

## 研究報告

### ニュートン重力定数をめぐる最近の動き

黒田和明

#### はじめに

重力は電磁気力、素粒子の崩壊に与る弱い力及び核力として知られる強い力と同様、基本的な力の一つである。これらの力は宇宙のはじまりには統一した一つの力であった。ところが、現在、一定の距離に置かれた陽子と電子との間に働く重力の大きさは、同時に働く静電気力と比べると40桁近くも小さい。宇宙の誕生時からこの精密さで力が規定されていると考えるより、宇宙の膨張に伴ってそれぞれの力の大きさが変化したと考えた方がいいという理論もある。もし、そうならば、まだ検出されていないほど微小に重力定数Gが宇宙の進化とともに現在も変化し続けているのかも知れない。一方、電磁気力や核力などの力が、それぞれ光子やパイ中間子などボゾンの交換によって説明される、という場の理論で重力を理解しようとする試みがある。ここで交換されるボゾンが有限の寿命をもつ場合、力の到達距離は有限となる。重力はこのような単純なモデルでは説明しきれないが、部分的にでもそのような性質があるとすると、Newtonの重力法則で表される、力の大きさが距離の2乗に反比例して変化するという法則は、惑星の運行で精密にわかっている距離スケールより短いスケールで破れているかも知れない。以上が重力を精密に測ってみようとする最近の実験の根

底にあり、2年前に相次いで公表された3つの重力定数値の間の大きい食い違いも、この傾向をさらに加速している。

#### 基礎物理定数としての重力定数G

現在、基礎物理定数は統一的に調整され、CODATAとしてまとめられているが、その重力定数値  $(6.67259 \pm 85) \times 10^{-11}$  (SI単位) の基礎になっている実験は、1982年米国標準局 (National Bureau of Standards、現在NIST) のG.G. Luther

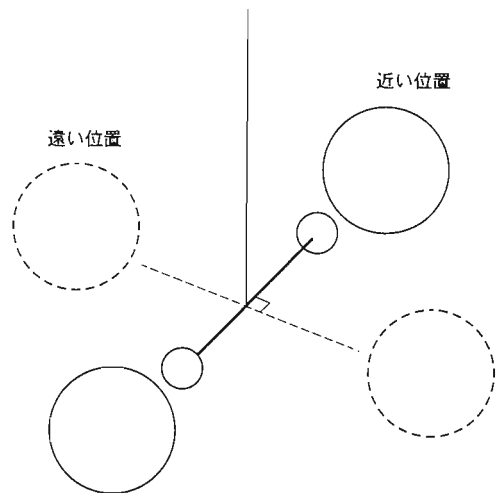


図1 ねじれ秤を用いる動的測定法

とW.R. Towlerが発表したもので、ねじれ秤を用いた動的測定である。図1に示すようにねじれ秤の平衡角度位置に沿った線上に、重力源となる1対のおもりを置く(近い位置)。平衡角度位置からダンベルおもりが回転すると、重力源から受ける重力により、ダンベルおもりを元に戻そうとするトルクが働く。これは等価的に吊り糸のねじりのバネ定数を大きくする効果となる。次に、重力源の1対のおもりをダンベルおもりの平衡角度位置と直角の方向に置いた場合(遠い位置)では、ダンベルおもりの回転を助長する向きにトルクが働き、等価的にバネ定数は小さくなる。それぞれ、ダンベルおもりを自由に減衰回転振動させ、その固有周期を測定し、これら測定値から計算される角振動数の2乗の差をとれば、これは純粋に重力定数に比例する。この測定が正しいためには、異なる周期の点で吊り糸のねじれの固有バネ定数は変化しないとしなければならない。

### 重力波検出器における熱振動雑音

しかし、この仮定は正しいとは言えない。これが明らかになったのは、重力波検出器用の高感度レーザー干渉計の開発からであった。レーザー干渉計の振動数では、時空の歪みの波である重力波により、重力波で自由とみなせる鏡が振動する変位を、干渉光の位相の変化として捉える。鏡を自由にするために、鏡は振り子状にワイヤで吊るされるが、このワイヤや鏡の内部摩擦の性質が、鏡の雑音振動に影響を与える。重力波の効果は極めて微小であるから、鏡の雑音振動は、それが熱雑音で規定されるレベルにまで下げなければならない。すべての物体はその物理的温度で示される熱振動をしており、そのエネルギーはエネルギーの等分配則に従ってすべての振動モードに等しく分配される。ここで言う振動モードには、一番低い周波数で1 Hz前後の振り子運動、その次は、ワイヤの最低次の弦振動、2次、3次…という風に次第に振動数が上がって、鏡自身の1次の共振振動、2次、3次…というように無数に存在する。レーザー干渉計の場合は、鏡の振り子モード、鏡自身の光軸方向の振動モード等に配分されるエネルギーが重要になる。重力波の観測周波数帯域はこれらモード振動数の間隙にあり、モードの中心の振る舞いではなくモード中心から外れたところの特性が効いてくる。これら振動モードの減衰が、速度に比例する場合と、材料工学の分野では古くから知られていた擬弾性という性質によって減衰が起

こる場合とで、鏡の熱雑音の評価が大きく変わる。通常、振り子のモード周波数は1 Hz前後、鏡自身のモード周波数は10kHz前後に選ばれるが、速度減衰モデルでは振り子のQ値(減衰率の逆数)に、擬弾性モデルでは鏡自身のQ値に、それぞれ現在の技術では達成できないような高い値が要求される。これはどちらに研究の重点をおくかという問題ともからむだけにどちらのモデルが妥当であるかという検討は重力波検出器の開発では焦眉の問題であった。そこで、これまでいくつかのテストが行われた結果、擬弾性モデルが適当であるという結果が主流となっている。材料の特性として、この擬弾性という性質はあまねく行き渡っている、と考えられるのである。

