

平成 22 年 5 月 1 日現在

研究種目：	基盤研究(B)
研究期間：	2006 ~ 2009
課題番号：	18403010
研究課題名(和文)	EISCATレーダーを主に用いた磁気圏・電離圏・熱圏・中間圏結合の総合的研究
研究課題名(英文)	Comprehensive research on magnetosphere-ionosphere-thermosphere-mesosphere coupling process using the EISCAT radars and other instruments
研究代表者	
	藤井 良一 (Fujii Ryoichi)
	名古屋大学・太陽地球環境研究所・教授
	研究者番号：00132712

## 研究成果の概要(和文)：

EISCATレーダーを用いた各種研究を、国内共同研究として実施した。採択したレーダー実験課題数は平成18年度13件、平成19年度14件、平成20年度14件、平成21年度12件である。れいめい衛星との同時観測による磁気圏—電離圏結合の研究、デルタ2キャンペーンによる下部熱圏エネルギー収支の研究、イオンの流出過程の研究、下部熱圏鉛直風の研究、下部熱圏大気ダイナミクスの研究等で国際的レベルの成果を得た。その結果、平成18年11編、平成19年6編、平成20年6編、平成21年6編の欧文論文(査読付き)が発表されている。

## 研究成果の概要(英文)：

EISCAT radars are one of the greatest tools in the world for observing ionospheric phenomena in the auroral, polar cusp and cap regions. EISCAT radar systems provide us with essential physical parameters over the polar ionosphere. Solar-Terrestrial Environment Laboratory (STEL) has been playing a central role in promoting a variety of research projects using the ESR and KST radars of the EISCAT Scientific Association. Both STEL and NIPR, in collaboration with researchers across the nation, have conducted about 50 Special Program (SP) experiments such as Magnetosphere-Ionosphere coupling process using simultaneous observations by REIMEI satellite and EISCAT, DELTA-2 rocket campaign, vertical wind in the lower thermosphere, wind dynamics in the lower thermosphere, ion upflow, and aurora phenomena. In the result of these activities, 29 papers have been published for 4 years.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
2007年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
2008年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
2009年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
年度			
総計	14,400,000	4,320,000	18,720,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・超高層物理学

キーワード：極域、電離圏、熱圏、磁気圏—電離圏結合、EISCAT、北極、カスプ、電流

## 1. 研究開始当初の背景

平成8年以降、日本の研究者は、スヴァールバルおよびスカンジナビア北部という太陽風のエネルギーが直接地球磁気圏に流入する領域の直下にあたる極冠域と、そのエネルギーが蓄積・解放・消費されるオーロラ帯双方に設置されているEISCAT科学協会が有する3つの非干渉散乱(IS)レーダーシステムを用いて特別実験を実施し、北極域超高層大気の研究を行ってきた。EISCATレーダーシステムは、トロムソ(69.6°N, 19.2°E)に送受信局、キルナ(67.9°N, 20.4°E)とソダンキラ(67.4°N, 26.6°E)に受信局のある3局方式UHFレーダー、ロングイアビン(78.2°N, 16.0°E)に設置された可動式および固定式の2機のUHFレーダーにより構成されるEISCATスヴァールバルレーダー(ESR)、トロムソの鉛直から北方向を主にカバーするVHFレーダー、そしてトロムソに設置された電離圏加熱装置により構成されている。本EISCATレーダーシステムは、日本の研究者が主体的かつ継続的に利用できる、極域では唯一の非干渉散乱(IS)レーダーである。

ISレーダーは、飛行体による直接観測とともに電離圏・磁気圏を探索する最適な観測手段の一つである。EISCATレーダー観測では、電子密度、電子温度、イオン温度、イオン速度が高度分解能3 km(E-region)、時間分解能1分程度で安定して取得できる。さらに、モデル等と組み合わせることによって、電離圏電場、中性風速度、電気伝導度、電離圏電流、オーロラ粒子加熱率、ジュール加熱率等が計算できる。観測高度は、3つのレーダーそれぞれ、およびパルススキームにより異なるが、EISCATレーダーシステムとしては、原理的には高度60 kmから1500 km程度が観測可能範囲である。さらに、最近開発されたパルススキームにより、高度分解能1 km や時間分解能0.44秒という観測もE-regionにて容易に用いることができる。このようにEISCATレーダーシステムは極域電離圏を観測する非常に強力な装置である。電離圏加熱装置は、能動的に電離圏に擾乱を与え、例えば電離圏に存在する電子を加熱することができる。これは様々な要因により発生している通常分離不可能な自然現象を、ある意味「分離」して、個々の素過程の観測を可能にすることを意味する。ISレーダーと併用することにより、非常に強力なツールとなる。

