Ｉ．素粒子理論グループ

教授 青木 慎也、 石橋 延幸、 岩崎 洋一、 宇川 彰、 金谷 和至

助教授 石塚 成人、 吉江 友照

助手 石川 健一、 佐藤 勇二、 谷口 祐介、 毛利 健司

COE 研究員 梅田 貴士

学振研究員 V. Lesk

大学院生 （ １９名 ）

【人事異動】

2002 年 13 年 4 月 1 日に石橋 延幸 氏 (前職 高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所 助教授) と岩崎 洋一 氏 (筑波大学 研究担当副学長) が物理学系教授に就任した。富永 信一 氏 (計算物理学研究センター研究員) が、2002 年 3 月 31 日に高エネルギー加速器研究機構 研究員に転出した。梅田 貴士 氏 (計算物理学研究センター COE 研究員) が、2003 年 3 月 31 日に学振研究員として京都大学基礎物理学研究所に転出した。

【研究活動】

素粒子理論グループにおいては、本年度も、格子場の理論の研究と超弦理論の研究を二本の柱に、活発な研究活動が行なわれた。

格子場の理論にもとづく格子量子色力学 (格子ＱＣＤ) は、陽子や中性子などのハドロンの性質を、クォークの力学であるＱＣＤから直接導出することは、クォーク質量などの自然界の基本パラメータを精密決定したり、宇宙進化に決定的な影響を与えてたＣＰの破れや高温のクォーク物質の性質を解明するために重要である。格子場の理論グループでは、計算物理学研究センターで平成 8 年に開発した超並列計算機 CP-PACS、CP-PACS のフロント計算機システム SR-8000、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) の並列計算機 SR-8000、筑波大学学術情報処理センターの並列計算機 VPP-5000 を用いた格子 QCD の大型数値シミュレーションが、引き続き推進された。また、地球シミュレーターセンターの Earth Simulator を用いたシミュレーションのための基礎研究も行われた。

格子 QCD の数値シミュレーションには膨大な計算量が要求されるため、通常、最も重要な u, d クォークの動的効果は取り入れるが、その次に重い s クォークについては対生成・対消滅を無視したクエンチ近似で計算されている ($N_F = 2$ QCD)。この近似のもとで世界初の連続極限外挿が CP-PACS を用いた系統的計算により行われた。この結果を、CP-PACS による精密なクエンチ近似の結果と比較することにより、クエンチ近似で見られた大きな系統誤差がフル QCD で大幅に減少することが示された。これは、QCD の正しさを示す最も直接的な証拠となる。しかし同時に、系統誤差がわずかに残ることも示唆された。実際、s クォーク質量は QCD のエネルギースケールと同程度であり、動的な s クォークもある程度の効果を持つことが期待される。格子場の理論グループではこれを受けて、格子 QCD に残された最後の大きな近似を取り除いた "$N_F = 3$ QCD" の系統的

シミュレーションを、現在使える計算機資源を集約して実行しようというグランドチャレンジ・プロジェクトを開始した。その為のアルゴリズム開発とテストが進められた。これと並行して、格子上でカイラル対称性を実現するドメイン ウォールフェルミオンを用いたK中間子系のCPの破れなどの研究、重いクォークの物理の研究、有限温度QCDの研究なども推進された。

超弦理論の分野では、超弦理論の双対性の物理を中心として研究が行われた。最近この分野では、超弦理論とゲージ理論の双対性、非可換空間上の場の理論の出現、Dブレーン上のタキオンの凝縮等の様々な現象が研究され、超弦理論とは何かということに対する理解が深まっている段階にあると思われる。この状況の下で、平面重力波背景中の弦理論、3次元ブラックホール中の弦理論、Dブレーンと閉じた弦との相互作用等についての研究を行った。

【１】格子場の理論

(青木 慎也、 岩崎 洋一、 宇川 彰、 金谷 和至、 石塚 成人、 吉江 友照、石川 健一、谷口 裕介、 梅田 貴士、 V. Lesk)

(1) $N_F = 2$ QCDにおける軽いハドロンの質量スペクトルとクォーク質量

格子量子色力学(格子ＱＣＤ)にもとづく数値シミュレーションにより、陽子や中性子などのハドロンの性質を、クォークの力学であるＱＣＤから直接導出することは、クォーク質量などの自然界の基本パラメータを精密決定したり、宇宙進化に決定的な影響を与えるＣＰの破れや高温のクォーク物質の性質を解明するために重要である。QCDはクォークとグルオン(色の力を伝える粒子)が相互作用する系だが、その数値シミュレーションでは、計算時間のほとんどがクォークの計算に費やされている。現実にはu, d, s, c, b, tの6種類のクォークが存在するが、QCDの典型的エネルギースケールはsクォーク質量程度であり、低エネルギー反応にかかわるほとんどの物理量では、cクォーク以上の重いクォークの対生成・対消滅効果(動的クォーク効果)はほとんど無視してよいと考えられている。動的クォーク効果を正しく取り入れるためには膨大な計算が要求されるため、これまでは主に最も軽いu, dクォークのみを動的に取り入れたシミュレーションが行われてきた。クォークの数をフレーバー数N_Fと呼び、この近似を$N_F = 2$ QCDと書く。

格子上で得られた結果から現実世界に対する予言を導くためには、格子間隔を小さくする「連続極限」と、クォーク質量を大きな値から現実の小さな値に外挿する「カイラル外挿」の二つの外挿を必要とする。計算物理学研究センターで開発された超並列計算機CP-PACSを用いた大規模計算によって、$N_F = 2$ QCDで初めて二つの外挿が系統的に実行された(論文2)。これにより、u, d, sからなる軽いハドロンの質量スペクトルや軽いクォーク質量の決定に関して、計算精度が飛躍的に改善された。以前CP-PACSにより行われたクエンチ近似のハドロン質量スペクトラムの精密計算(論文35)と比較することにより、動的なu, dクォークの効果を取り入れることで、クエンチ近似でみられた実験値との系統的な差異が大幅に縮小することを確認した。これは、QCDがハドロンを記述する正しい理論であることを示す最も直接的な証明である。この計算により同時に、QCDの基本パラメータであるクォー

ク質量や結合定数も、ハドロン質量等の実験量から決定することが出来る。その結果、クォーク質量にはハドロン質量より大きな動的クォーク効果があり、従来考えられていたクエンチ近似の値より大幅に小さな質量になることを示した (論文 2)。

