



左から、大山、野澤、鈴木、西谷、下山、塩川、平原、大塚

平原 聖文 教授	Masafumi Hirahara, <i>Prof.</i>
塩川 和夫 教授*	Kazuo Shiokawa, <i>Prof.</i>
野澤 悟徳 准教授	Satonori Nozawa, <i>Assoc. Prof.</i>
大塚 雄一 准教授	Yuichi Otsuka, <i>Assoc. Prof.</i>
西谷 望 准教授*	Nozomu Nishitani, <i>Assoc. Prof.</i>
大山 伸一郎 助教	Shin-ichiro Oyama, <i>Assist. Prof.</i>
下山 学 特任助教	Manabu Shimoyama, <i>Assist. Prof.</i>
鈴木 臣 特任助教*	Shin Suzuki, <i>Assist. Prof.</i>

*:工学研究科

地球・惑星間空間に流れ出した太陽大気(コロナ)は超音速のプラズマ状態で、太陽風と呼ばれています。この太陽風プラズマと地球・金星・火星などの大気、あるいは地球・木星・水星などの固有磁場が相互作用しながら、地球・惑星周辺に電離圏・磁気圏と呼ばれる固有の領域を作り出しています。この電離圏・磁気圏では、太陽風の活動に関連した大規模でダイナミックなプラズマ現象が見られます。特に、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。また、中緯度では大気やプラズマの波状構造が、赤道域ではプラズマ密度が著しく減少する現象などが見つかっていますが、その原因や地球の大気全体に及ぼす影響は未だ謎に包まれたままです。私たちの研究グループではこの高緯度から赤道域に至る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/HF/VHF レーダー、流星レーダー)、ナトリウム温度ライダー、フェブリペロー干渉計(FPI)、全天イメージャー、フォトメーター、オーロラカメラや GPS 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



研究室のメンバー

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)です。また、地球・惑星探査機、観測ロケットに搭載する宇宙空間・惑星大気プラズマの粒子分析器を開発し、国内・国際協力を基盤とする探査・観測計画を推進しています。SS_E 研究室は工学研究科の宇宙電磁観測グループと協力して研究を行なっています。

北 欧拠点観測・研究

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 4 カ国(イギリス、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営されており、レーダーは、ノルウェーのトロンソ(北緯 69.6°)、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。トロンソはオーロラ帯の真下に位置し、もともとオーロラ観測に適したところですが、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。



トロンソ EISCAT レーダー、ライダービームとオーロラ

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

連絡先 hirahara@stelab.nagoya-u.ac.jp TEL 052-789-4309

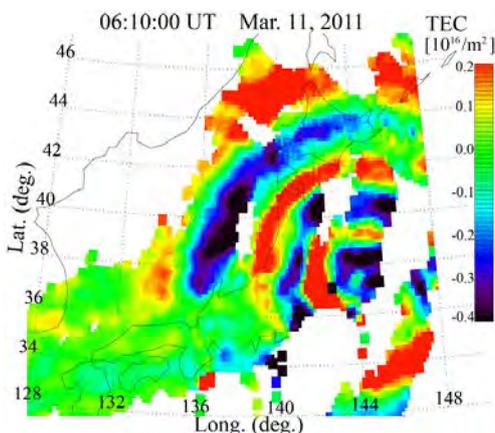
教授 2/准教授 2/助教 1/特任助教 1/DC3/MC4

(関連工学 : 教授 1/准教授 1/助教 1/特任助教 1/DC1/MC12/BC6)

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・ロケットなどの飛翔体や、他のレーダー(分反射レーダー、流星レーダー)、光学機器(ライダー、フォトメーター、イメージャー、FPI)などとの同時観測による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。平成22年度からナトリウムライダーによる大気温度の観測を開始しました。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、現地へ行き観測を行います。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。

