


マクロ沿岸海洋学：陸域から外洋におよぶ物質動態の統合的シミュレーション

	領域代表者	東京大学・大気海洋研究所・教授 羽角 博康（はすみ ひろやす）	研究者番号:40311641
	研究領域情報	領域番号：22A402 キーワード：沿岸海洋、栄養物質、陸水、大量出水、数値シミュレーション	研究期間：2022年度～2026年度

なぜこの研究を行おうと思ったのか（研究の背景・目的）

● 研究の全体像

沿岸海洋の環境は人間活動の影響を受けて大きく変化している。地球温暖化に伴うグローバルな海洋変化の影響が沿岸海洋に及ぶ一方で、陸域からは人間活動が生み出した様々な物質の供給が増えている。さらに、陸域から沿岸海洋に物質を運ぶ河川も地球温暖化の影響を大きく受け、例えば日本では大量出水の強度や頻度が増している。こうした背景のもと、沿岸海洋の予測や影響評価に対するニーズはますます高まっているが、現状の沿岸海洋シミュレーションは外洋や陸域からの影響の取り込みが限定的であり、そうしたニーズに十分に答えられない。本研究領域では、陸域や外洋からの影響を適切に取り込んだ「マクロ」な枠組みへと沿岸海洋学を変革し、沿岸海洋に起こりつつある変化を適切に予測し、また変化の影響を適切に評価することができるシミュレーションの実現を目指す。

こうした動機に基づくマクロ沿岸海洋学が扱うべき内容は多岐にわたるが、本研究領域では特に、日本沿岸海域の栄養物質動態に焦点を絞る。栄養物質とは生物が窒素やリンなどの必須元素を取り込むために利用する物質（硝酸塩やリン酸塩など）を指す。沿岸海洋には主に陸域と外洋深層から栄養物質が供給されるが、いずれの供給も人間活動の影響を受けて大きく変化している。観測研究と数値モデリング研究、およびそれらの融合研究を通して、供給・輸送・消費等による栄養物質の動きと変化の実態を日本沿岸全域にわたって解明し、その将来予測や影響評価を目的としたシミュレーションシステムを確立する。

