



研究紹介

スローン デジタル スカイ サーベイ (SDSS)

関 口 真 木

天文が他の学問と根本的に違うのは、その対象に直接関わることが出来ないというほか、その対象自体も必ずしもわかつていないうことでしょう。星、銀河、クエーサこれすべて研究するにはその天体を見つけなければなりません。

(宇宙背景輻射は天体ではない唯一の例外でしょうか? あ、観測できていない宇宙背景ニュートリノもありましたね。) 従って、天文では紀元前2世紀のヒッパルコス (Hipparchos) の時代よりカタログというものが非常に重要な役割をしてきました。そしてカタログの元となるサーベイ観測が重要になります。これだけ重要なサーベイ観測ですが、全天またはそれに近いものとなると非常に希です。20世紀に入って本当の全天サーベイは可視光ではパロマーの写真乾板観測がありますが、これはその後半世紀にわたって光学天文学の基礎となっていました。

光学天文学は非常に古い歴史を持っています。近代的な定量的測定方法が一般的になる前からの積み重ねが良い意味でも悪い意味でもあります。定量的な測定が出来るようになったのは光電管が導入された1960-70年台になって初めてといって良いでしょう。光電管は星などの形のないものには威力を発揮しますが、銀河のような広がりと構造を持ったものには得られる情報が不十分です。写真乾板に撮った銀河を光電管を使った濃度計で測定するようになったのはほんの1980年台です。可視光というのは以外に情報量が多く、2次元のイメージとして定量的な処理が出来るようになったのは計算機の発達してきたごく最近のことです。しかし、写真乾板は一枚一枚の特性がバラバラで、また光量に対する線形性がなく、精密な測光には向きません。

1970年にベル研よってCCDが発明されて、古典的な可視光天文学は大変革を迎えました。2次元画像の取得と精密な

測光が同時に出来るようになったのです。1985年頃にはどの観測所でも 512×512 ピクセル程度のCCDを備えるようになりました。この程度のCCDで全天サーベイが出来るのでしょうか? 天文では多くのCCDカメラは典型的に1"のseeingの大きさが2ピクセル程度になる設計をしています。 512×512 のCCDを使うと、 $4'.3 \times 4'.3$ の視野になります。これはステラジアンに直すと 1.56×10^{-6} 乗になり、SDSSの行



写真1：望遠鏡写真

おうとしているピステラジアンをサーベイするためには 2×10 の6乗回の露出が必要です。一回の露出を1分とすると、1388日分の時間がかかることになります。実際には晴れている夜間しか観測できませんから、この5倍以上は必要になって、撮像のみでも実現不可能です。

近代的な可視光の全天サーベイを実現するには3つの要素が不可欠です。(1)広視野の望遠鏡、(2)それをカバーできる広視野のCCD、(3)多くの天体を同時に分光できる多天体分光器です。広視野望遠鏡は古典的にはSchmetd望遠鏡が使われてきましたが、その構造上口径1m程度のものが限界でした。これには1970年代に双曲面(主鏡)と双曲面(副鏡)を組合せたRCという方式が発明されました。SDSSでは改良された準RCと言う光学系を使って、口径2.5m、有効視野直径3度という非常に広視野の望遠鏡を実現しました。この口径では世界でもっとも広い視野になっています。

一つのCCDを大型化する努力はCCDが発明されたときからずっと行われてきましたが、これまでの進歩の度合いからでは可視光サーベイに必要な大きさには到達しないことは明らかでした。従って、複数のCCDを並べて視野を大きくする試みが行われてきました。我々のグループはこの方式で1994年に世界最大のモザイクカメラ(5000×8000画素)を完成し、SDSSではそのノウハウをつぎ込んでカメラを制作しました。SDSSのカメラでは、主要部分に 2048×2048 画素のCCDを 5×6 のアレイに30個並べて 10240×12288 画素のモザイクとしています。(また位置測定用に 2048×400 画素のCCDを24個使用しています。) カメラの画素数、使ったCCDの数、物理的大きさのどれをとっても、これまでの天文用カメラの大きさを遙かに越えていますし、今後もこれを越えるカメラが作られることは当分ないでしょう。

SDSSでは一度に約600個の天体の分光を行なうことが出来ます。これは、現存する多天体分光器の中ではやはり世界最大級になります。このような分光器は天体の数の光ファイバーを使って、天体の光を分光器まで導くことで実現しています。このようなことが可能になったのも近年のファイバーの技術の発展のお陰です。約600本のファイバーは300本×2に分けて、2つの分光器に接続されます。ファイバーは直径

約60cmのプレートにちょうど天体の位置に精密に穴を開けて固定されます。このようなプレートをその視野毎に作製し、サーベイが終わる頃には約2000枚制作する事になります。

SDSSのようなサーベイが可能になったのはこれらの望遠鏡と観測装置の技術がやっと必要なレベルに達したからです。SDSSは広視野望遠鏡・巨大モザイクカメラ・多天体分光器という3種の神器が一体となり、ほぼ北銀極を中心としたピステラジアンを、画像データは約23等級まで、分光データは約19等までの天体を観測し、1億個の銀河の測光撮像、100万個の銀河の分光、10万個のクエーサの測光のデータベースを作る可視光天文学の歴史では非常に画期的なサーベイです。現在あるカタログはその銀河の選択基準や測光のスケール・精度がいろいろなモノの寄せ集めで、かなりの部分で昔の写真乾板の影響を引きずっています。SDSSは対照的に非常に均一なデータで、しかも現在のカタログより距離で約5倍、宇宙体積を約100倍も上回りますから、これはものすごい進歩です。これを使って出来る研究の量は、単純な大規模構造の研究や銀河・銀河団・クエーサの研究を越えて、計りません。

SDSSの日本の役割も紹介しようと思います。観測装置では、日本のモザイクカメラの経験を生かし、当初からメインカメラの設計・制作をプリンストン大と共同で行ってきました。



