

ただの電磁気学について話します！！！！

Maxwell場はなぜ無質量なのか？

Maxwell理論の1-form対称性とは？

Maxwell理論のアノマリーとは？

電磁気学，舐めたらあかん……

2. Ξ 共鳴状態のスペクトルに対する閾値効果

東京都立大学原子核ハドロン物理研究室 西淵 拓磨

共同研究者 兵藤 哲雄

Ξ 共鳴状態とは？

$\Xi(uss, dss)$ の励起状態, 時間が経つと Ξ へ崩壊

実験での生成が難しく、 $\Xi(1620)$ と $\Xi(1690)$ は長らく
その性質はよく分からなかった

そうした中で...

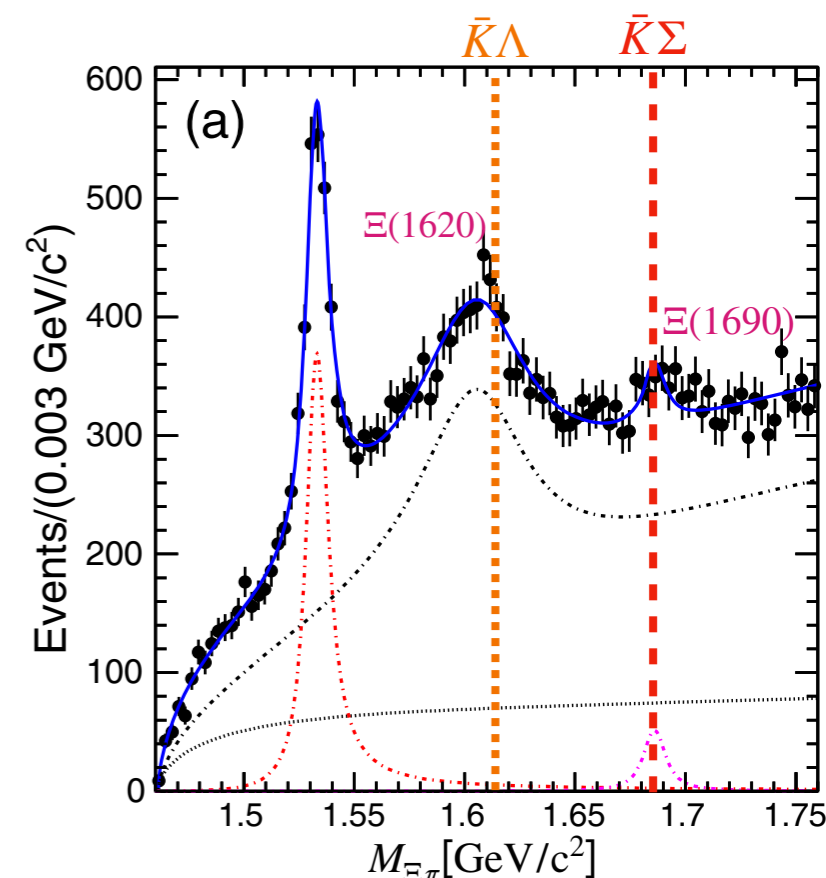
2019年、Belle実験において
 $\Xi(1620), \Xi(1690)$ のピークが観測される

➡ 詳細なデータに基づいた理論解析の準備が整った

しかし、実験データでのfitは閾値効果を考慮していない

閾値効果を考慮した理論模型を用いて、実験で用いられたfitと比較

$\Xi(1620), \Xi(1690)$ における閾値効果を確認する



$\Xi_c \rightarrow \pi\pi\Xi$ 崩壊中の $\pi\Xi$ 不変質量分布

[1]より引用

位相的場の量子論の導入

京都大学 基礎物理学研究所 M1 田中隆寛

まず、 $N = 1$ 超対称性と $N = 2$ 超対称性について見る。

次に、位相的場の量子論と何かを紹介した後、そのためには理論がどのような条件を満たせばよいかについて見る。

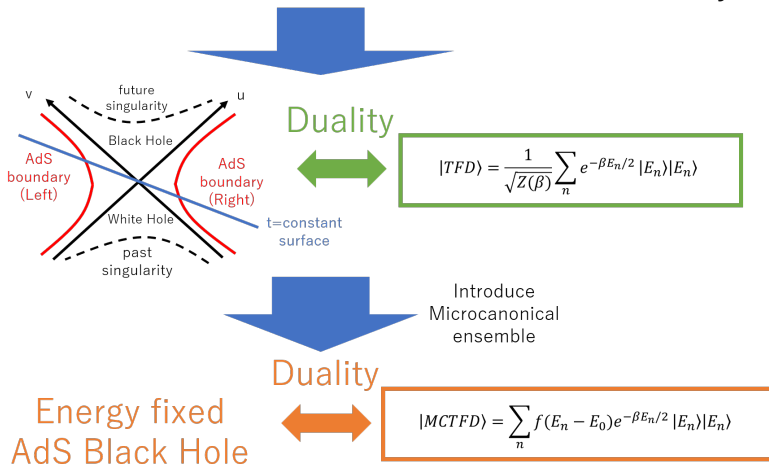
最後に、冒頭の $N = 2$ 超対称ゲージ理論にトポロジカルツイストして得られる位相的場の量子論について簡単に紹介する。