### 擬弾性の吊り糸を用いたねじれ秤

擬弾性の性質は、マクロ的には、その材料にかかる力 $f(t)$ と変形変位 $x(t)$ をフーリエ変換して周波数領域で扱うとき、その応答関数としてのバネ定数 $k(f)$ を、実数ではなく複素数として表現することにより、定式化される。つまり、

$$F(f) = k(1 + i\phi)X(f) \quad (1)$$

である。そうすれば、 $\phi$ が小さいとき振動のパワー $\langle f \cdot x \rangle$ のうち割合 $\phi$ が消費されるパワーとなり、 $\phi$ は損失の目安で機械的merit factor Qの逆数となる。式(1)で表現されるねじれのバネ定数をもつ吊り糸で吊るされたねじれ秤を考える。 $\phi$ が小さいとすれば、定常的に振動しているとき、力 $f$ に対してその応答であるねじれ角 $x$ は位相 $\phi$ だけ遅れて追隨して振動している。さて、力 $f$ が正弦波でなく、はじめ0で、ある時刻で階段状に立ち上がって一定になった場合を考える。角度の応答はどうなるだろうか。力のフーリエ変換を行ってその応答を式(1)から求め、これをフーリエ逆変換して時間領域に戻そうとすると、積分が発散してしまう困難が出てくる。そこで、T.J. Quinnらは、現実的な周波数範囲を表現できるモデル、即ち、理想的なバネにMaxwell Unitと呼ばれる理想的バネにダッシュポットが直列につながったユニットを並列に無限個抱き合わせた図2のモデルを考えた。ここで、各ユニットの特性を表す時間スケールとして、最長の時間 $\tau_0$ 、及び最短の時間 $\tau_0$ を設定する。 $\tau_0^{-1}$ は、振動数が0に近づく極限での積分の発散を抑える役割をし、 $\tau_0^{-1}$ は、このモデルが効き始める振動数を決めている。Quinnらは、Be-Cu材でしなやかなヒンジをつくり、これを実体振り子の支持に用いて、周期125秒から690秒

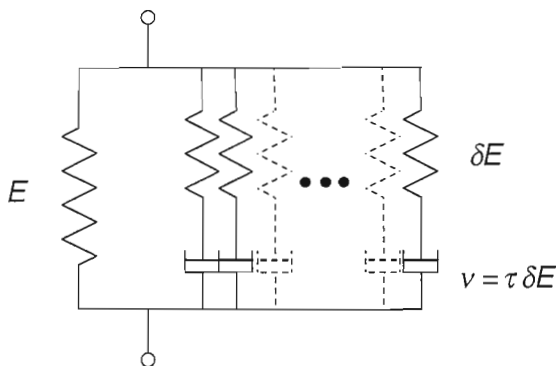


図2 理想的なばねにMaxwell Unitを無限に並列につないだ擬弾性を説明するモデル (Quinn et al.)

までの振動減衰特性及び擬弾性に特有なクリープ特性を測った。その結果、速度減衰モデルは誤りで、 $\tau_0 = 10\text{s}$ 、 $\tau_\infty = 5000\text{s}$ と選び、かつ、Maxwell Unitのバネ定数と主バネ定数との比を0.02程度に選べば、擬弾性モデルが実験結果を極めてよく説明できることがわかった。この擬弾性という性質は、ゆっくりした変化ではその効果が現れやすいので、周期の長い振動子を用いないとその検証ができにくい、Quinnら以外にも、倒立振子を用いた実験が報告されており、そこでもやはり $\phi$ が周波数によらない擬弾性モデルが支持されている。

### 擬弾性効果の大きさとCODATA値Gの系統誤差

もし、この擬弾性という性質が材料の違いを超えて固体物質全般にあるものという仮定に立てば、現在のGのもととなった、LutherとTowlerの実験についても適用できる。彼らは、溶融石英を吊り糸材に用いているが、QuinnらがBe-Cu材について得たパラメタを適用して得られるバネ定数の変化を系統誤差とすると、重力定数は値が大きい方に150ppmほど大きくなる。

この大きさは、Quinnらのモデルによらないでも評価できる。つまり、複素数で表される周波数応答関数があったとき、因果律の要請から、その実部と虚部は、いわゆるKramers-Kronigの関係式で関係づけられ、これによれば、 $\phi$ が小さく一定である時、実部は $\omega^2 \phi / \pi$ に比例しなくてはならないことが示される。これを用いて評価するためには、吊り糸自身のQ値が必要である。LutherとTowlerの論文にはねじれ振動のQ値は大雑把に1万と記載されており、

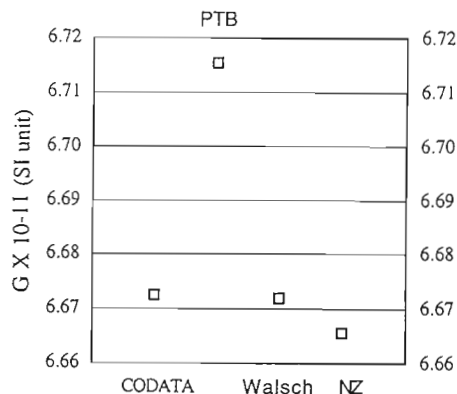


図3 最近の重力定数の測定値  
CODATA値、ドイツ物理工学研究所 (PTB)、ウッパータル大学 (Walsch)、ニュージーランド計量研究所 (NZ) で測定された。誤差はいずれも口の中には入っている。

