

研究報告

明野観測所で観測された 2×10^{20} 電子ボルト (eV) 宇宙線
—どこまでのびる宇宙線エネルギーの上限?—

永野元彦

1. はじめに

約1年前の1993年12月3日に 2×10^{20} eVの宇宙線が明野観測所の“広域空気シャワー観測装置”(通称AGASA)で捉えられた。予測されていた宇宙線エネルギーの上限をはるかに超えるエネルギーの宇宙線である。実はそれ以前にロシアのヤクーツク、アメリカのユタ大学で $(1.5 \sim 3) \times 10^{20}$ eVの宇宙線が相次いで観測されていた。それらが銀河中心の反対方向から、それぞれの観測誤差の範囲で同じ方向からきており、その方向には銀河系内には勿論、銀河系の外にもめぼしい天体が存在せず、銀河面方向なのは偶然か、その起源が注目されていた。ユタ大の蠅の目望遠鏡 (Fly's Eye) は次期計画“高分解能蠅の目望遠鏡 (HiRes)”の建設のため稼働を中止していたため、次に観測されるなら明野しかないと期待されていた矢先でもあった。AGASAによるこの宇宙線は、到来方向は銀経 131° 、銀緯 -41° で、ヤクーツク、ユタで観測された宇宙線とは約 40° 離れており、銀河磁場を考えると明らかに銀河系外起源の候補と言える。この事象を今年6月にアメリカ、スノーマスで、現在ユタ大学にいる吉田君が発表したが、ワークショップの主テーマであった次世代の巨大空気シャワー観測装置建設計画の議論を大いに活気づけた。それ以来これらの宇宙線の起源を求めて、到来方向における加速できそうな天体探しや、加速によ

らない宇宙初期の位相欠陥(宇宙のひも、モノポール等)起源説などの議論が活発におこなわれている。

2. 2×10^{20} eV宇宙線

私達の宇宙線研究所明野観測所では、1990年以来世界最大のAGASAを稼働させている。装置については、すでにICRRニュースNo.2で紹介したので詳細は省略するが、山梨県明野村の他、韮崎市、須玉町、高根町、長坂町、大泉村の六市町村にわたる約

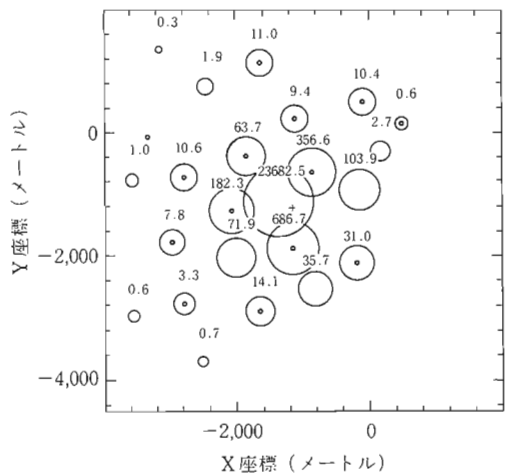


図1 AGASAで観測された 2×10^{20} eV宇宙線による空気シャワー。粒子が入射した検出器のそれぞれの場所に、検出された粒子数の対数を半径とする円で示したもの。

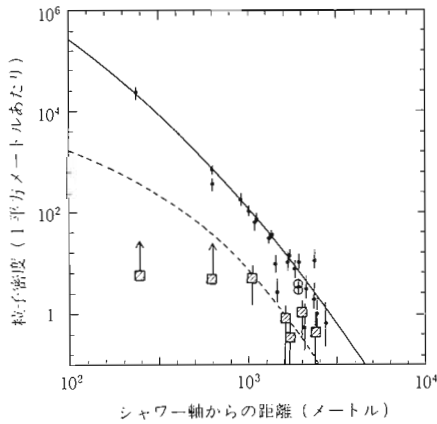


図2 地上検出器で観測された粒子密度(●)と1 GeVを超えるミュオン(□)の“横ひろがり分布”。実線又は点線は 10^{18} ~ 10^{19} eV代の多くのシャワーで決定された実験式を延長したものの。

8 km×15kmの面積に、検出器が約1 km間隔で配置されている。JR山の手線の軌道がスッポリ中に入る大きさである。図1は、今回の最高エネルギー宇宙線が作った空気シャワーについて、粒子が入射した検出器のそれぞれの場所に、検出された粒子数の対数を半径とする円で示したものである。中心ほど粒子数が大きく、直径5 kmを越える円内に粒子の分布が広がっていることがわかる。この図はAGASAの全体から明野村の部分のみを示したもののだが、丁度このシャワーは明野村(或いは西武池袋線ひばりヶ丘駅から中央線武蔵境駅までを直径とする円)をすっぽり覆う広がりと言うほうがわかりやすいかも知れない。天頂角は 23° で、極めて質の良い空気シャワーであり、到来方向の決定誤差は 1° 以内と推定される。図2は地上で観測された粒子密度と1 GeVを超えるミュオンの密度をシャワーの軸からの距離の関数として示した、いわゆる“横ひろがり分布”である。図3は軸から約2000mで、 30m^2 の面積の検出器に次々に入射した粒子の到着時間分布である。それぞれの図にはこれまで 10^{18} ~ 10^{19} eV代の多くのシャワーで決定された実験式の延長を実線又は点線で示したが、いずれもよく一致しており、 10^{19} eV代の宇宙線の種類(陽子?)やその相互作用が、 10^{20} eV以上でも大きく変わっていないことを示唆しているとも言える。

