

# インドネシア・スラウェシ島 皆既日食観測報告

江越 航\*

## 概要

2016年3月9日、インドネシアにおいて皆既日食が観測された。皆既日食は天文現象の中でも最も神秘的な現象として人気があるものであり、この現象を記録するため、現地スラウェシ島にて観測を行った。

観測した内容は、主に今後のプラネタリウム投影における使用を想定した、高倍率コンパクトデジタルカメラによる太陽の撮影、固定カメラと魚眼レンズコンバータによる全天の撮影、コンパクトデジタルカメラによる周囲の状況の撮影、簡易型データロガによる気温・日照時間の測定である。本稿では、その概要と結果を報告する。

## 1. はじめに

2016年3月9日、インドネシアにおいて皆既日食が観測された。皆既日食は天文現象の中でも最も神秘的なものとして、人気のある現象である。皆既日食自体は年に1回程度起こる現象であるが、必ずしも観測しやすい場所で起こるとは限らないため、なかなか観測の機会に恵まれない。しかし今回、インドネシアという日本から比較的アクセスの良い場所で起きたことから、この現象を記録するため、私費ではあるが現地にて観測を行った。

観測した内容は、高倍率コンパクトデジタルカメラによる太陽面の撮影以外に、固定カメラと魚眼レンズコンバータによる全天の撮影、コンパクトデジタルカメラによる周囲の状況撮影、簡易型データロガによる気温・日照時間の測定である。以下で、実施した観測の概要と結果を報告する。

## 2. 観測場所の選定

今回の皆既日食は、主にインドネシアのスマトラ島、ボルネオ等、スラウェシ島、テルテナ島で観測することができるものであった。また当日、日本でも全国で部分日食となった。

インドネシアは赤道直下の熱帯性気候の地域であり、おおむね5～10月が乾季で、11～4月が雨季となる。

このため日食の時間帯に降雨が生じる可能性が高いことから、過去、数年間の同時期の天候を検討し、晴天率の高い観測場所を選定した。

写真1は、1年前の2015年3月9日の、日食と同じ時間帯のインドネシア付近の衛星画像である。この時期は東からの貿易風が卓越しており、海を通過して湿った空気が、山岳による強制上昇により、雲を作っている。特にスマトラ島、ボルネオ島では地形上、皆既日食帯で雲ができやすくなっているため、観測場所としては不適と考えられた。スラウェシ島も南部は雲がしやすいが、北部は山岳に遮られ、比較的晴れやすいと考えられた。テルテナ島も比較的雲の影響が少なかった。

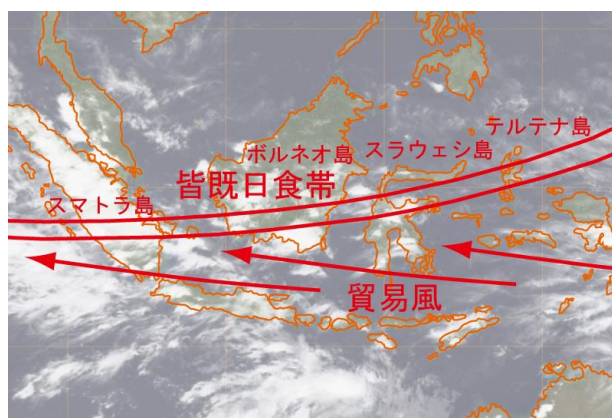


写真1 皆既日食帯と1年前の気象衛星画像

その他、各旅行会社の現地調査状況も考慮して、最終的に晴天が期待できるスラウェシ島の都市パルにて観測することとした。その結果、当日は快晴に近い

\*大阪市立科学館学芸グループ  
e-mail: egoshi@sci-museum.jp

好条件で、ほぼ全経過を撮影することが可能であった。

### 3. 日食の概要

日食による月の影は西から東に移動することから、各地での日食の起こる時間は異なり、東に行くほど遅い時刻に起こることになる。今回観測したスラウェシ島パルでの、現地時間における日食の経過は、表1に示すとおりである。日食の中心線からは離れた場所であるため、皆既日食の時間は約2分程度であった。なお日本との時差は-1時間で、日本の方が1時間進んでいる。

