

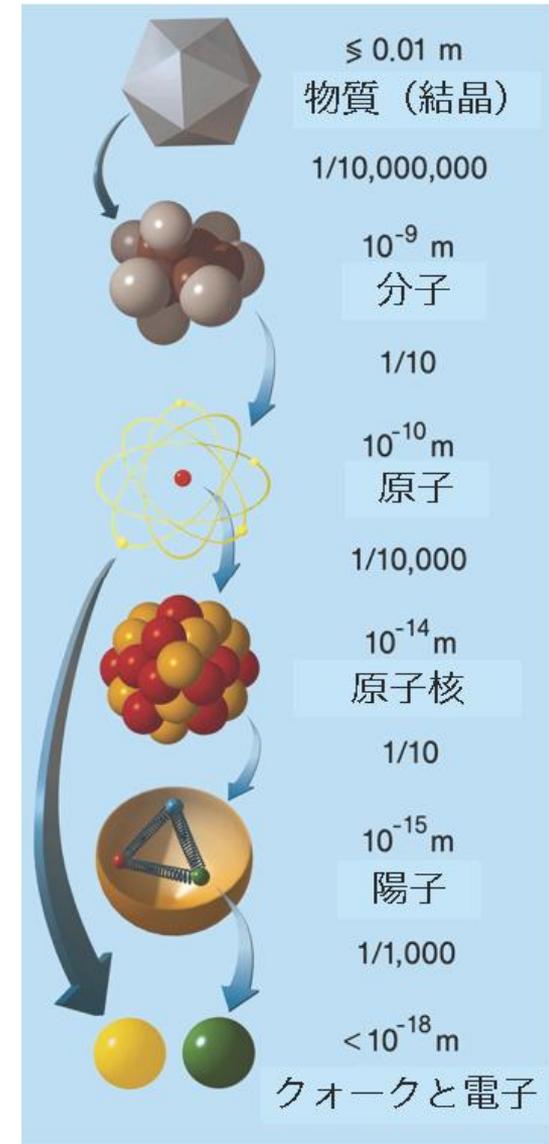
# 高エネルギー物理学研究室紹介

2012年6月15日

@5号館302号室

# 素粒子物理学って？

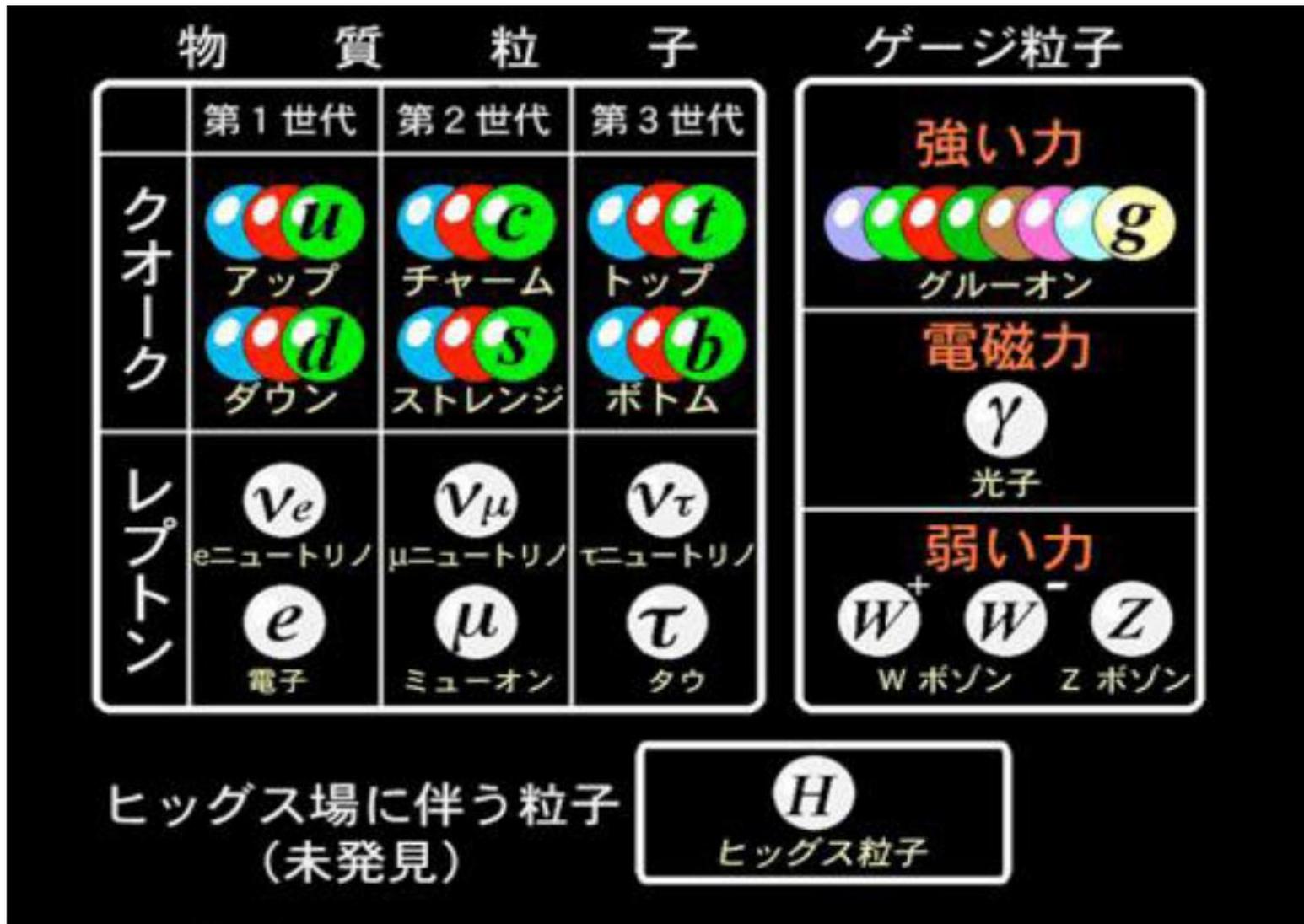
- 物質の構成要素である素粒子や空間の性質、起源を解明していく物理
- 高エネルギーでの実験が重要
  - J-PARC, LHCなどの加速器で実験
- 素粒子物理学  
= 高エネルギー物理学



