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　　松永 浩之
学振 PD　武内 勇司
大学院生　19 名

1　陽子・反陽子衝突実験 CDF

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陽子・反陽子衝突実験 CDF は，前回の物理実験 Run I が 1996 年に終了した後，CDF 検出器とテバトロン加速器が共に大幅な増強をなされてきたが，それが 2000 年に完了した．10 月から 11 月にかけて試運転が行われ，成功履に終了した．2001 年 3 月より本実験 Run II が開始し，現在本格的なデータ収集に向けて最終調整中である．Run II 実験では，2003 年末までに約 2 fb^{-1} 相当の衝突事象を収集する予定である．本節では，そこで期待される成果について報告する．また，Run I 実験のデータの解析も継続して行っており，その結果について述べる．

1.1　Run II 実験で期待される成果

前述のように，CDF 実験 Run II では，2003 年末までに，これまでの実験のデータ量の 20 倍に相当する 2 fb^{-1} の衝突事象を蓄積する予定である．また，テバトロン加速器のエネルギーも増強され，重心系エネルギー 2 TeV での陽子・反陽子衝突を研究することとなる．そこで期待される物理は多岐にわたるが，そのいくつかを以下に示す．

- トップクォークの性質の精密測定
  トップクォークの質量が 3 GeV/c^2 の精度で測定される．また，トップクォーク対生成の生成断面積，単一生成，小林・益川行列要素 $|V_{tb}|$ などの精密な測定がなされる．さらに，トップクォークの荷電ヒッグス粒子 H^+ への崩壊 $t \to H^+ b$ や，新粒子の $t\bar{t}$ 対への崩壊などの新しい物理の探索がなされる．

- 電弱相互作用の物理
  $W^{\pm}$ ボソンの質量が 40 MeV/c^2 の精度で測定される．これを前述のトップクォークの質量の測定と組み合わせることにより，標準模型のヒッグス粒子の質量に対する間接的な情報を得ることができる．その精度は約 30%である．これを図 1 に示す．また，電弱相互作用のゲージボソンの自己結合に関する詳細な研究がなされる．

- B 粒子の物理
  小林・益川行列のユニタリ三角形の決定において重要な二つの測定がなされる．ひとつは，$B^0/\overline{B^0} \to J/\psi K^0_S$ 崩壊における CP 非対称度 $\sin 2\beta$ の測定であり，その精度は 0.04 から 0.08 である．もうひとつはストレンジネスを持つ中性 B 中間子 B^0_s の粒子・反粒子振動の観測であり，振動数 Δm_s が 40 ps^{-1} 以下であるなら 5 標準偏差以上の統計的有意さを持った現象として観測され，その振動数が数%の精度で測定される．これは，辺の長さ $|V_{td}/V_{ts}|$ の決定に寄与する（図 2）．また，角度 γ を，$B^0 \to \pi^+\pi^-$ と $B^0_s \to K^+K^-$ の崩壊を組み合わせることにより，約 10° の精度で決定すると期待される．さらに，$B \to K^{(*)}\ell^+\ell^-$ などの稀崩壊事象の探索・観測がなされる．

- 強い相互作用・量子色力学の研究
  新たな重心系エネルギー 2 TeV において，ジェット，単一光子，$W^{\pm}/Z^0$ ボゾン，ボトムやチャームなどの重いクォークやその反粒子との束縛状態オニウムなどの種々の終状態を用いた広範囲の測定を行い，量子色力学の摂動論的計算の検証が可能となる．

- 新粒子の探索
  ヒッグス粒子，超対称性粒子やその他の新粒子の探索がなされる．標準模型のヒッグス粒子については，2 fb^{-1} のデータを用いて，質量が 120 GeV/c^2 までの領域で探索可能であり，もしその領域に存在しないのであれば 95%の確度で排除される (図 3)．

以上は CDF Run II 実験の最初の 2 年間に期待される成果を述べたものであるが，CDF 実験は LHC 加速器が稼働を始める 2007 年ごろまでは，エネルギー最先端の物理を産み出し続ける予定である．表 1 のフェルミ研究所と CDF 実験の長期計画に示すとおり，CDF 実験は最終的に約 15 fb^{-1} 相当のデータを蓄積する予定である．これは現在までのデータの百倍以上であり，素粒子物理に対し多大な貢献をすると期待される．

1.2 Run I 実験データの物理解析

CDF Run I 実験は 1992 年から 1996 年にかけて行われ，約 100 pb^{-1} のデータを収集した．これまでにトップクォークの発見を含む数多くの結果を産み出してきたが，現在でもそれが継続している．

1.2.1 B 粒子の物理

B 粒子の中性流による輻射崩壊 $B \to K^*\gamma$ の探索を行った．質量再構成の分解能を向上するため，物質との相互作用で電子・陽電子対に変換した光子を用いた．崩壊様式 $B_s^0 \to \phi\,\gamma$ と，規格化に用いた崩壊 $B^+ \to J/\psi K^+$ に対する B 粒子候補事象の質量分布を図 4 に示す．分岐比の上限が 95%の確度で以下に示すように定まった．

$$\begin{aligned} \mathcal{B}(B^0 \to K^{*0}\,\gamma) &< 2.2 \times 10^{-4}, \\ \mathcal{B}(B_s^0 \to \phi\,\gamma) &< 3.3 \times 10^{-4}, \\ \mathcal{B}(\Lambda_b^0 \to \Lambda^0\,\gamma) &< 1.9 \times 10^{-3}. \end{aligned}$$

