



見えない空気の大きな力 ～都市の風をとらえる技術～

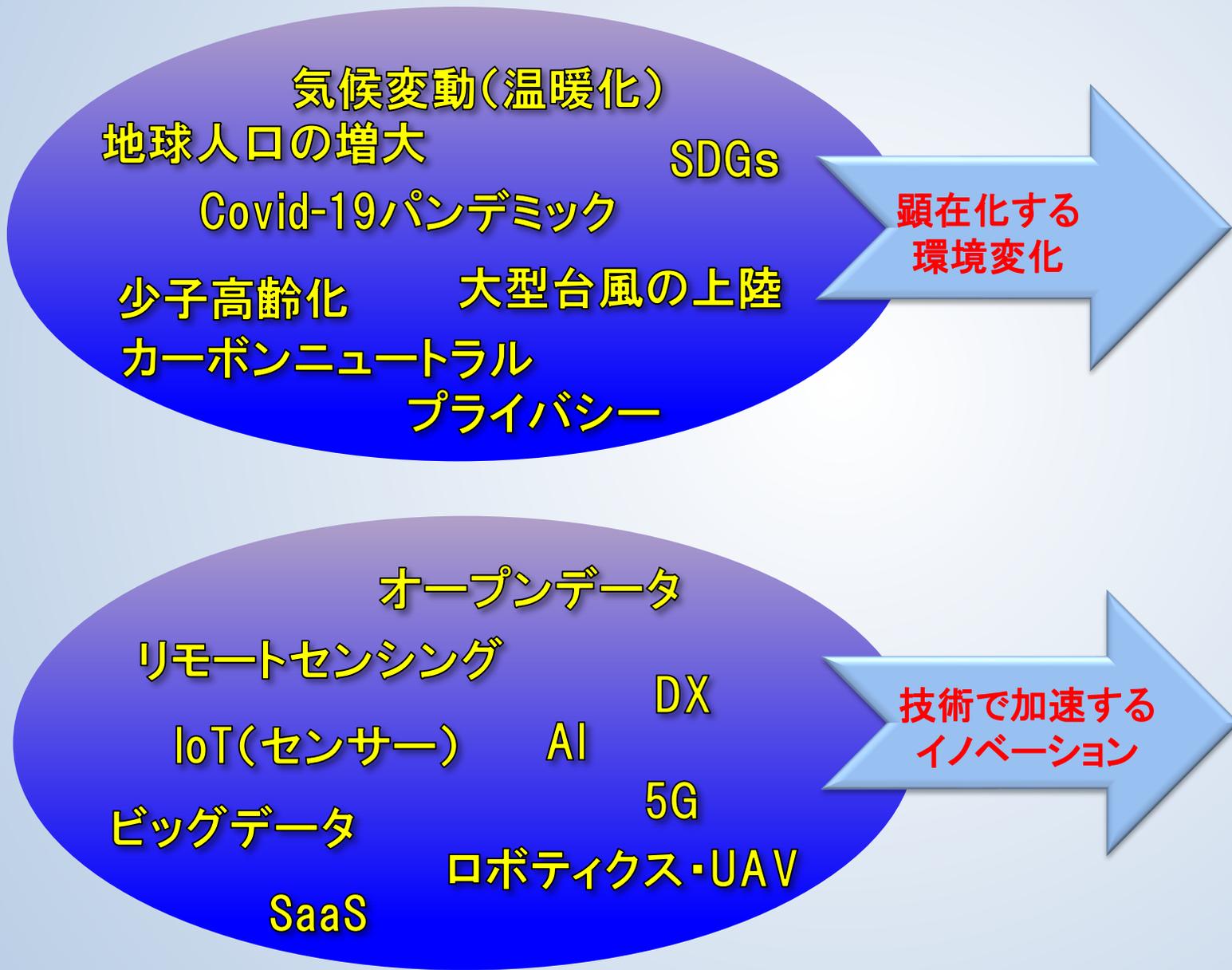


株式会社環境GIS研究所
代表取締役 荒屋 亮

ENGIS

世界の劇的な変化

地理情報システム(GIS)が解決のキー・インフラに



強風災害



2016年 発達した低気圧
Sankei.com より引用



2019年 台風19号
Asahi.com より引用



2018年 台風21号の被害
Twitterより引用

見えない風からの影響



風洞実験の代替ツールとしての風況シミュレーション

風洞実験(従来手法)



風洞実験の様子

- ・模型製作と実験が極めて高額
- ・膨大な作業時間

風況シミュレーションの発展

CFD (Computational Fluid Dynamics)
計算流体力学

◆風洞実験を補完する数値シミュレーション



50年の歴史

◆数値シミュレーションによる実験(数値実験)

CFD技術(ソフト)

コンピュータ(ハード)

急速な進展

計画者のための風況解析3条件

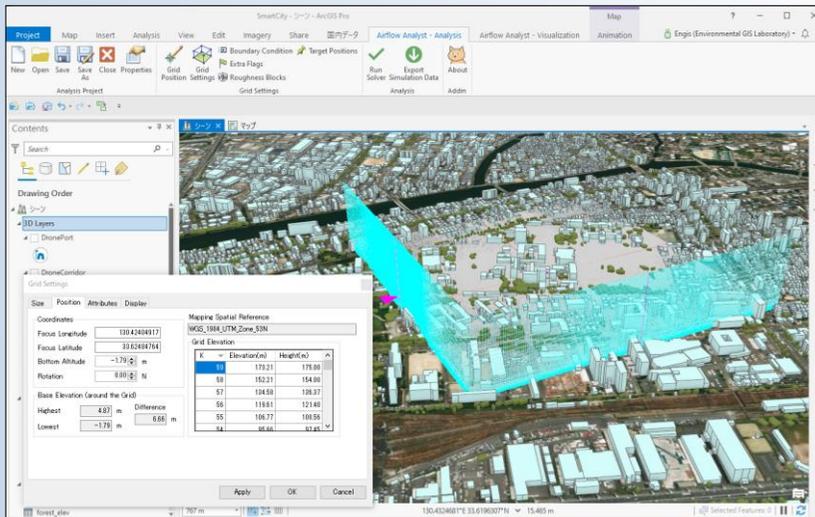
- ① 簡単に使えるシミュレーションソフト
流体解析の非専門家でも安心して使えるツール
- ② すぐ使える市街地データ
手間なく使える3D都市データの普及
- ③ 計画立案のワークフローの変革(DX化)
目的に応じた分析や評価の方法(ノウハウ)
情報のわかりやすさと共有のしやすさ

1. 使いやすい風況シミュレーションツール Airflow Analystの紹介

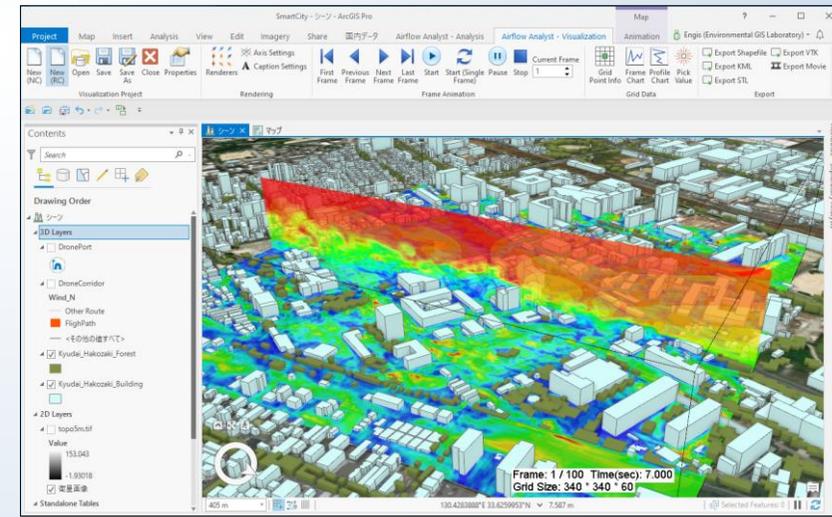
計画支援風況シミュレーション Airflow Analyst とは？

■ 地理情報システム (ArcGIS Pro) 上で動作するアドイン

- ・GIS世界トップシェアであるESRI社 ArcGIS Pro上で動作
 - ・64bit環境による大規模計算が可能
 - ・充実した3D表現・可視化機能
 - ・豊富な3D都市データコンテンツを活用可能
 - ・BIM (Building Information Modeling) 連携機能の強化



