



## 北極リオメータ観測で得られた銀河電波強度の太陽周期変動

西野 正徳 (電磁気圏環境部門)

地球から高さ約70～1000 kmの領域は電離圏と呼ばれています。極地域の電離圏は、太陽から放射される紫外線やX線の電磁波のほかに、磁気圏(高さ1000 km以上の領域)から降り注ぐオーロラ粒子が超高層大気を電離することによって生成されます。この生成のメカニズムについては、これまで、ロケット観測や、地上での光学観測、電波観測によって明らかにされてきました。しかし、太陽系外の銀河宇宙から飛来する超高エネルギーの粒子(銀河宇宙線)が、電離圏にどのような影響を与えるかに関しては、あまり研究が進んでいません。太陽活動が活発になると惑星間空間の磁場強度や構造が変化し、銀河宇宙線が地球付近に到達しにくくなると言われていますが、その割合がどの程度なのか、太陽活動周期とどのような関係にあるのかなどについてはまだ十分に解明されていません。

これらの問題を解明するために、私たちは「リオメータ」と呼ばれるユニークな観測装置を使って、北極スヴァルバードで10年以上にわたって観測したデータを解析した結果、銀河宇宙線と超高層大気との新しい関係が分かってきましたので、ここに紹介します。

リオメータとは

銀河からの電波が電離圏を通るとき、電波は荷電粒子と衝突して吸収されるため、減衰されて地

上に届きます。リオメータは、この電波の吸収量を測定する電波観測装置です。これは通常、高緯度のオーロラ帯に設置され、主にオーロラによる電離圏変動の研究に使われています。初期の観測では、30 MHz帯の周波数の線状アンテナやテレビ電波受信によく使われている八木アンテナを天空に向けて銀河電波を受信し、オーロラが出現した時に受信機から出る信号強度が、電波の吸収によって弱くなる量から電波の吸収量を測定していました。

しかし、オーロラは、天空上に広がってダイナミックに運動を示すことから、電波の吸収現象も一方向だけを見るのでは不十分で、平面的な広がりを捉えなくては電離圏の構造がわかりません。このようなリオメータを最初に開発し、観測に成功したのは、米国メリーランド大学のローゼンバ



イメージングリオメータのアンテナ

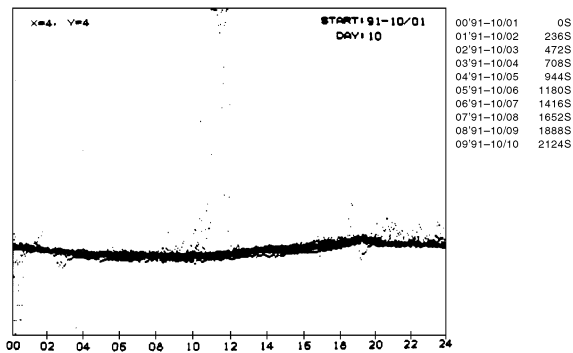


図1 1991年10月の静穏日曲線 (QDC)

一教授のグループでした。彼らは、1988年に南極点基地に装置を設置して、電波吸収の領域の大きさや形、運動を探ることに成功したのです。これこそ、オーロラの映像を電波という手段で捕らえた装置で、「イメージングリオメータ」と名付けられました。

当研究所の電磁気圏環境部門は、このようなオーロラダイナミックスの研究のため、1991年9月に北極スヴァールバル・ニーオルスン（北緯79度、磁気緯度76度）にイメージングリオメータを設置して、30 MHzの周波数で銀河電波の観測を開始しました。このイメージングリオメータは、線状のアンテナを平面的に8行8列個並べた構造で、アレーアンテナと呼ばれています（写真）。各列直線に並んだ8個の線状アンテナで受信された信号をバトラーマトリクス（位相合成器）によって位相合成し、8個の信号を各列で作ります。さらに、これらの各列で合成された信号を別のバトラーマトリクスによって組み合わせて、合計8×8の64個のペンシルビームを天空方向に作ります。一つ一つのビームの電波を受ける空間的な広がり（半値幅）は約11度と狭く、これは八木アンテナの約6分の1の広がり、それだけ銀河電波を空間的に細かく受けることができます。

#### 背景銀河電波強度 (QDC) を求める

イメージングリオメータを用いた銀河電波の観測では、電離圏の中で受ける電波の吸収量を測定するために、吸収を受けない時の背景の電波強度を精度よく求めなければなりません。北極スヴァ

ールバル上空では、カシオペアAを中心とした電波天体からなる銀河系が北極点を中心に毎日1回転しますので、銀河電波の強度も日変化します。ただし、日変化は1平均恒星日（太陽時で23時間56分04秒）で繰り返されます。毎日の電波強度データから、オーロラ活動が静かな日の約10日分の電波強度データを集め、同じ恒星時に変換したあと、1024秒毎に強度対頻度分布を描き、この変曲点の位置から静穏時電波強度を求めます。その後、同じ処理をくりかえして1日分の静穏日曲線 (QDC) を求めます (図1)。これが「背景銀河電波」になります。本来、このQDCは、同じ恒星時 (ST) つまり、電波天体の位置が同じときは、一定の強度であるはずですが、実際には一定ではなかったのです。このことは、上層大気中の電子密度が何らかの原因によって長期的に変動していることを示しています。私たちは、この背景銀河電波の長期変動を解析して、極地域の上層大気の長期変動を調べることを考えました。

#### 銀河電波強度の太陽周期変動

銀河電波強度の長期変動の解析では、銀河電波以外の妨害電波を避けて、変動を高精度で解析するために、64個のビームの中で、天頂方向の一つのペンシルビームからの信号を選びます。図2は、00 h STにおける毎月のQDC値（相対的なデシベル値、dB）の変動を示しています。1991年9月から2001年7月の期間のQDC値です。この

