

近世・近代移行期におけるオーロラ認識の進展

北井礼三郎¹, 岩橋清美², 玉澤春史³, 磯部洋明³

¹立命館大学、〒603-8577 京都市北区等持院北町56-1

²國學院大学、〒150-8440 東京都渋谷区東4丁目10-28

³京都市立芸術大学、〒610-1197 京都市西京区大枝沓掛町13-6

Development of scientific understanding of aurorae from the early modern to the modern Japan

Reizaburou Kitai¹, Kiyomi Iwahashi², Harufumi Tamazawa³, Hiroaki Isobe³

¹Ritsumeikan University, 56-1, Toujinkita-cyou, Kitai-ku, Kyoto 603-8577

²Kokugakuin University, 10-28 Higashi 4-cyoume, Shibuya-ku, Tokyo 150-8440

³Kyoto City University of Arts, 13-6 Kutsukake-cho, Oe, Nishikyo-ku, Kyoto 610-1197 Japan
kitai@kwasan.kyoto-u.ac.jp

(Received 2021 October 30; accepted 2021 December 13)

概要

1872年2月4日に発生した低緯度オーロラが、岐阜県の飛騨高山でも観測され、「桐山如松記」に天紅として記録されていた。1872年以前にも、低緯度オーロラは我が国では「赤気」とよばれて記録されてきている。人々は天変であるとして様々な反応を示したが、その科学的理解はされていなかった。オーロラ現象の科学的理解について、新聞記事上の変遷、西欧の研究成果の日本への伝来時期、明治期の地球物理学会の論文の進展を調査し、明治中期から明治末期にかけて、オーロラに対する科学的理解が進展したことを明らかにした。

Abstract

A low-latitude aurora on Feb 4, 1872 was observed and documented in a private diary by a citizen (Jyosyou Kiriyama) in the central part of Japan. The document describes the observed temporal variation of the aurora and also the response of the resident citizens to the unusual event in the night sky. There has not been any scientific understanding of aurorae common to the Japanese citizens until 1870 's. Following the change of description in newspaper articles, history of influx of western knowledge on aurorae and the creation and development of academic societies in Japan, we found that the Japanese scientific understanding of aurorae prevailed widely in early 1910 's.

Key words: Aurora - Historical records - Scientific understanding

1. 始めに

オーロラ現象は地球の高緯度地域で一般的に見られる現象である。極めて稀ではあるが、日本でも現れることがある。日頃目にすることがない現象であるので、近代以前には、それが出現すると「赤気」と呼んで天変の一つとして考えられてきた(岩橋、片岡 2019)。我が国で近代の扉が開き始めた1872年(明治4年)にオーロラが発生し、全国各地で観測されその記録が多数残っている(Hayakawa et al. 2018)。岐阜県高山市でも、このオーロラを目にした時の人々の様子が記録されている。

本論文では、まず第2章でこの飛騨高山での記録の紹介を行う。次に第3章では、我が国で人々がオーロラ現象を見てどのような対応をしたのか、どのようにオーロラ現象を理解しようとしたのかを江戸期から明治末期までの期間で、その変遷を調査した結果を報告する。また、オーロラについての海外での地球物理学的な研究の進捗、我が国知識人・科学者への知識の伝播、および一般国民への知識の広がりについて議論を行う。

2. 桐山如松記

1872年の高山市でのオーロラの記録は、岐阜県高山市にある「飛騨高山まちの博物館」(<https://www.city.takayama.lg.jp/machihaku/>) 保管の「角竹郷土史料文庫」(以下角竹文庫と略称)という史料集内にある。この資料集は、飛騨高山地区の沿革・行政・産業・交通・通信・宗教・教育・文化・災害等の広範囲にわたることがらの史料であって、郷土史家角竹喜登によって収集されたものであり、昭和36年高山市郷土館に寄贈されたものである。

角竹喜登(1885年–1964年)は高山市出身で、教職の傍ら資料収集を進め、「高山市史」、「国府村史」、「丹生川村史」の編纂に尽力した郷土史家である。角竹文庫には、「昔の天体異変に就て」という題の史料が、分類・博物医療48として保管されている。これは、角竹自身がラジオ放送で解説をした際の原稿である。日蝕、月蝕、幻日、彗星、流星のことが述べられているが、その13番目の項目に「日本の各地から北の天空が赤く見えて火事と疑い騒いだ事」が述べられている。この項目は、桐山家の記録

