



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。

法人化後の大学附置研究所……………鈴木洋一郎	1	平成17年度宇宙線研究所一般公開報告……………	10
平成17年度共同利用研究成果発表研究会報告		乗鞍回想録……………村木 綏	11
……………久野純治、大橋正健	4	ICRR-Seminar/Report ……………	14
International Workshop on Energy Budget			
in the High Energy Universe ……………森 正樹	9		

## 法人化後の大学附置研究所

宇宙線研究所長 鈴木 洋一郎

法人化により附置研究所は大学に完全に取込まれてしまった。附置研究所は、これまでのように法的に保障されたものではなく、個々の国立大学法人の中期目標・計画の別表にリストされているだけになった。全国共同利用はそのリストに星印がついているのみである。法人化の強い縦糸にかろうじて、全国共同利用の横糸がぶらさがっている状態である。それでも、東大の今期の中期目標には、全国共同利用を推進すると、はっきり書かれており、少なくとも今中期計画中は、これまでどおりの活動が大学内外で出来ることになっている。全国共同利用と法人化とはそもそも整合性がよいものではなく、明確な位置づけが今後必要となってくるであろう。

法人化は、多くの問題を内在しつつも、戦後の新制大学発足以来の最大の大学改革であることは事実である。2年間の過ぎた。法人化の重みは、予想していた以上に大きいものであることが徐々に実感される。

法人化には負の側面といくつかの良い点がある。本当は良い面が数多くあるが生かしきれていないと言った方がフェアかもしれない。

研究所にとっては、予算、人員面に負の側面が大きくでている。特に宇宙線研究所のように、新規に大型の基礎学術研究予算を必要とするところは深刻である。法人化後、国立大学法人の予算は、国からの渡しきりの運営費交付金によってまかなわれている。大学には授業料収入や附属病院収入などの自己収入もあるが、これも運営費交付金とたくみに連動している。運営費交付金は毎年1%削減されてゆく。この削減をなんとか食い止めること等を目的として、特別教育研究経費が作られた。実際上はこの特別教育研究経費が従来の概算要求に代わる役割をして(実際の性格はかなり違うものであるが)、毎年各大学等から通常の運営費交付金に入らない教育・研究予算の要求がなされている。大雑把な話をすると特別教育研究経費のうち半分が大学共同利用機関の予算として執行されている。残り半分が教育関連に使われ、研究関連には全体の4分の1である。このうち半分以上はすでに進行しているプロジェクトの継続であり、新規は100億円程度である。これが87国立大学法人からの研究にかかわる新規の全要求に使われるのだ。特別教育研究経費といえども、渡しきりの運営費交付金であるから、仕組み上、大学法人が主体的にその運用にあたることになる。した

がって、文科省が国策的にプロジェクトを選択することは、特別教育研究経費のなかでは困難である。文科省は87大学から出てきたプロジェクト間の調整機能を果たし、各大学からでてきた推薦順位をみて、何らかの選定基準によりプロジェクトを選ぶのだ。少ない予算枠に対して87大学ということをもみても、大きなプロジェクトがこの中でスタートすることは容易でない。

大型学術予算を獲得するための障害は、法人化の仕組みそのものにもある。特別教育研究経費は各大学からの順位にしたがって選択が行われてゆくの、採択されるためには、大学から高い順位で出てゆく必要がある。しかし、非常に限られた財源である今の特別教育経費の中では、たとえ学術的に高い評価を得たとしても、大学から高い順位で出すことは、大学内の他のプログラムを圧迫するため、実際上かなりむずかしい。

また、本来大型プロジェクト研究の設備費に使われていた施設整備費は、近年大きく削減されており、しかもその大部分は、校舎の老朽化や地震対策に使われている。今後もその傾向はしばらく続いてゆくだろう。したがって、大型学術研究を推進するためには、この特別研究経費や施設整備費を増額するのみでは不十分で、何らかの性格的な変更が必要となる。また、これとは別の新しい予算の仕組みで、大型予算に対応する可能性もある。新しい仕組みは法人化の問題にとどまらず、国の科学予算のあり方に深く関連している。現在、各方面でこれらの問題点が認識され始め、新しい仕組みにむかっての流れが徐々に見えつつある。早い時期に動き出すことを期待したい。

法人化後のもう一つの大きな負の側面は、正規の研究者の数が増やせないこと、増やす仕組みがないことである。研究科は学科の新・増設などを通して、学生定員に応じた増員が可能で、現に法人化後も増員が行われているが、特定教員と呼ばれる研究所の教員は1%削減の対象であり減ることはあっても増えない。新しいプロジェクトがたとえ特別教育研究経費の中でスタートしたとしても、これまでのように、正規の人員は要求することもできないし実際つかない。

これを補完するようなくみが任期付特任教員の制度である。中小規模の研究は、特任教員制度により、より自由度が増えたともいえる。短期的に必要な人員は、そのプロジェクト経費である外部資金や特別教育研究経費からの任期付特任教員でまか

なうことができる。特任教員の雇用は充実し、今年度までに東大全体ですでに700人を超えるという。これら、中小規模でかつ5年程度で成果が期待される研究は、競争資金の標準的な期間にもマッチし、資金的にも展開がしやすくなっている。特に、産学連携として推進しやすい研究はまさに外部資金的にも恵まれ、特任制度が最大に生きる場所である。

しかし、任期付特任教員に依存し、正規の研究者が増やせない制度は、宇宙線研究所が推進しようとするような長期的な大型基礎学術研究には必ずしも適合しない。長期的な研究には、特任研究員のほかに、長い期間にわたって研究を主導してゆく安定したポストが必要になる。このためのポストは、今では、部局内での再配置か、学内での流動的ポストによるしかない。正規研究者の人員管理は完全に部局内問題・学内問題となってしまったのだ。部局内のポストを流動的に活用するように、見直しや再配置をしないと、法人化後のダイナミクスにはついてゆけなくなる。ある意味では、法人化による圧力で、人事が流動化し活性化すると積極的にとらえることもできよう。

じつは、通常の予算、運営費交付金についても同様なことがいえる。特別教育研究経費とごく一部の特殊な予算を除いて、費目というものは全く無くなった。旅費も物件費も自由になり、これまで、員等旅費と職員旅費の区別に閉口していたのは遠い昔のこととなった。施設運営費もなければ、装置の維持費もない。どのプロジェクトにいくら配分するか研究所で自由にできる。しかし、宇宙線研究所では、過渡的措置として、これまでの配分をほとんど継承してきている。予算の配分を研究所内でどのようにおこなってゆくかは、今後、研究所で大いに議論すべきところであり、これは、法人化により得ることができた大きな自由度である。見方を変えると、これは法人化により、研究所および研究に不断の自己評価が必要になったということでもある。外から評価される前に、自己評価により、きっちりした方向性を出す必要があるのだ。研究の整理統合が必要となる可能性もある。

