

2025年1月28日

報道機関 各位

## 海洋内部の「遅い波動」が紡ぐエルニーニョの謎 ～エネルギー輸送の視点で読み解く気候変動メカニズム～

### 【本研究のポイント】

- ・これまで海面水温の偏差を用いて説明されてきたエルニーニョ現象<sup>注1)</sup>・ラニーニャ現象<sup>注2)</sup>の仕組みを、海洋内部の遅い波動によるエネルギーの輸送量という新たな視点で理解できるようにした。
- ・赤道上の風による波動生成の強さや波動の回り込みの強さをそれぞれ海面水温から見積もる経験式を構築した。
- ・強いエルニーニョ現象の際には海洋内部の遅い波動が担うエネルギー輸送の強さが 8 ギガワット程度になることが分かった。

### 【研究概要】

名古屋大学宇宙地球環境研究所の相木 秀則 教授らの研究グループは、海洋研究開発機構と気象研究所との共同研究で、エルニーニョ現象やラニーニャ現象のメカニズムにおいて重要な役割を果たす海洋内部の「遅い波動」に注目し、そのエネルギー伝達の全体像を示すことに成功しました。

本研究では、独自の診断手法を用いて、これまで海面水温の偏差を用いて説明されてきたエルニーニョ現象・ラニーニャ現象の仕組みを、海洋内部の遅い波動によるエネルギー輸送という新たな視点で捉えました。

赤道上の風による波動生成の強さや波動の回り込みの強さを、それぞれ海面水温から見積もる経験式を構築しました。また、強いエルニーニョ現象の際には、海洋内部の遅い波動が担うエネルギー輸送の強さが 8 ギガワット程度になることも分かりました。

これらの進展により、エルニーニョ現象やラニーニャ現象のメカニズムをより精緻に理解し、気候予測の精度向上や、今後の気候変動に対する適応策の策定に貢献することが期待されます。

本研究成果は、2025年1月13日(日本時間)付の国際誌『Climate Dynamics』に掲載されました。

## 【研究背景と内容】

熱帯太平洋東部の海面水温偏差<sup>注3)</sup>を $\Delta T$ (単位:°C)で表すと、正の時がエルニーニョ現象、負の時がラニーニャ現象に対応します。エルニーニョ現象・ラニーニャ現象は熱帯太平洋を中心とする顕著な数年周期の気候変動であり、その影響は世界の人口が集中する中緯度を含む全球に及びます。気象庁などにおける現業の季節予測においてエルニーニョ現象・ラニーニャ現象は気候変動の監視と防災に重要であるため、多くの観測・理論研究が行われています。

エルニーニョ現象・ラニーニャ現象の時間スケールを決めている要因の一つが海洋内部の波動<sup>注4)</sup>の伝搬速度が遅いことです。本研究では内部波動によるエネルギーの伝達を追跡することで、エルニーニョ現象・ラニーニャ現象のメカニズムの理解を深めました。これは本研究グループが開発してきた独自の診断手法により初めて可能になったものです。赤道太平洋中央において風と海洋波動の変動周期が同調することが主なエネルギー源(図1の黒い実線)になっていることを明らかにしました。エルニーニョ現象とラニーニャ現象にともなう海洋波動の生成の強さは、熱帯太平洋東部の海面水温偏差 $\Delta T$ (Niño 3指数)を用いて二次の関数で近似できることが分かりました。例えば、太平洋中央における風入力によるエネルギー輸送ポテンシャルの大きさは、 $0.72 \Delta T^2 + 0.31$ (単位:ギガワット)と回帰されました(図2)。また、波動エネルギーの時計回りおよび反時計回りの循環(図1の赤と青の部分)は、北半球において、それぞれ熱帯太平洋西部と東部に現れることが示されました。エネルギー輸送の回り込み成分の強さについても同様の近似式が得られました。

