

ポスター1 (No.1~No.18)

ゴングショー：13:00~13:30, ポスター発表：13:30~15:30

| No. | 名前 | タイトル |
|-----|-----------|---|
| 1 | | [発表キャンセル] |
| 2 | 山田晃弘 | レーザー下における QCD 真空の構造 |
| 3 | 野呂凱人 | ハイペロンを含む中性子星物質の状態方程式について |
| 4 | Dan Kondo | Self interacting dark matter and effective range theory |
| 5 | 伊東利将 | 多項式ポテンシャルによるインフレーションと暗黒物質 |
| 6 | 長村尚弘 | Deriving the contribution of Hadronic Vacuum polarization to muon g-2 |
| 7 | 秋山進一郎 | Introduction to the tensor renormalization group approach |
| 8 | 青木匠門 | Chiral Fermion on Curved Domain-wall |
| 9 | 武井玄徳 | ADHM 構成法による k-インスタントン数を持つ解の構成 |
| 10 | 川平将志 | 非摂動アノマリーとその応用 |
| 11 | 古田悠馬 | 量子スタビライザ符号を用いた Narain CFT の構成 |
| 12 | 池田賢矢 | AdS/CFT 対応における GKP-Witten 処方について |
| 13 | 小川順生 | カーディヤ公式とブラックホールエントロピー |
| 14 | 谷井大樹 | Unity of All Elementary-Particle Forces |
| 15 | 京鴻一 | 5次元ランドール=サンドラム時空における電弱セクターの再現 |
| 16 | 山田篤幸 | 余剰次元模型における巻数展開 |
| 17 | 赤松拳斗 | Flux compactifications and naturalness |
| 18 | 須田友也 | Witten 型ボソン開弦におけるタキオン凝縮 |

ポスター2 (No.19~No.37)

ゴングショー：16:00~16:30, ポスター発表：16:30~18:30

| No. | 名前 | タイトル |
|-----|-------|---|
| 19 | 神野朝之丞 | ${}^8\text{Be}(\alpha, \gamma){}^{12}\text{C}$ 反応の 3α クラスタモデルによる微視的理論 |
| 20 | 浅沼達也 | ハドロン分子描像によるペンタクォーク $P_c^+(4380)$ の解析 |
| 21 | 大島一楓 | 高エネルギー原子核衝突実験の数値計算による QGP の性質の探究 |
| 22 | 佐藤爽太 | 正值性条件を用いた暗黒光子模型への制限 |
| 23 | 杉浦駿 | 重力の量子化と低エネルギー有効理論 |
| 24 | 佐藤航平 | 格子 QCD による BSM の探索とモデルに依存しない手法による形状因子の直接微分計算 |
| 25 | 渡辺展正 | モンテカルロ計算のすすめ |
| 26 | 名古屋雄大 | 4次元 Z2 格子ゲージ理論におけるトポロジカル演算子のジャンクション |
| 27 | 小出真嵩 | 4次元 Z ₂ 純粋格子ゲージ理論における非可逆な双対性演算子 |
| 28 | 中西泰一 | アノマリーの現代的な理解と Callan-Harvey の機構 |
| 29 | 今井広紀 | T^2/Z_N オービフォールド上の指数定理 |
| 30 | 川本大志 | エンタングルメントのダイナミクスと熱化現象 |
| 31 | 津田崇史 | BPS 状態の数え上げによる BH エントロピーの微視的導出 |
| 32 | 神田行宏 | Review talk: Implications of Gravitational Waves for Supersymmetric Grand Unification |
| 33 | 赤松真裕美 | 余剰次元模型における量子力学的超対称性とその役割 |
| 34 | 高橋晴輝 | 余剰次元と大統一理論 |
| 35 | 井澤幸邑 | Modular 対称性から考えるフレーバーの物理 |
| 36 | | [発表キャンセル] |
| 37 | 吉中讓次郎 | 弦の場の理論とタキオン凝縮 |

ポスター 1 (No.1 ~ No.18)

ゴングショー：13:00~13:30, ポスター発表：13:30~15:30

1. [発表キャンセル]

タイトル：

アブストラクト：

2. 山田晃弘（慶應義塾大学理論研究室理論研究室）

タイトル：

レーザー下における QCD 真空の構造

アブストラクト：

真空や物質の状態は実験的な方法によって変化させることができる。高エネルギー物理学では、重イオン衝突実験によって高温高密度における QCD の極限状態が調べられている。また物性物理学では、Floquet 理論に基づいて時間的に周期的な外場で物質の状態をコントロールする Floquet エンジニアリングが理論的にも実験的にもよく研究されている。

