

ポスターセッション発表者・タイトル一覧

第一部 (16:00–17:30) 会場 A1

ポスター No.1–34

No.	発表者	タイトル
1	庄野滉平	場の量子論によるホーキング輻射の導入
2	下垣春嘉	NS-NS 頂点演算子に対する積分形式を用いた降下方程式
3	猿渡調	超弦理論からの真空探索に向けた量子アルゴリズム
4	清水啓貴	格子ゲージ理論におけるトポロジカルフリージングと強化サンプリング
5	田中小太郎	3, 4 次元球面上における背景ゲージ場の探索
6	日田進之介	ボソン閉弦の場の量子論の定式化: 最小面積計量を用いた String Vertex の構成と量子 B-V マスター方程式
7	宮本脩平	ヘテロティック Calabi-Yau コンパクト化における湯川テクスチャーと対称性の創発
8	高橋良輔	波動関数のホモトピー代数的構成に向けた境界項の解析
9	為田恒矢	Fermi gas formalism of $\mathcal{N} = 2$ Schur index
10	坂井啓悟	2-群対称性と Higher-Matter 場
11	佐藤樹	ドメインウォールと粒子の散乱 – 反射の条件 –
12	安田航一郎	極低閾値量子センサーで読み解く局所ダークマターの速度分布 – ハローモデルに依らない解析
13	大杖祐摩	確率過程量子化を用いた電子 g – 2 の高次摂動計算
14	岩崎汀緋	開弦ヒルベルト空間による閉弦背景の記述に向けて – トーラスコンパクト化時空における正準量子化とモード展開 –
15	中村太祐	江口-Hanson 計量
16	中山遥斗	Completely Natural SO(10) GUT
17	伊藤僚規	Strong CP Problem and Electric Dipole Moments
18	久保木裕也	境界のある系における Ward-Takahashi 恒等式 (レビュー)
19	棚次聡	SU(5) 大統一理論における相互作用の階層性
20	森功汰	SU(5) を用いた大統一理論の記述
21	原田互	Complex conformal manifold
22	田中憲成	ゲージ・重力対応を用いた相対論的カイラル物質の構成と最近の研究
23	織田和樹	アノマリーと Green – Schwarz 機構 (Review)
24	渋谷翔之	dS/CFT から宇宙論的相関関数へ ~ワームホールを添えて~
25	XIA MENGXUAN	EXCEPTIONAL POINTS: From divergent perturbation series to PT-symmetric phase transitions
26	清水遥介	SymTFT for Axion-Massive-Photon model
27	北畠歩夢	Codimension-2 Solutions in Five-Dimensional Supergravity (Review)
28	田淵陽大	超対称性の基礎と Wess-Zumino 模型の内部矛盾
29	博田花音	EFT of inflation とその展望 (review)
30	花園瑞稀	ゲージ理論におけるモノポールの量子化条件
31	鍛冶祐斗	PINN による共形ブートストラップ方程式の数値解析
32	中柴柊馬	エンタングルメントで捉える非可逆対称性
33	田中真	散乱振幅を用いた カーブラックホール超放射の記述に向けて
34	関口大斗	AdS/CFT 対応と GKP-Witten 関係式

ポスターセッション発表者・タイトル一覧

第一部 (16:00–17:30) 会場 A2

ポスター No.35–68

No.	発表者	タイトル
35	油谷大希	グローバルモノポールによる原始ブラックホールと重力波の形成
36	郡友泰	非摂動効果による非可逆的選択則の破れ
37	堀内孝晃	Non-invertible flavor symmetries in magnetized extra dimensions
38	新美鳳望	非可換 Lie 群対称性の SymTFT の構成および Freedman-Townsend model との関係
39	山崎稜太	ドメインウォール問題の新たな解決法：多重アクシオンモデルのレビュー
40	今西璃桜	Review of "An introduction to leptogenesis and neutrino"
41	田中成哉	非エルミート密度行列で読み解く time-like entanglement と traversable wormhole
42	金田啓	JT 重力による 3 次元量子重力理論の非摂動補正 (レビュー)
43	磯部裕貴	超弦理論の非摂動的統一
44	西木友哉	Cancellation of loop corrections to soft tensor/scalar power spectrum
45	清國浩輝	運動量空間エンタングルメントによる摂動的ユニタリティバウンド
46	鳴海駿一	Higher Berry Phases of Massive Majorana Fermions and Differential KO Theory
47	白神陽哉	AdS/CFT 対応とエンタングルメントエントロピー
48	KANG KAI	Global Forms of Gauge Groups and Line Operators
49	鵜生滉平	Fuzzy CP^3 Onion の提案と数値的検証
50	三浦央暉	4 次元 $SU(N)$ Yang-Mills 理論における一般化対称性の応用
51	橋本幸征	BPS 微視的状态における Berry 曲率のカオス性： $\mathcal{N} = 2$ super-JT 重力を中心に して
52	難波悠太	クーロンポテンシャル中のディラック方程式と解析接続について
53	巖泰宇	奇妙な正準交換関係 — 弦の場の理論のハミルトニアン形式 —
54	三角矢雲	UDW 検出器と局所プローブ (review)
55	川村光翼	電弱理論の配位空間の非可縮性とスファレロン
56	木田浩樹	^{16}O のミュオン捕獲による中性子放出多重度の理論計算
57	近藤飛翔	ベイズ統計を用いたノックアウト反応断面積の不定性の見積もり 2
58	石井彩弥花	中性子反中性子振動探索に向けた低エネルギー反中性子散乱実験計画
59	舩矢啓人	有限温度平均場モデルを用いたベータ崩壊の研究
60	佐々木結音	メタモデル状態方程式に基づく中性子星物質への Λ -N 相互作用の影響
61	小宮良介	微視的な 2 核子吸収ポテンシャルを考慮した $K\bar{n}N$ 系の構造計算
62	三宅浩太郎	重イオン衝突におけるエキゾチックハドロン (review)
63	永田子龍	強磁場 QCD におけるカイラルソリトン格子 (CSL) 相：出現メカニズムと形成ダイナミクスの探究
64	宮崎信成	Green 関数法を用いた深く束縛した反陽子原子の構造と生成
65	辻壮一郎	Einstein Toolkit を用いた中性子星連星合体シミュレーションにおけるクォーク・ハドロン相転移が重力波に与える影響について (Review)
66	大高駿輔	「 K^-pp 」束縛状態のスピン・パリティ測定に向けた試作飛跡検出器の性能評価
67	田中啓太	^{80}Zr の原子核形状の共存探索実験
68	松尾純暉	高エネルギー重イオン衝突でのエキゾチックハドロンの内部構造の研究にむけて

ポスターセッション発表者・タイトル一覧

第二部 (17:30–19:00) 会場 A1

ポスター No.69–102

No.	発表者	タイトル
69	森本尊	Strings from almost nothing
70	下津祐	一様磁束のかかった 2 次元トーラス上のスカラー場の真空配位
71	金澤素大	ゲージ・重力対応を用いた非平衡三重臨界点近傍の臨界現象と有効温度の解析
72	小清水吏玖	ゲージ理論のアノマリー
73	山本友翔	カイラル運動論とニュートリノによる有効的カイラル磁気効果
74	伊藤優希	超弦理論のコンパクト化における深層学習: 素粒子の 3 世代構造に寄与する特徴量の抽出
75	金田滉平	完全 WKB 解析の非線形シュレディンガー方程式への拡張
76	松尾実季	開弦と閉弦をつなぐ Bogoliubov 変換
77	奥寺隆彦	Problem in quantum de Sitter gravity (review)
78	篠田健介	IKKT 行列模型のツイストとホログラフィー
79	佐藤千幸	線形重力における一般化対称性と混合 't Hooft アノマリー
80	増田匡志	大統一理論の検証可能性～Callan-Rubakov 効果による陽子崩壊探索～
81	寺下誠	鏡映の数学
82	伊藤寿志	AdS/CFT 対応を用いた摩擦力の導出
83	金子哲也	(A_2, A_5) 型 Argyres-Douglas 理論の Seiberg-Witten 曲線について
84	荒木滉介	AdS 時空の構造と AdS/CFT の基礎 (Review)
85	高橋祐太	超弦理論におけるミンコフスキー型・ユークリッド型経路積分の等価性と因果律
86	上田侑璃	擬南部・ゴールドストーン暗黒物質モデルのレビュー
87	鈴木大遥	高次元ユニモジュラー重力によるラディオンのダイナミクス
88	濱田雄大	随伴フェルミオンを導入した TEK 模型について
89	伊藤隆介	Virasoro 代数の縮退表現とミニマル模型
90	星野稔	背景独立な量子重力理論と宇宙論的時空
91	松久保尚暉	マヨラナ鎖における格子並進とアノマリー
92	須田和希	経路積分で見る宇宙の初期状態とその安定性
93	山口空也	ループ量子重力における経路積分と半古典極限
94	白鳥佑空	AdS/CFT における smearing 関数の構成
95	天田琉仁	レプトジェネシスにおける B-L breaking scalar のダイナミクスの影響
96	平野勇	宇宙論的ボルツマン方程式への適用に向けた有限温度グリーン関数の定式化
97	緒方颯斗	カレントを持つドメインウォールと DBI 理論におけるメンブレンの双対性 (レビュー)
98	池原一輝	Hilbert sp. の factorization と Wilson line の切断について
99	市川周	Timelike Entanglement Entropy — 時間の創発
100	牧田遥翔	最適輸送理論の物理学への応用
101	石井照久	強い CP 問題とアクシオン質量
102	橋本悠杜	量子力学におけるブートストラップ法を用いた数値解析

ポスターセッション発表者・タイトル一覧

第二部 (17:30–19:00) 会場 A2

ポスター No.103–135

No.	発表者	タイトル
103	鶴長慶	質量行列の対角化と Bogoliubov 変換
104	山本芳樹	ブラック 6 プレーンの量子補正について
105	木村優斗	量子誤り訂正と AdS/CFT 対応
106	倉増翔	AdS/CFT を用いた閉じた宇宙の解析
107	山本雄太	スペクトル系列を用いたアノマリーの計算
108	吉野瑛隼	$O(N)$ 非線形シグマ模型の摂動展開と低エネルギーの寄与について
109	太田優斗	素粒子標準模型と Minimal SU(5) Model の大統一の研究
110	栗原雅	TTbar-変形・root TTbar-変形の幾何学的定式化と Courant-Hilbert 構成法
111	佐藤龍政	ミューオンコライダーにおける t チャネル特異性の解析的取り扱い
112	才川汐莉	共形場理論の代数構造
113	牛島紬裕	't Hooft flux を伴うトラスコンパクト化の定式化と応用
114	森田颯一朗	中心電荷 $c \leq 16$ におけるカイラルフェルミオン CFT の分類 (Review)
115	近藤隼丞	F-theory and orientifold
116	中谷快	Hilbert 級数を用いた有効場理論の演算子基底決定法と暗黒物質現象論への応用
117	土屋祐次郎	二次元球面を用いた余剰次元モデルの構築
118	村山祐明	線分上の BFSS 理論における、三点振幅の厳密評価
119	鈴木翔太	Black hole as a multipartite entangler: multi-entropy in AdS_3/CFT_2
120	姉崎光希	実時間有限温度相関関数から見る AdS/CFT における Eternal Black Hole の情報喪失問題
121	森田隆介	量子重力理論におけるランダム性と幾何
122	中野力駆	背景磁場を持つコンパクト化におけるモジュラー対称性と非可逆的性質
123	芦田尚大	L_∞ 代数を用いた共変位相空間形式の定式化
124	堀之内三起	インスタントンと高密度 QCD における軸性対称性の近似的回復について
125	西木結菜	t Hooft Anomaly Matching が導くカイラル対称性の破れと Anomaly Inflow による理解
126	赤井謙太	Gogny エネルギー密度汎関数に基づく陽子・中性子チャネルの有限振幅法の開発と電荷交換反応への応用
127	若林直央	カイラル摂動論によるバリオン 10 重項散乱の形式論 (Review)
128	岡林虎秀	JLab における崩壊 π 中間子分光法を用いたハイパートライトン寿命測定に向けた TOF 検出器の開発
129	松永直樹	L_μ - L_τ 模型によるハップルテンションの解決
130	武山尚人	sdf-IBM-2 による ^{150}Nd の低励起正負パリティ状態と八重極相関の解析
131	吉森晴	中性子星と高密度 QCD
132	宮本太志	グルーオン飽和と非平衡物理との関連について
133	古川慎基	Physics-Informed Neural Networks を用いた無限領域での電磁場計算
134	小野真寛	Model H における保存密度と秩序変数の非平衡緩和
135	坂本コナン	Continuity between nuclear superfluid and quark colour superconductor

第 72 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・原子核パート

第一部：16:00–17:30 会場 A1 (No.1–34)

No.1：庄野滉平

場の量子論によるホーキング輻射の導入

一般相対性理論では、ブラックホールは光さえ脱出できない時空領域であり、古典的には物質や放射を吸収するだけの存在と考えられてきた。しかし量子場の理論を取り入れることで、ブラックホールが熱輻射（ホーキング輻射）を放つことが示された。本発表では、平坦時空における自由スカラー場の量子化を基礎として、曲がった時空での場の量子化を議論し、真空の不一致による粒子生成を通じてホーキング輻射の基本原理を説明する。