有効数字が不明であるため、5000から14000に渡るとすれば、30ppmから120ppmの誤差となり、上の値より小さいものの、似たような結果を与える。

### Gの誤差の波紋

以上、重力波検出器の開発過程でわかった重力定数Gに潜む誤差の可能性について述べた。重力定数は、長さ、時間、質量の標準を扱う国の標準研究所或いはその協力を得られるグループでないと、高い精度を期待することは困難である。この意味で、NBSの出したデータは、権威あるものであった。最近の各国標準研究所及びその関連グループから出された3つのデータの大きい食い違い (図3) は、計測・標準の研究を進める分野の人々に困惑を与えたが、大方の反応は、「新しいデータにはどこかに見落とされた誤差があるに違いない」といった、偏見があったように思われる。上で指摘された小さな誤差は、これらの食い違いを説明できるものではないが、CODATA値の権威を大きく傷つけ、その結果人々は、4桁目の精度につき、少なくとも独立な2つのグループの一致するデータを見せられない限り、Gの測定値を鵜呑みにすると言うことはなくなったのである。 (ミューニュー部)

## XXXIst Rencontres de Moriond

竹内 康雄

フランス、Les Arcsで3月16日から23日にかけて開催された、第31回モリオン・コンファレンス（電弱相互作用と大統一理論）に出席したので、会議の様子などを簡単に報告する。今回の会議では特に目新しい結果の報告はなかったが、これまでに報告されている異常な結果等についてより深い議論が交わされた。

Les Arcsはフランスの北アルプスの山麓、標高1600—2000m程度の所にあるスキージョットである。パリからTGVで5時間、さらにバスで45分、山道を揺られてやっとたどり着く。今回は標高約1800mの所にあるArc 1800という町の中のホテルがコンファレンスの会場であった。Arc 1800の町並みは全てレンガ色に統一されており、マルタで作ったログハウスが建ち並んでいるような景観であった。ホテルのすぐ目の前はスキーゲレンデが広がっており、天気の良いときにはモンブランも彼方に見えた。常日頃、富山県から神岡町への通勤で通る国道41号線沿いの溪谷の景色も良いものであると思っていたが、Les Arcsの山々はやはりスケールが大きいと思わされてしまった。モリオンの午後のセッションは夕方から始まるという大変気の利いたものであることはもうみなさんご承知の通りである。会議の参加者は午後にはもっぱらスキー場に集まるのである。スキー場は規模が大きく、3月の終わりだというのに辺り一面白銀の世界であった。コンファレンスに参加しに行ったはずなのであるが、なぜかスキーの腕も心持ち上達してしまったような気がする。

今回の会議では主に標準モデルの精密測定、新粒子の探索、アノマリー、ニュートリノ振動等のトピックがあった。

初日のセッションはLEP1.5の結果の報告で始まった。LEP1.5とは、昨年10月・11月に行われた、ビームのエネルギーが約130GeVのLEPのランである。LEP2（160GeV以上）は今年の夏に開始する予定であるとの報告もあった。LEP1.5ではSUSY粒子、ヘビーレプトン等の新粒子の探索が行われたが、新しい発見はなく、どれも質量の下限を与えるのみで

あった。またLEP1.5では、Zプロダクションのピークと比較して散乱断面積が約100分の1程度に下がるため、 $\gamma Z$ の干渉の測定もかなり改善されたようだ。ただ、ランタイムが4種類の実験をあわせて $22\text{pb}^{-1}$ と少ないため、標準モデルの精密測定としては散乱断面積の測定や前方後方非対称性の測定等の比較的測定が容易なものが標準モデルと一致するという程度であった。標準モデルのパラメータとしては、LEP1のデータから、Z粒子の質量の現在の測定結果として、 $91.1884 \pm 0.0022$  (GeV) が報告された。またLEPで観測された4-jet事象が、Alephでは期待値よりも多く、他の実験では有意な超過はないという問題については特に議論の時間がもうけられた。

CDFからは、200GeV以上の $P_T$ の領域での散乱断面積がQCDの予想から有意に大きいという報告や、 $R_b$ 、 $R_c$ の異常値等の報告があった。また、トップクォークの質量については、 $m_t = 175.6 \pm 5.7$  (stat.)  $\pm 7.2$  (syst.) (GeV) との報告が成された。一方、DOからは、 $m_t = 170 \pm 15$  (stat.)  $\pm 10$  (syst.) (GeV) という結果が発表された。

今回のモリオンコンファレンスは（いつもそうなのかもしれないが）ほとんどが加速器実験の実験報告であった。ニュートリノ物理のセッションが半日設けられたが、その中でも大部分は加速器を用いたニュートリノ振動の実験報告であり、非加速器実験は我々のカミオカンデの結果報告だけであった。今回のコンファレンスでは、我々神岡グループはカミオカンデの太陽ニュートリノの最終結果を報告した。

観測時間2079日のデータから、観測された $^8\text{B}$ 太陽ニュートリノ強度は $2.80 \pm 0.19$  (stat.)  $\pm 0.33$  (syst.) ( $\times 10^6 \text{cm}^2/\text{s}$ ) となり、標準太陽モデルの予想値の約半分であること、太陽ニュートリノ強度の欠損は全てのエネルギー領域にわたってほぼ一様にみられること、有意な時間変動がみられないこと等を報告した。また、スーパーカミオカンデの建設状況や、テストラン中の $\mu$ -e崩壊事象のヒットパターン等も紹介した。スーパーカミオカンデの状況報告はかなり参加者の関心を集めたようであった。

他のニュートリノ振動の実験は、KARMEN、LSND、CHORUS、NOMADが発表を行った。LSNDはニュートリノ振動の証拠を報告し、フルペーパーをまもなく出版することも述べた。NOMADは解析が順調に進んでおり、最初の結果をもうすぐ出すと報告した。CHORUSは解析の現状を報告した。

