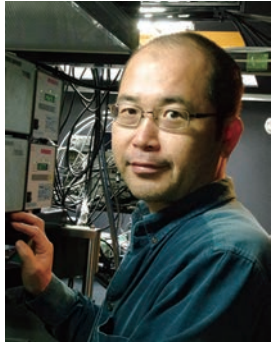


平原 聖文 教授



野澤 悟徳 准教授



大山 伸一郎 講師

宇宙空間と地球・惑星環境の間で生起し変動する多様な自然現象に対して、独自の観測的・実験的研究を展開し、それらの成因・機構に迫る。

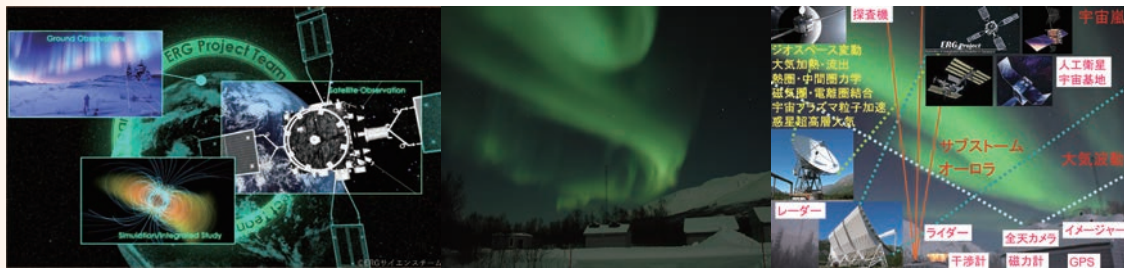
地球の超高層大気から周辺の宇宙空間まで広がる領域はジオスペース (Geospace) と呼ばれ、電離圏・磁気圏とも呼ばれてきました。この領域には、様々な実用・科学人工衛星や国際宇宙ステーションに代表される無数の宇宙機が配置されており、もはや現代社会にとって必須の社会基盤が展開する世界です。この身近な宇宙空間では、太陽コロナから流出する太陽風プラズマと、地球大気プラズマ・中性大気、地球固有磁場、下層大気などが複雑に作用していて、地球極域にはオーロラが出現し、静止軌道付近では宇宙嵐と呼ばれる大規模変動が引き起こされています。また、宇宙空間を満たすプラズマと惑星磁場、中性電離大気の相互作用は、太陽系内のみならず遠方宇宙でも基礎的かつ普遍的な素過程であることが分かってきています。我々にとって最も身近で詳細な探査が可能な地球、あるいは多彩な太陽系内惑星の超高層大気や周辺の宇宙空間で生起している壮大な自然現象とその変動過程を実証的に解明することは、宇宙開発への学術的貢献という枠を越え、宇宙・地球・惑星に関する基礎的・普遍的理解につながります。

我々の研究室では、最先端の科学観測機器を独自に開発し、海外・国内での拠点型の地上フィールド観測と宇宙空間に展開する探査機を用いた直接観測を両輪とした観測的・実験的研究を行い、この領域における自然現象の成因・機構に迫ります。

電磁気圏の実証的研究のための 3 つの戦略

壮大なオーロラ嵐・宇宙嵐が生起する電離圏・磁気圏における多様な物理機構に対して、実証的研究を多面的に展開するため、我々の研究室では次の 3 つの観測的・実験的戦略を基軸としています。

1. 宇宙探査機・超小型衛星・観測ロケットなどによる将来計画を立案・推進し、それらに搭載する宇宙空間プラズマ・惑星中性大気の粒子分析器を開発し、観測データの解析を通して、宇宙と地球・惑星の結合機構を実証的に研究しています。
2. 北欧において、大型のレーダー装置を含む各種レーダー、ナトリウムライダー、ファブリペロー干渉計、全天カメラなどを用いた国際協力による拠点観測を実施しています。
3. 高速変動するオーロラを世界最高速の地上・衛星搭載装置で極限時間分解能観測し、宇宙起源の高エネルギー電子がもたらす地球超高層大気・中層大気への影響を研究しています。



(1)



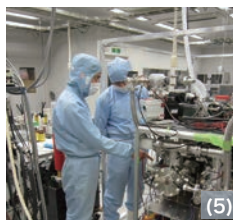
(2)



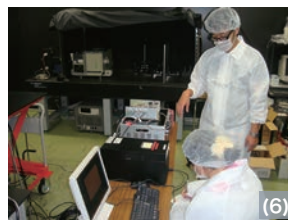
(3)



(4)



(5)



(6)

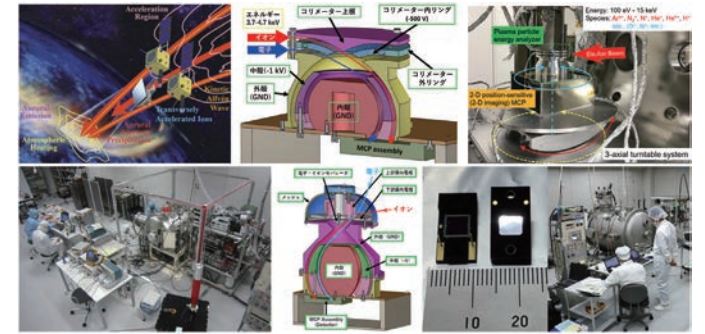
写真の説明：左より、(1)SSE 研を含む電磁気圏研究部の集合写真、(2) 5 方向に照射されるナトリウムライダーレーザー、(3) 2 種類のエネルギー帯域用の電子・イオンビームライン較正実験装置、(4) ロングイアピンに設置されている EISCAT42m アンテナ、(5) クリーンルームでの作業風景、(6) フォトメーターの較正実験風景

