

(別紙様式1)

領域略称名：質量起源

領域番号：414

平成15年度科学研究費補助金
特定領域研究に係る研究経過等の報告書
「質量起源と超対称性物理の研究」

(研究期間 平成13年度～平成17年度)

平成15年9月

領域代表者 筑波大学・物理学系・教授・金 信弘

連絡先電話番号 029-853-4272

目次

1	領域全体の研究目標	1
2	領域内における研究組織と研究班の連携状況	7
3	領域内の研究の進展状況とこれまでの主な研究成果	10
3.1	A01 陽子反陽子衝突実験によるヒッグス粒子の探索	11
3.2	A02 Bファクトリーを用いた質量起源の探求	19
3.3	A03 タウレプトンの物理	26
3.4	A04 Kファクトリーを用いた $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 崩壊の研究	34
3.5	A05 荷電及び中性 K 中間子の稀崩壊の精密測定	38
3.6	A06 ヒッグスセクターと超対称理論ダイナミックスの現象論的研究	46
4	今後の領域の推進方策	53
5	領域を推進するための問題点と対応策	55
6	研究成果公表の状況（主な論文等一覧）	56
6.1	発表論文	57
6.2	国際会議発表	78
6.3	国内での発表	88
6.4	開催研究会	103
6.5	ホームページ	105
6.6	受賞	105

1 領域全体の研究目標

素粒子物理学は、物質の究極の構成要素である素粒子の探究とその反応メカニズムの解明を目指す学問である。二十世紀後半の素粒子物理学は、「標準理論 (The Standard Model)」と呼ばれる素粒子反応の基本理論が加速器実験によって実証されることによって発展してきた。標準理論は、(1) ゲージ普遍性の原理、(2) 電弱相互作用の自発的対称性の破れによる質量の生成、(3) 素粒子 (クォークとレプトン) の三世代の階層構造という三つの柱からなっている。このうち、第一のゲージ原理は、物質の構成要素であるクォークとレプトンというフェルミオン間の相互作用がゲージボゾンと呼ばれるスピン1のボゾンの交換によって起こることを明らかにした。その正しさは、弱い相互作用のゲージボゾン (W^+ , W^- , Z^0) と強い相互作用のゲージボゾン (グルーオン) の加速器実験による発見に代表される数々の実験事実によって実証されている。一方、上記第三、フェルミオンの階層構造 (世代) が、自然界の粒子と反粒子のアンバランスに重要な関わりがあるとする「小林・益川理論」については、文部省高エネルギー加速器研究機構 (KEK) の B ファクトリーでその検証が着々と進んでいる。標準理論について未だ確認が得られていないのは、フェルミオンやボゾンがなぜ質量を持っているのかを説明する自発的対称性の破れの (ヒッグズ機構とも呼ばれる) メカニズムである。「ヒッグス粒子の真空凝縮によってゲージボゾン、クォーク、レプトンに質量が与えられる」という標準理論の質量起源に対する予言は未だ実験室で確認されていない。

質量の起源が、標準理論の言う自発的対称性の破れのメカニズムにあるのか、それともこの理論の枠組みにおさまらない新理論にあるのか、これは今後の素粒子物理学の方向を決める最も重要な課題である。

標準理論においてはクォークやレプトンの質量は実験で決定されるべきパラメータである。標準理論は、これらフェルミオンの質量パラメータとして少なくとも9個、ニュートリノに質量があれば12個のパラメータを持っていることになる。これらのパラメータをアприオリに決定する原理すなわち標準理論よりいっそう基礎的な物理が存在するかどうか、あるとすればその新しい基礎理論の手がかりを得ることが、現代素粒子物理学の急務である。

この新しい物理の可能性として最も注目されかつ期待されている理論が、フェルミオンとボゾンの間の対称性にもとづく超対称性理論である。超対称性理論によるとすべての粒子にはスピン統計性の異なるパートナーがある。スピン1/2のフェルミオンであるクォークやレプトンはスピン0のスカラー粒子と対になっている。この超対称性にもとづく大統一理論、すなわち「素粒子に働く強い力、電磁力、そし

て弱い力の三種類の力が超高エネルギーでは統一されて一つになる」という理論を仮定するとヒッグス粒子と呼ばれる未知の粒子の質量が $150 \text{ GeV}/c^2$ 以下でなければならないことが導かれる。ヒッグス粒子は、質量起源が自発的対称性の破れにあるならば、必ず存在しなくてはならないスカラー粒子である。標準理論だけでは、ヒッグス粒子の質量について、何の制限も与えることはできないが、超対称性理論と組み合わせると、その質量に制限を加えることができるのである。このヒッグス粒子を発見できれば、質量起源が自発的対称性の破れにあることを証明することになる。さらに、その質量が $150 \text{ GeV}/c^2$ 程度であれば、標準理論の先にあるより基礎的な理論が超対称性理論である可能性がきわめて高くなる。本領域研究期間中、このヒッグス粒子を直接探査できる加速器は、フェルミ国立研究所 (FNAL) のテバトロン加速器しかない。本領域計画研究 A1 班の研究者グループは、テバトロンにおいてトップ (t) クォークを発見し、さらに b クォークと c クォークの束縛状態である B_c 中間子を発見するなど、陽子・反陽子衝突実験における新粒子発見に確固たる実績がある。この計画研究によるテバトロンでの実験では、トップクォークと W ボソンの質量を測定することによって、ヒッグス粒子の質量を 30% 程度の誤差で間接的に測定することができる。また $130 \text{ GeV}/c^2$ 以下という比較的軽いヒッグス粒子を発見できる可能性は高い。宇宙を構成する物質の質量は、ダークマターを除いては、ほとんどが陽子・中性子の質量であるが、この質量起源は標準理論の中の強い相互作用を記述する QCD 理論にあるカイラル対称性の破れである。重いクォークから構成されている中間子の質量や生成機構を研究することによって、この質量起源を追求することも重要である。**ヒッグス粒子の探査などによる質量起源の解明が、この領域の第一の研究目標である。**

超対称性理論など標準理論の先にある新しい物理を検知するもう一つの有効な手段は、 K 中間子、 B 中間子およびタウ (τ) レプトン崩壊の精密測定である。これらの粒子の崩壊は、新しい物理の効果に敏感であることが理論的に示されている。KEK の B ファクトリーに代表される「粒子ファクトリー」は、これらの中間子やレプトンを大量に発生することができる。これらの粒子の崩壊現象を精密に測定し、標準理論の予測値と厳密に比較することにより、いままでに検出されていなかった「標準理論からのずれ」を発見することが可能である。特に、 K 中間子および B 中間子における CP 非保存現象は、自発的対称性の破れから生ずる「小林・益川理論」が予言する現象であり、 B 中間子における CP 非保存と K 中間子における CP 非保存の比較は、新しい物理を発見するのに最も有効な手段の一つである。具体的には、 K 中間子ファクトリーを用いて、小林益川行列の中で CP の破れを決める $Im(V_{td})$ と、 $|V_{td}|$ の大きさを、約 5% の精度で測定する。標準理論の予測や B 中間子の結果と異なる値が得られれば、小林・益川理論以外の CP の破れの存在を意味する。さらに、超対称性理論は、タウレプトンの崩壊現象の中にフレーバー量子数を保存しない崩壊

がわずかながら含まれていると予言する。Bファクトリーは B 中間子の工場であると同時にタウレプトンの工場でもあり、タウレプトンの稀な崩壊現象を探すのに最も適した実験環境を提供する。**本領域の第二の研究目標は、ファクトリー加速器を用いた徹底した精密実験によって「標準理論からのずれ」を発見し、新しい物理の手がかりを得ることである。**

現在、ヒッグス粒子の直接探査、標準理論の精密検証そして超対称性物理の探索など質量起源の解明に関する実験のできる加速器施設は、フェルミ国立研究所のテバトロン、KEKのBファクトリーおよび米国スタンフォード大のBファクトリー、そして米国フェルミ国立研究所と同ブルックヘブン国立研究所のKファクトリーにおいて他にはない。我が国の実験素粒子物理学研究者が、素粒子物理さらには基礎物理学全体に多大な貢献ができる、まさに絶好の機会といえる。

本領域の第三の研究目標は、次世代加速器とくに、我が国のハドロン加速器であるJHF加速器、CERN（ヨーロッパ原子核連合）で2007年の完成を目指している超高エネルギー陽子陽子衝突型加速器（LHC）および我が国素粒子物理学会の次期主力計画として検討が進められている電子陽電子線形衝突型加速器（GLC）での物理の理論的研究および測定器の開発研究をそれぞれ理論計画研究と公募研究で勢力的に進めることにある。**本領域において、次世代の素粒子物理学を担う若い研究者が、将来の加速器を使った実験に対し積極的に提案をし、かつその開発研究を行うことを可能にする環境を整える。**

本領域はトップクォークの発見、BファクトリーとKファクトリーにおける小林・益川理論の検証、 B 中間子および K 中間子崩壊の超精密測定など、現代素粒子物理学の骨格をなす研究にたずさわってきた研究者が、その実績に基づいて現代物理学の最も基礎的かつ興味深いテーマ「物質に質量があるのはなぜか、物質の質量を決めている物理法則は何か」を現行の加速器を最大限利用して解明することを目的としている。領域の学術的水準はきわめて高く、国外においても高く評価されている。現在われわれが手にしているトップファクトリー、Bファクトリー、Kファクトリーを総合的に利用し互いに協力して研究を進めて、次なるブレイクスルー (Breakthrough) を引き起こすことを目指す。すでに世界の素粒子物理学をリードしつつある我が国のこの分野が、本領域の研究によって21世紀の物理を切り拓く原動力となることができる。さらに本領域の研究は、素粒子物理学と密接な関係にある宇宙物理学にもおおきな影響を与える。**150億年前に、ビッグバンから始まった宇宙の進化の過程を理解するのに、粒子の質量起源の解明は必須である。**宇宙が、なぜ今の宇宙でありえたのか。フェルミオンの質量パラメータがなぜ現在の数値になっているのか。この問題の答えは、素粒子物理学のさらなる進展なしにはあり得ない。本領域では、この答えを出すべく、素粒子物理学の進展を促進することを目指す。

本特定領域研究は、以下の5つの実験研究項目と1つの理論研究項目を主要な柱

とする。

- 「高エネルギー陽子反陽子衝突によるヒッグス粒子の探索」では、6種類あるクォークのうち最後まで見つからなかったトップクォークは1994年にテバトロン加速器を使ってCDFグループが生成の証拠を発表し、1995年にDゼログループとともに生成の確認をするに至り最終的にその存在は確立された。2007年に予定されているヨーロッパCERN研究所のLHCハドロン加速器が稼働するまではテバトロン加速器が唯一トップクォークを生成できる加速器である。このフェルミオンの中で最も重いトップクォークの生成崩壊を精密測定することによって、ヒッグス粒子の質量に対する知見を得ることができる。かつ、ヒッグス粒子の直接探索については、2000年にヨーロッパCERN研究所のLEP実験が終了した後は、LHCハドロン加速器の稼働まではCDF実験が唯一可能な実験である。本計画研究で計画中の高放射線耐性シリコン飛跡検出器はBハドロン飛程を高精度で測定するのに必要不可欠である。この検出器は特にボトム・クォーク・ジェットの同定を用いたヒッグス粒子の探索にとって重要である。
- 「Bファクトリーを用いた質量起源の探究」では、Bファクトリーに新しいシリコンデバイスを導入して、質量の起源をさぐる。本計画研究の独創的な点の第一、Bファクトリービーム軸からわずか1cmの近傍に設置されるデバイス、擬ピクセル検出器である。このデバイスは超高エネルギー陽子衝突加速器での使用のために開発されたハイブリッド型ピクセルから着想を得、かつ、その欠点である物質量の多さを克服するために考え出されたもので、わずか17mm長のストリップからなる特殊なシリコンストリップである。このデバイスを用いた実験は、他にない。これにより、B中間子の崩壊点を約 $50\mu\text{m}$ の精度で測定することが可能になる。これは、現存の加速器実験において最も精度のよい測定となる。また、トリガー機能付きの大面積シリコン検出器をビーム軸から約8cmのところに設置する。これは、もともとX線検出器用に開発されてきたものを荷電粒子検出に応用したもので、これにより大強度ビームから発生するバックグラウンドに影響されることなくB中間子データの収集が可能になる。Bファクトリーにおけるきわめて多様な実験テーマの中から、現代素粒子物理学の中心テーマにしぼった崩壊過程を特定して、その測定に最も適した検出器を製作しようとする研究計画である。
- 「タウレプトンの物理」では、高統計・高品質のタウ・レプトン事象の測定により、タウ物理研究を新世代へ導くとともに、未知の物理を開拓することを狙うものである。このタウ物理研究は、KEKBファクトリーはB中間子対と同量のタウ・レプトン対を生成することと、Belleスペクトロメータで高分解

能の測定ができることを利用して遂行される。タウ・レプトンは他二種の荷電レプトンと比較し、遥かに重い質量（電子の質量=0.5 MeV; ミューオンの質量=0.1 GeV; タウの質量=1.8 GeV）を持つ。これは、(1) 相互作用の強さが質量の n 乗に依存するため新しい物理に対する感度が非常に高い、また、(2) ハドロンに崩壊し得る唯一のレプトンである、(3) 他二種のレプトンや精密測定が行われている π , K 中間子と比べ、随分と大きな q^2 を有し研究のエネルギー領域が拡大できる、などの特徴的な利点がある。B ファクトリーでの膨大な統計量 ($\sim 1 \times 10^8 \tau$ -pairs/100fb $^{-1}$) は、従来の研究と比べ、タウ物理を格段に大きく展開できるとともに、探究レベルを質・量共に大きく革新することを可能とする。タウ物理研究には、高分離能力の粒子識別検出器が必要である。特に、高い運動量 (3–4 GeV/c) 領域を被う高精度 π /K 識別は、物理研究の課題拡充と信頼度向上に非常に重要である。タウ物理の次世代を荷なう B ファクトリーに世界が期待する点の一つは、この優れた粒子識別能力である。現 Belle は斬新・高能力なアエロジェル・チェレンコフ検出器を有する (π /K separation at 3 GeV/c = 3)。我々は、さらに識別能力ならびに検出効率が高く、上記の高運動量域までも稼動する新型検出器を、次期 Belle 粒子識別検出器候補として、発案、開発研究中である。この検出器は、石英チェレンコフ輻射体からのチェレンコフ・リング像を、光子の石英バーの伝播時間 (TOP) と放出角度 (Φ) の二変数として検出するもので、Time-Of-Propagation (TOP) counter と名付ける。本計画研究で、この新しい検出器の開発を完了させる。

- 「K ファクトリーを用いた $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 崩壊の研究」では、KEK のプロトンシンクロトロンを用いて、 K_L 中間子の稀崩壊 $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ を 10^{-10} 程度の感度で、世界に先駆けて探索する。これにより CP の対称性の破れをに寄与する V_{td} の複素成分を直接測定することができる。J-PARC の 50GeV 陽子シンクロトロンによる K ファクトリーを用いて、 $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ を約 100 事象観測し、 V_{td} の複素成分を約 5% の精度で決定する。2~5GeV の高いエネルギーの K_L を用いるので、崩壊のできるガンマ線のエネルギーが高い。これにより、バックグラウンドとなる $K_L \rightarrow \pi^0 \pi^0$ 崩壊から出てくる余分なガンマ線に対する不感率が低いことを利用して、バックグラウンドを抑えた精密実験が可能である。
- 「荷電及び中性 K 中間子の稀崩壊の精密測定」では、小林益川行列の要素 $|V_{td}|$ の大きさを測定するために、米国ブルックヘブン研究所 (BNL) の K ファクトリーを用いて、 $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ シグナルを数事象観測する。さらに FNAL の K ファクトリーを用いて、同反応約 100 事象観測することにより、 $|V_{td}|$ を約 5% の精度で決定する。BNL の 30GeV の陽子ビームを用い、 $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ を約 100 事象観測し、 V_{td} の複素成分を約 5% の精度で決定する。ガンマ線の方

測定して K_L の崩壊点を求め、約 $0.7\text{GeV}/c$ という低い運動量の K_L を用ることによって飛行時間から K_L の運動量を求める。これにより、運動力学的な変数な制約を加えることによって $K_L \rightarrow \pi^0\pi^0$ からのバックグラウンドを抑えることができる。

- 「ヒッグスセクターと超対称理論ダイナミクスの現象論的研究」では、実験データから、物理の結果を引き出すのに必要な理論的解析を完了させ、質量起源と超対称性物理の追求を目指すとともに、理論研究の結果を実験にフィードバックする。具体的目標は、ヒッグスセクターおよび超対称模型に関して、そのダイナミクスの解明と宇宙論的考察、そしてその現象論的な帰結を明らかにすることであり、これによって上に挙げた最先端の加速器実験における解析方法、実験結果の解釈の指針を与えるとともに、将来に対する展望をひらくことである。本特定領域研究の一つの特徴は、理論と実験との密接な共同研究にある。過去大きな成功を納めた実験研究を振り返ってみると、その背景に強力な理論グループのサポートを得ているケースが多い。

本特定領域は、現在稼働中の粒子ファクトリーの産み出す物理成果のさらなる飛躍をめざすものであるとともに、大型プロジェクトを支える大学研究機関の技量の一層の発展をはかることを目標としている。わが国の素粒子物理学分野の健全な発展は、国内外の共同利用研究所のみならず教育・研究機関である大学グループの充実とそこでの将来を担う有能なる若手研究者の育成を抜きにしては語れない。**筑波大学、東京大学、名古屋大学、大阪大学、京都大学、東北大学**など参加大学は、これまで、高エネルギー物理学研究所のBファクトリーやプロトンシンクロトロン（Kファクトリー）さらに日米科学協力事業を通して、新粒子の発見やCP非保存の研究を遂行してきた。本領域では、これらの基幹大学グループが、質量起源の解明にせまり、超対称性物理研究の成果をあげることを目標としている。

2 領域内における研究組織と研究班の連携状況

本特定領域研究は、6つの計画研究（実験5＋理論1）と公募研究とからなる。実験の5つの計画研究（A01-A05）は、現存する国内外の粒子ファクトリー加速器（トップファクトリー、Bファクトリー、Kファクトリー）を使って「質量の起源と超対称性物理」に迫ろうとするものである。現存するトップファクトリー、FNALのテバトロンは、今後約5年間でヒッグス粒子を直接生成できる可能性がある唯一の加速器である。KEKのBファクトリーは、B中間子のCP非保存の研究やタウレプトン稀崩壊の測定について米国スタンフォード大学のBファクトリーと熾烈な競争をしている。KEK、BNL、FNALの陽子シンクロトロンは、それぞれ異なったエネルギーのK中間子を発生させるKファクトリーである。これら**現在稼動しているすべての粒子ファクトリーを用いて**、包括的徹底的な研究を行う。そのために、それぞれのファクトリーの長所をいかすと同時に、計画研究間の連絡を密にして、データ中に隠れている「標準理論からのずれ」を特定できるよう総合的な解析を行う。理論研究（A06）は実験データをもとに、どのような事象に注目すべきか、現在の測定値からどのような理論的考察ができるかなどについて、実験グループに対して適切かつ迅速なフィードバックができるよう留意して独創的研究を推進する。それぞれの計画研究の研究課題、代表者は以下の通りである。

「高エネルギー陽子反陽子衝突によるヒッグス粒子の探索（計画研究 A01）」

代表者 金 信弘（筑波大学・物理学系・教授）

「Bファクトリーを用いた質量起源の探求（計画研究 A02）」

代表者 相原 博昭（東京大学・大学院理学系研究科・教授）

「タウ・レプトンの物理（計画研究 A03）」

代表者 大島 隆義（名古屋大学・大学院理学研究科・教授）

「Kファクトリーを用いた ($K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$) 崩壊の研究（計画研究 A04）」

代表者 山中 卓（大阪大学・大学院理学研究科・教授）

「荷電及び中性K中間子の稀崩壊の精密測定（計画研究 A05）」

代表者 杉本章二郎（高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所・教授）

「ヒッグスセクターと超対称理論ダイナミクスの現象論的研究（計画研究 A06）」

代表者 日笠 健一（東北大学・大学院理学研究科・教授）

実験、理論それぞれに公募研究が設けられている。実験分野では、将来の高エネルギー加速器実験（超高エネルギー線形衝突型加速器 GLC, 陽子陽子衝突型加速器 LHC, ミューオンコライダー, ニュートリノファクトリーなど）に備えるための新しい実験技術の開発、加速器を用いた実験の提案、さらに新しい加速器技術の開発などについての公募研究が行われている。理論分野では、これらの加速器実験で期待される新しい素粒子物理についての現象論的研究が公募研究で行なわれて

いる。

総括班は4年間におよぶ本特定領域研究の実施期間中に各研究の調整をとり、特に実験研究について指揮をとると同時に、理論と実験の密接な交流をはかる。具体的には総括班連絡会を行い、各研究の調整をとる。また、研究会等のミーティングを実施し、報告書を適宜編集し、コミュニケーションと情報の開示を総括する。

連携状況

- 超高エネルギー線形衝突型加速器リニア子ライダー(LC)については、ACFA-JLC研究会が2002年7月10日-12日に東大山上会議所にて行われ、2002年8月25日-30日に韓国济州島にてLCWS2002研究会が行われた。
- 研究項目A01については、2001年12月14-15日と2002年12月13-14日に筑波大学にてCDF実験日本グループ研究会が参加者約50名を集めて開催され項目内の研究連携をはかった。2003年1月14-15日に広島大学において広島ヒッグス研究会を開催し、理論実験の広範囲な研究者の間でヒッグス研究についての議論が行なわれた。
- 研究項目A03については、2002年8月31日に名古屋大学にて「Belle PIDアップグレードに関する研究会」を開催し、項目内の研究連携をはかった。
- 研究項目A04については、2001年10月4-6日、2002年3月13-14日、2002年10月26-27日、の3回KEKにてE391a experiment collaboration meetingを行ない、また2003年7月25-30日にJINR, Dubna, RussiaにてE391a experiment collaboration meetingを行ない、項目内の研究連携をはかった。
- 研究項目A05については、2001年11月29-30日に敦賀にて K^+ 稀崩壊研究計画検討会を開催、2002年10月11-13日に勝山にてK稀崩壊実験の解析と計画に関する作業部会を開催、さらにの2003年2月9-10日と2003年8月28-29日の2回BNLにてE949/E787 Analysis Meetingを行ない、項目内の研究連携をはかった。
- 研究項目A06については、2002年8月21日-23日に京大基研にて「実験・観測に基づく素粒子統一描像の構築」研究会が行われ、2002年9月2-6日には京大基研にて「対称性・超対称性・その破れ：新世紀の素粒子物理インスティテュート2002」研究会が行なわれた。さらに2003年3月17-18日には、京大基研にて「高エネルギーフロンティアの物理」が開催され、項目内に限らず理論実験の研究連携を深めた。

- 領域全体の連携を深めるために、総括班は連絡会を定期的に行い、また総括班主催の研究会を行った。総括班連絡会は2001年9月、2002年3月、2002年9月、2003年3月に行ない、各研究項目間の実施状況・計画の連絡をとった。2003年3月4日 - 5日に筑波大学国際会議室にて科研費特定領域研究会「質量起源と超対称性物理の研究」を開催した。研究会参加者は65名で、各計画研究、公募研究の成果報告が行われ、それについての活発な議論があった。この研究会の成果を踏まえて、次回の研究会ではさらに各計画研究・公募研究間の成果の結合を深めて、質量起源と超対称性物理の研究を進展させるという方向性が確認された。

3 領域内の研究の進展状況とこれまでの主な研究成果

3.1 A01 陽子反陽子衝突実験によるヒッグス粒子の探索

計画研究「陽子反陽子衝突実験によるヒッグス粒子の探索」

研究代表者 金 信弘（筑波大学物理学系）

公募研究「高放射線環境下での素粒子実験用電子回路の動作保証技術の研究」

研究代表者 坂本 宏（東京大学素粒子物理国際研究センター）

公募研究「ヒッグス粒子自己結合定数測定のための測定器及びジェットエネルギー測定法の開発」

研究代表者 山下 了（東京大学素粒子物理国際研究センター）

公募研究「シンチレータストリップを用いた高性能電磁カロリメータの開発」

研究代表者 川越清以（神戸大学理学部）

公募研究「SiC 半導体による放射線検出器の開発・研究」

研究代表者 田中礼三郎（岡山大学理学部）

公募研究「ヒッグス粒子探索のためのタウ・トリガーの開発」

研究代表者 岩田洋世（広島大学大学院理学研究科）

公募研究「高輝度衝突型加速器による粒子多重度の高い素粒子実験のための中央飛跡検出器の開発」

研究代表者 吉田拓生（大阪市立大学大学院理学研究科）

公募研究「ハドロン加速器ビーム増強のための誘導加速装置の開発」

研究代表者 高山 健（高エネルギー加速器研究機構加速器研究施設）

計画研究「陽子反陽子衝突実験によるヒッグス粒子の探索」では、米国フェルミ国立加速器研究所テバトロン加速器を用いた陽子反陽子衝突実験（CDF 実験）によって研究が進められている。CDF 実験は、日本をはじめアジア、北米、欧州の研究機関からなる計 11ヶ国の国際協力により行なわれているが、1996 年の物理実験 Run I の終了後、検出器および加速器の増強を経て、2001 年度より Run II 実験が開始された。加速器の増強により重心系エネルギーが 1.8TeV から 2.0TeV に上げられ、2006 年までに 20 倍以上のデータが収集される予定である。この実験データ収集とそれに並行した物理解析が進行中である。

質量起源のヒッグス粒子の間接探索を目指して、トップクォークと W ボゾンの質量を精密に測定する解析を進めている。

トップクォークについては、2003 年夏までに収集されたデータのうち積分ルミノシティーで約 100pb^{-1} 相当のデータが解析に使用され、最優先課題として質量・生

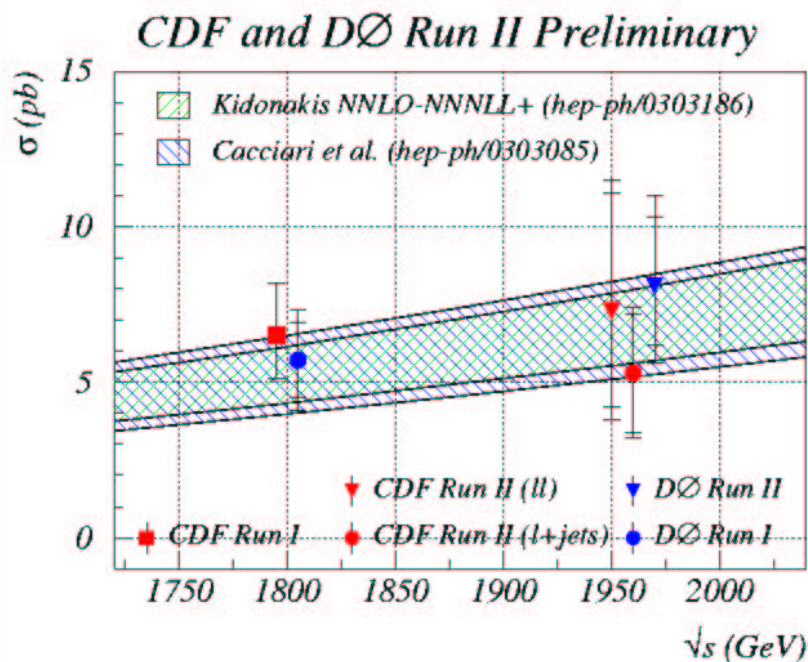


図 1: レプトン+ジェット・チャンネルとダイレプトン・チャンネルから得られたトップクォーク対生成の生成断面積と理論予想との比較. Run I 実験での値も示す.

