



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

乗鞍観測所創立50周年式典……………瀧田正人	1	小柴先生ノーベル賞記念講演会……………福島正己	16
Xmass 実験 ……………森山茂栄	2	柏キャンパス一般公開……………久野純治	17
宇宙線望遠鏡 (TA) の建設始まる ……福島正己	6	自己紹介、人事異動、セミナー、ICRR レポート…	18
第28回宇宙線国際会議報告……………梶田隆章ほか	10	コラム……………手嶋政廣	20

乗鞍観測所創立50周年式典

東京大学宇宙線研究所附属乗鞍観測所は平成15年8月1日に創立50周年を迎え、その記念式典が平成15年9月20日(土)に長野県南安曇郡安曇村の乗鞍観光センターにて執り行われた。生憎の雨天にも拘らず、会場には地元関係者、国立天文台乗鞍コロナ観測所関係者、乗鞍観測所に縁のある宇宙線研究者及び事務方等、約130名の方々が記念式典に参加され、大変盛況であった。記念式典は瀧田乗鞍観測所長の司会で進行し、吉村宇宙線研究所長のご挨拶に引き続き、ご来賓の桜井国立天文台乗鞍コロナ観測所長、筒木長野県安曇村長(加藤助役代読)、小谷岐阜県丹生川村長よりご祝辞を頂いた。安曇村アルプホルン愛好会によるアルプホルン演奏の後、近藤元宇宙線研究所長に乾杯の御発声をお願いした。歓談後、安曇村御池龍神太鼓演奏に引き続き、ご来賓

の西村元宇宙科学研究所長、喜多元東京農工大学長、荒船大学評価・学位授与副機構長、村木名古屋大学太陽地球環境研究所教授よりご祝辞を頂いた。ご来賓の皆様からのご祝辞は、観測所創立当時のご苦労話やエピソード、これまでに乗鞍観測所で得られた世界的研究成果等、多岐に渡る大変興味深いものであった。翌9月21日(日)、連日の雨天にも拘らず、約50名の方々が標高2770メートルに設置されている乗鞍観測所を訪問した。今年より環境保全のために交通規制が開始され、自家用車による乗鞍岳アクセスができなくなったことに従い、貸切バス及び許可車両による見学者移動を行った。既に引退なさったご高齢の研究者の方々が青年のように目を輝かせて当時の観測記録を読み耽っていた姿が誠に印象的であった。(瀧田正人)



XMASS 実験：暗黒物質の探索と発見に向けて

宇宙線研究所 森山茂栄

1. はじめに

XMASS 実験とは、液体キセノン低バックグラウンド検出器を用いた多目的の実験である。この実験の最終目標であり、立ち上げの動機となった物理は、低エネルギー太陽ニュートリノである pp ニュートリノや⁷Be ニュートリノを実時間でエネルギースペクトルを得ることにある。非常に面白いことに、そのような検出器を実現できる技術を用いれば、暗黒物質探索や、2重ベータ崩壊探索実験についてもこれまでにない極めて感度の高い実験ができることがわかって来た。暗黒物質の発見は、宇宙の進化を知る上のみならず、素粒子物理学にとってのインパクトは甚大である。ここでは特に暗黒物質探索実験に焦点を絞り、XMASS 実験の現状とこれからの予定について述べてゆきたい。

2. 暗黒物質探索としての XMASS 実験

XMASS 実験の最大の特徴は、これまで実現されたことのない「超」低バックグラウンド環境を作り出すことにある。使用される液体キセノンは、希ガスであるキセノンを2気圧の環境下でマイナス100度程度に冷却することにより得られる。シンチレータとしての発光量は、素粒子原子核実験で良く使用される NaI (Tl) に匹敵するほどの42光子/keVである。暗黒物質がキセノンの原子核と相互作用し、原子核を反跳することによりエネルギーを落とし、反応点から四方八方にシンチレーション光が発生する。暗黒物質探索のためには5 keV程度の事象を検出することになる。図1のように、この液体キセノンを外部から多数の光電子増倍管で観測できれば、光の量と検出パターンをもとに、検出器内部に落とされたエネルギーと反応点を再構成できる。

「超」低バックグラウンドを達成できるキーポイントは、検出器をある程度大きくし、検出器の周縁部で生じた事象は外部から飛来したガンマ線などとして除去することにより、中心付近に放射線のない理想的な環境を創生できることにある。これはキセノンの原子番号が54と大きいためであり、低エネルギー領域では非常に有効に働く。暗黒物質探索に興味ある数 keV 程度の領域のバックグラウンドを

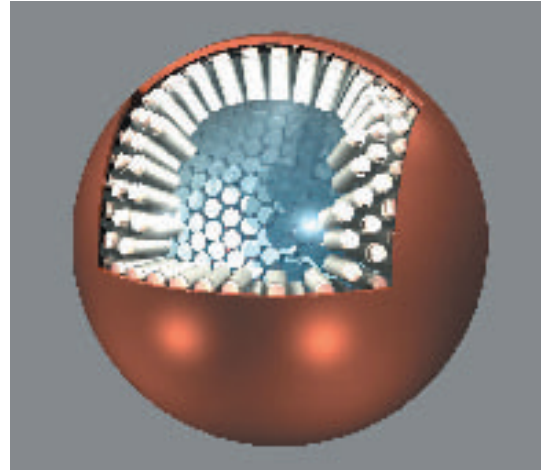


図1 XMASS 実験装置概念図。直径80cmの球形をなす液体キセノンシンチレータを使用する。白く見える筒は光電子増倍管。

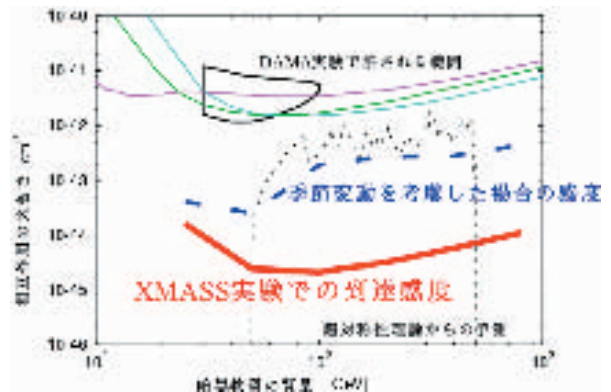


図2 これまでに行われてきた暗黒物質探索のまとめと XMASS 実験の期待される感度の比較。(図製作協力：京都大学 身内賢太郎)

評価してみると、20cmの自己遮蔽層があればそれより内部の領域ではバックグラウンドが極めて低い環境が構築できることが期待できる。

これまで行われてきた暗黒物質探索実験と、このような低バックグラウンド環境下における XMASS 実験の期待される感度をまとめると図2のようになる。図の縦軸は暗黒物質と陽子の反応断面積を示し、横軸は暗黒物質の質量を示す。冷たい暗黒物質になるには、弱い相互作用程度の強さで相互作用を行い、かつ10GeV から数 TeV の質量が要請されるためこのような表現が通常よく使われる。細かい実線より上

の部分は、これまで行われてきた実験で排除された領域を示す。イタリアの DAMA 実験グループが暗黒物質の信号に特有の季節変動の証拠を出している一方（黒線で囲まれた領域）、イギリスの ZEPLIN 実験（緑の線）、アメリカの CDMS 実験（赤い線）、フランスの EDELWEISS 実験（青い線）などがそれに対して否定的な結果を出している状況である。DAMA の領域はほぼ排除されつつあるが、このような矛盾が発生するのは、誰もを納得させるほどの十分な感度をもつ実験がないためであろう。

この状況を打開するために、これまでの暗黒物質探索をはるかに凌駕する感度を持って実験を遂行しなくてはならない。図 2 の赤い太い実線が XMASS 実験の到達感度を示す。青い点線は、暗黒物質の信号に特徴的である季節変動を観測する場合の感度を示す。これを見ても明らかのように、XMASS 実験は既存の実験より 2 桁以上高い感度で実験を遂行し、それにより現在議論の的になっている状況の正否を確認する。残念ながら DAMA グループが主張する断面積と質量を持つ暗黒物質が見つからなかった場合でも、それを越えた感度でさらなる暗黒物質探索を進める予定である。

