

〈研究紹介〉

宇宙機器用耐熱複合材料

宇宙科学研究所 八田 博志

はじめに

宇宙開発の成功は、各種耐熱材料の開発によるところが大きい。スペースシャトルを例にとり宇宙用構造体における耐熱材料の重要性をまず考えてみたい。

スペースシャトルの外壁は、急激な温度変化（打ち上げ時には950℃、宇宙空間で-110℃、一番厳しい地上への帰還時には1260℃以上）に耐え、しかも内側の人や機器を熱から守るために高度な熱絶縁性を要求される。このような厳しい要求をクリアし再使用が可能な材料として開発された材料が、有名なシリカ繊維を主成分とする耐熱セラミックタイルである。もちろん、温度環境は部位によって異なり、材料も負荷温度によって四段階に分けて開発されている。即ち、1260℃以上になる機首部や主翼前縁部にはカーボン／カーボン複合材料が用いられ、649～1260℃の温度範囲となる

胴体下部や主翼下面、垂直尾翼前縁には高温用セラミックタイルが、371～649℃の温度範囲となる胴体上部や垂直尾翼には低温用セラミックタイルが、そして371℃以下の温度となる主翼上面や胴体上部には耐熱樹脂性のノーマックスマットが用いられている。以上の使用温度に応じた耐熱材料の開発は容易なことではなく、産業界と一体となった長期にわたる共同研究が行われたと聞いている。

耐熱材料

一口に耐熱材料といっても様々な観点のものがある。耐熱材料と言われてすぐに思いうかぶのは、高温でも高強度を維持する材料であろう。この他に例えば、急激な温度変化に耐える（耐熱衝撃）材料となると、強度のほかに熱膨張係数が低いことや熱伝導性がよいことなどが関係してくる。ま

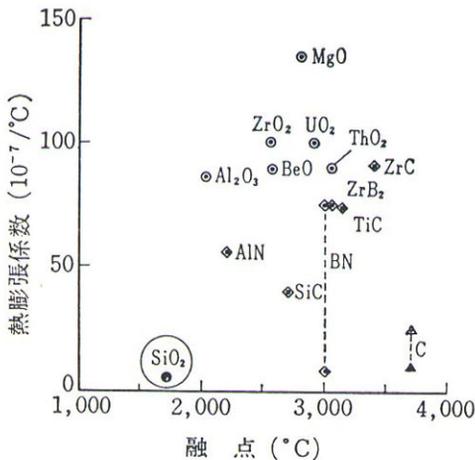
た、アブレーション材料では、自分自身は高温環境で熱分解してしまうが、分解反応熱を多量に吸収し内部を外側の高温環境から保護する役目を果たす。この他、溶鉱炉の耐熱煉瓦などは、ポイド等の欠陥をわざと混入させて強度を低下させているが、欠陥の存在が熱応力により発生するクラックの進展を妨げる作用をもつことによって高温環境下での形状保持能力を作り出している。既述のスペースシャトルの耐熱タイルも多孔質構造をとっており、耐熱煉瓦と同様の材料設計思想に基づくものである。以上のように多様な耐熱性のうちで、宇宙用構造体にとって重要になるのはスペースプレーンやロケットのエンジンや外壁材料等に要求される高温高強度及び高耐熱衝撃性とスパー

スプレーンや回収カプセル等が大気圏再突入時に被る2000℃以上の温度から内部を保護するためのアブレーション特性であろう。以下ではこれらの特性に関して有望と考えられている材料の現状分析と将来展望を行いたい。

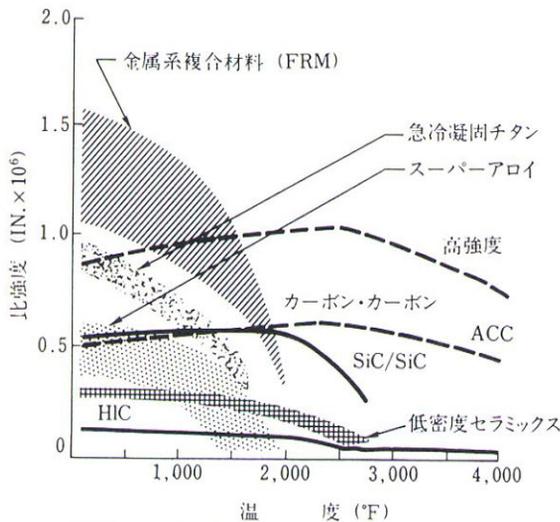
高温高強度及び高耐熱衝撃材料

耐熱性を問題にするとき第一に注目せねばならない特性は材料の融点であろう。図一は耐熱性が高いとされる無機系材料の融点と熱膨張係数を比較したものである。図中熱膨張係数(α)を縦軸にとったのは耐熱衝撃性を意識したからで、 α が小さいほど耐熱衝撃性が良いことはいままでの間もない。この図から炭素が高温強度・耐熱衝撃性ともによいことが予想される。実際比強度を各種耐熱材料間で比較すると、図二に示すように1000℃以上の高温域では炭素/炭素(C/C)複合材料が抜群の比強度をもつことが分かる。

