

〈研究紹介〉

昭和63年1月30日撮影

中性子星の瞬き

私達が光学望遠鏡の世界からはなれて、非常に 波長の短い電磁波 "X線" という新しい目で宇宙 を眺め始めたのはほんの20数年前のことです。X 線観測が始まると、それまでは人目も引かなかっ た暗い連星が一躍主役の座にのし上がってきまし た。中性子星やブラックホールなどの高密度星を 含む連星系だからです。そしてこの20年の間にX 線連星から,超新星爆発やその残骸,活動銀河核, 銀河団等の観測へと、 X線天文学は次々にその視 野を広げ、目ざましい成果を上げてきました。今 では私達に一番近い恒星である太陽から遠くは宇 宙の遙か彼方まで、ほとんど全ての階層の天体が 研究の対象になってきました。中でも最近10年間

宇宙科学研究所 長 瀬 文 昭

の進展については"はくちょう", "てんま"を抜 きにして語ることはできません。その活躍ぶりは このISASニュースでもしばしば紹介されている ところです。その1つにX線連星パルサーに関す る一連の研究があります。ここではそのX線パル サー(主に中性子星と早期型巨星との連星系)が 演じるドラマを、肩肘張らずに楽しく読める物語 として紹介したいと思います。

まずその生い立ちから始めましょう。それは太 陽質量の10倍もある重い星同士の近接連星系に始 まります。この二つの星はお互いの重力で結ばれ, またそのあいだで質量の交換が行われます。あた かも手を取り合ってワルツを踊る恋人どうしのよ

うに。しかし時日が移るとこの夫婦星にも破局が 訪れます。早く進化したより大きな星はいわゆる 超新星爆発を起こします。ここでその星は一生を 終えます。その時中心部には超新星爆発の申し子 として中性子星が誕生します。この中性子星は相 手の重い星(主星)の周りを数日の周期で公転運 動を始めます。あたかも母親にまとわりつく腕白 坊主のように。そして主星から注がれる多量のが スをその強力な重力場で吸い取ってX線星として 輝き始めるのです。こうして誕生した腕白坊主

(X線星) はその体重が重い (太陽質量程度) 割に小柄 (約10km) なだけに恐ろしく目まぐるしく 飛び回る (自転速度は100ミリ秒から数百秒まで色 々ある) のです。つまりこの世界は1日が1秒, 1年が1日程度に短縮されているわけです。

さて高速で回転する中性子星が強い磁場(中性 子星表面で1億テスラ程度)を持っているとこれ はパルサーとなることが知られています。1967年 にヘビッシュ・ベルらによって電波で発見された あのパルサーです。それでは電波パルサーとX線 パルサーとどこが違うのでしょうか? まず電波 パルサーは孤立した寂しい中性子星であるのに対 して、X線パルサーは前に述べたように友達と二 人ずれ(連星系)です。電波パルサーは年老いた (1千万歳の)中性子星なのに、X線パルサーは たった(?)1万歳の赤ん坊であります。電波パ ルサーは自分の回転速度を落とすことで電波パル スを放出するためのエネルギーを賄っています。 しかしX線パルサーは相手の星からもらったガス (降着物質)をエネルギー源とします。従って電 波パルサーは常にスピンダウン傾向を示すのに, X線パルサーでは概して降着物質が順方向の角運 動量を持つためスピンアップ傾向を示します。更 にそのパルス波形は電波パルサーでは鋭く尖って いるのにX線パルサーではなだらかに広がってい ます。そもそも中性子星の自転にともなって電波 やX線強度の脈動が観測されるのは、その磁気軸 が(地磁気がそうであるように)自転軸に対して 傾いていることに起因します。磁気極で光る電波 光又はX線光が、ちょうど燈台のサーチライトの

ように、中性子星の自転にともなって見えかくれ するのです。

これがX線パルサーの概略ですが、実はその後 の"はくちょう"や"てんま"による観測は、こ のX線連星モデルの基本的措像を考え直さざるを 得ないようないくつかの問題をもたらしました。 今日はその一つであるパルス周期の変動の問題を 取り上げます。つまりこれまでのX線連星モデル によれば、X線パルサーのパルス周期はいつも長 期に渡ってスピンアップするはずです。なぜなら, 主星から放出されるガスは、それが星風であれ、 はたまたロシェ袋から溢れた降着円盤であれ, 元 の公転運動にともなう一定の角運動量をもって中 性子星の重力圏に流れ込むからです。そしてこの ガスが角運動量を保存しながら渦巻状に磁気圏境 界面に達するときには、その回転角速度は中性子 星の自転より速くなっているのです。皆さんはフ ィギュアスケートのスピンを思い出されるでしょ う。このガスが磁場との相互作用で磁力線に乗り 移る際に,正味プラスの角運動量を中性子星に与 えてこれを加速するのです。これはちょうど独楽 をしば叩いて加速するに似ています。不幸なこと に(?), "はくちょう"はこの様なシナリオがど のX線パルサーにも当てはまるわけではないこと を次々に証明しました。