写真3：カメラ

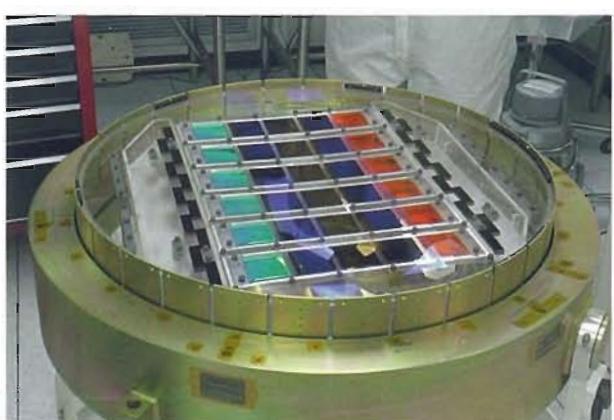


写真2：カメラ

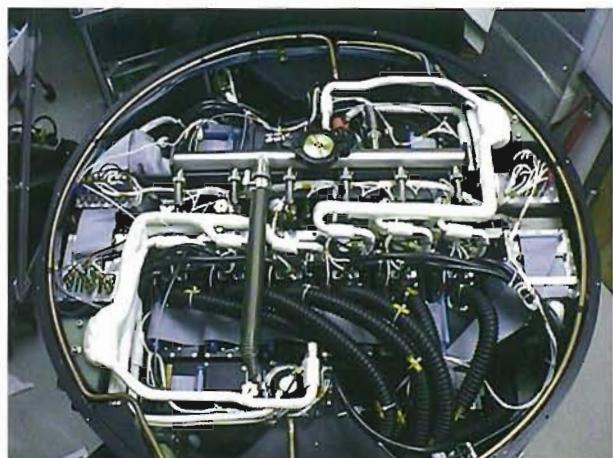


写真4：カメラ

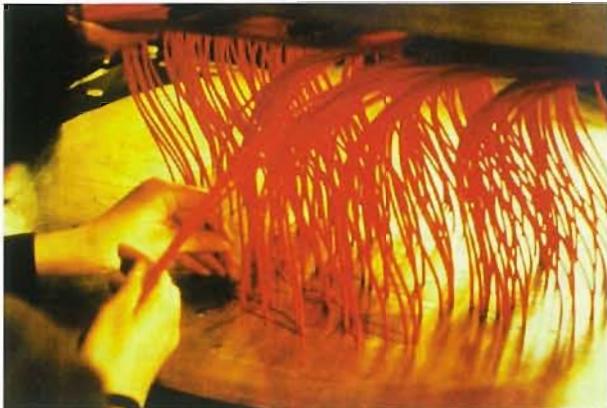


写真4：ファイバー写真

た。また、同様にモザイクカメラの経験を元に、画像データの解析ソフトの開発をしています。SDSSでは3種の神器の陰に隠れていますが、常に大気吸収の量を測定し、すべての天体の明るさを基準の星へつなげるという非常に重要な役割を負った口径60cmのモニター望遠鏡があり、これを日本が担当しています。日本のSDSSのメンバーは、東京大学（物理、天文、宇宙線）、大阪大学、国立天文台、東北大学と広く散らばった20人以上のスタッフ・学生から成っています。

さて、いろいろな方から「SDSSはいつから始まるの？」という質問を受けます。私もSDSSグループのメンバーとして着任したのに、いっこうにデータが出てこないので、（顔には出していなくとも）肩身の狭い思いをしなければなりません。

せん。私は1992年から福来教授に引き込まれてSDSSをやっていますが、その当時の予定では1994年からデータが取れるはずだったのです。物理と天文ではものを作ることに対する研究者の態度が全く違います。物理では必ずしも「もの作りが好きで」やっているわけではないですが、「それが完成しなければ研究者生命が危うくなる」という必死の思いでやっていると思います。天文ではそういう緊迫感が全くありません。もちろん直接モノ作りに手を出す研究者は非常に少数です。「誰かがやってくれてそのうち出来るだろう」という甘えが根底にあります。当初の計画が大幅に遅れている根本にはこのような問題があります。みなさんも天文屋と組んで仕事をするときは気をつけて下さい。

現在、SDSSの3種の神器のうちのメインカメラは現地での最終的な組立・調整完成まで数ヶ月と迫り、分光器は2台のうち1台は観測所に搬入され、もう1台も完成間近という状況です。モニター望遠鏡はテスト観測を始めつつあります。残りの2.5m望遠鏡は光学系は完成しているものの、一番遅れていて、不良部品の交換、制御システムの構築など残っており、ファーストライトは早くても1998年の4-5月といわれています。これから望遠鏡システム全体のテスト・調整を行い、観測装置も天体の光が初めて入ってテスト観測が始まります。そのころになれば、もっとおもしろいご報告をさせていただけると思います。そして本格的な研究に使えるデータが出てくるのは、その次の段階になります。サービスが完了するのはそれから5年後となります。

国際会議報告

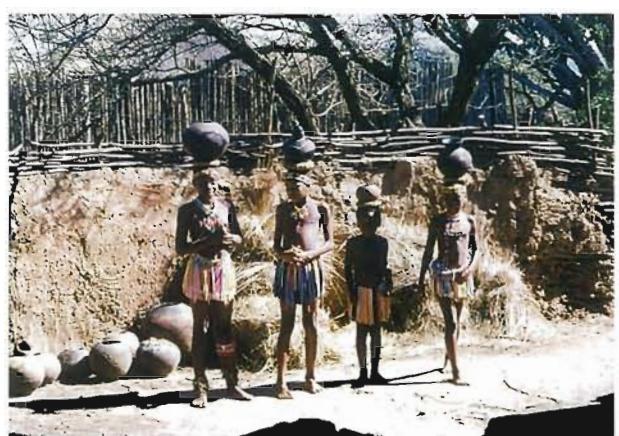
第25回宇宙線国際会議

1997年7月30日～8月6日

上記国際会議が南アフリカのダーバンで開催された。本会議は広範囲に渡る宇宙線物理分野をカバーしているが、以下ではそのうちのいくつかのトピックスについて報告する。

I. IUPAP(国際純粹応用物理連合) 宇宙線部会 荒船 次郎

アフリカ大陸での宇宙線国際会議はこれが初めてだったので、期待と不安があった。ダーバンは治安が比較的良好とは言え、夜、会議が終わって歩いてホテルに戻る時は、少し緊張した。この治安の問題を別にすれば、教育も人種によらず平等になり、歓迎の挨拶をした市長も黒人で、新しい体制がどんどん進んでいる印象だ。1. 本会議。さて今回の会議の出席者は490名（その他同伴者104名）、口答発表論文は487編（その他ポスター329編）で、前回のローマ会議よ3-4割少なかった。なお、後進国と旧ソ連の研究者への支援は、旅費の補助者無し、滞在費支援・参加費免除の両方を受けた者29名、参加費免除のみの者25名であった。2. 次回国際会議



(1999年、米国Utah)部会としては、次回の会議ではconvenersを置いて話題を整理するよう提案したが、米国の組織委員会は予想外に頑固で、従来通りやりたいとの事であった。その中でproceedingsの電子化は新しかった。3. 次々回国際会議(2001年、ドイツHamburg)。次々回はハングルグに決まった。中国は北京を推したが惜しくも破れた。4. Duggal賞。この賞は36才以下の宇宙線研究者を対象とする。受賞者にJames Buchley氏(米国、Whipple天文台)を選んだ。超高エネルギー宇宙ガンマ線点源の観測に成功し、星や活動銀河核を研究する新しいガンマ線宇宙物理の開拓に貢献したことが認められた。この賞は1993年に本研究所の手嶋政廣さんが、明野観測所の100km²観測装置AGASAによる活躍で受賞している。日本から再び若手を推薦していただきたい。

5. ニュートリノ98の後援来年6月に高山で開かれる「第18回ニュートリノ国際会議」を、宇宙線部会として正式にIUPAPに推薦することに決まった(その後、今年9月末のパリ会議でIUPAPから正式に承認された)。6. 電子化従来配布していた宇宙線の情報誌「COSNEWS」は、情報の電子化に応じて配布を止め、全てWebによることにした(宇宙線研究所のホームページからも見える)。7. 次期委員の推薦少し早いが、再来年の国際会議では間に合わないので、今回、次期委員を推薦することにした。新議長はGaisser氏(米国)、副議長はDrury氏(アイルランド)、SecretaryはCowsik氏(インド)を選び、日本から新委員として戸塚氏が推薦された。また、他分野との関連で準委員に、Voelk氏(ドイツ、宇宙部会から)、Barish氏(米国、素粒子部会から)、Cesarsky氏(国際天文学会から)を選んだ。

II. 高エネルギー一次宇宙線

湯田 利典

高エネルギー一次粒子線(原子核、電子、陽電子、反陽子等)のセッションには一部しか出席しなかったので、以下の報告はかなり片寄ったものであることをご容赦願いたい。総体的には、前回のローマの会議から大きな進展はなかったようと思える。まず、knee領域の一次宇宙線のスペクトルと組成。ローマの会議で、チベットグループは4300mの高度の利点を使って、ほぼ垂直に入射する空気シャワーのみを選別し、宇宙線の化学組成に依らないknee領域での全粒子のエネルギースペクトルを発表した。結果は今までと異なり、スペクトルの巾が緩やかに変化しているということで話題となった。これに刺激されてか、今回のダーバンの国際会議ではこの領域のスペクトルの結果が幾つかのグループにより報告された。HEGRAグループは標高2200mのカナリ島に243台のシンチレーション検出器による空気シャワー装置と49台のチレンコフ検出器を15m間隔の碁盤目状に並べたアレイ(AIROBICC)を稼働させている。今回、このAIROBICCで観測された空気シャワー現象からknee領域の一次宇宙線のスペクトルを求めその結果を報告した。その手法は、チレンコフ光の横分布の傾きが100m以内では入射粒子に依存し、遠方でのチレンコフ光の強度は親のエネルギーにほぼ比例

