

第 71 回原子核三者若手夏の学校

ポスターセッション発表者・タイトル一覧

素粒子パート

第一部：ポスターNo.1-No.27

No.	発表者	タイトル	部屋番号
1	田邊直純	4次元における無限次元 Chiral 対称性	310
2	中村七海	c 定理とコンパクト性	310
3	齊藤佑太	Page curves and island's delays in 2d black holes with injections	310
4	鍛冶祐斗	ボソン弦理論	310
5	金田滉平	量子論におけるリサージェンス理論と完全 WKB 解析	310
6	南澤拓海	Symmetry and Duality via Generalized Gauging	310
7	李亮	ブラックホールによるエンタングルメントエントロピーの抑制	310
8	猿渡調	QSVT による量子アルゴリズムの統一	310
9	足立凌	Krylov Complexity と測地線の長さの対応	310
10	近澤聖賢	ブラックホールの微視的状态と Hawking 放射の発現	310
11	巖泰宇	共変 BV 形式と閉弦 SFT におけるモジュライ空間の再分割	310
12	田淵陽大	暗黒エネルギーの解明に向けた場の量子論の真空エネルギーの研究	311
13	Nguyen Xuan Ung	Virasoro minimal strings について	311
14	宮原怜音	5次元ブラックホールとブラックストリングの重力指数(レビュー)	311
15	新美鳳望	TBA	311
16	久保木裕也	multi-scalar 理論の理論空間における Ricci スカラーと $\tilde{F}$	311
17	清水遙介	symmetry TFT を用いた axion-Maxwell 系の実現	311
18	小原充貴	因子化! 双辺黒洞的状态空間	311
19	竹山拓見	アノマリーの数理と標準模型におけるアノマリー相殺	311
20	松本大輝	Microstrata(review)	311
21	竹下天子	原始ブラックホールと暗黒物質による星間ガス加熱	311
22	巾下裕輝	擬-ゴールドスティーノダークマターの探索における $\gamma$ 線エネルギースペクトルの数値解析	311
23	宮福太朗	磁気モノポールの現象論	416
24	ケンプ ショーンパトリック	Feeton 暗黒物質の現象論	416
25	宮根一樹	磁化 D7 ブレーン模型における超対称性の破れとモジュライ固定	416
26	小倉岳大	Dark relaxion で考える宇宙論 (review)	416
27	益田竜馬	CP 対称性の自発的破れによる強い CP 問題の解決	416

第二部：ポスターNo.28-No.54

No.	発表者	タイトル	部屋番号
28	中山遙斗	TBA(自然な大統一理論についてのレビュー)	310
29	押海龍治	標準模型における CP 対称性の破れ	310
30	土屋祐次郎	$S^2$ を用いた高次元 yang-mills 理論と $S^6$ への拡張	310

31	岩月瞭	電弱相互作用する非可換ゲージベクトルダークマター	310
32	清水慧人	TBA	310
33	高田直弥	量子場におけるエンタングルメントエントロピーの数値シミュレーション	310
34	荒木滉介	ウンルー効果について	310
35	大澤美玖	Dirac gaugino 大統一模型の精密化を目的とした 2HDM による中間スケールの決定	310
36	堀川寧々	宇宙ニュートリノのスピンのフレーバー振動(Review)	310
37	本宮崇平	ブラックホールからエネルギーを引き抜く Blandford-Znajek 機構の本質	310
38	芝原悠真	New BPS States from Bosonic/Heterotic Duality (Review)	310
39	金子哲也	標準模型の摂動アノマリーとフェルマーの最終定理	311
40	高間俊至	因子化ホモロジーと場の理論	311
41	手塚綾音	背景場に依らない開弦の universal object の解明に向けて	311
42	金澤素大	AdS/CFT 対応によるクォーク間クーロンポテンシャルの導出	311
43	宮崎成輝	N=2 超共形ゲージ理論における S 双対性	311
44	平井彬登	Review of "Correlation functions of scalar field theories from homotopy algebras"	311
45	齋藤駆	$Z_N$ 対称性のゲージ化による双対性の広がり	311
46	三木幸大	Replica 法を用いた Island 公式の導出	311
47	為田恒矢	超共形指数のベーテ仮説型表式	311
48	三浦央暉	一般化対称性の基礎とその応用	311
49	石川翔太	AGT 対応から見た Heun 関数の接続問題とブラックホール摂動論への応用	311
50	吉野瑛隼	非可換時空における $\mu$ 中間子の異常磁気モーメント	416
51	鈴木雅人	情報喪失問題と代数的物理	416
52	生源寺健太	ブラックホールの熱力学的トポロジカルな分類	416
53	仁拓平	String stars in $d \geq 7$	416
54	宮寄マックス	重力崩壊における非球対称摂動と静的外部解の構造について	416

### 第三部：ポスターNo.55-No.83

No.	発表者	タイトル	部屋番号
55	田嶋大雅	島 --その鞍点の構造解析に向けて--	310
56	横倉孝洋	2 群対称性について	310
57	石川雅隆	ユニタリー性を用いたド・ジッター時空中の field-space 曲率の制限	310
58	山本芳樹	ブラック 0 プレーン解における量子補正 (Review)	310
59	長谷川裕大	2 次元ディラトン重力と (root-) $T\bar{T}$ 変形の幾何学的定式化	310
60	長谷川球真	ラージ N 極限での開弦-閉弦の場の理論	310
61	村田洋彬	重力レンズ効果における因果的性質	310
62	柳沼音明	近赤外線観測によるダークマター探索	310
63	山本侑生	高次元ゲージ理論が生む宇宙論的スカラー場 (Review)	310
64	家安将太郎	Davidson-Ibarra bound の克服を目指す非熱的レプトジェネシスモデル	310
65	内山健	スカラーレプトクォークの現象論的研究(去年からの続きもの)	310
66	所順也	離散的なスケール対称性と Efimov 状態(レビュー)	311

67	西田優杜	LHC-ALICE 実験鉛-鉛衝突および陽子-陽子衝突における荷電パイ中間子と(反)陽子のジェット動径方向分布の測定	311
68	坂井啓悟	連続スピン表現に属する粒子	311
69	清水啓貴	格子上の場の理論	311
70	吉岡直樹	行列模型により創発される時空と示唆される修正重力理論(Review)	311
71	井澤幸邑	動的三角形分割の進展	311
72	高橋昇吾	f(R)重力での荷電回転ブラックホールの影	311
73	川上侑真	2×2マヨラナ質量行列の対角化とレプトジェネシスとの関係	311
74	鶴生滉平	チャーソン・サイモンズ型行列模型における相転移と D ブレーン崩壊	311
75	高橋駿太	Symmetry TFT for Average Symmetries and Phase Transitions	311
76	古田一	mass gapped theory の低エネルギー展開を高エネルギー展開から求める (review)	311
77	ZONG XINMU	TBA	416
78	田中隆寛	ADE triality via (non-)invertible symmetry gauging	416
79	鳥居千智	CP 対称性の破れとバリオン数	416
80	富山晃聖	多アクシオン混合による Kapitza-effect の制限とその宇宙論的応用	416
81	世古竜也	曲がった時空の有限サイズ行列による記述	416
82	安田龍	AdS/CFT 対応における Breitenlohner-Freedman bound 上の logarithmic branch について	416
83	糟谷峻介	DESI が支持する動的 Dark Energy モデル	416

## 原子核パート

### 第一部：ポスターNo.1-No.7

No.	発表者	タイトル	部屋番号
1	三好絵梨	ベイズ解析を用いた高エネルギー原子核衝突における原子核形状の推定	416
2	神保拓斗	2 核子吸収過程を取り入れた Faddeev 方程式による KbarNN 原子核のスペクトル計算	416
3	片山颯	Modified Villain lattice formulation	416
4	赤井謙太	Gogny 有効相互作用を用いた pnFAM 計算実装に向けて	416
5	杉山龍汰	強磁場中における QCD の CSL 相について(Review)	416
6	庄司拓未	第一原理に基づく有効相互作用による中重核の殻模型計算	416
7	吉村源樹	一般化南部 Goldstone 定理と散逸系の有効場理論	416

### 第二部：ポスターNo.8-No.14

No.	発表者	タイトル	部屋番号
8	政岡凜太郎	確率過程量子化における動的臨界指数	416
9	石谷壮史	ミュオンスピニメージング法の開発	416
10	大石翼	Symmetry Transmutation and Anomaly Matching	416
11	清水裕登	恒星内エネルギー生成における CNO cycle の役割に対する考察	416
12	南部太郎	中性子干渉計を使った少数系原子核の散乱長測定	416
13	奥泉舞桜	原子核の中性子吸収反応における時間反転対称性の破れ探索	416
14	高橋仁	JLab における崩壊 $\pi$ 中間子分光法を用いたハイパー核実験のための焦点面検出器近傍のモンテカルロシミュレーション	416

### 第三部：ポスターNo.15-No.20

No.	発表者	タイトル	部屋番号
15	堤祐人	K 中間子原子核の分光研究に向けた新型エアロゲルチェレンコフ検出器の開発	416
16	小川直哉	量子測定誤差の普遍的下限の探究—ガウス波束基底による位置・運動量測定と李・筒井形式—	416
17	津波古秀敏	chiral ring の基礎とその数学的構造	416
18	清水豪太	Xe ガスセル製作と AFP-NMR 測定による性能評価	416
19	高橋韻有	カイラル摂動論による、相関 2 メソン交換を考慮したバリオン中のクォーク間相互作用の構築	416
20	西淵拓磨	チャンネル散乱振幅における固有状態とスペクトルに及ぼす影響	416

第 71 回原子核三者若手夏の学校  
ポスターセッション概要集  
素粒子パート

**第一部 : 8/9 (Sat) 8:45~9:40 (No.1~11:310 No.12~22:311 No.23~27:416)**

No.1 : 田邊直純

**【4次元における無限次元 Chiral 対称性】**

Beem, Lemos, Liendo, Peelaers, Rastelli, van Rees の "Infinite Chiral Symmetry in Four Dimensions" arXiv:1312.5344 [hep-th] のレビューである.