法人化して総長室（大学執行部）の指導力が高まる仕組みが導入された。予算、人員の部局削減分の一部を総長室が持っている。宇宙線研究所は、総長裁量定員を一名もらっており総長室の指導力の恩恵を受けている。ただ、大学全体の方向性を総長室が出す場合に、各部局が持つ方針とポジティブに融

合・調和するのはなかなか難しいタスクであり、如何に部局と総長室を調和させて、大学全体の方向性を示してゆくかが今後の大きな課題であろう。

外部資金を取ってきたものが、今の若者の言葉を借りれば、所謂「勝ち組」になっている。これはある意味では正しいことかもしれないが、科研費以外の外部資金になじまない基礎学術研究にはそぐわない側面だ。この「外部資金をとれ」ということが、必ずしも予算上のことにとどまらず、大学の理念に大きな影響を及ぼしていることは注意が必要である。

必ずしも、法人化を契機とすることではないが、「社会への成果の還元」、「社会への説明責任」、「社会からの要請」、などということが強く言われ始めている。そのひとつの象徴として、産学連携が強く前面に出てきている。産学連携は大学の成果の還元

であり、社会に研究の有用性を説明するものであり、また、これは、社会からの要請にもあっている、ということである。もちろん、大学のひとつの役割として産学連携は大いに推進するべきであるが、そのなかで、大学の使命が矮小化されてゆく雰囲気がある。大学は多様である。我々の行う研究は、社会へ成果の直接還元をめざしたものでもなく、社会からの成果還元型要請で行われるものでもない。我々の研究は、体系化された人類の叡智の蓄積とその発展であり、社会の豊かな土壌を形成する。

どのような時代でも、我々は、研究の方向性を見極め、どのようなサイエンスを行うかを明確にすることがもっとも大切なことである。加えて、法人化という時の流れのなかで、我々の行う研究の意義、成果などの社会への分かりやすい発信がきわめて重要になっている。

## 平成17年度共同利用研究成果発表研究会報告

久野 純治、大橋 正健

恒例の共同利用研究成果発表研究会が、平成17年12月16日(金)と17日(土)の両日行われた。プログラムは以下のように多種多様な宇宙線実験をカバーしており、全部で34の発表があった。研究会の発表資料は宇宙線研究所のホームページに掲載されているので、発表の詳細はそちらを参照されたい。

[http://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/report/kyodo\\_seika\\_17.html](http://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/report/kyodo_seika_17.html)

会議に先立って鈴木所長の挨拶があった。今後何らかの形で全国共同利用の評価が入る可能性があることが指摘された。それぞれの研究の成果が共同利用の成果であり、それらを今後もう少しまとまった形で社会に発信していく必要があることが述べられた。

以下は登壇者からいただいたそれぞれの後援内容の要旨である。

### 「スーパーカミオカンデ」 三浦 真 (宇宙線研)

6月にK2K実験の最終結果が発表され、99.997%の信頼度で振動なしの仮説を排除した。SK-Iの結果はFull paperとして発表された。SK-IIの結果は2005年3月分まで解析され、SK-Iの結果と一致している。検出器では元のPMT数に戻す作業を2006年3月いっぱいまで行う予定である。

### 「XMASS」 小川 洋 (宇宙線研)

XMASS実験は液体キセノンを用いた低バックグラウンド環境での多目的検出器である。現在100kg検出器を用いて、暗黒物質探索のための次期800kg検出器に要求される検出器の性能の評価を行った。また、100kg検出器における100keV以下の領域のバックグラウンドを理解することを目的としたライトガイドを用いた100kg検出器の測定を2005年3月に行った。現在データの解析をすすめている。次期800kg検出器、それに用いられる光電子増倍管のデザインがすすんでいる。また、800kg検出器の性能(光量、位置の再構成)について、シミュレーションによる研究が行われている。

### 「液体キセノン検出器」 鈴木 聡 (早稲田大)

神岡地下実験施設で進めている15kg気体/液体2相型キセノン検出器を利用した暗黒物質探索実験

の現状と、この検出器を大型化するために光電子増倍管を内蔵した新しい検出器の基礎実験に関する報告を行った。

### 「暗黒物質の探索について」 清水 雄輝 (東大)

CaF<sub>2</sub> (Eu)を用いた暗黒物質直接探索を行なった。放射性不純物の少ない材料で検出器を構成し、神岡宇宙素粒子研究施設で測定をした。その結果、DAMAグループのSD相互作用での許容領域の一部を制限した。

### 「ガス飛跡検出器による方向に感度を持つ暗黒物質探索実験」 身内賢太郎 (京大)

平成17年度は神岡地下実験室での暗黒物質探索実験のための準備として、

A: 小型 (10cm角) マイクロ TPC による重イオン飛跡取得試験

B: 地下実験用大型 (30cm角) マイクロ TPC 開発

C: 地下実験の感度見積もり

D: 神岡地下実験施設の現地調査及び打ち合わせを行った。Dに関しては平成17年9月26、27日に神岡宇宙素粒子地下実験施設を訪問、中畑教授同行のもとで現地調査を行い、実験可能な場所を2箇所ほど確認した。平成18年度後半の地下実験開始までに調整、申請を行うことで合意した。

### 「100万トン水チェレンコフ検出器 (ハイパーカミオカンデ) の開発研究」 中村 健蔵 (KEK)

昨年度に引き続き神岡鉱業跡洞坑を候補地として、ボーリングコア等から推定した岩盤物性値を用い、測定器空洞掘削についての岩盤工学的検討を進めた。その他、100万トン級水チェレンコフ検出器のR & Dについて国際的な協力体制を議論している。物理では梶田が南方らと共に、神岡に加え韓国に大型検出器を置いた場合の長基線ニュートリノ振動実験(T2KK)の検討を行い、mass hierarchyの決定が極めて有望であることを示した。

### 「IceCube 実験」 間瀬 圭一 (千葉大学)

本年度、千葉大学ではIceCube実験に用いる光電子増倍管等の絶対較正と超高エネルギーニュートリ

ノ事象のためのソフトウェアの開発を行った。来年度はこれを引き続き行うとともに、現在南極に設置中の装置からの実際のデータ解析を行う。

#### 「超伝導重力計—神岡観測の意義—」

佐藤 忠弘 (国立天文台)