今回の発表は

<http://www.pdmi.ras.ru/EIMI/2013/Cohomology/lect/mm.pdf>

に基づいて行う。

“Microcanonical ensemble” in thermal Gravity



Hadronic Vacuum Polarization とミュオン g-2

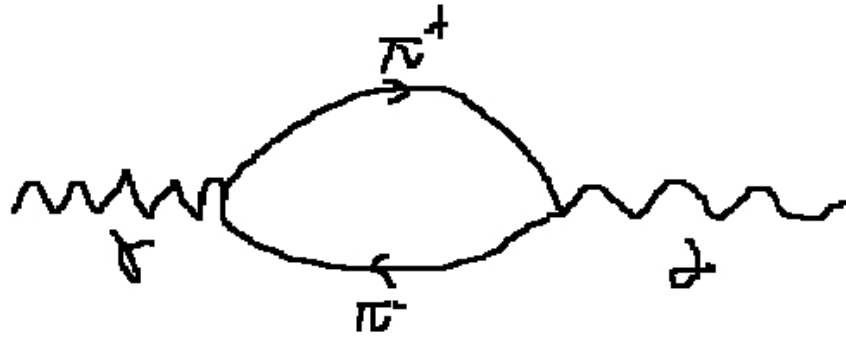
ミュオン g-2: ミュオンの g 因子に対する量子補正 $a_\mu = a_\mu^{QED} + a_\mu^{QCD} + a_\mu^{EW} + a_\mu^{BSM}$

$$\mu = g \frac{q}{2m} S$$



相対論的量子力学 → g=2
場の量子論 → 量子補正 → g>2

異常磁気モーメント $a_\mu^{QCD(HVP)} = \frac{g-2}{2}$



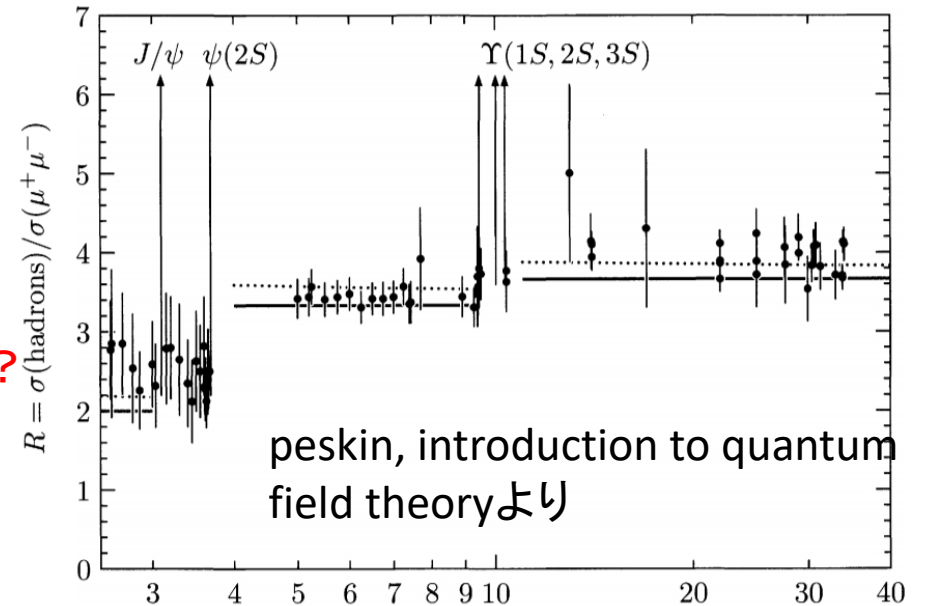
理論値と実験値の誤差は何σ?

- chiral perturbation theory
- ベクトルメソン

$$a_\mu^{QCD(HVP)} = \int_{4m_\pi^2}^{\infty} R(s) K(s)$$



R-ratio のグラフを再現出来る?

