

2015年3月10日

地球流体データ解析・数値計算ワークショップ

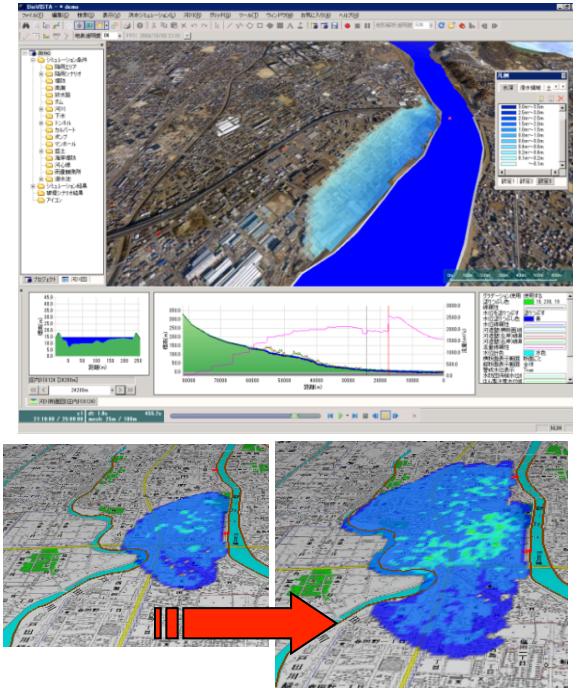
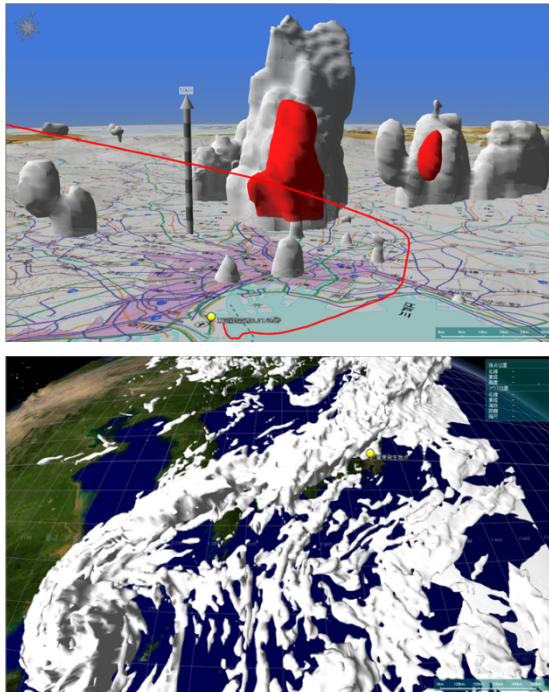
HITACHI
Inspire the Next

気象データの可視化と 洪水予測への応用

山口 悟史
(株)日立パワーソリューションズ

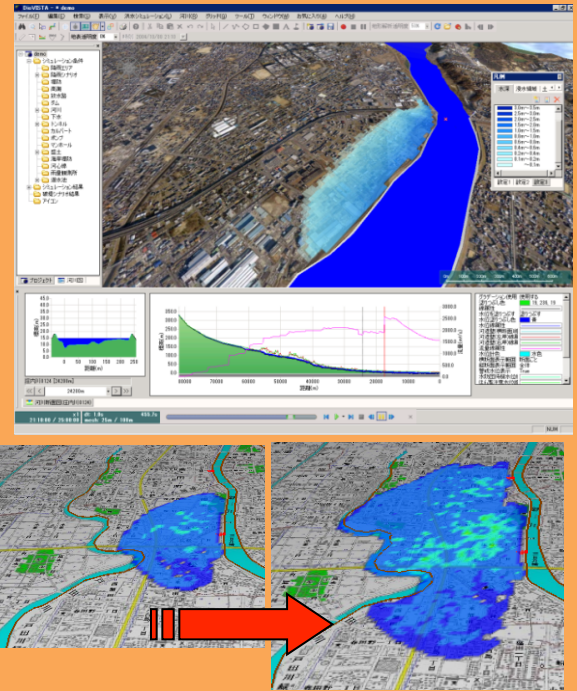
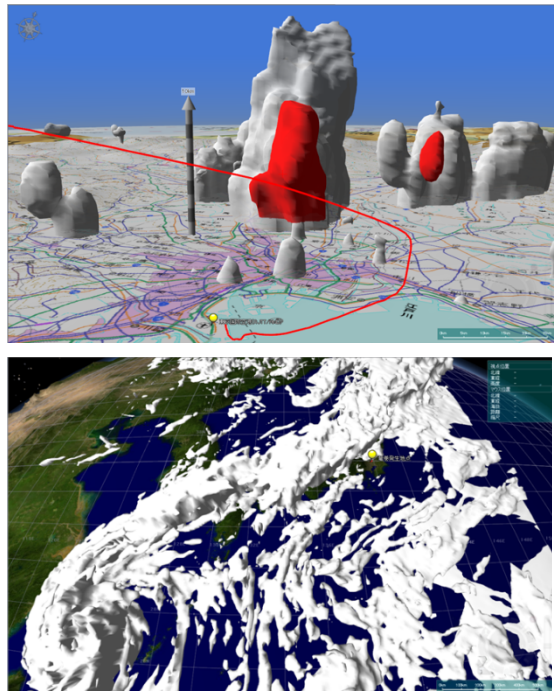
当社の取り組み

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

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

当社の取り組み

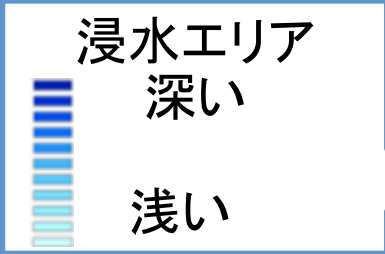
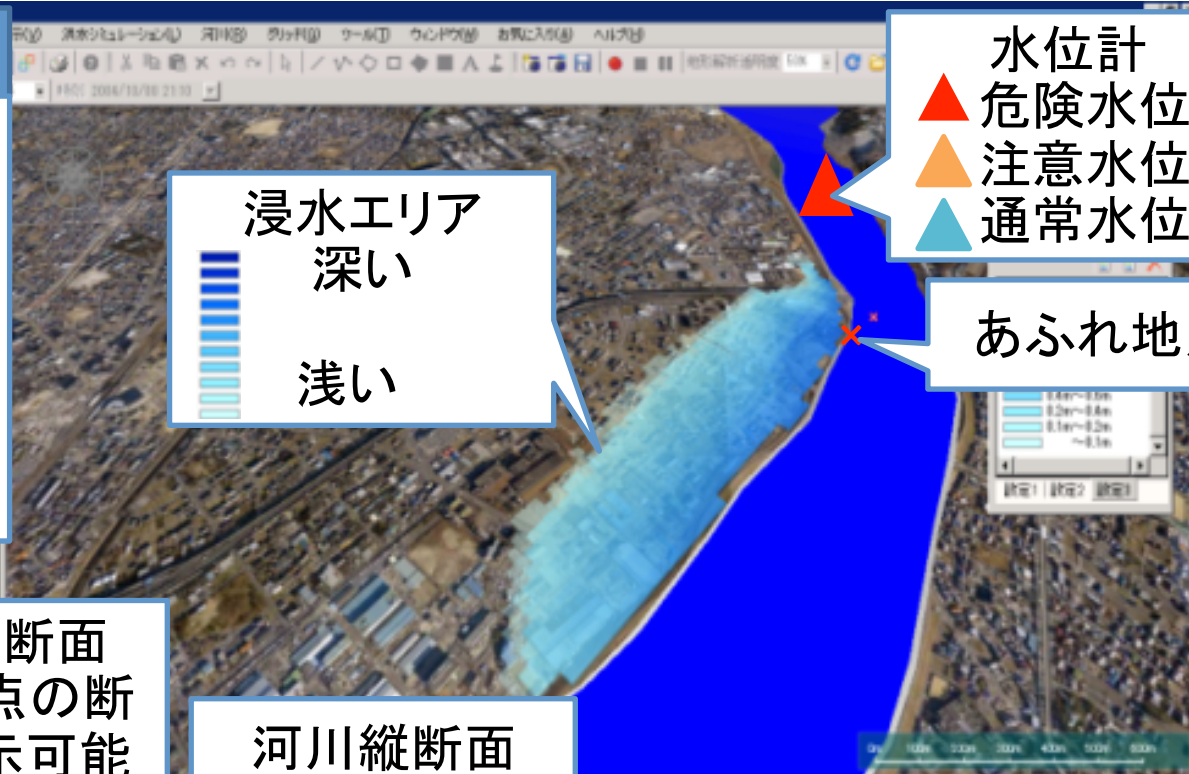
気候変動による大雨・洪水リスク増加に対応するため
当社は風水害対策用のソフトウェアを研究・開発

