

ICRR

ニュース

No. 12
1992. 4.10

東京大学宇宙線研究所

平成4年度にあたって —ニュートリノ宇宙物理学新設—

所長 荒船次郎

平成4年度は、いよいよスーパー神岡計画の実験装置建設が始まり、平成7年度の完成予定の運びとなりました。これが完成すれば、「ニュートリノ天文学」と「素粒子大統一理論の検証実験」に飛躍的な性能向上が期待でき、現在の神岡実験では出来なかった次のような色々な研究が可能になります。

1. 陽子崩壊。30倍の性能向上により、様々の大統一理論が検証できる。陽子崩壊が見つかれば、素粒子物理学は飛躍的に進歩する。
2. 太陽ニュートリノ。1日に30個検出でき、太陽ニュートリノのエネルギー分布の測定が出来、理論の半分しか来ない謎を解明する。
3. 超新星ニュートリノ。バーストが天の川銀河から来れば、爆発の一部始終、ひよっとするとブラックホールになる過程までも詳しく調べられる。太古から残った超新星ニュートリノも検出できるかもしれない。

これらの成果は世界的に期待されています。外国でも天体ニュートリノ観測は新たに数箇所始まり、ニュートリノ天文学は今始まったばかりです。

平成4年度のもう一つの良いニュースは、新設部門ニュートリノ宇宙物理学部門が発足することです。新部門の教授には戸塚洋二・神岡実験責任者が予定され、若いスタッフも増え、神岡実験に専念できることを喜んでいます。

以上二つの実現は、先輩、東大、文部省、の御指導と御支援のお陰であり、感謝で一杯です。

今年度のもう一つの、ニュートリノ宇宙物理学に

ついてのお知らせは、ニュートリノ天体物理学国際シンポジウムの開催で、今年10月19日から4日間、飛騨高山市と神岡町で行われます。日本はニュートリノ宇宙物理学の分野では、神岡実験と共に、理論家の活躍も目覚ましく、東大理学部、教養学部、本研究所の研究者が協力して東大シンポジウムを開く事になりました。世界で活躍中の第一人者が多数集まる予定で、楽しみです。御支援いただく東大、文部省、学術振興会、仁科財団、に感謝致します。

International Symposium on Neutrino Astrophysics

19-22 OCTOBER 1992
TAKAYAMA/KANOKA, JAPAN



INTERNATIONAL ADVISORY COMMITTEE		SCIENTIFIC PROGRAM		LOCAL ORGANIZING COMMITTEE	
A. Bilenko	U.S.S.R.	Chairman of the Scientific Program	Prof. H. Masuda	Chairman of the Local Organizing Committee	Prof. H. Masuda
B. Bolger	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. T. Kajino	Member of the Local Organizing Committee	Prof. T. Kajino
C. Donnell	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. Y. Tani	Member of the Local Organizing Committee	Prof. Y. Tani
D. G. Harari	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. M. Takeda	Member of the Local Organizing Committee	Prof. M. Takeda
E. Engel	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. S. Hayakawa	Member of the Local Organizing Committee	Prof. S. Hayakawa
F. Halzen	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. K. Furuya	Member of the Local Organizing Committee	Prof. K. Furuya
G. J. Mathews	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. N. Hatakeyama	Member of the Local Organizing Committee	Prof. N. Hatakeyama
H. M. Lee	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. M. Maki	Member of the Local Organizing Committee	Prof. M. Maki
I. M. Shapiro	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. T. Minamide	Member of the Local Organizing Committee	Prof. T. Minamide
J. K. Peterson	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. S. Taniuchi	Member of the Local Organizing Committee	Prof. S. Taniuchi
K. S. Goussard	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. M. Takahashi	Member of the Local Organizing Committee	Prof. M. Takahashi
L. M. Burdick	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. Y. Kikuchi	Member of the Local Organizing Committee	Prof. Y. Kikuchi
M. S. Longair	U.K.	Member of the Scientific Program	Prof. T. Kawanishi	Member of the Local Organizing Committee	Prof. T. Kawanishi
N. S. Minkowski	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. M. Hatakeyama	Member of the Local Organizing Committee	Prof. M. Hatakeyama
O. G. Ryder	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. T. Minamide	Member of the Local Organizing Committee	Prof. T. Minamide
P. M. Gold	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. S. Taniuchi	Member of the Local Organizing Committee	Prof. S. Taniuchi
Q. R. Ahrens	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. M. Takahashi	Member of the Local Organizing Committee	Prof. M. Takahashi
R. J. O'Connell	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. Y. Kikuchi	Member of the Local Organizing Committee	Prof. Y. Kikuchi
S. J. Lieberman	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. T. Kawanishi	Member of the Local Organizing Committee	Prof. T. Kawanishi
T. J. A. Leighton	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. M. Hatakeyama	Member of the Local Organizing Committee	Prof. M. Hatakeyama
U. G. Meier	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. T. Minamide	Member of the Local Organizing Committee	Prof. T. Minamide
V. L. Teplitz	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. S. Taniuchi	Member of the Local Organizing Committee	Prof. S. Taniuchi
W. D. Ibell	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. M. Takahashi	Member of the Local Organizing Committee	Prof. M. Takahashi
X. J. Tang	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. Y. Kikuchi	Member of the Local Organizing Committee	Prof. Y. Kikuchi
Y. F. Li	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. T. Kawanishi	Member of the Local Organizing Committee	Prof. T. Kawanishi
Z. G. Djuric	U.S.A.	Member of the Scientific Program	Prof. M. Hatakeyama	Member of the Local Organizing Committee	Prof. M. Hatakeyama

