

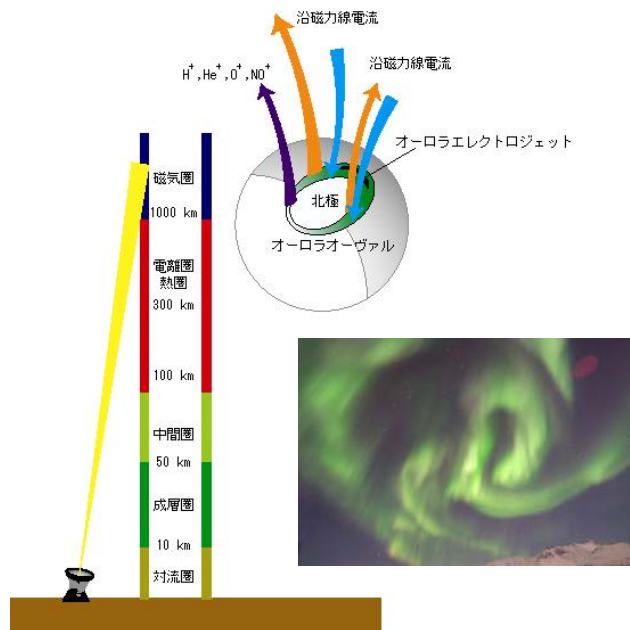


藤井教授 (写真上)、と研究室メンバー (写真下)

藤井 良一 教授 Ryoichi Fujii, Prof.  
 野澤 悟徳 准教授 Satonori Nozawa, Assoc. Prof.  
 塩川 和夫 准教授 Kazuo Shiokawa, Assoc. Prof. (豊川)  
 大山伸一郎 助教 Shi-Ichiro Oyama, Assist. Prof.

華麗なオーロラが見られる高緯度地域の地球高層大気中では、興味深い自然現象が数多く発生しています。私たちの研究グループではこの高緯度地域の超高層大気に注目し、中性大気とプラズマが混合した電離圏内の様々な物理量を、大型レーダー(EISCAT)、中規模レーダー(MF レーダー、流星レーダー)、プロトンイメージャー、フォトメーター、オーロラカメラなどを用いて観測し、オーロラ、風、電流などダイナミックに変動する自然現象を、エネルギーの流れと変換、プラズマや電流の流れといった点に注目して研究を行っています。研究対象としている領域は、中間圏 (高度 50-90 km)、熱圏 (中性大気、高度 90-600 km)、電離圏 (電離大気、高度 60-1000 km)、磁気圏 (高度 1000 km 以上、地球磁場の影響の及ぶ範囲) です。最近では、これらの領域間の相互作用が特に注目されています。SSE 研究室の居室は名古屋ですが、塩川准教授は豊川キャンパスにて、宇宙電磁観測グループとともに研究を行なっています。

私たちは主に観測に基づいて研究を進めており、その中心的な観測装置は、欧州非干渉散乱レーダー (EISCAT レーダー) と呼ばれる地球物理学研究用の世界最高水準のレーダー群です。そのパラボラ型アンテナは口径 32 m と 42 m、半シリンダー型アンテナは長さ 120 m にも及ぶ巨大なもので、最高出力は 3 MW です。この EISCAT レーダーは、日本、中国と欧州 5 カ国 (イギリス、ドイツ、ノルウェー、スウェーデン、フィンランド) の国際協同により運



研究領域のイメージ図とトロムソで撮影したオーロラ

営されており、レーダーは、ノルウェーのトロムソ (北緯 69.6°)、スウェーデンのキルナ (北緯 67.9°)、フィンランドのソダンキラ (北緯 67.4°)、およびスヴァールバル諸島ロングイアビン (北緯 78.2°) に設置されています。トロムソ、キルナ、ソダンキラはオーロラ帯の真下に位置し、もっともオーロラ観測に適したところでは、またロングイアビンは太陽から来るプラズマ粒子が直接磁気圏に流入する“カस्प域”と呼ばれるところにあります。

私たちは、EISCAT レーダーに関する日本の中心的な研究グループとして EISCAT レーダーを用いた特別実験の実施、観測データの収集・解析などを行っています。さらに EISCAT レーダー観測と組み合わせて、人工衛星・ロケットなどの飛行体や、他のレーダー (分反射レーダー、流星レーダー)、光学機器などとの同時観測、総合的な観測を行い、物理現象の理解に取り組んでいます。観測地の中心となるのは、ノルウェー北部のトロムソとロングイアビンです。毎年 3-4 回、現地へ赴き観測を行います。この EISCAT レーダー観測にはスタッフだけでなく、海外フィールド実習の一環として、大学院生も参加しています。以下に現在進めている研究の中から 3 つ説明します。



ロングイアビンにある口径 42m の EISCAT レーダー

<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/~eiscat>

連絡先 [nozawa@stelab.nagoya-u.ac.jp](mailto:nozawa@stelab.nagoya-u.ac.jp) TEL 052-789-4303

教授 1 / 准教授 2 / 助教 1 / PD2 / DC3 / MC2



### 磁気圏と電離圏のエレクトロダイナミクスの研究

電離圏と磁気圏は地球の磁力線によって相互につながり、電流、電場、粒子などを通じて影響を及ぼし合っています。プラズマ現象の理論を基盤として、EISCAT レーダーや人工衛星から得られる観測データを用いて、オーロラ帯はもとよりさらに高緯度で発生している電離圏-磁気圏結合過程についても研究を行います。磁気圏と電離圏は互いにフィードバック系を形成しており、対象とする現象は時間的・空間的に複雑に変動します。このため、軌道上の変動だけを観測する人工衛星観測と、2次元的な観測を行う地上からの観測（レーダーやオーロラ撮像）の比較が重要となります。EISCAT レーダーを用いて、地磁気擾乱時に特に顕著なオーロラ電流を定量的に知ることができます。あわせて得られる電気伝導度と電場を用いて、オーロラ電流の研究を進めています。さらに、磁気圏-電離圏結合に重要な沿磁力線電流の特性を調べることで、極域電離圏での3次元電流系の研究を進めています。

