

基研研究会「場の理論と弦理論」
プログラム (2009年7月6日~7月10日)

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

7月6日 (月)

午後 1 (12:30-13:40)

高橋 史宜 (University of Tokyo, IPMU)

title: Dark matter and cosmic-ray anomalies

abstract: 最近の宇宙線観測結果、特に PAMELA、Fermi、HESS の観測が示唆する宇宙線における電子成分の異常について、レビューを行う。また暗黒物質がその電子・陽電子の excess の説明を担うとした場合に必要となる暗黒物質が満たすべき性質について議論し、具体的なモデルをあげる。更に将来の観測で如何に他の候補 (例えばパルサー) と区別できるかについても触れたい。

午後 2 (14:10-15:25)

伊藤 克美 (新潟大学教育学部)

title: Anomalies in Exact Renormalization Group

abstract: 厳密くりこみ群を用いたアノマリーの計算と、その理論的な位置づけについてお話しします。

厳密くりこみ群において導入される正則化 (赤外切断) によって、系がもともと持っていた対称性は、多くの場合壊れてしまう。特に、ゲージ対称性が壊れてしまうことは、厳密くりこみ群の応用を考えた場合、決定的に重要である。これまでの研究によって、ゲージ対称性が正則化の影響を受けながらも維持されていることを明らかになった。このことは反場形式を用いることによって素直に表現される：すなわち、正則化の後量子マスター方程式が成り立ち、そのことがゲージ対称性の存在を保証し、また、変換など具体的な構造を決定している。今回は、アノマリーが量子マスター方程式の破れとして現れることを具体的な計算も含めて示す。

水上 史絵 (中央大学大学院理工学研究科)

title: Fine tuning problems in gauge hierarchy and inflation

abstract: Higgs と inflaton が高次元ゲージ場の余剰次元成分のスカラー場として同一視することによって、ゲージ階層性問題である Higgs の質量の fine-tuning 問題と、inflation における fine-tuning 問題を同時に解決する可能性を調べた。我々は、toy model として S^1 にコンパクト化された 5 次元超対称ゲージ理論を用い 1-loop レベルまでの Higgs-inflaton ポテンシャルを求めた。その結果、gauge-Higgs-inflaton 統一のアイデアを中間エネルギースケール (10^{13}GeV) の理論に対して適用すると、inflation を fine-tuning 無しで説明できる。

佐野 正和 (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: ブレーンガスをを用いたダークマターの可能性

abstract: ブレーンガスをダークマターに応用するために、ブレーンの質量や電荷を 4 次元にコンパクト化した後に 4 次元 Einstein frame で見積もる。

内部空間方向のみに巻き付いたブレーンは我々から点粒子として認識される。この点粒子の質量が軽く、電荷が非常に小さければダークマターの可能性が出てくる。しかし、D-brane は string coupling が小さく、巻き付いているサイクルの体積が大きい場合に質量が重くなる事が知られている。

我々は 4 次元 Einstein frame に移ると必ずしもこの事実が成立せず、ブレーンの質量が軽くなる例を見つけた。この性質はブレーンの質量にある種のデュアルな関係が成立していることに関連している事がわかった。同様な性質がコンパクト化した後の RR 電荷にも成立することがわかった。

午後 3 (15:40-16:30)

松尾 俊寛 (岡山光量子科学研究所)

title: Massless radiation from rotating string

abstract: 摂動論的弦理論において回転弦からの光子輻射率を計算する。重いストリングからの輻射スペクトラムは、始状態の縮退について平均し、終状態の縮退について足し上げれば熱的になる事が知られているが (Amati-Russo '99)、そこでは異なる角運動量固有状態が縮退として扱われている。我々は角運動量を指定した状態を用いて計算をおこない、輻射スペクトラムの角運動量依存性を決定した。結果は輻射が熱的ではないことを示しており、熱的分布を得るには角運動量を縮退と見なすことが本質的であったことがわかった。つまり、ブラックホールに対応する状態を得るには、一体のストリングを粗視化していくのではなく、多体のストリングを一つの状態として扱わなければならない事がわかる。

知崎 陽一 (お茶の水女子大学 人間文化創成科学研究科)

title: pp-wave 上の共变的超弦の場合における低エネルギー作用

abstract: 背景場中の共变的な超弦の場の理論が矛盾なく成立しているかどうかは具体的によくわかっていない。そこで NS-NS 反対称テンソル場のフラックスを持つ pp-wave 背景上の共变的な超弦の場の理論において、特に NS-NS セクターを成分場展開したときの低エネルギー作用について詳しく調べた。この場合は、モードの一部が座標に依存するために、Virasoro 演算子や超 Virasoro 演算子の中に含まれる微分演算子が、単に、重力場、反対称テンソル場、ディラトン場に掛かるだけでなく、モードにも掛かることが特徴的である。このために、共変微分が厳密に再現でき、この背景場中の超重力場の 2 次展開作用を厳密に再現できることを示した。

午後 4 (16:45-17:35)

松本拓也 (名古屋大学大学院 多元数理科学研究科)

title: Serre Relation and Higher Grade Generators of the AdS/CFT Yangian Symmetry

abstract: AdS/CFT 対応は、その対応を用いた様々な応用が研究されている一方、ゲージ理論側と弦理論側で結合定数が強弱の関係であるために、この対応を摂動論的に検証することは一般に困難である。近年、両理論の可積分性に注目することで、AdS/CFT 対応の最も基本的な例である $AdS_5 \times S^5$ 上の IIB 型超弦理論と 4 次元 $N=4$ 超対称ゲージ理論との対応において、結合定数の全領域での対応が構成された。これが $SU(2-2)$ スピン鎖模型である。このスピン鎖模型で定義される散乱行列は、ある表現 (Evaluation 表現) を仮定すると無限次元のヤンギアン代数の対称性をもつことが知られている。Evaluation 表現が仮定されていた主な理由は、ヤンギアン代数の定義方程式の一つであるセール関係式が複雑であることによる。本研究では、超リー代数 $SU(2-2)$ の 1-parameter 変形であり、より良い性質をもつ例外超リー代数 $d(2,1;\epsilon)$ の観点から、Evaluation 表現がセール関係式と実際に両立していることを 3 次元ガンマ行列を導入することにより示した。また、ヤンギアンの高次生成子を標準的な方法で構成すると、 $SU(2-2)$ の特殊性により特異項が現れるが、あるゲージ固定条件を採用すると高次生成子が正則に構成できることを示す。この研究は森山翔文氏 (名大多元数理) との共同研究に基づきます。

