

ICRR

No. 43

2001.1.31

東京大学宇宙線研究所

ニュース

記載の記事は宇宙線研ホームページ (<http://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/index-j.html>) からでも御覧になれます。

望遠鏡アレイ計画エレクトロニクス 信号認識回路・量産用プロトタイプ完成佐々木真人 1	共同利用研究発表会報告松原 豊 10 柏キャンパス移転記念 宇宙線研究所一般公開大橋正健 15
BESS-Polar: 南極周回気球実験による宇宙線反粒子 の精密探査山本 明、野崎光昭 6	セミナー・レポート 17 人事異動 18

研究紹介 1 望遠鏡アレイ計画エレクトロニクス 信号認識回路・量産用プロトタイプ完成

東京大学宇宙線研究所 佐々木 真人

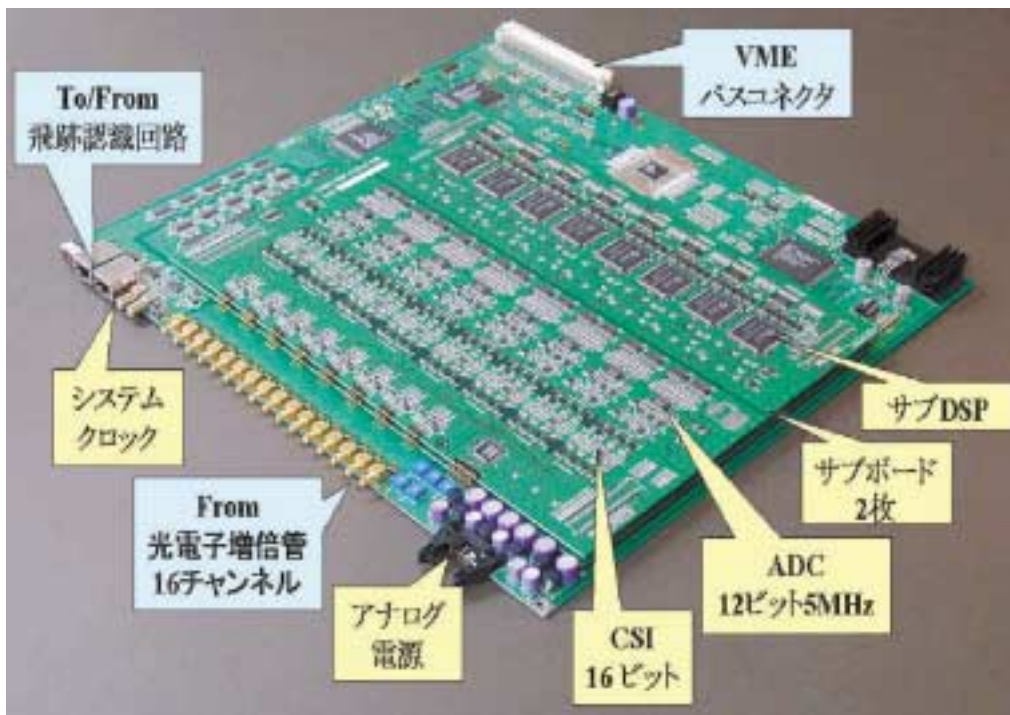


図1: 望遠鏡アレイ計画(TA)信号認識回路プロト3.0

望遠鏡アレイ計画(TA)におけるフロントエンドエレクトロニクス、信号認識回路の量産用プロトタイプ(プロト3.0)のハードウェア、制御

ソフトウェアとともに完成した(図1)。以下にその詳細と完成までの経緯を紹介したい。

この回路モジュールは、1枚につき16個の光電子増倍管 (PMT) からの入力電流波形を独立に逐次電荷積分器 (Charge Successive Integrator; CSI、図 2)にて、200ナノ秒ごとに電荷積分し電圧レベルに

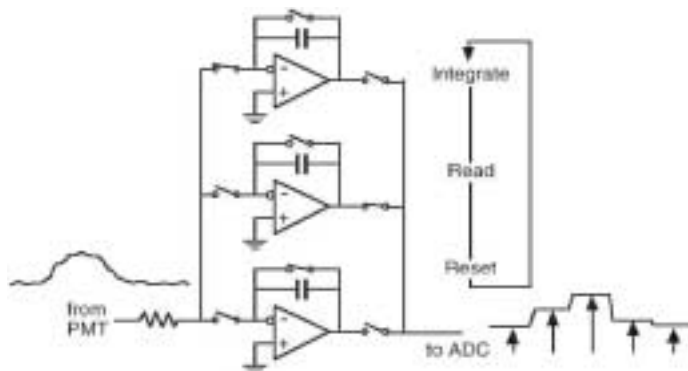


図 2 : 逐次電荷積分器 (CSI) の原理

直した後、積分時間と同期したアナログ・デジタル変換素子 (ADC) により12ビットのデジタルデータに変換する。ADC前段のアナログ部のゲインを低・高2段階設け、自動的にレンジを切り替えることで、16ビットのダイナミックレンジを実現している。低ゲインレンジでは1光電子が1ADCカウント、高ゲインレンジでは16光電子が1ADCカウントに相当する。すなわち、量子化による情報の劣化 (ナイキスト限界) なしに、入力電流波形を1光電子から6万光電子までの広いダイナミックレンジで、200ナノ秒ごとにデジタル化して再現する。この回路のさらに先進的な点は、デジタル化されたPMT波形をリアルタイムに波形信号認識することである。つまり、夜光からくる直流的なノイズレベルと共に、PMTの視野を横切る宇宙線事象から生成される大気蛍光によるPMT信号電流をその始まりと終わりの時間、およびその間の積分電荷を計算し、信号ノイズ比 (S/N) を評価・判定することにより、信号の有為性を認識する。これを可能にするのがADCの直後に設置されるデジタル信号処理素子 (Digital Signal Processor; DSP) である。S/Nの評価に必要なバックグラウンドは過去の信号と認識されなかった波形データの平均として求められ、入力ダイナミックレンジを確保するため、入力部でペDESTALがゼロ付近の一定になるよう、入力電圧をDSPがDACを帰還制御することによってバイアスし、自動調整する。また、逐次積分に使用する複数の積分器の個性をDSPで補正し相殺する。そこで得られたPMTごとの信号波形の時間と電荷情報はモジュールごとの制御用DSPでシリアル信号として整理され、飛跡認識回路へと送られる (図 3、図 4)。この飛跡認識回



図 3 : 飛跡認識回路プロト1.0

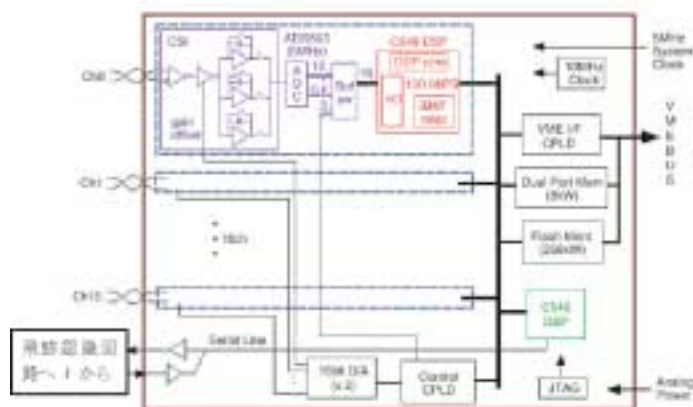


図 4 : 信号認識回路ブロック図

路は、次々と同期して送られてくる信号認識回路からの結果をテレスコープアレイ検出器全体の視野内での位置と時間の3次元空間内の点として集約し、その空間内での飛跡としての有為性の検定を行い、トリガー判定をする。その判定結果が、シリアル信号として信号認識回路に返送され、信号認識用のDSPは飛跡認識回路から指示される波形データメモリ領域を、VMEバスを通じて後段のデータ・取得装置 (DAQ) へと吐き出す。PMTごとの信号認識用DSPは十分深い内部メモリを持ち、飛跡認識回路の出すトリガー判定結果を待つのに十分である。入力信号処理ごとにインテリジェント化したフルデジタル&フルソフトウェアの新たなトリガー方式と言

える。また、飛跡認識回路が選ぶ波形データ領域は、飛跡を形成したデータ領域だけではなく、ノイズに隠れている可能性のある信号領域を含むようにできる(図5)。これにより、オフライン再構成で精度をあげる効果が期待される。

