

(別紙様式)

領域番号： 4 1 4

領域略称名： 質量起源

平成 1 7 年度科学研究費補助金  
特定領域研究 研究状況報告書  
「質量起源と超対称性物理の研究」

(研究期間)

平成 1 3 年度 ~ 平成 1 7 年度

平成 17 年 7 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

## ( 1 ) 研究領域の概要

本研究領域では、ヒッグス粒子を直接・間接に探査すること、及び、ファクトリー加速器を用いた精密実験で「標準理論からのずれ」を発見して新しい物理の手がかりを得ることによって、質量起源の解明に寄与することを目標として、研究が進められてきた。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。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。

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 ILC、陽子陽子衝突型加速器 LHC、ミュオンコライダー、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。

## ( 2 ) 研究領域の設定目的

20世紀後半の素粒子物理学は、「素粒子標準理論」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。この標準理論の根幹をなす「ヒッグス粒子の真空凝縮によって素粒子に質量が与えられる」という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。質量の起源がこの標準理論の説明で正しいのか、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、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。本領域の研究目標は、ヒッグス粒子を直接・間接に探査すること、及び、ファクトリー加速器を用いた精密実験で「標準理論からのずれ」を発見して新しい物理の手がかりを得ることによって、質量起源の解明に寄与することである。現在までに、Bファクトリー加速器を用いた実験において、 $B \rightarrow K_s$ 過程のCP非対称度を測定した結果に「標準理論からのずれ」が見えている。テバトロン加速器を用いたヒッグス粒子の間接探索では、トップクォークの質量測定の精度をあげることによってヒッグス粒子の質量上限が大幅に下がっている。今後、更に高統計の結果を得ることと、その結果を理論と比較することによって、質量起源について新しい知見を得ることが期待される。テバトロン加速器を用いたヒッグス粒子の直接探索、Bファクトリー、Kファクトリー加速器によるタウ物理の研究、K中間子稀崩壊の研究でも多くの成果をあげており、さらに統計をあげることによって、質的に新しい成果を得ることが期待される。

## ( 3 ) 研究領域内の研究の年度ごとの進展状況及びこれまでの主な研究成果

「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A01)」については、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。ヒッグス粒子の間接探索としては、トップクォーク質量とWボソン質

量の精密測定が行われており、これによってヒッグス粒子の質量が間接的に測定できる。2004年度にこれまでの約4倍のデータを解析して、しかもWボソンが2ジェットに崩壊する質量分布を用いて系統誤差を小さくして、トップクォーク質量を測定した。その結果、図1に示すように世界平均値よりも精度の高いトップクォークの質量  $173.5 \pm 2.7 / -2.6$  (統計)  $\pm 3.0$  (系統)  $\text{GeV}/c^2$  が得られた。この結果は米国フェルミ国立加速器研究所と高エネルギー加速器研究機構のインターネット・ニュースでも報道された。この測定結果を用いてヒッグス粒子の質量は  $94 +52 / -36 \text{ GeV}/c^2$  となり、質量上限値として  $208 \text{ GeV}/c^2$  が得られた。この上限値は2004年春時点でのヒッグス質量上限値  $252 \text{ GeV}/c^2$  を大幅に下げる結果となった。この研究に関する博士論文1編には、『2004年度筑波大学学長表彰』が与えられた。ほぼ同様のトップクォークの質量測定結果は力学的最尤法 (Dynamical Likelihood Method) を用いた解析でも得られた。

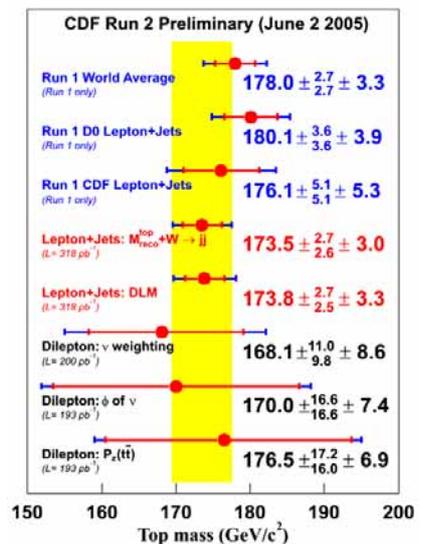


図1 . トップクォーク質量の測定結果 .

