

## 海洋熱量（OHC）に注目した水文条件と気候変動の復元

### Reconstruction of hydrologic conditions and climate change focusing on ocean heat content (OHC)

炭酸塩堆積学・地球化学グループ修士2年 木本ゆうな

#### ● 紹介論文

Jian, Z., Wang, Y., Dang, H., Mohtadi, M., Rosenthal, Y., Lea, D. W., Liu, Z., Jin, H., Ye, L., Kuhnt, W. and Wang, X., 2022, Warm pool ocean heat content regulates ocean–continent moisture transport. *Nature*, **612**, 92–99.

<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05302-y>

Liu, S., Shi, X., Wang, K., Chen, M., Ye, W., Zhang, H., Cao, P., Li, J., Li, X., Khokiattiwong, S. and Kornkanitnan, N., 2022, Synchronous millennial surface-stratified events with AMOC and tropical dynamic changes in the northeastern Indian Ocean over the past 42 ka. *Quaternary Science Reviews*, **284**, 107495.

<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2022.107495>

#### ● 要旨

海洋熱量（OHC）とは、海洋が吸収・貯蔵するエネルギーのことである。IPWP は、大量の水蒸気と潜熱を大気に放出し上層の OHC を調節することで、地球規模の気候に支配的な役割を果たす重要な海域であるが、OHC の長期的な変動については十分に解明されていなかった。

Jian *et al.* (2022)は、IPWP の OHC について、地球化学的プロキシと気候シミュレーションを組み合わせることによって、過去 36 万年間の IPWP 地域水深 0~200 m の OHC 変動を復元した。その結果、まず、IPWP の海洋上層温度変化には 2 つの異なる互いに独立なパターン：① 約 10 万年周期が卓越する表層水温(SST)パターンと、② 2.3 万年周期が卓越する水温躍層水温度(TWT)パターンが存在することが明らかになった。OHC 変動は緯度方向の日射量勾配の変化に従い、氷床量の変化による部分は変動の 30~40%だけであることを示した。同位体を利用した大気海洋結合モデルは、歳差時間スケールでは IPWP の上部 OHC 変動が、表面温度以上に水分と潜熱の収束を介して海洋-大陸間の水循環を増幅するように働くことを示唆した。Liu *et al.* (2022)は、IPWP 内のアンダマン海の浮遊性有孔虫 Mg/Ca 比を用いて過去 4.2 万年間における SST と TWT を復元した。結果、SST は高緯度温度に応じた変動、TWT は熱帯間収束帯（ITCZ）の緯度移動を引き起こす夏期日射量に応じて変動していることが示された。さらに、本研究は熱帯インド洋における千年スケールの垂直熱変動が、大西洋子午面循環（AMOC）の変化と同期していることを明らかにした。

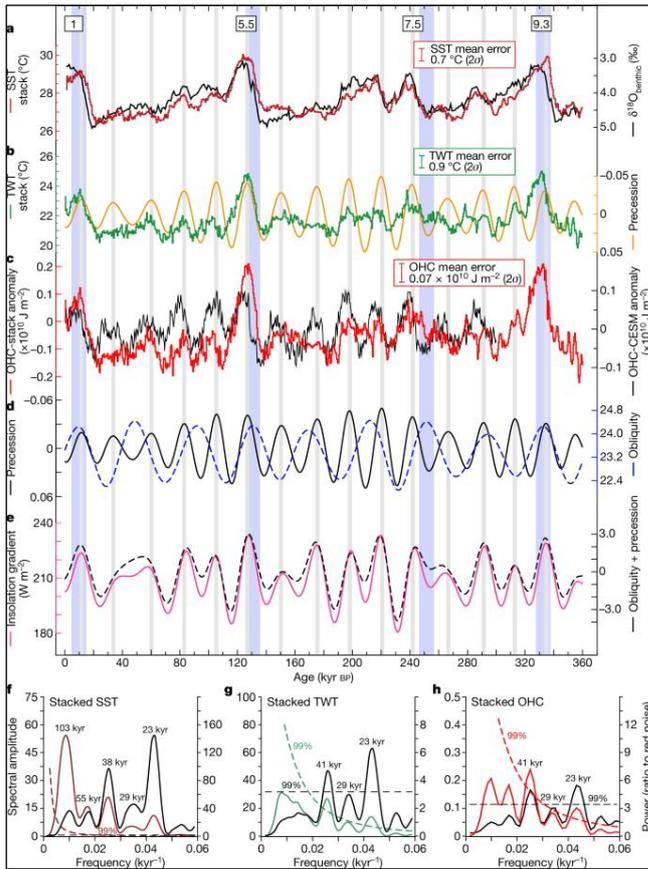


Fig. 2. Precession and obliquity changes in the proxy reconstructed and modelled IPWP upper OHC. (Jian *et al.*, 2022)

