

研究報告

飛翔体による宇宙線観測の為の超伝導スペクトロメーターの開発

高エネルギー研 山本 明
(宇宙線研客員助教授・併任)

1. はじめに

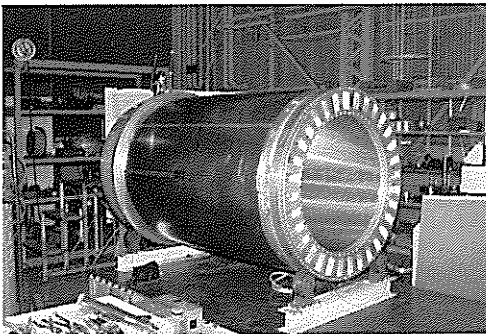
私がこの課題に取り組むようになったのは1984年頃に現宇宙線研所長の荒船先生との宇宙線反陽子観測に関する話がきっかけであった。そのなかで先生が“気球の実験でもし超伝導電磁石を用いて磁場を発生させるとしたら、一体どのくらいの大きさと重さになるでしょうか?”と質問され、私が“永久電流モードを用いた薄肉超伝導電磁石の可能性と有効性”についてお話したと憶えている。そしてその時、宇宙線中の反陽子検出に関するトピックスと、技術的な論文をご紹介頂き、検討をしてみる事になった。折しも、宇宙ステーションにおける宇宙線

観測施設「ASTROMAG」がアメリカの宇宙線研究者の間で議論されはじめ、現宇宙科学研究所長の西村純先生からのお話で、概念設計に参加する事になった。それから6年の歳月が流れてしまったが、幸い私達はそれを契機にスタートした第一ステップとしての“気球実験用永久電流超伝導電磁石の開発”を成功させる事が出来た。来年度、それを用いて、東京大学、宇宙科学研、ニューメキシコ州立大との協力で、宇宙起源反物質探索・気球実験 (BESS) をカナダで実施すべく、測定器の準備を進めている。

現在宇宙線研究所では、将来の新しい研究テーマの一つとして超伝導スペクトロメーターをもちいた飛翔体による宇宙線観測 (Super-JACEE) 計画を練りつつあり、その基幹的な装置として、飛翔体用超伝導電磁石の開発を計画し、検討を重ねている。本研究報告では、今後の開発の進展の一助とする為、私達のおこなってきた宇宙空間用超伝導電磁石の開発について報告したい。

2. 飛翔体に於ける宇宙線観測と超伝導電磁石

何故現在我々の知る宇宙には物質と反物質が対称に存在しないのだろうか。反銀河のような形で反物質の世界が物質とは対称に存在している可能性は本当はないのだろうか? 宇宙初期の僅かな対称性の破れによって引き起こされたと説明されているにもかかわらず、この疑問は尽きない。この疑問を質す鍵



気球用薄肉超伝導電磁石

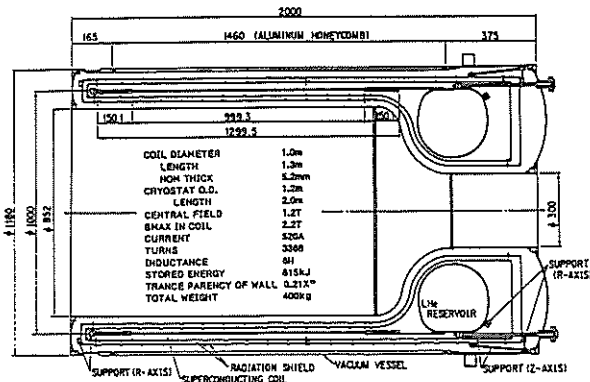


図1 気球用薄肉超伝導電磁石断面図

として、超伝導電磁石をコアとした宇宙飛翔体による宇宙反物質の直接探索計画が、提案されている。近年の宇宙科学・技術の急速な進歩により、地上のみでなく宇宙空間に直接観測機器を設置し地球大気の影響を全く受けない理想的な環境での長期間観測が真剣に検討出来る時代となってきた。

1984年アメリカで提案されたASTROMAG (Particle Astrophysics Magnet Facility) 計画はその代表的な計画であり、1990年代に実現予定の宇宙ステーションに恒久的な宇宙線観測基地を建設しようとするものである。日本では四年前よりKEKを中心として飛翔体用超伝導電磁石の基礎開発がスタートし、第一段階として気球実験用の永久電流モード超伝導電磁石が開発された(写真、図1参照)。以下その設計指針及び開発の経過についてのべる。

