

ICRR

ニュース

No. 25

1995. 7. 1

東京大学宇宙線研究所

研究報告

カミオカンデでミューオンと電子が識別できるか

戸塚 洋二

水の中を荷電粒子が高速で走るとチェレンコフ光と呼ばれる青白い光を発する。発生するチェレンコフ光の強度（光子数）や方向は理論的に正確に計算できる。チェレンコフ光を捕らえるには多数の光電子増倍管を使うが、光電子増倍管の特性も精度よく求めることができる。従って、多量の純水と多数の光電子増倍管からできた水チェレンコフ装置「カミオカンデ」は、その特性がすべて正確にわかっているはずである。しかし、本当に本当ですかと改めて問われると、そのはずだけれど実験的に確かめていない、といういささか歯切れの悪い答えになる。

我々が数年来主張している大気ニュートリノ異常とは、大気ニュートリノを構成するミューニュートリノと電子ニュートリノの比が $2:1$ のはずなのに観測結果は約 $1:1$ であった、というものである。この結果は、ニュートリノ振動が起こったこと、従ってニュートリノが有限な質量を持っているという、素粒子物理学の重要な問題に発展する可能性がある。

カミオカンデによるミューニュートリノと電子ニュートリノの同定は、それらが水中で反応して作り出すミューオンと電子を同定して行っている。そこで必ず出る質問が「カミオカンデはミューオンと電子がちゃんと識別できるんでしょうね」というものである。大気ニュートリノ異常のような重要な観測結果だと、この質問に対して「そのはずですが」

と言っても全く説得力がない。どうしても「こういう実験データから識別は確実なんです」というふうに答えなければならない。

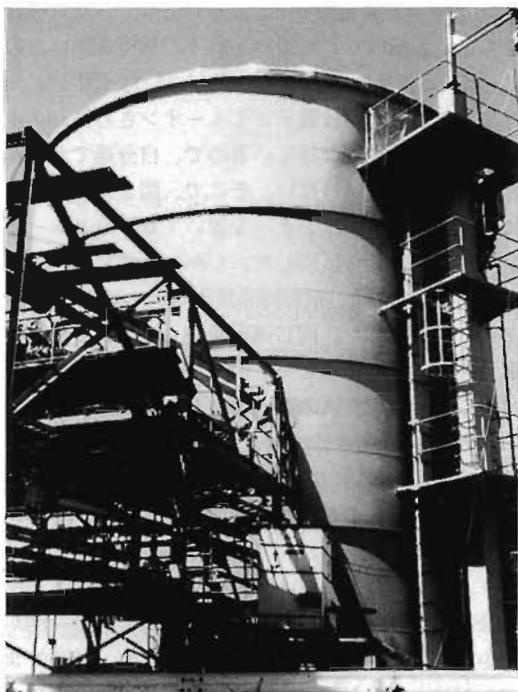


図1 水チェレンコフ装置の模型の写真。ビームを入射させるためのパイプ機構や、タンク上面に昇るために猿梯子が見える。

幸い平成3～6年にかけて科研費を頂けることになり、長年の懸案だった水チェレンコフ装置の特性測定実験、特にミューオンと電子の識別能の測定を行うことができた。カミオカンデグループの共同研究者は同時に他の実験を抱えている人が多く、最初この実験に参加できる人が少なくて困ったが、幸い原子核研究所の西川公一郎さんが全面的に参加してくれ、彼の指導のもとに高エネルギー物理学研究所、新潟大学、東北大学、それにアメリカのIMBグループの協力を得て無事実験を完了することができた。

実験は、まずはっきりと識別された人工のミューオンと電子のビームを用意する。次にカミオカンデを模した水チェレンコフ装置を作り、そこに上のビームを入射してデータを取る。得られたデータをカミオカンデが使っている解析プログラムにかけて、入射したミューオンと電子が確かにミューオンと電子に同定されるかどうかを調べ、間違いの率を正確に求める、という次第である。

人工のミューオン・電子ビームを簡単に作るわけにいかないから、つくばの高エネルギー物理学研究所にある陽子シンクロトロン(PS)で必要なビームを作ってもらうことにした。幸い(?)某グループが行っていた実験で超伝導磁石の故障が起った。PSの実験審査委員会から、彼らが使っていたビームをちょいと横取りしてよいというご裁可を頂いたので、ビームを手に入れる段取りがついた(図2)。ただし、このビームは電子とミューオンさらにパイオニアもごちゃまぜになっているので、自分達でちゃんと区別しないといけない。そこで、図2のようにガスチェレンコフカウンターを置いて電子をミューオンやパイオニアから区別した。しかし、この区別は完璧ではないので、飛行時間測定カウンター(TOF)をさらに追加した。同じ運動量をもった粒子は、質量が大きくなるとスピードが遅くなるから走る時間が長くなる。本実験のTOFは、粒子が29.6m走るのにどのくらい時間がかかったかを100億分の2秒の精度で測れるようになっている。図2でTOF1、TOF2と示されているのが、TOF用のシンチレーションカウンターである。図3(a)に運動量500MeV/cのビームに対するTOFの時間情報を示してある。横軸が飛行時間を示していて、右の方へ行くほど時間がかかっている。電子、ミューオンそれにパイオニアでもがはっきりと区別されているのがわかると思う。ただしTOFの方法は、運動量が600MeV/c以上になるとミューオンとパイオニアの区別をうまくつけられ

