

▲姿を現したSOLAR-B構造モデル(撮影：杉山吉昭、本文記事参照)

〈研究紹介〉

宇宙プラズマの秘密を探る ～希薄なプラズマの不思議な振る舞い～

宇宙科学企画情報解析センター 篠原 育

よく宇宙空間は真空だと言われますが「宇宙空間は真空ではなくて、非常に薄いけれどもガスで満たされています。」と聞いても驚く人はあまりいないでしょうか。宇宙空間を満たすガスは、ほとんどの場合、ガスを構成する分子や原子がさらに電子とイオンへとばらばらになった“プラズマ”状態にあります。地球周辺空間では、太陽コロナから吹き出してくる太陽風と呼ばれるプラズマの風や、地球の超高層大気に太陽からの紫外線があたることによってできる電離層のプラズマがその起源です。太陽風は地球軌道付近では密度は数個/ccしかなく、温度は数十万度です。太陽風がどれ程希薄なガスであるかという、一滴の水を日本海全体(約130万km³)にならすことができたとする、その時の水分子の密度が大体数個/ccに相当します。これほどに希薄な気体に何か面白いことがあるのでしょうか？

太陽風の速さは数百km/秒にも及ぶ超音速の流れで、

この流れが時々刻々と地球に向かって押し寄せてきます。地球には固有磁場がありますが、電荷を帯びた粒子で構成されるプラズマは電気伝導度が非常に良いので、地球磁場は太陽風中に閉じ込められることとなります。こうしてできた太陽風中に浮かぶ地球磁場の支配する領域を“磁気圏”と呼びます。磁気圏は太陽風にとって障害物なので、超音速の太陽風の流れが衝突することによって衝撃波が磁気圏の前面に形成され、地球の昼間側の磁気圏は太陽風に圧縮されてつぶれた形になります。一方、地球の夜側の磁気圏は太陽風に引き摺られて長く伸びたしっぽのような形になり、もし磁気圏が目に見えたとしたらまるで彗星のように見えるでしょう(図1)。

以前は、磁気圏は何の活動もない静かな領域だと考えられていました。しかし、人工衛星による宇宙空間の直接探査が始まると、静かな磁気圏像とはまったく異なって、太陽風と磁気圏の間ではエネルギーやプラ

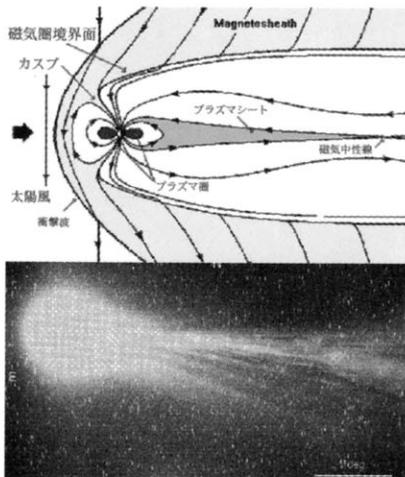


図1：磁気圏の模式図と百武彗星

ズマのやり取りがおこなわれ、磁気圏が非常にダイナミックに変動している様子が明らかになってきました。最も変動が激しい現象としては磁気圏サブストームがあげられます。太陽風中に存在する磁場が南向きの時は、地球の昼間側で地球の磁場と反

平行になるので太陽風と地球の磁場がつながりかわることができ、太陽風のプラズマやエネルギーが磁気圏の中に取り込まれるようになります。取り込まれたプラズマやエネルギーは、地球の夜側の磁気圏（磁気圏のしっぽ）の磁場やプラズマ・シートと呼ばれるプラズマの貯蔵庫に蓄えられますが、この蓄積されたエネルギーがある時爆発的に解放されて発生するのがサブストームと呼ばれる現象です。サブストーム時には磁気圏の構造は大きく変動し、極地方の夜空には鮮やかに激しいオーロラが舞います。こうして激しく変動する磁気圏周辺空間では、オーロラを発光させるオーロラ電子以外にも様々な高エネルギープラズマ現象が発生します。

例えば、プラズマ・シートに蓄えられたプラズマの温度は数千万度～数億度にも達します。この温度はその起源である太陽風のエネルギーから想像されるものに比べてずっと高いものですが、その成因は未だに謎のままです。このように宇宙空間は、高速で流れるプラズマ（＝太陽風）とその障害物（＝地球・惑星）とが相互作用をすることによって、非常に活動的で面白い現象に充ちた空間となっています。私たちの研究対象はこのように“希薄で目に見えない”宇宙プラズマの世界に生ずる激しくて複雑な現象です。学生の頃に読んだ何かの教科書のまえがきに「物理現象の面白さはその質量密度に比例する。」と書いてあったのを覚えています。この言葉は間違っているのでしょうか。

太陽系の惑星間空間を含め、宇宙空間のほとんどの場所は希薄なプラズマで満たされていると考えられています。ですから、宇宙空間で発生している活発な現象を理解するためには、この希薄な宇宙プラズマの性質をよく知る必要があります。宇宙プラズマを特徴付ける重要な性質は“粒子同士が直接衝突しない”こと

です。私たちが地上で接している空気の密度は 1cm^3 あたり1020個もの分子が含まれています。これだけ大きな分子密度をもつと分子同士は非常に頻りに衝突し、素早く熱平衡に至ります。このような場合、統計力学から粒子の速度分布はMaxwell分布になることが知られています。

