

ICRR

ニュース

No. 16
1993. 4.15

東京大学宇宙線研究所

平成5年度初めにあって

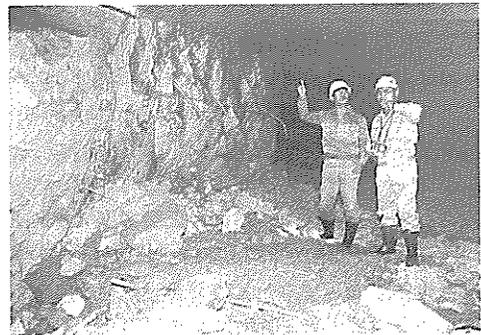
所長 荒船次郎

本研究所の大型水チェレンコフ宇宙素粒子観測装置(通称スーパー神岡実験)の建設が順調に進んでいるのは明るいニュースです。2月には5万トン水タンクの天井が完了し、タンク下方の掘削が始まりました。タンクに取り付ける光電子増倍管も順調に製造されています。平成5年度末には計算機が入る予定で、解析プログラムの製作やシミュレーションの蓄積等の作業に取り掛かれることになりました。いよいよ、天体ニュートリノ観測、陽子崩壊観測、大気ニュートリノ観測など、待望の物理研究に平成7年度の完成直後から始められるよう全力で努力しています。ここまで来れたのも、文部省、東大当局、関連諸機関、諸先輩の大変な御支援のお蔭であり、深く感謝しています。今後とも御支援をお願い申し上げます。

今年度のもう一つの明るいニュースは、チベット高原での日中宇宙線観測が5年計画として認められたことです。この高原は十分高いので、10兆電子ボルトのガンマ線を観測するのに適しています。最近、カニ星雲からは1兆電子ボルトを越える高エネルギーのガンマ線が見つかっていますが、このエネルギーはどの高さ迄伸びているか、あるいは、活動銀河からのガンマ

線は存在するか等、この装置は高エネルギー宇宙線の起源に、きっと将来興味ある答えを出してくれるものと期待しています。

本研究所では、以上の建設の他、オーストラリアでガンマ線を探すCANGAROO実験、ハワイ沖深海でニュートリノを探すDUMAND実験、南極周回気球で宇宙線組成を求めるJACEE実験、山梨県で最高エネルギー宇宙線を探すAGASA実験などが、今年、面白い結果を出してくれることを期待しています。



スーパーカミオカンデ実験室空洞の掘削工事

平成4年度は主として上部ドーム部分の掘削が行われた。この写真は12月上旬に撮影されたが、左手の岩は、まだドーム中央部に柱状に残されているものである。床面には、重機が天盤部まで上がるように、爆破された岩屑が敷き詰められている。

長期暴露衛星 (LDEF) 試料の分析

山越和雄

1. 始めに。

アメリカ航空宇宙局 (NASA) は LDEF (Long Duration Exposure Facility) という56件の受動型実験テーマを満載した長期暴露衛星を、1984年4月7日、ケネディ宇宙センターから、シャトル [チャレンジャー] で打ち上げ、同16日に高度約500kmの軌道に投入した。最初は9ヶ月の飛行の予定だったが、不幸なチャレンジャーの爆発事故とその原因解明のため、衛星LDEFの回収を大幅に遅らすか、もしくは回収を断念する決定をするところであったという。シャトル [コロンビア] によって発見、回収されたのが1990年1月12日 (高度約330km)、地上にもちかえられたのが、同20日。その日は奇しくも、北米防空指令部 (NORAD) がLDEFが地上に激突すると予告した日であった。飛行高度は平均して465kmと発表されているが最後の一年間に急激に高度を下げている、それまではほぼ一定の高度を保っていた。これは太陽極大期に見られる典型的な現象で、大気上層部が暖められ、希薄になることから軌道周回物体は上の軌道に燃料を吹かして移らないかぎり、いずれもその高度をおとすことが、よく知られている。