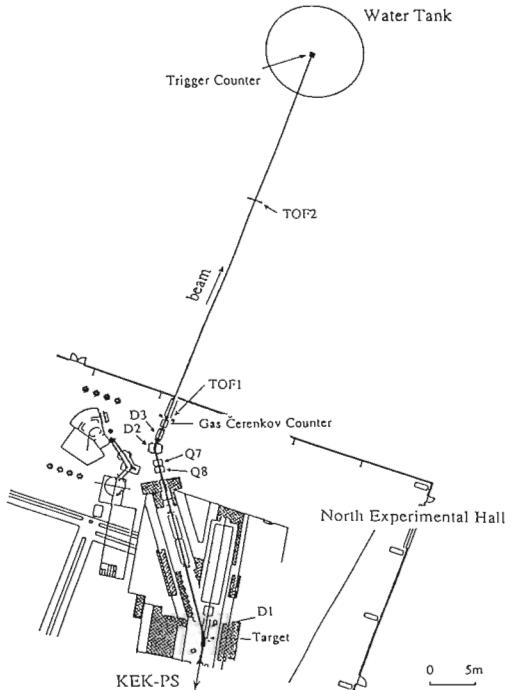


図2 ガスチェレンコフカウンター、TOFカウンター、水チェレンコフ装置の模型、ビームラインの配置図

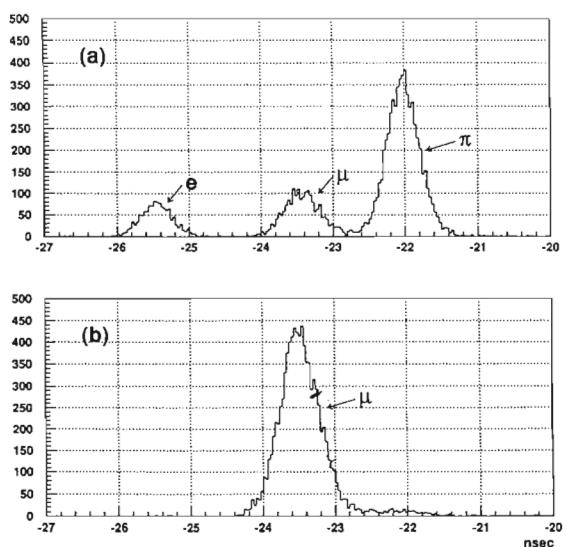


図3 (a)運動量500MeV/cのビームに対するTOFの情報。横軸は粒子が29.6m走るのに要した時間をナノ秒で表したもの。ただし絶対値は意味がなく、電子、ミューオン、パイオニア間の時間差だけが重要である。縦軸は各時間におけるイベント数。(b)ミューオンだけを選ぶように工夫したときの時間分布。電子やパイオニアの成分がほとんどなくなっていることに注意。

なくなるので、特別にミューオンだけを選び出すような方法を西川君が発明した。その方法を500MeV/cのビームに適用した結果が図3(b)に示してある。ほとんど純粋なミューオンが得られている。

次は、カミオカンデの模型を適当な場所に作ることである。模型といつても無闇に小さなものを作っては現実を再現できないので、カミオカンデの3分の1に相当する1000トンの純水を使った水チェレンコフ装置を作ることにした。図2のように、模型はガスチェレンコフカウンターの後方約50mのところに作った。模型の大きさは直径11m、高さ14mのスチール製タンクで、純水は高さ10.3mまで入れる。この地盤はえらく軟弱で、1平方メートルに10トンの荷重がかかると地盤沈下を引き起こすから、工事はまず基礎のパイル打ちから始まった。その上にコンクリートの床を作つてからスチールのタンクの建設を行う。カミオカンデと違うのは、ビームを入射させるために真空ダクトをタンクのいろいろな場所に突っ込む機構が必要なことだ。図1が出来上ったタンクの一部と真空ダクトさらにタンク上面へ行くための猿梯子の写真である。この後ろにアメリカグループが持ってきた純水製造装置がある。

タンクができたら、次はチェレンコフ光を捕らえるための光電子増倍管の取り付けである。模型はカミオカンデを正確に再現しないといけないので、カミオカンデと全く同じ50cm径の光電子倍増管R3600を1平方メートルに1個の密度で取り付けていく。ただしお金が余りないので、取付枠は大幅に簡略化し、かつ取り付けもすべて大学院生と教官で行った。この取付作業はなかなか大変で、10年前にカミオカンデを作ったときの苦労を思いだした。取り付けた後のタンク内部は光電子倍増管が茶色く光り、あやしげな雰囲気をかもしだす。(図4)

装置も完成していよいよPSからのビームをタンクに入射することになった。もちろん完成からビーム入射までがスムーズにいくわけがなく、大変なスッターモンダがありましたが、本稿では省略させて頂く。カミオカンデと違って模型は地上に置かれているので、大変な量の宇宙線が入射して来る。この宇宙線のバックグラウンドをいかにさばくかにだいぶ手間取ったのである。

実験も一般の工事と同じで「段取り七分」、準備ができれば仕事はあらかじめ終わつたようなものである。後はタンクのいろいろな場所に、いろいろな運動量を持ったいろいろな種類の粒子を入射して、ひたす

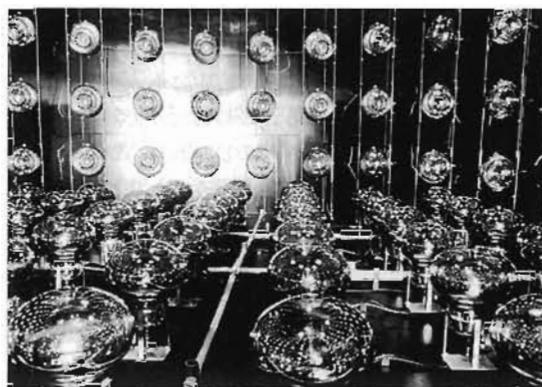
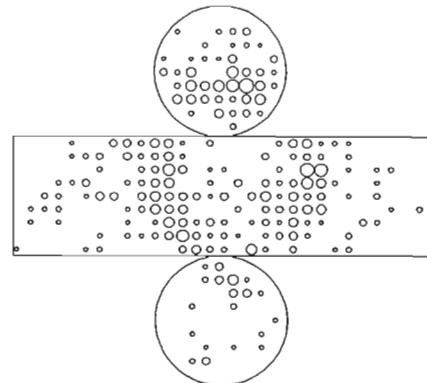


図4 装置内部に取り付けられた光電子増倍管群の写真(部分)。

電子



ミューオン

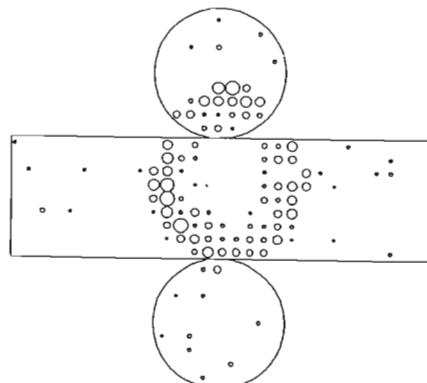


図5 運動量300MeV/cの電子と500MeV/cのミューオンが作ったチェレンコフパターンの例。図は、円筒型装置の側面を切り開いて平らに伸ばし、上蓋下蓋をつけた展開図である。その中にたくさんある小円は、その位置にある光電子増倍管の受けた光量が小円の面積に比例するようになっている。電子のパターンはボヤケており、ミューオンのパターンはシャープである。

らデータをため込む。宇宙線の研究と違うのは、ビームがのべつまなく24時間流れて来るので、8時間3交代のシフトを組んで夜中にも人が張り付いて実験を行うことである。このあたりで熟年が頑張り過ぎると突然死を引き起こしかねないから、専ら大学院生などの若者が仕事を行うことになる。データ収集は平成6年3月と5月の2回成功裏のうちに終了した。

後はデータ解析である。この部分の仕事も若者の天下である。なにせコンピュータの進歩が速すぎて、最新のシステムなど熟年の手に負えるものではない。さらに、長時間連続して作業しないと解析作業の能率がガクンと落ちるから、会議などに追われる教官が側にいるとかえって邪魔になるだけである。

