

I

# 研究室別 2008年度 研究活動報告



# 1 年次報告原稿執筆の 手引（原案）

## 2 分野 A

### 2.1 駒宮研究室

素粒子物理の本質的な問題を実験的なアプローチで解明することを目指している。これにはエネルギーフロンティア（最高エネルギー）における加速器実験がもっとも有効な手段である。2000年にデータ取得が終了した CERN の電子陽電子コライダー LEP-II での OPAL 実験のデータ解析は 2004 年度でほぼ終了し素粒子の世代数を 3 と決定し、電弱相互作用と強い相互作用がゲージ原理を発現していることを決定的にするなどの成果を挙げた。これらの成果を踏まえて、LEP-II の次世代加速器である国際電子陽電子リニアコライダー ILC 計画の推進をその中心となって行なっている。特に加速器のナノスケールの精度を持つビームサイズモニターやビーム位置モニターの研究開発に参加し、かつ ILC での実験の検討を行なっている。また、2009 年から世界最高エネルギーの陽子陽子衝突実験が始まる CERN の LHC における ATLAS 実験のデータ解析にも大学院生が参加している。エネルギーフロンティアにおける加速器実験に加えて、中小規模の実験で本質的な素粒子物理研究を行なう為に、粒子検出器の開発研究をおこなっている。小実験では超冷中性子の重力での束縛状態の測定と新たな近接力の探索、中国北京の高能研において新たに建設が進む電子陽電子コライダー BEPC-II における BES-III 実験の TOF 測定器の開発を行なった。また、BES-II 実験のデータ解析を行なっている。

#### 2.1.1 電子・陽電子リニアコライダー ILC 計画

電子と陽電子 ( $e^+$  と  $e^-$ ) は、素粒子とみなすことができるので、それらの衝突は素過程である。また、 $e^+$  と  $e^-$  は粒子と反粒子の関係にあるので、衝突によって対消滅が起こり、その全ての衝突エネルギーは新たな粒子の生成に使われる。従って、エネルギーフロンティア（世界最高エネルギー）での  $e^+e^-$  衝突反応の実験研究は、素粒子の消滅生成の素過程反応そのものを直接、詳細に観測できるという本質的利点を有する。しかし、LEP のような円形  $e^+e^-$  コライダーではシンクロトロン放射によって電子や陽電子のエネルギーが急速に失われる。従って、電子・陽電子を向かい合わせて直線的に加速して正面衝突させるシンクロトロン放射の出ないリニアコライダーの方が経済的である。日本はいち早く  $e^+e^-$  リニアコライダーを高エネルギー物理の次期基幹計

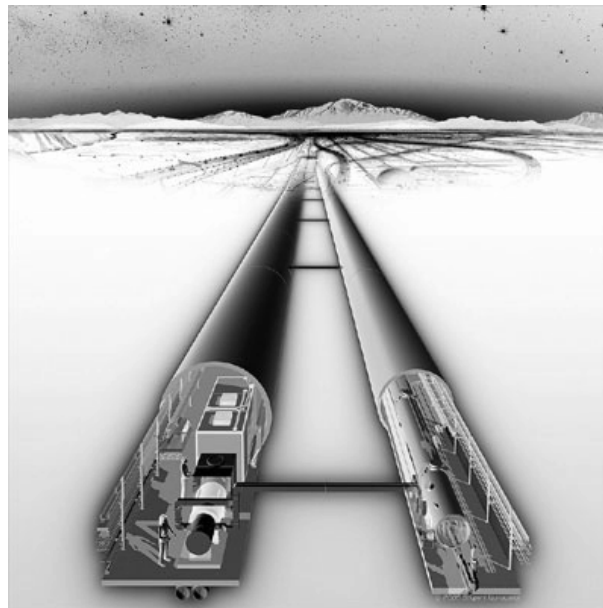


図 2.1.1: ILC 計画

画として取り上げ、技術開発を進めてきた。7 年前から ICFA (International Committee for Future Accelerators) ではリニアコライダーを国際的に推進する体制を整えた。2004 年 8 月には国際的に主線形加速器の加速技術を超電導加速空洞を用いることを決定し、2007 年 3 月には ICFA に基礎設計書が提出されプロジェクトは国際的に大きく進展した。わが国に国際リニアコライダー ILC を誘致するべく、全国の研究者と共に努力を重ねている。