普通、衝突頻度が大きい数密度の大きいガスの力学を考える場合は局所的には熱平衡が実現されていると考えて、ガスを構成する粒子の速度分布を気にすることなく、熱力学的な取り扱いをします。ところが、宇宙プラズマのようにプラズマを構成する電子やイオンの数密度が 1cm^3 あたり数個以下のようなガスでは、粒子同士が衝突することは非常にまれなことになります。例えば、太陽風の場合、一つの電子が他の電子やイオンと衝突する頻度は約2週間に一度しかありません。このように粒子同士の衝突の効果が無視できるほど小さいプラズマのことを“無衝突プラズマ”と呼びます。無衝突プラズマでは地上の空気のように衝突によって素早く熱平衡に至ることができないので、しばしばMaxwell分布からかけ離れた速度分布（非熱的分布）が実現されます。

それでは、無衝突プラズマの中ではどんな“変な”分布も安定に存在できるのでしょうか？答えはノーです。ここで重要な役割を果たすのが電磁場の波です。プラズマは構成する一つ一つの粒子がプラスやマイナスの電荷を持っているので電場や磁場から力を受けます。逆に、電子とイオンの運動のずれからプラズマ中に電流が流れると電場や磁場が発生します。プラズマの運動と電磁場の変動はお互いに影響を及ぼしあい、切っても切れない関係にあります。プラズマが“変な”分布をしている場合は、その分布が原因で電磁場に波が発生します（プラズマ不安定）。プラズマ中の粒子はその波から影響を受けてその運動が変わるので、次第に速度分布の形も変わっていきます。このプロセスはプラズマの分布が安定な状態になるまで続きます。

“変な”分布を持ったプラズマは電磁場の波を介してMaxwell分布（＝熱平衡）へ近づいていくことになります（図2）。したがって、無衝突プラズマ中では「プラズマ不安定を通したプラズマ粒子と電磁場との相互作用が衝突の代役を務めている」と言うことができますでしょう。

プラズマ不安定は、不安定の源となる“変な”分布の粒子種が電子によるのか／イオンによるのか、分布の形はどうなっているのかなどの諸条件によって、発生する波の特性周波数や波長は様々です。また、これらの関わる不安定の種類によって粒子衝突の仕方も変わります。このような複雑な粒子間衝突の仕掛けが、

無衝突プラズマの理解を非常に困難な（=面白い）ものにしていきます。

粒子間衝突の効果は、前に述べた粒子分布の熱的な緩和という意味以外にも、大局的なプラズマの運動の観点からも重要です。例えば、電流中でイオンと電子が衝突してお互いに運動量を交換することが、大局的には電気抵抗が発生したことに相当します。電気抵抗の発生はジュール加熱や磁場拡散の原因となって大局的なプラズマの運動に影響を及ぼします。無衝突プラズマ中では、プラズマ不安定に起因したイオン-電子間衝突によって電気抵抗の効果が表れることとなりますが、そのモデル化は容易なものではありません。

空気や水のような流体の運動を考えると、私たちは普通、流体力学の理論を用いて一つ一つの分子の運動は問題にしません。同じように太陽風だとか磁気圏だとか、プラズマの大局的な運動を調べるときには、磁気流体力学の理論を使います。例えば「磁気圏の形」とか「磁気圏内でのプラズマの対流運動」などについては磁気流体力学でよく理解することができると言われています。しかし、粒子の運動の効果を無視する流体理論では前に述べた電気抵抗のような散逸効果の原因を直接含むことができません。

これまでのプラズマ物理学では、プラズマ不安定の理論から導かれた電気抵抗などの輸送係数（粘性、抵抗、熱伝導）モデルを磁気流体力学の式に繰り込むこ

とによって、無衝突プラズマの大局的な振る舞いを調べてきました。実際、これらの輸送係数を無視する散逸の無い理想磁気流体力学の取り扱いだけでは、異なる二つのプラズマ領域間（太陽風と磁気圏）の相互作用がまったく無くなってしまいますので、流体理論を使う限り、どうしても輸送係数のモデルが必要となります。もしこの方法が正しいならば、これらの輸送係数を正しくモデル化することができさえすれば、いちいち複雑なプラズマ不安定の詳細に立ち入らずに、プラズマの大局的な運動を正確に知ることができるようになります。しかし、実はプラズマ不安定を通しての散逸効果を流体力学的な輸送係数といった形で表現することが、無衝突プラズマの散逸過程の本質を捉えているかどうかは必ずしも自明ではありません。そもそも、宇宙プラズマ中には様々な非熱的な粒子加速現象が観測されており、これらの現象は磁気流体力学的に理解することは不可能です。

プラズマ不安定の効果を磁気流体力学の輸送係数として表すことができるための一つの条件は、流体力学的な大局的なプラズマの運動に対してプラズマ不安定の時間・空間スケールが十分に分離できることです。ところが、時間・空間スケールが十分に分離できている場合でさえ「プラズマ不安定とその背景となる流体力学的な構造の時空間発展が場合によってはお互いに強く影響を及ぼしあうこと」が、最近の私たちの計算機シミュレーションの結果から判ってきました。内容について詳しく紹介をする紙面はありませんが、重要なことは、①それ自体は散逸効果を生じない流体力学的な運動と散逸に関わるプラズマ不安定とが結びついて、②プラズマ不安定の理論から予想されるよりもずっと大きな散逸をもたらし、③磁気流体力学の構造をも変化させ、④一部に非熱的電子加速が発生した、ことです。このような現象は、明らかに磁気流体力学では記述できません。宇宙プラズマの特性をより正しく理解するためには、私たちはもっとこれまでの磁気流体力学的取り扱いに疑いの目を向ける必要があります。

