

気象データを利用した 3次元地図とシミュレーションの 融合技術

株式会社日立製作所 研究開発グループ
デジタルテクノロジーイノベーションセンタ
知能情報研究部 主任研究員 山口悟史

1. はじめに

- 日立と気象情報システム
- 気象応用の事例紹介

2. 地図とシミュレーションの融合

3. まとめ

日立と気象情報システム

- 気象庁スーパーコンピュータシステム
 - 気象庁の数値予報業務の根幹を支える重要システム
 - 1967年～日立が担当(約50年間)
 - 24時間体制で日立が稼働を支援
 - 2018年6月より新システムが稼働
- 気象庁ホームページ
 - 地震・津波情報、注警報、天気予報、観測データ、報道発表資料等を公開
 - 日立のクラウドにて運用
 - 24時間体制で日立が稼働を支援
 - 災害発生時などの大規模アクセスにも耐える堅牢なシステム



NAPS10 主系スーパーコンピュータ



NAPS10 副系スーパーコンピュータ

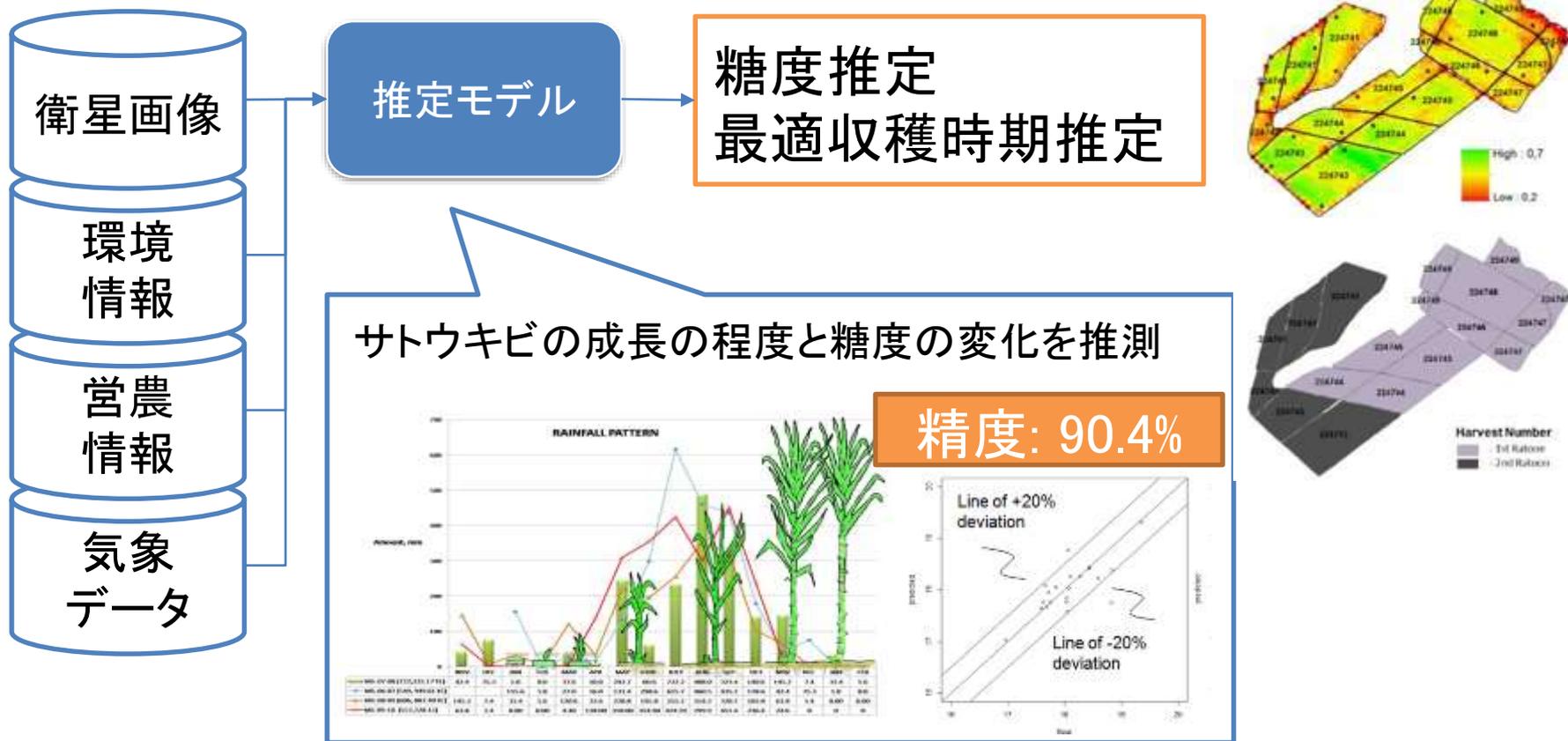
Reference: 日立製作所,「気象庁の新スーパーコンピュータシステムを構築し、稼働を開始」, [ニュースリリース](#), 2018年5月16日.

日立製作所,「気象庁のホームページコンテンツの生成・公開のためのシステムインフラ環境を、日立のPaaS「Harmonious Cloudプラットフォームリソース提供サービス」で提供開始」, [ニュースリリース](#), 2011年5月18日.

- 気象データとAIを使った推定・予想の例
 - サトウキビ糖度予測
 - 太陽光発電量予測
 - 風速推定
 - 河川の塩水遡上予測
 - 小売・流通業向け分析
 - ...
- 気象データのビッグデータ検索の例
 - シミュレーション結果の検索
 - ...

事例1: サトウキビ糖度予測

- ブラジルのサトウキビの糖度および最適収穫時期を予測
- 気象データ、環境・営農情報、衛星画像などを利用



事例2: 太陽光発電量予測

- 対象地点の太陽光発電量を予測(1分先まで)
- 独自に展開した複数地点の日射計データを利用

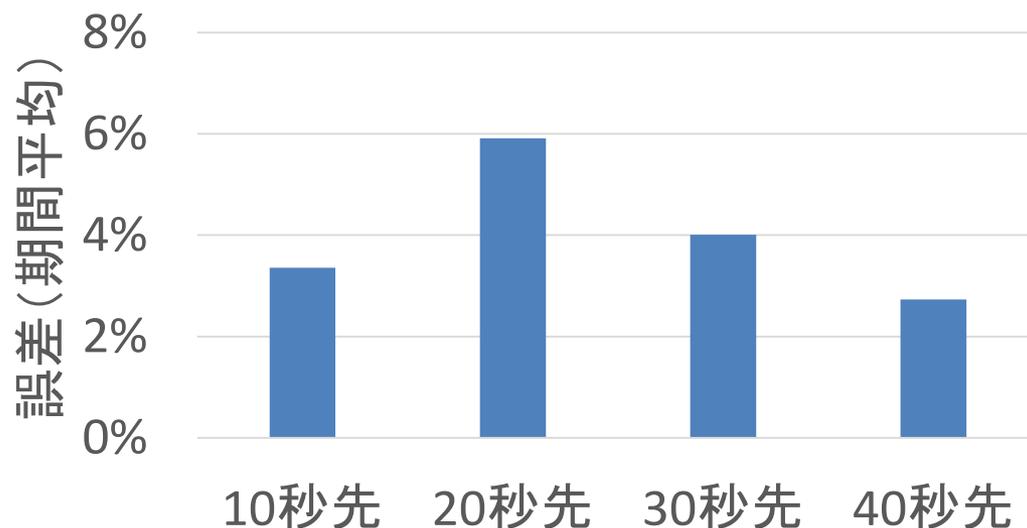


太陽光パネル



計測BOX

予測実験結果(2011/11/29)



