

基研研究会「場の理論と超弦理論の最先端」
プログラム・概要集（2010年7月20日～7月24日）

— 会場：湯川記念館 Panasonic 国際交流ホール および 会議室 (Y206, Y306)—

7月20日(火)

午後1 (12:30-13:40)

太田 信義 (近畿大学理工学部)

Title: 重力理論と熱力学

Abstract: かなり歴史ができてきた重力理論と熱力学の意外に深い関係についてレビューし、さらに最近の Verlinde の重力に対する新しい見方とそれに関連した仕事を紹介する。

午後2 (14:10-15:25)

張 森 (総合研究大学院大学)

Title: Stochastic Approach to Unruh Effect

Abstract: 現在ヨーロッパで計画されている超高強度レーザーを用いれば十分高い Unruh 温度を実現でき、Unruh 効果を観測するシナリオが提唱されている。しかし、直観的な解析しか行われていなかった。それに対し Stochastic なアプローチを行い、エネルギー等分配則などの結果を得られた。また、粒子の揺らぎによる輻射についても議論した。

安井 幸則 (大阪市立大学)

Title: Higher dimensional Charged Kerr-NUT black hole and HKT structure

Abstract: ヘテロ型弦理論の低エネルギー有効理論として現れる超重力理論の電荷を持つ高次元ブラックホール時空の”隠れた対称性”は、一般化された共形キリング矢野テンソルを使って記述できることを示す。また、このテンソルを使って、時空上の測地線方程式、クライン・ゴードン方程式、ディラック方程式の可積分性が誘導できることを示す。次にブラックホール時空の”BPS”極限を考える。対応する時空はKT(kahler with torsion)あるいはHKT(hyperkahler with torsion)と呼ばれるSU(n)ホロノミーを持つ時空になることが示される。

木村哲士 (高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所 理論センター)

Title: Extremal RN-AdS Black Holes in 4D N=2 (gauged) SUGRA with(out) Hypermultiplets

Abstract: 4次元 N=2 (gauged) supergravity において extremal Reissner-Nordstrom (RN) AdS ブラックホールを再考する。地平面が球面である場合の超対称解は裸の特異点を持つことが古くから知られているので、超対称性を破る場合についての解を検討する。漸近平坦な RN ブラックホールの場合と同様にまずはベクトル多重項のみがある場合について考察し、漸近平坦な場合との違いを紹介する。次にハイパー多重項の導入による解の多様化を検討する。

午後 3 (15:40-16:30)

西中 崇博 (大阪大学 理学研究科)

Title: Wall Crossing of D4/D2/D0 on the Conifold

Abstract: conifold の non-compact 4-cycle に D4 brane が 1 つ存在するような場合の、D4/D2/D0 bound states の wall-crossing を調べた。具体的には Kontsevich- Soibelman 公式を用いて、moduli 空間の様々な chamber における BPS 状態の縮退度を求めた。その結果は既に知られている結果を正しく再現し、またこれまで知られていなかった chamber における縮退度を予言する。(阪大理・山口 哲氏との共同研究に基づく)

木村祐介 (Universidad de Oviedo)

Title: Quarter BPS classified by Brauer algebra

Abstract: We analyse the one-loop dilatation operator with the help of the Brauer algebra. We find some quarter BPS operators in N=4 SYM, which are labelled by irreducible representations of the Brauer algebra. The result includes full non-planar corrections. Our construction and proof are based on simple algebraic arguments and are carried out for any number of fields.

午後 4 (16:45-18:00)

佐々木 伸 (東京工業大学)

Title: Classification of BPS Objects in N=6 Chern-Simons Matter Theory

Abstract: N 枚の M2-brane 有効作用として知られる N=6 Chern-Simons matter theory (ABJM model) における BPS 条件について発表する。我々は M2-brane world-volume 上の超対称変換に対する射影条件から、 $1/12$, $1/6$, $1/4$, $1/3$, $5/12$, $1/2$ BPS 条件を導出した。これらの条件は保たれている超対称チャージの数および対称性により fuzzy funnel タイプおよび vortex タイプに大別される。一方、orbifold された 11 次元において交差する各種 M-theory objects (M2, M5, M-wave, KK monopole, M9) に対応する BPS 条件と ABJM 模型における BPS 条件を関係づける写像を考えることにより、我々の BPS 条件は M2-brane と各種 M-theory object との交差配位として理解できることがわかった。ABJM 模型を N=8 super Yang-Mills 理論へ reduction し、type IIA 理論の D2-brane 有効作用としてみなすと、reduction された BPS 条件は type IIA 理論の交差 brane 配位に対応していることが分かった。

本間良則 (総合研究大学院大学)

Title: Quiver Chern-Simons theories, D3-branes, and Lorentzian Lie 3-algebras

Abstract: 我々は負ノルムの生成子を複数個もつ BLG 理論が、オービフォルド化された ABJM 理論のスケール極限をとることによって導出できることをみた。そのようなタイプの BLG 理論はヒッグス機構を通して Dp-brane の有効理論におとすことができるため、我々の方法は M2-brane から Dp-brane を直接導くことにも適用することができる。我々は特に D3-brane の有効理論の導出に注目し、ABJM 理論の異なるオービフォルド化によって得られる様々なクイバー Chern-Simons 理論のスケール極限についても調べた。その結果、N=2 超対称性をもつクイバー Chern-Simons 理論のスケール極限によって D3-brane の理論を得た場合は、N=4 クイバー Chern-Simons 理論から出発した場合よりも complex structure moduli のパラメータ空間をより広く再現できることがわかった。さらに D3-brane における $SL(2, \mathbb{Z})$ 変換の M2-brane 的解釈についても調べた。本発表は張森氏 (総研大) との共同研究に基づく。

初田泰之 (YITP)

Title: Six-point gluon scattering amplitudes from Z(4)-symmetric integrable model

Abstract: N=4 超対称 Yang-Mills 理論と $AdS_5 \times S^5$ 上の超弦理論の間の双対性 (AdS/CFT 対応) には高い対称性が存在するために、可積分構造が現れることが知られている。2007 年に Alday と Maldacena は強結

合領域におけるグルーオンの散乱振幅が、AdS 空間内で適切な境界条件をもつ開弦の最小面積で与えられると予想した。このような開弦の最小面積を求める問題は非常に難しいが、近年このような最小面積が熱力学的ベーテ仮説 (TBA) 方程式と呼ばれる積分方程式を解くことで与えられることが示された。本研究では6点のグルーオン散乱振幅に対応する TBA 方程式を詳細に解析した。一般に TBA 方程式を解析的に解くのは容易ではないが、我々は高温極限、低温極限と呼ばれる極限付近で最小面積の厳密な結果を得ることに成功した。本研究は伊藤克司氏 (東工大)、酒井一博氏 (慶應大)、佐藤勇二氏 (筑波大) との共同研究に基づく。

7月21日(水)

午前 1 (9:00-10:10)

青木 秀夫 (東京大学大学院理学系研究科物理学専攻)

Title: 物性物理と場の理論

Abstract: 物性物理における場の理論的なアプローチを概観し、特に最近興味をもたれている、(a) 超伝導などゲージ対称性が自発的に破れた状態の諸相、(b) グラフェンにおける massless Dirac 粒子とカイラル対称性、(c) 非平衡での物性現象、を中心に解説する。

午前 2 (10:40-11:30)

佐藤昌利 (東京大学物性研究所)

Title: Topological odd-parity superconductors

Abstract: 物性理論の分野では、新しい量子相としてトポロジカル相が盛んに研究されている。本研究では、トポロジカル超伝導体、あるいは非可換トポロジカル相に関する最近の進展を報告する。

