



# 受託開発

高度数値解析



© Hydro Technology Institute Co., Ltd.

## 高精度流体解析

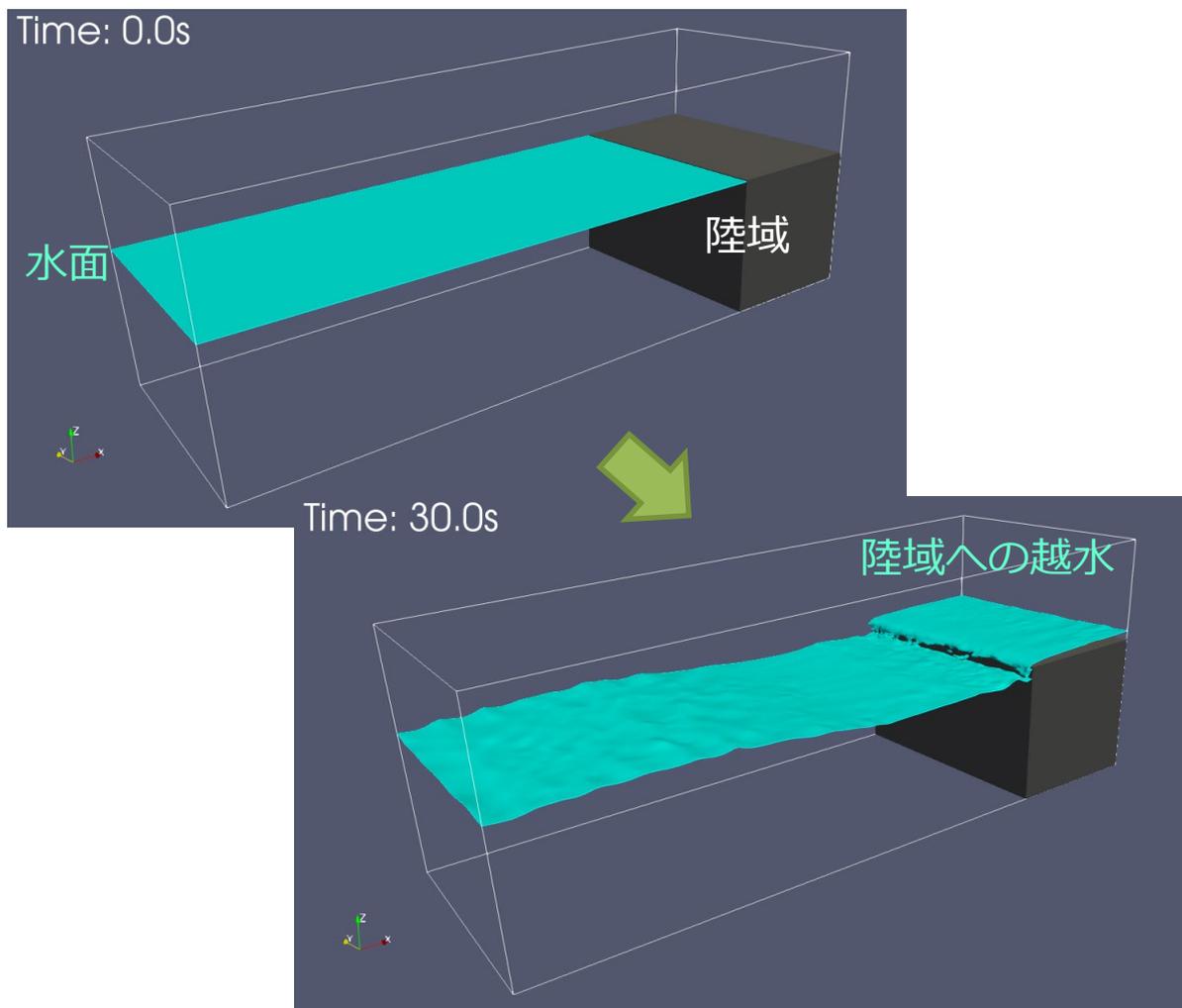
- 砕波・跳水をともなう流体解析
- 構造物の移動に伴う流動場の解析
- 回転体による攪拌過程解析
- 測量成果から構築した建物形状モデルによる数値解析
- 流動層粉体混合シミュレーション
- 等密度液液二相流れシミュレーション