表1 日食の経過

時刻(現地時間)	内容
6:05	日の出
7:27:52	部分日食の始まり(第一接触)
8:37:45	皆既日食の始まり(第二接触)
8:38:53	食の最大
8:39:57	皆既日食の終わり(第三接触)
10:00:47	部分日食の終わり(第四接触)

### 4. 観測計画の策定

今回の観測では、主に表2に示す機材を用いた。撮影の目的に応じて機材を選定するとともに、限られた時間で同時に対応可能なこと、移動の際の航空機の重量制限等を考慮して選んだ。

さらに使用に当たっては、事前に太陽を撮影して機材の操作を確認するとともに、自動撮影を行う機材については、実際に想定される時間の間、電池が持つか、同じ時間撮影して確認した。

また、設定項目を一覧にまとめ、時系列で表にすることで、漏れがないように準備した。

基本的には、部分日食の間は定期的に撮影を行い、皆既となる2分前からは全て動画で自動撮影とし、実際の雰囲気を感じてみることを主眼とした。

表2 使用機材

機材	内容
Nikon P610	高倍率コンパクトデジタルカメラ 太陽面の撮影用
Nikon D5100	魚眼レンズコンバータと組み合わせて、全天周画像の撮影
Nikon AW120	日食の最中の周囲の状況撮影用
Panasonic TZ3	皆既の瞬間の周囲の音声録音用
データロガ エコログ XL	周辺環境測定用



写真2 撮影の様子

表3 設定項目をまとめた一覧表の一部

	Nikon D5100	Nikon P610	Nikon AW120	Panasonic TZ3	その他
準備	Pモード	Uモード	GPSセット		データロガ ON
	時刻合わせ	NDフィルター取り付け	ND400×2		
	ピントテープ固定	MFロック合わせ			
	オートフォーカス解除	GPSセット			
	手ぶれ防止解除	手ぶれ防止解除			
	インターバル撮影 10秒				
撮影開始	自動	1分毎	5分毎	適宜	自動
07:25	07:25より撮影	AEブラケット	07:25より		
2時間32分10秒	(155分930枚)	セルフタイマー 2S			
第1接触					
23:27:50.8(UT)					
07:27:52.0(LST)					
10分前	(電池確認)	電池確認	電池確認	電池入れ替え	
08:27:00(LST)					
2分前		NDフィルター外す	動画開始	動画開始	
08:35:30(LST)					
第2接触					
08:37:45.0(UT)					
08:37:45.0(LST)					
食の最大					
08:38:53.0(UT)					
08:38:53.0(LST)					

### 5. 高倍率コンパクトカメラによる撮影

日食の経過は、光学60倍ズーム可能な超望遠コンパクトデジタルカメラNikon P610を用いて、原則1分ごとに撮影した。この倍率で撮影すると、太陽を導入することが難しくなるため、三脚とカメラの間にビクセン製の微動雲台を挟んでいる。

太陽の撮影は、部分日食については、レンズ部分にマルミ光機製の太陽観測用ND100000(58mm)を、ステップアップリングを用いて取り付けて行った。

カメラのモードは、測光方式は中央部重点とし、絞り値・シャッター速度は自動のプログラムオートモード、ISO感度の設定もAUTOとした。ただしオートブラケット撮影により、±1の露出補正を加えた写真を連続して撮影している。また、このカメラはレリーズが使用できない。



写真3 皆既日食の様子

いたため、手ぶれの影響を避けた 2 秒のセルフタイマーモードを用いた撮影を別途行った。

皆既となる 2 分前には、ND フィルターを外して、動画撮影のモードとした。この後、皆既終了後 2 分後までは、そのまま動画での自動撮影とした。写真 3 は、動画から切り出した、皆既日食の様子の写真である。

皆既日食終了後は、再び ND フィルターを取り付け、同様の条件で、部分日食終了まで原則 1 分ごとに撮影した。

## 6. 全天周画像の撮影

日食の際に全周魚眼レンズを用いて、空全体の様子も記録した。これは、全周魚眼で撮影された写真をプラネタリウムドーム全体に投影すると、あたかもその場にいるような雰囲気を与えることができることから、今後のプラネタリウム番組において使用することを念頭に撮影したものである。

使用した機材は、カメラが NIKON D5100(レンズ付属 VR 18-55mm F3.5-5.6G)で、このカメラのレンズに魚眼コンバージョンレンズ(トダ精光 DIGITAL KING TF510)を取り付けて撮影した。