特別講演というのかはわからないが、F. DydakとP. Langackerがそれぞれ加速器とニュートリノ物理の一般的な話をした。DydakはLHCの一般的な話をした。1000万チャンネルの規模の検出器が必要なこと等、LHCの実現に向けてはまだ技術的なブレークスルーが必要であることを述べた。P. Langackerは太陽ニュートリノ、大気ニュートリノ、LSND等の話をまとめた。

最後に、ホテルの食事について報告しよう。会期中の夕食は、バイキング形式の洋食とフランス料理のコースが半々くらいであった。朝と昼はほとんどバイキング形式であった。味も良く、つつい食べ

過ぎてしまったようで帰国したときには幾分体重が増えていた。飲み物はワインか水であり、飲み放題であった。食事の時間は議論の時間でもあるらしく、様々なところで会話が弾んでいた。カミオカンデでの大気ニュートリノの結果については今回は特に報告しなかったのであるが、食事中に個人的に質問されることが何度かあり、大気ニュートリノ問題に関する関心の深さを改めて認識させられるものであった。

今回は初めての国際会議への出席でもあり、いろいろな意味で勉強になることが多く、非常に有意義なものであった。(神岡宇宙素粒子研究施設)

### 宇宙線研究所と国際学術交流協定を結んでいる研究所や大学部局の紹介：その1

## 中国科学院高能物理研究所

湯田 利典、張 春生\*

中国の高エネルギー物理のセンターである中国科学院高能物理研究所(高能研)は、有名な天安門広場と故宮博物院(紫禁城)を左右に見る広い道路を長安街を抜けて西へ約20km真直ぐに走った北京市の郊外近くにある。この研究所は中国の高エネルギー物理の研究センターとして1973年に設立された。現在、50名の教授と約400名の助教授及び上級技術者を含む職員の総数が約1800名の中国最大規模の研究所である。この研究所の中心施設は1984年から88年にかけて建設された電子陽電子衝突型加速器(BEPC、Beijing Electron Positron Collider)である。重心系でのエネルギーは3~5.6GeVとJ/ψのエネルギーにターゲットを置いて建設された。この研究施設を中心に、高エネルギー物理、宇宙線物理、素粒子原子核理論、シンクトロン放射光、及び自由電子レーザー光、35MeVプロトン・ライナックによる原子核及び医学的応用等の研究を行っている。また、各研究部門は中国の各大学から多数の大学院学生を受け入れ、彼らの教育と若手研究者の育成に力を入れている。

高エネルギー加速器実験はBES(Beijing Spectrometer)と呼ばれるドリフトチェンバーを主体とした検出器を建設して、毎年約5000時間の運転を行っている。すでに、 $9 \times 10^6$ 個のJ/ψ粒子を観測し

ている。この加速器実験によりτ(タウ)の質量を精度よく決める等重要なデータが得られている。1991年以来、米国の多くの大学、研究所から約40名の研究者がこのBESグループに参加している。BEPCは1994年からアップグレードを行っており、その強度は近日中に約3倍に上がる予定である。現在、このBEPC及びBESに携わっている研究所職員の数は約900名である。将来、τ-charm factoryの建設を目指してR&Dを進めている。その予算は約1億ドルと見積もられ、国際協力により実現することを目論んで



写真1 高能物理研究所の門

いる。最近は、高エネルギー物理関係の大きな国際会議を開催する等活発な研究活動を行っている。

理論部門は、1974年に著名な理論家である朱洪文を迎え素粒子論を中心に活発な研究活動を始めた。現在は、この研究部には約40名の研究者がおり、素粒子、原子核、中間エネルギー物理等幅広い研究を行っている。

さて、我々が直接関係する宇宙線部門は職員数が約70名の中規模の研究部門であり、この部門の教授及び助教授の数はそれぞれ6、20名である。ここでは、チベットでの宇宙線実験を中心にした空気シャワーグループ、エマルジョン・グループ、気球及び衛星を中心にした飛翔体グループ、計算グループがある。国際共同研究は日本とのチベットでの宇宙線共同実験が最も大規模で、他にイタリア、米国等幾つかの国と共同研究を行っている。

中国の宇宙線研究は古い歴史を持っている。本格的な研究は肖健を中心に1950年代にスタートした。彼は、47年に米国に留学し、陽電子の発見でノーベル賞を受賞したC.D.アンダーソンの下で、霧箱の技

術の習得と宇宙線中のストレンジ粒子( $K^0$ 、 $\Lambda$ 等)の研究を行い、50年に中国に帰国し宇宙線の研究を始めた。53年には雲南省の落雪山(標高3180m)に観測所(乗鞍観測所とほぼ同じころの開設)を建設し、そこに50cm×50cm×25cmの霧箱を設置した。58年には張文裕(後の高能研所長)等と少し高い3220mの場所に大型霧箱を3段に重ねた宇宙線観測装置を建設し、高エネルギー宇宙線による核相互作用の研究を本格的に開始した。特に、2段目の霧箱は7-7.5kGの磁場中に置かれ、荷電粒子の最大測定可能運動量は100GeV/cであった。彼らは山頂近くの標高約3000mの町に住んで研究を行った。当時の中国の科学研究の状況は外からは殆んど分からず、その内容は66年に北京で開催された日中物理討論会で初めて明らかにされた。この霧箱で質量が20GeV以上の重い粒子が観測される(78年に発表)等興味ある結果が得られた。しかし、66年頃から始まった文化大革命は中国の科学研究を10年以上の長期間にわたって完全に停止させた。文革後の72年頃から研究の拠点を北京に移し、雲南省の観測所で研究をして



