基研研究会「場の理論と弦理論」
プログラム（2011年7月25日～7月29日）

— 会場：湯川記念館 パナソニックホール —

25日

尾田欣也（大阪大学 理学研究科）

Unitarity in Dirichlet Higgs Model

We report recent developments on the unitarity and BRST invariance issues on the Dirichlet Higgs model, a UED model compactified on a line segment, with the gauge symmetry being broken solely by non-zero Dirichlet boundary conditions on a bulk Higgs field. This work is continuing from arXiv:1011.0405 with K. Nishiwaki.

藤本教寛（神戸大学 理学研究科 物理学専攻 素粒子論研究室）

Higgs mechanism without Higgs potential in an extra dimension

標準模型における自発的対称性の破れの実現には、負の2乗質量項の導入が不可欠であった。しかし我々は、高次元ゲージ理論の枠組みにおいて、余剰次元方向に関して理論の枠組みから許される一般的な境界条件を考えることにより、負の2乗質量項を導入する必要なく自発的対称性の破れを引き起こせることを見出した。またこの機構では、スカラー場の真空期待値は必然的に余剰次元の座標依存性を持ち、余剰次元の半径や境界条件などに依存した対称性の破れ/回復の豊富な相構造も存在する。さらに、カイラルフェルミオン生成の謎とフェルミオンの質量階層性問題に関して、境界条件の見地から解決の可能性のあることを時間があれば説明する。

長岡 悟史（APCTP）

Intersecting brane models in six dimensions

タイプIIB型超弦理論の交差ブレーンをコンパクト化することにより得られる6次元超重力理論を解析する。 T^4/Z_2 上の交差D7ブレーンを系統的に分類し、理論の種類、スペクトルを明らかにする。新たな結果としては、オービフォールド固定点に近づいた極限でのブレーンのスペクトルなどが挙げられる。Washington Taylor氏(MIT)との共同研究。

安井 幸則（大阪市立大学）

高次元ブラックホールの対称性と厳密解

立花・柏田(1968年)によって導入された共形キリング・矢野(CKY)テンソルは高次元ブラックホールの'隠れた'対称性を記述する。本講演では、宝利との共同論文 arXiv:1104.0852に基づき、(a) CKYテンソルを許す高次元時空の分類 (b) コンパクト Einstein 多様体, 佐々木・Einstein 多様体の構成についてレビューする。また、高次元超重力理論へのCKYテンソルの応用について最近の発展を紹介したい。

中村 正佳（東京大学大学院 総合文化研究科 広域科学専攻 関連基礎科学系 素粒子原子核研究室）

Near horizon superconformal symmetry of rotating BPS black holes in five dimensions

5次元の超重力理論には、超対称性を保ちつつ回転するブラックホール解 (BMPV ブラックホール) が存在する。我々は BMPV ブラックホールの near horizon geometry において漸近的超対称性を解析した。具体的には、covariant phase space の手法を用いて、ある境界条件の下で有限となる conserved charge を fermionic なものも含めて構成した。さらに、それらの charge が chiral な二次元超共形代数をなすことを確かめ、その central charge がゼロであることを見出した。また、この結果と $\text{AdS}_2/\text{CFT}_1$ 対応との関係についても議論する。(この研究は、東北大学の横井直人氏との共同研究である。)

木村哲士 (高エネルギー加速器研究機構)

Flux compactifications, $N=2$ gauged supergravities and black holes

Type II 超弦理論を Calabi-Yau 多様体でコンパクト化した時の有効理論は様々な方面で成功を収めている。その典型例として、 $N=2$ 超重力理論と、その解として漸近平坦な極限ブラックホール解、及びアトラクター機構があった。同様のテーマは、Calabi-Yau 多様体より一般的な幾何学でのコンパクト化においてどこまで追究できるだろうか。Calabi-Yau 多様体を一般化する理由は非自明なフラックスの存在にある。超弦理論に登場するフラックスは、コンパクト化された空間を大きく歪める。その結果 4次元の超重力理論はゲージ化され、ポテンシャル項が登場する。この系における極限ブラックホールの振る舞いは、Calabi-Yau コンパクト化の場合と比較してどれだけ変わるだろうか。本講演では、Calabi-Yau 多様体の一般化の一例となる、抜率のある $SU(3)$ 構造多様体 ($G_2/SU(3)$ 空間など) を用いて、極限ブラックホールの解とアトラクター機構を再考する。

本講演は、西中崇博氏 (KEK) との共同研究を基にする。

松尾 善典 (高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所)

Kerr/CFT 対応における near-extremal の補正について

Kerr/CFT 対応では当初 extremal の Kerr black hole について、その漸近対称性が Virasoro 代数を成すことから CFT との対応が議論されていた。この漸近対称性と CFT の性質を用いることで extremal での Bekenstein-Hawking entropy が再現できることが知られている。この研究では、この対称性とは別の漸近対称性からも Virasoro 代数が得られ、この対称性を用いることで near-extremal での entropy への補正が再現できることを示した。また、Kerr 時空上の scalar 場を考えると hidden conformal symmetry と呼ばれる対称性が近似的に現れることが知られているが、Near horizon limit の取り方を少し変更することにより、この対称性が near-extremal 補正とどのように関係しているかについても議論する。

中島 宏明 (Korea Institute for Advanced Study)

Instanton effective action in Omega-background and D3/D(-1)-brane system in R-R background
拡張された Omega 背景時空を導入し、その上で定義された $N=4$ および $N=2^*$ 超対称ゲージ理論におけるインスタントン有効作用について発表する。これは弦理論の立場では、R-R 3-form 背景上の D3/D(-1) system において D-brane の有効作用を考えることに相当する。拡張された Omega 背景のパラメーターを適切に選ぶことによって、変形された超対称ゲージ理論の一部の超対称性を保つことができる。また同じ条件のもとで有効作用を BRST-exact に書くことができることを議論する。

26日

野海 俊文 (東京大学大学院総合文化研究科)

Solutions from boundary condition changing operators in open superstring field theory

Kiermaier, Okawa, Soler による boundary condition changing operator (bcc operator) を用いた open bosonic string field theory の解析解の構成を拡張し、Berkovits 型の superstring field theory の解析解を構成した。我々の構成した解は、regular marginal deformation のように、bcc operator の OPE が正則な場合に適用できる。また、bcc operator は共形場理論の境界条件を変える演算子であり、これらを用いて構成された解は、対応する世界面上の共形場理論との関係を議論するのに適していることが期待される。実際、我々は構成した解に対して、disk 上の closed string の一点関数と関係するゲージ不変量を解析的に求めることに成功し、予想される世界面の境界条件が再現されることを確認した。(本講演は大川祐司氏との共同研究に基づく)

