

## II. 素粒子実験グループ

教授 滝川 紘治、金 信弘  
 助教授 受川 史彦  
 講師 原 和彦、清矢 良浩  
 助手 下島 真  
 準研 浅川 高史、大石 竜太郎、松永 浩之  
 大学院生 (19名)

### 【1】陽子・反陽子衝突実験

米国フェルミ国立加速器研究所のテバトロン加速器を用いた重心系 1.8 TeV の陽子・反陽子衝突実験 (CDF実験) が 1989年より1996年までに3回 (Run 0、Run 1A、Run 1B) 行なわれた。収集した積分ルミノシティ  $110 \text{ pb}^{-1}$  のデータを用いて様々な物理量の精密測定を継続して行った。現在改良中の加速器と測定器を用いて、2001年春よりデータ収集 (Run 2) を再開する予定である。

#### (1) トップクォークの物理

CDF実験でトップクォークの質量の精密測定の最終結果を得た。陽子・反陽子衝突で生成したトップクォーク対生成事象を

- i)  $t\bar{t} \rightarrow W(\rightarrow l\nu)b+W(\rightarrow qq')b$  (レプトン+ジェットチャンネル)、
- ii)  $t\bar{t} \rightarrow W(\rightarrow l\nu)b+W(\rightarrow l\nu)b$  (2レプトンチャンネル)、
- iii)  $t\bar{t} \rightarrow W(\rightarrow qq')b+W(\rightarrow qq')b$  (全ジェットチャンネル)、

の各崩壊過程ごとに再構成してトップクォークの質量測定を行い、全チャンネルの解析を合わせて、より精度の高い測定結果、 $176.0 \pm 6.5 \text{ GeV}/c^2$  を得た。この結果は平成11年度に Physical Review Letters誌上で報告された。

また、単一トップクォーク生成事象の探索が行なわれた。その生成過程としては図1に示すような“Wg”生成 (予想生成断面積  $1.7 \text{ pb}$ ) と“W\*”生成 ( $0.7 \text{ pb}$ ) が期待される。これらの生成断面積はトップクォークの崩壊巾  $\Gamma(t \rightarrow Wb)$  に比例し、その崩壊巾はキャビボ・小林・益川行列に依存している。Run 1 のデータを解析した結果、その候補事象数はバックグラウンド

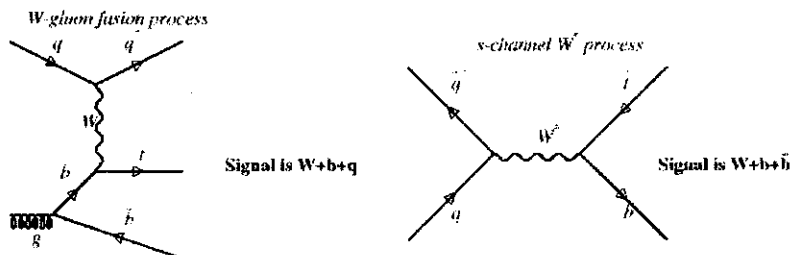


図1：単一トップクォーク生成過程のファインマン図

ドとして期待される事象数と誤差内で一致した。その結果、単一トップクォーク生成断面積に対する95%信頼度の上限値、“Wg”生成過程に対して13.5 pbと“W<sup>\*</sup>”生成過程に対して12.9 pbを得た。二つの過程を合わせた単一トップクォーク生成断面積を求めた結果、95%信頼度の上限値18.6 pbを得た。

## (2) 電弱相互作用の研究

Run 1で収集したW→eν事象のチャンネルでのWボソンの質量測定の結果を完了した。これとW→μν事象のチャンネルでの質量測定結果を合わせて、 $M_W = 80.433 \pm 0.079 \text{ GeV}/c^2$ を得た。Wボソンとトップクォークの質量測定値を標準理論の予測値と比較することにより未発見のヒッグス粒子の質量( $M_H$ )に制限を与えることができる(図2)。現在、CDFの実験結果と他の実験(D0、LEP、SLD)からの結果をまとめて質量上限  $M_H < 215 \text{ GeV}/c^2$  (95%信頼度)と最適値  $M_H = 77^{+69}_{-39} \text{ GeV}/c^2$  が得られている。

