

RF-070 自己組織化マップを用いた気候変動の評価に関する研究

(1) 自己組織化マップを用いた気候変動の評価に関する研究

慶應義塾大学法学部

杉本憲彦

名古屋大学工学研究科計算理工学専攻

橘完太

〈研究協力者〉 独立行政法人国立環境研究所

大気圏環境研究領域 大気物理研究室 野沢 徹

地球環境センター 塩竈 秀夫

国土交通省気象庁気象研究所 気候研究部 水田 亮

名古屋大学 工学研究科 Pham Minh Tuan・吉川大弘・古橋武

平成19～20年度合計予算額 5, 270千円

(うち、平成20年度予算額 2, 470千円)

〔上記の合計予算額には、間接経費1,216千円を含む〕

〔要旨〕

地球温暖化の要因を研究する際、多次元の気候データから主要な変動を抽出する手法として、EOF解析（主成分分析）が伝統的に用いられてきた。しかしながら、線形のEOF解析の寄与率は低く、正確に主要モードを抽出できない。また、気候モデルの温暖化予測実験の結果は、依然ばらつきが大きく、モデルの評価基準の欠如は大きな問題である。

本研究では、EOF解析に代わる可視化手法として自己組織化マップを提案し、この手法を用いた解析により、気候モデルの評価基準を与えることを目的とした。この手法は、神経細胞のモデルであるニューラルネットを用いて非線形写像を獲得するもので、既に幅広い分野で有用性が示されている。しかしながら、大規模な気候データへの適用は計算コストの面から困難であった。そこで本提案手法では初めに、動的なニューロンの生成により、従来の数万倍の高速化を実現した。

まず観測データを用いた解析により、本手法が、EOF解析の補間的及び代用的な利用に有効であることを示した。次に長期間の気候モデルデータ解析から、気候の主要モードの空間構造を抽出した。またマルチ気候モデルのデータ解析から、モデルのばらつきも評価可能であった。

また同時に、大規模気候データから高速に台風を抽出し、危険度を自動評価する手法を新たに提案した。本手法では、曲率を強調する流線を用いることで、全探索せずに高速に台風を抽出できた。観測データを用いた台風抽出実験により、新手法は抽出精度においても従来手法を上回り、その有効性が示された。また高解像度モデルデータにおいても良好な結果を得た。

本研究は、主要モードの再現性の観点からモデルの評価基準を与えるため、信頼性のより高いモデルが選定可能であり、今後の気候モデルの開発指針の提供に貢献する。また温暖化予測実験の結果から、温暖化の主要モードの空間構造が抽出可能である。これらは、温暖化シナリオの見直しや改善に結びつき、今後の地球温暖化対策の提案に繋がるものである。

〔キーワード〕 気候モデル、評価手法、自己組織化マップ、EOF解析、台風抽出

1. はじめに

地球温暖化の要因を研究する際、多次元の気候データから主要な変動を抽出し、2次元平面へ可視化表現する手法として、EOF解析（主成分分析）が伝統的に用いられてきた。例えば、Corti et al. (1999)では、過去および近年の気候データにEOF解析を行った結果、近年の温暖化が人為的影響による新たな温暖化モードの出現ではなく、既存の温暖化モードの出現頻度の上昇に起因する、と結論付けている（図1）。また、気候モデルを用いた温暖化予測実験においても、EOF解析によって抽出されたA0の出現頻度の増加に伴う温暖化が予測されている。しかしながら、2次元平面への線形写像を行ったEOF解析では、第二主成分までの寄与率は高々27%であり、EOF解析が非線形な気候データから正確に主要モードを抽出しているとは言い難い。

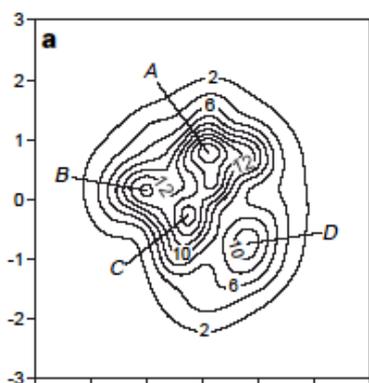


図1: 観測データのEOF解析の結果の例 (Corti et al., 1999)。軸は主成分の1と2で、確率密度分布を示す。気候の自然変動に出現頻度の高い領域(A~D)が存在することがわかる。

