

# 地球全体の波浪特性の変化傾向と自然変動の関係を解明

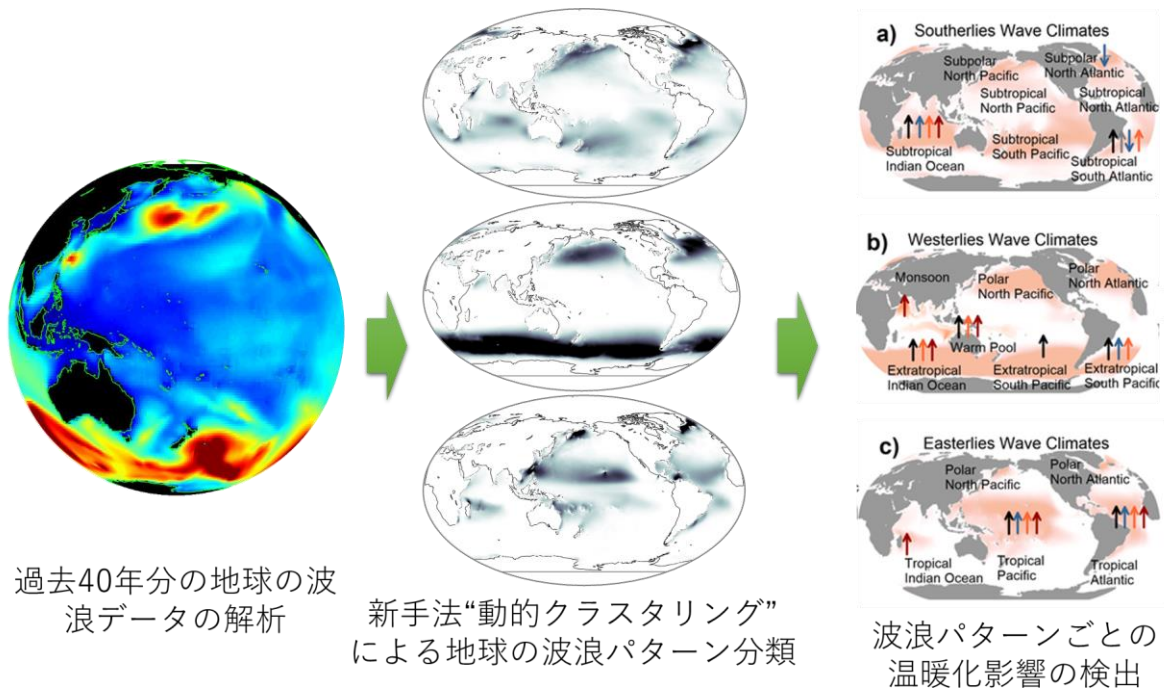
## —地球温暖化の沿岸域への影響を定量化—

### 概要

京都大学防災研究所 森信人 教授、志村智也 准教授、Adrean Webb 同特任准教授は、メキシコ自治大学およびオーストラリア Macquarie 大学、米国 NOAA と共同研究を行い、地球全体の波浪の自然変動と将来変化予測の関係について解析を行いました。今回の研究では、過去の40年間の波浪データをもとに、波を生成する卓越した風の代表的な空間分布を分類しました。その結果、既に生じている人為的な気候変動の波浪への明確な影響が見つかりました。特に、南オーストラリアと西オーストラリア、太平洋とカリブ海の島々、東インドネシア、南アフリカの海岸では、地球温暖化により強力な波浪がすでに発生しつつあることがわかりました。これは海面上昇に加えて沿岸域における温暖化の影響をさらに強め、特にツバル、キリバス、マーシャル諸島などの太平洋の低平地にある島国をさらに危険にさらすことになります。