成断面積の測定が行われ、以下のような成果があがっている。解析はトップクォーク対が生成され、トップの崩壊で生成した W ボソンのうち片方がレプトンに崩壊するレプトン+ジェット・チャンネルと、両方の W ボソンがレプトンに崩壊するダイレプトン・チャンネルで行われた。このうちレプトン+ジェット・チャンネルの生成断面積の測定において重要な要素である検出器のアクセプタンス計算、および質量測定においては質量再構成法に日本グループが大きく貢献した。レプトン+ジェット・チャンネルにおける候補事象数を事象の中のジェットの数が 3 以上が信号領域であり、期待されるバックグラウンド事象数が 3.8 ± 0.5 のところ 15 事象が観測された。これにより得られた生成断面積は、 $\sigma_{t\bar{t}} = 5.3 \pm 1.9 \pm 0.8 \pm 0.3$ pb であった (図 1)。誤差はそれぞれ統計, 系統, および積分輝度による。対応するダイレプトン・チャンネルでの結果は、 $\sigma(\bar{p}p \rightarrow t\bar{t}X) = 13.2 \pm 5.9 \pm 1.5 \pm 0.8$ pb である。共に、標準理論値 (NLO での QCD 計算) $6.7^{+0.71}_{-0.88}$ pb (質量 $m_{\text{top}} = 175$ GeV/ c^2 を仮定) と一致している。トップクォークの質量は、 b クォークと同定されたジェットを含むレプトン+ジェット・チャンネルを用いて $m_{\text{top}} = 177.5 + 12.7 / - 9.4(\text{stat}) \pm 7.1(\text{syst})$ GeV/ c^2 と測定された (図 2)。1992 年 - 1996 年に収集したデータを解析して 2001 年に報告された測定結果は $m_{\text{top}} = 176.0 \pm 6.5$ GeV/ c^2 であった。今回得られた結果は誤差の範囲で以前に得られた結果と一致しているが、まだ統計誤差が大きく、ヒッグス粒子の間接探索を進展させるまでに到っていない。

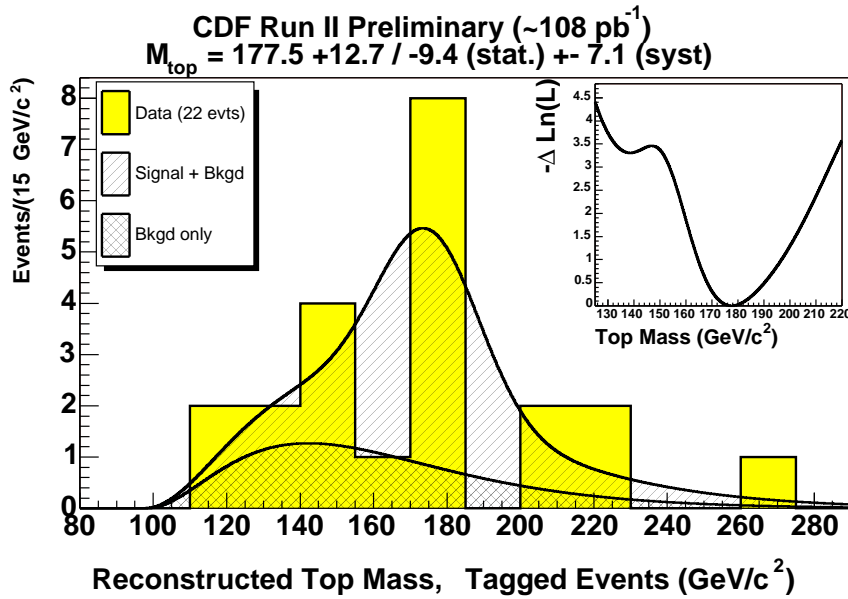


図 2: b クォークと同定されたジェットを含むレプトン + ジェット・チャンネルを用いたトップクォークの質量の測定。

W/Z ボソン生成の研究が Run I に引き続き行われ、 $W^+ \rightarrow \ell^+ \nu$ および $Z^0 \rightarrow \ell^+ \ell^-$ 崩壊事象を用いた、新たな重心系エネルギー 2.0 TeV での生成断面積の測定がなされた。いずれの場合も、バックグラウンドの少ない再構成が実現されている。測定された生成断面積は

$$\sigma(\bar{p}p \rightarrow W^\pm X) \cdot \mathcal{B}(W^\pm \rightarrow \ell^\pm \nu) = 2.64 \pm 0.01 \pm 0.09 \pm 0.16 \text{ nb}$$

$$\sigma(\bar{p}p \rightarrow Z^0 X) \cdot \mathcal{B}(Z^0 \rightarrow \ell^+ \ell^-) = 267.0 \pm 6.3 \pm 15.2 \pm 16.0 \text{ pb}$$

である。誤差はそれぞれ統計、系統、および積分輝度による。これらを重心系エネルギーの関数として示したものが図 3 である。Run I 実験での結果および CERN $S\bar{p}pS$ での実験の測定も表示してある。理論予測（曲線）も合わせて示されているが、全体的に極めて一致が良い。重心系エネルギーが 1.8 TeV から 2.0 TeV に増強されたことにより、予想通り生成断面積が約 9% 増加した。W ボソンの質量測定の解析は現在進行中である。Run II では 2006 年までに 2 fb^{-1} のデータを収集する予定であるが、このデータを用いると W ボソンの質量の $30 \text{ MeV}/c^2$ の精度での測定が可能である。また、崩壊幅も $30 \text{ MeV}/c^2$ 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にその質量を約 30% の精度で間接的に測定することができる。

ヒッグス粒子直接探索の解析結果としては、W/Z と随伴生成されるチャンネルで探索した。LEP の与える質量下限値の辺りでは、ヒッグス粒子は主に b クォーク対に崩壊する。W/Z 粒子を様々の崩壊モードで同定し、 b クォークジェットを 2 つ捕

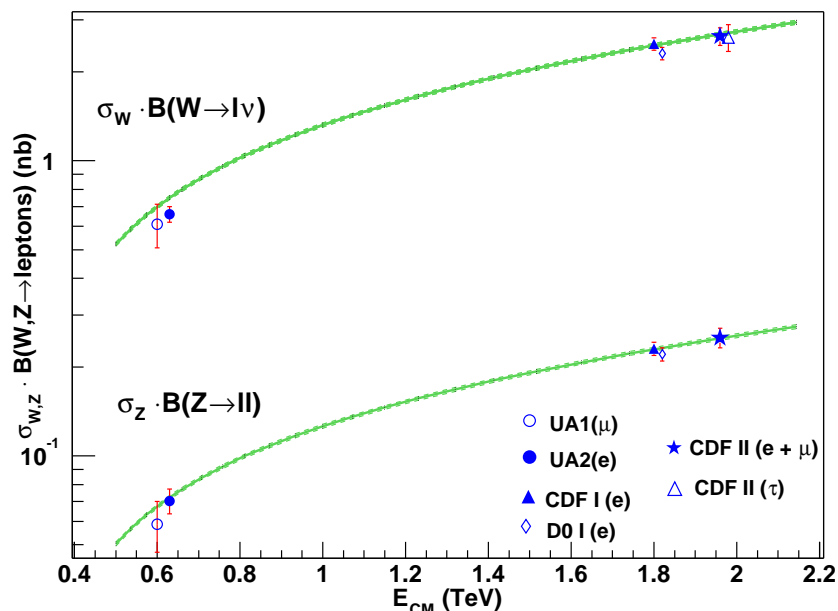


図 3: W^\pm および Z^0 ボソンの生成断面積を重心系エネルギーの関数として表したものの。

らえることで、信号探索を行なった。標準模型ヒッグスの信号を検出するには信号量が1桁以上足らず、実際に信号候補事象はすべてバックグラウンドで説明できるものであった。またボソンとのみ結合するボソフェリック・ヒッグスについて、粒子を探索した結果、質量下限値として $82\text{GeV}/c^2$ を得た。今後の物理解析の計画としては、ヒッグス粒子探索のいくつかのチャンネルについてのシミュレーションが行われており、信号・バックグラウンド比を改良するための解析方法の検討が行なわれている。

QCD 理論は陽子・中性子の質量起源として重要だが、CDF Run I 実験では多くの測定結果を用いて QCD 理論検証を行ない、その正しさを証明した。しかしながらチャームクォークからできている J/Ψ 粒子と $\Psi(2s)$ 粒子の直接生成断面積の測定結果は QCD 理論予言値の約 50 倍と大きく理論からずれた。RunI では、データ収集のトリガーの閾値が高いためにこの断面積は横運動量が $5\text{GeV}/c$ 以上の領域でのみ測定可能であった。現在データ収集中の CDF Run II 実験ではトリガーの閾値を下げる事ができたので、図 4 に示すように、 J/Ψ 粒子の生成断面積を全運動量領域で測定することができた。生成全断面積は、 $\sigma(\bar{p}p \rightarrow J/\Psi X, -0.6 < y(J/\Psi) < 0.6) \times Br(J/\Psi \rightarrow \mu\mu) = 240 \pm 1(\text{stat}) + 35/-28(\text{syst}) \text{ nb}$ である。この測定結果は横運動量が $5\text{GeV}/c$ 以上の領域で Run I の結果を再現している。低い運動量領域での理論との比較は現在進めつつある。

超対称性粒子の直接探索を行った。超対称性理論の多くのモデルでは、三世代目の超対称性粒子であるストップ粒子は比較的質量が軽いと予想されている。このス

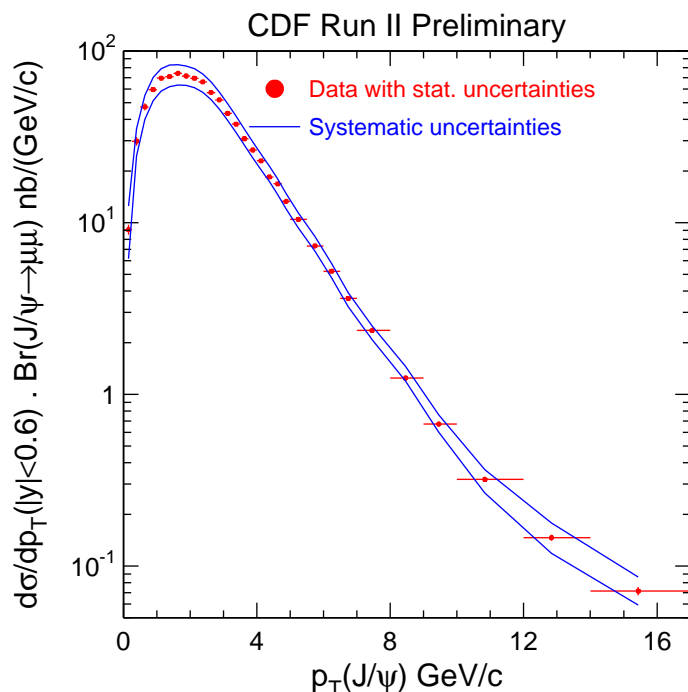


図 4: J/Ψ 粒子の生成断面積を横運動量の関数として表したもの。

トップ粒子を、R パリティを破る超対称性理論の枠組みを仮定して探索した。ストップ粒子は、テバトロンにおいて対生成すると考えられるが、R パリティを破るモデルでは、ストップ粒子はタウ粒子 (τ) と b クォークに崩壊可能となる。一方のタウ粒子が電子またはミューオンへ崩壊し、もう一方がハドロンへ崩壊するモードにおいて探索を行った。事象選別した結果、ストップ粒子対の候補事象はなかった。ストップ粒子が常にタウ粒子と b クォークに崩壊するとして、ストップ粒子の質量下限値 $122 \text{ GeV}/c^2$ (95 %信頼度) を得た。

標準理論を拡張したモデルのうち、新たな $U(1)$ 群を含むモデルでは Z' ボソンが存在する。我々は、 $Z' \rightarrow \ell\ell$ ($\ell = e$ or μ) の崩壊過程で探索を行った。データは、標準理論からの予想とよく一致した。これより、結合定数が標準理論と同じだと仮定することで、 Z' の質量下限値 $665 \text{ GeV}/c^2$ (95 %信頼度) を得た。

以上は CDF Run II 実験においてこれまでに得られた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 10 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 50 倍以上であり、素粒子物理学に対し多大な貢献をすると期待される。現在 Run II で使用されているシリコン飛跡検出器は、放射線損傷のため、 4 fb^{-1} 相当で性能が著しく劣化する。そのため、放射線耐性に優れた SVX IIb シリコン検出器の設計を行ない、平成 14 年度はシリコン

センサーの試作器を製作し、実機の製作を開始した。新しいシリコンセンサーは寸法約 96 mm × 41 mm の片面読みだし型である。試作器として 116 枚を製作し、電氣的、機械的特性を評価した。その結果、ほとんどが 1000 V まで大きな電流増加を示さず、目標とする 500 V までの稼働を十分可能にしている。また、製造元のデータと比較するためにデッドチャンネルを自動プローブを用いて評価した。製造元のデッドチャンネルはすべて確認できたが、いくつか製造元の検査方法では捉えられないものもあった。しかし、デッドチャンネルの割合は 0.08% と極めて低い。この他、長期安定性等にも優れている。放射線を浴びたセンサーの性能を評価するために、 $0.4 \times 10^{14} / \text{cm}^2$ 中性子を照射し、様々な電氣的性能の評価をした。この線量は最も内側のセンサーが 15fb^{-1} の期間に浴びる量である。全空乏化電圧の変化や暗電流の増大は既に知られている値となり期待通りであった。しかし、電極間容量、抵抗などを適正な値にするには、全空乏化電圧よりも 200 V 程度高い 300 V のバイアス電圧が必要である。開発したセンサーは 500 V の高電圧耐性をもつため、放射線照射後も十分な性能を発揮できる。試作したセンサーに新しく開発された SVX4 読みだしチップを実装してノイズの評価を行った。現行のシリコン検出器よりも 3 割優れた S/N を実現できた。シリコン飛跡検出器の開発が順調に進展して、以上のテスト結果が得られたので、2002 年 12 月より大量製作を開始した。

公募研究「高放射線環境下での素粒子実験用電子回路の動作保証技術の研究」では、大強度ビーム実験での高放射線環境に置かれる前置電子回路系開発に必要な電子部品・半導体プロセス等への放射線の影響を調査している。半導体素子への放射線の蓄積的效果としては TID (Total Ionization Doze) に着目し、東京大学原子力総合センターの Co60 線源を用いてサンプルへの照射を行い、半導体パラメータの劣化等を観測した。放射線の確率的効果は SEE (Single Event Effect) と呼ばれるが、7 MeV 以上のハドロンで効果が顕著となると考えられており、東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターの 70 MeV 陽子ビームを照射し、SEE を観測し、素子毎の SEE 断面積を求めた。

公募研究「ヒッグス粒子自己結合定数測定のための測定器及びジェットエネルギー測定法の開発」では自己結合測定の理論的誤差限界を世界で始めて系統的に見積もり、質量 100-200 GeV に対し、500 GeV から 1.5 TeV におけるエネルギー依存性を明らかにした。エネルギーの拡張可能性を検討し、また測定器への制限として、地下大空洞の横幅を現在の設計試案の約 2/3 に縮小することが望ましいことがわかった。既に、バックグラウンドを含め 6 体の終状態まで疑似データを干渉まで考慮して生成することに成功し、測定器の系統的な詳細シミュレーションを行うための基礎が

確立した。現在、データ解析を進めている。

公募研究「シンチレータストリップを用いた高性能電磁カロリメータの開発」では、電磁シャワーを3次元的に再構成できる鉛板とシンチレータストリップのサンドイッチ型サンプリングカロリメータの開発を行っている。2002年度に試作機を作成し、11月に高エネルギー加速器研究機構でテストビーム実験を行った。電子に対するエネルギー分解能、位置分解能、入射角分解能についてデータ解析を進めている。

公募研究「SiC半導体による放射線検出器の開発・研究」では、半導体工学の分野で将来性のあるSiC半導体の放射線検出器としての応用のための基礎的な研究を行った。pn接合型検出器について、整流性(I-V特性)と可変容量(C-V特性)の2つの電氣的静特性を測定した。放射線源として ^{234}Am - α 線(エネルギー5.48MeV)、さらに6H-SiCの禁制帯幅が2.86eVであることから、波長375nm(3.31eV)の紫外線発光ダイオードを用いた紫外線に対する評価も行った。これらにより、SiCの半導体検出器としての動作を確認した。

公募研究「ヒッグス粒子探索のためのタウ・トリガーの開発」ではヒッグス粒子特にSUSYヒッグス粒子は大きな分岐比でタウ粒子に崩壊するので、トリガーの段階でタウ粒子を同定することはヒッグス粒子探索に非常に有効である。我々が開発したシリコンストリップ検出器のビームテストを行い、タウの娘粒子のインパクトパラメータを測定できると考えられるトラッキング性能を得た。また、タウ粒子の崩壊の特徴をシミュレーションにより再現し統計的手法により、タウ粒子崩壊の際のインパクトパラメータ、ジェットの内部構造や形など数種のパラメータを複合的に検討し、タウ・トリガーの最適条件を求めている。

公募研究「高輝度衝突型加速器による粒子多重度の高い素粒子実験のための中央飛跡検出器の開発」では、LHCなどの次世代大型加速器による素粒子実験の中央飛跡検出器の素材としてシンチレーティングファイバー(Sci-Fi)を用いることを想定し、Sci-Fiの光をアバランシェフォトダイオード(APD)で読み出す方式の雛形飛跡検出器を製作した。特に、APDについては、膨大な数のSci-Fiをコンパクトに読み出せるよう、受光面1mm径のAPDを標準のICパッケージの中に密に集積したアレイ型のものを特別に開発した。目下、雛形検出器の性能評価を行っているところであるが、APDを -50°C 程度に冷却することによって、100%近い検出効率が得られている。

公募研究「ハドロン加速器ビーム増強のための誘導加速装置の開発」では、昨年度設計・製作した誘導加速装置R&D2号機の電源側からと加速ビーム側から見たイ

ンピーダンス特性の測定の結果ほぼ設計に近い事が確認された。一連の測定結果から実証試験に用いるエンジニアリングモデルの仕様が決定された。一方、長パルスである誘導加速電圧に特徴的なドループの誘導加速シンクロトロンでの縦方向運動に与える影響が理論と多粒子シミュレーションにより体系的に検討された。その結果ドループの対策が不可欠である事が見いだされた。

3.2 A02 Bファクトリーを用いた質量起源の探求

計画研究「Bファクトリーを用いた質量起源の探求」

研究代表者 相原 博昭（東京大学大学院理学系研究科）

公募研究「B中間子崩壊でのCP非保存パラメータ ϕ_2 の測定」

研究代表者 渡邊 靖志（東京工業大学）

公募研究「Bメソン事象完全再構成法の研究と新物理探索への適用」

研究代表者 鈴木 史郎（四日市大学）

公募研究「高輝度衝突型加速器実験用エレクトロニクスの開発とパイプライン化に向けた研究」

研究代表者 田中 真伸（高エネルギー加速器研究機構）

公募研究「純ヨウ化セシウム結晶への光検出デバイスのマウント方法の開発」

研究代表者 宮林 謙吉（奈良女子大学理学部）

本計画研究の研究者は、高エネルギー加速器研究機構のBファクトリー加速器を用いて実験している。Bファクトリーにおける国際共同実験である Belle グループは、平成13年（2001年）7月、B中間子における粒子・反粒子非対称（CP非対称）を発見したが、当計画研究の研究者は、この発見の要であるシリコンバーテックス検出器（SVD1）の製作とそのデータ解析を担当し、CP非対称発見において中心的役割を果たした。平成14年度以降、データ量の増加を受けて、CP非対称度の測定のさらなる精密化をはかった。

図5は、1999年4月から2002年7月までの3年3ヶ月におよぶ実験で得られた8500万個のB中間子・反B中間子ペアのうち、ペアのどちらかが $J/\psi K_S$ をはじめとするCP固有状態に崩壊した3000個を使って作ったグラフである。横軸は、ペアの一方が崩壊してから、他方が崩壊するまでの時間（ピコ秒）で、データの黒丸（と実線）は、B中間子が目的の反応に崩壊した場合、白丸（と破線）は、反B中間子が崩壊した場合をプロットしたもので、この崩壊をひき起こした弱い力がCP対称ならば、重なるはずのものである。実験データは、両者の間の明らかな違いを示している。この差は $\sin 2\phi_1$ と呼ばれるパラメータで表現される（ $\sin 2\phi_1 = 0$ は、CP対称を意味し、 $\sin 2\phi_1 = 1, \text{ or } -1$ は、CP非対称度が最大であることを意味する）。このデータから、

$$\sin 2\phi_1 = 0.719 \pm 0.074(\text{stat}) \pm 0.035(\text{sys})$$

を得た。この測定値の精度は、13年度の結果に比べて約2倍ほど向上している。

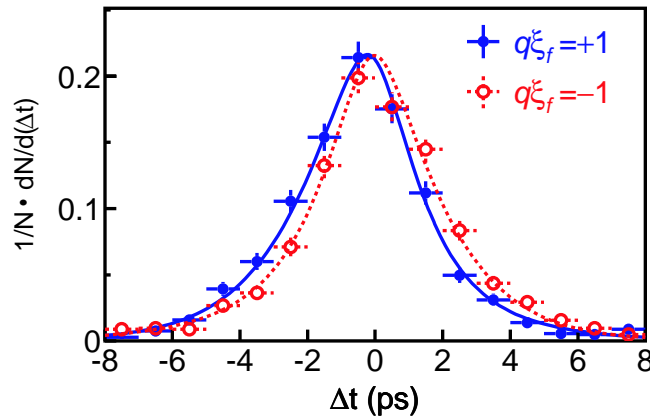


図 5: Belle 検出器で得られた, B 中間子と反 B 中間子の CP 固有状態への崩壊時間分布 (単位: ピコ秒 10^{-12} s). 黒丸と白丸の分布の差が CP 非対称を意味する。

さらに、この結果は、他の測定から間接的に得られた $\sin 2\phi_1$ の制限値とよく一致しており、この結果によってクォークの世界における CP 非対称が、小林・益川理論 (CP 非対称の起源は、3 世代のクォーク対の混合にあるとする理論) によって記述されることが確実となり、40 年来の謎の解明に終止符が打たれた。平成 14 年度のこの結果によって、小林・益川理論の正しさが確定した。

平成 15 年度においても、測定のよりいっそうの精密化を行い、2003 年 7 月までの全データをを解析し、1 億 5 200 万個の B 中間子・反 B 中間子ペアを用いて、

$$\sin 2\phi_1 = 0.733 \pm 0.057(\text{stat}) \pm 0.028(\text{sys})$$

を得た。この結果の精度は、この実験の競争相手であったスタンフォード大学加速器センターの実験グループの精度をはるかに上回り、現在、世界最高の測定精度を誇っている。

本計画研究の第一の目的は、「新しい物理が出現すると期待されている B 中間子の稀な崩壊過程の測定」である。平成 15 年度は、予定どおり、 $B^0 \rightarrow \phi K_S$ と $\bar{B}^0 \rightarrow \phi K_S$ の崩壊時間分布の測定を行った。B 中間子が ϕ 中間子と K_S 中間子へ崩壊する現象は典型的な量子効果である。図 7 は、B 中間子を構成するボトムクォークが量子ゆらぎによって、トップクォーク (ボトムクォークの 35 倍の重さを持つ) と W ボゾン (ボトムクォークの 16 倍の重さを持つ) に分かれるループダイヤグラムを表している。もし超対称性粒子のような未知の重い粒子が存在し、その粒子も同様のループを構成する場合、この崩壊過程の CP 対称性の測定に敏感に反映されると考えられている。

この測定にも、上記シリコンバーテックス検出器 (SVD1) が最も大きな役割を果たした。1 億 5 200 万個の B 中間子反 B 中間子ペアのデータから ϕ 中間子と K_S 中間子の対へ崩壊する事象を 68 個見つけ、CP 対称性の破れを測定した。図 8 は、

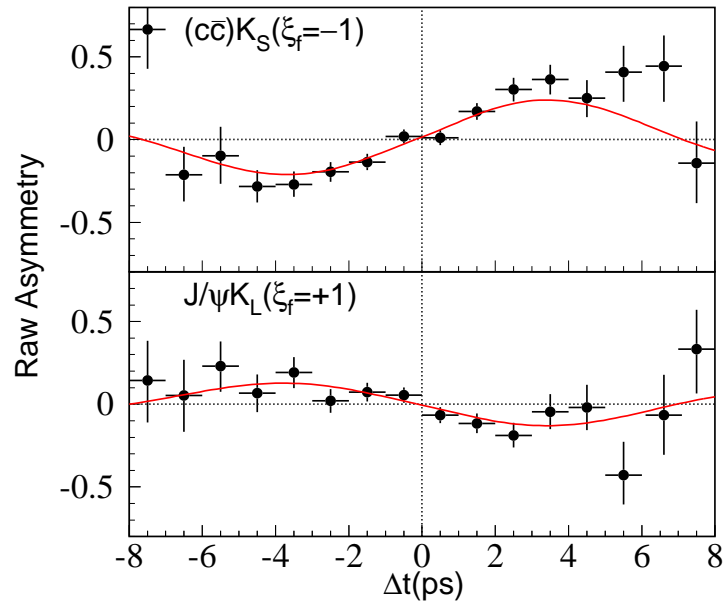


図 6: CP 固有値 -1 (上) と CP 固有値 $+1$ (下) の事象について別々に非対称を固有時間の関数としてプロットしたもの。期待されるように、非対称の符号が逆転している。(平成15年度のデータ)

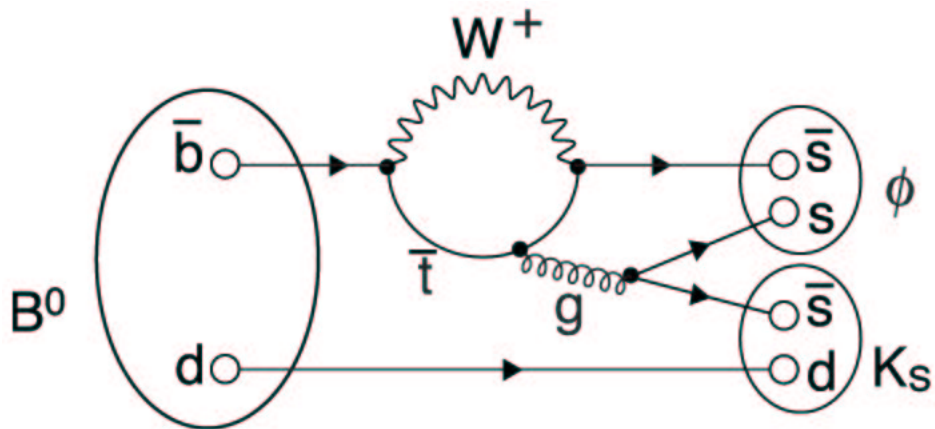


図 7: B 中間子の ϕ 中間子、 K_S 中間子への崩壊を引き起こすと考えられているループダイアグラム。(ペンギンダイアグラムとも呼ばれる)

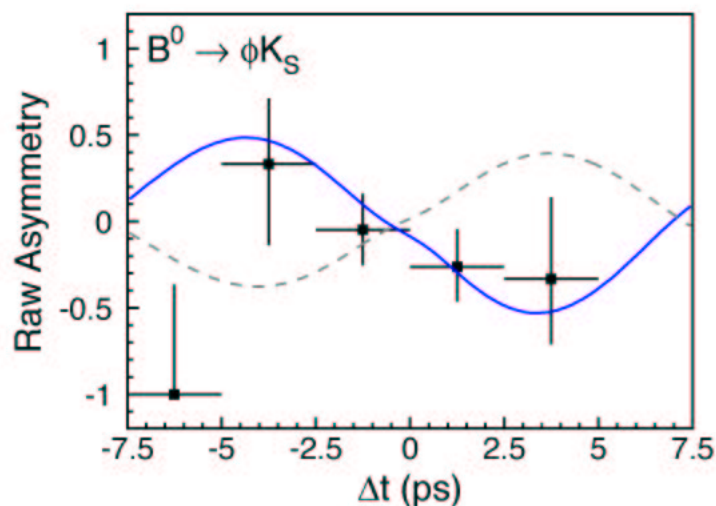


図 8: B 中間子が ϕ 中間子と K_S 中間子に崩壊した事象の非対称度。横軸は崩壊時間 (ピコ秒)。CP 対称性の破れがない場合はすべての崩壊時間でゼロにならない。破れが大きくなるにつれてゼロからずれた波型を示すようになり、観測される $\sin 2\phi_1$ が大きくなる。波形が逆になるのはこの量の符号が逆になることを意味する。破線カーブは標準理論の $\sin 2\phi_1 = 0.73$ の値から予想された振舞を示す。実線カーブは観測結果の振舞を示す。

図 6 同様、 $B^0 \rightarrow \phi K_S$ と $\bar{B}^0 \rightarrow \phi K_S$ について CP 非対称を固有時間の関数としてプロットしたものである。破線は、この CP 非対称への寄与が標準理論しかない場合に期待される非対称である。観測された非対称度

$$S = -0.96 \pm 0.50(\text{stat})_{-0.11}^{+0.09}(\text{syst})$$

は $\sin 2\phi_1 = 0.73$ から予想される振舞から大きくずれていることがわかる。今回の観測結果が、 0.731 ± 0.056 (平成 14 年度の $\sin 2\phi_1$ 世界平均値) から統計のゆらぎによって -0.96 ± 0.50 と測定される確率 0.05% で、これは、 3.5σ の統計的有意さに相当している。このずれが、新しい物理に起因するかどうか確定するためには、さらにデータ量を増やして、統計精度を向上させる必要がある。

$B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ は、CP 非対称の出現が期待される崩壊モードの一つであるが、分岐比が 10^{-6} と $B^0 \rightarrow J/\psi K_S$ と比べて 2 桁小さく、かつグルーオンを含むプロセスからの寄与もあり、CP 非対称かどうか決定することができなかった。我々は、8500 万個の B 中間子・反 B 中間子ペアから得られた約 150 個の $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ 崩壊を含むペアを用いて CP 非対称パラメータの解析を行い、この崩壊においても CP 対称性が破れている証拠をはじめて得た。

証拠の一つは、 $B^0 \rightarrow J/\psi K_S$ 同様、崩壊時間の分布が、 B^0 中間子と反 B^0 中間子では違っていることである。もう一つは B^0 中間子と反 B^0 中間子が同数ずつ生成さ

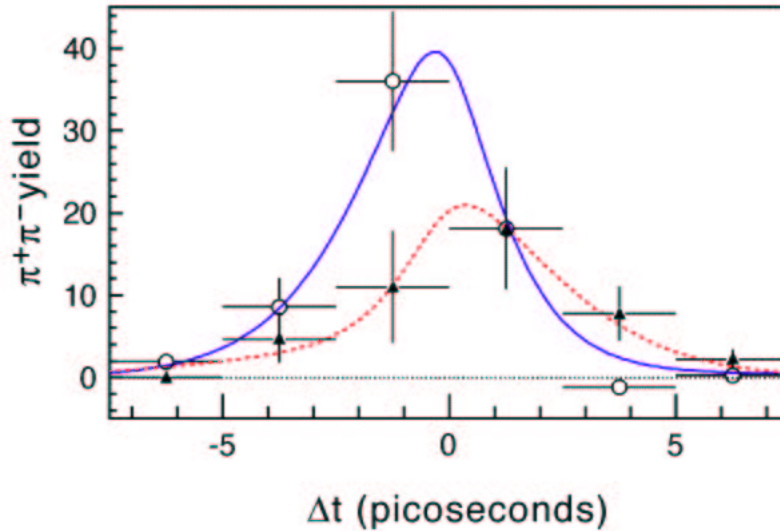


図 9: $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ (Δ) と反 $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ (\circ) 事象の崩壊時間分布。時間の単位はピコ秒 (10^{-12} 秒)。

れたにもかかわらず、反 $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ の数が $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ の数より多いことである。図 9 は崩壊時間分布で、データポイントは崩壊時間ごとに観測された崩壊事象の数である。 B^0 中間子と反 B^0 中間子からの崩壊がそれぞれ Δ と \circ で表されている。もし CP 称性が成り立っているならふたつのカーブは同じになるはずである。ふたつのカーブの形と面積に明らかな違いが見られ、この崩壊で CP 対称性が破れていることを示している。その結果、 CP 非対称パラメータ S と A として、

$$S = -1.23 \pm 0.41(\text{stat.})_{-0.07}^{+0.08}(\text{syst.}),$$

$$A = +0.77 \pm 0.27(\text{stat.}) \pm 0.08(\text{syst.}).$$

CP 対称性が成り立っているにもかかわらず、この観測結果が得られる確率はわずかに 1 万分の 7 しかなく、 $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ における CP 非対称の確かな証拠と言える。

超対称性など標準理論を越える新しい物理の出現が期待される $b \rightarrow sl^+l^-$ プロセス (l は、ミューオンまたは電子。図 10 参照) の検出に成功し、その分岐比を

$$Br(B \rightarrow X_s l^+ l^-) = (6.1 \pm 1.4_{-1.2}^{+1.4}) \times 10^{-6}$$

と決定した。この値は、新しい物理からの寄与に強い制限を与えると同時に、この崩壊モードを使い新しい物理を探索する可能性を世界に先駆けて示した。

さらに、平成 15 年度の解析では、1 億 5 2 0 0 万の B 中間子・反 B 中間子ペアから、これまで発見されていなかった $B \rightarrow K^* l l$ 崩壊モードの発見に成功した。これも世界初である。その分岐比は、

$$Br(B \rightarrow K^* l^+ l^-) = (11.5_{-2.4}^{+2.6} \pm 0.7 \pm 0.4) \times 10^{-7}.$$

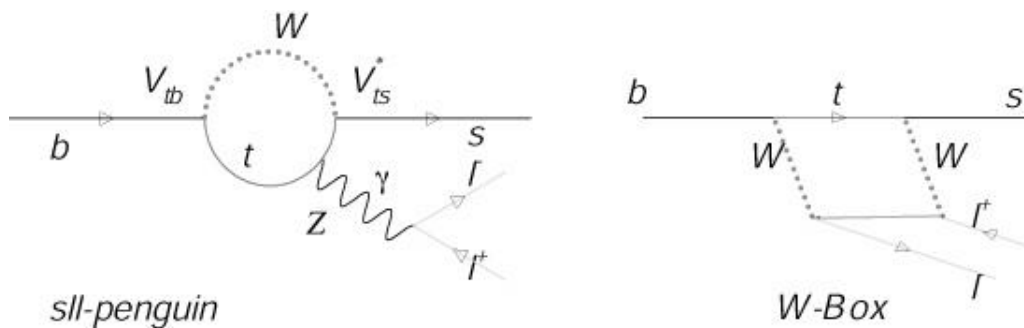


図 10: $b \rightarrow s\ell^+\ell^-$ electroweak penguin process.