さてミューオンと電子の識別は、チェレンコフ光が作るリングパターンのボヤケを数量化して行う。図5に300MeV/cの電子と500MeV/cのミューオンのチェレンコフパターンの例を示してある。運動量が違うのは、装置が受け取る光量を同じにしたためである。電子のパターンの方が明らかにボヤケているのがわかると思う。カミオカンデではある計算式を使ってボヤケの程度を数値化している。その値がプラスならミューオンらしいし、マイナスなら電子らしい。従って、電子ビームを入射したとき、値がプラスになった数が識別間違いを起こした数ということになる。最終的には、その数をもとに識別間違いの確率をパーセントで現したものを作った結果とする。ミューオンに対しても同様である。

次に、模型装置をシミュレートするモンテカルロデータを作成して同じに解析し、識別間違いの確率を求める。識別間違いの確率が実験データとシミュレーションデータとで違がなければ、我々は装置の特性を正確にシミュレートできているということになるのである。

それでは、結果の一部を示そう。図6は、タンク中心部に電子とミューオンのビームを入射したとき、識別間違いを起こす確率である。白丸が実験データ、黒丸がシミュレーションデータの結果である。結果はいろいろな運動量で表されているが、間違いの確率が大変に小さいこと、さらに間違いの量はシミュレーションで正しく再現されていることがわかると思う。

以上のように、我々の使っている水チェレンコフ装置が正しくミューオンと電子を識別できることを実験で示すことができた。この結果から、カミオカ

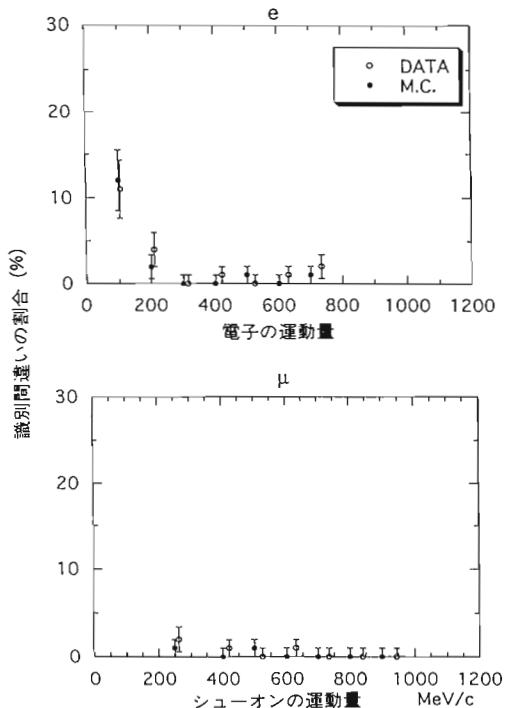


図6 識別間違いに関する実験結果の一例。上の図は、装置の中心に電子ビームを打ち込んだときに起きた識別間違いのパーセンテージを運動量の関数として表したもの。白丸が実験から得られた結果で、黒丸がシミュレーションデータから得られた結果である。間違いの率が大変小さく、かつ両結果がよく一致していることが重要である。下の図はミューオンに対する実験結果。

シデの観測した大気ニュートリノ異常が装置の変なせによって引き起こされたものではなく、重要な物理現象であることが確立したのである。

(神岡実験推進部)

国際会議報告

Moriond Conference, Gran Sasso Work Shop

井 上 邦 雄

3月11日から18日にかけて開催された、「第30回電弱相互作用と大統一理論」と題したモリオンコンファレンスと、イタリアグランサッソで3月22日に開催された「ベリリウム太陽ニュートリノの問題と検出」および3月23、24日の「グラントラスの将来実験」と題されたワークショップに出席しました。

1. モリオンコンファレンス

モリオンコンファレンスは標高1,800mの高地に

あるスキーリゾートホテルに泊まり込んで行われます。しかも、午後の明るい内はセッションがないという大変気の利いたものでした。今回のトップはトップの発見で、CDFが $176 \pm 8 \text{ GeV}/c^2$ 、D0が $199^{+19}_{-21} \pm 22 \text{ GeV}/c^2$ と発表した後に、それらのグループ関係者を壇上にあげてシャンパンで乾杯が行われるほどでした。さらに印象的だったのは、トップは生成できないLEPでも、超精密測定によって $177 \pm 11^{+18}_{-19} \text{ GeV}/c^2$ という小さな誤差の有限値を得ていることでした。

太陽ニュートリノ関係では、SAGE、GALLEX、Kamiokandeが発表しました。SAGEは、 ^{51}Cr を使った測定を始めたこと、L-peakも観測し始めたことを報告しました。GALLEXも ^{51}Cr での実験結果について報告し、実験装置が期待通り機能していることをアピールしていました。神岡は、1966日分のデータから $\text{data/SSM(BP92)} = 0.484^{+0.035}_{-0.032} \pm 0.072$ を報告し、昼夜変化の解析やスーパー・カミオカンデで期待される物理を話しました。太陽ニュートリノ実験はどれも信頼されているようで、結果を疑ったような質問は全くありませんでした。

大気ニュートリノは出席者の関心が強く、発表前から質問責めでした。実験グループからの発表は神岡だけで、sub-GeVの $R(\mu/e) = 0.60^{+0.06}_{-0.05} \pm 0.05$ および、multi-GeVの $R(\mu/e) = 0.57^{+0.08}_{-0.07} \pm 0.07$ とともに、ニュートリノ比の異常を示し、しかもmulti-GeVのデータは99%以上の信頼度で天頂角分布の存在を示していることから、 $\Delta m^2 \sim 10^{-2} \text{ eV}^2$ のニュートリノ振動を強く示唆しています。ここでは、中性子からのバックグラウンドについてや、Frejus実験との食い違いに関する質問があり、大気ニュートリノ異常はまだ認知されていない印象でした。

その他は、多くのグループから短基線、長基線ニュートリノ振動実験の結果報告や状況紹介があり、大変活気がありました。その中で唯一ニュートリノ質量の有限値を出したLSND実験は、そのデータの位置分布がニュートリノ事象らしからぬためか、新聞発表が先行した特異な状況からか、いたるところから猜疑的な意見が聞かれました。

2. グランサッソワークショップ

さてグランサッソには、神岡の大気ニュートリノ異常は中性子によるものだと主張する実験家がいます。その主張は、宇宙線ミューオンが検出器近くの岩盤を貫通するときに、数百MeV/cの中性子を大角度で生成し、その中性子が外水槽を無反応で突き抜

け、さらに内水槽で π^0 中間子を生成し、そこからの2本の γ 線が、1本に見えて電子ニュートリノ反応と見間違えるというものです。彼女は、カミオカンデの30分の1程度の規模の装置で測定した缪ー粒子がない中性子のフラックスを外挿し、その中性子から期待される電子ニュートリノへのバックグラウンドを差し引くと、大気ニュートリノ異常はなくなるというのです。