1.2.2 強い相互作用の研究

超前方に設置された Roman pot 反陽子飛跡検出器で同定された回折散乱によるジェット生成を用いて，Pomeron の構造関数を決定した．Pomeron の運動量のうちジェット生成に関与したパートンが持つ運動量の割合 β の分布を図 5 に示す．

2 粒子検出器の研究・開発

2.1 CDF-II 端冠部用タイル/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用ファイバーから構成されたサンプリング型カロリメータである．CDF-II 検出器では，半径 1.4 m の円筒形ソレノイド磁石に栓をするように設置される一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として少ない不感領域と高速応答

性を実現している．すでに本体の製作は完了し，電子ビームを用いた性能試験の結果，エネルギー分解能，応答の線形性，応答の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．その後 CDF 検出器に設置され，読み出し回路の設置・調整，光電子増倍管の増幅度調整等も終了し，2000 年秋に行われた試運転において正常に動作していることが確認された．現在，本年夏からの本格データ収集にむけて最終調整中である．

2.2 CDF-II 中間部シリコン飛跡検出器（ISL）

CDF-II 検出器には，ビームパイプ上に位置する L00 検出器（1 層）から，SVX-II 検出器（5 層），ISL 検出器（2 層）の合計 8 層のシリコン飛跡検出器が設置された．これらの検出器は、その情報から二次崩壊点を精密に測定し，トップクォークの性質の精密測定や B 粒子の物理を遂行する上で中心的な役割を果たす．特に，ISL はビーム衝突点から離れた位置で荷電粒子の位置を与えるため，シリコンシステムだけでの運動量測定を可能にする．また，前方領域もカバーするので B 粒子同定の領域を約 2 倍に広げることが可能である．

筑波大学グループは ISL 検出器の内側の層，計 456 台の両面読み出しのシリコンセンサーの設計・製作を担当し、暗電流の少ないセンサー製作を完了した．検査をパスしたセンサーはフェルミ研究所に送られ ISL 検出器として組み立てた．最終調整を経て，2000 年 2 月に CDF 検出器に組み込まれた．CDF に組み込む直前の ISL 検出器全体の様子を図 6 に示す．

2.3 CDF-II 飛行時間検出器（TOF）

CDF 飛行時間検出器 TOF は 4 cm 角，2.8 m 長のプラスチック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，ビーム衝突時間からの粒子の飛行時間を測定し，$K^{\pm}$ と $\pi^{\pm}$ 粒子の識別を主な目的とする．中央部飛跡検出器 COT でのエネルギー損失 dE/dx の測定と相補的な役割をはたし，B 粒子の同定に有効となる．光検出器として 1.4 T の高磁場内でもシンチレーション光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，シンチレータの両端に合計 432 本を設置する．

筑波大学グループは光電子増倍管として浜松ホトニクス社の R7761 を選定し，1.4 T の磁場内で目標とする増幅率および時間分解能が実際に達成されているかを試験した． 予備分を含めた 500 本近くの光電子増倍管が製造・検査され，その大部分がフェルミ研究所に送られ CDF 検出器に設置された．設置の様子を図 7 に示す．TOF 検出器はこれまでに本体が完成し，現在読み出し回路の大量生産を行っており，本年夏には本格データ取得が可能となる．

2.4 Run IIb 用高耐放射線性シリコン飛跡検出器の開発

Run II 実験では最終的に 15 fb^{-1} を越えるデータを収集する予定である．設置したシリコン飛跡検出器は，この間、ビーム軸近くのものから放射線損傷によりその性能が劣化するため，交換が必要となってくる．加速器増強のシャットダウンに合わせて 2004 年夏に，ISL を除く現行のシリコンセンサーをすべて高逆バイアス電圧での作動が可能な片面シリコンセンサーに置き換える方式に基づく研究開発を開始した．

研究開発として，軽量で，機械的精度が良く，熱除去能の優れたカーボン繊維を素材とする構造体の設計を行っている．モデル構造体を製造し，機械的変形や精度，冷却能力の測定を行い，FE 解析シミュレーションとの比較を行っている．

2.5　LHC ATLAS 実験用シリコン飛跡検出器 (SCT)

欧州セルン研究所では 2006 年から物理実験を開始するために，現在，LHC 加速器と検出器の建設が精力的に進められている．LHC では，重心系エネルギー 14 TeV の陽子・陽子衝突により主にヒッグス粒子の研究を行う．ヒッグスが存在するならば必ず発見できると考えられている．筑波大学のグループは KEK のグループらと協力して，ATLAS シリコン飛跡検出器 SCT の開発を行っている．

SCT に用いる高放射線耐性のシリコンセンサーの開発研究は終了し，現在，浜松ホトニクスで量産を行っている．それに伴い性能検査を継続している．日本グループの分担はセンサーの製造とともに，センサー 4 枚を 1 組とした位置精度の良いモジュールを最終的に約 600 台製造し，バレル状に設置することである．そのために，2000 年度では以下の研究開発を行った．

