



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

小柴昌俊先生、ノーベル物理学賞受賞。 天体物理学とくに宇宙ニュートリノ検出への貢献。

小柴昌俊先生のノーベル物理学賞受賞を心からお祝いたします。

個人的な感想から述べさせていただきます。今から約20年前に小柴先生に陽子崩壊を見つけていただくことをお願いし、カミオカンデの立ち上げを応援した一人として、この装置がニュートリノ天文学の幕開けを導き、今回の受賞成果になったことに深い感慨を覚えます。

この種の実験は装置建設に多大の資金と多大の人的資源の投入が必要であります。実験結果によっては大きな成果につながらない可能性があります。初期の目的の陽子崩壊は残念ながら発見されませんでした。小柴先生らの太陽ニュートリノ観測に向けた装置改良は誠に素晴らしい発想の転換であり、このことが今回の受賞につながりました。太陽ニュートリノをねらった装置改良の準備が整ったからこそ、1987A 超新星からのニュートリノバースト観測に成功し、さらに太陽ニュートリノの実時間観測の快挙ができたものと思います。これに続くスーパーカミオカンデの建設とニュートリノ振動の発見、これを追って世界が競ってニュートリノ物理学に走ったのは、地下空洞を利用した新しい非加速器物理学の創出と呼ぶにふさわしい希有の歴史的イベントであったと思います。この道に至るパイオニアとしてのご功績を自然科学に携わる者の一人として改めて祝したいと思います。



小柴先生のノーベル賞受賞を神岡宇宙素粒子研究施設一同喜ばしく思います。

小柴先生のカミオカンデにおいて「大気ニュートリノ異常」「太陽ニュートリノ欠損」として示唆されていたものが、スーパーカミオカンデにおいて大気太陽ニュートリノ振動として確立いたしました。このようなすばらしい研究の道筋を私たちにつけていただいた小柴先生に深く感謝致します。小柴先生おめでとうございます。

宇宙線研究所長 吉村太彦

神岡宇宙素粒子研究施設長 鈴木洋一郎

スーパーカミオカンデ再スタート

中 畑 雅 行

再建作業を進めていたスーパーカミオカンデは、2002年10月始めに増倍管の取り付け作業を完了し、10月3日より超純水の給水を開始した。10月7日からデータ取得の準備が進められ、10月8日からは水入れ途中ながら24時間体制でのデータ取得を開始した。この日は、まさに小柴先生のノーベル賞が発表された日であった。

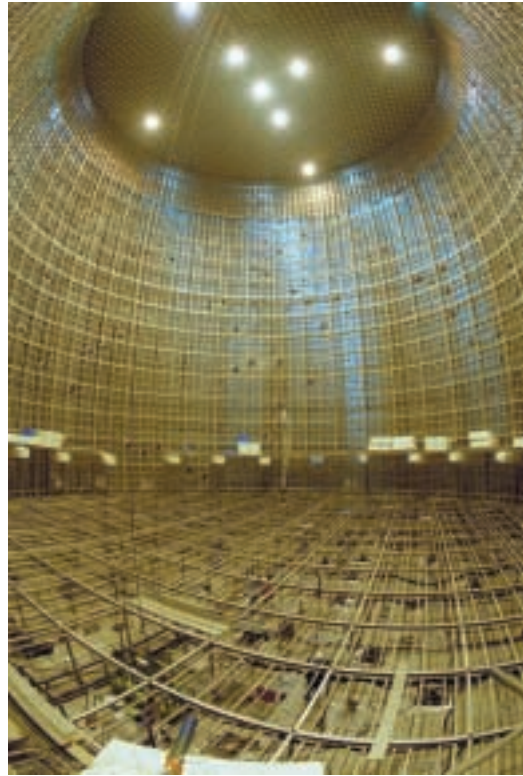
1996年実験開始より5年間のデータ取得を行ったスーパーカミオカンデは2001年7月中旬より、不具合の生じた増倍管を交換するという作業が行われた。その作業が終了し、超純水を約30mまで満たされた2001年11月12日に大事故が起きた。底面のある増倍管が爆縮し、それが生み出した衝撃波がその隣の増倍管を壊し、連鎖反応によって一気に6,777本の50cm光電子増倍管が破壊されてしまった。装置は元々11,146本の増倍管を使用していたため、約60%の増倍管を失ってしまったことになる。スーパーカミオカンデは、1998年に「大気ニュートリノによるニュートリノ振動の発見」、2001年にはカナダのSNO実験とともに「太陽ニュートリノ振動の発見」という重要な成果を上げてきた。今後は、つくば一神岡長基線人工ニュートリノ実験、超新星爆発観測をはじめとする新たな成果に向けて始動する矢先だった。事故の直後、スーパーカミオカンデの研究者達は、残っている増倍管を使用して、いち早く実験を再スタートしようと決意した。