村田 仁樹 (理研 橋本研)

弦の場の理論における多重ブレイン解について

本研究の目的は、弦の場の理論において多重ブレイン解を構成し、その数理的及び物理的性質を調べることである。大川氏によって構成された一般的な解に対して gauge invariant overlap やエネルギーを評価し、多重ブレイン解の存在についての示唆を得た。講演では、これらの計算について報告し、レベル展開についても議論する予定である。なお、本講演は Martin Schnabl 氏との共同研究に基づく。

村上公一 (岡山光量子科学研究所)

非臨界次元光円錐ゲージのボソンの弦の場の理論におけるループ振幅

我々はこれまで、光円錐ゲージの弦の場の理論に次元正則化を適応することを考え、超弦における相互作用点の衝突による発散が実際に正則化されること、さらには縦波方向の共形場の理論をうまく定義して散乱振幅を BRST 不変な形に書き直せることなどを、tree 振幅について証明してきた。本研究はこれらの考察をループ振幅に拡張することの第一歩として、非臨界次元のボソンの弦の場の理論の loop 振幅を考察し、これが BRST 不変な形に書き換えられるか、modular 不変性を有するかを議論する。

坂井典佑 (東京女子大学現代教養学部数理科学科)

Non-Abelian Gauge Field Localized on Walls with Four- Dimensional World Volume

A mechanism using the position-dependent gauge coupling is proposed to localize non-Abelian gauge fields on domain walls in five-dimensional space-time. Low-energy effective theory possesses a massless vector field, and a mass gap. The four-dimensional gauge invariance is maintained intact. We obtain perturbatively the four-dimensional Coulomb law for static sources on the domain wall. BPS domain wall solutions with the localization mechanism are explicitly constructed in the $U(1) \times U(1)$ supersymmetric gauge theory coupling to the non-Abelian gauge fields only through the cubic prepotential, which is consistent with the general principle of supersymmetry in five-dimensional space- time.

新田 宗土 (慶応義塾大学日吉物理学教室)

New Topological Solitons in SUSY Gauge Theories with SUSY Breaking Josephson Terms

$N=2$ 超対称ゲージ理論に超対称性を保つ質量変形を加えると、ヒッグス相に様々な複合ソリト

ンが存在することが知られている。例えば、ポーテックスにコンファインされたモノポール、ドメイン・ウォールに端を持つポーテックス、ポーテックス中のインスタントンなどである。本講演では、上記知られたものを簡単に紹介した後に、超対称性を破る自然な質量変形として Josephson 項による効果を考える。この項は、超伝導体の Josephson 結合、多成分超伝導、多成分ボース・アインシュタイン凝縮、2 軸異方性のある磁性体、ヘリウム 3 超流動で現れる項なので非常に自然であるがこれまで考えられてこなかった。この項を加えると、ドメイン・ウォールに埋まった渦 (Josephson ポーテックスとして超伝導で知られている) や、5 次元のモノポール・ストリングの中でのインスタントン・ビーズなどの新しいソリトンが存在することを議論する。最後に時間があれば、高温超伝導体への応用、Ward 予想との関係について議論する。

初田泰之 (京都大学基礎物理学研究所)

AdS/CFT 対応に基づくグルーオン散乱振幅の解析と 2 次元可積分模型

2007 年に Alday と Maldacena は 4 次元 $N=4$ 超対称 Yang-Mills 理論におけるグルーオン散乱振幅を AdS/CFT 対応を用いて計算する手法を提唱した。彼らによれば、グルーオン散乱振幅はグルーオンの運動量によって決められる light-like polygonal loop を境界にもつ AdS 空間内の極小曲面の面積によって与えられる。このような面積を求めるのは難しい問題であるが、実は曲面の形を具体的に知らなくても面積は計算することが出来る。Alday-Gaiotto-Maldacena は上記の面積がある 2 次元可積分模型の熱力学的 Bethe 仮説 (TBA) を解くことで計算出来ることを発見した。今回の発表では極小曲面が AdS_3 部分空間にある場合に、その面積がどのような 2 次元可積分模型の TBA によって記述されるかを述べ、可積分模型からいかにして散乱振幅の情報を引き出すのかを説明する。我々はこのような可積分模型を解析することで、TBA の高温展開を考え、10 点までの散乱振幅の解析的表式に得ることに成功した。この研究は伊藤克司氏 (東工大)、酒井一博氏 (京大基研)、佐藤勇二氏 (筑波大) との共同研究に基づく。

西尾 亮一 (東京大学 理学系研究科 素粒子研究室)

Virtual Compton scattering and Generalized Parton Distribution in gravity dual

Generalized parton distribution (GPD) contains rich information of partons in a hadron, including transverse profile, and is also non-perturbative information necessary in describing a variety of hard processes, such as meson lepton production and double deeply virtual Compton scattering (DDVCS). In order to unveil non-perturbative aspects of GPD, we study DDVCS at small x in gravitational dual description. Using the complex spin j -plane representation of DDVCS amplitude, we show that GPD is well-defined and can be extracted from the amplitude even in the strong coupling regime. It also turns out that the saddle point value in the j -plane representation plays an important role; there are two phases in the imaginary part of the amplitude of DDVCS and GPD, depending on relative position of the saddle point and the leading pole in the j -plane, and crossover between them is induced by the change of the kinematical variables. The saddle point value also directly controls kinematical variable dependence of many observables in one of the two phases, and indeed the dependence is qualitatively in nice agreement with HERA measurements.

本多正純 (総合研究大学院大学素粒子原子核専攻)

Testing the AdS/CFT correspondence by Monte Carlo calculation of BPS and non-BPS Wilson loops in $N=4$ super-Yang-Mills theory

我々は、4次元の planar $N=4$ Super Yang-Mills 理論のモンテカルロ計算を行い、AdS/CFT 対応を第一原理に基づき検証する。ここでは、非摂動的な定義として、Plane Wave Matrix Model を用いる方法を採用することにより、理論の持つ超対称性を最大限に尊重した計算を行う。この理論においては、ウィルソン・ループの解析的な計算が知られている。円形の場合は BPS 演算子であり、ラダー図の足し上げや局所化の方法により、任意の結合定数で解析的な結果が得られており、特に強結合極限において重力側での結果を再現している。一方、長方形の場合は non-BPS 演算子であり、長方形が無限に長い極限において重力側で結果が得られているが、これを再現するようなゲージ理論側での計算は、まだなされていない。我々は、円形と無限に長い長方形に対する結果を内挿するものとして、「トラック」型のウィルソン・ループを重力側で新たに計算した。この結果とゲージ理論側で直接モンテカルロ計算を行った結果を比較することにより、non-BPS 演算子に対する AdS/CFT 対応について新たな検証を行う。

藤田充俊 (東京大学 数物連携宇宙研究機構)

Probing AdS Wormholes by Entanglement Entropy

In this paper, we study the Lorentzian AdS wormhole solutions constructed in arXiv:0808.2481 [hep-th]. Each of them is a classical solution interpolating between an AdS space and a flat space in type IIB supergravity. We calculate the holographic entanglement entropy to probe this geometry. Our analysis shows that there exists a mass gap in its holographic dual gauge theory and that the entanglement between the two boundaries is rather suppressed than that we naively expect for wormholes. We also examine the holographic conductivity on a probe D-brane in this spacetime.