一方、LEP のデータは電弱統一ゲージ理論の正しさを圧倒的な精度で検証したのみならず超対称性の正しさを示唆している。この理論では 130 GeV 以下の質量を持った軽いヒッグス粒子の存在を予言しており、また超対称性粒子が TeV 以下の質量領域で存在する可能性が高く、LHC での実験と相補い合う形でのリニアコライダーでの実験が極めて急務である。特に LHC でこれらの新粒子や新物理の兆候が見えれば ILC 計画には拍車がかかる。本研究室はリニアコライダーでの物理・測定器の研究を行ってきた。ILC での実験の測定器では荷電粒子と中性粒子をバランス良く測定し、ハドロンジェットのエネルギーを正確に測定するためには、半径が大きい測定器が極めて有利である。このような測定器のコンセプトを詰めることを国際的に行なっている。本研究室は更に、ILC の加速器自体の研究開発にも参加してきた。具体的には KEK の ATF において、新竹ビームサイズモニターや、超高精度ビームポジションモニターの開発を行なっている。本研究室の駒宮は ICFA 及び ILCS (International Linear Collider Steering Committee) において KEK の鈴木機構長とともにわが国の代表であり、佐貫は ILC 加速器の Working Group 4 (最終収束と衝突点) のアジア代表である。

## ATF2

ILCの最終収束系には、(i) 主線形加速器で高いエネルギーに加速された電子・陽電子ビームを極めて細く絞り込むために、四極磁石等を組み合わせて構築する最終収束系システムの開発と、(ii) 電子ビームと陽電子ビームを確実に衝突させるためのビーム軌道制御技術の確立が必要である。

2008年度から、KEKの先進加速器試験装置(ATF)を拡張し、最終収束系システムを実証するための研究施設(ATF2)を建設してきた。ILCで採用される局所色収差補正を基礎とした最終収束原理の実証を初めて行なうプロジェクトで、ILCの Scaled down model として2008年の終りからビームコミッションを進めている。プロジェクトでは二段階に分けた目標を設定している。初期の目標は、 $10^{10}$ 個の電子を縦37nmの非常に狭い空間に閉じこめ、極微のビームサイズを実現することである。また、このビームの軌道を2nmの精度で制御できることを実証するのが、次期の目標である。小さなビームサイズと、精密なビーム軌道制御が可能になれば、電子と陽電子を高い頻度で衝突させることを保証できる。現在は、このような非常に小さい電子ビームの大きさや軌道を正確に求めるためのモニタの開発や、軌道を一定に保つためのフィードバックシステムの研究を進めている。

ATF2は日本が主導する計画だが、アメリカやアジア、ヨーロッパの多数の国々が参加した国際共同研究として進めている。

## ILC 衝突点ビームサイズモニタ (新竹モニタ) の開発研究

ILCの衝突点で必要とされるような極小のビームを測定するビームサイズモニタとして有望視されているものに、レーザの干渉縞を用いた新竹モニタがある。これは、衝突点にレーザ光の干渉縞を作り、その干渉縞の位置(位相)を動かすことで、電子ビームと逆コンプトン散乱して生じる $\gamma$ 線の量が変化することを利用して測定するモニタである。

この新竹モニタは、米SLACのFFTB(Final Focus Test Beam)実験にて70nmのビームサイズを測ることに成功している。本研究室では今回ATF2で達成される予定の37nmのビームサイズを測定するため、光学系を新規に設計し、nmレベルの安定度を得るためレーザ干渉縞の安定化機構の開発など数々の改良を行ってきた。

ATF2ビームラインへの装置の設置は2008年に終了し、ビームとの衝突実験を開始した。2009年3月のビームテストでは電子ビームとレーザ光の衝突によるコンプトン散乱光子の検出に成功しており、引き続きレーザ干渉縞での衝突を目指している。