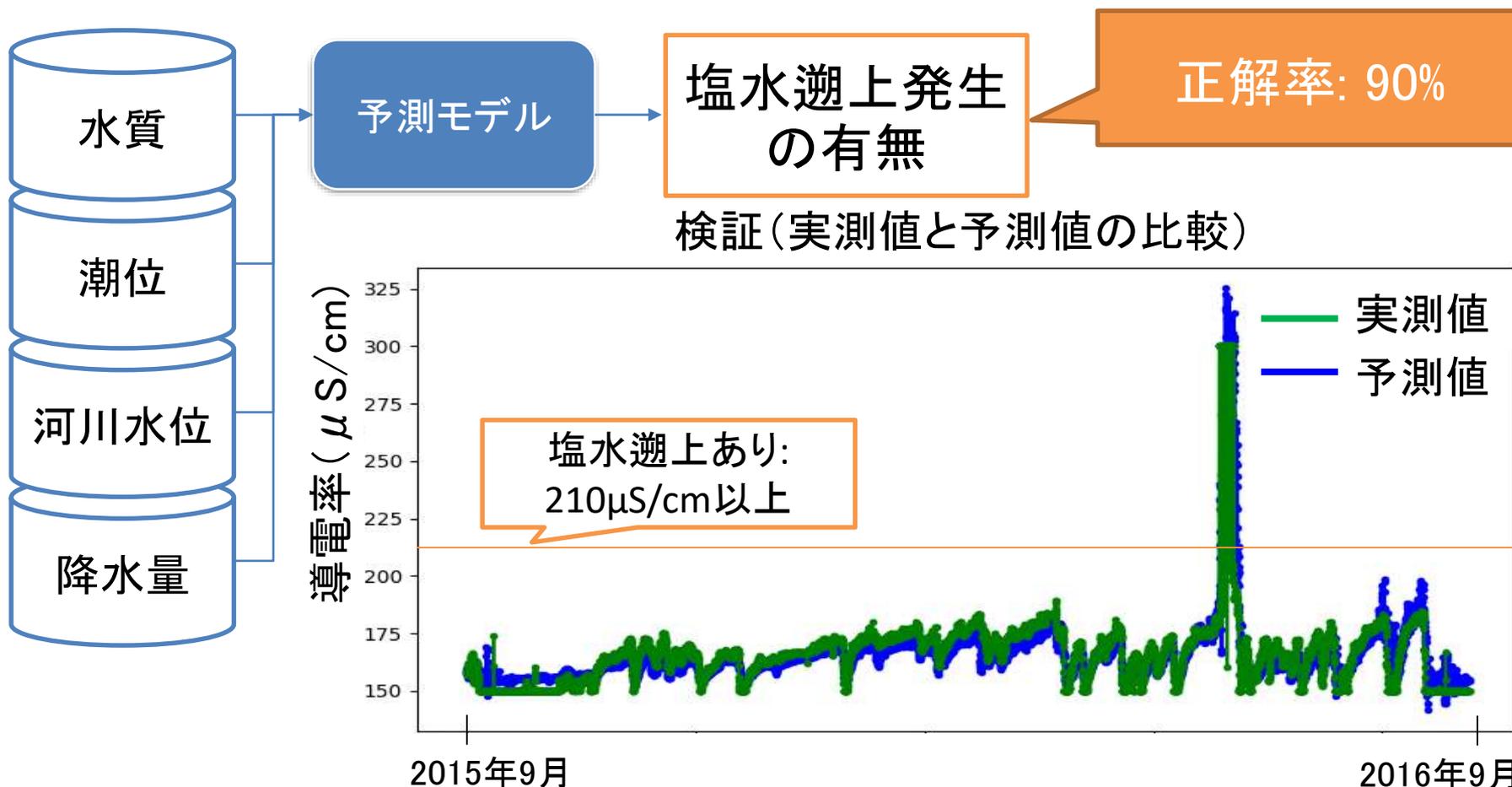
事例3: 風速予測

- 対象地点・高さの風速を推定
- 気象庁数値予報データの時系列情報を利用



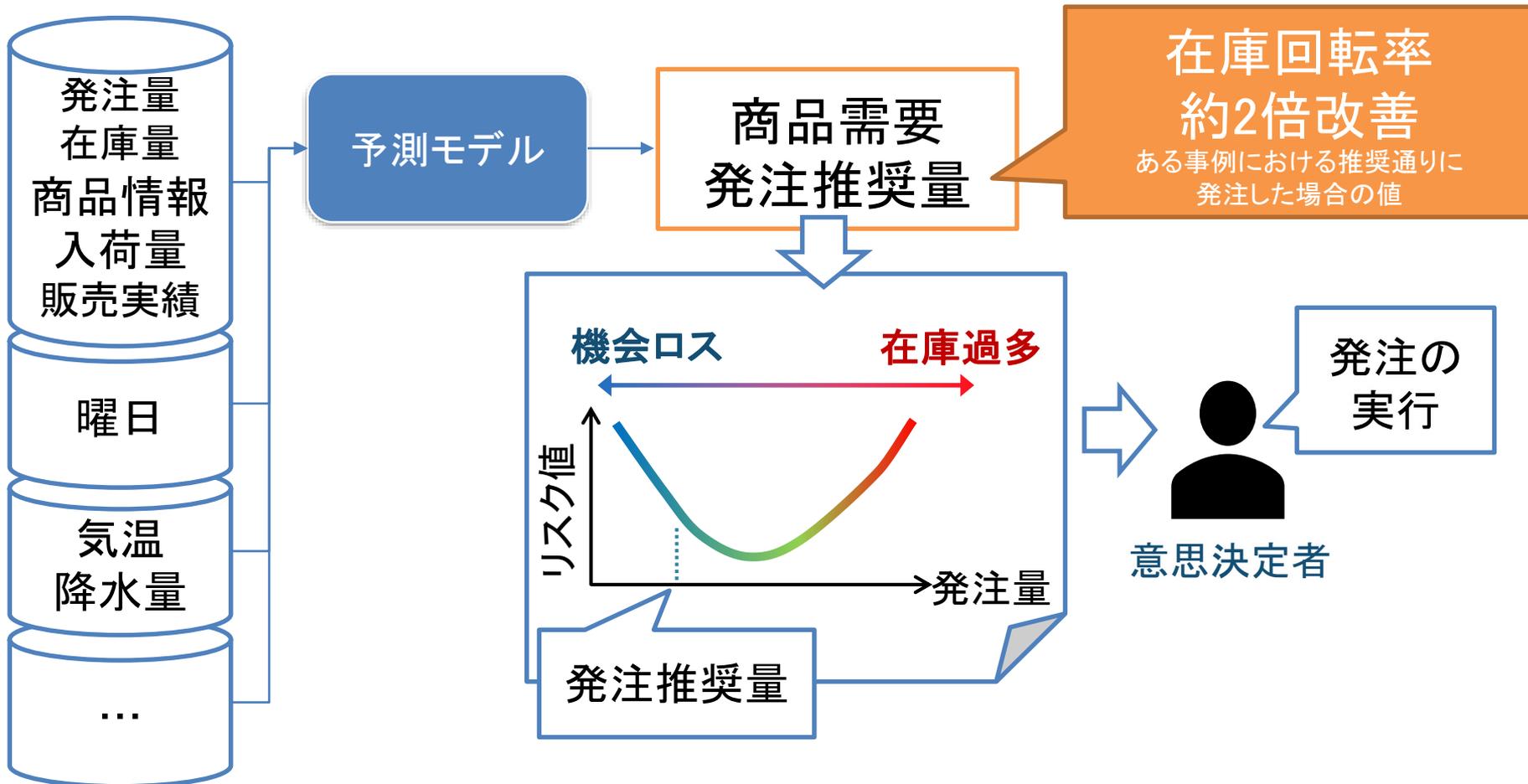
事例4: 河川の塩水遡上予測

- 河川への塩水遡上を予測(12時間先までの河川水導電率)
- 河川・気象データ、浄水場の運転管理データを利用

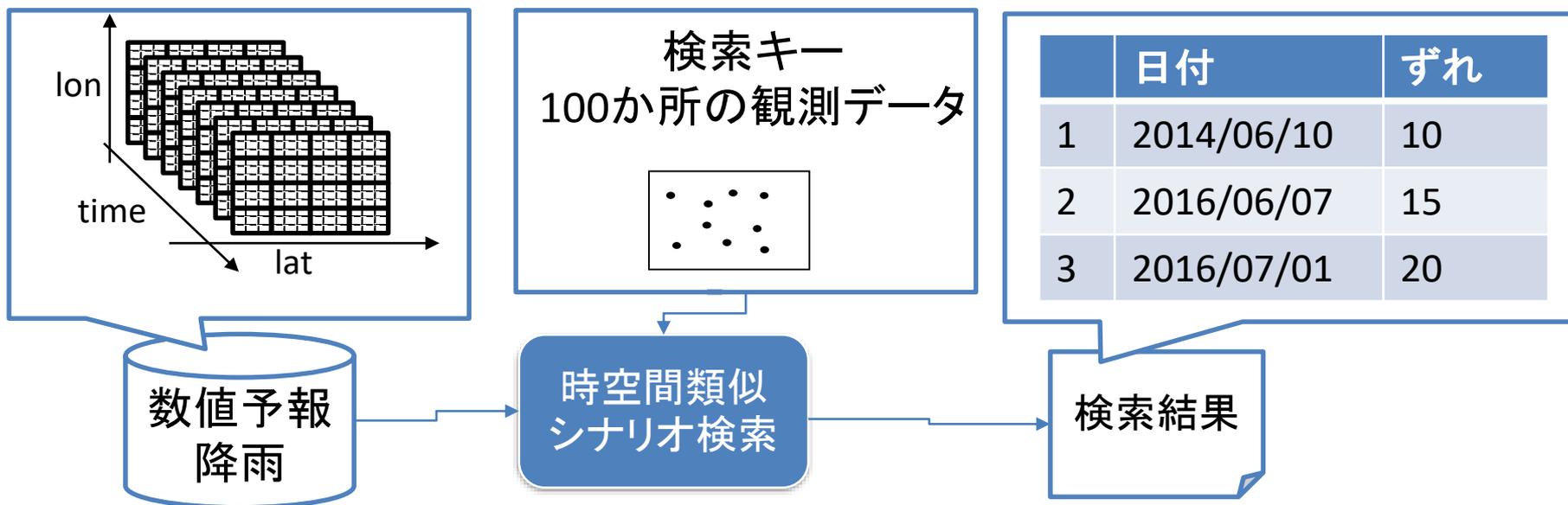


事例5:小売・流通業向け分析

- お客様のデータをAIで分析し、施策提案を行う小売・流通業向けサービスを開始(2018年10月から)

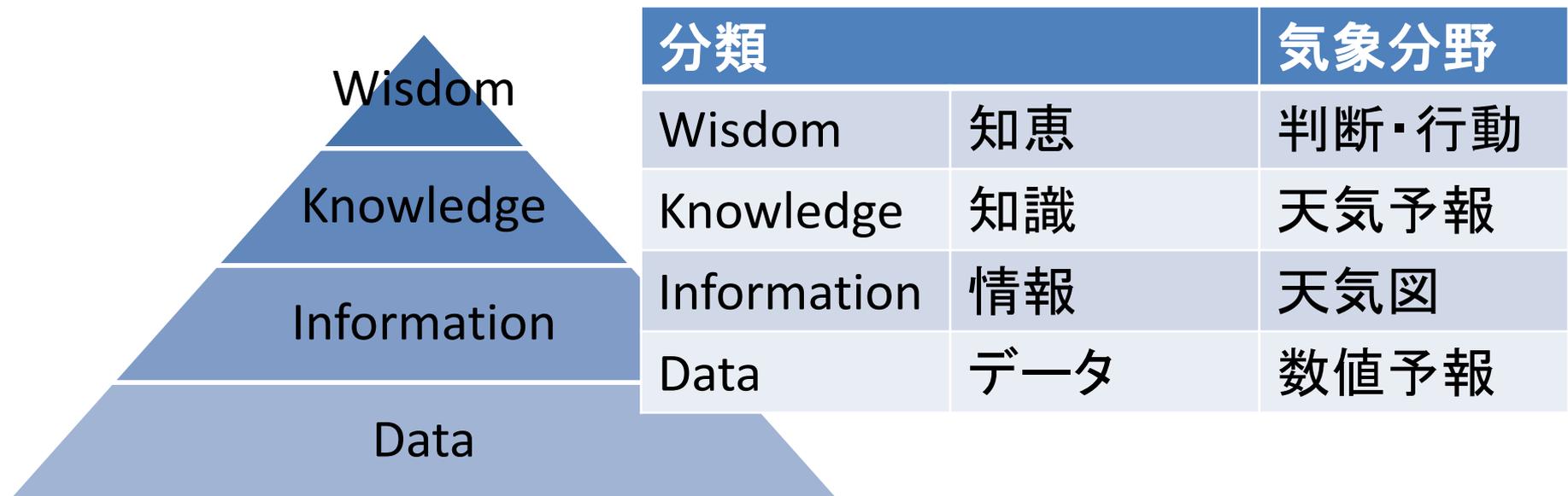


- 「時空間類似シナリオ検索」
 - 100か所の観測値を与え、それと類似の予測値を含む数値予報(MSM降雨, 毎時)を検索
 - 検索対象期間50日で10秒(従来の100倍高速)
 - 検索対象期間27年で30秒



1. はじめに
2. 地図とシミュレーションの融合
 - 洪水の解析、予測
 - 雨雲の3次元可視化
3. まとめ

- DIKW階層
 - ナレッジマネジメント分野における概念
 - データを4段階に分類
 - 上層は下層に立脚し、wisdomに至る



- 新しい分野に気象データを応用するために
 - その分野のための図(新しい図)
 - その分野のための予報(新しい予報)が必要ではないか

分類	気象分野	新しい分野
Wisdom	判断・行動	新しい判断・行動
Knowledge	天気予報	新しい予報
Information	天気図	新しい図
Data	数値予報	数値予報