一例としてVela X-1のパルス周期の変動の歴史を図1に示します。これは"はくちょう"自慢の観測結果ですが、その後の"てんま"による観測結果も含まれています。図を見ると"はくちょう"以前の数年間は確かにスピンアップを続けており、

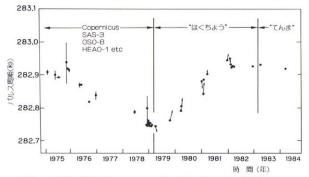


図1 X線パルサー Vela X-1 のパルス周期変動の 履歴。

前述のシナリオが当てはまるように見えます。しかしその後"はくちょう"が発見した数年間にわたる長期的なスピンダウン傾向を見て人々は困惑しました。苦し紛れの理論がいくつも提案されましたが、未だに我々を十分に満足させるものがありません。その上図中の矢印で示されるように、パルス周期が数日の時間尺度で揺らいでいることが分かりました。初め私達はこの様な短期的な加速・減速トルクが複雑に働くのは、もしかすると中性子星の内部に原因があるかも知れないと思いました。つまり中性子星の星震によるものか、或はその外殼と超流体内核の相互作用によるものならば、我々はついに中性子星の内部構造に観測のメスを入れたことになるのです。

しかしその後の"てんま"による研究で図のようなパルス周期の変動はむしろ外的条件に起因するもの、つまりVela X-1へその主星から流れ込む星風のダイナミックな振舞いによるものだろうとの見解に到っております。これにはエネルギー分解能の優れた蛍光比例計数管が威力を発揮しました。鉄元素からの蛍光X線(Kα輝線)の分光観測が、連星系周辺に溜っているガスの総量を診断する決め手になるのです。現在では、多くのX線パルサーに於てその主星から中性子星への物質の輸送は、極めてダイナミックかつ乱流状であることが観測から確かめられています。つまり早期型巨星から吹き出す星風は静穏で一様な定常流ではなく、嵐も吹けば竜巻も起こるということです。

さらに連星系中の星風は、ちょうど太陽風がそうであるように、中性子星近傍で衝撃波面を作る ことは十分に考えられます。そのとき衝撃波面内

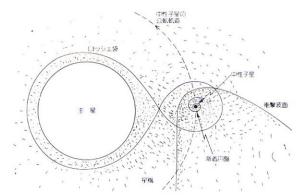


図2 X線連星におけるガスの流れの概念図

側のガスはその流れが減速し著しく乱れ、図2の概念図に示すように衝撃波面の内側に降着円盤を形成しやすくなります。この降着円盤がいわばモーメンタムホイールの役割をするのです。つまりこの降着円盤と中性子星とは磁場でつながっており、主星からこの円盤へ流れ込むガスとその円盤から中性子星に流れ出るガスとの差で円盤の角運動量が変化し、また両者の間でそのやり取りをすることで中性子星の回転速度を制御するのです。今ではこのVela X-1のようなひねくれたパルス周期変動をする X 線パルサーが多数を占めていて、最初に述べた古典的なモデルで説明できるような優等生は小数派であることが"はくちょう"、"てんま"によって暴かれてきました。

紙数が尽きましたのでここで筆をおさめます。この後は"細工は隆隆, "ぎんが"による仕上げを御覧じろ"としておきましょう。また近い将来流体シミュレーション計算などでこの様な連星系における物質の流れやそれに伴う角運動量の輸送などが定量的に説明される日を楽しみにしています。 (ながせ・ふみあき)

★相模原キャンパスへの移転作業開始

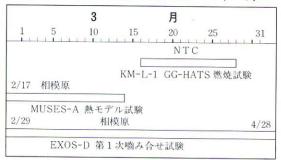
かねてから整備がすすめられている相模原キャンパスの施設がほぼ完成に近づき、いよいよ本格的な移転作業が開始されることとなった。

移転作業の開始にさきだち、安全を祈念し、研

究所のさらなる発展の第一歩として、2月10日午前9時30分、駒場キャンパスの45号館前において出発式が行われた。当日は、新らしい門出にふさわしく快晴に恵まれ、西村所長、関係業者代表の挨拶と安全宣言ならびにテープカットが行われ、

輸送車の第一陣を関係者一同の拍手で送り出した。 (鳥尾幸寛)

★ロケット・衛星関係のスケジュール(3月)