また、標準ゲージ作用を用いた計算も実行し、上記の改良されたゲージ作用の結果と比較するとともに、格子体積効果を研究した (論文 5,46,52)。また、崩壊係数の精密な計算に必要な繰り込み係数を非摂動論的に評価した (論文 19)。

(2) $N_F = 3$ QCD: ダイナミカルな s クォーク効果を含むシミュレーション

上記の $N_F = 2$ QCD の研究から、$N_F = 2$ ではいくつかのハドロン質量について現実の値とのずれが存在することが明らかになった。したがって、現実的なクォーク・グルオン系のシミュレーションに向けての最後のステップとして、動的な s クォークを導入した $N_F = 3$ QCD のシミュレーションを行い、ハドロン質量などの物理量における s クォークの効果を評価することが、素粒子理論における現在最も重要な課題である。

格子場の理論グループではこれを受けて、格子 QCD に残された最後の大きな近似を取り除いた $N_F = 3$ QCD の系統的シミュレーションを実行しようというグランドチャレンジ・プロジェクトを開始した。特に、CP-PACS により $N_F = 2$ QCD で発見されたハドロン質量のずれが、動的 s クォークの導入により解消されるかを調べる。CP-PACS の計算精度に匹敵する信頼性の高い結果を得るためには、カイラル外挿、連続極限外挿を含む大規模な系統的研究が要求される。そのためには、現在利用可能な計算機資源の多くをこのプロジェクトに集中する必要がある。

u, d クォークは QCD の典型的エネルギースケールと比べて極めて軽いため、ほとんど質量ゼロとみなすことが出来、u,d クォーク間の質量差も第一近似として無視することが出来る。$N_F = 2$ QCD では、Wilson 型格子クォークを使えば、厳密なシミュレーションアルゴリズムとして Hybrid Monte Carlo (HMC) アルゴリズムが有効で、最近の全てのシミュレーションで使われている。

他方 s クォークは、QCD の典型的エネルギースケールと同程度の質量を持っており、u,d クォークより重いクォークとして扱う必要がある。この場合の厳密なアルゴリズムが長年の課題であったが、最近いくつかの方法が提案された。我々はそれらを評価・検討した結果、Polynomial HMC (PHMC) アルゴリズムと呼ばれるアルゴリズムが最も効率がよく、現在の計算機パワーでも $N_F = 3$ QCD の系統的研究が可能であるとの結論に達した (論文 23,24)。また、これを応用して、4 種類のクォークしか表現できない Kogut-Susskind 型格子クォークで現実的な 2 種類のクォークの場合をシミュレーションするための近似の無い計算アルゴリズムを考案し、その性質を研究した (論文 45,54)。

これに基づいて PHMC を用いた $N_F = 3$ QCD の試験研究を行い、格子作用の改良が重要であるとの結果を得た (論文 8)。これを受けて、本格的なシミュレーションのために、$N_F = 3$ QCD における改良格子パラメータの非摂動論的な決定を行った (図 1、論文 57)。

(3) ドメインウォール・フェルミオンを用いた格子 QCD の研究

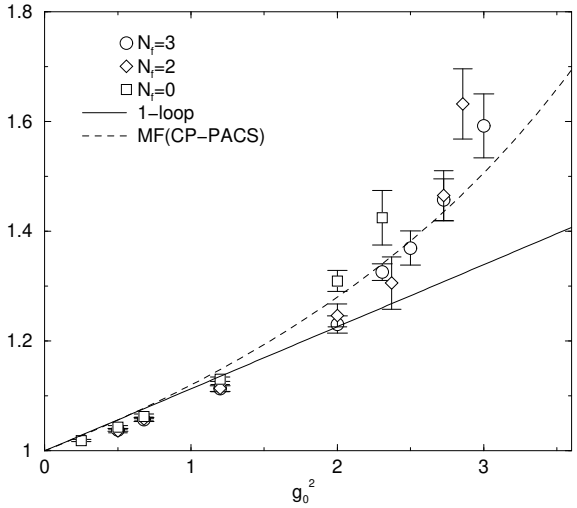

図 1: 繰り込み群による改良ゲージ作用における、クォーク改良係数 c_{SW} の非摂動論的決定(論文 57)。

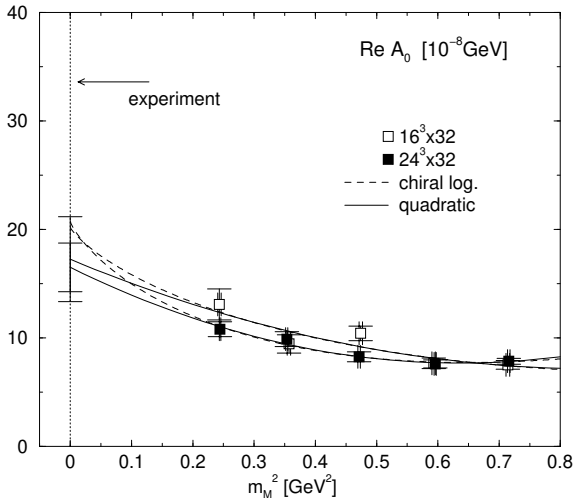

図 2: $K \to \pi\pi$ 崩壊振幅 $\mathrm{Re}A_0$ (論文 43)。

格子上でのカイラル対称性を実現する方法であるドメインウォール・フェルミオンを用いて格子 QCD の研究をした。論文 3 では、ドメインウォール・フェルミオンのカイラルの性質を純理論的に考察し、その結果を基に論文 18 で数値的な解析を行った。ドメインウォール・フェルミオンの応用として、$K \to \pi\pi$ 崩壊の行列要素を計算した (図 2、論文 9,43)。また、これらの行列要素の計算に必要な繰り込み定数を摂動の 1 ループで評価した (論文 44)。さらに、繰り込み定数を非摂動的に計算する方法も開発中である (論文 22)。論文 29 はドメインウォール・フェルミオンに関する結果のレビューである。

(4) 格子上での重いクォークの研究

格子上で重いクォークを取り扱うのは困難があるが、それを解決する可能性のある方法である非対称格子を用いてチャーモニュームの質量を計算した (論文 25)。この方面の研究を発展させ、重いクォークに対する新しい格子作用を提唱した (論文 12,36)。

また、従来の定式化を用いた研究も推進し、その基本的性質の評価や重いクォークと軽いクォークでできたB中間子やD中間子の崩壊定数の計算などを行った (論文 13,14,26, 38,55)。