No.2：下垣春嘉

NS-NS 頂点演算子に対する積分形式を用いた降下方程式

ボソンの弦理論において、BRST 形式と微分形式を用いた降下方程式によって様々なゴースト数を持つ頂点演算子を関連付けることができる。また、降下方程式から種数 0 の CKG のゲージ固定の際に用いられる微分とゴーストとの対応関係が導出できる（岸本・甲賀・関・高橋 (2024)）。本研究では、この手法を超弦理論へ拡張することを目的とし、本発表では超場形式の NS-NS 頂点演算子に対して微分形式の代わりに積分形式を用いることで降下方程式を導出できることを示す。また、構築した降下方程式から超幾何学と超共形ゴーストとの対応関係を導出できることを示す。

No.3：猿渡調

超弦理論からの真空探索に向けた量子アルゴリズム

超弦理論から現実の 4 次元真空を考える際、可能な真空は 10^{100} 程度存在し、そのほとんどは負の真空エネルギーを持つ（ランドスケープ問題）。このうちいくつかのものでは非摂動効果をいれることで正の真空エネルギーをもつ真空解を実現できることが期待される。しかしそのような真空解は未だ確立されておらず、要素数に起因する膨大な計算量により未探索の領域が大きい。本研究では、このような真空探索の問題へのアプローチとして量子アルゴリズムの応用を目指す。今回の講演では単純化したToyモデルにおいて、量子ウォークを用いた方法によって真空探索に必要とされる計算回数が大幅に削減されることを示す。

No.4：清水啓貴

格子ゲージ理論におけるトポロジカルフリージングと強化サンプリング

格子ゲージ理論の数値計算、特に Hybrid Monte Carlo を用いたシミュレーションでは、連続極限に近づくにつれて自己相関時間が増大し、トポロジカル電荷が変化しにくくなる topological freezing が深刻な問題となる。本発表ではレビュー発表として、この問題の緩和に向けた強化サンプリング手法を概観する。具体的には、bias potential を用いてトポロジカル電荷の遷移を促進する方法と、その効率的な構築法を紹介する。さらに、Normalizing Flow などの機械学習を用いたサンプリング改善の考え方もあわせて整理する。

No.5：田中小太郎

3, 4 次元球面上における背景ゲージ場の探索

標準模型 (Standard Model, SM) を超える理論の候補として高次元理論が広く研究されており、Coset Space Dimensional Reduction (CSDR) 法や背景場法などが先行研究として挙げられる。これらの研究において導入される背景ゲージ場 (=ゲージ場の真空解) は、粒子の質量や生き残る表現の制限などに対し、非常に重要な役割を果たしている。一方、ゲージ場の真空解の探索は困難であり、これらの研究で導入されている背景ゲージ場は空間の構造から得られる単純なものである。本研究では、これらの研究の拡張を見据え、より広く背景場の探索を行った。結果、スピン接続との対応から制限をかけることで、CSDR 法で用いられている背景ゲージ場を含む広い解を発見した。

No.6：日田進之介

ボソン閉弦の場の量子論の定式化: 最小面積計量を用いた String Vertex の構成と量子 B-V マスター方程式

本発表は、B. Zwiebach の論文 CLOSED STRING FIELD THEORY: QUANTUM ACTION AND THE B-V MASTER EQUATION [arXiv:hep-th/9206084v1] のレビューである。閉弦の場の量子論において Batalin-Vilkovisky (B-V) 形式による量子化を行うには、マスター方程式を満たす作用の構築が必要となる。この際、世界面のモジュライ空間を単一被覆するために、無限個の高次相互作用頂点の厳密な定義が不可欠となる。本発表では、最小面積計量の存在を前提として弦の相互作用頂点 (String Vertex) を幾何学的に構成し、ファインマン図形によるモジュライ空間の単一被覆を実現する理論的枠組みを解説する。さらに、この頂点領域上での積分によって定義されるストリング積が、代数的には B-V マスター方程式を厳密に満たす完全な量子作用の構成へと繋がることを示す。

No.7：宮本脩平

ヘテロティック Calabi-Yau コンパクト化における湯川テクスチャーと対称性の創発

標準的埋め込みを持つヘテロティック CY3 コンパクト化における湯川結合は、完全交叉 Calabi-Yau 多様体 (CICY) の交叉数から決まり、群論的対称性では再現できないテクスチャー (Weinberg texture 等) を含む。moduli 基底では体積制約から十分な質量階層は得られないが、Higgs 方向を A^a の線形結合に一般化することで階層構造や CKM 混合角を再現できる。特に $h_{11}=4$ の例では、特定の Higgs 方向で質量行列が rank-1 となり U(2) フレーバー対称性が創発することを示した。(arXiv:2603.00864)

No.8：高橋良輔

波動関数のホモトピー代数的構成に向けた境界項の解析

ホモトピー代数による相関関数の計算法は整備されつつある一方、波動関数を同枠組みでどう構成するかは明らかでない。一般に波動関数は、境界値を固定した経路積分として表される。本研究では、調和振動子に x^3, x^4 相互作用を加えた系で摂動展開を行い、波動関数を具体的に計算する。さらに、その結果を、ホモトピー代数を用いた計算と比較し、波動関数の構成への適用可能性を検証する。また、この経路積分は端点という境界をもつため、部分積分に伴う境界項の扱いが本質的に現れる。そこで、境界をもつ弦の場の理論における作用の構成と比較し、波動関数の構成と境界項の役割を統一的に理解することを目指す。

No.9：為田恒矢

Fermi gas formalism of $\mathcal{N} = 2$ Schur index

本発表では、 $SU(N)$ を持つ $\mathcal{N} = 2$ 超対称ゲージ理論の Schur index の計算手法として、多変数積分を一変数積分の形に落とすことが出来る“フェルミガス表示”の方法を提案する。また、この方法の妥当性の検証として、多変数積分をそのまま留数和として評価する手法での計算結果との比較を行う。

No.10：坂井啓悟

2-群対称性と Higher-Matter 場

John C. Baez らによる higher gauge theory の考え方を背景に、Path-Space 形式を用いて 2-群対称性に対応するホロノミーと非局所的 higher matter 場を導入する。通常の Landau – Ginzburg 理論では局所場の凝縮によって対称性の自発的破れを記述するが、その枠組みを higher matter 場へ拡張する。本発表では、higher matter 場の凝縮後に短距離近似を行うことで、この非局所作用が時空上の局所作用へ帰着することを示す。特に、非局所場を局所場で展開することが、凝縮相における 2-群対称性の自発的破れを反映していることを議論する。

No.11：佐藤樹

ドメインウォールと粒子の散乱 – 反射の条件 –

ドメインウォール (DW) は、異なる真空状態が接する境界に形成される高エネルギー密度の領域である。DW は多くの標準模型を超える模型からその存在が予言される。その直接検出に鉱石を使ったパレオディテクター (太古検出器) が有効であると、DW と場の散乱の subleading の効果から指摘されている。本研究では、DW とスカラー粒子の散乱において leading の効果を対称性の議論から詳しく調べる。より自然な模型で、DW の直接探索が可能となりうることを指摘する。

No.12：安田航一朗

極低閾値量子センサーで読み解く局所ダークマターの速度分布 – ハローモデルに依らない解析

近年急速に発展する極低閾値の量子センサーは、ごく小さなエネルギー変化まで捉え、これまで手の届かなかった低速度ダークマター (DM) への扉を開きつつある。局所 DM の速度分布は理論からも観測からも精度よくは分かっておらず、低速度領域こそ従来の直接検出が苦手とする”死角”である。本研究では、極低閾値の量子センサーによる DM-電子散乱について、観測される事象率を「検出器・模型に依存する応答」と「全実験に共通な速度分布由来の量」とに分離する、凸幾何学に裏付けされた DM ハローモデルに依らない解析手法を構築する。物質応答の異なる TES (超伝導転移端センサー, Al) 型と MKID (力学的インダクタンス検出器, TiN) 型が、互いに相補的な速度域を探ることを示し、標準ハローモデル・ダークディスク・地球束縛成分の模擬データから、仮定を置かずに速度分布を再構成できることを実証する。量子センサーが、信号から局所 DM の速度分布そのものを読み解く新たな手段となりうることを論じる。

No.13：大杖祐摩

確率過程量子化を用いた電子 $g - 2$ の高次摂動計算

本発表は arXiv:2103.10106v2 のレビューである。QED における高次摂動計算では、次数の上昇に伴いファインマン図の数が急増し、計算は困難となる。ファインマン図を明示的に用いずに数値的に摂動係数を求める手法として、確率過程量子化と格子ゲージ理論を組み合わせた Numerical Stochastic Perturbation Theory (NSPT) がある。本発表では NSPT の基本原理を概説し、QED への適用例として、電子の異常磁気モーメントを評価する方法を紹介する。

No.14：岩崎汀緋

開弦ヒルベルト空間による閉弦背景の記述に向けて — トーラスコンパクト化時空における正準量子化とモード展開 —

弦理論では、背景場の選択により弦の境界条件やモード展開、量子状態の定義が変化する。一方、弦座標と共役運動量を背景に依存しない普遍的な対象とみなし、背景の違いを正準交換関係の異なる表現として理解する枠組みが提案されている。本研究では、その考え方をトーラスコンパクト化された時空における計量テンソルおよび反対称テンソル場で特徴づけられる閉弦背景へ拡張する第一段階として、定数背景場のもとでの開弦理論を正準量子化する。Klein – Gordon 内積を用いて状態空間を構成し、モード展開と正準変数による表現を導出することで、背景変化に伴う振動子の変換則や Bogoliubov 変換の構成に向けた基礎を与え、将来的な閉弦背景の変形の記述を目指す。

No.15：中村太祐

江口-Hanson 計量

本発表では、江口-Hanson 計量が発見されるまでの経緯や性質、弦理論との関係性などについて概観する。1970 年代の Yang-Mills 理論における自己双対なインスタントン解 (BPST インスタントン) の発見により、その対応物が一般相対論にもあるのではないかという動機が当時の物理学者に与えられ、実際にその対応物としての江口-Hanson 計量が発見された。BPST インスタントンと江口-Hanson 計量には多くの類似性があることを見てみる。また、江口-Hanson 計量は ALE 空間という計量空間を成すが、弦理論においてこの ALE 空間が重要な位置を占めていることにも触れる。

No.16：中山遙斗

Completely Natural SO(10) GUT

自然な大統一理論は二重項三重項分裂問題や不適切な GUT Relation といった問題を対称性から許される全ての項を $O(1)$ 係数で入れるという自然な仮定の下で解決した。しかし、このモデルではニュートリノ質量とゲージ結合定数統一の間にテンションがあることが知られていた。本研究では自然な仮定の下で現実的なニュートリノ質量とゲージ結合定数統一を両立することのできるモデルを提案する。

No.17：伊藤僚規

Strong CP Problem and Electric Dipole Moments

TBA arXiv:2502.06406 のレビュー

No.18：久保木裕也

境界のある系における Ward-Takahashi 恒等式 (レビュー)

境界のある系で Ward-Takahashi 恒等式について考察する。特に、境界に TDL がくっついている twist operator を考えると、TDL と境界の交点に電荷をもてることが明らかになった。それゆえ bulk local operator と twist operator の相関関数を計算すると、交点にある演算子の電荷も考慮しなければならなくなり、このことを具体的なモデルを通してみる。本発表は arXiv: 2605.13961v1 のレビューである。

No.19：柵次聡

SU(5) 大統一理論における相互作用の階層性

レビュー発表を行います。

No.20：森功汰

SU(5) を用いた大統一理論の記述

本ポスターでは、SU(5) の原論文である “Phys.Rev. Lett. 32 (1974) 438” についてレビューする。標準模型は、ゲージ群 SU(3)×SU(2)×U(1) によって強い力・弱い力・電磁気力を記述する理論であり、数多くの実験結果と高い精度で一致している。しかし、標準模型には電荷の量子化を説明できないことや、多数の自由パラメーターを含むことなどの課題がある。これらの課題を解決するアプローチの一つとして、三つの相互作用を単一の単純ゲージ群で統一的に記述する大統一理論が提案されている。本発表では、ランク 4 の単純ゲージ群として SU(5) が唯一の候補となることを示すとともに、標準模型を SU(5) に埋め込む方法について解説する。

No.21：原田互

Complex conformal manifold

共形場理論 (CFT) は、臨界現象を普遍的に記述する枠組みで長距離物理を特徴づける。よく知られた応用では孤立した固定点を扱うものが多いが、CFT が exactly marginal 演算子を持つ場合には、その変形により連続的な族、すなわち共形多様体が生成される。共形多様体は実結合を持つユニタリー理論の文脈で主に研究されてきたが、近年では開放量子系などにおいて、有効的な結合定数が複素値を取る状況が現れている。そこで本発表では、exactly marginal 変形により生成される共形多様体を複素化することで、非ユニタリーではあるが共形対称性を保つ理論族を議論する。

No.22：田中憲成

ゲージ・重力対応を用いた相対論的カイラル物質の構成と最近の研究

相対論的に振る舞うフェルミオンの系では、粒子のカイラリティに起因して通常の系には存在しない特異な輸送現象が現れる。その代表例が、磁場によって電流が駆動されるカイラル磁気効果である。このような現象を示す相対論的カイラル物質は、重イオン衝突実験で生成される QGP やワイル半金属など、多様な物理系において注目を集めている。一方これらの強結合系を理論的に解析するのは困難であることが知られており、それに対するアプローチとしてゲージ・重力対応が用いられている。本ポスターでは、D3/D7 モデルを用いた相対論的カイラル物質の構成方法を説明し、それを用いて得られた最近の研究成果を紹介する。