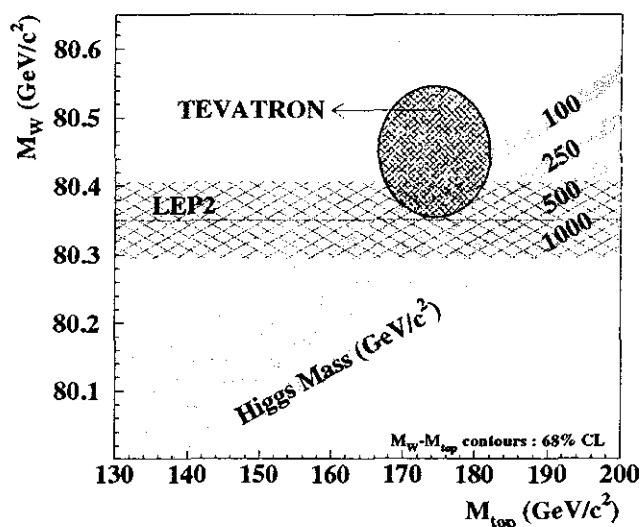


図2：W粒子の質量とトップクォークの質量の関係。テバトロン加速器実験（CDFとD0）のW粒子とトップクォークの質量測定で得られた制限領域が楕円部分で示される。LEP2実験のW粒子の質量測定結果から得られた制限領域が斜線帯部で示される。ヒッグス粒子の質量が100, 250, 500, 1000 GeVの場合の理論予測曲線が誤差幅とともに示される。

## (3) 強い相互作用の研究

陽子・反陽子衝突における二重ポメロン交換による2ジェット生成回折散乱の断面積を測定した。二重ポメロン交換による回折散乱事象は、陽子が放出した仮想粒子ポメロンと反陽子が放出したポメロンの衝突と考えられ（ポメロン仮説）、この事象を詳しく観測することでポメロン仮説の正当性を確かめることができる。二重ポメロン交換回折散乱による2ジェット生成の断面積はポメロン仮想粒子の中のグルーオン成分の割合に依存している。二重ポメロン交換回折散乱事象として、前方部カロリメータおよびビーム・ビームカウンターに来る粒子数が少ないこと（ラビディティール間隙）と反陽子ビーム進行方向の超後方に設置された飛跡検出器

で散乱反陽子の飛跡が検出されることを要求した。2ジェット生成回折散乱の断面積に対する二重ボメロン交換2ジェット生成回折散乱の断面積の比は、 $0.12 \pm 0.03(\text{stat}) \pm 0.05(\text{syst})\%$ と測定された。この結果は回折散乱をボメロン仮説で説明する理論予想からずれている。

#### (4) ボトムクォークの物理

B粒子についての様々な精密測定が行なわれた。最も重要なボトムクォークの物理の一つとして中性B中間子の崩壊 $B^0 \rightarrow J/\psi K_S^0$ におけるCP非保存の探索がある。小林・益川理論によれば、このモードでCP対称性が破れて、粒子 $B^0$ と反粒子 $\bar{B}^0$ が終状態 $J/\psi K_S^0$ に崩壊する確率に大きな非対称性が現れる。その非対称性は、CP非保存の大きさを与えている角度パラメータ $\beta$ に関係している。Run 1のデータから、約400事象の $B^0 \rightarrow J/\psi K_S^0$ が観測された。生成時のB中間子が粒子 $B^0$ であるのか、あるいは反粒子 $\bar{B}^0$ であるのか（B中間子のフレーバー）は、以下の情報をもとに推定した。(i) そのBに付随して生成された荷電粒子の電荷、(ii) 対生成した $B\bar{B}$ のもう一方のBがセミレプトニック崩壊して生じたレプトン（電子またはミュー粒子）の電荷、(iii) もう一方のbクォークがハドロン化したとき生じた荷電粒子の電荷を運動量で加重平均したもの。図3に観測された崩壊確率非対称性の崩壊時間依存性を示す。これらから、 $\sin 2\beta = 0.79_{-0.44}^{+0.41}$ という結果を得た。