ニュートリノ天体物理学国際シンポジウムのポスター

研究報告

雲の中のチベットで月の影を見た！

日中共同研究—ヤンパーチン高原での宇宙ガンマー線源の探索



図1 羊八井に設置された空気シャワー観測装置。白い建物が実験室である。左手建物の奥の方に地熱発電所がある。

はじめに—1989年に中国科学院高能物理研究所と共同でチベット自治区羊八井（ヤンパーチン）に空気シャワー観測装置を設置し、10TeV（10兆電子ボルト）のエネルギー領域で宇宙ガンマー線の観測実験を始めた。羊八井は拉薩（ラサはチベット語で神Lhaの地Saを意味する）から約90kmの距離にあり、温泉もある。電力は地熱発電である。標高はチベット高原の平均高度に近い4300mであり、首都拉薩に比べて700m程高い。ここは北半球で最も高いところにある宇宙ガンマー線観測基地である。

ガンマー線は宇宙空間の磁場の影響をまったく受けず、生まれた場所からまっすぐ地球にやって来る。こんな高いエネルギーのガンマー線の殆どはもっとエネルギーの高い宇宙線と周辺のガスとの核衝突によって作られる。従って、ガンマー線が沢山やって来る方向は超高エネルギー宇宙線の生まれ故郷ということになる。宇宙線の発見は1912年であり、今では 10^{19} eVを越えるとても高いエネルギーの宇宙線まで観測されている。ところが、その源が何処にあるのか、どうしてそんな高いエネルギーまで加速できるのか、はまだ謎に包まれている。

1983年にキール大学のグループは、白鳥座X-3の方向からエネルギーが約 10^{15} eVのガンマー線が来ているという報告を行い、世界の研究者に夢と希望を与えた。この天体は強いX線源であり、ときどき大きな電波フレアを起こすことで知られている。中性子星を含む連星系と考えられているがまだ同定されていない不思議な天体である。これに刺激されて世界の空気シャワー装置のほとんどはこの探索に向けられ、また新しい大型の装置の建設も始まった。最大規模はシカゴ大のノーベル賞学者クローニン等によるダグウェイ（標高1600m）の空気シャワー観測装置である。他に、ロスアラモス（標高2100m、メリー

ランド大他）、カナリー島（標高2200m、キール大他）の装置も動き始めた。90年春から稼働を始めたチベットの空気シャワー観測装置は、これらに対抗できるだけの特徴と性能をもっている。

チベットへの道—チベットに入った最初の日本人は河口慧海である。100年以上も昔のことであり、3年の歳月を要して鎖国状態のチベットに密入国している。インドでチベット語を勉強し、たった一人でネパールのカトマンズからヒマラヤを越えて拉薩に入り、チベット人に化けてそこに一年程滞在している。動機はチベットにほぼ完全に近いかたちで残っている大乘仏教の仏典の原書を見たいが為である。恐るべき執念である。やっとの思いでチベットの国境に立った彼は「…の高雪峰が雲際近く虚空にそびえている。高山雪路の長い旅、苦しい中にもはるかに北を眺めてみるとチベット高原の山々が波を打ったように見えている。そのあいだには、えんえんたる川が幾筋か流れ、その来るところ、流れ去るところは雲の中に隠れているが、その景色を見たときは、何となく愉快の感に打たれた。」と感激を「西藏旅行記」に記している。

今は北京から飛行機で約4時間、または成都から約2時間で行くことが出来る。飛行機の窓から見るチベットの高原は慧海が描く世界と同じである。83年ころまでは、チベットは中国政府の特別許可がないと入れない秘境であった。しかし、今は旅行もかなり自由であり、拉薩はホリデーイン等高級ホテルがいくつか建ち、多数の観光客で賑わう“近代”都市に変貌している。かつてはどこからも見えた壮麗なポタラ宮殿も、今はビルの陰に隠れてよく見えない。7世紀創建のラマ教の本山大昭寺には多くの巡礼が集まり、全身を使った彼らの祈りの姿“五体投地”は見る者の心を打つ。日本では“チベット”は

僻地の代名詞のように使われるが、ここはかつて絢爛たる文化が咲いた古都であり、今は厳しい歴史の試練の中にある人口約12万の都市でもある。

中国との最初の共同研究「チベットのカンバラ山(標高5500m)でのエマルジョン・チェンバー実験」は 10^{15} - 10^{17} eV領域での核相互作用及び一次宇宙線の研究を目的に1980年にスタートした。これは79年12月に結ばれた日中文化交流協定に基づく日中學術共同研究の第一号であり、また本研究所特別事業「國際共同研究」として88年度まで続いた。羊八井は80年に太田さんと将来の空気シャワー実験の候補地として視察したところである。しかし、当時は“こんな辺境の地でエレクトロニクスを使った実験が出来るだろうか”というのが偽らざる心境であった。