3. 飛翔体に於ける超伝導電磁石

宇宙空間で磁場空間を利用しようとする時、超伝導技術の応用は本質的である。宇宙機器では極限的な軽量化が求められ、また使用するエネルギー(電力)は非常に限られている為、永久電流モードをとり入れた超伝導電磁石を用いる事が基本的に必要である。永久磁石による磁場発生も一方策であるが、磁化された鉄を大量に要する為大型化は全く期待出来ない。超伝導電磁石を利用してさらに厳しい軽量化と長期にわたる安定性が求められる。その本質的に相反する要求を最適化する為に必要となる考え方を以下に述べることにする。

・必要な磁場

素粒子の基本的な性質を調べる高エネルギー物理実験では、その荷電極性、運動量を精密に測定するため、強力な磁場空間を必要とする。良く知られて

いる様に、磁束密度Bの一様な磁場の中を、速度vで運動する電荷qの荷電粒子にはローレンツ力 $F = q \cdot v \times B$ が働き、半径rの円運動を行う。粒子が磁場空間を通過する長さ(距離: l)が有限なので、磁場による粒子の偏向角($\theta = l/r$)を測定し、 $P = q \cdot B \cdot l / \theta$ によって荷電および運動量が決定される。このことから磁場の経路積分量 $B \cdot l$ が重要なパラメーターとなる。気球実験では測定可能最大運動量(MDM)を0.1TeV/cとして粒子飛跡検出器の位置分解能の限界を100 μ mとすると $B \cdot l$ (max) = 1T \cdot mが必要となる。

一方、粒子検出器の立場からは、検出システムの持つ面積立体角も重要な意味を持つ。つまり磁場発生及び空間の見地からは、出来る限り大きな磁場空間及びその粒子検出器空間としての有効利用が必要となる。これらの要求を満足する超伝導電磁石の形状としてはいわゆるソレノイド磁場の内部空間をもちいる事が最も有効である。特に気球用としては最適な形状(面積立体角: 1 m²sr)と考えられるが、ここで一つの問題が発生する。粒子検出器としては磁場空間は必要とするが、磁場発生のために必要となるコイル及びクライオスタットは入射粒子との相互作用により二次粒子発生または多重散乱の要因ともなってしまう。この要因を極力さける為、コイルには出来る限りの薄肉化(粒子の透過性)が求められる。クライオスタットを含む磁場発生・保持に必要な“壁”内部の物質量の低減が飛翔体用超伝導電磁石の技術開発のなかで最も大きな課題の一つである。これはとりもなおさず、超伝導電磁石の軽量化への努力そのものである。

・超伝導体

臨界電流密度とともに、超伝導体自体の強度が高く電磁力支持構造材としても機能することが要請され、現時点で実用となる超伝導材は、Nb \cdot Ti合金である。将来の高温超伝導体の有効性、可能性については検討課題であるが、現在のところ、高温超伝導体は本質的に非常に脆く、保護する為には、強力な補強支持材が必要と思われ、かえって重量増加となろう。軽量化の観点からは超伝導電磁石として常温近辺での使用が可能となり、クライオスタットの重量がドラスティックに減少できるようになるまで待たなければならないと思われる。

当然の事ながら宇宙に於ける超伝導電磁石は軽量化を求めながらもクエンチ(常伝導)に対し充分安定でなければならない。この為には超伝導体に適当

な安定化材を付加する必要があるが、軽く且つ安定性に優れる材料として純アルミニウム材が候補となる。5N (99.999%) 純アルミ安定化材は通常の銅安定化材にたいし単位重量当り約50倍またはそれ以上の安定性 (最小クエンチエネルギー (MQE)) を有し、宇宙飛翔体用超伝導電磁石に好適な安定化材である。

・E/Mパラメーター

宇宙空間で超伝導電磁石を利用しようとする時、必然的に厳しい軽量化の要求が課せられる。一方その影響は、クエンチが発生した場合のコイル温度上昇として現れる。ここでこれを表すパラメーターとして、E/M (電磁蓄積エネルギー/有効コイル低温重量) を考える。有効コイル低温重量とはクエンチ時に蓄積エネルギーが熱的にダンプされ得る (コイル+電磁力支持構造) 重量を指す。このパラメーターが大きい程、軽く無駄のない電磁石と云ことになる。