# 素粒子標準模型

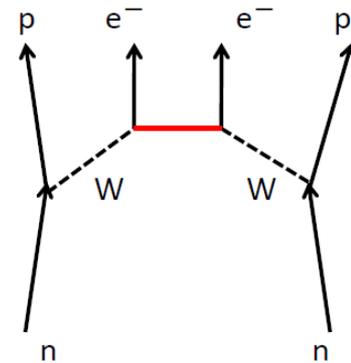
- 自然界には4つの力が存在
  - 強い力、弱い力、電磁力、重力
- 標準模型
  - 電弱理論(弱い力と電磁力を統一)
  - QCD理論(強い力に関する理論)
- 現在の実験結果をよく説明できている
- 「標準模型を超えた物理」
  - 現在の素粒子物理学の一大目標

# 標準模型に登場する素粒子

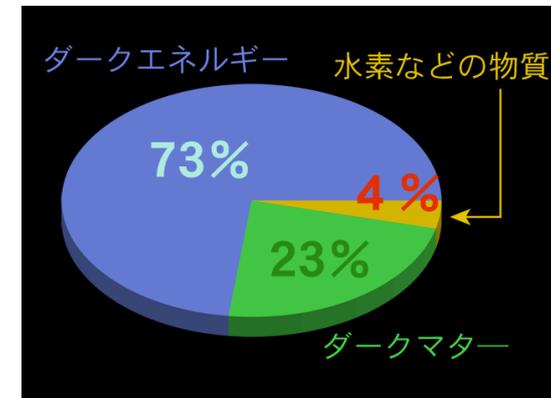


# まだまだ多い素粒子物理の謎

- 物質優勢宇宙なのはなぜ？
  - CP対称性の破れ → K<sup>0</sup>TO実験、T2K実験
- 質量の起源は？
  - Higgs粒子探索 → ATLAS実験
- 標準理論はすべてを説明できるのか？
  - ニュートリノ振動 → T2K実験
  - 陽子崩壊 → ハイパーカミオカンデ
  - 重力の取り扱い
- 宇宙は何でできているのか？
  - ダークマター
  - ダークエネルギー



ニュートリノのマヨラナ性



# 素粒子実験へのアプローチ

- エネルギーフロンティア
  - とにかく高いエネルギーでの反応を見る
  - LHC加速器(運転中)、ILC加速器(計画中)
- 強度フロンティア
  - 粒子を大量に作って稀な反応をみる
  - J-PARC加速器(運転中)、Super-KEKB(建設中)



# 3つの実験グループ

T2K実験: 12ヶ国、59研究機関、約500名



KOTO実験: 5ヶ国、12研究機関、約60名

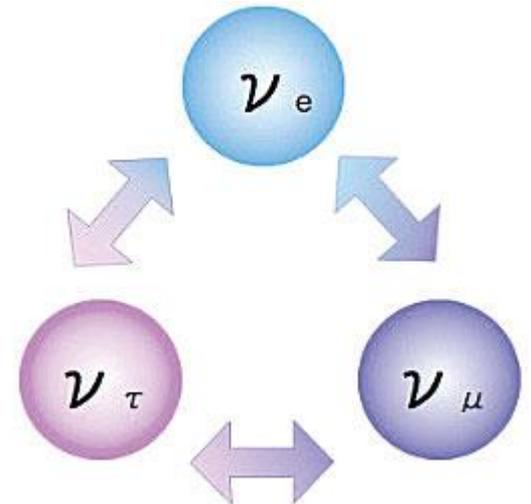
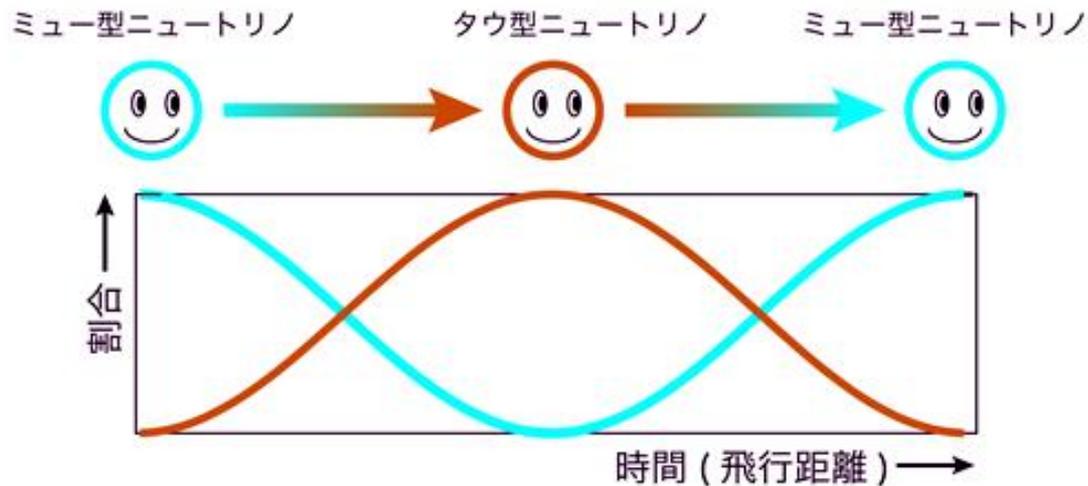