もちろん、この議論は間違っています。もし、指摘通りの中性子フラックスなら、確かに、電子ニュートリノと見えるイベントを作れます。しかし、カミオカンデでは、80%以上の π^0 は、ちゃんと π^0 と判別できるため、バックグラウンドを作るためには観測量の10倍の π^0 が必要となるのです。つまり、小型装置の結果をそのまま大型の神岡実験に適用したために、過大な中性子フラックスを算出してしまったのです。小型装置なら横切らない缪ー粒子も、大型のカミオカンデは捕捉できるため、ニュートリノ事象のバックグラウンドにはなり得ません。ところが、彼女の議論がプレプリントで公表されたため、ヨーロッパの多くの人が混乱してしまい、モリオンでの質問となったわけです。幸い、グランサッソでは、研究会の前日にセミナーを開き、彼女との一騎打ちといった様相の数時間におよぶ議論が行えました。グランサッソでは、事態は収束したと思いますが、しばらく大気ニュートリノ異常の布教活動は続けなければならないようです。

本題のワークショップでは、ベリリウムニュートリノの重要性が議論され、5つのベリリウムニュートリノを観測できる実験が報告されました。これは、引き続ぐグランサッソの将来実験研究会の前哨戦で、そこでの議論が実験採択の基礎となるらしく、白熱したものでした。本命はBOREXINOなので、2番手争いですが、究極の太陽ニュートリノ検出器と評される巨大なヘリウムドリフトチェンバーのHellaz実験はその実現可能性が実証されていないため、BOREXINOの関係者が強く押していたのは、荷電カレントだけを観測できるインジウム検出器でした。この実験も動けば、中性カレントも観測するBOREXINOの結果とあわせて、ニュートリノ振動の証拠をつかめるという期待がもてるというわけです。

グランサッソの将来実験研究会では、太陽ニュートリノ観測、2重 β 崩壊や暗黒物質、高エネルギー宇宙線、長基線ニュートリノ振動実験が議論され、非常に活発な研究会でした。
(神岡実験推進部)

平成7年度宇宙線研究所共同利用、共同研究一覧

	代表者	所属機関	課題名
μ 部	大橋陽三 三井清美 大橋陽三 黒田和明 神田展行	宇宙線研 山梨学院大 宇宙線研 宇宙線研 宇宙線研	深海における高エネルギーニュートリノ実験 大谷におけるPeV領域ガンマ線及び一次宇宙線化学組成の推定 乗鞍岳における宇宙線ミューオンの観測 重力波検出器用防振システムの開発 計算機による干渉計重力波実験のイベント検出方法
	永野元彦 垣本史雄 津島逸郎 佐久山博史 村上一昭 手嶋政廣 河辺征次 津島逸郎 加藤正人 川上三郎 佐々木宏 山田作衛 本田建	宇宙線研 東京工大理 山梨大教育 明星大理工 名古屋外大 宇宙線研 KEK 山梨大教育 日大生産工 大阪市大理 高知大理 東大核研 山梨大教育	超高エネルギー領域宇宙線の研究 (AGASA Project) 超大ASに伴う電磁パルスの観測 超大空気シャワーの遠方エレクトロンの到着時間分布の研究 10^{16} eV以上の空気シャワー観測 明野における 10^{14} ~ 10^{17} eV領域の空気シャワー連続観測 宇宙線望遠鏡計画R & D 巨大惑星状暗黒物質探索実験 次世代空気シャワー観測用レッドバーガー検出器の開発 惑星空間磁場と宇宙線強度のスケール不変性 サンドイッチ型検出器による超大空気シャワーの観測 屋外仮設物の撤去運搬 宇宙線のスピニ偏極度測定 チャカルタヤ山における国際共同空気シャワー実験
	湯田利典 湯田利典 普喜満生 柴田徹 長谷川俊一 鳥居祥二 鳥居祥二 大澤昭則	宇宙線研 宇宙線研 高知大教育 青学大理工 早大理工研 神奈川大工 神奈川大工 宇宙線研	エマルションチェンバーによる超高エネルギー宇宙線の研究 TIBET - ASy EXPERIMENT 南極周回バルーンによる超高エネルギー宇宙線研究 日露共同気球実験による一次宇宙線の観測 パミール高原における 10^{15} ~ 10^{17} eVの核相互作用の研究 GeV領域宇宙ガンマ線観測装置の開発 飛翔体を用いた宇宙線観測研究会 研究会「 10^{15} ~ 10^{17} eV領域のハドロン相互作用」
	大橋英雄 今村峯雄 三澤啓司 櫻井敬久 福岡孝昭 村木綏 安野志津子 楠瀬昌彦 高橋一信 大橋英雄 齋藤威 齋藤威 大橋英雄 箕輪眞 千葉雅美 巻出義紘 齋藤威	水産大水産 東大核研 神戸大理工 山形大理工 学習院大理工 名大STE研 名大STE研 高知大理工 理研 水産大水産 宇宙線研 宇宙線研 水産大水産 東大理工 都立大理工 東大アソトープ 宇宙線研	惑星間物質の起源とその宇宙線照射年代の測定 惑星物質中の宇宙線生成核種の定量 消滅核種を用いた惑星の初期分化のタイムスケールに関する研究 ^7Be 、 ^{22}Ne などによる宇宙線強度時間変化の検出 微小宇宙物質の高感度元素定量法の確立 新方式による太陽中性子の観測 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 仁科型電離箱による長期連続観測 中性子の連続観測および太陽中性子の測定 人工衛星搭載用宇宙塵検出器の開発 宇宙線による彗星源物質での化学変化および光学活性体の起源 宇宙クオーク物質の探索 微量元素分析による環境汚染の基礎研究 ボロメータによる二重ペータ崩壊と宇宙暗黒物質 メカノ核反応の研究 各種感光材料に対する極底レベル放射線照射の影響 研究会「宇宙線による化学進化と生命の起源」
神岡実験推進部	戸塚洋二 西川公一郎 田坂茂樹 長島順清	宇宙線研 東大核研 岐阜大教育 阪大理工	陽子崩壊及び天体ニュートリノの観測 ニュートリノ振動 深い地下におけるラドン族の観測 スーパー神岡実験における高電圧電源の制御
その他	吉井尚 大澤昭則 木舟正	愛媛大教養 宇宙線研 宇宙線研	ボリビア空気シャワー共同実験 (BASJE) チャカルタヤ山における 10^{15} ~ 10^{17} eVの核相互作用の研究 解像型チエレンコフ望遠鏡による高エネルギーガンマ線のオーストラリアにおける観測

アジア学術セミナー 「宇宙線と現代宇宙物理学」

湯田利典

アジア学術セミナーは日本学術振興会・宇宙線研究所主催、国立天文台後援で、平成7年2月12日から24日に亘って、国立婦人教育会館を中心に、宇宙線研究所、神岡地下観測所、明野観測所、野辺山宇宙電波観測所（国立天文台）で開催された。最初の一週間は国立婦人教育会館に参加者全員宿泊し、講義と参加者による発表会が行なわれ、後半は研究所及び各研究施設の見学を主に行なった。

