

2024年5月11日の低緯度オーロラのなぞ

こんどう しゅうさく
近藤 秀作

1. はじめに

2024年5月11日、富山県を含む国内の広い地域でオーロラが観測され、話題になりました。富山県内でオーロラが観測されたのは、実に21年ぶりの出来事でした。その後、同年8月13日と10月11日にも同様に観測されました。富山県内から撮影されたオーロラについては、巻末で紹介していますのでそちらをご覧ください。

さて、X(旧ツイッター)では、オーロラ研究者が、オーロラの情報提供を行い、また各地で撮影された写真の提供を市民に呼びかけました。全国各地から集まったオーロラの写真から研究が進められ、5月11日のオーロラについて意外な事実がわかってきました。

2. オーロラとは

夜空でゆらゆらと天空を舞う色とりどりの光のカーテン、それがオーロラ(図1)です。主に、南極域や北極域のオーロラ帯(図2)と呼ばれる緯度の高い地域で見られます。その雄大な自然現象を見るために、オーロラ帯の直下にある地域に世界中から人々が集まります。

2.1. オーロラの光

オーロラが光っているのは、高さ約100～600kmと空のとても高いところ(図3)です。そこでは、宇宙空間から地球の磁気(地磁気)に沿って電子(オーロラ電子)が飛んできて、大気中の酸素や窒素といった原子や分子にぶつかるという事が起こっています。通常、これら酸素や窒素は、安定した状態で大気中にいます。ところが、大きなエネルギーをもった電子がぶつかると、そのエネルギーを受けて不安定な状態となります。原子や分子は安定な状態に戻ろうとするのですが、その時に余分なエネルギーが光として出てきます。この光がオーロラの正体です。



図1 オーロラ アイスランドにて撮影

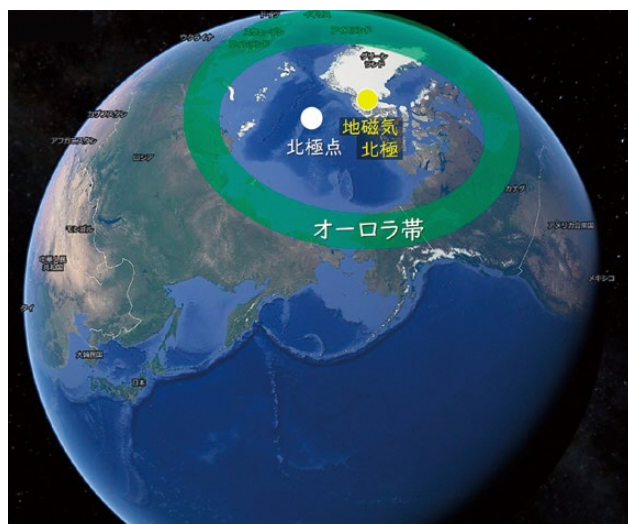


図2 北極域側のオーロラ帯 ©Google Earth 文字等は筆者が加筆

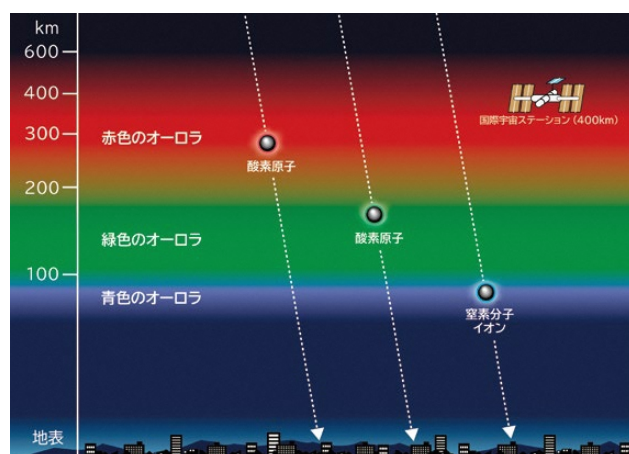


図3 オーロラが光る高さ

オーロラは、主に緑色や赤色に光ることが知られています。高さ100～200kmあたりの酸素分子に電子がぶつかると、緑色に光ります。また、宇宙から飛んでくる電子のエネルギーが低いと、高さ200kmよりも高い所で酸素原子にぶつかり、赤色の光となって見られます。反対に、電子のエネルギーが高いと、高さ100kmよりも低い所でイオン化した窒素分子にぶつかり、青色の光を出すこともあります。