以上に述べてきたような宇宙プラズマの性質を研究するためには、プラズマの速度分布の形やその場の電磁場の変動を高精度に知ることが非常に重要です。この点において「リモートセンシング観測」や「地上プラズマ実験」による研究よりも「計算機シミュレーション」と並んで「人工衛星による宇宙空間のその場観測」による研究が有利です。GEOTAIL衛星は地球磁気圏のプラズマの速度分布を12秒に一度観測していますが、GEOTAIL衛星の最大の成果の一つは、磁気流体力学の枠組みを超えたイオンのダイナミクスを明らかにしたことでした。実際、観測されたイオン速度分布から

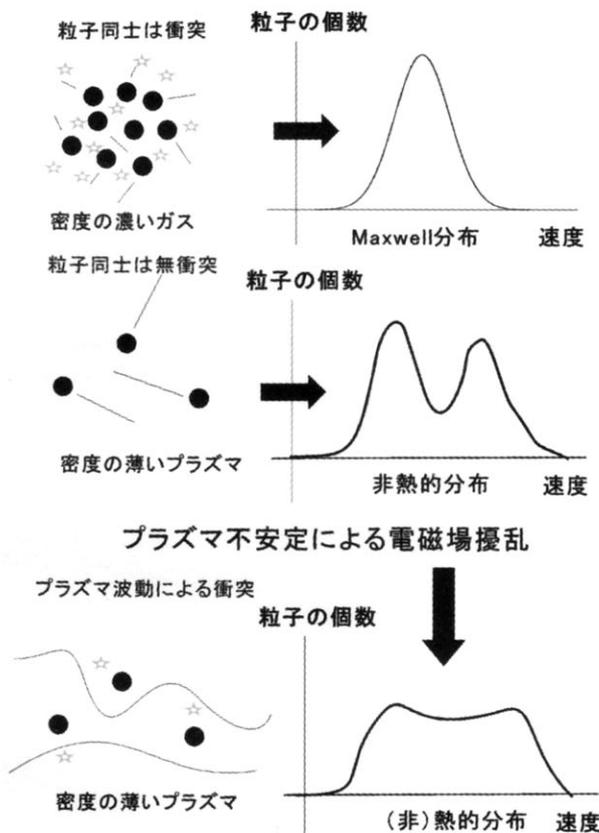


図2：粒子の衝突と速度分布

は、イオンが流体としてではなく粒子として飛び交っている姿が浮かび上がりました (図3)。

しかし、GEOTAIL衛星の時間分解能ではイオンのダイナミクスを観測するので精一杯で、電子のダイナミクスは未知の世界のまま残されました。GEOTAIL

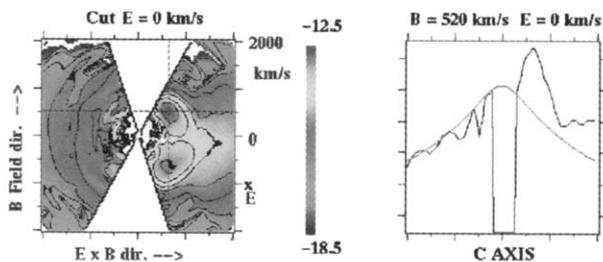


図3：GEOTAIL衛星が観測した粒子として振舞うイオンの速度分布関数

衛星の成果の延長として、私たちは2010年頃の打上げを目指してSCOPE (Scale Coupling in Plasma Environment) プロジェクトの立案を開始しています。この計画では、複数衛星による編隊観測と超高時間分解能 (GEOTAILの1/1000) の電子分析器を観測の核として、電子のダイナミクスまでを詳細に観測することによって、これまで計算機シミュレーションでしか扱えなかった宇宙プラズマの散逸過程の実態に迫ることを目指しています。SCOPE計画による実証的サポートを得ることができれば、これまでの磁気流体力学を超えた、新しい宇宙プラズマの普遍的な記述体系を得ることができるのではないかと期待しています。

(しのはら・いく)

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)	
14. 7. 1	山崎典子	宇宙圏研究系助教授	
"	白石浩章	惑星研究系助手	

★ロケット・衛星関係の作業スケジュール (7月・8月)

	7月	8月
相模原	M-V-5 嚙合せ試験 22	
		MUSES-C 総合試験 (10月まで)
内之浦	ASTRO-F FM 一次嚙合せ試験 31	
	S-310-31・32 フライトオペ 21 28	M-V-5 第1組立オペ 19 (9月3日まで)
三陸		第2次大気球実験 19 (9月5日まで)

★シンポジウム

磁気圏電離圏シンポジウム International Symposium celebrating 10 years of GEOTAIL observations

開催日：7月24日-26日

場所：宇宙科学研究所 本館2階会議場/相模原市立博物館

アストロダイナミクスシンポジウム

開催日：7月29日-30日

場所：宇宙科学研究所 本館2階会議場, 本館1階入札室

第35回月・惑星シンポジウム

開催日：7月31日-8月2日

場所：宇宙科学研究所 本館2階会議場

問い合わせ先：

宇宙科学研究所管理部研究協力課
共同利用担当

TEL.042-759-8019



★平成14年度第1次大気球実験

平成14年度第1次大気球実験は、平成14年5月14日から6月4日まで三陸大気球観測所において実施されました。放球した気球はBU5型1機、BU60型1機、B15型1機、B30型1機、B80型1機の計5機でした。なお、当初実験を予定していたBT5-21号機は、上層の風が実験に適さなくなったため、平成14年度第2次大気球実験に延期しました。