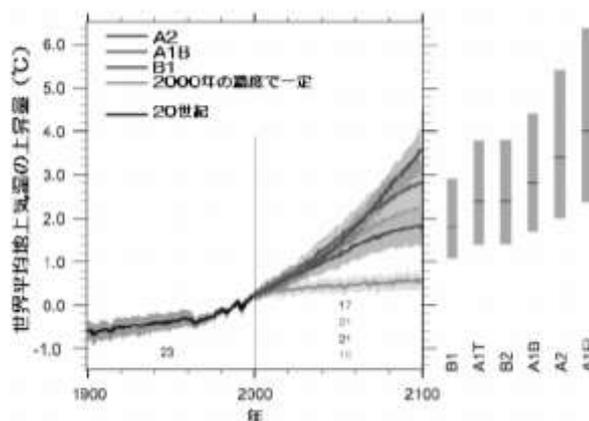


図2: 気候モデルの温暖化予測の結果 (IPCC AR4, 2007)。様々なシナリオ(A~B等)で温暖化が予測される一方で、モデルのばらつきが依然大きい(影部分)ことを示している。

一方、地球温暖化の将来予測には、気候モデルを用いた数値実験が精力的になされているが、モデル間のばらつきは依然大きく（図2）、モデルの評価基準の欠如は大きな問題となっている。また、より正確な予測を得るため、気候モデルは高解像度化する一方で、その出力データは膨大になり、従来手法での解析が困難になってきている。例えば、温暖化による台風の出現頻度や強さ・大きさの影響は活発に議論されているが、高解像度モデルの出力データから台風を自動的に抽出すること自体が、数値実験と同様に非常に困難な作業となってきている。

2. 研究目的

上記背景より、本研究ではEOF解析に代わる新たな2次元の可視化分類手法として、自己組織化マップを提案し、気候データからより正確に気候変動の主要モードを抽出することを目的とする。また、個々の気候モデルについて、主要モードの再現性の観点から評価を行うことで、モデルの評価基準を与えることも目標である。上位のモデルの温暖化予測実験の結果から、温暖化の要因となる主要変動の特定と精度の高い将来予測が可能である。また、上位と下位モデルの要因を調べることで、今後の気候モデルの開発方針に関する知見を与えることも目的とする。

自己組織化マップは、神経細胞のモデルであるニューラルネットを用いて非線形写像を獲得するもので、既に画像処理やゲノム解析等の幅広い分野でその有用性が示されている。しかしなが

らこれまで、大規模な気候データへの適用は計算コストの面から困難であった。そこで本研究では、まず初めに、動的なニューロンの生成による新手法を提案(Tachibana and Furuhashi, 2007)し、従来の数万倍の高速化を実現した。本研究では、この高速な球面自己組織化マップの解析手法を、気象分野に広く普及させることも目的の一つである。

同時に、新たな解析手法も随時提案・併用し、様々な角度から気候モデルの評価を行う。今後ますます高解像度化していくと予想される、気候モデルの大規模データの解析を念頭に、高速な新解析手法の開発と検証、新手法による解析と気候モデルの評価、そして新手法の普及活動を行うことが、本研究の大きな目標である。

3. 研究方法

上記目的を達成するために、本研究では以下の二つを行う。

(1) 自己組織化マップを用いた気候変動の評価に関する研究

本研究では、大規模な気候データに高速な球面自己組織化マップを適用する。はじめに、観測データの解析に本手法を用い、手法の有効性を示す。次に、気候モデルの現在気候再現データに本手法を用い、気候の自然変動の主要モードを抽出する。さらに、温暖化実験データの解析を行い、温暖化時の主要モードを抽出する。また、各気候モデルデータの解析を行い、モデルの再現性を評価する。

(2) 高速な台風抽出手法に関する研究

本研究では、大規模な気候データ中から高速に渦を抽出する手法を新たに提案する。はじめに、観測データを用いた解析により、本手法が従来手法に比べて高速かつ高精度に渦を抽出できることを示す。次に、新手法を拡張し、抽出した渦の危険度や影響半径を自動評価する。さらに、高解像度気候モデルのデータを用い、大規模データへの本手法の適用可能性を検討する。

4. 結果・考察

以下、3に記した2つの研究について示す。

(1) 自己組織化マップを用いた気候変動の評価に関する研究

1) 観測気候データ(NCEP再解析データ)の解析

まず、全球の地表面気温の日変化データ1月分を解析した。第2主成分までを用いたEOF解析では、1日4回観測される地表面気温の日変化データは、観測時刻に伴う4つのクラスタ領域に明確に分類される(図3)。一方、本手法の非線形な2次元の可視化分類によると、観測時刻(図中に日付-(時刻)で示す)に伴う4つのクラスタ領域の分類に加え、空間構造の類似性も考慮できる(図4)。すなわち、グレースケールで示される観測時刻の異なるクラスタ領域内であっても、観測データは類似性を保ちながら配置される。例えば、図4の中心部の黒●2点は観測時刻が異なるが近傍に配置され、実際その空間構造は非常に類似したものである(図5、中左と中右)。EOF解析では2点は明確に分離されており、このような類似性は予想できない。さらに、各クラスタ領域の中心を決定するため、U-matrix(隣接するニューロンとの類似性を評価する指標)を用い、その極小値を探索した。その

