

大気球を用いた十字型パラシュート開傘実験

## 〈研究紹介〉

# スマート構造物とインテリジェント材料

名古屋大学工学研究科 松崎雄嗣

### ●世界に広がる総合技術

スマート構造物は、人工の構造物に生体システムと同じ様に、知覚、判断、応答の機能を持たせようとする新しい概念の総合技術である。宇宙研ニュースの読者には、決して目新しいものではないと思われる。即ち、宇宙科学研究所では、三浦公亮（名誉）教授によって適応構造物と名付けられ、1980年代中頃から同教授や名取、小野田両教授によって、人工衛星のアンテナや太陽電池パネルのための各種の宇宙展開適応構造物として提案され、昨年行われたSFUの実験にも取り上げられた。研究の概要は本ニュース（No.160, 162～165, 167, 168）にも紹介されているので、ここでは個別の技術の話よりも、国内外の研究・開発の全体的な状況について紹介する。ところで、インテリジェント材料の概念は、科学技術庁長官の諮問第13号への航空・電子等技術審議会の答申として1989年にまとめられている。理想的には、自らが検知し（センサー機能）、

自らが判断して結論を出し（プロセッサ機能）、且つ自ら行動する（アクチュエータ機能）ことの出来る材料（構造物）である。

同じ様な生体システムの概念を持つスマート構造物とインテリジェント材料分野の研究の歴史は共に大略10年を過ぎているが、表1に示した様に筆者の関係する限りでも、現在多くの国際レベルでの会議が積極的に開催されている。また、この分野の国際誌としてJ. Intelligent Material Systems & Structures が1991年に発刊され、筆者がRegional Editorを務める Smart Materials & Structures は翌年から出版されている。両分野での研究は、日本、米国が先行して始め、現在では英、独、仏などの欧州諸国が急速に後を追い、アジア各国にも広がっている。米国では両分野の研究者が同一の分野と認識して活動していると思われるのに対し、我が国では別の分野として、むしろ独立にサークル(村)が存在している状態と言える。英国で行われた

国際会議がお互いの存在を強く認識させ、国内での交流が始まるきっかけとなったことはその状況の一端を示していると言えよう。

●次の社会を支える技術

我が国のスマート構造物の研究は、1980年代末までが第1期、90年代初頭から第2期に入ったと考えられる。宇宙研で始まった当分野に、80年代末頃から参入した多くの研究者が第2期に入って多くの成果を発表し、研究の幅と深さが著しく拡大して来ている。即ち、スマート構造物は典型的な学際・境界領域の研究であり、構造力学、構造動力学、機構学に限らず、材料学、制御・情報工学にわたり、解析ソフトのみならずセンサー、アクチュエータ、プロセッサなどのハードウェア技術の進歩とも切り離せない。図1に示す様に、歴史的には通常のa)パッシブな構造物から、外部にセンサー、アクチュエータ機能を付加されて制御を受けるb)アクティブな構造物を経て、構造要素自身がセンサーやアクチュエータであり、自ら環境に適應するc)スマート構造物へと発展して来た。

従来の概念によれば、構造物とは外部から加わる荷重を支えて、その形状を保持する受動的、固定的なものであり、形状やその特性が変化することは構造物の破壊や構造材料の劣化を指し、本来の機能を果たせなくなったことを意味した。材料や構造の知的システム化は機能、構造、情報を融合し、前述したように究極の目標は生体システムと類似の機能を持たせようとするものであり、スマート構造システムは、各種技術分野にまたがる横断的で高度に総合化された技術である。特に不具合の有無の「自己診断」や不具合の「自己修復」などの機

能の実現により、構造物の安全性、健全性、信頼性の確保や、高性能、高効率化による省エネルギーとコストの低減をはかり、また人間や自然に優しいシステムとして、今後の社会、経済の発展を支えるものと国際的に期待されている。その応用研究は宇宙、航空、建設分野で先行しているが、自動車、鉄道車両、工作機械、船舶などの産業分野へも波及しつつある。

●「超」設計法の確立

20世紀後半における技術の急速な進歩により、「大型機械構造システム」、例えば、航空機、ロケット、原子炉などが現在日常的に運航され、稼働している。しかし、これらのシステムの作動の不具合や設計・運航上の過誤は重大事故につながり、多くの犠牲者、経済的損失、社会的不安をもたらしている。ところで、機械構造システムの設計手法は、歴史的には数々の事故を経験して、安全寿命設計、フェイルセーフ設計、損傷許容設計へと発展して来たことは良く知られているところである。上に述べた様に著しい安全性の向上を志向するスマート構造物は、従来の固定的な構造物とは全く異なる概念に基づく機械構造システムとして、その運航や稼働が商業的レベルで実現するためには、現在の「大型機械構造システム」に用いられている設計法・運用法を大幅に超えたものが確立される必要がある。その様な「超」設計法・運用法は、現在の「大型機械構造システム」の設計・運用にも極めて有用なものになると考えられ、その点でもスマート構造物の開発は大きな意味がある。「超」設計法・運用法に基づくスマート構造物の出現は、産業における主要な地位を失いつつある重厚長大な機械システムの復権にもつながる。