するということ、また、この傾きの値と観測点とシャワーの最大発達点までの距離の間の相関が親のエネルギーや核種に殆んど依存しないというモンテカルロ計算の結果に基づいて解析をしている。1996年からのデータを用いて、約 3×10^{14} eVから 5×10^{15} eV領域の全粒子スペクトルを出し、明野と同じように 3×10^{15} eV近辺に鋭い折れ曲がりがあるという結果を得たという。まだ、統計が少ないと、モンテカルロ計算に観測条件が充分に採り入れられていないこと、シャワーコアの決定精度や観測条件によりコア近辺の横分布の勾配がどう変化するのか等不明であり結果に説得力はない。また、この手法が組成等に本当に依存しないのかどうか詳しく検討する必要がある。UtahのDugwayでもシカゴ大他のグループがこれと同種の実験を行っている(CASA-BLANKA)。他に、南極の空気シャワーアレイ(SPACE)とAMANDAとの連動、チベットの空気シャワー装置とエマルションチェンバーの連動実験、カールスルーエ大学の構内200m×200mの面積に電子、ハドロン、ミューオン観測用の検出器、カロリメータを稠密に配置した空気シャワー装置(KASKADE)、等knee領域のスペクトルと化学組成を調べる実験が再び活発になってきたようである。歴史の繰り返しかどうか分からぬが、KASKADEに象徴される精密化された空気シャワー観測装置を用いて、比較的低エネルギーのミューオンやハドロンを詳しく測定する伝統的な手法が、化学組成の研究に有効かどうかしさか疑問である。どれかの核種に感度が高くなるような新しい実験をしない限り、40年以上に亘て綿々と続けられている進歩のない組成の議論から脱却するのは難しいのではないか。

最高エネルギー領域は、 10^{20} eVを越えるイベントの観測、 10^{19} eVのイベントが超銀河面の方向から到来しているらしいということ、また一部のイベントはペラーで観測されていること等興味ある結果が得られているが、これらはすでに他で発表済みで今回特に新しい報告はなかったように思われる。ともあれ、これらは僅な統計量、エネルギーの絶対値がどこまで信頼できるのか等本質的な問題を含み、未だ万人を納得させるのは難しい。これらの確認は次期超大型観測装置の稼働を待つしかないが、AUGER、宇宙線望遠鏡(TA)等の計画を一層魅力あるものにし、その実現に向けての一層の奮起を期待したい。計画の規模を考えると、その実現には強力な組織とリーダーシップ、これに裏打ちされた緊密な国際協力が絶対不可欠である。

ここ10数年以上に亘って問題となってきた宇宙線反陽子、陽電子のフラックスもここ数年で解決の方向に向っているようである。円筒型超伝導マグネットにドリフトチェンバーを組み込んだBESSが反陽子に関して最も信頼度の高いデータを出している。TOF部分を改良した95年のフライトで0.18—1.4GeV領域で43例の反陽子を検出し、そのエネルギースペクトルを発表した。データは一次宇宙線により2次的に作られるものとしてほぼ説明出来るようである。低エネルギー(200—300MeV)で僅かの過剰が見られが、まだ統計的に不

十分である。96年のフライトは気球が割れて失敗したが、今年（97年）の夏は大成功とのこと。特に、今年は太陽活動の静穏期であり、もし低エネルギー反陽子がミニブラックホールやニュートラリーノ等に起源をもつとすると太陽活動に伴ってスペクトルが変動するが、一次宇宙線によって2次的に作られている場合にはその影響は小さいはずである。2000年頃に太陽活動は最大になり、この時に得られるデータと現在のデータの差から新しい結果が得られるかどうか興味がある。

陽電子は電子の10%程度しかなく観測が非常に難しい実験であるが、超伝導マグネットを用いた米国(HEAT)、イタリア(CAPRICE)のグループが各々1-数10GeV領域でのスペクトル及び $e^+ / (e^+ + e^-)$ のエネルギー依存性を求めた。特に、東西効果を用いて求めた過去のデータの高エネルギー側ではね上がりはなくなり、概ねLeaky boxモデルで説明出来るようである。HEATグループは一次電子についても10GeV領域でのスペクトルを求めたが、フラックスの値は今までのデータに比べて少し低めである。しかし、この新しいデータは神奈川大他のシンチレーティングファイバーを用いた実験結果(BETS)と一致しているようである。以上、原子核、反陽子、電子、陽電子の観測データは何れも標準的な宇宙線伝播モデルで統一的に説明出来そうであり、10年前にあった新しい物理への期待は殆んど薄らいでしまった。これらの観測による発見的な面白味は減少してしまったが、宇宙線の伝播モデルを洗練するためには精度のよい地道な観測が今後も必要とされるだろう。

新聞、ニュース等で時々流れる宇宙ステーションに関連して、ここで行われる宇宙観測実験のテーマの選別が日本、米国等で行われている。予定では2001年頃に宇宙ステーションが完成し、観測が開始されることであるが、ロシア問題等難問山積みで先行が不透明である。この宇宙ステーションで行う宇宙観測実験計画に関連するワークショップが会議中に二つも開催された。その一つは、ミシガン大学のL.W.Jones氏がノーベル賞学者Sam Ting等の反物質探査実験計画(AMS)の紹介のために突然開催したものであり、そこで彼らのメンバーの一人に実験の内容を詳しく説明させた。これはTingが米国の関連分野の研究者との議論を経ずにNASAとボス交渉で宇宙ステーションへの搭載を強引に決めてしまった“悪名”高い計画である。Tingのミシガン大学時代の先生であるJones氏が、弟子を慮ばかり開いたものと思われる。計画はNd-Fe-B材を用いた永久(超伝導)マグネットにシリコン検出器、チレンコフ検出器を組み込み、ビッグバンの宇宙創世時に作られた反ヘリウム、反炭素、反鉄等反物質の探索を行おうとするものである。検出器の大部分はヨーロッパで作り、装置の振動試験等は中国で行う計画である。このワークショップでAMS計画の具体的な内容、進捗状況が他の研究者に初めて明らかにされたようである。このワークショップには米国の大物宇宙線研究者が参加し、一種異様な雰囲気に包まれ、皆少々興奮気味であった。ここで、

今まで溜っていた彼らの憤懣が一気に爆発し、「計画の内容をもっとオープンにせよ」、「そんなデザインで反物質が分かるのか」、「もっと専門家の意見を聞いたらどうだ」、....、と久しぶりの興奮した議論で面白かったが、相互の溝はかなり深いようである。しかし、AMSの測定器、マグネットの製作は順調に進み、中国での振動耐久テストもすでに終了し、来年の5月には予定通りスペースシャトルに搭載し、その後宇宙ステーションで3年間観測すること。他に、米国のknee領域の宇宙線原子核と超重核観測用のカロリメータ等を搭載する計画(ACCESS)、ロシアのGrigorov等イオンエンバーを円筒状に束ねその周りをチレンコフ検出器で覆ったカロリメータ(OMEGA-M)、イタリア-ロシアの反物質探査計画(PAMELA)等重量が数トン級の大型実験計画があり、頻繁に議論が行われている。これらに比べて日本の実験モジュール(JEM)の規模は一桁程小さく、ここで大型の宇宙線観測実験を行うことは当分の間不可能であろう。これに関係してか、宇宙での大型宇宙線実験に対する日本人研究者の関心の低いのが少々気になるところである。

