

II. 素粒子実験グループ

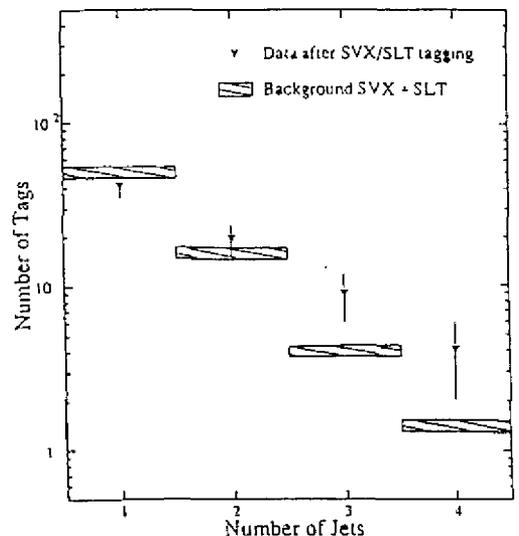
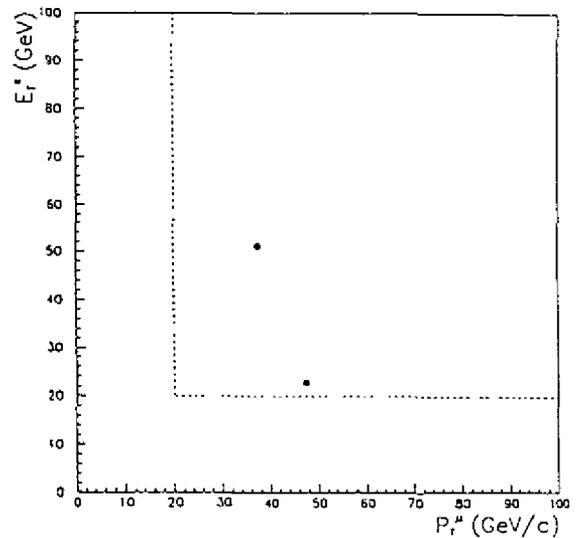
教授 近藤都登、滝川紘治
 助教授 金信弘、宮下茂幸
 講師 中野逸夫、原和彦、安岡聖
 助手 清矢良浩
 準研究員 猪野隆、高野幹男、二宮真理子
 大学院生 33名

【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衝突器を用い、陽子・反陽子衝突による CDF (Collider Detector at Fermilab) 実験を継続して行なった。1988-1989年に第1回目の長期実験を行ない、取得されたデータは積分ルミノシティ 4.4pb^{-1} であった。第2回目の長期実験を、1992年春から1993年5月まで行ない、積分ルミノシティは 21pb^{-1} に達した。データ解析は第2回目の長期実験のデータを中心に進めた。それと平行して、CDF検出器の増強のため、端冠電磁カロリメータと端冠プリシャワーカウンターの開発と製作を行なった。

(1) トップクォークの探索

素粒子間相互作用をよく記述している標準模型はトップクォークの存在を予言している。トップクォークの探索は過去十数年の間、電子・陽電子衝突実験 (PEP, PETRA, TRISTAN, LEP) や陽子・反陽子衝突実験 (CERN, CDF) においてなされてきたが、その存在は確認されなかった。これはトップクォークが重く、生成が困難であることを意味する。今回、CDFのデータ解析の結果、統計的に有意な証拠を確認し、「トップクォーク存在の証拠」、と題する論文を発表した。テバトロンエネルギーにおける陽子・反陽子衝突では、トップクォークは主に強い相互作用で対生成 ($t\bar{t}$) され、それぞれすぐに弱い相互作用で W ボソンと b クォークに崩壊する。W ボソンはさらにクォーク対かニュートリノを含むレプトン対に崩壊する。データ解析で取り上げたのは、(a) 2つのレプトンを含む、 $t\bar{t} \rightarrow e\bar{e}, \mu\mu, e\mu + X$ 、(b) レプトンを1つ含む、 $t\bar{t} \rightarrow e, \mu + X$ 、の2種類の崩壊モードである。ここでレプトンとは直接検出可能な電子あるいは μ 粒子をさす。基本的な事象選択の条件は、重いトップクォークの崩壊によるレプトンの運動量が大きいことから、そのビーム軸に垂直な面内の成分である横運動量 P_T が、 $20\text{ GeV}/c$ 以上の大きな値を持つこと、消失横運動量としてみえるニュートリノの P_T も同様に $20\text{ GeV}/c$ 以上あることである。(b) のモードにおいてはジェットの付随した W ボソンの直接生成過程が大きなバックグラウンドになるが、 $t\bar{t}$ 事象中の b クォークを同定することでこれを抑えた。b クォークの同定は2つの方法でなされた。1つは、今回から導入されたシリコン飛跡検出器を用いて b ハドロン崩壊点を再構成し、生成点からのずれを検出する方法である。b ハドロンの平均寿命は比較的長いので、崩壊点の生成点からのわずかなずれは高精度の