水防災分野への適用イメージ

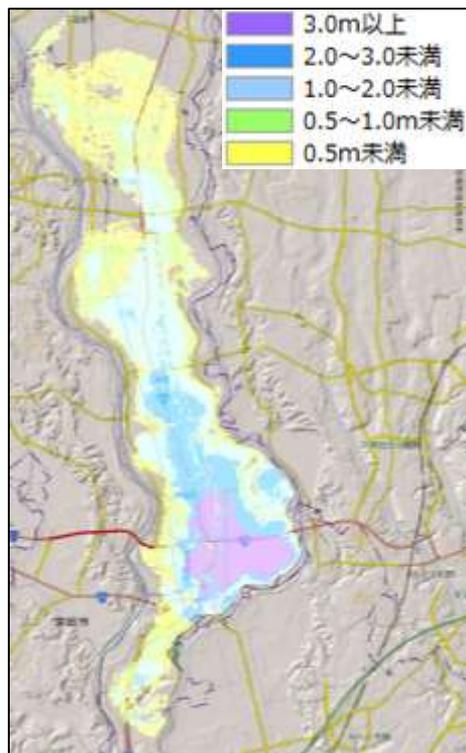
新しい図：
浸水予想図



新しい予報：
浸水予報



新しい
判断・行動



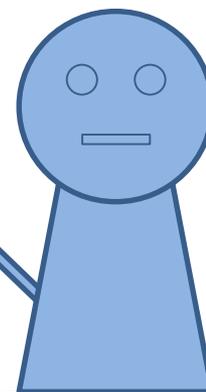
○市△町 □川堤防 150mにわたって決壊

特別
警報

1:15

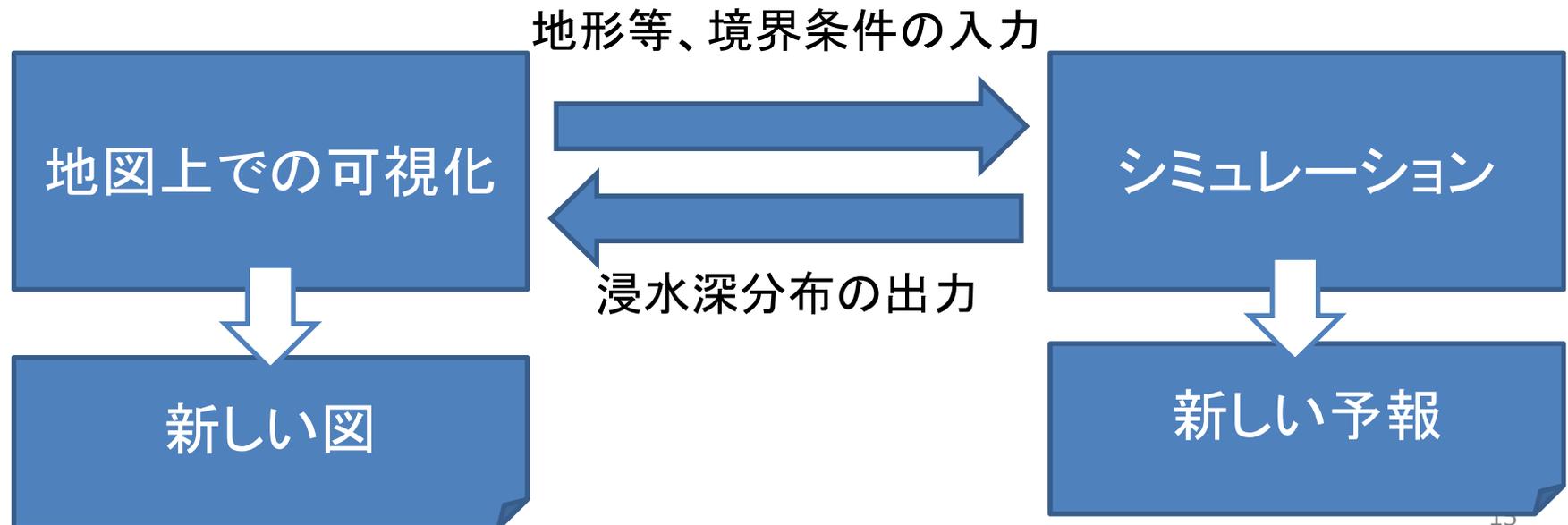
○○川堤防決壊

浸水の深さ
3時間後(13:00時点)



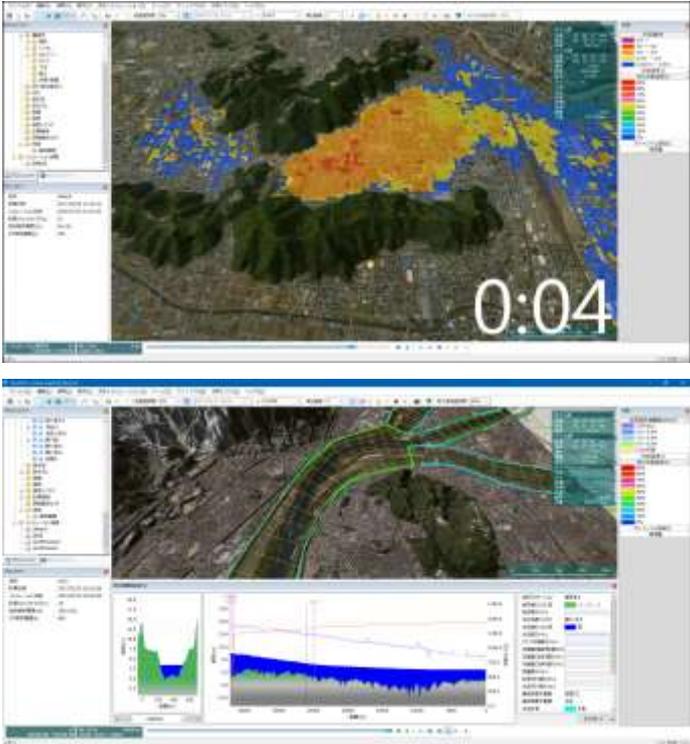
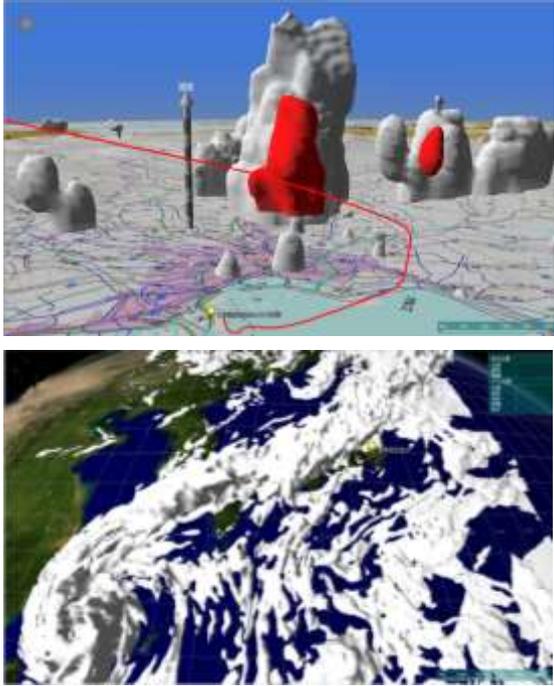
テレビ放送のイメージ

- 新しい図を作る手段：地図上での可視化
- 新しい予報を作る手段：シミュレーション
- これらを同時に実現する手段として
DioVISTAを開発

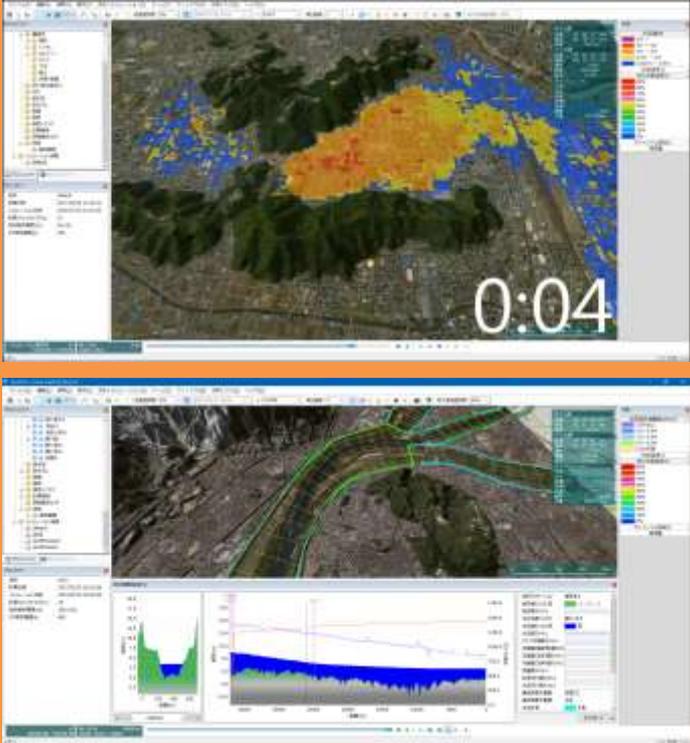
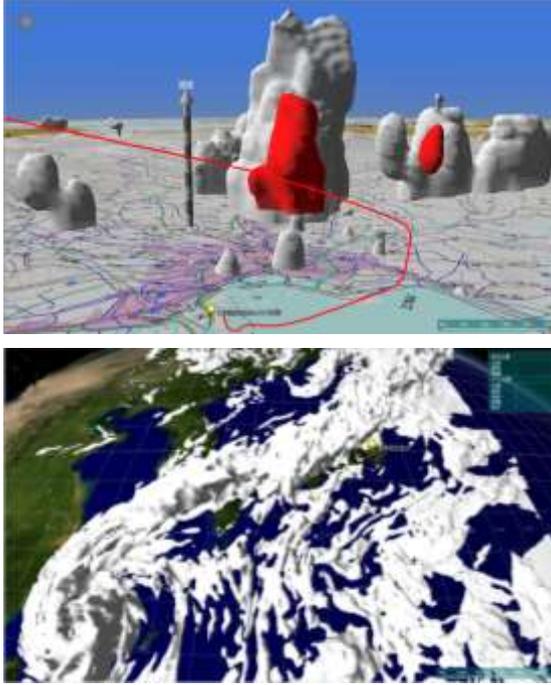


DioVISTA (ディオビスタ)

