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
準　研	松永 浩之
学振 PD	武内 勇司
大学院生	23 名
学群 4 年生	5 名

素粒子実験グループは CDF，ATLAS，および JLC 実験に参加しており，本年度もそれぞれ活発な研究活動が行なわれた．

【1】　陽子・反陽子衝突実験 CDF

CDF は，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・反陽子衝突実験で，日本をはじめアジア，北米，欧州からなる計 11ヶ国の国際協力により行なわれている．CDF では，物理実験 Run I の終了後，現在 Run IIa 実験が進行中であり，本節では，Run IIa の現状，そこで期待される成果について報告する．また，継続中の Run I 実験のデータの解析についても述べる．

また 2005 年からはテバトロン加速器のビーム輝度が更に増強され，新たに Run IIb 実験が予定されている．これに向けた新しい検出器開発も同時進行で行なわれており，筑波大学グループでもいくつかのプロジェクトに参加している．

（1）　Run IIa 実験の現状

1996 年に前回の物理実験 Run I の終了後，テバトロン加速器は，大幅なビーム輝度増強が行なわた．これに伴い CDF も，検出器の改良を行なってきたが，新しい検出器の建設を終え，2000 年のエンジニアリングランを経て，2001 年 6 月より本格的に物理データの収集 Run IIa を開始した．このランは，2004 年末まで続けられる予定で，その間約 2 fb^{-1} 相当の衝突事象のデータ収集が見込まれている．筑波大学グループでは，本年度は Run II 用検出器においてシリコン飛跡検出器，端冠部カロリメータ，飛行時間検出器，およびデータ収集システムの調整・運転を行なってきた．

Run IIa が開始されてから現在までのビーム輝度（ルミノシティ）を図 1 に示す．Run IIa では最終的にビーム輝度は 2×10^{32} cm^{-2} s^{-1} を目指す．現在までに収集されたデータを用いての物理解析もすでに始められており，その一例を図 2 に示す．図 2（左）は，Run IIa で観測された $Z^0 \to e^+e^-$ 事象の候補例である．また図 2（右）に，データから得られた $Z^0 \to e^+e^-$ の不変質量分布を示す．

