

令和6年度 課題演習

A6: 自然界の4つの力

<http://www-nh.scphys.kyoto-u.ac.jp/gakusei/a6/index.html>

理論: 土居 孝寛 (原子核理論)
実験: 後神 利志 (原子核・ハドロン)

2024年2月7日



京都大学 理学研究科・理学部
GRADUATE SCHOOL OF SCIENCE
FACULTY OF SCIENCE
KYOTO UNIVERSITY



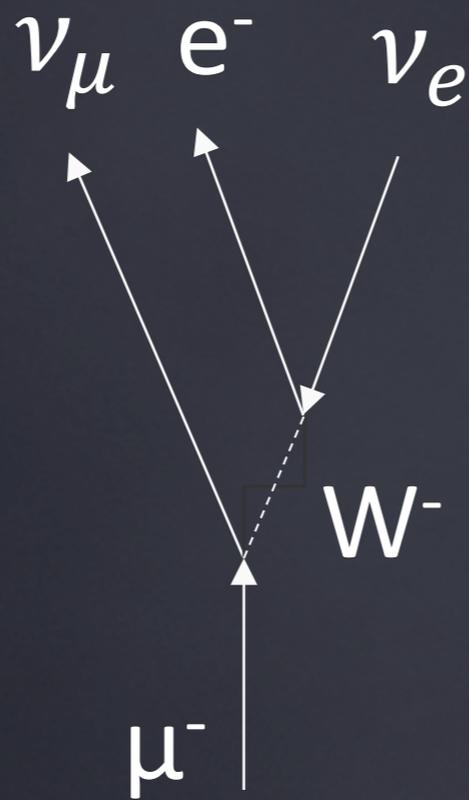
2019年度前期A6の加速器実験時の写真

自然界の四つの力

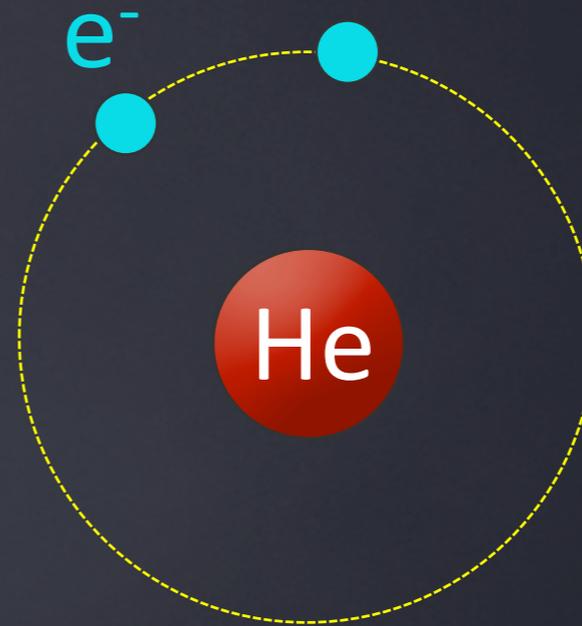
重力



弱い

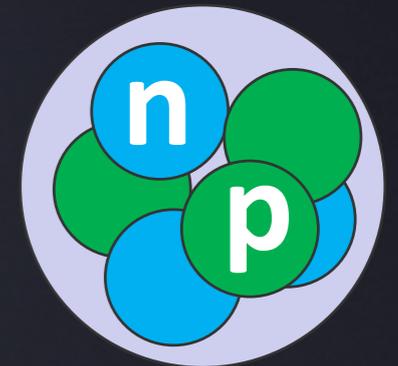


電磁



原子

強い



原子核

四つの相互作用の特徴

	重力	弱い力	電磁気力	強い力
働く対象	質量	フレーバー	電荷	色荷
働く粒子	全部	クォーク レプトン	荷電粒子	クォーク グルーオン
媒介する粒子	重力子 (未発見)	W^+ , W^- , Z^0	光子	グルーオン
強さ@ 10^{-18} m @ 3×10^{-17} m	10^{-41} 10^{-41}	0.8 10^{-4}	 	25 60



非常に幅広い強度のレンジ

A6 の到達目標 (シラバスより)

1. 4 つの相互作用について基本となる理論の枠組みを理解する
2. 放射線計測の実験手法とデータ解析の基礎を習得する
3. 実験によって得られた結果について考察する能力を養う

