



ISAS ニュース

宇宙科学研究所

1999.2 No.215

▲宇宙学校の風景（東京大学教養学部）

〈研究紹介〉

地球外気圏からのプラズマと大気の流出

宇宙科学研究所 阿部 琢美

1. 序言

地球周辺の超高層大気における現象は我々の実生活とは殆ど接点が無く、唯一思い浮かぶのは稀にマスコミで取り上げられる温室効果くらいであろう。地球の温度が年々上昇し云々の話を聞いて一瞬深刻になる人がいるかもしれない。加えて、地球大気中の酸素が年々減少し続けているという一見深刻にも思える事実を知ったら人々はどのような感想を抱くであろうか。最近の人工衛星による超高層大気プラズマの観測は、地球上層部から1日当たり数百トンの量の酸素イオンが流出しているという事実を明らかにしている。本稿で取り上げるテーマは地球大気およびプラズマの流出現象の中で、イオンの流出に関する話題である。

2. 極域電離圏からのイオン流出

高緯度電離圏には熱的、非熱的過程を経て幾つかの種類のイオン流出メカニズムが存在する。地球を取り巻く磁力線のうち、低中緯度領域に起源を發するものは南北両半球で閉じているのに対し、高緯度域から伸

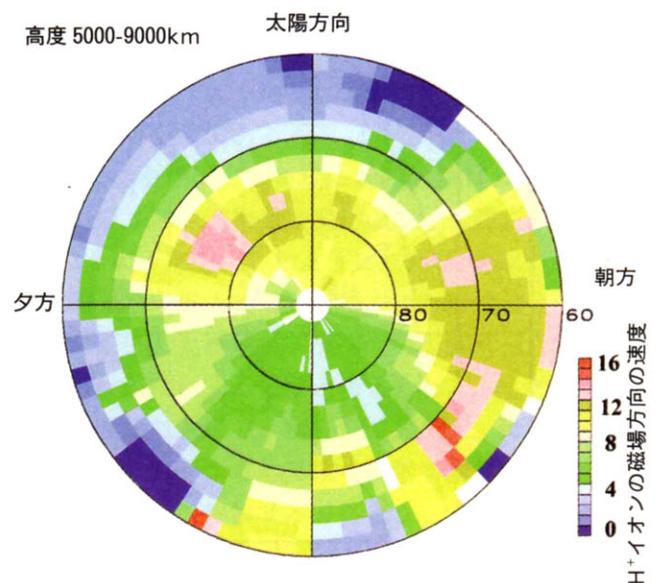


図1 極付近のH⁺イオン速度の平面分布

びた所謂“開いた”磁力線は磁気圏尾部と結合している。極域電離圏において上向きの加速を受けたイオンは磁力線に沿って流出し磁気圏尾部へと輸送される。Yau and André [1997]は電離圏起源イオンの流出を次のような4つのタイプに分類した。

Polar Wind

極域の高度1000km以上に存在する低エネルギー(0.1eV~数eV)のイオン流で、主としてオーロラ帯(オーロラが比較的頻繁に観測される緯度帯)よりも高緯度の極冠域と呼ばれる領域において観測される。電離層を構成する H^+ 、 He^+ 、 O^+ のイオンが定常的に上向きに加速された結果生じる。図1に示したのは H^+ イオンの極域での平均的な速度分布で円周方向に地方時間(上方に太陽)、半径方向に磁気緯度をとって表現している。オーロラ帯は平均的には概ね $72^\circ \sim 77^\circ$ に存在し、極冠域内の速度が顕著に高くなっていることがわかる。一方 H^+ 、 He^+ 、 O^+ の速度の高度方向の分布が図2に示され、高度2000~8500kmにおいて継続的にイオンが加速されていることが明らかである。

Auroral Bulk Upflow

高度1000km以下のオーロラ帯で観測されるイオン流。イオンの種類は主に O^+ 。速度は1km/s(0.1~0.2eV)程度で、緯度方向にはかなり狭い領域に存在し、プラズマの加熱に伴って観測される事が多い。

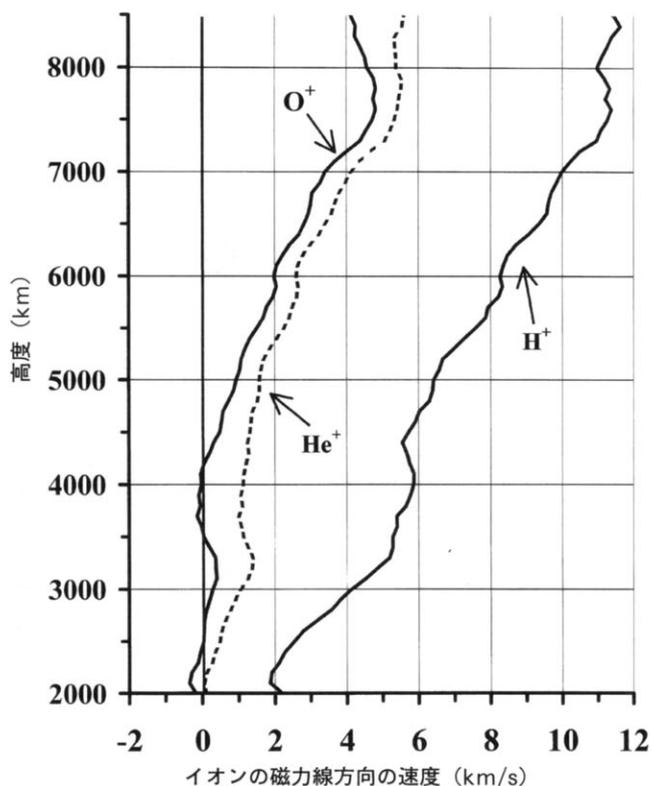


図2 イオン速度の高度分布

Upflowing Ions (Beams and Conics)