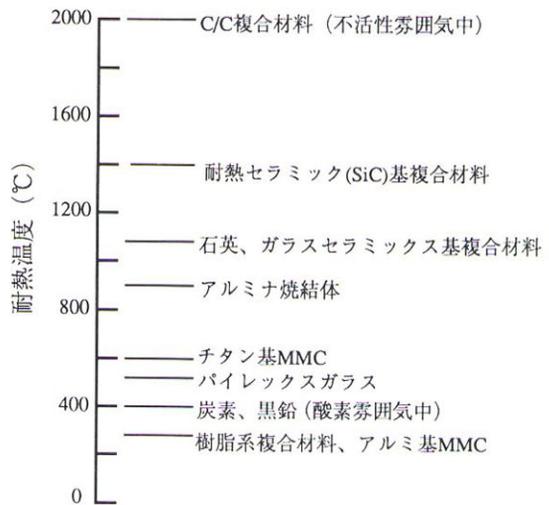
C/C複合材料は、結晶配向軸をほぼ完全に繊維軸方向に揃え高強度高弾性率を有する炭素繊維を強化材とし、耐熱性に優れる炭素をマトリックスとする複合材料で、スペースプレーンやロケットエンジン用の耐熱材料として現在最も期待されているものである。航空宇宙の先進国である欧米では既に開発がかなり進んでおり、日本でも欧米の技術水準に遅れをとらぬよう通産省が音頭をとり超耐環境性先進材料に関するプロジェクトで産・



図一 耐熱性セラミックスの融点および熱膨張係数



図二 各種耐熱材料の比強度の温度依存性



図三 各種材料の最高耐熱温度

官・学が一体となってC/Cを中心にした耐熱材料の開発を推進している。

C/C複合材料は耐熱性という点では確かに優れているが、それはあくまでもイナートな雰囲気の中の話で、酸素雰囲気中では400~600℃で劣化(酸化)が始まる。従って、この酸化を防ぐ技術の確立が、長期信頼性・耐久性をもった耐熱材料として認知されるための条件となっており、現在耐熱性セラミックスを中心に様々な材料をC/C複合材料表面にコーティングする方法が検討されている。しかしながら、使用温度範囲が広い場合、コーティング層とC/C複合材料間のサーマルミスマッチに起因する熱応力によって生じるコーティング層内及び界面のクラックや剥離の防止が容易でないことや、たとえコーティングがうまくできたにしてもこの方法ではコーティング材料の低い耐熱性に限定されること等、耐熱性の飛躍的向上には確立すべき大きな技術課題が残されている状態にある。欧米ではコーティング技術の困難さから、耐熱性を多少犠牲にしても酸化の問題の少ない耐熱性セラミックス複合材料のほうが将来的には有望との意見も出されている。

複合材料に絞って耐熱性の序列を考えると、大凡の見当というくらいの精度しかないが、現状では図三の程度と考えられる。ここで複合材料に限ったのは、軽量化が至上命令の宇宙用材料としては最適化を目指して材料設計できる複合材料が最も有効と判断したからである。図二と三を併せてみると分かるように700~1300℃の間ではC/Cとセラミックス系複合材(CMC)の共存領域があるが、比強度(比剛性)を見る限り密度の小さいC/Cの方が優れた値を示している。しかしながら、CMC(Ceramic Matrix Composite)には成形が容易で破壊靱性の大きいLAS等の炭化珪素繊維/ガラスセラミックス複合材料や耐酸化特性に優れた炭化珪素繊維or炭素繊維orアルミナ繊維/炭化珪素繊維複合材料、1400℃以上の耐熱性を持ち高靱性を示すチタノ繊維焼結体等多様な組み合わせが既に実用化されており、耐熱温度だけでなく特性の具体的な内容を踏み込んで考えれば、C/Cに見劣り

する面ばかりではなく、注目すべき魅力を持った材料といえることができる。

図三から分かるように、セラミックス以下の温度範囲にも、ガラスマトリックス:800℃、MMC(Metal Matrix Composite):600℃、PMC(Polymer Matrix Composite):300℃以下と各温度範囲にユニークな特性を持つ材料が並んでいる。例えば、ガラスマトリックス複合材料は熱膨張係数が小さく光に対する透明性を持てる可能性を有している。また、MMCはAl及びTiマトリックスを念頭においたものであるため適用温度範囲が低い。最近では耐熱性の高い金属間化合物やNi,Co,Fe系の超合金をマトリックスとするものの検討も始められており耐熱性も1000℃に近づいていくものと思われる。