一ノ瀬祥一 (静岡県立大学食品栄養科学部)

title: 高次元場の理論の量子化と新しい正則化法

abstract: 5次元場の理論のカシミアエネルギーの計算を具体例に高次元量子場の理論の新しい定式化を試みる。従来と異なる点は sphere lattice regularization という最少面積原理を UV 及び IR divergence の正則化に使ったものを採用している点である。最大のメリットは従来場の理論の枠内では発散していた物理量が有限に計算できることである。すでに 5D Electromagnetism の Casimir Energy を計算し、有限値を得ている。境界パラメーター (periodicity, warp parameter, etc) の繰り込みが正しく行われ、それらの renormalization flow (beta function) を得ている。背景の時空幾何は平坦の場合とワープトの場合が取り扱われ、比較検討されている。S-matrix への拡張、ゲージ不変性、さらに高い次元での場の理論への拡張などをコメントする。

7月7日(火)

午前 1 (9:00-10:10)

渡利 泰山 (東京大学 数物連携宇宙研究機構 (IPMU))

title: F-理論のコンパクト化の理論的進展と現象論への応用

abstract: 昨年以來、F-理論のコンパクト化に関して分厚い論文が多数書かれ、いくつかの理論的進展があり、また同時に現象論への意味ある結果が得られている。理論的進展として、「場の理論を用いた局所模型」という考え方と、Heterotic-F 双対性の新たな理解を紹介する。その後、現象論について得られた結果を、湯川結合に関するものを中心に述べる。[上記内容はすでに1時間分には多いと考えるので、いくらか内容を割愛する可能性がある。

午前 2 (10:40-11:30)

溝口俊弥 (KEK)

title: Yet Another Alternative to Compactification - Nambu, Kobayashi-Maskawa in string theory - 小林・益川の予言は交差するブレイン上の南部・Goldstone モードによって実現されていた！ ”Mo Calabi-Yau wa iranai”

abstract: 一般に超重力のブレイン解は対称性を自発的に破り、それに付随する南部-Goldstone モードがブレイン近傍に局在する。よく知られた例は D-ブレイン上の超対称ヤン-ミルズだが、 $E_8 \times E_8$ ヘテロティック 5-ブレインでは E_7 の 56 になり、ADE 特異点との双対性と矛盾しない。本講演では、交差する $E_8 \times E_8$ 5-ブレイン上には南部-Goldstone モードとして E_6 の 27 に属するカイラル超多重項がちょうど三代存在することを示す。さらに、互いに異なるチャージをもつ2つのこのような交差ブレイン系を $S_1(\mathbb{Z}_2)$ にコンパクト化することにより、RS1 ライク (波場-清水ライク) な E_6 GUT 模型をきわめて単純に構成することができる。すなわち、我々の模型は「なぜ三代か？」という素粒子論の基本的問題の解決にさえ道を拓くものであり、標準模型を越える模型構築のボトムアップアプローチと弦理論をつなぐ全く新しい架け橋としてこの模型を提唱したい。(近畿大学の太田信義氏、KEK の木村哲士氏との共同研究に基づく)

安達裕樹 (神戸大学大学院理学研究科)

title: ゲージ・ヒッグス統一模型における異常磁気モーメント・電気双極子モーメントの性質

abstract: ゲージ・ヒッグス統一模型は、標準模型のヒッグス粒子を余剰次元を持つ高次元のゲージ場の一部とみなします。その結果、理論が繰り込み可能ではないにもかかわらず、高次元ゲージ対称性より (空間の次元によらず) ヒッグス粒子の質量が紫外発散を持たなくなります。

同様にフェルミオンの異常磁気モーメント・電気双極子モーメントについても高次元ゲージ対称性と on-shell 条件を用いた演算子解析から紫外発散を持たないことが予想され、この予想を 5 次元の QED で実際に計算し、確かめました。

ところが、5 次元 QED では標準模型の湯川結合定数が再現されておらず、標準模型を含んだモデルにおいてもこのような性質を持つのかどうかは自明ではありません。そこで、私たちは標準模型のゲージ群を含み、湯川結合定数を再現するような現実的なモデル上でフェルミオンの異常磁気モーメント・電気双極子モーメントについて調べました。その結果、通常の高次元の理論では発散の始まる 6 次元においても高次元ゲージ対称性より紫外発散がないことが確認できました。また、ゲージ・ヒッグス統一模型では結合定数がゲージ相互作用のため、CP の破れが出ないように考えられますが、これらの CP の破れについても調べました。さらに、この模型の予言として異常磁気モーメント・電気双極子モーメントの値を計算し、余剰次元の半径についての下限を得ました。

午前 3 (11:45-13:00)

太田 信義 (近畿大学理工学部)

title: Black Holes in the Dilatonic Einstein-Gauss-Bonnet Theory in Various Dimensions –Case with negative cosmological term–

abstract: 通常のアインシュタイン理論に、超弦理論で期待されるガウスボネ項とディラトンが入っている場合のブラックホール解について調べた。とくに AdS/CFT の場合に重要になると考えられる AdS 解を与えるような負の宇宙項がある場合についての解と、その性質について、アインシュタイン理論とガウスボネ項だけの場合との違いを対比しながら議論したい。鳥居隆氏との共同研究です。

島田英彦 (Albert Einstein Institute)

title: On on-shell closure of maximal superconformal symmetry and its application

abstract: 一般に、超対称的場の理論では、超対称変換の場への作用の (anti-)commutator を計算すると、運動方程式に比例する項があらわれ、運動方程式を用いないと超対称性が閉じない (on-shell closure)。超対称性が低い場合には、補助場を導入する事によって運動方程式を用いない off-shell closure を実現する事が可能で、またそれが理論の性質を調べるのに有効である事が知られている。しかし、超対称性の数が多いほど off-shell closure を実現するのは困難になり、特に maximal supersymmetry の場合については、そのような off-shell closure は未だに実現されていない。

このように on-shell closure は maximal supersymmetry の特徴的な性質である。本講演では、 $\mathcal{N} = \Delta$ Super Yang-Mills 理論について、この理論の持つ maximal superconformal symmetry について、on-shell closure の構造 (より具体的には closure にあられる運動方程式に比例する項の構造) を詳細に調べた結果を報告する。またそれがどのような応用を持つか、特に理論の量子補正への制限を与えるかどうかについて、議論する。(東大駒場、風間洋一氏との共同研究)

清水将英 (Hokkaido University)

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

abstract: 近年、コンパクトな Calabi-Yau 多様体に対する開弦のミラー対称性の研究が、行列因子化の利用、相対周期の方法、トーリック幾何学など、様々な手法によって進んでいる。これによって、弦理論をコンパクト化して得られる様々な 4 次元 $N=1$ 理論の非摂動的効果を含む超ポテンシャルを厳密に計算できる。これはまた幾何学的には Calabi-Yau 多様体の中のディスク不変量の母関数を計算している事にも相当し、その値は整数になる。本研究では、これらの手法を、完全交差と呼ばれるカラビ・ヤウ多様体の定義方程式の数一つではない場合に適用し、幾つかのモデルについて超ポテンシャルの計算を実行した。特に、行列因子化という CFT 的な picture での brane の扱いを、完全交差の場合に対して適用し、また周期積分の評価方法についても微分方程式の解として得るのではなく直接積分する方法が機能すると示した。(本研究は鈴木久男氏 (北大理) らとの研究に基づきます。)