本講演では、パリティが奇である超伝導体に対しては、バルクの波動関数から計算される Chern 数とフェルミ面のトポロジーの間に密接な関係があることを示すとともに、非可換トポロジカル相の存在条件がフェルミ面のトポロジーによって決定されることを示す。

中村 真 (京都大学大学院理学研究科)

Title: ゲージ・重力対応の非平衡定常系への応用

Abstract: この講演ではゲージ・重力対応の比較的単純な典型例である、超対称ゲージ理論 (例えば $N=4$ SYM + $N=2$ hypermultiplet など) とその重力双対を考察する。この超対称ゲージ理論においてクォークをバリオン数を運ぶ電荷 (物性系での「電子」)、グルーオンを電荷間相互作用を媒介する粒子 (物性系での「フォノン」) と見なすと、この系は「非摂動的解析が可能な強相関荷電粒子系」の例となる。実際、上記の意味での「電気伝導度」を線形応答を超えて重力理論から求める手法が考案されている。従って、実在する多くの「強相関荷電粒子系」に共通の性質で、既存の手法では解析が困難な性質を定性的に研究する目的では、「解ける例」が存在することは大きな意味を持ち、上記重力双対にも現象論的意味が見出される。講演では、実在する多くの「強相関荷電粒子系」の非線形電気伝導に特有の「ある性質」に注目し、実際にそれが重力理論から再現されることを示す。このような性質が微視的理論に基づいて再現されたのは初めてである。

午前 3 (11:45-13:00)

坂井 典佑 (東京女子大学現代教養学部)

Title: Maximally Non-Abelian Vortices from Self-dual Yang-Mills Fields

Abstract: A particular dimensional reduction of $SU(2N)$ Yang-Mills theory on $\Sigma \times S^2$, with Σ a Riemann surface, yields an $S(U(N) \times U(N))$ gauge theory on Σ , with a matrix Higgs field. The $SU(2N)$ self-dual

Yang–Mills equations reduce to Bogomolny equations for vortices on Sigma. These equations are formally integrable if Sigma is the hyperbolic plane, and we present a subclass of solutions. These solutions represent non-Abelian vortices similarly to the non-Abelian vortices in the Higgs phase of $U(N)$ gauge theories, but with a new feature of the partially unbroken gauge symmetry.

新井真人 (チェコ工科大学)

Title: Walls in 3-dimensional supersymmetric Kahler nonlinear sigma models on $SO(2N)/U(N)$ and $Sp(N)/U(N)$

Abstract: 近年、ソリトン解の研究は大きな進展を遂げた。特に、moduli matrix approach と呼ばれる手法によって、様々な模型のソリトン解が導出され、それらのモジュライ空間などが明らかにされている。本研究では、この手法を用いて、 $SO(2N)/U(N)$ や $Sp(N)/U(N)$ などのエルミート多様体を標的空間に持つような 3次元超対称非線形シグマ模型のウォール解について調べ、それらの解の性質について議論する。

星野裕一 (釧路高専)

Title: Phase structure of Topologically massive gauge theory by spectral function

Abstract: Full fermion propagator in 3-dimensinal QED and QCD including Chern-Simon term is evaluated by the spectral function, as Bloch-Nordsieck approximation. First we examine QED without Chern-Simon term. The result agrees quite well with unquenched QED Dyson-Schwinger analysis. Chern-Simon QED also agrees well with the analysis of Dyson-Schwinger equation for quenched case. In QCD the coefficient of Chern-Simon term is quantized, which leads to divergent order parameter in unquenched case. Various phase are expressed in the chiral representation of fermion.

午後 1 (14:15-15:30)

岸本 功 (京都大学基礎物理学研究所)

Title: An Algebraic Model for the $su(2|2)$ Light-Cone String Field Theory

Abstract: $su(2|2)$ 対称性を尊重する光円錐型の超弦の場の理論の代数構造を調べた。従来知られている平坦時空や pp 波時空上の光円錐型の超弦の場の理論から基本となる構成要素を抜き出すことで、 $su(2|2)$ 対称性をもつより一般の背景上のものを構成するための「模型」を提案する。これは、あらゆる振動子表示を一切用いずに、より簡潔な代数的な計算だけで超電荷やハミルトニアン of 相互作用項の形を系統的に与えるものである。さらに超重力極限についても議論する。(これは森山翔文氏 (名古屋大) との共同研究に基づく。)

村上公一 (岡山光量子科学研究所)

Title: Light-cone gauge NSR strings in noncritical dimensions

Abstract: 光円錐ゲージ NSR 超弦の場の理論において問題となってきた、相互作用点に挿入された超対称カレントの衝突より生じる発散の正則化を議論する。正則化の処方として、時空の次元を臨界次元よりずらすという次元正則化を提案する。この正則化において、非臨界次元の光円錐ゲージ NSR 超弦理論を考えることになるが、この理論に対応する、BRST 不変な worldsheet 理論を構成した。この worldsheet 理論を用いて、非臨界次元の光円錐ゲージ超弦の場の理論の振幅を書き換えて、ずらした次元を元の臨界次元に解析接続する際の、振幅の振る舞いを考察する。

村田 仁樹 (YITP)

Title: 0-picture superstring における no ghost 定理

Abstract: 超弦理論には picture と呼ばれる量子数があり、NS sector は通常 (-1)-picture を持つ状態として定義される。一方、超弦の場の理論では、0-picture の場に基づいて構成されている。そこで、0-picture において物理的 S 行列のユニタリー性が満たされるかどうかを調べた。証明においてはまず 0-picture の状態の内積を定義する必要がある。我々はまずこれを構成し、ユニタリー性が成り立つことを確かめた。

午後 2 (16:00-17:15)

疋田泰章 (慶應大学商学部・日吉物理学教室)

Title: Branes in the $OSP(1|2)$ WZNW model

Abstract: 超群をもとにした模型は、AdS 空間上の超弦理論や不純物のある系を記述するのに用いられる。ここでは、簡単な例として $OSP(1|2)$ の超群をもとにした Wess-Zumino-Novikov-Witten(WZNW) 模型を調べる。特に D ブレーンに注目する。この模型には二種類の D1 ブレーンが存在し、それぞれボソニックな部分は 2次元の AdS 空間と 2次元のファジー球面の幾何を持っていることが分かる。我々は、D ブレーンと閉弦との結合の大きさを計算し境界状態を構成した。さらに、開弦と閉弦の双対性と無矛盾であることを確かめた。

北澤敬章 (首都大学東京)

Title: Tadpole Resummations in String Theory

Abstract: While R-R tadpoles should be canceled for consistency, string models with broken supersymmetry generally have uncanceled NS-NS tadpoles. Their presence signals that the background does not solve the field equations, so that these models are in "wrong" vacua. In this talk we investigate, with reference to some prototype examples, whether the true values of physical quantities can be recovered resumming the NS-NS tadpoles, hence by an approach that is related to the analysis based on String Field Theory by open- closed duality. We show that, indeed, the positive classical vacuum energy of a D_p -brane of the bosonic string is exactly canceled by the negative contribution arising from tree-level tadpole resummation, in complete agreement with Sen's conjecture on open-string tachyon condensation and with the consequent analysis based on String Field Theory. We also show that the vanishing classical vacuum energy of the $SO(8192)$ unoriented bosonic open-string theory does not receive any tree-level corrections from the tadpole resummation. This result is consistent with the fact that this (unstable) configuration is free from tadpoles of massless closed-string modes, although there is a tadpole of the closed string tachyon. The application of this method to superstring models with broken supersymmetry is also discussed.