★超新星SN1987AからのX線

「ぎんが」は、その打上げ直後に

大マゼラン雲で起きた超新星SN19 87Aの監視を、平均して1~2週間に1回の割合 で行ってきた。1回の観測では、「ぎんが」の大面 積比例計数管(LAC)がSN1987Aの方向にほぼ まる1日じっと向けられ、その間にSN1987Aか らやってきているX線の平均強度が注意深く算出 される。そのようにして得たSN1987AからのX 線強度が, 超新星爆発後の日数と共にどのように 変化してきたかが図に示してある。上の図は、6-16keV (ケブ:キロエレクトロンボルトの略で、 電子が1000ボルトの電位差で得るエネルギーに相 当する)のエネルギー範囲のX線強度の変化を、 下の図は、16-28keVのX線強度の変化を示す。強 度の単位はLACに検出された1秒間あたりの平均 の X線の個数で、それぞれの点のたて棒は、誤差 の範囲を表わす。図からわかるように、7月頃(爆 発後約130日)から見えはじめていたSN1987Aか らのX線は、小さな強度の増減を2度程くり返し た後,12月末(爆発後305日頃)から1月20日頃(爆 発後330日頃) にかけて、特に6-16keVのエネルギ 一領域で、およそ6倍もの強度を増した。そして その後少しずつ強度をもとのレベルにもどしてい

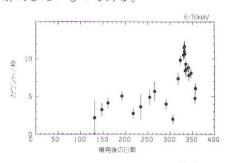
この1月はじめのX線増光の様子をくわしく見てみると、これら増光したX線は、およそ10億度近くにまでも熱くなったプラズマからやってきている可能性が強い。爆発で飛び散った物質は、光

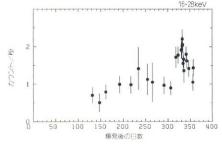
る(2月15日現在)。



テープを切って、さあ移転作業開始だ。

の速さの数十分の1というものすごい速さですっ 飛んでいるから、それが何かにぶつかれば非常に 高温のプラズマになることは十分考えられる。し かし、図からわかるように6-16keVのX線は爆発 後330日ぐらいのところで、ほぼ1日のうちに約10 %ストンと強度を弱めた。爆発で吹き飛んでいる 物質は、もう光で走っても10日ぐらいかかる大き さにまでひろがっている。そんな大きさのところ から出ているX線が1日のうちに約10%も強度を 変えることは非常に考えにくい。この1日のうち の強度変化を説明するにはかなり小さな領域を考 えなくてはならず、小さくて超高温なプラズマが 一体どこに出現しているのか、これからの観測で ぜひ解明したいものである。





小口教授の御退官に寄せて

大島耕一

東京大学付置航空研究所は1918年にできたそうです。米国のNACA、英国のNPL、ドイツのDVL、フランスのONERA、ロシヤのZAGIなどの研究所が1910年代に創設されたのは、第1次世界大戦において実証された航空機の未来に各国が注目したからですが、大空を駆けることにロマンを夢みたからでもあったでしょう。そして1945年第2次大戦の敗戦によって中断されるまでの20余年の間に、この研究所を中心にしてPrandtl-Karman-Taniとつずく航空流体力学、Taylor-Tomochika-Imaiとつずく理論流体力学の学派が形成され、また航空機による長距離周回飛行の世界記録の樹立などもありました。そしてこの時代、大空へのロマンに憧れ、航空研究に身を投じた少年達の中に小口教授もいました。

この若者達が1958年再開された東京大学航空研 究所に集まったのです。 友近、谷、今井各教授の ような優れた指導者に恵まれ、 隼の設計者糸川教 授, 零戦の設計者堀越講師などの良き先輩に見守 られて,この時代のこの研究所では乱流の佐藤, 極超音速流の小口, 爆風の大島, 超音速微小攪乱 理論の辛島といった人達によって新しい流体力学 の体系が作られました。皆20才代の若者でした。 確かにこの時期, 航空研究所は世界の空気力学研 究の中心の1つでした。小口教授は天賦の才能に 恵まれ,大空を駆ける夢に憧れ,良き研究環境に おいて十分にその才能を伸ばし,新しい空気力学 体系を樹立し、そして今、同じ宇宙のロマンに憧 れ, 研究生活に身を投じた若き駿秀達に囲まれて 去ろうとしています。まことにうらやましいこと であります。

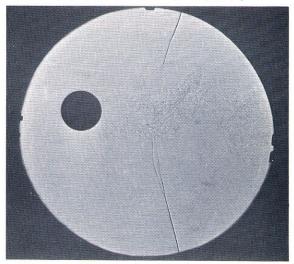
別れに際して私の好きな言葉を贈りたい。Old soldiers never die, only disappear. 日本ではこの言葉は誤解されているようですが、実は若き士官候補生と老将軍の交歓の言葉で、つまり先輩の志を継ぎ次の時代を担って生きようという若者の覚悟であり、後につずく者を信じつつ去る年老



(谷川岳にて, 1986年)