ArcGIS Proでの計算格子の設定



ArcGIS Proでの結果の可視化

- 風をシミュレーションするCFD技術：
- 九州大学開発 非定常・非線形モデル(LES)採用！

Airflow Analyst動作デモ

スタジアム換気 - シーン - ArcGIS Pro

プロジェクト マップ 挿入 解析 表示 編集 画像 共有 国内データ Airflow Analyst - 解析 Airflow Analyst - 可視化 アニメーション フィーチャレイヤー

表示設定 ラベリング データ Engis (Environmental GIS Laboratory)

新規(NC) 新規(RC) 開く 保存 別名で保存 閉じる プロパティ

レンダラー

格子軸設定 キャプション設定

先頭フレーム 前フレーム 次フレーム 最終フレーム 開始 開始(単フレーム) 一時停止 停止 現在のフレーム 1

格子点情報 時系列グラフ 鉛直グラフ レンダリング値取得

シェパファイル出力 VTK出力 KML出力 動画出力 STL出力

可視化プロジェクト レンダリング フレームアニメーション 格子データ エクスポート

コンテンツ

検索

描画順序

シーン

3D レイヤー

- Vegetation_Tokyo
- Building_Tokyo
- stadium2

レンダラー設定

新規レンダラー...

- gridbox
- shading

↑ Up ↓ Down レンダラー削除... 適用 OK キャンセル

Frame: 1 / 250 Time(sec): 8.000
Grid Size: 400 * 330 * 92

827 m 139.7146699°E 35.6769544°N 81.528 m

選択フィーチャ: 0

2. 風況解析に使える主な3Dデータコンテンツ

解析に必要なデータが簡単に入手できることがポイント

① PLATEAU (国土交通省)

- 全国55都市の詳細都市データが無料
 - ダウンロードしてすぐ利用可能
- ※国土基盤地図情報の標高データも有用

② ドローン計測 (計測サービス)

- ドローン空撮により3Dデータ作成
- 建物や樹木のリアルなデータ取得

③ BIM・設計CADデータ (設計事務所)

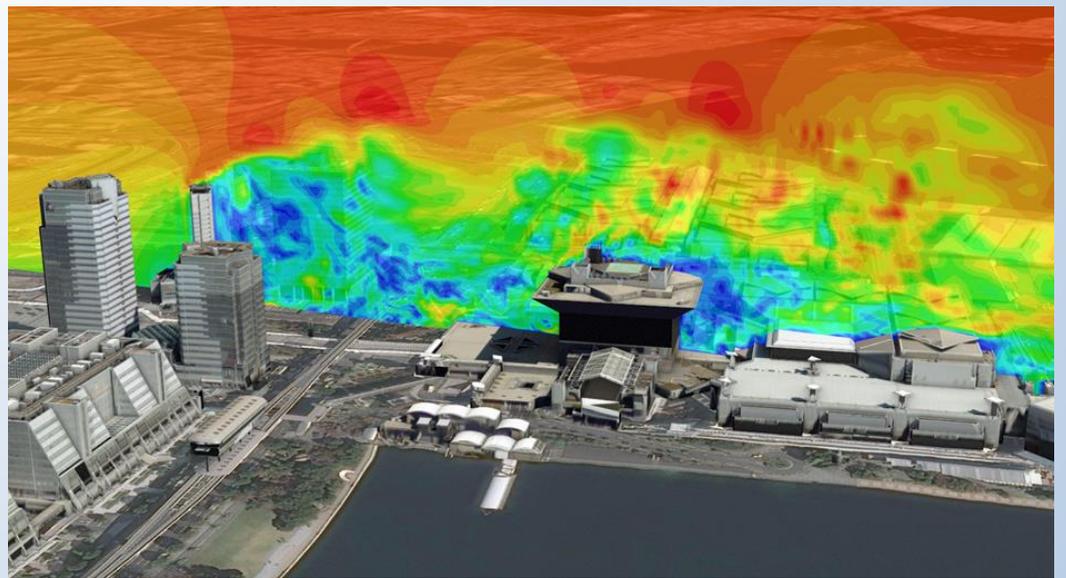
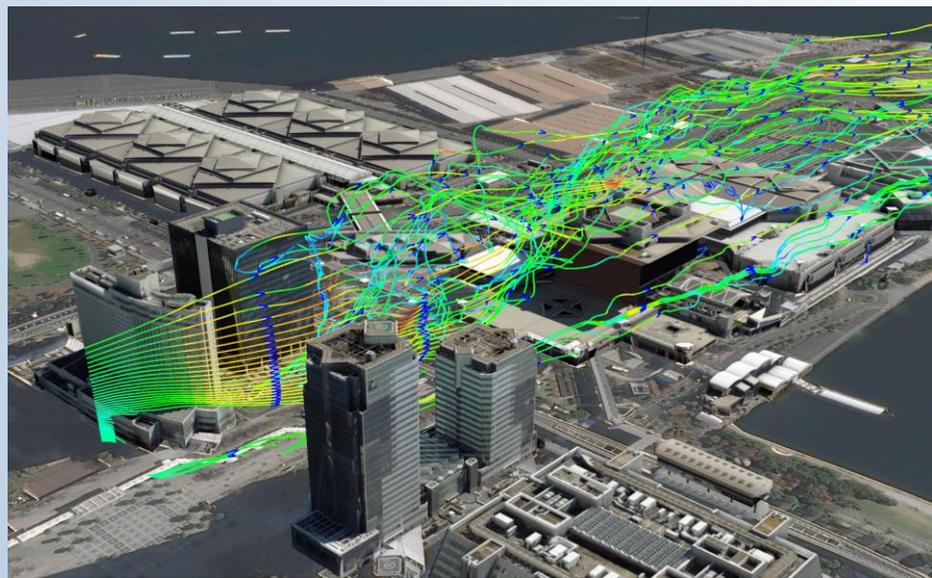
- 将来の計画案を再現
- 設計データの再構築が不要

④ AW3D (RESTEC)

- 世界中の都市を再現可能
- 建物・緑地・橋梁の3D化
- GISデータ形式

① PLATEAU (国土交通省)

- 日本全国55都市の建物モデル+橋梁等の3Dデータ
- 無償提供 (CC by 4.0)
- ArcGISで直接読める形式でダウンロード可能(ESRIジャパン提供)