本発表では Floquet 理論を QCD に応用することで、時間周期的な電磁場下における QCD 真空がどのような状態を示すのかについて議論する。

3. 野呂凱人（東海大学北林研究室）

タイトル：

ハイペロンを含む中性子星物質の状態方程式について

アブストラクト：

中性子星は我々の住む宇宙で知られている天体の中でブラックホールに次いで高密度な天体である。その主成分は中性子と微量の陽子、電子、ミューオンから成るが、星の中心部付近にはハイペロン、 π 中間子なども存在すると言われている。特にハイペロンはハイペロンパズルなどと言った特有の問題が存在する。本研究ではクォークの有効理論、Flavor SU(3) Nambu-Jona-Lasinio (NJL) model を用いてゼロ温度での中性子物質の状態方程式を構築し、ハイペロン粒子を含んだ核物質の特性を調査する。また状態方程式を Tolman-Oppenheimer-Volkoff (TOV) equation へ導入し、中性子星の内部構造について調査する。数値計算の結果、中性子星の最大質量は 1.5Msun となり、大質量中性子星 (PSR J0740+6620) の質量 2.14Msun を満たさないことが明らかになった。本研究で用いた平均場近似では、ハイペロンを束縛状態として記述してもハイペロンパズルが生じるが、クォークレベルでのパウリの排他率は取り入れていないので、その効果を調査することが重要であると思われる。

4. Dan Kondo (東京大学素粒子)

タイトル:

Self interacting dark matter and effective range theory (review)

アブストラクト:

標準宇宙論でよく知られている WIMP(Weakly Interacting Dark Matter)だと、宇宙の大域的な構造はよく説明できるが、局所的な構造を説明するのに困難を抱えていることが知られている。(Cusp-Core problem, Too big to fail problem) そこで、一つの案として、ダークマター同士が相互作用する場合は考え出された。特に速さに依存する共鳴をすると、宇宙構造のスケールごとにダークマターの分散具合が変わりそうだと期待できる。一方で、effective range theory はベータさんに由来するもので、核子(陽子や中性子)の非相対論的な散乱は2つのパラメータで特徴づけられる。それが相互作用の詳細によらないのである。そういうわけで、今回はこの考え方をダークマターに応用しようとする試みを紹介する。

5. 伊東利将 (京都大学物理学第二教室素粒子論研究室)

タイトル:

多項式ポテンシャルによるインフレーションと暗黒物質 (review)

アブストラクト:

インフラトン場のポテンシャルが単純な単項式で与えられた場合、初期宇宙に於いてインフレーションを起こそうとすると観測によりその可能性が排除されることが知られている。そこでインフラトンポテンシャルとして場の4次の多項式を考え、これが観測に矛盾しないことを見る。更に、暗黒物質の候補として Dirac フェルミオンを追加する。インフラトンやグラビトンを仲介した s チャンネルによる暗黒物質粒子生成過程は様々考えられるがいずれも支配的ではない。暗黒物質の現在の残存量を説明する支配的な過程はインフラトンから暗黒物質への直接崩壊であり、この暗黒物質は $O(10^{-5})$ GeV から $O(10^{11})$ GeV 迄の幅広いレンジの質量を持ち得ることを議論する。

本発表は、arXiv:2106.03950[hep-ph]のレビューである。

6. 長村尚弘 (名古屋大学素粒子論研究室)

タイトル:

Deriving the contribution of Hadronic Vacuum polarization to muon g-2 (review)

アブストラクト:

Standard model の予言値と実験値の間に無視できない差があることで知られる "muon g-2"について、Hadronic な寄与が最も疑わしい。特に、近年注目されている lattice の結果は、従来から計算されていた "dispersive integral" という手法による結果を支持せず、Standard model の正しさを助長する。今ポスターでは Hadronic contribution がなぜ疑わしいのか、dispersive integral の寄与に対する公式を明示的に導出する、その公式の解析的把握、以上3点について述べる。