結果、各クラスタ中心のニューロンの持つ空間構造と同観測時刻の境界にある観測の空間構造はよく似ている一方で、各クラスタ中心の空間構造は異なることがわかった(図5)。

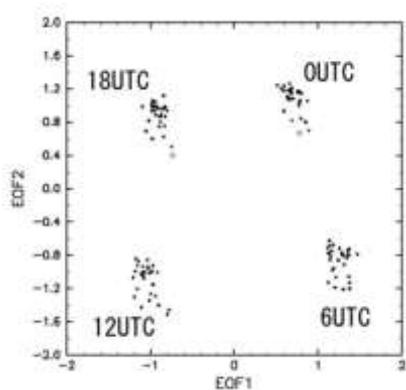


図3: 地表面気温の観測データにEOF解析を行った結果。観測時刻に対応した4つのクラスタに分類される。灰色の点は図4の黒丸に対応する。

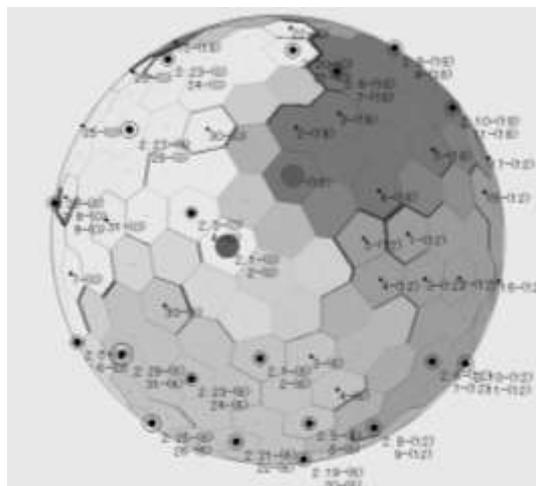


図4: 地表面気温の観測データに本解析手法を用いた結果。六角形はニューロンで、数字の各観測データが配置される。

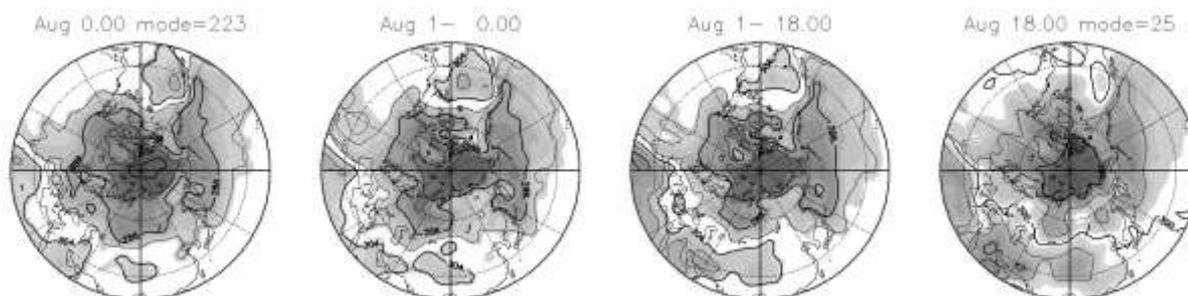


図5: 図4の分類結果におけるクラスタ中心、0UTC(左端)と18UTC(右端)及び黒丸の空間構造、8/1の0UTC(中左)と8/1の18UTC(中右)。北半球を示す。実線・破線は正・負偏差を示す。隣接する図の空間構造の類似関係がわかる。

次に、500hPa高度場の月平均観測データ50年分を解析した。図6は、各観測月のペアについて、EOF解析を用いた場合のEOF平面上の距離と、実空間での積算距離(L2ノルム)の関係を示したものである。図の右下の点などの観測データのペアは、実空間ではお互いに非常に異なる空間構造をもつが、EOF平面上では近傍に配置されることを示す。このように、線形のEOF解析では、寄与率の低い主成分のいくつかまでを用いたとき、必ずしも類似関係を保持した可視化分類が行われない。このため、図1にあるような各クラスタ領域の空間構造が必ずしも類似関係を維持しているとは言えず、温暖化によって新たな主要変動パターンの出現頻度が増加した可能性も生じる。一方、本手法を用いた場合には、類似性の高いペアは近傍に配置され(図7上部の黒●2点)、低いペアは遠方に分離された(図7下部の黒●2点)。

上記の結果は、本解析手法がEOF解析の補完・代用的な分類結果を与えることを示しており、その有用性が確認できた。そこで、次節以降では本手法を気候モデルデータに適用した結果を示す。また本節の成果は、Sugimoto and Tachibana (SOLA、2008a)として印刷されている。