10eVから数keVのエネルギーをもつイオンの上向き流。速度分布関数のピークを磁力線方向にもつのがイオンビーム、磁力線に対して垂直方向に存在するものはTAI (Transversely Accelerated Ions)、ピークが両者の中間の角度に位置するものはコニックスと分類される。これらは概ね高度1000km以上のカスプと呼ばれる領域あるいはオーロラ帯で観測される。

Upwelling Ions

1eVから10eV程度のエネルギーをもったイオンの上向き流。夜側オーロラ領域では磁力線に垂直方向の加熱を伴う事が特徴的である他、昼側オーロラ帯やカスプ領域で顕著に観測される。主成分は O^+ であるが H^+ 、 He^+ 、 O^{++} 、および N_2^+ 、 O_2^+ 、 NO^+ などの分子イオンが伴うこともある。2000~6000km高度では速度が1~3km/s程度であるがイオン密度が $10^2 \sim 10^3 \text{ cm}^{-3}$ であるため、単位面積あたりの流束は比較的大きい。

3. Polar windの生成メカニズム

1989年2月に宇宙科学研究所により打ち上げられた衛星「あけぼの」は前述したイオンの流出現象を1000~10000kmの高度範囲で観測している。特にpolar windに関しては他の観測に無比の大量のデータを提供し、現在も観測を継続している。図1, 2に示した観測結果も「あけぼの」による成果の一つである。ここでは、polar windの生成メカニズムに関し簡単に紹介することとする。

地球の高緯度極冠(polar cap)域から伸びる磁力線は磁気圏尾部に繋がっているが、静的圧力勾配によりプラズマは密度の高い電離層から低い磁気圏尾部へと磁力線に沿って流れ出す。このように熱発散過程に基づいて極域電離圏からのプラズマ流出を予想したが、1960年代後半に為されたイオン流出に関する初期の理論であり、それによればイオン流の逸散速度はプラズマの熱速度に近いことになる筈であった。しかしその後、イオンの流速は流体力学的な必然性により超音速になるという理論が示され、プラズマ流はポーラーウインドと名づけられた(図3にその概念図を示す)。一方では太陽放射による中性大気電離によって生成され磁力線方向上向きに運動する光電子と電離層の主成分である酸素イオンの間に存在する磁力線方向の偏極電場がイオンの加速に大きく寄与している、との理論も展開された。この現象は1980年代になって人工衛星による直接観測が可能となり、ポーラーウインドが超音速であること、 H^+ 、 He^+ などの軽イオンのみならず、 O^+ イオンも重要な構成要素となっていること

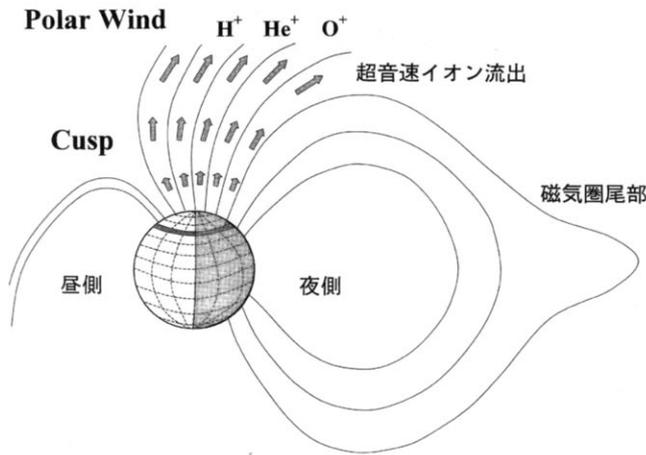


図3 極域電離圏からのイオンの流出

等が示された。

4. イオン流束の総量

極域電離圏に起源をもつイオン流出の出現域と流量は地磁気活動度、太陽活動度、惑星間磁場等により変化する事が知られており、例えば地磁気活動度が活発になるに伴ってauroral bulk upflow, upflowing ionsの発生領域は低緯度方向へ移動、polar windが観測される領域は広がる事が知られている。イオン流が観測される面積を空間的に積分することによって、個々のメカニズムに関しイオン流出の総量を計算することが出来る。表1に示したのはYau and Andre [1997]が最近の衛星観測データをもとに算出した高緯度電離圏から流出するイオン流束の総量である。なお、これらの値は太陽活動度が極大に近い時期の衛星観測データ(Abe et al. [1996]等)をもとにしている。これらの推測値から、例えば地磁気活動度が比較的活発な時期には水素イオンで1日あたり200トン、酸素イオンで400トンの量が電離圏から磁気圏へと流出している計算になる。電離圏F領域においては荷電交換や化学反応によってO⁺イオンが供給されており、酸素イオンの流

地磁気活動度	静穏期(Kp≤2)		活動期(Kp≥3)	
	H ⁺	O ⁺	H ⁺	O ⁺
イオン				
Polar Wind				
極冠	0.9-1.1	0.5-0.7	0.6-0.8	0.6-0.7
オーロラ帯	1.8-2.6	0.8-1.2	3.5-4.0	1.5-2.2
Upwelling ions	~0.5	~2.0	~0.5	~2.0
Upflowing ions				
極冠	0.3-0.5	0.3-1.0	1.2-1.8	3.0-6.0
オーロラ帯	2.0-3.1	1.2-4.1	3.9-6.2	7.0-14.0
合計	5.5-7.8	4.8-9.0	9.7-13.3	14.1-24.9