本論文では、拡張された超対称性を備えた 4 次元共形場理論と 2 次元カイラル代数との間にある新たな対応関係を示されている。カイラル代数の有理型相関関数は、4 次元理論の保護されたセクターにおける相関関数を計算する。無限次元のカイラル対称性は、 $N=2$  超共形対称性を持つ任意の 4 次元理論のスペクトル、相関関数、中心電荷に広範かつ深遠な影響を及ぼす。

ポスターでは 4 次元超共形場理論と 2 次元カイラル代数の対応を紹介する。

No.2 : 中村七海

**【c 定理とコンパクト性】**

Zamolodchikov による c 定理に実はコンパクト性が必要であることを improvement (エネルギー運動量テンソルが持つ任意性) を用いて示す。さらに、Hartman-Mathys による新しい c 定理をレビューしたのち、その証明では improvement はどう振る舞うのかを説明する。

No.3 : 齊藤佑太

**【Page curves and island's delays in 2d black holes with injections】**

ブラックホール情報喪失問題を解決する手段の候補として、近年アイランド公式が注目されている。この公式に基づくエンタングルメントエントロピーは Page 曲線と呼ばれる時間発展を再現する。本研究では複数回のエネルギー入射により変動する 2 次元ブラックホール時空を用いて、エンタングルメントエントロピーの時間発展の解析や、アイランドの遅延現象について議論する。

No.4 : 鍛冶祐斗

**【ボソン弦理論】**

一般相対性理論と量子力学を統一しようとする、いくつかの問題が生じる。弦理論はこれらの問題を克服し、一貫性のある重力の量子論を提供することを目的としている。量子力学などの理論では物質の最小単位として点粒子を考えてきたが、弦理論では弦と呼ばれる一次元の物体を考える。この理論では、異なる粒子は弦の異なる振動モードに対応する。この発表では、ボソン弦理論と呼ばれる最も単純な弦理論を紹介する。また、世界面での弦の運動を記述する共形場理論とそこでのワイル量子異常(ゲージ量子異常)の相殺について、対称性の現代的視点を踏まえて紹介する。

No.5 : 金田滉平

**【量子論におけるリサージェンス理論と完全 WKB 解析】**

量子力学の有効な解析手法である摂動論は、高次で級数が発散する問題や、強結合領域で重要となるトンネル効果などの「非摂動効果」を原理的に扱えないという限界を持つ。本発表では、この非摂動的な側面を解明するための新たな

なアプローチとして、リサージェンス理論と完全 WKB 解析を解説する。まず、摂動級数のボレル変換に現れる特異点が非摂動効果に対応するというリサージェンス構造を明らかにし、摂動級数から非摂動効果を抽出する手法を示す。さらに、シュレディンガー型方程式で記述される系の厳密量子化条件が完全 WKB 解析により導出可能であることを論じる。

#### No.6：南澤拓海

##### 【Symmetry and Duality via Generalized Gauging】

昨今 higher form symmetry などの一般化された対称性が注目されているが、これはただ対称性の概念を拡張しただけにはとどまらず、一般化されたゲージ化を通して様々な異なる理論の間の双対性や関係性を取り扱うことができる強力なツールとなっている。その豊かな構造について arXiv:2305.18296v2 などに基づいて紹介する。

#### No.7：李亮

##### 【ブラックホールによるエンタングルメントエントロピーの抑制】

2次元共形場理論において、純粋状態の励起と混合状態の励起はそれぞれ演算子をユークリッド経路積分に挿入することと穴が開いたシートで経路積分を行うことに相当する。Ads 対応では、それらはそれぞれ3次元 Ads 時空での局所励起と局在したブラックホールに対応している。純粋状態の励起しか起こらなかった場合観測されるエンタングルメントエントロピーは増えるが、それが混合状態の励起（ブラックホール）によって抑制されることが期待される。

#### No.8：猿渡調

##### 【QSVT による量子アルゴリズムの統一】

現在、新しい計算手法として量子計算が盛んに研究されている。素粒子論の諸分野でも場の量子論のシミュレーションをはじめとして、量子計算の適用が検討されている。量子計算の例として量子探索、量子位相推定、ハミルトニアンシミュレーションなどのアルゴリズムが知られているが、これらは QSVT（量子特異値変換）によって統一的に理解される。本発表では、[arXiv:2105.02859]に基づき、QSVT による量子アルゴリズムの統一についての初歩的なレビューを行う。

#### No.9：足立凌

##### 【Krylov Complexity と測地線の長さの対応】

ホログラフィーの文脈で期待される対応関係の一つに、境界の状態に関して計算した計算複雑性と面積などの Diff 不変量との対応がある。特に、低次元ホログラフィーの具体例として知られている DSSYK と JT 重力の対応において、DSSYK 側で計算した Krylov Complexity と呼ばれる種類の計算複雑性がバルクの測地線の長さに対応する。この対応は、DSSYK で種々の量の計算に用いられる Chord 数状態とバルクの測地線長さの固有状態、および Krylov Complexity の計算に現れる Krylov 基底との対応を調べることを通して示される。本発表ではこの事実を示した論文 [arxiv:2305.04355]に基づくレビューを行う。

#### No.10：近澤聖賢

##### 【ブラックホールの微視的状态と Hawking 放射の発現】

ブラックホールはホライズン面積に比例したエントロピー  $S_{\text{BH}}$  をもつ。超弦理論に現れる特定のブラックホール解に対し、弦の配位から微視的な状態数を数えて得られるエントロピー  $S_{\text{micro}}$  が  $S_{\text{BH}}$  と一致することから、現在ではブラックホールにも量子論的記述が存在すると考えられている。

本発表では、ブラックホールの微視的状态の具体的構築を目指す“fuzzball 描像”を解説する。構築された微視的状态は特異点やホライズンをもたず、状態の族を粗視化することで  $S_{\text{micro}}$  を再現するホライズンが現れる。さらに

Hawking 放射に対応する粒子生成が起こることを示し、fuzzball 描像がブラックホールの量子論として有望な候補であることを見る。

本発表は arXiv:1001.1444v3 の review である。

No.11：巖泰宇

【共変 BV 形式と閉弦 SFT におけるモジュライ空間の再分割】

閉弦場理論 (Closed String Field Theory) の構築における困難は、リーマン面のモジュライ空間の一意的な分割が存在しないことであった。この問題は最小面積計量 (minimal area metrics) を導入することで解決された；モジュライ空間を重複なく分割し、全てのリーマン面に対して一意な Feynman 図に対応付けることが可能となる。

実際、このような分割が Batalin-Vilkovisky (BV) 形式の中で、弦場の作用を変化させるが、新たな作用は依然と BV 方程式を満たすことが分かる。この変換は BV アンチブラケットを使ったカノニカル変換として対応付けられる。本発表は [arXiv:hep-th/9301097] に基づく。

No.12：田淵陽大

【暗黒エネルギーの解明に向けた場の量子論の真空エネルギーの研究】

場の量子論における真空状態は、量子揺らぎを含み、エネルギーは零とはならない。まず、真空エネルギーが自由場においてどのように数式的に導出されるかを示すとともに、理論上の概念にとどまらず、カシミール効果として実験的に観測可能であることを紹介する。また、ボソンとフェルミオンの自由度が一致する場合には、真空エネルギーが完全に相殺されることを示す。真空エネルギー問題が何らかの機構により相殺されている可能性を示唆するために、ボソンとフェルミオンの自由度が釣り合う超対称性ラグランジアンを導入し、相互作用を含めた場合でも真空エネルギーの相殺が可能であることを示す。最後に、現実の自然界では超対称性が破れている可能性に言及する。

No.13：Nguyen Xuan Ung

【Virasoro minimal strings について】

The Virasoro minimal string theory is introduced as quantum theory for sinh-dilaton gravity. The connection between this theory, 3-dimensional chiral gravity, and a matrix model is explained. Some implications and applications will also be mentioned. This poster talk is mainly based on [arXiv:2309.10846].

