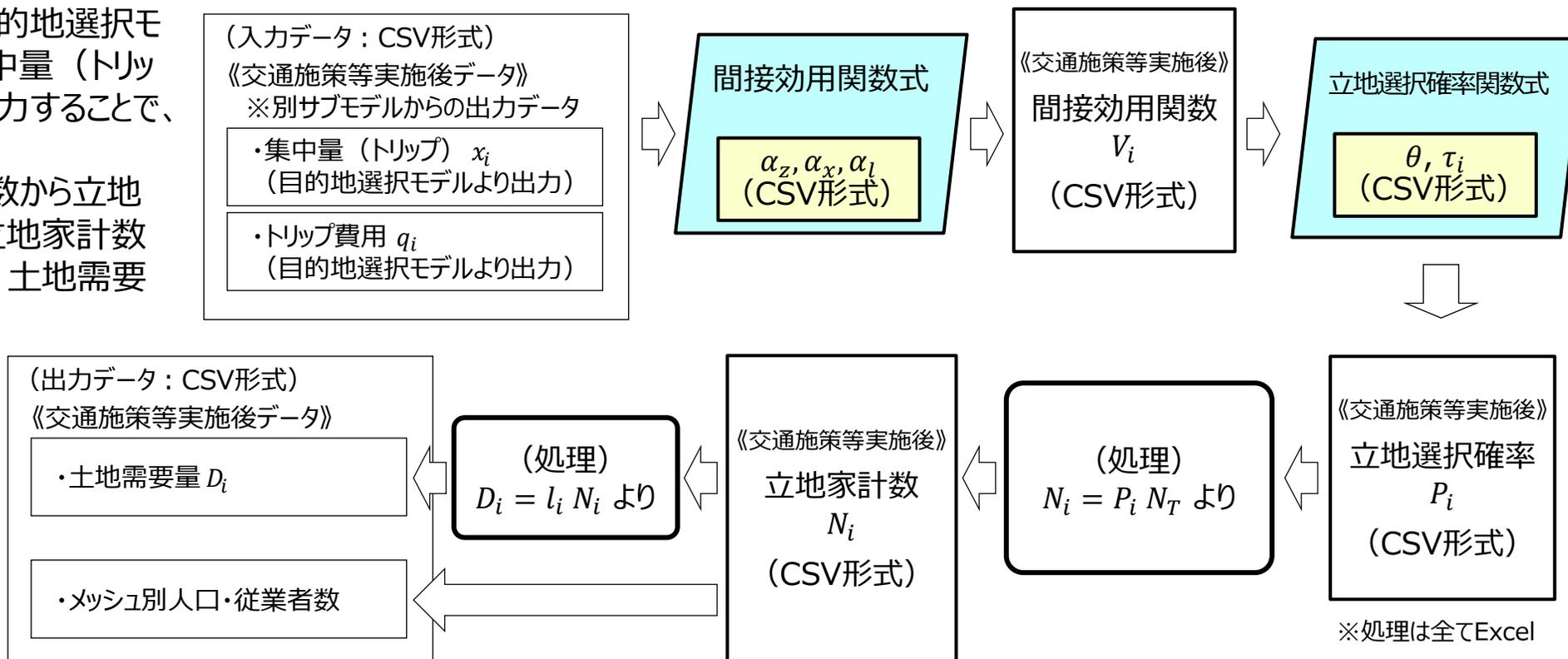
② 土地利用モデル 1) 土地需要モデル

交通費、地代の効用が最大となるよう「収入 = 支出」という制約下での効用関数を構築し、施策実施後の土地需要を算出。

モデルの概要

- 交通施策実施後の目的地選択モデルから出力される集中量 (トリップ)、トリップ費用を入力することで、間接効用関数を算出
- 算出した間接効用関数から立地選択確率を算出し、立地家計数 (人口・従業者数)、土地需要量の順に算出

土地需要量予測フロー



Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

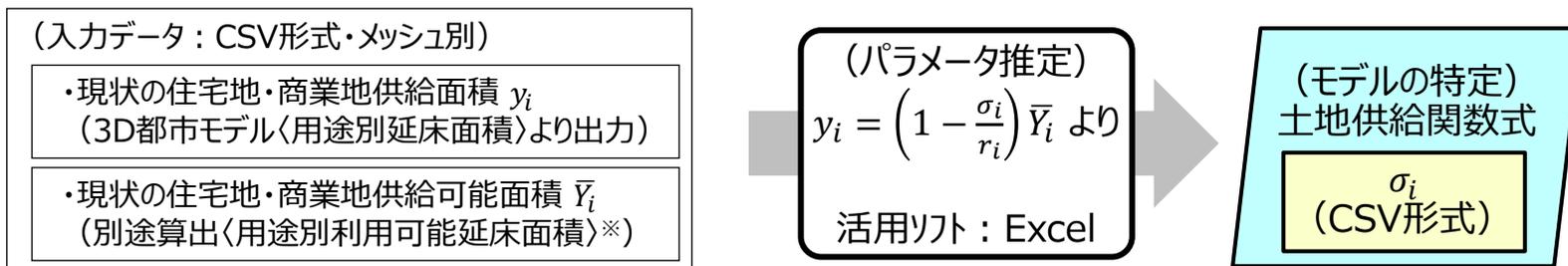
② 土地利用モデル 2) 土地供給モデル

「不在地主は家計・企業へ土地を供給し、地代収入による利潤を得る」という前提のもと、利潤が最大となる土地供給面積を算出する関数を構築、施策実施後の供給面積を算出。

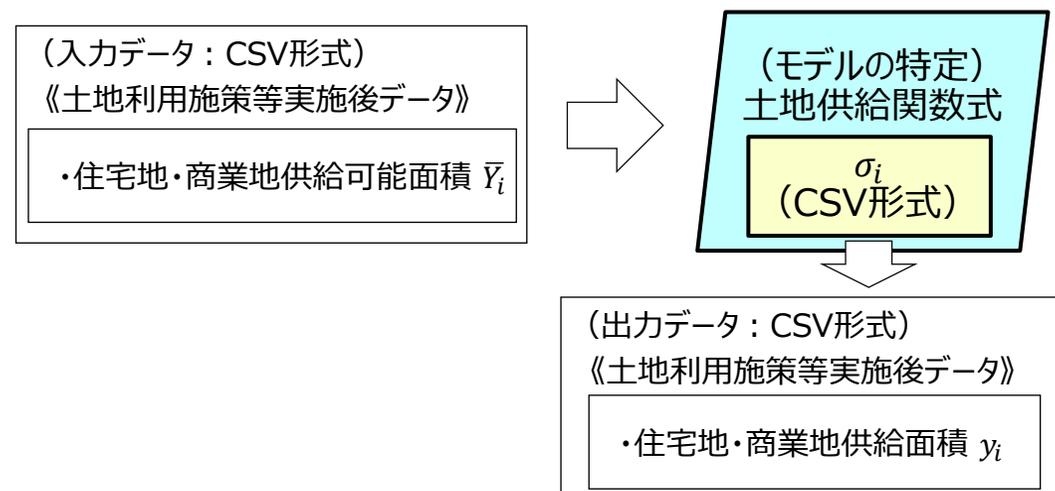
モデルの概要

- 現状の住宅地・商業地供給面積、現状の住宅地・商業地供給可能面積の入力データから土地供給関数のパラメータ σ_i を推定
- 土地利用施策等実施後の住宅地・商業地供給可能面積を入力することで、住宅地・商業地供給面積を出力

モデル構築フロー



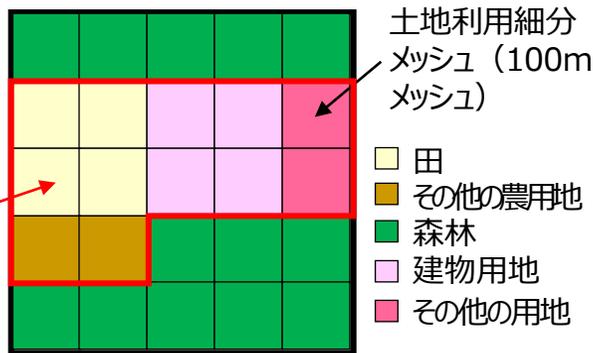
供給面積予測フロー



※メッシュ別利用可能延床面積算出方法

国土数値情報 (国土交通省) の土地利用細分メッシュおよび用途地域の容積率より算出

「田」「その他の農用地」「建物用地」「その他の用地」に該当する土地利用種別を利用可能メッシュとして、容積率を乗じて、算出
 (例：12メッシュ=12万 m^2 ×200%
 =24万 m^2)



Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

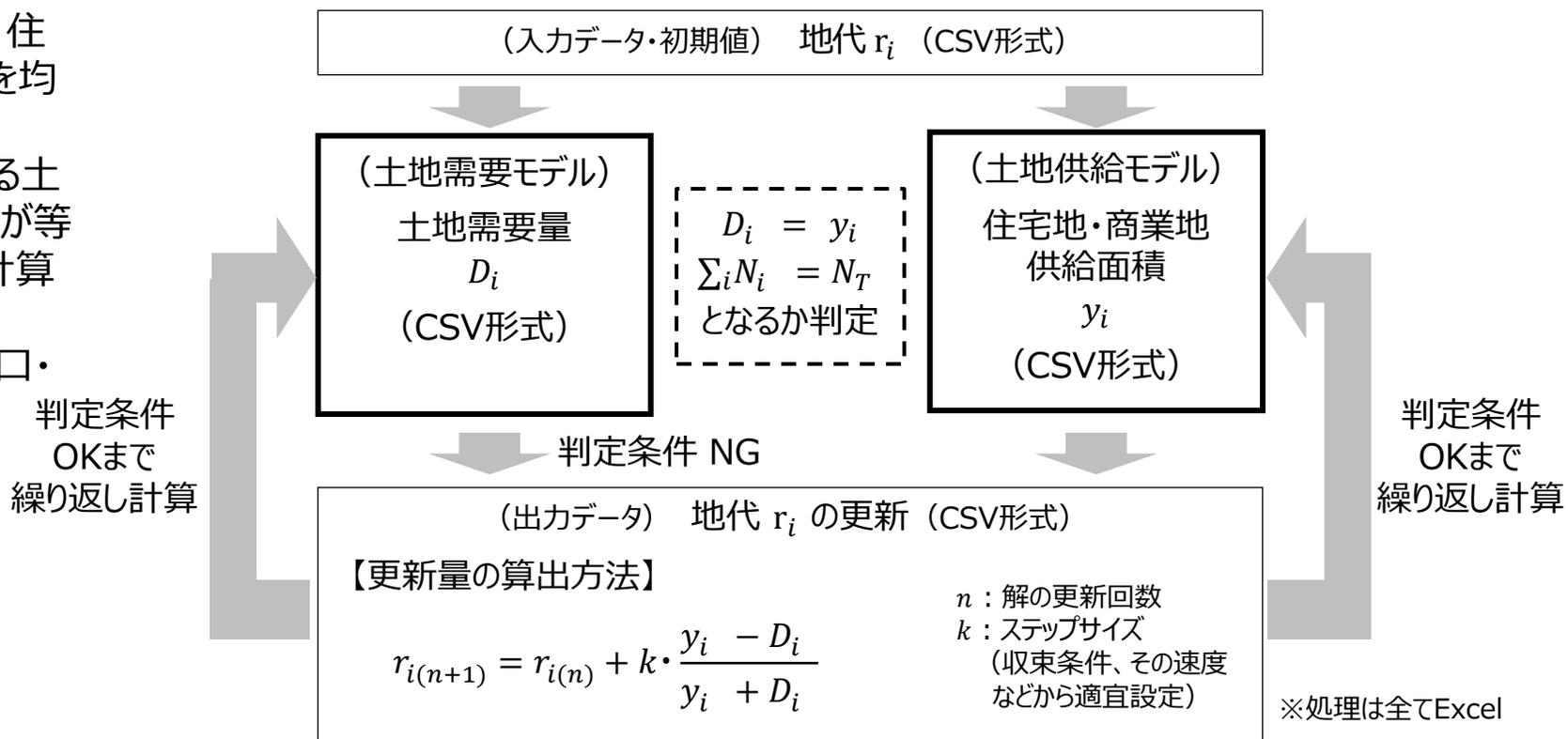
② 土地利用モデル 3) 均衡計算

土地需要モデルと土地供給モデルの結果から、需要と供給が均衡する地代を算出。

モデルの概要

- 地代に応じて算出される土地需要量、住宅地・商業地供給面積が等しい状態を均衡とするモデル
- 初期値の地代を入力することで得られる土地需要量、住宅地・商業地供給面積が等しくなるように地代を更新し、繰り返し計算により、均衡を図る。
- 均衡した状態での地代や家計数（人口・従業者数）を活用

均衡計算フロー



Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

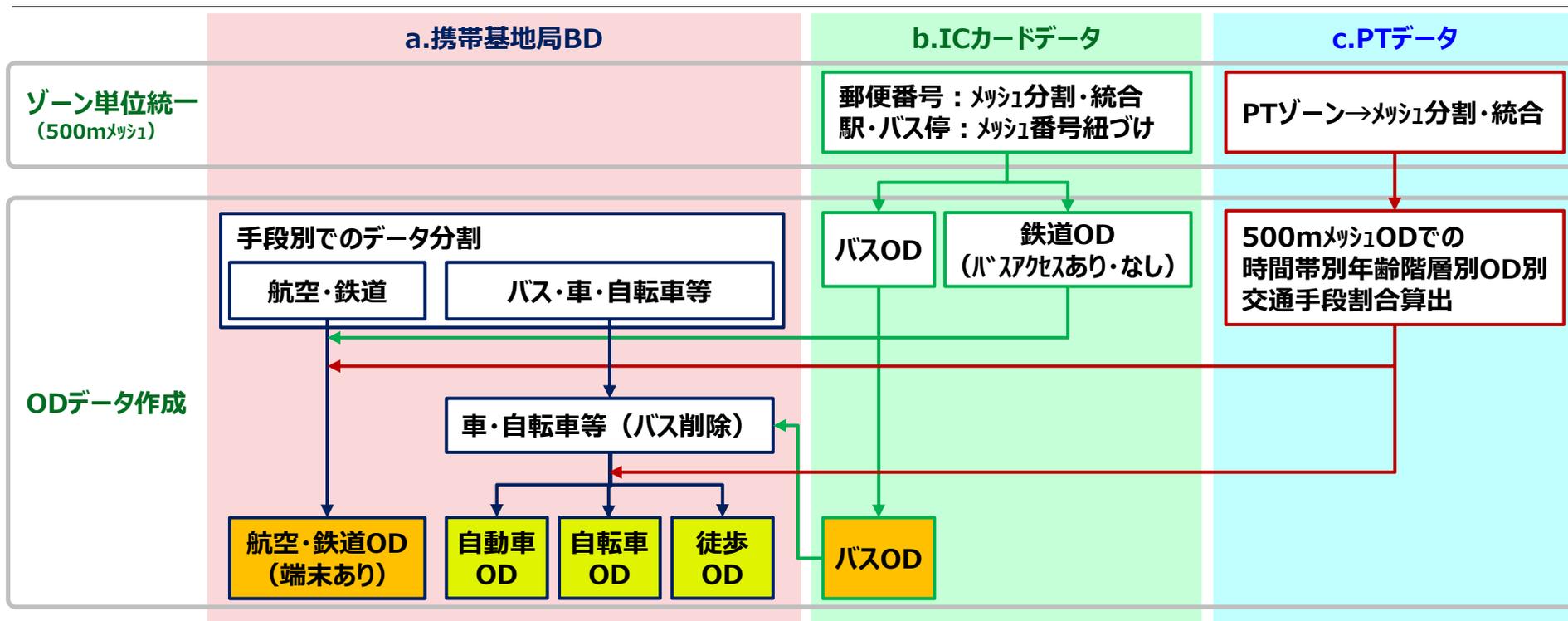
(1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

③ 携帯基地局ビッグデータ活用による新PTデータ構築

携帯基地局データ・交通系ICカードデータをベースに最新の交通手段別メッシュ間ODデータ推計モデルを構築。

- a. 携帯基地局データ (全国うごき統計) にもとづく交通手段別OD量をコントロールトータルとして最新の人流移動データを作成。
- b. 携帯基地局データでは交通手段判定が困難であるバス・自動車・自転車等について、バスは交通系ICカードデータ (IruCa) に置き換え
- c. 自動車・自転車・徒歩はPTデータ (H24高松広域都市圏PT調査データ) より時間帯別年齢階層別ODごとに分担率を算出し、携帯基地局データの時間帯別年齢階層別ODに乗じるにより交通手段別ODデータを作成。

人流移動データ作成の流れ



Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

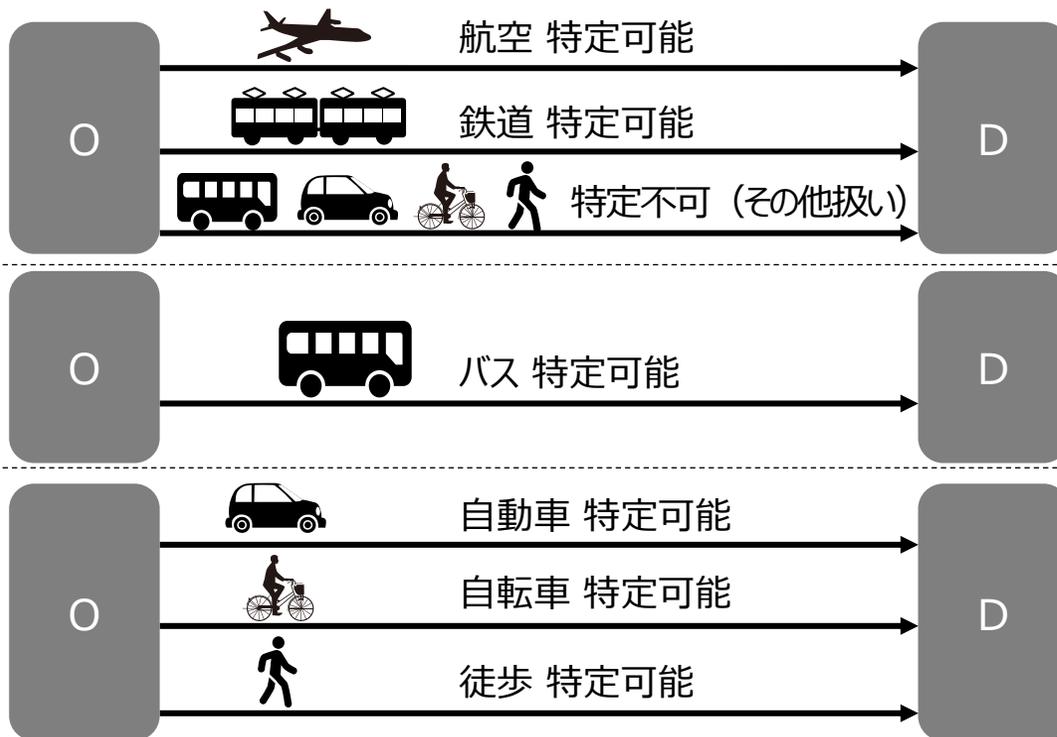
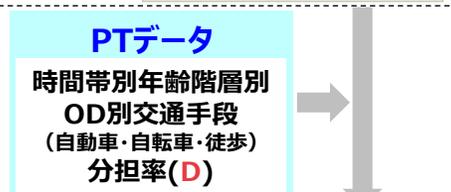
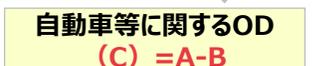
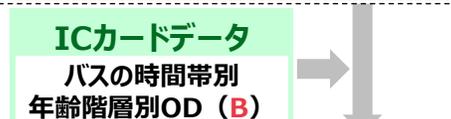
(1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

③ 携帯基地局ビッグデータ活用による新PTデータ構築

メッシュ単位で交通手段別のODを推計し、①交通モデル (交通機関分担モデル) に活用。

交通手段別のOD作成方法

交通手段別のODデータサンプル



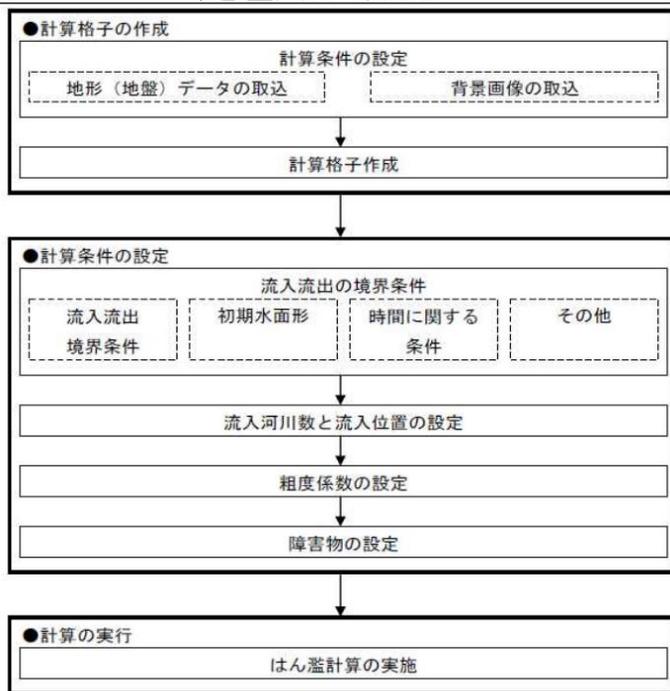
メッシュO	メッシュD	代表交通手段	端末交通手段		トリップ量
			アクセス	イグレス	
1	2	航空	バス	徒歩	5
1	2	鉄道	徒歩	自転車	20
1	4	バス	—	—	8
2	1	自動車	—	—	40
2	3	自転車	—	—	20
2	3	鉄道	バス	徒歩	10
2	3	鉄道	徒歩	徒歩	50
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(2) iRIC (洪水浸水シミュレーション)

iRIC Nays2D Floodでは、下に示す基礎式に基づき、2次元の水深平均の流れ、流れの曲率半径、局所水深とその平均流速からx、y、z方向の流れを算出するための計算を実行する。次ページ以降では、解析の実行に必要な、①地形データの読み込み後の計算格子の生成、②境界条件としての流入量の算出の詳細について記載する。

処理アルゴリズム



平面直角座標系における基礎式※2

[連続式]

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = q + r \quad (1)$$

[運動方程式]

$$\frac{\partial(uh)}{\partial t} + \frac{\partial(hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho} + D^x \quad (2)$$

$$\frac{\partial(vh)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial(hv^2)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho} + D^y \quad (3)$$

ただし、

$$\frac{\tau_x}{\rho} = C_f u \sqrt{u^2 + v^2} \quad \frac{\tau_y}{\rho} = C_f v \sqrt{u^2 + v^2} \quad (4)$$

$$D^x = \frac{\partial}{\partial x} \left[v_t \frac{\partial(uh)}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[v_t \frac{\partial(uh)}{\partial y} \right] \quad (5)$$

$$D^y = \frac{\partial}{\partial x} \left[v_t \frac{\partial(vh)}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[v_t \frac{\partial(vh)}{\partial y} \right] \quad (6)$$

ここで、 h は水深、 t は時間、 u はx方向の流速、 v はy方向の流速、 q は単位面積当たりのカルバート・樋門・ポンプによる流入量、 r は雨量、 g は重力加速度、 H は水位、 τ_x はx方向の河床せん断力、 τ_y はy方向の河床せん断力、 C_f は河床せん断係数、 v_t は渦動粘性係数、 ρ は水の密度です。

※1 (一社) iRIC-UCにて配布。

※2 出典：iRIC Software Nays2D Flood Solver Manual (2014) 清水康行，鈴木英一，川村里実，井上卓也，岩崎理樹，濱木道大，吉田智彦

出典：小規模河川の氾濫推定図作成の手引き（令和2年6月）国土交通省 水管理・国土保全局河川環境課水防企画室、国土技術政策総合研究所河川研究部水害研究室

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(2) iRIC (洪水浸水シミュレーション機能)

iRIC Nays2D Flood | ①計算格子の作成

格子生成アルゴリズムは「折れ線と格子幅から生成」を使用している。この方法では、最初に上流から流下方向へ向かって対象範囲の中心線を設定する。(図1)

次に、中心線に直行する計算格子を生成するための格子数(n_i, n_j)を入力する。この時、格子間隔(d_i, d_j)は等間隔で自動計算される。距離の単位は事前に取り込んでいる地形の座標系で決まる。(図2)



図1 中心線の設定

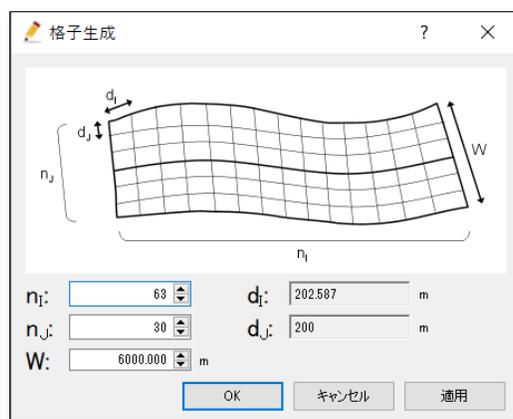


図2 計算格子数の設定

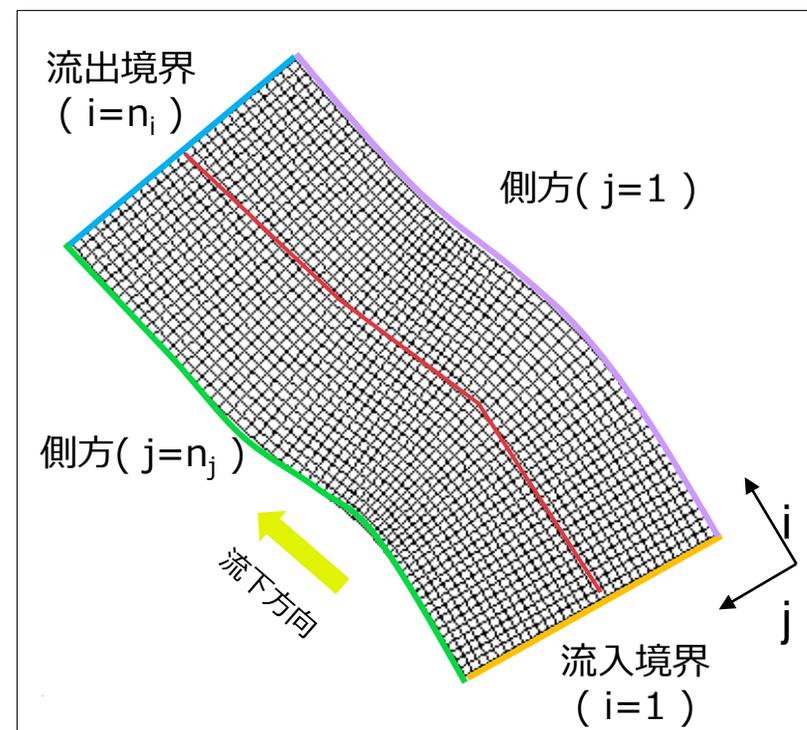


図3 生成された計算格子

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(2) iRIC (洪水浸水シミュレーション機能)

iRIC Nays2D Flood | ②計算条件の設定

シミュレーションの入力として事前に流入河川の流入量を算出する。

降雨強度式を使って1000年に一度の想定最大規模降雨と時間降雨量から降雨強度を算出する。

1) 想定最大日降雨量の設定

文献※¹には地域区分ごとに降雨特性が整理されている。(図1) これを元に想定最大規模降雨量を算定する。(図2)