気候変動による大雨・洪水リスク増加に対応するため
風水害対策用のソフトウェアを研究・開発・販売

目的	洪水の解析、予測	雨雲の3次元可視化
イメージ		
製品化	2006年6月	2014年8月

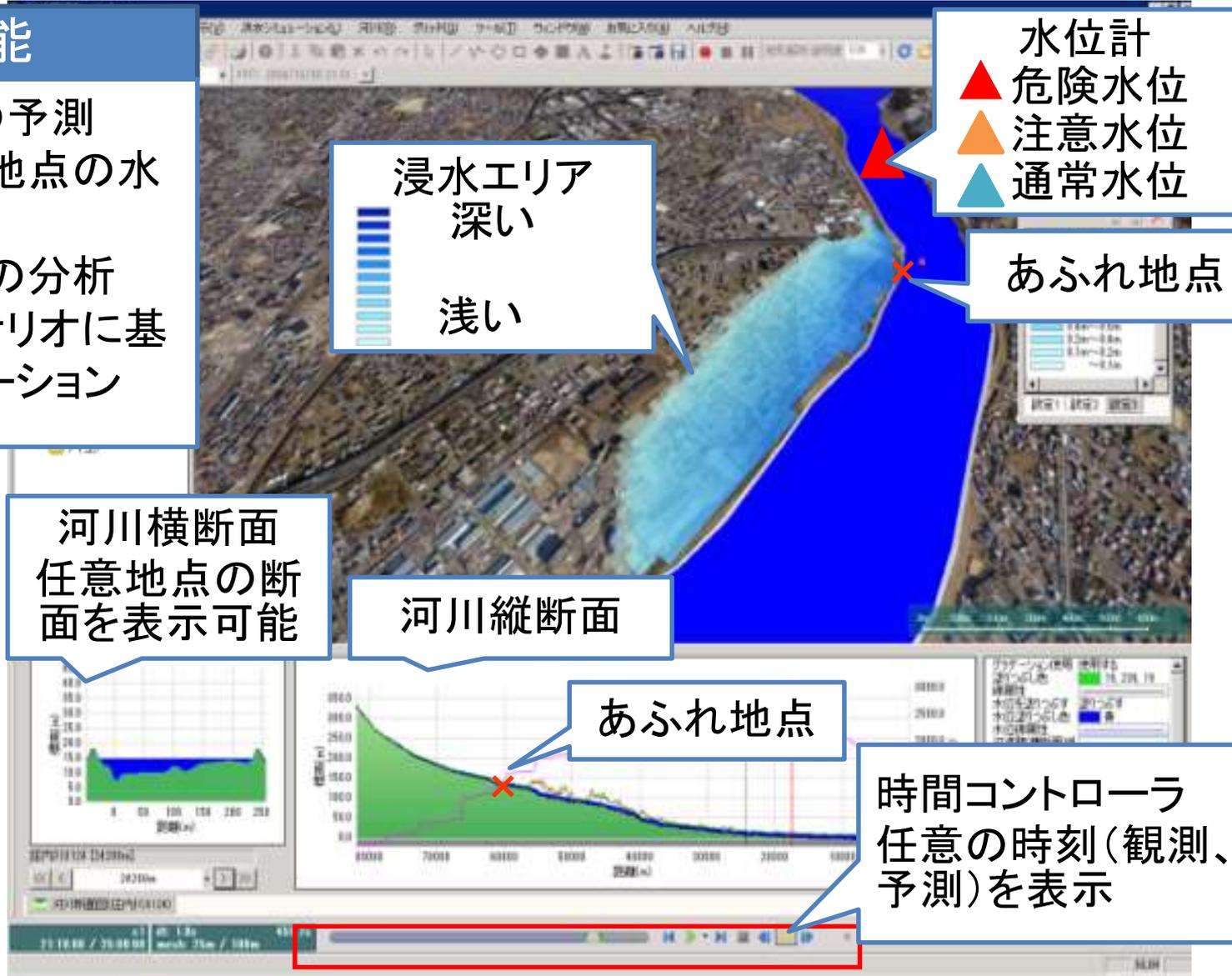
DioVISTA (ディオビスタ)

	DioVISTA/Flood	DioVISTA/Storm
目的	洪水の解析、予測	雨雲の3次元可視化
イメージ		
製品化	2006年6月	2014年8月

洪水の解析・予測システム

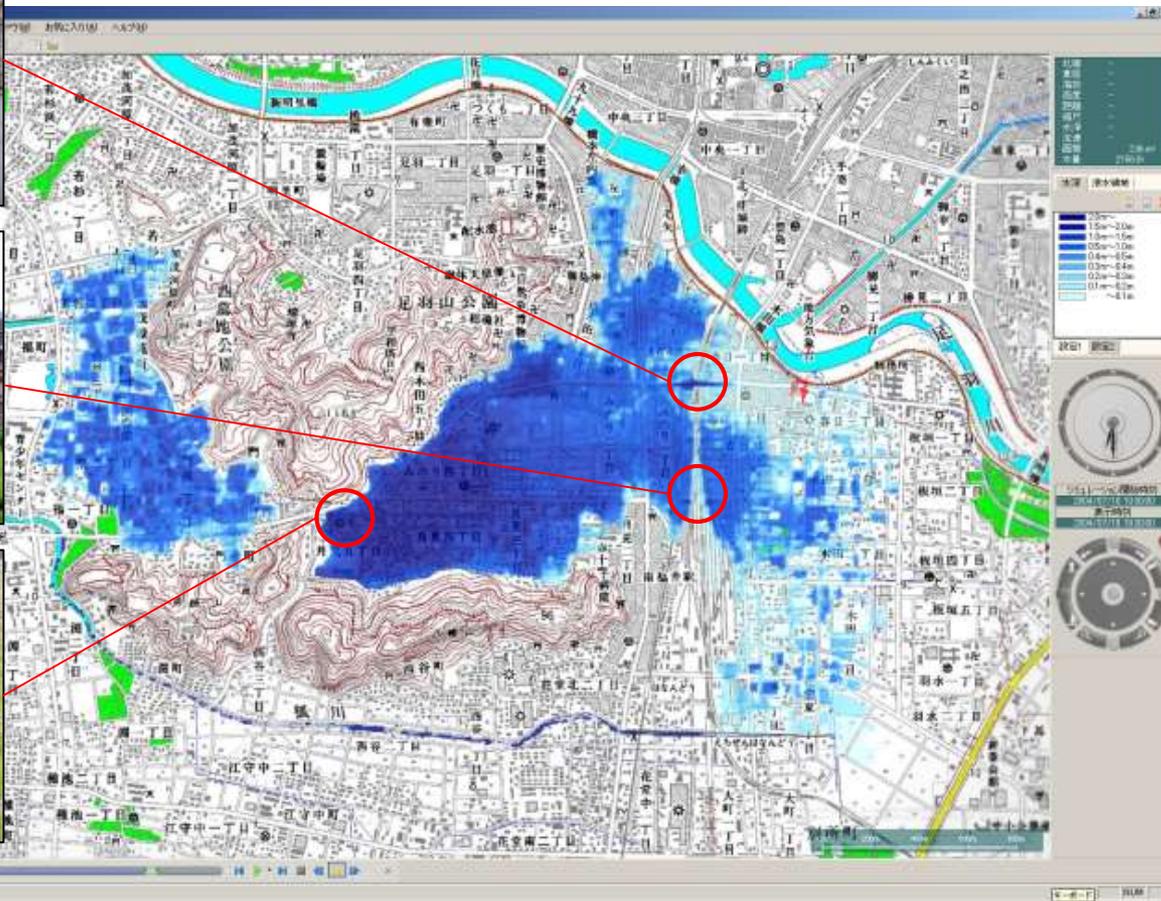
主な機能

1. 浸水エリアの予測
2. 河川の任意地点の水位予測
3. 過去の災害の分析
4. 想定したシナリオに基づくシミュレーション



都市の氾濫流の特徴

浸水範囲をあらかじめ知ることが難しい
水の流が鉄道盛土, 道路, 立体交差等に影響されるため

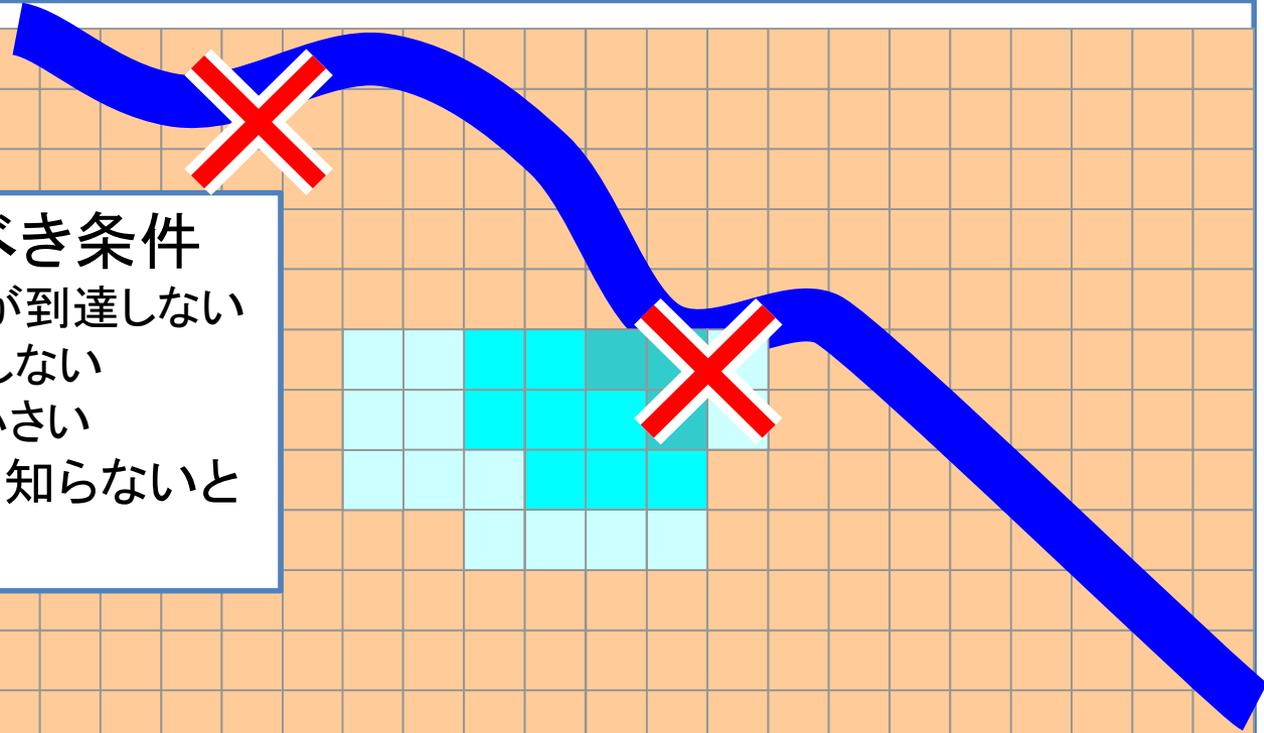


氾濫モデル(従来方式)