表1 イオンの流出量 (単位は10²⁵ ions/s)。

出は酸素原子、酸素分子の減少を引き起こす。

5. 「あけぼの」衛星によるイオン流出の観測

「あけぼの」衛星は極域電離圏からのイオン流出を観測するのに適した軌道を飛翔している。この衛星以前にもISIS, DE等の衛星がイオン流出の観測を行ってきたが、「あけぼの」衛星による観測の特徴は高度1000~10000kmにおいてイオンの流速および関連するパラメータを同時に測定出来る事にある。即ち、極域にはプラズマ対流が存在し、磁力線に沿って上方に輸送されるのと同時に水平方向に移動するため、オーロラ領域中のupflowing ion等と極冠域のpolar windという複数のイオン加速メカニズムが混合され、高高度では個々の現象を区別して議論出来ない傾向にあるが、「あけぼの」衛星の高度においては分別が可能である。

イオン流出のメカニズムに関して、最近注目されている話題として、polar wind 領域におけるイオン加速の問題が挙げられる。図1に示したように polar windのイオン速度は非対称性をもち、昼側での風速は夜側に比べ顕著に大きいことが観測から実証されている。極冠域において太陽放射により生成された光電子は磁力線方向に運動し、重い質量によって移動が困難なイオンとの間に電場が生じる。観測データは光電子束の大きい昼側でこの電場によるイオン加速への寄与が大きい事を示唆しているのである。寄与率について、数値シミュレーションでは議論が為されているのに対し、観測面からの検討は未だ為されていなかった。「あけぼの」衛星による観測は、1000~3500km高度においてイオン(H⁺)流出の速度は太陽天頂角と良い相関を示し、角度が小さいとき、すなわち光電子束が大きい時にはイオン速度が大きいことを実証した。これは光電子束がイオン加速に大きく寄与していることを示す重要な結果である。

また、「あけぼの」衛星による観測は地磁気活動度に応じたイオン流出量の変化の様子も明らかにした。表1にその一部を示したように、極冠域のイオン流束は地磁気活動度と相関をもつ。これは地磁気活動度の変化に対応した極冠域プラズマの温度変化、あるいはプラズマ対流による影響と考えられる。また、太陽活動度の変化に対応した流出量の変化は、標準的な活動周期である11年よりも長期の変動を議論する上で重要なデータを提供するであろう。

6. 結言

「あけぼの」衛星等の観測により、極域電離圏から流出するイオンの流出総量はO⁺, H⁺で1日あたり数百トンのオーダーに達するという結果が得られた。現

在地球大気中に含まれる酸素量は O_2 で 3.8×10^{19} molと見積もられており、単純計算では現在の流出率が1億年継続して全体の約2%を消費するという割合になる。但し、電離圏から流出し磁気圏尾部に輸送されるイオンについては、少なくともその一部が何らかのメカニズムによって電離圏へと再流入する可能性も否定出来ない。また、高々10年間の衛星観測データから1億年を推測するのは早計でもある。したがって、ここに示した量のイオンがそのまま地球大気から永久に消失す

るということにはならず、大気環境に与える影響をより正確に議論するためには、観測のエネルギーと領域をさらに広げて、総合的な観測が必要になる。

このような地球大気の長期的変遷といった側面からの興味・議論はさて置いても、低エネルギーイオン加速の存在とその成因は地球物理学的にも重要な興味の対象であり、未解明の問題についての更なる解明が待たれる所以である。 (あべ・たくみ)

お知らせ



★人事異動（教官）

発令年月日	氏名	異動事項	現(旧)職等
		(採用)	
11. 2. 1	おかだ たつあき 岡田 達明	惑星研究系助手	
11. 2. 1	エドワーズ フィリップ Edwards, Philip グレゴリー Gregory	次世代探査機研究センター (宇宙探査センター分野)助手	
		(転出)	
11. 2. 1	高村 禪	東京大学大学院工学系研究科助手	宇宙輸送研究系助手

★シンポジウム

大気圏シンポジウム

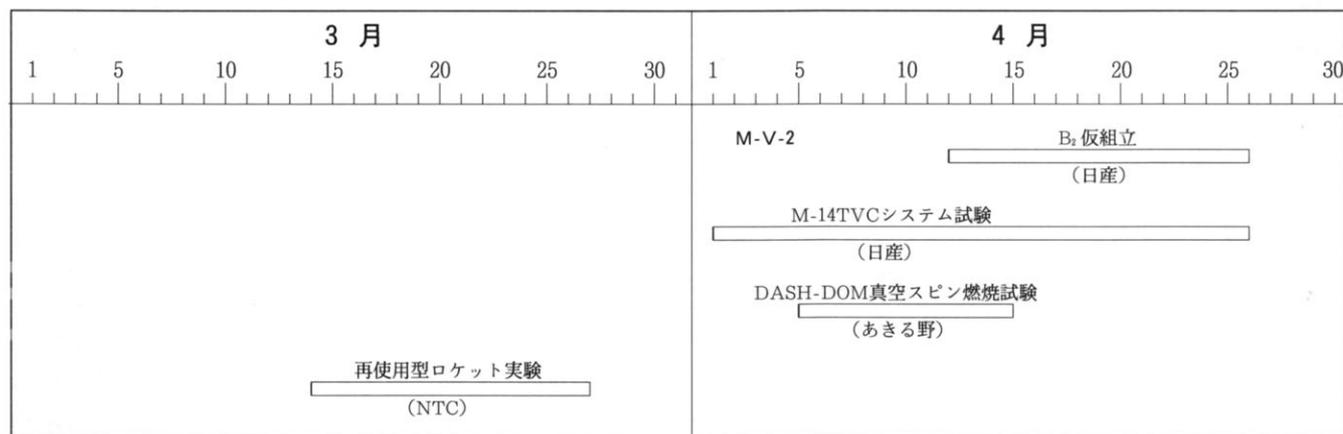
日時：平成11年3月4日（木）～5日（金）

場所：宇宙科学研究所本館2階会議場

問い合わせ先：宇宙科学研究所研究協力課共同利用係

TEL：042-759-8019

★ロケット・衛星関係の作業スケジュール（3月・4月）



★宇宙学校・駒場

さる1月9日（土）、目黒区駒場の東京大学教養学部において、恒例の宇宙学校が開かれた。第1時限は天文学（堂谷忠靖と村田泰宏）、第2時限は太陽系と生命（藤原顕と黒谷明美）、第3時限はロケットと人工衛星（橋本正之と

