

「金星の謎」スーパーローテーションに迫る

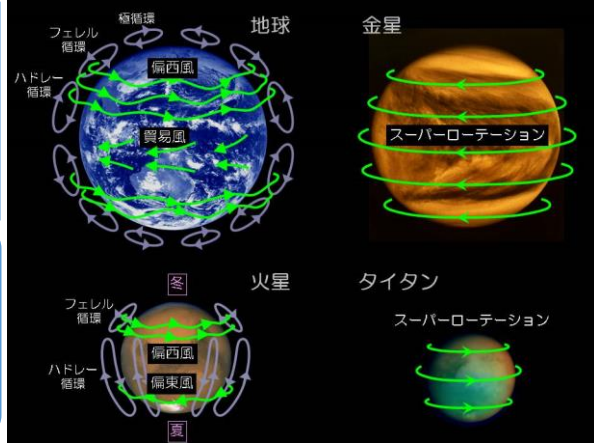
Part 3 ～金星の雲頂の高さと温度の分布の関係～

茨城県立並木中等教育学校 科学研究部 3年次 山田 結

1.用語説明

スーパーローテーション

時計回りに高度約70kmの雲頂付近で流れている風。風速約100m/s(4日で金星を一周)。発生理由は不明。



〈図1〉スーパーローテーションと他の大気大循環

引用：「金星の気象学 惑星気象学とスーパーローテーション」
「http://www.stp.isas.jaxa.jp/venus/sci_meteor.html」

2.研究の動機・目的

スーパーローテーションはなぜ発生する？

雲頂の高さと表面温度の関係から、スーパーローテーションの原因を調べる。

3.本研究で分析対象としたデータ

分析対象データ

下記のURLに記載されているデータを使用した。

JAXA DARTS 金星探査機「あかつき」科学データアーカイブ
<http://darts.isas.jaxa.jp/planet/project/akatsuki/index.html.ja>

- 定量的に分析を行うため、2μmカメラ(IR2)と中間赤外線カメラ(LIR)のL3bデータの画像データを用いた。
- 今回は、金星の表面を全体的に調べるため、金星の表面を約1周するように、2016年の4月から9月にかけての月の最初のデータを使用した。

〈表1〉IR2, LIRカメラの基本情報

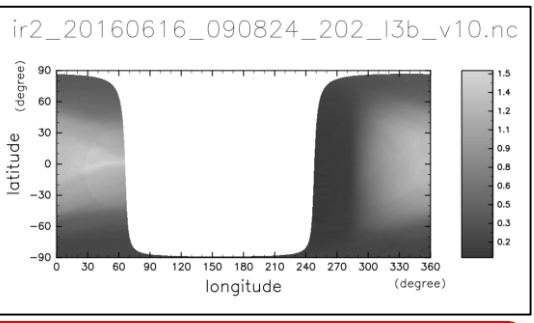
	IR2	LIR
波長	2.02μm	10μm
撮影対象	雲頂の高さ	表面温度
画像の色	白	高い
	↓	↓
	黒	低い

使用するデータの作成

雲頂の高さや表面温度を定量的に調べるためのデータを、1～3の工程で作成する。

〈図2〉L3b画像データの例 (IR2, 2016年6月16日9時)

図の右にある数字が、数値と白さの対応表の数値(以下、計算値)である。



- IR2の画像でランダムに50か所点を取り(以下、取得点)、座標とカウント値(今回使ったMakali'iというソフトが出す、白黒画像の白さを表す数値)を記録する。LIRの画像でも、同時刻同座標のカウント値を記録する。
 - 記録したカウント値を、IR2とLIRの画像データの右側にある計算値に計算して変換する。
 - 1で記録した座標を、左上を(0, 0)とした画像上の座標から、x座標が0～360, y座標が-90～90の座標に計算して変換する(以下、変換座標)。
- ただし、各カメラの計算値は、実際の距離や温度ではない。

4.仮説

- 光の放射強度は、距離の2乗に反比例することから、IR2とLIRの計算値も、距離の2乗と反比例する。
- 金星の大気の対流によって、表面温度が高いほど雲頂の高さも大きくなり、表面温度が低いほど雲頂の高さも小さくなる。