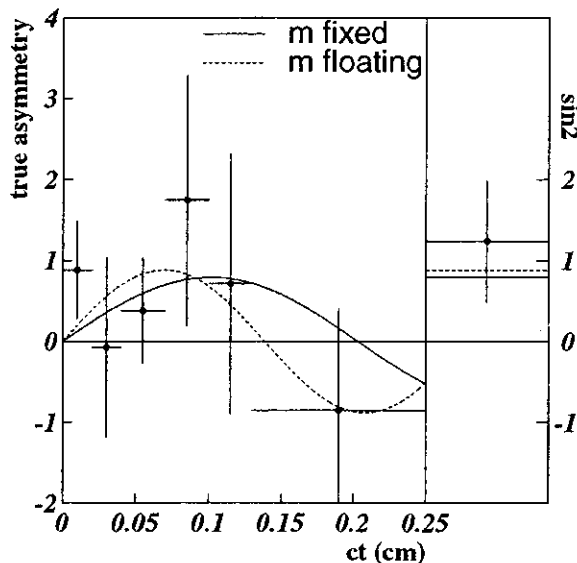


図3：粒子 $B^0$ と反粒子 $\bar{B}^0$ の崩壊非対称性の崩壊時間依存性。

他のボトムクォークの物理としては中性B中間子の崩壊における粒子反粒子振動の観測が挙げられる。この振動は二つの中性B中間子の間に質量差 $\Delta m$ があることに起因し、その角振動数は質量差 $\Delta m$ に等しい。独立な四つのチャンネルでこの振動が観測され、それぞれの結果が平成11年度にPhysical Review誌上で報告された。この独立な四つのチャンネルでの観測結果を合わせて、質量差 $\Delta m = 0.495 \pm 0.035 \text{ ps}^{-1}$ が得られた。

$B_s^0$ 中間子の稀崩壊モード $B_s^0 \rightarrow \phi \gamma$ の探索がコンバージョン光子( $\gamma \rightarrow e^+e^-$ )を用いて行われた。その結果、信号候補事象は見つからずこの崩壊比の上限値 $4.9 \times 10^{-4}$  (95%信頼度)が得られた。

## (5) 新粒子探索

Rパリティを破る超対称性理論で予言されている新粒子ストップや、マルチジェットに崩壊する新粒子の探索が現在進められている。ストップ粒子の探索は、終状態にタウ粒子対が現れるチャンネルで行われている。

## 【2】 検出器の研究・開発

2001年より開始するCDFII実験（Run 2）では、加速器増強によりビーム輝度が約10倍に、また陽子や反陽子のバンチ間隔も130~400 ns程度に短くなる。これにより、検出器自体にはより速い応答性、十分な放射線耐性が要求され、検出器各部の増強が行われている。筑波大学グループは、端冠部タイル/ファイバー型電磁カロリメータ、飛行時間測定装置（TOF）、中間部シリコン検出器（ISL）の開発製造を担当している。これらの研究開発に加え、2005年から開始予定のLHC陽子陽子衝突器に用いるシリコン飛跡検出器の設計開発、電子・陽電子直線型衝突器に用いるタイル/ファイバー型ハドロンカロリメータの設計を行っている。

### (1) CDFII タイル/ファイバー型電磁カロリメータ

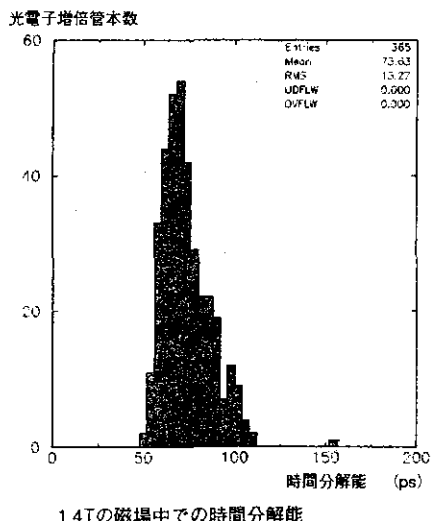
タイル/ファイバー型カロリメータは筑波大学グループが10年来主導的に開発を行ってきたもので、シンチレータ板と読み出しファイバーから構成されるサンプリング型カロリメータである。CDFIIでは半径1.4mの円筒形ソレノイド電磁石に栓をするように設置される1対の電磁カロリメータとして用いられ、タイル/ファイバー型の特徴である少ない不感領域と高速応答性を最大限に活用している。すでに本体の製作は終了し、電子ビームを用いた性能テストの結果、エネルギー分解能、エネルギー応答の線形性、カロリメータ入射位置依存性等について所期の設計値が達成されていることを確認した。