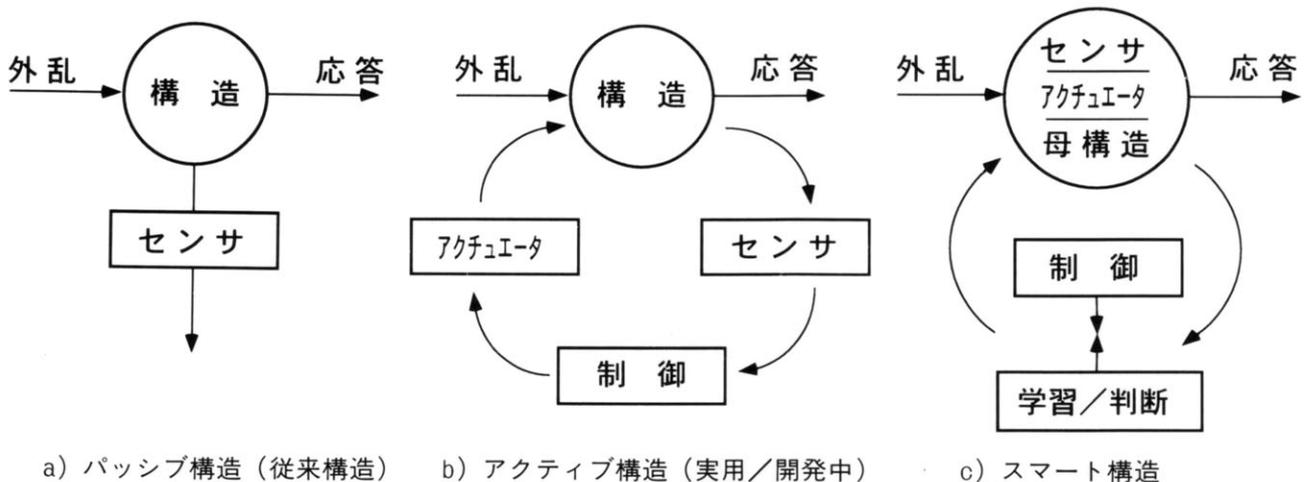


図1 構造概念の変遷

## ●実現へのハードル

アクチュエータ・センサー機能を持つインテリジェントな構造部材としてセラミックス、形状記憶合金などが期待されているが、まだ解決しなければならない問題点が色々ある。構造設計の歴史は大変長く、多くの実験的、理論的手法、技術、ノウハウが蓄積されており、いかなる構造物もその基本原理を無視しては成り立たない。例えば、応力集中、切り欠き等の様な特性の急激な変化は好ましくない。通常の複合材が金属材料に対し層間剥離、ポイドなどにより信頼性の点で劣るのはこの為である。インテリジェント材料として、大きな歪変形や回復応力を生ずる形状記憶合金をアクチュエータとして主構造材にそのまま埋め込む場合にも応力集中などが発生することになるので、特別な工夫が必要となる。人工的に創製された各種機能材料の特性の十分な評価はこれからであり、実用化のためには耐疲労、耐衝撃特性、じん性などの著しい改善が必要であり、制御部品としての信頼性の確認も不可欠である。

インテリジェント材料を用いた構造物の設計を考えた時、上述の技術的問題だけでなく、材料費、加工、保守、維持などのコストも問題になり実用化へのハードルは高い。スマート構造物の開発には長い期間と多額の経費を必要とし、開発リスクも大きい。そのため、通産省工業技術院の平成7、8年度の先導研究「知的

構造システム」として、国内外の研究の現状、産業界のニーズや適用コンセプトの検討などの研究開発課題を明らかにする作業を産官学が連携して進め、ナショナルプロジェクト化への道を模索している。ところで、スマート構造物の概念は別の新しい研究の必要性をも示している。即ち、形状の固定した構造物に対しては線形、時不変システムに有効な多くの手法が適用でき、どんな複雑なものでもオフラインで予め計算しておくことが出来る。しかし、形状が変化する構造物に対しては動的挙動に限らず、変形時の安定と制御の解析が必要となり、多くの場合非線形解析も避けられなくなる。さらに時々刻々変わる自律的適応システムでは、オンラインによる瞬時瞬時のシステムの同定が必要である。また変形中の形状や特性の精度良い計測の重要性も増し、ソフトに限らずハードの点でも技術的困難さが増す。いずれにせよ、線形、時不変システムに対してこれまでに確立された多くの手法が適用出来なくなる。

## ●Intellectualな研究者へ

最近、従来の分析偏重の科学から「複雑さの科学」、「Synergetics」へのパラダイムの転換が指摘されている。上に述べてきた様に、スマート構造物も明らかに複雑系である。ところで、適応とは制御を誤ると不適応へ向かう危険性を意味し、しかも「スマート」という表現は、より本質的な事柄の判断を機械にやらせることを指している。以上のことを考慮すると、スマート構造物は当面そこそこに最適で、しかし、決して不適応へは向かわない保証のある適応システムでなければならぬと言える。

日本語の「知的」に対応する英語は intelligent と intellectual である。簡単に言えば、前者は情報が多く、知識があることを指す。この名詞は intelligence で、有名な Central Intelligence Agency (CIA) から分かるように、情報、中でも計算機によって処理できる情報の類を対象としている。後者は知的活動そのものや創造性や新しい情報を生み出すものに関連し、むしろ計算機では扱えないものを対象としている。従って、スマートシステムは intelligent であっても intellectual ではあってはならない。設計者の観点からはシステムが勝手に「創造的な」挙動をすることは許されないからである。intelligent なシステムの実用化へ向けての今後の発展は、intellectual な研究者・技術者に負うところが益々大きくなる。(まつぎき・ゆうじ)

<表1>

### 最近1年間の主要な会議など

1995年12月	1st US-Japan Symp. on Smart Structures & Materials, Seattle.
1996年2月	SPIE's Symp. on Smart Structures & Materials, San Diego.
3月	UK-Japan Seminar on Intelligent Materials, Tokyo.
4月	AIAA's Adaptive Structures Forum, Salt Lake City.
6月	3rd Int. Symp. on Intelligent Materials, Lyon.
9月	7th Int. Conf. on Adaptive Structures, Roma.
12月	Pacific Rim Symp. on Smart Materials & Structures, India.

