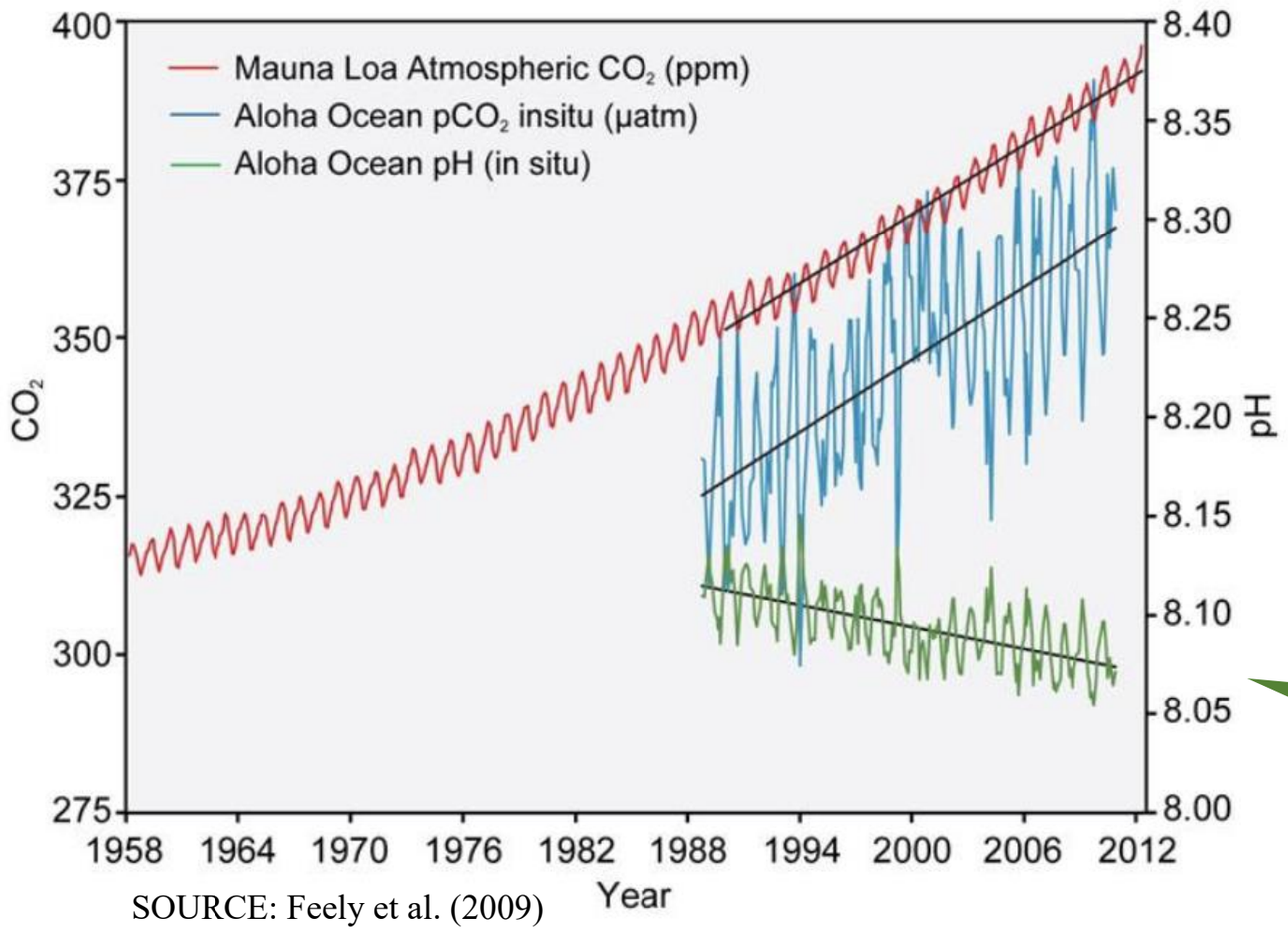
海洋ネガティブエミッション技術に係る炭酸塩反応過程と生物石灰化機構の研究

環境生命自然科学学域（理学部・地球科学科）
井上 麻夕里

人為起源二酸化炭素（CO_2）濃度の上昇による地球環境問題



SOURCE: Feely et al. (2009)