直接ヒッグス粒子探索を行った結果、軽いヒッグス粒子 ( $M_{\text{Higgs}} = 120 \text{ GeV}/c^2$ ) については WH 随伴生成のチャンネルでヒッグスがボトムクォーク対に崩壊するモードで探索した結果、生成断面積上限として  $4.5 \text{ pb}$  を得ており、重いヒッグス粒子 ( $M_{\text{Higgs}} = 160 \text{ GeV}/c^2$ ) についてはヒッグス直接生成のチャンネルでヒッグスが W ボソン対に崩壊するモードで探索した結果、生成断面積上限として  $5.6 \text{ pb}$  を得ており、さらに高統計のデータを得ることが待たれる。また検出器については、高放射線耐性シリコン飛跡検出器の開発研究を2002年度に終了し、2003年度にはその大量製作を完了した。

「Bファクトリーを用いた質量起源の探求 (計画研究 A02)」では、Belle グループが2003年、中性 B 中間子が 中間子と  $K_s$  中間子に崩壊する過程の CP 非対称度が、小林益川理論による期待値からずれていることを発見した。この崩壊過程は、ペンギンダイアグラムと呼ばれる量子効果のため、小林益川理論を超える新たな物理に対する感度が高い。2004年度 Belle グループは、2億7400万個の B 中間子・反 B 中間子対から 175 個の と  $K_s$  中間子への崩壊を観測し、さらに  $K_s$  崩壊と同じ振る舞いをすると考えられている他の6つの崩壊についても測定に成功して、測定精度を向上した。その結果、図2に示すように標準理論からずれている確率は、すべてのモードを足すと99%になることが明らかになった。このずれは新しい物理の存在を示唆する現在最も興味深い結果の一つであり、その解明が B ファクトリーの中心課題であることが一層はっきりした。さらなるデータ量の増加を目指して加速器の改良に取り組んでいる。

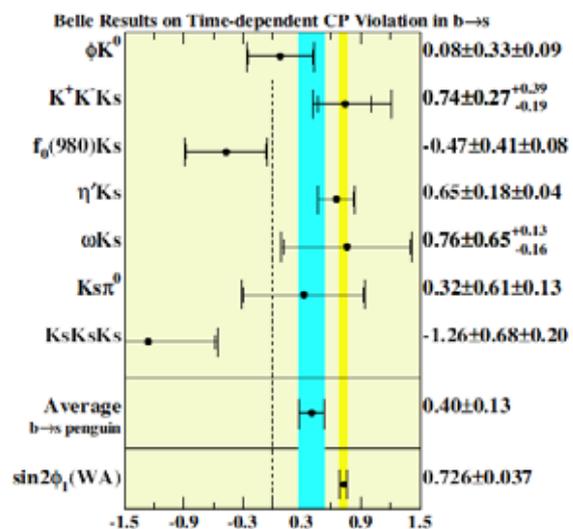


図2 . B 中間子が 中間子と  $K_s$  中間子に崩壊する事象 175 例を含む  $b \rightarrow s$  qq ペンギンプロセスによる B 中間子崩壊を使った CP 対称性の破れのパラメータ  $\sin 2\phi_1$  の測定結果 . それらの平均値が  $0.40 \pm 0.13$  である . 標準理論では、この測定結果が、 $B^0 \rightarrow J/\psi K^0$  と他の  $b \rightarrow ccs$  崩壊事象から得られた  $\sin 2\phi_1(\text{WA}) = 0.726$  と等しいことが期待されている、