竹前俊昭）という分担。今年は昨年のように雪はなかったものの、大変寒い朝であり、にもかかわらずそれぞれ332名、293名、198名の参加者を得て盛況だった。今年の質問は、昨年よりも正統なものが多かったようで、講師一同感心していた。目立った質問をあげれば、「宇宙が始まって何秒という言い方があるが、それは



何を時計にしているのか」「地上のアンテナについてはよく耳にするが、ロケット側の送受信装置はどのようなものか」「M-Vロケットをコストダウンする苦勞について聞かせてください」など。なお今年も昨年同様、中村達雄事務部長はじめ教養学部の方々に大変お世話になった。ありがとうございました。(本文敬称略)

(的川泰宣)

★KSC科学衛星追跡管制設備の公開

緋寒桜の咲く内之浦の実験場で、1月29日、KSC科学衛星追跡管制設備の公開が行われた。直径34mのパラボラアンテナとS/X帯の送受信管制設備からなる新設の設備を地元の方々に紹介することを目的としたもので、増當可也町長をはじめとする内之浦協力会の方々、並びにその他地元関係の方々、約40名の参加を頂いた。また、設備の製作・建設を担当いただいた企業の関係者20数名が出席された。10時半に公開は始まり、パラボラアンテナの乗るペDESTAL(架台)内の管制室において、まず設備の製作経過および概要の説明を行い、次いでペDESTAL内に設置された各装置を順に紹介、最後に屋外において、最大速度で駆動されたアンテナの迫力ある動きをご覧頂いた。続いて12時から管理棟において懇談会が持たれ、約1時間にわたって情報の交換が行われた。西田所長、的川KSC所長、設備開発担当者、管理部担当者、KSC職員等によって公開は執り行われた。

(廣澤春任)

★S-310-28打上げ

将来の月・惑星探査のために開発中のレーダサウンダー及び蛍光X線分光計の技術試験を主目的としたS-310-28号機が内之浦から2月2日10時30分に打ち上げられ、実験に成功しました。レーダサウンダーはロケットから電波を発射して周辺や遠方のプラズマからの応答を調べるために以前から使われてきた日本のお家芸ですが、現在火星に向かっている「のぞみ」にも電波高度計としての機能を追加したものが搭載されています。また、宇宙研と宇宙開発事業団の共同プロジェクトとして進められている大型月探査計画SELENEでは月の地下構造探査にも威力を発揮するものと期待されています。蛍光X線分光計は月や惑星表面の化学組成を調べるために宇宙研で新規開発中の観測装置で、MUSES-CやSELENEに搭載される予定です。今回の実験では、ロケットに搭載した標準資料および地球大気による太陽X線の散乱光を観測することが目的です。これらの他にも、電離層の電子密度計測および工学実験としてのパロスイッチの試験も併せて行われました。本ロケットに搭載された観測機器は打上げ後に機

械的な作動を伴うものばかりでしたが、レーダサウンダー用の7mワイヤアンテナ4本の伸展、電子密度計のアンテナ2本、蛍光X線分光計センサーの蓋開けなど、搭載タイマーのシーケンスに従ってすべて順調におこなわれました。なお、今回のロケット実験は所内打上げで、特にKSCの職員が中心的な役割を果たしました。

(向井利典)

★平成10年度第3次大気球実験

平成10年度第3次大気球実験は、平成11年1月20日より1月28日まで三陸大気球観測所において実施された。この期間にBT5型気球1機を放球した。BT5-17号機の実験目的は、冬期の上部成層圏オゾンの高度分布の観測であった。東北大学理学部が開発したオゾン観測器は、放球から観測終了まで正常に動作し、良好なデータが取得された。三陸では、これまで夏期に毎年オゾン観測を続けており、1996年には冬期にも観測を行っている。今回の観測を行ったことにより、夏期と冬期の成層圏オゾンの高度分布の違いの比較や経年変化等を調べることができる。また、1998年同月に鹿児島県内之浦で同様の観測を行っており、緯度によるオゾン高度分布の違いを調べることができるものと期待されている。当初放球を予定されていたBT5-18号機は、地上気象および飛翔前の詳細な検討の結果、地上でのガス充填実験および放球前予備実験に変更した。本気球は、新しい技術で製造された厚さ3.4ミクロンの超薄膜ポリエチレンを用い、試作されたものである。ガスの充填は1月26日、三陸大気球観測所の屋内で行われ、漏れ量の測定および気球の詳細な点検が27日まで継続して行われた。その結果、試作した気球は飛揚に耐える性能が確認されたが、製作法、点検法、取扱い法および放球法に改善すべき点も明らかとなり、今後の実用化への貴重な資料が得られた。

(山上隆正)



