

ISAS ニュース

No. 11

宇宙科学研究所
1982. 2

〈研究紹介〉

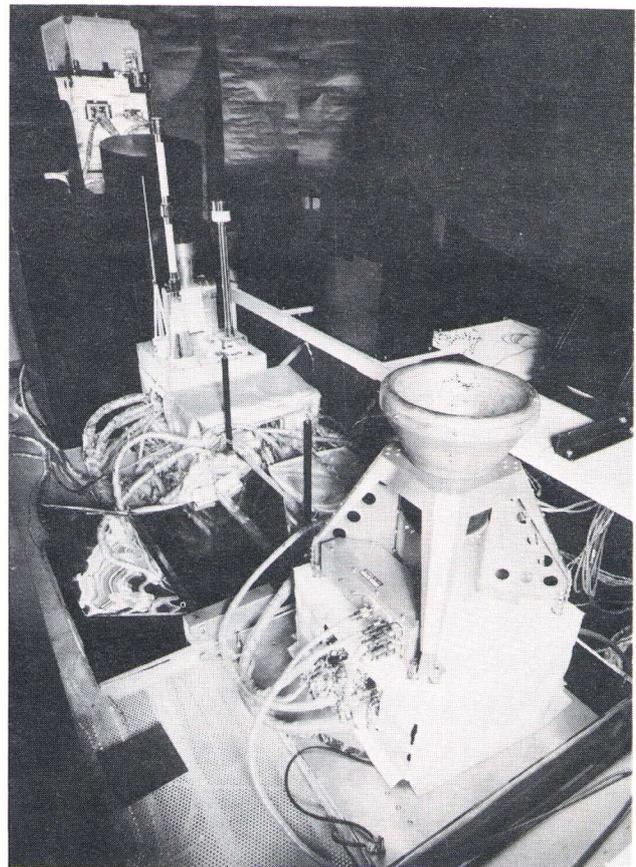
SEPAC：オーロラをつくる物語

宇宙科学研究所 大林辰蔵

極地の夜空に乱舞するオーロラ。それは科学者たちだけに限らず、昔から多くの人々を魅了したすばらしい自然現象、神秘的な光のページェントである。

南極に昭和基地を建設する動機の重要な一つにわが国では磁気嵐や電波通信にたくさんの優秀な研究者をもちながら、その分野の主要な現象であるオーロラを見たことがない学者が多いというのを何とかしなければいけないとの想いがこめられていた。国際地球観測年（1957-58）以来、昭和基地ではロケットによるオーロラ観測が数々の成果をあげ、また宇宙研（旧・東大）は二つの科学衛星をうちあげて、オーロラの謎を解明する本格的な研究が行なわれている。

オーロラは地球の大気圏外、バンアレン帯の奥深くから極地上空に侵入してくる荷電粒子（電子やイオン）がつくりだすものであることが明らかになってきたのは、比較的最近のことで、地上100～200kmのところでは侵入粒子群が上層大気中に灯すネオンサインにたとえられる。地球外からとび



SEPAC 機器群

こむ荷電粒子群は地球磁場の影響で、その通路が曲げられるため、日本のような低緯度のところではほとんど見る事ができず、極地で特有の現象になる。

オーロラの成因は、じつは現在でもまだよくわかっていない。太陽面上で黒点などの活発な動きがあり、フレアとよばれる爆発現象があると、それから2～4日ぐらい後に磁気嵐やオーロラが起るということから、太陽からうち出された微粒子群が地球に降り注ぐことが原因だろうと想像された。宇宙時代になってから、地球はドーナツ状の高エネルギー粒子群につつまれていて、その外縁からオーロラ粒子（電子とイオン・ビーム）がやってくる事がわかってきたが、それがどこで、如何にして加速されるのだろうか、どれくらいのエネルギー入射によってオーロラの明るさやスペクトルが決まるのか、ということなど、まだわかっていない謎がたくさんある。