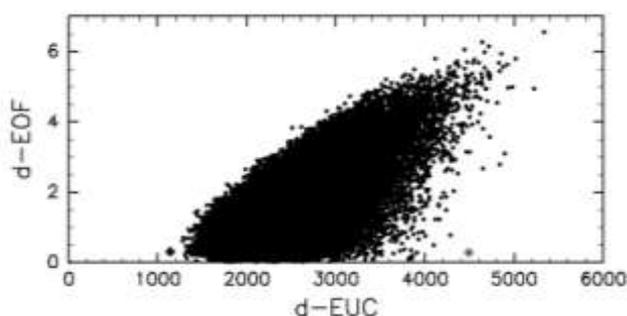


図6: 500hPa高度場の各観測データのペアについて、縦軸にEOF平面上での距離、横軸に実空間での積算距離(L2ノルム)を示す。左下の点は空間構造が類似しEOF平面上でも近傍にある一方、右下の点は空間構造が類似していないがEOF平面上で近傍に配置されることを示す。

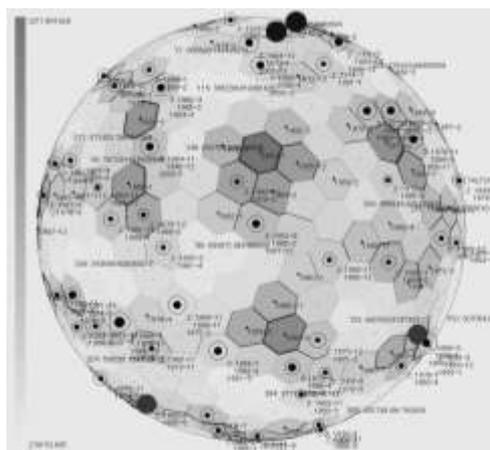


図7: 500hPa高度場の観測データに本解析手法を用いた結果。数字は各観測データ(年-月)、グレースケールは隣接するニューロンとの類似性を表す。

2) 気候モデルの産業革命前データの解析

国立環境研究所の気候モデル(NIES-AOGCM)の産業革命前気候データ(3600年分)を解析した。月平均500hPa高度場について、本手法を用い主要モードの抽出を行った。このような長期間の気候モデルデータを自己組織化マップで分類した例は他になく、本手法の高度な高速化によって初めて実現されたものである。分類に要したニューロン数は1884である(図8)。また、各クラスタ領域の中心決定にはU-matrixを用い、その極小値を探索した(図中にニューロン番号と極小値が示されている)。その結果、極小値となるニューロンの空間構造として、気候の自然変動の主要モードとされるPNA及びNAOパターンの卓越した構造を抽出することに成功した(図9)。

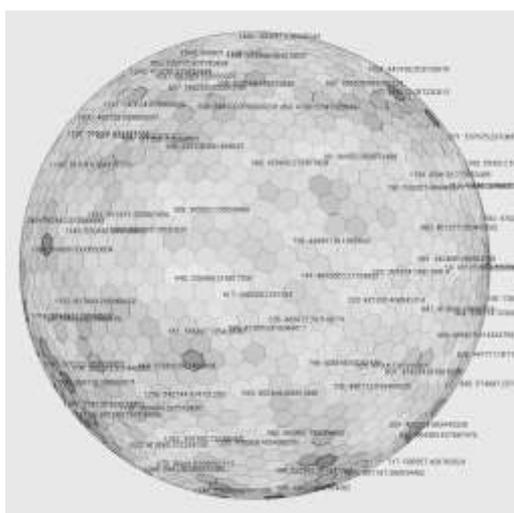


図8: 気候モデルの500hPa高度場データに本解析手法を用いた結果(1884ニューロン)。U-matrixを濃淡で示す。

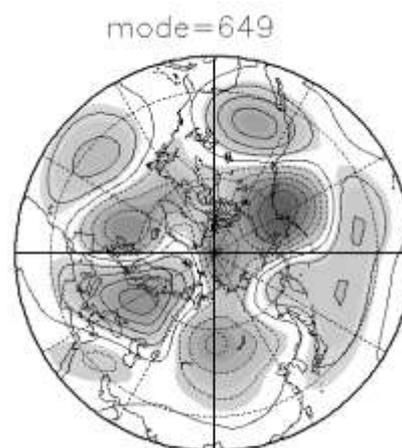


図9: 産業革命前気候データより抽出された主要モードの空間構造(北半球)。実線・破線は正・負偏差を示す。PNAとNAOパターンの卓越が確認できる。

上記の結果は、Sugimoto et al. (Proc. SCIS, 2008c)として印刷されている。

3) 気候モデルの温暖化実験データの解析

同様に国立環境研究所の気候モデル(NIES-AOGCM)のSRES-A1B温暖化実験データ(2000年以降の300年分)を解析した。月平均500hPa高度場について、本手法を用いた可視化分類を行い、主要モードを抽出した結果、極小値となるニューロンの空間構造として、A0(環状)モードが得られた(図10)。