(5) フレーバー 1 重項中間子の質量

ハドロンの長年の課題に U(1) 問題がある。これはフレーバー 1 重項中間子である η' が、フレーバー 8 重項の pi, K 等よりかなり重いことをどう理解するかという問題である。単純なクォーク模型ではもっと軽い質量しか導けないことが示されている。QCD のグルオン配位の位相的構造が関係していると考えられており、格子 QCD による非摂動論的な計算で η' 質量を導くことは、ハドロンを構成するクォークの力学が QCD であることの重要なテストである。

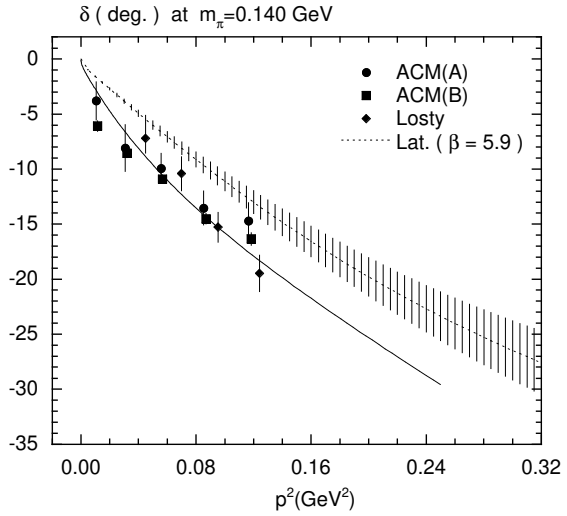

図 3: $I = 2$ $\pi\pi$ 散乱位相の計算 (論文 37)。

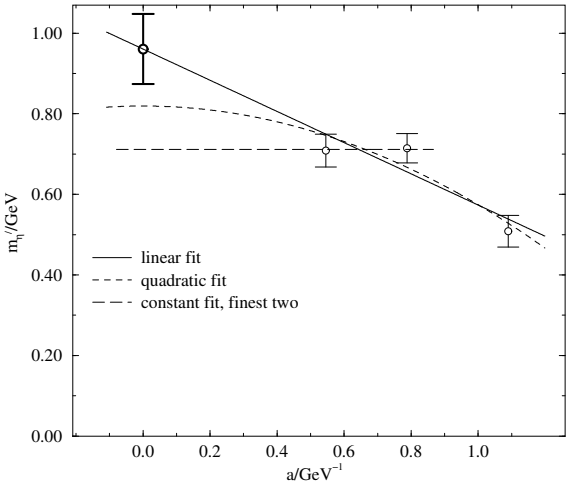

図 4: フレーバー 1 重項中間子質量の格子間隔(a) 依存性と、連続極限への外挿 (論文 39)。

フレーバー 1 重項中間子の伝播関数は、フレーバー 8 重項中間子と同じ部分と 1 重項中間子独自の部分の和の形であらわされる。1 重項中間子が 8 重項中間子よりずっと重いということは、両者がほとんど相殺することを意味し、きわめて高い精度の計算が要求されることを意味する。そのため、これまではクエンチ近似やある格子間隔 1 点だけの計算しか行われていなかった。我々は、CP-PACS で生成された動的 $N_F = 2$ QCD の高統計な配位を用い、さらに smeared noisy source を用いることにより、格子間隔 3 点での高精度計算に成功した。これを用いて、1 重項中間子質量のカイラル極限と連続極限の両方の外挿を初めて行い、$960(87)^{+36}_{-248}$ MeV という大きな値を得た (図 4)。この計算では $s\bar{s}$ 状態との混合を無視した近似が使われており、次のステップではその影響を調べる必要があるが、現実とほぼ一致する大きな値が得られたことは、クォークの力学が QCD であることの重要な示唆と考えられる (論文 39,58)。

(6) 軽いハドロンの散乱位相

ハドロン間相互作用の深い理解の為には、ハドロン散乱長、および 散乱位相を、格子上の数値計算により第一原理から定量的に評価し 実験値と比較することが非常に重要である。散乱長の数値計算は既に幾つかのグループで行われていたが、散乱位相の計算は行われていなかった。多体相関関数の取り扱いが複雑である為である。この研究では、物理系をアイソスピンが 2 である 2 体パイメソン系に限り、その系の散乱長、および散乱位相を動的フェルミンの効果を無視した近似のもとでの数値計算を行った。我々の計算結果は実験値と約 20 この不一致は更に連続極限をとることによって消滅すると期待される (論文 6,30,37,51)。

更に、これらの計算をうけ、動的フェルミンの効果を取り入れた計算を開始した。この計算の目的は、連続極限をとることによって物理的に意味のある量を求めることにある。計算結果は 2003 年度に報告予定である。

(7) 共鳴状態の散乱位相による研究

上の計算は、すべて不安定粒子の存在しない、すなわち共鳴状態がない比較的簡単な系での散乱位相の計算である。一般に、共鳴状態の存在は計算を非常に難しくする。格子場の理論による数値的研究により、共鳴状態の性質を散乱位相から調べる事は、ハドロン間相互作用を理解する上で非常に重要である。これらを踏まえ、将来現実の量子色力学のもとでの共鳴状態の研究することをみすえ、その第一歩として、有効理論での研究を行った (論文 40,53)。

(8) カイラル外挿の研究：小さなクォーク質量へのチャレンジ

クォークが軽くなると計算量がクォーク質量に逆比例して増大するため、CP-PACS による $N_F = 2$ QCD の大規模計算でも、クォーク質量 50 MeV 程度までしか計算されていなかった。これを現実の軽いクォークの質量である 3 ~ 4 MeV までカイラル外挿しなければならないことが、現在の格子計算における大きな系統誤差の要因となっている。我々は、カイラル外挿における系統誤差を押さえることを目標として、$N_F = 2$ QCD の軽いクォーク領域の研究を行った。

格子としては連続極限を取れるぎりぎりの粗い格子で、クォーク質量を約 15 MeV まで下げたシミュレーションを実行した。その結果、以前の 50 MeV 以上のクォーク質量からの外挿からずれてはいるが、クォークが軽い極限で予想されている特異的なクォーク質量依存性は、15 MeV までの範囲には現れないことが明らかになった。また、クォークを軽くしてゆくと、クォーク行列の逆行列計算アルゴリズムと、配位更新に使われている Hybrid Monte Carlo (HMC) アルゴリズムの分子動力学発展部分に、不安定性が現れることがわかった。前者については、BiCGStab(L) 法を応用することである程度対応できるが、後者については、現状では分子動力学発展のステップサイズを細かくするしか対処法が無く、軽いクォークの計算時間が当初の予想よりも大きくなることが判明した (論文 49,42)。