10^{19} eVを超えるエネルギー領域では、これまでイギリス、オーストラリア、アメリカ、ロシア、日本で実験がなされてきた。結果をまとめると

1. 10^{19} eVを超えた宇宙線のほとんどが陽子らしいこと、
2. もし陽子であれば我が銀河系の磁場に補足で

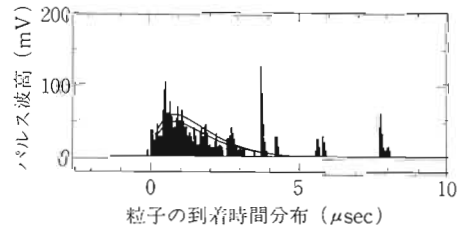


図3 軸から約2000mで、 30m^2 の面積の検出器に次々に入射した粒子の到着時間分布。検出器を垂直につき抜けたミュオン1ヶは約12mV、巾92nsecであり、全体で115ヶ相当の粒子が入射している(山梨大グループによる)。

きずに銀河系から漏れ出すため、 10^{19} eV以上の宇宙線はスペクトルを延長すると少なくなりそうなのに逆に多くなっていること、

3. 到来方向が銀河面方向に多いわけではなくきわめて等方的であること

等から、 10^{19} eVを超える宇宙線の起源は銀河系の外と考えられている。エネルギーが $(6\sim 8)\times 10^{19}$ eVを超える宇宙線は銀河間空間をはるばる旅してくる間に、ビッグバンの名残の宇宙背景放射の光子と平均距離約5メガパーセク(1500万光年)で衝突し、そのエネルギーの20%を失う。すなわち50メガパーセクも走るとエネルギーが1/10になってしまう。 10^{20} eVを超えるような高いエネルギーにまで加速できそうな天体候補の多くは50メガパーセクより遠くにあるので、地球上で観測される宇宙線のエネルギースペクトルには 10^{20} eV以下に上限が現れると予測されてきた(最初にGreisen, Zatsepin-Kuzminにより指摘されたので、GZK cutoffと呼ばれる)。図4はもし 3×10^{20} eVの宇宙線が存在する場合、ある距離以上から地球に到達できる確率をモンテカルロシミュレーションで求めた結果を示したものである。それぞれの曲線は源で宇宙線が加速された時のエネルギースペクトルの罫の違いをあらわすが、いずれにせよもし50メガパーセク遠方にある天体で加速され、直進してきたとしても、同じ 3×10^{20} eVでみると、観測点でその数が元の数の100分の1以下になってしまう。すなわち源の探索は宇宙規模で言えばきわめて近傍の天体に限られることになる。銀河間空間の磁場の強さは良くわかっていないが、もし 10^{-9} ガウス以下ならば、その天体からの曲がりも 10° 以内となり、候補天体探しも限られてくる。

これまでの全世界の観測露出面積を総合すれば、 10^{19} eV以上で得られているエネルギースペクトルが 10^{20} eVを超えて更に延長していれば、 10^{20} eV以上の宇宙線は20例以上観測されていることが期待されるのに数例しか報告されていない。すなわち宇宙線

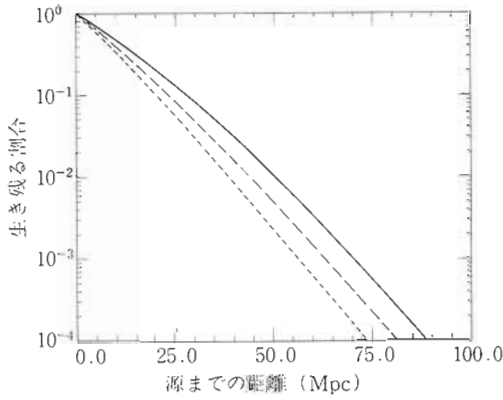


図4 3×10^{20} eVの宇宙線が存在する場合、ある距離(Mpc)以上離れた源から地球に到達できる確率をモンテカルロシミュレーションで求めた結果 (Sommersによる)。実線、鎖線、点線は宇宙線が加速された源でのエネルギースペクトルの罫がそれぞれ2.0、2.5、3.0の場合。