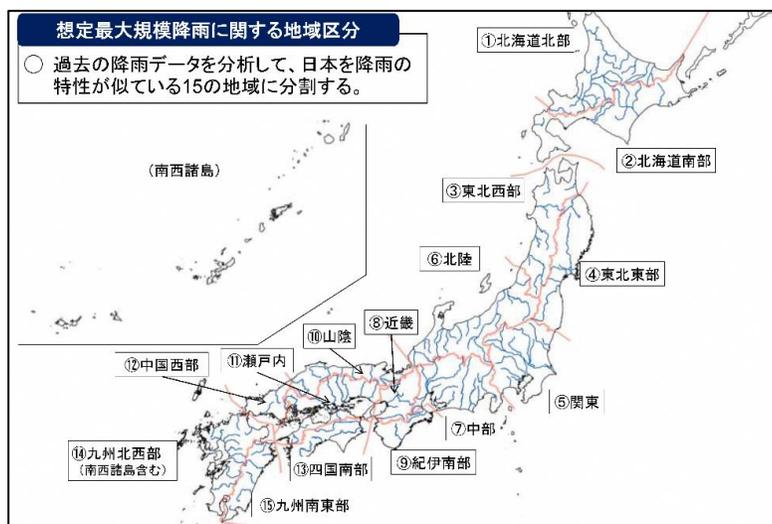


図1 想定最大規模降雨に関する地域区分

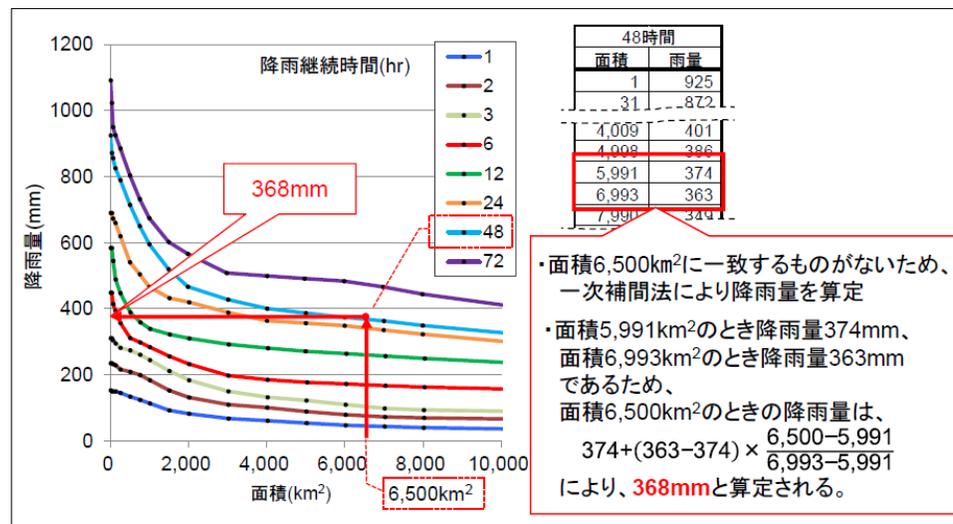


図2 想定最大規模降雨の降雨量の具体的な算定方法

文献 ※ 1 水想定(洪水、内水)の作成等のための想定最大外力の設定手法 (平成27年7月) 国土交通省 水管理・国土保全局

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(2) iRIC (洪水浸水シミュレーション機能)

iRIC Nays2D Flood | ②計算条件の設定

シミュレーションの入力として事前に流入河川の流入量を算出する。

まず、降雨強度式を使って1000年に一度の想定最大規模降雨と時間降雨量から降雨強度を算出する。

2) 時間降雨量の設定

河川整備計画等で目標として設定されている計画規模日降水量から超過確率の引き延ばしを行って時間降雨量を得る。

引き延ばしの妥当性確認には観測所での過去のデータから確率評価を行う。水文統計では、概ね30カ年のデータが必要とされている。

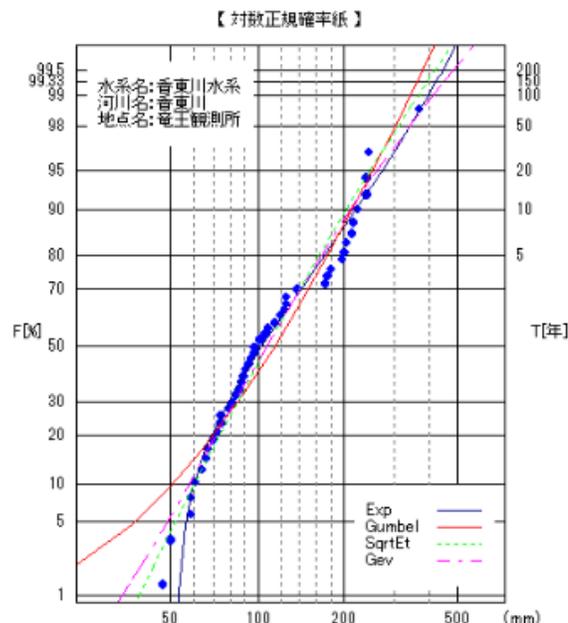


図 引き延ばしの例

3) 降雨強度式による降雨強度の算出

$$i_t = \frac{R}{t}$$

ここに、 i_t : t 時間降雨強度 (mm/h)

R : t 時間内の最大雨量 (mm)

t : 降雨継続時間 (h)

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(2) iRIC (洪水浸水シミュレーション機能)

iRIC Nays2D Flood | ②計算条件の設定

シミュレーションの入力として事前に流入河川の流入量を算出する。

次に、合成式より流入境界の河川の流入量を算出する。

4) 合成式による流入量の算出

合理式法は洪水のピーク流量を推計するための方法。流域全体の降雨があった場合に流出量が直線的に増加し、到達時間後に同じ割合で減少すると仮定している。

$$Q_p = 1/3.6 \times f \times r \times A$$

ただし、

- Q_p : 流量 (m³/s)
- 1/3.6 : 単位の変換係数
- f : 流出係数
- r : 到達時間内における平均雨量強度 (mm/h)
- A : 流域面積 (km²)

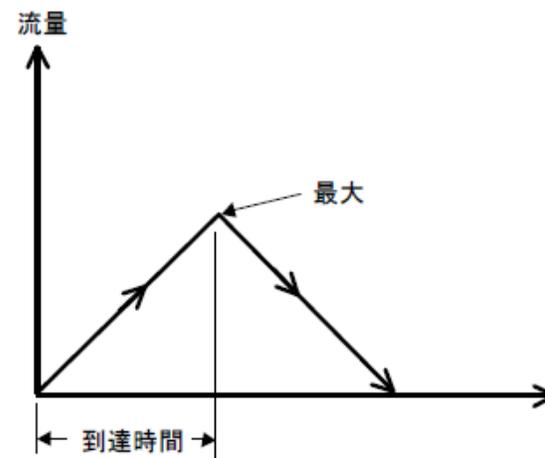


図 流入量の時間変化のイメージ

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

(3) Wind Perfect (熱環境シミュレーション)

Wind Perfectでは、基本方程式に基づき、流れ場および圧力場の分布について解を求めることにより、3次元格子点上の風向き・風速・気温を算出する。解析にあたり、対象範囲の離散化を行い、計算規模の上限を超えないように、計算格子の解析対象を考慮した粗密調整を実施する。

処理フロー

熱流体解析の基本方程式

対象空間の離散化：

3D都市モデル、材料の熱物性値、表面の蒸発散量などを設定。
3軸方向の格子点の密度を設定し、計算ボリュームを確定。



熱流体解析の実施：

代表点の風向・風速、気温、日時、緯度経度などを気象条件等を設定し、3次元格子上的風向・風速、気温の解析を実行。

◆運動方程式 (Navier-Stokes方程式) :

$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \nabla(\mathbf{u} \cdot \mathbf{u}) = -\nabla(P/\rho) + (\mu/\rho)\nabla^2 \mathbf{u} + \mathbf{F} \quad \dots (a)$$

流体の挙動 (流速の時間変動) と圧力の勾配と速度の発散に比例する粘性力に比例することを示している。

◆連続の式 :

$$\nabla \cdot \mathbf{u} = 0 \quad \dots (b)$$

質量保存則を表現している。

◆エネルギー (熱移流拡散) 方程式 :

$$\frac{\partial E}{\partial t} + \nabla(E\mathbf{u}) = -(k/C_p)\nabla^2 E + q \quad \dots (c)$$

温度分布の影響が流れ場の評価に反映されることを示している。

ここで、 \mathbf{u} : 速度ベクトル, P : 圧力, ρ : 流体の密度, μ : 粘性係数,
 \mathbf{F} : 体積力, E : エネルギー密度 (温度), k : 熱伝導率, C : 比熱, q : 発熱量,
 M : 湿分 (空気中水蒸気濃度), m : 湿度発生量, $\partial/\partial t$: 時間に対する偏微分,
 ∇ : nabla ($\partial/\partial x + \partial/\partial y + \partial/\partial z$) としている。

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

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
			bldg:lod0FootPrint	建築物フットプリント
		主題属性	bldg:usage	用途
			bldg:measuredHeight	計測高さ
			bldg:storeysAboveGround	地上階数
			uro:totalFloorArea	延床面積
			uro:buildingFootprintArea	建築面積
			uro:buildingRoofEdgeArea	図面面積
	urf:UseDistrict	主題属性	urf:floorAreaRate	容積率
			urf:buildingCoverageRate	建蔽率

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

① 活用データ | その他の活用データ一覧

活用データ		内容	データ形式	出典
交通ネットワーク	①道路ネットワーク	リンク別延長、規制速度、平均速度等	CSV	高松市保有データ
	②公共交通ネットワーク	バス (路線網・運賃・頻度・バス停・所要時間等) 鉄道 (路線網・運賃・頻度・鉄道駅・所要時間等)	CSV	高松市保有データ
社会経済データ	③人口・従業者数・事業所数	人口・従業者数	CSV	国勢調査 (メッシュ)
	④地価	路線価	CSV	路線価 (メッシュ中心点近傍)
	⑤時間消費状況データ	総利用可能時間	CSV	毎月勤労統計調査
人流データ	⑥人流	交通手段別メッシュ間ODデータ	CSV	高松市保有データ (携帯基地局ビッグデータをもとに構築)

①道路ネットワーク・②公共交通ネットワーク

高松市が保有する道路ネットワーク・公共交通ネットワークデータをGIS化し、CUEモデルのインプットデータ（自動車のメッシュ間所要時間、鉄道、バスのメッシュ間所要時間・運賃・運行本数）のベースデータとして整理。

データ仕様

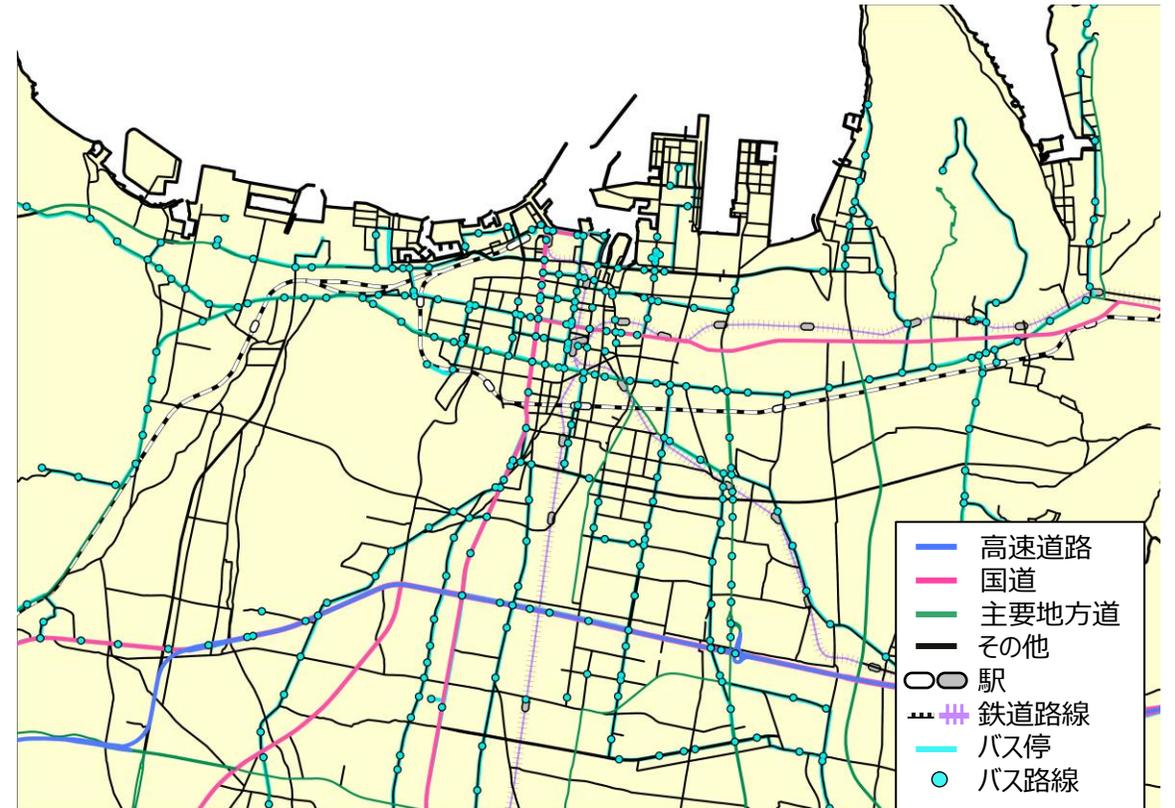
データイメージ

道路ネットワーク (リンクデータ)

項番	項目名	説明
①	リンク番号	リンクの識別番号
②	延長	リンクの延長
③	規制速度	リンクの規制速度
④	混雑時旅行速度	リンクの混雑時の旅行速度
⑤	昼間非混雑時旅行速度	リンクの昼間非混雑時の旅行速度
⑥	昼間12時間平均旅行速度	リンクの昼間12時間平均旅行速度

公共交通ネットワーク (左：ノードデータ、右：リンクデータ)

項番	項目名	説明	項番	項目名	説明
①	駅・バス停名	駅・バス停の名称	①	リンク番号	リンクの識別番号
②	運行本数	駅・バス停の運行本数	②	運賃	駅・バス停間の運賃
③	到着時刻 (出発時刻)	駅・バス停の到着時刻 (出発時刻)	③	所要時間	駅・バス停間の所要時間





③人口・従業者数・事業所数

メッシュ別の人口・従業者数データをGIS化し、CUEモデルのインプットデータのベースデータとして整理。

データ仕様

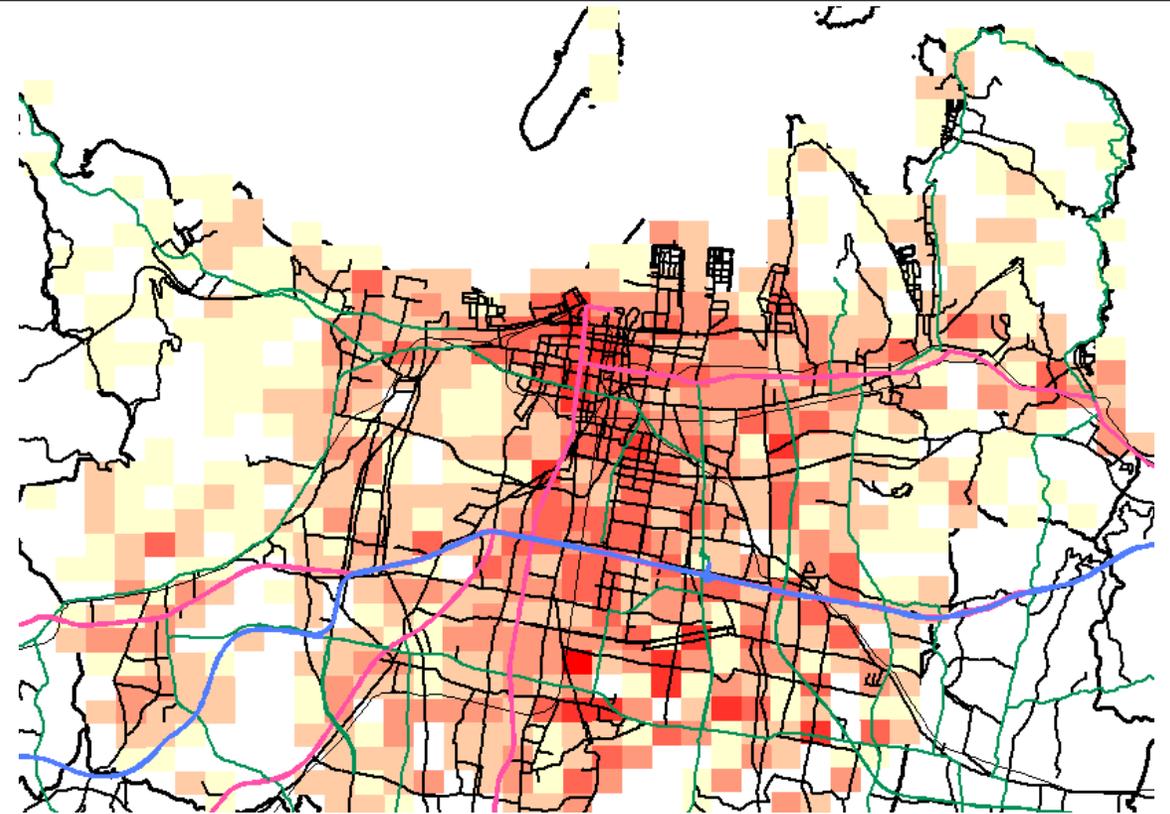
データイメージ

人口

項番	項目名	説明
①	メッシュ番号	メッシュの識別番号
②	人口 (総数)	メッシュ内の人口総数

従業者数

項番	項目名	説明
①	メッシュ番号	メッシュの識別番号
②	事業所数 (総数)	メッシュ内の事業所数 (総数)
③	産業大分類別事業所数	メッシュ内の産業大分類別事業所数
④	従業者数 (総数)	メッシュ内の従業者数 (総数)
⑤	産業大分類別従業者数	メッシュ内の産業大分類別従業者数



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (1) CUEモデル (都市政策シミュレーション) > ①活用データ



PLATEAU
by MLIT

④地価

メッシュ中心点近傍の路線価を採用。

データ仕様

項番	項目名	説明
①	メッシュ番号	メッシュの識別番号
②	地価	1平方メートル当たりの価額 (千円)

データ収集方法



出典) 財産評価基準書 路線価図・評価倍率表 (国税庁)



⑤時間消費状況データ

一人平均月間きまって支給する現金給与額を一人平均月間出勤日数で除すことで、時間消費状況データ（香川県の平均所得（円/日））を算出。

データ仕様

項番	項目名	説明
①	一人平均月間出勤日数	香川県の一人平均月間出勤日数（日）
②	一人平均月間きまって支給する現金給与額	香川県の一人平均月間きまって支給する現金給与額（円）

出典) 財産評価基準書 路線価図・評価倍率表 (国税庁)

データ収集方法

一人平均月間きまって支給する現金給与額

一人平均月間出勤日数

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (1) CUEモデル (都市政策シミュレーション) > ①活用データ



PLATEAU
by MLIT

⑥ 人流

ソフトバンクの携帯電話基地局のデータをもとにした数千万台の端末の位置情報データに交通機関の利用状況や各エリアにおける人口統計データと掛け合わせて人の移動・滞在に関する全国約1.2億人の人流データを活用。

データ仕様

項番	項目名	説明
①	出発地	出発地のメッシュ番号
②	目的地	目的地のメッシュ番号
③	交通手段番号	新幹線、鉄道・地下鉄、高速道路利用自動車類、航空、その他の番号
④	推計人数	移動人数の推計値

データ収集方法

「全国うごき統計」のメッシュOD量調査データを収集・整理



人がどこからどこに移動したかを計測
メッシュOD量調査

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

② データ処理 | 一覧



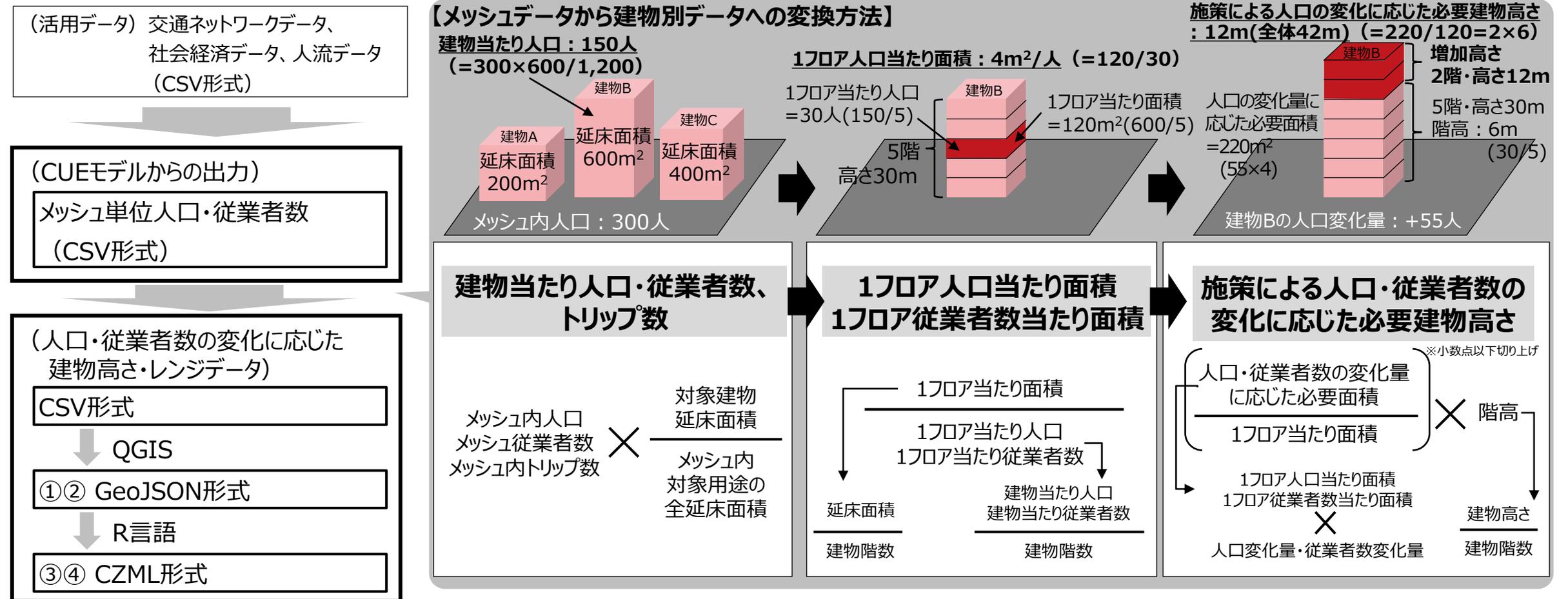
PLATEAU
by MLIT

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人口・従業者数の変化に応じた建物高さデータ (GeoJSON形式)	WebGIS上での表示	<ul style="list-style-type: none"> CUEモデルによりメッシュ単位の人口・従業者数を算出し、建築物単位に割り振り 建築物単位の人口・従業者数の変化に応じた必要な建築物の高さを算出 	CUEモデル GAUSS	交通ネットワークデータ 社会経済データ 人流データ (CSV形式)
②建物別のトリップ変化に応じたレンジデータ (GeoJSON形式)	WebGIS上での表示	<ul style="list-style-type: none"> CUEモデルによりメッシュ単位の集中量 (トリップ) を算出し、建築物単位に割り振り 建築物単位のトリップの変化に応じたレンジを作成 	CUEモデル GAUSS	交通ネットワーク 社会経済データ 人流データ (CSV形式)
③人口・従業者数の変化に応じた建物高さデータ (CZML形式)	WebGIS上での表示	<ul style="list-style-type: none"> GeoJSON形式からCZML形式への変換 	R言語	人口・従業者数の変化に応じた建物高さデータ (GeoJSON形式)
④建物別のトリップ変化に応じたレンジデータ (CZML形式)	WebGIS上での表示	<ul style="list-style-type: none"> GeoJSON形式からCZML形式への変換 	R言語	建物別のトリップ変化に応じたレンジデータ (GeoJSON形式)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (1) CUEモデル (都市政策シミュレーション) > ②データ処理

