



〈研究紹介〉

増えつつける大気中微量気体と地球環境

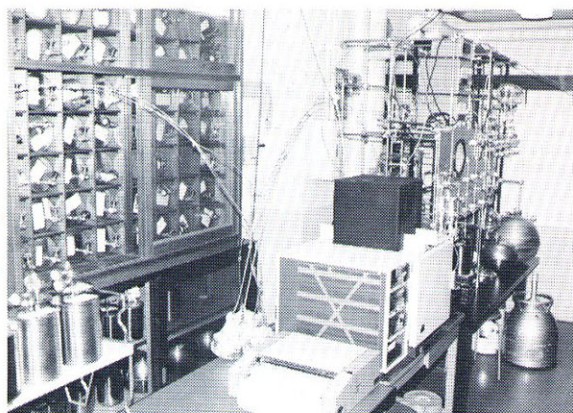
東京大学アイソトープ総合センター 巻出 義 紘

近年人間活動に由来する種々の大気中微量気体の濃度が増加し、地球規模で環境に与える影響が懸念されている。その中でもフロンによる成層圏オゾン層破壊は、地球温暖化とならんで最も影響が著しく、本年7月から成層圏オゾン層保護のための国際条約によるフロンガスの生産・消費の規制がスタートすることになった。しかしフロンガスの大気中寿命は数十年以上もあり、現在予定されている程度の規制では今後も引き続き大気中濃度は増加し続けることになり、さらに厳しい規制が検討されている。

一方、南極上空でのオゾンホールは年々拡大し、1987年には過去最大の規模となり、その原因としてフロンが深く関与していることが明らかになった。また北極上空でも規模は小さいがオゾンホールが観測されており、さらに北半球の中高緯度で

過去十数年間に全オゾン量が2～3%減少するなど全地球規模でのオゾン減少が認められている。

筆者は、フロン問題が提起される以前の1969年頃からフロン（クロロフルオロカーボンの日本における総称）などハロカーボン類の化学、特に分析化学、放射化学、放射線化学、光化学などを研究してきたが、その後カリフォルニア大学および東京大学で超微量気体精密分析装置を開発し、フロンやメタンなど大気中微量気体の分布や変動を測定して大気中における挙動を調べ、地球環境への影響について検討してきた。最近はNASAのOzone Trends Panelのメンバーなどもしている。オゾン層破壊や地球温暖化について、筆者らが東京大学理学部化学教室で行ってきた観測結果を中心に現状を紹介したい。



大気中超微量気体精密分析装置と保存されている約 200 個の大気試料容器
(東京大学理学部化学教室)

【大気中微量気体濃度の精密測定】

大気中のフロンガス濃度は $\text{pptv} (=10^{-12}\text{v/v})$ すなわち 1 兆分の 1) レベルの極低濃度であり、その測定には僅かの汚染も許されない。超清浄に製作して高真空中に排気した全金属製試料容器を用い、局地的汚染を避けて大気をグラブサンプリングで採取する。試料は極めて清浄に製作した金属製の真空ラインと電子捕獲型検出器付ガスクロマトグラフで構成される超微量ハロカーボン分析装置(写真上)によりフロンを含む約十種のハロカーボンを 0.5~2% の精度で測定する。メタンなど炭化水素の定量には水素炎イオン化検出器を用いる。

【対流圏内大気中濃度の経年変化】

1979 年から北海道で毎年夏と冬に局地的汚染を避けて大気を採取し、測定して得られた北半球中緯度を代表する大気中ハロカーボン濃度の経年変化を図 1 に示す。冷媒、スプレー噴射剤、ウレタン発泡剤などに使われているフロン 12 (CCl_2F_2) とフロン 11 (CCl_3F) の濃度は毎年 4~5% ずつ着実に増加しており、これらのフロンが対流圏大気中では全く分解・除去される過程がなく、そのまま蓄積していることを示している。

