

Source : Hayakawa et al. (2022) and Gallica/BnF

ビザンツ帝国の日食記録が明かす過去の地球の自転速度変化

地球の自転速度は少しずつ遅くなっています。しかもその速度変化は一定ではなく、詳細は分かっていません。過去の地球自転速度は、古い時代の皆既日食などの記録を使って求めることができます。地球の自転速度に応じて日食が見える場所は変化するため、正確な観測地、時間、見え方を伝える記録があれば、過去のある時点での地球の自転速度を求めることができるわけです。しかし、すべての時代において、これらの情報に関する信頼できる記録があるわけではありません。特に、西暦4世紀から7世紀については、検討対象となり得る皆既日食の記録が極めて少なく、当時の地球の自転速度については不明な点が少なくありません。

本研究では、存在は知られていたものの、これまであまり分析が進んでいなかった、東地中海沿岸のビザンツ（東ローマ）帝国の皆既日食記録を探索、検討し、4～7世紀における、地球の自転速度の変動の様子を明らかにしました。これにより、地球の自転速度の減速が、これまで考えられていた以上に不規則であった可能性が示唆されました。過去の皆既日食の記録の調査を進めることで、さらに長期にわたる地球の自転速度を、より正確に復元できると考えられます。このような情報は、過去の歴史的天文記録の信憑性評価に用いることができるだけでなく、長期的スパンでの地球上の海水準変化、地球の内部構造の変化、極地の氷の増減など、地球の自転速度変化が関与するような地球環境変動の理解にも役立つと期待されます。

研究代表者

名古屋大学高等研究院

早川 尚志 特任助教

筑波大学図書館情報メディア系

村田 光司 助教



研究の背景

古来より人間は空を見上げ、日食、月食、彗星、巨大黒点、低緯度オーロラなど、世界各地でさまざまな天空の異変を観察、記録してきました。こうした記録は、過去に占星術、暦、天体運行などの検討に用いられたほか、現在でもなお、天体物理学、太陽地球物理学などを研究する上で、少なからぬヒントを与えてくれます。

中でも皆既日食は、特によく観察・記録されてきた天文現象の一つです（図 1）。皆既日食や掩蔽（えんぺい：月が惑星や恒星を隠す現象）などの天文現象は、地球の自転速度に応じて、見える場所が変化することから、こういった記録をもとに、太陽と地球の連関、太陽活動の変動、過去の編年などに加え、地球の自転速度も復元することができます。地球の自転速度は徐々に遅くなっていることは知られていますが、その変化の割合は一定ではなく、天文学者たちは、このような世界各地に残されているさまざまな記録を用いて、自転速度の変化を探究してきました。一方、このような記録は、古いものほど、観測地の偏り、分量の減少、信憑性の低下などが生じます。従って、地球の自転速度の計算結果は、過去に遡るにつれ、不定性が増大するという問題点がありました。

地球の自転速度の変化は、 ΔT （地球時から世界時^{注1}）を引いた差）という数値を用いて表現されますが、 ΔT の精度を上げるためには、信頼できる過去の皆既日食などの記録が欠かせません。とりわけ、西暦 4~7 世紀に関しては、当時、高度な文明を有していた東地中海沿岸のビザンツ（東ローマ）帝国^{注2}で皆既日食が記録されてきたことこそ知られていましたが、このような記録は幾重もの引用や翻訳などを経て伝わっており、信頼性の評価が難しかったことから、これまで地球の自転速度変化の研究にはあまり用いられてきませんでした。

研究内容と成果

そこで本研究チームは、西暦 4 世紀から 7 世紀を対象に、ビザンツ帝国の皆既日食記録を探索、検討し、それらを用いて地球自転速度を計算することで、4~7 世紀の自転速度変化の拘束条件を大幅に増加しました。

今回の研究では、本研究チームが当時の全ての天文記録を網羅的に調査し、その内容を歴史学および文献学的に検証しました。その結果、ギリシア語や古代エチオピア語（ゲエズ語）などの史料（図 2）から、一定の信頼性を有する皆既日食記録 5 件（346 年、418 年、484 年、601 年、693 年）を選定し、そこに記載されている皆既日食観測の詳細を検討しました。そして、これらの観測記録を満たし得る地球の自転速度の変化幅（ ΔT ）を計算し、周辺の時代における皆既日食や掩蔽の観測記録との比較を行いました。その結果、従来ほとんど分かっていなかった 4~7 世紀の地球自転速度の精度を向上させることに成功し、従来の断片的な日食・掩蔽記録を概ね支持する形となりました。これにより、地球の自転速度の減少は、4 世紀から 5 世紀初めにかけてはごく緩やかになり、5 世紀中頃から 7 世紀にかけて比較的急ペースになっていた可能性が示唆されました（図 3）。

