

Supercomputing Japan 2024

日時：令和6年3月12日（火）14:30～15:00

場所：タワーホール船堀

タイトル：流動生態系シミュレーションシステムによる水環境評価のための標準化プラットフォーム構築に向けたJHPCNの活動

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所

港湾空港技術研究所

海洋汚染防除研究グループ

グループ長 松崎義孝

研究所の紹介

国土交通省の所管する研究所

海上・港湾・航空技術研究所

- 海上技術安全研究所
- 港湾空港技術研究所
- 電子航法研究所

港湾空港技術研究所〈PARI〉

港湾・空港施設等の防災及び減災対策、インフラ整備の長寿命化、サイバー施工技術やDXの導入による生産性向上、沿岸・海洋環境の形成に加え脱炭素社会の構築への対応における技術的課題の解決等を図るため、次の研究に重点的に取り組みます。

研究分野とテーマ

沿岸域における災害の軽減と復旧

- 地震災害の軽減や復旧に関する研究開発
- 津波・高潮・高波災害の軽減や復旧に関する研究開発



兵庫県南部地震の被害



津波漂流物シミュレーション

沿岸・海洋環境の形成・保全・活用と脱炭素社会の構築

- 沿岸環境の形成・保全や活用に関する研究開発
- 脱炭素社会構築を支援する技術に関する研究開発



砂浜の地形変化の予測



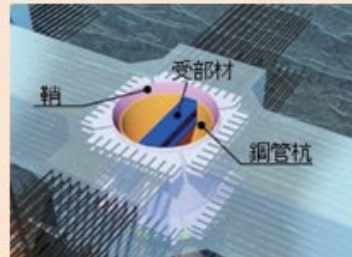
防波堤に形成される藻場

経済と社会を支える港湾・空港の形成

- インフラ整備に関する研究開発
- インフラの維持管理に関する研究開発



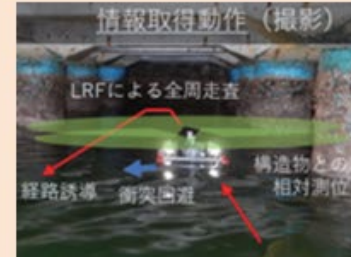
港湾工事で使用される鉱滓の再利用



省力化や安全性の向上のための
施工の効率化

情報化による技術革新の推進

- デジタル技術の活用による生産性向上に関する研究開発
- デジタル技術の活用による新たな価値の創造に関する研究開発



水中点検用ロボットの開発



デジタルツインによる
コンテナターミナルの効率化

JHPCN : 「学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点」は、北海道大学、東北大学、東京大学、東京工業大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、九州大学がそれぞれ附置する、文部科学大臣の認定を受けた共同利用・共同研究拠点である8つの施設により構成される「拠点ネットワーク」

https://jhpcn-kyoten.itc.u-tokyo.ac.jp/ja/purpose_summary

JHCPNの共同研究に申し込み、今年度研究を実施（来年度は続く？）

「流動生態系シミュレーションシステムによる水環境評価のための標準化プラットフォーム構築」

発表内容

- 1) 研究の目的・意義
- 2) JHPCNの公募型共同研究として実施する必要性
- 3) 研究計画
- 4) 研究成果
- 5) まとめ

1) 研究の目的・意義

環境アセスメント（環境影響評価）とは

開発事業の内容を決めるに当たって、それが環境にどのような影響を及ぼすかについて、あらかじめ事業者自らが調査、予測、評価を行い、その結果を公表して一般の方々、地方公共団体などから意見を聴き、それらを踏まえて環境の保全の観点からよりよい事業計画を作り上げていこうという制度。