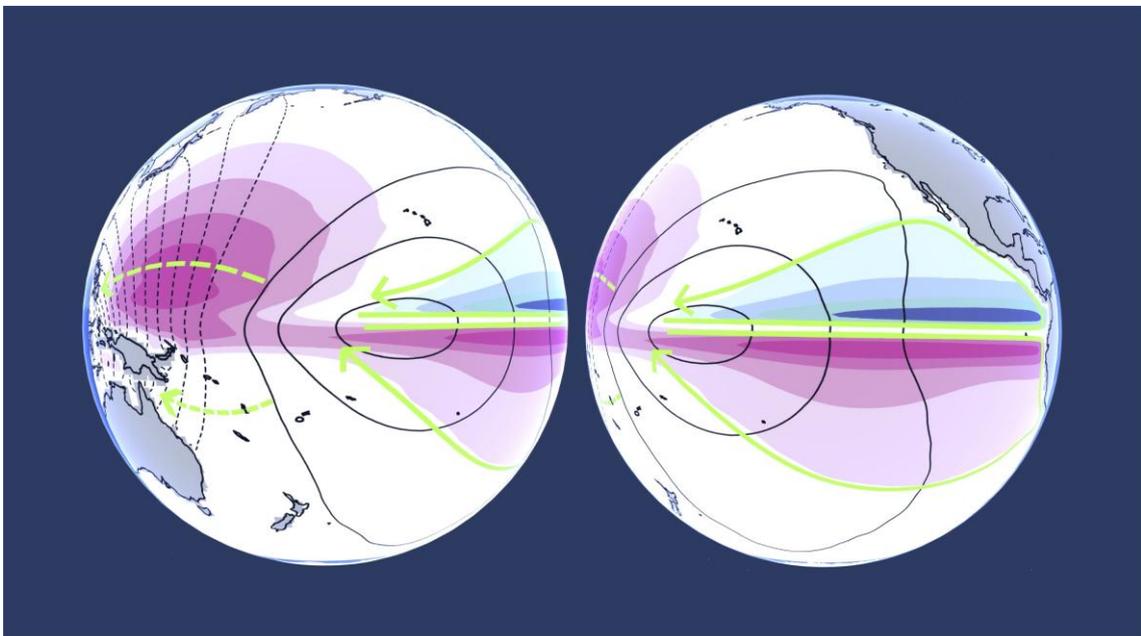
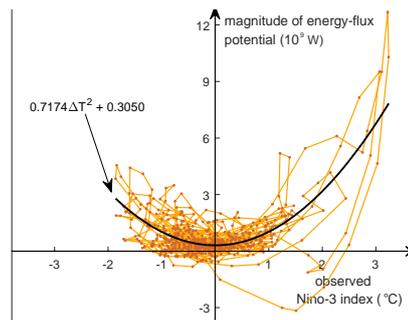
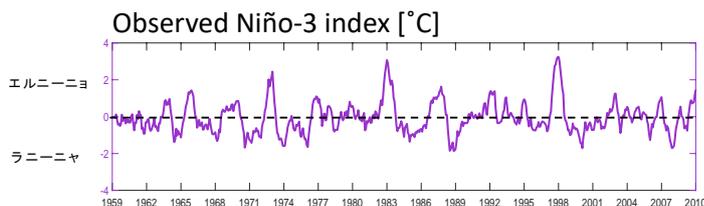
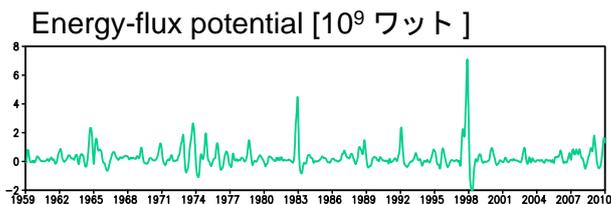


図1:本研究の診断手法によって明らかになった海洋内部の経年波動によるエネルギー伝達の生消成分(コンター:実線が生成、破線が消滅の強さ)と回り込み成分(赤色が時計回り、青色が反時計回り)。ヘルムホルツ分解に基づく。

## 熱帯太平洋東部の海面水温



## 風による波動生成の強さ



ラニーニャ エルニーニョ

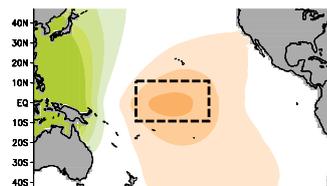


図 2:熱帯太平洋東部の海面水温の偏差(左上:単位は°C)、風による海洋内部波動の生成の強さ(左下:単位はギガワット)の時系列。1959 年から 2010 年まで毎月の水温偏差(横軸)と波動生成の強さ(ギガワット)の軌跡とその近似関数(右上)。海洋表層の経年波動によるエネルギー伝達の生消成分(右下:橙色が生成、緑色が消滅の強さ)。

### 【成果の意義】

本研究プロジェクトによって、これまで海面水温の偏差を用いて説明されてきた気候変動のメカニズムを、海洋(および大気)の波動によるエネルギーの輸送量という新たな視点で捉えることを目指しています。この取り組みにより、フューチャー・アースや地球温暖化問題における炭素収支の理解と双補完するような応用研究として、エネルギーという統一した尺度で宇宙・地球・海洋・人間圏の相互関係を示す新しい「知」を形作ります。

本研究は、2022 年度から始まった文部科学省の科研費基盤 A プロジェクト『大気と海洋の波動エネルギー循環のシームレス解析による熱帯・中緯度相互作用の解明』(研究代表者:相木秀則)の支援のもとで行われたものです。

### 【用語説明】

注 1)エルニーニョ現象:

熱帯太平洋の東部で海面水温が高くなる現象。

注 2)ラニーニャ現象:

熱帯太平洋の東部で海面水温が低くなる現象。

注 3)海面水温偏差:

典型的な季節変動を差し引いた海面水温。

注 4)海洋内部の波動:

海面から水深 500m 程度にかけての海水の運動で、赤道上では東西どちらにも伝搬することが可能であるが、赤道から離れた海域では西に伝搬する性質を持ち、数年かけて太平洋を東西に横断する。

## 【論文情報】

雑誌名: Climate Dynamics

論文タイトル: Energy circulation associated with interannual waves in the tropical-subtropical Pacific

著者: WU Borui (名古屋大学大学院環境学研究科)、相木秀則 (名古屋大学宇宙地球環境研究所)、豊田隆寛 (気象研究所)、名倉元樹・尾形友道 (海洋研究開発機構)

DOI: 10.1007/s00382-024-07530-6

URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00382-024-07530-6>



東海国立大学機構は、岐阜大学と名古屋大学を運営する国立大学法人です。  
国際的な競争力向上と地域創生への貢献を両輪とした発展を目指します。

東海国立大学機構 HP <https://www.thers.ac.jp/>

