

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



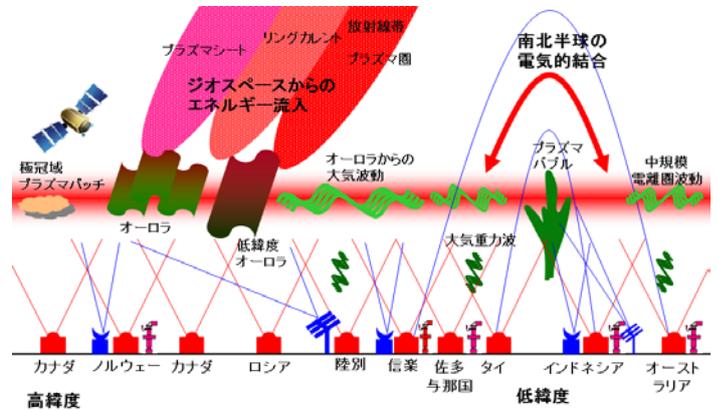
研究室のメンバー

(左から) 平原、下山、大塚、塩川、鈴木、西谷、野澤、大山

| | |
|------------|---------------------------------|
| 塩川 和夫 教授 | Kazuo Shiokawa, Prof. |
| 平原 聖文 教授* | Masafumi Hirahara, Prof. |
| 西谷 望 准教授 | Nozomu Nishitani, Assoc. Prof. |
| 野澤 悟徳 准教授* | Satonori Nozawa, Assoc. Prof. |
| 大塚雄一 准教授* | Yuichi Otsuka, Assoc. Prof. |
| 大山伸一郎 助教* | Shi-Ichiro Oyama, Assist. Prof. |
| 鈴木臣 特任助教 | Shin Suzuki, Assist. Prof. |
| 下山学 特任助教* | Manabu Shimoyama, Assist. Prof. |

*:理学研究所

本研究グループは、地球周辺の宇宙空間(ジオスペース)とそれにつながる超高層大気の変動を観測的に研究しています。この領域は、太陽からのプラズマが地球の磁場にとらえられて磁気圏を形成し、さらに大気に降り込んでオーロラを光らせたり大気を加熱したりする上からの過程と、対流圏などの下層大気からの波のエネルギーが超高層大気に伝わって変動を引き起こす下からの過程があり、この上下からのエネルギー流入によって常に変動しています。この変動は、この領域を飛行する人工衛星や宇宙ステーションの運用にも大きな影響を及ぼしています。従って私たちの研究は、この領域で発生している未知の現象の発見とその原因の解明、という理学的な側面と、人類の宇宙利用への応用、という工学的な側面があります。また、研究手法として、オーロラなどの大気発光の高感度分光機器、大型レーザー、レーザーレーザー、GPS受信機、磁力計、VLF電波アンテナ、人工衛星の搭載機器などを開発し、観測に基づいた研究を行っています。これらの機器を国内・海外のフィールド観測点に設置し、地球規模のグローバルな研究を国際協力のもとで行っています。具体的には、以下のような研究テーマがあげられます。



本研究グループの観測点と観測対象

オーロラを通じた電磁気圏の研究

オーロラはジオスペースのプラズマが大気に衝突して大気が光る現象です。プラズマは目に見えませんが、オーロラを通して地球周辺のプラズマの動きを画像としてとらえることができます。サブストームと呼ばれるオーロラが爆発的に活動する現象や、周期的に点滅するオーロラなど、オーロラに関連する地球周辺のプラズマ現象には、まだまだ未知な点が多いのです。また、オーロラは超高層大気を加熱し、その高度の大気の地球規模の変動を引き起こし、人工衛星の軌道を変えることもあります。私たちは、カナダやノルウェーでオーロラの高感度分光観測や関連する磁場・電場・波動・大気変動の観測を行い、オーロラに関連したジオスペース・超高層大気の大気現象を研究しています。また、オーロラを引き起こすプラズマを人工衛星から直接計測する粒子分析器の開発も行っています。



ノルウェーやカナダで観測されたオーロラ

<http://stdb2.stelab.nagoya-u.ac.jp/>

連絡先 shiokawa@stelab.nagoya-u.ac.jp FAX 052-747-6323

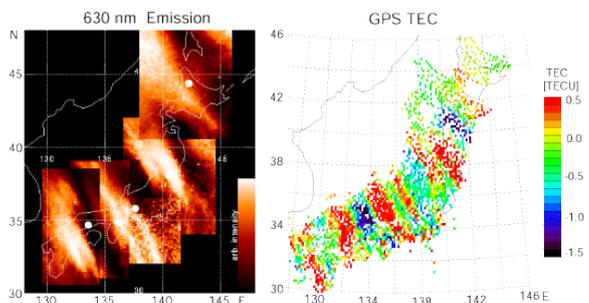
教授 1/准教授 1/特任助教 1/DC1/MC6/BC6

(関連理学 (SSE)) : 教授 1/准教授 2/助教 1/特任助教 1/DC2/MC3)