3. 800kg キセノン検出器

暗黒物質探索に十分な感度を持つために必要な検出器のデザインを考えてみよう。まず有効に使用できる中心部に 100kg ほどの十分な質量をもたせ、かつ自己遮蔽効果を発揮させるために 20cm ほどの外層を与える必要がある。これにより検出器のサイズはユニークに決まり、直径 80cm 程度のサイズが必要だと考えられる。それを取り囲む光電子増倍管の数、配置等については暗黒物質の信号を考察する必要がある。図 3 に示すように、暗黒物質の信号は低エネルギーに向けて指数関数的に増加するようなスペクトルを持つと期待されている。要するにエネルギー敷居値さえ下げれば宝の山があるかもしれないのである。それらを捕らえるためには、光電子増倍管を液体キセノンに浸し、可能な限りの密度で死角がないように敷き詰め、かつ 1 光電子レベルのシンチレーション光の検出を行う必要がある。要するに結論は単純で、可能な限りの光電面被覆率を実現し、800kg の球形の液体キセノンを取り囲む形が理想的であることが分かる。図 1 に示した検出器の概念図はそれを反映している。

このようなデザインを採用した場合に、検出器にエネルギーが付与されたときにどのように見えるか、さらに暗黒物質の事象がどのように見えるかを示し

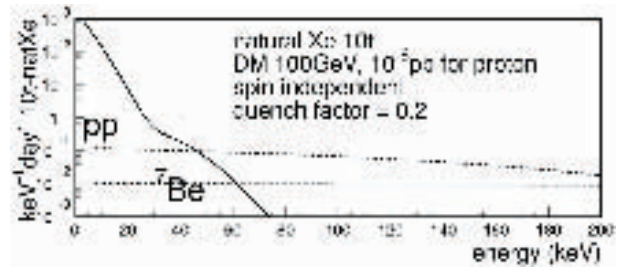


図 3 暗黒物質の信号のエネルギースペクトル。エネルギー敷居値さえ下げれば信号が指数関数的に増加する。点線は、太陽ニュートリノがキセノンの電子を反跳して生じるエネルギースペクトル。

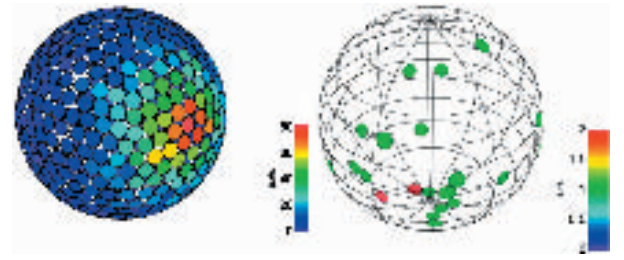


図 4 (左) 1MeV 相当のエネルギーが右側の壁付近で付与されたケース。色は光電子の量を示す。極めて高い精度でエネルギーと反応点が再構成できる。(右) 暗黒物質の原子核反跳により電子換算 5 keV 相当のエネルギーが南極付近の点で付与された場合を示す。

たのが図 4 である。XMASS 実験では、事象のエネルギーおよび発生点の再構成は光の量とパターンによって行う。スーパーカミオカンデや、KamLAND などは時間情報を用いるが、XMASS 実験の場合、液体キセノンの発光時定数が 40ns 程度と長いので、時間情報はつかいにくいのである。

もっとも重要なのがバックグラウンドレベルである。図 5 に示したものが期待されるバックグラウンドレベルである。ここでは光電子増倍管からのガンマ線が主たるバックグラウンド源と考えている。黒い線は直径 60cm 部分のバックグラウンドレベルを示し、赤い線が中心付近の直径 20cm すなわち 100kg 部分のバックグラウンドを示す。自己遮蔽能力が発揮され、赤い線では非常に良いバックグラウンドレベルに達していることが分かる。青い線は相互作用の強さが 10^{-44}cm^2 で質量が 50GeV、100GeV の場合を示す。これらの場合でも信号が同定できることが分かる。図 2 に示した感度の見積もりは、このバックグラウンドレベルに加え、次の章で考察するほかのバックグラウンド成分を加えた、 $2 \times 10^{-4} \text{kg/keV/sec}$ というバックグラウンドレベルを用いて評価を行っている。

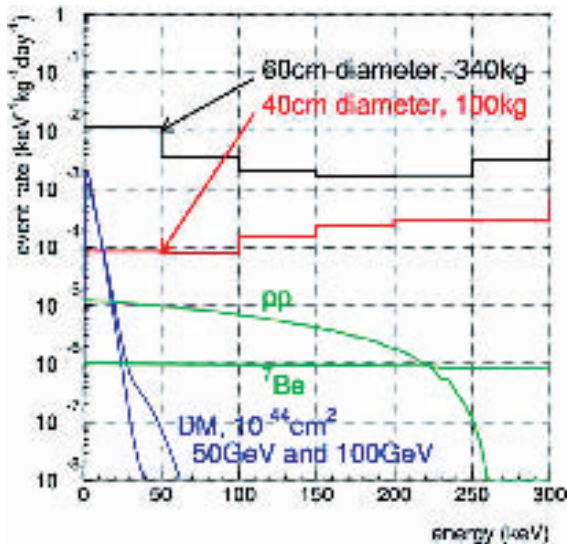


図5 800kg 検出器のバックグラウンドレベルと暗黒物質の信号の比較。

4. 低バックグラウンド実現のその他の技術

前章で述べたように、自己遮蔽能力によって検出器中心部に超低バックグラウンド環境を作りあげるのであるが、無論バックグラウンド源は外来ガンマ線だけではない。宇宙線ミュオンによる放射性不純物の生成、外来高速中性子の影響、内部に含まれる長寿命放射性不純物などが考えられる。ここで実験は神岡地下実験施設で行うため、宇宙線ミュオンの影響は現在の段階では問題にはならない。また高速中性子は水などの遮蔽体によって有効に遮蔽できる。そこで残るキセノン内部に含まれる放射性不純物を除去することが技術的に重要と考えられる。

キセノン内部に含まれる放射性不純物については、ベータ崩壊を生じるクリプトン85が有名である。これはキセノンを大気中から収集する際に、同じく希ガスの仲間であるクリプトンが混入するのであるが、原子炉から発生する放射性のクリプトン85も同時に収集してしまうからである。普通に市販されているキセノンガスには、10ppm程度のクリプトンが含まれ、1リットルの液体キセノンに換算すると10Bqに相当する。800kgの液体キセノンを用いた実験では、これを0.4ppt程度まで低減する必要がある。また、ウラン、トリウム系列の混入も 10^{-14} g/gレベルまで低減する必要がある。これらの不純物を除去するために、最近キセノンの精留塔を製作し、試運転を行い、非常に良い成果を挙げているので報告しておきたい。

図6に示したものが、独自に製作したキセノンの精留塔である。この精留塔は、キセノンとクリプト



図6 キセノン精留塔

ンの沸点の違いを利用することにより、1回の精製でキセノン中のクリプトンを1/1000に低減することを目標としている。先日この精留塔を用いて、310ppbのクリプトンを含む市販のキセノンを5ppbより十分少ないレベルまで低減できたことを確認した。これによって最初の目標はほぼ達成したと考えられる。最終目標である0.4pptまであと4桁の低減の必要があるので、この操作を数回繰り返すことによって目標が達成できるかどうかをこれから調査してゆく予定である。

5. 現在の進捗状況：100kg 検出器

800kgの検出器を建設する前に、現在100kgの液体キセノンを用いた研究開発を行っている。図7に示したのがその外観である。殆どすべての構成部品が、放射性不純物の少ない無酸素銅で作られている。一辺30cmの無酸素銅のチェンバーに、54個の MgF_2 の窓が取り付けられており、その外部から光電子増倍管でシンチレーション光を検出する。銀白色に光っているのが光電子増倍管であり、これら全体が環境放射線の遮蔽体に収まる。この装置を用いて、基本的特性である、(1)事象の再構成、(2)自己遮蔽効果の確認、(3)低バックグラウンド特性などを研究してゆく。この原稿を書いているのは11月末であるが、このあとすぐにこの検出器に液体キセノンを導入し、上記基礎データの収集を開始する予定となっている。

さらに進んで、100kgもの液体キセノンがあるのだから、この100kg検出器を暗黒物質探索に実際に使用することを計画している。残念なことは、この装置では光電子増倍管を真空仕切り窓の外に配置し