小川軌明 (IPMU)

On higher derivative corrections to holographic entanglement entropy

Holographic entanglement entropy is one of the very important quantities to investigate the aspects of holography. We examine the behaviors of holographic entanglement entropy in higher derivative gravity theories in some important setups and show some remarkable properties of them. (in collaboration with T. Takayanagi(IPMU))

芝 暢郎 (大阪大学大学院理学研究科物理学専攻素粒子論研究室)

Entanglement Entropy of Two Black Holes and Entanglement Entropic Force

2つのブラックホール (BH) の外側の massless free スカラー場のエンタングルメントエントロピー (EE) を調べ、特に BH 間の距離への依存性を調べる。もしこの EE を熱力学的エントロピーと同様に考えられるなら、BH 間の距離への依存性からスカラー場が 2つの BH に及ぼす entropic force を知ることができる。本研究では、まずミンコフスキー時空において 2つの仮想的な球の外部のスカラー場の EE を考える。このときスカラー場は全時空で真空状態で、仮想的な球の内部についての自由度については部分トレースする。球の間の距離 (r) が球の半径に比べ十分に大きい時に EE の $1/r$ についての主要項を求める。BH の場合はミンコフスキー時空における計算にいくつか修正を加えることで EE の r 依存性を推定できる。最後に、こうして推定した EE の r 依存性から予想される entropic force の効果について議論する。

斉田 浩見 (大同大学 教養部)

Universal Property of Microstate of Quantum Gravity suggested by Uniqueness of Black Hole

Entropy

プランクスケールの重力が示す普遍的な性質を考える。ここで普遍的とは、超弦理論など量子重力のモデルの詳細に寄らない、という意味である。論旨は3段構成。第1段：ブラックホール熱力学と実験室系の熱力学の間の、重要な相違点を整理する（状態量の示量性と示強性など）。そして、その相違点があってもなお、ブラックホールのエントロピーは「エントロピー = 面積則 (Bekenstein-Hawking Entropy)」で一意的に与えられることを示す。これは統計力学的な議論を一切用いず、熱力学の枠内だけで示される。第2段：実験室系における量子統計力学が成立するための条件を整理する。特に、エントロピーが一意的に定まるのに十分な、系の構成要素（粒子など）の間の相互作用が満たすべき条件を明らかにする。その条件は、物理的に適切な状況設定の下で、次の3点に集約される：(a) 相互作用ポテンシャルは十分遠方で負の値からゼロに収束。(b) ポテンシャルは下に有界で、その下限は負の値（無限遠でのポテンシャルが基準）。(c) ポテンシャルの空間積分は正の値。(a)+(b)+(c)より、ポテンシャルは遠方で引力、短距離で斥力、でなければ安定な熱平衡状態が存在できないことが分かる。第3段：ブラックホール熱力学では、ブラックホールは自己重力系の安定な熱平衡状態だと考える。その構成要素は（ホーキング放射が量子効果であることから）重力の量子論的なマイクロ状態だと考えるのが妥当だろう。すると、第1段と第2段の議論を合わせて、ブラックホールを構成する重力のマイクロ状態の間の相互作用ポテンシャルも、第2段の(a),(b),(c)を満たす必要がある、と示唆される。このポテンシャルの振る舞いは、負で発散するニュートンポテンシャルとは明らかに異なる。プランクスケールでの重力相互作用は斥力であることが示唆される。なお、以上の議論には、超弦理論など重力の量子論のモデルは使っていない。仮定したことは、「ブラックホールは重力の安定な熱平衡状態」、「ブラックホールという熱平衡系にも統計力学が適用される」、の2つである。

池田憲明（京都産業大学益川塾）

Current Algebras and Homotopy Lie Algebroids

Alekseev and Strobl は2次元カレント代数の $TM \oplus T^*M$ への拡張を考え、このカレント代数がフラックスのある弦理論などに現れる Courant 括弧, Dirac 構造, generalized complex structure などの幾何から理解できることを示した。

われわれはこの考察を高次元カレントに拡張し、カレント代数がより広く homotopy Lie algebroid や QP 構造, derived bracket などの数学的構造で統一的に理解できることを明らかにした。

この話は小泉耕蔵氏との共同研究に基づく。

27日

西中 崇博（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）

Affine $SU(2)$ algebra from wall-crossing phenomena

Recently, there has been remarkable progress in the study of wall-crossing phenomena of D-branes. In particular, it was shown that various field theories on D4-branes with different topologies can be connected by wall-crossings. In this talk, I will extend this argument to D4-branes on the A_1 ALE space, whose BPS partition function is known to be the character of affine $SU(2)$ algebra. I will explicitly show that the affine $SU(2)$ character can be obtained from the BPS partition function on C^2 , by considering the wall-crossing of D4-D2-D0 states.

This talk is based on a work in collaboration with Satoshi Yamaguchi.

奥山和美 (信州大学理学部物理科学科)

Gauge-Higgs Unification in Spontaneously Created Fuzzy Extra Dimensions

We consider gauge-Higgs unification in fuzzy extra dimensions. In our approach the fuzzy extra dimensions are created spontaneously as a vacuum solution of certain 4-dimensional gauge theory. As an example, we construct a model with a fuzzy torus vacuum. We identify the Wilson line on the fuzzy torus as a Higgs field and show that the quadratic divergence in the mass term of Higgs effective potential is absent. Our model can be thought of as a non-supersymmetric version of the worldvolume theory of D3-branes probing $C^3/Z_N \times Z_N$ orbifold with discrete torsion.

金森逸作 (Institut für Theoretische Physik, Universität Regensburg, Germany)

SU(N) super Yang-Mills on 2-dim lattice

Some of the approaches to formulate supersymmetry on lattice use fermions on link. This link nature makes it complicated to treat the U(1) part of gauge group, which should be decoupled from the system. In this talk I will give a lattice formulation for super Yang-Mills with SU(N) gauge group which does not contain the U(1) part. The model does not contain link fermions any more. I will also discuss another practical way to treat the U(1) part. The target system is 2-dimensional N=(2,2) super Yang-Mills without matter.