南極昭和基地で採取された大気試料では、北半球から熱帯収束帯による南半球への大気の拡散の遅れ(1~2 年)により、北半球より約 10% 低い濃度

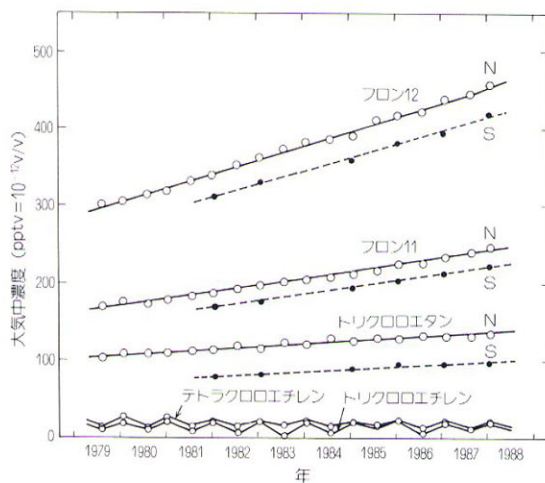


図 1 北半球中緯度(北海道: N)および南半球(南極昭和基地: S)におけるハロカーボン類の大気中濃度の経年変化

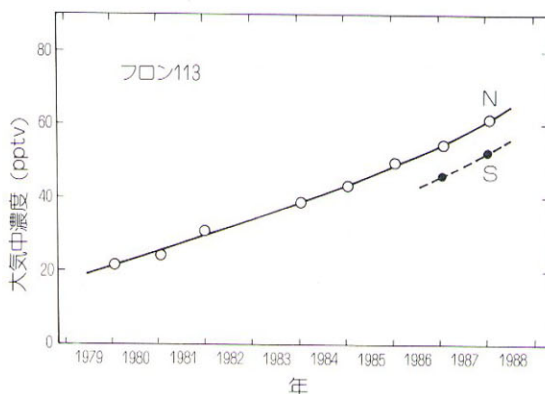


図 2 北半球中緯度(北海道: N)および南半球(南極昭和基地: S)で観測されたフロン 113 の大気中濃度の経年変化

を示しながら、しかし同じ増加率で増加し続けており、全地球規模で大気汚染が進行している。

一方、金属の脱脂洗浄溶剤として、より大量に使われる 1,1,1-トリクロロエタン (CH_3CCl_3) では、大気中濃度の増加が年率 3% 程度と小さくなっている。南極では 30% も低い濃度を示し、この H を分子内に含むハロカーボンは、対流圏大気中で水酸基ラジカルによって 6 年程度の寿命で分解されていることが分かる。

トリクロロエチレン ($\text{CHCl}=\text{CCl}_2$) とテトラ

クロロエチレン ($\text{CCl}_2=\text{CCl}_2$) は大気中の寿命が週～月程度と短く、季節変化は見られるが経年変化は見られない。

一方、ハイテクノロジー産業の発展にともなって洗浄溶剤フロン113 ($\text{CCl}_2\text{FCClF}_2$) の使用量が急増し、最近日本では全フロン使用量の50%近くを占めるに至っている。フロン113の北海道で観測した北半球中緯度平均濃度の経年変化を図2に示す。この測定は世界で最も長期間にわたる測定となっている。年間10～20%もの増加率となっており、最近9年間に3倍以上に増加した。南極でも同様な増加を示している。

その他、北海道で観測している北半球の大気中メタン濃度も年率1%程度で増加しつつある。

【成層圏内における微量気体の高度分布】

1981年より大気球により採取された成層圏大気を分析して各種微量気体の高度分布を測定してきたが、昨年新たな液体ヘリウムを用いるクライオジェニックサンプラーが宇宙科学研究所伊藤研究室で開発・製作された。昨年5月21日成層圏内を降下中の高度31kmから19kmまで2km毎に大気試料が採取された。採取容器の内面処理が適していたため、これまで観測できなかったフロン113やトリクロロエタン、四塩化炭素などが初めて測定された。対流圏では分解されないフロンも、成層圏内では、オゾン層で遮蔽されない強い紫外光によって光分解されることが確認され、放出された塩素原子は連鎖反応的に数万の成層圏オゾンを分解する。最近使用量が急増したフロン113は既に成層圏にまでかなり高濃度に分布しており(図3)、対流圏内ではフロン11の $\frac{1}{4}$ 程度の濃度ながら、成層圏内ではフロン11を上回っている。報告のないフロン113の全波長紫外光に対する吸収断面積がフロン12に近く、大年中寿命がフロン12に近い100年程度であることが分かった。(なお今回の観測の高度27kmと25kmで、すべての化合物が異常に低い値を示したが、これは大気層が安定しない初夏の5月下旬、上空から下降流があったためと考えられる。)

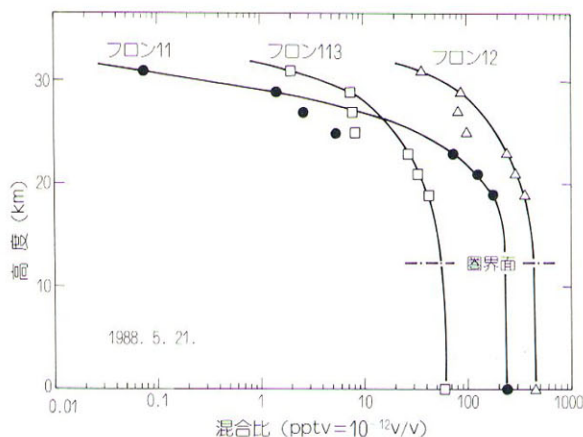


図3 成層圏大気中のフロン11, フロン12, およびフロン113の高度分布
(1988年5月21日, 三陸上空)

【大気中濃度増加による地球環境への影響】

大気中のハロカーボン濃度の増加は成層圏オゾン層破壊をもたらすが、新登場のフロン113はオゾン破壊効果がフロン12より大きく、その急激な濃度増加はオゾン層破壊をさらに加速する。

また対流圏内のフロンは温室効果が分子当たり二酸化炭素の数千倍以上あり、その急激な濃度増加による温室効果増加への寄与は、全フロンを合わせると二酸化炭素(濃度増加は年率0.4%/程度)に匹敵すると見積もられる。

対流圏のメタン濃度増加は、その原因が水田や家畜の増加など発生源の増加によるものか、大気中でメタンを分解する水酸基ラジカル濃度の減少によるものか調査中である。メタンの濃度増加は、温室効果を加速すると同時に、水酸基ラジカル濃度を低下させて短寿命ハロカーボン類の大気中寿命を延し、それらの大気中濃度増加をもたらすなど、対流圏の化学状態を大きく変える。