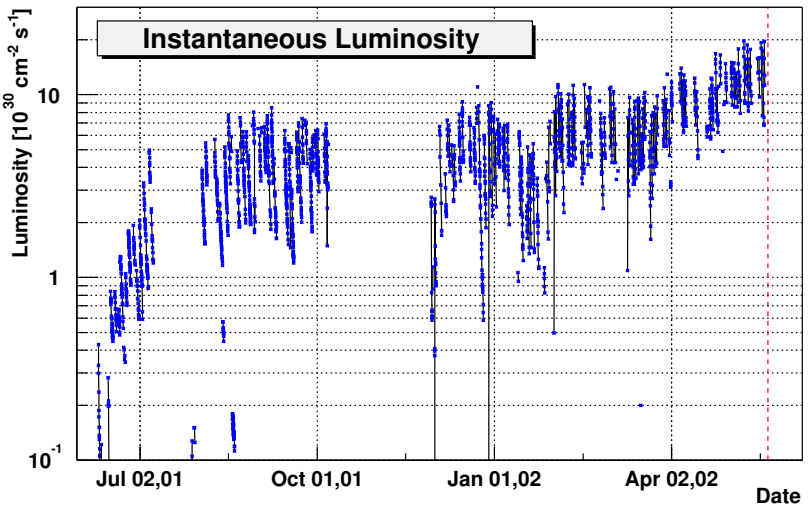

図 1: 物理データ収集時のビーム輝度 (10^{30} cm^{-2} s^{-1}) を時間の関数としてプロットしたもの．

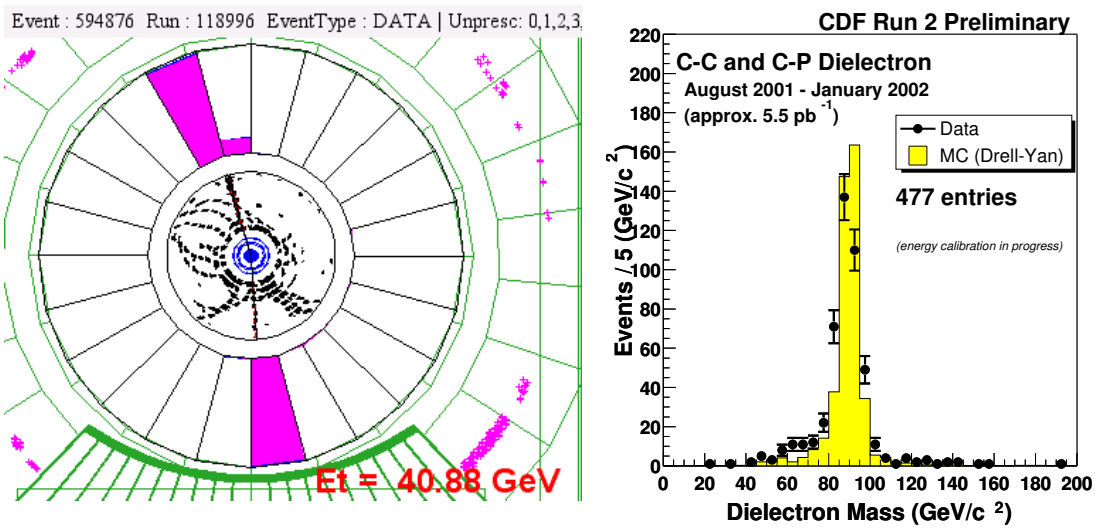

図 2: (左): Run IIa で観測された $Z^0 \to e^+e^-$ の事象の候補．内側にドリフトチェンバーによって再構成された荷電粒子の飛跡が示されている．外側はカロリメータで検出されたエネルギーの大きさを表している (右): $Z^0 \to e^+e^-$ の不変質量分布．点はデータを表し，ヒストグラムは、シミュレーション予想を表す．

（２） Run IIa 実験で期待される成果

前述のように CDF 実験では，Run IIa において，2004 年末までに 2 fb^{-1} の積算ルミノシティに相当するデータを収集する．これは，CDF 実験がこれまでに Run I 実験において蓄積してきたデータのほぼ 20 倍に相当する．また，テバトロン加速器のエネルギーは重心系エネルギーで 1.8 TeV から 2 TeV に増強され，検出器も改良され検出効率も向上した．このため，積算ルミノシティあたりの事象の観測数の増加も期待できる．以下には，Run IIa で期待される物理結果について主なものを示す．

a）　トップクォークの物理

トップクォーク対生成事象は 2 fb^{-1} に対して約 1000 個の観測が期待できる．これらのサンプルにより，トップクォークの質量の 3 GeV/c^2 の精度での測定が可能となる．また，トップクォーク対生成断面積測定による 量子色力学 (QCD) の検証，トップクォークの単一生成断面積測定による $|V_{tb}|$ の直接的かつ精密な測定もなされる．トップクォークからの崩壊の際にできる $W^{\pm}$ ボゾンの偏極度測定による標準模型の検証なども行なわれる．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期待される．

b）　電弱相互作用の物理

$W^{\pm}$ ボソンの質量が 40 MeV/c^2 の精度で測定が可能である．また，崩壊幅も 30 MeV/c^2 の精度で測定される．特に W ボソンの質量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を仮定した場合の質量を約 30 %の精度で間接的に測定することができる．これを図 3 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行なわれ，標準模型の検証やそれを越える物理の探索がなされる．

c）　B 粒子の物理

小林・益川行列のユニタリ三角形 (図 4) 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，図 4 の三角形の辺の長さ AB に対して制限を与える．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．

d）　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，ジェットの生成断面積，ジェット対の不変質量分布，単一光子生成，$W^{\pm}/Z^0$ ボゾン生成，ボトムやチャームなどの重いクォークの生成，重いクォークとその反粒子の束縛状態オニウムの生成などの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．また強い相互作用の結合定数 α_s やパートン分布関数のより高い精度での決定も CDF Run II の重要な目標である．