本成果は、地球温暖化に伴う我が国の沿岸域の脆弱性の将来変化や適応策、特に砂浜の変化や海洋生態系への研究展開が期待されます。

本成果は、2021年6月8日（現地時刻）にアメリカの国際学術誌「Geophysical Research Letters」にオンライン掲載されました。



## 1. 背景

温室効果ガス濃度増加がもたらす気候の長期変化である地球温暖化の影響は、気温上昇や海面上昇だけでなく地球環境の様々な現象に影響を与えることが予測されています。これまでの IPCC 注1)の報告書では、将来の温かい気候条件では、平均海面が約 40~80cm 程度上昇することが予想されています。しかし、気候変動による海面上昇は、私たちの海岸線が直面している唯一の脅威ではありません。気候変動の影響は、波浪の発生、発達にも影響が出ています。海洋が熱を吸収すると、海面が温まり、大気対流が促進されて、循環場が変化し、広域の波浪の状態が変化します。台風などで発生する極端な波浪は、沿岸域の防災・減災対策に対して重要ですが、日々の平均的な波浪は砂浜の形や沿岸生態系にとって重要な要素です。波浪は何百万年というスケールでの地球の海岸線形成の重要な要素であり、わずかな変化が長期的に持続すると、沿岸の砂移動、生態系やそこに依存する人々に長期的な影響を及ぼす可能性があります。