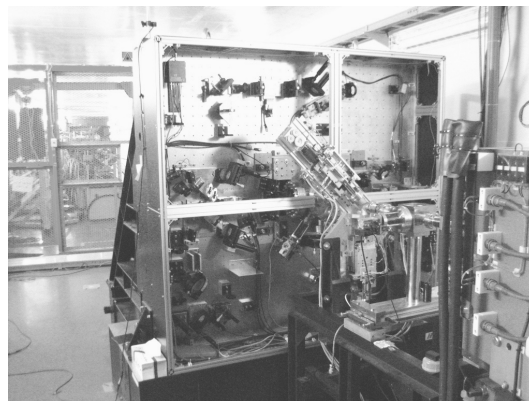


図 2.1.2: レーザ干渉光学系のための光学定盤

新竹モニタに用いる $\gamma$ 線検出器の性能評価

加速器のビームライン上には、加速された電子と加速管の壁との散乱による $\gamma$ 線が大量に発生している。新竹モニタ用の $\gamma$ 線検出器には、信号 $\gamma$ 線とこれらのバックグラウンドを分離する能力が要求される。そのため、検出器のデザインとして多層構造のCsI(Tl)シンチレータが採用された。MeV以上の高いエネルギーを持つ粒子はシンチレータ内で電磁シャワーを起こし、エネルギーを損失する。コンプトン散乱による信号 $\gamma$ 線は、29MeVに鋭いエンドピークを持つ。それに対して加速器からのバックグラウンドでは制動放射によるものが支配的になり、ATF2電子ビームのエネルギー1.28GeVまで広がった分布を持つ。エネルギー損失のピーク位置は粒子のエネルギーの対数に比例し、相対的に低いエネルギーを持つ信号 $\gamma$ 線はバックグラウンドより小さなシャワー発展を起こすことになる。この性質を利用して、多層構造にすることで検出器内部でのシャワー発展をモニターし、各層でのエネルギー損失のヒストグラムを信号 $\gamma$ 線とバックグラウンドの重ね合わせとしてフィットする。2009年3月のビームテストでは、このようなフィッティングによる解析でレーザコンプトン光子の検出に成功し、多層構造にしたことによる光子数分解能の向上が実証された。今後は干渉縞を使ったビームサイズ測定へ向けて、検出器の集光率の長期的な変化をモニターするキャリアレーションシステムなどをアップグレードする。

## 2.1.2 BES 実験

Beijing Spectrometer(BES)実験は中国・北京の高エネルギー研究所(IHEP)にあるBeijing Electron-Positron Collider(BEPC)で行われている、高エネルギー電子・陽電子衝突実験である。1989年よりおよそ12年間続いたBES-I実験の終了後、1996年からupgradeされ、BES-II実験(図2.1.2)が行われた。BEPCのビームエネルギーは1.5 GeVから2.8 GeVである。

BEPCは $c$ -クォークと $\tau$ レプトンの物理に特化した加速器である。特に $J/\psi$ 粒子はBES-I実験にて

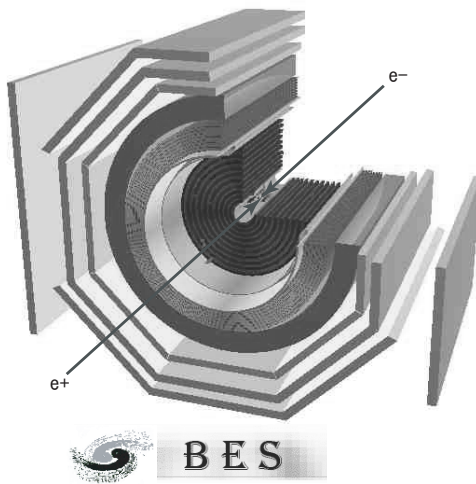


図 2.1.3: BES II detector

$7.8 \times 10^6$ 、BES-II 実験にて  $5.77 \times 10^7$  事象得られており世界最大である。現在、加速器は BEPC-II に upgrade しつつあり、2008 年中には稼働し実験が始まる。ビームエネルギー 1.89 GeV でピーク luminositiy を  $10^{33} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$  に増強する。加速器の upgrade に伴い、実験装置の性能を更に向上させた BES-III 実験が計画されている。BES-III 実験では 1 年間に 109 の  $J/\psi$  粒子を得ることが計画され、これまでの実験結果よりさらに精度の高い結果が得られると期待される。