すでに両モジュールともにCDFアセンブリホールにおいて読み出しエレクトロニクスの設置調整、光電子増倍管のゲイン調節等も終了し、2000年8月から開始される調整ランで実際にデータを収得する。

### (2) CDFII 飛行時間測定器（TOF）

飛行時間測定器TOFは4 cm角、2.8 m長のシンチレータをソレノイド電磁石の内側に円筒形に配置したもので、ビーム衝突時刻からの荷電粒子の飛行時間を測定することで主にKと $\pi$ 粒子を区別する。飛跡検出器でのエネルギー損失 $dE/dx$ の測定とは相補的な役割を果たし、Bハドロンの同定に有効な検出器である。光検出器として1.4 Tの高磁場内でもシンチレータ信号を充分増幅できるように、ファインメッシュ型光電子増倍管を用い、シンチレータバーの両端に合計432本を配置する。

筑波大学グループはファインメッシュ型光電子増倍管として浜松ホトニクス社のR7761を選定し、実際に1.4 Tの磁場内で目標とする光量や時間分解能100psが達成されているかをレーザーを用いて試験検



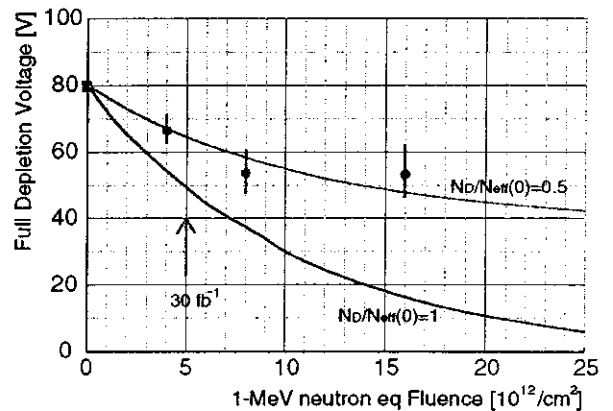
1.4Tの磁場中での時間分解能

査している。現在までにスペア分を含めた必要数の殆どの試験を終了している。上図は時間分解能の測定結果を示す。フェルミ研究所に送られた TOF 検出器は CDF 検出器に組み込まれている。

### (3) CDFII 中間部シリコン飛跡検出器 (ISL)

CDFII 検出器では、ビームパイプの直ぐ外層から L00 検出器 (1 層)、SVX-II 検出器 (5 層)、ISL 検出器 (2 層) の合計 8 層のシリコン検出器が設置される。これらの情報から精密な 2 次崩壊点を測定し、B ハドロンの同定を行うことで、トップクォークの精密測定や B の物理を遂行する上で最も中心的な役割を果たす。筑波大学は ISL 2 層の中で内側の層、456 台の両面読み出しのシリコンセンサーの設計と製作を担当し、現在までに浜松ホトニクス社で予備を含めた全数 500 台を製作した。

暗電流の小さな大面積 (約 7 cm 四角) の両面シリコンセンサーを製造する方法は完全には確立されていないため、自動プローブステーションを用いて定期的に電気的性能のサンプリング検査を行うことで品質管理を継続した。比較的暗電流の大きなセンサーに注目して長期耐久性や陽子線照射による性能変化を研究した。右図は陽子線の照射量に対応して全空乏化電圧の変化の様子を示している。CDFII の全実験期間 ( $30 \text{ fb}^{-1}$ ) に亘り動作電圧が減少し、暗電流の増加もノイズの増加に寄与しないことを示した。現在フェルミ研究所において CDF 検出器へのセンサーの組み込み作業が行われている。