一方コイルがクエンチした前後のコイル温度T1、T2に於けるエンタルピーH1、H2を考えると、通常、H1はH2に比べ十分に大きいので、

$$E/M = H(T2) - H(T1) \approx H2$$

と考えると差し支えない。つまりE/Mは直接コイルのクエンチ後の温度上昇を表すパラメーターとして考える事が出来る。唯しここでは、全エネルギーEがコイル内に均等にダンプされたと仮定する。宇宙に於ける超伝導電磁石は、永久電流モードで運転され、一般にエネルギー取り出しが難しいのでこの仮定はほぼ正しい。またあとで述べるようにコイルは間接冷却により冷やされるので冷媒の寄与はほとんどない。

アルミを基材 (安定化材、構造材) とした場合、温度とエンタルピーの関係は、例として、E/M = 10kJ/kg (@ T2 = 80K) となる。気球用超伝導電磁石ではE/M = 7kJ/kg、宇宙飛翔体 (ASTROMAGの場合) ではE/M = 15-20kJ/kgを目標とされており、従来の薄肉超伝導電磁石 (5kJ/kg) に較べて、軽量化への厳しい努力が理解出来る。

・クエンチ保護

さて、以上の議論では、全コイルの均等な温度上昇を前提としている。実際にクエンチが起きた時に、この条件に近づける為には、クエンチ伝播速度を非常に速め、結果的にコイル内に均等にエネルギーダンプさせる為の工夫が必要となる。この為の方法として「高速熱伝導法」が考えられる。

一般に断熱状態に於けるクエンチ伝播速度は、薄

肉超伝導電磁石ではコイル周方向への伝播 (V_ϕ) 及びコイル軸方向への伝播 (V_z) に分解する事が出来る。ここで V_ϕ は超伝導線・安定化材等の材質によらないが、 V_z は基本的にz方向の熱伝導率に強く依存している事から超伝導線材と直角方向 (コイル軸方向) の実効的な熱伝導率を向上させる事によってコイル内でのクエンチ伝播速度を増強できる。具体的に気球用超伝導電磁石では、`超純アルミニウム・ストリップをコイル内層面に線材と直角方向に走らせる`、というアイデアによって、これを実現した。コイル厚さに対し1/10程度の厚さの純アルミストリップを用いる事によって、クエンチ伝播速度の大きな向上が計られ、実験結果としてコイルのピーク温度上昇及びコイル内温度分布を十分低く抑える事に成功した。

4. 超伝導電磁石の冷却

飛翔体用超伝導電磁石の冷却はクライオスタット内に組み込まれた液体ヘリウム容器からの熱伝導による間接冷却法が最も単純かつ有効である。その特徴としては、通常の液体ヘリウム槽内への浸漬法に比べクライオスタット重量を著しく低減出来、またシステムの単純さによって信頼性が極めて高い事があげられる。

現在のところ飛翔体用超伝導電磁石の開発では4K (または1.8K) での機械式冷凍機の使用は考えられていない。これは原理的にエネルギー効率が上がらない事及び長期運転にたいする信頼性が確立されていない事による。但し80K前後での輻射シールド板の冷却に機械式冷凍機をもちい、超流動ヘリウムの寿命を更に延ばす事は、将来の宇宙飛翔体では有効であろう。

5. 宇宙飛翔体用超伝導スペクトロメーターの開発にむけて

気球による宇宙起源反物質探索実験 (BESS) は上で述べた超伝導電磁石の開発の成功によって、来年度カナダでのフライトに見通しをつける事ができた。来年度以降1年に一度ないし二度の20~40時間飛行をおこなう事によって、反陽子、陽子比で 10^{-6} レベル、反ヘリウム核、ヘリウム核比で 10^{-9} レベルの観測が可能になると考えている。さらに将来このレベルを一桁以上改善する為には、大気圏から完全に脱出した宇宙空間での長時間観測が不可欠になる。この為には、人工衛星または宇宙ステーションの半恒久的な宇宙飛翔体を前提とした超伝導電磁石スペクトロメーターの開発が必要となる。この場合、気球実

