

地球大気の共鳴振動を網羅的に検出 —大気は梵鐘のように「鳴り響いている」—

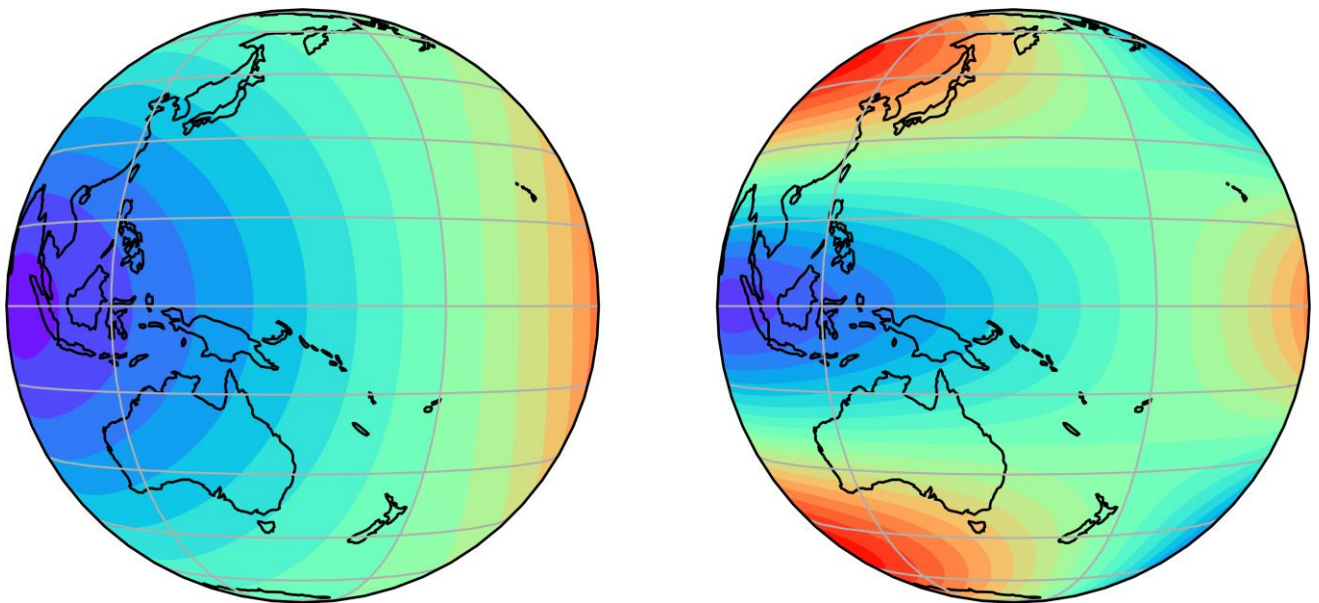
概要

京都大学大学院理学研究科 坂崎貴俊 助教はハワイ大学との共同研究により、地球大気の共鳴振動を網羅的に検出することに成功しました。

楽器が奏でる心地よい音色は、楽器固有の周波数で生ずる共鳴振動のハーモニーによって生み出されます。地球大気における共鳴振動は気圧の波という形で表れ、あるものは東から西へ、あるものは西から東へと地球上を伝播します。その存在は、19 世紀の物理学者であるピエール＝シモン・ラプラスの洞察を嚆矢とする大気力学理論の中で予測されてきました。しかしその一方で現実大気中の共鳴振動の検出は、これまでごく一部の低周波なものに限られてきました。

本研究では、過去 38 年分の全球大気データセットの詳細な分析により、大気中の共鳴振動を広い周波数領域にわたって多数検出することに成功しました。地球大気も梵鐘のように“鳴り響いている”のです。本成果は大気科学における古典的問題を最終的に解決するものであるのみならず、地球大気中の波の生成・減衰過程の理解深化に繋がることが期待されます。

本研究成果は、2020 年 6 月 30 日に、国際学術誌「Journal of the Atmospheric Sciences」に掲載されました。



図：地球大気の共鳴振動の水平構造（2 例）

1. 背景

楽器が奏でる心地よい音色は、楽器固有の周波数で生ずる共鳴振動が絶妙に調和することで生み出されます。似たような現象は地球大気にも存在します。大気の共鳴振動は気圧の波という形で表れ、あるものは東から西へ、あるものは西から東へと地球上を伝播します（図1）。大気の共鳴理論の歴史は、19世紀初頭、歴史上最も偉大な科学者の一人であるフランスの物理学者・数学者、ピエール＝シモン・ラプラスの画期的な洞察に遡ります。以後今日まで二世紀を経てこれらの理論はより洗練されたものとなり、大気の共鳴周波数とそのグローバルな空間構造（図1）が理論的に予測されるに至っています。しかしながらその一方で、現実大気中における共鳴振動の検出は、これまでごく一部の比較的低周波なものに限られてきました。

