

## 名古屋大学太陽地球環境研究所/大気圏環境部門水野研究室

水 野 亮

<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/ste-www1/div1/mizuno/index.html>

私たちの研究室は、2003年4月に発足したばかりの研究室で、教授1名、大学院生1名の本当に小さな研究室（まさにミニラボ）としてスタートしました。2004年3月より助教授と助手（長浜智生さんと前澤裕之さん）が加わり、現在はスタッフ3名の体制で研究を進めています。

### 太陽地球環境研究所

私たちの研究室が属する名古屋大学太陽地球環境研究所（以下STE研と書きます、STEは英語名のSolar-Terrestrial Environmentの頭文字をとったものです）は、平成2年6月に名古屋大学の附置研であった空電研究所（以下空電研と書きます）と理学部附属の宇宙線望遠鏡研究施設が統合して発足した研究所です。本部は愛知県豊川市に置かれ、名古屋大学の東山キャンパス内にも分室があります。太陽から地球にわたる宇宙空間と地球大気内で起きるさまざまな物理・化学現象を総合的に研究しています。スタッフ数は30名あまりで、太陽風の活動、地球や惑星周辺のプラズマ物理やオーロラなどの電磁気現象、オゾン層破壊や地球温暖化などと関連する地球大気環境の物理化学現象などの研究が行われています。STE研は名古屋大学の附置研究所ですが、全国共同利用機関でもあり、国立天文台と同じように関連の深い研究分野を代表する所内外の委員から構成される運営協議会で研究所の運営に関する議論がなされます。また研究所附属研究センターとしてジオスペース研究センターがこの4月から発足し、同センターに陸別、富士観測所など五つの観測所が置かれています。

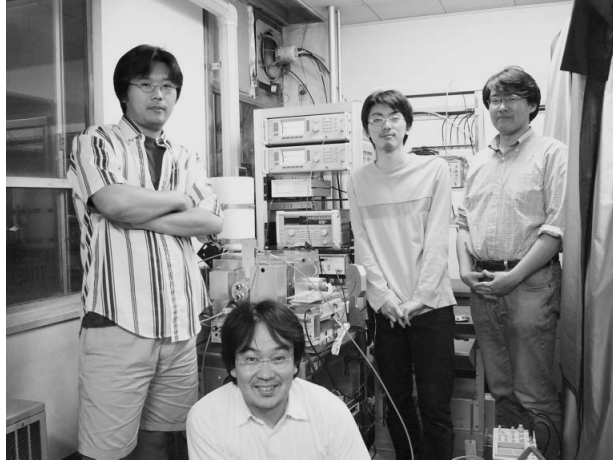
### 豊川空電研と電波天文学

研究所の前身の一つである空電研は、日本の電波天文では草分け的な役割を果たしてきました。空電研は昭和24年(1949年)に発足し、野辺山宇宙電波観測所の初代所長の(故)田中春夫先生によって、空電に関する研究の一つとして太陽電波・宇宙電波の研究がスタートしました。当時は、電源事情も不安定で、部品の調達や品質も劣悪な状況であったそうですが、それらを克服して、4GHz帯で太陽電波を観測するパラボ

ラアンテナを製作し、そしてさらに5素子の干渉計を完成させたそうです。とくにその過程で行われたホーンによる電波強度の絶対測定の実験で、絶対温度3Kの宇宙背景放射が知られる10年以上前に空の温度の絶対値測定を行い0~5Kという値を得ていたことは特筆に値すると思います。もう少しでノーベル賞だったかもしれないわけです。その後9.4GHzの8素子干渉計を完成させ、太陽の活動域やバーストの観測的研究で世界をリードしてきました。そして、1970年代後半には田中先生のグループが東京天文台に移られ、豊川で培われたマイクロ波干渉計の技術を野辺山宇宙電波観測所の野辺山の10m5素子干渉計に開花させ、それが現在のALMA（アタカマ大型ミリ波・サブミリ波干渉計）計画へと受け継がれています。その後、太陽電波グループが昭和63年に国立天文台に移行し、電波天文関係では、小島正宜先生のグループが惑星間空間シンチレーションを使った太陽風の観測的研究を行っておられます。このようにSTE研の前身の空電観測所は、現在の日本が国際協力を進めようとしているALMA計画のルーツともいえる場所です。

