

海のCO₂吸収と酸性化:いま、何が起きているのか

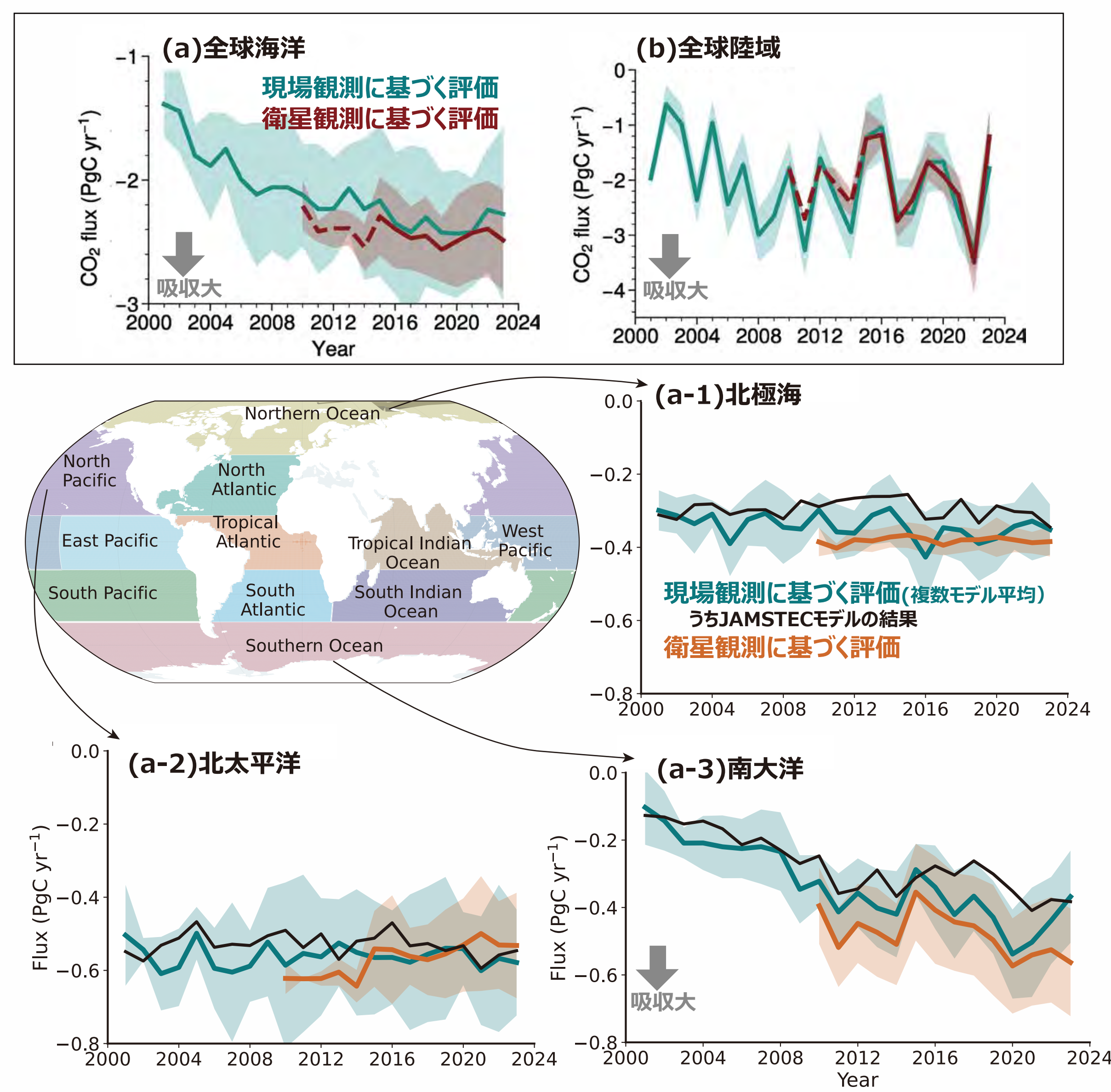
物質・生態系変動から気候・環境変化を探る

地球表層システム研究センターの第5期における挑戦



観測や数値解析、モデリングを複合的に利用し、また、衛星や現場観測・データ同化等に関する新たな手法の開発を通じ、海洋や大気、陸域も含めた物質循環と生態系変動等を統合的に捉えます。特に、環境変動や気候変動を左右する炭素収支や関連する過程に着目し、それらに影響する人間活動や自然システムの役割やメカニズムの理解に取り組みます。具体的には、大気組成の変化、海洋酸性化に対する生物応答、沿岸域の変動等の理解度を高め、環境・気候変動対策に貢献する知見等を創出し、情報を発信します。