## 洋上風力

- 洋上風力の設計のための台風を考慮した合成風速・気圧場作成

## 砕波・跳水をともなう流体解析

### ▼地震発生時のスロッシング現象の数値解析



### ➤ 適用分野および特徴

- 石油タンクや発電所貯水槽で発生するスロッシング現象
- 水面変動、水の到達位置、波圧・波力等の評価
- 水以外の流体も解析可能

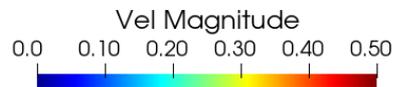
### ➤ 詳細

- 自由表面モデル（VOF法）や粒子法により、砕波・跳水現象を表現
- 任意の加速度時系列波形を入力可能
- 解析コード
  - OpenFOAM
  - DualSPHysics
  - CADMAS-SURF/3D

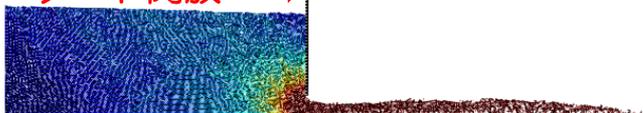
# 構造物移動に伴う流動場の解析

## ▼ゲート開放に伴う流体流出シミュレーション

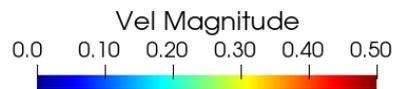
Time: 0.50s



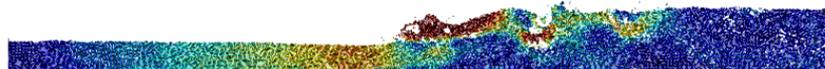
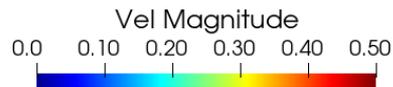
ゲート開放 →



Time: 1.00s



Time: 2.00s



水門の影響を考慮  
した解析が可能

## DualSPHysicsによる流体解析

- 粒子法に基づくオープンソースソフトウェア
- Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH)

### ➤ 適用分野および特徴

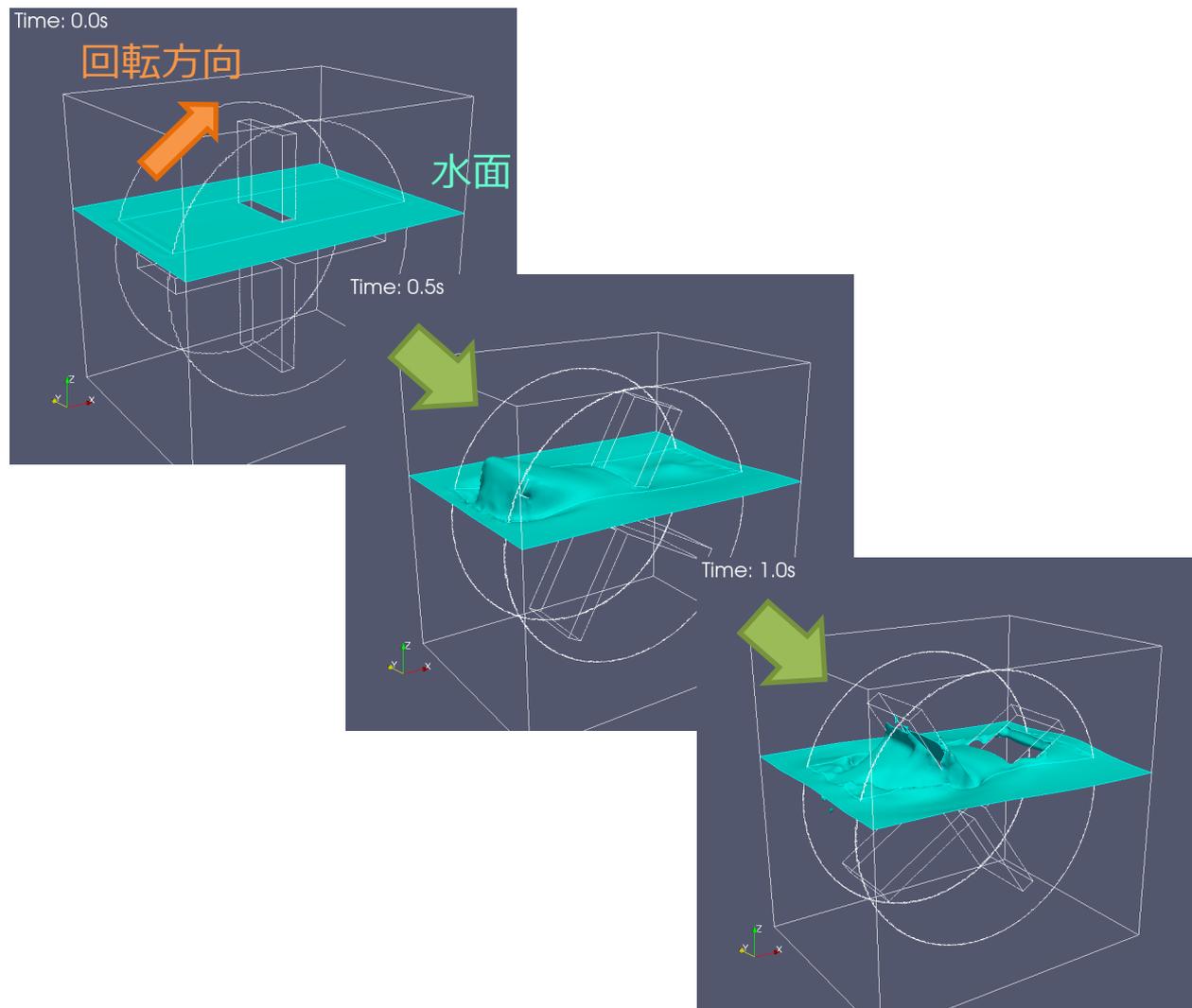
- 水門操作を想定した解析
- 流体-構造連成問題
- 構造物による流体攪拌解析