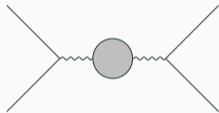


電弱精密測定 ～ W boson を中心にして ～

名古屋大学 E 研 M1 坂野達哉

W boson mass + 他の電弱測定量への新物理の寄与はどのように調べるのか？

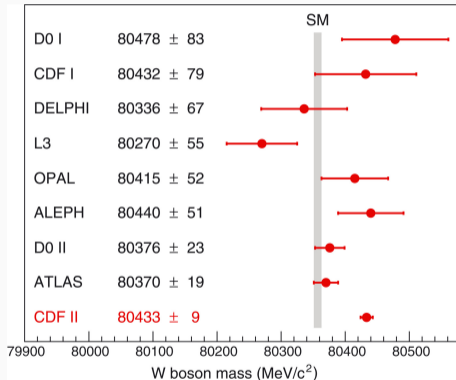
- Oblique correction



- Peskin-Takeuchi parameter

S, T, U

+ S, T, U と W boson mass の関係

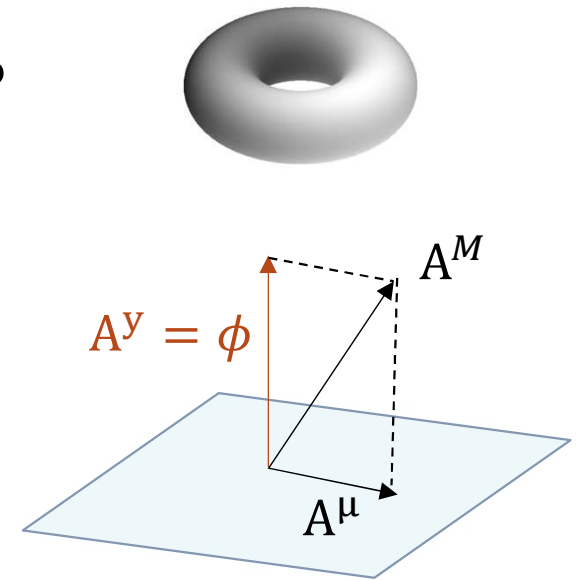


CDF, Science, 376, 170-176(2022)

■ Flux compactification and naturalness

大阪公立大学 素粒子論研究室 名子明朗

- 高次元理論において、
ゲージ場の余剰次元成分から生じる背景磁場をmagnetic flux という
- fluxが含まれる余剰次元空間をトーラスにコンパクト化する
⇒ flux compactification
- ゲージ場の余剰次元成分をスカラー場とみなす
 - ゼロモードは Wilson-line スカラー と呼ばれ、
Higgs粒子の候補の1つとされている
- fluxによって並進対称性が破れ、WLスカラーの質量補正が1 loopレベルでゼロ



WLスカラー = 擬南部-Goldstoneボソン

Island 公式と Uhlmann 位相：古典ブラックホールの位相空間の復元

review of arXiv:2011.07086[hep-th]

小林 元(Hajime Kobayashi), 京大基研宇宙 M1

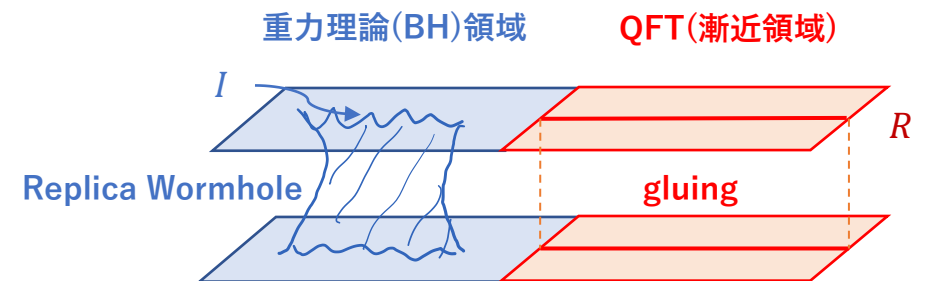
- ブラックホール(BH)は、事象の地平面に比例する熱力学的エントロピーを持つ $S_{BH} = \frac{A}{4G_N}$
- BHが温度を持つ \Rightarrow 熱的な輻射を放出(Hawking 輻射): 事象の地平面近傍での粒子生成
- BH + 輻射全体としてユニタリー発展 $H_{tot} = H_{BH} \otimes H_R \Rightarrow$ 相関の尺度: エンタングルメントエントロピー(EE)
- 2019年頃の進展: BHを含む時空において、半古典的な計算でユニタリ性と整合するEEの公式の発見 (**Island公式**)

$$S_{EE}(\rho_R) = -\text{tr}(\rho_R \log \rho_R) = \min_I \text{ext} \left[\frac{\text{Area}(\partial I)}{4G} + S_{QFT}(I \cup R) \right]$$

How to derive: replica法 $\rightarrow S_{EE}(\rho_R) = -\lim_{n \rightarrow 1} \frac{\partial}{\partial n} \log \text{tr}(\rho_R^n)$

$\text{tr}(\rho_R^n)$ の計算: 時空をコピーしてQFT領域 R で張り合わせる。
 \Rightarrow 重力理論の経路積分に現れる Replica Wormholeの寄与を加える