吉田豊 (高エネルギー加速器研究機構)

Title: Localization of Wilson loop in two dimensional super Yang-Mills theories

Abstract: 二次元球面上で定義される超対称 Yang-Mills 理論において作用を BRST exact な項の 1-parameter family で変形し局所化公式を適用することにより BPS Wilson loop の期待値を計算する方法について議論した。

7月22日(木)

午前 1 (9:00-10:10)

江口 徹 (京都大学基礎物理学研究所)

Title: Seiberg-Witten 理論と AGT 関係式

Abstract: 4次元の $N=2$ ゲージ理論の分配関数と 2次元共形場理論の相関関数の間に正確に成り立つ関係式、AGT relation の発見は注目を集めた。この講演では、AGT 関係式を理解するためのさまざまな提案を紹介する。特に、我々が調べた Penner 型の行列模型を用いるアプローチについて詳しく解説する。

午前 2 (10:40-11:55)

瀧 雅人 (京都大学 基礎物理学研究所)

Title: トポロジカル・ストリングと AGT 予想

Abstract: 最近、4次元ゲージ理論のサイバーグ・ウイッテン解と二次元共形場理論との間に、新たな対応がある事が発見され注目されている。この対応関係は AGT 予想と呼ばれており、未だ証明は成されていないがいくつかの側面から理解が深まっている。本講演では弦理論の観点から、AGT 予想を解析する。特に AGT 対応をトポロジカル・ストリング理論へ埋め込む事で、4次元ゲージ理論における表面演算子の性質などが理解出来ることを議論したい。

糸山 浩司 (大阪市立大学大学院理学研究科)

Title: Beta-Deformed Matrix Model and Nekrasov Function

Abstract: Method of Generating q -Expansion Coefficients for Conformal Block and $N=2$ Nekrasov Function by beta-Deformed Matrix Model. Hiroshi Itoyama, Takeshi Oota, . OCU-PHYS-327, Mar 2010. 39pp. to appear in Nuclear Physics B e-Print: arXiv:1003.2929 [hep-th] We observe that, at beta-deformed matrix models for the four-point conformal block, the point $q=0$ is the point where the three-Penner type model becomes a pair of decoupled two-Penner type models and where, in the planar limit, (an array of) two-cut eigenvalue distribution(s) coalesce into (that of) one-cut one(s). We treat the Dotsenko-Fateev multiple integral, with their paths under the recent discussion, as perturbed double-Selberg matrix model (at $q=0$, it becomes a pair of Selberg integrals) to construct two kinds of generating functions for the q -expansion coefficients and compute some. A formula associated with the Jack polynomial is noted. The second Nekrasov coefficient for $SU(2)$ with $N_f = 4$ is derived. A pair of Young diagrams appears naturally. The finite N loop equation at $q=0$ as well as its planar limit is solved exactly, providing a useful tool to evaluate the coefficients as those of the resolvents. The planar free energy in the q -expansion is computed to the lowest nontrivial order. A free field representation of the Nekrasov function is given.

丸吉一暢 (京都大学基礎物理学研究所)

Title: Deformed Prepotential, Quantum Integrable System and Liouville Field Theory

Abstract: Recently, it was proposed that the deformed prepotential, which is obtained from the Nekrasov partition function of $N=2$ gauge theory by taking one deformation parameter to zero while the other finite,

is associated with the quantization of 1d integrable system, where the deformation parameter plays the role of the Planck constant. More concretely, the deformed prepotential is conjectured to be obtained from the Bohr-Zommerfeld period of integrable model. We consider this statement in the context of the AGT relation: the relation between the Nekrasov function and the conformal block of 2d CFT. We point out that the above proposal is equivalent to the expected monodromy of the conformal block with an additional degenerate field insertion, which was identified with Wilson and t' Hooft loop operators (on surface operator) in the gauge theory. The differential equation satisfied by the degenerate field inserted conformal block can be mapped to the Schrodinger equation of the integrable model, and the monodromy operations of the conformal block is associated with the Bohr-Zommerfeld periods. This talk is based on the collaboration with Masato Taki (Yukawa Inst.).

午前 3 (12:10-13:00)

中山 優 (University of California Berkeley)

Title: Refined Cigar and Omega-deformed Conifold

Abstract: Antoniadis et al proposed a relation between the Omega- deformation and refined correlation functions of the topological string theory. We investigate the proposal for the deformed conifold geometry from a non-compact Gepner model approach. The topological string theory on the deformed conifold has a dual description in terms of the $c=1$ non- critical string theory at the self-dual radius, and the Omega-deformation yields the radius deformation. We show that the refined correlation functions computed from the twisted $SL(2,R)/U(1)$ Kazama-Suzuki coset model at level $k=1$ have direct $c=1$ non-critical string theory interpretations. After subtracting the leading singularity to procure the 1PI effective action, we obtain the agreement with the proposal.

中島 宏明 (Korea Institute for Advanced Study)

Title: Topological symmetry of deformed instanton effective action

Abstract: $\mathcal{N} = 2$ 超対称 Yang-Mills 理論におけるインスタントン配位は弦理論では fractional D3-brane と D(-1)-brane の複合系として実現できることが知られている。このとき $F_{\mu\nu a}$ 、 F_{abc} (μ, ν は D3 に平行な方向、 a, b, c は transverse 方向) という 2 種類の RR 3-form をうまく選んでその下で D(-1)-brane の有効作用を計算すると、 Ω -background の下でのインスタントンモジュライの有効作用に一致することがわかる。この background は超対称性を 1 つだけ保つが、これは topological な BRST 対称性としてインスタントン計算に用いられているものである。また上の 2 種類の RR 3-form がそれぞれ Ω -background における重力から来る部分と R-symmetry Wilson line に対応することもわかる。時間があれば $\mathcal{N} = 4$ および $\mathcal{N} = 2^*$ への拡張についてもふれる予定である。

伊藤克司氏、坂拓哉氏、佐々木伸氏 (東工大) との共同研究に基づく。

午後 1: ポスター紹介 (14:15-15:00)

午後 2 (Poster Session) (15:00-16:20, 16:40-18:00)

浅賀圭祐 (北海道大学大学院 理学院宇宙理学専攻 素粒子論研究室)

Title: N=2 Twisted Super Yang-Mills Theory with Central Charge in 2D

Abstract: 格子上で超対称性を持つ理論を定式化する方法の 1 つにリンクアプローチによる方法がある。リンクアプローチはこれまでに 2 次元 N=2、及び 3 次元 N=4 の SYM 理論の格子上における定式化を確立したが、4 次元 N=4 の (off-shell の) SYM 理論は未だに扱えていない。その理由は、現在知られている限り、この理論に central charge が含まれることにある。そこで、central charge を含む超対称性をリンクアプローチでどのように扱うかを明らかにする必要がある。そのような動機で、本研究では central charge を含む 2 次元 N=2 のツイストされた SYM 理論の連続理論について調べた。具体的には、まずこの理論の superalgebra を導出し、それをもとに superconnection の方法によって supermultiplet を構成し、その SUSY 不変な作用を得た。

磯野裕 (国立台湾大学物理学系)

Title: On the Lorentz-covariant action of self-dual higher-rank gauge fields

Abstract: We report our recent study on the new construction of Lorentz-covariant DBI-like action of interacting self-dual rank-2 gauge field on the M5-brane, which may be related to the M5-action with Nambu-Poisson bracket describing single M5-brane in large C-field background.