いずれにしても、十数年前までは大気中微量気体の濃度がこのように全地球規模で増加しているとは予想もされず、また定量的な測定も出来なかったが、現在では、これら微量気体が地球環境を大きく支配していることが明らかになり、今後、これら微量気体の対流圏および成層圏内における分布と変動を精密に観測して行くことがますます重要となっている。(まきで・よしひろ)



宇宙利用シンポジウム

日時 平成元年 7 月 6 日(木)
7 月 7 日(金)

場所 学術会議

科学衛星シンポジウム

日時 平成元年 7 月 10 日(月)
7 月 12 日(水)

場所 宇宙科学研究所
本館 2 階大会議場

月・惑星シンポジウム

日時 平成元年 9 月 7 日(木)
9 月 9 日(土)

場所 宇宙科学研究所
本館 2 階大会議場

問合せ先

宇宙科学研究所
研究協力課共同利用係
0427 (51) 3911
(内 2234, 2235)

評議員及び運営協議員について

評議員及び運営協議員は、次のとおりです。

任期 (平成元年 5 月 1 日～平成 3 年 4 月 30 日)

評議員

(19人)

氏 名	職 名 等
赤池 弘次	統計数理研究所長
有馬 朗人	東京大学学長
吉川 弘之	東京大学工学部長
大澤 弘之	宇宙開発事業団理事長
岡田 節人	岡崎国立共同研究機構長
古在 由秀	国立天文台長
近藤 次郎	日本学術会議会長
斎藤 成文	宇宙開発委員会委員長代理
田中 郁三	東京工業大学学長
永田 武	国立極地研究所名誉教授
西島 安則	京都大学学長
西原 春夫	早稲田大学学長
野村 民也	芝浦工業大学(工学部)教授
早川 幸男	名古屋大学学長
中野 道夫	東京電機大学学長
前田 弘	関西大学(工学部)教授
星合 孝男	国立極地研究所長
山本 草二	上智大学(法学部)教授
吉識 雅夫	東京理科大学学長

運営協議員

(21人)

氏 名	職 名 等
秋葉録二郎	鹿児島宇宙空間観測所長
安達 三郎	東北大学工学部教授
伊藤 富造	惑星研究系主幹
後川 昭雄	衛星応用工学研究系主幹
大島 耕一	システム研究系主幹
大林 辰藏	太陽系プラズマ研究系主幹
大家 寛	東北大学(理学部)教授
熊澤 峰夫	東京大学(理学部)教授
小平 桂一	国立天文台教授
小林 繁夫	東京都立科学技術大学(工学部)教授
菅野 卓雄	東京大学(工学部)教授
関口 忠	横浜国立大学(工学部)教授
高柳 和夫	共通基礎研究系主幹
田中 靖郎	宇宙圏研究系主幹
西田 篤弘	対外協力室長
林 友直	企画調整主幹
逢茨 靈運	立教大学(理学部)教授
堀内 良	宇宙輸送研究系主幹
三浦 公亮	宇宙探査工学研究系主幹
宮本 重徳	大阪大学(理学部)教授
保原 充	名古屋大学(工学部)教授



★『あけぼの』衛星と

北欧ロケット実験

打ち上げから 3 ヶ月余り経って、

『あけぼの』衛星の運用も少し落ち着きを見せてきたこの頃である。私達は、『あけぼの』衛星の観測成果を更に大きなものにするために北極域でのロケット実験と『あけぼの』衛星との同時観測を計画してきたが、幸い来年早々に S-520 をノルウェーのアンドーヤから打ち上げるはこびとなった。『あけぼの』がノルウェー上空を明け方に通過する時期であることもあって、夜中から明け方に出現するパルセーティングオーロラの観測に焦点を絞って実験をすることにした。このオーロラは、通常の明るいオーロラとは異なり肉眼では見えるか見えないか程度のはかないものであるが、出現範囲が広いこと、周期 10～20 秒で点滅するこ

と、何よりも電子の降り込みに関して説明できない要素が多いことが我々の興味を引きつけるものである。現在工学関係者の協力を得て準備を急いでいるが何分にも海外での S-520 打ち上げは初めてであるので厄介な問題も多いが是非とも成功させたいと考えている。(鶴田浩一郎)

★KM-M-2の地上燃焼実験報告 ー能代ー

KM-M は平成 2 年 1 月に打ち上げが予定され、月スイングバイ軌道に試験衛星を投入する M-3 S (II)-5 のキックモータで、今回は、昨年 7 月に行った KM-M-1 の燃焼結果を加味して、再設計した飛翔型モータについての最終燃焼実験にあたる。

このモータの特徴は、カーボン繊維プラスチックチャンバ、ノズルスロートプラグ方式の投棄型点火器、加圧充填法により製造したニトラミン含有コンボジット推進薬グレインの採用などにある。

燃焼は正常で、ほぼ満足すべき計測結果を得て、月惑星探査をミッションとするMUSES ロケットの完成に向けて、明るい見通しを持つことが出来た。(岩間 彬)

★平成元年度第一次気球実験

本実験は、5月15日より三陸大気球観測所で開始された。放球予定気球は4機で、内2機は有翼飛翔体実験のような大重量装置を放球する場合の信頼性の向上を図るための技術試験である。5月18日には小型のB5気球を用いた新放球方式の予備実験、31日にはB15型気球を用いて1トンを超える搭載重量の場合のテストを行い、いずれも所期の目的を達成した。