- センサーの位置マークを画像処理により読み取り，自動的に位置を修正しながら位置精度の良いモジュールを製作する装置の開発．
- 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の機械的，電気的性能の評価．我々の設計は，他のグループの設計よりもこれらの性能が優れているため，SCT として採択された．
- 製作されたモジュールの機械的，電気的性能の評価と，品質管理のための熱サイクルや熱分布の研究．
- モジュールをバレル状のシリンダーに設置するためのロボットアームの制御プログラムの開発．ロボットアームは 2 台製作し，オックスフォード大学に 1 台輸送し，欧州で製作されるモジュールの設置に用いられる．

これらの研究は 2001 年秋からのモジュール量産につながるものである．また，モジュールの総合性能を評価するために KEK とセルンでビームテストを実施し，VLSI チップへのフィードバックを行った．

図 8 は製作されたモジュールで，4 枚 (2 枚は裏面) のシリコンセンサーとカプトンハイブリッド基板が見られる．

2.6　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ための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 厚鉛を用いた試作機のビームテスト (1 ~ 4 GeV/c の電子・ミュー粒子・π 粒子) を 1998 年に 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/c 領域のビームを用いてテストを行った．

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 (日本側参加機関：筑波大物理，高エネルギー加速器研究機構，広島大理，大阪市

大理，早稲田大理工，岡山大理，近畿大理工，京都教育大理．日本側研究代表：金 信弘）
校費：190,000 千円，旅費：12,000 千円

2. 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 基盤研究 (B)(2) 2 年目継続分 3,500 千円

Year	Lum (10^{32})	Months operation	Int. Lum (year) (fb^{-1})	Int. Lum (tot) (fb^{-1})	Shutdown months	Comments
2001	0.3	9	0.3	0.3	1	Hope to average slightly in exccess of best previous performance.
2002	0.8	10	0.8	1.1	2	Install 132 ns equipment late in year.
2003	1.2	8	1.0	2.0	4	Go to 132 ns. Make recycling work. Achieve 2×10^{32} by end of year.
2004	2.0	11	1.8	3.8	1	Initiate NuMI with 20% luminosity impact.
2005	4.0	8	2.6	6.4	4	Shutdown for Run-IIb SVX (could be 2003 if ready), C0 IR.
2006	5.0	11	4.4	10.8	1	
2007	5.0	10	4.0	14.8	1	
2008						Start BTeV/Kaon programs.

表 1: テバトロンおよび CDF 実験の長期計画 .

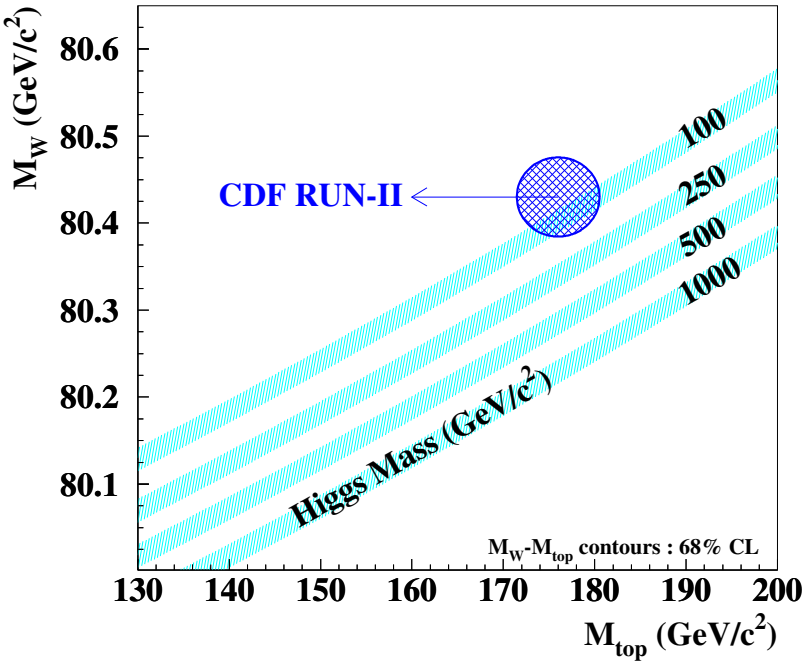

図 1: Run II で期待される $W^{\pm}$ ボゾンとトップクォークの質量の測定精度，およびヒッグス粒子の質量に対する制限．質量の中心値は Run I 実験での値．