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

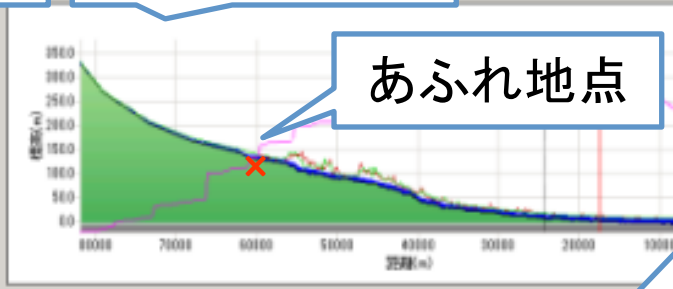
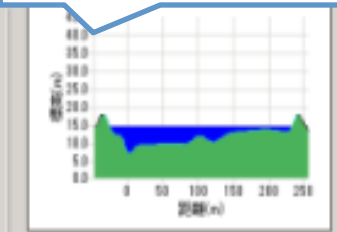


水位計
▲ 危険水位
▲ 注意水位
▲ 通常水位

あふれ地点

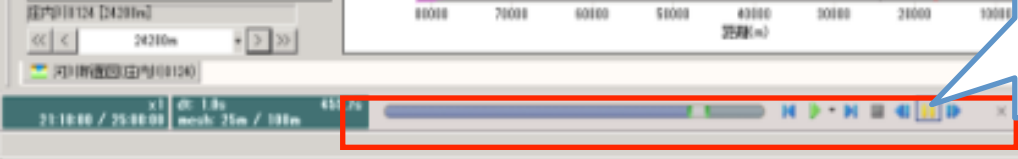
河川横断面
任意地点の断面
を表示可能

河川縦断面



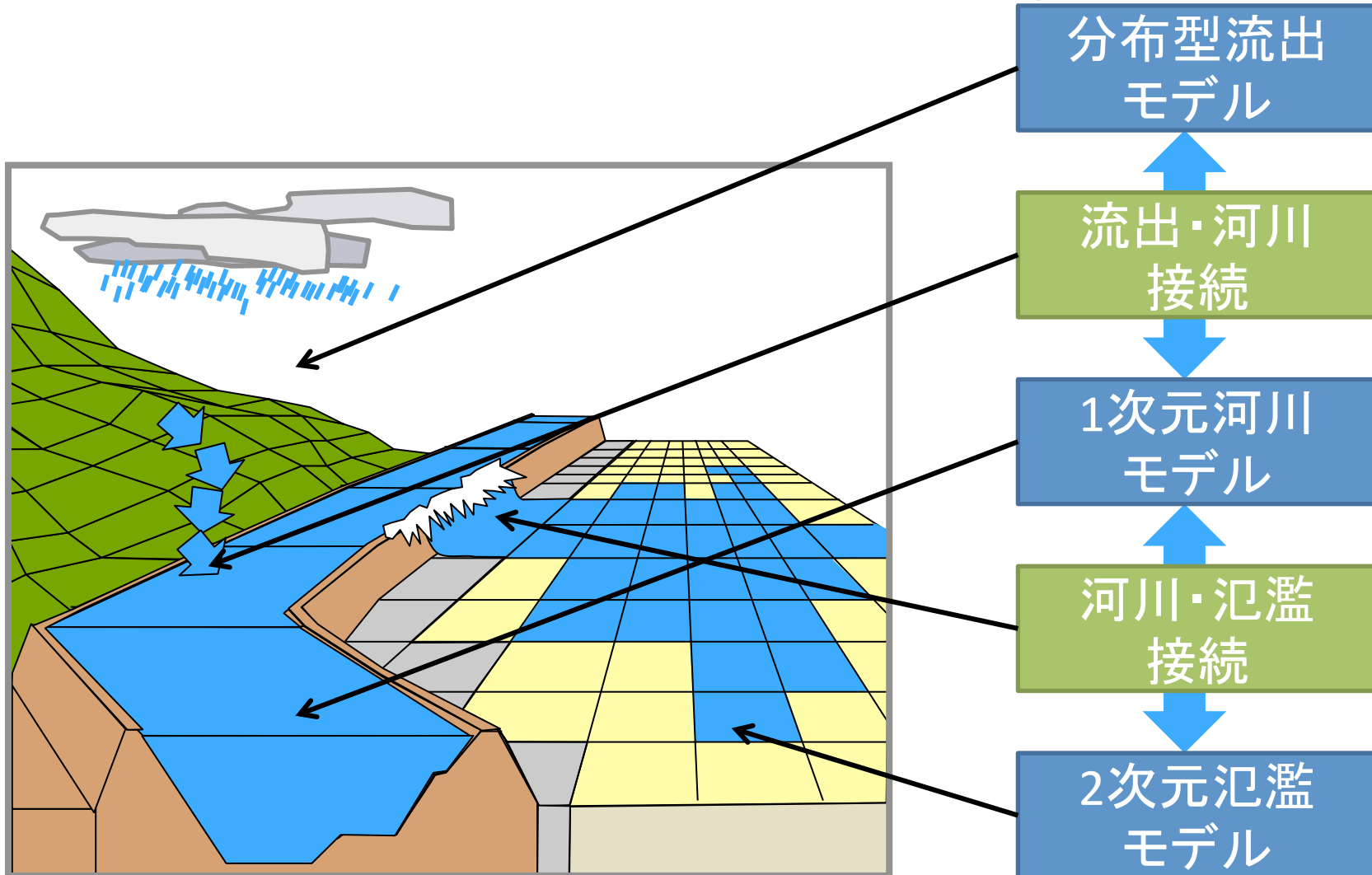
あふれ地点

時間コントローラ
任意の時刻(観測、
予測)を表示



モデル構築方法

- 降雨から氾濫までの減少を一体的にシミュレーション
- 地図データから必要なモデルを自動的に構築



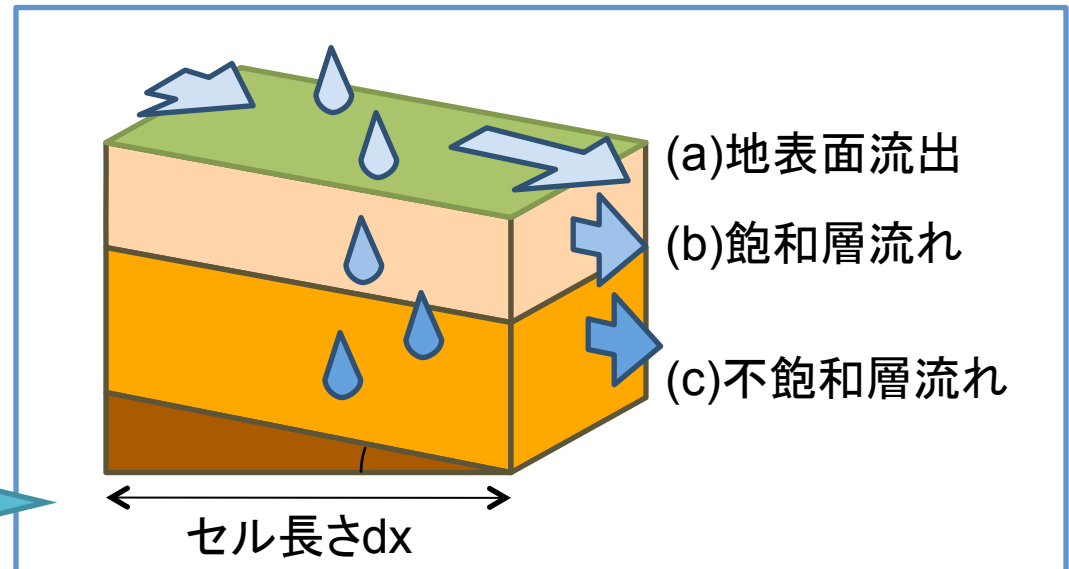
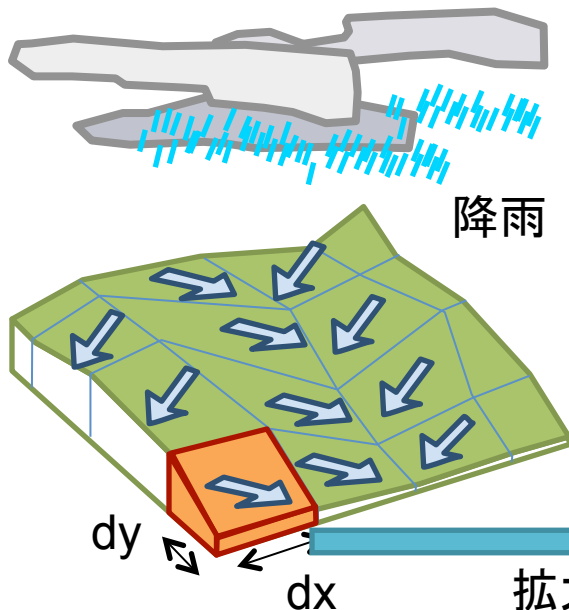
流出モデル

– 飽和不飽和機構付き分布型流出モデル
(京都大学立川先生モデル)

- 連続式
- 運動方程式

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = r(t)$$