III. 超高エネルギーガンマ線 木舟 正

ガンマ線に話題を限ると、(1)ガンマ線バーストの解明の突破口となる諸観測事実、(2)Mrk501の数か月続いたアウトバースト、(3)超新星残骸SN1006からのTeVガンマ線の検出、を大きな話題として挙げることができる。それについての紹介は、最近の著しい情報網の発達で誰でも直接情報を入手できる(例えば、(1)については数多くの論文が既に出版しており、かつ先日のHunzville会議の報告の方がより適している。(2)はダーバン会議のハイライトセッションのRay Protheroeのsummary talkが既にあり、(3)についてはCANGAROOグループの秋の物理学会での報告などがある)。

ここでは、まず表1で超高エネルギーガンマ線源の現状を紹介し、(2)、(3)に附随しこれを取り巻く超高エネルギーガンマ線観測「業界」の動向を、宇宙線会議直後にKrugerで開かれたワークショップ、9月29日-10月2日のドイツでのHESSワークショップにふれつつ雑談風に述べる。

Mrk 501のバーストはTeVが主導した多波長観測が実現したこと(物理的結果はProtheroeのpaperや今後の他の論文参照)、北半球の各グループがそれぞれ1万個に達するガンマ線データを蓄積できた意義が大きい。特に、HEGRAグループはステレオ解析の結果を諸会議で報告し、将来のチレンコフ望遠鏡計画にステレオ観測が不可欠であるような印象を与えており、WhippleのVERITASと共にHESSがこれをどう活用して計画を具体化するか興味深い。複数のグループの同時観測のもう一つの意義に、データ/装置のクロスチェック、補間による総合的理解がある。このフレアが起きた時、Whipple、CAT、HEGRAなどがダーバン会議の前にデータを突き合わせる作業が計画されていた。結局行なわれなかつたためハイライトセッションが並列的な報告になつたらしい。フレアについての物理的結論や各望遠鏡の特性にも関係して

表1 : List of Claimed VHE Sources

objects	confirmation by		EGRET source	note
	other groups	repeated observations		
Crab	✓	✓	✓	plerion
PSR B1706-44	✓	✓	✓	plerion
Vela		✓	✓	plerion
SN 1006		✓		shell type SNR
PSR B1509-58				plerion
PSR B1259-63				binary pulsar
J1105-6107			possibly	62 ms pulsar
GRS1915 + 105				microquasar
Cen X-3	claimed in the past	possibly	X-ray binary	
Mrk 421	✓	✓	✓	AGN
Mrk 501	✓	✓		AGN
1ES2304 + 514				AGN
PKS 2005-61		✓		AGN

いるので、今後の各グループの報告に注意を払っていく必要がある。

EGRETの未同定源に附隨した超新星残骸などについて、超新星残骸からの超高エネルギーガンマ線の探索が続けてきた。これら以外のSN1006から検出されたことから、あらためてX線による非熱的放射成分、超新星残骸の他の附隨的な観測事実との関連に注意が払われ始めた。超新星残骸からのガンマ線がショックでの陽子加速に直結しない、複雑な様相が明らかになった。分子雲が近傍にあるときのショック加速など会議で報告されていた。観測的には、多くの超新星残骸についてのWhippleやHEGRAによるエネルギー流量での上限値はCANGAROOのSN1006の観測値と同程度であり、否定的な結果もまだ観測の追加を必要としていることを指摘したい。パルサー雲からの超高エネルギーガンマ線の検出の場合も含めて、X線領域などとの定量的比較が可能になったことを指摘したい。エネルギー流量 $\sim 10^{-11} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ 程度以下の検出精度であり、距離 1 kpc で $\sim 10^{33} \text{ erg s}^{-1}$ の明るさ（太陽からのエネルギー出力と同程度）の検出が可能になった。シンクロトロン放射によるX線強度と逆コンプトン効果のTeVガンマ線強度の比較から、放出領域の磁場の推定が表のplerionについて明らかになりました。

マイクロクエーザーとX線連星など新しいタイプの超高エネルギーガンマ線源検出の兆しがある（表参照）。これらは時間的に変動している源である可能性が高い（EGRETによるCen X-3の検出結果やいわば銀河系内AGNであるGRS 1915 + 105のX線観測）。ガンマ線バーストについては割愛したが、時間変動の極端例であり全く新しいタイプのガンマ線源について、関心をはらい続ける必要がある。一方、PSR B 1706-44や帆座パルサーなどのパルサー雲、SN1006などからの超高エネルギーガンマ線のエネルギー流量の観測値はEGRETのGeV領域の上限値より同程度以上に大きいことを強調したい。TeVの領域はTeVで明るい（少し誇張した表現

だが）TeV固有の源を既に見い出しつつあり、時間的に変動する新しい型の源の可能性を含んで、一層の発展の要素をはらんでいる。

ステレオ観測は検出面積と検出精度のバランスの上に立っている。TeV領域は1台のチエレンコフ望遠鏡の150m半径の検出面積を持ってしても、検出できるガンマ線の数の統計が依然重要な意義を持っている。これらを総合的に勘案した具体案の検討がHESSワークショップの主題であったし、今ごろ（今年10月シカゴで）開催されているVERITASのグループ集会でも議論されているものと想像している。日本の今後の計画/戦略立案においても然りである。

VI. ミューオンとニュートリノ

鈴木洋一郎

南アフリカで開催された宇宙線物理学国際会議について書けといわれたので、感想を書かせていただく。私は本国際会議に参加するのは今回が初めてである。初めてのうえラポーターをせよとのご指名により、慣れぬところで、慣れぬことをしたためご叱責をたんまり頂戴した。

私が、まとめを仰せつかったのは、主にミューオンとニュートリノのセッションである。そこは、宇宙線会議の中でも、独特の雰囲気のある、いわば、山師の集団のような集まりである。しかし、歴史のある分野であるため、我々のような新参の非加速器素粒子物理学をやっているものは、しきたりが分からず、とまどうばかりであった。我々も山師であるが、素粒子実験の山師と宇宙線のそれとは、ずいぶん違うようだ。

型通りの物理の報告をどうしても入れてくれとのことなので、ミューオンとニュートリノのセッションについて簡単にまとめる。ハイライトは我がスーパーカミオカンデからの結果であるが、これを書くと、おまえは中立なるICRRレポートを自分の実験のプロパガンダに使っているとお叱りを受けるので、知りたい人は神岡実験グループの人聞いていただきたい。私がみるかぎり、（と私見をいれるとまたまたお叱りをうけそうだが、ここは許していただきたい）、ニュートリノのセッションで神岡関連以外でインパクトがあったのは、高エネルギーニュートリノの巨大観測装置で、バイカル、アマンダが非常に将来への展望のある結果を出したことである。バイカルは、きついカットであるが、上向きミューオンを2事象捕らえる事ができた。アマンダはほぼモンテカルロと同様にデータが振る舞っているのが証明され、この秋にいわゆるアマンダBのフルセットからのデータからの結果が楽しみである。ニュートリノでは、その外に面白い話はなかった。

ミューオンは、古い伝統的宇宙線であり対象となる物理もさまざまである。しかし、何が新しいのか門外漢にははっきりしない発表も多かった。2年前と質的に変わらないと思われるものもみうけられた。上空でのミューオン測定の結果は、大気ニュートリノのフラックス計算と関連して非常に印象的で面白かったが、これも手前味噌になるのでやめておく。地上でのミューオン測定は、多少雑多といった感じである。ガ

ンマ線をミューオンで捕らえようという努力が払われているが、むずかしそうである。地上で、苦労して、上向きミューオンを捕らえたというのは、そもそも実験目的が私には理解できない。一つの手段で物理を考えるのではなく、物理をやるのにもっとも適した手段をえらぶ方が簡単で良い。地下でのミューオンのエネルギー損失など基本的測定は、貴重な実験データーとなろう。

