

MF レーダで観測された重力波現象の自動解析ソフトウェア開発とその初期結果

Development of the software to automatically analyze gravity waves observed from MF radars and the initial results

松本 哲也[1], 大山 伸一郎[2], 村山 泰啓[2]

Tetsuya Matsumoto[1], Shin-ichiro Oyama[1], Yasuhiro Murayama[1]

[1] CRL, [2] 通総研

[1] CRL

アラスカ/ポーカフラット (65 N, 147 W), 稚内 (45 N, 142 E), および山川 (31 N, 131 E) に設置された MF レーダにより 1999 - 2002 年に同時観測された、中間圏 (高度 60 - 90 km) における中性風速度の季節変動について解析を進めている。特に、3 観測地点の緯度差を利用し、平均風、プラネタリ波、潮汐、および重力波といった中間圏大気力学を特徴付けるパラメータの緯度依存性に着目する。その中でも本講演では重力波の解析手法およびその結果について報告する。

ポーカフラット MF レーダは周波数 2.43 MHz、ピーク送信電力 50 kW、高度/時間分解能は 4 km/3 分、サンプル間隔 2 km で観測を行っている。稚内および山川 MF レーダは周波数 1.96 MHz、ピーク送信電力 50 kW、高度/時間分解能は 4 km/4 分、サンプル間隔 2 km で観測を行っている。中間圏高度では、全球的な気圧傾度力、コリオリ力、および地球の自転に伴う粘性力が平均風に大きな影響を与える。その結果、東西風は夏期に西進、冬期に東進を示す。下層大気で発生した伝搬性重力波がもたらす運動量は夏期の西進風を減速させ、高度約 90 ~ 120 km で東進に反転させることが示唆されている。3 観測地点の平均東西/南北風を用いた比較研究によると、この反転高度は緯度により異なり、さらに時間変動していることが分かった (2001 年秋学会で報告)。重力波の平均風への影響を定量的に議論するためには、波動の周期、波長、位相速度、および伝搬方向といった波動特性を観測データから推定する必要がある。また今後増え続ける観測データを統計的に解析するためにはこれらの波動特性を自動で計算するソフトウェアが必須である。本発表ではこの自動解析ソフトウェアを紹介するとともに、その解析結果を報告する。

ロム (Lomb) ピリオドグラム法 (Hernandez, 1999) を用いたダイナミック/スペクトルを高度約 60 - 90 km の東西風/南北風についてそれぞれ求める。ある周期成分 (ここでは 3 観測地点で最極に位置するポーカフラットでの慣性周期 約 8 時間 より短い周期に着目) の位相の高度プロファイルから、位相速度および波長の鉛直成分を求める。これらを重力波の分散関係式に代入することにより、位相速度と波長の水平成分を計算する。地上での一点観測のため重力波の伝搬方向を時経列データから直接導出することはできない。しかし、MF レーダで観測された重力波を伴う電子密度変動から温度変動を推定し、その結果を用いて伝搬方向を推定できる可能性がある。Sugiyama (1988) は重力波が上方伝搬する過程で中性大気の温度と密度の揺らぎが生じ、その結果水和物イオンの生成/消滅機構に変化が生じることでプラズマ密度変動が生じることをモデルを用いて示している。このモデルを MF レーダで観測された電子密度に応用することにより温度揺らぎの推定を試みる。本研究で開発した自動処理アルゴリズムにより、重力波の位相速度および波長を導出した。その結果、波長と位相速度の鉛直成分には顕著な季節変動が見られなかったものの、水平成分には明らかな季節変動が見られた。これは中性大気の温度および密度の年変動が水平成分に強く影響していることを示唆している。モデルを用いた温度変動の推定について初期結果を報告する予定である。

参考文献

- Hernandez, C., Time series, periodgrams, and significance, *J. Geophys. Res.*, 104, 10,355-10,368, 1999.
Sugiyama, T., Response of electrons to a gravity wave in the upper mesosphere, *J. Geophys. Res.*, 93, 11,083-11,091, 1988.