カンバラ山の次期計画の具体的な議論は86年秋に行われた。まず宇宙ガンマ線の探索実験から始めることになりその為の作業グループも作られた。88年に科学研究費、國際學術研究が認められ計画が現実化した。その秋北京に飛び、日本側は測定装置を、中国側は土地、実験室、電力、検出器用設備等を準備し翌89年秋から観測を始めることで合意ができた。装置の準備から設置まで僅か一年、まさに時間との戦いであった。不慣れな“ココム”の事前調書の申請のため通産省安保課に何回も足を運び、資料の厚さも30cmを越えた。6月4日の天安門事件のショックは大きく、計画も大幅に遅れ一時は中止も考えた。北京からチベットまで約6000kmの輸送は現代の長征である。チベットに入る標高5200mのタングラ峠越へも12月にずれ込んだ。運転手を突然襲う高山病やスリップによりここで車がよく横転すると云う。荷物は8台の4tトラックで運ぶのでその確率は高い。胃の痛くなる毎日であった。しかし、中国側も一生懸命対応し、厳冬の12月半ばに荷物が無事に着いたという報告を受けた時は天にも昇る気持ちになった。この時にはすでに日本側の精鋭建設部隊5人もチベットに入っていた。すぐ中国人研究者と協力して装置の建設を始め、90年1月の半ばには予備観測に入ることができた。幾多の困難の中、計画がかくもスムーズに進行したのはグループメンバーの密な協力によるが、周囲の暖かい支援のおかげと深く感謝している。この間、斉藤(敏)、日比野、大西、西沢君ら若者は良く働いた。彼らはいわゆる“3K”とは無縁の若者であり、彼らの積極さと行動がなければそもそもこのような実験は成立しない。特に、大西君はガッツがあり、この年連続して3回もチベッ

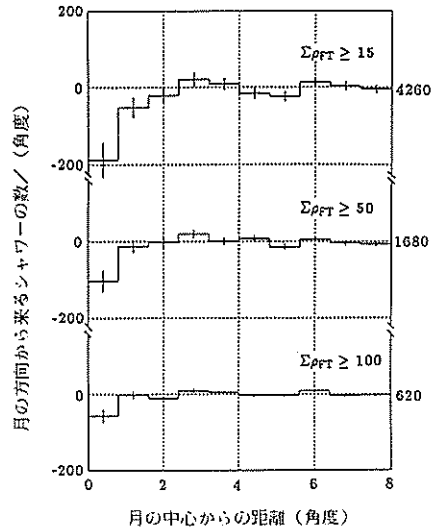


図2 月を中心にその周辺からやって来る宇宙線の数。1度×1度の面積当りの数で表してある。左側のスケールはバックグラウンドを引いた数である。 $\Sigma\rho FT$ は0.5m²の検出器で観測されたシャワー粒子数を表す。 $\Sigma\rho FT \geq 15, 50, 100$ のシャワーをつくる宇宙線(陽子)のエネルギー分布のピーク値はそれぞれ約7, 17, 30TeVである。

ト入りしその責務を果たした。

実験一現在の観測装置は15m間隔のマトリックス状に配置した面積0.5m²の49台のシンチレーション検出器と周辺の面積0.25m²の同じ検出器16台からなり、全体で約 2×10^4 m²の面積をカバーしている。高エネルギー宇宙線が大気に入ると“空気シャワー”と呼ばれる現象を起こし、2次的に作られた多数の粒子群が数100mにも広がり、大気中をシャワーのように光速で瞬時に走り抜ける。この空気シャワー現象を装置で捕らえ、検出器を通過する粒子の数、時間を正確に測ることにより、入射粒子のエネルギー及び到来方向を知ることができる。この実験では入射粒子の到来方向の決定精度が最も重要であり、それは検出器の時間分解能及びそこを通過するシャワー粒子の数で決まる。エネルギーの低いシャワーを捕えるには装置を高い場所に設置する必要がある。我々は100TeV以下のガンマ線観測に目標を絞り、限られた予算枠の中で最新の技術を導入し、最大の性能が得られるように装置を設計した。システムは32ビットのマイコンで制御しているが、その性能の限界に近い1秒間に約20個の割合でシャワーを観測している。この高いトリガー頻度は國際シンポジウム等でも話題となった。データは120分の8mmビデオテープに記録し、ほぼ3日毎に交換している。観測されたシャワーの粒子数分布から、この装置では10

TeV以下のエネルギーの宇宙線まで精度良く観測できることが分かった。こんなエネルギーの低いシャワーを検出できる空気シャワー装置は他に無く、ユニークな存在となっている。

宇宙ガンマ線点源の探索では宇宙線（大部分は陽子）が作る空気シャワーがバックグラウンド(BG)として邪魔になるが、これらは装置の角度分解能の2乗に比例して小さくできる。我々の装置の角度分解能は1度以下になるように設計されている。もし、設計通りなら視直径約0.5度の月の方向からくる宇宙線の数はこれに遮られて減少している筈である。そこで月の周り8度以内からくる約68万個のシャワーを解析し月の遮蔽効果を調べた。図2はその結果であり、確かに月の方向で宇宙線の数は減少している。統計的な表現を用いると検出粒子数 ≥ 15 の時の影の濃さは約 4.2σ である。これをモンテカルロ計算と比較して装置の角度分解能は約0.8度であることが直接確かめられた。現在、月の影を出せる性能を持つ空気シャワー装置は我々の他には上記の3つの装置しかない。その中でチベットの装置が最もきれいな影を出していることになる。