本申請の期間は国際共同観測研究計画CAWSES (Climate And Weather of the Sun-Earth System: 2004-2008)と重なっており、CAWSES の主要な課題である宇宙天気研究や大気間結合過程の理解の進展にも大きな役割を果たすことが期待できる

## 2. 研究の目的

本計画の目的は、スカンジナビア北部とスヴァールバル島に設置されている世界で第一級の欧州非干渉散乱(EISCAT)レーダーシステムを用いて、極冠域からカस्प、オーロラ帯、サブオーロラ帯にまでいたる広い領域において実験観測を行い、太陽風、磁気圏、電離圏、熱圏、中間圏における様々な基本的かつ重要な物理・化学過程の総合的研究を行うことにある。平成8年度国立極地研究所を代表機関としてEISCAT科学協会に正式加盟した日本は、他の加盟国(英、仏、独、ノルウェー、スウェーデン、フィンランド)と同じく日本独自のレーダー使用時間を有し、日本独自の実験研究や国際共同による実験を積極的に実施してきている。本申請の研究代表者が所属する名古屋大学太陽地球環境研究所はEISCATレーダーを用いた実験、データ処理等に責任を持ち、実験研究を実施してきている。本レーダーの利用の形態は、国立極地研究所が、全国共同利用としてレーダー実験の申請を公募し、広く全国の研究者の共同利用に供されている。

主な研究対象としては、高電子密度領域の移動現象、ポラーキャップパッチ、オーロラ微細構造ダイナミクス、イオンアップフロー、イオン加熱、イオン温度の非等方性、3次元電流系と電離圏電気伝導度、電離圏移動性擾乱(TID)、下部熱圏大気ダイナミクス、プラネタリー波、大気潮汐波、下部熱圏鉛直風、などが挙げられる。これらを通して、オーロラ現象に代表される磁気圏—電離圏結合の解明、大気潮汐波などに代表される下部熱圏—中間圏結合の解明を行う。

## 3. 研究の方法

日本が正式加盟国として利用することを保証されている、EISCAT科学協会が有する3つのISレーダーおよび電離圏加熱装置を用いて、公募により全国共同利用者から提案されたレーダー実験を実施する。EISCATレーダー観測を中心とし、衛星(れいめい等)との同時観測、全天カメラ、高解像度カメラ、フォトメーター、プロトンイメージャ、FPIなどとの地上からによるオーロラ光学同時観測、MFレーダー、流星レーダーなどとの下部熱圏・中間圏同時観測、そして得られた結果を理論的に考察・比較するシミュレーション研究などを行う。これらの各テーマをそれぞれの研究者が連携しつつ進め、得られた成果を有機的に結合させることにより、太陽風に起因する電磁エネルギーがどのように地球大気で消費されるか、どのような影響を地球大気(熱圏、中

圏、成層圏)に与えるか、その時どのようなフィードバックが熱圏から磁気圏へ作用されるかなどを明らかにすることにより、磁気圏—電離圏—熱圏—中間圏結合過程の新たな知見を得ることを目指す。

#### 4. 研究成果

EISCAT レーダーを中心用いた、極域電離圏・熱圏に関する各種研究を、国内および国際共同研究として実施した。これらは、3次元電流系の研究、オーロラ擾乱時における熱圏大気への応答、下部熱圏大気ダイナミクス、イオン上昇流などであり、国際的レベルの成果を得た。2006年から2009年度に出版された論文は、29編に達する。ここでは、その中からいくつかの代表的な成果についてまとめる。

