



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

宇宙線研究所 柏新キャンパスへのご案内

手嶋 政 廣

この度、宇宙線研究所はお蔭様で田無キャンパスから柏新キャンパスへ移転いたしました。私の知る限りでは構想が具体化してから6年以上かけ現在にいたっています。プランの実現へは幾つかの問題はありましたが、比較的スムーズに進展したといえます。回想はさておき、柏新キャンパスへのご案内をいたしたいと思います。

住所は、「〒277 - 8582千葉県柏市柏の葉5 - 1 - 5」です。位置については後に示します地図を参照してください。宇宙線研究所へのアクセスは、主に3系統あります。

JR柏駅西口から、国立がんセンター行きの東武バスに乗り、終点国立がんセンターで下車(約25分) 徒歩5分 東武野田線江戸川台よりタクシーで10分。常磐高速柏ICより車で5分(16号線の渋滞にかかると20 - 30分かかることもあります)。

柏ICから北側へ出て二つ目の信号を左折し、陸橋を渡り裏側から柏キャンパスへアクセスすることも可能です。事前に地図で良くお調べください。

柏キャンパス内の電話回線は最新鋭の交換機を経由しており、職員・ポスドク以上は各人ダイヤルイン番号を持っています。また、構内PHSを大々的に取り入れました。後に電話番号表を掲載いたしますので参考にしてください。電子メールは従来のまま変更はありません。宇宙線研究所の計算機はホームディレクトリーがicrsrv上からicrhome上に変更する等若干の変更はありますが、従来の利用方法とおお

きく変わりませんが、不都合、不明な点が発生した場合は各研究部の計算機委員にお訊ね下さい。

柏キャンパス内の環境整備は始まったばかりです。共同利用で宇宙線研究所に來所される方々には多分にご迷惑をおかけすることと思いますが、3月末の現状を報告いたします。柏キャンパスは外部に開かれたキャンパスということで、外部との間に塀を設けません(現在は工事が進行していますので、フェンスが周囲を囲っていますが、将来的にはこれらは取り除かれ、植栽により外部との緩衝地帯を設けることになっています)。そのような理由により、建物入り口でセキュリティー機能を持たせることになりました。宇宙線研究所の建物入り口は全て電子ロックになっており、土曜、日曜、祭日を除く昼間はオープンになっていますが、それ以外の時間は自動的にロックがかかりますのでご注意ください。現在は8時 - 22時までオープンということで運用しております。長期滞在の共同利用者にはゲスト用の入退館カードを配布することで対応する予定です。

キャンパス内の食堂については、建物は完成し、現在、厨房の整備が進んでおり、4月中旬あたりには開店予定です。食堂は民間の会社東京ケータリングが運営します。この食堂建物内には生協購買部が入り、文房具等の購入が可能になります。現在、昼食に関しては、東葛テクノプラザ内の1階の食堂、国立がんセンター9階の食堂・喫茶を利用するのが便利です。

また、共同利用宿舎も急ピッチで建設が進んでおり、現在内装工事が行われています。こちらも5月頃に竣工予定であります。シングル30、ツイン2の構成です。田無キャンパスに比べ、より良いサービスを提供できると思っています。宿舎内各部屋にはInternet接続のための情報コンセントが整備されており、DHCPサーバーによる自動接続がサービスされます。しかし、今現在、共同利用で来所される方には、周囲のビジネスホテルに宿泊していただいています。

宇宙線研究所の外溝整備も急ピッチで進んでいます。東葛テクノプラザ側の第2ゲートから研究所までの道は、現時点では砂利道ですが4月上旬には舗装が完成します。

新しい宇宙線研究所棟について解説させていただきます。建物は写真でご覧になれば、お分かりのように、北棟、南棟の二つの建物になっており、2階 - 5階までは渡り廊下でつながれており、6階は両棟をまたぐ大きなフロア - になっています。この6階にはなんとといっても、この新しい建物の目玉といえる、大セミナー室、図書室があります。大セミナー室は100人程度のワークショップ、シンポジウムをこなすことが可能であります。内部には調光システム、新しいAVシステムが完備しています。図書室は、KEK田無の図書より1万2千冊の本・製本雑誌を譲り受け、スペース・内容ともに格段に充実したものになりました。この他、計算機室、テレビ会議室、小セミナー室2室、展示コーナーがあり、6階は宇宙線研究所の共用施設が配置されています。2 - 5階は、居室、実験室が南棟、北棟に分かれて配備されています。また、1階、地下1階、深地下には実験室が配備されています。

また、この宇宙線研究棟内の隠れた目玉は、情報インフラであります。まず、6階建ての建物を縦方向に、片方向2 Gbps双方向4 Gbpsのギガビットイーサネットのバックボーンが走っています。このバックボーンは二重化されており事故の影響を最小限に食い止めるような構成になっています。北館、南館の各フロアーには大型のスイッチボックスがあり、100 / 10Mbpsのスイッチ入出力が各部屋の情報コンセントまで運ばれています。縦に走る光ネットワークケーブル、フロアーを走るメタルケーブルは将来の拡張を考慮したハイスペックのものになっており、当分は箱物（スイッチングハブ）のアップグレードで最先端・最高速のネットワークを維持することができます。対外的な接続は、宇宙線研究所計算機室から物性研究所計算機室まで100Mbps、そこ

から本郷までは6 Mbpsで接続されています。宇宙線研究所へのネットワークアクセスが早くなったと感じる共同利用者もおられることと思います。

宇宙線研究所の職員・学生等も新たな気持ちで、この新キャンパスでの研究生活を開始いたしました。未だ、宇宙線研究所棟の諸設備には未完成・不都合のあるものがあり、皆様にご迷惑をおかけすることもあるかと思えます。また、交通の便が悪いということもありますが、共同利用者の皆様におかれましては、今まで以上に宇宙線研究所での共同利用・共同研究を進めていただきたいと思います。

写真1：柏キャンパスの宇宙線研究所棟全景。左奥に見えるのが物性研究所。外溝工事が現在進行中です。



写真 2 : 宇宙線研究所図書室。



図 1 : 宇宙線研究所周辺図。アクセスは主に 3 系統 JR 柏駅西口から、国立がんセンター行きの東武バスに乗り、終点国立がんセンターで下車(約25分) 徒歩5分 東武野田線 江戸川台よりタクシーで10分 常磐高速柏ICより車で5分。



表 1 : 宇宙線研究所電話番号表 0471 36 XXXX

3月27日現在

氏名	電話番号下 4 桁	備考	部屋	氏名	電話番号下 4 桁	備考	部屋
所長室	3100・5100		212	総務掛	3102		201
事務長	3101・5101		202	共同利用掛	3106		201
				施設掛	3113		201
梶田	3339・5104	ニュートリノセンター	203	神岡グループ	5111・5113		224
金行	5105	ニュートリノセンター	204	大橋	5106	重力波	221
岡田	5122	ニュートリノセンター	323	三代木	5107	重力波	222
篠原	5125	ニュートリノセンター	333	石塚	5108	重力波	222
木舟	3135・5119	カンガルー	321	黒田	5114	重力波	232
森	5115	カンガルー	301	辰巳	5109	重力波	223
榎本	5116	カンガルー	302	佐藤	5110	重力波	223
葉田野	5120	カンガルー	322	福島	3176	TA・AGASA	404
河内	3132	カンガルー	311	手嶋	3131	TA・AGASA	304
奥村	3132	カンガルー	311	佐々木	3143	TA・AGASA	403
湯田	3141・5128	エマルション	402	林田	5117	TA・AGASA	303
大沢	5136	エマルション	503	吉田	5131	TA・AGASA	414
大西	5137	エマルション	504	石川	5129	TA・AGASA	414
小林	5126	エマルション	401	鳥居	5130	TA・AGASA	414
豊田	3148	エマルション	421	下平	5133	TA・AGASA	424
塩見	5138	エマルション	504	大岡	5134	TA・AGASA	424
斎藤	5123	一次線	324	青木	5135	TA・AGASA	433
山本	5124	一次線	324	篠野	5118	TA・AGASA	303
荒船	3160	理論	521	竹田	5132	TA・AGASA	304
佐藤	5141	理論	522	福来	3155	SDSS	501
井上	5142	理論	522	関口	3157	SDSS	502

