

近世史料にみるオーロラと人々の認識

——文理協働による研究の成果と課題——

はじめに

本稿は江戸時代に日本で観測されたオーロラについて、歴史学と宇宙科学⁽¹⁾の協働がもたらす可能性、具体的には、個々の分野研究だけでは得られない双方にとつての学術的意義と、それを実現するための方法論の観点から考察するものである。

歴史史料を使ったオーロラ研究は、これまで主として天文学史の分野で行われており、先駆的な研究として慶松光雄・神田茂・大崎正次・渡邊美和の成果がある。神田は一六〇〇年以前を対象に天文現象に関する記述を収

磯部 洋明／岩橋 清美／玉澤 春史

集したが、その中心は日・月蝕および彗星であつた⁽²⁾。これは前近世の人々が暦との関係で日・月蝕に対する関心が高かつたことによるだけではなく、彼の研究関心が変光星・新星・流星などの観測や彗星・小惑星の軌道計算にあつたためである⁽³⁾。大崎・渡邊は、神田を継承しつつ、史料の収集範囲を近世にまで広げた。大崎が歴史書や随筆などの編纂物から記述を収集したのに対し⁽⁴⁾、渡邊は自治体史を主たる対象とし、日記や年代記などからオーロラに関する記述を収集した⁽⁵⁾。これにより科学分析に適した史料が増加するとともに、近世の人々のオーロラ認識を分析することも可能になつた。しかしながら、大名・公家・寺社等の史料については調査の余地を残した。神田

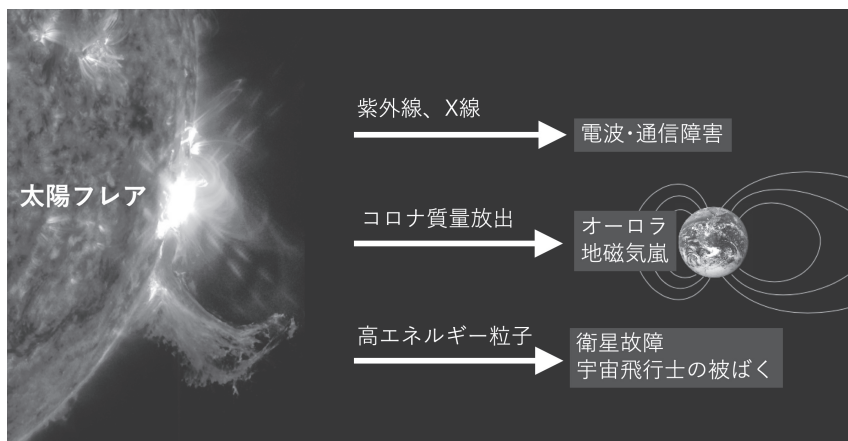
・大崎・渡邊はいずれも史料収集の範囲に止まつており、史料を用いたオーロラ研究にはいたっていない。

この傾向は海外の研究動向においても同様で、日・月蝕や彗星などの史料収集が一般的で、それらは天体力学や暦学計算に用いられてきた。Fritz・Link・Rehlyによる各国のオーロラ記録を収集した目録等が存在するが、これらは観測年月日と主要な観測地が記されているのみで、出典の記載はない⁶⁾。中国のオーロラ史料については、慶松・Yau等による史料の目録化が進んでおり⁷⁾、Willis・Stephenson・Vaquero・Neuhauserらがオーロラの個別事例の分析を行っている⁸⁾。中国史料の利点には、歴代王朝の天文家による天文記録が残されており、記録の内容に一定度の共通性があることがあげられる。この点が科学分析に適しているとも言える。

日本史学におけるオーロラ研究はこれまで皆無だったといっても過言ではない。それは前近代に日本でオーロラが見られたという事実が歴史研究者に広く認知されていなかったことと、史料上にオーロラがどのように書かれているのかを認識されていなかったことによる。その意味で、神田は「歴史的オーロラ研究」に至っていない。

中沢陽の研究は、日本史料を用いているという点で先駆的ではあるが⁹⁾、日本史研究者との協働による、史料の十分な検証をふまえた本格的な研究がなされるようになったのは二〇一〇年代後半である。

一九九〇年代以降、世界的にも宇宙科学と歴史学の協働による歴史史料を利用したオーロラ研究が盛んになっている。日本におけるこの潮流の先駆けは、京都大学大学院文学研究科の大学院生であった早川尚志、同理学研究所の大学院生であった玉澤春史らによって始められた研究で、デジタル化が進んでいる中国の天文志のデータを用いたオーロラ記録のサーベイと発生頻度の分析などが行われた¹⁰⁾。その後、日本近世史料を分析対象とした研究成果が出され、享保一四年（一七三〇）・明和七年（一七七〇）・安政六年（二八五九）といった個別事例研究が進み、それぞれの事例について史料学的検討と科学的検証の照合によりオーロラの広がりや明るさ等に関する実証的な研究が積み重ねられてきた¹¹⁾。これと同時に日本史学の分野においても岩橋清美らによってオーロラをめぐる人々の認識や記録あり方、天文学的な知識を共有する知識人のネットワーク形成について考察した成果が出さ

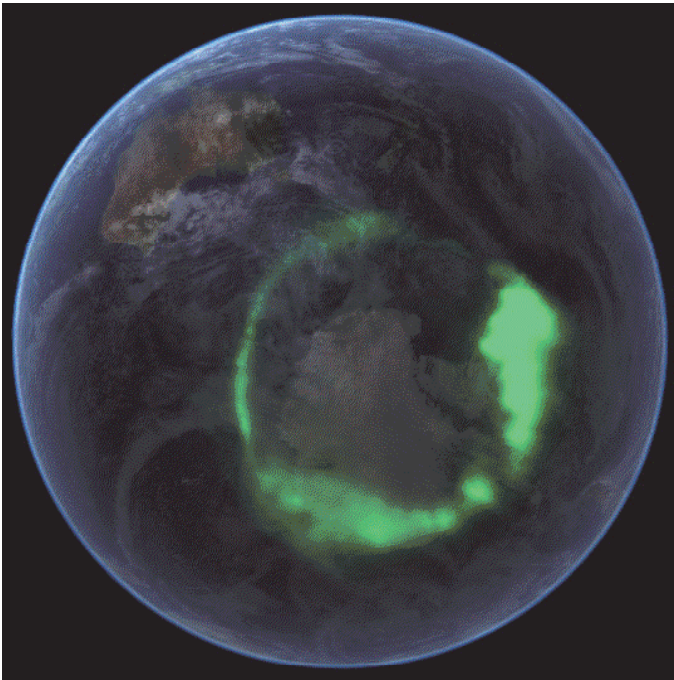


【図1】太陽活動と地球の関係

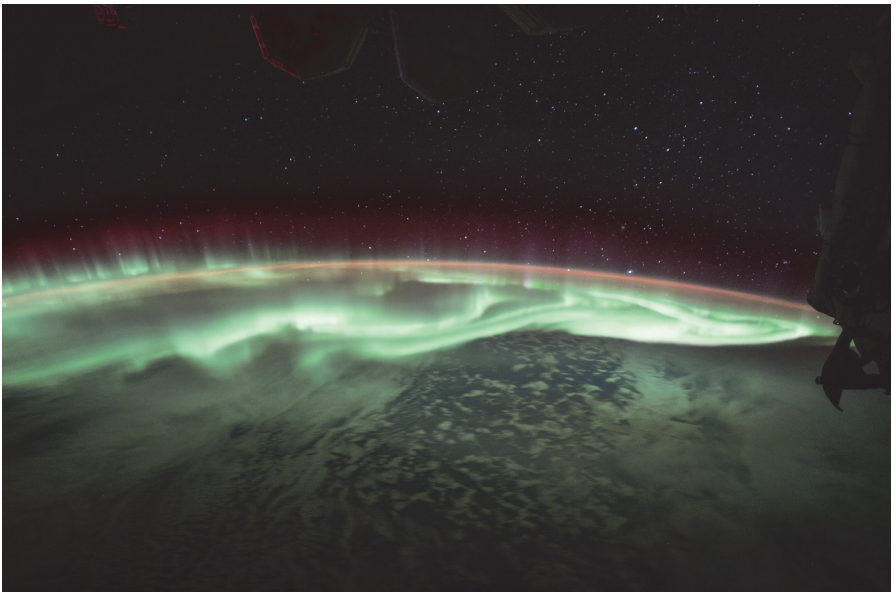
れた。⁽¹²⁾ こうした文理の協働が進んだことにより新たな課題も見えてきている。

ここでオーロラの現代における科学的理解と、その研究の自然科学および社会的意義について概説しておく(図1参照) 太陽でフレアと呼ばれる爆発が起きると、宇宙空間に放出されたプラズマの塊が地球の磁気圏に衝突し、地磁気嵐(地球の磁場が乱れること)が発生する。地磁気嵐に伴って宇宙空間で加速された高エネルギー粒子が地球の高層大気(高度100-500km程度)と衝突して大気が発光する現象がオーロラである。⁽¹³⁾

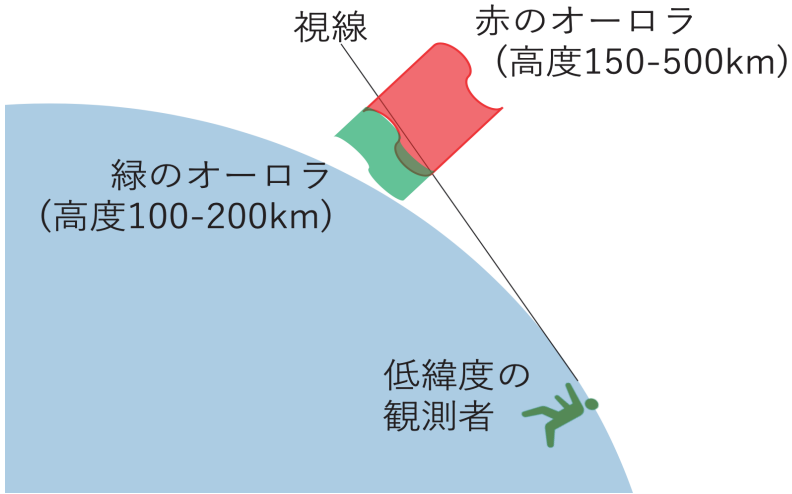
このようにオーロラは太陽の活動を起原としているが、オーロラだけが太陽活動の影響ではない。地磁気嵐が起きると地上の送電線網に大電流が流れて大規模な停電の原因になることがある。また太陽フレアからは強い電磁波や高エネルギー粒子も飛来し、人工衛星の故障や通信障害、宇宙飛行士の被ばくなどの被害が生じる。このように太陽活動は人間の活動にも様々な影響を与えるため、現代において太陽活動に起因する宇宙空間の擾乱を「宇宙天気」と称し、その予測と被害軽減のための研究が勧められている。ここで注意すべきは、太陽活動・宇宙天