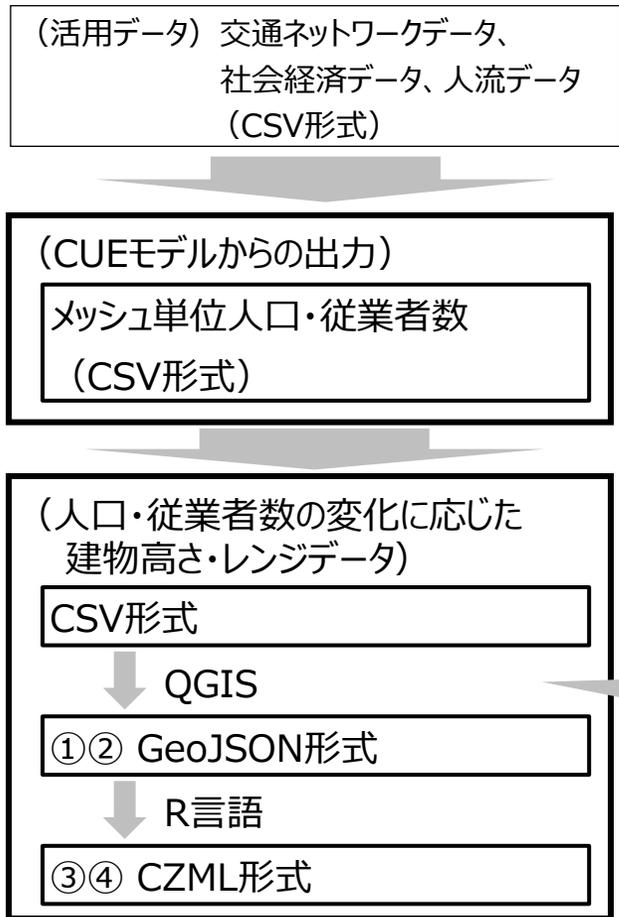
人口・従業者数の変化に応じた建物高さ・トリップレンジデータの生成

CUEモデルより出力されるメッシュ単位の人口・従業者数・トリップ数について、メッシュ内の個別建物に振り分け。

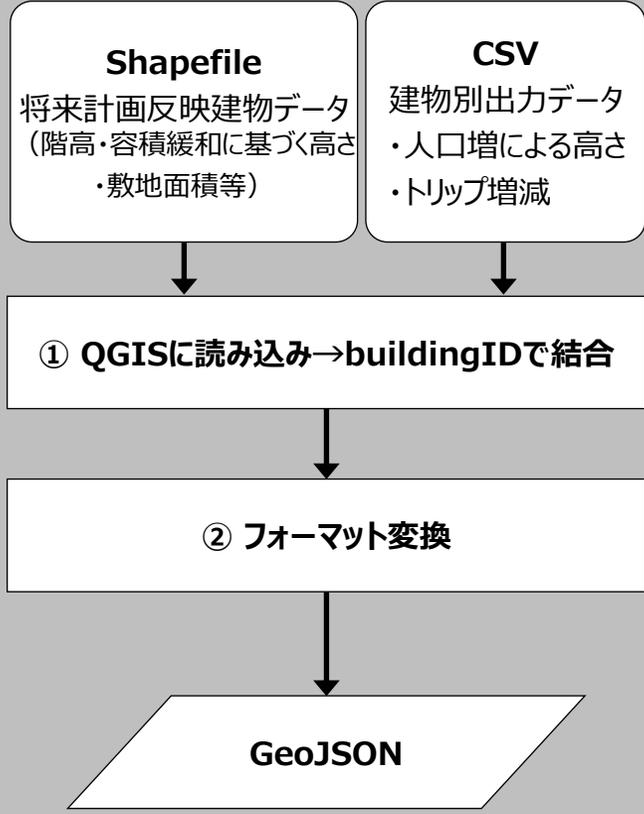


Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (1) CUEモデル (都市政策シミュレーション) > ②データ処理 人口・従業者数の変化に応じた建物高さ・トリップレンジデータの生成

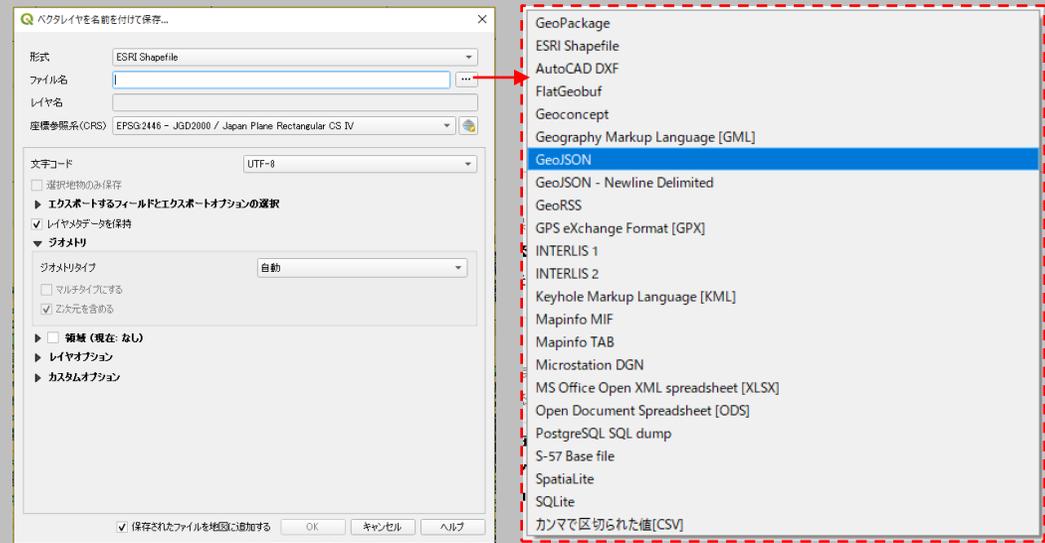
CUEモデルより出力されるメッシュ単位の人口・従業者数・トリップ数について、メッシュ内の個別建物に振り分けたデータを、オープンソースGISソフトウェアであるQGISを用いて、GeoJSON形式に変換した。



【CSV形式からGeoJSON形式への変換方法】

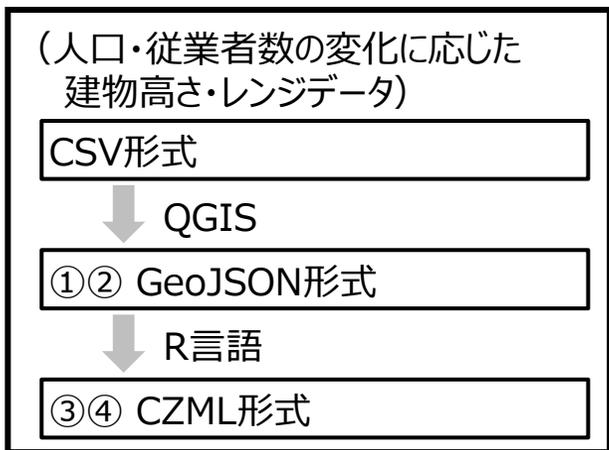


- ① QGISで読み込み
 - ・CityGML (LOD1・2) またはShapefile形式のデータ、CSV形式のデータを「QGIS Ver3.22.7」にデータを読み込む。
- ② フォーマット変換
 - ・QGISのエクスポート機能にてGeoJSON形式で出力した。



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (1) CUEモデル (都市政策シミュレーション) > ②データ処理 人口・従業者数の変化に応じた建物高さ・トリップレンジデータの生成

GeoJSONファイルからCZMLファイルへの変換は、テキスト解析を行いGeoJSON内の属性およびジオメトリ情報を取得し、CZML形式でのポリゴンデータの内容に記述し直す処理フローを実行している。
RでのGeoJSONファイルのテキスト解析は「rjson」パッケージを使用している。



GeoJSON

```
10 "features": [  
11 {  
12   "type": "Feature",  
13   "properties": {  
14     "gml_id": "bldg_fa8e130a-a1db-4180-a2d2-96b989f421c1",  
15     "creationDa": "2023-03-22",  
16     "class": 3001,  
17     "measuredHe": 7.3,  
18     "measured_1": "m",  
19     "srcScale": "1",  
20     "thematicSr": 1,  
21     "appearance": 1,  
22     "lod1Height": 2,  
23     "lodType": 2,  
24     "buildingID": "37201-bldg-258872",  
25     "prefecture": 37,  
26     "city": 37201,  
27     "usage": null,  
28     "BLDG_data2": 7.3,  
29     "BLDG_dat_1": 7.3,  
30     "keikaku_fl": null,  
31     "bldg_keikaku_data2_pop_height": 7.3,  
32     "bldg_keikaku_data2_volume_height": 7.3,  
33     "bldg_keikaku_data2_delete": 0,  
34     "bldg_keikaku_data2_add": 0,  
35     "bldg_keikaku_data2_change": 0,  
36     "bldg_keikaku_data3_case3_trip_range": "0"  
37   },  
38   "geometry": {  
39     "type": "MultiPolygon",  
40     "coordinates": [[[[[133.99983854,34.22382501,130.289],[133.99981103,34.2237795,130.289]]]]]]  
41   },  
42 },  
43 ],  
44 {  
45   "type": "Feature",  
46   "properties": {  
47     "gml_id": "bldg_c4f4c02e-6ac3-49d1-888d-37af09214432",  
48     "creationDa": "2023-03-22",
```



CZML

```
1 {  
2   "id": "document",  
3   "name": "CZML Point",  
4   "version": "1.0"  
5 },  
6 {  
7   "id": "37201-bldg-6646-262684-1-1",  
8   "name": "37201-bldg-6646-262684-1-1",  
9   "polygon": {  
10    "positions": {  
11      "cartographicDegrees": [134.04732881,34.34876594,95,134.04702  
12    ],  
13    "material": {  
14      "solidColor": {  
15        "color": {  
16          "rgba": [255,0,255,100]  
17        }  
18      }  
19    },  
20    "extrudedHeight": 95,  
21    "height": 0,  
22    "heightReference": "RELATIVE_TO_GROUND",  
23    "outline": true,  
24    "outlineColor": {  
25      "rgba": [255,255,255,255]  
26    }  
27  },  
28 },  
29 },  
30 {  
31   "id": "keikaku_03-302310-1-1",  
32   "name": "keikaku_03-302310-1-1",
```

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (1) CUEモデル (都市政策シミュレーション)

③ 出力データ | 一覧

出力データ	内容	データ形式
人口・事業所数 (従業者数)	500mメッシュ (最小) 及び建物ベースでの人口・事業所数 (従業者数)	GeoJSON形式
人流 (トリップ)	500mメッシュ (最小) 及び建物ベースでの集中量	GeoJSON形式

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (1) CUEモデル (都市政策シミュレーション) > ③出力データ 人口・事業所数/人流 (トリップ)

出力されたメッシュデータから建物別に人口・従業者数、トリップ数を割り振り、必要建物高さを算出した結果を3D都市モデル上で表示。

データ仕様

データの概況

メッシュデータ

項番	項目名	説明
①	メッシュ番号	メッシュの識別番号
②	人口	メッシュ内の人口 (人)
③	事業所数 (従業者数)	メッシュ内の従業者数 (人)
④	集中量 (トリップ)	メッシュ内の集中量 (トリップ)

建物データ

項番	項目名	説明
①	bldg:Building gml:id	gml_id
②	人口	居住用途建物内の人口 (人)
③	事業所数 (従業者数)	商業用途建物内の従業者数 (人)
④	集中量 (トリップ)	商業用途建物への集中量 (トリップ)



※掲載画像は実証実験のイメージを示すために作成したものであり、検討成果ではありません。

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (2) iRIC (洪水浸水シミュレーション)

① 活用データ | その他の活用データ一覧

(2) iRIC (洪水浸水シミュレーション)

想定最大降水量、数値地形データを活用してシミュレーションを実施。

活用データ		内容	データ形式	出典
気象	① 想定最大降水量	1000年に一度の想定最大雨量。	CSV	浸水想定(洪水、内水)の作成等のための 想定最大外力の設定手法 平成 27 年 7 月 国土交通省 水管理・国土保全局
地形	② 数値地形データ	5mメッシュDEM (航空レーザ測量)	JPGIS	国土地理院

水害対策に有用なデータとしてシミュレーション結果と合わせて以下のデータを表示。

掲載データ		内容	データ形式	出典
水位 ・ 潮位	③ 河川水位、港湾潮位	高松市内 8 河川、港湾部 5 箇所に設置された水位・潮位センサデータと地点。24時間10分毎に入手	JSON	高松市保有データ
	④ ダム貯水量	高松市内にあるダムの流出入水量、貯水量と地点。24時間10分毎に入手	JSON	かがわ防災ポータル
気象	⑤ 降水量	高松市内にある気象台で計測された降水量と地点。24時間10分毎に入手	JSON	かがわ防災ポータル
施設	⑥ 指定避難所	高松市内にある指定避難所の住所	JSON	高松市保有データ

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (2) iRIC (洪水浸水シミュレーション) > ①活用データ

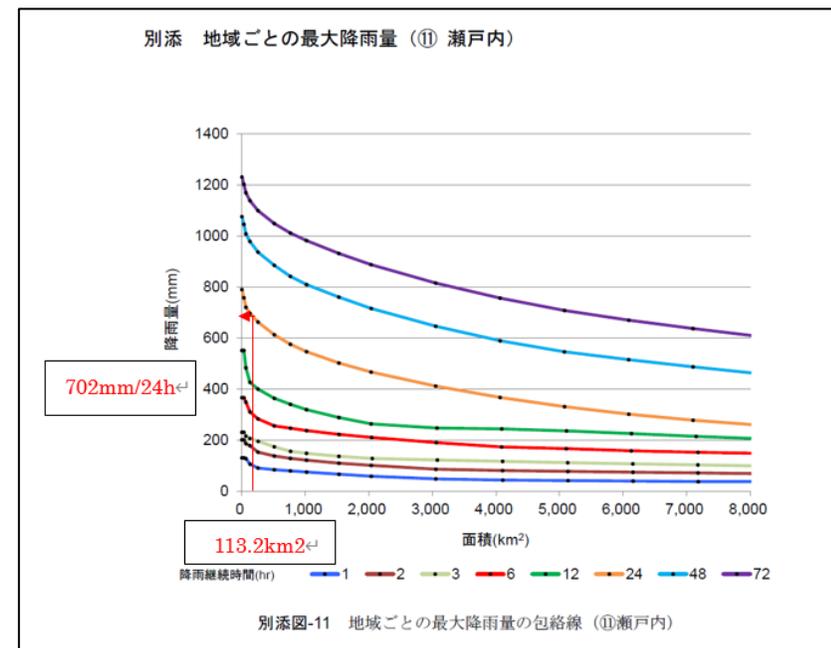
①想定最大降水量

1000年に一度の想定最大降雨量を入力値として設定。

データ仕様

項番	項目名	説明
①	想定最大降水量情報	1000年に一度の24時間での最大降雨量

参照データ情報



※出典：「水想定(洪水、内水)の作成等のための想定最大外力の設定手法
(平成27年7月国土交通省 水管理・国土保全局)



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (2) iRIC (洪水浸水シミュレーション) > ①活用データ ②数値地形モデル

洪水浸水深算定のための地形情報は国土地理院の5mメッシュの標高データを活用。

データ仕様

項番	項目名	説明
①	地形情報	基盤地図情報(数値地形モデル)5mメッシュ(標高)から対象範囲を抜粋

参照データ情報

数値地図5mメッシュ (標高)

テキストデータフォーマット
テキストデータのレコード構成は、以下のとおりです。

レコード番号	標高値
レコード1	1 2 3 4 399 400
レコード2	1 2 3 4 399 400
レコード3	1 2 3 4 399 400
.	.
レコード299	1 2 3 4 399 400
レコード300	1 2 3 4 399 400

北
東
南

レコードフォーマット

項目	開始	終了	仕様	内容
空き領域	1	6	6X	
レコード番号	7	10	14	北→南の順
標高値1	11	15	15	西→東の順。 単位は0.1m。 海部及び陸水部の場合、-999 9を記述する。
標高値2	16	20	15	
標高値3	21	25	15	
.	.	.	.	
標高値398	1996	2000	15	
標高値399	2001	2005	15	
標高値400	2006	2010	15	
復帰・改行				レコードは「CR」、「LF」で区切られる。

1) レコードは北端から南端への順序で並んでいます。
2) 各レコードには、レコード番号、400個の標高値を順に記述しています。
3) 各レコード毎に復帰・改行コードで区切り、文字コードはシフトJISを使用しています。

※出典：国土地理院

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (2) iRIC (洪水浸水シミュレーション) > ①活用データ

③河川水位/港湾潮位



PLATEAU
by MLIT

市内の河川水位及び港湾潮位のデータをIoTセンサにより取得。履歴データは過去2年分を学習用データとして使用し、IoTで収集した最新データは常時予測に使用。

データ仕様

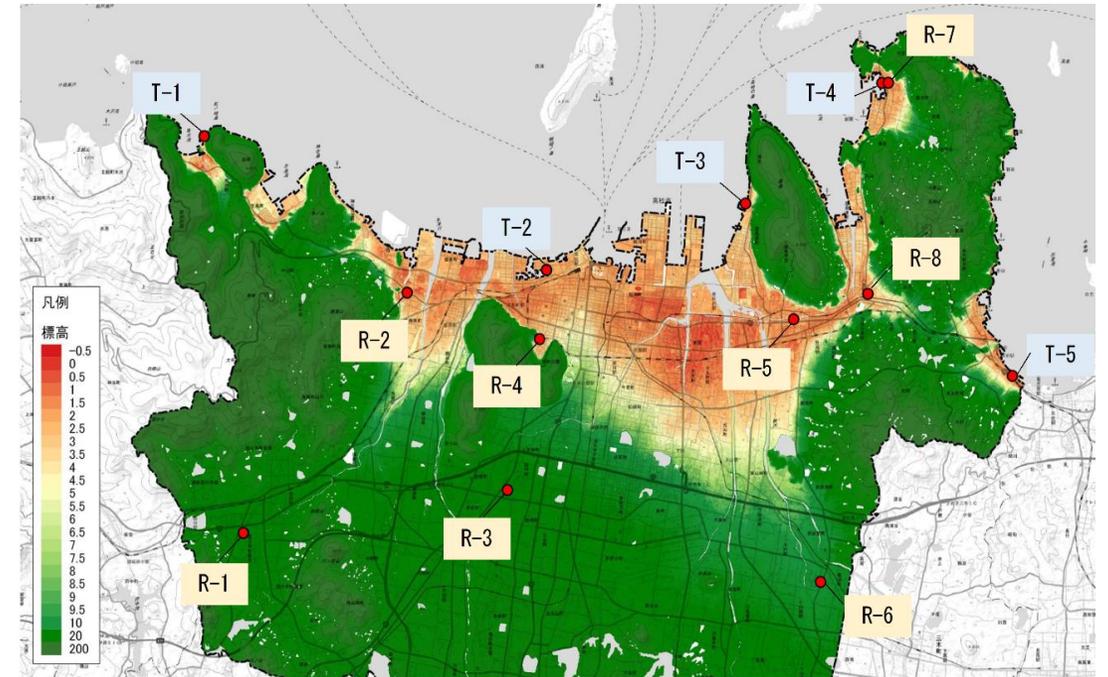
データ収集箇所

履歴データ

項番	項目名	説明
①	名称	IoTセンサ設置地点の名称
②	測定値情報	測定した水位
③	測定日時情報	計測した日時

最新データ

項番	項目名	説明
①	名称	IoTセンサ設置地点の名称
②	設置地点情報	IoTセンサ設置地点の緯度経度
③	測定値情報	測定した水位
④	測定日時情報	計測した日時



[箇所一覧]

R-1国分寺町国分水路 R-2愛染川 R-3：勅使町水路
 R-4宮脇二丁目水路 R-5山下川 R-6：中川 R-7：汐入川
 R-8：牟礼町牟礼水路

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (2) iRIC (洪水浸水シミュレーション) > ①活用データ ④ダム貯水量

高松市内にあるダムの流出入水量、貯水量と地点。24時間10分毎にデータを入手。

データ仕様

項番	項目名	説明
①	名称	測定対象ダムの名称
②	位置情報	ダムの緯度経度
③	貯水位情報	ダムの貯水位
④	流入量情報	ダムへの流入量
⑤	流下量情報	ダムからの流下量
⑥	貯水量情報	測定時点のダムの貯水量
⑦	測定日時	データを取得した日時

データ情報例

```
1  contextElement: {
2    "type": "Dam", "isPattern": "false", "id": "Dam.0001", "attributes":
3    [
4      {
5        "name": "名称", "type": "xsd:string", "value": "千足ダム"
6      },
7      {
8        "name": "設置地点", "type": "geo:point", "value": "34.1886804, 134.3897926"
9      },
10     {
11       "name": "流入量_測定値", "type": "xsd:decimal", "value": "0.01"
12     },
13     {
14       "name": "流下量_測定値", "type": "xsd:decimal", "value": "0.01"
15     },
16     {
17       "name": "貯水位_測定値", "type": "xsd:decimal", "value": "117.36"
18     },
19     {
20       "name": "測定日時", "type": "xsd:dateTime", "value": "2023-03-14T17:30:00+09:00"
21     },
22     {
23       "name": "貯水量_測定値", "type": "xsd:decimal", "value": "267.9"
24     }
25   ]
26 },
27
```

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (2) iRIC (洪水浸水シミュレーション) > ①活用データ ⑤降水量

高松市内にある気象台で計測された降水量と地点。24時間10分毎にデータを入手。

データ仕様

項番	項目名	説明
①	名称	測定地域の名称
②	位置情報	降水量計測値点の緯度経度
③	降水量情報	測定した降水量
④	測定日時	データを取得した日時

データ情報例

```
1 contextElement: {
2   "type": "Rainfall", "isPattern": "false", "id": "Rainfall.0001", "attributes":
3   [
4     {
5       "name": "名称", "type": "xsd:string", "value": "高尻"
6     },
7     {
8       "name": "設置地点", "type": "geo:point", "value": "34.366944,134.156111"
9     },
10    {
11      "name": "降雨量_測定値", "type": "xsd:decimal", "value": "0"
12    },
13    {
14      "name": "測定日時", "type": "xsd:dateTime", "value": "2023-03-14T19:00:00+09:00"
15    }
16  ]
17 }
```

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (2) iRIC (洪水浸水シミュレーション) > ①活用データ ⑥指定避難所

災害危険性のある場合に一定の間滞在可能な施設として市が指定している施設。

データ仕様

項番	項目名	説明
①	名称	指定避難所の名称
②	位置情報	指定避難所位置の緯度経度
③	住所情報	指定避難所の住所
④	電話番号情報	指定避難所の電話番号
⑤	更新日時	データを更新した日時

データ情報例

```
1 contextElement: {
2   "type": "EvacuationShelter", "isPattern": "false", "id": "EvacuationShelter.0001", "attributes":
3   [
4     {
5       "name": "名称", "type": "xsd:string", "value": "日新小学校跡施設"
6     },
7     {
8       "name": "地理座標", "type": "geo:point", "value": "34.347544,134.029661"
9     },
10    {
11      "name": "住所", "type": "xsd:string", "value": "瀬戸内町18-2"
12    },
13    {
14      "name": "電話番号", "type": "xsd:string", "value": "087-839-2611"
15    },
16    {
17      "name": "更新日時", "type": "xsd:dateTime", "value": "2018-03-30T14:13:56+09:00"
18    }
19  ]
20 }
```

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (2) iRIC (洪水浸水シミュレーション)

② データ処理 | 一覧

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洪水浸水深予測データ (SHAPE形式)	洪水浸水深の広がり	<ul style="list-style-type: none"> 降水量データより河川の流入量を算出し、河川整備基本方針での流域面積等の情報より破堤点から流出量より10時間先の浸水深の広がりを算出 	iRIC	想定最大降水量 (CSV形式) 数値地形データ (LEM形式)
②洪水浸水深予測データ (CZML形式)	WebGIS上での表示	<ul style="list-style-type: none"> データ形式の変換 (SHAPE形式→JSON形式→CZML形式) 	ArcGIS/ FME Desktop/ Python	洪水浸水深予測データ (shape形式)

浸水深と合わせて表示する機能としてIoTセンサで取得した河川水位を元に2時間後の予測水位を算出する。(システムアーキテクチャ全体図 FIWARE機能⑦)

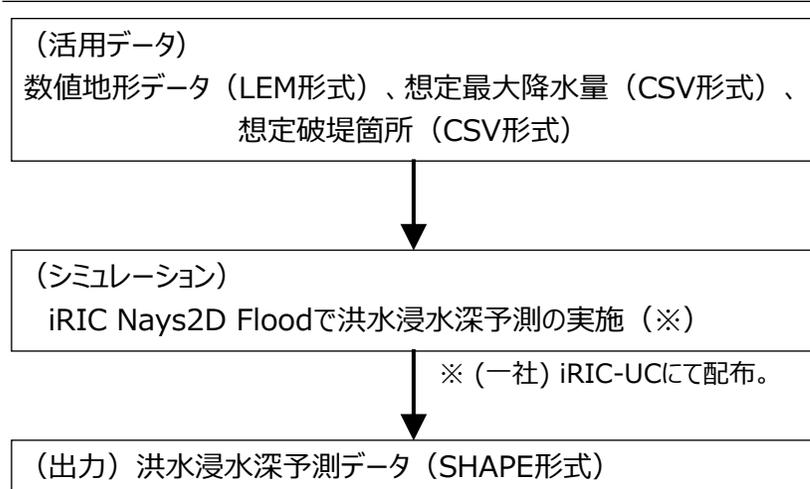
システムに入力するデータ (データ形式)	用途	処理内容	データ処理ソフトウェア	活用データ (データ形式)
③河川水位予測データ (JSON形式)	WebGIS上での表示	<ul style="list-style-type: none"> 10分毎にオブジェクトストレージから河川水位データと降水量データを読み込み、2時間後の10分間の河川水位予測値を算出し、オブジェクトストレージへ計算結果を書き込む。 	数理解析モジュール	河川水位データ (JSON形式)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (2) iRIC(洪水浸水シミュレーション機能) > ②データ処理

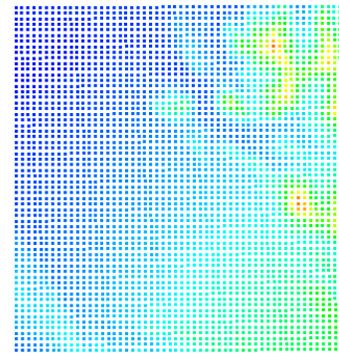
①洪水浸水深予測データ (SHAPE形式) の生成

iRICのデータ取り込み画面より、地形データ、破堤ポイント、シミュレーションに必要なデータを入力する。
 入力値を基に、シミュレーションを行い洪水浸水深の変化を予測する。
 洪水浸水深予測データをファイルに出力する。

処理フロー

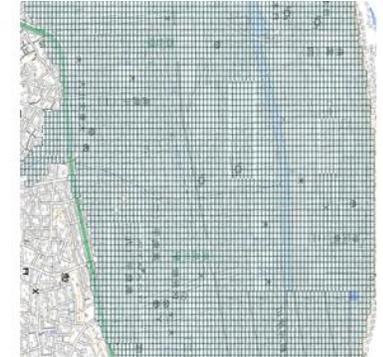


iRICでの地形データ読み込み結果イメージ



地形データイメージ

洪水浸水深予測結果イメージ



予測結果データ例

数値地図5mメッシュ (標高)

テキストデータフォーマット
 テキストデータのレコード構成は、以下のとおりです。

レコード番号	標高値	北	東
レコード1	1 2 3 4	399 400	
レコード2	1 2 3 4	399 400	
レコード3	1 2 3 4	399 400	
.	.	.	.
.	.	.	.
レコード299	1 2 3 4	399 400	
レコード300	1 2 3 4	399 400	

1) レコードは北端から南端への順序で並べています。
 2) 各レコードには、レコード番号、4 0 0個の標高値を順に記述しています。
 3) 各レコード毎に復帰・改行コードで区切り、文字コードはシフトJISを使用しています。