第25回高エネルギー物理学
国際会議

中村 健 蔵

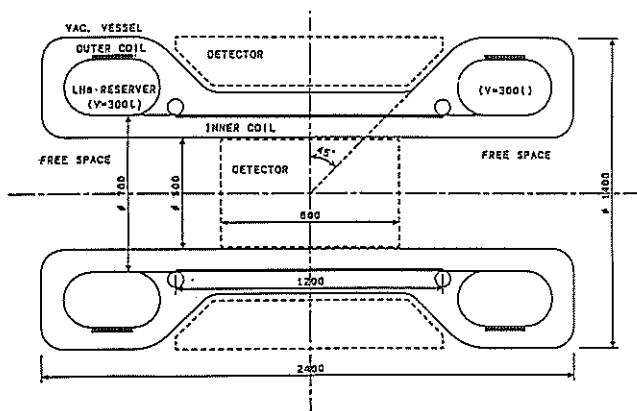


図2 衛星用超伝導スペクトロメーター概観

験とのおおきな違いは、(1)地球磁場との相互作用による衛星等の制御への影響をなくす為、システム全体として磁気モーメントを零にする必要があり、複数個のコイルによってお互いの磁気モーメントをキャンセルしなければならない事、(2)打ち上げ時の安全性への配慮から、永久電流モードへのマグネットの励磁は宇宙空間到達後になり、電源及びその制御システムが必要になる事、また(3)宇宙空間での真空環境の特質を生かした超流動ヘリウムによる超伝導電磁石の冷却がおこなわれる事等があげられる。一例として、極軌道における反物質探索実験を想定した超伝導スペクトロメーターの概念を図2に示す。この構成によってわれわれの気球実験と同程度の立体角を確保する事が可能で、100日程度で1桁以上の感度増強が期待される。

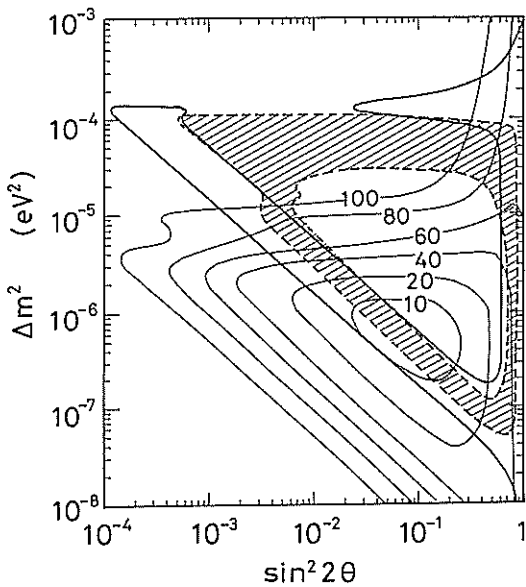
6. まとめ

以上飛行体用超伝導電磁石の開発及び設計について、現在進行中の気球実験用超伝導電磁石を中心に述べてきた。将来、衛星、宇宙ステーション、月面等理想的な宇宙空間での観測を可能にする為の超伝導電磁石技術の開発には、まだまだ解決されるべき課題が多く、時間を要するが、気球実験用超伝導電磁石の開発を踏まえ、将来への展望がかなり開けたと考えている。近い将来、本格的な宇宙飛行体による宇宙線観測が真剣に議論され、その中心的役割を担う宇宙飛行体用超伝導スペクトロメーターの開発が本格的に推進できる日がくる事を願っている。

第25回高エネルギー物理学国際会議が8月2日から8日迄シンガポールで開催された。ロチェスター大学で第1回が開かれてから今年で40周年にもあたり、これを回顧したMarshakの特別講演や古い写真の展示等もあった。米国、ヨーロッパ、ソ連以外で開かれるものとしては、1978年の東京会議以来で、今回は日本物理学会が後援し、山口嘉夫氏がco-chairmanを務め、本部オフィスでも日本人組織委員らの献身的作業が会議の成功に不可欠であった。