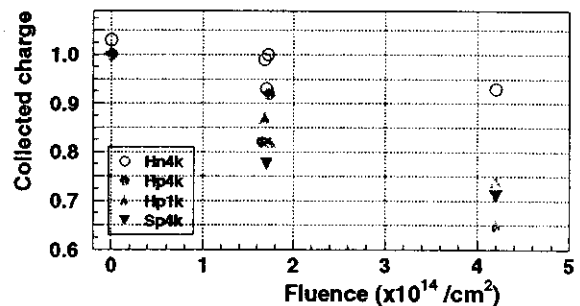


中性子数に換算した陽子線照射量に対する全空乏化電圧の変化

### (4) ATLAS 用シリコン飛跡検出器 (SCT)

LHC ATLAS 実験は 2005 年から開始される予定で、重心系 14TeV での陽子陽子衝突によりヒッグス粒子の探索を行う。筑波大学のグループは KEK のグループらと協力して、シリコン飛跡検出器 SCT の開発を行っている。

SCT は 10 年の実験期間に  $10^{14} \text{ cm}^{-2}$  を超す放射線を受けると推定され、かつてない厳しい環境下での稼動が要求される。放射線によりシリコンは損傷を受け、暗電流の増加、バルク比抵抗の変化、収集できる電荷量の低下などが影響としてあらわれる。特に、損傷による格子欠損は実効的に p 型の不純物の様にふるまうため、n 型のバルクはこの放射線を受けると p 型に変換し、電気的特性は大きく変わる。実際に KEK で 12GeV 陽子を照射し、電気的性能の変化を測定した。右図は収集電荷量の変化をベータ線を用いて測定した結果である。p 型半導体を電極とするセンサーは n 型に比較して減衰率が大き



陽子線照射量に対する収集電荷量の変化。

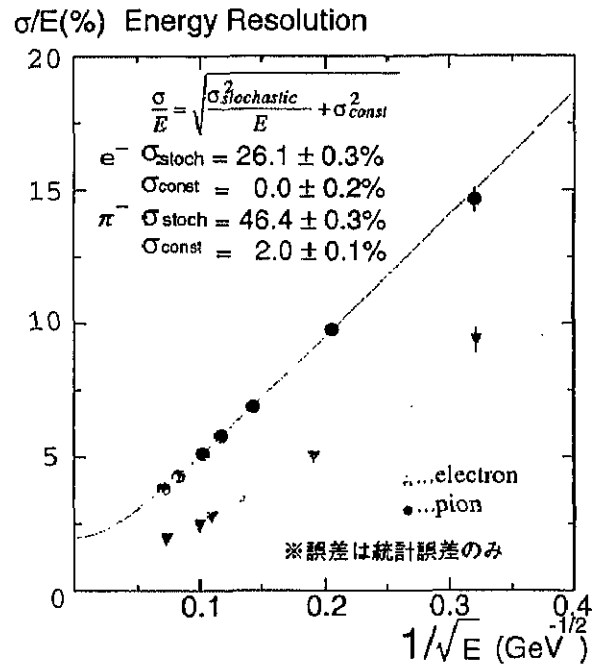
きいが、製造過程の簡単さ、暗電流の安定性などから総合的にp型を採用することに決定した。

VLSI読み出しチップを実装するカプトンを用いたハイブリッド基板をKEKグループと開発し、機械的に十分な強度があり、電氣的に安定な設計を検討した。

### (5) JLC 用補償型ハドロンカロリメータ

電子・陽電子衝突型線形加速器 (JLC) はヒッグス粒子の性質の精密測定を主な目的とした次世代の加速器で、現在、加速器および検出器の研究開発が精力的に行われている。我々は、KEK/神戸大/信州大/甲南大のグループと共同で、ヒッグス粒子の崩壊により発生するジェットのエネルギーを精密に測定するハドロンカロリメータを開発している。筑波大学グループの経験をもとに、タイル/ファイバー型で、電子とハドロン粒子に対する応答が等しい補償型のカロリメータを試作した。

2 mm 厚シンチレータと 8 mm 厚鉛を用いた試験カロリメータのビームテスト (1~4 GeV/c の電子・ミュー粒子・ $\pi$  粒子) を 1998 年、KEK で行った。このテストにより、エネルギー分解能、応答線形性、補償比の性能評価を行った。さらに高エネルギー領域での性能を評価するために 1999 年フェルミ研究所で 10 ~ 200 GeV 領域のビームを用いてテストを行った。電子と $\pi$ 粒子に対するエネルギー分解能を右図に示す。所期の目標をほぼ満たす性能が得られた。また、電子と $\pi$ 粒子に対する応答比は 100 GeV のエネルギーで 0.99 が得られ、設計どおり補償が達成されている。