中国と20年

湯田利典

中国と宇宙線研究所との交流は、1977年中国科学院高能物理研究所長張文裕教授の宇宙線研究所訪問に始まる。77年と言えば、中国のいわゆる「4人組」が逮捕された翌年であり、文化大革命の後遺症が色濃く残る時であった。温厚な張文裕所長が、厳しい口調で「4人組」による破壊活動が如何にひどいものであったかを話す姿を今でも鮮明に覚えている。文革による中国科学の遅れを憂い、日本との学術交流を強く訴えた。張文裕所長は、若い頃米国に留学し、陽電子の発見でノーベル賞を受賞したアンダーソンのところで霧箱の勉強をした。55年に創設した雲南省の落雪山宇宙線観測所（標高3200m）で霧箱による宇宙線の研究を指導し、多くの研究者を育てた。73年に原子能研究所から分かれて出来た高エネルギー物理の研究所、中国科学院高能物理研究所（北京、職員数約1500名）の初代所長になった。宇宙線観測所の研究者は全て、新設の高能物理研究所に移動し、中国の宇宙線研究の中心となった。宇宙線研究部の主任は霍安祥教授であり、この研究部はエマルジョン、空気シャワー、気球、X線、シミュレーション等の研究を行うグループからなり、職員総数は約50名であった。

1. 秘境チベットへ

78年9月に、高能研から霍安祥教授等5名の宇宙線研究者が日本を訪問し、宇宙線研究所の各施設、関連大学の視察を行った。日本での2ヶ月間の滞中にチベットにおけるエマルジョンチェンバー（EC）実験の共同研究の可能性が検討された。太田さん（現宇都宮大学）は、高能研の任敬儒氏等と古くから交流があり、77年には西村先生等と一緒に中国を訪問していた。加えて任氏は日本から送られていた「宇宙線研究」の中の論文を手がかりにエマルジョンチェンバーについて詳しく研究し（邦文の論文を読むために、日本語を独学で勉強した）、チベットのカンパラ山（標高5500m）、チョモランマ（6400mの場所に設置。登山隊に依頼）に小規模のチェンバーを設置し実験を開始していた。従って、中国とのエマルジョンチェンバー共同研究を始めるための基礎はすでにあり、これから始めるのが最も早道と思われていた。79年には、張文裕所長から三

宅所長宛に共同研究の具体的提案があった。その内容は、チベットのカンパラ山に、1000平方メートル規模のエマルジョンチェンバーを日中共同で設置し、超高エネルギー核相互作用の研究を行う、というものであった。このために、中国はカンパラ山の頂上にすでに1000平方メートルのコンクリート平台を作っており、日本から具体案の検討のために、研究者を早急に中国に派遣して欲しいという要望であった。

80年の3月には、任氏と若手の王充信氏の2名が学振の招聘で来日し、日本と中国のX線フィルムの感度比較、および共同実験の具体案の検討を行った。日本側も、すぐに実験を開始すべく、フィルム等の準備を始めた。面積15平方メートルの小規模のチェンバーに必要な感光資材を持って、8月に太田さんと訪中した。

日本では、72年頃から富士山頂でエマルジョンチェンバー実験が行われており、76年からは科学研究費の補助金を得て、規模も少しずつ大きくなっていった。さらに、79年には、「富士山エマルジョンチェンバー特別設備」が3カ年計画で認められ、日本でも大がかりなEC実験が開始された。他に、チャカルタヤ山（5200m）の日伯共同研究は62年頃から行われており、パミール高原（4200m）では、ソ連、ポーランドグループが3000トンの鉛をつかって大規模なEC実験を行っていた。従って、80年頃には、ECで観測されるファミリー現象はかなり詳しく研究されていた。当時、富士山実験グループは、10の15乗領域での核相互作用に大きな変化はなく、一次宇宙線の組成に問題があり、近い将来空気シャワー装置との連動により、それを検証したいと考えていた。それに対して、チャカルタヤ、パミールグループは、核相互作用の変化を主張し、議論は平行線であった。その中で、カンパラ山でのEC実験は、富士山で得られた結果がそこで検証できるかどうか、検出効率の高いカンパラ山で他のグループが主張する特異現象が検出できるかどうか、という重要な物理的意義をもっていた。しかし、自分としては、カンパラ山のEC実験に引き続いて、空気シャワーとの連動実験を早い時期に開始することを望んでいた。他方、世の中の流れは、74年の衝撃的なJ/ψ



写真1：太田さんと丁さんとラサ空港で

サイの発見から素粒子の大統一理論へと大きく変化し、陽子崩壊をどうやって検出するか、ということに多くの研究者の興味が向いていた。79年に着任した荒船さんは、宇宙線研究所でも陽子崩壊実験をやるべきである、と皆を説得し、三宅所長は、すでにKGFで陽子崩壊現象を捕らえた、と主張していた。なにか、時代に取り残されているような気がしていた。

80年の8月、富士山実験のフィルムの現像が済んだ翌日に北京に行ったが、チベットになかなか入れず（現地で分かったことだが、ダライ・ラマの妹がラサを訪問していたらしい）、9月の上旬になってやっとラサに行くことができた。初めて見るポタラ宮殿は壮麗であり、威圧感があつた。ラサの町には、100年前に鎖国状態のチベットに潜入した僧侶 河口慧海が描いた旅行記の世界の雰囲気はまだ残っていた。ラサに約一週間滞在し、河口慧海が通ったカンパラ峠（4200m）を超えてカンパラ山に登った。美しい湖に取り囲まれたカンパラ山からの眺めは絶



写真2：カンパラ峠から見るカンパラ山



写真3：チェンバー建設風景

景であつたが、酸素は地上の半分しかなく、息苦しさを感じた。チベット人の労働者を雇いチェンバーの建設を無事済ませた。

チベットへ行ったときに、そこに将来空気シャワー実験を行うに相応しい場所があるかどうか調査したい、という要望を出していた。カンパラ山の建設が終わったところに、ラサから100km程北に高度4300mのヤンパーチン（羊八井）という高原があるので、そこに行って見ようということになった。ヤンパーチンは、古くから温泉で知られ、120 を超える湯が至る所で噴き出していた。そこに地熱発電所を建設中であり、日本の協力を得て発電機が一台完成したばかりであつた。当面、3台建設する予定であり、この一帯の電力を全てまかなうとのことであつた。発電所近くに堀で囲まれた一角があり、その中に発電所で働く労働者が住んでいたが、その外は何もない広大な砂地が延々と続いていた。冬でも雪が殆ど降らず、空気シャワー実験を行う場所としては最適であつたが、その荒涼たる風景を見たときはとても思えなかつた。現在の羊八井とは大違いで



写真4：建設中のヤンパーチンの地熱発電所（1980年）

あった。83年には、雲南省の宇宙線観測所にも調査に行ったが、ここは平地がなく屋外実験には不向きであった。

2. カンパラ山のエマルジョンチェンバー実験

高能物理研究所は、中国最大の研究所の一つであるに拘わらず、当時の設備は貧弱そのものであった。文革による科学の遅れと破壊は想像を遙かに超えたものであった。エマルジョンチェンバー実験に不可欠の光電濃度計も不安定で測量に耐えうる代物ではなかった。加えて、文革のため40歳以下の若者は大学で殆どまとまな教育を受けていないため、研究を支えて頑張っているのは、文革前に大学を卒業した40台半ば以上の人たちであった。

カンパラ山実験には高能研の他に、山東大学、雲南大学、鄭州大学、重慶建築工程学院等が参加していたが、皆、日本のエマルジョンチェンバーの技術を学ぶために必死であり、空気シャワー実験のことを話しても別の世界ごとのように聞いているだけであった。高能研には譚有恒氏等の空気シャワーグループもあり、建物の屋上に10台程のシンチレーション検出器を並べて、空気シャワーの実験を行っていた。しかし、使用している光電子増倍管は医療用のものであり、暗電流が大きく不安定で、宇宙線のような長期実験に耐える物ではなかった。このような状況を見て、中国で本格的な空気シャワー実験を始めるには最低10年はかかるな、と思った。しかし、空気シャワー実験の話は中国へ行くたびに執拗に続け、同時に適当な実験場所をいろいろ調べてもらった。さらに、将来、空気シャワー実験を行う場合、空気シャワーグループとエマルジョングループを一緒にする必要があり（同時に二つの計画を推進する事は不可能）、連動実験は両者を結びつけるグループのような重要な役割も担っていた。

