

最古のオーロラ様現象記録（紀元前 660 年前後）の発見

～ アッシリア占星術レポートの解析 ～

研究成果のポイント

1. 紀元前 8～7 世紀のアッシリア占星術レポートを解析し、オーロラ様現象^{注1)}の記録を同定しました。
2. この記録は、紀元前 660 年前後に位置づけられました。
3. この記録は、これまで知られていた最古のオーロラ記録より 100 年前後古く、紀元前 660 年周辺の高い太陽活動レベルを強く示唆しています。

筑波大学人文社会系の 三津間 康幸 助教、大阪大学大学院文学研究科博士後期課程3年（JSPS 特別研究員DC1）および英国科学技術施設研究会議・ラザフォード・アップルトン研究所客員研究員の 早川 尚志 氏、京大大学生存圏研究所の 海老原 祐輔 准教授、名古屋大学宇宙地球環境研究所基盤研究部門宇宙線研究部の 三宅 美沙 准教授らの研究チームは、紀元前8世紀から紀元前7世紀に楔形文字、アッカド語で粘土板に記され、実際に観測された天文現象についてアッシリア（現イラク北部）の王に説明する役割を果たした占星術レポート^{注2)}を解析し、近代観測との比較検討の上で、オーロラ様現象の記録を3点同定しました。研究チームは大英博物館に所蔵される粘土板の模写、楔形文字の翻字、英訳を行い、これらの記録をおよそ紀元前680年～紀元前650年のものと位置付けました。これらは従来知られていた最古のオーロラ記録より100年前後古いものです。過去の宇宙天気現象の復元と、それに基づく激甚宇宙天気現象^{注3)}の発生頻度の把握は、電力網や通信網における減災面からも急務となっています。例えば、古記録に見られるオーロラ現象と、樹木年輪や氷床コアなどの宇宙線起源同位体データは、近代観測以前の太陽活動、即ち、コロ

ナ質量放出 (CMEs) や太陽高エネルギー粒子 (SEPs) の発生を同定するための手がかりとなります。最近の研究では、年輪やグリーンランド氷床コアの分析から、紀元前660年頃に史上最大級の SEP イベント^{注4)} が発生したことが明らかになっていましたが (O'Hare *et al.* 2019)、『バビロン天文日誌』^{注5)}にある紀元前567年の記録がこれまでに得られていた最古のオーロラ記録であり^{注6)}、紀元前660年頃における高い太陽活動レベルを裏付ける記録は発見されていませんでした。本研究は、オーロラおよび太陽活動記録の歴史を100年前後更新しただけでなく、紀元前660年頃の極端現象周辺の (イラクのような低緯度地域でオーロラが見えるほど) 高い太陽活動レベルを強く示唆する証拠を提供し、これは今後の極端宇宙天気現象研究の重要な基礎データとなります。

本研究の成果は2019年10月7日付「*The Astrophysical Journal Letters*」に公表されました。

* 本研究実施に当たり、JSPS科研費JP18H01254 (PI: 磯部洋明)、JP18K00987 (PI: 三津間康幸)、JP15H05816 (PI: 余田成男)、JP15H03732 (PI: 海老原祐輔)、JP15H05815 (PI: 三好由純)、JP16H06005 (PI: 三宅美沙)、JSPS特別研究員奨励費JP17J06954 (PI: 早川尚志)、京都大学生存圏研究所 ミッション研究 (PI: 磯部洋明) の助成を受けた。粘土板調査については大英博物館理事会とベルリン国立博物館の許可を得た。

研究の背景

古記録に見られるオーロラ現象と、樹木年輪や氷床コア中の放射性同位体比データは、近代観測以前の太陽活動、即ち、コロナ質量放出 (CMEs) や太陽高エネルギー粒子 (SEPs) の発生を同定するための手がかりとなります。このような宇宙天気現象はしばしば、地球上の電力網や通信網に大きな影響を及ぼすため、過去の宇宙天気現象の復元とそれに基づく激甚宇宙天気現象の発生頻度の把握が、減災面からも急務となっています。最近の研究では、年輪や氷床コアの分析から紀元前 660 年頃に史上最大級の SEP イベントが発生したことが明らかになっていましたが、これまでに得られていた最古のオーロラ記録は、紀元前 567 年のものであり、紀元前 660 年頃の高い太陽活動レベルを裏付けるものは発見されていませんでした。そこで本研究では、この頃に年代付けられるアッシリアの占星術レポートを解析しました。

研究内容と成果

アッシリア占星術レポート刊本 (Hunger 1992) にローマ字化され、英訳を付されて公表されたアッカド語テキストを解析し、近代観測との比較検討の上で、オーロラ様現象の記録を 3 点同定しました。原資料 (粘土板に楔形文字で記載されたもの) は 3 点とも大英博物館所蔵で、このうち 2 点を調査して記録の实在を確認し、その写真をもとに、粘土板の模写 (参考図) と、楔形文字をローマ字化した翻字、および英訳を新たに作成しました (刊本の誤りを一部修正しました)。また、今回調査が許されなかった 1 点については、すでに公表されている模写をもとに、新たな翻字と英訳を作成しました。