午後 1 (14:15-15:30)

西中 崇博 (大阪大学 素粒子論研)

title: Holographic Renormalization Group with Gravitational Chern-Simons Term

abstract: 3次元の古典重力を用いて2次元場の量子論を解析することは、AdS/CFT 対応の最も単純な応用として多くの研究者たちによりなされてきた。特に2次元場の量子論におけるくりこみ群の流れは、3次元重力と結合した scalar 場の flow と対応することが知られており、2次元場の理論の effective な自由度を表す Zamolodchikov の c 関数についても、3次元側から holographic に得られることが分かっている。しかしこれまでの解析では3次元側で pure gravity を仮定していたため、left-mover と right-mover で等しい c 関数しか得ることができず、left-right asymmetric な、すなわち parity を破るような2次元場の量子論のくりこみ群 flow や c 関数については、3次元側の対応物が知られていなかった。我々はこの問題に対して、3次元側で pure gravity の他に重力 Chern-Simons 項を含む理論 (topologically massive gravity) を考え

ることで、parity を破るような 2 次元場の理論の holographic renormalization group flow を構成した。またさらに left-right asymmetric な c 関数を構成し、それがくりこみ群の flow に沿って単調減少すること、また left-mover と right-mover の c 関数の差はくりこみ群で flow しないことなど、2 次元場の量子論の一般論と完全に consistent であることを示した。

西岡辰磨 (京都大学理学部素粒子論研究室)

title: CFT Duals for Extreme Black Holes

abstract: 最近 Kerr/CFT 対応と呼ばれる、4 次元のゼロ温度回転ブラックホールと 2 次元 CFT の間の双対性が提唱された。これは Bekenstein-Hawking entropy を CFT の微視的状态数として再現することで示唆されている。本講演では同様の双対性がかなり一般的なゼロ温度ブラックホールに対しても成立することを示す。

小川軌明 (京都大学基礎物理学研究所)

title: Higher-Derivative Corrections to the Asymptotic Virasoro Symmetry of 4d Extremal Black Holes

abstract: Kerr/CFT 対応 (Extremal Black Hole/CFT 対応とも呼ばれる) は、極限ブラックホールに対して一般に 2 次元カイラル CFT の状態群を対応づける処方箋である。今回我々は、任意の高次微分項を含む 4 次元重力理論にこれを拡張した。これにより求められる統計力学的エントロピーは、Iyer-Wald 公式を完全に再現する。(畔柳竜生氏 [京大理]、Geoffrey Comp 醇 Qre 氏 [UCSB]、立川裕二氏 [IAS]、寺嶋靖治氏 [京大基研] との共同研究に基づく)

午後 2) (16:15-17:30)

黒木経秀 (立教大学)

title: Spontaneous supersymmetry breaking in matrix models

abstract: 自発的超対称性の破れの解析を行う。まずよく知られた量子力学の例で、通常よく見られるような演算子形式による定式化でなく、経路積分形式でどのように自発的超対称性の破れを同定するかを定式化した後、行列模型の枠内で有限の N では超対称性があるが、large- N 極限でのみ自発的に超対称性が破れるような模型の具体例を示す。行列模型による弦理論の非摂動的定式化においては、重力の存在が超対称性によって保証されている一方、現実の宇宙では超対称性が破れているため、この性質は行列模型による非摂動的定式化における超対称性の破れに関し、重要な知見を与える。

東 武大 (摂南大学工学部 数学物理学系教室)

title: Monte Carlo studies of the six-dimensional IKKT model

abstract: これまで IKKT 行列模型による 4 次元時空の力学的生成が盛んに議論されてきた。IKKT 行列模型は、フェルミオンから来る行列式が複素数であり、このことが時空生成に本質的な役割を果たしている。本講演では時空生成の仕組みを第一原理から検証することを目指し、単純化した 6 次元 IKKT 行列模型のモンテカルロシミュレーションについて議論する。

Cecilia Albertsson (京都大学基礎物理学研究所)

title: Structures on doubled geometry

abstract: Doubled geometry is a way to describe mutually T-dual target spaces of nonlinear sigma models in a unified manner. We investigate the geometrical properties of the associated spaces, finding further striking similarities with the generalised geometry of Hitchin.

7月8日(水)

午前1 (9:00-10:10)

坂本真人(神戸大理)

title: Quantum Field Theory at a Lifshitz Point

abstract: Horavaの提唱した3+1次元 $z=3$ Horava-Lifshitz重力理論が最近注目を浴びている。この理論のひとつの特徴は、(power countingの意味で)繰り込み可能であること。もう一つは、長距離スケールではアインシュタインの重力理論に一致するが、短距離では空間と時間が非等方なスケーリングを持つ fixed point (Lifshitz point) で支配される非相対論的な重力理論となっている点である。

空間と時間の非等方性は dynamical critical exponent z で特徴付けられ、短距離スケールでは $z=3$ で非等方性は非常に大きい、長距離では $z=1$ となりそこでは等方性が回復しローレンツ対称性が emergent symmetry として現れる。つまり、相対論的不変性は低エネルギーで偶然現れた accidental symmetry であると解釈される。

Horavaの理論は、通常のアインシュタインの重力理論とは短距離での振る舞いが(高階の空間微分項の存在のため)大きく異なる。宇宙論におけるインフレーションシナリオや宇宙初期の特異点構造、あるいは、black hole エントロピーや地平線構造などに関する従来の結果に大きな修正が施されると期待出来る。

Horavaは論文の中で、condensed matter physics から多くのアイデアを得た述べている。本講演では、Horavaの理論の背景にある様々なアイデアや理論的背景(Lifshitz point, detailed balance, dimensional reduction,...)、および、理論構造について詳しく論ずる予定である。また、Horavaの理論の物理的応用や問題点についても触れるつもりである。

参考文献:P.Horava, "Quantum Gravity at a Lifshitz Point", Phys.Rev.D79:084008,2009 [arXiv:0901.3775]; "Membranes at Quantum Criticality", JHEP 0903:020,2009 [arXiv:0812.4287]; "Quantum Criticality and Yang-Mills Gauge Theory", arXiv:0811.2217.