【図2】人工衛星IMAGEが撮影した宇宙から見たオーロラ。南極大陸を囲むようにリング状に光っていることがわかる。リングの中心は地磁気極に相当し、地理上の南極点とは若干ずれた場所にある。NASA提供。



【図3】国際宇宙ステーション(ISS)から撮影されたオーロラ。ISSは地上約400kmとオーロラと同程度の高度を周回しているため、横からみたオーロラの鉛直構造がよく分かる。NASA提供。



【図4】オーロラが高緯度の側の空で赤く見える理由



【図5】「猿猴庵随観図会」のオーロラ（国立国会図書館所蔵）

気現象から直接的な被害を受けるのは、人工衛星や宇宙飛行士、大規模な送電線網など現代的なインフラばかりだということである。人工衛星も送電線網もない時代には、太陽活動の地球への明確な影響は（地球気候にも影響を与えているという説をとりあえず除けば）オーロラが見えるということだけであった。すなわち宇宙天気現象は極めて現代的な自然災害だということであり、これが古くから人々を苦しめてきた地震や洪水など他の自然災害との大きな違いである。

一方で地震と太陽フレア、およびその帰結である地磁気嵐・オーロラは発生頻度という点で類似がある。つまり小さな現象は頻繁におき、大きな被害を起こすような巨大な現象は稀に起きることである。百年、千年に一度起きるような地震・津波災害がどれほどの規模になるのかを知ることは、防災上極めて重要なことであり、そのために歴史史料を活用した研究は数多くある⁽⁴⁾。しかし、太陽フレアや地磁気嵐といった現象を人類が認識したのはせいぜい一五〇年ほど前のことであり、それより長い時間スケールでどれほど巨大な宇宙天気災害が生じるのかについてはほとんどわかっていなかったと言っ

て良い。

図2と図3はそれぞれ人工衛星と国際宇宙ステーションから撮影されたオーロラである。図2を見ると明らかにように、宇宙からみたオーロラは、一般に北極と南極の近くにある磁極をかこむリング上の領域に発生する。磁気嵐が発達すると、オーロラ帯は低緯度側に広がり、特に強い磁気嵐の際には日本や中国のような緯度の低い地域でもオーロラが観測されることになる。つまり、東アジアのオーロラ観測記録は、巨大な磁気嵐の直接的な証拠であり、巨大な太陽フレアの間接的な証拠となり得るのである。太陽黒点の記録は、一六〇九年のガリレオの望遠鏡観測以来、継続的に残されており、それ以前の太陽活動の変遷については樹木年輪に含まれる炭素14や極域の水床コアに含まれるベリリウム10等の放射性同位体の量を測ることで間接的に得られている。また近年、太陽とよく似た性質の恒星の観測や放射性同位体の測定などから、今まで知られていた最大級の太陽フレアよりも遙かに大きなエネルギーを持つ「スーパーフレア」の可能性が示唆されている⁽⁵⁾。一〇〇年から一〇〇〇年スケールの太陽活動の変遷、そして最大級の宇宙天気災害が

どこまで巨大になりうるのかについて、歴史史料と科学分析を組み合わせて過去の事例から明らかにすることの学術的・社会的意義は極めて高い。

本稿では、宇宙科学と歴史学の協働によって進められてきた近年の研究動向および、研究方法を紹介するとともに、以下の二点を課題とする。第一には、オーロラ記録を宇宙科学の方法論で読み解くことの歴史学への有効性である。近世のオーロラの記録数は、現象ごとに異なり、かつ、その内容も記録者によって様々である。これに対して、宇宙科学の手法で読み解くことで、史料の残存状況の原因、記述内容の信憑性を実証する。第二には文理の双方向的な研究方法の提示である。そこには、歴史史料を用いた科学分析の確度と精度を高めるための方法論の提示も含まれる。

歴史学は、その学問的な性格から、オーロラという常に稀な現象に遭遇した人間やそれを取り巻く社会が、それをどのようにに記録し、理解していったのかという点の解明を得意とする。これに対し宇宙科学は、自然現象としてのオーロラ、より一般的には宇宙天気現象のメカニズムの理解を目的としている。歴史学と宇宙科学のそれ

ぞれを手法で明らかにされた事柄をどのように互いの分野にフィードバックし、互恵的な関係を築くことができるのか、そして、いかにして単独の分野だけではなし得なかった新たな知見を獲得することができるのかという二点が、異分野が協働で行う研究の極めて重要な課題である。

歴史史料を用いた自然現象、中でもオーロラの研究は、両者の協働ならではの多くの成果を挙げってきたが、これまでのところ自然科学の研究に対して歴史学がデータ史料を提供するという側面が大きかったことは否めない。自然科学との協働は歴史学研究者に何をもたらすのかという課題に答えるべく、具体的にはオーロラ記述の残存状況が、人間社会によるものなのか、あるいは自然の側によるものなのかを検討してみたい。その上で、科学分析によって明らかになる事実をもとに、オーロラの記述を再検討したとき、「なぜ、そのように記録したのか」という歴史学の問いにどのような影響を与えることができるのかを考察する。

1 歴史的オーロラの研究の手法

歴史的オーロラの研究は、まず歴史史料に残された記述が実際に起きたオーロラを記録したものであることを同定することから始まる。日本のような緯度の低い地域においては、オーロラは一生のうち一度も見られない人が大半であるほどの稀な現象であり、現代科学が明らかにする以前はその正体も知られていなかった。このためオーロラを目撃した人々は夜に空が光る様子を様々な表現で記録しているが、その記録が実際にオーロラであるかどうかは慎重な吟味が必要である。ここではまず、歴史史料を用いたオーロラ特定の手法について紹介してみたい。

(1) オーロラを示す語彙

歴史史料からオーロラ記述を抽出する際に重要になるのが、オーロラを示す語彙である。従来、天文学史では、「白気」・「赤気」がそれにあたりと言われてきた。しか

し、国語辞典によれば、「赤気」は「夜もしくは夕方に空に現れる赤色の雲気」あるいは「彗星」、「白気」は「白色の気体」あるいは「白色の雲気」をさす⁽¹⁶⁾。前近代の日本社会ではオーロラという天文現象を示す定まった語彙は存在しておらず、オーロラ現象そのものが社会に広く認知されていなかった。このため、オーロラを示す語彙は様々で、観測者がそれぞれの知識や表現を駆使して記録していた。⁽¹⁷⁾

「赤気」・「白気」という語彙は、中国では、『魏書』・『晋書』に見られるように、「陰謀の兆し」・「兵気」を示すことが多い。日本の場合、オーロラをさす語彙は時代ごとに若干の変化があり、六国史では、「赤気」のほかに「赤光」・「赤雲」、「白雲」、「白虹」という語彙がオーロラを示す可能性があり、オーロラの形を表す表現には「有物如灌頂幡而火色」といった記述がある⁽¹⁸⁾。なお、「白虹」は中国史書においてもオーロラを示す語彙として使用されている。⁽¹⁹⁾

十世紀から十四世紀にかけては、記録者が貴族や寺社であり、漢籍の教養もことから「赤気」・「白気」と記されることが多いが、なかでも注目されるのは『明月

記』の「赤筋」「赤光」「白光」といった語彙である。こうした豊かな表現はオーロラ明るさや形状を分析する上で有効である⁽²⁰⁾。

十七世紀に入るとオーロラを記述する語彙は急激に増加する。これは史料の増加と記録者の社会階層の多様性によるものである。一例をあげ記述のあり方をみてみよう。

【史料1】⁽²¹⁾

廿八日今夜北方有赤氣、始四時頃如見甚遠方之火事、
其後九時頃至^而、赤氣甚大高^而、其中多有白筋立登、
其筋或消或現、其赤氣漸広^而、後及東西上及半天、
至八時頃消矣、右之變諸国一同之由後日聞

この史料は本居宣長の明和七年（一七七〇）七月二八日の日記である。ここでは、オーロラの発生時間・発生後の変化・消滅時間を記録した上で、遠方の火事のような加えている。時刻の経過にともなうオーロラの変化の記述は、公家や神社の社家の日記にも共通するもので、まさに知識人の記録のあり方である⁽²²⁾。このほか、漢籍の影響を受けた語彙に「天裂」・「天開」がある⁽²³⁾。しかしな

がら、庶民層にまで視野を広げてみると、必ずしも「赤気」という語彙が使われたわけではない。最も多いのは「赤い」という表現で、「五光之筋」⁽²⁴⁾「奇雲」⁽²⁵⁾「赤筋」⁽²⁶⁾など様々である。オーロラの形状についても、「鯛の鎗」⁽²⁷⁾「扇の骨の如く中に白き気まじはれり」⁽²⁸⁾、「扇の地紙之如く赤骨のごとく中に白き気交り」⁽²⁹⁾といった表現が見られる。中国の史書においてオーロラを示す「赤気」「白気」といった語彙は知識人の常識であり、近世社会に広く認識されていたわけではないため、観測者は自己の教養に基づき、身近な言葉で表現していたと言える。