$$q(h) = \begin{cases} v_m d_m \left(\frac{h}{d_m}\right)^\beta, & 0 \leq h \leq d_m \\ v_m d_m + v_\alpha (h - d_m), & d_m \leq h \leq d_\alpha \\ v_m d_m + v_\alpha (h - d_m) + \alpha (h - d_\alpha)^m, & d_\alpha \leq h \end{cases}$$



Reference:

立川, 永谷, 寶:

飽和不飽和流れの機構を導入した流量流積関係式の開発, 水工学論文集, 第48巻, pp. 7-12, 2004.

河川モデル

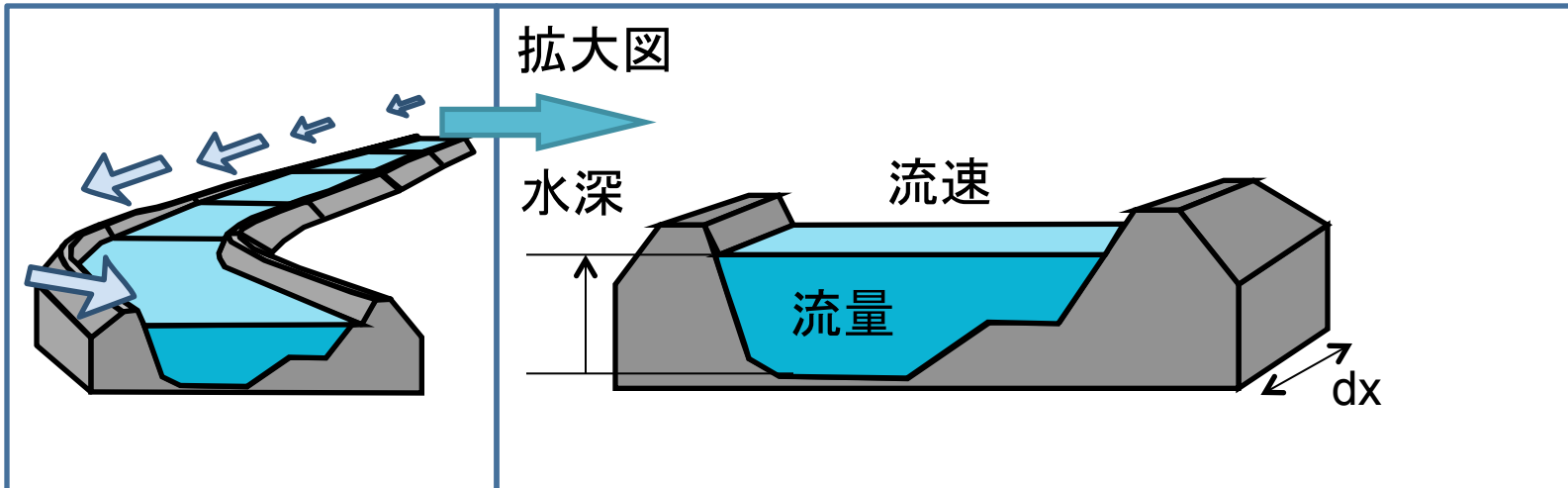
– 1次元不定流モデル

– 連続式

$$\frac{\partial A_{river}}{\partial t} + \frac{\partial Q_{river}}{\partial t} = q_{river}$$

– 運動方程式

$$\frac{\partial Q_{river}}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{Q_{river}}{A_{river}} \right)}{\partial x} = -g A_{river} \frac{\partial H_{river}}{\partial x} - g \frac{n^2 Q_{river} |Q_{river}|}{R^{4/3} A_{river}}$$