No.14：宮原怜音

【5次元ブラックホールとブラックストリングの重力指数(レビュー)】

M 理論における 5 次元ブラックホールやブラックストリングの超対称指数と、同一のカラビ-ヤウ三重多様体上での IIA 超重力による 4 次元ブラックホール指数の関係を明らかにする。4 次元のアトラクター解を 5 次元に持ち上げて指数の一致を導出し、特にブラックストリングでは AdS/CFT の極限を取らずに平坦空間での指数が再現可能であることを示す。これは平坦空間における超対称的ホログラフィーに新たな展望を与える。

No.15：新美鳳望

【TBA】

TBA

No.16：久保木裕也

【multi-scalar 理論の理論空間における Ricci スカラーと  $\tilde{F}$ 】

multi-scalar 理論の理論空間における計量とポテンシャル摂動論的に構成する。それによって、理論空間の Ricci スカラーを計算でき、平坦でないことが分かり、そしてポテンシャルと  $\tilde{F}$  を同一視できることを見る。

No.17：清水遥介

【symmetry TFT を用いた axion-Maxwell 系の実現】

TBA

No.18：小原充貴

【因子化! 双辺黒洞的状态空間】

$n$ 個の境界を持つ AdS 量子重力は AdS/CFT の観点では  $n$ 個の CFT と等価なはず、CFT の状態は  $n$ 個の状態のテンソル積になるはずだが、重力理論の状態はそのような積で書けそうにない。これを AdS/CFT 対応における因子化問題という。ここでは近年示された 2次元量子重力の因子化の議論 (arXiv:2406.04396) のうち、お絵描きできる部分に焦点を当てて概説したいと思う。

No.19：竹山拓見

【アノマリーの数理と標準模型におけるアノマリー相殺】

場の量子論において、アノマリーは理論の整合性に関わる重要な効果である。近年の発展により、 $d$ 次元のアノマリーは  $d+1$ 次元の可逆な場の理論 (IFT) と結合することで相殺される「アノマリー流入」というアイデアで理解されるようになった。そして、その IFT は数学的にはボルディズム群のアンダーソン双対で分類されることが知られている。本発表ではこの現代的枠組みを解説し、標準模型におけるゲージ・アノマリーの相殺について、特に非摂動アノマリーである Witten SU(2)アノマリーを中心に議論する。このレビューは『素粒子論研究・電子版 Vol. 42 (2024) No. 4』に基づいている。

No.20：松本大輝

【Microstrata(review)】

$AdS_3 \times S^3 \times T^4$ 時空における BH の微視的状态を表す超重力解の一つとして、superstrata が知られている。これは AdS/CFT 対応によって D1-D5CFT の BPS 状態と結びついている。一方、超対称性を破る非 BPS 状態に対して microstrata が存在している。ここでは、論文「Microstrata(arXiv:2307.13021)」の review を行うことで、BH を重力的側面から解析することを試みる。

No.21：竹下天子

【原始ブラックホールと暗黒物質による星間ガス加熱】

ダークマターと中性水素などとの相互作用による、しし座矮小銀河 Leo T のガス加熱が先行研究で報告されている。本研究ではダークマターが原始ブラックホールと素粒子ダークマターの 2種類で構成されている場合を考える。素粒子ダークマターとしてダークフォトンとミリチャージドパーティクルに着目する。なお、原始ブラックホールからのホーキング放射生成物によるガス加熱量を見積もるためにパブリックコードの BlackHawk を用いた。本発表は、arXiv:2409.03981 (Int.J.Mod.Phys.A 40 (2025) 16) のレビューである。

No.22：中下裕輝

【擬-ゴールドスティーノダークマターの探索における  $\gamma$  線エネルギースペクトルの数値解析】

TBA

No.23：宮福太朗

【磁気モノポールの現象論】

't Hooft Polyakov モノポールは標準模型には存在しない。しかし Cho と Maison は、標準模型の電弱セクターに球対称な磁気モノポール解が存在することを発見した。この Cho-Maison モノポールは空間原点でエネルギーが発散してしまうなど理論的に分かっていないことが多い。そこで高エネルギーの理論において構成される 't Hooft Polyakov モノポールが、低エネルギー有効理論における Cho-Maison モノポールとして理解されるシナリオを解析した。

No.24：ケンブ ショーンパトリック

【Feeton 暗黒物質の現象論】

ニュートリノ質量問題、バリオン数問題をモチベーションとして、標準模型の持つ大域的 U(1)B-L 対称性をゲージ化した模型が導入される。この模型で新たに導入される Feeton と呼ばれる U(1)ゲージボソンは、質量が十分小さく U(1)ゲージ結合定数も十分抑制されていると、ダークマターの候補となりうる。この暗黒物質はゲージ結合定数が抑制されており他の物質との相互作用が小さい、それゆえ直接探査や加速器探査は難しいが、崩壊は起こすので銀河中心に向けた望遠鏡観測から崩壊後のシグナルを得られる可能性がある。発表では、Feeton 暗黒物質を導入する動機と、生成と崩壊の現象論、観測についてレビューを行う。

No.25：宮根一樹

【磁化 D7 ブレーン模型における超対称性の破れとモジュライ固定】

素粒子標準模型はいくつか不満足な点を含んでいる。それらを解決する模型として、高次元時空上での超対称な場の理論を考えることができる。この理論では、4次元時空以外の方向に周期境界条件を課すことによって4次元有効理論を導くが、このとき、それらの周期が実際の観測と矛盾しないほど小さくなくてはならない。これらの周期のような余剰空間の構造を決定するパラメータは、高次元の重力場由来の力学的な場（モジュライ場）の真空期待値として扱う必要があり、それらの場がどのような値で安定になるのかを調べる（モジュライ固定）は重要な課題である。本研究では、特定のコンパクト化において、超対称性の破れを伴うモジュライ固定が実現できるかどうかを調べる。

No.26：小倉岳大

【Dark relaxion で考える宇宙論 (review)】

本発表では arXiv:2108.11295v2[hep-ph]のレビューを行なう。この論文ではアクシオンの粒子の1つの relaxion について注目している。relaxion が宇宙論的緩和モデルにどのように組み込まれ、現在の宇宙を構成するのかという概要を論じている。本モデルが有用であると考えられるのは、新物理源を必要とせずに自然な形で Higgs 階層性問題についての解決策が見いだせる点である。relaxion を用いた新たな理論を構成する準備段階として、本論文をレビューする。

No.27：益田竜馬

【CP 対称性の自発的破れによる強い CP 問題の解決】

強い CP 問題は、QCD に許される  $\theta$  項が極端に小さい理由を問う標準模型に関する理論的な問題である。本発表では、CP 対称な理論における自発的対称性の破れを通じて物理的 CP 位相が自然に抑制される Nelson-Barr 機構を紹介する。さらに、不要な結合を排除する離散対称性の役割とともに、軽い粒子の生成が理論的に予測される点についても議論する。

**第二部：8/9 (Sat) 9:55~10:50 (No.28~38:310 No.39~49:311 No.55~54:416)**

No.28：中山遥斗

【TBA(自然な大統一理論についてのレビュー)】

TBA

No.29：押海龍治

【標準模型における CP 対称性の破れ】

標準模型における CP 対称性の破れは、中性 K 中間子系の CP 対称性の破れなどの実験事実を説明する上で重要な課題である。本発表では、小林・益川模型におけるクォークの 3 世代構造に注目し、CP 対称性が破れるために必要な 3 つの条件について考察する。すなわち、①CP 対称性を破る位相が理論に含まれること、②3 つの世代の間の 3 つの混合角で表される混合がすべて存在すること、③アップ型・ダウン型の各セクターにおいて 3 つのクォークの質量がすべて異なること、が必要である。これらの条件の背景と意味を整理し、標準模型における CP 対称性の破れの構造を明らかにする。

No.30：土屋祐次郎

【 $S^2$ を用いた高次元 yang-mills 理論と  $S^6$ への拡張】

標準理論の抱える課題を解決するアプローチの 1 つには高次元ゲージ理論の枠組みが存在する。本ポスター発表ではその中でも  $S^2$ を余剰次元に用いた先行研究(arXiv:2505.19829)をレビューする。この研究では、 $S^2$ 上のゲージ場が非自明な古典解を持つことを利用し、その解を背景場として導入することでゲージ対称性を破れを説明する。本発表ではさらに、この研究を理論的に興味深い 10 次元の理論に拡張するため、 $S^2$ ではなく  $S^6$ を用いた場合について議論する。 $S^2$ と  $S^6$ の空間的構造はともにリー群の不変作用を用いて同値関係を課すことで商空間として理解できるため、 $S^6$ でも同様の議論が可能である。