##### (1) 3次元電流系の研究

オーロラアーク近傍における磁気圏—電離圏結合を担う3次元電流系の構造を理解することを目的として、プロトンイメージャー(透過波長 486.1 nm)、4波長フォトメータ(427.8 nm, 557.7 nm, 630.0 nm, 844.6 nm)、電子オーロラ用全天カメラをトロンソで運用し、EISCAT レーダーや地上磁力計などと共に、下向き沿磁力線電流領域の同時観測を行った。2006年10月20日のイベントでは、プロトンオーロラ発光・電子密度の減少・電離圏電場の増加といった電離圏物理量の相互関係を捉えることに成功した。

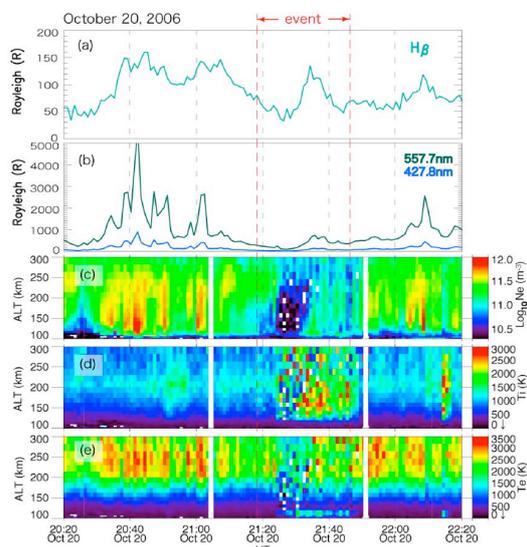


図1 下向き沿磁力線電流が発達した時間帯(21:35 UT付近)に観測されたプロトン発光の強度(最上段)と電子オーロラの発光強度(上から2段目)の時間変化およびEISCATレーダーで観測された電子密度、イオン温度、電子温度の高度・時間分布。

##### (2) オーロラ活動に伴う電離圏・熱圏変動

オーロラ活動の活発化に伴い極域の下部熱圏高度(100-120 km)では、平均風速を数桁上回る鉛直風が発生することが知られている。しかしその発生機構は未だ不明な点が多い。そこでEISCATレーダーの3局方式を用いた中性風速度ベクトル導出のための特別観測を2004年9月9-10日に実施した。9日23UTの前後にオーロラ活動が活発になり、レーダーは北向き斜め上方向に加速される風速を観測した。この時、風速の鉛直成分は一時的に50 m/sを超えた。スカンジナビア半島の磁力計ネットワークデータを解析したところ、レーダー観測地点の南側約80 kmのところにオーロラジェット電流の極大値が存在したことがわかった。これらのことから、レーダー南側の加熱領域で加速された大気が徐々に上昇しながらレーダー観測領域を通過したことが示唆された。

オーロラアーク近傍の電離圏・熱圏に発生する微細構造を観測的に解明することを目的に、れいめい衛星に搭載した高空間・時間分解能カメラとソンドレストローム非干渉散乱レーダーによる同時観測を実施した。上向き/下向き沿磁力線電流とそれを電離圏で閉じるペダーセン電流で形成される電流系に対応した、電子密度・電場・オーロラ発光強度の水平分布が観測された。数10 kmの水平スケールに着目した詳細解析を行った結果、F領域のイオン速度が一様に上昇している水平領域においてイオン温度に幅10 km程度の明確な水平分布が存在していることが分かった。この解析により、電離圏と同時に熱圏にも10 km規模の水平微細構造が発生することが示された。

観測ロケットによるその場観測、EISCAT UHFレーダーによる電波観測、FPIや全天カメラ等による光学観測を相補的に組み合わせ、極域下部熱圏における大気力学とエネルギー収支の研究を目的とした国際総合キャンペーン観測「DELTA-2キャンペーン」を実施した。観測ロケットS-310-39号機は、ノルウェーのアンダーヤ実験場から2009年1月26日00:15UTに打ち上げられ、トリメチルアルミニウム(TMA)放出による中性風観測などを行った。打ち上げ約10分後にオーロラブレイクアップが発生し、その前後の風速変化を捉えた貴重なデータが得られた。このキャンペーン中に発生したパルサーティングオーロラをファブリペロー干渉計(FPI:波長557.7 nm)、全天カメラ、EISCATレーダーで観測したところ、オーロラ中に出現した周辺より暗い部分で数10 m/sを超える上下運動が観測された。極域下部熱圏風の加速を発生させる有力なエネルギー源は、磁気圏起原の磁力線に垂直な電場が考えられてきた。しかしそのような電場はこのイベントでは弱く、本