特徴：

- 量子力学の応用として原子核を理解できる！
- 粒子加速器を使用した物理学実験の経験が可能！

A6 理論ゼミ

弱い相互作用

- K. Heyde, “Basic Ideas and Concepts in Nuclear Physics”, IOP.
 - 5章：ベータ崩壊

強い相互作用

- 八木浩輔「原子核と放射」
 - 2核子系の量子力学 (の一部)
 - 重陽子の議論

電磁相互作用

- 八木浩輔「原子核と放射」
 - γ 崩壊と電磁多極放射

-----> 実習で測定

A6 実験ゼミ・実習

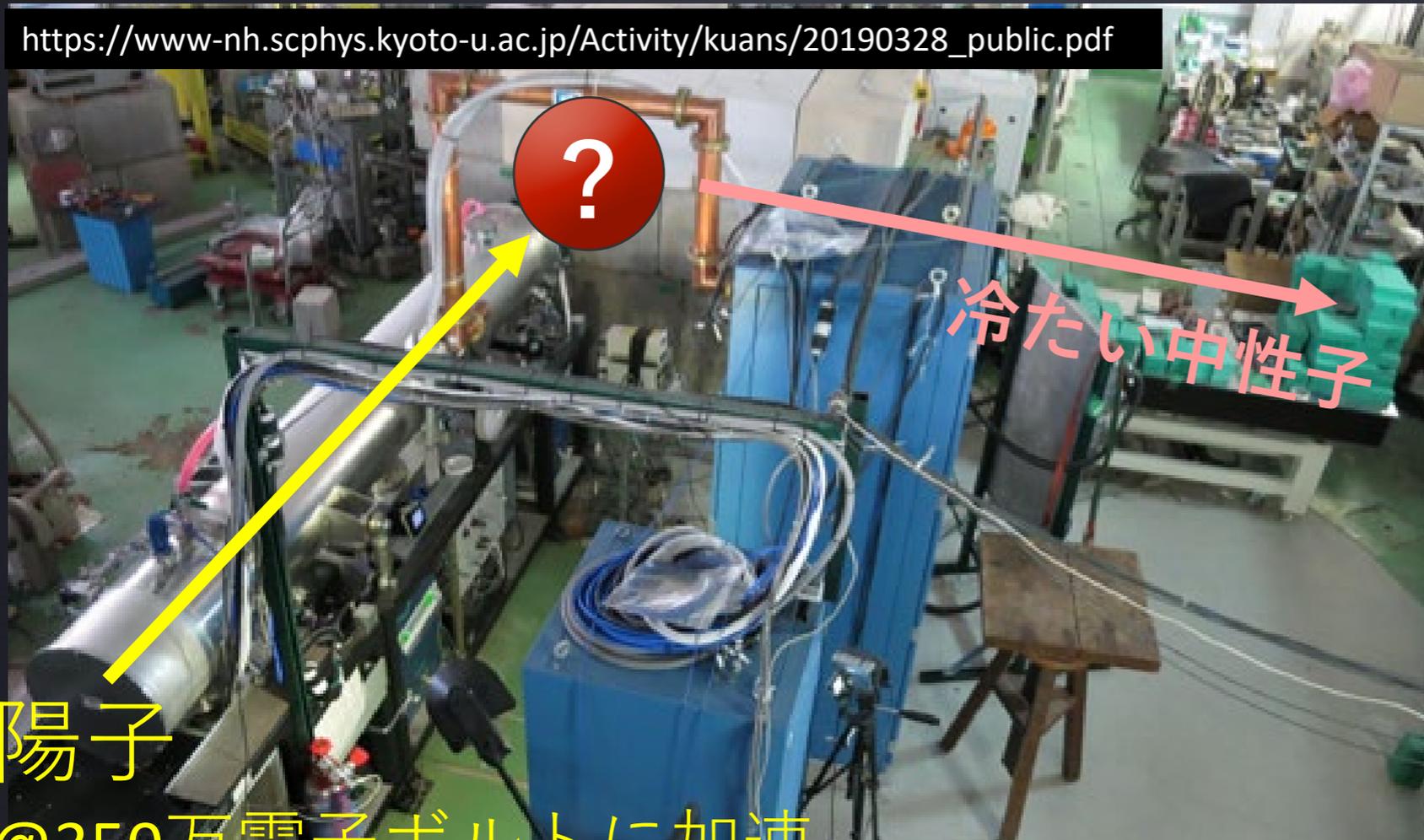
粒子加速器を用いた実験

- 重陽子の結合エネルギー測定 (2日間) @KUANS

全員で一つの

- ➔
- ✓ レポート
 - ✓ 発表会
(A3と合同)

https://www-nh.scphys.kyoto-u.ac.jp/Activity/kuans/20190328_public.pdf



A6 実験ゼミ・実習

粒子加速器を用いた実験

- 重陽子の結合エネルギー測定 (2日間) @KUANS

全員で一つの

- ✓ レポート
- ✓ 発表会
(A3と合同)

実験セミナー (約1.5時間/週)

- 目に見えない粒子の測定原理・方法
← **電磁**相互作用
- 実験データ処理に使う統計学の基礎
- 論文輪講 (チャドウィックによる中性子の発見1932 他1編)

実習 (約1.5時間/週)