ここで、最初の誤差は、統計誤差、2番目は系統誤差、3番目は分岐比を計算するのに必要な理論計算に起因する誤差である。

これまで述べたような物理の成果をあげるには、B中間子の崩壊点を精度よく決定できるシリコンバーテックス検出器(SVD1)が、非常に重要な役割を果たした。本計画研究の第2の目的は、SVD1を上回る精度を持つ第二世代シリコンバーテックス検出器SVD2を完成させることであるが、我々は、本年(平成15年)8月にSVD2を完成させた。これまで我々が開発してきた高い耐放射線性(20Mradまでの耐性)を持つIC(VA1-TA)や新しいシリコンストリップセンサーを用いて、B中間子崩壊点の位置測定精度を現在の約 $100\mu\text{m}$ から $70\mu\text{m}$ へ向上させることができる。また、レイヤー数を3層から4層を増やし、運動量の低い荷電粒子の飛跡再構成の効率の向上も目指している。さらに、VA1-TAはトリガー機能を有しており、B中間子反応データのより効率良い収集が可能である。SVD2は現在(平成15年9月)KEKBファクトリーに設置され、10月に再開させるビーム実験に向け、現場での試験中である。

公募研究「B中間子崩壊でのCP非保存パラメータ ϕ_2 の測定」では、計画研究と協力して $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ の崩壊の他に、 $B^0 \rightarrow \rho\pi$ 崩壊のCP非対称の時間依存性を解析している。すでに $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ の解析から、 ϕ_2 の値が0でないこと、直接的CPの破れの強い証拠がみえること等、重要な結果を発表した。これらのモードの解析には、B中間子以外のクォーク生成からのバックグラウンドをいかに抑制するかが精度よい測定の鍵を握っている。最近さらに高度なバックグラウンド抑制法を開発し、その有効性を実証している段階である。

公募研究「Bメソン事象完全再構成法の研究と新物理探索への適用」B対生成事

象の一方の B メソンの運動学を完全再構成すると、反対側は運動学の定まった「B メソンビーム」として扱え、事象再構成が難しい B 崩壊モードの研究が可能となる。再構成に用いる崩壊過程基礎データの収集と、単純な過程から順次完全再構成事象抽出手順の確立を進めた。約 90×10^6 B 対事象サンプルをもとに、準二体 $B \rightarrow D^{(*)}(\pi, \rho, a_1)$ 事象、チャーモ ニウム生成過程、DDs 過程から総計 95K 個の完全再構成 B サンプル、再構成効率 10^{-3} を得た。今年度夏までのデータにより、170k 個以上の B サンプルが得られる。これらのサンプルは、抱合レプトン崩壊過程の解析に適應されて、KM 行列要素 $|V_{cb}|$ 及び $|V_{ub}|$ の不定性の少ない測定や、 $\tau\nu$ 崩壊測定の試みが行われている。また、再構成対象となる過程を拡張して収量の向上を図っている。

公募研究「高輝度衝突型加速器実験用エレクトロニクスの開発とパイプライン化に向けた研究」では以下の 2 つの柱を立て研究を行っている。(1) 要素開発の観点から LSI 技術を用いたアナログデジタル混在型高集積回路の開発: 10 種類の基本となる ASIC を製作し動作確認が終了した。実用化へ向けて特性の改善と機能の追加を行なっている。また耐放射線用エレクトロニクスの開発も行なう予定である。(2) システム開発の観点から汎用性の高いデータ収集用ボードの開発: プロトタイプは完成し、機能、安定性および性能の確認は終了した。現在更に高速でコンパクトなシステムが構築できるようにボードを改良中で、今年中に終了予定である。

公募研究「純ヨウ化セシウム結晶への光検出デバイスのマウント方法の開発」では、力学的強度試験や光学的透明度試験に先立って、光検出デバイスの窓材料における、純ヨウ化セシウム結晶が発する波長 320 nm のシンチレーション光の透過率の優劣を定量的に測定する試験を実施した。光電陰極の窓が通常のコウ硅酸ガラス製と UV ガラス製の 2 本の光電子増倍管と、実際の B 中間子の検出に用いられるものと同じサイズの純ヨウ化セシウム結晶およびタリウム添加ヨウ化セシウム結晶の 2 本の結晶シンチレーターを用いて、3 GeV/c の荷電 π 中間子が貫通する際のエネルギー損失 (約 30 MeV) による信号の大きさを測り、純ヨウ化セシウム結晶と組み合わせる場合は UV ガラス窓の方が 30% 透過率に優れることを確認した。

3.3 A03 タウレプトンの物理

計画研究「陽子反陽子衝突実験によるヒッグス粒子の探索」

研究代表者 大島隆義 (名古屋大学大学院理学研究科)

公募研究「高屈折率・高透過率シリカエアロゲルの開発」

研究代表者 住吉孝行 (東京都立大学大学院理学研究科)

公募研究「強磁場中での動作が可能な RICH 用光位置検出器の開発研究」

研究代表者 飯島 徹 (名古屋大学大学院理学研究科)

「タウレプトンの物理」研究グループでは、Bファクトリー実験を遂行し、タウレプトンの反応 ($e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$) を利用した標準理論の検証並びに新しい物理の探索を研究課題としている。Bファクトリー実験では、2003年7月までに 158 fb^{-1} のデータ (1.44×10^8 事象のタウ粒子対生成に相当) を収集した。このデータを解析し、以下のような研究を進めた。

標準理論を越える新しい物理の探索として、レプトンの香り保存を破る崩壊 $\tau \rightarrow \mu\gamma$ の研究を行なった。現在のところ、収集したデータの内 86.3 fb^{-1} のデータを解析した。図 11 は、シグナルの事象数を評価するために用いた $M_{inv}-\Delta E$ 分布である。ここで、 M_{inv} は $\mu\gamma$ 系の不変質量、 ΔE は $\mu\gamma$ 系のエネルギーからその期待されるエネルギーを引いた残差である。黒丸によって示された実データは M_{inv} に対してほぼ一様に分布しており、四角で示した期待されるシグナル領域にはピークを作っていない。図の領域に実データは 160 事象であり、そのときのシグナルの検出効率は 11.4% である。

膨大な取得データ量のため統計精度の大幅な向上が可能となった反面、バックグラウンドの寄与が無視できない。この点に注意し、シミュレーションおよび実データを元にバックグラウンドの見積もりを正確に行い、信頼度の高い解析を実現した。その結果、バックグラウンドの成分としてタウ粒子対事象だけでなく光子放射を伴うミュオン粒子対事象が存在することが判明した。これらの見積もりを元にした確率密度関数を用い、最尤度法によって崩壊分岐比の上限値を求め、90%の信頼度で $Br(\tau \rightarrow \mu\gamma) < 3.1 \times 10^{-7}$ という結果が得られた。

過去最大のデータ量による統計精度の向上のみならず、緻密なバックグラウンド成分の見積りによる解析手法により、世界で初めて $O(10^{-7})$ の分岐比に到達する成果が得られた。

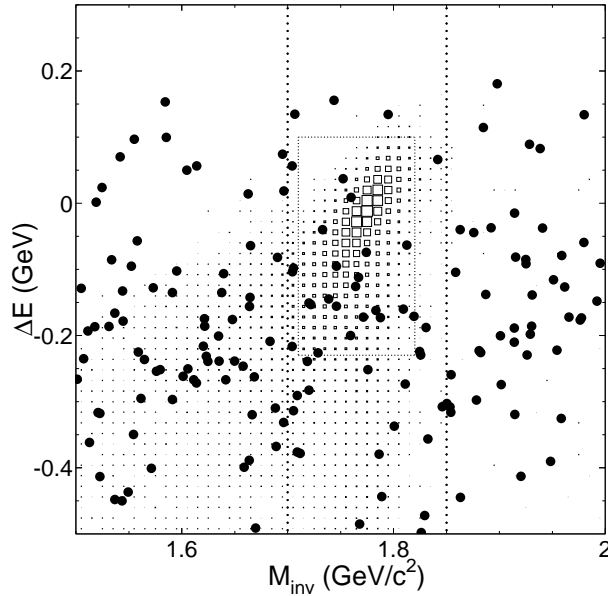


図 11: M_{inv} - ΔE の 2 次元分布。黒丸はデータ，四角はシグナルのシミュレーションデータを示す。点線で挟まれた部分 ($1.70 < M_{inv} < 1.85 \text{ GeV}/c^2$) は，解析によって偏りを生み出さないようにデータを隠した領域である。大きな四角 ($1.71 < M_{inv} < 1.82 \text{ GeV}/c^2$, $-0.23 < \Delta E < 0.10 \text{ GeV}$) は 3σ のシグナル領域を示す。

前項と同じく，レプトンの香り保存を破る崩壊 $\tau \rightarrow \mu\eta$ の研究を行なった。ヒッグス粒子を媒介して香り保存を破る反応を導入した SUSY モデルによると，この過程の崩壊分岐比が 10^{-7} 程度になる可能性が示唆されていることから， $\tau \rightarrow \mu\eta$ 崩壊の探索も重要な研究課題の一つである。

解析には 84.3 fb^{-1} のデータを使用し， η の崩壊過程として $\eta \rightarrow \gamma\gamma$ と $\eta \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ について探索を行なった。 $\mu\eta$ 系の不変質量 ($M_{\mu\eta}$) とエネルギー残差 (ΔE) の 2 次元分布を図 12 に示す。解析の結果，楕円で示されたシグナル領域の中には事象は検出できなかった。このときの検出効率は 2 つの崩壊過程を合わせて 4.4% であった。図より，得られた実データとシミュレーションによる周辺部分の分布は矛盾無いことが分かる。シグナル領域の周りにバックグラウンド事象が少ないため，系統誤差の非常に少ないことが本研究の特徴である。この結果から Bayesian 法によって分岐比の上限値を求め，90% の信頼度で $Br(\tau \rightarrow \mu\eta) < 3.4 \times 10^{-7}$ という値を得た。

前述した理論予想によると，崩壊分岐比は擬スカラーヒッグス粒子の質量 (m_A) と真空期待値の比 ($\tan \beta = \langle H_u \rangle / \langle H_d \rangle$) を用いて，

$$Br(\tau \rightarrow \mu\eta) = (0.84 \times 10^{-6}) \times \left(\frac{\tan \beta}{60} \right)^6 \left(\frac{100 \text{ GeV}}{m_A} \right)^4$$

と表される。この関係を用いると，実験結果から m_A , $\tan \beta$ パラメータに制限が付けられる。図 13 に本実験結果によって排除したパラメータ領域を示す。FNAL 高エネ

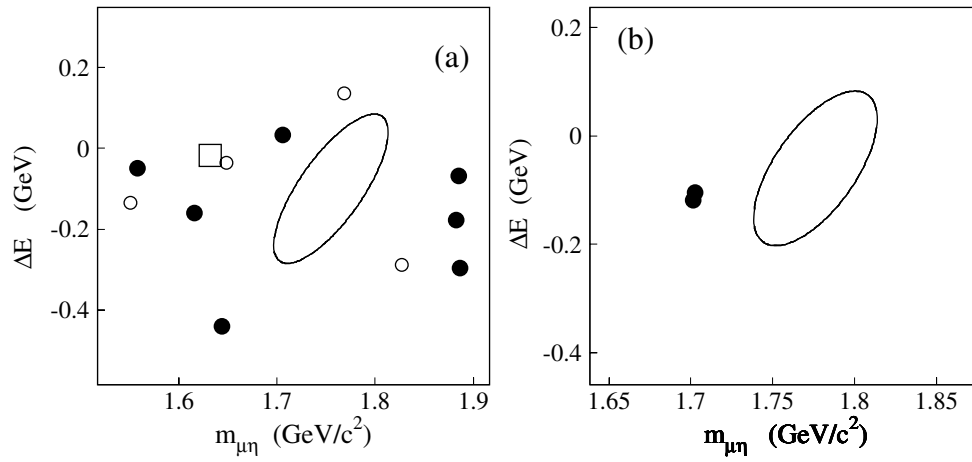


図 12: $M_{\mu\eta}-\Delta E$ の 2 次元分布。(a) は $\eta \rightarrow \gamma\gamma$ モード, (b) は $\eta \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ モードに対する結果である。黒丸がデータ, 白丸と白四角がそれぞれシミュレーションより見積もられたタウ粒子対事象とコンティニウム事象からのバックグラウンドを示す。中心の楕円はシグナル数を評価する時に用いた領域である。

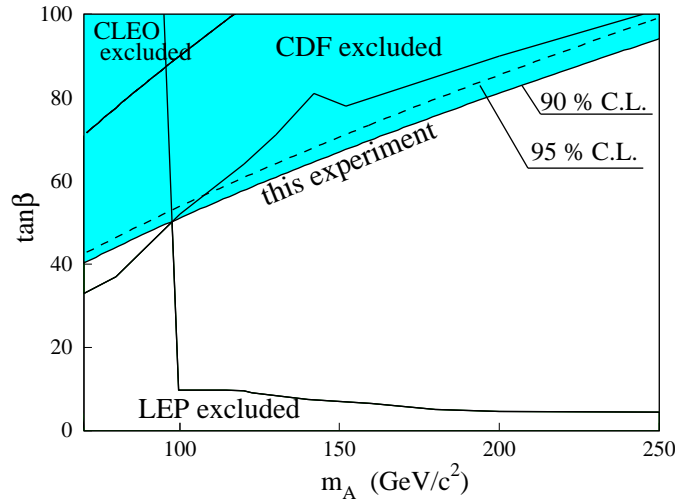


図 13: 実験によって排除された $m_A-\tan\beta$ のパラメータ領域。色付部分が本研究によって排除された領域である。

ルギー加速器施設で遂行された CDF 実験と同じ感度を達成していることが分かる。

新しい物理の探索の別の方法として, タウ粒子対生成事象における T/CP 対称性の破れの探索を行なった。T 対称性・CP 対称性は, それぞれ時間反転・粒子反粒子反転での物理法則の不変性を表す。この探索に対する物理量として, 本研究ではタウレプトンの電気双極子モーメント (d_τ) を採用し, その精密測定を行なった。SUSY, leptoquark, multi-Higgs doublet といったモデルでは大きな CP 対称性の破れが存在する可能性が示唆されている。

本研究では, $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$ 反応での 2 つのタウレプトンの崩壊の型から, 統計的感度が最も良くなるように構成された最適観測量 (optimal observable) を計算し, その平均値から d_τ を抽出する。解析手法として, 測定したすべての情報を用い最大限

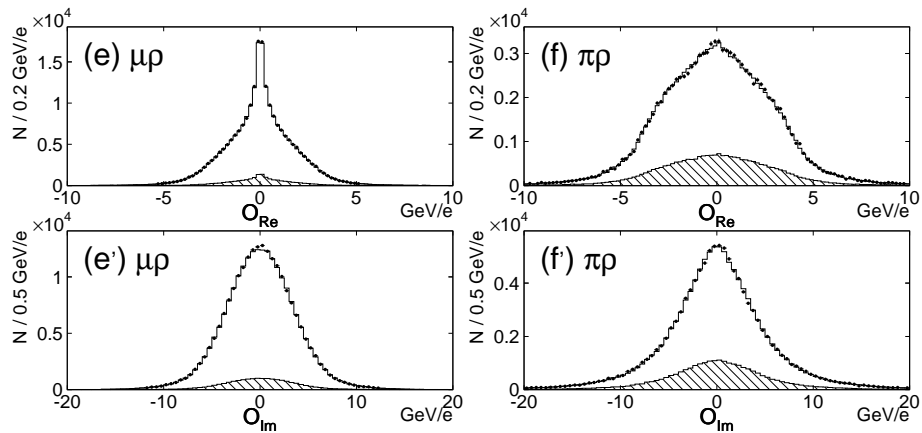


図 14: 最適観測量 (O_{Re} :上側, O_{Im} :下側) の分布。右側は $\mu\rho$, 左側は $\pi\rho$ のモードに対する結果を示す。黒丸がデータ, ヒストグラムは $d_\tau = 0$ のシミュレーションによる期待値, 斜線部分はそのバックグラウンド成分を示す。

の感度を有する最適観測量を構成し使用したことが本研究の特徴である。解析では, $\tau\tau \rightarrow e\mu 4\nu, e\pi 3\nu, \mu\pi 3\nu, \pi\pi 2\nu, e\rho 3\nu, \mu\rho 3\nu, \pi\rho 2\nu, \rho\rho 2\nu$ の 8 つのモードを測定した。タウレプトンの崩壊過程の 45%を集めることで統計量を上げるとともに, それぞれのモードを比較することで実験の系統的評価を行ない信頼度の向上を計った。図 14 に, 29.5 fb^{-1} のデータの解析により得られた最適観測量の分布を示す。 $O_{\text{Re}}, O_{\text{Im}}$ は, それぞれ d_τ の実部, 虚部を測定するために構成された最適観測量である。 d_τ の実部は CP-odd, T-odd, 虚部は CP-odd, T-even の性質を持つ。分布は実データと $d_\tau = 0$ のシミュレーション結果が非常に良く一致していることを表しており, 本解析が実験を良く理解できていることを示す。

図 15 に測定結果を示す。8 つすべてのモードに対して $d_\tau = 0$ と矛盾無いという結論を得た。全体としては $Re(d_\tau) = (1.15 \pm 1.70) \times 10^{-17} \text{ ecm}$, $Im(d_\tau) = (-0.83 \pm 0.86) \times 10^{-17} \text{ ecm}$ を得た。この結果から 95%の信頼度で電気双極子モーメントの上限値を求めると, $Re(d_\tau) < 4.0 \times 10^{-17} \text{ ecm}$, $Im(d_\tau) < 2.0 \times 10^{-17} \text{ ecm}$ となる。図 15(右) に示したように, 従来の実験と比較して 10 倍以上の測定感度を達成し, 10^{-17} ecm のレベルにおいても T/CP 対称性が保存されている事を検証した。

上記の他に, レプトンの香り保存を破る崩壊 $\tau \rightarrow lll$ の研究も進展した。6 つの組合せを探索し, シグナル領域に $\tau \rightarrow eee$ のモードで 1 事象を得た。これは $\gamma\gamma \rightarrow ee$ からのバックグラウンドである可能性が高い。他のモードではシグナル候補は得られなかった。研究成果として, これらの過程の崩壊分岐比の上限値を $Br < (1 \sim 3) \times 10^{-7}$ と得た。

また, $\tau \rightarrow \pi\pi^0\nu$ 崩壊の精密測定から, $\pi^\pm\pi^0$ の質量スペクトルを決定する研究も進めた。この研究結果は, ミュー粒子の $g-2$ の測定に対する理論計算部分に大変重要なデータを提出する。非常に精密な補正や系統誤差の評価により, 従来のを

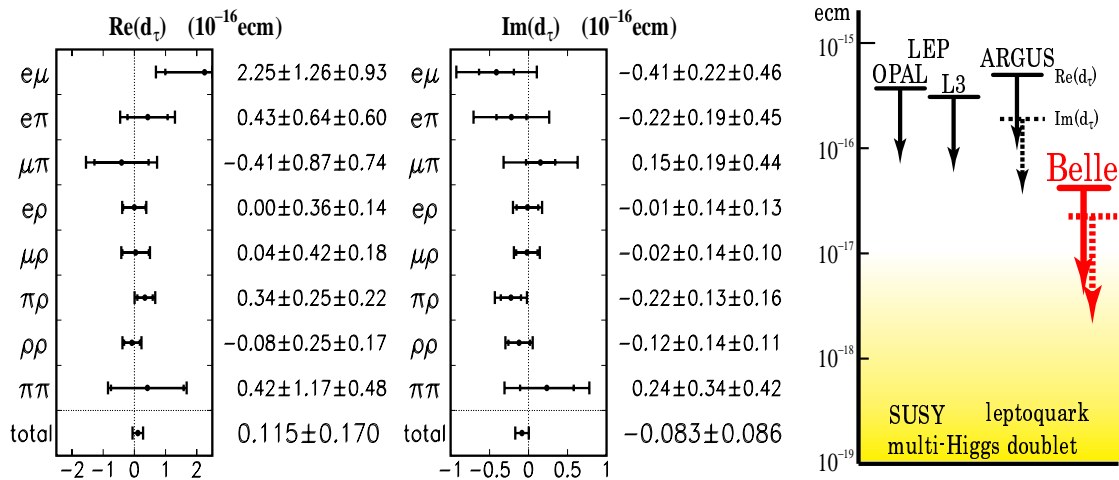


図 15: $Re(d_\tau)$, $Im(d_\tau)$ の測定結果 (左) と過去の実験 (OPAL, L3, ARGUS) との比較 (右)。測定結果 (左) の数字の単位は $10^{-16} ecm$ であり、誤差の 1 番目は統計誤差, 2 番目は系統誤差である。

超える精度良いスペクトルを研究成果として得はじめています。

本研究グループでは, B ファクトリー実験の次期計画 (Super B factory) のための次世代型粒子識別装置 (TOP カウンタ) の開発研究を行なっている。以下に, 装置本体とその性能を引き出すために重要な部品である光電子増倍管の開発状況について述べる。

TOP カウンタはチェレンコフ光を利用した粒子識別装置である。輻射体である石英をその光速度より速い荷電粒子が通過した際に発生するチェレンコフ光を輻射体の端面に取り付けた光検出器 (分解能 50ps 程度) で検出する。検出した光の到達位置と時間からチェレンコフ光の発生角度を再構成し, それを元に粒子を識別する。光の到達時間を利用することがこの装置の特徴である。図 16 に装置全体の写真を示す。開発初期は光検出器側に集光用ミラーを取り付けて動作原理の確認を行なった。現在は写真のような輻射体の端面に直接光検出器を取り付けた装置の開発を行なっている。ミラーを取り外すことで装置の簡略化と省スペース化が可能となった。

TOP カウンタでは光の伝播時間を精密に測定することが非常に重要である。数回の KEK-PS でのビームテストの結果, 輻射体の表面精度が時間分解能に対して大きく寄与することが分かった。測定結果を図 17 に示す。輻射体を高精度研磨したものに変更することで, 伝播距離 2.3m のとき時間分解能を 170 ~ 320ps 向上させることに成功した。また, 時間分解能に対するもう一つの寄与として輻射体中における光速度の波長依存性が大きいことも確認した。これに対し, 検出するチェレンコフ光を長波長側にずらすことで改善できることをシミュレーションで確かめた。現在, 浜松ホトニクス社と協力し光検出器の光電面の改良を行なっている。

これまでの研究成果として, 基本的原理の確認と十分な性能を持つ実機を製作で

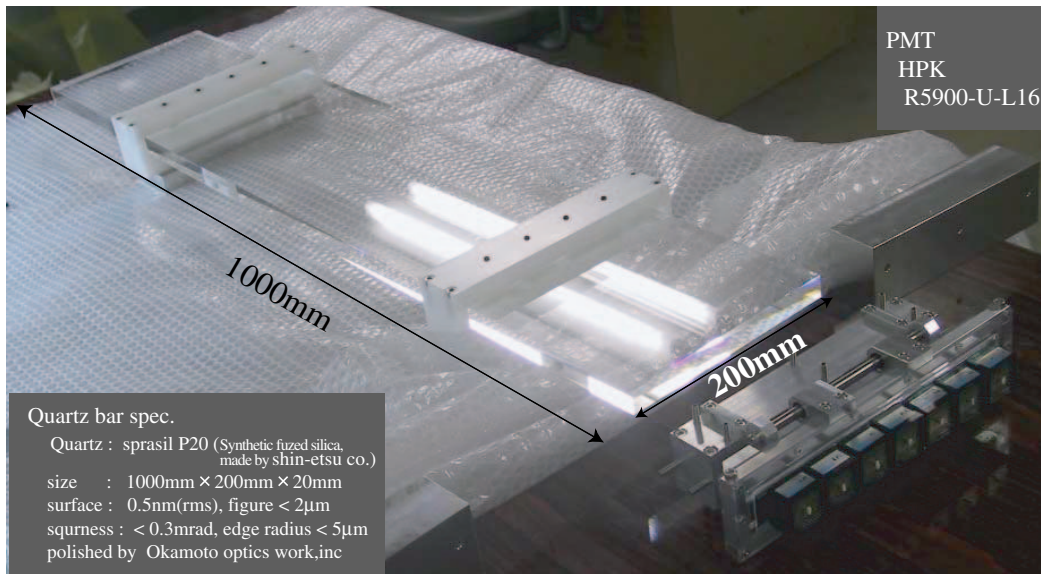


図 16: TOP カウンタ試作器。斜めに蛍光灯の光が反射している部分が石英部分, 右下が光検出器 (16 チャンネル読み出しの光電子増倍管) である。

きる目処を立てることができた。現在は, Bファクトリー実験の次期計画への実用化に向けてより詳細なシミュレーション解析を行なっている。

粒子識別能力を十分に発揮させるためには, 光の到達時間を精度良く測定できる光電子増倍管の開発が重要である。前節で挙げた光電面の改良だけでなく, Bファクトリー実験の次期計画を想定した「磁場 (1.5T) 中で単一光子に対して 50ps 程度の時間分解能で測定できる検出器」の開発研究を行なっている。今までは高い時間分解能が得られる検出器として, 小型の光電子増倍管 (ラインフォーカス型, ファインメッシュ型) を開発してきた。現在は, 可能性のある検出器の一つとしてマイクロチャン

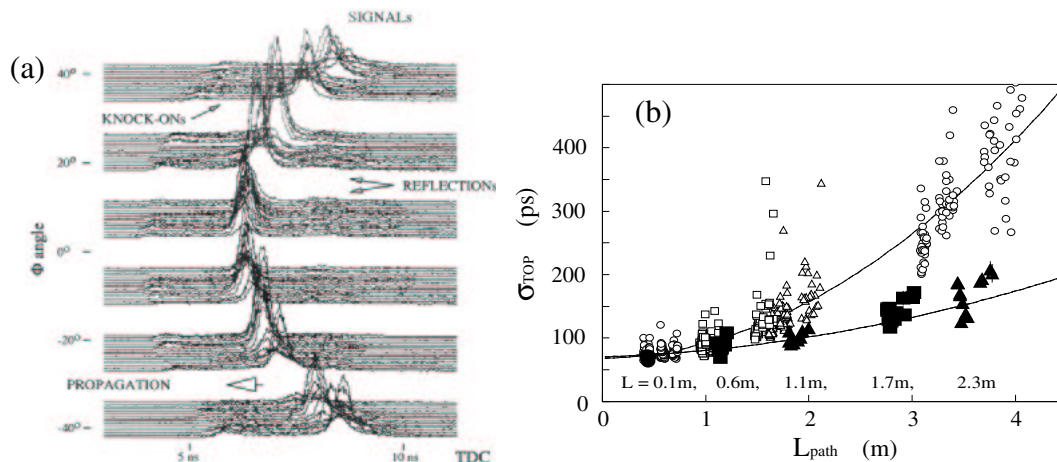


図 17: 測定されたリングイメージ (a) と時間分解能の伝播距離依存性 (b)。 (b) の白抜きマークは従来の輻射体, 黒のマークは新しく高精度研磨した輻射体の測定結果を示す。