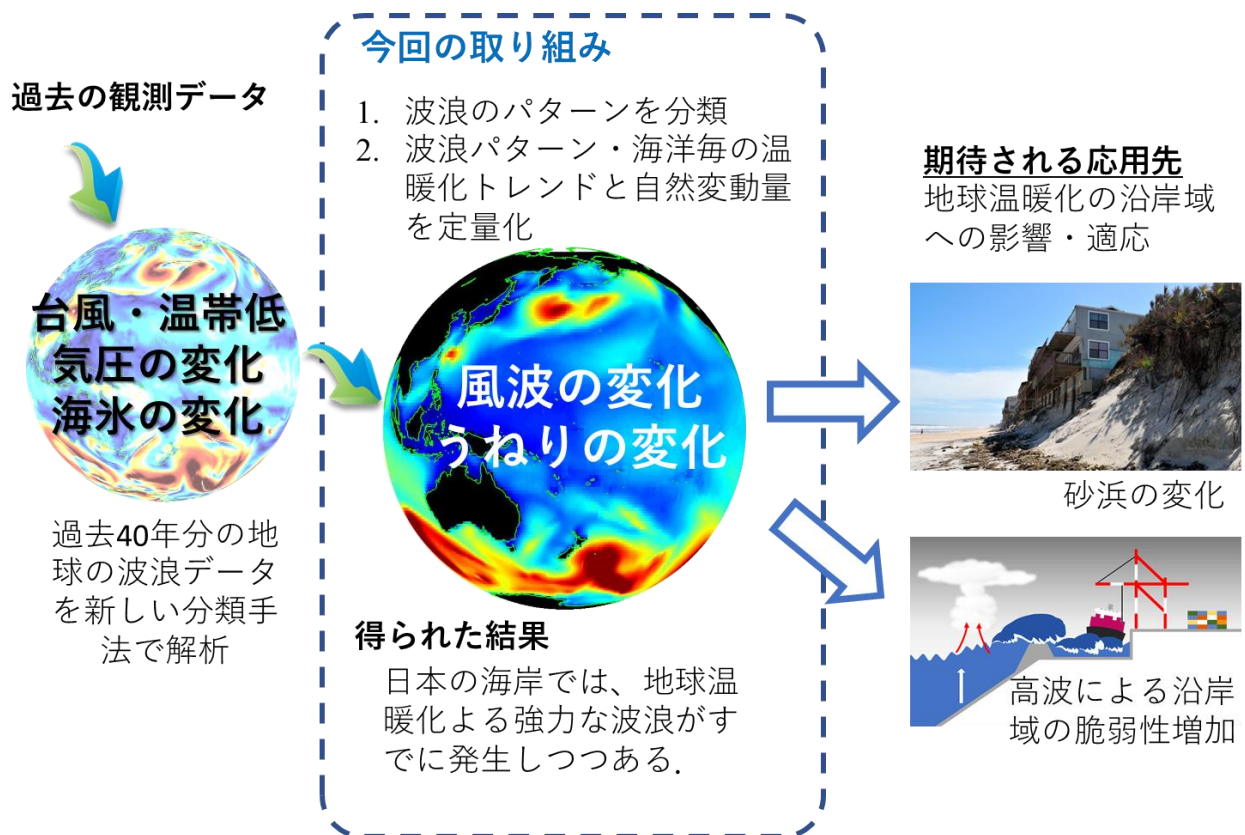


図1：今回の取り組みとその応用先

## 2. 研究手法・成果

本研究では、新しく提案する「動的クラスタリング」手法を用いて、過去40年分の波浪モデル注2)による過去再現データを、波浪を発生させた卓越風（東風、西風、南風）のタイプに基づいて、6つの波浪気候タイプ（温帯、モンスーン、ウォームプール、亜熱帯、亜極、極地、熱帯）に分類しました。その結果、少なくとも1980年代以降、世界の様々な領域で波のパワーが増大していることがわかりました（図2）。また増加分の多くが南半球に集中していることがわかりました。これは、海洋に送り込まれる熱エネルギーが反映されたものと推測されています。これらの結果、世界のいくつかの地域では、以前よりも現在の波の高さが大きくなり、海岸線における侵食エネルギーが増加していることがわかりました。

温暖化による長期的な変化に加えて、地球システムが持つ波浪の自然変動の影響についても明らかにしまし

た。多くの海域では、エルニーニョやラニーニャなどの自然の気候変動が、長期的な温暖化による変化よりも大きいことがわかりました。自然変動の影響は、波浪を発生させた卓越風（東風、西風、南風）の3つタイプが複雑にリンクして生じていることもわかりました（図3）。これまでの波浪の変化は、赤道付近では自然の気候変動よりも人為的な温暖化によって引き起こされていますが、より極域に向かって、自然の気候変動の影響が増加している傾向があることがわかりました。

