

課題研究 P1 / P2 の紹介

2023年12月8日

課題研究ガイダンス



スタッフ / 目次

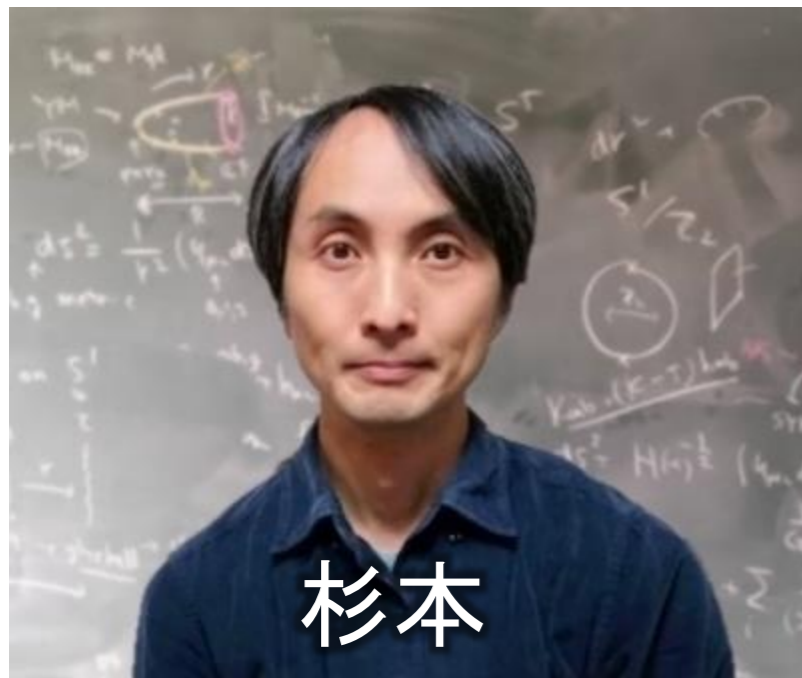
- スタッフ

- 理論: 杉本、福間、杉下 [素粒子論研究室]
- P1実験: 田島、鈴木 [高エネルギー研究室]
- P2実験: 中家、木河 [高エネルギー研究室]

- 紹介目次

- P1, P2での理論ゼミ紹介
- 素粒子実験(高エネルギー実験)とは？
- P1実験紹介
- P2実験紹介

P1とP2の理論ゼミ



連絡先:

杉本: 5号館505号室, [sugimoto\(at\)gauge.scphys.kyoto-u.ac.jp](mailto:sugimoto(at)gauge.scphys.kyoto-u.ac.jp)

福間: 5号館503号室, [fukuma\(at\)gauge.scphys.kyoto-u.ac.jp](mailto:fukuma(at)gauge.scphys.kyoto-u.ac.jp)

杉下: 5号館507号室, [sotaro\(at\)gauge.scphys.kyoto-u.ac.jp](mailto:sotaro(at)gauge.scphys.kyoto-u.ac.jp)

素粒子論の現状

4つの力

強い力

電磁気力

弱い力

重力

湯川理論

量子電磁力学(QED)

Fermi理論

量子色力学(QCD)

Weinberg-Salam理論

標準模型

クォーク・レプトン・ヒッグス

ダークマター・ダークエネルギー

“量子重力”

(超弦理論?)