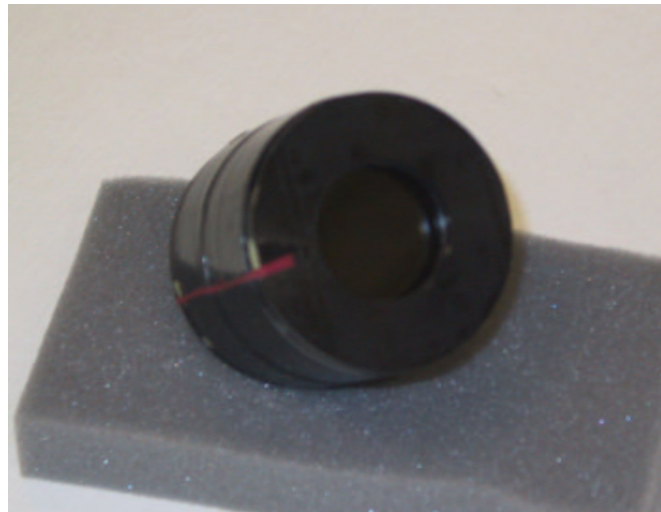


図 18: 浜松ホトニクス社製の光電子増倍管 (HPK R3809-U-50-11X)。

ネルプレートを用いた光電子増倍管 (MCP-PMT) の研究を行なっている。図 18 に MCP-PMT の写真を示す。

動作特性を調べるため、数種類の PMT を高磁場中で動作させ、レーザーを用いて信号感度や時間分解能を測定した。測定には浜松ホトニクス社所有の高磁場発生装置や KEK-PS に設置してある“牛若”を使用した。図 19 に測定結果 (磁場に対する増幅率の変化と時間分解能の増幅率依存性) を示す。使用した MCP-PMT はそれぞれ内部構造が違うが、この結果から大きな特徴として MCP の穴径と 2 枚の MCP の間隔が磁場強度と増幅率の相関に大きく関連することが分かった。穴径が小さいほど磁場に対して耐性が高い傾向がある。また、時間分解能 50ps 程度を達成するには、増幅率が 10^6 程度必要であることも分かった。現在、浜松ホトニクス社や BINP 研究所と協力し実用化に耐えうる (光電面の開口率が高い、個体差が少ない、検出位置の情報を持つ、など) MCP-PMT の開発を行なっている。

公募研究「高屈折率・高透過率シリカエアロゲルの開発」では、シリカエアロゲルは他の物質で得られない特殊な屈折率を持ち、素粒子反応で生成される粒子の識別に最も有効なチェレンコフ光の輻射体として使用される。これまでのシリカエアロゲルは屈折率が 1.03 付近で光の透過率が高く、1.05 になると極端に透過率が悪化し、粒子識別の性能を落としていた。本研究ではシリカエアロゲルの製法を一から見直し、使用する原材料や溶剤を新規に開拓することで、1.05 の高屈折領域でも 1.03 と同等の透過率を得ることが出来た。そしてそれを用いた粒子識別装置を製作し、ビームテストにより粒子識別性能が大きく改善している事を確認した。

公募研究「強磁場中での動作が可能な RICH 用光位置検出器の開発研究」では、強磁場中での動作が可能な RICH 用光位置検出器の開発に向けて、ハイブリッド型光検出器 (HPD) やマイクロチャンネルプレート内蔵 PMT (MCP-PMT) のシング

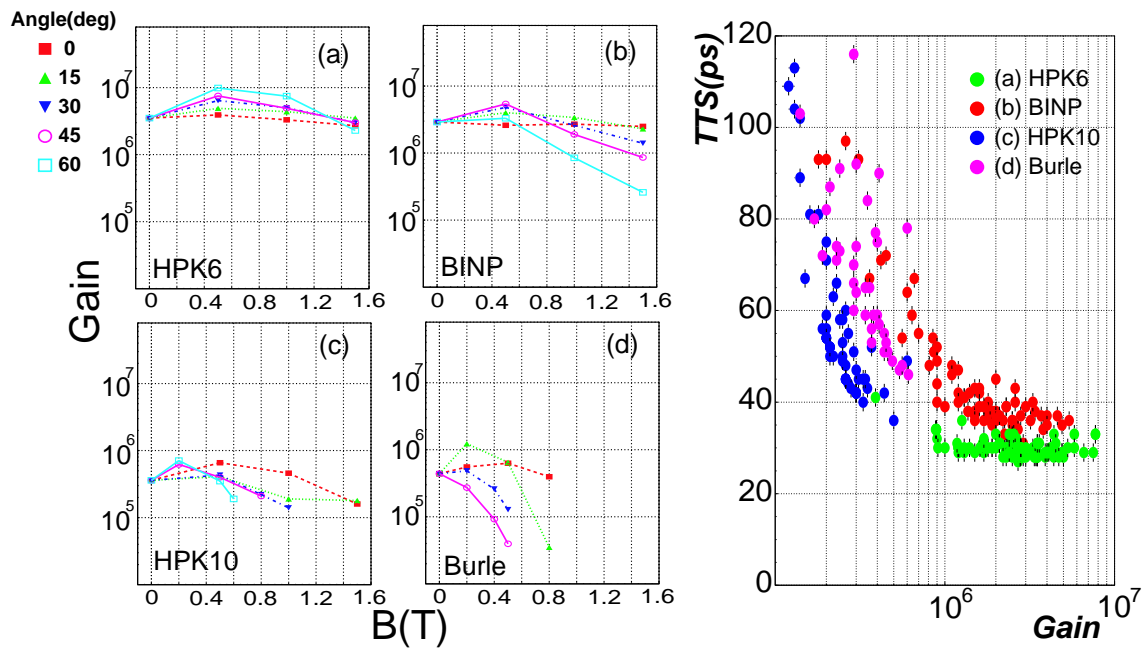


図 19: 磁場に対する増幅率の変化(左)と時間分解能の増幅率依存性(右)。(a)浜松ホトニクス社製 R3809-U-50-11X(MCP 孔径 $6\mu\text{m}$), (b)BINP 研究所製 N4428(MCP 孔径 $10\mu\text{m}$), (c)浜松ホトニクス社製 R3809-U-50-25X(MCP 孔径 $10\mu\text{m}$), (d)Burle 社製 85011-501(MCP 孔径 $25\mu\text{m}$)。磁場に対する管軸の角度を変化させ、磁場の強度と増幅率、時間分解能の相関を測定した。

ルチャンネル型現存製品を使った基本性能試験を行った。その結果、数个程度までのフォトンピークが明瞭に区別されるなど、非常に高い性能を有することが確認できた。さらに、マルチアノード型検出器とその読出し回路のデザインを行った。

3.4 A04 Kファクトリーを用いた $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 崩壊の研究

計画研究「Kファクトリーを用いた $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 崩壊の研究」

研究代表者 山中 卓 (大阪大学大学院理学研究科)

粒子・反粒子の非対称性 (CP の破れ) は、3世代のクォーク間の混合を表す小林益川行列に複素位相が入り込むことによって起きる、と標準理論では説明されている。本研究で扱う中性 K 中間子の稀な崩壊、 $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ の崩壊分岐比は小林益川行列の複素成分 ($Im(V_{td})$) の自乗に比例しており、理論的な不確定性が約 2% と小さいという特長を持つ。従って、我々の研究の究極の目的は、 $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ の分岐比を精密測定してこの複素成分を直接測定し、B 中間子などで測られた値とのずれから、標準理論を超えた物理による CP の破れを探ることである。

$K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ の崩壊分岐比は、理論的には約 3×10^{-11} と予測されているので、約 10^{-13} の感度を持つ実験を行って、 $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ を 100 事象以上観測する必要がある。このためには、現在東海村で建設中の J-PARC の大強度 50GeV 陽子シンクロトロンを用いるのが適切である。しかし、この崩壊の観測は、 $K_L \rightarrow \pi^0 \pi^0$ でできる 4 つの γ のうち二つを見失う場合などのバックグラウンドが厳しい。また、現在、実験的には Fermilab KTeV 実験によって $BR(K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}) < 5.9 \times 10^{-7}$ (90% CL) と上限値を与えられているだけである。従って、感度を 6 桁改善するためには、現存する加速器を用いて最高感度の実験を行い、それによって得られる知識と経験をもとに更に高い感度の実験を計画し、段階的に研究を進めていくことが必要である。

この基本方針に従い、本研究では、まず KEK 12GeV 陽子シンクロトロンを用いて 3×10^{-10} の感度の実験 (KEK E391a 実験) を行う。また、J-PARC の 50GeV 陽子シンクロトロンを用いてこの崩壊を 100 事象以上観測するための実験の計画を立案し、その実験に必要なビームラインや測定器の開発を行う。

KEK E391a 実験の測定器を、図 20 に示す。この実験の基本方針は、

1. 中性子のハローなどの小さい、細い K_L ビームラインを作り、
2. $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 崩壊できた π^0 からの 2 個のガンマ線を下流 (図右側) の電磁カロリメータでとらえて、大きな横方向の運動量を持つ π^0 を要求し、
3. 崩壊領域を高感度のガンマ線検出器で覆い、 $K_L \rightarrow \pi^0 \pi^0$ などからできる余分なガンマ線を検出することによってバックグラウンドを抑えることである。

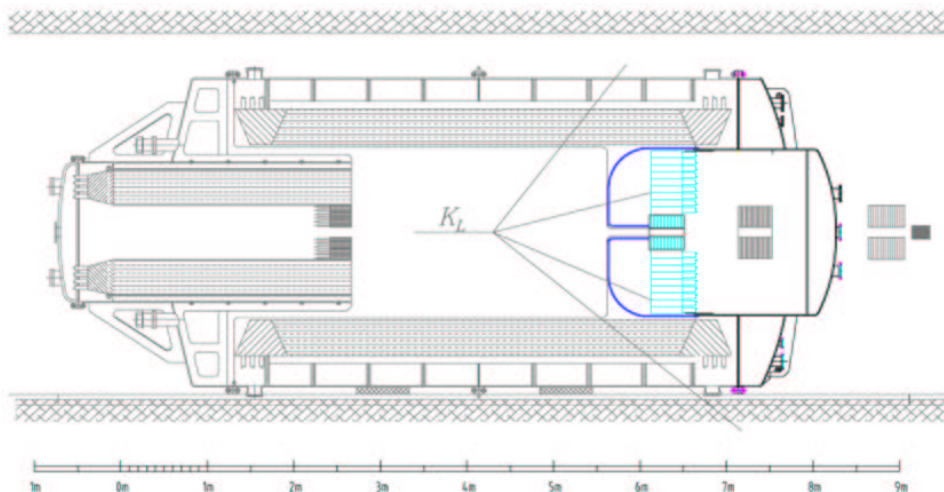


図 20: KEK E391a 実験の測定器の断面図。左端から K_L のビームが入り、この真空容器内で崩壊してできたガンマ線を右側の（下のスケールで 6~6.5m の場所にある）電磁カロリメータでとらえる。 $K_L \rightarrow \pi^0\pi^0$ などで発生する余分なガンマ線は、崩壊領域を円筒状に取り巻くガンマ線検出器でとらえ、バックグラウンドを排除する。

ビームラインは 2000 年に建設し、2001 年にはさらに改良を行って、ビームハローなどの測定を行った。さらに 2002 年には CsI の結晶を約 600 本積み上げた電磁カロリメータを製作し、ビームラインに設置した。また、電磁カロリメータの上流側の面はシンチレータで覆い、荷電粒子の識別をできるようにした。また、これらのデータを読み出すための、データ収集システムを開発した。2002 年の秋にビームを出し、このカロリメータの校正、および K_L ビームのエネルギー分布の測定などを行った。

図 21 に 6 個のガンマ線を要求して得られた $K_L \rightarrow \pi^0\pi^0\pi^0$ の不変質量の分布を示す。ほとんどバックグラウンドがなく、 K_L の質量のところにピークが立っていることがわかる。

これらの事象を用いて K_L のエネルギー分布を測定した結果を図 22 に示す。分布のピークは約 2.5GeV であり、これはモンテカルロと一致するが、高いエネルギー側では、データの方が早く下がる。エネルギーの範囲を限ると、各種の分布はモンテカルロと一致するので、これはモンテカルロで用いているエネルギー分布の問題である。

モンテカルロで用いているエネルギー分布を補正した後の $K_L \rightarrow 3\pi^0$ の崩壊地点の分布を図 23 に示す。崩壊地点の分布がモンテカルロとよく一致していることは、CsI 電磁カロリメータがよく理解されていることを表している。

2003 年 8 月現在、上流側の筒状のガンマ線検出器（図 20 の 0 ~ 2.7m）の下半分は組み込み真空容器に組み込まれており、8 月末までに全ての組み込みが終わる予定である。また、大型の筒状のガンマ線検出器（図 20 の 1~7m）は 32 個のモジュールからなる。これは鉛とシンチレータの積層型の測定器であり、主に本科研費を用いて

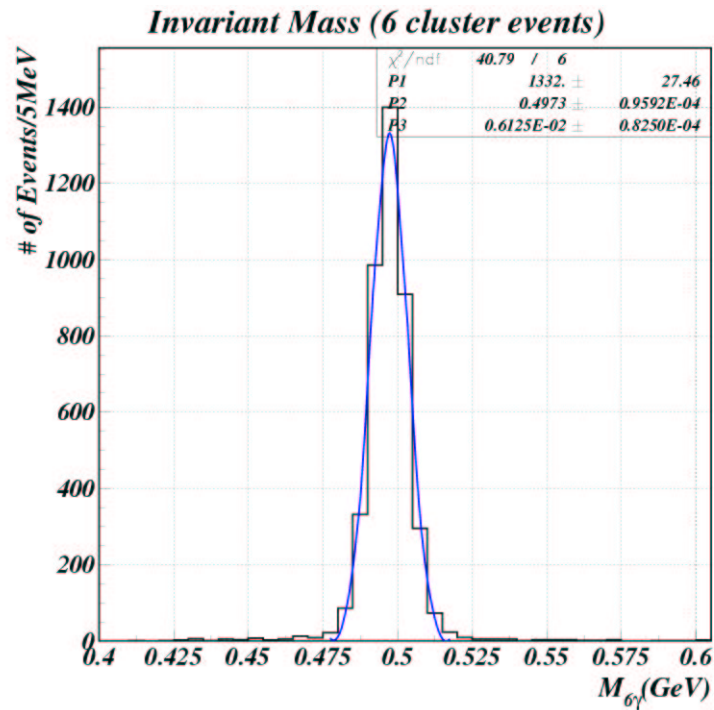


図 21: $K_L \rightarrow 3\pi^0$ の不変質量の分布。

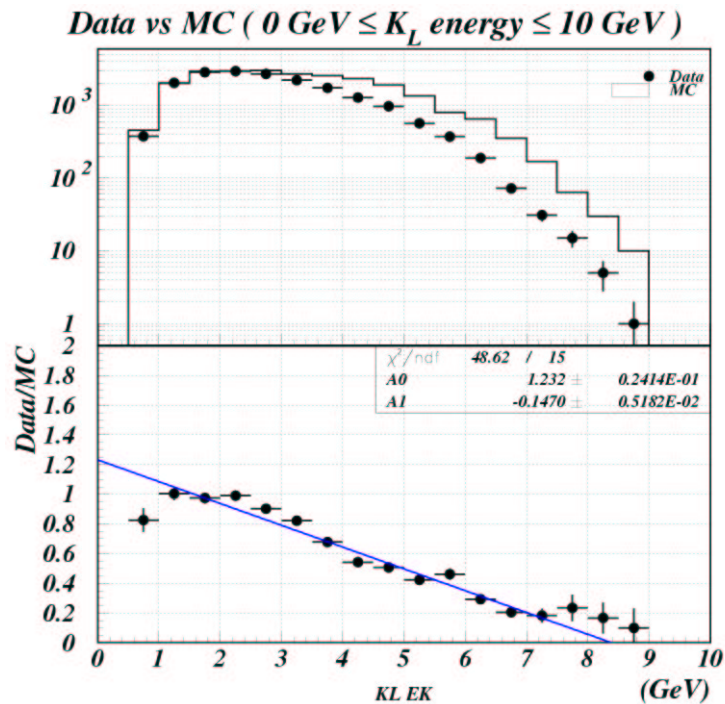


図 22: 上は, $K_L \rightarrow 3\pi^0$ の K_L のエネルギー分布。点はデータ, ヒストグラムはモンテカルロの分布である。下に, 各エネルギーでのデータとモンテカルロの比を表す。データの方が, 高いエネルギー側で早く下がっている。

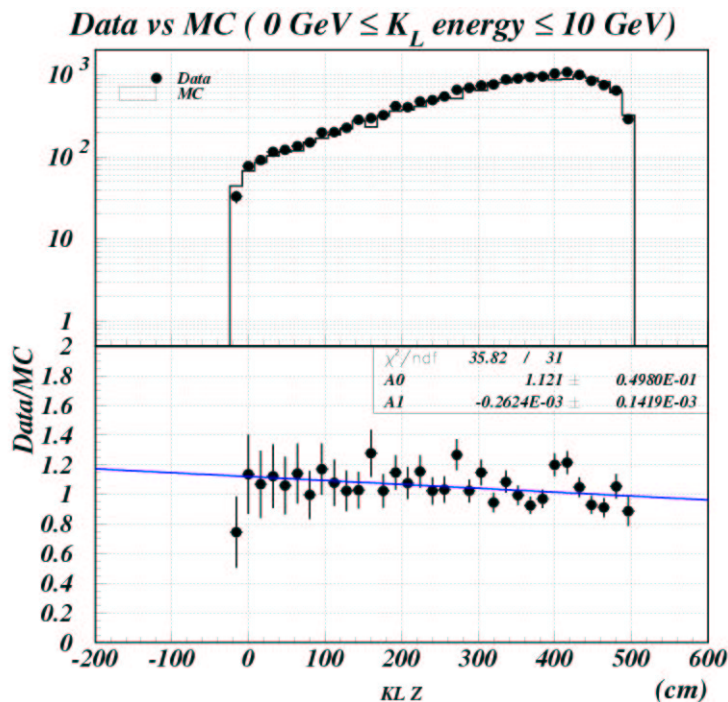


図 23: 上は $K_L \rightarrow 3\pi^0$ の崩壊地点の分布。点はデータ、ヒストグラムはエネルギー分布を補正した後のモンテカルロである。下は、各点でのデータとモンテカルロの比を示す。

製作している。製造は毎週1個の割合で進んでおり、10月には全モジュールが完成する予定である。また、本科研費を用いて発注した大型の真空容器(図中1~7m)が10月末に完成してくるので、その後ガンマ線検出器をこの真空容器内に組み込みを行う。

実験は、2004年の春に4か月を予定している。その後、約2年かけて測定器の校正とデータの解析を行って結果を出す予定である。

3.5 A05 荷電及び中性 K 中間子の稀崩壊の精密測定

計画研究「荷電及び中性 K 中間子の稀崩壊の精密測定」

研究代表者 杉本章二郎 (高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所)

計画研究「荷電及び中性 K 中間子の稀崩壊の精密測定」では、米国ブルックヘブン国立研究所の A G S 陽子加速器で作られる世界最高強度の高純度低エネルギー K^+ 中間子ビームを静止させて、 K^+ 中間子の稀崩壊現象の検出実験が進められている。この研究は、日本をはじめアメリカ、カナダ、ロシアの 17 研究機関の国際協力により実施されている。実験には E 7 8 7 と呼ばれる密閉型高感度実験装置が用いられてきたが、これに大改造を施して 2 0 0 2 年から新しい実験装置 E 9 4 9 を用いた検出実験が始まった。

K 中間子の崩壊現象の中で、C P 保存則の破れが初めて見つかったことは歴史的に有名であるが、近年になって、小林・益川の標準理論が予言する通り B 中間子の崩壊現象にも C P 保存則の大きな破れが観測された。このように標準理論は大枠では多種の実験事実を矛盾なく説明できることを示しており、大成功を収めている。一方、K E K - B ファクトリーでの最近の実験結果が示唆するように、標準理論とのずれが垣間見られる実験結果も手に入るようになってきた。もし小林・益川の理論が、あるレベルで破れている場合や、未知の効果が存在するときには、K 中間子と B 中間子の崩壊現象が、標準理論の予言と矛盾することになる。したがって本研究は K 中間子稀崩壊の研究を、B 中間子系とは独立に高精度で測定することにより、標準理論の検証と新しい物理の探索を目指している。このようなフレイバー物理の精密実験の面から、質量起源や超対称性粒子に関連した情報を得ることを目指している。

この研究の中心課題となる $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ 崩壊反応は主にトップクォークが関与する弱い相互作用により非常に稀に引起されるが、信号に対してバックグラウンドとなりうる雑音は非常に小さいので、トップクォークの寄与 ($|V_{td}|$) をきれいに取り出せる理想的な崩壊モードと考えられている。本計画研究では、E787 実験で収集した大量のデータを慎重に解析した結果、新たにもう一つの (2 番目の) $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ 崩壊事象 (図 24) を発見することに成功し、2 0 0 2 年初めに Physical Review Letters に論文が掲載された。

これまでに得られた信号事象と雑音事象の様子は図 25 に示されている。図の縦軸は

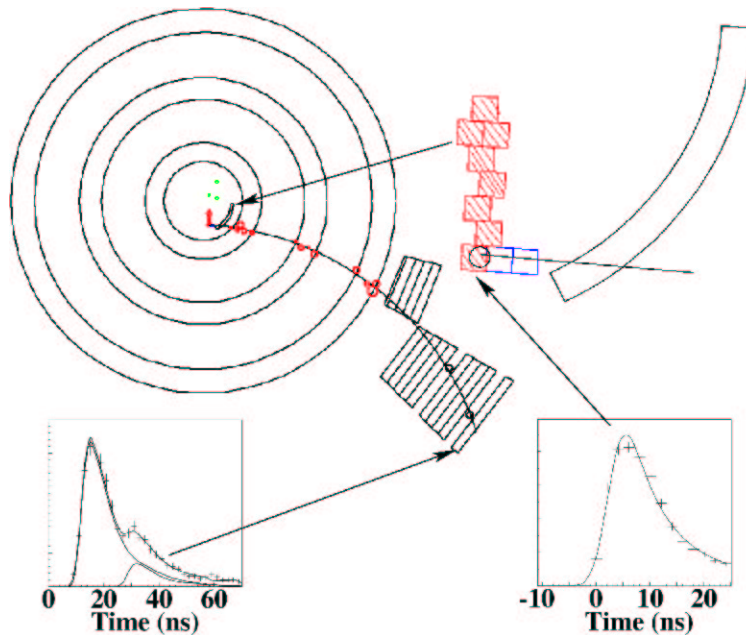


図 24: 2002 年に論文発表された 2 番目の $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ 崩壊事象

K 中間子から崩壊して出てくる荷電粒子 (π^+ , μ^+ など) の飛程 (プラスチックシンチレータ換算) で、横軸はその運動エネルギーである。図中の四角い箱は $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ の信号領域を示し、この中に 2 個の崩壊事象が含まれている。小さい点はモンテカルロ計算で推定した信号事象の予想分布を示している。信号領域の左下の三角印と丸印の点は検出器の測定をすり抜けてきた雑音事象 ($K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$ 事象) と考えられる。この 2 個の信号事象だけでは、まだ統計量が少ないので確定的なことは言えないが、この実験結果は誤差の許容範囲を考慮すれば、標準理論の予言と矛盾はしない。しかしながら今回の実験で得られた崩壊比の中心値は、標準理論の予測する範囲から上へずれており、今後の精密測定で統計量を上げてても依然としてこの“ずれ”が残る場合には、新しい物理が存在することを示す有力な証拠となる可能性があり非常に大きな興味をひいている。

これまで長年にわたって行われてきた $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ 実験の到達検出感度 (崩壊比上限値) の向上の歴史が図 26 に示されている。1981年にKEKのPS加速器でE10実験が当時の最新技術を駆使して上限値を 10^{-7} のレベルまで向上させることに成功してKEK-PSでの代表的な成果の一つとなってから16年間を経て1997年の初事象発見に至り、2002年の2番目の事象の論文発表となった。図の中でE949として示されている点は、現在の中心値が変化しないと仮定した場合の点と到達測定精度を示すものである。この時の標準理論の予測値の幅は、3年後に得られるであろう理論予測精度を示すものである。星印は雑音事象が現れるレベルを示している。E949実験の後には、100個の信号事象検出を目指すCKM実

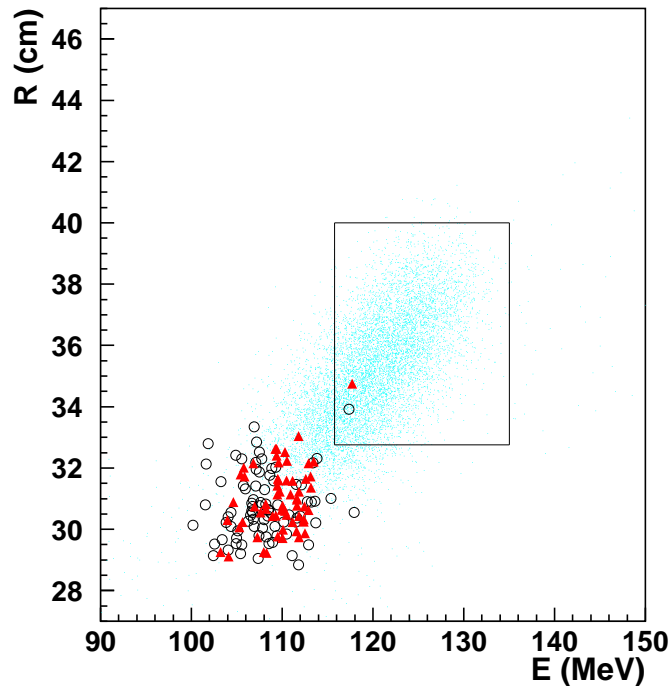


図 25: モンテカルロ法により予測される信号事象の分布と、2002年までに捕らえた2個の $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ 崩壊事象の分布

験（フェルミ国立加速器研究所でのK中間子飛行崩壊実験）に引き継がれる。

2001年から2003年現在までに行ったデータ解析から、上記の $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ の解析 (pnn1 領域) の他に、 $K_{\pi 2}$ 以下の π^+ 運動量領域 (pnn2 領域) での $\pi^+ \nu \bar{\nu}$ 事象の探索と、エキゾチック過程 $K^+ \rightarrow \pi^+ \gamma$ 崩壊事象の探索に関する実験結果を論文として出版した。pnn2 領域での $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ 崩壊事象の探索は、 $K_{\pi 2}$ を起因とする雑音事象の除去と、 K^+ 静止ターゲット中でのK中間子および崩壊した π^+ や π^0 を如何に感度を上げて正確に分離できるかが鍵であるが、解析の積み上げと測定技術の向上により、着実に進展を見せている。この pnn2 領域測定は $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ 静止崩壊測定の事象測定感度の飛躍的な向上に必要不可欠なものである。 $K^+ \rightarrow \pi^+ \gamma$ 崩壊についてはこれまでの上限値 1.4×10^{-6} (90% C.L.) を約4倍向上させて 3.6×10^{-7} (90% C.L.) の結果を得た。

また、カイラル摂動論から興味のある $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \gamma$ と $K^+ \rightarrow \pi^0 \mu^+ \nu \gamma$ のデータ解析は現在最終段階にきている。

一方、実験装置改良後のE949実験のデータ収集は、2002年6月までBNL・AGSにて実験が行われ、 1.9×10^{12} の荷電K中間子崩壊事象データを収集した。現在これらのデータ解析を、日本・カナダ・アメリカ(BNL)にて精力的に実施中である。日本のメンバーは、 $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ をはじめとして、 $K^+ \rightarrow \pi^+ \gamma \gamma$ や、ガンマ線を伴う崩壊モードの解析に深く貢献している。

History of the Search for $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$

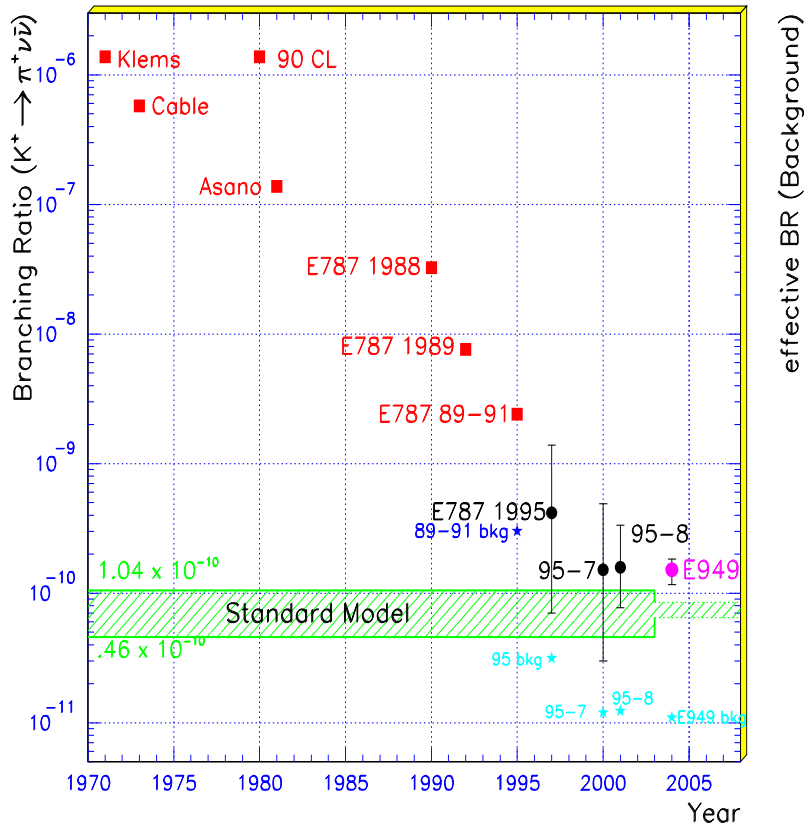


図 26: $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ 探索の歴史と将来

これらのデータ解析の結果を基にして、2004年以降に予想される今後のE949実験の改良のために次の2項目の測定器開発を開始した。

- 入射K中間子の識別と静止点決定のためのシリコンストリップ検出器：読み出しピッチ805 μm ，シリコンウェハ厚さ410 μm ，正16角形(外径105 mm)，G10基盤(外径146 mm)，読み出しチャンネル数128，の性能評価を実施中。図27
- 高速波形記憶処理回路の開発：8 bit，500 MHzの高速波形記憶回路をVMEモジュールの形で試作に成功し，シリコンストリップ出力128チャンネルの实地運転テストを行う予定。