本研究室では、BES-III 実験に向け新たな TOF システムの構築を IHEP、USTC とともに担当してきた。BES-III では、 $\tau \rightarrow \mu\gamma$  稀崩壊の探索などを行う予定である。当面は、BES-III を用いての実験を行うとともに BES-II での  $J/\psi$  からのバリオン対の生成を研究している。

## 解析

Bell 不等式を検証する実験は、主に光子や非相対論的な電子に対して行われており、不安定な素粒子に対する実験はこれまでほとんど行われてこなかった。N.A.Törnqvist によって、 $J/\psi \rightarrow \Lambda\bar{\Lambda}$  を用いて、 $\Lambda\bar{\Lambda}$  間のスピン相関に対する Bell 不等式を検証する実験のアイデアが提唱された。 $\Lambda$  は weakly decay によって、 $\Lambda \rightarrow p\pi^-$  と崩壊する。崩壊によって生成された粒子の放出される方向は  $\Lambda$  のスピンの方向に依存するため、これらの粒子の角度を測定することで、 $\Lambda\bar{\Lambda}$  間のスピン相関を測定することができる。

この崩壊モードを用いた検証実験が DM2 Collaboration によって行われた。しかし、得られた  $\Lambda\bar{\Lambda}$  の event 数が 1077 event と少なく、検証に十分な統計

が得られていない。また、S.P.Baranov によって検証に使用された Bell 不等式に用いられている座標系の取り方に不備があることが指摘されている。検証に使用された不等式では、2 つの異なる粒子のスピンを同一のベクトルに射影することを仮定しており、2 粒子が異なる座標系に属している場合、同一という意味が明瞭ではない。

本研究では、以下の式で表される CHSH 不等式の評価を行う。

$$|\langle \cos\theta_{1,a}\cos\theta_{2,b} \rangle + \langle \cos\theta_{1,c}\cos\theta_{2,b} \rangle + \langle \cos\theta_{1,a}\cos\theta_{2,d} \rangle - \langle \cos\theta_{1,c}\cos\theta_{2,d} \rangle| \leq \frac{\alpha_{\Lambda}\alpha_{\bar{\Lambda}}}{9}$$

$\theta_{1,a}$ 、 $\theta_{1,c}$  は guide vector  $\mathbf{a}$ 、 $\mathbf{c}$  と  $p(\pi^-)$  の運動量とのなす角度、 $\theta_{2,b}$ 、 $\theta_{2,d}$  は guide vector  $\mathbf{b}$ 、 $\mathbf{d}$  と  $\bar{p}(\pi^+)$  の運動量とのなす角度である。 $\mathbf{a}$ 、 $\mathbf{c}$  は  $\Lambda$  の静止系、 $\mathbf{b}$ 、 $\mathbf{d}$  は  $\bar{\Lambda}$  の静止系で定義されたベクトルであるため、前述のような不明瞭さは無い。

物理解析に使用するデータは、BES-II 実験で得られた  $J/\psi$  から  $\Lambda\bar{\Lambda}$  への崩壊モードを用いる。BES-II 実験で得られた  $J/\psi$  の event 数は、 $5.7 \times 10^7$  event であり、DM2 で得られた event 数を大きく上回るため、DM2 より統計精度の高い検証を行うことが可能である。

## 2.1.3 UCN 実験

堅い床の上に超冷中性子を置いた系を考える。超冷中性子は物質の表面で全反射し、また、運動エネルギーが小さいので重力場に束縛される。量子力学によれば、このようにポテンシャル中に閉じこめられた物体のエネルギーは離散化する。このとき超冷中性子の存在確率分布は非一様となり、超冷中性子は局在する。地表の重力ではその存在確率の濃淡のスケールは  $10 \mu\text{m}$  程度と計算できる。この分布を精度よく測ることがこの実験の目標である。実測された存在確率分布が量子力学の予言と食い違った場合、到達距離が  $10 \mu\text{m}$  程度の未知相互作用の存在を示唆している可能性がある。

この、高さ方向に局在した超冷中性子の分布を精度良く測定する実験を進めている。 $10 \mu\text{m}$  程度の分布を測定する必要があるため、この分布を拡大する中性子光学系と、位置分解能に優れた CCD 検出器を組み合わせた装置を考案した。2008 年度までに装置は完成させ測定の準備を終えた。2009 年度に実際に超冷中性子の高さ分布を測る実験が実施される。