② ドローン空撮による3Dマッピング

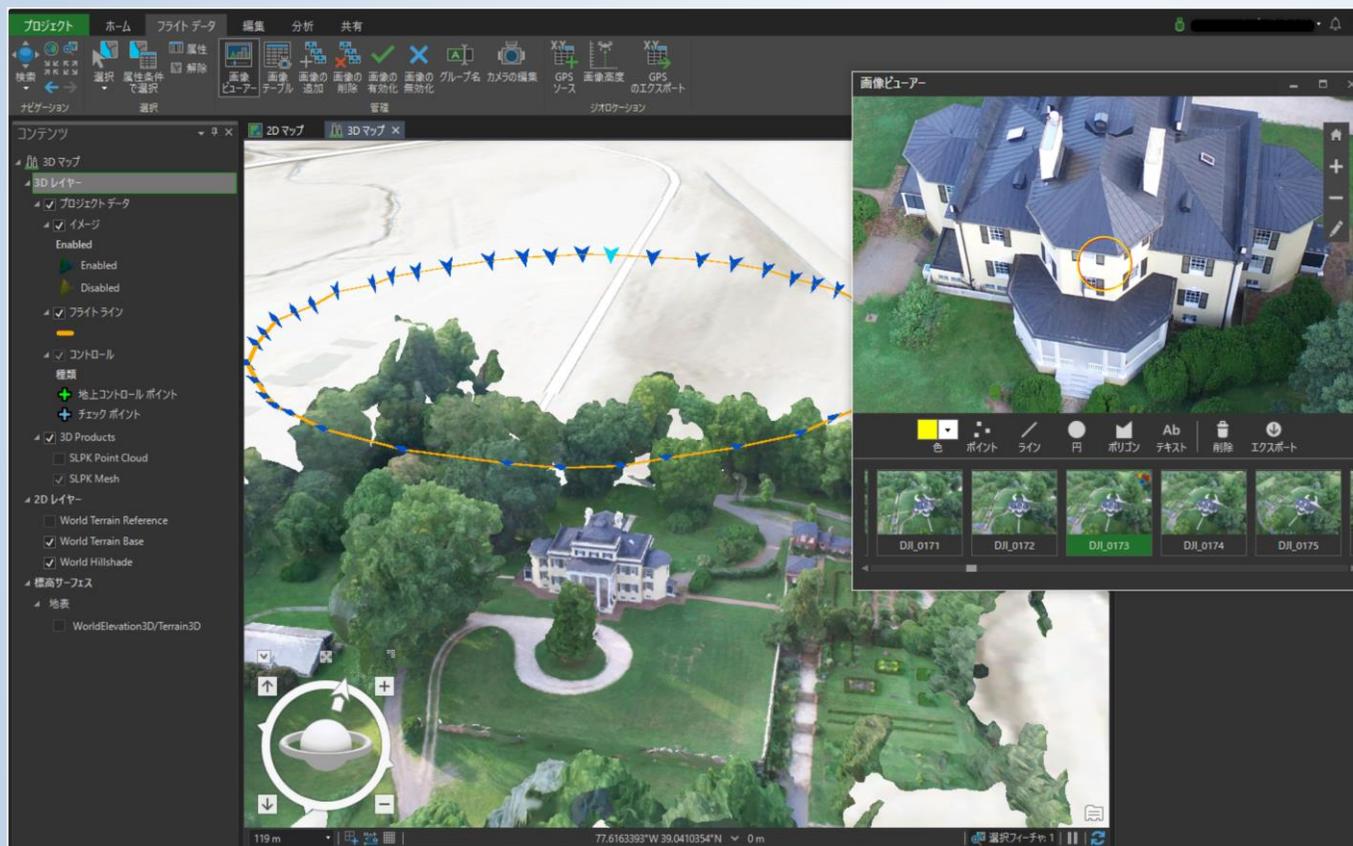
1. ドローンの自動飛行により対象物を作成
2. 撮影写真をソフトウェアで解析
3. 3Dデータの作成



風況シミュレーション

用途例

- ✓ 小型風車の立地診断
- ✓ 造成工事による気流変化(風車)
- ✓ 防風林・強風被害の予測



ESRI社 Drone2Map

※ESRIジャパン HPより引用

特徴

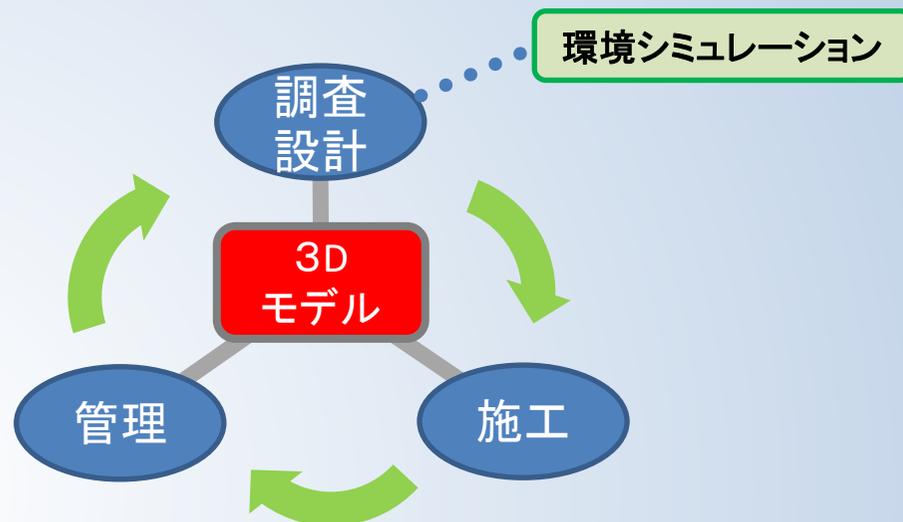
- 詳細(数cm単位)
- リアルタイム(現況のまま)
- 短時間・安価(半日程度)

③ BIM・設計3D-CADデータの統合

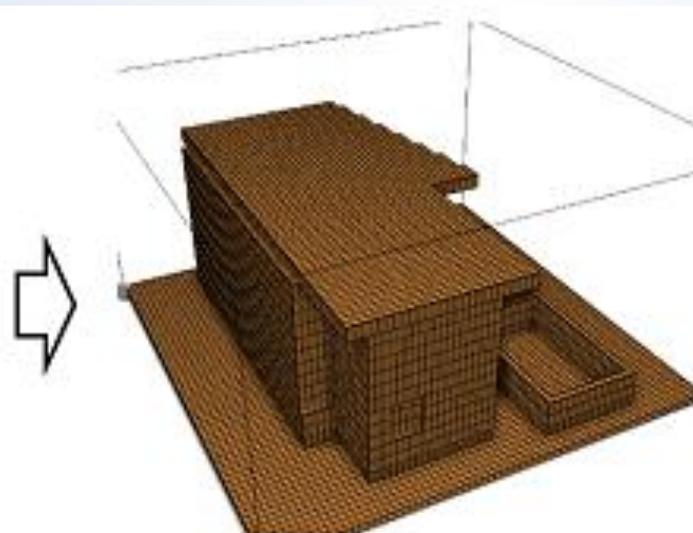
設計CADデータからのシミュレーション利用がより容易になりました。

BIM (Building Information Modeling)

- 建物情報を設計から施工、管理までのすべてのプロセスに3Dモデルを活用
- 土木・建築分野での導入が進む
- 環境シミュレーションにも活用しやすい



BIMデータ



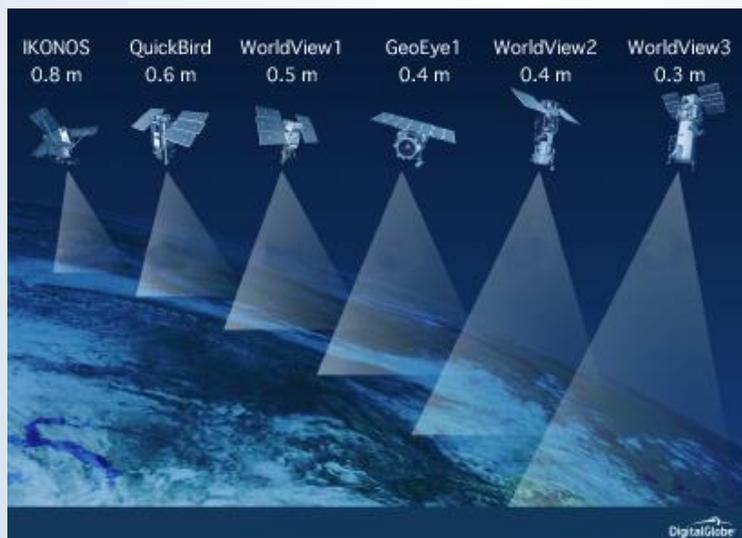
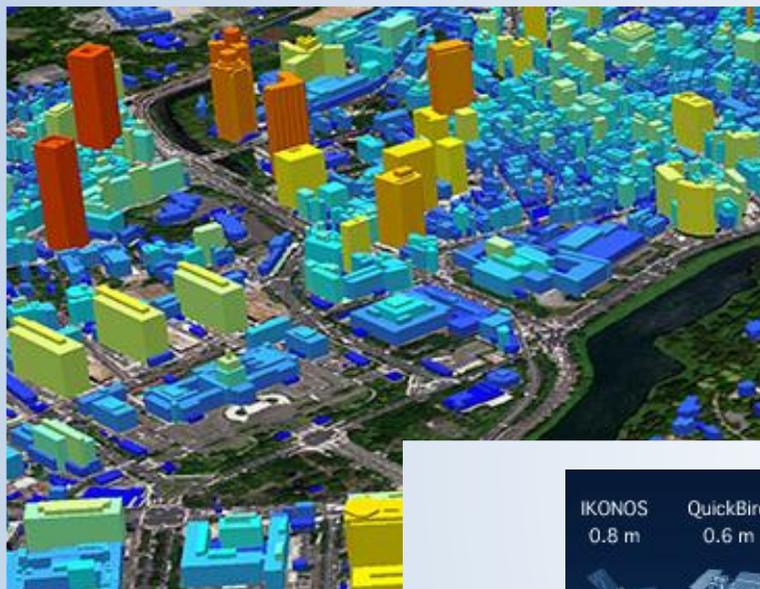
複雑なデータから計算格子が生成可能