### ➤ 詳細

- メッシュフリー粒子法によるオープンソースソフトウェアを用いた解析
- GPUによる高速な並列計算に対応
- 非ニュートン流体も取り扱い可能
- 3次元形状ファイルを用いることで、複雑な形状を持つ機器にも対応可能

## 回転体による攪拌過程解析

### ▼水槽内に配置した十字型攪拌子の回転運動



### ➤ 適用分野および特徴

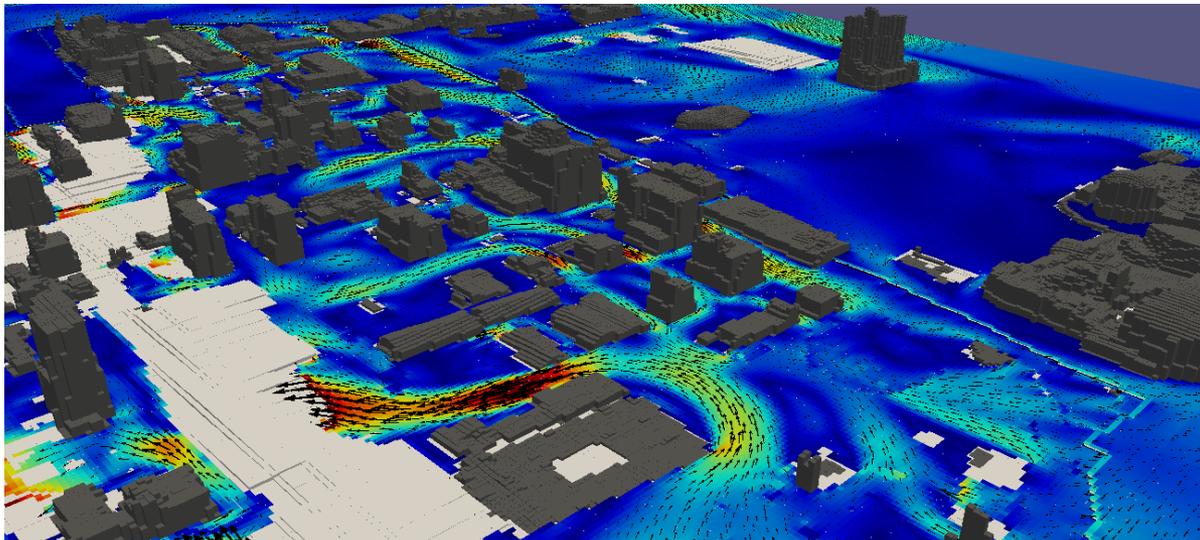
- 設定した回転速度で駆動する回転体
  - ・トンネル掘削のシールドマシン
  - ・電池材料の攪拌機 など
- 攪拌過程の流速、圧力、せん断速度等の評価
- 非ニュートン流体も解析可能