This talk is mainly based on a work in progress and partially on arXiv:1010.2948.

杉野 文彦 (岡山光量子科学研究所)

Perturbative check of the construction of 4D N=4 SYM from 2D lattice

昨年、花田政範氏、松浦壮氏と、2次元 N=(8,8) super Yang-Mills 理論の2個の超対称電荷を保つ格子定式化を行い、その格子理論から4次元 N=4 U(k) super Yang-Mills 理論を fine-tuning なしに構成する方法を提案した (arXiv:1004.5513[hep-lat])。この構成法で、最初に得られるのは2次元平面×ファジー球面上の4次元理論で2個の超対称電荷を持つものである。ファジー球面の半径を無限大にとる事で2次元平面×非可換平面の4次元理論が得られ、超対称性は最大の16個に増大すると考えられる。後に、非可換性をゼロにする極限をとることで、4次元 N=4 U(k) super Yang-Mills 理論が得られる。

このシナリオは量子補正を含めたとしてもうまく機能すると期待されるが、その具体的なチェックのひとつとしてスカラー場の運動項に対する摂動の planar 1-loop の量子補正を計算した。4次元ローレンツ対称性の回復は特に非自明と考えられるが、fine-tuning なしに回復することが見て取れる。さらに、non-planar な loop 補正についても計算を進める予定であり、余裕があればそれについても議論したい。

鈴木 博 (理研)

Computer simulation of N=(2,2) Landau-Ginzburg model

4次元の Wess-Zumino 模型を dimensional reduction して得られる2次元 N=(2,2) Wess-Zumino 模型 (2D N=(2,2) WZ 模型) の非摂動的定式化とそれに基づいた数値シミュレーションについて報告する。この理論で質量項を持たないものは低エネルギーで非自明な N=(2,2) の超対称共型場理論に帰着すると考えられているが、WZ 模型は低エネルギーで強結合なため、この予想の解析的証明は存在しない。また、この予想の成立には超対称性が基本的と考えられるため、これまで数値的なアプローチも存在しなかった。最近、河井と菊川は、2D N=(2,2) WZ 模型の格子定式化に

基づく数値シミュレーションにより、上の予想を強くサポートする結果を得た。ここでは、我々が提案した 2D $N=(2,2)$ WZ 模型の超対称性を完全に保つ非摂動的定式化とそれに基づいた数値計算の結果を紹介する。この定式化は並進対称性等も保つため、それに付随した Noether current としてエネルギー運動量テンソル等の演算子を定義することが可能である。このことを利用して低エネルギーでの central charge を測定する試みにも触れたい。

近藤 慶一 (千葉大学 大学院理学研究科)

A low-energy effective Yang-Mills theory for quark and gluon confinement

クォークの閉じ込めとグルーオンの閉じ込めを同時に示すようなヤンミルズ理論の低エネルギー有効模型をゲージ不変性を損なわずに導出する。クォークとグルーオンの閉じ込めとは、ウィルソンループ期待値は面積則を示し、シュウィンガー関数は鏡映正定値性を破るという意味である。得られるグルーオン伝播関数は Gribov-Stingl 型であり、最近のモンテカルロシミュレーションの結果から示唆されるものと一致する。弦定数は磁気モノポールが 100% 支配的な寄与を与える。双対変換を用いると、Ginzburg-Landau 模型に一致することも示せ、双対超伝導描像を裏付ける。

河井 博紀 (東京大学大学院総合文化研究科)

SU(3) 格子ゲージ理論のマルチカノニカルシミュレーション

格子 QCD シミュレーションにマルチカノニカル法を適用し、その効果を調べた。格子 QCD の通常の (ゲージ場に周期的境界条件を課した) Hybrid Monte Carlo シミュレーションでは、連続極限に近づくにつれて topological charge の自己相関時間が急激に増加する事が知られている。他方、マルチカノニカル法では、分子動力学の間により強い coupling 領域も配位が経験するので、自己相関時間は減少すると考えられる。また、一度のシミュレーションで複数の coupling でのサンプルを同時に得る事ができる。そこで我々は、SU(3) 格子ゲージ理論にマルチカノニカル法を適用した。

伊藤 悦子 (大阪大学大学院 理学研究科)

SU(3) ゲージ理論における赤外固定点の存在と擬スカラー演算子の異常次元の計算

格子シミュレーションを用いて、フレーバー数 12 の SU(3) ゲージ理論の固定点の有無と低エネルギー領域での理論の性質を調べた。この理論は、摂動論や Schwinger-Dyson 方程式による解析から、非自明な相互作用を持つ赤外固定点の存在が示唆されている。しかし、特に 12 フレーバーではその固定点での結合定数の値が大きくできる事が期待され、摂動論は有効ではない。そこで、我々は非摂動的手法の一つである格子シミュレーションを用いて、running coupling constant と擬スカラー演算子の異常次元を測定した。

東 武大 (摂南大学理工学部 基礎理工学機構)

Large-N 1 次元 有限温度系 ゲージ理論の相転移の数値的解析

D+1 次元 SU(N) Yang-Mills 理論を 1 次元に dimensional reduction したゲージ理論は、元の Yang-Mills 理論の閉じ込め/非閉じ込め相転移と関連した相転移を起こすことが予測されている。そのためこの相転移を理解することは重要であるが、通常の摂動論ではこのような相転移を評価することはできないことが知られている。そのためこれまで主に数値計算で解析がなされてきた。最近 1/D 展開 (元の Yang-Mills 理論の空間次元 D を大きい数と見なす近似) を用いることで、この模型が解析的に評価できる可能性が示唆され、実際に相転移温度など既存の数値解析の結果とそれなりの精度で一致する結果が得られた。しかし 1/D 展開は有限の D (特に小さい D) の場合にど

ここまで信頼できる解析なのか理解されていない。この問題を解決するために本研究では、数値解析を用いることでこの模型の相転移の次数や温度などが D にどのように依存するのかを決定し、 $1/D$ 展開がどこまで有効な近似になっているのかを検証する。

一ノ瀬 祥一 (静岡県立大学食品栄養科学部)

CMB Power Spectrum in the Background Field Formalism

Cosmic Microwave Background (宇宙背景放射) のパワースペクトルを場の理論で確立している Background Field Method を使い新しく formulate する。N 点関数を定義する。特に赤外発散のないことを確かめる。QED での赤外発散の状況と比較する。4次元モデル (dS_4 , AdS_4) と5次元モデル (dS_5 , AdS_5) を考える。

