

地球規模の気候変動の統計解析

安成哲三 (筑波大学地球科学系)

1. はじめに

人間活動による影響、あるいは人間活動への影響という視点から、地球規模の気候変動が、現在社会的にも大きな問題となっている。しかしながら、その前提となるべき気候変動の実態そのものも、まだまだ未解明の多くの問題を抱えている。例えば、赤道太平洋でのエル・ニーニョ現象は、グローバルな気候にどう影響を与えているのか。地球の気候は本当に温暖化しているのか。もしそうだとしたら、地域的にはどのように現れているのか。数年以上続いている日本の暖冬は、この「地球温暖化」と、どう関連しているのか。などなどである。

このような気候変動の実態の解明には、グローバルな大気状態の4次元(空間3次元+時間1次元)データと、地表面状態(海面水温、積雪、海氷など)の3次元(空間2次元+時間1次元)データのさまざまな統計的解析が有力な方法となる。なかでも、いくつかの時系列解析と多変量解析の手法の組合せは、変動の実態とその物理的機構の解明に貴重な情報を提供してくれる。

ここでは、全球および半球スケールの気象データへのこのような手法による気候変動の統計的解析の例をいくつか紹介し、これらの手法の有効性と問題点について議論したい。

2. 大気循環パターンとその変動の検出

複雑に変化する地球規模の大気の流れは、しばしばカオスになぞらえるが、その空間パターンは、海陸分布や山岳分布などの影響も受けて、局所(地域)的には、いくつかの決まったパターンを選んで現れていることが知られている。これらの局所的なパターンを客観的に取り出し、その時間的な変動特性を調べるのに、直交回転を行った主成分分析は、非常に有効である。図1は、北半球の緯度経度10度毎の格子点データとなっている500hpa(上空約5,500m)高度月平均年偏差の45年分(1946-90)について、バリマックス回転主成分分析をおこなった結果である。気象力学の理論的研究からも指摘されているいくつかの地域的パターンが、それぞれ直交回転された主成分として、はっきりと現れている。さらにそれらの時間係数(因子スコア)は、地域ごとの循環パターンの変動傾向をはっきりと示している。例えば、PNAパターンと呼ばれている北太平洋、ロッキー山脈、北米東岸にまたがる波動パターンは、1976年以前と以降とははっきりとその位相の逆転を示しており、これは赤道東太平洋の海水温異常と密接に関係していることが明らかとなっている。

3. 「地球温暖化」における都市気候成分の検出と分離

北半球の年平均地上気温は今世紀初頭以来、上昇を続けており、特に1980年代後半の気温の上昇率は、約100年の観測史上最も大きな値となっている。しかしながら、ここでの問題となるのは、この「地球温暖化」が、真にグローバルスケールの大気温の上昇によるものなのか、あるいは、観測点におけるローカルな温度上昇、すなわち都市化の進展に伴ういわゆる「ヒートアイランド」現象による見せかけの「地球温暖化」なのか、という点とである。この「都市気候」成分の検出・分離は、これまでは、都市化の影響の少ない地点を用いるか、その地点と周りの田園地域との温度差を用いて、「都市気候」成分を近似することによりおこなわれていた。ここでは、これらの方法とはまったく異なる原理に基づき、この成分の絶対値を求めることを試みた。すなわち気温変動の季節サイクルのパターンが、都市化による変動と大規模な気候変動とで異なっている、という前提で、気温年偏差の1年(12カ月)分を変数として主成分分析をおこない、「都市気候」成分の分離を試みた。図2は第一主成分の固有ベクトル分布とその時間係数で、「都市気候」成分がはっきりと示されていることがわかる。

4. まとめ

大量の多次元データを扱う気象学・気候学における統計的手法の応用の歴史は非常に長

く、この分野の研究の進展は、統計学の進展と密接な関係をもっている。以上のように、特に多変量解析の手法は、考えられる物理的（気象学的）機構を想定しつつ利用することにより、非常に大きな情報が得られる。しかし、データ空間の大きな異方性（空間データと時間データのサイズの差など）による誤差やデータの正規分布からのずれを、どのように処理、解決するかという問題など、解決すべき問題も多い。