(9) 非等方格子による有限温度ＱＣＤとクォーク・グルオン・プラズマ

クォーク・グルオン・プラズマは、宇宙の初期進化で重要な影響をもたらしたと考えられており、高エネルギー重イオン加速器により実験的に調べようとする大型プロジェクトも国際的に推進されている。こうしたクォーク物質の熱的特性を理論的に解明するためにも QCD を非摂動に研究する必要があり、格子 QCD が唯一の系統的研究方法である。有限温度ＱＣＤでは、連続極限の外挿がまだ確立しておらず、効率のよい計算方法の開発が重要である。我々は最近、この困難の解決策として非等方格子の方法を提案し、純ゲージ系の場合にその有効性を実証した (論文 16)。この方法を現実的な模型に応用して、動的なクォークを含む $N_F = 2$ QCD の場合に、状態方程式の初めての連続極限外挿を行うことを目標に、第一段階として、$N_F = 2$ QCD における改良された非等方格子作用のパラメータを決定した。格子作用の改良を非等方格子上で行うことは自明ではなく、まずその基礎研究を行い、目的としている非等方度の範囲では等方格子の改良パラメータでも十分な改良が得られることを示した (論文 47)。次に、ゲージ部分とクォーク部分の物理量で、それぞれの非等方度を計算し、両者がで矛盾無く同じ非等方度を導くように、非等方格子作用に含まれている複数の非等方パラメータを同時に調整する必要がある (カリブレー

ション)。これを実行し、温度方向格子が空間方向より 2 倍細かい場合に対応する非等方パラメータを、格子間隔 $a_s \approx 0.28$–0.16 fm の範囲で決定した (論文 48,50)。

非等方格子は重いクォーク系の有限温度効果などの研究にも有用で、そのための基礎研究も行った (論文 15,17,20,21)。

これらの有限温度 QCD の成果をまとめた総合報告を行った (論文 27,41)。

(10) 最大エントロピー法

有限温度 QCD 等で、格子上の離散的データから、スペクトル関数などの連続の情報を引き出す方法として、「最大エントロピー法」が注目されている。CP-PACS で生成された、最も大規模で統計精度の高い格子データ (クエンチ近似 QCD) を用いて、最大エントロピー法の精度と限界を研究した。その結果、データの点数と精度が十分高ければ、最低エネルギー状態と第一励起状態に関する信頼できる情報を引き出せることを見出した。同時に、スペクトル関数の高エネルギー部分では、ダブラーの影響が支配的である事を示唆する結果も得られた (論文 1,7)。

【 2 】 超弦理論

(石橋 延幸、 毛利 健司、 佐藤 勇二)

(1) 平面重力波背景中の弦理論

佐藤は溝口 (KEK)、最上 (筑波大) と共に、平面重力波背景中の弦理論を研究した。特に、平面重力波背景中の弦理論を記述する Green-Schwarz 作用が light-cone ゲージで非常に一般的に場の 2 次で書かれ、多くの場合可解であることを示すと共に、作用の正確な形を書き下した (論文 63)。また、弦理論の基本的な対称性である T 双対性を平面重力波背景の場合に顕わな形で証明し、よく知られている平坦な背景の場合と異なる興味深い機構が働いていることを示した (論文 66)。

(2) Massless 3 次元ブラックホール中の弦理論

佐藤は J. Troost (MIT, USA) と共に、massless 3 次元ブラックホール背景中の弦理論を粒子極限で解析した。特に、そのヒルベルト空間、2・3 点関数を求めると共に、理論の SL(2,R) 対称性に由来する群論的構造を明らかにした (64)。

(3) ローレンツ AdS/CFT

佐藤は J. Troost (MIT, USA) と共に、ローレンツ符号の場合の AdS/CFT 対応を研究した。様々な AdS 側のグリーン関数と CFT 側のグリーン関数の正確な対応を明らかにし、CFT 側のグリーン関数 (例えば遅延グリーン関数) を AdS 側のデータから求める基本的な処方箋を与えた (論文 65)。

(4) 弦と D-brane の相互作用

藤村は、弦と D-brane との相互作用ヴァーテックスを、 D-brane の世界体積上にタキオンが存在する場合について構築した。この場合についても散乱振幅の計算に

現れる発散を繰り込むことができることを示し、更にこのヴァーテックスがゲージ不変性を保っている証拠を示した (論文 67)。

〈 論文 〉

1. CP-PACS Collaboration: T. Yamazaki, S. Aoki, R. Burkhalter, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, M. Okawa, Y. Taniguchi, A. Ukawa, T. Yoshié, Spectral function and excited states in lattice QCD with maximum entropy method, Phys. Rev. D 65, No.1 (2002) ref.014501, pp.1-16

2. CP-PACS Collaboration: A. AliKhan, S. Aoki, G. Boyd, R. Burkhalter, S. Ejiri, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, T. Manke, K.-I. Nagai, M. Okawa, H.P. Shanahan, A. Ukawa, T. Yoshié, Light hadron spectroscopy with two flavors of dynamical quarks on the lattice, Phys. Rev. D 65, No.5 (2002) ref.054505, pp.1-50

3. S. Aoki, Y. Taniguchi, Chiral properties of domain-wall fermions from eigenvalues of 4 dimensional Wilson-Dirac operator, Phys. Rev. D 65, No.7 (2002) ref.074502, pp.1-21

4. A. Ukawa for the CP-PACS and JLQCD Collaborations, Computational cost of full QCD simulations experienced by CP-PACS and JLQCD Collaborations, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 195-196

5. JLQCD Collaboration: S. Aoki, R. Burkhalter, M. Fukugita, S. Hashimoto, K-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, M. Okawa, T. Onogi, S. Tominaga, N. Tsutsui, A. Ukawa, N. Yamada, T. Yoshié, Exploration of sea quark effects in two-flavor QCD with the O(a)-improved Wilson quark action, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 224-226

6. CP-PACS Collaboration: S. Aoki, R. Burkhalter, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, V. Lesk, M. Okawa, Y. Taniguchi, A. Ukawa, T. Yoshié, $I = 2$ Pion Scattering Length and Phase Shift with Wilson Fermions, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 230-232

7. CP-PACS Collaboration: S. Aoki, R. Burkhalter, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, M. Okawa, Y. Taniguchi, A. Ukawa, T. Yamazaki, T. Yoshié, Maximum entropy analysis of hadron spectral functions and excited states in quenched lattice QCD, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 233-235

8. JLQCD Collaboration: S. Aoki, R. Bulkhalter, M. Fukugita, S. Hashimoto, K-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, M.