(2) オーロラの特定と科学分析

歴史史料からオーロラの記述を抽出する際、まずはオーロラらしい語彙や表現方法を手がかりに、オーロラ記録の候補となる記述（オーロラ候補）を探してゆくことになる。歴史史料中のオーロラの記録を探すプロセスには大きくわけて二つある。一つは先行研究や天文現象のカタログなどで既に知られているオーロラ候補の発生年月日をもとに記述を探す方法であり、もう一つは日記や

年代記などの長期にわたる史料の悉皆調査を行い、オーロラ候補を探す方法である。後者においては、史料保存機関ごとに目録データベースの作成基準が異なることや画像データの公開状況の差異により、調査自体が労を要する。さらに、中国の場合と異なり、江戸幕府の天文方の記録が十分に残されておらず、江戸幕府日記には天候や天文に関する記述自体がほとんどないため、大名・寺社・公家・庶民の記録に依拠せざるを得ず、統一的なデータの収集が難しい。

オーロラ候補の記述を集積したのち、次に重要となるのは、その記述がオーロラを示している可能性を吟味することである。オーロラに用いられる「白気」、「赤気」などの語彙で表される現象には、月暈や彩雲などの地球大気の散乱現象や彗星などもある。まず、もつとも紛らわしい大気散乱現象との区別に重要なのが、異なる二点間の独立した観測である。図2に示したようにオーロラは、磁極を囲むリング状に現れるグローバルな現象であるため、日本国内でもよいが、できれば中国や欧州など距離の離れた複数地点で同日に観測記録があれば、それがグローバルな発光現象であることを意味し、オーロラ

である蓋然性が高くなる。この意味で歴史史料を用いたオーロラ研究は日本のみに閉じず、世界の他の地域の歴史研究者との協働も重要となる。また、先行研究で既にオーロラ候補記録が見つかったとしても新たな記録を発見することの大きな意義の一つがここにある。

次に個々の史料の記述を吟味して、それが実際にオーロラの記録であるかどうかを検証してゆく作業が必要である。このために参考になる情報は、①天候、②発生時刻、③発生した方角、④色、大きさ、形、時間変動などの情報である。

天候については、オーロラは雲が発生する対流圏(高度10000以下)よりもはるかに上空(高度10000以上)で発光する現象なので、空が雲で覆われていれば見えることはない。

発生時刻については、通常オーロラは昼間に肉眼で見えることはないので、昼間の観測であればオーロラである可能性は極めて低い。ただし非常に明るいオーロラは薄明時でも見ることがあるので、日の出、日の入前後の観測である場合は特に慎重な吟味が必要である。

日本からオーロラが見える場合、通常は図4のように

高緯度側に出現したオーロラを遠方から見ていることになる。このため通常は高緯度側、すなわち北の空にオーロラが見えることになる。ただし、強い地磁気嵐が発達するとオーロラが低緯度側に広がり、場合によっては日本や南欧程度の緯度⁽³⁰⁾でも上空にオーロラが見えることはあり得るので注意が必要である⁽³¹⁾。また、図2や図3からも分かるようにオーロラはリング状に見えるといっても一様ではなく、経度方向の構造もあるため、場合によっては東や西の方向に見えることもある。

図3からも分かるように、実際のオーロラの色は主として上部が赤、下部が緑である。図4に示すように低緯度側の観測者が高緯度側のオーロラを見る場合、下部の緑の部分は地平線の下に隠れるため、赤いオーロラとして見えることが多い⁽³²⁾。大きさ、形、時間変化などの特徴はオーロラかどうかの検証に有用だけでなく、そのオーロラの規模や個別的特徴を知る手がかりでもある。

こうして集積された史料を用いてオーロラの科学分析を行うことになる。まず、観測地の緯度経度からと磁気緯度⁽³³⁾を求める。地磁気嵐の強度とオーロラが発光している場所の低緯度側境界によい相関があるので、オーロラ

が磁気緯度で最大どこまで低緯度側に広がっていたかは科学的に重要な情報である。その際、図4からもわかるように観測者のいる場所と実際にオーロラが光っている緯度経度は異なることに注意が必要である。幸いオーロラが発光する高度はほぼ一定なので、星座との位置関係などから、オーロラが天のどの辺りに見えたかという情報があれば、それを元に簡単な幾何学から実際にオーロラが発光した場所を推定することができる。またオーロラの継続時間は数時間から一日程度で、その間に短い時間スケールでの変動も示すことから、複数の観測地点から、観測時間やその間の変化の様子などが詳細にわかる記録を集積することで、個々のオーロラの全体像に迫ることができ。

先述の特定方法によれば、江戸時代に日本で観測されたオーロラとしてほぼ同定された例は五件を数える。具体的には①寛永十二年七月二六日(一六三五年九月七日)、②承応二年二月三日(一六五三年三月二日)、③享保十四年十二月二八日。④明和七年七月二八日(一七七〇年九月十七日)、⑤安政六年八月八日(一八五九年九月二日)である。①はマウンダー極小期(一六四五〜一七一六)

前の太陽活動活発期、②はマウンダー極小期、③④はマウンダー極小期とダルトン極小期(二七九〇〜一八二〇)の間の太陽活動活発期、⑤はダルトン極小期後の太陽活動活発期にあたる⁽³⁴⁾。なかでも、⑥は観測史上、最も大きな磁気嵐と言われるキャリントン・イベントである。ここでは、②と⑥を取り上げ江戸時代のオーロラの分析事例を紹介したい。

2 安政六年(一八五九)のオーロラ

——キャリントン・イベント——

(1) 先行研究とその問題点

キャリントン・イベントとは、安政六年八月五日(一八五九年九月一日)にイギリスの天文学者リチャード・キャリントンがとらえた観測史上最初の太陽フレア、およびそれに伴う磁気嵐・オーロラなど一連の宇宙天気現象のことである⁽³⁵⁾。太陽観測をしていたキャリントンが黒点近傍で短時間の間に強く光る発光現象(白色光フレア)を目撃した翌八月六日には、ハワイやカリブ海といった

磁気緯度二三度前後の地域でオーロラが観測された。西ヨーロッパや北アメリカの各地では、恐らくは磁気嵐によって引き起こされた巨大な誘導電流により電報システムが寸断されるといふ被害も生じている。キャリントンが発見した太陽フレアとオーロラや磁気嵐の関係については、当時は分かっていなかったが、現在ではこのイベントは近代観測史上最大の太陽フレア・磁気嵐と考えられており、巨大宇宙天気現象のモデルケースとしてコンピュータシミュレーションによるモデリング研究も盛んに行われている。従ってこのイベントにおけるオーロラの空間的・時間的分布を科学観測と歴史史料の双方から明らかにする意義は大きい。

本イベントに関する先行研究を見ると、北米を中心に多くの目撃記録があり、それらをもとにオーロラの空間・時間的な広がりを再現する研究がなされてきた⁽³⁶⁾。東アジア地域の観測記録としては現在の和歌山県新宮市周辺を目撃事例を記した「校定年代記」が注目されていたものの、アジア史料とくに日本史料についての詳しい研究はなかった。考えられる理由はいくつかあるが、第一には地磁気極が西半球にあり、東半球の磁気緯度が

相対的に低かったために、そもそもオーロラが観測しにくかったことがある。また十九世紀半ばは近代科学観測の黎明期にあたり、キャリントンの望遠鏡観測やインドにおける地磁気観測など科学観測データが限定的とはいえ存在していた。このため多くの自然科学系の研究者の関心が歴史史料に向くことがなかったのではないかと想像される。このほか、後述するようにオーロラが発生した八月六日は関東や近畿で曇天の地域があったため、この日、東アジアは天候が悪かったという研究者の思い込みもあつた可能性がある。

(2) 史料の再検討によって明らかになった事実

こうした先行研究に対し、早川らは改めて日本史料を調査し⁽³⁷⁾、その上で①磁気緯度の確定、②当日の天候の分析、③磁気嵐の発生時刻と日本におけるオーロラ観測時間の比較を行った。本イベントに関する日本史料については、既に指摘されていた「校定年代記」の他に「金木屋又三郎日記」(青森県弘前市)⁽³⁸⁾、「見聞年々手控」(山形県横手市)⁽³⁹⁾、「依岡宇兵衛諸事控」(和歌山県日高郡印

南町)⁽⁴⁰⁾を分析対象とした。これらに中国地方誌『樂城縣志』(河北樂城縣)⁽⁴¹⁾の観測情報を加えて磁気緯度を計算したところ、オーロラは磁気緯度二三度から三一度に分布していた。さらに「校定年代記」の「北方火災の如く紅し」⁽⁴²⁾という表現からオーロラは紀伊国の天頂には至らなかったと推定し、オーロラ帯の磁気緯度およびそこから推定される地磁気の変動幅を導出するなど、本イベントについて、当時の限られた科学観測を補う定量的なデータを提供することに成功した。

次に当日の天気であるが、八月六日は関東南部と近畿の一部を除いて概ね晴天であり、研究史で指摘されているように、曇天により観測されなかったとは言いきれない。しかしながら、この日の天気の調査において使用した各地の日記に、晴天であってもオーロラ記録がないということも疑問点として残った。十九世紀半ばには、村役人層による日記が各地に残されている。それらの日記の多くは生業との関係から日付の下に天気が記されていること、彗星や日・月蝕などの天文現象が記されていることも少なくない。それにも関わらず、非常に稀なオーロラ現象を記した日記が少ないのはなぜかという疑問が残る。

しかし、この疑問は磁気嵐の発生時間とオーロラの観測時間との関係を検討してみることで明らかにし得たのである。オーロラの観測時間を明示している史料は「金木屋又三郎日記」・「見聞年々手控」・「依岡宇兵衛諸事控」の三点でそれぞれ夜九つ時（午前〇時）、暮六つ時（十八時頃）、七つ時（十七時頃）と記されている。一方、この時、インド・ボンベイ／ムンバイにあった観測所の地磁気観測のデータが残されており、それによると地磁気変動は八月五日（西暦九月二日）の日本時間十五時頃にピークを迎えており、日本で日が暮れてオーロラが観測されるようになった時間帯は、既に地磁気嵐が収まっていたことを示唆している。一方、地磁気嵐のピークであった日本時間十五時頃は北米においては夜間に相当するため、同地に多くの観測記録が残っていることと整合する。