← 未完成

P1とP2の理論ゼミ

■やること

『**相対論的場の量子論**』の勉強

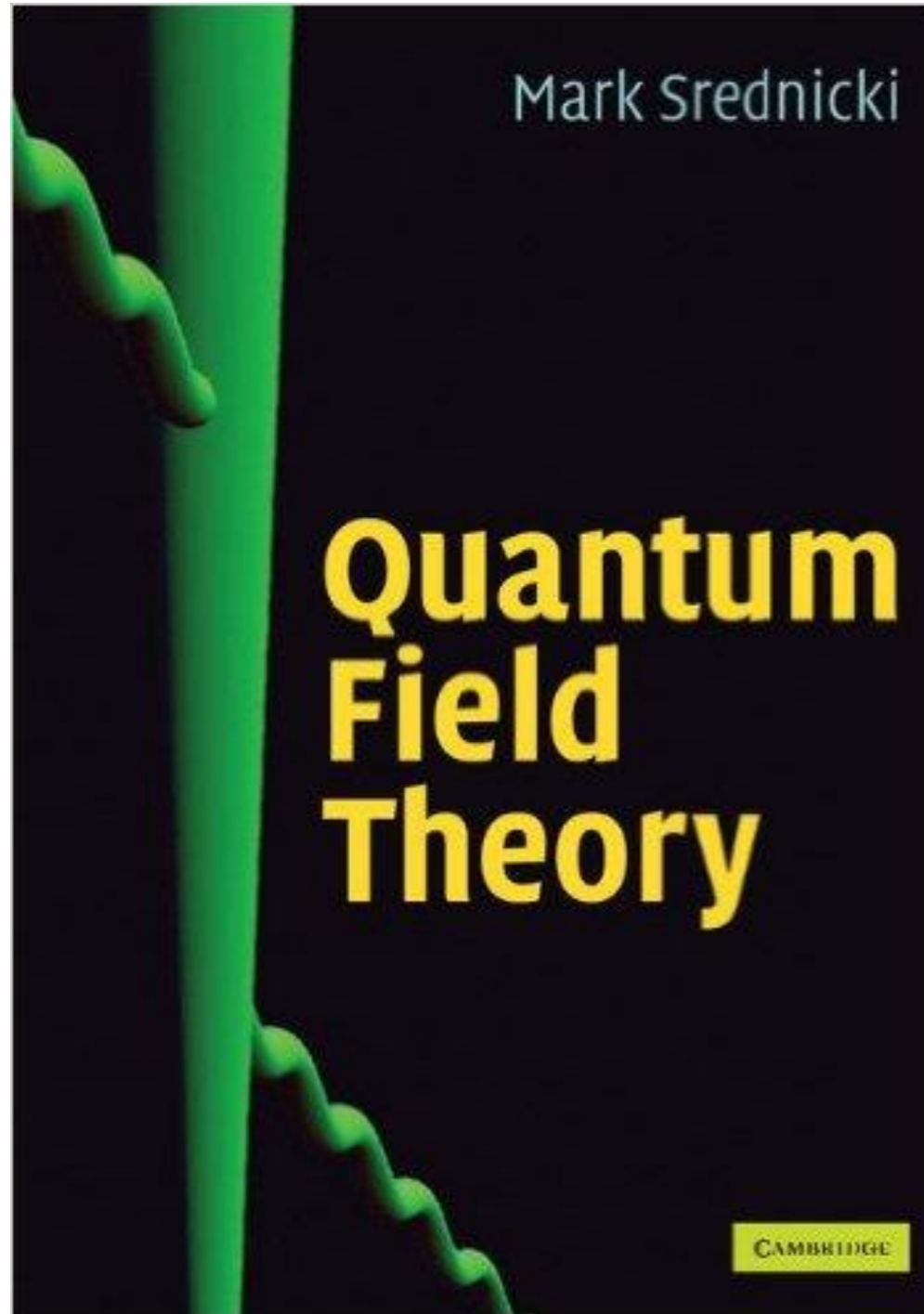
- 素粒子論の基本言語
- 教科書(英語)を輪読

【日時】 毎週月曜日の午後

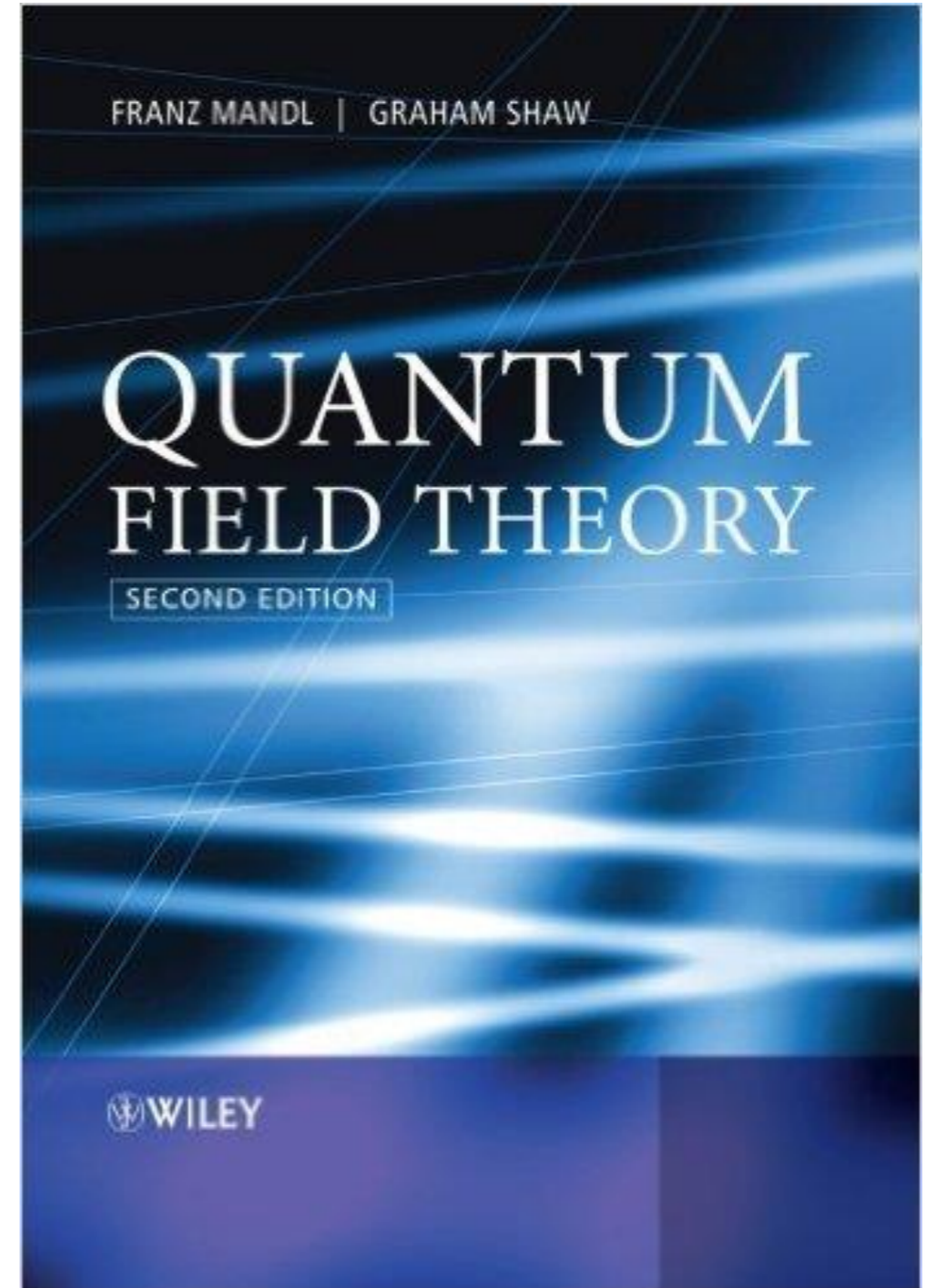
【内容】 担当発表者による説明 + みんなで議論

【前提】 **量子力学と特殊相対論**