またこれまで行ってきたガンマ線検出器開発研究として， PbWO_4 のチェレンコフカウンターとしての性能評価の研究成果を論文として出版した。

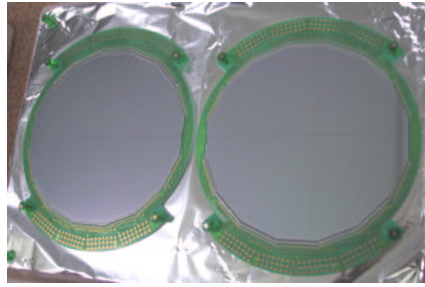


図 27: 粒子識別用 16 角形シリコンストリップカウンター

中性 K 中間子の稀崩壊の研究においては, $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ モードの測定に絞って開発研究を行なっている。この過程は現在の標準理論において CP 対称性の破れを記述する小林・益川行列の複素位相を直接的に関わっており, かつ, 実験結果を理論と結びつける際の不定性が極めて小さいことと合わせて, 標準理論の検証には最も適した K 中間子崩壊過程である。ここでは米国ブルックヘブン研究所の AGS 陽子加速器を用いて行なわれる国際共同実験研究, KOPIO 実験のための検出器開発を主な課題としている。KOPIO 実験は同崩壊過程を分岐比感度 6×10^{-13} レベル, すなわち 40 イベント程度の観測し, CP 非保存現象を記述する標準理論の検証, さらにはそれを超える新しい物理の探索を目的としている。米国 National Science Foundation (NSF) の予算計画によれば, 本実験は米国 2006 年度 (2005 年 10 月) より建設予算を開始する予定とされており, 本計画研究では

1. 日本グループの担当する検出器 (中性子不感型光子検出器や荷電粒子検出器) について, 原理試験を経て実機製作を進める
2. 次世代実験において重要な高計数効率下での光信号読み出しとその処理システムを開発する
3. 高性能コンピュータクラスタを構築し, 解析やシミュレーション環境を整えて物理結果への道筋を明らかにする

を目標としている。現在までは第一番を重点課題として進めてきている。

予想分岐比が 3×10^{-11} と非常に小さい過程の精密測定実験であることから, 実験遂行上, バックグラウンド事象の排除が最も重要なポイントとなる。KOPIO 実験では, 余剰粒子ヴィト検出器で崩壊領域全体を覆いつくすことに加え, 光子の持つ全情報 (位置, エネルギー, 時間, 角度) を測定して π^0 を再構成すること, 一次陽子ビームに時間的構造を持たせて K_L の飛行時間 (TOF), ひいては運動量を測定するというユニークな方法を採用している。日本グループではヴィト検出器として

- 大強度中性ビーム中で動作可能な中性子不感型光子検出器
- 低不感率で位置情報取得可能な荷電粒子検出器

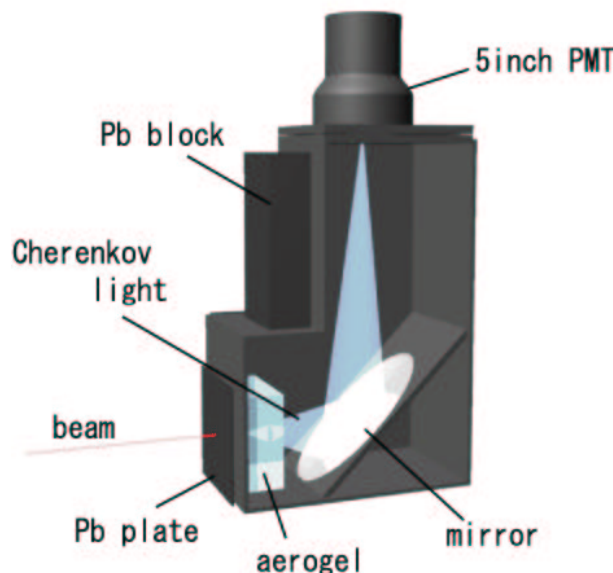


図 28: 中性ビーム中に設置する光子検出器の第二次プロトタイプ

の開発を中心に行なっている。まず、大強度中性ビーム中に設置する光子検出器の開発を中心として報告した後、荷電粒子検出器に使用する光検出器の開発について触れる。

上述したようにこの実験では余剰粒子を確実にとらえることがバックグラウンド事象を排除する鍵となるが、大量の粒子にさらされる中性ビーム通過領域でも例外ではない。この中で動作する検出器は特に中性子に対して不感でなければ十分な性能を発揮できない。我々は鉛板（コンバータ）とエアロジェル（チェレンコフ放射体）によるモジュールの離散多層配置カウンターを提案し、シミュレーションにより性能を予測している。開発研究は段階を追った試作機の製作とビームによる性能評価を繰り返すことで進められ、現在までに第一次、第二次プロトタイプによる原理テストを遂行した。図 28 に示す第二次プロトタイプでは二軸非対称パラボラ鏡を試作し、サイズを除いては実際に使用するものにほぼ近い段階まで進んでいる。

2002 年度には、電子、荷電パイオン、陽子によるビーム試験を行い、性能を評価した。特にこの検出器において重要なことは中性子（あるいは陽子）に対するレスポンスであるが、二軸非対称パラボラ鏡を試作して使用した第二次プロトタイプでの陽子ビーム試験の結果、図 29 に示すようにシミュレーションによって期待される値を実現できることが確認された。

これにより我々の提案した方法によれば、実機においても中性子感度 0.1% ($@1.5\text{GeV}/c$) を達成できることを実証できた。この結果については修士論文としてまとめられており、また投稿論文の準備中である。このビーム試験では、空気中のシンチレーション発光がバックグラウンドになりうることを副産物に発見し、実機においてその対策を講じることが可能となったことに加えて、その研究自身を投稿論文としてまとめた。今後は大型化や量産に備えた第三次プロトタイプの開発へと進む。

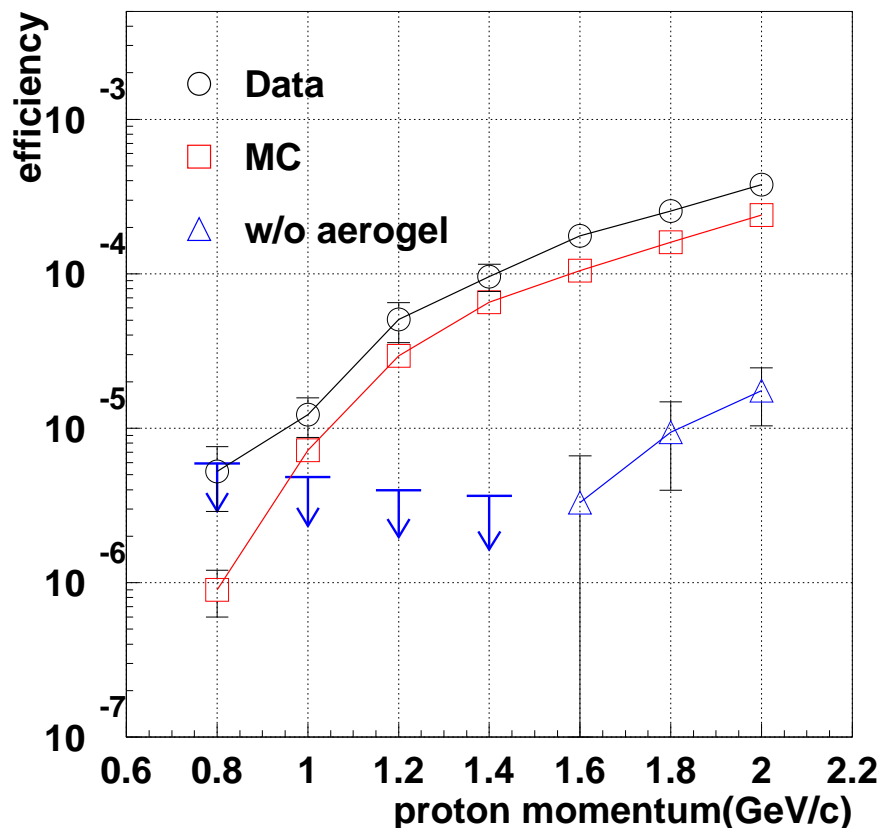


図 29: 陽子によるビーム試験の結果。シミュレーションによって期待される性能と50%以内でよく一致していることがわかる。

他に、迅速で簡易なチェレンコフ光量測定のために、ベータ線源とギャップ型ソレノイド磁石スペクトロメータを組み合わせた「テーブルトップ電子ビーム」を考え、磁場解析や飛跡計算などの最適化を経て磁石を製作するなど、性能向上とクオリティコントロールを目指した開発も行なっている。

荷電粒子用ヴァイトカウンタに関する光検出器の試験としては、安定した量子効率評価システムを確立し、GaAsPカソードを持つ高量子効率型光電子増倍管（PMT）や緑感度増強型PMT（3種類）などの測定をおこなった。相対量子効率の光入射位置依存性や、ゲインのカウントレート依存性の結果を得ており、さらに多種類について系統だった測定に入っている。

3.6 A06 ヒッグスセクターと超対称理論ダイナミックスの現象論的研究

計画研究「ヒッグスセクターと超対称理論ダイナミックスの現象論的研究」

研究代表者 日笠健一（東北大学大学院理学研究科）

公募研究「格子QCDによる重いクォークの物理の研究」

研究代表者 青木慎也（筑波大学物理学系）

公募研究「格子カイラルゲージ理論の構成とゲージ対称性の自発的破れのダイナミックスの研究」

研究代表者 菊川芳夫（名古屋大学大学院理学研究科）

公募研究「超対称性理論における物質の世代構造とヒッグス系の3-2表現分離問題の解明」

研究代表者 波場直之（三重大学工学部）

公募研究「クォーク、レプトンの質量行列と自然な大統一理論」

研究代表者 前川展祐（京都大学大学院理学研究科）

公募研究「コライダーによる超対称模型の検証」

研究代表者 野尻美保子（京都大学基礎物理学研究所）

公募研究「B中間子のセミタウオニック崩壊」

研究代表者 田中 実（大阪大学大学院理学研究科）

公募研究「ニュートリノ振動現象におけるレプトン数の破れとそれの将来の実験に対する示唆」

研究代表者 佐藤 丈（九州大学大学教育研究センター）

公募研究「超対称標準模型およびそれを越える模型とレプトンの物理」

研究代表者 久野純治（東京大学宇宙線研究所）

「ヒッグスセクターと超対称理論ダイナミックスの現象論的研究」では、実験データから、物理の結果を引き出すのに必要な理論的解析を完了させ、質量起源と超対称性物理の追求を目指すとともに、理論研究の結果を実験にフィードバックする。具体的目標は、ヒッグスセクターおよび超対称模型に関して、そのダイナミックスの解明と宇宙論的考察、そしてその現象論的な帰結を明らかにすることであり、これによって上に挙げた最先端の加速器実験における解析方法、実験結果の解釈の指針を与えるとともに、将来に対する展望をひらくことである。

計画研究では、超対称理論を中心として、もう一つの有望な方向である余剰次元理論や、両者に関連の深いヒッグスの物理について研究を進めている。

超対称理論は、標準模型に内包する質量スケールの問題を解決する理論として最も有望視されているものである。この超対称性の破れに伴って超対称粒子の質量が現れるが、これが2つの問題を引き起こすことがよく知られている。一つは、超対称粒子の質量項が標準模型にはなかった新たなCP位相をもたらすことで、もしこの位相が $O(1)$ であると、超対称粒子の質量が電弱スケールに比べて非常に大きくない限り超対称粒子からの寄与が電子や中性子などの電気双極子モーメントの実験からくる上限値を大きく上回ってしまう。これは、「超対称性におけるCPの問題」と呼ばれる。もう一つの問題は、クォークやレプトンの超対称対の質量項が標準模型にはなかったフレーバーの混合を引き起こすことである。この場合、一般にはクォークセクターでよく知られているGIM機構による抑制が働かないため、実験の制限を超える中性K中間子の混合、ミュー粒子のレプトンフレーバー対称性を破る稀崩壊などが起こってしまう。これを、「超対称性におけるフレーバーの問題」と呼ぶ。超対称理論のこれら2つの問題について、新たな解決の機構の探求とその現象論的帰結について研究を行ってきた。

「CPの問題」: CP位相を持ちうる質量項のうち、(共通な)ゲージノの質量のみが現れ、3点のスカラー相互作用(いわゆるA項)や2つのヒッグススカラーの質量混合項(B項)がゼロになるような超対称性の破れの伝播機構においては、ゲージノ質量の位相は物理的なCP位相とはならないことが知られている。この場合の電弱スケールでの超対称粒子の質量スペクトルや電弱ゲージ対称性の自発的破れ、ヒッグス粒子の質量などについて調べ、この「CPの問題」の解が、実験に抵触することなく生きていることを示した。引き続き、このパターンがダイナミカルに実現する可能性を調べ、それが実現されるモデルを提唱した。

「フレーバーの問題」: この問題の一つの解の方向は、何からのフレーバー対称性が、フェルミオンの質量行列の構造とその超対称パートナーであるスフェルミオンの質量行列の構造を同時にコントロールするために、二つの行列に現れる世代間混合が(近似的に)揃い、フレーバーの混合が抑制されるとする仮説である。しかしながら、実際にこの仮説が機能するモデルを構成することは容易ではなかった。本研究では、対称群をフレーバー対称性とするような模型において、スフェルミオンの質量も実験に抵触しない程度に、フレーバー混合が抑制されることを示した。また、この模型の現象論的特徴を調べ、スレプトンの質量のパターンや将来のミューオンの稀崩壊実験において、ミニマル超重力理論とは異なる特徴が現れることを示した。

現在は、この研究を発展させ、一般にフレーバー対称性によって制御されている

超対称模型において、クォークセクターの混合、特に2, 3世代の混合がどのような大きさになるか研究を進めており、近いうちに成果を論文として発表する予定である。

超対称標準模型に含まれる未知粒子の相互作用に関しては、以下の研究を行った。

1. 超対称模型には多くの未知のスカラー粒子が含まれる。スカラー粒子の self energy は一般にゲージ依存性を持つが、混合角のくりこみなどのため、このゲージ依存性を除去すると都合が良いことがある。標準模型のゲージ粒子については、pinch technique という操作を用いて、self energy や3点関数のゲージ依存性を系統的に除去できることが知られている。そこで、この研究では、超対称模型のスカラー場の self energy に対して、ゲージ依存性を pinch technique によって除去する手法についての分析を行った。その際、標準模型では現れなかった、pinch technique に関する新たな不定性と、その解決策についても論じた。この結果は既に出版されている。

2. B 中間子がハドロンと光子に崩壊する反応は、標準模型を越えた未知の物理からの寄与に敏感である。超対称標準模型では、荷電ヒッグス粒子による1ループグラフの効果が一般には大きくなり、この崩壊の分岐比の観測結果から、荷電ヒッグス粒子の質量に対して厳しい条件がつく。しかし近年、場合によっては、この寄与への高次補正が1ループと同様の大きさになり、その結果、荷電ヒッグス粒子の質量への条件が大きく変更されることが指摘された。そこで、この高次補正のうち、これまでの研究で使われていた近似では含まれていなかった部分の寄与を計算し、その振る舞いを議論した。結果の一部は口頭で発表され、現在論文を作成中である。

3. 超対称粒子のうち、チャージーノは将来の高エネルギー実験で初期に発見されることが期待され、その質量および相互作用は、統一理論を検証する際に非常に重要となる。そこで、チャージーノとヒッグス粒子との結合の強さに対する量子補正の効果を分析している。

4. また、超対称模型のパラメータを加速器実験で測定する方法についても議論し、線形加速器においてはスカラトップ粒子の様々な性質を調べることで、超対称模型のパラメータについての重要な情報が得られることを指摘した。

関連する宇宙論に関しては、宇宙背景放射の揺らぎに対する研究を主に行った。超対称模型を考える場合、宇宙進化のシナリオは標準的な宇宙進化の模型とは違ったものになる可能性がある。今年度は特に、宇宙初期に大きなエネルギー密度を持つスカラー粒子の凝縮がある場合について考え、その場合には宇宙の密度揺らぎ（特

に宇宙背景放射の揺らぎ) が大きな影響を受ける可能性があることを指摘した。

標準理論を超える物理を探る上で、コンパクト化された余剰次元が TeV スケールに存在する可能性が盛んに議論されている。通常の 4 次元のゲージ理論とは異なり、余剰次元を伴うゲージ理論のカットオフはコンパクト化のスケール (TeV スケール) に接近している。この意味で、余剰次元の考え方は、電弱スケールとカットオフスケールとの間のいわゆる階層性の問題を解決する可能性がある。

ただし、コンパクト化のスケールよりも高エネルギーでは、余剰次元ゲージ理論の相互作用は徐々に強結合になる。これまでの現象論的解析では十分低エネルギーに理論のカットオフがあることが仮定され、コンパクト化スケール以上での非摂動効果についてはあまり考えられてこなかった。これに対し、私たちは改良された梯子近似シュビンガー・ダイソン方程式の方法を用いてこのような非摂動効果による対称性の力学的破れの解析を行ない、理論のパラメータのとり方によっては、このような非摂動効果が実際に重要になり得ることを示した。特に余剰次元 QCD の強い引力によってトップ対凝縮が起きる場合は、余剰次元のダイナミクスと電弱対称性の破れが密接な関連を持つことになる。

一方、前記の研究に用いた改良された梯子近似シュビンガー・ダイソン方程式の定量的妥当性を議論するために、この近似を通常の QCD のカイラル対称性の力学的破れに応用する研究を行なった。これまでの同種の研究では、改良された梯子近似のクォーク間引力だけでは、QCD のカイラル対称性の破れの実際の大きさを説明するには十分ではないと考えられていたが、今回の私たちの研究では、くりこみスケールの不定性を正当に評価することにより、この問題が解消されることを示した。

標準模型の階層性問題を解決するためのその他の方法として、ヒグス場の起源をなんらかの 0 質量の南部・ゴールドストーン場に求めるリトル・ヒグスのアイデアに注目が集まっている。厳密な南部・ゴールドストーン場は、その性質のため、フラットポテンシャルを持つ。一方、ヒグス場には電弱対称性の自発的破れを引き起こすポテンシャルが必要とされる。そのため、リトル・ヒグス模型においては、ヒグス場を厳密な南部・ゴールドストーン場とは考えず、むしろ明示的に少しだけ破れたグローバル対称性の南部・ゴールドストーン場と考えている。このようなダイナミクスの代表例としては、QCD のカイラル対称性の力学的破れにおける π^\pm 粒子があげられる。(例えば、 $\pi^\pm - \pi^0$ の質量差を計算するには、QED によるカイラル対称性の明示的破れの効果を取り入れねばならない) リトル・ヒグスはくりこみ不可能な模型であるにもかかわらず、現在のところ、リトル・ヒグスの背後にあるダイナミクスについての考察は進んでいない。将来的には、リトル・ヒグス模型にあるより基本的なダイナミクスについての議論を深める必要がある。

当研究では、QCDの低エネルギー有効理論として知られている「隠れた局所対称性模型」が、そのパラメータを $a = 1$ に選ぶことでリトル・ヒグス模型に要求される性質を持つことを示し、そのパラメータで $\pi^\pm - \pi^0$ 質量差を評価した。その結果、パラメータを $a = 1$ とおいた隠れた局所対称性模型が現実の $\pi^\pm - \pi^0$ 質量差をほぼ説明することを示した。この研究は将来リトル・ヒグス模型の背後のダイナミクスを構築する上で大きなヒントになるものと期待している。

公募研究「格子 QCD による重いクォークの物理の研究」では、研究代表者らによって提唱された格子上での重いクォークの作用の研究を行った。格子上での摂動展開を改良して、この作用に現れる 4 つの改良係数を摂動の 1 ループで計算した。また、B 中間子の崩壊定数の計算に必要な演算子の繰り込み定数や改良係数も 1 ループで計算した。この作用を用いたテスト的な格子 QCD のモンテカルロ計算を行い、有望な結果を得ている。現在、本格的な計算を計画中である。

公募研究「格子カイラルゲージ理論の構成とゲージ対称性の自発的破れのダイナミクスの研究」では、格子 U(1) カイラルゲージ理論の数値的な構成法を研究した。格子カイラルゲージ理論におけるゲージアノマリーの相殺を厳密に示すために必要な、アノマリーのコホモロジー的解析を、数値的に実行できる手法を開発した。この結果により、格子 Weyl フェルミオンの経路積分測度をゲージ不変に、数値的に構成することが可能になる。

公募研究「超対称性理論における物質の世代構造とヒッグス系の 3-2 表現分離問題の解明」では、2002 年後半からの主な成果を挙げると、まず、ヒッグス場を余次元ゲージ場の余次元成分とみなすゲージ・ヒッグス統一理論を E6, E7, E8 大統一理論で考案し、ブレイン上に vector-like 場を導入することで世代構造を導く（シンプルでアノマリーが無い）理論を構築した。また、orbifold の境界条件でゲージ群が破れる場合の unitarity について解析をおこない KK モードとなった重いゲージボソンの散乱 ($XX \rightarrow XX$) において unitarity が保たれることを示した。また、Wilson loop の自由度が残る場合の細谷機構についても真空構造の解析を行った。現在の進展状況としては、デモクラティック模型におけるレプトン・フレーバーの破れのプロセスの解析、世代に S 3 離散対称性を導入した質量行列の研究、 $B \rightarrow K \phi$ における超対称性粒子の効果と電子・中性子の EDM の制限、質量階層性のある右巻きニュートリノが存在する場合のフレーバー混合の繰り込み群解析を行っている。

公募研究「クォーク、レプトンの質量行列と自然な大統一理論」では、ここ、1 年半の研究で、対称性で許されるすべての相互作用を導入する 4 次元の大統一理論の具体的な模型がほぼ、定まりつつある。3 つの大きな進展があった。一つは、異常

U(1) 対称性を持った大統一理論は、かなり一般的にゲージ結合定数の統一を説明できること。二つ目は、非アーベル群の水平対称性を導入することで超対称性フレーバー問題が解けうること。その際に E_6 大統一群が重要であることがわかる。三つ目は、その E_6 大統一理論において、よりシンプルなヒッグズセクターを見つけたことである。

公募研究「コライダーによる超対称模型の検証」では、LHC 実験によって超対称粒子の性質を調べる方法の開発を行っており、スカラートップの崩壊を同定する方法を確立した。また、建設が提案されている e^+e^- LC によって軽い超対称粒子の質量を決めれば、その情報を使って LHC の解析を改良し、超対称模型を識別するのに重要な第三世代の粒子の質量相互作用が数%の精度で決定できることが分り、理論的なインパクトについても、より詳細な検討を行なっている。

公募研究「B 中間子のセミタウオニック崩壊」では、クォークレベルの $b \rightarrow c\tau\nu$ 崩壊振幅への荷電ヒッグス粒子の寄与について、2ループのくりこみ群方程式を用いて QCD 補正を求めた。その結果、分岐比の計算における理論的不定性は形状因子の不定性によって支配されていることを示した。また、形状因子の不定性が現われない崩壊分布比では、QCD 補正による不定性が支配的であるが不定性の大きさは問題となるものではないことが分った。さらに、分岐比だけでは標準模型と最小超対称標準模型との区別がつかない場合でも、崩壊分布比を見れば容易にこれらの区別ができることも示した。

また、関連する研究として、B 中間子に関係するフレーバーおよび CP の破れの現象を様々な超対称模型で調べ、これらの現象を通じて超対称性の破れのフレーバー構造について調べる可能性について研究を行った。

公募研究「ニュートリノ振動現象におけるレプトン数の破れとその将来の実験に対する示唆」では、これまでに、新しい物理の影響が振動実験においてどのように現れるかを定式化して、一般論としてどの程度見えるかを調べた。また、振動実験に伴う物質効果の不定性について、地球模型との関連で調べた。一方、超対称性を有効利用するという観点から R パリティを破った模型におけるニュートリノ質量生成を考察した。

公募研究「超対称標準模型およびそれを越える模型とレプトンの物理」では、ニュートリノの質量の起源を説明するシーソー機構を超対称化した場合、荷電レプトンにおいても同様にフレーバーおよび CP の破れの事象を予言する。また、シーソー機構を内包する超対称大統一模型において、ニュートリノセクターのフレーバーの破れがハドロンのフレーバーの破れに寄与しうる。久野はこれらの模型でのレプトン

およびハドロンのフレーバーの破れの事象および CP の破れの事象の解析を行った。
また、合わせて超対称標準模型の現象論的研究を行った。

4 今後の領域の推進方策

計画研究 (A01-A03) については、実験データの収集を継続し、物理解析を進めつつ、さらに新しい解析法を開発する。それとともに、将来の実験の改良に向けて、シリコンストリップ検出器、高速波形記憶処理回路、TOP カウンター、光検出器などの測定器開発を進める。

計画研究 A04 については、2002 年 12 月に J-PARC 50GeV 陽子シンクロトロンで行う実験の Letter of Intent を提出した。2003 年 6 月に開かれた原子核素粒子実験施設委員会では、その物理的意義と、段階的なアプローチに対して高い評価を得た。E391a 実験装置を J-PARC に移動して必要最小限の改良を行い、当初作られる予定のビームラインと標的を用いると、加速器の性能の 10% の強度で 1 年間で約 1 事象観測できる予定である。まずこれにより、J-PARC で $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ の手がかりをつかむことができる。次に、100 事象以上観測するためには K_L 専用のビームラインを建設する必要がある。この実験のためには、最適な K_L エネルギーの選択、大強度に対応する標的とビームダンプの設計、高いレートに対応する、高感度な電磁カロリメータとガンマ線検出器、およびデータ収集システムの開発、などの課題がある。我々はこれらについて検討を開始しており、一部、試作機の製作を始めている。今後は実現に向けた R&D を推進し、必要な装置を製作する。また、実験の具体的な設計を行って、実験の計画書を提出する。

計画研究 A05 の荷電 K 中間子崩壊研究においては、解析法の開発を進めると共に、将来の実験の改良の方向を探ることを予定している。また、測定器開発として、シリコンストリップ検出器プロトタイプ製作と性能評価および、高速波形記憶処理回路の開発を進める。また、 $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ 事象を 100 個のオーダーで検出するために、 K^+ 飛行崩壊実験をめざすフェルミ国立加速器研究所の CKM グループとの間の測定器 R&D に関する共同研究をさらに押進めていく予定である。

計画研究 A05 の中性 K 中間子崩壊の研究においては、中性子不感型光子検出器の開発、下流域の荷電粒子検出器の開発、高計数率対応の光検出器とその読みだし回路の開発、解析・シミュレーション環境の整備を引き続きすすめる。第一項目は実機サイズのプロトタイプ製作と性能評価を、第二、第三の項目は GaP 光電面を持つ高量子効率の光電子増倍管などの光検出器について性能評価などを行ない、KOPIO 実験の建設に向けての準備の段階へと進む。

理論の計画研究 (A06) では、今までに進めてきた研究をさらに発展させるとともに、宇宙論、弦理論などとの関連も調べて多面的な理解を進めていく。また実験家との連携を緊密にして最新結果を反映させる。また公募研究については、研究会で将来計画を議論していくことによって、実現に向けた努力を集中させて計画を進展させる。

総括班は上記の各研究の調整をとり、特に実験研究について指揮をとると同時に、理論と実験の密接な交流をはかる。総括班連絡会を行い、各研究の調整をとる。また、総括班主催の研究会等のミーティングを実施し、報告書を適宜編集し、コミュニケーションと情報の開示を総括する。2003年3月に総括班主催で開催した科研費特定領域研究会「質量起源と超対称性物理の研究」では、65名の研究会参加者によって各計画研究、公募研究の成果報告が行われ、それについての活発な議論があった。この研究会の成果を踏まえて、今後の研究会でさらに各計画研究・公募研究間の成果の結合を深めて、領域全体でコヒーレントに「質量起源と超対称性物理」の研究を発展させる。

5 領域を推進するための問題点と対応策

現時点においては、特に問題点はない。

6 研究成果公表の状況（主な論文等一覧）

6.1 発表論文

- A01 計画
 - “First Measurement of the Ratio $B(t \rightarrow Wb)/B(t \rightarrow Wq)$ and Associated Limit on the Cabibbo-Kobayashi-Maskawa Element $|V_{tb}|$ ”,
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **86**, 3233 (2001).
 - “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).
 - “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).
 - “Measurement of the Top Quark p_T Distribution”,
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **87**, 102001 (2001).
 - “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).
 - “Double Diffraction Dissociation at the Fermilab Tevatron Collider”,
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **87**, 141802 (2001).
 - “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).
 - “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).
 - “Observation of Diffractive J/ψ Production at the Fermilab Tevatron”,
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **87**, 241802 (2001).