ただし、ここで留意しなくてはならないのは、ボンベイ／ムンバイにおける観測はその地点における地磁気の変動を観測したものだということである。グローバルな現象である地磁気嵐の変動は、地球を取り囲む磁気圏全体の変動をよく反映するように、世界の複数地点での地

磁気観測のデータを組み合わせた指標を用いるのが通常である。一つの観測所のみ局所的なデータは、グローバルな地磁気嵐の様相を反映したものには違いないが、両者の時間変化は必ずしも正確に一致しない。

以上をまとめると、歴史学と宇宙科学の協働がもたらすものの性質が見えてくる。まず宇宙科学の学術的観点、また宇宙天気災害という社会的観点の双方から重要なキヤリントン・イベントについて、歴史学は日本史料を用いて科学的に有用な新しい情報を提供した。その過程において、自然現象の異常さと当時の日本の社会状況から予想されるよりも記録の数が少ないのはなぜかという歴史的な疑問が生じた。そこで再び宇宙科学に戻り、地磁気の科学観測黎明期の限定的なデータと比較することによって、東アジアでオーロラ観測が可能であった時間帯には地磁気嵐が既にある程度収束しており、そのためにオーロラが北米で目撃されたものに比べて暗く、観測記録が少なかったことが示唆された。ここで「観測記録が少なかった」と「東アジアの夜間には地磁気嵐がある程度収束していた」ことは、一方が他方を証明する形にはなっていないことに注意が必要である。即ちここに

は、ある意味で両者が相互に補強する循環的な構造があることは否めない。しかし、歴史学の史料と宇宙科学のデータが互いに整合的な結果を示すことで、結果として歴史学と宇宙科学の双方が、それぞれの疑問について与えた解釈の確度を高めてゆくという形になつているとも言えるのである。⁽⁴³⁾

三 承応二年（一六五三）のオーロラ

（一）史料の分析

承応二年二月三日（一六五三年三月二日）のオーロラ記録の存在は、Willis と Stephenson⁽⁴⁴⁾ によつて既に指摘されていた。太陽活動が極めて低下していたマウンダー極小期における中低緯度地域のオーロラ候補のうち、日本と中国という離れた二地点における同日の記録の存在が唯一、確認されている非常に興味深い事例である。オーロラが日本で見られるほど低緯度まで広がるような強い地磁気嵐は、巨大な黒点付近で起こる強い太陽フレアが原因であることが通常であり、黒点がほとんどなかった

とされているマウンダー極小期でそのような強い地磁気嵐が本当に起きていたとすれば宇宙科学的には非常に大きなインパクトがある。まず、本オーロラを記録した二つの史料を紹介する。

【史料2】⁽⁴⁵⁾

また近日下野国那須太田原の間に。赤白の気を現ず。

そのさま旗のごとし。赤気は早く消えたりとぞ（尾張記、水戸記）

【史料3】⁽⁴⁶⁾

清順治（中略）十年癸巳二月三日夜四望火光燭天大小等時以為青燐云

【史料4】は「嚴有院殿御實記」、【史料3】は中国の地方誌『兗州府曹縣志』である。

「嚴有院殿御實記」の記述は下野国の那須と太田原の間で旗のような「赤白の気」が見えたというもので、二月三日条の末尾に記されている。「近日」とあることからオーロラ発生は二月三日前後と見るべきであろう。当該期の江戸幕府日記や日光東照宮の「社家御番所日記」には赤気・白気に関する記述はない。

「嚴有院殿御實記」が引用文献としてあげている「尾張記」とは尾張藩の日記と推定されるが、伝来本の存在は確認されていない。「水戸記」の写本は、「視聽日録」として勘定奉行中川忠英の旧蔵書のなかにあり、現在、国立公文書館に所蔵されている。先行研究が明らかにしているように、「尾張記」・「水戸記」・「紀伊記」は「嚴有院殿御實記」の承応期の記述の主要史料である⁽⁴⁷⁾。これらをもとに作成した「嚴有院殿御實記」の史料稿本に「紀水記」・「三家記」があるが、これらの稿本の記述と「嚴有院殿御實記」の記述の比較は、編纂者の天変認識や編纂時における天変現象の取り扱いを考える上で興味深いが、この点については今後の課題としたい。

(2) 科学分析

太陽活動が極度に低下していたマウンダー極小期に、本当に日本や中国で見えるようなオーロラが発生したのか。この可能性を検証するため、磯部らは『兗州府曹縣志』と「嚴有院殿御實記」に記されたオーロラ発生日付近におけるヨーロッパの黒点観測記録を参照し、実際に

この時期の太陽が無黒点、あるいはあったとしても極めて小さい黒点しかなかったであろうことを確認した⁽⁴⁸⁾。そして過去のデータに基づく地磁気嵐発達の経験的モデル等を用いた科学的考察により、太陽の黒点のない領域で時折発生する「静穏フィラメント噴出」という現象でこの地磁気嵐の原因が説明できるという説を提唱した。

マウンダー極小期は太陽活動の特異な時期として太陽物理学的にも重要であると同時に、この時期の地球は小氷期だったとされており、太陽活動と地球気候の関係という観点からも高い科学的関心がもたれている⁽⁴⁹⁾。これまで限られた黒点観測記録の他に当時の太陽面磁場の様子を直接知る方法がなかったが、日本で見られるほどのオーロラを起こすような静穏フィラメント爆発が起こるといふ事実は、黒点としては現れない太陽面の磁場に関する独立した情報を与えてくれるため、宇宙天気のみならず地球気候変動の観点からも重要である。

なおマウンダー極小期におけるオーロラ候補記録は中国・ヨーロッパの事例では一〇〇件ほどが確認できる。しかし、離れた二点間の史料となると、管見の限りでは Willis と Stephenson によつて指摘されたこの承応二年（一

六五三)の記録のみである。その意味で、この事例は重要であるとともに、今後、マウンダー極小期におけるオーロラの新史料が発見されることの科学的意義は大きい。

四 明和七年(一七七〇)七月二八日のオーロラ

明和七年七月二八日(一七七〇年九月十七日)に発生したオーロラは、江戸時代のオーロラにおいて最も多くの史料が残存する事例である。早川らの研究により⁵⁰⁾、オーロラの低緯度側への広がりからキャリントン・イベントと少なくとも同等程度の規模であったと推定され、また後述するように日本でも数日以上にわたって継続的にオーロラが見え続けていた可能性があり、その点からは、キャリントン・イベントを超え、人類が記録に残したものである最大の宇宙天気現象であった可能性も指摘されている。現時点で日本国内の観測記録は北海道から宮崎県におよび、約七十点余りの史料が見つかっているが、今後さらに増加する可能性が高い。史料は日記を中心に年代記・随筆・地誌・天文書・歴史書・祭礼や講の帳簿など多岐にわたる。作成者は、武家・公家・寺社・庶民

といった幅広い社会階層に分布している。

これらのうち、同時観測記録といえるものは、日記および祭礼や講の帳簿である。随筆の場合、後述する「猿庵随観図会」のように、後に記されたものであっても、著者がオーロラを目撃していれば、同時観測と同等と言えるが、三好想山の『想山著聞奇集』のように、オーロラ発生から約八十年後に成立したものもある⁵¹⁾。こうした場合、科学分析に用いる際には慎重な検討を要する。しかし、『想山著聞奇集』には、各地の情報が集められており、情報の伝播状況を知る上では有効である。

また、明和七年(一七七〇)オーロラについては、絵画史料も存在する。よく知られたところでは「猿猴庵随観図会」や「星解」がある。以下では、こうした史料をもとに、文理双方の研究手法で分析することによって判明した事柄を述べていきたい。

ここでは、「猿猴庵随観図会」をもとに、オーロラの明るさについての考察をみてみよう。

(1) 書誌的考察

「猿猴庵随観図会」は尾張藩士高力種信（一七五六～一八三二）によつて書かれた絵入りの随筆である。種信は幼名を八之助、通称を新三、号を猿猴庵と称し、天明七年（一七八五）に家督を継ぎ、馬廻組をつとめた。安永元年（一七七二）頃から著作活動を始め、「泉涌寺靈宝拝見図」・「安永洪水図」などの著作がある。

「猿猴庵随観図会」の内容は、①熱田神宮の御鋏祭（明和四年）、②洪水と東輪寺等における水死者の供養（明和期）、③大旱魃と雨乞（明和六年）、④赤気（明和七年）、⑤大須観音の「馬之頭」（明和九年）、⑥疫病流行（安永二年）、⑦名古屋万年講中の秋葉山への銅鳥居の奉納（安永六年）、⑧町内で流行した子どもの遊び（安永七年）、⑨ハリシヤ国の馬の通行（年未詳）の九項目からなり、自然災害や信仰に関することが多い。この内容構成から本史料の成立年代は安永七年（一七七八）以降と推定され、オーロラの絵も明和七年（一七七〇）以降に描かれた可能性が極めて高いが、種信の生没年から判断すれば、オーロラを実際に目撃したと考えられる。なお本史料の旧蔵者は伊藤圭介である。

この史料の注目すべき点の一つとして、オーロラの部

分に付箋が貼られており、そこには「明治四年北アカミヘタリ、縦二ナク、横二ナリトミヘタリ」と記されていることがある。つまり、本資料の旧蔵者は明治四年（一八七一）のオーロラを目撃したことで、「猿猴庵随観図会」を読み返したのであり、そこに本史料の受容のあり方の一端をみる事ができる。

（2）「猿猴庵随観図会」に見るオーロラ認識

ここでは、まず、民衆がどのようにオーロラを捉えていたのかをみていきたい。本史料にはオーロラの絵（図5）とともに以下のような記述がある。

【史料3】⁽⁵²⁾

七月廿八日夕方方北の空うす赤く、遠方の火事かと沙汰するうちに、次第く々に色こくなり、夜に入て明ルき事月夜の如し、戌ノ刻比より赤気甚しく、中に竿の如き白筋幾すじも顕れ、半天に覆広がりて西東に広く白気数多し、地一面に真赤になりて、諸人おどろきさわざ、所の生祠にて神樂をあげ、或は念仏をとなへて生たる心地なし、これ八世がめつしつる