### ➤ 詳細

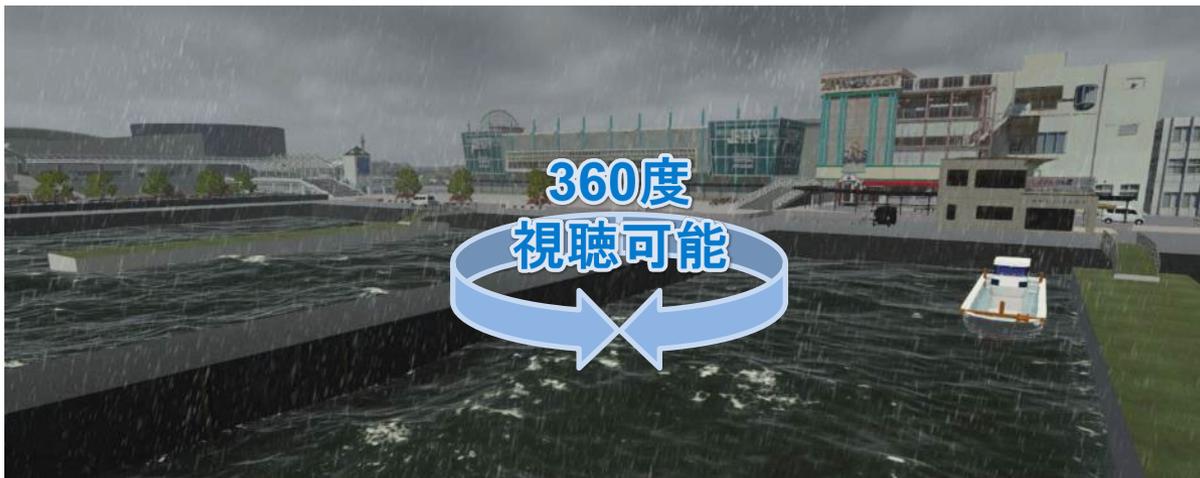
- Arbitrary Mesh Interface (AMI) により回転体の挙動を表現
- 設備の形状データに基づいて詳細な解析メッシュを構築
- 解析コード
  - ・OpenFOAM
  - ・DualSPHysics

## 測量成果から構築した建物形状モデルによる数値解析

### ▼Plateau、航空レーザ測量等に基づく建物形状モデルによる数値解析



### ▼数値解析からVR・ARシステムで臨場感のある



### ➤ 適用分野および特徴

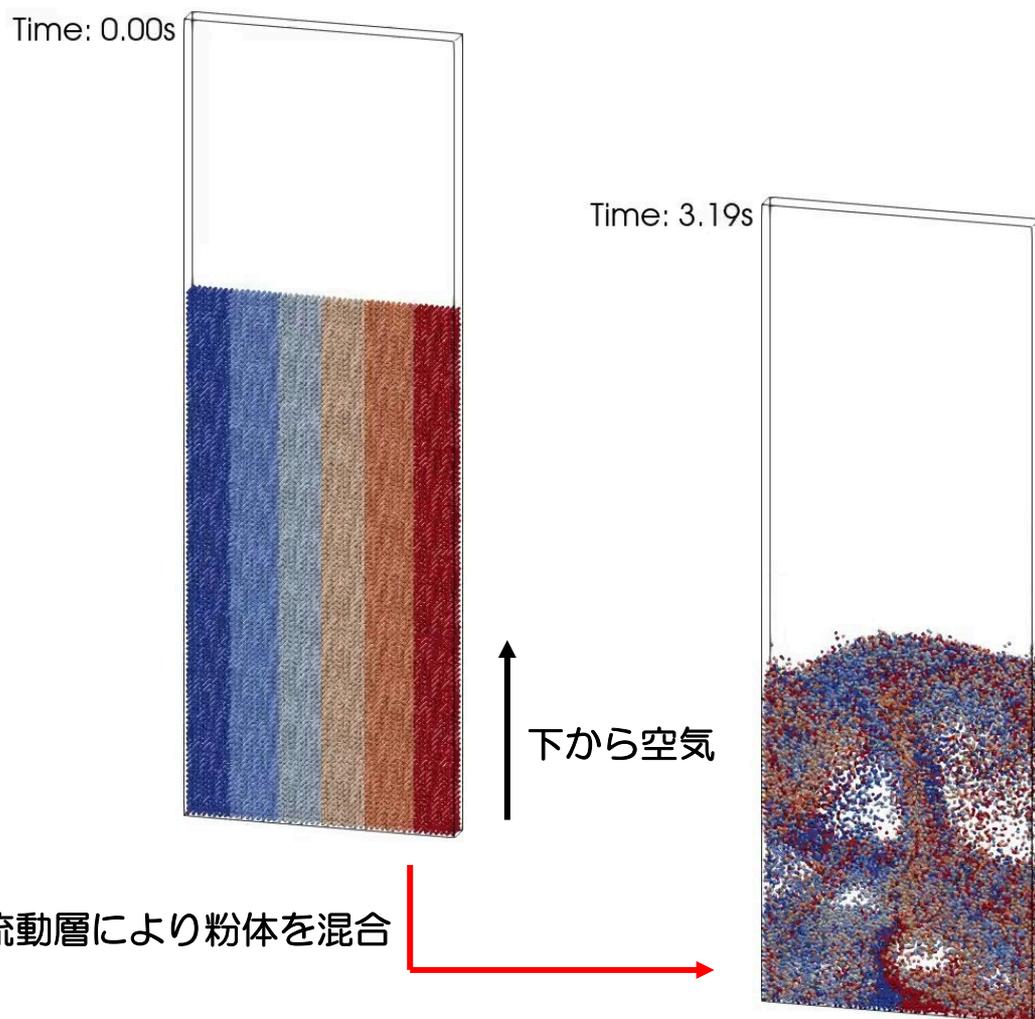
- Plateau、航空レーザ測量の成果から3次元建物形状モデルを構築
- 津波、高潮、河川氾濫による浸水解析
- 解析結果に基づくCG作成、VR・ARシステムの構築