ATLAS実験: 38ヶ国、174研究機関、約3000名



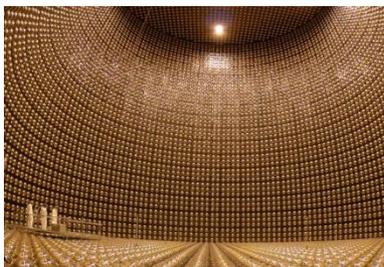
# ニュートリノグループ

- ニュートリノ振動現象の解明に向けた研究
- ニュートリノ振動とは
  - 飛行中にニュートリノの種類が変化する現象
    - ニュートリノに質量があるときにのみ起きる



# T2K長基線ニュートリノ振動実験

- 実験目的
  - ミュー型ニュートリノ消失モード ( $\nu_\mu \rightarrow \nu_x$ ) の精密測定
  - 電子型ニュートリノ出現モード ( $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ ) の世界初観測
- 特徴
  - 大強度ニュートリノビーム
  - 世界最大水チェレンコフ検出器

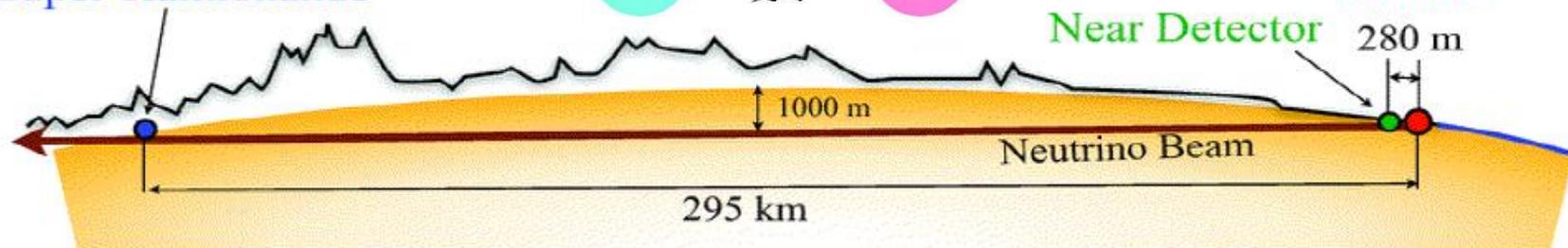
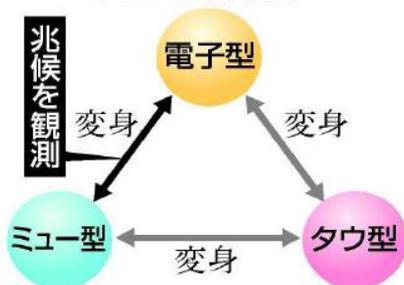


Super-Kamiokande



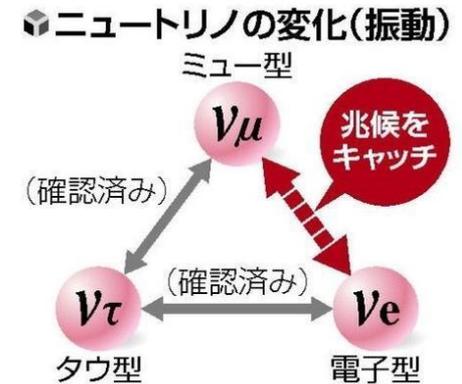
J-PARC

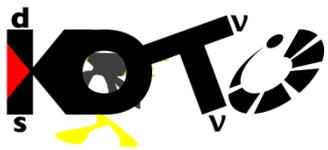
ニュートリノの「変身」



# T2K実験の最新結果

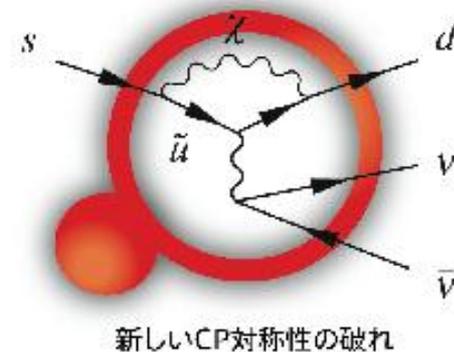
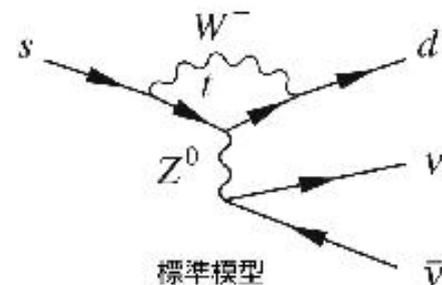
- 2011年6月
  - 電子型ニュートリノ出現モードの「兆候」を捉える
- 2012年6月
  - 電子型ニュートリノ出現モードの存在を99.92%の正しさで見つける
- 京大グループは検出器開発およびデータ解析に至るまで中心的な役割を担っている





# K中間子グループ

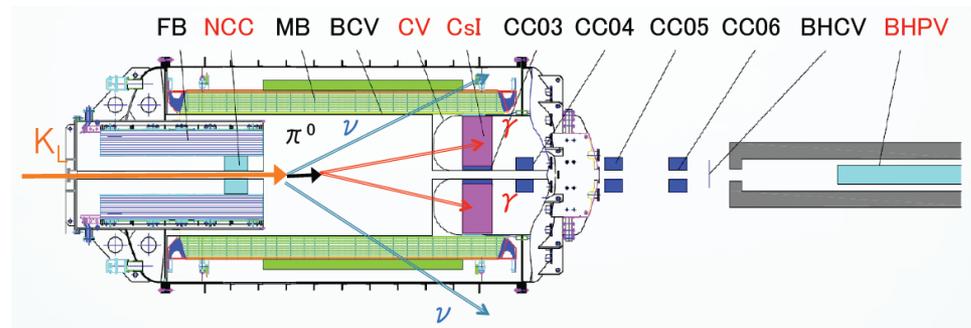
- 物質優勢宇宙のなぞの解明
  - 現在宇宙には反物質がほとんどない
  - 物質と反物質では物理法則が異なる！
- 物理法則の違い: CP対称性の破れ
  - 小林・益川理論によって説明
  - しかし破れが小さすぎる.....
  - もっとほかに何かあるはず？