観測結果はこれまでの説明とは異なる物理機構の存在を示唆している。本研究では、パルサーティングオーロラを発生させる周期的な粒子降込みによって振動性の分極電場が電離圏内で発生し、ジュール加熱率が増幅されたという仮説を提唱した。

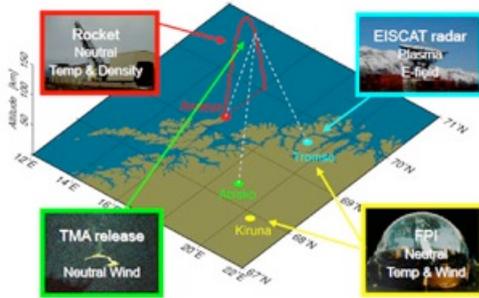


図2 DELTA-2 キャンペーンに参加した主な観測機器と観測物理量および所在位置。

### (3) 下部熱圏大気ダイナミクス

トロンソ EISCAT レーダーとロングイアビンの ESR の 6 日間連続同時観測データ (1999 年 7 月 1 日 1000 UT-7 月 7 日 1000 UT) を用いて、下部熱圏 (高度 100-120 km) の中性風へのイオンドラッグの影響を定量的に評価した。ESR で観測された電場は、前半 3 日間は安定した一日変動が見られたが、後半 3 日間では顕著な一日変動は見られず比較的静穏であった。この電場変動の特徴を利用して、中性大気速度とイオン速度の潮汐成分を比較した結果、電場に一日変動が見られた期間はイオンドラッグによって一日潮汐成分が加速されていることが分かった。一方、電場に顕著な時間変動が見られなかったトロンソでは、中性風速度の潮汐成分に対するイオンドラッグの顕著な影響は見られなかった。さらに NCAR TIME-GCM による計算値とレーダー観測値とを比較したところ、TIME-GCM による一日潮汐波の予測値も対流電場による影響を受けることが判明した。

ESR で 2005 年 6 月 16 日 0600-1800 UT に観測された電離圏対流増大イベントを解析し、電離圏対流が極域下部熱圏大気運動へ及ぼす影響を調べたところ、電離圏西向き対流の増大に対応して、下部熱圏中性風が著しく加速されていることが分かった。この発生機構を解明する目的でイオンドラッグの風速変動への寄与を推定したところ、3-4 時間スケールの中性風速変動については約 40% 程度の寄与が認められた。一方、電離圏対流増加の開始から約 1 時間以内には、下部熱圏において急峻な中性風変動が観測されたが、これはジュール加熱に伴う風速変動がレーダー観測地点まで伝播した効果と考えられる。

2005 年 9 月 6-29 日に得られた EISCAT UHF レーダーの約 23 日連続観測データを用いて、

極域下部熱圏における大気潮汐波の時間変動を調べた。1 日大気潮汐波は、9 月 13 日から 20 日の期間、それ以前およびそれ以後と比較して、高度 110-120 km において、非常に小さい振幅強度を示した。その変動の原因を調べたところ、イオンドラッグでは説明できず、別の物理機構が必要である示唆が得られた。半日大気潮汐波について、前半の 10 日間と後半の 5 日間とを比較すると、その鉛直波長が、2 倍近く異なることが発見された。さらに、MF レーダーデータを解析したところ、中間圏においては、下部熱圏高度と逆の振る舞いを示していることが分かった。これらのことは、大気潮汐波の支配的なモードが、短期間 (1 週間程度) で大きく変わること、また、中間圏と下部熱圏高度にかけて、支配的なモードが異なることを示している。さらに、下部熱圏において、準 2 日波の時間変動を示すとともに、周期 6 日前後のプラネタリー波の存在を報告した。