飛跡検出器でとらえ得る。もう1つの方法は、CDF検出器の優れたレプトン同定能力をいかし、bクォークの準レプトン崩壊による低エネルギーの電子や μ 粒子を捉えるものである。事象選択の結果(a)のモードで2つの $e\mu$ 事象、(b)のモードで10事象が候補として残った。

右上図に(a)のモードの2事象について、電子と μ 粒子の横運動量の2次元分布を示してある。右下図は、(b)のモードで残った事象数をジェットの多重度の関数であらわしたものである。ここで、最終的にはジェット多重度3以上のものが候補事象とされた。これらが全て、既知のバックグラウンドによるものである確率は0.26%である。測定されたレプトンとジェットの運動量からクォークレベルの崩壊素過程を運動学的に再構成し、トップクォークの質量

$$M_{\text{top}} = 174 \pm 10 (\text{統計誤差})^{+13}_{-12} (\text{系統誤差}) \text{ GeV}/c^2$$

が得られた。トップクォークの存在を決定的に立証するにはデータ量が不十分であるが、結果はトップクォーク生成の証拠と解釈するのが自然である。

(2) 電弱相互作用

Wボソンと光子が同時に生成される断面積を測定する解析を進めた。Wボソンと光子の同時生成における興味の対象は、Wが光子を輻射する素過程である。生成断面積はWボソンの磁気モーメント(μ_W)や電気4重極モーメント(Q_W)であらわされ、生成断面積からこれらの物理量を求めることにより標準模型の検証ができる。Wボソンの磁気モーメントや電気4重極モーメントの直接的な研究は、大量にWボソンが生成されるハドロン衝突実験において初めて可能になった。

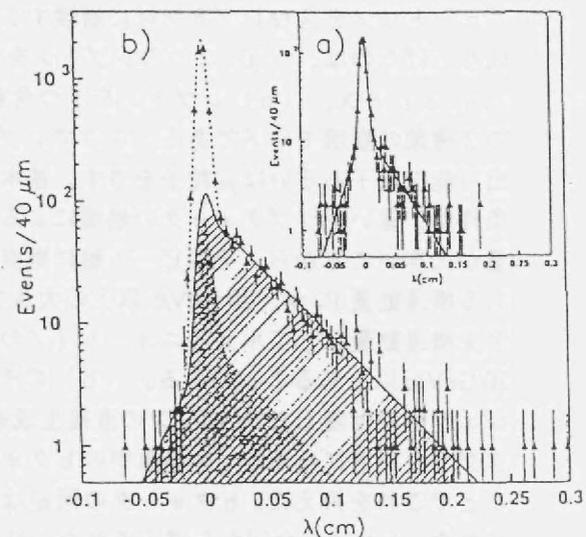
(3) bクォークの物理

$B^0\bar{B}^0 \rightarrow e\mu X$ の崩壊モードによる、 B^0 と \bar{B}^0 の混合の研究を進めた。弱い相互作用の荷電カレントにより B^0 と \bar{B}^0 は時間とともに混合し、崩壊時にどちらの状態にあるかで荷電崩壊粒子の電荷が反対になる。従って、終状態の2つのレプトンの電荷が同符号か異符号かを調べ、その相対的な割合から混合の程度を評価することができる。混合の程度を表すパラメータは $\chi = \text{prob}(b \rightarrow \bar{B}^0 \rightarrow B^0 \rightarrow l^+) / \text{prob}(b \rightarrow l^+ \text{ or } l^-)$ で定義され、その測定は小林-益川行列要素に対する実験的な制限を与える。1988-89のデータ解析においては χ の統計誤差は約15%であったが、今回の解析が完了すれば半分に減少することが見込まれる。