7. 秋山進一郎（筑波大学素粒子理論研究室）

タイトル：

Introduction to the tensor renormalization group approach

アブストラクト：

場の理論を格子上に定義すると、その経路積分は（数学的によく定義された）単なる多重積分で表現されるため、解析計算だけでなく、様々な数値計算によっても場の理論を調べることが可能になる。特に、解析計算が難しいパラメタ領域に対しては、数値計算は非常に強力なアプローチのひとつとなっている。本発表では、テンソル繰り込み群（Tensor Renormalization Group; TRG）と呼ばれる数値繰り込み群の一種に着目し、格子場の理論の経路積分を評価する上で、この方法論にどのような利便性があるかを紹介する。本発表がテンソル繰り込み群に関わる議論の場となれば幸いである。

8. 青木匠門（大阪大学素粒子論研究室）

タイトル：

Chiral Fermion on Curved Domain-wall

アブストラクト：

正方格子に埋め込まれた曲がったドメインウォールをもつ質量のあるフェルミオン系を考えた。凝縮系物理において、質量のないカイラルエッジ状態がドメインウォールに現れ、スピン接続を通して重力を感じていることが指摘された。この研究では S^1, S^2 をドメインウォールとして Euclid 空間に埋め込み、正方格子でどのように Dirac 演算子の固有値から重力が検出されるのかを示す。またドメインウォールの非自明な曲率についての指数定理についても議論する。

9. 武井玄徳（広島大学素粒子論研究室）

タイトル：

ADHM 構成法による k-インスタントン数を持つ解の構成 (review)

アブストラクト：

4次元 Euclid 空間での非可換ゲージ場の理論 (Yang-Mills 理論) のゲージ場の方程式の解をインスタントンと呼ぶ。インスタントン解は (anti) self-dual 方程式を満たし、巻き付き数やインスタントン数と呼ばれる位相不変量によって特徴付けられる。しかし、Yang-Mills 理論の場の方程式は非線形微分方程式になり一般のインスタントン数の解を得ることは非常に難しい。これを解決したのが Atiyah-Drinfeld-Hitchin-Manin による ADHM 構成法で、ここでは非線形微分方程式を解くのではなく行列を解くことで具体的なインスタントン数の解を構成することができる。今回の発表では ADHM 構成法内で行列の方程式を解くことで一般のインスタントン数の解が得られること、また、それが self-dual 方程式を満たすことを確認する。

10. 川平将志 (京都大学基礎物理学研究所素粒子論グループ)

タイトル:

非摂動アノマリーとその応用 (review)

アブストラクト:

古典的作用がもつ対称性が量子化に伴い破れる現象をアノマリーと呼ぶ。特にゲージ対称性のアノマリー (ゲージ・アノマリー) は理論の不整合性を意味するため、ゲージ・アノマリーの存在する理論は棄却される。すなわち、ゲージ・アノマリーの解消は理論を構築する際の指導原理となる。実際、素粒子の標準模型や超弦理論をはじめとする様々な理論の構築にはゲージ・アノマリーの解消が重要な役割を果たしてきた。

近年、 d 次元理論のアノマリーは $d+1$ 次元の幾何学 (より正確にはボルディズム不変量) で記述されることが判明した。その結果、従来の定式化に比べて、遥かに広いクラスのアノマリーが計算可能となり、今や量子重力効果で時空のトポロジカルな変化すら捉えられるようになった。本発表では、これらの近年の進展とそこから得られる現象論的な予測について紹介する。

11. 古田悠馬 (京都大学数理解析研究所数理物理)

タイトル:

量子スタビライザ符号を用いた Narain CFT の構成 (review)

アブストラクト:

本発表では量子スタビライザ符号という誤り訂正符号の一種を用いて Narain CFT を構成する方法についてレビュー発表を行う。正則な CFT については doubly even self-dual な誤り訂正符号から構成する方法が既に知られていたが、昨年 Dymarsky らが発表した論文(arXiv:2009.01244)で Narain CFT の構成方法が明らかになった。この構成によって分配関数が符号の重み多項式によって記述が可能になることなどを紹介する。

12. 池田賢矢 (京都大学基礎物理学研究所素粒子論グループ)

タイトル:

AdS/CFT 対応における GKP-Witten 処方について (review)

アブストラクト:

AdS/CFT 対応において、共形場理論の相関関数を対応する重力理論から計算する基本的な処方である GKP-Witten 処方について、arxiv:hep-th/9802109, arxiv:hep-th/9802150 の2本の論文に基づいて説明します。

13. 小川順生 (京都大学基礎物理学研究所素粒子論グループ)

タイトル:

カーディー公式とブラックホールエントロピー (review)

アブストラクト:

まず、二次元共形場理論(CFT₂)においてカーディー公式を導出する。

この後に、AdS₃でのブラックホール(BTZブラックホールなど)について重力(AdS₃)で計算したエントロピーとカーディー公式 (CFT₂) から計算したエントロピーが一致することをみる。

14. 谷井大樹 (名古屋大学素粒子論研究室)

タイトル:

Unity of All Elementary-Particle Forces (review)

アブストラクト:

電弱相互作用は $SU(2)\times U(1)$ で統一される。 $SU(5)$ 大統一理論では、弱い相互作用、電磁相互作用、強い相互作用の統一及びクォーク、レプトンの統一が可能である。本発表では、これらの相互作用が $SU(5)$ で統一されることを確認し、この理論から予言される事象を現象論的側面から議論する。

15. 京鴻一 (京都大学理学研究科物理学第二教室 素粒子論)

タイトル:

5次元ランドール=サンドラム時空における電弱セクターの再現 (review)

アブストラクト:

ランドール=サンドラム模型は標準模型の階層性問題の解決に向けて 5次元目のコンパクトで曲がった余剰次元を導入する模型である。こうした 5次元の模型から我々の宇宙に対応するブレーン上に有効場の理論を再現するには、余剰次元方向への伝搬が許された場の自由度を適切に分解する操作が必要になる。この操作をカルツァ=クライン分解(KK 分解)と呼ぶ。簡単なバルク計量や場を持ついくつかの理論に対しては可能な KK 分解が知られているが、カイラルフェルミオンを実現する KK 分解には課題が残る。

当発表ではランドール=サンドラム計量の下で $SU(2)\times U(1)$ ゲージ場と結合するフェルミオンに KK 分解を施すことで、余剰次元上のゼロモードとして 4次元時空にヒッグス場を介し質量を得たカイラルフェルミオンが現れ、標準模型の電弱セクターに近い有効場理論が再現されることを見る。当発表は arXiv:1604.07357 のレビューである。

16. 山田篤幸 (名古屋大学素粒子論研究室)

タイトル:

余剰次元模型における巻数展開 (review)

アブストラクト:

量子重力理論の有力候補である超弦理論によると、我々の 4次元時空に加えて余剰次元の存在が要請される。現在まで余剰次元を示唆するような実験事実は知られていないため、これら余剰次元は非常に小さいはずである。いま、4次元ミンコフスキー時空にコンパクト化された余剰次元を加えた高次元時空上で定義される場の理論を考える。境界条件から運動量の余剰次元方向の成分は離散化され、場はこれらでラベル付けされた 4次元の場として展開される。これは Kaluza-Klein 展開と呼ばれている。一方で、余剰次元方向を周回する自身との干渉の結果として、その周回数(巻き付き数)をラベルとした展開を考えることもできる。本発表では、巻き付き数による展開を用いたファインマンダイアグラムの計算についてレビューする。本レビューは Phys.Rev. D69 (2004) 105015 [arXiv:hep-th/0311063] に基づく。

17. 赤松拳斗 (大阪市立大学素粒子論研究室)

タイトル:

Flux compactifications and naturalness (review)

アブストラクト:

arXiv:1804.07497[hep-th]のレビューを行う。

標準模型において Higgs 粒子の質量補正はカットオフスケールの 2 乗で現れる。これと観測値との間には大きな乖離があり、この問題は naturalness と呼ばれている。一方、flux compactification とは背景磁場を含むトーラスを余剰次元とみなす手法であり、弦理論や高次元の場の理論に有用と知られている。本発表では、この flux compactification に伴って現れるスカラー粒子の質量補正がゼロになるという興味深い事柄について議論する。

18. 須田友也 (筑波大学素粒子論研究室)

タイトル:

Witten 型ボソン開弦におけるタキオン凝縮 (review)

アブストラクト:

Witten 型の弦の場の理論においては、開弦が基本的自由度であると考えることができるので、基本的自由度である開弦から閉弦が導き出されると考えられる。そこで、D-brane が無い背景を記述する開弦の場の理論が必要になってくる。Sen は、不安定な D-brane が崩壊して D-brane のない背景が存在する事、また、タキオンのポテンシャルは、タキオン場がある値で極小値を取り、ポテンシャルの極大値と極小値の差が開弦が端を持つ D-brane の張力になると予想した。そこで、今回のポスター発表では、すでに導かれている、D-brane のない背景に対応するタキオンポテンシャルの最小値の古典解であるタキオン真空解について review する。

ポスター2 (No.19 ~ No.37)

