

# 課題研究 P1 / P2 の紹介

---

2025年12月9日  
課題研究ガイダンス



# スタッフ / 目次

---

- スタッフ

- 理論: 橋本・吉岡・杉山・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



橋本



吉岡



杉山



杉下

## 連絡先:

橋本: 5号館509号室, [koji\(at\)scphys.kyoto-u.ac.jp](mailto:koji(at)scphys.kyoto-u.ac.jp)

吉岡: 5号館506号室, [yoshioka\(at\)gauge.scphys.kyoto-u.ac.jp](mailto:yoshioka(at)gauge.scphys.kyoto-u.ac.jp)

杉山: 5号館504号室, [sugiyama\(at\)scphys.kyoto-u.ac.jp](mailto:sugiyama(at)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

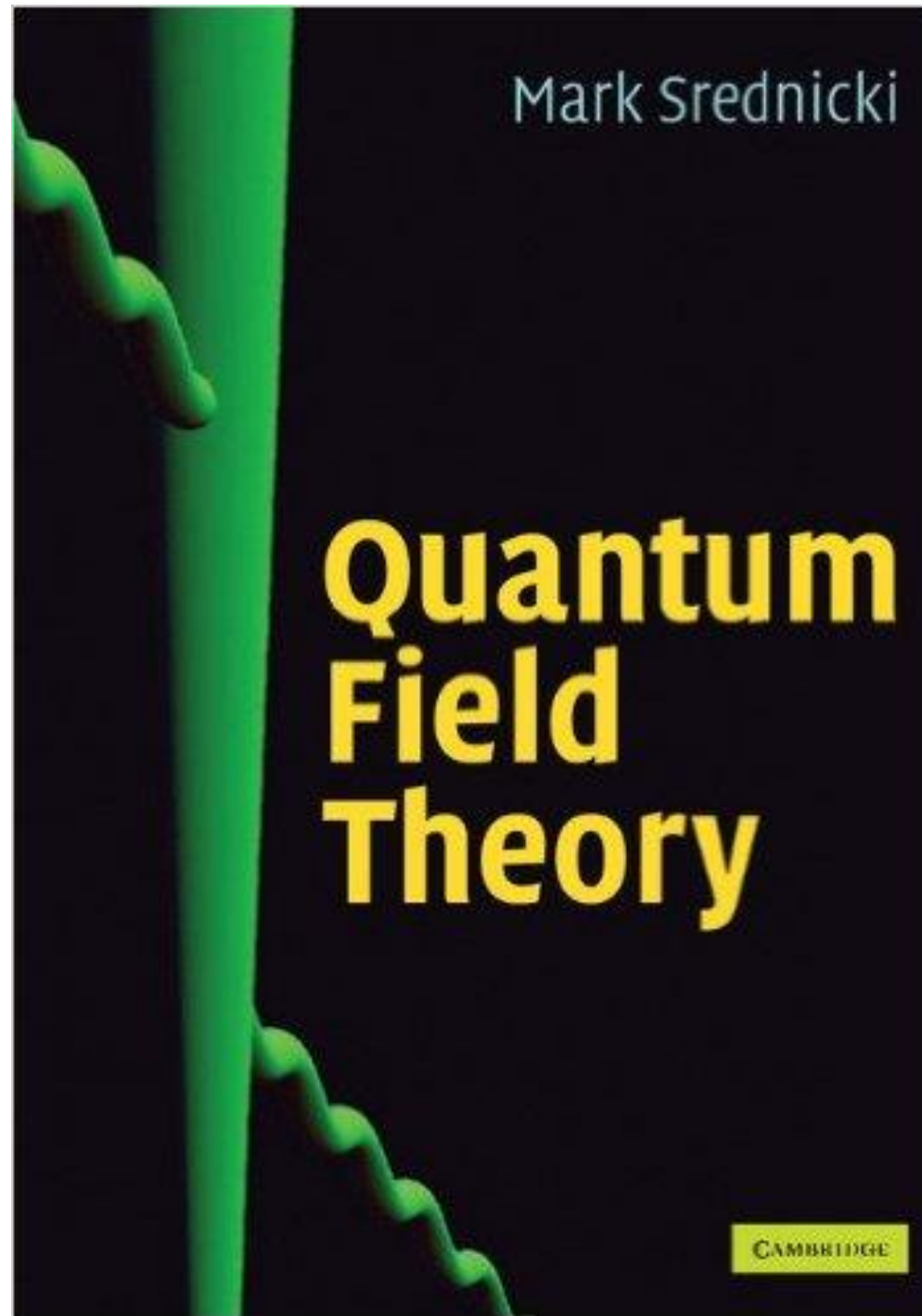