写真2 空からみた研究所建物。BEPCは円形の建物の地下にある。研究所は北京の西郊外の八宝山の東側にある。

いた中堅研究者を中心に宇宙線研究の再開の作業が行われた。とは言え、文革の後遺症の大きさは想像を絶するものであり、この間の研究の遅れと空白を短期間で埋めることは並大抵な努力ではなかった。とりわけ、彼らを支える若手研究者が殆んど育っていない状況は深刻であり、その問題は現在でも大きく尾を引いている。

宇宙線研究所との本格的な交流は、78年の張文裕所長、79年の霍安祥教授以下5名の宇宙線研究者の訪問に始まる。中国との実際の共同研究は1980年のチベットのカンパラ山(標高5500m)でのエマルジョン・チェンバー実験から始まった。この研究は1981年からは宇宙線研究所の海外特別事業「国際共同研究」として、当面五カ年計画として行われることとなった。さらに、日中文化交流協定に基づくわが国第一号の「国際共同研究」として行われるようになった。この研究は、88年度まで継続し、89年度からは同じチベットのヤンパーチン高原(標高4300m)に実験場所を移し、空気シャワー観測装置を用いた高エネルギー宇宙ガンマー線の探求を中心に高エネルギー宇宙線の研究が行われるようになった。93年度からはこの計画も宇宙線研究所の海外特別事業として行われるようになり、現在に至っている。総数221台のシンチレーション検出器からなる空気シャワー観測装置は昨年完成し観測を行っている。今年の夏にはエマルジョン・チェンバーとの連動実験も始まる予定である。今のところ、数TeVの宇宙線を観測できる唯一の空気シャワー観測装置であり、その性能の良さとユニークな研究内容で世界に良く知られた実験となっている。この共同研究のために、毎年10名前後の研究者が1~2ヶ月間相互に研究所等を訪れている。昨年、中国科学院は中国の科学研究のサーベイを行い、中国が今後推進すべき重点研究課題を纏めた。日中共同のチベットの宇宙線実験は六つの重点研究課題の一つに選ばれている(Science、95年11月17日号、“中国之科学”の特集記事参照)。これまでのチベットの宇宙線実験については今まで何回か報告したのでそちらを参照して頂きたい。

飛翔体グループは最初宇宙科学研究所に人を派遣して気球の製作法等を学習し、今では60万 $m^2$ の気球を研究所で作製、0.5~1トンクラスのを40kmの上空に飛ばすことができる。数年前に、中国からロシアに向けて長時間飛揚を試みたことがあるが、ロシア側の気球回収に問題があり現在は行われていな

い。日本から中国への気球の長時間飛揚は今後の課題としてもっと真剣に検討されるべきであろう。この気球を用いて、93年の9月には硬X線観測装置を気球に搭載して、Cygnus領域のスキャンを行い、Cygnus X-1の鮮明な画像を得ることに成功した。将来は、高能研の高エネルギー宇宙物理研究センター等と協力してこの観測器を衛星に搭載し、10keV~200keVのエネルギー領域の全天スカイサーベイ及び点源の時間変動の観測を行おうとしているが、まだ衛星、予算等の目処は立っていない。

他に、小規模であるが北京郊外での空気チェレンコフ光観測装置によるTeV領域の宇宙ガンマー線点源の探索、空気シャワー装置による宇宙線の観測実験が行われている。

中国もここ数年で世代交代の時期を向かえ、近い将来我々旧知の多くの研究者が停年で研究所を去っていく。高能研の一般研究者の停年は60才であるが、学生がいる博士号を授与できる教授は65才まで働ることができる。また、60才を過ぎると全ての役職が免除される。後継者の養成と彼らへのスムーズな引き継ぎは今後に残された大きな課題である。

高能物理研究所周辺は10年程前には殆んど何もない静かな場所であったが、最近は多くの店やレストランが立ち並ぶ賑やかな所となっている。この研究所には共同利用宿舎があり、かなり安く泊ることが出来る。この宿舎は、原子核研究所の共同利用宿舎をモデルにして数年前に作られた。研究所の大部分の職員は研究所の中または近くの宿舎に住んでいる。研究所内には保育園もあり、職住が一体となった生活空間となっている。高能物理研究所は名実ともに中国の高エネルギー、宇宙線研究のセンターであり、昨年からは中国の全大学、研究所の共同利用研究所として機能するようになった。この研究所とすでに15年以上に亘って共同研究、研究者の交流等密接な協力関係を保ち、大きな成果を挙げてきたことは特筆に値する。21世紀に向けて、地理的にも非常に近い両者の協力関係はさらに大きく飛躍するものと期待している。

(\*高能物理研究所助教授、日本学術振興会外国人特別研究員として平成7年6月より2年間本研究所に滞在。文責は湯田)