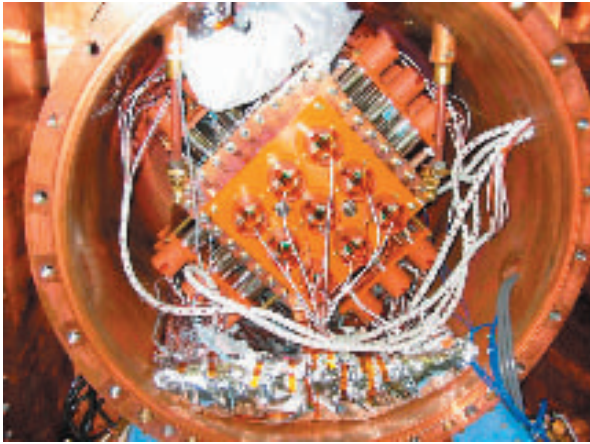


図7 (上) 100kg 液体キセノン検出器と (下) 扉つき放射線遮蔽体。

たことにより光電面被覆率が17%程度と悪く、さらに窓と光電子増倍管の間の真空層により全反射が生じ、光の収集効率が悪い。これを補うために図8に示したようにテフロンライトガイドを検出器内部に装着し、それによって中心付近のバックグラウンドが低い部分のみで発生する事象を高い光電子数で観測することを考えている。これがうまくいけば暗黒物質探索を一足早く開始することができると考えている。

6. おわりに

この数年進めてきた100kg 検出器の研究開発が、とうとう佳境に入ってきた。ここで得られる情報をもとに暗黒物質探索とその発見を目標とする800kg 検出器の建設に乗り出したい。特にこの実験は神岡地下実験施設で行われ、国内外の研究者を結集したものになるため、世界で最高の低バックグラウンド環境を創生できる可能性が十分にある。なんとかして2006年ごろ検出器の建設を行い、2008年ごろまでには暗黒物質の証拠を掴むに至りたい。世界中でも暗黒物質の発見に至ると期待される感度を持った実験が多数計画されているが、その中でも特にXMASS 実験の進展に注目しておいて頂きたい。

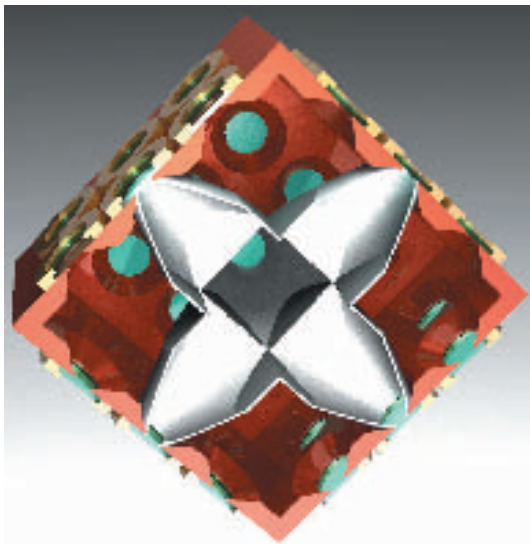


図8 テフロンライトガイドを導入した100kg 検出器。中心部で発生した光を効率よく6本の光電子増倍管で検出する。

宇宙線望遠鏡 (TA) の建設始まる

宇宙線研究所 福島正己

明野観測所の AGASA が見出した最高エネルギー宇宙線の起源を求めて、宇宙線望遠鏡 (TA: Telescope Array) の建設が始まった。TA の第 1 期計画は大気蛍光望遠鏡と地表アレイのハイブリッド検出器で、AGASA の 10 倍を超える感度を持つ。本年度開始の科学研究費補助金・特定領域研究で、宇宙線研・東工大・大阪市大・千葉大・芝浦工大に建設予算が措置された。

建設期間は 4 年、観測期間はそれに続く 2 年である。領域内では公募も認められ、すでに平成 16 年度分の課題公募が行われた。AGASA は、長年に亘って世界最大の空気シャワーアレイであったが、本年 12 月末に観測を停止する。TA はその使命を引き継ぎ、特定領域が終了する 2008 年までに AGASA の見出した super-GZK 事象とクラスタリングの観測的確立を目指す。AGASA の成果と、それを巡る世界の情勢については、本号の筑波宇宙線国際会議報告を参照していただきたい。

最高エネルギー宇宙線 ($E > 10^{20}$ 電子ボルトの super-GZK 事象) の観測は、100km² の面積を持つ AGASA でも 13 年間の観測で 11 例であった。TA の第 1 期計画では、面積 3.0m² のプラスチック・シンチレータを 1.2km 間隔で 24×24 のグリッドに並べた空気シャワーアレイを作り、その周囲 3ヶ所の丘の上に大気蛍光望遠鏡を設置して同時観測を行う (図 1)。アレイでの天頂角を 60 度まで取ると、ア

レイ・望遠鏡を合わせて 1 年間で 15 例を超える super-GZK 事象が観測できる。

アレイを取り囲む大気蛍光望遠鏡は、空気シャワーのエネルギー・到来方向・プライマリ粒子種について、独立な観測情報を与える。TA 第 1 期計画では、統計量の高い地表アレイの観測を大気蛍光望遠鏡で校正して、観測全体の信頼度を高めることを目的とする。特に蛍光総量は大気中でのエネルギー損失総量に比例するので、プライマリ宇宙線のエネルギーを測定する直接的な手段である。さらに、大気中でのシャワー縦方向発達の測定によってプライマリ粒子種の同定、とくに大気深くまで突入するガンマ線シャワーやニュートリノによる水平シャワーを特定することができる。もし超高エネルギーのガンマ線やニュートリノが観測されれば、super-GZK 事象の起源解明に大きなインパクトを与える。

地表アレイで使う検出器は、薄型のシンチレータを波長変換ファイバーで読み出す方式である (図 2)。これによって、厚さ 1cm の薄型シンチレータでも十分な光電子数が得られ、入射粒子の場所依存性も小さく出来ることが判っている。コストと取扱の容易さから薄型が理想的であるが、環境ガンマ線との分離には厚いシンチレータが有利である。現在、薄いものを 2 枚重ねて同時計数するか、厚みや光収集効率を増やして対処できないか試験中である。

宇宙線エネルギーの限界に挑む地表アレイの歴史は、広大なフィールドでどのようにして同時計測とデータ収集を行うかという「広さ」との戦いであっ



図 1 宇宙線望遠鏡の検出器配置 (第 1 期計画)

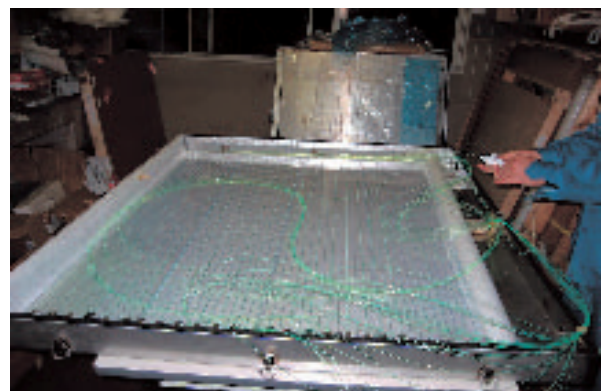


図 2 地表検出器のプロトタイプ (大阪市大担当、他に千葉大と宇宙線研で電子回路とデータ収集を担当)

た。 10^{15} — 10^{18} 電子ボルト領域を対象とする明野 1 平方キロアレイでは、各シンチレータからの信号を同軸ケーブルで観測所中央に集めて同時計測を行った。AGASA では総延長140km の光ファイバーを東京電力・NTT の電柱に張り巡らして100平方キロの領域でナノ秒精度の同時計測を実現している。1,000平方キロのTA に至って、有線技術ではコストの点でも環境負荷の点でも困難で、完全な無線化に進むことになる。

まず時間計測については、GPS 衛星からの信号を受信して粒子の到来時間を20ナノ秒の精度で記録する。そして3粒子以上がヒットした時間のリストを無線 LAN で毎秒センターに集め、ソフトウェアによって同時計測を決める。トリガ決定までの時間、各シンチレータの信号は16ビット、50MHz でデジタル化してメモリに蓄えておく。空気シャワーによる本物のトリガが発生すれば、メモリから無線 LAN でゆっくりと (>10秒) データを集めればよい。広大な砂漠に設置する検出器に商用電源は勿論引き込めないから、これらの消費電力約10ワットは太陽電池パネルで発電して賄う予定である。