# お知らせ



## ★平成8年度宇宙学校開催について

平成4年度から「宇宙科学講演と映画の会」を地方で開催しておりますが、今年度は名称と内容を変更し「宇宙学校」として開催します。

### 記

日時 平成8年11月23日(土) 9:00~17:00

場所 神戸国際会議場

第1時限 (10:00~11:50)

「宇宙の謎を探る」

〈担当教官〉

・ブラックホールと超新星の世界

伊藤 真之

・オーロラの故郷をたずねて

小原 隆博

映画「宇宙をさぐる」

第2時限 (12:15~14:00)

「惑星と生命」

・地球の仲間たち

中村 昭子

・宇宙人はいるだろうか

長谷川典巳

映画「ブラックホールをさぐる」

第3時限 (14:15~16:10)

「ロケット、宇宙開発の未来」

・ロケットとスペースシャトルの世界

森田 泰弘

・21世紀の宇宙開発

的川 泰宣

映画「私たちの太陽系」

問合せ先：宇宙科学研究所庶務課企画・広報係

TEL 0427-51-3911 (内線 2205)

## ★研究会・シンポジウム

### 磁気圏・電離圏シンポジウム

日時 平成8年11月5日(火)~9日(土)

場所 石川県教育会館(金沢市)

### 宇宙放射線シンポジウム

日時 平成8年11月6日(水)~8日(金)

場所 オリピック青少年センター(代々木)

### 宇宙構造・材料シンポジウム

日時 平成8年11月7日(木)~8日(金)

場所 宇宙科学研究所本館2階会議場

### 宇宙圏研究会

日時 平成8年11月11日(月)~14日(木)

場所 宇宙科学研究所本館2階会議場

### 宇宙航行の力学シンポジウム

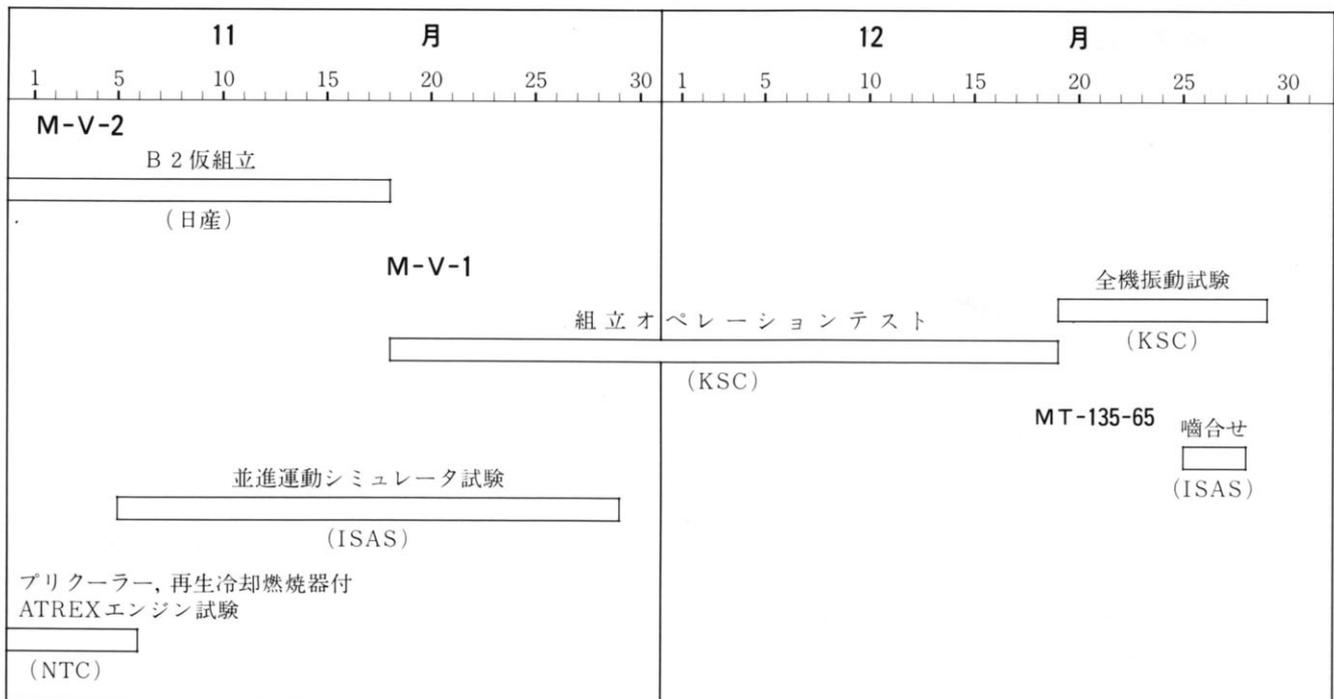
日時 平成8年11月27日(水)~28日(木)

場所 宇宙科学研究所本館1階入札室・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

TEL 0427-51-3911 (内線2234, 2235)

## ★ロケット・衛星関係の作業スケジュール(11月・12月)





### ★MT-135-64号機によるオゾン観測

MT-135-64号機は9月15日11時ちょうどに発射角80°で発射されて、1分50秒後に最高高度56kmに達した。予定通り発射後95秒にノーズコーン脱頭、113秒にパラシュート放出、開傘、117秒に温度センサー放出が行われた。開傘直後からオゾン観測を始め、高度7、8kmまでのオゾン密度、気温および風向、風速を測定した。