か、火の雨でもふりはせぬかとか屋根に水をかけるも有、高き所登りて見れハ赤氣のうちに物の煮ゆか音聞ゆに夜明にハ東西にわかつ様にて消えたり

これによれば、夕方より北方の空が赤くなりはじめ、二十時頃には真つ赤な空に白い筋が見えていたという。この天変を見た民衆は、当初は遠方の火事かと思つてしたが、火事ではないことに気づいてからは、空から火の雨が降るのではないかと考え、屋根に水をまいたり、神仏に祈るなどして、この天変から身を守ろうとした。史料中にある「遠方の火事」という表現は、社会階層を問わず、当時の人々に共通する認識である。図5をみると、画面の中央より上部にオーロラ、下部に民衆が描かれている。明和七年（一七七〇）のオーロラを描いた史料に「星解」があるが、これは、オーロラのみで人の姿は描かれていない。つまり、「星解」がオーロラ現象をより精緻に捉えようとしたのに対し、「猿猴庵随観図会」は、オーロラを民衆との関係で捉えた絵と言える。

(3) 科学的分析

「猿猴庵随観図会」のオーロラの絵の特色は、地平線から垂直に立ち上る赤氣の表現にある。地平線から空に向かつて赤色が徐々に薄くなり、空に溶け込む表現は「星解」のオーロラとは異なるところである。史料中の「夜解」のオーロラは「今夜闇の夜なれ共往來白昼よりもあかく」⁽⁵⁴⁾、「赤キ事草木迄赤見得候」⁽⁵⁵⁾、「其火光輝時、細書看説、手文明白」⁽⁵⁶⁾といった記述が検出できる。

海老原ら⁽⁵⁷⁾は宇宙から降り込む高エネルギー電子によるオーロラ発光を理論モデルに基づいてシミュレーションし、これらの記録の検証を行った。その際、史料から読み取れる情報として以下の三点を用いている。まず、第一に、「亥子時、正北天火氣如朱砂、其中金色指登、越北極星」⁽⁵⁸⁾からオーロラは少なくとも北極星（約三五度の仰角）まで広がっていたこと、第二には「猿猴庵随観図会」や「星解」⁽⁵⁹⁾の絵によればオーロラの上端から下端まで赤色のオーロラが卓越していたこと、第三には上述のような明るさに関する史料の記述が正確だとすればオーロラの

明るさは数百キロレイリーに達していたと考えられること、である。理論的に計算されたオーロラ発光との比較により、海老原らは史料が提示する条件を満たすために必要な振り込み電子の量やエネルギースペクトル、緯度分布を定量的に示すことに成功した。それによると、明和七年（一七七〇）のオーロラの記述を説明するためには、比較的低エネルギーの電子が通常の低緯度オーロラよりも緯度方向に広い範囲で、かつ一桁以上多い量が振り込んでいることが必要であることが示唆された。

この研究は、複数の史料における記述の理論モデルによる検証を通して、過去のオーロラについて電子のエネルギースペクトルという物理量まで定量的に求めることができたという点で宇宙科学的には特筆すべき成果である。それと同時に、ここにもまた史料と科学的検証がお互いを補強する循環的な構造を見いだすことができる。歴史学側では多数の史料を照らし合わせた史料批判、宇宙科学側ではシミュレーション結果の妥当性を最新の科学的知見に照らして吟味するといった、それぞれの分野での学問的知見と方法論を動員することで、循環論法に陥ることなく、むしろ両者を行き来することで少しずつ

理解の精度と確度をあげてゆくことが可能になっているのである。

五 明和七年七月十四日・八月七日のオーロラ

早川らは明和七年（一七七〇）のオーロラに関する国内外の記録を網羅的に集め、オーロラの時空間的な広がりを見明らかにした。既に述べたように、オーロラの低緯度側限界がキャリントン・イベントに匹敵するほど低かったことに加え、もつとも観測記録の集中している七月二八日だけでなく、前後数日以上にわたって東アジアでオーロラが見え続けていたことが、早川らが示したこのイベントの特筆すべき点である。以下では明和七年（一七七〇）の七月十四日（九月三日）および八月七日（九月二五日）に赤気が見えたという記録がについて若干の考察を加えてみたい。

（一）七月十四日のオーロラ

まず、七月十四日の「赤気」を取り上げる。これにつ

いては三点の史料が現存する。

【史料3】⁽⁶¹⁾

七月十四日紅氣北天より出、初八少々の義二候処、
忽ち中天二満てわつか十歩一計残りて色火の如、暮
六ツ時頃より始り鶏鳴迄不止、諸人驚く。

【史料4】⁽⁶²⁾

七月十四日、紅氣北天より出、初は少々の義に候処、
忽ち天中^(紅脱カ)に満、わつかに南方十歩一はかり残り、天色
如火、暮六ツ時より初り鶏鳴迄不止、諸人其驚候処、
其后消申候

【史料5】⁽⁶³⁾

一 七月十四日、氣小天より出、少し儀二候処、忽中
天に満、わつかに南之方十分一計残り、天宮火之
如く、暮六時頃より始^(鶏鳴カ)鶏鳴迄不止、諸人甚驚申候
【史料3・4・5】について書誌情報を概観しておきた
い。

史料3の「永禄日記」は、宝曆十三年（一七六三）に、
弘前藩の藩医手塚玄通の門人であった山崎立朴によつて
編纂された家記であり、その内容は天変地異・氣候・物
価をはじめ弘前藩政に関わることが多い。立朴の生家で

ある山崎家は、浪岡城主北畠氏の末裔という由緒を持つ⁽⁶⁴⁾。
「永禄日記」は宝曆十三年（一七六三）に成立したのも、
同家の子孫によつて書き継がれた⁽⁶⁵⁾。ここで注目すべ
き点は、本史料の原型が成立したのは明和七年（一七七
〇）のオーロラ発生以前であり、オーロラ記述は後に加
筆された事項で、その時期も明確にしえないということ
である。

史料4の「平山日記」は陸奥国津軽郡湊村の庄屋・肝
煎役で、代々、五所川原堰奉行・大川堤奉行・郷士等を
勤めた平山家の家記である。内容は元亀元年（一五七〇）
から享和三年（一八〇三）までの藩政・村政に関わる事
柄を年代記としてまとめたもので、作成者は同家の当主
平山半左衛門である⁽⁶⁶⁾。

史料5の「本藩明實録」は弘前藩足軽頭であった山形
宇兵衛が編纂したもので、永禄元年（一五五八）から天
保十五年（一八四四）までの藩政をまとめた歴史書であ
る。本史料には「永禄日記」が引用されている。

上記の三点の史料は、送り仮名の違いを除いては、ほ
ぼ同文と言える。各史料の比較から、「永禄日記」が増補
されていく過程でオーロラ記述が加えられたことは確実

であるが、その時期は不明であり、「平山日記」との関係も明確にしない。しかし、「本朝明實録」が編纂された弘化、嘉永期にはオーロラ記述のある「永祿日記」が流布していたと言える。さらに、これらの史料だけでは、本当に明和七年（一七七〇）七月十四日に弘前でオーロラが見えていたのかという疑問も残る。なお、この三点の史料には七月二十八日のオーロラに関する記述はない。

実際に七月十四日には、日本で見られるほどのオーロラが出現していたのだろうか。科学的に言えることの一つは、七月十四日もっとも大規模なオーロラが見られた七月二十八日の二週間前に当たり、太陽がおよそ二七日周期で自転することを考えると、七月二十八日の大規模なオーロラを引き起こしたものと同じ太陽黒点群はこの時、地球から見えない側にあつたはずということである。もちろん、この時期の太陽活動が極めて活発な状態で、七月二十八日のオーロラを引き起こしたとは別の太陽黒点の原因となつて七月十四日のオーロラが発生したことは否定し切れない。しかし、他の史料の残存状況からも、七月十四日にオーロラが見えていたとしても七月二十八日よりは微弱であつたと考えられる。それにも関わらずこ

れらの史料に七月二十八日の記録が見られないことから、これら三点の史料に見えるオーロラ発生日は史料が写し取られていく過程で生じた誤記である可能性が高い。これにより、取りも直さず、七月二十八日のオーロラを記録している弘前藩の国元日記が最も信憑性が高い史料であることが改めて実証されたと言える。しかしながら、藩や地域の歴史が編纂されるたびごとに、明和七年（一七七〇）のオーロラが記述されてきた事実は、後世に伝達すべき珍しい天変情報として認識されていたことを示すのである。

(2) 八月七日のオーロラ

次に八月七日（一七七〇年九月二五日）の「赤気」を取り上げる。この日のオーロラについては、以下のような記述がある。

【史料6】⁽⁶⁷⁾

八月七日庚辰、亥刻、当西有赤気、頗微、愚紳

この史料は柳原紀光が編纂した「続史愚抄」の明和七年（一七七〇）八月七日条の部分である。「続史愚抄」は

正元元年（一二五九）から安永八年（一七七九）までの出来事を公家社会中心に、天皇ごとにとまとめた編年体の歴史書で、六国史を継承する意図をもって編纂された。明和七年（一七七〇）部分は、紀光の日記「愚紳」が残されており、そこには以下のように記されている。

【史料7】

⁽⁶⁸⁾

庚辰、今夜亥終剋後、西方有赤氣、頗薄

【史料6】【史料7】を比較すると、時刻と明るさの表現に差異がある。発生時刻は日記のほうがより詳細で、ほぼ二三時頃と確定できる。「亥終剋後」という部分の「終」の文字は後筆であることから、紀光がより正確に発生時刻を記録しようとしたことがわかる。色味について日記には「頗薄」とあるのに対し、「続史愚抄」には「頗微」と記されている。「薄」という表現はオーロラの赤みが薄いことを示すのに対し、「微」という表現を用いることで「薄暗い」あるいは「微光」という意味を加えることになり、よりオーロラの光的確にとらえる表現になっている。七月二八日の日記を見ると、紀光は「如夕陽甚、雖闇夜分人面」と記しており、オーロラの明るさに注目していた様子がわかる。つまり、「続史愚抄」編纂にあた