シンチレータという伝統な粒子検出器であるが、世のハイテク技術である GPS・無線 LAN・大容量メモリ・ソーラーパネルや超低消費電力技術などによって初めて1,000平方キロの地表アレイが可能になった。TA の地表検出器システムが完成すると、これは軽量・低コストで設置が簡単、自立型かつ遠隔データ収集ができるから、アレイの拡張・変更やメンテは楽になる。将来の第2期計画では、一挙にAGASA の100倍の地表アレイを作って、大規模な宇宙線点源 (クラスター) の探索を行う夢が開ける。

大気蛍光望遠鏡としては、口径3m の球面反射鏡を使った超広角望遠鏡40基を製作する。1基の望遠鏡の視野は水平方向に18度、垂直方向に15.5度で、望遠鏡を2段重ねにして、仰角3—34度をカバーする (図3)。3ヶ所ある観測ステーションには、この望遠鏡12—14基を扇形に並べて、水平視野約120度をカバーする。反射鏡正面3m の焦点面には16×16本のPMT からなるカメラ (図4) を置いて、大気中のシャワー像を撮影する。PMT からの信号は10MHz・16ビットの実効感度でデジタル化する。試作中の電子回路では、夜光バックグラウンドの中から微弱な蛍光信号を拾い出すために、AD 変換器の後にFPGA を置いて夜光 DC レベルの差し引きと信号認識を行う。

原理的に単純な大気蛍光によるエネルギー測定であるが、これを正しく行うには幾つかの重要なポイ

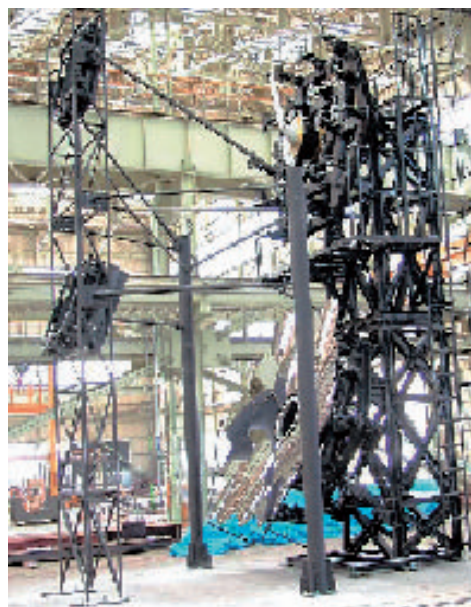


図3 大気蛍光望遠鏡の躯体・反射鏡・カメラフレームのプロトタイプ (宇宙線研担当)



図4 撮像カメラのプロトタイプ (東工大担当)

ントがある。その第1は、空気シャワー中心までの距離の測定である。単一の望遠鏡による観測では、シャワーの見かけの大きさによって距離を決めるが、これでは系統誤差が大きく信用し難い。TA では、遠く離れた2ヶ所の望遠鏡によるステレオ観測で空気シャワー軸を3次元的に定位する。また、その結果を地表アレイによるシャワー位置と比較したり、両者を合わせて測定の精度を上げることも可能になる。

第2は、望遠鏡感度の較正である。基本は、大気の発光効率やPMT の量子効率などを絶対値で測定して積み上げることである。ただ、この方式では多数のパラメータを測定・管理する必要があるために、労多くして精度にも限界がある。何とかして、感度を一挙にチェックできる one-shot calibration event が欲しい。そこで注目しているのがライナックから

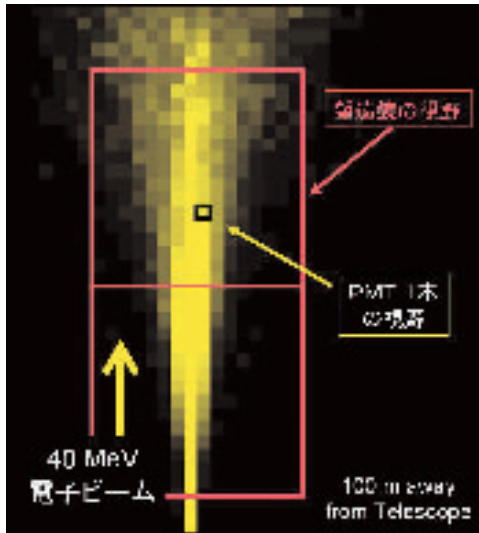


図5 大気中に上向きに打った電子ビームによる「擬似的空気シャワー像」。GEANT simulation による。

の電子ビームによる較正である。図5に、エネルギー40MeVの電子ビームを望遠鏡から100mの地点で大気中に垂直上方に打ち上げた場合の「シャワー像」を示す。電子ビームに 10^9 個の電子が含まれていれば、これは100m先に 10^{17} 電子ボルト（10km先に 10^{21} 電子ボルト）の空気シャワーが落下したのと同様の光量である。これは絶対値も判り、発光波長も実イベントと同じ、理想的な較正光源となる！

プライマリ宇宙線は超高エネルギーの単一核子であろうが、空気シャワーによるエネルギー損失の大部分は、臨界エネルギー（空気中で約80MeV）以下になった多数の電子・陽電子によって引き起こされる。この点でも低エネルギー・高電流の電子ビームはシャワーのよい近似であると言える。現在KEKの専門家の方々の協力を得て、この較正装置の検討を始めたところである。

第3の問題は大気の大気透明度、即ち大気中のエアロゾルなどによる大気蛍光の散乱損失である。エアロゾルの種類・密度が時間・空間的に変化するため、これを測定して補正することが重要になる。この為には、観測ステーション屋上とアレイ中心に、任意の方向に射出できる紫外パルスレーザを置き、大気中にレーザを射出してその散乱光を測定する。エアロゾルに影響されない十分な上空でのRayleigh散乱は、レーザのパワー（パルス中の光子数）と散乱断面積から散乱光の絶対強度が分かり、大気透明度を測る較正光源として使うことができる。また、レーザを射出した同じ場所で最後方散乱の時間変化を測定して大気透明度を求める方法が、大気汚染測定などのリモートセンシング技術で実用化されてお

り、この方法による較正も明野やユタ現地で試験して来た。

大気透明度測定はTAのエネルギー決定の鍵であり、ユタ大学の共同研究者や競争相手のオージェ・グループとも共同して技術開発を続けて行きたい。大気蛍光望遠鏡では、以上のような較正技術を使って、エネルギー決定の精度10%、到来方向決定の精度1度の実現を目指す。これに成功すれば、第2期計画ではAGASA×100の感度を持った望遠鏡群を建設して、GZK限界を超えたニュートリノやガンマ線を探りたい。

宇宙線望遠鏡は、米国ユタ州ソルトレーク市の南西125マイル、北緯39度・西経113度の地点に建設する。一帯は西部砂漠地帯と呼ばれているが、駱駝の隊商を連想するような「砂の砂漠」ではなく、灌木や丈の低い草が生えた荒野（wilderness）である。ネバダ州とユタ州に跨る大盆地（The Great Basin）の一部で、太古の湖が干上がって出来た雄大な丘陵が続いている（図6—8）。建設サイトの平均標高は1,400mで、北と西は山に遮られている。年間250mmの降雨は、太平洋にも大西洋にも流れ出さず、大盆地内のソルトレーク湖やサイト南方のセビア湖に流れて蒸発してしまう。湿度が低く、大気透明度は高い。ユタ大学のキャンパスはソルトレーク市にあり、排気ガスの影響が大きいですが、それでも大学の丘から見おろす市街の夜景は素晴らしく、街の灯の一つ一つが瞬いて見える。

観測サイトを西南に貫いて大陸横断ハイウェイ（ルート6）が走っている（図1）。この道は“The Loneliest Road in America”とも呼ばれている。道路脇に車を止めて立っていても、右にも左にも車は見えない。暫くすると遙か彼方に車のヘッドライトが



図6 望遠鏡第1サイト（Black Rock Mesa）における議論。



図7 望遠鏡第2サイト (Long Ridge) の近くから、下に地表検出器サイトを望む。

ポツンと見え、数分かけて通り過ぎて行く。ハイウェイに沿ってサイトの東側30kmには、デルタと呼ばれる人口3,000人の町がある。牧畜などを生業とする近郊農村の中心である。TAの建設や運用は、この町に設置した基地から行う予定である。デルタの西北、地表検出器のサイトに隣接して第2次大戦中に十数万人の日系米国人が収容されたトパーズキャンプ跡地がある。