No.31：岩月瞭

【電弱相互作用する非可換ゲージベクトルダークマター】

詳細はまだ未定だが、タイトルのダークマターモデルを紹介する

No.32：清水慧人

【TBA】

TBA

No.33：高田直弥

【量子場におけるエンタングルメントエントロピーの数値シミュレーション】

本研究の目的は、量子場理論におけるエンタングルメントエントロピーの数値解析を通じて、場の量子もつれの性質を理解することである。まず、1+1 次元の自由スカラー場の EE を経路積分シミュレーションにより計算し、既存の解析解との比較を行い、手法の妥当性を検証する。次に、3+1 次元への拡張を行い、周期境界条件のもとで同様のシミュレーションと EE 評価を実施する。最終的に、グルーオン場を含む非自由場系に対しても EE を計算し、自由スカラー場との違いを明らかにすることを目標とする。本研究は、格子 QCD に代表される強い相互作用系における量子もつれの新たな理解に貢献することを目指している。

No.34：荒木滉介

【ウンルー効果について】

ウンルー効果とは、真空中を等加速度直線運動をする測定器が加速度に比例する温度の粒子熱浴を観測する現象である。これは「無」が観測者に依存する概念であることを示しており、興味深いパラドクスをもつ。一様重力によって粒子が生成する現象がウンルー効果であるのに対して、ホーキング輻射は非一様な重力によって粒子が生成する現象とすることができる。このように、ウンルー効果は場の量子論や等価原理の理解を深める上で重要な視点をもたらしている。本発表では、ウンルー効果とそのパラドクスを紹介し、ホーキング輻射との関連についても触れたい。

No.35：大澤美玖

【Dirac gaugino 大統一模型の精密化を目的とした 2HDM による中間スケールの決定】

ヒッグス 4 点結合定数がゼロになるスケールで Dirac ゲージノ超対称模型を導入すると、自然にゲージ大統一が実現するシナリオがある。大統一スケールの精密化を目標として、ゲージノ質量より下で、2HDM に接続する場合に、中間スケールを決定する方法を議論する。本発表では、2HDM のレビュー、接続条件の確認、および数値計算に向けた現状報告を行う。

No.36：堀川寧々

【宇宙ニュートリノのスピンのフレバー振動(Review)】

ニュートリノはフレバーが変わる振動に加え、磁気モーメントを持つ場合にはスピンも変わるスピンのフレバー振動が起こる。宇宙ニュートリノでスピンのフレバー振動が起こった場合、観測されるニュートリノフラックスの量やフレバー比に違いが出て、ニュートリノの質量項がディラック型、マヨラナ型、あるいはその両方を持つかなどが分かり、質量モデルを区別できる可能性がある。長距離飛行してくる超高エネルギーニュートリノを対象とし、3 フレバーで磁場を考慮したスピンのフレバー振動について紹介する。

No.37：本宮崇平

【ブラックホールからエネルギーを引き抜く Blandford-Znajek 機構の本質】

宇宙には、活動銀河核やガンマ線バーストといった、ほぼ光速に近い速度でプラズマガスを噴き出す、いわゆる相対論的ジェットを伴った天体現象が様々なスケールで存在する。その駆動メカニズムとして注目されているのが Blandford-Znajek 機構である。これにより電磁場優勢な環境下にあるブラックホール周辺での回転エネルギーから高効率で強力なエネルギー流速を達成できるため、それが相対論的ジェットの実現に必要なとされる莫大なエネルギー源になりうると考えられている。

本発表では磁力線と南部・後藤ストリングの対応に着目し、本質的にエネルギー引き抜き過程を支配しているものは何かということについてレビューを行う。

No.38：芝原悠真

【New BPS States from Bosonic/Heterotic Duality (Review)】

arXiv:2505.21623 のレビュー。本論文ではボソン弦とヘテロティック弦の双対性を議論する。非臨界次元のボソン弦は超対称性を持たないが運動方程式と整合する疑似的なキリングスピノル方程式を定式化することができ、疑似 BPS 解を構成できる。ヘテロティック弦で二種類の BPS 解を構成し、それに対応する疑似 BPS 解を構成することができ、ボソン弦とヘテロティック弦との双対性が示唆される。

No.39：金子哲也

【標準模型の摂動アノマリーとフェルマーの最終定理】

D.Tong らによる論文”Hypercharge Quantisation and Fermat’s Last Theorem”(arXiv:1907.00514v3)のレビューを通じて、素粒子標準模型における摂動アノマリーの計算と、フェルマーの最終定理によってハイパーチャージの値が制限され、さらにその結果が現在知られているハイパーチャージの値と無矛盾であるという驚くべき事実を紹介する。

No.40：高間俊至

**【因子化ホモロジーと場の理論】**

近年の数学における関手的場の理論の研究において、時空多様体の大域的な構造に依存する位相不変量を、局所的な Euclid 空間にアサインされた代数的データから系統的に計算する手法として因子化ホモロジーが開発された。本発表では、因子化ホモロジーを用いてトポロジカル秩序の基底状態の縮退度を計算する方法 (<https://arxiv.org/abs/1607.08422>)をレビューし、トポロジカルな励起を持つ位相的場の理論が因子化ホモロジーによって構成される様子を垣間見る。

No.41：手塚綾音

**【背景場に依らない開弦の universal object の解明に向けて】**

Kugo-Zwiebach による閉弦の universal object の構成を Klein-Gordon 内積の観点から再考し、背景場の変化に対する振動子と真空状態の変換則を導出する。さらに同様の枠組みを開弦に適用し、開弦振動子の背景場依存性を検討する。特に、境界に結合する磁場の変化に対する応答を明らかにし、背景に依らない記述の可能性を探る。

No.42：金澤素大

**【AdS/CFT 対応によるクォーク間クーロンポテンシャルの導出】**

弦理論は元々、強い相互作用のモデルとして生まれたが、量子色力学(QCD)における漸近的自由性の記述は困難であった。ゲージ・重力対応は、この問題を解決する強力な手法である。本発表では、この対応に基づき、高次元 AdS 時空中における弦の南部後藤作用を計算し、ウィルソン・ループを評価する。4次元ゲージ理論の静的なクォーク間ポテンシャルは、このウィルソン・ループの期待値から直接導き出される。以上の計算に基づき、クォーク間ポテンシャルが距離の逆数に比例するクーロン型として導出される過程をレビューする。

No.43：宮崎成輝

**【N=2 超共形ゲージ理論における S 双対性】**

N=2 超共形ゲージ理論におけるゲージ結合パラメータ空間は、いくつかのカuspを持ち、そこではゲージ群が弱結合または強結合になる。特に、強結合でのダイナミクスは良く分かっていない。本発表では、クイバー図を用いて様々な N=2 超共形ゲージ理論を構成し、カuspでの振る舞いを S 双対性によって記述する。その際、ゲージ理論のモジュライ空間とパンクチャー付き Riemann 面に対応関係があることが分かる。加えて、このようにして得られた N=2 超共形ゲージ理論が、M5-ブレーンのコンパクト化の枠組みで理解できることを確認する。このレビューは [ArXiv:0904.2715] に基づいている。

No.44：平井彬登

**【Review of "Correlation functions of scalar field theories from homotopy algebras"】**

弦の場の理論は、弦の振動状態が無数個あることに対応した無限個の場からなる理論であり、解析が極めて困難になる。本論文では、こうした困難を克服する手法として、homotopy 代数を取り扱っている。homotopy 代数は、弦の場の理論の作用の構成に有用な代数であることは知られていたが、近年では場の理論や弦の場の理論の解析にも有効であることが明らかになりつつある。

本ポスター発表では、 $\phi^3$  theory について homotopy 代数を用いて 3 点関数まで計算し、実際に通常の場合の量子論の記述と一致することを示す。

No.45：齋藤 駆

【 $Z_N$  対称性のゲージ化による双対性の広がり】

2次元 Ising CFT などの  $Z_2$  対称性を持ったボソンの理論は、「対称性のゲージ化」という操作によってフェルミオンの理論と互いに移り合うことができる。この話は  $Z_N$  対称性に一般化することができて、フェルミオンの代わりに「パラフェルミオン」という理論をボソンの理論から作ることができる。本発表では、トーラス上の分配関数などを使って、この  $Z_N$  双対性の広がりを説明する。

No.46：三木 幸大

【Replica 法を用いた Island 公式の導出】

状態の時間発展のユニタリ性と無矛盾に Hawking 放射のエントロピーを与える Island 公式が近年提唱され情報問題に対する理解は大きな進展を迎えた。

本発表では 2次元の Euclidean eternal black hole の場合において、Hawking 放射のエンタングルメントエントロピーを Replica 法により計算する際に適切に分配関数の鞍点を評価することで Island 公式が導出できることを、JT 重力を用いたモデルで具体的に確認する。また Page 時間以降の Hawking 放射のエントロピーへの Island の寄与の出現を、Replica wormhole と呼ばれる特殊な重力の配位の出現による寄与として解釈できることも紹介する。なお本発表は主に [arXiv:1911.12333v2] に基づく。

