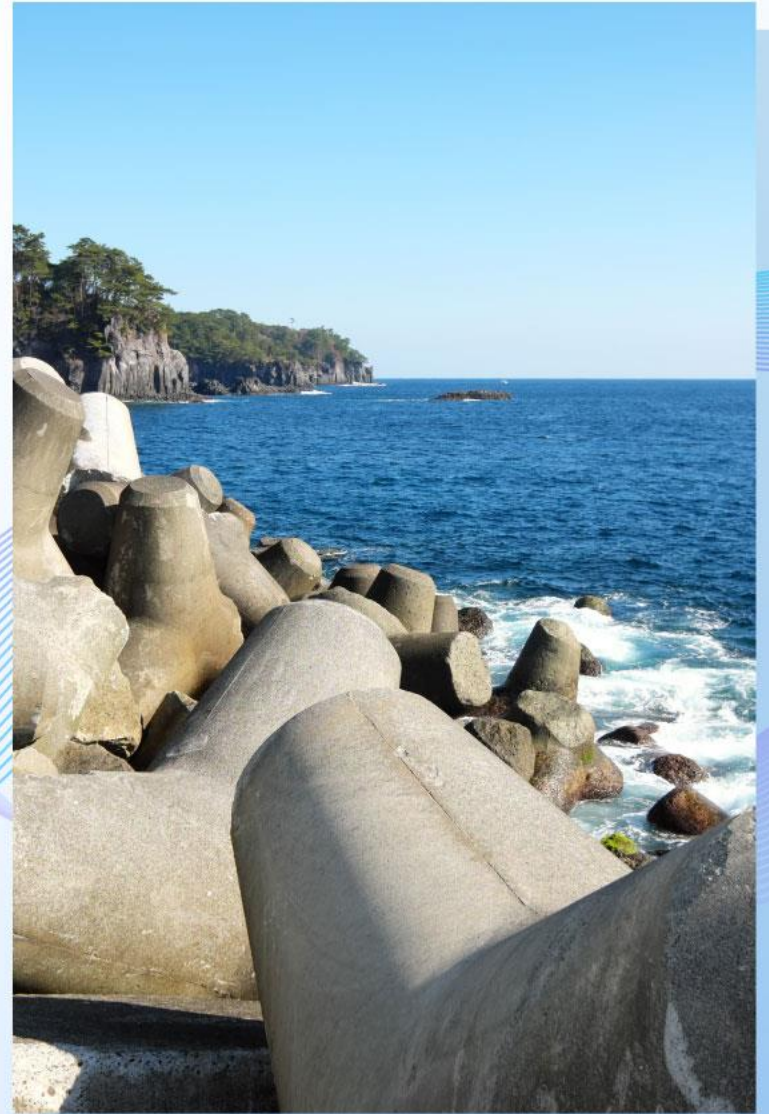




海岸



© Hydro Technology Institute Co., Ltd.

海岸水理分野 技術一覧

津波解析

- 津波計算（近地津波、遠地津波）
- 3次元津波計算
- 津波詳細検討（陸上遡上、河川遡上、設計津波）
- 津波による地形変化
- 津波による氾濫や漂流物移動シミュレーション

高潮解析

- 多領域同時計算による高潮解析
- 高潮浸水想定区域図の作成（越波流量・打ち上げ高の算定、電子化ガイドライン）
- 高潮氾濫解析
- ハザードマップ作成

波浪推算

- 台風モデル、傾度風・台風ハイブリッドモデルによる推算風作成
- マスコンモデルによる推算風作成
- 気象モデルによる推算風作成
- 波浪推算（SWAN、WAVEWATCH III 〈WW3〉、WAMモデル）

波浪変形

- 多方向不規則波の波浪変形計算
- 波浪による地形変化
- 数値波動水路（CADMAS-SURF、CADMAS-SURF 3D）

港湾構造物の設計関連

- 港湾構造物(港湾・漁港)の設計に係わる各種波浪シミュレーション

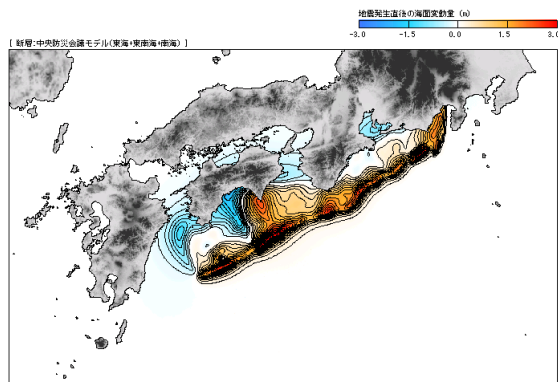
海域流動および水質解析

- 沿岸海域における3次元流動解析
- 3次元流動・水質解析

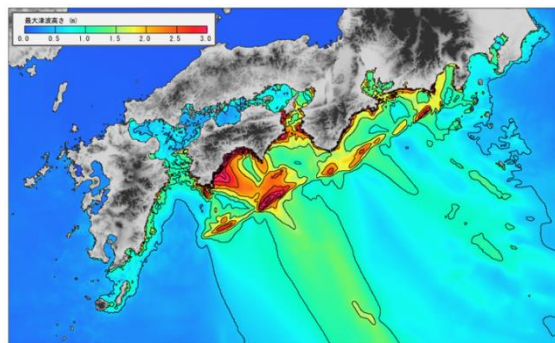
その他

- 海底地形データの作成
- 資産データの作成と被害額の算定
- 3D浸水マップ

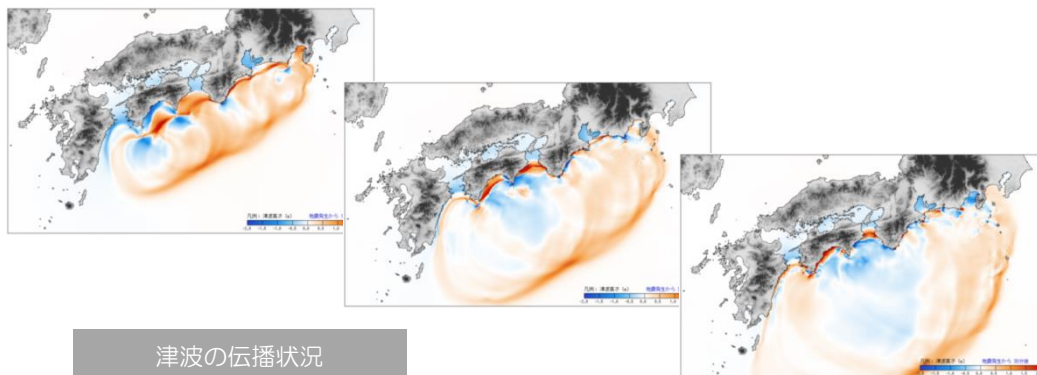
津波計算（近地津波）



地震発生直後の海面変動量分布図



最大津波高さ分布図



津波の伝播状況

適用事例

- 線形長波、非線形長波、陸上遡上
- 多領域を接続して同時計算が可能

特徴

- 中央防災会議が設定する条件で計算が可能
- 南海トラフ巨大地震対策 等
（従来の東南海・南海地震対策 等）
- 既往の地震断層モデルを与えて計算が可能
- （安政南海[1854], 昭和南海[1946], 日本海中部[1983] 等）
- 防波堤・防潮堤を越流して計算が可能
（施設の効果検討、被害額の算定）
- 河川を遡上する計算が可能
（河川流量流入を考慮）
- CGアニメーションの作成

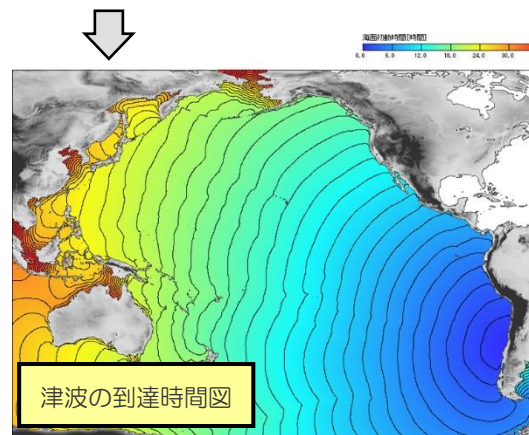
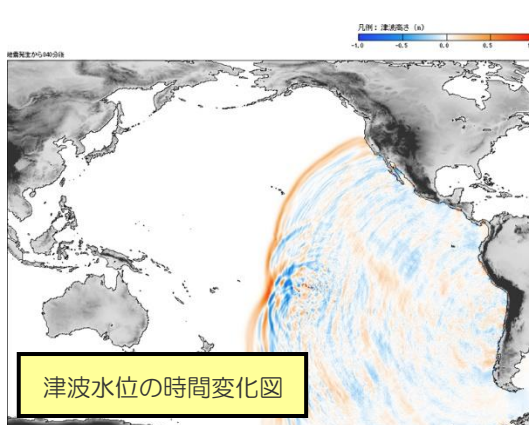
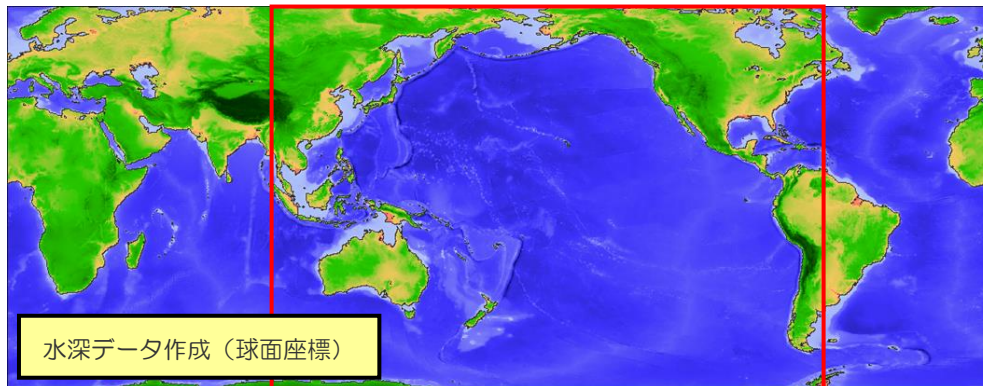
津波計算（遠地津波）