最近使っている教科書



Srednicki



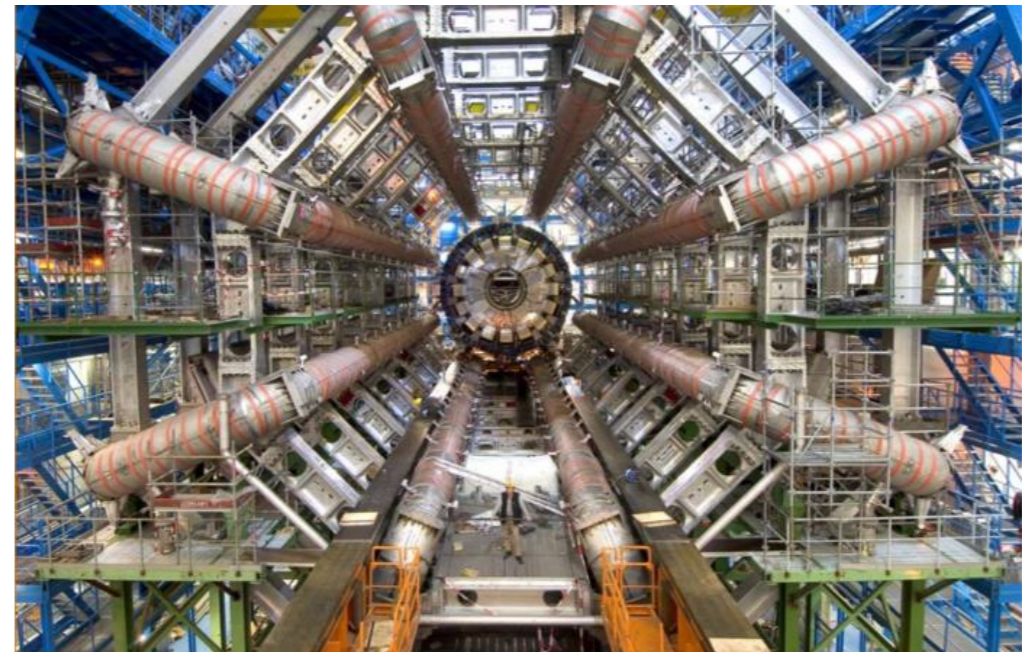
Mandal & Shaw

P1 と P2 の実験

素粒子物理学実験とは?

- 物質・時空・宇宙を実験でとことん理解する試み。
 - 物質の最小構成要素は?
 - 力(相互作用)の起源は?
 - 暗黒物質の正体は?
 - 宇宙の起源は?
- 目標達成のためには手段を選ばない。