### ➤ 詳細

- 建物形状のモデル化により、都市空間の詳細な浸水過程を表現可能
- 災害時に発生する漂流物の挙動も解析可能
- 解析コード
  - ・ T-STOC
- VR・ARシステムの基礎情報として利用可能

## 流動層粉体混合シミュレーション

### ▼Goldschmidt (2001) における流動層粉体混合の再現解析



### OpenFOAMによる粉体解析

- ✓ 粒子間の衝突を計算することが可能
- ✓ 流体-粒子の連成が可能
  - 流体計算はメッシュベース
  - Euler-Lagrange coupling
- ✓ 抗カモデルはいくつか選択可能
  - Wen-Yu model (1966) 等

### ➤ 適用分野および特徴

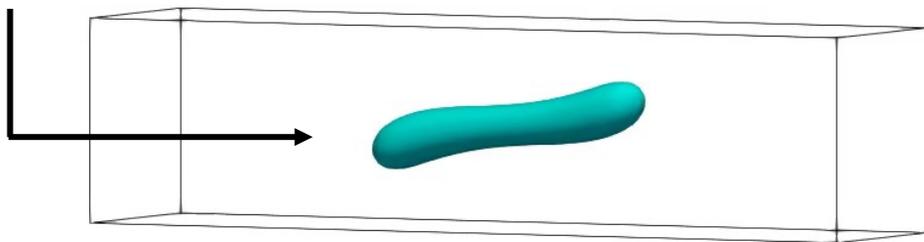
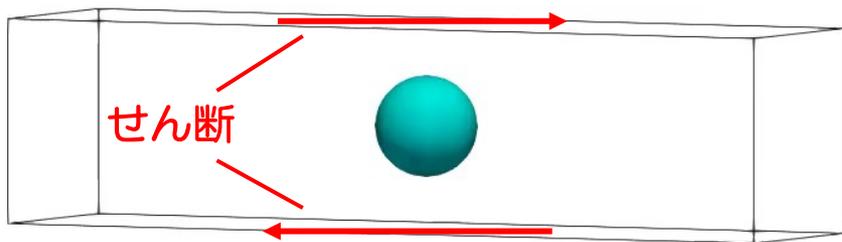
- 粉体-流体混合問題
- 金型充填問題
- 産業界における粉体解析全般

### ➤ 詳細

- 離散要素法とメッシュベースの流体解析手法の連成による粉体-流体解析
- 3次元形状ファイルを用いることで、産業界における複雑な形状を持つ機器にも対応可能

# 等密度液液二相流れシミュレーション

## ▼せん断流れ下における液滴の変形・分裂のシミュレーション



## ➤ 適用分野および特徴

- 格子ボルツマン法の特徴
  - ・ 圧力のポアソン方程式の計算が不要
  - ・ 質量保存性が高い二相流れのシミュレーションが可能
- 二相系格子ボルツマン法 (LBM)
  - ・ Phase-field法による界面捕捉
  - ・ 保存型Allen-Cahn方程式とNavier-Stokes方程式をLBMで計算
    - マクロな方程式を直接離散化する方法とは異なる
    - 簡単な方程式で、異なるマクロな方程式を計算可能