レコードフォーマット

項目	開始	終了	仕様	内容
区画領域	1	3	6X	
レコード番号	7	10	1,4	北→南の順
標高値1	11	15	15	
標高値2	16	20	15	
標高値3	21	25	15	
.	.	.	.	西→東の順。単位は0.1m。
.	.	.	.	海抜及び陸水部の場合、-9999を記述する。
標高値398	1996	2000	15	
標高値399	2001	2005	15	
標高値400	2006	2010	15	

復帰・改行
 レコードは「CR」、「LF」で区切られる。

```

# vtk DataFile Version 3.0
iRIC output t = 0
ASCII
DATASET STRUCTURED_GRID
DIMENSIONS 64 31 1
POINTS 1984 double
25727.8 -32070.8 0 25623 -31884.9 0 25512.7 -31692.4 0
25402.7 -31502.8 0 25291.8 -31314.2 0 25179.9 -31126.1 0
25066.7 -30938.2 0 24951.9 -30750.1 0 24835.4 -30561.8 0
...
POINT_DATA 1984
FIELD FieldData 7
Depth(Max) 1 1984 double
0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01
0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01
0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01
...
    
```

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (2) iRIC(洪水浸水シミュレーション機能) > ②データ処理

②洪水浸水深予測データ (CZML形式) の生成

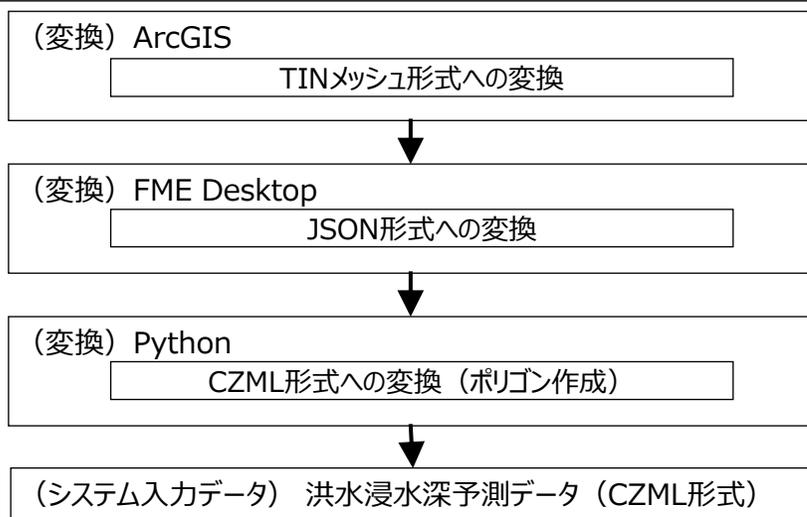
iRICから出力した洪水浸水予測データファイル (SHAPE形式) をArcGIS 3D Analystの機能を活用し、TINメッシュ (Shape) へ変換する。

TINメッシュをFMEにてJsonへと変換を行った後、JSONファイルから緯度経度、高さ、浸水深情報を抽出し、CZML形式レコードに編集し、CZMLを生成する。

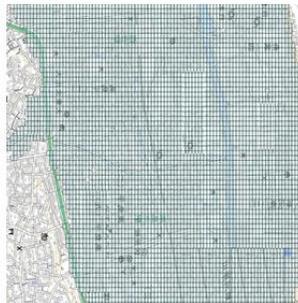
※TINメッシュ形式、JSON形式への変換については、PLATEAU公式HPにて公開されている「3D都市モデルを活用した災害リスク情報の可視化マニュアル」を参考に実施した。

出典 : https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0005_ver01.pdf

処理フロー



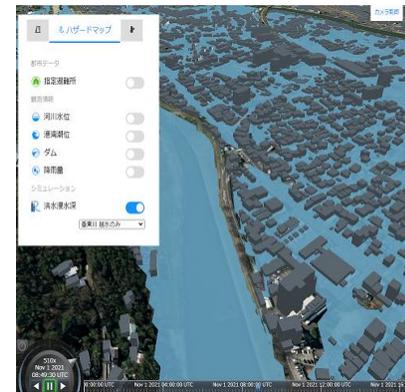
洪水浸水深予測 (SHAPE)



変化中間ファイル (TINメッシュ)



洪水浸水深予測 (CZML)



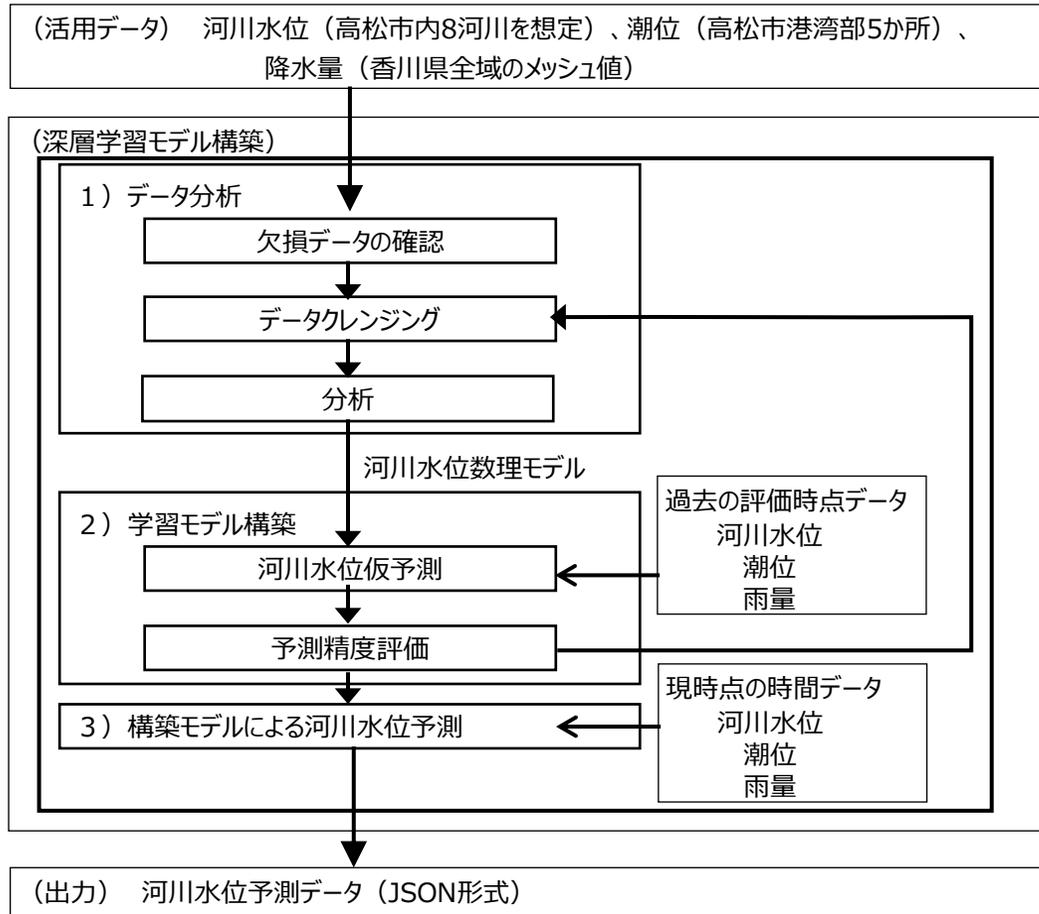
CZML出力結果

```
[{"id": "document", "name": "CZML", "version": "1.0"}, {"id": "1", "name": "name1", "description": "name1", "availability": "2021-11-01T00:00:00.000Z/2021-11-01T00:30:00.000Z", "polygon": [{"positions": [{"cartographicDegrees": [134.01691593225, 34.2633368269, 57.0491256714, 134.0160240273, 34.2632463145, 57.0808830261, 134.0160234767, 34.2631561602, 57.1581965942, 134.016132082, 34.263155703, 57.0730056783, 134.0162400969, 34.2630650915, 57.0474281311, 134.0163481308, 34.2629744731, 57.2119371109, 134.0163475799, 34.2628843247, 57.521068573, ...]}]}]
```

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (2) iRIC(洪水浸水シミュレーション機能) > ②データ処理

③河川水位予測データ (JSON形式) の生成

IoTセンサ等から収集した河川水位や潮位、降水量データを基に、深層学習技術で事前にモデルを構築し、構築したモデルで2時間後の河川水位の予測値を算出。



具体的な処理内容

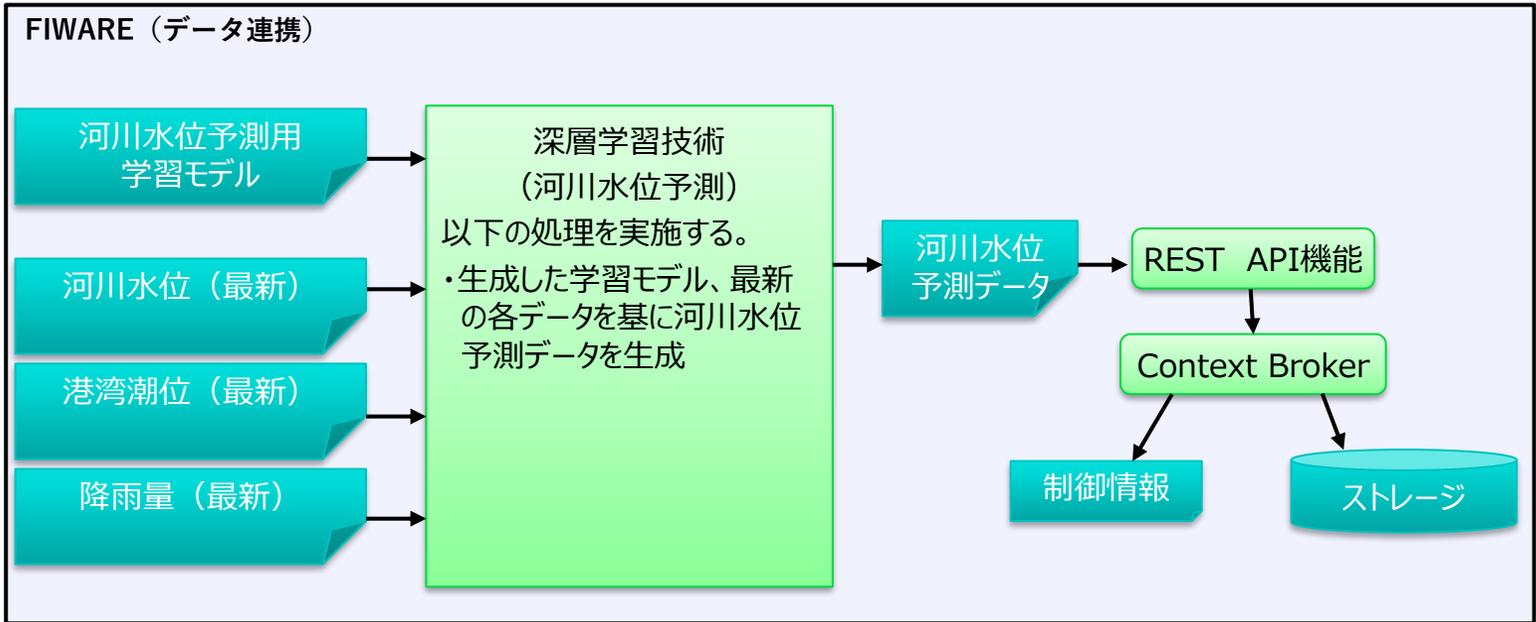
処理	説明
1) データ分析	
欠損データの確認	欠損箇所の確認 入力データにおける欠損部分のデータ整合処理
データクレンジング	データフォーマット、型等のデータ整形
分析	深層学習による河川水位数理モデル作成
2) 学習モデル構築	
河川水位仮予測	過去データによる評価用河川水位予測算出 ・過去の指定時間より2時間先 (10分毎)
予測精度評価	実測データと予測結果との比較による精度評価
3) 構築モデルによる河川水位予測	
河川水位予測	現時点データによる河川水位予測算出 ・現時点より2時間先 (10分毎)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (2) iRIC(洪水浸水シミュレーション機能) > ②データ処理

③河川水位予測データ (JSON形式) の生成

10分毎にオブジェクトストレージから河川水位データと降水量データを読み込み、2時間後の10分間の河川水位予測値を算出し、オブジェクトストレージへ計算結果を書き込む。

処理フロー



データ情報例

```
1 {
2   "name": "名称", "type": "xsd:string", "value": "国分寺町国分水路 (R-1)"
3 },
4 {
5   "name": "予測水位", "type": "xsd:string", "value":
6   [
7     "2023-03-14T18:50:00+09:00|-1.19",
8     "2023-03-14T19:00:00+09:00|-1.19",
9     "2023-03-14T19:10:00+09:00|-1.19",
10    "2023-03-14T19:20:00+09:00|-1.19",
11    "2023-03-14T19:30:00+09:00|-1.19",
12    "2023-03-14T19:40:00+09:00|-1.19",
13    "2023-03-14T19:50:00+09:00|-1.19",
14    "2023-03-14T20:00:00+09:00|-1.19",
15    "2023-03-14T20:10:00+09:00|-1.19",
16    "2023-03-14T20:20:00+09:00|-1.19",
17    "2023-03-14T20:30:00+09:00|-1.19",
18    "2023-03-14T20:40:00+09:00|-1.19"
19  ]
20 }
21 ]
22 }
```

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (2) iRIC(洪水浸水シミュレーション機能)

③出力データ | 一覧



出力データ	内容	データ形式
河川水位予測データ	高松市内 8 河川に設置された河川水位センサデータから2時間先まで10分毎にシミュレーションで予測したデータ	JSON
洪水浸水深データ	香東川5箇所 の破堤点を仮定し、シミュレーションにより10時間先まで予測した高松市内の洪水浸水深時間遷移データ	JSON

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (2) iRIC (洪水浸水シミュレーション) > ③ 出力データ 河川水位予測データ

高松市内 8 河川に設置された河川水位センサデータから2時間先まで10分毎にシミュレーションで予測したデータ

データ仕様

項番	項目名	説明
①	名称	対象河川の名称
②	算出時間情報	現在時間から10分単位（最大2時間先）までの時間
③	河川水位情報	②の時間時点での河川水位算出値

出力データ情報例

```
1 {
2   "name": "名称", "type": "xsd:string", "value": "国分寺町国分水路 (R-1)"
3 },
4 {
5   "name": "予測水位", "type": "xsd:string", "value":
6   [
7     "2023-03-14T18:50:00+09:00|-1.19",
8     "2023-03-14T19:00:00+09:00|-1.19",
9     "2023-03-14T19:10:00+09:00|-1.19",
10    "2023-03-14T19:20:00+09:00|-1.19",
11    "2023-03-14T19:30:00+09:00|-1.19",
12    "2023-03-14T19:40:00+09:00|-1.19",
13    "2023-03-14T19:50:00+09:00|-1.19",
14    "2023-03-14T20:00:00+09:00|-1.19",
15    "2023-03-14T20:10:00+09:00|-1.19",
16    "2023-03-14T20:20:00+09:00|-1.19",
17    "2023-03-14T20:30:00+09:00|-1.19",
18    "2023-03-14T20:40:00+09:00|-1.19"
19  ]
20 }
21 }
22 }
```

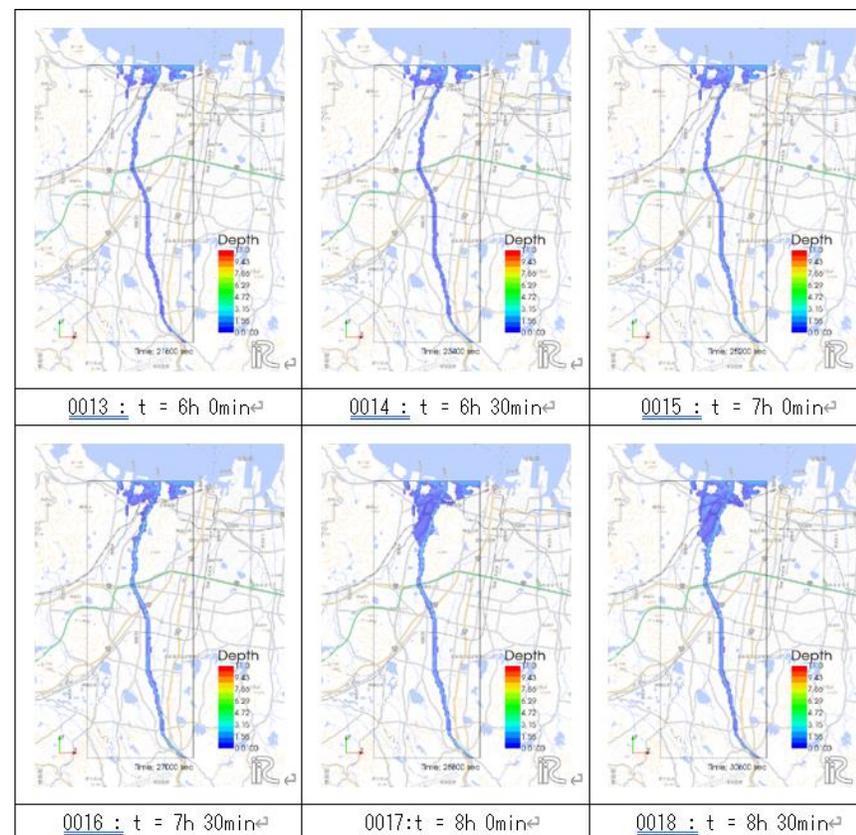
Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (2) iRIC (洪水浸水シミュレーション) > ③ 出力データ 洪水浸水深データ

香東川5箇所の破堤点を仮定し、シミュレーションにより10時間先まで予測した高松市内の洪水浸水深時間遷移データ

データ仕様

項番	項目名	説明
①	破堤地点	想定した破堤地点の名称
②	洪水浸水時間情報	算出基準となる洪水発生からの時間
③	洪水浸水深情報	②の時間時点での洪水浸水深算出値

出力データ情報 (時系列にて算出)



※掲載画像は実証実験のイメージを示すために作成したものであり、検討成果ではありません。

Ⅲ. 実証システム> 6. データ > (3) Wind Perfect (熱環境シミュレーション)

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

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (3) Wind Perfect (熱環境シミュレーション)



PLATEAU
by MLIT

① 活用データ | その他の活用データ一覧

活用データ		内容	データ形式	出典
気象	① 気温	高松市気象台で計測された2022年8月の最高気温の平均をシミュレーションに利用	CSV	気象庁
	② 風速・風向	高松市気象台で計測された最頻風速と風向をシミュレーションに利用	CSV	気象庁
材料	③ 熱物性値	道路や建物の物性値としてシミュレーションで利用	CSV	理科年表



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (3) Wind Perfect (熱環境シミュレーション) > ①活用データ

①気温/②風向・風速

高松市気象台で計測された2022年8月の最高気温の平均、同気象台で計測された最頻風速と風向をシミュレーションに利用。

データ仕様

参照データ情報

項番	項目名	説明
①	日付情報	2022年8月の日付
②	気温情報	①日付における気温測定値
③	風速情報	①日付における風速測定値
④	風向情報	①日付における風向測定値

高松 2021年8月(日ごとの値) 詳細(風・日照・雪・その他)

日	風向・風速(m/s)								日照時間(h)	全天日射量(MJ/m ²) 合計	雪(cm)		曇量 平均	天気概況	
	平均風速		最大風速		最大瞬間風速		最多風向	降雪合計			最深積雪値	昼(06:00-18:00)		夜(18:00-翌日06:00)	
1	2.1	4.9	東北東	14.46	7.7	東	14.46	北	11.9	25.92	--	--	5.5	晴	晴時々薄曇
2	2.2	5.6	北東	14.18	8.5	北東	14.10	北北西	11.3	25.72	--	--	5.5	薄曇時々晴	晴
3	2.2	6.1	東	16.25	8.6	東北東	16.59	東北東	7.3	19.10	--	--	6.5	薄曇一時晴	晴一時薄曇
4	2.2	5.2	東北東	16.01	7.2	東北東	15.54	東北東	12.9	26.27	--	--	1.3	晴	晴
5	2.2	5.8	東北東	15.19	9.1	東北東	15.10	東北東	10.8	25.52	--	--	1.5	晴	晴
6	3.6	7.8	東南東	18.40	12.1	東南東	18.34	東北東	9.2	24.43	--	--	6.0	晴	晴時々曇
7	2.9	4.7	東北東	14.36	8.2	東	13.17	東	10.0	24.81	--	--	6.5	晴一時曇	晴
8	3.1	6.8	東北東	24.00	12.0	東	23.55	西南西	8.6	21.50	--	--	8.0	晴時々曇	曇時々雨
9	6.6	13.2	西南西	10.51	23.3	西南西	10.35	西南西	1.3	9.17	--	--	9.5	曇時々雨	晴一時曇
10	4.0	7.1	西南西	00:09	10.9	西南西	00:02	西	9.0	23.52	--	--	5.3	晴後時々薄曇	薄曇
11	1.7	4.7	北北西	20.49	7.7	北北西	20.46	北北西	1.0	11.49	--	--	10.0	曇後一時雨	曇時々雨
12	1.5	5.7	南西	12.44	7.9	南西	12.38	東	0.0	3.13	--	--	10.0	雨	曇時々雨
13	1.1	3.8	西	14.24	6.0	西南西	14.16	東南東	0.0	4.21	--	--	10.0	大雨	雨一時曇
14	1.1	2.9	北	19.36	5.1	北	19.02	北	0.1	6.39	--	--	10.0	雨	大雨
15	1.6	3.7	北	03:55	6.1	北北西	04:33	北北西	1.7	13.62	--	--	10.0	雨後曇	曇後時々雨
16	1.9	3.9	東北東	11.49	6.0	東北東	18.36	東	0.0	7.91	--	--	10.0	曇時々雨	曇後一時雨
17	1.4	4.2	東南東	14.17	6.8	南東	14.10	東	0.0	4.56	--	--	10.0	雨	曇時々雨
18	1.3	3.5	東南東	01:13	5.8	東南東	01:12	東南東	0.0	4.69	--	--	10.0	雨時々曇	曇時々雨
19	1.6	4.5	南西	06:18	7.7	南西	06:16	東南東	0.0	2.19	--	--	10.0	雨、雷を伴う	雨時々曇
20	1.5	4.4	東北東	16.12	7.0	東北東	16.04	東南東	1.1	8.94	--	--	10.0	雨時々曇	曇一時雨
21	1.4	3.4	東南東	19:00	5.2	東	15:16	東南東	1.9	13.08	--	--	10.0	曇	曇一時雨
22	1.3	3.9	北北西	12:38	5.8	北北西	12:29	北	3.8	12.61	--	--	8.5	曇時々雨	曇一時雨
23	1.5	3.6	南東	14:57	6.2	東南東	14:56	南西	2.2	14.85	--	--	9.3	曇時々晴一時雨	曇
24	1.7	4.2	南西	11:50	7.3	南南西	13:41	東南東	1.2	10.46	--	--	10.0	曇	曇
25	1.7	5.1	西	15:00	8.6	西	14:59	西	10.0	23.81	--	--	7.0	曇後一時晴	晴後一時薄曇
26	2.3	5.6	西	14:25	9.6	西	13:29	西南西	5.8	14.82	--	--	6.5	曇	曇時々晴
27	2.7	5.3	西南西	17:35	8.2	西南西	17:29	西南西	9.1	20.07	--	--	4.8	晴一時曇	晴
28	3.5	7.6	西南西	12:20	11.5	西南西	11:32	西南西	12.3	25.09	--	--	1.8	快晴	晴
29	2.8	5.2	西南西	08:10	9.1	西南西	15:08	南西	12.2	24.35	--	--	0.3	晴	快晴
30	2.5	4.4	西南西	13:59	7.5	北西	15:52	西南西	10.6	23.76	--	--	2.3	晴	曇時々晴
31	2.0	4.0	北北東	13:43	6.4	北	13:36	東南東	7.8	21.71	--	--	9.3	薄曇時々晴	曇一時晴

※出典：気象庁

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (3) Wind Perfect (熱環境シミュレーション) > ①活用データ ③熱物性値

道路、建物の物性として以下をシミュレーションの入力値として活用。

データ仕様

項番	項目名	説明
①	物性値番号	Wind Perfect で使用する識別番号
②	比熱 C	材料が吸収しうる熱容量の程度を表す指標。単位は cal/g・°C
③	熱伝導率 λ	材料中の熱の流れやすさを表す特性値。単位はkcal/h・m・°C

参照データ情報

コンクリート

熱物性値	値
比熱 C	0.12 ~ 0.27
熱伝導率 λ	0.9 ~ 4.5

アスファルト

熱物性値	値
比熱 C @0°C	0.38 ~ 0.43
熱伝導率 λ @0°C	0.14 ~ 0.15

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (3) Wind Perfect (熱環境シミュレーション)

② データ処理 | 一覧

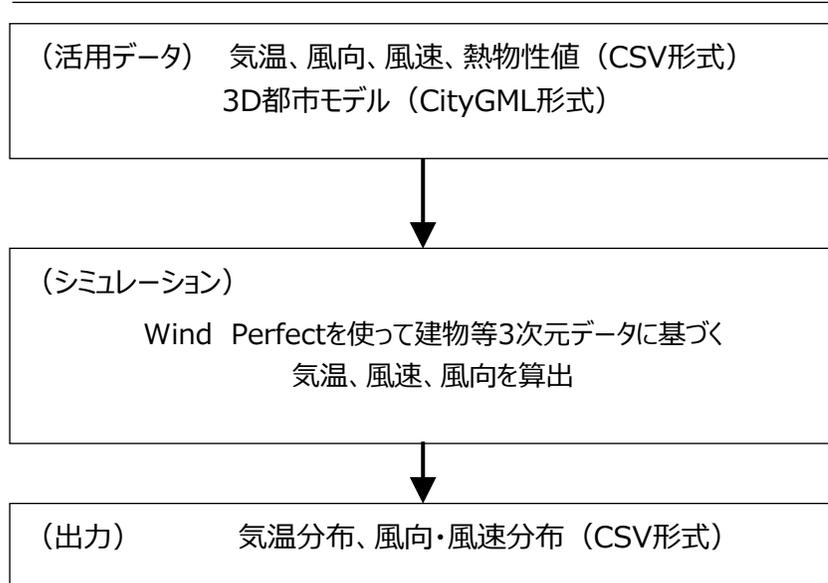
システムに入力するデータ (データ形式)	用途	処理内容	データ処理ソフトウェア	活用データ (データ形式)
① 気温・風速・風向データ (CSV形式)	WebGIS上での表示	<ul style="list-style-type: none">建築物および道路などの土地被覆による気温、風向、風速の変化を算出	Wind Perfect	3D都市モデル (CityGML形式) 気温データ (JSON形式) 風向・風速データ (JSON形式) 熱物性値データ (CSV形式)
② 気温・風速・風向データ (CZML形式)	WebGISでの表示	<ul style="list-style-type: none">CSV形式からCZML形式への変換	Excel/VBA	気温・風速・風向データ (CSV形式)