同じ手法を異なる時刻の輻射の間のfidelityの計算に使う

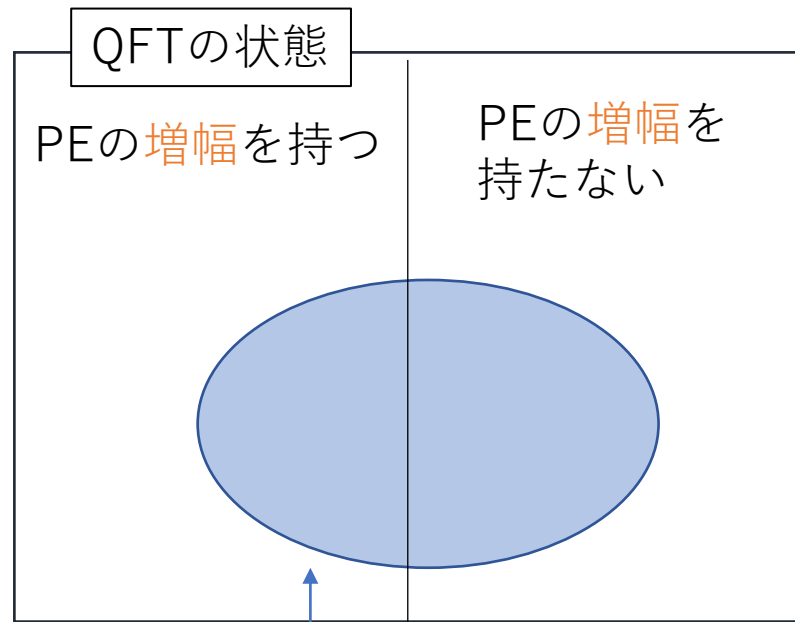


- Berry位相の混合状態への一般化としてUhlmann位相を得る
- その曲率が古典極限で領域 $I \cup R$ におけるシンプレクティック2-形式と対応 \Rightarrow BH内部の位相空間の再現
- 混合状態におけるholonomy, 量子距離としてのUhlmann位相から重力場を含む時空のダイナミクスを得る
 \Rightarrow **entanglementからの時空の創発**: 量子情報をもたらす重力理論の新たな側面
物性など他分野の知見も生かしさらなる探求が期待される。

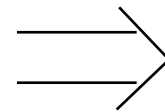
擬エントロピー(PE)は holography (AdS/CFT対応)の文脈で近年発見された量子情報量であり、エンタングルメント・エントロピーのある種の一般化になっている。

しかし、擬エントロピーそのものの基本的性質はまだ十分に理解されていない。この論文では、擬エントロピー特有の性質の1つである「増幅」について様々な系で解析を行った。

擬エントロピーの増幅は弱値の増幅と関連している。

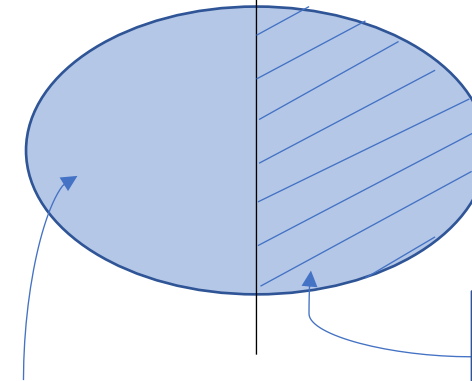


重力双対(AdS)を持つ理論で定義された状態



増幅 有

無



AdSの古典時空を記述できる状態

量子効果(非摂動効果を含む)
弦理論(spin>2の場合)

が無視できない時空を記述

ポスターNo.9 Bootstrap法を用いた量子力学の新たな計算手法
筑波大学素粒子論 D1 菅野聡

Markov chain Monte Carlo(MCMC)法



- Markov Chain
- 重点サンプリング
- メトロポリス法
- 詳細釣り合い条件
- ジャックナイフ法

Bootstrap法



$$\begin{aligned}\langle E|HO|E\rangle &= \langle E|OH|E\rangle = E\langle E|O|E\rangle \\ \langle E|[H,O]|E\rangle &= 0 \\ \text{対称性からの制限} \\ \langle E|O^\dagger O|E\rangle &\geq 0\end{aligned}$$

数値計算のための勉強をしなくても理解できる!!

行列模型は行列のサイズ N を大きくする極限(large N limit)で弦理論の完全な定式化の候補!!

Bootstrapはlarge N を直接見ることができる

バリオン数非対称性の謎

観測バリオン数 (バリオン密度 / 光子密度)

$$\eta_B^{obs} = \frac{n_B}{n_\gamma} = 5.8 - 6.5 \times 10^{-10} \quad \text{PDG (2020)}$$