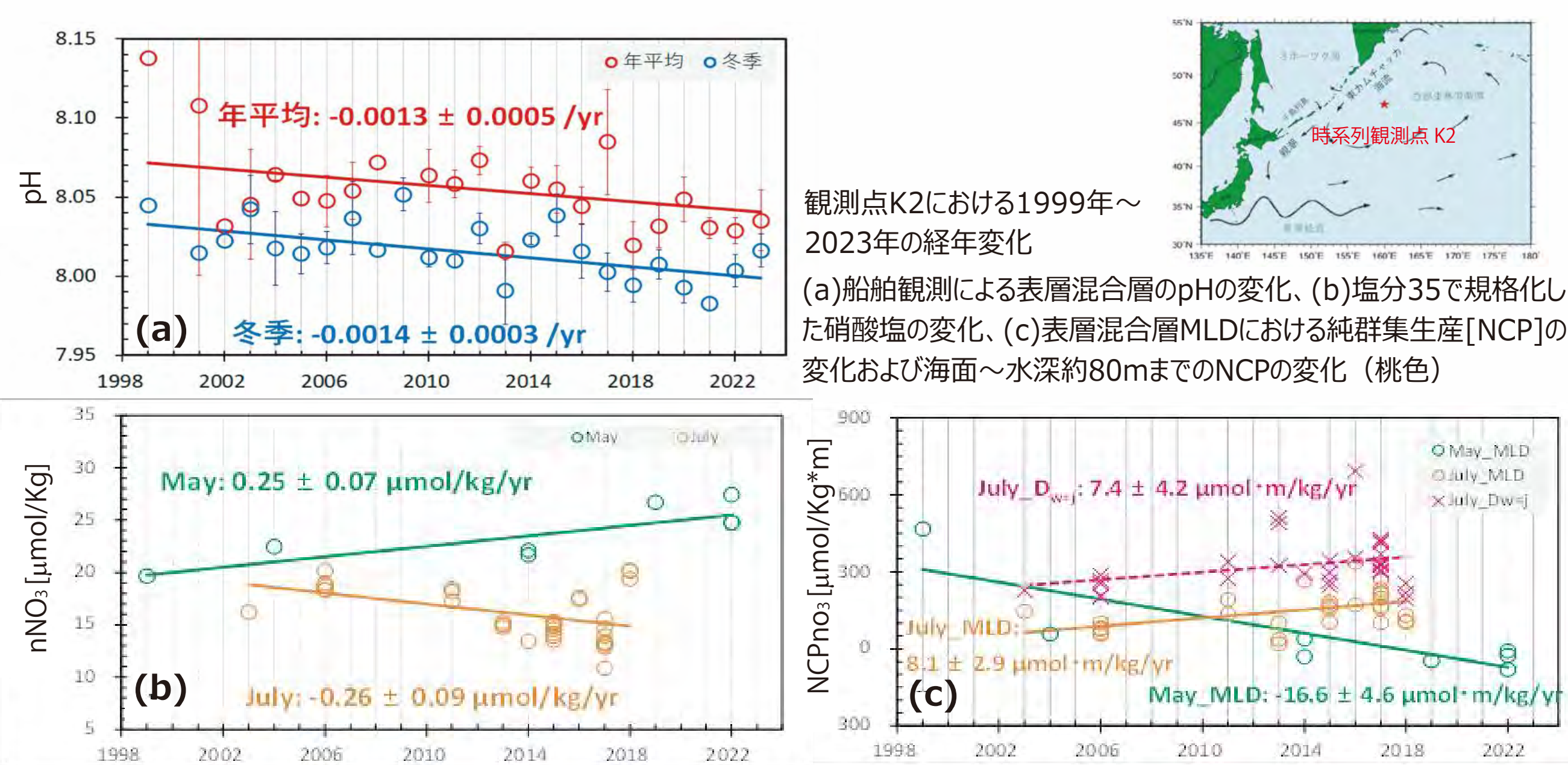
海と陸のCO₂吸収能:最新の収支評価



全球的な大気CO₂濃度データから、14の「逆解析モデル」によって、世界のどの地域の陸・海がCO₂を吸収しているのかを探る統合評価が行われ、JAMSTECのモデルMIROC4も参加しました。結果は、現場・衛星観測いずれに基づいた場合でも整合的で、信頼度が向上しています。海洋による吸収量は全球的に拡大傾向が続いており、とくに南大洋での吸収拡大が顕著となっています。北極海や北太平洋でも、冷たい表層水、季節的なプランクトンの増殖、海洋循環の影響により、大気中から常に大量のCO₂が除去されています。