地球温暖化

海洋酸性化

海水中のH^+の増加

pHの低下

$CO_2 + H_2O$

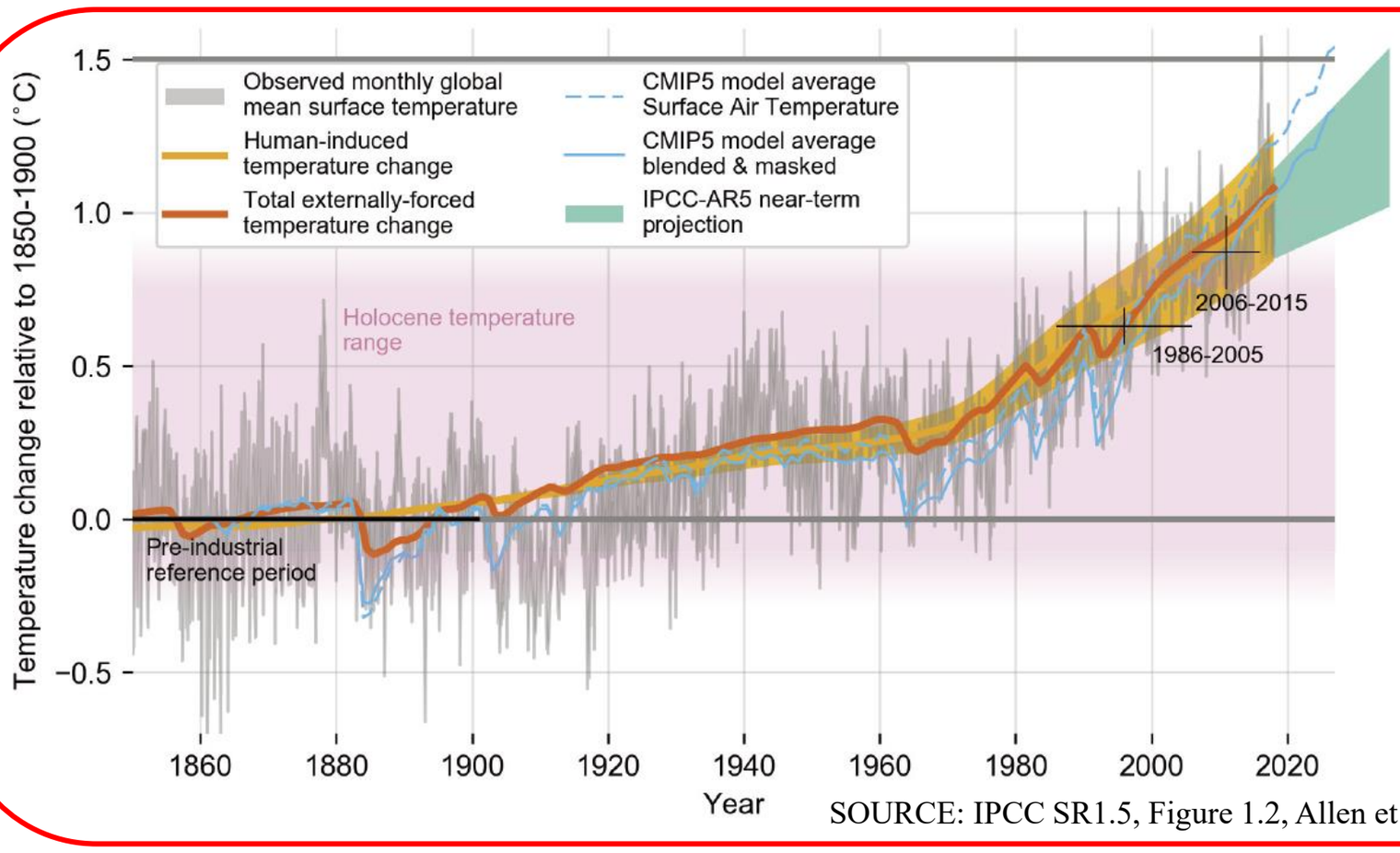
H_2CO_3

$\downarrow\uparrow$

$H^+ + HCO_3^-$