このような自転速度の変動は、他の地域で同時期に観測された日食などの評価にも用いることができ、例えば『日本書紀』や『隋書』に記されている 628 年の皆既日食や 616 年の金環日食の記録は、従来、その信憑性が疑問視されていましたが、今回の検討対象になった 601 年のアンティオキアの皆既日食の記録と符合することが分かりました。

今後の展開

本研究成果は、地球の自転速度は一定ペースで単調減少してきたとする従来の研究に、再考の余地を与えるものです。本研究チームは、引き続き、ビザンツ帝国や周辺地域の天文記録を探索、検討し、他

の時代についても同様の研究を進めています。過去の地球自転速度の長期変動がより正確に分かれれば、海面変動や、地球内部のマントルと外殻の相互作用など、長期的な地球環境の変動を理解することにもつながります。また、天文現象と結び付けられた歴史的な事件や、そうした天文現象を記録として残した社会の特徴などについての知見も得られると期待されます。

参考図

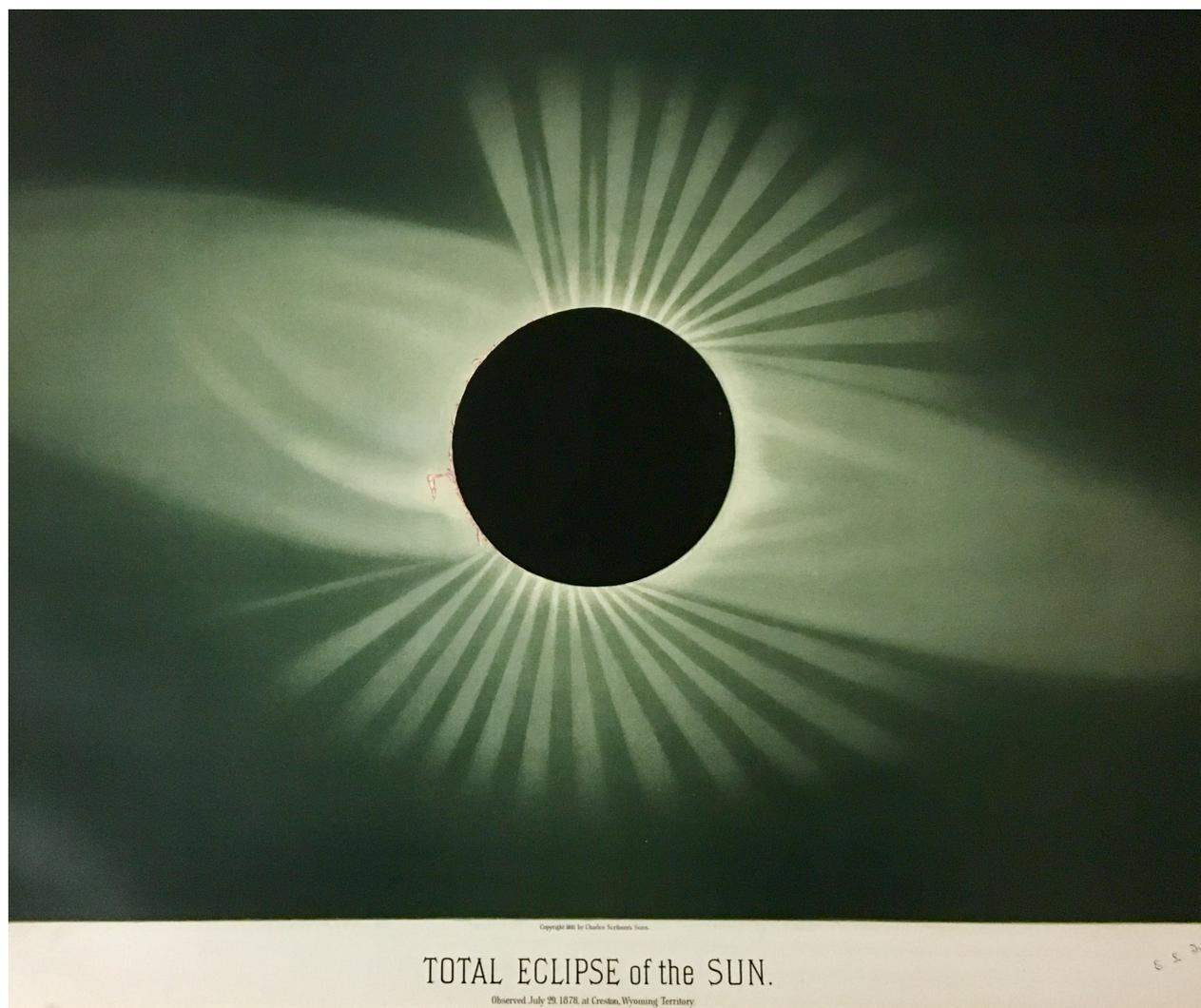