アブレーション材料

材料は一般に高温に曝されると熔融しやがて気体となって飛散するが、アブレーション材料はこのとき図三に示すように融解熱と気化熱を吸収することによって内部構造へ熱が侵入するのを防ぐ。従って、この材料は一回だけの使用で崩壊すべく作られており、既述の耐熱材料では持たない超高温環境、すなわち大気圏再突入する宇宙船の外壁やロケットエンジンの内壁等に使われる。アブレーション材料に要求される特性としては、

- (1)比熱・融解熱・気化熱が大きく多くの熱量が吸収できる。
- (2)熱抵抗が大きく内部に熱が伝わりにくい。
- (3)融解時の粘度が高く、炭化層を形成しやすい。
- (4)融点が高い。

等があげられる。アブレーション材料としては、強度メンバーとなるC/Cやフェノールをマトリックスとする連続繊維系のFRPにアブレーション機能を直接担わせることもあるが、図四と表一に示すようにアブレーション材として分散強化型のFRPをコーティングする場合もある。

むすび

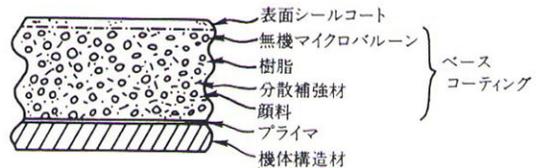
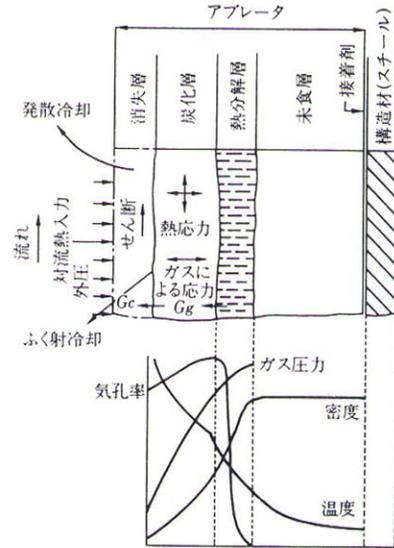
3月31日まで三菱電機材料研究所で主にFRP

を対象に複合材料の開発に携わってきたが、耐熱材料を主テーマとする仕事を手掛けたことはなかった。宇宙研の中で高温材料工学という研究部門に在籍しこれからどんな仕事を始めていくのか暗中模索の段階にある。ここまでの粗っぽいレビューからも分かるように、対象になる材料系はC/Cやセラミックス系複合材料及びアブレーション材料であり、耐熱性の向上を目指すことにはちがいないにしても、どのような観点からどのようにしてせめて行くか、材料を触りながらこれから一年ばかりゆっくと考えていく所存である。

(はった・ひろし)

表一 アブレーション材の構成材料候補

樹脂分 (マトリックス)	主 剤	エポキシ樹脂
	硬 化 剤	ポリアミド樹脂
マイクロバルーン	シリカ系, ガラス系	
分散補強材	sic ウィスカ チタン酸カリ繊維, アスベスト繊維	
顔 料	無機酸化物	
溶 剤	ケトン, エステル	



図四 断熱コーティングの構成およびアブレーション材の熱的機能

お知らせ

★シンポジウム

月・惑星シンポジウム

日 時 平成3年7月8日(月)～10日(水)
場 所 宇宙科学研究所本館2階会議場
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

宇宙観測シンポジウム

日 時 平成3年7月29日(月)～30日(火)
場 所 宇宙科学研究所本館2階会議場
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

～表紙カット～撮影：前山勝則



(TVCテスト風景)

★SOLAR-A衛星の熱真空試験

SOLAR-A衛星は、昨年11月以来、C棟のクリーンルームで総合試験を続けている。この衛星の特徴の一つは、非常に精度の高い軟X線望遠鏡を搭載するため、極端に汚れを嫌うことである。軟X線望遠鏡は、光学系の表面に、例えば人間の呼気等に含まれる有機物が

極めて微量に付いても特性が大幅に劣化する。そのためクリーンルームの管理、衛星のハンドリング等、これまでの衛星に比べて桁違いの注意をはらっている。

衛星の熱真空試験は、機器の汚染という点では最も危険な作業であり、今月末からはじまるこの試験のために、慎重に準備を進めて来た。その一つが、試験に使うC棟の大型熱真空槽のクリーニングとベーキングである。汚染物吸着用のパネル

を作り、宇宙研としては初めて熱真空槽のクリーニングを試みたが、ヒーター系の電源事故等思わぬハプニングが続発、熱真空槽関係者の懸命の努力と工夫で、連休前ようやく作業が一段落した。

さらに万全を期すため、連休明けには連続6日間にわたって衛星全体のベーキングも行い、現在いよいよ本番の熱真空試験に向けて直前の準備を進めている。熱真空槽関係者のご尽力で、極めてクリーンな状態で熱真空試験が実施出来る見込みであるが、それにしても物事を本当に“クリーン”に保つことの難しさを痛感している。

(小川原嘉明)