- (2001).
- “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).
 - “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).
 - “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).
 - “Study of $B^0 \rightarrow J/\psi K^{(*)0} \pi^+ \pi^-$ Decays with the Collider Detector at Fermilab”,
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **88**, 071801 (2002).
 - “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).
 - “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).
 - “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).
 - “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).
 - “Search for the Supersymmetric Partner of the Top Quark in $p\bar{p}$ Collisions

- at $\sqrt{s} = 1.8 \text{ TeV}$,
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **63**, 091101(R) (2001).
- “Measurement of the Two-Jet Differential Cross Section in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1800 \text{ GeV}$ ”,
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **64**, 012001 (2001), Phys. Rev. D **65**, 039902(E) (2002).
- “Measurement of the Inclusive Jet Cross Section in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8 \text{ TeV}$ ”,
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **64**, 032001 (2001), Phys. Rev. D **65**, 039903(E) (2002).
- “Measurement of the $t\bar{t}$ Production Cross Section in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8 \text{ TeV}$ ”,
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **64**, 032002 (2001).
- “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).
- “Observation of Orbitally Excited B Mesons in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8 \text{ TeV}$ ”,
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **64**, 072002 (2001).
- “Search for Narrow Diphoton Resonances and for $\gamma\gamma + W/Z$ Signatures in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8 \text{ TeV}$ ”,
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **64**, 092002 (2001).
- “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).
- “Measurement of the B^+ Total Cross Section and B^+ Differential Cross Section $d\sigma/dp_T$ in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8 \text{ TeV}$ ”,
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **65**, 052005 (2002).

- “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).
- “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).
- “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).
- “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).
- “Study of $B^0 \rightarrow J/\psi K^{(*)0} \pi^+ \pi^-$ Decays with the Collider Detector at Fermilab”,
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **88**, 071801 (2002).
- “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).
- “Diffractive Dijet Production at $\sqrt{s} = 630$ and 1800 GeV at the Fermilab Tevatron”,
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **88**, 151802 (2002).
- “ Υ Production and Polarization in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV”,
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **88**, 161802 (2002).
- “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, Phys. Rev. Lett. **89**, 041802 (2002).

- “Limits on Extra Dimensions and New Particle Production in the Exclusive Photon and Missing Energy Signature in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV”,
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. Lett. **89**, 281801 (2002).
- “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).
- “Searches for new physics in events with a photon and b -quark jet at CDF”,
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **65**, 052006 (2002).
- “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).
- “Soft and hard interactions in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s} = 1800$ and 630 GeV”,
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **65**, 072005 (2002).
- “Search for single-top-quark production in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV”,
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **65**, 091102(R) (2002).
- “Charged jet evolution and the underlying event in proton-antiproton collisions at 1.8 TeV”,
T. Affolder *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **65**, 092002 (2002).
- “Measurement of B -meson lifetimes using fully reconstructed B decays produced in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV”,
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **65**, 092009 (2002).
- “Search for the decay $B_s \rightarrow \mu^+ \mu^- \phi$ in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV”,
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **65**, 111101(R) (2002).

- “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, Phys. Rev. D **65**, 112003 (2002).
- “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, Phys. Rev. D **66**, 012004 (2002).
- “Measurement of the ratio of b quark production cross sections in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s} = 630$ GeV and $\sqrt{s} = 1800$ GeV”,
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **66**, 032002 (2002).
- “Branching ratio measurements of exclusive B^+ decays to charmonium with the Collider Detector at Fermilab”,
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **66**, 052005 (2002).
- “Cross section for forward J/ψ production in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV”,
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **66**, 092001 (2002).
- “Search for radiative b -hadron decays in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV”,
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, Phys. Rev. D **66**, 112002 (2002).
- “Momentum Distribution of Charged Particles in Jets in Dijet Events in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV and Comparisons to Perturbative QCD Predictions”,
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-02/096-E. Submitted to Phys. Rev. D May 24, 2002.
- “Search for a W' Boson Decaying to a Top and Bottom Quark Pair in 1.8 TeV $p\bar{p}$ Collisions”,
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-02/247-E. Submitted to Phys. Rev. Lett. October 7, 2002.
- “Search for Long-lived Charged Massive Particles in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV”,

- D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-02/318-E. Submitted to Phys. Rev. Lett. November 26, 2002.
- “Search for Associated Production of Υ and Vector Boson in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV”,
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-02/351-E. Submitted to Phys. Rev. Lett. December 9, 2002.
 - “Search for the Supersymmetric Partner of the Top Quark in Dilepton Events from $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV”,
D. Acosta *et al.*, The CDF Collaboration, FERMILAB-PUB-03/015-E. Submitted to Phys. Rev. Lett. February 7, 2003.
- A01 公募
 - The first integration test of the ATLAS end-cap muon level 1 trigger system,
K.Hasuko, H.Kano, Y.Matsumoto, Y.Nakamura, H.Sakamoto, T.Takemoto, C.Fukunaga, Y.Ishida, S.Komastu, K.Tanaka, M.Ikeno, K.Nakayoshi, O.Sasaki, Y.Yasu, M.Totsuka, Y.Hasegawa, K.Mizouchi, S.Tsuji, R.Itch-miya, H.Kurashige, T.Maeno. 2002 IEEE Nuclear Science Symposium, 10-16 Nov. 2002, Norfolk, Virginia, USA
 - Results of a Slice System Test for the ATLAS End-cap Muon Level-1 Trigger,
H.Kano, KHasuko, Y.Matsumoto, Y.Nakamura, C.Fukunaga, Y.Ishida, S.Komatsu, K.Tanaka, M.Ikeno, O.Sasaki, M.Totsuka, Y.Hasegawa, K.Mizouchi, S.Tsuji R.Ichimiya, H.Kurashige, T.Maeno. 8th Workshop on Electronics for LHC Experiments, 9-13 Sep. 2002, Colmar, France.
 - “Possibilities in Experimental Programs”
S. Yamashita, To appear in the proceedings of International Workshop on Linear Colliders (LCWS 2002), Jeju Island, Korea, 26-30 Aug 2002.
 - “Summary and Conclusion”
S.Komamiya, To appear in the proceedings of LCWS 2002, Jeju Island, Korea, 26-30 Aug 2002.
 - HIGGS STUDIES IN ACFA LINEAR COLLIDER WORKING GROUP
By S.Kiyoura, S.Kanemura, K.Odagiri, Y.Okada, E.Senaha, S.Yamashita, Y.Yasui, KEK-TH-864, Jan 2003. 9pp. hep-ph/0301172 To appear in the proceedings of LCWS 2002, Jeju Island, Korea, 26-30 Aug 2002.

- MEASUREMENT OF THE HIGGS SELFCOUPPLING AT JLC.
By Y.Yasui, S.Kiyoura, S.Kanemura, K.Odagiri, Y.Okada, E.Senaha, S.Yamashita hep-ph/0211047. To appear in the proceedings of LCWS 2002, Jeju Island, Korea, 26-30 Aug 2002.
- "GLC Project",
K.Abe et al, 2003, KEK-preprint, in printing.
- 「SiC 半導体検出器による放射線検出」
木下明将平成 14 年度 岡山大学 VBL 研究年報
- A RADIATION DAMAGE TEST FOR DOUBLE-SIDED SILICON STRIP DETECTORS.
Y. Iwata et al., Nucl.Instrum.Meth.A489: 114-120,2002
- BEAMTEST OF NONIRRADIATED AND IRRADIATED ATLAS SCT MICROSTRIP MODULES AT KEK.
Y. Unno, Y. Iwata, et al., IEEE Trans.Nucl.Sci.49:1868-1875,2002
- BEAM STUDY OF IRRADIATED ATLAS-SCT PROTOTYPES.
T. Akimoto, Y.Iwata et al., Nucl.Instrum.Meth.A485:67-72,2002
- DEVELOPMENT OF THE HYBRID STRUCTURE FOR THE BARREL MODULE OF THE ATLAS SILICON MICROSTRIP TRACKER.
T. Kohriki, Y.Iwata et al., IEEE Trans.Nucl.Sci.49:3278-3283,2002
- CONSTRUCTION AND PERFORMANCE OF THE ATLAS SILICON MICROSTRIP BARREL MODULES.
T. Kondo, Y. Iwata et al., Nucl.Instrum.Meth.A485:27-42,2002
- "Scintillating-fiber-block detector for the study of double-strangeness nuclei",
H. Takahashi, A.Ichikawa, K. Imai, K. Nakazawa, T. Yoshida et al., Nucl. Instr. and Meth. A 483 (2002) 689-697.
- "A short-wavelength enhanced type APD array for scintillating-fiber tracking detectors",
T. Yoshida, T. Sora, in preparation for Nucl. Instr. and Meth A.
- K.Takayama, M.Akemoto, and E.Nakamura, "Recent Progress in the Pulse-Power Technology for High-Energy Accelerators in Japan", KEK Preprint 2003-57 (2003), submitted to Proc. of IEEE.
- Y.Shimosaki, W.Nakamura, K.Takayama, and K.Torikai, "Beam-dynamical

- Effects of the Droop in an Induction Accelerating Voltage”, KEK Preprint 2003-50 (2003), submitted to Phys. Rev. ST-AB
- 高山 健、”誘導加速シンクロトロン の概要と SI サイリスタ の役割”, 第 16 回 SI デバイスシンポジウム講演論文集、(2003)
 - K.Koseki et al., ”R&D Works on 1MHz Power Modulator for Induction Synchrotron”, Proc. of 2003 Particle Accelerator Conference, ROAC011 (2003).
 - K.Torikai et al., ”Design Study of 1 MHz Induction Cavity for Induction Synchrotron”, Proc. of 2003 Particle Accelerator Conference, TPPB079 (2003).
 - K.Takayama et al., ”A POP Experiment Scenario of Induction Synchrotron at the KEK 12GeV-PS”, Proc. of 2003 Particle Accelerator Conference, TPPB093 (2003)
 - K.Takayama et al., ”A POP Experiment Scenario of Induction Synchrotron at the KEK 12GeV-PS”, Proc. of 2003 Particle Accelerator Conference, TPPB093 (2003)
 - K.Takayama et al., ”A POP Experiment Scenario of Induction Synchrotron at the KEK 12GeV-PS”, Proc. of 2003 Particle Accelerator Conference, TPPB093 (2003)
 - K.Takayama, ”Induction acceleration looks to the future. It was a milestone event in the history of induction accelerators when more than 55 experts assembled at KEK in October 2002 for an international workshop on Recent Progress in Induction Accelerators - RPIA2002.”, CERN Courier April Issue, 2003.
 - T.Toyama and K.Takayama, ”Collective Instability of a Super-bunch”, in Proc. of RPIA2002 ,148 (2003). Y.Shimosaki, ”Beam-beam Effects in Inclined Super-bunch Crossing”, in Proc. of RPIA2002, 126 (2003).
 - K.Koseki, K.Takayama, J.Kishiro, ”High Repetition Rate Pulse Generator for Indction synchotron”, in Proc. of RPIA2002, 82 (2003).
 - M.Watanabe, T.Katayama, M.Nkajima, K.Horioka, K.Takayama, and J.Kishiro, ”Magnetic Core Studies and Beam Loading Effects for Repetitive Induction Modulator”, in Proc. of RPIA2002, 74 (2003).
 - K.Torikai, ”High Repetition Rate Induction Cavity”, in Proc. of RPIA2002, 70 (2003).

- R. Yamada, K.Takayama, J.Kishiro, M.Wake, T.Toyama, E.Nakamura, Y.Shimosaki, M.Watanabe, "62-Tev Center of Mass Hadron Collider with Superbunch Beams", in Proc. of RPIA2002, 47 (2003).
- K.Takayama, "Super-bunch Hadron Colliders", in Proc. of RPIA2002, 39 (2003).
- J.Kishiro, K.Takayama, K.Koseki, E.Nakamura, M.Sakuda, Y.Shimosaki, T.Toyama, M.Wake, K.Horioka, M.Nakajima, M.Watanabe "Induction Synchrotron and a POP Experiment in the KEK 12GeV-PS", in Proc. of RPIA2002, 30 (2003).
- J.Kishiro, K.Takayama, K.Koseki, E.Nakamura, M.Sakuda, Y.Shimosaki, T.Toyama, M.Wake, K.Horioka, M.Nakajima, M.Watanabe "Induction Synchrotron and a POP Experiment in the KEK 12GeV-PS", in Proc. of RPIA2002, 30 (2003).
- M.Watanabe, M.Nakajima, M.Shiho, J.Kishiro, K.Takayama, and K.Horioka, "Magnetic Core Characteristics for High Reo-rate Induction Modulator", Review of Scientific Instruments 73, pp1756-1760 (2002).
- K.Takayama, J.Kishiro, E.Nakamura, S.Arakawa, K.Koseki, T.Hatano, K.Iida, Y.Imanishi, T.Sakuma, N.Shimizu, "Induction Accelerating Devices for Induction Synchrotrons and the Superbunch VLHC", in Proceedings of EPAC2002, 1001-1003 (2002). K.Takayama, J.Kishiro, E.Nakamura, S.Arakawa, K.Koseki, T.Hatano, K.Iida, Y.Imanishi, T.Sakuma, N.Shimizu, "Induction Accelerating Devices for Induction Synchrotrons and the Superbunch VLHC", in Proceedings of EPAC2002, 1001-1003 (2002).
- K.Takayama, J.Kishiro, K.Koseki, E.Nakamura, M.Sakuda, Y.Shimosaki, K.Torikai, T.Toyama, M.Wake, "Superbunch Acceleration and its Applications", in Proceedings of EPAC2002, 998-1000 (2002).
- K.Takayama and C.Ankenbrandt, "Summary Report", Poc. Of 20th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on High Intensity and High Brightness Hadron Beams ICFA-HB2002 (8-12 April 2002, FNAL), 219 .
- K.Takayama, J.Kishiro, M.Sakuda, Y.Shimosaki, and M.Wake, "Superbunch Hadron Colliders", Phys. Rev. Lett.88,144801 (2002).
- A02 計画, A02 公募
 - R. Abe *et al.*, "Status Of The Belle Svd Detector," Nucl. Instrum. Meth. A **478**, 296 (2002).

- K. Abe *et al.* [Belle Collaboration], “Study Of Cp-Violating Asymmetries In $B^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ Decays,” *Phys. Rev. Lett.* **89**, 071801 (2002).
- J. Kaneko *et al.*, “Improvement Of Radiation Hardness Of Double-Sided Silicon Strip Detector For Belle Svd Upgrade,” *IEEE Trans. Nucl. Sci.* **49**, 1593 (2002).
- K. Hara *et al.* [Belle Collaboration], “Measurement Of The B^0 Anti- B^0 Mixing Parameter $\Delta(M(D))$ Using Semileptonic B^0 Decays,” *Phys. Rev. Lett.* **89**, 251803 (2002).
- K. Abe *et al.* [Belle Collaboration], “Study of three-body charmless B decays,” *Phys. Rev. D* **65**, 092005 (2002).
- K. Abe *et al.* [BELLE Collaboration], “Precise measurement of B meson lifetimes with hadronic decay final states,” *Phys. Rev. Lett.* **88**, 171801 (2002).
- K. Abe *et al.* [Belle Collaboration], “Observation of $B^{+-} \rightarrow p \text{ anti-}p K^{+-}$,” *Phys. Rev. Lett.* **88**, 181803 (2002).
- K. Abe *et al.* [Belle Collaboration], “Observation of mixing-induced CP violation in the neutral B meson system,” *Phys. Rev. D* **66**, 032007 (2002).
- K. Abe *et al.* [Belle Collaboration], “Observation of χ/c^2 production in B meson decay,” *Phys. Rev. Lett.* **89**, 011803 (2002).
- K. Abe *et al.* [Belle Collaboration], “Search for charmless two-body baryonic decays of B mesons,” *Phys. Rev. D* **65**, 091103 (2002).
- K. Abe *et al.* [Belle Collaboration], “Measurement of CP-violating asymmetries in $B^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ decays,” *Phys. Rev. Lett.* **89**, 071801 (2002).
- K. Abe *et al.* [Belle Collaboration], “Measurements of branching fractions and decay amplitudes in $B \rightarrow J/\psi K^*$ decays,” *Phys. Lett. B* **538**, 11 (2002).
- S. Nishida *et al.* [Belle Collaboration], “Radiative B meson decays into K pi gamma and K pi pi gamma final states,” *Phys. Rev. Lett.* **89**, 231801 (2002).
- K. Abe *et al.* [Belle Collaboration], “Observation of anti- $B^0 \rightarrow D^{(*)0} p \text{ anti-}p$,” *Phys. Rev. Lett.* **89**, 151802 (2002).
- K. Abe *et al.* [Belle Collaboration], “Measurement of χ/c^2 production in two-photon collisions,” *Phys. Lett. B* **540**, 33 (2002).

- K. Abe *et al.* [Belle Collaboration], “Observation of double c anti-c production in e+ e- annihilation at s*(1/2) approx. 10.6-GeV,” Phys. Rev. Lett. **89**, 142001 (2002).
- S. K. Choi *et al.* [BELLE collaboration], “Observation of the eta/c(2S) in exclusive B → K K(S) K- pi+ decays,” Phys. Rev. Lett. **89**, 102001 (2002) [Erratum-ibid. **89**, 129901 (2002)].
- K. Abe *et al.* [Belle Collaboration], “Observation of the decay B0 → D+- D*-+,” Phys. Rev. Lett. **89**, 122001 (2002)
- A. Gordon *et al.* [Belle Collaboration], “Study of B → rho pi decays at Belle,” Phys. Lett. B **542**, 183 (2002)
- K. Abe *et al.* [Belle collaboration], “Studies of the decay B+- → D(CP) K+-,” Phys. Rev. Lett. **90**, 131803 (2003)
- R. S. Lu *et al.*, “Observation of B+- → omega K+- decay,” Phys. Rev. Lett. **89**, 191801 (2002)
- T. Tomura *et al.* [Belle Collaboration], “Measurement of the oscillation frequency for B0 - anti-B0 mixing using hadronic B0 decays,” Phys. Lett. B **542**, 207 (2002)
- K. F. Chen *et al.*, “Measurement of CP-violating parameters in B → eta' K decays,” Phys. Lett. B **546**, 196 (2002)
- A. Drutskoy *et al.* [Belle Collaboration], “Observation of B → D(*) K- K(*)0 decays,” Phys. Lett. B **542**, 171 (2002)
- K. Hara *et al.* [Belle Collaboration], “Measurement of the B0 - anti-B0 mixing parameter Delta(m(d)) using semileptonic B0 decays,” arXiv:hep-ex/0207045
- P. Krokovny *et al.* [Belle Collaboration], “Observation of D/s+ K- and evidence for D/s+ pi- final states in neutral B decays,” Phys. Rev. Lett. **89**, 231804 (2002) [arXiv:hep-ex/0207077].
- B. C. Casey *et al.* [Belle Collaboration], “Charmless hadronic two-body B meson decays,” Phys. Rev. D **66**, 092002 (2002)
- K. Abe *et al.* [Belle Collaboration], “Improved measurement of mixing-induced CP violation in the neutral B meson system,” Phys. Rev. D **66**, 071102(R) (2002)
- J. Kaneko *et al.* [Belle Collaboration], “Measurement of the electroweak penguin process B → X/s l+ l-,” Phys. Rev. Lett. **90**, 021801 (2003)

- K. Abe *et al.* [Belle Collaboration], “Measurement of the inclusive semileptonic branching fraction of B mesons and $|V(cb)|$,” Phys. Lett. B **547**, 181 (2002)
- N. Gabyshev *et al.* [Belle Collaboration], “Study of exclusive B decays to charmed baryons at Belle,” Phys. Rev. D **66**, 091102 (2002)
- F. Fang *et al.*, “Measurement of branching fractions for $B \rightarrow \eta/c K^*$ decays,” Phys. Rev. Lett. **90**, 071801 (2003)
- K. Inami *et al.* [Belle Collaboration], “Search for the electric dipole moment of the tau lepton,” Phys. Lett. B **551**, 16 (2003)
- A. Satpathy *et al.* [Belle Collaboration], “Study of anti- $B_0 \rightarrow D^{(*)0} \pi^+ \pi^-$ decays,” Phys. Lett. B **553**, 159 (2003)
- K. Abe *et al.* [BELLE Collaboration], “Measurement of branching fractions and charge asymmetries for two-body B meson decays with charmonium,” Phys. Rev. D **67**, 032003 (2003)
- N. C. Hastings *et al.* [Belle Collaboration], “Studies of B_0 anti- B_0 mixing properties with inclusive dilepton events,” Phys. Rev. D **67**, 052004 (2003)
- N. Gabyshev *et al.* [Belle Collaboration], “Observation of anti- $B_0 \rightarrow \Lambda/c^+ \bar{p}$ decay,” Phys. Rev. Lett. **90**, 121802 (2003)
- K. Abe *et al.* [BELLE Collaboration], “Study of time-dependent CP-violating asymmetries in $b \rightarrow s$ anti- $q q$ decays,” Phys. Rev. D **67**, 031102 (2003)
- P. Krokovny *et al.* [Belle Collaboration], “Observation of anti- $B_0 \rightarrow D_0$ anti- K_0 and anti- $B_0 \rightarrow D_0$ anti- K^{*0} decays,” Phys. Rev. Lett. **90**, 141802 (2003)
- H. Tajima *et al.*, “Proper-time resolution function for measurement of time evolution of B mesons at the KEK B-factory,” arXiv:hep-ex/0301026.
- K. Abe *et al.* [Belle Collaboration], “Evidence for CP-violating asymmetries $B_0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ decays and constraints on the CKM angle $\phi(2)$,” Phys. Rev. D **68**, 012001 (2003)
- M. Z. Wang *et al.* [Belle Collaboration], “Observation of $B_0 \rightarrow p \bar{\Lambda} \pi^-$,” Phys. Rev. Lett. **90**, 201802 (2003)

- S. K. Swain *et al.* [Belle Collaboration], “Measurement of branching fraction ratios and CP asymmetries in $B^{+-} \rightarrow D(\text{CP}) K^{+-}$,” to appear in PRD. arXiv:hep-ex/0304032.
- H. Aihara, “Results From The Current Experiments: Babar, Belle, Cleo,” Eur. Phys. J. directC **4S1**, 27 (2002).
- M. Tanaka, ”Research and Development of the PCI Based Data Acquisition Platform for the Upgraded Belle Experiment” CHEP03 (2003).
- M. Tanaka, ”The DAQ system suit based on PMC bus” CHEP03 (2003)
- M. Tanaka, The Data Acquisition Platform Based on PMC Bus for High Intensity Accelerator Experiments” IEEE RT03 (2003).
- A03 計画
 - Search for the Electric Dipole Moment of the tau lepton,
K. Inami, et al. (Belle Collaboration), Phys. Lett. B 551, 16 (2003).
 - Progress report on Time-Of-Propagation counter - A New type of ring imaging Cherenkov detector,
Y. Enari, et al., Nucl. Instr. Meth. A 494, 430-435 (2002).
 - R&D report on Fine-mesh Multi-anode PMT with TTS=100ps under $B \leq 1\text{T}$,
T. Hokuue, et al., Nucl. Instr. Meth. A 494, 436-440 (2002).
 - Research and Development of TOP Counter,
M. Akatsu, et al., Nucl. Instr. Meth. A 502, (2003).
 - An Upper Bound on the Decay $\tau \rightarrow \mu\gamma$ from Belle,
T. Ohshima, et al. (Belle Collaboration), to be submitted to Phys. Rev. Lett.
 - Search for the Lepton-Flavor-Violation Decay $\tau \rightarrow \mu\eta$ at Belle,
T. Enari, et al. (Belle Collaboration), to be submitted to Phys. Rev. Lett.
- A03 公募
 - Studies of Proximity Focusing RICH with an aerogel radiator using Flat-panel multi-anode PMTs (Hamamatsu H8500)
T. Matsumoto et al, to be submitted to Nuclear Instruments and methods.

- ”Test of a proximity focusing RICH with aerogel as radiator”
T. Iijima, I. Adachi, I. Bizjak, A. Gorisek, M. Iwamoto, S. Korpar, P. Krizan, R. Pestotnik, M. Staric, A. Stanovnik, T. Sumiyoshi, K. Suzuki, T. Tabata
Nucl. Instr. and Meth. A 502 (2003) 231-235
- ”Test of a proximity focusing RICH with aerogel as radiator”
I. Adachi, I. Bizjak, A. Gorisek, T. Iijima, M. Iwamoto, S. Korpar, P. Krizan, R. Pestotnik, M. Staric, A. Stanovnik, T. Sumiyoshi, K. Suzuki, T. Tabata
2002 IEEE NSS Conference Records, Norfolk, VA, USA, 10-15 November, 2002
- A04 計画
 - ”Measurements of Direct CP Violation, CPT Symmetry, and Other Parameters in the Neutral Kaon System”,
A. Alavi-Harati *et al.*, Accepted by Phys. Rev. D.
 - ”Search for the $K_L \rightarrow \pi^0 \pi^0 e^+ e^-$ Decay in the KTeV Experiment”,
A. Alavi-Harati *et al.*, Phys. Rev. Lett. **89**, 211801 (2002).
 - ”Radiative Decay Width Measurements of Neutral Kaon Excitations Using the Primakoff Effect”,
A. Alavi-Harati *et al.*, Phys. Rev. Lett. **89**, 072001 (2002).
 - ”Measurement of the K_L Charge Asymmetry”,
A. Alavi-Harati *et al.*, Phys. Rev. Lett. **88**, 181601-1~5 (2002).
 - ”New Measurement of the K_{e3} Branching Ratio and Photon Spectrum”,
A. Alavi-Harati *et al.*, Phys. Rev. D **64**, 112004-1~7 (2001).
 - ”First Measurement of Form Factors of the Decay $\Xi^0 \rightarrow \Sigma^+ e^- \bar{\nu}$ ”,
A. Alavi-Harati *et al.*, Phys. Rev. Lett. **87**, 132001 (2001).
 - ”Branching Ratio Measurement of the Decay $K_L \rightarrow e^+ e^- \mu^+ \mu^-$ ”,
A. Alavi-Harati *et al.*, Phys. Rev. Lett. **87**, 111802-1~5 (2001).
 - ”Measurement of the Branching Ratio and Form Factor of $K_L \rightarrow \mu^+ \mu^- \gamma$ ”,
A. Alavi-Harati *et al.*, Phys. Rev. Lett. **87**, 071801-1 ~ 4 (2001).
 - ”Measurements of the Rare Decay $K_L \rightarrow e^+ e^- e^+ e^-$ ”,
A. Alavi-Harati *et al.*, Phys. Rev. Lett. **86**, 5425-5429 (2001).
 - ”Measurement of the Branching Ratio of $K_L \rightarrow e^+ e^- \gamma \gamma$ ”,
A. Alavi-Harati *et al.*, Phys. Rev. D **64**, 012003-1 ~ 5 (2001).

- “First Observation of the Decay $K_L \rightarrow \pi^0 e^+ e^- \gamma$ ”,
A. Alavi-Harti *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **87**, 021801 (2001).
- A05 計画
 - “Scintillation characteristics of $PbWO_4$ single crystals doped with Th, Zr, Ce, Sb and Mn ions”,
M. Kobayashi, *et al.*, *Nuclear Instruments and Methods A* **465**(2001)428-439.
 - “Search for the decay $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \nu \bar{\nu}$ ”,
S. Adler, *et al.*, *Physical Review* **D63-3**(2001)32004-1- 32004-5.
 - “Further Evidence for the Decay $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ ”,
S. Adler, *et al.* (E787 collaboration), *Phys. Rev. Lett.* **88-4**(2002)041803(1-4).
 - “Search for the rare decay $K^+ \rightarrow \pi^+ \gamma$ ”,
S. Adler, *et al.* (E787 collaboration), *Phys. Rev.* **D65**(2002)052009(1-7).
 - “A beam test of $PbWO_4$ Cherenkov radiators”,
M. Kobayashi, *et al.*, *Nucl. Instrum. Methods in Physics Research* **A484**(2002) 140-148.
 - “Search for the decay $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ in the momentum region $P_\pi < 195 MeV/c$ ”,
S. Adler, *et al.* (E787 collaboration), *Physics Letters* **B537**(2002)211-216.
 - “Doping PbWO4 with different ions to increase the light yield”,
M. Kobayashi *et al.*, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* **A486**(2002)170-175.
 - “Crystal growth and luminescence properties of $Li_2B_4O_7$ single crystals doped with Ce, In, Ni, Cu and Ti ions”,
N. Senguttuvan *et al.*, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* **A486**(2002)264-267.
 - “Proceedings of the workshop on kaon decay physics and near-future projects”,
S. Sugimoto and Y. Tamagawa, E949-Japan, IPNS-KEK, (2003).
 - “Quenching Effects in Nitrogen Gas Scintillation”,
H. Morii, *et al.*, to be submitted to *Nucl. Instrum. Methods in Physics Research*

• A06 計画

- S. Komine and M. Yamaguchi, Bottom-tau unification in SUSY SU(5) GUT and constraints from $b \rightarrow s\gamma$ and muon $g - 2$, Phys. Rev. D **65**, 075013 (2002).
- M. Endo, M. Matsumura, and M. Yamaguchi, Phenomenology of minimal supergravity with vanishing A and B soft supersymmetry breaking parameters, Phys. Lett. B **544**, 161–166 (2002).
- M. Yamaguchi and K. Yoshioka, Dynamical solution to supersymmetric CP problem with vanishing B parameter, Phys. Lett. B **543**, 189–196 (2002).
- M. Endo and T. Moroi, Muon magnetic dipole moment and Higgs mass in supersymmetric SU(5) models, Phys. Lett. B **525**, 121–129 (2002).
- N. Abe, T. Moroi, and M. Yamaguchi, Anomaly mediated supersymmetry breaking with axion, JHEP **0201**, 010 (2002).
- M. Kakizaki and M. Yamaguchi, U(1) flavor symmetry and proton decay in supersymmetric standard model, JHEP **0206**, 032 (2002).
- Y. Yamada, Two-loop renormalization of tan beta and its gauge dependence, Phys. Lett. B **530**, 174–178 (2002).
- V. Gusynin, M. Hashimoto, M. Tanabashi, and K. Yamawaki, Dynamical chiral symmetry breaking in gauge theories with extra dimensions, Phys. Rev. D **65**, 116008 (2002).
- Takeo Moroi and Tomo Takahashi, Cosmic density perturbations from late decaying scalar condensations, Phys. Rev. D **66**, 063501 (2002).
- Ryuichiro Kitano, Takeo Moroi and Shu-fang Su, Top squark decay at a future e^+e^- linear collider, JHEP **0212**, 011 (2002).
- J. R. Espinosa and Y. Yamada, Scale- and gauge-independent mixing angles for scalar particles, Phys. Rev. D **67**, 036003 (2003).
- Takeo Moroi and Hitoshi Murayama, CMB anisotropy from baryogenesis by a scalar field, Phys. Lett. B **553**, 126–134 (2003).
- M. Harada, M. Tanabashi, and K. Yamawaki, $\pi^+ - \pi^0$ mass difference in the hidden local symmetry: A dynamical origin of little Higgs, Phys. Lett. B **568**, 103 (2003).