Okawa, T. Onogi, S. Tominaga, N. Tsutsui, A. Ukawa, T. Yoshié, Non-trivial phase structure of $N_f = 3$ QCD with $O(a)$-improved Wilson fermion at zero temperature, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 263-265

9. CP-PACS Collaboration: S. Aoki, Y. Aoki, R. Burkhalter, S. Ejiri, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, T. Izubuchi, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, M. Okawa, Y. Taniguchi, A. Ukawa, T. Yoshié, Calculation of $K \to \pi\pi$ decay amplitudes from $K \to \pi$ matrix elements in quenched domain-wall QCD, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 332-334

10. Sinya Aoki, Yoshinobu Kuramashi, Shin-ichi Tominaga, Relativistic heavy quarks on the lattice, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 349-351

11. S. Choe, Ph. deForcrand, M. GarciaPerez, S. Hioki, Y. Liu, H. Matsufuru, O. Miyamura, A. Nakamura, I-O. Stamatescu, T. Takaishi, T. Umeda, Quenched charmonium near the continuum limit, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 364-366

12. CP-PACS Collaboration: S. Aoki, R. Burkhalter, S. Ejiri, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, V. Lesk, K. Nagai, M. Okamoto, M. Okawa, Y. Taniguchi, A. Ukawa, T. Yoshié, Charmonium spectrum from quenched QCD on anisotropic lattices, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 364-366

13. JLQCD Collaboration: N. Tsutsui, S. Aoki, R. Burkhalter, M. Fukugita, S. Hashimoto, K-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, M. Okawa, T. Onogi, S. Tominaga, A. Ukawa, N. Yamada, T. Yoshié, Heavy quark expansion parameters from lattice NRQCD, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 376-378

14. JLQCD Collaboration: N. Yamada, S. Aoki, R. Bulkhalter, M. Fukugita, S. Hashimoto, K-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, M. Okawa, T. Onogi, S. Tominaga, N. Tsutsui, A. Ukawa, T. Yoshié, B meson B-parameters and the decay constant in two-flavor dynamical QCD, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 397-399

15. S. Choe, Ph. deForcrand, M. GarciaPerez, S. Hioki, Y. Liu, H. Matsufuru, O. Miyamura, A. Nakamura, I-O. Stamatescu, T. Takaishi, T. Umeda, Screening mass responses to chemical potential at finite temperature, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 462-464

16. CP-PACS Collaboration: S. Aoki, R. Burkhalter, S. Ejiri, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, V. Lesk, Y. Namekawa, M. Okamoto, M. Okawa, Y. Taniguchi, A. Ukawa, T. Yoshié, Equation of state for pure SU(3) gauge theory on anisotropic lattices, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 477-479

17. K. Nomura, O. Miyamura, T. Umeda, H. Matsufuru, Study of spatial meson correlators at finite temperature in quenched anisotropic lattice QCD, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 507-509

18. CP-PACS Collaboration: S. Aoki, Y. Aoki, R. Burkhalter, S. Ejiri, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, T. Izubuchi, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, V. Lesk, K.-I. Nagai, M. Okawa, Y. Taniguchi, A. Ukawa, T. Yoshié, Chiral property of domain-wall fermion from eigenvalues of 4D Wilson-Dirac Operator, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 718-720

19. CP-PACS Collaboration: S. Aoki, R. Burkhalter, M. Fukugita, S.Hashimoto, K. Ide, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, V. Lesk, M. Okawa, Y. Taniguchi, A. Ukawa, T. Yoshié, Non-perturbative renormalization for a renormalization group improved gauge action, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 780-782

20. J. Harada, S. Hashimoto, K.-I. Ishikawa, A. S. Kronfeld, T. Onogi, N. Yamada, One-loop renormalization of heavy-light currents, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 802-804

21. T. Umeda, H. Matsufuru, T. Onogi, O(a) improved Wilson quark action on anisotropic latrtice, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 805-810

22. CP-PACS Collaboration: S. Aoki, Y. Aoki, S. Ejiri, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, T. Izubuchi, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, V. Lesk, K.-I. Nagai, J. Noaki, M. Okawa, Y. Taniguchi, A. Ukawa, T. Yoshié, Non-perturbative renormalization in domain-wall QCD by Schrödinger functional scheme, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 844-846

23. JLQCD Collaboration: S. Aoki, R. Burkhalter, M. Fukugita, S. Hashimoto, K-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, M. Okawa, T. Onogi, S. Tominaga, N. Tsutsui, A. Ukawa, N. Yamada, T. Yoshié, An exact algorithm for three-flavor QCD with $O(a)$-improved Wilson fermions, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 106 (2002) 1079-1081

24. JLQCD Collaboration: S. Aoki, R. Burkhalter, M. Fukugita, S. Hashimoto, K-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, M. Okawa, T. Onogi, S. Tominaga, N. Tsutsui, A. Ukawa, N. Yamada, T. Yoshié, Polynomial Hybrid Monte Carlo algorithm for lattice QCD with odd number of flavors, Phys. Rev. D 65, No.9 (2002) ref.094507, pp.1-22

25. CP-PACS Collaboration: M. Okamoto, S. Aoki, R. Burkhalter, S. Ejiri, M. Fukugita, S. Hashimoto, K-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, V. Lesk, K. Nagai, M. Okawa, Y. Taniguchi, A. Ukawa, T. Yoshié, Charmonium Spectrum from Quenched Anisotropic Lattice QCD, Phys. Rev. D 65, No.9 (2002) ref.094508, pp.1-29

26. Junpei Harada, Shoji Hashimoto, Ken-Ichi Ishikawa, Andreas S. Kronfeld, Tetsuya Onogi, and Norikazu Yamada, Application of heavy-quark effective theory to lattice QCD. II. Radiative corrections to heavy-light current, Phys. Rev. D 65, No.9 (2002) ref.094513, pp.1-19

27. Kazuyuki Kanaya for the CP-PACS Collaboration, Thermodynamic properties of QCD with two flavors of Wilson-type lattice quarks, Nucl. Phys. A702 (2002) 146-150

28. Kazuyuki Kanaya for the CP-PACS Collaboration, Elementary Particles on a Dedicated Parallel Computer, Fortschritte der Physik [special edition for Proc. 18th AvH symposium "100 Years Werner Heisenberg - Works and Impact", Bamberg, Germany, September 26-30, 2001] 50, No.5-7 (2002) 531-537

29. Sinya Aoki, Domain-wall fermions and chiral symmetries, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 109 (2002) 70-76