Chandra et al., Atmos. Chem. Phys., 2022
van der Woude et al., Global Biogeochemical Cycles, 2026

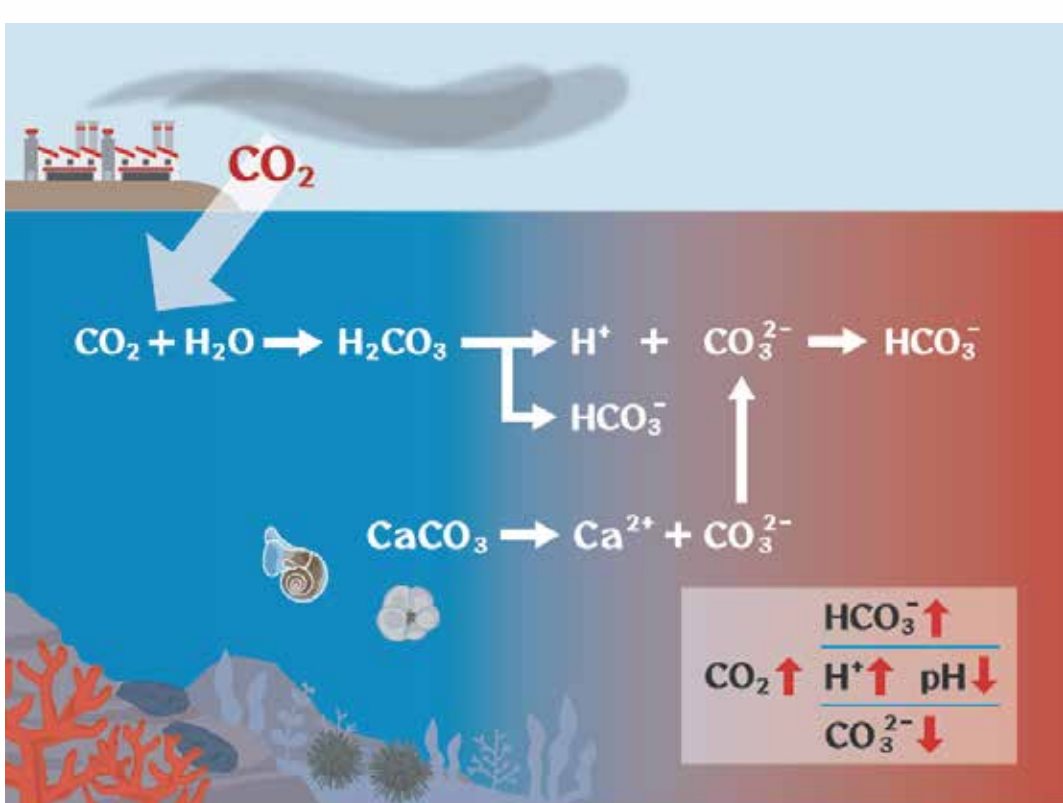
北太平洋亜寒帯域の20年規模pH・栄養塩変化



北太平洋西部亜寒帯域の時系列観測点K2（北緯47度、東経160度）において、海洋地球研究船「みらい」や人工衛星による1999年～2023年の観測データを解析しました。その結果、海面水温は年0.056℃の割合で上昇し、その上昇率は日本近海の1.87倍であることがわかりました。また、pHは年0.0013の割合で低下し、他の海域と同程度の速さで海洋酸性化が進行していることが示されました。

一方、植物プランクトンの生産に不可欠な栄養塩（ケイ酸塩、リン酸塩、硝酸塩）の年平均濃度には明確な長期変化はみられませんでした。5月には増加し、7月には減少するという10年規模の変化が確認されました。これらの結果から、海洋酸性化の進行に加えて、春から夏にかけての生物生産の季節的なパターンが変化している可能性が示唆されました。