昨年10月22日に、神岡鉱山の旧重力波実験室の基台を利用して、超伝導重力計 (Superconducting gravimeter、以下 SG) による重力の連続観測が開始された。SG は超伝導電流が作る磁場を浮上力 (スプリング) に使った重力計で、1 nGal (1 E-11m/s/s) 以上の感度で地上の重力変化を観測することができる。設置 2 カ月後、100年に 2—3 度起こるか起こらないかの M9.3 の巨大地震がスマトラ島沖に発生した。この地震は、神岡 SG でも、その発生から、終焉 (自由振動 OSO モードの振幅が観測のノイズレベルに達した時点) までの 3 カ月間に渡って観測された。講演では、記録精度が良かった、神岡を含む世界 11 箇所のスマトラ地震の SG データを使った低周波地球自由振動の解析結果について紹介した。その成果の一つに、OSO モードの解析結果がある。観測値は、明らかに OSO の緯度による振幅変化 (緯度 80 度から -40 度の範囲で、 $\pm 2\%$ ) を示しており、3 次元地震波トモグラフィモデルを使った理論計算値より幾分大きく、特に、南半球での差が大きいことが分かった。この解釈については、まだ検討中であるが、SG は 1 mHz 以下では、地震計より高い精度の観測ができること、また、地球内部での質量変化に敏感なことをあり、低次の地球内部構造 (密度や弾性パラメータの分布)、特に、その密度構造についての新たな拘束条件が得られるものと期待している。神岡では、2 年前から 100m レーザ歪計による地殻歪の連続観測が行われており、この観測と SG 観測を組み合わせることで、地球のねじれ振動と動径方向振動とのカップリングについても詳しい議論ができる環境にある。

#### 「宇宙の進化と素粒子模型」川崎 雅裕 (宇宙線研)

宇宙の暗黒物質の探査に関して、暗黒物質が超対称性粒子、特に wino-like な場合に、対消滅による銀河中心からのガンマ線フラックスとハローでの電子・陽電子対生成を見積もり、実験的に興味深いパラメータ領域があることを示した。また、宇宙論におけるモジュライ問題を紹介した。

#### 「TA・AGASA」 本田 建 (山梨大)

地表検出器については 350 台分の検出器を作成し、

回路の量産を行っている。望遠鏡については、ミラー、カメラと回路を取付け実際の空気シャワー事例を観測することができた。カメラの量産と日本から遠隔操作できる DAQ システムの試験を行っている。大気モニターについては現地で試験を行い、20 km 付近まで大気消散係数を決めることができた。Linac については製作段階にある。AGASA については、Simulation study より再解析に向けて不定性が最小になるエネルギー推定方法を現在検討中である。

#### 「チベット」 瀧田 正人 (宇宙線研)

チベット空気シャワー観測装置のデータ解析により、knee 領域近辺の宇宙線陽子スペクトル、銀河宇宙線異方性、定常的 TeV  $\gamma$  線点源の探索、Monogem Ring からの PeV  $\gamma$  線探索等の研究を行った。

#### 「エマルションチェンバー実験について」

吉田 健二 (神奈川大学)

エマルションチェンバーによる気球実験を行い、一次電子と共に大気ガンマ線の観測を行った。講演では、大気ガンマ線から推定した一次陽子スペクトルおよび上空のミュオンスペクトルについて発表した。

#### 「CANGAROO-III」 吉田 龍生 (茨城大学)

ステレオ観測を順調に継続し、2 年目に入った。Crab や Vela パルサー星雲領域のステレオ観測のデータ解析を進め、結果を ApJ に出版した。鏡の洗浄などの維持作業をできる限り行い、望遠鏡の性能を向上することに成功した。

#### 「EUSO」 戎崎 俊一 (理研)

EUSO は ISS 搭載の口径 2.5m 超広視野望遠鏡で、10 の 20 乗 eV を超える超高エネルギー宇宙線が生成する空気シャワー中の励起した窒素分子から出る紫外線を撮像し、その発達を三次元的に観測する。本年度日本で開発したフォトディテクターモジュールの概要とこれを用いた雷等の観測準備状況について報告する。

#### 「ガンマ線バーストの迅速な発見、観測による宇宙形成・進化の研究」 森 正樹 (宇宙線研)

ガンマ線バーストの残光現象を可視光で多波長観測し、高赤方偏移ガンマ線バーストの探索や GRB 光度曲線の測定を行うため、明野観測所に 50cm 口径望遠鏡を設置して運用を開始した。まもなく三色カメラが設置される。

## 「ASHRA」

佐々木真人（宇宙線研）

Ashra は、要素開発後、1年間のハワイにおける試験観測を55%の稼働効率にて遂行した。全角50度の視野で分角精度にて、星の光学撮像に実現、ガンマ線バーストの瞬間を含む長時間の光学対応天体観測、さらに、宇宙線空気シャワーに同期した自己トリガを用いた大気チェレンコフ光撮像に成功した。いずれも、独自開発の広角高精度光学系、光電撮像管と半導体センサを駆使した世界で初めての成果である。現在、ハワイ島マウナロア山中腹、高度3,300 mの場所を借り、観測ステーションの設置中である。第1計画では、同サイトにて、光学調整されたユニットごと、順次、光学閃光の観測を開始し、全天監視による閃光アラートを実現すると共に、宇宙線用の自己トリガ装置を装着し、第2サイトと連動した大気チェレンコフ光・蛍光のハイブリッドステレオ観測へと発展的に展開する。第2計画では、3つのサイトを完備し、大統計にて、宇宙線・光学ステレオモニタ観測を確立する。

## 「MeV 領域から GeV 領域のニュートリノ原子核反応の研究」

作田 誠（岡山大）

この研究では、超新星ニュートリノ研究やニュートリノ振動実験に必要である、MeV から GeV 領域のニュートリノ原子核反応（準弾性散乱、共鳴生成）を電子-原子核反応と合わせて定量的に開発してきた。

## 「大型低温重力波望遠鏡の開発・設計（VII）」

黒田 和明（宇宙線研）

概算要求実現に向け従来の設計を修正し、それに基づく設計感度の推定を行った。最大距離で260Mpcまでの2重中性子星合体の重力波を捕捉できる。このために必要な技術開発の状況と成果について報告した。

## 「サファイア開発」

鈴木 敏一（KEK）

LCGTのサファイア鏡懸架の組み立てや保守作業を簡便迅速化するためにサファイアロッドを塑性変形させて懸架構造を作る研究を行っている。まだ最終的な形状は得られておらず、現在予熱用の炭酸ガスレーザーを増強中である。