関連文献: 大阪大学 WS Extra Dimension 2011(1/24-25) の発表ファイル”Extra Dimension Approach to CMB Power-Spectrum Physics” 研究会ホームページより閲覧できます。

稲富晶子 (奈良女子大学大学院 人間文化研究科 博士後期課程 複合現象科学専攻)

タキオン真空における弦の場の理論の対称性について

タキオン真空解のまわりで弦場を展開した弦の場の理論がもつ対称性について考察する。Identity-based 解のまわりで展開した理論は、摂動的な散乱振幅が世界面の構造をもつことが知られている。この研究では、その世界面に作用する Virasoro 対称性が存在することを示す。この Virasoro 対称性の存在は、開弦場を用いて閉弦のみの散乱振幅を計算できる可能性を示すものである。

岡崎 匡志 (阪大理 素粒子論研究室)

Evidence for of Conifold from Fundamental String

弦理論における S-双対性は強結合相を探求する手掛かりを与えると期待されるが、その検証には摂動的弦理論を越えた非摂動的解析が必要になる。そのような非摂動的解析の有力な候補として BPS 状態の解析が挙げられる。

本研究では conifold 上の $D4$ - $D2$ - $D0$ プレーン系の BPS 状態に着目した。我々は T-双対性と S-双対性を用いてこの系を IIB 型超弦理論で扱える平坦な時空内の $D3$ - $D5$ - $D5'$ -brane 系に移し、conifold 系に対して Kontsevich-Soibelman の壁越え公式を用いて知られている結果を双対な $D3$ - $D5$ - $D5'$ 系から弦理論の立場で導けることを示した。我々の結果は conifold 系の双対性の正当性と Kontsevich-Soibelman の壁越え公式の正当性を与えるとともに、弦理論の立場から壁越え現象に関する視覚的な解釈を与える。

鴨下 智 (東京工業大学大学院理工学研究科基礎物理学専攻素粒子論研究室)

BPS Monopole in Omega-background

近年、Nekrasov-Shatashvili によって 変形された 4次元 $N=2$ 超対称ゲージ理論のある極限と量子可積分系との間に興味深い対応関係が成立することが発見された。特に 背景場における 2つの変形パラメータ $1, 2$ のなかで $1=0$ とした場合、prepotential に対する 2 補正は、量子可積分系の Bohr-Sommerfeld 積分により評価されることが知られている。本研究では、この補正を場の理論の立場から調べる。まず $N=2$ ゲージ理論の 背景場により変形された超対称性を調べ、モノポールに対する BPS 方程式を導く。さらにその解と $N=2$ 代数の中心電荷に対する変形パラメータによる補正について議論する。

菅 菜穂美 (山口短期大学情報メディア学科)

Double Field Theory における運動方程式：古典的粒子から量子宇宙まで

T 双対性を持つ場の理論として Double Field Theory (DFT) が提唱され、研究されている。本発表で、われわれは、DFT における背景場中の粒子の運動方程式について考える。通常の時空における測地線は DFT の背景場中の測地線ではなく、拘束を考慮に入れた正準形式における測地流方程式で与えられることがわかった。この手法を拡張し、拘束条件と 2 種の計量からなる DFT の修正モデルにおける宇宙論的発展方程式の振る舞いについて考察する。

小林 秀太郎 (首都大学東京理工学研究科物理学専攻)

The gauge sectors of multiple M2-branes

M 理論における M2-brane の理論について、コンパクト化由来で、D2-brane の理論が導出できるかに着目をした。ただし、本研究ではストリング定数 α' の量子補正は考えずに純粋な古典論として記述している。具体的には、multiple M2-branes を記述している BLG モデルのゲージセクターについて研究をした。このゲージセクターは Chern-Simons 形式で与えられている。そこで今回は $N=1$ の超対称性がある Chern-Simons 理論について超場を用いて調査を行った。そしてコンパクト化に対応する物として、Mukhi と Papageorgakis により提案された novel Higgs 機構を用いた。得られた結果として、残ったゲージ対称性に対応するゲージセクターは Higgs 期待値の逆数の冪級数で書かれた。特に冪の最低次のオーダーでは、超対称性に拡張した Yang-Mills 場の運動項を得た。またそれ以上のオーダーにおける補正項は、少なくとも一つの超対称的なゲージ場の場の強さの反交換子を含んでいた。即ち、本研究により、D2-branes のゲージセクターは、Yang-Mills 理論に加えて高階 (時空) 微分による補正が存在することを示した。

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)

M-brane と Lie 3-代数

近年、Lie 3-代数を用いた M-brane 上の理論の定式化が盛んに研究されている。我々は特に、M-brane と D-brane や NS-brane の間にある U-duality に注目することにより、この定式化が M-brane の性質を再現できるかどうかについて研究を行ってきた。現時点では、既知の関係と矛盾する結果は出ていないが、再現しきれない部分も存在する。そうした部分の再現も含めて、定式化を改善する方向性を議論したい。

清水将英 (北海道大学素粒子論研究室)

Recent development of open mirror symmetry

タイプ 2 ストリング理論をカラビ・ヤウ多様体にコンパクト化し、ブレンをその中の超対称サイクルに巻きつけるというセッティングによって 4 次元 $N=1$ の理論を作ることができる。この理論の超ポテンシャルの計算は一般に非常に難しいが、開ミラー対称性という双対性を用いることで計算が容易になる。また超ポテンシャルは数学的には色々な次数の正則な円盤の母関数となっており、開ミラー対称性という現象はその数え上げという難しい問題を別の容易な問題に移せることを意味する。この面白い題材にアプローチする新しい手法について説明し、これまで難しくて手が出なかった具体例にその手法が有効に適用できることを見る。

長崎晃一 (大阪大学理学研究科)

曲がった時空上の超体調ゲージ理論の局所化について

4 次元球面上のゲージ理論についてその分配関数はインスタントン分配関数を用いて表される事が Pestun によって示されている。この発表ではその結果を一般の曲面上に一般化すべく、局所化の

方法を試みた．局所化に用いる SUSY 完全な項を計算し、その性質を調べた．一つの結果としてインスタントンの配位が現れる場所を特定した．

野手 順一（日本大学大学院理工学研究科量子理工学専攻）

ツイスター量子化における Hilbert 空間

Penrose は 1968 年にツイスター量子化とよばれるツイスター理論における量子化の処方を導入した．ここでは、ツイスターを演算子に置き換えて交換関係を設定し量子化を行う．このとき、演算子の一部はツイスターに関する微分演算子として表現される．このような演算子表現の背景にある Hilbert 空間を構成するために、Penrose はヘリシティ演算子の固有関数に内積を定義した．しかし、この内積の定義においては、ノルムの詳細と演算子の定義域は不明である．本研究で我々は、明確な内積の定義を提案し、これに基づきノルムの収束性や演算子の定義域などを吟味した．本研究は、出口真一氏（日大量科研）との共同研究である．