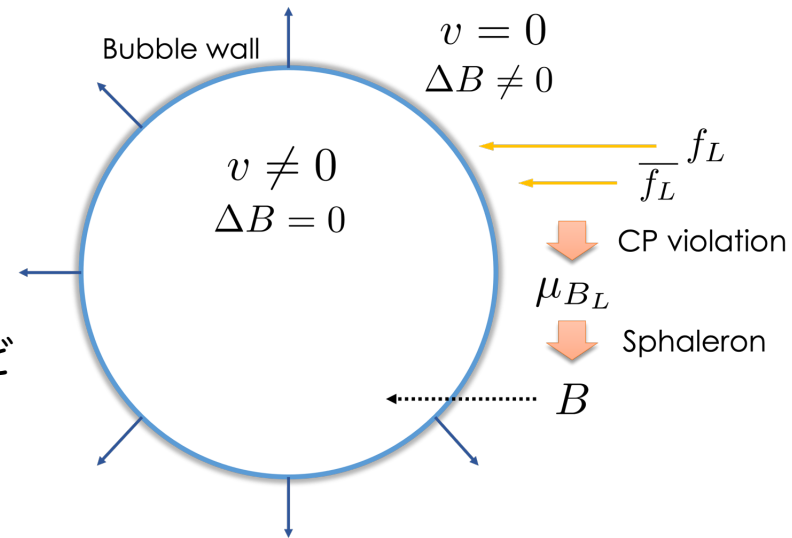
標準模型では説明不可能

電弱バリオン数生成：電弱スケールにおけるバリオン数生成



将来の実験で検証可能
しかし、実験的制限も多い

コライダー、フレーバー、EDM実験など



現在の制限の下で、観測バリオン数を説明するシナリオについて議論する

12. ゲージ/重力対応による中性子星のレシピ ～ストレンジクォークを添えて～

阪大・RCNP D1 岩中章紘

藤井大輔(RCNP)・保坂淳(RCNP)

酒井忠勝(名大)・橘基(佐賀大)

30
min.

中性子星の中には、
何があるんだらう

- ・ 素核両者歓迎
- ・ 数式少なめ

Seesaw Mechanism for Neutrino Mass

名古屋大学 M1 柴田啓伊

Neutrinoの性質

- left handed neutrinoとright handed antineutrinoのみが見つかったている
- neutrino振動→質量がある
- 他の荷電fermionに比べ極端に軽い

neutrino massの性質を説明するモデルがいくつかある
→seesaw mechanismについて考えてみる

$$M_{LL}^I = -\frac{m_{LR}(m_{LR})^T}{M_{RR}}$$

等.....

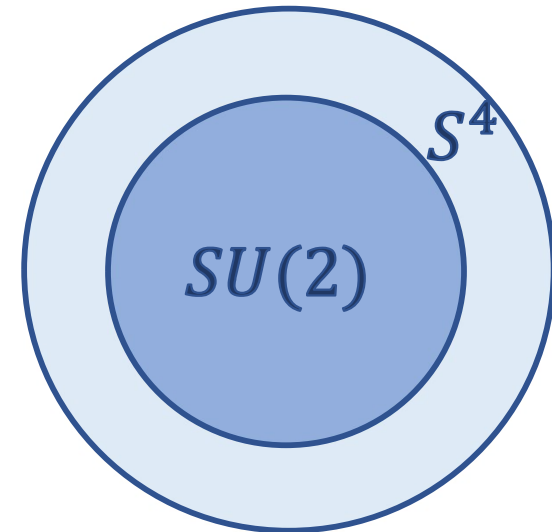
SU(2)アノマリー

Witten "An SU(2) anomaly (1982)

濱近諒 (大阪公立大学 数理物理 M1)

SU(2)ゲージ理論には、非摂動アノマリーがあることを導く

ゲージ変換の大域的性質
に注目して考える



Gauge coupling unification

N.Maekawa.
Prog.Theor.Phys. 107(2002)597-619

with anomalous U(1) gauge symmetry

Review!!

谷井大樹 名古屋大学E研 M2

大統一理論(GUT)

標準模型(SM)のゲージ群を統一
BSMの候補の1つ

超対称性理論(SUSY)