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (3) Wind Perfect (熱環境シミュレーション) > ②データ処理

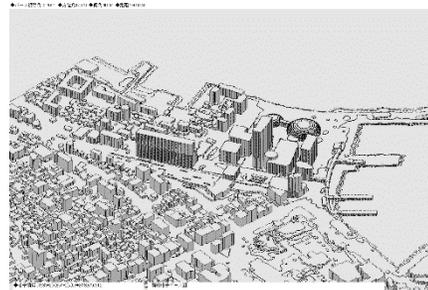
① 気温・風速・風向データ (CSV形式) の生成

Wind Perfectの処理画面より、3D都市モデル、熱物性値等のシミュレーションに必要なデータ、条件を入力する。入力条件を基に、シミュレーションを行い気温等の変化を算出し、算出結果をCSV形式のファイルに出力する。

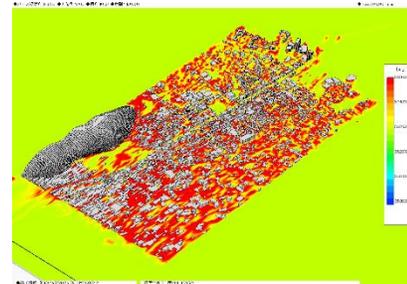
処理フロー



Wind Perfectでの 3D都市モデル読み込み結果



Wind Perfectでの算出結果 (気温分布) イメージ



CSV出力結果 (気温分布)

*** K= 4.15000000e+00 ***		1.50m						
	I	37	52	67	82	97	112	
J	緯度/経度	134.041884	134.042453	134.042788	134.043123	134.043459	134.043794	
29	34.315880	-0.6856264	-0.3241554	1.3243265	3.0960205	1.7890208	1.1441939	
44	34.319564	-0.6431396	-0.2037455	0.0782460	0.4202015	0.7963507	1.2313218	
59	34.323255	0.2667669	-0.7124636	-0.8372746	-1.0263190	-0.6387936	0.1534441	
74	34.326435	0.6390176	0.8430259	0.9621880	1.1275921	1.2549597	-0.5215696	
89	34.329174	1.1198616	1.0627849	0.8133106	0.8200440	0.9262328	0.5127051	
104	34.331533	0.5473506	0.7470646	0.8065043	1.0973818	1.3429326	1.5658678	
119	34.333564	1.2395643	1.1251268	1.1349099	1.0364680	0.8550688	0.6584211	
134	34.335315	1.2726727	0.9682121	0.8539267	0.8624120	1.0089276	1.0403070	
149	34.336822	1.0530119	1.0681541	1.0786349	0.9769776	0.7763116	0.7636883	
164	34.338120	1.3954372	0.8632337	0.5834445	0.4073092	0.6139247	0.5295824	
179	34.339227	0.9567089	0.4783545	-0.0239177	0.0768152	0.1510700	0.1864596	
194	34.340181	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.0252326	0.1155500	0.1267310	
209	34.341003	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.0529184	
224	34.341710	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.0346873	0.0417030	
239	34.342320	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.0288305	0.9567089	0.0248471	
254	34.342845	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.0646561	0.0530693	0.4783545	
269	34.343297	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.9567089	
284	34.343697	0.9567089	0.9567089	0.9567089	-0.0319566	0.9567089	0.9567089	
299	34.344092	0.4783545	0.9567089	0.9567089	0.1094294	0.2749654	0.0802098	
314	34.344487	1.1285895	0.0934198	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.9567089	
329	34.344882	-0.1758945	-0.1077197	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.9567089	
344	34.345277	0.4783545	0.3882173	0.1246594	0.1457686	0.0033661	-0.0102858	
359	34.345672	-0.0797968	0.4783545	0.3054466	0.9567089	0.9567089	0.9567089	
374	34.346067	0.7805014	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.9567089	
389	34.346462	0.8992564	0.5344152	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.9567089	
404	34.346857	-0.9838183	-0.8421195	-0.3183940	0.7080439	0.9567089	0.9567089	

(補足) I:経度、J:緯度を示し、この点毎に計算結果を出力する。
この面データがK:高さごとに出力する。

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (3) Wind Perfect (熱環境シミュレーション) > ②データ処理

②気温・風速・風向データ (CZML形式) の生成

Wind Perfect算出結果 (EXCEL) をExcelで読み込み、緯度経度、高さ、その点の算出値を抽出する。
抽出した緯度経度、高さ、算出値のデータを基に、CZML形式レコードに編集し、CZMLを生成する。

CSV出力結果 (風速)

*** K= 4 1.5000000e+00 ***		1.50m				
J1	緯度/経度	37	52	67	82	97
29	34.315880	-0.6856264	-0.3241554	1.3243265	3.0960205	1.7890208
44	34.319564	-0.6431396	-0.2037455	0.0782460	0.4202015	0.7963507
59	34.323255	0.2667669	-0.7124636	-0.8372746	-1.0263190	-0.6387936
74	34.326435	0.6390176	0.8430259	0.9621880	1.1275921	1.2549597
89	34.329174	1.1198616	1.0627849	0.8133106	0.8200440	0.9262328
104	34.331533	0.5473506	0.7470646	0.8065043	1.0973818	1.3429326
119	34.333564	1.2395643	1.1251268	1.1349099	1.0364680	0.8550688
134	34.335315	1.2726727	0.9682121	0.8539267	0.8624120	1.0089276
149	34.336822	1.0530119	1.0681541	1.0786349	0.9769776	0.7763116
164	34.338120	1.3954372	0.8632337	0.5834445	0.4073092	0.6139247
179	34.339227	0.9567089	0.4783545	-0.0239177	0.0768152	0.1510700
194	34.340181	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.0252326	0.1155500
209	34.341003	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.9567089
224	34.341710	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.0346873
239	34.342320	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.0288305	0.9567089
254	34.342845	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.0646561	0.0530693
269	34.343297	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.9567089	0.9567089

EXCEL

※関数を活用し、点のデータを抽出し、CZML形式に変換する

経度	緯度	高さ	経度	緯度	高さ	風速
134.0418838	34.3158805	6.5000000	134.0418993	34.3157130	6.4892108	6.2
134.0418838	34.3195641	6.5000000	134.0418983	34.3195330	6.4713959	1.3
134.0418838	34.3232554	6.5000000	134.0418778	34.3231910	6.5235782	2.4
134.0418838	34.3264349	6.5000000	134.0418694	34.3263920	6.4947866	1.7
134.0418838	34.3291736	6.5000000	134.0418586	34.3291230	6.4938551	2.2
134.0418838	34.3315326	6.5000000	134.0418715	34.3314980	6.4860788	1.4
134.0418838	34.3335645	6.5000000	134.0418559	34.3335150	6.5002388	2.2
134.0418838	34.3353147	6.5000000	134.0418552	34.3352710	6.5036577	2.1
134.0418838	34.3368222	6.5000000	134.0418601	34.3367880	6.4999151	1.6

抽出データ

CZML出力結果 (風速)

```

1 [{"id": "document", "name": "CZML Geometries: Polyline", "version": "1.0"},
2 [{"id": "0020000", "name": "name0020000", "polyline":
3   {
4     "positions":
5     [
6       [
7         134.041883841515, 34.3158804768035, 6.5, 134.0418993, 34.315713, 6.4892108
8       ]
9     ],
10    "material":
11    {
12      "polylineArrow":
13      {
14        "color":
15        [
16          "rgba":
17          [ 255, 183, 0, 255 ]
18        ]
19      }
20    },
21    "arcType": "NONE", "width": 10
22  }
23 ],
24 }
  
```

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (3) Wind Perfect (熱環境シミュレーション機能)

③出力データ | 一覧

出力データ	内容	データ形式
①気温	高松市所定区域の3次元熱流体解析ソフトウェアによるシミュレーションによる計算結果データ	CSV
②風速・風向	高松市所定区域の3次元熱流体解析ソフトウェアによるシミュレーションによる計算結果データ	CSV

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > (3) Wind Perfect (熱環境シミュレーション機能) > ③ 出力データ



PLATEAU
by MLIT

① 気温、② 風向・風速

気温データ、風向・風速データの仕様を以下に示す。

データ仕様

項番	項目名	説明
①	算出地点	算出地点の緯度、経度、高さ
②	気温情報	①地点における気温算出値
③	風速情報	①地点における風速算出値
④	風向情報	①地点における風向算出値

出力データ情報例 (気温)

(高さ161m地点の気温算出値)				
(高さ...m地点の気温算出値)		134.041883	...	134.058354
(高さ4.68m地点の気温算出値)		134.041883	...	134.058354
(高さ1.5m地点の気温算出値)		134.041883	...	134.058354
経度	134.0418838	134.041883	...	134.058354
緯度	34.319564	39.869034	39.84943	...
	34.323255	-39.869034	...	...
	⋮	⋮	⋮	⋮
	⋮	⋮	⋮	⋮
	34.358577	39.869034	...	...

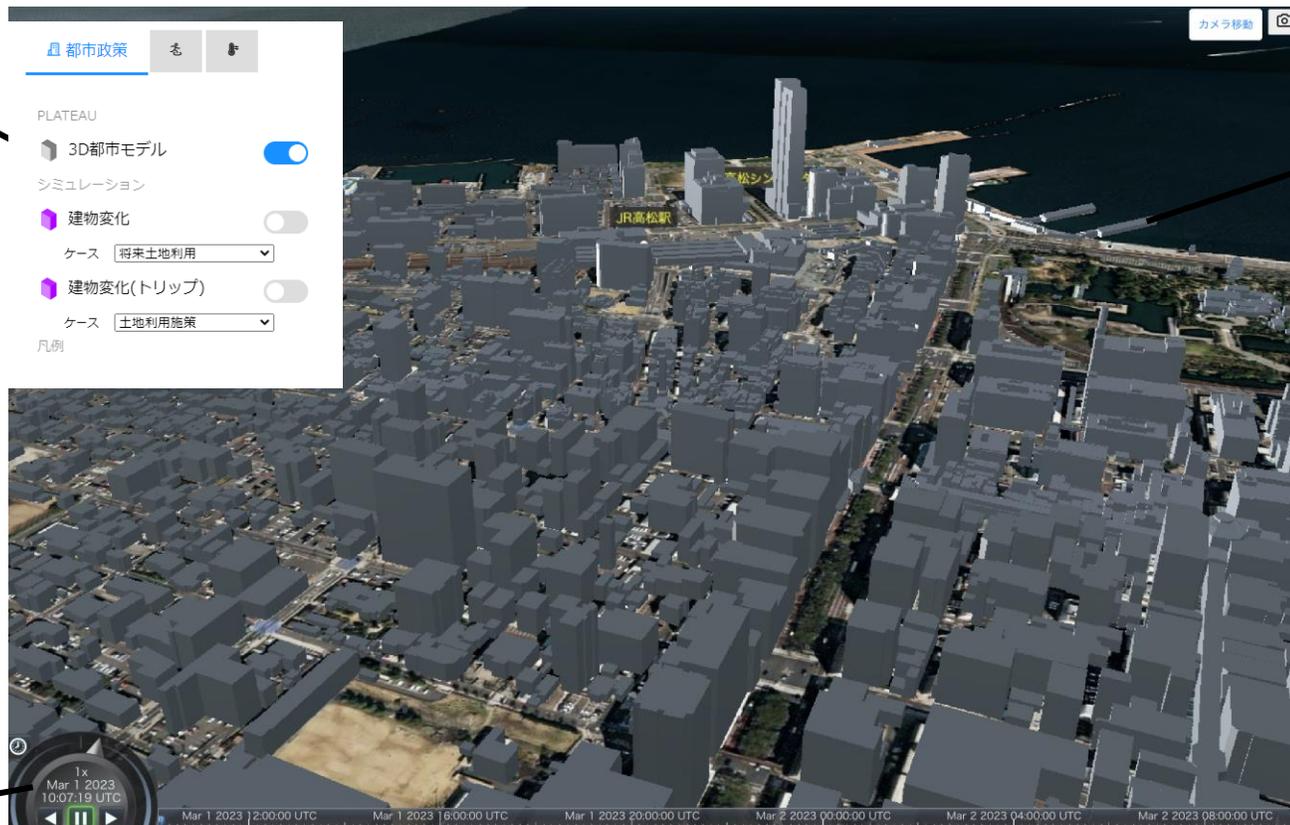
緯度経度の面に対して気温を算出し、この面データを高さ分実施する。
風速、風向も同様。

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 (1/3)

コードレスによる高い視認性と操作性のUI設計、マウスによる容易な画面操作が可能。

Re:Earth表示画面

ユースケースメニュー



地図データ描画領域



タイムスケールバー

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 (2/3)

ユースケースメニューはシミュレーション内容別になっており、切り替え可能。

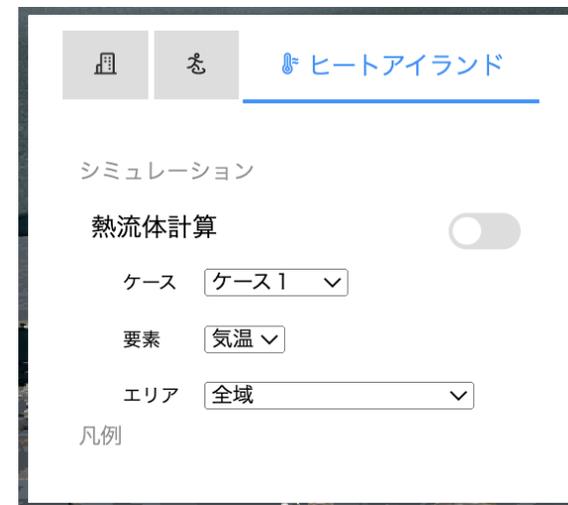
都市政策



ハザードマップ



ヒートアイランド

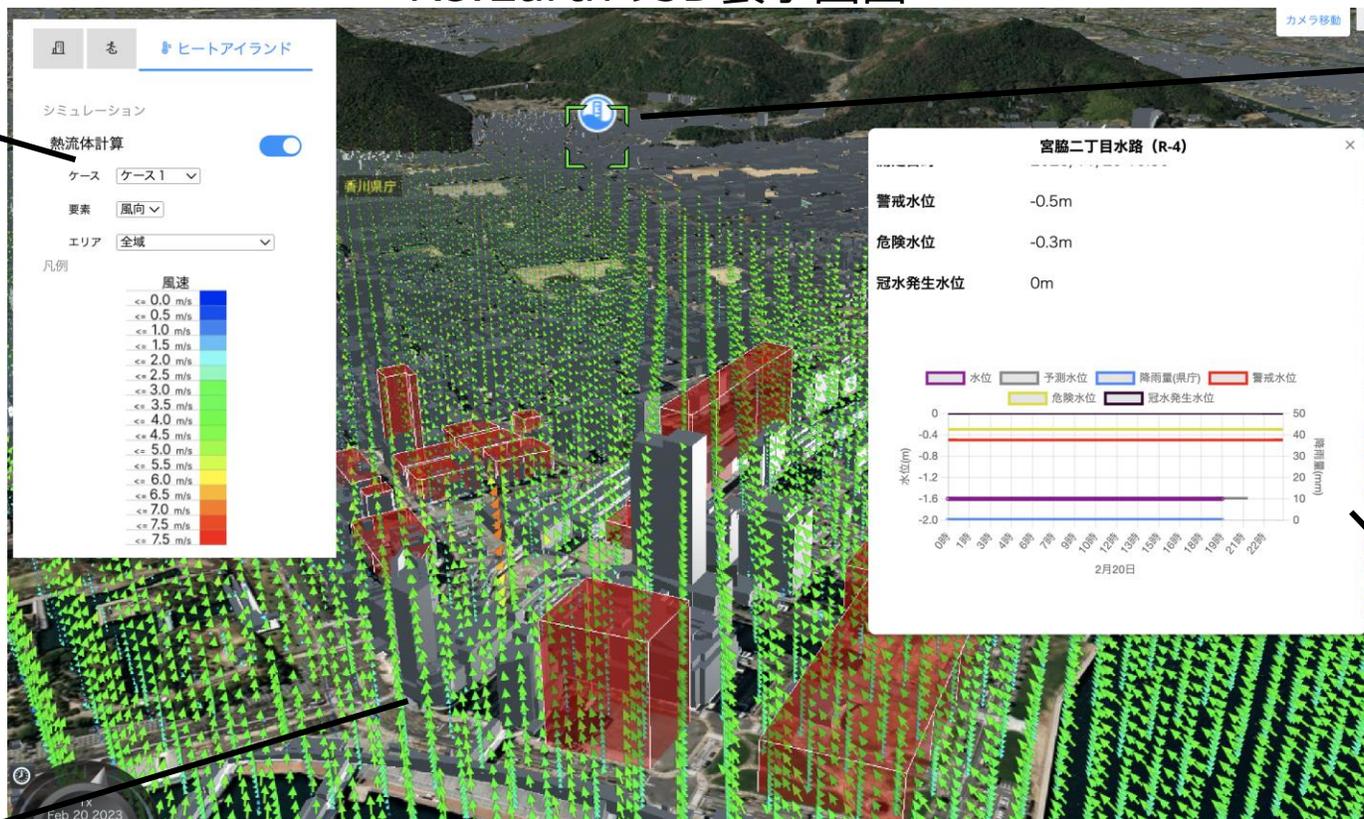


Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース ユーザインタフェース (3/3)

コードレスによる高い視認性と操作性のUI設計、マウスによる容易な画面操作が可能。

Re:Earthの3D表示画面

ユースケースメニューによる
描画データ選択



IoTセンサーなどの
位置を示すマーカー

インフォボックスによる
地点の詳細情報の表示

建物モデル及びシミュレーション結果など

※掲載画像は実証実験のイメージを示すために作成したものであり、検討成果ではありません。

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

(1) システム結合テスト：データ連携基盤・3DWebGIS

ユーザ端末での動作確認、IoTセンサ、Fiware及びRe:Earth間でシステム連携及びデータ連携ができることを確認した。

試験項目	確認内容	確認対象機能	結果
①3DWebGIS ページ表示確認	Webページアクセス時にログインID、パスワード入力画面が表示されること ID、パスワードを入力すると初期ページが表示されること	(Re:Earth) セキュリティ	合格
	3次元地図が表示されること 3次元地図の操作（拡大、縮小、回転）ができること	(Re:Earth) 3D表示	合格
②データ連携基盤 / 3DWebGISの連携確認	ウィジェットにFIWARE接続情報を設定することにより、FIWAREからリアルタイムデータ（河川水位、港湾潮位）を取得し、Web画面に各アイコンが表示できること	(Re:Earth) 外部連携、中間処理 (FIWARE) 外部連携、セキュリティ、データ蓄積	合格
	Web画面に表示されているアイコンをクリックすると、クリックしたIoTセンサの最新の計測値が取得でき、Web画面上に情報、グラフ（インフォボックス）が表示されること	(Re:Earth) 外部連携、中間処理、付加情報 (FIWARE) 外部連携、セキュリティ、データ蓄積、 データ連携制御、データインターフェース	合格

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

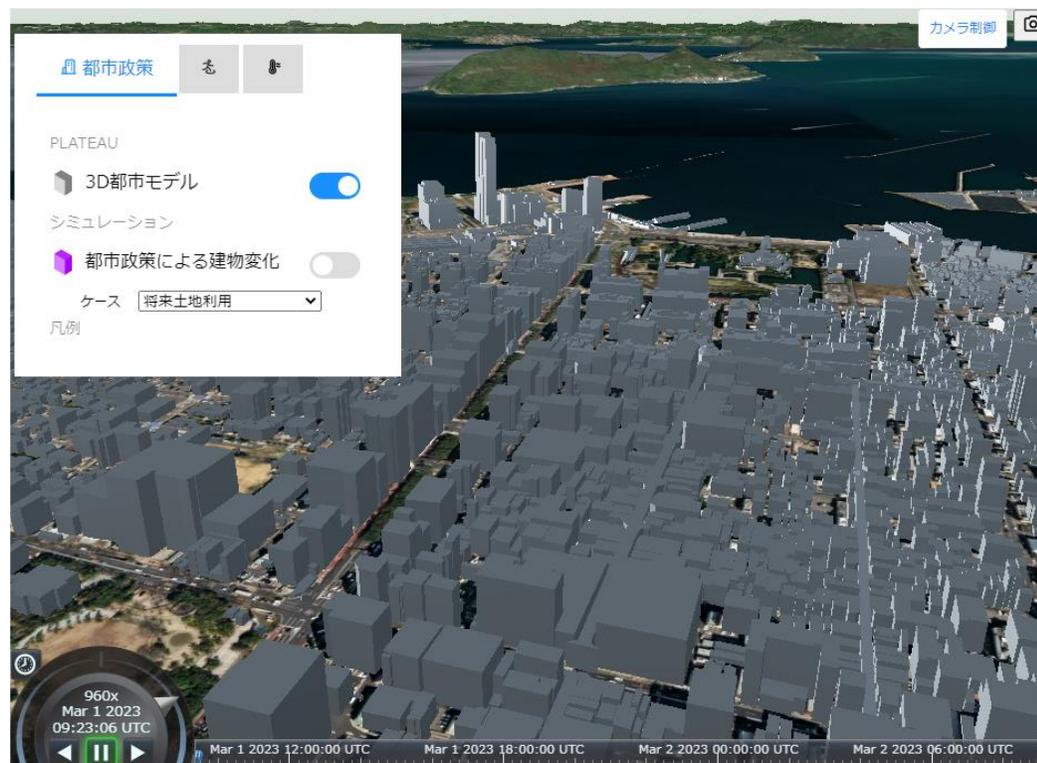
(1) システム結合テスト：①3DWebGIS ページ表示確認

Webページアクセス時にログインID、パスワード入力画面が表示されている。
 ID、パスワードを入力すると初期ページが表示されている。

ログインID、パスワード入力画面



初期ページ



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

(1) システム結合テスト：②データ連携基盤/3DWebGISの連携確認

ウィジェットにFIWARE接続情報を設定することにより、FIWAREからリアルタイムデータ（河川水位、港湾潮位）を取得し、Web画面に各アイコンが表示できている。

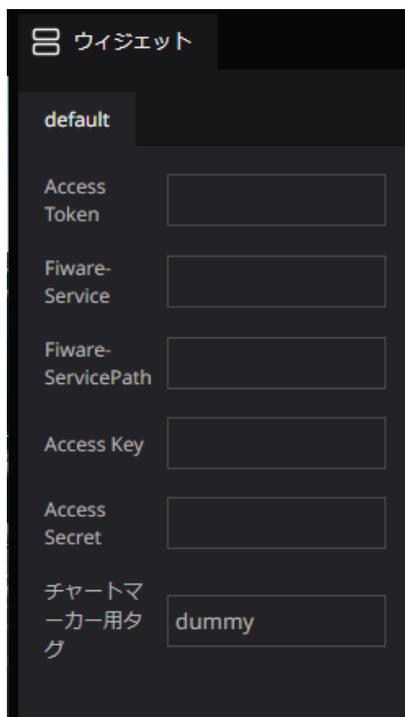
Web画面に表示されているアイコンをクリックすると、クリックしたIoTセンサの最新の計測値が取得でき、Web画面上に情報、グラフ（インフォボックス）が表示できている。

FIWAREデータ（抜粋）

```

1 contextResponses: [
2   {
3     contextElement: {
4       type: "WaterLevel",
5       isPattern: "false",
6       id: "jp.takamatsu.smartcity.flood.WaterLevel.R-1",
7       attributes: [
8         {
9           name: "予測水位",
10          type: "xsd:string",
11          value: [
12            "2023-03-01T18:20:00+09:00|-1.19",
13            "2023-03-01T18:30:00+09:00|-1.19",
14            "2023-03-01T18:40:00+09:00|-1.19",
15            "2023-03-01T18:50:00+09:00|-1.19",
16            "2023-03-01T19:00:00+09:00|-1.19",
17            "2023-03-01T19:10:00+09:00|-1.19",
18            "2023-03-01T19:20:00+09:00|-1.19",
19            "2023-03-01T19:30:00+09:00|-1.19",
20            "2023-03-01T19:40:00+09:00|-1.19",
21            "2023-03-01T19:50:00+09:00|-1.19",
22            "2023-03-01T20:00:00+09:00|-1.19",
23            "2023-03-01T20:10:00+09:00|-1.19"
24          ]
25        }
26      ],
27      name: "冠水発生水位",
28      type: "xsd:decimal",
29      value: "0",
30      metadata: [{"name": "単位", "type": "xsd:string", "value": "MTR"}]
31    },
32    name: "名称", "type": "xsd:string", "value": "国分寺町国分水路 (R-1)"
33  },
34  name: "水位_測定値", "type": "xsd:decimal", "value": "-1.2",
35  metadata: [{"name": "単位", "type": "xsd:string", "value": "MTR"}]
36  },
37  name: "測定日時", "type": "xsd:dateTime", "value": "2023-03-01T18:20:00+09:00"
38  },
39  name: "設置地点", "type": "geo:point", "value": "34.295855, 133.955194"
40  },
41  },
42  ],
43  ],
  