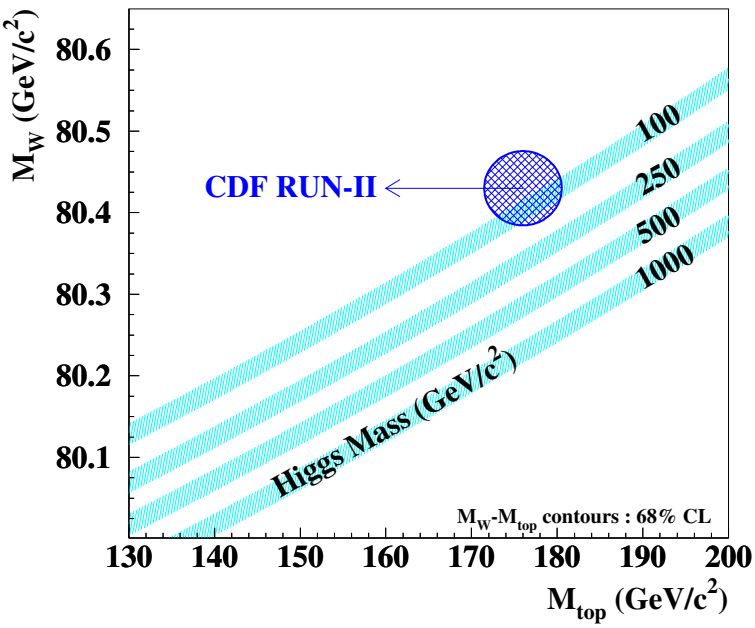

図 3: Run IIa で期待される $W^{\pm}$ ボゾンとトップクォークの質量の測定精度，およびヒッグス粒子の質量に対する制限．質量の中心値は Run I 実験での値．

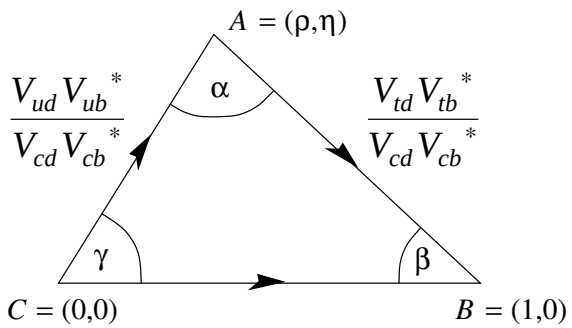

図 4: 小林・益川行列のユニタリ三角形．

e) 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 5) .

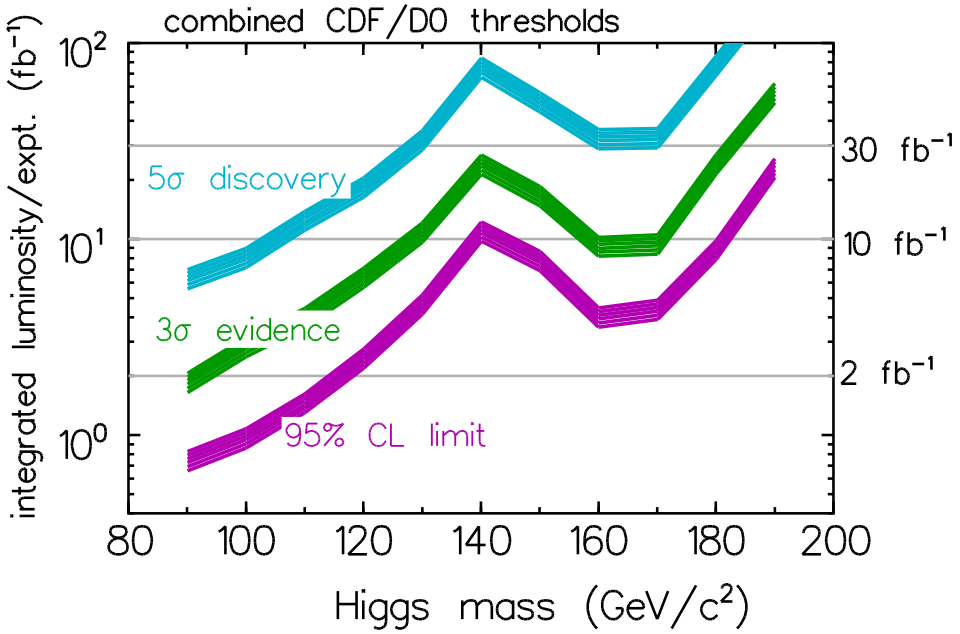

図 5: テバトロンでの標準模型ヒッグス粒子探索に必要なデータ量 (積算ルミノシティー) をヒッグス粒子の質量の関数として示したもの．3 本の帯は上からそれぞれ (a) 5 標準偏差の統計的有意さをもって発見する (b) 3 標準偏差の有意さで存在の証拠を示す (c) もし存在しない場合に 95%の確度で排除する，ために必要なデータ量に対応する．

以上は CDF Run IIa 実験において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唯一の実験である．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．