1. 開催まで

このセミナー（スクール）は3年前から日本学術振興会の事業として企画されたもので、今回は原子核研究所（平成4年度）、高エネルギー物理研究所（5年度）に次いで3回目となる。目的は、アジア諸国の若手研究者を我が国に招致して、セミナーを開催し、世界の最新の学術情報に触れる機会を作り、これら諸国の当該分野の研究レベルの向上、研究者の養成に寄与することにある。

このスクール全体の企画、運営は組織委員会が責任をもって行なった。組織委員会は国内の学識者10名で構成し、他に国際諮問委員会をつくり、アジアの12か国とオーストラリア、ニュージーランドの学識経験者19名に委員を依頼した。各国からの参加者候補の推薦はその国の諮問委員を通して行なわれ、組織委員会が最終的に候補者を決めた。7月上旬に最初の組織委員会を開き、全体のスケジュールを決め、諮問委員会の各委員に委員の依頼と9月末を目処に候補者の推薦を依頼した。事務側の窓口は総務主任の沼尾氏にお願いし、学振、旅行社、ホテル、婦人教育会館等との事務的な折衝を全てやってもらった。

開催時期を何時にするかを決断するにはかなり迷いがあった。3月は年度末等で事務の協力が難しくなること、2月上旬は学位審査や期末試験等と重なるため、結局2月中旬しか解が無いことが分かった。気掛かりは寒さであったが、結果的には、天候にも恵まれ、さらに都合の良いことに会館の利用者が最も少い時期であったため、いろいろな施設・設備をかなり自由に利用させて貰えたことである。

今回のスクールへの参加者の推薦を依頼した国は、

中国、韓国、インドネシア、タイ、モンゴル、フィリピン、マレーシア、シンガポール、ベトナム、ネパール、インド、バングラデッシュの12か国である。正直のところ、中国、韓国、インド以外については、まったく事情が分からず、殆ど面識もない諮問委員を全面的に信頼し、その推薦を待つだけであった。諮問委員の大部分は物理学会の会長や学部長クラスの人達である。また、郵便事情その他を含めて、9月末の締め切りまでにどの程度の返事が戻ってくるのか皆目わからなかった。しかし、9月中旬頃には、ネパールを除いた全ての諮問委員から連絡が入りホットした。どの国もファックス通信が一応可能であり、ベトナム、マレーシア、モンゴル、バングラデッシュ以外の国は電子メールの通信も可能であることが分かり感激した。

10月中旬までに、講師及びアジア諸国からの参加者をほぼ決定した。外国からの講師としてはTeVガンマー線天体を初めて見つけた米国ウイップル天体観測所のウイークス教授をお願いすることにした。すぐに、参加者各人に招聘状を発送し、参加登録書の提出を求めたが、郵便物が途中で紛失して（？）届かなかつたり、郵便が極端に遅れる等のトラブルがあり、これはその後も何回か繰り返した。一回の手紙のやり取りに最低ひと月程度の時間は必要であった。参加登録を済ませた参加者には、すぐにビザ取得に必要な重要書類を送ったが本当に着いているかどうか心配であり、常に受け取りの確認の連絡



写真1 講義中のウイークス教授

を要求した。勿論、参加者は全てに真剣に対応してくれた。昨年までは身元保証書を必要とする国は中国、モンゴル、ベトナムの3か国であったが、最近の不法就労者の増加を反映して、今年からアジアの国全てに対して必要になったとのことであった。ベトナムの場合は、外務省を通じて身元保証書の提出を行うため手続きに長い時間を必要とした。殆どの国はパスポート、ビザの取得に2ヶ月程度を要するとのことであり、12月上旬までに招聘手続きを全て済ませる必要があった。この様に、いろいろな手続きをかなり余裕をもって行なったにも関わらず、ビザ取得が間に合わなかった者や、日本への出発日直前にやっと取得した者も何人かいた。最終的には、2名が参加取り消しとなった。結局、7月下旬の推薦者の依頼から始まって、10月の推薦者の決定、そして本人に出席の確認をし航空券を手渡すまでに、ほぼ半年を要した。アジアは近いといつても、時間的にはまだまだ遠い国であることをあらためて認識した。

1月に入ってからは事務の筑井さん、広田さん、エマルジョン部の坂口さんに加わってもらい、林田、岡田、大西氏らと一緒に、一週間に一度の割合で打ち合わせと進行状況の確認を行いながら、スクールの準備をすすめた。1月中旬頃に日本人参加者もほぼ決定した。大学院博士課程以上の若手研究者を中心に関連で19名を選んだ。事務局の仕事は、開校一週間前になると俄然忙しくなり、成田空港での参加者の出迎え、会館の宿泊室他の施設の使用依頼、ホテルの予約等の準備手配に皆翻弄された。

2. スクールの様子

国立婦人教育会館は東武東上線武蔵嵐山駅から歩いて15分位の距離にある。田無からは高速道路を利用すると、車で約一時間の距離である。会館の本来の設立目的は婦人教育、家庭教育のためにの研修施設であり、そのためのシンポジュームや会合が頻繁に行われている。従って、今回のアジア学術セミナーは必ずしも設立の趣旨に沿っているわけではないが、女性研究者も何名か参加し、婦人教育に関連があるということを使用をお願いした。会館は川辺の景色の良い静かな場所に、広大な敷地を持ち、そこにはセミナーホール、宿泊施設、各種運動施設、日本庭園等が整い、セミナーやシンポジュームを行なうには格好の場所である。

スクール前日の12日は外国からの参加者の殆どが

到着する日であった。11日夜に到着するモンゴルからの参加者を先頭に、12日早朝から夕方にかけてそれぞれの国からやって来るので、成田空港のVIPルームを借りて午前組と午後組に分けて待機させ、2往復のバスと電車を使って、全員会館まで連れてきた。モンゴルからの2人を迎えるため、林田、大内の両名は空港近くのホテルに泊まって彼等及び翌朝6時頃の到着組を迎えた。空港近くのきらびやかに輝くネオンをみて、モンゴルの参加者はかなり興奮していたとのことである。幸い、大きなトラブルもなく皆無事にはほぼ予定通り来日した。アジアからの参加者はネパール、シンガポールを除く上記の10か国19名である。年令構成は20才台が7名、30才台が8名、40才台が4名であり、平均年令は32才、最高年齢は46才であった。参加者について一番気を使うのは宿泊と食事である。宗教、習慣上の違いによるトラブルを避けるため、全員個室を準備した。食事についてはベジタリアンが何名かいたが、会館の食事はバイキング方式なので特に問題は生じなかつた。気の毒だったのは、イスラム教徒の人達で、2月のセミナーの時期が丁度ラマダン（断食月）と重なっていたため、太陽が出ている間は食事も水も取れないとのことであった。