2. 長期暴露衛星 (LDEF) の細目。

衛星は12面体で、構造物は合計26方向を向くように設計されていた (図1)。直径は約7.3m、長さは約9.1mの円筒形で、ダストまたはデブリ (Debris=人工微粒子、衛星の微小破片) の衝突頻度は、LDEFの場所によりマイクロクレータの個数密度が0ケから78.5ケに及び、全暴露面積はほぼ130m²にも達する。LDEFを外壁はアルミニウム、タングステン、金、ガラス、サーマルブラケット (熱遮へい膜) といろいろの材質がはめ込まれ各面の衝突頻度 (マイクロクレータ) から、第九側面を宇宙へ、180°反対の第三側面を地球に向けて飛行しており、飛行中自転などしていなかったと考えられている。九ヶ月の飛行の予定だったため、能動的な部分は11.5ヶ月ですべて止まり、その間磁気テープに採録されたわずかな記録が検討された。

3. IDE [惑星間塵検出] (INTERPLANETARY DUST EXPERIMENT) プロジェクト。

数少ない能動的検出器の一つに [MOS型半導体キャパシター] が積まれており、しばしば”バースト”のかたちで、微粒子の衝突を記録していた。平均の微粒子衝突時間間隔にくらべ、3~5分の間にかぞえきれないほどの衝突があり、この現象はその軌道上の同一地点を通過するたびごとに必ず起こった。このような現象は衝突する粒子自身が地球軌道上そのものに在る場合に限って起こりうる現象で、しかもLDEFの軌道が周回のたびごとにすこしずつ変化していることを考えると、この衝突が同一雲と遭遇して起こっているならば、少なくとも微粒子雲の大きさは、さしわたし2000kmにも達することになるという。

4. マイクロクレータの分析

予定していた期間では回収が不可能と成ったため、能動的にダストの検出や、地球上層部のプラズマなど調査する予定がすっかり狂い、結局、最初から一番力を入れていた受動型の材料試験を、結果的には真空、無重力、太陽、プラズマ、宇宙線、微粒子環境に5年半放置した形で行なったものとなってしまった。そのなかで我々は、微粒子の衝突頻度、組成、衝突痕などを手掛かりにして、惑星間塵と特にここ数年爆発的に増加している [宇宙のゴミ、人工衛星の微小破片]=人工デブリの割合については

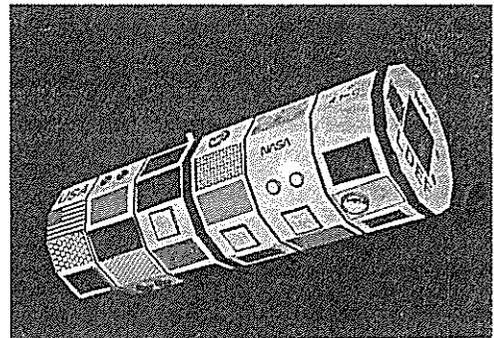


図1 LDEFの全景 (直径約7.3m、長さ約9.1m)。壁面各面が様々な金属板、機能壁面となっていて、宇宙放射線やダストの照撃に対する影響を調べられるようになっている。(NASAのレポートから)

きりした情報をもつことを目的とした研究計画を立てた。既に、表面試料のマイクロクレータ密度からLDEF探査船の姿勢の推定が可能であったのだが、それ以上踏み込んだ解析はまだなされていなかった。1992年6月に来日したマイケル・ゾレンスキー(ジョンソン宇宙センター)がLDEF試料の断片が希望者に頒布されることを我々に伝えた。我々の研究室の設備の細目とLDEFの試料を調査する目的を書いて送ると、すぐさま2つのアルミ片が送られてきた。13×8cm厚さが0.8cmという外側板をとめる止め板(クランプ)である。これらの表面に合計16ケのマイクロクレータを発見した。取り付け部は第七と第八側面であった。