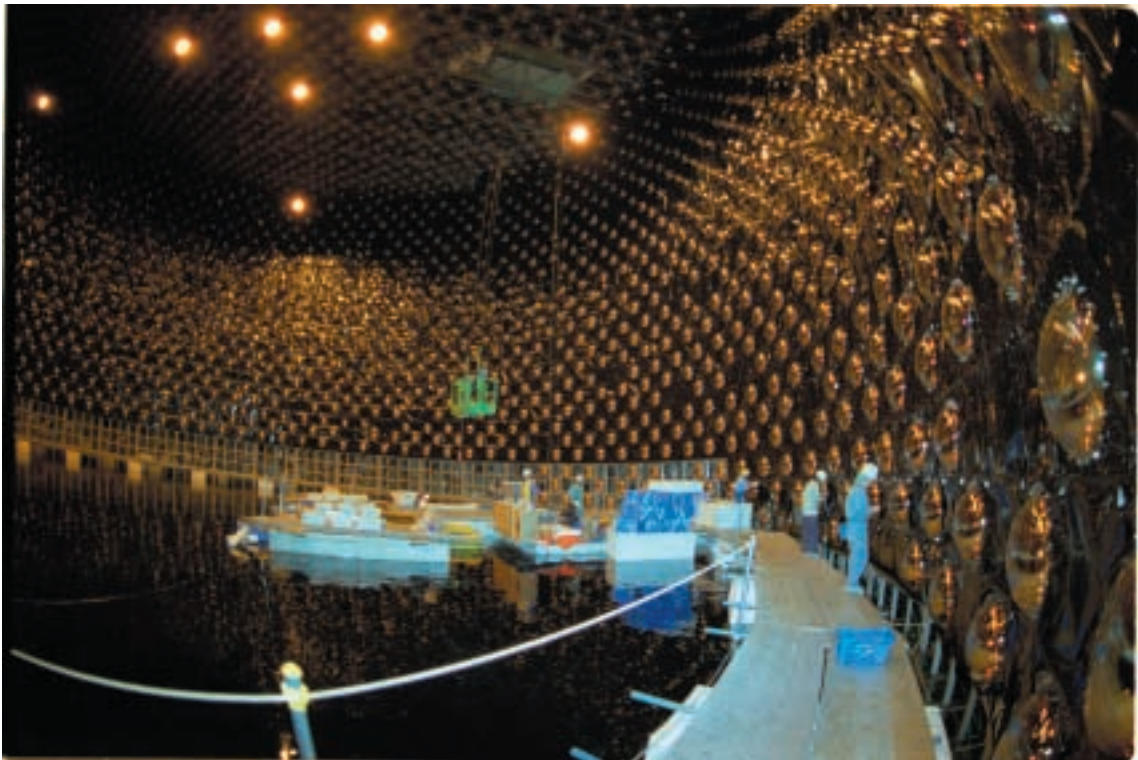
衝撃波防止ケースに入れられた増倍管

2001年11月、12月には事故原因の徹底的な究明が行われた。特に、増倍管爆縮に伴う衝撃波発生メカニズムを探るために増倍管をスーパーカミオカンデタンクの底に沈めて増倍管を割り、発生する衝撃波を調べるといった実証試験が行われた。増倍管の中は真空であるため、割れた場合には周りの水が一気に押し寄せる。それが衝撃波の源であり、すぐ隣の増倍管では短時間ながら100気圧近い圧力が生まれてしまうことがわかった。2002年1月、2月にはこのような衝撃波を生まないためのケース（衝撃波防止ケース）が設計され、テストが行われた。増倍管が割れた際の瞬間的な圧力変化は想像を絶するものがあり、結局我々が採用するに至ったケースは13mm厚のアクリルで増倍管の前面を覆い、後ろ側はガラスマットを6層重ねたFRP（Fiberglass Reinforced Plastics）ケースが覆うというかなり分厚いものとなった。この衝撃波防止ケースの試験は、事故の後、水を排水せずに行われていたが、3月から排水、残骸撤去が行われた。残骸は、ガラスの破片、増倍管の中の金属材料、取り付け金具等で総量数十トンにのぼった。タンクの中はまさに地獄絵図であった。業者の作業員による残骸処理、研究者によるケーブル端末処理が毎日進められ、4月はじめにはタンクの中がきれいに片づけられた。