(3) 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，これまでにトップクォークの発見を含む数多くの成果を産み出してきた．

a) 電弱相互作用の物理

$W^{\pm}$ ボソン対生成の生成断面積の測定を現在行なっている．この測定は，$W^{\pm}$ ボソンが両方ともレプトンに崩壊するチャネル($W^+W^- \to l\nu l\nu$)では行なわれていたが，今回の解析では，より分岐比の大きな片方の W ボソンが二つのジェットに崩壊するチャネル($W^+W^- \to l\nu qq$)

を用いた．またバックグラウンドを除去するためにジェットの起源がクォークかどうかを判断する新しい手法を開発した．

（4） Run IIb 用検出器の研究・開発

a） SVX IIb 用シリコン飛跡検出器の開発

CDF 実験の Run IIb では，前節で述べたように Run IIa と合わせて最終的に 15 fb^{-1} を越えるデータを収集する予定である．現在 Run IIa で使用されているシリコン飛跡検出器のうち，ビーム軸の近くのいくつかの層については，放射線による損傷でその性能が劣化するため，2005 年の一月に予定されている加速器増強のためのシャットダウンに合わせて外側の層を除く現行のシリコン飛跡検出器を，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を用いた新しい検出器に交換する．

新しいシリコン飛跡検出器 SVX IIb は，約 200 個のステイブ (図 6) と呼ばれるモジュールから構成されている．筑波大学グループは，この片面読み出しのセンサーの電気的特性やステイブについての機械的特性，および熱分布や冷却能力の測定，シミュレーションとの比較を行ない，Run IIb で必要とされる性能を十分満たすという結論を得た．また，シミュレーションにより，現在の Run IIa 用の飛跡検出器と比較しても，新しいシリコン飛跡検出器における荷電粒子トラックの衝突パラメータ分解能等の性能に劣化がないことを証明した．

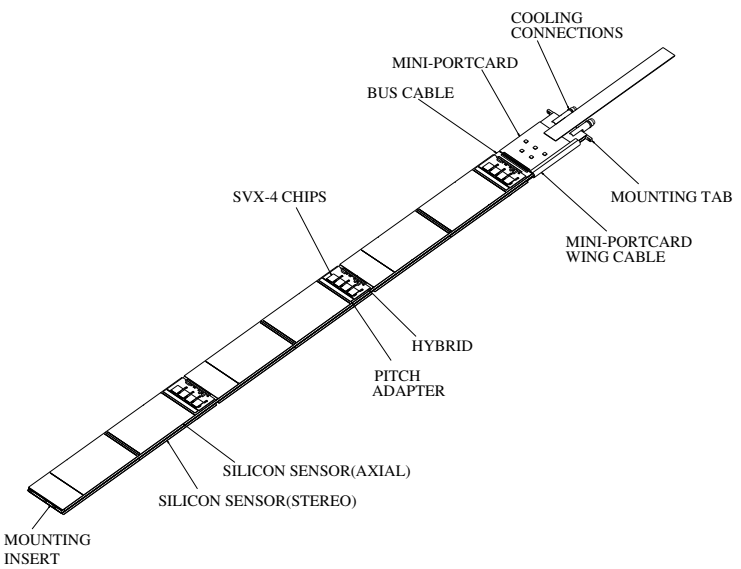

図 6: SVX IIb 用ステイブの模式図．ステイブは，片面シリコンセンサーを両側から張り合わせた構造になっており，12 枚のセンサーから構成されている．

【2】 LHC ATLAS 実験

欧州セルン研究所では 2007 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やトップクォークの精密測定を行う．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．筑波大学は，この LHC の実験のひとつである ATLAS 実験のための検出器開発に参加している．また同時に，ATLAS 実験で可能な物理の研究をシミュレーションを用いて行なっている．

（１） LHC ATLAS 実験用シリコン飛跡検出器（SCT）

筑波大学グループは KEK のグループらと協力して，ATLAS 用シリコン飛跡検出器 SCT の開発を行なっている．検出器のバレル部分は，2000 個以上の SCT モジュールから構成されている．日本グループはこのうち 700 個のモジュールの供給を担当しており，2002 年の 2 月からは，モジュールの量産を開始した．我々のグループは，これらのモジュールの検査を中心に行なっており，2001 年度では以下のような成果をあげた．