5. マイクロクレータの〔直径/深さ〕の比

LDEF全体の表面からは、既に約35,000ケ以上のマイクロクレータが発見されて調べられ、そのクレータの直径だけ測定して記載した分厚いデータブックが発表されている。我々は10年前に既にこの衛星が打ち上げられたことを考え、最初の企画者たちの見落としていたポイントを探した。我々の持っている数少ない室内実験のデータが即座に頭に浮かんだ。それは、[(マイクロ)クレータの直径(D)と深さ(T)の比(D/T)は標的物質と突入物質の組み合わせのみで決まる関数]と考えられており、未知の天体の特性を調べるにも、その表面に残るクレータを観測し、天体表面の物性を調べる有効なパラメータの一つと以前から考えられていること。月の岩石試料の表面に残るマイクロクレータの(D/T)が1.4と1.9のところにも二つのピークをもつことが、ドナルド・ブラウンリー等によって報告され、次いで、ハイデルベルクのマックス・プランク研究

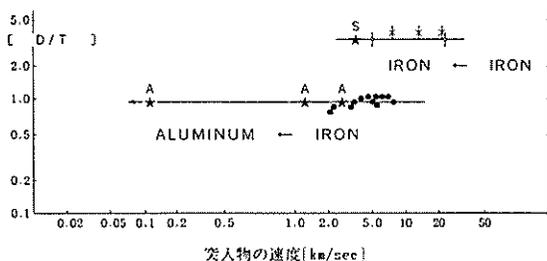


図2 マイクロ・クレータの〔直径/深さ〕の値が、突入物の速度にほとんど関係しないことを示す。●はハイデルベルクのグループによって得られたデータ、★は我々のデータで、突入物の速度範囲を大きく広げた。○は同じくハイデルベルクのデータ、★は我々の鉄標的に鉄粒をうちこんだ際の(D/T)である。横軸は突入物の速度で約3桁にわたっている。

所の連中が室内実験によって、岩石に鉄粒とガラス粒を打ち込んで(D/T)のヒストグラムを作ったところ、同じように1.4と1.9に二つの山があらわれたという有名な実験がこの現象を証明した。即ち、クレータの(D/T)値は標的物質と突入物質の組み合わせだけで決まり、突入物質の速度と(その形状の大きさ)には依存しないということである。しかし、(D/T)の値には突入物の密度に関係する部分があり、また深さ(T)には突入物の速度に関連したファクターがあると考えられている。図2に標的がアルミニウムと鉄(ステンレス、隕鉄を含む)で突入物が共に鉄の場合を、横軸を突入物の速度として(D/T)値を示す。★は我々の実験値を示す。アルミニウムに岩石を衝突させた場合は文献にはないが、プラスチック粒の場合の値(D/T)≒2を借用することとした。また突入物のサイズが3桁かわっても(D/T)値がほとんど変わらないことも実験で確かめられている。

ここでは、一連の室内実験値を掲げ、実際のLDEFの表面に見えるマイクロクレータと比較する方法をとることとする。それによって、どのような材質の微粒子が突入してきたか、が推定できる最初のチャンスになるばかりでなく、クレータ内部の元素分析によって(D/T)で推定した結果の裏づけができるからである。

6. LDEFのマイクロクレータのサイズ測定。

日本レーザーテック社の御好意でレーザー顕微鏡[MODEL;ILM21]でアルミニウム(6061-T6)の上に残る16ケのマイクロクレータ全部の直径、深さ、底面の構造などを調べていただいた。測定の有効数字が5~6桁あり、我々が実体顕微鏡で測定する精度とは比較にならない。

全16ケ所のD、Tのデータと(D/T)値を続けて表1に示す。クレータの形状から見て、突入物の斜め入射が結構あると思われるが、(D/T)≒1という鉄粒の入射、(D/T)≒2という岩石質の入射例は確認できる。