伊藤 元治 (名古屋大学 理学研究科)

Title: E6 grand unified theory with three generations by asymmetric orbifold

Abstract: Narain コンパクト化されたヘテロ超弦の Asymmetric orbifold によって、E6 ゲージ対称性に従う SUSY GUT 模型の構成について発表する。目的とする SUSY GUT 模型は、基本的に adjoint 表現の Higgs を要求する。そのためにまず我々は弦理論の Modular 不変性が要求する Lattice “Even Self-Dual Lattice” を Lattice engineering method によって構成した。この方法を用いた理由は、adjoint Higgs を Unitary にするためにカレント代数のレベルを 1 よりも大きくする必要があるからである。なおまた、その他の余剰次元の自由度部分に関しても、Lattice engineering method によって様々な Lattice を考え、ヘテロ超弦からの E6 SUSY GUT 模型の導出を図った。そしてその結果、我々は Z12 に従う対称性で割った Asymmetric orbifold を考え、三世代模型を構成した。

稲富 晶子 (奈良女子大学大学院 人間文化研究科 複合現象科学専攻 素粒子論研究室)

Title: SFT における古典解まわりでの質量スペクトル

Abstract: タキオン場が凝縮して D ブレーンが消滅する現象 (タキオン凝縮) は、摂動論では理解できない非摂動論的な現象として予想されている。Sen-Zwiebach は弦の場の理論をレベル切断法により解析することで、この予想が数値的に十分な精度で正しいということを示した。2002 年に高橋-谷本によって構成された古典解はタキオン凝縮解であると考えられているが、最近この古典解のまわりで展開された理論ではレベル切断近似が有効に機能し、元々の摂動論的な真空のエネルギーを高い精度で再現できることが明らかになった。高橋-谷本によって構成された古典解におけるレベル切断法の有効性をさらに確認するために、この古典解のまわりでの弦の場のゆらぎの質量スペクトルを調べた。タキオン真空上では D ブレーンが消滅しているので、弦の場には物理的なゆらぎがないと予想される。これがレベル切断法でどのように実現されているのかを見た。

梅津光一郎 (京都産業大学 益川塾)

Title: Tunneling Mechanism in Kerr-Newman Black Hole and Dimensional Reduction near the Horizon

Abstract: It is shown that the derivation of the Hawking radiation from a rotating black hole on the

basis of the tunneling mechanism is greatly simplified by using the technique of the dimensional reduction near the horizon. This technique is illustrated for the original derivation by Parikh and Wilczek, but it is readily applied to a variant of the method such as suggested by Banerjee and Majhi.

江上 武史 (日本大学 理工学部)

Title: 張力のない弦のスピンナー形式とツイスター形式

Abstract: 張力のない弦は、共形不変性をもつため、4次元ではツイスターを用いて系を記述する方法が便利であると考えられる。しかし、従来のツイスター形式の作用は、2種類のツイスターの4次式であり、実用的でないと考えられる。本講演では、より簡潔なツイスター形式として、1つのツイスターの2次式で記述された作用を提唱する。議論としては、初めに張力がある場合に南部・後藤の作用に帰着し、張力がない場合も記述できる4次元の作用を提唱する。次に、張力がない場合の作用をスピンナー形式で表し、Gusevらの作用と本質的に等しいことを確認する。そして、この作用を、運動方程式及び弦の世界面上の一般座標変換と局所位相変換に対する不変性を考慮し、ツイスター形式で表す。さらに、この作用が記述する力学系の性質を正準理論の観点から調べる。特にツイスターで表現された拘束条件がVirasoro(的)代数を満たすことと、質量をもつ粒子のツイスター形式との類似点を議論する。

太田昌宏 (総合研究大学院大学)

Title: The shear viscosity of holographic superfluids

Abstract: 数種のHolographic superfluidにおけるずれ粘性率をホログラフィックに調べた。Holographic superfluidは二次相転移を起こす場の理論に双対な重力理論で、超流動的な特性を持つ。系は物質場を伴ったEinstein-Hilbert作用で記述されるため、解析解を見つけることが困難であり、数値的な議論しか行われてこなかった。本研究では、背景時空を特定せずにテンソルモードの重力波を計算し、ホログラフィックに相関関数を求めることで、解析的にずれ粘性率とエントロピーの比を評価した。特にs-waveとp-wave holographic superfluidではユニバーサルな値になることを示した。一方で、(p+ip)-wave holographic superfluidにおいては、従来の手法ではずれ粘性率の値を求められないことがわかった。これらの結果を報告し、動的臨界現象との関連について議論する。本研究は、夏梅誠氏(KEK)との共同研究である。

岡澤 晋 (総合研究大学院大学 高エネルギー加速器研究科 素粒子原子核専攻)

Title: ブラックホール情報喪失問題と揺らぎの定理

Abstract: QGP中の重いクォークのブラウン運動に対して非平衡統計力学の分野で知られている揺らぎの定理を適用し、重力側でどのように解釈されるか議論する。特に、微視的な時間反転対称性とブラックホール情報喪失問題との関係に注目する。本研究は磯暁氏、張森氏(共に総研大)との共同研究である。

川口 維男 (京都大学理学部)

Title: Integrability of warped AdS sigma model

Abstract: AdS/CFT対応の拡張の方向の一つとして、AdS時空の変形が考えられる。変形されたAdS時空は、近年のAdS/CFT対応の物性物理への応用などでもしばしば現れる。本ポスター発表では、変形されたAdS時空上のシグマ模型を考え、その可積分性について議論する。

本研究は、吉田健太郎氏(京大理)との共同研究に基づく。

北本浩之 (総合研究大学院大学)

Title: Boltzmann equation in de Sitter space

Abstract: In a time dependent background like de Sitter space, Feynman-Dyson perturbation theory breaks down due to infra-red divergences. We investigate an interacting scalar field theory in Schwinger-Keldysh formalism. We derive a Boltzmann equation from a Schwinger-Dyson equation inside the cosmological horizon. Our solution shows that the particle production is compensated by the reduction of the on-shell states due to unitarity. Although the degrees of freedom inside the horizon leads to a small and diminishing screening effect of the cosmological constant, there is a growing screening effect from those outside the horizon.

倉橋 信明 (神戸大学 理学研究科 素粒子理論研究室)

Title: ゲージ・ヒッグス統一モデルにおけるフレーバーの混合について

Abstract: ゲージ・ヒッグス統一モデルでは、標準模型のヒッグス粒子による湯川相互作用を、高次元のゲージ場によるゲージ相互作用の一部として考える。したがって、このモデルにおいてはフェルミオンのゲージ固有状態と質量固有状態が一致するため、標準模型のようにフレーバーの混合が起きるかどうかは自明ではない。本研究では S^1/Z_2 にコンパクト化された5次元ゲージ・ヒッグス統一モデルにおいて、フェルミオンにバルクの質量項およびブレーンに局在化した質量項を加えたモデルを用いて、フレーバーの混合が起きるかどうかを議論し、2世代のモデルに対しフレーバーの混合角 (Cabibbo 角) が再現されるか具体的に調べた。

また、Kaluza-Klein モードのグルーオンによって生じる $K^0 - \bar{K}^0$ 混合への寄与を tree レベルで計算し、コンパクト化のスケールの下限值が 30TeV 程度になることを導いた。

高力 麻衣子 (基礎物理学研究所素粒子論グループ)

Title: 開いた超弦の場の理論におけるゲージ固定

Abstract: 超弦の場の理論 (Superstring field theory) は超弦の持つ picture 数という量子数を変化させる演算子, picture changing operator (PCO) を含む。PCO には非自明なカーネルが存在するため、理論は通常のゲージ対称性に加えて余分なゲージ対称性を持っている。我々は Modified cubic superstring field theory に関し、Batalin-Vilkoviski 形式を用いてこれらのゲージ固定問題を調べた。また、新しい PCO を構成する試みについても紹介する。

佐藤 喜一郎 (東京理科大学 基礎工学部 教養)