望遠鏡サイト3ヶ所はユタ州の管理地で、ユタ大

学によって借用手続が完了している。サイト一帯の夜は人口光の汚染がなく、暗い。数年前のサイト調査の折、夜光で仄かに明るい星空に、周囲の山並みが黒々としたシルエットを作っている。そこから薄く白い煙が立ち昇っている、と見えたのは天の川であった。この「川」は頭上を流れて、小さな「湾」まで作って反対の山に落ち込んでいたのである。

地表検出器の設置場所は大部分が連邦政府管理地、一部が私有地である。全576ヶ所の借用とアクセス路の使用許可が出るのは、早くても来年暮れの予想である。この荒野に最初の望遠鏡2基と約20台の地表検出器を持ち込んで試験観測を始めるのは来年の夏以降になる。周辺は放牧地であり、好奇心の強い牛から検出器を守るための方策や、ライフルでの狙撃などバンダリズムを防ぐ手段を考えなくては行けない。この為にはデルタ市民やカウボーイの支援が不可欠である。彼らと協力して、美しい荒野の自然を乱さず、また有害野生動物の脅威にめげず（ガラガラ蛇、毒蜘蛛、サソリが生息しているという）、事故防止にも留意して、一刻も早く検出器を完成させたい。



図8 望遠鏡第3サイト (Drum Mountains) にて。

第28回宇宙線国際会議報告

梶田 隆 章

第28回宇宙線国際会議が7月31日～8月7日の8日間にわたり、つくば国際会議場で開催された。宇宙線研究所（組織委員長：吉村太彦所長）の主催であるが、東京大学および日本物理学会との共同主催となった。本会議は世界持ち回りで2年に1度開催

されているものであるが、日本では1979年以来、実に24年ぶりである。本会議を成功させるために、まず本会議の基本方針を決めるとともに準備を行うための準備委員会を1999年暮れに立ち上げた。その後2002年に組織委員会（宇宙線研究所の教官12人を主



体とし、総勢18名)とプログラム委員会(25名)を結成し、会場調査を含め14回にわたる組織委員会と6回のプログラム委員会を開催して準備を着実に進めた。同時に、本会議で重点的にとりあげる議題や招待講演者について、国際諮問委員会(24名)に諮り、意見調整を行なった。SARSの発生や渡航者のビザ取得問題など予期しない事態も発生したが、会議開催中の問題も含め適切に対応することができ、なんとか本会議は無事に終了した。

本会議では宇宙線に関する科学を広い範囲で議論した。会議は、参加者761人(42カ国)で、招待講演が開会記念講演を含めて6件、会議のハイライト的なトピックスを選んだ全体講演が7件、各参加者からの口頭発表が492件、ポスター発表が561件、ラポーター講演が9件という構成であった。また、会議の一般プログラム終了の翌日に柏市にて一般講演会も開催した。

超高エネルギー宇宙線

竹田成宏

今夏の国際会議においても「GZK cutoffの有無」はこの分野で最も関心をひいた話題の一つであった。前回ハンブルグでの国際会議以降、HiResグループとAGASAグループとも系統誤差の再評価を行い、それぞれ20%程度の影響と見積もった。これにより両者の「違い」は系統誤差として説明できるものと認識されつつあるように見受けられる。しかし、その本質がどこにあるかは未だ結論を導き出されていない。殊に大気蛍光法の系統誤差について、大気蛍光の発光効率の測定、各高度における温度・密度の季節変動、シミュレーションにおける粒子のトラック長さの過小評価の問題など、多くの指摘もあった。これらに答えるためにも今後の測定では、大気による減衰をモニターするだけでなく、Pierre Augerグループが始めたような大気温度・密度の高度分布をもモニターしていく必要があるだろう。

「GZK cutoffの有無」について最終結論を得るためには、より大きな露出(統計量)をもつ大気蛍光検出器と地上アレイによる同時観測が必要となる。この方針を目指してPierre Augerグループは、エンジニアリングアレイによる実イベントの観測・解析をはじめとして、ハイブリッド観測・解析における着実な進捗を示したが、物理結果の公表は今回の国際会議では見送られた。また、国際会議直前に予算が通ったTelescope Array実験によって、大気蛍光法(HiRes)とシンチレータアレイ(AGASA)のより直接的な相互比較が行われることになる。これらの相互比較の手法が確立すれば、それぞれの拡張に加えて、さらに巨大な有効検出面積を持つEUSO計画も控えており、超高エネルギーニュートリノ検出や超高エネルギーハドロン天文学への予感を感じさせる。

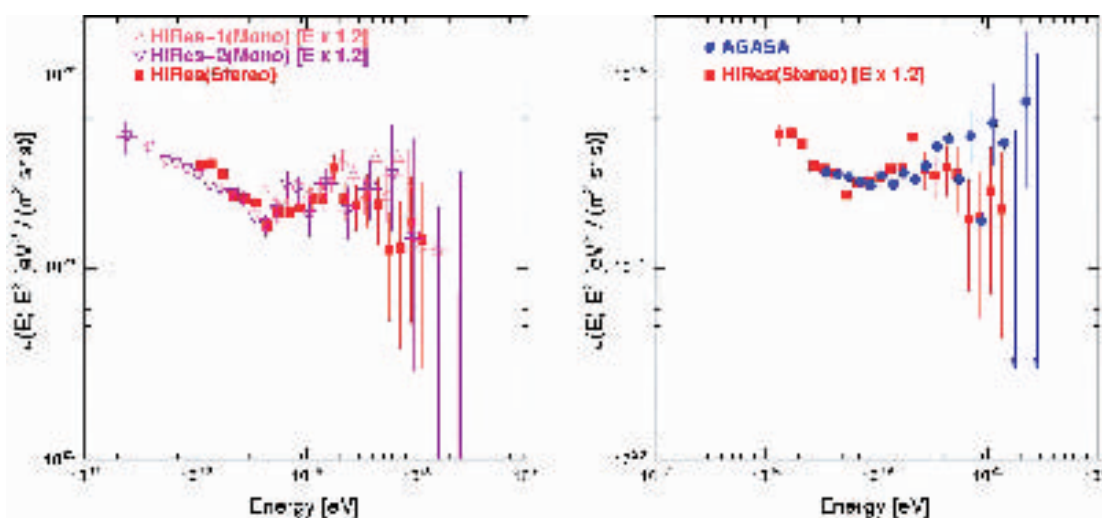


図 AGASAとHiRes(モノ、ステレオ)によるエネルギースペクトルの比較(左図:ステレオデータを固定、モノデータのエネルギースケールを+20%、右図:AGASAデータを固定、ステレオデータのエネルギースケールを+20%)。

一方、到来方向分布については、AGASA グループによる銀河系中心への集中 ($\sim 10^{18}$ eV) と cluster ($\geq 10^{19}$ eV, 4×10^{19} eV) という結果に対して、HiRes グループの一樣等方的な分布とここでも見解が分かれた。但し、HiRes モノデータにおけるエラーボックスの形状が歪なこと、観測時間の非一様性などもあり、解析手法の最適化が求められるところであろう。また、最高エネルギー宇宙線の伝播シミュレーションは、実験で得られた到来方向分布やエネルギースペクトル、起源モデルや銀河系の内外での磁場強度・構造を含めたより詳細なものへと進化しており、ここからも精密な組成データとさらなる統計量の飛躍が期待されている。現時点での組成に関しては、HiRes グループの X_{\max} の測定から、 10^{17} eV か

ら 10^{18} eV にかけて heavy から light へと変化し、 10^{18} eV 以上では light になっていることが示された。AGASA グループの μ 密度の測定からも 10^{19} eV 以上において Fe の割合が $14^{+14}_{-14}\%$ (90%CL) という矛盾のない結果を得ている。

最後に、HiRes (モノ、ステレオ) と AGASA によるエネルギースペクトル (エネルギースケールを調節) を示す。HiRes ステレオデータが preliminary であることは承知しているが、HiRes モノデータと AGASA とのちょうど中間に位置する結果を出している。この図をどう評価するかは読者に委ねるとして、2年後インドでの国際会議で発表されるであろう Pierre Auger グループや TA (+HiRes) グループからの成果を楽しみにしたい。

高エネルギー宇宙線

瀧田 正人

今回の宇宙線国際会議で、筆者がレポートするのは HE (High energy Phenomena) セッションのトピックスのひとつである一次宇宙線の中で、そのエネルギー領域が 10^{17} eV 以下の空気シャワー観測に関する部分である。