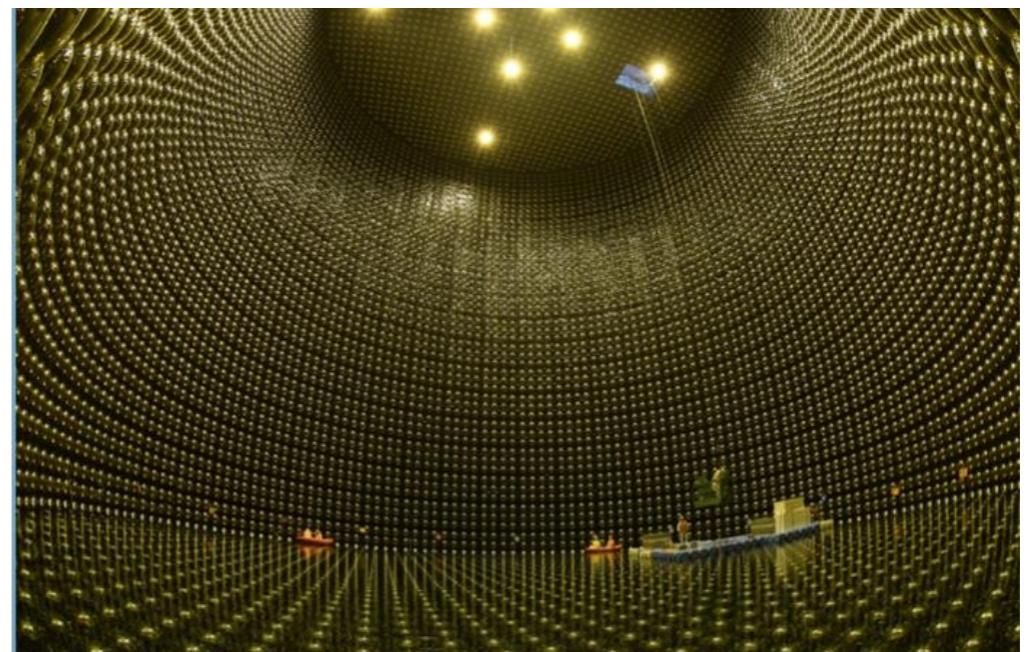
高エネルギー陽子衝突実験



CMB観測実験



ニュートリノ振動測定実験



課題研究 P1

P1実験：自然における相互作用I

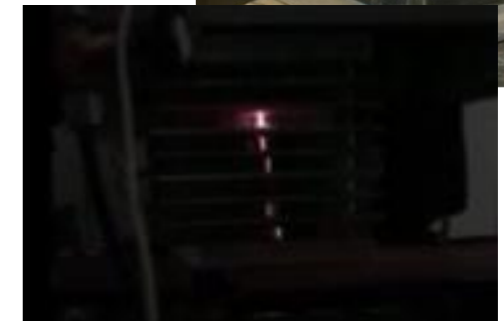
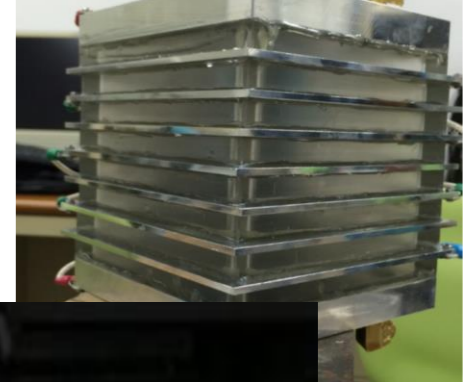
手作り
スパークチェンバー

• 前期：実験ゼミ + 簡単な実験

実験にむけた
素粒子の理論／測定手法

霧箱・スパークチェンバー・
ミュオン観測実験 etc.

