

瀬戸内海における外洋起源有機物の動態解析

中谷祐介, ○鹿島千尋, 山根成陽, 出口博之 (大阪大学大学院工学研究科)

Keywords: 瀬戸内海, 外洋起源有機物, 化学的酸素要求量COD, 三次元流動シミュレーション

背景

瀬戸内海では、高度経済成長以降に過剰な汚濁負荷が流入した結果、富栄養化が進行し、赤潮や貧酸素水塊などの水質問題が深刻化した。

これに対し、1979年度から水質総量削減が開始され、陸域から流入する化学的酸素要求量COD, 全窒素TN, 全リンTPの負荷量が削減された結果、TNとTPについては瀬戸内海のほぼすべての湾灘で環境基準を達成した。

しかしながら、近年、CODに関しては横ばい、あるいは一部海域では微増傾向にあり、環境基準の達成率は70%台にとどまっている。

陸域負荷の削減が進められてきたにも拘わらず、瀬戸内海のCODが低下しない原因の一つとして、太平洋から流入する外洋起源の有機物が影響している可能性が考えられる。

外洋に存在する有機物は、大半は分解されにくい難分解性の溶存有機物である。

瀬戸内海に存在している有機物のうち、難分解性の外洋起源有機物が相当の量を占めているのであれば、環境基準値を下回ることは不可能である可能性が高い。

その場合には、外洋起源有機物をバックグラウンド値として考慮した上で、環境基準値を再評価する必要がある。

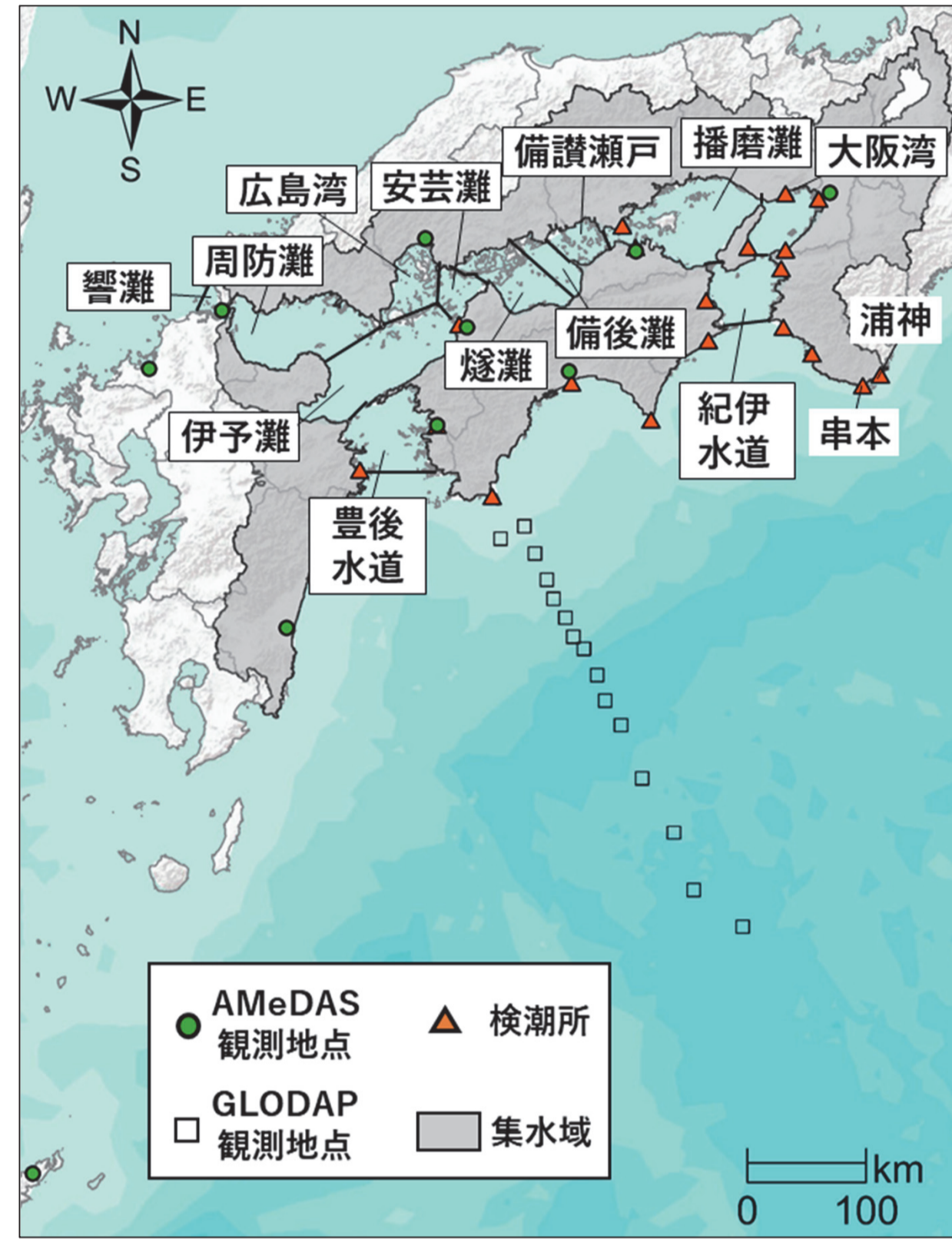


図1 瀬戸内海の各湾灘と使用データの観測地点

目的・手法

本研究では、最新の三次元数値流動モデルSCHISMを用いた数値シミュレーションを行い、外洋起源有機物の動態が瀬戸内海のCOD濃度に及ぼす影響を評価する。

流動水質解析には構造格子が用いられてきたが、グリッドの制約により、複雑な海岸地形や多くの島嶼を有する瀬戸内海に対しては、十分な解析精度が得られていない。

SCHISMの最大の特徴は、非構造格子により空間分解能の粗細を海域ごとに自由で設定することで、瀬戸内海・太平洋領域における黒潮流路変動などの水理水質現象(数百kmスケール)を正確に考慮しながら、海岸付近(数十m~数kmスケール)や各湾灘の物質動態(数km~数十kmスケール)を詳細に解析できる点にある。