# K<sup>0</sup>T<sup>0</sup>実験

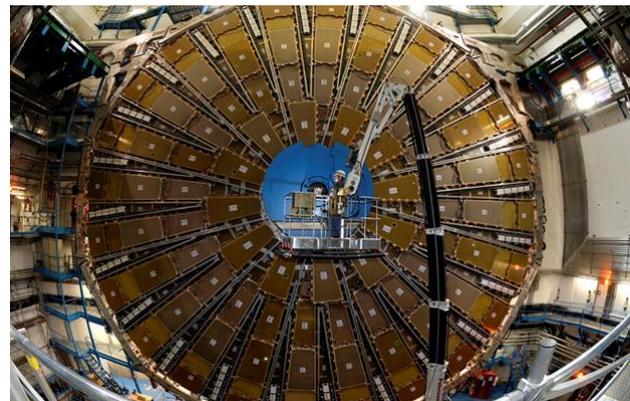
- $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$  崩壊モードを探索
  - CP対称性を破っている崩壊
- 標準模型ではめったに起こらない
  - 崩壊分岐比:400億分の1
  - これより大きいことを期待 → 未知の物理現象？
- J-PARCでK中間子を大量に作って、この稀な崩壊を探す！





# ATLASグループ

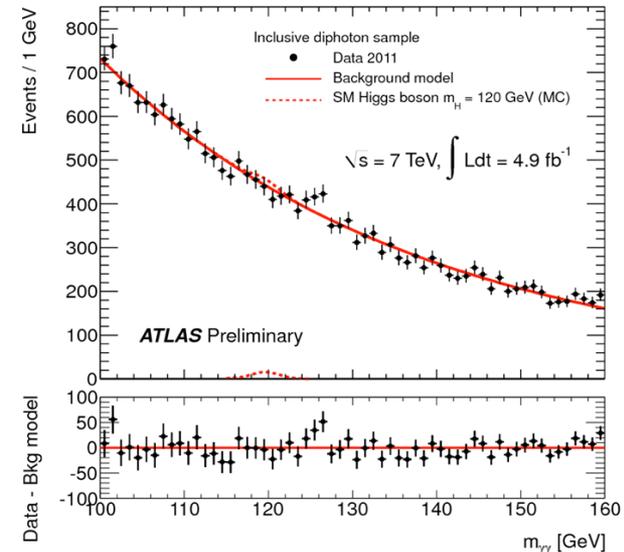
- 標準模型の精密測定
  - Higgs粒子の発見
  - 質量の起源を解明
- 標準模型を超えた物理の探索
  - 新粒子(SUSY等)の発見
  - 大統一、重力の解明の足がかり
- 世界最高エネルギー加速器LHCを使用
  - 陽子陽子衝突加速器
  - 最大衝突エネルギー14TeV





# ATLAS実験

- 現在の状況
  - LHCが衝突エネルギー8TeVで運転中
  - 2011 Higgs粒子の兆候 ->2012 発見に期待！
- これから
  - 2015年からLHCが14TeVに
  - 未知領域への突入



2011 Higgs の兆候

# 今後数年の期待

- 電子ニュートリノ出現モード( $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ )の発見
- $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$  の発見 (標準模型を超えられる?)
- Higgsの発見 (標準模型の完成)
- 思いがけない何かが見えてくるかも...!? (超光速ニュートリノ...)

世紀の大発見を間近で見て、

実際に触れるチャンス!



# 高エネに入ってからの流れ

- 修士課程

M1前期	M1後期	M2前期	M2後期
講義・ゼミ	研究(検出器開発)		修士論文
	学会	学会	学会

2011年度  
優秀修士論文賞を受賞  
木河さん(現在D2)



若手奨励賞を受賞  
(賞金10万円!!)  
栗本さん  
(2010年度卒業)

- 博士課程

– 本実験、データ解析 → 博士論文

# 研究の風景

アンプ作成(はんだ付け中)