## ➤ 詳細

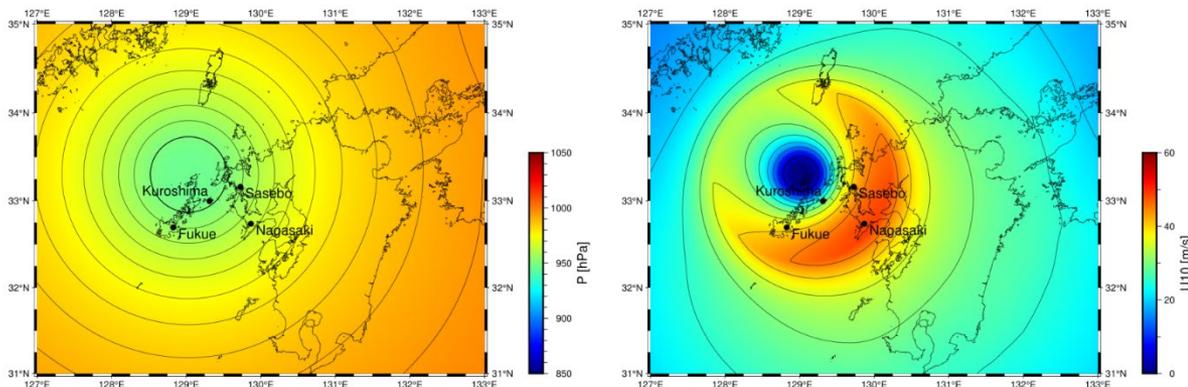
- 格子ボルツマン法を用いて、保存型Allen-Cahn方程式とNavier-Stokes方程式を計算
- 圧力のポアソン方程式の計算が不要な、高効率なシミュレーションが可能
- 保存型Allen-Cahn方程式による、高い質量保存性を担保

# 洋上風力の設計のための台風を考慮した合成風速・気圧場作成

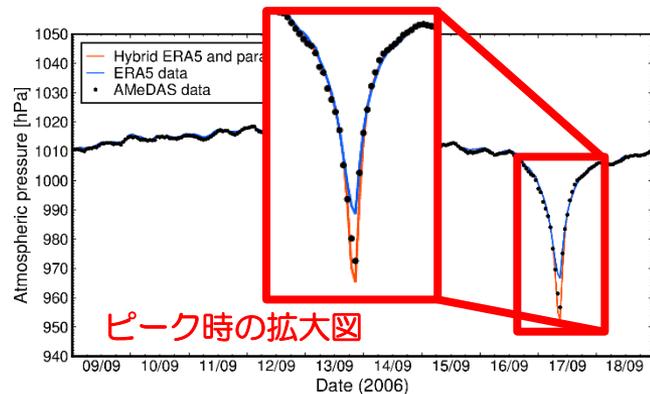
## 台風を考慮した合成風速・気圧場

- メソスケールモデルと台風モデルを合成した風速・気圧場を作成
- メソスケールモデルにおける風速・気圧の過小評価を改善，安全側の設計が可能
- 種本・石原 (2013) [参考文献] の方法に準拠、ClassNKに対応可能
- モデル作成に加えて、設計条件策定のための評価も実施可能

### <長崎県の海域を対象とした合成風速・気圧場モデルの一例>



合成風速・気圧場モデルによる台風の作成の一例、(左) 気圧場、(右) 風速場  
 ※ メソスケールモデルには、ERA5による全球モデルを使用



メソスケールモデルの過小評価を改善

ピーク時の拡大図

## 適用事例

- 長崎県西海沖の風速・気圧場作成

## 特徴

- 台風を考慮した合成風速・気圧場を作成
- 安全側の設計をサポート
- 設計条件策定のためのサポート
- 観測気圧を利用したモデルの作成

## 備考

- ClassNKの対応までトータルサポート
- 作成した風速場を用いた波浪再解析についてもコンサルティング可
- 波浪再解析のコンサルティングも可能

## 参考文献

- 種本純、石原孟: 熱帯低気圧に伴う風速場の予測手法に関する研究、風力エネルギー学会論文集、No.107、pp. 47-54、2013.