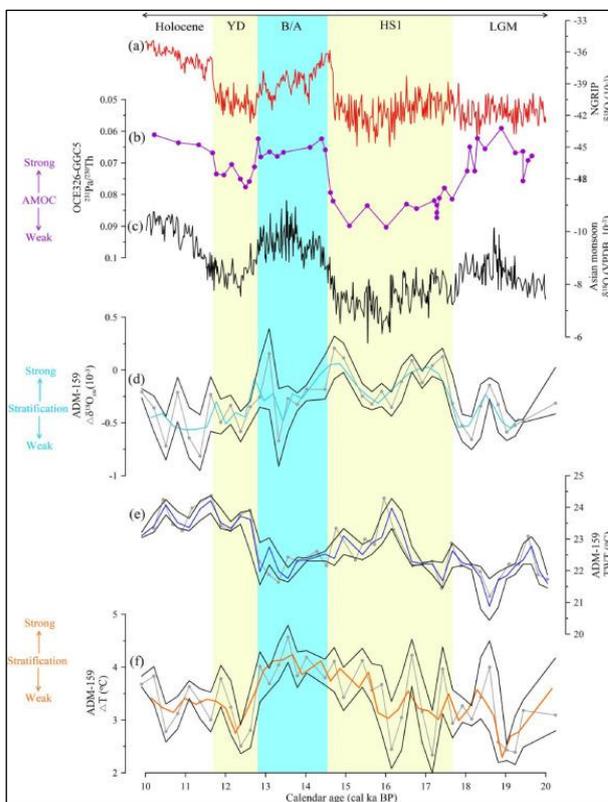


Fig. 5. The deglacial surface seawater stratification variability calculated from ADM-159 core and their comparison with interrelated proxies. (Liu *et al.*, 2022)

古典的な線形粘弾性モデルは、物質の変形様式の端成分であるフック弾性(spring)とニュートン粘性(dashpot)を回路網的に組み合わせたものであった。近年では両素子の中間として非整数階微分型の応力-歪関係を規定する「spring-pot」をも組み込んだモデルが数多く提案されているが、それらもあくまで回路網的に素子を組み合わせるという枠組みを超えたものではない。そんな中、Su et al. (2020)は粘弾性モデルの応力-歪関係のラプラス変換(伝達関数)に対数型の混合則を適用することで、これまでの回路網的組み合わせでは構成できなかった新たな線形粘弾性モデルの族を提示した。しかしながらその導出に関して物理的な理屈はつけられていない。そこで本発表では、Su et al.による伝達関数の対数型混合則が、2成分からなるネットワーク中にランダムな接続様式(並列/直列)を仮定した場合に導かれる普遍的な混合則(e.g., Murphy et al. 2006)と等価であることを解説する。

ところで、ネットワーク中の「成分」とは、岩石を構成する多数の鉱物相のような物質の種類に限るものではなく、多数の変形機構そのものと捉えても(熱力学的に)差し支えない(Hobbs et al. 2019)。本発表では前述の対数混合則の地球科学への応用例として、各変形機構における応力-歪関係の対数混合として岩石変形の構成則を計算し、変形機構図を描いた研究(Hobbs et al. 2019; Ulrich et al. 2020)も紹介する。

#### References:

1. [Su X., Yao D., Xu W., A new method for formulating linear viscoelastic models. \*Int. J. Eng. Sci.\* \*\*156\*\*:103375, 2020.](#)
2. [Murphy KD., Hunt GW., Almond DP., Evidence of emergent scaling in mechanical systems. \*Philos. Mag.\* \*\*86\*\*:3325–38, 2006.](#)
3. [Hobbs BE., Ord A., Ulrich S., Schulmann K., Rheology of mixed deformation mechanisms and mineral phase assemblages. \*J. Struct. Geol.\* \*\*129\*\*:103891, 2019.](#)
4. [Ulrich S., Hobbs BE., Ord A., Schulmann K., The relative strengths of deforming mineral phase assemblages: Geometrically necessary deformation mechanisms. \*J. Struct. Geol.\* \*\*137\*\*:104056, 2020.](#)