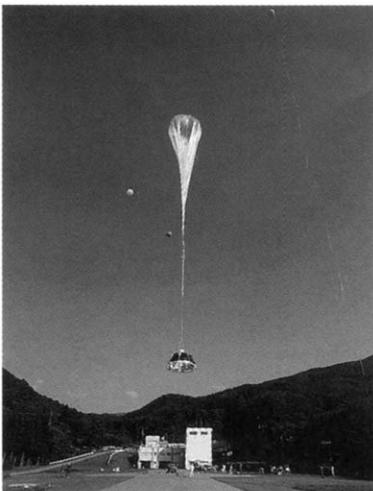
BU5-1号機は、気球工学部門が気球および観測器を確実に回収するシステムの一環として開発した軽量小型GPSアルゴスシステムの性能試験を目的として行われました。NOAA衛星を介した試験は良好で所期の目的を果たすことができました。

BU60-1号機は、気球工学部門が重量10kg程度の観測器を高度50km以上まで飛翔させるために開発した容積60,000m³の超薄膜型高高度気球の初めての飛翔性能試験を目的に行われました。気球は平均速度265m/分で正常に上昇し、最高高度53.0kmに達し、飛翔実験は成功しました。今回到達した高度53.0kmは、これまでの世界最高高度51.8kmを30年ぶりに更新するものとなりました。

B80-7号機は、国立天文台が新たに開発したCdTe検出器16台により、太陽フレアから放射される硬X線スペクトルを精密に観測することを目的として行われました。飛翔中、観測器は正常に動作し、15時30分頃にはM1.2クラスの太陽フレアの観測に成功しました。この結果、粒子加速のメカニズムを解明することができると期待されています。

B30-70号機は、神戸大学および高エネルギー加速器研究機構が中心になって計画している南極周回気球実験

に用いられる大型太陽光発電システムの性能試験と、上昇時・下降時のエアロダイナミクスの検証を目的として実施されました。飛翔中の太陽電池システムの発電量と各部の温度の測定を行い、搭載システムが期待通りの性能を有すること



を実証すると同時に、打上げからパラシュートでの降下中に至る間の太陽電池構造体の挙動をビデオカメラにより詳細に観察することができました。

B15-83号機は、国立極地研究所および宇宙科学研究所が計画中である、今年度12月末から来年1月にかけて昭和基地より放球する南極周回気球の予備実験を兼ね、日本周辺の低周波帯電磁環境データを測定することを目的に実施されました。大型気球を一周する直径40mの巨大なループアンテナの感度や、上空で巻き下げ装置により100m離れた観測器の上下間無線データリンク等に関する貴重なデータが取得できました。

(山上隆正)



世界記録達成を喜ぶスタッフ

★M-V-5号機の噛合わせ試験始まる

M-V-5号機の噛合わせ試験が構造棟で始まった。6月14日から機材の搬入が始まり、18日までに大物の搬入を終了、19日には全員打合会が開かれた。2年10ヵ月ぶりのM-Vロケット噛合わせ試験であり、この間退職された方もいる。新しいメンバーに加え、久しぶりの噛合わせ試験に若返ったように喜々として働く若いとは言い難い面々に頼もしさを感じた。慎重な試験の実施を経て、4号機の不具合を確実に乗り越えたいと思う。今後、机上配線チェックの後、7月1日には計器、



計装の組込みを終了し、振動試験や各種動作チェックを7月18日まで行い、22日に撤収を含めて噛合わせ試験を終了する計画である。11月末から12月にかけての打上げに向けて、8月には第一組立オペレーション、9月には第二組立オペレーションが始まる計画である。
(小野田淳次郎)

★M-V-5号機M-34伸展ノズル機能試験

5号機用のM-34伸展ノズルの機能確認試験が5月27日～5月31日の期間で構造機能試験棟において行われました。本試験は、実機の機能確認を目的として行ったもので、手順は試験条件の制約からノズルの伸展試験と伸展後のDHS(ダブルヘリカルスプリング)の投棄試験とを分けて行いました。ノズル伸展試験は、摺動部やロック部の抗力及びノズル伸展部を拘束しているマルマンバンドの作動状況、伸展時の速度や歪みデータの取得、摺動レールの投棄状況の調査を行いました。DHSの投棄試験では、DHSを拘束しているマルマンバンドの作動状況及び投棄時のノズルとの干渉状況の調査と投棄速度データを取得しました。

試験の結果は、第一回の伸展試験において地上系設備の調整不足による火工品の不点火という問題がありましたが、幸い実機には何ら問題がなかったため、その後の試験は順調に進みました。得られたデータについても、開発試験から飛翔実績のある3機分の機能確認試験までの取得データと良く一致していることから、本試験の結果は良好なものであったと判断しています。この結果によりM-34伸展ノズルは、次行程の噛合わせ試験、第一、二組立オペレーションへと進み、11月に予定されている飛翔試験を迎えることになります。
(安田誠一)