平成 8 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-レポ	大橋陽三 大橋陽三 神田展行 坪野公夫 黒田和明 藤井保憲	宇宙線研 宇宙線研 宇宙線研 東大理 宇宙線研 日本福祉大	深海における高エネルギーニュートリノの実験 乗鞍岳における宇宙線ミュオン観測 共鳴型重力波アンテナの高エネルギー宇宙線バックグランド測定 重力波検出器用ファブリペロートランスデューサーの開発 重力波検出器用防振システムの開発 重力的スカラー場
空気シャワー部	永野元彦 垣本史雄 津島逸郎 津島逸郎 川上三郎 佐久山博史 垣本史雄 手嶋政廣 村田篤正 村上篤正 小西健陽 本田 建	宇宙線研 東工大理 山梨大教育 山梨大教育 大阪市大理 明星大理工 東京工大理 宇宙線研 名古屋大 理研 近畿大理 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 次世代空気シャワー観測用レッドバナー検出器の開発 サンドイッチ型検出器による超大空気シャワーの観測 10 <sup>16</sup> eV以上の空気シャワー観測 一次宇宙線核組成の測定 宇宙線望遠鏡計画R&D 明野における10 <sup>14</sup> から10 <sup>17</sup> eV領域の空気シャワー連続観測 トランジェント天体観測用超広視野望遠鏡システムの基礎研究 連続入射および数100kmにわたり広がる空気シャワーの検出計画 チャカルタヤ山における国際共同空気シャワー実験
エマルション部	湯田利典 普喜満生 柴田 徹 長谷川俊一 鳥居 祥二 坂田通徳 戎 健男 大澤昭則	宇宙線研 高知大教育 青学大理工 早大理工研 神奈川大工 甲南大理 神戸大理 宇宙線研	TIBET-AS $\gamma$ 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 <sup>15</sup> ~10 <sup>17</sup> eV核相互作用の研究 GeV領域宇宙ガンマ線観測装置の開発 チベットにおける300GeV宇宙ガンマ線バースト探索のための準備研究 研究会「超冷中性子と宇宙物理」 研究会「10 <sup>15</sup> ~10 <sup>17</sup> 領域のハドロン相互作用」
一次線部	今村 峯雄 櫻井敬久 福岡孝昭 福岡孝昭 村木 綾 安野志津子 高橋一貴 宗像 一起 大橋英雄 齋藤 威 齋藤 威 大橋英雄 箕輪 貴真 千葉雅美 小村和久 齋藤 威 田沢 雄二	東大核研 山形大理 学習院大理 学習院大理 名大STE研 名大STE研 理研 信州大理 水産大水産 宇宙線研 宇宙線研 水産大水産 東大理 都立大理 金沢大理 宇宙線研 京大理	惑星間物質中の宇宙線生成 <sup>7</sup> Be、 <sup>22</sup> 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 小量南極隕石 <sup>26</sup> Al放射能測定 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オン強度の高精度測定 中性子の連続観測および太陽中性子の測定 太陽中性子望遠鏡を用いた宇宙線モジュレーションの研究 人工衛星搭載用質量分析器の開発 宇宙線による彗星源物質での化学進化および光学活性体の起源 宇宙クオーク物質塊の探索 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ベータ崩壊と宇宙暗黒物質の研究 メカノ核反応の研究 地下空間を利用した極低レベル放射能測定のための基礎研究 研究会「宇宙線による化学進化と生命の起源」 研究会「極域宇宙塵の大量採取と総合調査」
神岡実験推進部	戸塚洋二 鈴木厚人 鈴木洋一郎 梶田隆章 梶田隆章 中畑雅行 塩澤真人 三浦 真 竹内康雄 福田善之 伊藤好孝 井上邦雄 田阪茂樹	宇宙線研 東北大泡箱施設 宇宙線研 宇宙線研 宇宙線研 宇宙線研 宇宙線研 宇宙線研 宇宙線研 宇宙線研 宇宙線研 宇宙線研 宇宙線研 岐阜大教育	陽子崩壊p→ $\nu K^+$ の研究 低エネルギー・宇宙反ニュートリノの研究 太陽ニュートリノ流量の研究 ラドン計測および高感度光検出器による低バックグランド環境計測 大気ニュートリノフラックスの研究 太陽ニュートリノエネルギースペクトルの研究 e <sup>+</sup> $\nu$ 崩壊モードの研究 大気ニュートリノのシミュレーション計算の研究 超新星爆発モニターの研究 過去の超新星由来ニュートリノの研究 大気ニュートリノ中の2成分 (e型、 $\mu$ 型) 固定の研究 太陽ニュートリノ流量の日夜変化の研究 深い地下におけるラドン族の観測
その他	木舟 正 吉井 尚 大澤昭則	宇宙線研 愛媛大教養 宇宙線研	解像型チェ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 ポ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 <sup>15</sup> ~10 <sup>17</sup> eV核相互作用の研究



## 外国人研究者紹介

### ○Greg Thornton (JSPS Fellow)

I was born and raised in Adelaide, South Australia. I studied at the University of Adelaide where I did a Ph.D. in cosmic rays. This involved looking at Cerenkov light from extensive air showers in an attempt to study their longitudinal development for primary energies near 10 PeV. After gaining my Ph.D. in 1984 I took up a postdoctoral position at the University of Michigan working on the IMB proton decay experiment. There I also became involved with the Utah-Michigan-Chicago air shower experiment (CASA-MIA) designed to search for PeV gamma rays. During my time at Michigan we built and installed the first 512 muon detectors which, with the 1000 detector Chicago surface array, provided excellent gamma/nucleon shower discrimination on the basis of muon content. At the beginning of 1989 I returned to Adelaide to work on the the TeV atmospheric Cerenkov gamma-ray telescope at Woomera. This project evolved to become CANGAROO with the decision of a Japanese collaboration lead by Prof. Kifune at ICRR to establish a gamma-ray telescope at Woomera. I arrived at ICRR at the end of March for a 10 month stay. While here I will continue my work on various aspects of the CANGAROO project.