適用事例

- 線形長波、非線形長波
- 多領域を接続して同時計算が可能
- 直交座標／球面座標
- コリオリ力を考慮した遠地津波検討

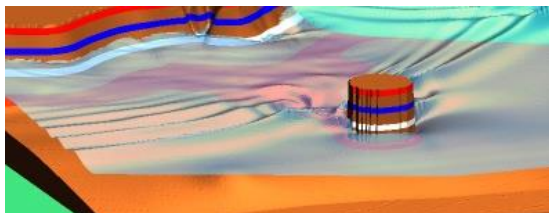
特徴

- 水深データ作成（全球で可能）
- CGアニメーションの作成

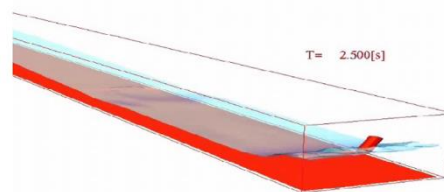


3次元津波計算

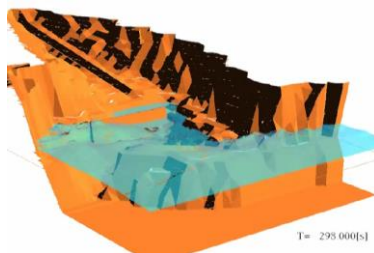
構造物周辺の津波流動



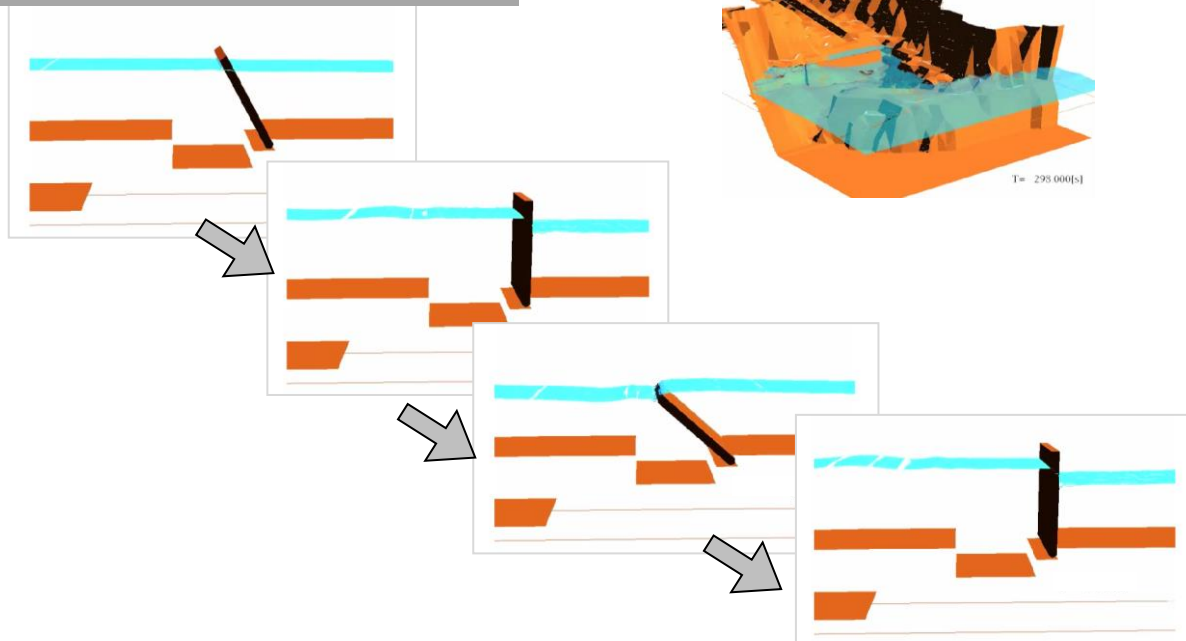
漂流物挙動



防波堤越流



フラップゲート式可動防波堤の3次元解析



適用事例

- 3次元津波流動解析
- 津波陸上遡上解析
- 津波の塩水遡上を伴う河川遡上解析
- 津波漂流物挙動の解析

特徴

- 自由水面をもつ多次元流れの数値解析
- VOF法を用いた津波流動解析
- 局所的な地形変化での津波流れを表現
- CGアニメーションの作成

備考

※ 資料提供

京都大学 防災研究所 米山 望 准教授
<http://taisui5.dpri.kyoto-u.ac.jp/yoneyama/>

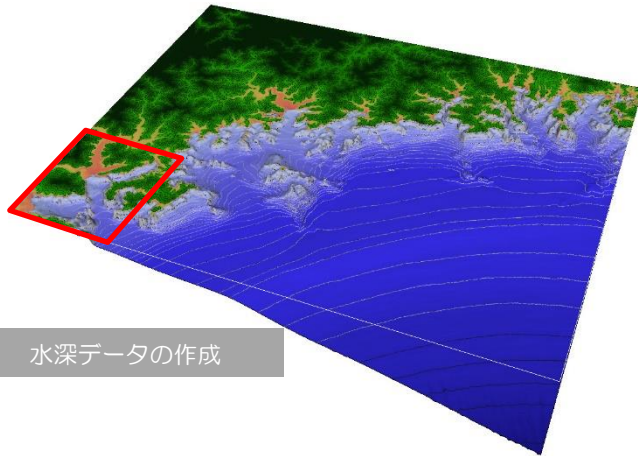
津波詳細検討（陸上遡上、河川遡上、設計津波）

適用事例

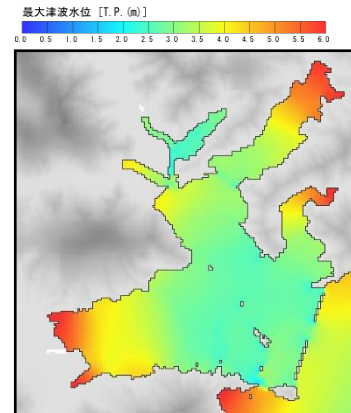
- 線形長波、非線形長波
- 多領域を接続して同時計算が可能
- 陸上遡上
- 河川遡上
- 設計津波

特徴

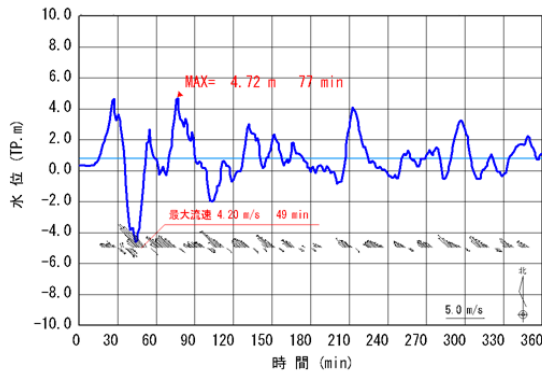
- 詳細な水深データ作成
- レーザー測量データ、海図等から作成可能
- 施設の効果検討や防災対策に活用
- CGアニメーションの作成
- 河川上流端から流量流入した河川遡上計算が可能



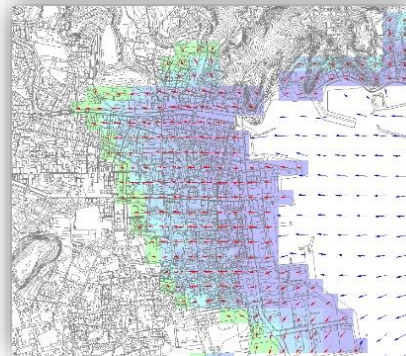
水深データの作成



最大津波高さ分布図



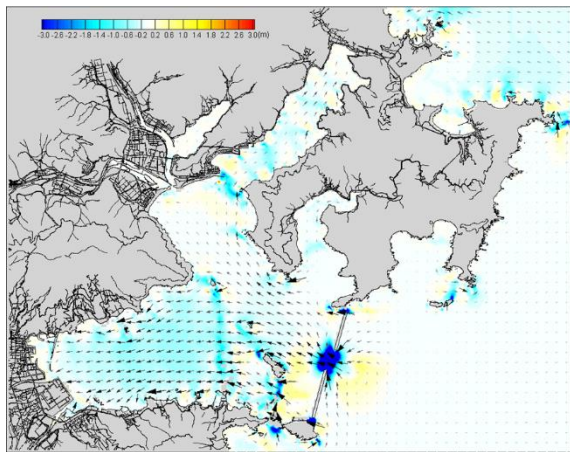
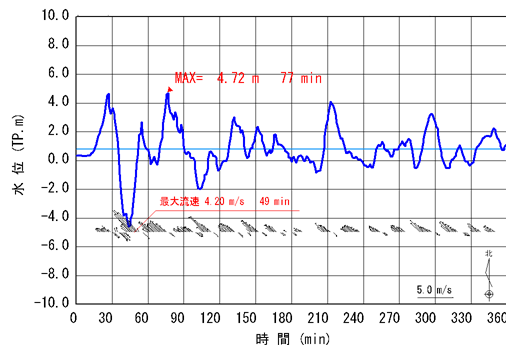
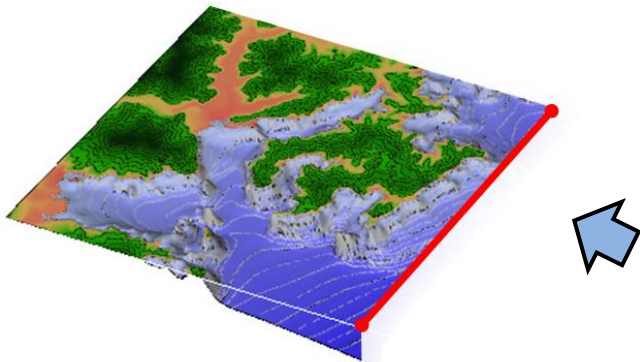
津波水位の時間変化