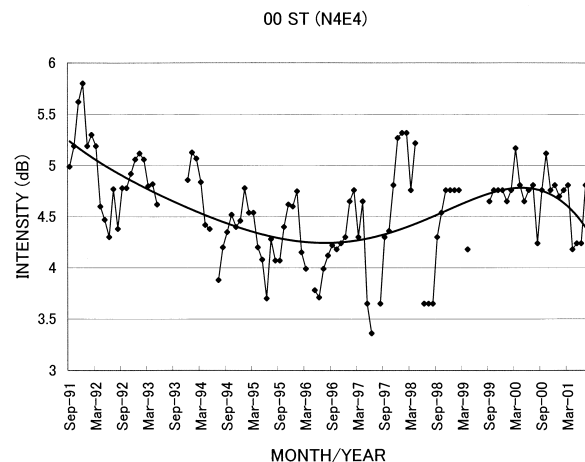


図2 銀河電波強度の季節・年変動

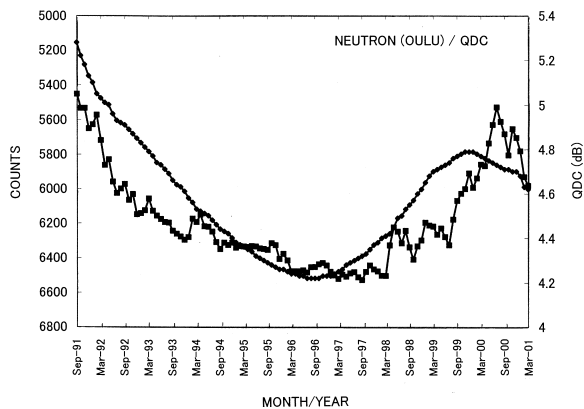


図3 銀河電波強度の太陽周期変動とニュートロン数（フィンランドのオール）の年変動との関係

図から、北半球の冬ではQDC値は上がり、夏では下がる季節変化が見られます。どうしてこのような季節変化が起こるのでしょうか。冬には1日中太陽が地平線下にあり、太陽からの紫外線やX線による電離圏での電離作用が弱くなるため、電離圏を通過する電波の吸収が小さくなってQDC値は上がります。一方、夏では1日中太陽が地平線上にあり、冬とは逆にQDC値は下がるのです。図中の曲線は毎月のQDC値を平均化した長期変動（トレンドと呼びます）です。このトレンドは、1991年9月に最大を示し、1996年3月頃に最小となり、2000年3月頃に再び最大を示します。これは、同じ期間の太陽黒点数の年変化とよく合います。

単純に考えると、太陽黒点数が増加すると太陽紫外線やX線などが増加して、電離圏の電子密度を増加させます。すると、銀河電波の吸収が大きくなり、その結果QDC値が下がるはずですが、図2のトレンドは全く逆の傾向を示しています。このことは、太陽紫外線やX線以外の影響が大きいことを示唆しています。そこで、私たちは、太陽活動が活発になると銀河宇宙線の強度が弱くなることに注目しました。ニュートロンモニターで観測された銀河宇宙線強度の長期変動と比較すると、図3のような関係になります（縦軸の数は下方に大きくなる）。高いエネルギーの銀河宇宙線（約100メガ電子ボルト）は、電離圏下部領域より低い中間圏の領域（高度40～70 km）まで侵入して電離を起こします。両者の変動がよく一致し

ているということは、地上で観測された銀河電波強度の長期変動が、中間圏の電離を介して、銀河宇宙線に影響されていることを意味します。この結果では、銀河宇宙線強度の約20%の変動が、中間圏大気の電離作用に影響を与えていることになります。

これまで、背景銀河電波の強度は、太陽紫外線やX線による電離圏D層やE層（70～120 kmの高度）の電離作用に影響されるものと考えられてきましたが、長期にわたる観測結果の解析は、上に記したような新たな事実の発見につながりました。この発見は、オーロラ帯より高い緯度の極冠地域（磁気緯度で約70度以上）には銀河宇宙線が入りやすいこと、そしてまた、オーロラの発生頻度や強度がオーロラ帯に比べて小さいことが原因していると思われます。

#### 宇宙気候変動の理解に向けて

2002年4月号に発行されたSTELニュースレター特集号では、「太陽活動と気候変動 あるシナリオ」（村木 綏）と題して、「地球下層大気の雲量の変化が銀河宇宙線量減少とよい相関をもつ」という研究結果が紹介されました。極冠地域のイメージングリオメータを用いた銀河電波の観測では、銀河宇宙線が少なくとも中間圏の大気まで影響を及ぼしていることがわかりました。このことは、銀河宇宙線が成層圏や対流圏までのグローバルな気候変動にも関与している可能性も示唆しています。2003年から実施されるCAWSES（太陽地球系の気候と天気）計画では、このような宇宙気候変動の研究が重点課題の一つになっています。数年後には、太陽活動が人類の身近な環境（例えば地球温暖化）とどのような関係があるかという問題に答えを出せるかもしれません。

最後に、ニーオルスンでの1989年の予備的な調査から今日までの長期にわたる観測は、オスロ大学のオーロラ研究グループや、ノルウェー極地研究所のエンジニアの協力が進められてきたことを記します。なお、ニュートロンモニターのデータはウェブサイト（<http://cosmicrays oulu.fi>）より取得しました。