幸い、カンパラ山のエマルジョンチェンバー実験は81年度から5カ年の特別事業「国際共同研究」としてスタートすることとなった。また、同時に、79年に締結された日中文化交流協定に基づく国際共同研究に認定されその第一号となった。これ以来、文部省の国際学術課に20年に亘ってお世話になることになった。実験も定常的に進めることが出来るようになり、中国側のデータ解析の能力をあげるために、日本から実験に不可欠の光電濃度計を持ち込む必要があった。富士山実験のために、三鷹光器KK（天文ファンには天体望遠鏡で有名）と浜松テレビ（現在の浜松ホトニクス）と共同で開発した自動光電濃度計を考えが、その予算をどう捻出するかが問題



写真5：高能研の屋上の空気シャワーアレイと譚さん



写真6：高能研に送った自動光電濃度測定装置

であった。当時の価格で1500万円を超える高価な物であった。渡森事務長と一緒に文部省に行き、なんとかしてくれと頼み込んだ。さらに、三鷹光器には日中文化交流のために格安で作って欲しい、と無理な頼みをし、何とか高能研に持ち込むことができた。これは、高能研の人たちにとって見たこともない高性能な装置であり、研究所や多くの大学から見学に来るほどであった。制御する計算機は、当時最新の8ビットのマイコンであり、フォートラン77相当が走り、グラフィックライブラリーも当時の大型計算機並の機能をもっていた（アイ電子社製、この会社が今どうなっているか知らない）。富士通がおもちゃのようなFM8のベイシックコンピュータを出し始めたころである。

83年頃になると、中国側も共同実験に慣れ、意見の食い違いも出てきた。日本側はフィルム等の感光材料、解析装置等を送り、中国側は鉛、鉄板の調達、荷物の国内輸送を負担した。鉛、鉄板等500トン近いものを北京からカンパラ山に運んだ。距離は約6000kmに達し、列車とトラックで5200mの峠を超えてチベットに入ることになる。当時は一元140円程度であり、日本円に換算すると相当の予算を使用

していることになる。予算のアンバランスについて、中国側と延々とシリアスな議論をしたことがある。しかし、その後の元の価値の下落と順調な実験の進行により、そういう議論も出なくなった。ともあれ、カンバラ山のエマルジョンチェンバー共同実験は、地味ではあるが超高エネルギー領域での核相互作用と一次宇宙線について着実な成果をあげ、中国との信頼関係を確かなものとした。この共同実験の成功により、高能研のカンバラ山グループは科学院から表彰された。

3. 宇宙ガンマ線の探索をチベットでやろう！

83年、ドイツのキールグループが白鳥座X-3の方向からPeVガンマ線(10の15乗電子ボルト)を検出したというセンセーショナルな結果を報告した。ついに宇宙線の起源を突き止めたか、と皆色めき立った。彼らの結果が正しいとすると、数個の白鳥座X-3があれば、銀河内の宇宙線を全て説明できることになる。これまで稼働していた世界の空気シャワーアレイの殆どはガンマ線探索に向けられた。明野グループを始め多くのグループがキールの結果を支持する結果を発表した。チベットの空気シャワー装置との連動実験はカネがかかりすぎると、時間的に急ぐ必要が無いので、我々もガンマ線探索から始めることに方針転換した。譚さん等空気シャワーグループと実験計画について議論を始めた。彼らは、その後ヤンパーチンの調査も行い、そこは昔と比べて環境がさらに改善され、空気シャワー実験が十分行える状態になっている、という意見であった。しかし、これはエマルジョンチェンバーグループの人たちからみると、ガンマ線探索はさらに遠い研究であり、彼らをこのプロジェクトに組み入れるのをさらに難しくした。中国も日本と同じで、両者の関係は複雑であり、一つのグループに統一するのは容易なことではない。譚さん等は北京郊外に空気シャワー装置を建設し、宇宙線の研究を始めていた。将来、ヤンパーチンへ移す予定だという。

81年から始まったカンバラ山での特別事業は85年度で終了するため、次期計画をどうするか決める必要があった。83年当時の状態では、空気シャワー実験計画を推進するのは不可能に近かった。そのため、あと数年間カンバラ山の実験を継続し、その間に次期計画を考えることにした。文部省国際学術課の強いサポートで、継続が難しい特別事業を86年度から3年間延長することができた。あとは、87年度までに、中国側をどう説得するかであり、時間はそれ程なかった。その時に備えて、84年から日本でも乗鞍

観測所で空気シャワーのテスト実験を開始した。

1978年に米国デラウェアで開催した日米セミナー以来、エマルジョンチェンバー実験を中心に2年毎にいろいろな国で国際シンポジウムが開催されるようになっていた。84年には東京で開くことになっていた。83年に訪中したとき、86年の北京開催を提案した。中国側は、最初は自信がなかったが、そのうちにやる気になったので、84年の東京シンポのとき国際諮問委員会で北京開催を提案した。これには、ソ連のザツェピンをはじめ全員が賛成し86年の北京開催が決定した。高能研にとって、最初の大がかりな国際シンポジウムであった。北京と言うことで、ソ連、米国など多くの国から多数の高エネルギー、宇宙線研究者が参加し、シンポジウムは成功裏に終わった。

この会議中、次期計画をどうするかで中国側とかなり深刻な議論を行った。中国のエマルジョングループも長い議論を行い、将来連動実験に参加するという結論を出した。一方、イタリアのグループも空気シャワーグループに共同研究を申し入れていた。彼らは、Frejusで使用しているカウンターをヤンパーチンに運びミュオン検出器として、空気シャワー装置と連動させるという計画であり、中国側は空気シャワー装置と吸収物質を準備する、という内容であった。会議中に三者会談を行った。3体問題は事を複雑にするだけなので、イタリア側に対しては予算が可能になったら考えることにし、当面日本と中国の共同研究として出発することで合意を得た。イタリアグループは現在も中国と共同研究をすべくいろいろとアプローチしている。勿論、その時点では、88年度までカンバラ山の実験が継続しており、その後の予算獲得の見通しがあつたわけではない。87年の春に、事務長と一緒に国際学術課に行き、次期計画のお願いをした。しかし、他の計画も目白押しになっているので、チベットの実験ばかり継続していることは難しい、と返事は素っ気なかった。それでも、外国旅費はなんとかしてくれそうな感触を得た。

4. 小は大を制することができるか？

1987年2月には、有名な超新星1987Aの爆発があり、あわただしい年となった。理論屋さんの予測によると、秋頃に高エネルギーガンマ線が出てくかも知れないと言う。ニュージーランドでの空気シャワー実験が日本とオークランド大学の共同で始まり(JANZOS)緊急事態として宇宙線研の共同利用の予算の殆どはこれに投入された。小生も宇宙線研

の窓口になったため、その実験準備のためにかなりの時間が費やされた。結局、1987Aからのガンマ線は検出されなかったが、荒船所長の英断で始まったこの共同研究は高エネルギーグループと新たな関係を作り、当時混迷の中にあった研究所を新しい方向に向けさせるきっかけを作った。CANGAROO実験はこの実験を契機に生まれたプロジェクトである。

ヤンパーチンの日中共同研究も88年度に科学研究費が採択となり、なんとか実験を開始できる見通しがたった。すぐに、中国へ飛び89年度から実験を開始するためのスケジュールの議論を行った。中国側も予算がなかったが、雲南省の宇宙線観測所の所長が数年前に亡くなり閉鎖状態になっているので、それを売却して金の工面をすることとした。これで、当面100mx150mの土地を確保し、検出器の製作、実験室の建設等を行うという。土地の拡張、電力供給等は地主に酒を飲ませながら交渉するので問題はないという。実際、まもなく土地面積を現在の300mx300mに拡張した。

88年は高能研にとっても記念すべき年となった。研究所の主幹施設である電子陽電子衝突型加速器（BEPC）が完成した年である。鄧小平の一声で決まったと言われるBEPCは84年から建設を始め自力更正で4年間で予定通り完成させた。ほとんど手作りの加速器であり、KEKのピカピカの加速器と比べると貧弱に見えるが、今やJ/ψ専用の唯一の加速器となっている。10月のある日（正確な日は忘れた）ホテルから高能研に行くと周辺の道路が完全な警備体制になっていた。何事が起こったかと思い、正門のところまで聞くと許可された者以外は入れないと言われた。小生はこの招聘研究者だからと押し問答し、やっとのことで研究室にたどり着いた。聞くと今日は鄧小平氏が来るという。しかし、時間は知らされておらず到着を待つのみ、とのことであった。研究所には若者は殆ど見あたらないので、どうしたのか？ と聞くと、皆旅費を貰って、どこかへ旅行に行け、と研究所を追いやられたという。いかにも中国的ではあるが、お偉方が来るときは何処の国も同じである。加速器が予定通りに建設できたことは、中国の高エネルギー研究者にとって大きな自信となったようである。