さて、物理の話題であるが、ハイライトは何と言ってもLEPと太陽ニュートリノに尽きるといっても正直なところであろう。昨年のスタンフォードでのLepton-Photon Symp.がSLCのための会議なら、今回の高エネルギー国際会議はLEPのための会議である。ALEPH、DELPHI、L3、OPAL全部のZ'のhadronic eventsが430,000個、一方MARK-IIからは450個では“New Results from e⁺e⁻ at Z' (LEP+SLC)”というタイトルのDydakのplenary talkがLEPの成果に終始したのも致仕方ない。彼のSummaryによればZ'の質量は $91.177 \pm 0.031 \text{ GeV}$ (この誤差31MeVは主にLEPのエネルギー不定性による)、ニュートリノの世代数は 2.89 ± 0.10 、LEPのデータだけから求めた $\sin^2 \theta_w(M_Z)$ は、 0.2302 ± 0.0021 である。標準的ヒッグス粒子はALEPHにより $0 \sim 41.6 \text{ GeV}$ で存在せず(95%CL)とされた。 M_Z 、 M_W/M_Z 、 $\sin^2 \theta_w(M_Z)$ 等の量は輻射補正を通じてトップクォークの質量が関係するので、これらの整合性から $M_t = 137 \pm 40 \text{ GeV}$ となる。一方CDFによる直接探索で M_t の下限は89GeV(95%CL)と報告された。LEPからはQCD関連、新粒子探索についてもおびただしいデータが報告された。ここではTRISTANもがんばっている。

しかし、結局のところ加速器実験の現状は南部さんの言葉を借りれば“The Standard Model is as good as ever”ということに尽き、標準モデルを越える現象は何も見えてきていない。1985年の京都のLepton-Photon Symp.のsummary talkでSchwit-



tersが当時流行のGhost Bustersに引っかけてAnomaly Bustersと表現したのは、monojet等のアノマリーが統計が上ると共に全て否定されてしまったためだが、それ以来標準モデルは増々強固になる一方である。南部さんのtalkにU. Amaldiが、「標準モデルの検証や新粒子探しにこんなに働いているのにLEPが何の役にも立っていないというような感じを受ける話をされては困る」という趣旨の文句をつけていたのが印象的だった。

では“beyond the Standard Model”の期待を抱かせるのは何かと言えば、その一番手が太陽ニュートリノであることは誰もが認めるところであった。Homestakeの塩素実験からは最近のrunのデータが新たに示されたが、従来の2つの問題、つまり太陽ニュートリノの平均フラックスの少いことと、太陽黒点数との反相関は、前者についてはたかだか半年や1年分の新しいデータが加わっても当然大きな変化はない。後者については、前回の太陽活動最盛期に比較して、1989年のデータはややフラックスが大きく出ているが、全体的傾向は有意な時間変化を示唆しているようだ。神岡については既にPhys. Rev. Lett.に出版されているように平均フラックスは標準太陽模型の $46 \pm 5 \pm 6\%$ で、有為な時間変化は見られない。この他day-nightのフラックスの違いもほとんどないことを示した。問題はSAGEのガリウム実験で、今年1月から5月迄の毎月単位のrunで、統計18eventsが期待されるところに、best fitは0

eventで、これが本当なら大問題である。但し95%CLの上限はまだ標準太陽モデルの予言値132SNUよりやや大きい。統計が上るとGALLEXのデータを待つのが賢明であろう。図にニュートリノ振動に対する塩素実験（ハッチを施した部分）と神岡実験による制限を示す。一見していわゆる断熱解は許されず、非断熱解が生き残ることが判る。同じ図に、ガリウム実験のSNU値の等高線も示した。もしもニュートリノ振動が答ならば、ガリウム実験の精度が上がるとパラメーターがかなり特定されることになる。

他に価値のある実験結果として、ロスアラモスの自由分子線源を用いるトリチウムの β 崩壊で、遂に電子ニュートリノの質量の上限が10eVを切って9.4eV (95%CL)と報告された。

さて、紙数も尽きたので最後に手前味噌の感想を述べれば、太陽ニュートリノ以外には血沸き肉躍るといふ感に乏しい会議ではあった。

(神岡実験推進部)

国際天文学連合主催第126回国際コロキウム [惑星間塵の起源と進化]