事故で生き残った増倍管と予備用の増倍管を合わせて現在我々が持っている約5,200本の増倍管を衝撃波防止ケースに入れて取り付け直すという作業が2002年4月から9月末までの間に行われた。事故の時に生き残った増倍管は、いったんすべて取り外された。事故の際に水面下にあった増倍管は、上面および側部の水深の浅い位置に取り付け、元々上面に取り付けられており事故の影響がなかったと思われる増倍管を水深が深い位置に使用するためである。すべての増倍管に対して、入念な目視による検査、高電圧を引加しての信号チェックが行われた。また、すべての増倍管には5mの延長ケーブルが取り付けられ、将来の取り外し/取り付け作業が容易にできるようにした。増倍管を衝撃波防止ケースに入れる作業は、研究者による安全監視員をつけて慎重に行われた。これら一連の増倍管を準備する作業は、研究者によって行われた。タンク内部での増倍管の取り付け作業は業者の作業員によって行われたが、その後の増倍管のケーブル接続、動作確認作業は研



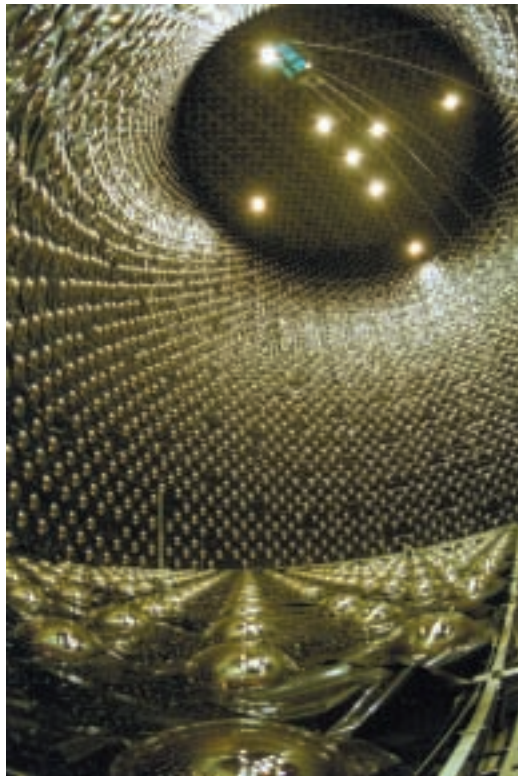
底面残骸処理前と処理後のタンク内部の様子



側面増倍管取り付け作業中のタンク内部の様子

究者によって行われた。4月から9月までの約6ヶ月間、毎日約35名の研究者（約20名の日本人研究者と約15名の外国人研究者）が作業にあたった。スーパーカミオカンデ、K2K 実験に参加している日本

の研究者は、宇宙線研究所、KEK、東北大学、京都大学、新潟大学、神戸大学、東工大、東海大学、静岡大学、静岡精華短大、岐阜大学、大阪大学、岡山大学から総計約80名のメンバーである。研究者各