- M. Kakizaki and M. Yamaguchi, Singular Kähler potential and heavy top quark in a democratic mass matrix model, Phys. Lett. B (in press), hep-ph/02121172.
- K. Hamaguchi, M. Kakizaki, and M. Yamaguchi, Democratic (s)fermions and lepton flavor violation, Phys. Rev. D (in press), hep-ph/0212172.
- M. Hashimoto and M. Tanabashi, Calculating the pion decay constant from $\alpha_s(M_Z)$, hep-ph/0210115.
- A06 公募
 - Sinya Aoki, Yoshinobu Kuramashi, Shin-ichi Tominaga, "Relativistic Heavy Quarks on the Lattice",
Prog. Theor. Phys. 109 (2003) 383-413 (hep-lat/0107009).
 - Sinya Aoki, Yoshinobu Kuramashi, Shin-ichi Tominaga, "Relativistic heavy quarks on the lattice",
Nucl. Phys. B(Proc.Suppl.)106 (2002)349-351 (hep-lat/0111025).
 - Sinya Aoki, Yoshinobu Kuramashi, "Perturbative Determination of Four Parameters in Relativistic Heavy Quark Action",
Nucl. Phys. B(Proc.Suppl.)119 (2003)583-585.
 - Y. Kikukawa, "A practical gauge invariant construction of abelian chiral gauge theories on the lattice"
International Workshop "Strong coupling gauge theories and Effective field theories", Nagoya University, Nagoya, Japan Dec. 10-13, 2002 Proceedings published from World Scientific, p.220
 - Y. Abe, N. Haba, Y. Higashide, K. Kobayashi, M. Matsunaga,
"Unitarity in gauge symmetry breaking on orbifold"
Prog. Theor. Phys.109 (2003) 831-842
 - N. Haba and Y. Shimizu, "A simple model of generating fermion mass hierarchy in N=1 supersymmetric 6D SO(10) GUT"
Phys. Lett. B560 (2003) 133-139
 - N. Haba and Y. Shimizu, "Gauge Higgs unification in the five-dimensional E6, E7, and E8 GUTs on orbifold"
Phys. Rev. D67 (2003) 095001
 - N. Haba, M. Harada, Y. Hosotani, and Y. Kawamura, "Dynamical rearrangement of gauge symmetry on the orbifold S1/Z2"

- Nucl. Phys. B657 (2003) 169-213
- N. Haba and N. Maru, "Decoupling and lepton flavor violation in extra dimensional theory" Phys. Lett. B557 (2003) 240-246
 - N. Haba and N. Maru, "(S)fermion Masses in Fat Brane Scenario" Phys. Rev. D66 (2002) 055005-1
 - N. Haba and N. Maru, "Decoupling Solution to SUSY Flavor Problem via Extra Dimensions" Mod. Phys. Lett. A17 (2002) 2341-2348
 - N. Haba, T. Kondo, and Y. Shimizu, "Fermion Mass Hierarchy in 6 dimensional SO(10) SUSY GUT" Phys. Lett. B535 (2002) 271-279
 - N. Haba and T. Suzuki, "The neutrinoless double β decay and the neutrino mass hierarchy" Mod. Phys. Lett. A17 (2002) 865-874
 - N. Haba and N. Maru, "Light Higgs Triplets in Extra Dimensions" Phys. Lett. B532 (2002) 93-98
 - N. Maekawa and Q. Shafi, "Supersymmetric SU(3)³ unification with Anomalous U(1) Symmetry" Prog. Theor. Phys. 109 (2003) 279-293(hep-ph/0204030).
 - N. Maekawa and T. Yamashita, "2 Loop Analysis of Gauge Coupling Unification with Anomalous U(1) Symmetry and Proton Decay" Prog. Theor. Phys. 108 (2002) 719-735(hep-ph/0205185).
 - N. Maekawa and T. Yamashita, "Gauge Coupling Unification of GUT with Anomalous U(1) Symmetry" Phys. Rev. Lett. 90 (2003) 121801(hep-ph/0209217).
 - N. Maekawa, "Non-Abelian Horizontal Symmetry and Anomalous U(1) Symmetry for the Supersymmetric Flavor Problem" Phys. Lett. B561 (2003) 273-278(hep-ph/0212141).
 - N. Maekawa and T. Yamashita, "Simple E_6 Unification with Anomalous $U(1)_A$ Symmetry" Prog.Theor.Phys. 110 (2003) 93-105(hep-ph/0303207).
 - N. Maekawa and T. Yamashita, "Flipped SO(10) model" Phys. Lett. B567 (2003) 330-338(hep-ph/0304293).

- N. Maekawa and T. Yamashita, "Sliding Singlet Mechanism Revisited" to appear in Phys. Rev. D.
- J. L. Feng and M. M. Nojiri, Supersymmetry and the linear collider, in "Linear Collider Physics in the new millenium," edited by David Miller, Keisuke Fujii and Amarjit Soni (World Scientific, Singapore), in press.
- J. Hisano, S. Matsumoto and M. M. Nojiri, Explosive dark matter annihilation, hep-ph/0307216.
- J. Hisano, K. Kawagoe and M. M. Nojiri, A detailed study of the gluino decay into the third generation squarks at the CERN LHC, Phys. Rev. D (in press), hep-ph/0304214.
- J. Hisano, S. Matsumoto and M. M. Nojiri, Unitarity and higher-order corrections in neutralino dark matter annihilation into two photons, Phys. Rev. D **67**, 075014 (2003).
- J. Hisano, R. Kitano, and M. M. Nojiri, Flavor mixing in slepton production at the large hadron collider, Phys. Rev. D **65**, 116002 (2002).
- J. Hisano, K. Kawagoe, R. Kitano, and M. M. Nojiri, Scenery from the top: Study of the third generation squarks at CERN LHC, Phys. Rev. D **66**, 115004 (2002).
- T. Miki, T. Miura, and M. Tanaka, Effects of charged Higgs boson and QCD corrections in $\bar{b} \rightarrow D\tau\bar{\nu}_\tau$, in *Proceedings of the 3rd Workshop on Higher Luminosity B Factory*, Shonan Village, Kanagawa, 6–7 Aug 2002, pp. 116–124.
- T. Goto, Y. Okada, Y. Shimizu, T. Shindo, and M. Tanaka, Exploring flavor structure of supersymmetry breaking at B factories, in *Proceedings of the 3rd Workshop on Higher Luminosity B Factory*, Shonan Village, Kanagawa, 6–7 Aug 2002, pp. 96–106.
- T. Ota, J. Sato, and N. Yamashita, Oscillation enhanced search for new interaction with neutrinos, Phys. Rev. D **65**, 093015 (2002).
- T. Ota and J. Sato, Can ICARUS and OPERA give information on a new physics?, Phys. Lett. B **545**, 365–372 (2002).
- T. Ota and J. Sato, Yet another correlation in the analysis of CP violation using a neutrino oscillation experiment Phys. Rev. D **67**, 053003 (2003).
- Y. Koide and J. Sato, R -parity violation in a SUSY GUT model and radiative neutrino masses, hep-ph/0305291.

- J. Hisano and Y. Shimizu, GUT relation in neutrino induced flavor physics in SUSY SU(5) GUT, Phys. Lett. B **565**, 183 (2003).
- J. Hisano, Lepton-flavor violating decay of tau lepton in the supersymmetric seesaw model, hep-ph/0209005.
- J. R. Ellis, J. Hisano, M. Raidal and Y. Shimizu, A new parametrization of the seesaw mechanism and applications in supersymmetric models, Phys. Rev. D **66**, 115013 (2002)
- J. Hisano, Probing physics beyond the standard model from lepton sector, Nucl. Phys. Proc. Suppl. **111**, 178 (2002).

6.2 国際会議発表

- A01 計画
 - Kazuhiko Hara, “Design of Silicon Microstrip Detector for CDF Run2b Silicon System”,
Workshop for CDF Run2b Silicon, Santa Barbara, USA, August 2001.
 - Tetsuo Arisawa, “CDF Run II Run Control and Online Monitor”,
CHEP’01: Computing in High Energy and Nuclear Physics, Beijing, China, September 3–7, 2001.
 - 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.
 - Fumihiko Ukegawa, “QCD Results from CDF”,
Current and Future Directions at RHIC, RIKEN BNL Research Center, BNL, Upton, NY, USA, August 5 – 23, 2002.
 - Kazuhiro Yamamoto, “Present Status of Tevatron Physics & Prospect with Higher Luminosity”,
International Workshop: Recent Progress in Induction Accelerators (RPIA2002), KEK, Tsukuba, Japan, October 29–31, 2002.
 - Yuji Takeuchi, “Status and Prospects on Top Physics at CDF”,
APPI 2003: Accelerator and Particle Physics Institute, Iwate, Japan, February 25 – 28, 2003.
 - Satoru Uozumi, “Measurement of the B Meson Lifetimes using Semileptonic Decays in CDF Run 2 ”,
APS Meeting, Philadelphia, Pennsylvania, USA, April 5 – 8, 2003.
 - Tomohiro Yamashita, “ Measurement of $\Lambda_b^0 \rightarrow J/\psi\Lambda$ and $B^0 \rightarrow J/\psi K_s^0$ at CDF with Run 2 Data”,
APS Meeting, Philadelphia, Pennsylvania, USA, April 5 – 8, 2003.
 - Takashi Ogawa, “ $Z \rightarrow \tau\tau$ and R parity violating SUSY search with taus at CDF Run 2 ”,
APS Meeting, Philadelphia, Pennsylvania, USA, April 5 – 8, 2003.
 - Naho Tanimoto, “Study of $W + \gamma, W \rightarrow \mu\nu$ Production at the Tevatron ”,

APS Meeting, Philadelphia, Pennsylvania, USA, April 5 – 8, 2003.

- Koji Ikado, “Searches for Z’ and Extra Dimensions in CDF”,
SUSY 2003, Tucson, Arizona June 5 – 9, 2003

- A01 公募

- T.Sanuki ”C+X option for energy upgrade”
The 5th ACFA Workshop on Physics and Detector at Linear Collider, Tokyo, July 2003
- S. Yamashita ”Possibilities for the Experimental Programs”
plenary talk at International Workshop on Linear Colliders, Aug, 2002, Jeju Island, Korea
- S. Komamiya ”Concluding Talk”
plenary talk at International Workshop on Linear Colliders, Aug, 2002, Jeju Island, Korea
- S. Komamiya ”Summary and Closing”
ACFA LC Symposium, 2003, Feb, Tsukuba
- H. Matsunaga, “Calorimeters”,
The 5th ACFA workshop on physics and detector at linear collider, 2002 July 10-12, Tokyo, Japan.
- H. Matsunaga, “Design and performance of fine-granularity scintillator-strip EM calorimeter”,
International workshop on linear colliders, August 26-30, Jeju, Korea.
- Y. Fujii, “Simulation and design optimization of fine-granularity tile/fiber EM calorimeter”,
International workshop on linear colliders, 2002 August 26-30, Jeju, Korea.
- H. Matsunaga, “Test beam studies of EM calorimeter test module”,
American linear collider workshop, 2003 January 9-11 Arlington, USA.
- Y. Fujii, “Studies of Plastic-scintillator-based EM-Calorimeter”
The 4th ECFA/DESY linear collider workshop, 2003 April 1-4, Amsterdam, Netherland.
- T. Takeshita, “Calorimetry efforts in Asia”,
American linear collider workshop, 2003 July 13-16, Cornell, USA.

- K.Takayama et al., "A POP Experiment Scenario of Induction Synchrotron at the KEK 12GeV-PS"
2003 Particle Accelerator Conference (May 13-16, 2002, Portland in US)
- K.Torikai et al., "Design Study of 1 MHz Induction Cavity for Induction Synchrotron"
2003 Particle Accelerator Conference (May 13-16, 2002, Portland in US)
- K.Koseki et al., "R&D Works on 1MHz Power Modulator for Induction Synchrotron"
2003 Particle Accelerator Conference (May 13-16, 2002, Portland in US)
- M.Sakuda, Development of Superbunch Acceleration and its application to FNAL
Physics at High Energy Frontiers (March 17-18, 2003, Kyoto)
- J.Kishiro et al., "Induction Synchrotron and a POP Experiment in the KEK 12GeV-PS"
The International Workshop on Recent Progress in Induction Accelerators (RPIA2002)(October 29-31, 2002, KEK)
- K.Takayama, "Super-bunch Hadron Colliders"
The International Workshop on Recent Progress in Induction Accelerators (RPIA2002)(October 29-31, 2002, KEK)
- R.Yamada, "62 TeV Hadron Collider with Super-bunch Beams"
The International Workshop on Recent Progress in Induction Accelerators (RPIA2002)(October 29-31, 2002, KEK)
- M.Sakuda, "Neutrino Oscillation Experiments and KEK-PS"
The International Workshop on Recent Progress in Induction Accelerators (RPIA2002)(October 29-31, 2002, KEK)
- K.Torikai, "High Rep-rate Induction Cavity"
The International Workshop on Recent Progress in Induction Accelerators (RPIA2002)(October 29-31, 2002, KEK)
- M.Watanabe et al., "Magnetic Core Studies and Beam Loading Effects for Repetitive Induction Modulator"
The International Workshop on Recent Progress in Induction Accelerators (RPIA2002)(October 29-31, 2002, KEK)
- K.Koseki, "Modulator R&D at KEK"

- The International Workshop on Recent Progress in Induction Accelerators (RPIA2002)(October 29-31, 2002, KEK)
- Y.Shimosaki, "Beam-beam Effects in Inclined Super-bunch Crossing"
The International Workshop on Recent Progress in Induction Accelerators (RPIA2002)(October 29-31, 2002, KEK)
- T.Toyama, K.Takayama, "Collective Instability of a Super-bunch"
The International Workshop on Recent Progress in Induction Accelerators (RPIA2002)(October 29-31, 2002, KEK)
- K.Takayama et al., "Induction Accelerating Devices for Induction Synchrotrons and the Superbunch VLHC"
2002 Europe Particle Accelerator Conference (June, 2002, Paris)
- K.Takayama et al., "Superbunch Acceleration and Its Applications"
2002 Europe Particle Accelerator Conference (June, 2002, Paris)
- J.Kishiro, "Superbunch acceleration and induction devices"
20th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on High Intensity and High Brightness Hadron Beams (ICFA-HB2002)(8-12 April 2002, FNAL)
- A02 計画, A02 公募
 - T. Tomura: Results of Bd oscillation at Belle experiment, International workshop on Heavy Quarks and Leptons, 27 May - 1 June 2002, Vietri sul Mare, Salerno, Italy
 - T. Tomura: Rare Hadronic B Decays and Direct CPV from Belle and BaBar, XXXVIIth Rencontres de Moriond on Electroweak Interactions and Unified Theories, March 15-22, 2003, Les Arcs, France.
 - T. Nakadaira: CP Violation in $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ at Belle, *ibid.*
 - M. Tanaka: 2003 Conference for Computing in High Energy and Nuclear Physics Mandeville Center at UCSD in La Jolla, California Title: "Research and Development of the PCI Based Data Acquisition Platform for the Upgraded Belle Experiment"
 - M. Tanaka: 2003 Conference for Computing in High Energy and Nuclear Physics Mandeville Center at UCSD in La Jolla, California Title: "The DAQ system suit based on PMC bus"
 - M. Tanaka: 13th IEEE-NPSS Real Time Conference 2003 Hotel Omni Mont Royal, Montreal, Canada, May 18-23 2003 Title: "The Data Ac-

quisition Platform Based on PMC Bus for High Intensity Accelerator Experiments”

- M. Tanaka: 5th Workshop on Higher Luminosity B-Factory Isu, Shizuoka Japan Tile: ”PMC based Common DAQ Platform”

- A03 計画

- International Europhysics Conference on High Energy Physics
(17 - 23 July 2003, Aachen, Germany)
T. Ohshima, ”Rare tau decays”
- 7th Internatinal Workshop on Tau Lepton Physics
(10 - 13 September 2002, Santa Cruz, CA, USA)
H. Hayashii, ”Branching fraction and π - π^0 Spectal Function in the decay $\tau \rightarrow \pi\pi^0\nu$ ”
Y. Yusa, ”Serch for neutrinoless tau decays to three charged final state at Belle”
K. Inami, ”Search for Electric Dipole Moment of the Tau Lepton at Belle”
K. Inami, ”Search for $\tau \rightarrow \mu\gamma$ at Belle”
- American Physical Society’s 2002 Meeting of The Division of Particles and Fields
(24 - 28 May 2002, Williamsburg, Virginia, USA)
K. Inami, ”A Search for the Electric Dipole Moment of the tau lepton at Belle”
T. Hokuue, ”Search for Lepton Flavor Violating $\tau \rightarrow \mu\gamma$ decay at Belle”
Y. Yusa, ”Search for neutrinoless tau decays to three charged final state at Belle”
- International Conference on High Energy Physics of the European Physical Society
(12 - 18 July 2001, Budapest, Hungary)
T. Ohshima, ”Search for $\tau \rightarrow \mu\gamma$ decay at Belle”
- Fourth Workshop on RICH Detectors
(5 - 10 June 2002, Pylos, Greece)
T. Ohshima, ”R&D status on Time-Of-Propagation(TOP) counter”

- 8th International Conference on Instrumentation for Colliding Beam Physics
(28 February - 6 March 2002, Novosibirsk, Russia)
Y. Enari, "Progress report on Time-Of-Propagation counter"
T. Hokuue, "R&D on Fine-mech multi-anode PMT with T.T.S=100ps
under $B \leq 1T$ "
- A03 公募
 - Studies of a proximity focusing RICH with Aeogel radiator, 9th Pisa
meeting on advanced detectors,
La Biodola, Isola d'Elba, Italy, May25-31, presented by T. Matsumoto
 - I T. Iijima, "Test of a proximity focusing RICH with aerogel as radiator"
4th Workshop on RICH Detectors, Pylos, Greece, June 5-10, 2002
- A04 計画
 - Yau Wai Wah: "Rare Kaon Physics at JHF",
International Workshop on Nuclear and Particle Physics at 50GeV PS,
(2001年12月10-12日), KEK.
 - GeiYoub Lim: " $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ ",
International Workshop on Nuclear and Particle Physics at 50GeV PS,
(2001年12月10-12日), KEK.
 - 山中卓: "Rare Kaon Experiment at JHF",
International Workshop on Nuclear and Particle Physics at 50GeV PS,
(2001年12月10-12日), KEK.
 - 山中卓: "Rare Decays at KTeV and NA48",
HQ&L2002 - International Workshop on Heavy Quark and Leptons, Vi-
etri sul Mare, Salerno, Italy, May 27 - June 1, 2002.
 - 山中卓: "Kaon Factories",
International Workshop on Frontier Science, Frascati, Italy, October 6-11,
2002.
 - Ya. Wai Wah: "Physics of K_L Decay",
International Workshop on Nuclear and Particle Physics at 50GeV PS,
(2002年9月27-29日), 京都大学
 - GeiYoub Lim: "Sensitivities at JHF",
International Workshop on Nuclear and Particle Physics at 50GeV PS,
(2002年9月27-29日), 京都大学

- Hiroaki Watanabe: "Beam related background",
International Workshop on Nuclear and Particle Physics at 50GeV PS,
(2002年9月27-29日), 京都大学
 - Yau Wai Wah: "How to 'measure' background level (KAMI)",
International Workshop on Nuclear and Particle Physics at 50GeV PS,
(2002年9月27-29日), 京都大学
 - 稲垣隆雄: "New calorimeter",
International Workshop on Nuclear and Particle Physics at 50GeV PS,
(2002年9月27-29日), 京都大学
 - 山中卓: "Considerations for the $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ experiment",
International Workshop on Nuclear and Particle Physics at 50GeV PS,
(2002年9月27-29日), 京都大学
 - 佐藤任弘: "Neutral kaon beam in K-hall",
International Workshop on Nuclear and Particle Physics at 50GeV PS,
(2002年9月27-29日), 京都大学
 - 山中卓: "Kaon Rare Decay Experiments",
International Workshop on Nuclear and Particle Physics at 50GeV PS,
(2002年9月27-29日), 京都大学
 - 山鹿光裕: " $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ experiment at KEK 12-GeV PS - E391a -",
PaNic02 - XVI Particles and Nuclei International Conference (2002年9月30日-10月4日), 大阪.
 - 菅谷頼仁: "DAQ system for the $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ search at KEK-PS",
13th IEEE-NPSS Real Time Conference 2003, (2003年5月22日), Mon-
tre'al, Canada.
- A05 計画
 - T.K. Komatsubara, "Kaon Rare Decays",
the XXI High Energy Physics of Collision (Seoul, Jun. 2001).
 - M. Kobayashi, "Doping PbWO4 with different ions to increase the light
yield",
the 6th International Conference on Inorganic Scintillators and their use
in Scientific and Industrial Applications (SCINT2001), (Chamonix, Sep.
2001).

- T. Komatsubara, “ $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ with stopped kaons”,
International Workshop on Nuclear and Particle Physics at 50-GeV PS
(NP02) (Kyoto, Sep. 2002).
- T. Fujiwara, “ $K_{\mu 3\gamma}$ analysis”,
E949/E787 Analysis Meeting, BNL, Feb. 9-10, 2003.
- T. Tsunemi, “ $K_{\pi 2\gamma}$ analysis”,
E949/E787 Analysis Meeting, BNL, Feb. 9-10, 2003.
- T. Yoshioka, “Status of E949 gamma analysis $K^+ \rightarrow \pi^+ \gamma \gamma$ ”,
E949/E787 Analysis Meeting, BNL, Feb. 9-10, 2003.
- T. Komatsubara, “ $K^+ \rightarrow \pi^+ \gamma$ and exotics”,
E949/E787 Analysis Meeting, BNL, Feb. 9-10, 2003.
- T. Nakano, “ $K^+ \rightarrow \pi \gamma \gamma \gamma$ ”,
E949/E787 Analysis Meeting, BNL, Feb. 9-10, 2003.
- M. Nomachi, “ γ Trigger system for E949”,
E949/E787 Analysis Meeting, BNL, Feb. 9-10, 2003.
- K. Mizouchi, “Energy correction based on RSMON”,
E949/E787 Analysis Meeting, BNL, Feb. 9-10, 2003.
- T. Sekiguchi, “The development of UMC-based range routine”,
E949/E787 Analysis Meeting, BNL, Feb. 9-10, 2003.
- K. Mizouchi, “E949 RS Monitor System”,
AGS User’s Meeting BNL May 15-16 2003.
- T. Yoshioka, “E949 L0 Trigger”,
AGS User’s Meeting BNL May 15-16 2003.
- T. Yoshioka, “Upgrade of the Level-0 trigger system for BNL-E949”,
13th IEEE-NPSS Real Time Conference 2003, Montreal, Canada May
18-23 2003.
- B. Bhuyan, “The Decay $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ below the $K_{\pi 2}$ ”,
DPF02 Williamsburg, VA May 24-28, 2002.
- B. Bhuyan, “The Decay $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ below the $K_{\pi 2}$ ”,
CIPANP03 New York, NY May 20-24, 2003.

- K. Hikasa, SUSY, 5th ACFA Workshop on Physics and Detector at Linear Collider, Tokyo, July 10–12, 2002.
 - M. Tanabashi, An Evaluation of f_π from $\alpha_s(M_Z)$ in the Schwinger-Dyson Approach, 2002 International Workshop on Strong Coupling Gauge Theories and Effective Field Theories, Nagoya, Aichi, Dec. 10–13, 2002.
 - M. Yamaguchi, Sfermion masses and lepton flavor violation, 4th Workshop on Neutrino Oscillation and Their Origin (NOON03), Kanazawa, Japan, Feb. 10–14, 2003.
 - Y. Yamada, Beyond LO corrections to $b \rightarrow s\gamma$ at large $\tan\beta$: the charged Higgs contribution, APPI 2003: the 8th Accelerator and Particle Institute, Appi, Iwate, Feb. 25, 2003.
 - M. Yamaguchi, Sfermion masses and flavor violation, KIAS-KAIST Joint Workshop on Physics beyond Standard Model, Seoul, Korea, May 6–10, 2003.
- A06 公募
 - Y. Kayaba, S. Aoki and Y. Kuramashi, "One-loop calculations of the $O(a)$ improvement coefficients for the relativistic heavy quarks on the lattice",
Talk presented at Lattice 2003 at Tsukuba, Japan.
 - Y. Kikukawa, "A numerical implementation of abelian chiral gauge theory on the lattice with exact gauge invariance"
Asia-Pacific Mini-Workshop on Lattice QCD CCP, University of Tsukuba, Tsukuba, Japan Jan. 23-24, 2003
 - N. Maekawa, "Grand Unification with Anomalous U(1) Symmetry"
SUSY2002 held at DESY, Hamburg(Germany), Jun. 17-23 2002. (hep-ph/0211034 appears in the proceedings)
 - N. Maekawa, "Anomalous U(1) Symmetry and Vacuum Selection by Inflation"
SI2002 held at Fuji-Yoshida, Aug. 13-20 2002.
 - N. Maekawa, "Grand Unification with Anomalous U(1) Symmetry"
Univ. of Minnesota in Minneapolis, Oct. 10-12 2002.
 - N. Maekawa, "Grand Unification with Anomalous U(1) Symmetry and Non-abelian Horizontal Symmetry"

SCGT2002 at Nagoya Univ., Nagoya, Dec. 10-13 2002. (hep-ph/0304076 appears in the proceedings)

- N. Maekawa, "GUT with Anomalous U(1) suggests Heterotic M-Theory?" "String Phenomenology 2003" at IPPP, Durham(England), Jul. 29-Aug. 4 2003.
- M. Nojiri, SUSY dark matter: A collider physicist's perspective, 9th International Symposium on Particles, Strings, and Cosmology (PASCOS 03), Mumbai (Bombay), India, Jan. 3-8, 2003.
- M. Nojiri, Study of stop and sbottom at LHC, 9th International Symposium on Particles, Strings, and Cosmology (PASCOS 03), Mumbai (Bombay) India, Jan. 3-8, 2003.
- T. Miki, T. Miura and M. Tanaka, the 3rd workshop higher luminosity B factory, Shonan village, Kanagawa, Aug. 6-7, 2002.
- M. Tanaka, Physics with 10^9 and more B mesons, 4th Workshop on Higher Luminosity B Factory, Tsukuba, Ibaraki, Feb. 4, 2003.
- J. Sato, Oscillation-enhanced search for new interaction with neutrinos, 4th NuFact '02 Workshop (Neutrino Factories Based On Muon Storage Rings), London, UK, Jul. 1-6, 2002.
- J. Sato, Lepton flavor violation in long-baseline experiments, NuFact 03, 5th International Workshop on Neutrino Factories & Superbeams, Columbia Univ., New York, USA, Jun. 5-11, 2003.
- J. Hisano, 3rd Super KEK-B Workshop, Hayama, Kanagawa, Aug. 6-7, 2002.
- J. Hisano, 4th Workshop On Neutrino Oscillations And Their Origin (NOON2003), Kanazawa, Oct. 14, 2003.

6.3 国内での発表

- A01 計画
 - 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.
 - 脇谷 康正：CDF Run II-b Silicon Vertex Detector Proposal，
日本物理学会（2001年3月27日），中央大学.
 - 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.
 - 小川 貴志：CDF 実験におけるソフトエレクトロンの同定，
日本物理学会（2001年3月29日），中央大学.
 - 津野 総司：CDF 実験に於ける 4b final state generator の開発，
日本物理学会（2001年3月29日），中央大学.
 - 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.
 - 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.
 - 有澤 哲郎：CDF 第2期実験におけるオンライン監視システム，
日本物理学会（2001年9月24日），沖縄国際大学.
 - 下島 真：CDF データログの開発，
日本物理学会（2001年9月24日），沖縄国際大学.
 - 小川 貴志：DLM によるストップクォークの探索法，
日本物理学会（2001年9月25日），沖縄国際大学.
 - 宮崎 由之：Search for pair-production of scalar top quark in R -parity
violating decay in collision at 1.8 TeV，
日本物理学会（2001年9月25日），沖縄国際大学.
 - 寄田 浩平：トップクォーク対生成におけるパリティ保存の検証法，
日本物理学会（2001年9月25日），沖縄国際大学.
 - 蝦名 幸二：ファイバー読み出しによる劣化した大型シンチレーションカ
ウンターの再生，
日本物理学会（2001年9月25日），沖縄国際大学.

- 宮本 彰也：CDF II Detector,
コライダー物理研究会（2001年7月19日），東京大学.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 受川 史彦：*B* Physics at CDF,
コライダー研究会（2002年2月25-27日）, KEK.
- 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.
- 武居 康德：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.
- 土屋 亮：トップクォーク対生成における 2 レプトン過程の DLM による
再構成,
日本物理学会（2002年3月25日），立命館大学.
- 寄田 浩平：トップクォーク対生成におけるレプトン+ 4 ジェット過程の
DLM による再構成,
日本物理学会（2002年3月25日），立命館大学.
- 松永 浩之：CDF Run II におけるデータ・ログの開発,
日本物理学会（2002年3月26日），立命館大学.
- 下島 真：マルチキャストを用いた効率的なデータ配送,
日本物理学会（2002年3月26日），立命館大学.
- 受川 史彦：Recent Status of Tevatron CDF,
第41回 RHIC-SPIN-J Physics Discussion（2002年6月18日），理化学
研究所.