山越 和雄

惑星間ダストは、従来天文学における色々な局面で、その存在が認識されてきた。たとえば、日没直後の西の空に見られる黄道光は、黄道上に散在するダストが太陽光を反射するものと解釈されていたし、流星は宇宙物質の微小破片が大気圏に突入し、摩擦熱から発光する、壮大な炎光分析の対象として、また突入角度の調査も二点観測、三点観測で行われてきた。戦後45年ダストの研究も急激に進むことになる。第一に、試料が実際に入手でき、隕石のように科学分析の対象となったことである。D.E. Brownleeらが、U-2型機を成層圏に飛ばして、シリコン・グリースの塗布板を出して気流に当て、それに付着したゴミを、宇宙起源、人工物の破片、天然物（火山灰など）、ロケット噴気粒（酸化アルミ）などに分類し、[Cosmic Dust Catalog]としてまとめ、定期的に全世界の研究者に配布している。深海底堆積物や極地の氷層から、黒く輝く金属微小粒が見つかったのは、もう120年の以前のことである。しかし、そのサイズが $10\mu\text{m}$ ～数 $100\mu\text{m}$ と小さいこともあって、確実な研究がすすまなかった。形状からし

て円く、そのため起源についての推定もふくめ、“Cosmic Spherules”と呼ばれてきた。流星発光した燃え残りで、欧米人にいわせると、“Cooked” Spherules (料理されたスフェール) ということになる。“Cooked” というからには、[原料] と異なって、熱で溶けたり、変質したことを、表していることになるのであろう。このスフェールの研究はここ15年我が国を中心にして隕石について試みられているような手法は総て、スフェールについて適用されてきた。それ以外にダスト試料として大気圏外露出した物体 (たとえばスペースステーション) にダストが衝突して、その一部分を残していたり、(マイクロ) クレーターを残したことを手掛かりに研究を進めるジャンルがある。

1990年8月26日から30日まで、京都で行なわれた第126回国際天文学連合主催のコロキウム[惑星間塵の起源と進化]では、我々が事務局を担当したが、そこでは6年間も宇宙空間に曝露されていたLDEF (Long Duration Exposure Facility) の壁に残る、多くのハン痕と、紛うかたなき、ダストの内容物の詰まったクレーターも紹介された。数ヶ月の暴露歴を持つソヴィエトの宇宙ステーション:MIR (ミール) も回収され、調査が始まっている。

第二は、やはり飛翔体、探査機によるダストの直接測定 (速度、方向、質量、物性、化学及び同位体組成など) であろう。今回の国際会議にはハレーの報告以外に我が国の探査機MUSES-A (愛称 飛天) に搭載した西独ミュンヘン工科大学製作のダストカウンター (打ち上げは90年1月、運用は日本チーム) の予備的な結果の報告があった。ダストが太陽方向からと、それと直交するAPEXの方向から、より多く飛来することをはっきり示している。惑星間ダスト探査で今後、日本の探査機の果たす役割が一層大きくなるものと思われる。

今回のダストの国際会議は、この種の惑星間塵の全体会議としては、第五番目に当たる。第一回は、1967年にハワイのホノルルで、1975年にハイデルベルク、1979年にオタワ、1984年にマルセイユ、そして第五回が京都となった。会議の中心となるのは、DUST COMMUNITYとよばれる一群の研究者で、世代の交替はあるものの、年配の研究者も重鎮として必ず顔をだす。IAU (国際天文学連合の第15、21及び22部会) が合同して開催を決める。今回はCOSPAR-B-5部会も主催者に加わった。全出席者は、約140人、その内外国人は16ヶ国、約80人であっ

た。会議は伝統的にSingle Session、すなわち並行して幾つもの講演をしないという[良き]伝統を守り、その代わり81件ものポスター発表が入れ換えなしでおこなわれた。これもまた定着してきた良き伝統というにふさわしい方式である。

今回の会議のサイエンスとしての筆者の印象は、ダスト研究の領域が急速に拡大し研究内容が多彩になったことであろう。ハレー探査に結び付く欧米の伝統的なダストの光学的研究 (まさに、天文学としてのダスト研究) は首尾一貫して着実な成果をあげてきた。しかし、ダスト研究の周辺領域を急速におしひろげてきたのは、主として、日本を中心とするグループであって、ダストの多角的な捕らえかた、隕石分析で腕をあげた手法を改良し、実物ダストに適用したこと、室内でのキメ細かな実験と観測との対比、グレイン生成の理論と実験、流星観測へのハイテク導入など、いずれも物理教室、化学教室それに工学部関係の研究者にまでダスト研究の枠を広げたことが、特徴であろう。また、理論的な面では星間物質の太陽系空間への流入が議論された。Proceedingsは、Kluwer Academic Publish.より単行本として出版される。(一次線部)