Title: Weyl 不変な重力理論の BRS 不変性に基づく共変的正準量子化

Abstract: 筆者は以前、Nakanishi による Einstein 重力理論の共変的正準量子化の手法を Weyl 不変性のある2次元重力理論に適用することを試みた。本発表では、4次元ないし高次元の Weyl 不変な重力理論の正準量子化の試みを報告する。一般座標変換に対する不変性に加え Weyl 不変性があるので、BRS の代数も拡張されることが期待される。BRS の代数構造が2次元と状況がどのように変わるのかについて報告する。

柴 正太郎 (高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所)

Title: 2次元 Toda 場理論の相関関数と AGT 関係式

Abstract: 最近、Alday, Gaiotto, Tachikawa によって、4次元 $N=2$ 超対称 $SU(2)$ クイバーゲージ理論の分配関数と2次元 Liouville 場理論の相関関数の間に非自明な対応があることが提唱された (AGT 関係式)。現在、この関係式の素朴な拡張として、 $SU(N)$ クイバーゲージ理論と A_{N-1} Toda 場理論の間に同様の関係があるのではないかと予想されており、様々な研究が行われている。我々は、 $SU(N)$ クイバーゲージ理論の分配関数に対応する Toda 場理論の相関関数の具体形を提唱し、またその相関関数の具体的な計算方法を示した。これらの結果について発表させて頂きたい。

清水将英 (北海道大学素粒子論研究室)

Title: コンパクト Calabi-Yau 多様体に対する開弦のミラー対称性

Abstract: ミラー対称性は有効超ポテンシャルのような BPS 量を求める上で強力な双対性であり、また背後には幾何学的に興味深い数理が潜んでいる。特に、コンパクト Calabi-Yau 多様体に対する開弦のミラー対称性が近年発展しつつある。本研究では、B モデル側の計算においてブレーンからの寄与として現れる、非斉次 Picard-Fuchs 方程式の非斉次項を効果的に求める手法を提案した。またそれらの微分方程式を經由せずブレーンのスーパーポテンシャルを直接積分計算する手法も開発するとともに、それらを様々なコンパクト Calabi-Yau に具体例に適用してそのコンパクト化のもとの有効スーパーポテンシャルを計算した。また、最近になって、3次元の (コンパクト) Calabi-Yau 多様体と D-brane の系が、4次元の (ノンコンパクト) Calabi-Yau 多様体の閉弦の振幅と関連があることが次第に明らかになっており、更にそのつながりで F 理論との関係についても議論され始めている。それらの興味深い内容への応用についても発表する。

鈴木 隆史 (日本大学 理工学部 物理学科 素粒子論研究室)

Title: SU(2)Yang-Mills 理論における有効ポテンシャルと改良された Savvidy 真空の安定性

Abstract: SU(2)Yang-Mills(YM) 理論において、一定のカラー磁場が存在するとき、系の有効ポテンシャルが最小値をもち、非自明な真空(Savvidy 真空)が現れることが知られている。しかし、この有効ポテンシャルには虚数項が存在し、そのために真空が不安定であることが指摘されてきた。本研究では、この不安定性の解決を目指すと同時に、YM 場が質量次元 2 の真空凝縮を起こす可能性を考察する。我々は、Savvidy 真空の不安定性の原因が YM 場の 4 次の項を無視したことにあると考えて、この問題を解決するために 4 次の項を考慮して有効ポテンシャルを評価する。このとき、非摂動的な手法の 1 つである補助場の方法を用いて SU(2)YM 理論の有効ポテンシャルを導出する。このようにして得られた有効ポテンシャルを評価することで、系に安定な改良された Savvidy 真空が存在することが分かる。このことを実際に確かめるために、我々是有効ポテンシャルが最小値をもつことを示し、YM 場の質量次元 2 の真空凝縮が起きることで Savvidy 真空の不安定性が回避されることを確認する。(日大、出口真一氏との共同研究です。)

土屋陽一 (東京大学大学院理学系研究科物理学専攻)

Title: More on Dimension-4 Proton Decay Problem in F-theory – Spectral Surface, Discriminant Locus and Monodromy –

Abstract: F 理論に基づいて現象論的な超対称大統一理論のモデルを作ろうとしたり、あるいは具体的なモデルを仮定しなくても(フレーバー構造などの)現象論的なことを議論する立場からすると、次元 4 の陽子崩壊をどう回避するかは重要な問題である。F 理論における次元 4 の陽子崩壊問題に対する解法はいくつか知られている。そのうちのひとつに、ゲージ理論に基づいた考え方があり、この方法でもうまくいくだろうと思われていた。ところが、ゲージ理論に基づくことの意味をよくよく考えてみると、うまくいくと思われていたメカニズムが実は破綻していることがわかった。したがって、このゲージ理論に基づく方法では、次元 4 の陽子崩壊が生じないと信じる理由がないのである。今回の発表ではこのことについて説明する。

鳥居真吾 (東京大学大学院総合文化研究科)

Title: Gauge fixing of open superstring field theory in the Berkovits non-polynomial formulation

Abstract: 弦の場の理論は、弦理論の非摂動的な定式化を与えるアプローチの一つと目されている。しかし、理論の持つゲージ対称性の構造が複雑であるため、(明白に Lorentz 共変な)超弦の場の理論のゲージ固定を完遂することは未解決の問題である。(ゲージ固定の際には、所謂 ghosts for ghosts も含め、無限個の ghosts が必要になるなどの特徴を持つ。)そこで、本研究では特に、Berkovits によって定式化された超弦の場の理論のゲージ固定を完遂するための第一歩として、Neveu-Schwarz sector の action が持つゲージ対称性の構造を明らかにし、まず、自由場の理論のゲージ固定を完成させた。さらに、相互作用項を含む場合に関しても、Batalin-Vilkovisky 形式(BRST 形式を拡張したもの)を用いて解析を行った。この形式でゲージ固定を行うには、マスター方程式と呼ばれる方程式を解くことが必要になるが、cubic のオーダーまでの解を決定することに成功した。

西山 精哉 (Centro de Física Computacional, Departamento de Física, Universidade de Coimbra)

Title: Approach to a Fermionic SO(2N+2) Rotator Based on the SO(2N+1) Lie Algebra of the Fermion Operators

Abstract: The boson images of the fermion SO(2N+1) Lie operators are given together with those of SO(2N+2) Lie operators. The SO(2N+1) Lie operators are the generators of rotations in the 2N+1 dimensional Euclidian space. The rotator has coordinate transformations for space fixed coordinate frame and for body fixed one. The images of the fermion annihilation-creation operators must satisfy the canonical anti-commutation relations, when they are operated onto the spinor subspace. Therefore, we use in the regular representation space a boson Hamiltonian with Lagrange multiplier terms to select out the spinor subspace. In the classical limit, i.e., the c-number limit of the Lie operators, we get the SO(2N+1) self-consistent (SCF) Hatanaka-Bogoliubov (HB) equation for the classical stationary motion of the fermion rotators. Decomposing parameters of an SO(2N+1) matrix into the amplitudes describing paired and unpaired modes of fermions, we obtain a new form of the SO(2N+1) SCF equation with respect to the paired mode amplitudes. It includes also unpaired mode amplitudes. The new equation is applied to a

superconducting toy-model and is solved paralleling to the usual HB eigenvalue equation. A method of determining the Lagrange multipliers is proposed in the classical limit. Finally we attempt to approach group theoretical formation of the Lax pair for the $SO(2N+2)$ rotator.