中性 B 中間子の 崩壊における CP 非対称度の測定を 2003 年度に引き続き行なった。改良されたシリコンバーテックス検出器 (SVD2) を用いて得ら

れた 1 億 2300 万個の B 中間子 反 B 中間子ペアのデータを新たに追加することで統計精度の向上をはかり、CP 非対称性パラメータ S と A について  $S = -0.67 \pm 0.16(\text{stat}) \pm 0.06(\text{syst})$ ,  $A = +0.56 \pm 0.12(\text{stat}) \pm 0.06(\text{syst})$  の値を得た。得られた A の値は 4.0 に相当し、CP 非対称性のより確かな証拠となっている。また、中性 B 中間子の  $B^0 \rightarrow B^0$  崩壊の分岐比及びその CP 非対称度の測定結果等を利用したアイソスピン解析を行ない、ユニタリティ三角形の角度の 1 つ  $\beta_2$  に対し 95.4% の信頼度で  $0^\circ < \beta_2 < 19^\circ$ ,  $71^\circ < \beta_2 < 180^\circ$  の制限を与えた。

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  $b \rightarrow s l^+ l^-$  (l は e または  $\mu$ ) プロセスの分岐比測定の精度を向上させた。1 億 5200 万個の B 中間子・反 B 中間子ペアを使って、 $\text{Br}(B \rightarrow X_s e^+ e^-) = (4.04 \pm 1.30 + 0.87/-0.83) \times 10^{-6}$ ,  $\text{Br}(B \rightarrow X_s \mu^+ \mu^-) = (4.13 \pm 1.05 + 0.85/-0.81) \times 10^{-6}$ , これら e と  $\mu$  のモードを平均して、 $\text{Br}(B \rightarrow X_s l^+ l^-) = (4.11 \pm 0.83 + 0.85/-0.81) \times 10^{-6}$  と決定した。ここで  $X_s$  はストレンジネスを含む任意の終状態である。この結果の測定精度は世界一であり、新しい物理からの寄与に強い制限を与えるものとなっている。

単位時間あたりに取得されるデータ量は KEKB 加速器の輝度の向上に従って増加しつづけており、効率的にデータを処理する仕組みが必要である。産業技術総合研究所(産総研)グリッド研究センターで開発されている Gfarm ファイルシステムの Belle 実験データ解析への応用を行なっている。Belle 実験データをリアルタイムで産総研ノードに並列に記録し、カリフォルニア大サンディエゴ校スーパーコンピュータセンター(SDSC)ノードでデータ処理をする実験を SC2004 国際会議で産総研と共同で行ない、日米間にまたがる複数の拠点で大規模データの共有と解析をリアルタイムで行うことに世界で初めて成功した。

「**タウ・レプトンの物理(計画研究 A03)**」では、2005 年 3 月までに B ファクトリー実験では約  $380 \text{fb}^{-1}$  のデータを収集した。このデータに含まれるタウレプトン反応を選び出し、標準理論の検証並びに新しい物理の探索を行なっている。収集されたデータの内、約  $150 \text{fb}^{-1}$  のデータを用いてレプトンの香り保存を破る崩壊  $B \rightarrow \tau \mu$ ,  $B \rightarrow \tau e$ ,  $B \rightarrow \tau \eta/\eta'$  の探索を行ない、90%の信頼度でおおよそ  $3 \times 10^{-7}$  の崩壊分岐比の上限値を得た。さらに、バリオン数保存をも破る崩壊  $B \rightarrow p \mu$ ,  $B \rightarrow p e$ ,  $B \rightarrow p \eta/\eta'$  などの探索も新しく行ない、 $10^{-8}$  程度の上限值を得た。これらのモードを含め、他の崩壊モードでもより大量のデータを用いた解析が進行中である。