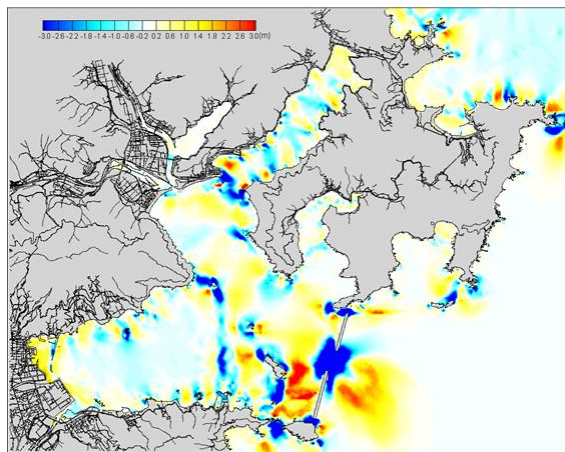
浸水深・流れベクトル図

津波詳細検討（津波による地形変化）

津波の時刻暦結果を入射



津波流れベクトル・侵食堆積分布図



津波による侵食堆積の分布図

適用事例

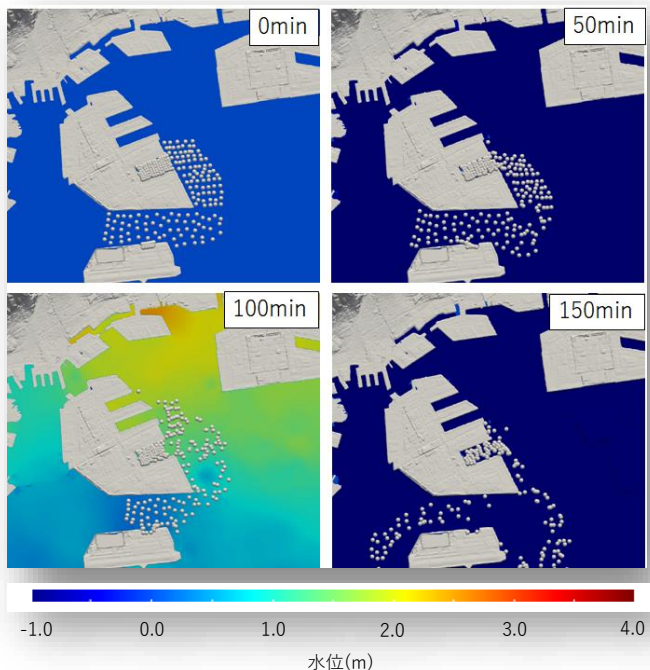
- 津波による土砂移動を定量的に評価
- 津波による海浜変形
- 構造物周辺の局所的な洗掘
- 港湾や漁港での港内や航路の埋没
- 掃流砂層と浮遊砂層で交換

特徴

- 既往検討の地形データを用いて検討が可能
- 新規に詳細な地形データを作成して検討が可能
(測量データ、各種計画図面等から作成可能)
- 施設の効果検討や防災対策に活用

津波による漂流物移動シミュレーション

漂流物の港湾からの流出および拡散



停泊中の船舶の漂流予測



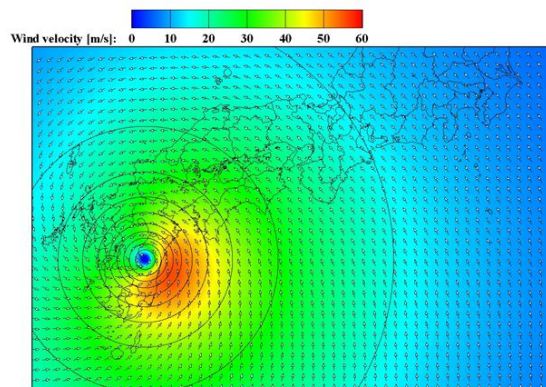
➤ 適用事例

- 比較的広域な港湾での漂流物検討が可能
- 漂流による移動過程を予測(軌跡の表示)
- 多種の漂流物の移動や滞留の状況を推定
- 陸域における各種漂流物の移動解析が可能

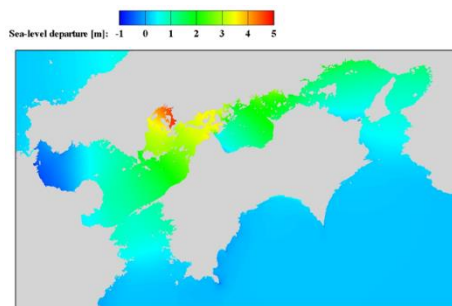
➤ 特徴

- 津波解析モデルに付加して解析が可能
- 既存の津波計算結果を活用して解析することも可能
- 漂流物の種類やパラメータを個別に設定が可能
種類：船舶、車両、コンテナ、航空機、ヘリコプター、木材、燃料タンクなど
パラメータ：密度、体積、
- 移動開始や停止条件のカスタマイズ
- 漂流物対策施設の配置検討に活用
- 船舶やコンテナの係留及び固定の安全性を確認

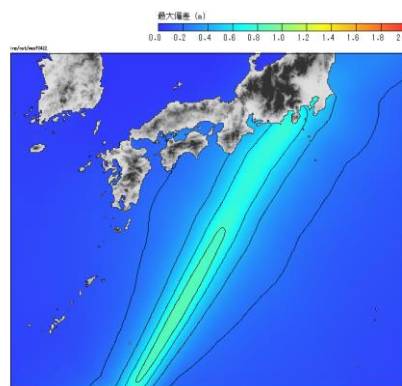
高潮解析



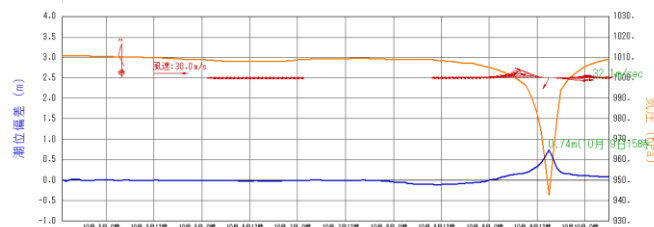
風速ベクトル図



潮位偏差分布図



最大潮位偏差の分布図
(最大値の包絡図)



潮位偏差と大気圧の時間変化

適用事例

- 線形長波、非線形長波、陸上遡上
- 多領域を接続して同時計算が可能
- 台風モデルによる風の推算
- 高潮浸水想定区域図作成の手引きに準拠 (Ver.2.10に対応)

特徴

- 想定最大規模の台風設定
(台風経路別に高潮や波浪の計算を実施)
(膨大な計算ケース数にも効率良く対応)
(高潮浸水想定区域図の作成をサポート)
- 高潮被害発生時の再現計算が可能
- 防潮施設を越流して計算が可能
(施設の効果検討、被害額の算定)
(浸水結果をハザードマップ等に反映)
- 解析結果からCGアニメーション作成

高潮浸水想定区域図の作成

高潮浸水想定区域図作成の手引きに準拠した外力条件の設定、高潮及び浸水解析を支援します。

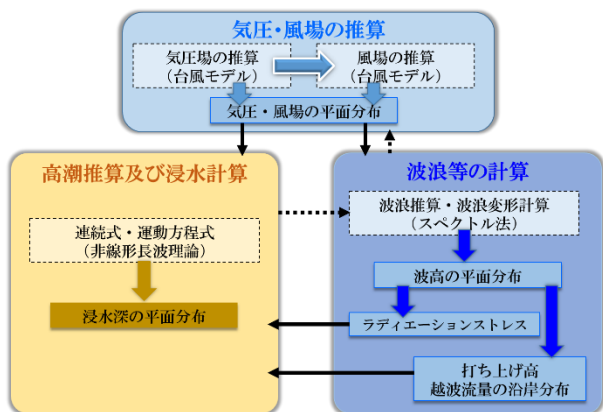
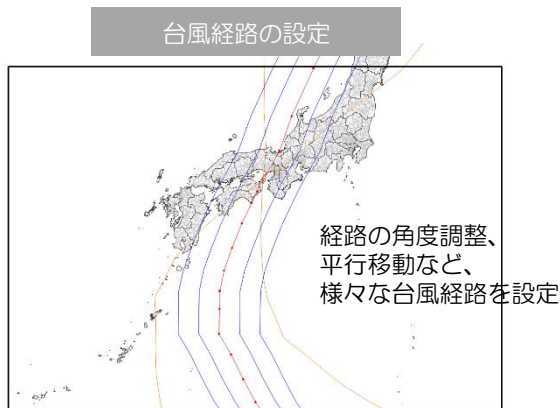
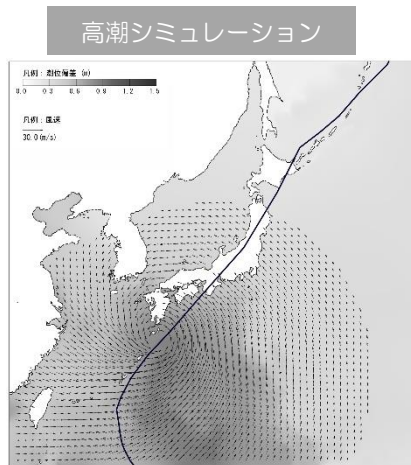
高潮浸水想定区域図は、最悪の事態を想定し、我が国既往最大規模の台風とし、潮位偏差が最大となるよう複数の経路を設定し、作成することを基本としています。

適用事例

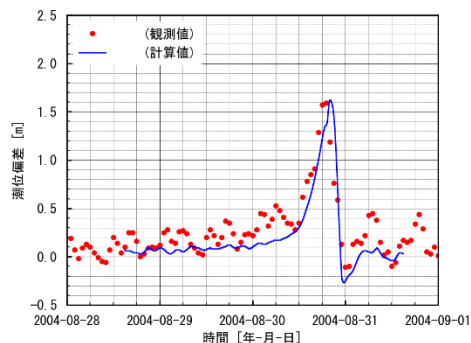
- 想定最大規模の台風設定
- 台風経路別の波浪・高潮解析
- 波浪を考慮した高潮解析の実施
- 越波流量・打ち上げ高の算定
- 海岸堤防等の決壊条件の設定
- 河川堤防決壊氾濫と高潮浸水の同時解析
- 最大規模以外の外力による高潮浸水想定
- 想定最大台風の高潮浸水想定区域図作成
- 浸水区域・浸水深・浸水継続時間の算定

特徴

- 線形長波、非線形長波、陸上遡上
- 多領域を接続して同時計算が可能
- 高潮氾濫による浸水計算と被害想定



台風による高潮浸水シミュレーションの流れ
(高潮浸水想定区域図作成の手引きに準拠)



潮位偏差の再現検証

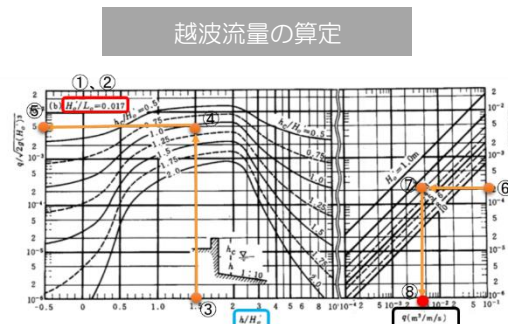


図 6.4 合田の推定図 (例)