さて、我々は宇宙天体からの高エネルギーガンマ線を捕らえているだろうか。X線星の“スター”であるおうし座のかかに星雲、問題の白鳥座X-3及びHer X-1について90年6月からの約一年分のデータを詳細に解析した。残念ながら図2に示すように何れの点源もまだ統計的に有意なexcessを示していない。昨年ダブリンで開催された国際会議でも点源探索について沢山の報告があったがはっきりしない。この中でチベットの実験も非常に厳しいフラックスの上限值を与えた。今は一時の興奮から冷めた状態にあるが、ほのかな希望の光も見えている。昨年打ち上げられた宇宙ガンマ線観測衛星(GRO)はほぼ毎日のようにガンマ線バーストを観測している。その天球上での分布が予想に反して一様に見えるため様々な解釈を生んでいる。また、Whippleのグループも解像型チェレンコフ装置でかに星雲からのTeV近辺のガンマ線を観測している。X線天文学の生みの親であるこの天体では磁場の中の高エネルギー電子が出すシンクロトロン放射も観測されている。これら電子が光子にエネルギーを与えて高エネルギーガンマ線に変えている(逆コンプトン効果)というのがWhippleのデータの尤もらしい解釈である。しかし、その確認には10TeV領域の観測が必要であり、チベットのデータが非常に重要となる。か

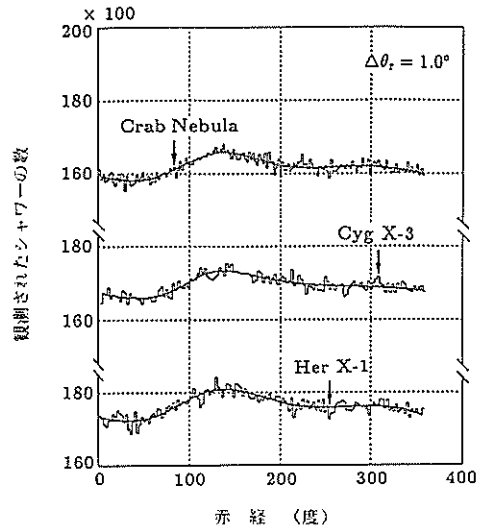


図3 各点源の赤緯方向に対して各赤経方向1度の円内からやってくるシャワーの数。矢印はそれぞれ、かに星雲、白鳥座X-3、Her X-1点源の方向を表す。

に星雲は粒子の加速機構の解明に新たな手がかりを与えてくれるかもしれない。もう少し忍耐強く監視を続ける必要があり、その為にも一日も早く装置を拡大したいものである。

羊八井のこと一観測装置は地熱発電所に勤務する人達の居住区のすぐ近くに設置されている。ここは小学校、病院、郵便局、映画館、ディスコもあるちょっとした村である。ディスコといってもがらんとした部屋にラヂカセを置き、音楽に合わせて若者が踊っているだけだが、彼らにとっては大きな楽しみである。装置を囲む柵は広大な牧草地に近いので、時折羊やヤクがその中に迷い込んでくる。日本人研究者は居住区の中にある外国人用宿舎に泊まる。シャワー、水洗トイレは付いているが、まともに動くことはない。中国に来る日本人はまず“トイレ”でカルチャーショックをうけるがここも例外ではない。中国人研究者は常時2名約3カ月交代で実験棟の一室に寝泊まりし実験を行っている。他に、高能研が雇った管理人も住み、食事の世話、建物および周辺の監視をしている。文明に毒された我々は一週間一回くらい車で拉薩に行くことにしている。ホリデーインに一泊し、体を清め、洗濯をし、気分転換をはかる。この時、必要に応じてファックスまたは電話で日本と連絡を取る。何れにせよ、羊八井はまだ電話もない辺境であり、悠久の時間の流れの中で孤独を楽しむには最適の場所である。

(エマルション部)

早川先生のご逝去を悼む

西村 純 (前宇宙科学研所長)

私達が敬愛してやまなかった、名古屋大学学長の早川先生は、2月の初めに逝去された。かねてよりご不調のことは伺って居たが、こんなにも早くと言うのが偽らざる気持ちで痛恨の念を禁ずることはできない。

私が早川先生に初めてお会いしたのは戦後間もない1948年のことである。朝永先生のセミナーで『宇宙線の勉強は早川君に教えて貰ったら良いでしょう』と紹介された早川さんは背の高い白皙の青年であった。戦後数年分のPhys. Rev.が入ってくると、一気に読んで、論文の内容を分析し、どの論文が何年、何号の何ページにあるかを諳じておられた。そのきらめくような学識と才気に圧倒され、私はたちまち魅せられてしまった。

その時、早川さんは確か24才であったが、優れた研究により、すでに国際的にも良く知られた第一線の研究者であり、若手のリーダーであった。ちょうど中間子がラッテスやパウエル博士らにより発見された直後のことである。早川さんは π 中間子の導入によりそれまでの宇宙線の描像を全面的に書き換えようとして日夜努力しておられた。

藤本(陽一)さん、山口(嘉夫)さんは、弟子と言うよりは早川さんの後輩で、私は弟子で幾つかの研究を始めたものであった。この中から、地下宇宙線のおれ曲がり、藤本・山口の核蒸発理論、三次元シャワー理論、宇宙線の大気中の消長などの論文が生まれてきた。