- ・素粒子論の基本言語
- ・教科書(英語)を輪読

【日時】 毎週月曜日 (相談) の午後

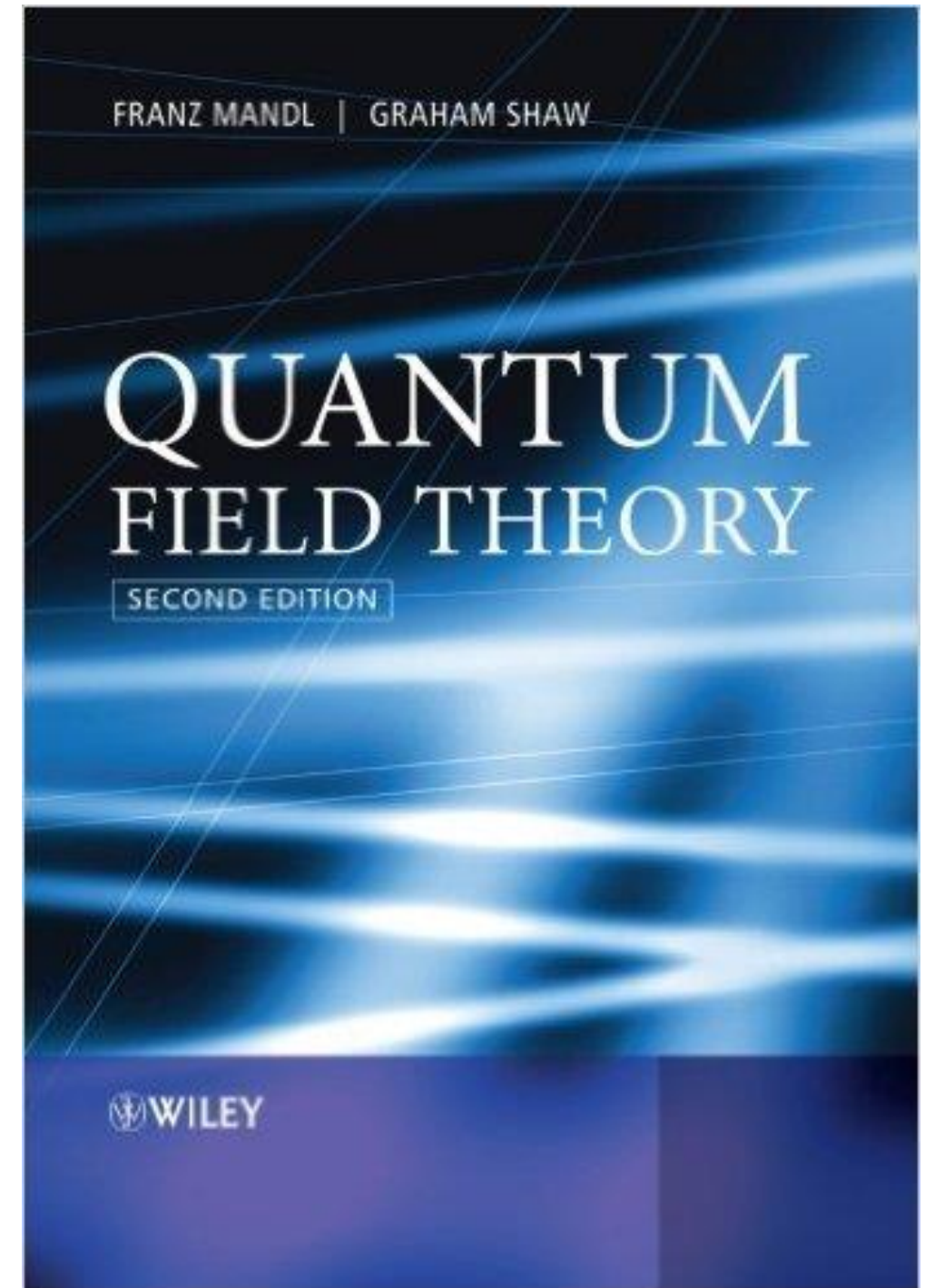
【内容】 担当発表者による説明 + みんなで議論

【前提】 **量子力学と特殊相対論**

# 最近使っている教科書



Srednicki



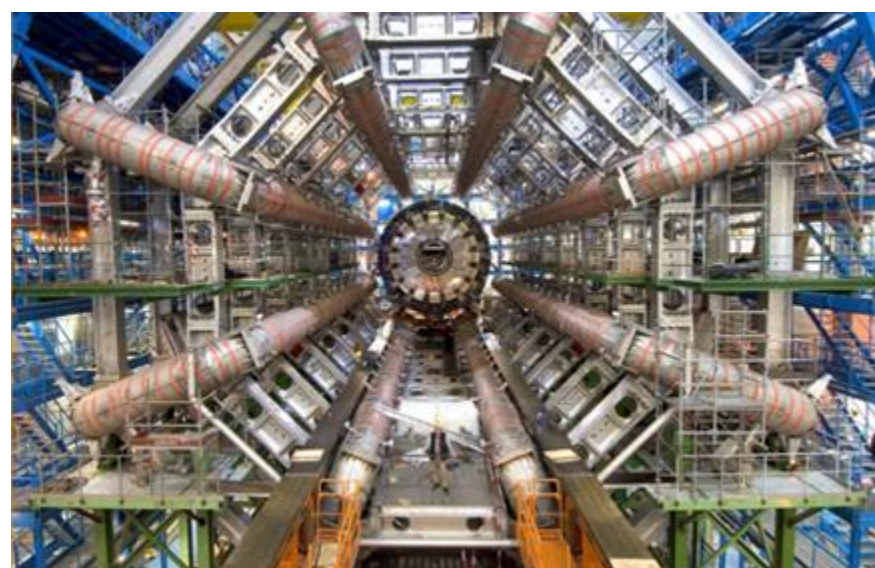
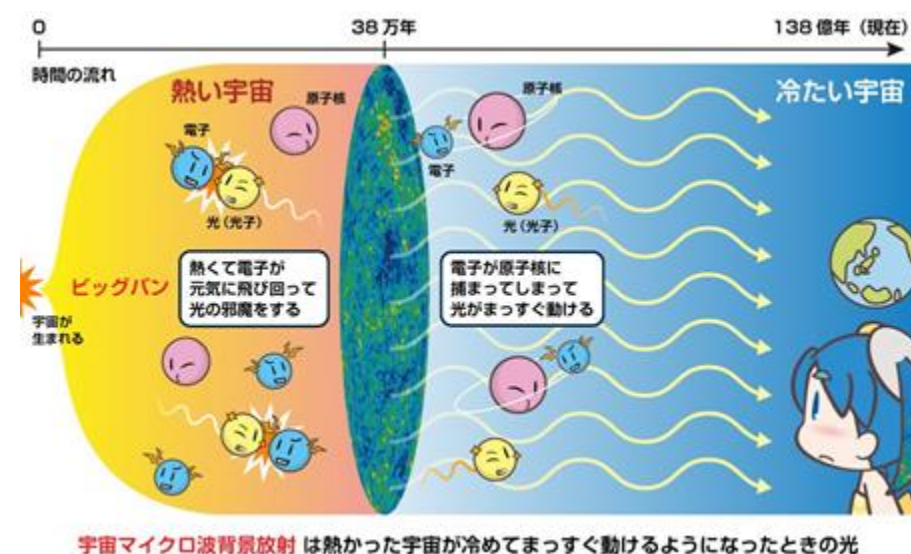
Mandal & Shaw