(D/T)≧2の例については、個別に検討が必要である。一つの可能性は深さ(T)が小さいため、比をとると(D/T)が大きくなったこと、即ち突入物の残留物が内部に詰まっていることが期待できるもの。他の可能性は岩石よりも、もっとフワフワした、密度の低い物質の衝突によるものか、または斜め入射の結果、Dは大きい、Tは突入物が上滑りしたために、小さかった場合が考えられる。

表1 LDEF試料のマイクロクレータの寸法と(D/T)値。

試料コード	直径(μm)	深さ(μm)	[D/T]比	[備考]
[A07,CO3]				
A	457.16	203.27	2.14	岩石質
B	51.035	25.80	1.98	岩石質
C	74.383	12.84	5.79	残留物?斜め入射?
D	112.020	51.31	2.18	岩石質
E	123.45	111.37	1.11	鉄質
F	34.028	12.90	2.64	不明
G	313.13	92.99	3.37	残留物?
H	282.27	71.12	3.97	残留物?
[A08,CO3]				
J	118.76	56.76	2.09	岩石質
K	138.81	33.27	4.17	残留物?斜め入射?
L	185.53	96.60	1.91	岩石物
M	152.463	71.56	2.13	岩石物
N	339.81	118.53	1.80	プラスチック?岩石質?
O	139.628	57.53	2.43	岩石質
P	369.71	114.54	3.23	不明

山形大学地球科学教室の波長分散型元素分析器[JOEL SUPERPROBE, JXA 8600M]によるマイクロクレータの内側に残った物質の元素分析は三つの相異なった分析方法でおこなわれ、たとえば#Eの試料(マイクロクレータのD/Tからは、鉄質粒の衝突痕と推定出来たケース)は、Fe, Mg, Siの含有量が卓越し、Mn, Cuが続き、Vが痕跡量(分析結果; E-1)、もう一面からのデータはFe, Mg, Si, Sが卓越し、Ti, Mn, Cu, Crが続いている(同じく; E-2)。これは、典型的なFeS, Mg, Siを中心とした鉄にコンドライトの混ざった微粒子だと判定され、単純にマイクロクレータの(D/T)値から割り出した結果と一致するという快挙となった。ダストの宇宙探査30年といえども、これだけの高度で、これだけはっきりと、衝突した微粒子が”鉄質”ダストと同定できたのは、世界でも最初であった。(ハレーコメット探査で複雑な有機物を同定したり、成層圏高度での集塵結果では鉄質の微粒子は幾つも検出されており、深海底の熱変成ダストでは科学組成はもち論、ダストの運動、起源、同位体組成異常まで議論できるところまで研究は進んでいるが)。ダストの宇宙探査30年で鉄粒の同定がその様に自慢できる話? たったそれだけの成果? と笑わないでいただきたい。30年遅れて宇宙開発競争に参入した我々が考えたメカニズムが現実の突入痕の解釈に威力を示した世界最初の例なのである。

6. おわりに。

世界最初の全受動式衛星LDEFは制御不能で予想以上の長期間、宇宙空間を漂流したが、回収された

後、それなりの成果をみつけだすことができた。我々の行っているマイクロクレータの内部物質の組成分析は全部終わっていないが(とにかく半日で2例位しか処理できず、分析器のマシントイムは数ヶ月までギッシリという状態では全部のマイクロクレータを調査するのに随分と時間がかかりそうである。そして追加の試料が既に3ヶ我々のところに届いている。)幾つかのコンドライト質微粒子突入の例もあるようである。

LDEFにならってヨーロッパではEURECAなど受動式の探査衛星がうちあげられている。アメリカ航空宇宙局が何故、精度のよいレーザ顕微鏡を持っていないのか、謎であるが、LDEFと微粒子との相対速度が、地球近傍で低い(〜4 km/sec)ことを考えると、我々の室内実験(やはり〜5 km/sec位が最高のスピード)の結果を実際の例に適應させ、解析したり方は正しく射を射ていたと考えて良いだろう。この速報はこの3月ヒューストンでの月・惑星科学会議で受理された。