のエネルギーの上限が数 10^{19} eVにあるらしいことが、研究グループ間で共通の認識になってきている。図5にその事情を示す。各グループの観測はスペクトルの形にアングルと呼ばれる曲がりを示すが、エネルギー決定方法の系統誤差を考慮してこの曲がりの位置で規格化し、重ねたものである。個々の実験の露出時間は大差ないので、各ビンで各実験の平均をとったのが大きな円である。GZK cutoffが存在しそうである。そしてFly's Eyeと明野の事象はこの上限をはるかに超えている。

3. 源の候補

それでは何処で加速されたのだろうか。銀河系の外に宇宙線源を探して見よう。その候補の一つは、中心核の両側に対照的な二つの目玉を形成し、目玉の先端に電波の強い領域があるホットスポットとよばれている天体である。ここでは磁場も強く、電子のシンクロトロン放射による電波と考えられている。すなわち電子が加速されており、この電子の加速メカニズムは衝撃波によるフェルミ加速と推定されている。これらの衝撃波の規模が大きいので、陽子なら、 10^{20} eVまで加速できるかもしれない。

又活動銀河核は規模の大きい発電機という説もある。活動銀河核の中心に超巨大ブラックホールがあって、まわりのガスや星がこのブラックホールに落ちていき、このまわりに、降着円盤が高速回転していると想像されている。この円盤を磁力線が貫いていることも十分考えられ、もしそうだとするとこの円盤の内側と外側に巨大な電位差ができ、この電場で宇宙線が加速され、これまで観測されている最高エネルギーまで加速されているとする説もある。

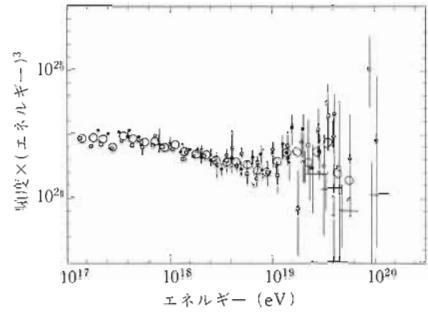


図5 ハベラパーク、ヤクーツク、フライズアイ、明野で得られたエネルギースペクトラムをアングルと呼ばれる曲がりの位置で規格化し、重ねたもの。大きな円は各ビンで各実験の平均をとったもの。

しかしこのような加速天体候補である強い電波銀河の多くは100メガパーセク以遠である。近傍の候補はCenA、M87、M82、ForAとよばれる電波銀河など、知られている数は限られていて、それらの方向は観測された宇宙線の到来方向とはかなり離れている。銀河間空間の磁場が 10^{-7} ~ 10^{-8} ガウスもあって軌道が曲げられてきたのか、銀河系から吹き出していると推定される銀河風が作る衝撃波で加速された重い原子核か、或いは天体での加速起源ではなく、宇宙初期に場の対称性の破れによって形成されたとされる位相欠陥にもとづく'宇宙のひも'や'モノポール'が崩壊してつくられたガンマ線説なのか、その起源が注目されている。これらの解明には先づは例数を増やすこと、そして粒子の種類決定であろう。そのため次期計画として当研究所の手嶋さんを中心として、「宇宙線望遠鏡計画」の準備研究が推進されている。この宇宙線望遠鏡が出来れば、宇宙線が陽子なのか、重い原子核なのか、或いはガンマ線なのかその素性の判別に威力があり、例え月の出ない晴天の夜しか観測できないことを考慮しても、現在のAGASAより30倍の効率で最高エネルギー宇宙線を観測できる。

4. おわりに

1994年8月にはノーベル物理学賞授賞者であるシカゴ大学のクローニン教授と、英国のリーズ大学ワトソン教授が来日した。最高エネルギー領域宇宙線研究を国際協力で推進するため、日本や他のアジア諸国の有識者と会い理解を深めるためである。その際3日間みっちりこの最高エネルギーシャワーを始め、広域空気シャワー観測装置で得られたデータの議論をおこなった。来年2月から米国フェルミ研究所で6ヶ月かけて5000km²の有効面積を持つ巨大空気シャワー観測装置の建設計画のワークショップが

開催されるが、AGASAの結果はその際の重要な基本データとして期待されている。宇宙線の種類の決定には宇宙線望遠鏡のような空気シャワーの上空を観測することが不可欠であり、空気シャワーアレイ

と光学的装置を如何に組み合わせるかがワークショップの一つの課題となろう。日本の計画を如何に連係させるかが我々の課題である。

(空気シャワー部)

宇宙線研究所外部評価総括 (平成6年8月)

☆はじめに

本研究所教授会は、研究所の従来の研究を見直し、将来の方向を検討するのに役立てるため、現時点で所外の学識経験者から研究所の研究活動について評価をいただくことが必要であると判断し、研究所共同利用運営委員会と研究所協議会で方針を説明し、了承を得ました。

