

基研研究会「弦理論と場の理論 — 量子と時空の最前線」
講演タイトル&アブストラクト (2007年8月6日~8月10日)

— 会場：近畿大学 11月 ホール—

8月6日(月)

百武慶文 (大阪大学)

“**Toward the Determination of Effective Action in Superstring Theory and M-theory (Superstring vs. Supergravity)**”

超弦理論やM理論の低エネルギー極限を考えると、その相互作用は超重力理論で近似的に記述される。さらに摂動計算によってその次のオーダーを調べるとリーマンテンソルの4乗を含むような項が現れる。このオーダーの項はアノマリーを相殺するためには必要不可欠であり、量子効果を取り入れた重力理論の古典解を調べる上でも重要である。講演では摂動計算や超対称性によってリーマンテンソルの4乗のオーダーの項がどのような形で現れるかを概観する。またリーマンテンソルの4乗項は4次元N=8超重力理論の高次ループのカウンター項として現れる。そして近年超弦理論の摂動計算を駆使することで、4次元N=8超重力理論においてリーマンテンソルの4乗項よりも質量次元が高い項に対応するループに関しても、計算を実行できるようになってきた。4次元点粒子の量子重力理論でUV有限な理論が存在するかどうかは長年の懸案であったが、現在のところ4次元N=8超重力理論はUV有限であるという結論が支持されている。この話題についても触れる予定である。

島田 英彦 (Max Planck Institute for Gravitational Physics, Potsdam (AEI))

“**Beta deformation for matrix model of M theory**”

I discuss a new class of deformation of the matrix model of M theory, which is motivated by a class of marginal deformation (beta deformation) of $D=3+1$, $N=4$ Super Yang-Mills theory. It will be shown that this model (in a particular scaling limit) is matrix-regularised version of supermembrane theory on a certain plane-wave type background (with non-constant flux). The model admits stable solutions which correspond to membrane of toric shape.

岡川 宏之 (名古屋大学理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻 素粒子論研究室)

“**(p,q)-string in wrapped membrane on 2-torus and matrix regularization**”

We consider a lightcone wrapped supermembrane on $R^9 \times T^2$ in the matrix regularization. We examine the double dimensional reduction technique and deduce the free matrix string of (p,q)-string in type IIB superstring theory explicitly from the matrix-regularized wrapped supermembrane. In addition we obtain the (2+1)-dimensional super Yang-Mill action in curved background.

竹永和典 (東北大学 大学院理学研究科)

“**On gauge symmetry breaking via Euclidean time component of gauge fields**”

We study gauge theories with/without an extra dimension at finite temperature, in which there are two kinds of order parameters of gauge symmetry breaking. The one is the zero mode of the gauge field for the Euclidean time direction and the other is that for the direction of the extra dimension. We evaluate the effective potential for the zero modes in one-loop approximation and investigate the vacuum configuration in detail. Our analyses show that gauge symmetry can be broken only through the zero mode for the direction of the extra dimension and no nontrivial vacuum configuration of the zero mode for the Euclidean time direction is found.

丸 信人 (神戸大学大学院 理学研究科 物理学専攻 素粒子理論研究室)

“Calculable One-Loop Contributions to S and T parameters in the Gauge-Higgs Unification”

ゲージ・ヒッグス統一モデルにおける S と T パラメタへの 1 ループの寄与を計算し、発散の構造を明らかにしました。5 次元ではそれぞれ有限になり、6 次元以上では発散することがわかりました。ただし興味深いことに、6 次元では S、T はそれぞれ発散するにも拘らず、特定の 1 次結合 $S - 4 \cos \theta_W T$ (θ_W : Weinberg angle) がモデルによらず有限になることがわかりました。これは、ゲージ・ヒッグス統一モデルでは S、T パラメタに関連する次元 6 の演算子が 1 つのゲージ不変演算子に統一されるからです。この性質が他の高次元物理にはない最大の特徴であり、ゲージ・ヒッグス統一モデルの予言です。

浅野雅子 (大阪府立大学 総合教育研究機構)

“弦の場の理論における一般化された共変ゲージについて”

開弦の場の理論における一般化された共変ゲージについて議論する。このゲージは、これまで唯一知られていた Feynman-Siegel ゲージを特別な場合として含む共変ゲージの 1-parameter 族を成しており、通常のゲージ場に対する共変ゲージを自然に弦場に拡張したものになっている。一つの応用として、タキオンポテンシャルのレベル切断近似による解析を行い、従来 Siegel ゲージで現れていた特異構造が Gribov 的ゲージ地平に由来する非物理的なものに過ぎず、ゲージパラメーター空間の広い領域で物理的 branch が得られることを示す。また、それぞれのゲージの性質や振幅等についても議論する。《加藤光裕氏 (東大駒場) との共同研究に基づく。》

村上公一 (KEK)

“Observables and Correlation Functions in OSp Invariant String Field Theory”

本研究では、共变的なボソニックな弦の場の理論のひとつである、OSp 不変な閉弦の場の理論において、先ず、BRST 不変な observable を定義した。ついで、これらの間の相関関数を計算し、この相関関数から導かれる S-行列が、光円錐ゲージ弦の場の理論から得られるものと一致することを示した。

馬場裕 (筑波大学数理物質科学研究科)

“D-brane States and Disk Amplitudes in OSp Invariant Closed String Field Theory”

我々は、OSp 不変な閉弦の場の理論において、正則化のリーディングオーダーで BRST 不変な状態を構成することに成功した。この状態は、(ghost) D-brane が励起した状態と解釈出来る。実際、この状態を含む振幅の計算から D-brane についての Disk amplitude が再現されることを示した。また、得られた Disk amplitude の normalization と符号を第一量子化の結果と比較することで、励起している (ghost) D-brane の枚数が一枚であることが分かった。複数の (ghost) D-brane の励起した状態も同様に構成することができる。講演では、これらの内容について説明したい。

寺口 俊介 (Institute of Physics, Academia Sinica, Taiwan)

“Reformulation of Boundary String Field Theory in terms of Boundary State”

We reformulate bosonic boundary string field theory in terms of boundary state. In our formulation, we can formally perform the integration of target space equations of motion for arbitrary field configurations without assuming decoupling of matter and ghost. Thus, we obtain the general form of the action of bosonic boundary string field theory. This formulation may help us to understand possible interactions between boundary string field theory and the closed string sector.

岸本 功 (理化学研究所)

“Comments on Solutions for Nonsingular Currents in Open String Field Theories”

We investigate analytic solutions to Witten’s bosonic string field theory and Berkovits’ WZW-type

superstring field theory. We construct solutions with parameters out of simpler ones, using a commutative monoid including the family of wedge states. Our solutions are generalizations of solutions for marginal deformations by nonsingular currents, and can also reproduce Schnabl's tachyon vacuum solution in bosonic string field theory. This implies that those known solutions are generated from some simple solutions which are based on the identity state. We also discuss gauge transformations and induced field redefinitions for our solutions in both bosonic and super string field theory. This work is based on collaboration with Yoji Michishita (KEK).