- 「手作り」で科学を楽しむ方法を学ぶ
- 後期の実験課題を自分で考えはじめる



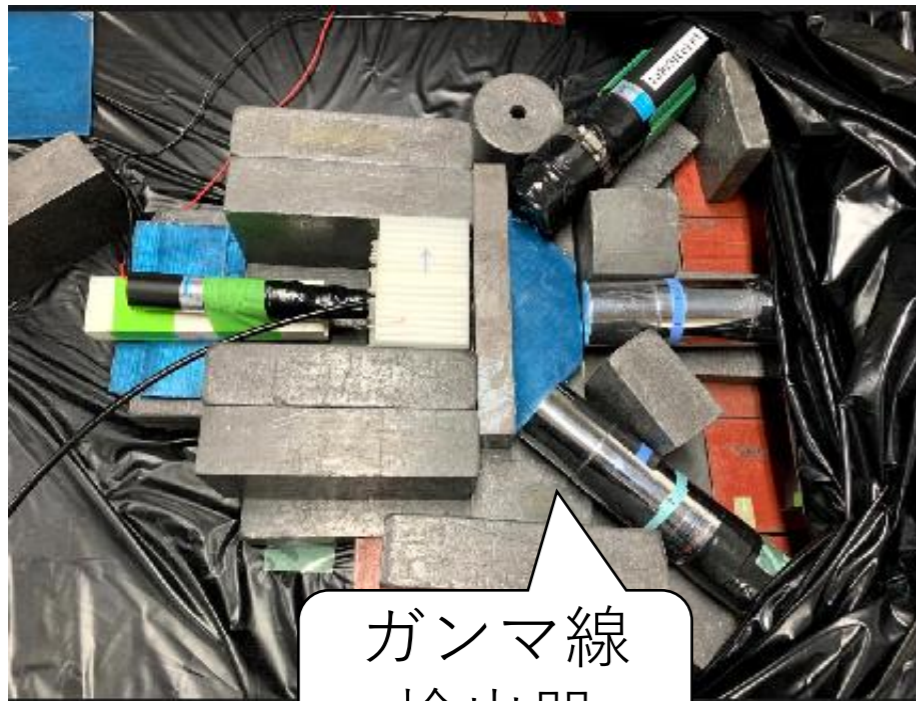
• 後期：自分で考えた研究テーマの実験

- 素粒子物理に関係ある研究テーマを半年かけて実験
- 計画、装置設計、製作、データ収集・解析を全て自力で行う！

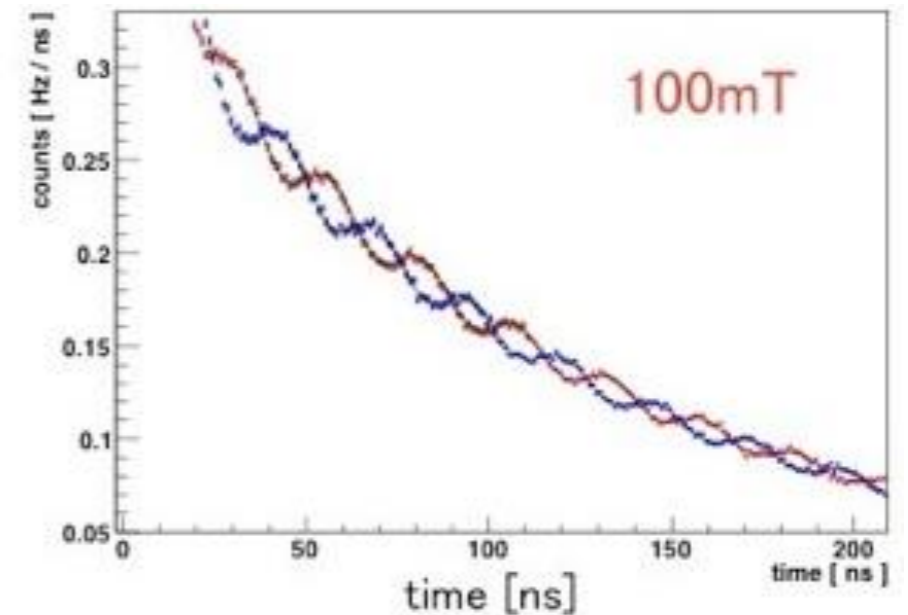
P1卒業研究の例 (過去多数回)

量子性を測る実験は代々人気がある！

磁場中のポジトロニウムを用いた実験で量子振動を見たい！



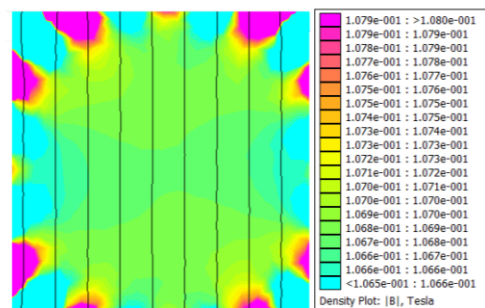
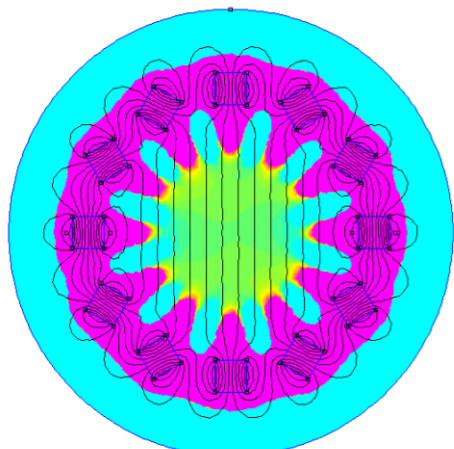
ガンマ線
検出器



^{22}Na からの陽電子を物質に入射
→ ポジトロニウムの生成

磁場によって寿命に量子振動が出る

…これを測りたい



均一な磁場をかけるための配置

京大 P1

検索

過去の実験レポート(失敗談)の情報

<http://www-he.scphys.kyoto-u.ac.jp/gakubu/p1p2.html>



連絡先:

田島: 5号館303号室, [tajima.osamu.8a\(at\)kyoto-u.ac.jp](mailto:tajima.osamu.8a@kyoto-u.ac.jp)

鈴木: 5号館307号室, [suzuki.junya.4r\(at\)kyoto-u.ac.jp](mailto:suzuki.junya.4r@kyoto-u.ac.jp)