- 受川 史彦：CDF は走ってます!,
実験・観測にもとづく素粒子統一描像の構築（2002年8月21–23日）,
京都大学基礎物理学研究所.
- 井門 孝治：CDF Run II における Drell-Yan 過程を用いた新粒子探索,
日本物理学会（2002年9月14日）, 立教大学.
- 日下部 義明：DLM による $W + 2 \text{ jet channel}$ における Technicolor 粒子の探索法,
日本物理学会（2002年9月14日）, 立教大学.
- 永野間 淳二：DLM による 4 jet channel における Technicolor 粒子の探索法,
日本物理学会（2002年9月14日）, 立教大学.
- 土屋 亮：トップクォーク対生成2レプトン過程におけるカイラル相互作用の探索法,
日本物理学会（2002年9月14日）, 立教大学.
- 武居 康德：CDF 実験用高耐放射性シリコン飛跡検出器の研究 II,
日本物理学会（2002年9月16日）, 立教大学.
- 武内 勇司：CDF Run IIa 実験におけるシリコン飛跡検出器の稼働状況,
日本物理学会（2002年9月16日）, 立教大学.
- 金 信弘：CDF 実験の現状と将来,
物理学セミナー（2002年11月22日）, 大阪市立大学.
- 山本 和弘：Search for bosophilic Higgs boson at CDF,
広島ヒグス研究会（2003年1月14–15日）, 広島大学.
- 宮崎 由之：CDF RUN II τ トリガー,
広島ヒグス研究会（2003年1月14–15日）, 広島大学.
- 近藤 都登：DLM のすすめ,
広島ヒグス研究会（2003年1月14–15日）, 広島大学.
- 井門 孝治：Charged Higgs search and $t\bar{t}$ production in lepton + τ channel,
広島ヒグス研究会（2003年1月14–15日）, 広島大学.
- 金 信弘：CDF 実験の現状と将来,
物理学教室談話会（2003年1月17日）, 名古屋大学.
- 金 信弘：CDF 実験の現状と将来,
物理学セミナー（2003年1月22日）, 新潟大学.

- 松永 浩之：CDF 実験の現状，
第9回東大素粒子物理国際センターシンポジウム（2003年2月19 - 22日），長野県白馬村.
- 山本 和弘 “Present status and recent results of Tevatron Run II”，
KEK Theory Meeting on Collider Physics, KEK, Tsukuba, Japan, February 20-22, 2003.
- 受川 史彦：Tevatron CDF 実験の現状，
物理学第二教室談話会（2003年2月27日），京都大学.
- 原 和彦：CDF 実験の検出器開発と電弱物理の最新結果，
科研費特定領域研究会「質量起源と超対称性物理の研究」（2003年3月4 - 5日），筑波大学.
- 松永 浩之：CDF 実験の最新結果 - 新粒子探索とトップ物理，
科研費特定領域研究会「質量起源と超対称性物理の研究」（2003年3月4 - 5日），筑波大学.
- 松永 浩之：Tevatron accelerator and CDF detector，
基研研究会「素粒子高エネルギーフロンティアでの物理」（2003年3月17 - 18日），京都大学基礎物理学研究所.
- 山本 和弘：Higgs searches at Tevatron，
基研研究会「素粒子高エネルギーフロンティアでの物理」（2003年3月17-18日），京都大学基礎物理学研究所.
- 受川 史彦： B physics and Heavy Quark Production at Tevatron，
基研研究会「素粒子高エネルギーフロンティアでの物理」（2003年3月17 - 18日），京都大学基礎物理学研究所.
- 井門 孝治：New Particle Search at CDF，
基研研究会「素粒子高エネルギーフロンティアでの物理」（2003年3月17-18日），京都大学基礎物理学研究所.
- 武内 勇司：Top and EW physics at hadron collider，
基研研究会「素粒子高エネルギーフロンティアでの物理」（2003年3月17 - 18日），京都大学基礎物理学研究所.
- 高野 秀明：CDF-RUNI 実験における W ボソン対生成事象の探索，
日本物理学会（2003年3月28日），東北学院大学.
- 加藤 幸弘：CDF Run II 実験の現状報告 1，
日本物理学会（2003年3月29日），東北学院大学.

- 武内 勇司：CDF Run II 実験の現状報告 2,
日本物理学会（2003年3月29日），東北学院大学.
 - 下島 真：IP マルチキャストを用いた効率的なデータ配送 II,
日本物理学会（2003年3月30日），東北学院大学.
 - 井門 孝治：lepton + tau モードでのトップ・クォーク対生成と荷電ヒッグス粒子探索,
日本物理学会（2003年3月30日），東北学院大学.
 - 寄田 浩平：トップクォーク事象，レプトン + 4 ジェットチャンネルの解析,
日本物理学会（2003年3月30日），東北学院大学.
- A01 公募
 - 山下 了 「リニアコライダーはいつどこにできるか」
2002年8月 基研研究会「実験観測にもとづく素粒子統一描像の構築」,
京都大学基礎物理学研究所
 - 山下 了 「JLC ロードマップ (I)」
2002年9月 日本物理学会特別講演
 - 山下 了 「リニアコライダーでのヒッグス物理」
ヒッグス研究会, 広島大学 2003年1月
 - 佐貫智行 「C+X option」
2003年3月 日本物理学会
 - 中村龍平 他 JLCCAL グループ, JLC 電磁カロリメータビームテスト報告 I : ストリップ型シャワーマキシマム測定器の性能評価
日本物理学会（2003年3月30日），東北学院大学.
 - 伊藤さおり 他 JLCCAL グループ, JLC 電磁カロリメータビームテスト報告 II : APD によるシャワーマックス測定器の光読み出し
日本物理学会（2003年3月30日），東北学院大学.
 - Allister Sanchez 他 JLCCAL グループ, JLC 電磁カロリメータビームテスト報告 III : Study of Small Plastic Scintillator Tiles for the JLC EM Calorimeter
日本物理学会（2003年3月30日），東北学院大学.
 - 関口克巳, 他 JLC カロリメータグループ, JLC 電磁カロリメータビームテスト報告 IV : JLC ストリップファイバー電磁カロリメータのエネルギー

線形性，分解能

日本物理学会（2003年3月30日），東北学院大学.

- 山田豊，他 JLC カロリメータグループ，JLC 電磁カロリメータビームテスト報告 V：ストリップファイバー型電磁カロリメータの応答一様性とシャワー発達
日本物理学会（2003年3月30日），東北学院大学.
- 木下明将 「SiC 半導体による放射線検出器の開発・研究」
質量起源と超対称性物理の研究 第一回科研費特定領域研究会 2003年3月4-5日 筑波大学
- 栗田峰生 「SiC 半導体粒子検出器の研究；開発」
日本物理学会第58回年次大会 2003年3月28-31日 東北学院大学
- 木下明将 「SiC 放射線検出器の研究・開発」
岡山大学 VBL 研究発表会 2003年7月4日
- 岩田洋世 「CDF での荷電ヒグス粒子探索の可能性」
平成14年9月14日，於日本物理学会
- 岩田洋世 「CDFにおけるヒグス粒子探索」
平成15年1月14日，於広島ヒグス研究会
- 岩田洋世 「ヒグス粒子探索のためのタウ・トリガーの開発」
平成15年3月5日，特定領域研究会於筑波大学
- 高山 健（KEK・加速器）”誘導加速シンクロトロンのアウトラインと学術創成研究課題の中での位置づけ”
低温動作 Si サイリスタ搭載パルスモジュレーター開発に関する研究会（9月1日、KEK）
- 小関国夫（KEK・総研大）,”MOSFET を用いたパルスモジュレーター開発の現状”
低温動作 Si サイリスタ搭載パルスモジュレーター開発に関する研究会（9月1日、KEK）
- 和気正芳（KEK・低温工学センター）,”研究開発のプラン”
低温動作 Si サイリスタ搭載パルスモジュレーター開発に関する研究会（9月1日、KEK）
- 吉岡欣治（東洋工機）,”電鉄用インバータのフロン沸騰冷却”
低温動作 Si サイリスタ搭載パルスモジュレーター開発に関する研究会（9月1日、KEK）

- 飯田克二（コマツ）, ”SIサイリスタのターンオンおよびターンオフについて”
低温動作SIサイリスタ搭載パルスモジュレーター開発に関する研究会（9月1日、KEK）
- 堀田栄喜（東工大）、SIサイリスタを用いた加速用パルスモジュレーター
低温動作SIサイリスタ搭載パルスモジュレーター開発に関する研究会（9月1日、KEK）
- 和気正芳（KEK）、”今後、数年掛けて行う低温動作SIサイリスタ搭載パルスモジュレーターの開発について”
低温動作SIサイリスタ搭載パルスモジュレーター開発に関する研究会（9月1日、KEK）
- 高山健, 進捗状況全体（加速試験段取り）
第2回学術創成研究ミニワークショップ（6月27日、東工大）
- 小関国夫, 高圧パルスモジュレーター R&D3号機の現状
第2回学術創成研究ミニワークショップ（6月27日、東工大）
- 鳥飼幸太, 4連空洞設計製作と伝送ケーブル
第2回学術創成研究ミニワークショップ（6月27日、東工大）
- 下崎義人, 誘導電圧ドループのスーパーバンチ加速への影響と評価
第2回学術創成研究ミニワークショップ（6月27日、東工大）
- 猪尾美穂, 動作特性のモデリング
第2回学術創成研究ミニワークショップ（6月27日、東工大）
- 山根功, レーザーストリッピング実証試験進捗状況
第2回学術創成研究ミニワークショップ（6月27日、東工大）
- 高山 健, 「誘導加速シンクロトロン概念とSIサイリスタの役割」
第16回SIデバイスシンポジウム（6月13日、中野サンプラザ）
- K. Takayama, ”誘導加速シンクロトロンと Super-bunch beam 加速”
Accelerator Physics Seminar (March. 6, 2003, KEK)
- K.Takayama, ”ハドロン加速器ビーム増強のための誘導加速装置の開発”
質量起源と超相対性物理の研究会 (March. 5, 2003, 筑波大学)
- K.Takayama, ”Induction Synchrotron and Super-bunch Hadron Colliders”
KEK Theory Meeting on Collider Physics (Feb. 20-22, 2003, KEK)
- M.Sakuda, ”Comment on the physics impact”
Collider Physics (Feb.18, 2003, KEK)

- 小関 国夫、”誘導加速シンクロトロン用誘導加速装置駆動電源の開発”
加速器電源シンポジウム（2002, 12月12-13日、白浜）
- A02 計画, A02 公募
 - 戸村 友宣：Belle 実験における CKM angle ϕ_1 の測定, 科研費特定領域研究会「質量起源と超対称性物理の研究」2003年3月4日, 筑波大学.
 - 中平武：Belle 実験における CKM angle ϕ_2 の測定, *ibid.*
 - 戸村 友宣:KEK Bファクトリー実験における CP 非対称パラメータ $\sin 2\phi_1$ の測定, 日本物理学会 2002年秋季大会, 9月13-16日, 立教大学.
 - 横山 将志：Observation of CP Violation in the B Meson System Using $B^0 \rightarrow J/\psi K_L$ Decays, *ibid.*
 - 中平武：Measurement of CP asymmetry in $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ decays with the Belle detector at KEK asymmetric-energy e^+e^- collider, 日本物理学会 第58回年次大会, 2003年3月28-31日, 東北学院大学
 - M. Tanaka:Advanced Signal Processing in Nuclear Physics Monday, Jul. 28, 2003 9:30-18:00 Nishina Hall, RIKEN (The Institute of Physical and Chemical Research) “PMC/PC を搭載した DAQプラットフォーム”
- A03 計画
 - 江成祐二、”Belle 実験におけるタウレプトンを用いたレプトン数非保存崩壊の探索”
第58回年次大会, 2003年3月, 東北大学
 - 栗山靖敏、”次世代粒子識別装置 TOP カウンターの開発研究”
第58回年次大会, 2003年3月, 東北大学
 - 柳瀬寿志、”時間分解能 10ps の TOF は可能か?”
第58回年次大会, 2003年3月, 東北大学
 - 小島正敏、”TOP カウンター用の光検出器の開発 -ファイブメッシュ型光電子増倍管の性質評価-”
第58回年次大会, 2003年3月, 東北大学
 - 伊藤康、”TOP カウンター用の光検出器の開発 2 - MCP-PMT の性能評価 -”
第58回年次大会, 2003年3月, 東北大学
 - 赤津光俊、”Belle 実験における香りを破る電子陽電子衝突反応の探索”
秋季大会, 2002年9月, 立教大学

- 保久上隆, ”Belle 実験におけるタウレプトンのレプトン数非保存崩壊過程の探索”
秋季大会, 2002 年 9 月, 立教大学
- 保久上隆, ”Belle 実験におけるタウレプトンのレプトン数非保存崩壊モードの探索”
第 57 回年次大会, 2002 年 3 月, 立命館大学
- 川上禎之, ”新型粒子識別装置「TOP counter」の Beam-test による性能評価”
第 57 回年次大会, 2002 年 3 月, 立命館大学
- 江成祐二, ”次世代型粒子識別検出器 bar-TOP カウンターの開発・研究”
第 57 回年次大会, 2002 年 3 月, 立命館大学
- 宮林善久, ”高い時間分解能を持ったマルチアノード型光電子増倍管の開発”
第 57 回年次大会, 2002 年 3 月, 立命館大学

- A03 公募

- 石橋理恵（研究協力者）”Aerogel RICH のための radiator の試作と性能評価”
第 58 回年次大会, 2003 年 3 月, 東北大学
- 田端岳彦 他 Belle ACC group ”Belle ACC アップグレードのための RICH の開発研究”
日本物理学会、立教大学、2002 年 9 月 14 日
- 松本崇博”Belle ACC アップグレードのための RICH の開発研究”
日本物理学会、東北学院大学、2003 年 3 月 28 日
- 石橋理恵”Aerogel RICH のための radiator の試作と性能評価”
日本物理学会、東北学院大学、2003 年 3 月 28 日
- 関 貴之”HPD (Hybrid Photo Diode) の性能テストと ASIC による読み出し”
日本物理学会、東北学院大学、2003 年 3 月 28 日

- A04 計画

- 坂下健: ”入射光子が 1GeV 以上の領域での光子検出不感率の測定”,
日本物理学会 (2001 年 9 月 22-25 日), 沖縄国際大学

- 山中卓: "CP 非保存パラメータ, ϵ'/ϵ の最新結果",
日本物理学会 (2001 年 9 月 22-25 日), 沖縄国際大学
- 山中卓: "K 物理から探る BSM",
日本物理学会 (2001 年 9 月 22-25 日), 沖縄国際大学
- 渡辺丈晃: " $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 実験のための K^0 ビームラインのサーベイ I",
日本物理学会 (2001 年 9 月 22-25 日), 沖縄国際大学
- 小川郁世: " $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 実験のための K^0 ビームラインのサーベイ II",
日本物理学会 (2001 年 9 月 22-25 日), 沖縄国際大学
- 小川郁世: " $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 実験 (KEK E391a) のための K_L^0 ビームフラックスの測定",
日本物理学会 (2002 年 3 月 24-27 日), 立命館大学
- 坂下健: "入射光子が 1GeV 以上の領域での光子検出不感率の測定",
日本物理学会 (2002 年 3 月 24-27 日), 立命館大学
- 大場智仁: "KEK E391a 実験における検出器のレート測定",
日本物理学会 (2002 年 9 月 13-16 日), 立教大学
- 山中卓: " $K_L \rightarrow e^+ e^- \gamma, ee\mu\mu$ 他 KTeV 実験の最新結果",
日本物理学会 (2002 年 9 月 13-16 日), 立教大学
- 小寺克茂: "KTeV 実験における $K_L \rightarrow eee\mu$ 崩壊率の研究",
日本物理学会 (2002 年 9 月 13-16 日), 立教大学
- 川久保直大: " $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 実験のための K^0 ビームフラックスとスペクトル測定",
日本物理学会 (2003 年 3 月 28-31 日), 東北学院大学
- 菅谷頼仁: "Search for $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ decay (KEK-PS E391a experiment): Engineering run",
日本物理学会 (2003 年 3 月 28-31 日), 東北学院大学
- M. Dorochenko: "Detector calibration using cosmic rays and muon beam",
日本物理学会 (2003 年 3 月 28-31 日), 東北学院大学
- S.Y. Lee: "CsI calibration using π^0 's produced by neutron-nucleus interaction (KEK-PS E391a experiment)",
日本物理学会 (2003 年 3 月 28-31 日), 東北学院大学
- 坂下健: "KEK-PS E391a experiment: Understanding of the E391a detector using K_L decay",
日本物理学会 (2003 年 3 月 28-31 日), 東北学院大学

- 田中栄一: "Shashlik 型電磁カロリメータの性能評価",
日本物理学会 (2003 年 3 月 28-31 日), 東北学院大学

- A05 計画

- T. Sato*, T. Inagaki*, K. Omata*, S. Kabe*, M. Kobayashi*, T. Komatsubara*, T. Shimoyama, T. Shinkawa, S. Sugimoto*, Y. Tamagawa, T. Tsunemi, T. Nakano, J. Nishide, M. Nomachi, T. Nomura, T. Fujiwara, M. Miyajima, N. Muramatsu, T. Sekiguchi, T. Yoshioka, Y. Yoshimura* et al. (BNL E787/E949 Collaboration)
"BNL-E787/E949 実験による稀崩壊 $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ の探索"
日本物理学会 秋季大会, 沖縄国際大学, 2001 年 9 月 22-25 日
- 小松原健, 特別講演 "稀崩壊 $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ 探索の最新の結果 (BNL-E787)"
日本物理学会 年次大会, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 2002 年 3 月 24-27 日
- 藤原 庸博, 他 BNL-E787 Collaboration, " $K^+ \rightarrow \pi^0 \mu^+ \nu_\mu \gamma$ 崩壊の研究 II (BNL-E787)"
日本物理学会 年次大会, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 2002 年 3 月 24-27 日
- 吉岡瑞樹, 他 BNL-E949 Collaboration, "BNL での $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ 実験 (BNL-E949) のための Trigger Electronics の開発"
日本物理学会 年次大会, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 2002 年 3 月 24-27 日
- 関口哲郎, 池田博一, 小俣和夫, 小林正明, 椎野二男, 杉本章二郎, 河辺征次, 小松原健, 佐藤任弘, 常見俊直, 吉岡瑞樹, 吉村喜男, 他,
"K 中間子稀崩壊実験に用いる粒子識別用シリコンストリップ検出器の開発"
日本物理学会 年次大会, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 2002 年 3 月 24-27 日
- 隅田土詞, 他, "KOPIO ($K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 探索実験) のための中性子不感型光子検出器の開発",
日本物理学会 年次大会, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 2002 年 3 月 24-27 日
- 吉岡瑞樹, 他 BNL-E949 Collaboration, "BNL-E949 実験における $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ 崩壊の研究"
日本物理学会 秋季大会, 立教大学池袋キャンパス, 2002 年 9 月 13-16 日

- 溝内健太郎, 他 BNL-E949 Collaboration, “BNLでの $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ 実験におけるゲインモニターシステムとエネルギー分解能改善の試み”
日本物理学会 秋季大会, 立教大学池袋キャンパス, 2002年9月13-16日
- 隅田土詞, 他, “KOPIO($K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 探索実験)のための中性子不感型光子検出器の開発2”,
日本物理学会 秋季大会, 立教大学池袋キャンパス, 2002年9月13-16日
- T. Tsunemi, “Status of the E787 γ analysis, Radiative $K_{\pi 2}$ ”,
Workshop on Kaon Decay Physics and Near-future Projects, Katsuyama,
Oct. 11-13, 2002.
- T. Fujiwara, “Current Status Report: $K^+ \rightarrow \pi^0 \mu^+ \nu \gamma$ ”,
Workshop on Kaon Decay Physics and Near-future Projects, Katsuyama,
Oct. 11-13, 2002.
- K. Mizouchi, “RSMON and related issues”,
Workshop on Kaon Decay Physics and Near-future Projects, Katsuyama,
Oct. 11-13, 2002.
- T. Sekiguchi, “Endcap and TD calibration for E949 2002 physics run”,
Workshop on Kaon Decay Physics and Near-future Projects, Katsuyama,
Oct. 11-13, 2002.
- T. Yoshioka, “Study of the Rare Decay $K^+ \rightarrow \pi^+ \gamma \gamma$ ”,
Workshop on Kaon Decay Physics and Near-future Projects, Katsuyama,
Oct. 11-13, 2002.
- S. Kettell, “CKM: Charged Kaon at the Main Injector”,
Workshop on Kaon Decay Physics and Near-future Projects, Katsuyama,
Oct. 11-13, 2002.
- T. Nomura, “KOPIO R&D in Japan”,
Workshop on Kaon Decay Physics and Near-future Projects, Katsuyama,
Oct. 11-13, 2002.
- M. Nomachi, “R&D for future experiments”,
Workshop on Kaon Decay Physics and Near-future Projects, Katsuyama,
Oct. 11-13, 2002.
- S. Sugimoto et al., “R&D for 500MHz waveform digitizer”,
Workshop on Kaon Decay Physics and Near-future Projects, Katsuyama,
Oct. 11-13, 2002.

- S.Sugimoto et al., “R&D for silicon strip detector”,
Workshop on Kaon Decay Physics and Near-future Projects, Katsuyama,
Oct. 11-13, 2002.
- 関口哲郎, “The study of the rare decay $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ at BNL-E949”,
9th ICEPP Symposium, 白馬, 2003年2月20日
- 吉岡瑞樹, “Study of the Rare Decay $K^+ \rightarrow \pi^+ \gamma \gamma$ (BNL-E949 Experiment)”,
9th ICEPP Symposium, 白馬, 2003年2月20日
- 小松原健, “ K^+ 中間子稀崩壊による新しい物理の探索”,
科研費特定領域研究会「質量起源と超対称性物理の研究」, 筑波大学, 2003
年3月5日
- 吉岡瑞樹, “Stopped K^+ Experiment using New Trigger System (BNL-E949 Experiment)”,
科研費特定領域研究会「質量起源と超対称性物理の研究」, 筑波大学, 2003
年3月5日
- 野村正, “KOPIO 実験とその検出器開発の現状”,
科研費特定領域研究会「質量起源と超対称性物理の研究」, 筑波大学, 2003
年3月5日
- 関口哲郎, 他 BNL-E949 Collaboration, “BNL-E949 実験に於ける $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ 崩壊の解析”,
日本物理学会 年次大会, 東北学院大学, 2003年3月28-31日
- 吉岡瑞樹, 他 BNL-E949 Collaboration, “ $K^+ \rightarrow \pi^+ \gamma \gamma$ 崩壊の研究”,
日本物理学会 年次大会, 東北学院大学, 2003年3月28-31日
- 隅田土詞, 他, “KOPIO のための中性子不感型光子検出器の開発 (1)”,
日本物理学会 年次大会, 東北学院大学, 2003年3月28-31日
- 森井秀樹, 他, “KOPIO のための中性子不感型光子検出器の開発 (2)”,
日本物理学会 年次大会, 東北学院大学, 2003年3月28-31日

● A06 計画

- 山田洋一, Beyond LO corrections to $b \rightarrow s \gamma$ at large $\tan \beta$: the charged Higgs contribution, KEK 理論研究会「コライダーの物理」, KEK, 2003年2月20日
- 山口昌弘, Sfermion masses and lepton flavor violation, 研究会「質量起源と超対称性物理の研究」, 筑波大学, 2003年3月5日

- 諸井健夫, 観測的宇宙論と素粒子物理, 研究会「質量起源と超対称性物理の研究」, 筑波大学, 2003年3月5日
 - 山田洋一, Gauge dependence of the SUSY Higgs self energies, 基研研究会「素粒子高エネルギーフロンティアでの物理」, 京都大学基礎物理学研究所, 2003年3月18日
 - 日笠健一, 「リニアコライダーが明らかにする素粒子像」, 日本物理学会年会特別講演, 東北学院大学, 2003年3月28日
 - 山田洋一, Towards an exact evaluation of the supersymmetric $O(\alpha_s \tan \beta)$ corrections to $\overline{B} \rightarrow X_s \gamma$, 基研2003年度前期研究会「素粒子物理学の進展」, 京都大学基礎物理学研究所, 2003年7月23日
- A06 公募
- 青木慎也, 格子QCDによる重いクォークの物理の研究, 研究会「質量起源と超対称性物理の研究」, 筑波大学, 2003年3月5日
 - 波場直之, "Fermion Mass Hierarchy in the Six Dimensional SO(10) Grand Unified Theory on Orbifold" 素粒子物理学の進展（京大基礎物理学研究所）2002年7月8日 - 11日.
 - 波場直之, "Fermion mass hierarchy in 6D SO(10) on orbifold" Summer Institute 2002（富士吉田）2002年8月13日 - 20日.
 - 波場直之, "Gauge Higgs unification in the five-dimensional E6, E7, and E8 GUTs on orbifold" 四国セミナー（香川大学）2003年4月2日 - 3日.
 - 波場直之, "Gauge Higgs unification in 5D N=1 SUSY E6 and E7 GUTs on orbifold" 素粒子物理学の進展（京大基礎物理学研究所）2003年7月22日 - 25日.
 - 波場直之, "Gauge Higgs unification in 5D N=1 SUSY E6 and E7 GUTs on orbifold" SI2003（富士吉田）2003年8月12日 - 19日.
 - 前川展裕, "The E_6 Grand Unified Theory" 基研2002年度前期研究会「素粒子物理学の進展」7月8日 - 11日
 - 前川展裕, "Horizontal Symmetry and Anomalous U(1) Symmetry as a Solution for SUSY Flavor Problem" 2003年度春季学会
 - 前川展裕, "Non-abelian Horizontal Symmetry and E_6 GUT for SUSY Flavor Problem" 基研2003年度前期研究会「素粒子物理学の進展」7月22日 - 25日

- 久野純治, 松本重貴, 野尻美保子, Higher-order effects to the neutralino annihilation into two photons, 日本物理学会第58回年会, 東北学院大学, 2003年3月31日
- 久野純治, 川越清以, 北野龍一郎, 野尻美保子, Study of the third generation squarks at LHC, 日本物理学会2002年秋の分科会, 2002年9月14日
- 田中実, New physics in B and K meson systems, 研究会「実験・観測にもとづく素粒子統一描像の構築 (TEA02)」, 京大基研, 2002年8月21-23日
- 田中実, CKMの物理, New PhysicsのOverview, 日本物理学会2002年秋の分科会, シンポジウム「Bの物理の現在と将来」, 2002年9月14日
- 田中実, B Physics at Hadron Colliders, 研究会「素粒子高エネルギーフロンティアでの物理」, 京大基研, 2003年3月17-18日
- 久野純治, Mini-workshop for Super KEKB LoI physics part, 高エネ機構, 2003年6月19日

6.4 開催研究会

- 総括班
 - － 科学研究費特定領域研究会「質量起源と超対称性物理の研究」
筑波大学大学会館国際会議室，2003年3月4－5日．参加者65名．
- A01 計画
 - － CDF 実験日本グループ研究会
筑波大学物理学系，2001年12月14－15日．参加者約50名．
 - － CDF 実験日本グループ研究会
筑波大学物理学系，2002年12月13－14日．参加者約50名．
- A01 公募
 - － 広島ヒグス研究会，平成15年1月14，15日，於広島大学
 - － 低温動作 SI サイリスタ搭載パルスモジュレーター開発に関する研究会，
2003年9月1日，KEK）．参加者 18名
 - － 第2回学術創成研究ミニワークショップ，2003年6月27日，東工大．参加者 20名
 - － 第1回学術創成研究ミニワークショップ，2003年4月24日，KEK．参加者 30名
 - － The International Workshop on Recent Progress in Induction Accelerators (RPIA2002) October 29-31, 2002, KEK. 参加者 約60名
- A03 公募
 - － 「Belle PID アップグレードに関する研究会」
名古屋大学，2002年8月31日
- A04 計画
 - － E391a experiment collaboration meeting,
2001年10月4-6日，KEK.
 - － E391a experiment collaboration meeting,
2002年3月13-14日，KEK.
 - － E391a experiment collaboration meeting,
2002年10月26-27日，KEK.

- E391a experiment collaboration meeting,
2003年7月25-30日, JINR, Dubna, Russia.
- A05 計画
 - K^+ 稀崩壊研究計画検討会, 敦賀, November 29 – 30, 2001.
 - K 稀崩壊実験の解析と計画に関する作業部会, 勝山, October 11-13, 2002.
 - E949/E787 Analysis Meeting, BNL, February 9-10, 2003.
 - E949/E787 Analysis Meeting, BNL, August 28-29, 2003.
- A06 計画
 - 「対称性・超対称性・その破れ：新世紀の素粒子物理インスティテュート 2002」, 京大基研, 2002年9月6-6日
 - 「実験・観測にもとづく素粒子統一描像の構築：21世紀の情報発信基地としての日本」, 京大基研, 2002年8月21-23日
- A06 公募
 - 「高エネルギーフロンティアの物理」, 京大基研, 2003年3月17-18日

6.5 ホームページ

- 領域全体のホームページ

<http://www.tsukuba.jp.hep.net/skim/tokutei/>

- 各計画研究・公募研究のホームページは以下の一覧表のページからポイント

<http://www.tsukuba.jp.hep.net/skim/tokutei/h14kenkyuu-tokutei.html>

6.6 受賞

- 横山 将志：第4回(2002年度)高エネルギー物理学若手奨励賞 “Observation of Large CP Violation in the Neutral B Meson System Using $B^0 \rightarrow J/\psi K_L$ Decay”
- 樋口 岳雄：第19回(2002年度)井上研究奨励賞 “Observation of CP Violation with B^0 Meson Decaying to the $J/\psi K_S$ State”
- 中平 武：第5回(2003年度)高エネルギー物理学若手奨励賞 “Study of CP Asymmetry in the Neutral B Meson Decays to Two Charged Pions”