まず、 10^{14} eV 以下のエネルギーで2つほど面白そうな実験が目についた。ひとつめはアメリカにある水チェレンコフカロリメーターの Milagro 実験がようやくデータを出し始めたことである。宇宙線中の月や太陽の影、カニ星雲や活動銀河核 Mrk421 からのガンマ線観測、北天ガンマ線サーベイデータなどの解析結果を発表していた。先発の Tibet 実験との差別化を狙って、宇宙線中の陽子とガンマ線を弁別するソフトウェアに積極的に取り組むことによりガンマ線の S/N 比を上げようと努力している様子が伺われた。いまひとつは、中国のチベット高原に建設中の ARGO 実験である。RPC を用いた敷詰タイプの空気シャワー観測装置 (総面積 $5,000\text{m}^2$) である ARGO 実験は2005年にデータ取得開始予定で、現在その一部の 800m^2 のテストを行っている。首尾よく仕様通りに稼動すると、数 100GeV 程度のエネルギー閾値で広視野ガンマ線観測ができるはずである。隣同士にあるチベット実験と ARGO 実験は TeV 領域の GRB 等遷移的な現象を検出したときに、お互いにその結果をコンファームできることになる。

さて、次に 10^{14} eV $\sim 10^{17}$ eV の一次宇宙線に関しては、KASCADE 実験、Baksan 実験、チベット実験、

Ooty 実験、EAS-TOP 実験、BASJE 実験、チャカルタヤ実験、パミール実験等からの報告があった。

全粒子スペクトルに関しては、KASCADE 実験、EAS-TOP 実験、チベット実験 (Tibet-III) は今まで高い高いと言われていたチベット実験 (Tibet-I) と良く合う結果を報告した。どの実験結果が正しいのかを議論する前に、各グループで共通のシミュレーションコードで解析を行い、相対的な比較をすることがまず必要なのではないかという印象を受けた。これは、古いデータに基づく結果もあると思われるので、言うは易く行うは難しなのかもしれない。また、様々な系統誤差や各実験間のエネルギースケールの校正誤差 (例えば20—30%程度) を考えると、全粒子スペクトルの絶対値に関してはどの実験もよく合っており、スペクトルの3—5 PeV に折れ曲がり (Knee) が存在することを皆示唆しているというのが個人的な見解である。

一次宇宙線の化学組成に関して KASCADE 実験は、観測された電子シャワーサイズとミューオン数に基づいて、陽子、ヘリウム等のエネルギースペクトルを発表した。全粒子エネルギースペクトルの Knee は陽子成分の折れ曲がりによるもので、ヘリウム成分の折れ曲がりには陽子成分の2倍にあたり、超新星残骸での加速シナリオを支持するとの内容であった。ただし、KASCADE 実験のヘリウム成分スペクトルは直接測定とのつながりがあまり良くなさそうにみえる。一方、チベット実験は、中心に設置

したコア検出器（エマルジョンチェンバーとプラスチックシンチレーター検出器からなる。）により陽子成分にバイアスをかけた実験を行って陽子成分のエネルギースペクトルを測定したが、飛翔体による直接観測結果を低エネルギー側から延ばしたスペクトルからは、陽子成分の折れ曲がりには100—200TeV程度と見積もられ、KASCADE 実験とは統計誤差の範囲では合っていないようである。Tibet 実験は全粒子スペクトルの Knee は鉄等の重い原子核によるものと推測しており、これも超新星残骸での加速シナリオを支持する。KASCADE 実験およびチベット実験は現在、様々な系統誤差を見積っている最中であるが、その結果を早く知りたい。また、KASCADE 実験は KASCADE-GRANDE 実験のデータ取得が始

まったところで、鉄成分の Knee が 10^{17} eV 領域にあるかどうかを確認しようとしている。Knee 及びその前後のエネルギー領域の宇宙線の化学組成と折れ曲がりの問題の決定的解決にはまだかなりの時間がかかると思われる。

ここで、話は少し変わってシミュレーションコードに移る。宇宙線の標準シミュレーションコードとして現在広く使用されている Corsika であるが、その低エネルギー領域では、エネルギー保存則を満たしていない GHEISHA が使用されているので現在の GHEISHA はやめて FLUKA を採用した方がよいとの指摘があった。特に最高エネルギー領域のミュオンの数分布に大きな影響が出そうな印象を受けた。

OG セッション

榎本良治、大橋正健

一次宇宙線の成分に関しては実に膨大な数の実験が現在もなされており、規模もまちまちである。一般に規模の小さい実験は結果もあまり見栄えがしなかったという印象を受けた。BESS（反陽子）は毎年きっちりデータをだしている。ATIC（電子、原子核）に関しては粒子の分別がきっちり証明され、統計誤差も小さく、他を圧倒した感じがする。エネルギーの高いところはやはり原子核乾板しかなく、RUNJOB はいまだ健在である。これより少し上のエネルギーをみたいわけだが、これに関する画期的なアイデアはいまだでない。将来計画ではやはり AMS がもっとも金がかかっており、各測定器をひとつずつたくさんのトークにわけ話していた。ISS では CALET は AMS のとなりに位置している。

GRB に関して、HETE2ではいろいろなイベントがあったようですが、ここで宇宙線が生成されるといふ説得力はいまだないように感じられた。

ガンマ線観測では、チベット、ミラグロの全天サーベイはやはり大事である。現在かに星雲の1/3程度の感度までいっており、北天にはこれ以上のフラックスのガンマ線源は3つしかないということである。できれば南天に関する計画も示してほしい。HESS、WHIPPLEの北天観測では、さらにいくつかのガンマ線天体が同定された（グレードA）。未知の天体として TeV J2032+4130は果たして何なのか？かなり遠いAGN H1426+428からもTeVのガンマ線がきていることが確認され、銀河間の赤外バックグ

ラウンド観測値を信頼するなら宇宙線生成エネルギーは発散してしまうことになる。宇宙線の起源は単一ではなさそうである（あたりまえか？）。CANGAROO 実験（南天観測）は RCW86、RX J0852-4622、銀河中心よりのガンマ線検出を報告した。銀河中心はハイライトであった。NGC253に関してはガンマ線ハローとの解釈がでている。

加速理論では、Voelk、Berezhko、Ksenovontov の非線形理論はハイライトであった。その他のトークでは Simple な理論を展開する人が多かったが、複雑だからといって避けては通れぬという気がした。

暗黒物質では、各 IACT のグループは探査を始めた。上限値ではあるが、実験室の実験とくらべひけをとらない値が報告されている。銀河中心ともからめ今後の展開が楽しみである。

次期 IACT は、HESS と CANGAROO-III が動き出した。HESS 望遠鏡の性能は見事であり、CANGAROO で検出できなかった PKS2155-304からのガンマ線検出に成功している。また、最終結果でないが SN1006からはガンマ線が検知できておらず、今後の両グループの動向が注目される。CANGAROO-III の解析に関しては遅れ気味であるので今後の努力が必要である。MAGIC は順調に建設がすすんでいる（現時点では動き始めている）。

ニュートリノ、ミュオン

森山茂栄

このセッションでは、太陽ニュートリノ、大気ニュートリノ、南極等での高エネルギーニュートリノ実験、等に加えて、今回原子炉ニュートリノの観測を行った KamLAND の報告があった。2002年には SNO、KamLAND、K2K 実験などが相次いで成果をあげており、非常にアクティブなフィールドである。ただしセッションを完全に網羅できていないためこの報告がニュートリノ中心になってしまったことをご容赦いただきたい。

太陽ニュートリノの観測では、スーパーカミオカンデ (SK)、SNO の報告がなされた。SK では新たな解析が導入され、99%信頼度で LMA 解であることが示された。反ニュートリノの上限値として、標準太陽模型の予想フラックスの0.8%以下であることも示された。SNO からは、中性カレント反応検出率を高める NaCl を導入した結果は残念ながら報告されなかった。ただしフラックスの昼夜変動などを考慮した解析がなされ、やはり LMA 解を強く示唆していた。また、KamLAND の最新結果として、観測されたフラックス及びスペクトルの歪みから95%の信頼度で2つの LMA 解が許容領域として示された。まだ統計は少ないが地球内部起源のニュートリノの信号の可能性にも言及があり、今後の統計量の増加が期待される。

宇宙天体を起源としたニュートリノ観測としては、SK から幾つかの報告があった。超新星爆発起源の背景ニュートリノについては、その流束に制限をつける事ができた。ただし興味深いモデルに対しては依然3倍程感度が不足しており、今後の感度向上が望まれる。