午前2 (10:40-11:55)

岸本功(理化学研究所)

title: Vacuum structure around identity based solutions

abstract: 開弦の場の理論の解析解のうち、identity stateに基づく高橋-谷本解のまわりの理論を考える。元の古典解は(-1/2以上の)パラメータ a をもつものであるため、この解のまわりの理論も a でパラメトライズされている。各 a の理論において Siegel ゲージの古典解を数値的に構成しゲージ不変量(vacuum energy と gauge invariant overlap)を評価した。その結果、 $a > -1/2$ ではタキオン真空に対応する安定な古典解が存在し、 $a = -1/2$ ではそれが消えることが確かめられた。さらに、 $a = -1/2$ の場合にだけ摂動論的真空に対応する不安定な古典解が存在することが示唆される結果を得た。これらの結果は、高橋-谷本解が $a = -1/2$ ではタキオン真空を与え、 $a > -1/2$ では pure gauge である、という予想に対する定量的な証拠を与えている。(この研究は高橋智彦氏との共同研究に基づく。)

大橋 圭介(京大)

title: 一般の非アーベリアンゲージ理論におけるポータックスについて

abstract: $U(1)$ ゲージ理論における余剰次元が2の位相的ソリトンとして発見されたポータックス解は、近年、 $U(N)$ ゲージ理論に拡張されて研究されている。今回は、任意のゲージ群に一般化したシステムにおけるBPS解の構成方法と、その解の一般的性質、モジュライ空間について、SO群を例にして説明する。

この一般化されたポータックスは、 $U(N)$ ゲージ理論のそれにはない、さまざまな性質を持ち得る。特に、最小の位相電荷を持つBPS解であっても、複数のポータックス(エネルギー密度における複数の頂点)から構成されるといった、一見奇妙な性質を一般に持つ事を解説する。

衛藤 稔(理研)

title: 高密度QCDにおけるカラー超伝導ポータックス

abstract: 高密度QCDはカラー超伝導状態にあると考えられていて、カラーフレーバーが固定された真

空 (CFL) が安定であると考えられている。この CFL 相では対称性の自発的破れに伴うトポロジカルに安定なカラー超伝導ボーテックスが存在することが知られている。この渦糸は超伝導と超流動の二つの性質を持っていて、ノンアーベリアンボーテックス又は準超流動ボーテックスとも呼ばれている。このボーテックスの顕著な特徴としてカラーフレーバー対称性の自発的破れに起因する南部・ゴールドストーン粒子が現れることが知られている。

本講演では、このマシレス粒子がボーテックス上に局在するノーマライザブルな粒子である事を示し、更にそのゼロモードを記述する低エネルギー有効理論について紹介したい。またこれまでによく調べられていなかったボーテックス解の詳細についても紹介したい。

午前 3 (12:10-13:00)

中島 宏明 (Department of Physics, Sungkyunkwan University, Korea)

title: Vortex-type BPS Solitons in Mass-deformed ABJM Model

abstract: 全ての超対称性を保つ質量変形された ABJM model に対して BPS 方程式を計算し、どのような vortex 型のソリトン解があるかを議論する。half-BPS では vortex は ANO vortex または non-Abelian vortex があらわれるが、低い BPS の場合は self-dual Chern-Simons vortex またはその non-Abelian な一般化が可能である。

八木 太 (基礎物理学研究所)

title: Toward M5 branes from ABJM action

abstract: 複数枚の M2 ブレーン上の理論として、提唱された ABJM 理論は、複数枚の M5 ブレーン上の理論を考える上でも有用であると期待される。そのための第一歩として、ABJM 理論の運動方程式の解として、M2 ブレーンと M5 ブレーンの束縛状態に対応すると期待される解を考察する。

ABJM 理論は、適切に S^1 コンパクト化すると D2 ブレーン上の理論になることが知られており、その D2 ブレーン上の理論において、D2 ブレーンと D4 ブレーンの束縛状態がどのように表されるかはすでに知られている。そこで、M2 ブレーンと M5 ブレーンの束縛状態は、ABJM 理論において、その解からの摂動としてとらえることができると期待される。

我々は、実際にそのような摂動解を計算し、それが確かに 2 ブレーンと M5 ブレーンの束縛状態に対応する解であることを議論した。

午後 1 : ポスター紹介 (14:15-14:45)

午後 2 (Poster Session) (14:45-16:15, 16:35-18:00)

新井真人 (CQeST, Sogang Univ.)

title: Domain walls in massive nonlinear sigma model on quadric surface

abstract: 近年、4, 5 次元の $U(N)$ ゲージ群を持つ超対称ゲージ理論におけるドメインウォール解の理解がなされ、解のモジュライ空間が明らかにされた。この理論は、強結合極限においてグラスマン多様体の余接束を標的空間に持つような超対称非線形シグマ模型に落ちる。このことは、グラスマン多様体の余接束以外の標的空間を持つ模型に対しても同様の解析が可能であることを示している。グラスマン多様体はエルミート多様体の 1 つであるが、例えば、他のエルミート多様体である complex quadric surface (以後、 Q^N と記述) も考えることも出来る。しかし、 Q^N の余接束を標的空間に持つような非線形シグマ模型の解析は非常に困難である。一方で、この種の模型のウォール解には余接部分は効かないという予想もある。そこで本研究では、模型を単純化し、標的空間が Q^N に落ちるような 3 次元の超対称ゲージ理論を考え、その真空構造とウォール解を探る。

石田明 (名古屋大学大学院多元数理科学研究科)

title: Towards boundary open-closed string field theory

abstract: Closed string field theory に boundary string field theory が結合した系を考える。その系にお

いて古典的 Batalin-Vilkovisky 方程式を調べる。

大谷 聡 (神戸大学大学院理学研究科)

title: Particle Propagation on a Circle with a Point Interaction

abstract: 1次元ラプラス演算子の自己共役性と矛盾しない点状相互作用は一般に2次元ユニタリー群で特徴付けられることが知られている。今回我々はこの $U(2)$ 点状相互作用のある円周上の自由粒子に対する経路積分の厳密な表式を導出することに成功した。今回の講演ではこれについて発表する。またポワッソン和公式の一般化および余剰次元のある場の理論への応用についても言及する。

木村祐介 (University of London, Queen Mary)

title: Holomorphic maps and the complete $1/N$ expansion of 2D $SU(N)$ Yang-Mills

abstract: We give a description of the complete $1/N$ expansion of $SU(N)$ 2D Yang Mills theory in terms of the moduli space of holomorphic maps from non-singular worldsheets. This is related to the Gross-Taylor coupled $1/N$ expansion through a map from Brauer algebras to symmetric groups. These results point to an equality between Euler characters of moduli spaces of holomorphic maps from non-singular worldsheets with a target Riemann surface equipped with markings on the one hand and Euler characters of another moduli space involving worldsheets with double points (nodes).

