

課題研究P3

「素粒子と原子核」

～ミクロな世界の全体像を探る～

<http://www-nh.scphys.kyoto-u.ac.jp/gakusei/p3>

担当教官

理論: 菅沼 秀夫 (内3830)

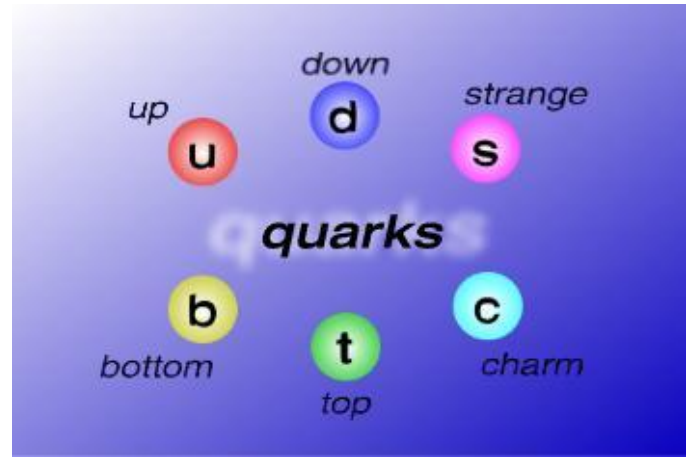
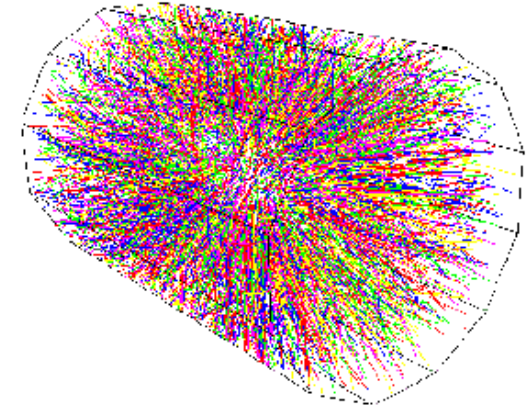
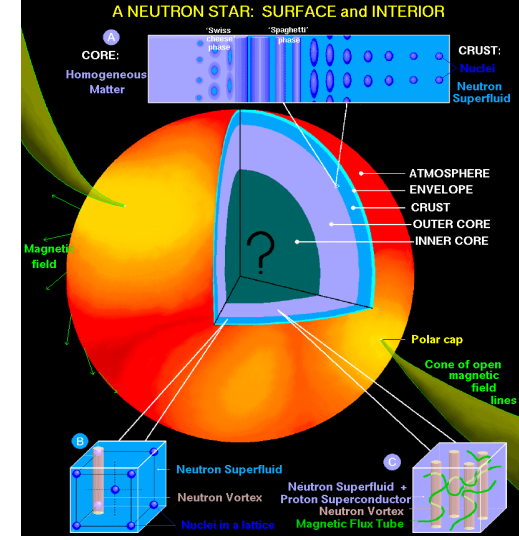
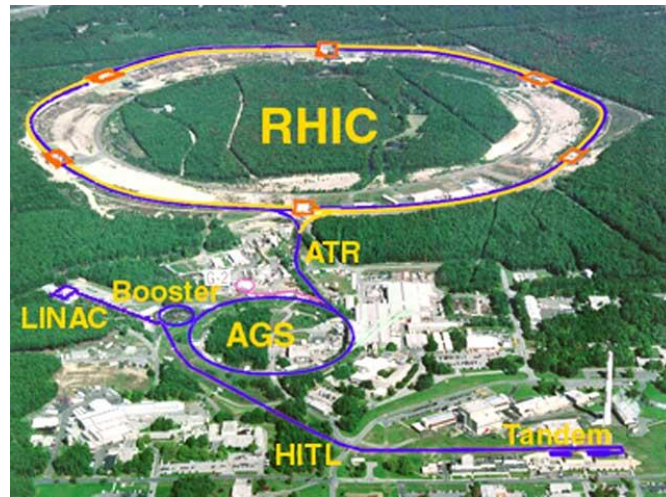
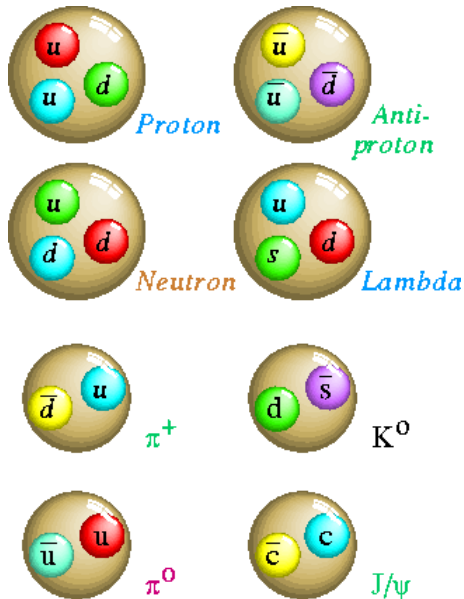
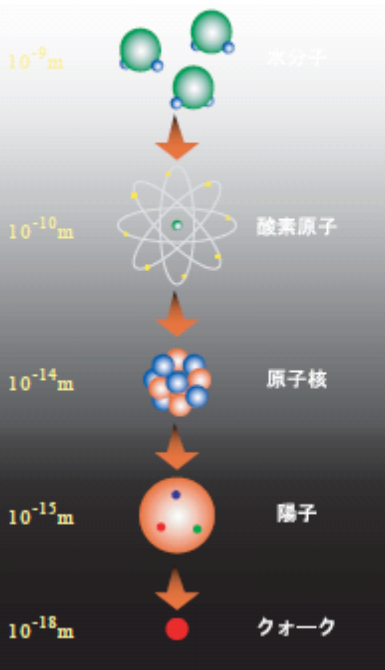
suganuma@ruby.scphys.kyoto-u.ac.jp