アセスメントにおいて数値シミュレーションは重要な役割を担う。

港湾事業（埋立、掘り込み、防波堤建設等）においても、数値シミュレーションはアセスメントを行う際に使用される。

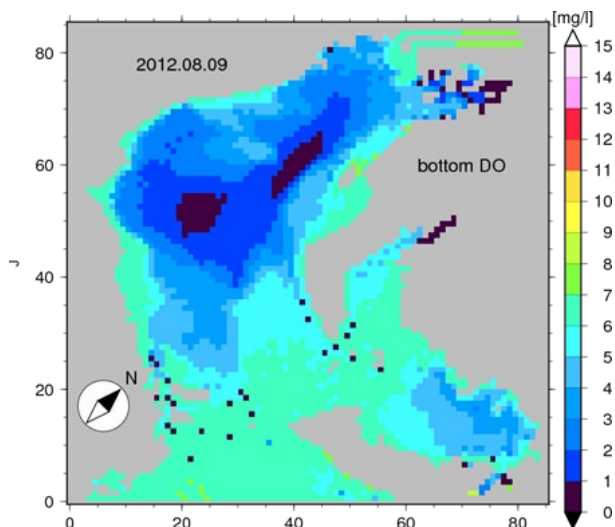
- 流れ場・海水の流れ、海水交換
- 漁業環境（底層溶存酸素、栄養塩）
- 海がきれいすぎる（貧栄養）：下水処理場管理運転の効果の検討



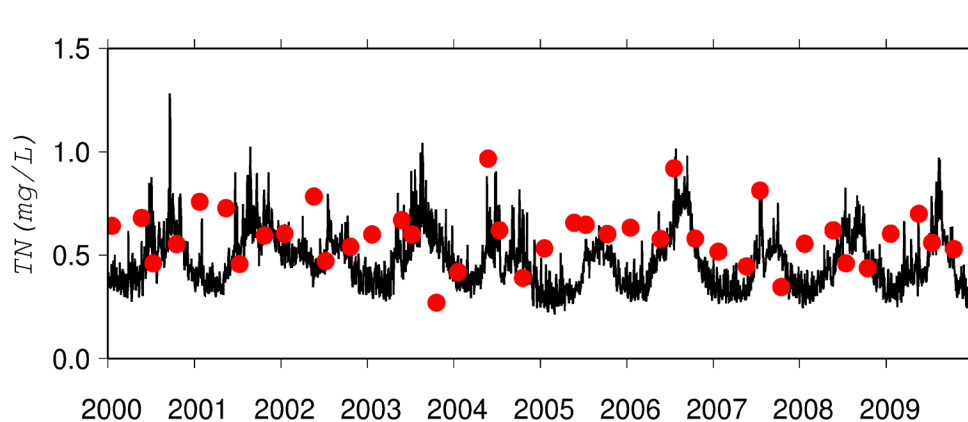
1) 研究の目的・意義

伊勢湾シミュレータの開発：伊勢湾再生行動計画に則った国土交通省中部地方整備局からの長年にわたる委託研究により港湾空港技術研究所が開発してきた水環境のシミュレーションモデル

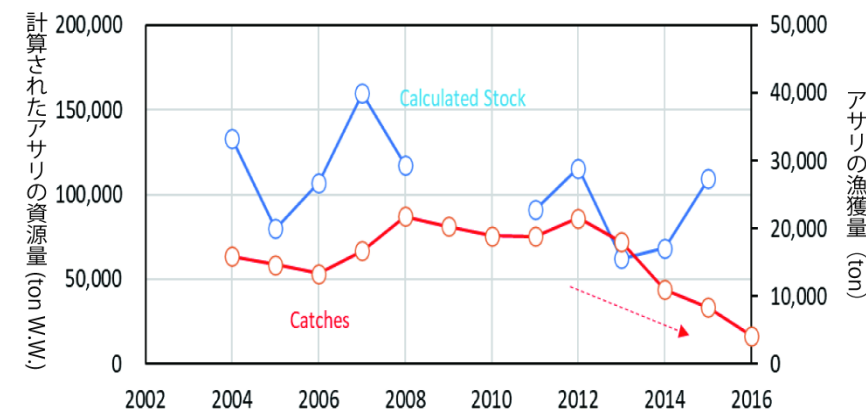
- 伊勢湾シミュレータでは水温、塩分、流向流速、貧酸素水塊，栄養塩，赤潮（植物プランクトン濃度）、粒子追跡による漂流ごみ，二枚貝や魚の資源量の再現・予測を実施することができます。
- くぼ地や港内などの細かい地形のシミュレーションが可能です。
- 浅場造成の効果の検討，湾口防波堤の建設の影響検討，下水処理場管理運転の影響検討などが可能です。



底層DOの水平分布
青色は酸素濃度が低い状態を表す。



栄養塩の時系列分布図（赤丸が観測値，黒線がシミュレーション結果）



計算されたアサリの資源量と実際の漁獲量の比較。
青線が計算されたアサリの資源量，赤線が実際の漁獲量を示す。計算された資源量は漁獲量の傾向とおおむね一致している。

流動生態系シミュレーションシステム EcoPARI (エコパリ)