- SCT モジュール量産に向け，組み立ての際に最も高い位置精度が要求されるシリコンセンサーの位置決めの自動化を目指した．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しシリコンセンサーを 1.5 ミクロン以下の精度で組み立てることができるシステムを開発した．
- 量産モジュールの品質管理のための機械的・電気的性能の評価，および熱サイクルや熱分布の評価方法の確立した．
- 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製作，調整，および運用テストを行なった．

以上のように筑波大学グループは，SCT モジュールの量産過程，品質管理方法などを確立し，ATLAS グループ内でのモジュール量産の開始の承認を得ることに大きく貢献した．

図 7（左）は製作された SCT 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．図 7（右）は，カプトンハイブリッド基板を読み出し用の回路に接続して VLSI チップの電気的特性の長期安定性のテストを行なうためのセットアップを示している．

【３】 JLC 実験

電子･陽電子衝突型線形加速器 JLC はトップクォークの精密測定や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，第 1 期計画では重心系エネルギーは $250 \sim 500$ GeV，ビーム輝度は 1.5×10^{34} cm^{-2} s^{-1} を目指し，衝突点には JLC 検出器が置かれる．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．

（１） JLC 用補償型ハドロンカロリメータ

筑波大学グループは，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．カロリメータは，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ものを予定している．本年度は，以下のような研究を行なった．

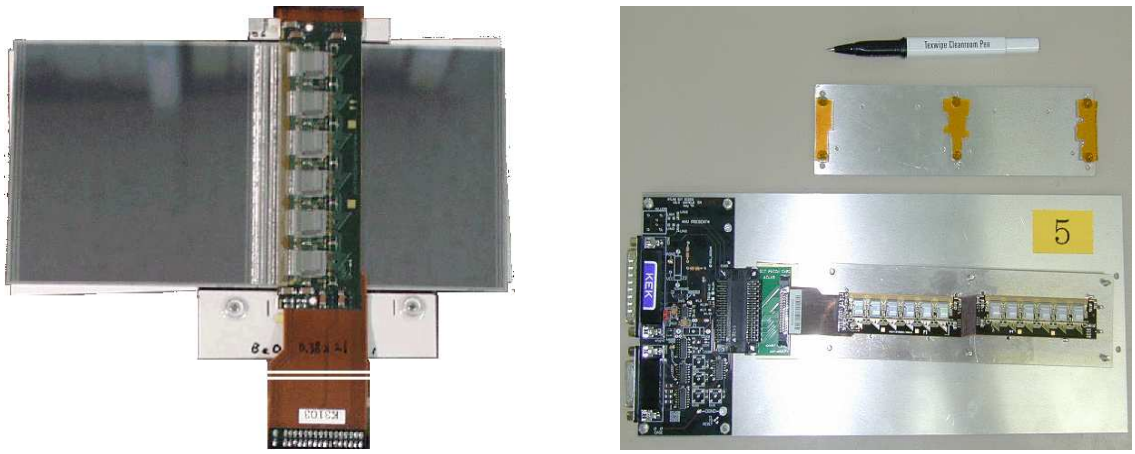

図 7: (左): ATLAS 実験用 SCT シリコン検出器のモジュール (右): ハイブリッド基板のテストを行なうためのセットアップ．

- 奥行き方向に細かいサンプリングを持つカロリメータに対するビームテストのデータを用いてカスケードシャワーの奥行き方向の揺らぎについて研究を行ない，電磁シャワーおよびハドロンシャワーについて実験データをほぼ再現するカロリメータ応答のシミュレーションを作成した．また電磁シャワーとハドロンシャワーの奥行き方向の揺らぎの違いを利用して電子と π^- 中間子の粒子識別を行なう方法を開発し，これが従来の識別方法に比べて，より有効であることが示せた．

- シミュレーションを用い，ジェットのエネルギー測定アルゴリズムの開発研究を行った．ジェットから再構成されるヒッグス粒子やトップクォークの質量分解能を向上させることができる．ジェットの中の荷電粒子に対しては，飛跡検出器の情報も使用することで従来のカロリメータのみの情報を用いていた方式に比べると，例えばジェットを使って求めた W ボゾンの質量分解能が $8.3\ \mathrm{GeV}/c^2$ から $7.4\ \mathrm{GeV}/c^2$ に改善した (図 8) .