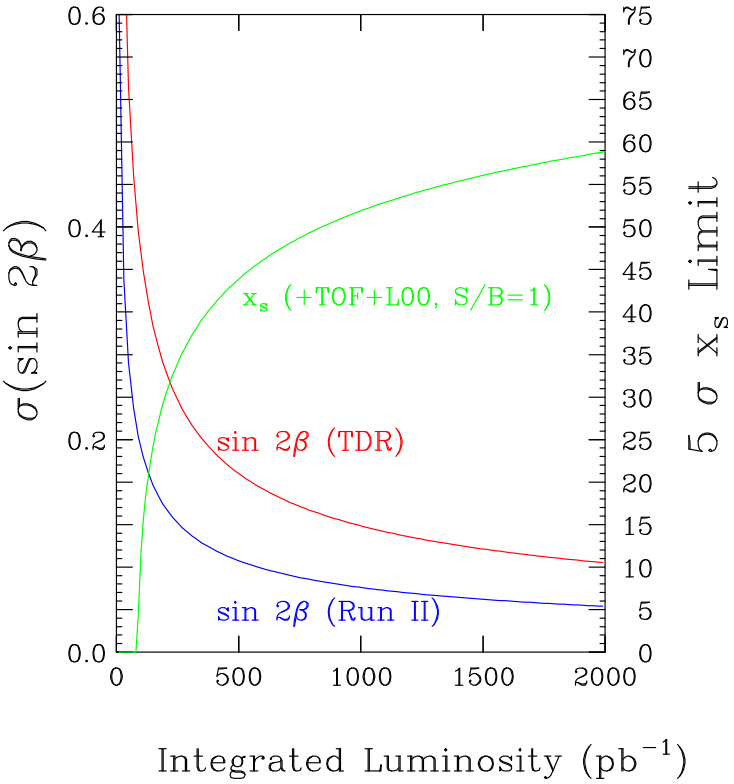

図 2: Run II で期待される $\sin 2\beta$ 測定の精度（縦軸左）と $B_s^0\overline{B}_s^0$ 振動の測定限界（縦軸右）を，蓄積データ量の関数として示したもの．

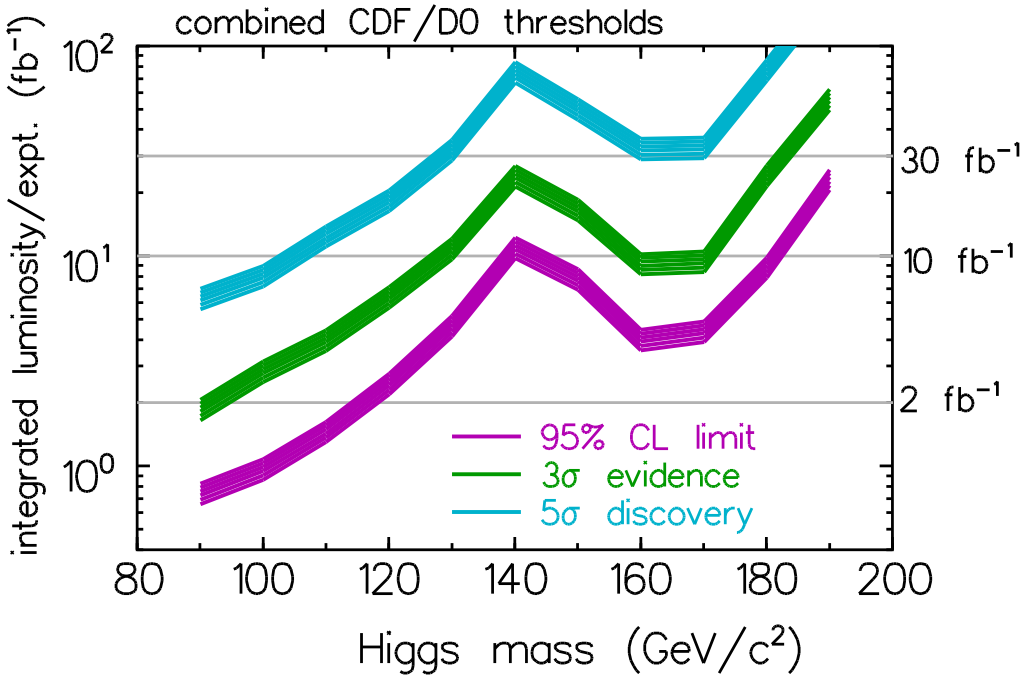

図 3: テバトロンでの標準模型ヒッグス粒子探索に必要なデータ量（積分ルミノシティー）をヒッグス粒子の質量の関数として示したもの．3 本の帯は上からそれぞれ，(a) 5 標準偏差の統計的有意さをもって発見する，(b) 3 標準偏差の有意さで存在の証拠を示す，(c) もし存在しない場合に 95%の確度で排除する，ために必要なデータ量に対応する．

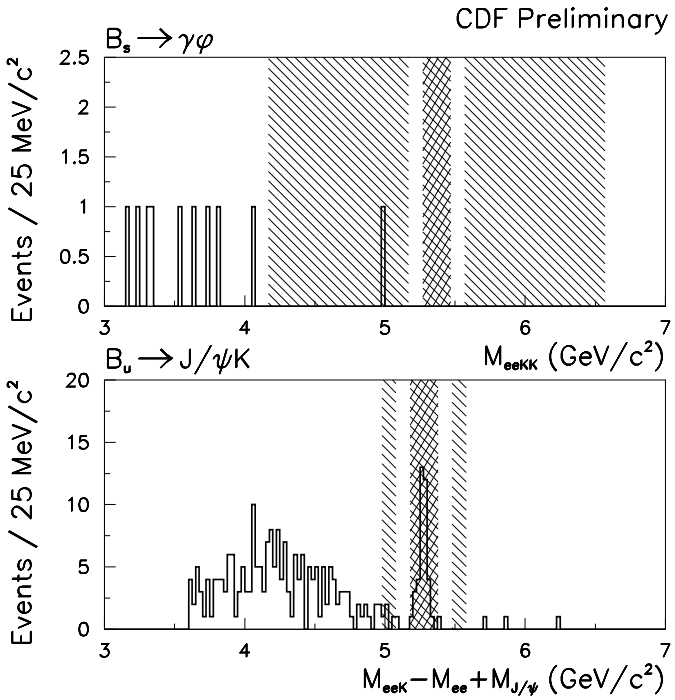

図 4: （上）: $B_s^0 \rightarrow \phi\gamma$ 候補事象の不変質量分布（下）: 規格化に用いた崩壊様式 $B^+ \rightarrow J/\psi K^+$, $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ の信号．