まず関連する研究分野から外国人14名を含む所外の学識経験者17名を選択し、資料を添えて、本研究所の各研究グループの評価を依頼し、本年7月にその評価がほぼ集まりました。またスーパー神岡実験に関しては、別途、ノーベル賞受賞者5名を含む8名の方々からの評価を得ていましたので、これら全ての資料をもとに、西村純、中井浩二両先生に総括を依頼しました。両先生には来所していただき、それらの資料を基に、また必要に応じて、研究者に質問をしていただき、総括と要約をしていただいたので、ここにその要約と総括を掲載します。

さて、本研究所は昭和51年、それまであった宇宙線観測所（昭和28年に全国共同利用機関として東京大学に付置された）を母体として、宇宙線研究所に改組転換され現在に至っているもので、研究所の設置目的は宇宙線の観測と研究です。本研究所は、今回の評価より8年前に、学内外の学識経験者10名からなる将来計画検討小委員会（第1期）を設置し、従来の方針の見直しと、新しい研究方向的検討を依頼しました。その委員会答申による提言に基づき、研究所としてスーパー神岡地下実験の推進を決め、関係各位の御支援により、現在、順調に建設が進んでいます。また、第2期の将来計画検討小委員会も2年前に発足して、中間答申が出されている段階です。従って、この時期に外部評価を得て将来の指針とする良い時期であると判断した次第です。

ここに、お忙しい中、評価を下された先生方、また特に総括して下さった両先生には、感謝の気持ちで一杯です。厚く御礼申し上げます。本研究所では、この評価を真剣に受け止め、宇宙線研究者による自己評価も合わせ、革新を心掛けたいと思います。

所長 荒船次郎

☆要約

宇宙線研究所外部評価者の意見や評価の詳細は次の章以下に述べてあるが、総括すると次のようにまとめられる。

- (1) 神岡計画を中心として、宇宙線研究所は現在ほぼ理想的に機能しており、それ以外の6グループについてもそれぞれに成果をあげ、その分野での国際的なリーダーとして高く評価されている。
- (2) 研究所全体として人員不足が指摘されているが、特にスーパー神岡計画については建設の最後の段階に入り、これを有効に生かし正常に運用するために、この時期における人員の増強が緊要である。
- (3) 研究所を活力あるものとして行くためには、今後とも研究所の中軸となる大計画を中心に適切な中・小の計画を整合性をもって進めて行く必要がある。
- (4) 宇宙線研究分野では国際協力は極めて重要であり、これまでも実績をあげてきたが、今後とも重視すべき事柄である。
- (5) 大学との協力関係を密にし、全国的に研究者の力を結集して共同研究の実を挙げると同時に、後継者の養成に力を注ぐべきである。

これらを踏まえて、宇宙線研究者が検討を一層深め、宇宙線研究所の発展と拡充が強力に推進される事を期待する。

☆宇宙線研究所外部評価総括

1. はじめに

東大宇宙線研究所は、昭和51年に設置されて以来18年になるが、その歴史は昭和28年の東大宇宙線観測所の設立にまでさかのぼる。宇宙線観測所は、わが国初の全国共同利用研究所として設置され、その2年後に設置された東大原子核研究所の宇宙線部(後に宇宙線研究所に移管)と並んで、宇宙線研究の基礎を築いてきた。この両者の伝統を引き継いだ宇宙線研究所は、全国共同利用研究所としての役割を果たしつつ、多彩な研究を展開してきた。そのような背景の中で、昭和58年に始まった神岡実験は、宇宙線研究所に画期的な変化を与えるものであった。

神岡実験の輝かしい成果と、それに続くスーパー神岡実験の計画は、宇宙線研究所に世界中の研究者の注目を集めるとともに、国内においても広く社会に対して宇宙や素粒子の謎に挑戦する研究者の姿を示し、学術における基礎研究の意義を正しく訴えるものとなった。

陽子崩壊実験による大統一理論の検証を目的として始められた神岡実験では、陽子崩壊実験にとどまらず、超新星爆発に伴うニュートリノ、太陽ニュートリノ、大気ニュートリノに関する優れた業績を重ねた。これらの研究成果を基礎に次の世代の実験を目指して建設中のスーパー神岡計画を着実に進め、従来の規模を超えてさらに一層大きな成果を挙げるには宇宙線研究所の拡充が必然的に求められる。

神岡実験を始めるまでの宇宙線研究は、国内・国外に展開する中小規模の計画が中心であり、宇宙線研究所は、全国に広がる多種多様な共同研究者への対応に追われている傾向が強く見られた。しかし、神岡実験が始まった頃から宇宙線研究所の運営は、全国の研究者による様々な計画の提案を整理し重点的に選んで推進する方策に移行していった。そして、神岡実験の成功は、神岡グループ以外のグループにも強く影響し、宇宙線研究所の活力を高める結果となった。

