

信楽 MU 観測所レイリーライダーによる中層大気上部の温度の観測

Measurement of temperature in upper middle atmosphere with Rayleigh lidar at Shigaraki MU Observatory

大西 道隆[1], 澤井 志彦[2], 中村 卓司[3], Andreas Behrendt[3], 津田 敏隆[3], Hisao Takahashi[4], 阿保 真[5], 長澤 親生[5]

Michitaka Onishi[1], Yukihiko Sawai[2], Takuji Nakamura[3], Andreas Behrendt[3], Toshitaka Tsuda[3], Hisao Takahashi[4], Makoto Abo[5], Chikao Nagasawa[6]

[1] 京大・宙空, [2] 京大・超高層, [3] 京大・宙空電波, [4] 京大宙空電波/INPE, [5] 都立大・工・電気
[1] RASC, Kyoto Univ, [2] RASC, Kyoto Univ, [3] RASC, Kyoto Univ., [4] RASC, Kyoto U./INPE, [5] Dep. Electrical Eng., Tokyo Metropolitan Univ, [6] Electrical Eng., Tokyo Metro. Univ.

京都大学信楽 MU 観測所では MU レーダーを中心に 1984 年以來地球大気の観測を行っているが、2000 年 3 月にライダーシステムを新たに導入した。レイリーライダーでは高度 30~90km の大気密度・温度を求めることができるが、高高度では信号誘導雑音のために正しく温度が推定できない。本研究では、この解決法としてフランスで用いられていた手法に改良を加え、温度導出を行った。この新手法によるノイズ除去の検証を行った結果、ノイズ除去が良好に行われていることが確かめられた。今後、この新手法を用いて他の観測機器と協同観測を行い、中層大気中の大気波動の働きを解明する。

京都大学信楽 MU 観測所では 1984 年に開所して以来様々な地球大気観測を行い、地球大気の構造解明に大きく貢献してきた。特に対流圏および中層大気中の風速変動から大気重力波等が研究されてきた。MU レーダーは高度 25km までの下部成層圏と高度 60km 以上の中間圏高度では乱流散乱エコーにより風速を高い時間高度分解能で観測できる。しかし、高度 25~60km では散乱エコーが非常に微弱でありレーダーによる観測が行えない(Radar Blind Height と呼ばれる)。この高度範囲を観測するために、2000 年 3 月信楽 MU 観測所にライダーシステムを導入し、同年 4 月から機器の調整を行い夏から観測を開始し、2001 年 2 月までに 32 日間 163 時間の観測を行った。導入されたライダーシステムはレイリーライダー、窒素・水蒸気ラマンライダー、ナトリウム共鳴散乱ライダーよりなる。ここで、レイリーライダーは高度約 30km から高度約 90km までの大気分子密度および大気温度を高い時間高度分解能で観測することができ、上記したようなレーダーによる観測が行えない高度領域を観測することができる。レイリーライダーの観測上限高度である高度 90km 付近では MU レーダー流星モード観測や大気光観測等が行われている。これらの観測機器と共同観測を行うために本研究ではレイリーライダーによる中層大気上部での観測高度範囲の拡大を行った。

レイリーライダーにおける雑音には、背景光ノイズ、PMT(光電子増倍管)の暗電流、PMT による信号誘導雑音等がある。このうち信号誘導雑音は低高度からの強い散乱光が尾を引くようにして高高度での微弱な散乱光に印加されるものであるが、高度に対して一様でなく、レイリー後方散乱による信号よりも高度に対して減少する割合が小さいため、高高度では大きな影響を及ぼし正しく大気温度が推定できなくなる。この解決法として、3 つの方法が挙げられる。1 つ目は、受信系で機械的チョッパーを導入することで低高度からの受信信号を遮断するものであるが、受信信号を効率的に遮断することができる反面機械により新たに雑音が生じることもある。2 つ目は、PMT のダイノード電圧を制御するためゲート電圧を印加し低高度からの受信信号を遮断するものであるが、この場合遮断しきれないノイズを解析時にノイズのフィッティング等により差し引かねばならない。3 つ目は、ライダーの送受信系の距離間隔を広げることで低高度での視野が重ならないようにするものであるが、これは現在の信楽のシステムでは機器の配置上困難である。本研究では 2 つ目の手法を用いて信号誘導雑音の解決を図った。フランスのライダーでも同様の手法を用いているが、遮断しきれないノイズをレイリー後方散乱による信号が無視できる高度 120~150km で高度に対する 2 次関数でフィッティングすることで求め、受信信号から差し引いている。本研究では新たに高度に対して信号値の対数値について直線フィッティングを行った。これら二つの手法を比較するために 2000 年 12 月 15 日と 22 日のレイリーライダー観測データ(時間分解能 1 時間、高度分解能 300m)よりフィッティング高度範囲を変えて両手法によりフィッティングを行い、それより温度プロファイルを求めたところ、新手法のほうがフィッティング高度範囲の変化に対して安定であり、より安定して温度プロファイルも求められていると思われる。この手法の検証として、データが良好に取得された 6 日間の温度プロファイルを平均しモデル大気温度との比較を行ったがよく一致していることが確かめられた。また時間分解能を変化させて高度 80~90km での平均温度の変化を調べたが、特に大きく異なるようなことは見られなかった。これらより、新手法によりノイズの除去が不要なバイアスをもたらすことなく良好に行われていることを確認した。また、新手法により 12 月 22 日に行われた大気光観測との比較を行った。新手法により求めた温度プロファイルの測定誤差は例えば 12 月 15 日のデータで高度分解能 3km 時間分解能 4 時間では高度 90km で 14k となる。今後、光学系の調整を行い受信信号強度を大きく

し、より高高度までの観測を可能にし、各種協同観測を行っていく予定である。