## 宇宙天気図のリアルタイム発信を開始 - GEDAS

### 総合解析部門 / 共同観測情報センター

当研究所が平成11年度に導入した太陽地球環境データ解析システムGEDAS( Geospace Environment Data Analysis System )には、地上観測はもとより、太陽風、磁気圏、電離圏からの衛星観測データがリアルタイムで送られて来ています。GEDASでは、太陽風データを使って磁気圏MHDモデルを走らせるなど、興味ある計算機実験が行われていますが、このほど電離層諸量を10分毎に準リアルタイム計算し、見やすい世界マップにして示すテストを終え、発信を開始しました。アメリカ海洋大気局のNational Geophysical Data Center( NGDC )とSpace Environment Center( SEC ), ミシガン大学のSpace Physics Research Laboratory, ライス大学、アメリカNational Center for Atmospheric Research, Danish Meteorological Institute / Space Research Institute, カナダアルバータ大学、独立行政法人通信総合研究所との共同プロジェクトです。

これらの宇宙天気図は、太陽地球環境の静穏 / 擾乱の定量的 specification (あるいはnowcast) で、宇宙天気の前報に繋がるだけではなく、太陽地球間での電磁気 / プラズマ変動の研究にも役立ちます。天気図は、<http://gedas22.stelab.nagoya-u.ac.jp/index.html> にアクセスして、いつでも誰でも見ることができます。これらの電離層量は、主として太陽風と地上の磁場観測から得られ、とくに電位分布は、地上天気であれば気圧配置に相当

し、宇宙の現状を知る基本的な量です。

図1はデータの流れを示しています。磁場データは、現在のところ20～40ヶ所の観測所から自動的に送られ(今後の交渉により、さらに増加する見込み)、NGDCで雑音の除去とベースラインの設定などが行われたあと、GEDASに入ってきます。磁場観測所は地上に一樣に分布しておらず、またリアルタイムで高品質のデータを提供できる観測所数も限られています。そこで、この宇宙天気図プロジェクトでは、AMIE法とKRM法という2つの逆計算(inversion)アルゴリズムを効率的に使い、さらにラグランジェ点にあるACE衛星からの太陽風の速度と磁場データを組み合わせ、電離層電位分布を導いています。

まず、太陽風のリアルタイムデータを使って、電位分布の経験則を導きます(Papitashvili他、またはWeimerのモデルによる)。これらのモデルと地上磁場データをインプットとして、AMIE法を走らせます。AMIE法から得られるグローバル電位分布は、「大まかな統計値を現在の値で規格化した」分布とみることができるとでしょう。

その結果は直ちに当研究所のGEDASに送られます。GEDASではこのAMIE計算結果を境界条件に使い、KRMをリアルタイムで走らせます。図1では、この計算をLocal-KRMと呼んでいます。日本からアメリカを超えてヨーロッパに至る領域は、観測所の密度が比較的高く、KRMの正確な計算ができるわけです。この領域は、図1に示された場所とは限らず、アラスカやスカンジナビアに限って、たとえばロケット打ち上げのための宇宙天気予報にすることもできます。

図2は、最近発生した中規模のサブストームに伴う、電位分布と電離層電流を示しています。朝方と夕方側に、それぞれ高電圧渦と低電圧渦が見られ、高電圧の渦が真夜中の方へ変形してはみ出しています。また、真夜中付近を中心に、強いオーロラ・ジェット電流が再現されています。GEDASでは、これらの図の他に、電離層電気伝導度、磁力線に沿って電離層に出入りする電流の密度、オ