bハドロンの平均寿命を崩壊モード $B \rightarrow J/\psi X \rightarrow \mu^+ \mu^- X$ によって測定した。bハドロンの平均寿命は、崩壊点の生成点からの平均的なずれから求めることができる。過去にアメリカのSLACやドイツのDESYといった電子・陽電子衝突実験で測定されたが、少ない統計数と飛跡検出器の位置分解能の限界のため、測定精度が十分とはいえなかった。最近LEPの実験で、高い位置分解能を持つシリコン飛跡検出器を用いた平均寿命の測定がbハドロンの準レプトン崩壊においてなされた。CDFでは1992年の長期実験からシリコン飛跡検出器を導入しハドロン衝突実験としては初めてbハドロンの寿命測定が可能になった。この飛跡検出器の位置分解能は $20 \mu\text{m}$ 程度でLEPの実験をしのぎ、またハドロン衝突実験はbハドロンの生成の点で有利なため、統計誤差は4%程度と低くおさえられた。測定結果は

$$\tau_B = 1.46 \pm 0.06 (\text{stat}) \pm 0.06 (\text{syst}) \text{ ps}$$

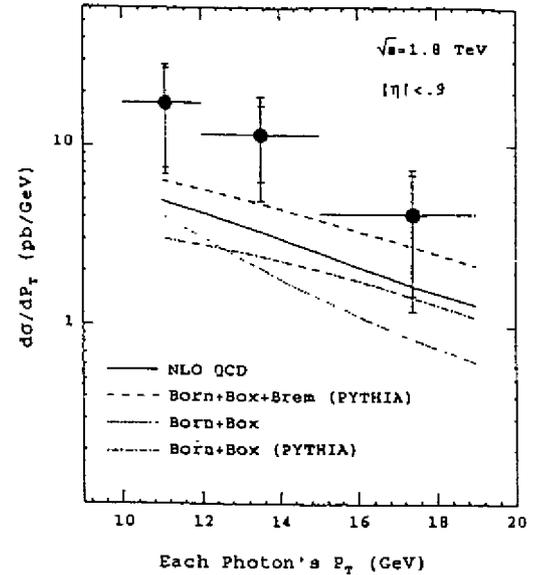
である。右図にb)にbハドロンの生成点から崩壊点までの距離の分布を示す。黒の三角印がデータ、



黒い影の部分は枠内 a) に示されたバックグラウンドに対する分布をデータ中に期待されるバックグラウンド数に規格化した分布、斜線部は b ハドロンに対する分布を合わせたもの、崩壊長 $\lambda = 0$ 付近の超過は b ハドロンの崩壊による J/ψ ではなく、陽子・反陽子衝突で直接生成された J/ψ の寄与をあらわす。

(4) 量子色力学 (QCD)

陽子・反陽子衝突における 2 光子生成断面積を光子の横運動量の関数として、10 GeV/c から 19 GeV/c の範囲で求めた。2 光子生成過程としては、QED による $q\bar{q} \rightarrow \gamma\gamma$ 、クォークループを介しての $gg \rightarrow \gamma\gamma$ 、クォークによる輻射過程からの γ をふくむ $qg \rightarrow q\gamma\gamma$ がある。実験値を QCD の高次補正を含む摂動計算と比較することにより QCD の検証ができる。またニュートリノのように検出器にかからない粒子が含まれないため、終状態の 2 光子系の総運動量から初期状態のパートン系の様子がわかる。さらに 2 光子生成過程の実験的な理解はハドロン衝突実験において新粒子の探索、例えばヒッグスボソンを $H \rightarrow \gamma\gamma$ において探すときのバックグラウンドの評価に際して重要となる。解析の結果 QCD の 2 次までの摂動計算は実験値の約 3 分の 1 であった。これは高次補正の重要性を示すとともに、新粒子探索において一般に行なわれているような、理論計算の生成断面積にもとづくバックグラウンドの評価が過小評価であることを示している。右図に光子の横運動量に関する生成微分断面積を示す。



2 光子系の総横運動量の解析からは、その平均値が約 5 GeV/c と大きいことがわかった。これは、初期状態のパートンが陽子あるいは反陽子内で輻射グルーオンを放出し、比較的大きな横向き運動量を持っていることを意味する。いままでの理論計算はグルーオン輻射を考慮しておらず、初期状態のパートンの横運動量は 0 としていたが、その寄与の重要性が示された。

