

# オーロラ自動予報システムの開発

## —オーロラアラート ウェブサイト公開—



坂口 歌織 (さかぐち かおり)

電磁波計測研究所 宇宙環境インフォマティクス研究室 研究員

大学院博士課程修了後、名古屋大学太陽地球環境研究所(日本学術振興会特別研究員)を経て、2010年、NICTに入所。宇宙天気予報の研究に従事。博士(理学)。

### オーロラって?

極地の夜空を鮮やかに彩るオーロラ、きっと誰もが「一度は見てみたい!」と思ったことがあるのではないのでしょうか。オーロラは、雲よりもっと上空、宇宙と地球との間、高度約80-500kmの超高層で発生する希薄大気の発光現象です。発光しているのは超高層大気の主成分である、酸素や窒素の原子・分子やそれらのイオンなどです。宇宙から電荷を帯びた粒子(プラズマ)が地球へ降り込んでくると、超高層大気の原子・分子・イオンが、プラズマとの衝突により励起されます。励起状態になった粒子が基底状態に遷移する瞬間に放つ輝線、その光がオーロラの源です。オーロラは極地方で見られる現象として知られていますが、極点に近づけば近づくほどオーロラがよく見えるようになるわけではなく、最もよく出現する緯度があり、それより高緯度へ行くとオーロラは見えにくくなります。オーロラが頻繁に出現する両極をドーナツ状に取り囲む地域は、オーロラ帯と呼ばれています。オーロラ帯は、プラズマが宇宙から磁力線に沿って侵入しやすい領域です。

### 宇宙天気

私たちの研究室では、地球周辺の宇宙空間に飛び交うプラズマの研究を行っています。宇宙と聞くと真空で何も無いイメージがあるかもしれませんが、実際には種々のプラズマ粒子が空気のように満ちています。地球周辺のプラズマは、主に、太陽から供給されています。そのため、太陽活動に応じて地球周辺のプラズマのエネルギーや量は大きく変動し、場合によっては、プラズマが地球のまわりを飛翔している人工衛星に障害をもたらすこともあります。このような宇宙環境による衛星障害などを未然に防ぐための宇宙環境の研究を、宇宙天気研究と呼びます。地球周辺に蓄積したプラズマ粒子の一部は、磁力線に沿ってオーロラ帯へ降り込み、その超高層大気にオーロラを輝かせます。プラズマが降り注ぐ量は、宇宙天気の状態によって異なります。そのため、実は、明るく舞い踊るようなオーロラは、オー

ロラ帯へ行けば、いつでもどこでも見られるわけではありません。降り注ぐプラズマのエネルギーや量によって、明るさや色、動きや形も異なるのです。

### オーロラ予報

オーロラは、地球周辺に多くのプラズマが蓄積されたとき、つまり宇宙天気が悪天候のときに、より明るく、より美しい状態で出現する宇宙と地球の間の自然現象です。事実、プラズマが大量にオーロラ帯に降り込むと、地上の磁場が大きく変動し、送電線に誘導電流が流れ、発電所の送電システムに障害が発生する危険性があります。宇宙天気研究は、本来、このような宇宙からの危険を最小限にするための研究ですが、このたび、同時に発生するオーロラ<sup>\*</sup>を楽しんでもらうために、オーロラの出現を予報するシステムを開発しました。私たちは、予測するオーロラの活動度の指標としてAuroral Electrojet (AE) 指数<sup>\*1</sup>を用い、全地球的なオーロラの活動レベルを算出する方法を開発しました。これまでの研究から、南向きの磁場を含むプラズマの流れが太陽から地球に到来すると、オーロラ活動は、数時間の遅延を経て活発化することが明らかにされています。本研究では、この性質を利用し、太陽風電場 $E_s = V \times B_s$ <sup>\*2</sup>を説明変量とした多変量自己回帰法に基づいた時系列解析を行うことで、AE指数の変動を再現する線形予測モデルを導出することに成功しました(図1)。図1のグラフは、開発したモデルに基づいて計算したAE指数の予測値(赤線)と、実際に観測された数値(黒線)を比較した結果を示しています。この日は、AE指数が800nTを超える非常に明るいオーロラが出現しています(写真)。図1のグラフを見ると、実際に私たちが開発したモデルは、AE指数が800nTを超えることを約1時間前に予測していることが分かります。