No.47：為田 恒矢

【超共形指数のベータ仮説型表式】

超対称性を持つ理論には Witten 指数と呼ばれる位相不変量がある。超共形指数は超共形場理論における Witten 指数であり、特に  $\mathcal{N} = 4$  super Yang-Mills 理論の超共形指数は、large  $N$  極限で  $AdS_5 \times S^5$  時空上の Type II B 超弦理論の指数と一致することが知られている。本発表では、ゲージ群  $SU(N)$  を持つ 4次元  $\mathcal{N} = 4$  super Yang-Mills 理論の超共形指数の Bethe Ansatz type formula を用いた計算手法を紹介し、 $SU(2)$  での具体例を示す。

No.48：三浦 央暉

【一般化対称性の基礎とその応用】

通常対称性を拡張した概念である一般化対称性は、2014年の Gaiotto らの論文 (arXiv:1412.5148 [hep-th]) に端を発し、この 10年で多くの理論において一般化対称性が発見されてきた。現在もその研究は白熱したものとなっており、セミナーでも一般化対称性の言葉を耳にしたことのある人が多いと思われる。しかし、一般化対称性が通常対称性をどのように「一般化」したものなのかがいまいち分からないという人も、少なくないはずである。そこで本発表では、一般化対称性の基礎である高次形式対称性を紹介し、2+1次元の  $U(1)$  gauge 理論における応用例を見る。こうして他の方の発表や、今後のセミナーで皆さんが一般化対称性に出会った際に、よりよく理解ができることを目指す。

No.49：石川 翔太

【AGT 対応から見た Heun 関数の接続問題とブラックホール摂動論への応用】

arXiv:2201.04491 に基づき、(合流型) Heun 関数の接続問題を 2次元共形場理論の手法を用いて考える。Heun 関数の接続問題は Liouville CFT の半古典的な共形ブロックの接続問題へと言い換えられ、AGT 対応により Nekrasov 分

配関数を用いて明示的に計算可能となる。応用例の一つとして、合流型 Heun 方程式の現れるブラックホール準固有振動の問題を考える。

No.50：吉野瑛隼

【非可換時空における  $\mu$  中間子の異常磁気モーメント】

磁気モーメントには  $g$  因子と呼ばれる定数があり、ディラック方程式からは厳密に 2 であることが導かれる。しかし、量子電磁力学の計算によるとその値は 2 よりも真に大きいことが分かっており、これを以上磁気モーメントと呼ぶ。本発表では、まず非可換時空と非可換パラメータを導入し、非可換時空における異常磁気モーメントの影響を、 $\mu\mu\gamma$  の散乱振幅をツリーレベル・また 1 ループで計算して求める。また、 $e-e+\mu-\mu+$  の散乱過程を実験値と比較して、非可換時空が  $\mu$  中間子の異常磁気モーメントに 23% の寄与をするときの非可換時空のパラメータ  $\theta$  の値の上限を定める。

No.51：鈴木雅人

【情報喪失問題と代数的物理】

Leutheusser-Liu による論文[arXiv:2110.05497]をレビューする。量子重力に於いてブラックホールの情報喪失問題は重要な問題の一つであると認識されている。この問題へのアプローチの一つとして近年注目されているものに、作用素環論を援用したものが挙げられる。Leutheusser らの論文では情報喪失問題を von Neumann 環の種類が変わるという問題として定式化できる可能性について議論している。発表では、作用素環論による物理の定式化を適宜説明する予定である。

No.52：生源寺健太

【ブラックホールの熱力学的トポロジカルな分類】

ブラックホールの熱力学との対応は有名である。ブラックホールの系のほとんどが small-large ブラックホール相転移を起こし、その相転移は気体-液体相転移(van der Waals 流体)とよく似ている。small-large ブラックホールにおける共存曲線の臨界点について、対応するトポロジカルな特性を温度とエントロピーまたは off-shell 自由エネルギーを用いた解析から得る手法を紹介する。そしてその結果、ブラックホールが熱力学的にトポロジカルに分類分けされることも紹介する。

No.53：仁拓平

【String stars in  $d \geq 7$ 】

有限温度の弦理論では、高温領域に自己重力相互作用をする弦の古典解(string star)が存在する。この解は、時空の次元が 4,5, および 6 のときのみ存在するという興味深い特徴をもつが、コンパクト化された虚時間方向への巻き付きモードに関する高次の相互作用項を加えることで、7 次元以上で解を構成することが可能である。本発表では、[arXiv:hep-th/2412.19888]に基づき、高次元の string star が存在すること、およびその性質についてレビューする。

No.54：宮崎マックス

【重力崩壊における非球対称摂動と静的外部解の構造について】

重力崩壊中の星には微小な非球対称な摂動がありうるが、内部では共動系で滑らかに事象の地平面を通過するため、局所的な特異性は生じない。しかし、外部に非球対称な成分が静的に残ると、Einstein 方程式の真空領域における静的解としては事象の地平面で物理量が発散し、解として許されない。この内部の滑らかさと外部解との不整合がパラドックスを生む。本発表ではこの構造を整理し、摂動が崩壊過程で時間発展し、放射により消失することで最終的に

唯一許容される Schwarzschild 解へ収束するという解決構図を概観する。

本発表は 10.1103/PhysRevD.5.2419 の簡単なレビューである。

### 第三部 : 8/9 (Sat) 11:05~12:00 (No.55~65:310 No.66~76:311 No.77~83:416)

No.55 : 田嶋大雅

【島 --その鞍点の構造解析に向けて--】

ブラックホールに落ちた物質の情報が失われてしまう情報喪失問題に対して、近年その解決の糸口が提唱された。それはブラックホール内部にアイランドと呼ばれる領域を考えることによるものである。つまり、エンタングルメントエントロピーを経路積分の計算で、ブラックホールの蒸発後期ではレプリカ間を繋ぐワームホール解の鞍点としての寄与が支配的になる。そこで、我々は重力の経路積分を考え、Picard-Lefschetz 法によってその支配的な鞍点の移り変わりを調査している。本発表では、Jackiw-Teitelboim 重力理論における重力の経路積分へ Picard-Lefschetz 法の適用ができるのかを議論する。そして、Picard-Lefschetz 法の更なる応用について議論する。

No.56 : 横倉孝洋

【2 群対称性について】

TBA

No.57 : 石川雅隆

【ユニタリー性を用いたド・ジッター時空中の field-space 曲率の制限】

平坦時空中における低エネルギー有効場理論では、散乱行列のユニタリー性により理論のパラメタに制限が課されることが知られている。本研究では、quasi-single field inflation に動機づけられたド・ジッター時空中の field-space 曲率を持つモデルを対象とし、ユニタリー性から導かれる純度 (purity) の非負性条件を用いて field-space 曲率半径、ハッブル定数、および UV カットオフに関する制限を導出した。これらの制限の導出方法と物理的解釈について議論する。

No.58 : 山本芳樹

【ブラック 0 ブレーン解における量子補正 (Review)】

超弦理論には D ブレーンという物体が存在する。超弦理論の低エネルギー極限は超重力理論であるが、超重力理論の古典解としての D ブレーンはブラックブレーンと呼ばれる解で記述され、このブラックブレーン解の near horizon 極限は D ブレーン上に存在するゲージ理論に対応すると考えられている。その中でも D0 ブレーンは M 理論の非摂動な定義と関連しており重要である。本発表は作用に高階微分の量子補正を加え、ブラック 0 ブレーンに対する量子補正を取り入れた解の構成し、熱力学量等に対する補正を調べた論文についてのレビューを行う。

(arXiv:1311.7526v3)

No.59 : 長谷川裕大

【2次元ディラトン重力と (root-) $T\bar{T}$ 変形の幾何学的定式化】

$T\bar{T}$ 変形や root- $T\bar{T}$ 変形は  $T_{\mu\nu}$  で特徴づけられる 2D 理論の変形である。 $T\bar{T}$ 変形は irrelevant で、量子的可解性が知られている。arxiv:1906.03865 で、ある条件下での 2D ディラトン重力と  $T\bar{T}$ 変形の関係が示された。一方、root- $T\bar{T}$ 変形は量子的な定義は不明確だが、 $T\bar{T}$ と可換であり、両者を同時に導入できる。arXiv:2405.03465 で、これらの変形の統一的な幾何学的定式化がなされ、flat-JT 重力が議論されている。本発表はこれらの論文に基づくレビューである。

No.60：長谷川球真

【ラージ N 極限での開弦-閉弦の場の理論】

本発表では、arXiv:2311.00747 を参考にして D ブレーンの枚数が無限の時の弦の振る舞いを幾何学的な側面に注目して解析した試みを紹介する。

No.61：村田洋彬

【重力レンズ効果における因果的性質】

位相速度が光速を超えないという条件から有効場の理論(EFT)に制限を与えるという研究が数多くなされている。ただしこの時、屈折率  $n$  の解析性および  $\text{Im}[n]>0$  という条件が暗に課されている。一方で、一般相対性理論(GR)の枠組みで重力波の重力レンズ効果を考えると、位相速度が光速を超えることが先行研究から示されており、屈折率  $n$  の解析性または  $\text{Im}[n]>0$  という条件が破れるような状況があるということがわかっている。本研究では、シュバルツシルトブラックホールによる重力場において重力波の位相速度がどうなっているのか、そして電磁波を考えると位相速度にどのような補正がかかるのかについて考えたものである。

No.62：柳沼音明

【近赤外線観測によるダークマター探索】

ダークマター (DM) の候補の一つであるアクシオンは、光子への 2 体崩壊を起こすことが知られている。本研究では、その崩壊光を観測し、DM の質量や光子との結合定数を求めることを目的とする。DM の崩壊光は強度の小さい狭輝線が予想されるが、ノイズの多い赤外線領域での観測であるため、高分散分光器 WINERED を用いることなどで輝線を観測できると考えられる [1]。地球大気の影響は Sky データやドップラーシフト解析を用いることにより除去を試みる。現在は過去のデータを用いて解析手法の習得を進めている。

[1] T. Bessho, Y. Ikeda and W. Yin, Phys. Rev. D 106 (2022).