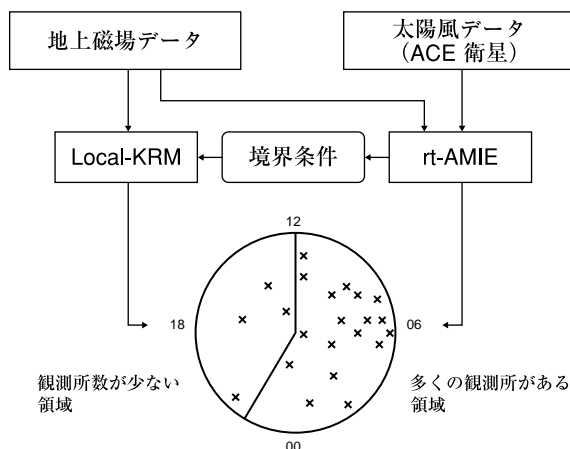


図1 GEDASプロジェクトに伴うデータの流れ図。

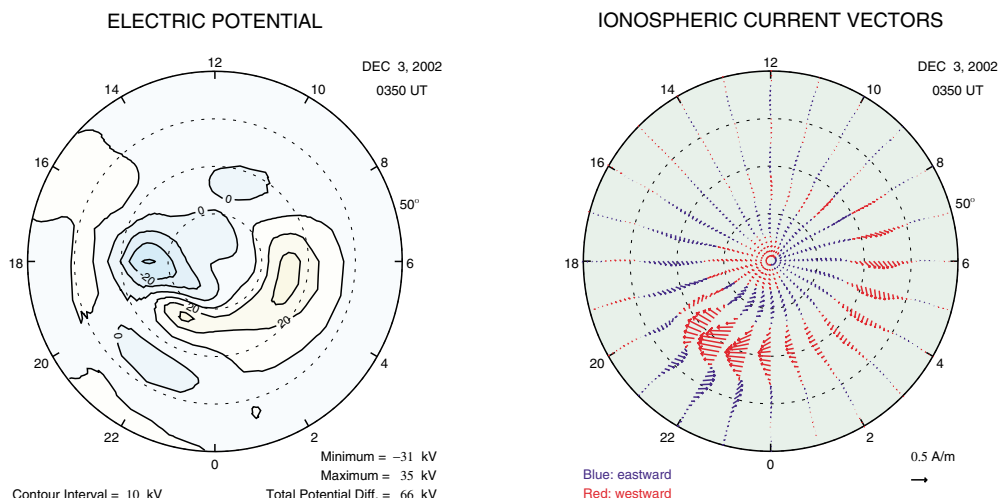


図2 リアルタイムで発信されている電離層諸量マップの例。(左)電圧、(右)電流。

ーロラ電流から発生するジュール熱のマップなどが、指定された場所をクリックするだけで得られます。

これらのGEDASからの出力は、たとえば米国

ライス大学の磁気圏プラズマ対流モデルや、ミシガン大学の熱圏モデルへの重要な入力として使うことができ、この線に沿った共同研究のテストも行われています。

STE研は愛知県東部の豊川市にあることから、赴任して1年半の現在も名古屋市内の自宅から高速道路を利用してマイカー通勤をしています。毎日140 kmもの経路を通勤することは、車好きであっても大変な労力を伴いますが、気合いを入れて頑張っています。

現在の道路環境面ではカーナビなどの最先端の情報通信技術を用いて、交通事故、渋滞回避など多くのサービスが始まっています。

私とカーナビの出会いは6年前に遡ります。当時、福井大学の友人と昭和51年度に受講した文部省主催の事務電算化基幹要員研修会の20周年記念同窓会を京都市内で開催した時のことです。福井大学の友人は情報系の技官出身ということもあって、当時の彼の車には最新のカーナビシステムが搭載されていました。音声指示方式とか当時京都市内でサービスが始まったばかりの交通渋滞回避サービス(VICS情報)までも搭載されていました。

同窓会開催日の夕方、全国から京都駅に集まってくる同窓生を、彼の車で宿舎まで送迎することになりました。夕方の交通渋滞の中で迎えの時間が迫ってきたとき、車のVICS機能が「渋滞を回避しま

す。」と言って、地元の人でも知らないと思われる路地裏の走行経路を指示して、あっという間に京都駅に誘導してくれました。

当時のカーナビでさえ非常に多くの機能を装備しており、今では当たり前ですが音声ガイドも全国の方言を選択できるとか、人気女優の音声モードへの切り替えとか、観光ナビ機能といって市内を走行するごとに名所・旧跡の観光案内をすとか、車を利用する人が退屈しない機能を装備していました。その時以来、カーナビは私が車を買換える場合の必需品となりました。

最近では各メーカーから、車載端末を利用した「G-BOOK」「Car Wings」などの情報ネットワークシステムが提供されています。これらのサービスは、ナビの地図情報と連動して飲食店や映画、イベント情報をはじめとした最新のエリア情報、旅行情報、趣味、娯楽情報の入手、メール機能、ホテル・旅館の予約機能と著しい進化を遂げつつあります。音声認識機能を持ち始めた最近のカーナビは、近い将来カーナビ自身が学習機能を持ち、運転する人の趣味趣向を分析し、長時間のドライブの話し相手としての機能を持ち始めるかもしれません。

宮地 稔 (事務長)



## 基礎科学の発展の条件

小杉 健郎 (運営協議員)  
宇宙科学研究所共通基礎研究系

必要は発明の母、と言う。ひとは怠惰に生まれるもので、必要に迫られないと工夫をしないということだろう。最終締め切りが来ないと頼まれた原稿執筆に取りかかれぬ筆者は、この格言が真理(の一面)を表わしていることを否定する気など毛頭ない。しかし、ちょっと待てよ、とも思うのだ。パブルがはじけた世間では、「構造改革」だの「効率化」だのという言葉が幅を利かし、日本の経済競争力の向上に今すぐ役に立つ科学技術ばかりがもてはやされているが、このような事情こそまさに必要そのものではないか。では、この緊急の必要性がほんとうに発明(成果)を生み出すか。

このまま議論を進めると時節柄やや生臭いので、必要という言葉に好奇心に置き換えてみよう。好奇心が学術を進める根本的動機であることには研究者なら誰しも異論はなかろう。ただ好奇心さえあれば誰しもが研究成果を挙げられるかと問い直せば、たちまち首をひねらざるをえなくなる。やはり、優しいだけの「母親」だけでは「子ども」が立派に育つとは限らないのだ。そこで、研究者を競走馬とみなして、ムチとニンジンをあてがう「父親」が出現するのであろう。競争と報償という単純明快な原理で研究が活性化するのであれば結構なことではあるが、競争も報償も適切な評価の存在を前提条件とするのであり、この条件を満たすことがなかなか難しい。「科学技術創造立国」という近視眼的な評価基準だけが採用されるならば、副作用として、学術としての基礎科学に対する投資が減少するだろうと指摘されているが、これが杞憂にすぎないことを切に願っている。