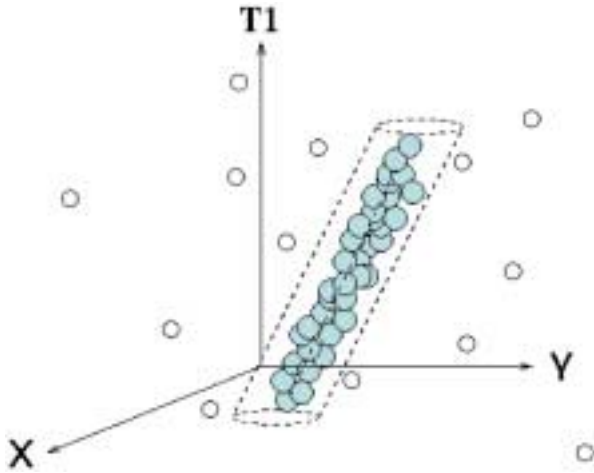


図5：飛跡認識概念とデータ取得領域の選定

そのアナログ部の特性試験と修正は慎重に行ってきた。2枚の回路モジュールを予備的に作り、ダイナミックレンジ、最小ビット感度、ノイズレベル、温度ドリフト等につき、宇宙線研究所と製作者の両方で同様の試験を行い、両者の試験結果が一致したことを確認して対策を練った。その結果、基板上のICの変更、初期不良の除去等が行われ、最終的に、入力ノイズレベルがADCでデータとして2カウント、すなわち、2光電子相当を下回るということが分かった。これは予想される夜光ノイズによるペDESTALのふらつき、5~6カウントに対して半分以下なので、実質、回路から来るノイズは無視される。VLSI化により、更にノイズ特性は改善できるであろうが、現状でも問題はない。

テレスコープアレイ計画(TA)では、3m径反射望遠鏡40台から成る検出器ステーション8基を30-40km間隔で配置し、最高エネルギー宇宙線・ニュートリノ空気シャワー縦発達を撮像・再構成する。1台の望遠鏡の撮像装置を256本の光電子増倍管(PMT)で構成し、ステーション1基で計10240本のPMTを用い、夜天空の約50%の立体角を観測する。1PMTに飛び込む夜光ノイズはADCサンプリング時間200ナノ秒ごとに20~30光電子である。検出感度を上げるには、鏡の集光効率と撮像素子密度の光学設計以外には、読み出し・トリガー回路のトリガー感度向上が必須である。TAは水平付近の天空を観測するため、トリガーされる事象の多くは検出限界ぎりぎりを“かする”飛跡である。その限

界距離は、大気蛍光の散乱減衰の効果で決まり、検出光量は指数関数より、さらに強い距離依存性をもつ。そのため、トリガー条件を緩めることは絶大な検出感度向上につながる。シミュレーションにより、我々の回路では、有為性が2.5以下のPMT信号しか残さない宇宙線事象に対しても十分トリガーできることが確認されている。ちなみに、現在稼働中のHiResでは、8ビット10MHzサンプルのADCを用い、4の閾値以下のS/NをもつPMT波形はフロントエンドで捨てている。

3年以上前から、コスト効率を損なわずトリガー感度を最大化できる、TA読み出し・トリガー回路系の設計を志した。当時、コライダー実験に慣れていた私の頭を悩ませたのは、宇宙線事例の“気ままさ”であった。検出器から見た空気シャワーまでの距離、3次元的な角度という幾何学的自由度はもちろんで、1次エネルギーなどの再構成されるべき物理量によっても、各PMTで生成されるパルス波形が大きく異なる。パルスの波高の大小は、ダイナミックレンジを調査して十分な大きさを持たせれば対処可能であるが、1PMTが受け持つ視野を飛跡が通過する時間が限定できないことに関しては、既存の読み出し・トリガー回路の概念では、対応が不徹底に思えた。例として、シャワー軸までの距離25kmで到来方向の天頂角0°と70°の 10^{20} eV宇宙線空気シャワーをシミュレートすると一方は2μsに対してもう一方は16μsと、信号時間幅に8倍もの違いがある(図6)。常套手段の波高弁別で信号を認識する方法では、もろに波高に対してバイアスする。また電荷感応型の回路がやるような、ある時間間隔、電荷積分して信号雑音比(S/N)を用いる方法では、

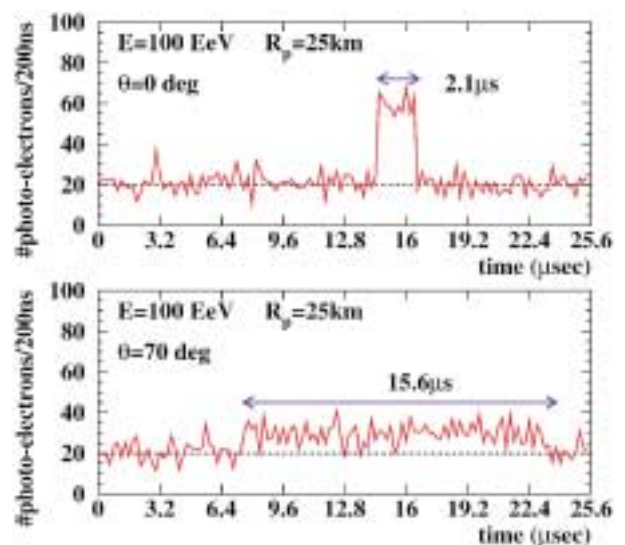


図6：PMT波形シミュレーション

感応される真の信号時間幅に対して電荷積分する時間間隔が整合していないとその分、実測されたS/Nがスマアーされ、劣化する。つまり、PMTの飛跡通過時間の特殊な値に対してバイアスする。これらは、トリガー感度の劣化だけではなく、トリガーバイアス度から由来する系統誤差も引き起こす。そこで、デジタル信号処理によるプログラムによる電荷積分開始・終了時間の最適化を入力信号ごとに施す方式を実現しようと考えた。おりしも、デジタル信号処理素子（DSP）が携帯電話などの需要により、CPU以上の圧倒的なコストパフォーマンスの成長を見せ始めた頃だった。

具体的な設計に入る頃から、ATLAS実験の回路を担当しているKEKの新井氏が開発に参加してくれた。12ビット・5MHzサンプルのパイプラインADCを採用することとしたのも新井氏の示唆に拠った。DSPの選定には、二人とも散々迷って、最も売れていたTIのC549を採用した。その後、PMT入力ごとにCSI-ADC-DSPとつながる基本設計が固り、試作機を作ろうということになった。当時、DSPが私の願う処理を遂行して果たして時間が間に合うのか、なかなか確信が持てず、正直かなり不安であった。

アナログ特性はほぼCSI部に集約されている。コストと性能のバランスが取り難い部分でもある。安定性、均質性、堅牢性、およびコスト効率の面から将来的にはここはカスタムVLSI設計を完成させ、量産する必要がある。新井氏の紹介で、Phenix実験の回路を手がけている長崎総合科学大学の田中氏に、このVLSI設計をお願いすることとなった。日本でも1996年よりVLSIの相乗り試作サービスが東大規模集積システム設計教育研究センター（VDEC）から提供され、我々研究者もLSI設計・開発が原理的に可能となっていた。しかし、まだライブラリー等の知的蓄積が少なく、さらに、設計を試作するチャンスは年に2～3回程度に制限されているので、量産用のCSIの設計が完成するには時間がかかるであろうことは事前に予測された。CSI部はPMT信号が入力する初段であり、これがないと後段の処理も試験開発できない。LSIと同時に市販の素子を組み合わせ合わせたハイブリッド型のCSIの開発も行うように方針を定めた。この開発には宇宙線研究所の青木氏が尽力してくれている。

試作1号機（プロト1）を経て2号機（プロト2）を作成した。資金の関係上、80チャンネル分、5枚の回路モジュールのみ作った。プロト3.0と主に違う点は、サブレンジ方式になっておらず、ADC

のダイナミックレンジ12ビットがそのまま入力ダイナミックレンジであることなどアナログ部の設計が主である。DSPプログラムとしては全く共通である。それと平行して連携して使えるように飛跡認識回路モジュールの1号機とプレアンプも試作した。これらプレアンプ、信号認識回路プロト2、および、飛跡認識回路は明野にあるプロトタイプ望遠鏡に装着された64個のPMTから成るカメラと接続され、現在、立派に動いている。DSPプログラムは基本的に専用のアセンブラ言語で書く必要があり、高級言語になれた我々には大変である。また、DSPの良さを引き出すにはパイプラインや並列処理を駆使する必要もあり、かなり癖がある。長崎総合科学大学の修士学生だった佐竹君と私の修士学生である眞子君が各々、信号認識アルゴリズムをDSPプログラム化した。開発されたプログラムは、プロト2に装備され、ベンチ試験および、明野でのレーザー飛跡のトリガー試験に用いられ、その結果は各々の修士論文としてまとめられている。プロト3.0信号認識回路のアナログ特性のハードウェア的な試験中、平行して行われたDSPのプログラム開発の結果、25.6マイクロ秒の検索窓の中で、まず荒い信号検索を行い、次に信号の始まりと終わりの時間を1ワード（200ナノ秒相当）分づつ変え、細かく最適化する2段階のアルゴリズムを考案し、DSPプログラムに直し、高速の処理を可能とした（図7、図8）。さらに1枚のモジュールの内部バスでのデータ衝突を回避するため、スケジューラーの機能もDSPプログラムには組み込まないとデッドタイム無しのフロントエンド