り、紀光は「頗微」という表現を用いて、オーロラの光の明るさをより正確に表現したのである。

また、この日のオーロラについて興味深いのは、野宮定晴・広橋兼胤・土御門泰邦といった、七月二八日のオーロラを記述している公家の日記には記されていないことである。なお、現時点の調査では八月七日のオーロラを記録した史料は「続史愚抄」と「愚紳」のみである。

八月七日のオーロラ発生が科学的に実証できるとするならば、紀光の記録の信用性や彼自身の天文認識を分析するうえでも重要な意味をもつであろう。そこで以下では、八月七日のオーロラ発生の有無について若干の科学的考察を試みる。

早川⁽⁷⁰⁾は、この時期にヨーロッパで行われていた Johann Caspar Staudacher による黒点スケッチを示している。スケッチには七月二五日から二八日にかけて、巨大な黒点が太陽の自転に伴って位置を変えながら徐々に成長している様子が描かれている。二九日の時点では黒点は太陽の中心付近にある。太陽は緯度によって少しずつ自転速度が異なるがおよそ二七日で一周するため、八月七日の時点では地球から見てほぼ西側（太陽に向かって右

側)の縁近くに位置していることになる。ただし、太陽面でフレアが起きてからその影響が地球に到達して磁気嵐が起きるまでには一〜三日程度の時間がかかる。従って八月七日に地磁気嵐を起こす太陽フレアは四日から六日あたりに起きていたはずであるから、巨大黒点はその頃はまだ辛うじて太陽の地球側の面に存在していることになる。従って同じ黒点で発生した太陽フレアが、「顕微」と表現されるような極めて微弱だが日本で見ることができるとようなオーロラを引き起こした一定の可能性はあると言える。

八月七日のオーロラの可能性の科学的吟味には、この時点でその黒点がまだ強い磁場を保っているか、太陽の縁近くで発生した太陽フレアからのコロナ質量放出がうまく地球の方向に飛んでくるかなど、より詳細な議論が必要であり、これ以上は別稿にゆずる。

ここでは、普通には気づかないくらい微かなオーロラを捉えられる観察眼や天文現象への関心など、柳原紀光の人物像についても、史料の宇宙科学的検証から迫り得ることを指摘しておきたい。

おわりに——歴史学と自然科学の協働に向けて——

以上、雑駁ではあるが、近年の歴史的オーロラ研究について紹介してきた。ここではまず、研究方法を紹介した上で、安政六年(一八五九)・承応二年(一六五三)・明和七年(一七七〇)のオーロラを歴史学と宇宙科学が協働で分析した研究例を取り上げ、また一部、本稿独自の新たな分析を付け加えた。これらの研究は過去の太陽活動・宇宙天気現象について極めて有益かつ他に代替の効かないデータを歴史史料がもたらしたという点で、宇宙科学の分野で高く評価されたものであることを改めて強調しておく。その上で、これらの研究における、単に宇宙科学へ歴史学がデータを提供したということを超えた両者の協働ならではの成果について、もう一度まとめておきたい。

まず第一に前近代の日本において肉眼で見えるオーロラが出現し、それが人々に目撃され、記録されていたという歴史事実を改めて実証的に明らかにしたことである。歴史史料中の「赤気」などのオーロラと思われる記録を

主として自然科学系の研究者が収集した研究はこれまでもあったが、歴史学の研究方法を取り入れた実証的な研究はほぼなかったといつてよい。

第二には、歴史学と宇宙科学双方の視点からの分析を加えることにより、単独分野の手法だけでは明らかにしえないオーロラの科学的描像を捉えたことである。例えば本稿で紹介した明和七年（一七七〇）のオーロラの明るさや継続期間に関する議論は、多くの史料の渉獵とその批判的吟味という歴史学の手法と科学的な分析の双方をなくしては成立しない。キャリントン・イベントが東アジアで史料が少なかった理由の議論も同様である。

第三に、この宇宙科学と歴史学の協働が、歴史史料の新たな解釈を可能にしたことである。明和七年（一七七〇）のオーロラに記録に見られる多様な描写や絵に描かれた表現は、「なぜ、そのように表現したのか」という歴史学にとつての問いを喚起するが、その問いに実証的に取り組むためには、そもそも実際に起きた現象がどのようなものだったのかを知らねばならない。ここに宇宙科学の協力を得ることにより、オーロラを示す語彙が決まっていな社会では、人間は自らの身近にある事物にな

ぞらえてそれを後世に伝えようとすることを明らかにすることができたのである。このことは、漢籍に依拠する「白氣」・「赤氣」という語彙を知らない民衆層のオーロラ認識を考える上で重要な発見であった。さらに、オーロラ発生から数十年以上を経て記された随筆の記述の信憑性を担保することにもなった。

本稿で繰り返し述べてきたように、これらの成果は、歴史学の史料分析と宇宙科学の科学的分析が、お互いがお互いを補強するというある意味で循環的な構造を持ちながらも、それぞれの分野での学問的知見と方法論を動員して、両者を行き来することにより、少しずつ理解の精度と確度をあげていくことで得られるものである。歴史学と宇宙科学、あるいは広い意味での自然科学の協働におけるこのような研究のあり方を提示することが、本稿の大きな狙いであった。

自然科学、とくに地震や気象など人間の活動に影響を与える自然現象を対象とした分野と、歴史学を含む人文社会科学の異分野融合研究が大きく進展したのは、阪神淡路大震災・東日本大震災という未曾有の災害の経験が契機であった。その後、様々な分野の連携が試みられて

いるが、示唆に富む多分野融合研究の事例として総合地球環境学研究所が二〇〇六年度から二〇一〇年度にかけて行った共同研究「日本列島における人間・自然相互関係の歴史的文化的検討」がある。同研究はサハリン・北海道・東北・中部・近畿・九州・奄美・沖縄をフィールドに、縄文時代以来人々がどのように自然と関わり生物資源を活用していたかを明らかにすることを目的に進められた。例えば中部地域の森林利用に関する研究では、「御林帳」という植林状況を記した史料を、林学の視点で分析し、それを歴史学にフィードバックすることによって巨木が生い茂る近世の森林を再現した。これは歴史学・林学の双方向的研究によって明らかにしえた事実である⁽⁷¹⁾。

また同研究において白水智は、自然と人間との関係の分析には自然の特性や人間の技術力の進展以外に、人間社会内部の様々な葛藤や矛盾を考慮すべきであるという示唆に富む指摘をしている⁽⁷²⁾。

この指摘はオーロラを含めた歴史的な天文現象を考える上でも重要である。天文現象をめぐる人々の認識を理解する際、ともすると、近代西洋科学と伝統的な天文学の二項対立論的な構図で捉えがちであるが、知識人の多

くは漢学的世界観の上に、近代西洋科学を享受していた⁽⁷³⁾。それぞれの学問的環境に立脚した受容がなされていたことを考慮しなければ一面的な理解にとどまってしまうと言える。こうした視点をもった研究として杉岳志の研究がある。杉は彗星をめぐる民衆の意識を通史的に分析し、民衆の彗星観は社会状況の変化によって変化することを論じ、人の意識が社会的諸関係の産物であることを指摘した⁽⁷⁴⁾。

総合地球環境学研究所では、その後、二〇一四年度から二〇一八年度にかけて共同研究「高分解能古気候学と歴史考古学の連携による気候変動に強い社会システムの模索」が実施され、樹木や珊瑚の年輪・古日記・堆積物などの試・資料を用いた縄文時代から現代にいたる東アジアの気候変動の復元が行われた。このほか二〇一六年度日本地理学会秋期学術大会においてシンポジウム「三・一一 その時、その後、震災を経験した総合大学による分野横断型研究の実践」が開催され、文理融合研究の実践例が報告された。こうした文理の協働による研究は、歴史史料の理系研究への活用の道を開き、歴史学に与えた刺激も小さくはない。しかし、理系分野における歴史

史料の分析結果を歴史研究にフィードバックする形で協働には、まだまだ大きな発展の余地があるだろう。

最後に、歴史的オーロラ研究の展望を述べておきたい。オーロラの発生は全地球的な現象であるため、オーロラ特定作業については、今後、アジアやヨーロッパ地域の史料の収集も必要である。また、長期にわたる太陽活動の再現という観点から近世以前の史料収集も当然、行われるべきであろう。そうした場合、地域と時代を超えた歴史研究者の協働も課題となってくる。より巨視的な視点に立てば、オーロラを示す語彙の変化から、オーロラおよび天文認識の変化を見ることが、オーロラという現象をめぐる多国籍比較も可能になるだろう。また、杉が彗星について行ったように、オーロラが照らし出す民衆の意識の通史の変遷を探ることも興味深いテーマである。歴史的オーロラ研究の知見を、宇宙天気防災、科学コミュニケーション、市民科学といった今日的な社会課題と接続することの重要性も増してくるだろう³⁹⁾。こうした研究の基盤には、精度と確度の高い史料の抽出が不可欠であり、そのために歴史学と宇宙科学の密接な協働が欠かせないことは繰り返し述べてきた通りである。

歴史史料を用いた自然災害の研究は「文理融合研究」と理解されてきたきらいがある。だが、真の文理融合研究とは、文理の双方向的、互恵的な協働によるものであるべきであり、そして個別分野の問題意識を超えた新たな知見をもたらすべきものである。オーロラ研究で言うならば、宇宙科学は現象そのものを理解しようとし、歴史学はオーロラをめぐる人や社会の対応やその背景にある自然認識を理解しようとする。それらをトータルに捉えることで、人間と宇宙の関係を歴史的時間軸の中に位置づけて考えることができる。その意味において歴史的オーロラ研究は緒に就いたばかりである。