International Conference on High Energy Gamma-Ray Astronomyの報告

鳥居 祥二
(神奈川大学工学部)

10月2日から5日の間、米国ミシガン州アナバーにあるミシガン州立大学で表記の国際会議が行われた。口頭発表が約60、ポスターが約40で合計100程の発表があった。まだまだ γ 線観測の勢いは衰えそうにもない。TeV γ 線観測としては、Whipple, GASP, ASGAT, BIGRAT, Haleakala, Gamma-400, Pachmari, Potchefstroom, CLUE, JANZOS, THEMIS-TOCLE, Cangaroo, GRANITE等、PeV γ 線観測としては、HEGRA, CYGNUS, GRAPES, SPASE, CASA, Utah-Michigan, Fly's Eye, EAS-TOP, GREX, SPICA, KGF, Baksan, JANZOS, Tibet AS γ , GRANDE, SINGAO等の報告があった。このようにprojectの名前を書くだけでも大変なので、先のICRRニュース (No 4 と No 6) の報告との重複は出来るだけ避け、筆者が特に興味のあるものについてのみ報告する。

1. Whipple Observatory

チェレンコフ光によるTeV γ 線観測のpioneerであるこのグループは、現在でも第一人者である。10mの反射鏡と109個のフォトマル(視野0.25°)による観測で、88年から89年にかけてCrab nebulaから、imagingを用いて19.9 σ のDC excessを得ている。400GeV以上での微分エネルギースペクトルは $E^{-2.4\pm 0.3}$ であり、4TeV以上でも3.2 σ のexcessがある。フラックスは月単位で極めて一定しており、400GeV以上の積分フラックス値は $7 \times 10^{-11} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ である。この結果を外挿すると、100TeVでのフラックス値は $3.1 \times 10^{-14} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ となるが、Cygnus実験グループが約4年間の観測で、50TeV以上に2.7 σ のexcessがあると報告しており興味深い。しかしいずれのグループも、上限値はWhippleの外挿値より大きく観測量がまだ足りない。

2. Cygnus, HEGRA, CASA

これらの3つの実験はPeV領域観測の代表格であるが、新しいexcessの結果は発表されなかった。しかし実験技術的には、CygnusとHEGRAで3~4 σ の月と太陽の陰が観測されたという報告は重要である。これでアレーによる角度決定精度の客観的な判断基準ができたわけで、観測結果の信頼性が高まり、データの相互比較が正確に行える。CASAは91年1月に完成し、230,400m²の面積に点在する1089台の測定器での観測が行われる予定であるが、現在はその半分のスケールで観測が行われている。現在までの解析結果でも、Crabにたいして100TeV以上で $1.4 \times 10^{-13} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ の上限値があたえられており、フルスケールで稼働すれば、1年以内にWhippleのスペクトルが100TeVまでのびているか確認できる。

3. Baksan

これは残念な話である。89年2月23日にCrabからのバーストが、BAKSAN, KGF, EAS-TOPで観測されたという報告はまだ耳に新しいところであるが、BAKSANの5° ϕ でのexcess(4.6 σ)が、閏年の補正ミスと装置のオフセットタイムの補正で0.6 σ になってしまった。こうなると、10° \times 10°でのexcessは変わらないとか、Tien Shanでの観測では“vertical direction”の補正をおこなうと逆に有意なexcessが得られたといわれても、にわかには信じ難い。

4. GRANDE

予算が通らず、lakeからpondの実験に縮小して行われている(MILAGRO計画)。61 \times 82m²のプールに上層400本、下層150本のフォトマルをならべて

thresholdが数TeVの γ 線観測を行う予定である。

最後に我々のTibet AS γ 実験について一言。3月から観測を開始し、現在65台の測定器で有効面積約8,100m²である。観測データから装置の性能を調べたところ、 γ 線のthreshold energyは約30TeVで角度決定精度は約0.5°(100TeV)である。このためTeVとPeVの間を埋める重要な実験であるという評価を与えられ、高山における観測の利点が広く認識されたようである。