今後は探査機または宇宙ステーションによるダスト試料の採取、もちかえりのプロジェクト(サンプルリターン計画)も目白押しで、スペースステーション搭載の能動的、または受動的機器もいろいろと開発がすすんでいる。近い将来には資料採取ももっと簡単になるであろう。ダストやデブリの個数濃度、速度、サイズ分布などを観測し、捕獲するには、超高速微粒子にたいして有効な減速機構を作り出さねばならない。とにかく、秒速5〜40km/secのスピードで衝突する微粒子は一瞬のうちに標的物質を破壊させるか(アメリカの考えたスターウォーズ[SDI]の主力兵器がダスト加速機であることを考えると、尤も、うなずける。)、微粒子自身完全にプラズマ化するかのどちらかであるので、その減速機構はまた、スペースステーションの壁や屋根の保護にも応用される筈である。頑丈に分厚く作った壁が、必ずしも宇宙塵防衛に役立つとは限らない。薄いフィルムを何枚も重ねて作ったフィルム・スタックパネルは高速で入射する微粒子にたいして、ビリビリに破れるけれども、入射する微粒子の減速と捕獲には有効で、最小限の物質の厚さで解答を与えてくれる。薄いフィルムを何重にも重ねて、突入する微粒子を減速し、フィルム層の裏側でマイクロクレータにギッシリと詰まったダスト物質をみつけ、色々

(一次線部)

極微試料元素分析法の応用

大橋 英雄

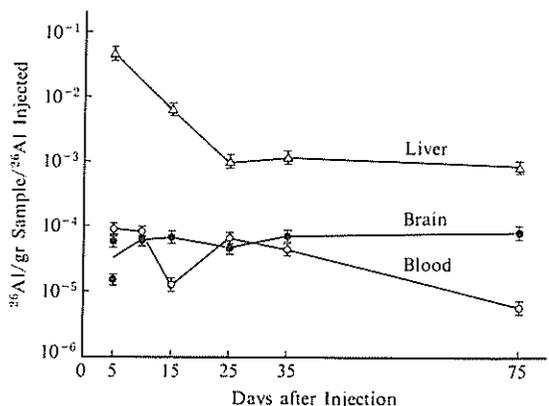
PIXE(Particle Induced X-ray Emission)分析法による宇宙塵の元素分析の実験の標準試料として、隕石が用いられる。ところが隕石などの厚い絶縁物試料はPIXEにとって苦手な対象であった。2~3 MeVに加速された陽子ビームは試料中で止ってしまい、試料が絶縁物であるためチャージアップする。電位がある程度高くなると絶縁破壊が起こり、回りの電子を引きつける。その電子が制動放射により連続X線を発生する。これにより微量元素からのX線ピークがマスクされてしまい、分析感度が低下する。試料に炭素蒸着をしたり、銀ペーストを塗ったりして導電性を確保すれば問題はなくなるが、隕石などの貴重な試料はこうした汚染を極力避けたい。そこで考案されたのが、炭素蒸着した薄いマイラー膜を試料に密着させるという、コロンブスの卵的発想であった。この方法により厚い絶縁物試料を全く汚染することなく、特別の追加装置も必要とせず定量分析することが可能になった。またこの方法は試料の汚染を極端に嫌う考古学試料のPIXE分析にとって不可欠な技術となった。

この極微試料の分析が可能なPIXE法が、アルツハイマー病の原因物質追及にも役立つことになった。原子力センターのタンデムに設置されたAMS(加速器質量分析法)装置を用いた ^{26}Al のトレーサー実験により、従来脳血液関門のおかげで脳内には入らないとされていたアルミが蓄積されることが確認されていた。すなわちラットの腹腔にアルミを含んだ溶液を注射し、5、10、15、25、35、および75日後に肝臓、血液、脳について ^{26}Al が測定された。その結果によると、肝臓と血液では日数の経過と共にアルミの量は減少するが、脳の場合はわずかではあるが増加する傾向が見られた(第1図)。すなわち一度脳内に取り込まれたアルミは排出されることなく蓄積する一方であり、人体にとって不要のアルミを数十年という長期間に渡って接種し続けると、深刻な問題を引き起こすであろうことは容易に推察できる。アルツハイマー病患者の脳にはアルミが存在することは以前より知られていたが、アルツハイマー病に罹ったために脳血液関門の働きが阻害された結果と