クォークやグルーオンはハドロンの流れ、ジェット、として観測される。ジェットの内部構造を細かく調べ、クォークジェットとグルーオンジェットの違いを研究した。クォークやグルーオンは直接観測されることはなく、QCD の非摂動的な過程によりハドロン化する。クォークとグルーオンのハドロン化の違いは実験的に知られており、それを、ハドロン化過程のカラーの流れの違いで説明しようとする現象論的モデルもいくつか提案されている。ここでは陽子・反陽子衝突における、2 ジェット事象、光子や W ボソンに付随して生成されるジェット、を取り上げ、ジェット内の荷電粒子数の解析、運動量分布のモーメント展開による運動学的構造の解析、を行なった。これを QCD にもとづくクォークジェットとグルーオンジェットのモンテカルロシミュレーションと比較し、全ジェット中のグルーオンジェットの割合を統計的に求めた。グルーオン生成の割合は、ハドロン化過程とは独立に各反応過程に対して QCD の摂動計算で与えられる。例えば、2 ジェット事象や W + ジェット事象ではグルーオンが主として生成され、光子 + ジェットではクォークジェットが主である。従って、実験的に求めたグルーオンジェットの割合と比較することにより、ハドロン化過程の現象論的モデルの検証ができる。解析の結果、CDF のデータ中のグルーオンの割合は、QCD の計算と矛盾しない。

光子に付随して生成されるチャーム粒子の生成断面積を測定する解析を進めた。このチャーム粒子の起源は、陽子あるいは反陽子内にわずかに存在するチャームクォークである。その存在確率についてはあまり知られておらず、一般的にグルーオンの摂動的な過程によるチャーム・反チャーム生成によるとされているが、光子 + チャームの生成断面積の測定により実験的な制限を与えることができる。チャーム粒子の同定は崩壊モード $D^+ \rightarrow D^0 \pi^+ \rightarrow K^- \pi^+ \pi^+$ を用いた。これと独立にチャーム粒子の μ 粒子への準レプトン崩壊による同定もされており、互いに結果は一致している。

(5) 標準模型を超える物理

2ジェット事象における2ジェットの不变質量分布から、クォークが複合粒子であるかどうか、2ジェットに崩壊する新粒子があるかどうか、を調べた。また、レプトンとクォークの複合粒子、レプトクォークの対生成を $lq \cdot \bar{l}q \rightarrow \bar{l}q\bar{q}$ のモードで探索した。いずれも標準模型を超える新しい物理の存在は確認されなかった。

(6) タイル/ファイバー型端冠電磁カロリメータの開発と製作

1996年に開始される長期実験では、ビームのルミノシティが高くなり衝突事象の発生頻度が高くなるため、現在の、気体プロポーションアルチェンバーからなる端冠電磁カロリメータは応答信号が遅く使用できなくなる。従って、タイル/ファイバー型カロリメータに変更する計画が進められている。このカロリメータはシンチレータ板(タイル)に溝を掘り、そこに波長変換ファイバーをはめ込んで読みだすサンプリング部と4.5mm厚の鉛板とを交互に23層重ねた構造をしている。このカロリメータで十分なエネルギー分解能 ($16\%E(\text{GeV})^{-1/2}+1\%$) を得るためのタイル/ファイバー系の開発研究は既に終了し大量生産も終了した。タイル/ファイバーの総数は22,080枚である。これらの品質検査が様々な生産段階で行なわれ、要求通りの品質であることが確認された。品質検査の最終段階は宇宙線を用いて行なわれ、現在継続中である。

(7) タイル/ファイバー型端冠プリシャワーカウンターの開発と製作

端冠部領域での光子の同定能力を向上させるため、プリシャワーカウンターを製作することになった。光子同定に対するバックグラウンドは $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ からの光子である。 π^0 のエネルギーが大きいと2つの光子は互いに近接して検出器に入り、あたかも1つの光子の様にみえてしまうためである。光子が物質中を通過すると電磁相互作用により電子・陽電子対を生成する。その確率は通過した物質質量できまるが、2つの光子が入射した場合少なくとも1つが電子・陽電子対になる確率はほぼ2倍になる。従って検出された光子全体のうちプリシャワーカウンターで電子・陽電子対を生成した割合がわかると、いま述べた確率の違いから、 $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ の割合が計算できる。プリシャワーカウンターはこのように統計的に $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ の数を評価するために用いられる。我々のプリシャワーカウンターの構造は、鉛板とプラスチックシンチレータを重ねたもので、上述のカロリメータと同様、タイル/ファイバーからできている。電子・陽電子対は、それらがプラスチックシンチレータを通過する際に発するシンチレーション光を光電子増倍管で読みだすことで検出する。この検出効率としては99%以上を要求している。このためにはプラスチックシンチレータの光量と光電子増倍管の量子効率が十分大きく信号の統計的ゆらぎが小さいことが重要であり、そのためのシンチレータの材質選定、光電子増倍管の性能テスト等の研究が進められている。