- 氾濫モデル

- 2次元不定流方程式

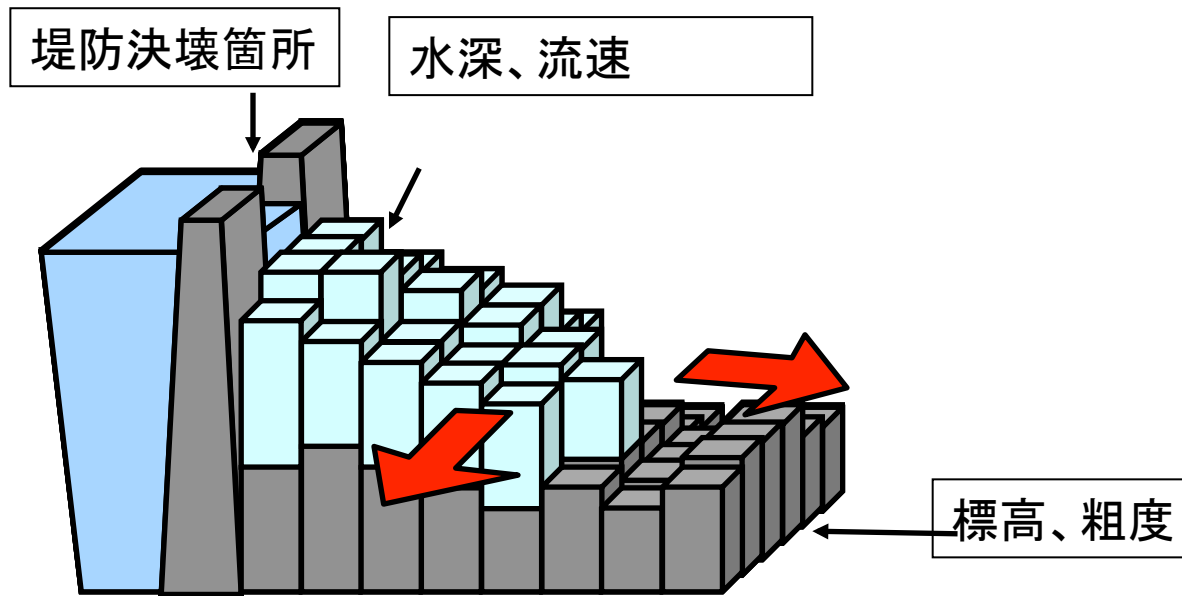
- 連続式

- 運動方程式

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

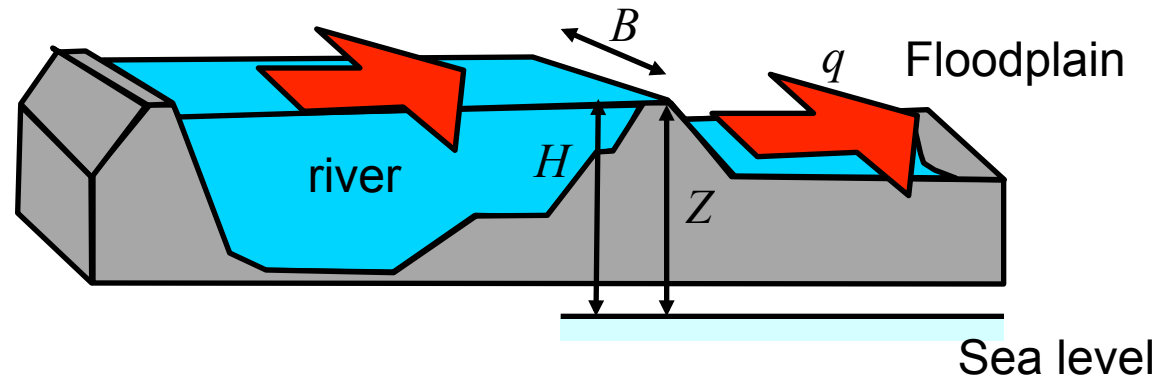
$$\frac{\partial N}{\partial t} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{gn^2}{h^{4/3}} N \sqrt{u^2 + v^2}$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{gn^2}{h^{4/3}} M \sqrt{u^2 + v^2}$$