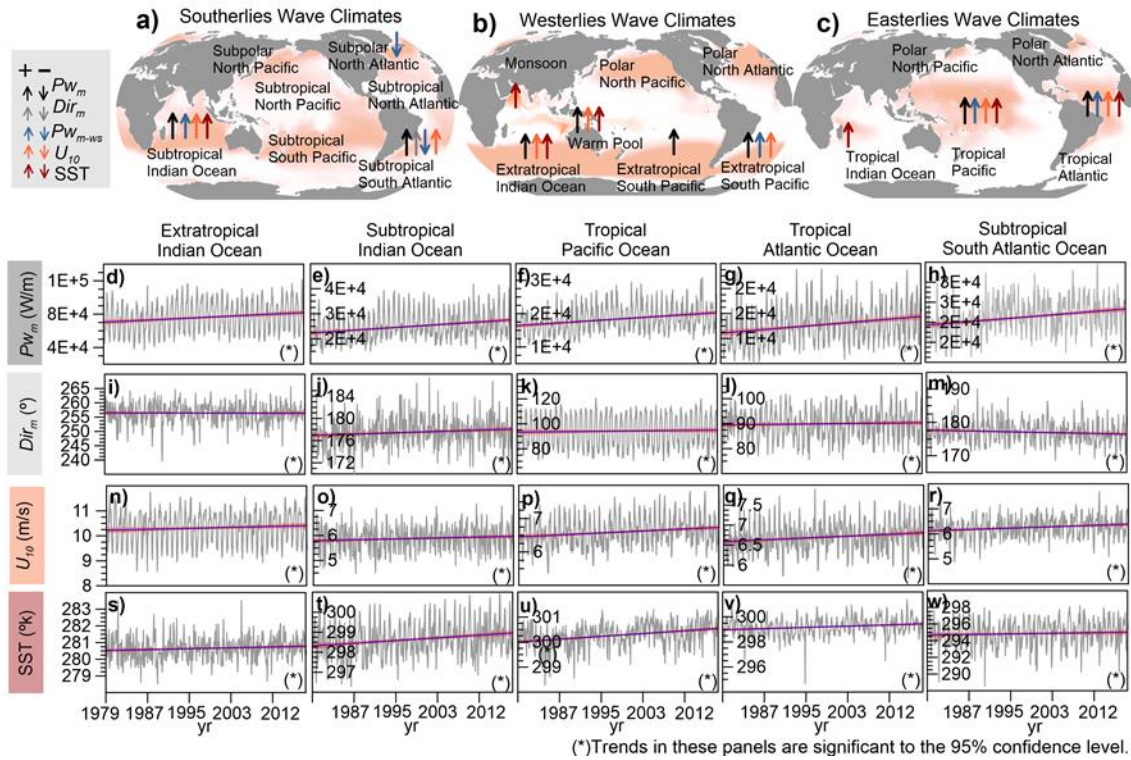


図2：海域毎の波エネルギー、波向き、風速および海面水温の過去40年間の変化のトレンド

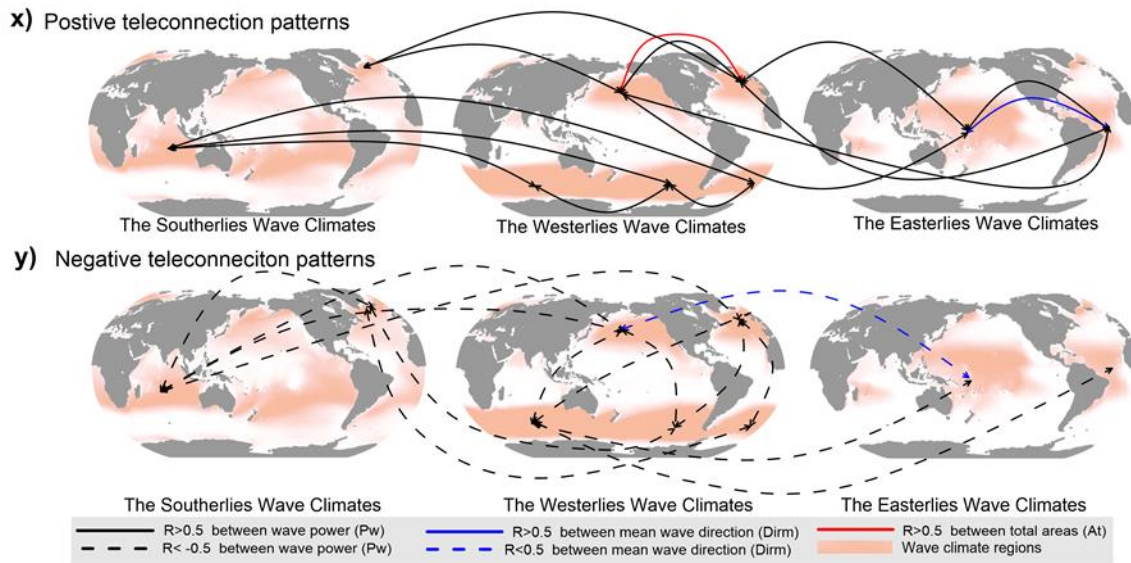


図3：波浪のテレコネクションの関係

(上：それぞれが正相関の関係であるパターン、下：それぞれが逆相関の関係であるパターン)

### 3. 波及効果、今後の予定

赤道付近の低地に位置する国々にとって、海面水位の上昇と波浪の増大は存亡の危機に瀕しています。これらの国の人々は、海面上昇と波力の増加をすでに経験しつつあり、今後より厳しい土地の侵食につながる可能性があります。このような地域は沿岸気候のホットスポットとみなされ、適応策や緩和策への資援が必要となることが予想されます。

### 4. 研究プロジェクトについて

本研究は、防災研共同研究費（長期滞在型 2019L03）、文部科学省統合的気候モデル高度化研究プログラム・テーマ D「統合的ハザード予測」、科学研究費補助金 19H00782 の支援を受けて実施しました。

#### 「用語説明」

注 1) IPCC：気候変動に関する政府間パネル

注 2) 波浪モデル：海の波（波浪）のエネルギーの変化を解く数値モデル

#### <研究者のコメント>

本成果は、第 1 著者の Oderiz さんが 2019 年に京都大学防砂研究所に長期滞在されたときの成果を発展させたものです。結果のとりまとめに数年かかりましたが、自然変動と関係まで評価できた国際的にも大きな進展となる成果になりました。我が国では 2018 年 12 月に気候変動適応法が施行されました。気候変動の影響による被害の回避・軽減対策（適応策）は我が国にとっても重要な課題です。

#### <論文タイトルと著者>

タイトル：Natural variability and warming signals in global ocean wave climates

（全球波浪特性の地球温暖化に伴う変化傾向と自然変動の関係）

著者：Oderiz, I., R. Silva, T. Mortlock, **N. Mori**, **T. Shimura**, **A. Webb**, R. Padilla, S. Villers

赤文字：所属 京都大学防災研究所

掲載誌：Geophysical Research Letters

DOI：https://doi.org/10.1029/2021GL093622