★GEOTAILの日米打ち合わせ

標記打ち合わせが、宇宙研にて、5月13～17日にかけて行われた。米国側は、NASA本部、ゴダード、JPLのほか、アイオワ大学、メリーランド大学、GE、マクドネルダグラス社など、総勢29人の大派遣団で、相変わらず日本側を圧倒した。NASAは、予算の引き締めが厳しいといいながら、さすがにいざとなると大したものだと、まず感心する。

GEOTAIL衛星は、来年の7月に、アメリカのケネディー宇宙センタからデルタIIロケットで、

打ち上げられる日米共同プロジェクトで、毎年、日本で1回、アメリカで1回、定期的に合同の打ち合わせを行ってきた。恒例の、この打ち合わせも、日本では、今回は最終回ということで、すっかりおなじみになった連中の顔も、気のせいか、やや感傷的に見えた。

議題は、冒頭の幹部会議に引き続き、一次噛み合わせ結果、FM総合試験、米側の搭載機器インターフェース、DSNインターフェース、科学データ処理ソフト、地上データ交換ネットワーク、射場インターフェース、ロケットインターフェース、軌道上運用、衛星の輸送など多岐にわたり、いくつかの部屋に分かれての分科会が平行して行われた。

時には和やかに話し合い、時には鋭く対立したけれども、概してスムーズに打ち合わせが進行したのは、両者の準備が良かった為だけでなく、長年のつき合いで、日本側の英会話能力の向上が著しい為でもあるようだ。

GEOTAILは、いよいよ7月から始まるFM総合試験に向けて、最終ラウンドの準備が始まる。今回の会議で残された数多くのアクションアイテム表をにらみながら、各メンバは、次のステップのスタートを切ったところである。(中谷一郎)

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3年5月1日～平成5年4月30日)

評議員 (50音順)

(20人)

氏名	職名等
赤池 弘次	統計数理研究所長
有馬 朗人	東京大学長
岩崎 俊一	東北工業大学長
江橋 節郎	岡崎国立共同研究機構長
大久保忠恒	上智大学理工学部長
小田 稔	理化学研究所理事長
木村 逸郎	東海大学(工学部)教授
吉在 由秀	国立天文台長
末松 安晴	東京工業大学長
菅野 卓雄	東京大学工学部長
関口 忠	横浜国立大学(工学部)教授
永田 武	国立極地研究所名誉教授
西島 安則	京都大学長
西原 春夫	前早稲田大学長
野村 民也	宇宙開発委員会委員
早川 幸男	名古屋大学長
星合 孝男	国立極地研究所長
前田 弘	関西大学(工学部)教授
山野 正登	宇宙開発事業団理事長
山本 草二	上智大学(法学部)教授

運営協議員 (50音順)

(21人)

氏名	職名等
秋葉隼二郎	企画調整主幹
安達 三郎	東北大学(工学部)教授
岩間 彬	宇宙推進研究系研究主幹
内田 豊	東京大学(理学部)教授
大越 孝敬	東京大学(先端科学技術研究センター)教授
奥田 治之	共通基礎研究系研究主幹
加藤寛一郎	東京大学(工学部)教授
木村 磐根	京都大学(工学部)教授
小平 桂一	国立天文台(光学赤外線天文学研究系)教授
清水 幹夫	惑星研究系研究主幹
田中 靖郎	宇宙圏研究系研究主幹
鶴田浩一郎	太陽系プラズマ研究系研究主幹
中澤 清	東京工業大学(理学部)教授
西田 篤弘	対外協力室長
西村 敏充	衛星応用工学研究系研究主幹
広澤 春任	宇宙探査工学研究系研究主幹
藤原 俊隆	名古屋大学(工学部)教授
逢次 豊運	立教大学理学部長
松尾 弘毅	システム研究系研究主幹
三浦 公亮	宇宙輸送研究系研究主幹
八坂 哲雄	NTT無線システム研究所首席研究員



ガンマ線観測衛星

(Gamma-Ray Observatory:GRO)

上がる、上がると騒がれて、一向に上がらないのがアメリカのスペースシャトルに絡んだ観測衛星であった。それでもやっと3年に近い空白を乗り越えて、ユリシーズ(太陽極方向観測)、マゼラン(金星表面撮像)、そしてハッブル宇宙望遠鏡と順調に打ち上げられてきた。そして最後の大物がこのガンマ線観測衛星:GROである。全体の重量が16トンで、その特異なスタイルを見れば、これがスペースシャトルでしか上げられない、アメリカの巨艦衛星であることはすぐ分かる。もともと1986年頃に打ち上げられる設定だったものが再度延期され、1991年4月5日に打ち上げられた。