BIM対応CAD (Revit) ↔ ArcGIS



Airflow Analyst

④ 高精度デジタル3D 地図 (AW3D)



NTT Data
Trusted Global Innovator

RESTEC 一般財団法人リモート・センシング技術センター
Remote Sensing Technology Center of Japan

- 複数の高解像度衛星画像から死角なしの画像
- AIを駆使した処理で自動的に3D地図生成

(メリット)

- 日本国内のみならず海外の3D都市データも取得可能
- 変換不要ですぐに利用可能



3. 応用事例の紹介

1. 都市の換気(新国立競技場)
2. ロケット発射場の乱流
3. 市街地全体の風の道の解析
4. 雪の吹き溜まり解消
5. 山岳施設の風荷重解析

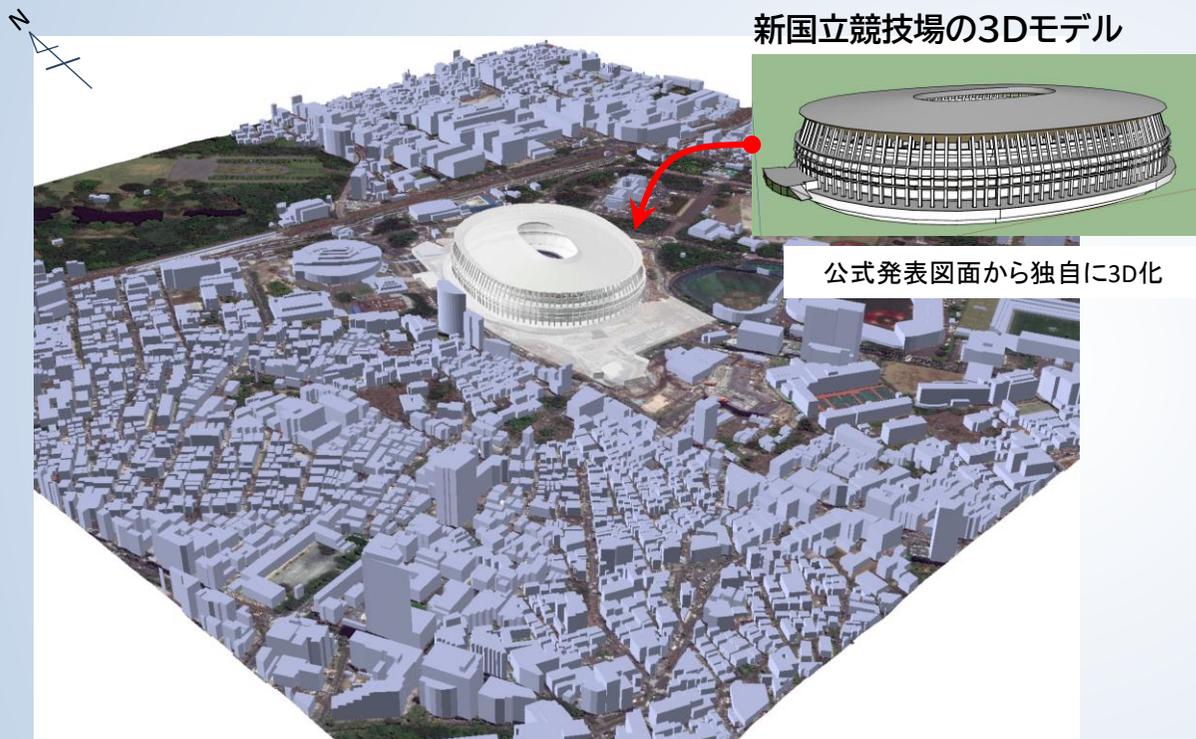
Case1 新国立競技場周りの流れ解析

世界最高精度のデジタル3D地図

AW3D®

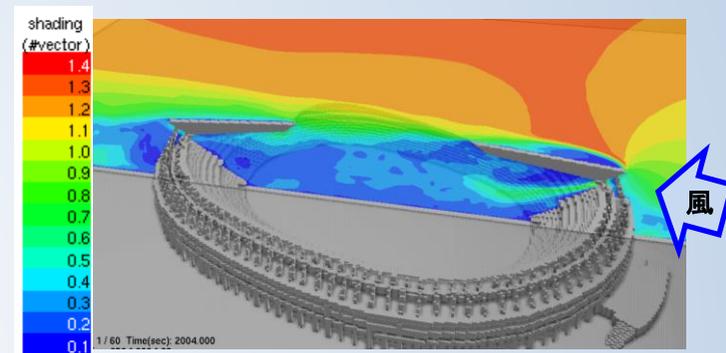


非定常風況シミュレーション技術
「Airflow Analyst®」

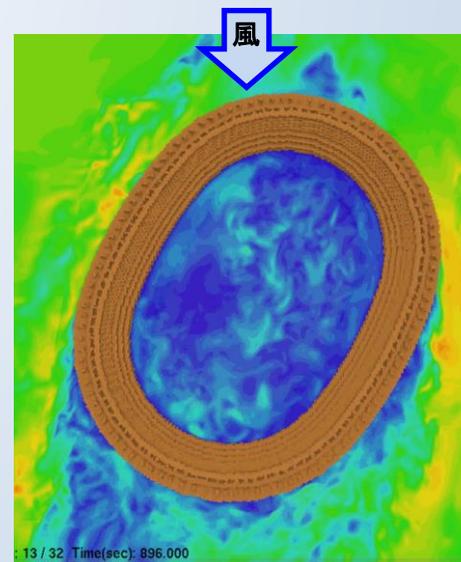


新国立競技場の3Dモデル

公式発表図面から独自に3D化



北風の風速の鉛直断面



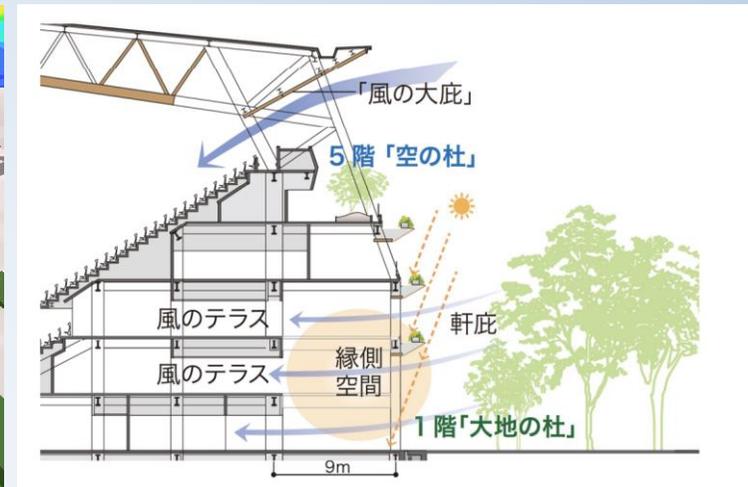
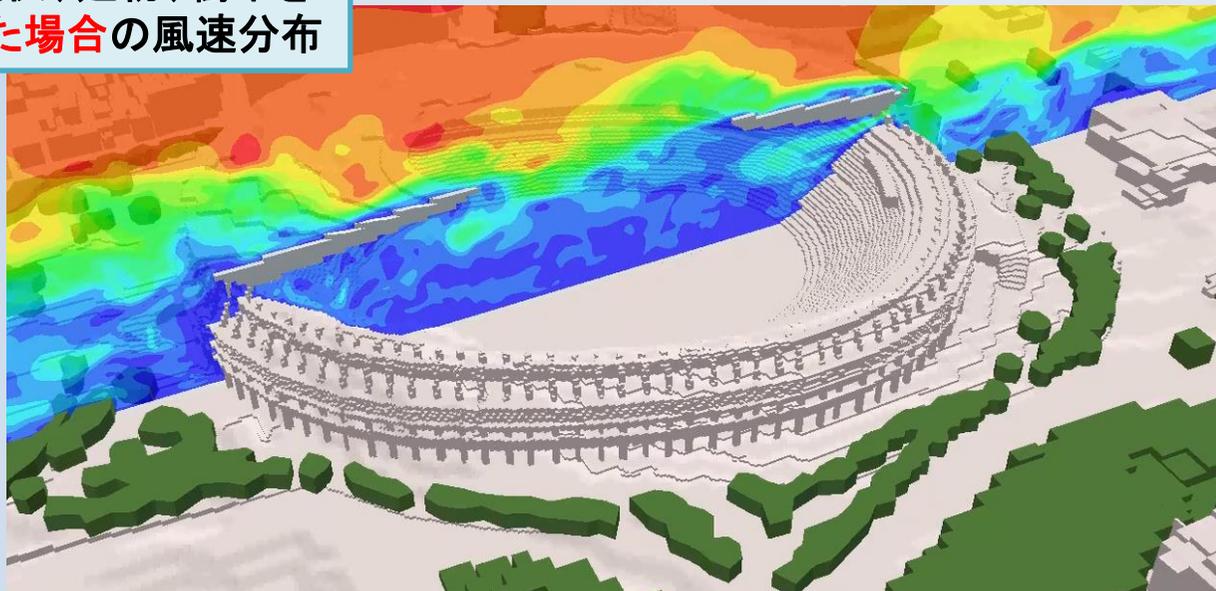
建物周辺の風速分布