No.23：織田和樹

アノマリーと Green – Schwarz 機構 (Review)

アノマリーは、古典的な対称性が量子効果によって破られる現象である。特に、超弦理論の低エネルギー有効作用を構築するためにはゲージ群が制限されるとともに、アノマリー相殺項の存在が必要不可欠となる。本発表では、arXiv:2211.06467 [hep-th] に基づき、標準模型と超弦理論におけるアノマリー消去の一般的な枠組みについて概説する。次に、第一次超弦理論革命の契機となったタイプ I 超弦理論での Green – Schwarz 機構によるアノマリー消去の仕組みを解説する。その例として、1 ループで生じるアノマリーがツリーレベルのダイアグラムによって相殺されるという物理的描像について説明する。

No.24 : 渋谷翔之

dS/CFT から宇宙論的相関関数へ ~ワームホールを添えて~

情報喪失問題をはじめとして、ブラックホールの量子性を理解する上でワームホール等の非摂動効果が重要である。一方でドジッター時空などの閉じた宇宙におけるワームホールの研究は発展途上であり、宇宙の始まりにおける量子重力効果の重要性を理解するためにもドジッター時空のワームホールの寄与を明らかにする必要がある。そこで本発表では2次元量子重力理論のモデルである(dS-)JT重力理論とdS/CFT対応を用いてドジッター時空のfuture boundary上の二点関数に対するワームホールの補正を議論する。

No.25 : XIA MENGXUAN

EXCEPTIONAL POINTS: From divergent perturbation series to PT-symmetric phase transitions

Exceptional points (EPs) are singularities at which both eigenvalues and eigenvectors coalesce. This poster shows how EPs connect three seemingly different aspects of quantum theory: the divergence of perturbation series, the discreteness of energy levels, and PT-symmetric phase transitions. For the quantum anharmonic oscillator, the radius of convergence of the perturbation series is determined by EPs in the complex coupling-parameter plane. Because these EPs accumulate at the origin, the series has zero radius of convergence. When the coupling parameter is extended into the complex domain, the energy levels become branches of a multivalued function defined on a Riemann surface. Different levels correspond to different sheets, and encircling an EP causes them to exchange. In a two-state PT-symmetric system, EPs on the real axis mark the transition between broken and unbroken PT phases. Thus, EPs provide a unified complex-analytic and topological description of perturbation theory, quantization, and PT phase transitions.

No.26 : 清水遙介

SymTFT for Axion-Massive-Photon model

場の理論に現れる一般化対称性の構造は、一次元高いトポロジカル場の理論で記述でき、この枠組みはSymTFTと呼ばれる。本研究では、高次群対称性と非可逆対称性を持つ4次元axion-massive-photon modelに注目し、そのSymTFTの構成について説明する。本研究は酒井忠勝氏、新美鳳望氏との共同研究に基づく。

No.27 : 北畠歩夢

Codimension-2 Solutions in Five-Dimensional Supergravity (Review)

弦理論に現れる余次元2ブレーンは、余次元3ブレーンがsupertube効果によって分極することで生成される。それゆえ、余次元3中心のみに制限した記述では、物理的に許される一般的なブレーン配置や、それに対応するブラックホールの微視的状态を捉えきれない可能性がある。本発表では、arXiv:1505.05169に基づき、5次元超重力における多中心解を余次元2中心へ拡張する方法を概説する。特に、多価な調和関数を用いてブレーン周りのモジュライのモノドロミーを記述し、ns5 braneの具体例を通して、ブラックホール微視的状态との関係を議論する。

No.28：田淵陽大

超対称性の基礎と Wess-Zumino 模型の内部矛盾

本研究では、漸近的自由性を持たない超対称場の理論における自己無撞着性を再考し、Wess-Zumino 模型における内部矛盾の証明を基礎として、これを超対称量子電磁力学へ拡張するための枠組みを考察する。まず超対称性の基本を概観し、Krasnikov が Schwinger 方程式等を用いて示した、WZ 模型における負のノルム状態（ランダウ極）発生の数学的証明を整理する。さらに本発表では、この解析手法をベクトル超場を含む SQED へ適用する際の課題について論じる。

No.29：博田花音

EFT of inflation とその展望 (review)

インフレーションは、初期宇宙の急激な膨張によって現在の宇宙構造の起源を説明する有力な理論であり、その際に生じた量子揺らぎには高エネルギー物理の痕跡が残る可能性がある。EFT of Inflation は、こうした揺らぎを個々のモデルに依存せず、対称性に基づいて記述する枠組みである。本発表では arXiv:0709.0293 を基に、その基本的な発想と有効作用の構成法を概説する。さらに、CMB や将来の中性水素 21cm 線観測によって理論のパラメータをどこまで制限できるかを考察し、初期宇宙観測から高エネルギー物理へ迫る可能性を議論する。(レビュー発表)

No.30：花園瑞稀

ゲージ理論におけるモノポールの量子化条件

本発表は、「 $N=2$ 超対称ゲージ理論における S 双対性への導入」というレビュー論文の冒頭のレビュー発表である。レビュー元はサイバークとウィッテンによる $N=2$ 超対称版量子色力学の講義である。ゲージ理論においてモノポールを導入し、モノポールがどのように量子化されるかを紹介する。まず、ディラック・モノポールの存在を仮定し、モノポールが持つ磁荷が満たすべき量子化条件を説明する。次に、自発的対称性の破れを伴う 4 次元ゲージ理論を考え、ヒッグス真空の条件からモノポールの磁荷と量子化条件が自然と導出されることを見る。

No.31：鍛冶祐斗

PINN による共形ブートストラップ方程式の数値解析

共形ブートストラップ方程式は、共形場理論の演算子次元や OPE 係数に強い制約を与える。本研究では、物理情報ニューラルネットワーク (PINN) を用いて同方程式を数値的に解く手法の構築を試みる。二次元および三次元 Ising 模型を対象とし、交差対称性やユニタリティ条件を損失関数に組み込み、既知の臨界データの再現可能性を検証する。本発表では、手法の概要、初期的な数値結果、今後の課題を報告する。

No.32：中柴柊馬

エンタングルメントで捉える非可逆対称性

エンタングルメントは量子多体系の相の記述において極めて重要である。量子細線などの空間 1 次元の量子多体系の低エネルギー領域は $(1+1)$ 次元の共形場理論 (CFT) と呼ばれる理論で有効的に記述できることがあり、CFT の枠組みでエンタングルメントを調べることはそのような系の物質相に対する理解をもたらす。量子多体系の文脈では、全系の一部分を着目領域として系を二分割した時に、着目領域とその外部との間のエンタングルメントを定量するエンタングルメントエントロピーという量が重要な役割を果たす。

大域的対称性とは系全体のハミルトニアンと可換な余次元 1 の演算子の作用のことであり、対称性の存在は物質相の分類において非常に重要な役割を果たしてきた。対称性の中でも逆元を持たない「非可逆対称性」と呼ばれる種類の対称性作用の重要性が近年注目されている。一方で、共形場理論のうち「有理共形場理論」と呼ばれるクラスの理論にはそのような非可逆対称性が自然な構造として備わっており、したがって非可逆対称性の理解は有理共形場理論そのものの基礎的な理解の要となる。

エンタングルメントと大域的対称性という 2 つの概念の間の関係を調べることは、量子多体系の相分類における基本的な課題である。本研究では、有理共形場理論の枠組みで、系に非可逆対称性が存在する場合に、対応するトポロジカル欠陥を着目領域の外部から内側に動かすことでエンタングルメントエントロピーが変化するのを、トポロジカル欠陥のフュージョン則の観点から示し、それが対称性の非可逆性に由来する性質であることを指摘する。さらに、非可逆対称性が存在する場合に、欠陥を動かした時のエンタングルメントエントロピーに現れる寄与を評価する方法について議論し、対称性分解エンタングルメントエントロピー (SREE) との関係についても考察する。

本研究はトポロジカル欠陥のある共形場理論を題材とするが、異なる境界が課された系のエンタングルメントの問題にも適用できる。

No.33 : 田中真

散乱振幅を用いた カーブラックホール超放射の記述に向けて

ブラックホールの吸収・放出を三点オンシェル散乱振幅で記述する枠組みを、回転する Kerr ブラックホールへ拡張すべく、超放射の量子論的解析を行った。Teukolsky 方程式のモード解析や、Boulware/Unruh 真空の Bogoliubov 変換による S 行列の構成を通じ、入射コヒーレント状態における粒子数変化を評価した。この変化率の古典極限は符号付きグレイボディ因子と一致する。さらに低周波数領域では多粒子放出が高次補正となるため、同因子が一粒子の放出・吸収確率の差の先頭項になることを示し、低周波 Kerr ブラックホールの超放射を三点オンシェル散乱振幅で記述するための条件を導出した。

No.34 : 関口大斗

AdS/CFT 対応と GKP-Witten 関係式

本発表では、Edward Witten の論文 “Anti de Sitter Space and Holography” を取り上げ、AdS/CFT 対応と GKP-Witten 関係式の基本構造をレビューする。AdS 空間は負の一定曲率をもち、その無限遠に共形的な境界をもつ。一方、CFT はスケール変換を含む共形変換の下で不変な場の理論である。AdS/CFT 対応は、 $d+1$ 次元 AdS 空間上の重力理論と、その境界上の d 次元 CFT を結びつける。まず両者の基本事項を整理し、AdS 側の場の境界値を CFT のソースとみなすことで、オンシェル作用から相関関数を生成する仕組みを説明する。さらに、質量をもつスカラー場を例に、質量と共形次元の関係を示し、CFT の 2 点相関関数を AdS 側から導出する。

第 72 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・原子核パート

第一部：16:00–17:30 会場 A2 (No.35–68)

No.35：油谷大希

グローバルモノポールによる原始ブラックホールと重力波の形成

レビュー発表です。本発表では、スケールリングするグローバルモノポールネットワークが原始ブラックホール (PBH) と重力波を生成する可能性を議論した論文をレビューする。対称性の破れで生じるモノポールの長距離勾配エネルギーが、Hubble patch ほどのエネルギー揺らぎを生み、高密度領域の重力崩壊による PBH 形成と重力波生成につながる機構を概説する。

No.36：郡友泰

非摂動効果による非可逆的選択則の破れ

通常の群論では説明できない選択則は non-invertible symmetry によって記述される。摂動的であるループ効果によって選択則が破れることは知られているが、D-brane instanton 効果によって選択則がどのように破られるのかはあまり議論されていない。今回は、キーワードとなる Non-invertible symmetry に関して概説した後、非摂動効果による選択則の破れの解析結果を紹介していく。

No.37：堀内孝晃

Non-invertible flavor symmetries in magnetized extra dimensions

本ポスターは arXiv:2408.13984 のレビューである。本論文は非可逆対称性が現れる場の理論の新たな例を示し、カイラルな物質のフレーバー対称性としての意義について論ずる。磁化された余剰次元では、背景磁束により縮退したゼロモードが誘起される。これに対し、オービフォールドコンパクト化で現れる $T^2/\mathbb{Z}_N$ 上で定義される $\mathbb{Z}_N$ 不変な並進演算子の fusion rule を示し、非可逆対称性の下でゼロモード波動関数の非自明な変換を導出する。従来の可逆な群を超えたこの理解は、4 次元有効理論における世代構造や質量階層性の解明につながる重要な成果だ。本ポスターでは、 $N=2$ の場合をレビューする。

No.38：新美鳳望

非可換 Lie 群対称性の SymTFT の構成および Freedman-Townsend model との関係

本発表では、連続非可換 Lie 群対称性を記述する 5 次元 BF 型 SymTFT と、その Dirichlet 型境界条件から principal chiral σ model が得られる構成について概説する。さらに、同じ SymTFT に Neumann 型境界条件を課すことで、Freedman – Townsend 模型の作用と 2 形式ゲージ対称性が導かれることを示し、両理論の関係について議論する。

No.39：山崎稜太

ドメインウォール問題の新たな解決法：多重アクシオンモデルのレビュー

QCD アクシオンは強い CP 問題を解決する有力な候補だが、ドメインウォール (DW) 問題という宇宙論的問題を抱える。本発表ではこの問題の新たな解決法として提案された、軽いアクシオンを用いた模型 [arXiv:2507.07075] をレビューする。新たに導入した ALP の対称性の自発的破れがインフレーションの前後どちらで起きるかにより、2 つの宇宙論的シナリオを提示する。一方は DW がストリングバンドルへと閉じ込められるシナリオで、他方は DW に過渡的なポテンシャルバイアスが生じて崩壊するシナリオである。本発表では、これら双方の機構の論理展開を整理し、将来の重力波観測等の検証可能性を含め議論する。

No.40：今西璃桜

Review of "An introduction to leptogenesis and neutrino"

現在の宇宙はそのほとんどが物質で構成されており、その物質・反物質非対称性の起源は未解決問題の一つである。本発表では、この非対称性の生成機構として提案されているレプトジェネシスの基本的枠組みである Vanilla leptogenesis についてレビューを行う。標準模型の限界を概説した後、ニュートリノ振動とシーソー機構に基づく重い右巻きニュートリノを導入し、CP 非対称崩壊によるレプトン数非対称の生成、スファレロン過程によるバリオン数への変換、およびボルツマン方程式による時間発展を整理し、その特徴を概説する。