神岡計画を通じて宇宙線研究所に吹き込まれた新しい風の本質は、大型研究計画を中心に据えて進める新しいリーダーシップの確立であったと言える。上に述べたように神岡計画は成功し、さらに大型のスーパー神岡計画が始まっているが、その推進に必要な研究所の拡充計画を練るためには、スーパー神

岡計画とその他の宇宙線研究計画の調和を図ることが望まれる。それにはまず、各研究プロジェクトの評価が必要である。このような観点で宇宙線研究所の外部評価が行われた。

評価にあたっては、まず、宇宙線研究所所長が国内外の学識経験者に資料を送り、神岡実験グループ以外の6グループの評価と、研究所全般についてのコメントを求めた(表1)。神岡実験については、既にスーパー神岡計画提案等の段階で評価を重ねたので繰り返すことを避けた。

この報告書は、外部評価者による評価を記した書簡が集まった段階で、所長の依頼により評価の結果を総括するものである。評価の総括にあたっては、評価者の意見をできるだけ忠実にまとめるよう心がけたが、詳しくは、外部評価者による書簡を直接ご覧いただきたい。

表1 各グループ毎評価依頼者

空気シャワーグループ	Prof. J. W. Cronin Prof. A. W. Wolfendale Prof. E. C. Loh Prof. T. C. Weekes
ミューニュグループ	Prof. C. Grupen Prof. J. Learned
重力波実験グループ	Prof. J. E. Faller Prof. E. Fishbach Prof. Wei Tou, Ni
一次線グループ	Prof. M. Oda Prof. E. Igenbergs
エマルジョングループ	Prof. J. Nishimura Prof. T. K. Gaisser Prof. G. B. Yodh Prof. Zuoxiu He
理論グループ	Prof. H. Sato Prof. V. A. Kuzmin

外部評価者の報告をみると、次の点についての指摘が目だつ。

1. 神岡実験の成果を高く評価し、スーパー神岡計画を宇宙線研究所の中心計画とする認識。
2. 神岡実験以外の研究についても、重要で野心的な研究が多彩に進められているという評価。
3. 多彩な研究計画を支える人員増強計画の必要性。

2. 各研究グループ毎の評価

先ず、各グループのプロジェクトについて外部評価の主要な点をまとめる。

空気シャワーグループ

外部評価者は、次の3つの研究をとりあげ空気シャワーグループの活動に高い評価を与えている。

1. AGASA (明野広域空気シャワー観測装置) は100km²という世界最大の規模を持つ空気シャワー観測装置で、世界の注目を集めている。宇宙線のエネルギースペクトルは、宇宙線の起源、加速機構、伝播機構の謎を解明する鍵であるが、とりわけその最大エネルギーの限界に及ぶ領域 ($>10^{19}eV=1.6$ ジュール) ではその発生源の解明に興味が集まり、世界中がデータを待っている。大空気シャワー計画に対する期待と評価は高く、スーパー神岡計画と並んで今後の宇宙線研究所の中心計画として捉える評価者もある。
2. オーストラリアで始めたCANGAROO計画は、北半球のWhipple観測所と並んでTeV領域の高エネルギーγ線天文学に新しい可能性を導入した。既に、いくつかのパルサーからのTeVγ線を検出しているが、特に南半球でのみ観測可能なPSR1706-44からのTeVγ線は世界初の観測であった。こうして期待通りの高精度のデータを生み出し、チェレンコフ光検出による方法の威力を示している。今後数年間は、多くの発見やその他の優れた結果が期待できる。
3. 宇宙線望遠鏡計画は、上記の二つの研究活動の発展として期待できる。意見・情報の交換やテスト段階におけるUtah大学グループとの協力が進行しているが、計画全体を国際協力によって進める可能性を検討する必要がある。

ミュオングループ

1. ミュートロン実験について、評価者は、世界最高 (22TeV) のミュオンエネルギーの観測で、世界最良の貴重なデータを得たとして高く評価している。また、TeV領域のミュオンに対し、ミュオンカロリメーターの手法を詳しく調べた結果は、今後の加速器実験にも大きな寄与を残したと言えよう。しかし、昭和50年から始まったこの実験は平成4年に成功裡に終了した。
2. 宇宙線研究所が計画立案段階から参加し、日

米共同実験として進められているハワイ沖のDUMAND計画は昭和62年から本格的に始まり、世界の期待を集めている。評価者は、特に日本の二人の研究者の寄与を高く評価し、さらにグループの強化、とりわけ後継者の不足に対する研究所の対応を求めている。

重力波実験グループ

評価者は、重力波の観測実験を神岡のニュートリノ観測と強く結びつけて行うため、宇宙線研究所が取り組むことが望ましいと指摘し、また、宇宙線研における研究の現状の高い評価を基礎に、宇宙線研究所研究者が重力波研究のリーダーとして活躍することを期待している。