### 下部熱圏-中間圏相互作用の研究

下部熱圏大気（高度約 90-130 km）は、磁気圏-電離圏-熱圏間の相互作用において重大な役割を担っています。私たちは、EISCAT レーダーを利用して下部熱圏大気の運動（風）の研究を進めています。さらに、中間圏観測用分反射（MF）レーダーや流星レーダーを併せ使い、中間圏から下部熱圏にわたる大気ダイナミクスの研究を行っています。下層大気から伝わる各種大気波動や磁気圏擾乱が下部熱圏大気にどのような影響を与えているかを定量的に解明するため、これらレーダーのデータを使って、研究を進めています。また、アメリカや日本の他機関の研究者との共同研究により、大気モデル、大気大循環シミュレーションとの比較研究も行っています。さらに現在、この高度領域の大気温度観測を行うため、高出力ナトリウムライダーの開発を行っています。

### イオン流出現象の研究

極域電離圏からのプラズマ流出は、磁気圏プラズマの源として重要と考えられています。質量分析器を搭載した人工衛星により、酸素イオンや一酸化窒素イオンなどの重たいイオンが磁気圏へ流出していることが観測されています。この現象は惑星大気の生成と消滅、進化に関係し、大変興味深い問題です。これらのイオンは最初に電離圏内のオーロラ帯や極冠域などで加熱され、磁気圏へ流出していると考えられていますが、その物理機構は未だ解明されていません。私たちは EISCAT レーダーを用いて、酸素イオンが主なイオンである高度 400km 付近で起きているイオン上昇流の高度、時間変動を観測し、同時に得られたプラズマ温度、密度などのデータを使って、プラズマの流出と加熱の機構が何であるのかを探っています。さらに、CLUSTER 衛星等の磁気圏を飛翔する人工衛星のデータを用いて、電離圏を流出したイオンが磁気圏にどのような影響を与えているのかを調べています。

今回紹介したテーマ以外にも、EISCAT レーダーと光学観測機器の同時観測データを用いたオーロラの研究や長期間に蓄積された電離圏の観測データを用いた電離圏長期変動の研究なども行なっています。

SSe は豊川にも教員（塩川和夫准教授）がいます（平成 20 年 6 月頃に名古屋に移転予定）。この豊川の研究室は、工学研究科電気情報システム専攻の協力講座を兼ねており、工学研究科・理学研究科の大学院生を同時に有するユニークな研究室です。これは、宇宙空間物理学の研究が観測機器の開発と密接に結びついていることを反映しています。



塩川和夫准教授（豊川キャンパス）

機器開発と言ってもいろいろ

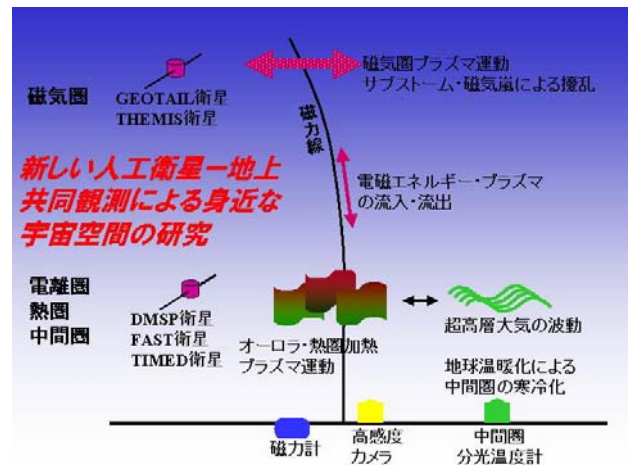
ありますが、私たちの研究室では、高感度の光学計測機器、分光機器を主に開発し、国内や海外の観測点に設置して、超高層大気や地球周辺の宇宙空間を計測しています。これまでにない新しい場所でこれまで測られなかった新しい物理パラメータを計測し、研究を進展させます。さらに日本 JAXA や米国 NASA の人工衛星と同時観測することにより、地上観測・人工衛星観測の双方の長所を生かした研究を行っています。

地球の大気と宇宙空間の境である超高層大気は、地球温暖化の影響を受けると寒冷化することが予想されています。また、オーロラに代表されるように、北極・南極では宇宙空間からのプラズマの流入があり、超高層大気は大きく乱されています。



インドネシアに設置した磁力計と塩川准教授・大学院生・現地スタッフ。

地球の磁気圏・電離圏と呼ばれる領域は、スペースシャトルや月探査機が飛翔し、人類が将来、宇宙空間に進出していく際に必ず通過・滞在しなければならない宇宙空間ですが、まだまだわからない現象が多く、時には宇宙飛行士を危険にさらすような高エネルギープラズマも発生します。こういった領域の研究を主に観測的な手法で行っています。研究内容については、16-17 ページの電子情報システム専攻・電気工学分野・宇宙電磁観測グループのページも見てください。興味のある学生はいつでも連絡を下さい。やる気のある学生を求めています。



SSe (豊川キャンパス) での研究テーマと計測機器