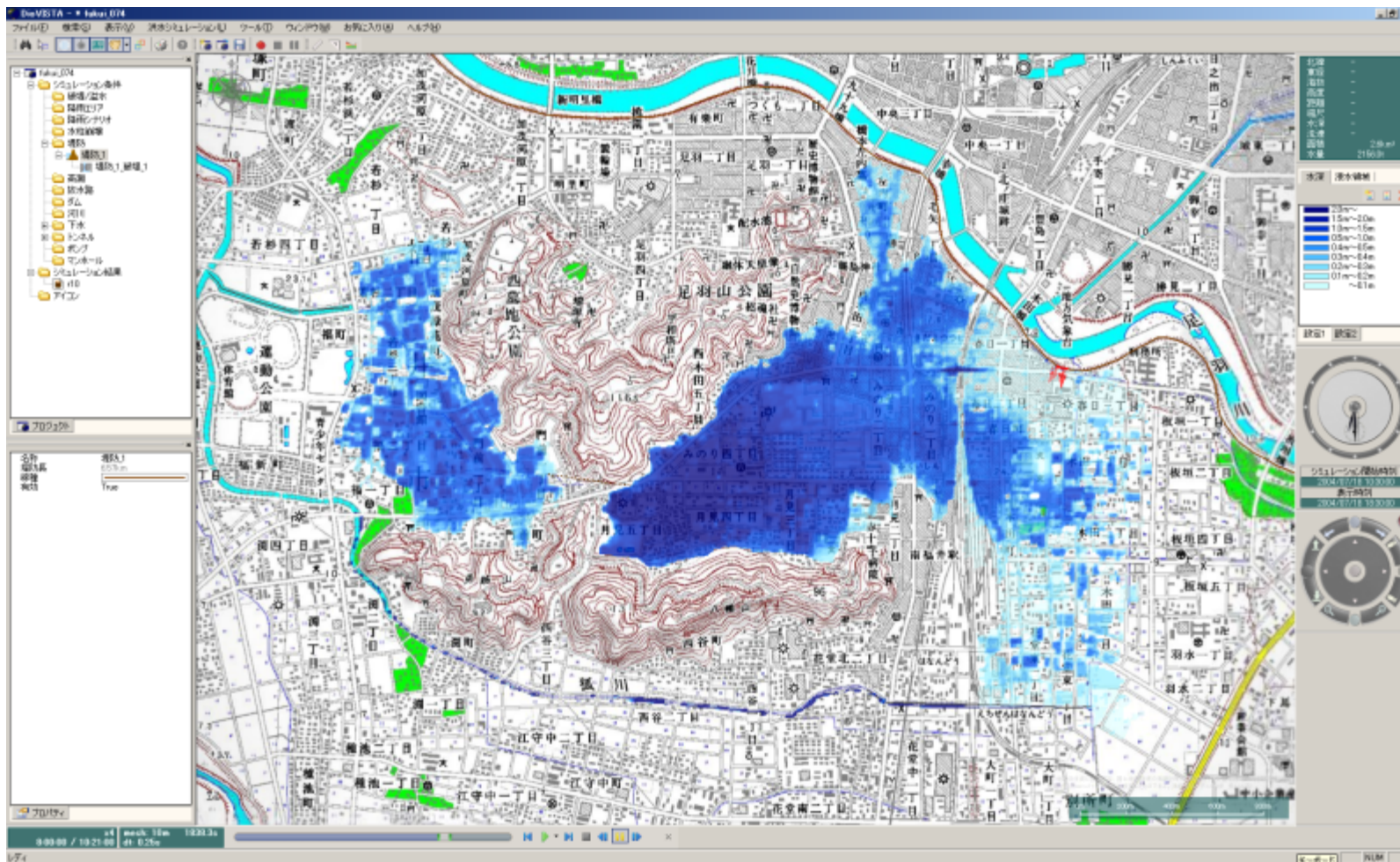


- 越流公式
- 運動方程式

$$q = C_w B (H - Z)^{1.5}$$

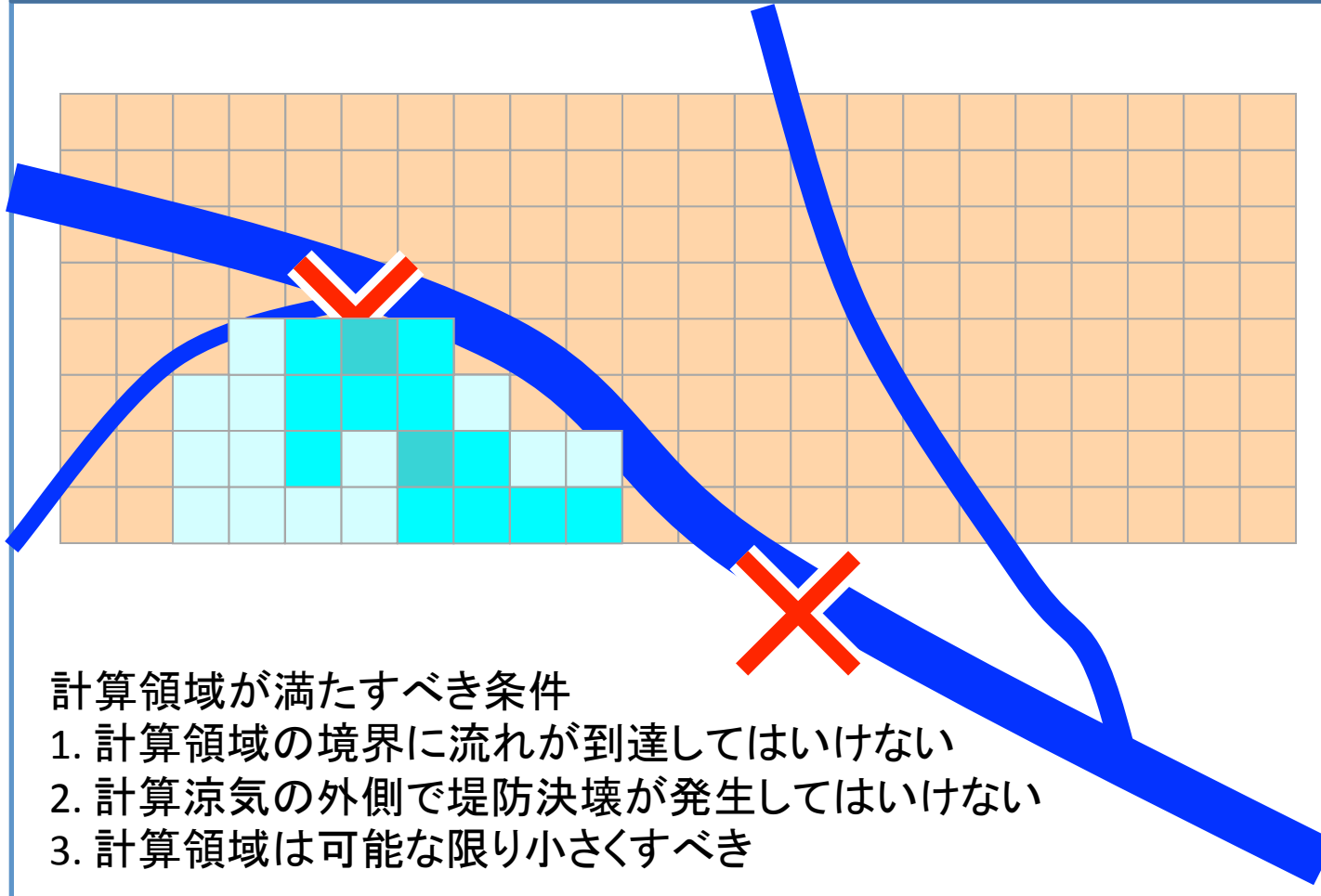


氾濫モデルの設定の自動化

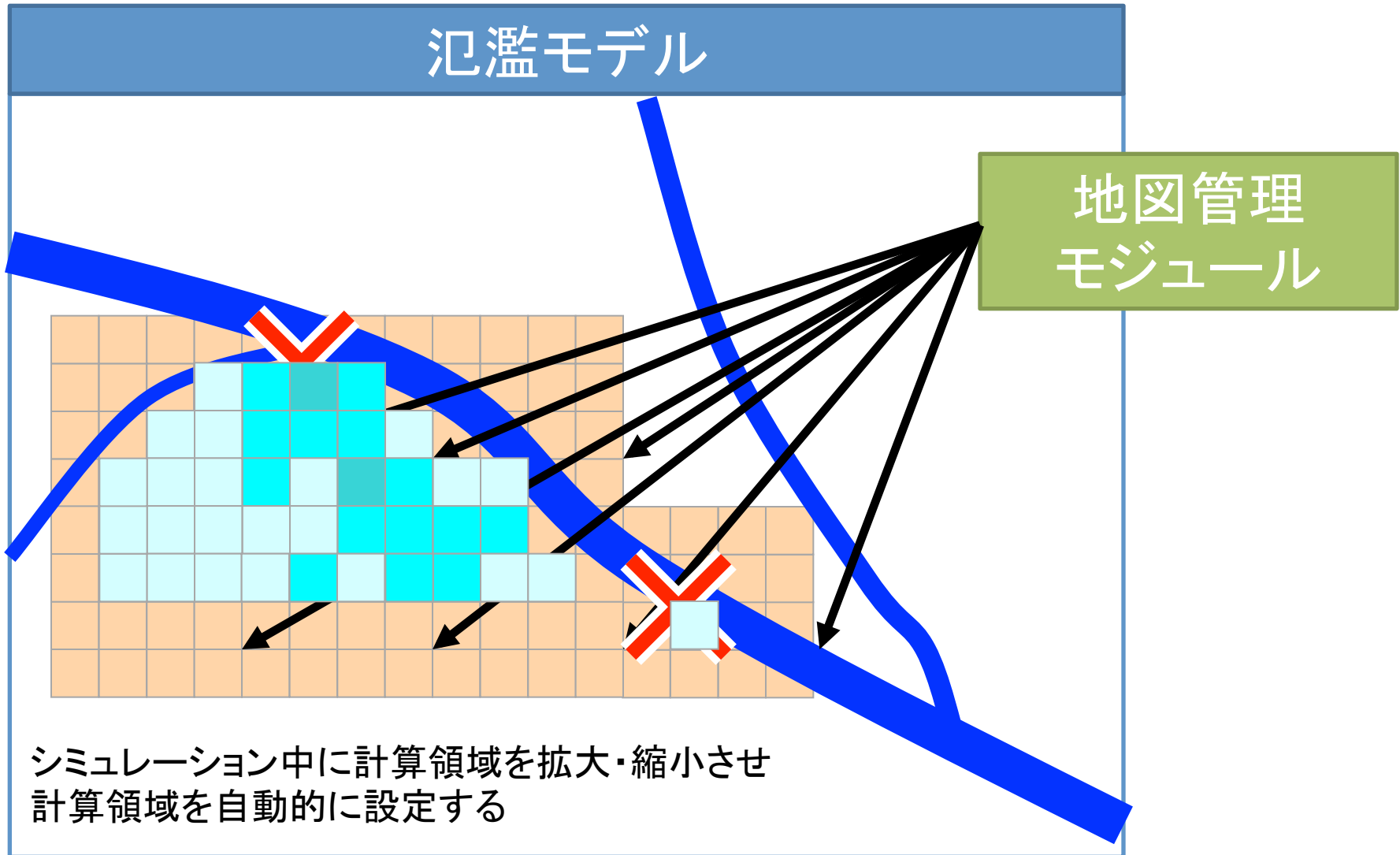


水の流れは鉄道盛土, 道路, 立体交差等に影響される

氾濫モデル

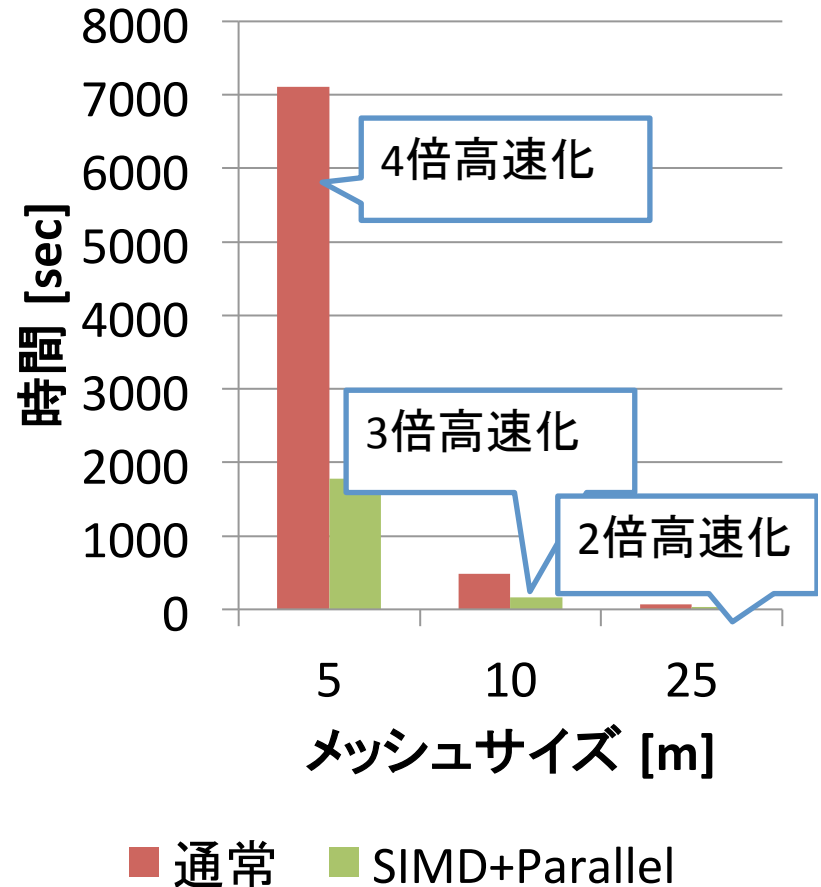


日立方式(Dynamic DDM)