fermionとbosonの間に対称性を導入
実験では見つかっていない、、、

モデル： $SO(10) \times U(1)_A$ SUSYGUT

対称性の破れ方

$SO(10) \times U(1)_A$

→ $SU(3)_C \times SU(2)_L \times SU(2)_R \times U(1)_{B-L}$

→ $SU(3)_C \times SU(2)_L \times U(1)_Y$

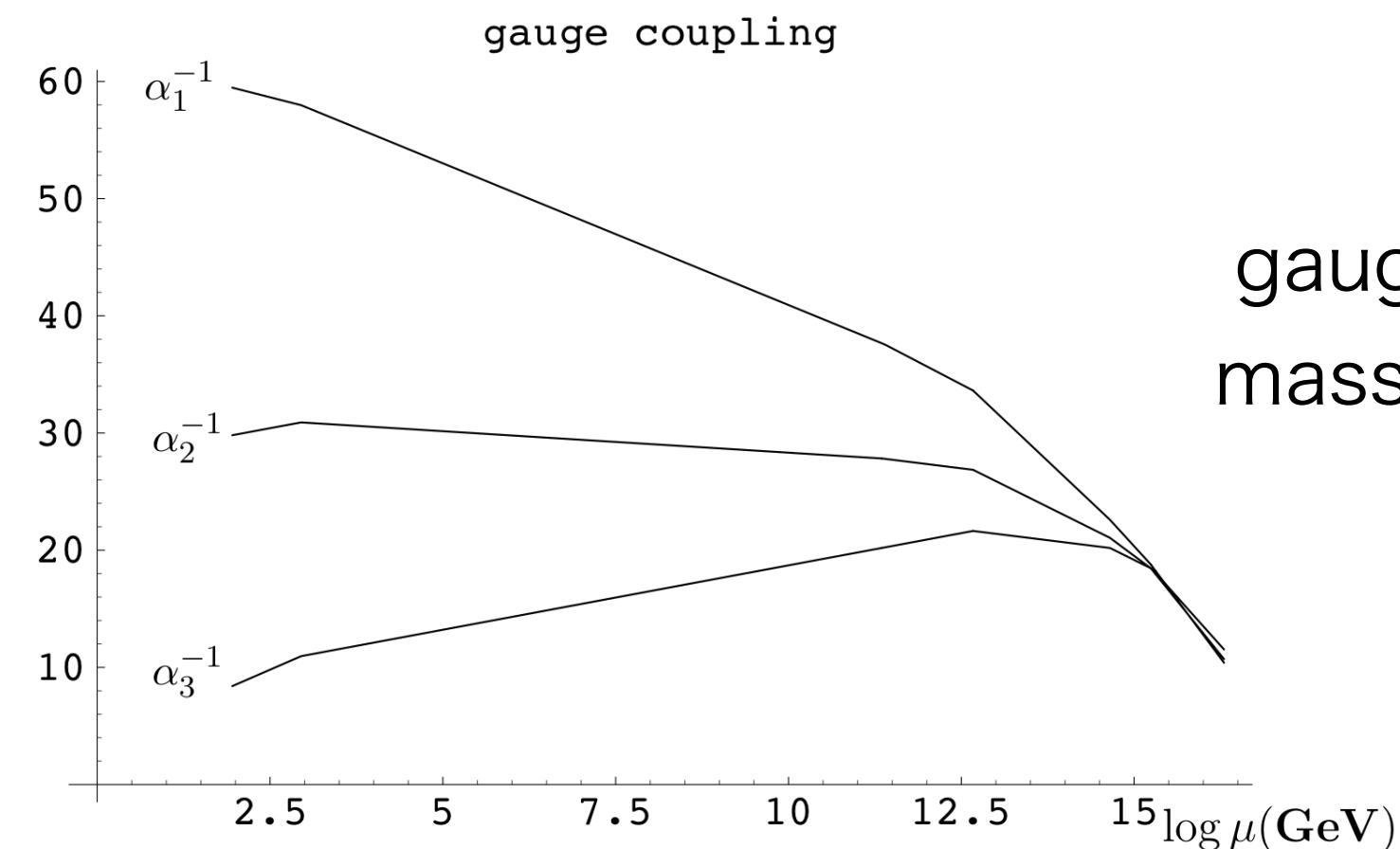
真空期待値

$$\langle Z \rangle \sim \begin{cases} 0 & (\text{for } z > 0) \\ \lambda^{-z} & (\text{for } z < 0) \end{cases}$$

up type quark の mass matrix

$$M_u = \begin{pmatrix} \lambda^{2\psi_1+h} & \lambda^{\psi_1+\psi_2+h} & \lambda^{\psi_1+\psi_3+h} \\ \lambda^{\psi_1+\psi_2+h} & \lambda^{2\psi_2+h} & \lambda^{\psi_2+\psi_3+h} \\ \lambda^{\psi_1+\psi_3+h} & \lambda^{\psi_2+\psi_3+h} & \lambda^{2\psi_3+h} \end{pmatrix} \langle H_u \rangle$$

階層性を再現！！



gauge coupling unification と
mass の階層性を同時に再現する
U(1) Chargeは？

16. 辰巳 和大

インフレーションの 低エネルギー有効理論 (review)

Clifford Cheung, Paolo Creminelli, A. Liam Fitzpatrick, Jared Kaplan and Leonardo Senatore
“The Effective Field Theory of Inflation”[arXiv:0709.0293v2(hep-th)]に基づく

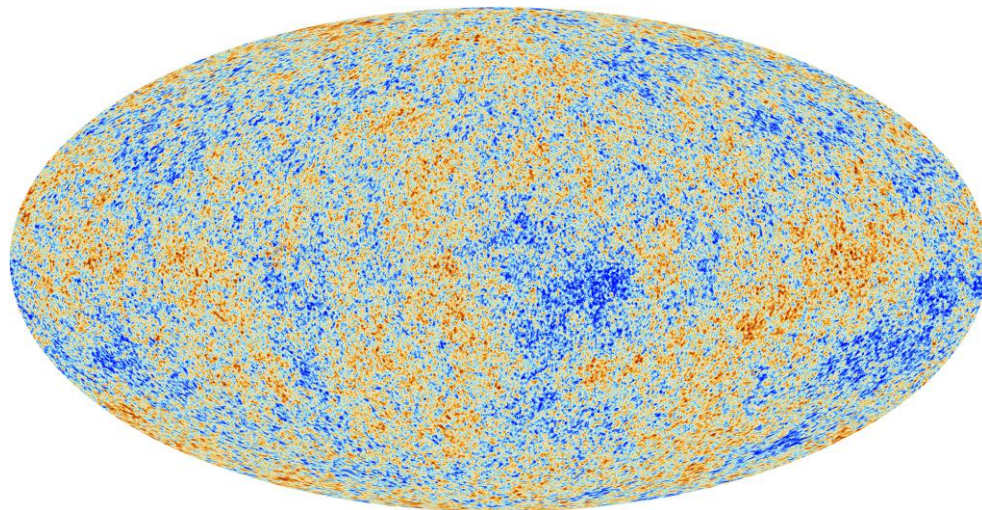
○低エネルギー有効場理論の考え方...