以下に、この衛星の目的を搭載された検出器ごとに説明しながら紹介する。

1. BATSE (ガンマ線バースト検出器: 20keV ~3MeV)

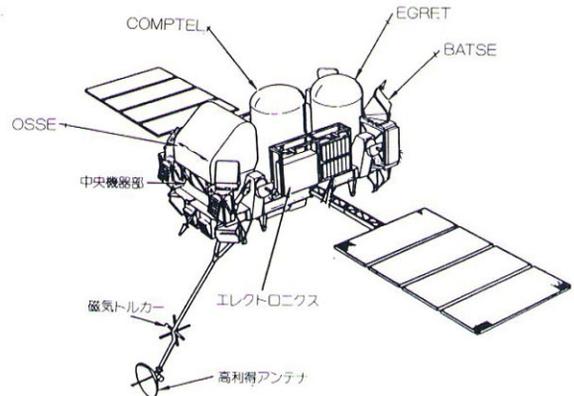
ガンマ線バーストは“ぎんが”の活躍で神秘的なベールの一部を剥されたものの、まだ未知の多い天文現象である。最大の問題は方向が決まらないことから、星との同定がうまく行かず、距離がわからない。発生源が中性子星であるとしても、どのような種や年齢のものなのか分からない。ともかくたくさんの方角を出して、空間分布と、うまくいけば既知の星との同定を試みる。

2. OSSE (狭視野高エネルギーγ線検出器: 0.1~20MeV)

検出器は蛍光結晶を使ったものであるが、コリメータにも蛍光結晶を使って視野を狭く限っている。目的の方向以外からの雑音となるγ線を遮断して、性能を向上させている。視野は数度と狭く、対象は広いが、主にブラックホールや活動銀河核やパルサーからのγ線をねらっている。

3. COMPTEL (コンプトン型超高エネルギーγ線望遠鏡: 1~30MeV)

エネルギーが高くなると物質との相互作用はコンプトン効果と呼ばれるものになるが、これを二回行わせると、γ線の入射方向までわかることを利用する。OSSEと異なり観測は当然ひろがったものに強いので、銀河面に広がったγ線を対象と



している。銀河面にひろがったγ線は宇宙線が銀河内ガスと衝突して作られるので、宇宙線の分布とガスの分布を反映したものとなる。また視野が広いのでまだ知られていないγ線源を探すのに適している。

4. EGRET (超超高エネルギーγ線観測器: 20MeV~100GeV)

更にエネルギーの高いγ線になると、もはや止めることだけでも大変なことである。結核診断で人体を撮影するX線が骨をすりぬけていくのに驚くが、ここで測るγ線ともなると鉄板を持って来てもとめられないし、とまるのは幾つかの一つで、止まったとたんに、荷電粒子とγ線からなる雪崩を作る(シャワーと呼んでいる)。この雪崩を放電検出器(スパークチェンバー)を何層にも重ねて検出して方向をだす。なぜなら雪崩はγ線の入射方向ベクトルに発達するからである。この検出器だけで重さが約2トンである。現在のところこのように高いエネルギーのγ線が特定の天体からきている証拠は明白ではない。ある人は白鳥座のCygX-1、ヘルクレス座のHerX-1やGemmingaとか呼ばれる天体から受かったと報告しているが、なかなか確認の難しい分野である。要するに何が出てくるか未知である。

さて全体をまとめると、個別対象ではガンマ線バースト、そしてパルサーのような点源から、銀河面γ線のようにひろがったものまで、ただの星から、クエーサーと呼ばれる銀河の核、はたまた宇宙の果てからではないかと想像されている背景輻射のγ線までと、あらゆる対象を含んでいて要約するのはやさしくない。どんなに奇妙で新しい結果がでて、この分野では不思議ではない。期待出来る。(村上敏夫)



恐竜の絶滅をめぐって

宇宙科学研究所 的川 泰 宣

恐竜は、今から2億2500万年前に地球上に出現し、1億6000万年にわたって地球に君臨し、今から6500万年前に突如として絶滅した。その絶滅の原因については、数えきれないほどの説が出されており、今だに絶対的なものはない。

環境変化からのストレスによる雌のホルモン異常、植物相の変化による便秘・食中毒、ビスマス210の急増による放射線障害、大陸移動に伴う生態系の混乱等々の「古典的な絶滅論」に対して、衝撃的なデビューを飾った「衝突仮説」の発端は14年前に遡る。1977年春、北イタリアのポッタチオン峡谷で古地磁気の調査をしていたアメリカ・カリフォルニア大学パークレー校のウォルター・アルバレスは、この地層の厚さ30m以上もある白亜紀末の石灰岩の層には、有孔虫やアンモナイトなどいわゆる白亜紀の生物化石が沢山発見されるのに、その上の第三紀の石灰岩からはこれらの生物の痕跡がなく、その境目に厚さ1～2cmの赤っぽい粘土の層が挟まっていた。

この粘土の分析を依頼された父親のルイス・アルバレスは、粘土の中のイリジウムが、通常よりも30倍も高い濃度で含まれていることを発見した。その後世界中のKT層（白亜紀・第三紀境界層）のサンプルを分析したが、アルバレス父子は必ず異常に高いイリジウム濃度を得た。地球ができたころ地球上に平均的に存在していたイリジウムは、早い時期に地球の中心付近に沈み、今では地表近くにはわずかしかなないと考えられている。