【2】超伝導・超コライダーでの実験のための基礎研究

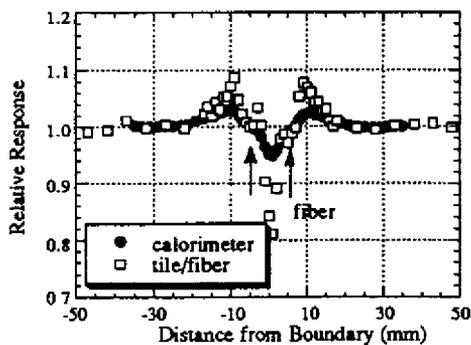
米国、SSC加速器計画で検討されていたSDC検出器中央カロリメータに用いるために、タイル/ファイバー型カロリメータの研究開発を行った。

(1) タイル・ファイバー系光学最適化

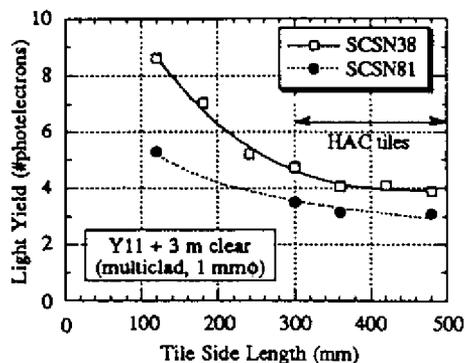
電磁部タイルとして、 $2 \times 2 = 4$ 枚を単位とするタイルパッケージを製作し、タイルの位置精度、境界幅の制御、クロストークに関する測定を放射線源スキャナーで行った。また、境界部を含めたタイルパッケージの応答一様性の測定結果を用いて、カロリメータとしての応答一様性をモンテカルロ法で評価した。タイルパッケージで残る最大8%の非一様性は、カロリメータの非一様性として4%程度になる

(下図左)。この一様性は電子の入射位置の情報があれば簡単に補正でき、左右のカロリメータでの応答の比を位置情報として補正すると非一様性は0.4%以下に抑えられる。

ハドロン部タイルとして約50cm四方の大きさまでのタイルの光量と一様性を測定した(下図右)。測定結果をモンテカルロ法およびテストビームデータを用いて、ハドロンカロリメータとしての性能を評価したところ、エネルギー分解能はSDCの目標値を充分達成できることが示された。



タイルパッケージ境界部の応答（測定値）
とカロリメータとしての応答（シミュレ
ーション）



光量のタイルの大きさに対する依
存性

(2) ファイバー光伝達の研究

単および2重クラッドファイバーの光伝達の機構を、光出射角度分布を測定することで比較した。ファイバーの接合（コネクタおよび熱融着）に依る光伝達への影響、ファイバーの曲げによる影響等を測定した結果、2重クラッドファイバーの優位性が示された。

(3) 高耐放射線性シンチレータの開発

シンチレータSCSN62Dをクラレ社と共同開発した。基材の樹脂を改善することで、従来の高性能シンチレータSCSN38に比較して、放射線耐性で約2倍優れ、また光量で25%程度多い性能を有する。

(4) 光電子増倍管用高電圧内蔵ベースおよび性能評価試験用システムの開発

コッククロフト・ワルトン型小型ベースを試作した。SDCの要求をほぼ満足する低ノイズ性能を達成し、直線性性能も従来の抵抗ベースと同じであることが示された。光電子増倍管の応答直線性を6桁に亘り測定するために、光源としてLEDとフィルターの組み合わせ、電荷積分型アンプを用いたシステムを製作した。また、パルス信号に対する増幅率を測定するシステムを試作した。

【3】電子・陽電子衝突の実験

今年度は、重心系エネルギー58GeVで約60pb⁻¹の積分ルミノシティのデータを得た。トリスタンのエネルギー領域は断面積が小さいが、それでも高統計のデータが手に入り、系統的不確かさも減少し、電弱相互作用過程、クォーク・グルーオンダイナミクス、二光子過程をより詳しく研究した。また軽いスカラトップクォークの探索も精力的に行なった。

(1) 電弱相互作用

プロンプト電子をタグし、c-クォーク、b-クォークの生成断面積と前後方非対称を測定し、標準模型の計算とよい一致をみた。またタウレプトンの対生成の偏極度を測定し理論の期待値との一致をみた。