おっと、また生臭くなってきてしまった。以上は前置きであって、筆者が力説したいことはこれからである。

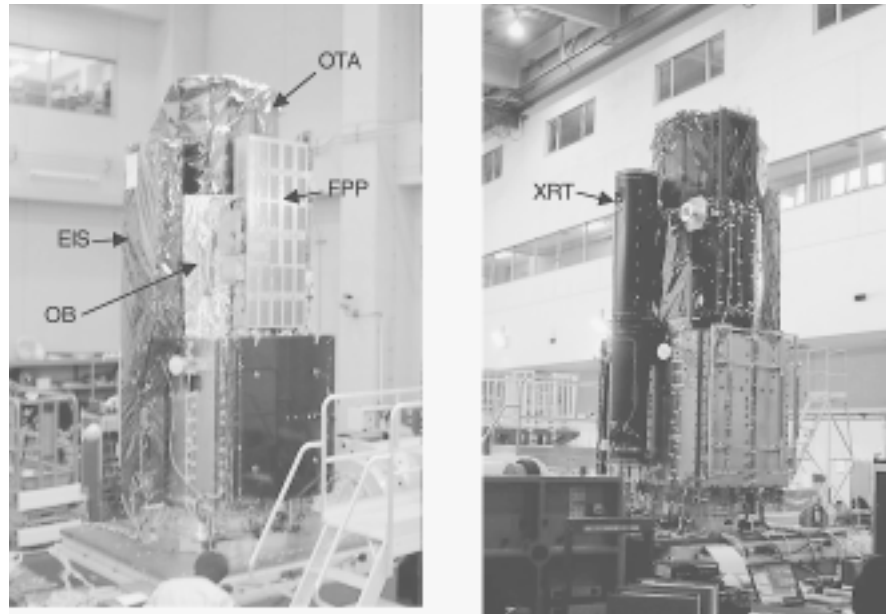
筆者が専門とする天文学は最古の学問のひとつであるが、20世紀には人類の宇宙観を根本的に刷新する飛躍的發展を遂げた。相対論・量子力学の基礎が確立して宇宙を解釈する物理学の道具立てが整ったこと、宇宙を見る目が可視光から電波、X線とガンマ線、紫外線、赤外線、さらには宇宙線からニュートリノまでと広がったことが飛躍を実現した2大推進要因となった。いずれも、天文学

プロパーが他分野との交流のなかで獲得した道具であって、物理学の場合には基礎科学の範疇内で近接した領域との交流ではあるが、観測技術の方は工学との交流である。その時々々の先端的工学と触れ合うなかで、例えば通信・レーダ技術から電波天文学を起し、ロケットや人工衛星が出現するや、地上には届かない電磁波であるX線での宇宙観測を始めてきたのだ。こうした新興の天文学分野にはそれぞれの専門家が流入してきたが、近年は飛翔体からのスペース天文学がますます盛んになり、天文屋を自称する研究者自身が最先端の飛翔体観測技術を身につけることも珍しくなってきた。この傾向は21世紀に入って強まることはあっても、決して逆転することはないだろう。

筆者の所属する宇宙科学研究所においては、日本の宇宙科学がごく小さな部隊であるにもかかわらず国際的な役割を果たすことができるまで急速に成長できた。その背景として、大学共同利用機関として広く諸大学の宇宙関連研究者を結集して宇宙科学プロジェクトを進めてきたことと併せて、「理工一体での科学衛星の開発」ということの大事さを強調してきた。理工一体が必ずしも内部摩擦や欠陥なしにじょうずに運用されているわけではないとしても、理学が実現を希望する科学観測ミッションは先端的工学研究があつて初めて可能となるし、他方、先端的工学研究は理学の側から提起される技術課題に応えることで活性化と発展が展望される。この双方向の連携の重要さはいくら強調しても強調しすぎたことにはならないだろう。

5年前に国立天文台から異動し、SOLAR-B衛星の開発を担当している筆者にとっても、カルチャーや発想法が大きく異なる工学研究者との接触はとて刺激の激しかった。同様に、地球磁気圏や惑星探査の飛翔体プロジェクトをめぐりそれぞれの分野の研究者と議論をたたかわせることも、いつかは自らの研究の糧になりそうな予感がする。

天文学者は宇宙を好奇心の対象としている。当たりまえのことである。しかし、どれだけ興味を持っていても、それだけでは研究者になれるとは



開発が進む SOLAR-B 衛星。構造モデル試験のようす。

限らない。好奇心を補うものとして、他分野との交流により自らの研究分野に新天地を切り開く新しい道具の出現の可能性を見出し、それを発展させ、使いこなしていくことを提唱したい。他分野との日常的な交流が自然に行われる研究環境は、

学術の進展を助ける必要不可欠な触媒なのである。好奇心が「母親」、競争と報酬が「父親」であるならば、「兄弟」「友人」と言えるかもしれない。いずれが欠けてもまっとうな学術としての基礎科学の発展は望めない。

## Visits to STEL: Reminiscence of the Past and Experience of the Present

Surjalal Sharma, Visiting Professor  
(University of Maryland, College Park)

My previous visit to STEL three years ago was at a time when many exciting developments in space physics were unfolding. Among them space weather research was developing very rapidly following the recognition of its potential contributions to our society. The opening of GEDAS at STEL, which I was lucky to witness then, was a significant step toward making space weather forecasts that would meet the needs of the user community. Another area with exciting new developments was the relationship between magnetic storms and magnetospheric substorms, the two major components of geomagnetic activity. The substorms have long been believed to be the building blocks of storms and only some, including Kamide-sensei in 1992, had raised serious questions against the existing ideas. Considering the timeliness of the topic and the potential of a focused meeting in the advancement of research in the field, we proposed, along with Gurbax Lakhina of IIG, Mumbai, a Chapman Conference to

AGU. The proposal was subsequently accepted and the Chapman Conference on Storm-Substorm Relationship was held in Lonavala, India, in March 2001. There have been many new and interesting results from the research using observations by networks of ground-based stations and by many spacecraft, including IMAGE. The Conference provided the forum to bring together these new results, consolidate them into a new understanding and define new research directions. The key outcome of the conference is a consensus on the nature of the storm main phase. It is now recognized that the current responsible for the main phase of a magnetic storm is a partial ring current driven mainly by enhanced convection in the magnetosphere and this current decays rapidly due to losses to the ionosphere and the magnetopause, and in the later phase of the storm the ring current becomes symmetric, with its lifetime determined by many processes including charge

exchange and substorm injections. Many observations and models indicate a significant role of substorms in the dynamics of magnetic storms and many new results on this are expected.