No.41：田中成哉

非エルミート密度行列で読み解く time-like entanglement と traversable wormhole

time-like entanglement や traversable wormhole では、密度行列が非エルミートになることが知られている。本発表では、一般化密度行列の非エルミート性を定量化する imaginarity が部分系間の因果的な信号伝達を診断することを紹介する。具体例として、厳密に解ける結合ハーモニック振動子模型で相互作用と時間差が揃うと非エルミート性が生じることを計算する。2 次元 CFT の time-like entanglement でも同様の構造が現れることを述べ、traversable wormhole が CFT 側の非エルミート性に対応することにも触れる。本発表は [arXiv:2512.13800] のレビューである。

No.42：金田啓

JT 重力による 3 次元量子重力理論の非摂動補正 (レビュー)

3 次元の物質場のない量子重力理論において、Keller, Maloney, Witten により、鞍点周りの摂動計算をすると、負の状態数が現れることが指摘されていた。のちにこの理論は次元簡約により、ある領域では defect 付きの JT 重力に帰着されることが示された。そして defect 付きの JT 重力では、鞍点からの摂動によって取り入れられない効果を近似的に計算することができ、この寄与により負の状態数が解消される可能性が示された。本発表ではこれを示した arXiv:2006.11317 に基づいたレビューを行う。

No.43：磯部裕貴

超弦理論の非摂動的統一

本発表は arXiv:9503124v2 および 9612121v3 に基づく。10 次元に存在する 5 つの異なる超弦理論は独立しておらず、11 次元の非摂動的な理論である M 理論の異なる極限として統一されることを見る。超弦理論における結合定数が M 理論の余剰次元の半径として幾何学的に理解されることを確認する。また、T 双対性による Type IIA と IIB の入れ替えや、強結合と弱結合の入れ替えである S 双対性によって基本弦と D ストリングの役割が入れ替わることについて論じる。さらに、M 理論におけるブレーンが超弦理論における基本弦などとして振る舞い、BPS 状態によって D ブレーンが崩壊せずに安定となることを確認する。

No.44：西木友哉

Cancellation of loop corrections to soft tensor/scalar power spectrum

本発表は arXiv.2506.15780、2603.01961 に基づいたレビュー発表である。原始ブラックホール生成などの文脈では、小スケールの曲率揺らぎが大きく増幅される。このとき、増幅された短波長モードのループ補正が、すでに超地平線にある長波長のスカラー・テンソル揺らぎを大きく変化させ、摂動論を破綻させる可能性が議論されてきた。本発表では、Schwinger – Keldysh 形式と soft EFT を用いてこの問題に取り組んだ論文のレビューを行う。テンソルの場合には一般座標変換不変性により、loop の寄与が相殺する。一方、スカラーの場合には残留 dilatation 対称性と tadpole renormalization が重要となり、対称性を保つ counterterm を含めることで scale-invariant な soft loop 補正が消えることを解説する。

No.45：清國浩輝

運動量空間エンタングルメントによる摂動的ユニタリティバウンド

本発表では [arXiv:2410.23709] で提案された purity を用いた perturbative unitarity Bound に関する論文をレビューする。従来、摂動論の有効性は散乱振幅に基づく partial wave unitarity bound によって評価されてきたが、この手法は曲がった時空への適用が困難である。本論文では、運動量モード間のエンタングルメントを特徴づける指標である purity を用いて摂動論の有効性を評価する新たな手法を提案している。この手法により、曲がった時空においても摂動論の有効性を評価可能になる。本発表では、その基本的な考え方と論文の主要な結果について紹介する。

No.46：鳴海駿一

Higher Berry Phases of Massive Majorana Fermions and Differential KO Theory

Higher Berry phase は、通常の Berry phase を高次元のパラメータ変化に拡張したものである。通常の Berry phase がパラメータ空間内の 1 次元 loop に沿った holonomy として現れるのに対し、higher Berry phase はパラメータ空間内の閉じた高次元サイクルに沿った holonomy のことである。本発表では、free massive Majorana fermion の質量項の空間をパラメータ空間とみなし、質量項空間でパラメトライズされた invertible field theory の分配関数の位相を higher Berry phase として説明する。さらに、その higher Berry phase の曲率である higher Berry curvature が、Gomi-Yamashita の微分 KO 理論の曲率写像に対応することを議論する。Free Majorana fermion の質量項が、位相的 KO 理論によりトポロジカルに分類されるが、Gomi-Yamashita の微分 KO 理論はその微分精密化を与える。

No.47：白神陽哉

AdS/CFT 対応とエンタングルメントエントロピー

(d+1) 次元の AdS 時空の重力理論が d 次元の共形場理論 (CFT) に等価であるという主張のことを AdS/CFT 対応と呼ぶ。重力理論においてブラックホールにはエントロピーが定義でき、面積則に従うことが知られていた。それは外部から観測されない情報量と捉えることもでき、この性質に類似した CFT の物理量にエンタングルメントエントロピーがある。これらの考えのもと、AdS/CFT 対応を通してエンタングルメントエントロピーが重力理論における幾何学的面積に対応していることを示したのが笠-高柳公式である。この公式はブラックホールのエントロピーを一般の AdS 時空へ拡張しただけでなく、重力のない CFT の物理量から重力理論の幾何学的な量が決定されるという時空の創発という概念に新たな進展を生んだ。本発表では厳密な計算による比較ができる $\text{AdS}_3/\text{CFT}_2$ の場合についてその計算方法に重点を置いて笠-高柳の論文のレビューを行った。

No.48 : KANG KAI

Global Forms of Gauge Groups and Line Operators

This is a review of arXiv:1305.0318, together with the relevant discussion in arXiv:2307.07547. We discuss how the global form of a gauge group and the allowed spectrum of genuine line operators constitute essential data in defining a four-dimensional gauge theory. We also explain their relation to discrete theta angles and one-form symmetries.

No.49 : 鶴生 澁平

Fuzzy CP^3 Onion の提案と数値的検証

Kováčik 氏らは、Fuzzy Sphere を同心円状に重ねて 3 次元空間を構築する「Fuzzy Onion」を提唱した。本発表ではこの構成法を、4 次元 Fuzzy four-Sphere 上の Fuzzy Sphere バンドルである Fuzzy CP^3 へと拡張し、新たな 7 次元量子空間「Fuzzy CP^3 Onion」の構築を試みる。さらに、構築した 7 次元空間上における場の振る舞いを解析し、従来の 3 次元 Fuzzy Onion と比較検証することで、本模型の妥当性と高次元非可換空間の性質を議論する。

No.50 : 三浦 央暉

4 次元 $SU(N)$ Yang-Mills 理論における一般化対称性の応用

昨年度の発表では、高次形式対称性の基礎の紹介を行ったので、今回はもう少し踏み込んだ応用例を紹介する。 θ 項付きの 4 次元 $SU(N)$ 純 Yang-Mills 理論を考えると、この理論で CP 対称性が保たれるのは $\theta = 0, \pi$ の場合であることが知られている。とくに $\theta = \pi$ の場合を考えると、系の時間反転対称性と中心 1-form 対称性が両立しなくなる現象が生じる。この（混合）'t Hooft アノマリーと呼ばれる現象についてレビューする。また、4 次元 $SU(N)$ 純 Yang-Mills 理論に、この高次形式ゲージ対称性に関する 't Hooft アノマリーがあることで得られる帰結についても触れる。本発表は、”Theta, Time Reversal, and Temperature” (D. Gaiotto, et al.) の第 2 章に基づくレビュー発表である。

No.51 : 橋本 幸征

BPS 微視的状态における Berry 曲率のカオス性 : $\mathcal{N} = 2$ super-JT 重力を中心にして

本ポスターは arXiv:2604.23287 のレビューである。BH は量子カオスの典型例であり、そのエネルギー準位統計はランダム行列理論と深く関係する。しかし、BPS BH では基底状態が縮退しているため、エネルギー準位反発を用いてカオス性を診断することができない。本論文はこの問題に対する解決策として Berry 曲率を提案し、様々な系に適用し、その妥当性を検証している。本ポスターでは、特に $\mathcal{N} = 2$ super-JT 重力における BPS BH の Berry 曲率に対する spectral form factor (SFF) を具体的に計算し、量子カオスの性質である linear ramp が現れることを示す。この結果は、Berry 曲率が BPS sector における BH 時空と horizonless 時空の区別に用いる指標として有効であることを示唆する。

No.52 : 難波 悠太

クーロンポテンシャル中のディラック方程式と解析接続について

素粒子標準模型を超える荷電レプトンフレーバーの破れ (CLFV) の検証として、原子核に束縛されたミュオンを用いるミュオン電子転換の探索が挙げられる。その最大の背景事象がミュオンの 3 体崩壊現象 (DIO) である。両者の評価には、原子核のクーロン場におけるディラック粒子の波動関数について理解することが不可欠となる。本発表では、クーロンポテンシャル中の散乱状態と束縛状態の解が、解析接続により繋がる構造を議論する。境界条件の異なる物理的描像が合流型超幾何関数として統一され、離散的な固有値が導出される過程を追う。さらに解析接続から得られる非物理的描像も考察する。

No.53：巖泰宇

奇妙な正準交換関係 — 弦の場の理論のハミルトニアン形式 —

本ポスター発表では、無限階微分に由来する時間非局所性のため困難だった弦の場の理論 (SFT) のハミルトニアン定式化を、単純化したモデルで試みたことを話します。経路積分の相関関数を再現するよう演算子代数とハミルトニアンを構成し、運動方程式を物理状態条件として課すことで負ノルム状態を除去し、零ノルム状態も分離できることを示します。さらに、弦的時空不確定性やホーキング放射停止への示唆を論じます。(arXiv:2412.02577 に基づくレビュー発表)

No.54：三角矢雲

UDW 検出器と局所プローブ (review)

UDW 検出器は量子力学に近似できるような検出器であり、曲がった時空などを解析する際によく用いられる。しかし、スメアリングされた UDW 検出器は微視的因果律を破るという問題が存在する。本発表では局所量子場を検出器として扱うアプローチを考えて、その最低次摂動が UDW 検出器と一致することで自然に UDW 検出器が導かれることを示し、補正項を導出する。本発表は arXiv:2310.16083 のレビューである。

No.55：川村光翼

電弱理論の配位空間の非可縮性とスファレロン

電弱理論には、異なる真空を隔てる有限エネルギーの静的鞍点解であるスファレロンが存在する。本発表では、Morse 理論を基礎として Manton による配位空間の位相構造に基づくスファレロン存在予想と、Klinkhamer・Manton によるその具体的構成について概説する。まず、無限遠で真空となる場の配位空間に非可縮ループが存在することを説明し、この位相構造が有限エネルギー鞍点解の存在を示唆することを述べる。続いて、 r の関数 f と h を用いた Ansatz の導入、運動方程式および境界条件の導出し、この解が非可縮ループ上の最大エネルギー点、すなわちスファレロンであることを解説する。位相的議論と具体的な古典解との対応に着目し、バリオン数カレントのアノマリー式にスファレロンを経由する非可縮な経路で真空から真空への遷移により、バリオン数が変化することを解説する。

No.56：木田浩樹

^{16}O のミュオン捕獲による中性子放出多重度の理論計算

本研究では、(^{16}O) のミュオン捕獲反応で生じる中性子放出分岐比の再現を目的とする。SRPA により捕獲後の励起強度分布を計算し、その励起核の崩壊過程を CCONE で評価することで、実験で報告された中性子多重度との比較を行う。

No.57：近藤飛翔

ベイズ統計を用いたノックアウト反応断面積の不定性の見積もり 2

ノックアウト反応は原子核内部構造の研究に有効な手法である。この反応を解析する際には歪曲波インパルス近似が用いられているが、その理論的不定性については十分な研究がなされていない。理論的不定性の主要因として、光学ポテンシャルがある。本研究では、様々な標的核に対する陽子および中性子ノックアウト反応を対象とし、光学ポテンシャルの不定性が断面積にどのように現れるかを調べる。具体的には、代表的な光学ポテンシャルである Koning-Delaroché のパラメータに対してベイズ推定を適用することで、断面積に及ぼす理論的不定性を定量的に評価する。さらにこの手法を α ノックアウトにも適用し、その理論的不定性を明らかにする。

No.58：石井彩弥花

中性子反中性子振動探索に向けた低エネルギー反中性子散乱実験計画

標準理論を超えた物理としてバリオン数非保存課程である中性子・反中性子振動が理論的に予言されている。探索実験において重要なパラメータの一つである反中性子・原子核散乱長の値はこれまで直接測定されておらず、反陽子原子分光実験の結果から類推された値のみが存在する。そこで、低エネルギーの反中性子を用いた散乱長の直接評価を目指している。CERN-AD の 300MeV/c 反陽子ビームを用いた荷電交換反応 ($\bar{p}p \rightarrow \bar{n}n$) により後方生成される約 40keV (9MeV/c) の低エネルギー反中性子を用い、弾性散乱・対消滅断面積測定を計画をしている。本発表では実験の概要について発表する。