いた者の惜別の辞でもあります。確かに宇宙のロマンに憧れ集まった若き駿秀達が競いあっている今日の宇宙科学研究所はその最良の日々を享受しているように見えます。安心して去ることの出来る研究所を作って下さったことを共に慶びたいと思います。

最後に小口教授の思い出のために、同教授の研究室で撮影した遷超音速流の写真を掲げておきます。細かい技術的説明は不必要でしょう。ただ小口教授は実験流体力学を芸術の域にまで高めた人でもあったことを記録に止めておきます。



秋元さん御苦労様でした

菅 家 邦 一

ロケット関係事務の生き字引きである秋元さん が本年3月をもって定年を迎えられることになり ました。

秋元さんは、昭和26年に東京大学生産技術研究所に奉職、同35年には人事掛長に昇任され数多くの優秀な後輩を育成ののち、同39年4月に東京大学宇宙航空研究所に観測ロケット業務掛長として配置換となり、同43年から業務主任を務められるとともに、業務掛長、研究協力掛長を次々に併任、同56年宇宙科学研究所管理部研究協力課課長補佐として、今日までロケット一筋に大変な御苦労をされたことは記憶に新しいところであります。

秋元さんは、39年4月に生産技術研究所から数 人の職員と移動して来られ、現在の施設課の部屋

に落ち着かれ、新設された "観測ロケット業務掛" の体制作りと、日本にも世界にも類を見ないといわれた一大学内における観測ロケット特別事業の組織作りに多大な貢献をなされました。

他省庁との頻繁な諸会議、協議会、協 力会、ロケット実験、大気球実験等には 常にリーダーとして、慎重かつ綿密な采 配で陣頭指揮をされ、その培えられた経 験は今日の科学衛星誕生の下地となって いるものと思います。

ご承知の方も多いように "ア・キ・モ・トです" と一字一字を数えるように丁重な

話し方をされ、誰彼分け隔てのない態度と温厚な 人柄に人望も厚く、後輩の良き理解者であります。 かってはバレーボールの名セッターとして活躍 された時代もあり懐しく思い出します。

昨年3月のISASニュースで、野口さんを送る言葉として"昔話のできる方が一つの節目を迎えられる…"と秋元さんが書かれておりますが、こうして又ご自分がその節目を迎えられる時が来ました。定められた退職とはいえ誠に名残おしい限りです。オデコの光る部分が多くなったように見うけられる今日この頃ですが、増々お体に注意され、今後も後輩をご指導下さるようお願い申し上げます。長い間本当に御苦労様でした。ご多幸をお祈りいたします。



前段左から、秋元春雄、渡会実雄、中西厚夫の各氏

渡会さんの御退官を惜しむ

この冬の観測ロケット実験期間中の一夕,3月限りKSCを去る渡会実雄事務主任と中西厚夫技官を送る夕べを催した。非公式な集いではあったが予想を遙かに上回る130人程が参加し、交々に御両人のお人柄を讃えつつ送別の辞が述べられた。この席には野村民也名誉教授も遠路はるばる馳せ参じて下さった。席上、先生は「渡会さんは常に人

秋葉鐐二郎

の和を大切にされた方でした。」と述懐されたが、 御当人を含め全員異議なし同感の面持ちであった のを想い出す。特に地元と宇宙研とのやや微妙な 問題など渡会さんに一任しておけば先ず安心して いられたのは一重にこの様なお人柄の然らしめた ところである。

間もなく4月からは渡会さんも、そして我々も

新らしい環境に身を置くことになる。

「おおすみ」、「さきがけ」の打上げなど、創設 以来のKSCの歴史の証人がまた我々の仲間から去 るのは如何にも名残り惜しい。多少記念にという お気持からであろうか「しんせい蘭」を一鉢渡会 さんから戴いた。共にこの蘭にあやかって新生の 意気と希望を以て将来にのぞみたいものである。

中西厚夫さんを送る

白坂友三

中西さんがKSCに勤務されたのは、昭和41年11 月で、この頃は、開所2年目でまだ施設整備の急 がれる時期であったそうである。

中西さんの担当は管財、営繕であり、新施設に 欠かせないのは土地問題である。用地確保のため 日夜を分たず、営林署、町役場、あるいは民家と 足を棒にして、駆け回る連続で、その御苦労は大 変なものであったと思います。

人当りの好い物腰と、ウィットに富んだ話術, 最後まで粘り通す熱意で、いくつもの難問題を解 決されたのである。

また一方、日常の勤務では、「早出の中西」と 異名をとる程で、職員の出勤時には、夏は涼気が 冬は暖気が事務室に充ちていたもので有難いこと だった。

そのほか、休日の見学者の案内役も当然のよう

に引き受け、その懇切なガイドぶりは、皆さんに 喜ばれていました。

かって秋元課長補佐が「職員新採用の面接の折, 採用されたらどんな仕事でもいといませんと言い 切った人が一人あり感心させられた」述懐された ことがあったが、この一人が中西さんではなかっ たかと思えてならない。とにかく人の嫌がる仕事 を進んでする人柄だった。