B ファクトリー実験の次期計画のための次世代型粒子識別装置(TOP カウンター)の開発研究を行なっている。現在は主に、測定器としての詳細なシミュレーション解析と光検出器の開発を行なっている。シミュレーション解析では、前年度に引き続き、実用的なデザインの元に B ファクトリー実験装置の一部として使用した際の、現実的な性能の評価を行なった。さらに、得られた結果を元に識別能力を向上させるための輻射体デザインを行なっている。光電子増倍管の開発では、主に、多チャンネル間のクロストークを減らすべく、構造体の改良を行ない試作をし、性能評価を行なった。また、識別能力を向上させるため長波長に対し高い感度をもつ光電面の調査、試験を行なっている。また、光電面の寿命の測定を行なっており、ロシア BINP 研究所などと協力し、その向上を目指している。

「**K ファクトリーを用いた  $K_L^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0$  崩壊の研究(計画研究 A04)**」については、KEK に現存する 12GeV の陽子シンクロトロンを用いた E391a  $K_L^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0$  崩壊実験を進めている。1 回目のデータ収集を 2004 年 2 月～6 月に、2 回目のデータ収集を 2005 年 2 月～4 月に行った。現在それらのデータ解析を進めているが、2005 年 6 月に開かれた KAON2005 の国際会議で、1 回目に収集したデータの 1/10 を解析した結果を発表した。結果は  $\text{BR} < 2.86 \times 10^{-7}$  (90% CL) であり、今までの世界記録をまず越えることができた。さらに測定器に改良を加え、3 回目のデータ収集を 2005 年の秋に行う準備を進めている。

J-Parc の 50GeV 大強度陽子加速器を用いて  $K_L^0$  を 100 事象以上収集して、この崩壊の分岐比を測定する実験の検討を進めている。実験は段階的に進め、まず初めは、改良した E391a 実験装置を用いて新たなビームラインの調査をしつつ感度を上げ、次により大型の測定器に置き換えて、分岐比の精密測定を行う。ガンマ線の方向を測る装置、高いレート下でも働くガンマ線検出器、高い効率の光電子増倍管、など種々の測定器の開発研究も進めている。

Fermilab で行った KTeV 実験において、 $K_L$  の主な 6 つの崩壊の分岐比を再測定し、今までの値が 5～8% ずれていることを示した。これにより小林益川行列の  $|V_{us}|$  の値が変わり、小林益川行列でユニタリティーの条件が 2 以上満たされていなかった問題が解決された。

「K 中間子の稀崩壊の精密測定(計画研究 A05)」については、2003 年度に 3 個目の  $K^+ \pi^+$  事象の発見し、その実験結果を出版した。2004 年度には荷電 K 中間子からの  $\pi^+$  や  $\pi^+ \pi^0$  への崩壊過程の物理解析を終えた。静止崩壊  $K^+ \pi^+ \pi^0$  で生成される単色  $\pi^0$  を用いた  $\pi^0$  崩壊探索や、 $K^+ \pi^0 \mu^+$  崩壊の初検出を目指す解析研究も同時に実施中である。次世代精密実験を目指した SSD (Silicon Strip Detector) の性能評価、500MHz (8 bits) FADC ボードからの高速データ処理回路の開発、結晶シンチレータ(PWO や GSO)の開発を行った。さらに中性 K 中間子稀崩壊実験に必要な光子検出器と荷電粒子検出器の開発研究を進めた。特に高強度の中性ビーム中をカバーする光子検出器については、KEK のテストビーム、京大・宇治の電子ビームなどを利用した原理試験、基本性能試験を経て、現在、実用サイズのプロトタイプ製作へ研究を進めた。

「ヒッグスと超対称理論の現象論的研究(計画研究 A06)」では、超対称模型の諸側面の理論的研究、余剰次元模型、関連する初期宇宙の研究を進めている。ヒッグスセクターについては、電弱対称性を破る機構の新しいアイデアである余剰次元を導入しスカラー場のないヒッグスレス模型を調べ、Wボソン散乱のユニタリ性の条件を考慮すると、電弱精密測定と整合性を保つことが困難であることを見いだした。これは模型を構築する際の強い制約となる。