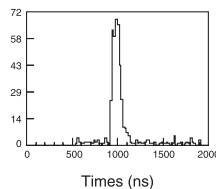
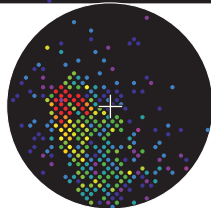
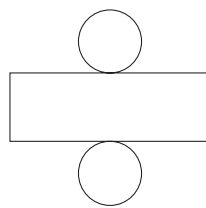
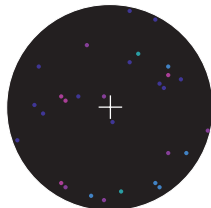
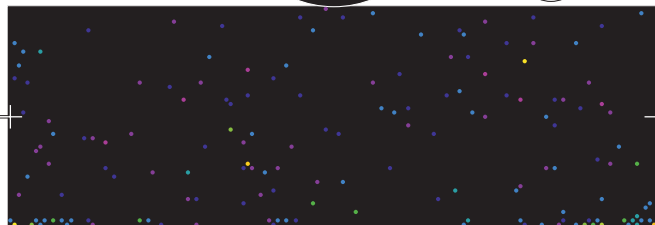
底面ブラックシート取り付け中のタンク内部の様子

Super-Kamiokande

Run 20061 Event 15
 102-10-08:18:51:15
 Inner: 467 hits, 2795 pE
 Outer: 0 hits, 0 pE (in-time)
 Trigger ID: 0x03
 D wall: 1690.0 cm
 Fully-Contained

Charge (pe)

- >26.7
- 23.3-26.7
- 20.2-23.3
- 17.3-20.2
- 14.7-17.3
- 12.2-14.7
- 10.0-12.2
- 8.0-10.0
- 6.2- 8.0
- 4.7- 6.2
- 3.3- 4.7
- 2.2- 3.3
- 1.3- 2.2
- 0.7- 1.3
- 0.2- 0.7
- < 0.2



2002年10月8日夕方に観測された宇宙線ミュー粒子のデータ

人に平均すると約6週間の作業量となった。また、今回の再建作業では、日本のいろいろな大学の理工学系学部学生、大学院学生にボランティア作業の応募を行い、87名のボランティア学生に作業に参加してもらった。作業は、極めて順調に、そして安全に進められ、10月始めまでには増倍管の取り付け作業が完了した。10月3日から超純水の給水が開始され、約2ヶ月半後の12月中旬には、満水でのデータが取れるようになる予定である。給水途中でもスーパーカミオカンデは、世界で最大の超新星ニュートリノ検出装置であるため、いつ超新星爆発が起きてもいいように水が底面の増倍管を超えた10月7日よりデータ取得が開始された。

今回の再建作業は、部分復旧と呼ばれるものであり、増倍管の数はスーパーカミオカンデ当初の約47%しかない。大気ニュートリノや加速器ニュートリノなどの高エネルギーニュートリノ現象に対しては、大きな感度の低下もなく実験が遂行できると考えられるが、太陽ニュートリノや超新星ニュートリノのような低エネルギー現象に対しては、性能が大きく劣化する。数年後には、元の増倍管数に戻す完全復旧が行われ、低エネルギーニュートリノ現象も高感度で観測できるようになることを我々は希望している。

小柴先生のノーベル賞は、スーパーカミオカンデの前身であるカミオカンデにおいて、超新星ニュートリノ、太陽ニュートリノを捕らえ、ニュートリノ天文学を開拓したことであった。スーパーカミオカンデは最初の5年間に「ニュートリノ質量の発見」という大きな成果を上げ、今後も更に大きな成果が期待される。我々は、部分復旧後の測定器で着実に研究を進め、完全復旧に向けて今後も研究者が一丸となってがんばっていききたいと考えている。

2002年10月15日

国際シンポジウム「The Universe Viewed in Gamma-rays」

森 正 樹

文部科学省科学研究費 COE プログラム（本年度より特別推進研究）「超高エネルギーで見た宇宙」に付随して文科省より支援を受け、上記の国際シンポジウムが9月25日より9月28日まで柏キャンパスに程近い「さわやか千葉県民プラザ」（千葉県柏市）で行われた。国外からの参加者は38名、国内からは74名、合計112名でなかなか盛況であった。以下に話題をいくつか紹介する。（実験的な結果に偏っていることを予めお断りしておく。）