$\downarrow\uparrow$

$2H^+ + CO_3^{2-}$



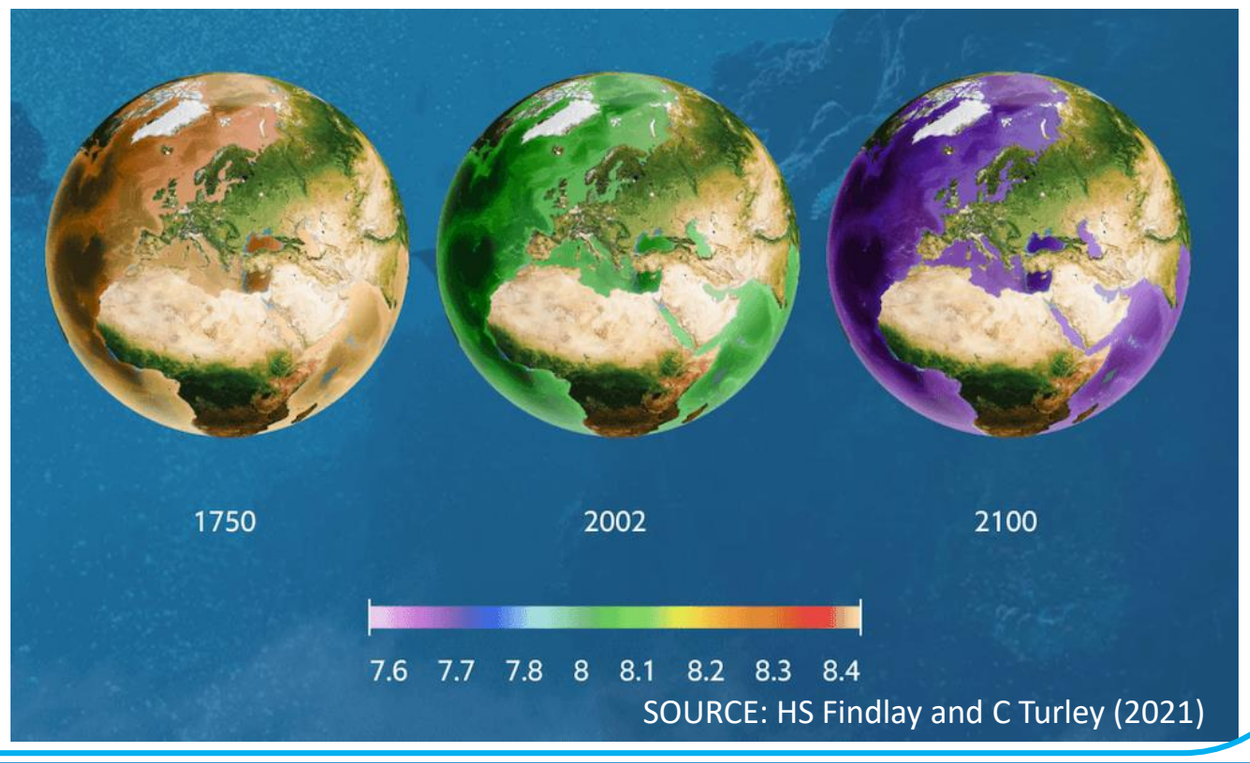
SOURCE: IPCC SR1.5, Figure 1.2, Allen et al. (2018)