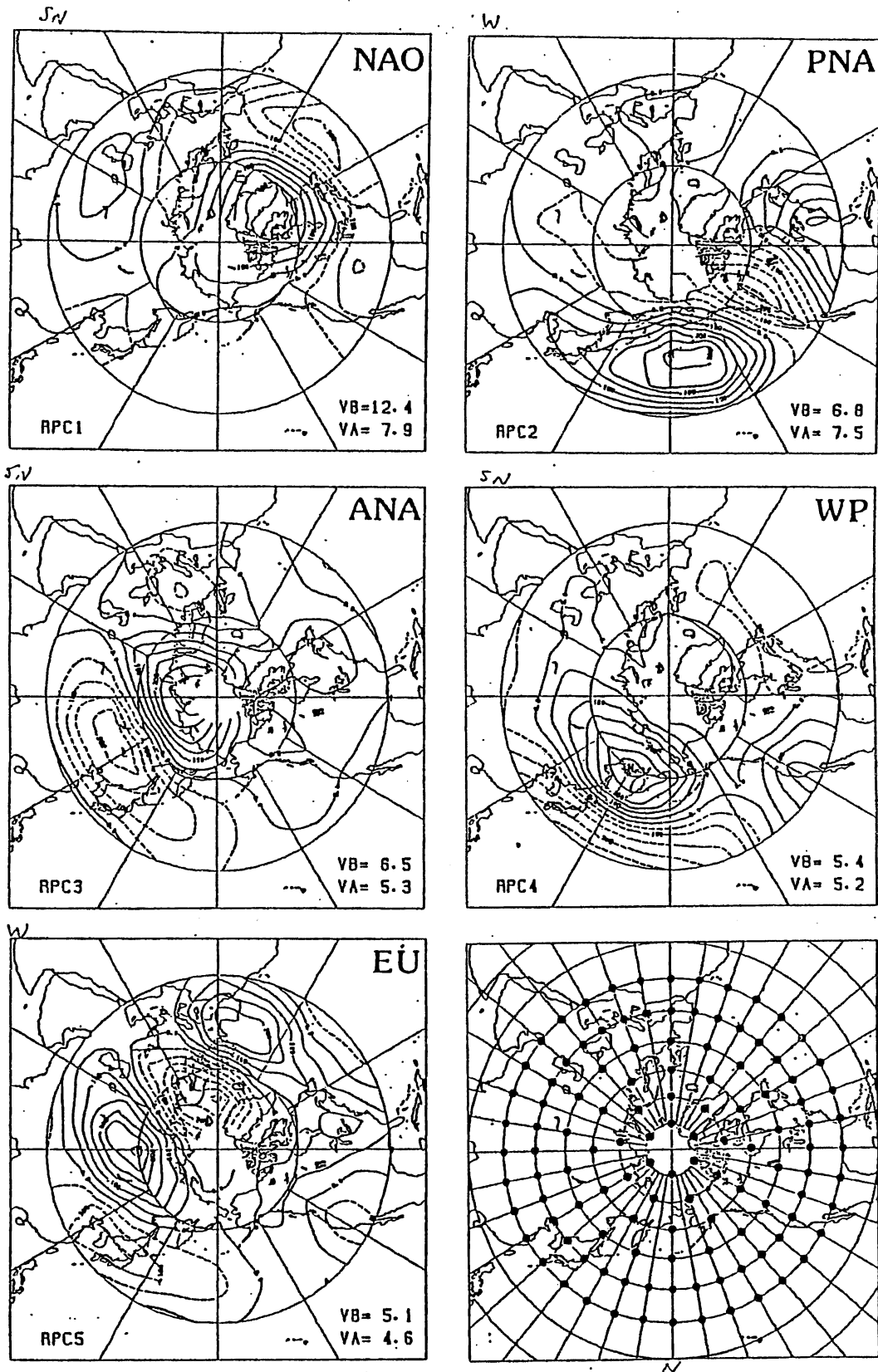


図1. バリマックス回転主成分分析による北半球500pha高度場の主なパターン。実(破)線は固有ベクトルの正(負)の値。(Yasunari and Ueno, 1993)