氾濫モデル

計算領域が満たすべき条件

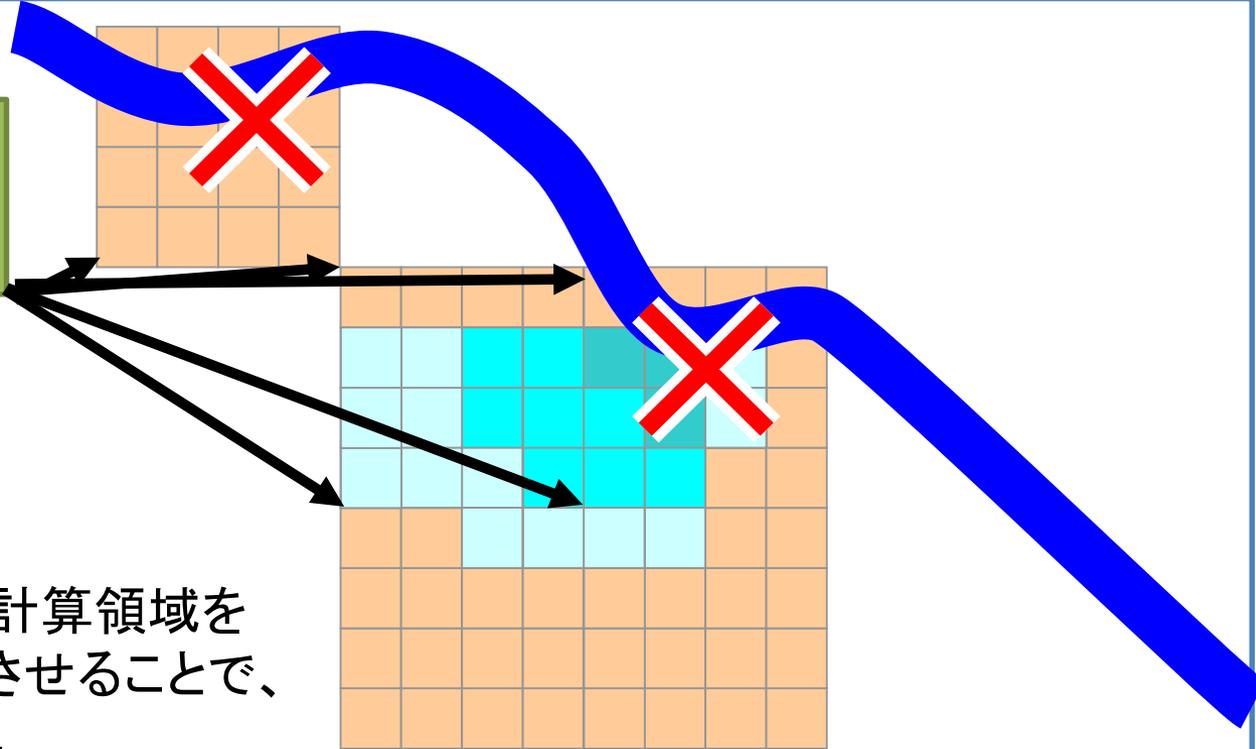
1. 計算領域の境界に流れが到達しない
 2. 計算領域の外側が浸水しない
 3. 計算領域が可能な限り小さい
- 浸水範囲をあらかじめ知らないと
実現が困難



日立方式(Dynamic DDM)