```

設定ウィジェット



アイコン表示、情報、グラフ（インフォボックス）表示



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

(2) 都市政策評価システム個別機能確認

各シミュレーション機能の出力結果が3DWebGIS上で表示できることを確認した。試験項目を下表に示す。

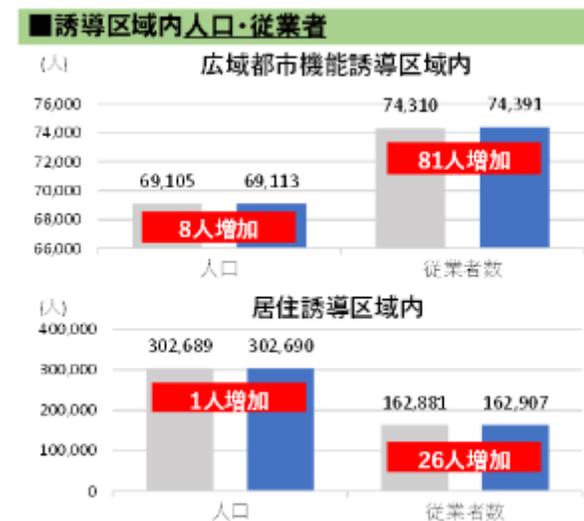
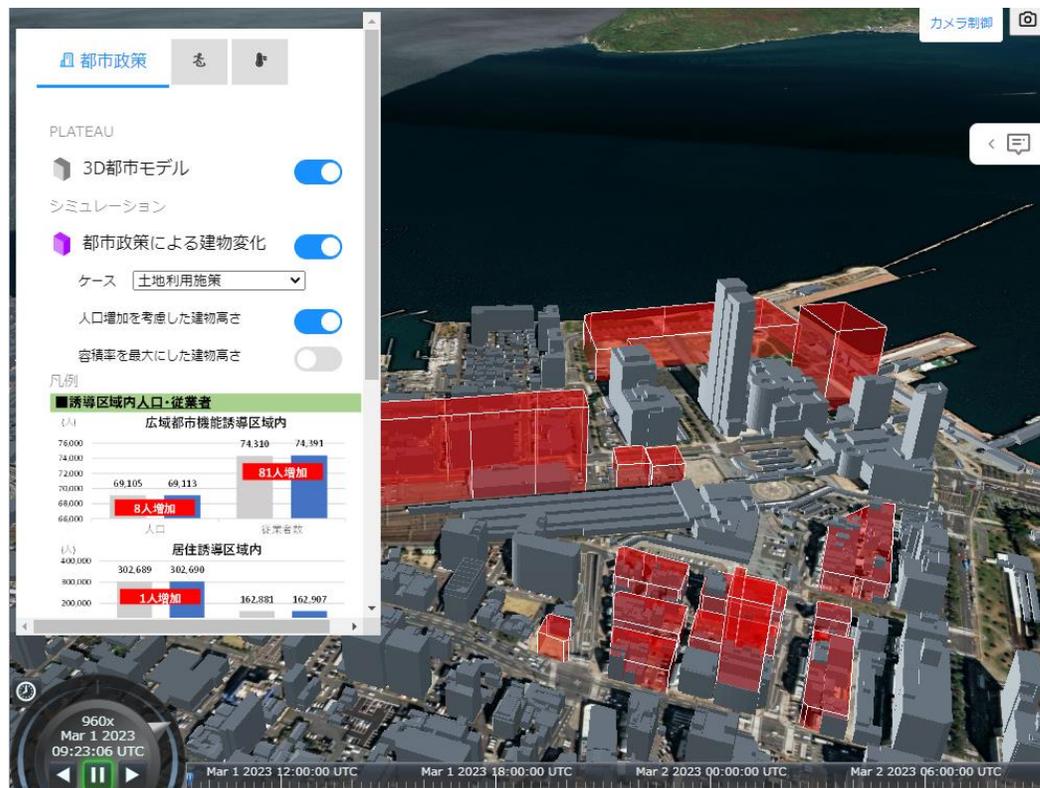
試験項目	確認内容	確認対象機能	結果
①建築物高さデータ表示	3D都市モデル上に、人口・従業員数の変化から算出された建物高さデータが重畳されていること	都市政策シミュレーション機能	合格
②トリップ数変化データ表示	3D都市モデル上に、建物別のトリップ数の変化から算出されたレンジデータが重畳されていること	都市政策シミュレーション機能	合格
③河川水位予測データ表示	3D都市モデル上に表示されている河川水位のアイコンをクリックすると、インフォボックス及びウィジェットに河川水位の計測値及び河川水位予測のグラフが表示されること	河川水位予測機能	合格
④河川洪水浸水深時間遷移表示	3D都市モデル上に洪水浸水シミュレーション結果データが重畳されていること	洪水浸水シミュレーション機能 (Re:Earth) 中間処理 (リアルタイムデータの制御)	合格
	Web画面上の時間遷移操作を行うと、洪水浸水深の表示が遷移すること	洪水浸水シミュレーション機能 (Re:Earth) 中間処理 (時系列データの制御)	合格
⑤気温分布・風速・風向データ表示	3D都市モデル上に高松市街区の気温分布、風速・風向の計算結果データが重畳されていること	熱環境シミュレーション機能	合格

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

(2) 都市政策評価システム個別機能確認：①建築物高さデータ表示

3D都市モデル上に、人口・従業員数の変化にから算出された建物高さデータが重畳されている。

人口・従業員数の変化にから算出された建物高さデータ表示



※掲載画像は実証実験のイメージを示すために作成したものであり、検討成果ではありません。

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

(2) 都市政策評価システム個別機能確認：②トリップ数変化データ表示

3D都市モデル上に、建物別のトリップ数の増減データが重畳されている。

建物別のトリップ数の増減データ表示



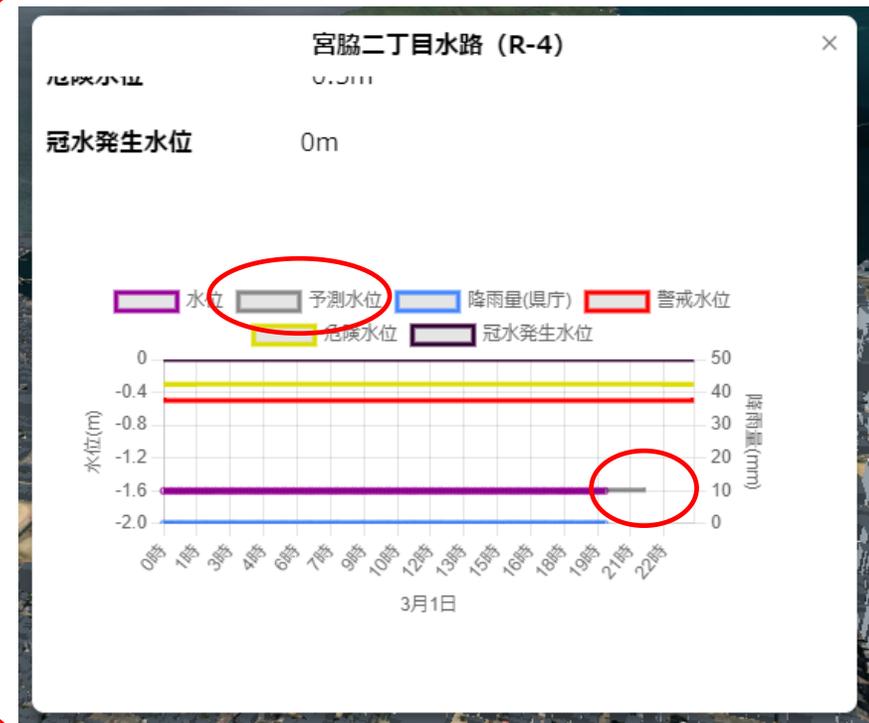
※掲載画像は実証実験のイメージを示すために作成したものであり、検討成果ではありません。

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

(2) 都市政策評価システム個別機能確認：③河川水位予測データ表示

3D都市モデル上に表示されている河川水位のアイコンをクリックすると、インフォボックス及びウィジェットに河川水位の計測値及び河川水位予測のグラフが表示される。

河川水位予測データ表示



※掲載画像は実証実験のイメージを示すために作成したものであり、検討成果ではありません。

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

(2) 都市政策評価システム個別機能確認：④河川洪水浸水深時間遷移データ表示

3D都市モデル上に洪水浸水シミュレーション結果データが重畳されている。
Web画面上の時間遷移操作を行うと、洪水浸水深の表示が遷移する。

洪水浸水シミュレーション結果



時間遷移

洪水浸水深の遷移表示



※掲載画像は実証実験のイメージを示すために作成したものであり、検討成果ではありません。

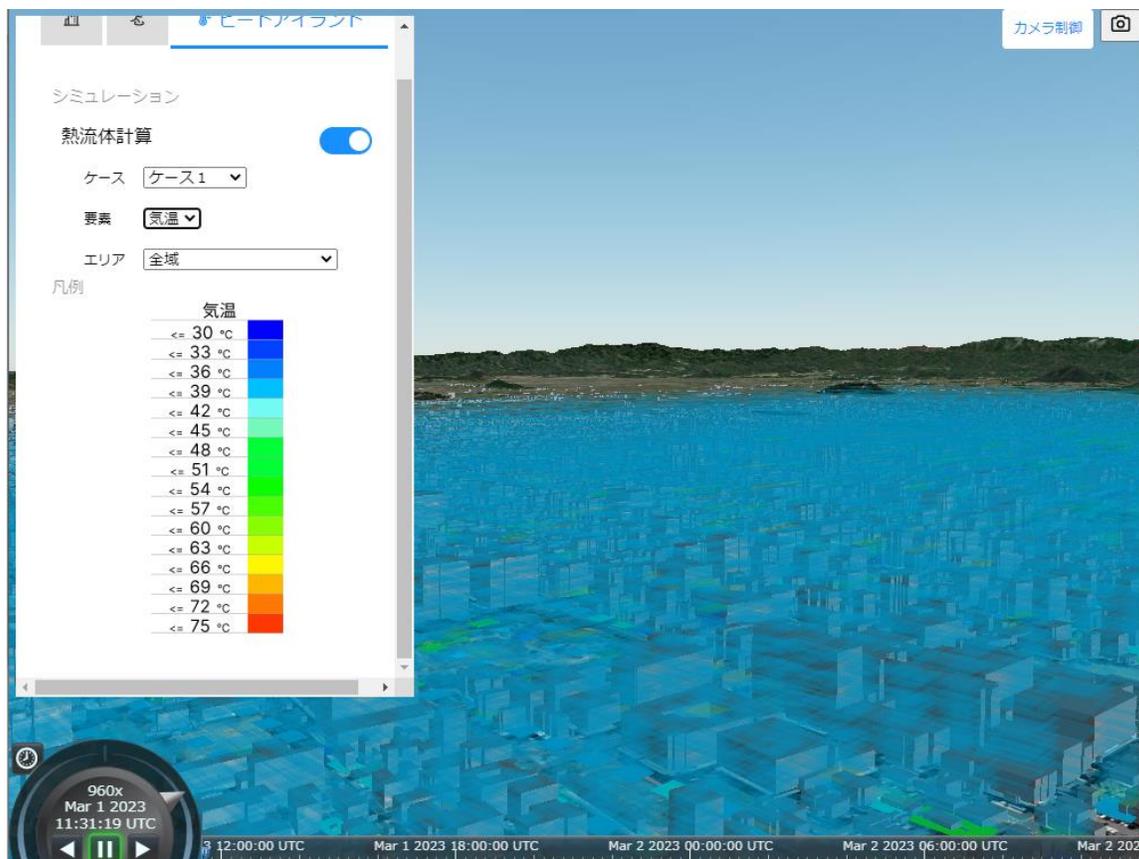
Ⅲ. 実証システム > 8. システムテスト結果

システムテスト結果

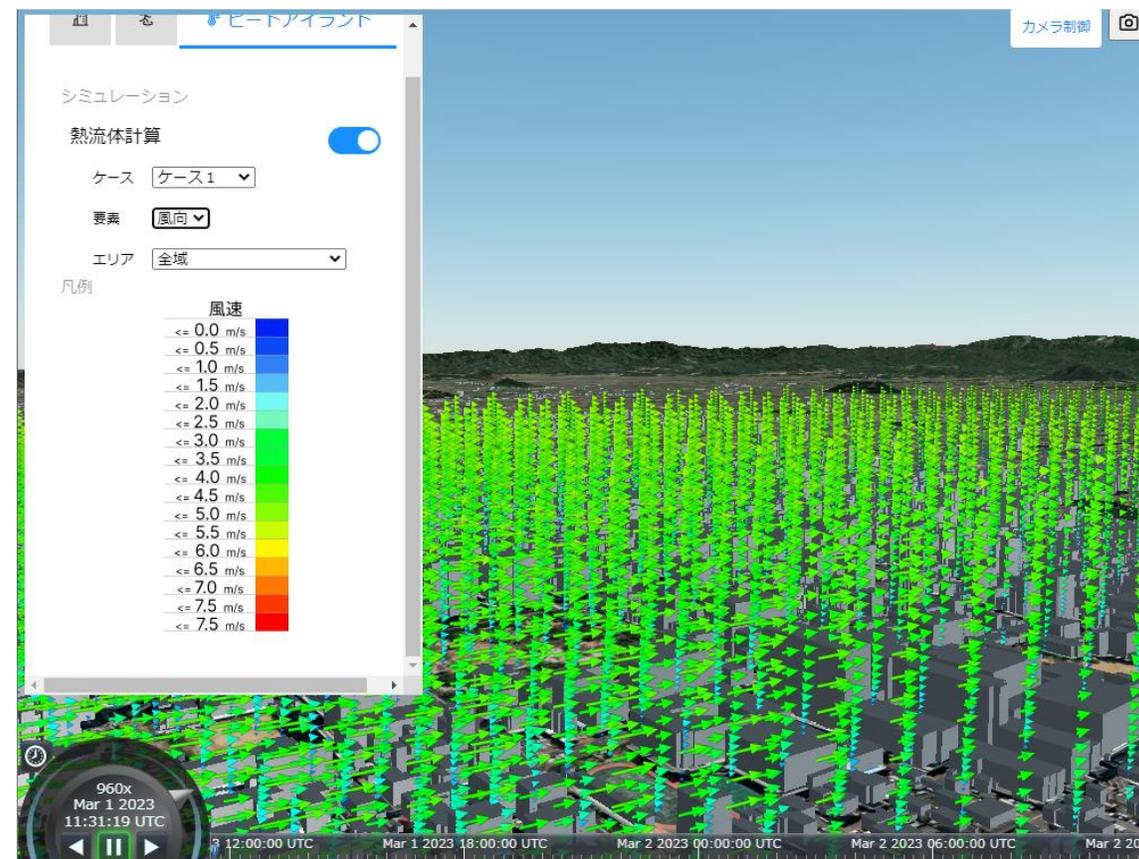
(2) 都市政策評価システム個別機能確認：⑤気温分布・風速・風向データ表示

3D都市モデル上に高松市街区の気温分布、風速・風向の計算結果データが重畳されている。

気温分布計算結果



風向計算結果表示



※掲載画像は実証実験のイメージを示すために作成したものであり、検討結果ではありません。

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



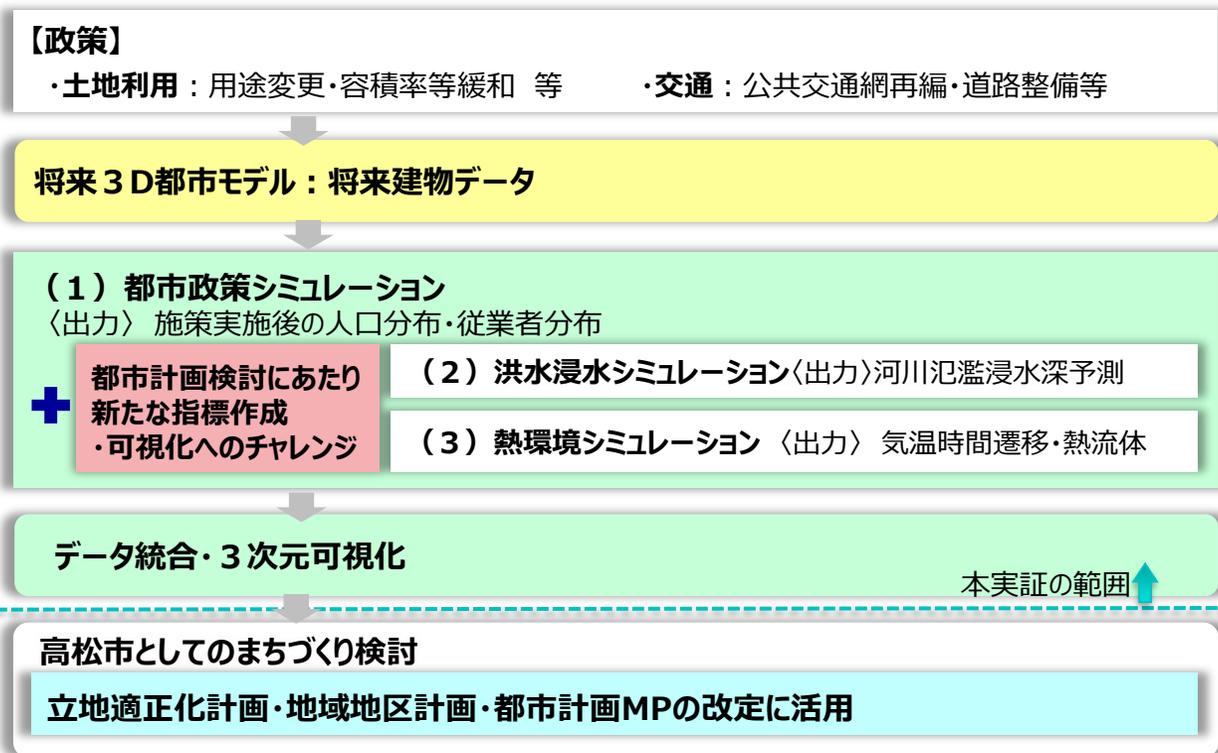
IV. 実証技術の検証 > 1. 技術面での検証

① 検証内容 | 全体フロー

構築したシミュレーション3D都市モデルの属性情報及び高松市が保有する交通系ネットワークデータ・人流データ、河川水位データ等を活用し、都市政策の効果影響を可視化することで、コンパクトシティの実現に向けた各種計画の合意形成を後押しするとともに、都市政策による課題解決の効果を定量的に表現可能であることを検証する。

ユースケースで実証するシミュレーションの全体像

検証内容



1. 実証技術の検証

i. 予測モデルの妥当性検証

現況との比較、統計的検証により構築したモデルの妥当性を確認
(1) 都市政策シミュレーション

ii. 予測技術の適用方法の妥当性検証

実測値等との比較により、設定条件、計算結果の妥当性を確認
(2) 洪水浸水シミュレーション
(3) 熱環境シミュレーション

IV. 実証技術の検証 > 1. 技術面での検証

② 検証結果 | i. 予測モデルの妥当性検証

(1) 都市政策シミュレーション | ① 交通モデル 1) 発生量モデル、2) 目的地選択モデル

市内各地への交通アクセスを改善した場合に、人口や発生する交通量がどのように変化するか、構築した推計モデルと実際の移動データを比較して検証した。具体的には、推計モデルの精度を示す R^2 値・ ρ^2 値、各説明変数の有意性を示す t 値等について、それぞれ統計的に有意水準にあることを確認した。

<発生量モデルのパラメータ>

目的	説明変数	パラメータ	t 値
通勤	目的地選択モデルのログサム変数	28.272	4.759
	夜間人口 (人)	0.247	9.831
	サンプル数	209	
	R^2 値 (自由度調整済)	0.683	
私用	目的地選択モデルのログサム変数	47.560	4.220
	夜間人口 (人)	0.536	9.004
	従業者数 (公務を除く) (人)	0.408	4.911
	サンプル数	209	
	R^2 値 (自由度調整済)	0.757	
業務	目的地手段選択モデルのログサム変数	9.689	4.317
	夜間人口 (人)	0.108	9.018
	従業者数 (公務を除く) (人)	0.070	4.210
	サンプル数	209	
	R^2 値 (自由度調整済)	0.748	

<目的地選択モデルのパラメータ>

目的	説明変数	パラメータ	t 値
通勤	交通手段選択モデルのログサム変数	3.172	415.734
	第一次産業従業者数 (人/千)	9.784	30.931
	第二次産業従業者数 (人/万)	7.014	58.405
	第三次産業従業者数 (人/万)	0.838	40.493
	サンプル数	116,162	
	ρ^2 値 (自由度調整済)	0.188	
私用	交通手段選択モデルのログサム変数	3.540	400.045
	第三次産業従業者数 (人/万)	0.148	5.961
	生活関連サービス業、娯楽業従業者数 (人/千)	1.723	44.754
	サンプル数	107,154	
	ρ^2 値 (自由度調整済)	0.190	
業務	交通手段選択モデルのログサム変数	3.488	399.942
	第一次産業従業者数 (人/千)	11.0897	31.937
	第二次産業従業者数 (人/万)	7.227	57.894
	第三次産業従業者数 (人/万)	0.539	24.430
	サンプル数	104,792	
	ρ^2 値 (自由度調整済)	0.195	

※ R^2 値は0~1の数値で1に近いほどあてはまりが良い

※ ρ^2 値は「交通行動とモデリング (技報堂出版)」にて0.2以上で妥当と記述

※ t 値は絶対値が2以上で有意水準5%とされる

IV. 実証技術の検証 > 1. 技術面での検証

② 検証結果 | i. 予測モデルの妥当性検証

(1) 都市政策シミュレーション | ①交通モデル 3) 交通機関分担モデル (1/2)

交通手段ごとの運賃や時間等が変化した場合に、利用者の交通手段選択がどのように変化するか、構築した推計モデルの精度について、実際の移動データと比較して検証した。具体的には、推計モデルの精度を示す ρ^2 値、各説明変数の有意性を示すt値等について、統計的にそれぞれ有意水準にあることを確認した。

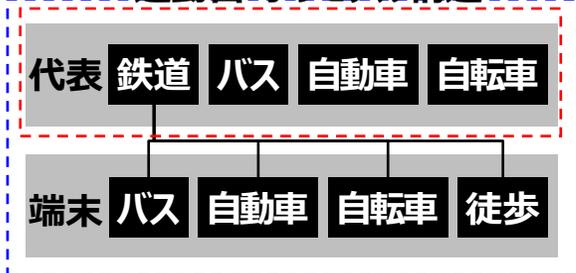
※ R^2 値は0~1の数値で1に近いほどあてはまりが良い

※ ρ^2 値は「交通行動とモデリング（技報堂出版）」にて0.2以上で妥当と記述

※ t値は絶対値が2以上で有意水準5%とされる

<交通機関分担モデルの構造>

通勤目的のモデル構造



私用、業務目的のモデル構造

<交通機関分担モデルのパラメータ_通勤>

説明変数		パラメータ	t 値
定数項	バス	-0.451	-6.220
	自動車	2.495	171.284
	自転車	1.500	111.012
所要時間 (時間)		-2.763	-59.885
費用 (円/千)		-4.409	-20.245
運行本数 (本/百)		0.450	7.602
サンプル数		183,314	
ρ^2 値(自由度調整済)		0.4	

<交通機関分担モデルのパラメータ_私用>

説明変数		パラメータ	t 値
定数項 端末交通	自転車・徒歩	-0.882	-25.929
	バス・徒歩	-2.962	-19.753
	自動車・徒歩	-2.092	-41.536
	徒歩・自転車	-0.887	-25.842
	自転車・自転車	-3.230	-40.360
	バス・自転車	-5.308	-12.813
	自動車・自転車	-4.910	-29.907
	徒歩・バス	-3.167	-21.415
	自転車・バス	-5.363	-14.127
	バス・バス	-7.458	-3.612
	自動車・バス	-7.275	-7.501
	徒歩・自動車	-2.239	-41.886
	自転車・自動車	-5.169	-27.882
	バス・自動車	-7.027	-7.300
自動車・自動車	-11.327	-2.930	
定数項 代表交通	バス	-0.462	-3.044
	自動車	2.894	14.666
	自転車	1.986	17.372
端末所要時間 (時間)		-0.799	-11.158
代表所要時間 (時間)		-2.767	-10.730
費用 (円/千)		-1.909	-6.844
運行本数 (本/百)		0.436	6.999
スケールパラメータ		0.986	10.642
サンプル数		183,314	
ρ^2 値(自由度調整済)		0.9	

<交通機関分担モデルのパラメータ_業務>

説明変数		パラメータ	t 値
定数項 端末交通	自転車・徒歩	-0.850	-24.455
	バス・徒歩	-2.907	-18.699
	自動車・徒歩	-2.034	-40.141
	徒歩・自転車	-0.915	-25.949
	自転車・自転車	-3.210	-39.514
	バス・自転車	-5.288	-12.214
	自動車・自転車	-4.937	-29.076
	徒歩・バス	-3.531	-24.382
	自転車・バス	-5.653	-15.070
	バス・バス	-7.566	-3.901
	自動車・バス	-7.366	-8.463
	徒歩・自動車	-2.285	-41.116
	自転車・自動車	-5.116	-27.707
	バス・自動車	-7.417	-6.012
自動車・自動車	-10.788	-3.576	
定数項 代表交通	バス	-0.376	-2.615
	自動車	2.935	14.471
	自転車	2.014	17.112
端末所要時間 (時間)		-0.811	-11.069
代表所要時間 (時間)		-2.780	-10.596
費用 (円/千)		-2.249	-7.340
運行本数 (本/百)		0.436	6.905
スケールパラメータ		0.989	10.558
サンプル数		183,224	
ρ^2 値(自由度調整済)		0.8	

※定数項 端末交通の記載方法：鉄道アクセス交通手段・鉄道イグレス交通手段

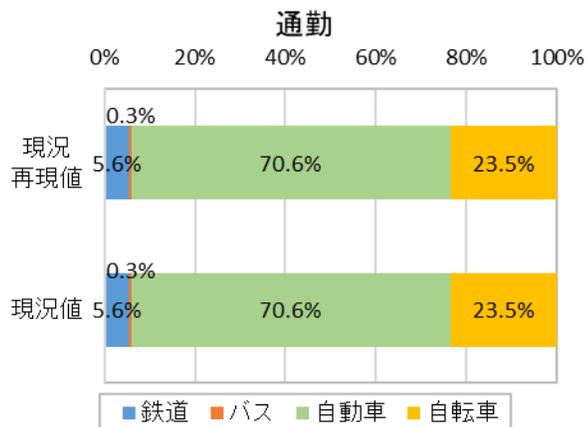
IV. 実証技術の検証 > 1. 技術面での検証

② 検証結果 | i. 予測モデルの妥当性検証

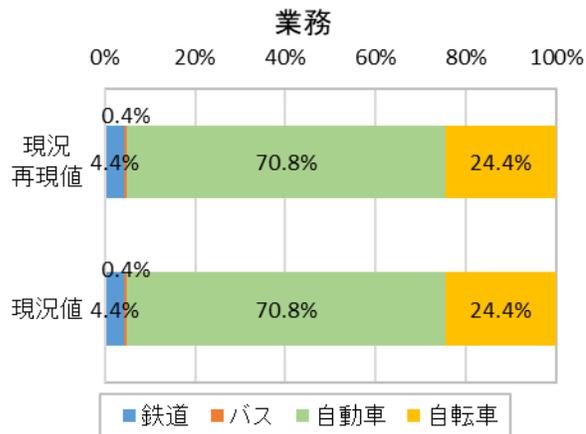
(1) 都市政策シミュレーション | ①交通モデル 3) 交通機関分担モデル (2/2)