No.59：舩矢啓人

有限温度平均場模型を用いたベータ崩壊の研究

重い元素の合成には高速中性子捕縛過程 (r-process) が重要な寄与を持つと考えられている。r-process では中性子過剰な不安定な核が生成され、ベータ崩壊して安定核が合成される。r-process は超新星爆発や中性子星連星合体などの高温・高密度な環境下で起こるとされ、原子核の密度分布が熱によって変化し、ベータ崩壊の半減期にも影響を及ぼす可能性がある。本研究では、Woods-Saxon ポテンシャルを有限温度へ拡張し、温度変化に伴う原子核密度分布を計算した。得られた密度分布を用いて β 崩壊の半減期を評価し、温度上昇による密度変化が崩壊特性に与える影響を調べた。

No.60：佐々木結音

メタモデル状態方程式に基づく中性子星物質への Λ -N 相互作用の影響

中性子星は、主成分が中性子の超高密度天体である。本研究では、密度のべき級数で展開した核物質のメタモデル状態方程式 (EOS) を用いて、中性子星の質量と半径の関係を明らかにする。特に高密度になる星の内部ではハイペロン物質の出現が予想され、その影響が注目されている。そこで最も軽い Λ ハイペロンに焦点を当て、密度依存性の異なる 4 種の Λ -N 相互作用ポテンシャルを導入し、その効果を検討した。メタモデル EOS のパラメータ (非圧縮率 K 、対称エネルギーの勾配 L ・曲率 K_{sym}) を系統的に解析し、中性子星の質量と半径に与える影響を評価した。また Λ 粒子の出現への影響についても検証した。

No.61：小宮良介

微視的な 2 核子吸収ポテンシャルを考慮した $K\bar{K}NN$ 系の構造計算

中間子原子核束縛状態とは、原子核の内部に中間子が束縛した状態であり、媒質中における中間子の性質を探る 1 つの手段として研究されている。本講演では、2 核子吸収ポテンシャルを微視的に取り入れた相互作用を用いて、3 体系の $K\bar{K}$ 中間子原子核束縛状態 ($K\bar{K}NN$) の構造計算を行った結果について発表する。2 核子吸収ポテンシャルの効果が束縛エネルギーや崩壊幅に及ぼす影響、および 2 核子吸収ポテンシャルのパラメータ依存性について議論する。

No.62：三宅浩太郎

重イオン衝突におけるエキゾチックハドロン (review)

近年、X(3872)をはじめとするエキゾチックハドロンの内部構造の解明は、ハドロン物理における重要な課題となっている。本発表では、重イオン衝突で生成されるエキゾチックハドロンの収量に着目し、coalescence model と statistical model の比較を通して、その内部構造を識別する手法を紹介する。coalescence model では、コンパクトな多クォーク状態の生成収量は通常のハドロンやハドロン分子状態より抑制される一方、空間的に広がったハドロン分子状態は比較的多く生成されることが期待される。本発表は、Phys. Rev. C 84, 064910 (2011) のレビューである。

No.63：永田子龍

強磁場 QCD におけるカイラルソリトン格子 (CSL) 相：出現メカニズムと形成ダイナミクスの探究

強磁場下の QCD では、ドメインウォールの積層構造であるカイラルソリトン格子 (CSL) 相が基底状態に現れる。これはアノマリーに由来する Wess-Zumino-Witten (WZW) 項がエネルギーを下げ、QCD 真空より有利に働くためである。一方、WZW 項は全微分項で運動方程式に寄与しないため、QCD での形成ダイナミクスは未解明である。本ポスターでは、CSL の出現メカニズムと、未解明問題の解決の第一歩として考えられている一般的な CSL 形成のトイモデルである Eto-Nishimura-Nitta の模型について、[arXiv:0710.1084, 1609.05213, 2506.16354] に基づきレビューする。

No.64：宮崎信成

Green 関数法を用いた深く束縛した反陽子原子の構造と生成

反陽子原子状態は反陽子-原子核間相互作用を調べる上で重要な研究対象である。これまで主に低エネルギー反陽子ビームを用いた X 線分光により研究が進められ、反陽子-原子核間相互作用を記述する現象論的ポテンシャルが構築されてきた。しかし、X 線分光では atomic 1s 状態のような深く束縛された状態の観測は困難である。一方、 $(\bar{p}, p)$ 反応はそのような深い束縛状態を直接生成できる可能性を持ち、反陽子原子の構造や強い吸収効果を調べる有力な手法として期待される。本発表では、1 GeV/c 反陽子ビームを用いた $(\bar{p}, p)$ 反応による反陽子原子生成断面積を Green 関数法により計算した結果を報告する。

No.65：辻壮一郎

Einstein Toolkit を用いた中性子星連星合体シミュレーションにおけるクォーク・ハドロン相転移が重力波に与える影響について (Review)

中性子星連星合体から放射される重力波は、ハドロン相とクォーク相の中間密度領域における状態方程式 (EoS) に関する有力な情報を提供する。また、数値相対論シミュレーションには、一般相対論の数値計算を比較的容易に実施できるオープンソースソフトウェア基盤である Einstein Toolkit (ETK) が利用されている。本発表では、クォーク・ハドロン相転移を考慮した ETK による中性子星連星合体シミュレーションの論文 (arXiv:2308.01770) に基づきレビューを行う。加えて、論文中の重力波波形および時間周波数解析の一部再現結果について議論する。

No.66：大高駿輔

" K^-pp " 束縛状態のスピン・パリティ測定に向けた試作飛跡検出器の性能評価

J-PARC E15 実験による " K^-pp " 束縛状態の存在確認を背景に、J-PARC E89 実験では、そのスピン・パリティ決定を目的として、陽子偏極測定用検出器「Polarimeter Tracker」の開発を進めている。本検出器には 99% 以上の検出効率と約 1° の角度分解能が要求される。本研究では、プラスチックシンチレータと波長変換 (WLS) ファイバーを用いた試作検出器を製作し、宇宙線を用いた性能評価を行った。本発表では、主に E89 実験の背景と実機の最適な検出器条件について議論する。また今後の更なる開発のための展望についても報告する。

No.67：田中啓太

^{80}Zr の原子核形状の共存探索実験

我々は理研 RIBF において、 ^{80}Zr ($Z=N=40$) の変形構造に着目した実験を計画している。 ^{80}Zr は陽子数、中性子数のどちらもサブシェル閉殻近傍に位置し、様々な原子核構造の共存が観測されることが期待されている。しかしながら ^{80}Zr の変形核の励起準位は実験的に確かめられていない。我々は脱励起ガンマ線を測定することで ^{80}Zr の第二 0^+ 状態を探索することを計画している。今回の発表では RIBF 内の OEDO-SHARAQ ビームラインにおける実験の内容と、ガンマ線測定に用いる新設計の CsI シンチレータ検出器アレイ CACAO の開発状況について紹介する。

No.68：松尾純暉

高エネルギー重イオン衝突でのエキゾチックハドロンの内部構造の研究にむけて

本発表はレビュー発表である。通常の枠組みのハドロンはクォークが2つや3つで構成されるが、その枠には収まらない4つ以上のクォークからなるエキゾチックハドロンが確認されている。しかしそれらのエキゾチックハドロンの内部構造は依然未解明である。本発表では、高エネルギー重イオン衝突におけるクォークグルーオンプラズマからのハドロン生成に着目し、エキゾチックハドロンの特性を整理する。マルチクォークやハドロン分子といった内部構造の違いが生成収量等の観測量にどう影響するかについて、関連する論文をレビューする。

第 72 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・原子核パート

第二部：17:30–19:00 会場 A1 (No.69–102)

No.69：森本尊

Strings from almost nothing

通常、散乱振幅はラグランジアンから計算される。一方で、ラグランジアンを用いずに、任意の複素関数に対しユニタリー性やローレンツ不変性といった物理的要請を課し、散乱振幅となりうる関数族を絞り込む手法がある。従来、この手法を用いて弦理論の tree level での 4 点振幅（ヴェネチアーノ振幅）を導出することが試みられてきたが、この振幅を一意に定める仮定を探すことは困難だった。本発表では、これを可能にする「振幅が任意の多項式より早く減衰」と「振幅の留数が不要な零点を持たない」という仮定と、この仮定からヴェネチアーノ振幅が一意に導出されることを議論する。本発表は Phys. Rev. Lett. 136, 251601 (2026) のレビューである。

No.70：下津祐

一様磁束のかかった 2 次元トーラス上のスカラー場の真空配位

本発表は arXiv:2604.22248 のレビュー発表である。標準模型におけるフェルミオンの質量階層性問題の解決のため、磁束をもつ 2 次元トーラス型余剰次元を考える。フェルミオンの質量階層性問題とは、フェルミオンの質量が世代間で大きく異なることに理論的な説明ができない、という問題である。磁束はアハラノフボーム効果とトーラスの周期境界条件から量子化される。本模型では、トーラスの面積がある臨界面積を超えると真空期待値が非零となり、対称性が自発的に破れる。その際のスカラー場の真空配位は磁束量子数に依るため、磁束量子数 2 での真空配位を求め、その離散的対称性を調べた。

No.71：金澤素大

ゲージ・重力対応を用いた非平衡三重臨界点近傍の臨界現象と有効温度の解析

外場駆動下の非平衡定常系（NESS）における臨界現象の解明は重要な課題である。近年、ゲージ・重力対応の D3/D7 モデルを用いた解析から、NESS における三重臨界点の存在と、一部の臨界指数における普遍性の破れが報告されている。本研究ではこの破れに着目し、非平衡相転移を適切に記述するための新たな物理量の探索を目指す。具体的には、電磁場を印加した NESS を構成し、D7 ブレーンの Open-String-Metric から有効温度を導出する。そして、有効温度を新たな熱力学変数として非平衡相図の再構築を行う。本発表では、この有効温度に基づく相図の解析結果を報告し、今後の課題である新たな相図上での臨界指数の数値的評価と普遍性の検証に向けた展望を議論する。

No.72：小清水吏玖

ゲージ理論のアノマリー

場の量子論ではくりこみによる量子的補正によって古典（tree）レベルでは保たれていた対称性が量子（loop）レベルで破れることがあり、この現象はアノマリーと呼ばれる。特にゲージ対称性に関するアノマリーは理論の整合性に直接関わる重要な問題である。本発表では、ゲージ対称性から導かれる Ward-高橋（WT）恒等式を用いて、ゲージ理論におけるアノマリーの導出とその物理的意味について解説する。WT 恒等式が量子補正によってどのように破れ、アノマリーが現れるのかを概観し、ゲージ理論におけるアノマリーの基本的な性質をレビューする。本発表は「ゲージ場の量子論Ⅱ（九後汰一郎）」の内容を中心としたレビューである。

No.73：山本友翔

カイラル運動論とニュートリノによる有効的カイラル磁気効果

フェルミオンがもつ量子論的性質であるカイラリティは、磁場に沿った方向に電流が誘起されるカイラル磁気効果をはじめとする巨視的現象であるカイラル効果を引き起こす。カイラル効果は、半古典的な運動論であるカイラル運動論によって記述される。電磁相互作用のみを考慮する場合、カイラル効果の発現にはフェルミオンがカイラリティに関して非対称性をもつことが必要である。一方で、核子およびニュートリノと弱い相互作用をする電子系では、電子自身にカイラリティの非対称性がない場合でも有効的なカイラル磁気効果が誘起される。本発表では、その理論的枠組みと重力崩壊型超新星爆発に応用した例についてのレビューを行う。

No.74：伊藤優希

超弦理論のコンパクト化における深層学習：素粒子の3世代構造に寄与する特徴量の抽出

本ポスター発表は J. High Energ. Phys. 2020, 47 (2020) (arXiv:2003.11880 [hep-th]) のレビューである。超弦理論は時空が10次元になることが知られており、余分な6次元方向を観測から隠す、つまりコンパクト化する必要がある。その方法には膨大なパターンがあり、ほとんどの場合標準模型と著しく性質が異なる低エネルギー有効理論を導く。本論文では深層学習を利用することで、コンパクト化の特徴を表す2次元データを作成し、クラスター分割を実行した。その結果、3世代モデルが特定のクラスターに集まることを発見した。その特徴を調べたところ、3世代クラスターではコンパクト化した6次元多様体の第2チャーン類が18の倍数を好むこと、ヒッグスの世代数は1つではなく複数を好むことがわかった。

No.75：金田滉平

完全 WKB 解析の非線形シュレディンガー方程式への拡張

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。この非摂動的な側面を解明するための新たなアプローチとして、完全 WKB 解析を解説し、それを一次元定常非線形シュレディンガー方程式へ拡張する枠組みを提案する。Madelung 表示を採用することでストークス図を構成し、Airy 型模型および調和振動子系の分岐点構造と接続行列を解析する。さらにゼロ流束極限では Painlevé II 方程式へ帰着し、Hastings – McLeod 解が Thomas – Fermi 領域と真空を接続することを示す。

No.76：松尾実季

開弦と閉弦をつなぐ Bogoliubov 変換

開弦と閉弦は弦理論における基本的な自由度であり、それぞれ異なる境界条件をみたす。両者は異なる境界条件をもつため、モード展開や生成・消滅演算子の構造が異なる。一方、量子論においてはどちらも正準交換関係をみたしており、その違いは正準交換関係の表現の違いである。本研究では、場の量子論において表現の異なる正準交換関係を関係づける Bogoliubov 変換を用いて、Neumann 境界条件をみたす開弦と周期境界条件をみたす閉弦について考察した。開弦と閉弦の展開式についてそれぞれ内積をとることによって、それらの展開係数を Bogoliubov 変換によって関係づけ、さらにこの変換を基底状態に適用することで、開弦と閉弦の基底状態の対応を示すことができた。