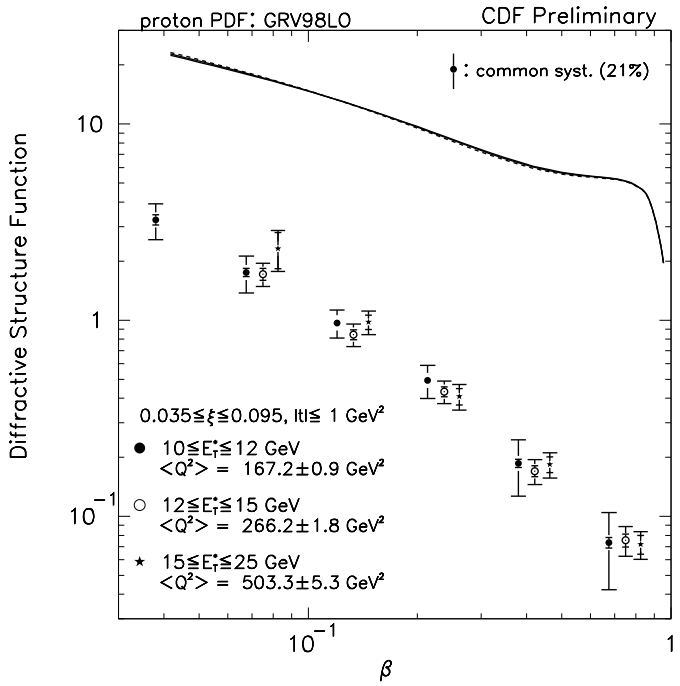

図 5: 回折散乱によるジェット生成事象を用いて求めた反陽子の回折散乱構造関数．

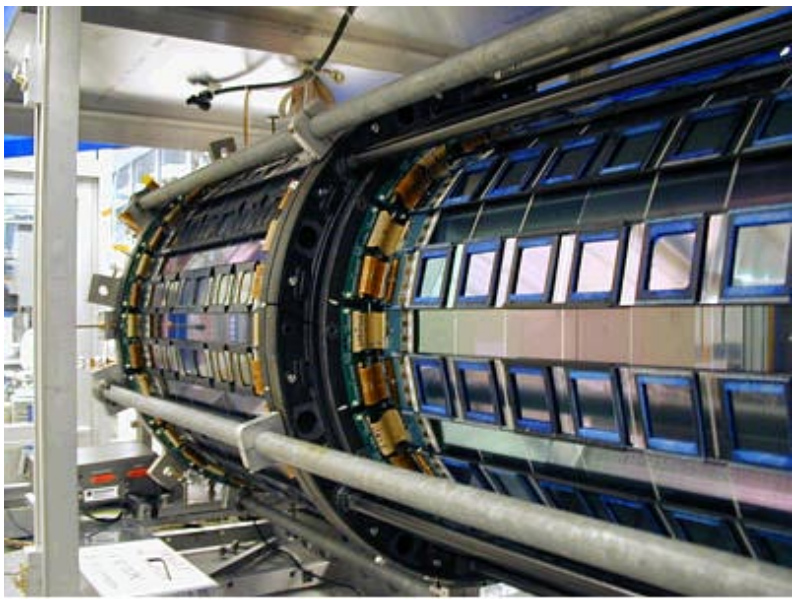

図 6: フェルミ研究所で組み立て中の CDF シリコン飛跡検出器 ISL．

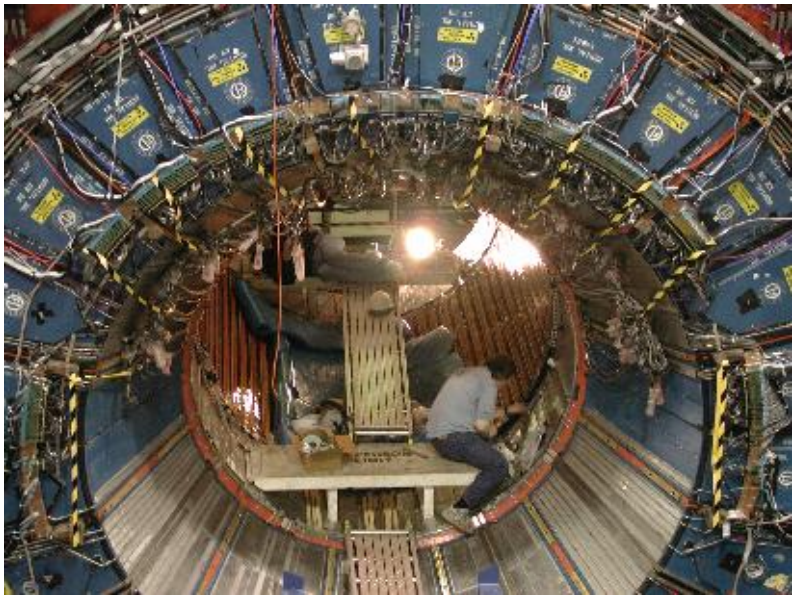

図 7: CDF 検出器のソレノイド磁石の内壁に TOF 検出器を設置している様子．

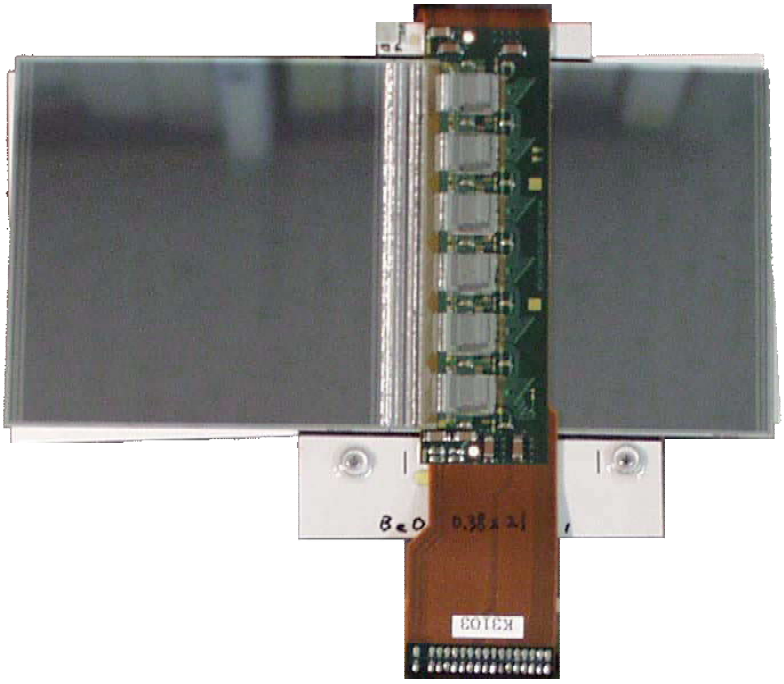

図 8: ATLAS 実験用 SCT シリコン検出器のモジュール．

4 研究発表

4.1 学会誌等への発表論文

1. "Measurement of the Helicity of W Bosons in Top Quark Decays",
   T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **84**, 216 (2000).

2. "Observation of Diffractive b-Quark Production at the Fermilab Tevatron",
   T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **84**, 232 (2000).

3. "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.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **84**, 835 (2000).

4. "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.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **84**, 845 (2000).

5. "Search for Color Singlet Technicolor Particles in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
   T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **84**, 1110 (2000).

6. "Measurement of b-Quark Fragmentation Fractions in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
   T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **84**, 1663 (2000).

7. "Production of $\Upsilon(1S)$ Mesons from χ_b Decays in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
   T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **84**, 2094 (2000).

8. "Diffractive Dijets with a Leading Antiproton in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1800$ GeV",
   T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **84**, 5043 (2000).

9. "Search for Scalar Top Quark Production in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
   T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **84**, 5273 (2000).

10. "Search for Scalar Top and Scalar Bottom Quarks in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
    T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **84**, 5704 (2000).

11. "Search for a W' Boson via the Decay Mode $W' \to \mu\nu_\mu$ in 1.8 TeV $p\bar{p}$ Collisions",
    F. Abe *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **84**, 5716 (2000).