(2) クォーク・グルーオン ダイナミクス

強結合定数 α_s をb-クォークに対して測定し、 $\alpha_s(b)/\alpha_s(udsc) = 0.81 \pm 0.34$ を得、 α_s が統計精度内でフレーバーに依存しないことを確かめた。

(3) 二光子過程

二光子によるc-クォーク生成を、1) D*を同定する、2) 包含電子を検出する、という二つの方法で研究した。二光子による直接生成だけでなく、光子-グルーオンフュージョンによる部分が有意になればデータを説明できないことがわかった。

(4) 新粒子探索

シングル光子生成を調べた結果、三種のニュートリノから期待される以上の断面積は測定されなかった。そこで、SUSY 粒子（スカラー電子、ニュートラリーノ）に対し質量の限界をあたえた。また 210pb^{-1} のデータを用いてスカラトップの探索を行なった。二ジェット間のアコプラナリティ角分布を調べた結果、スカラトップのきざしはみられなかった。

<論文>

1. F. Abe et al., CDF Collaboration: "Search for $\Lambda_b \rightarrow J/\psi \Lambda^0$ in $\bar{p}p$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV" Phys. Rev. D 47, 2639–2643 (1993).
2. F. Abe et al., CDF Collaboration: "Measurement of the Cross Section for Production of Two Isolated Prompt Photons in $\bar{p}p$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV" Phys. Rev. Lett. 70, 2232–2236 (1993).
3. F. Abe et al., CDF Collaboration: "Study of Four-Jet Events and Evidence for Double Parton Interactions in $\bar{p}p$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV" Phys. Rev. D 47, 4857–4871 (1993).
4. F. Abe et al., CDF Collaboration: "Measurement of Jet Multiplicity in W Events Produced in $\bar{p}p$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV" Phys. Rev. Lett. 70, 4042–4046 (1993).
5. F. Abe et al., CDF Collaboration: "Measurement of the Bottom-Quark Production Cross Section Using Semileptonic Decay Electrons in $\bar{p}p$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV" Phys. Rev. Lett. 71, 500–504 (1993).
6. F. Abe et al., CDF Collaboration: "Measurement of the Dijet Mass Distribution in $\bar{p}p$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV" Phys. Rev. D 48, 998–1008 (1993).
7. F. Abe et al., CDF Collaboration: "Center-of-Mass Angular Distribution of Prompt Photons Produced in $\bar{p}p$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV" Phys. Rev. Lett. 71, 679–683 (1993).
8. F. Abe et al., CDF Collaboration: "Observation of the Decay $B^0 \rightarrow J/\psi \phi$ in $\bar{p}p$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV" Phys. Rev. Lett. 71, 1685–1689 (1993).
9. F. Abe et al., CDF Collaboration: "Prompt Photon Cross Section Measurement in $\bar{p}p$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV" Phys. Rev. D 48, 2998–3025 (1993).
10. F. Abe et al., CDF Collaboration: "Measurement of Bottom Quark Production in 1.8 TeV $\bar{p}p$ Collisions Using Muons from b-Quark Decays" Phys. Rev. Lett. 71, 2396–2400 (1993).
11. F. Abe et al., CDF Collaboration: "Inclusive χ_c and b-Quark Production in $\bar{p}p$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV" Phys. Rev. Lett. 71, 2537–2541 (1993).
12. F. Abe et al., CDF Collaboration: "Search for Quark Compositeness, Axiguons, and Heavy Particles Using the Dijet Invariant Mass Spectrum Observed in $\bar{p}p$ Collisions" Phys. Rev. Lett. 71, 2542–2546 (1993).
13. F. Abe et al., CDF Collaboration: "Search for First-Generation Leptoquarks in $\bar{p}p$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV" Phys. Rev. D 48, 3939–3944 (1993).
14. F. Abe et al., CDF Collaboration: "Measurement of the Average Lifetime of B Hadrons Produced in $\bar{p}p$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV" Phys. Rev. Lett. 71, 3421–3426 (1993).
15. F. Abe et al., CDF Collaboration: "Measurement of Drell-Yan Electron and Muon Pair Differential Cross Sections in $\bar{p}p$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV" Phys. Rev. D 49, 1–6 (1993).
16. F. Abe et al., CDF Collaboration: "Search for the Top Quark Decaying to a Charged Higgs Boson in $\bar{p}p$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV" Phys. Rev. Lett. 72, 1977–1981 (1994).
17. M. Ninomiya: "Jet Structure and Quark/Gluon Separation in CDF"
Proceedings of the 9th Topical Workshop on Proton-Antiproton Collider Physics, Tsukuba, Japan, 1993, edited by K. Kondo and S. Kim (Universal Academy Press, Tokyo, Japan, 1994), pp. 248–256.
18. T. Chikamatsu: "Search for the Top Quark in the Dilepton Channel at CDF"
Proceedings of the 9th Topical Workshop on Proton-Antiproton Collider Physics, Tsukuba, Japan, 1993, edited by K. Kondo and S. Kim (Universal Academy Press, Tokyo, Japan, 1994), pp. 350–356.
19. G. Apollinari, N. Giokaris, K. Goulianos, A. Titov, Z. Wu, E. Hayashi, T. Kaneko, S. Kim, K. Kondo, S.