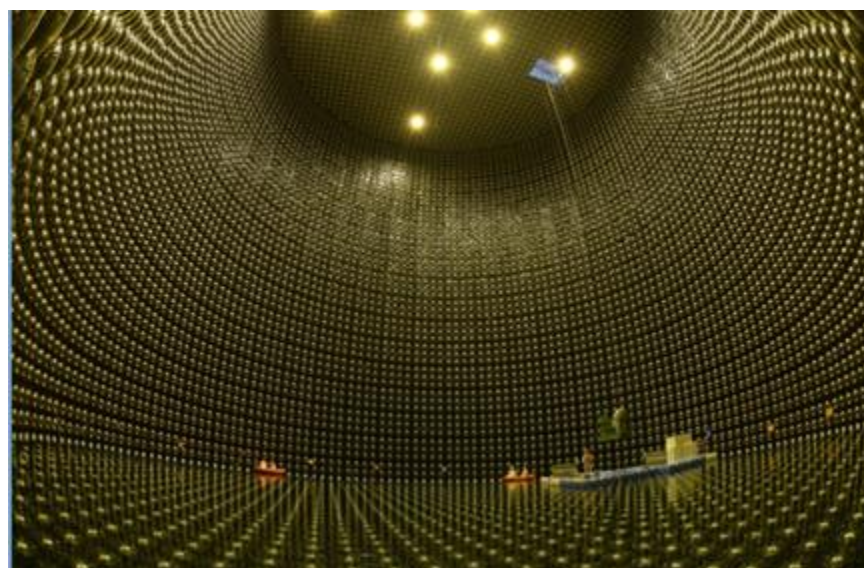
# P1とP2の実験

# 素粒子物理学の実験研究とは？

物質・時空・宇宙を実験でとことん理解する試み  
目標達成のためには手段を選ばない



高エネルギー陽子  
の衝突実験



ニュートリノ振動  
の測定実験



宇宙背景放射 (CMB)  
の観測実験



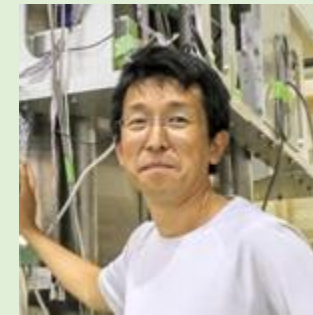
# 課題研究 P1

# P1実験：自然における相互作用I

前期：実験ゼミ + 簡単な実験

- 「手作り」(DIY)で学ぶ
- 後期の実験課題を自分で考えはじめる

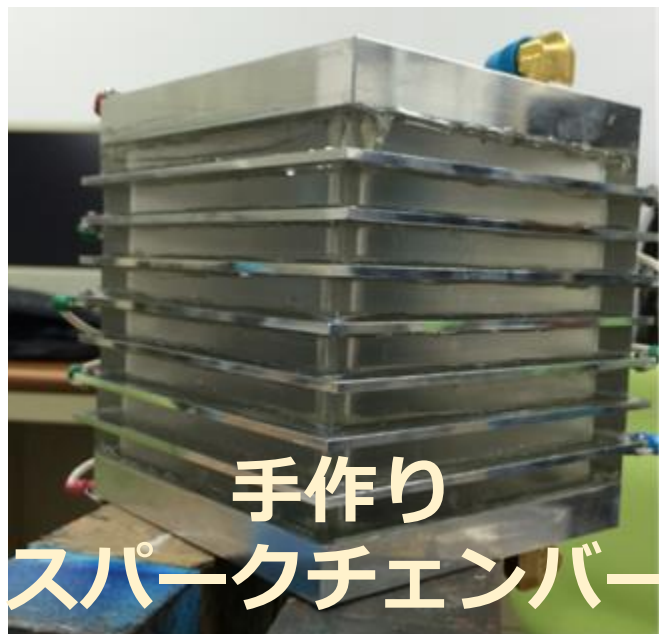
担当教員



田島



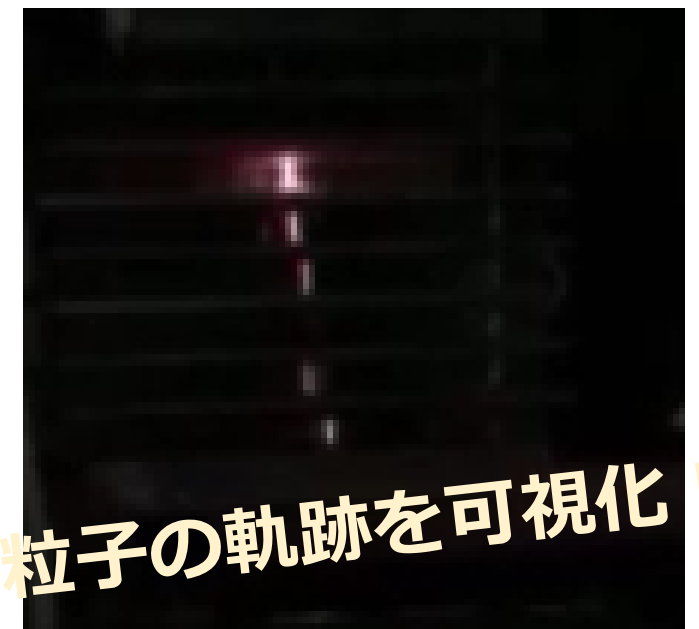
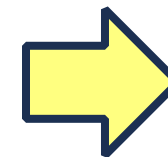
鈴木