図1：フランスの画家・天文学者エティエンヌ・トローヴェロが1878年に記録した皆既日食のスケッチ。
(米国ニューヨーク公共図書館所蔵。Rare Book Division, The New York Public Library. "Total eclipse of the sun" The New York Public Library Digital Collections. 1881 - 1882.
<https://digitalcollections.nypl.org/items/510d47dd-e81f-a3d9-e040-e00a18064a99>)

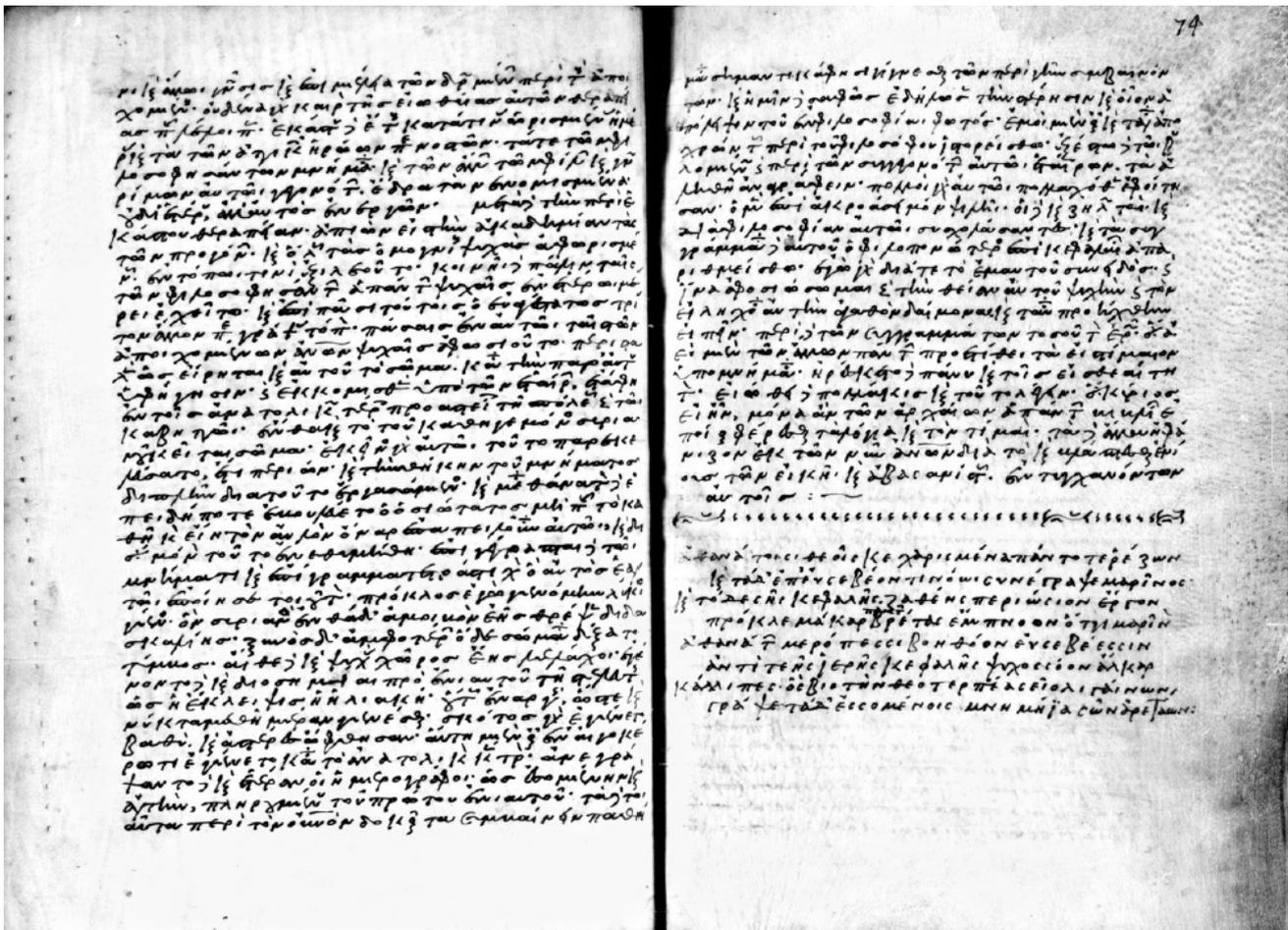


図2 ネアポリスのマリノスによる484年の日蝕記録 (Source: Bibliothèque nationale de France / Gallica, MS Coislin 249, ff. 73v-74r)。