やがて、早川さんはMITへ向けて渡米される。確か1949年のことである。こうして得た外国の一流の学者の知己を下に、何人かの若手を外国に送り込んだ。早川さん自身はいち早く中間子多重発生の重要性、星の生成理論、宇宙線の宇宙物理学的意義に着目して、宇宙線の超新星起源理論、 Be^{10} による宇宙線の銀河内寿命測定、ガンマ線天文学の重要性を指摘している。やがてこれらは現在の高エネルギー天文学の発展へと結び付いて行った。そして素粒子から核融合、宇宙物理に渡る広い範囲でのご活躍はただただ驚く他はない。戦後の日本の宇宙線研究のみならず、素粒子や宇宙物理学の発展は早川さんをおい



ては語る事はできない。

しかし、早川さんの偉大さはただ単に優れた学問的な業績に止まらない。その広い視野と組織力をもって、いち早く学問の進むべき新しい方向を見出し、それに向けて弟子を育て学界をリードし組織して行かれた点である。京都大学の基礎物理研究所の教授として湯川先生に若くして招かれ、共同利用研究所としての基盤を築き、その後日本で作られた共同利用研である原子核研究所、高エネルギー物理学研究所、宇宙科学研究所、核融合科学研究所の設立の基盤には常にその中心として努力されてきた。

早川さんのご逝去の報に、私はある時代の終焉を感じた。それは戦前に蓄を秘めて、戦後若々しく花ひらいた昭和初期の知性の時代の終焉である。

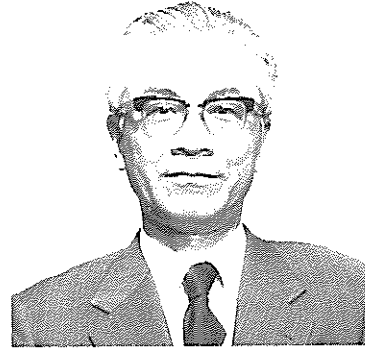
早川さんに最後にお会いしたのは、お亡くなりになる10日ばかり前の東京での会議であった。かねてより先生のご不調は伺って居たが、その素振りさえ見せずに発言しておられた。会の後、少し時間があり、お話ししようかとも思ったがお元氣な様子に、そのまま別かれてしまった。名古屋にお帰りになりすぐ入院されたとの事。死が近くにあることを知りながら淡々としておられたことは、先生の驚く程の精神力であった。

学問と人生の両面に渡って長い間お世話になった大切な恩師を失った悲しみは、日を追って深まるのみである。

長谷川博一先生を偲ぶ

山越和雄

長谷川博一先生は湯川研の御出身らしく、全く新しい学問領域を開拓されるのに些もちゅうちょされなかった。「物理学者とは、未開拓の学問分野の専門家」という言葉を文字通り体現された。昭和23年京大物理科卒、28年大学院特別研究生修了、阪市大助手に御着任、31年4月より10年間学習院大理学部で過ごされ、41年より京大物理第二教室教授に着任され、平成元年3月御退官。京大名誉教授、大阪産業大教養部教授に就任された。そして、平成3年10月30日肝不全のため急逝。享年65才。その間、京大では、評議員、理学部長を始め、国立天文台、極地研、核研、宇宙線研、宇宙研、学術会議関係の各委員を歴任された。阪市大時代は、素粒子論での中間結合の理論を展開され、次いで誕生まもない核研空気シャワー部でのデータ解析、初期のシャワー理論、宇宙線源、加速機構の研究に理論家として大きな役割を果たされた。この辺から急速に「実験」と言うものの質と量的表現、信頼性といった本質的な部分を会得されるようになる。高エネルギー銀河宇宙線が太陽と地球の磁場の影響をこもごも受けながら大気中で ^{14}C （半減期：5730年）を作り、光合成を経て、その年に成長した年輪の中に記憶され、以後は指数関数的に単調に減少していく。年輪のような年代既知の試料について系統的に ^{14}C を定量すれば、宇宙線強度の時間変化が現れる。その原因の大きなものとして、一万年に及ぶ時間幅での ^{14}C の変動を初めて地磁気強度変化と結びつけて説明できることを示された。半減期5730年の ^{14}C についての成功は、より長い半減期； 7.6×10^4 年 (^{59}Ni)、 3.7×10^6 年 (^{53}Mn)の核種の研究へと発展していく。いずれも鉄を標的に、太陽宇宙線の α 粒子、陽子が当たって作られる反応の生成断面積がとびぬけて高い。必然的に研究対象は地球に突入してくる大量の宇宙物質（ダスト）の研究となった。宇宙線の研究がそれらの標的物質の研究となり、宇宙物質をその中心に据える宇宙科学、惑星科学へと転身したのである。ダスト