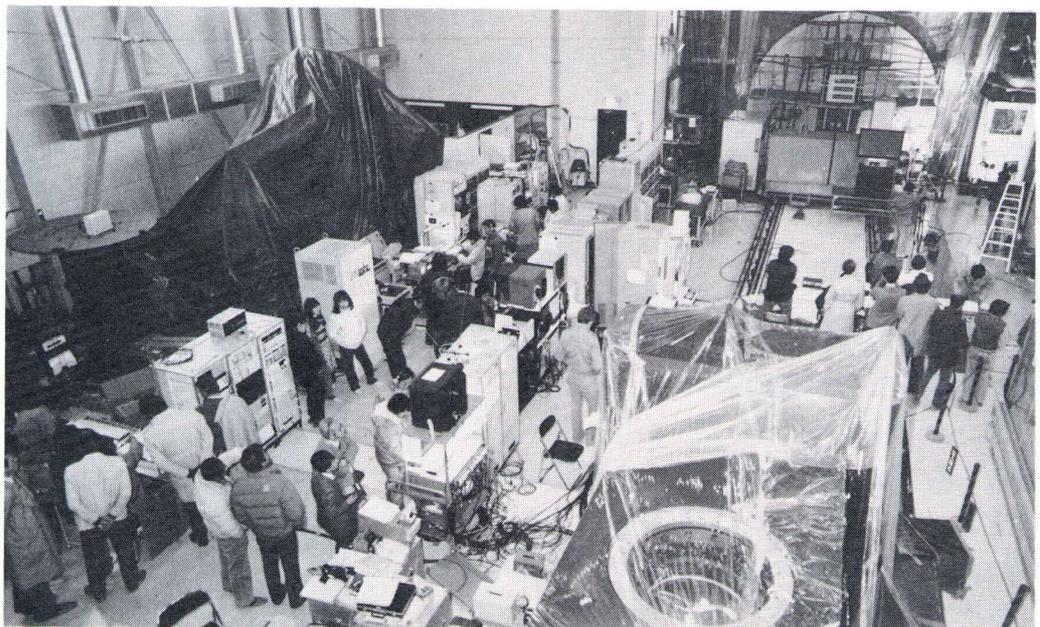
いっそのこと、実験室内でオーロラ現象の模擬実験をしてオーロラの成因を確かめようという試みが行なわれたのは当然であったが、欧米や日本で行なわれた実験では、なかなか宇宙空間にある自然条件を再現することがむずかしく、その謎は深まるばかりで、こんな方法では現象の完全な解明は望みがたいと考えざるを得なくなってきた。

そこで、私どもは考え方をかえて、宇宙空間そのものを実験室として、そこに電子ビームの発生装置をもちこんで実験したらという発想に切りかえた。宇宙空間は自然が与えてくれた巨大な科学実験室であると考えた場合、問題はいかにして宇宙にその実験装置を持ちこむかということになる。スペース

シャトルの出現がこれを可能にしてくれる。

1981年からはじまったスペースシャトルの飛翔試験は着々と成功しつつあることは周知のことだが、これらの諸テストが終ったあと、実用段階の第一陣としてスペースラブ実験（Spacelab-1）が行なわれる。これには世界各国の科学実験機器が搭載されるが、私共のところからは日本で開発された荷電粒子加速装置SEPAC、いわば人工オーロラ製造器が積込まれる。SEPAC機器はそれらのなかでいちばん複雑で大型の実験装置である。

SEPAC装置は、電子ビームやプラズマ加速器とテレビカメラをはじめとする各種計測器群から構成され、国内での幾多の機器テストが終り、今年からケープ・ケネディーでスペースシャトルに組付ける作業が始まっている。スペースラブ1号機の打上げは1983年を予定しているが、SEPAC実験は高度300kmのスペースシャトルから地上に向けて電子ビームをうち出す。ビームは地上100kmのところまで、オーロラ発光を起すと期待される。ビームはパルス状にうち出されるので、これによってつくられる現象は実際のオーロラというよりも流星がつかれたようなものになるだろう。また地上から見えることはあまり期待できないかもしれない。雨や雲によってさえぎられることも多いからだ。地上には電波レーダを置き、スペース