坂 拓哉 (東京工業大学大学院理工学研究科基礎物理学専攻)

title: Instanton Calculus in Deformed $N=4$ Super Yang-Mills Theory

abstract: 我々は R-R 3-form 背景場により変形された $N=4$ 超対称 Yang-Mills 理論におけるインスタントン有効作用を導き、この有効作用に対する超対称性の存在を確かめ、位相的ツイストにより作られる BRST 演算子について議論した。さらに弦理論におけるディスク振幅の計算からもインスタントン有効作用を計算し、この結果と場の理論からの計算結果が、変形の2次に相当する補正項分を除いて一致することがわかった。また、R-R 3-form による変形の一つとしてフェルミオンの質量項に相当する項を導入した時のインスタントン有効作用の変形を求めた。一方で、Yang-Mills 理論の時空での作用の観点では、R-R 3-form 背景場の導入は Omega-background 変形に相当すると考えられており、この2つの変形の関係についても述べる。

土屋陽一 (東京大学素粒子論研究室)

title: Right-handed Neutrinos in F-theory Compactifications

abstract: F-理論のコンパクト化においては、複素構造モジュライが右巻きニュートリノの良い候補である。フラックスコンパクト化により複素構造モジュライの質量が生成されるが、この質量は大気ニュートリノ振動とシーソー機構から予言される右巻きニュートリノの質量とオーダーがよく合っている。

富野 弾 (台湾国家理論科学研究中心)

title: Supersymmetric reduced models with a symmetry based on Filippov algebra

abstract: Question: Are there new supersymmetric reduced models which have a gauge symmetry with n -bracket structure and full D -dimensional Lorentz symmetry? (IKKT model is the case of $(D,n)=(10,2)$.)

Answer: Yes, for $(D,n)=(4,3)$, $(5,3)$ and $(6,4)$ under appropriately choices of signature for Lorentz symmetry. These models relate to Green-Schwartz $n+1$ -brane action in a "large N " limit.

西山 精哉 (Centro de Física Teórica, Universidade de Coimbra)

title: Anomaly-Free Supersymmetric Sigma-Model Based on the $SO(2N+1)$ Lie Algebra of the Fermion Operators - Optimization of a Reduced Scalar Potential and a Proper Solution -

abstract: The extended supersymmetric sigma-model has been proposed based on an $SO(2N+1)$ Lie algebra spanned by fermion annihilation-creation operators and pair operators. Canonical transformation, extension of an $SO(2N)$ Bogoliubov transformation to the $SO(2N+1)$ group, is introduced. Embedding the $SO(2N+1)$ group into an $SO(2N+2)$ group and using $SO(2N+2)/U(N+1)$ coset variables, we have investigated a supersymmetric sigma-model on a Kaehler manifold of a symmetric space $SO(2N+2)/U(N+1)$.

To construct a consistent supersymmetric coset model, we embed a coset coordinate in an anomaly-free spinor rep of $SO(2N+2)$ group and give corresponding Kaehler and Killing potential for an anomaly-free $SO(2N+2)/U(N+1)$ model. A reduced scalar potential is optimized with respect to a vacuum expectation value of sigma-model fields and a proper solution for one of the $SO(2N+1)$ group parameters will be derived.

西脇 健二 (神戸大学理学研究科素粒子論研究室)

title: 余剰次元空間の幾何学を起源とする高次元ゲージ理論における CP の破れ

abstract: 高次元ゲージ場の余剰次元成分をヒッグス場と見なすゲージ・ヒッグス統合模型において CP の破れを導入する事は、湯川結合は実であるゲージ結合を由来とする為に、その実現は非自明な問題として残されていた。今回我々は、余剰次元が 2 つの高次元ゲージ理論において、余剰次元が $^2/Z_4$ オービフォールドでゲージ群が $U(1)$ という、比較的簡単な設定の下でも CP の破れが実現される事を示した。余剰次元が 2 つ (時空が偶数次元) の場合では、CP 変換が余剰次元の複素構造と密接に関連する事が興味深い点である。本研究は、林青司氏 (神戸大)、丸信人氏 (中央大) との共同研究である。

長谷部 一気 (諺問電波高等専門学校)

title: Supersymmetric Quantum Spin Model and Quantum Hall Effect

abstract: 量子スピン模型のなかで、'解ける' 模型でありギャップ励起を示す興味深い模型 (AKLT 模型) の超対称版を考える。この模型はパラメーターを一つ含むがパラメーターの値によらず (0 と無限大を除いて) $OSp(1-2)$ の超対称性有する。パラメーターは量子スピン系にドープされた正孔の量に対応しており、有限の大きさのパラメーターについて超伝導的性質を系は示す。パラメーターの 0、無限大極限においては、もともとの AKLT 模型とダイマー模型を実現する。更に、本模型と量子ホール系とのアナロジーについても議論する。本研究は、Daniel Arovas (カリフォルニア大)、Xiaoliang Qi, Shoucheng Zhang (スタンフォード大) 氏との共同研究によるものである。

浜中 真志 (名古屋大学大学院多元数理科学研究科)

title: 非可換 Anti-Self-Dual Yang-Mills 方程式の数理と可積分系

abstract: 非可換空間上の Anti-Self-Dual Yang-Mills 方程式の数理的側面について議論する。解を解に写すベッケルト変換と厳密解の構成法 (グラスゴー大学の Gilson 氏、Nimmo 氏との共同研究) について主に紹介するが、厳密解の振る舞い、低次元可積分方程式へのリダクションおよび Seiberg-Witten マップ (グラスゴー大学の Strachan 氏との共同研究) についても余裕があれば触れたい。

林 博貴 (東京大学大学院理学系研究科物理学専攻)

title: Codimension-3 Singularities and Yukawa Couplings in F-theory

abstract: 大統一理論の湯川結合を記述するのに F 理論が大変適しており、F 理論において湯川結合は内部空間である複素三次元多様体の余次元三特異点から生成されると考えられている。しかしながら、F 理論では世界面による定式化が知られていなかったため、以前までは湯川結合定数を計算することはできなかった。しかし、Beasley、Heckman、Vafa が F 理論の局所的な描像を八次元の場の理論として定式化したことを受け、我々はまさにこの定式化が F 理論において湯川結合定数を計算することに最適であることを発見した。我々はこの定式化によって、内部空間の特異点として生成される相互作用を場の理論を用いて解析することができ、内部空間の運動方程式解を内部空間上で積分すれば原理的には湯川結合定数を計算できることを示した。特に、内部空間の多様体が一般の複素構造をもった場合を詳しく考察し、その場合は分岐曲線をもった場の理論となることがわかった。さらにその際、アップタイプ湯川結合定数が近似的にランク 1 の行列となることを示した。本研究は、川野輝彦氏 (東大本郷)、Radu Tatar 氏 (Liverpool 大)、渡利泰山氏 (IPMU) との共同研究に基づく。

藤田 充俊 (京都大学大学院理学研究科)

title: BPS operators from the Wilson loop in the 3-dimensional supersymmetric Chern-Simons theory

abstract: In the paper hep-th/0504039, it was conjectured that the 1/2-BPS point-like Wilson loop in

the $\mathcal{N} = \Delta$ SYM theory is mapped to the vacuum state of the dual IIB string theory on the pp wave background and the functional derivatives of the Wilson loop are mapped to the excited string states. Motivated by this conjecture, we consider the small deformation of the point-like Wilson loop in the 3-dimensional $\mathcal{N} = \Delta$ superconformal Chern-Simons theory. By Taylor-expanding the point-like Wilson loop in powers of the loop variables, we obtain the BPS operators which correspond to the excited string states of the dual IIA string theory on the pp wave background. The BPS conditions of the Wilson loop give constraint on both the loop variables and the forms of the operators obtained in the Taylor-expansion.