2. 研究手法・成果

本研究では、過去38年分の全球地上気圧データセットの詳細な分析により、理論的に予測されていた共鳴振動現象を実データの中に網羅的に検出することに初めて成功しました。図2は、地上気圧変動のスペクトルに現れる多数のピークが、共鳴理論の予測値と非常に良く一致していることを示しています。特にこれまでほとんど研究例がなかった比較的低周期（33時間～2時間）の領域に数多くの共鳴振動を発見した点に新規性があります。この結果は、図1のような振動パターンが現実大気中に多数共存していることを意味します。

3. 波及効果、今後の予定

実際のデータで多数の共鳴振動が確認されたことは、実際に大気が梵鐘（ベル）のように“鳴り響いている”ことを意味します。本成果は、大気科学における古典的問題を最終的に解決するものであるのみならず、地球大気中の波の生成・減衰過程の理解深化に繋がることが期待されます。

4. 研究プロジェクトについて

本研究はJSPS科研費18K13612の助成を受けたものです。

<研究者のコメント>

共鳴振動をデータの中に発見したのは偶然に寄るところが大きいのですが、その存在に気付いた時には興奮しました。周波数や空間パターンが理論と観測でこれほど良く一致していることに驚くと同時に、ラプラスを始め偉大な先人達が練り上げた大気力学理論とそれを体現する自然現象の美しさに改めて敬服しています。

<論文タイトルと著者>

タイトル：An Array of Ringing Global Free Modes Discovered in Tropical Surface Pressure Data（熱帯地上気圧データに見い出されたグローバル大気の自由振動モード群）

著者：Takatoshi Sakazaki and Kevin Hamilton

掲載誌：Journal of the Atmospheric Sciences DOI：10.1175/JAS-D-20-0053.1

< 参考図表 >

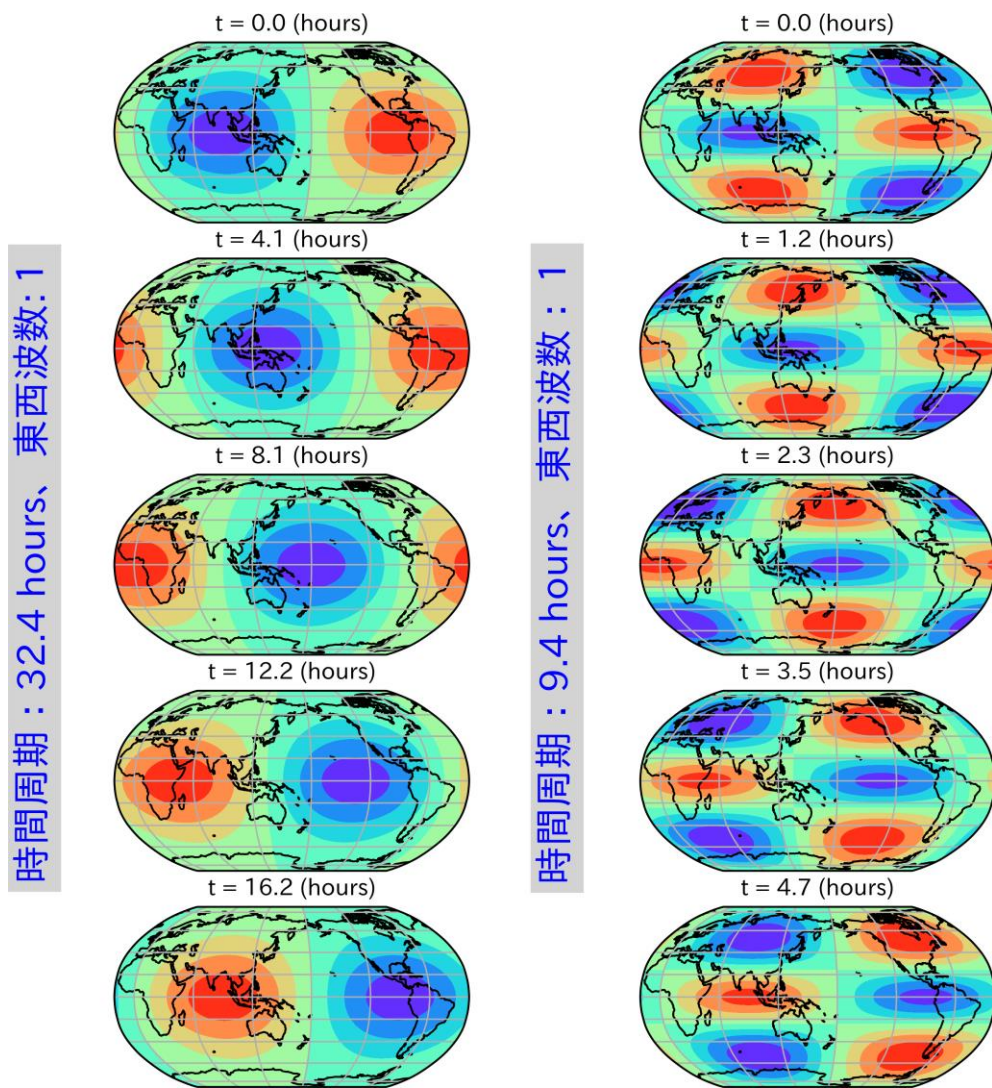


図 1： 地球大気の共鳴振動に伴う地上気圧の偏差パターン（例）。左側は時間周期 32.4 hr・東西波数 1 の振動、右側は時間周期 9.4 hr・東西波数 1 の振動を示す。暖色は正偏差、寒色は負偏差の領域を示す。上から下に異なる時刻（位相）におけるパターンを示している。※東西波数：経度方向の節の数；波数 1（2）は東西波長 40,000 km (20,000 km) に相当する。