型どおりの物理の話と言われたけれどもやはり感想になってしまった。感想のついでに、もう少し感想らしい感想を言わしてもらおう。

パラレルセッションは余りにも無法地帯になっているという強い印象を得た。明らかに誤りと思われる発表もあった。まず、パラレルセッションに、レフリーまたはコンビーナーを設けて発表の選択を行うことが必要であると深く感じる。コンビーナーはpaperの選択だけでなく動向をよみ、逆に不

足しているプレゼンテーションは依頼するぐらいのことをやる。そうすれば、パラレルセッションにもある種の主題とテーマが自然とつくのではないか。

さて、こういう事を言うと萌芽的研究の発表はどうするのかということが必ず出てくる。それには、こうしたセッションを特別にもうければ良い。そこは、一種の治外法権無法地帯として、運営すればよい。

ラポーターには、セッションのまとめではなく、テーマについて纏めさせるようにするのがよい。昨年の高エネルギー物理学国際会議では、セッションのまとめでなく、私は「Neutrino masses and oscillations」という、テーマで“ラポーター”を頼まれた。もちろん関連セッションは割り当てられていた。ラポーターの話では大きな動向、成果がわかることが重要なことではないのか。

速報 1

スーパーカミオカンデにおける大気ニュートリノ観測結果

塩澤 真人

昨年1996年4月に稼働開始してから既に1年半、スーパーカミオカンデは順調に統計を増やし続けています。それに伴い各解析も順調に進んでおり、太陽ニュートリノ、大気ニュートリノ、陽子崩壊、上向きミューオンと、予備的な結果を出してきています。特に大気ニュートリノは非常に興味深い予備結果がまとまりましたので、ここで報告します。

大気ニュートリノは、一次宇宙線である陽子やヘリウムが大気と衝突した際にできるパイオニアケイオンが大気中で崩壊した時にできるニュートリノであり、一番大きな寄与は荷電パイオニアの崩壊 ($\pi \rightarrow \mu^- \nu_\mu$, $\mu \rightarrow e^- \bar{\nu}_e \nu_\mu$) からもたらされ

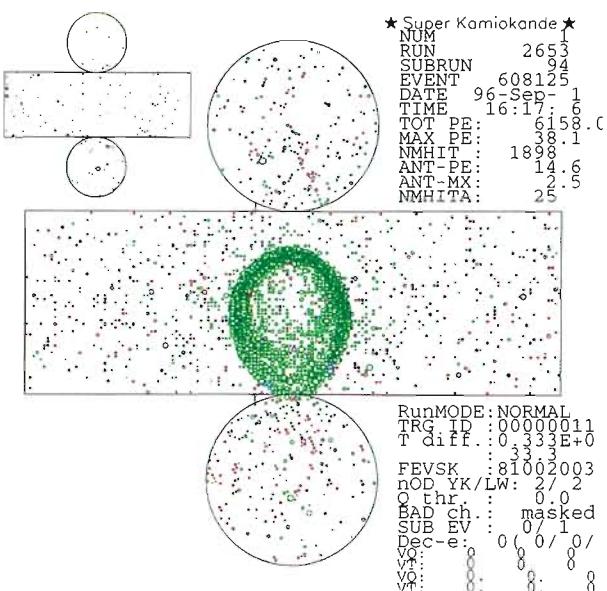


図1： μ -likeイベントのevent display。小さな丸が各PMTに対応している。丸の色は光の到達した時間を表しており、緑色がon-timingを意味する。

ます。従って ν_e と ν_μ の比は、比較的エネルギーの低いところでは約2になります。ところがスーパーカミオカンデの前身であるカミオカンデ（有効体積約1kton）が μ/e 比を測ったところほぼ1となり、理論の予想(2)に比べ有意に小さいことが報告されました。これはニュートリノがフレーバーを変える「ニュートリノ振動」を示唆する、大変に興味深い結果でした。

スーパーカミオカンデは有効体積22.5ktonをもち、現在正味326日分の解析がまとまっています。これは約20kton・yearの統計で、既に昔のカミオカンデの3倍にもなっています。検出器内で起こったニュートリノイベントを集めて、1リングのイベントをパターンの違いによってe-likeイベントと μ -likeイベントにわけます（電子(e)は ν_e のcharged current(CC)により、 μ は ν_μ のCCにより生成される）。図1に μ -likeイベントの1例を示します。こうして集めたe-likeと μ -likeのイベントの比を理論の期待値と比をとった結果が、

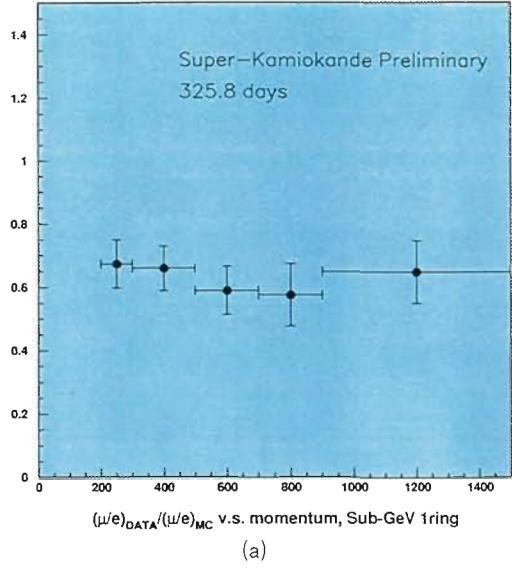
$$\frac{(\mu/e)_{\text{DATA}}}{(\mu/e)_{\text{MC}}} = 0.635^{+0.034}_{-0.034} (\text{stat.}) \pm 0.010 (\text{MC stat.})$$

± 0.052 (sys.) (Sub-GeV)

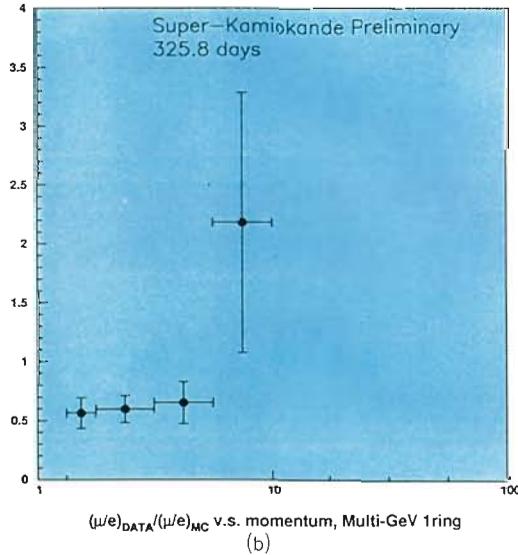
$$\frac{(\mu/e)_{\text{DATA}}}{(\mu/e)_{\text{MC}}} = 0.604^{+0.065}_{-0.058} (\text{stat.}) \pm 0.018 (\text{MC stat.})$$

± 0.065 (sys.) (Multi-GeV)

となりました。ここでSub-GeVはレプトンのエネルギーで1.33GeV以下のサンプル、Multi-GeVは1.33GeV以上のサンプルです。どちらも理論の期待通りならば「1」になるべき値ですが、結果はカミオカンデと同様、有意に小さい値が得られました。この結果に対して、本当にe、 μ の粒子識別は正しいのかと思う方がいるかと思います。これは実際に宇宙線の μ が検出器に入って来て止まったものと、その崩壊した



(a)



(b)

図2 : $(\mu/e)_{\text{DATA}} / (\mu/e)_{\text{MC}}$ のレプトンの運動量依存性を表したもの。(a)Sub-GeV、(b)Multi-GeV共にほぼコンスタントに1より小さい。