スクール初日の13日の朝全員で記念写真を取り、開校式を行ない、午後から一連の講義が始った。また、参加者による発表会を毎日午後の後半に設定し、お互いが何をやっているか理解出来るようにした。講義が行なわれたセミナー室は150名程度収容出来るゆったりした会議専用の立派な部屋である。参加国全部について小さい国旗を部屋の前の机に並べ国際色を出すようにしたが、これには皆感激していた。

今回のスクールでは以下の講義が行なわれた。

- 「宇宙線研究の歴史」及び「高エネルギー宇宙線の起源、組成と伝播」（西村純 神奈川大工教授）
- 「最高エネルギー宇宙線」（手嶋政廣 宇宙線研助教授）
- 「宇宙初期の元素合成」（川崎雅裕 宇宙線研助教授）
- 「過去の宇宙線と現代宇宙物理学」（G.コチャロフ 名大太陽地球環境研教授）
- 「宇宙線の加速理論」（寺沢敏夫 東大理教授）
- 「超新星、活動的銀河核と宇宙線」（佐藤文隆 京大理教授）
- 「高エネルギー線天文学」（T.C.ウイー



写真2 参加者による発表会風景



写真4 ロビーで議論にふける参加者



写真3 着物姿を楽しむ参加者



写真5 歓送会での西村先生の乾杯

クス ウィップル天体観測所教授)

- 「ニュートリノ天文学」(中村健蔵 宇宙線研教授)

であり、1コマ90分で全体で14コマ行なった。この一連の講義により、現在話題となっている広い意味での宇宙線の研究動向の殆ど全てを網羅していることになる。いずれの講師の先生方も丁寧で含蓄のある講義を行ない、感銘を受けた参加者も数多くいた。講義の内容は講義録が印刷されているので、そちらを参照して頂きたいが、全体として、参加者のレベルがかなり高くクリティカルな質問も多く出た。但し、外国人参加者に比べて日本人参加者は概して大人しく、いささか積極的に欠けるように思えた。

アジアの多くの国は今や急速な経済発展の途上にあるが、大学等の教育研究環境の整備はまだそれに追いつかず、我が国と比べて一般的に劣っているのが現状であり、彼等に聞いてもその通りである。今回が初めての外国旅行という者もかなりいた。勿論、日本へは皆初めてである。彼等の多くは乏しい情報

と設備の中で研究生活を送っており、日本での溢れる情報、全てが機能的に手際良く動くことに驚きと同時に戸惑いを感じていたようである。

さて、この様なスクールでは講義も重要であるが、参加者同士が互いに相手を知り、親睦を深めることも非常に大切なことである。このため、スクール期間中、夕食後は自由時間とし、親睦のための時間を充分取れるようにした。とくに、この会館は広いロビーがあり、他の宿泊者も殆ど居なかつたため、自由に使用することが出来た。最初のうちは国別にかたまり、何と無くよそよそしい雰囲気であったが、パンケットの後は、次第に打ち解け、夜遅くまで、三々五々議論する姿があちこちで見られるようになった。

パンケットではボランティアの人達が、地元の踊りの披露をしてくれた。最初はあまり盛り上がりらず(踊り手が御年寄りだったせいか?)、皆、静かに見ているだけであった。しかし、ボランティアの人達がサービスに用意してくれた着物を着ると皆活気付

き、一緒に秩父音頭を踊ったりして、宴会は大いに盛り上がった。彼等の多くは、日本の着物には非常に興味があるらしく、中にはこれを着るのが子供の時からの夢だったと感激する者もいた。終了後も場所をロビーに移し、若者は夜遅くまで宴会を続けた。同じアジアでも、それぞれのお国柄と特徴がはっきりしていて、日本人とはかなり違うことが良く分かる。一見大人しく見えてても、議論をすると皆自分の主張はかなり明確に述べ、逞しさが感じられる。ベトナム、モンゴルの人達はかってのソ連邦と緊密であったため、長期間ソ連に留学した経験を持ち、皆ロシア語は堪能であり、自己表現もロシア的である。

会館の敷地は広々とし、静かに散歩も出来る等文句のつけようもないのだが、一週間もここに隠もり講義に明け暮れしていると、やはり疲れがたまり、最後のころは皆少々ぐったりしていたようである。幸い、気温も特に低いことはなかったが、それでもフィリピン、インドネシアからの参加者はかなり寒がっていた。東京のこの頃の気候については前もって知らせてあったが、やはり寒さを実際に体験しないと、実感としてどの程度準備したら良いのか分からぬのだろう。

3. スクール後半

スクールの第2週目はホテルを田無に移し19日の日曜日は自由行動日とした。皆、適当にグループを作り都内で見学、ショッピングに有意義に時間を使ったようである。この週の初日は宇宙線研究所の幾つかのグループの研究活動の報告を行ない、図書等の閲覧、コピーを自由に出来るようにした。自國では雑誌の種類も少く、新しい物はなかなか手に入らないとのことで、論文を一生懸命コピーしている者が何人かいた。翌日から2泊3日で林田、岡田、沼尾の3氏が同行して、神岡地下観測所、明野観測所、野辺山宇宙電波観測所（国立天文台）の視察、見学を行なった（林田氏の報告を参照）。

24日の土曜日は最終日で、夕方まで自由行動とし、夕方から原子核研究所の食堂で歓送会を行なった。歓送会には日本学術振興会理事の菊池健氏、西村純氏も出席され、和やかに行なわれた。施設見学のための2泊3日の旅行はお互いの距離を一気に縮めたようであり、皆の雰囲気はがらりと変わっていた。カラオケでお国自慢の歌も飛び出したり、沼尾さんへのカラオケコールと彼の年期の入った歌声に歓声が上がったりした。この旅行で沼尾さんは参加者の

人気者になっていた。参加者全員このセミナーに参加出来たことを大いに喜び、今後もこの企画を是非続けて欲しいという強いメッセージを残して25日早晨全員帰国した。

参加者全員に、帰国前にこのセミナーの感想を書いて貰ったが、やはり皆かなりの刺激を受けたようである。短時間のうちに初めて触れる学問分野を理解するのは難しいが、それでも宇宙線研究とはどんなものであるかが分かったようであり、このような研究を将来行ないたいという希望を真剣に述べる者もいた。参加者の大学の研究環境及び研究のレベルは様々であるが、一般的にいって、研究に関する情報や資料、図書が非常に限られており、それは30年以上も前の日本の大学の姿に近い。このセミナーで最新情報に初めて触れ啓発された研究者も多かった。かって同じ道を歩み、今や経済大国と言われるまでになった日本が、彼等に出来るだけの援助と研究の機会を提供することは義務であり、それはまた日本の科学の今後の発展にも大いに役立つはずである。このセミナーで学んだ宇宙線研究の基礎が足掛かりとなり、またセミナーの中で生まれた参加者同士の交流が各々の国の中で更に大きく広がり、将来もっと大きな研究交流、研究協力へと発展していくことを強く期待したい。

