

異常気象の理解と予測に資する科学的基盤の構築

ブライアン・ホスキンス博士

1945年5月17日生まれ(78歳)
レディング大学気象学科 教授

ジョン・ウォーレス博士

1940年10月28日生まれ(83歳)
ワシントン大学大気科学科 名誉教授

数値天気・天候予報に欠かせない「遠隔影響」の概念

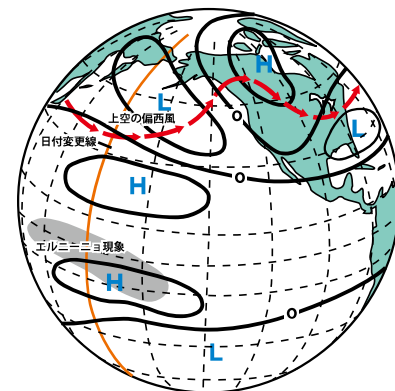
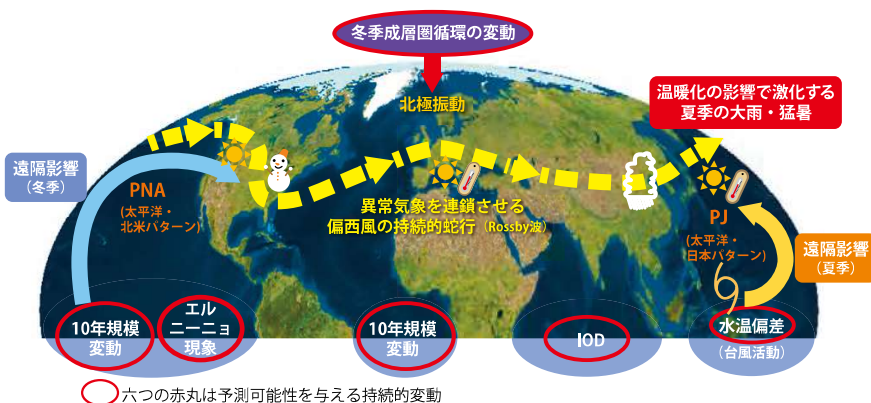
両博士の重要な功績の一つに、ある地域の異常気象の影響がそこから遠く離れた地域の天候にまで及ぶ「遠隔影響」の実態把握とメカニズムの解明があげられます。図1には、北半球中高緯度域の冬と夏に影響する「持続性の高い、熱帯域の大気海洋結合変動」を中心に、その結果として生じる特徴的な天候の傾向を例示しています。中緯度域の上空には「偏西風」と呼ばれる強い西風が常に吹いており(黄色の点線矢印)、その持続的蛇行が異常な天候をもたらします。

数値天気・天候予報を利用する際には、ある地域の大気の状態が、離れた地域の大気や海洋、海水の影響を受けて絶えず循環・変動し得ることを理解する必要があります。特に、熱帯太平洋において貿易風と海洋変動が互いに影響を及ぼし合う「エルニーニョ/ラニーニャ現象」や太平洋の10年規模変動といった持続性の高い変動からの遠隔影響が、中緯度域における2週間以上先の季節予報への根拠となることがわかっています。

「太平洋・北米パターン」の実態把握と理論的な説明

図2は1981年にウォーレス博士が、エルニーニョ現象からの遠隔影響として「太平洋・北米パターン」が現れることを示したものです(図1の左側に対応)。同年、ホスキンス博士は、こうした大気変動パターンを形成する力学過程を理論的に説明しています。エルニーニョ現象では、日付変更線付近から南米ペルー沖に至る赤道太平洋域が例年よりも高温になります。そこでは降水量が増えてそれが熱源となり、「ロスビー波」と呼ばれる大規模な大気の波動が励起されます。この波動の現れとして、数千kmにも及ぶ高気圧性の大気循環異常(H、北半球で時計回り)と低気圧性の大気循環異常(L、北半球で反時計回り)が交互に現れるのです。

このパターンの形成に重要なのが、亜熱帯・中緯度上空を吹く強い西風「偏西風(ジェット気流)」です。ロスビー波に伴う高気圧・低気圧のパターンは西へ動こうとしますが、冬場などの強い偏西風はそれを押しとどめ、「太平洋・北米パターン」のように高・低気圧のパターンを停滞させるので



J.D.Horel, J.M.Wallace,
Mon. Wea. Rev. 1981, 109, 813.

図1：ホスキンス博士とウォーレス博士が確立した「遠隔影響」の概念が適用される自然気候変動の例

熱帯の大気海洋結合変動(エルニーニョ/ラニーニャ現象、IOD、10年規模変動)からの遠隔影響が明らかにされ、季節予報の予測可能性が示された。インド洋ダイポールモード現象(IOD)は、数年に一度、夏から秋にかけて熱帯インド洋で発生する気候変動現象。

図2：エルニーニョ現象に伴って現れる「太平洋・北米パターン」

HとLは、エルニーニョ現象からの遠隔影響として生ずる上空の高気圧性循環異常と低気圧性循環異常。

す。すると、このパターンの中をエネルギーが伝播して、エルニーニョ現象の影響が太平洋から北米、北大西洋にまで広がってゆくのです。なお、偏西風(赤矢印)が大きく蛇行しているのはロスビー波が重なっているためで、これが異常な天候を持続的にもたらしめます。

図3右図は、そのうち西大西洋でよく観測される遠隔影響パターンが現れた時に、対流圏の中層に出現する典型的な気圧異常の分布を描いたものです。このパターンは、ホスキンス博士の数値計算の結果(図3左図)とよく合致しており、持続的な天候異常の予測の可能性を大きく進展させることになった、非常に重要な研究成果です。