平成2年8月に初めて成功したオゾン観測は本実験をもって13個の高度プロファイルを得たことになり、着々とデータの蓄積がなされている。しかし今回は電波テスト時に搭載レーダの送信電波が不安定になった。不安定の原因が現地ではつかめず、やむなく冬期に発射予定のMT-135-65号機のレーダ部と取り替えて当初の予定より2日遅れて実験を行った。

これまで12回も実験した後に生じた故障については深刻に受けとめ、その原因について、宇宙研の受入れ検査法、および製造メーカーの検査体制も含めて早急に検討し、冬期の実験に備えなければならぬと思っている。

最後にこの実験期間中に雑用を手伝ってくれたご婦人方から千羽鶴をはりあわせてロケットを描いたパネルが届けられ実験班の心を和ませた。実験班を代表して、ここに謝意を表したい。(小山孝一郎)

### ★平成8年度第2次大気球実験報告

平成8年度第2次大気球実験は、8月26日より三陸大気球観測所において行われた。放球した気球は大型気球3機、高高度気球1機の計4機であった。

大型気球による実験では、9月4日に、小惑星からのサンプルリターン計画などで必要となる小型カプセルの地球への帰還時の飛行特性と回収用パラシュートの放出・開傘特性の確認を兼ねた実験が、気球高度からカプセルを投下する実験として行われ無事成功した(詳細は次項参照)。

続く9月6日には、2年後に昭和基地での実施が予定されている成層圏大気採取に向けての予備実験が行われた。ここ10年間三陸で実施されているクライオサンプリング装置に、南極での海水上の回収に備えた緩衝装置を設ける等の改修を施し、また大気採取装置にも効率を高める改良を図り、それらの総合動作確認を行ったものである。実験は成功裡に行われ、今後南極のみならず海外のさまざまな場所での実験の展開に向け有効な成果が得られた。

9月13日には、高エネルギー1次電子を観測するエ

マルジョンチェンバーが放球された。この観測にはできるだけ長い飛翔が要求されたため、成層圏の風が西向きから東に変わる境目の時期を狙って放球された。気球は39時間飛翔した後、15日早朝両白山地の安全な山中に降下させた。観測器は18日に無事回収できた。

高高度気球では、今回で3年連続しての観測となる高度40kmを越える領域までの成層圏オゾンの濃度観測が9月10日に行われ、観測に成功した。

今回は、気球および観測器の回収を一層確実にするため、探索にヘリコプターの活用を試みた。幸い、海上の視界に恵まれたこともあり、上記大型気球による実験において、目標物の発見と回収用船舶の誘導に威力を発揮した。(矢島信之)

### ★十字傘開く

将来の大気圏再突入/回収ミッションを想定した小型カプセル(直径40cm)を吊り下げたゴンドラが9月4日岩手県の三陸大気球観測所から放球されました。地上の陽気はすっかり秋の気配が漂っているのに上空の風はまだ夏らしく、高度10km付近に吹く西風(ジェット気流)を待って、3日放球の予定が1日延期となりました。

高度35km付近まで気球により浮揚したところでカプセルをゴンドラから切り離し、自由落下させました。カプセルはしだいに速度を速め、マッハ1前後の遷音速域に達した後、今度は空気抵抗によって減速します。十分に減速したところで、カプセル内部に収納された十字傘というタイプのパラシュートを放出、展張させるわけですが、その直前までカプセルが激しく揺れ動く様子が搭載したビデオカメラの映像からもはっきりとわかりました。このような動的不安定現象はある程度実験前から予想していましたが、主として静的な力を測る風洞試験等では正確な挙動を知ることが難しいため、カプセルがひっくり返る心配もしましたが、無事パラシュートが開き実験は大成功でした。

パラシュートには丸いのやら四角いのやら、いろいろな形がありますが、十字傘は文字どおり十文字の形をしたパラシュート(表紙写真:カプセル搭載ビデオカメラで撮影)で、カプセルの姿勢運動やパラシュート開傘時の加速度などを得ることができました。また、パラシュート開傘後、カプセルが安定に降下する様子をビデオカメラによって見る事ができました。

(石井信明)



## 第1回 宇宙と原子衝突

宇宙科学研究所 市川行和

まずシリーズのタイトルを説明しよう。宇宙の大きさについては、はっきりとわかっているわけではないが「でっかい」ことは間違いない。一方、マイクロプロセスというのは、ここでは原子や分子、場合によっては原子核の一個一個の振る舞いが問題となるようなプロセスのことである。原子分子のサイズはおよそ0.1ナノメートルの程度であり、宇宙と比べたら文字どおり「けた違いに」小さい。そんなに小さいものがなぜ「でっかい宇宙」で大事なのかというのが本シリーズのテーマである。

もう少しマイクロプロセスについて説明する。たとえば、ある程度大きなエネルギーをもった電子を原子にぶつけると、原子内の電子をはじき出してイオンを作ることができる。同じことは、波長の短い光を原子に当てても起こる。このようなイオン化のプロセスは宇宙にあるプラズマ（電離した気体）を生成する主要な機構である。原子や分子に、これもある程度高速の電子をぶつけると、励起した状態にある原子分子を作ることができる。原子や分子は量子力学の法則に従う。それによると、原子や分子の取り得るエネルギー状態はとびとびであり、それらのうち安定な最もエネルギーの低い状態を基底状態と呼び、それ以外を励起状態という。励起状態におかれた原子や分子は、普通は直ちに光（電磁波）を放出して基底状態に戻る。