TeV 領域のガンマ線天体としては活動銀河核の時間変動が注目されてきたが、最近では宇宙線の起源の問題も絡んで超新星残骸の注目度が上がっている。CANGAROO が SN1006 と RX J1713.7-3946、HEGRA が Cas A を検出し、Chandra X 線衛星のとらえた超新星残骸フィラメントの精密な画像と合わせて、粒子加速について詳細な議論が行える状況が整いつつある。CANGAROO の RX J1713.7-3946 の新しい結果についても多くの議論があり、加速されている粒子の正体が問題の焦点になってきている。CANGAROO-III の完成や、後述の H.E.S.S. の稼働とともに、今後さらに系統的な超新星残骸の観測が進んでいくことが期待されている。

2001年の活動銀河核 Mrk421 のフレアのデータ解析が進み、Whipple と HEGRA ではスペクトルの傾きとフラックスの相関が示された。これは TeV 領域放射のメカニズムを考える上で手がかりとなる情報である。また、CANGAROO は大天頂角で Mrk421 を観測し、10TeV 超のガンマ線の証拠を報告しているが、この結果は従来仮定されてきた値より低めの赤外線背景放射量を示唆し、Mrk501 のエネルギースペクトルの折れ曲がりとも矛盾しない。また、新しい活動銀河核として H1426+428 と 1ES1956+650 の検出が報告された。どちらも EGRET では検出されていない X-ray selected ブレーザーである。前者は2001年の宇宙線国際会議でも検出が報告されていたが、その後の観測でも確認され、赤方偏移 $z = 0.13$ の TeV 領域で検出された最も遠い活動銀河核となる。前述の Mrk421 の結果も含め、赤外線背景放射の観測結果の詳細再検討が促されており、TeV ガンマ線の観測が宇宙論的情報を与え始めているといえよう。

HEGRA グループはチェレンコフ望遠鏡で銀河面をサーベイ観測したが、その際にはくちょう座領域に特に長い時間が割かれた。20年近く前に Kiel 大学が空気シャワー観測で X 線連星 Cyg X-3 からのシャワーの超過を報告し、多くの検出報告が続いた。最近の観測では有意な結果は得られていないが、EGRET 衛星による観測ではこの領域に複数のガンマ線点源が見つかり、より高エネルギーの観測にも期待がもたれていたからである。ところが、Cyg X-3 のやや北、EGRET 点源のエラーサークルの端のところにやや広がったガンマ線源が見つかったのである。これは $E^{-1.9}$ というハードなエネルギースペクトルを示し、Cyg OB アソシエーションと重なってはいるが正体は不明であり、新しいタイプのガンマ線源かもしれない。

太陽光発電用大面積集光鏡を利用した STACEE や CELESTE の観測の解析も進み、100GeV 領域のエネルギースペクトルの情報が得られつつある。パルサー放射のパルス成分の兆候 (?) が見られており、興味を持たれる。

チベット高地の高密空気シャワーアレイとロスアラモスの水プールを利用したエネルギーフロー検出器により、チェレンコフ望遠鏡では実現されていない全天サーベイの結果も報告された。エネルギー領域はやや高く、感度にも制限があるものの、数 TeV 領域のガンマ線天空の全体像がとらえられたのは確かであろう。

第3世代チェレンコフ望遠鏡として H.E.S.S.、MAGIC、VERITAS、CANGAROO-III の現状も報告された。H.E.S.S. は最初の 12m 望遠鏡 1 台が稼働を始め、テストデータを取っていることが報告された。MAGIC は、17m 鏡のフレームは組みあがっているが鏡はまだついていない。VERITAS は最初の 1 台の製造が進められている。CANGAROO-III は 4 台のうち 2 台の建設が終わっており、先行しているといえる。多少の前後はあるにせよ、これらの望遠鏡の完成する一・二年後には、TeV ガンマ線観測は急激な進展を見せるであろう。