5.分析1 IR2, LIRそれぞれの計算値と距離の関係を探る

分析1の方法

異なる画像の同じ数値が同じ温度や高さを表しているのか？

「IR2の計算値と金星・あかつき間の距離」と「LIRの計算値と金星・あかつき間の距離」の関係が見られないか探った。

分析1の結果・考察

距離と各カメラの計算値との関係性は特に見られなかった。よって、各画像の計算値の比較に距離を影響させる必要はないと考えられる。

6.分析2 IR2とLIRの計算値の関係を探る

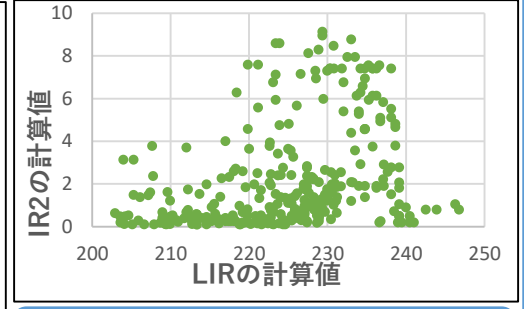
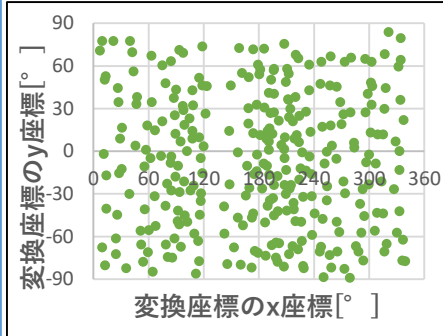
分析2の方法

- IR2の計算値を縦軸、LIRの計算値を横軸にして、グラフを作成して比較
- 金星上の位置やデータの時期でのIR2とLIRの計算値の違いも調べるため、グラフの点を「月ごと」「変換座標のx座標ごと」「変換座標のy座標ごと」の3つの方法で色分けして比較

分析2の結果

【点のLIRとIR2の関係と、変換座標】

取得点の座標をグラフ1に、IR2とLIRの計算値の関係をグラフ2に示す。



〈グラフ1〉取得点の座標

〈グラフ2〉取得点で取ったIR2とLIRの計算値の関係

【月ごとに色分けした点のLIRとIR2の関係・変換座標のy座標ごとに色分けした点のLIRとIR2の関係】

月ごとと変換座標のy座標ごとで見た、各計算値の分布がよく似ていた。そこで、表3で、時期と変換座標のy座標をまとめて書いた。ただし4時期と変換座標のy座標がそれぞれ示す範囲は一致していない(例えば、4月の点の分布が、変換座標のy座標90～30の範囲に一致してはいない)。

〈表2〉2種類の方法で点を色分けしたグラフでの点の分布傾向

点の分布傾向	特徴	範囲
①	LIRの計算値：全て235以下 IR2の計算値：4以下	時期：4月 変換座標のy座標：90～30
②	LIRの計算値：全て235以下 IR2の計算値：3以下	時期：5月～7月 変換座標のy座標：30～-30
③	LIRの計算値：ほぼ220以上 IR2の計算値：ばらけている	時期：8月～9月 変換座標のy座標：-30～-90

【変換座標のx座標ごとに色分けした点のLIRとIR2の関係】

・特定の色の点が固まっている様子はなく、ほぼばらばらの状態である。

分析2の考察

- 取得点は全体的にばらけていたので、異なる画像の同じ数値が同じ事柄を示しているといえる。
- 表2から、月ごとと変換座標のy座標ごとの変化の様子が推測できるが、分析量が少ないので正確性は低いと考えられる。
- 画像上のx座標は、IR2とLIRの数値には関係していないと考えられる。
- 時期と座標が近いにも関わらず、IR2とLIRの計算値が大きく違う箇所があった。これは金星の太陽光の当たり方による違いかもしれないと考え、以下のURLから金星の満ち欠けの様子を調べた。

JAXA 金星探査機「あかつき」特設サイト 軌道情報

<http://akatsuki.isas.jaxa.jp/gallery/orbit/>

そこで分かった、あかつきから見た金星の満ち欠けの図を表3に示す。

〈表3〉あかつきから見た金星の満ち欠けの図

日付(月/日)	04/01	05/01	06/16	07/02	08/01	09/05
金星の満ち欠けの画像						

表3より、5月～7月ではほぼ完全に満ちた状態、4月は半分満ちた状態、そして8月～9月は三日月に近い状態となっている。このことから、太陽光によって影となっている部分があかつきから多く見えているほど、LIRの計算値は大きく、IR2の計算値の幅が広がると考えられる。この結果は仮説に反したものだ。

7.まとめと課題

- 各画像の計算値の大小と金星・あかつき間の距離は関係ない。
- 画像上のx座標は、IR2とLIRの数値には関係ない。
- 太陽光で影となる部分があかつきから多く見えるほど、LIRの計算値は大きく、IR2の計算値の幅が広がる。
- より細かな動きが分かる1週間連続のデータで分析し、雲頂の高さや表面温度の数値の変化を推測したい。