筑波宇宙センターでのチェンバー実験風景

シャトル上からはテレビカメラで捉えることにしている。まだまだ実験としては初期のものなので、極地で見られるような美しい光のカーテンというわけにはいかないとされる。

しかし、近い将来には、このような科学実験を

発展させて、大出力のビームを発射し、自然界のオーロラ現象とくらべることができるだろう。東京の空をオーロラで彩ってみたいというのが私のひそかな願いである。

SEPAC計画のマイルストーン

1974年	SEPAC計画は、NASAのスペースシャトルを利用したAMPS科学実験計画へ参加するために着手され、宇宙研ではその開発試験や、ロケット実験が開始された。	1977～1978年	SEPACプロト・モデル製作
1975年6月	スペースラブ1号の搭載機器へ応募。	1978年11月	SEPAC設計審査会および筑波宇宙センターのスペースチェンバでの性能認定試験
1976年2月	スペースラブ1号の搭載機器として採択される。	1979～1980年	SEPACフライト・モデル製作
1976年11月	NASAジョンソン宇宙センターでの加速器実験。	1981年7月	ISASにおけるSEPAC総合動作試験
1976～1977年	SEPACエンジニアリング・モデル製作。	1981年12月	筑波宇宙センターのスペースチェンバでの機能確認試験およびスペースラブ・ペイロードクルー訓練
1977年11月	筑波宇宙センター(NASDA)のスペースチェンバー内における機能動作試験。	1982～1983年	NASAケネディ宇宙センターへの搬入、総合組付および飛しょう前試験
		1983年	スペースラブ1号機打ちあげ実験

～表紙カット～

筑波宇宙センターのスペースチェンバー内で、SEPACのEBA(電子ビーム加速器)が電子ビー

ムを放出しているところ。チェンバー内は真空度 10^{-6} Torr程度で、残留中性ガスが電子ビームにより励起され、光を出している。

お知らせ

宇宙圏シンポジウム

期 日：3月8日(月)～10日(水)
場 所：宇宙科学研究所・45号館会議室
テーマ：超新星とその残がい
問合せ先：宇宙科学研究所 研究協力課
共同利用係

人 事 異 動

※印・客員部門

発令年月日	氏 名	異動事項 (併任)	現(旧)官職等
57.1.1	吉川 恒夫	※宇宙探査 工学研究 系助教授	京都大学工学 部附属オート メーション研 究施設助教授



K-9M-73号機ロケットの打上げ成功

国際中層大気観測 (MAP) 計画の一環としての TMA 発光雲実験と将来の磁気圏探査衛星の機器開発を目的とした K-9M-73号機は、昭和57年1月15日、18時20分上下角77°で打ち上げられた。

飛しょうは正常で、発射後4分41秒で最高々度303.5kmに達し8分57秒後に内之浦南東269.5kmの海上に落下した。

TMA 発光雲は発射後54秒から70秒まで正常に放出され、地上75kmから110km付近までの中層大気の運動を内之浦を始め、南郷、種子島、山川、谷山の全観測点で写真観測し、さらに分光観測に

も成功した。また、流星レーダによる地上からの同時観測も行なわれた。電場観測のための5mワイヤアンテナの伸展は予定通り行なわれ、これを用いて電場計測器及びVLF電波観測器は、光電子効果及びVLF電波の観測にも成功した。惑星電波計測器も正常に作動し、銀河電波スペクトル計測や、地上局からの電波を観測した。また、CCDテレビカメラはTMA 発光雲の噴射とワイヤアンテナの伸展を撮影した。光学観測班は発射後、460秒までロケットを追跡した。発射時の天候、晴。地上風、北西3m/s、気温6.3°Cであったとのこと。

★共同研究 (施設利用) の公募について

昭和57年度宇宙理学系の共同研究 (施設利用) の公募を下記により行っております。

公募の種別：

1. スペースチェンバー (低密度プラズマ大型実験装置)、高密度プラズマ発生装置

－公募テーマの種類－

- (A) 飛しょう体搭載用観測機器の基礎開発研究および完成品の試験
- (B) 宇宙空間プラズマシミュレーション実験
- (C) 宇宙空間プラズマにおける物理現象を解明するための基礎研究

(申込みに当っては、解明しようとする宇宙空間プラズマの問題点を明示してください。)

2. 宇宙放射線装置

－公募テーマの種類－

- (a) 飛しょう体搭載用観測機器の基礎開発研究および完成品の試験
- (b) 飛しょう体を用いた観測データのデータ処理

研究期間 昭和57年4月～昭和58年3月

申込期限 昭和57年2月25日(木)

問合せ先：研究協力課共同利用係

(内線 235・236)