写真4 魚眼コンバージョンレンズを取り付けたカメラ

カメラのモードは、明るさが大きく変化することから、測光方式は中央部重点とし、絞り値・シャッター速度は自動のプログラムオートモードとした。ISO 感度の設定は 100 に固定したが、シャッター速度が 1 秒を越えたときは、自動的に ISO 感度を上げる設定とした。また、ピントは固定し、オートフォーカス、手ぶれ防止機能はいずれも解除した。

撮影は、カメラを天頂方向に向けて、内臓のインターバルタイマーを用いて、部分日食開始直前の 7 時 25 分から 10 秒ごとに行った。撮影した例が、写真 5 である。皆既日食が最大となった時間での様子であるが、カメラの自動調整により、絞り値は最小の f3.5、シャッター速度 1 秒、ISO 感度 280 に設定され、明るく写っている。また、太陽の位置がかなり低く、風景も写って

いないため、あまり周囲の雰囲気を感じられるものにはなっていない。

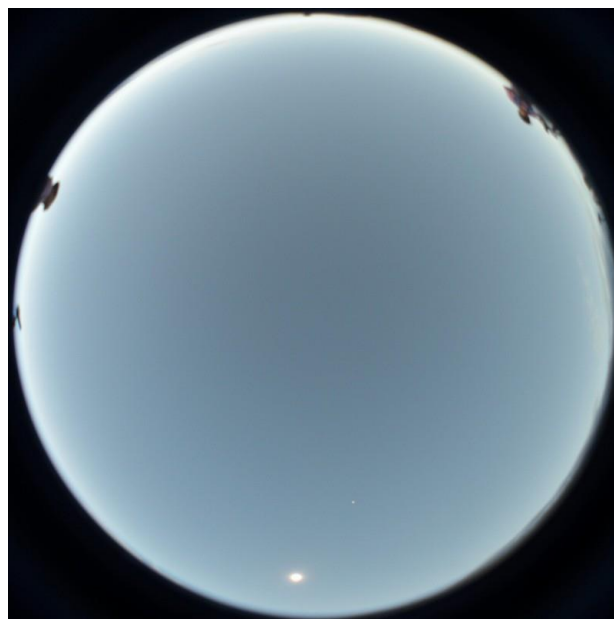


写真5 皆既食での空の様子

図 1 はカメラの測光モードが測定した明るさの変化をグラフにしたものである。シャッター速度 1/1000 秒、絞り値 f16、ISO 感度 100 の状態を基準に、自動で変化したそれぞれの数値を掛け合わせて明るさの相対値を算出した。

最初は早朝で少しずつ明るくなるが、皆既日食となる 8 時 39 分頃に近づくとともに明るさが減少し、その後は再び太陽が現れるとともに、高度が高まることと相まって、どんどん明るくなる様子が測定されている。この値に、撮影した空の明るさを数値化してその値を掛ければ、さらに正確に空の明るさ変化が算出できると考えられる。

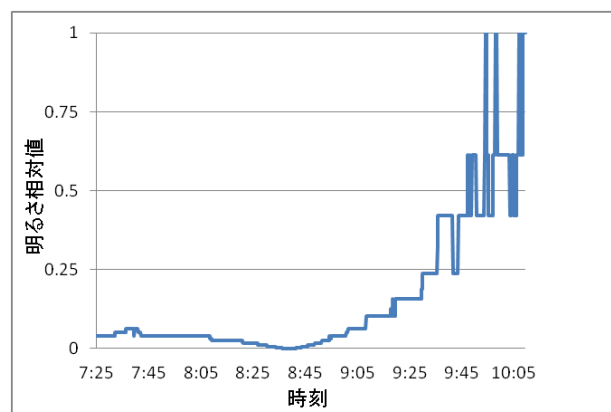


図1 カメラの測光モードによる空の明るさの変化

今回全天周画像は、カメラをちょうど天頂方向に向けて撮影したが、周囲の雰囲気を感じられるようにするためには、むしろやや傾けてもっと風景を入れて撮影した方がよかったと思われる。また、カメラの設定に関しても、皆既日食の最中の空の暗さがあまり表現されて

