

## MU レーダー観測に基づく外気圏温度の統計解析

## A statistical study of exospheric temperature derived by the MU radar

# 川村 誠治[1], 菊池 慎吾[1], William L. Oliver[2], 深尾 昌一郎[1]

# Seiji Kawamura[1], Shingo Kikuchi[1], William L. Oliver[2], Shoichiro Fukao[1]

[1] 京大・宙空電波, [2] ボストン大・宇宙物理

[1] RASC, Kyoto Univ., [2] CSP, Boston Univ.

本研究では、MU レーダーによる 1986 年 8 月から 1998 年 10 月までの 13 年間の電離圏定常観測データを用いて外気圏温度を推定し、その統計解析を行う。外気圏温度は電離圏 F 領域の観測データを用いてエネルギー平衡を仮定することにより推定される。MU レーダーによる観測データから推定された外気圏温度の日変化は、高太陽活動期は MSIS モデルと比較的良好一致を示すが、低太陽活動期は 5 時頃に急激に上昇しており、緩やかに上昇する MSIS モデルの外気圏温度とは大きく異なっている。MU レーダーにより観測されたイオン温度はこの時間帯に急激に上昇しており、外気圏温度がこのイオン温度の影響を強く受けているものと思われる。

外気圏(高度約 550km 以上)では中性大気の平均自由行程が長く、粒子間の衝突がほとんど起こらないため、中性大気温度が高度方向にほぼ一定となる。この温度は外気圏温度と呼ばれ、電離圏 F 領域の観測データを用いてエネルギー平衡を仮定することにより、推定が可能である。本研究では、MU レーダーによる 1986 年 8 月から 1998 年 10 月までの 13 年間の電離圏定常観測データを用いて外気圏温度を推定し、その統計解析を行う。

電離圏 F 領域の電子密度、電子・イオン温度観測データから外気圏温度を推定する方法は、1970 年に Bauer により確立された。中性大気温度の高度プロファイルとして外気圏温度をパラメータとする指数関数形を仮定する。電離圏 F 領域において、電子からイオンに輸送されるエネルギーとイオンから中性大気に輸送されるエネルギーが等しいと仮定すると、イオン温度は外気圏温度、電子温度、イオン温度、電子密度等の関数となる。電子温度と電子密度に観測値を用いて計算されたイオン温度を、観測されたイオン温度に最小二乗法によりフィッティングすることで、外気圏温度が推定される。フィッティングのパラメータには外気圏温度の他に、中性大気温度の高度プロファイルを計算するのに必要な高度 120km における中性大気温度と高度プロファイルの形状補正係数、中性大気密度の計算に必要な高度 400km における中性大気密度といった中性大気に関する量が考えられる。しかし MU レーダーの観測データの精度の都合上、複数のパラメータを用いたフィッティングは困難であるため、本研究で外気圏温度のみをパラメータとし、他の量には MSIS モデルの値を用いる。高度 120km の中性大気温度と高度 400km の中性大気密度が外気圏温度に及ぼす影響はそれぞれ数 K 程度と小さく、MSIS モデルの値を用いたことによる影響はほとんどないと考えられる。一方、中性大気温度の高度プロファイルの形状補正係数は外気圏温度に数百 K 程度と比較的大きな影響を与えている。

MU レーダーによる観測データから推定された外気圏温度の日変化は、高太陽活動期は MSIS モデルによる外気圏温度の日変化と比較的良好一致を示す。一方低太陽活動期は、MU レーダーによる外気圏温度は 5 時頃に急激に上昇しており、緩やかに上昇する MSIS モデルの外気圏

温度とは大きく異なっている。Millstone Hill における外気圏温度の統計解析結果と比較すると、高太陽活動期は比較的良い一致を示すが、MSIS モデルとの比較と同様に低太陽活動期において朝方の違いが大きい。MU レーダーによる外気圏温度が低太陽活動期の朝方に急激な上昇を示している原因は、外気圏温度の推定に用いているイオン温度にあると考えられる。MU レーダーにより観測されたイオン温度はこの時間帯に急激に上昇しており、外気圏温度がこのイオン温度の影響を強く受けているものと思われる。