瀬々将吏 (台湾大学物理学系)

“Fatten up identity based solution in string field theory”

Recently, new class of analytic solutions of open string field theory is found. These solutions may have finite value of the SFT action because they are

constructed from wedge states with finite width in the string worldsheet.

On the other hand, the class of classical solutions based on the identity string field which is the zero width limit of the wedge state have been known.

Although they are not suitable for the calculation of classical action, other aspects such as nonexistence of open string excitation and worldsheet geometry are well studied.

In this talk, we argue a finite width extension of the identity based solution for marginal deformation given by Takahashi and Tanimoto. A systematic argument is made in the general case of marginal deformation in which vertex operators have singular operator product.

8月7日(火)

川野 輝彦 (東京大学理学系研究科)

“MetaStable Supersymmetry Breaking”

Intirrigator-Seiberg-Shih(ISS) 模型を中心に最近の meta-stable vacua を用いた超対称性の破れの力学について講演を行う。

西山 精哉 (Centro de Física Teórica, Departamento de Física, Universidade de Coimbra)
“Extended Supersymmetric Sigma-Model Based on the $SO(2N+1)$ Lie Algebra of the Fermion Operators”

Extended supersymmetric sigma-model is given, standing on the $SO(2N+1)$ Lie algebra of fermion operators composed of annihilation-creation operators and pair operators. Canonical transformation, the extension of the $SO(2N)$ 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 investigate a new aspect of the supersymmetric sigma-model on the Kaehler manifold of the symmetric space $SO(2N+2)/U(N+1)$. We construct a Killing potential which is just the extension of the Killing potential in the $SO(2N)/U(N)$ coset space given by van Holten et al. to that in the $SO(2N+2)/U(N+1)$ coset space. The Killing potential plays an important role to evaluate the criteria for supersymmetry- and internal-symmetry-breakings. The bosonization of the $SO(2N+1)$ Lie operators is also made. The bose representation for the fermion Lie operators is obtained by mapping the fermion Lie operators into the regular representation of the $SO(2N+1)$ group. The annihilation and creation operators and pair operators of the fermions are represented by the closed first order differential operators on the $SO(2N+1)$ group. The vacuum functions for these bosons are expressed in terms of the corresponding Kaehler potential and the $U(1)$ phase.

高田 浩行 (Tomsk State Pedagogical University, Komcomolsky 75, Tomsk, Russia (Russian name:

, . 75,))

“高階スピンラグランジアン of BRST 構成”

任意のスピン場に対するラグランジアンを求めることを目標とします。ポアンカレ群のもとでの規約条件の方程式から出発して、いわゆる高階スピン・リー代数を構成し、BRST 構成法を利用して、ラグランジアンへたどり着く手法を説明します。スピンの場合は規約なテンソル場としてあらし、テンソルの添え字が完全対称なものについてと、そうでない一般の場合についても同様にこの手法が使えます。ただしスピン場の相互作用については考えません。

黒木経秀 (高エネルギー加速器研究機構)

“Supersymmetry breaking by large-N matrices”

行列模型と結合している超対称場の理論において、行列のランクが有限のときは超対称性を保っているが、large-N 極限ではそれが自発的に破れるような模型をいくつか提唱する。

松本 耕一郎 (総合研究大学院大学 (SOKENDAI) 高エネルギー加速器科学研究科 素粒子原子核専攻)

“Effective Actions of IIB Matrix Model on S^3 ”

S^3 is a simple principle bundle which is locally $S^2 \times S^1$. It has been shown that such a space can be constructed in terms of matrix models. It has been also shown that such a space can be realized by a generalized compactification procedure in the S^1 direction. We investigate the effective action of supersymmetric gauge theory on S^3 with an angular momentum cutoff and that of a matrix model compactification. The both cases can be realized in a deformed IIB matrix model with a Myers Term. We find that the highly divergent contributions at the tree and one loop level are sensitive to the uv cutoff. However the two loop level contributions are universal since they are only logarithmically divergent. We expect that the higher loop contributions are insensitive to the uv cutoff since 3d gauge theory is super renormalizable.

長岡 悟史 (KEK)

“Superstring vertex operators in type IIB matrix model”

タイプ IIB 行列模型から Green-Schwarz 型の光錐 - 超弦の作用を導き出した。また、光錐弦の閉弦頂点演算子と行列模型の頂点演算子を 2 次元背景で展開した演算子との間には、超重力多重項の部分に関して共通の性質が多く見られる。そこで、行列模型の頂点演算子に対応する物理状態を、閉弦の物理状態と同定した。その結果、散乱振幅に効いてくる部分の両者の頂点演算子はほぼ同じ形になることがわかった。特に重力子の頂点演算子については同じ散乱振幅を与えることが示せた。北澤良久氏 (KEK) との共同研究に基づく。

佐藤松夫 (京大理)

“Perturbative Strings from IIB Matrix Model”

IIB 行列模型が非摂動的弦理論であるためには type IIB string だけでなく、他の摂動的 string も含んでいなければならない。IIB 行列模型で行列の対角成分の 1 ループ有効作用を求めると、超対称性により large N では対角成分間の引力は効かないことがわかる。つまり、large N では任意の同時対角可能な配位が背景として安定であり、IIB 行列模型の経路積分は均一の重みでのこの配位の足し上げを含む。本研究では一つの背景を quench(手で固定) することで IIB 行列模型から type IIA string を導出する。これは IIB 行列模型の真空が type IIA string を含む事を意味する。具体的には十個ある行列のうち、一つの行列の対角成分を連続的に均一に分布させ、もう一つ行列の対角成分を離散的に均一に分布させる

ことで Matrix String 理論を導出し、結果的に type IIA string を導く。特に、type IIA string を導く連続極限を明らかにする。本発表は川合光氏との共同研究に基づく。

阿部泰裕 (Cereja Technology Co., LTD)

“Multigluon amplitudes and supertwistor space”

The classical $N=4$ super Yang-Mills theory is defined by the superspace constraints. We find that a Wess-Zumino-Witten (WZW) action extended on the supertwistor space leads to a solution to a subset of the constraints of $N=4$ super Yang-Mills theory. This WZW action leads to the maximally helicity violating (MHV) amplitudes at tree level. The non-MHV amplitudes can also be expressed in terms of this action.

佐々木 伸 (University of Helsinki)

“Meta-stable supersymmetry breaking in $N=2$ gauge theory with FI term”

We study supersymmetry breaking in a meta-stable vacuum in an $N=2$ supersymmetric gauge theory. Our model is $N=2$ supersymmetric $SU(2) \times U(1)$ gauge theory with $N_f = 2$ flavors and Fayet-Iliopoulos (FI) term. Due to the FI term, supersymmetry is spontaneously broken at tree-level, and the theory has a pseudo flat direction. However, quantum effects remove the vacuum degeneracy. Such quantum effects can be calculated for all moduli spaces with the use of Seiberg-Witten analysis in $N=2$ supersymmetric gauge theory. In addition to a supersymmetric runaway vacuum, we find a local minimum in which $U(1)_R$ is broken. The existence of that meta-stable vacuum is analyzed numerically. We show that the meta-stable vacuum can be long-lived by taking appropriate values of parameters and also comment on a possible applications of this model to phenomenology.

