特集

金環日食限界線プロジェクト

井上　毅（明石市立天文科学館）、金環日食限界線研究会

1. はじめに

2012 年に日本全国で金環日食が観測された。兵庫県明石市では金環日食の北限界線が市内を通過した。NASA の予報と国立天文台の予報、相馬充の予報では 2 km ほどの差があった。限界線の位置が異なっているのは、日食予報に使用する各数値の違いによるものだ。

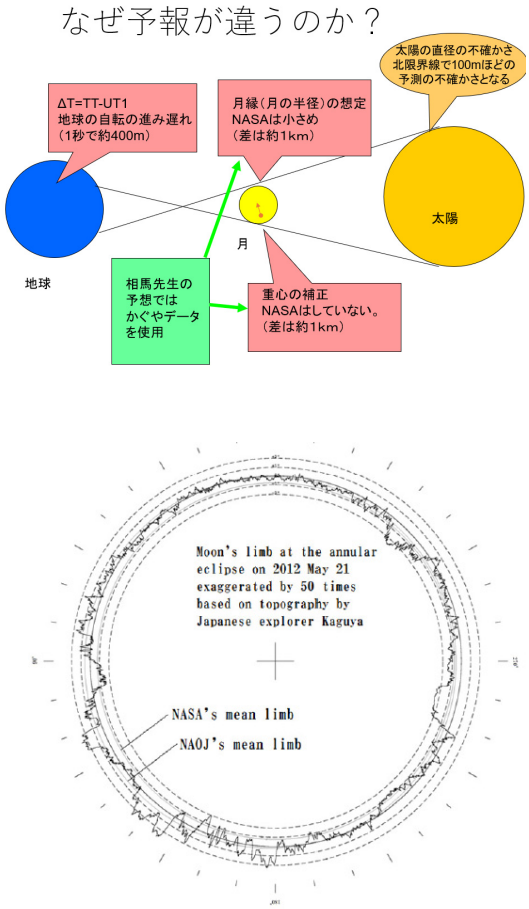

図 1　予報の違いの理由（提供：相馬充）

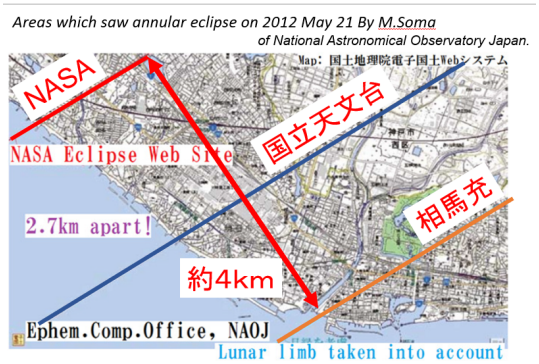

図 2　予報による限界線の差（提供：相馬充）

図 3　日食メガネで見るとどうなるか？

実際に市民が日食メガネで観測した場合、金環日食限界線がどこになるのか。この時点では知られていなかった。

この着眼点を出発点として、金環日食限界線研究会を発足し、全国で共同観測が行われた。本稿では日食メガネによる限界線を求めた結果のまとめについて報告する。

図 4　明石金環日食観測隊

2. 観測および解析の結果

本プロジェクトでは web サイトを通じて一般市民から報告を受け付ける体制を作った。メディアの報道もあり、多くの市民が計画に賛同し、大きな盛り上がりになった。当日の 7 時から web を通じてリングになったかどうかの報告を受け付け、14,844 人からの報告を得た。結果の詳細は、金環日食限界線研究会のサイトで見ることができる。

https://www.eclipse2012.jp/

図 5　寄せられた報告のマッピング

全国 23 の各地域グループは、独自に観測を行い、各々で限界線を決定した。これらの地域グループの結果からは合計約 30,000 人の観測をまとめることができた。観測結果をまとめることができた各地域グループの結論は以下のとおりである。() は主担当者及び天候である。また NASA ライン、国立天文台ライン、相馬ラインの名称はそれぞれが予報した限界線をあらわす。

＊兵庫県立須磨東高等学校（岸本浩）　NASA ライン上（一部曇天）
＊兵庫県立北須磨高等学校（壷井宏泰）　相馬ラインから北に約 500m（最小二乗法による解析）あるいは北に約 1400m（全データに加重を付け累積分布関数フィッティングした結果）（晴天）
＊大阪北地域グループ（井上和俊）　相馬ラインから北 300m（晴天）
＊金環日食 2012 京都学校連携連絡会（有本淳一）　相馬ライン上（晴天）
＊滋賀県金環日食共同観測プロジェクト（高橋進）　相馬ライン上（晴天）
＊岐阜県立大垣東高等学校（ハートピア安八天文台船越浩海）　相馬ラインの北 156m（予報ラインを高度補正した後のライン。標高 0m では北に 125m）（晴天）
＊長野県塩尻市立丘中学校（宮下和久）　相馬ラインから南 250m（晴天）
＊長野県上田・小県地区（渡辺文雄）　相馬ラインから北 300m（晴天）
＊福島県日食観測隊（近藤正宏）　相馬ラインを含み、国立天文台ラインから南へ 7km 程度までのエリア（一部曇天）
＊明石金環日食観測隊（鈴木康史）　明石市内を通った。雲越しに観測した場合には限界線が広がり NASA ライン付近となった（一部曇天）