科研費で建設するアレイは45台のファストタイミング用の検出器と、20台の周辺の検出器と合計65台からなる小アレイである。検出器は碁盤目状に置かれ、その間隔は15mであり、10TeV領域のガンマ線検出を目的としていた。当時、最大のアレイはシカゴ大のノーベル賞学者クローニンのCASAアレイで

あり、1100台の検出器と2500平方メートルのミュオン検出器をもつ巨大な装置であった。実験はユタ州の1650mの高台ダッグウェイに建設中であった。当然ながら、いわゆる”空気シャワーの専門家”からは、そんな小さなアレイでCASAに勝てるのか？

10TeVのシャワーなんて本当に捕まえられるのか？ 1度の角度分解能なんて達成出来るはずがない、君ら素人集団に本当に空気シャワー実験なんてできるのか？ 等あらゆることが言われた。もちろん、本当に10TeVの空気シャワーが1度の角度分解能で検出できるという確たる自信があった訳ではない。笠原さん（現芝浦工大）が作ったシミュレーションで徹底的に調べた結果であり、あとは開き直りであった。因みに、富士山実験以来の仲間である笠原さんは、日本で初めて本格的な大気中の宇宙線伝播のシミュレーションコードを作った人である。彼のコードは確かな物理的知識に基づいた信頼のおけるものであり、もっとこのコードを利用すべきである。惜しむらくは、彼の後を継ぐ若手が育って来ないことである。ともあれ、”専門家”と称する人の意見は聞き流すことにしていたので、特に気にはせず、実績で勝負することにした。小が大を制することが出来るかどうか、である。

5. 思わぬハプニング

89年はまさに苦難の年であった。3月に入ると、チベットでの政情不安が伝えられ、北京でも学生のデモが頻繁になり、中国は何となく騒然とした雰囲気になってきた。そのうちにラサで戒厳令が発令されたというニュースも伝わってきた。この先どうなるか分からなかったが、まもなく落ち着くだろうと思いながら、観測装置を7月頃に横浜港から搬出するための準備を始めた。4月初旬から研究所内で装置のテスト、調整、データ収集システムの製作等を開始した。

共産圏諸国に物資を輸出する場合、ココムの申請をしなければならぬ。これがかなり大変な作業で、計算機、計測器、モジュール等ハイテク製品全てについて、性能等を記入したパラメータシートを作成し、そのカタログと一緒に通産省に提出して輸出許可を得る必要がある。書類の厚さは30cm程にもなった。このために、何度も通産省に通った。あまりの面倒くささと時間のロスにいらいらし、実験を中止しようか何度も思った。

5月中旬には中国側の代表者譚さんと技術者王輝さんも来日し、装置の調整作業に参加した。運搬のために梱包を始めようとしていた矢先、6月4日に

天安門事件が起こり、続いて北京が戒厳令下に入りお先真っ暗になってしまった。当時、中国との連絡は電話とテレックスだけであり、電話も朝KDDに申し込みをして、午後2時か3時頃にやっとつながる状態であり、高能研とは連絡も取れなくなってしまった。譚さん、王さんも北京のことが心配で手が着かず、予定を切り上げて急ぎよ帰国することとした。北京への直行便はなく、大連経由で帰国した。成田の中国行きの飛行機のカウンターには、殆どだれもいなかった。6月半ばになると、外務省から中国への渡航禁止の通達があり、手の打ちようがなくなってしまった。6月下旬になると、高能研から北京は問題がないので、至急実験を再開したいという連絡がきた。しかし、渡航禁止のため、どうしようもなかった。8月になると、さらに大きな問題が生じた。ココムへ申請した回答が戻ってきたが、そのなかでデータの記録に使用するExabyte (2GB容量)は、日本のココム委員会では審査できず、パリのココム委員会に提出する必要があるという。我々の装置では、約20Hzのトリガー頻度を予定しており、これが無ければ10TeVのシャワーを検出して多量のデータを記録する手段がなくなってしまい、実験は不可能になる。パリに申請しても半年以上かかり、返事も半分くらいしか戻ってこないと言う。それでも、いつか回答がくることを期待して申請書を送った。8月下旬になると、高能研の方守賢所長が韓国へ行くついでに宇宙線研に寄るという連絡があった。彼は、文革の時、霍さん、任さんと農村に下方させられ豚の飼育をしていたという。BEPCを完成させた加速器学者であり、ICFAの副会長をしていた。韓国に放射光加速器建設の技術指導に行くのだという。当時、中国は韓国と国交がなかったため、日本経由で行くしかなかった。現在のヤンパーチン実験について、非常にお世話になった明朗闊達な人である。中国側は、実験再開に関して全く問題がないので、装置を一日でも早く送って欲しい、と強く要望した。

6. 稼働を始めたチベットアレイ

9月半ばになると渡航禁止も解け、下旬に横浜港から荷物をやっと発送することができた。10月上旬に新港(天津)に着いたが、今度はあちらの税関でトラブルが発生し、数百円のICのために約1ヶ月間荷物が税関でストップすることとなった。装置は、北京から列車でゴルムド(標高約2800m)まで行き、そこからトラックに積み替えて、5200mのタングラ峠を超えてチベットに入ることになる。11月になる



写真7: ヤンパーチンのアレイの中

と、峠に雪が降り危険になるという。それでも、何とか12月中旬に荷物は無事ヤンパーチンに到着した。それに合わせて、日本から笠原、梶野、斉藤、日比野、大西の5名が現地に行き装置の建設を行い、観測を開始した。夜になると零下20度以下になる極寒の一月のことである。このときは、まだ若者であった斉藤、日比野、大西君が頑張った。今では、彼らはグループの中堅として研究を支える重要メンバーとなっている。記録装置がないので、テストランとして1Hzの頻度でデータを取得し、フロッピーディスクに記録した。5月になると、幸運にもパリからExabyteの輸出許可証が届いた! 早速チベットへ持っていき、これに置き換えた。高頻度トリガーによる空気シャワー実験がやっと本格的に開始された。20Hzの高頻度トリガーと10TeV領域の空気シャワーの観測は国際会議でも注目された。従来の空気シャワー実験の常識を破る頻度とエネルギー領域であったからである。

90年から稼働を始めた空気シャワー観測装置(Tibet-I)は、期待通りの性能を持ち、多くの成果を上げた。10TeV領域の空気シャワーを1度の方向精度で観測できること、10TeV領域のガンマ線探索が可能となったこと、“太陽の影”への太陽磁場の太陽活動による変動の影響が世界で初めて観測されたこと、Knee領域での一次宇宙線のスペクトルの変化は緩やかであること等多くの新しい結果が得られた。チベットの実験が空気シャワーの観測に新たな研究の方向を与えた意義は非常に大きい。この結果は95年のローマの国際会議でクロニン氏が招待講演の中で絶賛し、チベット実験のファンになった。中国科学院も日中共同研究の結果を高く評価し、科学院の最重要プロジェクトの一つとして一層の支持をしてくれるようになった。

93年頃には、白鳥座X-3について否定的な結果

が相次いで発表された。昔、早川先生は、“嘘”でも半年もてば立派なものだ、と言っていた。キールの結果は、10年間に亘って話題となり、多くのプロジェクトを生み出したのだから、大したものである。

7. 将来に向けて

ヤンパーチンでの日中共同研究は、93年度から5カ年計画の特別事業「国際共同研究」として行われることになった。検出器の数は221台に拡張され、検出器が覆う面積は約37000平方メートルになった（Tibet-II）。トリガー頻度は約200Hzで10TeV領域の宇宙線を効率よく検出できる世界最大のアレイとなった。94年には、ラサで国際シンポジウムが開催され、約30名の外国人も参加し、チベットアレイの見学も行われた。96年にはアレイの中央部分に面積80平方メートル、鉛厚14r.l.(7cm)のエマルジョンチェンバーを設置し、その下にシンチレーション検出器を置いて、空気シャワー装置との連動実験を開始した。同時に、カンパラ山実験のメンバーであった山東大学もこの共同研究に参加し、空気シャワーとエマルジョンの両グループが統合された。96年からは、科学研究費も当たり、この補助金でアレイの中に検出器間隔が7.5mの高密度アレイを建設した。有効面積は5200平方メートルである。このアレイは3TeVのシャワーまで検出できる性能をもっている。この高密度アレイを約500日稼働させ、99年夏についてカニ星雲からのガンマ線の検出に成功した。これは、長く待たれていたものであり、もちろん世界初演である。チベットの装置の性能は月の影の観測により較正されているので系統的誤差は極めて小さい。1997年にフレアを起こした活動銀河核Markarian501からのガンマ線の検出にも成功した。1989年の解像型空気チェレンコフ観測装置を用いてカニ星雲からのガンマ線観測に成功した米国ウィッ