高潮浸水想定区域図：越波流量・打ち上げ高の算定

高潮浸水想定区域図作成の手引きに準拠した構造物決壊条件の設定、越波・打ち上げ高の算定を支援します。

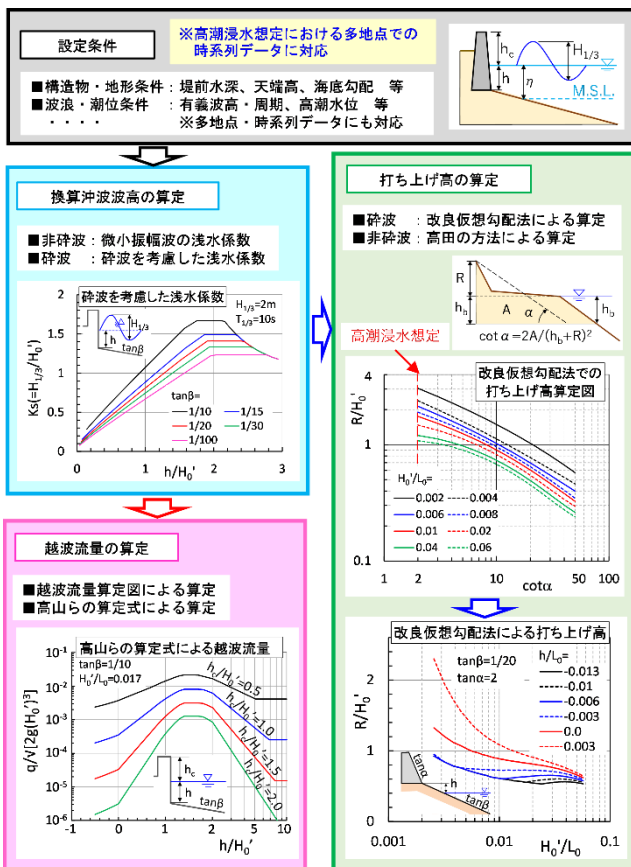
適用事例

- 高潮浸水想定区域図作成の手引きVer.2に対応した越波流量・打ち上げ高の算定
- 越波流量算定図および高山ら（1982）の算定式による越波流量の算定
- 改良仮想勾配法および高田（1975）の算定式による打ち上げ高の算定
- 高潮浸水想定における多地点および波浪・高潮水位の時系列データ等の多量のデータに対する高速処理が可能

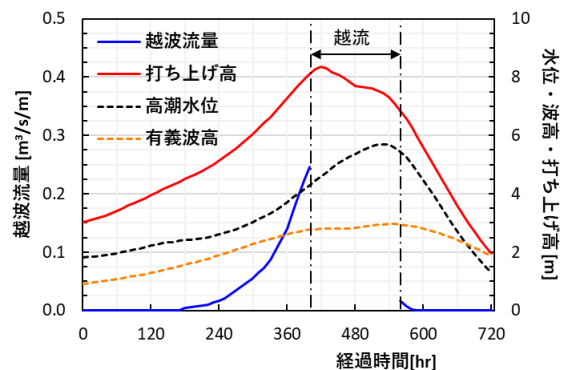
その他

- 砕波波高の略算式（合田、1975）に基づくことにより、SWAN等による砕波を伴う波浪推算結果に対しても換算沖波波高の算定が可能

越波流量・打ち上げ高の算定フロー



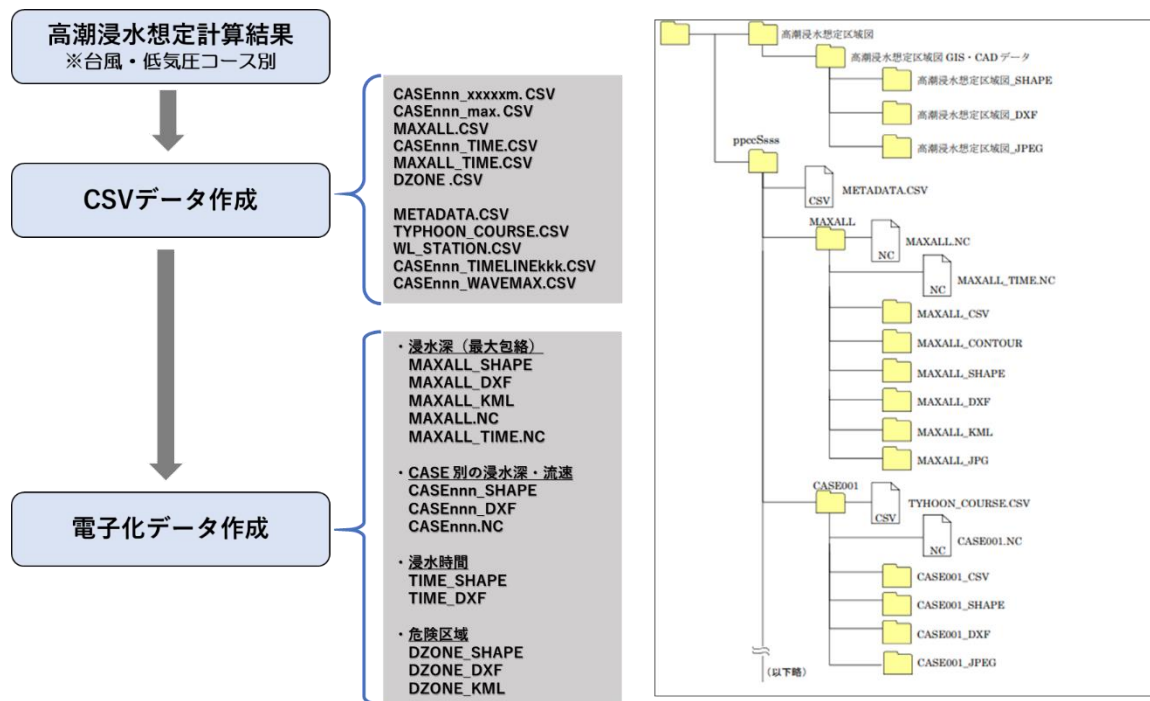
高潮発生時の越波流量・打ち上げ高



高潮浸水想定区域図：電子化ガイドライン

浸水想定区域図データ電子化ガイドラインに沿ったデータ作成を支援します。

高潮浸水想定区域図の電子化ガイドライン「浸水想定区域図データ電子化ガイドライン（第3版）高潮編」に沿った電子化データ作成を支援します。また、国土地理院が運営する「地点別浸水シミュレーション検索システム」において、任意の事業所等の位置から関係する台風・低気圧コース別・時系列の浸水想定を検索が可能となるようにデータを作成する等、電子化データ作成においてデータ形式・フォルダ構成等、柔軟なデータ作成を支援いたします。



浸水想定区域図データ電子化ガイドライン（第3版）の高潮編

適用事例

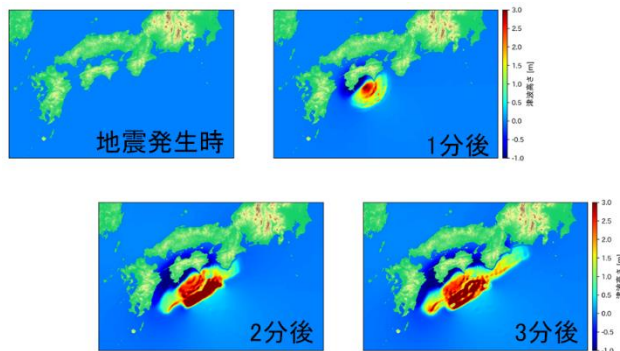
- 水位周知海岸の最大浸水深結果、最大流速、浸水継続時間の結果を電子化
- 台風・低気圧コース別の時系列結果（浸水深、流速）を電子化
- 代表地点タイムライン（潮位等の時系列データ）を電子化
- 堤防前面の波浪打ち上げ高（潮位、波浪、破堤条件）を電子化
- 家屋倒壊危険ゾーンや危険区域を電子化
- CSV・GIS・NetCDF・KML・CAD等のデータ形式に対応
- 3次メッシュの1/1000（約1m）まで対応

その他

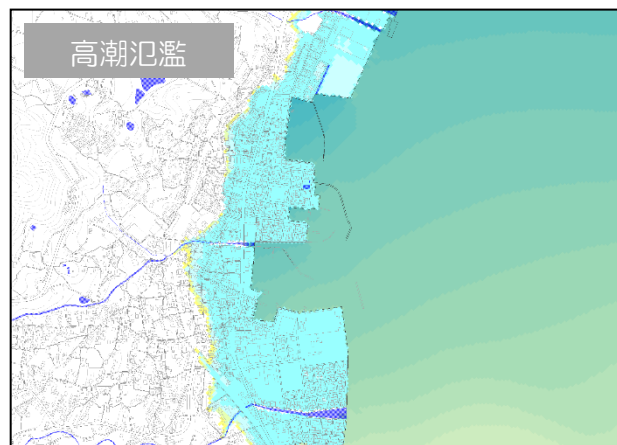
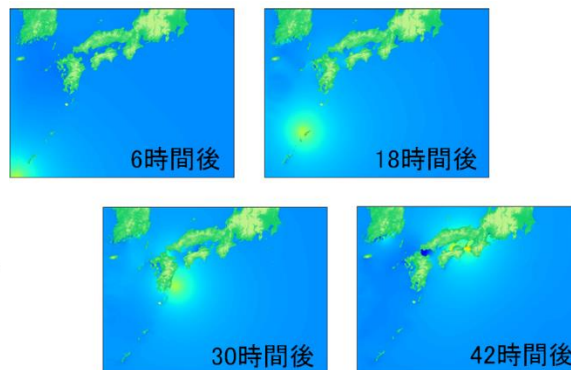
- 高潮、氾濫解析データは基本対応可能
- 非構造格子データは、構造格子への補間手法適用により対応可能
- 異なる座標系（平面直角座標、緯度経度座標）のデータは、座標変換により対応可能

津波/高潮氾濫解析

津波



高潮



適用事例

- 詳細範囲における津波や高潮氾濫計算
- 沖から沿岸域までを一体で解析が可能
- 既往検討業務の結果を活用して解析が可能
- 各種の境界条件を用いて氾濫計算が可能
(境界条件：沖の波形,施設前面の越流量など)
- 詳細な地形モデルを構築して解析を実施

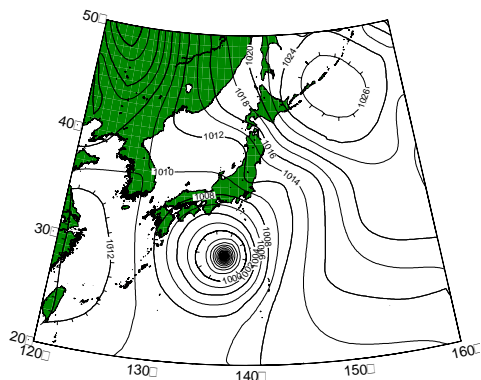
特徴

- 最新の手引きに準拠して計算が可能
(津波浸水想定の設定の手引き：Ver.2.10に対応)
(高潮浸水想定区域図作成の手引き：Ver.2.10に対応)
- 格子間隔を自在に設定し検討可能
(25m, 10m, 5mなど、柔軟に対応)
- 解析結果から浸水想定区域図を作成
- 公表用の図面やハザードマップ作成
- 解析結果からCGアニメーションを作成
- 電子化ガイドラインデータの作成も可能
(浸水想定区域図データ電子化ガイドライン(第3版))
- 高潮特別警戒水位の検討をサポート
(高潮特別警戒水位の設定の手引き：Ver.1.10に対応)