この中西さんも3月で停年勇退される。あのスマイルが事務室から消えることを思えば寂しい限りである。長い間本当にご苦労さまでした。

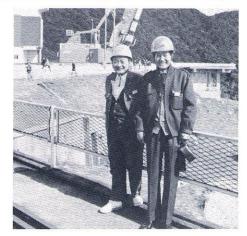
自然を愛し、花を賞でる人、必ずや楽しい第二 の人生を歩かれることでしょう。今後のご健康と ご活躍を祈念し、私たち後輩への変らぬご助言と ご指導をお願いするしだいである。

御苦労様でした相原さん

林 友直

相原さんとのお付合いは昭和40年に私が駒場に 赴任して以来で、既に20年以上になる。たしか氏 は初め岡崎先生の研究室に所属して居られ、地下 の実験室でお会いした覚えもある。仕事の上で直 接的な協力ということはなかったが、その後エレ クトロニクス・ショップに移られてからは、部品 の調達などの面を通じて研究室ぐるみ大へん御世 話になった。極めて几帳面でショップの運営に尽 力されたが、常に笑顔を絶やさぬ穏かなお人柄は 周囲の敬愛の的であった。また同氏は助手として の御勤務の傍ら、請われて母校の東京電機大学に おいて後進の指導に当って来られた。

お見受けしたところ大へん御元気であるが, 定 めにより此のたび御退官されるということは誠に お名残り惜しい限りである。幸い御子息も当研究 所で御活躍のことでもあり、時折は新装成った相 模原の地をお訪ね頂きたいと思っている。



公司

さよなら, 駒場

私達のご先祖さまが深川越中島から、この駒場に居を構えたのが昭和4年とのこと、以来今日まで59年の歳月が経過したことになる。この間にいろいろな分野に巣立って行かれた方、転退職された方、そして今回相模原キャンパスに移転する教職員、学生諸君等、どなたにとっても駒場は思い出深い研究所ではないでしょうか。

移転第1便の出発式が寒風吹きすさぶ快晴の2 月10日午前9時30分に45号館前で行われた。いよいよ駒場キャンパスを去るにあたり世俗的なことに若干ふれてみたい。

木々の梢を見上げるとオナガ、ムクドリ、ハトそして野口雨情の「七つの子」のようには好感がもたれていないカラスも住みついている。目を足元に転ずると猫がシッポを立てて人なっこく寄り添ってくる。鯉や金魚が冷たい池の中でじっと春を待っている。グランドに意地悪するモグラもいる。あるグループの資金の一助になったミミズもいる筈。このほかアリやヒキガエル、チョウやセミもどこかで身を守っている筈。

戦後の食糧難時代に何とか生きるためにある教職員の方はサツマイモ畑で汗を流したとのこと、現在の駒場キャンパス45号館あたりは立派(?)な畑であったとの由。当時の名残りの一つでしょうか、ある建物の陽当りの良い場所にニラの株が主なきあとも生き続け、毎年夏になると白い可憐な花をつけ何かを訴えているような姿に出会ったことを思い出す。

さまざまな動植物にも忘れずに一言の挨拶をしたい。

駒場キャンパスは天皇陛下,皇太子殿下をお迎えしたことがあるとのこと,また,大臣や外国の要人も来訪されている。救急車や消防車もきた,それから泥棒や刑事も,霊柩車だけは来た話を聞いたことがない。

さて、なんと云ってもこの駒場は宇宙工学、宇宙理学が加速的に発展したキャンパスではないでしょうか。昭和45年2月我が国初の人工衛星「お

おすみ」の打上げに続き今回の移転までの間に地球周回軌道に15個の衛星と太陽周回軌道に2個の惑星探査機の打上げに成功している。研究者とメーカ技術者が知恵と技術を出し合った結晶と信じている。夜を徹した試験、不具合の原因究明と対策、衛星追跡、データ解析、一喜一憂した部屋、成功を喜び合った部屋、夢を語り合った部屋、さまざまな汗や涙を流したキャンパス、このキャンパスと青春の一駒を重ね合わせている方もいることでしょう。テーブルに、装置に夥しい自分史や宇宙科学研究史が刻み込まれていることでしょう。宇宙のチリのなれの果ての人類(?)が飽くなき宇宙への探究心をもち、宇宙漬けになっている多くの人々の集っているところがこの駒場キャンパスではなかったでしょうか。