★S-310-31,32号機噛合せ

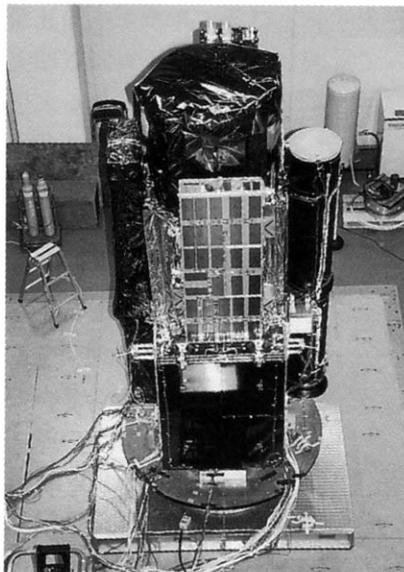
主として夏期の夕方から夜半にかけて高度約100km付近に出現するSporadic E層は重イオンが薄い層に集積する事によって発生すると考えられています。日本の上空において観測されるSporadic E層において地上からのレーダー観測により準周期的なレーダー反射波の強度変動を起こす事が90年代初頭に京都大学のグループの観測により明らかになりました。しかしながら発生メカニズムについては未だ解明されていません。この発生メカニズムを解明するためにはロケットによる直接観測、地上からの光学観測・レーダー観測等多角的な観測を行う必要があります。多角的な観測によりSporadic E層の発生メカニズムの解明を目指すS-310-

31, 32号機(SEEK-2)の噛合わせ試験が5月21日より6月13日の間に構造機能試験棟で行われました。このロケット実験は1996年に同様の目的で行われたS-310-25, 26号機(SEEK)ロケット実験によりSporadic E層に関して全く想像をされていなかった事が明らかになった事を受けて再度実験を行うものです。2機同時の噛合わせで、M-V-5号機や衛星の試験との関連で環境試験などが固定されており、なかなかタイトな日程でしたが、何とか無事終了しました。今後は6月25-27日の再本組みを経て7月27日からの打上げに備える事になります。
(早川 基)

★SOLAR-B構造モデル現る

SOLAR-Bは可視光、X線、極端紫外光を用い、各波長帯で、これまでにない角度分解能で、太陽を同時・連続観測します。日米英の国際協力の下、各国で設計・製作が進んでいます。これまでに、各望遠鏡、バス部の構造モデルが製作され、構造モデル試験のため5月のはじめに試験スタッフ共々、宇宙研に結集しました。組み上がり、勇姿を現した衛星(写真)は想像以上に大きく迫力があります。バス箱の上に可視光磁場望遠鏡とその焦点面パッケージ(中央)が鎮座し、これをX線望遠鏡(右)・極端紫外望遠鏡(左)が、さながら太刀持ち・露払いという格好で取り囲んでいます。

振動・衝撃、音響試験は、各装置がM-Vロケットの打上げに構造的にも、光学性能的にも耐えることを確認することが目的です。打上げ環境を模擬する振動・衝撃を宇宙研飛翔体環境試験棟の加振機にて、音響環境を三菱電機鎌倉製作所の試験設備にて加えました。これらの前後で各望遠鏡間の指向方向に変化がないか、アライメントキューブを用いて測定します。また、要



となる可視光磁場望遠鏡では、ガラス製の鏡が実装されており、干渉計を用いた測定により光学特性の検証が行われます。秒角をしのぐ姿勢安定度を達成する上では、モーメントホイールなどの機器が生み出す微小な擾乱を把握する必要があります。

そこで、微弱な振動を検出する加速度センサを用い、微小な振動が構体を伝達するのを測定します。構造モデル試験は7月まで続きます。(松崎恵一)

★ESA-ISAS 2機関会議

標記会議が6月15日に宇宙研で開かれた。ESAからは、科学局のD. Southwood局長、科学調整室のG. Cavallo室長を始め6名、宇宙研からは松尾所長、松本企画調整主幹を始め12名、文科省調査国際室から岡本室長補佐が参加した。

ヨーロッパの方々の参加するこの種の会議として極めて異例なのは(宇宙研ではちっとも珍しくないが)、土曜日を終日潰して行われたことで、ESAの6人の参加者のうち4名は、木曜、金曜に移動、土曜に会議、日曜に移動、月曜日から通常勤務ということであった。この会議の計画段階で、松尾所長が、予め日程の調整の難航を予想して「こちらは週末でもよいが」と一言添え書きをしたら、たちまち土曜日に決まった経緯があった。ワーカホリックは日本の専売ではなさそうだ。

科学衛星のESAとの協力関係は広範かつ深く、議題はBepiColombo(水星探査)、ASTRO-F(赤外線天文)、Mars Express、のぞみ(火星探査)、Venus Express、PLANET-C(金星探査)、SOLAR-B(太陽観測)、VSOP(電波天文)、XEUS(X線天文)、SELENE-B(月探査)など極めて広い範囲に及んだ。今後も一層、

密な協力関係を進めることが確認された。

会議が終わった後、短時間の施設見学を行ったが、MUSES-CとASTRO-Fのフライトモデル、SOLAR-Bの機械モデルという豪華な役者が勢揃いし、これまた極めて異例の状態、ESAの参加者を喜ばせることができた。日本側は国際調整課の裏方の方々による、日本流のきめの細かな支援を得て、水ももらさぬ会議運びにESA側より”Extremely well-organized meeting!”というお褒めの言葉を頂戴したが、単なる外交辞令ではなかったようだ。(中谷一郎)