12. "Limits on Light Gravitino Production and New Processes with Large Missing Transverse Energy in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
    T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **85**, 1378 (2000).

13. "Search for Second and Third Generation Leptoquarks Including Production via Technicolor Interactions in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
    T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **85**, 2056 (2000).

14. "Search for New Particles Decaying to $t\bar{t}$ in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
    T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **85**, 2062 (2000).

15. "Measurement of J/ψ and $\psi(2S)$ Polarization in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
    T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **85**, 2886 (2000).

16. "Direct Measurement of the W Boson Width in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",

T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **85**, 3347 (2000).

17. "Dijet Production by Double Pomeron Exchange at the Fermilab Tevatron",
T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **85**, 4215 (2000).

18. "Measurement of the Decay Amplitude of $B^0 \to J/\psi K^{*0}$ and $B_s^0 \to J/\psi\phi$ Decays",
T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **85**, 4668 (2000).

19. "Measurement of $b\bar{b}$ Rapidity Correlations in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
F. Abe *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. D **61**, 032001 (2000).

20. "Measurement of sin 2β from $B \to J/\psi K_S^0$ with the CDF Detector",
T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. D **61**, 072005 (2000).

21. "Measurement of the Differential Dijet Mass Cross Section in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. D **61**, 091101(R) (2000).

22. "Search for the Charged Higgs Boson in the Decays of Top Quark Pairs in the $e\tau$ and $\mu\tau$ Channels at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. D **62**, 012004 (2000).

23. "Measurement of the Top Quark Mass with the Collider Detector at Fermilab",
T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. D **63**, 032003 (2001).