## 新人紹介

### ○佐々木真人 (助教授)

これまで7年間、CERNに滞在し、LEPのOPAL実験に従事し、電磁シャワー測定器を動かし、 $Z^0$ からレプトンへの崩壊などを研究してきました。



LEP-1は1000万例の $Z^0$ から電弱強の標準理論を

高精度で検証しました。その統計精度に見合う系統誤差への挑戦は大変な努力を要しました。各パートの成員の最高の物理結果を産み出そうとする意欲がそれを支えた実感しています。Higgsを除く全てのパラメータが正確に押さえられ、標準理論に矛盾はありません。私は次に、宇宙線望遠鏡計画によってGUTの徴候を宇宙から捕らえたいと思っています。皆様と最高の物理結果への意欲をもって連携を培ってゆきたいと思う次第です。

### ○佐藤 文 (COE研究員)

この4月から、理論部でお世話になっています。この3月に京都大学で博士をとったばかりのヒヨコの研究者です。出身は横浜で、久しぶりに関東へ戻ってきました。



今までは大統一理論を主題に研究を行なってきましたが、ここではニュートリノを中心にしたいと思っています。今興味を持っているのは、ニュートリノによるCPの破れです。この研究所の人々に、僕を採って良かった、と思ってもらえるよう頑張りますので、よろしくお願いします。

### ○吉越貴紀 (研究員)

4月1日より空気シャワー部でお世話になっている吉越です。この春東工大で、CANGAROO実験に関する論文で学位をとりました。引き続きCANGAROO実験、Super CANGAROO実験に参加し、ガンマ線天文学の諸問題解明のため努力していく所存です。よろしくお願いします。趣味は小学生の頃からやっている剣道(四段)なのですが、ここ数年なまけていて体力が落ちてきたので、また稽古を始めようかと考えています。どなたか研究所の近くにいい稽古場を御存知ありませんか？



### ○森本幸司 (研究員)

今年度から、エマルション部の研究員となりました森本幸司です。出身大学は大阪市立大学、大学院は立教大学です。大学院では、「ようこう」



という人工衛星で、太陽の $\gamma$ 線フレアについて研究を行なってきました。宇宙線研究所では、チベットAS $\gamma$ 実験に参加させていただきます。チベットはおろか、海外は初めてなので、良い経験になると思っています。大阪弁と東京弁の両方話せるので、研究室ではうまく使い分けているつもりですが、英語が大の苦手です。若輩ものですが、どうぞよろしくお願ひ致します。

#### ○小林銀一郎（事務長）

私は、4月1日付で教養学部・数理科学研究科事務部から配置換になりました。石川県の産で、現在の住所は三鷹市。過去に2年間田無市の市民税納付の経験有り。2人の子供は巣立ったが、まだ給餌が必要。趣味と言えるものなし。もっぱら快活快飲。



ところで「宇宙線とは宇宙空間に存在する高エネルギーの放射線である。あるいは我々の体を毎秒何10個かの宇宙線が貫通している」といわれているが、私には不可思議である。与えられた誌面が終わりになったので、ともかく執務に専念いたします。

#### ○清水 要（神岡宇宙素粒子研究施設事務）

4月1日付で23年間過ごした生産技術研究所を離れ、共同利用掛に異動してきました。そして平成8年度予算成立により5月13日神岡宇宙素粒子研究施設事務主任となりました。前の職場では、研究しているものは大部分が目に見えるもの触れるものでした。それに比べ宇宙線研究所の研究対象物「宇宙線」は、見えない触れないものである為でしょうか私には理解するのに時間が掛かる代物です。今まで（23年間）私の研究の価値観は「人の役に立つ？」でしたが、ここ宇宙線研では、研究の価値は「真理か?」「第1発見か?」のようです。エンジニアリングとサイエンスの違いに戸惑っています。さて、これからの仕事場「神岡」では、どんな仕事か待っているのか?「ともかくやるっきゃない!」どうか皆さんよろしくお願ひします。



#### ○石井肇雄（共同利用掛）

お茶の水女子大学より異動して来た石井です。宇宙線研究所と聞いてまず思い浮かべたのは、私が通っていた学校の屋上にパラボラアンテナがあって、それで宇宙からの電波を拾っていたのですが、本研究所もそれに毛が生えたようなものと考えていました。しかし実際は、比べものにならない位、素晴らしい施設が沢山揃っていて、とても驚かされました。



因みに今の私は全くの文系人間で、宇宙線のことは全く分かりませんが、次の異動までには、「大統一理論」と聞いても、危ない宗教や怪しい団体を思い浮かべないようにしたいです。

#### ○笠原龍生（総務掛）

工学部・工学系研究科人事掛より異動して参りました笠原です。採用されてから本郷地区に2年5ヶ月出勤してましたので、田無地区への出勤は非常に新鮮です。また、業務の面でもこれまで未経験の種類のものばかりで、すでに多方面の皆様にご迷惑をおかけしていることと思いますが、できるだけ早くしっかりとした仕事ができるように努力し、その上で研究所内の色々なことが理解できるように視野を広げていくつもりです。どうぞよろしくお願ひいたします。



#### ○斉藤博和（共同利用掛）

私は経済学部出身ですが、数字は苦手でしかも物理は中学校以来でありまして、これから先、立派にやっつけていけるのかどうか不安になります。また学生時代とは環境が一変して緊張した毎日を送っています。しかしここは環境に恵まれていて、すぐ裏には畑があり、研究所の駐車場で猫が遊んでいるのを見ると心がなごみます。これから皆様になんか御迷惑をかけることがあるかもしれませんが私なりに一生懸命頑張りますのでどうぞよろしくお願ひします。



## ○大坪淳子

(神岡宇宙素粒子研究施設)

神岡出身でありながら、どこに研究施設が在るのかさえ知らずに過ごしてきた私にとって、4月1日の初出勤以後、毎日が発見の日々となりました。そして『研究者』には、いかに体力と気力が必要かも知りました。

最近友達をはじめ、いろいろな人からスーパーカミオカンデ等について質問されるようになりましたが、その話題になると別人のように無口になってしまうので、私自身少しでも理解できるように、勉強したいと思っています。



## 委員会報告

### ○平成8年度第1回共同利用運営委員会

平成8年6月4日(火)