3 機関統合の現状

今年3月に結審した青山副大臣のものと宇宙3機関統合準備会議の報告を受け、新宇宙機関発足に向けての具体的な作業が進んでいます。宇宙3機関側では毎週定例で幹事会を開くとともに各種ワーキンググループを立ち上げ、宇宙新機関の組織の検討を精力的に行なっています。また、文部科学省の統合準備室と適宜連絡会議を持ち、お互いの検討状況のすり合わせを行なっています。

具体的な検討課題としては、個別法の具体的内容、統合後の社会保険制度の在り方、新機関の職制、想定されている四本部の機能の振り分け、中心となるヘッドクォーターの組織設計等々さまざまです。議論は着実に進んでいるものの決着にいたるまでには様々な課題が山積しているのが現状です。

宇宙科学研究所は、統合後は四本部の一つの宇宙科学本部(仮称)にその大部分が移ります。宇宙科学本部は宇宙開発事業団及び航空宇宙技術研究所か

ら異動する一部の方達をもその構成員として加え、大学共同利用機関の性格を維持しつつ引き続き宇宙科学研究(理学・工学)及び大学院教育を担当することになります。一方、類似機能の統合による効率化の観点からM-VはH-2Aとともに、基幹システム本部(仮称)でロケット打上げが一元的に行われることになります。その他にも3機関の間で施設、人の異動がいろいろ検討されています。宇宙科学研究所としても今回の統合を機に組織の在り方を見直し、宇宙科学の更なる発展を目指す体制を作るべく、鋭意議論を進めているところです。

ところで、統合時期ですが、今のところ今秋の臨時国会に法案提出、平成15年10月1日新機関発足と想定されています。あと、一年ちょっとしかありません。大変厳しいスケジュールですが、日本の宇宙開発の将来をになう素晴らしい新宇宙機関が立ち上がるよう、一層の努力をつくしたいと思います。

(松本敏雄)

第3回ダストプラズマ物理国際会議がナタール大学の主催で、5月20日から24日まで、南アフリカのダーバン市で開かれた。ナタールとはクリスマスの意味であることは知っていたが、ヴァスコ・ダ・ガマが12月25日に当地に上陸したからだそうである。成田からシンガポールまで6時間、ここで乗り継ぎのため7時間待たされ、ヨハネスブルグまで10時間半、さらに国内線に乗り換えて1時間、やっとダーバンのルイボッタ国際空港に到着。浜辺に面したホリデーインホテルが会場である。時差のため早く起きてしまい、部屋の窓から海を眺めると、まさに日の出の時刻で茜色の御来光を楽しんだ。

2回目の会議は、宇宙研のスペースプラズマ専門委員会の主催で3年前の5月に箱根で開催されている。この3年間でダストプラズマの研究はますます盛んになってきたようだ。ドイツのマックスプランク研究所は国際宇宙ステーションにダストプラズマ装置をのせて、無重力下で実験を行った。そして、地上の室内実験では重力のため二次元的な微粒子の結晶しか出来ないのに反して、三次元的な結晶構造を生成するのに成功した。また、プラズマの中にボイドと呼ばれる微粒子の存在しない領域が出来たことを発見した。また、米国コロラド大学のグループは、木星の磁気圏のトラスプラズマの成分はダスト粒子によって影響されていると報告した。南アフリカが日本や米国から遠いために参加者の数は、百名程と少なかったが、活発な討論と議論が行われ、ダストプラズマの今後の更なる発展が感じられた。

南アフリカの面積は日本の3.3倍、人口は約3,400万人、気候は温暖で、ダーバン市の夏の平均最高気温は、27度で冬のそれは22度である。前南アフリカ大統領マンデラ氏はこの国を「虹の国」と呼んだ。また東京の南アフリカ大使館が発行しているパンフレットには、南アフリカ：「一つの国に世界がある」のキャッチフレーズが書いてある。まず海、サーフィンの世界大会が開かれるということで浜辺では若者達がサーフィンを練習していた。次に山。アフリカには、平らなサバンナばかりでキリマンジェロ山の他には、高山はないと思っていたら、ダーバン市から100km程内陸に入るとドラケンスベルグと呼ばれる3000m以上の山脈があるのには驚いた。和菓子のようなプロテアの花がたくさん咲いていると言う。

水曜日の午後に恒例の遠足があった。箱根での会議の時も水曜日の午後が遠足で、月、火曜日と雨続きでこれでは大涌谷からの富士の眺めはだめかと心配していたが、運良く晴れてくれて外国からの参加者に喜んでもらった。その後、木、金曜日とまた雨になってしまい、参加者を会議場に閉じ込めることになった。

ダーバン市から、50キロメートル程のタラ動物保護区にバスで出掛ける。到着するとトラックに分乗して動物見物。なだらかな丘のアカシア林と草原に縞馬、ダチョウ（オーストラリアの友人が、英語名がOstrichで、オーストラリアのダチョウはEmuと呼ぶと教えてくれた）、白犀、インパラ、沼では河馬の群れが水面から目だけを出してこちらを見ていた。続いて保護区内のレストランで晚餐会が持たれた。やはり南アフリカ産のワインがおいしい。ワインは南のケープタウン地方で生産されている。また、色とりどりのきれいなビーズの首飾りをたくさんかけたズールー族の人たちが太鼓と踊りを披露してくれる。コーヒー畑は南アフリカにはないようで、その代わりに紅茶を生産している。