宇宙電磁観測グループ

中・高緯度電離圏擾乱の研究

電離圏・熱圏にはいろいろな空間波長を持つ波動が昼夜の別なく存在しています。特に、水平波長が 1000km 以下の波動を“MSTID(中規模伝搬性電離圏擾乱)”と呼びます。私達は、夜間大気光(高度 80~300 km の大気が夜間に発光する現象)を測定するための全天カメラを国内の 4 点とオーストラリア、インドネシア、タイ、カナダ、ロシア、ノルウェーに設置しています。MSTID が存在すると大気光強度の空間分布に濃淡構造が現れます。大気光強度の観測から電子密度の水平面 2 次元分布が分かります。一方、高度約 2 万 km を飛翔する GPS 衛星が発射する 2 周波の電波を地上で受信すれば、同様な電子密度の 2 次元分布を知ることができます。私達は、世界各地に設置された数千台の GPS 受信機で得られるデータと全天カメラで得られるデータを併せて MSTID の研究を行っています。その結果、夜間の MSTID は南西方向伝搬すること、その発生には電気力学過程が重要なこと、MSTID が地球磁力線で繋がった南北両半球で同時に発生することなどが分かってきましたが、MSTID の源や MSTID が電離圏・熱圏の力学やエネルギー収支に果たす役割などは不明です。



同じ時刻の大気光観測(左)と GPS 観測(右)から得られた、日本列島の上空を北東から南西へ伝搬する MSTID

電離圏のプラズマは激しい乱流状態になることがあります。私達は大型レーダーを使って乱流の研究を行っています。強力な電波を上空に発射し、乱流プラズマで散乱されたレーダーエコーを調べることにより、乱流の生成機構や無線通信などへの影響を知ることができます。また、南北極のオーロラ帯に多数設置されている大型短波レーダーを用いて、高緯度電離圏内のプラズマの運動の研究も行っています。

さらに 2006 年 11 月には北海道陸別町に大型短波レーダーを設置し、継続的な観測を行っています。このレーダーは、従来から観測空白域となっていた北海道から東部シベリア、アラスカに至る広範囲の電離圏や下部熱圏を探索することができる世界的にもユニークなものであり、中緯度電離圏と高緯度電離圏が力学的・エネルギー的などのように結合しているかを研究するための新しい観測手段となります。

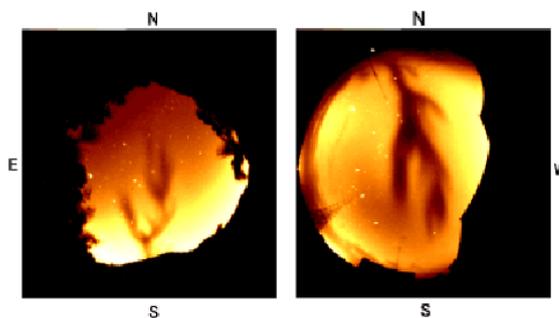


北海道-陸別短波レーダーの巨大アンテナ群

このユニークな特徴を持つレーダーを用いて、私達は中緯度電離圏における MSTID 現象や、中緯度から高緯度にいたる電離圏内のプラズマ運動の変動に関するデータを日々取得し、他の観測データとあわせて広域にわたる電離圏・熱圏におけるエネルギー輸送過程の研究を行っています。

赤道域電離圏擾乱の研究

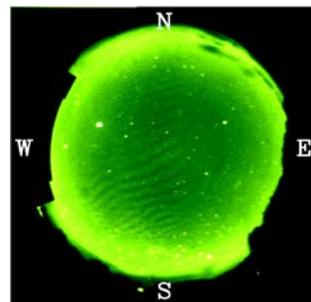
磁気赤道付近の電離圏に見られる特異な現象の一つが、太陽活動が高い年の春秋に発生する“プラズマバブル”です。これは、日没後の下部電離圏に発生した電子密度の“穴(バブル)”が時間とともに成長しながら高々度へと広がる現象です。この現象が注目を集める理由は、バブル生成に関わる物理過程の複雑さ(面白さ)と、バブルが衛星通信や衛星測位の障害の原因になることです。私達は、鹿児島県佐多とオーストラリア・ダーウィンに設置された全天カメラにより、赤道上空で最高々度が 1700km にも達する巨大なプラズマバブルの観測に初めて成功しました。両地点で観測されたバブルの構造は非常によく似ており、バブルが地球磁力線に沿って南北に延びた構造をしていることが分かりました。バブルの生成過程には未だ多くの謎が残されており、私達は、バブルに絡んだ諸現象を解明するため、赤道直下のインドネシア・スマトラ島のコタバンとタイのチェンマイに観測拠点を設け、全天カメラ、GPS 受信機、VHF レーダー、磁力計などを用いた連続観測を行っています。



佐多(左)とダーウィン(右)の大気光全天カメラで同時に観測された、南北半球の対称性が非常によいプラズマバブル(暗い部分)

中間圏大気重力波の研究

地球の重力が主役を果たす大気の振動を“大気重力波”と呼びます。様々な過程で発生した対流圏の大気重力波は、波動として上層へと伝搬してエネルギーと運動量を輸送し、上部中間圏で砕波して背景の風系を変化させ、ひいては地球大気の循環に影響を与えています。高度 80~100 km 付近の上部中間圏における大気力学過程を知るには、そこでの大気波動の性質を観測的に調べることが重要です。私達は、国内だけでなくオーストラリアやインドネシアに設置した全天カメラを用いて、大気重力波の統計的性質とそれらの地域による違い、大気重力波が運ぶ運動量などの研究を行っています。



インドネシアの高感度全天カメラがとらえた高度 96 km 付近の夜間大気光強度の 2 次元分布。大気重力波による縞構造が見える。

☆ひとこと☆ 私たちの研究室は、工学系の学生と理学系の学生と一緒に研究をしているユニークな研究室です。フィールド観測のために国内や海外の観測点に出張することがあります。また、国際共同で世界最先端の研究をしているので、留学生や外国人の客員研究者が研究室に滞在し、英語を使う機会も増えます。