実験: 藤岡 宏之 (内3853)

fujioka@scphys.kyoto-u.ac.jp

前期: それぞれ週1回のゼミ

後期: 理論ゼミ + 実験作業



素粒子・原子核物理の研究領域

相対論



宇宙の初期状態
(QCD相転移)

重力



中性子星
(高密度物質)

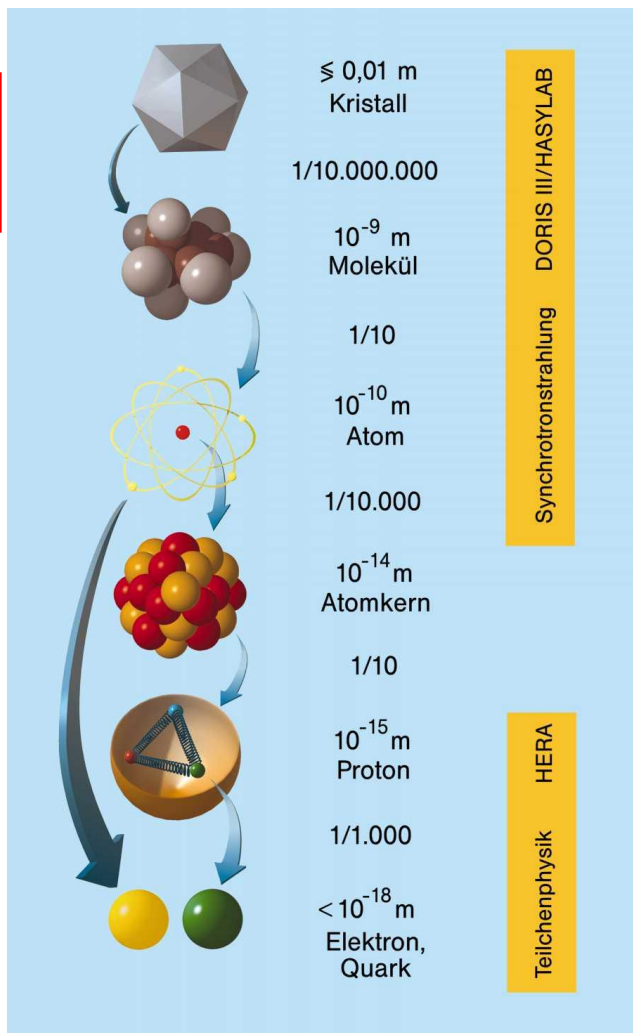
古典論



電磁気力



物質の階層性と様々なスケール



電磁気力

量子論

強い相互作用

10⁻¹³cm = fm の
スケールの物理

弱い相互作用

素粒子・
原子核物理

QCD

相対論的

理論

- 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
 - 実験的な事実も含め総合的な理解を目指す

- ディラック方程式と量子電気力学(QED)
- パリティの破れとCPの破れ
- 電弱統一理論(Glashow-Weinberg-Salam模型)
- 小林・益川理論
- クォーク・パートン模型とクォーク模型
- 量子色力学(QCD)
- カイラル対称性の自発的破れ(南部の理論)
- 原子核の理論(殻模型・クラスター構造・集団運動・量子カオス...)
- クォーク・グルーオン・プラズマ(1兆度以上の世界)

理論ゼミ

- 現代の素粒子原子核物理の概観
 - ゼミ形式(週1回:曜日は相談して決める)
 - 標準理論からクォーク・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
- パリティの破れやCPの破れはどのような実験事実から分かるのか？
- 電弱統一理論の実験的検証は？
- クォークやグルーオンの存在はどのような実験事実から得られたのか？
- クォークのカラーが3であることの実験的証明は？
- 宇宙初期の様相は実験でどこまで理解できるのか？ etc
- 前期:院入試もあるので基礎的な学習を日本語のテキストで行う
 - 「素粒子・原子核物理入門」(B.Povh 他著、柴田利明 訳)
- 後期:実験テーマ、学生の興味に応じてテキストや論文を選択
 - 使用したテキストの例
 - 「Gauge Theory of Weak interaction」(W.Greiner 他著)
 - 「Introductory Nuclear Physics」(S.Wong 著)
 - 原著論文の輪講

実験

- 前期:
 - 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
(京大タンデム、京大宇治、阪大RCNP、SPring-8など)

2010年度はSPring-8で実験



格子QCD:スーパーコンピュータを用いて QCDの経路積分を数値的に解く！ 数値実験

経路積分を100万重積分程度に近似して計算



NEC-SX8 @ RCNP



BlueGene/L @ KEK

過去の実験

2011年度

- ・ **パリティの破れの測定実験**
- ・ **格子ゲージ理論(格子QCD) : スーパーコンピュータを用いた数値実験**

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(P3・P4合同で)

- ・ 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**

2004年度

- ・ Ge検出器を用いた **高分解能 γ 線分光** による **原子核形状** の研究
- ・ (p,n)反応による β^+ 崩壊核 ^{63}Zn の生成とその **β^+ ヘリシティ** の測定

2003年度

- ・ **ニュートリノのヘリシティ** の測定