また、2)の産業革命前気候データ(3600年)の本手法による分類結果に、温暖化実験データを射影した。その結果、温暖化時では主要モードの出現頻度が産業革命前気候と異なることが明らかになった(図11)。これらの結果は、温暖化に伴って自然の内部変動の出現頻度が変化し、特にA0モードの出現頻度が増加傾向にある、と報告した先行研究の結果と整合的である。

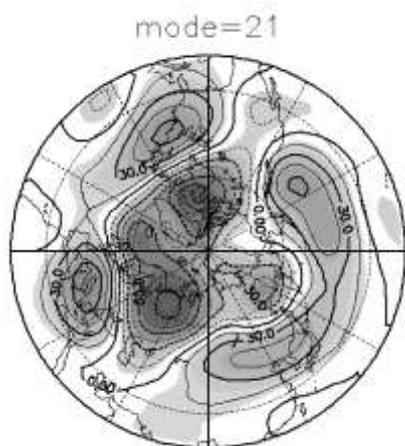


図10:温暖化実験データより抽出された主要モードの空間構造(北半球)。実線・破線は正・負偏差を示す。A0パターンの卓越が確認できる。



図11:産業革命前データで得られた自己組織化マップに温暖化実験データを射影した結果。数字は各データ(年-月)。

上記の結果は、Tachibana et al. (JACIII、2009b)として印刷中である。

4) マルチ気候モデルの過去気候再現及び温暖化実験データを用いた解析

IPCC-AR4に用いられた各気候モデルの過去気候再現実験データ(1900年以降の100年分)及びSRES-A1B温暖化実験データ(2000年以降の100年分)の月平均500hPa高度場を解析し、各気候モデルの過去気候と温暖化時の主要モードを抽出した。その結果、各気候モデルの主要モードは過去気候、温暖化時ともにそれぞれが大きく異なり、モデル間のばらつきは主要モードの再現性でも、依然大きいことが示された(図12)。

このように、気候モデルデータから抽出された自然変動の主要モードの空間構造を、観測データで得られた結果と比較することで、モデルの再現性の評価が可能である。このことは、本手法を用いることで、現在気候の主要変動の再現性から、様々な気候モデルの評価を行えることを意味する。これらの結果を詳細に吟味することで、より信頼性の高い温暖化予測が可能になる。また気候モデルを開発する際にも、本手法によって抽出した主要モードの比較検討が有効であるため、温暖化予測の精度向上へ繋がる気候モデルの開発指針の提案が将来的に可能である。

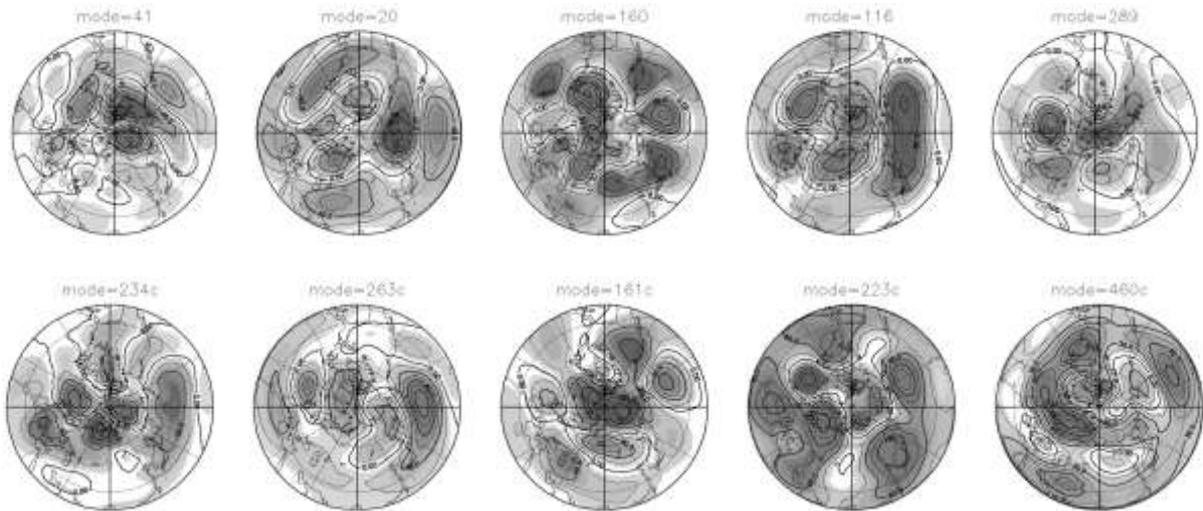


図12: マルチ気候モデルの過去再現実験(上段)及び温暖化実験(下段)データから得られた主要モードの空間構造(北半球)。実線・破線は正・負偏差を示す。左からECHAM、MIROC、NCAR、UKMO、GFDLのモデルである。各モデル間の主要モードのばらつきが大きいことがわかる。