ゴングショー：16:00~16:30, ポスター発表：16:30~18:30

19. 神野朝之丞 (京都大学原子核理論研究室)

タイトル：

${}^8\text{Be}(\alpha, \gamma){}^{12}\text{C}$ 反応の 3α クラスタモデルによる微視的理論 (review)

アブストラクト：

P. Descouvemont and D. Baye, Phys. Rev. C36, 54-59 (1987) のレビューを行う。星の内部での元素合成において、重要な反応の一つが 3α 捕獲による ${}^{12}\text{C}$ 生成である。特に、高温環境では ${}^{12}\text{C}$ が 3α に分解する閾値近傍に存在する ${}^{12}\text{C}(0_2^+)$ 状態が重要な役割を果たす。本レビューでは ${}^{12}\text{C}$ が 3 つの α クラスタから構成されることを仮定し、Generator Coordinate Method (GCM)を用いて微視的観点から ${}^8\text{Be} + \alpha$ 系の構造を議論する。また、その結果を用いて ${}^{12}\text{C}$ 生成の反応率を計算する。

20. 浅沼達也 (名古屋大学クォーク・ハドロン理論研究室)

タイトル：

ハドロン分子描像によるペンタクォーク $P_c^+(4380)$ の解析 (review)

アブストラクト：

クォークモデルが提唱された 1960 年代からエキゾチックハドロンの存在は議論されてきましたが、長年実験的に観測されていませんでした。近年エキゾチックハドロンの候補が相次いで報告されており、2015 年の LHCb 実験では $uudc\bar{c}$ のクォーク組成を持つペンタクォーク $P_c^+(4380)$ が発見されました。

$P_c^+(4380)$ は Σ_c^* と \bar{D} の閾値の数 MeV 下に位置していることから、主に $\Sigma_c^*\bar{D}$ の緩い束縛状態によってハドロン分子状態を形成していると考えられます。軽いクォークの持つ対称性であるカイラル対称性と重いクォークの持つ対称性であるヘビークォーク対称性を尊重した有効ラグランジアンから、長距離での核力の起源として知られる π 中間子交換によるポテンシャル(One Pion Exchange Potential)を構成します。また、 $\Sigma_c^*\bar{D}$ チャンネル単独での π 中間子交換はパリティ不変性を破り禁止されるため、 $\Sigma_c^*\bar{D}$ チャンネルをメインチャンネルとして $\Sigma_c^*\bar{D}(^4S)$ と $\Sigma_c\bar{D}^*(^4S)$ の結合チャンネル効果を取り入れた解析を行います。本発表は参考文献[1]のレビューになります。

[1] Y. Shimizu et al. Phys. Rev. D **93** (2016) 114003

21. 大島一楓（名古屋大学大学院理学研究科クォーク・ハドロン理論研究室）

タイトル：

高エネルギー原子核衝突実験の数値計算による QGP の性質の探究

アブストラクト：

近年の研究によって宇宙初期の高温・高密度状態ではクォーク・グルーオン・プラズマ(QGP)相があったことが判明してきた。すなわち、初期の宇宙を理解するためには QGP への理解を深めることが重要となる。現在、RHIC や LHC などの高エネルギー原子核衝突実験において QGP が再現されていることが確認されており様々な物理量が観測されている。そこで本研究では、相対論的流体力学による数値計算を行い、実験データと比較することによって QGP の性質について議論を進める。特に今回は QGP の性質として粘性に注目し、実験データと比較する物理量として方位角異方性に焦点を当てる。方位角異方性は粘性の効果の影響を受けやすく、特にその高次の項について計算を行うことで QGP の粘性について強い制約を与えることが可能と考えられる。今回の研究では、核子対あたりの衝突エネルギーが 2.76 TeV の Pb+Pb の原子核衝突実験を考え、比較する実験データは LHC での ALICE 実験で観測された実験データを参考にする。

22. 佐藤爽太（神戸大学宇宙論研究室）

タイトル：

正值性条件を用いた暗黒光子モデルへの制限

アブストラクト：

暗黒物質と標準模型粒子の相互作用に下限を与えることができれば、暗黒物質モデルの完全な検証の見通しが立つ。本研究では QED に暗黒光子、重力を加えた系で散乱振幅のユニタリー性を精査し、暗黒光子と電子との相互作用の大きさに量子力学的な下限を与える。

23. 杉浦駿（京都大学素粒子論研究室）

タイトル：

重力の量子化と低エネルギー有効理論 (review)