No.63：山本侑生

【高次元ゲージ理論が生む宇宙論的スカラー場 (Review)】

高次元ゲージ理論に由来するスカラー場は、余剰次元のゲージ成分がコンパクト化により有効スカラーとして現れるもので、インフレーションやクインテッセンス、Early Dark Energy (EDE) など多様な宇宙論的現象を説明する枠組みとして注目されている。本発表では、こうした「宇宙論的スカラー」の理論的・現象論的研究について、近年のインフレーションやダークエネルギーの模型構築を中心に概観する。特に 5 次元 U(1)ゲージ理論を基盤とした EDE 模型の例を中心に、PNGB-like なポテンシャルが宇宙膨張や Hubble tension に及ぼす影響を紹介する。

No.64：家安将太郎

【Davidson-Ibarra bound の克服を目指す非熱的レプトジェネシスモデル】

Thermal leptogenesis はバリオン数の生成モデルや宇宙の再加熱温度と関連して盛んに研究されている。Davidson-Ibarra bound は CP 破れパラメータに対する基本的上限であり、Thermal leptogenesis の枠組みでは一般にその成立が想定されているが、Non thermal leptogenesis においてはこれを超えるモデルがいくつか知られている。本ポスターでは Davidson-Ibarra bound を超える新たな Non thermal leptogenesis のモデルについて検討する。

No.65：内山健

【スカラーレプトクォークの現象論的研究(去年からの続きもの)】

B 中間子崩壊過程では標準模型と実験値の間に複数の不一致が確認されており、標準模型を超えた物理が示唆されている。本ポスターでは、新粒子としてクォーク・レプトンと同時に結合するレプトクォークを考え、その影響を議論する(本年は諸事情によりアノマリー体験コーナーは自粛します)。

No.66：所順也

【離散的なスケール対称性と Efimov 状態(レビュー)】

対称性は色々なものがあり、並進、回転などの時空が持つものや $SU(N)$ のようなフレーバーを含む内部空間が持つものもある。さらに、格子理論などを考えると離散的な対称性になる事もある。スケール対称性は CFT と繋がりが深く、興味深い離散的なスケール対称性は場の量子論では出会わない。

本発表は 1970 年に量子力学でそのような系が存在する事を見出した Efimov の論文のレビューを行う。

No.67：西田優杜

【LHC-ALICE 実験鉛-鉛衝突および陽子-陽子衝突における荷電パイ中間子と(反)陽子のジェット動径方向分布の測定】

クォーク・グルーオン・プラズマ中を高エネルギーのパートンが通過する際、マッハコーン状の粒子分布が形成される可能性が指摘されている。本発表では、その探索の過程として ALICE Run3 のデータを用いて粒子識別を行い、anti-kT アルゴリズムにより再構成したジェット内外での粒子生成について報告する。

No.68：坂井啓悟

【連続スピン表現に属する粒子】

連続スピン粒子 (Continuous Spin Particle, CSP) は、ポアンカレ群の無限次元既約表現によって記述される理論的粒子であり、質量を持たず、固定のスピンとは異なる連続的な内部自由度を備えた存在として提唱されてきた。1939 年にウイグナーによって分類されたポアンカレ群の既約表現の中でも、長らく物理的実在性が未解明のまま残されていたが、近年、場の理論の枠組みにおいて CSP の有効な記述が進展しつつある。本発表では、まず CSP の群論的背景とその表現空間の構造を解説し、それが特に群の簡約によって有限次元の質量ゼロ表現を正しく再現することを示す。

No.69：清水啓貴

【格子上の場の理論】

格子上の場の理論は、素粒子物理学の基本法則である場の量子論を、コンピューターシミュレーションで解析するための強力な手法です。この理論では、連続的な時空を離散的な格子点として近似し、その上で素粒子の振る舞いを記述します。特に、量子色力学 (QCD) の研究において、クォークやグルーオンといった素粒子がどのように相互作用し、ハドロン (陽子や中性子など) を形成するのか、また「クォークの閉じ込め」といった現象を理解する上で不可欠な役割を果たしています。本発表では、この格子上の場の理論の基本的な考え方を青木慎也氏の「格子上の場の理論」を元に解説します。

No.70：吉岡直樹

【行列模型により創発される時空と示唆される修正重力理論(Review)】

近年、超弦理論の非摂動的定式化の候補として注目されている IKKT 模型において、その非可換的な真空解周りの有効作用は Einstein-Hilbert 作用に類似した項を含み、すなわち曲がった時空幾何が発現されることが明らかにされた。この時、対応する重力理論には振率や dilaton、axion といった通常の一般相対論には現れない場が含まれる。

本ポスターでは、このような修正重力理論が行列模型からどのように導かれるかを概説し、可能であれば高い対称性

を持つ背景時空上における Einstein 方程式の解についても議論する。

本発表は、arXiv:2312.01317 および “Quantum Geometry, Matrix Theory and Gravity” に基づくレビュー発表である。

No.71：井澤幸邑

【動的三角形分割の進展】

TBA

No.72：高橋昇吾

【 $f(R)$ 重力での荷電回転ブラックホールの影】

$f(R)$ 重力における荷電した回転するブラックホールは質量  $M$ 、スピン  $a$ 、電荷  $Q$ 、宇宙定数に比例する  $R_0$  で特徴づけられる。その影を解析し、スピン・電荷・重力の修正が影の形状に与える影響を調べる。加えて、影の半径  $R_s$  と歪みパラメータ ( $\delta s$ ) の2つの観測値を用いて、見かけの形状を特徴付け、すべての場合において、電荷の増加とともに影が小さくなることを示す。本発表は、arXiv:1606.06994v2 等に基づいたレビュー発表である。

No.73：川上侑真

【 $2 \times 2$ マヨラナ質量行列の対角化とレプトジェネシスとの関係】

ニュートリノがマヨラナ型であり、レプトンが2世代の場合にマヨラナ質量行列を対角化し、PMNS 行列を求める。また、質量項がシーソー機構由来であった場合を考え、PMNS 行列などに含まれる低エネルギーでのパラメータと高エネルギー理論 (type1 シーソーモデル) に含まれるパラメータの関係性を複素平面上に図形的に表した。また、レプトジェネシスの非対称性との関係にも触れる。本発表は arXiv:2212.00142v4 等に基づくレビュー発表である。

No.74：鶴生滉平

【チャーン・サイモンズ型行列模型における相転移と D ブレーン崩壊】

Type II B 超重力理論との duality が提唱されている polarized IKKT 行列模型 (質量変形により超対称性を保持) では、パラメータの変化に伴い一次相転移が生じ、D ブレーンの崩壊により Fuzzy sphere から D インスタントンガスへの遷移が数値計算により確認されている。関連する Chern-Simons 型行列模型においても、モンテカルロシミュレーションを通じて各種物理量の期待値が求められ、相転移の性質が詳細に解析されている。本発表では、これらの行列模型における相転移現象に関する先行研究をレビューし、その理論的背景や場の量子論との関係について整理する。

No.75：高橋駿太

【Symmetry TFT for Average Symmetries and Phase Transitions】

Recent developments in average symmetries reveals that there exists a novel SSB called the strong-to-weak SSB (SWSSB) in a mixed state phase. This poster reviews how this picture is incorporated in the symTFT framework based on the recent works [arXiv:2507.05350], [arXiv:250706218].