No.77：奥寺隆彦

Problem in quantum de Sitter gravity (review)

エントロピーの計算に用いられる分配関数は、量子論的手法である経路積分法によって求めることができる。これを用いて、我々の住む膨張宇宙のモデルである de Sitter(dS) 時空上の重力を量子論的に理解する試みとして、3 次元 dS 時空上の重力理論における真空の分配関数を、重力定数が小さい場合の鞍点近似によって求める。ここで、3 次元重力理論におけるアインシュタイン方程式の真空解は、トポロジーの違いによって分類できるため、分配関数は、トポロジーの異なる配位の寄与をすべて足し上げることによって求められる。しかしその結果が、従来の手法では正則化できない発散を含むことが確かめられる。本発表は Castro, Lashkari, Maloney 2011 arXiv:1103.4620 に基づくレビュー発表である。

No.78：篠田健介

IKKT 行列模型のツイストとホログラフィー

Hahner – Paquette “Twisting BFSS & IKKT” のうち、主に IKKT 行列模型のツイストを紹介する。IKKT 模型は IIB 超弦理論の非摂動的定式化候補である。本論文では、その超対称ツイストを BV-BRST 形式で解析し、minimal twist 後の場の複体が点に次元縮約した holomorphic Chern – Simons 理論と一致することを示す。さらに大 N 極限で Loday – Quillen – Tsygan 定理を用い、ゲージ不変観測量が BCOV 理論、すなわち IIB 側のツイストされた閉弦セクターに対応することを説明する。

No.79：佐藤千幸

線形重力における一般化対称性と混合 ’t Hooft アノマリー

一般化対称性と ’t Hooft アノマリーは、量子場理論の赤外構造を理解する上で重要である。本発表では、線形重力における重力子と双対重力子のシフト対称性を扱う論文をレビューする。両対称性は個別にはゲージ化できるが、同時ゲージ化には障害が生じ、混合 ’t Hooft アノマリーとして現れる。Maxwell 理論との対応を通して、この構造が質量ゼロの重力子とどのように結びつくかを解説する。

No.80：増田匡志

大統一理論の検証可能性～Callan-Rubakov 効果による陽子崩壊探索～

大統一理論は磁気単極子の存在を予言するが、それらはインフレーションによって希釈されたとされる。しかし、インフレーション終了後に単極子ごく少量だけ再生成された可能性がある。特に、GUT Higgs のポテンシャルに起因した爆発的な再加熱に伴う非熱的な場の揺らぎにより、局所的な hot spot 内で一時的に大統一対称性が回復し、その過程で GUT モノポールが生成されるシナリオが考えられる。GUT モノポールは、Callan-Rubakov 効果により陽子崩壊を触媒しうる。よって、陽子崩壊探索によって GUT モノポールのフラックスに強い制限を与える事ができる。本発表では、上記のシナリオを動機として、現在のスーパーカミオカンデ制限および将来の再解析によってどの程度検証できるかを議論する。

No.81：寺下誠

鏡映の数学

鏡映群とルート系の理論は特にリー代数への応用があり様々な数学理論の核となっている。この発表では、コクセター群やコクセターグラフを紹介する。

No.82：伊藤寿志

AdS/CFT 対応を用いた摩擦力の導出

高エネルギーで大きな原子核同士を衝突させると、粘性率が非常に低い完全液体の性質を持った超高温物質が発生する。これをクォークグルーオンプラズマ (QGP) という。クォークが受ける摩擦力を求めることは、RHIC でのジェット抑制データとの比較や QGP の粘性の定量的な評価に繋がるが、量子色力学 (QCD) で計算することは困難である。AdS/CFT 対応は、強結合ゲージ理論を古典重力理論に置き換えることで、この計算を可能にする。本発表では、この対応関係に基づいて AdS 時空における南部-後藤作用を計算し、クォークが受ける摩擦力の導出過程をレビューする。

No.83：金子哲也

(A_2, A_5) 型 Argyres-Douglas 理論の Seiberg-Witten 曲線について

本発表は arXiv:1312.2684v2 と arXiv:2206.10937v2 のレビューである。SW 曲線とは何かについて簡単な解説をした後に、 $N=2$ SU(2) SQCD の SW 曲線と (A_2, A_5) 型 AD 理論の SW 曲線の間にある種の対応関係があることを紹介する。

No.84：荒木滉介

AdS 時空の構造と AdS/CFT の基礎 (Review)

Edward Witten による 1998 年の論文 [arXiv:hep-th/9802150] は、バルク重力と境界の場の理論を対応づける具体的定式化を与えた。本発表ではその基礎となる AdS 時空の構造をレビューする。光信号が有限時間で境界に到達するという因果構造が、いかにして境界値問題としてのホログラフィーを可能にしているかを整理する。

No.85：高橋祐太

超弦理論におけるミンコフスキー型・ユークリッド型経路積分の等価性と因果律

摂動的弦理論の散乱振幅計算では、通常、ミンコフスキー型経路積分に形式的に Wick 回転を適用して得られるユークリッド型経路積分が用いられる。しかし、両者の等価性は自明ではなく、経路積分の測度も含めて議論する必要がある。本発表では、摂動的弦理論の 3 つの形式 (Nambu-Goto-type, Schild-type, Polyakov-type) の等価性を示し、さらにミンコフスキー型経路積分とユークリッド型経路積分の等価性を明らかにする。その過程で、興味深いことに、anti-F-string に対応する寄与によって世界面の因果律の実現が導かれる。本発表は [arXiv:2408.04000] に基づく。

No.86：上田侑璃

擬南部・ゴールドストーン暗黒物質モデルのレビュー

現在、暗黒物質の残存量は宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) の観測から精密に測定されている。この観測量を自然に説明できる候補として、弱く相互作用する重い粒子 (WIMP) が広く支持されてきた。しかし、近年の直接探索実験により核子と暗黒物質の散乱断面積は強く制限されているため、WIMP を暗黒物質の候補とする場合は熱的残存量を満たす対消滅断面積を保ちつつ、WIMP-核子散乱を抑制する機構が必要となる。本発表では大域的 U(1) 対称性に由来する擬南部・ゴールドストーンボソン (pNG ボソン) を暗黒物質とみなすモデルのレビューを行い、対消滅断面積を保ち、散乱断面積を抑制できるメカニズムを説明する。

No.87：鈴木大暁

高次元ユニモジュラー重力によるラディオンのダイナミクス

ユニモジュラー重力 (UG) は、計量の行列式を固定する重力理論である。その対称性は時空の体積を保存するもの (Transverse diffeomorphism) に制限されるが、その運動方程式は一般相対論と等価であり、宇宙定数が積分定数として現れる。本発表では、5 次元ユニモジュラー重力をコンパクト化して得られる 4 次元重力理論を考察する。特に、次元簡約によって得られる場合と、Randall-Sundrum 型の計量を仮定した場合とを比較し、コンパクト化の半径の自由度を表すラディオン場の振る舞いを議論する。

No.88：濱田雄大

随伴フェルミオンを導入した TEK 模型について

ラージ N 極限での格子ゲージ理論は、ツイスト境界条件を課した 0 次元行列模型 (Twisted Eguchi-Kawai 模型) と等価であることが示唆されている。しかし、ゲージ理論との等価性を保証する ZN 対称性を保つためにはツイスト境界条件のパラメータのチューニングを行いながらラージ N を取る必要がある。本講演では、重い随伴表現フェルミオンにより ZN 真空が安定化された模型を提案し、その模型における真空構造と物理量の計算結果を紹介する。さらに、この模型を拡張することで、コンパクト時空上の $SU(N)$ ゲージ理論に対応する 1 次元行列模型を構成し、QCD 閉じ込め相の連続性を行列模型のレベルで示す。

No.89：伊藤隆介

Virasoro 代数の縮退表現とミニマル模型

二次元共形場理論において、Virasoro 代数の表現論は、場のスペクトルや相関関数の構造を理解する上で重要な役割を果たす。特に、ヌルベクトルを含む縮退表現は、相関関数や演算子積展開に非自明な制約を与え、ミニマル模型の構成と深く関係している。本発表では、Virasoro 代数の縮退表現とミニマル模型を中心に、ヌルベクトル、Fusion 則等に関する基本的事項を紹介する。

No.90：星野稔

背景独立な量子重力理論と宇宙論的時空

量子重力理論の候補として、背景独立な量子重力理論が挙げられる。それらは背景独立性の帰結として、空間は離散的な”時空の原子”から構成されるという描像を持つ。この離散的な描像から連続的な時空を取り出す方法として、凝縮体 (量子流体) 近似をとる手法が考えられる。近年、”時空の原子”の生成消滅を扱うことができる群場理論 (GFT) において、凝縮体 (量子流体) 近似を用いることで宇宙論的な時空を取り出す手法が研究されており、その結果として、宇宙初期の特異点が堅牢に回避されることが示唆されている。本発表では、背景独立な量子重力理論であるループ量子重力理論 (LQG) における”時空の原子”の描像を概観し、その第二量子化としての GFT からどのように宇宙論的時空が得られるのかを、先行研究 [arxiv:1602.05881] に基づいてレビューする。

No.91：松久保尚暉

マヨラナ鎖における格子並進とアノマリー

本発表では、[arXiv:2307.02534] に基づくレビューとして、 $1+1$ 次元マヨラナフェルミオン鎖の格子並進対称性と t Hooft アノマリーの関連について考察する。閉じた 1 次元の系で、格子並進演算子は一周分作用させると 1 になると期待される。しかし、奇数サイトの系では、並進演算子を一周させたとき、空間の局所性と整合する再定義では取り除けない位相が残ることが知られている。この代数構造がアノマリーと関連付けられることを見る。

No.92：須田和希

経路積分で見る宇宙の初期状態とその安定性

本稿では量子宇宙論における宇宙の波動関数の構成法についてレビューする．具体的にはアインシュタイン・ヒルベルト作用での重力の経路積分をフリードマン・ルメートル・ロバートソン・ウォーカー (FLRW) 計量の下で行い波動関数を構成する．その際に初期状態としてディリクレ境界条件，ノイマン境界条件それぞれを課した場合で波動関数を構成し，FLRW 計量からの摂動での安定性を評価する．結果ディリクレ境界条件では安定な波動関数は得られないことがわかり，ノイマン 境界条件では得られることが分かる．

No.93：山口空也

ループ量子重力における経路積分と半古典極限

素粒子標準模型は固定された背景計量を前提とする一方、一般相対性理論（GR）は計量自体を力学変数として扱う。この前提の決定的な違いを解消し、背景計量に依存せずに重力を量子化する手段の一つにループ量子重力（LQG）がある。本発表ではまず LQG の正準量子化の流れを概観し、経路積分の概念を導入する。さらに半古典極限として離散的な GR である Regge 作用が導かれるという結果についてレビューする。

No.94：白鳥佑空

AdS/CFT における smearing 関数の構成

AdS/CFT 対応とは、Anti-de Sitter(AdS) 空間上の $d+1$ 次元重力理論とその境界の d 次元共形場理論 (CFT) の間の対応である。バルク場は、境界 CFT に住む局所演算子の積分表示で与えられる (HKLL bulk reconstruction)。この積分核は smearing 関数と呼ばれ、境界演算子からバルク場を再構成する上で重要な役割を果たす。本発表では、HKLL ” Holographic representation of local bulk operators” (arXiv:0606141) をレビューし、偶数次元 AdS のグローバル座標系における smearing 関数の具体的な構成について議論する。

No.95：天田琉仁

レプトジェネシスにおける B-L breaking scalar のダイナミクスの影響

シーソー機構やレプトジェネシスにおいて、右巻きニュートリノのマヨラナ質量項は従来手で与えられるものである。本発表では、 $U(1)_{B-L}$ を自発的に破るスカラー場によって右巻きニュートリノが質量を獲得するセットアップを考え、このときにレプトジェネシスの結果がどう変わるかを単純化のもとで議論する。また、これに関連したレビューとして、同じモデルで議論できるダークマター候補を arXiv:2605.12946 に沿って紹介する。

No.96：平野勇

宇宙論的ボルツマン方程式への適用に向けた有限温度グリーン関数の定式化

有限温度の場の量子論における松原形式（虚時間形式）は、高密度ハドロン物質や初期宇宙プラズマなど、熱浴中における素粒子ダイナミクスを記述する基礎的な枠組みである。特に初期宇宙はまぎれもない有限温度環境であり、粒子の生成消滅過程においても熱浴の寄与を考慮すべきである。これを反映することで、宇宙論的ボルツマン方程式を用いた粒子の残存量のより厳密な評価が期待できる。この効果を正しく取り入れるための土台となるものが有限温度グリーン関数である。本発表では、その定式化に焦点を当て、KMS 条件に基づく松原振動数の導入や、解析接続を経て実時間の物理量を抽出するプロセスの基本的な手続きのレビューをする。

No.97：緒方颯斗

カレントを持つドメインウォールと DBI 理論におけるメンブレンの双対性（レビュー）

場の理論におけるドメインウォールの低エネルギー有効ダイナミクスは、弦理論の D ブレーンと深い類似性を持つことが知られている。例えば、内部自由度（位相）が時間依存性を持つドメインウォール「Q-kink」の有効作用は、一定の磁場を伴う DBI メンブレンと双対になる。この内部位相に空間依存性を持たせて一般化した解が「J-kink」である。J-kink は保存カレントを持ち、その有効作用は磁場に加えて電場を持った DBI メンブレンと双対になる。本発表では、J-kink ドメインウォールのカレントとブレーン上の電磁場を結ぶ対応関係を構築した論文（M. Eto, 2015）のレビューを行う。