(2) 高速な台風抽出手法に関する研究

1) 台風抽出手法の提案と観測データを用いた従来手法との比較・検証

大規模な気候データから高速に台風を抽出する新手法を提案した。従来の台風抽出手法は、経験的条件を用いて全地点を探索するため、高解像度な大規模気候モデルデータへの適用が困難である。また、経験的条件の設定で抽出結果も変化する。本手法では、曲率を強調した流線を用い、いくつかの初期位置から追跡探索することで、経験的条件を用いず、また全探索もせずに高速に台風を抽出する(図13)。まず、観測データ(NCEP再解析データ)を用いた台風抽出検証実験により、新手法は抽出精度においても従来手法を上回り、その有効性を示すことに成功した(図14)。

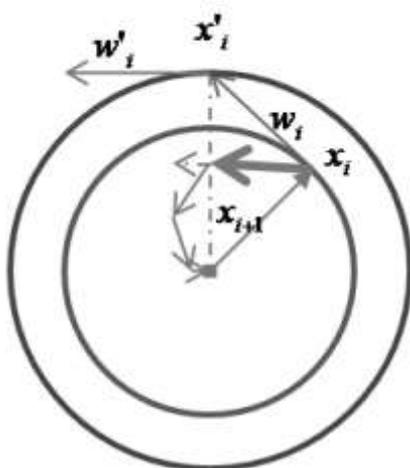


図13: 曲率を強調した流線のイメージ図。流線の進行方向の点の方向ベクトルを使用する。

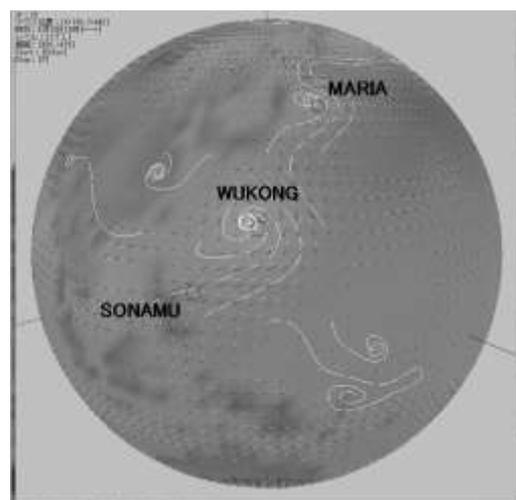


図14: 観測データから高速に台風を抽出した結果(白六角形)。黒六角形はベストトラックによる台風中心で、台風名を記す。白線は曲率強調流線の経路である。

上記の結果は、Sugimoto et al. (Proc. HCC、2008b)として印刷されている。

2) 台風抽出手法の渦の危険度評価手法への拡張

次に、新提案手法を、発見した渦の危険度を自動評価する手法へと拡張した。発見した渦の中心より水平・鉛直方向に順次半径・高度を増加させ、その風速ベクトルを計算し、影響半径や危険度を評価した(図15)。その結果、抽出した渦の中には2006年のサロマ湖竜巻の親渦となった、強い低気圧なども存在した。これらの結果は、本手法が気候データ中から、台風のみならず、危険な低気圧も高速抽出し、かつ危険度も自動評価できる手法として、有効であることを示している。