初段階の300m検出器の建設は、国立天文台を中心に始めることになったが、その後宇宙線研究所が大計画を中心となって推進する可能性を真剣に検討する必要がある。評価者の一人は、大型計画について宇宙線研究所が始めるより、既存のLIGOグループに参加する方が効率的で賢明であろうという意見をのべている。SSC計画を思い出す米国人らしい発想である。

一次線グループ

評価者は、宇宙線研の宇宙塵グループの成果を高く評価し、また、幅広く研究に取り組める宇宙線研究所の研究環境を讃えている。隕石、海底堆積物、宇宙探査機などの資料に対して、顕微鏡観察、X線分析、化学分析、同位体分析など色々な分析手法を活用した宇宙空間物質の研究は、大変ユニークなものである。太陽系の物質の起源と進化を調べるには、このように総合的な研究手法を駆使する必要があり、それをまとめるリーダーシップが必要である。

エマルジョングループ

1. 日本の宇宙線グループが開発した大型のエマルジョンチェンバーを高山に置き、或は気球に搭載して行う実験によって、高エネルギー相互作用の研究と宇宙線スペクトルの直接的観測という最も正統的な宇宙線研究を進めて来たが、これらの研究に対し外部評価者は、国際的にこの分野をリードしてきたものとして高い評価を与えている。
2. 評価者は、この種の研究の重要性を指摘し、その継続の必要性を述べているが、評価者に

よっては、超高エネルギー相互作用の研究についてはこれ以上大規模化することはほぼ限界に近づいてきており、素粒子的天文学や宇宙線の加速・伝播機構を解明する一次宇宙線のknee付近の直接観測に主力を移すべきであると言う意見も述べている。宇宙線研究所のグループが、主点を素粒子的天文学や高エネルギーでの一次宇宙線の組成の研究に移行していることは、後者の道を取ったことになる。いずれの評価者も、一次宇宙線のknee付近の構成要素やスペクトルを直接観測する国際共同研究のGOAL計画に力を注ぐべきであることを提案している。

- チベット高原で、エマルジョングループが建設を始めた空気シャワー観測は、10TeV領域の γ 線を空気シャワー検出器で捕え、 γ 線天文学に新しい道を開くものである。この研究は、それまで行ってきた高山でのエマルジョンチェンバーの解析の際に積み重ねた経験と、解析のために開発した精密なシミュレーションコードを駆使して初めて可能になった精密実験である。到来方向の角度決定精度が良く、月や太陽による宇宙線の遮蔽効果が観測できることを示した。このことを利用して、太陽惑星空間の磁場の測定もできるという副産物も生まれている。これまでの経験を活かしつつ、グループ名や手法にこだわらず、自由に研究に取り組む姿勢が成功をもたらしたものと考えられる。

理論グループ

宇宙線研究所の理論グループを強化することについては、二人の評価者が共にその必要性を指摘している。神岡実験の成功は、宇宙物理と素粒子物理の境界に素粒子的宇宙論と呼ばれる新しい分野を生んだ。従来宇宙線研究では、実験と理論の提携が必ずしもよくなかったが、今後の発展を考えると、スーパー神岡計画ばかりでなく、明野のAGASA観測、オーストラリアのCANGAROO観測、南極のGOAL計画などが、絶え間なく新しいデータを生み出すことは明らかであろう。その時に、宇宙線研究所の理論部がすばやく対応できる態勢がなければならないであろう。また、長期的な視点をもって研究所の計画を進めるためにも、理論グループの存在は重要である。

3. 研究所全体に関する評価と問題点の指摘

外部評価者は、それぞれに依頼を受けたグループの評価と共に、宇宙線研究所全体についても意見を述べておられる。ここでは、いくつかの要点を総括者の意見を交えて紹介する。

●神岡実験の評価について

評価者の多くから神岡実験に対して、直接間接に、いろいろな形で賛辞と高い評価が述べられている。神岡実験に引き続き、一層大型のスーパー神岡計画の建設を着実に実現して、さらに優れた成果を挙げるには、神岡グループの強化が必須の条件である。

●宇宙線研究所の研究課題の選択について

宇宙線研究所の研究課題が多彩に広がっていて、それぞれが少ない人員にもかかわらず野心的な課題が多いという印象を持った評価者が多い。多彩な研究が展開される背景には、共同利用研である宇宙線研究所を中心にして全国の研究者が推進してきたわが国の宇宙線研究の伝統があるといえよう。多様性の尊重は学問推進の基礎であり、宇宙線研究所の基本的姿勢は評価される。

また、観測を主体とする宇宙・天文の研究では継続性が課題選択の重要な要素である。宇宙線研究所はそのことを踏まえつつ、一方で、研究課題が硬直化し研究所が活力を失うことがないように積極的に課題を選んでいる。研究課題の選択については、今後も常に検討を忘れてはならない。