このように、衝突により励起状態にある原子分子を作り、それから光を出させることができる。その典型的な例はオーロラである。これは上空から降ってくる高速電子が大気中の窒素分子や酸素原子と衝突して励起することにより放出される光である。衝突してくるものは電子である必要はなく、原子や分子、あるいはそれらのイオンであっても構わない。衝突してくる粒子の持っているエネルギー（衝突エネルギー）が十分大きければ高い励起状態のものを作ることができ、したがってそれが出す光（電磁波）の波長は短くなる（紫外線やX線の放出）。一方、衝突エネルギーが小さければ、波長の長い赤外線や電波が放出される。電波望遠鏡で観測される星間分子からの電波は、きわめて遅い水素分子が星間分子と衝突することにより発生してい

るものである。

このように原子や分子、あるいはそれらのイオンがお互いに衝突するプロセス、および電子が原子・分子・イオンと衝突するプロセスをまとめて原子衝突過程、あるいは簡単に原子衝突と呼んでいる。原子分子が光を吸収することによっても似たようなことが起こるので、それも含めるのが普通である。すなわち、本シリーズのタイトルにあるマイクロプロセスの中心になるのは原子衝突である。ではなぜ原子衝突が宇宙で重要な役割を演ずるのだろうか。それはひとえに宇宙が希薄な気体（あるいはプラズマ）から成っているからである。どの程度希薄かという、宇宙全体では平均として1立方メートルに原子（主に水素原子）が1個あるくらいである。銀河系の中はもう少し密度が高く1立方センチメートルに原子が1個ある。われわれの周囲の大気中には分子（窒素や酸素）が1立方センチメートルに10の19乗個もあることを考えると宇宙がいかに希薄かわかる。

宇宙での原子衝突の役割を少し詳しくみてみることにする。われわれは宇宙からの情報の大部分を宇宙からやってくる電磁波（波長の長い電波から、短いX線まで）を観測することによって得ている。上に述べたように、これらの電磁波のほとんどは原子衝突によって原子や分子が出しているものである。観測した電磁波のスペクトルを解析することによって、それを出している原子や分子の種類の状態、衝突してくる粒子の速度や量がわかる。これらはその原子分子が存在している場所の環境、すなわち温度や密度、場合によってはそこにある磁場や電場を知る重要な（多くの場合、唯一の）手がかりとなる。また、星その他の天体からの光が宇宙の原子分子に吸収されるとそのスペクトルに証拠が残る。これも環境の情報を伝える。すなわち宇宙における原子衝突の役割の第一は、宇宙の環境を診断する手段を提供することである。

第二に、原子衝突は宇宙に何がどれだけあるかを決める役割をはたす。たとえば、地上20~30キロメートルの高さにオゾン分子が多量に溜まっているのは、太陽からの紫外光および酸素原子や酸素分子の間の衝突過程の巧みな組み合わせの結果である。そもそも宇宙で最初の原子（水素原子）を作るのにも原子衝突が使われた。ビッグバンの直後にあったものは電子や陽子

など何種類かの素粒子だけである。宇宙の温度が冷えてくると原子や分子ができてくるが、そのメカニズムは必ずしも単純ではない。電子と陽子をぶつければ水素原子ができるのではないかと思うかもしれないが、これはだめである。二つのものをぶつけて一つのものを作ることはできない。エネルギーの保存則と運動量の保存則を同時に満足させることができないからである。ではどうやって水素原子を作ったらよいのだろうか。水素原子から水素分子を作るときも同じである。なにかからくりが必要であるが、答えは読者の皆さんに考えていただく。

ところで宇宙には地上ではほとんど実現不可能な特殊環境が存在する。たとえば、超高温（数千万度）のプラズマとか逆に極低温（絶対温度で10度以下）の分子気体、さらにはきわめて強い磁場（実験室で得られる最強の磁場よりも10万倍も強い）があったりする。これらの極限的な環境の中で原子分子はどのように振る舞うだろうか。その研究から、地上の実験では得られない新しい知見が原子物理学にもたらされることが期待される。これが原子衝突の宇宙における第三の役割であり、原子物理学を専攻している筆者にとっては最も興味あるものである。そこで最後に、そのような研究の一つである「多価イオン原子物理学」について紹介する。