### (4) イオン上昇流に関する研究

2005 年 11 月から 2006 年 8 月にかけて、EISCAT スヴァールバルレーダー (ESR) とはいめい衛星を相補的に組み合わせた共同観測を実施し、得られた 14 例の同時観測イベントを基に電離圏イオン流出現象の生成機構の研究を実施した。その結果、1) 高度 630 km の昼側電離圏カスプ領域において、磁場に垂直方向に加熱された超熱的エネルギー (約 2-5 eV) を持つイオンが観測され、その超熱的イオンの有するエネルギーは約 0.9-1.4 eV であること、2) その超熱的イオンの密度は、熱的レベル (1 eV 以下) のイオン上昇流の速度上昇や、ソフトな電子 (50-500 eV) の降り込みの増加や電子温度の上昇と良い相関を持つこと、が明らかになった。これらの観測事実と過去のプラズマ波動による粒子加熱の研究結果から、降り込みに伴う低周波数かつ広帯域の静電波 (BBELF) がカスプ領域におけるイオン上昇流及び超熱的イオンの発生に大きく関与していることが示唆される。

2006 年度に ESR を用いた極風 (ポーラーウィンド) 観測用プログラムを開発し、それを基にした観測を 2007 年 6 月から 12 月にかけて実施した。その観測データから水素イオンと酸素イオンの密度や速度を導出し、その分布を比較した結果、1) 昼側カスプ領域より低緯度側の領域では、高度 350-500 km において酸素イオンが主たる上向きフラックスの担い手であること、2) 高度 550 km 以上では上向き酸素イオンフラックスが減少し、その代わりに上向き水素イオンフラックスが増加していること、3) 高度 350-600 km ではイオン種を変えながら全上向きイオンフラックスの保存が成り立っていること、4)

全イオンに対する水素イオンの割合は、IRI2001 モデルによって得られる値に比べて大きく、高度 600 km では観測値がモデルに比べ数倍大きいこと、が明らかになった。

1997年2月から2006年11月までのESRデータを用いて、極域の昼側電離圏F領域及びその上部で生じるイオン上昇流及び下降流の発生頻度が、地磁気活動や太陽風、惑星間空間磁場に対してどのように影響を受けるかを調査した。その結果、ESRの磁気緯度である北緯75.2度のイオン上昇流及び下降流の特徴について2つの特徴が明らかになった。1つめは、太陽風密度や惑星間空間磁場のY成分の絶対値と、イオン上昇流の発生頻度が良い相関を有することである。この結果より、太陽風密度や惑星間空間磁場のY成分の絶対値の増大に伴い、イオン上昇流の発生領域は位置を変えずに拡大することが示唆される。もう1つは、Kp指数を用いた地磁気活動度や太陽風速度、惑星間空間磁場のZ成分の負の値の変化に対して、イオン上昇流の発生頻度はある値でピークを持つこと、さらに地磁気活動度値などが増加するに伴い、イオン下降流の発生頻度が増加することである。これらの太陽風速度や地磁気活動度の増加は、イオン上昇流の発生領域を拡大させるのみならず、低緯度側に移動させる。その結果、太陽風速度や地磁気活動度の増加時には、イオン上昇流領域から対流により高緯度へ運ばれてきたイオンが再び電離圏に落ちてくる様子をESRが観測したと考えられる。

1984年から2008年までの過去24年間分のEISCAT トロムソデータを用いて、極域電離圏イオン上昇流の太陽活動度に対する影響を調べた。これまでに、太陽活動度が高い(低い)ときには、イオン上昇流の単位面積・単位時間あたりのフラックスが増加(減少)するのに対し、イオン上昇流の発生頻度は減少(増加)することが明らかになっている。さらに、1) 太陽極大期のイオン上昇流発生時には高度400kmの電子温度とイオン温度の両方の上昇を伴い、その温度上昇量は太陽極小期の約2倍であること、2) イオン上昇流発生時には、イオンの圧力勾配力や双極性拡散電場によるイオンの上向き加速度が、太陽極大期に比べ太陽極少期の方が大きいこと、3) その上向き加速度の変化は電子密度分布の変化によって生じており、イオン上昇流の開始高度もその分布の変化に影響されていること、が明らかになった。これらの結果から、太陽活動度の変化が熱圏の中性大気密度や、電離圏電子密度ピークの位置を変え、さらにイオン-中性粒子間の衝突周波数を変化させることにより、イオン上昇流の発生頻度の長期変動を作り出していると考えられる。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計29件)