24. "Measurement of $d\sigma/dy$ for High Mass Drell-Yan e^+e^- Pairs from $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
Affolder *et al.*, CDF Collaboration, Phys. Rev. D **63**, 011101(R) (2001).

25. "Measurement of the Top Quark p_T Distribution",
T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-00/101-E. Submitted to Phys. Rev. Lett. May 12, 2000.

26. "Measurement of the W Boson Mass with the Collider Detector at Fermilab",
T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-00/158-E. Submitted to Phys. Rev. D July 26, 2000.

27. "Tests of Enhanced Leading Order QCD in W Boson plus Jets Events from 1.8 TeV $p\bar{p}$ Collisions",
T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-00/196-E. Submitted to Phys. Rev. D. August 2000.

28. "Search for Neutral Supersymmetric Higgs Bosons in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-00/238-E. Submitted to Phys. Rev. Lett. October 9, 2000.

29. "Production of χ_{c1} and χ_{c2} in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-00/287-E. Submitted to Phys. Rev. Lett. October 30, 2000.

30. "Search for the Supersymmetric Partner of the Top-Quark in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-00/288-E. Submitted to Phys. Rev. D Rapid Communications October 30, 2000.

31. “First Measurement of the Ratio $B(t \to Wb)/B(t \to Wq)$ and Associated Limit on the CKM Element $|V_{tb}|$”,
T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-00/340-E. Submitted to Phys. Rev. Lett. December 11, 2000.

32. “Measurement of the Two-Jet Differential Cross Section in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1800$ GeV”,
T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-00/311-E. Submitted to Phys. Rev. D November 30, 2000.

33. “Measurement of the Inclusive Jet Cross Section in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV”,
T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-01/008-E. Submitted to Phys. Rev. D January 2001.

34. “Measurement of the $t\bar{t}$ Production Cross Section in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV”,
T. Affolder *et al.*, CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-01/007-E. Submitted to Phys. Rev. D January 18, 2001.

35. “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).

36. “Cosmic-ray Tests for Quality Control of the CDF Plug Upgrade EM Calorimeter and the CDF Plug Preshower Detector”,
T. Asakawa, K. Hara, S. H. Kim, K. Kondo, Y. Seiya, K. Takikawa *et al.*, Nucl. Instrum. Methods A **452**, 67 (2000).

37. “Intermediate Silicon Layers Detectors for the CDF Experiment”,
T. Affolder, K. Hara, M. Shimojima, K. Takikawa *et al.*, Nucl. Instrum. Methods A **453**, 84 (2000).

38. “New CDF End-plug Calorimeter”,
R. Oishi, Nucl. Instrum. Methods A **453**, 227 (2000).

4.2 学会・研究会での講演（国内）

1. 中田 方斎：Measurement of the Diffractive Structure Function in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV,
日本物理学会（2000 年 9 月 22 日），新潟大学.

2. 青木 雅人：CDF 実験高ルミノシティー用新シリコン飛跡検出器の開発研究 I，
日本物理学会（2000 年 9 月 22 日），新潟大学.

3. 原 和彦：ATLAS 実験 SCT 測定器用シリコンマイクロストリップセンサーの初期量産評価，
日本物理学会（2000 年 9 月 22 日），新潟大学.

4. 秋元 崇：結晶方位の異なる放射線損傷を受けた ATLAS SCT 測定器用シリコンマイクロストリップセンサーのノイズ測定，
日本物理学会（2000 年 9 月 22 日），新潟大学.

5. 風間 哲史：CDF II 実験 TOF 測定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 III,

日本物理学会（2000 年 9 月 23 日）, 新潟大学.

6. 受川 史彦：CDF における B の物理（シンポジウム講演：主題 B の物理，CP の破れを中心として）,
日本物理学会（2000 年 9 月 24 日），新潟大学．

7. 中田 有一：JLC カロリメータービームテスト結果; シャワーの奥行き方向の揺らぎ,
日本物理学会（2000 年 9 月 25 日）, 新潟大学.

8. 金 信弘：CDF 実験でのトップクォークと B_c 中間子の発見,
KOSEA シンポジウム（2000 年 9 月 30 日）, 東京.

9. 受川 史彦：Physics of Proton-Antiproton Collisions at Tevatron CDF,
理研冬の学校 “Riken School on Quarks, Hadrons and Nuclei — QCD Hard Processes and the Nucleon Spin — ”（2000 年 12 月 1–5 日）, 越後湯沢．

10. 金 信弘：CDF 実験での質量起源の研究,
物理学セミナー（2001 年 1 月 10 日）, 東京工業大学.

11. 金 信弘：CDF 実験の現状と質量起源の研究,
コライダー研究会（2001 年 2 月 10 日）, 東京大学.