No.98：池原一輝

Hilbert sp. の factorization と Wilson line の切断について

空間の分割に伴うような Hilbert 空間の直積分解=factorization を考えるとき、ゲージ場が存在すると直積構造をナイーブに構築することができない。これは分割された 2 つの領域をまたがるような自由度=Wilson line が存在するためである。本発表では、 CP^{N-1} モデルの下で、Wilson line が荷電スカラー場の対で定義されることを確認し、当初の目的であったゲージ場が存在する場合の Hilbert 空間の直積分解がどのように達成されるかをみる。またこのとき、ゲージ場の運動は低エネルギー極限で創発されるものであることも見る。なお、この発表は D.Harlow “Wormholes, Emergent Gauge Fields, and the Weak Gravity Conjecture” の一部をレビューしたものである。

No.99：市川周

Timelike Entanglement Entropy — 時間の創発

AdS/CFT 対応における笠・高柳公式は、空間がエンタングルメント・エントロピーから創発することを示唆している。では、時間は何から創発するのか。この問いから、時間的な領域に対して定義される timelike entanglement entropy が導入された。これは一般に複素数値をとり、その虚部が時間の創発を担うと解釈される。最後に、時間が CFT から創発する dS/CFT 対応との関係にも触れる。本発表は arXiv:2302.11695 のレビューである。

No.100：牧田遥翔

最適輸送理論の物理学への応用

近年、運動方程式やハミルトニアンといった運動を規定する量を用いない理論として、最適輸送理論という数学理論を物理学に応用する試みがある。最適輸送理論は始状態と終状態の分布、そして輸送コストを与えれば運動が決定できるため、20 世紀のハミルトニアンをベースとした量子論の書き換えか、あるいはそれを低エネルギー有効理論とするような理論である可能性が期待されている。本発表では最適輸送理論自体と、最適輸送理論を物理学へ応用した論文をレビューする。

No.101：石井照久

強い CP 問題とアクシオン質量

量子色力学 (QCD) において、CP 対称性を保存しなければならない理論的な理由は存在せず、実際にラグランジアンには θ 項と呼ばれる対称性を破るような項の存在が許される。しかし、中性子の電気双極子モーメント等の実験値等は θ 項が著しく小さいことを示している。さらに、標準模型全体を考えると、クォークの世代間混合を表す CKM 行列は CP 対称性を大きく破っており、QCD における精度は明らかに不自然である。これは標準模型を超える何らかの未知のメカニズムの存在を示唆しており、その代表的なモデルがペッチェイクイン機構である。ペッチェイクイン機構では、アクシオンと呼ばれる南部ゴールドストーン粒子を導入することで、 θ 項が自動的に 0 の停留点を持つ。本発表では、この強い CP 問題及びペッチェイクイン機構に関連して、アクシオンの理論的質量の導出についてレビューを行う。

No.102：橋本悠杜

量子力学におけるブートストラップ法を用いた数値解析

近年、新たな量子力学系の数値解析手法として、ブートストラップ法が研究されている。これは演算子を用させた状態のノルムの半正定値性とその他、数個の条件から演算子の期待値を数値的に計算する方法であり、特にエネルギー固有状態における期待値の計算に用いられている。また、シュレディンガー方程式を明示的に解かない、期待値の取りうる領域が広くなならない等、他の数値解析にない特徴も有する。本発表では、量子力学におけるブートストラップ法を数値実験の結果をもとに概説し、近年の研究の進展についても述べる。

第 72 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・原子核パート

第二部：17:30–19:00 会場 A2 (No.103–135)

No.103：鶴長慶

質量行列の対角化と Bogoliubov 変換

質量行列の対角化は、場の量子論において質量固有状態を導く基本的な操作である。本研究では二成分実スカラー場の自由理論を例に、この対角化が古典論では正準変換として理解でき、生成・消滅演算子で表すと一般に Bogoliubov 変換となることを示す。さらに場の量子論では無限自由度のため、Bogoliubov 変換後の真空は熱力学極限で元の真空と直交し得ることを説明し、古典論と量子論における変数変換の違いを考察する。最後に Majorana ニュートリノの質量行列の対角化にも同様の Bogoliubov 構造が現れることを示し、スカラー場との対応を議論する。

No.104：山本芳樹

ブラック 6 ブレーンの量子補正について

超弦理論の低エネルギー極限である超重力理論において、その古典解であるブラックブレーン解はゲージ重力対応の検証に重要であるが、弦の振動による補正項やループ効果からくる量子補正項を含めてゲージ重力対応が成り立つかどうかは非自明な問題である。先行研究では、D0 ブレーンについて補正の 1 次まででよく調べられてきたが、他の D ブレーンについては R-R 補正項がよくわかっていないため解析ができていない。ブラック 6 ブレーン解は 11 次元に持ち上げるとカルツァ-クラインモノポールと呼ばれる時空の計量のみを用いて記述できるため、D0 ブレーンと同様に 11 次元時空の重力補正項のみで解析可能である。具体的には、11 次元量子補正項としてリーマンテンソルの 4 乗項が知られており、本発表ではこれを用いて量子補正を含めたブラック 6 ブレーン解の構築と、質量やエントロピーがどのような補正を受けるかを調べる。

No.105：木村優斗

量子誤り訂正と AdS/CFT 対応

AdS/CFT 対応では、バルクのある点の情報は境界に冗長的に記録されており、境界の一部が失われても、その点の情報を復元できる。この性質は、守りたい量子情報をより大きなヒルベルト空間に冗長的に符号化することで、一定のエラーまでなら元の量子情報を復元できるという量子誤り訂正の性質と同じである。この構造の一致は、AdS/CFT 対応を量子誤り訂正の文脈で理解できる可能性を示唆している。量子誤り訂正を用いて AdS/CFT 対応の特徴を捉えたトイモデルである HaPPY 符号を用い、バルクの再構成の仕組みを説明する。本発表は、[arXiv:1503.06237v2] に基づくレビューである。

No.106：倉増翔

AdS/CFT を用いた閉じた宇宙の解析

境界のない閉じた宇宙に対する量子重力理論は未解明な部分が多い。本発表では、AdS/CFT 対応を利用して閉じた宇宙を解析する手法 [1] についてレビューを行う。具体的には、2 つの純粋 AdS 時空をシュルで張り合わせることで、バルク内に閉じた宇宙を構築する過程を解説する。この操作は、双対な CFT 側において TFD 状態に局所演算子を挿入し、部分的にエンタングルした PET 状態を作ることと等価である。本レビューを通じて、閉じた宇宙が CFT 側でどのように記述されるかを整理する。[1]Stefano Antonini, Martin Sasieta, Brian Swingle, “Cosmology from random entanglement,” arXiv:2307.14416 [hep-th], 2023.

No.107：山本雄太

スペクトル系列を用いたアノマリーの計算

TBA.

No.108：吉野瑛隼

O(N) 非線形シグマ模型の摂動展開と低エネルギーの寄与について

QCD の非摂動的な解析計算は困難であるため、トイモデルとして QCD と同じく漸近的自由性を持つが、非摂動展開である $1/N$ 展開が容易である O(N) 非線形シグマ模型を用いた計算が行われている。QCD で分かっている情報である摂動展開係数から非摂動的な寄与を考えるために、完全解が分かる非線形シグマ模型の摂動展開係数から非摂動的な寄与を考えられるかどうかを考える。本発表では、まず非線形シグマ模型の $1/N$ 展開と低エネルギー展開を比較している論文のレビューを軽く行い、次に摂動展開と $1/N$ 展開の比較方法について解説を行う。

No.109：太田優斗

素粒子標準模型と Minimal SU(5) Model の大統一の研究

自然界には 4 つの力がある。そのうち 3 つの力を記述した標準模型は観測データを高い精度で再現している。一方、パラメータの多さ、電子の量子化等多くの課題を抱えている。このことから標準模型を超える理論、大統一理論があると考えられている。本論文では、数ある大統一理論のうち、Minimal SU(5) Model について取り上げる。はじめに、標準模型の概要を説明した後、そこで登場した素粒子たちが大統一理論ではどのように記述されるのかを明らかにしていく。このポスター発表は既出の書籍や論文を基に作成したレビュー発表です。

No.110：栗原雅

TTbar-変形・root TTbar-変形の幾何学的定式化と Courant-Hilbert 構成法

TTbar-変形は 2 次元時空上で定義されたエネルギー・運動量テンソルに由来する変形であり、可積分性を保つ irrelevant な変形として注目されている。また、Courant-Hilbert 構成法は 2 次元主カイラル模型の可積分変形が満たす条件と等価であり、変形の自由度に TTbar-変形を含むという特徴がある。本発表では、TTbar-変形及び TTbar-変形と可換な root TTbar-変形の幾何学的定式化 (arXiv: 2405.03465 に基づく) と CH 構成法 (arXiv: 2509.22080 に基づく) のレビューを行い、CH 構成法による幾何学的定式化の拡張を提案する。

No.111：佐藤龍政

ミューオンコライダーにおける t チャネル特異性の解析的取り扱い

散乱過程では、t チャネルの中間粒子がオンシェルとなる場合に特異性が現れ、精密断面積計算の妨げとなる。本講演では、オンシェル寄与を解析的に抽出・分離することで特異性を扱う手法を紹介する。さらに、この処方をミューオンコライダーで重要な $\mu^+\mu^- \rightarrow e\nu W$ 過程へ適用し、数値計算の現状と今後の高精度理論予測への展望について報告する。

No.112：才川汐莉

共形場理論の代数構造

レビュー発表になります。今の所有理共形場理論の構成に関するデータは圏における代数構造で与えられるという話を特にモジュラーテンソル圏に着目して行う予定です。

No.113：牛島紬裕

't Hooft flux を伴うトーラスコンパクト化の定式化と応用

空間の一部をトーラスにコンパクト化したゲージ理論では、遷移関数を用いてゲージ場に twisted boundary condition を課することができる。ここに現れる 't Hooft flux を用いてゲージ対称性の破れや QCD へ応用する研究についてレビューする。本発表は主に [arXiv:0705.2410][arXiv:2201.06166] 等に基づく。

No.114：森田颯一郎

中心電荷 $c \leq 16$ におけるカイラルフェルミオン CFT の分類 (Review)

arXiv:2303.16917 のレビュー。本論文では、スピン構造をもつフェルミオン理論の分類問題をボゾン化によってボゾン理論の分類問題へ帰着し、既存の分類結果を活用することで、中心電荷 16 以下のカイラルフェルミオン CFT の完全分類を実現している。さらに、この結果を応用することで、1980 年代後半に得られた non-susy な 10 次元ヘテロティック弦理論の分類が完全であり、未発見のエキゾチックな理論が存在しないことが示される。本発表では、分類の基本的なアイデアとその物理的意義について解説する。

No.115：近藤隼丞

F-theory and orientifold

10 次元 IIB 型超弦理論は摂動的定式化に基づく理論であり、強結合領域ではその記述が破綻する。F-theory は、アクシオディラトンを楕円曲線の複素構造として幾何化することで、強結合領域を扱えるようにした理論的枠組みである。本発表では、F-theory の導入を簡単に述べた後、Sen の論文 [arXiv:hep-th/9605150] に沿って K3 曲面上の F-theory を紹介する。さらに、Orientifold 極限において現れる D7-brane と O7-plane の構成、および Seiberg – Witten 理論との対応について述べる。

No.116：中谷快

Hilbert 級数を用いた有効場理論の演算子基底決定法と暗黒物質現象論への応用

Hilbert 級数を用いた有効場理論 (EFT) の演算子計数法に関するレビュー発表である。ダークマター (DM) 現象論における新物理の探索では、EFT に基づくローカル演算子の網羅的記述が重要となる。しかし、部分積分や運動方程式による冗長性のため、独立な演算子基底の決定は容易ではない。この問題を多項式環や表現論 ($SL(2, \mathbb{C})$) へマップし、Hilbert 級数として系統的に扱う。同手法の基礎的な枠組みを整理し、将来的に DM 現象論へ適応・応用することを考える。

No.117：土屋祐次郎

二次元球面を用いた余剰次元モデルの構築

標準模型は素粒子物理学の基礎を支える重要な枠組みであるが、未だ理論的起源の不明なパラメータが存在するという問題を抱えている。この問題意識のもと、時空を 4 次元に余剰空間を付加した高次元時空上でラグランジアンを構成し、その後 4 次元の有効理論へと次元縮約を行う余剰次元モデルが広く研究されている。代表的な次元縮約手法として、Honda et al. (2025) による背景場法と、N.S. Manton (1979) による CSDR (Coset Space Dimensional Reduction) 法が存在する。本発表では、まずこれら二つの手法の比較を行い、球面上のゲージ場をホッジ分解した際に現れる調和項（ゼロモード）に着目し、背景場法が CSDR 法を内包していることの説明をする。さらにその調和項がラグランジアンに与える影響について考察する。