① Fujii, R., Y. Iwata, S. Oyama, S. Nozawa, and Y. Ogawa, Relations between proton auroras, intense electric field and ionospheric electron density depletion, *J. Geophys. Res.*, *114*, A09304, doi:10.1029/2009JA014319, 2009. (査読有り)

② Ogawa, Y., I. Haggstrom, S. C. Buchert, K. Oksavik, S. Nozawa, M. Hirahara, A. P. van Eyken, T. Aso, and R. Fujii, On the source of the polar wind in the polar topside ionosphere: First results from the EISCAT Svalbard radar, *Geophys. Res. Lett.*, *36*, L24103, doi:10.1029/2009GL041501, 2009. (査読有り)

③ Ogawa, Y., S. C. Buchert, R. Fujii, S. Nozawa, and A. P. van Eyken, Characteristics of ion upflow and downflow observed with EISCAT Svalbard radar, *J. Geophys. Res.*, *114*, 10.1029/2008JA013817, 2009. (査読有り)

④ Oyama, S., T. T. Tsuda, T. Sakanoi, Y. Obuchi, K. Asamura, M. Hirahara, A. Yamazaki, Y. Kasaba, R. Fujii, S. Nozawa, and B. J. Watkins, Spatial evolution of frictional heating and the predicted thermospheric wind effects in the vicinity of an auroral arc measured with the Sondrestrom incoherent-scatter radar and the Reimei satellite, *J. Geophys. Res.*, *114*, 10.1029/2009JA014091, 2009. (査読有り)

⑤ Kurihara, J., S. Oyama, S. Nozawa, T. T. Tsuda, R. Fujii, Y. Ogawa, H. Miyaoka, N. Iwagami, T. Abe, K.-I. Oyama, M. Kosch, A. Aruliah, E. Griffin, and K. Kauristie, Temperature enhancements and vertical winds associated with auroral heating during the Dynamics and Energetics of the Lower Thermosphere in Aurora (DELTA) campaign, *J. Geophys. Res.*, *114*, doi:10.1029/2009JA014392, 2009. (査読有り)

⑥ Oyama, S., B. J. Watkins, S. Maeda, H. Shinagawa, S. Nozawa, Y. Ogawa, A. Brekke, C. Lathuillere, and W. Kofman, Generation of the lower-thermospheric vertical wind estimated with the EISCAT KST radar at high latitudes during periods of moderate geomagnetic disturbance, *Ann. Geophys.*, *26*, 1491-1505, 2008. (査読有り)

⑦ Ogawa, Y., K. Seki, M. Hirahara, K. Asamura, T. Sakanoi, S. C. Buchert, Y. Ebihara, Y. Obuchi, A. Yamazaki, I. Sandahl, S. Nozawa, and R. Fujii, Coordinated EISCAT Svalbard radar and Reimei satellite observations of ion upflows and suprathermal ions, *J. Geophys. Res.*, *113*, A05306, doi:10.1029/2007JA012791, 2008. (査読有り)

⑧ Tsuda, T. T., S. Nozawa, A. Brekke, Y. Ogawa, T. Motoba, R. Roble, and R. Fujii, An ion drag

contribution to the lower thermospheric wind in summer polar region, *J. Geophys. Res.*, 112, A06319, doi:10.1029/2006JA011785, 2007. (査読有り)

⑨ Ogawa, Y., S. C. Buchert, R. Fujii, S. Nozawa, and F. Forme, Naturally enhanced ion-acoustic lines at high altitudes, *Ann. Geophys.*, 24, 3351-3364, 2006. (査読有り)

