

課題研究P3「素粒子と原子核」

担当教員 理論: 菅沼 秀夫・土居 孝寛

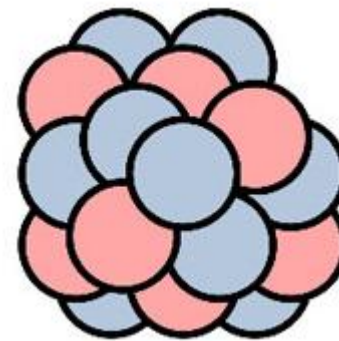
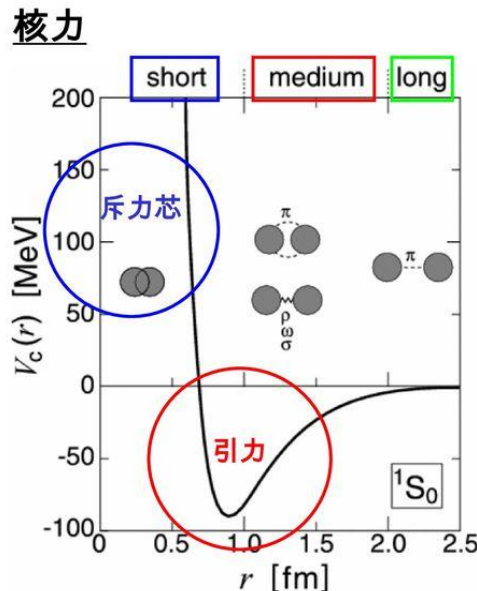
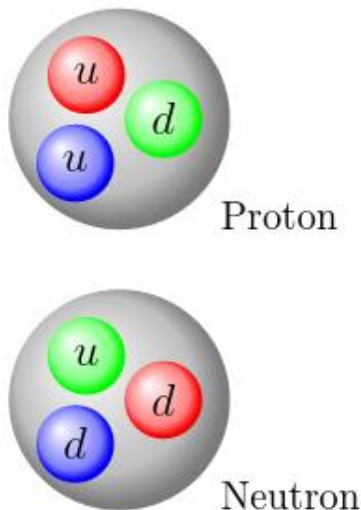
実験: 成木 恵・関口仁子

テーマ

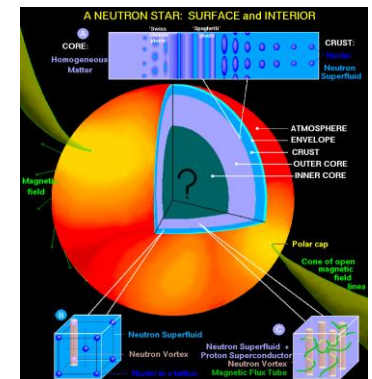
現代の素粒子・原子核物理の概観

標準理論(量子色力学QCD・電弱統一理論)からクォーク・ハドロン・原子核にいたるミクロな世界での多様な物理を概観する。

後期にはテーマを一つ決めて実験を実施し総合的な理解を目指す。



原子核: 陽子中性子の自己束縛系



中性子星:
“巨大な原子核”

課題研究P3 理論ゼミ

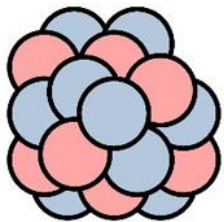
●週1回のゼミ

◎前期: ポッフほか『素粒子・原子核物理入門』、Springer

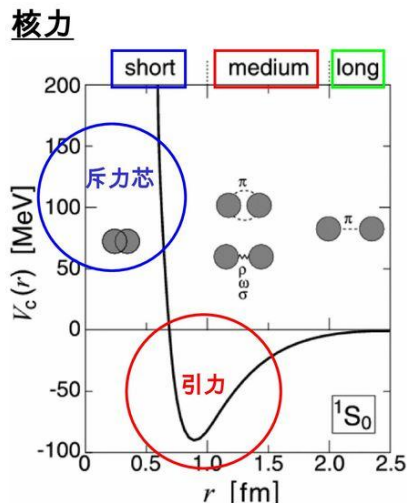
—標準理論(QCD+WS)からクォーク・ハドロン・原子核までを概観

—実験的な事実も含め総合的な理解を目指す

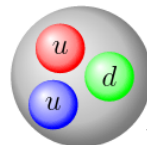
素粒子・原子核物理の基本的な知識・理論を習得する。



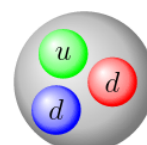
原子核の構造はどのように
ミクロに理解できるか？
核子間相互作用(核力)は
どんな実験から得られるのか？
理論的な導出は？