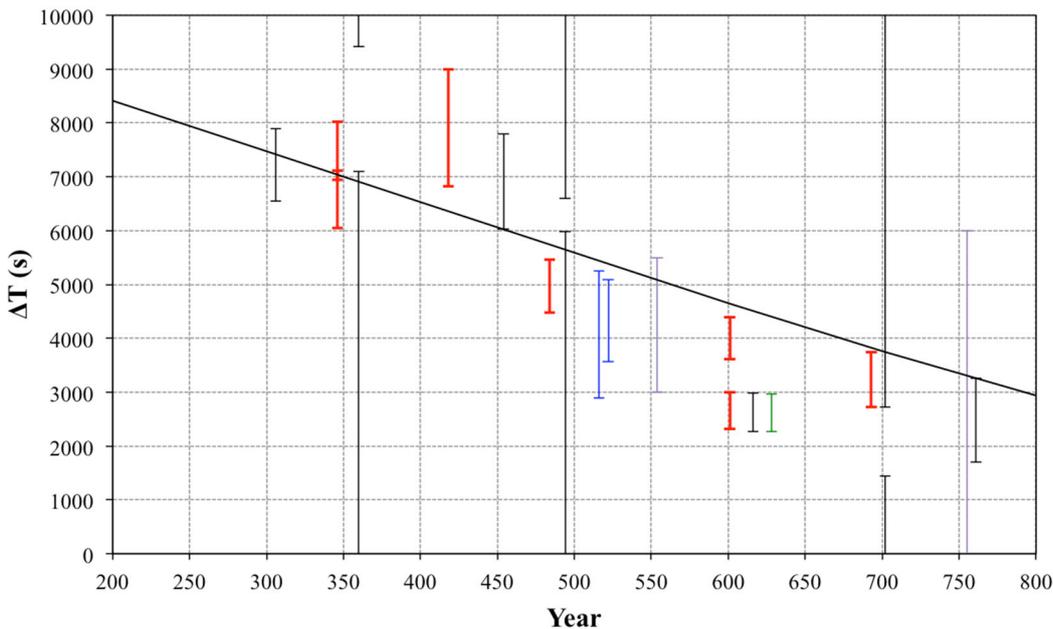


図3 西暦4世紀から7世紀ごろにかけての地球自転速度の変化(Hayakawa, Murata, and Sōma 2022)。縦軸は ΔT (上に凸のとき地球自転速度が速まり、下に凸のとき遅くなることを示す)、横軸は西暦年を示す。斜めに引かれた黒線は従来研究での地球自転速度変化の近似曲線。縦線は、皆既日食などの天文

記録から算出された ΔT の拘束幅を示し、黒、青、紫、緑が従来研究、赤が今回の検討で追加された地球自転速度変化拘束条件を表す。同じ年に2つの縦線が引かれているところは、 ΔT がそのいずれかの範囲に入ると考えられる。

用語解説

注1) 地球時と世界時

地球時は国際単位系 (SI) の時刻を基準に一様に進んでいく時刻系であるのに対し、世界時は地球の自転を基準に進む時刻系である。両者の差は一般に ΔT (デルタティー) と表現され、地球の自転速度を評価する際に用いられている。

注2) ビザンツ帝国

西暦4世紀に首都をローマからコンスタンティノープル (現在のトルコ、イスタンブール) に移したローマ帝国の通称 (東ローマ帝国とも)。主に東地中海沿岸域で栄え、15世紀まで存続した。

研究資金

本研究は、科研費プロジェクトおよびYLC共同研究の一環として実施されました。

掲載論文

【題名】 The variable Earth's rotation in the 4th – 7th centuries: New ΔT Constraints from Byzantine eclipse records.

(4 – 7世紀における地球の自転速度変化：ビザンツ日食記録による新 ΔT 制限値)

【著者名】 Hisashi Hayakawa* (名古屋大), Koji Murata* (筑波大), and Mitsuru Sôma (国立天文台)
(* = co-first author)

【掲載誌】 Publications of the Astronomical Society of the Pacific

【掲載日】 2022年9月13日

【DOI】 10.1088/1538-3873/ac6b56

【URL】 <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1538-3873/ac6b56>