### UCN 実験-装置開発-

超冷中性子の重力による量子化を検出するための測定器を開発している。

まず、上部に吸収体を付けたスリットに超冷中性子を通す。高さ方向に大きなエネルギーを持つ中性子はスリット上部の吸収体で吸収され、スリットを通り抜けるのは十分に小さなエネルギーを持つ中性

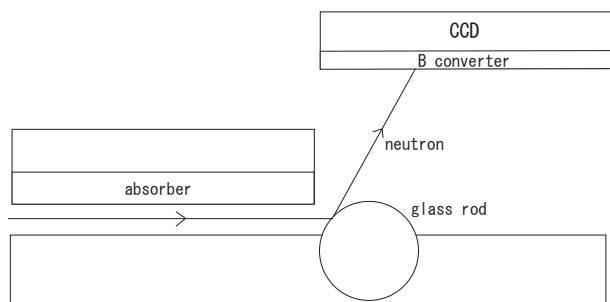


図 2.1.4: 実験セットアップ概念図

子のみである。この中性子は高さ方向に束縛状態を形成する。その典型的な高さは  $10\mu\text{m}$  程である。この分布を精確に測定するため以下のような装置の研究を進めている。

高さ方向の分布を拡大する中性子光学系として円筒を凸面鏡として利用した拡大装置を考案した。超冷中性子の固体表面上で全反射するという特性を利用して円筒の曲率を利用し、中性子の分布を拡大する。

超冷中性子の観測装置としては位置分解能に優れた CCD を用いる。中性子は電荷を持たないのでこのままでは CCD で検出できない。そこで CCD 上に  $^{10}\text{B}$  の中性子コンバータ膜を CCD 表面に蒸着し、中性子とコンバータとの核反応によって生成される荷電粒子を CCD で検出することにより中性子の位置を知ることができる。これまでの研究により、このコンバータ膜つき CCD の開発に成功した。開発した中性子検出器の位置分解能は約  $3\mu\text{m}$  であることが確かめられた。

この拡大機構と CCD 検出器を組み合わせることにより、スリット端部での中性子の高さ方向の分布を  $1\mu\text{m}$  以下の精度で測定できるような装置を開発した。

#### 2.1.4 LHC での物理解析

我々が長年探索し続けてきたヒッグス粒子や超対称性粒子を発見出来る時代が迫っている。LHC は CERN の世界最高エネルギーの陽子陽子衝突の加速器である。2009 年に重心系エネルギー 10 TeV での実験が開始される。わが国は汎用測定器の ATLAS 実験に参加している。本来、 $e^+e^-$  コライダーでの実験の方が LHC のようなハドロンコライダーでの実験よりも事象や実験環境がクリーンであり、バックグラウンドも非常に低い。先にも述べた通り円形加速器ではシンクロトロン放射によるエネルギー欠損が大きく  $e^+e^-$  衝突ではリニアコライダー以外の解はない。シンクロトロン放射によって円形加速器を粒子が一周する毎に失うエネルギーは、 $(E/m)^4$  ( $E$  と  $m$  はビーム粒子のエネルギーと質量) に比例するので、質量の重い陽子を用いればエネルギーを失う事無く高い衝突エネルギーが得られる。これが LHC の有効性であるが、実験はバックグラウンドが高く且つ放射線レベルも高いので難しい。ATLAS 実

験はこのような困難を克服して TeV スケールの重要な物理を発見できるように設計され建設が進んでいる。本学の素粒子物理国際研究センターを中心として物理解析の準備を進めてきた。LHC での最も重要な物理は、素粒子の質量の起源とされるヒッグス粒子の発見と、重力も含めた相互作用の超統一にとって不可欠な超対称性の発見である。ヒッグス粒子は LEP での直接探索から 114 GeV よりも重く、LEP などでの電弱相互作用の精密測定から約 200 GeV よりも軽い事が分かっており、質量領域は絞られている。LHC ではバックグラウンドが低いヒッグスの生成・崩壊モードを見極めて探索が行なわれる。特にクォークから振りほどかれた W ボゾン同士が衝突してヒッグス粒子を生成し、ヒッグス粒子が  $\gamma\gamma$  か  $\tau\tau$  の対に崩壊するモードが有望である。超対称性粒子に関しては、強い相互作用で生成されるグルーオンやクォークの超対称性パートナーが大量に生成されると期待されているが、これらは何段階かのカスケード崩壊を行ない最も軽い超対称性を生成するが、これらの事象の特徴を捉えて探索する。LHC の実験開始から早い時期にこれらの発見を目指す。エネルギーフロンティアの実験では、従来の理論では全く予期されない発見がある可能性もあり期待できる。