No.76：古田一

【mass gapped theory の低エネルギー展開を高エネルギー展開から求める (review)】

漸近的自由な理論では、高エネルギーでの摂動展開は有効であっても低エネルギーでの振る舞いが一般には明らかでない。本研究では、理論に mass gap のある場合には、高エネルギーOPE 展開から低エネルギー展開を求めることが

可能であることを、 $O(N)$  Nonlinear sigma model を例として示す。

本発表は Low energy limit from high energy expansion in mass gapped theory (Hiromasa Takaura, arXiv:2404.05589) の review 及びその発展である。

No.77 : ZONG XINMU

【TBA】

場の量子論または量子情報に関するもの

No.78 : 田中隆寛

【ADE triality via (non-)invertible symmetry gauging】

2d CFT の 1 つのクラスであるミニマル模型には ADE 分類があるが、A と D は  $Z_2$  対称性のゲージ化で行き来できることは有名である。また近年、A と  $E_6$  は非可逆対称性のゲージ化で行き来することが分かった。本発表では、非可逆対称性のゲージ化の定義を与え、D と  $E_6$  が非可逆対称性のゲージ化で行き来することを見て、 $ADE_6$  triality を完成させる。

No.79 : 鳥居千智

【CP 対称性の破れとバリオン数】

この発表では非対称である現在のバリオン数を説明するのに必要なメカニズムについて、CP 対称性の破れを中心にレビューを取り扱う。標準模型では、小林益川模型によって CP 対称性の破れが説明されている。しかし現在のバリオン数を説明するには、破れが現実と比べてまだ小さいという問題点がある。そのため、CP 対称性を小林益川模型以外でも破る機構が必要だ。その一例としてはレプトジェネシスや余剰次元による CP 対称性の破れが候補として挙げられる。このようにバリオン数生成と CP 対称性の破れについて発表する。

No.80 : 富山晃聖

【多アクシオン混合による Kapitza-effect の制限とその宇宙論的応用】

アクシオンはダークマターの有力な候補として注目されており、弦理論に基づくアクシバースの文脈では、多数のアクシオンが自然に現れ、それらの間に混合が生じることが知られている。本研究では、アクシバースに基づき、質量階層の大きく異なる二つのアクシオンが混合する系を考察する。特に、重いアクシオンの振動が軽いアクシオンの有効ポテンシャルに与える影響に注目し、その結果、ポテンシャルの符号が反転したり、ほぼ消失するような現象が生じ得ることを示す。この現象は、カピッツァの逆振り子に類似した安定化機構であり、アクシオン物理への初の応用例となる。また、本研究では、この効果が宇宙論に及ぼす影響についても検討する。

No.81 : 世古竜也

【曲がった時空の有限サイズ行列による記述】

行列模型は超弦理論の非摂動的定式化として期待されている。行列模型において曲がった時空を記述する方法の一つとして行列模型の共変微分解釈がある。しかし、その解釈のもとでは行列はサイズが無限大の行列とみなされるので、量子効果を調べるためには、何らかの正則化をする必要がある。特に、数値シミュレーションへの応用を考えると、有限サイズの行列に正則化する必要がある。ここでは、ケーラー多様体の場合に共変微分を有限サイズの行列に正則化する方法を提案する。この方法は、行列模型の数値シミュレーションから幾何を引き出すのに使えると期待される。

No.82 : 安田龍

**【AdS/CFT 対応における Breitenlohner-Freedman bound 上の logarithmic branch について】**

AdS/CFT 対応の bulk 側では、超重力理論のコンパクト化により tachyonic なスカラー場が現れることがある。このスカラー場は、いわゆる BF bound を満たす範囲では安定化し、漸近 AdS の境界にて多様な境界条件が実現される。この designer gravity 理論では AdS 時空のエネルギーに下限が存在することが示されているが、スカラー場の質量が BF bound の直上である場合、場の振舞いに logarithmic branch が現れるために別個の取扱いが必要なことが知られている (Amsel & Roberts 1112.3964)。本発表では、この主張を再現し、そして BF bound 直上以外で logarithmic branch が現れる場合について同様の取り扱いが成り立つか議論する。

No.83 : 糟谷峻介

**【DESI が支持する動的 Dark Energy モデル】**

宇宙の加速膨張を説明する Dark Energy(DE)のモデルとして、長らく時間変化しない(静的な)宇宙定数が考えられていた。しかし、宇宙分光装置「DESI」による大規模観測のデータは、従来のモデルではなくエネルギー密度が時間変化する動的 DE モデルが観測結果をより良く説明する可能性を示唆している。本発表では DESI の概要について述べたのち、その観測データが支持する動的 DE モデルとして Quintessence を紹介する。

## 原子核パート

### 第一部：8/9 (Sat) 8:45~9:40 (No.1~7:416)

No.1：三好絵梨

#### 【ベイズ解析を用いた高エネルギー原子核衝突における原子核形状の推定】

高エネルギー重イオン衝突は、従来の低エネルギーの分光実験と同様に、原子核の形状を探る新たな手段として注目されている。衝突の時間スケールは量子揺らぎよりも十分に短く、原子核の初期形状がクォークグルーオンプラズマ (QGP) の空間異方性に反映されると考えられている。本研究では、ベイズ解析を用いて理論予測と実験データを比較し、原子核の四重極変形パラメータの確率分布を通じて、その形状の推定を行った。LHC-ALICE 実験の Xe+Xe 衝突データを用い、 $^{129}\text{Xe}$  の変形を解析対象とした。

No.2：神保拓斗

#### 【2核子吸収過程を取り入れた Faddeev 方程式による KbarNN 原子核のスペクトル計算】

J-PARC E15 実験において、1つの反K中間子と2つの陽子から構成されると考えられている KbarNN 原子核のピークが観測された。理論計算と実験結果を定量的に比較するための最も重要な課題として2核子吸収過程の寄与を取り込むことが挙げられるが、現在も十分な計算は行われていない。

本研究では、KbarNN 原子核の生成反応及び構造計算に向けて、Faddeev 方程式による KbarNN 3体系のスペクトルの計算を行っている。そして、最も重要な課題である2核子吸収過程を考慮した上での計算と今後の展望について紹介する。

No.3：片山颯

#### 【Modified Villain lattice formulation】

近年、可換ゲージ理論を中心に発展してきた Modified Villain (MV)型格子ゲージ理論に関してレビューする。特にここでは MV 型格子理論が連続理論のもつ対称性やアノマリー、双対性を有限格子幅で厳密に再現できる formalism であることを説明する。主に、arXiv:1901.02637 に基づいて発表する。

No.4：赤井謙太

#### 【Gogny 有効相互作用を用いた pnFAM 計算実装に向けて】

ニュートリノレス二重ベータ崩壊やガモフテラー巨大共鳴など、荷電交換過程の理論計算は重要な課題である。密度汎関数理論で荷電交換過程を計算するためには、陽子-中性子乱雑位相近似(pnQRPA)という理論がよく用いられる。QRPA の効率的な解法として有限振幅法(FAM)がある。pnFAM を用いた先行研究には Skyrme 型有効相互作用を用いたものがあるが、Gogny 型有効相互作用を用いた pnFAM 計算の研究はない。

そこで本発表では、Gogny 有効相互作用を用いて pnFAM で荷電交換過程の遷移強度計算を行うためのコード実装の現状を報告する。

No.5：杉山龍汰

#### 【強磁場中における QCD の CSL 相について(Review)】

近年、強磁場中における有限密度 QCD において、ドメインウォールの配列であるカイラルソリトン格子(Chiral Soliton Lattice: CSL)が基底状態となる相の存在が理論的に示された。この CSL 相は強磁場を持つ中性子星内部などで実現している可能性も考えられており、強磁場中の QCD 相構造が注目されている。本発表ではこの CSL 相の存在を示した論文[arXiv:0710.1084], [arXiv:1609.05213]に基づいて QCD の CSL 相に関するレビューを行う。

No.6：庄司拓未

【第一原理に基づく有効相互作用による中重核の殻模型計算】

原子核の第一原理計算では、核力から出発して原子核構造を記述する。しかし、核力には斥力芯が存在し、散乱データを基に得られる核力では構造計算が困難である。また、中重核領域の計算では、ハミルトニアン次元が膨大となるため直接対角化が不可能となる。これらの課題を克服するため、VS-IMSRG 法と呼ばれる新手法が提唱され、殻模型計算に用いる有効相互作用の構築が可能となった。本研究では、Cd から Sn 付近の中重核領域に対し、VS-IMSRG 法で構築した有効相互作用を用いて殻模型計算を行い、その結果を報告する。

No.7：吉村源樹

【一般化南部 Goldstone 定理と散逸系の有効場理論】

対称性の自発的破れに伴って現れる南部-Goldstone (NG)モードは、場の低エネルギー挙動を支配する重要な自由度である。電磁気学における光子は 1-form 対称性の自発的破れによる NG モードとして解釈できる。本発表では、高次形式対称性の自発的破れに着目して、媒質中の電磁場に対する非平衡有効理論の体系的な構築法を提案し、その普遍的性質を明らかにする。加えて、動的久保-Martin-Schwinger 対称性に基づいてエントロピー生成の具体的な計算手法を与える。

**第二部：8/9 (Sat) 9:55~10:50 (No.8~14:416)**

No.8：政岡凜太郎

【確率過程量子化における動的臨界指数】

確率過程量子化は、 $d$ 次元の場の理論を Fokker-Planck 方程式に基づく擬時間で拡張し、 $d+1$ 次元の確率過程として再定義する枠組を与える。本発表では、この枠組における臨界緩和を解析し、動的臨界指数  $z$  の一般的制約を探る。従来、ユニバーサリティごとに多様な  $z$  が報告されつつ統一的理解がなかった。我々の研究では、これらの系を格子離散化されたフラストレーションフリーな量子臨界点に対応づけ、量子情報理論の文脈で発展した detectability lemma の枠組みを用いることで、 $z \geq 2$  を厳密に証明した。この結果は連続極限においても動的臨界指数への普遍的な制約が存在することを示唆する。