★ASTRO-B 1次かみ合せ始まる

第8号科学衛星ASTRO-Bフライトモデルの1次かみ合せが、1月8日より、55号館クリーンルームにて行なわれている。今回から、長年にわたり活躍したミニコンM-4に替わり、新鋭機MS-50が導入され、コマンド編集・送出システムも一新された。かみ合せは3月初旬まで続けられる。

★昭和57年度・宇宙科学資料解析センター総合資料解析および計算機シミュレーションのための大型電算機利用公募について

本研究所の宇宙科学資料解析センターでは、全国共同利用研究の一環として、大型電算機による宇宙科学の観測資料総合解析及び数値シミュレーションによる共同研究を公募します。

しめ切り：

1982.2.25

問合せ先：

宇宙科学研究所・宇宙科学資料解析センター
(内線 325)

★宇宙研談話会－Space Science－へのご案内

場所 宇宙科学研究所45号館5階会議室

連絡先 宇宙科学研究所・理学系

大貝あて (内線 297)

なお、現在予定されている談話会講師とテーマは下記のとおりです。

3月4日(木) 午後4時～5時

「遺伝暗号の翻訳機構」

三浦謹一郎

3月18日(木) 午後4時～5時

「太陽磁気圏の構造と進化」

齊藤尚生

4月15日(木) 午後4時～5時

「スペースシャトル3番機」

大林辰蔵

5月6日(木) 午後4時～5時

「太陽に黒点がなかった時」

桜井邦明

○広州

11月22日夕刻香港より広州に入る。広い路面に広がる人波と自転車の間を高らかに警笛を響かせつつ出迎えの車はホテルへと向う。ここで我々は初めて中国科学院空間科学中心の王伝善教授から詳細日程を聞く。

翌日は計画通り科学院の広州支部で開かれたスペースプロープに関するシンポジウムに出席し発表と聴講で一日を終える。バルーンとロケットによる観測技術といった分野を対象としたもので宇宙研の小規模なシンポジウムといった感じである。バルーンは始めてから2～3年目。西村純先生グループの影響は多大でこの後も随所で先生のお噂を聞くこととなる。

広東ではこの後広東電子技術研究所と衛星追跡ステーションを見学。最後の晩は分院の招待で本場広東料理の一席が設けられた。広沢先生御期待の蛇猫料理こそ出なかったがスープの中からスッポンの手がおいでおいでをしていたのが印象に残る。

○上海

広州を発つ日平尾先生の御母堂御逝去の報が入る。全員機内にて弔意を表す。

ここでは先ず衛星工場を見学する。風雲一号という太陽同期気象衛星のプロトは全重量700kgというだけあって堂々たる骨格が逞ましい。一通りの環境試験装置が揃っており天文衛星用の搭載コンピュータを振動試験中であった。翌日は主にリモセン機器の開発製造をしている技術物理研究所を訪問。風雲一号の赤外と可視スキャナーは此処で作られている。ここでは一般職員を対象に平尾先生が講演と映画で宇宙研の活動を紹介した。

○南京

公務訪問先は通信放送衛星の研究用地上局と紫金山天文台のみ。ゆっくり古都の見物観光を楽しませていただいた。堀内先生は折柄開催中の「未

名画展」で展示作品を購入、翌日作者より自筆の書と共に直々に手渡され至極御満悦であった。因みに当日卯年生れの卦は“思わぬ出費で無駄使い”とある。なお各都市とも、時間の許す限り観光の機会を設けて頂いてあった。

○北京

南京空港で搭乗直前に不覚にも搭乗券を紛失、いささか慌てたが付添の付女史のお蔭で無事北京へ。それやこれやで、小生は付女史にとって決定的に要注意人物となってしまった。翌朝は零下10℃の小気味よい冷え込みとなる。

北京では空間科学技術中心（SSTC）ならびに所属研究機関を訪問する。また全員（平尾・堀内・広沢・秋葉：敬称略）それぞれのテーマで職員対象に講演を行なった。

SSTCは内閣直結の科学院に属し、丁度宇宙研からロケットを除外した範囲の宇宙科学活動を統轄している大組織である。思うに任せない経済事情の下で制御機器や通信機器、観測機器などに関連する必須技術は世界のトップレベルに自力で追ろうとする意欲は賞賛に値する。SSTCのショーケースに並べられたGa-As太陽電池、ヒドラジンスラスタ、チューンド・ドライジャイロ、CCD、CMOS IC、TWTなどがその成果を物語っている。今後の宇宙研とSSTCとの交流は色々な意味で相互に裨益するところが大きいものと思われる。