電子に対してチェックされ、98%以上の確率で正しいことがわかっています。またこのパターンを利用した粒子識別の他に、ニュートリノイベントの後に崩壊電子があるかどうかによって、 μ か e かを識別することも可能ですが、この方法でもconsistentな結果が得られています。その他に v_e , v_μ の断面積のエラーや、ニュートリノフラックスの理論計算のエラー等を考慮しても、上の結果を説明することはできません。実際これらのエラーは上の結果の最後のsystematic errorに含まれていますが、中心値に比べて非常に小さいことがわかると思います。従って、大気ニュートリノの μ/e 比が小さることが、動かし難い事実として再確認されたことになります。この μ/e 比の期待値との比をレプトンの運動量ごとにあらわしたもののが図2(a)(b)です。(a)はSub-GeVサンプルで200MeV/cから

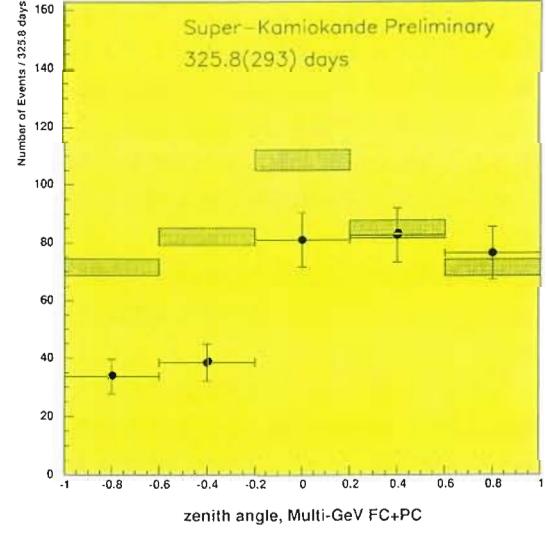


図3 : Multi-GeV μ -likeイベントの天頂角分布。右端が下向き、左端が上向きを示す。点がデータで四角い領域が理論計算の期待値。エラーはデータ、期待値共に統計エラーのみ。

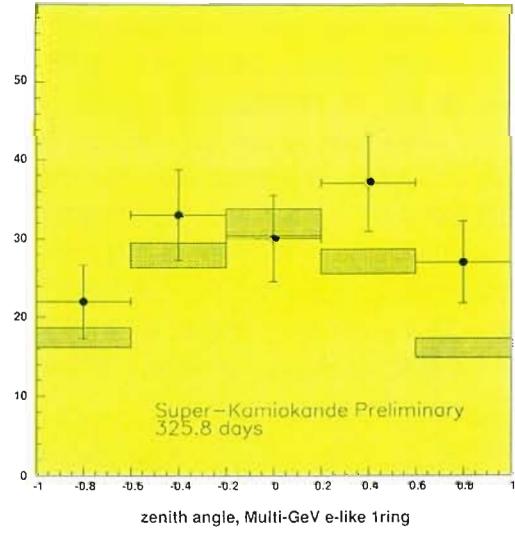


図4 : Multi-GeV e-likeイベントの天頂角分布。右端が下向き、左端が上向きを示す。点がデータで四角い領域が理論計算の期待値。エラーはデータ、期待値共に統計エラーのみ。

1500MeV/cを、(b)ではMulti-GeVサンプルを10GeV/cまで表示しています。どの運動量においてもほぼ一定に1より小さくなっています。

ニュートリノは弱相互作用しかせず、地球も簡単につき抜けてくるため、スーパーカミオカンデでは四方八方から飛来する大気ニュートリノを観測します。もしニュートリノ振動を我々がみているのだとすれば、このニュートリノのくる方向（実際には反応後のレプトンの方向）を見ることによって、ニュートリノの振動長による変化が見えるかもしれません。その結果の一例が図3です。これはエネルギーの高いMulti-

GeVサンプルの μ -likeイベントの天頂角($\cos \theta_z$)分布を、データと期待値について示したものです。図の右端の bin が下向き、左端が上向きを意味し、ニュートリノのはしる平均距離は各々 15km、10000kmに対応します。非常に興味深いのは、頭上からやってくる μ ニュートリノは期待値通りの数がある(右 2 bin)のに対して、地球の裏側からはるばるやってくる μ ニュートリノは半分程しかない(左 2 bin)ということです。一方、図 4 に示したe-likeイベントの天頂角分布は、エラーの範囲でデータと期待値がよくあっていることを示しています。この上向きの μ -likeイベントが少ないこと

速報 2

Velaパルサー近傍からのTeVガンマ線

吉 越 貴 紀

カンガルーグループによるVelaパルサー領域の観測結果がアストロフィジカルジャーナル誌より出版された(Yoshikoshi et al. 1997, 487, L65-L68)。VelaパルサーはCGRO衛星のEGRET検出器により観測される100 MeVガンマ線天体の中で最も明るく、宇宙の高エネルギー現象を調べる上で興味深い天体である。また、性質の類似点が多いことからVelaパルサーはしばしばCrabパルサーと対比されるが、ライトカーブの波長依存性やパルサー周囲の構造がより複雑で、現在でもなお謎の多い天体であることが知られている。

カンガルー望遠鏡によるVelaパルサーの観測は5年にわたり行なわれ、TeVガンマ線の信号が約 6σ の統計的有意さで検出された。しかしながら、Velaパルサーの周期に同期したガンマ線信号は得られておらず、既に非周期的TeVガンマ線源として同定されているCrabパルサー/星雲、PSR 1706-44の場合と似たガンマ線放射機構を想像できる。また今回の結果の中で興味深いのは、ガンマ線源の方向がVelaパルサーから約 $0^{\circ}.13$ 南東にずれている可能性が高いということ(図1)、もしこれが事実なら、他の波長域ではまだ未知の場所から初めてTeVガンマ線天体を発見したことになる。

X線とガンマ線がそれぞれ同じ高エネルギー電子によるシンクロトロン放射、逆コンプトン放射であると仮定すると、これらの強度比から源の磁場を見積もることができる。この方法を適用すると、Velaパルサー近傍のTeVガンマ線源における磁場は平均的な銀河磁場と同程度に弱いということがわかる。TeVガンマ線源の位置がVelaパルサーに対してパルサーの固有運動の反対方向にあることを考え合わせると、昔パルサー風で加速された電子が磁場が弱いため現在まで生き残り、この電子による逆コンプトン散乱ガンマ線が観測されたというシナリオで、我々の結果を定性的には説明できそうである。

これまでにパルサー周囲から観測されたTeVガンマ線の信号はいずれも非周期的であり、これは粒子加速の場所がパル

いう結果は、ニュートリノ振動を仮定すると、非常に素直に解釈することができます。最終的にはこのデータにより、ニュートリノ振動のパラメータ(フレーバー間の混合角と質量の2乗差)が求められるわけですが、ここではその詳細は割愛させていただきます。

今回の結果はわずか1年分のデータを用いて出したものであり、来年、再来年と更に統計をあげた結果が得られるはずです。しばらく、スーパーカミオカンデからは目が放せない年が続くものと思われます。

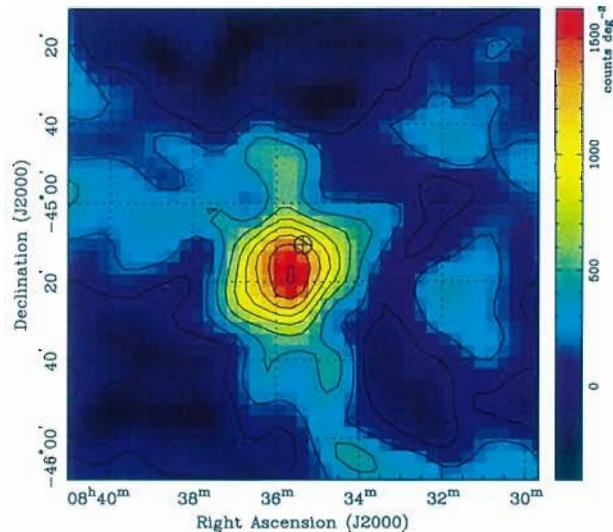


図1：Velaパルサー領域からのTeVガンマ線強度を示す等高線図。中央の \oplus 印がパルサーの位置に相当し、ガンマ線強度最大の位置がパルサーの南東にずれていることがわかる。