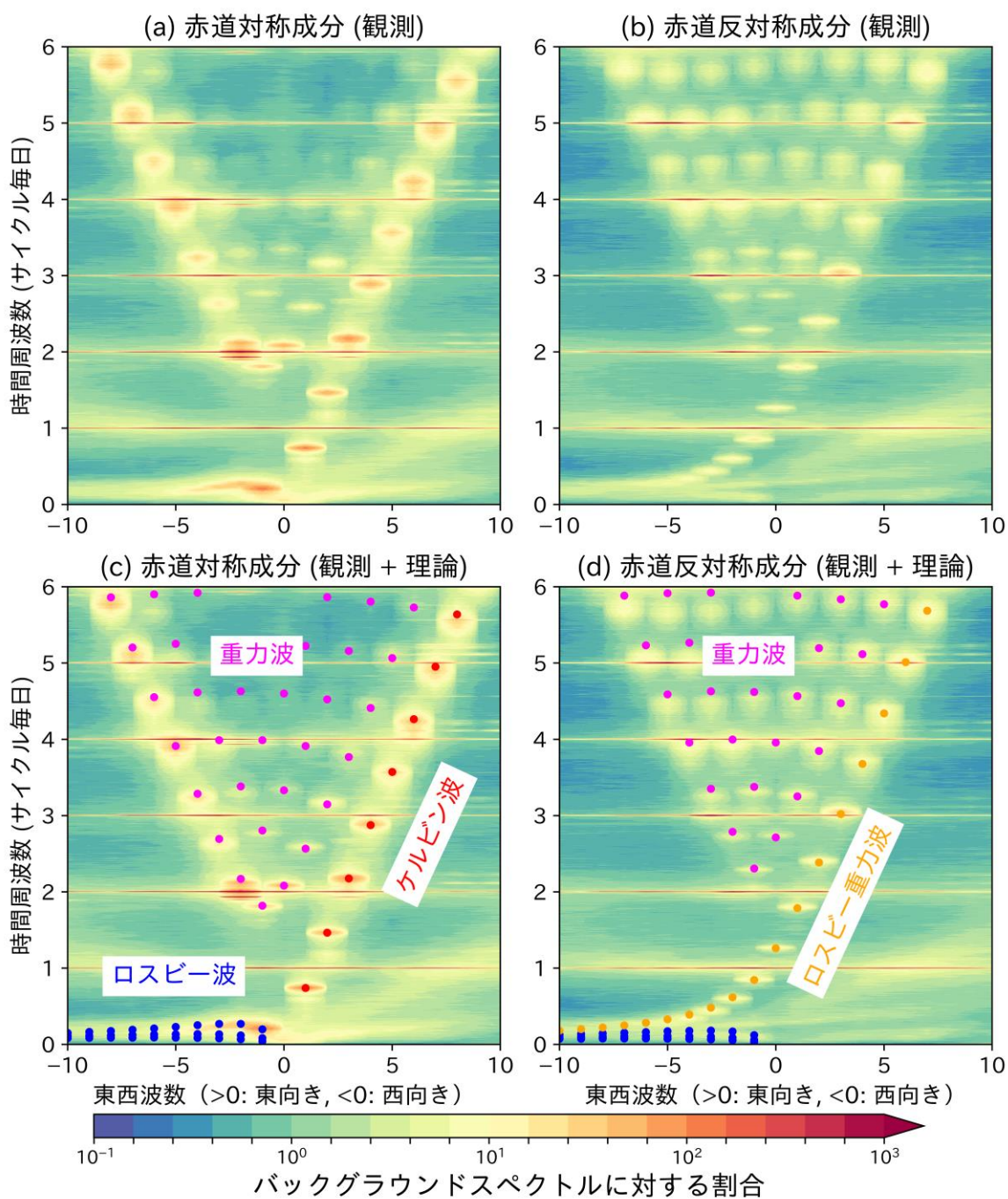


図 2: 熱帯地上気圧データの(a)赤道対称成分と(b)赤道反対称成分の東西波数-時間周波数スペクトル。暖色系ほどスペクトルが強い。(c-d) は (a-b) に理論的に予測される地球大気の固有振動数を重ねて示す (異なる色は異なるタイプの波を示す)。理論的に予測された東西波数・時間周期のところで強いスペクトルが観測されている。※東西波数: 経度方向の節の数; 波数 1 (2) は東西波長 40,000 km (20,000 km) に相当する。