電子と $\pi$ 粒子に対するエネルギー分解能の入射粒子エネルギー依存性。

## 【3】外部資金

1. 日米科学技術協力事業「陽子・反陽子衝突による重い粒子の検出 (CDF)」  
共同研究 (日本側参加研究機関: 筑波大物理、KEK、広島大物理、大阪市大理、近畿大物理、早稲田大理工、岡山大、京都教育大。日本側研究代表: 滝川 紘治) 校費: 190,000 千円、旅費: 11,000 千円
2. 科学研究費補助金「テバトロンによる素粒子の精密測定」  
共同研究 (参加研究機関: 筑波大物理、KEK、広島大理、大阪市大理、岡山大理、研究代表者: 滝川 紘治) 科研費 基盤 (A)(2) 2 年目継続分: 3,300 千円
3. 科学研究費補助金「テバトロンでの CP 非保存の物理」  
共同研究 (研究代表者: 金 信弘) 科研費 基盤 (B)(2): 10,700 千円

( 論文 )

1. “Measurement of the Top Quark Mass with the Collider Detector at Fermilab”  
F. Abe *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **82**, 271 (1999).
2. “Search for New Particles Decaying to  $b\bar{b}$  in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV”  
F. Abe *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **82**, 2038 (1999).
3. “Measurement of the  $B_d^0 - \bar{B}_d^0$  Flavor Oscillation Frequency and Study of Same Side Tagging of  $B$  Mesons in  $p\bar{p}$  Collisions”  
F. Abe *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **59**, 032001 (1999).
4. “Searches for New Physics in Diphoton Events in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV”  
F. Abe *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **59**, 092002 (1999).
5. “Measurement of the  $B_s^0$  Meson Lifetime Using Semileptonic Decays”  
F. Abe *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **59**, 032004 (1999).
6. “Measurement of  $Z^0$  and Drell-Yan Production Cross Section Using Dimuons in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV”  
F. Abe *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **59**, 052002 (1999).
7. “Search for a Technicolor  $\omega_T$  Particle in Events with a Photon and a  $b$ -quark Jet at CDF”  
F. Abe *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **83**, 3124 (1999).
8. “Kinematics of  $t\bar{t}$  Events at CDF”  
F. Abe *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **59**, 092001 (1999).
9. “Search for Third-Generation Leptoquarks from Technicolor Models in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV”  
F. Abe *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **82**, 3206 (1999).
10. “Search for R-Parity Violating Supersymmetry using Like-Sign Dielectrons in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV”  
F. Abe *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **83**, 2133 (1999).
11. “Measurement of  $b\bar{b}$  Rapidity Correlations in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV”  
F. Abe *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **61**, 032001 (2000).
12. “A Search for  $B_s^0 - \bar{B}_s^0$  Oscillations Using the Semileptonic Decay  $B_s^0 \rightarrow \phi\ell^+X\nu$ ”  
F. Abe *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **82**, 3576 (1999).
13. “Measurement of the Associated  $\gamma + \mu^\pm$  Production Cross section in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV”  
F. Abe *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **60**, 092003 (1999).
14. “Measurement of the  $B_d^0 - \bar{B}_d^0$  Oscillation Frequency Using Dimuon Data in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV”  
F. Abe *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **60**, 051101 (1999).

