

した観測で知られていない乱流構造の知見が、重力波過程のみならずレーダー電波散乱の議論など他方面に与えるインパクトも少なくないのではないかと感じた。

重力波の励起・消散・相互作用のシミュレーションでは臨界層の役割に注目した発表があった。合屋と宮原（九州大学）は対流圏から下部熱圏までを含んだ非静力学平衡・圧縮性2次元数値モデルで、下層起源の重力波が対流圏上部の臨界層で吸収される際、この臨界層から2次的な波が励起されることを報告した。この2次的な波はモデル中で中層大気上部まで伝播して砕波・平均流加速を起こしており、中層大気重力波に直接対流圏起源でない成分が含まれるという具体的な示唆は観測の解釈にとっても興味深いと思われる。また R. Walterscheid は長周期重力波が作る風速変動で生ずる臨界層での短波長重力波の吸収から波動間相互作用を論じた。

全球的なレイトレーシングで中間圏重力波の振る舞いを調べた S. Eckermann らの結果では、例えば、重力波エネルギーの季節変化パターンが85 km で夏に極大をもつ1年周期変動から95 km で逆の季節変化になる場合などが紹介され、レイトレーシングの結果から観測結果の議論の材料としてかなりの情報が得られるようであった。また、中間圏重力波の活動度を全球マップ上で一望するなど、計算機実験の威力を見せた。これらの計算機実験の結果に対し、観測ネットワークからの結果が A. H. Manson らによって報告された。サスカトゥーン、ロンドン(加)、トロムゾ、ハワイ、山川、クリスマス島といった MLT レーダーのデータを結集し、中間圏・下部熱圏のレーダーネットワークの観測結果として重力波に起因する周波数スペクトルや風速分散の振る舞い、季節変化の緯度、地点と背景場による変動が論じられた。

重力波と他の大規模運動などとの相互作用の理論・モデル研究では、R. Garcia と F. Sassi が赤道域半年周期振動の駆動力としての短周期の重力波・ケルビン波の重要性を示唆した。重力波の砕波がもたらす1日周期潮汐波や準2日周期波の変化 (C. K. Meyer) や、中間圏界面での光化学反応に伴う非断熱過程と重力波の不安定 (J.-Y. Xu) も興味深い話題であった。

乱流パラメータの MF レーダー、IS レーダー、ロケットを用いた観測結果から季節変化の手法間の比較を行ったのは C. Hall らである。これらの結果ではおおそ中間圏・下部熱圏でそれぞれ1年・半年周期変

動がみられ、手法間相互である程度リーズナブルに一致するが、定量的には問題が残るようであった。手法ごとに測定される乱渦のサイズが違うなどの考慮すべきポイントがあるものの、中間圏乱流のより確かな観測事実を得ていくという、困難であるが重要なこの仕事もまた興味深かった。一方で、こうした観測の解釈において重要な乱流パラメータ導出に使われる「定数」の性質を疑い、考察する報告が W. K. Hocking からあった。R. Hill らは上記の Fritts も共同研究者の一人に加え、電離大気成分まで考慮にいたれた重力波・乱流の高分解能シミュレーションで、PMSE (Polar Mesospheric Summer Echo) と呼ばれる夏半球極域中間圏に特異的に見つかるレーダーエコーの特性を再現してみせ、レーダー観測手法の点からも意義深い結果であった。

以上、雑駁な報告になってしまったが、このほかにも大気光のセッションでの山田（東北大学）らによる小規模な中間圏重力波の微細構造と砕波・乱流生成を捉えた観測画像など GT セッション以外でも印象的な発表が多く、シンポジウム全体を通して重力波、乱流の研究方向のいろいろな手法、領域における発展が感じられた。シンポジウムの構成としては講演数を多くせず休憩時間を長くとっていたにも関わらず、とにかく全体を通して密度の高いシンポジウムであった。これらのしっかりとした手応えのある研究発表群が自らの研究に対する無言の鞭撻と感じられ、個人的にも大変実りの多い会合となったことも申し添えておきたい。

(村山泰啓)

3. セッション TD：大気潮汐波

大気潮汐波の研究の歴史は種々多様な大気波動の中でも比較的早く、多くの研究が行われており、基本的な卓越モードなど大まかな事はある程度理解されているが、低緯度および高緯度での振舞、他の波動との間の相互作用、さらに長期変動といった事柄はまだ未知の部分が多い。今回のシンポジウムの大気潮汐波に関する発表は7件ほどであったが、上記の未解明部分に関する最近の大気潮汐波の話題が盛り沢山で楽しかった。

観測面では、レーダーを用いた低緯度および高緯度の、さらに UARS 衛星による全球的な潮汐波の報告があった。G. G. Shepherd らは UARS (WINDII：風速イメージング干渉計) のデータを用い、これまでは極めて観測の難しかった中間圏領域ほぼ全域における大