クォーク・グルーオンの存在は
どのような実験結果から得られたのか？
クォークのカラーが3であることの
実験的証明は？



Proton

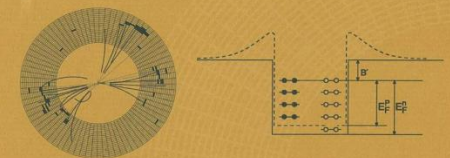


Neutron

Particles and Nuclei
An Introduction to the Physical Concepts

素粒子・原子核 物理入門 改訂 新版

B.ポッフ/K.リーツ/C.ショルツ/F.サッチャ 著
柴田利明 訳



丸善出版

課題研究P3 理論ゼミ

●週1回のゼミ

◎前期: ポップほか『素粒子・原子核物理入門』、Springer
素粒子・原子核物理の基本的な知識・理論を習得する。

◎後期: 実験に対応した内容＋興味に合わせた内容
これまでの例:

「Quantum Chromodynamics」(W.Greiner 他著)

「Gauge Theory of Weak interaction」(W.Greiner 他著)

原著論文の輪講

◎Extra: 興味があれば、追加で理論研究(につながるゼミ)
を実施した年も(今年もやっています)

例: ・格子QCDによる $\bar{q}q$ ポテンシャルの解析

課題研究P3 実験ゼミ

●週1回のゼミ

◎前期：基礎知識の学習＋実験テーマ決定

☆実験手法の学習（ゼミ形式）

- ・放射線検出の原理、統計、放射能と放射線の性質、...

☆実験テーマの決定（学生主体）

- ・毎年異なった実験テーマを学生自身で考える
- ・素粒子・原子核関連の実験テーマならなんでもOK
- ・同じテーマでも様々な方法があり、独創的なアプローチでの研究も可能
- ・オリジナルなアイデアを期待

◎後期：

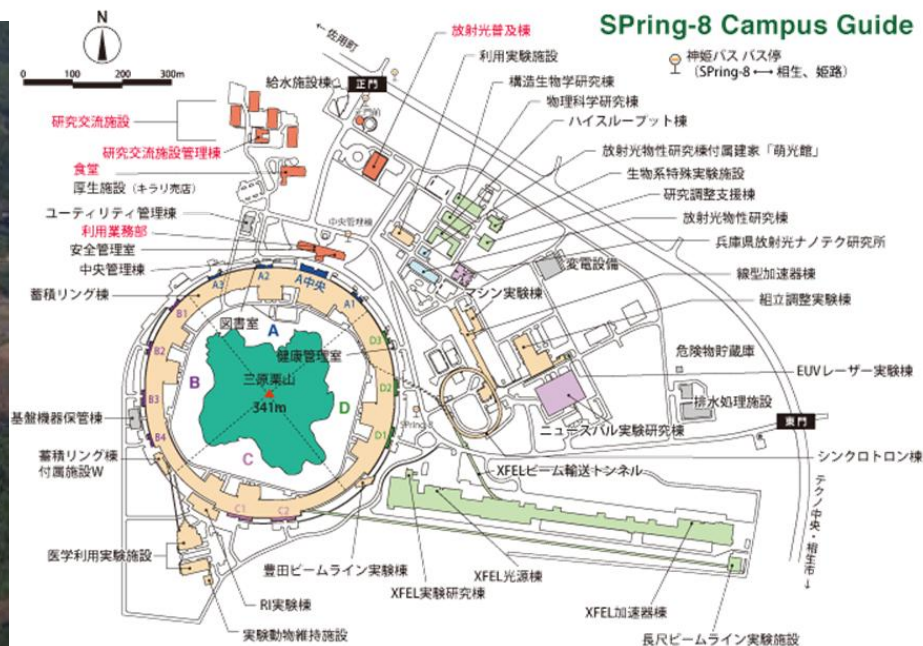
☆実験計画を立て、実行に移す

- ・装置作成・テスト、測定、解析、レポート作成、発表
- ・実験の研究とは何か、共同研究とは何か を肌で感じとってもらう
- ・必要に応じて勉強する

☆加速器を用いた本格的な実験

（京大の加速器施設、阪大RCNPの加速器施設、播磨のSPring-8など）

SPring-8(兵庫県、播磨)