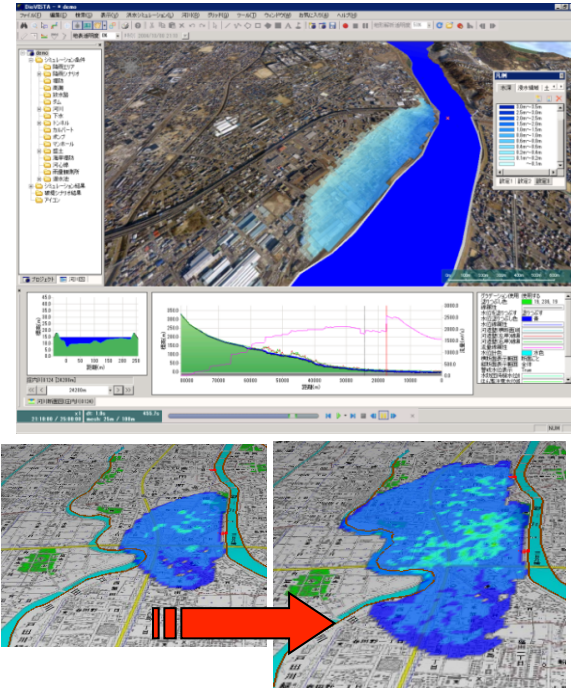
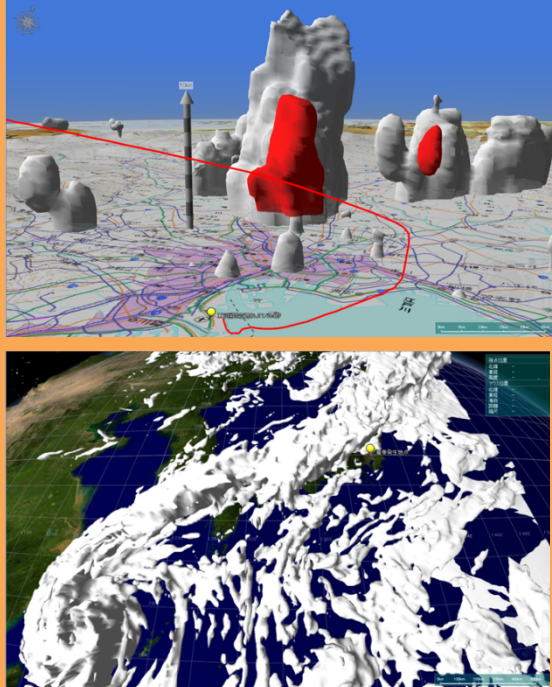
実装レベルでの高速化

- SIMDによる高速化
 - SIMD: Single Instruction Multiple Data
 - SSE, SSE2
- 並列化
 - PPL: Parallel Patterns Library
- SIMD+並列化あり、なしで比較
 - K市における氾濫計算(破堤から18時間)
 - メッシュ数が増えるほど高速化効果が顕著