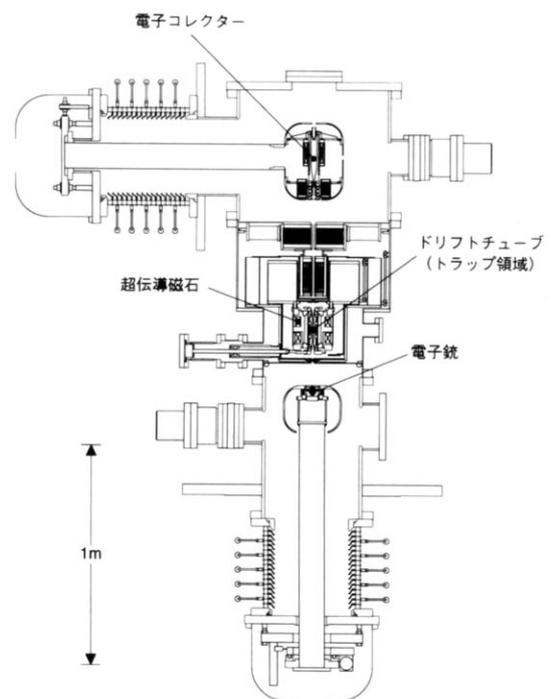
たとえば、鉄の原子は原子番号が26で26個の束縛電子をもっている。何らかの方法でそこから24個の電子をはぎとると、24価の鉄イオンが生成される。一般に2価以上のイオンを多価イオンと呼ぶ。24価の鉄イオンは束縛電子を2個もっているのでヘリウムと同じであり、ヘリウム型イオンと呼ばれる。このようなイオンは太陽コロナなど宇宙にある高温プラズマのなかになんかの程度存在することが知られている。多価イオン中の電子は核からの強いクーロン引力により核に引き付けられそのまわりを速くまわっている。その速さは相対論効果が重要になるほどであり、電子構造に影響が出る。多価イオンを分子のそばにもってくると、その強いクーロン引力で分子から多数の電子を引き抜いてしまう。結果として、分子はばらばらになる。イオンと分子をはげしく衝突させれば分子を壊すことができるが、多価イオンはそとそばに置いただけでも壊す効果がある。このように多価イオンはそれ自身としても、また他の原子分子との相互作用においても、これまでにみられなかった特異な性質をもち、原子物理学の新たな研究対象となっている。

これまで24価の鉄イオンのような多価イオンを得るには、太陽コロナのような超高温のプラズマが必要であり、普通の実験室では困難であった。しかし最近う

まい方法が考案され、鉄はおろかウランのヘリウム型イオン（すなわち、90価のウラン・イオン）すら実験室で作れるようになってきた。イオンを作るにはいろいろな方法があるが、高速の電子で叩くのが効率がよい。できたイオンは通常不安定で、まわりから電子をかき集めて中性に戻ろうとする。そこで、できたイオンに次々と電子を衝突させ、イオンが元へ戻らないうちに更に電子をはぎとることにすればよい。その際できたイオンがどこかにいってしまわないように一箇所に閉じ込めておく必要がある。このような条件を満たすように作られたのがEBISと名付けられた電子ビーム型イオン源である。大電流の電子ビームを用いることにより、イオンをその中に閉じ込め次々とやってくる電子との衝突で多価のイオンを作るのである。

この装置は現在、世界中に数台あるが日本でも最近電気通信大学に完成した。図はその装置の概要を示す。多価イオンを作るのはドリフト管と呼ばれる長さ2センチメートルほどのところで、それ以外は大電流・高電圧を扱うための道具である。イオンを生成する部分はまったく何も無いようにしておかなくてはいけないのできわめて高度の真空が必要である。そのほか、この装置にはさまざまな技術的工夫が凝らされており、この種の装置としては現在世界最高のものである。これを使って、宇宙にある多価イオンをいろいろと作りそれらの性質を調べるだけでなく、極限状態にある多価イオン（超多価イオン）を作って新しい原子物理学を開拓する計画が進んでいる。

（いちかわ・ゆきかず）



宇宙にある多価イオンを実験室で作る装置

## 久しぶりのヨーロッパ

藤井孝藏

1年ぶりのヨーロッパである。会議は2つ、パリでECCOMASという数値シミュレーション関連の会議、そしてイタリアはソレントでICASと呼ばれる国際会議である。ICASはちょうどIAFの航空版である。同じ週に2つの会議があったため今日はこっち、明日はあっちと複雑なスケジュールになってしまった。今回は珍しく辛島先生と同じ海外出張だったが、折悪しく同じ日に辛島先生はソレントで、こちらはパリで発表があり、結局すれ違いとなってしまった。

初日はパリで夕方まで会議に参加し、その足で友人と一緒にナポリに飛んだ。何故か二人ともイタリアは初めてである。目的地はナポリの南約40km、「帰れソレントへ」のソレントである。ナポリまで飛行機だが、この時間直通便がないためミラノで乗り換える。ナポリに着いたのは午後10時30分。もう電車も船もバスもない。仕方なくタクシーに乗る。ローマから南、特にナポリは気を付けなさいと言う人もいるし、イタリアのタクシーには値段がないと聞いていたので値段の確認をして乗り込む。道の端には40kmという数字を書いたマークがあるが、タクシーの速度はいきなり120km、自然とシートベルトに手が行く。紙幣のリラも0が多くてよくわからないが、速度も0がよけいにつくらしい。まあ、なんとか11時過ぎには目的のホテルに入った。次の日はスペースブレン関連表やロシアのフライト実測のあやしげなデータの発表を聞いた後、夜はスパゲッティパーティー、実は私は長いものが苦手ですどうしようかと思ったが、出てみるとマカロニやパスタ一般の料理が並んでいる。とりあえず腹ごしらえをと料理をもらってテーブルに着く。一皿終わって、デザートをと席を立った。席に帰ってみるとなんと椅子がない。探していると、そばにいた他の参加者が他のテーブルで席を立った人の椅子をもって来てくれた。その後も椅子とりゲームは続きながら無事パーティーは継続していく。イタリアだなあと思いつつ夜は更けていった。次の日は列車でナポリの駅に。財布を気にしながら駅前で腹ごしらえをして空港からパリに戻った。

パリでの宿はコンコルド広場からセーヌ川を渡って数分の便利な場所であった。毎朝、立派な朝食を食べさせてくれる。新聞もHerald Tribune Internationalとかいうのがあって世界情勢が出ている。しかし、よ