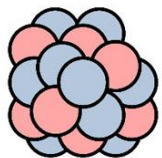
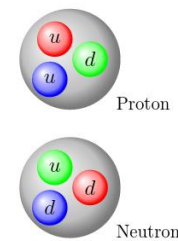


阪大RCNP(大阪府、豊中)



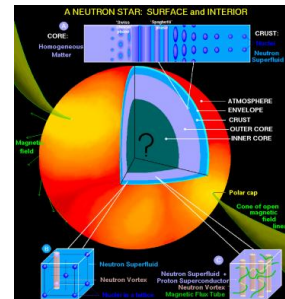
過去の卒業研究

- 2025年度
 - ・中性子-ヘリウム散乱による三体核力の研究
 - ・格子QCD:クォークの閉じ込め
- 2024年度
 - ・中性子の磁気モーメントの測定
 - ・格子QCD:クォークの閉じ込め
- 2023年度
 - ・熱中性子を用いた中性子スピン干渉実験
- 2022年度
 - ・La 核を用いた T-violation 探索実験のための冷却システムモニター開発
 - ・格子QCD:QCD真空中でのカラー磁気相関
- 2021年度
 - ・ ^{210}Pb の α 崩壊の観測へ向けた大型霧箱の製作
 - ・ホログラフィックQCD
- 2020年度
 - ・窒素 ^{14}N の熱外中性子数捕獲反応の断面積測定
- 2019年度
 - ・熱中性子を用いた中性子スピン干渉実験
- 2018年度
 - ・雷による核変換
 - ・格子QCD
- 2017年度
 - ・光と物質の相互作用(コンプトン散乱 & e^+e^- 対生成)
 - ・径路積分
- 2016年度
 - ・アハロノフ・キャッシャー効果の実験@京大中性子源
- 2015年度
 - ・原子核の形状因子(サイズと形)の測定@京大熊取
- 2014年度
 - ・GeV γ 線による電子-陽電子対生成実験@SPRing-8
- 2013年度
 - ・格子QCD
 - ・ γ 線による電子-陽電子対生成実験@京大中性子源
- 2012年度
 - ・EPR現象(パラドックス)の検証実験
 - ・ミュオン原子の生成実験
- 2011年度
 - ・パリティの破れの測定実験
 - ・格子QCD:スーパーコンピュータを用いた理論的実験
- 2010年度
 - ・ $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu$ の崩壊分岐比の測定
 - ・Primakoff 効果を用いた π^0 の寿命測定
- 2009年度
 - ・重陽子ビームを用いたアルファクラスター状態の探索
 - ・様々な原子核に対する熱中性子捕獲断面積の測定
- 2008年度
 - ・閾値付近の γ 線の電子-陽電子対生成の断面積測定
- 2007年度
 - ・鏡映核の原子核反応を用いたアイソスピン対称性と破れの研究
- 2006年度
 - ・ μ 原子のX線計測による原子核の拡がりの測定
 - ・中性子過剰核 ^{11}Be の励起状態の寿命測定による中性子ハローの研究
- 2005年度
 - ・ β - γ 偏光相関によるパリティの破れの検証



課題研究P3「素粒子と原子核」

担当教員 理論：菅沼 秀夫・土居 孝寛
実験：成木 恵・関口仁子



テーマ

現代の素粒子・原子核物理の概観

標準理論(量子色力学QCD・電弱統一理論)から**クォーク・ハドロン・原子核**にいたるミクロな世界での多様な物理を概観する。後期にはテーマを一つ決めて実験を実施し総合的な理解を目指す。

理論ゼミ

素粒子・原子核物理の基礎の学習

前期：日本語テキストで輪講ゼミ

後期：実験テーマ・学生の興味に応じて教科書・論文を選択

実験に加えて理論研究を実施した例も
・格子QCD ・ホログラフィックQCD

実験ゼミ

実験的研究を完遂する

実験計画・実験実施・解析・レポート作成

前期：実験手法の学習、実験テーマの決定
後期：実験計画を立て、実施する

過去のテーマの例：

- ・熱中性子を用いた中性子スピン干渉実験
- ・雷による核変換 ・パリティの破れの検証実験

P3の特徴・良いところ

- ・前期：大学院入試もあるので、ほどほどに
- ・後期：実験テーマを軸に、より深い学習を
- ・**素粒子(標準理論)から原子核まで幅広く扱うので、興味のある分野を見つけやすい**
- ・加速器実験ができる(かも、年による)
- ・**実験・理論を両方しっかりやる**