

## オーロラ研究最前線

現在絶賛投影中のプラネタリウム番組「オーロラ」は、2012年に筆者が企画・制作を担当した科学館オリジナル映像作品です。オーロラの基本的なしくみは、ぜひ番組をご覧くださいとて、今回は、最近発表されたオーロラ爆発の研究成果について、いくつかご紹介することにしましょう。

### コンピュータシミュレーションが解き明かすオーロラ爆発

時にオーロラは真夜中付近に突然明るく、激しい動きで爆発的に広がるがあります。この現象は「オーロラ爆発」と呼ばれていて、その時、地球の磁気圏では激しい変動が起こっています。

太陽からやってくる太陽風は地球の磁気圏を大きく歪ませ、地球の夜側は、まるで尻尾のように引き延ばされています。この領域を磁気圏尾部と呼び、太陽風で運ばれてきたプラズマがある程度蓄積すると、「何らかのメカニズム」によって、ある瞬間にエネルギーが爆発的に解放され、一部が急激に加速されて高速で地球の大気へ飛び込み、オーロラ爆発を引き起こします。この一連のエネルギー解放を「サブストーム」(オーロラ嵐)と呼び、平均して1日に数回発生します。

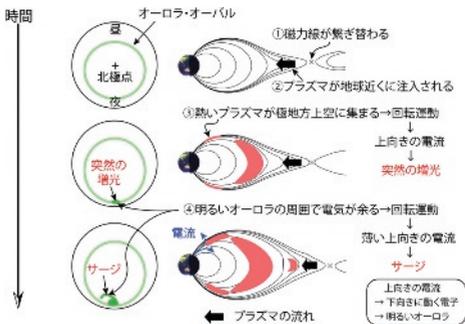
このようなオーロラ爆発のメカニズムについては、数十年の間議論が続き、確固たる結論が出ていませんでした。しかし、2015年12月、京都大学の海老原准教授と九州大学の田中名誉教授らの研究グループがスーパーコンピュータ(\*1)を用いたシミュレーションにより、「オーロラ爆発」の基本的なメカニズムを解明することに成功しています。

このシミュレーションでは、

人工衛星による観測結果



シミュレーション結果



(上)図1. 人工衛星による観測結果とシミュレーション結果  
(下)図2. 研究で明らかになったオーロラ爆発の発達過程

引用元: 京大大学生存圏研究所ホームページより

[https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/news/pressrelease\\_20151221/](https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/news/pressrelease_20151221/)

スーパーコンピュータで地球近くの宇宙空間を超高精細に再現し、解析が進められました。そして、地球近傍の宇宙空間(ジオスペース)で起こる磁力線のつながりかえがきっかけとなって、地球の高緯度上空にプラズマが集まり、それらが自ら回転運動を始めることで、大電流を急激に作り出し、オーロラ爆発が始まるということが分かったのです(図1、2参照)。

(※1)この研究に使われたスーパーコンピュータは、理化学研究所の「京」コンピュータです。京は2019年8月を以て運用を終了し、その筐体の一部は各地の博物館や大学に寄贈されました。当科学館にも「京」の筐体とシステムボード、CPUなどを寄贈いただいております。現在、システムボードとCPUについて、展示場3階わたり廊下の「解体テクノロジー」にて展示しています。ぜひ、ご覧ください。

### 人工衛星による研究最前線

オーロラ爆発の後、朝方には淡く明滅を繰り返す斑点状の「脈動オーロラ」が現れることが知られています。この現象のメカニズムについても長年の謎でしたが、2018年2月、東京大学の笠原さん率いる研究チームが、ジオスペース探査衛星「あらせ」(ERG衛星)と、NASAの「テミス」プロジェクトの地上全天カメラによる観測で同時に取得したデータ解析を行いました。そして、明滅する「脈動オーロラ」の起源について、世界で初めて直接的な証拠を観測したことを発表したのです。

通常、磁気圏内の電子は地球の磁力線に沿った南北運動を繰り返しており、そのままでは地球の大気に降り込んでくることはありません。しかし、「コーラス波動」とよばれるプラズマ波動の一種が、電磁力で電子の往復運動を破ることで、大気への降りこみを発生させ、オーロラが光ります。この一連のプロセスが間欠的に起こることで、明滅する「脈動オーロラ」が現れるということが、本研究によって初めて決定的となったのです(図3参照)。

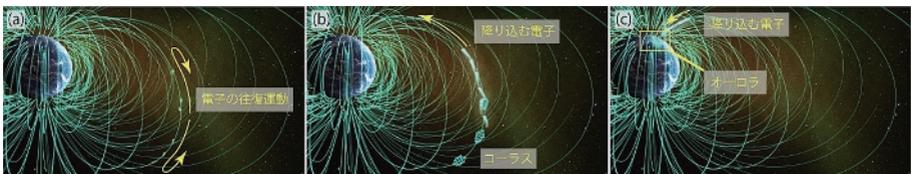


図3. 脈動オーロラ発生プロセスの概念図

(a) 磁気圏内で磁力線に沿って往復運動する電子、(b) コーラス波動の電磁力により往復運動が破られ、磁力線に沿って大気に降り込もうとする電子、(c) 降り注ぐ電子で発生するオーロラ。

©ERG science team

なお、コーラス波動は可聴域の周波数帯であり、スピーカーで再生すると小鳥の声のように聞こえることから、『宇宙のさえずり』と呼ばれています。以下のホームページで聞くことができますので、ぜひ聞いてみてください。

『宇宙のさえずり』:<https://ergsc.isee.nagoya-u.ac.jp/outreach/sound.shtml> ja

西野 藍子(科学館学芸員)