手作り  
スパークチェンバー



手作り  
8kVパルス電源



素粒子の軌跡を可視化！

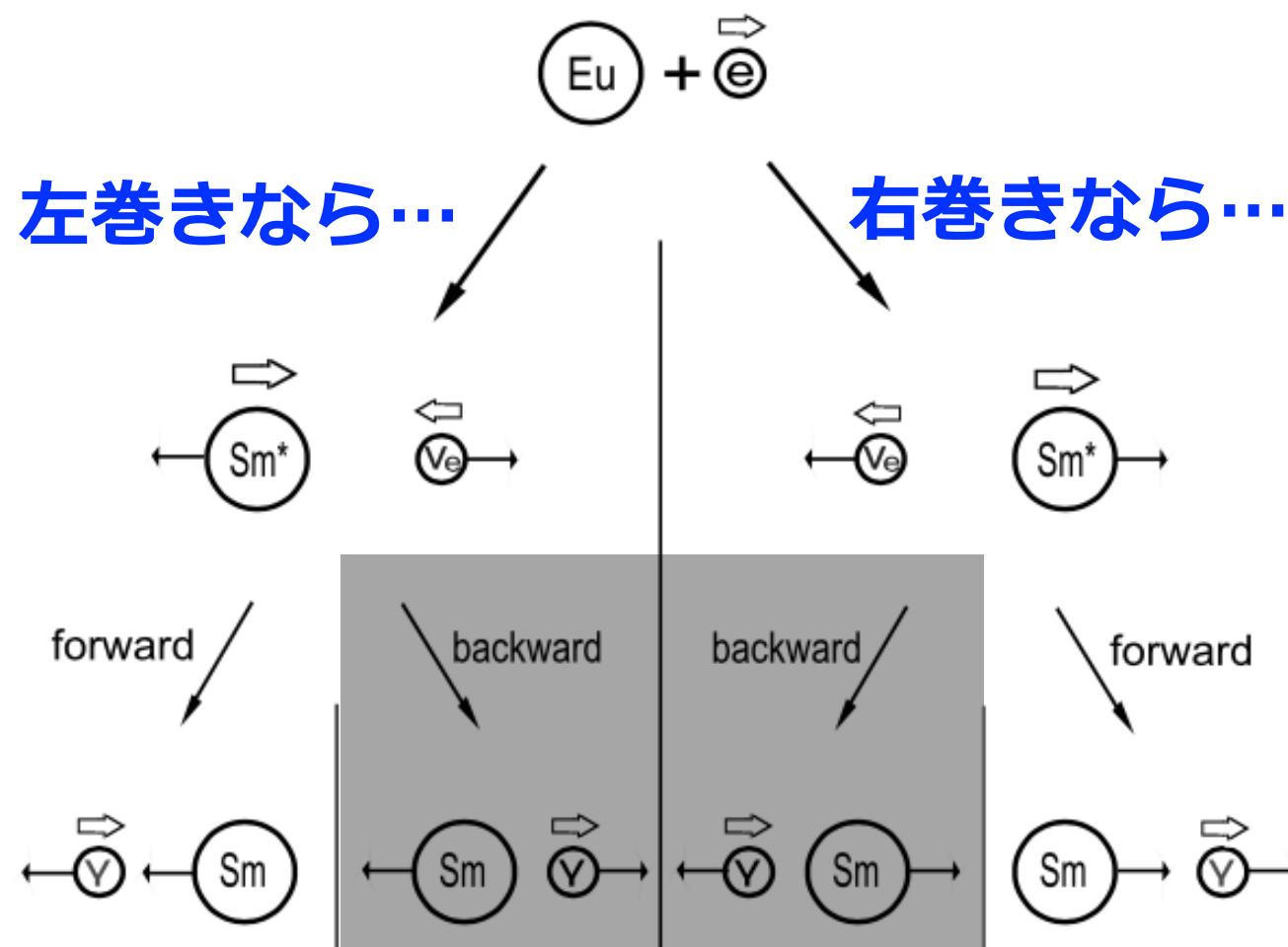
後期：自分で考えた研究テーマの実験に挑む！

- 計画、装置設計、製作、データ収集・解析を自力で行う！

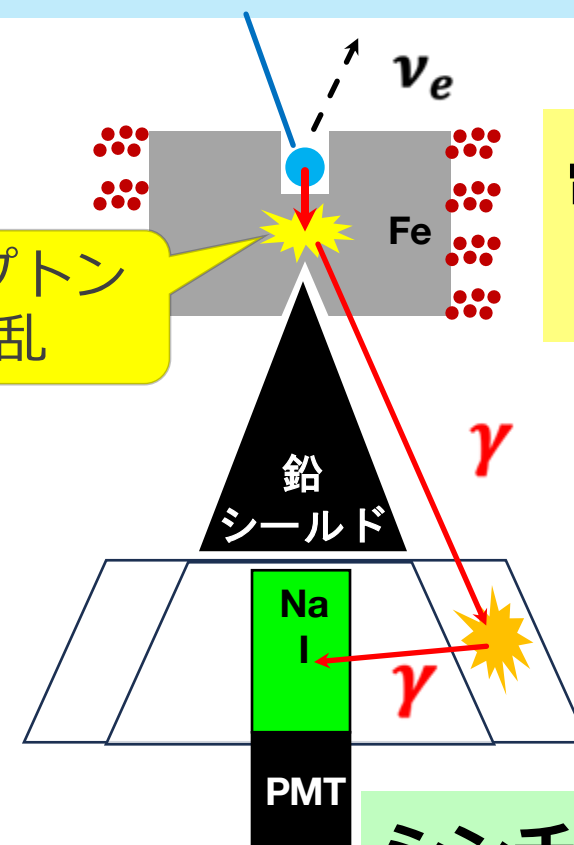
# ニュートリノのヘリシティ測定



放射化線源  $^{152\text{m1}}\text{Eu}$ （半減期9.3時間）



コンプトン  
散乱



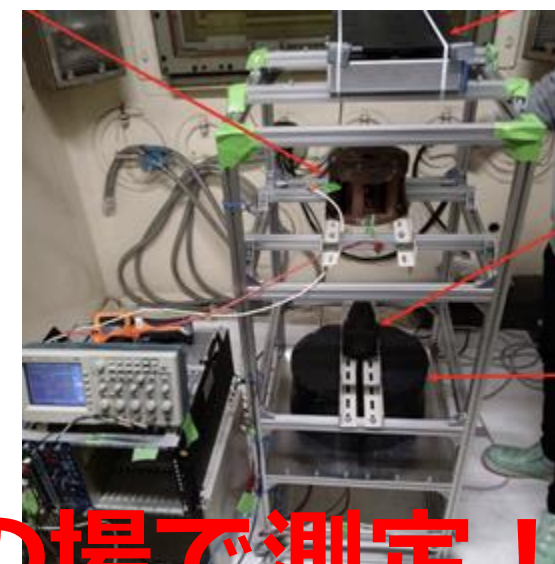
電磁石で磁場方向  
↑↓を制御

散乱体 ( $\text{Sm}_2\text{O}_3$ )

磁場方向↑で  
コンプトン  
散乱が増える

実験室系でのエネルギー  
が低いのでコンプトン散  
乱すると見えない

磁場方向↓で  
コンプトン  
散乱が増える



京大原子炉で照射して線源を作って、その場で測定！

# 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>

- ニュートリノのヘリシティ測定
- Bellの不等式の検証実験、ポジトロニウムの量子振動
- g-2の測定、パリティの破れの測定、重力の測定
- 宇宙背景放射 (CMB)の測定、カシミール効果
- ガムテープ“バリバリ”放射線発生器…などなど

## 「根源性」と「未知」への挑戦が伝統?!

連絡先:

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

鈴木: 5号館30号室, [suzuki.junya.4r@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、ミューオンの寿命測定など。