超対称理論については、最近の B 中間子崩壊の CP の破れの測定における標準理論の予測からのずれが新しい物理の片鱗の視点から注目されているが、このデータのずれの方向と超対称スカラークォークの質量混合のカイラリティとが密接な関係にあることを指摘した。このことは将来の B ファクトリーの実験から超対称理論の基礎定数を決定する上で重要になると考えられる。また B の輻射崩壊に対する QCD 2 ループの高次補正を吟味し、従来より厳密な計算を行った結果、グルオンへの崩壊では数割の補正効果を生じることが示された。高次補正ではグレイノの質量に対する 2 ループの補正の評価も行い、数%の大きさの有意な効果があることがわかった。

宇宙論に関しては、超対称グラビティーノの宇宙初期における生成量に対する制限について、従来の解析で見落とされていたハドロンへの崩壊の効果が結果を大きく変更することを見いだした。またレプトン数生成を経由するバリオン数生成機構において、右巻きスカラーニュートリノが普通に熱生成された場合は十分な数の生成が困難であり、インフレーション場の崩壊によってスカラーニュートリノが生成されれば問題のないことがわかった。

#### (4) 研究領域の研究組織と各研究項目の連携状況

総括班、計画研究の研究課題、研究代表者、研究分担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)」

研究代表者： 金 信弘(筑波大学大学院数理物質科学研究科)

研究分担者： 滝川紘治(筑波大学大学院数理物質科学研究科)、 受川史彦(筑波大学大学院数理物質科学研究科)、 原 和彦(筑波大学大学院数理物質科学研究科)

テバトロン実験で得られたデータ解析の検討は筑波大学チームと日本・海外のCDF実験チームの間で週1回程度のテレビ会議を通して検討・議論が行われている。また、それ以外に CDF 日本グループ研究会、CDF 全体研究会などを開催して物理の議論を深めることによって、本研究の進展を図っている。

「Bファクトリーを用いた質量起源の探求(計画研究 A02)」

研究代表者： 相原 博昭(東京大学大学院理学系研究科)

研究分担者： 岩崎昌子(東京大学大学院理学系研究科)

「タウ・レプトンの物理(計画研究 A03)」

研究代表者： 大島 隆義(名古屋大学大学院理学研究科)

研究分担者： 三田一郎(名古屋大学大学院理学研究科)、千代勝実(名古屋大学大学院理学研究科)、林井久樹(奈良女子大学理学部物理)、山口晃(東北大学大学院理学研究科)

名古屋大学が中心となり B ファクトリー実験で得られたデータの管理を行ない、各大学より名古屋大学のコンピュータを利用して解析を行なっている。名古屋大学と東北大学では主にレプトンの香りを破る崩壊の探索を行ない、奈良女子大学ではハドロン崩壊の測定を行なっている。各研究課題の解析で得られた情報は共有され、互いにデータの校正などに利用している。三田氏を始めとする理論グループは B ファクトリー研究会などを開催して理論物理の議論を深め、その情報を本研究組織で共有している。

「Kファクトリーを用いた  $K_L^0$  崩壊の研究(計画研究 A04)」

研究代表者： 山中 卓(大阪大学大学院理学研究科)

研究分担者： 能町 正治(大阪大学大学院理学研究科)、菅谷 頼仁(大阪大学大学院理学研究科)、稲垣 隆雄(K E K素粒子原子核研究所)、佐藤 任弘(K E K素粒子原子核研究所)、Gei Youb Lim(K E K素粒子原子核研究所)、田島靖久(山形大学大学院理学研究科)、山鹿光裕(大阪大学大学院理学研究科)、原 隆宣(大阪大学大学院理学研究科)

「荷電及び中性K中間子の稀崩壊の精密測定(計画研究 A05)」

研究代表者： 杉本章二郎(K E K素粒子原子核研究所)

研究分担者： 小林 正明(K E K素粒子原子核研究所)、小松原 健(K E K素粒子原子核研究所)、野村 正(京都大学大学院理学研究科)、笹尾 登(京都大学大学院理学研究科)

「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)」

研究代表者： 日笠 健一(東北大学大学院理学研究科)