Recognizing the important role of the storm-substorm relationship in understanding Sun-Earth connection, AGU had also accepted our proposal to publish a monograph. The task of editing this volume and writing an overview paper were completed during my current stay in STEL. The process of editing a volume has been very enriching. It gave me a deeper view of the many physics issues of storm-substorm relationship, and this has to a large degree shaped the overview paper for the monograph. I am very excited about the new results that will be forthcoming in the near future in this area.

The recent developments in space weather research and associated activity have been very exciting. Many new research areas have emerged, and some have reached the maturity to become practical forecasting tools. This subject is at a stage when a broad review of how the forecasting tools are maturing will advance the research. Recognizing the important role such a review will play in advancing the field, Kamide-sensei and I accepted an invitation from Space Science Reviews to write a comprehensive article on space weather forecasting. This has been my major preoccupation during this visit to STEL and with all the excellent support all around we are on track to complete the review article on schedule. This indeed has been an invaluable experience, which has broadened my knowledge and appreciation of the different aspects of space weather research.

STEL campus and its surroundings have been the sources of unending excitement and learning. My family and I carried fondest memories of the days we spent here during the last visit. Especially for my sons, the friends they made in spite of the usual language problems, the places they visited, and the people who helped them enjoy many activities, are cherished memories. During my brief stay in the campus I enjoyed the convenience of living within a few hundred meters of the office and, in the same time, the pleasure of being secluded among the rich flora and fauna. In the mornings I expectantly look out for a familiar family of pheasants, mother and four chicks, whom I have watched grow from cute little ones to daring ones taking up challenges. Not just the campus of STEL but the area around it, especially the paddy fields, have been the source of internal peace



International team of hikers to Mt. Fuji at the start of the trip

for me and in the same time I have learned many things about the well organized life of the Japanese people. I watched the rice saplings being planted in the paddy fields in June, watched them grow, and now the grains they bear are maturing. I managed to have the last glimpses of colorful azaleas and now they are waiting for the next season to blossom again and amaze us with their beauty. All this in highly industrialized Toyokawa!

One of the highlights of my stay is the hike to Fuji-san as a member of an international team from STEL. This is something that will not be forgotten easily and full of rich experiences. The climbing part was indeed challenging and the camaraderie in the team sustained us all along. The view of the sunrise from high up in the mountain was serene and in the same time expressed its power in no uncertain terms. The surprise bonus, for me at least, was the view of the inside of the once active volcano. The rich structure in the rocks, their shapes and forms, clearly told the story of the forces that were once unleashed there.

The World Cup Soccer is another event that brought lot of excitement during my brief stay in Japan. The way we were involved is reflected by the ease with which I could then rattle off the names of the players in the Japanese team. The accomplishments of both the host teams and the standings they reached in international soccer are clear testimonies to their success.

I have enjoyed my stay here immensely in both the visits. This is mainly due to the wonderful scientific environment of STEL and the generous help of the people here. Although we hear a lot about the legendary Japanese hospitality, only by experiencing it one discovers the gracefulness of their hospitality. The rich experience and fond memories of these visits will always have a special place in my heart.



# Science Traveler

## 英国レスターに滞在して

西谷 望 (共同観測情報センター)

2002年7月から3ヶ月弱の間、イギリスのLeicester (レスター)大学を訪問する機会をいただき、Lester教授らとともに、主に極域短波レーダーネットワークのデータ解析による研究を行いました。

短波レーダーとは、地上から短波帯の電波を発射し、電離圏のプラズマで反射されて戻ってくる電波の周波数を観測することを主目的として作られた機器です。電離圏のプラズマが動いていると、発射した電波と戻ってきた電波にわずかな周波数のずれが生じるため、プラズマの運動速度を知ることができます。また、電離圏プラズマの速度から、磁気圏と電離圏の相互作用に関して有用な情報を得ることができます。現在、極域電離圏ダイナミクスを広範囲にわたりモニターすることを目的として、SuperDARN (Super Dual Auroral Radar Network) と呼ばれるプロジェクトが行われており、アメリカや日本をはじめとする10ヶ国がこの計画に参加しています。短波レーダーを使ったこれまでの研究成果については、STEL Newsletter 30号に詳しく述べてありますので、ご覧ください。

今まで私は、国立極地研究所が運用する昭和基地短波レーダーのデータを用いて、地磁気活動が激しい時の南極高緯度地方における電離圏電場の擾乱成分の統計特性を研究していました。一方で、極域短波レーダーネットワークは南極と北極の両方に展開しており、北極高緯度地方と南極高緯度地方では電離圏電場の特性に違いがあるかどうか、常日頃から研究してみたいと考えていました。この私にとって、昭和基地と赤道をはさんでちょうど対称の位置にレーダーを運用している、レスター大学に数ヶ月間滞在できるというのはまたとない機会でした。

滞在中は、Lester教授らと共同で、主に北極地方のデータ解析に取り組みました。レスター大では、研究者と技術者が密接に協力し合っており、

レーダー自身の運用もさることながら、データ解析ソフトウェアの整備された環境にも、目を見張るものがあります。大量のデータを見る一方で、「こういう見方でデータを見直してみたらどうか」、「別の考え方もできるのではないか」といったように、グループのさまざまな研究者たちと意見交換ができたのは貴重な経験でした。また、研究者たちとの議論から、ヨーロッパが運用しているクラスター人工衛星のデータと比べてみるという発想も生まれ、新しい研究の方向性も見出すことができました。

住んでいた地理的環境も、研究にとっては好ましいものでした。滞在地のレスター市はロンドンから北北西に約150kmのところにあります。人口は約30万人で、典型的な小都市です。大都市のロンドンとは違い、日本人の数は非常に少なく、日本食(材)を探すのにも一苦労、といった環境でした。もっともそれが幸いして、日本人観光客と出くわすこともあまりなく、海外生活にどっぷり浸ることができました。