糸山 浩司 (大阪市立大学大学院理学研究科)

“Deformation of Dijkgraaf-Vafa Relation via Spontaneously Broken $N=2$ Supersymmetry”

It is known that the fermionic shift symmetry of the $N=1$, $U(N)$ gauge model with a superpotential of an adjoint chiral superfield is replaced by the second (spontaneously broken) supersymmetry in the $N=2$, $U(N)$ gauge model with a prepotential and Fayet-Iliopoulos parameters. Based on a diagrammatic analysis, we demonstrate how the well-known form of the effective superpotential in the former model is modified in the latter. A set of two equations on the one-point functions stating the Konishi anomaly is modified accordingly.

横井 直人 (東京大学大学院総合文化研究科)

“On the moduli space of semilocal strings and lumps”

超対称性を持つ 4 次元 $U(N_c)$ ゲージ理論において、フレーバーの数が $N_f > N_c$ の場合に現れる semilocal vortex と呼ばれるボーテックス解のモジュライ空間、及び、その極限であるランブ解のモジュライ空間を解析し、それらのモジュライ空間の構造から Seiberg duality と類似の二つのゲージ理論の間の関係を見出した。同時に、semilocal vortex 解のダイナミクスを記述する、その worldsheet 上の有効理論を解析し、ボーテックス解のモジュライのダイナミクスについても議論した。

8月8日(水)

須藤 靖 (東京大学大学院理学系研究科・理学部 物理学教室 宇宙理論研究室)

“宇宙のダークエネルギー”

宇宙の暗黒エネルギーの存在は、宇宙論・相対論・素粒子物理にとどまらず我々の科学的世界観にかか

わる根元的な問題を提起している。暗黒エネルギーはなぜ存在すると信じられているのか、その正体を探る手段は何か、現在どのような世界的共同プロジェクトが提案されているのか。日本のすばる望遠鏡に設置することが予定されている Hyper Suprime-Cam を用いた暗黒エネルギー探査を念頭におきながら、これらをめぐる研究の現状と将来を展望してみたい。

高橋 智 (佐賀大学工学部物理科学科)

“Dark Side of the Universe”

I will review the current status of the dark side of the universe.

梅津裕志 (岡山光量子科学研究所)

“ホーキング輻射と高階スピカレント”

ブラックホールのホライズン近傍で現れる 2 次元の有効理論を用いてホーキング輻射を議論する。有効理論におけるエネルギー運動量テンソルの共形変換の下での変換性を用いて、ホーキング輻射によるエネルギーのフラックスが求められることが知られている。我々はこれを全ての高階カレントの共形変換の場合に一般化し、そのフラックスを導出する。これらの量はホーキング輻射の熱的分布の情報を全て含んでいる。電荷を持つブラックホールの場合には、共形変換と同時にゲージ変換を考えることにより、同様の解析が行えることを示す。

森田 健 (京都大学基礎物理学研究所)

“曲がった時空中の場の理論の熱的な性質と二次元 CFT”

特殊な時空中の場は、熱場のような振る舞いをする事が知られている。我々はこのような熱的な振る舞いの起源を 2 次元 CFT における量子異常を用いて求めた。この発表では CFT による解析を説明し、それにより理解された新しい物理の紹介をする。具体的には 2 次元 free CFT における高階 spin current の導出や boson の superradiance の問題について議論する。また bc CFT に応用することで、Plank 分布や Fermi-Dirac 分布と異なる新しい熱分布関数が得られることを示す。なおこの研究は KEK の磯氏、OIQP の梅津氏との共同研究である。

志摩 一成 (埼玉工業大学)

“Low energy physics and cosmology of nonlinear supersymmetric general relativity(NLSUSYGR)”

A new paradigm of (NL)SUSY unification of spacetime and matter is demonstrated explicitly ($d=2$). The fundamental action(NLSUSYGR) is constructed in the form of Einstein-Hilbert action describing the interaction of NLSUSY Volkov-Akulov model and Einstein GR, possessing desirable spacetime symmetries. Due to NLSUSY on tangent space it decays spontaneously to ordinary Riemann spacetime and (Nambu-Goldstone fermion) NLSUSY matter. In the asymptotic flat spacetime we show explicitly in $d=2$ that NLSUSY matter sector is equivalent to the ordinary familiar linear SUSY model with local gauge interactions, where all fields in LSUSY theory are reproduced as the algebraic(spacetime symmetry) composites of NG fermions. Some low energy and cosmological significances are discussed which give new insights into the dark energy, the neutrino mass and the spontaneous SUSY breaking, .. etc.

ポスター発表

安達裕樹 (神戸大学素粒子論研究室)

“ゲージ・ヒッグス統一理論における異常磁気モーメントの有限性”

S^1 にコンパクト化された、 $(D+1)$ 次元 QED ゲージ・ヒッグス模型において異常磁気モーメントを計算

したところ、任意の次元で有限であることが分かった。

石井貴昭（阪大理）

“ファイバー束と行列模型”

行列模型における曲がった時空の記述を理解するために、曲がった空間上のゲージ理論を行列模型で実現することを議論する。そのためにまずは Taylor の T-duality を非自明なファイバー束の場合に拡張し、底空間上のゲージ理論から全空間上のゲージ理論が得られることを示す。このことをファイバーが $U(1)$ 、さらに非アーベル群の場合について述べる。次にこの Taylor の方法の拡張と行列模型におけるトポロジカルに非自明な配位の実現とを組み合わせることで、ファイバー束として表される多様体上のゲージ理論が行列模型によって記述されることを示す。（本講演は伊敷吾郎氏、島崎信二氏、土屋麻人氏との共同研究に基づく。）

石原 雅文（九州大学大学院理学府基礎粒子系科学専攻粒子宇宙論 I）

“Flavor quarks in AdS_4 and gauge/gravity correspondence”

四次元 AdS 時空におけるクォークの非摂動的な性質を、それと対応する supergravity を用いて調べた。ここで四次元 AdS 時空内のクォークは、D7 ブレインを、その世界体積の四次元部分空間が四次元 AdS 時空になるように supergravity の時空に埋め込み、D3 ブレインと D7 ブレインをつなぐ弦として導入される。クォークの閉じ込めや、カイラル対称性の自発的破れは主に AdS_4 の幾何学的な構造によって引き起こされ、通常のミンコフスキー時空と異なり dilaton の役割は小さいことが分かった。また、D7 ブレインの fluctuation を調べることで、メソンのスペクトルを計算した。その結果、1978 年に Avis、Isham、Storey 達によって得られていた AdS_4 の場の理論による粒子の質量スペクトルに関する公式をよく再現することができた。