低エネルギー有効場理論の考え方は、4体フェルミ相互作用など素粒子論の様々な分野で幅広く用いられる手法である

→**宇宙初期の加速膨張(インフレーション)に応用**したい

○時間並進対称性が自発的に破れているような作用を構築

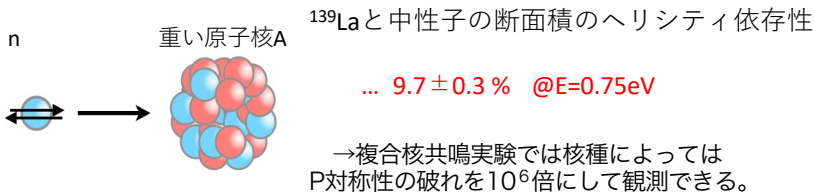
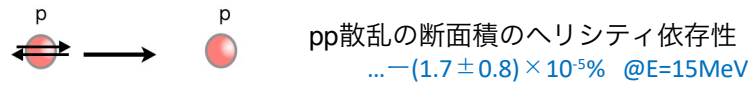
初期宇宙の物質分布の揺らぎの非ガウス性に関連する項が明示的になった
→**揺らぎの伝播速度と非ガウス性に関連**が見られた



J-PARC MLF における中性子偏極スピフィルター開発の概要と現状

ポスター 17 名古屋大学 素粒子物性研究室 後藤 優

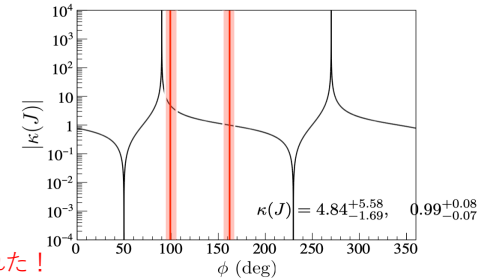
複合核共鳴実験におけるパリティ対称性の破れの増幅



$$\Delta\sigma_T = \kappa(J) \frac{W_T}{W} \Delta\sigma_P$$

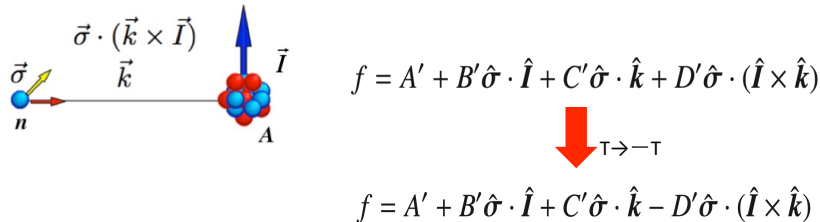
候補核 La, Xe, In

T対称性の破れも同様に増幅されることが示唆された！

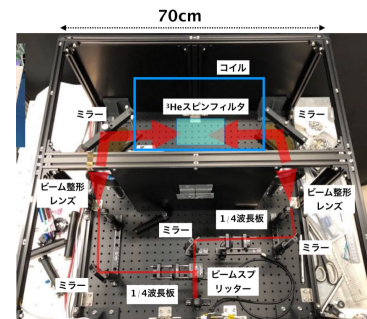


T. Okudaira S. Takada K. Hirota A. Kimura M. Kitaguchi
Phis.Rev.C 97 (2018) 3, 034622
Angular Distribution of γ -rays from Neutron-Compound States of ^{140}La