写真8：日本から到着した荷物



写真9：連動実験用のチェンバー建設風景

ブルグループに次ぐ快挙であり、ガンマ線観測のブレークスルーである。空気シャワー装置は、24時間稼働できる広視野望遠鏡である。高山での空気シャワー実験が世界のあちこちで再び始まることを期待している。

鄧小平の経済施策の成功で中国経済は発展し、80年代に比べて生活は非常に豊かになってきた。しかし、この急激な経済発展にともなって、国内の治安も悪くなってきた。エマルジョンチェンバーに使用する予定でカンパラ山からヤンパーチンに移動させた約70トンの鉛が、94年夏に全て盗まれてしまい、急ぎょ富士山からヤンパーチンへ運んだ。さらに、カンパラ山にあった鉄板約450トンと残りの鉛も全て盗まれたしまった。中国では泥棒のスケールも桁違いに大きい。また、密輸が多くなり、その摘発があるたびに中国税関の手続きは厳しくなる。我々にとって必要な学術免税については、中国税関は特に厳しくなり（学術免税で輸入して儲ける者がいるらしい）、政府間協定に基づく事業でないと原則的に認められなくなってしまった。法律が整備されていない中国では、担当者の意向に大きく左右される。日本からの輸入手続きのために、中国の研究者は常に振り回され、それに応じていろいろな書類を書かされる。94年の時は、税関長がへそを曲げ、1ヶ月半以上も通関出来ず、科学院の院長から副首相（朱鎔基現首相）に頼んでやっと通関させてもらったという。このため、8月上旬から荷物をヤンパーチンで待っていた日本隊は、時間切れで何も出来ずに帰国した。91年のソ連、東欧圏の崩壊により、ココム申請が殆ど無くなって日本での輸出手続きが楽になった分、中国側が非常に面倒くさくなった。荷物を送りだす夏までの数ヶ月間は、最も頭の痛いときである。また、北京からヤンパーチンまで、荷物が無事に着くまで気も落ち着かない。98年には、約70

トンの荷物を18台のトラックに乗せ、5200mのみぞれ降るタングラ峠を超えたが、その中の一台のトラックが峠でスリップして横転し、装置の一部が破損し運転手も重体になった。このような、ヒヤヒヤすることが何時起こるか分からない。

特別事業「日中共同研究」は、98年度からさらに5年間の延長が認められた。2001年までに、Tibet-IIのアレイ全体を検出器間隔7.5mの高密度アレイに拡充する。有効面積は約37000平方メートルになり、シャワーのトリガー頻度も約1kHz、一日のデータ量は約30GBになる。強力な広視野ガンマ線望遠鏡の完成である。新たなガンマ線天体の発見があるかもしれない。さらに、2000年頃から太陽活動は一段と活発になり、多くの太陽フレアが起こることが期待される。このために、名古屋大学の村木さん等のグループと共同でチベットに太陽中性子望遠鏡を設置した。最も近い太陽で、粒子加速の現場を捕らえよう、というのが研究の主な目的である。理研も板橋の面積34平方メートルの中性子モニターを同じ場所に移設した。ヤンパーチンに世界最強の太陽中性子観測施設が誕生したことになる。乗鞍観測所の同種の装置と連携して、数多くのデータが提供されるはずである。Tibet-Iで初めて行われた太陽の影の観測は、今度の太陽活動期でより精密化され、太陽磁場変動について新たな知見が得られるはずである。

最新の技術を常に取り入れながら、やっと当初目的とした観測装置がチベットに完成した。昨年の夏からは、日本からも電話が通ずるようになった！

まさに、希望と忍耐が交差する長い道のりであった。99年度から、日中共同研究は科学研究費特定領域Bのプロジェクトとして2004年まで行われるようになった。多目的の宇宙線実験として、ここ数年の内に興味ある結果がチベットから数多く報告されるであろう。

8. 最後に

80年代に、我々と共同研究を始めた中国の研究者はここ数年の間に皆定年になってしまった。文革の影響で40台、50台は欠落したままである。経済発展は、若者に豊かさへの欲望をかきたてて大学、研究所に残らなくなっている。今まで、チベット実験で育った若者は、学位をとるとすぐに米国や中国のコンピュータ関係の会社（大学院出の若者の給料は、大学の教授の10倍以上である）へ就職してしまっている。後継者問題が深刻になっている。どう解決すべきか、答えをまだ見い出せないでいる。

中国との共同研究も四半世紀に及ばんとしている。中国科学院でもこれは希有なことだという。研究が今まで順調に成果を上げながら継続できたのは、中国の人たちと、互いに信頼しながら本音でつきあうことが出来たからだと思う。互いに激しく言い合ったこともあったが、計画を実現するために双方出来る限りの努力を重ねてきた。共同研究者の一致団結が最も重要であることは当然であるが、研究所のスタッフ、研究所の事務、東大事務局の経理部の人たちの協力がなければ、これほど長期にわたって研究を継続することは不可能であった。文部省国際学術



写真10：99年11月に完成した高密空気シャワーアレイ。545台の検出器からなり、680Hzの頻度でデータを収集している。

課、中国科学院国際合作局には言葉で言い尽くせないほど世話になった。この紙面をかりて感謝の意を表したい。

三宅所長以来の念願だった研究所の建物も柏新キャンパスに今年完成した。一ヶ月という短い期間

速報 1

共同利用研究発表会報告

中 畑 雅 行

平成11年12月16, 17日の二日間にわたり、宇宙線研究所共同利用研究発表会が開催された。発表会の幹事として、開催をサポートしていただいた方々に感謝すると共にここに研究会の報告をさせていただく。本発表会は、平成7年まで各研究部の専門委員会が個々に開催していた発表会をまとめ、研究所の共同利用研究全般にわたる研究発表会を開くという初めての試みであった。発表会の開催については共同利用実施専門委員会で決定され、同委員会主催の基に開催された。平成11年度においては77件の共同利用研究が採択されており、なるべくその全研究を盛り込むようにという配慮からプログラムが組まれた。限られた時間の関係からいくつかの発表は複数の研究課題のレビューとして行われた。発表会には平成12年度査定委員会の委員の方々にも参加していただき、来年度の査定の参考にさせていただいた。そのため、各講演者には平成11年度の要求経費、支給経費、支出の明細といったことについても話していただいた。発表会には80人近い方に参加していただき、たいへん盛況であった。異分野の方々間で情報交換も盛んに行われたと思われる。発表会は、「ニュートリノ関連」、「空気シャワー及びエマルジョンチェンバー実験」、「重力波」、「宇宙物質」、「太陽及び宇宙線モジュレーション」、「一次宇宙線、一次電子、宇宙ガンマ線」の各セッションからなり、総計30の方に講演していただいた。発表会の冒頭では、村木紘実実施専門委員会委員長より「過去50年間の宇宙線研究を総括し、21世紀の宇宙線研究を考える」との言葉があった。また、戸塚所長からは「2000年代は激動の時代であり、自己評価が大切である」という挨拶があった。

以下、各セッションごとに発表の概要を報告するが、詳しいことを知りたい方はスライドのコピーが宇宙線研究所図書室に保管してあるのでそれをご覧いただきたい。

この報告の後に村木委員長からの「閉会の辞とコ

ではあったが、宇宙線研究所に来て初めて一人部屋に住むことが出来た。戸塚所長の強力な指導のもとに「テレスコープアレイ」計画も近い将来に実現し、21世紀に相応しい研究所として益々発展していくものと信じている。