課題研究 P2

P2実験: 「自然における相互作用 II」

●内容

- 素粒子の基本的な性質の測定や、相互作用の対称性(パリティ、荷電交換、時間反転等)の検証を行うことで、自然の本質に迫る。

▶前期

- 実験ゼミ

✓主に測定のための素粒子と物質の相互作用について。

- 基本的実験技術の修得

✓1光子干渉の観測、ガンマ線のエネルギー分解能測定など。

▶後期

- 卒業研究として学生自身で実験を計画、設計、測定し、素粒子の理論を検証。

●担当教員

- 中家剛、木河達也

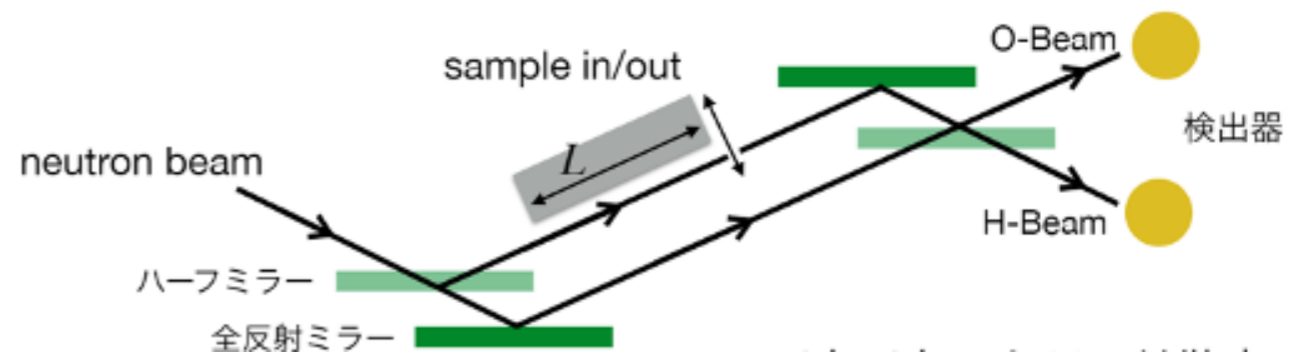


2021 年度の卒業研究

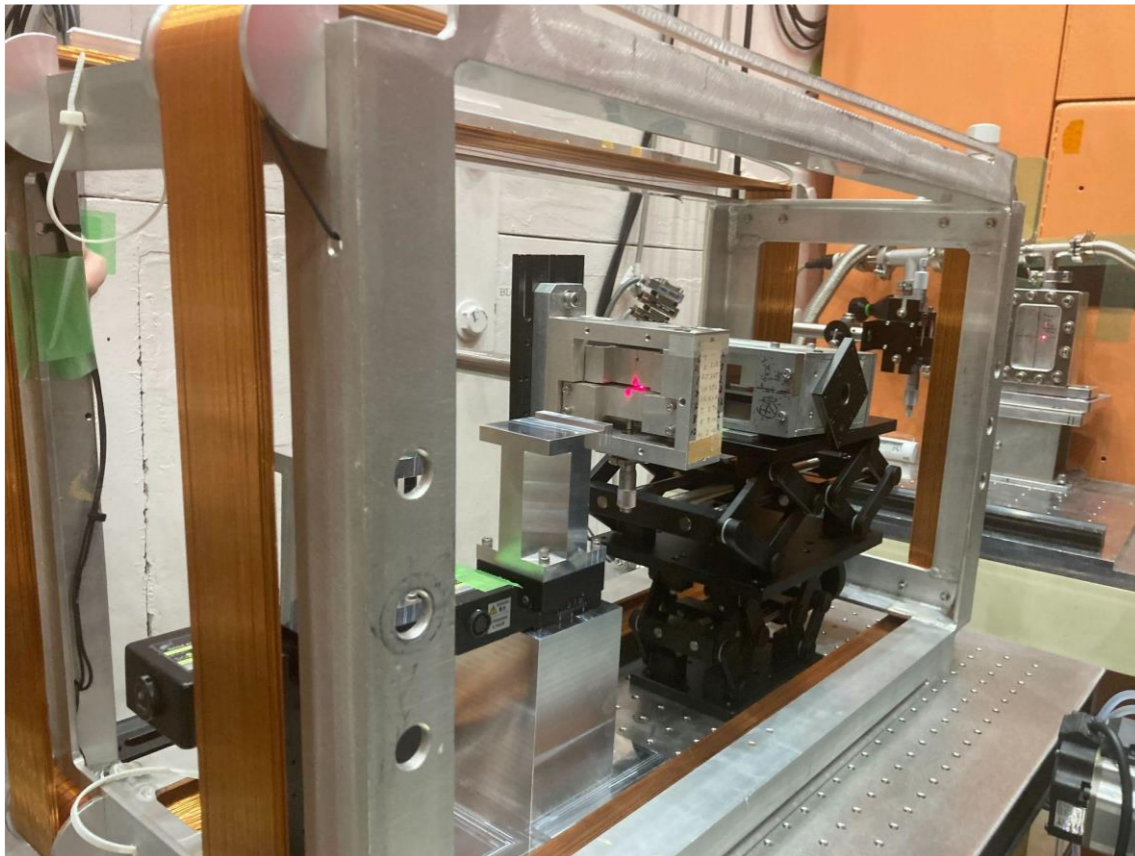
●中性子に働く重力の測定

- J-PARC MLF ビームラインの冷中性子 ($v < 1000 \text{ m/s}$) を使って、重力ポテンシャルを中性子が感じているか、中性子干渉計を使って測定してみた。