シンポジウムの最後に高原文郎氏と R. Ong 氏に理論的側面と実験的側面のサマリーをしていただいた。両者とも共通していたのは、TeV ガンマ線源

はまだ高々十個あまりしか見つかっていないことであり、この数を増やしていった個別の天体だけでなく総合的な理解につなげていく必要があるという点ではないかと思う。Ong氏は超新星残骸など銀河系天体の観測に有利な南半球の重要性を強調し、また、X線・ガンマ線源天体の数の年代に対する増加を示すグラフを「Kifune plot」と名づけた(図参照)。

第3世代の望遠鏡の完成によりこのグラフが順調に伸びていくことを願っている。

なお、シンポジウムのプログラムと多くのプレゼンテーション原稿は以下のWebサイトで見ることができます。

<http://icrhp9.icrr.u-tokyo.ac.jp/Symp2002.html>

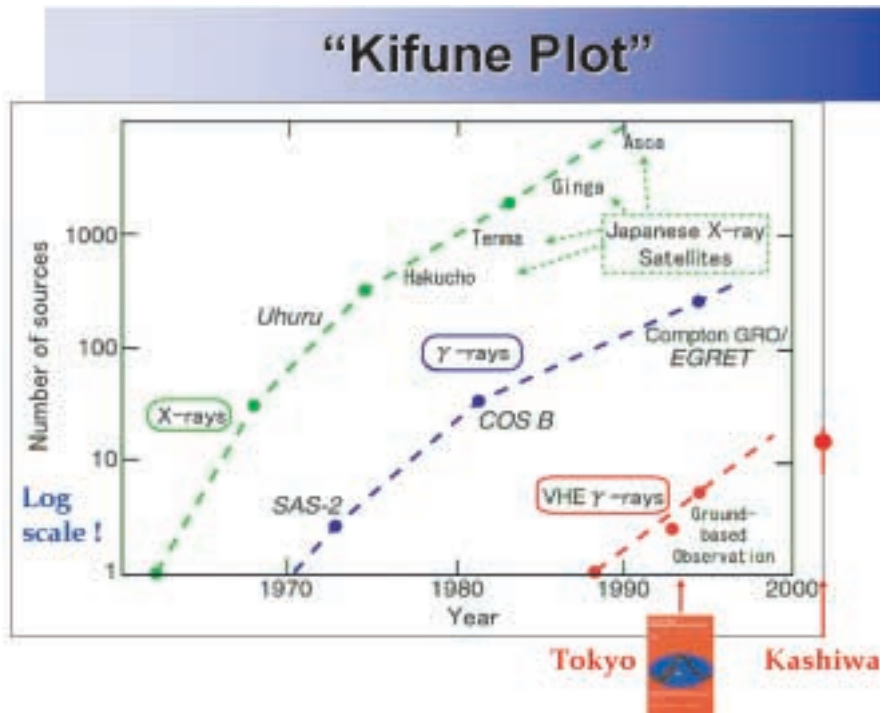
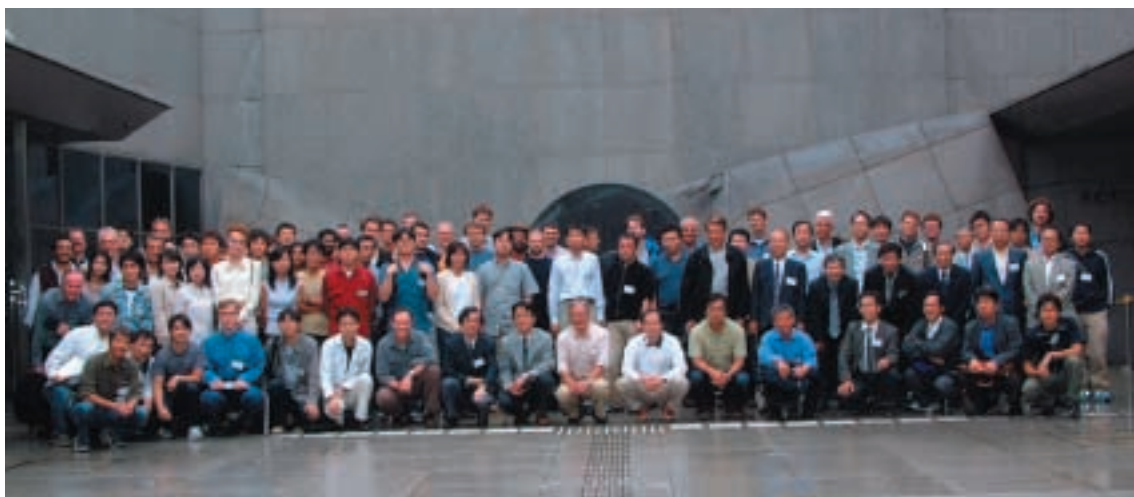