地球温暖化

観測記録、モデル予測共に人為起源CO_2による近年の温暖化を示している。特に2020年以降は完新世（約1万年前～現在）の範囲を超えた温暖化が見られる。

海洋酸性化

大気中のCO_2は海水に溶解し、最終的にH^+が多くなる（pHの低下）。既に海洋のpHは減少傾向にあり、牡蠣やサンゴなど海洋の石灰化生物への影響が懸念されている。

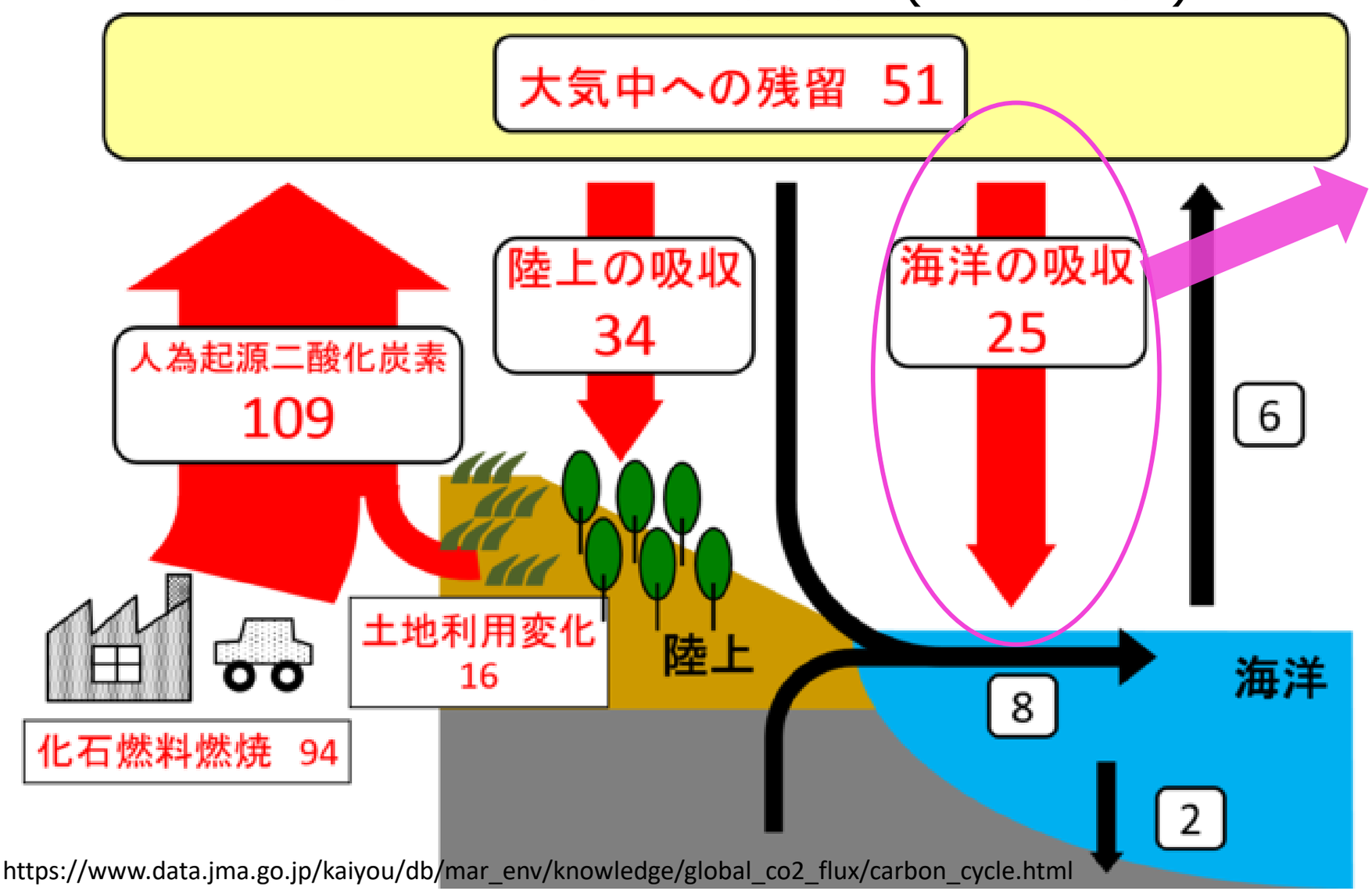


SOURCE: HS Findlay and C Turley (2021)