## 「光スクイーミング」

奥富 聡（宇宙線研）

レーザー干渉計型重力波検出器における光スクイズド状態生成の検証を目標とした実験を行っている。テストマスを十分軽くするとこの効果が測定できる。

本年度は0.5gの3段振り子を構築した。来年度測定開始を目指し準備を進めている。

## 「CLIO」

大橋 正健（宇宙線研）

平成14年度から進めてきた神岡低温干渉計 CLIO が完成しつつある。すでに真空系やミラー冷却テストが終わっており、現在は干渉計の調整作業が続けられている。

## 「レーザー伸縮計観測」

高森 昭光（地震研）

神岡鉱山に設置した100m基線長レーザー伸縮計によって、スマトラ地震に起因する微小ひずみステップの観測に成功した。また、信号処理を自動化することにより、これまで観測されたひずみの長期トレンド解析が可能となった。

## 「チャカルタヤ山宇宙線共同実験」

玉田 雅宣（近畿大）

（要旨未提出）

## 「ボリビア空気シャワー（BASJE）」

常定 芳基（東工大）

BASJEでは、“knee”を超える領域での宇宙線化学組成研究のため、新ASアレイを建設中で、2006年前半にもデータ取得が開始される予定。また、大気蛍光観測による組成研究を計画中であり、その準備状況についても報告した。

## 「気球による高エネルギー電子、ガンマ線の観測」

鳥居 祥二（早稲田大）

南極周回気球を利用した13日間の気球観測の実施により、超新星残骸における電子加速機構の解明と暗黒物質探索を目的として、100—1,000GeVの電子観測を行いプレリミナリーな結果を得た。現在、さらに大規模な気球観測によりTeV領域における電子加速源の直接観測を行うための装置開発、観測準備を行っている。

## 「大型ミュオンテレスコープによる銀河宇宙線強度変動の研究」

野中 敏幸（大阪市大）

低エネルギー銀河宇宙線強度の太陽活動に起因する様々な変動を可視化している。太陽フレア+CMEによって生成された宇宙線低密度領域によると思われるロスコーン型異方性を長時間同時観測することに成功している。

## 「新方式による太陽中性子の観測」

松原 豊（名古屋大）

太陽表面における高エネルギー粒子加速機構を解明するために、乗鞍に64m<sup>2</sup>太陽中性子望遠鏡を設置し、太陽中性子検出のための連続運転を行っている。平成17年度は、冬期無人時にデータ収集系が故障してもよいように、データ収集システムを二系統にした。また、荷電粒子除去効率を上げるためにサイドアンチを補強した。平成16年度の実績から平成17年度の冬期連続運転は十分行えるであろうが、現在は、方向測定系を稼動していないので、今後は方向測定部もデータ収集に含められるよう省電力化を図りたい。太陽活動は、平成18年に極小期を迎えるが、平成17年9月7日にはボリビア・メキシコで太陽中性子が観測されるなど、装置が常に安定に動いている重要性が感じられる。

## 「乗鞍岳における空気シャワーの連続観測、およびミューオン強度の高精度測定」

安野志津子（愛知淑徳大）

ミューオン強度の観測から、太陽活動と宇宙線強度との関連を知る。2005年は太陽活動静穏期には珍しく、1月にはGLE現象（高エネルギー太陽宇宙線の増加）が観測された。また、銀河宇宙線に表れるフォープッシュ減少も大きいイベントが4例もあった。なお、36m<sup>2</sup> Muon Telescopeによる連続観測（1969—2004）は終了した。

## 「乗鞍岳におけるミューオン強度の精密観測」

加藤 千尋（信州大）

乗鞍観測所の冬季閉鎖（無人化）に伴い、連続観測を継続するために太陽光発電を用いた自立観測システムを導入した。その経過と現状の報告。

## 「高地における連続微気圧観測」

綿田 辰吾（地震研）

低層大気の高音速度層に捕獲された音波の定在波を圧力変動として検出すべく乗鞍での連続微気圧計測を開始した。2004年から越冬観測を実施し、圧力変動パワースペクトル季節変化や、重力波（山岳波）を検出した。

## 「高山植物の生理生態的機能と環境形成作用 —ハイマツ群落の環境応答—」

丸田恵美子（東邦大）・池田武文（京都府大）

乗鞍岳の観測所周辺に優占するハイマツは地形に

よって生育形態が変化している。尾根では高さ20cmほどで幹は地面を這うようにしか伸びることができない。卓越する西よりの強風によりハイマツの葉が毎年、損傷を受けることによって成長が劣化することを示した。

## 「天然放射性核種 7 Be、210Pb 降下量」

大橋 英雄（東京海洋大）

大気中に存在する天然放射性核種210Pbや7Beはエアロゾル研究に重要なものである。東京都港区にある東京海洋大学と青森県六ヶ所村で同時観測を行い、東京より青森の方が両核種とも降下量も多く、季節変動が顕著であることが分かった。

## 「Be-7、Na-22などによる宇宙線強度時間変化及び古木年輪中の放射性炭素測定と微量放射性同位元素分析」

櫻井 敬久（山形大）

2000年から2005年までの宇宙線生成核種 Be-7の大気中濃度日変動データを示し、太陽活動、緯度効果、地球の大気循環との関連についての解析、および樹木年輪中の微量元素K-4の年輪分布について報告した。

## 「微小宇宙物質の高感度元素定量法の確立、南極宇宙塵の化学的研究、少量南極隕石の26Al放射能の測定」

福岡 孝昭（立正大）

宇宙塵とか隕石中鉱物等大きさ<100 μm、重さ<100 μgの宇宙物質の元素組成をできるだけ多数、高精度で分析する方法を開発している。今回、親鉄元素 Ir の標準試料として NIST の白金線中の Ir の均質性をチェックした。数 μg では不均質であることがわかった。

南極ドーム Fuji 基地の生活水は周辺の雪を大量に融かして得ている。水槽沈殿物中にシッポのあるガラス玉が存在する。その起源として彗星あるいは断熱材（ロックウール）の可能性が考えられていた。今回、ドーム Fuji 基地の断熱材中のガラス玉を分析した結果、水槽沈殿物中ガラス玉は断熱材に由来することがわかった。

南極隕石の落下年代を微弱放射能測定施設を利用して、隕石中26Alのγ線測定から求めている。AMSによる26Al測定による方法との対比のため、1969年に落下した Allende 隕石の26Al放射能を測定したが予想より低かった。この原因は測定試料が隕石の内部深くからのものであるからと考えられる。