推定したパラメータに基づく効用関数に、現況の移動に関するサービスデータ（所要時間や運賃など）を入力することで現況の交通手段選択確率等を算出。その結果（現況再現値）と具体的な移動データに基づく交通手段選択確率（現況値）を比較することにより、現況が再現できているモデルであることを確認した。

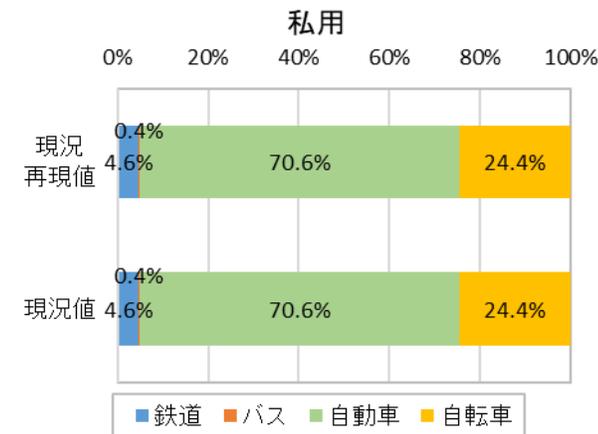
<現況再現性の確認_通勤>



<現況再現性の確認_業務>



<現況再現性の確認_私用>



IV. 実証技術の検証 > 1. 技術面での検証

② 検証結果 | i. 予測モデルの妥当性検証

(1) 都市政策シミュレーション | ② 土地利用モデル

地代や交通アクセス性が変化した場合に、土地利用モデルで算出する人口・事業所分布がどのように変化するか、構築した推計モデルの精度について、実際の人口・従業者分布と比較して検証した。具体的には、推計モデルの精度を示すR²値、各説明変数の有意性を示すt値等について、統計的にそれぞれ有意水準にあることを確認した。

<土地利用モデルのパラメータ>

対象	説明変数	パラメータ	t値	サンプル数	R ² 値 (自由度調整済)
人口	合成財パラメータ (αz)	0.793	—	—	—
	交通パラメータ (αx)	0.174	15.203	198	0.540
	土地パラメータ (αl)	0.033	31.951		0.838
	パラメータ (C)	-0.602	—	—	—
	立地ロジットパラメータ	1.618	—	—	—
従業者	合成財パラメータ (αz)	0.882	—	—	—
	交通パラメータ (αx)	0.033	14.741	198	0.519
	土地パラメータ (αl)	0.085	23.736		0.741
	パラメータ (C)	-0.434	—	—	—
	立地ロジットパラメータ	1.618	—	—	—

※ R²値は0～1の数値で1に近いほどあてはまりが良い

※ p²値は「交通行動とモデリング（技報堂出版）」にて0.2以上で妥当と記述

※ t値は絶対値が2以上で有意水準5%とされる

IV. 実証技術の検証 > 1. 技術面での検証

② 検証結果 | ii. 予測技術の適用方法の妥当性検証

(2) 洪水浸水シミュレーション | 洪水浸水予測

香川県が公表している想定最大規模降雨による洪水浸水想定区域図と比較し、氾濫範囲が概ね合致していることを確認した。今回採用した数値地形モデルによるシミュレーションは本来小規模河川向けの手法であるが、河道断面データを活用した従来手法の検討が困難な場合に活用可能性が見込まれる。

氾濫範囲の検証

浸水シミュレーションの表示例

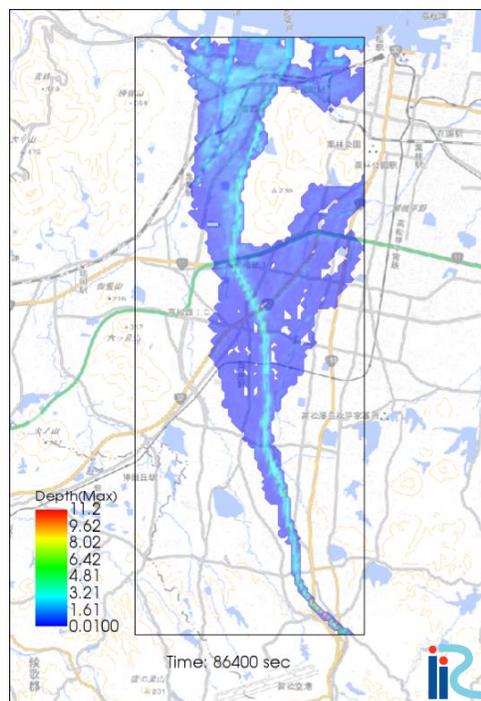


図 予測した最大浸水深

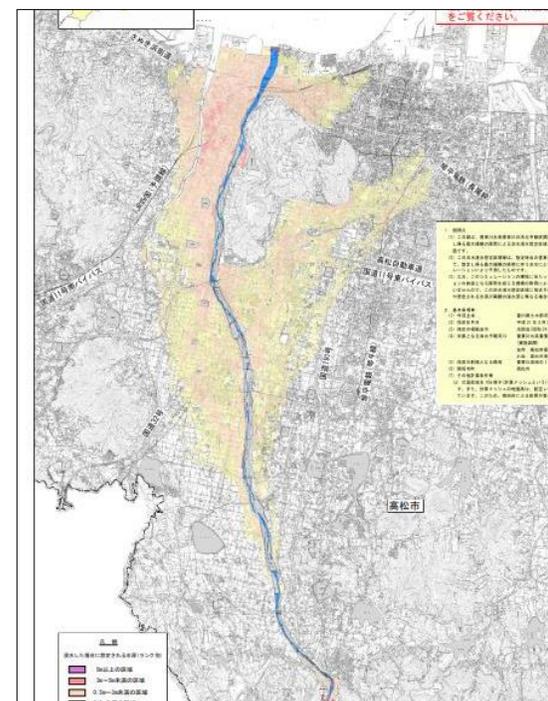
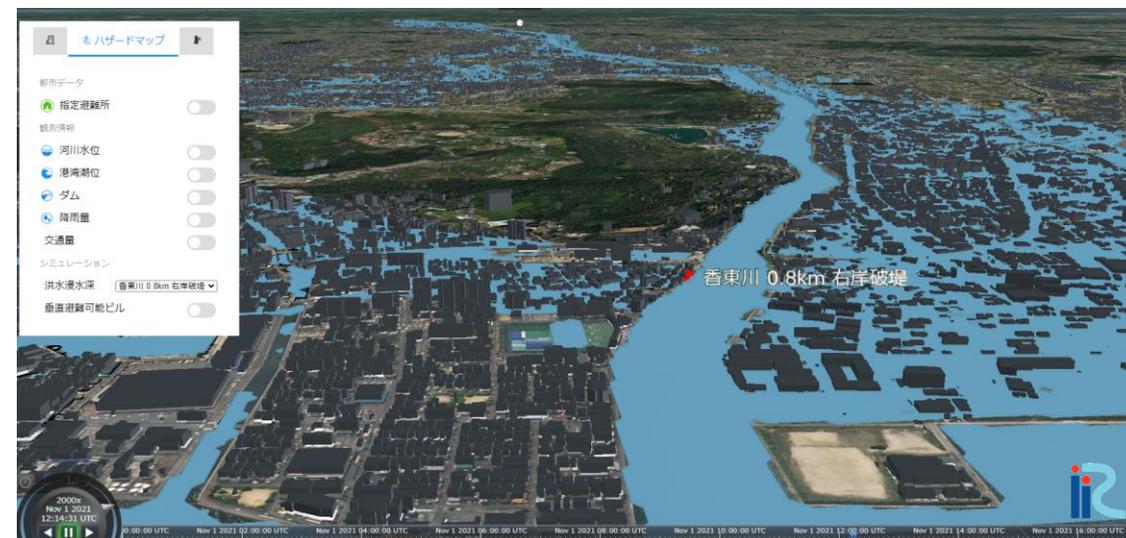


図 想定最大規模降雨による洪水浸水想定区域図 (香川県)



※掲載画像は実証実験の概要を示すために作成したものであり、検討成果ではございません。

IV. 実証技術の検証 > 1. 技術面での検証

② 検証結果 | ii. 予測技術の適用方法の妥当性検証

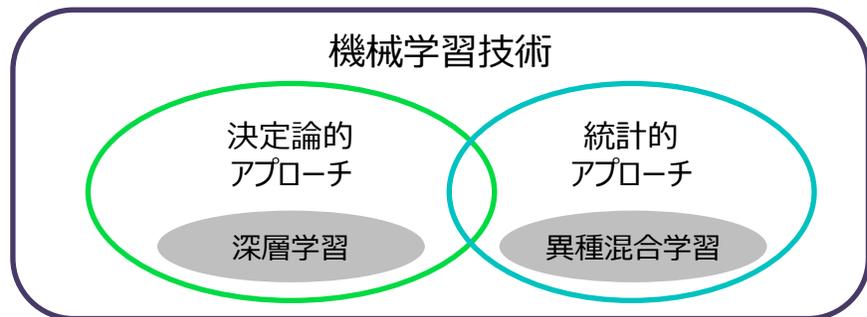
(2) 洪水浸水シミュレーション | 河川水位予測

水害対策として浸水被害区域の予測とともに、水害発生を事前に予測し、避難等を行うことが重要。今回、深層学習技術により2時間後の河川水位の予測を行った。この妥当性評価にあたり、過去の水位データとの比較検証を行い、差分が一定の範囲に収まっていることを確認した。

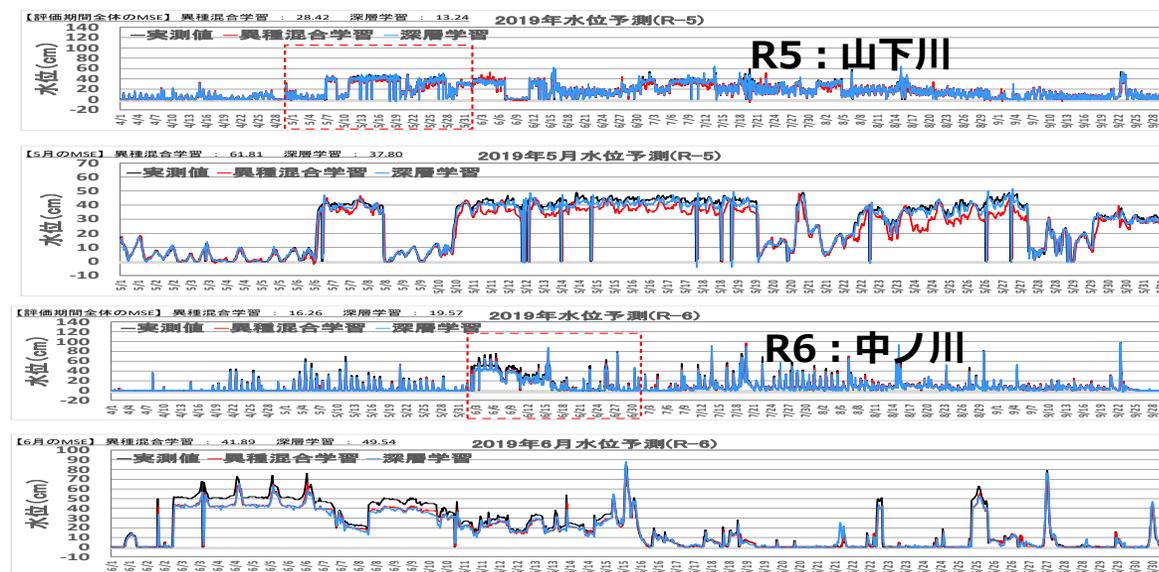
なお、同じ機械学習技術である異種混合学習技術とも比較したが、水量が一定量以上の場合には深層学習技術の方が実績値との適合性が高く、増水時の予測としては深層学習技術の活用に妥当性があると判断した。

異種混合学習技術とは

異種混合学習技術は機械学習の一つである。深層学習技術が決定論的アプローチであるのに対して統計的アプローチに分けられる。決定論的アプローチでは手持ちのデータから直接現象を説明するモデルの構築が行われるが、統計的アプローチでは事象の背景に存在するとされる潜在確率を推定してモデルの構築が行われる。



河川水位予測精度検討の例



IV. 実証技術の検証 > 1. 技術面での検証

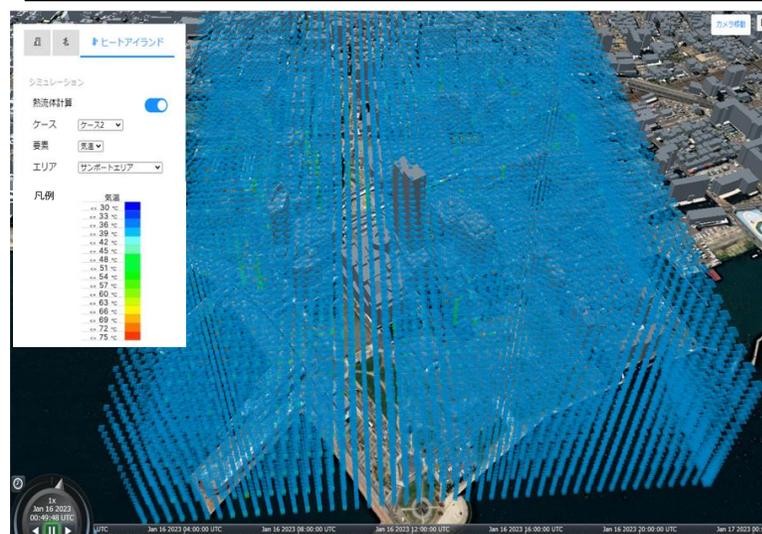
② 検証結果 | ii. 予測技術の適用方法の妥当性検証

(3) 熱環境シミュレーション

シミュレーション結果と現在の気象状況との差異について確認した。シミュレーション結果で「風の道」の存在は確認できなかったが、これは海風と都市構造の位置関係とも矛盾がなく、風として市民に認識されている風況と相違ないと考えられる。

サンポート地区の開発による暑熱環境への影響は軽微であった。これは構造物に囲まれて熱が滞留する空間が限定的であることに起因するものと考えられる。今後の開発計画等においても熱の滞留、風を遮る計画であるか否かなど、熱環境を踏まえたまちづくりの基礎資料として分析する可能性を検討することが考えられる。

サンポート地区新設建物の気温への影響確認



※掲載画像は実証実験のイメージを示すために作成したものであり、検討成果ではありません。

IV. 実証技術の検証 > 2. 政策活用面での検証

① 検証内容 | 3D都市モデル利活用研修 概要

目的	<ul style="list-style-type: none"> ・Project PLATEAUの3D都市モデル技術の現状と扱うデータについて理解を深める。 ・ユースケース実証内容とデータの3次元可視化に関する有効性について理解を深める。 ・将来展望を含む都市政策評価システムの利活用への意見を頂く。
実施日時	2023年1月26日9：30～11：30
実施場所	高松市役所 会議室
主な参加者	高松市役所（21名）、共同事業体（10名）、国土交通省（2名）、三菱総研（1名）
実施内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 研修の概要説明 2. 3D都市モデルを知る（座学） <ol style="list-style-type: none"> 1) 3D都市モデル 一般的な技術動向紹介、都市OS、PLATEAU実証で構築したサイトの全体説明 2) 都市計画×交通計画 シミュレーションの全体像、都市政策シミュレーション背景、概要、サイトの説明 3) 都市計画×防災と住環境 FIWARE活用経緯、防災系と住環境系シミュレーション概要、サイトの説明 4) 質疑 3. 3D都市モデルを使う（ワーク） <ol style="list-style-type: none"> 1) ワーク内容説明 2) ワーク実施 高松実証サイトでのPC操作とパワーポイントを使った資料作成を行う。 3) ワーク結果共有 1チーム2-3分でワーク結果を発表 4. 全体講評 5. アンケートの実施

IV. 実証技術の検証 > 2. 政策活用面での検証

① 検証内容 | 研修会の様子

ユースケース実証の説明



実習



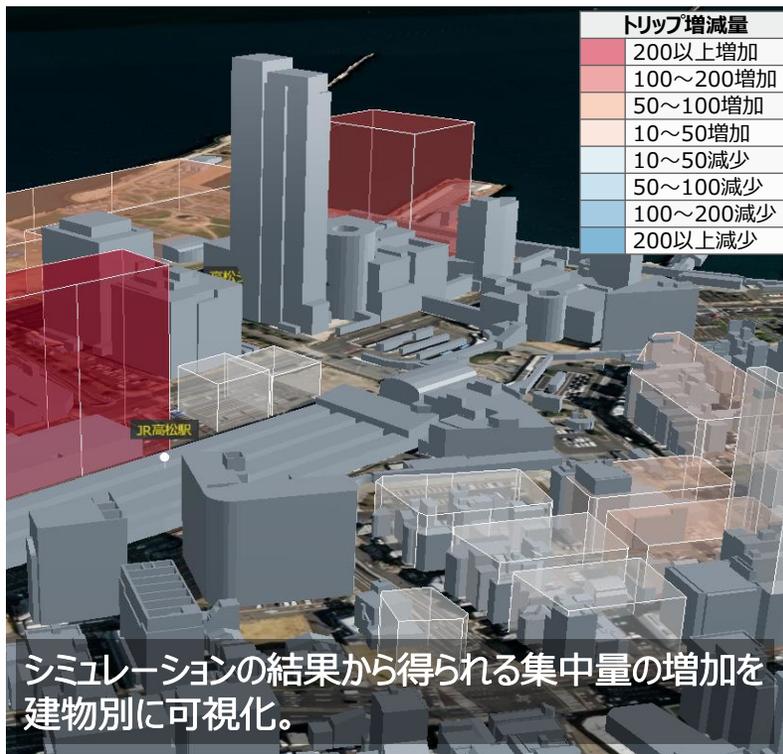
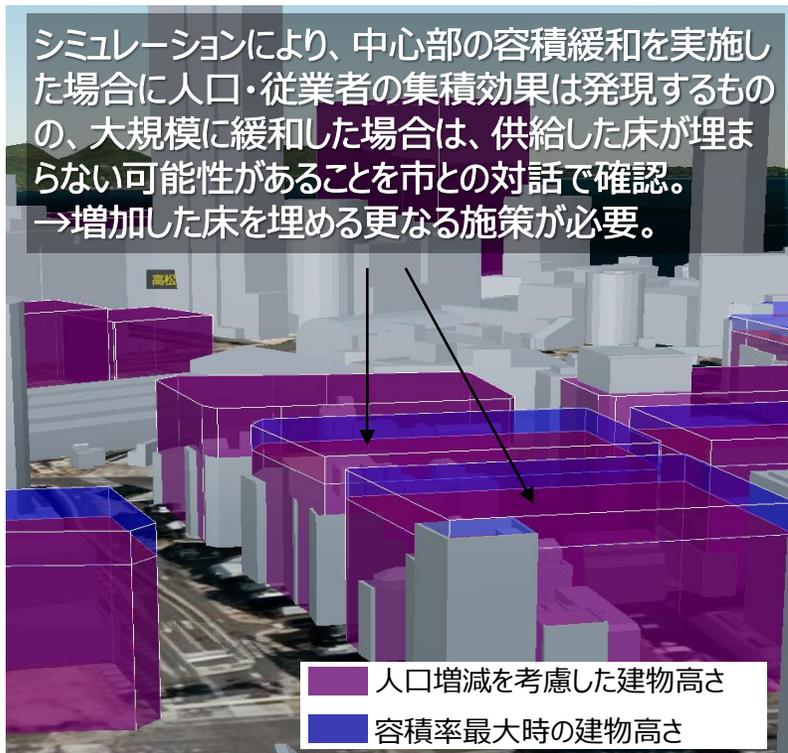
IV. 実証技術の検証 > 2. 政策活用面での検証

② 検証結果 | シミュレーション機能の検証

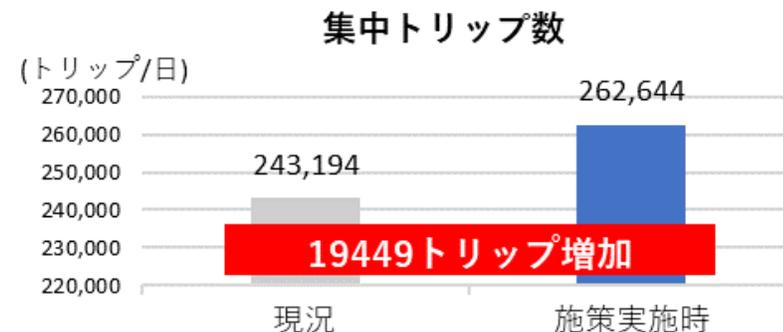
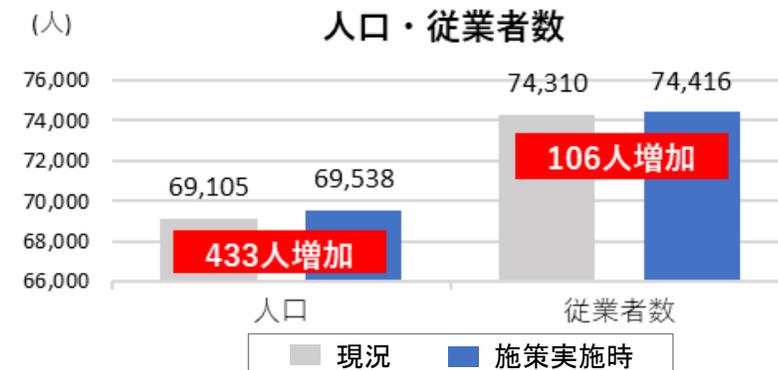
(1) 都市政策シミュレーション

施策効果の妥当性について、高松市職員に研修を通じて聞き取りを行ったところ、一定の評価を得た。施策実施個所は市内の中心拠点であり、容積を緩和して延床面積を増やすことで一定の人口集積が実現するものの、地代が高い地区であることから、生まれた延床を満たす人口・従業者の集積には更なる魅力向上策の実施が必要となる。

<土地利用施策・交通施策を実施した場合のアウトプット>



【広域都市機能誘導区域内】



※掲載画像は実証実験のイメージを示すために作成したものであり、検討成果ではありません。

IV. 実証技術の検証 > 2. 政策活用面での検証

② 検証結果 | シミュレーション機能の検証

(2) 洪水浸水シミュレーション

研修会に参加した職員からは表現が分かりやすく、市民へも説明しやすいとのコメントを得られ、合意形成への活用可能性には一定の妥当性があると言える。また、IoTの水位センサを設置した河川でも洪水浸水の対象範囲を拡大して実施したいとの意見もあった。



※掲載画像は実証実験の概要を示すために作成したものであり、検討結果ではございません。

IV. 実証技術の検証 > 2. 政策活用面での検証

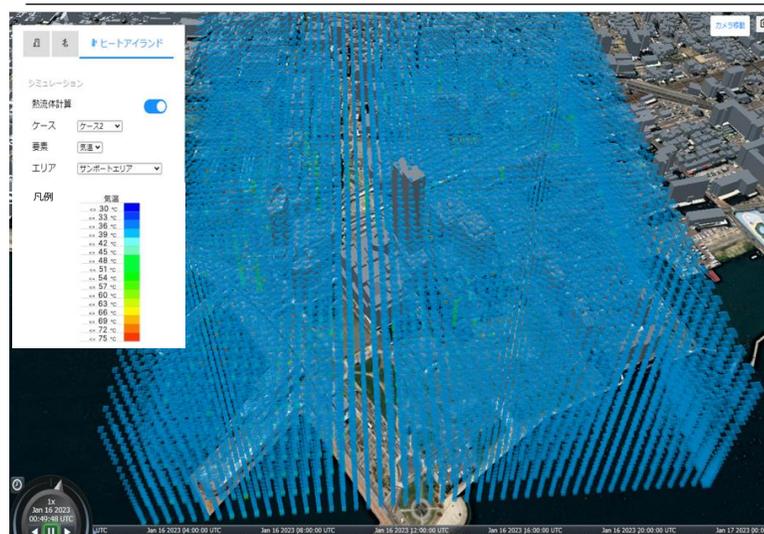
② 検証結果 | シミュレーション機能の検証

(3) 熱環境シミュレーション

研修会に参加した職員のアンケートの5段階評価では肯定評価が得られたものの、活用可能性の意見については特に記載が得られなかった。考えられる理由としては、データが量が重く、表示内容を十分検討することができなかつたことが要因となった可能性がある。

また、研修会の事前検討として、職員の方々と3D表示方法を議論した際に、熱環境に関する情報を有効に活用できる指標の不在等が課題として挙げられており、熱環境を政策に活用する用途が限られることも要因と考えられる。

サンポート地区新設建物の気温への影響確認



※掲載画像は実証実験のイメージを示すために作成したものであり、検討成果ではありません。

IV. 実証技術の検証 > 2. 政策活用面での検証

② 検証結果 | シミュレーション機能の検証

参加者アンケート

今回の研修では、「土地利用・交通シミュレーション」、「リアルハザードマップ」、「ヒートアイランドマップ」の3つのシミュレーション結果の3次元表示の講義、活用体験を実施した。参加者へのアンケートからは、表示スピード・操作のしやすさで評価が相対的に低い結果となった。

<アンケート結果概要> 18件の回答、5段階評価

● 内容の理解度

・3DWebGISで表現したシミュレーション結果が指し示す内容について、3つのシミュレーションとも高評価（5～4）が7割前後（11～13件）と高い理解度であった。

● 結果のデータ表現

・土地利用・交通シミュレーション及びリアルハザードマップは高評価（5、4）が各7割（12件）、8割（15件）と高い割合を占める一方、ヒートアイランドマップでは半数を割り、表示の改善余地がある。

● 結果の表示スピード

すべてのシミュレーションで低評価（1～2）が過半数を占め、表示スピードの改善が課題となった。

● 操作性

・操作画面のレイアウト、配色は評価3以上が約9割（16件）を占めたが、操作のしやすさは低評価（2）が約3割（5件）と改善の余地がある。

● 他部門のデータ利活用

・評価3以上が過半数を占め、部署横断的なデータ利活用の可能性が感じられる。

● 今後の施策への活用

・土地利用・交通シミュレーション及びリアルハザードマップは高評価（5、4）が2/3以上と高評価、ヒートアイランドマップは半数と差が生じた。

IV. 実証技術の検証 > 2. 政策活用面での検証

② 検証結果 | シミュレーション機能の検証

参加者討議

研修会出席者から、具体的な表示・操作の改善点のほか、今後の政策への活用可能性に対する前向きな意見を頂いた。

<意見交換での意見>

- 多様なセクションの職員に参加してもらい、これまで3Dモデルに触れる機会がなかったので、良い機会だった。デジタルに取り組みたい人材が職員の中にいることがわかったことが大きい。
- 高松市の課題に対して、解決策に寄り添って頂きたい。ユースケースとしては成り立っているのではないかと考える。ただ、使いにくい部分があったので改善は必要である。
- 3D都市モデルの期待として見せ方のシナリオ作成の上、商業予測、土地価値向上や賑わいなど、関係者に効果を示す利用が挙げられる。