最後に、このセミナーを実施するに当たって、多くの人達からいろいろな協力を頂いた。特に、忙しい研究の中、セミナーのための講師を快く引き受け、啓発的な講義をしていただいた講師の方々に感謝したい。また、セミナーのために、施設の使用についていろいろとご便宜と協力頂いた国立婦人教育会館に感謝したい。このセミナーは研究所の若い研究者と沼尾さんを中心とした事務担当者の献身的な協力に支えられて実施された。

（エマールション部）

アジア学術セミナー

各研究施設の視察見学に同行して

林 田 直 明

2月21日、ツアー参加者22名をのせたバスは、中央自動車道を飛驒高山へと走った。退屈かと思われたバスの中は、ガイド娘が歌を披露した時から盛り上がりだした。日本人のカラオケにも誘われて、ア

ジアの参加者たちも、お国の唄を次々と披露し始めた。モンゴル、タイ、ベトナム、中国、インド、バングラデッシュ…それらのメロディーはバラエティーに富み、賑やかな旅となった。高山に着いて見学した屋台会館では、きらびやかに飾られた山車に見とれ、からくり人形の芸に拍手喝采した。折しも降り始めた雪は、高山の夜景を一層ロマンチックにしてくれた。

一夜明けて雪道を神岡へ向かう。真っ暗な坑道をトロッコと徒步で入ったところが神岡地下観測所である。大聖堂と思わせる神秘的な地下空間に、誰もが感激した。坑道から外の眩しい雪景色に出たとたん雪合戦が始まった。雪に初めて触れる人もいて、キャーキャーと大騒ぎになった。甲府へのバスの中でもまたアジアカラオケ大会になる。

2月23日は明野観測所見学。広大な観測施設とネットワーク技術の説明に聞き入っていた。野辺山宇宙電波観測所では、大型パラボラ鏡の並ぶ光景を



雪の高山で

バックに記念写真撮りに夢中になる。一方の太陽電波観測所では、関連研究者が多いため解説者は質問責めに会った。全ての見学を終えた帰りのバスでは、さすがに疲れたらしく静かな寝息が聞こえていた。

(空気シャワー部)

新人紹介

伊藤 好孝



この度、神岡宇宙素粒子研究施設の助手に着任しました伊藤好孝です。かねてより、スーパーカミオカンデ建設の際には、ぜひフォトマルの一冊でも取り付けに行きたいものだ、と思っておりましたが、念願かない、日夜鉱山内にてネジを回しております。これまで京都大学に在籍し、KEK-PSを中心にエキゾチックハドロンの探索に従事してきました。目下の関心事は、素粒子の質量構造を理解することです。スーパーカミオカンデがニュートリノ質量を解明してくれる信じつつ建設にいそしんでいます。

塩澤 真人



4月1日付けで神岡施設に着任しました。しばらくはスーパー神岡建設で忙しいと思いますが、体力をつけて、肉体労働に日々励んでいこうと思っています。新しい研究施設でいろんな環境も

整えていかなければなりませんが、できるだけ楽しいところにできたらいいなと考えています。いろいろわからないこともたくさんあり御迷惑をかけることもあると思いますが、よろしくお願いします。

竹内 康雄



この度、神岡宇宙素粒子研究施設の助手に採用されました竹内康雄です。3月までは東京工業大学大学院で、カミオカンデにおける太陽ニュートリノ解析と、UNIXワークステーションを用いた高速データ収集システムの開発を行っていました。宇宙線研究所ではスーパーカミオカンデを用いた太陽ニュートリノに関する研究を継続して行いたいと思います。趣味はスキーバダイビング、水泳、スキー等です。よろしくお願いします。

福田 善之

平成7年4月1日付けで神岡宇宙素粒子研究施設の助手に着任しました福田善之です。宇宙線研究所には大阪大学大学院博士課程在籍時の平成元年よりお世話になっています。現在、スーパー神岡実験のデータ収集制御系の作業を中心に、実験開始に向けて準備を行なっているところです。来年4月より太陽ニュートリノ観測が順調に開始し、ニュートリノ振動の解析が滞りなく行えるよう、これからも一研懸命に頑張って行きたいと思いますので、宜しくお願ひ致します。趣味は音楽鑑賞、ドライブ。



三浦 真

生年月日：昭和41年3月18日

出身地：埼玉県

出身大学院：筑波大学

趣味：走ること(自分の足及びバイク)、読書、音楽



一言：以前はKEKでTRISTAN実験(VENUS)をしていました。非加速器は初めてですが、よろしくお願ひします。

吉田 滋

5月1日付けで助手としてアメリカはユタ大学から赴任いたしました吉田です。アメリカでは最高エネルギー領域宇宙線観測装置である高分解能蛍の目望遠鏡(HiRes)の建設に従事しました。この装置は完成すると質、量共に世界一のデータを産み出すことが期待され、その日を夢見て広大な砂漠の中で同僚と汗をかいた事が思いだされます。若輩者の私ですが、観測素子の共通点が多い宇宙線望遠鏡計画の実現及び明野観測所における予備実験遂行に向けて努力していく所存ですので、よろしくお願ひ致します。



内藤 統也(COE研究員)

平成7年4月1日より宇宙線研でお世話になっています内藤です。この3月に東京都立大学で博士課程を修了した生まれたてほやほやの研究者です。宇宙線の謎を解明すべく研究をしていく所存です。よろしくお願ひ致します。それでは、以下に簡単なプロフィールを添えて挨拶に換えさせて頂きます。



出身：神奈川県小田原市

専門：「宇宙線の起源」に関する研究

趣味：スポーツ観戦(NFL、Soccer)、Rock、Jazzを好んで聴きます。

内堀 幸夫(研究員)

大阪市立大学において、KGF地下深部実験で学位をとりました。空気シャワー部で、Telescope Array計画とAGASAに参加します。関東での生活は、初めてですが、まわりを見渡すと、大阪弁をしゃべられる人が結構いて、助かります。しかし、東京に来て、早々、サリン事件がおき、明野観測所に行けば、こちらの東大さんでは、容疑者をかくまつていませんかと、村の人に聞かれますし、えらい所に来たなという気がします。いまは、新しい環境に早く慣れ、どんどん仕事をしていかなかんなと思っています。よろしくお願ひします。



布川 弘志(協力研究員)

この4月から、当研究所(理論)で協力研究員としてお世話になっています。出身大学・大学院は都立大です。こちらに来る前は、つくばの高エネ研の理論部に所属していました。研究分野は素粒子的宇宙物理です。今まで、主に、太陽や超新星から来るニュートリノに対するニュートリノのフレーバー混合や磁気能率の影響などについて研究をしてきました。今年の9月からは、スペインのバレンシア大学に研究員として行く予定なので、こちらには、短い間しかいませんが、どうぞよろしくお願ひ致します。