く見ると一面に日本のホストクラブの記事が出ていたりして3面記事が多い。嬉しかったのは日本のプロ野球の結果が毎日できていることだった。さて木曜はバンケット。8時からというのでシャンゼリゼで時間をつぶして地下鉄で会場へ。アメリカと違ってパリはちゃんと食べられるものを出してくれるはずである。立ちんぼのカクテルレセプションが1時間以上あって、やっと始まったと思ったら長々と続く挨拶。その上フランス語である。こちらは日本語と少々の英語あとはフォートランくらいしか言語は知らないし、いつものこととはいえいささかまいった。10時半になってやっと食事、本郷にいった田村助手がこの10ヵ月世話になったドイツDLR(航空宇宙研究所)のKordullaと昔話に花を咲かせて、終わったのは12時半、地下鉄に向かう列に加わり、ホテルに帰ったのは1時過ぎであった。

それにしても昨今の国際会議の論文集はどうしてこんなに厚くなったのだろうか。パリの会議では2冊をいれたショルダーバッグに加えて入りきらない1冊が手渡された。会議側が用意したバッグに入りきらないのである。しかも3冊とも5センチ以上は間違いのない厚さである。さらにソレントでは超厚い論文集2冊が何と段ボール箱に入れて渡された。全部で5冊、幸い送る手段が見つかったからいいようなものの、持って帰っても大半は書架の肥やしになってしまう。昨年、台湾で行われた会議では論文集はCD-ROMであった。現地で見ることができないというもどかしさもあるが、海外旅行でぶ厚い論文集を渡す習慣はこれから変わっていくことを期待したい。

何度か成田エクスプレスが満員で各駅停車に乗って帰ったことがある。そのため最近では危険を承知で帰りの切符を買っておくのだけれど、今回は45分程飛行機が遅れた。ゲートを出たのが列車の12分前、パスポートコントロールをあわてて出て、荷物をもらい地下のJRの入口に着いたのが3時44分。ところが切符は3時43分発。「あーあだめか」と思ったのもつかの間、駅の掲示には3時47分発とある。急いでホームに降りると発車のベル。何故かわからない4分の時刻改正に感謝しつつ無事家に帰り着いた次第であった。

(余談：食べ物のことしか記憶にないのはどうしてだろう。後でよく考えてみよう)。

(ふじい・こうぞう)

## その一 シリーズのはじめに

荒木 哲夫

### 計算機の思い出

過去を振り返るに、手軽に数値計算を行う手段として、算盤、計算尺、数表などがかなり長期にわたって使用されてきた。手にした機器らしい計算機といえば、卒論の計算用にアルバイトで買った手回式計算機を「シャキシャキ、チャリーン」と長時間動かして、手が痺れたことを思い出す。今を遡ること30数年前の事である。

間もなく当研究所に勤務することになり、そこで2種類の電動式卓上計算機に遭遇した。2組の数値をレバーでセットし、ボタンを押すと「カシャカシャ」と勝手に計算を始める。小ぶりな方を先輩達は「モンロー」と呼んでいた。これは計算実行の際、中心に位置した左右に出っ張った分厚い稼働部が、あたかも尻を振って歩く姿に見えるからだ。かなり長い間独り合点していたが、後日、その計算機の商標であることがわかった。

### パソコンのルーツと進化

一方、当時の物理学においては半導体研究が最盛期で、その成果としてのトランジスタ、ダイオードなどの半導体製品が真空管をこの世から葬り去ってしまった。その後の進歩は著しく、電卓と呼ばれおなじみのポケットに入る小型のものから、ミニコンと呼ばれる中型、そして大型計算機と各メーカーは挙って電子式計算機をこの世に送り出した。

LSロケットのタイマを管制する目的で、地上管制装置に導入したのもその頃である（コンピュータ制御のルーツとはいえないが）。ミニコンは現在のパソコンと同じくらいの外観で、全メモリーが2Kバイト（1バイトは半角文字1文字分）という規模で、キーボードはタイプライターから流用した（と思われる）もので現在の形式とほとんど変わってはいないが、表示部は20～30個の発光ダイオードが単調に2列に並んでいるだけであった。やがて、MZと呼ばれた、モノクロディスプレイ、プリンター付きの画期的な機種が突然に登場した。大型計算機によらずともプログラミングによる数値計算が可能となったのである。おまけに、今なお記号文字として使われているものを組み合わせ、画像として表示した、当時流行の「インベーダゲーム」がサービスとして付いていた。「シャーシャー」、「カチャカチャ、トントン」という音が所内のあちこちの室から聞こえるようになった（後者の音がデータを印刷する音でない事は言うまでもない）。

今思えば、これが「パソコン」のルーツと言えるのではないだろうか。並行し、大型計算機も急速な進展をみせ、計算の規模が多様化、複雑化するにつれ、数値計算はパソコンと大型機へ役割分担がはっきりとしてきた。

そして、カラー表示のディスプレイでグレードアップした機種がワープロソフトを伴って出現し、「画面表示」そのものも役割の一端を担いつつ、本来の数値の計算とは直接関係ない機能分野（マルチメディア）に進化し始めた。機器本体の高性能化（記憶容量と処理速度の増大）と共に優れたオペレーションシステム（OS）が次々と開発され、それに乗って動作する数多くのアプリケーションソフトが生み出された。近々の傾向としては、キーボードを叩くことなく、画面に表示された図形をマウスでクリックするだけで操作できる（GUI）仕様のものが主流となってきた。加えて、音声、音楽、ビデオのような動画も扱える様になり、「モンローワーク」もパソコン上で再現が可能となった。そして、パソコンは今や計算機とはかけ離れた電子機器の寵児としてその揺るぎない地位を築き、以来、日進月歩のめまぐるしい進展を休むことなく続けている。