Kグループの検出器の設置中



v検出器のインストール



# ぜひ一緒に研究しましょう！！

- ようこそ素粒子物理学の世界へ！

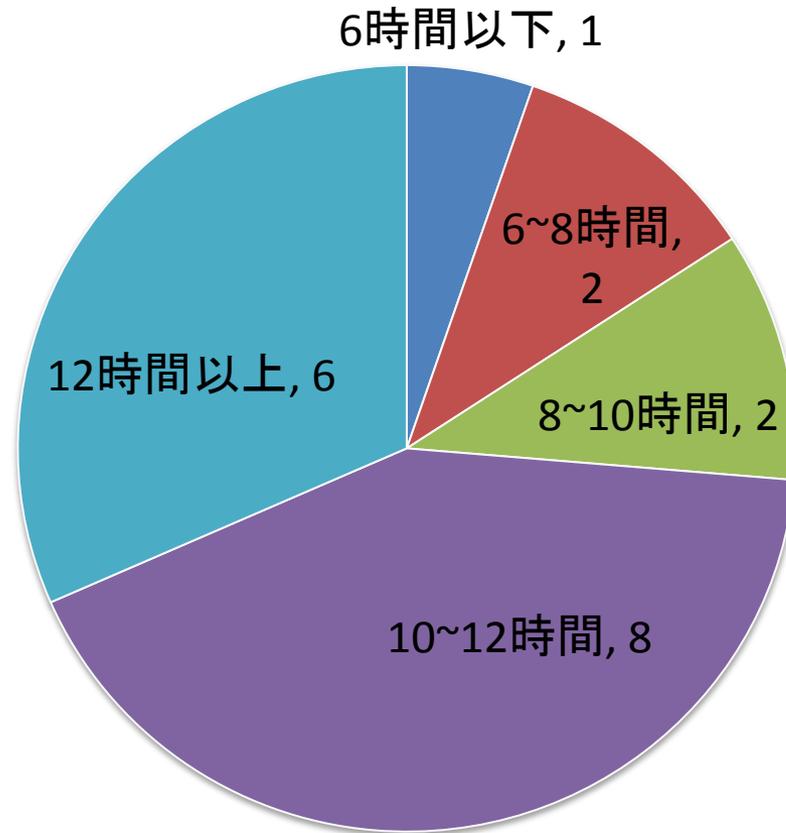




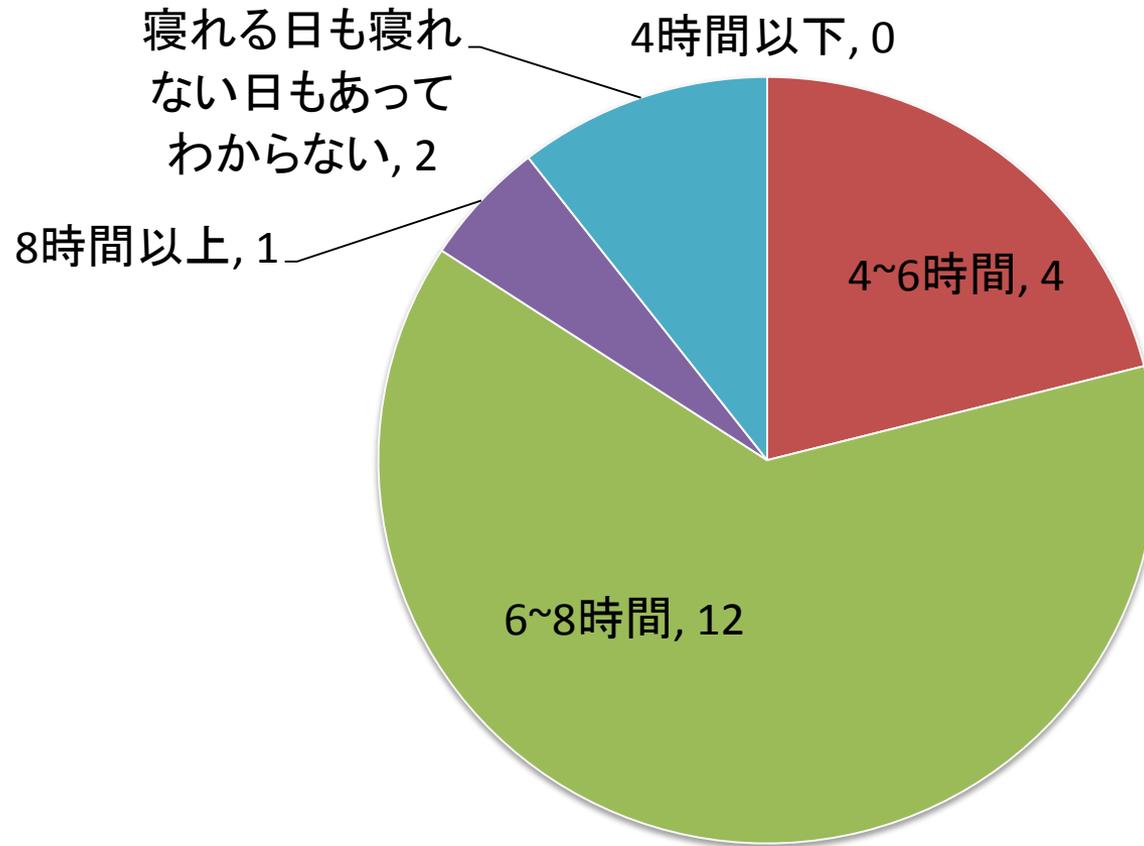
# 高エネ院生の実態

- アンケート調査