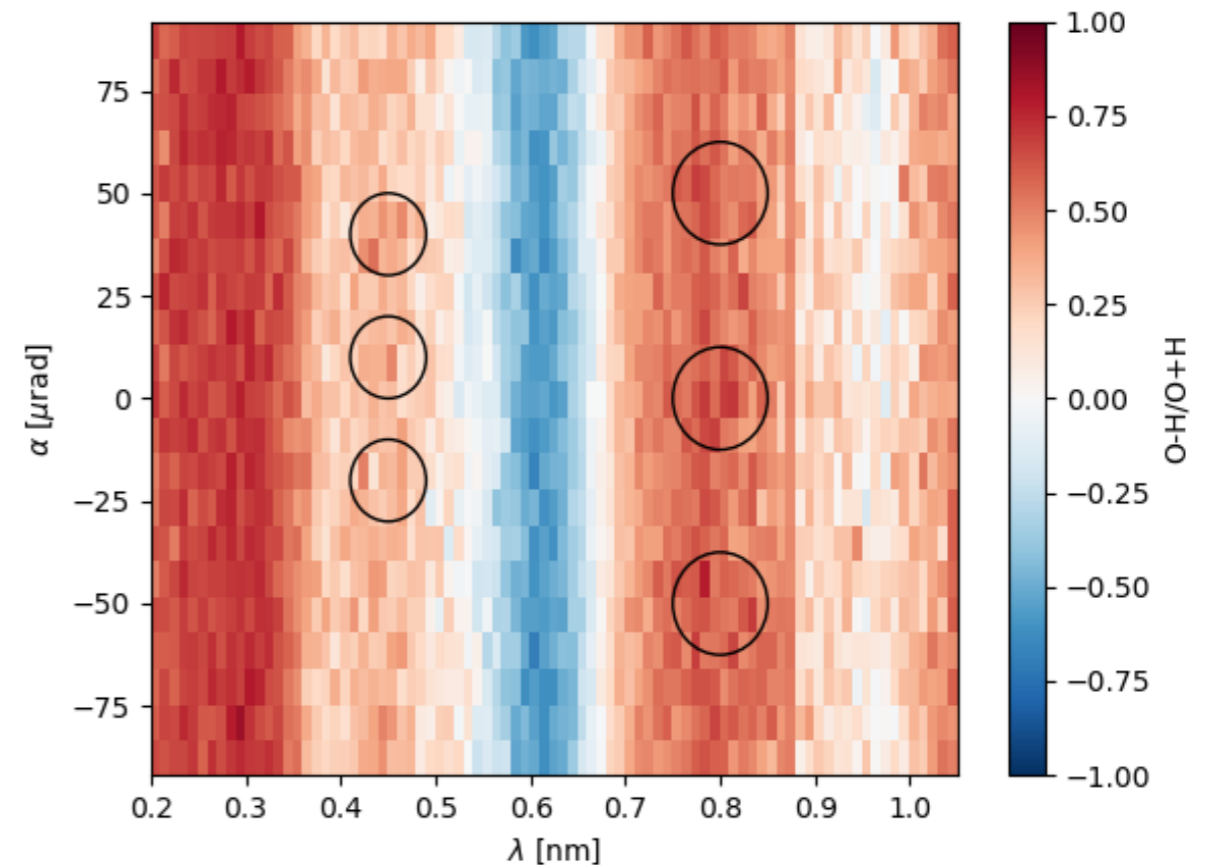
中性子干渉計のセットアップ



実験装置の写真



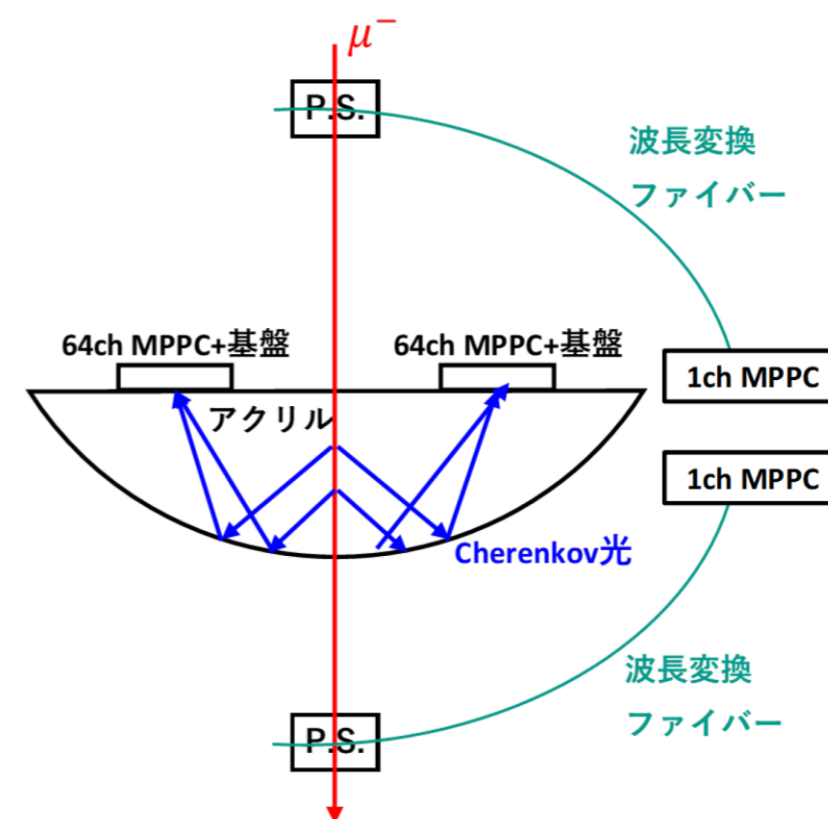
中性子干渉による振動が見えたか?