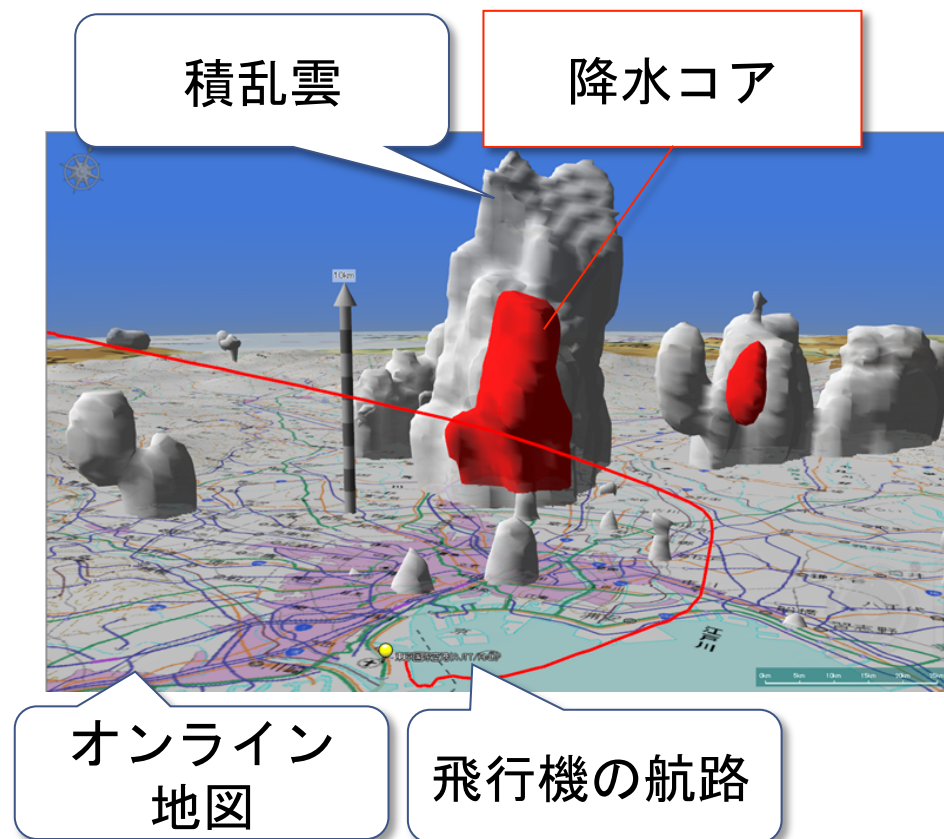
当社の取り組み

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

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

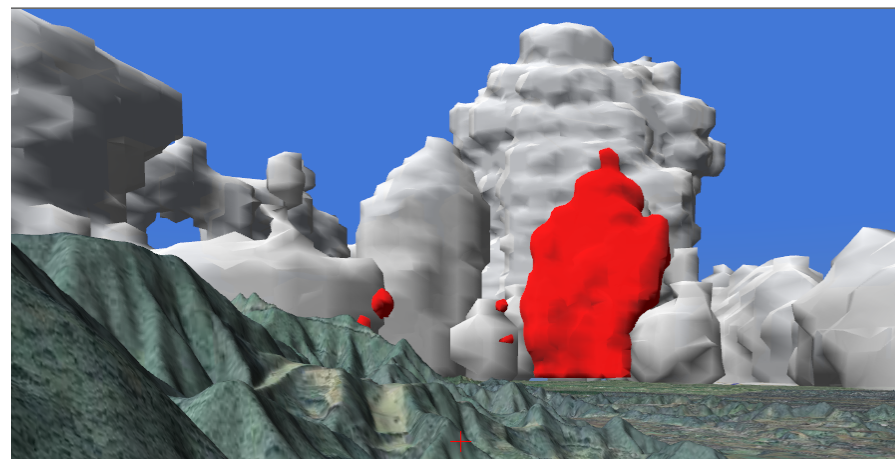
雨雲の3次元可視化

- 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

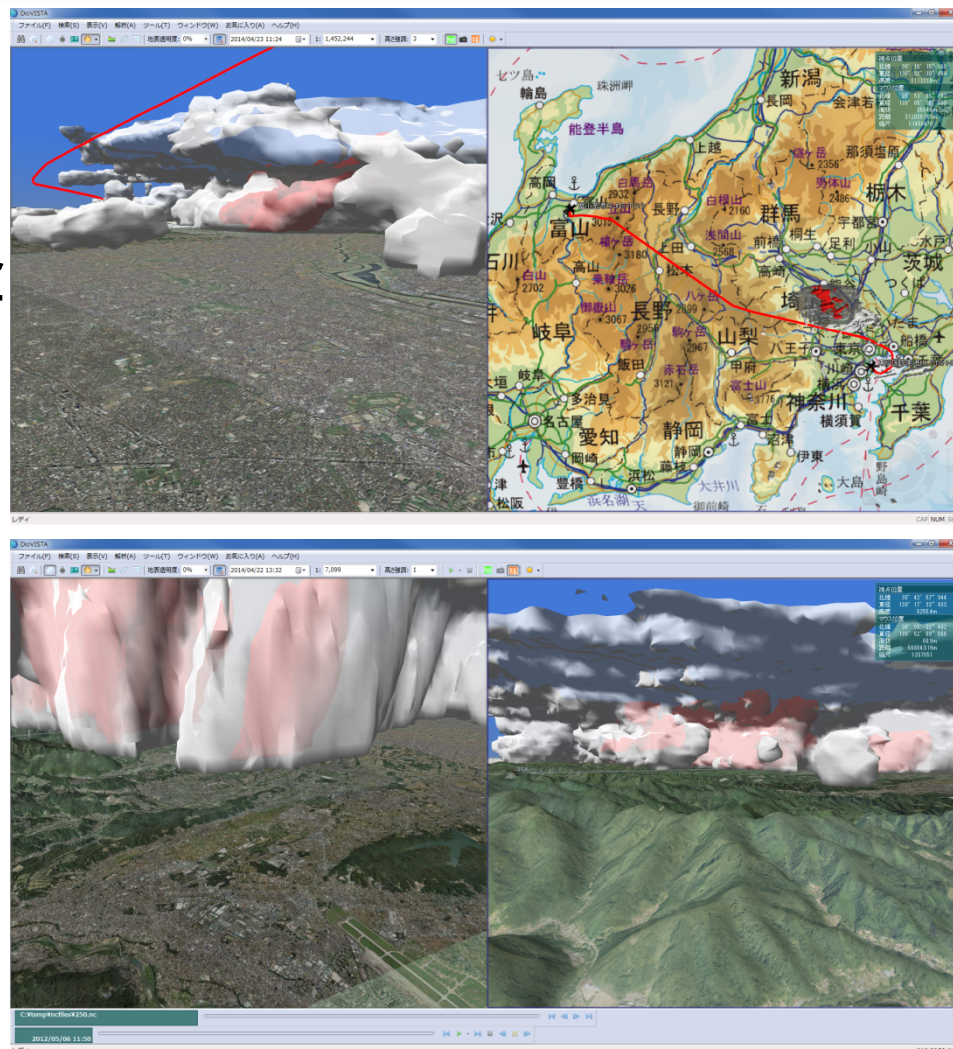
- 近年、新型の降雨レーダーが導入されている
 - 雨雲の**3次元構造**をとらえることができる
 - 竜巻やゲリラ豪雨の観測や予測技術の確立のため
- 現状
 - 降雨レーダーによる観測結果の表示には、多くの場合**2次元**の地図が用いられている
 - 雨雲の**3次元構造**が分かりやすく表示する手法が求められている
- 当社は
 - 降雨レーダーの観測結果をオンライン地図と重ねて**3次元表示**できるソフトウェアを開発



可視化のための工夫(1)

軽快な操作感

- 降雨レーダーの観測データを地図と重ねて3次元表示し、それを軽快に操作できる
 - － 地球全体を表示したり、ズーム、スクロール、角度を変えて真上や斜め上から見る事が可能

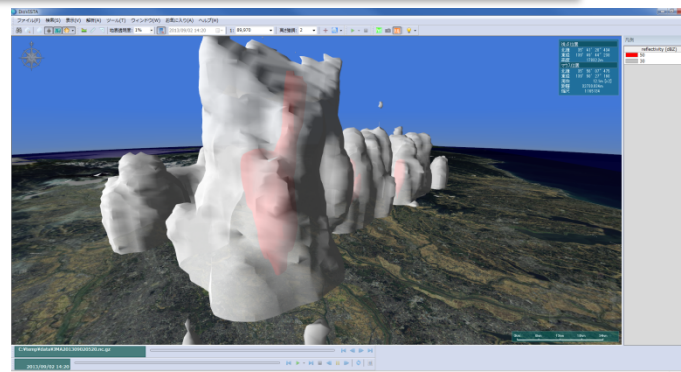


可視化のための工夫(2)

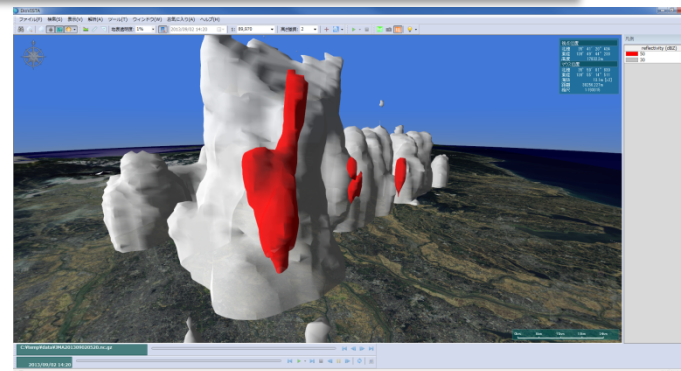
雨雲の内部構造を明瞭に表現

- 雨雲内部にある降水コアを、他の雲に隠されることなく強調表示
 - 上空で形成された降水コアが落下する様子
 - 風によって流される様子
- 高さ方向、奥行き、影などの表現を最適化