に記述されていたものを基にして、「その要領をかいつまんで」紹介したものである。

この桐山家の記録そのものが、同じく角竹文庫に保管されている。「桐山如松記」という史料であり、分類・桐山玄豹51として保管されている。桐山如松(1817-1890年)は、文化14年生まれ、漢学者で、吉城郡古川町方村に生まれ、高山の桐山家を継いだ人物である。この「桐山如松記」は、江戸中期から明治にわたって日本で起きた大きな出来事をまとめ書きしたものである。取り上げられた出来事は、伝聞したものもあり、実際本人が体験したことも含まれている。その内容は、(1)大塩騒動、大老職横死、長州征伐、大政返上諸国動乱、御一洗といった政治的事件、(2)大水、大地震、大風などの災害、(3)大飢饉、諸国浪人、麻疹の病大流行などの社会問題、(4)自然現象など多岐にわたる。33の項目数がある。この中のひとつに、「天紅之事」という項目がある。この項目を全文引用すると、

「天紅
明治四年十二月廿六日夜后十時頃ヨリ北天紅ク追々光強ク、
皆人古川ニ火事有リト云、依テ我レモ起出見ル所如昼天明ルシ、
是ハ火事ナラハ古川位ノ事不有、越中ニテ合戦ニテモ始マルモノニシテ
焼討ナルヘシ、決テ古川ニハ違ナルベシトテ、又寝所野村清治郎来テ
古川ニ違ナシ先老人見テクサレトシキリニ云故、又起出テ弥生橋迄
出見ル所、相崎山ノ上ヨリ七日町尻欠テ次第ニ明シ、弥々火事ニハ有ル
不可、是ハ天ノ業ナリ、火事テナシト云帰ル、十二時頃ヨリ半天ニ欠リテ光
益々勢ナリ、人ノ顔ヲ見ルニ明六ツ位ニ分リ候ナリ、后チニ聞合スニ
諸国皆如此、飯田鮎交賣帰テ云皆三四里末ニ火事ナリト、甚シキ者
アハテ飯ナソ焚出ス人多ク有リ、不思議之事成是ヨリナン
為知セヤト云事ヲ云人ナシ、定テ明治之御代弥目出度ノ御印ナルヘシト申シケルナリ」
という記述である。明治四年十二月廿六日は旧暦の日付であり、新暦では1872年2月4日に対応する。また古川とは、現在の岐阜県飛騨市古川町のことで高山市の北に位置する。この記述によると、北の空が夜10時ころより明るくなり、深夜12時頃に最盛期になったということである。Hayakawa et al. (2018)によると、この日この時間帯に、北の空が明るくなったという現象が、日本では東北地方から九州まで日本の各地で目にされており、また中国や朝鮮半島でも記録が残されている。この日のオーロラ現象は、全地球的な広範囲の現象であり、Silverman (2008)は、カリブ海、エジプト、南アフリカ、インド、中国といった地域で目撃されたと述べている。桐山如松記の記録は、他地域でも観測された低緯度オーロラ現象を高山で目にしたものを記録したものと判断できる。

3. オーロラ現象理解の変遷

低緯度オーロラと考えられる現象は古来より日本でも観察記録されている。オーロラは高度によって色

が異なり、およそ高度200 kmから上は酸素原子の輝線(630.3 nm)による赤色が主である。低緯度から観測したオーロラが赤く見えることが多いのは、酸素原子輝線の緑色(557.7 nm)や窒素分子のバンド発光によるピンク色など、200 km以下の低い高度で光る色は地平線の下になって見えないためである。このため漢字文化圏では「赤気」という言葉がオーロラを表現するのに主に使われてきた。岩橋、片岡(2019)によると、鎌倉時代1241年の「赤気」の際には、彗星(火柱)ではないのかとの論もあり、また野火の可能性も指摘されていた。

3.1. 近代以前の社会的認識

一方、漢字文化圏に限ってもオーロラを表す語彙には「赤気」以外のものもあり、近年の調査では「白虹」「虹蜺」などそれまでオーロラとは考えられていなかった語彙がオーロラを指し示すものである場合もあることが指摘されている(Hayakawa et al. 2016)。日本においては、「赤気」は主に漢籍の素養のある知識人階級が用いていた表現であるが、近世以降、多様な階層の人々が文字史料を残すようになってくると、オーロラを表す表現もさらに多様化してくる。江戸時代では5件の「赤気」現象が低緯度オーロラ現象であるとはほぼ確かめられているが、庶民層が残した記録には「五光之筋」「奇雲」「赤筋」などの語彙や、「鯛の鎗」「扇の骨の如く」といった例えで形状を表すなど、多様で豊かな表現が見られるようになる(磯部他2020)。このように多様な語彙で表現された大きな理由は、低緯度オーロラが稀な現象であり、人々がその正体を理解していなかったことである。このため、現象の解釈としては、遠方の火事とするものや、海火事であるといった様々なものがあり、人々は稀に見る現象に驚き慌てふためいたようである(中沢1999; 岩橋、片岡2019; 磯部他2020)。本報告第2章で紹介した明治4年の高山での「赤気」出現に対する人々の反応も、北方の火事であるとか合戦が始まったとかの流言飛語が飛び交ったようで、「赤気」に対する人々の反応は明治初期になっても江戸時代と変わらないものであった。