サーの磁気圏ではなく、シンクロトロン星雲であるということを支持しているように思われる。また最近の「あすか」による観測では、スピンドウンエネルギーの大きいパルサーのほとんどがシンクロトロン星雲を伴っていることがわかつてきており、これらの結果はパルサー星雲における粒子加速が少なくとも銀河系内では一般的であることを示唆している。カンガルーの7m望遠鏡が1998年度には稼働を開始する予定だが、望遠鏡の感度向上に従いより多くのパルサー星雲から100GeV~TeVガンマ線が検出されると予想される。これらのうち我々に近いパルサーでは「コンプトン星雲」のサイズも評価できると期待され、近い将来パルサー星雲の加速モデルに対してより直接的な証拠を与えることができると考えている。

技術官研修会に参加して

大野 善啓

平成9年度第一回技術官研修会が、7月24日、25日と神岡宇宙素粒子研究施設において実施されました。研修会は、4人の講師の方と神岡研究施設の見学が行われました。講演テーマと要約は、



写真1：東保男氏（KEK）の講義の様子

1. 東 保男（高エネルギー加速器研究機構工作センター）

『加速器を支える超精密加工』というテーマ。KEKの将来計画として、300GeV～1.5TeVリニアコライダーがあり、Xバンド加速管が一つの候補としてあげられている。この加速管は、今までにない様な組立精度が要求されている。その超精密加工方法について。

2. 森 俊則（東京大学素粒子物理国際研究センター）

『加速器で探る素粒子物理の世界』というテーマで、高エネルギー加速器を用いた実験を中心にして、素粒子物理学の解説から最近の話題、将来の展望について。

3. 新井康夫（高エネルギー加速器研究機構物理研究系）

『高エネルギー物理とLSI技術』というテーマで、測定器の多チャンネル化と高速処理化に対応し、低コスト、高信頼性、高速処理能力、高機能等を目指した汎用計測器の専用LSIの開発、生産の現状について。

4. 中畑雅行（東京大学宇宙線研究所）

『ニュートリノ天体素粒子物理学』というテーマで、SUPER KAMIOKANDEの設立目的や最新のデータ、将来展望等について。

以上講演されました。

高エネルギー素粒子研究機構の将来計画が、より高いエネルギーを生み出す加速器の建設、特殊な現象の探索に向けられ、観測方法も様々な工夫がなされている。それにともない工作制度や高性能な回路技術が要求され、取り組まれている現状説明がありました。また、素粒子の活躍する真空場が、

粒子・反粒子の泡で満ちていて、非常に短い時間内においては、力が加わらなくても対（粒子・反粒子に分かれる）生滅現象が起きているという説明や、ニュートリノに質量が有るか無いかの最新データをふまえた説明に興味が引かれるとともに、素粒子物理、宇宙線物理学共に、それぞれ独自性があると共に深い関係があると思いました。宇宙線物理学の独自性とは、宇宙という雄大なリズムの中で繰り広げられる諸現象を、非加速器で観測する点にあると思います。Super-Kamiokandeで観測している陽子崩壊実験、モノポール探索実験、ニュートリノ観測実験等は、そのよい例だと思います。

最終日は、いよいよSuper-Kamiokandeの見学で、2台の車でトンネル深く入ったところに観測施設がありました。まず目に触れるのが、純水を作るための逆浸透膜をはじめとする各種フィルター群による純水製造装置です。原水の中に含まれているラドンやウラン等の濃度が大変高く、原水をこのまま使用出来ないという説明を職員の方から聴きました。Super-Kamiokandeは、50,000トンの純水と11,146本の20インチ光電子増倍管によって構成されている。したがってこの純水は、環境による影響を極力取り除き高精度を維持するために、流量～50ton/hourの純水装置により補給されているという説明も十分納得出来ました。また、トンネル内の壁などにも、ラドンガスの影響を押さえるための塗料が塗られていて、ノイズ源となるものの影響を極力減らす工夫が随所にみられました。

また大変びっくりしたことは、コントロール室には大きなディスプレーが設置されていて、装置内での現象を各イベントごとに目にすることができます。例えばチエレンコフ光は、宇宙線にそって42度でリング状に放射される様子や、ミューエー中間子やニュートリノによる現象が如実に表示される。ふと、私が入所した時の想いがよぎりました。

28年前の1969年ごろは、ウイルソンの霧箱やスパークチェン



写真2：スーパーカミオカンデに打ち込まれる較正用線形電子加速器の説明をする中畑雅行助教授

バーによる宇宙線観測が行われていました。暗室の中で耳を塞ぎながら、シャワー現象を目を凝らして観察した記憶があります。間接的とはいえ、大変な驚きと共に、宇宙線の存在を十分納得するものでした。技術の進歩もありますが神岡のディスプレーは、装置内で起きる諸現象を見学者に十分納得してもらえると思いました。

また、LINACの設置調整でお忙しい中、システム装置の説明を中畠さんにしていただきました。加速器と違ってタイミングをとってデータ収集できない点は、宇宙線観測の宿命ですが、そのシステムは、『dead timeやdataのとりこぼしをなくす』という点を考慮されたもので、よく工夫されているなと思いました。

24日の夜の懇親会は、皆ハードスケジュールで疲れていたことと思いますが、用意していただいた御馳走を前に、講師の方達やスタッフのみなさんと、神岡にまつわる話に花が咲き、それれ思い出を残されたことと思います。また、すばらしい宿舎に泊めていただき、皆様疲れがとれたのではないでしょうか。

一泊二日の研修会は、あっという間に過ぎ去ってしまった感があります。後日研修会を振り返ってみると、出席された技術官の方が少なかった点が、反省点として残りました。今年度はもう一度あります。多くの方の参加を期待します。

最後になりましたが、宇宙線研究が他の分野と関係を持ちながら独自の研究の発展を期待してやみません。また、技術官研修の場を提供し、御協力くださった神岡観測所の皆様、遠路足を運んでくださった講師の皆様、技術官研修をサポートして下さった宇宙線研究所の皆様に、この紙面をお借りし、お礼申し上げます。ありがとうございました。

新人紹介



森 正樹（助教授）

8月1日より空気シャワー部に「戻って」来ました。というのは、大学院生時代の4年間、空気シャワー部の皆様と共に、明野観測所における磁気モノポール探索実験、超高エネルギーガンマ線探索実験(SPICA)、ニュージーランドにおける超新星1987Aからの超高エネルギーガンマ線探索実験(JANZOS)に携わってきたからです。その後宇宙線研究所の研究員経て、高エネルギー物理学研究所では神岡地下実験に参加し、また宮城教育大学へと渡り歩いてきました。10か月間在外研究員として、NASAゴダード宇宙飛行センターでコンプトンGRO衛星のEGRET検出器による天体ガンマ線データの解析を行なってきたことは、研究者との交流の和を大きく広げられた点でも大きな収穫でした。ここではオーストラリアにおける高エネルギーガ

ンマ線観測実験(CANGAROO)に専念するつもりです。CANGAROOグループでは、7m口径のチェレンコフ望遠鏡をようやく自前で作れることになり、来年の観測開始を目指して準備を進めています。世界各地で大型のチェレンコフ望遠鏡の計画や建設が進められていますが、南半球という条件を生かした研究が進められるものと期待しております。パルサーや超新星残骸、活動銀河核などの活動的な天体における高エネルギー現象の解明を目指し、皆様のご支援を受けながら努力して参りますので、よろしくお願いします。