西脇 健二 (神戸大学理学研究科素粒子論研究室)

Title: 6次元 Universal Extra Dimension 模型におけるヒッグスの生成・消滅過程

Abstract: 6次元 (コンパクトな2自由度の余剰空間次元) では、高次元での anomaly cancellation の要請から物質の世代数が3(正確には mod 3 の条件がつく) であることが導かれるなどの好ましい性質を理論は持ちます。今回私は、最近始動した LHC 実験を念頭に置き、ヒッグス粒子の gluon fusion 過程を通じた生成過程、2つの光子に崩壊する過程においてこれらの断面積が6次元の Universal Extra Dimension 模型では、標準模型の場合や5次元での minimal Universal Extra Dimension 模型のそれから如何に変化するかを議論したいと思います。

浜中 真志 (名大多元数理)

Title: 非可換ソリトン方程式の厳密解と可積分性

Abstract: ソリトン方程式・可積分系の非可換空間への拡張を議論する。この発表では特に、低次元の代表的なソリトン方程式である KdV 方程式に焦点をあてて、ソリトン解の構成・解析 (hep-th/0610006 and work in progress) について詳しく紹介する。Quasideterminant という「非可換行列式」が重要な役割を果たす。余力があれば、Seiberg-Witten マップを用いた可換側の表式 (Glasgow 大学の Ian Strachan 氏との共同研究に基づく) と可積分系の基礎付け、非可換自己双対 Yang-Mills 方程式との関連などについても触れたい。

堀田 健司 (北海道大学 大学院 理学院 宇宙理学専攻 素粒子論研究室)

Title: Creation of non-BPS D9-branes from Hagedorn Transition of Closed Strings

Abstract: 我々はこれまでタイプ IIB 理論において、『閉弦のハゲドロン相転移により、D 9 ブレーン・反 D 9 ブレーン対が生成される。』という仮説を提唱してきた。今回は、これをタイプ IIA 理論に拡張して、『閉弦のハゲドロン相転移により、非 B P S D 9 ブレーンが生成される。』という仮説を提唱し、いくつかの状況証拠について述べる。

堀金 哲雄 (東京大学総合文化研究科)

Title: Exact Quantization of a superparticle in $AdS_5 \times S^5$

Abstract: AdS/CFT 対応をより深く理解するために、 $AdS_5 \times S^5$ 時空中の超弦理論を解析することを目指している。私は風間氏との共同研究で、この系が $psu(2, 2|4)$ という高い超対称性を持ち、特にハミルトニアンがその一部に含まれていることに注目し、表現論を十分に活用するという視点からこの問題に取り組んでいる。本発表の主な内容は、弦の重心運動の自由度である粒子の運動を前述の視点から解析した上記論文である。具体的には、表現論という代数構造を活用するため、まず系の運動を位相空間で定式化した。我々はコセット型で表せる時空の場合にディラック括弧等を計算する公式を導出した。量子化は正準量子化で行った。対角化問題はハミルトニアンが代数の一部に含まれるため、実は、構成したヒルベルト空間中に存在する $psu(2, 2|4)$ 多重項を求めることに帰着する。我々は、代数の生成子の具体形を用いて S^5 方向の波動関数の配位が著しく制限されることを発見した。その結果すべてのスペクトルと波動関数を厳密に決定することに成功した。

松尾 善典 (Harish-Chandra Research Institute)

Title: Notes on the hidden conformal symmetry in the near horizon geometry of the Kerr black hole

Abstract: The hidden conformal symmetry appears in the wave equation for scalars with low frequency in the near region. The near region is expected to be the near horizon region in which correspondence via the asymptotic symmetry is studied. We investigate the hidden conformal symmetry in the near horizon limit, and consider the relation between the hidden conformal symmetry and the asymptotic symmetry in the near horizon limit. We also calculate the central charge. By using the definition of the asymptotic charge, the hidden conformal symmetry does not reproduce the entropy. By using the definition of the

quasi-local charge, we obtain the deviation of the entropy from the extremality.

三輪 光嗣 (理化学研究所)

Title: A non-relativistic limit of 2 dimensional conformal field theory

Abstract: 共形代数の非相対論的極限として得られる代数 (GCA) は、“自然な形”で無限次元に拡張出来ることが知られています。仮に、共形場理論の非相対論的極限においてこの大きな代数が対称性として実現しているならば、これを用いた新しい理論の解析などが期待できます。今回の発表では、無限次元の GCA を対称性として持つ理論の例として 2 次元共形場理論の非相対論的極限を議論し、相関関数やフュージョンルールなどの解析を紹介します。

村中大地 (東京理科大学理工学研究科物理学専攻)

Title: Numerical study of multi-caloron solutions

Abstract: 近年、非自明なホロノミーを持つ caloron 解の研究が進んでいる。caloron は QCD における confinement の機構との関連という文脈で議論されることもあり、これら鞍点解は confinement-deconfinement の相転移の機構に新たな知見を与えることが期待されている。中村らによって、SU(2)caloron のチャージ 2 における新たな解析解が見出された (Atsushi Nakamura, et.al., JMP 51 043503(2010))。それらは大まかに言って標準モノポール型 (虚時間周期無限小の極限でモノポール解になるもの) と非標準モノポール型に分かれるが、とりわけ後者は caloron 固有のオブジェクトとして非常に興味深い。本研究では、数値解析によってこれらの解に対応するゲージ場を導出し、その幾何学的構造についての新たな知見を得ることに成功した。

7月23日(金)

午前 1 (9:00-10:10)

丸 信人 (中央大学 理工学部 物理学科)

Title: Extra Dimensions at the LHC

Abstract: いくつかの代表的な高次元モデルを紹介し、それぞれのモデルの特徴を LHC 実験でどのようなプロセスによって検証できるのかを議論します。

午前 2 (10:40-11:30)

小山 陽次 (中央大学大学院理工学研究科物理学専攻)

Title: Inflaton versus Curvaton in Higher Dimensional Gauge Theories

Abstract: inflation と宇宙の曲率揺らぎのモデルとして高次元ゲージ理論を考える。inflaton と curvaton は高次元ゲージ場の余剰次元成分から生ずるとする。Toyモデルとして6次元 SU(2) ゲージ理論を T^2 コンパクト化した理論において、この inflaton と curvaton の 1-loop 有効ポテンシャルが spectral index や曲率揺らぎなどの観測値を再現できることを確かめた。その結果ガウシアンな揺らぎに対しては curvaton の寄与が inflaton に比べ小さいことが分かった。

河井 伸介 (成均館大学校 (韓国))

Title: A gauge mediation scenario with hidden sector renormalization in MSSM

Abstract: We study the hidden sector effects to the mass renormalization of a simplest gauge-mediated supersymmetry breaking scenario. We point out that possible hidden sector contributions render the soft scalar masses smaller, resulting in drastically different sparticle mass spectrum at low energy. In particular, in the $\mathbf{5} + \bar{\mathbf{5}}$ minimal gauge mediated supersymmetry breaking with high messenger scale (that is favored by the gravitino cold dark matter scenario), we show that stau can be the next lightest superparticle for moderate values of hidden sector self coupling. This provides a very simple theoretical model of long-lived charged next lightest superparticles, that imply distinctive signals in ongoing and upcoming collider experiments.