本研究では最先端の数値モデルとスパコン環境を活用することで、高精度な瀬戸内海の水環境動態モデルを開発し、高い技術水準の数値シミュレーションを実現する。

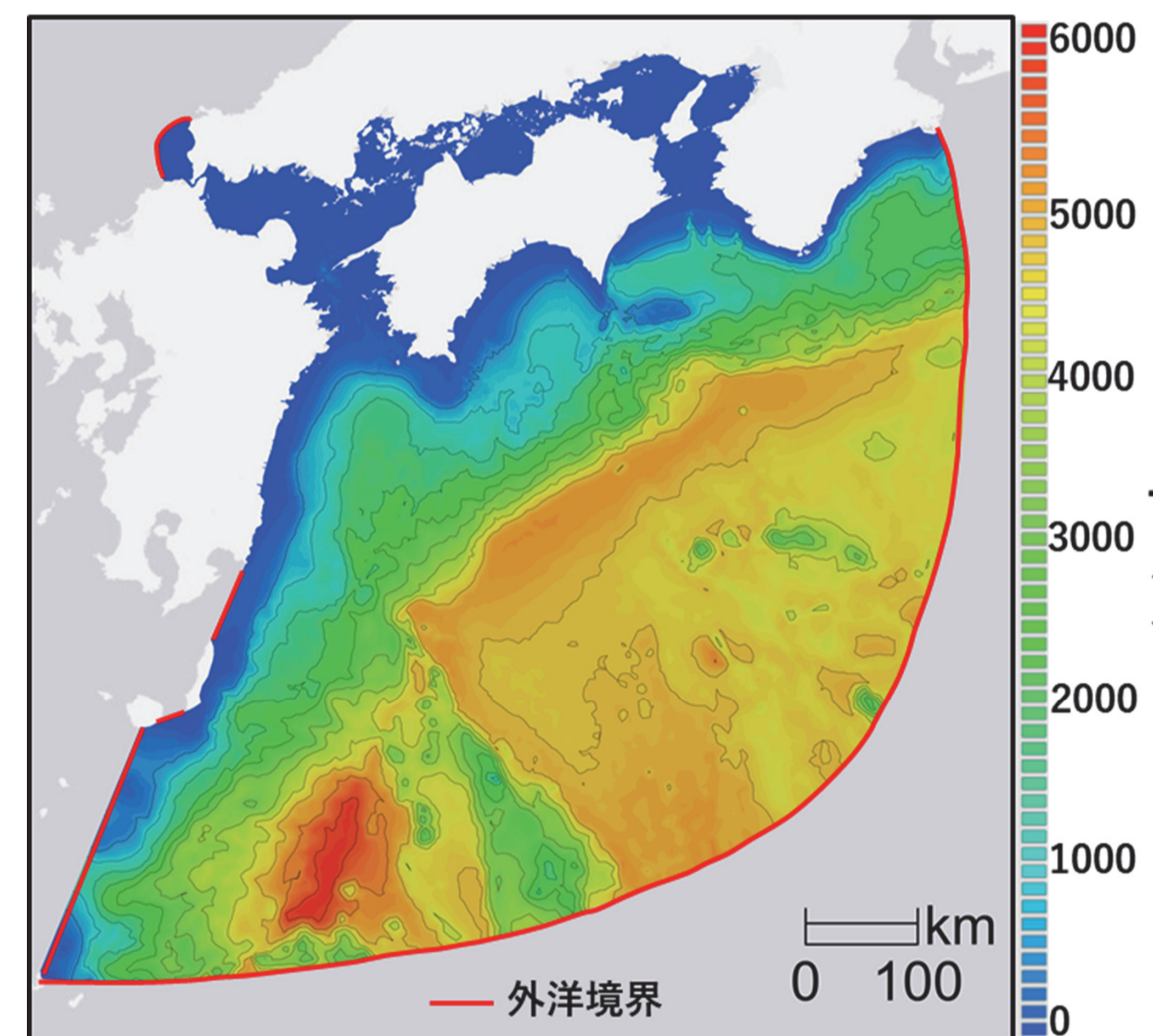


図2 研究対象領域の水深図

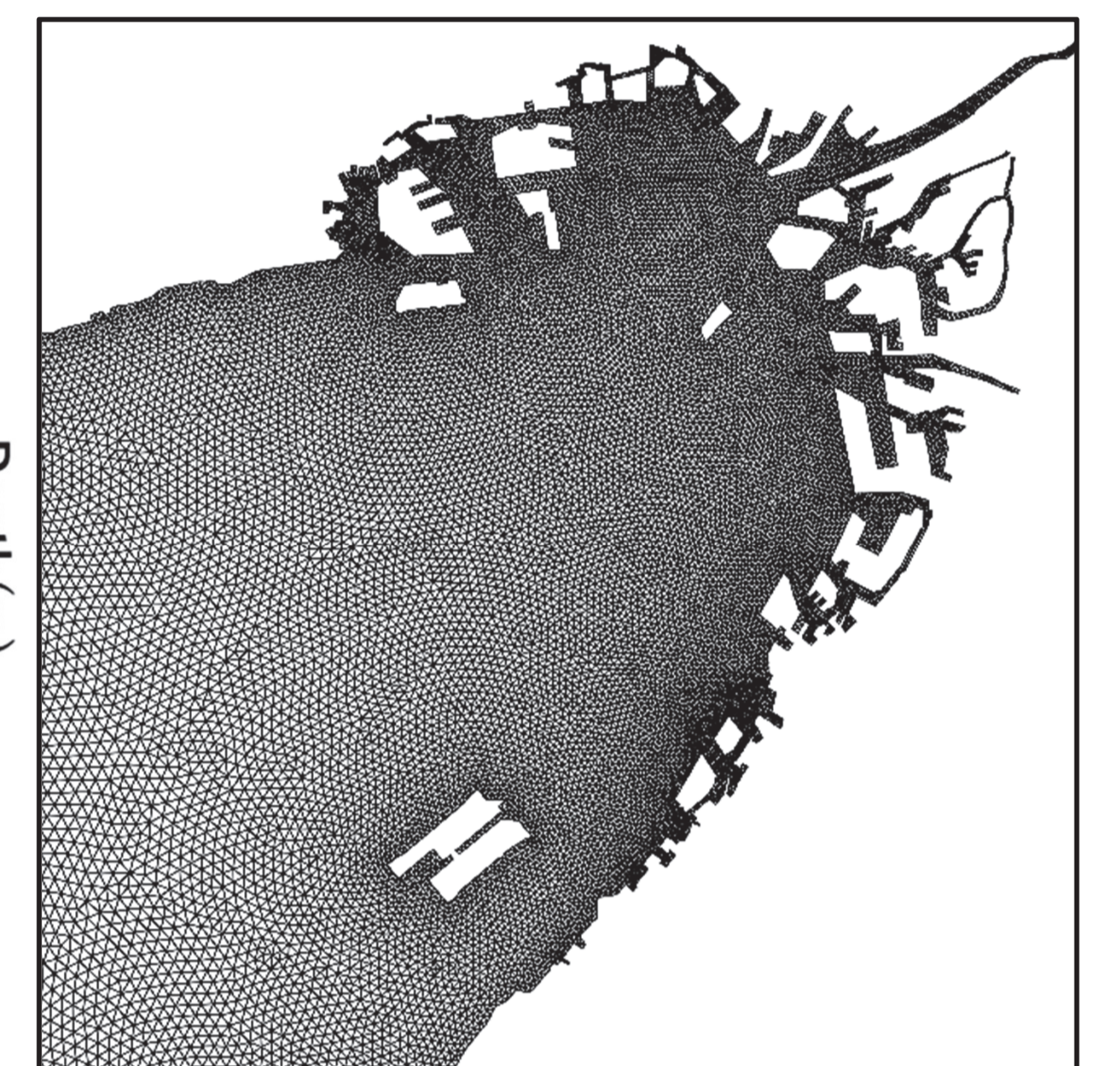


図3 作成した大阪湾の地形

研究計画

Part.1 外洋起源有機物トレーサー計算

概要

外洋起源有機物を分解速度に応じて2種類(準易分解性溶存態有機炭素SLDOC, 難分解性溶存態有機炭素RDOC)に分類する。

外洋起源有機物に見立てた保存性トレーサを外洋域から放出し、その挙動と分布を追跡し、瀬戸内海の各湾灘における存在分布(CODのバックグラウンド値)を定量化する。

現地観測結果を基にDOC-COD換算式を求めた。(COD/DOC=1.04)

計算情報

計算期間

2008年1月1日~2018年12月31日 (10年間)

使用するスパコン

大阪大学サイバーメディアセンター SQUID
Intel Xeon Platinum 8368 (2.40 GHz 76コア)
MPI並列 20ノード×180時間