また、SK フェーズ1での大気ニュートリノ観測

結果について報告された。今回、観測結果が $\nu\mu \rightarrow \nu\tau$ のニュートリノ振動ではないニュートリノ崩壊など、エキゾチックなモードについての解析もなされたが、データからはそれらの可能性については支持されないことが報告された。これらに関連して、BESS などの高精度の宇宙線フラックス測定は非常に重要であり、ミュオンの測定がいくつか報告された。山頂高度でのミュオンの測定、Cutoff rigidity によって地上のスペクトルの変化の測定などがあり重要な成果を上げている。高いエネルギーのミュオンについては、LEP の L3 検出器を使った高エネルギーミュオン測定 L3 + C が面白い、2 TeV までの測定が行なわれている。

ニュートリノ望遠鏡として、AMANDA が成果を上げていた。他にも Baikal、NESTOR、ANTARES、ICECUBE など活発に進められており、極めて活発なフィールドであると感じた。これらが狙うのは、 km^3 級の水チェレンコフであり、南極などで測定や準備を開始している。特に今回、AMANDA-II の初の成果が発表された。大気ミュオンの測定からは、CORSIKA を用いた期待値と比較され、天頂角分布はよくあっていた。大気ニュートリノは570事象観測され、100TeV まで Frejus の結果と一致している。ANTARES は2本のプロトタイプを海中に沈め、試験を行っており、2006年に検出器が完成の予定である。IceCube はやはり南極に2004年から建設予定であり、ハードウェアの製作や基本性能の評価が着々と進んでいた。地球を薄く貫通するタウニュートリノが作るタウを観測する提案も議論された。世界中で予定されているこのような大規模実験の今後の進展に注目してゆきたい。

重力波

黒田和明

重力波のセッションは、関係者のご理解とご努力により今回から初めて ICRC に取り込まれた。しかしながら、重力波関係の研究者が慣例的に出席している、Amaldi Meeting (2年ごと開催) 及び Marcel Grossmann 会議 (3年ごと開催) がそれぞれイタリ

アで7月6日から11日、ブラジルで7月20日から26日と開かれる事情と重なってしまった。日程がずれているとは言え、このように地球をちょうど3等分する位置での開催であるため、この ICRC での重力波セッションに参加する重力波関連研究者の参加数

に懸念があったことは確かで、このため、欧米の重力波プロジェクトを代表する参加者が確保できるよう、事前の勧誘に意を注いだ。最終的に仏・伊合同プロジェクトの VIRGO 計画からの参加者が得られなかったが、LIGO 計画、GEO 計画、イタリア共鳴型グループなどからの参加を得ることができた。米国 LIGO が、2 観測所ともに稼働を開始したこと、第一期の最終感度までもう一桁であること、GEO 計画は LIGO 計画と歩調を合わせて進んでおり、ヨーロッパでの将来計画が検討されていることなど、重力波研究の活発な様子を伺い知ることができた。

また、宇宙空間利用の重力波検出計画 LISA の紹介もあった。TAMA が観測データを蓄積しつつある現状を反映して、TAMA のデータを用いた解析について、神岡20m 干渉計観測データとの相関解析結果、合体後のブラックホール振動による重力波探査結果、2 重中性子星合体の重力波探査の状況、バースト波解析結果などが報告された。さらに、ニュートリノと重力波との同時観測としてイタリア国内の共鳴型

検出器データとの相関解析結果が Gran Sasso の LVD ニュートリノ Telescope を用いて実験を行っているグループから報告された。いずれも重力波の信号は埋もれてしまっている雑音の解析が主であるが、方法論と合わせて今後の進展が注目される場所である。

R & D 研究の報告は、日本の将来計画 LCGT、共鳴型重力波アンテナの感度向上の研究などに関するものであった。また、地下施設利用実験の広がりを垣間見せる報告として、ロシア Baksan ニュートリノ観測所で行われている地殻ひずみ計測があり、今年6月から開始された神岡地下施設の地殻ひずみ計を思い起こした関係者もおられるのではないかと史料される。以上の他、初期宇宙での重力波発生理論やコンパクト星の回転不安定性に基づく重力波発生などの理論に関する報告があった。発表総数は32件、このうち、口頭報告が18件、ポスター報告が14件であった。

小柴昌俊先生ノーベル賞受賞記念講演会

福島正己

平成15年10月2日、柏市・柏商工会議所・宇宙線研の共同主催で、小柴昌俊先生のノーベル賞受賞記念講演会が行われた。会場のアミュゼ柏・クリスタルホールは、柏の中学・高校生150人と市民250人によって満員となり、小柴先生の講演「ニュートリノ天体物理学の誕生」に聴き入った。小柴先生は、ケプラーによる天体運行法則の発見、ガリレオ・ニュートンによる万有引力の発見から説き始め、方角・時刻・スペクトル測定を兼ね備えたカミオカンデが、どのような努力と偶然によって超新星爆発や太陽ニュートリノ振動を解き明かす望遠鏡となった

かを生き生きと説明された。講演当初は中学生の理解力を心配されていたが、最後には超新星観測 SK ネットワークやニュートリノ地球トモグラフィにまで話が及び、新しい世代に夢を託して話を終えられた。講演後には十人を越える中学高校生と市民の質問に答えられた。「研究者を目指すのに何が一番大切か」との中学生の質問に「本当に好きなことをやると疲れを知らない、時間を忘れる。研究者に限らず、自分の適性はそれによって見つけなさい」と、ゆっくりと確信を持って答えられたのが印象的だった。



平成15年度柏キャンパス一般公開

東京大学宇宙線研究所一般公開委員長 久野純治

10月31日（金）および11月1日（土）の両日、物性研究所、大学院新領域創成科学研究所、宇宙線研究所合同の柏キャンパス一般公開が行われました。この一般公開も年々広く知られるようになり、年々多数の方が来場されます。柏キャンパス全体でのべ4,000人以上の方がいらっしゃいました。

今年の企画内容は以下の通りです。

- 宇宙線研究所研究活動紹介
- 宇宙線望遠鏡展示
- 重力波実験室見学
- スーパー神岡実験／カンガルー実験のビデオ上映
- 重力体験：Xブランコ
- 講演会

榎本良治助教授（東京大学宇宙線研究所）

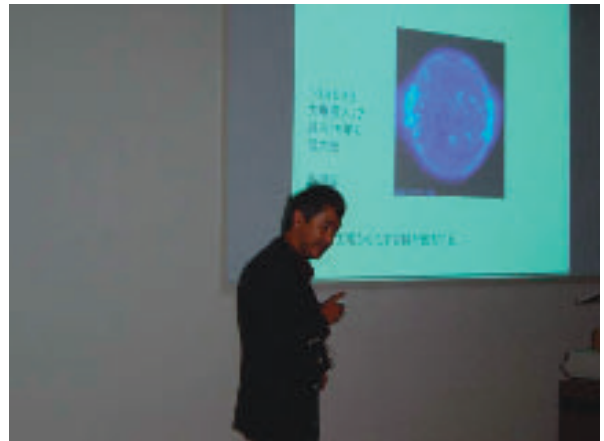
「宇宙線の起源を求めて」

須藤靖助教授（東京大学理学部）

「宇宙のダークサイド：暗黒物質と暗黒エネルギー」

今年は、各研究グループの紹介のパネル展示および実験施設の見学に加え、重力波グループは、防振装置として開発したXブランコの体験を設けました。講演会は、今年も外部の先生もお招きし、場所もより大人数を収容できる物性研究所の大講義室で行いました。須藤先生の講演は「暗黒エネルギー」といった最近の話題も網羅しており、最新の宇宙像をわかりやすく説明していただきました。一般の方々の関心は非常に高く、200人入る部屋がほぼ満員になるほどでした。

藤枝さん、松崎さんをはじめとする柏キャンパス事務部の皆様、ならびに宇宙線研究所一般公開委員の黒田先生、石原先生、浅岡先生をはじめとする宇宙線研究所の方々に、この場を借りてお礼を申し上げます。



自己紹介



安田直樹 (SDSS 助教授)

2003年11月1日よりSDSSグループ助教授に着任しました安田直樹です。今までは、SDSSの大規模データを用いた近傍銀河の性質の研究、国立天文台すばる望遠鏡を用いた遠方超新星の観測などを