科学観測を目的とした実験は、重一次宇宙線観測と恒星赤外分光観測の2機である。前者は5月24日朝に放球し、翌25日早朝宮古沖16kmの太平洋上にパラシュートで降下させた。観測装置は、29日11時ごろ釜石沖20kmの地点で、無事発見回収された。後者は準備中である。(矢島信之)

★第8回宇宙科学講演と映画の会

～表紙カット～写真撮影：杉山吉昭

第8回宇宙科学講演と映画の会が5月27日(土)午後1時30分から有楽町朝日ホールにおいて開催された。この行事は、本研究所が発足した日(4月14日)を記念して行われているものである。本年は、2月に打ち上げたM-3S II-4号機による磁気圏観測衛星「あけぼの」に関し、鶴田教授による「オーロラの謎を探る」、矢島助教授による「日・中大洋横断気球実験」と題した講演が行われた。さらに映画「M-3S II-4 -あけぼの-」が上映された。

当日は、一般、大学生、高校生等約350名の来場があり、質問も多岐にわたり盛況のうちに幕を閉じた。当研究所の活動の一端を紹介するとともに、宇宙科学の進展状況について所外の方々に御理解を得ることができた。又来年の講演会は4月14日(土)午後3時から開催されることになった。

(高橋義昭)

★不破哲三氏来訪する

去る5月8日に衆議院議員不破哲三氏(日本共産党)が本研究所に来訪し、槇野教授からX線天文学衛星「ぎんが」等による観測成果について懇談した。

つづいて所内の施設等を見学されました。同氏は東大理学部出身でもありかなり専門的なことについても興味深く視察されたようです。



★NASA 4氏を迎えての

Space Debris Workshop

5月11日、宇宙研の大会議室において、NASAのJ.P. Loftus博士をはじめとする4氏を迎えて、Space Debris Workshopが開かれました。このDebrisという言葉、辞書では破片と訳されていますが、実は人間が宇宙に残したゴミのことなのです。10m以上の人工衛星やロケットの残骸から、数 μ mの塗料のかけらまで、その大きさはさまざまですが、万が一それらが衝突するとその相対速度は時には10km/sec以上になり、宇宙船にとって致命的な打撃を受けかねません。すでにソビエトの宇宙ステーション、アメリカのスペースシャトルや衛星に微小な物体の衝突の痕跡が発見されています。現在、北米防空司令部(NORAD)で軌道上の物体の追跡が行われていますが、レーダ等で捕捉できる10cm以上の物だけでも7000個あり、1cm以上の物体の数を推測すると25,000個にもなります。アメリカやヨーロッパでは、すでにDebrisに関するグループが活動を始めており、近い将来国際的な対応が要求されることになりそうです。

(佐藤恵一)

【特別記事】

Activny衛星とあけぼのとの国際共同観測

京都大学工学部 木村 磐根

本年9月頃、ソ連ならびに共産圏諸国は親子科学衛星Activnyを打ち上げる予定である。この親子衛星は重量1.5トンで直径20mの1回巻ループアンテナをぶら下げて、遠地点2500km、近地点500kmの極軌道（軌道面傾斜角82度）で地球を周回し、10kHz近辺のVLF帯周波数の大パルス電流（最大150A）をループアンテナに流して、それがどのような電波、静電波を放射するかを調べることで、および衛星からクセノンガスを放出して、それがcritical velocityの理論によって電離されるかを調べる大がかりなアクティブ実験衛星である。

親衛星自身も種々の観測機器（プラズマ、粒子、波動、磁場など）を搭載し、このアクティブ実験の衛星近傍での影響を測定するほか、子衛星は、親の廻りを数キロメートル内の距離で回って、少し離れた場所への影響をモニターすることになっている。親衛星はソ連が組立の責任を持ち、子衛星はチェコスロバキア国が責任を持って製作しているとのことである。

このようなアクティブ実験では、親子間での実験のみでなく、当然、地上や他の衛星との連携した実験が行われることが望ましいので、ソ連は世界各国に呼びかけ、衛星、地上並びに実験結果の理論的解析等について共同研究を提案し、昨年10月モスクワで第1回のアクティブ実験会議が開催された。米国、カナダ、ブラジル、日本、フィンランドのほか関連する共産圏の科学者が集まり、各種の提案を行った。わが国は本年2月EXOS-Dを打ち上げる予定であり、それにはActivnyから発射されるVLF電波を受信できる波動観測装置を搭載しているのでそれを用いた共同実験を提案し、Activny側からも大きな期待が寄せられた。幸い、本年2月EXOS-D（あけぼの）の打ち上げは成功し、VLF波動観測装置も正常に動作しているので、具体的な共同実験が可能となった。

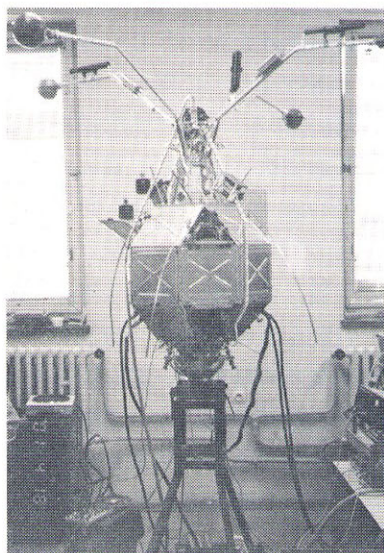
尚、この実験が可能となるためには放射された電波の伝搬特性から、両衛星がほぼ同一の磁気子午面にあることが必須条件となるが、両衛星の軌道面のドリフト率の差は1日0.2度程度であるためその様なチャンスは2年半毎にしか巡ってこず、一方Activnyのループアンテナの実験は、電池のデューティサイクルの関係で実験回数に制限があり、打ち上げ後かなり初期にしか行えないという条件もある。従って、Activnyの打ち上げ時の軌道を“あけぼの”との共同実験を考慮して決めてもらうしかないことになる。