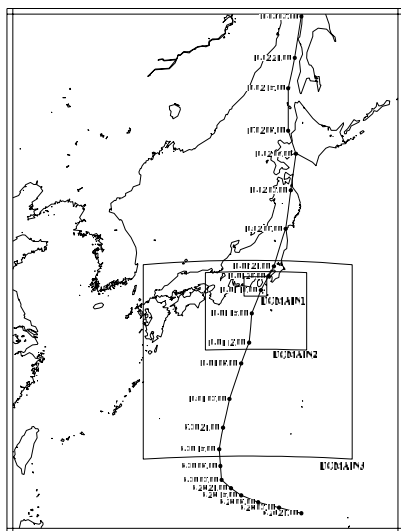
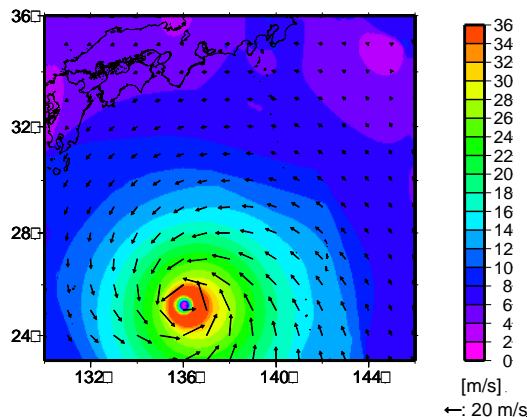
2次元台風モデルによる推算風作成

傾度風・台風のハイブリッドモデル

入力：気圧分布、台風経路データ等

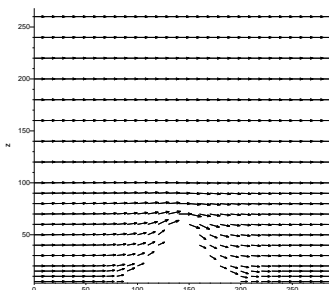


ハイブリッドモデルによる風速分布
(台風の外側は傾度風を計算)



ネスティング領域と台風経路

MASCONモデルの併用による
陸上地形の影響を考慮した風速場



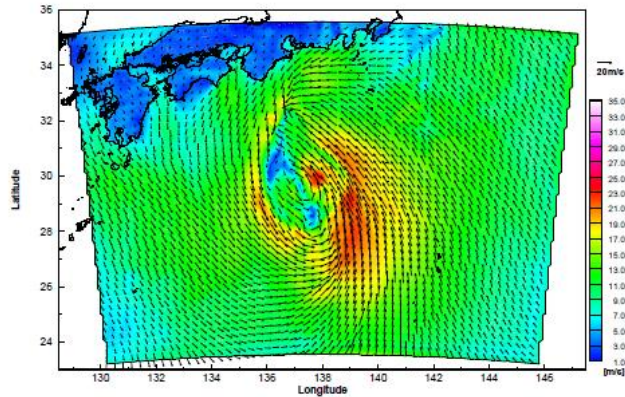
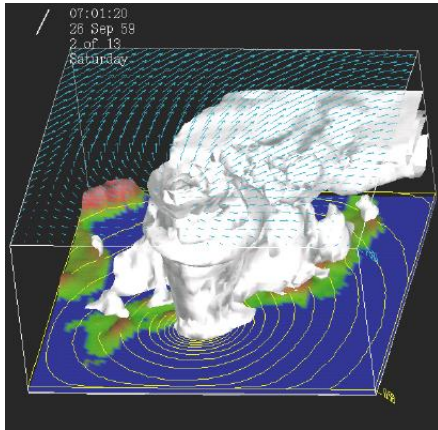
適用事例

- 波浪推算用の推算風作成
- 台風の外側の気圧分布を考慮し、傾度風の計算も可能
(傾度風・台風ハイブリッドモデル)
- MASCONモデルの併用により、地形の影響を考慮することが可能

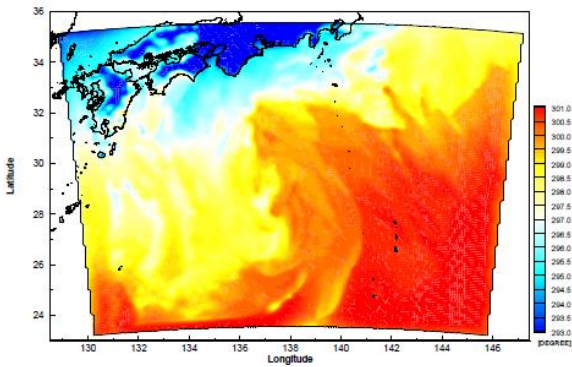
特徴

- 天気図の等圧線デジタル化

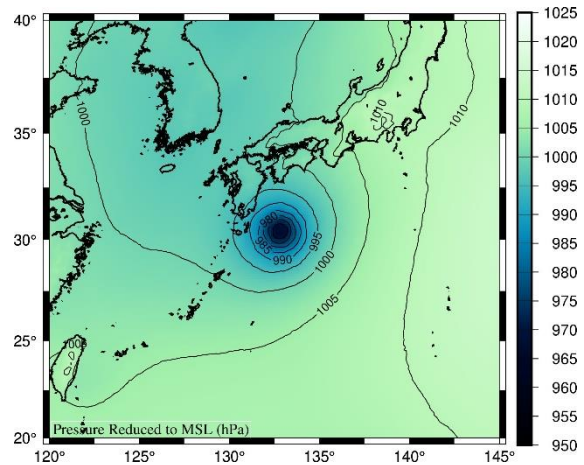
気象モデルによる推算風作成



10m風速



気温



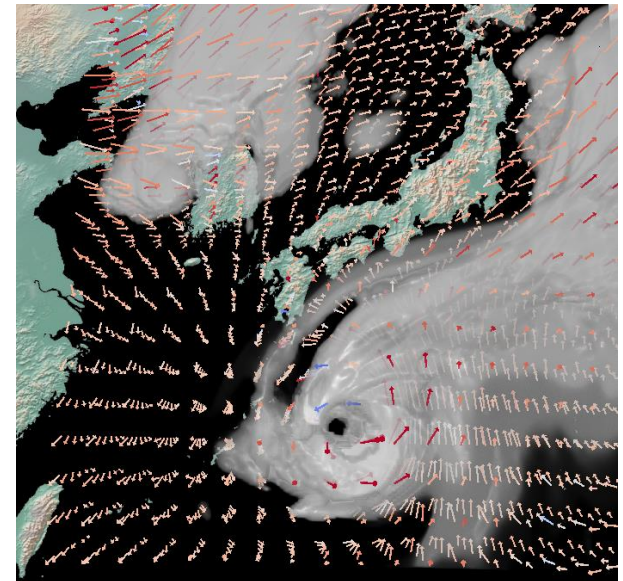
海面更正気圧

適用事例

- 気象モデルWRF、MM5を使用
- 気象庁MSM等のGPVデータを用いた4次元データ同化手法
- 気象庁ベストトラックを使用し、台風来襲時の気象場を再現

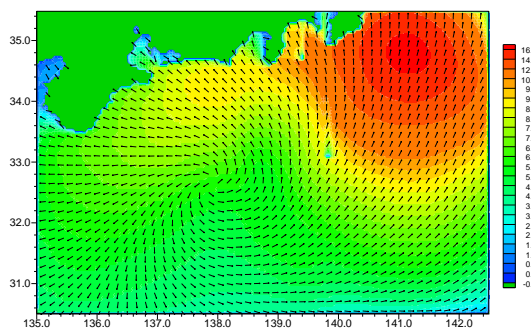
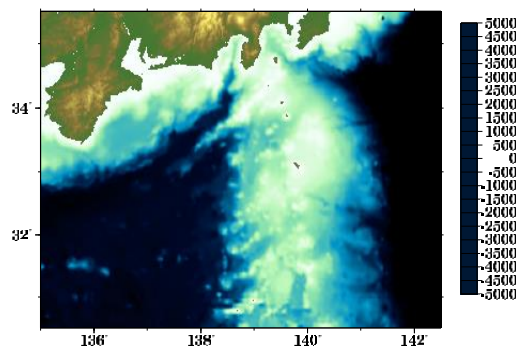
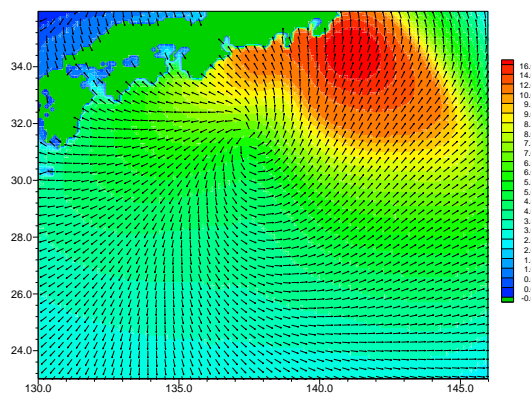
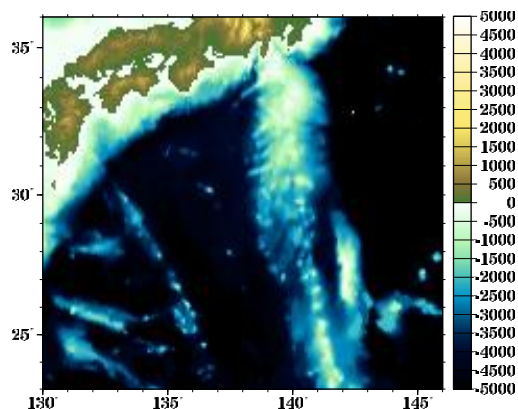
特徴

評価項目：風速、海面更正気圧、気温、湿度、雨量、水蒸気混合比、長波・短波放射、潜熱・顕熱フラックス



波浪推算 (SWAN、WAVEWATCH III < WW3 >、WAMモデル)

3つの第3世代波浪推算モデルを利用する波浪シミュレーションを支援します。



各計算領域の地形分布および波高・波向分布

適用事例

- 第3世代波浪推算モデル (SWAN、WAVEWATCH III < WW3 >、WANモデル)
- 波浪作用密度スペクトル (作用密度平衡方程式)
- 直交座標 (SWAN) / 球面座標
- 1方向ネスティング可能
- 峡領域計算が可能 (SWAN)