Webページ：<https://www.isee.nagoya-u.ac.jp/study03.html>
連絡先：hirahara@nagoya-u.jp (平原)



宇宙探査計画の立案・推進、宇宙機搭載用観測器の開発と観測データの解析により、宇宙と地球・惑星の結合機構を実証的に研究しています。(平原グループ)

宇宙空間と地球・惑星環境との間に生起する多様な自然現象に関して、それらの素過程や物理機構間の相互作用を解明するには、探査機やロケットなどの飛翔体を用い、その場で直接観測することが不可欠です。本研究グループでは、研究所最上階にあるクリーンルーム内の装置により宇宙空間に近い環境をつくり出し、宇宙探査機に搭載する観測機器の研究・開発を行っています。宇宙と地球・惑星の結合系で最も基本的な構成要素としての宇宙プラズマ・中性粒子を、飛翔体に搭載された分析器で直接計測するためには、研究・開発の段階において地上で十分に実験・試験を行うことが必要となるため、それに必要なビームラインなどの様々な装置・設備の構築も行っています。これらの分析器で取得された観測データを解析することで、宇宙と地球・惑星の境界領域での物理機構を実証的に研究しています。



将来の宇宙惑星空間探査計画の立案・推進、独自設計・試作による分析器の新規開発、クリーンルーム・ビームラインなどの較正実験施設の構築・運用を行っています。

北欧におけるレーダーやライダー等の拠点観測により、太陽風エネルギーの散逸過程の解明および大気上下結合の解明を目指しています。(野澤グループ)

本研究グループで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、北欧にて稼働している欧州非干渉散乱 (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。EISCAT レーダー観測と組みあわせて、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。特に最近では、ナトリウムライダーを用いた、高度 80-110km 付近の大気温度変動や風速変動の観測研究に力を入れています。大気重力波の散逸過程、ジュール加熱量の定量評価、大気安定度、大気上下結合等の研究を修士学生のテーマとしています。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ピンです。毎年複数回、現地に赴き観測を行います。この EISCAT レーダーおよびナトリウムライダー観測には、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。

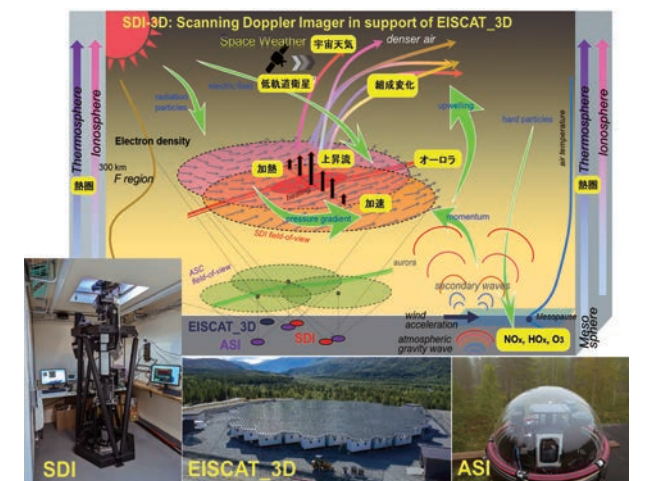


EISCAT レーダーとナトリウムライダー発振機

北欧に集結した最新鋭の観測装置を使って、オーロラ加熱の起源の解明と地球への影響を研究しています。(大山グループ)

極域の夜空をオーロラが彩るとき、その美しい光の裏側では、宇宙空間から荷電粒子や電磁エネルギーが、高度 100-1,000 km にある熱圏と呼ばれる領域に集中的に流入して、地球の大気を激しく加熱し、強烈な風を巻き起こしています。私たちの研究グループは、この極域熱圏と呼ばれる領域で起こる加熱と加速に着目し、世界初となる、オーロラ、熱圏、電離圏を同時に、そして広範囲にわたる精密な観測を行っています。加熱によって膨張、上昇し、混合された熱圏大気は組成の変化を引き起こし、宇宙からのエネルギーが地球全体を揺るがすかのように、加速された熱圏風に乗って地球全体に広がります。このように地球規模の変動を駆動しているのが極域熱圏の加熱と加速です。

しかし熱圏の観測は非常に難しく、オーロラ、熱圏、電離圏の同時観測の機会も限られています。そのため、いつ、どこで、どのように加熱と加速が起こるのか謎に包まれています。そこで私たちは北欧に設置された超大型レーダー「EISCAT_3D」(2025 年稼働開始予定)、大型光学干渉計「SDI」、オーロラカメラ「ASI」を駆使した総合観測研究を行い、加熱と加速の発生メカニズムの解明を目指しています。この研究成果は、極域に流れ込んだエネルギーが地球規模でどのように再分配されるのか、その理解を深めるとともに、低軌道衛星の安定運用など宇宙天気予報の社会実装にも役立つことが期待されています。



本研究プロジェクトの概念図。SDI、EISCAT_3D、ASI の 3 装置を組み合わせることで、オーロラ加熱による熱圏大気の膨張、加速の発生メカニズムの解明に挑戦しています。