これらの資料は「赤光」「赤雲」「赤が空を覆う」といったオーロラ様現象と、(占星術的に見て) その後に発生すべき地上での事態を記しており、実際に観測されたオーロラ様現象について、当時のアッシリアやバビロニアの 3 人の天文占星学者が王に行った報告を示しています。彼らが活動した年代から判断して、これらの記録は紀元前 680 年～紀元前 650 年頃に位置付けることができます。

今後の展開

アッシリア占星術レポートや『バビロン天文日誌』をはじめとする、楔形文字、アッカド語で粘土板に記された古代イラク (アッシリア、バビロニア) の天文記録の中には、オーロラをはじめとする宇宙天気現象の手がかりが多数残されていると思われます。そのような記録のうち刊本に公表されているものは

ごく一部であり、多くは博物館や個人コレクションに所蔵されたまま、あるいは遺跡から発掘されないままになっています。刊本に公表されたテキストにも、常に実物と比較しながらより正確な解釈を行う余地が残されています。今後も粘土板資料の実見調査を継続し、紀元前の宇宙天気現象の復元を進めていきます。

参考図

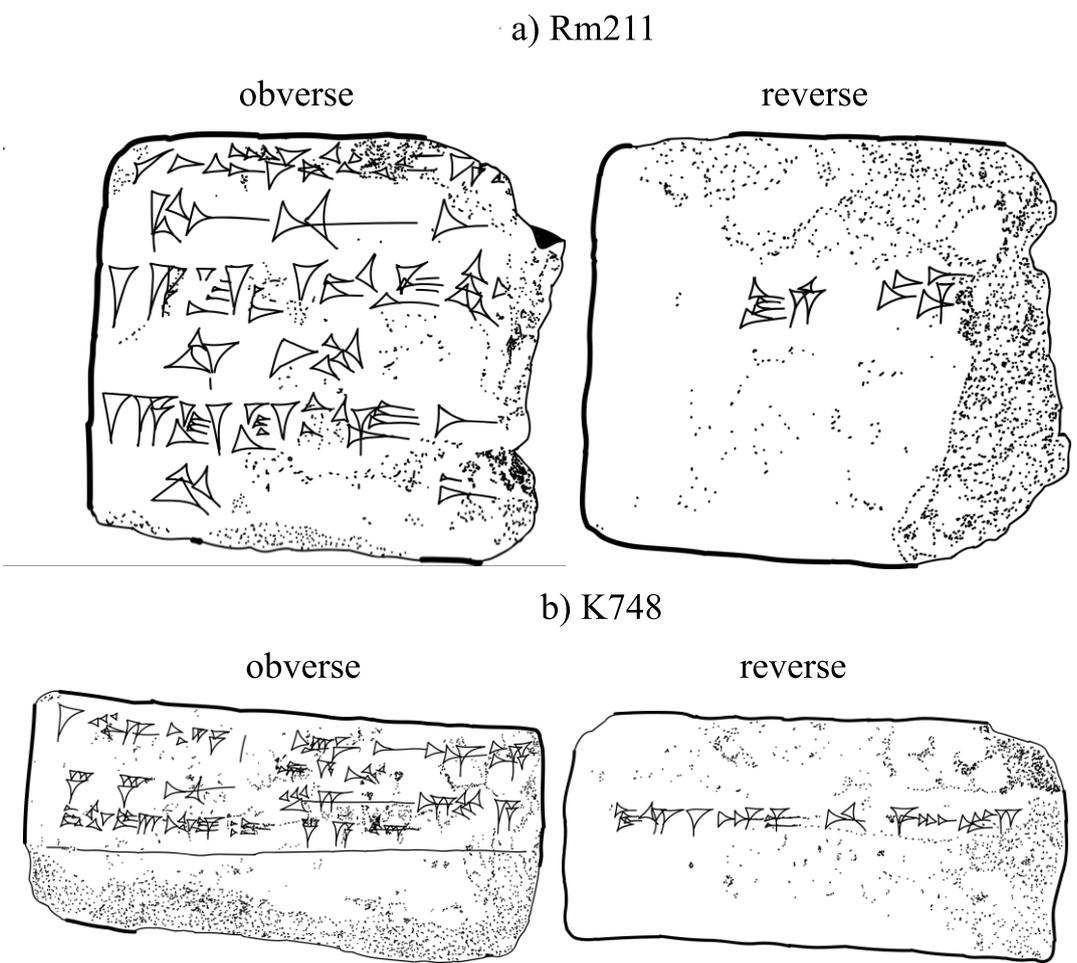


図 紀元前 680 年～紀元前 650 年頃のオーロラ様現象を示す粘土板 2 点の模写
 a には「赤光」、b には「赤雲」が記されている。「赤が空を覆う」現象が記された粘土板については、今回は保存作業の関係で調査が許可されなかった。