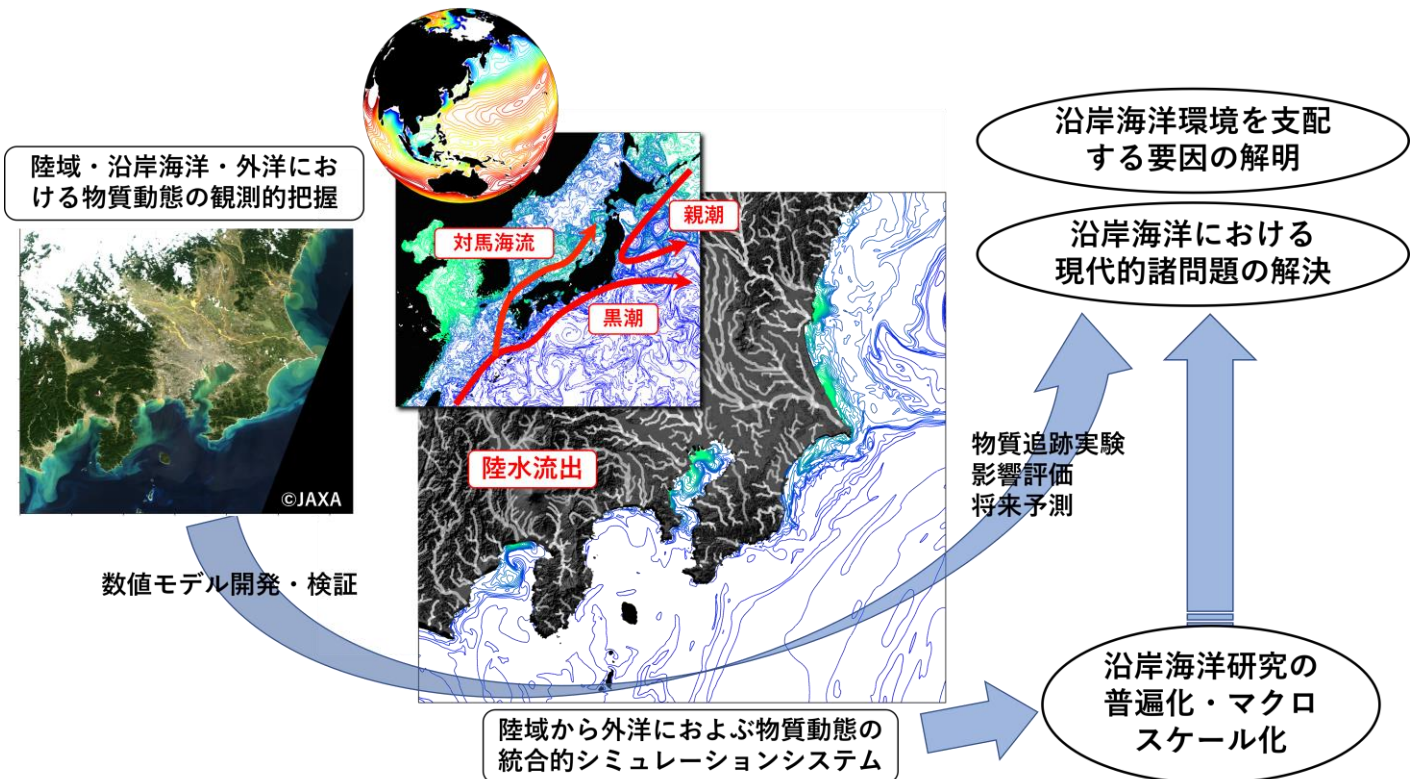


図1 「マクロ沿岸海洋学」の全体イメージ図。日本沿岸海域とそこにつながる日本・東アジア陸域および北太平洋をターゲットに、陸域・沿岸海洋・外洋における物質動態の観測的把握を検証材料として、陸域から外洋におよぶ物質動態の統合的シミュレーションシステムを確立する。そうした科学的理解やシミュレーションシステムを通して沿岸海洋研究の「マクロ化」を図りながら、人間活動の影響を受けて大きく変化しつつある沿岸海洋の諸問題の解決につながる科学的知見の集積や手法開発を目指す。

● 統合的シミュレーションシステム

本研究領域の中心的な研究ツールおよび最終的な成果として位置づけられる「統合的シミュレーションシステム」は、1)陸域からの淡水と物質の供給モデル、2)沿岸海洋における流れや混合を詳細に表現しつつ外洋との相互作用を適切に扱うことができる海洋モデル、3)物質動態を記述するための粒子追跡モデルから構成される。

図2は研究開始時点における各構成要素のプロトタイプの結果であり、各要素の高度化や高解像度化、およびこれらの統合により、統合的シミュレーションシステムを実現する。

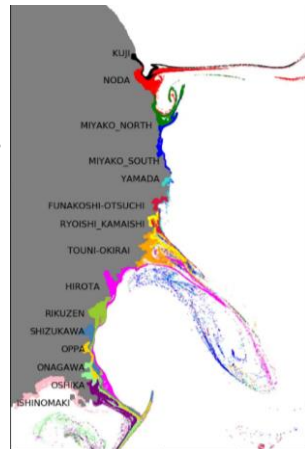
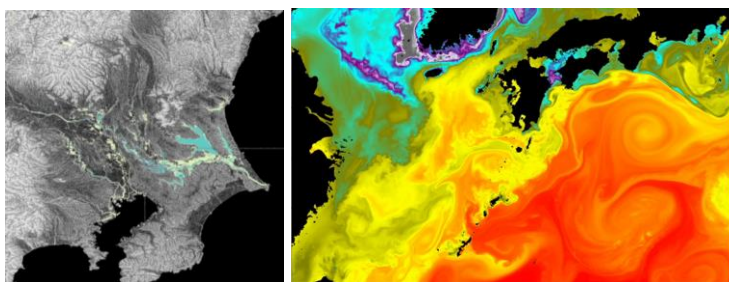