白亜紀末の恐竜大絶滅とピッタリのタイミングで異常にイリジウムが増加している！ このアルバレス父子の報告は世界の「恐竜学者たち」の間に轟々たる論争をまき起こした。この中から浮上したのが「巨大隕石衝突説」である。隕石には多量のイリジウムが含まれている。計算によれば、今から6500万年前、直径10kmの隕石が秒速30kmで地球に衝突し、直径200kmのクレータを穿った。クレータから吹き上げられた塵は3年にわたって大気中を漂って太陽の光をさえぎり、気温は下がり、植物連鎖の基盤は完全に崩壊した。このたった1個の巨大隕石の衝突によって、わが世の春を謳歌していたはずの恐竜は、わずか数ヶ月から数年のうちに滅び去ったのだ。

この巨大隕石衝突説は、世界中の学者をとりこにし、修正・補強を加えられて、より整合性の高い理論へと発展していった。

しかし最近になってこの衝突説にも幾つかの綻び目が指摘され始めた。第一に、衝突説で数ヶ月から数年とされている絶滅期間が、現実のデータより異常に短いこと。

第二に、KT層或いはその直後の層に、大量絶滅したはずの恐竜の骨が特に集中的に現われていない、という不思議。その他いくつかの疑問が提出され始めた矢先、ハワイのキラウエア火山の大噴火の際の噴出物から、地上の数千倍に達するイリジウムが発見された。マントル深部からの噴出からはそれまで宇宙起源と考えられたイリジウムが大量に見つかることもあることが分かるに至って、イギリスのアンソニー・ハラム等多くの学者が、衝突仮説を放棄し、地球内部の未知のメカニズムによる大規模で長期の火山活動に、恐竜絶滅の原因を求めることとなった。

その一つの説を紹介する。厚さ25kmの地殻の下には厚さ2700kmのマントルがある。その更に下に厚さ150kmのD層、その下は中心核である。外核をなす液体の鉄とニッケルが、固体の鉄とニッケルからなる内核の周りを流動することによって中心核全体が一種の発電機となり、地球磁場が生じるとされている。外核には地球の上から放射性物質が大量に沈んできており、それらが崩壊するときの熱は、すぐ上のD層を加熱し、D層は溶けてマントルの深部にドロドロのマグマのブロップ（しずく）を作る。比重も粘性も小さくなったブロップはマントル内を急速に上昇、地殻の直下に広がり、大量の重金属を含むマグマをまき散らす。ブロップが完全に放出されるまでの数万年から数百万年のあいだ、地上は異常な激しい火山活動に見舞われる、というストーリー。

「衝突説」か「火山説」か、論争はまだまだ続くだろう。しかし滅び去った巨大な生き物へのロマンティックな郷愁がその論争の根拠ではない。わずか数百万年しか続いていない種でありながらすでに地球を破壊し始めている人類の未来を見通し、危機を回避するためにこそ、この魅力的な課題が精力的に取り組まれていくべきなのである。

(まとかわ・やすのり)

南極への船旅

秋山 弘光

本年のISASニュース3月号の研究紹介にポーラバトロール気球(PPB)の記事が載っており、読まれた方も多いと思います。

このPPB実験に宇宙研から参加し、2機の気球を飛翔して来ました。新聞記事にもなり「南極を一周した気球」との見出しで実験成功の成果を載せたのを昭和基地でファックスを見た時はうれしいが一面複雑な気持ちでした。宇宙研からただ一人気球飛翔屋が参加して、本当に気球が揚げられるのか自分でも不安でした。最初気球の本職が参加したあげく打ち上げに失敗したら、どう言い訳してもおさまらない責任を負わされた様な気持ちでいっぱいでした。本職が参加してどう計画すれば、うまく打ち上げられるか、そればかり1ヵ月以上も私の頭の中で気球自身^{から}が空廻りして、やっとこれで行こうと決心出来たのは、観測船“しらせ”が晴見を離れる一週間位前だった事を想い出す。

昨年(2007年)の11月14日。午前10時定刻に晴見埠頭を多勢の見送りの中を出航し一路南下し寄港地フリーマントルに向けて直行する。途中赤道通過時には、男ばかりの赤道祭を盛大にやった。飛行機で南半球に入る場合は赤道通過が一瞬のうちに行われ、通過証一枚が機内で配られる行事になってしまった。観測船しらせではその一週間前から準備が始まり、各グループで大いに盛り上げようとしし物を考え何回もリハーサルをくり返して当日を迎える。赤道附近の海は常に静かで気温も高く、南極の極寒の地に行く者にとっては、半ズボン、ランニング姿になれるのが最後かと思うと、おしみなく太陽の輝く中で行うこの祭りは、南極の地で行われるミッドウインターの祭りと対照的なものであると南極経験者は語る。お祭り好きの私もメンバーに加えられて楽しんだが大人の学芸会そのものと云う感じがした。この出し物はフリーマントルの日本人会の席でも披露され大いに拍手を受けた。