Ecological hydrodynamic simulation system of the Port and Airport Research Institute

Preprocessing

計算に必要な入力データ作成システム

EcoPARI-WRF

気象モデルWRFによる大気計算

EcoPARI-Boundary Condition

境界条件作成システム

EcoPARI-Grid

地形ファイル作成(Grid generator)

EcoPARI-Remesher

最適計算格子検討システム

EcoPARI-Parser

Restartファイルの変換機能

EcoPARI-Genetic Algorithm

パラメータ調整システム

EcoPARI-Data Assimilation

データ同化システム

EcoPARI-Web GUI

GUIシステム

EcoPARI-Forecast System

海域環境予測システム

EcoPARI-Simulator

シミュレーションモデル

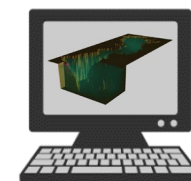
- 流動 (水温、塩分、流向流速、水位)
- 生態系モデル (DO、植物プランクトン、栄養塩等)
- 粒子追跡
- 可変格子
- 海草・海藻
- ノリ
- 魚、二枚貝

EcoPARI-Wave

SWANによる波浪計算、海浜流計算

Postprocessing

Webブラウザによるシミュレーション結果の可視化 (2次元、3次元) と、テキスト出力が可能

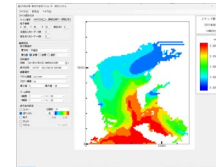


Reaction

生態系反応速度のフロー図

• EcoPARI-Post Stand-alone

Windows上で動作するソフトウェア2次元可視化と、テキスト出力が可能



• EcoPARI-Post Mobile

スマホで短期予測結果を閲覧可能



*Postのオプションとしてncview と ParaViewとが使用可能な出力フォーマット (NetCDF、VTK) を用意している。また、ParaViewによる観測値との比較・統計解析が可能。

1) 研究の目的・意義

課題1

- EcoPARIは高度な数値モデルであるが故、民間建設コンサルタントが使用している水環境数値シミュレーションモデルよりも10倍程度の計算機能力を必要とする。
- 建設コンサルタントの多くは大型計算機を所有していないため、EcoPARIによる検討が困難な場合が多い。

課題2

- パラメータの客観的な決定手法がない
- EcoPARIにはデータ同化と遺伝的アルゴリズムという手法で、パラメータを客観的に決定するためのシステムがある
- 大量の計算が必要

課題3

- 「海の天気予報」
- 観測値と数値シミュレーションモデルを融合する手法であるデータ同化による水温、塩分、溶存酸素、栄養塩などの高精度予測
- 即時予測を行うために高速に演算し、観測データの収集・解析を処理できる大型計算機とデータ集約基盤の活用が必要。