増田 暢（東京大学総合文化研究科）

Comments on multi-brane solutions in open string field theory

近年、Witten の開弦の場の理論の厳密解析が進展している．昨年、Murata-Schnabl により提案された多重ブレーン解の構成では、弦の場を行列と考えたときにゼロ固有値を持つと考えられる、ある弦の場 K の逆行列の定式化が必要である．Murata-Schnabl ではいくつかの仮定に基づく一般論で評価されていたエネルギーを、具体的な例でより直接的な多重積分の評価により計算し、 $1/K$ に由来する多重ブレーン解の特異性を明らかにし、それを取り扱うひとつの処方を与え、正しいエネルギーが再現されることを示した．

村中大地（東京理科大学理工学研究科物理学専攻）

Structure of multi-caloron solutions

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．前年のポスターセッションにおいて我々は、上記の解に関連する caloron について、その数値解析の手法も含めた詳細な報告を行った．今回は、その後得られたいくつかの新たな成果について報告する．

横倉祐貴（京都大学理学研究科素粒子論研究室）

Thermodynamics of Spacetime and Membrane Paradigm

1970 年代からブラックホールの熱力学が研究されてきた．その中でも特に興味深いのは、Gibbons-Hawking の「ブラックホールのエントロピーは 1 つの重力の配位だけから求まる」という結果である．これに対応する答えとして考えられるのは、Jacobson の「Einstein 方程式は時空の状態方程式である」という理解である．つまり、時空の 1 つの配位が 1 つの熱力学的状態量であり、その結果有限のエントロピーがでてきた、と考えるのである．我々はこの Jacobson の考え方と 1980 年代の Thorne らの「ブラックホールの Membrane Paradigm」の関係について調べた．

吉田 豊 (高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所)

Localization of Vortex Partition Functions in Super Yang-Mills Theory

ユークリッド的な 2 次元の場の理論においては vortex 解は instanton 的な対象物である。我々は Hanany-Tong よる brane 構成で与えられた二次元 $U(N)$ $N=(4,4)$ 超対称 Yang-Mills 理論と N フレーバーの hypermultiplet に結合した系における BPS vortex の分配関数に対して変形を行うことにより $N=(2,2)$ 超対称 Yang-Mills 理論における BPS vortex の分配関数を得た。また二次元超対称 Yang-Mills 理論における BPS vortex の分配関数に対し局所化公式を用いて解析を行った。

新井真人 (Czech Technical University in Prague)

Off-shell construction of $N=3$ superconformal Chern-Simons theories

近年、AdS/CFT 対応や M2-brane 有効理論などを通じ、3 次元の超共形 Chern-Simons 理論が注目されている。本研究では、3 次元、 $N=3$ 超共形対称性を明白に保つ射影超空間 (projective superspace) を用いて超共形 Abelian Chern-Simons 理論の off-shell 作用を構成した。

菅野正一 (東京大学大学院理学系研究科物理学専攻)

$W(1+\infty)$ algebra as a symmetry behind AGT relation

AGT 対応と呼ばれる 4 次元 $N=2$ 超対称性ゲージ理論と 2 次元共形場理論との対応は大きな注目を集め、現在も様々な対応関係の拡張や検証が行われている。この AGT 対応において中心的な役割を果たしているものが Virasoro 代数または W 代数であると考えられている。本発表では、 $U(1)$ 因子と呼ばれるものを含めることでこれらの代数が $W(1+\infty)$ 代数という Virasoro 代数に無限個の高階スピン生成子を持つ代数に拡張され、AGT 対応の背後に $W(1+\infty)$ 対称性の存在が示唆されることについて議論したい。なお、本発表は松尾泰氏 (東京大)、柴正太郎氏 (KEK) との共同研究に基づく。

米倉和也 (東京大学)

$N=1$ curves for trifundamentals

We study the Coulomb phase of $N=1$ $SU(2)^3$ gauge theory coupled to one trifundamental field, and generalizations thereof. The moduli space of vacua is always one-dimensional with multiple unbroken $U(1)$ fields. We find that the $N=1$ Seiberg-Witten curve which encodes the $U(1)$ couplings is given by the double cover of a Riemann surface branched at the poles and the zeros of a meromorphic function.

小川盛郎 (総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学科素粒子原子核専攻)

D_p -branes, NS5-branes and U-duality from nonabelian $(2,0)$ theory with Lie 3-algebra

Lambert-Papageorgakis によって、3-代数を用いて構成された 6d $N=(2,0)$ multiplet の SUSY 変換、場の方程式をより詳しく解析する。3-代数として一般化されたループ代数を用い、適切なコンパクト化を施すことで、 D_p -ブレーン、NS5 ブレーン上の場の理論を構成する。さらに、得られた場の理論から U-duality についての議論ができる。特に $D5$ ブレーンと NS5 ブレーンの結果は正しく S-duality の関係を再現していることがわかる。

太田 和俊 (明治学院大学)

Volume of Moduli Space of Vortex Equations and Localization

We evaluate volume of moduli space of BPS vortices on a compact Riemann surface by using topological field theory and localization technique developed by Moore, Nekrasov and Shatashvili. We apply this technique to Abelian (ANO) vortex and show that the volume of moduli space agrees with the previous results obtained by integrating over the moduli space metric. We extend the evaluation to non-Abelian gauge groups and multi-flavors. We also compare our results with the volume of the Kahler quotient space inspired by the brane configuration.

伊敷 吾郎 (京大理)

Boundary operators in matrix models

行列模型は double scaling limit において非臨界弦理論を記述する。我々は minimal string 理論における境界演算子の、行列模型における記述法を発見した。行列模型における境界演算子は、resolvent を有理関数に一般化したような形で与えられる。我々は one matrix model において、このような演算子を含む様々な disk 上の相関関数を計算し、その結果が Liouville 理論に基づいて得られた結果と等しいことを確かめた。また、我々はこの結果を two matrix model の場合にも拡張した。

足田泰章 (慶應義塾大学 商学部 (自然科学))

The FZZ duality with boundary – Branes in 2d black hole and their duals

Fateev-Zamolodchikov-Zamolodchikov(FZZ) 双対性の推測によると、ユークリッド版 2 次元ブラックホール (葉巻) 上の弦理論と sine-Liouville 理論が互いに双対となっている。この双対性は、sine-Liouville 理論が円筒に巻き付いた弦からくるタキオン場の凝縮した模型とみなせるため、タキオン凝縮が背景を円筒から葉巻に変形したと説明することもできる。以前の研究で我々は、閉じた弦について FZZ 双対性が正しいことを証明した。ここでは、FZZ 双対性を開いた弦の場合に拡張する。