15. "A Measurement of  $b$  Quark Fragmentation Fractions in the Production of Strange and Light  $B$  Mesons in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV"  
F. Abe *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **60**, 092005 (1999).
16. "Measurement of  $B^0-\bar{B}^0$  Flavor Oscillations Using Jet-Charge and Lepton Flavor Tagging in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV"  
F. Abe *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **60**, 072003 (1999).
17. "Search for a  $W'$  Boson via the Decay Mode  $W' \rightarrow \mu\nu_\mu$  in 1.8 TeV  $p\bar{p}$  Collisions"  
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, submitted to Phys. Rev. Lett. April 12, 1999. FERMILAB-PUB-99/249-E.
18. "Search for the Flavor-Changing Neutral Current Decays  $B^+ \rightarrow \mu^+\mu^-K^+$  and  $B^0 \rightarrow \mu^+\mu^-K^{*0}$ "  
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **83**, 3378 (1999).
19. "Search for Technicolor Particles in Lepton Plus Two Jets and Multijet Channels in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV"  
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, submitted to Phys. Rev. Lett. May 10, 1999. FERMILAB-PUB-99/141-E.
20. "Measurement of the  $B^0\bar{B}^0$  Oscillation Frequency using  $\ell^- D^{*+}$  Pairs and Lepton Flavor Tags"  
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **60**, 112004 (1999).
21. "The Transverse Momentum and Total Cross Section of  $e^+e^-$  Pairs in the  $Z$ -boson Region from  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV"  
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, submitted to Phys. Rev. Lett. July 31, 1999. FERMILAB-PUB-99/220-E.
22. "Observation of Diffractive  $b$ -quark Production at the Fermilab Tevatron"  
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **84**, 232 (2000).
23. "Measurement of the Helicity of  $W$  Bosons in Top Quark Decays"  
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **84**, 216 (2000).
24. "Measurement of  $b$  Quark Fragmentation Fractions in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV"  
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **84**, 1663 (2000).
25. "A Measurement of  $\sin 2\beta$  from  $B \rightarrow J/\psi K_S^0$  with the CDF Detector"  
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **61**, 072005 (2000).
26. "Search for a Fourth-Generation Quark More Massive than the  $Z^0$  Boson in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV"  
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, submitted to Phys. Rev. Lett. September 12, 1999. FERMILAB-PUB-99/256-E.
27. "Production of  $\Upsilon(1S)$  Mesons from  $\chi_b$  Decays in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV"  
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **84**, 2094 (2000).



28. "Search for Scalar Top and Scalar Bottom Quarks in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV"  
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, submitted to Phys. Rev. Lett. October 25, 1999. FERMILAB-PUB-99/311-E.
29. "Observation of Orbitally Excited  $B$  Mesons in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV"  
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, submitted to Phys. Rev. D November 3, 1999. FERMILAB-PUB-99/330-E.
30. "Search for Scalar Top Quark Production in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV"  
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, submitted to Phys. Rev. Lett. November 15, 1999. FERMILAB-PUB-99/340-E.
31. "A Measurement of the Differential Dijet Mass Cross Section in  $p\bar{p}$  Collisions at  $\sqrt{s} = 1.8$  TeV"  
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, submitted to Phys. Rev. D Rapid Communications, December 13, 1999. FERMILAB-PUB-99/360-E.
32. "Mass production of tile/fiber units for the CDF plug upgrade EM calorimeter"  
S. Aota, T. Asakawa, K. Hara, E. Hayashi, S. Kim, K. Kondo, T. Kuwabara, S. Miyashita, H. Nakada, I. Nakano, Y. Seiya, T. Takebayashi, K. Takikawa, H. Toyoda, T. Uchida, K. Yasuoka, M. Mishina, J. Iwai, Nucl. Instrum. and Methods A **420**, 48 (1999).
33. "Results from a 20 scintillator bar time-of-flight test system located inside the 1.4 T CDF solenoid"  
F. Ukegawa, K. Kondo *et al.*, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A **439**, 65 (2000).
34. "The intermediate silicon layers detector at CDFII: Design and progress"  
A. Affolder, K. Hara, M. Shimojima, K. Takikawa *et al.*, Nucl. Instrum. and Methods A **435**, 44 (1999).
35. "Prototype Si microstrip sensors for the CDF-II ISL detector"  
K. Hara, S. Kim, M. Shimojima, K. Takikawa *et al.*, Nucl. Instrum. and Methods A **435**, 437 (1999).
36. "The CDF intermediate silicon layers detector"  
A. Affolder, K. Hara, M. Shimojima, K. Takikawa *et al.*, submitted to IL NUOVO CIMENTO, 1999.
37. "The CDF Intermediate Silicon Layers detector"  
P. Azzi-Bacchetta, K. Hara, M. Shimojima, K. Takikawa *et al.*, Nucl. Phys. Proc. Suppl. **78**, 307 (1999).