2002 年の 11 月には，KEK でビームを用いたタイル/ファイバー型カロリメータの応答のタイル内での位置依存性を測定するビームテストを行なう予定である．

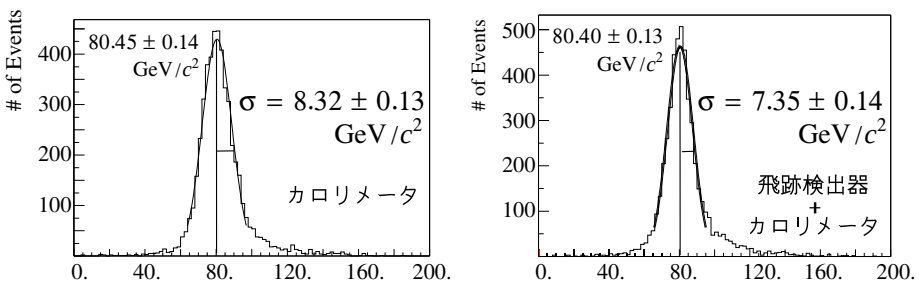

図 8: カロリメータの情報のみを用いた場合 (左) と飛跡検出器とカロリメータの両方の情報を用いた場合 (右) の W ボソンの質量分布

【4】　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：189,000 千円，旅費：13,000 千円

2. 科学研究費補助金「質量起源と超対称性物理の研究計画調整」
   共同研究 (参加研究機関：筑波大物理，東京大理，名古屋大理，東北大理, 高エネルギー加速器研究機構，大阪大理，京都大理，研究代表者： 金 信弘) 科研費 特定領域研究 (A)(1) 8,500 千円

3. 科学研究費補助金「ストレンジネスを持つ中性 B 中間子の崩壊特性の研究」
   共同研究 (研究代表者：受川 史彦) 科研費 基盤研究 (B)(2) 5,400 千円

【5】　研究発表

(1)　学会誌等への発表論文

1. "First Measurement of the Ratio $B(t \to Wb)/B(t \to Wq)$ and Associated Limit on the Cabibbo-Kobayashi-Maskawa Element $|V_{tb}|$",
   T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **86**, 3233 (2001).

2. "Production of χ_{c1} and χ_{c2} in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
   T. Affolder *et al.* , The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **86**, 3963 (2001).

3. "Search for Neutral Supersymmetric Higgs Bosons in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
   T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **86**, 4472 (2001).

4. "Measurement of the Top Quark p_T Distribution",
   T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **87**, 102001 (2001).

5. "Measurement of $d\sigma/dM$ and Forward-Backward Charge Asymmetry for High Mass Drell-Yan e^+e^- Pairs from $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
   T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **87**, 131802 (2001).

6. "Double Diffraction Dissociation at the Fermilab Tevatron Collider",
   T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **87**, 141802 (2001).

7. "Charged-Particle Multiplicity $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
   T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **87**, 211804 (2001).

8. "Search for Quark-Lepton Compositeness and a Heavy W' Boson Using the $e\nu$ Channel in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **87**, 231803 (2001).

9. "Observation of Diffractive J/ψ Production at the Fermilab Tevatron",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **87**, 241802 (2001).

10. "Search for Gluinos and Squarks Using Like-Sign Dileptons in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}$ = 1.8 TeV",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **87**, 251803 (2001).

11. "Search for Gluinos and Scalar Quarks in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV Using the Missing Energy plus Multijets Signature",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **88**, 041801 (2002).

12. "Measurement of the Strong Coupling Constant from Inclusive Jet Production at the Tevatron $p\bar{p}$ Collider",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **88**, 042001 (2002).

13. "Study of $B^0 \to J/\psi K^{(*)0}\pi^+\pi^-$ Decays with the Collider Detector at Fermilab",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **88**, 071801 (2002).

14. "Search for New Heavy Particles in the WZ^0 Final State in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}$ = 1.8 TeV",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **88**, 071806 (2002).

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

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

17. "Tests of Enhanced Leading Order QCD in W Boson plus Jets Events from 1.8 TeV $p\bar{p}$ Collisions",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **63**, 072003 (2001).

18. "Search for the Supersymmetric Partner of the Top Quark in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}$ = 1.8 TeV",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D**63**, 091101(R) (2001).

19. "Measurement of the Two-Jet Differential Cross Section in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}$ = 1800 GeV",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **64**, 012001 (2001), Phys. Rev. D **65**, 039902(E) (2002).