3.2. 近代以降の社会的認識の進展

しかし、明治も年代が進むにつれ「赤気」に対する科学的理解が進むようになった。その流れを新聞記事で見つめる。明治4年の「赤気」について、明治五歳正月都鄙新聞第二号には、「十二月廿六日暁二字頃北方ニ当リテ長三町計リノ赤気相立暫(シバラク)シテ消失(キエウセ)タルヨシ」との記事がある。この記事は事実関係を述べただけのものである。ところが、明治壬申正月名古屋新聞第三号には、「舊臘二十六日夜半ヨリ暁天(ヨアケ)迄北ノ方大火ノ如ク見エタリシガ今ヤ小學ノ童子モ窮理ヲ知りテ怪(アヤシ)マズ」と記されている。さらに時代が下ると、1909年(明治42年)9月26日に出現したオーロラについて、新潟新聞は、「昨暁の極光(オーロラ) 当地にては初めて出現 一時は火事と誤まる」という見出しで、消防組が出勤したり、日本海を走行中の船が失火したのではないとか、佐渡に火災が発生したといった噂が広まったことを報じている(中沢1999)。この時代になって、新聞記事では、オーロラ現象として明示しており、火事と誤解されたということを正しく記述している。この新聞記事の変遷を見てみると、明治四年の段階では、「赤気」がオーロラ現象であるとの理解には未だ達していず、明治42年になって漸く科学的に正しい理解が広がりだしたように思われる。

なお、明治壬申正月の記事に、「小學ノ童子モ窮理ヲ知りテ怪(アヤシ)マズ」という断言があるが、それを裏付ける資料もなくその当否は不明である。いずれにせよ、明治末期になって、漸く新聞記事レベルでは正しく「赤気」をオーロラ現象と理解するようになったと判断できる。

では、明治期のいつ頃にこのような科学的理解がなされるようになったのであろうか。オーロラがよく観測されていたヨーロッパ特に北歐でのオーロラ研究、その成果が日本に伝来した時期、我が国での地学・物理学会でのオーロラ研究の始まりとその進展という二つの歴史的流れの中で、我が国におけるオーロラの科学的理解の進展を調査した。調査の対象としたのは1700年から1950年にわたる期間である。この期間、我が国においては、広範囲にわたる低緯度オーロラに対応するものが3例観測されている。(1) 1770年に北海道から宮崎までの各地で観測された例(岩橋、片岡 2019)、(2) 1872年に東北から九州にかけて観測された例(Hayakawa et al. 2018)、(3) 1909年に北海道から広島、愛媛の範囲で観測された例(中沢 1999)の3つである。図1には、西洋オーロラ研究の流れ、日本で見られた広範囲オーロラ、日本でのオーロラ科学の進展という3つの歴史的流れの時代的な相関をまとめている。

