

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 ウェーブレットを用いたマルチフラクタル解析
による気候レジーム・シフトの研究
氏 名 丸山 文男

論 文 内 容 の 要 旨

磁性体の常磁性・強磁性転移のような相転移や状態遷移には、フラクタル性の変化を伴うことがよく知られている。気候の分野では、二つの対照的気候である、極度の降雨の変化を伴う東アジアモンスーン気候と、適度な降雨の変化を伴う温暖な気候の、日々の降雨に見られるマルチフラクタル性が調べられている。気候の種類にはよらず、前線の降雨か、対流タイプの降雨かによりフラクタル性が異なる。したがって、気候レジーム・シフトのような気候変動が起きたときも、フラクタル性の変化が起きる可能性がある。

気候レジーム・シフトとは、気候がある状態から他の状態へ、各々の状態の持続時間よりはるかに短い時間で遷移することである。北太平洋の広い海域で海面水温 (SST) 偏差のシフトが見られ、さらに SST 偏差場の経験的直交関数 (EOF) 第一モード・第二モードの時係数に大きなシフトが起こった年をレジーム・シフトが生じた年とし、20 世紀においては、1925/26 年、1945/46 年、1957/58 年、1970/71 年、1976/77 年、1988/89 年とした。

本研究の目的は、気候レジーム・シフトをフラクタルの見地から説明することである。マルチフラクタル解析でレジーム・シフトの時の気候変動指数のフラクタル性の変化を調べ、レジーム・シフトをマルチフラクタルの立場から定義する。

本研究で用いたデータは、ENSO の指標である Nino3, Nino3.4, Nino4 指数、それぞれの SST 領域は、(5 °N-5 °S, 150 °W-90 °W), (5 °N-5 °S, 120 °W-170 °W), (5 °N-5 °S, 160 °E-150 °W) である。インド洋ダイポールモード (IOD)

の指標であるダイポールモード・インデックス (DMI), 北大西洋振動 (NAO) 指数, 太平洋十年規模振動 (PDO) 指数, 北太平洋指数 (NPI), 太平洋北米 (PNA) パターンの指数, 西太平洋 (WP) パターンの指数, アリューシャン低気圧指数 (ALPI) である。

気候変動指数のマルチフラクタル性を, ウェーブレット変換を用いて解析した (マルチフラクタル解析). 自己相似すなわちフラクタル性は, 空間構造や時間的変動に見られ, モノフラクタル性ともいい, 異なるスケールで同じパターンを示し, 一つのフラクタル次元を持つ. 一方, マルチフラクタル性は, 異なるフラクタル次元が存在している集合である.

1900~2000 年の間の, Nino3.4 指数と NPI, NPI と PDO 指数, Nino3.4 指数と PDO 指数の間の, ウェーブレットの相関の強さと気候レジーム・シフトの関係を調べた. そしてマルチフラクタル性からモノフラクタル性への変化が, Nino3.4 指数では 1925/26, 1945/46, 1957/58, 1970/71, 1976/77 年シフトで, NPI では 1925/26, 1957/58, 1976/77 年シフトで, PDO 指数では 1945/46, 1976/77, 1988/89 年シフトで見られた. さらに, それらの間のウェーブレットの相関の強い期間をまとめた. それをもとに, 各レジーム・シフト毎に ENSO, アリューシャン低気圧, PDO の 3 者間の相関の強さと, フラクタル性の変化が起きたかを調べた. その結果, 各レジーム・シフト発生時において, 相関が非常に強い時, 影響を受けた指数でフラクタル性の変化が見られる. NPI において, 1945/46, 1970/71, 1988/89 年シフトで, フラクタル性の変化が見られなかった理由は, いずれも, Nino3.4 と NPI の相関が強くなかったからと考えられる. 複数の気象要素のシステムと捉えるとフラクタル性の変化を説明出来る. 各場合において, 相互作用が強くなると一種のノイズが増し, マルチフラクタル性になり, レジーム・シフトが起き, モノフラクタル性になることが分かった. マルチフラクタル解析は, レジーム・シフトにおいても, カオス結合系 (複数のカオス要素の連結からなるシステム) において, カオス同期の直前にゆらぎが増加するというシステムが内在していることを示している.

マルチフラクタル解析の立場から, 気候レジーム・シフトとは, 気候変動指数のフラクタル性がマルチフラクタル性からモノフラクタル性に変化するものであると定義できる. 複雑な変化をする時系列の解析の手段として, マルチフラクタル解析が役立ち, 見つかっていない現象や状態の発見につながる可能性がある.