## 平成17年度共同利用研究成果発表研究会プログラム

### 12/16 午後

	〈講演タイトル〉	〈名前〉
13:00—13:05	はじめに	鈴木洋一郎 (宇宙線研)
13:05—13:25	スーパーカミオカンデ	三浦 真 (宇宙線研)
13:25—13:40	XMASS	小川 洋 (宇宙線研)
13:40—13:55	液体キセノン検出器	鈴木 聡 (早稲田大)
13:55—14:10	暗黒物質の探索について	清水 雄輝 (東大)
14:10—14:25	ガス飛跡検出器による暗黒物質探索実験	身内賢太郎 (京大)
14:25—14:40	ハイパーカミオカンデ	中村 健蔵 (KEK)
14:40—14:55	ICEcube 実験	間瀬 圭一 (千葉大学)
14:55—15:10	超伝導重力計—神岡観測の意義—	佐藤 忠弘 (国立天文台)

break

15:30—15:45	宇宙の進化と素粒子模型	川崎 雅裕 (宇宙線研)
15:45—16:05	TA・AGASA	本田 建 (山梨大)
16:05—16:20	チベット	瀧田 正人 (宇宙線研)
16:20—16:35	エマルジョンチェンバー実験について	吉田 健二 (神奈川大学)
16:35—16:50	カンガルー	吉田 龍生 (茨城大学)
16:50—17:05	EUSO	戎崎 俊一 (理研)
17:05—17:20	ガンマ線バースト残光観測用明野50cm 望遠鏡	森 正樹 (宇宙線研)
17:20—17:35	ASHRA	佐々木真人 (宇宙線研)
17:35—17:50	ニュートリノ原子核反応	作田 誠 (岡山大)
18:30—	懇親会	

### 12/17 午前

9:00—9:20	LCGT 計画	黒田 和明 (宇宙線研)
9:20—9:35	サファイア開発	鈴木 敏一 (KEK)
9:35—9:50	光スクイージング	奥富 聡 (宇宙線研)
9:50—10:05	CLIO	大橋 正健 (宇宙線研)
10:20—10:35	レーザー伸縮計観測	高森 昭光 (地震研)

break

10:55—11:15	チャカルタヤ山宇宙線共同実験	玉田 雅宣 (近畿大)
11:15—11:35	ボリビア空気シャワー (BASJE)	常定 芳基 (東工大)
11:35—11:50	気球による高エネルギー電子、ガンマ線の観測	鳥居 祥二 (早稲田大)

lunch

### 12/17 午後

13:00—13:15	大型ミュオンテレスコープによる 銀河宇宙線強度変動の研究	野中 敏幸 (大阪市大)
13:15—13:30	太陽中性子	松原 豊 (名古屋大)
13:30—13:45	空気シャワーおよびミュオン強度	安野志津子 (愛知淑徳大)
13:45—14:00	乗鞍岳におけるミュオン強度の精密観測	加藤 千尋 (信州大)
14:00—14:15	高地における連続微気圧観測	綿田 辰吾 (地震研)
14:15—14:30	高山植物の生理生態的機能と環境形成作用 —ハイマツ群落の環境応答—	丸田恵美子 (東邦大)・池田 武文 (京都府大)

break

14:50—15:05	天然放射性核種 $^7\text{Be}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 降下量	大橋 英雄 (東京海洋大)
15:05—15:20	$^7\text{Be}$ 、 $^{22}\text{Na}$ 、古木年輪	櫻井 敬久 (山形大)
15:20—15:35	微少宇宙物質、南極隕石、南極宇宙塵	福岡 孝昭 (立正大)
15:35—15:40	閉会の言葉	西嶋 恭司 (東海大)

## International Workshop on Energy Budget in the High Energy Universe

森 正 樹

表記国際ワークショップが2月22日より24日まで柏総合研究棟（宇宙線研究所の東側に増築された）の大会議室で行われ、総計126名（うち20名は国外から）の参加者により、X線から $10^{20}$ eVの最高エネルギーまで、実に17桁にわたる広範囲なエネルギー領域をカバーし、宇宙のエネルギー収支を意識した総合的な高エネルギー宇宙の理解を目指して、最新のデータと理論に基づき活発な議論が行われた。

宇宙を満たすマイクロ波背景放射が大きなエネルギー密度を持つことは知られているが、X線や高エネルギーの宇宙線も無視できないエネルギー密度を有し、その生成源とされる超新星爆発及びその残骸における非熱的粒子加速の問題と、宇宙の構造や磁場の問題は相互に絡み合い、その理解にはニュートリノも含めた広い範囲の観測結果を総合することが重要である。このワークショップはこのような研究のきっかけとなるとともに、広い範囲の研究者の交流を深めることを意図したプログラムで行われた。高エネルギー宇宙物理の第一人者である Rashid Sunyaev 氏と、チェレンコフ望遠鏡による TeV ガンマ線観測の開拓者である Trevor Weekes の両氏の参加を得て、Special Lecture として1時間ずつの講演

が行われ、直接の専門以外の聴衆も理解を深めることができたと思っている。会期は3日間に限られていたため、プログラムは25件の招待講演（うち14件は国外参加者）を中心とせざるを得ず、32件寄せられた一般講演のうち口頭講演を5件しか入れられなかったことが残念である。（残り27件はポスター講演が行われた。）なお、プログラムおよび講演者のプレゼンテーションファイルなどは Web サイト <http://ebhu.astron.s.u-tokyo.ac.jp/> から閲覧することができる。集録は書籍として次年度に出版される予定である。

また、このワークショップは東京大学の21世紀 COE プログラム「極限量子系とその対称性」の研究課題「素粒子と宇宙の統一描像の構築」及び「ニュートリノの研究、及び関連した研究による動的宇宙の研究」のメンバーを核とし、宇宙線研究所の共同利用研究と、国立天文台の支援の下に開催することができた。組織委員会もこれらの混成メンバーから構成され、広範囲の話題についての的確な講演者を招待することができたと自負している。関係各位と、各方面からの支援に厚く感謝する次第である。



## 平成17年度宇宙線研究所一般公開報告

平成17年10月28日(金)、29日(土)の両日にわたり柏キャンパス(新領域創成科学研究科、宇宙線研究所、物性研究所、人工物工学研究センター、空間情報科学研究センター、高温プラズマ研究センター、気候システム研究センター、環境安全研究センター 柏支所、柏図書館)及び柏Ⅱキャンパス(生涯スポーツ健康科学研究センター)において一般公開が行われました。今年は「つくばエクスプレス」が開業し、柏の葉キャンパス駅からの送迎バスも運行されました。天気予報では雨が心配された2日目が一時的な小雨程度であったこともあり、2日間で約3,800人の見学者が訪れました(宇宙線研究所には約900人)。