移転後の跡地活用計画は聞いておりませんが、 古くは航空機の、昭和39年以降は宇宙工学・宇宙 理学の研究業績に内・外から高い評価を受けてい ると聞いている。どなたがどんな目的にこの駒場 を活用されることになるか存じませんが、ますま す輝かしい歴史が積み重ねられることを祈念する とともに膨張を続けているという宇宙の如く、相 模原市への移転を契機に宇宙科学研究所もすべて の面でますまず発展してゆくことを念願いたした い。移転先の相模原市では、宇宙科学研究所の施 設のある市・町と銀河連邦共和国を建国するなど 大歓迎いただいておりますが、できるものならこ れからの毎日は"ゆっくり"と陽が沈んでほしい。 何事によらず別れには感傷がともなう点をお許し いただきたい。

最後に、相模原キャンパスへ通勤困難なため管理部観測事業係から東京大学教育学部へ移られた 島田祥代さんから五線紙で寄せられた一言を披露させていただきます。 (秋元春雄)





ガンマ線(硬X線)バーストの観測

硬X線

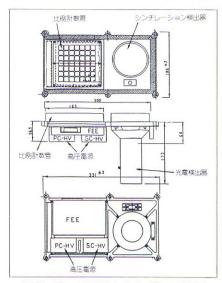
宇宙科学研究所 村 上 敏 夫

昨年宇宙研で打ち上げられたX線天文衛星「ぎ んが」にガンマ線 (7線) バースト用の検出器が 搭載されていることは余り知られていない。大マ ゼラン雲で発生した超新星SN1987Aを検出した 「ぎんが」の大面積比例計数管に比べれば重さで 17分の一にすぎない小さな観測器である。 γ線バ ーストとは名前のごとく強い 7線がバースト的に (多くは数秒間だけ)降りそそぐ現象に与えられ た名前である。1968年に発見されて以来現在に到 るまでその発生源は分かっておらず研究者に一杯 夢を与えてくれる天体現象なのである。厚い地球 の大気に阻止されて地上からでは γ線バーストを 受けることは出来ない。宇宙に出てかなり弱いも のまで数え上げると年間に全天で数千回もの 7線 バーストが起こっていると想像されている。こん なにも頻繁に起こり20年も前に発見された現象の 発生原因がいまだに分かっていないとはゆかいな 話である。「ぎんが」に観測器が搭載されたのも この原因解明での活躍が期待されたからである。 γ線バーストはそのエネルギーの中心が数100keV のγ線領域にあることから検出器としてはシンチ レーション(蛍光)検出器が使われる。ここでは 蛍光燈で青白く光るプラスチックのシンチレータ ーではなく、塩の結晶に似たNaIやCsIのような重 い元素を含んだものが使われる。これは入射して 来た ? 線光子が原子から電子をはじき出し, 入射 光子のエネルギーに比例した蛍光を出す確率が高 いからである。これを光電管で信号とする。

この観測の方法はニュース先月号で紹介のあったもっとエネルギーの高い ア線検出器とも共通している。しかし ア線バーストを考えた時には一つの大きな制約がある。 ア線バーストはある天体が数十年に一回数秒だけ起こすような現象と考えられており、じっと狭い視野である方向を見ていてもバーストは受らない。コリメータと呼ぶ視野を限るものを外して出来るだけ全天を見張る必要がある。その方向を知りたいのとコリメータを取り外すこととは現在のような方法では矛盾する。そ

こで多くの場合少しずつ方向の異なる検出器をた くさん並べて、相互に受かるフラックスの比から 数度の角度を出すことが試みられている。当然「ぎ んが」には一台だけあり自分ではこの方法で方向 を決められない。しかし「ぎんが」の7線バース ト検出器でも方向が決まっているのである。金星 や太陽の近くにいる人工衛星と地球の近くにいる 人工衛星では 7線バーストの受かる時間に光の速 さが有限であることから時間差がでる(地球と太 陽間では約8分)。この時間差からバーストの方向 を決めることが出来るのである。昨年の3月3日 の 7 線バーストの例では (ニュース1987年3月号 掲載)アメリカの金星周回衛星でも受かっており、 時間差から方向が決められている。宇宙研では現 在金星に向かうもの、小惑星にランデブーするも の等の人工惑星が検討されており数kgの検出器が 搭載可能ならそれらには 7線バースト検出器を搭 載してこの方向決定に役立たせたい。 ア線バース トに同期して光が出るとする計算もあり長い眼で みれば月の上やスペースステーションでの観測も 期待される。最後にほんの少しだけ「ぎんが」の 成果を述べる。 γ線バースト検出器は期待に違わ

ず7トと磁たがえ測立る大線のし場中原ら事しる生強持子とるをつします。



「ぎんが」に搭載されたガンマ線バ ースト検出器

(むらかみ・としお)



太陽電池の話 (2)

(太陽電池の材料)