30. JLQCD Collaboration: S. Aoki, M. Fukugita, S. Hashimoto, K-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, M. Okawa, T. Onogi, S. Tominaga, N. Tsutsui, A. Ukawa, N. Yamada, T. Yoshié, $I = 2$ pion scattering length with the Wilson fermion, Phys. Rev. D 66, No.7 (2002) ref.077501, pp.1-4

31. T. Yoshié, Hadron spectroscopy from CP-PACS, Nucl. Phys. A (Proc. Suppl.) 109 (2002) 25-31

32. 朴 泰祐, 牧野 淳一郎, 須佐 元, 梅村 雅之, 福重 俊幸, 宇川 彰, Heterogeneous Multi-Computer System における重力効果を含む宇宙輻射流体計算, ハイパフォーマンスコンピューティングと計算科学シンポジウム HPCS2002 (2002) 17-24

33. 滑川 裕介, Finite temperature QCD on anisotropic lattices, 素粒子論研究 105, No.1 (2002) 48-49

34. 滑川 裕介, $N_f = 2$ lattice QCD with light sea quarks, 素粒子論研究 107, No.4 (2003) in printing

35. CP-PACS Collaboration: S. Aoki, G. Boyd, R. Burkhalter, S. Ejiri, M. Fukugita, S. Hashimoto, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, K. Nagai, M. Okawa, H.P. Shanahan, A. Ukawa, T. Yoshié, Light hadron spectrum and quark masses from quenched lattice QCD, Phys. Rev. D 67, No.3 (2003) ref.034503, pp.1-46

36. Sinya Aoki, Yoshinobu Kuramashi, Shin-ichi Tominaga, Relativistic Heavy Quarks on the Lattice, Prog. Theor. Phys. 109, No.3 (2003) 383-413

37. CP-PACS Collaboration: S. Aoki, M. Fukugita, S. Hashimoto, K-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, V. Lesk, M. Okawa, Y. Taniguchi, A. Ukawa, T. Yoshié, $I = 2$ Pion Scattering Phase Shift with Wilson Fermions, Phys. Rev. D 67, No.1 (2003) ref.014502, pp.1-13

38. JLQCD Collaboration: S. Aoki, M. Fukugita, S. Hashimoto, K-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, M. Okawa, T. Onogi, N. Tsutsui, A. Ukawa, N. Yamada, T. Yoshié, $B^0 - \bar{B}^0$ mixing in quenched lattice QCD, Phys. Rev. D 67, No.1 (2003) ref.014506, pp.1-22

39. CP-PACS Collaboration: V. I. Lesk, S. Aoki, R. Burkhalter, M. Fukugita, K.-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, Y. Kuramashi, M. Okawa, Y. Taniguchi, A. Ukawa, T. Umeda, T. Yoshié, Flavor Singlet Meson Mass in the Continuum Limit in Two-Flavor Lattice QCD, Phys. Rev. D 67, No.7 (2003) ref.074503, pp.1-8

40. T. Yamazaki and N. Ishizuka, Analysis of an unstable particle with the maximum entropy method in O(4) ϕ^4 theory on the lattice, Phys. Rev. D 67, No.7 (2003) ref.077503, pp.1-4

41. Kazuyuki Kanaya, Recent lattice results relevant for heavy ion collisions, Nucl. Phys. A715 (2003) 233-242 [Proc. of Quark Matter 2002]

42. S. Itoh and Y. Namekawa, Improvement of DS-BiCGstab(l) and its application for the linear systems in lattice QCD, J. Comp. Appl. Math. (special issue) (2003) submitted

43. CP-PACS Collaboration: J-I. Noaki, S. Aoki, Y. Aoki, R. Burkhalter, S. Ejiri, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, T. Izubuchi, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, V. Lesk, K.-I. Nagai, M. Okawa, Y. Taniguchi, A. Ukawa, T. Yoshié, Calculation of non-leptonic Kaon decay amplitudes from $K \to \pi$ matrix elements in quenched domain-wall QCD, Phys. Rev. D (2003) in printing

44. Sinya Aoki, Taku Izubuchi, Yoshinobu Kuramashi and Yusuke Taniguchi, Perturbative renormalization factors in domain-wall QCD with improved gauge actions, Phys. Rev. D (2003) submitted

45. JLQCD collaboration: S. Aoki, M. Fukugita, S. Hashimoto, K-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, M. Okawa, N. Tsutsui, A. Ukawa, N. Yamada, T. Yoshié, An Exact Algorithm for Any-flavor Lattice QCD with Kogut-Susskind Fermion, Comp. Phys. Commun. (2003) in printing

46. JLQCD Collaboration: S.Aoki, R.Burkhalter, M.Fukugita, S.Hashimoto, K-I.Ishikawa, N.Ishizuka, Y.Iwasaki, K.Kanaya, T.Kaneko, Y.Kuramashi, M.Okawa, T.Onogi, N.Tsutsui, A.Ukawa, N.Yamada, T.Yoshié, Light hadron spectroscopy with two flavors of $O(a)$-improved dynamical quarks, Phys. Rev. D (2003) submitted

47. S. Ejiri, K. Kanaya, Y. Namekawa, T. Umeda, Renormalization group improved action on anisotropic lattices, Phys. Rev. D (2003) in printing

48. CP-PACS Collaboration: T.Umeda, S.Aoki, M.Fukugita, K-I.Ishikawa, N.Ishizuka, Y.Iwasaki, K.Kanaya, Y.Kuramashi, V.I.Lesk, Y.Namekawa, M.Okawa, Y.Taniguchi, A.Ukawa, T.Yoshié, Two flavors of dynamical quarks on anisotropic lattices, Phys. Rev. D (2003) submitted

49. CP-PACS Collaboration: Y. Namekawa, S. Aoki, M. Fukugita, K-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, V.I. Lesk, M. Okawa, Y. Taniguchi, A. Ukawa, T. Umeda, T. Yoshié, Exploring QCD at small sea quark masses with improved Wilson-type quarks, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 119 (2003) 335-337

50. CP-PACS Collaboration: T.Umeda, S.Aoki, M.Fukugita, K-I.Ishikawa, N.Ishizuka, Y.Iwasaki, K.Kanaya, Y.Kuramashi, V.Lesk, Y.Namekawa, M.Okawa, Y.Taniguchi, A.Ukawa, T.Yoshié, Dynamical fermions on anisotropic lattices, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 119 (2003) 455-457