特徴

- AW3Dから詳細な建物と樹木データを取得
(変換無しでデータ利用可能)
- 計画建物3Dモデルを地図中に配置
- 任意の風向や条件のシミュレーションが可能

新国立競技場 内部の風の流れ

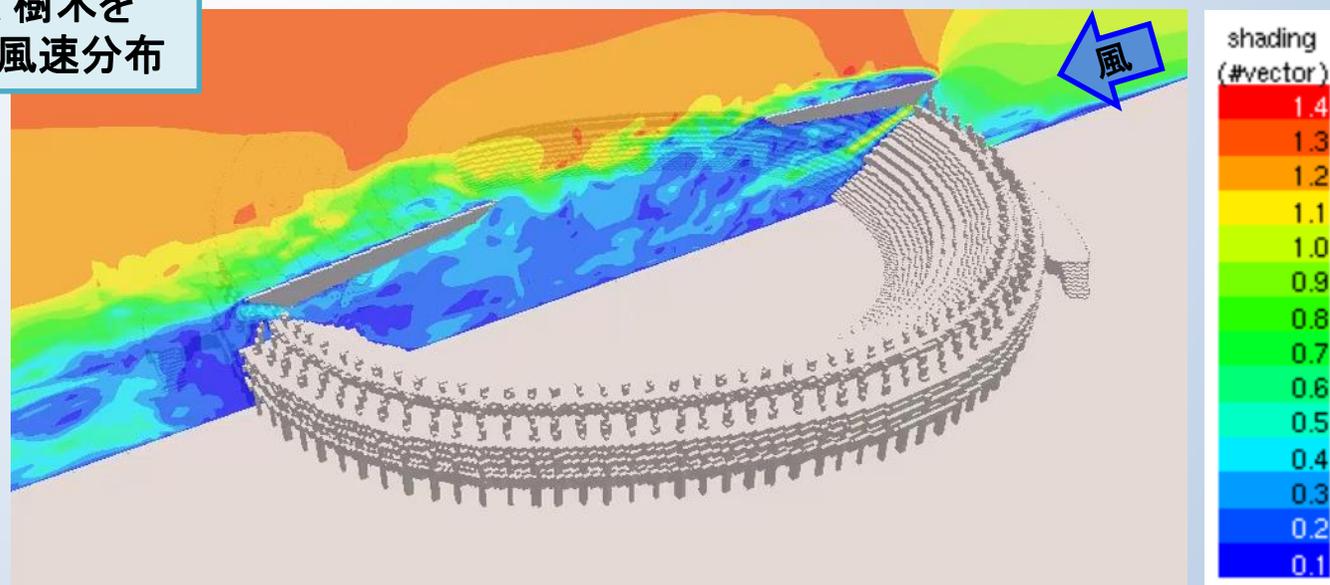
地形起伏、建物、樹木を
考慮した場合の風速分布



※新国立競技場コンペ提案書より引用

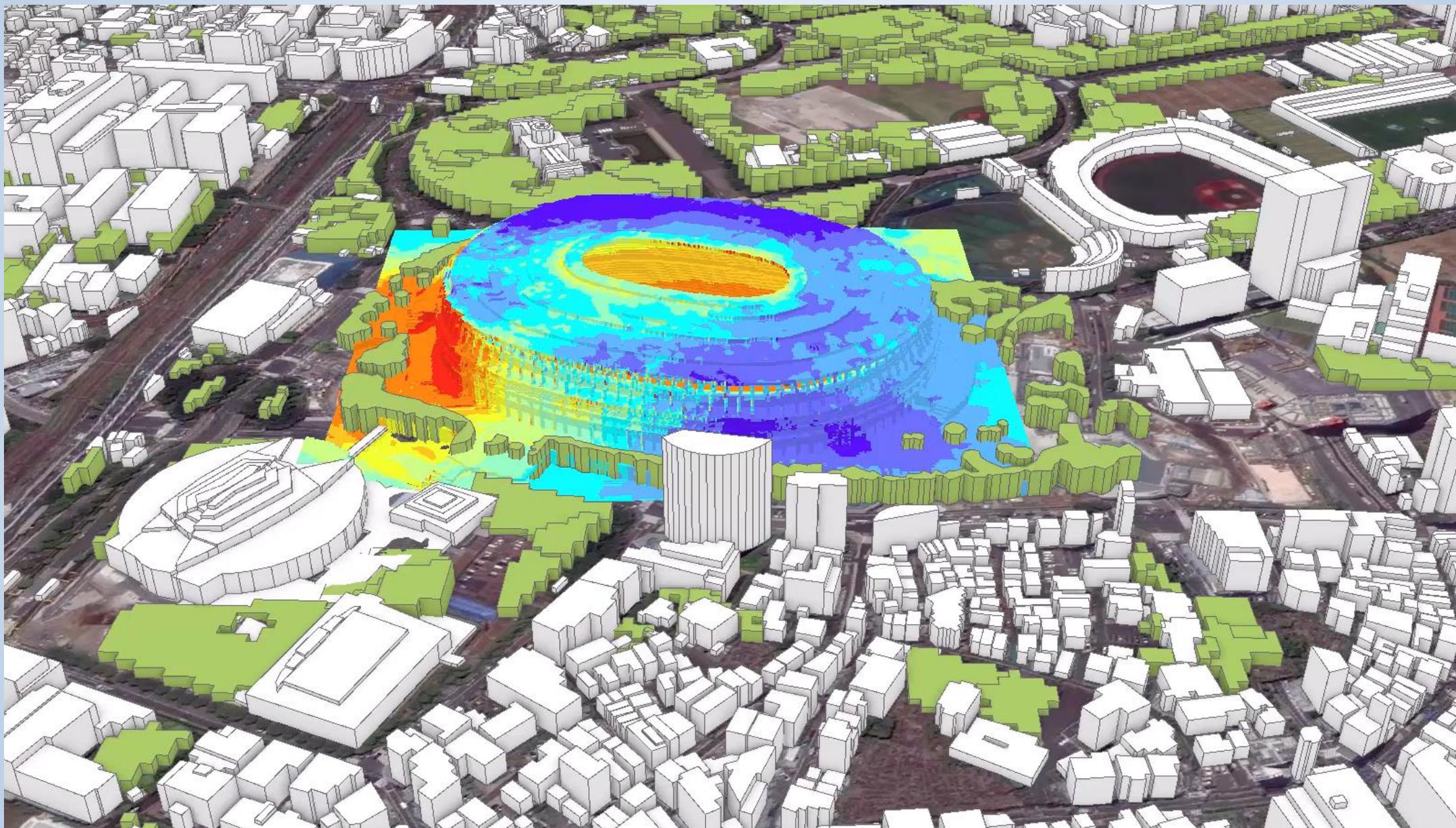
地形起伏、建物、樹木を
考慮しない場合の風速分布

建物と周囲の都市環境を一度に
解析することで見える現象がある。



※新国立競技場の屋根は一部非表示としています。

建物表面の風圧荷重



コロナ対策としてスタジアム内の自然換気性能の評価

そよ風程度(北風)で、およそ20分で一回の換気が期待できる

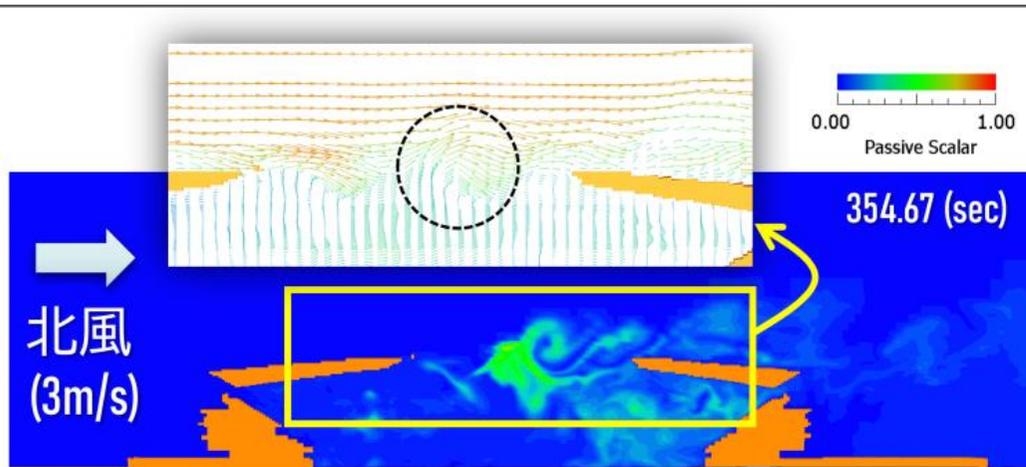
ENGIS 九州大学

九州大学広報室
〒819-0395 福岡市西区元岡744
TEL:092-802-2130 FAX:092-802-2139
Mail:koho@jimu.kyushu-u.ac.jp