●研究発表の国際性について

神岡実験は国際的に有名であるが、その他のグループの研究においても国際的に高い水準の成果を挙げているのに、それらの成果は国際会議等において十分に発表の機会をもっていないという指摘があった。神岡実験で宇宙線研の名前を世界に広げた機会に、その他のグループの積極的な活躍を期待したい。この問題は、宇宙線研究に限らず、日本の研究の大部分が抱えている問題である。国際会議への積極的参加を可能とするため海外渡航を容易にする環境づくり等の方策が望まれる。

●研究所組織の拡充について

宇宙線研究所の各研究課題の推進、各研究グループの活動における人員の不足は、多くの評

価者が指摘している。人員の不足は明らかであり、人員増強によって研究活力を上げる方策が望まれる。しかし、現実的には、まず神岡計画のための人員の増強を最優先に考えるべきである。

●宇宙線研究の今後について

大型プロジェクトであるスーパー神岡計画を中心にして、中小の計画をも大切に育てているというイメージが、ほぼ全員の評価者にあることは明らかであるが、その場合の荷重の置き方については、明快な答えは出ていない。わが国の宇宙線研究者自身が決める問題であろう。今後の大型計画の進め方については、宇宙線望遠鏡計画と重力波計画があるが、その実現については、さらさらR&Dも含めた検討が必要であろう。国際協力による推進についても検討すべきであろう。

●宇宙線研究の後継者養成と大学における宇宙線研究の推進

いくつかの箇所で、各評価者はグループの強化と後継者養成の必要さを指摘している。最近、宇宙線研究所志望の若者が増している。神岡実

験や宇宙にかかわる魅力ある研究の推進が、若者の気持ちを捕らえているわけで、好ましい状況が生まれている。さらに、宇宙線研究の活力をあげるには、大学との密接な協力のもとに、大学における宇宙線研究を強化することが必要であろう。共同研究の強化を始め、具体的な方策の実現に努力する必要がある。

おわりに

宇宙線研究所は、創設後18年を経過した今、神岡実験の優れた成果が国際的にも高く評価され最も輝いているところである。神岡実験以外にも、明野における空気シャワー観測や、チベット実験・CANGAROO実験などの国際協力実験で優れた業績を重ねている。これらの輝かしい成果をさらに発展させるために、時機を逃さず宇宙線研究所の拡充強化を図ることは関係者の責務であると考えべきであろう。今回行なわれた外部評価を謙虚にうけとめ、さらに、宇宙線研究者自身が行なった評価に基づく計画の検討を一層深めて、宇宙線研究所の拡充が強力に推進されることを期待する。

☆学部長・研究所長合同会議田無地区で開催される

平成6年12月6日(火)14時30分から原子核研究所第一会議室で、東京大学学部長・研究所長合同会議が原子核研究所と宇宙線研究所の当番で開催された。総長、副学長、各学部長、各研究所長、及び、事務局長、各部長等総勢51名が会議に出席された。終了後宇宙線研究所、原子核研究所等の施設見学が行なわれた。宇宙線研究所では、会議室に各研究部の研究内容をパネルで展示した他、銀河系内モニター用重力波検出器の見学を実施し、所長及び各研究部主任が説明を行ない、出席者から熱心な質問があった。



宇宙線研究所会議室で研究内容の説明をうける吉川総長他の出席者。

委員会報告

○平成6年度第2回共同利用運営委員会

平成6年10月8日(土)

議題

1. 諸報告
2. 教官人事選考委員会委員の選出について
3. 教官等公募の進め方について

○平成6年度第3回共同利用運営委員会

平成6年12月3日(土)

議題

1. 諸報告
2. 教官人事について
3. 次期所長選考について
4. 宇宙線研究所共同利用研究実施専門委員会について
5. 附属乗鞍観測所検討小委員会について

研究報告出版状況

ICRR-Report

(21) ICRR-Report-326-94-21

“The Prospects for Very High Energy Gamma Ray Astronomy”

T. Kifune

(22) ICRR-Report-327-94-22

“Isotopic, Chemical and Textural Properties of Acid Residues from Three Chondritic Meteorites Murchison (CM2), La Criolla (L6), Qingzhen (EH3)”

N. Kano, K. Yamakoshi and H. Matsuzaki

(23) ICRR-Report-328-94-23

“Measurement of Neutrinos and Search for Anti-Neutrinos from the Sun at Kamiokande”

K. Inoue

宇宙線研セミナー

6) 5月31日(火) 梅村 雅之(筑波大学)

“Cosmological Consequences of Early-formed Massive Black Holes”

7) 9月26日(月) R.J. Wilkes(ワシントン大学)

“Antarctica Ballon Flight”

8) 10月7日(金) Pavel Povinec (Comenius Univ.)