#### ATLAS 検出器におけるカロリメータのコミッショニング及び Missing $E_T$ の研究

宇宙線データとシングルビームのデータを用いた、ATLAS カロリメータのコミッショニングに参加した。液体アルゴンカロリメータ（電磁カロリメータとエンドキャップ部のハドロンカロリメータ）とタイルカロリメータ（パレル部のハドロンカロリメータ）の両グループに参加し、コントロールルームシフトからコミッショニングデータの解析など幅広く貢献した。超対称性粒子や余剰次元などの新物理探索の鍵となる、消失横運動量やジェットは、カロリメータのホットチャンネルや、宇宙線、ビームハローミュオンからも影響を受け得る。これらのバックグラウンドは、新物理現象の探索の妨げとなるため、その影響を理解し、除去することが必要不可欠である。そのために、実データを用いて、電子ノイズを測定、ホットチャンネルの影響の評価を行い、各チャンネル・カロリメータセル、カロリメータクラスター、ジェット、消失横運動量の再構成に至る一連の流れを、コミッショニングデータを用いて研究した。電磁カロリメータとハドロンカロリメータのエネルギー比や、ジェットを構成するカロリメータクラスターの数、ジェットに対応するトラックの情報、カロリメータの時間情報などを用いて、上述したビーム衝突に由来しないバックグラウンドを除去する方法を開発した。これらの成果を、国際会議で発表した。

< 報文 >

(原著論文)

- [1] OPAL Collaboration, G. Abbiendi *et al.*: "Search for Charged Higgs Boson in  $e^+e^-$  Collisions at