URL:https://www.kyushu-u.ac.jp

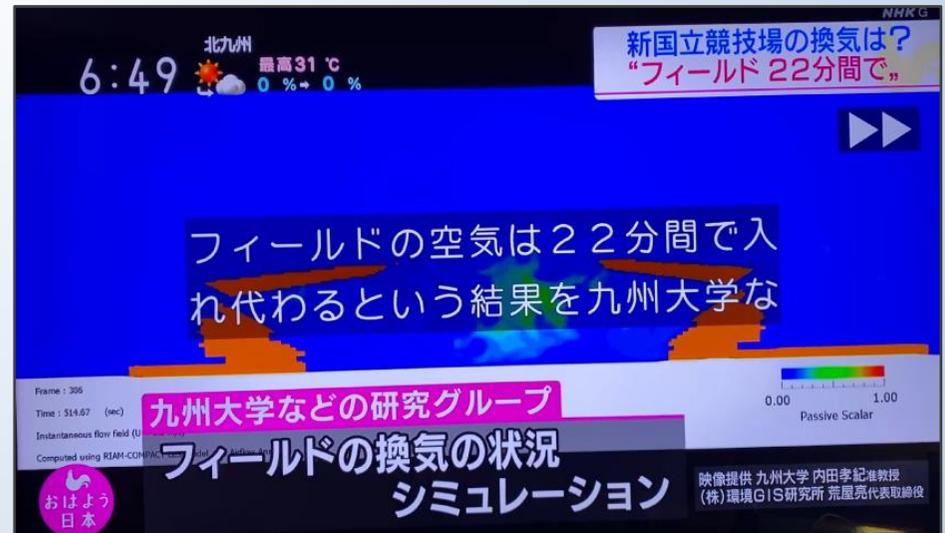
PRESS RELEASE (2021/06/10)

オリンピックスタジアム(新国立競技場)における自然風による風力換気現象の再現に成功
-屋外環境でのコロナウイルス飛沫, PM2.5, 花粉等の精密な拡散予測への応用に期待-

九州大学応用力学研究所の内田孝紀准教授は、新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、屋外環境におけるウイルスの飛沫拡散予測とその具体的な対策を目的とした研究開発を株式会社環境GIS研究所と開始しました(※1)。第一段階として、オリンピックスタジアム(新国立競技場)



(参考図)
オリンピックスタジアム(新国立競技場)を対象にした自然風による風力換気シミュレーションの一例/応用力学研究所が所有するスーパーコンピュータSX-Aurora TSUBASAによる並列計算

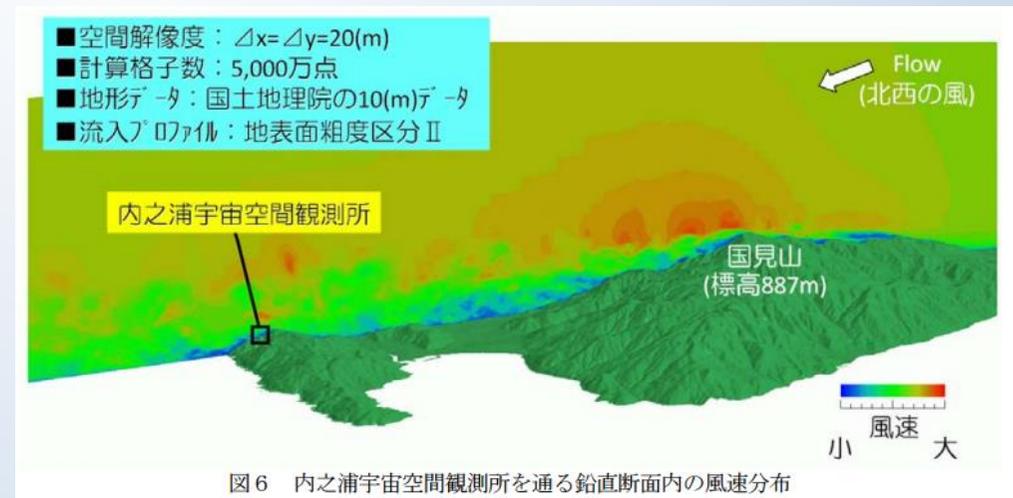
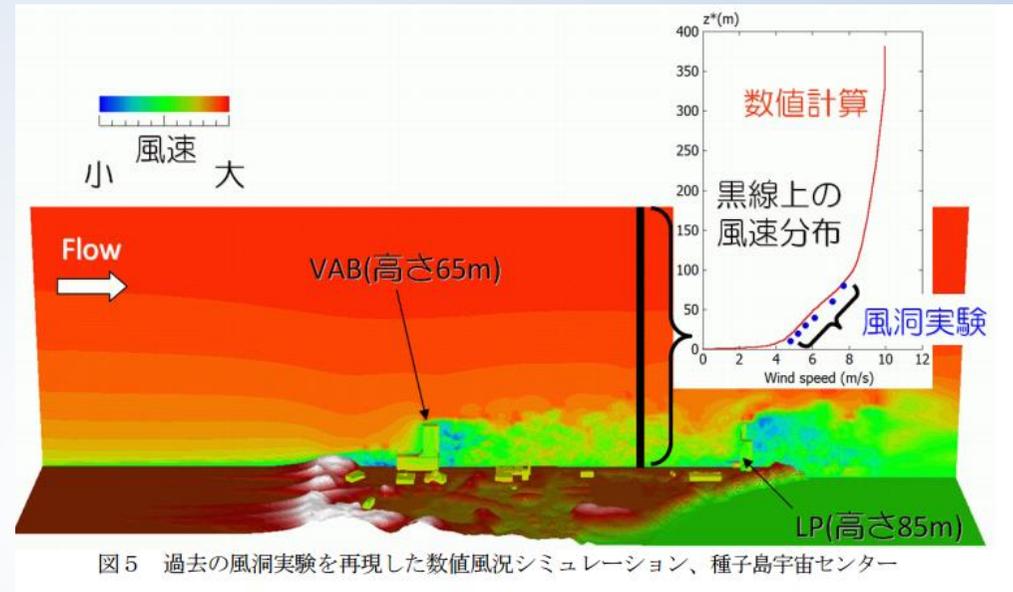