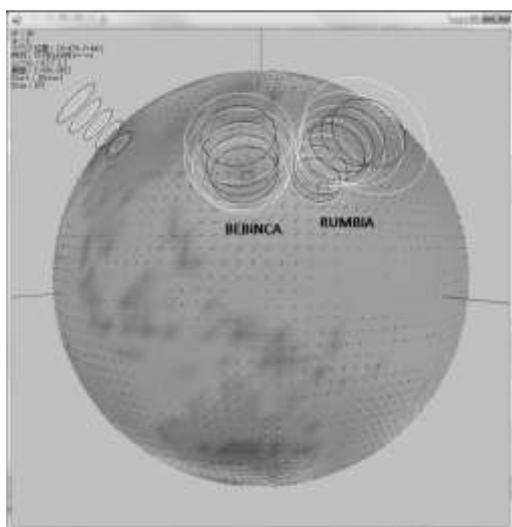


図15: 観測データを用いた台風の自動危険度評価の例。
白円は影響半径、黒円は最大風速の半径をもつ円。

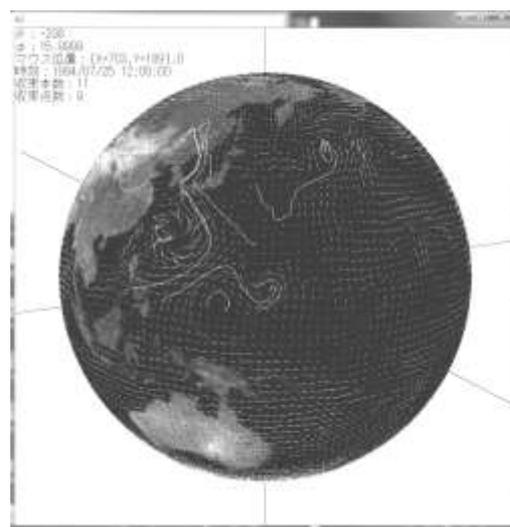


図16: 高解像度気候モデルデータから台風を自動抽出した例。白線は曲率強調流線の探索経路を示す。

上記の結果は、Sugimoto et al. (Theor. Appl. Mech.、2009a)として印刷されている。

3) 高解像度気候モデルデータの解析

また、気象研究所の高解像度気候モデルデータ(MRI-AGCM、20kmメッシュ)から、本手法を用いて台風を抽出した(図16)。その結果、本手法は大規模な気候データにおいても、計算コストがほとんど増加しないばかりか、解像度を落としたデータであっても、台風の抽出精度が維持されていた。

このように、曲率を強調した流線を用いた台風抽出手法は、経験的条件を用いずに、観測データから高速かつ高精度に台風や低気圧を抽出できた。これにより、抽出した台風の統計からも気候モデルの評価が行える。また、本手法は全探索を行うわけではないので、より高解像度の気候データにおいても、計算コストがほとんど増加しない。このため本解析手法は、今後ますます高解像度化が進むと予測される気候モデルにおいて、台風や低気圧を抽出するための有効な手法に将来的にもなっていくと考えられる。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

これまで気候データに適用が困難であった自己組織化マップを、本研究では高速化することに成功し、これによって大規模な気候モデルデータの解析を初めて可能にした。そして、本手法が各観測データの空間構造の類似性を保った非線形な分類手法として、EOF解析の補間のかつ代用的な利用に有効であることが示された。また長期間の気候モデルデータからも主要モードが抽出でき、他の手法と整合的な結果を得た。これらの成果は、新たな解析手法の導入という意味で科学的意義が大きく、その功績はIEEEの若手研究賞としても評価された。またCD-ROMを含む著書「自己組織化マップとそのツール」を分担執筆・出版し、手法の普及にも努めた。

また、曲率を強調した流線を用いた高速な台風抽出手法の提案と、その手法の有効性を示した。このことは、高解像度モデルの大規模データを解析するための先駆的な研究成果である。

これらの成果は、気候モデルデータの新たな解析手法の方向性を示した点で科学的な意義が大きい。将来的にも有効な本手法の今後の適用範囲の拡大が期待される。

(2) 地球環境政策への貢献

本研究によって得られた、気候データから自然変動や温暖化の要因につながる主要変動の空間構造を特定することは、温暖化シナリオの見直しや改善に結びつくことが期待され、今後の地球温暖化対策の提案に繋がるものである。また、主要変動や台風・低気圧の再現性による気候モデルの評価基準の制定は、将来の高解像度気候モデルの開発指針を提供する点でも、重要な貢献をもたらす。今後、気候モデルはますます高解像度化し、データの大規模化が予想されるため、高速な新解析手法の需要はさらに高まることが期待され、その貢献は広く浸透していくことが期待される。

6. 引用文献

- 1) Corti S., F. Molteni, and T. N. Palmer, 1999: Signature of recent climate change in frequencies of natural atmospheric circulation regimes. *Nature*, 398, 799-802.
- 2) IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp, (Chapter 8, 594-599).

7. 国際共同研究等の状況

特になし。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文 (査読あり) >

- 1) K. Tachibana and T. Furuhashi: Self-Organizing Map with Generating and Moving Neurons in Visible Space, *Journal of the Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, Vol. 11, No. 6: 626-632, (2007).
- 2) N. Sugimoto and K. Tachibana: A First Attempt to Apply High Speed Spherical Self-organizing Map to Huge Climate Datasets. *SOLA (Science Online Letters on the Atmosphere)*, vol.4: 41-44, (2008a).
- 3) N. Sugimoto, T. M. Pham, K. Tachibana, T. Yoshikawa, and T. Furuhashi: High speed non-empirical tropical cyclone identification method in huge climatology data, "Hurricanes and Climate Change", *J. B. Elsner and T. H. Jagger (Eds.), Proceedings of 1st International Summit on Hurricanes and Climate Change, Springer-Verlag*: 251-263, (2008b).
- 4) N. Sugimoto, K. Tachibana, H. Shiogama, and T. Nozawa: Application of high speed spherical self-organizing map to climate research, *Proceedings of Joint 4th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 9th International Symposium on Advanced Intelligent Systems*: 1574-1579, (2008c). (Young Researcher Award from IEEE Computational Intelligence Society)
- 5) N. Sugimoto, T. M. Pham, K. Tachibana, T. Yoshikawa, and Takeshi Furuhashi: High speed method of detecting vortex without empirical conditions - Application to risk-assessment of tropical cyclone -, *Theoretical and Applied Mechanics Japan*, Vol.57: 297-307, (2009a).
- 6) K. Tachibana, N. Sugimoto, H. Shiogama, and T. Nozawa: Visualization of Huge Climate Data with High-Speed Spherical Self-Organizing Map, *Journal of the Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, Vol. 13, No. 3: 210-216, (2009b).