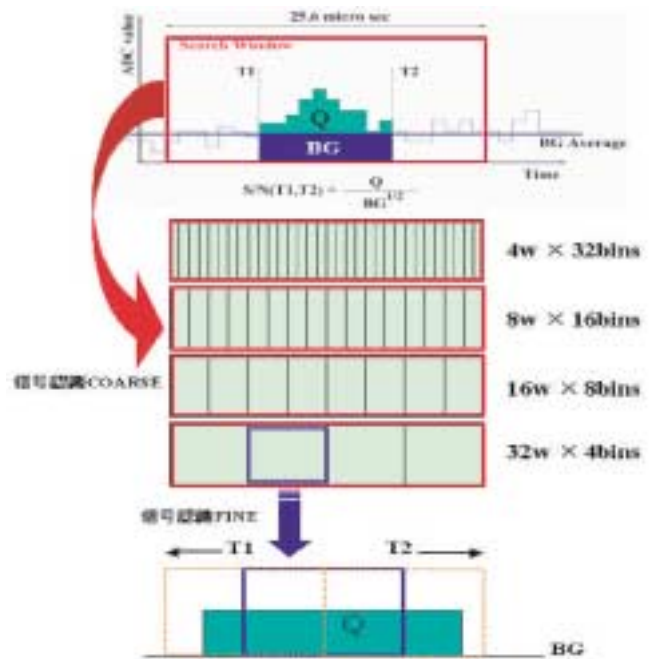


図7：信号認識アルゴリズム

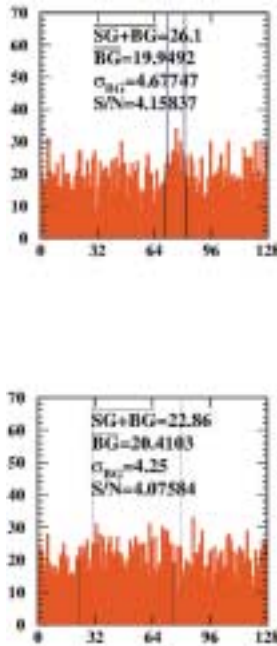


図8：信号認識例。平均～20ADCカウントの夜光バックグラウンドに、幅 $2\mu\text{s}$ (上)、 $4\mu\text{s}$ (下)で、真のS/Nが4程度のシグナルを乗せた擬似波形データを回路上のDSPの内部メモリーに転送し、DSP上のプログラムで実際と同様に信号認識した。図中、上方の垂直線2本は真のシグナルの始まりと終わりを表す。下方の垂直線2本はDSP上の信号認識プログラムにより認識されたシグナルの始まりと終わり。

処理とならない。DSP群の間の小さなリアルタイムOSを書くような作業だった。これらを1モジュールにつき16個のサブDSPと1個のメインDSPの中で整合的に動くプログラムの開発に時間がかかったが、完成した。設計初期における「信号認識プログラムの実行スピードがリアルタイムに間に合うだろうか？」という私の不安は払拭され、構想は現実のものとなった。

これからの課題としては、主として、次の2点がある。1つは、飛跡認識回路のアルゴリズム、およびDSPプログラム化である。信号認識はできるようになったが、飛跡認識が実用化されないと、トリガー効率等の重要な検出器としての性能をシミュレーション等を経由しないで実際に導出することが出来ない。ただ、これは完全にデジタルデータ処理のスピードの問題であり、シミュレーションで得られている検出感度から大幅に修正されることはないと思われる。明野のプロトタイプ望遠鏡とレーザーによる擬似空気シャワーの観測を通じて運用試験を行い、トリガー用の飛跡認識アルゴリズムとそのDSPプログラムを最終的なものにしたい。もう1つの課題は、CSI部のVLSI化である。このプロト3.0信号認識回路を製作・試験している間、田中氏のグ

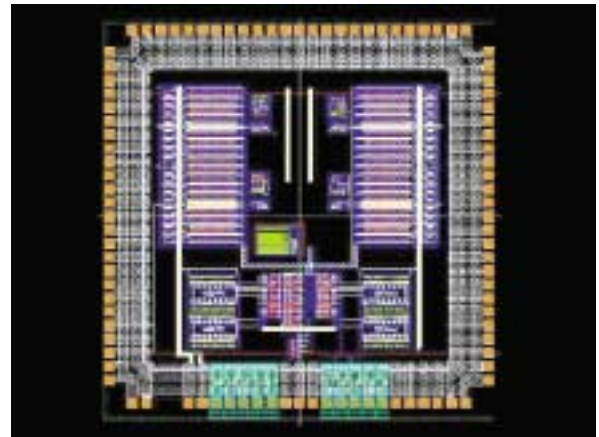


図9：VLSIによるCSI。1チップに4入力分のCSIが入っている。長崎総合科学大学・田中研究室のCAD設計図。

ループが精力的に設計を進めてくれている。アナログVLSIの設計を纯粹に大学の研究者だけでVDECのサービスを通して行い、何万個の量産までもっていくというのは、日本において誰もやった例はない。既に田中氏によるCSIのVLSI設計も最終段である。去年に提出したCSI用のVLSI試作チップ設計(図9)は今度の3月に焼きあがる予定で、その性能試験の後、VLSI搭載用の信号認識回路試作機(プロト4)の設計に入る予定である。プロト3.0信号認識回路は、TAのカメラ一台分の256チャンネルが、まもなく納入される。厳しいラポテストの後、宇宙線研究所の大実験室に組み立てられるTA望遠鏡とカメラに接続し、読み出し校正の試験に供する予定である。

以前、Auger計画の指導者Cronin教授に誘われ、CERNで行われたAugerのミーティングへ参加したことがあった。まだプロト2が作りかけにもかかわらず、上述の設計を発表させて貰った。私のトーク直後、Augerのエレキの責任者である、Karlsruhe大学のGemmeke教授が我々の設計に多いに賛同し賞賛してくれたのを嬉しく思い出す。彼はその後、日本の我々の開発現場をわざわざ見に来てくれた。昨年の夏、再度Auger大気蛍光検出器グループのミーティングに参加した際、そのバンケットでGemmeke教授と席が近くなった。プロト3.0が、完成間近という私の報告に対し、「1モジュールをクリスマスプレゼントとして私に送ってこないか？是非、その素晴らしい性能を自分で見てみたい。」と屈託のない笑顔で話してくれた。プログラム開発に手間取り、量産がクリスマスには間に合わなかったが、少なくともイースター(復活祭)にはプレゼントできそうである。

研究紹介 2

BESS-Polar : 南極周回気球実験による宇宙線反粒子の精密探査

高エネルギー加速器研究機構 山本 明

神戸大学理学部 野崎 光昭

1. はじめに

BESS気球実験は、宇宙線反粒子の精密探査、宇宙粒子線の精密観測を通して、初期宇宙における素粒子像の理解を深めることを目的としている。東京大学、高エネルギー研、神戸大、宇宙科学研、NASA、メリーランド大による日米・宇宙科学協力事業として推進されている。

1993年以来、これまでに7回、カナダ北部での気球飛翔実験に成功し(図1)、それまでの宇宙粒子線観測の感度を大きく上回る観測成果をあげることができた。超伝導マグネットによる強力な磁場で、電荷の正負を明確に識別し、かつ質量を同定する確実な方法で低エネルギー宇宙線反陽子の観測をおこない、4 GeV以下のエネルギースペクトルの観測に成功した(図2)。また、二次粒子としての特徴的な2 GeV付近のピークを確認し、絶対流束を約10%の精度で決定した。これらのことから、宇宙線反陽子の起源が主として宇宙線と星間物質の衝突による二次的な生成によるものであること、そして標準的な宇宙線伝播モデルが反陽子に対してもあてはまることを示した。一方、1 GeV以下のエネルギー

領域では、二次粒子としては僅かながら予測を超える反陽子流束が観測された。原始ブラックホールの蒸発等、初期宇宙における素粒子現象を起源とする反陽子によるものであるか、今後さらに精密な探査が必要である。

また、120GV(54GV/n)までの宇宙線陽子束(ヘリウム束)を5%以下(10%以下)の誤差で観測し、ニュートリノ振動実験における大気ニュートリノフラックスの解析に不可欠な、宇宙粒子線の精密観測に貢献した。この延長として、TeV領域までエネルギー領域まで延ばし、より広い領域での確度の高い陽子/ヘリウムスペクトルの観測を目指しBESS-TeV計画が進行中である。観測は2001~2年に予定されている。

日本国内の観測では、1999年宇宙線研・共同利用実験として、乗鞍宇宙線観測所(高度2770m)における宇宙線観測実験が行われた。乗鞍山上における初めての宇宙線反陽子の観測に成功するとともに、同高度におけるミュオン粒子束等の精密観測に成果を得た。