3.3. 明治期以前のヨーロッパでのオーロラ研究

オーロラ研究の歴史については、赤祖父 (2002) に詳しく述べられている。ここでは、この著作と松浦 (1979) を参考にして、オーロラ研究の進展を概観する。

1714年にスウェーデンのCelsiusが、磁気嵐とオーロラの関連性に言及した。1716年には、ハレー彗星の回帰予言で有名となったエドモンド・ハレーが、オーロラの筋模様地球磁力線の形を類推させるということから、磁気原子の吹き出しとそれが大気に突入してオーロラ発光を引き起こすという説を発表した。その後、1733年ド・メラン、1784年キャベンディッシュ、1828年ダルトンなどが、三角測量によってオーロラの高さの測定を行い、オーロラは地球大気中の発光現象であることが確認された。なお、ド・メランは、太陽黒点数とオーロラの出現数には相関があることも発見しており、オーロラ現象が太陽活動と関連している可能性を示唆した。また1856年にはSabineが、太陽黒点周期と地磁気擾乱度周期との相似性を発見した(松浦 1979)。1860年になるとルームスによって、オーロラは局所的な現象ではなく、北極域全体に広がるグローバルなもので、オーロラオーバルという大規模構造を形成していることが明らかにされた。1873年には、フリッツによってオーロラオーバルの精密化がなされ、1882年の第1回極地観測年というオーロラについては最初の国際プロジェクトが実施されて研究が発展するようになった。時代がさらに下ると、1929年にはHafstadTuveによって磁気嵐・オーロラと電離層擾乱の関係が明らかにされ(松浦 1979)、1932年の第2回国際極地観測年という近代的な国際観測プロジェクトへとつながってゆく。我々が注目している江戸時代から明治時代に限ると、西歐でのオーロラ研究の成果は、オーロラは大気中の発光現象であって極域全体に広がるグローバルな構造を示しており、太陽活動・地磁気変動が関係しているという段階まで解明されてきたということである。オーロラの詳細な発生機構の地球電磁気学的解明までは発展していなかった段階である。

3.4. 日本への西歐研究成果の伝来

我が国では、明治初期に西歐由来の自然学全般の紹介が急速になされ、「窮理熱」という言葉が流行したほどであった。これは西歐科学啓蒙書を翻訳し窮理書として刊行されたもので、身近な現象を物理学的に理解する力を涵養すること、そしてその基礎となる法則を伝えることにおいて、大きな役割を果たした。窮理書の第1号ともいえるべき書に、福沢諭吉「訓蒙窮理図解」(1868年刊行)がある。この書では、第1章 温気の事、第2章 空気の事、第3章 水の事、第4章 風の事、第5章 雲雨の事、第6章 電雪露霜水の事、第7章 引力の事、第8章 昼夜の事、第9章 四季の事、第10章 日蝕月蝕の事の章立てで、日常経験する事象について初歩的な物理学を用いて解説されている。小幡篤次郎「天変地異」(1868年刊行)において、地震・彗星・流星・幻日など珍しい現象についての解説が与えられている。これらの書にはオーロラについての記述はない。ところが、「窮理書」に先立つこと五年ほど前の文久3年(1863)に、幕府洋書調所の官版「玉石志林」が刊行されており、この書には『北光(1853年、ハンデンブルーク理学書附属メデオロジー)』という訳文が掲載されている。その中で、(1) 北光(オーロラ)が北の方に見えて色鮮やかに時間変化をするという描写と共に、(2) 地磁気変動が伴うことおよび地磁極方向に見えることから地球磁気と関係している現象であること、(3) その発生頻度は太陽黒点数と同期していること、(4) オーロラ発生原因は諸説あつて確定していないものの、電流・地磁気・真空放電が関連要素として考慮されていることなどが紹介されている。この書が西歐のオーロラ研究の状況を我が国に伝えた最初のものであろうと思われる。但し、この官版本がどれだけ流布して知識が広まったかは調査が必要で、今後の研究課題である。

3.5. 我が国での科学的オーロラ研究の草創期とその進展

幕末・明治初期に啓蒙書レベルではあるが、西歐科学が伝えられた後、我が国のオーロラの科学研究はどのように進んだのであろうか。1889年地学雑誌第一集に理科大学細川兼太郎の解説記事がある。この記事では、北光(オーロラ)の発生頻度、磁気嵐発生頻度と太陽黒点の出現数との間には正の相関があることが解説されている。1903年地学雑誌雑報には、「極光に就て」というタイトルのもと、気象集誌掲載長岡博士論説の概要が「分光学的考察から高速荷電粒子の衝突によるオーロラ発光機構を述べたもの」として紹介されたい。さらに、1909年地学雑誌には、中村清二「極光の成因」論考が掲載されている。この論考では、オーロラ帯から始まって太陽黒点数とのオーロラ発生頻度の相関などが述べられた後、地磁気構造の中での荷電粒子の軌道運動の研究、およびその粒子による真空放電による発光現象を総合的に報告している。以上のように、我が国でのオーロラの科学研究は、幕末明治初期の西歐知識の伝来をもとにして、明治中期ごろに草創期を迎えたのではないかと判断される。そして、明治末期には、既に西歐に伍するところまで、オーロラの科学的理解が進んだのである。昭和時代になって、神田(1933)によって、日本書紀以来の我が国で観測記録された「赤気」現象が極光(オーロラ)であるとして、資料の蒐集が行われるようになった。