してアルミの蓄積が起こった、という反論があった。我々の実験により正常な脳にもアルミが蓄積することが確認されたわけである。次のステップとして、PIXE分析法が利用された。一次線部に設置されたクリーンルーム内で、純水を用いることによって不純物をほとんど含まない0.1 μ 厚のバックリング膜が容易に作れるようになったことが、実験の成否を左右した。アルミを含んだ溶液を皮下注射したラットから、肝臓、腎臓、脾臓、脳(RB)および脳細胞の核(RBN)を取り出だして均一化し、それぞれを上記のバックリング膜に数 μ l滴下、乾燥させPIXE分析の試料とした。更にアルツハイマー病で死亡した患者の脳(AB)および脳細胞の核(ABN)も同様な方法で試料とした。分析結果によるとRBとAB、RBNとABNは非常によく似た元素組成を示し、アルミのピークが明瞭に現われている。神経毒性のあるアルミが、遺伝情報を担うDNAの存在する核の中に検出されたことは、大きな問題を投げかけている。

また病理学的にも、アルミを注射したラットの脳細胞に、アルツハイマー病によく似た変化が起こっていることが、光学および電子顕微鏡で確認されている。

以上宇宙物質の分析のために始めたPIXE分析から、思いがけない方向へ研究テーマが跳んでしまったが、自然科学の発展に若干の寄与が出来たことをもって良しとしたい。(一次線部)



訃報

神戸大学理学部須田英博教授（元宇宙線研助教授）は、インドで開催されていたICFA 1993 India School on Instrumentation in Elementary Particle Physicsに講師として招かれ、ボンベイ滞在中でしたが、平成5年2月22日早朝、心不全のため急逝されました。

先生の輝かしいご功績を偲び、謹んでご冥福をお祈り申し上げます。

委員会報告

- 平成4年度第4回共同利用運営委員会
平成5年3月6日(土)
議題
1. 諸報告
2. 教官人事について
3. 平成5年度客員教官人事について
4. 研究所研究員について
5. 平成5年度予算見込額調書について
6. 平成5年度共同利用研究申込の査定委員会委員について
- 将来計画検討小委員会
平成5年1月9日(土)
議題
1. 重力波について
2. 中間報告のとりまとめについて
- 将来計画検討小委員会
平成5年3月12日(金)
議題
1. Telescope Arrayについて
2. 意見のとりまとめについて
- 平成4年度第1回一次線専門委員会
平成5年3月5日(金)
議題
1. 諸報告
2. 一次線各分野将来計画について

- 平成4年度第1回エマルション専門委員会
平成5年3月5日(金)
議題

1. 諸報告
2. 平成4年度研究成果報告

- 平成4年度第2回空気シャワー専門委員会
平成5年3月11日(木)
議題

1. 諸報告
2. 平成4年度研究成果報告
3. 日米ワークショップについて
4. 平成6年度概算要求について
5. 将来計画について

研究報告出版状況

- ICRR-Report
- (23) ICRR-Report-285-92-23
“Carbon Coated Film Method PIXE for Thick and Insulating Samples”
H. Ohashi, Y. Koizumi and K. Kobayashi
 - (24) ICRR-Report-286-92-24
“A 3.8m Imaging Čerenkov Telescope for the TeV Gamma-Ray Astronomy Collaboration between Japan and Australia”
P.G. Edwards et al.
 - (25) ICRR-Report-287-92-25
“Observation of Heavy Cosmic-Ray Primaries over the Wide Energy Range from ~100 GeV/particle to ~100TeV/particle……Is the Celebrated “Knee” Actually so Prominent?……”
M. Ichimura et al.
 - (26) ICRR-Report-288-92-26
“Intensity of Protons at the *Knee* of the Cosmic Ray Spectrum”
T. Saito, T. Yuda, K. Kasahara, S. Torii, N. Hotta, M. Sakata and Y. Yamamoto
 - (1) ICRR-Report-289-93-1
“Chemical and Isotopic Compositions in Acid Residues from Various Meteorites”
N. Kano, K. Yamakoshi, H. Matsuzaki and K. Nogami
“Size Distribution of Interplanetary Iron and

