

金星の太陽面通過から太陽までの距離を求める

三尾 剛(高2)、前川華澄(高2)、前田健登(高1)、頼安寿樹(高1)、香山主樹(高1)、花田雄貴(高1)【兵庫県立大学附属高等学校】

棚池祐馬(高2)、前川 群(高2)、苫野杏樹(高2)【兵庫県立龍野高等学校】

要 旨

私たちは6月6日に起きた金星の太陽面通過を観測し、黒点と金星の画像を得ることができました。そこで、同時刻に共同観測していたタイの LESA 校と太陽観測衛星 SDO の観測画像と私たちの画像とを比較し、地球-太陽間の距離を求めました。その結果、太陽までの距離は1億3,380万 km、1億5,540万 km となりました。

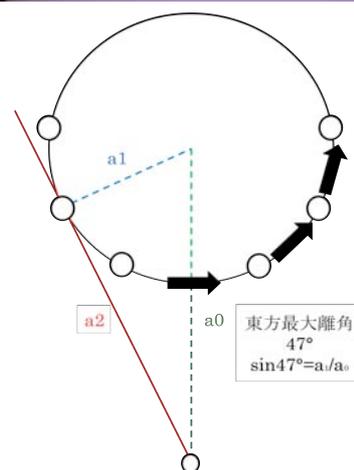


1、はじめに

金星の太陽面通過観測による太陽までの距離の算出は、宇宙の大きさを知る手がかりとして、18世紀より行われている伝統的な研究です。私たちは学校の望遠鏡による画像と、以前より親交のあるタイの LESA 校と太陽観測衛星 SDO の画像を比較し、太陽までの距離を算出することにしました。

同時刻における2地点での太陽面の金星の位置のずれ(視差)が分かれば、三角測量の要領で金星までの距離が求められます。また、金星の東方最大離角から求められる地球-太陽-金星間の距離の比を使って太陽までの距離を算出できます。

県立大附高は LESA 校画像、龍野高校は SDO 画像を手分けして解析にあたりました。



2、観測と解析の方法

観測にはタカハシ13センチ屈折、ビクセン8センチ屈折望遠鏡を使用し、太陽観測のため減光フィルム(アストロソーラーフィルター眼視用)を鏡筒に取り付けました。カメラは一眼デジタルカメラを使用し、Astor-HSの呼びかけに合わせて10分ごとにRAWデータで太陽を撮影しました。

得られたRAWデータの画像を専用ソフトで FITS



共同観測したタイ LESA 校の観測風景

データに変換し、画像処理ソフト Makalii で太陽・金星の中心座標をピクセルで求めました。太陽の中心座標は、画像上の太陽の円周上に異なる3点を取り、2点を結ぶ線分の垂直二等分線の交点を算出することで求められます。また、金星の場合は、金星像の x 座標 y 座標の最大値・最小値をそれぞれ求め、その平均値を中心座標としました。測定誤差を小さくするために上記の測定を5回行い、平均値を求めました。タイやSDOで観測されたデータも、同様に太陽・金星の中心座標をピクセルで求めました。画像はそれぞれスケールと傾きが異なっていたので、それぞれの太陽直径のピクセル数を求め、その比を用いてスケールを補正し、傾きは2つの黒点を結ぶ線分の傾きで合わせました。全く同時刻の観測

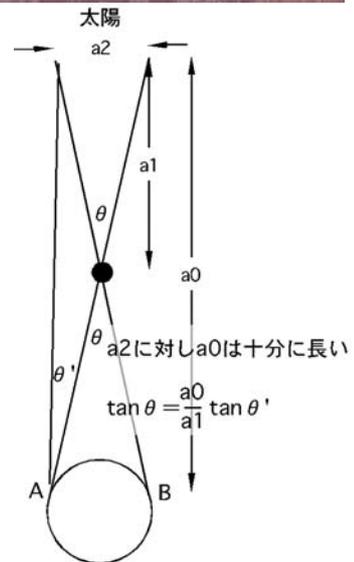
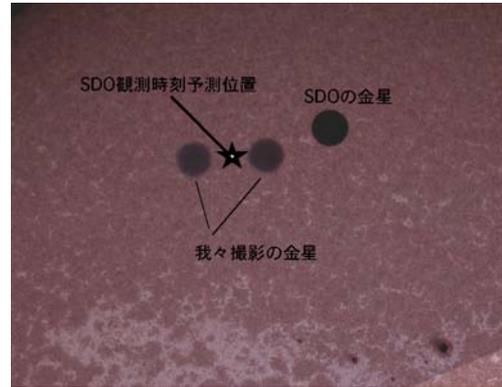
観測地情報

	経度	緯度	高度
兵庫県大附高	東経134° 24'	北緯34° 54'	
タイLESA	東経100° 38'	北緯13° 46'	
SDO	西経100° 42'	南緯4° 28'	35,781km

は行えなかったもので、LESA、SDOの観測時刻における日本での金星位置を、その時刻を挟む2つの画像から導出し、2地点からの金星位置のずれ(視差)を求めました。

日本-タイ、日本-SDOの距離は、それぞれの緯度経度高度から、球面三角の公式・余弦定理で求めました。求めた2地点間の距離と視差から、三角測量の要領で、地球-金星間の距離を求め、地球-太陽間の距離を算出しました。

また、背景とした太陽までの距離が近く、金星までの距離とそれとの比が約3:4であるので、太陽面上での金星位置のずれが図の θ ではなく θ' であるとして視差を補正してみました。



3、結果と考察

解析結果

	画像上の視差 θ' (秒角)	視差補正後 θ (秒角)	2地点間距離 (km)	太陽までの距離(万km)	太陽までの距離 (視差補正後 万km)
LESAとの比較	23.17	31.2	4038	13400	9780
SDOとの比較	166.8	228.1	46200	21300	15540

実際に知られている6月6日の太陽までの距離は約1億5180kmです。結果は、SDOとの比較は視差の補正をした方が、タイLESAとの比較はしない方が知られている値に近くなりました。これが観測や解析によるずれによるものかどうかは分かりません。

お世話になった先生方とも一緒に検討しましたが、補正が正しいかどうか解決できていません。2地点が730km離れると、太陽の位置そのものが1秒角ずれることから、金星太陽面通過から太陽までの距離を求めるには、 θ の求め方に工夫が必要だと考えます。