図 “Kifune plot”



シンポジウム参加者の集合写真(さわやか千葉県民プラザ)

人事異動

発令日	氏名	異動内容	現(旧)官職
平14. 10. 1	鈴木 洋一郎	採用	教授併施設長(神岡)
平14. 9. 1	高橋 浩幸	転入	庶務掛長(教養学部等学生課学生掛長)
平14. 10. 1	戸塚 洋二	転出	高エネルギー加速器研究機構教授、素粒子原子核研究所物理第三研究系施設長(併)
平14. 9. 1	下坂 行雄		法学部・法政治学研究科庶務主任併庶務掛長

ICRR-Report 2002年度

- (1) ICRR-Report-483-2002-1
 “Design of 1 arcmin resolution UHECR telescope with 50degree angular diameter”
 M. Sasaki, A. Kusaka and Y. Asaoka
- (2) ICRR-Report-484-2002-2
 “Detecting Very High Energy Neutrinos by the Telescope Array”
 Makoto Sasaki and Masashi Jobashi
- (3) ICRR-Report-486-2002-4 (April 8, 2002)
 “Scenery from the Top: Study of the Third Generation Squarks at CERN LHC”
 Junji Hisano, Kiyotomo Kawagoe, Ryuichiro Kitano, and Mihoko M. Nojiri
- (4) ICRR-Report-487-2002-5
 “Probing physics beyond the standard model from lepton sector”
 J. Hisano
- (5) ICRR-Report-489-2002-7 (June 2002)
 “Force Measurements of a Superconducting-film Actuator for a Cryogenic Interferometric Gravitational-wave Detector”
 N. Sato, T. Haruyama, Y. Saito, T. Shintomi, T. Suzuki, T. Tomaru, T. Uchiyama, A. Yamamoto (KEK); N. Kanda (Miyagi University of Education); K. Kuroda, S. Miyoki, M. Ohashi, D. Tatsumi, C. Taylor (ICRR, The University of Tokyo)
- (6) ICRR-Report-490-2002-8 (June 2002)
 “A New Parametrization of the Seesaw Mechanism and Applications in Supersymmetric Models”
 John Ellis, Junji Hisano, Martti Raidal and Yasuhiro Shimizu
- (7) ICRR-Report-491-2002-9 (August 2002)
 “Comments on Quantum Aspects of Three-Dimensional de Sitter Gravity”

Hiroshi Umetsu and Naoto Yokoi

- (8) ICRR-Report-492-2002-10 (September 2002)
 “Detailed Studies of neutrino oscillations with atmospheric neutrinos of wide energy range from 100 MeV to 1000GeV in Super-Kamiokande”
 Jun Kameda
- (9) ICRR-Report-493-2002-11 (18 September 2002)
 “Development of an atmospheric Cherenkov imaging camera for the CANGAROO-III experiment”
 S. Kabuki, K. Tsuchiya, K. Okumura, R. Enomoto, T. Uchida, H. Tsunoo, Shin. Hayashi, Sei. Hyashi, F. Kajino, A. Maeshiro, I. Tada, C. Itoh, A. Asahara, G. V. Bicknell, R.W. Clay, P.G. Edwards, S. Gunji, S. Hara, T. Hara, T. Hattori, H. Katagiri, A. Kawachi, T. Kifune, H. Kubo, J. Kushida, Y. Matsubara, Y. Mizumoto, M. Mori, H. Moro, H. Muraishi, Y. Muraki, T. Naito, T. Nakase, D. Nishida, K. Nishijima, M. Ohishi, J.R. Patterson, R.J. Protheroe, K. Sakurazawa, D.L. Swaby, T. Tanimori, F. Tokanai, A. Watanabe, W. Watanabe, S. Yanagita, T. Yoshida, T. Yoshikoshi
- (10) ICRR-Report-494-2002-12
 “Observation of gamma-rays greater than 10TeV from Markarian 421”
 K. Okumura, A. Asahara, G.V. Bicknell, P.G. Edwards, R. Enomoto, S. Gunji, S. Hara, T. Hara, S. Hayashi, C. Itoh, S. Kabuki, F. Kajino, H. Katagiri, J. Kataoka, A. Kawachi, T. Kifune, H. Kubo, J. Kushida, S. Maeda, A. Maeshiro, Y. Matsubara, Y. Mizumoto, M. Mori, M. Moriya, H. Muraishi, Y. Muraki, T. Naito, T. Nakase, K. Nishijima, M. Ohishi, J.R. Paterson, K. Sakurazawa, R. Suzuki, D. L. Swaby, K. Takano, T. Takano, T. Tanimori, F. Tokanai, K. Tsuchiya, H. Tsunoo, K. Uruma, A. Watanabe, S. Yanagita, T. Yoshida, and T. Yoshikoshi