これらの成果を踏まえた次期計画として、特色を



図1 : BESS2000における気球飛翔の瞬間

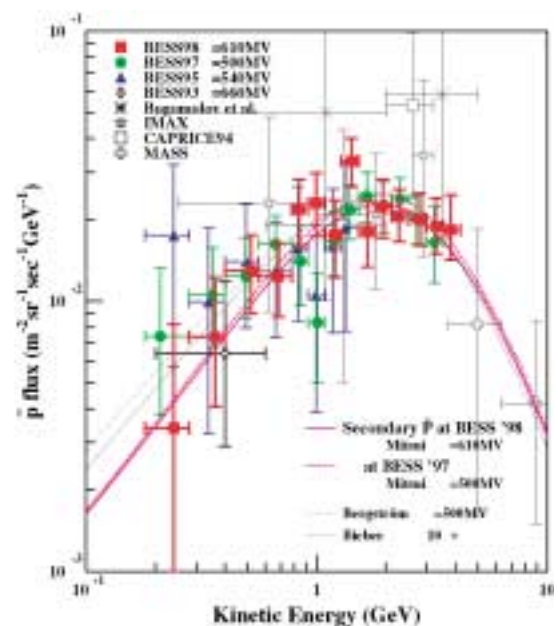


図2 : BESS気球実験(93~98年)で観測された反陽子のエネルギースペクトル。実線等は各モデルによる二次粒子としての予測スペクトル

最大限に活かした、南極周回飛翔による宇宙線反粒子の精密探査実験を目指している。これまでの成果とともに、BESS-Polar計画について紹介する。

2. BESSによる南極周回飛翔実験

BESS-Polar計画は、BESSスペクトロメータの持つ、精密かつ大立体角である特色と、南極周回による長時間観測、そして2006～7年に予想される太陽活動極小期の三つの条件をあわせることによって、究極的な高感度での宇宙線反粒子の精密探査を目指すことを目標としている。特に、低エネルギー領域における反陽子に焦点を絞った精密観測により、(1)これまでより一桁高い統計精度でエネルギースペクトルを観測し、星間物質の衝突により生成される二次宇宙粒子線の伝播モデルおよび太陽活動が及ぼす影響を正確に理解しつつ、(2)宇宙初期、一次起源反陽子の探査を目指す。同様な観点から、宇宙線反重陽子を探索する。低エネルギー領域において、二次粒子としての生成がより難しいため、もし観測された場合には、宇宙起源反重陽子の存在を高い確率で示唆することになる。

反ヘリウムが宇宙線の衝突等の二次粒子として生成される確率は、反重陽子よりもさらに小さい。従って、反ヘリウムが一事象でも観測されたならば、初期宇宙の元素合成過程等で生まれた宇宙起源反粒子である直接的な証拠と考えなければならない。現在宇宙における物質、反物質の非対称性の原因は、

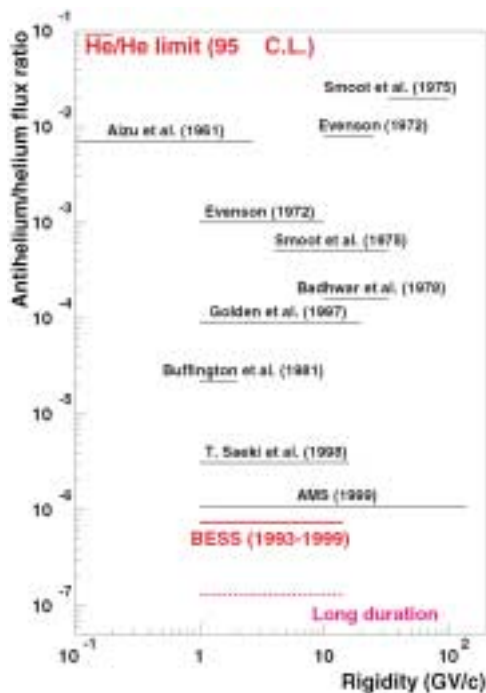


図3：反ヘリウム探査の進展とBESS-Polar計画で期待される探索感度

初期宇宙におけるCPの破れ、バリオン数の非保存の帰結と考えられているが、その破れが自発的なものであれば、どこかに反物質がクラスター化して存在し、漏れだした反ヘリウムが地球に到達することも考えられる。これまでのBESS実験では、ヘリウムに対する存在比の上限として、 10^{-6} が得られている(図3)。この探索結果は、「我々の回りの銀河が物質で構成されている」ことに対する最も直接的な証拠であるが、さらに高感度な観測によって、より広い領域での検証が可能となる。BESS-Polarでは、 10^{-7} 以下の感度を目指した反ヘリウムの探索を目指している。

3. 宇宙飛翔体による反粒子探索実験

飛翔体を用いた宇宙反粒子探索実験は、BESS-Polarの他に、極軌道衛星によるPAMELA、国際宇宙ステーションで計画されているAMS等がある。PAMELAは、極軌道衛星による実験計画であるが、BESSに比べ、立体角が二桁小さく、BESS-Polar実験での20日間の観測に、統計が遥かにおよばない。AMSは、BESSと同等のアクセプタンスを有し、かつ宇宙ステーションによる3年間に亘る連続実験であることから、高エネルギー領域では、圧倒的な感度を発揮する。しかし軌道が南北57度の範囲に限られるため(図4)、低エネルギー領域に於いては、厳しいリジディティカットオフの制限を受け、低エネルギー領域での観測感度はあがらない。BESS-Polar実験は、極地・高緯度(～80度)に留まることから、低エネルギー領域において高い感度(アクセプタンス×観測時間)を有する唯一の実験となる(図5)。このことから、AMSとBESS-Polar実験が各々の特色を生かし、2 GeV付近のピークをカバーしあった相補的な反陽子の観測データを提供することができれば、宇宙線反陽子スペクトルの全容が究極的な精度で、解明できることになる。



図4：スペースステーション、南極周回気球実験における飛翔プロファイルの比較

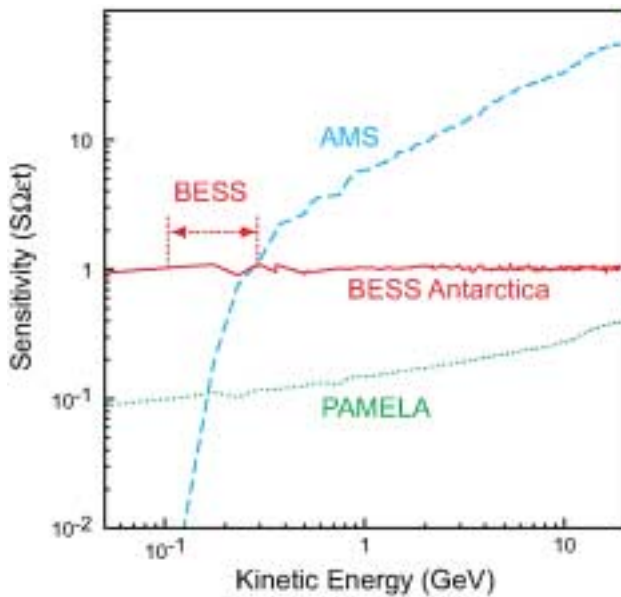


図5：PAMELA、AMS、BESS-Polarにおける観測感度（アクセプタンス×観測時間）の比較

4 . BESS-Polarスペクトロメータの開発

BESS-Polar計画を実現するための基本的な技術は、これまでのBESS実験の積み重ねによって確立されている。しかし、南極での打ち上げおよび回収条件の制限から、スペクトロメータのスケールを現在の $\sim 2/3$ となる1.4トン程度まで、低減しなければならない。また、低エネルギー反粒子の観測を最大限の感度で行うために、スペクトロメータをさらに透明化（薄肉化）することが求められる。大気上空において0.1GeVの反陽子に観測感度を保つためには、気球上空の残留空気 5 g/cm^2 を考慮すると、スペクトロメータ上部の物質質量として 5 g/cm^2 以下を目指さなければならない。このために、高強度アルミ安定化技術を駆使し、超伝導マグネットの究極的な薄肉化を目指すと共に、中央飛跡検出器以外の粒子検出器を圧力容器外の真空中に配置することによ

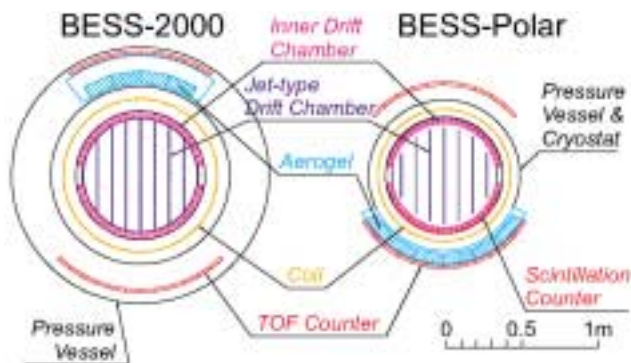


図6：現在のBESSとBESS-Polarスペクトロメータの断面比較

り、思いきった測定器の軽量化とコンパクト化を計ることにした。これによって、アクセプタンスを保ちつつコンパクトな設計が可能となった（図6）。

5 . 鍵となるアルミ安定化超伝導技術の進展

現在のBESS超伝導スペクトロメータの開発以来続けられた基礎技術開発の積み重ねにより、アルミ安定化材の高強度化技術が進展した。高純度アルミ（ $> 5\text{ N}$ ）に特に選択された異種金属を微量添加し、合金化するとともに、機械加工硬化を組み合わせることにより、アルミ安定化材の高強度化が可能となった。この技術開発の進展により、この約15年間に、4倍以上の高強度化が実現した（図7）。これによって、これまでの4層コイルから、さらに細い超伝導線による2層コイルとすることが可能となった。この結果、これまでのBESS薄肉超伝導マグネットに比べても、半分となる 2 g/cm^2 の物質質量で超伝導マグネットの設計が実現した。これは、プラスチックシンチレータの厚さにしても2 cmにしかならない物質質量である。