いないことから、実際の様子を再現するにはさらにカメラの撮影モードの検討が必要である。

## 7. 周囲の状況の撮影

プラネタリウム番組を制作するにあたっては、皆既日食の太陽の画像だけでなく、その時の周囲の状況の画像もあれば、より当時の雰囲気再現することができる。そこで、コンパクトデジタルカメラ Nikon AW120 を用いて、周囲の風景と共に撮影した太陽や、周りの観測者、ピンホール方式による影の変化等、様々な状況を撮影した。特に皆既日食の間は、周囲の状況と太陽を合わせて動画として撮影した。

さらに、皆既となる瞬間は、別のコンパクトデジタルカメラ Panasonic TZ3 でも動画を撮影した。これは主に、その時の音声を録音することを目的としたものである。

## 8. 環境変化

皆既日食の際には、太陽が隠されることにより、気温が下がったり、辺りが暗くなったりという変化がある。そこで、周囲の環境変化を測定するために、株式会社ナリカより販売されている「エコログ XL」を利用した測定を行った。

エコログ XL は、小中学校の理科教育向けに作られた教材用データログ(イスラエル製)で、温度・湿度・気圧・光・音の 5 つのセンサーが内蔵されている。

大きさは 10.5cm×6cm×2cm の小型のデータログであるが、一旦充電してしまえば、本体の内蔵電池だけで動作させることができる。そのため、外部に持ち出し、自由な場所で測定することができる。



写真6 エコログ XL

このエコログ XL を、直接、太陽の光が当たる地面の上において、日食が始まる前の午前 6 時より 15 秒間隔ごとに測定した。このインターバルだと、日食が終了する午前 10 時まで、4 時間の間、測定することが可能になる。

図 2 はその測定結果である。照度をみると、当初はセンサーに直接日光が当たらなかったためか、徐々に明るくなっていたが、7 時 50 分ごろ以降は最大感度の 5000lx を越え、値が振り切れた。しかし、8 時 24 分ごろから再び 5000lx を下回るようになり、直線的に明るさが減少して、皆既日食の最中は 5lx 以下となった。その後、再び直線的に明るさが増加して、8 時 53 分ごろには 5000lx を越えている。

また、気温も夜明けの時点で 24 度程度だったが、その後太陽高度が増すにつれ徐々に気温が上がり、8 時ごろには 34 度となった。しかし空が暗くなり始めるのと同じくして気温が下がり始め、皆既日食が終わる少し後の 8 時 48 分にかけて 28 度まで下がった。しかし、その後は再び上昇していった。相対湿度についても同様で、気温が下がるにつれて一旦湿度も上昇したが、その後再び下降した。

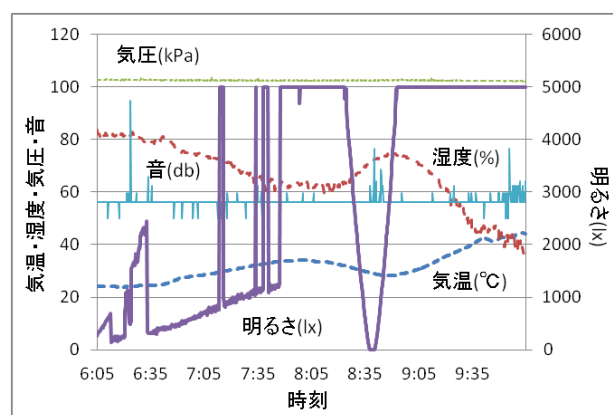


図2 エコログ XL による測定結果

## 9. おわりに

今回、インドネシアで皆既日食が観測されることから、様々な方法でこの日食を記録した。通常、日食の記録は欠けていく太陽を写真に残すことが多いが、プラネタリウム番組を制作するにあたっては、それだけではなく空全体の雰囲気や、周辺の様子を記録が残っていると役に立つことが多いため、合わせて撮影を行った。

また、日食の際には空の明るさや気温、周りの雰囲気など様々なものが変化することから、簡易的なデータログを用いて周辺環境を記録した。その結果、確かに周囲の明るさや温度が変化の様子が確認できた。

こうした記録は、将来プラネタリウム番組を制作するに当たっても、貴重な資料になると考えている。

今回は初めての経験だったこともあり、期待通りに撮影できなかったものも多かった。次回、機会があれば、今回の結果をもとに、より効果的な記録を取りたいと考えている。