- ガンマ線検出器等
- データ収集回路とトリガロジック
- C++ / ROOT を使ったデータ解析

加速器実験

「強い力」を理解する上で最も基礎的な物理量である重陽子 (pn 結合系) の結合エネルギーを自身で測定する

加速器で生成した
熱中性子ビーム



～ミリ電子ボルト

始状態



NaI(Tl) シンチレータ
+ 光電子増倍管

電気信号



～220万電子ボルト

ガンマ線

余分なエネルギー
を光として放出



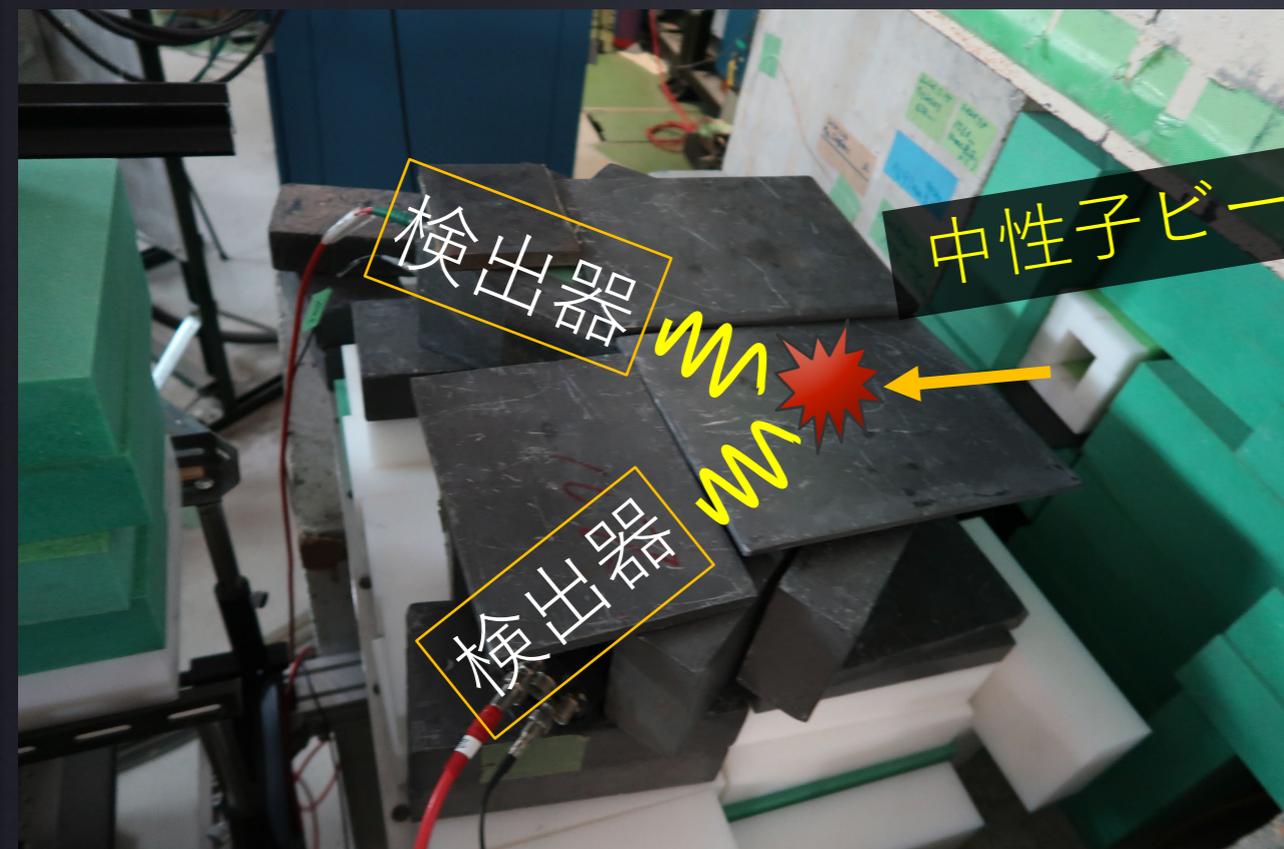
重陽子

終状態



背景事象を十分減らせる
セットアップ？

自身が組んだデータ取得ロ
ジック、設定は大丈夫？



取得データはもっともらしい？
→ 実験設定の変更は必要？

(注) 新型コロナ時代前の写真です

時間割り、スケジュール

月曜日	時間	内容
	13:15—15:15	理論ゼミ
	15:15—16:45	実験ゼミ
	16:45—18:15	実習

月	前期	4	5	6	7	8	9
	後期	10	11	12	1	2	3
ゼミ		■	■	■	■		
実験実習		■	■	■			
加速器実習	実験				■		
	解析、考察				■		
レポート					■		
発表							■

プレゼン準備

←-----→

大歓迎！

- 量子力学の応用として原子核を理解したい人
- 粒子加速器を使用した物理学実験の経験したい人

問い合わせ：

- 理論
 - 土居 (doi.takahiro.5d_at_kyoto-u.ac.jp)
- 実験
 - 後神 (gogami.toshiyuki.4a_at_kyoto-u.ac.jp)