Activny衛星の打ち上げ準備もだいぶ進んだので、去る4月17日から19日の間チェコスロバキアのブラハで第2回の共同実験計画会議が開催された。簡単な計算では、Activny衛星が本年9月中旬に打ち上げられれば本年12月から3ヶ月間ほど軌道面の近い条件が満足されそうなので、日本側としては、Activnyのその頃の打ち上げを希望していた。幸いソ連側もこの頃を検討していた模様で、この場合、12月頃には、米国の

DE-1衛星もほぼ近い軌道面となるので、3つの衛星による同時観測も可能になるかもしれないということで、大変喜ばしい結論となっている。今後1ないし2ヶ月の間に具体的にどのような共同実験がやれるかについてつめ、実験のプラン作りを行うことになっている。Activnyの最初の1ないし3ヶ月の実験期間ではループアンテナ送信はモスクワ近傍でのみ行われるので、あけぼの側としてはスウェーデンのEsrangeでの追跡が大変重要となる。この実験の成果が大いに期待されている。

そのほか日本側の協力として、Activny衛星の日本上空でのテレメトリ受信があるが、電気通信大学の菅平の設備による協力が検討されている。またVLF電波の衛星地上同時観測およびコンピュータシミュレーションによる理論的協力なども期待されている。

なおブラハの会議と同時期にチェコ科学アカデミーの地球物理研究所で子衛星の総合試験をやっており、それを見学する機会を得た。ここにその写真を紹介するが、そのサイズは径が50cm程度の可愛いもので、初期の日本の衛星を見ている感じであるが、多種類のプラズマ観測器の外に親衛星との間の距離を調整するためのガス噴射装置まで載っており、大変良くできた衛星である。ただ驚いたことには全部で10坪位の小さな普通の実験室にフライトモデルが無造作に置かれており、その周りにパソコン、ペンレコ等をずらりと並べ、十数人の担当者がひかえている過密室で、衛星の試験室とは到底思えない環境であった。ちゃんとしたクリーンルームができる予定であったのに間に合わなかったと言う話であった。この衛星が世界の多数の科学者の期待を受けて無事上がることを切に期待している。（きむら・いわね）





細胞と宇宙

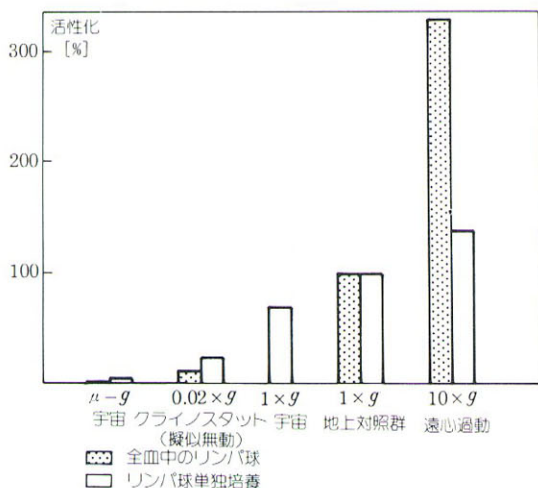
東京医科歯科大学歯学部 佐藤 温重

宇宙生物学・重力生物学には3つの研究目標がある。第1は重力感受応答のメカニズムの研究である。動物も植物も重力感受器があり、それにより位置を認識し運動しているが、重力刺激の情報が細胞内でどの様に変換され、伝達され、応答反応を引き起こすかについて宇宙を利用した実験により決定的な証明を得ようとするものである。

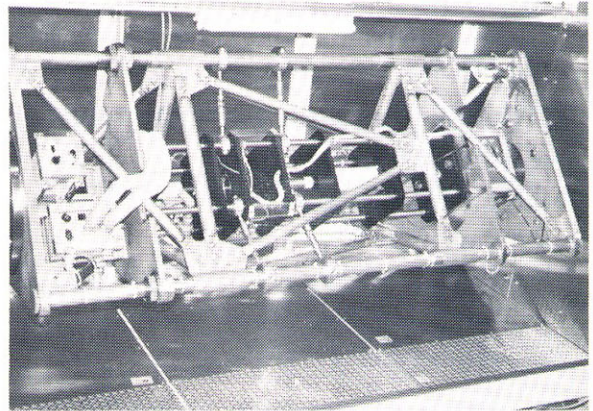
第2は生物の個体形成に対する宇宙環境の影響である。生物の発生、成長、成熟、老化、寿命、遺伝子発現がどのような影響を受けるか、また次世代にどのような効果を与えるかを明らかにするものである。

第3は生物の個体維持に対する宇宙環境の影響の研究であり、個体の生理機能や形態が無重力、その他宇宙環境要因によりどの様に変化し、生物はそれにどの様に適応するかを明らかにするものである。これまでの宇宙実験をみると、これらの課題について *in vivo* の研究と *in vitro* の研究とが行われている。前者は生物の全体性の解析に主眼をおき、後者は局所的現象、あるいは細胞、細胞下レベルの解析に主眼をおくものである。