【註】

(1) 一般に宇宙科学(Space Science)とは、宇宙全体や天体を対象とする天文学・宇宙物理学、惑星科学、地球周辺の宇宙空間を対象とする宇宙空間物理学、および宇宙空間を探索・利用するための工学的研究などの総称である。オーロラは地球や地球のような惑星の周辺の宇宙空間および高層大気で起きる現象であり、オーロラ研究はどちらかと言えば地球物理学や地球惑星科学といった分野に含まれる。一方でオーロラの起原を遡ると太陽の爆発現

象に行き着くが、太陽研究は一般に宇宙物理学・天文学の一部とされる。本稿で主にとりあげる歴史史料中の記録はオーロラのものであるが、その自然科学的関心は太陽の現象からその地球への影響としてのオーロラまでを含む、近年では太陽地球環境ないし宇宙天気と呼ばれる研究領域である。各学問分野の守備範囲を議論することは本稿の目的ではないので、本稿では宇宙科学という言葉で統一する。

- (2) 神田茂編『日本天文学史』上下(原書房、一九七八年)。
- (3) 神田茂は東京天文台(現在の国立天文台)に勤務する傍らアマチュア天文家の育成に努め、変光星・流星・彗星などの観測の指導に当たった。京都大学の山本一清とともに現在の日本におけるアマチュア天文家の活躍の基礎をつくった人物である。(日本アマチュア天文学史編纂会編『改訂版日本アマチュア天文学史』恒星社厚生閣、一九九五年)。
- (4) 大崎正次『近世日本天文学史料』(原書房、一九九四年)。大崎正次は神田茂のもとで流星・変光星の観測をする傍ら天文学史の収集にあたった。神田とは対象的に、史料編纂所、東京市立第一中学での勤務を経て、五島ブルーナリウムに学芸員として勤務していた。
- (5) 渡邊美和『続近世日本天文学史料』(暫定版)(私家版)(二〇〇七年)。

〇〇七年)。

- ⑨ Fritz, H. *Verzeichniss Beobachteter Polarlicher*. Leopold Sommer & Comp., (1873).
- Link, F. *Observations et catalogue des aurores boreales apparues en Occident de 626 à 1600*. Akad., (1963).
- Réthy, A., and Z. Berkes. *Nordlichtbeobachtungen in Ungarn, 1523-1960*. Verlag der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, (1963).
- Fris, Link などのカタログの問題点については慶松が註7 和文論文で指摘している。
- (7) 慶松光雄「中国の極光史料とその世界的価値」(上)(下)『史林』第五二巻二号・三号、一九六九年)。
- Keimatsu, M. "A chronology of aurora and sunspots observed in China, Korea and Japan." *Ann. Sci. Kanazawa Univ.* (1963).
- 慶松の専門は中国史だが、歴史地震学、さらに金沢大学での共同研究により、中国史料によるオーロラ現象を主に地磁気変動の観点から調査している。
- Yau, K. K. C., F. R. Stephenson, and D. M. Willis. "A catalogue of auroral observations from China, Korea and Japan (193 BC-AD 1770)." *ccof* (1995).
- ⑩ Willis, D. M., and F. R. Stephenson. "Simultaneous auroral

observations described in the historical records of China, Japan and Korea from ancient times to AD 1700." *Annals Geophysicae*. Vol. 18. No. 1. Copernicus GmbH, (2000).

Vaquero, J. M., and M. Vázquez. *The Sun recorded through history*. Vol. 361. Springer Science & Business Media, (2009).

Neuhäuser, R, and D. L. Neuhäuser. "Solar activity around AD 775 from aurorae and radiocarbon." *Astronomische Nachrichten* 336.3 (2015): 225.

⑥ Nakazawa, Y., T. Okada, and K. Shiokawa. "Understanding the "SEKKI" phenomena in Japanese historical literatures based on the modern science of low-latitude aurora." *Earth, planets and space* 56.12 (2004): e41.

⑩ Hayakawa, H, et al. "Records of sunspot and aurora during CE 960-1279 in the Chinese chronicle of the Song dynasty." *Earth, Planets and Space* 67.1 (2015): 82.

Kawamura, A. D., et al. "Aurora candidates from the chronicle of Qing dynasty in several degrees of relevance." *Publications of the Astronomical Society of Japan* 68.5 (2016).

Tamazawa, H, et al. "Records of sunspot and aurora activity during 581-959 CE in Chinese official histories concerning

the periods of Sui, Táng, and the Five Dynasties and Ten Kingdoms." *Publications of the Astronomical Society of Japan* 69.2 (2017): 22.

Hayakawa, H, et al. "Records of sunspots and aurora candidates in the Chinese official histories of the Yuán and Míng dynasties during 1261-1644."

Publications of the Astronomical Society of Japan 69.4 (2017).
など。

研究プロジェクト発足の経緯は磯部洋明「歴史書から探る太陽活動」『天文月報』第一一〇巻七号、二〇一七年）を参照。

(11) 後出註37、50、57その他 Hayakawa, H, et al "A great space weather event in February 1730." *Astronomy & Astrophysics* 616 (2018): A177.

(12) 岩橋清美①「絵画史料にみる近世人のオーロラ認識（法政大学『多摩論集』第三四号、二〇一八年）、岩橋清美・片岡龍峰『オーロラの日本史』（平凡社、二〇一九年）、岩橋清美②「太陽黒点観測に見る近世後期の天文認識」（『国文学研究資料館紀要』第四六号文学研究篇、二〇二〇年）。

Tamazawa, H, H. Hayakawa, and K. Iwahashi. "Astronomy and intellectual networks in the late 18th century in Japan: A case study of Fushimi in Yamashiro." *Historia*

(13) しばしば「太陽から流れ出た粒子が地球大気に衝突してオーロラを光らせる」という説明がなされることがあるがこれはあまり正確ではない。まず太陽からはつねに磁場を帯びたプラズマ（電離したガス）が流れ出ており、太陽風と呼ばれる。一方地球では北極と南極近くにある磁極をつなぐ磁場が地球周辺の宇宙空間を満たしており、この領域を磁気圏と呼ぶ。太陽風が直接地球に衝突することを磁気圏が防いでいるが、太陽風が変動すると磁気圏も変動し、それによつて磁気圏中で高エネルギーの粒子が発生することがある。特に太陽に黒点、つまり強い磁場の集中した領域が生じると、その磁場のエネルギーで時折突発的な爆発（太陽フレア）が起きる。太陽フレアが起きると、大量の電磁波や高エネルギー粒子、そして強い磁場を帯びた磁場の塊（コロナ質量放出）が宇宙空間に放出される。このうちコロナ質量放出が、磁気圏と衝突すると強い地磁気の擾乱、すなわち地磁気嵐の原因となる。太陽風中の粒子が直接地球大気に衝突してオーロラを光らせることが全くないわけではないが、日本で見られるような巨大なオーロラは、コロナ質量放出が地球の磁気圏と複雑な相互作用をした結果、磁気圏中で粒子が加速されて生じるものである。オーロラの一

般向け入門書としては片岡龍峰「オーロラ！」（岩波科学ライブラリー、二〇一五年）、太陽活動に関する入門書としては柴田一成「太陽の科学 磁場から宇宙の謎に迫る」（NHKブックス、二〇一〇年）などがある。より専門的な内容までカバーした日本語の文献としては柴田一成・上出洋介編「総説 宇宙天気」（京都大学学術出版会、二〇一一年）がある。

(14) 歴史史料を用いた先駆的研究としては歴史地震研究があり、その研究史は膨大であるが、地震学だけではなく気候学・動植物学など多様な分野の融合研究として注目される成果に二〇〇六年度から二〇一〇年度にかけて総合地球環境学研究所が実施した「日本列島における人間・自然相互関係の歴史的文化的検討」がある。

(15) Maehara, H, et al. "Superflares on solar-type stars." *Nature* 485.7399 (2012): 478.

Miyake, F, et al. "A signature of cosmic-ray increase in AD 774-775 from tree rings in Japan." *Nature* 486:7402 (2012): 240.

(16) 『日本国語大辞典』第二版第七巻（小学館、二〇〇三年）一三七頁。

(17) 管見のかぎりでは近代における「極光」という語彙の使用例の初発は、明治三〇年代に作成された「天地現象掛

- 図 第六輯 極光発現之図」（東書文庫所蔵）である。
- (18) 黒板勝美編『新訂増補国史大系 日本書紀』後編（吉川弘文館、二〇〇〇年）三六五頁。六国史にみられるオーロラの語彙については以下の論文を参照。Hayakawa, H., et al.(2017) Hayakawa, H., et al. "Records of auroral candidates and sunspots in Rikkokushi, chronicles of ancient Japan from early 7th century to 887." *Publications of the Astronomical Society of Japan* 69.6 (2017): 86.
- (19) Hayakawa, H., et al. "Unusual rainbow and white rainbow: A new auroral candidate in oriental historical sources." *Publications of the Astronomical Society of Japan* 68.3 (2016): 33.
- (20) 財団法人冷泉家時雨亭文庫編『明月記』一（朝日新聞社、一九九三年）五一〜五二二頁。
- Kataoka, R, et al. "Historical space weather monitoring of prolonged aurora activities in Japan and in China." *Space Weather* 15.2 (2017): 392.
- (21) 大久保正編『本居宣長全集』第十六卷（筑摩書房、一九七四年）三一八頁。
- (22) オーロラの詳細な変化を記した史料として伏見稲荷社の御殿預職であった羽倉信郷の日記（東丸神社所蔵「明和七年 日譜」）がある。
- (23) 西川如見『怪異弁断』（国文学研究資料館所蔵）、「可観小説」（金沢市立玉川図書館近世史料館所蔵）。
- (24) 「日記」秋田県編『秋田県史』資料近世編上（秋田県、一九六三年）九六七頁。
- (25) 「永代過去帳」（吹田市編さん委員会編『吹田市史』第六巻、吹田市役所、一九七四年）六二二〜六二四頁。
- (26) 「万珍敷事覚帳」（田原本町史編さん委員会編『田原本町史』史料編第一巻、田原本町役場、一九八八年）九二二頁。
- (27) 富土市教育委員会編『富土郡今泉邑宝鑑往古披差』（富土市教育委員会、一九八九年）五六七〜五六八頁。
- (28) 安藤精一監修、田辺市教育委員会編『清文堂史料叢書 第四七刊 紀州田辺万代記』（清文堂出版、一九九二年）四九六頁。
- (29) 大田南畝「半日閑話」（浜田義一郎編『大田南畝全集』第十一巻、岩波書店、一九九八年）三四三頁。
- (30) ここで言う緯度とは、厳密には地理上の緯度ではなく、北極と南極付近にある地磁気極からの角距離に相当する磁気緯度である。地磁気極とは、地球の磁場を双極子磁場（棒磁石と思えばよい）で近似した時の軸と地表の交点であり、その位置は地理上の北極点および南極点から10度ほどずれた場所にある。このため、同じ地理緯度で

あっても経度によって磁気緯度は異なる。地磁気極の位置は時間と共に少しずつ移動しているが、近世から現代の日本において磁気緯度は地理緯度より10度程度低い。同じ地理緯度の他地域と比べてオーロラは見えにくい場所にある。

(31) Hayakawa, H., et al. "The Celestial Sign in the Anglo-Saxon Chronicle in the 770s: Insights on Contemporary Solar Activity." *Solar Physics* 294.4 (2019): 42.