天気予報・天候予報が可能に

ホスキンス博士は、北緯15度付近に降水の増大を模した熱源を置いた時に、どのように停滞性ロスビー波が励起され、それに伴って高気圧性(H)と低気圧性(L)の気圧循環異常が上空でどこに形成されるかを数値計算しました(図3左図)。

一方、ウォーレス博士は、気象衛星データが乏しい時代に北半球各地の観測データに基づき数値天気予報の初期値として整備された気象データ(客観解析)を約15年分集めて統計解析を行い、高気圧性、低気圧性の持続的な気圧循環異常が交互に並ぶ気圧変動パターンを数種類見いだしました。

重要度を増す「数値天気予報・数値天候予報」

両博士の主要な研究成果として、世界各地の季節予報の根拠の一つとなっている「エルニーニョ現象が駆動する地球規模の偏西風変動」を採り上げました。しかし、ほかにも、日々の天気予報に不可欠な温帯低気圧の発達メカニズムや活動活発域の同定、異常気象をもたらすブロッキング高気圧の形成力学、半球規模の偏西風変動(北極振動)の発見、さらに地球規模で気温上昇の加速・減速をもたらす太平洋気候海洋系の10年規模変動の同定など、枚挙に暇がありません。こうした重要な研究成果の多くはホスキンス博士が理論を構築し、ウォーレス博士がデータで実態を把握したことによるもので、数値天気・天候予報の有用性・実効性・将来性のよりどころとなりました。そして、今日の「大気再解析データ」による気候変動モニタリングにもつながっています。

また、懸念が募る地球温暖化に伴う異常気象についても、それが各地の天候にどう影響するかは、これまで蓄積されてきた気象学・気候力学の見解によって明らかになります。数値天気予報・数値天候予報は、私たちの生活を守る社会基盤として、今後その重要性をいっそう増していくでしょう。

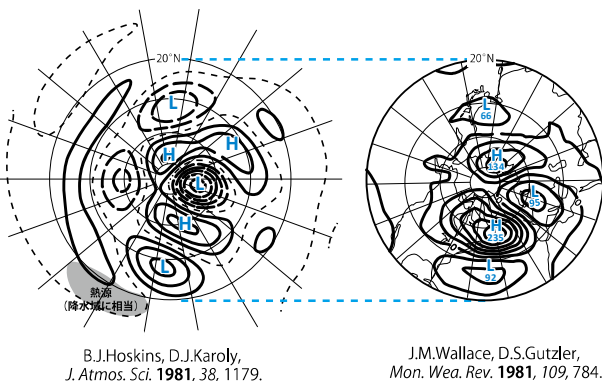


図3: 理論(左、ホスキンス博士)と実データ(右、ウォーレス博士)によって得られた大気循環偏差(いずれも北極上空から見下した図)

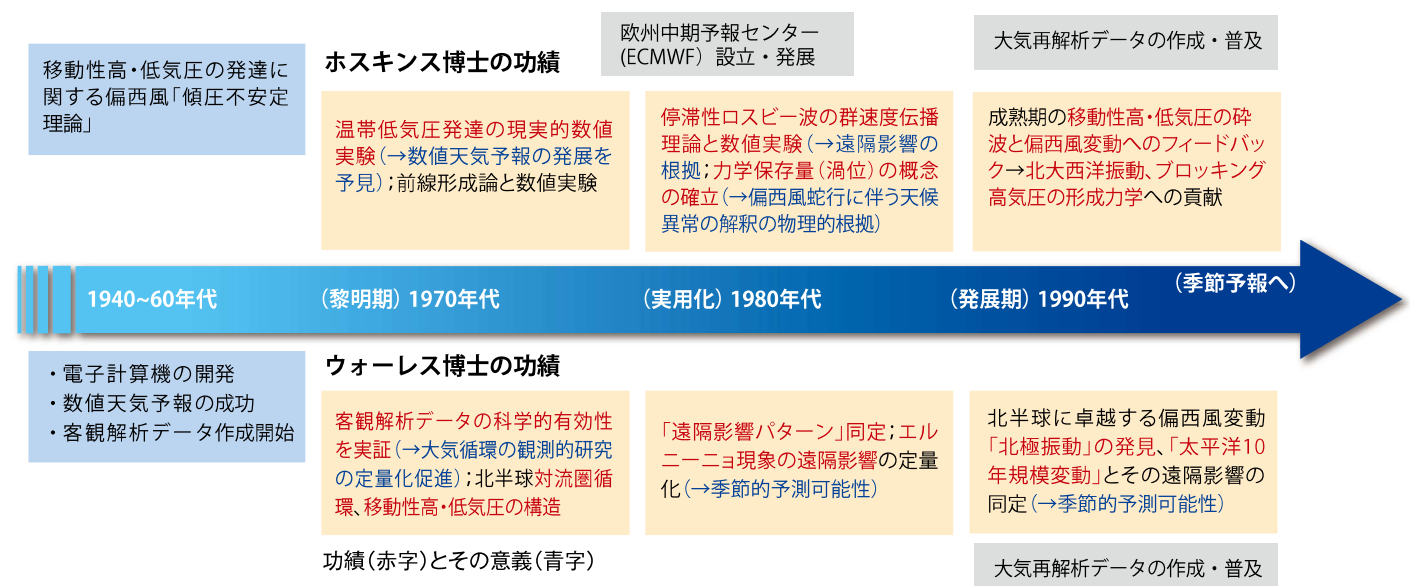


図4: 天気・天候予報の発展におけるホスキンス博士とウォーレス博士の貢献(抜粋)