ヒト個体を用いた研究では、宇宙飛行士に認められる骨粗鬆、筋萎縮、免疫機能低下が宇宙環境要因（無重力、宇宙放射線）の直接的作用により発症したのか、あるいは全身作用を介する間接的作用により発症したのかを区別することが困難である。しかしこれらは生体外に取り出した骨、筋、免疫担当細胞を用いた *in vitro* の実験によって区別することができる。成人の体は約 10^{13} 個の細胞からなり、細胞の質量は $10^{-5} - 10^{-7} g$ である。このような細胞に重力が直接影響するのか、



g-レベルとヒトリンパ球のCon Aによる芽球化 (Cogoli, A., 1984)



顕微鏡クリノスタット

(Sato, A., Nakajima, T., 1989)

また細胞は重力に応答しうるか疑問視されていた。しかし宇宙実験及び地上の模擬微小重力実験から多細胞生物個体の構成単位となる細胞であるリンパ球や培養細胞、また単細胞生物のゾウリムシ細胞は無重力に感受性があり、また地上の過重力実験によりそれらは重力に対しても応答することが明らかとなった。例えばヒトリンパ球のコンカナバリン A 投与による芽球化は宇宙飛行 ($\mu-g$) で著しく抑制され、過重力 ($10 \times g$) で逆に促進される (図)。

最近我々はHeLa細胞を過重力 ($18, 35, 70 \times g$) 下で培養すると細胞の増殖が $18 \times g$ で $1 \times g$ 対照群の1.2倍、 $35 \times g$ で1.8倍、 $70 \times g$ で1.3倍となり、細胞数が2倍となる時間は $1 \times g$ 対照群の22.9時間から $35 \times g$ 培養群では19.9時間に短縮されること、さらに $70 \times g$ に30分曝露した時、c-myc 遺伝子の発現が2倍に増加することを見いだした。細胞の正常機能の維持に重力がどのような役割をはたしているか、重力はどのようにして細胞に影響するかなど残された問題は多い。

宇宙実験の機会は少ないので当面地上で行うことのできる模擬無重力実験装置を用いた実験が主である。そのために、我々の研究室では最近顕微鏡クリノスタット (写真) を開発した。この装置はクリノスタット回転中の培養細胞を微分干渉顕微鏡で観察し、画像解析により不可視像を可視化できる。クリノスタットは完全に宇宙実験を模擬することはできないが、部分的には模擬できることが宇宙実験との対比から明らかにされている。開発された顕微鏡クリノスタットを用い哺乳類の卵、骨、筋、神経などの諸細胞の運動、細胞内顆粒、細胞骨格などに及ぼす模擬微小重力の影響が明かにされるのも間近かである。

(さとう・あつしげ)

バイキングのおままごと

柳 澤 正 久

EXOS-D (あけぼの) 打ち上げ直後の軌道追跡のため、スウェーデンの北の町、キルナ、そのまた北方40kmほどのところにある科学観測基地Esrangeに行ってきた。

とある小さな駅の売店でサンドイッチとパックの牛乳を買いこみ、そこから食べようと思った時のことである。なんとまわりには木製のこぎれいなテーブルと椅子が並べあり、テーブルにはかわいいテーブルクロス、花まで飾ってあるではないか。この時には売店の女性が人一倍きれい好きでセンスが良いのだろうと思っていた。

打ち上げも成功し、すべて順調。Esrange基地からも解放されてキルナの町をふらつく。しかし、吹雪の夜で数少ないレストランはすべて休み。やっとみつけた一軒にとびこめば、きれいなテーブルにはロウソクがとまり、他にはほとんど客がいない。シーンとした中をビシッときめたウェーターがやって来る。これはバカ高いところにとび込んでしまったものだとかあわてたが、メニューを見てホッとした。ワイン付のステーキ定食でも2000円、ごく普通の食堂だった。

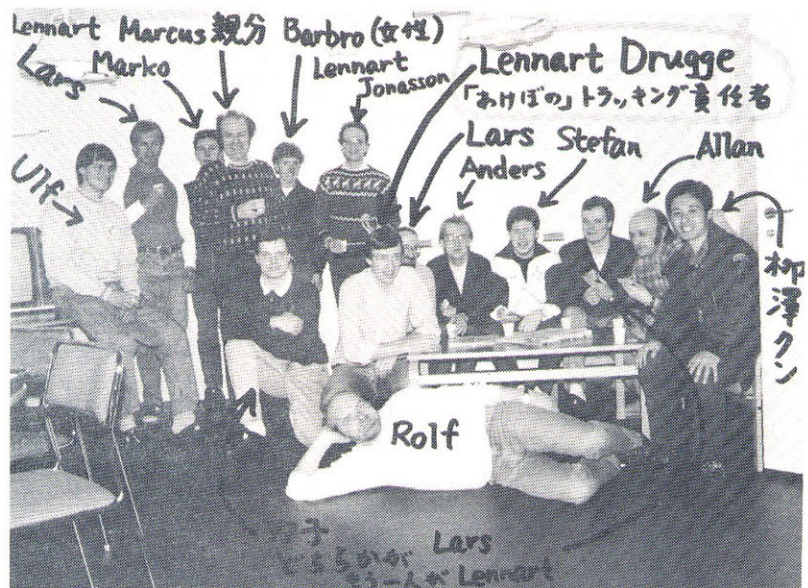
いよいよ帰途につく前の2泊は、駅のホームに面した安宿に泊った。1903年の建物ということで、部屋数は20ほど、バス・トイレは共用である。他に客はおらず、外は吹雪。とんでもない宿に入ってしまった、幽霊でもでるんじゃないかと心細くなる。しかし、ここでも驚かされたのは、家具や部屋の飾りつけへの心配りである。客などいない食堂もきれいに掃除され、テーブ