の研究は大気球による集塵、深海底堆積物からの流星塵の採取と分析という実験グループの推進と、理論的に太陽の放射場と、固体微粒子の物性を評価し、ダストの軌道の時間変化を調べて、Poynting・Robertson効果に従って運動するダストが、太陽近傍で昇華し、一時的に滞留するFコロナ現象の解明と、赤外領域における実験観測とを組織された。更に星間空間における固体微粒子の凝縮過程の基本的な定式化を統計物理の手法を用いて行った。暗黒星雲中での氷粒子の凝縮と成長、超新星が放出した高温ガスからの微粒子生成の機構を解明し、特にマゼラン星雲で起きた超新星爆発後の光度曲線を説明する上で重要な指摘をされた。先生は従来相異なる研究分野と思われていた領域に属する人々を一堂に集め学問の接点を模索させ、学際領域と考えられていた部分にはっきりと物理学の観点からメスを入れ、問題解決の方向を示されたことは国際的にも高く評価されている。若手を中心に組織された「惑星科学連合」の会長に就任されたのも、若手になるべく広い交流の場を作りたいというお考えがあったことにすぐ気付く。父上長谷川万吉先生共々、自然を五感で感得し、「虹が出るのは何故だろう」式の素直な疑問と解釈を日常生活のなかで繰り返しておられた詩人であった。（一次線部）

The Many Aspects of Neutrino Physics及び Long-Baseline Neutrino Oscillation

梶田 隆 章

表記の2つのワークショップが1991年11月14日から20日の間Fermilabで開催された。以下いくつかのトピックスについて報告する。

1. 17keVニュートリノ

1985年頃に話題になった17keVニュートリノの話題がここ1年位復活している。これに関し、Himeが話をした。彼は「ある」という立場から話をしたわけであるが、彼が少し話をするたび、質問、それも多くは非常に技術的な細部に関するもの（かつ批判的なもの）が出て、スムーズには話を進めさせてもらえなかった。これが現在17keVニュートリノがおかれている厳しい状況を示していたように思えた。

2. 大気ニュートリノ

このセッションは大気ニュートリノの ν_μ/ν_e 比に関するものである。従来から神岡実験ではこの比が計算値より小さいと主張していたが、他の実験は全て否定的で、四面楚歌の状態であった。しかし、1991年にIMBが神岡の結果に矛盾しない結果を出して状況が変わってきた。このワークショップでは、IMBも神岡も新しい結果を示し、共に統計的に有意に上記の比が小さい。神岡の ν_μ/ν_e 比の実験値は予想値の $0.60 \pm 0.07 / -0.06 \pm 0.05$ 、IMBのそれは $0.54 \pm 0.05 \pm 0.12$ であり、両者は良く合っている。

このデータを説明する一つの可能性として、ニュートリノ振動がある。大気ニュートリノのデータをニュートリノ振動として解析した神岡の結果を図に示した。

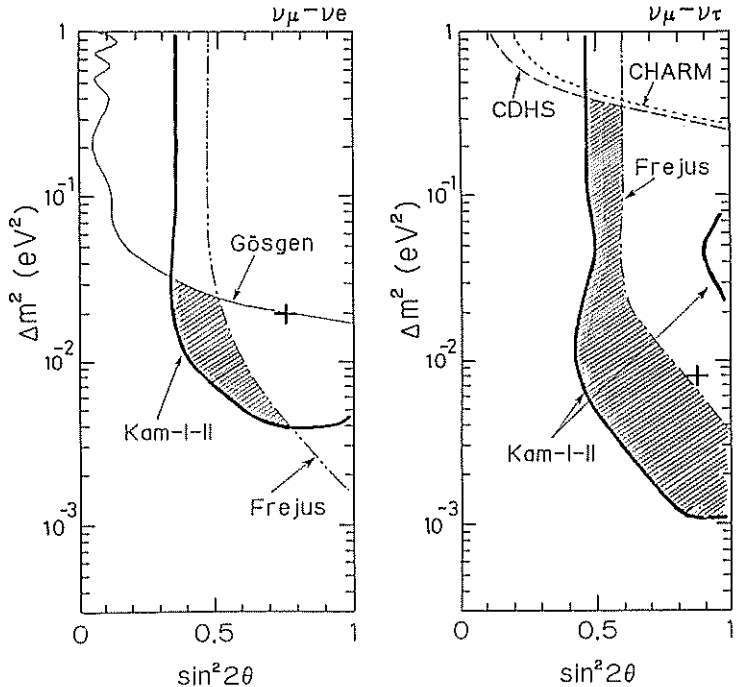
一方、大気ニュートリノのフラックスの計算をGaisserが話した。彼の結論としては、 ν_μ/ν_e 比は計算のパラメータを少し位変えても変化せず、5%以内で信頼できるというものであっ

た。

これらの話から、大気ニュートリノを多くの人が非常に面白いと感じ始めたようである。

3. 太陽ニュートリノ

Bahcallによって標準太陽理論の話があった。大切な点が2つあり、まず、太陽中のオパシティや原子核衝突断面積を新しくする等で、太陽ニュートリノのフラックスを評価し直した。その結果、 ^8B のフラックス計算値は約12%小さくなった。次に、数年前にTurck-Chieze et al.によって別な太陽ニュートリノの計算がなされ、そのフラックスがBahcall et al.のそれより有意に小さかったのであるが、これに関しては、Bahcallらの新しい計算値が下がり、Turck-Chiezeらの計算中にミスがあり、それを直すと約10% ^8B フラックスが増えることによって差は小さくなっている。また、原子核衝突断面積を二者で同じものを使うとさらに差は小さくなり、二者の違いは5%以内となってしまふ。