太田和俊（東北大学大学院理学研究科）

“Matrix Models in Various Dimensions and Random Partitions”

4, 6, 8 次元の超対称 Yang-Mills 理論を dimensional reduction した reduced matrix model の分配関数について議論する。それらの模型の分配関数は 1, 2, 3 次元 partition (Young 図) の集合に対する和として書き表され、codimension が 2, 4, 6 次元の soliton の moduli 空間の指標や体積を与える。また、この分配関数のある差分方程式系に従う関数 (ガンマ関数の一般化) で表すと、そこに通常の random matrix model との関連や階層構造が見えてくる。

さらに、この分配関数に関する結果と、Dimer 模型、Plethystics、Quiver gauge theory、Topological String 等との関連についても議論したい。

木村 圭助（東京大学大学院理学系研究科物理学専攻素粒子論研究室）

“Exactly Marginal Deformations of Quiver Gauge Theories as Seen from Brane Tilings”

ブレーン・タイリングは弦理論においてブレーンを用いて 4 次元 $N=1$ 超共形ゲージ理論を構成する方法の一つである。それはトーラスに巻きついた D5-ブレーンとそれに交わる NS5-ブレーンからなる系であり、D5-ブレーン上の弦はゲージ場として、NS5-ブレーンを挟んで隣り合う D5-ブレーン同士を結ぶ弦は二つのゲージ群によって変換される物質場として解釈される。4 次元 $N=1$ 超共形ゲージ理論はカラビ・ヤウ特異点の先端に D3-ブレーンを配置することによって、ブレーン上のゲージ理論として得られるが、ブレーン上にどのようなゲージ理論が実現するかを調べるのは容易ではない。一方、ブレーン・タイリングはカラビ・ヤウ特異点の先端に D3-ブレーンを配置したものと T-デュアルな関係にある。ブレーン・タイリングからブレーン上のゲージ理論を読み取るのは容易であるので、ブレーン・タイリングは 4 次元 $N=1$ 超共形ゲージ理論を視覚的に表す有用な方法である。しかし、ブレーンの系として実際にどのような配置が実現されているかについてはあまり調べられていなかった。そこで我々はブレーンの構造をあらわすパラメータと対応する 4 次元 $N=1$ 超共形ゲージ理論におけるパラメータのモジュライ

空間の対応について調べた。ブレーンの構造は BPS 条件によって決まるが、これを解くのは一般には困難であるので弦の結合定数について弱結合と強結合の二通りの極限をとって解析した。弱結合極限では NS5-ブレーンの形が正則曲面で与えられる。D5-ブレーンはこの正則曲面上の 1 サイクルに境界を持つ。正則曲面の形を決めるのはニュートン多項式の係数である。D5-ブレーンに対する BPS 条件からニュートン多項式の係数の間に関係が課される。その結果、モジュライ空間の自由度が $d-3$ と求まった。ただし d はトーリック・ダイアグラムの辺の数である。強結合極限ではトーラスに巻きついた D5-ブレーンはほとんど平らである。NS5-ブレーンはこのトーラス上の 1 サイクルに境界を持ち、系の形はトーラス上での 1 サイクルの位置によって決まる。BPS 条件を課した結果、モジュライ空間の自由度は再び $d-3$ と求まった。ゲージ理論側では $N=1$ 超共形対称性を保つようなマージナル・デフォーメーションについて調べた。これはベータ関数を恒等的にゼロにするような、結合定数の線型結合を考えるによって求めることができる。そして、そのような線型結合は $d-1$ 個あることがわかった。そのうち $d-3$ 個はブレーン・タイリングでのブレーンの構造に対応することがわかった。残りの 2 個は超重力理論に含まれるスカラー場の真空期待値の自由度に対応することもわかった。更に、デフォーメーションを複素化したときのブレーン・タイリング側での対応物も求まった。

木村哲士 (京大基研)

“Index Theorems on Torsional Geometries”

We study various topological invariants on a torsional geometry in the presence of a totally anti-symmetric torsion H under the closed condition $dH = 0$, which appears in string theory compactification scenarios. By using the identification between the Clifford algebra on a geometry and the canonical quantization condition of fermion in the quantum mechanics, we construct the $N=1$ quantum mechanical sigma model in the Hamiltonian formalism and extend this model to $N=2$ system, equipped with the totally anti-symmetric tensor associated with the torsion on the target space geometry. Next we construct transition elements in the Lagrangian path integral formalism and apply them to the analyses of the Witten indices in supersymmetric systems. We explicitly show the formulation of the Dirac index on the torsional manifold which has already been studied. We also formulate the Euler characteristic and the Hirzebruch signature on the torsional manifold.

阪本 和紀 (神戸大学大学院自然科学研究科)

“Hidden SUSY Structure in 5 dimensional Gravity”

高次元ゲージ理論では、ゲージ場の 4 次元成分と余剰次元成分の massive モードの質量スペクトラムが各モードごとに縮退しており、それぞれのモードについて、両者の間に量子力学的な超対称性の構造が存在する事が知られている。この性質は、元の系が持つ局所ゲージ対称性に起因しており、対称性が局所的である事に注目するならば、一般座標変換の対称性を持つ理論でも同様の構造がみられると考えられる。そこで、5 次元 Randall-Sundrum 重力理論についてこれを調べてみると、5 次元の tensor 中の、4 次元 tensor 成分と 4 次元 vector 成分、及び 4 次元 vector 成分と scalar 成分の massive モード間に、高次元ゲージ理論の場合と同様の、量子力学的超対称性の構造がそれぞれ存在する事が判明した。講演ではまずこの事を述べ、さらにその構造が作用の中にどういった形で現れるかについて発表する。なお、本研究は、林 青司 氏 (神戸大)、長澤 智明 氏 (阿南高専)、大谷 聡 氏 (神戸大)、坂本 真人 氏 (神戸大) との共同研究です。

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)

“高次元 Einstein 方程式の可積分性とその宇宙論的振る舞い”

我々は、高次元真空 Einstein 方程式において宇宙論的解を調べ、内部空間と外部空間が両方とも曲率を持つ場合の一般解を導いた (鈴木久男氏との共同研究: hep-th/0703257)。扱う系は、Kaluza-Klein reduction を行うと、外部空間と内部空間の膨張因子がそれぞれスカラー場として現れる、2 体系の力学になる。そ

れを調べた結果、一般的に真空の運動方程式を解くためには、時空の全次元が $D=10$ か $D=11$ で、かつ外部空間が特定の次元でなければならないことがわかった。これら特定の次元の場合のみ、保存量が 2 つ現れることになり、系が可積分になることが判明した。我々は、 $D=10$ で、内部空間と外部空間が両方とも負の曲率を持つとき、3 次元外部空間の加速度の時間発展を一般解を用いて調べた。その結果、先行する他の論文の結果のように、未来に向かって永続的な加速を得ることができることがわかった。また最近、真空の場合以外にも、さらにある特定の世界体積を含めて一般的に解ける場合があることがわかってきた。