<sup>\*</sup>オーロラが発生しているとき、常に障害が発生するわけではありません。



●2012年1月22日の深夜2時56分にアラスカのライブカメラで撮影されたオーロラ（世界標準時11時56分）

## オーロラアラート

冬には平均気温が氷点下になる極地の夜は、よほど寒さに我慢強くない限り、凍てつく屋外でオーロラの出現を待つのはとても大変です。私が体感したことがある最低気温はマイナス42℃でしたが、そのときは、瞬きをするとまつげが凍ってひっついてしまいました。あと何時間後にオーロラが出現するか、それが分かれば、それまで寒い思いをすることなく暖かい屋内で待機することができます。この研究で開発した数時間後のオーロラ活動度の予報情報を一般に分かりやすく提供するため、オーロラアラートという、Webサイトを立ち上げました(図2)。オーロラアラートでは、分かりやすい5段階のアイコンで、10分ごと・1時間ごとの最新の予報値を配信しています。ここでは3時間後までの、未来のオーロラ活動度の予報を見ることができます。ただし、まだこのWebサイトでは、オーロラ帯の「どこかで」オーロラが活発になる予報しか、提供することができていません。今後はさらなる改良を重ね、「どこで」明るいオーロラが出現するかを予報するアルゴリズムに発展させたいと考えています。

手軽にオーロラ予報をチェックできるようにスマートフォン用サイトも用意しています。眠たく寒い夜、オーロラアラートをチェックすると、数時間後の明るく激しいオーロラを見逃すことを防げるかもしれません。もし、全天を明るく覆い尽くすレベル5のオーロラに出逢うことができれば、それはきっと、一生忘れることができない光景になるでしょう。

### 用語解説

#### \*1 AE指数

AE指数とは、オーロラ活動にともなった極域の地上磁場変動の大きさを示す指数です。単位は地磁気の大きさを表すナノテスラ (nT) を使います。

#### \*2 $E_s = V \times B_s$

$V$ は太陽風速度、 $B_s$ は惑星間空間磁場の南向き成分です。

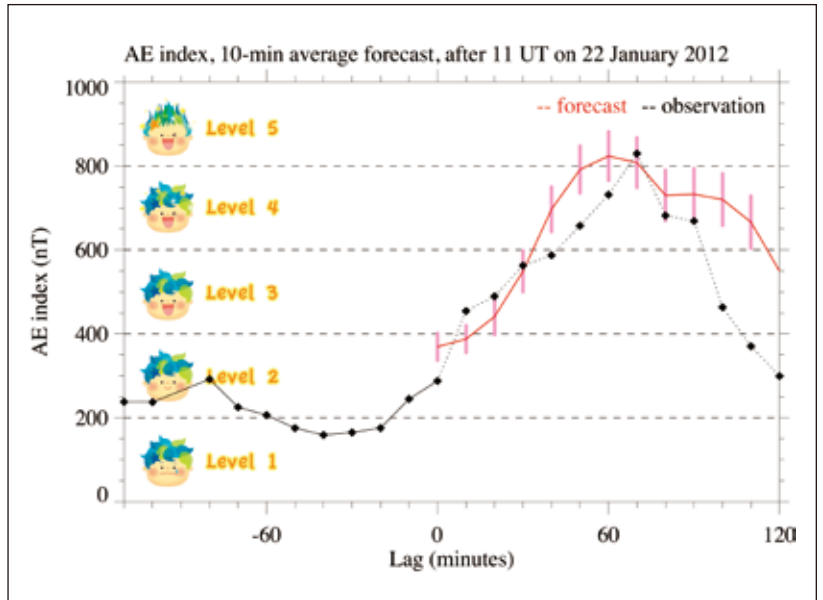


図1●AE指数の予測値(赤線)と実際の観測値(黒線)を比較したグラフ

約1時間後にAE指数が最大になる(オーロラが最も活発になる)ことが予測されていることが分かる。現行のオーロラアラートでは、AE指数を200nTごとに5つのレベルに分割して、予報を提供しています。【Lv.1 ほとんど見えない, Lv.2 見えるかも, Lv.3. 明るいオーロラが見える, Lv.4. オーロラが夜空を舞う, Lv5. 激しいオーロラが全天を覆う】



図2●オーロラアラートのWebサイト <http://aurora-alert.nict.go.jp/>

最新のオーロラの出現予報と北極・南極のオーロラ映像をリアルタイムで配信しています。