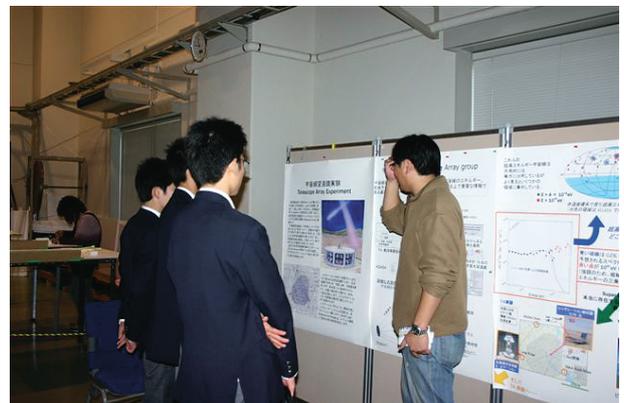
宇宙線研究所の一般公開の内容は、6階ホールでの常設展示パネルによる各研究グループの研究紹介、6階大会議室でのスーパーカミオカンデ実験とカンガルー実験のビデオ上映、1階での宇宙線望遠鏡展示、重力体験(Xプランコ)、総合研究棟地下の実験室でのASHRA計画の展示でした。キャンパス主催の特別講演会は、29日の午後1時から3時の予定で柏図書館1階メディアホールにおいて行われました。宇宙線研究所では東京大学理学系研究科の岡村定矩先生に講演を依頼し、「銀河からなる宇宙—その果てを探る—」という題目で講演をして頂きました。岡村先生を始めお話し頂いた先生方はみなさん時間を超過してお話し下さり、会場も立見は言うに及ばず部屋に入れられない人がいるほどでした。

宇宙線研究所の見学者の方々にアンケートのご協力をお願いし、164の回答を頂きました。10歳未満

から70歳以上まで幅広い層の方々が見学に来られていて、約7割の方が初めてということでした。中には5回目以上という方もいました。ポスター、インターネット、学校、チラシ、新聞などを通して柏キャンパスの一般公開を知り見学に来られています。

「最先端の研究に触れ、素晴らしいと思った。」  
「丁寧な説明で親近感がわいた。」などの感想を数多く頂き、半数以上の方々には、分かりやすかった、興味が持てた、という印象を持ってもらえたようです。一方、「専門用語が多すぎて分かりづらい、子供向けの分かりやすい企画があればよい。」「各グループごとの発表は詳しくて良かったが、宇宙線を研究すると何がわかるのか等をまとめた展示があればより良いと思う。」などの改善すべき要望もいくつか頂きました。

事務部の皆様、ならびに宇宙線研究所の方々のご協力のおかげで一般公開は無事終了することができました。この場を借りて感謝を申し上げます。みなさまお疲れ様でした。



## 乗鞍回想録

名古屋大学太陽地球環境研究所 村木 綏

乗鞍観測所の実験を通して何がわかったのか、私が乗鞍とつき合った40年間の体験談を交えて研究成果をまとめることにする。

私が名古屋大学大学院に入ったころ、C（混沌グループ）研究室の研究テーマは“乗鞍におけるハドロンジェットの解明”と、“地上でのミュオン中間子の相互作用の研究”の2つであった。前者は水谷先輩が携わっており、後者は湯田先輩が主に実験していた。何もわからないM1の私は、山に登れると聞き、趣味の登山と一致した乗鞍を選んでしまった。私は教授になってから、学生には研究テーマが研究人生を決めるので、慎重に選ぶようにと忠告している。

当時の乗鞍宇宙線観測所は専任教官がおらず、技官と事務官と利用する各大学の研究者でのんびり運営されていた。1966年乗鞍に登ると神戸大学の豊田先生や職員の山角さんがいた。毎晩の宴会を通し、人間的な交流が次第に深まっていった。仕事で退屈すると山頂に登りブロッケン妖怪やご来光を見た。早朝、雲海が足下に必ず沈んでいるのは幻想的であった。また五の池の方へ歩くと雷鳥の親子やクロユリや駒草に出会えた。今は五の池は立ち入り禁止だそうだ。山の職員が山頂の権現池から水を引くための水門の栓を開けに登ったら熊に会って大あわてで帰って来た話を聞かされた。国立公園の中に立地した研究施設ならではの自然とのふれ合いがたくさんあった。

冬は3週間単位でシフトが組まれていた。初めはスキー場のリフトが上まで行っておらず（1,800mまで）、鳥井尾根を三本滝（2,000m）まで林の中をスキーで歩いて登った。三本滝の所が絶壁で、雪上車が迎えに降りてこられないからである。ある日私の乗った雪上車が位の壁（2,450m）で横滑りして横転した。一回転した後、幸いにも下の木にひっかかって止まり、命を落とさずに済んだ。雪上車は一回転したので、また山道を登って観測所（2,770m）に帰って行った。“事故車”は当然翌年買い換えとなった。それ以来雪上車は、位の壁を降りないことになり、スキーの裏側にアザラシのシールを貼り、ツアーコースの雪の上を歩いて雪上車まで登る

ことになった。

怖い経験はまだある。M2の時それは起った。当時でも今でも、下山の時は必ず職員が一緒に降りることになっている。花山、藤井、村木は2名の職員と一緒に下山することになっていた。しかし私達が外へ出てくるのが遅かったため、先頭の職員は寒いので先に降りてしまい、後の職員は二日酔いで降りてこられず、我々3人で下山するはめになった。外はすさまじい地吹雪であった。20m先の竹竿も見えない中をほうほうのていでとても上手とは言えないスキーで滑って下山した。大雪溪の下（2,600m）に降りた時には、めがねはどこかへ飛んでいき、手袋の隙間から入った雪で手首は凍傷していた。下山後、鈴蘭（1,500m）から乗った松本行きのバスの車窓からは晴れた乗鞍山頂が見えた。もう少し待てば、こんな怖い思いをしなくて済んだのだ。自然相手の状況判断の難しさを痛感した。冬山遭難のニュースを聞くたびにこのことを思い出す。

その後乗鞍に温泉が引かれた。近くの白骨は昔から有名な温泉である。しかし鈴蘭には温泉源はない。遠く乗鞍の麓から延々とパイプラインで引いてきた。観測後の楽しみの一つに、水の乏しい山上生活の垢落しができる温泉入浴があった。白濁の、湯の香漂う乗鞍高原温泉は、草津温泉、蔵王温泉、秋田県境の乳頭温泉郷にひけをとらない名泉である。文科省の安曇荘をご存知の方も多であろう。