ルクロス、ロウソク、花はかかさない。しかも、せっせと食堂をきれいにしているのは、いかにもバイキングの末裔といった宿屋の頑固おやじ。なんだかままごと遊びを見ているようだ。

アメリカだけを見て西欧文明がわかったつもりになっていた私にとってはちょっとした驚きの旅だった。アメリカと比べ、ずっとwetな世界があった。歴史の長さのせいだろうか。考えてみれば、歴史的にはアメリカほど特異な国はないのかも知れない。そこだけ見ていい気になっていた自分がバカだった。

宇宙研のえらい先生方は忙しい忙しいと世界をとびまわっている。しかし、世界を見る必要があるのは、むしろ若い大学院生クラスであろう。宇宙研の海外での仕事の一部には、彼らでもりっぱに参加でき、勉強できるものがある。時代の最先端に行く研究所として、大学院生の海外旅費が出せる制度が是非ほしいとも思った。

(やなぎざわ・まさひさ)



“あけぼの”の成功。朝の3時というのにEsrangeではこんなに多くのスタッフが祝ってくれた。

宇宙環境 (7) 磁気環境

宇宙空間の磁場の測定は、それ自身の観測目的だけでなく荷電粒子、プラズマの観測に必要な基礎情報の一つでもある。工学的にも地磁気姿勢計による姿勢検出や磁気姿勢制御も地球磁場を基準にしている、センサ位置での磁気的影響が飛翔体からどれだけ受けているか、衛星の持つ磁気モーメントはどれだけかを知っておかないと精度良い測定や制御は出来ない。このように飛翔体の磁気環境の把握は搭載機器の測定精度や観測そのものの成否を左右するものと言える。磁気的影響には主に (1) 構体や機器の残留磁気からの一定磁界、(2) 磁性材料が外部磁場に誘起される誘導磁界、(3) 機器の動作による電流磁界、がある。(1) は最も大きく、地球磁場の大きさ(約45000nT $\approx$ 36AT/m)と同程度になることもあるが、方向や大きさが一定なので補正が容易である。(2) は飛翔体のスピンや姿勢によって変化するので較正は容易ではないが、大きさは概ね(1)の1/10以下である。(3) は周期的な場合や不規則な場合もあるが機器の干渉試験によって把握が可能である。これらの影響量はセンサの搭載場所や方向で大きく異なり、例えばS-520型ロケットの基本計器部での実測平均値は17400nTである。また、ロケット内部では磁場が減少する遮蔽現象があり、遮蔽率が40% (S-210型)にも及ぶ場合もあるが、通常は10~20%である。