ダーバン市にはインド系住民が多い。労働力のためにインドから移住してきた人々の子孫である。例えば、中華料理店に入ってみるとコックからボーイまでインド人で面食らってしまった。ガンジーは南アフリカで始めた無抵抗主義の成功の後、インドに渡ったのである。勿論、黒人も多い。8年前に南アフリカはアパルトヘイト（黒人隔離政策）を廃止した。しかし、失業率は3割もある。そのためであろう、ヨハネスブルグは旅行者にとって非常に危険な町となっている。アパルトヘイトをやめて国は良くなったのかと白人に尋ねると、黒人にとっては良くなったが白人にとっては悪くなったと答えた。この国にはエイズ患者が多く、またアメリカで生産されるその治療薬が高いため国の大きな問題となっている。

日本とは異なった問題をかかえている南アフリカ。ケープタウン、海、山、動物、ワイン、それ故、観光国を目指しているようだ。しかし、その遠さ故、旅行好きの日本人も訪れる人は少ない。ホテルの前の歩道にテントをだして、人形や動物の木彫、ガラスビーズなどを、赤ん坊に乳を含ませながら売っていた黒人の笑顔が何故か忘れられない旅でもあった。

(なかむら・よしはる)



宇宙環境利用の優等生；無容器プロセッシング

栗林一彦

材料プロセッシングにおける無重力環境の効果，つまり宇宙でさまざまな材料をつくることの意義をキーワードで表せば，「無対流」「無容器」「高真空」の三つになる。無対流は文字通り密度差に起因した対流がなくなることで，無容器は液体の保持に容器が要らないこと，高真空とは地上の実験室では得られないような大空間の高真空領域のことである。

融液を冷やすと融点で凝固するというのは，熱力学的に平衡な場合であって通常は大なり小なり過冷する。これは凝固には核生成を伴うからであって，核生成のための駆動力，つまり過冷却が必要なことを意味している。過冷却が大きい場合，通常とは違う物質が得られる可能性があるが，これは極めて難しい実験となる。というのは地上重力下では融液の保持にルツボ（容器）が不可欠であり，容器を使うと容器壁そのもの、あるいは容器壁から混入した不純物が核生成の優先サイトとなるからである。この点，液体の保持に容器を必要としない無重力環境は，新物質や高品質物質の創成の格好の場であり，この点から，容器を使わずに物質を融かしたり固めたりする無容器プロセッシングは，宇宙環境利用の優等生と目されるようになった。

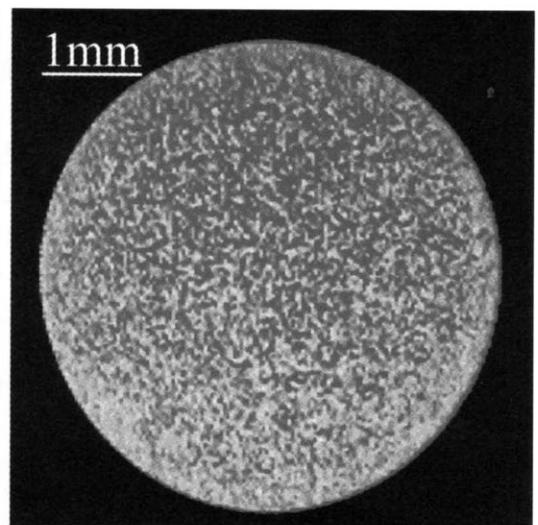
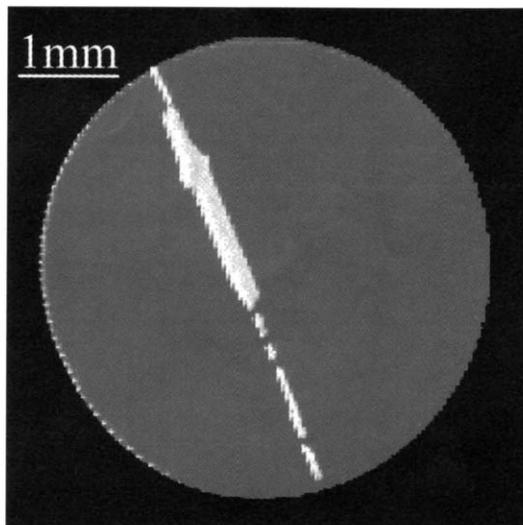
ところが，筋書き通りには運ばないのは無容器プロセッシングとても例外ではなく，宇宙実験の機会はなかなか訪れてこない。業を煮やした研究者は，自らの手で試料を空中に浮揚保持することを始めた。彼らは電磁力，ガス流，音圧，静電場，磁化力等々，さまざまな手法を用い，金属，半導体，セラミックスなど，さまざまな物質を空中に浮遊保持し，加熱，融解，凝固を試みた。筆者もその一人であり，「浮かない話が多い昨今，せめて研究ぐらいは浮いた話にしよう」といいながら，もっぱら浮いた浮かないに憂き（浮き？）身をやつしている。

話を本線に戻して，

無容器プロセッシングの実験例を示そう。空中に浮いた液体は表面張力により丸くなり，そのまま固めれば球形の単結晶が得られるはずである。ところが，多くはそうはならない。理由は多くの物質では固まる際の界面がでこぼこ，というよりぐしゃぐしゃになるからである。図は空中に浮いた直径5mmのシリコンの液滴が固まる瞬間を高速ビデオで撮影した写真である。左は融点より50度低い温度で固まる際，右は130度低い温度で固まる際の像であり，白い部分はすでに固まった部分，灰色の部分は未だ固まっていない部分である。