物理過程

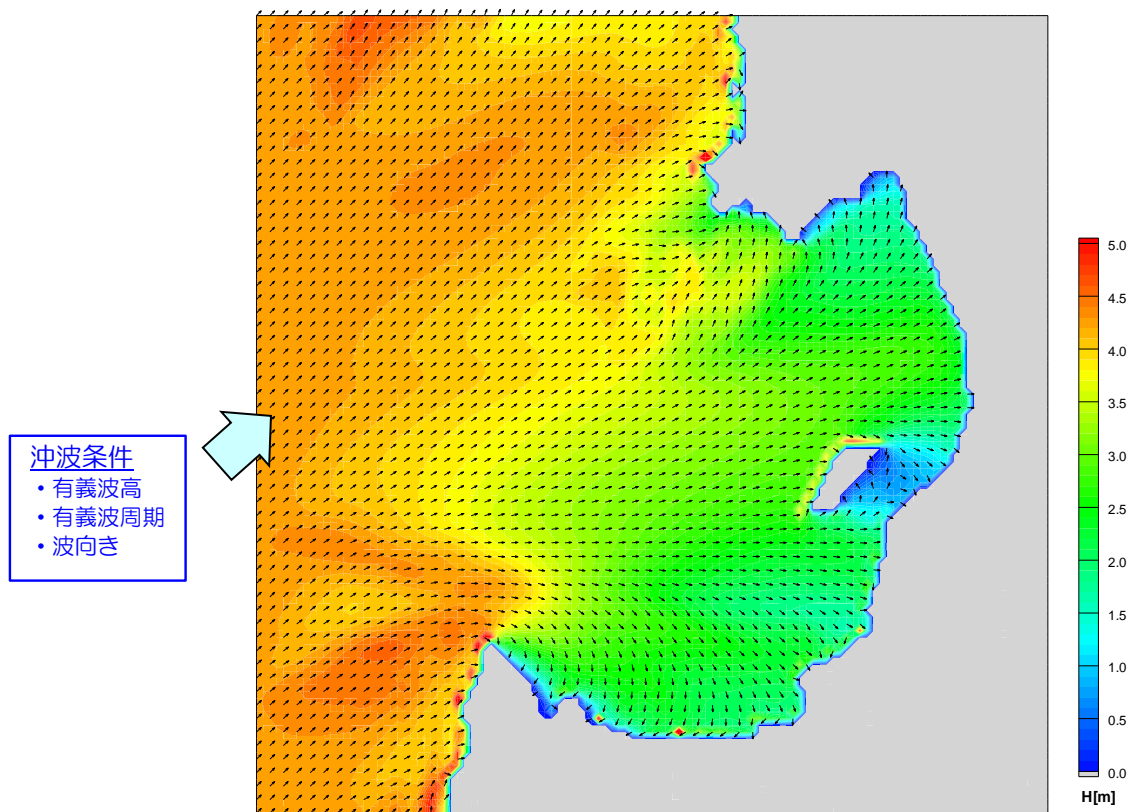
- 波の伝播
- 海底地形及び流れによる波の屈折
- 浅水変形
- 風によるエネルギー入力
- 白波砕波理論によるエネルギー消散
- 海底摩擦によるエネルギー消散
- 浅水砕波によるエネルギー散逸 (SWAN)
- 4波 (SWAN) / 3波共鳴非線形相互作用によるエネルギー輸送

備考

- 入力条件：海上10m風、水深データ (※流れ、水位の平面データ (SWAN))

波浪変形計算（多方向不規則波）

多方向不規則波の波浪変形シミュレーション



有義波高・平均波向きの分布図

適用事例

- 多方向不規則波の波浪変形計算
- エネルギー平衡方程式
- 海岸保全施設設計に用いる換算沖波波高等の設計諸元を算定

特徴

【物理過程】

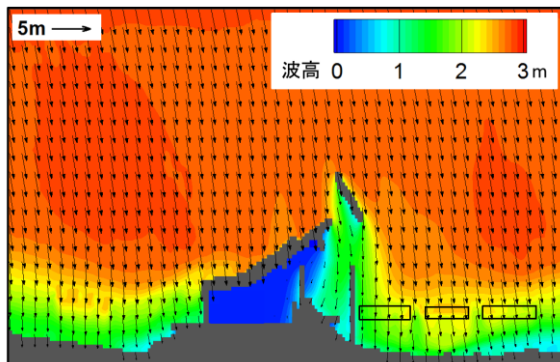
- 波の屈折
- 浅水変形
- 碎波
- 回折
- 反射

備考

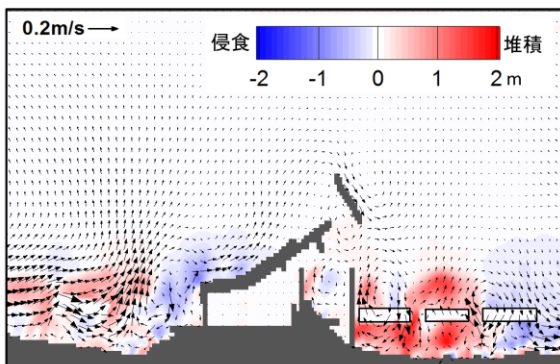
- 入力条件：（沖波条件）有義波高、沖波有義波周期、平均波向
- 出力：有義波高、有義波周期、平均波向

波浪による地形変化

3次元海浜変形モデルによる地形変化予測

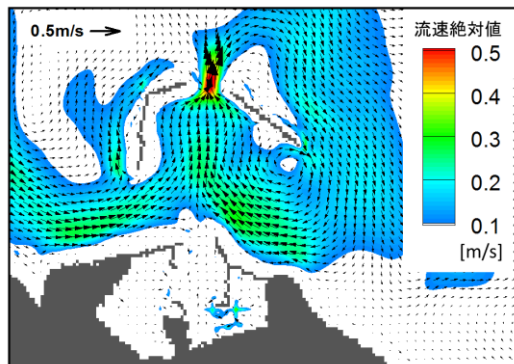


流速・ベクトル図

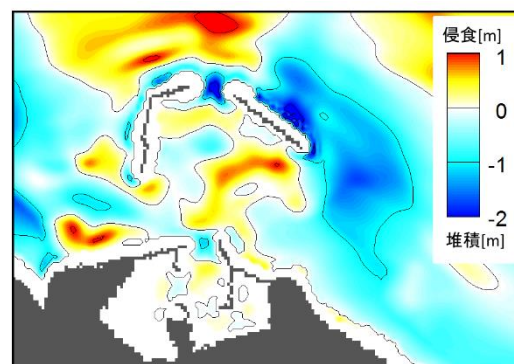


侵食・堆積分布図

港内埋没評価モデルによる港内埋没予測



流速・ベクトル図



侵食・堆積分布図

適用事例

- 海岸構造物建設等による海岸侵食影響予測
- 海岸侵食対策の効果予測
- 漁港における港内埋没対策の効果予測
- 波浪による河口閉塞及び閉塞対策効果の予測

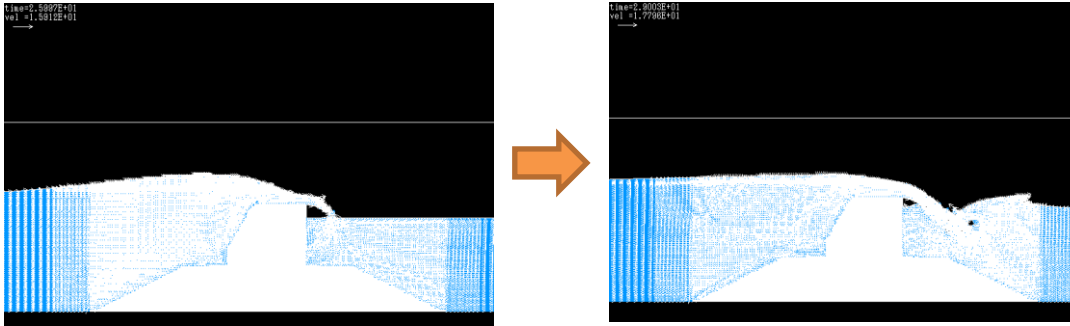
特徴

- 短期～長期までの海浜変形予測
 - ・ 波浪変形：
エネルギー平衡方程式
 - ・ 中期～長期予測：
汀線・等深線変化モデル
 - ・ 短期～中期予測：
3次元海浜変形モデル
- 港内埋没評価モデルによる港内埋没予測
 - ・ 波浪変形：
ブシネスク方程式
 - ・ 港内埋没：
浮遊砂+3次元地形変化モデル

数値波動水路 (CADMAS-SURF)

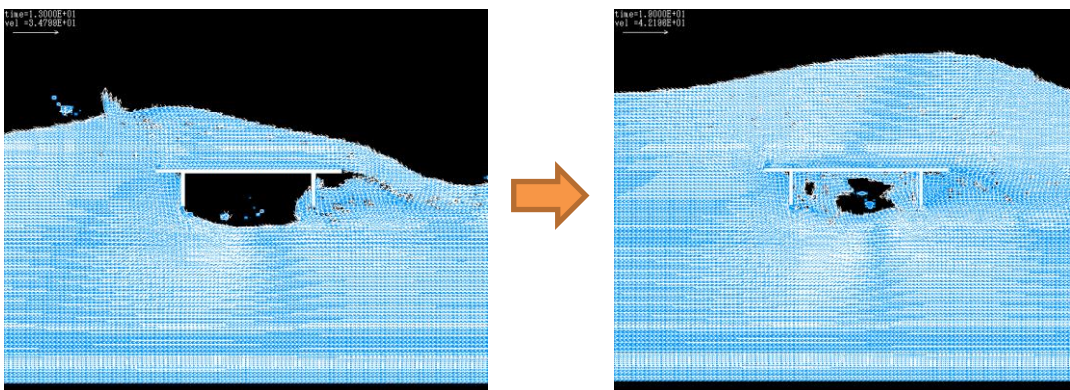
高波浪来襲時の防波堤越波シミュレーション

(防波堤)



津波による構造物の水理特性検討

(橋梁桁)