通常が表示



降水コア強調表示



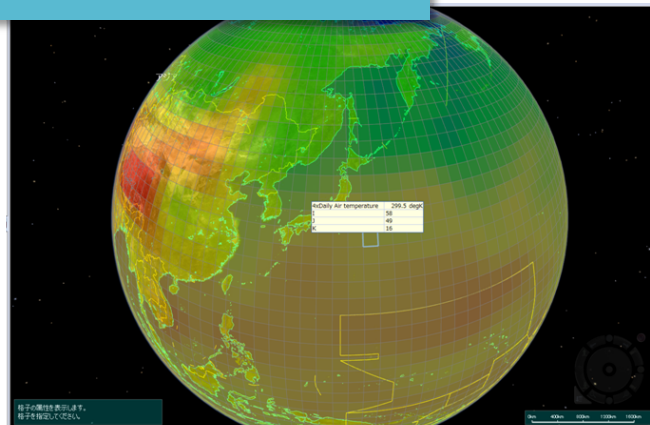
降水コア:雲の中で大きな雨粒が特に多いと思われる領域

可視化のための工夫(3)

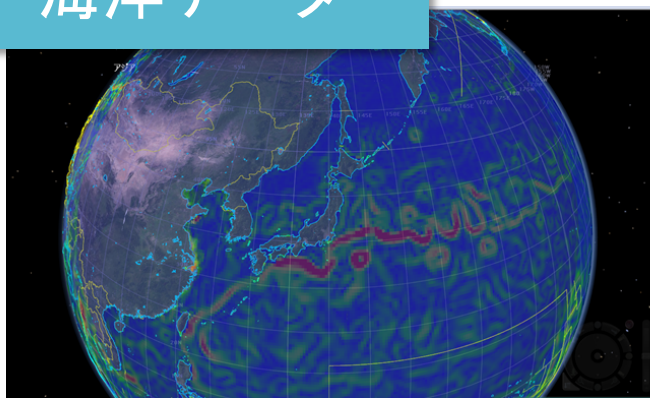
広域の天気予報や海洋観測情報との組み合わせ表示が可能

- 広域の天気予報や海洋観測情報の表示が可能
 - 竜巻やゲリラ豪雨の現象全体の把握に重要
- データフォーマット**NetCDF**に対応
 - 気象海洋分野で国際的に普及しているフォーマット
 - 米国政府機関NOAAやNASAがデータの保存や配信に利用

気象データ

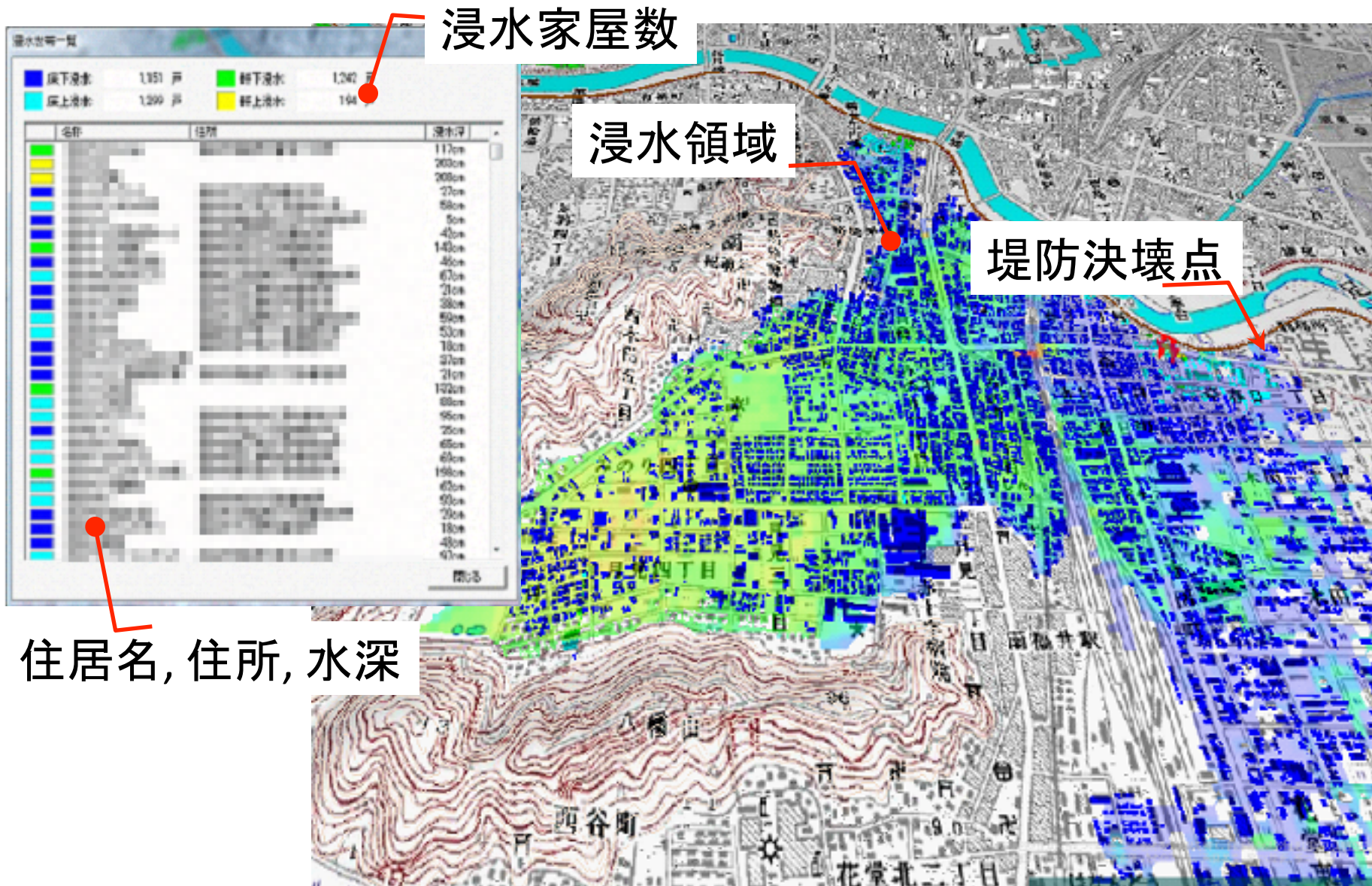


海洋データ



- 地上の多様な情報が容易に入手可能に
 - 気象情報
 - 河川情報
 - 地図情報
 - SNS等
- これらを考慮した災害シミュレーション手法と、その、防災への適用方法の開発が望まれる

戸別浸水被害解析の例



1. 気候変動による大雨・洪水リスク増加に対応するために、風水害対策を支援するソフトウェアを開発
2. PCで軽快に動作させるため、アルゴリズムから実装まで工夫して高速化
 - Dynamic DDM, 並列化, SIMD, ...
3. 地上の多様な情報を考慮できる実用的な災害シミュレーション手法の発展が望まれる

ご清聴ありがとうございました。

気象データの可視化と
洪水予測への応用

山口 悟史 (株式会社日立パワーソリューションズ)

satoshi.yamaguchi.qj@hitachi.com