図2 統合的シミュレーションシステムの構成要素のプロトタイプを用いたシミュレーション例。左：河川モデル（関東での豪雨時出水の様子）、中：海洋モデル（日本南西域の海面水温分布）、右：粒子追跡モデル（三陸沿岸における卵稚仔輸送）。

この研究によって何をどこまで明らかにしようとしているのか

● 本研究領域の「マイルストーン」

マクロ沿岸海洋学がもたらすべき様々な科学的成果の象徴として、本研究領域では

「沿岸海洋の生物生産を支える栄養物質供給において陸域と外洋のどちらが支配的か」という問いに包括的に答える

という研究マイルストーンを置く。この問いは、沿岸海洋の環境や生態系を考える上で根本的なものだが、未だに十分な解答が与えられているとは言えない。これに答えるためには、陸域からの物質供給、外洋との相互作用、および沿岸海洋での物質変質過程を適切に考慮する必要があるが、従来の沿岸海洋学の枠組みではそのいずれもが十分に取り入れられておらず、マクロ沿岸海洋学の展開が必要とされる。さらに、これらの要素は人間活動の影響を受けて今後大きく変化することが懸念されている。この問いに関する現状把握に基づいて将来変化の影響を適切に評価できるシミュレーションを確立することが本研究領域の重要テーマである。

● 大量出水の影響

上述の問いへの解答は従来も試みられ、日本では湾など閉鎖的で河川の影響を受けやすい沿岸海域でも外洋からの供給が支配的だと考えられてきた。しかしながら上述の通り、それを大きく左右する要因に対する考慮が十分であったとは言えない。その中でも特に、陸域からの物質供給の重要性がこれまで過小評価されてきた可能性が高いと考えている。河口付近で我々が最近実施した海洋観測によると、河口から少し沖に出た沿岸海洋において、河川から供給される物質は海面付近では追跡できなくなる一方で、海底付近に大量に滞留した物質が上方へと供給されていることが認められる（図3）。これは、河口から離れた沿岸海洋における海面付近への物質供給に対しては、これまで見過ごされてきた海底への堆積とそこからの再懸濁の過程が重要である可能性を示す。沿岸海洋の海底に堆積する物質の起源は陸域と外洋の両方に求められるが、本研究領域では陸域からのイベント的な大量出水が堆積物の起源として支配的であるという作業仮説を置く。なぜならば、河川の流量と河川に含まれる物質量は比例せず、日本に多く見られる山地河川では洪水時に供給される物質量が平常時の数年分に匹敵すると指摘されているが、洪水時の直接観測は従来ほぼ不可能であったため、これまでの考慮においては大量出水の影響が適切に反映されていなかった可能性が高い。現場観測・人工衛星観測・数値シミュレーションを組み合わせた研究によりこの作業仮説を検証しながら、上記マイルストーンに取り組む。

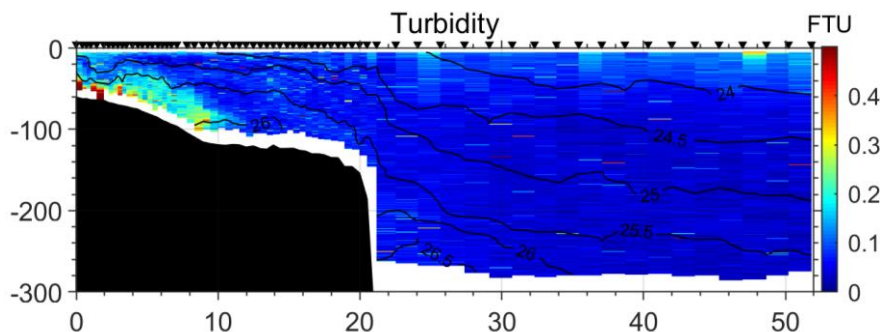


図3 利根川河口（図左側）から沖（図右側）に向かって観測された海水の濁度（浮遊粒子濃度）。沿岸海底付近に高濁度が存在する。