### STE研とミリ波大気観測

私はこの研究所にミリ波を用いた大気観測とそのための装置開発を行うために着任しました。宇宙空間の星形成領域である星間分子雲と同じように地球上の大気中の分子からも波長が数ミリから0.数ミリのミリ波・サブミリ波といった電波でスペクトル線が放射されています。電波天文の装置開発で培ったノウハウを活かして、高感度の電波観測装置を開発し、地球大気中の微量成分の時間変動や高度分布の観測を行い、大気中の物質輸送の様子や太陽紫外線による光化学反応をはじめとする大気中での分子同士の化学変化の様子を通して、環境問題や地球大気科学の観測的研究を行うのが私たちの研究室のテーマです。星間空間の分子からのミリ波サブミリ波放射とは異なり、圧力が高い地球大気中ではスペクトル線の線幅が圧力幅によって決まってきます。線幅が圧力で決まる領域では、線幅は温度が一定であれば圧力に比例します。地球大気の圧力は成層圏から中間圏のあいだで3~4桁ほど変化



豊川 STE 研の実験室にて。超伝導受信機実験装置を囲んで、左から前澤助手、筆者、M1 の桑原君、長浜助教授。

するため、スペクトル線の幅を調べればその電波がどのぐらいの高度から放射されたものかを知ることができます。実際に得られるスペクトルはさまざまな高度の分子から放射されるスペクトルの重ね合わせで、計算機を用いて観測スペクトルを再現するような分子の高度分布を求めます。このようにして得られた大気分子の鉛直分布のデータを一定期間取得することにより、大気中の分子の鉛直分布の昼夜変動や季節変動などを調べ、大気中の化学反応や大気輸送の様子を明らかにします。

ミリ波サブミリ波を用いた大気観測は、他の赤外線や紫外線の吸収スペクトルを用いた大気観測と異なり、太陽のような背景の光源を必要としないため、昼夜を問わずに 24 時間連続観測できることが大きな特徴です。現在国内ではミリ波大気観測装置は、国立環境研の装置がつくばと北海道の陸別で稼動しています。昨年、長浜さんは 1995 年から連続観測を行っているつくばのオゾン観測データを解析し、つくば上空のオゾンが 56 km 以上の高度で半年周期の季節変動を示していること、また高度 68 km を境にその位相が反転していることを明らかにしました。中間圏のオゾンを観測し、半年周期で変動していることを明らかにしたのは世界でも初めてのことです。現在私たちは、成層圏および中間圏において年率 1% 程度で増加してい

ると言われている水蒸気の同位体分子の一つである  $\text{H}_2^{18}\text{O}$  の観測を進めています。また、地球大気だけではなく、火星や金星などの惑星の大気も電波望遠鏡を用いて研究していこうと考えています。2003 年の火星大接近の際には、名古屋大学天体物理学研究室の「なんてん」望遠鏡を用いて、火星大気の一酸化炭素スペクトルの観測も行いました。

#### これから

2004 年 6 月には「なんてん」電波望遠鏡とともに標高 4,800 m の ALMA サイトであるアタカマ高地に観測装置を移設し、標高 2,400 m では観測が困難であった  $\text{H}_2\text{O}$  分子の観測も開始し、年度内には実験室で開発中の 2 周波同時観測装置による  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2^{18}\text{O}$  の同時観測を開始したいと考えています。さらにその先には、南極の昭和基地で観測を行うための省電力型可搬ミリ波大気観測装置、ドイツ・ブレメン大学との共同研究で進めているグリーンランドでの 270 GHz 帯大気観測計画、さらにはテラヘルツ帯での気球観測などのための機器開発、また、NANTEN2 電波望遠鏡や ASTE サブミリ波望遠鏡などを用いた惑星大気観測を並行して進めていきたいと思っています。

電波天文の歴史のある豊川から、世界に発信する新しい研究の流れを生み出したいとがんばっています。