Stony Particles Related with Deep Sea Spherules”

H. Matsuzaki and Y. Yamakoshi

“Geometrical Analysis of the Microcraters Found on LDEF Samples”

K. Yamakoshi, H. Ohashi, M. Noma, H. Sakurai, K. Nakashima, K. Nogami and R. Omori

(2) ICRR-Report-290-93-2

“Observations of Cosmic Rays in the Southern Hemisphere at $E \geq 100 \text{ TeV}$ ”

The JANZOS Collaboration

(3) ICRR-Report-291-93-3

“Cosmic-Ray Deficit from the Directions of the Moon and the Sun Detected with the Tibet Air Shower Array”

M. Amenomori et al. (Tibet AS γ Collaboration)

研究会

1. 平成4年3月12~13日

$10^{15} \sim 10^{17} \text{ eV}$ 領域のハドロン相互作用

新人紹介

今回、宇宙線研究所共同利用掛に配属されました。森山博樹です。毎日、失敗を繰り返して先輩方に迷惑を掛けっぱなしですが、早く仕事をマスターしたいです。



人事異動

発令年月日	氏名	異動内容	現(旧)官職
5. 1. 1	森山博樹	事務官採用	共同利用掛 研究員
5. 3. 31	日比野欣也	任期満了	

追悼

須田英博先生を悼む

戸塚 洋二

神戸大学教授須田先生はさる2月22日ボンベイのICFA Indian Schoolの講師として当地に滞在中急死された。まことに突然なことでもってなかなか信じられない思いがする。ご家族のみなさまに謹んで哀悼の意を表する次第である。

昭和40年に私が東大物理の小柴研究室にM1として入学したとき、既に須田さんは助手として活躍しておられた。昭和42年に小柴、須田両先生が神岡でミュオン束の実験を始められ、私も参加させて頂いたのが、須田さんと実際に仕事を一緒にした最初の研究であった。この時から今年で26年、粗密の差はあるが須田さん(それと無論小柴先生)と殆ど一

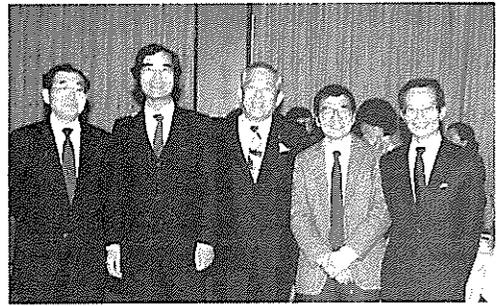
緒の研究に従事してきた。即ち、神岡ミュオン束実験、電子・陽電子衝突実験「DASP」(ドイツのDESY研究所)、同じく電子・陽電子衝突実験「JADE」(DESY研究所)、神岡陽子崩壊実験「KAMIOKANDE」、超新星・太陽ニュートリノ実験「KAMIOKANDE-Ⅱ」、陽子崩壊・宇宙ニュートリノ実験「SUPER-KAMIOKANDE」(建設中)である。須田さんにはこれ以外に、大型ストリーマー箱を使ったクォーク探索実験、CR39を使ったモノポール探索実験、そして神戸大学に移られてからは、超高エネルギーガンマ線観測実験でも重要な研究成果をあげられた。