No.9：石谷壮史

【ミュオンスピンイメージング法の開発】

$\mu$ SR 法とはスピン偏極ミュオンビームを用いた分光法であり、ミュオンスピンに対して非対称に放出される陽電子の検出することで、ミュオンスピンの回転・緩和・共鳴を観測し、物質の内部磁場などの物性を調べることができる。

本研究は、従来の  $\mu$ SR 法に位置検出器を加えることで、 $\mu$ SR 法による物質イメージング技術を開発することである。この手法はミュオンビーム・崩壊陽電子の飛跡をトラッキングすることで、ミュオンの停止位置を決定できる。そして、各位置での  $\mu$ SR スペクトルの解析により、複数のパラメータで試料の 3次元イメージングが可能となる。本発表では、2024年に TRIUMF で行った実験について紹介する。

No.10：大石翼

【Symmetry Transmutation and Anomaly Matching】

本発表は 2505.08618 のレビューを行う。

UV 理論のグローバル対称性が IR 理論の局所自由度に対して忠実に作用せず、有効的に高次形式対称性として作用することがある。この現象は Symmetry Transmutation と呼ばれる。本発表では、Symmetry Transmutation の具体例を示す。また Symmetry Transmutation を通して、UV のアノマリーと transmute された高次形式対称性のアノマリーが一致することをみる。

No.11：清水裕登

【恒星内エネルギー生成における CNO cycle の役割に対する考察】

恒星内部の元素合成には、pp チェーンと CNO cycle の 2 つの主要な核融合過程がある。太陽程度の質量の恒星では、主に pp チェーンがエネルギー生成を担うが、高温の大質量星では CNO cycle が主要な役割を果たす。この CNO cycle では、炭素、窒素、酸素が触媒として働き、水素からヘリウムへの核融合が進行する。CNO cycle が開始する際の元素の割合が、CNO cycle 終了時の元素の割合や元素の割合が変化する時間に与える影響を数値シミュレーションを用いて解析した。特に、初期の炭素とヘリウムの存在量がどのような影響を及ぼすのかを詳しく調査し、考察を行った。

No.12：南部太郎

【中性子干渉計を使った少数系原子核の散乱長測定】

中性子-原子核の核力相互作用の強さは散乱長で表され、特に p,d,3He などの少数系核子の散乱長は低エネルギー領域にて適切な原子核理論を選別するプローブとして極めて重要である。

散乱長は Si 単結晶から切り出した中性子干渉計により原子炉にて何度か測定されてきたが、測定値に不一致があり系統的に異なる体系での実験が求められている。

そこで本研究では加速器中性子源 J-PARC/MLF において多層膜中性子ミラーを用いた中性子干渉計により少数系原子核の散乱長を測定し、原子核理論の実験的検証を試みる。

No.13：奥泉舞桜

【原子核の中性子吸収反応における時間反転対称性の破れ探索】

CP 対称性の破れ、または等価な時間反転 (T) 対称性の破れの精密測定は、標準模型を超える新物理 (BSM) を探る有力な手がかりである。1960 年代に中性子-原子核反応で、弱い相互作用によるパリティの破れが陽子-陽子散乱に比べて最大 100 万倍に増幅される現象が発見された。これは、複合核共鳴状態で異なるパリティの部分波が長時間干渉することで説明される。同様に、CP を破る相互作用も同機構で大きく増幅されることが理論的に示されている。本研究ではこの増幅効果に着目し、CP 対称性を破る新たな相互作用の探索を行う。

No.14：高橋仁

【JLab における崩壊  $\pi$  中間子分光法を用いたハイパー核実験のための焦点面検出器近傍のモンテカルロシミュレーション】

米国ジェファーソン研究所において、我々の研究グループは  $\Lambda$  ハイパー核の質量分光実験を計画している。崩壊  $\pi$  中間子分光法を利用したこの実験は、 $\pi$  中間子の運動量の高分解能測定が必要である。そのために、磁気スペクトロメータで  $\pi$  中間子を運動量ごとに分離し、焦点面で位置検出を行うファイバー型シンチレータを開発している。この検出器は、電磁石からの漏れ磁場かつ、標的付近の高い放射線環境下での動作が求められる。定量的な放射線量や検出器の性能評価用のモンテカルロシミュレーションを行った。今回は、本実験とファイバー型検出器の概要、シミュレーションの結果、および今後の展望について紹介する。

**第三部：8/9 (Sat) 11:05~12:00 (No.15~20:416)**

No.15：堤祐人

【K 中間子原子核の分光研究に向けた新型エアロゲルチェレンコフ検出器の開発】

我々は、K 中間子原子核に関する体系的研究の一環として、J-PARC E80 実験を計画している。この実験では、K-ppn 状態の崩壊粒子を大アクセプタンス／高分解能で検出するため、円筒型検出器システム (CDS) が新たに構築さ

れる。ビームの効率的な利用のため、ビームライン構成も過去実験から変更される。ビーム中の  $K/\pi$  中間子弁別に使用するエアロゲルチェレンコフ (AC) 検出器を従来どおり CDS 磁石の外に置くと、標的からの距離が長くなり、反応前に崩壊する  $K$  中間子が増加する。そこで我々は、磁石内部に新たな AC 検出器設置を検討している。本発表では、E80 実験の概要と、AC 試作器を用いたテストの展望を紹介する。

#### No.16：小川直哉

##### 【量子測定誤差の普遍的下限の探究—ガウス波束基底による位置・運動量測定と李・筒井形式—】

量子力学 100 周年を迎える 2025 年現在、不確定性原理はなお実験・理論の両面から精査を要する重要な対象である。本発表では、ガウス波束基底を用いた連続量 (位置・運動量) 測定モデルを構築し、李・筒井による操作的・普遍的な不確定性関係の定式化を適用した結果、位置と運動量の測定誤差の積が従来の不確定性原理の下限に厳密に一致することを明示的に示した尾田欣也氏との共同研究を紹介する。さらに、本手法は Bell-CHSH 不等式や時間・エネルギーの不確定性関係など多様な対象へも拡張可能であると考えており、同様のアプローチに基づく将来的な研究展望についても示唆を与える。

#### No.17：津波古秀敏

##### 【chiral ring の基礎とその数学的構造】

超対称性 (SUSY) は Fermion と Boson を交換する対称性であり、その生成元により Poincaré 代数が拡張される。本講演では、Chiral Super Field の定義と SUSY の生成元との関係を整理し Chiral operator を導入する。次に、その集合として定義される Chiral ring を用いて SUSY 真空の構造についての解説と、そこで用いられる Chiral ring の cohomology 構造について議論する。

#### No.18：清水豪太

##### 【Xe ガスセル製作と AFP-NMR 測定による性能評価】

Xe 原子を用いた電子双極子モーメント (EDM) 探索に関する研究を行っている。核スピンメーザーという装置を用いて核スピンの歳差運動の周波数を精密測定することで、微小な EDM の効果を引き出すことを狙う。核スピンメーザーの安定性向上のために、より大きな歳差信号を得ることのできる高性能なガスセルを製作する必要がある。今回は Xe のセル製作を行った。セル製作は成功したように見えたが、測定の段階でセルが破損してしまった。セルの切断技術の向上など改善の余地がある。セルの性能は AFP-NMR 測定で評価したが、共鳴信号は見られなかった。今後はセル製作の成功を目指し、新しいレーザーでセルの性能評価を行う予定である。

#### No.19：高橋韻有

##### 【カイラル摂動論による、相関 2 メソン交換を考慮したバリオン中のクォーク間相互作用の構築】

バリオン間相互作用は理論と実験の両方の発展により大いに着目されている。本研究ではカイラル摂動論を用いてバリオン 2 体間のメソン交換による相互作用をクォークの自由度から計算し、HAL QCD potential などと比較することを目指す。本発表ではその前段階として、3 体クォーク状態で表されるバリオン 1 体の波動関数の計算について紹介する。

#### No.20：西淵拓磨

##### 【チャンネル散乱振幅における固有状態とスペクトルに及ぼす影響】

のポールとして表現される。

同じフレーバー量子数を持つ複数のチャンネルが結合した多チャンネル散乱の場合、リーマン面の構造はより複雑になり、さまざまな種類のポールが現れる。

本研究では、このような多チャンネル散乱において、異なるリーマン面上に存在するポールの関係性を調べ、それらが観測可能なスペクトルに与える影響について議論する。

特に、s 波相互作用において束縛状態が仮想状態 (Virtual state) を経て共鳴状態へと発展する際のポールの軌跡に対して、崩壊チャンネルが及ぼす影響を明らかにする。また、具体例として、 $\Xi(1620)$  および  $\Xi(1690)$  共鳴を含むメソン-バリオン散乱を記述する、カイラルユニタリー法に基づくいくつかの理論モデルに着目する。