行ってきました。宇宙線研究所に来るまでは学生の頃からずっと天文学関係の組織に所属していたこともあり、若干の文化の違いに戸惑うこともあります。宇宙線研究所の一員として少しでも貢献できればと思っています。

高エネルギーで観る宇宙についてはまだまだ素人ですが、私の専門である光学赤外線で観る宇宙と組み合わせることでおもしろいことはないかということも念頭に置きながら、研究を進めていきたいと思っています。よろしくお願いします。

人事異動

発令日	氏名	異動内容	現(旧)官職
H15. 10. 1	森 正 樹	昇任(カンガルー教授)	カンガルー助教授
H15. 10. 1	森 山 茂 栄	昇任(神岡助教授)	神岡助手
H15. 11. 1	安 田 直 樹	昇任(SDSS 助教授)	国立天文台助手

ICRR-Seminar 2003年度

- 6月24日(火) 野尻美保子氏(京都大学基礎物理学研究所)
“Dark Matter と素粒子物理”
- 7月8日(火) 須藤 靖氏(東京大学理学系研究科)
“宇宙構造形成パラダイムと冷たいダークマター”
- 7月29日(火) Dr. Kenichi Konishi 氏(Pisa University)
“Some Recent Developments in Supersymmetric Gauge Theories”
- 9月26日(金) 高橋 弘毅氏(大阪大学理学研究科)
“コンパクト連星合体の重力波探査(データ解析)”
- 10月6日(月) 福家 英之氏(高エネルギー加速器研究機構)
“宇宙線反重陽子の探索”
- 10月17日(金) Prof. Jocelyn Bell Burnell 氏(Univ. Bath, England)
“Women in Science”
- 10月21日(火) 羽澄 昌史氏(高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所)
“KEK B ファクトリーの物理—現状と将来—”
- 10月29日(水) Prof. Federico Joaquin Sanchez-Nieto 氏(Universitat Autònoma de Barcelona/KEK)
“Scibar detector in K2K and the future K2K physics”
- 11月6日(木) Prof. Todor Stanev 氏(Bartol Research Institute, University of Delaware)
“Atmospheric neutrinos and the cosmic ray flux”
- 11月11日(火) Prof. Venya Berezhinsky 氏(INFN, Laboratori Nazionali del Gran Sasso, Italy)
“Super GZK Neutrinos”
- 11月18日(火) 萩原 薫氏(高エネルギー加速器研究機構)
“The SM prediction of the muon $g-2$ and $\alpha(m_\mu^2)$ ”
- 12月1日(月) 川崎 一朗氏(京都大学防災研究所)
“神岡レーザー伸縮計で地球の何を見たいのか?”
- 12月2日(火) 福重 俊幸氏(東京大学総合文化研究科)
“Structure of Dark Matter Halos from Hierarchical Clustering”

- 12月16日(火) 森 浩二氏(Pennsylvania State Univ.)
“チャンドラ X線衛星をもちいたカニ星雲の研究”
- 12月16日(火) 海老沢 研氏(INTEGRAL Science Data Center)
“Chandra 衛星と ESO/NTT による銀河面の観測および拡散 X線放射の起源”
- 12月18日(木) 寺澤 敏夫氏(東京大学大学院理学研究科)
“天体加速現象の実験室としての太陽圏”
- 12月25日(木) Prof. Anatoly V. Butkevich 氏(Institute for Nuclear Research, Russian Academy of Science/ICRR)
“MC study of 2km Muon Range Detector for JHF neutrino experiment—Constarction and Performance—”

ICRR-Report 2003年度

- (1) ICRR-Report-499-2003-3 (July 18, 2003)
“Time Evolution of Tunneling in Thermal Medium—Environment-driven Excited Tunneling—”
Sh. Matsumoto and M. Yoshimura
- (2) ICRR-Report-500-2003-4 (July 16, 2003)
“Explosive Dark Matter Annihilation”
Junji Hisano, Shigeki Matsumoto, and Mihoko M. Nojiri
- (3) ICRR-Report-501-2003-5 (October 22, 2003)
“ $B \rightarrow \phi K_s$ versus Electric Dipole Moment of ^{199}Hg Atom in Supersymmetric Models with Right-handed Squark Mixing”
Junji Hisano and Yasuhiro Shimizu
- (4) ICRR-Report-502-2003-6
“Exact Analytic Continuation with respect to the Replica Number in the Discrete Random Energy Model of Finite System Size”
Kenzo Ogure, and Yoshiyuki Kabashima

マックスプランク、ドイツおよびヨーロッパでの研究予算

ドイツ・ミュンヘンのマックスプランク物理学研究所に移動してもう1年近くなります。最近は、私なりにこちらのいろいろな諸事情も多少理解が進んできたので、このコラムにドイツおよびヨーロッパでの研究予算事情について書かせていただきます。(若い人は読まないほうが良いかもしれません。)

今年の1月に着任するなり、すぐにマックスプランクのディレクター会議に出席しました。そこで驚いたのは、会議の最重要議題が「マックスプランク協会の財政難」ということでした。話を聞いた瞬間に、私は何か詐欺にでもあったかのような感覚でした。協会の会長と半年前の夏に研究計画、給与について交渉したときには、そのような話は一切聞かず、和やかな雰囲気の中で良い話しか聞かなかったからです。どうも、昨年暮れに、コール首相時代から隠されていた財政赤字が暴露され(なぜそのようなものが隠せるのか理解できませんが)、その回復のために政府関係の機関の予算が大幅にカットされることになったようです(5~10%カット)。基本的には今までの、旧東ドイツ側への過剰投資が原因だったようです。

さらに驚かされたのは、その会議から1~2ヶ月して、協会の会長に各研究所毎に呼び出され、今後数年間で5~10%の人員削減が言い渡されました。あつという間のできごとで、あれよあれよという間に、対策がトップダウンですべて決まってしまう(具体的にどのポストを切るかまで、協会側が決めてしまいました)。結局、我々のミュンヘンのマックスプランク物理学研究所では、理論部を一部削るということになったわけです。我々が、削減を止めるために食い下がろうとしたら、“Sorry, I need to do it.”との会長の言葉で終わりでした。というわけで、削減を受けなかった部門は来年からは、マックスプランクの予算は、基本的にほぼ回復する様子です。あまりの手際の良さに、驚く限りでした。

話をドイツに広げます。この9月に、カールスルーエで Astroparticle Physics in Deutschland と名を打ったワークショップが開かれ、我々のグルー

プからは MAGIC と EUSO のプレゼンテーションをしました。この時には約200名程度の研究者、学生が集まり、日本の宇宙線研究者会議にかなり近い数の研究者がいることに驚かされました。このワークショップは、日本の文部科学省に相当する BMBF 主催により開かれました。その主目的は、ドイツでの Astroparticle Physics 関係の研究者、研究を組織化をすることです。この会議で、KAT という ICRC に相当するような組織が作られ(ドイツの高エネルギーには昔から KET という組織が存在する、知っている人は知っているでしょう)、現在その Steering Committee メンバーの選出のための選挙準備が行われています。この組織は、BMBF にプロジェクトの推薦を出すための組織で、大型プロジェクトを合理的に予算化するための仕掛けとなるようです。目的意識が非常に明確化されています。また、BMBF (日本の文部科学省に相当) から役人が来て、一番前の席で、それぞれの講演をしっかりと聞いているのも驚きでした。休み時間などに会話を交わしましたが、彼らは、基本的にサイエンティストで、皆さん博士号を持っていました。

さらに、話を EU に広げます。現在、EU Network FP6 という第6期のヨーロッパ・フレームワークプログラムという、予算が走り始めています。非常に多額の予算を EU の各国が供出し、ブリュッセルに集め(総額約2兆円)、これが、サイエンス、テクノロジーのプロジェクトに使われます。Astroparticle Physics では ApPEC という枠組みが生まれ、詳細は不明ですが、100億円を超える予算が盛り込まれています。今この予算の取り合いで、皆さん、我々も含めてこここのところ血眼になっています。こちらの話は、あまりにも血なまぐさいので詳細は割愛させていただきます。

次回、同じコラムで再び書くチャンスがあれば、ヨーロッパの Astroparticle Physics のサイエンスレビューをしたいと思います。失礼しました。

(マックスプランク物理学研究所・ミュンヘン
ディレクター 手嶋 政廣)

No.52

2003年12月25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 (04) 7136-5106又は5137
編集委員 大橋正健 大西宗博