(32) オーロラの緑色は酸素原子が出す波長 557.7 ナノメートルのスペクトル線であり、高度およそ100kmから200kmの高さで光る。赤色は同じく酸素原子が出す波長 630.0 ナノメートルのスペクトル線で、高度およそ150kmから600kmで光る。強いオーロラの場合、高度 90-120km付近で、窒素分子の出す青やピンク色の発光が見えることもある。実際にはこれらの色が混ざって黄色や白っぽい色に見えることもある。ごく微かなオーロラの場合、人間の目の特性によりはつきりと色を認識することができないために淡く白っぽい光に見えることもある。

(33) 註(30)参照

(34) 太陽活動の活発さは黒点数を指標として測られる。黒点数は通常約十一年の周期で変動するが、時折極端に太陽活動が低下（黒点数が減少）する時期が数十年程度続く

ことがあり、グランド極小期と呼ばれる。このうち一六四五〜一七一五年のグランド極小期をマウンダー極小期、一七九〇年から一八三〇年をタルトン極小期と呼ぶ。

(35) Carrington, R. C. "Description of a singular appearance seen in the Sun on September 1, 1859." *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 20 (1859): 13.

Tsurutani, B. T., et al. "The extreme magnetic storm of 1-2 September 1859." *Journal of Geophysical Research: Space Physics* 108.A7 (2003).

Cliver, E. W., and W. F. Dietrich. "The 1859 space weather event revisited: limits of extreme activity." *Journal of Space Weather and Space Climate* 3 (2013): A31.

(36) Green, J. L., and S. Boardsen. "Duration and extent of the great auroral storm of 1859." *Advances in Space Research* 38.2 (2006): 130.

(37) Hayakawa, H., et al. "East Asian observations of low-latitude aurora during the Carrington magnetic storm." *Publications of the Astronomical Society of Japan* 68.6 (2016).

(38) 「安政六年 金木屋又三郎日記」（弘前市立弘前図書館所蔵）。

(39) 平鹿町郷土誌編纂委員会編『平鹿郷土誌』（平鹿町、一九六九年）二二五頁。

- (40) 印南町史編集室編『印南町史』（印南町、一九八七年）七九六頁。
- (41) 『礪波縣志』III, 19b(京都大学人文科学研究所蔵 史-XI-4-A-419)
- (42) 「校訂年代記」（東京大学史料編纂所蔵）。
- (43) なお早川らは上述の研究をさらに発展させ、ロシアや南半球を含む世界各地におけるオーロラの記録と、当時の太陽黒点スケッチなどを合わせ、キャリントン・イベントのより包括的な描像を描くことに成功している。
- Hayakawa, H, et al. "Temporal and spatial evolutions of a large sunspot group and great auroral storms around the Carrington event in 1859." *Space Weather* 17.11 (2019): 1553-1569.
- (44) Willis, D. M., and F. R. Stephenson. "Simultaneous auroral observations described in the historical records of China, Japan and Korea from ancient times to AD 1700." *Annales Geophysicae*. Vol. 18, No. 1. Copernicus GmbH, (2000).
- (45) 黒板勝美編『新訂増補国史大系 徳川実紀』第四編（吉川弘文館、一九九一年）六九頁。
- (46) 『山東兗州府曹縣志』v.18, f.10a（京都大学人文科学研究所蔵 東方 史-XI-4-H-571）
- (47) 小宮木代良『江戸幕府の日記と儀礼史料』（吉川弘文館、二〇〇六年）六九頁・一一五頁。
- (48) Isobe, H, et al. "Intense geomagnetic storm during Maunder minimum possibly by a quiescent filament eruption." *The Astrophysical Journal* 887.1 (2019): 7.
- (49) 太陽活動と地球気候の関係については以下を参照。多田隆治「気候変動を理学する」（みずす書房、二〇一七年）、宮原ひろ子「地球の変動はどこまで宇宙で解明できるか：太陽活動から読み解く地球の過去・現在・未来」（化学同人、二〇一四年）。
- (50) Hayakawa, H, et al. "Long-lasting extreme magnetic storm activities in 1770 found in historical documents." *The Astrophysical Journal Letters* 850.2 (2017): L31.
- (51) 谷川健一他編『日本庶民生活史料集成』第一六巻 奇談・紀聞、三一書房、一九七三年）五九〜六〇頁。
- (52) 高力種信「猿猴庵随観図会」（国立国会図書館蔵）。
- (53) 黒板勝美編『新訂増補 国史大系 第一五巻 続史愚抄 中巻』（吉川弘文館、一九九九年）六八九頁。
- (54) 「籠耳集」（原田伴彦他編『日本都市生活史料集成』第一巻、三都篇I、学習研究社、一九七七年）四〇五〜四〇六頁。
- (55) 「工藤家年代記」（石巻市史編さん委員会編『石巻の歴史』第九巻資料編三近世編、石巻市、一九九〇年）六九五頁。

- (56) 「内山真龍公伝」(天竜市役所編『天竜市史』史料編六、天竜市役所、一九七九年)三〇三頁。
- (57) Ebhara, Y, et al. "Possible cause of extremely bright aurora witnessed in East Asia on 17 September 1770." *Space Weather* 15.10 (2017): 1373.
- (58) 註(56)に同じ。
- (59) 「星解」(松阪市役所所蔵)
- (60) 註(50)に同じ
- (61) 「永祿日記」明和7年条(弘前市立弘前図書館所蔵)
- (62) 青森県文化財保護協会編『みちのく双書第二二集 平山日記』(青森県文化財保護協会、一九六〇年)三五四〜三五五頁。
- (63) 青森県文化財保護協会編『みちのく双書第四六集 本飯明實録・本藩哥貫集(中)』(青森県文化財保護協会、二〇〇三年)九一頁。
- (64) 青森県文化財保護協議会編『みちのく双書 第一巻 永祿日記』(国書刊行会、一九八三年)解説。「永祿日記」は『みちのく双書』として刊行されるにあたり、『津軽一統志』によって補われた流布本を底本にして「平山日記」等によって校訂を加えた。
- (66) 青森県文化財保護協議会編『みちのく双書 第二二集 平山日記』(青森県文化財保護協会、一九六七年)解説。
- (67) 註(53)に同じ。
- (68) 柳原紀光「愚紳」(宮内庁書陵部所蔵)
- (69) 註(50)に同じ
- (70) 小山泰弘「江戸時代の栄村の森とは」(白水智編『新・秋山記行』高志書店、二〇一二年)
- (71) 白水智「近世山村の変貌と森林保全をめぐる葛藤」湯本貴和編『シリーズ日本列島の三万五千年一人と自然の環境史 第五巻 森と山の環境史』(文一総合出版、二〇〇一年)。
- (72) 梅田千尋「近世陰陽道組織の研究」(吉川弘文館、二〇〇九年)二五七〜二五八頁。註(12)岩橋②論文。
- (74) 杉岳志「書籍とフォークロア」(『一橋論叢』第一三四号、二〇〇五年)
- (75) 本文中で述べたように、かつて災害ではなかった宇宙天気現象は急速に現代文明にとっての災害となりつつある。これに伴って、かつては夢のある科学の面白さを伝えることを主な使命としていた宇宙科学分野の科学コミュニケーションも、地震や津浪の場合と同じようにリスクコミュニケーションとしての性格を帯びてきている。一方、専門の研究者ではなく市民が自ら科学研究に取り組む「市民科学」という動きは、近年のオープンサイエンス(これ自体が多義的に使われる言葉だが、科学研究

とその成果を誰にでもアクセス可能なものにするというのがその共通した内容である」という潮流もあり、防災や科学コミュニケーションの文脈でも関心が高まっている。宇宙科学、中でも天文学は元々アマチュア研究者の参画が盛んな分野として知られているが、本稿で取り上げた例からも分かるように、専門家、あるいは知識人ではない市井の人々が天変地異を観測し記録に残すという営みは、近世においても既に行われていたのである。劇甚な自然災害に対して人々や社会がどのように応答してきたかという歴史的な知見を現代の防災・減災に活かす取り組みはこれまでも行われてきたが、歴史的オーロラの研究を現代の社会課題に接続するにあたっては、科学コミュニケーションや市民科学といった切り口がより重要になってくるだろう。

【付記】

本稿の著者順は五十音順による。本稿において三人は同等に貢献した。また、本稿は二〇二〇年二月一日に開催された第一三四回「書物・出版と社会変容」研究会における報告内容をもとにまとめたものである。

なお、本稿は日本学術振興会科学研究費補助事業「歴史文献を用いた過去の太陽活動の研究」(P18H01254)「天変

地異のオープンサイエンス」(P18H05319)の助成を受けたものである。