メント」を載せてあります。是非ともお読みください。

1. ニュートリノ関連

Super-Kamiokandeにおける共同利用研究のレビューが、井上邦雄氏により太陽ニュートリノ関連、瀧田正人氏により大気ニュートリノ、陽子崩壊関連が報告された。太陽ニュートリノではSuper-Kamiokande単独でのニュートリノ振動の証拠はまだ得られていないが、夜昼のフラックスの違い、エネルギースペクトルの高エネルギーでの歪みは今後の統計向上に期待が持たれる。大気ニュートリノではニュートリノ振動パラメータの許される領域が、 $\Delta m^2 = (2 \sim 4.5) \times 10^{-3} \text{eV}^2$, $\sin^2 2\theta > 0.88$ と狭まってきた。また、実験結果は $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ 振動として非常によく合っており、 $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ 振動の可能性は約99%の有意性で排除される。吉村浩司氏によりBESSを用いた乗鞍観測所での宇宙線観測実験について発表があった。全体の1/7のデータでも既に40例の反陽子が観測されている。ミュオンが2000万事例記録されており数100GeVまでの絶対流速を5%の精度で決定できる。これは、大気ニュートリノ強度計算精度の向上に役立つであろう。三浦真氏がK2K実験の現状について発表した。1999年4-6月のランではSuper-Kamiokandeで一例の候補が観測されたが、期待されるニュートリノ現象数は 5.5 ± 1.5 であった。11月にも順調にデータが取られ現在解析中である。田阪茂樹氏により深い地下におけるラドン観測について発表があった。ラドンの変動は地震活動と密接な関係があるという興味深い発表であった。ポロメータによる暗黒物質の探索について身内賢太郎氏が発表した。鋸山実験室での測定では5 GeV以下のspin-dependent反応をする暗黒物質について世界で最も厳しい制限を与えた。制限をさらに2桁以上向上させるために装置を神岡地下実験室に移設しており、2000年1月よりデータ取得を開始するとの

ことであった。

2. 空気シャワー及びエマルジョンチェンバー実験

レッドバナー検出器を用いた 10^{18} eV以上の一次宇宙線研究について川上三郎氏が発表した。現在3台の装置でデータを取っていてlateral distributionはAGASAと良くあっている。Arrival time distributionはMOCCA simulationと良い一致を示しており、更に精度良くシミュレーションと比較するために今後観測例を増やす必要があるとの発表であった。吉井尚氏により、ポリヴィア空気シャワー共同実験(BASJE)について話があった。濃密アレイ(面積 4 m^2 の検出器12台を5m間隔に配置)を設置し5TeV以上のシャワーを観測しているとのことであった。チャカルタヤ山における国際共同空気シャワー実験について本田建氏が発表した。 10^{16} eV以上の核相互作用の研究をair shower, emulsion chamber, burst detectorを用いて行い、観測量をシミュレーションと比較した。shower size spectrumは、normal compositionでUA 5 model, CORSIKA-QGSJET modelと良く一致している。Familyについては、detector biasのない $N_e > 10^7$ の領域で、 N_e の実験結果がUA 5 modelと比べて小さくなっている。大澤昭則氏の発表では、 $10^{11} \sim 10^{14}$ eV, $10^{15} \sim 10^{16}$ eV, 10^{20} eVの各エネルギー領域に対してQCD-inspired model (model I)と宇宙線、加速器のデータをベースとしたモデル(model II)との比較が行われた。model IIは、n分布、 ΣE_{ch} 分布においてデータをより良く再現する。そして、model IとIIとで 10^{20} eVにおけるサイズが5倍も違うという話であった。井上直也氏により超大空気シャワーのシミュレーションについて発表があった。現在、数種類のcodeを用いて宇宙線化学組成の空気シャワー縦方向発達について研究している。特に、ガンマ線シャワーの到来方向依存性について詳しい発表がなされた。堀田直己氏によりチベット実験について発表された。TibetIIIでは7.5m間隔で247台のシンチレーションカウンターを増やし、 $36,900\text{ m}^2$ (15m間隔も含む)の面積を持つ。1999年11月よりTibetIIIのデータを取得している。今までの成果では、Crabからのガンマ線が502日間の観測で 5.5σ ($E = 3 \sim 15\text{ TeV}$)、Mrk501では1997年のフレアに対して 4.7σ (Apr. 17 Jun. 16)と 3.7σ (Feb. 15 Aug. 25)が得られた。TibetIIIではCrabに関しては毎月 3σ レベルのガンマ線が観測されるはずであり、また活動的天体に対して定常的な観測ができるとのことである。森正樹氏によりCanga-

roo-II 7m望遠鏡の現状と将来計画について話があった。7m望遠鏡は300GeV領域のカンマ線観測を開始しており、データ解析が進行中とのことである。2000年早々に10mに拡張され、100GeV領域を目指す。

2004年には4台の10m望遠鏡によるステレオ観測(Cangaroo-III)が始まる予定との話であった。佐々木真人氏により、宇宙線望遠鏡計画のR&Dについて詳しい発表があった。現状では、要素開発によるプロトタイプが完成しており、統合試験による動作・データ取得の確認ができたとのことである。今年度の課題は、トリガーしきい値・効率の定量化、プログラムの整理・高度化を行うと共に統合試験のチャンネル数を64から256に上げるとのことであった。

3. 重力波

黒田和明氏により「重力波検出が対象とする物理」と題して発表があった。重力波の観測が可能な天体現象とその期待される頻度について詳しいレビューがあった。また、LCGTのR&Dとして低温鏡開発が順調に進んでいる。TAMA300ではノイズレベルが現状では予定の100倍程あり今後の研究によりそれを下げて行かなければならないとのことであった。神岡には20m干渉計が設置されておりMA-CHO観測を行うとの話であった。田越秀行氏によりTAMA300でのデータ解析の現状に関して発表があった。TAMA300では最長で8時間の連続ロックを記録した。Matched Filter解析を行うため波形の理論的不定性について詳しい話があった。現在のTAMAのノイズレベルでは、10kpcにある $1.4M_{\text{solar}}$ の連星を $S/N \sim 10$ で検出できるレベルであるとのことである。今後の詳しい解析に期待する。

4. 宇宙物質

田澤雄二氏により地質境界層における宇宙物質濃縮の探査について発表があった。日本における衝突クレーター地形の候補と目される奄美大島赤尾木湾周辺で採取された微粒子の元素組成と微量元素存在度を測定し、白金元素の有意な濃縮は見られなかったが、 $\text{Fe} = 19.7\%$, $\text{Ni} = 1.2\%$, $\text{Co} = 980\text{ ppm}$, $\text{Ir} = 2.26\text{ ppm}$, $\text{Au} = 9\text{ ppb}$ の値を持つ磁性球粒が見ついているとのことである。櫻井敬久氏が古代の年輪を用いた ^{14}C および浮遊塵中 ^7Be の研究について発表した。研究の目的は宇宙線強度の永年変化の探索及び太陽系環境の永年変化である。

高精度の ^{14}C 測定システムが構築され測定精度は

0.2%以下である。そして現在古木年輪の測定を開始しており、2500年前の太陽活動の周期について研究をしているとのことであった。増田公明氏により、屋久杉を用いた¹⁴C測定による過去の太陽活動の研究が発表された。シュペラー極小期の年輪を約50年分測定したところ、統計誤差以上の変動を示している。今後、系統誤差、再現性等の検討を行うとのことであった。福岡孝昭氏により南極隕石中の²⁶Al測定について発表があった。目的は、1万個以上の南極隕石の落下年代を求め過去数10万年間の落下頻度の時間変化をみることである。しかし、田無地下でのガンマ線測定系あるいは周辺環境の不具合によりやっと最初のサンプルを測定開始したところである。柏地下では全ての機器が正常に動作することを期待する。小村和久氏により地下空間を利用した極低レベル放射能測定について発表があった。宇宙線起源のバックグラウンドは、田無15m地下で地表の1/7、金沢大尾小屋では1/200であり、柏地下では田無15mに比べて約1/2になる。環境中性子による放射化反応の検出の応用としてJCOでの測定についても触れられた。大橋英雄氏により柏地下実験室での極低バックグラウンド放射線測定システムについて発表があった。柏地下は20mの土かぶりを持ち、20m²の広さを持つ。そして、エレベーターがある。そこにウェル型高純度Ge検出器2台と市販のマルチチャンネルアナライザーが置かれ、ネットワークを使ってデータの転送や高電圧のON/OFFができるとのことである。柏では効率良い測定が期待できそうである。野上謙一氏により宇宙塵のキュレーション（貴重な試料などを広く研究者が利用できるようにすること）について話があった。南極宇宙塵のWebデータベースを作り始めたとのことである。

5. 太陽及び宇宙線モジュレーション

松原豊氏により太陽中性子観測について発表があった。世界で6カ所の観測網を持ち、24時間体制で観測を行っている。1997年以降でXクラスのフレアと相関があった3σ以上の現象が5例あるがその系統的な解析は今後進めて行く予定である。藤本和彦氏により乗鞍岳に建設された狭角Muon望遠鏡について発表があった。太陽フレアが発生した後、2~3日後に宇宙線強度が磁気雲により急減する（フォブシュ現象）が、それが到来する2日も前からMuon望遠鏡が惑星間空間磁場の方向を向いた時、前兆的にシャープな減少をすることが見いだされたとのことである。