藤森俊明 (東京工業大学)

title: Monopoles in the Higgs phase with arbitrary gauge groups

abstract: 3+1 次元 N=2 超対称ゲージ理論のヒッグス相における BPS モノポールについて議論する。ヒッグス相ではマイスナー効果のため magnetic flux が絞られるため、monopole は vortex string を伴い、1/4 BPS configuration を作る。これらの monopole は vortex string 上の有効理論 (1+1 次元 N=(2,2) 非線形シグマ模型) からは、BPS kink configuration とみなせることを示す。我々はこれまでの研究で vortex を任意のゲージ群の場合に拡張したが、それをういて任意ゲージ群のモノポールとボーテックスの混合系について議論をする。

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 D9-brane-anti-D9-brane Pairs from Hagedorn Transition of Closed Strings — whether first order phase transition or second order one?

abstract: It is well known that one-loop free energy of closed strings diverges above the Hagedorn temperature. One explanation for this divergence is that a ‘winding mode’ in the Euclidean time direction becomes tachyonic above the Hagedorn temperature. The Hagedorn transition of closed strings has been proposed as a phase transition via condensation of this winding tachyon. But we have not known the stable minimum of the potential of this winding tachyon so far. On the other hand, we have previously calculated the finite temperature effective potential of open strings on D-brane-anti-D-brane pairs, and shown that a phase transition occurs near the Hagedorn temperature and D9-brane-anti-D9-brane pairs become stable. We have presented the conjecture that D9-brane-anti-D9-brane pairs are created by the Hagedorn transition of closed strings, and we have shown some circumstantial evidences. In this talk we argue whether this phase transition is the first order phase transition or the second order one. This can be decided by computing open string tachyon dependence of the finite temperature effective potential near the closed string vacuum. We need to investigate not only the contribution from the zeroth order diagram for closed string coupling (cylinder or torus), but also from the first order diagram (cylinder with one closed string insertion, or disk with one handle). We show that the results of the calculation of cylinder amplitude with one closed string insertion implies that this phase transition is the first order. We hope to argue the contribution from disk with one handle.

本多正純 (総合研究大学院大学素粒子原子核専攻)

title: 4次元 N=4 Super Yang-Mills 理論におけるウィルソン・ループのモンテカルロ計算

abstract: 4次元の planar N=4 Super Yang-Mills 理論 (SYM) におけるウィルソン・ループの期待値を、モンテカルロ法を使って数値的に計算した。通常用いられる格子正則化では、超対称性を保つことが困難であるため、planar 極限の解析に有用な large N reduction の idea を用いる。特に、planar N=4 SYM の非摂動的な定義として、Plane Wave Matrix Model を用いる方法では、超対称性を最大限に尊重できるという利点がある。我々はこの方法に基づきモンテカルロ・シミュレーションを行い、ウィルソン・ループの期待値を計算した。特に、ループの形状が円周状の場合には、ラダー近似や局所化の方法により解析的な結果が得られており、また長方形の場合には、AdS/CFT 対応に基いて重力側から予想される結果がある。これらの結果と我々の結果を比較することにより、AdS/CFT に関する新しい検証を行う。(本講演は伊敷吾郎氏、西村淳氏、土屋麻人氏との共同研究に基づく)

松尾 善典 (Asia Pacific Center for Theoretical Physics)

title: 球面及び非可換空間上の $N=1$ SYM の行列模型を用いた正則化

abstract: $N=4$ SYM の BMN 行列模型を用いた定式化が [arXiv:0807.2352] などにおいてなされている。我々は、この方法を $N=1$ の場合に応用した。この研究では、4次元 $N=1$ SYM を dimensional reduction した行列模型に Myers 項や質量項を加えることで球面上の $N=1$ SYM を記述する行列模型を構築した。この模型を用いることにより、 $N=1$ の超対称性を保ったまま SYM に正則化を導入することができる。また、この模型は非可換空間上の SYM に対応するような極限をとることもできる。

丸吉 一暢 (京都大学基礎物理学研究所)

title: $N=1$ dualities from $N=2$ dualities

abstract: 最近、Gaiotto により $N=2$ 超共型対称性を持つ広いクラスのクイバーゲージ理論が S-duality によって双対な関係にあることが系統的に調べられた。これを $N=1$ に破ることにより、広いクラスの $N=1$ クイバーゲージ理論の間の双対性が予想される。我々は、これらが Seiberg duality によって繋がることを調べた。特に、 $SU(2)$ ゲージ群からなるクイバーゲージ理論での双対性を詳しく調べることにより、3つのゲージ群の表現に入る物質場を持つ理論の様な、これまで超弦理論の文脈では考察されていないタイプの $N=1$ ゲージ理論間の双対性が系統的に理解できることを述べる。

7月9日(木)

午前 1 (9:00-10:10)

古崎 昭 (理研)

title: トポロジカル絶縁体・超伝導体

abstract: 量子スピンホール効果や Z_2 トポロジカル絶縁体の理論的予言と実験的検証によって物性物理分野で最近注目を集めている、トポロジカル絶縁体とトポロジカル超伝導体について紹介する。トポロジカル絶縁体とは、表面(境界)に局在した gapless 励起をもち、ある種のトポロジカル数で特徴付けられるようなバンド絶縁体である。その最もよく知られた例に強磁場中の2次元電子系で実現する整数量子ホール系があるが、最近、この他に時間反転対称な Z_2 トポロジカル絶縁体などの新しいトポロジカル絶縁体の例が知られるようになった。同様に、トポロジカル超伝導体は、系内部では超伝導 gap が開いていて、表面にのみ gapless 励起をもち超伝導体である。トポロジカル絶縁体・超伝導体(の表面励起)は、domain wall fermion を物質中で実現したものといえる。いくつかの簡単な例から始めて、ランダム行列理論(および K 理論)にもとづくトポロジカル絶縁体・超伝導体の分類理論まで議論したい。

午前 2 (10:35-11:45)

足田泰章 (高エネルギー加速器研究機構)

title: 超伝導のホログラフィック双対な記述に向けて

abstract: ホログラフィック双対性の最も有名な例として AdS/CFT 対応があるが、この対応を用いることでゲージ理論の強結合領域を古典重力理論を用いて調べることができる。QCD の強結合領域に関する成功をもとにして、最近ではその対象を広げて物性系に応用しようという試みがなされている。特に高温超伝導では強相関物理が重要であると言われており、ホログラフィック双対な記述が有効であると期待できる。超伝導相ではクーパー対に対応する演算子が凝縮していると考えられるため、双対な重力理論ではその演算子に双対なスカラー場が凝縮する必要がある。この講演では、超伝導に関する話題を中心に、AdS/CFT 対応の物性系への応用についての最近の発展をレビューする予定である。