### 宇宙研のパソコン事情

宇宙研においても、その職務内容から、当然、多くのパソコンが導入、使用されている。その機種は、老舗の98系と、ハード、OS、アプリケーションをまとめて供給するマック系、そして近々増加傾向にあるDOS/V機の3種類、即ち、パソコン御三家が揃い踏みである。使用される機能も「ワープロ」、「図形や図面の作成」、「データ整理と管理（経理を含む）」、現在最も使用率を向上させている「通信機能」を応用した、「インターネット」、「電子メール」、実験室における「データ処理」や「機器の制御」など多岐にわたっている。とかく世間で言われている年齢層や職務内容による傾向は特になく、全所にわたって数多くの使い手が存在する。ここで言う「使い手」とはパソコンのことを全て知り尽くし、アプリケーションなら何でも駆使できるというような人ではなく、それぞれの分野で意図する目的にかなった使用法ができる人という意味である。

本パソコン活用術シリーズではその使い手の数人に登場願ひ、それぞれのパソコン活用の術（すべ）をご披露いただくものである。本シリーズがパソコンを使用する同士の励みとなり、これから始める人へのきっかけとなれば幸いである。（あらき・てつお）



## 宇宙研の思い出

木下舜春

「宇宙には夢がある」とは言い尽くされた言葉であるが、私にとっては宇宙研に在職して初めて実感させていただいた。

私が宇宙研に赴任したときには、ビッグバンという言葉の意味さえ理解していなかったのである。そのような宇宙オンの私の極めて初歩的な質問に、先生方が快く素人に分かりやすく説明して下さったことが、そもそも私が宇宙（宇宙研）にのめり込むきっかけであったように思う。その後、宇宙やロケットのことを少しずつ勉強するにつれ、その不思議さ、面白さに魅了されていくのであるから、やはり宇宙には人を引き付ける何かがあるのであろう。

さて、私の宇宙研在職中（平成6年4月～8年6月）は、宇宙研にとってまさに激動の時代であったように思う。着任早々のEXPRESSとその後のSFUはその象徴ではないだろうか。EXPRESSの内之浦での打上げは、私にとって初めての打上げ見学であったが、100%の成功を信じて疑わなかった。打上げ機であるM-3S IIロケットは、それまで7回の成功実績を持つ宇宙研のエースであり、M-V型へ引き継ぐ最終号機として有終の美を飾る筈だったからである。

しかし、ご存じのようにEXPRESSは残念な結果になった。打上げ直後に秋葉所長から状況を聞いた時のショック、何かの間違ひではないかと混乱した頭で衛星が軌道に乗ったという一縷の望みを捨て切れないうまま、所長や関係の先生方と徹夜で必死に善後策を講じたことが昨日のように思い出される。

このことで私は、宇宙では、数多くの実績があってもいつでも新しい現象が起こり得るものであり、それがさらなる科学技術の発展につながることを、宇宙開発はまだまだ発展途上であり、常に大きなリスクを伴うものであることを体験した。そしてこの体験で、宇宙では何が起きても不思議ではなく、宇宙研では常に成功に向けて危険と戦っているのだということが、さらに私を引き付けていったのだから宇宙とは不思議なものである。

EXPRESSについては、その後、秋葉所長が国会に

出席を求められ原因等について質問を受けるなど、様々な厳しい対応を迫られることになった。

その間、私を感じたことは、失敗に対する社会の目の厳しさ（冷淡さ）である。宇宙科学を初め、ビッグサイエンスといわれる分野では、巨額の税金が投資されるだけに、失敗は許されないとする社会的な風潮があるのだろうか。もちろん安易な失敗は許されるべきではなく、万全を期すために関係者が全力を傾注しなければならぬことは当然である。だが、宇宙科学は未知の分野への挑戦であり、最先端の科学技術を駆使して、常に新しい発見、新技術の開発に向かっていかなければ発展はないであろう。そのためにはリスクがつきまとうものであることに理解を示す意見があってもよいのではないだろうか。関係者によるそのための広報活動がますます重要に思う。

さて、このような状況のもとで、SFUの最終調整に臨んだのである。その過程では不具合の発生等、様々な出来事に遭遇し、EXPRESSの後だけに関係者のプレッシャーは大変なものであった。そのプレッシャーを跳ね除けて打上げ、回収の成功に持っていった宇宙研と関係者の力は並々ならぬものであり、大いに拍手を送っても良いであろう。

SFUのNASAから宇宙研への引き渡しに、たまたま私もケネディスペースセンターに同行させていただき、SFUと対面したときの感激は一生忘れないであろう。金ピカのSFUを目の前にし、太陽電池パネルの切り離し跡を見て、「本当によくぞ戻ってきてくれた」と思うと自然と目が潤んだものである。

宇宙研では、M-Vロケットによる様々な野心的なミッションに挑戦しようとしている。これから様々な場面で前述のような厳しい目を意識させられることがあると思うが、安易な妥協をすることなく頑張ってもらいたいと思う。宇宙研に在職して、「宇宙（宇宙研）大好き人間に変身した（させられた？）私は、年明けのM-V初号機によるMUSES-Bの打上げに今から心をときめかせている。もちろん、成功を信じて！

（筑波大学経理部長・前宇宙研管理部長、きのした・きよはる）

ISASニュース

No.187

1996.10.

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2-1-1 TEL 0427-51-3911

The Institute of Space and Astronautical Science

◆本ニュースに関するお問い合わせは、庶務課法規・出版係（内線2211）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>）。