

地球影 ～誰彼刻を追ふ～

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 石牟礼 碧衣(高校3年)

はじめに

地球の影とは夜のことである。日の出・日没前後、太陽の向かい側の空の地平線近くに、青と桃色の帯が見えることがある(図1)。青い帯が地球影、桃色の帯がビーナスベルト(以下VB)と呼ばれ、地球影は文字通り地球の影が、VBは、夕焼けと同じ原理で太陽光が散乱されて赤成分のみになったものが大気に投影されていると考えられている(図2)。本研究では、地球影が本当に地球の影であるのか、また地球影とVBがどのようにして起きている現象なのか、理論計算と観測から検証と説明を試みた。

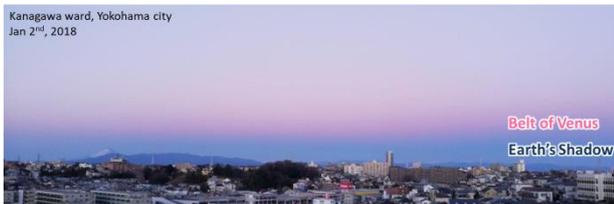


図1.地球影とVB

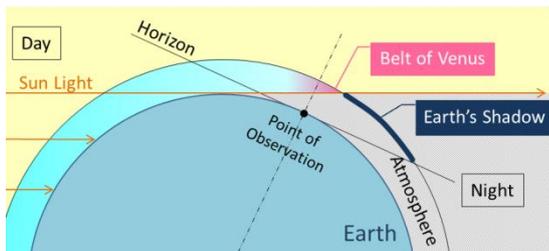


図2.地球影・VBの模式図

方法

まず計算において、観測点上空を覆うように、一定の仰角・方位角・地表からの大気高度で計算点を設定した(図3)。この計算点に光が当たっているか、どの程度当たっているのかを時間ごとに算出し、光の当たり具合で計算点の大きさを変え、方位角ごとにグラフにプロットした(図4)。観測点は図中左下であり、右の方向を見ている状態である。更に横軸(距離)で対数軸をとった。

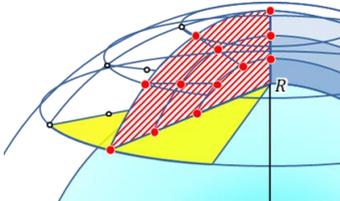


図3.計算点の模式図



図4.方位角80°の計算点

これに加えて観測を行い、2つの結果を比較した。

結果

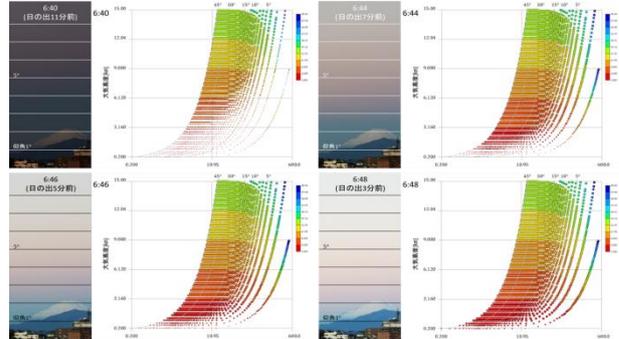


図5.観測を写真と計算結果の比較

結論

地球影が見えている部分の空には光が当たっていない。

→ 地球影は本当に地球の影である。地球影は地球の影が大気に投影されて見えている。

ビーナスベルトが富士山頂にさしかかった時、山頂に陽が差し、桃色に染まる(06:48)。

→ 夕日と同じように、太陽側の大気で散乱されてピンク色になった光が大気を照らし、ビーナスベルトとして見えている。

ビーナスベルトが見えている部分の空で、光が当たっている最低の大気高度は1~12km。

→ 参考文献で言われている12~50kmよりも低い。

今後の展望

「影とVBの境」について、画像中の明るさなどではっきりと定義する。これに加えて、計算・観測での方位角の範囲を広げ、影全体の概形を掴む。また、今回は大気の屈折率を考慮していないので、計算と観測では誤差が生じているはずである。この誤差の程度を検証し、小さくしていく。

加えて観測を続け、時期や日の出・日没での違いはあるのかなど、気象条件によって現象そのものにどのような影響があるのかについて調査する。

使用機材・ソフト

- ・ Nikon D610 + AT-X 107 DX Fisheye 10-17mm F3.5-4.5 (IF) (図1)
- ・ Nikon D7200 + AF-S NIKKOR 80-200mm f/2.8D (観測)
- ・ Microsoft Excel 2010
- ・ Graph-R version 2.41
- ・ Adobe Photoshop Elements 14
- ・ AstroArts ステラナビゲータ Ver.9.2c

参考文献

武田康男 2017年：地球は本当に丸いのか？ 草思社 63ページ