No.118：村山祐明

線分上の BFSS 理論における、三点振幅の厳密評価

M 理論の非摂動的定式化として期待されているものの一つに BFSS 行列模型がある。BFSS 行列模型は $D=10$, $N=1$ SYM を 1 次元に次元簡約したもので、力学変数が行列の量子力学である。本研究では、BFSS 行列模型を線分上で定義することに成功した。更に線分上で定義された BFSS 行列模型に対して、局所化を適用することで 3 点振幅を厳密に評価することに成功した。局所化とは、超対称性がある場合に適用できる評価方法であり、分配関数を非摂動的に解析することができる。最後に今後の展望として Nahm 方程式について議論する。本発表は [arXiv:2602.11667] に基づく。

No.119：鈴木翔太

Black hole as a multipartite entangler: multi-entropy in AdS_3/CFT_2

近年、多体エンタングルメントの重要性が認識され始め、多体エンタングルメントを定量化する指標として multi-entropy が提案された。本研究では、 AdS_3/CFT_2 において純粋 BTZ ブラックホールの多体エンタングルメント構造を multi-entropy およびその真の multi-entropy を用いて解析する。その結果、高温極限では真の 3 体 multi-entropy が体積則に従うこと、さらに 1 つの部分系が全体の半分を超えると体積則に従う 3 体エンタングルメントの寄与が消失する相転移が現れることを示す。また、この振る舞いと Haar ランダム状態との関係について議論する。本発表は arXiv: 2512.21037 に基づく。

No.120：姉崎光希

実時間有限温度相関関数から見る AdS/CFT における Eternal Black Hole の情報喪失問題

Eternal BTZ ブラックホール時空は二つの漸近 AdS 境界を持ち、 AdS/CFT 対応において、相互作用しない二つの共形場理論 (CFT) を thermofield double (TFD) 状態に置いた系によって記述される。large N 極限に対応する漸近 AdS 時空上の古典重力記述から、左右の境界に挿入した演算子の実時間有限温度相関関数を求めると、実時間方向に指数関数的に減衰し、late time ではゼロに近づく。一方、コンパクトな空間上の finite N の CFT では、ユニタリな時間発展の下で相関関数は概周期的な振る舞いを示す。したがって、古典重力理論から AdS/CFT 対応を用いて導出される相関関数の振る舞いは、late time において large but finite N CFT の予言と一致しない。この食い違いは、eternal black hole における情報喪失問題の一つの現れとみなすことができ、finite N 効果に対応する非摂動的な量子重力補正や、古典的なブラックホール時空以外の幾何からの寄与が重要であることを示唆している。本発表では、J. Maldacena, “Eternal Black Holes in AdS ,” arXiv:hep-th/0106112v6 に基づき、この問題を議論する。

No.121：森田隆介

量子重力理論におけるランダム性と幾何

従来、ブラックホールの離散的なエネルギー準位を時空幾何から説明する試みでは、スペクトル形状因子の長時間プラトーに対する種数展開が発散的となる問題があった。本発表は、長時間・高状態密度の二重スケーリング極限を導入し、有限の収束半径をもつ新たな種数展開を提案する <https://arxiv.org/abs/2210.11565> をレビューする。さらに、周期軌道のエンカウンターと JT 重力のモジュライ空間を対応づけ、種数 1 の完全積分により低エネルギー発散が相殺され、有限で非零の結果が得られることを見る。

No.122：中野力駆

背景磁場を持つコンパクト化におけるモジュラー対称性と非可逆的性質

背景磁場を伴うコンパクト化による、磁化 D ブレーン模型ではモジュラーフレーバー対称性を持つことが知られている。異なる Scherk-Schwarz 位相を持つゼロモード波動関数はモジュラー変換により互いに移り変わるが、一般的なモデルではすべての位相を持つモードそれぞれが現れず、従来の群的な対称性としてモジュラー対称性は破れている。しかし、湯川結合をモジュラー形式で書くことができるため、モジュラー対称性は理論をコントロールしている。本研究では、この非可逆的な性質を明らかにし、磁場の値を定めたときのモジュラー変換の具体例や現象論的な応用についても調べる。

No.123：芦田尚大

L_∞ 代数を用いた共変位相空間形式の定式化

本ポスター発表では、V. Bernardes らによる論文 "Covariant phase space and L_∞ algebras" (arXiv:2506.20706) のレビューを行う。物理系の記述において位相空間とシンプレクティック構造の定式化は不可欠だが、弦の場の理論のような非局所的モデルでは微分構造の扱いが困難となる。そこで、場の理論を L_∞ 代数で再定式化し、ラグランジアン of 微分に依存せずにシンプレクティック形式を定義する手法を提案する。

No.124：堀之内三起

インスタントンと高密度 QCD における軸性対称性の近似的回復について

量子色力学 (QCD) において、ゲージ場のトポロジーは重要な役割を果たすことが認識されてきた。なかでもインスタントンは、軸性異常に伴う $U(1)_A$ 対称性の破れを理解する上で重要である。本ポスターでは以下の順序でレビューする。まず量子力学におけるインスタントンを概説したのち、QCD におけるインスタントンとそれに起因する相互作用である 't Hooft 相互作用、軸性異常との関連について解説する。さらに、高密度極限において 't Hooft 相互作用がべき則的に抑制されることで、低エネルギー物理において軸性異常による効果が弱まり、 $U(1)_A$ 対称性が近似的に回復することを議論する。

No.125：西木結菜

t Hooft Anomaly Matching が導くカイラル対称性の破れと Anomaly Inflow による理解

QCD のカイラル対称性は、なぜ破れ「なければならない」のか。't Hooft は naturalness の観点から、閉じ込めが起こるにもかかわらずカイラル対称性が自発的に破れないならば、IR 有効理論には質量ゼロの複合フェルミオンが存在しなければならないと論じた。さらに、't Hooft anomaly が RG flow で不変であり、UV と IR で一致するという anomaly matching 条件に重いクォークのデカップリング条件を組み合わせると、color SU(3)、flavor 数 3 以上の QCD では対称性非破れの仮定は矛盾し、自発的対称性の破れが要請される。本発表ではこの背理法を概説するとともに、anomaly inflow の立場から、アノマリーが RG flow で不変である理由をバルク SPT 相の位相不変量との対応を通して説明する。G. 't Hooft (1979) および Callan-Harvey (1985) のレビュー。

No.126：赤井謙太

Gogny エネルギー密度汎関数に基づく陽子・中性子チャネルの有限振幅法の開発と電荷交換反応への応用

原子核の β 崩壊率は、中性子過剰核の構造や r プロセス元素合成を理解する上で重要な物理量である。その評価には、 β 崩壊を支配する電荷交換遷移強度の計算が不可欠であり、陽子・中性子チャネルの有限振幅法 (pnFAM) はこれを効率的に計算できる手法である。本研究では、有限レンジ Gogny エネルギー密度汎関数に基づく pnFAM の開発を進めている。本ポスターでは、開発中の Gogny pnFAM の概要と複数の原子核に対する電荷交換遷移強度の計算結果を示す。さらに、Skyrme 汎関数に基づく pnFAM との比較を通して Gogny 汎関数の特徴を議論し、今後の大域的 β 崩壊計算への展望について述べる。

No.127：若林直央

カイラル摂動論によるバリオン 10 重項散乱の形式論 (Review)

本発表では、論文 [J.Haidenbauer, et al. “Scattering of decuplet baryons in chiral effective field theory.” The European Physical Journal C, 2017] についてのレビューを主に行なう。ハドロン物理学において、ダイバリオンの存在可能性が長年議論されている。これに関して、近年の $\Omega\Omega$ 、 $N\Omega$ 散乱に対する lattice QCD シミュレーションの結果、ダイバリオンを生成するほどに強い引力相互作用が発見された。本論文では、カイラル摂動論でバリオン 10 重項散乱を記述し、 $\Omega\Omega$ 、 $N\Omega$ 、 $\Delta\Delta$ 系などに対して、ダイバリオン探索や 2 体バリオン散乱の位相のずれの計算をしている。本発表では、最新の lattice QCD シミュレーションの結果に基づいてパラメータをアップデートし、また $\Omega\Delta$ 、 $\Omega\Xi^*$ 系など他の可能性についても議論する。

No.128：岡林虎秀

JLab における崩壊 π 中間子分光法を用いたハイパートライトン寿命測定に向けた TOF 検出器の開発

最も単純な Λ ハイパー核であるハイパートライトンは、その寿命について、束縛エネルギーから予測される理論値と近年の実験結果との間に不一致が報告されており、その寿命の精密測定が求められている。我々の実験グループは米国 Jefferson Lab で準備中の Decay Pion Spectroscopy (DPS) 実験に向け、シンチレータを用いた高分解能飛行時間 (TOF) 検出器の開発を進めている。本実験で、 Λ ハイパー核の崩壊時に放出される π 中間子の検出にあたり、約 100 ps の時間分解能を目指している。本発表では、DPS 実験の概要と TOF 検出器のセットアップを紹介するとともに、時間分解能向上に向けた解析手法およびその評価結果について報告する。

No.129：松永直樹

L μ -L τ 模型によるハッブルテンションの解決

宇宙論において、宇宙の膨張率を特徴付けるハッブル定数を巡り、近傍宇宙の直接測定と宇宙マイクロ波背景放射観測などの間接測定から得られる値の間に生じる約 4.4 σ の不一致は、「ハッブルテンション」として知られる重大な未解決問題である。この問題を解決すべく、現在様々な理論的アプローチが試みられている。本発表では、まず特に有力視されている「初期宇宙における相対論的粒子の追加」および「初期ダークエネルギーの導入」の二つのアプローチを概観する。その上で、具体的な試みとして、MeV 程度の質量をもつ新たなゲージ粒子 Z' を導入した L μ -L τ 模型に基づき、ハッブルテンションの解消を目指す手法についてレビューする。

No.130：武山尚人

sdf-IBM-2 による ^{150}Nd の低励起正負パリティ状態と八重極相関の解析

本研究では、陽子・中性子ボソンを区別した sdf-IBM-2 模型を用いて、 ^{150}Nd の低励起正負パリティ状態を解析する。sd-IBM-2 部分には先行研究のパラメータを基準として用い、f ボソン自由度を導入することで負パリティ状態および八重極相関の記述を試みた。生成消滅演算子から構成したハミルトニアンを $M=0$ 部分空間で対角化し、エネルギースペクトル、角運動量、パリティ、および f ボソン数期待値を評価した。得られた結果から、低励起負パリティ準位の再現性と 0_2^+ 状態に含まれる八重極自由度の寄与について議論する。

No.131：吉森晴

中性子星と高密度 QCD

近年、大きな質量を持つ反面、半径は標準的なサイズにとどまる「硬い」状態方程式を持つ中性子星が観測されている。この硬い中性子星の存在は、高密度領域におけるクォーク物質とハドロン物質の相転移が、一次相転移ではなくクロスオーバー型の相転移であることを強く示唆している。そこで、パウリの排他率による状態の飽和を考慮することで、クォークとハドロンの自由度が自然に切り替わり、中性子星の硬化を説明できるセットアップについて議論する。本発表は arXiv:2606.00943v1 のレビューである。

No.132：宮本太志

グルーオン飽和と非平衡物理との関連について

量子色力学に特有の現象の一つとしてグルーオン飽和というものが予想されている。これは高エネルギーの原子核において、グルーオンの分裂・再結合の効果によって内部に存在できるグルーオンに上限が生まれ、飽和状態になるという現象であり、今後計画されている Electron-Ion Collider(EIC) 実験においてその有無を検証することが目指されている。一方、この分裂・再結合の過程は非平衡物理における時間発展のダイナミクスと類似性があることが知られており、その応用によって理解が進められてきた。本発表ではそれらの関連について紹介する。

No.133：古川慎基

Physics-Informed Neural Networks を用いた無限領域での電磁場計算

現在我々は、PINNs(Physics-Informed Neural Networks) を用いた無限領域における古典ゲージ場の計算を行っている。万能近似定理より、適切な設定のニューラルネットワークは任意の関数を任意の精度で近似できることが知られている。実際には、損失関数を最小化するようにニューラルネットワークのパラメータを最適化することで近似したい関数を学習する。PINNs とは、偏微分方程式を損失関数に組み込み、その解をニューラルネットワークに学習させるフレームワークであり、メッシュフリーであるなどの利点を持つ。今回は、これを静止した電荷、定常電流、振動する電荷などが作る電磁場の計算に適用した場合について考える。

No.134：小野真寛

Model H における保存密度と秩序変数の非平衡緩和

Model H では、非保存秩序変数の緩和が保存密度および流体的自由度と結合する。本研究では、非平衡初期状態からの時間発展を計算し、秩序変数の分散、保存密度の揺らぎ、相関長の時間変化を調べる。両者の緩和時間の違いと相互作用を可視化し、保存則が臨界近傍の緩和を遅らせる過程を検討する。

No.135：坂本コナン

Continuity between nuclear superfluid and quark colour superconductor

QCD 相図の低温高密度領域では、フェルミ面上でのクーパー対形成により二フレーバーカラー超伝導(2SC) 相への転移が予想される。この相ではカラー対称的な斥力相互作用のため一部のクォークがギャップを持たないが、高次摂動効果により大きな角運動量チャンネルで対形成が可能であることが知られている。本研究では極限的高密度領域でのクォーク間相互作用頂点のくりこみ群方程式を解析し、優勢な部分波が 3P_2 チャンネルであることを示した。これは中間密度の中性子超流動相と同じ量子数であり、ハドロン相からクォーク相への対称性を保った連続的なつながり、すなわちハドロン-クォーク連続性を示唆する結果である。