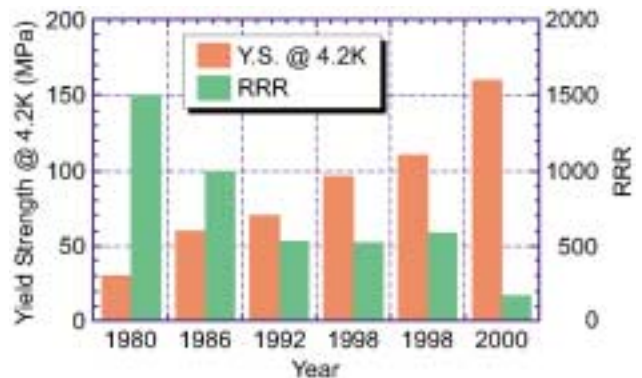


図7：超伝導線用アルミ安定化材の高強度化の進展。YSは降伏応力、RRRは残留抵抗比を示す

6 . BESS-Polarスペクトロメータシステム

低エネルギー領域に焦点を絞ることから、粒子検出器においても、特に上部において極力物質質量を低減しなければならない。このため、図8に示されるような構成が考えられている。上下の真空中に、TOFカウンタが配置され、マグネットポア内のみを気密容器として中央飛跡検出器（JET）が配置される。下部マグネット内壁直前に薄肉シンチレータが配置され、低エネルギー粒子線が下部マグネット壁でストップしたとしても、その直前でトリガを可能としている。マグネット下部には、エアロジェルチェレンコフカウンタ（ACC）が配置され、高いエネル

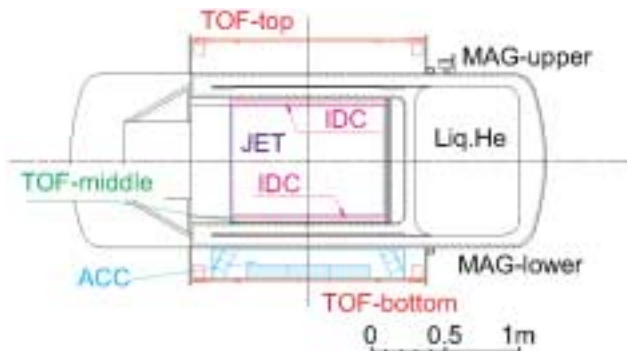


図8：BESS-Polarスペクトロメータの概念構成図

ギー側での反陽子/陽子に対するベータカウンタとして威力を発揮する。これらの構成で、スペクトロメータ上部において、 4.5g/cm^2 の物質質量によってシステムが設計された。これにより大気上空で 0.1GeV までの低エネルギー反陽子観測が可能となった。

現在スペクトロメータ要素の開発が進んでいる。超伝導マグネットは高強度アルミ安定化超伝導線を用いて新たに開発中である。中央飛跡検出器については、BESS-TeV計画のために開発中のJETチェンバが活用され、TOFおよびACCについては真空中での安定な動作が今後の開発課題となる。また20日間の観測を可能とする電力確保のために、 600W 以上の電力を供給できる太陽電池パネルシステムの開発が進められている。

7. 南極周回飛翔実験に向けて

南極での気球飛翔実験はNASAとの協力により、NSF (National Science Foundation) が統括するマクマード基地からの周回飛翔を行うことを計画している。BESS-Polarスペクトロメータは 1.4 トンを有することから、残念ながら昭和基地からの打ち上げは困難である。2003年12月(南極の夏)から2004年の1月にかけて、第一回飛翔実験を実現することを目標としている。この飛翔・観測結果を基に、さらに測定器を最適化し、次の太陽活動極小期が予想される2006~7年に照準を合わせ、第二回の飛翔観測(本実験)を実現し、究極的な高感度での宇宙起源反粒子の観測を目指したい。

BESSによる20日間の観測の実現によって、運動エネルギー $0.1\sim 4\text{GeV}$ の領域において、 $10,000$ 事象を超える低エネルギー宇宙線反陽子の観測が期待される。図9は、BESS-Polarによる20日間観測のシミュレーションを示したものである。実線でしめ

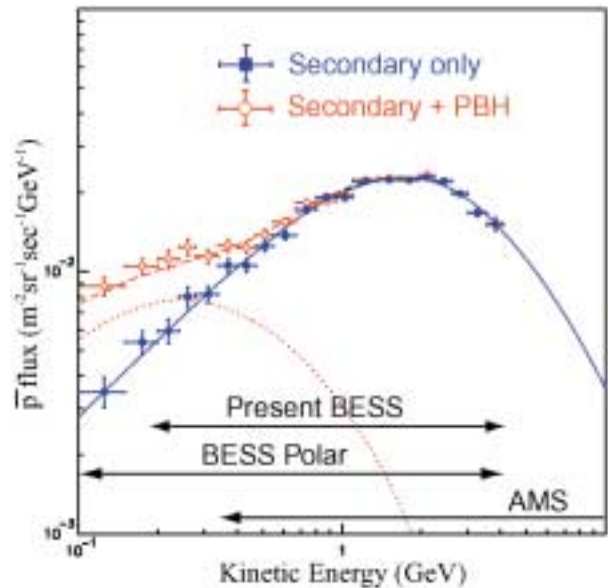


図9：BESS-Polar実験における反陽子スペクトルの観測予想シミュレーション

した二次反陽子スペクトルを精度良く理解したうえで、もし点線で示したようなブラックホールの蒸発に伴う一次起源反陽子スペクトルを仮定すれば、鎖線で示されるように、一次起源反陽子に起因する低エネルギー反陽子流束の過剰を捉えることが可能となる。一次起源反陽子流束の絶対値を予言するモデルは存在しないが、 1GeV 以下の低エネルギー領域において 1000 事象以上の二次起源反陽子が観測されると予想されるので、仮に一次起源反陽子が二次起源反陽子の 10% 程度含まれれば、確実に捉えることができる。

素粒子物理学、宇宙物理学の双方において、極めて興味深いこの問題に決着をつけるためには、BESS-Polarによる宇宙線反粒子の精密探査が不可欠である。

BESS実験は、1987年に準備がスタートして以来、1993年の第一回フライトを経て、すでに10余年に亘る歴史となった。そして、ようやく南極での周回・長時間飛翔実験が、現実味をもって語れるまでに成長することができた。さらに一歩一歩、準備を積み重ねBESS-Polar実験を実現し、素粒子・宇宙物理学に貢献したい。また(故)新戸東大教授の描いた大きな目標であり、実験チーム皆の大きな夢でもあるこの計画を実現し、先生の御指導と御恩に報いたいと願っている。

共同利用研究発表会報告

名古屋大学太陽地球環境研究所 松原 豊

平成12年12月26日 - 27日の二日間に渡り、共同利用研究発表会が行なわれた。幹事の中畑雅行氏から、共同利用実施専門委員の一人として報告を書け、とのお達しがあったので発表会の報告をさせていただく。中畑氏は昨年度に引き続き、幹事として研究発表会の準備から当日の進行にいたるまで多大の労力を割いてくださり、この場を借りて感謝の意を表したい。

本共同利用研究発表会は、平成7年度まで各研究部の専門委員会が個々に開催していた発表会をまとめ、研究所の共同利用研究全般にわたる研究発表を行なうもので、平成11年12月に第1回目が行なわれ、今回はその第2回目にあたる。平成12年度において76件の共同利用研究が採択されており、プログラムは、できる限り全研究の内容を盛り込むことを配慮して組まれた。時間が限られているため、いくつかの発表は複数の研究課題のレビューとして行なわれた。また、前回同様平成13年度査定委員会の委員の方々にも参加していただき、来年度の査定の参考にしていただいた。そのため、各講演者には研究目的・成果の他に、要求経費、支給経費、支出の明細といったことについても話していただいた。発表会には約70人の方が参加していただき、御用納め直前の多忙な時期にもかかわらず、たいへん盛況であった。プログラムは、「神岡関連」、「空気シャワー」、「重力波」、「SDSS」、「宇宙物質」、「太陽、モジュレーション」、「ガンマ線、一次電子線」、「海外」、「環境」の各セッションからなり、計29人の方に講演していただいた。発表会の冒頭では、村木綏共同利用実施専門委員会委員長より「20世紀から21世紀への移行の時期に、宇宙線研究所が田無から柏に遷都したように、古い物理から新しい物理へと移行して行ってほしい」と若い世代への激励の言葉があった。また、戸塚所長からは、村木綏委員長、中畑雅行幹事への謝意の後、「共同利用予算は前年度に比べてますます厳しい状況になってきた。共同利用研究発表会での議論を来年度に反映してほしい」との挨拶があった。