島崎信二（阪大理）

“plane wave matrix model による $N=4$ 超対称 Yang-Mills 理論の非摂動的定義について”

$N=4$ 超対称 Yang-Mills 理論 (SYM) の非摂動的定義を与えることは AdS/CFT 対応の理解において重要となる。本講演ではまず、 $SU(2-4)$ 対称性を持つゲージ理論 ($R \times S^3/Z_k$ 上の SYM、 $R \times S^2$ 上の SYM、plane wave matrix model) の間の関係を用いて、 $R \times S^3$ 上の $N=4$ SYM がどのようにして plane wave matrix model で実現されるかを示す。このとき、行列のサイズを有限にすることで、plane wave matrix model が $N=4$ SYM の非摂動的定義を与える可能性について議論する。(本講演は石井貴昭氏、伊敷吾郎氏、土屋麻人氏との共同研究に基づく。)

白坂 彰英（京大理）

“Higher derivative correction to Hawking flux”

近年、Robinson と Wilczek により重力アノマリを用いての Hawking 輻射の導出が行われた（この議論は Iso, Umetsu, Wilczek により改良された）。我々は彼らの方法を用いて、高階微分補正の入った荷電ブラックホール背景における Hawking flux の導出に関して考察した。結果としては、補正が入っていない Hawking flux の表式を構成している各物理量（温度等）が補正が加わったそれに置き換わっているものになった。また、この結果をチェックするためにトレースアノマリを用いた方法でも導出を試み、同様の結果を得た。トレースアノマリの方法を使うにあたっては、tortoise coordinate を拡張する必要があり、このこともあわせて報告する。この議論は平田朋義氏との共同研究に基づく。

鈴木了（東京大学理学系研究科物理学専攻）

“Spin chain/string correspondence in non-holomorphic sector”

$R \times S^3$ 上の古典弦と $N=4$ Super Yang-Mills の non-holomorphic sector との AdS/CFT 対応を検証することを目的として、最近 Mosaffa, Safarzadeh および Ishizeki, Kruczenski らにより構成された single-spike 解を考察する。この解は岡村-鈴木 [hep-th/0609026] で構成した “2-spin helical string” 解のある dual をとることで得られ、かつ non-holomorphic sector における AdS/CFT 対応の例で知られる pulsating string を含むことを示す。またこれら一般解のゲージ dual についても議論する。この研究は林 博貴 氏（東大本郷）、岡村 圭祐 氏（東大本郷、ケンブリッジ大 DAMTP）との共同研究に基づく。

住友洋介（総合研究大学院大学）

“A Deformation of Dual Giant Wilson Loops and Open Spin Chains”

近年、高次元表現の Wilson loop に対する D-brane 描像が盛んに議論されている。特に、対称表現には $D3$ -brane ($AdS_2 \times S^2$) 解が対応すると考えられている。本セッションでは、この解が S^5 中で回転している場合を考える。これは Drukker- Kawamoto の解の高次元表現への拡張である。まず、1-spin, 2-spin の古典解を構成し、そのエネルギーと角運動量の関係式を導く。そして、Miwa-Yoneya の仕事に従い、tunneling 描像に基づいて古典作用を評価する。一方、ゲージ理論側では、この $D3$ -brane の回転は、局所演算子の挿入による Wilson loop の変形と解釈される。この演算子における異常次元との対応関係をスピン鎖描像、二重スケーリング極限を用いて議論する。

田辺 誠（早稲田大学先進理工学部物理学科）

“Two rotating black ring solutions form Intersecting M-brane.”

二軸回転ブラックリング解をデュアリティーを用いて、電荷を持たせた。その結果、交差する M2 ブレインによる記述をすることができて、そのときそれぞれの関数が満たすべき方程式をもとめた。それを 11 次元超重力理論により得られた超対称性ブラックリング解を構築する方法を拡張し、どのように超対称性を破れば正則な解が得られるのかを与えた。

寺嶋 靖治（京大基研）

“QCD String as Vortex String in Seiberg-Dual Theory”

Quark confinement in QCD is one of the long-standing problems in particle physics. The dual Meissner effect is expected to work there, to realize a QCD string which is a confining electric flux tube. Here in our work, we explicitly present an example of the QCD string in supersymmetric QCD. The tube is a classical vortex string solution in a so-called Seiberg-dual of the QCD. We demonstrate stability analysis and study variations of the flavors.

西岡 辰磨（京都大学）

“Free Yang-Mills vs. Toric Sasaki-Einstein”

It has been known that the Bekenstein-Hawking entropy of the black hole in $AdS_5 * S^5$ agrees with the free N=4 super Yang-Mills entropy up to the famous factor 4/3. This factor can be interpreted as the ratio of the entropy of the free Yang-Mills to the entropy of the strongly coupled Yang-Mills. In this paper we compute this factor for infinitely many N=1 SCFTs which are dual to toric Sasaki-Einstein manifolds. We observed that this ratio always takes values within a narrow range around 4/3. We also present explicit values of volumes and central charges for new classes of toric Sasaki-Einstein manifolds

橋本幸士（東京大学大学院総合文化研究科）

“Glueball Decay from Holographic QCD”

ホログラフィック QCD、特に酒井杉本模型を用いて、Glueball のメソンへの崩壊過程を記述する。寺嶋靖治氏（基研）との共同研究。

幡中 久樹（Chung-Yuan Christian University）

“Radiatively Induced Spontaneous Symmetry Breaking by Wilson-Line in a Warped Extra Dimension”

We investigated the Hosotani mechanism on Randall-Sundrum space-time. We study the Hosotani mechanism in the SU(2) gauge theory in which a fermion with bulk mass term is included. We evaluated the fermionic part of one-loop effective potential for the Wilson-line phase and study the dynamical gauge symmetry breaking by Wilson-line. We apply the mechanism for electroweak gauge-Higgs unification. We study SU(3) models as 5D extensions of the electroweak theory. In these models, Higgs mass can vary between zero and 290GeV.