51. CP-PACS Collaboration: S. Aoki, M. Fukugita, S. Hashimoto, K-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, V. Lesk, M. Okawa, Y. Taniguchi, A. Ukawa, T. Yoshié, $I = 2$ Pion Scattering Phase Shift with Wilson Fermions, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 119 (2003) in printing

52. JLQCD Collaboration: T. Kaneko, S. Aoki, R. Burkhalter, M. Fukugita, S. Hashimoto, K-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, Y. Kuramashi, M. Okawa, N. Tsutsui, A. Ukawa, N. Yamada, T. Yoshié, Light hadron spectrum with two flavors of $O(a)$ improved dynamical quarks : final results from JLQCD, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 119 (2003) in printing

53. N. Ishizuka and T. Yamazaki, Study of unstable particle through the spectral function in O(4) ϕ^4 theory, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 119 (2003) in printing

54. JLQCD Collaboration: K-I. Ishikawa, M. Fukugita, S. Hashimoto, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, Y. Kuramashi, M. Okawa, N. Tsutsui, A. Ukawa, N. Yamada, T. Yoshié, An exact Polynomial Hybrid Monte Carlo algorithm for dynamical Kogut-Susskind fermions, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 119 (2003) in printing

55. JLQCD collaboration: S. Hashimoto, S. Aoki, M. Fukugita, K-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, M. Okawa, N. Tsutsui, A. Ukawa, N. Yamada, T. Yoshié, Chiral extrapolation of light-light and heavy-light decay constants in unquenched QCD, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 119 (2003) in printing

56. N. Ishizuka, $K \to \pi\pi$ Decay Amplitude on the Lattice, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 119 (2003) in printing

57. CP-PACS, JLQCD Collaborations: S. Aoki, M. Fukugita, S. Hashimoto, K-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, M. Okawa, V. Lesk, Y. Taniguchi, N. Tsutsui, A. Ukawa, T. Umeda, N. Yamada, T. Yoshié, Non-Perturbative Determination of $c_{\rm SW}$ in Three-flavor Dynamical QCD, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 119 (2003) in printing

58. CP-PACS Collaboration: V.I. Lesk, R. Burkhalter, M.Fukugita, K.-I. Ishikawa, N. Ishizuka, Y. Iwasaki, K. Kanaya, T. Kaneko, Y. Kuramashi, M. Okawa, Y. Taniguchi, A. Ukawa, T. Umeda, T. Yoshié, Results for the Etaprime Mass from Two-Flavor Lattice QCD, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 119 (2003) in printing

59. Y. Iwasaki, Phase Structure for Many Flavors in Lattice QCD, to appear in Proceedings of SCGT2002, Nagoya, 10-13 December 2002.

60. K. Hosomichi and Y. Satoh, Operator Product Expansion in SL(2) Conformal Field Theory, Mod. Phys. Lett. A17 (2002) 683-693

61. Y. Satoh, Three-point Functions and Operator Product Expansion in the SL(2) Conformal Field Theory, Nucl. Phys. B629 (2002) 188-208

62. K. Mohri, Exceptional String: Instanton Expansions and Seiberg–Witten Curves, Rev. Math. Phys. 14 (2002) 913-975

63. S. Mizoguchi, T. Mogami and Y. Satoh, Penrose limits and Green-Schwarz strings, Class. Quant. Grav. 20 (2003) 1489-1502

64. Y. Satoh and J. Troost, Massless BTZ black holes in minisuperspace, JHEP 0211 (2002) ref.042, pp.1

65. Y. Satoh and J. Troost, On time-dependent AdS/CFT, JHEP 0301 (2003) ref.027, pp.1

66. S. Mizoguchi, T. Mogami and Y. Satoh, A note on T-duality of strings in plane-wave backgrounds, Phys. Lett. B (2003) in press

67. K. Fujimura, Partition function on not flat brane, Phys. Lett. B541 (2002) 171-176

〈著書・総説等〉

1. 岩崎 洋一, 宇川 彰, 朴 泰祐, 21 世紀の超高速科学技術計算プラットフォーム, 学術月報 55 (2002) 134-138

2. 石橋 延幸, D-ブレーンの力学, 数理科学 No.4 (2002) 23-28

3. 青木慎也, 格子上のカイラル対称性, パリティ 17, No.60 (2002/6) 19-29

4. 青木慎也, 格子上のカイラルフェルミオン, 現代物理学最前線 7 (2002) 1-61 (共立出版)

5. 岩崎 洋一, クォークの質量, 数理科学 41, No.5 (2003) 41-48

〈 学位論文 〉

[博士論文]

1. 藤村 佳代子
   「 Interactions between Closed String States and D-branes (閉弦の状態と D-ブレインの相互作用) 」

2. 園城 陽子
   「 D-Branes on Calabi–Yau Manifolds and Their Stability (カラビ・ヤウ多様体上の D-ブレーンとその安定性) 」

[修士論文]

1. 荒木 健二
   「 非可換空間上の場の理論と繰り込み群 」

2. 小野田 泰三
   「 4 次元超対称ゲージ理論の位相的側面 」

3. 新谷 栄悟
   「 ドメインウォール・フェルミオンによる QCD の θ 真空の研究と中性子の電気双極子モーメント 」

4. 壽崎 義明
   「 非可換空間上の Yang-Mills 理論の格子正則化 」

5. 武田 真滋
   「 改良された格子作用を用いた Schrodinger Functional coupling 」

〈 講演 〉

[国内外の国際会議]

1. 石橋 延幸 「 Perturbative world volume dynamics of the bosonic membrane and string 」,
   EURESCO conference "Particle Physics and Gravitation" (Bad Herrenalb, Germany, June 1-6, 2002)

2. Lesk, Victor 「Results for the Etaprime Mass from Two-Flavor Lattice QCD」,
The XXth International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2002) (MIT, Massachusetts, USA, Jul. 24-29, 2002)

3. 滑川 裕介 「Exploring QCD at small sea quark masses with improved Wilson-type quarks」,
The XX International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2002) (MIT, Massachusetts, USA, Jul. 24-29, 2002)

4. 山崎 剛 「Study of unstable particle through the spectral function in O(4) ϕ^4 theory」,
The XX International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2002) (MIT, Massachusetts, USA, Jul. 24-29, 2002)

5. 青木 慎也「Non-perturbative determination of $c_{\rm SW}$ in three-flavor dynamical QCD」,
The XX International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2002) (MIT, Massachusetts, USA, Jul. 24-29, 2002)

6. 石川 健一 「An Exact Polynomial Hybrid Monte Carlo Algorithm for dynamical Kogut-Susskind fermions」,
The XX International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2002) (MIT, Massachusetts, USA, Jul. 24-29, 2002)