ICRR-Seminar 2002年度

- 4月25日(木) 横山 順一氏 (大阪大学理/宇宙地球科学)
“Cosmic Inversion 計画”
- 5月9日(木) 隅野 行成氏 (東北大学理)
“Understanding Heavy Quarkonium Systems in Perturbative QCD”
- 5月10日(金) Prof. Anatoly V. Butkevich 氏 (Institute for Nuclear Research Russian Academy of Science, and ICRR)
“Muon scattering in the Super-Kamiokande rock”
- 5月23日(木) 川崎 雅裕氏 (東京大学ビックバン宇宙国際研究センター)
“Star formation rate and supernova relic neutrino”
- 5月27日(月) 陳和生 (CHEN He Sheng) 氏 (高能物理研究所所長、中国)
“Cosmic Ray and Particle Astrophysics Experiment at IHEP”
- 5月27日(月) 金行 健治氏 (東京大学宇宙線研究所)
“K 2 K 実験の現状”
- 5月31日(金) 井上 邦雄氏 (東北大学ニュートリノ科学研究センター/宇宙線研究所)
“カムランドの現状”
- 6月4日(火) Prof. Lawrence Wiencke 氏 (Univ. Utah/ICRR)
“Viewing Air Showers in the Desert Sky with the High Resolution Fly’s Eye experiment”
- 6月13日(木) 井岡 邦仁氏 (大阪大学理/宇宙地球科学)

- “ガンマ線バーストとジェットモデル”
6月27日(木) 松尾 俊寛氏 (京都大学基礎物理学研究所)
“Mean Field Approximation of IIB Matrix Model and Emergence of Four Dimensional Space-Time”
7月18日(木) 榎本 良治氏 (東京大学宇宙線研究所)
“カンガルー実験の近況”
7月23日(火) Prof. John Ellis 氏 (CERN)
“Future perspectives at CERN”
7月23日(火) 磯部 直樹氏 (宇宙開発事業団)
“電波銀河のジェット終端ローブにおける Energetics の逆コンプトン X 線による診断”
8月1日(木) Prof. Alexandre D. Dolgov 氏 (INFN, Ferrara, Italy and ITEP, Moscow, Russia/YITP, Kyoto Univ.)
“Generation of seed magnetic fields and gravitational waves by leptonic charge inhomogeneities in the early universe”
9月12日(木) Dr. Iliana Magdalena Brancus (Horia Hulubei National Institute of Physics and Nuclear Engineering, Romania)
“Studies of EAS muons in KASCADE and KASCADE Grande”
9月19日(木) 諸井 健夫氏 (東北大学大学院理学研究科)
“Cosmic Density Perturbations from Late-Decaying Scalar Condensations”
9月25日(水) Dr. Peter Tinyakov 氏 (Institute of Theoretical Physics, Univ. of Lausanne, Switzerland)
“Evidence for a connection between gamma-ray and UHECR emissions by BL Lacs”

No.49

2002年10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) 7136-5106又は5137

編集委員 大橋正健 大西宗博