須田さんの研究戦略は、研究に使う実験装置に最

新の技術を導入すること、そして装置を完璧にまで把握し、それを効率よく運転して信頼度の高い物理結果を得ることである。いくつかの例をあげよう。クォーク探索実験で使ったストリーマー箱は超高・超短パルスジェネレーターの開発と高純度のガスチャンバーの製作が必要であった。当時わが国で何人かの研究者がストリーマー箱の開発を行っていたが、私の知る限り、須田さんの装置は実際の実験に使用された日本で最初の本格的なストリーマー箱であり、それは重要な物理結果（クォークフラックスの上限值）を得るのに本質的な役割を果たしたのである。神岡ミュオン束実験では、素粒子実験で初めてNIM方式（モジュールは無論自作）を導入した。須田さんのすさまじい研究活動の一端はここでも遺憾なく発揮された。もう20年近く前になるが、須田さんは神岡ミュオン束実験に使用するNIMモジュールのLinear Adder回路を作っていた。半田付けその他がすべて終わり、簡単なテストで終わると思っていたところ、約1ギガサイクル（当時の単位、ヘルツのこと）、数ミリボルトの発振が起こっていた。当時の技術でこのような発振を見つけるのも大変だが、止めるのはもっと難しい。微小なコンデンサーを銅箔で作って回路を微妙に補償するなどしてようやく発振が止まった。この間約2日半。須田さんはとうとう一睡もしなかった（と思う。私はその前にダウン）。

ドイツ出張中に須田さんはDASP実験のために約8000本の比例計数管（現在のドリフトチューブの原型）をドイツ人の技官とともに自作した。昼間はドイツ人に製作させ、夜は須田さんと私が真夜中までかかってその日できた製品の手直しと翌日の仕事の段取りをつけたものである。この装置は実にうまく働き、DORIS加速器で最初の電子・陽電子散乱（Bhabha散乱）を見事に捕らえた。また、この比例計数管がなかったら、DASP実験で新素粒子Pcを世界で最初に発見する事はできなかっただろう。次のJADE実験でも同様なきつい仕事が行なわれ、グルーオンの検証等大きな成果をあげられた。

その後、須田さんは日本に引き上げ、宇宙線研究所に転出した後、KAMIOKANDE実験を開始した。この実験でも、空洞掘削の監督や3000トン水タンク的设计・製作の陣頭に立っていた。3000トンタンク的设计は須田さん自身で行ない、タンク壁に使う鋼板の厚さまで設計された。メーカーはそのまま須田さんの設計したパラメータを採用してタンクの製造



右はじが須田英博先生

を行なった。地下の保安関係にもたいへん神経を使い、何かを行なう場合、須田さんの許可をとるのはなかなか難しかったものである。しかし、須田さんのこのような徹底した仕事があつて初めて、KAMIOKANDEの大きな研究成果につながったことを決して忘れてはいけない。陽子崩壊の探索における世界最高の感度達成、大マゼラン星雲でおきた超新星からのニュートリノの観測、太陽ニュートリノの観測、大気ニュートリノの観測等、誇るべき研究成果に須田さんは本質的な寄与をされてきたのである。特に超新星ニュートリノの観測成功により、仁科賞、朝日賞、ロッシン賞を受賞されたのは当然なことである。

須田さんはこのように一貫して、最大限の精力を研究活動に投入する人生を送ってきた。一緒に働くわれわれは、無意識に須田さんは不死身であると思っていたので、今回の突然の訃報に接し、まったく驚くばかりである。特に昨今、研究成果もなく技術の蓄積もない未熟な研究者がしたり顔をして生意気なことをいう風潮があるとき、また実験装置の建設というとメーカー任せで研究のために装置の最適化を自分でできない傾向があるとき、まさに須田さんの、技術力に裏付けられた、研究のプロとしての指導力が必要であった。

今はただ須田さんのご冥福を祈るしかない。

No.16

1993年4月15日

東京大学宇宙線研究所

〒188 東京都田無市緑町3-2-1

TEL (0424) 69-9592又は 69-2289

編集委員 永野、鈴木(洋)