以下、各セッションごとに発表の概要を報告するが、前年度同様スライドのコピーは宇宙線研究所図書室に保管されているので、詳しい内容に興味のあ

る方はそれを参照いただきたい。

1. 神岡関連

Super-Kamiokandeにおける共同利用研究のレビューが、太陽ニュートリノに関しては竹内康雄氏より、大気ニュートリノに関しては歳藤利行氏より行われた。太陽ニュートリノの報告では、オンライン計算機の活躍によりトリガー時のエネルギーしきい値がSuper-Kamiokandeのスタート以来どれだけ下がってきたか、解析方法のどの点に改良が加えられたか詳しい説明があった。報告に用いられたのは1258日分のデータで、 ^8B からのニュートリノフラックス、昼夜のフラックスの違い、季節変動、エネルギースペクトルが示された。ニュートリノ振動があるとすれば ν_e 、 ν_μ に対してはlarge mixing angleを支持し、 ν_e 、 ν_{sterile} は支持しない結果となっている。大気ニュートリノについては、 $79\text{kton}\cdot\text{yr}$ のデータを用いた報告であり、実験結果は ν_μ 、 ν として合っており、 $m^2=(1.6\sim 4)\times 10^{-3}\text{eV}^2$ 、 $\sin^2\theta > 0.88$ がニュートリノ振動のパラメータの許される範囲であるが、これは前回の報告とほとんど変わっていない。加えて今回、charged-current τ (CC- τ) 探索の報告があった。これは、 ν が作るハドロンシャワーを選別するもので、選別されたイベントの天頂角分布は現在のところ ν_μ 、 ν を支持する結果となっており、今後のイベントの蓄積が待たれている。K2Kについては丸山和純氏から報告があった。現在まで、プロポーザルの4分の1のプロトンがターゲットに照射されていて、Super-Kamiokandeの検出器内部に閉じて検出されたイベント数は27イベントである。これは期待値40と比べて2程度少ない。大気ニュートリノによるバックグラウンドは 10^{-3} なので、無視してよい。ニュートリノが振動している場合、検出されるニュートリノの数のみならず、エネルギースペクトルにも反映されるはずだが、イベント数が不足していてまだエネルギースペクトルを示す段階に至っていない。4倍統計量が増えた時点でエネルギースペクトルを出すとのことであった。

ボロメータによる暗黒物質の探索については、蓑輪眞氏により報告があった。本実験はspin-dependent

反応をする暗黒物質の制限を与えることを目的としており、1999年11月から鋸山から神岡への移設が行なわれた。2000年に入ってから測定と装置の改良の現状について説明があり、preliminaryであるが、spin-dependentな暗黒物質の下限値を示した。現在の問題点としては検出器であるLiF結晶の内部放射能(U/Th不純物)、エレクトロニクス雑音、神岡の高いラドン濃度が挙げられ、これらを克服すれば世界で最も厳しい制限を与えられる、とのことであった。

2. 空気シャワー

このセッションは、4つの報告のうち3つがTA (Telescope Array) のR&D、残りの1つもレッドバーガー検出器で、全て最高エネルギー宇宙線に関連する報告があった。まず佐々木真人氏から、TAのエレクトロニクスの開発と明野プロトタイプ望遠鏡の自動観測の現状についての報告があった。飛跡認識のプログラムを用いた信号変換認識回路の作動を実際に観測を行なうことによって確認できたこと、PMT用高圧電源分配器がチャンネル当り3000円のできることを示された。自動観測については会場で明野の現場を映し出すことによって、そのデモンストレーションがなされた。この報告に対し、「砂漠での実用段階にまだ至っていないのはどういうことか」との質問があり、TAの代表である福島正己氏が「まだ、エレクトロニクス・望遠鏡・カメラを統合した試験をするに至っていないが、4月までには何とかする」との回答をした。田中義人氏からはTA用電荷逐次積分LSIの開発の現状について報告があった。最終的にはVLSI化し、高コスト効率をはかることを目的としている。現時点ではシミュレーションレベルではLSIの動作が確認されている。3月に試作のLSIが納品されるので、現在その評価用テストシステムの準備中である。荻尾彰一氏の報告は、TAのPMT試験用XYステージについてであった。共同利用では試験用のXYステージを製作した。カメラ上のPMTの配置から、シンチレーション光の有効検出面積を20%損しているのが、このことが実験にどれだけの影響を与えるかシミュレーションをした。その結果、反射板をつけることになり、現在素材を含めて反射板のデザイン中である。カメラと反射板の試験はこれからである。

本田建氏からは、レッドバーガー検出器を用いた超大空気シャワーの観測報告があった。今回は、これまでになかった試みとして、信号の立上り時間からミュオン、電子、ガンマ線の区別ができるかど

うか検討した。この区別をすることによって宇宙線の組成を調べることを目的としている。実際の観測データとシミュレーションの両面から検討がなされたが、鉄とプロトンの区別は困難であるが、ガンマ線は区別ができそうである、というのが本報告の主な結論であったが、今後もう少し詳細な検討を行なっていく予定である。

3. 重力波

黒田和明氏が、まずLCGTの概要を説明した後R&Dの現状について報告した。TAMA300は2000年9月4日に、過去最も低いノイズレベルまで達した。アクティブ防振装置を設置した効果についてはこの後得られるはずで、防振技術については既に十分なレベルまで達成できていると思われる。今度は低温技術をふるう番で、サファイアファイバー・サファイア鏡に関する詳細な説明があった。現在柏にミニタイプの装置を設置し、振動試験等の予備実験を行っている。特定領域研究(A)をLCGT実現へのステップとしたいとのことであった。次の大橋正健氏の報告は、MACHOブラックホールからの重力波をとらえようというもので、神岡に設置した20m干渉計のデータを用いて解析方法の開発を行なっている。検出の可能性であるが、我々の銀河系内のMACHOブラックホール連星からの信号であれば、TAMA300ならば100 - 1000HzでS/N ~ 100で検出できる。20m重力波望遠鏡については、1999年11月より神岡に設置されたが、三鷹にあったときと比較して感度が数桁よくなっている、とのことであった。

佐々木真人氏の報告は、重力波ではなく、重力の逆2乗則からのずれを精密に測定することによって基本的相互作用を解明しようという試みについてであった。本年度は微小力精密測定装置の試験開発として、大気中でのトンネル電流測定装置を作った。トンネル電流測定装置とねじれ秤を組み合せ、トンネル電流をねじれ秤の変位の測定に用いようというものであり、測定の原理についての説明があった。

4. スローン・デジタル・スカイ・サーベイ (SDSS)

関口真木氏がSDSSの現状に関する報告を行なった。SDSSは、2.5m広視野(有効視野直径3°)専用望遠鏡、ファイバー多天体分光、超大型モザイクCCDカメラを3本柱としている。ハードウェアは完成、ソフトウェアも基本的には完成していて、1998年から撮像を、2000年春から分光の試験観測を開始し、既にデータも取れ論文も多く書かれている。

等級の較正が終わった時点で本観測に入ったと言える。現時点で撮像では延べ3000平方度、分光では約60000天体を観測している。これまでに観測された最も遠いクウェーサーは $z = 5.8$ である。2001年7月よりコミッションデータのリリースが始まる予定である。

5. 宇宙物質

櫻井敬久氏の報告は、主としてBe-7による宇宙線強度時間変化についてであった。前回報告のあったC-14が、古代の宇宙線生成核種の時間変動の探針であるのに対比すると、Be-7は現在の宇宙線生成核種の時間変動の探針となっている。C-14は半減期が5730年なので、古代と言っても遡れる過去には限度があり、もっと古代の変動を調べるためには半減期30万年のBe-10を用いる必要があるが、これは将来の研究対象となろう。Be-7強度の時間変動は、年変化・季節変化・日変化についての報告があり、年変化は太陽黒点の数と逆相関を示している。また日変化からは、黒点の変動より1/4周期程度遅れてBe-7強度が変動していることが示唆された。福岡孝昭氏は微小宇宙物質について報告し、その高感度元素定量法確立に向けて、現状と今後の課題を示した。肉眼では見えない微小な宇宙物質試料を短時間で分析しなければならない点が本研究の難しいところで、分析方法の改良等の他に、柏地下の低バックグラウンドにおける高感度線測定の実現を目指している。その柏地下微弱放射能測定施設の現状については大橋英雄氏から報告があった。現在柏地下にはGe検出器3台が設置され、外部からコントロールできる。地下実験室へのアクセスも田無時代に比べて格段にしやすくなっている。実験室が研究に用いれるかどうかを示すため、ラドン濃度の連続測定を結果が報告された。それによれば、ラドン濃度が十分抑えられることが示されたので、今後研究のために地下実験室を用いていく。この報告に対し所長から、地下実験室の使用に関する責任体制を明確にするよう要望があった。田澤雄二氏は、奄美大島赤尾木湾周辺地形及び特異試料の衝突成因説の検証に関し報告を行なった。特異地形が何かをまず示し、特異試料として溶融微粒子であるカネクスの種々分析の途中経過を報告した。加速器質量分析によるカネクス生成年代の推定からは、約2000年前以降のかなり新しい年代が示され、X線構造解析からは衝突説の有力な状況証拠となる歪みが検出された。今後さらに試料分析を続けていく。