★「のぞみ」地球脱出の顛末

火星探査機「のぞみ」は、火星到着が当初予定より4年ほど遅れ、2004年の初めになりました。この経緯を、裏舞台の騒ぎも含めて御紹介します。

「のぞみ」は、去年の7月4日に打ち上げられてから、月・地球を回るパーキング軌道に5カ月半滞在しました。1カ月半かけて行った搭載機器の初期チェックの結果は全て正常で、一部の観測機器は、地球周辺の科学観測を開始しました。その後、2回の月スウィングバイを経て、去年の12月20日に地球スウィングバイと同時に推力500Nの2液メインエンジンを噴射し、火星遷移軌道に乗りました。メインエンジンの噴射は、地球最接近の瞬間（日本時間の20日の夕方5時10分）に行いましたが、このとき「のぞみ」は臼田局からも、また支援を頼んでいたアメリカのDSN局からも視えない時期に当たりました。噴射終了後に「のぞみ」の電波を捕えたDSN局からの情報で、増速が当初予定の430m/sに対して、100m/s程度不足している可能性がでてきました。さらに翌朝から、臼田局でも探査機の電波の受信が可能となり、このことが確認されました。

2液エンジンは、燃料のヒドラジンと酸化剤NTOの両者を混合、燃焼させ、ノズルから噴射することにより推進力を得ます。そのうちのNTOを押し出すために供給するヘリウムガスのバブルにトラブルが発生しました。2液エンジンを使用しない期間、ヘリウムとNTOの間を遮断するバルブです。エンジン噴射に際して、このバルブが十分に開かず、酸化剤NTOの供給が不十分で、推力が不足したということが判りました。

この不足の増速分を補うための追加の制御を、翌21日に行いました。前日以来の徹夜の緊張の末の運用で、「のぞみ」チームの疲労は極限に達し、この運用も苦勞の多いものとなりました。結果的には、近地点の燃料最少点を外した制御のため、予定より多くの燃料を消費したものの、探査機は、火星遷移軌道に乗せることには成功し、チーム一同、ひとまずホッとしました。

当初予定では、今年の10月11日に火星に到

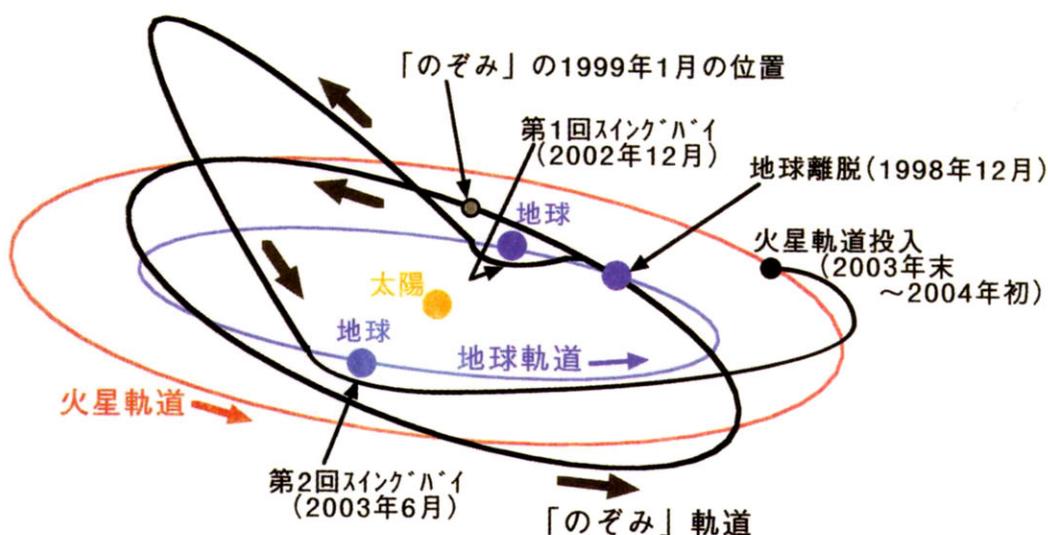
着した時点で、2液エンジンを噴射して、ブレーキを掛け、火星周回軌道に入る筈でした。しかし、地球脱出に際して推進剤を使い過ぎたため、このブレーキ用の推進剤が十分に残っていないことが分かりました。火星には到着するものの、このままでは火星周回軌道には入れないことになります。

一方、軌道計画グループの活躍は目ざましく、地球脱出から2週間ほどの間に、様々な軌道計画を検討しました。検討対象となった案は、火星で1回または2回スウィングバイをするもの、また、スウィングバイに際して、エンジンを噴射するもの、しないものなど十指に余るものです。その中から、火星軌道投入時期、必要な推進剤の量、運用リスクなどの観点から、次のような軌道計画を選びました。（下図参照）

- (1) 近日点が地球軌道、遠日点が火星軌道となる楕円軌道（現状の軌道）を4年かけて3周する。
- (2) 2002年12月に、第1回目の地球スウィングバイ。
- (3) 2003年6月に、第2回目の地球スウィングバイ。
- (4) 2004年初に火星に接近し、推力500Nのメインエンジンを噴射して、火星周回軌道に投入する。

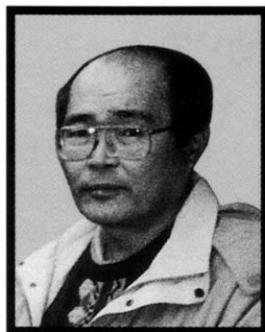
この計画によれば、火星周回軌道投入は4年ほど遅れますが、推進剤に余裕を残して、当初予定していた軌道に入れることができます。

科学の観点からは、火星到着までの太陽を回る軌道での観測が加わることで、太陽活動が低下する時期の火星特有の現象が好条件で観測できること、アメリカの火星探査機（MGS, Climate Orbiter）との共同観測は困難になるものの、2003年に打上げ予定のヨーロッパのMars Expressとの共同観測が可能になることなどメリットもでてきます。（中谷一郎）