https://www.nippon-foundation.or.jp/journal/2023/91843/ocean_acidification

海洋ネガティブエミッション技術の開発・社会実装に向けて

人為起源炭素収支の模式図(2010年代)



https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/mar_env/knowledge/global_co2_flux/carbon_cycle.html

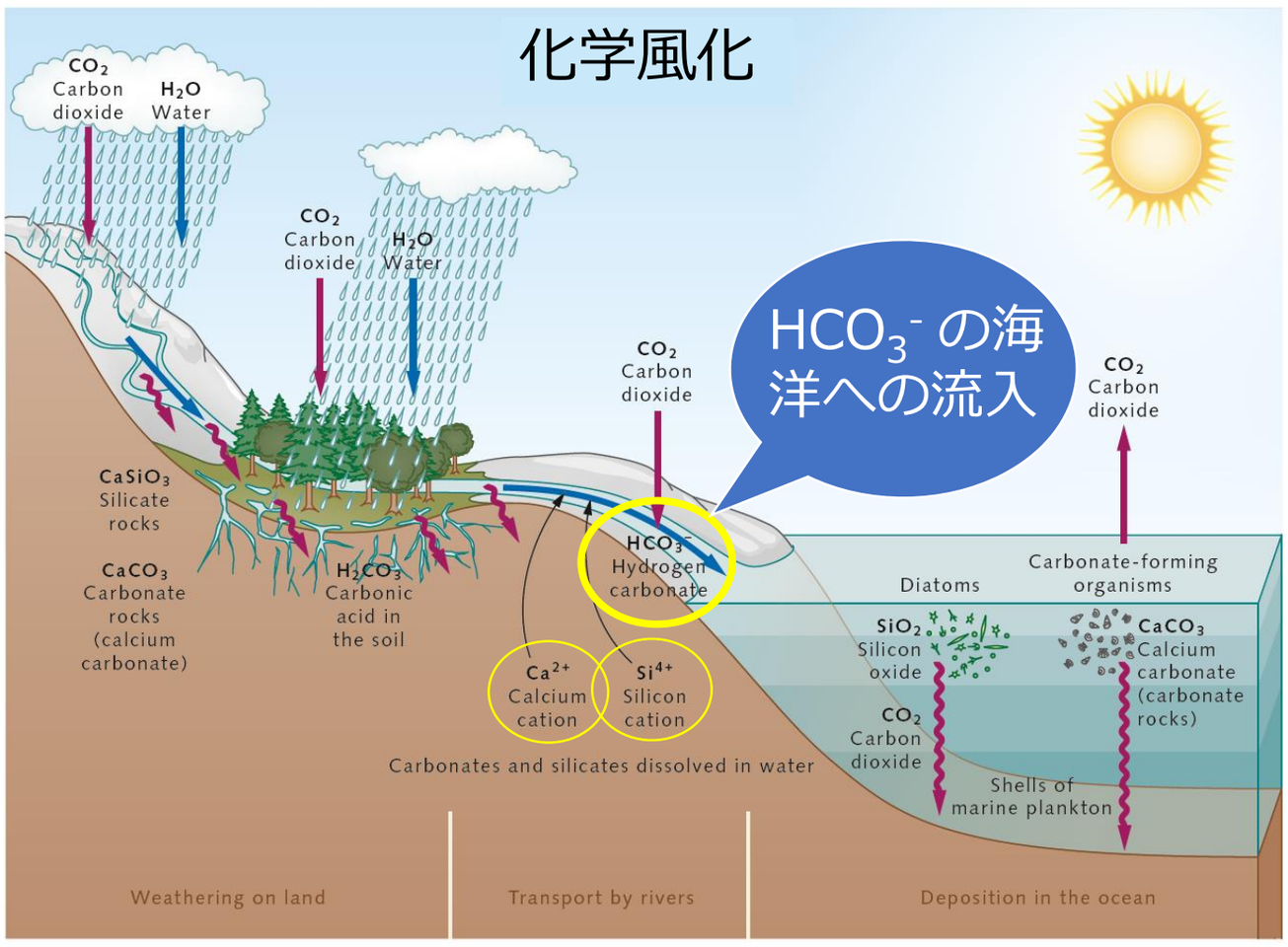
気象庁HPより：各数値は炭素重量に換算したもので、黒の矢印及び数値は産業革命前の状態を、赤の矢印及び数値は産業活動に伴い変化した量を表している。2010～2019年の平均値(億トン炭素)を1年あたりの値で表したもの。