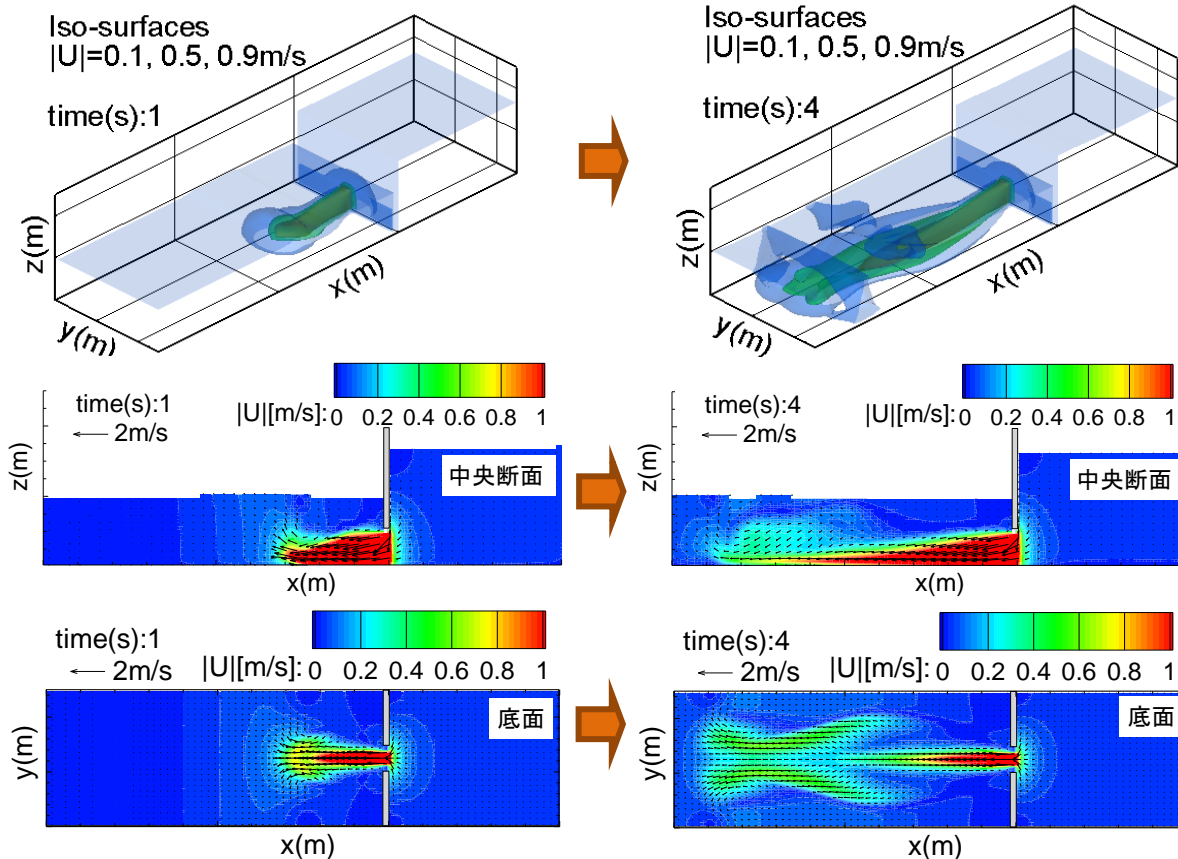
適用事例

- 波の伝播
- 防波堤及び護岸の越波
- 構造物に作用する波力
- 橋梁桁に作用する波力
- 設計沖波や津波波形の入力

特徴

- 自由水面が多価関数となる複雑な流れの解析
- Volume of Fluid (VOF) 法を利用
- ポーラスモデルに基づいて拡張した式を使用
- 造波モデルに以下の造波関数を適用可能
 - ・ ストークス波第5次近似解 (定形進行波)
 - ・ クノイド波第3次近似解 (定形進行波)
 - ・ 流れ関数法Bによる数値解 (定形進行波)
 - ・ マトリクスデータ (任意波形)

数値波動水路 (CADMAS-SURF 3D)



開口部から流出する噴流の解析

適用事例

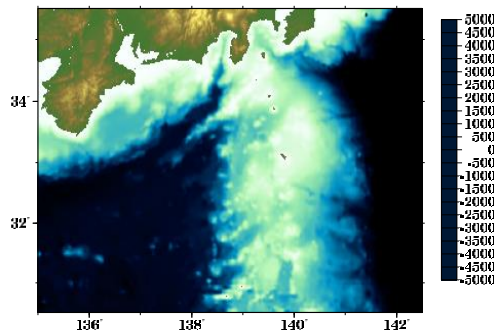
- 波の伝播
- 防波堤及び護岸での越波・越流
- 橋梁桁等の構造物に作用する波力
- 構造物周辺の3次元流れ
- その他の複雑な3次元流れ

特徴

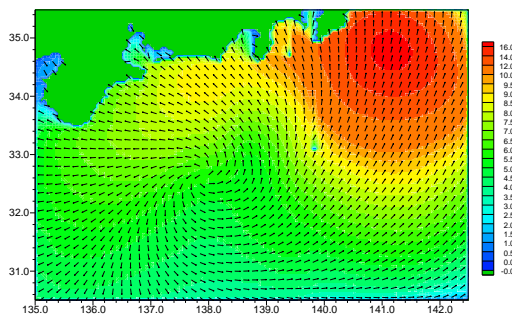
- 自由水面が多価関数となる複雑な流れの解析
- Volume of Fluid (VOF) 法を利用
- ポーラスモデルに基づいて拡張した式を使用
- 造波モデルに以下の造波関数を適用可能
 - ・ ストークス波第5次近似解 (定形進行波)
 - ・ クノイド波第3次近似解 (定形進行波)
 - ・ 流れ関数法Bによる数値解 (定形進行波)
 - ・ マトリクスデータ (任意波形)

港湾構造物(港湾・漁港)の設計に係わる各種波浪シミュレーション

SWAN/WW3/WAMモデルによる日本沿岸の波浪推算



地形



波高・波向

適用事例

- 港湾構造物の耐波設計
- 防波堤の(改良)設計
- 港湾施設の配置計画
- 設計沖波の推算
- 確率波高の計算
- 港内波高分布
- 防波堤周辺の波高分布
- 港内静穏度

特徴

【解析】

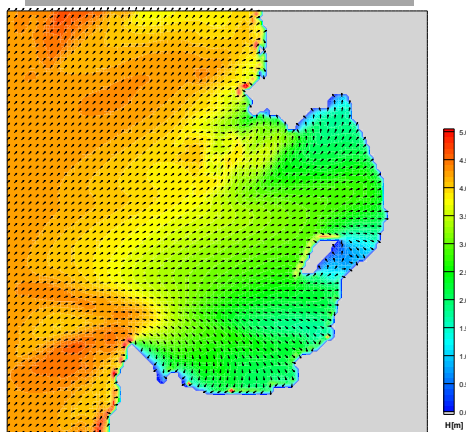
- SWAN・WW3・WAMモデルによる波浪推算
- エネルギー平衡方程式モデルによる波浪変形計算
- 港内静穏度解析
- 極値統計解析