2.2. オーロラと太陽の関係

オーロラの発生に欠かせないエネルギーを持った電子は、太陽からやってきます。太陽は、主に水素とヘリウムのガスでできていて、その中心で起きている核融合反応によるエネルギーで高温の星となっています。

そんな太陽の表面では、しばしば大きな爆発「太陽フレア」が起きています。この爆発が起これば、内部から宇宙空間へ大量のエネルギーの高い電子が出てきて、「太陽風」となって宇宙空間に広がり一部は地球にやってきます。しかし、地球には磁場（地磁気）があり、地球の周りを覆っているため、太陽風が直接地球に当たることはありません。いったん地球の後ろ側へ回り、そこから地球の磁力線に沿って南極域や北極域にドーナツ状の形で大気へと降り注ぎます。こうして、地球へやってきた電子が、大気とぶつかりオーロラが発生します（図4）。

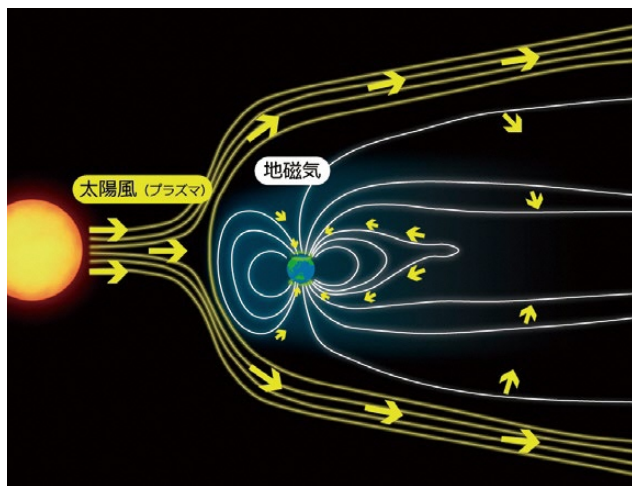


図4 オーロラの仕組み

3. 日本で見られる低緯度オーロラの特徴

オーロラがよく見られるのは、オーロラ帯の直下で緯度の高い地域（地磁気緯度で65～70度付近）ですが、日本のような緯度の低い地域でもオーロラが見られることがあります。このようなオーロラは「低緯度オーロラ」と呼ばれます。

低緯度オーロラは、太陽で大規模なフレア爆発が発生し、強い太陽風が地球の方向にやってきた時、地球の磁場と相互作用して強い磁気嵐（地磁気の乱れ）が起こり、激しいオーロラが引き起こされることで見られます。この激しいオーロラは、通常のオーロラに比べて高さ400km以上のより高いところまで発生します。通常、日本のような緯度の低い場所からは、地上から低い所で光るオーロラ（主に緑色のオーロラ）は地平線の下に隠れてみることができませんが、高い所で光るオーロラ（主に赤色のオーロラ）が発生すると日本からでも地平線近くの方角で見られるのです（図5）。そのため、低緯度オーロラは赤いオーロラとして見られます。ただし、とても淡い光のため肉眼ではほとんど見ることはできず、また国内で見られる地域もほとんどが北海道の北部に限られます。

2024年に3度発生した低緯度オーロラは、北海道だけでなく、さらに緯度の低い富山県を含めた日本の広い範囲で観測されました。このようなことは、「日本書紀」や「明月記」といった日本の古い書物で「赤気」という言葉でも残されています。本州でも見られた今回のような低緯度オーロラは、観測例がまだまだ少なく、どのような特徴があるのか、どんな仕組みで発生するのか多くが謎となっています。