午前 3 (12:10-13:00)

岡村 隆 (関西学院大学 理工学部)

title: ホログラフィック超伝導モデルの超流動特性について

abstract: Hartnoll, Herzog, and Horowitz らにより, 超伝導体特性をもつ境界理論に双対な重力モデルが提案された. 彼らは, 境界理論の R-charge 遅延グリーン関数をホログラフィックに評価することで, 彼らのモデルが低温相において (1) 直流抵抗がゼロになる, (2) ロンドン方程式が成立する, などの超伝導特性をもつことを確かめた. しかし, 彼らのモデルは (a) 境界理論で破れる対称性はゲージ対称性でなく大域的対称性である, (b) 高温相においても直流抵抗がゼロになる, などの問題点をもつ. これらの問題を避けつつ, モデルの超伝導性を確かめるには, 電磁応答ではなく超流動特性を明らかにすることが重要である.

本発表では, ホログラフィック超伝導モデルの超流動特性について報告し, このモデルの境界理論が真に超伝導体とみなせるか, について議論する.

阪口 真 (岡山光量子科学研究所)

title: Super Galilean conformal algebra in AdS/CFT

abstract: Galilean conformal algebra (GCA) is an Inonu-Wigner (IW) contraction of a conformal algebra, while Newton-Hooke string algebra is an IW contraction of an AdS algebra which is the isometry of an AdS space. It is shown that the GCA is a boundary realization of the Newton-Hooke string algebra in the bulk AdS. The string lies along the direction transverse to the boundary, and the worldsheet is AdS_2 . The one-dimensional conformal symmetry $so(2,1)$ and rotational symmetry $so(d)$ contained in the GCA are realized as the symmetry on the AdS_2 string worldsheet and rotational symmetry in the space transverse to the AdS_2 in AdS_{d+2} , respectively. It follows from this correspondence that 32 supersymmetric GCAs can be derived as IW contractions of superconformal algebras, $psu(2,2-4)$, $osp(8-4)$ and $osp(8^*|4)$. We also derive less supersymmetric GCAs from $su(2,2-2)$, $osp(4-4)$, $osp(2-4)$ and $osp(8^*|2)$.

午後 1 (14:15-15:30)

吉田健太郎 (京大理)

title: Coset construction of gravity duals for NRCFTs

abstract: 近年, AdS/CFT 対応の拡張として, 非相対論的な共形場理論 (NRCFT) に対する重力解の研究が盛んに行われてきた. ここでは, coset 構成の手法を用いた重力解の導出法を説明する. この手法は Nappi-Witten の仕事の自然な一般化になっており, 重力解の持つ数学的な構造を明白に理解できる. また, Lifshitz 固定点の重力双対として提案されている重力解の導出についても説明する. 本講演は, Sakura Schafer-Nameki 氏 (Caltech) と山崎雅人氏 (東大, IPMU) との共同研究 arXiv:0903.4245 に基づく.

畔柳竜生 (京大理)

title: On String Theory Duals of Lifshitz-like Fixed Points

abstract: 近年, ゲージ/重力対応の枠組のなかで, 非等方的なスケール不変性を持つ, Lifshitz 的な固定点に対応する場の理論とその重力双対として期待される解についての研究が盛んに行われている. 本研究では, 特に空間的に非等方的なスケール不変性をもつ場の理論の重力双対として期待される解を, 超弦理論に埋め込む形で導出すると共に, その安定性等の諸性質を解析した. また, 紫外領域では通常の AdS5 時空に近づき, 赤外領域では上記の重力解になるような解を導出することで, 繰り込み群の立場から空間的に非等方的なスケール不変性を持つ場の理論に対する理解を試みた.

平山 貴之 (國家理論科學研究中心物理組 (台湾))

title: Unruh effect and Holography

abstract: 一様加速している観測者は Unruh 効果によって真空は温度 T の熱浴に見える. この温度 T がある値より大きいと, QCD のカイラル対称性が回復するはずである. そのほかにも有限温度上の QCD の性質を見る事ができるはずである. AdS/CFT 対応を用いて, Unruh 効果による有限温度ゲージ理論の性質を AdS 側から調べ, 例えばカイラル対称性が回復することを具体的に示す.

午後 2 (16:15-17:55)

丸 信人 (中央大学 理工学部)

title: Meson-Nucleon Coupling from AdS/QCD

abstract: 5次元ホログラフィックQCDの枠組みにおいて、5次元バルクフェルミオンがスピン 1/2 バリオンに対応することに着目し、(軸性)ベクトルメソンとバリオンの結合定数に対する一般式を構成した。特に、 a_1 メソンと核子、 ρ メソンと核子の結合定数を数値計算し、観測値と比較的よい一致が見られた。

本研究は、橘さん (佐賀大) との共同研究 (arXiv:0904.3816) に基づくものである。

石原雅文 (九州大学理学府基礎粒子系科学専攻)

title: Baryonium in Confining Gauge Theories

abstract: ゲージストリング対応によると、 $SU(N)$ ゲージ理論のバリオンは S^5 に巻きついた D5 ブレーンと、 N 本の弦の束縛状態として表されることが知られている。我々は、 x 方向に広がりをもつ D5 ブレーンの解を新たに導いた。この D5 ブレーンは二つのカスプを持ち、そこでの電束密度が k と $-k$ となっている。ただし、 k は N 以下の任意の正の整数である。よって、この二つのカスプに k 本の互いに逆向きの弦をくっつけることができる。これは、 k 個のクォークと、 k 個の反クォークの束縛状態 (バリオニウム) と見なせる可能性がある。また、この D5 ブレーン解の安定性も調べた。

笹井 裕也 (京都大学基礎物理学研究所)

title: The Cutkosky rule of three dimensional noncommutative field theory in Lie algebraic noncommutative spacetime

abstract: 我々は、ローレンツ不変な 3次元非可換時空 $[x^i, x^j] = 2i\kappa\epsilon^{ijk}x_k$ 上のスカラー場の理論における Cutkosky rule を 1 ループレベルで検証した。この理論の運動量空間は $SL(2, R)/Z_2$ 群空間になっており、並進対称性がホップ代数的に変形している。我々は、この理論のホップ代数的な並進対称性を保つために必要なブレイドを考慮しても、質量がある値を超えると Cutkosky rule が破れることを示した。

7月10日 (金)

午前 1 (9:00-10:15)