研究分担者： 山口 昌弘(東北大学大学院理学研究科)、棚橋 誠治(東北大学大学院理学研究科)、諸井 健夫(東北大学大学院理学研究科)、山田 洋一(東北大学大学院理学研究科)

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、実験家との連携を緊密にして最新結果を反映させている。

「質量起源と超対称性物理の研究調整(総括班 X00)」

研究代表者： 金 信弘(筑波大学大学院数理物質科学研究科)

研究分担者： 相原 博昭(東京大学大学院理学系研究科)、大島 隆義(名古屋大学大学院理学研究科)、山口 晃(東北大学大学院理学研究科)、杉本 章二郎(K E K素粒子原子核研究所)、

稲垣 隆雄(KEK素粒子原子核研究所)、山中 卓(大阪大学大学院理学研究科)、  
野村 正(京都大学大学院理学研究科)、日笠 健一(東北大学大学院理学研究科)、  
三田 一郎(名古屋大学大学院理学研究科)

総括班は5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っている。具体的には毎年2回総括班連絡会を行い、各研究の調整をとっており、2003年3月、2004年3月、2005年3月には特定領域研究会を開催し、研究の連絡・総括を行った。さらに報告書を適宜編集し、WEBページを活用してコミュニケーションと情報の開示を総括している。また、公募研究の将来計画の推進を図るために、ACFA-LC研究会、LCWS研究会、「実験・観測に基づく素粒子統一描像の構築」研究会等を支援した。

## (5) 研究費の使用状況

物理解析のために、大容量のディスクシステムを持つ大規模PCクラスターを構築し、各計画研究における解析の高速化を進め、物理の成果をあげることに成功している。検出器としては、シリコン飛跡検出器の製作費、線検出器の製作費、光電子増倍管の開発費などに研究費を使用し、実験の実施・性能向上を推進している。また、研究員を雇用して、研究補助のみでなく自己のイニシアチブによる研究を奨励して研究全体の活性化を図っている。

Bファクトリー実験で収集された約 $400\text{fb}^{-1}$ の大量のデータを蓄積し解析を進めるために、比較的低価格で大容量のディスクシステムの増強を行なっている。また、実験データを検証するためのシミュレーションを走らせるために、これも比較的low価格で高性能を実現できるPCクラスターを構築し、バッチキューシステムによる運用をしている。光電子増倍管の開発のための開発費を充て、浜松ホトニクス社との共同研究を行なっている。多チャンネル間のクロストークを抑えるために構造を改良した光電子増倍管の製作や、寿命測定のための光電子増倍管の製作に研究費を使用している。また、ロシアBINP研究所からより安価な光電子増倍管を購入し試験を行なっている。

計画研究A04では2004年度までの予算はほとんど、KEK E391a実験の大型ガンマ線検出器と大型真空装置、データ解析のシミュレーションのためのPCクラスターに使われた。また、J-Parcの実験に向けて、新たな測定器の開発を行っている。

## (6) 研究成果公表の状況(主な論文等一覧、ホームページ)

1. The results of top quark mass analysis at CDF were reported in Fermilab internet news and KEK internet news: <http://www.fnal.gov/pub/today/pdfs/2005/20050421.pdf>, and <http://www.kek.jp/newskek/2005/mayjun/topquark.html> in April 2005. To be published in Phys. Rev. D.
2. D. Acosta, S. Kim, et al., (CDF Collaboration) "Measurement of the  $t\bar{t}$  Production Cross Section Using Dilepton Events" Phys. Rev. Lett. 93, 142001 (2004).
3. D. Acosta, S. Kim, et al., (CDF Collaboration) "Search for Doubly-charged Higgs Bosons decaying to Dileptons" Phys. Rev. Lett. 93, 221802 (2004).
4. Y. Yusa, T. Ohshima et al. (Belle Collaboration), "Search for neutrinoless decays  $B \rightarrow 3\ell$ " Phys. Lett. B 589, 103 (2004).
5. K.F.Chen, H. Aihara, T. Ohshima, et al. (Belle Collaboration), "Time-Dependent CP-Violating Asymmetries in  $b \rightarrow s\bar{q}q$  Transitions,"[arXiv:hep-ex/0504023]. submitted to PRD.