7. 石塚 成人 「$K \to \pi\pi$ decay amplitude on the lattice」,
The XX International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2002) (MIT, Massachusetts, USA, Jul. 24-29, 2002)

8. 石塚 成人「I = 2 PION SCATTERING PHASE SHIFT WITH WILSON FERMIONS」,
The XX International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2002) (MIT, Massachusetts, USA, Jul. 24-29, 2002)

9. 梅田 貴士 「Dynamical fermions on the anisotropic lattice」,
The XXth International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2002) (MIT, Massachusetts, USA, Jul. 24-29, 2002)

10. 金谷 和至 「Recent lattice results relevant for heavy ion collisions」,
The XVI Ineternational Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collision (Quark Matter 2002) (Nantes, France, Jul. 18-24, 2002)

11. 石橋 延幸 「On Wrapped Membranes」,
String 2002 (Cambridge, UK, July 15-20, 2002)

12. 宇川 彰 「Developing supercomputers and computational physics」,
International Conference on Computational Physics 2002 (CCP2002) (San Diego, USA, Aug. 26-28, 2002)

13. 青木 慎也「Unquenched Lattice Calculations: Results and Perspectives」,
DESY Theory Workshop 2002 "Quantum Chromodynamics" (DESY, Hamburg, Germany, Sept. 24-27, 2002)

14. 宇川 彰「Lattice QCD and hadrons」,
XVI International Conference on Particles and Nuclei (PANIC 2002) (Osaka, Japan, Sept. 30-Oct. 4, 2002)

15. 梅田 貴士「Charmonium near the deconfining transition on the lattice」,
XVI International Conference on Particles and Nuclei (PANIC 2002) (Osaka, Japan, Sept. 30-Oct. 4, 2002)

16. 岩崎 洋一「Phase Structure of Lattice QCD for Many Flavors」,
International Workshop on Strong Coupling Gauge Theory (SCGT 02) (Nagoya, Japan, Dec. 10-13, 2002)

17. 宇川 彰「Present and Future of Lattice QCD」,
UK Annual Theory Meeting (Durham, United Kingdom, Dec. 16-18, 2002)

18. 吉江 友照「QCD Grid Projects in Japan」,
First International Lattice Data Grid Workshop (Edinburgh, UK, Dec. 19-20, 2002)

19. 梅田 貴士「Charmonium spectrum from lattice QCD」,
Tokyo-Adelaide Joint Workshop on Quarks,Astrophysics and Space physics (Univ. of Tokyo (Hongo campus), Tokyo, Japan, Jan. 6-10, 2003)

20. 宇川 彰「Lattice QCD on Parallel Computers」,
8th International Symposium on Simulation Science (Hayama,Japan, Mar. 5-7, 2003)

[国内]

1. 金谷 和至「現実のクォーク質量での格子ＱＣＤシミュレーション」,
筑波大学スーパーコンピュータワークショップ – スーパーコンピュータを利用した大規模シミュレーション– (筑波大学学術情報処理センター, つくば, Jun. 3, 2002)

2. 滑川 裕介「$N_f = 2$ lattice QCD with light sea quarks」,
基研研究会「素粒子物理学の進展」(基礎物理学研究所, 京都, July 8-11, 2002)

3. 山崎 剛「最大エントロピー法を用いた格子上の不安定粒子の研究」,
基研研究会「素粒子物理学の進展」(基礎物理学研究所, 京都, July 8-11, 2002)

4. 梅田 貴士「Spectral function of Charmonium on the lattice near the deconfining transition」,
基研研究会「熱場の理論とその応用」(基礎物理学研究所, 京都, Aug. 7-9, 2002)

5. 滑川 裕介「Hybrid Monte Carlo algorithum with small sea quark masses」,
   日本物理学会 (立教大学, 東京, Sept. 13-16, 2002)

6. 山崎 剛「最大エントロピー法を用いた格子上スカラー理論での不安定粒子の研究」,
   日本物理学会 (立教大学, 東京, Sept. 13-16, 2002)

7. 梅田 貴士「Renormalization group improvement of gauge actions on the anisotropic lattice」,
   日本物理学会 (立教大学, 東京, Sept. 13-16, 2002)

8. 吉江 友照「格子 QCD アルゴリズム入門」,
   基研研究会「格子場の理論スクール」(基礎物理学研究所, 京都, Oct. 21-25, 2002)

9. 金谷 和至「格子ＱＣＤ@有限温度」,
   基研研究会「格子場の理論スクール」(基礎物理学研究所, 京都, Oct. 21-25, 2002)

10. 青木 慎也「格子場の理論の基礎理論」,
    基研研究会「格子場の理論スクール」(基礎物理学研究所, 京都, Oct. 21-25, 2002)

11. 石塚 成人「ハドロン相互作用と粒子崩壊」,
    基研研究会「格子場の理論スクール」(基礎物理学研究所, 京都, Oct. 21-25, 2002)

12. 滑川 裕介「Hybrid Monte Carlo algorithm with small sea quark masses」,
    基研研究会「格子場の理論スクール」(基礎物理学研究所, 京都, Oct. 21-25, 2002)

13. 山崎 剛「I=2 pion scattering phase shift on non rest frame」,
    基研研究会「格子場の理論スクール」(基礎物理学研究所, 京都, Oct. 21-25, 2002)

14. 石川 健一「奇数フレーバーのための格子ＱＣＤアルゴリズム」,
    基研研究会「格子場の理論スクール」(基礎物理学研究所, 京都, Oct. 21-25, 2002)

15. 山崎 剛「I=2 $\pi\pi$ scattering phase shift」,
    計算物理学研究センター研究会「CP-PACS による計算物理学 2002」(筑波大学, つくば, Feb. 10, 2003)

16. 佐藤 勇二「A note on T-duality in plane-wave backgrounds」,
    KEK 理論研究会 2003「超弦理論のダイナミクス」(高エネルギー加速器研究機構, つくば, Mar. 18-20, 2003)

17. 滑川 裕介「$N_f = 2$ lattice QCD with small sea quark masses」,
    日本物理学年会 (東北学院大学, 仙台, Mar. 28-31, 2003)

18. 最上 武志「Penrose limits and Green-Schwarz strings」,
    日本物理学年会 (東北学院大学, 仙台, Mar. 28-31, 2003)

19. 山崎 剛「$I = 2$ pi pi scattering phase shift on non rest frame lattice」,
    日本物理学年会 (東北学院大学, 仙台, Mar. 28-31, 2003)