用語解説

注 1) オーロラ様現象

過去の文献に記録される、オーロラと特徴の一致した現象を指す。特に紀元後 18 世紀以前の歴史文献においてはしばしば記述が簡潔に過ぎ、記述される現象の同定が難しい場合もあるため、ここでは断定を避け、便宜上「オーロラ様現象」の用語を用いる。なお、オーロラが低緯度地域で見られるのは一般に巨大磁気嵐の時と考えられており、実際に 1870 年代の巨大磁気嵐の際にバグダードやカイロでオーロラが報告されている。

注2) アッシリア占星術レポート

紀元前 8 世紀から紀元前 7 世紀にかけて、アッシリアやバビロニア（現イラク南部）の天文占星学者たちにより作成された。当時西アジアの覇権を握っていた大国アッシリアの王に対し、占星術的な観点から、随時観測される様々な天文現象が予兆する地上の事象を説明する役割を果たした。

注3) 激甚宇宙天気現象

太陽面爆発によって、地球近傍の宇宙空間や高層大気に著しい擾乱が生じること。電力・通信網などに激しい混乱が引き起こされる危険があり、現代文明への脅威となっている。実際に、1989 年 3 月の巨大磁気嵐はケベックに大規模、長時間の停電をもたらすなど、北アメリカ、ヨーロッパの電力・通信網に甚大な被害を与えた。

注4) SEP イベント

太陽高エネルギー粒子（Solar Energetic Particle : SEP、太陽フレアやコロナ質量放出などを起源に持つ）フラックスの増加として観測される現象のこと。この中でも特にエネルギーの高いものは地球の磁気圏内部に侵入し、航空機搭乗員の被曝などの影響を生じることがある。

注5) 『バビロン天文日誌』

紀元前 7 世紀から紀元前 1 世紀にかけて、バビロニアの中心都市バビロンで継続的に作成されたアッカド語楔形文字粘土板文書。月ごとの天文記録のほか、オオムギや羊毛など農畜産物の価格、バビロン市の中央を流れるユーフラテス川の水位の増減、地上で起きる諸事件を詳細に記載し、当時の環境や歴史を復元するための重要な資料となっている。

注6) 最古のオーロラ記録

紀元前 567 年のものについては、Stephenson *et al.* 2004; Hayakawa *et al.* 2016 を参照。『バビロン天文日誌』にはこの他にもオーロラ様現象の記録が見出される (Hayakawa *et al.* 2016)。『聖書』「エゼキエル書」に記された預言者エゼキエルの幻視をオーロラと同定する研究者もいる (Silverman 2006)。この説の蓋然性は依然議論を要するが、文献学的な検討の結果、この幻視の年代は紀元前 594 年から紀元前 593 年であることが新たに特定された。最古のオーロラ図像記録はシリア語で記された『ズークニーン年代記』に描かれた、紀元後 771/772 年と紀元後 773 年のものである (Hayakawa *et al.* 2017)。

参考文献

- Hayakawa, H., *et al.* (2016) Earliest datable records of aurora-like phenomena in the astronomical diaries from Babylonia, *Earth, Planets and Space*, 68, 195 (DOI: 10.1186/s40623-016-0571-5).
- Hayakawa, H., *et al.* (2017) The earliest drawings of datable auroras and a two-tail comet from the Syriac Chronicle of Zūqnīn, *Publications of the Astronomical Society of Japan* 69 (2), 17 (DOI: 10.1093/pasj/psw128).
- Hunger, H. (1992) *Astrological Reports to Assyrian Kings*. Helsinki: Helsinki University Press.
- O'Hare, P., *et al.* (2019) Multiradionuclide evidence for an extreme solar proton event around 2,610 B.P. (~660 BCE), *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116, 13, 5961-5966 (DOI: 10.1073/pnas.1815725116).
- Silverman, S. M. (2006) Low latitude auroras prior to 1200 C.E. and Ezekiel's vision, *Advances in Space Research*, 38, 2, 200-208 (DOI: 10.1016/j.asr.2005.03.158).
- Stephenson, F. R., Willis, D. M., Hallinan T. J. (2004) The earliest datable observation of the aurora borealis, *Astronomy & Geophysics*, 45, 6.15 (DOI: 10.1046/j.1468-4004.2003.45615.x).

掲載論文

【掲載誌】 *The Astrophysical Journal Letters* (2019)

【題 名】 The Earliest Candidates of Auroral Observations in Assyrian Astrological Reports: Insights on Solar Activity around 660 BCE

(アッシリア占星術レポートに示される、最古のオーロラ様現象の観測：紀元前 660 年頃の太陽活動への洞察)

【著者名】 Hisashi Hayakawa (大阪大学), Yasuyuki Mitsuma (筑波大学), Yusuke Ebihara (京都大学), and Fusa Miyake (名古屋大学)

【DOI】 [10.3847/2041-8213/ab42e4](https://doi.org/10.3847/2041-8213/ab42e4)