

歴史文献とアナログ観測記録に見る宇宙天気現象と太陽活動

2019年度はThe Astrophysical Journal Lettersに1報、The Astrophysical Journalに2報、Monthly Notices of the Royal Astronomical Societyに3報、Solar Physicsに5報、Space Weatherに3報、論文を掲載した。

本年度まず行なったのはオーロラ記録に基づく近代観測以前の磁気嵐の復元である。この検討を通し、放射性同位体比から激甚宇宙天気現象の存在が示唆される774/775年周辺のオーロラ様現象記録の分析 (Hayakawa et al., 2019a; Stephenson et al., 2019)、史上最古のオーロラ様現象と周辺での放射性同位体比との比較 (Hayakawa et al., 2019e; 図1)、1582年の激甚磁気嵐の復元 (Hattori et al., 2019)、マウンダー極小期のフィラメント爆発の可能性 (Isobe et al., 2019) について検討が進んだ。

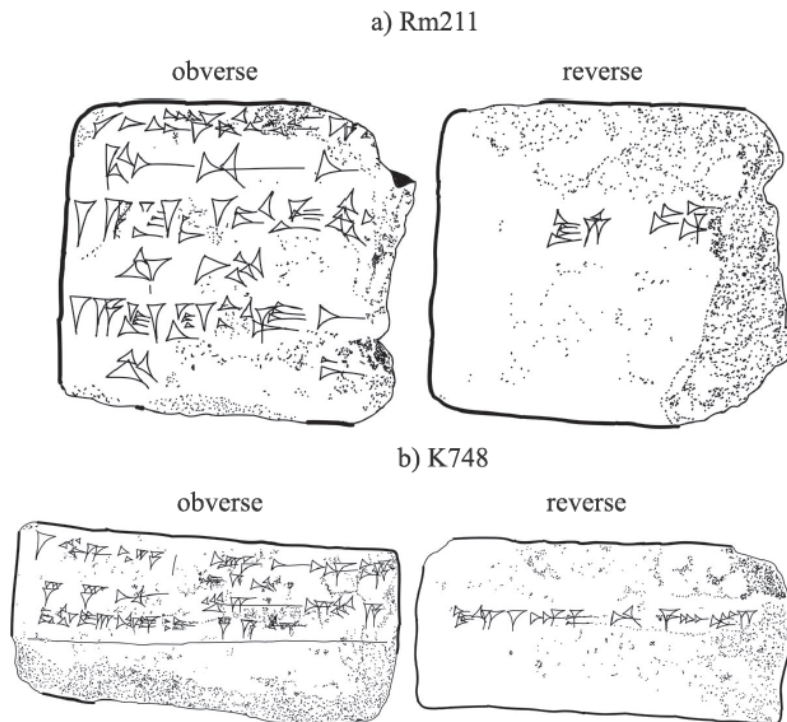


図1: 紀元前679–655年頃のオーロラ様現象を記録したアッシリアの粘土板記録 (Hayakawa et al., 2019d)。大英博物館所蔵の粘土板を早川が撮影し、三津間康幸 (筑波大学)がコピーしたもの。

また、キャリントン・イベントについては同時代の黒点スケッチや低緯度オーロラ記録の比較検討が進み、他の宇宙天気現象との定量的な比較検討も行なった。この結果、キャリントン・イベントは確かに激甚宇宙天気現象ではあるものの、突出して大規模なものではないことも判明した (Hayakawa et al., 2019d)。

このような激甚宇宙天気現象時にはしばしば肉眼で見えるほどの巨大黒点が出現し、特に古い時代の中国や朝鮮半島の記録にその記録が見受けられる。一方その具体的な面積は必ずしも明らかではなかった。そのため、時期の被る肉眼黒点記録と近代黒点観測の比較を行い、その観測に気象条件が重要な役割を果たしたことを明らかにした (Hayakawa et al., 2019b, 2019c)。

太陽活動は黒点数で評価されるが、このような黒点数は目下再校正の途上である。これについても、過去の重要な歴史的観測の復元でもって寄与した。この際特に、本邦の小山ひさ子による長期観

測の再検討 (Hayakawa et al., 2020a)、国友黒点観測の改訂 (Fujiyama et al., 2019)、ダルトン極小期のDerfflingerの長期観測の分析 (Hayakawa et al., 2020b) などを行い、その成果は関連のISSI WSでも報告された。

参考文献

- Fujiyama, M., et al.: 2019, Solar Physics, 294, 43.
Hattori, K., et al.: 2019, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 487, 3, 3550-3559.
Hayakawa, H., et al.: 2019a, Solar Physics, 294, 42.
Hayakawa, H., et al.: 2019b, Solar Physics, 294, 95.
Hayakawa, H., et al.: 2019c, Solar Physics, 294, 119.
Hayakawa, H., et al.: 2019d, Space Weather, 17, 1553-1569.
Hayakawa, H., et al.: 2019e, The Astrophysical Journal Letters, 884, L18.
Hayakawa, H., et al.: 2020a, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 492, 3, 4513-4527.
Hayakawa, H., et al.: 2020b, The Astrophysical Journal, 890, 98.
Isobe, H., et al.: 2019, The Astrophysical Journal, 887, 7.
Love, J. J., et al.: 2019, Space Weather, 17, 1281-1292.
Stephenson, F. R., et al.: 2019, Solar Physics, 294, 36

(早川尚志(名古屋大学高等研究院・宇宙地球環境研究所特任助教) 記)

太陽彩層のダイナミクスについての分光的研究:スピキュールとフレア(博士論文)

太陽の表面である光球(温度6000K)と高温な外層大気であるコロナ(10^6 K)の間には彩層(温度 10^4 K)と呼ばれる大気層がある。彩層は磁場に関連した大気加熱や活動現象において重要な役割を果たすが、その詳細に迫るには彩層の微細で動的な現象を細かく分解して観測する必要がある。また、恒星大気や恒星フレアを理解するには、分光観測を通して太陽における物理的理解を応用することが期待される。2013年に太陽撮像分光観測衛星であるInterface Region Imaging Spectrograph (IRIS)が打ち上げられたことで、衛星による太陽彩層の高分解分光観測が実現した。本研究(研究1と研究2)では、IRIS分光観測で得られた彩層スペクトル線データを用いることで、静穏領域の彩層(スピキュール)の物理状態と、活動現象(太陽フレア)に見られる彩層の振る舞いに迫った。

光球では上空に向かって温度が減少するのに対し、彩層では温度が増加し、彩層からコロナにかけては温度が 10^4 K から 10^6 K へと急激に増加する。彩層とコロナの加熱機構は太陽物理学における最大の謎の一つであり、彩層・コロナ加熱問題という。静穏領域の彩層を太陽縁付近で観測すると、光球とコロナをつなぐ細長い構造(スピキュール)が彩層を構成していることが分かる。彩層の加熱量はコロナの10倍であることが分かっており、彩層・コロナ加熱問題を解決するには、スピキュールの形成や性質を理解することが不可欠である。彩層スペクトル線の形成においては局所熱力学平衡(LTE)がよい近似にならない(non-LTE)ため、non-LTEを考慮した輻射輸送モデリングを用いて温度や密度、速度といった物理状態に制限を与える必要がある。研究1では、non-LTE 輻射輸送計算を用いることでスピキュールの分光観測(図1左)で得られたMg II線の形成を理解することを試みた。