＊全国のデータ解析（石坂千春）　相馬ライン±500m

3. 結果のまとめ

晴天だった地域では日食メガネによる金環日食北限界線は±500m の範囲で相馬充の予報した限界線ラインに一致した。これを今回の研究会の結論とした。

4. 考　察

3 つのラインのうち、相馬ラインは月縁地形の凹凸を考慮して計算された金環日食の限界線である。日食メガネによる金環日食北限界線が±500m の範囲で相馬ラインに一致したことから、人間の視力（分解能）でも月縁地形の凹凸による見え方の違いが認識できたといえる。月の地形については月探査機KAGUYAにより精密に求められているため、限界線を±500m の精度で決定することは、太陽半径を±200km の精度で求めることに相当する。これは天体望遠鏡を使用したビデオ観測の精度には及ばないものの、近年の高精度な太陽半径の測定に匹敵する精度である。

雲越しの観測が行われた場合、ビーズ状態もリングと認識する傾向も見られた。NASAライン付近に限界線があると判断したケースは雲越しに観測したことが原因の可能性がある。そのほか、報告のばらつき要因としては日食メガネの種類、天候、心理的要因が考えられる。条件を整え、訓練した集団であれば、より正確な観測が可能であると思われる。

今回の取り組みにより多くの児童・生徒、一般市民の観測からも十分科学的価値あるデータを得ることが可能であることが明らかになった。大枠で共同の目的を設定しつつ、ローカルには観測方法や解析方法を自由に工夫するスタイルをとったことにより、各地で大いに創意工夫が発揮された。観測に伴う目の障害の報告はなかった。目的をもって観測することで安全性の向上にも寄与できたと考えている。参加者にとっては、自分たちの観測が天文学の発展に寄与できるという経験をしたことになり、理科教育的にも大きな意義があった。

おわりに

本プロジェクトは金環日食の観測に新しい視点を与えることになったと考える。

日本では 2030 年、2041 年に金環日食が観測できる。2030 年の北海道では、北限界線と南限界線いずれも陸地で観測できる。ぜひ限界線観測を実現したい。

文　献

[1] Sôma, M. 2015, "Observations of the Annular Eclipse on 2012 May 21 by the General Public in Japan", Proc. of APRIM 2014, Publications of the Korean Astronomical Society, Vol. 30, pp. 753 - 755.

[2] 石坂千春、金環日食限界線研究会（2013）日食めがねによる金環日食限界線観測 －みんなで作った日食マップ－、大阪市立科学館研究報告 23, 7 – 12.

Abstract. Solar Eclipses are wonderful phenomena and very good astronomical educational occasions for people. On May 21,2012, we had the opportunity to observe the annular solar eclipse in a wide area of Japan. We planned and ran "Solar Eclipse Limit Line Project" to determine where the limit line of the annular solar eclipse was. The project was done around the limit line, by observing with the naked eye through the solar eclipse glasses whether the ring of the sun was connected or not. We invited not only schools and astronomical clubs but also the public to participate in the project widely. We made it possible to report the

observation results on the web. As a result, we got reports from about 15,000 people. There were about 4km differences in the limit line predictions depending on the calculation methods. On our observation results, the limit line by eclipse glasses was within ±500 m of the line calculated by M.Soma of National Astronomical Observatory based on the topographical data of Japan lunar explorer KAGUYA. Even with a simple observation with the naked eye, it is shown that precise observation data can be obtained. The limit line observation of the annular solar eclipse is a project that citizens can easily participate. We hope this project will be held in many countries where annular solar eclipse will be observed in the future.

井上　毅

金環日食限界線研究会

井上毅、時政典孝、大西 浩次、相馬充、早水勉、安藤亨平、石坂千春、鶴浜義治、福原直人、岸本浩、半田利弘、有本淳一、近藤正宏、谷川智康、洞口俊博、畠浩二、西野藍子、高橋進、井上和俊、山村秀人、艶島敬昭、松井聡、鈴木康史、比嘉義裕、佐藤信、薄謙一、山内誠、渡部勇人、高村裕三朗、小和田稔、高島英雄、冨岡啓行、河野健太、斉藤泉、船越浩海、是恒邦通、安藤和真、塩田和生、百瀬雅彦、武島 佑季、野澤恵、福本 晃造、福士碧沙、竹内彰継、渡辺文雄、渡辺裕之、宮下和久、外村 一、みんなで日食マップを作ろう！参加者のみなさん

＊　＊　＊　＊　＊