- Miyashita, H. Nakada, K. Takikawa, K. Yasuoka, T. Kamon, and V. Barnes: "A Novel Electromagnetic Shower Maximum Position Detector" Nucl. Instrum. Methods, A324, 475–481 (1993).
20. T. Asakawa, I. Fujiwara, S. Kim, K. Kondo, T. Mogami, S. Munakata, H. Sato, and H. Toyoda: "A Scintillating Tile/Fiber System for a High-Energy Calorimeter with High Light Yield and Uniform Longitudinal and Transverse Response" Nucl. Instrum. Methods, A340, 458–465 (1994).
21. K. Takikawa: "Physics with the SDC Detector at the SSC"
 Proceedings of the 9th Topical Workshop on Proton-Antiproton Collider Physics, Tsukuba, Japan, 1993, edited by K. Kondo and S. Kim (Universal Academy Press, Tokyo, Japan, 1994), pp. 257–268.
22. K. Abe et al., VENUS Collaboration: "Search for Heavy Neutral Spinless Particles Using $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ and $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$ Reactions in the CM Energy Range between 54 and 64 GeV" Phys. Lett. B302, 119–124 (1993).
23. H. Takaki et al., VENUS Collaboration: "Particle Spectrum in Gluon Jets in e^+e^- Annihilations at \sqrt{s} around 58 GeV" Phys. Rev. Lett. 71, 38–41 (1993).
24. F. Hinode et al., VENUS Collaboration: "A Study of Charged D^* Production in e^+e^- Annihilation at an Average Center-of-Mass Energy of 58 GeV" Phys. Lett. B313, 245–252 (1993).
25. K. Abe et al., VENUS Collaboration: "A Study of the Charm and Bottom Quark Production in e^+e^- Annihilation at $\sqrt{s} = 58$ GeV Using Prompt Electrons" Phys. Lett. B313, 288–298 (1993).

<学位論文>

物理学研究科博士論文

近松 健: "Top-Quark Search in the Dilepton Channel in 1.8-TeV Proton-Antiproton Collisions" 1994年3月.

物理学研究科修士論文

鈴木潤一: "SDC タイル/ファイバーハドロンカロリメーターの開発研究とCDF 実験における b クォークの物理の研究" 1994年2月.

内田敏治: "重心系エネルギー 1.8 TeV 陽子・反陽子衝突における 2 レプトン事象でのトップクォーク探索に関する研究" 1994年2月.

平出浩昭: "SDC における光電子増倍管の品質管理" 1994年2月.

理工学研究科修士論文

田中賢一: "素粒子実験用薄肉超伝導電磁石に関する研究" 1993年4月.

高野 剛: "SDC シンチレーティングタイル/ファイバー・カロリメータの研究開発" 1994年2月.

桑原朋子: "Cosmic Ray Test of the Scintillating Tile/Fiber System for the CDF End Plug Electromagnetic Calorimeter" 1994年2月.

中田方斎: "CDF プラグ電磁カロリメーターに用いられるタイル/ファイバー系の大量生産における品質管理" 1994年2月.

小泉敦彦: "重心系エネルギー 1.8 TeV 陽子・反陽子衝突実験における超対称性粒子の探索" 1994年2月.

<講演>

1. 豊田博俊: "CDF エンドプラグ電磁カロリメーターで用いられるシンチレーティングタイル/ファイバーの光学的特性 I"

日本物理学会、東北大学、1993年3月29日～4月1日.

2. 中田方斎: "CDF エンドプラグ電磁カロリメーターで用いられるシンチレーティングタイル/ファイバーの光学的特性 II"

日本物理学会、東北大学、1993年3月29日～4月1日.