一方、最近ではインターネットが発達しているために、海外滞在中でも日本とのやりとりを非常に密接に行うことができます。これは研究を行う上で好ましいことではありますが、同時に日本からの書類作成などの依頼も頻繁に来ることになります。秘書の皆さんも、私が日本のオフィスにいつもいるような気がしていたということです。日本にいるのとあまり変わらない状態で仕事ができるということは、便利な反面、それだけ仕事が増えることになり、なかなか複雑な気持ちです。

とはいっても、実際に海外の研究者とともに長期間研究を続けるというのは、貴重な経験です。今後ともお世話になったすべての方々のご恩を忘れずに、滞在中に学んだことを生かし、より一層研究活動に精進していきたいと思っています。

## 第2回日韓中宇宙天気国際会議が開催される

日本学術振興会と韓国科学技術財団（Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF)）の日韓科学協力事業共同研究「太陽風と惑星間磁場の変動に対する地球磁気圏電離圏の環境変化に関する研究」（平成13年10月より2年間。日本側代表：荻野竜樹、韓国側代表：B.-H. Ahn）の推進を目的として、太陽地球環境研究所は、その第2回会議“The Second Japan-Korea-China Joint Workshop on Space Weather”を2002年10月2～4日に北海道陸別町で開催しました。この会議には地球電磁気・地球惑星圏学会が共催し、太陽地球環境研究所の陸別総合観測室が設置されている、陸別町より多大な協力がありました。

参加者は、韓国から大学院生7名を含め17名、中国から3名、台湾、英国、カナダからそれぞれ1名、日本の大学院生9名を含め、合計61名。宇宙天気共同研究を推進するのにふさわしい、盛況なワークショップとなりました。

ワークショップでは、太陽と惑星間擾乱、太陽風磁気圏結合と磁気圏電離圏結合、電離圏熱圏結合および宇宙天気プロジェクトの4セッションにおける招待講演が16件、一般講演がポスター発表で39件ありました。これらの学術発表のほかに、地域連携の一環として、太陽地球科学や宇宙天気

研究関係の一般向けポスターの展示、ビデオ上映などを行いました。

Korea Astronomy ObservatoryのY. D. Parkは太陽活動と地磁気擾乱の統計解析、Chungnam National UniversityのY. Yiは磁気嵐に対する惑星間衝撃波の役割、Kyungpook National UniversityのB.-H. AhnとChinese Academy of SciencesのW. Y. Xuは磁気嵐時のオーロラ電流の発展、英国Rutherford Appleton LaboratoryのM. Grandeは内部磁気圏における高エネルギー電子の増減と欧州の宇宙天気計画、台湾National Central UniversityのA. V. Dmitrievは台湾の宇宙天気予測基礎研究について、それぞれ講演されました。それらの話題に対応して、太陽活動から、放射線粒子、電離圏熱圏結合まで、国内の研究者からも最近の研究をまとめた招待講演がなされ、口頭・ポスター発表ともに、熱気を持った討論が交わされました。

ワークショップの最後に、4つ（太陽と惑星間擾乱、太陽風磁気圏結合、磁気圏電離圏結合、および電離圏熱圏結合）に分かれてグループ討論が行なわれ、これまで1年間の共同研究の進捗状況と今後の共同研究の進め方が話し合われました。各グループ討論の要旨は次のとおりです。

（A）太陽と惑星間擾乱：宇宙天気会議へのさ



第2回日韓中宇宙天気国際会議の出席者（陸別町タウンホール）

らなる積極的参加とキャンペーンの設定、大学院生と技術者の交換訪問の必要性。

(B) 太陽風磁気圏結合：類似した研究を行っている研究者を、研究方法と課題によって再グループリングすること、Webを利用した研究情報交換を始めることなどの提案。

(C) 磁気圏電離圏結合：衛星観測と地磁気観測網に基づく、高エネルギー粒子分布、磁気嵐時の相対論的高エネルギー電子の起源、およびオーロラ電流の挙動と地磁気脈動の不連続性の解明、数値解析との比較。

(D) 電離圏熱圏結合：GPSと光学観測を用いた中緯度と低緯度の熱圏電離圏結合の研究、熱圏と電離圏の衛星観測とシミュレーションとの比較の重要性の指摘。それらを統合した共同研究の実施。

総合セッションでは、各分科会のまとめと今後1年間の共同研究の方針を討議し、Webを利用した情報交換を密にすることにより、日韓中の宇宙天気共同研究をさらに促進することになりました。

今回とくに印象深かったのは、大学院生を含む日韓の若い研究者の宇宙天気研究への積極的な取り組みと情熱が直接感じられたことと、洞察力の深さでした。参加者相互のコミュニケーションは、会議の場以外でも頻繁かつ長時間にわたって行われ、今後の日韓中の共同研究の大きな推進力となるものと期待されます。また、ワークショップ初日朝に台風21号が北海道を縦断して大荒れの天



太陽風磁気圏結合と磁気圏電離圏結合セッションの招待講演

気になりましたが、午後おそくには回復しました。そして、夜8時に陸別町が誇る銀河の森天文台に設置された国内最大級の115cm反射望遠鏡で夜空の星を見たときには、地元の人もびっくりするくらい大気中に塵が少ない絶好の観測条件となっており、ワークショップ参加者から大歓声が上がりました。これも全て陸別町の皆様に最適かつ臨機応変に対応して頂いたおかげで、今回のワークショップの成功の裏には陸別町から多大の協力を頂いていたことを特記して、感謝の意を表します。