アブストラクト：

Einstein の一般相対論は著しい成功を取めた古典重力理論であるが、素朴には摂動論的な量子化ができないとされる。すなわち、結合定数である万有引力定数が負の質量次元を持つために理論がくりこみ可能でなくなり、一般には摂動展開に現れる発散を処理できなくなってしまう。しかし、低エネルギー有効理論の枠組みにおいては、くりこみ可能でない相互作用をも考えることができる。すなわち、低エネルギー領域で重要な寄与をする自由度のみを取り扱うことで、意味のある物理的な予言を与えることが可能となる。

本講演では Einstein 重力を摂動論的に量子化し、その有効性について議論する。とくに 2 体の重力ポテンシャルを例にとって計算し、ループ展開から post-Newtonian 近似に対応する古典的な補正が生じること、さらには非自明な量子論的補正が与えられることを見る。なお、本講演は arXiv:hep-th/0211072 等に基づくレビュー発表である。

24. 佐藤航平（筑波大学素粒子理論）

タイトル：

格子 QCD による BSM の探索とモデルに依存しない手法による形状因子の直接微分計算 (review)

アブストラクト：

今現在、最良の素粒子理論として標準模型(SM:Standard Model)がある。

この SM の適用限界を検証し、SM を超える理論(BSM: Beyond the Standard Model)の手がかりを探ることが現代素粒子物理学の重要な課題になっている。

BSM 探索の一つとしてカビボ-小林-益川(CKM)行列要素を用いた探索が行われている。

この CKM 行列要素を求める際、ハドロン行列要素に現れる形状因子を計算する必要があり、この計算に格子 QCD 計算が重要な役割を果たしている。

近年、このような形状因子を計算する新たな方法(arXiv:1911.04064)が提案された。そこで本発表では、格子 QCD 計算と BSM 探索の関係・新たな手法について紹介する。

25. 渡辺展正（筑波大素粒子理論研究室）

タイトル：

モンテカルロ計算のすすめ (review)

アブストラクト：

場の理論の摂動的領域を超えた物理を調べる上で強力なツールとなるものに、計算機を用いた第一原理計算が挙げられる。近年では第一原理計算に用いられるアルゴリズムは多岐に渡っているが、中でもモンテカルロ法に基づいた数値解析がよく用いられており、実用上のテクニックも含め非常に多くの知見が積み上がっている。格子 QCD や行列模型をはじめ、様々な場の理論の解析にてこの手法の有効性が知られているものの、実際に研究に携わることがない限り大枠の解析の中身ですら知る機会は少ない。

本発表では、自分の研究分野を模索中の B4 から M2 の学生や、数値計算領域と研究分野が近い方を対象として、モンテカルロ計算の入門的な知識を紹介する。数値的な研究のモチベーションや具体的な解析の流れに加え、簡単な系でのサンプルコードを走らせながら数値計算の雰囲気を感じてもらうことを目指す。

26. 名古屋雄大 (大阪大学素粒子理論研究室)

タイトル:

4次元 Z_2 格子ゲージ理論におけるトポロジカル演算子のジャンクション

アブストラクト:

近年、対称性の概念の拡張とその応用が盛んに研究されている。拡張の一つの方向性は、可逆ではなく非可逆的な性質も含めて対称性とみなす試みである。例えば、Aasen、Frendly、Mong らによって2次元の格子系で非可逆なトポロジカルな演算子が構成された。我々は、4次元 pure 格子 Z_2 ゲージ理論において、非可逆な defect を構成した。このポスターでは、我々が構成した非可逆な defect である双対性演算子と、1-form 中心対称性演算子が重なっている部分に生じるジャンクションについて説明する。また、ジャンクションを用いて、非可逆性の表れである、ソリッドトーラス上などに配置された双対性演算子のトポロジカル関係式に 1-form 中心対称性演算子が生じることについても説明する。

27. 小出真嵩 (大阪大学素粒子論研究室)

タイトル:

4次元 Z_2 純粋格子ゲージ理論における非可逆な双対性演算子

アブストラクト:

近年、トポロジカル演算子の描像を用いた対称性の概念の拡張とその応用が盛んに研究されている。その一つの方向は、2次元の圏論的対称性と呼ばれるもので、非可逆なトポロジカル演算子も「対称性」として取り扱うものである。例えば Aasen, Fendley, Mong によって2次元の格子模型に存在する双対性から非可逆なものも含むトポロジカル演算子が構成されている。我々は4次元格子 Z_2 ゲージ理論の双対性より非可逆なトポロジカル演算子を具体的に構成した。このポスターでは、そのようなトポロジカル演算子の構成と、その演算子が非可逆であることについて説明する。