6. 太陽、モジュレーション

太陽中性子に関しては松原が報告した。太陽活動は既に極大期、または2001年に極大となり、2003年にかけて大きなフレアの発生が期待される。太陽中性子は、太陽表面におけるイオン加速に直接関係しており、宇宙線の加速の謎を解くために極めて重要である。今回の発表において松原は、現在土屋晴文君が学位論文としてまとめているチベット（1998年11月28日）とボリビア（1997年11月6日）のイベント、現在解析中の2000年11月に連続して起ったXクラスフレアに対する太陽中性子望遠鏡の観測結果については触れなかった。これらの結果は春の物理学会で報告される。また、データの解析方法は現在改良中である。乗鞍における共同利用としては、1996年度冬期より、宇宙線研究所の職員と共に冬のソフトに参加している。安野志津子氏の報告は、宇宙線強度変動と太陽活動の関係を、宇宙天気との関連から示したものである。太陽活動に伴う宇宙線現象として、高エネルギー太陽プロトンによる地上での宇宙線増加（GLE）や、Precursory Decrease, Forbush Decreaseがあり、2000年6月、7月の実例が示された。また、宇宙天気を行なう国内外のactivityが紹介された。藤本和彦氏からは、1998年から乗鞍で観測を始めた狭角ミュオン望遠鏡のこれまでの観測結果についての報告があった。空間分解能 $\pm 7^\circ$ でミュオン強度の時間変動を調べることにより、磁気雲がいつ地球を通過しているのか視覚的に捉えることができる、というのがこの検出器の売り物である。これまでに観測された5例のフォープシュ減少の紹介と、ミュオン強度の空間分布の時間変動がどのように解釈できるかの説明があった。

7. ガンマ線、一次電子線

気球による高エネルギー電子、ガンマ線観測として、鳥居祥二氏からBETSの研究報告があった。今回の報告は、ガンマ線に話題を絞って行われた。今年度は2000年6月に三陸で大気ガンマ線の観測が行なわれた。観測は4段階の高度で行なわれた。各高度での大気ガンマ線のエネルギースペクトルは、核相互作用のモデルとしてLund Fritiof v.7.02を用いたモンテカルロシミュレーションの結果と良く合う。1998年に乗鞍で測定したガンマ線のエネルギースペクトルも同じシミュレーションに合っている。BETSは1999年にも三陸でガンマ線観測を行っており、今後両方のデータを合わせて結果を出す予定である。チベット実験については大西宗博氏から報告があっ

た。Tibet IIIのfirst timing検出器のうち、3000particlesまで測定できるPMTがこれまで30mおきに設置されていたものを、15mおきと、さらに稠密なものとした。これが今年度の作業内容である。データについては1999年11月から156日のpreliminaryな解析結果が示された。月の影はこれまで通り見えている。太陽の影は約100TeV以上ではっきりと観測されているが、10TeV以下では見えていないので現在原因を解明中である。かに星雲からは過去の観測とほぼ同じ強度のexcessが、Mrk421からもexcessらしきものが見えている。Tibet IIIアレイは2002年に約180台のFT検出器を追加、計697台のFT検出器を有することとなり完成する。面積は36,900m²。カンガルー実験については西嶋恭司氏が報告した。今回の報告ではCANGAROO II 7m望遠鏡による1999年度観測データのpreliminaryな解析結果、10m望遠鏡(2000年はじめにCANGAROO IIは7m 10mと改良された)の観測報告、CANGAROO III(2台目)の建設準備報告が行なわれた。Crab、RXJ1713-39、PSR 1706-44から信号が得られており、Crabのエネルギースペクトルは、CANGAROO I(3.8m)/HEGRAのスペクトルと矛盾しない。2000年4月からの10m望遠鏡による観測は順調に行なわれており、トリガーレート20~30Hz、ハドロンシャワーレート2~3Hzである。解析は現在進行中。CANGAROO III(2台目)については、鏡・エレクトロニクス・カメラと平行して準備中であり、現在2001年8月以降に建設を予定している。

8. 海外

このセッションの報告は、全てボリビアのチャカルタヤ宇宙線観測所を用いている実験グループによって行なわれた。最初はBASJEグループの荻尾彰一氏が報告した。研究内容に先立ち、2000年7月にラパスで宇宙線国際会議があったことが報告された。参加者は約90人で、日本からも複数グループの参加があった。荻尾氏の報告の一つは空気シャワー実験によって得られた宇宙線の到来方向の銀河面集中であり、 $10^{14.5}$ eV以上で4.7の有意性で銀河面からのイベント集中が見られている。この傾向には銀経依存性は見られない。この研究は2001年度に決着をつける。もう一つは、 10^{14} eV以上の宇宙線原子核組成を、チェレンコフ光を観測して求めようという実験についてである。2000年に観測装置が設置され、本格的な観測は2001年に始まる。組成の識別に用いるパラメータは、 10^{14} eV- 10^{15} eVでは空気シャワー中心からの距離に依存したチェレンコフ光の密度分布、

10^{15} eV- 10^{16} eVでは波形の幅である。また、組成を求めるため別途等頻度法による縦方向発達解析も来年度行なう。次に報告した井上直也氏のチャカルタヤAS-EC共同実験グループでは、空気シャワーアレイ・エマルジョンチェンバー・ハドロンカロリメータを用いて実験を行なっている。今回の発表では、これまで行なってきた空気シャワー中心部のハドロン成分と化学組成の研究結果をまとめた後、検出器の計数率を用いた異方性の解析結果が報告された。2000年6月、および7月に大きな太陽フレアが連続で起り、乗鞍でもフォーブシュ減少が観測されているのは安野氏、藤本氏により既に報告されている。ここでは、チャカルタヤの計数率モニターでも、そのフォーブシュ減少が見られたということであり、今後も継続して研究していくとのことであった。玉田雅宣氏の報告は、チャカルタヤエマルジョンチェンバー共同実験で観測されているケンタウルス事例に代表される宇宙線特異現象を、グループとしてどのように考えているかについてであった。彼らの特異現象の特徴的なことは、(1)最新の標準的シミュレーションコードを用いてもケンタウルス型の事例は再現できないこと、(2)高エネルギー事例(ファミリー)中にはハドロンシャワーと電磁シャワーとの異常な相関がしばしば観測される等発生二次粒子にも異常性があること、である。これらの不一致・異常性についてその原因は一次宇宙線の化学組成の変化に起因するのではなく、特異現象の存在自体が様々な不一致、異常性の主要原因となっていると考えられているとのことであった。

9. 環境

このセッションにおける報告は、全て乗鞍観測所を利用しているが、これまでの宇宙線研究とは直接関係していない研究である。共同利用実施専門委員会では、これらの研究の学問的意義を一度聞いてみたい、という意見が出ていたと記憶している。まず、オゾン・水蒸気をトレーサーにした成層圏・対流圏物質輸送と大気エアロゾルに関する研究について、長田和雄氏から報告があった。研究の目的は、一つはエアロゾル濃度とオゾン濃度・水蒸気量との対応関係を調べること、もう一つは成層圏・自由対流圏、自由対流圏・地表大気の交換過程について研究することである。自由対流圏と地表大気との間の大気境界層の高さが一日の間で変化するが、この自由対流圏との境界が上下する場所に乗鞍観測所は位置している。従って、交換過程の研究に適した場所と言える。航空機の観測では短時間に鉛直分布を得ること

ができるが、スナップショットに限られ、その間をつなぐには乗鞍で長時間の変化を観測することが必要である。乗鞍観測所での研究は、1999年に大気観測コンテナを設置し、エアロゾル粒子の粒径分布やオゾン濃度、気象情報等を測定している他、集中的なエアロゾル粒子の観測、水溶性ガス、揮発性硫黄化合物の観測を行なっている。次に同じグループの吉岡勝廣氏により、大気中ラドン濃度の観測報告があった。大気中ラドンの長距離輸送問題を調べるためには、大気境界層の鉛直拡散輸送と自由大気の水水平拡散輸送を知ることが重要である。乗鞍高度はそのために最適な場所である。2000年8月以降、試験的に測定を行なったところ、日変化、総観気象現象との対応等において興味深い結果が得られた。またラドン濃度そのものが、隠岐島の標高600mの横尾山のラドン濃度と同じことも興味深く、今後も継続して計測をしたいとのことである。鈴木款氏の報告は、大気エアロゾルと霧水中の化学成分の関係についてであった。研究の大目的は、気候変動と対流圏エアロゾル相互の関係の定量化である。霧水の成分濃度の時間変化、pHと化学組成の関係から酸性化のメカニズムを追うこと、霧水量と霧水の成分との関係を調べること、霧とエアロゾルの比較を行なうことによって本目的に迫ろうとしている。乗鞍は、低汚染域であるため、汚染域での観測結果との比較から起っている過程を明確にすることができる。本発表では、サンプリングの仕方、及びこれまでの観測でわかってきたことについての報告があった。最後の丸田恵美子氏の発表は、乗鞍岳における森林限界の形成メカニズムの研究報告であった。太平洋側と日本海側とでは積雪量が異なり、樹木に対する環境ストレスも異なる。環境ストレスとしては3つの要素が挙げられ、低温・乾燥・強光である。乗鞍の場合、冬は雪が積もっているため乾燥していない、と思われるが、実際は根が凍っているため葉から水分が出ることによって、乾燥しているのに近い条件になっている。今回の発表では、乗鞍のオオシラビソの森林限界（標高2,500m）の原因に対する調査報告がなされた。詳細は省くが、オオシラビソの木の森林限界の主要因は強光阻害によるものであることがわかってきた。このような研究は地球温暖化が植生に与える影響を予測する上でも重要である。乗鞍における研究は、あと1年程度で収束することであった。