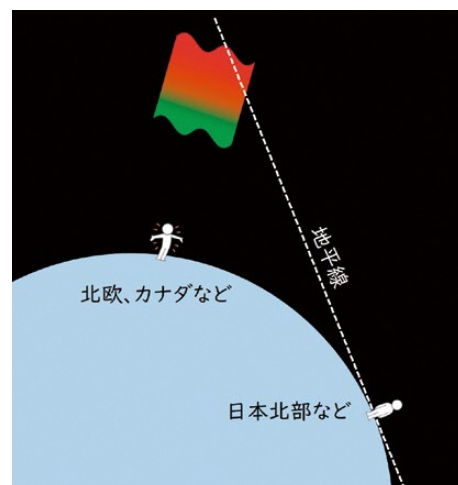


図5 低緯度オーロラが見える理由

4. 2024年5月11日の低緯度オーロラ

多くの人が2024年5月11日の低緯度オーロラをカメラで撮影しました。X(旧ツイッター)でもオーロラ研究者の片岡龍峰准教授(国立極地研究所、現:沖縄科学技術大学院大学)によって「#オーロラ・シチズン」とハッシュタグをつけて、全国の観測者(アマチュア天文家も含む)にオーロラの撮影と情報提供が呼びかけられ、多くの写真データが集まりました。片岡准教授を中心とする研究グループは、北は北海道から南は兵庫県まで実に179地点から撮影された写真データを解析しました。その結果、大きく2つの事が分かりました。

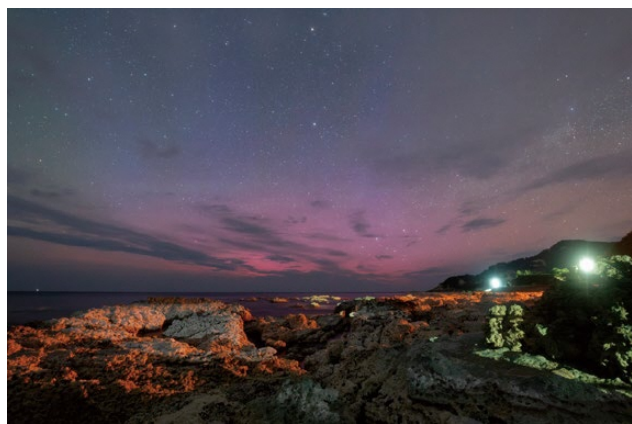


図6: 2024年5月11日に石川県珠洲市にて撮影された低緯度オーロラ
提供: 石川県 柳田星の観察館「満天星」

4.1. オーロラが高度1000kmまで光っていた

オーロラは、地上から高い高度まで発生して光るほど、より緯度の低い地域でも観測されます。各地の写真を分析して、オーロラが光っていた高度が求められました。これは、撮影されたそれぞれの場所で、オーロラが光っている上端の仰角(角度)を解析することで、推定することができます。その結果、5月11日に発生したオーロラは、高度およそ1000kmまで伸びて光っていたことが分かりました。これまでは、高い所でオーロラが発生しても高度600km程と考えられていたので、それをはるかに上回る高い場所で光っていたことになります。

4.2. オーロラの色がマゼンタ?!

低緯度オーロラは赤色であることが知られています。しかし、撮影された写真の解析から赤紫色(マ

ゼンタ)であったことが分かりました。赤紫色だった理由も高度1000kmという異常な高さでオーロラが発生していたことに関係すると考えられています。

低緯度オーロラが観測された5月は夏至に近く、北半球は地軸が太陽側に傾いています。すると、日本付近で地上が夜でも、高度1000kmの場所では太陽の光が当たっている状態になります。ここに窒素分子イオンがあると、太陽の光をいったん受け止めてオーロラ特有の青い色が発生し、赤いオーロラの光と混ざって赤紫色に見える可能性があるという研究は考えています。通常、窒素分子イオンは高度1000kmの場所にはありませんが、何らかの原因ではるか高い高度まで舞い上がっていた可能性が指摘されています。この謎を解き明かすためには、オーロラが発生していた時の磁気嵐や大気の状態をもっと観測する必要があります。今後の研究に期待したいですね。

5. 市民が研究に参加する時代

近年、研究者ではない一般の市民によって行われる科学的な活動は、「シチズンサイエンス(市民科学)」と呼ばれています。広い範囲から市民の観測やデータを収集することで科学に直接貢献でき、研究者はそれらのデータを解析することで従来の方法では得られなかった情報が手に入ることが期待されています。

2025年は、太陽活動が活発な時期のため、今後も低緯度オーロラが発生する可能性があります。アメリカ海洋大気庁(NOAA)のオーロラ予報サイト(<https://www.swpc.noaa.gov/>)やSNSで情報が手に入りますので、ぜひ皆さんも情報を集めて科学の進歩に貢献してみませんか。

参考文献

国立極地研究所「2024年5月に日本に現れたオーロラの色之谜を解明」

<https://www.nipr.ac.jp/info2024/20241031.html>