安岡 邦彦(総務主任)

私は4月1日付で、学生部から配置換えとなりました。

宇宙線研究所の存在を知つてはいても、研究所の内容についてはなにも知りませんでした。本郷にいる宇宙線研O.B.に研究所についてたづねましたが、なにやら難しい専門用語をならべたてられ、聞いていてもちんぶんかんぶんでしたが、とにかくがんばれと激励されました。とにかくよろしくお願ひします。



私の長い東大生活の中身は、物性研究所の2年間を除き、ほとんど文化系部局での人事事務が中心でした。科学に弱い私は、宇宙線研がとても難解な事を研究しているところだという、恐怖にも近い印象をもってここに参りました。

そうは言っても予算や人の要求の際には、部外者である事務局等の人に分からせるよう説明できなくてはなりませんので、これから猛勉強をしなくてはと覚悟を決めました。できれば5時すぎに、先生方の専門の話をやさしく、酒を飲みながら聞かせていただければと思っています。シンポジウムの語源はそういうことだと、昔聞いたことがあります。

木村 保(共同利用掛)

4月1日付で東京国立博物館より異動して参りました木村です。以前には地震研究所、工学部附属総合試験所になりましたが、ここ数年で事務部においても電算化が進み、あわせて、今まで経験のない共同利用掛に配属ということで、毎日戸惑うことばかりです。今後は、事務の業務は勿論ですが、研究部や観測施設等での研究内容についても、早く理解して、少しでもお役に立てるよう努力して行きたいと思っています。当面、何かとご迷惑をおかけするとは思いますが、よろしくお願ひ致します。



倉橋 紀子(総務掛)

早いもので宇宙線研究所でお世話になってから1年が経とうとしています。音楽大学を卒業して全くちがう分野の事務職に着き、戸惑うことも



ありましたが、今では暖かい雰囲気を持った田無市緑町の“小宇宙”へ毎日通勤するのが楽しみになっています。これからも宜しくお願ひ致します。

加藤 朱(神岡宇宙素粒子研究施設)

生年月日 S 45. 5. 28

平成6年3月より勤務していますが、まだまだ勉強しなくてはいけないことがたくさんあるように思えます。



美しい自然と最新の計算機、そして賢い研究者の皆さん。

この非常に恵まれた環境を生かし、たくさんのことを勉強したいと思います。

〔編集委員の不注意により、倉橋さん、加藤さんの紹介が一年以上遅れましたことをお詫びします。〕

委員会報告

○平成6年度第4回共同利用運営委員会

平成7年3月18日（土）

議題

1. 諸報告
2. 平成8年度概算要求について
3. 教官人事について
4. 平成7年度共同利用について
5. 諸委員会委員の選考

○平成7年度第1回共同利用運営委員会

平成7年4月22日（土）

議題

1. 諸報告
2. 教官人事について
3. 平成7年度共同利用研究申し込みの査定結果について
4. COE研究員の選考について

○平成6年度第1回共同利用実施専門委員会

平成6年3月11日（土）

議題

1. 諸報告
 2. 宇宙線研究所諸施設の現状と将来について
- #### ○平成6年度第1回乗鞍観測所検討小委員会
- 平成6年3月11日（土）
- ##### 議題
1. 諸報告

2. 乗鞍観測所の現状と将来について

研究報告出版状況

ICRR-Report

(2) ICRR-Report-336-95-2

"Calculation of the Flux of Atmospheric Neutrinos"

M. Honda, T. Kajita, K. Kasahara and S. Midorikawa

(3) ICRR-Report-337-95-3

"Muons ($\geq 1\text{GeV}$) in Large Extensive Air Showers of Energies between $10^{16.5}\text{eV}$ and $10^{19.5}\text{eV}$ Observed at Akeno"

N. Hayashida et al. (AGASA Collaboration)

宇宙線研セミナー

14) 3月24日(金) P.F. Michelson (Stanford Univ.)

W.B. Atwood (SLAC)

"A Next Generation High-Energy Gamma-ray Telescope Mission"

1) 4月6日(木) (Joint Seminar for Gravitational Wave Experiments and Pulsar Observations)

J.H. Taylor (Princeton Univ.)

"Gravitational-Wave Experiments with Pulsars: Present and Future"

平尾 淳(宇宙科学研究所)

"Activity of Pulsar Observations in Japan"

坪野 公夫(東京大学理学部)

"TAMA for Gravitational Wave Detection"

2) 5月12日(金) 筒井 泉(東京大学原子核研究所)
"多様体上の量子論について"

3) 5月24日(水) V.V. Dmitrenko (Moscow Engineering and Physics Institute)

"Possibility of Prediction of Earthquakes from Measurements of Intensity of Charge Particles at Satellite Altitudes"

4) 5月19日(金) 布川 弘志(宇宙線研究所)
"The Effect of Resonant Spin-Flip of Neutrinos on Heavy Element Nucleosynthesis in Supernovae"

5) 6月9日(金) 田越 秀行(国立天文台)

"合体する連星系からの重力波"

6) 6月16日(金) 山田 洋一(高エネルギー研究所)

"超弦模型とCP非保存"

人事異動

発令年月日	氏名	異動内容	現(旧)官職
7. 5. 1	吉田 滋	助手	新規採用
7. 5. 16	中畠雅行	助教授	助手
7. 6. 1	内藤統也	文部省COE研究員	研究員
7. 6. 1	西澤正己	文部省COE研究員	協力研究員

お知らせ

山越和雄先生追悼「宇宙塵」国際シンポジウム及び
「山越先生を偲ぶ会」のお知らせ

故山越教授を追悼し、国際シンポジウムを下記のとおり開催致します。

山越教授は平成8年1月17日～20日に開催予定の東大国際シンポジウム「宇宙年代学と同位体地球科学」の組織委員長として準備中での急逝でした。従いまして同シンポジウムに来日予定の外国人研究者が参加できるよう、前日に開催し、同教授のライフワークであった「宇宙塵」の研究を主題とします。なお同シンポジウム終了後、「山越教授を偲ぶ会」をおこないます。シンポジウムのプログラム等は組織委員会で準備中ですが、サーチューラーをご希望の方は下記までお知らせ下さい。出来次第お送りします。

日 時 平成8年1月16日(火)

場 所 東京大学原子核研究所講堂

連絡先 ohashi@prhp 710. icrr. u-tokyo. ac. jp

mnagano@ icrr. u-tokyo. ac. jp

Fax: 0424-62-3096

No.25

1995年7月1日

東京大学宇宙線研究所

〒188 東京都田無市緑町3-2-1

編集委員 永野 (0424) 69-9592

梶田 (0578) 5-2116