備考

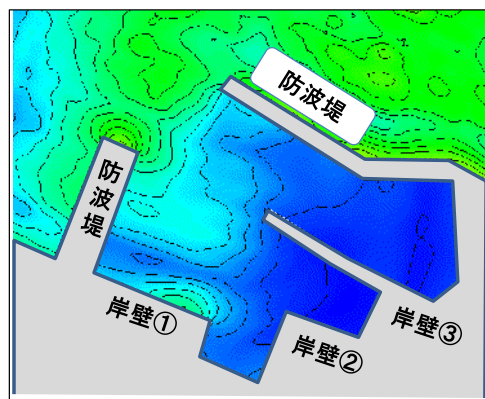
■入力条件：

- ・水深、地形(施設構造物)
- ・擾乱データ(台風)
- ・波高、周期、波向 等

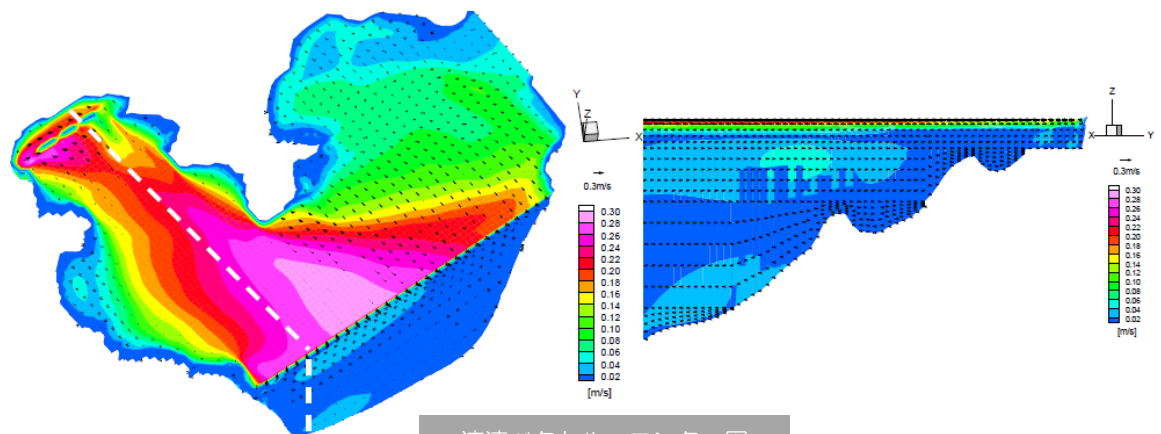
エネルギー平衡方程式による
波浪変形計算



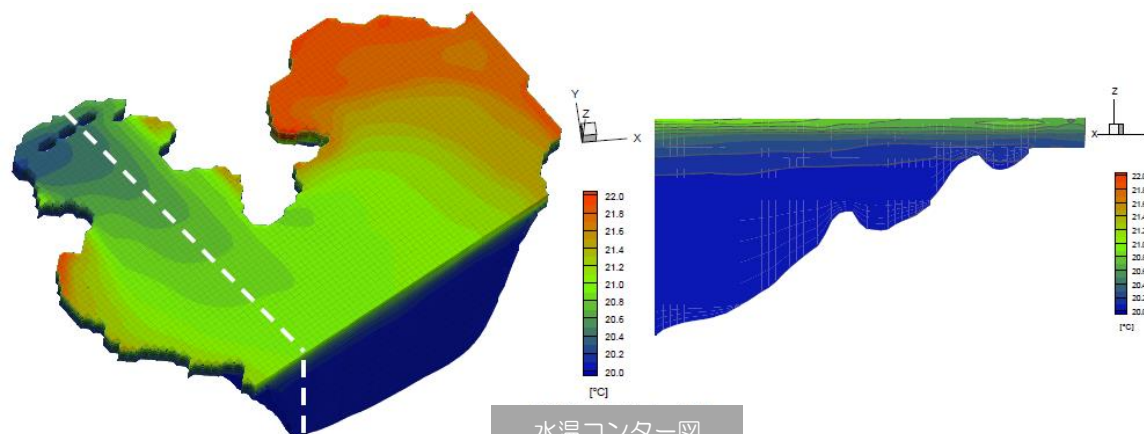
港内静穏度解析



沿岸海域における3次元流動解析



流速ベクトル・コンター図



水温コンター図

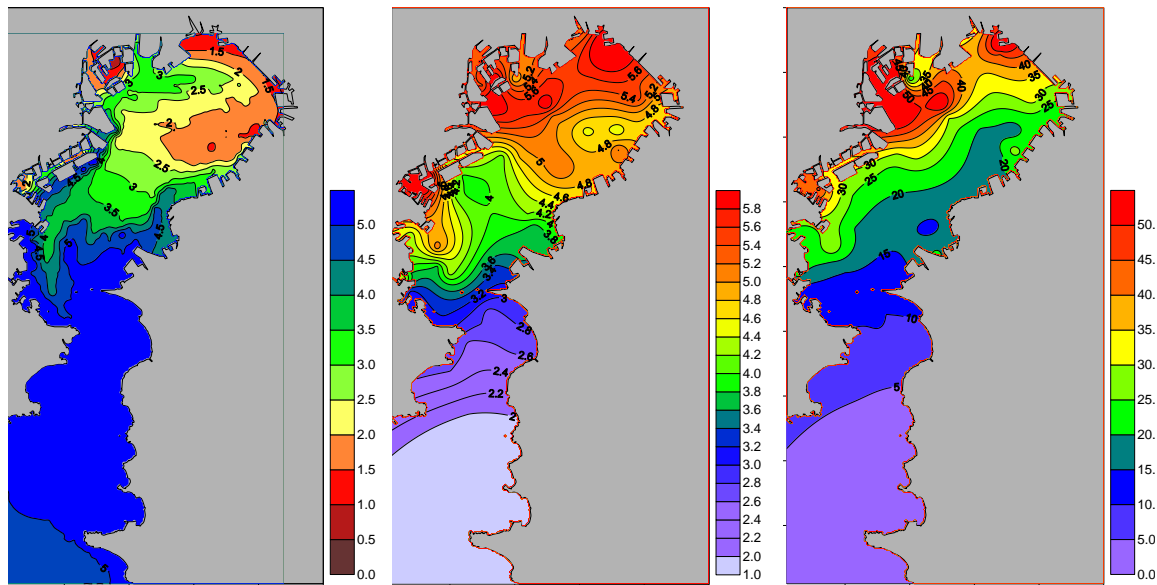
適用事例

- デカルト座標系、 σ 座標系各系海洋モデルを選択可能
- 乱流モデルにはRiモデル、SGSモデル、Mellor-Yamadaモデル等を選択可能
- 水質・底質モデルとのリンクが可能

特徴

- 境界条件として潮位、風による運動量輸送、日射による熱交換、降水蒸発による水収支、大気圧、河川流入を考慮可能
- 各地の主要港の解析実績有り

3次元流動・水質解析



DO濃度（最下層）

COD濃度（表層）

クロロフィル濃度（表層）

適用事例

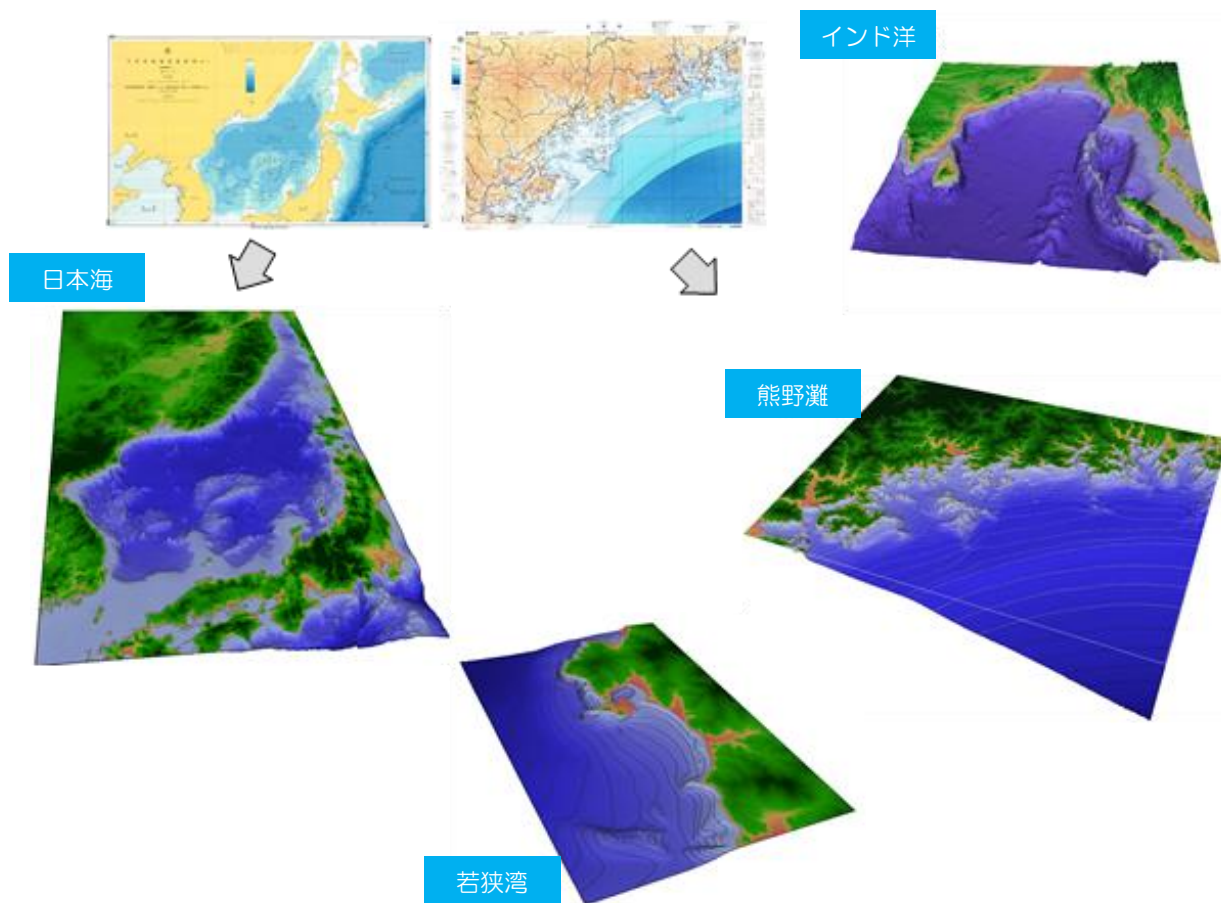
- 水質と底質の相互作用を考慮した長期間の環境影響評価が可能
- 河口部および沿岸域の水質改善および富栄養化対策検討が可能
- ダム排砂によるSSの拡散解析が可能

特徴

- 平面流速、鉛直流速
- 水質：
水温、塩分、浮遊物質（SS）、植物プランクトン、動物プランクトン、無機態窒素、有機態窒素、無機態リン、有機態リン、溶存酸素（DO）、化学的酸素要求量（COD）

海底地形の作成

各種の地形データ・図面から解析等で必要な地形データ作成を支援します。



事例

- 市販データから海底地形の作成
- 紙図面から海底地形の作成
- 測量データから海底地形の作成

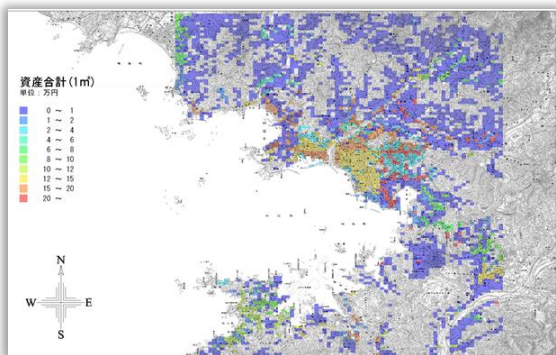
資産データの作成と被害額の算定

適用事例

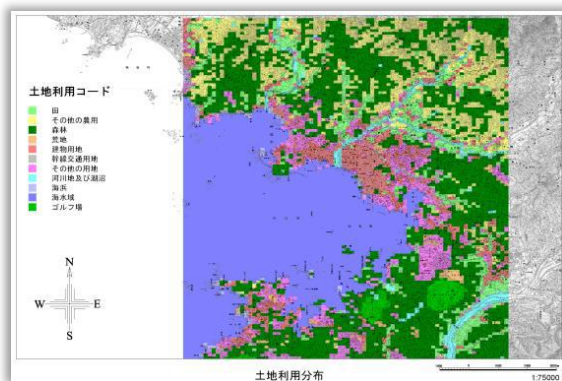
- 国勢調査や事業所・企業統計調査結果を使用

特徴

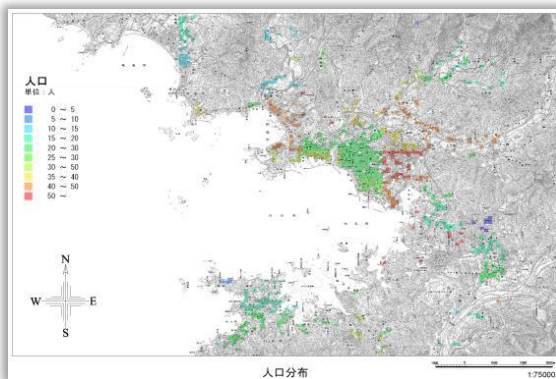
- 以下の指針やマニュアルに則して資産作成
 - ・ 海岸事業の費用便益分析指針(改訂版)
 - ・ 治水経済調査マニュアル(案)
- 津波や高潮の解析結果から被害状況を把握(施設の効果検討、被害額の算定)



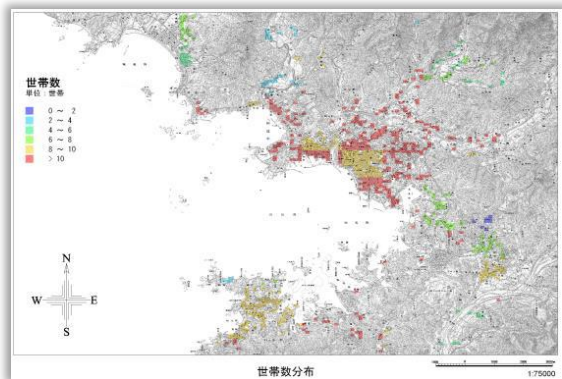
資産額の分布図



土地利用の分布図



人口の分布図



世帯数の分布図