午前 3 (11:45-13:00)

山本大輔 (東京大学教養学部 総合文化研究科 広域科学専攻 相関基礎科学系 素粒子論グループ)

Title: Ferrara-Zumino カレント超多重項発散の長距離相関の検証と応用 (Goldstino 低エネルギー定理としての証明と応用)

Abstract: Ferrara-Zumino (FZ) カレント超多重項は、フェルミオン成分に SUSY カレント、補助場成分に energy momentum カレントを含む超多重項である。最近、Seiberg らによってこの超多重項の発散に現れるカイラル多重項のスカラー成分が、SUSY が自発的に破れた理論の低エネルギー領域では、Goldstino 2 体

状態に等しいという提案がなされた。我々はこの事実を幾つかの方法で検証した。まず、Goldstino 低エネルギー定理として、一般的な証明を与えた。次に、O’Raifeartaigh モデルで摂動計算を試みて、スカラー成分の 2 点相関関数が期待される振る舞いをするのを見た。更に、SUSY を破るとされる N=1 SUSY ゲージ理論の幾つかの具体的なモデルにおいて、先述のカイラル多重項を調べて、SUSY の自発的破れが起きていることを検証するための方法について考察する。

(これは横井直人氏 (東北大)、菊川芳夫氏 (東大駒場) との共同研究による。)

志摩一成 (埼玉工業大学 工学部)

Title: 非線形超対称一般相対性理論の線形-非線形超対称構造と物理

Abstract: Riemann 空間の接空間として非線形超対称 (NLSUSY) な空間を考えると、Einstein gravity(EG) を NLSUSY 不変に拡張した「宇宙項を含む Einstein-Hilbert 型の非線形超対称一般相対性理論 (NLSUSYGR)」を幾何学的に構築できる。NLSUSYGR は「Graviton(EG) と南部 Goldstone fermion”Superon” (通常の Riemann 空間と massless fermion 物質)」に自壊し、非常に高度に非線形超対称な系”Superon-Graviton Model(SGM) -j Big Bang Universe の開闢となる。SGM が装備する強い対称性と線形-非線形超対称構造により、等価な線形超対称場の理論を superon の複合場として一意的に厳密に構成できる。即ち、エネルギースケールの両端の理論と物理が NLSUSYGR scenario で関係付けられる。これにより、neutrino mass, dark energy, dark matter, 時空の超流動性、SM の未解決問題、等に新たな知見が得られる。幾つか定量的な興味深い結果を示す。

一ノ瀬祥一 (静岡県立大学)

Title: 量子統計力学の幾何学的アプローチと最小面積原理

Abstract: いくつかの量子統計系 (調和振動子を含む) に対する幾何学的アプローチを提示する。(N+1) 次元ユークリッド座標系 (X_i, τ) を N 個の量子力学変数 X_i と 1 個のユークリッド時間変数 τ とみなす。これは力学系の (統計) 量子化の新しい見方である。この仕事は余次元モデル (バルク-境界理論を使う重力も含めた統一モデル、Randall-Schwartz model 2001) に触発されてできたものである。(統計) 量子化がこの幾何学的アプローチでは最小面積原理で実現されている。体系のハミルトニアンがバルクに置かれた閉弦の超曲面の面積で与えられる。これを 5 次元のカシミアエネルギー計算に応用し有限な値を得る。Verlinde らの重力 (量子化) の見方、Hawking 輻射と温度、Unruh 効果、重力と熱力学等との関連も議論したい。

午後 1 (14:15-15:55)

入江 広隆 (国立台湾大学)

Title: Fractional superstrings, multi-cut matrix models and non-critical M theory

Abstract: Non-critical string theory is known as a solvable laboratory to study various aspects of string theory. In particular, the matrix-model description has played important roles to see new non-perturbative prospects of the theory which are shared with critical string theory. In this talk, we show general analytic formulae of macroscopic loop amplitudes in various k-cut (p,q) critical points of the multi-cut two-matrix models which also include the special critical points corresponding to fractional superstring theory. Our result indicates existence of a three-dimensional theory in the strong string coupling regime of two-dimensional fractional superstring theory which can be understood as non-critical M theory in the sense proposed by Horava and Keeler.

佐藤 松夫 (弘前大学 教育学部)

Title: Model of M-theory with Eleven Matrices

Abstract: 我々は、11 次元時空における supermembrane 作用が、semi-light-cone ゲージにおいて南部括弧と不変双線形対称形式のみで書けることをある近似で示した。故にこれらの条件下では、世界体積の計量が平坦であっても、supermembrane 作用は volume preserving diffeomorphism で明白に共変である。次に我々

は、supermembrane 作用とこの近似で等価になる作用を第二量子化して得られる、二つの 3-algebra に基づく作用を M 理論の模型として提唱する。第二量子化は南部括弧を有限次元の 3-algebra のブラケットで置き換えることで定義される。これらの模型は $SO(1,10)$ ではなく、 $SO(1,2) \times SO(8)$ または $SO(1,2) \times SU(4) \times U(1)$ の対称性しか持っていないが、M 理論の 11 個の時空座標に対応した dynamical な 11 個の行列を持っている。また、11 次元の $N=1$ 超対称性を持っており、16 個の dynamical な超対称性と 16 個の kinematical な超対称性で構成される。また、 $SU(4)$ の方の模型で、ある 3-algebra を採用したものは、DLCQ 極限で BFSS 行列理論に帰着する。

東 武大 (摂南大学工学部 基礎理工学機構)

Title: Generalized factorization method for the overlap problem in a matrix model with complex action
Abstract: 超弦理論の摂動論によらない定式化として行列模型が有力な候補であると考えられている。行列模型がいかにして私たちの住む 4 次元時空を生成するかを調べることは、非常に重要な問題である。IKKT 行列模型は 10 次元で定義されたものであり、フェルミオンの積分から来る部分は複素数となる。そのために生じる困難の一つにいわゆる overlap problem がある。本講演では overlap problem を克服するために、これまで行列模型の数値シミュレーションで用いてきた factorization method の改良について議論する。特に単純化した模型に対して改良した factorization method を用いて解析することで、数値的な結果がガウス展開法による結果と一致することを示す。

本多正純 (総研大素粒子原子核専攻 (KEK))

Title: Supersymmetry non-renormalization theorem from a computer and the AdS/CFT correspondence

Abstract: 4 次元の planar $N=4$ Super Yang-Mills 理論 (SYM) における Chiral Primary Operator (CPO) の 2 点・3 点・4 点関数を、モンテカルロ法を用いて数値的に計算した。正則化としては、ゲージ対称性と超対称性を最大限に尊重できる Plane Wave Matrix Model を用いた正則化を適用した。我々はこの方法に基づいてモンテカルロ・シミュレーションを行い、CPO の相関関数を計算した。2 点関数及び特別な共形次元 (extremal) の 3 点・4 点関数については、繰り込み補正を全く受けないことが既に証明されており、任意の共形次元の 3 点・4 点関数についてはこれまでどのようなようになるか知られていなかった。しかし、AdS/CFT 対応を通じた重力側からの予言によると、3 点関数はたとえ任意の共形次元の場合でも繰り込み補正を受けず、4 点関数は非自明な輻射補正を受けることが示唆されている。我々はシミュレーションの結果とこれらの主張を比べることにより、 $N=4$ SYM における 3 点・4 点関数の性質の予言、及び AdS/CFT 対応の新たな検証を行った。また、超対称性と S^3 上のラージ N 等価性の関係についての解析も行った。(本講演は伊敷吾郎氏、Sang-Woo Kim 氏、西村淳氏、土屋麻人氏との共同研究に基づく)

午後 2 (16:25-17:40)

松浦 壮 (慶應義塾大学 日吉物理学教室)

Title: Two-dimensional lattice for four-dimensional $N=4$ supersymmetric Yang-Mills
Abstract: In this talk, we present a novel regularization method for four-dimensional $N=4$ supersymmetric Yang-Mills theory. We first discretize a two-dimensional mass-deformed $N=(8,8)$ SYM on a two-dimensional lattice with keeping two supercharges. This theory has a k -coincident fuzzy sphere solution, around which 4d $N=4$ $U(k)$ SYM with two commutative and two noncommutative dimensions appears. We show that we can obtain the usual commutative 4d $N=4$ $U(k)$ SYM on R^4 without any fine tuning by taking the continuum limit for the two-dimensional lattice, followed by a large N limit with scaling the deformation parameter properly. We discuss possible applications of this model via numerical simulations on a computer.