⑩ Nozawa, S., Y. Ogawa, A. Brekke, T. Tsuda, C. M. Hall, H. Miyaoka, J. Kurihara, T. Abe, and R. Fujii, EISCAT observational results during the DELTA campaign. *Earth Planets Space*, 58, 1183-1191, 2006. (査読有り)

[学会発表] (計 42 件)

① 野澤悟徳、トロムソ拠点観測～ナトリウムライダーの開発～、第126回地球電磁気・地球惑星圏学会、2009年9月27-30日、金沢大学

② 大山伸一郎、DELTA-2キャンペーン速報：FPIの観測結果、日本地球惑星科学連合2009年大会、2009年5月16-21日、幕張メッセ

③ 大山伸一郎、I S レーダーとれいめい衛星同時観測データを用いたアーク近傍での電流系微細構造研究、第124回地球電磁気・地球惑星圏学会、2008年10月9-12日、仙台市戦災復興記念館

④ 野澤悟徳、トロムソを中心とした北極域拠点観測計画、第122回地球電磁気・地球惑星圏学会、2007年9月28-10月1日、名古屋大学

⑤ 小川泰信、サブストーム時における極域電離圏イオン上昇流の時間・空間変化、第122回地球電磁気・地球惑星圏学会、2007年9月28-10月1日、名古屋大学

⑥ 野澤悟徳、2005年9月のEISCATロングランデータを用いた極域下部熱圏風の研究、日本地球惑星科学連合2007年大会、2007年5月19-24日、幕張メッセ

⑦ 藤井良一、EISCATを用いた最先端科学研究、日本地球惑星科学連合2007年大会、2007年5月19-24日、幕張メッセ

[その他]

ホームページ等

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

<http://www.nipr.ac.jp/~eiscat/sp.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

藤井 良一 (Fujii Ryoichi)  
名古屋大学・太陽地球環境研究所・教授  
研究者番号：00132712

### (2) 研究分担者

野澤 悟徳 (Nozawa Satonori)  
名古屋大学・太陽地球環境研究所・准教授  
研究者番号：60212130

大山伸一郎 (Oyama Shin-ichiro)  
名古屋大学・太陽地球環境研究所・助教  
研究者番号：20444424

小川 泰信 (Ogawa Yasunobu)  
国立極地研究所・研究教育系・講師  
研究者番号：00362210  
(H19→H20 連携研究者)

海老原 祐輔 (Ebihara Yusuke)  
名古屋大学・高等研究院・講師  
(H19→H20 連携研究者)

前田 佐和子 (Maeda Sawako)  
京都女子大学・現代社会学部・教授  
研究者番号：00199613  
(H19→H20 連携研究者)

渡部 重十 (Watanabe Shigeto)  
北海道大学・大学院理学研究科・教授  
研究者番号：90271577  
(H19→H20 連携研究者)

藤原 均 (Fujiwara Hitoshi)  
東北大学・大学院理学研究科・准教授  
研究者番号：50298741  
(H19→H20 連携研究者)

高橋 幸弘 (Takahashi Yukihiko)  
北海道大学・大学院理学研究科・教授  
研究者番号：50236329  
(H19→H20 連携研究者)

坂野井 健 (Sakanoi Takeshi)  
東北大学・大学院理学研究科・准教授  
研究者番号：80271857  
(H19→H20 連携研究者)

平原 聖文 (Hirahara Masafumi)  
東京大学・大学院理学研究科・教授  
研究者番号：50242102  
(H19→H20 連携研究者)

浅村 和史 (Asamura Kazushi)  
宇宙航空研究開発機構・助教  
研究者番号：50321568  
(H19→H20 連携研究者)

細川 敬祐 (Hosokawa Keisuke)  
電気通信大学・電気通信学部・助教  
研究者番号：80361830  
(H19→H20 連携研究者)

元場 哲郎 (Motoba Tetsuo)  
国立極地研究所・研究員  
研究者番号：20377998  
(H19→H20 連携研究者)

小泉 宜子 (Koizumi Noriko)  
宇宙航空研究開発機構・研究員  
研究者番号：10444423  
(H20 まで)

川原 琢也 (Kawahara Takuya)  
信州大学・工学部・准教授  
研究者番号：40273073  
(H19→H20 連携研究者)