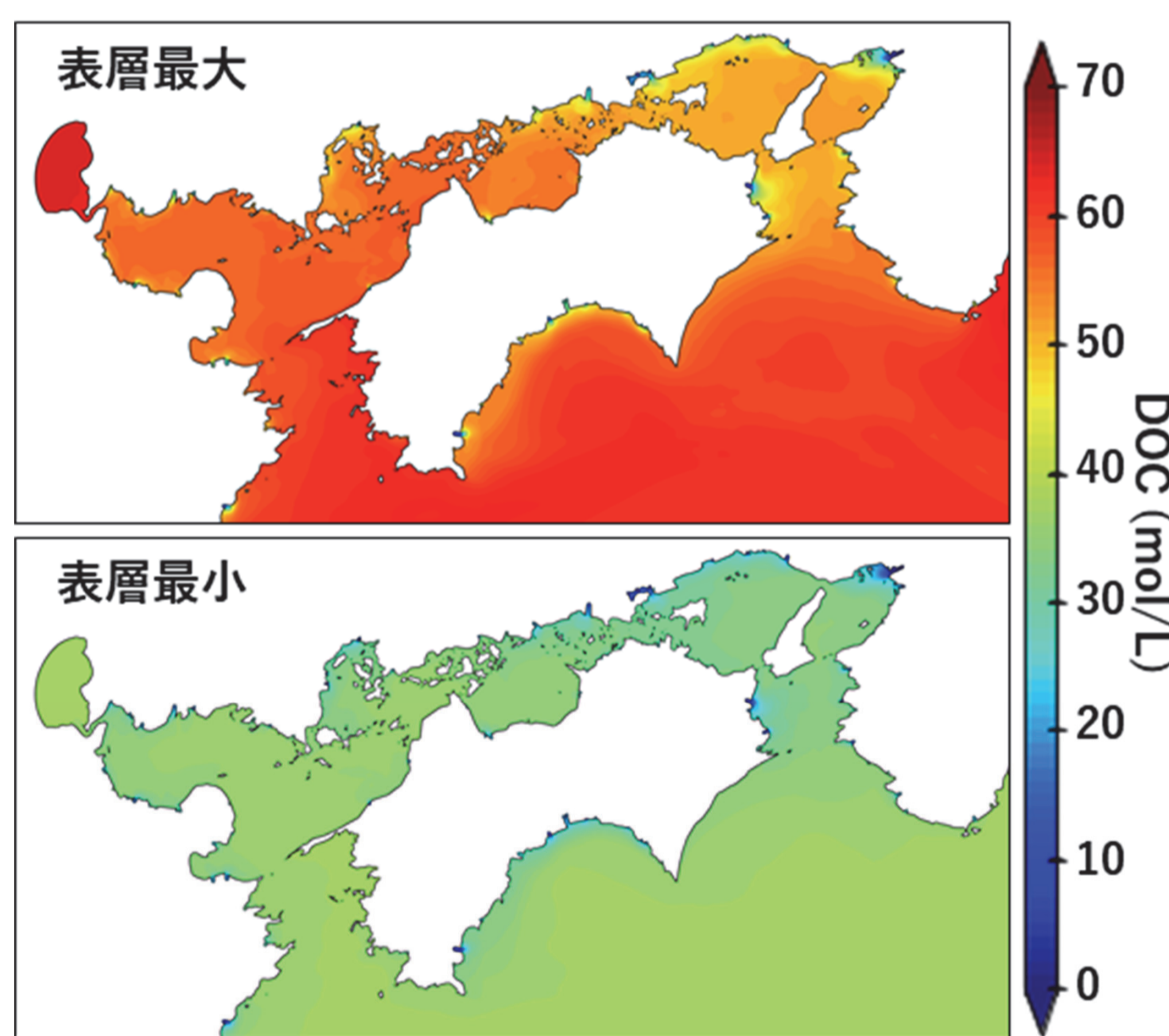


図4 外洋起源DOCの分布

河口付近以外の全域でほぼ一様に分布
最大で約55 mol/L (=0.66 mg/L)
最小で約35 mol/L (=0.42 mg/L)

時系列変化が小さくほぼ一定値で推移(その他の湾灘でも同様の結果)

