

金星からの熱赤外放射の周期解析

複雑理工学専攻 2019年3月修了

47-176100 梶原 直也

指導教員：今村 剛 教授

キーワード：金星，惑星科学，惑星大気

金星の大気循環の理解のためにはどのような惑星規模の波が存在するのかを知ることが重要である。金星大気中の惑星規模の波動の存在はこれまでに、雲画像の時系列解析を行うことによって捉えられてきた。金星を可視光で見ると、特徴的な模様が見られないが、紫外波長で観測すると吸収物質の存在により濃淡模様を見ることができる。NASAの探査機 Pioneer Venus で長期間にわたって継続的に撮影された紫外画像を用いて紫外輝度の周期解析を行った結果、紫外輝度の変動に 4.0-5.0 日周期の波が存在することが明らかになり、観測する時期によって卓越する波の周期や緯度分布が変化することも明らかにされた(DelGenio & Rossow., 1990)。欧州宇宙機関(ESA)の金星探査機 Venus Express によって撮影された紫外画像を用いて雲追跡を行なうことで東西風速を導出した結果にも約 4.0-6.0 日周期の変動があることが明らかにされた(Kouyama et al., 2013)。このように紫外輝度、東西風速については約 4.0-6.0 日周期の変動が捉えられているが、観測が乏しく、波を同定するために重要な情報である振幅、位相の緯度依存性に関する情報がまだ得られておらず波の同定にいたっていない。また、風速とともに重要な力学情報である温度変動の周期性はこれまでに研究されていない。

本研究では、JAXA の金星探査機あかつきに搭載されている熱赤外カメラ LIR によって撮影された画像を用いて金星雲頂部における温度の周期変動を検出し、複数の周期変動を分離し、それぞれの振幅と位相の緯度構造を調べることによって、波の時空間構造を明らかにするとともに波の種類を同定することを試みた。LIR による観測画像には、異なる画像間にオフセットとして生じる系統誤差約 3.0K、各画像内でランダムに生じる相対誤差約 0.30K が存在する。期待されている温度振幅は 1.0K のオーダーであるため(Kouyama et al., 2015)系統誤差の影響を受ける解析方法では温度変動を取り出すことは困難である。そこで、波の伝搬にともなって同一画像内で輝度温度の違いが生じることを利用する。同一画像内の同じ緯度で東西に離れた 2 箇所の輝度温度差を経度差で割ると、東西

方向の温度勾配となる。この温度勾配には系統誤差ではなく相対誤差だけが影響するため、波を検出できる可能性がある。このようにして求めた輝度温度勾配の時系列を用いて FFT と wavelet 解析を行い波の時空間構造を調べた。

複数の緯度において FFT を行った結果、低緯度で振幅が極大となる周期約 3.5 日の成分が、高緯度で南北同位相に卓越する周期約 4.9 日の成分が存在していることがわかった。また、広い緯度帯で同じような振幅を持つ周期約 5.2 日の成分も存在していることが明らかになった。

wavelet 解析では波の時間構造を調べることができる。FFT では顕著なピークが見られた周期の成分は解析区間全てにおいて存在しているわけではなく、観測する期間によって卓越する波が変化することが明らかになった。また、南北同緯度に着目すると、周期約 5.0 日の波が同じ期間に卓越する様子が見て取れた。

金星にはスーパーローテーションと呼ばれる循環周期約 4.0 日の大気循環が存在する。この循環周期よりも周期が短いこと、振幅の緯度構造から周期約 3.5 日の成分は Kelvin 波であることが想像される。また、この循環周期より周期が遅いこと、振幅、位相の緯度構造から周期約 4.9 日の成分は Rossby 波であることが想像される。周期約 5.2 日の成分も Rossby 波のモードであると考えられる。