

金星中層、超高層大気の未解決問題 - 金星熱圏スーパーローテーション成分の成因

Unresolved Problems: The Generation Mechanism of the superrotation component in the Venusian upper atmosphere

高橋 芳幸[1]

Yoshiyuki Takahashi[1]

[1] 東北大学

[1] Science, Tohoku Univ.

米国の探査機パイオニア・ヴィーナスによる観測によって、金星熱圏中のヘリウムの密度ピークが反太陽直下点からずれていることが観測された。これは、金星熱圏では太陽直下点から反太陽直下点に向かう流れが卓越し、温度や密度の分布は金星 - 太陽線に対して対称になるというそれ以前の予想と異なるものであった。同時に、この結果は金星下層・中層大気中のみならず熱圏中にもスーパーローテーション成分が存在することを予想させた。現在、この金星熱圏スーパーローテーション成分の成因としては以下の2つが考えられている。(1) 下層・中層大気中のスーパーローテーションが直接つながっている、(2) 雲層から鉛直伝搬した大気重力波が熱圏中で飽和することによる平均流加速。いずれが実際の金星大気中で働いているとしても、これらは金星中層大気と超高層大気との結合過程が非常に重要であることを示唆している。しかし、金星熱圏中のスーパーローテーション成分がどのようなメカニズムで生じているかは未だ明らかになっていない。

また近年、酸素分子大気光などの分光観測による金星下部熱圏のイメージングが行われるようになってきた。1.27 μm 酸素分子大気光はおよそ 100 km に発光層を持つが、その発光は非常に強く平均 1 MR、局所的な発光のピークでは 5 MR にも達する。これまでの観測結果から、パイオニア・ヴィーナスによる結果と整合的な発光のピークの反太陽直下点からのずれに加えて、非常に短いタイムスケールでの発光強度および発光パターン変動が確かめられている。発光強度最大の領域では、発光強度は 1 時間に 20 ほども変化し、1 日以内のタイムスケールで局所的な発光のピークが完全に消えてしまうこともある。また、分光観測でドップラーシフトを測定することによる熱圏風速の導出も行われ、太陽直下点から反太陽直下点に向かう流れとスーパーローテーション成分の導出が行われているが、数例の観測で大きく異なる結果を得ている。これらは、金星下部熱圏領域における大気循環や光化学過程が極めて大きく変動することを示している。

以上の現象の理解を困難にしているのは、雲層から下部熱圏にわたる高度領域約 70 km から 130 km での風の観測が不足していることにある。上記 (1) が熱圏中のスーパーローテーションの成因であるならば下部熱圏中の風速のスーパーローテーション成分は経度に対して一様であることが期待される。しかし、(2) が成因ならば鉛直伝搬してきた重力波と太陽直下点から反太陽直下点に向かう流れとの相互作用の結果として、スーパーローテーション成分は経度に対して非一様になることが予想される。したがって下部熱圏風の経度分布の観測から金星熱圏スーパーローテーション成分の成因を明らかにすることが可能である。また、雲層から下部熱圏までの風速の鉛直プロファイルを観測することによって、中層大気中のスーパーローテーションが熱圏中のスーパーローテーション成分とつながっているかどうかを直接確かめることができる。さらに、中層大気中で発生した重力波の鉛直伝搬を考えると、雲層から下部熱圏までの背景風の分布は伝搬特性と密接に関係している。そのため、この高度領域の風速鉛直プロファイルの観測は中層・超高層大気結合の力学過程と、酸素分子大気光の観測から予想される大きな変動性を理解する上で不可欠のものである。

本講演では、下部熱圏における風速測定の意味に加えて、その実現可能性についても述べる予定である。例えば、地球大気で使用されているチャフ技術の金星への応用が考えられる。この方法では、高度約 95 km から 110 km における金星熱圏風の観測が可能と見積られる。衛星からチャフを放出して大気観測を行う場合、衛星の軌道運動のために放出したチャフと衛星が離れてしまうことが問題であるが、チャフを放出する衛星とレーダー観測を行う衛星を別々に用意することで解決できると考えられる。そして、複数回の観測を行えば経度方向の風速分布の導出も可能であろう。これらの観測と、現在検討が進められている金星探査計画の赤外イメージングによる中層大気風速の観測、そして電波掩蔽やイメージングによる重力波の活動のモニターを同時に行うことで、金星熱圏中のスーパーローテーションの成因の解明と中層・超高層大気結合の力学過程の解明が期待できる。