初田泰之（東京大学大学院理学系研究科物理学専攻素粒子論研究室）

“Emergent classical strings from matrix model”

$R \times S^3$ 上の N=4 超対称 Yang-Mills 理論を 1 次元に次元縮小すると行列量子力学が得られる。このような行列量子力学の SU(2) サブセクターにおいて、magnon（不純物）が複数ある状態について調べた。Berenstein-Correa-Vazquez による方法を用いると、このような状態のエネルギーが最小値をとるような”string bit”の配位が、弦理論で 2 個スピンを持つ様々な古典解のみならず分散関係を正確に再現するこ

とを示した。

平田朋義（京都大学理学研究科素粒子論研究室）

“Phase structure of twisted reduced model”

ラージ N ゲージ理論における twisted reduced model において、元の理論との等価であるためには $U(1)^4$ 対称性を保つ必要がある。しかし、近年この対称性が物理的に興味深い弱結合領域でも破れることが指摘された。本研究では skew-diagonal twist と呼ばれる twist を用いて、モンテカルロシミュレーションにより数値的に破れ方を調べることで、planar limit を取ることができないことを明確にした。またより強い twist を用いた場合でも twisted reduced model ではこの対称性が破れることを指摘した。また、twisted reduced model は非可換ゲージ理論とも深く関係しており、非可換ゲージ理論としての double scaling limit が取れるかについても言及した。

丸吉 一暢（大阪市立大学理学研究科数物系専攻）

“ $N=2$ quiver gauge theories and partial breaking of $N=2$ supersymmetry”

We consider $N=2$ gauge theories with the hypermultiplets, which has the electric and magnetic Fayet-Iliopoulos terms. It is known that due to the electric and magnetic Fayet-Iliopoulos terms $N=2$ supersymmetry is broken to $N=1$ spontaneously. However, in general, it is difficult to introduce the magnetic Fayet-Iliopoulos terms for the hypermultiplets with keeping $N=2$ supersymmetry. We show that, in the $N=2$ quiver type gauge theories which have the bi-fundamental matters, it is possible to introduce the magnetic Fayet-Iliopoulos terms with keeping $N=2$ supersymmetry. We will explicitly see the appearance of the Nambu-Goldstone fermion and the gauge symmetry breaking in the simplest model.

水上 史絵（中央大学大学院理工学研究科）

“弦の場の理論の有効ポテンシャルに対する loop の効果”

弦の場の理論において弦の非摂動論としての研究が進んでおり、その量子効果にも興味を持たれる。我々は cubic string field theory において level truncation を用いて effective potential の量子補正を行い、これを基に string の量子補正が及ぼす効果とその物理的影響を調べている。

村田 仁樹（京都大学基礎物理学研究所）

“Baryons in holographic QCD with $N_f = 3$ ”

酒井・杉本による holographic QCD(5次元 Yang-Mills+Chern-Simon model) における baryon 古典解とその量子化の解析を flavor 数 $N_f = 3$ の場合に行う。 $N_f = 2$ の場合の解析は既に行われており、古典解は BPS instanton 解で近似され、量子化で得られた baryon スペクトラムは現象論的にもよい結果を与えた。ここで行う $N_f = 3$ の場合の解析は $N_f = 2$ の単純な拡張ではなく、 $N_f = 2$ の場合には存在しなかった Chern-Simon 項の $SU(N_f)$ 部分が決定的に重要な役割を果たす。すなわち、この Chern-Simon 項が Skyrme model における WZW 項と同じ役割を果たし、正しい baryon スペクトラムを与えるかどうか問題である。これらについての詳細な解析と問題点の報告を行う。

8月9日(木)

高柳 匡（京大理学部）

“AdS/CFT Correspondence and Entanglement Entropy”

今年で AdS/CFT 対応が発見されてから、ちょうど 10 年になります。様々な肯定的な検証が今まで盛んになされてきましたが、この重力理論とゲージ理論の対応原理が、一体どうして成り立つのかについては、本質的理解は得られていないのが現状です。このホログラフィーの原理を系統的に理解するために

は、まず境界のゲージ理論におけるある空間領域内の情報が、重力理論が住むバルク時空の一体何処に蓄えられているのかを知る必要があります。これを理解するうえで基本的量として、この講演ではエンタングルメント・エントロピーという量を導入して議論したいと思います。AdS/CFT 対応を用いると、もともと量子情報量を表すこのエントロピーを、古典微分幾何的な計算で比較的簡単に求めることが出来ることが最近指摘され、その対応関係に関する様々な検証もなされました。この結果を用いると境界のある領域とバルクのどの領域が双対なのか理解することができます。また、このエントロピーは、もともとブラックホールのエントロピーの起源を理解するために場の理論に導入されたという側面も持ちます。実際、AdS/CFT 対応を用いると、この昔から予想されてきた事実をいくつかのブラックホールに関して示すこともできます。最後に、このエントロピーは、場の理論においてウィルソンループのような非局所的な物理量とみなすことができ、(ゲージ理論以外でも)一般の量子多体系において絶対零度でも定義できるので、最近では物性理論の量子相転移などにも数多くの応用がなされています。以上の話題について、この講演では、最近の進展をレビューしたい。

吉田 健太郎 (Kavli Institute for Theoretical Physics, University of California Santa Barbara)

“Non-relativistic String and D-branes on $AdS_5 \times S^5$ from Semiclassical Approximation”

AdS/CFT 対応の研究において、解析可能な部分セクターを切り出す極限操作は非常に重要である。

本講演では、このような極限操作の一つとして、近年、Gomis-Gomis-上村によって指摘された AdS/CFT における非相対論極限について議論する。

特に、1) AdS-ブレインの非相対論極限における作用の導出 2) 静的な AdS-ブレイン解の半古典近似を行い、両者の結果の一致から、非相対論極限は静的な古典解の周りの半古典近似であることを示す。

この半古典近似としての解釈と、Penrose 極限とのアナロジーから、この極限で対応するゲージ理論側の演算子についても説明する。

本講演は、阪口 真 氏との共同研究 hep-th/0703061 に基づく。

木村祐介 (Department of Physics, Queen Mary, University of London)

“Giant Graviton と anti-Giant Graviton を含む演算子の相関関数について”

AdS/CFT 対応において、giant graviton は $N=4$ SYM 側ではシューア多項式によって与えられる。 $U(N)$ の基本表現のテンソル積空間に対して、 $U(N)$ の作用と対称群の作用が可換に作用するという事実を使うことで、giant graviton の相関関数がうまく求められる。ここではテンソル積空間に反基本表現を含めた空間を考える。この時は対称群の群環に代わって brauer 代数といわれる代数が重要な役割を果たす。brauer 代数の数学的性質を使って giant graviton、anti-giant graviton を含む SYM の演算子の相関関数を議論する。この研究は S. Ramgoolam 氏との共同研究。

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

“Deformation of Super Yang-Mills Theories in R-R 3-form Background”

我々は定数の RR 3 形式中の D3 ブレインの低エネルギー有効理論として得られる、変形された $N=2,4$ super Yang-Mills 理論について調べた。変形項は開弦のディスク振幅から計算できる。この変形によって超対称性がどのくらい破れているかを調べた。またこの変形は $N=1$ 超空間形式の言葉では、超座標に依存した結合定数とみなすことができる。

花田政範 (理化学研究所)

“Cascade of Gregory-Laflamme Transitions and $U(1)$ Breakdown in Super Yang-Mills”

In this talk we consider black p-branes on torus. We find a cascade of Gregory-Laflamme transitions between black p-brane and (p-1)-brane. Through AdS/CFT correspondence, these transitions are related to the breakdown of the $U(1)$ symmetry in super Yang-Mills on torus. We argue a relationship

between the cascade and recent Monte-Carlo data.