白井耕太 (東京大学大学院理学系研究科物理学専攻)

Title: 自由な Overlap Fermion の系における Reflection Positivity の証明

Abstract: Reflection Positivity は、格子場の理論が、ユニタリー性を満たす量子論に対応していること保証する条件である。本研究では、Ginsparg-Wilson 関係式を満たす、Overlap Dirac 演算子を用いて定義された、格子上の自由 Fermion の系を考え、この系が Reflection Positivity を満たすことの厳密な証明を与える。また、格子上の Wess- Zumino 模型を Reflection Positivity の観点から考察し、問題点を指摘する。

河井 博紀 (東大駒場)

Title: 格子 “N=2” Landau-Ginzburg 模型の Nicolai 写像を用いたシュミレーション

Abstract: N=2 Landau-Ginzburg 模型 (LG 模型) の赤外固定点は N=2 超対称共形場理論のミニマル系列を記述すると予想されている。本研究では格子上で定式化された LG 模型の赤外領域の振る舞いをモンテカルロシミュレーションによって調べ、この予想をチェックする。ここで用いる格子模型では、Nicolai map を利用して N=(2,2) の 1 個の SUSY を、overlap fermion を用いて離散的 chiral 対称性を、それぞれ保っており、摂動論の範囲では fine-tuning が不要である事がわかっている。そのため、連続理論と同じ universality class に属していると考えられる。但し、fermion 行列式は実ではあるが正負いずれの値もとる可能性があるため、sign 問題は存在する。そこで我々は Nicolai 写像を利用し、経路積分をノイズ積分に帰着させてシュミレーションを行った。標準正規分布でノイズを振り、Nicolai 写像を Newton-Raphson アルゴリズム (line search) で解いて場をサンプリングするという手順である。この方法では自己相関を完全に消して場のサンプリングができていた事になる。但し、ノイズごとに全ての解が得られているか不明な点が問題として残っている。3 乗ポテンシャルの場合、スカラー場 ϕ は、予想通りウェイト $1/6$ の primary 場として振る舞う事が見えている。また Gaussian 模型 ($c=1$) との対応を仮定すれば、予想されている結合定数 ($\pi k=3/4$) と consistent な結果が得られている。

7月24日(土)

午前 1 (9:00-10:10)

福嶋 健二 (京都大学基礎物理学研究所)

Title: Chiral Magnetic Effect

Abstract: インスタントンやスファレロンのようなトポロジカルなゲージ配位が存在すると、一般にカイラリティが誘起される。このような状態に外部磁場を印加すると、磁場と平行な方向に電流が流れる。我々はこれを「Chiral Magnetic Effect」と呼んでいる。カイラリティと磁場と電流は、量子異常を通して結びついており、摂動計算、格子 QCD 計算、ホログラフィックモデルなど、様々な計算手法を用いて電流が計算されている。また最近、相対論的重イオン衝突実験で、Chiral Magnetic Effect が見えた、との報告もあり、大きな話題となっている。本講演では、Chiral Magnetic Effect への理論的、実験的なアプローチについてレビューする。

午前 2 (10:30-11:45)

衛藤 稔 (理研 橋本数理物理学研究室)

Title: 高密度 QCD のカラー超伝導ボルテックスの最近の発展について

Abstract: 高密度 QCD ではクォークが凝縮してカラー超伝導状態になると考えられている。特に高密度極限においては最も対称性の高いカラー・フレーバー固定相が安定であり、そこではカラーの破れと $U(1)_B$ の自発的破れに伴い、ノンアーベリアンボルテックスが現れる。このカラー超伝導ボルテックスは内部自由度として $CP(2)$ の南部・ゴールドストーンモードを持っている。この NG モードの有効理論を具体的に構成し、この NG モードが規格化可能なモードであることを示しました。また s クォークの質量を考慮に入れたときに有効理論に現れる効果を検証した。

菊池 徹 (京都大学 理学研究科 素粒子論研究室)

Title: ソリトンの相対論的集団座標量子化

Abstract: 場の理論のソリトン解における集団座標の量子化法について、新しいアプローチを提唱した。基本的な発想は、「ソリトン解から有限自由度のみを取り出してきた集団座標のダイナミクスと、もとの場の理論のダイナミクスとの整合性を尊重する」というものである。このような原理は以下のような利点を持つ：
1. ソリトンの量子揺らぎのゼロモードとノンゼロモードとの関係が簡潔になる、
2. 運動によってソリトンが変形する様を、もとの場の理論の対称性から読み取ることが出来る、
3. 回転運動の相対論的ダイナミクスという未知の物理に挑戦することが出来る。すでに論文として発表したものは、上述の手法の Skyrminion への適用である。可能であれば現在進行中の研究内容も紹介したい。

石井貴昭 (理化学研究所 数理物理学研究室)

Title: Baryon with Massive Strangeness in Holographic QCD

Abstract: 酒井杉本モデルは、ホログラフィック QCD のもっとも成功したモデルとして massless QCD をうまく記述している。しかしながら現実の QCD ではクォークに質量があり、特にストレンジネスはその質量を含めて扱われるべきである。本講演では、3 フレーバーのクォーク質量を酒井杉本モデルに含めたときのバリオン質量への寄与について述べる。

午前 3 (12:00-13:15)

西尾 亮一 (東京大学大学院理学系研究科物理学専攻)

Title: Transverse structure of Hadrons in Holographic QCD

Abstract: ハドロンの transverse 構造は散乱現象において重要な役割を担っている。しかし QCD の非摂動効果の存在のため、ゲージ結合定数の摂動論によってはハドロンの transverse 構造を導くことはできない。ホログラフィック QCD の観点から transverse 構造の理解の枠組みを与え、その性質を導いた。(東京大学数物連携宇宙研究機構の渡利泰山氏との共同研究である。)

藤田充俊 (京都大学大学院理学研究科)

Title: Melting Spectral Functions of the Scalar and Vector Mesons in a Holographic QCD Model

Abstract: We investigate the finite-temperature spectral functions of heavy quarkonia by using the soft-wall AdS/QCD model. We discuss the scalar, the pseudo-scalar, the vector, and the axial-vector mesons and compare their qualitative features of the melting temperature and growing width. We find that the axial-vector meson melts earlier than the vector meson, while there appears only a slight difference between the scalar and pseudo-scalar mesons which also melt earlier than the vector meson.

田港 朝貴 (九州大学大学院 理学府 物理学専攻 素粒子理論研究室)

Title: Accelerated strings and Unruh effect in holographic confining gauge theory

Abstract: ゲージ/重力対応の枠組みの一貫として一様加速している弦の振る舞いを議論する。特に我々は、これまで議論されてきた AdS 時空ではなく、より QCD-like な閉じ込めの性質を持つゲージ理論に双対な超重力理論の時空のもとで一様加速する弦を調べた。加速度運動している弦の共動座標をとり、その真空での弦を観測すると、粒子の Unruh 効果と同様温度を獲得しているように見える。ところが、閉じ込めを引き起こすポテンシャルからの寄与により、観測される温度は単純な Unruh 温度とは異なる事がわかった。また、この共動座標系でのクォーク・反クォーク間のポテンシャルは、この温度の効果による color screening を起こす事も示せた。さらに、chiral 対称性の回復効果も Unruh 効果として観測された。なお、本研究は郷六一生氏 (福工大)、石原雅文氏 (九大)、久保幸貴氏 (九大) との共同研究に基づく。

括弧内の数字は講演時間 (分)、* がついたものはレビューを含む講演です。

研究会ホームページ

<http://www2.yukawa.kyoto-u.ac.jp/~qft/>

にてライブ中継を予定しています。