河内明子（COE研究員）

この八月から、COE研究員として空気シャワー部に来ていました。

大学院では東大の原子核実験グループに所属しており、主に高工研のPSで実験していました。核研には度々来ていたので田無の敷地には馴染みがありますが、すぐ隣の宇宙線研は、これまで未知の世界でした。自分でも不安な転身でしたが、皆さんのおかげで一つ一つ楽しんでいます。（この前明野に連れて行っていただいて、山の中の観測と装置の規模に感銘を受けました。）

これからCANGAROOグループに参加して、高エネルギー線天文学というこれまた私にとっては未知の、そして業界としてもまだまだ始まったばかりでわくわくさせる潜在力を持った分野に分け入って行きたいと思います。

CANGAROOグループの次期計画、大口径チェレンコフ望遠鏡の建設が主な仕事になる予定です。右往左往、ぱたぱた走り回ってあちこちで御迷惑をおかけするかもしれません、よろしくお願いします。

ICRR-Report

7) ICRR-Report-388-97-11 (May, 1997)

“Non-perturbative Evaluation of the Effective Potential of $\lambda \phi^4$ Theory at Finite Temperature under the Super-Daisy Approximation”

Jiro Arafune, Kenzo Ogure and Joe Sato

8) ICRR-Report-389-97-12 (June, 1997)

“Implications of Baryon Asymmetry for the Electric Dipole Moment of the Neutron”

Mayumi Aoki, Akio Sugamoto and Noriyuki Oshima

9) ICRR-Report-390-97-13 (July, 1997)

“Contribution to 25th ICRC (Durban, 28 June 8-July, 1997) by CHACALTAYA Cosmic-Ray Collaboration”

CHACALTAYA Cosmic-Ray Collaboration

Sugamoto

- 10) ICRR-Report-391-97-14 (June, 1997)
“Study of CP Violation: Electroweak Baryogenesis and Anomalous W-Boson Couplings”
A. Sugamoto, M. Aoki, T. Kadoyoshi, M. Marui, N.i Oshimo, T. Saito, T. Uesugi and A. Yamaguchi
(Ochanomizu CP Study Group)
- 11) ICRR-Report-392-97-15 (July, 1997)
“Electric Dipole Moments of Neutron and Electron in Supersymmetric Model”
M. Aoki, T. Kadoyoshi, A. Sugamoto and N. Oshimo
- 12) ICRR-Report-393-97-16 (June, 1997)
“CP-and T-Violation Effects in Long Baseline Neutrino Oscillation Experiments”
M. Koike and J. Sato
- 13) ICRR-Report-394-97-17 (August, 1997)
“CANGAROO Contributions to 4th Compton Symposium and 25th ICRC (Durban)”
CANGAROO Collaboration
- 14) ICRR-Report-395-97-18 (July, 1997)
“Characteristics of Muonic and Electromagnetic Components far from the Coreof Giant Air Showers above 10^{18} eV”
K. Honda, K. Hashimoto, N. Kawasumi, T. Kutter, M. Nagano and I. Tsushima
- 15) ICRR-Report-396-97-19 (September, 1997)
“Dynamical Tuning of the Initial Condition for New Inflation in Supergravity”
Izawa K.-I., M. Kawasaki and T. Yanagida
- 16) ICRR-Report-397-97-20 (October, 1997)
“Domain Wall Problem of Axion and Isocurbature Fluctuations in Chaotic Inflation Models”
S. Kasuya, M. Kawasaki and T. Yanagida
- 17) ICRR-Report-398-97-21 (October, 1997)
“Can Topological Defects be Formed during Preheating ?”
S. Kasuya and M. Kawasaki
- 18) ICRR-Report-399-97-22 (October, 1997)
“CP-odd Anomalous W-boson Couplings from Supersymmetry”
M. Kitahara, M. Marui, N. Oshimo, T. Saito and A.
- 19) ICRR-Report-400-97-23 (October, 1997)
“Cosmological Constraint on the String Dilaton in Gauge-mediated Supersymmetry Breaking Theories”
J. Hashiba, M. Kawasaki and T. Yanagida
- 20) ICRR-Report-401-97-24 (October, 1997)
“CANGAROO Contributions to Kruger National Park Workshop, 8-11 August 1997”
(1) “TeV Observations of Pulsars and Plerions”
T. Kifune
(2) “Recent Results and Current Status of CANGAROO”
T. Tanimori et al. (CANGAROO Collaboration)
(3) “The 7/10m Woomera Telescope”
Y. Matsubara (CANGAROO Collaboration)
(4) “Worldwide Network for Future Observations:All Sky Monitor at VHE Energies”
T. Kifune and Y. Takahashi
- 21) ICRR-Report-402-97-25 (October, 1997)
“Very High Energy Gamma Ray from the Vela Pulsar Direction”
T. Yoshikoshi et al. (CANGAROO Collaboration)
“Detection of Gamma Rays of Up To 50 TeV from the Crab Nebula”
T. Tanimori et al. (CANGAROO Collaboration)
- 22) ICRR-Report-403-97-26 (November, 1997)
“The Sloan Digital Sky Survey”
Masataka Fukugita

ICRR-Seminar

- 10) 7月23日(水) G. Jaczko (University of Wisconsin)
“Neutrinos from Gamma Ray Bursts”
- 11) 7月30日(水) 青木健一 (金沢大学理学部)
“非摂動くりこみ群について”
- 12) * 8月21日(木) 安田修 (東京都立大学理学部)
“Three flavor analysis of Neutrino Oscillations”
- 13) * 9月5日(金) S. Sugimoto(KEK)
“Search for $K^+ \rightarrow \pi^+ v\bar{v}$ in BNL-E787”
- 14) 9月12日(金) Gerd Schatz (Institute fur Kernphysik, Forschungszentrum Karlsruhe)

"Present Status of New Air Shower Experiment
KASCADE"

"The Status and Future of Neutrino Oscillation"

- 15) 9月12日（金）塙澤真人（宇宙線研究所神岡）
“スーパーカミオカンデにおける大気ニュートリノ観測結果”
- 16) *10月11日（土）C. Spiering (DESY, Zeuthen)
“The AMANDA Project”
- 17) *10月14日（火）K. Winter (CERN)

- 18) *10月24日（金）L. J. Dixon
“Duality in (Supersymmetric) Quantum Field Theory”
- 19) 11月28日（金）Grzegorz Wilk (Institute for Nuclear Study, Warsaw, Poland)
“Diffractive Dissociation in the Interacting Gluon Model”
- * 神岡研究施設におけるセミナー

人事異動

発令日	氏名	異動内容	現（旧）官職
平9. 7. 1	福忠弘	事務長	広島大学総務部国際交流課長
平9. 7. 1	小林銀一郎	理学部・理学計研究科事務部長	事務長
平9. 7. 11	宇野知左子	辞職	事務補佐員（共同利用掛）
平9. 8. 1	森正樹	助教授	宮城教育大学助教授
平9. 8. 18	加々見陽子	事務補佐員（共同利用掛）	新規採用
平9. 9. 1	神田展行	宮城教育大学教育学部助教授	助手
平9. 9. 1	尾上美雪	臨時用務員(神岡宇宙素粒子研究施設)	新規採用
平9. 9. 19	小南博子	臨時用務員(神岡宇宙素粒子研究施設)	新規採用
平9. 9. 22	山本常夏	辞職	リサーチ・アシスタント
平9. 10. 6	大内達美	辞職	リサーチ・アシスタント

No.34

1997年12月26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) 69-9593又は0578-5-9602
編集委員 佐々木 梶田