船の一日の始まりは、各室のスピーカーで起床5分前の通告で始まる。起床後飛行甲板にて海上自衛隊第2体操が行われる。ところが昭和基地設営時の朝の体操はラジオ体操で耳なれた私共には

こちらの方が自然と体が動くので体操した感じがする。体操後すぐに朝食が出されるが1日4食の船内食はあまり運動もしない者にとっては過食すぎるし、船の動揺によってそれ程食べられるものではない。

船内の昼間は種々な教育活動も行われる。安全講話、衛生講話、船で使用するロープの実習、消火訓練や発煙灯の使用法等が一日一講義で行われる。特にしらせ大学も一週間かけて開校され、今回の南極観測の研究テーマ等について観測隊から仕事研究内容の説明を全乗組員に向けて行われる。PPB実験もこの中に組み込まれ、PPBの有効性及び南極の地理的条件等について説明を行った。気球を南極の地で飛翔する事は過去に於ても行われていたが、今回の様に大きなキャンペーンをするのは初めてであり、聴講者も艦長初め立見の人が出る程で皆の関心の的になっているのを身をもって感じた。講義の後も甲板に出ていると乗組員の人から種々と質問を受けた。使ったスライドが前回昭和基地で撮影したものであったが、実に南極の地での気球と云う雰囲気が出ていたせいもあって、皆口々にきれいですねと云ってくれた。或るしらせの乗組員は「気球で南極を一周させる事は夢のある仕事ですね。ロマンを感じるのでは是非共成功させて下さい」と激励の言葉をかけてくれた。飛ばす気球の観測器を回収したらどうだろうと云う提案まで飛びだす始末でした。私の心には本当に一周するにはどう作業すれば良いのかはまだまだ船中でもくすぶり続けているのに他人から見ると自信満々に見えるらしい。今回のPPBの成功は他の研究グループのサポートがあり、そのためにしらせの運行計画がPPBと管理棟建設を主体として最初に組まれた結果、昭和基地に12月18日に入れた事が実験をやりやすくしたと思っている。合せて第一便で越冬隊の家族の手紙や新鮮な野菜が届き、越冬の人達のあの顔は待ちに待ったうれしさがにじみ出ていたのを忘れることが出来ない。

〈三陸大気球観測所にて〉
(あきやま・ひろみつ)

ネットワークの話 (1)

宇宙科学におけるネットワーク

今回より情報伝送のためのネットワークに関する解説を何回か行うことになった。ところで、一言でネットワークと言っても、用途や利用方式によっていろいろな種類のネットワークがあるし、ネットワークで使用されているハードウェアやソフトウェアにも様々な種類のものがある。そのため、ネットワークに関する解説を厳密に行おうとすると、かなりの分量の基礎事項を列挙しなければならないのだが、この連載では、人工衛星を利用した宇宙科学においてネットワークを利用する際に必要となる知識に焦点をしばり、直観的に理解できるような解説を試みたい。

さて、今回は、宇宙科学においてどのようにネットワークが使用されるのかを示すために、人工衛星上で観測あるいは実験を行い、その結果として得られるデータを収集し、それを地上で処理するためのシステム（ここでは宇宙データシステムと呼ぶことにする）の概念について解説を行う。下図に宇宙データシステムの代表的な構成を示してある。

まず、衛星と地上局との間で無線信号を用いてコマンドとテレメトリの送受信を行う。地上局は取得したテレメトリデータや測距データ等を衛星運用ネットワークを用いて衛星運用センターに送る。また、衛星運用センターは、コマンドデータや地上局のアンテナ駆動用のデータ等を衛星運用ネットワーク経由で地上局に伝送する。衛星運用

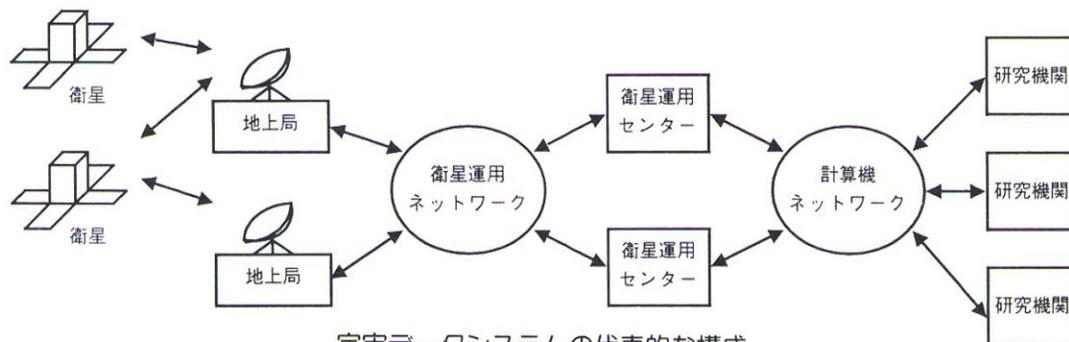
ネットワークの代表例は、NASAのNASCOMとESAのESTRACKである。

衛星運用センターでは、衛星の運用計画を作成し、衛星に送るべきコマンドデータを作成する。また、衛星運用センターでは受信したテレメトリデータに基づいて衛星の状態の確認を行う。さらに、衛星によっては、衛星運用センターでテレメトリデータ中の科学データに対する一時的な処理がなされることもある。