氾濫モデル

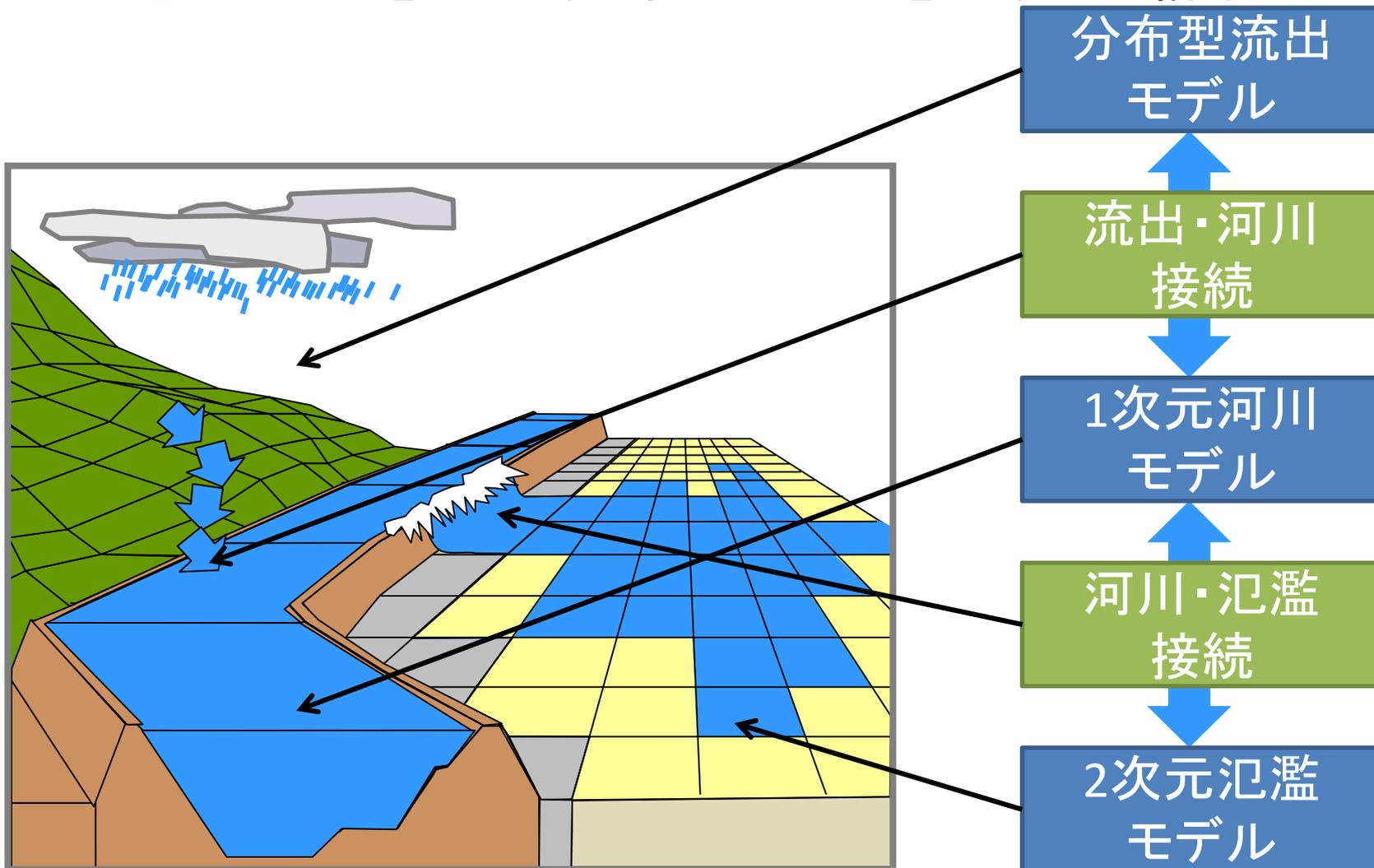
地図管理
モジュール



- シミュレーション中に計算領域を自動的に拡大・縮小させることで、計算の高速化を実現
- 地図モジュールが小領域を自動的にロード・アンロードする

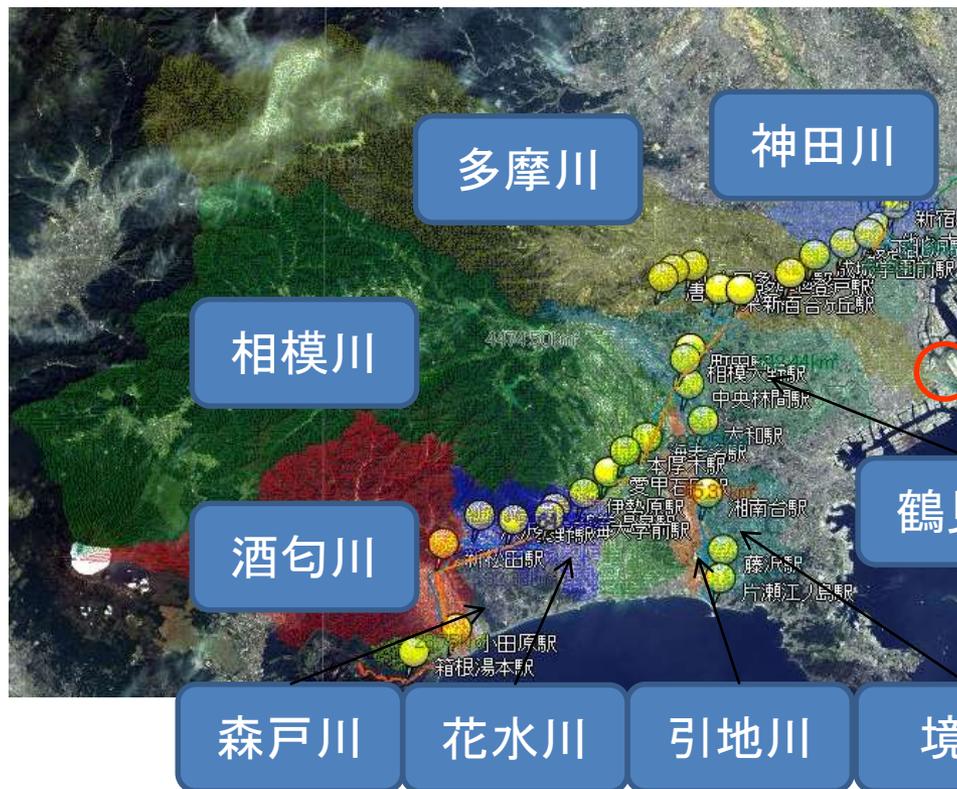
モデル構築方法

- 降雨から氾濫までの現象を一体的にシミュレーション
- 地図データをもとに、必要なモデルを自動的に構築

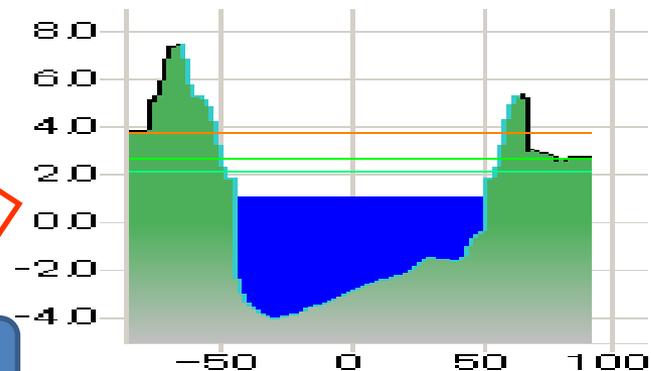


モデル構築の方法

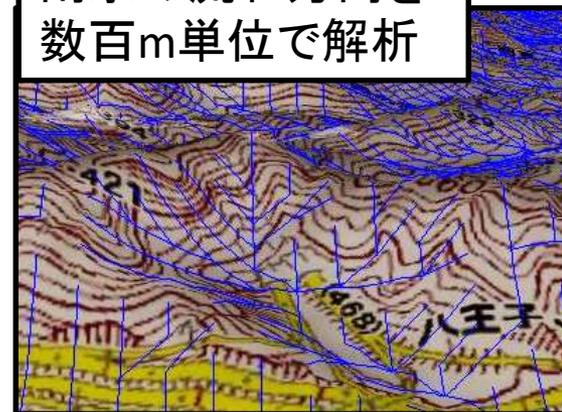
対象エリアに存在する河川をモデル化



河川断面を河川に沿って
数百mごとに入手

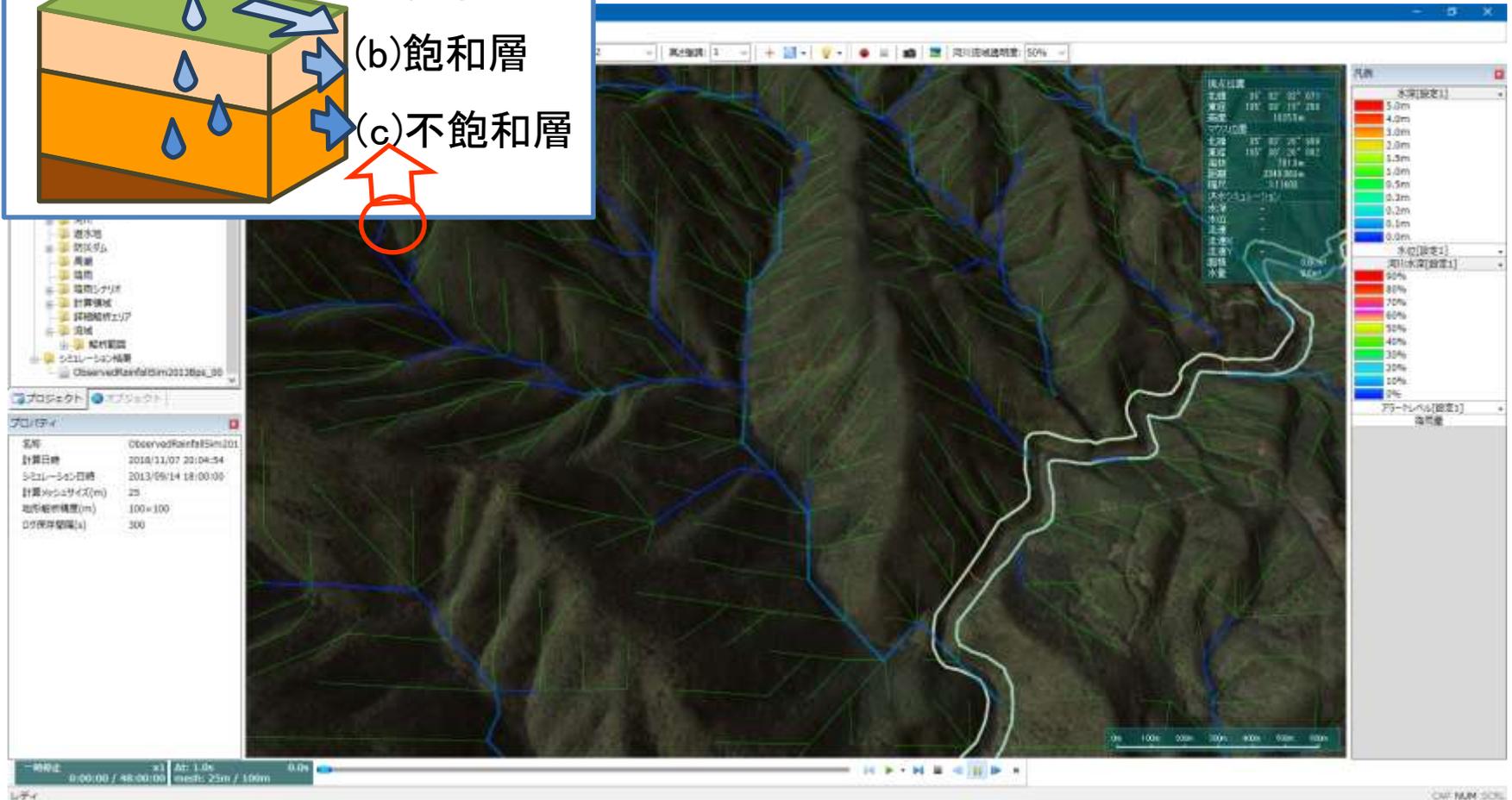
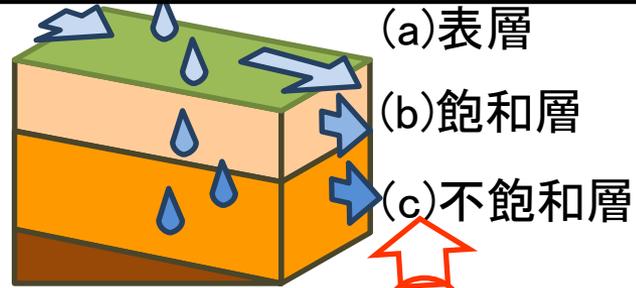


雨水の流れ方向を
数百m単位で解析



雨水の流れ方向解析例

雨水の土壌への浸透を解析



水位の再現事例（淀川流域）

対象河川

淀川水系

流域面積: 4,392 km²（琵琶湖流域を除外）

本川 1, 支川 28, ダム 7

流出モデル

分布型、100m

河川モデル

1D不定流、50m

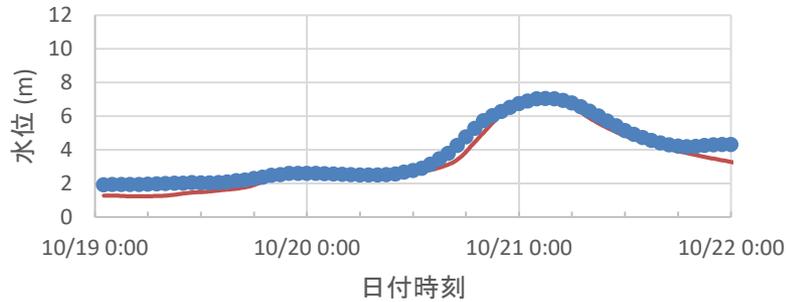
氾濫モデル

2D不定流、25m

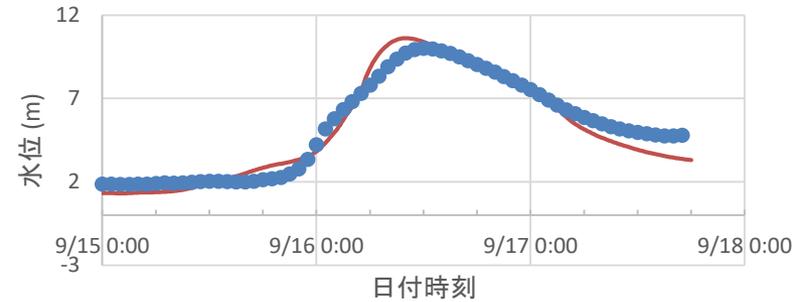


枚方の再現水位

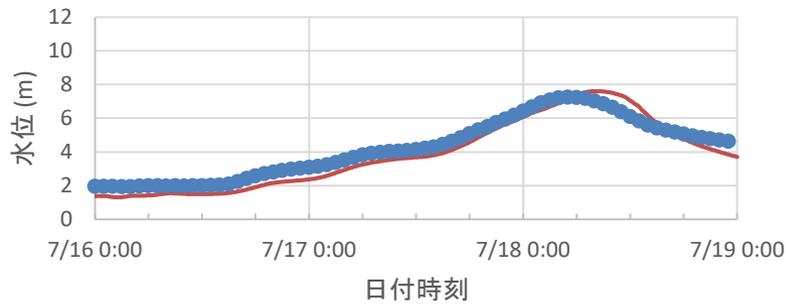
2004年10月(台風23号)



2013年9月(台風18号)



2015年7月(台風11号)



氾濫計算（堤防決壊なし）

氾濫面積: 119 km²

琵琶湖

浸水深



大阪湾

0 10 20 30 40 km

氾濫計算（左岸で堤防決壊）

氾濫面積: 187 km²

琵琶湖

堤防決壊地点

浸水深



大阪湾

0 10 20 30 40 km

氾濫計算(右岸で堤防決壊)