佐藤忠直さんを偲ぶ

中谷一郎



今だに信じられないのです。佐藤さん、あなたが、去る1月12日、あんなに急に逝ってしまうなんて。「毎年、人間ドックに行くたびに指摘されるので、そ

ろそろ観念して、肝臓の手術を受けることにしましたよ。1カ月ほど入院してきます。」と、佐藤さんが言っていたのが、去年の暮のことでした。日頃、頑健な佐藤さんが、入院というのは意外でしたが、本当に軽い調子の言葉だったので私も全く心配していませんでした。佐藤さんとの32年におよぶ際き合いで、あなたが、病気で勤めを休んだという記憶がほとんどありません。ヒョロヒョロして、誰が見ても長持ちしそうにない私が、頑健そのものに見えていたあなたの追悼文をこうして書くはめになるなんて、どうしても信じられないのです。今でも、廊下であなたにバッタリ会って、「イヤア、あれは悪い夢でしたよ。」という言葉が聞かれるような気がしてなりません。

佐藤さん、あなたは、昭和39年に発足したばかりの東京大学宇宙航空研究所に就職し、東口先生の研究室に配属されて以来、一貫してロケットの姿勢制御系に全霊を捧げてきましたね。「木筋コンクリー

ト」と悪口を言われていた16号館の、夜になるとネズミが走り回る2階の研究室で、ロケット姿勢の飛翔データを、グラフ用紙に黙々とプロットしていた佐藤さんの姿を思い出します。学生の私には、初めて接する現場の雰囲気として印象的でした。昭和42年のことで、16号館の最新鋭大型計算機は、ハードメモリが1kワード、記録媒体は紙テープ、プロッターは備わっておらず、ロケットの飛翔データは人海戦術で、手作業によるグラフ化に頼る時代でした。

私が大学院を卒業後、研究室を離れ、9年後に、改組された宇宙科学研究所に、職員として戻って来たのが昭和56年。佐藤さんは、相変わらずロケットの姿勢制御系に打ち込んでいましたね。MシリーズやS-520シリーズの姿勢制御系は、あなたが全号機手がけ、駒場や移転後の相模原での嚙合せ試験、内之浦の射場でのCN系総合試験、組立てオペ、フライトオペ等、全てのフェーズで、佐藤さんのヘルメット姿は、現場を離れることはありませんでしたね。冷静沈着で、決してあわてることはなく、ロケット仲間の信頼を得ていた佐藤さん、また、ここ数年はエレクトロニクスショップで所内の多くの人達の支えとなってきた佐藤さんの姿は、私達の心に生き続けていくことでしょう。御冥福を心よりお祈りします。
(なかたに・いちろう)

佐藤さんを偲んで・・・

平山昇司

1月12日午前ある人から佐藤忠直さんが亡くなったと報せを受けた時、4～5日前に元気な姿の佐藤さんに逢っていたので何かの間違いだらうと気にもしませんでした。それから数時間後本当だと知った時、愕然としました。斎藤さん、中田さんに続いてまだ55才と若い佐藤さんまでもが、現役を全うすることもなく志半ばにして逝ってしまわれるとは、本人にとって大変残念だったろうと思います。

私は、およそ25年位前から佐藤さんとお付き合いさせていただいており、共に独身時代には、車でよく色々な所へドライブもしました。また宇宙科学研究所に改組後は、私もロケット実験の班員に参加することとなりより親しくさせてもらいました。内之浦では、共に同じ旅館、同じ部屋と同じ釜の飯を食

べ、共に暮らしたことを、今更のように思い出します。そして趣味なども多岐にわたり、アマチュア無線・写真・車・ゴルフ、特にアマチュア無線は本格的で、実験のたびに部屋の中にアンテナを張りめぐらしては、無線仲間とやり取りしていた姿が目につかれます。

家族思いの佐藤さんからよく子供たちの写真を見せられては、自慢話を聞かされていました。お子さん達のこれからの成長を楽しみにしていただけにご家族のこと、仕事のこと、どれほど心残りであったらう。

心からご冥福を御祈り致します。

(ひらやま・しょうじ)

スリ・ランカの首都を知っていますか？

的川泰宣

スリ・ランカとは「輝ける島」という意味。北海道くらいの面積の島に1700万の人口を抱えている。首都はコロンボと言いたいところだが、実は違う。1984年にコロンボの東10kmにあるスリ・ジャヤワルダナプラに移されている。ただし遷都の途中で財政難に陥り、実際には移ったのは国会議事堂のみ、残りの機能はまだコロンボにあるという。こんなこと、みなさん知っていましたか？

【発端】

昨年5月にウランバートルのAPRSAF（アジア太平洋宇宙機関会議）において、スリ・ランカ代表のデ・アルウィス博士から「来年1月にスリ・ランカの宇宙科学の長期方針を討議する会議があるのだが、日本の宇宙科学の取り組みの概略をそこで話してくれないか」との依頼を受けた。私の「アーサー・クラークに会えるなら行ってもいいな」という望みは、10分だけかなえられた。実はスリ・ランカ唯一の宇宙科学関連の組織は「アーサー・C・クラーク研究所」と称し、彼をパトロンと呼んでいるのである。

それにしてもデ・アルウィス博士が呑気な人で、会議のラフなアジェンダを秋に送ってきたっきり、直前まで何の音沙汰もない。仕方なく秘書の利岡さんは、会場と同じホテルを自ら予約し、空港との送迎を自ら依頼するなど、すべて準備を整えてもらった出発の前日、デ・アルウィス博士からの電子メール、「ホテルを決めたいので、飛行機の便を教えてください」だと。