20. "Measurement of the Inclusive Jet Cross Section in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **64**, 032001 (2001), Phys. Rev. D **65**, 039903(E) (2002).

21. "Measurement of the $t\bar{t}$ Production Cross Section in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **64**, 032002 (2001).

22. "Measurement of the W Boson Mass with the Collider Detector at Fermilab",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **64**, 052001 (2001).

23. "Observation of Orbitally Excited B Mesons in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **64**, 072002 (2001).

24. "Search for Narrow Diphoton Resonances and for $\gamma\gamma + W/Z$ Signatures in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **64**, 092002 (2001).

25. "Cross Section and Heavy Quark Composition of $\gamma + \mu$ Events Produced in $p\bar{p}$ Collisions",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **65**, 012003 (2002).

26. "Measurement of the B^+ Total Cross Section and B^+ Differential Cross Section $d\sigma/dp_T$ in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **65**, 052005 (2002).

27. "Study of the Heavy Flavor Content of Jets Produced in Association with W Bosons in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **65**, 052007 (2002).

28. "Double Diffraction Dissociation at the Fermilab Tevatron Collider",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-01/063-E. Submitted to Phys. Rev. Lett. April 23, 2001.

29. "Searches for New Physics in Events with a Photon and b-quark Jet at CDF",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-01/097-E. Submitted to Phys. Rev. D June 2, 2001.

30. "Charged Jet Evolution and the Underlying Event in Proton-Antiproton Collisions at 1.8 TeV",
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-01/211-E. Submitted to Phys. Rev. D July 6, 2001.

31. "Search for the Decay $B_S \to \mu^+\mu^-\phi$ in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-01/293-E. Submitted to Phys. Rev. Lett. September 27, 2001.

32. "Search for New Physics in Photon-Lepton Events in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-01/298-E. Submitted to Phys. Rev. D October 4, 2001.

33. "Diffractive Dijet Production at $\sqrt{s} = 630$ and 1800 GeV at the Fermilab Tevatron",
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-01/299-E. Submitted to Phys. Rev. Lett. September 17, 2001.

34. "Search for Single-Top-Quark Production in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-01/318-E. Submitted to Phys. Rev. Lett. October 12, 2001.

35. "Soft and Hard Interactions in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1800$ and 630 GeV",
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-01/345-E. Submitted to Phys. Rev. D October 29, 2001.

36. "Υ Production and Polarization in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV",
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-01/355-E. Submitted to Phys. Rev. Lett. November 13, 2001.

37. "Comparison of the Isolated Direct Photon Cross Sections in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} =$ 1.8 TeV and $\sqrt{s} = 0.63$ TeV",
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-01/390-E. Submitted to Phys. Rev. D December 21, 2001.

38. "A Flexible Front-End Electronics Hybrid for Silicon Microstrip Detectors",
Y. Iwata, T. Ohsugi, R. Takashima, I. Nakano *et al.*, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A **466**, 390 (2001).

39. "The CDF Plug Upgrade Electromagnetic Calorimeter: Test Beam Results",
M. Albrow, S.H. Kim, Y. Seiya *et al.*, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A **480**, 524 (2002).

(2)　学会・研究会での講演 (国内)

1. 石澤 善雄 : JLC カロリメータの横分割の最適化 2 –2 ジェット質量分解能の観点から– ,
   日本物理学会 (2001 年 9 月 23 日) , 沖縄国際大学 .

2. 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 2 ,
   日本物理学会 (2001 年 9 月 23 日) , 沖縄国際大学 .

3. 金 信弘 : CDF 実験の現状と展望 (特別講演) ,
   日本物理学会 (2001 年 9 月 23 日) , 沖縄国際大学 .

4. 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 III ,
   日本物理学会 (2001 年 9 月 25 日) , 沖縄国際大学 .

5. 脇谷 康正 : 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 IV ,
   日本物理学会 (2001 年 9 月 25 日) , 沖縄国際大学 .

6. 加藤 陽一 :(アトラスシリコン I) アトラスシリコン検出器バレルモジュールの組み立て ,
   日本物理学会 (2001 年 9 月 25 日) , 沖縄国際大学 .

7. 新間 秀一 :(アトラスシリコン II) ATLAS Barrel SCT module の位置精度および平面度測定 ,
   日本物理学会 (2001 年 9 月 25 日) , 沖縄国際大学 .