- 2012年6月現在 院生21人中 19人回答
- どんな研究室生活を送っているのかがこの後明らかに...！

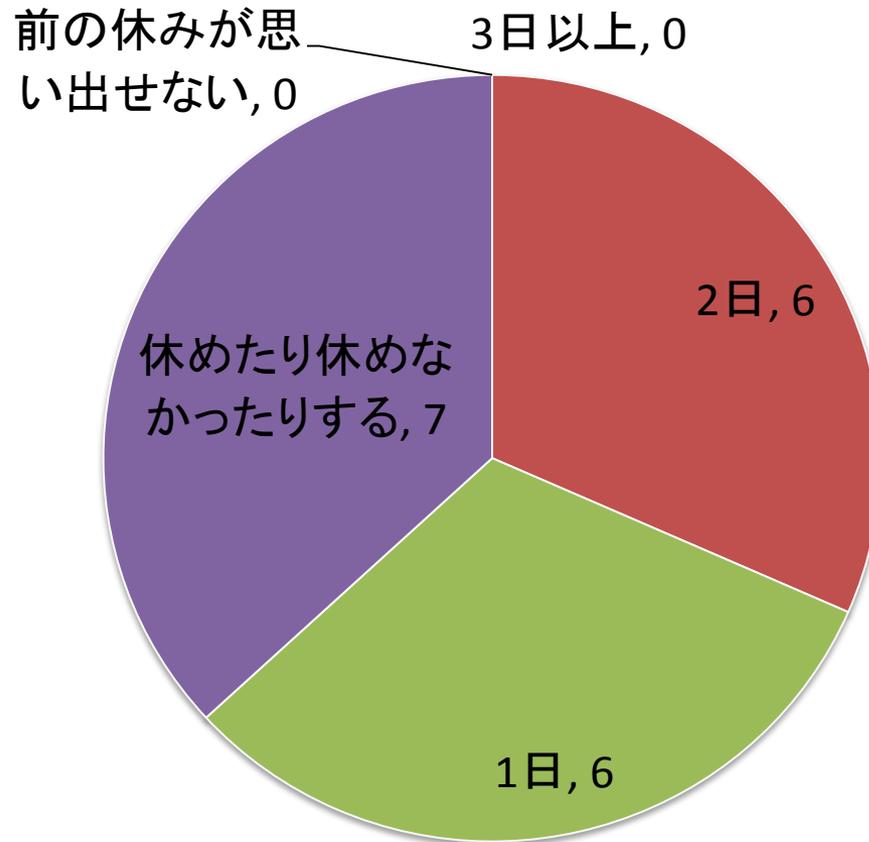
# 01.1日何時間研究室(研究施設)にいますか？



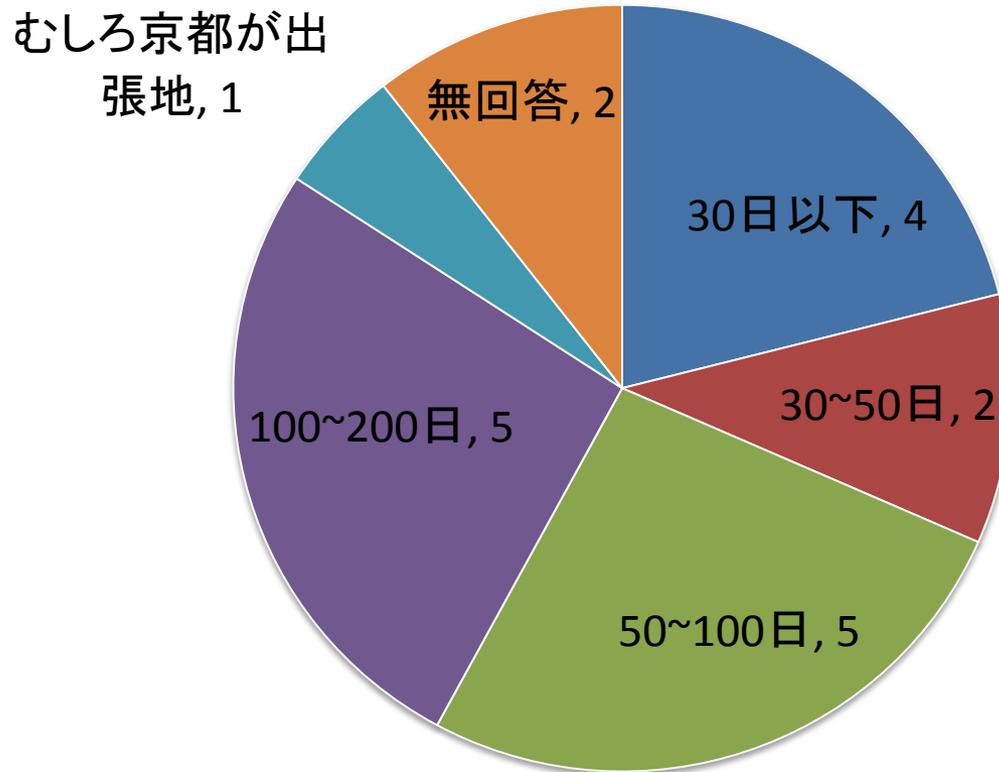