外洋起源有機物は瀬戸内海全域において時空間的にほぼ均一に存在

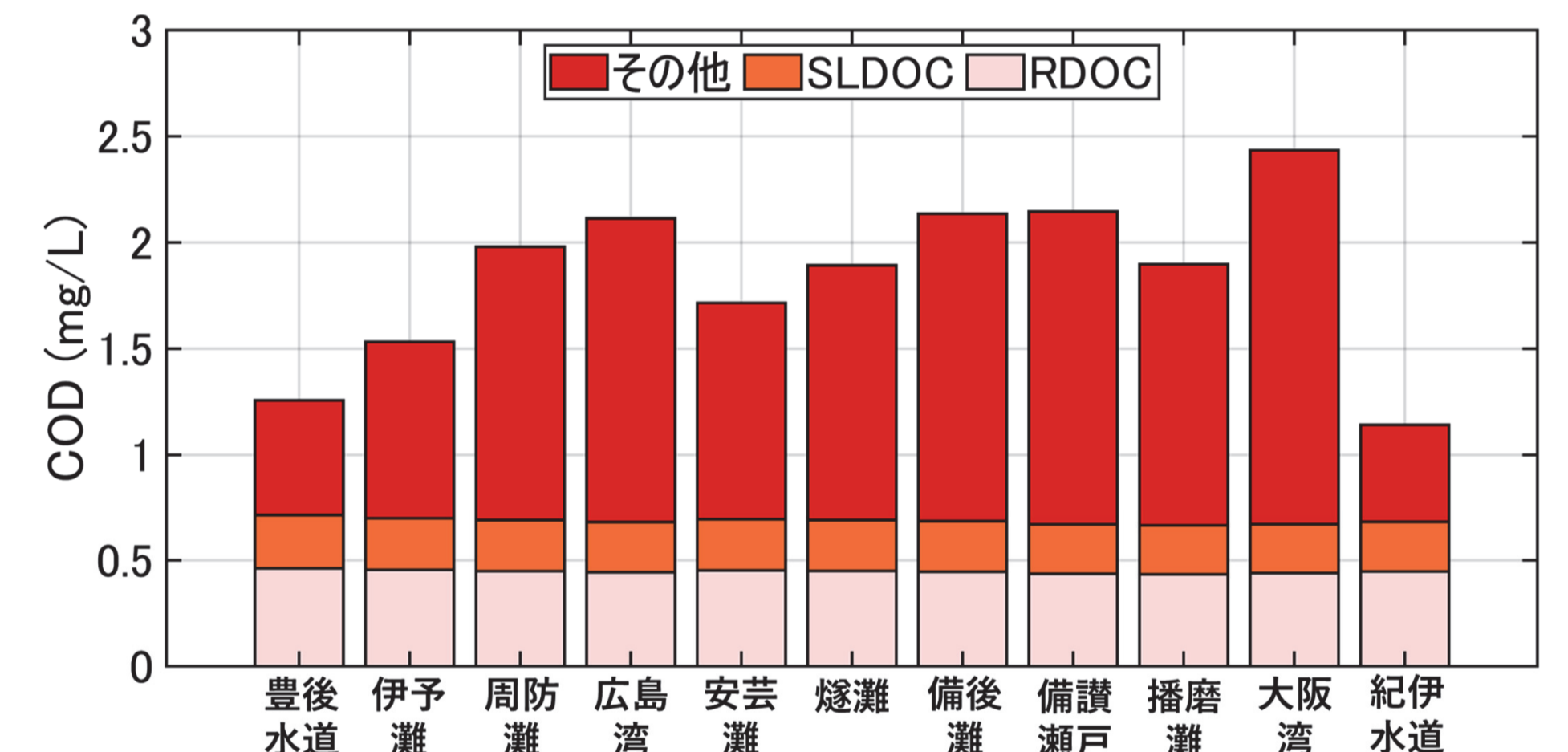


図5 各湾灘のCODの内訳

瀬戸内海内に存在する量が最大の場合、最小の場合を求めた外洋起源COD濃度は全湾灘でほぼ同程度で、0.42~0.67 mg/L
大阪湾で外洋起源が占める割合が低く、豊後水道・紀伊水道では最大で6割程度が外洋起源

少なくとも2割、最大でも6割程度は外洋起源であり、無視できない割合を占めている

Part.2 水質モデルを用いたCODの起源別分類

概要

有機物や窒素、リンなどの生物化学過程を解析できる水質モデルをカップリングすることで、外洋起源有機物の動態を考慮した瀬戸内海COD評価モデルを開発する。

これにより、非保存性の栄養塩動態も含めた物質循環解析を行い、外洋起源有機物の存在量と変動特性を明らかにする。

瀬戸内海では「湾灘ごと、季節ごとの状況に応じたきめ細かな水質管理」が求められており、最終的なアウトプットとしては、各季節における湾灘ごとのCOD濃度の起源別内訳をイメージしている