6. 一次宇宙線、一次電子、宇宙ガンマ線

晴山慎氏により日口共同気球実験（RUNJOB）の最近の結果について発表があった。99年度は4機放球しすべて成功した。95、96年度のpreliminaryな解析結果では、陽子の絶対強度は他グループと良く一致しているが、ヘリウムの絶対強度は半分程度しかない。

10¹⁴eV以上の現象は95、96年度のデータ中に25程あり、99年までの全てのデータ解析が終われば80例程になるとのことである。普喜満生氏より南極周回バルーン（JACEE）について発表があった。実験では、proton, helium, C-O, Ne-S, Z>17のそれぞれの宇宙線についてTeVから1000TeVにわたってエネルギースペクトルを測定する。

JACEE13,14のデータは現在解析中であり、JACEE12までのデータについてスペクトルが紹介された。全データを解析すれば今の約倍に統計が増える。鳥居祥二氏により気球による高エネルギー電子、ガンマ線観測について発表があった。電子観測については、鉛シンチレーションファイバーカロリメータ（BETS）の開発に成功し十から数百GeV領域で電子を観測した。観測したスペクトルは超新星頻度を銀河あたり30年に1回としたdiffusionmodelと良く合う。side ANTIをつけて大気ガンマ線の測定を行い大気ニュートリノ計算に使われているMonte Carloと比較したところ良い一致を示している。今後は、高統計での比較を行う予定とのことである。斉藤威氏によりheavy ionizing massive particleについて1990年以降のデータでも確認されたという興味ある結果が発表された。4ヶ月後にはfullpaperとして発表するとのことである。鈴木款氏により宇宙線起源の放射性短寿命核種を用いた大気中エアロゾルの研究について発表があった。

発表会の最後に村木委員長より閉会の辞とコメントがあった。後に、それを文章にした物を頂いたので以下に載せる。

閉会の辞とコメント

久方ぶりに開催された宇宙線研実施専門委員会主催の共同利用研究発表会が充実した内容で終了したことを大変喜んでおります。発表会を終えて、宇宙線研究の内容が多岐にわたり、広領域（物理的にも地理的にも）に及んでいることを改めて痛感させられました。又、遠路発表会のためにお越しいただいた共同利用研究代表者の方々に、実施専門委員会を代表して厚くお礼申し上げます。せっかくこのような

機会を与えられましたので、21世紀を担う若手に対して、メッセージを送らせてもらいます。

まずニュートリノ関係ですが、ニュートリノは最後の素粒子と言われていました(三宅三郎著 竹谷三男編「宇宙線研究」(岩波)1970年出版150頁)。このニュートリノの質量が0であったことを知ることは驚きです。 $m_\nu = 0$ 。太陽ニュートリノの ${}^7\text{Be}$ で作られたチャンネルがないようにみえるのも、ニュートリノの質量が0でないからでしょう。

ここで若い人のために、私の印象に残るいくつかのことを伝えておきたいと思います。今までの研究歴の中で、最もインパクトが強かったのは、1974年暮れの素粒子革命の事件です。それまで寝ているように見えた、各大学に散らばっていた理論物理の先生方が、我先に論文を書く競争をしたのは非常に印象に残ります。残念ながらノーベル賞はRichterとS.C.C.Tingに与えられました。あと2年J/ψ粒子の発見が遅れていたら、高空で宇宙線に曝された写真乾板の中にINSエマルション部で見つけられた「X粒子」がチャーム粒子と同定でき、日本もノーベル賞を受賞できたでしょう。神岡実験で得られた、ニュートリノ振動の証拠も最後まで粘り強く追求し、加速器実験で証明してもらいたいということです。加速器実験で、仮に振動の質量が若干、宇宙線実験と食い違っていても、宇宙線実験で得られた成果が、ノーベル賞委員会に正当に評価されるようにしてもらいたいということです。

空気シャワー実験では、化学組成と核相互作用の重複した現象が見られます。宇宙ステーションのモジュールに、2トン級のカロリメータを積載してもらえよう、スポンサーを探すことが非常に重要だと思えます。1985年モスクワ会議の時、チュダコフ氏が音頭をとり、ロシアのプロトン衛星にカロリメータを載せようという話が持ち上がりましたが、ソ連崩壊と共に、その話も消えてしまいました。10¹⁶eV近傍の空気シャワーやエマルション実験は20世紀の宇宙線の実験として幕が下ろされるでしょう。空気シャワー実験をやって、宇宙線が銀河に閉じ込められていることを証明せよと示唆したのはFermiだったそうです(小田稔先生による)。しかし宇宙線のスペクトルは10¹⁵eVを超えて10²⁰eVまで続いています。

宇宙線の粒子加速は宇宙線の起源の探求と同じことです。SN1006からの高エネルギーガンマ線の受信は、パルサーではなく超新星残骸で宇宙線が加速されているという、証拠となりました。今後Cangaroo計画で、カニ星雲での電子の加速が、パルサーの極

近傍で起こっているのか、光円錐上なのか、あるいはパルサーからの衝撃波の中で加速されるのかが解明されるでしょう。しかしこれらの加速場所は、電子の加速が主であって、イオンの加速、すなわち宇宙線の加速場所は、まだわかっていません。次の目標は、正に宇宙線の起源を明らかにすることにあるでしょう。それは南極のAMANDA実験がやってくれるでしょう。Tibetの空気シャワーアレイは、超広角観測装置なので、GRBに伴うガンマ線や、未確認ガンマ線源の発見をしてくれるでしょう。

2010年に宇宙線研究はどうなっているのでしょうか。神岡実験は定常運転に入り、重力波観測装置も完成し、超新星爆発をじっと待つ状況になっています。またテレスコープアレイ(TA)は装置が完成し、エネルギーフロンティアとして10²⁰eV領域で水平からきた、ニュートリノや、cosmic stringsを見つけているでしょう。

研究内容はもっと社会に役立つことをしろという社会的圧力が強まって、古き良きアカデミズムは、肩身の狭い思いをしているでしょう。宇宙線グループも田阪氏のようなラドンによる地震予知をやったり、宇宙線と雲量の相関の研究をしているでしょう。我々太陽宇宙線加速研究グループはチチカカ湖や乗鞍の権現池に巨大な³Heの測定器を設置し、次の太陽フレアの研究をしているでしょう。

社会に役立つ宇宙線研究という課題では、今回も既にラドンの検出や、JCO事故の調査研究(Au)が、発表されています。宇宙線起源同位体を使う研究ではC14やAu、P、Naを使う研究が各大学で実施されているのが大変印象に残りました。TAはエアロゾルの長期モニタにも使えるので、今後も日本や韓国、中国でもTAのテクニックを使った長期の大気観測が実施される必要があるでしょう。

次回への希望としては、発表に関してOHPは10枚程度で、もう少し討論時間を増やしてはどうでしょうか。最後にこの研究会の準備のため、多大な時間を割いて下さいました中畑先生に謝意を表します。

H11年度 実施専門委員会委員長
村木 綏

宇宙線研究所共同利用研究発表会プログラム

場所：東京大学宇宙線研究所（KEK田無分室 講堂）

12月16日（木）

	座長	倉 又 秀 一
10：00 - 10：05		村 木 綏
10：05 - 10：10		戸 塚 洋 二

ニュートリノ関連

10：10 - 10：30	Super-Kamiokandeにおける太陽ニュートリノ観測等	井 上 邦 雄
10：30 - 10：50	Super-Kamiokandeにおける大気ニュートリノ観測等	瀧 田 正 人
10：50 - 11：10	乗鞍観測所における超伝導スペクトロメーターを用いた宇宙線観測実験	吉 村 浩 司
11：10 - 11：30	K2K実験の現状	三 浦 真
11：30 - 11：50	深い地下におけるラドン族の観測	田 坂 茂 樹
11：50 - 12：10	ボロメータによる暗黒物質の探索	身 内 賢 太 朗

昼食

空気シャワー及びエマルジョンチェンバー実験

	座長	松 原 豊
13：30 - 13：50		川 上 三 郎
13：50 - 14：10		吉 井 尚
14：10 - 14：30		本 田 建
14：30 - 14：50		大 澤 昭 則
14：50 - 15：10		井 上 直 也
15：10 - 15：30		堀 田 直 己