竹内 紳悟（総合研究大学院大学 素粒子原子核専攻）

“超対称行列量子力学の数値シミュレーションに基づくゲージ/重力対応の検証”

我々は16個の超電荷を持つ超対称行列量子力学の数値シミュレーションを行った。特に有限温度においては、このモデルと双対な関係にある重力理論から、いくつかの予言がなされている。これまでの研究では、このモデルに対してガウス展開法を用いることにより、自由エネルギーが温度に対して巾則で振る舞い、その巾が重力側で計算されたものと一致するという結果が得られていた。また、ボゾニックな行列量子力学では、ポリャコフ・ラインの振舞で区別される3つの相が存在するのだが、超対称な場合は相転移がない、ということが、やはり重力側の計算で示唆されていた。我々は、これらの性質を第一原理に基づいて検証することに成功した。なお数値シミュレーションは、従来の格子定式化によらない新しい方法を用いた。そうすることにより、格子による超対称性の破れや、カイラルフェルミオンにまつわる問題を避けることができる。本研究によりこの方法の有用性を示せたことは、技術的な発展としても重要であり、将来的には、Banks-Fischler-Shenker-Susskindの提案したマトリックス理論の数値的研究にも応用できると考えている。本研究は、西村淳氏（KEK、総研大）、花田政範氏（理研）及びK.Anagnostopoulos氏（Natl.Tech.U., Athens）との共同研究に基づく。

佐藤 昌利（東京大学物性研究所物性理論研究部門）

“Topological Discrete Algebra, Ground State Degeneracy and Quark Confinement in QCD”

最近、トポロジカル秩序相とよばれる新しい相が、盛んに議論されている。ここでは、QCDに存在する隠れた離散対称性を用いて、クォーク閉じ込め相と非閉じ込め相がトポロジカル秩序相として区別されることを議論する。

高橋秀典（日本大学松戸歯学部物理学）

“非可換空間における Hofstadter butterfly diagram”

2次元平面において電子が磁場中を運動する系のエネルギースペクトラムは離散化され、ランダウ準位を形成することが知られている。更に、この電子の問題を tight-binding 模型で定式化し、横軸をプラケット当たりの磁束にとり、縦軸を1電子当たりのエネルギーにとるとフラクタル構造を持つホフスタッターバタフライダイアグラムが得られることが知られている。

今回、この問題を非可換空間上に拡張して考えた。今回の定式化は、NC $U(1)$ ゲージ不変性を考慮して行われている。まず、非可換空間においてランダウ準位が形成されることを確認した。次に、非可換空間のホフスタッターバタフライダイアグラムを作成した。そして、図がフラクタル構造的な振る舞いをする一方で、可換空間とは違う振る舞いをするのがわかった。

磯野裕（東京大学理学系研究科）

“フェルミオニックな開弦の境界状態の解析”

D-brane は通常、閉弦を吸収、放出する状態として、閉弦理論における境界状態によって記述される。しかし交叉する D-brane 系を考えると、上記のような閉弦の振幅だけでなく、D-brane から開弦が放出され伝播した後 D-brane に吸収される振幅も考えられ、このような開弦の放出、吸収を表す開弦理論における状態を、開弦における境界状態と呼ぶ。これまではボゾニック弦について具体的に構成され物理的性質が解析されていた。この研究では、フェルミオニックな弦に対しても、境界条件を詳細に解析することで具体的に開弦における境界状態が構成できることを示し、物理的性質を解析した。

入江 広隆（京都大学理学研究科）

“D-Branes and Kramers-Wannier dualities in (p,q) minimal superstring theory”

非臨界次元で定義される (p,q) ミニマル超弦理論は行列模型による記述が発見され、非摂動的に可解な超弦理論を与える。これまで、この超弦理論において、D-brane の境界状態は完全に決定されていなかった。本公演では、この境界状態を完全に決定し、特に基本的な 2 種類の D-brane として、Ising 模型で現れる order/disorder パラメータに類推するものが得られることを示し、これらの D-brane による時空における Kramers-Wannier 双対性の記述について議論する。

松尾 俊寛 (国立台湾師範大学)

“Ultrahigh-energy string collision and rotating string production”

弦の超高エネルギー散乱は古くから研究されてきたテーマであり、今もなお活発な研究対象である。われわれは特に終状態が角運動量をもつ完全非弾性散乱過程に着目し、回転弦の生成断面積を閉じた形で求めた。これによって任意の衝突係数での散乱過程をみることができ、とくに、小さな衝突係数における弦の形状因子もよい精度で調べることができる。また、超高エネルギー領域では弦 / BH 対応原理の観点から

(Kerr) BH 生成断面積と比較することも可能である。今回の発表ではこれらの計算と議論を紹介しません。

富野 弾 (国立台湾師範大学 物理系)

“Hagedorn Strings and Correspondence Principle in AdS(3)”

3次元 AdS 空間における弦の高温気体を研究した。この系は平坦時空の弦気体に類似した Hagedorn 特異性を持つ。カノニカル分配関数の漸近形から、Hagedorn 転移温度を AdS 半径の関数として決定した。結果を Susskind, Horowitz-Polchinski 等によって提唱された弦/ブラックホール対応原理と併用し、弦気体から転移した BTZ ブラックホールの半径に下限を与えた。

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)

“Creation of D9-brane-anti-D9-brane Pairs from Hagedorn Transition of Closed Strings”

アティックとウィッテンは、閉弦の‘ハゲドロン相転移’を提唱している。それは、松原形式で閉弦の理想気体の自由エネルギーを解析すると、ハゲドロン温度以上でユークリッド時間方向の巻付きモードがタキオンになり、タキオン凝縮により相転移が起こるというものである。巻付きモードの頂点演算子を作用させるということは、閉弦の世界面に穴を開け、その穴をユークリッド時間方向に巻付けるということに相当しているということも、アティックとウィッテンによって指摘されている。その穴の境界を開弦の境界と見なせば、もはや閉弦ではなく開弦の世界面と見なせ、ブレーンが存在していると考えられる。そこで、我々が以前に境界弦場理論に基づいて求めた D9 ブレーン・反 D9 ブレーン上の開弦の 1 ループ自由エネルギーで、開弦タキオンを凝縮させた極限をとったところ、閉弦の巻付きモードタキオンの伝播関数に非常に似通ったものが得られた。また、境界共形場理論に基づいて、D9 ブレーン・反 D9 ブレーン対生成に対応するタキオン配位で時間方向をウィック回転した松原形式で求めた正確にハゲドロン温度での 1 ループ自由エネルギーで、閉弦真空に留まる極限をとったところ、正確にハゲドロン温度での閉弦の巻付きモードタキオンの伝播関数が得られた。これらの結果は、閉弦の‘ハゲドロン相転移’により D9 ブレーン・反 D9 ブレーン対が生成される可能性があることを示唆している。

8月10日(金)