一方実験的には、新しい結果に乏しかった。神岡が1991年の約100日分の予備的結果を年次変化の図に加え太陽活動との逆相関がないという結果をさらに(少しだけ)強くしただけが新しい結果であった。ただし、ガリウムを使った実験はSAGEが30から60トンにガリウムの量を増やしてデータを取得中、またGallexもすでにデータを取りはじめ1992年春頃をめどに発表とのことなので、近い内にガリウム実験の新しい結果が聞けるものと期待される。

4. Long-Baseline Neutrino Oscillation

FermilabのMain-Injectorを使った長距離でのニュートリノ振動実験の可能性を考えるワークショップであった。ねらう振動パラメータとしては、

図に示した大気ニュートリノの結果から Δm^2 は 10^{-2} eV²以下、 $\sin^2 2\theta$ は比較的大きい所、従って加速器(Main-Injector)から測定器までの距離は1000km程度となる。

可能性を考えることが目的なので仕方がないのかもしれないが、測定器として既存の地下実験を少しいじってニュートリノ実験をしようという感じの、あまり迫力のない、細かい話が多く、全体的に少し活気が足りなかったように思えた。

このようなニュートリノ振動実験は非常に重要であるので、ぜひ近い将来どこかで実現してほしいものである。(神岡実験推進部)

国際会議報告

GRANITE訪問記

(ウィップル天文台新解像型チェレンコフ望遠鏡)

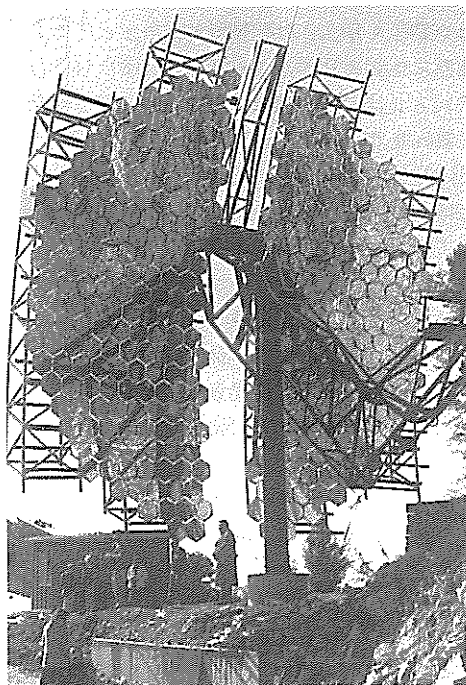
木 舟 正

米国スミソニアン研究所の2台目の解像型チェレンコフ望遠鏡が最近完成、ウィップル天文台で観測を開始し、それを祝うワークショップが1992年1月22~24日に行われた。かに星雲からの“ 30σ ”の結果のベースとなっているチェレンコフ像の解析の話が会議の中心であったが、その印象を報告する。

地平線だけのオーストラリアの砂漠で一月半過ごし、帰国してまですぐ一週間後に訪れたアリゾナの砂漠はサボテンと雪をかぶった山なみの美しさが印象的だった。隣のニューメキシコ(余談だが20年ほど前ロケット実験で滞在したことがあり、今回もロスアラモス、ニューメキシコ大を訪問し、かつて宇宙線研に滞在したDan Weeksとの旧交をあたためた)の荒地もまた一味違う灌木に彩られている。思い返すと、オーストラリアの砂漠も塩湖とガムの林の点在する風景がないわけではなく、隠された美しい自然の神秘にむしろ気付くべきかも知れない。蛇足であるが、地下に多量の鉱物資源が埋蔵されていることは良く知られている。

数百GeV以上の高エネルギーガンマ線による天文学も砂漠のように人の挑戦に厳しく立ちはだかってきた。そして今、もし眼を凝らす努力を厭わなければ、広大な未開の原野を照らし始めた夜明けの薄明りの下に、無味乾燥の砂漠とは全く異った多様な風景を認めることができる。

新望遠鏡は口径11mで既設の10m望遠鏡から120mの距離に設置されている。運動観測による、100 GeV以上のガンマ線の観測が目的であり、新望遠鏡の運転は本年1月から開始された。第1日めは見学、簡単な式典、そしてバンケットが、2日め、3日め



にワークショップが開催された。写真は新望遠鏡の前で来賓が祝辞を述べている光景である。

米國物理学会、NSF、アイルランド物理学会などからの来賓、GRANITE (Gamma Ray Astrophysics New Imaging Telescope) Collaborationのメンバーが主な参加者で、こじんまりとした言わば内輪の集まりであった。米國の外からは10人以下の参加者で、私はCANGAROOの望遠鏡が運転を開始したことを述べ、HEGRA、Durhamのグループも間もなく解像型チェレンコフ望遠鏡の運転を開始することを報告した。クリミアを加えれば、5ヶ所で解像型望遠鏡が1992年中に稼働を開始する。ピレネー山脈で16台のチェレンコフ望遠鏡(直径80cm)で計数率だけに重点をおこうとするグループは、かに星雲から 4.5σ の結果を報告した(予備的)。地球磁場が計数率、ガンマ線の検出しきいエネルギー、チェレンコフ像などに与える影響なども議論された。