最後に近く、SSTCの要人との晩餐会が北京ダックの専門店で開催された。一同心から今回の訪問を通じて先方の心遣いに感謝の意を表したのは勿論、文句なく最高級の料理に賛辞を惜しまなかった。

ISAS ニュース No. 10 の訂正

9 頁左欄下 5 行目

NASA とこのように → NASA とこのように



★アリアン4号の発射成功

ヨーロッパ宇宙連合のロケット、アリアン4号は、さる12月19日、フランス領ギアナのクールー基地から打ち上げられ、1トンを越す通信衛星を軌道にのせることに成功した。

この成功によってアリアンの商品価値は一層高くなり、世界各国から「お客」がつきそうである。

(Mainichi Daily News, '81年12月21日)

★太陽に突入する彗星

彗星が太陽に突入し、粉々に砕け散る——こんな決定的瞬間が、アメリカ空軍の人工衛星によってキャッチされていたことがこのほど明らかにされた。衝突がおこったのは1979年半ばのことで、太陽と彗星の相対速度は秒速100 kmに達していたという。

(Nature Vol 293, P.693, '81年10月)

★天文衛星がまた死ぬ…!

1981年の一年間に、NASAの誇る天文観測衛星が次々にその使命を終えていった。

まず81年1月には、紫外・X線天文衛星「コペルニクス」(OAO-3)が機能低下をおこし、打上げ後8年にしてついに見捨てられた。ついで4月には、大型X線天文衛星「アインシュタイン」(HEAO-2)が死んだ(ISAS ニュース6月号参照)。さらに、宇宙線・宇宙ガンマ線衛星HEAO-3は、夏の終わりに姿勢制御用のガスを使い果たし、まもなく大気圏に突入するとみられる。

いっぽう、「ひのとり」の好敵手、SMM(Solar Maximum Mission)は81年1月から、姿勢制御系のヒューズの事故で半身不随のまま、スペースシャトルによる修理を待っている。元気で活躍中なのは、IUE(国際紫外線天文衛星)のみになってしまった。

(Sky and Telescope '81年10月)

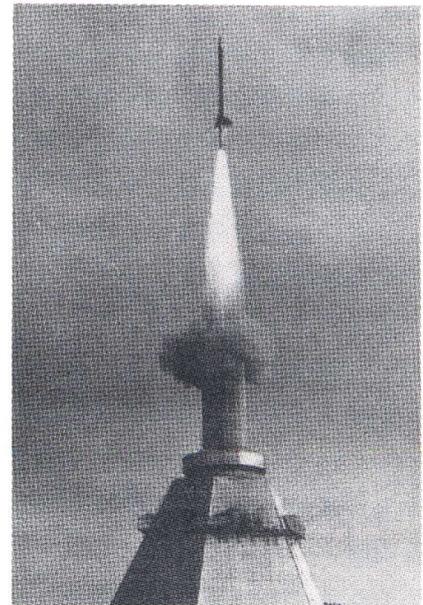
★「メテオ」が恐竜を滅ぼした

昔々、地球の王者であった恐竜は、なぜか、今から7千万年前に突然全滅してしまいました。「大氷河期がきたのに違いない」「いや、隕石に当たって死んだのだ」「宇宙人に殺されたのかも知れないぞ」諸説紛々。最近、マイアミ大学のエミリアニ達は、今までのデータを総合し、直径14kmの「メテオ」(隕石の映画名)が恐竜を滅ぼしたのに違いない、と結論しました。大きな隕石が海に落ちて、大量の水蒸気を大気中にばらまき、その温室効果によって、地表の温度が数年間、10度ぐらい高くなったというのです。そのために暑さに弱い恐竜は全滅してしまいました。ちなみに、この隕石、ベーリング海あたりに落ちたということです。「メテオ」(隕石)って本当にこわいですね。

(Earth Planet. Sci. Lett. 1981年11月)