本研究で着目

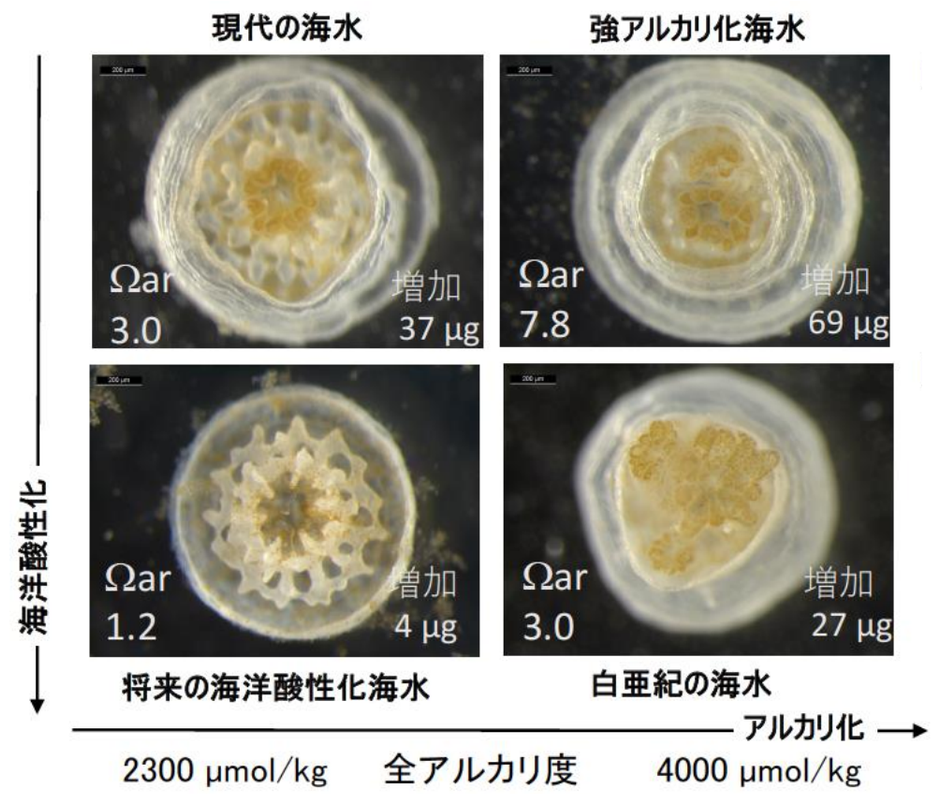
人為起源CO_2の約1/4は海洋が吸収している。この作用を人工的に促進して、大気中CO_2を除去できないか？
=> **海洋ネガエミ技術の開発**が必要