太陽電池の性能を上げるための重要項目は,

- (1)入射光表面での光反射損失をできるだけ抑える。
- (2)材質の禁制帯幅(Eg)以下のエネルギーの光 (hν)は材質に吸収されずに透過してしまい, 光電変換に役立たない。
- (3)禁制帯幅 (Eg) 以上のエネルギーの光 (h ν) は材質に吸収されるが、 $h\nu$ -Egのエネルギーは、材質を暖めるだけの熱損失となり、電力の発生にならない。
- (4)材質が光吸収して正電荷(正孔)と負電荷(自由電子)を発生し、これらの電荷移動が電流となるが、表面、表面層、ベース内、あるいは裏面で電荷が再結合(表面再結合、界面再結合、バルク再結合)することによる電荷の消滅を、極力、抑える。
- (5)電極の抵抗、接触抵抗、表面層の抵抗などからなる直列抵抗をできるだけ小さくする。
- (6)異種材質の接合部、たとえば半導体のpn接合に 欠陥があると漏れ電流が生じ、並列抵抗が小さ くなるので、より完全な接合部とする。

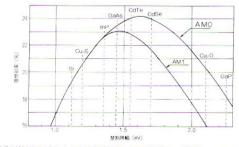
があげられる。これらの内で材質の禁制帯幅に関 する第2と3の条件が効率に特に強い影響を与え る。入射太陽光の成分(エネルギー・スペクトル) は定まっているので、禁制帯幅が小さすぎる材質 では光発生による電荷量は多く、電流は増すが、 第3の条件による熱損失が増して効率が低下する。 反対に,禁制帯幅が大きすぎると光発生による電 荷量は小さくなるので効率が低下する。従って. 禁制帯幅に最適な条件が存在する。光反射の損失, 直列・並列抵抗等を無視した理想的効率の禁制帯 幅に対する特性を図に示す。材質ごとに禁制帯幅 は定まっており、1.12eVのシリコン(Si)半導体 よりもインジウム燐(InP)やガリウムひ素(GaAs) のIII-V族化合物半導体、カドミウム・テルル(Cd Te)のII-VI族化合物半導体の方が、より高い理 想効率をもっている。InP太陽電池は、1990年の冬 に打ち上げられるMUSES-A衛星のルナ・オービ ターに主電源として搭載が予定され、1988年2月

に打ち上げられた宇宙開発事業団による通信衛星 (さくら3号-a)に主電源としてGaAs太陽電池 が用いられた。

地球資源的観点から材料を考えるとSiの埋蔵量は、ほぼ無限であるが、Cd、Ga、Inなどは埋蔵量はすくない。また、単結晶Siの物性は良く知られており、それによる製造技術もほとんど確立していることから最も一般的材質は単結晶Siである。製造技術もIII-V族やII-VI族化合物半導体はSiほどには確立していない。

Siを含む半導体ガスをグロー放電分解して作ったアモルファス(非晶質)Si材質は作製条件によって禁制帯幅を制御でき、しかも光の吸収率が単結晶Siより大きく、単結晶Si太陽電池よりも半導体の厚さが50~200分の1と薄くなり軽量化に適する。しかし、再結合中心の数(ギャップ状態密度)が単結晶Siより大きいので光発生した電荷の消滅が多い。従って、光発生した電荷を加速するためのi層をもうけたp-i-n構造のアモルファス太陽電池、さらに入射光の長波長成分を利用するために禁制帯の小さいアモルファス半導体のp-i-n構造を、より内部に付けたp-i-n-p-i-n構造のタンデム

(tandem)形アモルファス太陽電池がある。一般的にアモルファスSi太陽電池は電卓等の民生用に広く用いられている。 ー宇宙研 藁品正敏



禁制帯幅に対する理想効率(理想的pn接合, n=1)。 AM0は入射光が大気圏外の太陽光スペクトル, AM1は 地上において快晴, 正午時の太陽光スペクトル。

訂正 前号(No.83, 1988.2)の図 2 で, ASTRO-C はBlackタイプを使ったことになっていますが, B SFRタイプの誤りです。お詫びいたします。



宇宙研を去るときに

小口伯郎

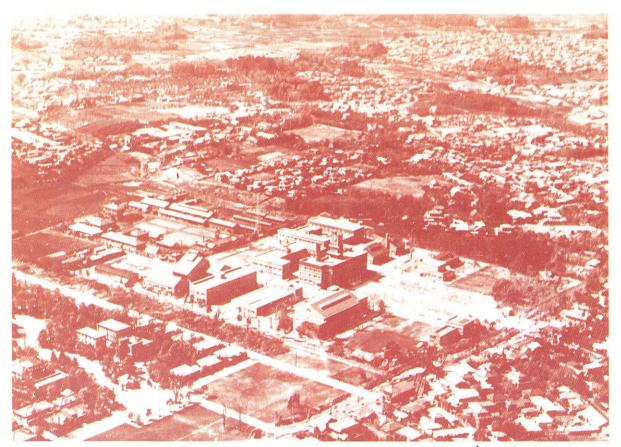
戦況が絶望的となった昭和20年「勤労動員」学生として旧航空研究所にきたのが駒場との縁の始まりで、戦後発足したばかりの理工学研究所に勤めることになり以来航空研究所、宇宙航空研究所、宇宙科学研究所と40年余りをここですごしたことになります。たびたびの組織変更であったが、最後の宇宙研創設は東大の枠を離れ文部省直轄の共同利用機関になったという点で大きなできごとでした。ただ、この場合でもキャンパスは駒場ということで実際には大した不連続感がなかったというのも事実です。しかし、ここで相模原新キャンパスと移転という時機を迎え宇宙研の「創設期」は終わったという実感とともにたまたまこのとき宇宙研を去ることになるのも何か因縁めいた遇然を感じます。