伊藤 悦子 (工学院大学)

title: 格子シミュレーションによる共形場の理論の探索

abstract: $SU(N)$ ゲージ理論において、摂動論の 2 ループの 関数を見ると、フェルミオンのフレーバー数を大きくしたとき、理論に赤外非自明な固定点の理論が存在することが示唆される。しかし、この非自明固定点での結合定数の値は、強結合領域にある場合もあり、摂動論の結果が信頼できない可能性がある。そこで私たちは、非摂動論的な手法の一つである格子シミュレーションを用いて調べた。特に、比較的小さいエラーを持つと期待されるくりこみスキームを選び、理論の running coupling constant を直接計算した。

斉藤 準 (北海道大学 大学院理学研究院 物理学部門 素粒子論研究室)

title: Lattice Supersymmetry with a Deformed Superalgebra

abstract: We present a formulation of lattice supersymmetry based on a lattice version of superalgebra. Though such an approach, in the first place, seems difficult due to the obvious problem of the Leibniz rule failure on the lattice, we find that a possible algebra avoiding the difficulty is in fact given as a (triangular) Hopf algebra, which is consistent with a kind of mild noncommutativity of fields. These identifications allow us to construct a formal lattice theory at least perturbatively with an application of a formalism known as braided quantum field theory.

加堂 大輔 (理化学研究所 理論物理学研究室)

title: Lattice formulation of 2D $N=(2,2)$ SQCD based on the B model twist.

abstract: We present a simple lattice formulation of two-dimensional $N=(2,2)$ $U(k)$ supersymmetric QCD (SQCD) with N_f matter multiplets in the fundamental representation. The construction uses compact gauge link variables and exactly preserves one linear combination of supercharges on the two-dimensional regular lattice. Artificial saddle points in the weak coupling limit and the species doubling are evaded without imposing the admissibility. A perturbative power-counting argument indicates that the target supersymmetric theory is realized in the continuum limit without any fine tuning.

午前 2 (10:30-11:45)

鈴木 博 (理化学研究所)

title: Supersymmetry restoration in a small volume lattice

abstract: 超対称ゲージ理論の格子による非摂動論的定式化を考えた際、格子正則化によってこわされた超対称性が連続極限において回復するかどうか極めて重要であり、これを検証する必要がある。2次元の $N=(2,2)$ SYM の杉野による定式化に対しては、数値シミュレーションによる超対称性 Ward-高橋恒等式の観測から超対称性の回復が金森・鈴木により示された。ここでは、この結果に相補的なものとして、摂動計算と非摂動論的積分を組み合わせた大野木・瀧見流の解析により小さな体積でのスカラー場の 2 点関数の振る舞いを調べ、そこから超対称性の回復を議論する。これは、加堂大輔氏との共同研究である。

伊敷 吾郎 (高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 素粒子原子核研究所)

title: 行列模型を用いた $R \times S^3$ 上の $N=4$ SYM における相関関数の数値的解析

abstract: Planar $N=4$ SYM における chiral primary 演算子の相関関数の期待値を Monte Carlo 法を用いて数値的に計算した。我々は $R \times S^3$ 上の planar $N=4$ SYM の非摂動的な正則化として、最近提唱された plane wave 行列模型を用いる方法を採用した。この正則化はゲージ対称性に加え、 $SU(2-4)$ 対称性という高い対称性を保つことができる。我々はこの方法に基づき chiral primary 演算子の相関関数の期待値を数値的に計算した。我々はこの計算結果から、連続極限で超共形対称性 $SU(2,2-4)$ が回復しているかどうかを検証する。また、このような相関関数の期待値は AdS/CFT 対応を通して重力理論側から計算されている。この重力側からの予言と我々の計算結果を比較することで、AdS/CFT 対応の直接的な検証を行う。(この講演は本田正純氏、Sang-Woo Kim 氏、西村淳氏、土屋麻人氏との共同研究に基づく)

島崎信二 (京大理)

title: A new type of large N reduction for Chern-Simons theory on S^3

abstract: S^3 上の Chern-Simons 理論を 0 次元に dimensional reduction して得られる行列模型について考える。我々はこの行列模型の分配関数を計算し、その分配関数は $SU(2)$ の表現行列で特徴づけられるセクターに分解されることがわかった。特に、 $SU(2)$ の既約表現が N 個からなる部分は、行列のサイズが大きい極限で、 S^2 上の $SU(N)$ Yang-Mills 理論の分配関数に一致することがわかった。また、この行列模型のある background まわりの理論は planar 極限の S^3 上の Chern-Simons 理論に一致する。実際、我々は行列模型の分配関数のあるセクターが planar 極限の S^3 上の Chern-Simons 理論の分配関数に一致することを示した。さらに、Chern-Simons 理論における Wilson loop の期待値も行列模型から再現することができた。我々が示したこれらの結果は、曲った空間上の新しい large N reduction ということができる。この研究は伊敷吾郎氏、太田和俊氏、土屋麻人氏との共同研究に基づく。

午前 3 (12:00-13:15)

長岡 悟史 (高エネルギー加速器研究機構)

title: String coupling and interactions in type IIB matrix model

abstract: IIB 行列模型を 2 次元非可換背景の周りで展開したときに現れるゲージ理論は基本弦の多体系

を記述していると考えることができる。このゲージ理論の低エネルギー領域での振る舞いを解析し、特に弦の結合定数とこの理論を記述するパラメータとの間の関係を明らかにする (arXiv:0812.3460)。また、弦の結合定数による摂動展開をゲージ理論の立場から考察する。北澤良久氏 (KEK) との共同研究に基づく。

吉岡礼治 (大阪市立大学)

title: 行列模型のオリエンティフォールディングと有効相互作用における時空の非対称性

abstract: IIB 行列模型に対して超対称性を保ちながらオリエンティフォールドを考える。行列の対角成分は時空点を表すので、その有効作用を計算し、時空点間の相互作用におけるオリエンティフォールドの効果調べ、その相互作用に空間的な非対称性が出現することを見る。

森田 健 (Tata Institute of Fundamental Research)

title: Dynamical Topology Change of Black hole and Matrix Model.

abstract: 一般相対論における topology change に関する特異点がどのように超弦理論で解消されるのかを black string - black hole 相転移の例において検証した。

Black string が Gregory Laflamme 不安定性により black hole に相転移を起こすことが予想されているが、その過程において裸の特異点が生じる。そのため一般相対論ではこの過程を記述することができない。我々はこの過程を gauge/gravity 対応から予想される双対な一次元行列模型を用いて解析した。そして行列模型では Large-N 極限の下では一般相対論同様特異性を持つが、 $1/N$ 補正を考えることで特異性が解消され black string から black hole への時間発展を記述できることを示した。

これは対応する一般相対論では量子論の効果により特異性が解消されることを示唆している。

なおこの発表は TIFR の G. Mandal 氏, M. Mahato 氏, S. Wadia 氏との共同研究にもとづく。

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。