氾濫面積: 222 km²

琵琶湖

浸水深

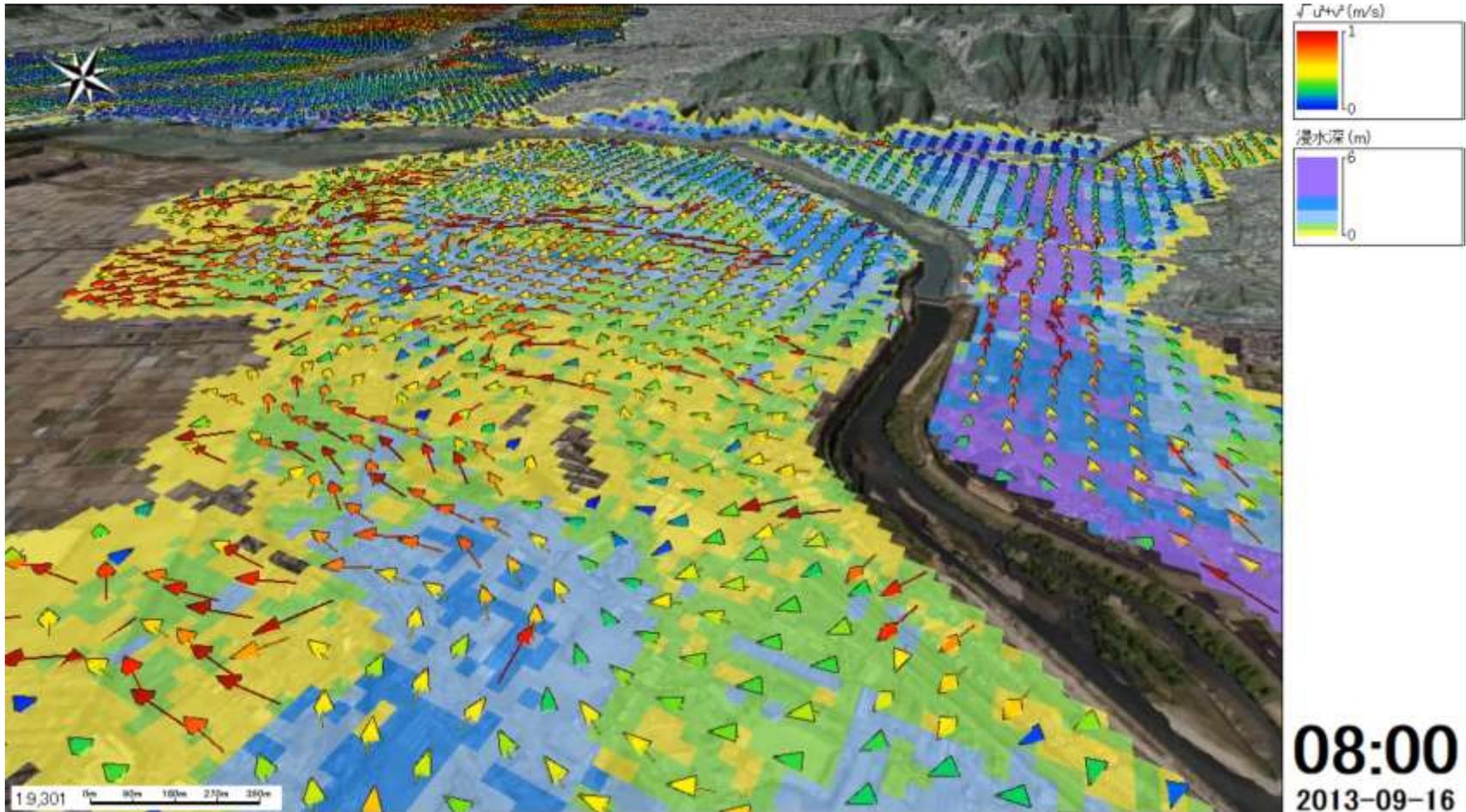


堤防決壊地点

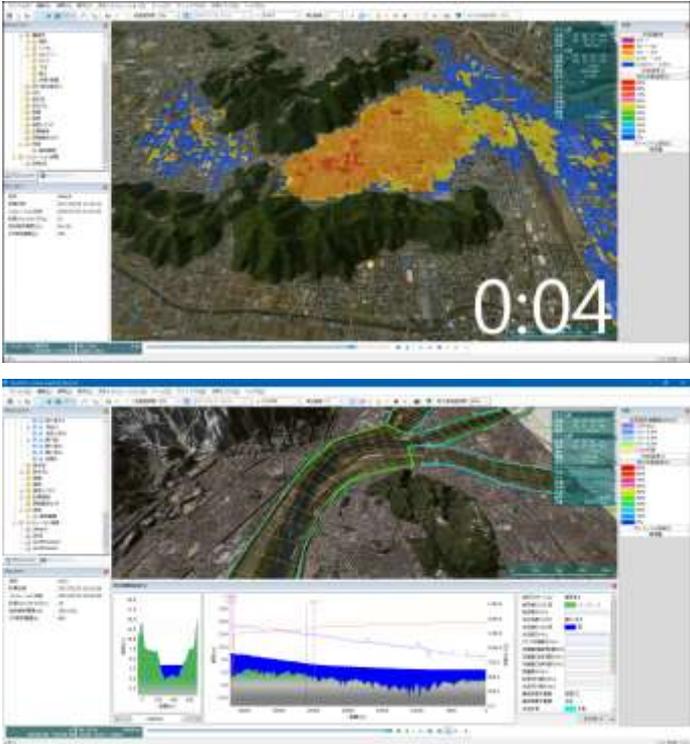
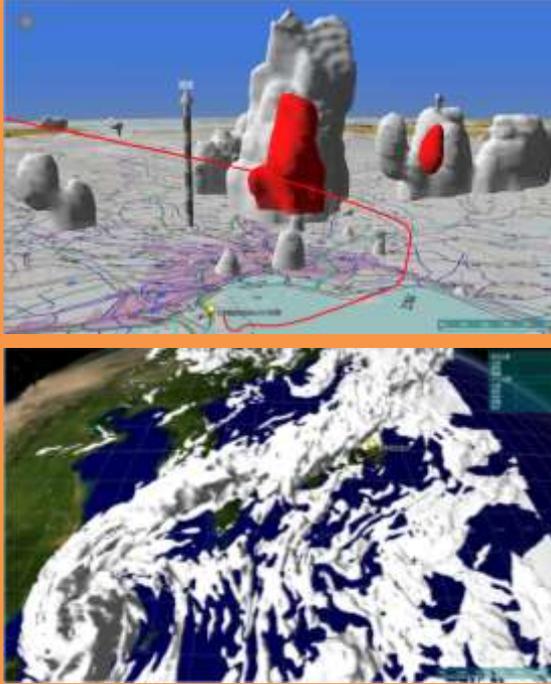
大阪湾

氾濫計算（堤防決壊なし）

浸水域が広がる様子（動画）

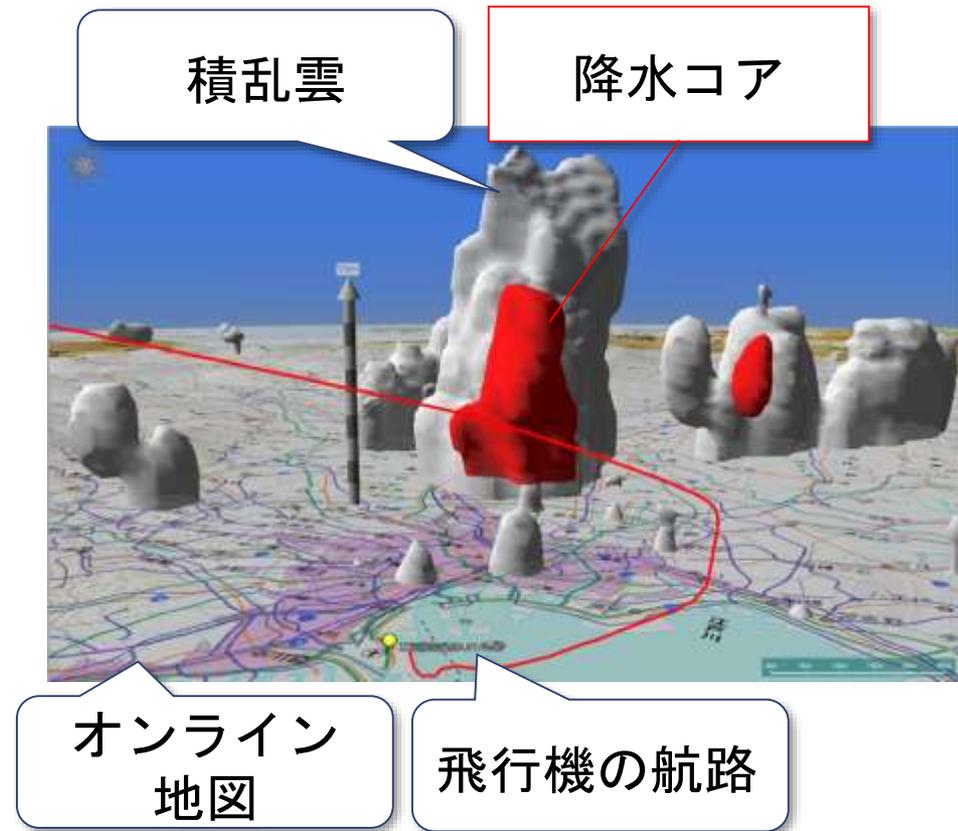


DioVISTA (ディオビスタ)

	DioVISTA/Flood	DioVISTA/Storm
目的	洪水の解析、予測	雨雲の3次元可視化
イメージ		
製品化	2006年6月	2014年8月

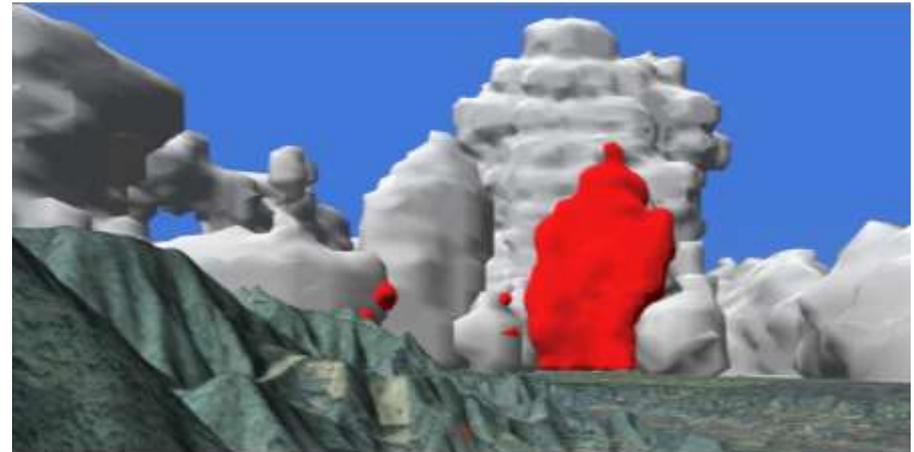
雨雲の3次元可視化

- 雨雲をオンライン地図と重ねて3次元表示
- 想定用途
 - 竜巻やゲリラ豪雨の原因となる積乱雲などの監視など
 - 空港周辺の航空機の安全管理など



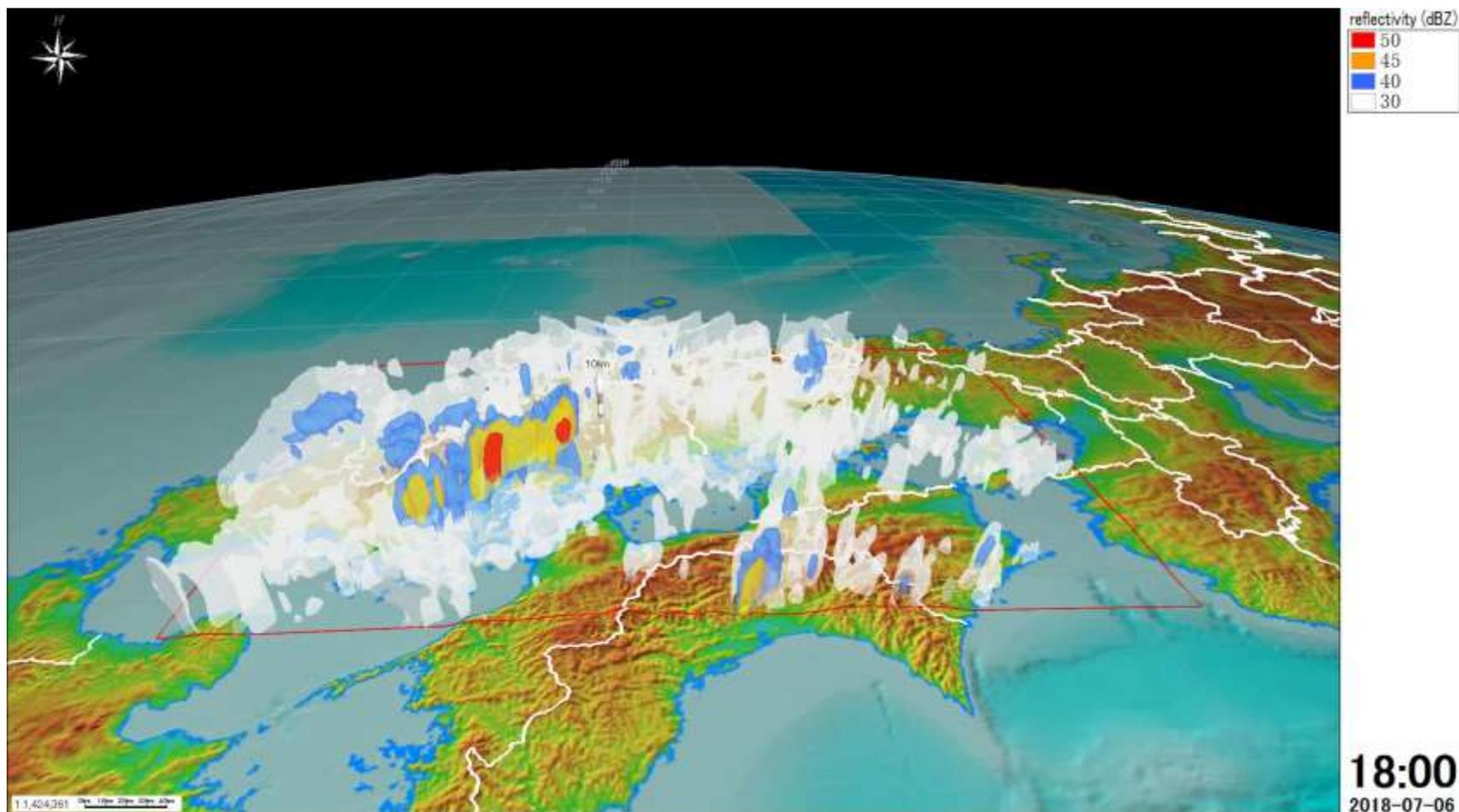
降水コア: 雲の中で大きな雨粒が特に多いと思われる領域

- 近年、新型の降雨レーダーが導入されている
 - 雨雲の**3次元構造**をとらえることができる
 - 竜巻やゲリラ豪雨の観測や予測技術の確立のため
- 現状
 - 降雨レーダーによる観測結果の表示には、多くの場合**2次元**の地図が用いられている
 - 雨雲の**3次元構造**が分かりやすく表示する手法が求められている
- 当社は
 - 降雨レーダーの観測結果をオンライン地図と重ねて**3次元表示**できるソフトウェアを開発