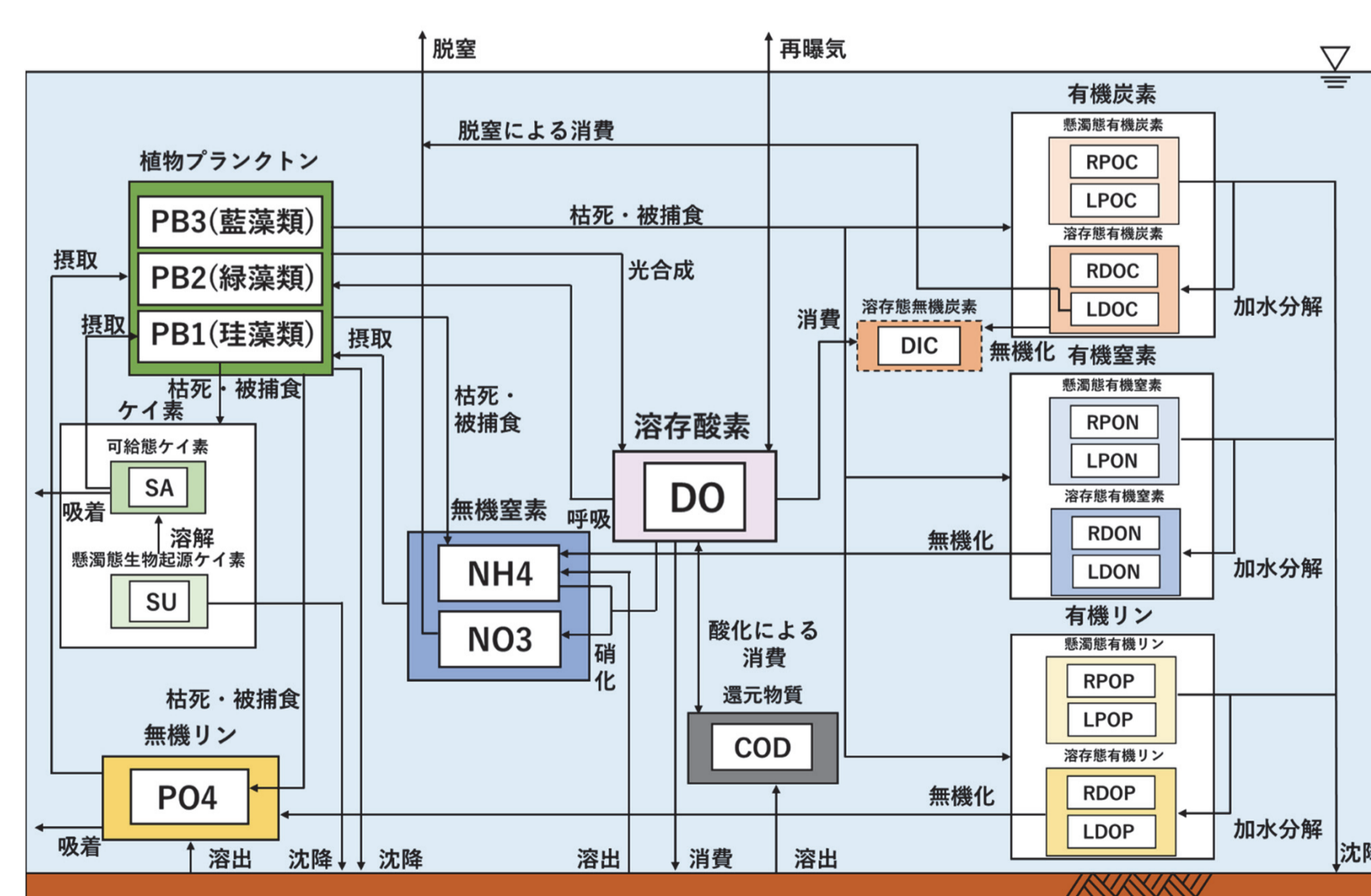


図6 水質モデルの概念図

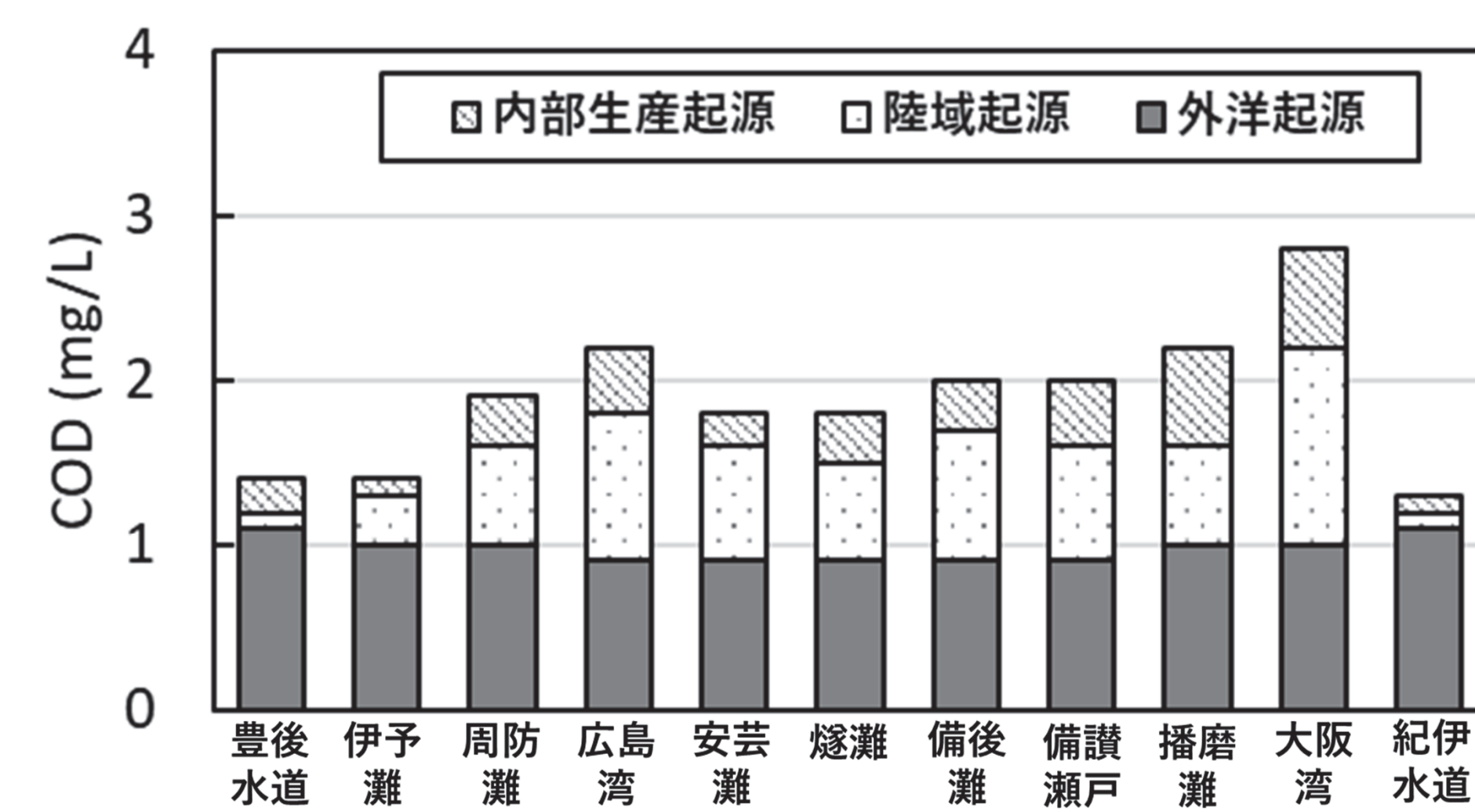


図7 最終的なアウトプットのイメージ

現状

今後

謝辞

本研究は大阪大学サイバーメディアセンターの大規模計算機システムを利用した。GPV-MSMデータは京都大学生存研究所が運営する生存圏データベースより収集した。気象研究所が提供するMOVE/MRI.COM-JPN Datasetは、データ統合解析システムDIASより収集した。本研究の一部は、JSPS科研費(21K04273)より助成を受けて実施した。あわせてここに記し、深く感謝の意を表します。