3. 鈴木潤一: "SDC タイルファイバーカロリメータ・ハドロン部の設計"

日本物理学会、東北大学、1993年3月29日～4月1日.

4. 岡部正和: "シンチレーション・タイルファイバーカロリメーターの光学最適化"

- 日本物理学会、東北大学、1993年3月29日～4月1日。
5. 高野 剛: "シンチレーション・タイルファイバーカロリメータの基礎研究"
日本物理学会、東北大学、1993年3月29日～4月1日。
 6. K. Takikawa: "Tsukuba Update on Barrel Proto Optics"
SDC Calorimeter Group Meeting, Fermilab, USA, April 20-22, 1993.
 7. K. Hara: "Uniformity Requirements for the Barrel EM Revisited"
SDC Collaboration Meeting, KEK, Japan, May 26-29, 1993.
 8. M. Okabe: "Barrel Prototype EM Tile Optics"
SDC Collaboration Meeting, KEK, Japan, May 26-29, 1993.
 9. T. Takano: "Barrel Prototype EM Tile Package"
SDC Collaboration Meeting, KEK, Japan, May 26-29, 1993.
 10. J. Suzuki: "Barrel Prototype HAD Tile Optics"
SDC Collaboration Meeting, KEK, Japan, May 26-29, 1993.
 11. T. Asakawa: "CDF Plug Upgrade EM Tile Fiber System"
SDC Collaboration Meeting, KEK, Japan, May 26-29, 1993.
 12. H. Hirade: "PMT Test Stand"
SDC Collaboration Meeting, KEK, Japan, May 26-29, 1993.
 13. K. Hara: "Cockcroft-Walton PMT Base Development"
SDC Collaboration Meeting, KEK, Japan, May 26-29, 1993.
 14. K. Yasuoka: "Radiation Damage of Kuraray's New Scintillators"
SDC Collaboration Meeting, KEK, Japan, May 26-29, 1993.
 15. K. Takikawa: "Status of Tsukuba and Barrel Scintillator"
SDC Collaboration Meeting, SSC Laboratory, USA, August 17-20, 1993.
 16. 清矢良浩: "CDF エンドプラグ電磁カロリメータで用いられるシンチレーティングタイル/ファイバー系の宇宙線テスト I"
日本物理学会、高知大学、1993年10月3日～6日。
 17. 桑原朋子: "CDF エンドプラグ電磁カロリメータで用いられるシンチレーティングタイル/ファイバー系の宇宙線テスト II"
日本物理学会、高知大学、1993年10月3日～6日。
 18. 青田 慎: "CDF エンドプラグ電磁カロリメータで用いられるシンチレーティングタイル/ファイバー系の光学的特性と品質管理"
日本物理学会、高知大学、1993年10月3日～6日。
 19. 高野 剛: "SDC シンチレーティング・タイル/ファイバー・カロリメータの基礎研究"
日本物理学会、高知大学、1993年10月3日～6日。
 20. 池田拓史: "シンチレーティングファイバー飛跡検出器の性能テスト"
日本物理学会、高知大学、1993年10月3日～6日。
 21. 平出浩昭: "SDC における光電子増倍管の品質管理"
日本物理学会、高知大学、1993年10月3日～6日。
 22. 内田敏治: "CDF 実験の2レプトン事象によるトップクォーク探索におけるバックグラウンド評価"
日本物理学会、高知大学、1993年10月3日～6日。
 23. 横山雅彦: "CDF 実験における τ 粒子の同定と荷電ヒッグス粒子の探索"
日本物理学会、高知大学、1993年10月3日～6日。
 24. 金 信弘: "CDF の現状と結果"
日本物理学会、高知大学、1993年10月3日～6日。
 25. M. Ninomiya: "Jet Structure and Quark/Gluon Separation in CDF"
The 9th Topical Workshop on Proton-Antiproton Collider Physics, Tsukuba, Japan, October 18-22, 1993.
 26. K. Takikawa: "Physics with the SDC detector at the SSC"

The 9th Topical Workshop on Proton-Antiproton Collider Physics, Tsukuba, Japan, October 18–22, 1993.

27. T. Chikamatsu: "Search for the Top Quark in the Dilepton Channel at CDF"

The 9th Topical Workshop on Proton-Antiproton Collider Physics, Tsukuba, Japan, October 18–22, 1993.

28. K. Hara: "Electroweak and b-Physics at the Tevatron Collider"

The 22nd INS International Symposium on Physics with High Energy Colliders, Tokyo, Japan, March 8–10, 1994.