12. 下島 真：CDF Run II DAQ and DH Commisioning，
第 7 回東大素粒子物理国際研究センターシンポジウム（2001 年 2 月 18-21 日），長野県白馬村．

13. 松永 浩之：CDF Run II 用 Consumer-Server/Logger システムの開発，
日本物理学会（2001 年 3 月 27 日），中央大学．

14. 秋元 崇：アトラスシリコン検出器モジュールの電気的な性能評価，
日本物理学会（2001 年 3 月 27 日），中央大学．

15. 小林 博和：アトラスシリコン検出器モジュールのメカニカル精度と熱変形，
日本物理学会（2001 年 3 月 27 日），中央大学．

16. 脇谷 康正：CDF Run-IIb Silicon Vertex Detector Proposal，
日本物理学会（2001 年 3 月 27 日），中央大学．

17. 石澤 善雄：JLC カロリメータの横分割の最適化 −2 ジェット質量分解能の観点から−，
日本物理学会（2001 年 3 月 27 日），中央大学．

18. 原 和彦：CDF 実験の成果と将来の展望（シンポジウム講演：主題 LEP の成果と今後のエネルギーフロンティア），
日本物理学会（2001 年 3 月 28 日），中央大学．

19. 津野 総司：CDF 実験における $4b$ final state generator の開発，
日本物理学会（2001 年 3 月 29 日），中央大学．

4.3 国際会議での講演

1. T. Akimoto, S. Arai, K. Hara, M. Shimojima *et al.*, “Characteristics of Irradiated Silicon Microstrip Detectors with $\langle 100 \rangle$ and $\langle 111 \rangle$ Substrates”,
4th International Symposium on Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors, Hiroshima, Japan, March 22 – 25, 2000.

2. M. Tanaka, “CDF: Run II Physics Projections”,
Beauty 2000 : 7th International Conference on B-Physics at Hadron Machines, Sea of Galilee, Kibbutz Maagan, Israel, September 13–18, 2000.

4.4 国際会議報告書

1. S. Kim, “Top Quark Physics at the Tevatron”,
Proceedings of the Worldwide Study on Physics and Experiments with Future Linear e^+e^- Colliders, Sitges (Barcelona), Spain, April 28 – May 5, 1999, edited by E. Fernándes and A. Pacheco (Universitat Autònoma de Barcelona, Servei de Publicacions, Bellaterra, 2000), pp. 238 - 243.

2. M. Shimojima *et al.*, “Consumer-Server/Logger System for the CDF Experiment”,
Proceedings of the 11th IEEE Nuclear Particle and Plasma Science Real Time Conference, Santa Fe, New Mexico, USA, June 14 – 18, 1999, edited by R. D. Machen (IEEE, Piscataway, 2000), pp. 236 – 239.

3. M. Shimojima, T. Arisawa, K. Ikado *et al.*, “Online Monitoring in the Upcoming Fermilab Tevatron Run II”,
Proceedings of the 11th IEEE Nuclear Particle and Plasma Science Real Time Conference, Santa Fe, New Mexico, USA, June 14 – 18, 1999, edited by R. D. Machen (IEEE, Piscataway, 2000), pp. 240 - 243.

4. M. Shimojima, “Intermediate Silicon Layers Detector for the CDF experiment”,
Proceedings of the 7th International Conference on Instrumentation for Colliding Beam Physics, Hamamatsu, November 15 – 19 , 1999, edited by F. Takasaki and T. Sumiyoshi (Elsevier Science, The Netherlands, 2000), pp. 84 - 88.

5. R. Oishi, “New CDF End-plug Calorimeter”,
Proceedings of the 7th International Conference on Instrumentation for Colliding Beam Physics, Hamamatsu, November 15 – 19 , 1999, edited by F. Takasaki and T. Sumiyoshi (Elsevier Science, The Netherlands, 2000), pp. 227 - 229.

6. F. Ukegawa, “Spectroscopy and Lifetimes of Bottom and Charm Hadrons”,
Proceedings of the Third International Conference on B Physics and CP Violation, Taipei, Taiwan, December 3 – 7, 1999, edited by H.-Y. Cheng and W.-S. Hou (World Scientific, Singapore, 2000), pp. 164 - 174.

4.5 学位論文

4.5.1 博士論文

1. **田中 雅士**：Search for Radiative B-Hadron Decays with the Collider Detecotor at Fermilab
（CDF 検出器を用いた B ハドロンの輻射崩壊事象の探索），
University of Tsukuba，January 2001.

2. **中田 方斎**：Measurement of the Diffractive Structure Function of the Antiproton in 1.8-TeV Proton-Antiproton Collisions
（重心系エネルギー 1.8TeV の陽子反陽子衝突における反陽子の回折散乱構造関数の測定），
University of Tsukuba，January 2001.

4.5.2　修士論文

1. 荒井 信一郎：ATLAS SCT 用シリコンマイクロストリップ型センサーのノイズ測定とビームテストによる性能評価，
   筑波大学物理学研究科，2001 年 2 月．

2. 魚住 聖：Measurement of Performance of Compensating Lead/Plastic-Scintillator Tile/Fiber Calorimeter,
   筑波大学物理学研究科，2001 年 2 月．

3. 小林 博和：ATLAS シリコン飛跡検出器用モジュール設置ロボット開発，
   筑波大学物理学研究科，2001 年 2 月．

4. 風間 哲史：CDF 実験用粒子飛行時間測定器に用いる光電子増倍管の特性研究，
   筑波大学理工学研究科，2001 年 2 月．

5. 鈴木 宏貴：CDF-ISL 用シリコン飛跡検出器の設計と製作，
   筑波大学理工学研究科，2001 年 2 月．

4.6　受賞

1. 金 信弘：2000 年大韓民国学術院賞「B_c 中間子の発見」