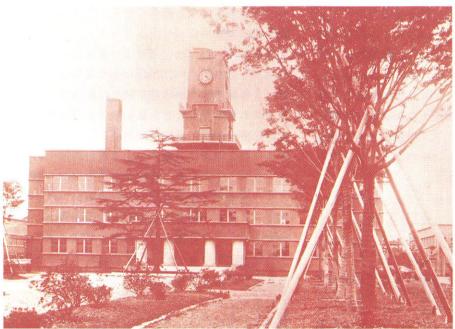
空気力学,気体力学という分野で仕事をしてきたわけですが、どういう研究かと聞かれ一口で答えられないことがあります。最近ではむしろ空力とかエアロダイナミックスというほうが判りがよいかもしれないし、またマッハとか衝撃波という専門用語がときに日常的に使われるようになったのでそれから連想していただくとよいかもしれません。もともと航空機の高速化にともなって開拓された分野ですが、ロケット、衛星など宇宙飛翔体の飛翔環境、条件とともにそのフロンティアを拡大してきたものといえます。

古い話になりますが、戦後しばらくは計算といえば手回しの計算器が使われました。現在のコンピュータとは比較にならない代物で、ぐるぐる回すハンドルからでる機械音は今ならさしあたりプリンターの音のように研究室のどこからか聞えてきたものでした。1960年初頭コンピュータ時代の幕開けを迎え、宇宙研ではやや遅れて67年ごろ導入されましたが、いままで予想もできなかった複雑な流れのシミュレーションができるようになり、70年代には将来風洞のような実験室シミュレーシ

ョンは要らなくなるのではないかというような議論もありました。しかしコンピュータ・シミュレーションが進めば進むほど逆に実験室シミュレーションの役割りがクローズアップされてきているのも事実です。実験室シミュレーションといえば宇宙研にも創設当時よりフライト・シミュレーション・センター略してFSCの構想があり、すでにその設備の一部として新キャンパスに高速気流実験設備の建設が始まっていますが、完成後の活動を期待したいものです。

さて宇宙研創設より7年になりますが、当時宇 宙基地利用とかSFU(小型プラットフォーム) などの計画が現在進められているように具体化す るとは予想すらできませんでした。この7年間字 宙研をとりまく状況の変化はたしかに大きなもの であったというのが卒直な実感です。小規模では あるが有翼飛翔体の基礎開発研究なども創設とと もに始まりました。従来のロケットと違い小さな 翼をもつ飛翔体について、ワーキング・グループ (WG) のメンバーにとっていままで経験しなか った多くの解決すべき課題がありました。当初, 2~3年は手探りの状態が続き、打上げ方式一つ とってもWGの会合ごとに変わるような状況で、 まさに紆余曲折の末低速滑空試験, ロックーンに よる再突入試験に目標が設定されたのはつい2年 ほど前のことでした。昨秋関連する試験が無事終 了し、将来への足掛りがえられたものといえそう です。これまで研究室あるいは実験室規模での研 究を主としてきた筆者にとってWGの一員として この基礎開発研究の成長する経緯にふれることが できたことは貴重な経験でした。わが国において も21世紀にむけてスペースプレーンなどの構想が 議論される時代になり、宇宙工学の当面する課題 もますます多様化し既存の専門分野の役割りもま たそれに適応した進化が要求されましょう。一層 の発展を願い宇宙研を去るときの結びとします。





↓ 共に昭和5年頃



表紙は, 今年1月に 撮影された

駒場キャンパスの航空 写真、裏表紙は昭和5 年頃のもの、そして、 その頃の時計台である。 町の変わり様はどうだ。 時計台前のヒマラヤも も、並木のケヤキもこ んなに小さかったを の流れ、人の歴史をい しずにはいられない。 その中で、宇宙研のな んとすくとす。 きたことか…。

(柳澤)

No.84 1988.3.

ISSN 0285-2861

発行:宇宙科学研究所(文部省) ☎153 東京都目黒区駒場4-6-1 TEL 03-467-1111 The Institute of Space and Astronautical Science