★スカイラーク発射成功

結晶成長など無重力下における25項目の実験を目ざす観測用ロケットスカイラークの打ち上げが昨年6月スウェーデン、キルナの 에스レンジで行なわれた。この実験は、スウェーデンとドイツが共同で行なったもので、写真のようにドーム内から発射された。なお、宇宙科学研究所が昭和58年度に打ち上げを予定している第9号科学衛星EXOS-Cの受信を、このキルナ基地で行なう計画が検討されている。



(Spaceflight, Vol. 23, No. 9, 1981)

ヒートパイプ



コックリ、コックリ、飽かず水を呑み続ける平和鳥（水呑鳥）は、一見動力無しに動く機械のようだが、実はお尻から伝えられた周囲の熱を嘴から水中へ伝えるとき、その一部をあの動作に使っている。嘴寒尻熱が肝心である。そして、熱を無駄なく伝える機能だけに注目すればヒートパイプができる。容器の内壁に沿って金網を挿入し、これを真空にした後に蒸発しやすい液体を注入して封じ切れればでき上りだ。この一端を熱すれば、そこで蒸発が起り、蒸気は多少とも低温である部分へ移動し、遂にはそこで凝縮して液に戻るであろう。この結果、熱は蒸気の流れの形で加熱端から他端へ伝えられる。凝縮した液は金網に沿い、毛細管現象によって再び加熱部へ戻るの、熱の移動と、それを補う自律的な液体の環流とが起る。蒸気の移動につれてのエネルギー損失はごく小

いので、長い距離を小さな熱抵抗でもって効率良く熱を伝えられる。うまく作れば、同じ太さの銅の100倍以上も熱を伝えやすいものができる。その効能については、熱を伝えやすい、等温にできる、小さな温度差で大量の熱を伝えられる、等々であるが、皆同義である。このようなヒートパイプは、基本特許こそすでに1940年代後半に出されていたが、NASAが宇宙用に使う目的で大々的に取組んだ60年代後半から急に脚光を浴び出した。宇宙では、衛星の温度均一化、発生熱を放熱板まで導く、あるいは熱抵抗を可変にして熱制御を行うなどの目的で実用化されている。最近では、エレクトロニクスの放熱冷却、廃熱回収をはじめとし、地上においても広範な利用をみるに至っている。

—筑波大— 村上正秀



人工衛星の軌道要素 (1)

図参照。半径 a の円をたて方向に b/a に圧縮する。 a を半長軸、 b を半短軸とする楕円となる。衛星が楕円軌道を描く時地球中心 G は上の圧縮の度合を強めれば強める程、楕円の中心 O から離れていく。離れ具合を離心率 e で表わし、次のようになる：

$$e = \sqrt{1 - (b/a)^2} \quad (1)$$

a と e の2つが分れば b は(1)のように決まるから楕円が一義的に決定される。この時地球中心は円の中心から ae だけ離れている。地心から最も近い楕円上の点は P (近地点)、最も遠い点は A (遠地点) である。さてこの楕円上の衛星の位置 S は、地心と衛星を結ぶ線 GS が GP 線となす角 (f : 真近点離角) で表わすと分り易い。

S から GP への垂線が円に交わる点を S' とし、 OS' と GP のなす角 E を離心近点角といい、

$$\tan(E/2) = \sqrt{(1+e)/(1-e)} \tan(f/2) \quad (2)$$

の関係がある。衛星の平均角速度を n とすると、ある時刻 τ に近地点を通過した衛星が別の時刻 t にどこにいるかを示すのは次の式である。

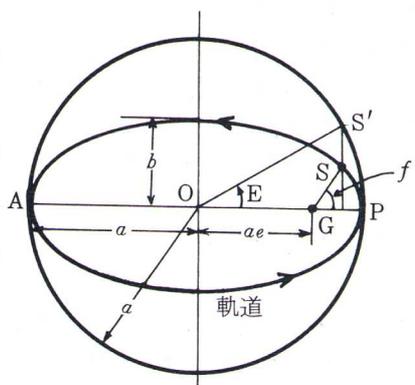
$$M = E - e \sin E = n(t - \tau) \quad (3)$$

(ケプラーの公式)