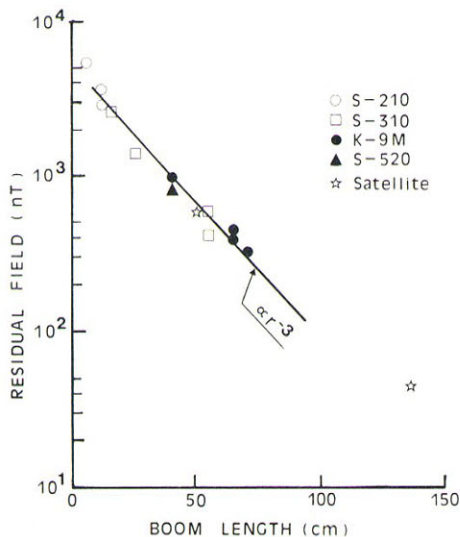


図1 伸展ブームの長さや飛翔体からの残留磁気量の関係。

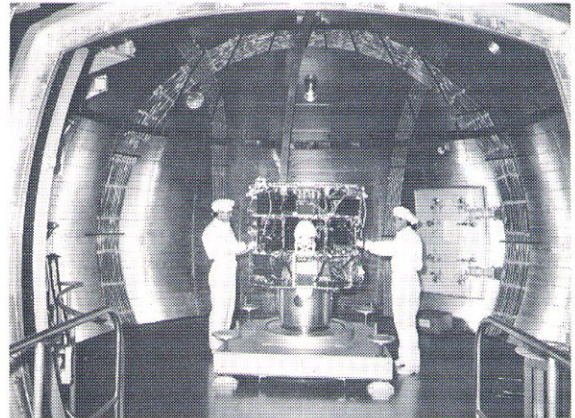


図2 磁気遮蔽室での衛星の試験

衛星の磁気環境は部品の磁性に気を配ったり、電流磁界の発生を打ち消すようにケーブル配線をするなどの配慮がなされているが、精密な磁場の測定では1nT以下の測定感度が要求され、センサのブームによる伸展で影響を小さくする工夫が採られる。これまでロケットでは30~50cmの伸展が13例、衛星では『じきけん』『さきがけ』『あけぼの』の3例のブーム伸展の精密測定がある。『じきけん』ではブーム伸展前の衛星内部で15000nTのバイアス量が突き出しにより50nTまでに減少した。伸展方式は一定磁界の減少のみならず除去の面倒な誘導磁界や電流磁界を避ける有効な手段である。ブームの長さとその先端位置での磁気量の関係はほぼ長さの逆三乗に比例し、大きさはロケットの場合概ね1ATm程度の双極子モーメントによるものと近似出来る。(図1) これらの影響量を地上試験で精度良く測定するには飛翔体を入れることの出来る大規模磁気環境施設が必要であるが、その一つに我が国初の本格的な磁気遮蔽室(図2)が宇宙研に設置され、高感度磁力計や非磁性の衛星回転台を用いてロケットや衛星の残留磁気検定に威力を発揮している。外部電磁場や人工雑音を遮断した室内は直径6mの球形で、内部磁界は地球磁場の1/4000以下であり磁場の均一性も高い。誘導磁界や磁気遮蔽率の検定にはさらに均一磁場発生コイル装置が必要であるが、このような磁気環境の検定やそのための施設は今後の惑星探査機計画などにますます重要視されるであろう。

—東海大学工学部— 遠山文雄



Harmony あれこれ

鳥尾 幸寛

リフレッシュのための楽しみの一つとして、時々音楽に親しんでいます。もっとも最近は何だか時間の制約が多く、このための時間を持つ機会が少なくなっており、残念に思っている今日この頃ではあります。さて、Harmonyを英和辞典で意味を探ってみますと、和合、調和、和声(学)、in~調和して、などとなっています。また、広辞苑によると、調和とはうまくつり合い全体がととのっていること、矛盾または衝突なく互いに程よく和合すること、などがあります。宇宙研の研究対象である「宇宙」はまさにこの調和で成り立っていると思われるものの代表なのでしょう。

ついて和声の項をみますと、高さの違ったいくつかの音が、同時になって動いていくときのひびき、とありHarmonyはMelodyやRhythmとともに音楽の基本要素であると記されています。もとより、この他にTempoや音色や演奏者の個性などが加わって、楽しく心打つ音楽として聴くことができるのは云うまでもありません。

さて言葉の解釈はこのくらいにいたしまして、我が宇宙研における毎日の仕事のなかでのHarmonyについて思いつくままに記してみます。

まず、宇宙研の裏方として研究を支援する立場から、研究活動に必要な資金のHarmonyをどうすれば確保できるかということでもあります。ご承知のように、宇宙研は現在多くのプロジェクトを抱えており、また将来計画もたくさん考えられています。限られた資金のなかで、これらを実現し研究活動のHarmonyを維持していくためには、対外的にみたときの位置づけ、また所内での位置づけなど総合的に判断して取り組むことが今後益々必要とされるでしょう。

我が国唯一の宇宙科学研究所として、世界第一級のレベルを維持し、かつ発展させていくためには相当の資金を必要とすること、については世の中でお認めいただいているとしても、これが自明であると思えることは許されていないと思います。宇宙研のためだけのHarmonyは成立し得ないところに難しさがあります。多少厳しい言葉を並べてしまいましたが、広大な宇宙の真理を探索す

るためには、夢もまた大きくもたなければなりません。私達裏方は、素晴らしい研究成果が上ることを期待し、かつ願って、事務処理面のHarmonyやRhythmが時たまというか、しばしばといいますか狂わされてしまうこともあります。これにめげずに各々が頑張っているつもりですし、今後この努力を続けなければならないと考えています。

つぎに、私が常々感嘆していることですが、宇宙研におけるプロジェクトの仕上げ方といえますか、或は進め方といったものが素晴らしいHarmonyのもとに行われていることであります。

例えば、科学衛星計画一つをとってみても常に複数のプロジェクトが同時進行しているなかで、これらを所定の目的につくり上げ、定められた時期までにまとめ上げていく力が、宇宙研のなかに自然に存在しているかの如く働いていることです。

何万点にも及ぶ部品から成る衛星の設計、試作、試験等が多くの専門分野から成る研究者等によって一つのものにまとめあげられていく様子は、まさに神技のように見えてしまいます。これこそHarmonyの神髄と思います。もとより、このHarmonyを実現させている原動力は、自然に湧いてくるものではなくて、関係者それぞれのご努力の結果に違いありませんし、将来に向けてなお求め続けられるものと思います。

「高さの違ったいくつかの音」を、例えば、理学分野と工学分野、研究者と事務方というふうに置き替えてみた心算になって楽しい音楽を奏で続けたいものです。とはいえ、快いHarmonyを維持していくことはそう簡単なことではありません。各々の役割りを認識したうえでの努力が必要となります。また心の余裕が持てなくては良い演奏は出来ないといわれております。この点に関しますと、宇宙研の毎日は、PrestoまたPrestoの状態と云えます。せめてAllegretto程度であればという気がしないでもありませんが、これも我が宇宙研の活力を維持している要因の一つになっているものと思えます。(とりお・ゆきひろ)

ISASニュース No.99 1989.6.

発行：宇宙科学研究所(文部省)

〒229 神奈川県相模原市由野台3-1-1 TEL 0427-51-3911



次号は100号記念号をお送りします。これまで協力頂いた多くの方々に感謝致します。今後よろしく。(紀伊)