6. H. Ishino, H. Aihara, T. Ohshima, et al. (Belle Collaboration), "Improved Evidence for Direct CP Violation in  $B^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$  Decays and Model-independent constraints on  $\eta_2$ " [arXiv:hep-ex/0502035]. submitted to PRL.
  7. M. Iwasaki, H. Aihara, T. Ohshima, et al. (Belle Collaboration), "Improved Measurement of Electroweak Penguin Process  $B \rightarrow X_s^0 \pi^+ \pi^-$ " [arXiv:hep-ex/0503044]. submitted to PRD.
  8. T. Alexopoulos, T. Yamanaka, et al., "Measurements of  $K_L$  Branching Fractions and the CP Violation Parameter  $\eta_{\pi\pi}$ ", Phys. Rev. D70, 092006 (2004).
  9. H. Watanabe, T. Inagaki, G.Y.Lim, T. Sato, T. Shinkawa, Y. Sugaya, T. Yamaga, T. Yamanaka et al., "Neutral Beam Line to Study  $K_L \rightarrow \pi^0$  Decay at the KEK 12-GeV Proton Synchrotron", Nucl. Inst. Meth. A 545, 542 (2005).
  10. V.V. Anisimovsky, S. Sugimoto et al. (E949 collaboration), "Improved Measurement of the Decay  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$ " Phys. Rev. Lett. 93-3, 031801(1-4) (2004).
  11. T. Han, J. M. Yang, K. Hikasa, X. Zhang, "Flavor-changing neutral current top-squark decay as a probe of squark mixing", Phys. Rev. D 70, 055001 (2004).
  12. M. Endo, S. Mishima, M. Yamaguchi, "Recent measurements of CP asymmetries of  $B \rightarrow K^0$  and  $B \rightarrow K^* K^0$  at B-factories suggest new CP violation in left-handed squark mixing", Phys. Lett. B 609, 95 (2005).
  13. R. S. Chivukula, E. H. Simmons, H.-J. He, M. Kurachi, M. Tanabashi, "Universal non-oblique corrections in Higgsless models and beyond", Phys. Lett. B 603, 210 (2004).
- \* 本特定領域のホームページ <http://www.tsukuba.jp.hep.net/~skim/tokutei/> において研究成果報告、研究会報告等の情報開示が行われている。

## (7) 総括班評価者による評価の状況

総括班評価者はおいていないが、2003年3月、2004年3月、2005年3月に開催した特定領域研究会には、本研究領域外の学識経験者として、本研究領域の世界的権威である近藤都登早稲田大学教授に参加いただき、領域の研究推進状況についての評価・コメントをいただいている。2003年3月の研究会では、「計画研究間の連携が不十分である。」とのコメントをいただき、その後の研究方針に反映した結果、2004年3月、2005年3月の研究会では、「計画研究間の連携もよくとれていて、興味深い成果が多く得られており、実りの多い研究会となっている。今後の研究の進展が期待される」とのコメントをいただいている。総括班は、このように近藤教授の評価・提言を次年度の研究方針に反映させている。

## (8) 研究領域の研究を推進する上での問題点と対応策

装置開発には多額の経費が必要であり、それに対して研究予算が少ないことが問題点ではある。新たなアイデアに基づく光検出器の開発を行なおうとすると、製作により多くの研究費が必要となる。対応策としては、限られた予算の中で、多くのアイデアに対して最良と思われる改良策に焦点を当てて開発を行っている。他には、防衛大の方針により計画研究A04の研究分担者である防衛大の新川氏に特定領域の研究費で購入した装置を納入することが2005年度からできなくなった。しかし、長い折衝の末、大阪大学から防衛大に装置を貸し出すことで解決できた。上記以外には、特に問題点はない。