28. 中西泰一 (京都大学基礎物理学研究所素粒子論グループ)

タイトル:

アノマリーの現代的な理解と Callan-Harvey の機構 (review)

アブストラクト:

古典的に存在した対称性が量子的に破れていることをアノマリーという。理論を正しく定式化するためにはゲージアノマリーが打ち消されていなければならない。Callan-Harvey の機構はフェルミオンが、スカラー場で記述される topological defect 上にあるという場合を考え、topological defect の上だけを考えるとアノマリーが生じているが、埋め込まれている高次元の空間の寄与を考えるとアノマリーがキャンセルされるというものである。

本発表では、現代のアノマリーに関する解釈と、Callan-Harvey の機構についてレビューする。

29. 今井広紀 (神戸大学素粒子理論研究室)

タイトル:

T^2/Z_N オービフォールド上の指数定理 (review)

アブストラクト:

T^2/Z_N オービフォールド上において、カイラルゼロモードと固定点での巻き付き数との関係を調べる。Atiyah-Singer 指数定理をカイラルゼロモードに適用すると、カイラルゼロモードの数と、固定点での巻き付き数との間に関係式があることがわかる。具体的には、カイラルゼロモードの差は、巻き付き数の差を $2N$ で割ったものに一致する。ここで、カイラルゼロモードの差とは、カイラリティーが正のカイラルゼロモードの数と、負のカイラルゼロモードの数の差のことで、巻き付き数とはカイラリティーが負の場合の固定点での巻き付き数の総和と正の場合の固定点での巻き付き数の総和の差のことである。

先行研究では、磁束 M がある場合のカイラルゼロモードの数を数えた。その結果で $M=0$ とすると、ちょうど今回の式が導かれる。

30. 川本大志 (YITP 素粒子)

タイトル:

エンタングルメントのダイナミクスと熱化現象 (review)

アブストラクト:

量子多体系においてエンタングルメントエントロピーはその系についての多くの情報を持っており、特に自由場や共形場理論においては基底状態や熱平衡状態のエンタングルメントエントロピーの表式が計算できることがよく知られている。しかし、平衡状態への緩和やブラックホールの形成のような非平衡系でのエンタングルメントエントロピーのダイナミクスもまた様々な量子多体系において重要である。本発表では解析的に計算できる二次元共形場理論でのエンタングルメントエントロピーのダイナミクスについてのレビューを行う。特にハミルトニアンの中にある結合定数のパラメーターを急激に変更するクエンチでの時間発展について話す。

31. 津田崇史 (京都大学基礎物理学研究所素粒子論グループ)

タイトル:

BPS 状態の数え上げによる BH エントロピーの微視的導出 (review)

アブストラクト:

ブラックホールがエントロピーを持つことは、古典的な議論のみから導かれており、その値は Bekenstein-Hawking の公式に従う。超弦理論における一部の setup では、微視的な状態数の数え上げによって Bekenstein-Hawking エントロピーを再現することが知られている。本発表では、このような setup のうち、D1-D5 系と呼ばれる系に注目する。

D1-D5 系は、D1-brane と D5-brane の複合系である。これは強結合領域においては 5 次元時空のブラックホール解を構成する。これに対し、弦の摂動論の記述が有効な弱結合領域では、BPS 状態(超対称性を壊さない状態)の数え上げからエントロピーを計算できるが、これは強結合での Bekenstein-Hawking エントロピーを再現する。本発表は Peet (1997) [arXiv:hep-th/9712253]に基づく。

32. 神田行宏 (名古屋大学 E 研)

タイトル:

Review talk: Implications of Gravitational Waves for Supersymmetric Grand Unification (review)

アブストラクト:

本ポスター発表は arXiv:2011.04090 [hep-ph] のレビュートークである。超対称 SO(10) 大統一理論 (SUSY SO(10) GUT) は、標準模型 (SM) を超える物理を記述しうる魅力的なモデルである。SUSY SO(10) GUT の探索の 1 つに、SM に破れる相転移で生じる宇宙紐から出る重力波を観測するというアイデアがある。2020 年に NANOGrav という重力波観測実験が捉えた信号を、宇宙紐由来の背景重力波だと解釈すれば、 $10^{14} \sim 10^{16} \text{ GeV}$ のエネルギースケールで宇宙紐を出す相転移があったことが示唆される。この相転移は、多段階の相転移を経て SM に破れる SUSY SO(10) GUT のモデルの中で考えることができる。このようなモデルについて、ゲージ結合定数の統一、陽子寿命、モノポール問題の制限から宇宙紐を出す相転移の許されるエネルギースケールを調べ、NANOGrav での観測結果と比較して議論する。