8. 秋元 崇 :(アトラスシリコン III) アトラスシリコン検出器モジュールの量産に向けた電気的性能評価 ,
   日本物理学会 (2001 年 9 月 25 日) , 沖縄国際大学 .

9. 受川 史彦 : CDF 実験での B 粒子の物理 ,
   コライダー物理研究会 (2001 年 9 月 1 日) , 東京大学 .

10. 松永 浩之 : CDF Run2 の現状および展望 (1) ,
    第 8 回東大素粒子物理国際センターシンポジウム (2002 年 2 月 17–20 日) , 長野県白馬村 .

11. 鈴木 隆史 : CDF Run2 の現状および展望 (2) ,
    第 8 回東大素粒子物理国際センターシンポジウム (2002 年 2 月 17–20 日) , 長野県白馬村 .

12. 原 和彦 : CDF Run2 の現状と将来の展望 ,
    コライダー研究会 (2002 年 2 月 25-27 日) , KEK .

13. 受川 史彦 : B Physics at CDF ,
    コライダー研究会 (2002 年 2 月 25-27 日) , KEK .

14. 金子 寛 : 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 IV ,
    日本物理学会 (2002 年 3 月 24 日) , 立命館大学 .

15. 武居 康徳：CDF 実験用高放射線耐性シリコン飛跡検出器の研究，
日本物理学会（2002 年 3 月 24 日），立命館大学．

16. 関口 克巳：JLC 電磁カロリメータ用ストリップ型シンチレータの位置応答一様性の研究，
日本物理学会（2002 年 3 月 25 日），立命館大学．

17. 内田 訓雄：JLC 建設サイト選定のための，地中常微動の計測と解析，
日本物理学会（2002 年 3 月 25 日），立命館大学．

18. 松永 浩之：CDF Run II におけるデータ・ロガの開発，
日本物理学会（2002 年 3 月 26 日），立命館大学．

19. 加藤 陽一：アトラス実験用シリコンストリップ検出器モジュールの量産と機械的性能評価，
日本物理学会（2002 年 3 月 27 日），立命館大学．

20. 秋元 崇：アトラス実験用シリコンマイクロストリップ飛跡検出器の量産モジュールの品質試験のシステムと電気的性能評価，
日本物理学会（2002 年 3 月 27 日），立命館大学．

21. 新間 秀一：LHC 計画アトラス実験における $VV \to H \to bb$ チャンネルによるヒッグス粒子探索，
日本物理学会（2002 年 3 月 27 日），立命館大学．

22. Yoshio Ishizawa, “Simulation studies of JLC Calorimeter performance”,
APPI 2001: 6th Accelerator and Particle Physics Institute, Iwate, Japan, February 20–23, 2001.

23. Takashi Suzuki, “Search for Top Decay to $X^+ + b$ where X^+ is a Charged Scalar Particle Using $W + 4$ Jet Sample at CDF”,
APPI 2002: 7th Accelerator and Particle Physics Institute, Iwate, Japan, February 13–16, 2002.

（3） 国際会議での講演

1. Kazuhiko Hara, “Design of Silicon Microstrip Detector for CDF Run2b Silicon System”,
Workshop for CDF Run2b Silicon, Santa Barbara, USA, August 2001.

2. Hiroyuki Matsunaga, “Calorimeter for JLC Experiment”,
Snowmass 2001 Workshop, Snowmass, Colorado, June 30–July 21, 2001.

（4） 国際会議報告書

1. “Calorimeter for JLC Experiment”, Hiroyuki Matsunaga (JLC Calorimeter Group), Snowmass 2001 proceedings, E326.

（５）　学位論文

修士論文

1. 中田 有一：ハドロンシャワーの奥行き方向の揺らぎの研究，
   筑波大学理工学研究科，2002 年 2 月．

2. 脇谷 康正：CDF-SVXIIb 用シリコン検出器の開発研究，
   筑波大学理工学研究科，2002 年 2 月．

3. 青木 雅人：CDF 高放射線耐性シリコン飛跡検出器の基礎特性，
   筑波大学数理物質科学研究科，2002 年 2 月．

4. 秋元 崇：アトラスバレル SCT 用量産モジュールの品質保証のシステム，
   筑波大学数理物質科学研究科，2002 年 2 月．

5. 石澤 善雄：JLC 実験におけるジェットエネルギー測定アルゴリズムの研究，
   筑波大学数理物質科学研究科，2002 年 2 月．