2021年6月10日 九州大学・環境GIS研究所プレスリリースより引用

2021年6月19日 NHKニュース「おはよう日本」より引用

Case2 ロケット打ち上げのための乱流予測

建物や地形の影響による発射場上空の乱流分布を評価

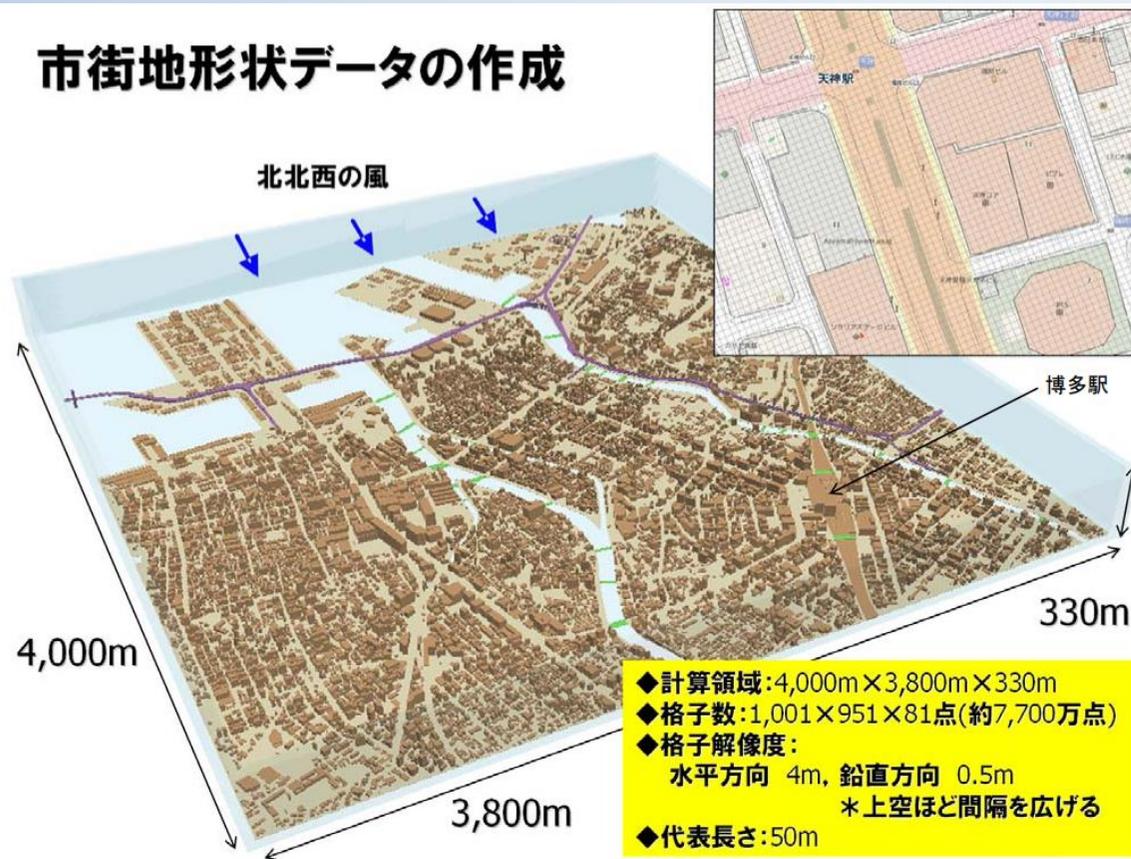


2014/01/30 九州大学・JAXA プレスリリースより引用

Case3 市街地における風の道予測

海からの涼しい風の市街地への流入経路を探る

市街地形形状データの作成

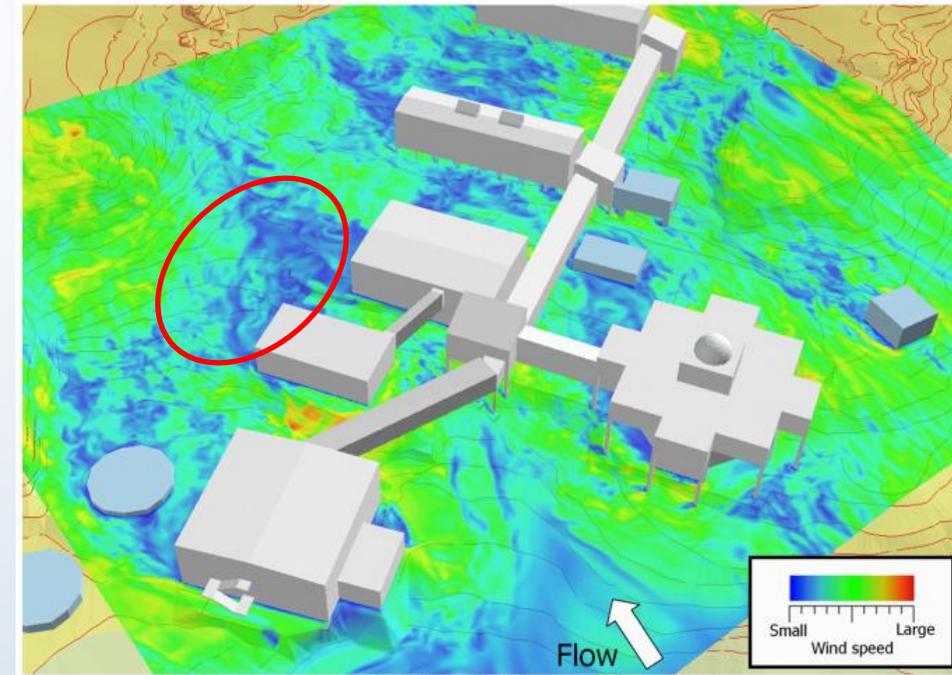
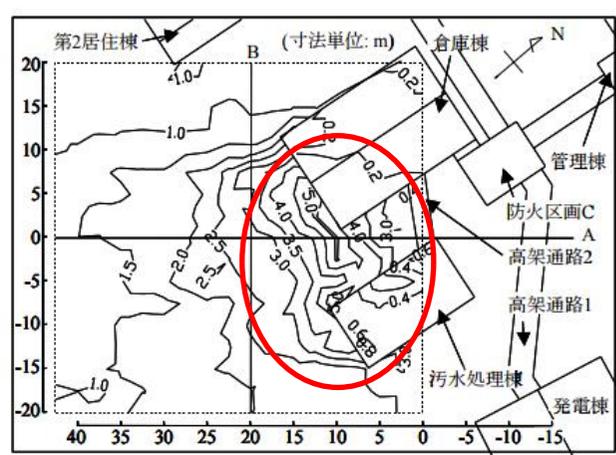