カーボンニュートラル

海洋アルカリ化（Ocean Alkalinity Enhancement）

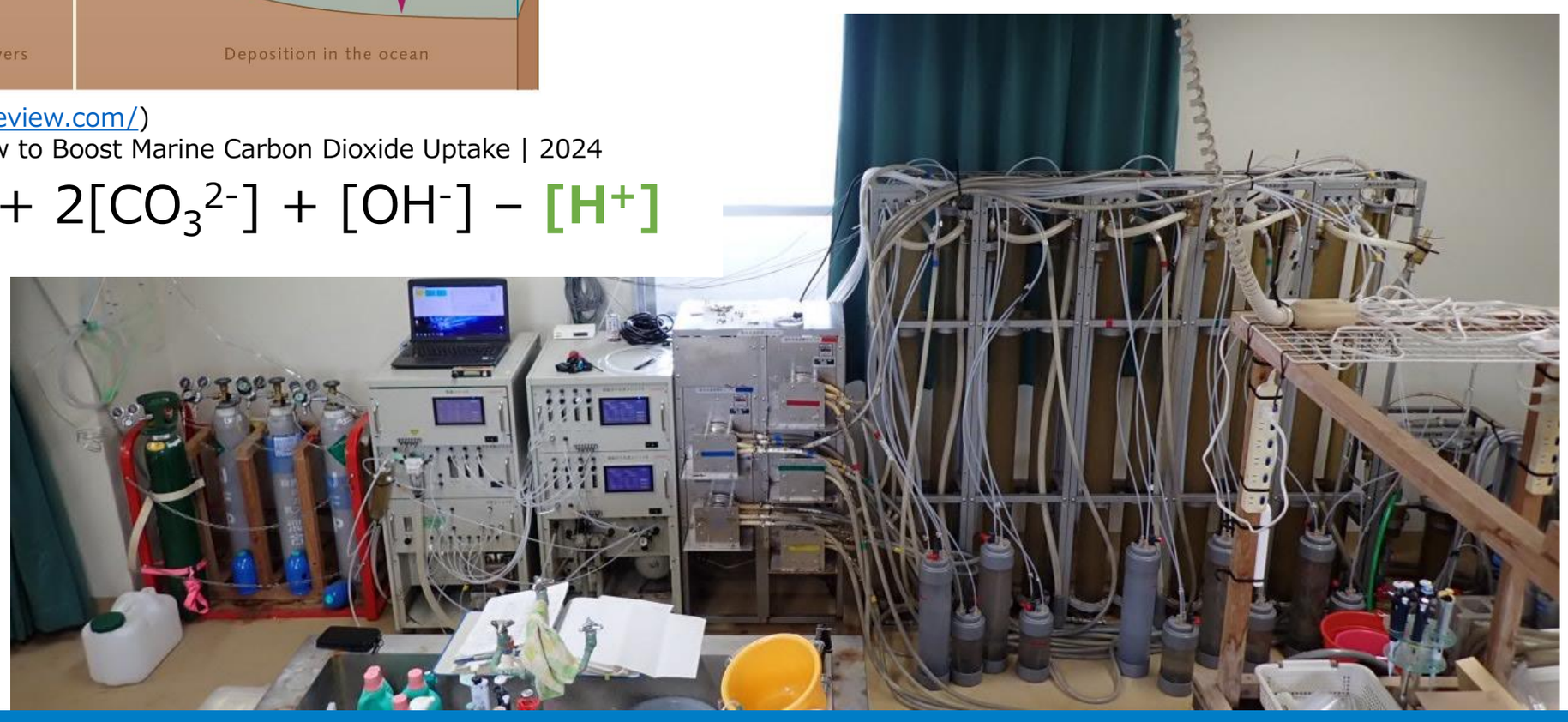


World Ocean Review より(https://worldoceanreview.com/)
WOR 8 The Ocean – A Climate Champion? How to Boost Marine Carbon Dioxide Uptake | 2024



アルカリ度 = $[HCO_3^-] + 2[CO_3^{2-}] + [OH^-] - [H^+]$

化学風化を模した環境での飼育実験、海洋アルカリ化による石灰化生物への影響評価などの研究を実施



OKAYAMA UNIVERSITY