である。この M を平均近点離角と呼ぶ。

つまり (a, e, τ) の3つが決まれば、任意の時刻において(3)から

M と E , (2) から f が求まり、衛星の位置が決定できる。ただし、これは衛星の軌道平面を所与のものとした場合である(つづく)。



—宇宙科学研究所— 的川泰宣



コロキウムとおやつ

蓬 茨 霊 運

一昨年から昨年にかけて、ハーバード・スミソニアン・センター・フォー・アストロフィジックスという長い名前の研究所に草鞋をぬがしていただいた。米国内ではCFAで通用する。所内の人達はオブザバトリーと呼んでいた。アインシュタイン衛星のデータが、一部を除いて、ここに管理されていることもあって、国内・ヨーロッパからの客人がたえなかった。それだけに木曜の午後のコロキウムも多士済済であった。コロキウムは午後4時から始まる。三時半頃になるとカップの触れ合う音が聞こえる。おやつ(refreshment)の準備である。四時少し前になると所員が集まりはじめる。紅茶・コーヒーとクッキーが用意されていて、わいわい大変賑やかになる。だからというわけでもなかろうが、時間通りに講演がはじまる。

水曜日にはジャーナル・クラブという新着文献紹介の集りがある。一回に2人、1人あたり30分くらいの時間で簡潔で要点を押えた話をする。このときもジュース類・コーラ・軽いビールとクッキーが用意されている。コーラなどは容積が日本のものの倍はあるアルミカンに入ったものである。自動販売器で買うと一本35セント、日本では倍もの値段で飲んでいることになる。最初に出席したときおかしなブランドの缶しかなかった。それを飲んでいたら顔がほてってきた。妙だなと思ったなら甘味入りのビールだった。

月に一回くらいの割で、CFAとハーバードの物理教室との合同コロキウムがあった。物理教室までは歩いて10数分であるが、30分くらい前に大学のバスが迎えにくる。戦後しばらく木炭を焚いて走っていたのと同じくらいの大きさのバスである。運転手は学生アルバイトで、「もう出そうか」、「もう二、三人は来るだろうから、もう一寸待ってくれ」といったやりとりが毎回ある。だいたい、バスに乗るのは車を持たない連中で、たいていは車で行く。このときは紅茶とケーキがでる。二個食べた記憶がないので、甘くて相当大きかったの

だろう。幸いなことに友人がコロキウム係であった。「ライウン（いくら教えても彼らはレイウンと発音できなかった）今日の講師を知っているかい?」、「いや知らない」、「じゃ、晩めしを一緒に食べに行こう」。かくしてただめしにありつけることになる。コロキウムの講師と一緒に食事をしたときは、大学の会計課が支払ってくれる仕掛になっているらしい。何よりも有難かったのは色々な話が半分聞けることであった。あとの半分は良く聞き取れなかったからである。

小田先生に教えられて、金曜日にはマサチューセッツ工科大(MIT)へでかけた。ランチ・パーティとよばれる天体物理のコロキウムがあるからである。輪切りにした丸いパンとハム、ロースト・ビーフ、レタス、トマトなどが大きなお盆に盛って並べてある。順番に積み上げていくと、両端に申し分け程度にパンが張りついたサンドイッチが出来上がる。これと飲み物をもって適当な椅子にかけ食べはじめ。頃合をみてコロキウムが開始される。時に誰かの部屋で喋り込んで遅くなると、もうレタスの葉っぱしか残っていないこともあった。しかし、CFAとMITのカラーの違いなどが何となくわかり大変面白かった。

どうも食い意地の張った話になってしまいました。本当のことをいうと、やっぱり食い意地が張っているのです。しかし、食べものや飲みものが他人との間の垣根を取り払ったり、人と人との潤滑油となっていることは洋の東西を問わず真実のようです。



総色刷の新年号につづく2月号は又もとの調子にもどったが、内容は是非読者諸賢の期待にこたえるものにしたという編集子の願いにふさわしい面白い原稿をいただいた。1才もまもなくであるのでいろいろ考えなければならぬ。(平尾)

ISAS ニュース

No. 11 1982.2.

ISSN 0285-2861

発行：宇宙科学研究所(文部省) 〒153 東京都目黒区駒場4-6-1 TEL 03-467-1111

The Institute of Space and Astronautical Science