委員会報告

○第2回共同利用運営委員会

平成2年10月20日(土)

審議事項

- (1) 平成3年度共同利用研究公募について
- (2) 平成3年度研究所研究員公募について

○「大型水チェレンコフ宇宙素粒子観測装置調査委員会」

第三部会 第1回検討調査会

平成2年9月25日(火)

審議事項

- (1) 報告書のまとめ方について
- (2) アンケートについて

○「大型水チェレンコフ宇宙素粒子観測装置調査委員会」

第二部会 第5回

平成2年11月2日(金)

審議事項

1. スーパー神岡実験の実験室空洞掘削及び水槽建設に関する技術的検討
2. 最終報告について

○第1回空気シャワー専門委員会

平成2年11月1日(木)

- (1) 明野観測所共同利用施設について
- (2) 平成4年度空気シャワー一部関係概算要求について
- (3) 将来計画について

外国人研究員

S. Tonwar インド・タータ研究所

1990.10.18~1991.1.17

受賞

大橋英雄氏（一次線部）がグループの一員である
仏教資料年代測定グループは、日持上人遺物の年代
決定を放射性炭素の測定によりおこなったことに対
し、第6回東方学術賞を受賞しました。

研究出版報告

- * ICRR-Report
- (8) ICRR-Report-215-90-8
"Atmospheric Neutrino Fluxes"
M. Honda et al.
 - (9) ICRR-Report-216-90-9
"Contribution on VI International Symposi-
um on Very High Energy Cosmic Ray Inter-
actions"
Chacaltaya and Pamir Collaboration.
 - (10) ICRR-Report-217-90-10
 - (a) A Technique for Reducing the
Computational Time of Electron-Photon
Cascade Shower Simulation
 - (b) A Subroutine Package for the Fast Simula-
tion of Air Showers and Response of Sur-
face Detectors
 - (c) Tools for the Analysis of Air Shower Data
K. Kasahara et al.
 - (11) ICRR-Report-218-90-11
"Delta Ray Simulation for Charge Determina-
tion for Heavy Cosmic Ray Primaries with
Use of CCD Scanning System"
M. Ichimura et al.
 - (12) ICRR-Report-219-90-12
"Possibility of Screen-Type X-ray Film for
Observation of Heavy Cosmic Ray Pri-
maries"
M. Ichimura et al.
 - (13) ICRR-Report-220-90-13
"Recent Results on Solar Neutrinos from
KAMIOKANDE"
Y. Totsuka.
 - (14) ICRR-Report-221-90-14
"Calculation of the Propagation of Ultra-
High Energy Cosmic-Rays"
S. Yoshida and M. Teshima.

- (15) ICRR-Report-222-90-15
"Search for Day/Night and Semiannual Vari-
ations in the Solar Neutrino Flux Observed in
the KAMIOKANDE-II Detector"
The KAMIOKANDE-II Collaboration.

1990年度宇宙線研セミナー

- 14) 9月14日(金) 丹羽公雄(名大・理)
[加速器によるニュートリノ振動]
- 15) 9月17日(月) D.P. Kirilova (Joint Institute
for Nuclear Research, Dubna)
[Non Equilibrium Neutrino-Oscillation and
its Correlation to Nucleosynthesis]
- 16) 10月31日(水) D.Q. Lamb (Univ. of Chicago)
[Neutrino from SN 1987A—Implications for
Cooling of the Nascent Neutron Star and the
Mass of the Electron Antineutrino—]
- 17) 11月2日(火) S.A. Slavatskiy (Lebedev
Physical Institute, USSR)
[First Results of Investigation of Nuclear
Interaction at $E_0=10^{15}\sim 10^{17}$ eV with Use of
New Method, Combination of Emulsion
Chamber and EAS Array, in Tien-Shan Sta-
tion]
- 18) 11月2日(火) 梶野文義(甲南大・理)
[高エネルギーガンマ線国際会議の報告]
- 19) 11月9日(金) S.C. Tonwar (Tata Institute,
India)
[High Energy Radiations from X-ray Binar-
ies and Pulsars—Recent Results from Experi-
ments in India]

No. 7

1990年12月20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)