Coffee break

	座長	水 谷 興 平
16：00 - 16：20		森 正 樹
16：20 - 16：40		佐々木 真 人

重力波

16：40 - 17：20	重力波検出が対象とする物理	黒 田 和 明
17：20 - 18：00	TAMAデータ解析による合体するコンパクト連星からの重力波の探査	田 越 秀 行

18：30 - 懇親会（第一会議室）

12月17日（金）

	座長	梶 野 文 義
宇宙物質		
9：00 - 9：15	地質境界層における宇宙物質濃縮の探査	田 澤 雄 二
9：15 - 9：35	古代年輪を用いたC14および浮遊塵中Be7の研究	櫻 井 敬 久
9：35 - 9：55	屋久杉年輪の放射性炭素C-14測定による過去の太陽活動の研究	増 田 公 明

9 : 55 - 10 : 10	少量南極隕石のAl26放射能測定微小宇宙物質の高感度元素定量法の確立	福岡 孝 昭
10 : 10 - 10 : 25	地下空間を利用した極低レベル放射能測定	小村 和 久
10 : 25 - 10 : 40	柏地下実験室における極低バックグラウンド放射能測定システム	大橋 英 雄
10 : 40 - 10 : 55	宇宙物質研究会「宇宙物質のキュレーション」	野上 謙 一

Coffee break

座長 田 阪 茂 樹

太陽及び宇宙線モジュレーション

11 : 25 - 11 : 45	太陽中性子の観測	松原 豊
11 : 45 - 12 : 05	乗鞍岳に於けるミュオンの精密観測	藤本 和彦

昼食

座長 櫻 井 敬 久

一次宇宙線、一次電子、宇宙ガンマ線

13 : 30 - 13 : 50	日露共同気球実験の最近の結果	晴山 慎
13 : 50 - 14 : 10	南極周回バルーンによる超高エネルギー宇宙線の研究	普喜 満生
14 : 10 - 14 : 30	気球による高エネルギー電子、ガンマ線観測	鳥居 祥二
14 : 30 - 14 : 50	SQM探索の現状	斎藤 威
14 : 50 - 15 : 10	宇宙線起源の放射性短寿命核種を用いる大気中エアロゾルのトレーサー的研究	鈴木 款
15 : 10 - 15 : 20	閉会の辞（コメント）	村木 綏

速報 2

宇宙線研究所外部評価

大 橋 正 健

柏キャンパス移転も近づいた2月1, 2日の2日間、宇宙線研究所の外部評価委員会が東大正門前のフォーレスト本郷（旧本郷会館）で行われた。評価委員は、小田稔（東京情報大学長）委員長をはじめ、小平桂一（国立天文台長）、菅原寛孝（高エネルギー加速器研究機構長）、山崎敏光（学術振興会監事）、田中靖郎（マックスプランク研究所教授）、アレサンドロ・ベッティーニ（INFNグランサッソ研究所長）、バリー・バリッシュ（カリフォルニア工科大学教授）、ピーター・ローゼン（アメリカエネルギー省高エネルギー物理学部長）の方々である。

日本の宇宙線研究を引き続き世界の頂点に維持し、スーパーカミオカンデに次ぐ宇宙線研究所の将来計画を推進するのに必要な研究体制と共同利用研究のあり方を点検・評価することが、今回の外部評価の目的である。前回は平成6年度に、神岡宇宙素粒子研究施設の概算要求に際して行われている。

プログラムは以下のように進行した（予定されていたものとはかなり異なっている）。各研究の報告に対する評価委員の感心は非常に高く、時間無制限と言っても良いほど質疑応答が続けられるという、かなりタフな外部評価であった。

2月1日（火）

10 : 00	Introduction	Y. Totsuka
10 : 05	Direction of Review	M. Oda
10 : 30	AGASA (+ Utah 7 Telescope)	M. Teshima
11 : 05	TA	M. Fukushima
11 : 50	discussion	
13 : 00	lunch break	
14 : 10	TAMA	K. Kuroda
14 : 50	LCGT	K. Kuroda
15 : 20	discussion	
16 : 10	coffee break	
16 : 25	Super-K and K2K	Y. Suzuki

17:05 Tibet AS T. Yuda
 17:45 closed session
 18:30 dinner

2月2日(水)
 9:30 closed session
 10:25 CANGAROO and CANGAROO - 3
 T. Kifune
 11:20 Theory J. Arafune
 11:40 SDSS M. Fukugita
 12:15 TA comment M. Fukushima
 12:35 LCGT comment K. Kuroda
 12:45 lunch break
 14:00 Future of ICRR and its reorganization
 Y. Totsuka
 15:00 closed session
 17:00 summary of the review and discussion

M. Oda

一般的には、宇宙線研究所における研究が非常に少人数で行われていることに全ての評価委員が驚いたようであった。常勤研究者が35名足らずの研究所で、素粒子物理学で世界をリードしているスーパーカミオカンデおよびK2K実験をはじめ、AGASA、CANGAROO、チベット実験、重力波実験、理論、SDSSなど多くの研究を進めるのは確かに大変なことである。また、技術系スタッフの不足についても指摘されたことを記しておきたい。

ここで2つの将来計画に対する議論を具体的に紹介する。まずTAについては、超高エネルギー宇宙線の存在は確かだが、GZKカットオフを越える宇宙線イベントを観測することによってどれだけの情報が新たに得られるのか良く検討しなければならないという指摘があった。またLCGTについては、本当に地下に建設することが必須なのか？現在のところ100Hzにおいて目標感度に4桁及ばないTAMA300は如何にして目標を達成するのか？等の厳しい質問があった。これらについては2日目に各担当者から詳しい補足説明がなされ、報告書で明らかになるであろうが、評価委員はその説明に納得したようであった。

小田評価委員長は今回の評価報告書を非常に早くまとめられる意向である。報告書は、研究所の将来に関する重要な指針であり、今後の運営に反映されることとなる。

ICRR Seminar 2000年度

4月6日(木) G.Kocharov氏 (Ioffe Physico-Technical Institute)

"Cosmic Ray Intensity in the Past --- deep minima of solar activities, supernova explosions, etc."

3月22日(水) 湯田利典氏 (宇宙線研)

"チベット実験 - 中国との共同研究 - "

2月24日(木) S. A. Stephens氏 (Tata Inst./ICEPP)

"Signature of Baryon Symmetric Universe, Anti-proton Life Time and Antimatter Search in Cosmic rays"

1月25日(火) Paolo Lipari氏 (Rome Univ./ICRR)

"Interpretation of the measurements of the cosmic ray proton spectrum at an altitude of 400Km with the AMS detector"

1月18日(火) 川本辰男氏 (東大)

"LEPの最近の結果 (仮題)"

4月6日(木) Prof. G. Kocharov (Ioffe Physico-Technical Institute 教授)

"Cosmic Ray Intensity in the Past --- deep minima of solar activities, supernova explosions, etc."

ICRR-Seminar 1999年度

12月2日(木) Geoff Bicknell (Australian National University)

"Multi-wavelength analysis of Active Galactic Nuclei and about Mt. Stromlo and Sliding Observatories in Australia"

1月18日(火) 川本辰男 (東京大学素粒子物理国際研究センター)

"LEPの最近の結果"

1月25日(火) Paolo Lipari (Rome Univ., 宇宙線研究所客員教授)

"Interpretation of the measurements of the cosmic ray proton spectrum at an altitude of 400Km with the AMS detector"

2月24日(木) S. A. Stephens (Tata Inst.)

"Signature of Baryon Symmetric Universe, Anti-proton Life Time and Antimatter Search in Cosmic rays"

3月22日(水) 湯田 利典 (宇宙線研究所教授)
"チベット実験 中国との共同研究"

ICRR-Report 2000年度

ICRR-Report-458-2000-2 (November1999)

"Search for Proton Decay via $p \rightarrow e^+ \pi^0$ in a Large Water Cherenkov Detector"

Masato Shinozawa

ICRR-Report-459-2000-3 (April2000)

"Composition and energy spectra of cosmic-ray primaries in the energy range $10^{13} \sim 10^{15}$ eV / particle observed by Japanese-Russian joint balloon experiment"

RUNJOB collaboration (RUSSIA-NIPPON JOINT Balloon-program)

ICRR-Report 2000年度

ICRR-Report-457-2000-1 (December1999)

"Study of ν_μ , ν_τ and ν_μ , ν_{sterile} Neutrino Oscillations with the Atmospheric Neutrino Data in Super-Kamiokande"

Kenji Ishihara

No.40

2000年4月28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 (0471) 36-3143又は5104
編集委員 佐々木 梶田