【到着】

獰猛なテロ組織タミール・タイガーへの不安が胸を横切りながらも、多少は期待をもちながら1月20日成田発。シンガポール航空でシンガポール経由でコロンボに着いたのが23時過ぎ。

ホテルまでのタクシーの運転手さんは、流暢な英語でスリ・ランカがインドに比べていかに勝れているかを吹きまくった。文盲率、貧富の差、水の清潔さなど例をあげればキリがないという。もっとも水についてはついに試すチャンスがなかった。

【会議】

翌22日、眠い目をこすりつつ朝食にでかけると、突如横合いから「的川さん！」と声がかかった。見れば崔順達先生、韓国の人工衛星研究センターの所長である。よく日本にも来られ、一度などは赤坂で一緒に飲み、3時ごろまでカラオケを付き合わされた(!) 御仁

である。会場に入ると、北村先生（東大名誉教授）と小暮先生（京大名誉教授）はすでにご着席。お二人はODAに深く関わっておいでらしい。会議中いろいろと貴重なアドバイスをいただいた。

スリ・ランカに限らず、東南アジアで「宇宙科学」と言えば、圧倒的にリモート・センシングのことである。というわけで自分の発表以外は、白河夜船。ゲスト・スピーカーということで最前列に坐らされていたのが幸いし、私の巧みな船の漕ぎっぷりはあまり気が付かれなかったらしい。もっとも夜のレセプションで「スリ・ランカは時差がわずか3時間なので楽ですねえ」と口に出たのが運のツキ。崔先生から「それにしてはよくおヤスミだったようで」と冷やかされた。

あちらの科学技術庁のお役人と話している時、何気なく「お子さんは何人？」と聞いて後悔した。彼の答えは「8人」。驚く私にたたみかけるように「私の兄は12人 (!!)」

【カーリー】

食事は常にビュッフェ形式。必ず主たる食物はカーリーである。私は1週間カレー・ライスでもOKの人間なので、水を得たサカナのごとしだったが、やはり他の「ガイジン」は参ったようだった。私は、野菜、ココナッツ、牛、豚、豆、魚など何でもござれで、「スリ・ランカの人よりカーリーが好きだ」と笑われた。それにしてもこの国のスパイスは美味である。帰りに空港でスパイスを土産に買い求めたことは言うまでもない。ただし注文した品が一部袋に入っていなかったのはショックで、今回の旅で唯一の不愉快。

【キャンディ】

近くの町キャンディへバスでのツアー。そのデココ道は、かつての大隅高山から内之浦への道路を限りなく思い出させる猛烈さだった。途中立ち寄った象の養護施設（迷子になった子象を養育している）では、水浴びしている20頭ばかりの象を見た。大人の象も数頭いて、オスの象のナニを見た時は、隣の崔先生とともに「見なければよかった」と二人で溜め息をついた。スリ・ランカで最も古いペーラーデニヤ大学をバスで一周したのだが、後で私だけ話が合わなくて困った。この時も白河夜船を懸命に漕いでいたのである。

24日、再びシンガポール経由にて帰国。

(まとがわ・やすのり)



国連主催の宇宙科学会議

槇野 文命

私は国連が主催する「基礎宇宙科学」と題する会議に2度出席した。この会議はNASAとESAの支援で1991年以来毎年開かれているもので、私が参加したのは、1994年と1996年であった。1994年の会議はエジプトのカイロで開かれた。会議の趣旨も良く理解せず、普通の宇宙科学の国際会議かと思って、行ってみると、大違いであった。参加国は米、欧、日の宇宙先進国とアフリカ、西アジア、中米の十数カ国程度であった。先進国といっても限られた分野で、アメリカは惑星協会から数人と他に3人程、ヨーロッパから数人、日本から1人で、多くは地元のエジプト人であった。講演の内容は様々で、何が出てくるかわからないという有様であった。「西アジアにおける宇宙科学」という講演は西アジアのある国の大学で、天文コースを作るのに苦労した話であった。途上国を自称する中国は「中国における宇宙科学」という講演を行い、宇宙研と共同で行った日中共同気球実験を最大の成果として挙げた後、有人衛星を計画しているという驚かせた。地元エジプトは宇宙論のセッションを独占し、むずかしくて私には理解できないセッションが半日続いた。NASAから急拠帰国した教授による衛星のシステム設計に関する1時間の講演、日照や薄明光など、様々な分野にわたって大勢の発表があった。「アブシンベルにおける夕方薄明光の明るさと色の変化」といった題目はこの国にいかにもふさわしいような響きがあった。「ケニアにおける宇宙科学」という珍しい講演もあった。途上国の研究者の中にはヨーロッパやアメリカで研究を行なっている人もいて、その水準は高いものも少なくなかった。惑星協会はマーズパスファインダーやカッシーニ、将来の火星生命探査などについて入れ替わり立ち替わり講演した。ドイツはX線衛星ローサット、日本はやはりX線衛星「ぎんが」、「あすか」の成果を講演した。最も失望したのは、主催者である国連代表者の講演であった。カミオカンデをはじめ世界中の太陽ニュートリノのデータを集め、強度変動の解析を行なって、11年周期があると結論した。太陽の中心から光が外へ出るのに何年かかるかわかっているのか、という質問が出たのは当然である。これで、この会議にすっかり興味を失った。会議の特色は毎日、夕食後