事例1:平成30年7月豪雨「西日本豪雨」

DioVISTA/Stormによる可視化例(動画)



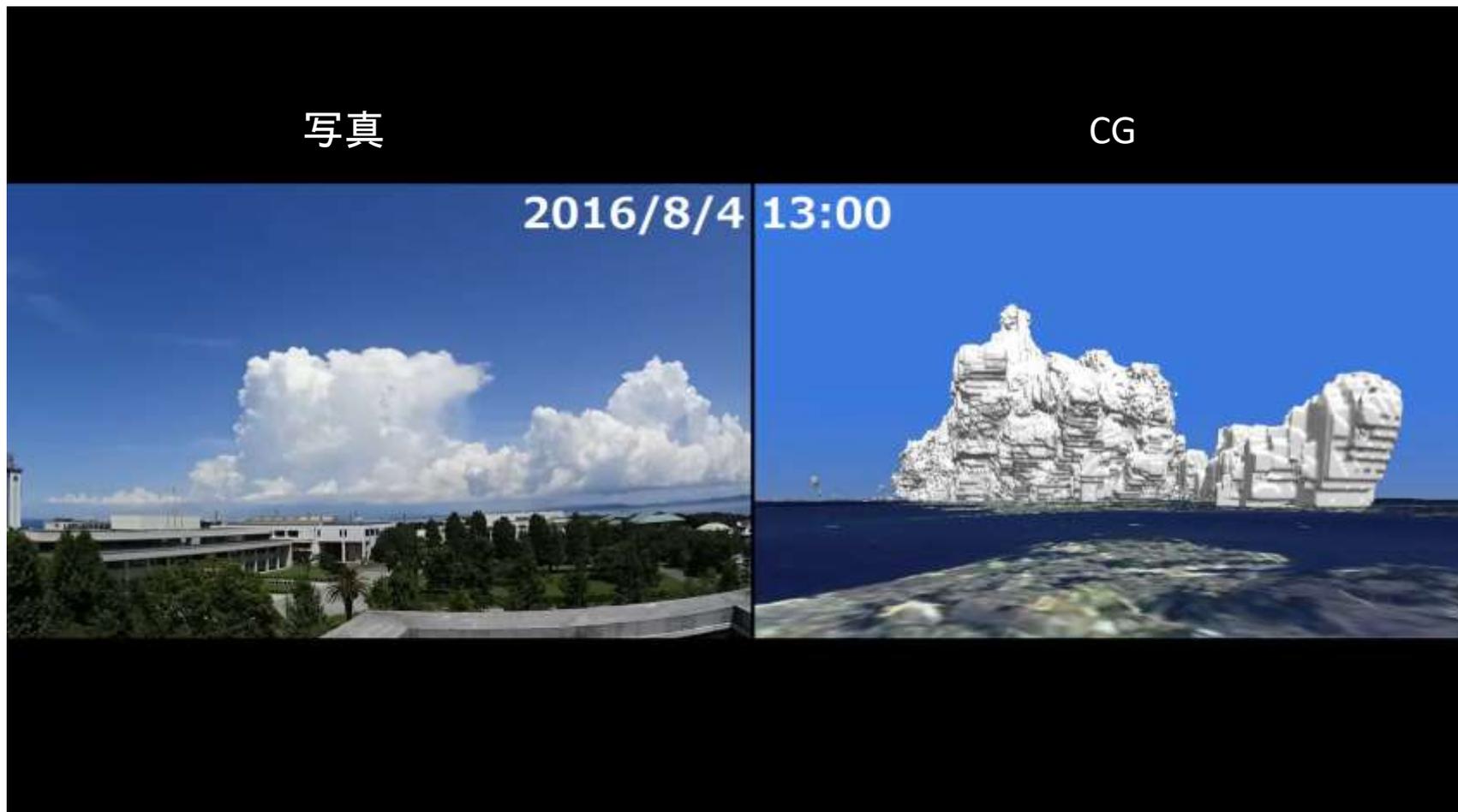
Reference: 防災科学技術研究所, 2018年7月6日から7日に西日本に災害をもたらした雨雲の特徴, 2018年7月12日.

図の作成: 防災科学技術研究所, レーダデータ: 国土交通省XバンドMPLレーダおよび気象庁Cバンドレーダ,

地図情報: 国土地理院地図(色別標高図)

事例2: 2016/8/4 ガストフロント

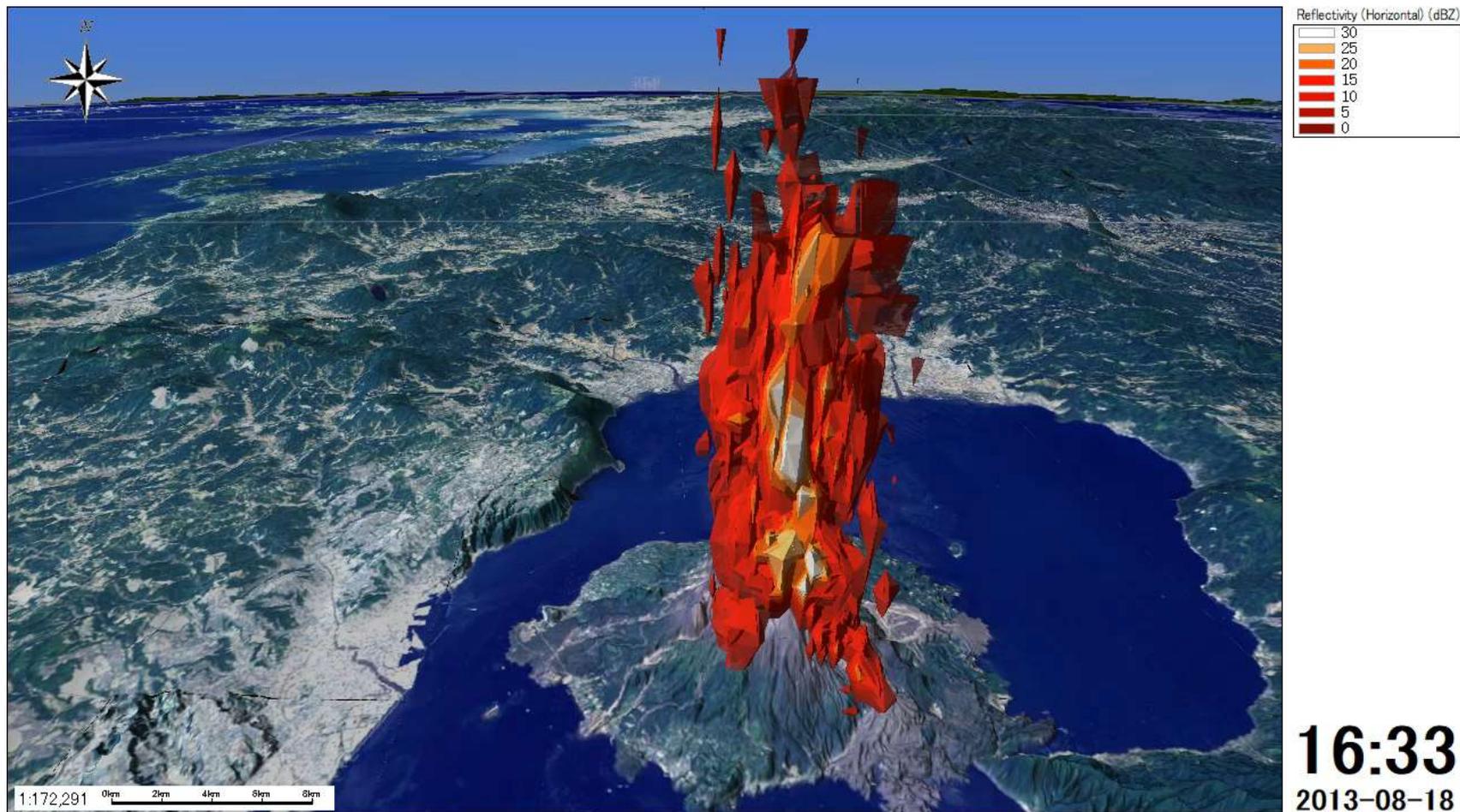
DioVISTA/Stormによる可視化例(動画)



写真は小林文明様(防衛大学校)の撮影, CGは日本無線株式会社フェーズドアレイ気象レーダによる観測データを可視化したもの
Reference: 諸富ら, フェーズドアレイ気象レーダによる積乱雲の三次元表示, 日本気象学会秋季大会, 講演予稿集, P202, 2017.

事例3: 2013/8/18 桜島噴火

DioVISTA/Stormによる可視化例(動画)

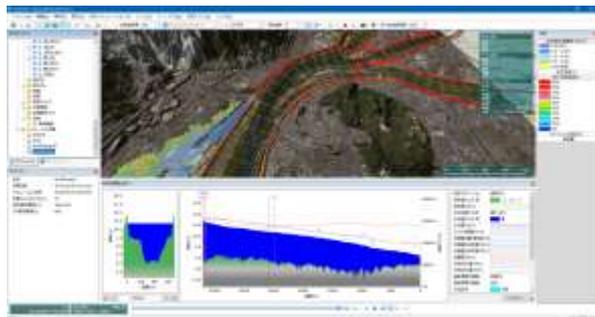


Data: 真木雅之様(鹿児島大学)提供.

- 日立と気象情報の関わり
 - 気象庁のスーパーコンピュータシステムなどの安定稼働を24時間体制で支援
 - 気象データとAIを使った推定・予想の事例紹介
 - 気象データのビッグデータ検索の事例紹介
- 地図とシミュレーションの融合
 - 雨雲の3次元可視化
 - 洪水の解析、予測

DioVISTA Flood無償版ダウンロードサイト

https://app.hitachi-power-solutions.com/diovista_flood/#!Documents/cover_download.html



HITACHI
Inspire the Next

謝辞

P. 10の内容は、総務省の「G 空間プラットフォームにおけるリアルタイム情報の利活用技術に関する研究開発」による委託を受けて実施した研究開発による成果です。

P. 25~30 の内容は、東京海上日動リスクコンサルティング株式会社様向け業務として実施した成果の一部です。

P. 34の図面は櫻井南海子様(国立研究法人防災科学技術研究所)に提供いただきました。国土交通省XバンドMPLレーダデータは、国家基幹技術「海洋地球観測探査システム」:データ統合・解析システム(DIAS)の枠組みの下で収集・提供されたものです。気象庁レーダデータは、気象業務支援センターより配信されたものです。

P. 35の図面は諸富和臣様(日本無線株式会社)に提供いただきました。

P. 36の図面は真木雅之様(国立大学法人鹿児島大学)に提供いただきました。

ここに記し感謝の意を表します。