2) 当拠点公募型共同研究として実施する必要性

目的

- 基盤となるEcoPARIを開発してきた国研
- 環境分野の技術開発を得意とする建設コンサルタント
- 高速化を得意とする大学・ソフトウェア開発会社

→水環境数値シミュレーションを実施するマルチプラットフォームを構築



当拠点公募型共同研究として実施する必要性

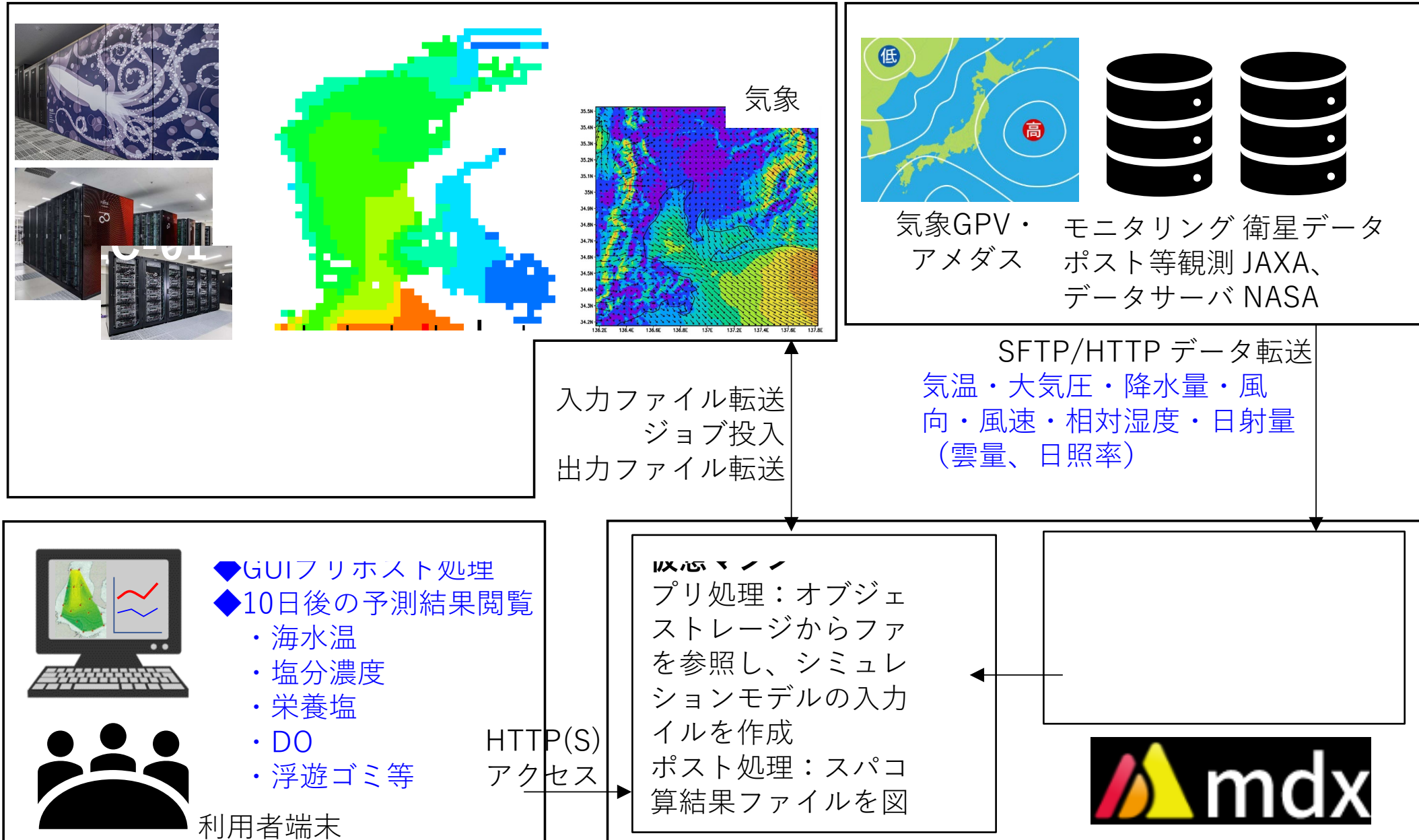
- 研究開発には、国研、建設コンサルタント、大学、ソフトウェア開発会社の学際的共同が不可欠
- 異なる組織が連携して研究開発を進めるにはネットワークを介して使用できる計算機基盤が必要
- データ同化及び遺伝的アルゴリズムを使用したパラメータ調整や観測値をネットワークで取り込むリアルタイムシミュレーションは大規模計算/ネットワーク環境での実施が必須

研究計画 (3年計画のうち、2023年度は1年目)

- 三大湾 (伊勢湾、東京湾、大阪湾) を対象としたモデル構築、Webブラウザによるプリポスト処理機能・シミュレーションシステムの実装
- パラメータ調整システムの実用化
- リアルタイムシミュレーションシステムの構築、観測値を取り込んだデータ同化

JHPCNの基盤を活用した研究開発の実施

東京大学Wisteria/BDEC-01、大阪大学SQUID、mdx



まとめ

- JHPCNの共同研究によって「流動生態系シミュレーションシステムによる水環境評価のための標準化プラットフォーム構築」を進めている。
- 民間建設コンサルタントや大学と共同で使用可能な水環境シミュレーションシステムが構築され、運用されている。伊勢湾、東京湾、大阪湾のシミュレーションを実施する際のノウハウ・集合知が蓄積されている。
- パラメータを調整するシステムを構築中である。
- うみの天気予報が開発され、沿岸域の予報・可視化が可能。2024年4月から伊勢湾で試験運用開始。
- 次年度以降もJHPCNで活動したいです。関係者の皆様、いつもありがとうございます。今後ともよろしく申し上げます。