畔柳 竜生 (理研 橋本数理物理学研究室)

On Non-Chiral Extension of Kerr/CFT

We discuss possible non-chiral extension of the Kerr/CFT correspondence. We first consider the near horizon geometry of an extremal BTZ black hole and study the asymptotic symmetry. In order to define it properly, we introduce a regularization and show that the asymptotic symmetry becomes the desirable non-chiral Virasoro symmetry with the same central charges for both left and right sectors, which are independent of the regularization parameter. We then investigate the non-chiral extension for general extremal black holes in the zero entropy limit. Since the same geometric structure as above emerges in this limit, we identify non-chiral Virasoro symmetry by a similar procedure. This observation supports the existence of a hidden non-chiral CFT2 structure with the same central charges for both left and right sectors dual to the rotating black holes (this presentation is based on arXiv:1102.3423 with Noriaki Ogawa and Seiji Terashima).

宇賀神知紀 (数物連携宇宙研究機構)

Measuring Black Hole Formations by Entanglement Entropy via Coarse-Graining

2 次元自由 Dirac 理論の量子クエンチ過程におけるエンタングルメントエントロピーの時間変化を計算した。さらにこの結果とブラックホールの情報喪失問題との関係をホログラフィーを用いて議

論した。

小笠原 敦 (京大理)

F 項および D 項による超対称性の破れとゲージ伝達機構

我々は、ゼロでない F 項と D 項を持ち超対称性を自発的に破るモデルを分類した。その結果、あるクラスのモデルには runaway 方向が存在することがわかった。また、他のクラスのモデルでは、超対称性を破るために、FI 項が必要であることがわかった。そして、FI 項を持つ具体的なモデルでゲージ伝達機構を構築し、ゲージノ質量を 1 次のオーダーで生成した。

川口 維男 (京大理)

Yangian in squashed WZNW model

3次元 squashed sphere をターゲット空間とする Wess-Zumino-Novikov-Witten 模型の持つ Yangian 対称性について議論する。非局所電荷の構成において、平坦性条件を満たす保存カレントが重要な役割を果たすことが知られている。Wess-Zumino 項の係数を適切に選ぶことで、保存カレントが平坦性条件を満たすことを示す。また、結合定数と変形パラメータに対する 1 ループ・ベータ関数を計算し、赤外固定点は SU(2) Wess-Zumino-Witten 模型と一致することを示す。

この発表は、D.Orlando 氏 (IPMU) と吉田健太郎氏 (京大理) との共同研究 (arXiv:1104.0738) に基づく。

菊地健吾 (大阪大学理学研究科物理学専攻素粒子論研究室)

厳密繰り込み群によるリフシツツ型理論の解析

近年リフシツツ型理論が注目を浴びている。リフシツツ型理論とは、作用の運動項の空間 2 階微分項を空間 $2z$ 階微分項に置き換えた理論である。その結果、摂動論の紫外領域における収束性が良くなるという利点がある一方で、ローレンツ対称性が破れているという問題点がある。ローレンツ対称性は理論が持つべき対称性であるので、低エネルギースケールでは対称性が回復している必要がある。本研究では厳密繰り込み群方程式の 1 つである Wegner-Houghton 方程式を用いて、リフシツツ型理論の理論空間が如何に振る舞うか解析を行った。4次元及び3次元時空における $z=2$ リフシツツ型スカラー場理論モデルにおいて、この理論が低エネルギーでローレンツ対称性を持った理論の固定点に近づくことを明らかにした。

佐藤 喜一郎 (東京理科大学 基礎工学部 教養)

量子重力理論における GL 不変性と Weyl 不変性の関連性について

Weyl 不変な量子重力理論の正準量子化による定式化を研究している。この定式化においては、GL(4) 不変性が重要で、この対称性のおかげで Dilatation の生成子が具体的に構成できる。GL(4) 対称性をゲージ固定で損なわないようにするためには、細心の注意を必要とすることを示す。また、このことから、Weyl 不変ではない量子重力の有効作用における Weyl 不変性について調べるための重要な関係が導かれることを示す。

島崎 信二 (京大理)

Some aspects of BPS solutions in ABJM theory and their gravity duals

Nishioka and Takayanagi had constructed some dual giant graviton solutions in M-theory on $AdS_4 \times S^7/Z_k$. We embed them in a general class of solutions via a Mikhailov type analysis. We then quantize a special class of such solutions, and compare them with the corresponding

BPS solutions in ABJM on $R \times S^2$. We further study the Higgsing of these classical solutions in ABJM on $R \times S^2$. We show that higgsing the 1/2-BPS solution leads to $N=8$ SYM on $R \times S^2$, while higgsing the 1/4-BPS solution we get a nontrivial SYM on $R \times S^2$.

寺嶋 靖治 (京大基研)

On Effective Action of Multiple M5-branes and ABJM Action

我々は、ABJM 理論の古典解として複数の M5 ブレーンを得た。この解のまわりの揺らぎを考えるとにより、ゲージ結合定数が定数でないような、D4 ブレーンのような作用を得た。これは、さらにモノポール演算子の寄与を取り入れることを考えれば、M5 ブレーンの期待される性質と整合している。さらに、南部 Poisson 括弧が我々の解に隠されていることを示した。この我々の結果は、最近の D4 ブレーン有効理論が M5 ブレーン有効理論と等価であるという最近の予想とも整合しているように見えることも興味深い結果と思える。本研究は、IHES 所属の八木太氏との共同研究に基づくものである。

西脇 健二 (神戸大学理学部物理学科素粒子論研究室)

New types of Universal Extra Dimensional Models at Tevatron and LHC

Recently new types of Universal Extra Dimensional models, which are based on S^2 or an interval with the Electroweak symmetry breaking mechanism by non-zero Dirichlet boundary conditions on a bulk Higgs field, are proposed. We discuss the gluon fusion process and the Higgs signals in Four Lepton Channel at Tevatron and LHC in these models. This talk is based on a collaboration with K-y. Oda, N. Okuda and R. Watanabe.

早坂壮大 (東京理科大学理工学研究科)

Rotational symmetry breaking in a six dimensional inflating brane model

We will discuss about a six-dimensional brane world model with the baby-skyrmion extending in the extra two spaces. The brane has a cosmological constant modeled by inflating four-dimensional slices. Especially interesting feature of the model is the appearance of rotational symmetry breaking in the static solutions with higher topological charges, which may give a new insight for masses of the fermions.