ウィップルグループのデータ解析の現況を一言で言い表すと、[Hillasのシミュレーションに対応したwidth、azwidth、missなどのチェレンコフ像のパラメータについての解析を“標準的解析”と呼び、もっと“凝った解析”がいろいろ試みられている]。例えば、多くのイベントの統計的処理から、点光源(かに星雲)の位置が1角度分の精度で決定できそうで、今までの“公称” $0.1'$ の角分解能をさらに改善する。ガンマ線識別のための新しいパラメータ開発、これを方向決定のパラメータと分離するいくつかの試みが、かに星雲、クエーサー3C273などからのデータについて紹介された。最近のGROによる(現在まで4つ)クエーサーからの高エネルギーガンマ線の検出報告があるので、この3C273からのデータは非常に興味深い、なにしろまだ 2σ なので解析技術の開発、今後のデータ集積(CANGAROOなどのグループも含めて)が待たれる。

ウィップルのグループはよく冗談で“アイリッシュマフィア”と呼ばれている。Trevor Weekesをはじめとして現在9人のアイルランド出身者がいるそうである。新望遠鏡は鏡の製作、観測にミシガンのグループが、望遠鏡の駆動にフランスのグループが参加している。ついこの間までイギリス、リーズ大学でAlan Watsonの学生だったMike Lawrenceがポストドクで参加しているのを知らなかった、会って少し驚いた。かつて、ウィップルグループにいて、(来日してCANGAROOに参加したいと言っていたが)国籍の関係で学術振興会の外国人研究員

に応募できなかったKwokは今GROに参加している。GRANITEは既に“国際協力”で進められており、宇宙線、加速器実験、衛星によるガンマ線観測の間の交流、再編成が進行している。最後に、将来のチェレンコフ望遠鏡アレイの国際協力の必要性を確認して閉会した。(空気シャワー部)

受賞

大阪大学理学部江尻宏泰教授が、神岡地下観測所を利用して行っている『高感度核分光用計測器[エレガント]の研究開発と二重ベータ崩壊等の研究』で、平成3年度島津賞を受賞されました。

委員会報告

○平成3年度第3回共同利用運営委員会

平成4年2月22日(土)

議題

1. 諸報告
2. 研究所研究員選考委員会委員について
3. 平成4年度共同利用研究申込の査定委員会委員について
4. 平成4年度客員教官人事について
5. 教官人事について
6. 平成5年度概算要求事項表について
7. 平成4年度予算見込額調書及び各部維持運営費について
8. 施設に関する諸問題と将来計画について

○将来計画検討小委員会

平成3年12月26日(木)

議題

1. 宇宙線分野の将来計画の紹介
GeV領域ガンマ線観測計画、TeV領域化学組成観測計画、宇宙線望遠鏡アレイ(TeV γ 線、最高エネルギー領域宇宙線観測)計画

○平成3年度第1回一次線専門委員会

平成4年1月17日(金)

議題

1. 諸報告
2. 一次線各分野将来計画について
3. 一次線部将来計画の策定

○平成3年度第1回エマルション専門委員会

平成4年1月29日(水)

議題

1. 諸報告
2. 平成3年度研究成果報告
3. 平成5年度概算要求について
4. 将来計画について

○平成3年度第2回乗鞍施設委員会

平成4年2月17日(月)

議題

1. 諸報告
2. 実験室の使用について
3. 今後の運営について

○平成3年度第2回空気シャワー専門委員会

平成4年3月3日(火)

議題

1. 諸報告
2. 平成3年度研究成果報告
3. 『1km²アレイ』のループ記録システム更新について
4. 平成5年度概算要求について
5. 将来計画について

○平成3年度第1回ミューニュー専門委員会

平成4年3月3日(火)

議題

1. 諸報告
2. 平成3年度研究成果報告
3. ミューニュー部の今後について

宇宙線研セミナー

10. 1月28日(火) 中村 卓史(京都大学基礎物理学研究所)
ガンマ線バースト～深まるその謎～
11. 2月7日(金) 吉岡 正和(高エネルギー物理学研究所)
JLC計画
12. 3月17日(火) 西川公一郎(東大原子核研究所)
Super-Kamiokandeを使った Long-Baseline ニュートリノ振動実験は可能か
13. 3月25日(水) 西村 純(前 宇宙科学研究所長)
シャワーから気球へー宇宙線事始一

研究報告出版状況

* ICRR-Report

- (29) ICRR-Report-260-91-29 (KEK Preprint 91-180)
“A Limit on Spontaneous R Parity Breaking from Kamiokande”
M. Mori et al.
- (30) ICRR-Report-261-91-30
“Flux Limits on Nuggets of Strange Quark Matter as Dark Matter and as the Present Day Production”
T. Saito
- (31) ICRR-Report-262-91-31
“Violation of Feynman Scaling Law in the Forward Region”
A. Ohsawa
- (1) ICRR-Report-263-92-1
“Observation of a Small Atmospheric ν_{μ}/ν_e Ratio in Kamiokande”
The Kamiokande-II Collaboration
- (2) ICRR-Report-264-92-2
“Solar and Atmospheric Neutrinos Observed at Kamiokande”
Y. Totsuka

研究会

1. 平成3年12月24～25日
空気シャワー将来計画ミニシンポ
2. 平成4年3月26日
飛翔体による高エネルギー宇宙線の観測技術諸報告

No.12

1992年4月10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) 61-4131

編集委員 永野、鈴木(洋)