議題

1. 諸報告
2. 平成8年度共同利用研究査定結果
3. 教官公募について
4. 東北大学による旧カミオカンデの活用について

### ○平成8年度第1回共同利用実施専門委員会

平成8年6月1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

## 研究所発行出版物状況

ICRR-Report

- (8) ICRR-Report-357-96-8  
“Solving the Crisis in Big-Bang Nucleosynthesis by the Radiative Decay of an Exotic Particle”  
E. Holymans, M. Kawasaki and T. Moroi
- (9) ICRR-Report-358-96-9  
“Affleck-Dine Baryogenesis after Thermal Inflation”  
E.D. Stewart, M. Kawasaki and T. Yanagida
- (10) ICRR-Report-359-96-10

“Kamiokande and Super-Kamiokande”

Y. Totsuka

- (11) ICRR-Report-360-96-11  
“Restriction to Parametric Resonant Decay”  
S. Kasuya and M. Kawasaki
- (12) ICRR-Report-361-96-12  
“A Possible Correlation of Most Energetic Cosmic Rays Observed by AGASA with Supergalactic Structure”  
AGASA Collaboration
- (13) ICRR-Report-362-96-13  
“Shadowing of Cosmic Rays by the Sun Near Maximum or at the Declining Phase of Solar Activity”  
M. Amenomori et al.
- (14) ICRR-Report-363-96-14  
(1) “Very High Energy Emission from Pulsars”  
T. Kifune  
(2) “Recent Status of Next CANGAROO Project of Air Čerenkov Imaging Telescope for sub-hundred GeV Gamma Ray Detection”  
CANGAROO Collaboration presented by T. Tanimori
- (15) ICRR-Report-364-96-15  
“Status of TAMA”  
K. Kuroda

## 宇宙線研セミナー

- 7) 4月9日(火) 高橋義幸(アラバマ大学)  
“MASS衛星(計画) <宇宙から地球夜光を観察し、超高エネルギー宇宙線( $10^{20-22}$ eV)を観測する>”
- 8) 4月5日(金) C.S. Unnikrishnan (Tata Institute of Fundamental Research)  
“Experimental Gravitation in India: Challenges and Progress”
- 9) 4月24日(水) Andrei A. Grib (A.A. Friedmann Laboratory of Theoretical Physics)  
“Particle Creation and Vacuum Polarization in the Early Friedmann Universe”
- 10) 4月24日(水) 川村嘉春(信州大学)  
“Topics in String Phenomenology”

## 人 事 異 動

発令年月日	氏 名	異動内容 (新官職等)	旧 (現) 官職等
平成 8 年 3 月 31 日 平成 8 年 4 月 1 日 平成 8 年 4 月 10 日 平成 8 年 4 月 14 日	尾 形 健 中 村 健 朝 日 向 吉 宮 崎 洋 齊 藤 正 横 谷 好 井 上 紀 土 屋 朱 直 子	停年退職 任期満了 (客員教授) 東京大学物性研究所事務部長 生産技術研究所総務課人事掛主任 施設部企画課契約掛 経理部経理課出納第二掛 限り退職 限り退職	助教授 高エネルギー物理学研究所教授 事務長 総務掛 共同利用掛 共同利用掛 事務補佐員 (神岡宇宙素粒子研究施設) 事務補佐員
平成 8 年 4 月 1 日	鈴 木 洋一郎 佐々木 真 人 海 部 宣 男 大 橋 英 雄 永 野 元 彦 中 畑 雅 行 小 林 銀 一 清 水 要 石 井 肇 雄 笠 原 龍 生 齋 藤 博 和 佐 藤 丈 Kai Martens 森 本 幸 司 吉 越 貴 紀 大 坪 淳 子 浅 原 美 津 江	教授 (神岡宇宙素粒子研究施設) 助教授 客員教授 客員助教授 明野観測所長 (再任) 助教授 (神岡宇宙素粒子研究施設) 事務長 神岡宇宙素粒子研究施設事務主任 共同利用掛 総務掛 共同利用掛 文部省COE研究員 日本学術振興会外国人特別研究員 教務補佐員 教務補佐員 事務補佐員 (神岡宇宙素粒子研究施設) 臨時用務員 (明野観測所)	助教授 素粒子物理国際研究センター助手 国立天文台教授 東京水産大学水産学部助教授 明野観測所長 助教授 教養学部数理学研究科経理課長 生産技術研究所総務課第二部業務掛 お茶の水女子大学会計課用度掛 工学部工学系研究科総務課人事掛 新規採用 新規採用 文部省COE研究員 新規採用 新規採用 新規採用 新規採用
平成 8 年 6 月 1 日	福 来 正 孝	教授	京都大学基礎物理学研究所助教授

11) 5月10日(金) F.B. McDonald (Univ. of Maryland)

“The Outer Heliosphere : A New Laboratory for the Study of Energetic Particle Population”

12) 5月28日(火) 折戸周治 (東大素粒子物理国際センター)

“BESS実験の最近の結果”

<http://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/as>  
を御覧下さい。

主 催：東京大学宇宙線研究所  
日 時：1996年9月25日(水)－9月28日(土)  
場 所：東京大学原子核研究所講堂  
参 加 費：8000円  
参加申込締切：1996年8月25日  
連 絡 先：188 東京都田無市緑町3－2－1  
東京大学宇宙線研究所 永野元彦  
Tel. : 0424-69-9592  
Fax. : 0424-62-3092  
e-mail : mnagano@icrr.u-tokyo.ac.jp

### お知らせ

ICRR国際シンポジウム

「最高エネルギー領域宇宙線による宇宙物理と将来計画」

上記表題の国際シンポジウムを下記のとおり開催致します。このシンポジウムでは、最高エネルギー領域宇宙線実験の現状とその宇宙物理学的背景を総括し、「宇宙線望遠鏡計画」、「Pierre Auger Project」、「HiRes Project」など準備中の大型計画を中心に、この分野の今後の展望を議論します。

なおCircular及び予定プログラムは

No.29

1996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) 5-2602