中緯度及び赤道域超高層大気の観測・研究

地球の磁力線によって磁気圏と直接つながる高緯度電離圏とは異なり、中緯度では、下層大気から伝搬してくる大気波動の影響を強く受け、多様な現象が超高層大気に起こります。また、赤道域では磁力線が水平になるため、赤道域特有の現象が発生します。特に、電磁的な作用によって発生する電離圏擾乱は未解明などが多く、世界中の研究者が注目して研究を進めています。我々の研究グループでは、赤道直下のインドネシアに 18 本の八木アンテナをもつ VHF 帯のレーダーを設置し、電離圏擾乱の観測を行っています。このレーダーはレーダー・イメージングと呼ばれる最新の技術を駆使し、電離圏擾乱の微細構造を明らかにすることができます。このため、電離圏擾乱生成メカニズム解明に向けて本質に迫る研究ができると考えています。電離圏擾乱は、衛星放送や測位に悪い影響を及ぼすことがあります。例えば、カーナビでお馴染みの GPS(全地球測位システム)は、高度約 2 万 km を飛翔する衛星から送信された電波を用いるのですが、電波は地上で受信されるまでに電離圏を透過します。電離圏に擾乱現象が起こると、電波の伝搬速度が変わったり、電波が途切れたりし、電波障害の原因となります。このような電波障害の影響を軽減することも我々の研究目的の一つです。そのため、電波障害が起こりやすい赤道域のインドネシアや高緯度のノルウェーに



2011年東北地方太平洋沖地震後の電離圏全電子数の変動。
震央付近から同心円状に広がる様子が分かる。

GPS 受信機を設置し、電離圏擾乱の観測を行っています。また、超高層大気が発する微かな光(「大気光」とよばれる)の観測を行うため、超高感度カメラを世界の十数ヶ所に設置したり、国際宇宙ステーションからの大気光撮像プロジェクトに参加したりし、全球規模で起こる超高層大気現象の解明にも取り組んでいます。

地球・惑星の周辺に広がる宇宙空間の探査・研究

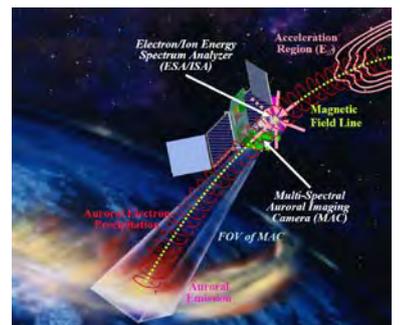
地球や木星・土星で観測されているオーロラ発光現象や、固有磁場を持つ(磁化)惑星周辺に形成される環状電流・放射線帯中での高エネルギー粒子加速は、太陽風のエネルギーが磁気圏内部に輸送・蓄積され、磁気圏特有のプラズマ物理過程を経ることにより引き起こされます。しかし、これらのエネルギー流入やプラズマ輸送・加速機構には、いまだ観測的・理論的に解明されていないことが数多く残されています。このような宇宙空間プラズマ現象の研究には、自然科学の探求という意義だけではなく、人類の社会基盤(人工衛星・宇宙基地、等)が既に展開されている領域としてのジオスペース(Geospace: 地球周辺の宇宙空間)の環境科学の促進という多面的な意義があります。一方、惑星周辺の磁気圏は、太陽風による惑星大気への直接的な影響を妨げる役割も果たしていますが、その場合でも電離圏の超高層大気が惑星間空間へと流出していることが観測的に示されています。特に、強い固有磁場を持たない金星・火星などの非磁化惑星においては、この大気流出現象は惑星大気環境の進化に関わる大きな要因と考えられており、謎に包まれたその物理機構を詳細に理解するためには、直接的な探査による定量的かつ高精度な観測が必要とされています。我々の研究グループでは、惑星周辺の電磁気圏・宇宙空間におけるプラズマ・中性大気を「直接」観測するための観測機器の開発を行なうと共に、その観測データを用いて宇宙空間プラズマや惑星大気のダイナミクスの解明に挑んでいます。具体的には、ジオスペース探査衛星計画でのプラズマ粒子分析器の開発、惑星探査計画における宇宙空間プラズマ・中性粒子観測の提案と分析器の開発、それらの実現に必要な地上実験装置(校正用ビームライン)の構築、複数の観測機器・衛星により取得された観測データの解析、等に取り組んでいます。



試験中の水星探査機用イオン分析器



新設のクリーンルームと校正試験装置



オーロラ探査衛星「れいめい」