- $\sqrt{s} = 189-209 \text{ GeV}$ ”, The European Physical Journal C (2008), arXiv:0812.0267
- [2] OPAL Collaboration, G. Abbiendi *et al.*: “Measurement of  $\alpha_s$  with Radiative Hadronic Events”, The European Physical Journal C 53 (2008) 21
- [3] OPAL Collaboration, G. Abbiendi *et al.*: “Search for Dirac Magnetic Monopole in e+e- Collisions with the OPAL detector at LEP2”, The European Physical Journal C 53 (2008) 21
- [4] The ATLAS Collaboration: “The ATLAS Experiment at the CERN Large Hadron Collider”, Journal of Instrumentation (2008) 3 S08003
- [5] The ATLAS Collaboration: “Expected Performance of the ATLAS Experiment - Detector, Trigger and Physics”, CERN Report, CERN-OPEN-2009-020 (2009) 1
- [6] T. Sanuki, S. Komamiya, S. Kawasaki, S. Sonoda: “Proposal for measuring the quantum states of neutrons in the gravitational field with CCD-based pixel sensor”, Nuclear Instruments and methods in Physics Research A 600 (2009) 657
- (会議抄録)
- [7] M. Oroku *et al.*: “Gamma Detector for the Shintake Monitor at ATF2, the ILC Test Beam Facility”, IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record (2008) 2330
- [8] T. Yamanaka *et al.*: “Expected Performance of Shintake Monitor (IP Beam Size Monitor at ATF2)”, IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record (2008) 3308
- [9] Hideki Okawa on behalf of the ATLAS Collaboration: “Commissioning of the ATLAS Tile Calorimeter with Cosmic Ray and Single Beam Data”, IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record (2008) 3394
- (国内雑誌)
- (学位論文)
- [10] 大録誠広: 「レーザー干渉型ビームサイズモニターのためのコンプトンガンマ線検出器の性能評価」修士論文(東京大学大学院理学系研究科)、2009年3月
- [11] 山中隆志: 「レーザー干渉型ビームサイズモニターの光学系の開発」修士論文(東京大学大学院理学系研究科)、2009年3月
- <学術講演>
- (国際会議)
- 一般講演
- [12] T. Yamanaka: “Updates on Shintake monitor Status”, Nanobeam 2008 Workshop/6th ATF2 project meeting, Novosibirsk, Russia, May 2008
- [13] H. Okawa: “Calorimeter Commissioning with Cosmic Rays Cells, Cluster, Jets & Missing  $E_T$ ”, ATLAS Performance and Physics Workshop, CERN, Switzerland, Aug. 2008
- [14] H. Okawa: “Jets & Missing ET Studies with Cosmic Ray & Single Beam Data”, ATLAS Jet/EtMiss Reconstruction Performance Workshop, CERN, Switzerland, Sep. 2008
- [15] H. Okawa: “Jets & Missing ET in Cosmic Ray and Single Beam Data”, ATLAS Performance and Physics Workshop, CERN, Switzerland, Oct. 2008
- [16] T. Yamanaka: “Expected Performance of Shintake Monitor (IP Beam Size Monitor at ATF2)”, N58-7, IEEE NSS/MIC/RTSD 2008, Dresden, Germany, Oct. 2008
- [17] M. Oroku: “Gamma Detector for the Shintake Monitor at ATF2, the ILC Test Beam Facility”, IEEE NSS/MIC/RTSD 2008, Dresden, Germany, Oct. 2008
- [18] H. Okawa on behalf of the ATLAS Collaboration: “Commissioning of the ATLAS Tile Calorimeter with Cosmic Ray and Single Beam Data”, IEEE Nuclear Science Symposium, Dresden, Germany, Oct. 2008
- [19] H. Okawa: “Jets & Missing ET Quality Studies with Cosmic Ray & Single Beam Data”, ATLAS Performance and Physics Workshop, CERN, Switzerland, Nov. 2008
- [20] Y. Kamiya, M. Oroku, T. Yamanaka, S. Komamiya, T. Tauchi, N. Terunuma, Y. Honda, T. Kume: “Current Status of the Shintake-Monitor”, 7th ATF2 Project Meeting, KEK, Japan, Dec. 2008
- [21] H. Okawa on behalf of the ATLAS Collaboration: “Determination of background from W/Z and top. What do we need to find SUSY?”, The LHC and Dark Matter Workshop, Ann Arbor, USA, Jan. 2009
- 招待講演
- (国内会議)
- 一般講演
- [22] 川崎 真介: 「重力場による超冷中性子の量子化状態観測 -ILLでの超冷中性子照射試験について-」, 日本物理学会(2008年9月)、山形大学、山形
- [23] 市川豪: 「重力場による超冷中性子の量子状態観測 -冷中性子を用いた測定器の性能評価」, 日本物理学会(2008年9月)、山形大学、山形
- [24] 川崎 真介: 「重力による量子力学的効果の検証実験計画」, 中性子制御デバイスとその応用(2009年2月)、京都大学原子炉実験所、大阪
- [25] 山中隆志: 「新竹モニタによるATF2衝突点ビームサイズ測定: レーザー干渉光学系」, 日本物理学会(2009年3月)、立教大学、東京



- [26] 大録誠広：「ATF2 による ATF2 衝突点ビームサイズ測定: 多層構造  $\gamma$  線検出器を用いたバックグラウンド分離」, 日本物理学会 (2009 年 3 月)、立教大学、東京
- [27] 市川豪：「重力に束縛された超冷中性子の量子状態観測実験 - ILL での実験に向けて」, 日本物理学会 (2009 年 3 月)、立教大学、東京

## 招待講演

- [28] 駒宮幸男：「素粒子物理学の展開」, 日本のノーベル賞科学者展 (2008 年 10 月)、科学技術館、東京
- [29] 駒宮幸男：「素粒子物理の謎の扉を開く国際リニアコライダー」, 先端加速器科学技術推進シンポジウム (2009 年 2 月)、赤坂プリンスホテル、東京
- [30] 駒宮幸男：「ヒッグス粒子と超対称粒子の実験的な話」, 日本物理学会・レビューセッション (2009 年 3 月)、立教大学、東京