“Grand Sassoに於ける極低レベル放射線計測”

9) 11月2日(水) 後藤 亨(広島大学)

“超対称模型におけるB中間子崩壊でのCPの破れ”

10) 11月25日(金) E.C. Loh(ユタ大学)

“Present Status of HiRes Detector”

人事異動

平成6年10月31日付

現官職名	氏名	異動内容
教務補佐員	後藤 亨	辞職(広島大学理学部助手)

お知らせ

平成7年度共同利用研究公募

標記につき、東京大学宇宙線研究所共同利用研究公募要領により公募しますので、本研究所において共同研究を希望される方は、平成7年1月17日(火)までに、共同利用研究申込書を提出下さい。

公募要領、申込用紙の必要な方は、本研究所事務局共同利用掛に御連絡下さい。

皆川理先生を偲ぶ

神戸大学名誉教授 藤岡 伍郎

神戸大学名誉教授皆川理先生は九月二日朝、八十六年の生涯を静かに終えられた。

先生は昭和八年に東京帝国大学理学部物理学科を卒業され、大学院で研究の後、十年から理研に勤務された。始めサイクロトロン建設にも参加されたそうであるが、後に長岡研究室で、杉浦義勝氏とコックロフトウォルトン型加速器による実験を行なわれた。特にその中性子源によるコバルトとタングステン同位体の研究は有名である。十七年から十九年にかけての十三編のガイガー・ミュラー計数管の放電機構の研究は独創的で立派な研究であった。ただ当時の出版事情のため、確実に早く印刷される帝国学士院のProceedingsを選んで投稿されたが、論文の分野が雑多な出版物のために多くの人の目にはとまらなかったのは残念である。

昭和十八年夏には気象台に籍を移されたが研究は理研で続けられた。しかし、二十年四月、空襲により理研の研究装置が焼失し、研究場所を本格的に気象研究所に移して、宇宙線の研究を始められた。もっとも、小諸の近くへの疎開などがあって、実際に仕事が始まったのは終戦後であった。最初は宇宙線強度の気象条件による変化や、ミュー粒子の寿命の測定などが中心であり、また雷放電の研究や、気象用レーダーの開発の指導も行なわれた。

大阪市大の渡瀬謙、名古屋大に移られた関戸弥太郎、理研(当時科研)の宮崎友喜雄の諸先生と、宇宙線の研究には高い高度の観測所が必要と相談され、昭和二十四年に四名共同で朝日新聞社の第一回学術奨励金百万円を受けられた。翌年追加された三十五万円を加えた資金で、乗鞍岳に朝日の小屋と呼ばれている観測所が二十五年秋に完成した。

ちょうどこの秋に先生は神戸大学に移られ、気象研より喜多勲、藤岡伍郎、科研より亀田董、西村純等が加わって、宇宙線グループが発足した。

乗鞍では、朝日の小屋で神戸、名古屋、科研の各グループが、大阪市大グループは鶴ヶ池近くの旧陸軍の建物で、その頃としては一応は一流の下程度と自負する実験を始めた。しかし更に規模の大きい研究に発展させたいという願いは強く、素粒子、原子

核の方面でも始まっていた共同利用研設立の要望と同じく、国立宇宙線研究所に発展させたいという動きが起こった。この運動は先の四先生を先頭に、立教大学に移り宇宙線の研究を始められた中川重雄先生等も加わって進められた。皆川先生は、



大学の自治についての研究者側と東大側との見解の相違を調和させるなどの難問題の解決に腐心された。このような努力が実って、二十八年には研究所ではなかったが、全国共同利用の宇宙線観測所が東大に附置されることとなった。朝日の小屋の近くに建設された観測所は、後に昭和五十一年の宇宙線研究所の設立に伴って、その附置観測所となった次第である。

先生は宇宙線の測定手段としての原子核乾板の使用にも、戦後逸早く着目された。高高度での乾板への宇宙線照射のための気球飛揚も、まずゴム気球を用いたものが二十七、八年頃に館野や米子で始められたと記憶している。二十九年からポリエチレンを使用し、最初は手作りの3000m²程度の気球を飛ばしていた。こうして三十年にはエマルジョンチェンバーの飛揚に成功し、多重発生における横運動量一定等の成果が得られている。その後も、更に大きい荷重の気球技術の開発への努力を続けられた。

書くべきことは数多いが、紙数の制限のため、私自身が半ば忘れかけていた、戦後の宇宙線研究の第一世代の、最後まで残られた皆川先生のパイオニアとしての働きを記すにとどめる。謹んで先生を偲び、ご冥福を祈りたい。

No.23

1995年1月4日

東京大学宇宙線研究所

〒188 東京都田無市緑町3-2-1

TEL (0424) 69-9592又は 69-2150

編集委員 永野、梶田