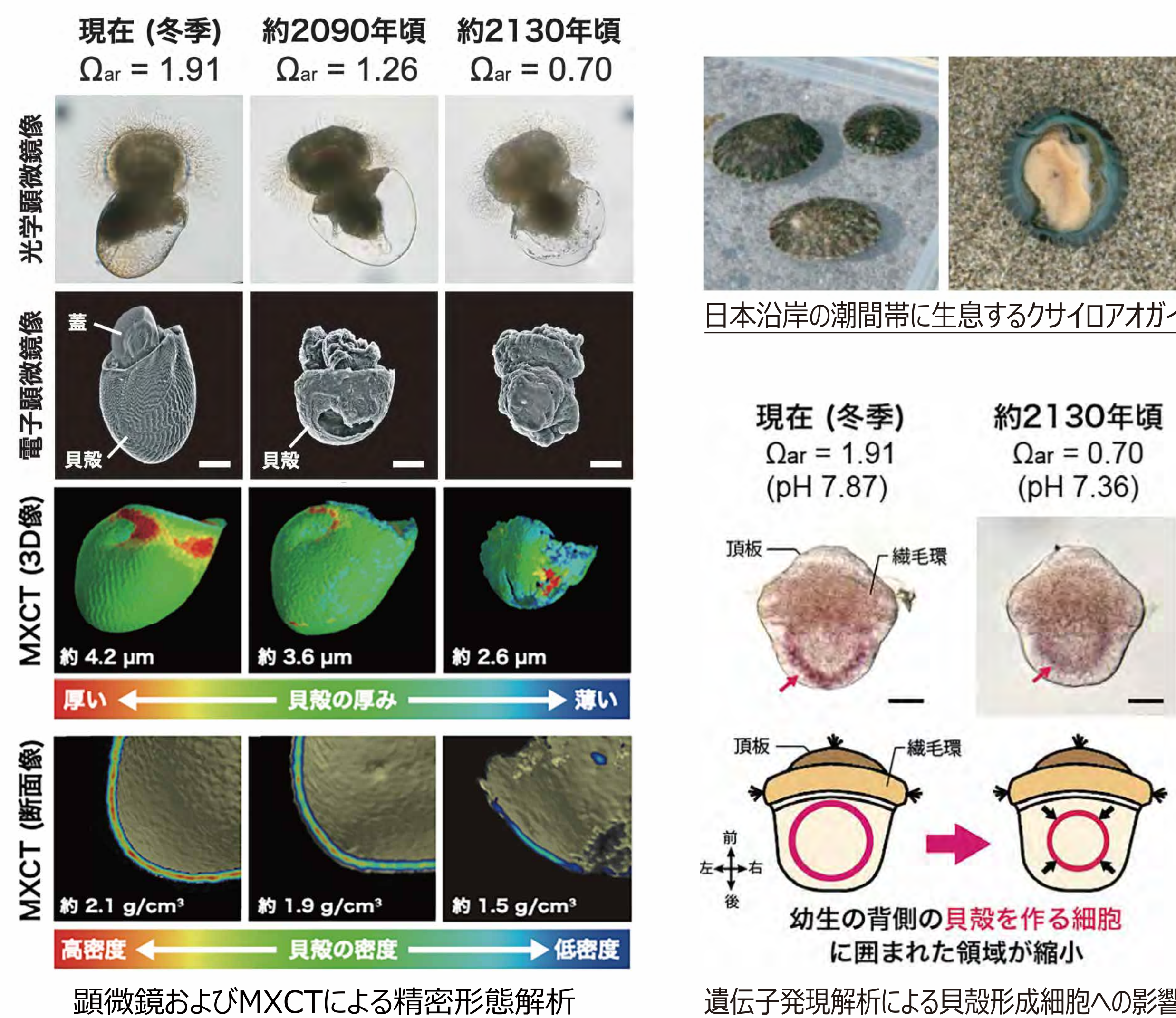
Wakita et al., Prog. Earth Planet. Sci., 2026
https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20260218/



海洋酸性化のしくみ

大気中のCO₂が海水に溶け込むと、水と反応して水素イオンが増加し、海水のpHが低下します。さらに、増加した水素イオンは炭酸イオンと反応して炭酸水素イオンを生成するため、海水中の炭酸イオン濃度も低下します。その結果、炭酸カルシウム（CaCO₃）の飽和度Ωが低下し、石灰質の殻や骨格を形成する生物にとって石灰化が難しくなります。また、Ωが1を下回る未飽和状態では、炭酸カルシウムが溶解しやすくなります。

貝類の初期発生に及ぼす海洋酸性化の影響



海洋酸性化が貝類の初期成長や殻形成にどのような影響を及ぼすのかを調べるため、クサイロアオガイの幼生を将来の海洋環境を模した海水で飼育し、顕微鏡観察、マイクロフォーカスX線CT（MXCT）、遺伝子発現解析を行いました。その結果、酸性化した環境では貝殻が非常に小さくなり、表面構造も不明瞭になることに加え、貝殻の厚さが約40%、炭酸カルシウムの密度が約30%低下することが明らかになりました。また、遺伝子レベルの解析から、貝殻形成に関わる遺伝子が発現する領域も約30%縮小することが確認されました。本研究により、これまで定量的な評価が難しかった、殻が微小な初期発生段階の個体に対する海洋酸性化の影響を定量的に捉えることが可能になりました。こうした知見は、将来の海洋環境変化に対する石灰化生物の応答を予測する上で重要な基盤となります。

Shimizu et al., J. Mollus. Stud., 2025
https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20250918/