## (セミナー)

- [31] 駒宮幸男：「素粒子と宇宙」, (2008 年 4 月)、静岡県立静岡北高等学校、静岡
- [32] 駒宮幸男：「ILC を巡る素粒子物理学実験の展望」, (2008 年 6 月)、大阪大学理学研究科、大阪
- [33] 駒宮幸男：「素粒子実験で解明する宇宙の謎」, (2008 年 10 月)、大阪大学理学研究科、大阪

## II

# Summary of group activities in 2008



## 1 Komamiya group

**Research Subjects:** (1) Preparation for an accelerator technology and an experiment for the International linear  $e^+e^-$  collider ILC; (2) Data analysis for the BES-II experiment at BEPC-I, and TOF detector construction for BES-III experiment at BEPC-II; (3) Detector development for studying gravitational quantum effects and searching for new medium range force using ultra-cold neutron beam; (4) Preparation for physics analyses in the ATLAS experiment at the LHC  $pp$  collider; (5) Data analyses for the OPAL experiment at the LEP  $e^+e^-$  collider;

**Member:** Sachio Komamiya, Yoshio Kamiya

We, particle physicists, are entering an exciting period in which new paradigm of the field will be opened on the TeV energy scale by new discoveries expected in experiments at high-energy frontier colliders, LHC and ILC.

1) Preparation for the International  $e^+e^-$  Linear Collider ILC: ILC is the energy frontier machine for  $e^+e^-$  collisions in the near future. In 2004 August the main linac technology was internationally agreed to use superconducting accelerator structures. In 2007 March, the Reference Design Report was issued by the Global Design Effort (GDE) and hence the project has been accelerated as an international big-science project. We are working on ILC accelerator related hardware development, especially on the beam delivery system. We are developing the Shintake beam size monitor for the ATF2, which is a test accelerator system for ILC located at KEK. Also beam position monitors with a nano-meter position accuracy were developed with the KEK accelerator laboratory. Also we have been studying possible physics scenario and the large detector concept (ILD) for an experiment at ILC.

2) BES-II/-III experiment at IHEP: The group has considered the BES-III experiment at the Beijing  $e^+e^-$  collider BEPC-II as the candidate for the middle term project before ILC. We have made a research and development for TOF detector for the BES-III experiment together with IHEP, USTC. We successfully completed a test of over 500 photomultipliers in 1[T] magnetic field and they are already installed to the BES-II detector. We have studied the data analysis of baryon-pair production in  $J/\psi$  decay using 5.8M BES-II  $J/\psi$  events. Now BEPC-II is operating smoothly and BES-III detector is taking large samples of  $\psi'$  and  $J/\psi$  data.

3) Detector development for studying gravitational quantum bound states and searching for new medium range force using ultra-cold neutron beam: A detector to measure gravitational bound states of ultra-cold neutrons (UCN) is under way. We decided to use CCD's for the position measurement of the UCN's. The CCD is going to be covered by a Li layer to convert neutron to charged nuclear fragments. The simulation studies on the quantum effects of UCN in a narrow slit with 100 [ $\mu$ ] height is also done. In 2008 we tested our neutron detector at ILL Grenoble. In 2009 we will start the first experiment at ILL.

4) ATLAS experiment at LHC: The epoch of new paradigm for particle physics is going to open with the experiments at LHC. LHC is going to be operated in 2009. The ATLAS detector is ready. Some of our students work on the preparation for physics analysis at LHC. Search for supersymmetric particles with the missing transverse energy, and detector related and physics background are under study.

5) OPAL experiment at LEP: It is the experiment at the highest energy  $e^+e^-$  collider LEP of CERN. The data taking with the OPAL detector was completed in the end of 2000. Important physics subjects at LEP are (a) Higgs boson searches, (b) Supersymmetric particle searches and (c) W-boson physics. We have extensively searched for the Higgs boson at LEP. The Higgs boson was driven to a narrow mass range of 114-160 GeV. For supersymmetric particles searches the lower mass limit of the lightest neutralino, which is the most important candidate of the dark matter material, was set to be 38.0 GeV. The W boson mass was determined to be  $80.412 \pm 0.042$  GeV (statistical and systematic errors combined).

### III

## 2008年度 物理学教室全般に関する報告



# 1 学部講義概要