33. 赤松真裕美 (神戸大学素粒子理論研究室)

タイトル:

余剰次元モデルにおける量子力学的超対称性とその役割 (review)

アブストラクト:

標準模型理論を超えた物理として、余剰次元モデルは有望な候補とされている。高次元の場の理論は、低エネルギーでは 4 次元の理論で記述される。このとき余剰次元での対称性を直接見ることは出来なくなるが、4 次元の理論に影響を与えるはずである。

高次元のスピンル理論、ゲージ理論、重力理論は、それぞれカイラル対称性、高次元ゲージ対称性、高次元一般座標変換対称性を持つ。驚くことに、これらの理論の背後には量子力学的超対称性が隠れており、4 次元の質量スペクトルに強い制限を与える。それらは高次元のフェルミオン標準模型の世代数問題と密接に関係し、またクォーク、レプトンの質量階層性問題の解決にも直接つながることが期待される。本講演では、なぜ高次元理論に量子力学的超対称性が現れるのか、そして、その対称性は 4 次元質量スペクトルにどのような影響を与えるのかを明らかにする。

34. 高橋晴輝 (総合研究大学院大学(KEK IPNS)素粒子原子核研究所)

タイトル:

余剰次元と大統一理論 (review)

アブストラクト:

従来の大統一理論のシナリオでは、その統一スケールが高すぎて直接検証することが難しいことが欠点の一つであった。本論文では、余剰次元の存在によって統一スケールがおおよそ TeV スケール (中間スケール) まで低くなり得ることを示す。そのような余剰次元は大きな半径のコンパクト化を有する弦理論の自然な帰結である。また余剰次元の効果によって、中間スケールにおけるゲージ結合定数の統一が自然に導かれる。しかもその統一は中間スケールがどこにあるか、余剰次元がいくつ存在するかどうかに依らず実現することがわかる。

さらには高次元において陽子崩壊の振幅が摂動論の全ての次数でキャンセルすることで、陽子崩壊に対する制限が満たされ得ることも見る。

これらの結果は大統一理論を理解するための新たな方法を与えてくれる。

35. 井澤幸邑 (広島大学素粒子論研究室)

タイトル:

Modular 対称性から考えるフレーバーの物理 (review)

アブストラクト:

電子と質量以外の物理的性質が全く同じであるミュオン、タウオンという素粒子が観測されている。これらの粒子は”世代”として区別される。ではなぜこのように質量のみの違う粒子が存在しているのか?この問題はフレーバーの物理学という分野で多くの研究がなされている。Altarelli と Feruglio は世代に対し正四面体の対称性 (A4 対称性)を仮定することでこの質量の違いの起源を説明した。しかしここでは non-SUSY における真空状態の決め方について詳しい説明がなされていなかった。そこで新しくドーナツ型の図形(2次元トーラス)の持つ“Modular 対称性”を仮定する。本研究の目的は、この Modular 対称性を用いて真空状態の決め方について議論し、質量の違い、つまり世代の起源を説明することである。そしてこの Modular 対称性が超弦理論(高エネルギーな世界での物理を記述する理論)から得られることと、Modular 対称性から A4 対称性の代数構造が得られることを確認し、Modular 対称性を用いた首尾一貫したフレーバーモデルの構築を目指す。

36. [発表キャンセル]

タイトル:

アブストラクト:

37. 吉中讓次郎（京都大学素粒子論）

タイトル：

弦の場の理論とタキオン凝縮 (review)

アブストラクト：

ボソニックな開弦理論にはタキオンが存在するため真空が不安定である。したがってほかに安定な真空が存在するはずである。このような真空をタキオン真空と呼び、理論がこのような真空に遷移した状態をタキオン凝縮という。このタキオン真空を求める問題は非摂動的であるため通常の弦理論では扱えない。このような非摂動的な問題は弦の場の理論を導入することで解析でき、ポテンシャルを求めることができる。今回は Schnable の解析によりこれの厳密解を求める。