広域市街地を対象にシミュレーション
風の道を探る



Case4 南極昭和基地 スノードリフト発生予測

雪の吹き溜まりが発生しにくい建物形状の検討



2014/04/24 九州大学・国立極地研究所 プレスリリースより引用

多様な風況解析ニーズ

建築、建設系

構造物の風荷重評価、建物周辺の強風予測(ビル風)

都市計画系

ヒートアイランド、風の道、大気汚染と換気、緑化計画

防災・防衛系

強風災害被害予測、火災・煙・有害物質の拡散、災害保険

エネルギー系

風力発電適地、送電線や太陽光パネル施設の風荷重

農業・森林系

農薬散布予測、風倒木の予測と管理

航空・宇宙・船舶

ドローン飛行ルート評価、乱流発生予測(航空機・ロケット)、ヨットレース

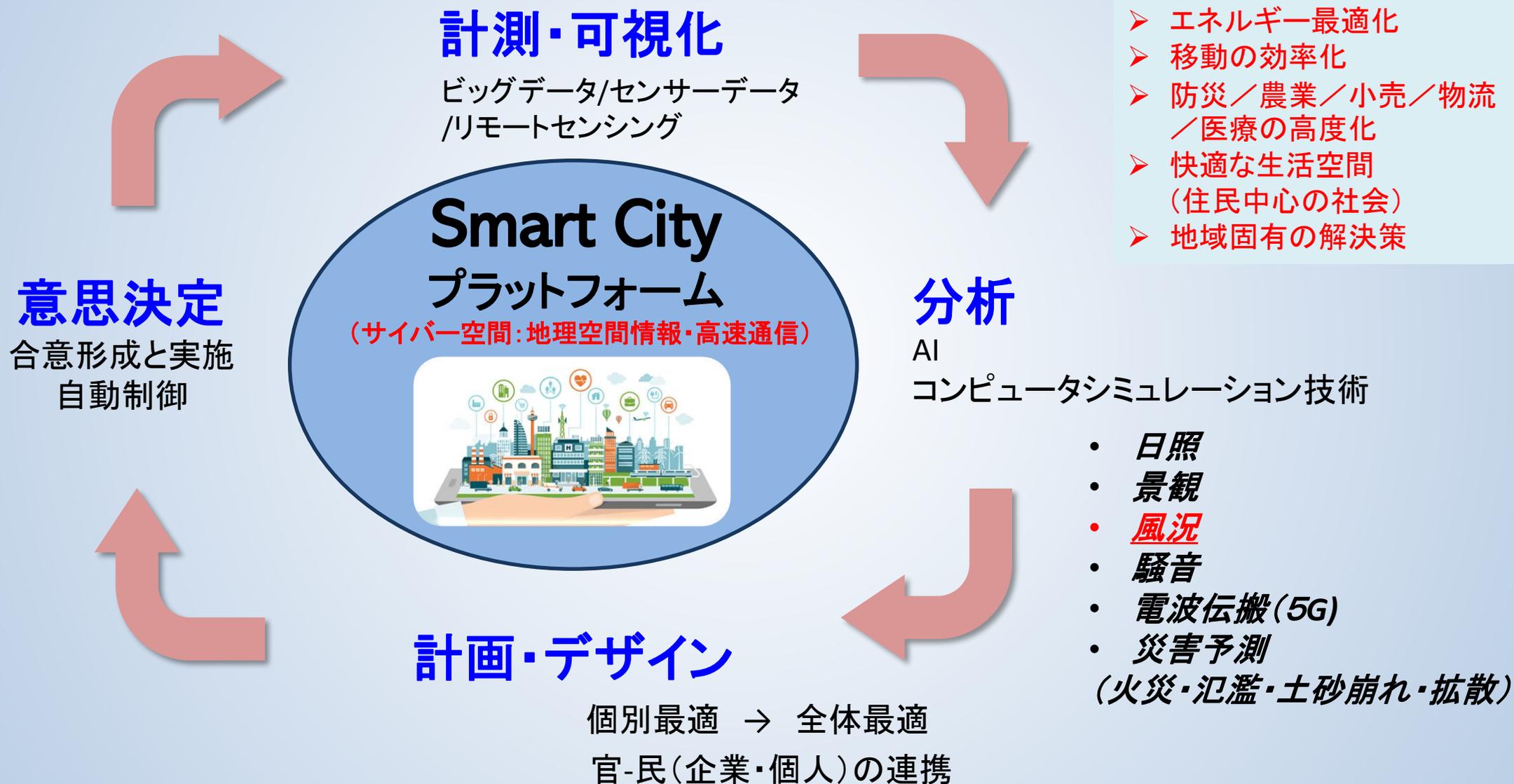
Airflow Analystの利用者層も多様

地域: 日本、中国、韓国、香港、シンガポール、ドイツ、スウェーデン、カザフスタン、オーストラリア

組織: 大学・研究機関(都市計画系)、政府・自治体(都市計画系、環境系、防衛系)、
民間企業(エネルギー、防災系)

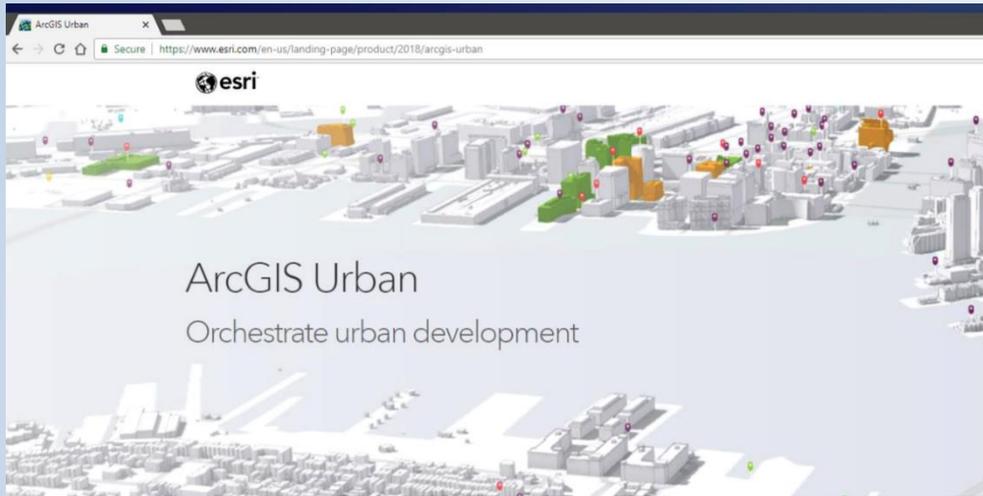
まとめ

スマートシティ ～Society 5.0～



ArcGIS Urban (米国ESRI社)

オンラインの地図上で、地域の課題、計画案、計画の効果などを共有・合意形成するプラットフォーム



←行政トップ
開発業者
市民・NGOなど

←計画専門家

←GIS専門家



環境の変化を
視覚的かつ定量的に
計測・予測・共有
↓
様々な選択肢を試行
↓
環境と調和した社会へ

デジタル・ツイン

※ESRI社資料より引用

http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc18/tech-workshops/tw_2006-93.pdf

まとめ - Airflow Analystの役割 -

課題解決3つの要素

- ◆ 信頼性があり使いやすい解析ツール
- ◆ 3D建物データ資源の活用しやすさ
- ◆ 計画立案のワークフロー変革(DX化)

意思決定を支援する解析ツール



- ◆ デザイン・計画の最適化
(試行錯誤)
- ◆ 新しい洞察を得る
- ◆ 合意形成(可視化・共有)



すぐ使える3D

ArcGIS Urbanなど

スマートシティの実現に貢献

リモートセンシング・トランスフォーメーションに繋がる

ご静聴ありがとうございました。

発表内容・風況解析のお問い合わせ

荒屋 亮 araya@engisinc.com

URL: www.airflowanalyst.com