松野研 (大阪市立大学大学院理学研究科数物系専攻基礎物理講座宇宙物理・重力研究室)

Hawking radiation as tunneling from squashed Kaluza-Klein black hole

We discuss Hawking radiation from a five-dimensional squashed Kaluza-Klein black hole on the basis of the tunneling mechanism. A simple method, which was recently suggested by Umetsu, may be used to extend the original derivation by Parikh and Wilczek to various black holes. That is, we use the two-dimensional effective metric, which is obtained by the dimensional reduction near the horizon, as the background metric. Using the same method, we derive both the desired result of the Hawking temperature and the effect of the backreaction associated with the radiation in the squashed Kaluza-Klein black hole background.

矢田 雅哉 (総合研究大学院大学)

Taub-NUT Crystal

一般に、弦理論で加速膨張を実現するためにはブレーンなどの特異点が必要であり (no-go 定理)、

またブレンによる warped compact 化のためには負のテンションをもつブレンが必要であることが知られている。本研究では Atiyah-Hitchin 多様体の無限遠極限で得られる負 charge の Taub-NUT と正 charge の Taub-NUT を格子状に配置して、同一視によりトーラスコンパクト化を実現する。その T 双対は負のテンションをもつ 5-ブレンを含む系となり、さらに標準的埋め込みによりヘテロティック弦の背景場を得ることができる。

横山 大輔 (東京工業大学 大学院理工学研究科 基礎物理学専攻)

Superconformal index for large N quiver Chern-Simons theories

近年、localization の手法を用いた物理量の厳密な計算法が盛んに研究されている。Superconformal index もその一つであり、この量を双対性で繋がる二つの理論に対して計算し一致を見る事で双対性の確認に貢献している。我々は AdS/CFT 対応を視野にいれ、large N 極限での Superconformal index の計算方法を与えた。また、この手法を用いて既に知られているいくつかの AdS/CFT 対応の例に対して index を計算し、index が持つ対称性が AdS/CFT 対応と consistent である事を確かめた。

29 日

丸 信人 (慶應義塾大学 経済学部 日吉物理学教室)

Direct Gauge Mediation of Uplifted Metastable Supersymmetry Breaking in Supergravity

We propose a direct gauge mediation model based on an uplifted metastable SUSY breaking coupled to supergravity. A constant superpotential plays an essential role to fix the moduli as well as breaking SUSY and R-symmetry and the cancellation of the cosmological constant. SUSY breaking is directly gauge mediated by gauging a subgroup of unbroken flavor symmetry. In particular, gaugino masses are generated at leading order of SUSY breaking scale and comparable to the sfermion masses as in the ordinary gauge mediation. Improvements by simply coupling an uplifted metastable SUSY breaking model to supergravity are two fold. One is that the ad hoc fine-tuning to fix the moduli in the model of Givern, Katz and Komargodski reduces to the fine-tuning to cancel the cosmological constant necessary and common for any model based on supergravity. The other is that Landau pole problem for QCD coupling can be easily solved since more than half of messengers become superheavy, which are heavier than the GUT scale.

平山貴之 (京産大益川塾)

One loop divergences in quantum gravity coupled with nonlocal matter fields

We study the matter one-loop quantum corrections to the gravitational sector in a gravity theory coupled with a nonlocal scalar field. We find that non-renormalizable divergences disappear when the propagator of the scalar field approaches to a non-zero constant, although the vacuum energy is still divergent.

羽原由修 (岡山光量子科学研究所)

CMB Fluctuations and String Compactification Scales

宇宙背景輻射 (CMB) の温度ゆらぎを生成する新たなメカニズムを提案する。これは量子論的效果のみに起因しており、所謂 slow-roll や curvaton 等のシナリオとは異なる。我々は Kaluza-Klein

mode や弦の励起からなる 10^{14} 種程度の多種のスカラー場を考え、それらの量子ゆらぎが重力ポテンシャルのゆらぎを生んだとした。その結果、CMB の観測値を適用すると、extra dimensions のサイズや string scale、string coupling といったモデルのパラメータに制限が課せられることが明らかになった。さらに我々のモデルが非常に小さい non-gaussianity を予言することも分かった。

北本 浩之 (総合研究大学院大学)

de Sitter 空間上の微分結合 QFT における赤外効果

de Sitter 空間では massless かつ背景時空に minimal に結合する場の相関関数はホライズン外部の自由度の増加により時間依存性を持つ。相関関数の時間依存性はエネルギー・運動量テンソルの真空期待値を通して宇宙定数に時間依存性を与え得る。この赤外効果は相互作用に微分を含まない模型については非摂動的効果まで含めて評価できることが知られている。今回の発表では相互作用に微分を含む模型として非線形シグマ模型、非線形な運動項を持つ模型を挙げ、これらの模型での宇宙定数への赤外効果について述べる。

小山陽次 (中央大学大学院理工学研究科物理学専攻)

de-Sitter 時空上の graviton loop の効果

宇宙項問題を扱う上で、de-Sitter 時空上の場の理論を理解することが重要である。近年の発展で、de-Sitter 時空上の赤外効果によって宇宙項を遮蔽する機構が研究されている。de-Sitter 時空上の graviton の量子効果を one-loop まで取り入れたときにどのような効果が有るかを調べる。宇宙項への効果を議論する。(稲見武夫氏 (中央大学) との共同研究。)

佐藤昌利 (東京大学物性研究所)

Topological Field Theory for Topological Superconductors

トポロジカル超伝導体を記述する新しい種類のトポロジカル場の理論を提案する。Chern-Simons 理論が、量子ホール状態を記述することは、以前から知られている。最近、超伝導状態にも量子ホール状態に類似する状態が存在することが認識され、トポロジカル超伝導体と呼ばれ、活発に研究されている。ところが、トポロジカル超伝導体を記述するトポロジカル場の理論は、今まで知られていなかった。本講演では、トポロジカル超伝導体を記述するトポロジカル場の理論を提案し、そのエッジ状態や、渦の統計性を議論する。

長谷部 一気 (香川高等専門学校)

超対称な非可換幾何とトポロジ的量子 (スピン) 多体状態

非可換幾何における典型的な曲がった多様体として非可換球がある。その物理的実現として、最低ランダウレベルがあることはよく知られている。しかしながら、その対応関係は一粒子レベルである。それでは、多体状態についての関係についてはどのようなものであろうか? 今回の発表においては、非可換幾何の数学をトポロジ的量子多体状態を構築する応用研究について発表する。具体的には、超対称性を有するトポロジ的量子スピン状態を非可換幾何の数学を用いて構築し、その特徴的な非局所的秩序について述べることにする。