両者の違いは明らかであり，左図では線状（3次元的には板状）に固まり次第に線幅（板厚）が大きくなるのに対して，右図では小さな結晶がばらばらに生成する。単結晶化には左図のような結晶化過程が適していることは明らかである。裏返せば，固まる温度を巧く制御してやれば球状の結晶が得られることになる。これは試料を空中に浮遊保持すれば造作もないことだが，一個一個作っていたのでは非効率きわまりない。そこで筆者は，空中浮遊の代わりに液滴の自由落下による量産を試みることにした。すなわち特殊実験棟に設置したドロップチューブを使ってポタポタと液滴を落下させ，一定の温度で固まる工夫を施してやれば，1時間に1万個も可能になる。現状は未だ道半ばの感が濃い，いずれISAS発の初のベンチャービジネスへと，夢だけはどんどん膨らんでいる。

（くりばやし・かずひこ）





越 後

北 原 勇

お陰様で、私の手元に郵送して頂いたISASニュースも、早いもので13冊となりました。最新号(4月号)で、遠山文部科学大臣の視察を拝読し、MUSES-C、SOLAR-Bの衛星実機をご覧頂いたことは、宇宙研にとって誠に有意義な機会を作られたと感じておりました。そんな折り、編集委員長の川先生より執筆のお声がかかりましたので、気の向くままパソコンに向かっています。

突然ですが、W杯の、韓国での開幕戦に続き、日本での第一戦(アイルランド対カメルーン)のキックオフ会場は? 正解は、新潟スタジアム(ビッグスワン)でした。我が国で唯一の新幹線「新潟駅」から歩いて行ける距離(少し遠いですが)にある、サッカー場です。

間もなく梅雨入りを迎えようとしている「新潟」のPRを少し。北西に日本海を有し、夕日が水平線に沈む光景を望み、日本で一番長い川「信濃川」と「阿賀野川」等の大河が海岸に流下して関東平野に次ぐ広大な越後平野を形成し、一大穀倉地帯となっている。

県花「チューリップ」、県木「雪椿」、県鳥「朱鷺」、人口約250万人(20市56町35村)、県名の由来「信濃川の河口の中州に新しい内湾(潟)が形成されたことにちなむ」。ちなみに現存する「潟」は、鳥屋野潟・福島潟・佐潟(SAKATA・ラムサール条約登録湿地-特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約-日本国内10番目)・御手洗潟・清五郎潟・上堰潟等、各それぞれの「潟」には渡り鳥が飛来するため、それらの保護・観察のため、環境が整備されており、必見をおすすめしたい。

新潟県の特徴の一つに「裏日本」と言う概念が定着されているが、これは「表日本」と言う概念が、明治中期以降急速に進んだ結果と県の歴史には記されている。明治23年に開設された帝国議会に、新潟県は何と全国最多の13人の衆議院議員を送った。言わずと知れた府県別人口が全国一だったからである。3年後、三

多摩地方を編入した東京府に抜かれ、大正初期には6位となった。これは県内に多発した大水害の疲弊が直接的な原因なのかも知れないが、例えば、鉄道の開通の遅れ、港湾整備の遅れ、高等教育については、官立の高等学校や専門学校のほとんどが太平洋側で、日本海側には金沢の第四高等学校と医学専門学校があるのみで、新潟県では、明治の終わりに新潟医学専門学校が設置された。このように日本海側の地域は、開発の遅れと、人口の流出が進んだ。

県人氣質として「規則正しい、親切、誠実、堅実、粘り強い、きまじめ」ないっぽう「消極的、とっつきにくい、陰気、淡泊、弱気」(社会心理学者 宮城音弥評)、「粘り強く、勤勉だが地味、しかし実利的面もある」(文化人類学者 祖父江孝男評)。県内をドライブしてこの様に、感じたことが多い。

新潟市は現在人口約52万人(相模原市より一割強少ない)で近隣の市町村との広域合併の論議を深め、政令指定都市化を目指している。

最後のPRとして、「いも焼酎」の投稿には不謹慎かも知れませんが、日本酒の代表的な銘柄を「越乃寒梅」「八海山」「上善如水」「久保田」「雪中梅」「鶴の友」「北雪」「吉乃川」「張鶴」「麒麟山」「越後鶴亀」「菊水」「清泉」「米百俵」等。日本海の海の幸を肴に一献。—ごちそうさま—

この紙面をお借り致しまして、3年弱の宇宙研での勤務の間、宇宙研及び共同研究されていらっしゃる教職員、学生の皆様よりのご支援に心より御礼申し上げますと共に、間近に迫ったMUSES-Cの打上げの成功を新潟の地よりお祈り申し上げます。

(新潟大学経理部長 きたはら・いさむ)



「星の王子さまに会いにいきませんか」キャンペーンも世界中からの応募で盛り上がりました。MUSES-Cの打上げが待たれますね。

(周東)

ISASニュース

No.256 2002.7

ISSN 0285-2861

発行：宇宙科学研究所(文部科学省) ☎229-8510 神奈川県相模原市由野台3-1-1 TEL 042-759-8008

The Institute of Space and Astronautical Science

◆本ニュースに関するお問い合わせは、上記の電話(庶務課企画・広報係)までお願いいたします。(無断転載不可)

*なお、本ニュースは、インターネットでもご覧になれます (<http://www.isas.ac.jp>)。