衛星より得られたテレメトリデータは、適当な計算機ネットワークによって衛星運用センターから各研究機関（大学や研究所など）に配布される。ここで使用されるネットワークとしては、いろいろな場合が考えられるが、特定の衛星専用のネットワーク、宇宙科学用のネットワーク、一般的な学術ネットワーク等が使用される。これらの計算機ネットワークでは、テレメトリデータだけでなく一般の計算機ファイルや電子メールの伝送を行うこともできる。このような計算機ネットワークの例としては、NASAが運営しているNSIなどがある。

この他にも宇宙科学に関係のあるネットワークとしては、下図には描かれていないが、宇宙機関の内部で様々な情報を伝送するために用いられているネットワークがあり、NASAのPSCNとESAのESANETが代表例である。

—宇宙研— 山田隆弘



宇宙データシステムの代表的な構成



むかし男ありけり

平林 久

むかし男ありけり、名は楠平となんいいける。
陰陽寮天文官にてありけり。山野辺に、電波遠眼鏡なるものとありけり。

昭和天皇のおおん時六十一年、ハレー彗星とて、
長き髪もつ星あらわれけり。彗星のあまりの暗きに、
男ハレーをわらいて詠める歌、

「コメット」は「髪」とこそ聞け

若草のあまりに幼きひとの髪かな (注1)

ハレー彗星、アレーとフランス訛に驚きて返し、
深草の繁き想いの君にあらば
肩こす髪の解けてなびかむ (注2)

このこと朝日草紙に載りけり。あるおうな、
これを読みて男に文おくりぬ。「わらわ四才の娘の
折り明治のおおん時に、ハレーを見たり。いま八十
路なれど、いまひとたびのハレーぞみたき」とぞ。
男、山野辺におうなを招き、ハレーをみせて
けり。おうなのめならず喜びて詠める歌、

恋ひ恋ひし七十余年ながしとて
まみゆる時は東の間にして
男返し、
はつかなる月のかけりに
来たる世の夏の逢う瀬を約したまえや

また男、剣道好みければ、都の師範わらべの剣
士たち率て、ハレーを見んと多摩の夜の山につど
いきけり。南に御前山そびえいまだハレー空に
なけれど、星宿を確かめ遠眼鏡を山の端にむけの
ぞき待ちければ、山の端かすかに明かりて、はよ
う、静かにハレーいでけり。男よろこびて詠める、

かすかなるかすかなる光の極まりて
山の端小さきハレーを生み出す

明くる年、男、白田の山辺にバルサー観測せん
とありし時、マゼラン星雲に超新星とて、まばゆ
き星のあらわれたるをききて、

星の世の思いの殻をふきとばし
今終末のマゼランの星

また男、都を下り内之浦に惑いゆき、ミューゼ
スAのすさまじき打ち上げにおどろきて詠める、

まかがやき彩炎静寂衝撃波
ひかりとどろきミューゼスの発ち
飛天と名づけられしと聞けば、また詠める、
ひたぶるに三階九輪を切り放し
空貫ける飛天の飛翔

この歌よみし男、いまは山野辺にあらず、ゆく
え知らずなりぬ。野辺の淵におぼれしというもの
あり。またいう、男、在原氏の出とも…。

(注1) コメットはラテン語で髪之意。

(注2) 小野小町に心を寄せ百夜通いをして息絶
えた深草少将の故事をイメージしている。

考証

大安廬の墓が発見されるという驚くべきニュー
スが日本列島を駆け抜けたことがある。今回発見
されたこの文書は作者不明の書の一部である。調
査の結果わかったことは以下のとおりである。

伊勢物語の主人公となった在原業平の五人兄弟
のうち、仲平、行平、業平、守平以外の一人が歴
史から消えている(日本三大実録)。ここに出てい
る歌はすべて、当時の朝日新聞の朝日歌壇と一般
記事、その他の雑誌に載ったものである。

以上からの大胆な推理は、この男が歴史から消
えた業平の兄弟であり、未だにこの時空の歪に存
在するということである。(ひらばやし・ひさし)



キャンパスでは、あじさいの花が咲
き始めました。黙って咲き、黙って散
っていく花々ですが、その一時一処に
世の全てを託しているかのようです。しばし心
を休め花を見ていました。(小原)

ISASニュース No.123 1991.6.

ISSN 0285-2861

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
The Institute of Space and Astronautical Science

◆ ISASニュースに関するお問合わせは、庶務課情報資料第2係(内線2210)までお願いいたします。