その後私は東大宇宙線研の助手として“ミュートロン”というミュオン・スペクトルやミュオンに量子電磁力学（QED）では説明できない異常な相互作用があるかないかを調べるため電磁石スペクトロメータを使ったプロジェクトに専念することになった。そのため、しばらく乗鞍での研究活動から遠のくことになった。私が乗鞍に再度行き始めたのは、1990年名古屋大学に移ってからである。当時宇宙線物理学の業界は大統一理論の検証というテーマにみんなが情熱を燃やしていた。その一つの検証法が良く知られた陽子崩壊の実験である。もう一つの方法に中性子・反中性子振動の検証がある。私は太陽で作られた中性子が太陽地球間空間を飛ぶ間に反中性子に振動して変化する証拠が見つかるのではな

いかと密かに思った。しかし調べてみると太陽・地球間には約20マイクロガウス程度の磁場があり、振動は起らないことがわかった。そこでまず太陽爆発に伴って作られた中性子をとらえ、太陽中性子によるイオンの加速機構の研究という研究テーマを第1段階の目標にした。

1990年、“太陽中性子を測定したい”と当時名古屋大学学長だった早川先生に言ったら、反対された。その理由は観測例がほとんど無く、学位論文が書けない学生が続出してかわいそうだというお言葉であった。当時地上で受信された中性子イベントは一例しかなかった。1982年6月3日のユングフラウヨッホの中性子モニターで得られたイベントである。このイベントは太陽フレアの1分後から15分後まで中性子と考えられるカウント値の過剰が観測された。ベルン大学のDebrunnerらの計算によると最初の7分間の過剰はイオンが瞬間的に加速されたとして説明できる。しかし残りの8分間の増加は説明できなかった。そこでニューハンプシャイヤー大学のChuppらは初めの解釈を変更して、太陽表面では瞬時的粒子加速 (impulsive) と時間をかけた粒子加速 (gradual) の2つの加速機構が働いているという結論をだし論文にまとめた。しかしそれほど複雑な機構が本当に働いているのだろうか？自然はもっと単純な機構を選択しているのではないか？私達が真実を知らないだけだと思った。

柴田祥一氏に新しい核相互作用モデルを入れ、原子核の弾性散乱効果も含んだシミュレーションをしてもらったところ、12分までは瞬時的加速で作られたとして説明できた。しかし上記の疑問を決着させるには実験で証明する以外に方法は無いと思った。中性子は質量を有しているため、光速度で走れず、太陽表面で瞬時に ( $\delta$  関数的) に作られても地球に到達する時は、エネルギーにより到着時間が異なる。このことが中性子イベントの解釈を複雑にする。高いエネルギーまでイオン加速が長時間継続したとしても説明できる。またイオンは瞬時的に加速され、後から地球にやってきた中性子はエネルギーが低い成分であるという解釈でも説明可能である。前者は統計モデル、後者は電場 (DC) 加速モデルにふさわしい。実際に太陽表面で働いているモデルを区別するためには中性子のエネルギーを測る必要があると思った。

世界中で広く使用されているシン普森型の中性子モニターにはこの能力は無い。そこでシンチレータを主体にした中性子望遠鏡を提案した。今回はこの新しい方式がどこまで成功したかを書きたい。太

陽中性子は太陽表面の爆発で加速された陽子やヘリウムの原子核が太陽表面の大気を叩いた時に発生する。今議論している加速されるイオン (陽子、ヘリウム等の原子核) のエネルギー領域は10MeV-10GeV位である。

初めのアイデアは棒状のシンチレータの先端にフォトマルをつけ、中性子のエネルギーを測ることを考えていた。中性子は信号を出さないので中性子がシンチレータの中で荷電交換過程により陽子に変換される機構を利用する。エネルギーは陽子のパルス波高値に反映されるはずである。そしてこのような棒を蜂の巣状に組上げ、かなりの重量ではあるが、それを架台に載せて太陽を追尾する新望遠鏡を作ってはどうかと考えた。

まず天頂角のみ季節により変化できる太陽中性子望遠鏡1号機を製作して、乗鞍に上げたのは1990年の10月であった。乗鞍はすでに初雪に見舞われ、トラックが平湯峠のゲートで足止めされた。このまま来年まで待たないと観測ができないと思った。私が頼むと乗鞍スカイラインの運営責任者はYesと言わないにきまっているので、業者から直接交渉してもらった。そうしたら業者が気の毒だとスカイラインの人達が思ったのか、上山の許可があり、スカイラインの先導車付で、一号機を載せたトラックは豊平へ登ることができた。豊平から観測所へは東大の専用道路なので、無事観測所に到着、急いで装置を降ろしてトラックに下山してもらった。まさに間一髪であった。

このような苦勞のかいあって、1991年6月4日、6日、9日、11日に巨大なX $\approx$ 10クラスのフレアが太陽表面で発生した。その場所が日本の正午近くで、太陽の天頂角が高い6月に発生したのである。日本での観測条件が整っていた。新太陽中性子望遠鏡 (1m<sup>2</sup>) に太陽中性子の信号が検出された。40MeVよりエネルギーの低い中性子はカットしているため、予想どおり最初の立ち上がりの3分間が観測された。非常に驚いたのは36m<sup>2</sup>のミュオン望遠鏡にも信号があった。理研グループの高橋さんは板橋から車を乗鞍にぶっ飛ばして中性子モニターのデータを取りにきた。そして解析したところ、6月4日に確かに中性子が検出されており、早速新聞発表ということになった。36m<sup>2</sup>のデータはエネルギーカットを入れていないので時間分布は中性子モニターと非常によく似た形をしていた。このフレアの中性子の時間分布はCGRO・BATSEのデータのとおり、太陽中性子は非常に短時間 (約10秒間) に生成されたと考えれば説明できた。そして論文にまとめた。これ

が第22太陽活動期のメインイベントであった。しかし今このイベントを見直してみると、データには重要な情報が含まれていることに気がついた。今後再解析して論文にまとめる必要がある。