2022 年度の卒業研究

- 新しいチェレンコフ検出器の開発
 - 新しい測定原理のチェレンコフ検出器を学生自ら考案し、実際に作って、測定してみた。

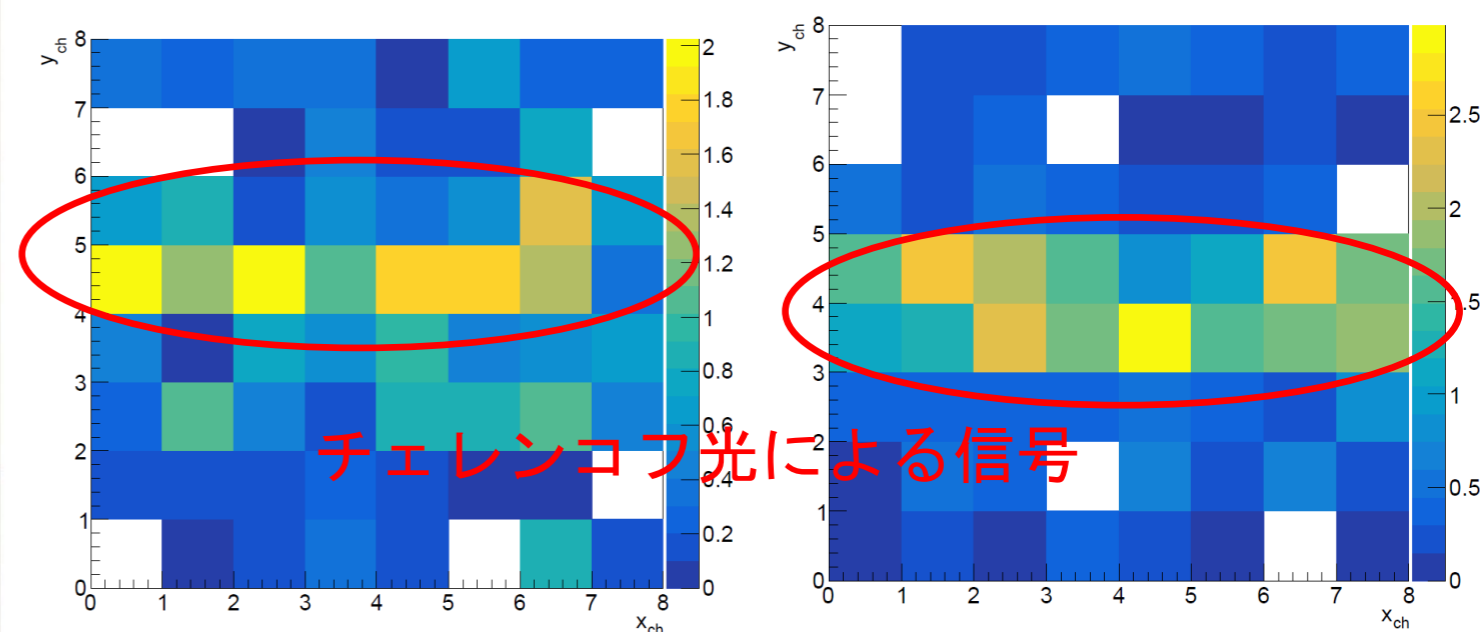
測定の原理



実験装置の写真



観測された信号



その他、過去の実験

- μ 粒子の異常磁気能率測定
- ポジトロニウム超微細構造の測定
- ニュートリノのヘリシティ測定
- ニュートリノ反応断面積測定
- EPRパラドックスの検証
- 手作りガス検出器での粒子検出
- ポータブル放射線測定器の製作

- ✓ 自分達でどんどん新しいアイデアを出して研究を進めていく！
- ✓ 是非一緒に素粒子の研究をしよう！

▶ 連絡先

- 中家: 5号館305 t.nakaya (at) scphys.kyoto-u.ac.jp
- 木河: 5号館307 kikawa.tatsuya.6e (at) kyoto-u.ac.jp

▶ 過去のレポート、発表資料

- <https://www-he.scphys.kyoto-u.ac.jp/gakubu/p1p2.html>