気潮汐波や2日周期波動に伴う温度変動を示した。UARSでは風速観測も行われており、波動に伴う風速と温度を同時に全球的に捉えた事は、波動の構造を探る上で画期的である。しかし一方、UARSデータは東西構造を仮定して解析を行う必要があり太陽同期しない潮汐波(non-migrating tide)の解析はかなり困難を伴うようである。実際、太陽同期しない潮汐波の重要性は理論およびレーダーなどによる観測の両面から無視できないものであることが報告されている。本シンポジウムにおいても大西(京都大学)ほか、R. A. Vincentほか(惑星波のセッション)による赤道域のレーダー観測報告では1日・半日潮汐波ともに太陽同期しない成分がかなりの振幅を持って存在しているらしいことが指摘された。またこれらのレーダー観測では潮汐波の大きな年々変動が報告され、QBO (Quasi Biennial Oscillation)との関連も考えられている。今後、レーダーなどの地上観測装置と衛星による協同観測はますます重要になるとと思われる。

さらに、高緯度(南極域)におけるレーダー観測報告があった。J. M. Forbesらは特異点である南極点における流星レーダー観測から多くの波動の振舞を調べ興味ある結果を報告した。半日周期の波動は東西波数1と推定され、太陽同期する半日周期潮汐波とは異なる事が示された。さらに10時間ほどから20日ほどの様々な波動が存在し、やはり東西波数1であるらしいことが報告された。D. Rigginらは南極沿岸におけるレーダーデータを用い、卓越波動である周期12時間程の波動の振舞を報告した。面白いことにその周期は12時間から若干ずれていて半日周期の潮汐波そのものではない。さらに惑星波の周期程度で振幅位相変動をしており、半日周期潮汐波動と惑星波の間のなんらかの非線形相互作用により生み出されていることが示唆された。

一方、理論的側面からも新しいアプローチがなされた。従来より潮汐波がより周期の短い波動にとって背景場となりその伝搬特性に影響を与えるという視点はあったが、大気潮汐波が大変大きな水平位相速度を持つ為か、潮汐波が他の波動からの影響を受けるといった視点の研究はあまり行われてきていなかったように思う。今回F. Vialは潮汐波と惑星波の非線形相互作用について理論的考察を行った。非線形相互作用により生成された波動はもとの波動とは異なる伝搬特性を得てさらに上方に伝搬してゆくなど示唆に富んで面白かった。M. E. Haganは潮汐波の励起、伝搬に与える

QBOの影響について最近開発したGSWM (Global Scale Wave Model) モデル(2次元モデル)を用いて議論した。上記の赤道域レーダー観測でも示されているQBOに関連すると思われる平均風や潮汐波の変動は、赤道域のみでなく中高緯度においても観測報告があり理論面からの研究が期待される。また渡辺(九州大学)らは九州大学で開発した大循環モデルを用い、緯度間における物質循環の計算機実験の報告を行った。波動に伴う子午面循環は極域においてその効果が顕著に現れる。最近、極域中層大気における観測に各国が力を入れるようになっており、このような理論研究との比較研究も今後盛んになると期待している。

(堤 雅基)

4. セッションPW: プラネタリ波

プラネタリー波のセッションは2日目の午後と3日目の午前に行われ、11件の口頭発表があった。ポスター発表は4日目の夕方に行われた。話題の中心は2, 3, 6~7日周期波に関してであった。これらの波について、R. A. Vincent および津田研究室グループが赤道付近の経度の異なる3地点でのレーダー観測による、東西波数、鉛直波長の見積りを紹介した。それによると、2日波はノーマルモードロスビー波(いわゆる(3, 1)モード)、3日波は東西波数1の東進ケルビン波、6~7日波については東西波数1の西進、ノーマルモードロスビー波に似た構造であることが示された。さらに五十嵐(通信総合研究所)は北半球中緯度(Yamagawa)、堤(国立極地研究所)は南半球中緯度(Adelaide)におけるレーダー観測結果を紹介した。多地点のレーダー観測結果を利用すれば、波の水平構造や出現特性に関して、精度が良い長期間のデータが期待でき、面白いと思った。一方、励起源については、2日波、6~7日波ともに、中間圏での東風ジェット的不安定によって生じるという説が有力であったように思う。2日波については、R. S. LiebermanがUARSデータの解析を基に、6~7日波についてはR. A. Vincentがレーダー観測結果を基に、不安定モードらしいということを言っていた。しかしながら、励起源については(励起メカニズムが1つでなければならない必要はなく、2つ以上の原因があっても良い?)、データが長期間得られている訳でもなく、不明確な点も残っており、さらにいくつかの事例について解析を行う必要があると思った。同時に、グローバルなデータが得にくい現状では、励起源の解明を目的とした数