# 02.1日の睡眠時間はどのくらいですか？



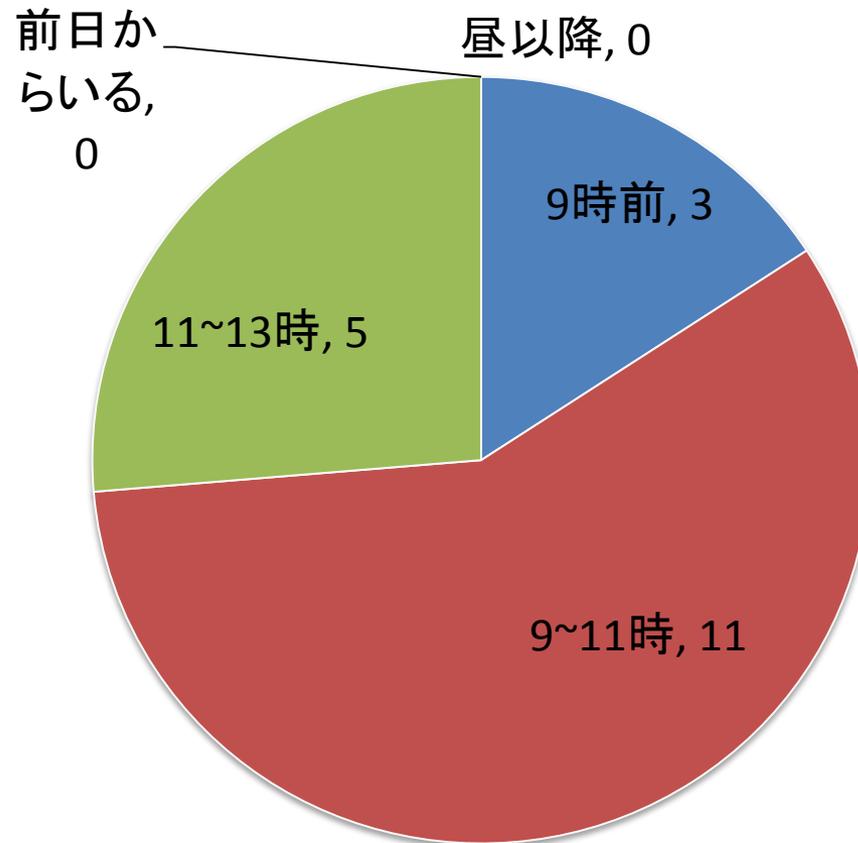
# 03.週何日休みがありますか？



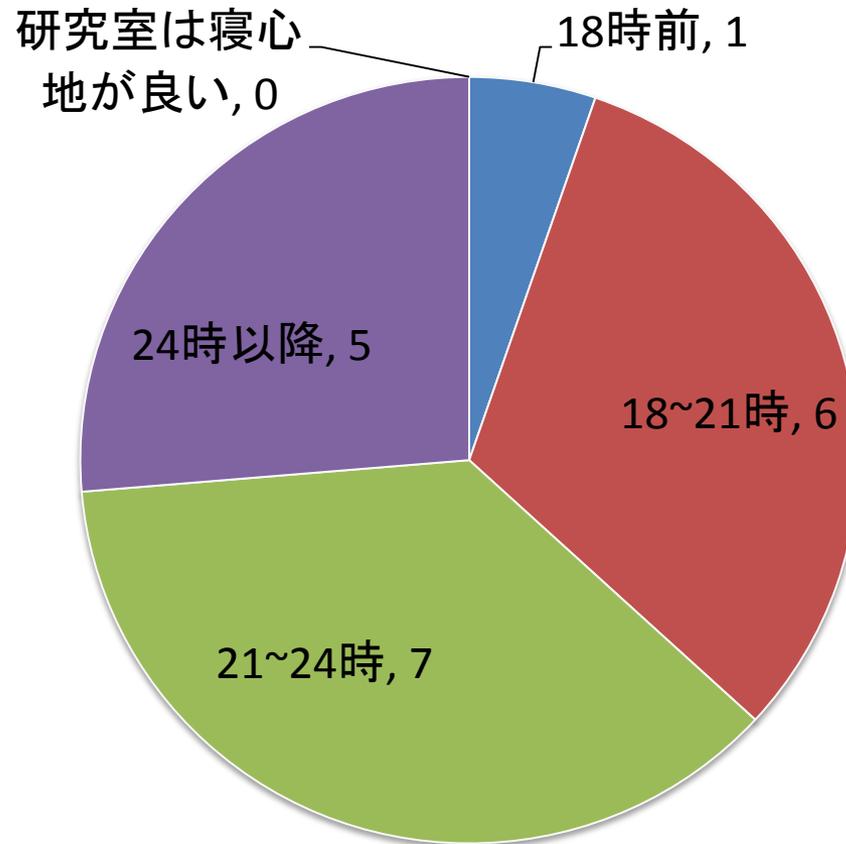
# 04.出張(実験、学会など)は年にどのくらいありますか？



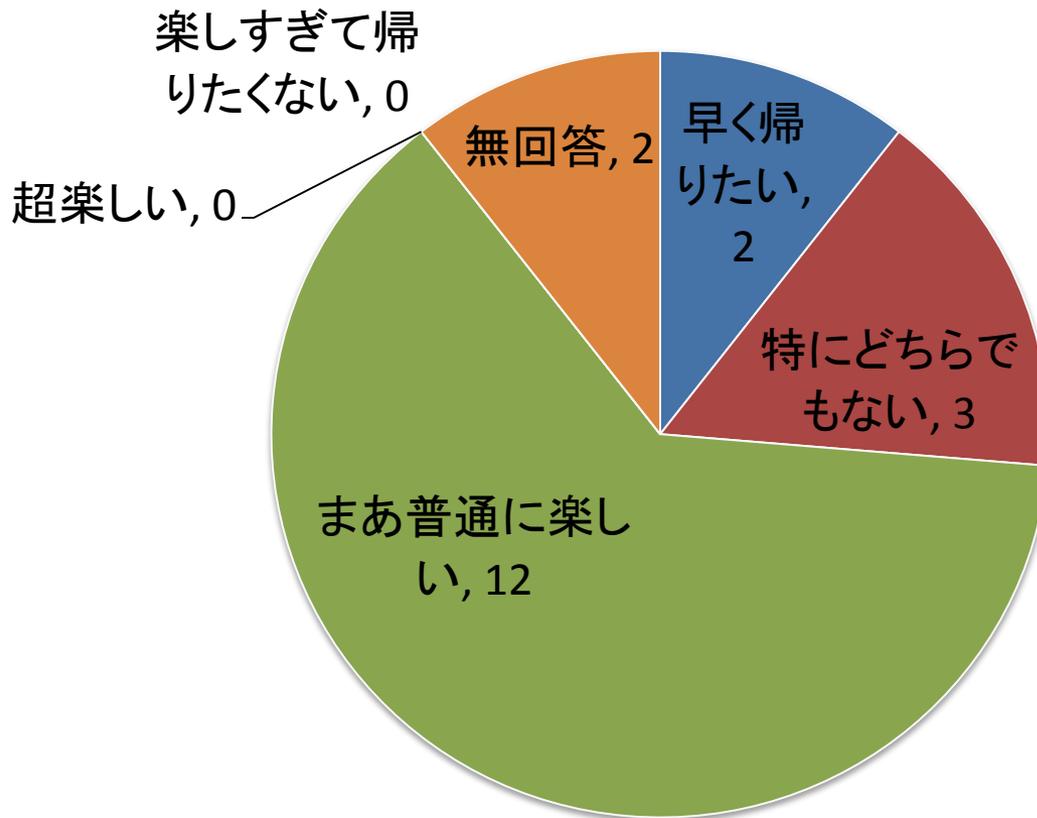