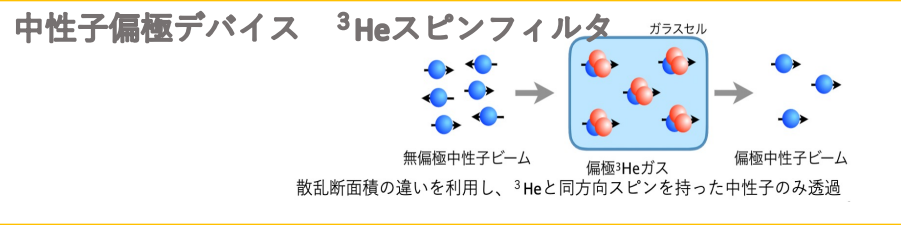
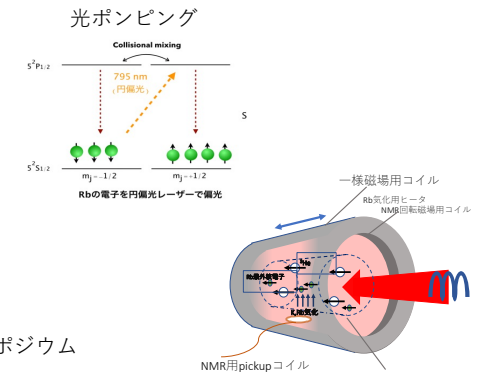
実測 時間反転非対称項D'と偏極中性子



^3He 偏極のための光ポンピングによるレーザー偏極装置作成



奥平琢也 名古屋大学2021シンポジウム



TOPICS

- ・複合核共鳴実験におけるP対称性破れの増幅について
- ・J-PARC MLFにおけるスピフィルター開発状況について

Cosmic BirefringenceとDomain Wall (review)

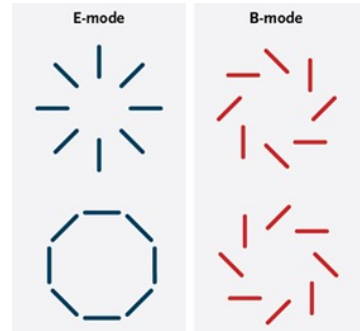
T. Fujita, Y. Minami, K. Murai, H. Nakatsuka (2020)
 Y. Minami, E. Komatsu (2020)
 F. Takahashi, W. Yin (2020)

発表者 : LEE JUNSEOK (東北大学)

● 宇宙背景輻射の偏光

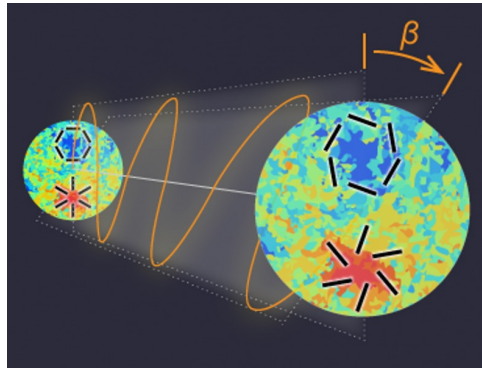
宇宙背景輻射は密度揺らぎによって偏光されている。

スカラー揺らぎによるもの
 → 本来はE-modeのみのはず



[1]

● 宇宙複屈折(Cosmic Birefringence)



[2]

宇宙背景輻射の偏光面がズれる現象

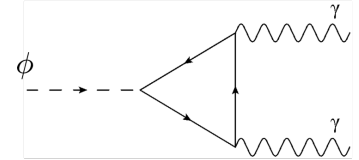
観測から等方的宇宙複屈折が確認

$$\beta = \frac{1}{4\pi} \int d\Omega \Delta\Phi(\Omega) = 0.30 \pm 0.11 \text{ deg} \quad [3]$$

電磁場なのにパリティが破れている。
 新物理があるだろう！

● パリティを破るためには - Axion-Like Particle (ALP)

$$\mathcal{L} = -c_\gamma \frac{\alpha}{4\pi} \frac{\phi}{f_\phi} F_{\mu\nu} \tilde{F}^{\mu\nu}$$



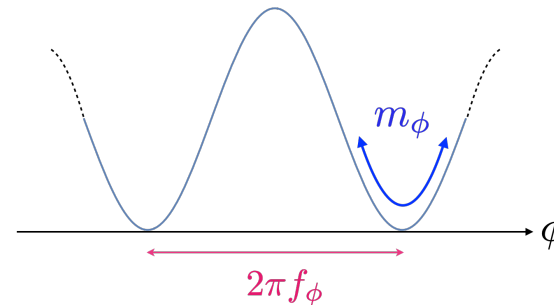
擬スカラー粒子phiによってEとBが混合
 phiを時間・空間的に変化させて等方的複屈折を説明

● なぜドメイン・ウォール？

$$\Delta\Phi(\Omega) = 0.42 \text{ deg} \times c_\gamma \left(\frac{\phi_{\text{today}} - \phi_{\text{LSS}}(\Omega)}{2\pi f_\phi} \right)$$

$c_\gamma = \mathcal{O}(1)$ を考えるとALPは $\Delta\phi = \mathcal{O}(\pi f_\phi)$ ほど動いた。

ALPのポテンシャル



ドメイン・ウォールを考えると自然

Stringを伴わないドメイン・ウォール模型を紹介する。

[1] : <https://indico.cern.ch/event/954334/contributions/4021335/attachments/2145356/3616248/israel-nov2020.pdf>

[2] : Y. Minami/KEK

[3] : P. Diego-Palazuelos et al. (2022) see also Y. Minami, E. Komatsu(2020)