次回のワークショップは、2003年1～2月に韓国でミニワークショップを、2003年6～8月に日韓中の宇宙天気共同研究をまとめるための第3回ワークショップを中国で開催することが決定しました。

## STEL ニュースダイジェスト

玄関ロビーで「小さな科学館」に出会う

私たち生物が営む地球、そして、それを見守る太陽。さらには果てしなく広がる宇宙空間。太陽や宇宙から地球に届けられるメッセージに耳を傾ける一方、そのメッセージをうまく解読して、小さな子供たちから大人まで理解できるように伝えること。また、科学することの大切さを知ってもらうこと。それらすべてが、世界で太陽地球環境研究をリードする当研究所の役目と言えます。このような背景をもとに、スミソニアン博物館、アメリカ地球物理学連合の協力を得て制作されたのが、豊川キャンパスの玄関ロビーにある、「太陽・地球・生命：Our Sun-Earth Environment」と題された展示物です。

このほど展示物の一部を刷新し、今後、宇宙やオ

ーロラについて楽しめるクイズステーションも設置する予定です。あなたも、この「小さな科学館」に足を運んでみてはいかがでしょうか？



玄関ロビーの展示

塩川助教授ラジオ公開講座にて講演する

名大リレーセミナー「空間を生きる」(10回シリーズ)の最終回として、当研究所の塩川和夫助教授による「近未来の宇宙空間に生きる」というテーマのラジオ講座が、9月8日午前7時30分より30分間、東海ラジオで放送されました。

この中で、塩川助教授は「宇宙での放射線」についての説明を出発点として、磁気嵐やオーロラが我々の生活に及ぼす影響、その対策としての宇宙天気予報などに触れ、将来人類が宇宙空間で生活するために私たちが考えるべきことについて、分かりやすく話しました。この放送の内容は、名古屋大学のホームページ <http://www.nagoya-u.ac.jp/att/openseminar/index.html> で公開されています。

『宇宙の天気』完成する

当研究所とNOAA Space Environment Center(アメリカ海洋大気局宇宙環境研究センター)が共同で企画/制作していた、冊子「宇宙の天気」(日本文16ページ、カラー)が完成しました。アメリカ人イラストレーター Zander Cannon が、太陽-地球環境でどんなことが起きているのかを、ユーモアを交えながら、分かりやすく説明しています。登場人物(女性科学者と生意気なエイリアン)が、太陽の中心など、普段私たちが到底行くことのできない場所へ行き、その経験の感動や驚きをレポートしてくれています。コミック形式なので、大人だけではなく子供にも親しみやすく、宇宙天気について興味を持つきっかけになるのではないのでしょうか。なお、この冊子は、国立大学の地域連携を奨励するため優れた取組みを重点的に支援するため、文部科学省が今年度から設けた「地域貢献特別支援事業」の一環として作成されました。



商工会議所エネルギー部会による施設見学

11月28日(木)に、豊橋・浜松・豊川商工会議所エネルギー部会の方々が当研究所豊川キャンパスを訪れました。この部会は豊川およびその周辺地域における電気、ガス、ガソリンなどエネルギーに関連した業者の集まりで、約40名の来訪者の多くはそれらの企業(または部署)を代表するような立場にある方々でした。

まず、上出所長による全体的な説明から始まり、その後、研究の現場を巡りながら各部門の活動や最新の成果について説明が行われました。来訪者たちがエネルギー関連業界の方々だったので、太陽活動が原因になって引き起こされる電力設備やパイプラインへの障害や、温暖化などの地球環境変動と太陽活動との関連に話が及ぶと、熱心な質問が相次ぎました。中にはもっと詳しく説明が聞きたいので、一般公開の際に再び訪れたいと言って帰られた方もいて、関心の高さが伺えました。

## 異動

[ 招聘客員研究員 ]

- 2002.9.1 ~ 2002.11.30 客員教授 Hearnshaw, John Bernard  
[ カンタベリー大学 教授 ]
- 2002.11.1 ~ 2003.2.28 客員教授 Pogorelov, Nikolai  
[ ロシア科学アカデミー応用力学研究所 上級研究科学者 ]
- 2002.12.1 ~ 2003.3.31 客員教授 Sastri, Hanumath  
[ インド天体物理学研究所 教授 ]

編集後記

落ち葉が舞い散る季節となり、今年も、あわただしい師走を残すだけになりました。今年のビッグニュースは、なんと言っても、2人の日本人のノーベル賞受賞でしょう。湯川秀樹博士に始まった理論物理学の基礎科学の活躍も、約50年後には、実証科学として花が咲いたと思われれます。特に、田中耕一さんは実験の失敗を糧として大きな成功をおさめられたそうで、これは非常に教訓的なことです。総合科学技術会議は、21世紀のCOE(Center of Excellence)の指針として、今後50年の間に30人のノーベル賞受賞を目指すことだと発表しました。未来の研究者を育成する場として、この研究所の役割もますます重要になるものと思われれます。(西野)

現代っ子の休日と言ったらゲームや塾通いを連想しますが、勤労感謝の日に電車で1時間半あまりの名古屋から当研究所を見学に来た中学生がいたと聞いて感心しました。その中学生は、インターネットを通じて当研究所のことを知り、日ごろ疑問に思っていたという成層圏オゾンが減少している理由や、オゾン層の変化が地球環境に与える影響などについて詳しい質問を用意して見学にやってきました。また、夏休みには犬山から別の中学生グループが地球温暖化について知りたいと見学に来ています。これまで中学生といえば、難しい年頃で彼らが引き起こす問題点ばかりに目が行っていましたが、今どきの中学生もなかなかやるものだと見直しました。(玉村)