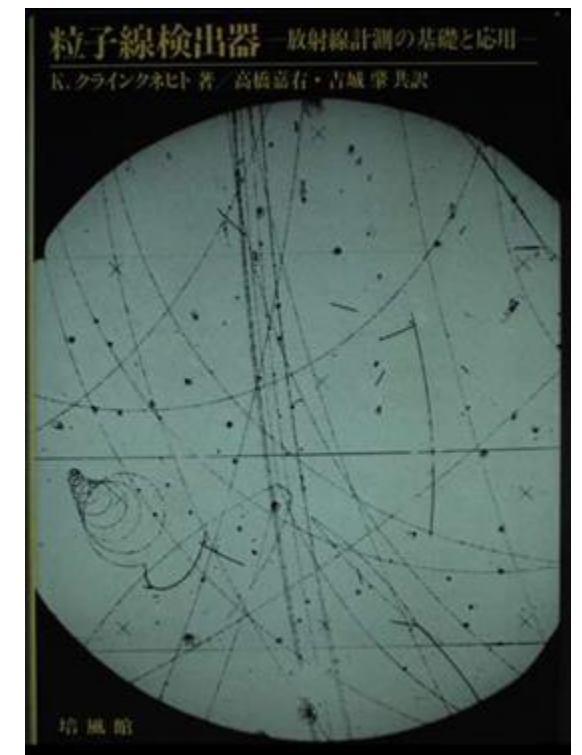
- ▶ 後期

- 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

## 使用している教科書



中家

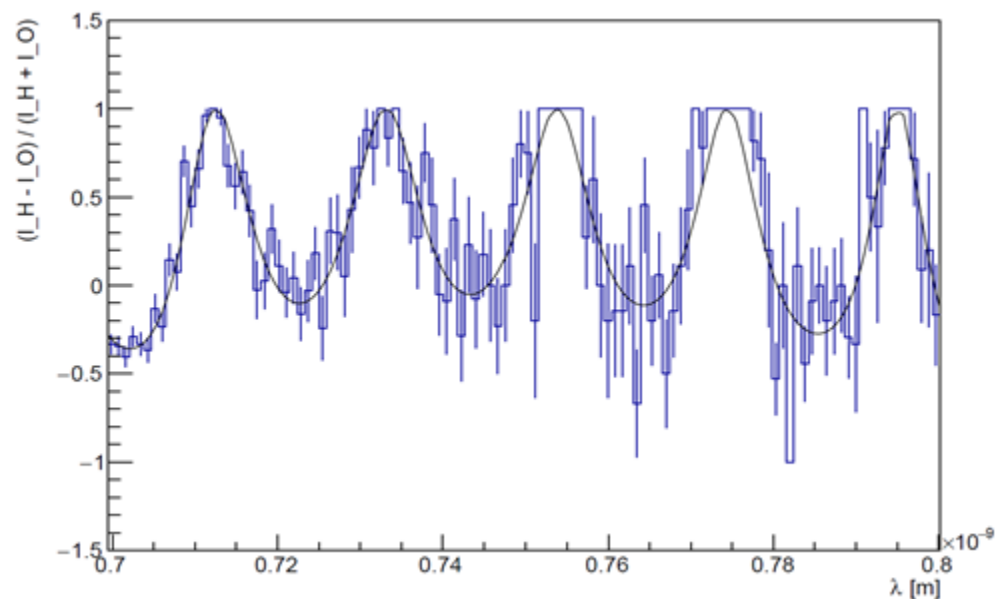


木河

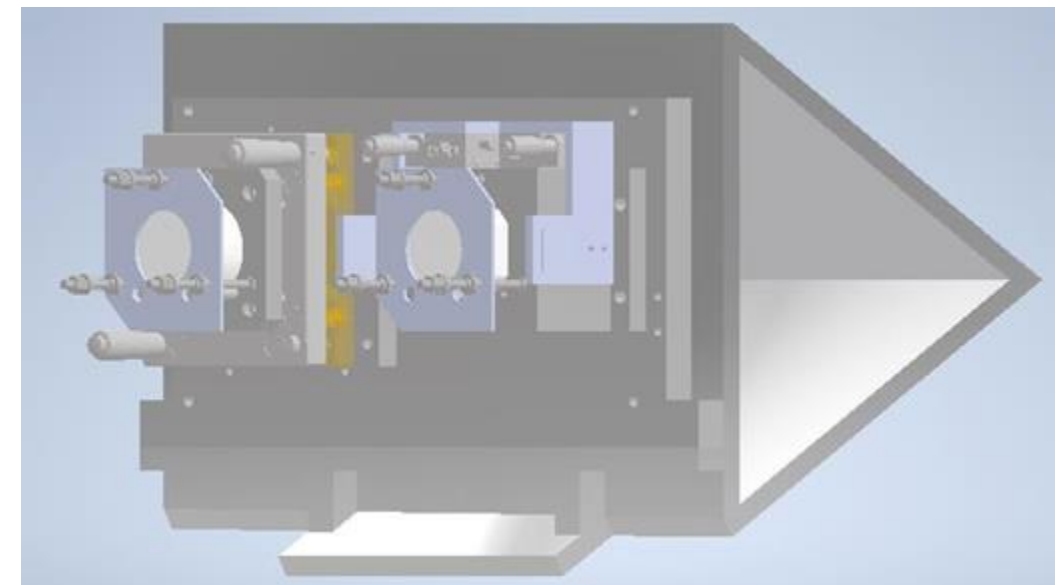
# 過去の卒業研究の例

- 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、中性子干渉計により測定した。

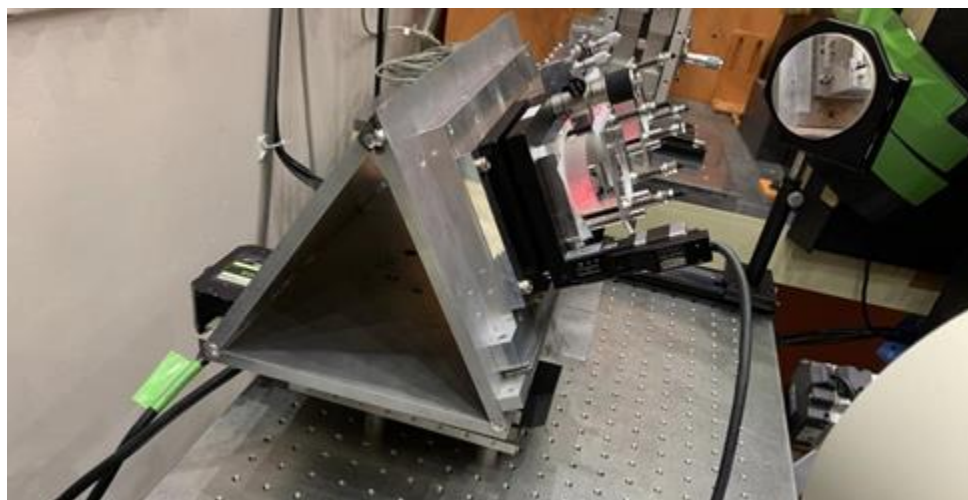
シミュレーション



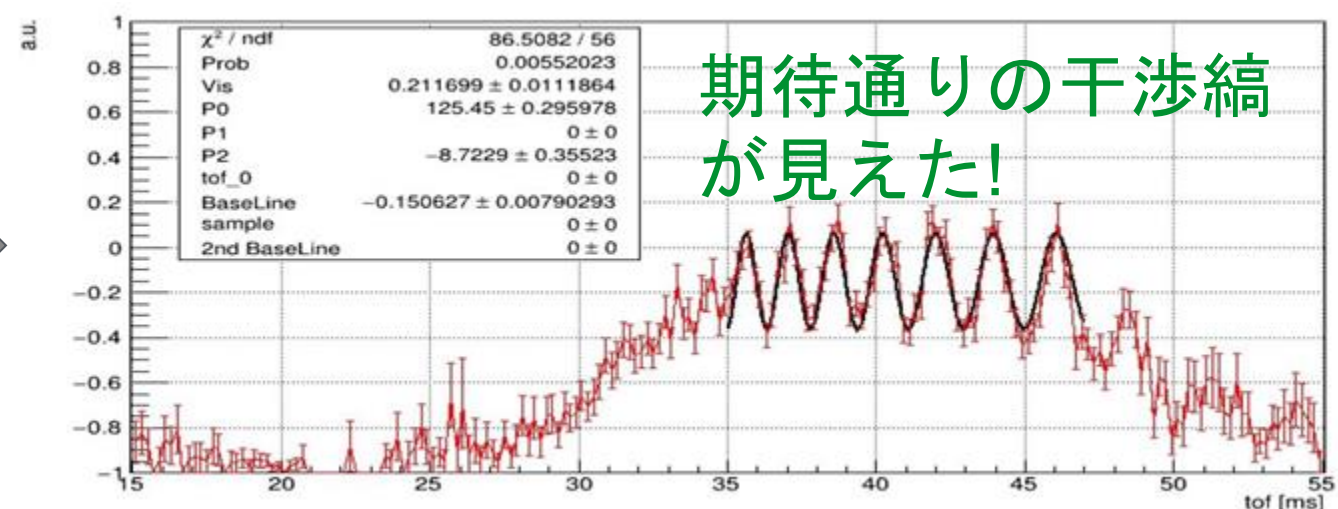
設計



セットアップ



実測





# その他の過去の実験

中性子磁気モーメント測定



- ミューオン異常磁気能率の測定
- ミューオニウムの真空への引き出しの観測
- ポジトロニウム超微細構造の測定
- 中性子磁気モーメントの測定
- ニュートリノ反応断面積測定
- ニュートリノ質量の測定
- EPRパラドックスの検証
- ポータブル検出器の作製
- チェレンコフ検出器の作製
- 真空槽を用いた泡箱の作製

ミューオニウム生成実験



ニュートリノ  
反応断面積測定



## 連絡先

- 中家: 5号館305号室 [t.nakaya@scphys.kyoto-u.ac.jp](mailto:t.nakaya@scphys.kyoto-u.ac.jp)
- 木河: 5号館307号室 [kikawa@scphys.kyoto-u.ac.jp](mailto:kikawa@scphys.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>