1 m<sup>2</sup>の装置でも観測されたのだから、もっと大きな装置を作れば、微弱な信号の太陽中性子が検出できるのではないかと考えた。しかし文部省へ概算要求を通すのは今も昔もかなり難儀な仕事で、64m<sup>2</sup>の太陽中性子望遠鏡の大きな予算が認められたのは1995年の補正予算であった。夏まで観測装置は乗鞍に運べないので名大宇宙線望遠鏡ドームの地下室で64m<sup>2</sup>の中性子望遠鏡を組み立て、雪解けをまった。加藤学長を招き國分所長とともにドーム周辺で運転開始式を行った。さてこのような大きな装置をどうやって乗鞍の観測用建物の中に納めるか。そこで簡易クレーンの設置、8 m長の長い比例計数管を部屋の外から狭い建物に入れるための回転台やころ、シンチレータを運ぶ為のクレーン用の箱等々を考えた。このおかげで大きな人が出ることなく装置を無事乗鞍観測所に設置できた。この作業は名大の松原、埴、小井、土屋、今井田、共同利用者の安野、境、三井、宗像、安江、柴田らによってクルーを組みほぼ1ヶ月かけて達成できた。

もう一つ大きな課題があった。乗鞍観測所の冬期シフトの問題である。定員削減のあおりを受け乗鞍の職員が減少して冬期シフトを組むのが困難になってきていた。頂上の観測所には常時最低3名以上いないと、事故が生じたり、病気になったりしたとき対処できない。そこで宇宙線研究所と話し合った結果、名古屋から毎回誰か一名はシフトに参加することになった。信州大学も真冬に2回、このシフトを担当してくれた。このおかげで貴重なデータが集積された。観測の副産物として雷雲時に雷の電場で宇宙線が加速された現象が見つかった。もしミュー粒子の荷電まで分けて測れる装置を設置すれば、画期的なことが判明するだろう。しかし冬期閉山された今となっては、ミューオン電磁石を乗鞍に設置するという夢は無くなった。

それでは肝心の中性子の方はどうか？第23太陽活動期は乗鞍の夏の正午には爆発しなかった。乗鞍で得られたイベントは数例で、欧州も同じであった。その代わりに、ハワイやボリビアの上空で大きな爆発が何度も観測された。またチベットで得られた1998年11月28日のイベントはこの分野のブレークスルーを提供した。まず中性子が大気を通過するとき大きく散乱される現象が確認された（平均15度の弾

性散乱のため）。次に物質の上で観測されたイベントの数と、下で観測されたイベント数がほぼ同じであるという結果が得られた。この結果は、電子がこのフレアに伴って測定器の中に入ってきたと考えれば説明できる。10GeV程度のエネルギーを有した太陽中性子が地球までやってきていたのだ。そして $\pi^0$ を作ったということである。我々は太陽表面でイオン加速があってもせいぜい20GeVまでとGLE（宇宙線の増加 Ground Level Enhancement）のデータ解析から信じていた。しかしこの見解は誤りである可能性が高い。そこで第24太陽活動期にはガンマ線と中性子が区別できるように、鉛5 mm~10mmのプレートを一枚用意し、アンタйкаウンターの層をもう一層用意して観測することを提案したい。そうお金のかかる話しではないので、ぜひ実施してもらいたいと思っている。

もう一つの例は、高エネルギー陽子が混ざっていることを示唆する証拠が集まってきた。1990年5月24日の太陽中性子イベントは北米大陸の観測装置で受信された、観測史上最もフラックスの高い中性子イベントである。このイベントでは中性子と高エネルギー陽子は時間的に分離された。フレア開始12分後から陽子による増加がゆっくり始まり、そのピークは20分後にある。1991年6月4日のフレアでは35分後に2個目のピークが始まっている。2003年10月28日にアフリカのナムビア共和国に設置されているニュートロンモニターでは12分後に2つめのピーク

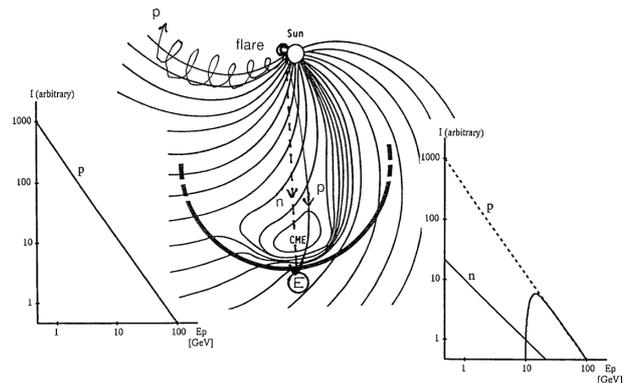


図1：太陽（Sun）の東側で巨大フレアが発生した場合、10 GeV以下の陽子やヘリウムイオンの大部分は磁力線に巻き付いて進むため、拡散成分以外は地球（E）にはやってこない。しかし中性子（n：波線）と10GeV以上の陽子（p）は磁力線を横切って地球に到来する。左のスペクトルは太陽表面で加速されたイオンのスペクトル。右のスペクトル地球上で実際観測されるもの（予想図）。著者の主張はこの高いエネルギーの太陽宇宙線が実際中性子のデータに含まれて観測されていたのではないかとこの点にある。

があった。(ナムビアの宇宙線観測装置はガンマ線観測装置 HESS だけではない。) 2005年9月7日にメキシコ、ボリビア、ハワイで観測されたイベントは観測史上2番目に強い2山ピークの中性子イベントであった。(これは村木の名大退職記念イベントであると若いのが言っている。) どうしてこうなるのか図1で説明する。

第24太陽活動期の太陽宇宙線物理学の目標として、以下のことを提案したい。

- ① 太陽ガンマ線を山の上で捕えること、
- ② 太陽宇宙線 (>100GeV) の証拠を集めること、
- ③ そして雷や霧と宇宙線のかかわりをとおして環境物理学に貢献すること。

そうすれば第24太陽活動期は大きな成果が上がるだろう。①は1926年 Hess が宇宙線は地球の大気の内層まで浸透してくる“超ガンマ線”(ultra gamma-rays) であると考えたが、山の上まで入ってくる太陽からのガンマ線が捕えられれば、画期的である。

---

## ICRR-Seminar 2005年度

---

12月12日(月) Laura Mersini-Houghton 氏 (University of North Carolina at Chapel Hill)

“Cosmological Implications of the String Landscape”

12月13日(火) 西島和彦氏 (東大名誉教授)

“第二世代の素粒子の出現”

12月22日(木) 細谷暁夫氏 (東工大・理)

“Time Optimal Quantum Computation”

---

## ICRR-Report 2005年度

---

ICRR-Report-523-2005-6 (December 1, 2005)

“Efficient Coannihilation Process through Strong Higgs Self-Coupling in LKP Dark Matter Annihilation”

Shigeki Matsumoto and Masato Senami

No.59

2006年3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 (04) 7136-5121又は5137

編集委員 佐川宏行 奥村公宏