〈 講演 (国内) 〉

1. 風間 哲史：CDFII 実験 TOF 検出器に用いるファインメッシュ型光電子増倍管の性能評価，日本物理学会（1999年9月24日），島根大学。
2. 谷崎 圭祐：ATLAS SCT用ハイブリット特性評価2，日本物理学会（1999年9月25日），島根大学。

3. 中山 貴司：ATLAS SCT 用シリコンストリップセンサーの放射線損傷の評価，  
日本物理学会（1999年9月26日），島根大学.
4. 鈴木 宏貴：CDF-ISL 用シリコン飛跡検出器の製作，  
日本物理学会（1999年9月26日），島根大学.
5. 受川 史彦：Tevatron での  $b$ -quark の物理：Run-I の結果と Run-II の展望，  
KEK 理論研究会「素粒子物理の現状と展望」（2000年2月8—10日），高エネルギー加  
速器研究機構.
6. 原 和彦：CDF でのトップの物理，  
東北大学物理セミナー（2000年2月），東北大学.
7. 受川 史彦：陽子反陽子衝突実験 CDF でのボトムクォークの物理，  
岡山大学物理教室談話会（2000年3月28日），岡山大学.
8. 鈴木 宏貴：CDF-ISL 用シリコン飛跡検出器の製作 II，  
日本物理学会（2000年3月30日），近畿大学.
9. 荒井 信一郎：ATLAS SCT 用シリコンセンサーの放射線損傷に関する研究，  
日本物理学会（2000年3月30日），近畿大学.
10. 小林 博和：ATLAS バレルシリンダーへのモジュール設置ロボットの開発，  
日本物理学会（2000年3月30日），近畿大学.
11. 魚住 聖：JLC Calorimeter beam test - I; Calibration and Linearity，  
日本物理学会（2000年3月30日），近畿大学.
12. 佐藤 構二：CDFII 実験 TOF 検出器用光電子増倍管の性能評価，  
日本物理学会（2000年4月1日），近畿大学.

〈 講演 (国際会議) 〉

1. S. Kim, Top Quark Physics at the Tevatron,  
Workshop on Physics and Experiments with Future Linear  $e^+e^-$  Colliders, Sitges (Barcelona),  
Spain, April 28 – May 5, 1999.
2. M. Shimojima, Consumer-Server/Logger system for the CDF experiment,  
11th IEEE Nuclear Particle and Plasma Science Real Time Conference, Santa Fe, New  
Mexico, USA, June 14–18, 1999.
3. M. Shimojima, Online monitoring in the upcoming Fermilab Tevatron Run II  
11th IEEE Nuclear Particle and Plasma Science Real Time Conference, Santa Fe, New  
Mexico, USA, June 14–18, 1999.
4. K. Hara, Radiation Damage Studies of Silicon Microstrip Sensors,  
IEEE Nuclear Science Symposium, Seattle, USA, October 1999.
5. M. Shimojima, Intermediate silicon layers detector for the CDF experiment,  
7th International Conference on Instrumentation for Colliding Beam Physics, Hama-  
matsu, November 15–19, 1999.

6. R. Oishi, New CDF End-plug Calorimeter,  
7th International Conference on Instrumentation for Colliding Beam Physics, Hamamatsu, November 15–19, 1999.
7. F. Ukegawa, Spectroscopy and lifetime of bottom and charm hadrons,  
3rd International Conference on  $B$  Physics and  $CP$  Violation, Taipei, Taiwan, December 3 – 7, 1999.

〈 博士論文 〉

1. 寺師 弘二: *Observation of Dijet Production by Double Pomeron Exchange in 1.8-TeV Proton-Antiproton Collisions* (重心系エネルギー 1.8-TeV 陽子反陽子衝突での 2 重ポメロン交換による 2 ジェット生成の観測), University of Tsukuba, January 2000.
2. 菊地 俊章: *Search for single top quark production in 1.8-TeV proton-antiproton collisions* (重心系エネルギー 1.8TeV 陽子反陽子衝突実験におけるシングルトップクォーク生成事象の探索), University of Tsukuba, December 1999.