<アンケートでの自由意見>

項目	アンケート自由意見
想定される利用場面	<ul style="list-style-type: none"> • 新たな施設整備の際におけるパース図作成や施設間の人流データの可視化／まちづくりにおける視覚的な効果の表現／市内、住民合意形成ツール／システム上で、新しいビルを建てる、建物をなくすと浸水がどうなるか、そこまでシミュレーションできたら面白いと思います。 • 業務に活用できそうな分野なので、シミュレーション事例など知りたいと思いました。／浸水シミュレーションを河川（水位計の位置）でも見れるようになれば、わかりやすいと思った。市民にも説明しやすい。／浸水の水位が色別で分かりやすくなれば良い。
画面操作	<ul style="list-style-type: none"> • ボタンの操作マニュアルが欲しい。／カメラ操作はオプションで変更可にすればよい。 • チェックをはずさないといけない点。チェックなどをして、表示したい状態にした後に表示するボタンがあったらいいかなと思いました。／メニューを分かりやすく。
データ利活用	<ul style="list-style-type: none"> • 新たな施設整備の際は1からパース図を作成しており、ベース図を活用することにより、施設の建築データのみ作成すれば安価にパース図が作成できる。
研修全般	<ul style="list-style-type: none"> • あまり普段なじみ無い内容でしたが、可視化が可能なことや、シミュレーションに、利用できそうなので、積極的に理解したいと思いました。／プラトーのみならず、まちづくりや都市計画に施策の考え方、進め方も説明頂き、有意義な時間となった。 • 実際、使う場合の価格が気になる。施策を反映させたシミュレーションをして。／3Dでみれることでわかりやすく、今後の説明等にも使えたと感じた。 • その場で思いついたことを入力してすぐ結果でできるようになったら最高です。道路をここに作ったら、交通量がこんなふうに変化するとか。／私自身、知識や経験がないので、どう生かせるかまで考えることができませんでしたが、これから考えていきたいです。 • 全体のデモを一度行ってもらってグループ分けて操作してもらおう • 政策での使い方については自治体職員の一定のスキル（コンサル領域）が必要だと感じた。個人的には建築家が建てた建物などが老朽化により壊されてしまうケースなどで、3Dプラトーの中で残していけたらと思った。

IV. 実証技術の検証 > 2. 政策活用面での検証

② 検証結果 | シミュレーション機能の検証

KPIの達成状況

研修会でのアンケートでは、全てのシミュレーションにおける「今後の施策検討への活用」について、半数以上の期待できるというポジティブ評価を得られたため、今回のKPIは達成できたと考える。

実証のKPI	検証結果
①市役所内での持続的な活用に向けた都市政策シミュレーション勉強会、意見交換会の開催各1回（R4年度実施）、利活用への期待度について半数以上のポジティブ評価をもらう。	<ul style="list-style-type: none"> ・勉強会、意見交換会を1/26に実施 ・アンケートでは、土地利用・交通シミュレーションの結果について14人（18人中）が期待できる（5段階評価のうち4もしくは5）と評価
②安全避難への活用についての説明会を1回以上開催し、利活用への期待度について半数以上のポジティブ評価をもらう。	<ul style="list-style-type: none"> ・勉強会、意見交換会を1/26に実施 ・アンケートでは、リアルハザードマップについて13人（18人中）が期待できると評価（5段階評価のうち4もしくは5）
③まちなかの暑さ対策への活用についての説明会を1回以上開催し、利活用への期待度について半数以上のポジティブ評価をもらう。	<ul style="list-style-type: none"> ・勉強会、意見交換会を1/26に実施 ・アンケートでは、ヒートアイランドマップについて9人（18人中）が期待できると評価（5段階評価のうち4もしくは5）

IV. 実証技術の検証 > 2. 政策活用面での検証

② 検証結果 | シミュレーション機能の検証

成果と課題

項目	成果	課題
都市政策評価システム全体	<ul style="list-style-type: none"> 都市OSとRe:Earthを統合したシステムにより、多種データの取り扱いとその3次元表示ができ、利活用へ職員の期待を頂いた。 	<ul style="list-style-type: none"> 3D都市モデルを複数台で同時に表示した際の動作遅延の原因、通信回線の影響の分析 3次元空間分割とデータの間引きアルゴリズムの検討必要 動的シミュレーターとFIWARE連携の標準的なAPI装備必要 各シミュレーションをUI上でフレキシブルに予測ができるシステムへの改変 3次元データ表現のバリエーションの拡充
都市政策シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> 自治体保有データおよび3D都市モデルデータの活用による土地利用・交通モデルの構築 モデルを活用した、交通施策・土地利用施策に関する変化の可視化 	<ul style="list-style-type: none"> 追加施策（新駅整備や道路整備、バス路線網再編、土地利用）等、UI上でフレキシブルに予測ができるシステムへの改変
洪水浸水シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> 河川水位予測により氾濫の可能性のある河川の把握ができる。 洪水浸水の3次元表示により、土地の高低差や建物の浸水などのリスクが理解できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 防災業務へ適用するために具体的な活用シナリオの設計 例えば、警戒水位への上昇率を踏まえた職員の適正配置、垂直避難可能な公共施設や民間施設や一時滞留施設、避難路・緊急輸送路の確保、防災訓練・避難行動計画など
熱環境シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> 新設を含む建物や公園などの空間における気温や風の道の3次元でのシミュレーションで暑熱の住環境の理解が深まった。 	<ul style="list-style-type: none"> 住環境の改善に適用するための具体的活用シナリオ設計 例えば、建物新設と配置、建物容積緩和による風流変化に伴う街区評価、「風の道」の確保、建物周辺や公園緑地増設、壁面緑化、屋上緑化による街区気温低減効果、建物の空調機器や車の使用などに伴う排出熱による気温上昇の対策など

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

今年度の実証で得られた成果

①3D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
都市政策シミュレーションモデルの効率的な構築と精度の向上	3D都市モデルを活用することで、都市政策シミュレーションモデルの構築に必要な説明変数（建物用途、高さ、床面積、建ぺい率・容積率等）を建物単位で効率的に取得することが可能となる。また、都市計画の変更等に応じて設定条件を変更することで、柔軟に政策を反映した土地利用・交通状況、人口や就業者の分布等の予測を精度高く実施することが可能となる。本件で構築したモデルを活用し、今後の政策変更のシナリオに応じた効果の可視化を図ることで、住民、関係者の合意形成に貢献しうる。
洪水浸水シミュレーションによる被害の理解度向上	3D都市モデルの活用により、降雨量に応じた浸水被害の状況のシミュレーション結果をわかりやすく可視化することが容易になる。エリアに応じた浸水深が可視化されることで、避難計画や防災インフラの整備、今後の土地利用を検討する上で、説明力の高い資料作成が可能となる。降雨条件の設定や住民の認識等に配慮したシナリオの設定等に配慮しつつ、コンパクトシティ形成に向けた政策立案、住民理解に資するものとなりうる。
熱環境シミュレーションの高度化、迅速化	3D都市モデルの活用により、既存の都市空間の再現が容易になり、新規開発に伴う風況や気温の変化など環境影響のシミュレーションを迅速かつ効率的に行うことが可能となり、開発の合意形成に寄与しうる。
都市OS・WebGISの連携による多様なデータの集約・可視化	都市OS（FIWARE）によって、3D都市モデル、IoTセンサデータ、シミュレーションデータなどの静的、動的データを一元的に収集管理が可能になる。これらのデータを地理空間データの効果的な活用を可能とする汎用WebGIS（Re:Earth）により3D都市モデルに重畳し、3次元で可視化することで、住民、関係者が現実空間における変化を容易に想像することが可能となり、住民参加による政策決定の迅速化、理解度の向上の一助となりうる。

V. 成果と課題 > 1. 今年度の実証で得られた成果

今年度の実証で得られた成果

②3D都市モデルによる政策面での優位性

項目	想定される政策面での優位性
土地利用・交通施策の評価及び可視化	<ul style="list-style-type: none"> 施策実施による将来の建物立地状況、鳥瞰について、3D都市モデルにより、よりイメージしやすい資料提示が可能となり合意形成に向けた基礎資料としての有効性を確認できた。
浸水シミュレーションの時間遷移・水位予測の可視化	<ul style="list-style-type: none"> 河川氾濫時の浸水範囲を立体的かつ時間変化も併せて可視化したこと、リアルタイムでの水位予測の閲覧を可能としたこと、これらを3D都市モデルに重畳して表示することで、想定される災害の状況をよりイメージしやすい資料提示が可能となり、防災教育などの基礎資料としての有効性を確認できた。
再開発計画の熱環境シミュレーションによる評価ならびに可視化	<ul style="list-style-type: none"> 再開発計画前後の気温分布と風況について、3D都市モデルを用いることで定量的に変化を把握することが可能となり合意形成に向けた基礎資料としての有効性を確認できた。
都市OSによる各種データを統合した可視化	<ul style="list-style-type: none"> 都市計画の変更に伴う開発の影響を土地利用、交通だけでなく、防災、環境等の分野横断的に3D都市モデルデータを背景として扱うシステムで3次元的に可視化することが可能となり、多面的な合意形成を容易化することを確認できた。

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
シナリオ設定の自由度	<ul style="list-style-type: none"> 今回はあらかじめ設定したシナリオを与件としたシミュレーションとその結果の表示に留まった。今後は、種々の施策を柔軟に反映できるプラグインの構築により、計画中の再開発、コンパクトシティ、中心市街地活性化等の施策について、職員が市民との対話に活用可能なシナリオを施策に応じて設定し、シミュレーションを実施可能とすることが有効。
情報提供の方法および内容	<ul style="list-style-type: none"> これまで2次元で表現していたデータを3次元で表現することで、都市構造や将来像、洪水の広がり具合などが視覚的に理解しやすくなった。その一方で、理解度をさらに高めるには、シミュレーションのシナリオや設定条件も分かりやすく示す必要がある。 浸水深のシミュレーションは住民へのインパクトも大きく、設定条件や示し方を十分議論して実施する必要がある。
3次元モデルの表現方法	<ul style="list-style-type: none"> 3D都市モデルにシミュレーション結果を重畳すると特に熱環境シミュレーション結果はデータ量が大きいため、表示に負荷がかかることが課題。 視認性が高く、操作性の高い表示方法への改善が必要である。 実証では熱環境解析の結果（気温・風向風速のデータ）を3次元格子点上に表現するため、データの表示間隔引きや表示エリアの範囲設定、彩色方法などを事前に検討し、直方体や矢印の幾何形状で表示を作成した。ユーザーが利用目的に応じてインタラクティブに操作するための適切なデータ構造や手法の整備が必要である。

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(2/2)

項目	展望
シミュレーションの機能向上	<ul style="list-style-type: none">都市OSとの連携を強化、土地利用、交通、水害、温熱環境等のシミュレーションのバリエーション拡大、スマートシティ推進の基盤として活用ユーザーがパラメータを設定してシミュレーションを実施可能となる政策評価ツールへの機能向上
表示・操作性の向上	<ul style="list-style-type: none">風・気温環境の可視化のデータ粒度等による操作性の向上
具体施策への適用	<ul style="list-style-type: none">計画中の再開発、コンパクトシティ、中心市街地活性化等の施策について、市民との対話に活用可能なシナリオを構築し、3次元でその効果・影響を可視化、合意形成に適用することが期待される。具体的には、中心市街地等の「核」の間を公共交通で結ぶことで地域の活力を維持・向上させる「多核連携型コンパクト・エコシティ」の推進への活用、中心市街地等における都市機能の集積や住居・生活サービス機能と連携した公共交通ネットワークの構築などの施策への活用が期待される。

用語集



PLATEAU
by MLIT

索引	用語	説明
数字	3DTiles	3D建物、BIM/CAD、点群データ（ポイントクラウド）、地形データ、写真測量などの3次元地理空間コンテンツをストリーミング及びレンダリングするための空間データの構造とタイルフォーマットを定義した形式である。OGC標準としても採用されている。軽量・最適化されたデータ形式のため、3DデータでもスムーズなWeb配信が可能であり、Cesiumで採用されている。（出典：3D都市モデル導入のためのガイドブック（ https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0009_ver01.pdf ）
ア行	IoT、IoTセンサ	Internet of Thingsの略。「モノのインターネット」と訳される。パソコンやスマートフォン、タブレットといった従来型のICT端末だけでなく、様々な「モノ」がセンサーと無線通信を介してインターネットの一部を構成している状態や構成する機器を指す。（出典：https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/nc254110.html）
	アジャイル開発	システムやソフトウェアの開発で用いられる開発手法の一つで、機能単位の開発（計画から設計・開発・テスト、リリース）を一つのサイクルとし、サイクルを繰り返しながらシステムを構築する開発方法。
	iRIC（あいりっく）	International River Interface Cooperativeの略。河川をはじめ水や土砂など水工学に係る数値シミュレーションのプラットフォーム（iRICソフトウェア）の開発やそれに係る情報発信、講習会開催などを行っている団体の名称。iRICソフトウェアを指すことが多い。iRICソフトウェアは、水工学に係る数値シミュレーションのプラットフォームで、無償利用が可能。河川の流れ・河床変動解析、氾濫や流出、津波、土石流モデルなどの様々な数値シミュレーションモデルへの機能を持つ。（出典：https://i-ric.org/about/）
	R ²	決定係数は、説明変数が目的変数をどれくらい説明できるかを表すモデルのあてはまりの良さを表す尺度。0～1の数値で1に近いほどあてはまりが良い。
	インフォボックス	Re:Earthの機能の一つ。選択したレイヤに関する画像やテキストなどの情報を表示することができる。
	IF、I/F（インタフェース）	interfaceの略。2つの異なる機器やシステム、ソフトウェア間、機器やシステムと人との間で情報のやり取りをするための規格や機能のこと。
	ウォーターフォール開発	システムやソフトウェアの開発で用いられる開発手法の一つで、上から下へ、上流工程（計画、設計）から下流工程（開発、テスト、リリース）へと工程を順番に進めながらシステムを構築する開発が進められていく開発手法。
	ウィジェット	Re:Earthの機能の一つ。画面上に特定の機能や情報を表示することができる。任意のレイヤの表示/非表示を切り替える機能として使用した。
	WebGIS（うぇぶじーあいえす）	インターネットを介して利用するGIS（Geographical Information System、地理空間情報システム）の一般名称。国土地理院の地理院地図（電子国土Web）やRe:Earthなどがある。
	Wind Perfect（ういんどぱーふੈくと）	流れ・熱・湿度等の解析が可能な3次元熱流体解析ソフトウェア。株式会社環境シミュレーションの製品。
	API（えーぴーあい）	Application Programming Interfaceの略称。プログラム、ソフトウェアを連携するためのインタフェース。
	NGSI（えぬじーえすあい）	Next Generation Service Interfacesの略称。Open Mobile Allianceが仕様策定した次世代サービスインタフェース。
	AI（えーあい）	Artificial Intelligeneの略。人工知能。人間にしかできなかった高度で知的な作業や判断を、コンピュータを中心とする人工的な情報システムにより行えるようにしたもの。
	LEM形式	国土地理院の数値地図メッシュデータのテキストデータの形式
	OD（おーでいー）	Origin Destinationの略。出発地（O：Origin）と目的地（D：Destination）の略。地域内や地域間の流動。
オブジェクトストレージ	ファイルをディレクトリやフォルダといった階層構造で格納するファイルストレージと異なり、階層のないフラットな領域に保存するストレージ。ファイルをオブジェクトとして保存し、ID（識別子）と属性情報（メタデータ）を付与して管理する。	
Open Steet Map	誰でも自由に地図を使えるよう、プロジェクト参加者が作成するオープンデータの地理情報。（出典：https://openstreetmap.jp/）	
OSS（おーえすえす）	Open Source Software、オープンソースソフトウェアの略。ソースコードが無償で公開されており、複製・配布・改良をOSSライセンスによって認められている。OSSライセンスは複数あるため、使用に際しては注意が必要。	

用語集



PLATEAU
by MLIT

索引	用語	説明
カ行	画角	カメラで撮影した時に、写真に収まる範囲の広さのこと。レンズの焦点距離の長さ短さと連動して狭く広くなる。
	風の道	郊外や港湾・河川敷などから来る風が都市部を通り抜けるような風を誘導する風の通り道をつくることによって、都市部の気温の上昇を抑えようという、都市計画の考え方や手法。
	機械学習、マシンラーニング	Machine Learning、MLとも表記する。大量のデータから学習することによってデータの特徴量を人の手ではなく自動で抽出し、それにより検出や判定、予測などを行う技術。教師あり学習、教師無し学習、強化学習などの分類がある。
	曲率半径	曲線上のある点の曲がり具合を表す指標の一つ。ある点の曲線に沿った円を作成し、その円の大きさを曲がり具合を表す方法。円（円の半径）が小さければ急なカーブ（急な変化）、円（円の半径）が大きければ緩やかなカーブ（緩やかな変化）となる。
	欠損データ	何らかの理由で部分的に取得ができなかったデータを指す。欠損データには、①MCAR(Missing Completely at Random) : 完全にランダムな欠損、②MAR(Missing at random) : データは他の特徴量に依存して欠損、③MNAR(Missing not at random) : 欠損値がある分布に従う欠損があり、対処方法は、欠損データを無視する、欠損値を補完するがある。
	Context Broker	データそのものと分散するデータの所在を管理する機能を持ち、連携する複数のシステムが持つデータを論理的に1つのデータとして見せることで、利用者がデータへのアクセス方法を区別することなく利用できる機能。
サ行	最小二乗法	測定で得られた数値の組を、特定の関数を用いて近似するときに、想定する関数が測定値に対してよい近似となるように、残差平方和（観測値と予測値の差（=残差）の平方値の総和）を最小とするような係数を決定する方法
	最尤推定法	行動を表す理論モデルが正しいとの仮定のもとで、観測されたデータが得られるもっともらしさ（尤度）が最大になるようにパラメータを定める方法
	CityGML*1	City Geography Markup Languageの略。OGC (Open Geospatial Consortium)が策定した3D都市モデルのためのデータ交換標準国際規格。建築物や道路、橋梁などの様々な地物（オブジェクト）について定義し、これに名称や用途、建築年、行政計画といった都市活動に関する情報（セマンティクス）を付与することで、都市空間の意味や地物間の関係性を再現したジオメトリ（幾何形状）とセマンティクスを統合したモデルである特徴を持つ。
	システムアーキテクチャー	コンピュータやソフトウェア、システム、あるいはそれらの構成要素における、基本設計や共通仕様、設計思想などを指す。
	深層学習、ディープラーニング	Deep Learning、DLとも表記する。機械学習で使われているニューラルネットワークモデルを多層化することにより複雑な問題も解けるようになった技術。画像処理が得意なCNN（Convolutional Neural Network、畳み込みニューラルネットワーク）などがある。
	CSV	Comma Separated Valueの略で、カンマで値が区切られた形式を指す。
	CZML*1	・主にCesiumで用いられるJSON形式を基本としたデータ形式である。 ・3Dデータ及び時間データの表現に適合しており、時間の経過と共に値を変更するプロパティを正確に記述することができる（例えば、ある時間帯は赤色の線、ある時間帯は青色の線を表示する等）
	CUEモデル	応用都市経済（Computable Urban Economic）モデルは、土地（及び建物）市場の均衡と立地均衡、混雑も考慮した交通ネットワーク均衡を同時に考慮した静学的な意味での経済部分均衡モデル。
	JSON	JavaScript Object Notationの略。テキストベースの軽量なデータ交換を行うための形式。オブジェクト表記法で記述され、人が見たときに理解しやすいとされている。
	GeoJSON*1	・JSONを使用して様々な地理データ構造をエンコードするためのフォーマットである。 ・GeoJSONオブジェクトは、GeometryとPropertyを含むFeature、または、複数のFeatureのリストから構成される。Geometryには、Point、LineString、Polygon、等が含まれ、プロパティ（属性）として、オブジェクトのタイトルや説明、ポイントの大きさ・色、線の太さ・色などの情報を持つことができる。
GRG法（一般化簡約勾配法）	線形計画問題で取り扱われていた簡約勾配法（最適な解を求めるためのアルゴリズム）を非線形計画問題に一般化した手法であり、滑らかな非線形性を示す問題で活用する	

出典：* 1 3D都市モデル導入のためのガイドブック (https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0009_ver01.pdf)

用語集



PLATEAU
by MLIT

索引	用語	説明
サ行	スタック	プログラム上の処理において、エラー等によって処理が縦断してしまうこと。
	Cesium	Cesium(Cesiumjs)はWebGLを用いたライブラリ。2Dだけでなく、3D表示ができる。地球表面を球体として表現するため、世界規模のデータの表示に適している。時系列データの表現も可能。
タ行	ダッシュボード	取得した数値データのグラフやチャートを一覧表示することで、複数のデータを同時に直観的に確認できる機能の1つ。
	t 値	回帰分析において説明変数の有意性を示す尺度。t値は絶対値が2以上で有意水準5%とされる
	デバイス	スマートフォンやパソコンなどの情報端末やそれら周辺機器の総称。
	データクレンジング	データ分析サイクルで分析前のデータ加工の工程を指す。データの欠損や重複、ノイズ、表記の揺れ、粒度の違い等を特定、分析や業務に適したデータに加工・編集する作業。
	都市OS	都市オペレーティングシステムのこと。各自治体が必要とする機能の体系をまとめた構築方針、または、機能を実現する共通プラットフォーム。
	特徴量	機械学習技術などで予測の手掛かりとなるデータを数値化したもの。
ナ行	ニューラルネットワーク	神経網、neural networkの日本語名称。脳の神経回路を模した数理モデル、またはパーセプトロンを何層にも重ねたものの総称。パーセプトロンは複数の入力を受け取り重み付けをして1つの信号を出力するアルゴリズム。
	熱伝導率	ある物質の中で温度の高い部分から温度の低い部分へ熱が伝わる際の伝わり易さを数値で表したもの。
	熱物性値	熱物性値とは、空気と建物や地盤との間で生じる熱交換を算出する際などに使用する物理量で、比熱や熱伝導率などがある。例えば、一般的にコンクリート造は木造と比べて比熱が大きい。夏の暑い季節ではコンクリート造は熱を持ったまま夜も冷めきらずに朝まで暑いのはこのような理由による。
ハ行	ヒートアイランド	郊外に比べ、都市部ほど気温が高くなる現象のこと。主にコンクリート構造物などに蓄積された熱から発する輻射熱の影響で起こる。
	PTデータ (ピーていでーた)	都市における人の移動に着目した調査によるデータ。「どのような人が、どのような目的で、どこからどこへ、どのような時間帯に、どのような交通手段で」移動しているかを把握することができる。
	比熱	1gの物質の温度を1度上げるのに必要な熱。
	FIWARE (ふあいうえあ)	FI (Future Internet) WARE (次世代インターネット基盤ソフトウェア) の略。FI-PPPが次世代インターネット技術における欧州の競争力強化と、社会・公共分野のスマートアプリケーション開発を支援するために、開発した基盤ソフトウェア。
	FI-PPP	Future Internet Public-Private Partnershipの略。インターネット技術による事業創出のための欧州の官民連携の枠組み。
	プラグイン	Plug in. Re:Earthの機能を拡張する個別のソフトウェアを指し、目的に応じた機能をユーザー自身で開発することができる。
	フロントエンド、バックエンド	システムの中で利用者が直接触れる機能をフロントエンド、利用者が意識しないサーバー側で動作する機能をバックエンドという。
	ファイルレイヤ	Re:Earthにおけるレイヤタイプの一つ。複数のレイヤをまとめて1つのフォルダに管理することができる。
	ベースレジストリ	公的機関等で登録・公開され、様々な場面で参照される、人、法人、土地、建物、資格等の社会の基本データであり、正確性や最新性が確保された社会の基盤となるデータベース。(出典: https://www.digital.go.jp/policies/base_registry/)

用語集



PLATEAU
by MLIT

索引	用語	説明
マ行	マーカー	Re:Earthにおけるレイヤタイプの一つ。マップ上に点データとして配置し、クリックによってようやく情報を表示するインフォボックスなどを付与することができる。
	メッシュデータ	格子状に区切られた面的データ。
ヤ行	UC (ゆーすけーず) 、ユースケース	Use Caseの略。利用者が目的に到達するためにシステムを介して行うやり取りのこと。
	UI (ゆーあい)	機能のデザインや表示するデータのデザインなど、webサイトやアプリにおける利用者の視覚に触れる情報。
	UX (ゆーえっくす)	webサイトやアプリにおいて利用者が実際に行う操作や体験のこと。
	UC-win/Road	株式会社フォーラムエイトの3次元リアルタイム・バーチャルリアリティソフト。3次元大規模空間を簡単なPC操作で作成でき、多様なリアルタイム・シミュレーションが可能。
	有意水準	帰無仮説（統計検定において棄却（否定）しうる仮説を指す）が間違っていると判断する（帰無仮説を棄却する）基準となる確率のことで、有意水準5%に設定した場合、5%以下の確率で生じる現象は、非常にまれなことであると判断する。
ラ行	Re:Earth	地理空間データの管理・分析・可視化のための汎用WebGIS。プログラミング不要でマップにデータを追加でき、多様な分野のプラグイン開発による機能拡張を容易にできる。
	REST API	RESTアーキテクチャの制約に従い、RESTful Webサービスとの対話を可能にするAPI。HTTPリクエストを介して通信、データの作成、読み取り、更新、削除などを実行。
	LOSデータ (ろすでーた)	Level Of Service Data。交通需要予測に用いられる、交通手段ごとの特定OD間の所要時間・運賃等の交通サービスデータ。
	ρ^2 値	モデルの適合度を表す尺度。確率的選択モデルで用いられる。値がいくら以上なら十分適合しているといった直感的な目標値はないが、0.2程度以上あれば適合度に問題はな いとしていることが多い。（出典：交通行動の分析とモデリング/技報堂出版）

都市OSと連携した都市政策シミュレーション 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：3D都市モデルとシミュレーションによる自治体の都市政策活用事業（都市計画・まちづくり）日本電気株式会社・パシフィックコンサルタンツ株式会社・株式会社Eukarya 共同提案体

本報告書は、3D都市モデルとシミュレーションによる自治体の都市政策活用事業（都市計画・まちづくり）日本電気株式会社・パシフィックコンサルタンツ株式会社・株式会社Eukarya 共同提案体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りません。