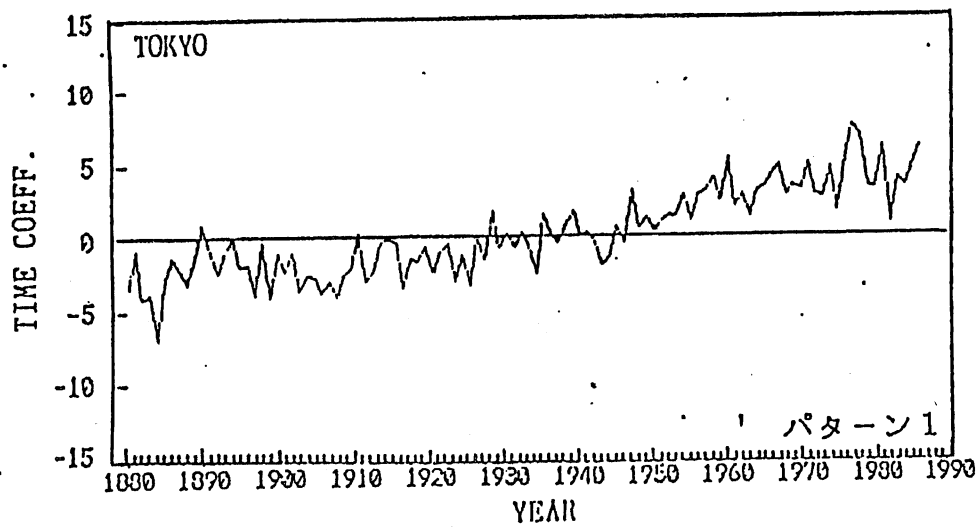
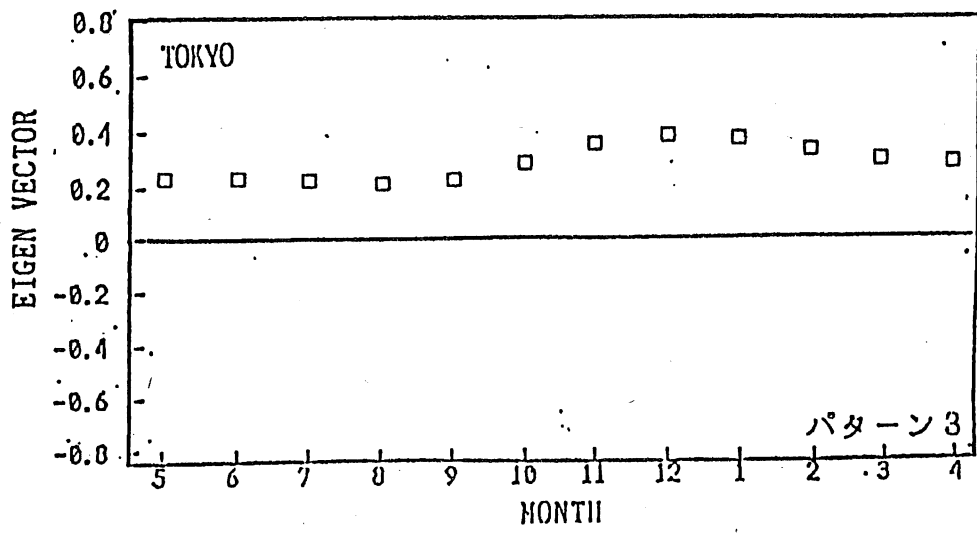


図2. 東京の月平均地上気温偏差の年変化パターンにおける第1主成分の固有ベクトル(上)と因子スコア(下). (安成 他, 1993)