明治期における日本国内外オーロラ研究・理解の進展

<ul style="list-style-type: none"> ■ 1714 Celcius 磁気嵐と極光の関連性 1716 ハレー 磁気原子の吹き出しと突入発光説 ■ 1733 ド・メラン 三角測量による高さ測定、下限約500km 		1750年
<ul style="list-style-type: none"> ■ 1784 キャベンディッシュ 三角測量による高さ測定、下限約100km 	1770 ■ オーロラ	1800年
<ul style="list-style-type: none"> ■ 1828 ドルトン 高さ測定、150km 		1850年
<ul style="list-style-type: none"> ■ 1860 Loomis 極光オーバル発見 ■ 1873 フリッツ 極光オーバル精密化 ■ 1882 国際極地観測年 	1872 ■ オーロラ	1900年
<ul style="list-style-type: none"> ■ 1929 HafstadTube 磁気嵐・極光と電離層擾乱の相関 ■ 1932 第2回国際極年 	1909 ■ オーロラ	1950年
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1889 細川兼太郎 「太陽活動と磁気嵐相関」 ■ 1903 長岡半太郎 「高速荷電粒子による発光」 ■ 1909 中村清二 「極光の成因」 ■ 1933 神田茂 歴史記録オーロラ収集 	

Fig. 1. Dates of historical aurora occurrences (red squares), historical development of the aurora science in western countries (black squares) and advancement of academic societies in Japan (blue squares), during the period of 1700–1950

4. まとめと議論

本論考では、1872年2月4日に飛騨高山で観測記録された「桐山如松記」の天紅の記事の調査を行い、全世界で見られた同日の低緯度オーロラ現象を記述したものであることを確認した。この現象を、2つの視点から検討してみた。第1の視点は、「赤気」という天変に対する人々の反応という観点である。飛騨高山の人々の反応は、火事ではないかということで慌てたという記述があり、その時以前の江戸時代の人々の反応と同じものであった。「赤気」という天変に対しては、その科学的理解が進んでいなかった段階であった。第2の視点は、第1の視点の検討から派生したもので、オーロラに対する科学的理解が我が国の明治期において如何に発展してきたかを明らかにするという観点である。一般的な人々の理解の様子は新聞記事の記述から推測することができる。明治初期には、オーロラについて科学的な理解に基づいた記事はなかったものの、明治の末期には極光（オーロラ）という表現が記事に現れ、漸く科学的理解が広まりだした段階に至った。当時先進的であった西欧のオーロラ研究の結果は、幕末・明治初期に西洋科学啓蒙書の翻訳書刊行（窮理熱）によって我が国に導入され、急速に地球物理学分野の知識

が研究者間に広まり、明治期中期から末期の間に、大学・学会の研究者間では西洋と伍するところまでオーロラの理解が進んだ。この研究者の理解の進展が、新聞記事を通じて一般市民に広がっていったのである。

本論考では調査が不十分なところがいくつか残されている。通常高緯度地帯で観測されるオーロラ現象が低緯度でも観測されるということ、すなわち日本のような緯度で観測されるオーロラが極圏で観測されるオーロラと物理的に同じ機構で発生しているということがどのように確認されたのかという点である。極圏ほどには緯度が高くない国々においては、日本よりは頻りにオーロラが見えて、普段は北の方にみえるオーロラが時には天頂あるいは南側にも広がって見えたという記録があれば、オーロラはその強度・規模によって天空上での拡がり異なるものも、物理的機構は同じであると判断できそうである。この点は他国での観測状況を調査する必要があり、将来の研究課題である。

なお、この論考は2020年12月5日に開催された天文文化研究会で北井が口頭発表した研究を発展させたものである。

本研究は、JSPS科学研究費18H01254および21K03630の

助成を受けた。また、角竹文庫資料の調査にあたっては、飛騨高山まちの博物館の熊崎美紀氏にお世話になり感謝する。また、飛騨地区の関連資料調査にあたっては、上宝ふるさと歴史館に力を貸していただいた。特に下仲博文氏に感謝する。

References

- Hayakawa, H., et al. 2016, PASJ, 68, 99
Hayakawa, H., et al. 2018, ApJ, 862, 15
Silverman, S. M., 2008, JASTP, 70, 1301
赤祖父俊一. 2002, オーロラ その謎と魅力, 岩波書店
磯部洋明, 岩橋清美, 玉澤春史. 2020, 書物・出版と社会変容, 25, 1
岩橋清美, 片岡龍峰. 2019, オーロラの日本史 古典籍・古文書に
みる記録, 平凡社
神田茂. 1933, 天文月報, 26, 204
中沢陽. 1999, 天文月報, 92, 94
松浦延夫. 1979, 電波研究所季報, 25, 225