<査読付論文に準ずる成果発表> (社会科学系の課題のみ記載可)

特になし。

<その他誌上発表 (査読なし) >

- 1) Pham Minh Tuan, 橋完太, 杉本憲彦, 吉川大弘, 古橋武: 幾何データマイニングによる非経験的な台風抽出, *第23回ファジィシステムシンポジウム講演論文集*: 331-336, (2007).
- 2) 橋完太, 杉本憲彦: 高速球面SOMの地球温暖化問題への適用, *第9回自己組織化マップ研究会講演論文集*: 43-48, (2008).
- 3) 橋完太, 杉本憲彦: 第8章, 高速球面SOMとその地球温暖化問題への適用, 「自己組織化マップとそのツール」, 大北正昭, 徳高平蔵, 藤村喜久郎, 権田英功(編), *シュプリンガー・ジャパン*: p147-160 (2008). (ソフトウェアコードの公開CD-ROMも含む).

(2) 口頭発表 (学会)

- 1) Pham Minh Tuan, 橋完太, 杉本憲彦, 吉川大弘, 古橋武: 幾何情報マイニングへ向けて - 台風の中心位置推定-, *第17回インテリジェント・システム・シンポジウム (FANシンポジウム2007)*: 愛知工業大学, 愛知, (2007).

- 2) Pham Minh Tuan, 橋完太, 杉本憲彦, 吉川大弘, 古橋武: 幾何データマイニングによる非経験的な台風抽出, *第23回フレンジシステムシンポジウム(FSS2007)*: 名城大学, 愛知, (2007).
- 3) Pham Minh Tuan, 橋完太, 杉本憲彦, 吉川大弘, 古橋武: 非経験的で高速な台風抽出手法の提案, *日本気象学会2007年度秋季大会スペシャルセッション「熱帯低気圧の力学研究・モデリング・予報の未来: 大山先生・栗原先生の業績を記念して」*: 北海道大学, 北海道, (2007).
- 4) 橋完太, 杉本憲彦: 高速球面SOMの地球温暖化問題への適用, *第9回 自己組織化マップ研究会2008*: 松江工業高等専門学校, 島根, (2008).
- 5) 杉本憲彦, Pham Minh Tuan, 橋完太, 水田亮, 吉川大弘, 古橋武: 曲率強調流線による高速な渦(台風)抽出手法, *日本流体力学会年会2008*: 神戸大学, 兵庫, (2008).
- 6) 杉本憲彦, Pham Minh Tuan, 橋完太, 吉川大弘, 古橋武: 経験的条件を用いない高速な渦(台風)抽出手法の提案, *第57回理論応用力学講演会*: 日本学術会議, 東京, (2008).
- 7) N. Sugimoto, K. Tachibana, H. Shiogama, and T. Nozawa: Application of high speed spherical self-organizing map to climate research, *Joint 4th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS) and 9th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS)*: Nagoya, Japan (2008).
- 8) N. Sugimoto, M. T. Pham, K. Tachibana, R. Mizuta, T. Yoshikawa, and T. Furuhashi: High speed non-empirical cyclone detection method, *8th EMS Annual Meeting, 8th European Conference on Applications of Meteorology (EMS2008)*: Amsterdam, Netherlands (2008).
- 9) 杉本憲彦, Pham Minh Tuan, 橋完太, 水田亮, 吉川大弘, 古橋武: 高速な台風抽出・危険度評価手法の提案と適用例, *日本気象学会2008年度秋季大会スペシャルセッション「極端現象の発生頻度と長期変動: 統計的アプローチとその課題」*: 仙台国際センター, 宮城, (2008).

(3) 出願特許

特になし。

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

特になし。

(5) マスコミ等への公表・報道等

特になし。

(6) その他

- 1) 平成20年3月19日 優秀ポスター賞, Pham Minh Tuan, 橋完太, 杉本憲彦, 吉川大弘, 古橋武, Eckhard Hitzer: 幾何情報処理を用いるデータマイニングに関する研究, *電子情報通信学会, 2008年総合大会, ISS特別企画「学生ポスターセッション」*.
- 2) 平成20年9月21日 Young Researcher Award from IEEE Computational Intelligence Society, N. Sugimoto, K. Tachibana, H. Shiogama, and T. Nozawa: Application of high speed spherical self-organizing map to climate research, *Joint 4th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS) and 9th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS)*.