福間 将文 (京都大学大学院理学研究科物理学第二教室)

“3次元 Yang-Mills 理論の解析的計算に関する最近の進展 (仮題)”

鈴木 博 (理化学研究所)

“Two-dimensional $N = (2,2)$ super Yang-Mills theory on computer”

杉野によって提案された 2 次元 $N=(2,2)$ 超対称 Yang-Mills 理論の格子定式化を計算機上に実現した。さまざまな一点 supersymmetric Ward-高橋 (WT) 恒等式を測定することで、我々のアルゴリズムのテストを行うとともに、連続極限での超対称性の回復を見ることをねらった。この定式化で厳密に保存される超対称性に対応する WT 恒等式の測定から、re-weighting による dynamical fermion の取り扱いがうまく働いていることを確認した。その他の WT 恒等式に対しては、超対称性の回復と consistent と思われる結果が得られたが、これを完全に結論できるまでには至っていない。また、こうした格子定式化で計算可能な物理量の例として (繰り込まれた) スカラー場の bi-linear 演算子の期待値を測定した。

伊藤 克美 (新潟大学教育人間科学部)

“Quantum Master Equation for QED in Exact Renormalization Group”

最近、QED に対するウィルソン作用の満たす WT 恒等式が園田に依って陽に求められた。今回この恒等式を経路積分を使って導出し、ここに反場を導入することによって、WT 恒等式をマスター方程式の形に書き直せることを示す。このことは正則化のもとでゲージ対称性が維持されていることを意味する。また、反場を含む様に拡張されたウィルソン作用の満たすくりこみ群のフロー方程式を導く。

伊藤 悦子 (京都大学 基礎物理学研究所)

“Three dimensional conformal sigma models”

We construct novel conformal sigma models in three dimensions. Nonlinear sigma models in three dimensions are nonrenormalizable in perturbation theory. We use Wilsonian renormalization group equation method to find the fixed points. Existence of fixed points is extremely important in this approach to show the renormalizability. Conformal sigma models are defined as the fixed point theories of the Wilsonian renormalization group equation. The Wilsonian renormalization group equation with anomalous dimension coincides with the modified Ricci flow equation. The conformal sigma models are characterized by one parameter which corresponds to the anomalous dimension of the scalar fields. Any Einstein-Kähler manifold corresponds to a conformal field theory when the anomalous dimension is $\gamma = -1/2$. Furthermore, we investigate the properties of target spaces in detail for two dimensional case, and find the target space of the fixed point theory becomes compact or noncompact depending on the value of the anomalous dimension.

中村 真 (Center for Quantum Spacetime, Sogang University)

“Baryon Chemical Potential in AdS/CFT”

Baryon 化学ポテンシャルは、ゲージ理論の相図において温度とならば重要なパラメータである。特に、有限温度の場合と異なり、有限 Baryon 化学ポテンシャルを導入した格子ゲージ理論の計算は、虚数が現れることにより技術的に難しいことが知られている。そこで、ゲージ理論を非摂動的に解析できるもう一つの方法の AdS/CFT に、Baryon 化学ポテンシャルを導入することは非常に重要である。本講演では、AdS/CFT の枠組みに Baryon 化学ポテンシャルを導入するための試みと、その際に生ずる問題点について我々の仕事 [hep-th/0611021] をもとに総合的に報告したい。特に、Kobayashi-Mateos-Matsuura-Myers[hep-th/0611099] により指摘された、相の不安定性の問題点に焦点をあて、その問題がどのように解釈・回避され得るのか (Nakamura-Seo-Sin-Yogendran[to appear]) について論じる予定である。

堀籠儀穂 (埼玉大学大学院理工学研究科)

“ブレーン模型におけるカイラル対称性の破れ”

ゲージ/重力対応仮説を用いた D_q/D_p 模型によってカイラル対称性の破れを論じる。 N_c 枚の D_q ブレインと N_f 枚の D_p ブレインが r 次元だけ交差している D_q/D_p 模型において地平面近傍極限とプローブ近似 ($N_c \ll N_f$) を考えると、交差上の低エネルギー有効理論は $r+1$ 次元 $U(N_c)$ ゲージ理論となる。

この理論には基本表現に属する N_f 種類のフェルミオンが含まれる。本模型で D_q ブレインとも D_p ブレインとも直交する空間がある場合について、その空間中での D_p ブレインの配位を求める。ゲージ/重力対応仮説によると、特定の q, p に対してその空間中での回転対称性をゲージ理論におけるカイラル対称性と解釈することができ、また D_p ブレインの漸近形からクォーク質量やクォーク凝縮を読み取ることができる。クォーク質量に対するクォーク凝縮の変化を調べると、ゼロ温度ではクォーク質量がゼロの場合にもカイラル対称性が破れており、またその破れに伴って Nambu-Goldstone ボソンが生じることが分かる。なお有限温度の場合についても同様の議論をする。

郷六 一生 (福岡工業大学・情報工学部)

“Holographic heavy-light mesons from non-Abelian DBI”

$N=2,1,0$ それぞれの超対称性を持つゲージ理論とデュアルな 10 次元背景場に 2 つの $D7$ ブレインを埋め込み、質量の異なる 2 つのクォークを持つ大きなカラー自由度のあるゲージ理論での振る舞いを AdS/CFT 対応の立場から調べた。(i) $D7$ ブレインの埋め込みは、non-Abelian Dirac Born Infeld 作用で表されるブレインの作用から $U(2)$ マトリックスの対角成分に対する運動方程式を profile として解いて得た。この解からは、対応するゲージ理論のカイラル対称性について知ることができ、また 2 つのクォークの質量はそれらの境界条件から決められる。(ii) この $D7$ ブレインに対する古典解の回りのブレイン自身の揺らぎから、メソンの質量スペクトルを求めた。この内 $U(2)$ マトリックスで表される揺らぎの非対角成分は質量の異なる 2 つのクォークからなるメソンを表しており、同じ種類のクォークからなるメソンとは、かなり異なる特徴を持つ。特に質量の $t'Hooft$ 結合定数に対する振る舞いが特徴的であることを示す。

三輪光嗣 (東京大学駒場)

“Holographic QCD and Pion Mass”

Holographic QCD は”ゲージ理論/弦理論対応”を用いて、弦理論側の解析を通じて QCD の強結合ダイナミクスを理解する試みである。とくに酒井-杉本モデルは D ブレインのダイナミクスを用いてカイラル対称性、およびその自発的破れを実現する興味深いモデルである。彼らのモデルは弱結合側において厳密なカイラル対称性を有する。このため強結合側ではカイラル対称性の自発的破れに伴う、質量を持たないパイ中間子が存在する。しかしながら現実の QCD ではクォーク質量項によってカイラル対称性は弱くあからさまに破れており、パイ中間子は小さな質量を持つ。我々は酒井-杉本モデルを少し変更し、弱結合側でカイラル対称性が弱く破れたモデルを提案し、中間子のスペクトルの解析を行う。