最後に、村木共同利用実施専門委員会委員長から閉会の辞があり、宇宙線研究への問題提起、若手研究者への問題提起、宇宙線研究所への期待を込め、

本共同利用研究発表会の幕を閉じた。また村木委員長の言葉の最後に、中畑幹事及び宇宙線研究所の共同利用掛の方への感謝の意が表されていた。松原の報告もこれで終わりであるが、宇宙線研究所に共同利用として名前を連ねている研究が、予想以上に広い分野にわたっていることを痛感した。それを言い訳にするわけではないが、発表者の意図を反映していない文章もあるかもしれない、その場合にはご容赦願いたい。

宇宙線研究所共同利用研究発表会プログラム

日付：平成12年12月26日（火）、27日（水）

場所：東京大学宇宙線研究所柏 6階大セミナー室

時 間 タイトル 講演者

12月26日

13:00 開会の辞 村木 綏

13:05 所長挨拶 戸塚洋二

神岡関連

13:10 13:30 Super-Kamiokandeにおける太陽ニュートリノの観測 竹内康雄

13:30 13:50 Super-Kamiokandeにおける大気ニュートリノの観測 歳籾利行

13:50 14:10 K2K実験 丸山和純

14:10 14:30 ポロメータによる暗黒物質の探索 蓑輪 眞

空気shower

14:30 14:45 TA用高速アナログ回路システムの開発 田中善人

14:45 15:00 TAで用いるPMTキャリアレーションシステムの構築 萩尾彰一

Coffee Break

15:30 15:55 明野大気蛍光望遠鏡による自動観測/TAエレクトロニクスを試験 佐々木真人

15:55 16:15 レッドバーガー検出器による超大空気シャワーの観測 本田 建

重力波

16:15 16:35 LCGT計画の現状と課題 黒田和明

16:35 16:55 MACHOブラックホールを重力波で観測する 大橋正健

16:55 17:10 余次元重力探索実験の準備 佐々木真人

SDSS

- 17:10 17:30 スローン・デジタル・スカイ・サーベイによる観測的宇宙論 関口真木
- 18:00 懇親会

12月27日

宇宙物質

- 9:00 9:20 Be 7、Na22などによる宇宙線強度時間変化の検出 古木年輪の放射性炭素測定による古代宇宙線強度 | 櫻井敬久 変動の研究
- 9:20 9:35 微小宇宙物質の高感度元素定量法の確立 福岡孝昭
- 9:35 9:50 地下実験室ラドン濃度の連続測定 大橋英雄
- 9:50 10:05 奄美大島赤尾木湾周辺地形及び特異試料の衝突成因説の検証 田澤雄二

太陽、モジュレーション

- 10:05 10:25 太陽中性子の観測 松原 豊
- 10:25 10:45 乗鞍岳における空気シャワーの連続観測およびミュオン強度の高精度測定 安野志津子
- 10:45 11:05 乗鞍岳に於けるミュオンの精密観測 藤本和彦

Coffee break

ガンマ線、一次電子線

- 11:30 11:50 気球による高エネルギー電子、ガンマ線観測 鳥居祥二
- 11:50 12:10 チベット高原での高エネルギー宇宙線の研究 大西宗博
- 12:10 12:30 カンガルー実験 西嶋恭司

Lunch break

海外

- 13:30 13:50 ポリビア空気シャワー共同実験 (BASJE) 柿本史雄
- 13:50 14:10 チャカルタヤ山における国際共同空気シャワー実験 井上直也
- 14:10 14:30 宇宙線特異事例の研究の現状 玉田雅宣

環境

- 14:30 14:50 乗鞍岳におけるオゾン・水蒸気をトレーサーにした成層圏/対流圏物質輸送と大気中エアロゾルに関する研究 岩坂康信
- 14:50 15:05 乗鞍岳での大気/降水中の化学成分の動態と除去機構 鈴木 款
- 15:05 15:25 高山植生の整理生態機能の環境形成作用 丸田恵美子
- 15:25 15:35 閉会の辞 村木 綏

速報

柏キャンパス移転記念 宇宙線研究所一般公開

東京大学宇宙線研究所 大橋 正 健

去る平成12年12月1日(金)・2日(土)の2日間、一般公開が行なわれた。今回は柏キャンパス移転後初めてであり、物性研究所との共同開催となった。

両日とも午前10時から午後4時までで、その内容は

施設公開(12月1・2日)

6階展示室における各研究内容紹介と地下重力波実験室の見学

ビデオ上映

スーパーカミオカンデ建設ビデオ

宇宙線物理一般講座(12月2日)

「スーパーカミオカンデ、ニュートリノそして

宇宙」

「超高エネルギーで見る宇宙」

棍田隆章 手嶋政廣
であった。その間に1000人以上の見学者が宇宙線研究所を訪れた。(田無キャンパスではたかだか250人程度であった。)

その他、地域との親睦を深めるという目的で、初日の夕方にカフェテリアで懇親会が催された。柏市長の挨拶もあり、千葉県・柏市・柏商工会議所の関係職員、東葛テクノプラザ入居企業など地域・産業界の人々と東大の職員が歓談した。

準備に協力していただいた方々や受付係の皆さん、そして講師のお二方に感謝いたします。



この柱は、看板を貼りつけるのに最適。



さて、受付準備も整いました。



続々と人がやってきます。
受付は大忙しです。



やはりスーパーカミオカンデの集客力は違います。ビデオ室も一杯でした。



カンガルーも人気が高いのですが、



隣のテレスコープアレイも結構、頑張っていました。



宇宙線物理一般講座が開かれた6階セミナー室は超満員。



「ニュートリノ」の知名度は高く、質問も驚くほど高度なものでした。

皆様、どうもご苦勞様でした。次回はもっと人が来るのでしょうか？

ICRR Seminar 2000年度

- 11月7日(火) 友田 敏章氏(青森大)
“二重ベータ崩壊”
- 11月14日(火) Edwin L. Turner氏(プリンストン大学)
“The Detection and Characterization of Extrasolar Planets”,
“Astrophysics and Cosmology with Gravitational Lenses”
- 11月20日(月) P. Meszaros氏(ペンシルバニア州立大学)
“Recent Progress in Gamma Ray Burst”
- 11月28日(火) 西島 和彦氏(東京大学)
“A Probe of Color Confinement”
- 12月5日(火) 山田 雅子氏(国立天文台)
“電波銀河のエネルギー学における高エネルギー宇宙線の役割”
- 12月12日(火) 奥村 健一氏(宇宙線研)
“超対称大統一模型におけるニュートリノ湯川結合定数とB中間子のFCNC過程”
- 12月19日(火) 関 亮一氏(カリフォルニア州立大)
“Nuclear reactions of atmospheric neutrinos”
- 1月16日(火) 宮沢 弘成氏(東京大)
“高エネルギー物理学の将来”

ICRR Report 2000年度

- (11) ICRR Report 467 2000 11 (November 1, 2000)
“VACUUM STRUCTURE OF TWISTED SCALAR FIELD THEORIES ON $M^{D-1} \times S^1$ ”
Hisaki Hatanaka, Seiho Matsumoto, Katsuhiko Ohnishi, Makoto Sakamoto
- (12) ICRR Report 468 2000 12 (October 2000)
“All Sky Monitor for Energetic γ -rays”
T. Kifune
- (13) ICRR Report 469 2000 13 (November 2000)
“The First Search for Gravitational Waves from Inspiral Compact Binaries using TAMA300 data”
The TAMA Collaboration
- (14) ICRR Report 470 2000 14
“Contribution to XI-th International Symposium on Very High Energy Cosmic Ray Interactions (Campinas, 17-21 July, 2000) and Chacaltaya Meeting on Cosmic Ray Physics (La Paz, 23-27 July, 2000)”
Chacaltaya Cosmic Ray Experiment (edited by A. Ohsawa)
- (15) ICRR Report 471 2001 1 (15 January, 2001)
“Cryogenic measurement of the optical absorption coefficient in sapphire crystals at 1.064 μm for the Large-scale Cryogenic Gravitational wave Telescope”
Takayuki Tomaru, Takashi Uchiyama, Daisuke Tatsumi, Shinji Miyoki, Masatake Ohashi, Kazuaki Kuroda, Toshikazu Suzuki, Akira Yamamoto, Takakazu Shintomi

人事異動

(平成13年2月1日現在)

発令日	氏名	異動内容	現(旧)官職
平12.12.1	伊藤好孝	助教授昇任(神岡宇宙素粒子研究施設)	助手(神岡宇宙素粒子研究施設)
平12.12.31	齋藤威	辞職	助手(ミュー・ニュー部)
平12.12.31	大林由尚	辞職	COE研究員(神岡宇宙素粒子研究施設)
平12.12.31	篠野雅彦	辞職	COE研究員(空気シャワー部)
平13.1.1	塩見昌司	COE研究員(採用)(エマルション部)	研究所研究員(エマルション部)
平13.2.1	瀧田正人	助教授昇任(エマルション部)	助手(大阪大学大学院理学研究科)
平13.2.1	小谷(河内)明子	助手に採用(空気シャワー部)	学術振興会特別研究員
平13.2.1	小林政信	施設掛主任に転任	釧路工業高等専門学校会計課施設係主任

No.43

2001年1月31日

東京大学宇宙線研究所

〒277-8582 千葉県柏市柏の葉5-1-5
TEL (0471) 36-3143又は5104
編集委員 佐々木 梶田