に開かれるワークショップで、途上国の現状や要望を聞くことである。ESAの代表として来ていた私の知人が司会をし、要領良く意見をまとめていた。この席上、日本が途上国援助で天体望遠鏡を供与していることが、高く評価されていることを知った。私はとりあえず、宇宙研の衛星による観測への参加や、データ解析の機会を提供することはできると述べた。彼とはよく、国連の代表者や途上国を話題にしなが、食事を共にした。ある日のワークショップでNASAから火星のボーリング機械の開発が提案され、これにエジプト側が興味を示して細かい質問を繰り返していた。1996年の会議で、実際にエジプトが開発を行なっていることを知って、驚いたものである。国連は要望をまとめて各国へ勧告書として送るだけで、援助をする資金はないということで、国連の無力を改めて知った。

1996年の会議はドイツのボンで主にDARAの援助で開かれた。私はあまり気が進まなかったが、ESAの知人の勧誘もあって出席することにした。ヨーロッパで開かれたせいか、先進国の講演はハッブル望遠鏡による深宇宙探査、重力波観測の現状と将来、ローサットによる全天X線探査、 γ 線天文学など興味深いものが多く用意され、退屈しなかった。日本からは5名の参加があった。私は前回の反省から、途上国も参加できると思い、多波長観測の講演をしたが、反応はなかった。私の講演も含めて、日本の講演に豪華さはなく、天文学途上国という感じであった。毎日のワークショップは開かれず、天文教育に関する報告と討論会が開かれた。日本からの参加者の中にはこの分野の専門家もいて、活発に発言していた。私はもっぱら教育される側として聞いていた。国連の代表者の会議のまとめも何となく空々しく、無力感だけが残った。教育されるべきは国連ではあるまいかと思った。この会議の勧告がどの程度有効なのかはわからない。先進主要国で参加していない国が多くあるし、参加している途上国もほんのわずかに限られている。いつも決まった顔ぶれであることも気になることである。国連が取り上げるべき重要問題は他にいくらでもあるのではないだろうか。(まきの・ふみよし)



毎年人間ドックに行くたびに引っかかるものにγ・GTPの値がある。高い数字を見て医者には必ず「お酒をよく飲むでしょう」と聞く。昔はともかく、今では、缶ビール一本で寝てしまうのにである。とにかく、この頃の医者は検査万能、数字万能である。それはともかく、先日、たまたまテレビを見ていたら、高名なお医者さんが高血圧について話をしていたが、そこで引用されている高血圧の基準データが米国医学会のものであった。素人でよく分からないが、身体機能などと言うものは民族、地域によって変わっているものではないだろうか。たとえば、それが同じであったとしても、世界に冠たる日本の医学会が日本人固有のデータをなぜ出せないのであろうか。もちろん、データはあるに違いない、それなのに、なぜ米国医学会のデータを使わなければならないだろうか？

これに似た話は、戦後（この言葉に実感が持てる人は少なくなったが）の日本中にあふれている。政治（規制緩和）、経済（金融ビッグバン）は言うに及ばず、子供の遊び（フラフープ、ゲイラカイト）から、スポーツ（サーフィン、スノーボード）、自動車のオートマ化、嫌煙権にいたるまで、米国直輸入が目につけてならない。学問、科学の世界でも似たような話が多い。アメリカで始めると、乗り遅れてはならじと間髪を入れずにそれに続く。さらに、実力をつけるための練習と言ってアメリカの計画に便乗して研究を始める。その結果、ただでさえ少ない予算と人材が圧迫されることになり自らの発想で研究をする余裕がなくなってしまう。

わが国のマスコミももう少し自国の研究に関心を持ってほしいものである。イギリスのネイチャーやアメリカのサイエンスに載れば大ニュースとして取り上げられるが、国内の学会誌、研究会の発表から取り上げられることは少ない。原爆展問題で辞任したスミソニアン博物館の館長は古くからの友人であるが、彼があるとき「日本のマスコミは頻繁にわれわれのところに取材に来るが、その度に“お国には世界的な研究所がいくつもあるのに、なぜ、そちらに行かないのですか？”と言っている」と言われて驚いたことがある。

もう一つ、誤解をされると困るが、米国直輸入の言葉で好きになれないものに「納税者への還元」と言うものがある。われわれは税金で仕事をしている以上（実はそうでなくても）、納税者（国民）になんらかの意味で成果を還元しなければならないことは当然であるが、それが国民の「夢」をかなえる研究をしなければならないと短絡されるのは困ったものである。ましてや、アメリカで考えられたような夢を追っかけるなどとなれば論外である。そもそも夢などというものは見ようとして見えるものではない。よかれ、あしかれ（外国では悪夢は夢とは言わないが）、夢は想像や希望などにはお構いなく、勝手に現われるものである。ボエジャーの見た惑星現象、電波やX線観測で発見されたパルサーやブラックホール、ハッブル望遠鏡の描き出す宇宙などは夢にも見たことのないような驚くべき真実ばかりである。勿論、大金を投じて行う事業であれば一般国民の理解と協力がなければ実現しないから、それを得る努力をするのは必要であるし、また義務でもあるが、それが目的で研究が発想されたり、実行されてはそれこそ国民を裏切るものであり、税金の無駄遣いである。

アメリカを真似したくないというのは決してその実力を軽視したり、侮ってはいるからではない。アメリカは過去の膨大な基礎投資の上に研究を進めており、それを支える研究者層、技術者層も桁違いに厚いことを考えれば、単純な真似では勝ち目がないと言うのが本音である。戦後のわが国の繁栄はアメリカ文化の直輸入によるところが大きい。これは経済や実用技術の世界では大成功であったかに見える。しかし、その成功に思い上がった結果がバブルであった。オリジナリティが命の科学、学問の世界で同じ憂き目には会いたくないものである。

正月のお屠蘇を飲み過ぎたせいか、何やらあやしげな文章になってしまった。やはり、医者の方の見たては正しかったようである。自らも襟を正して、身を引き締めなくてはならないと思う年の明けである。

（おくだ・ひろゆき）