# 05.研究室には普段何時頃来ますか？



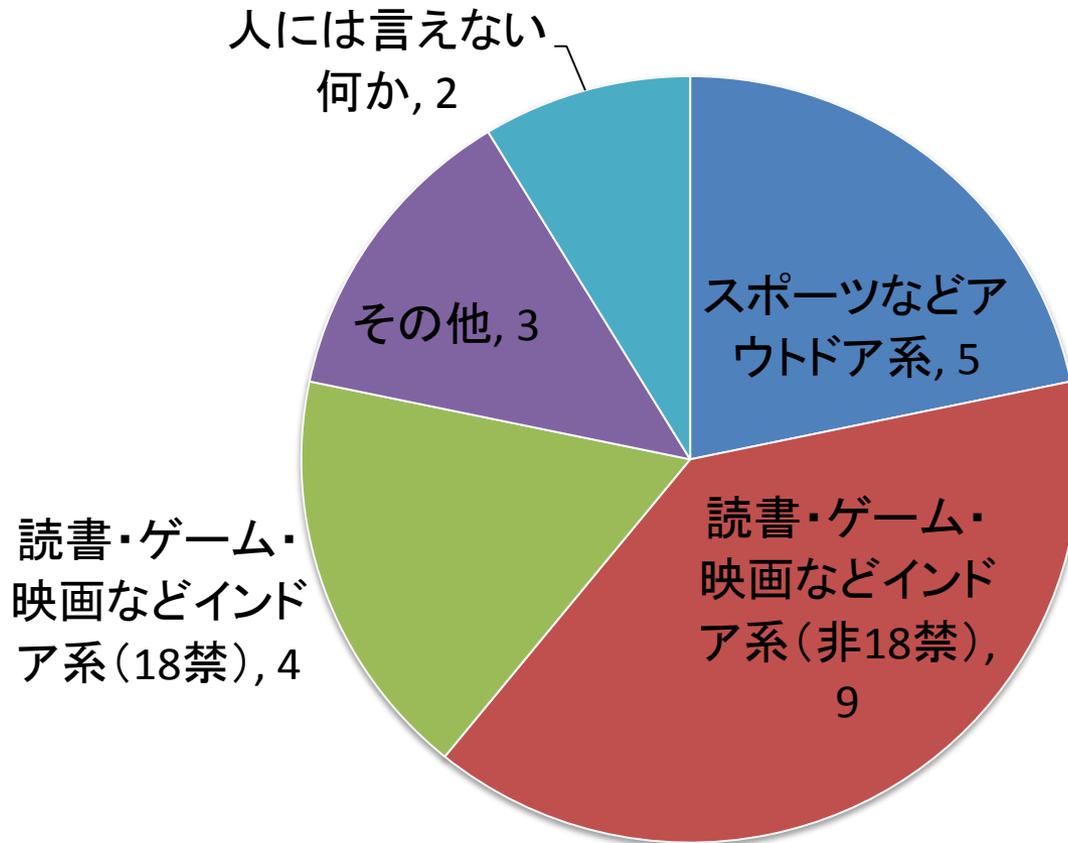
# 06.研究室から普段何時頃帰りますか？



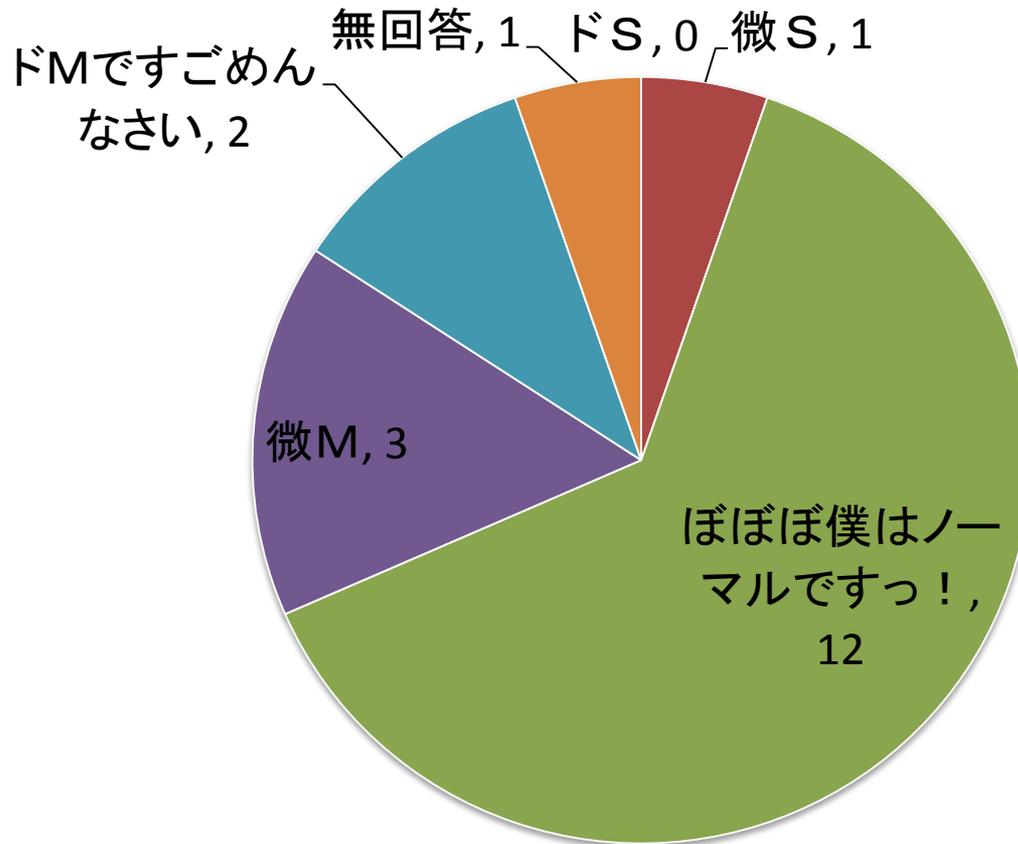
# 07.研究は楽しいですか？



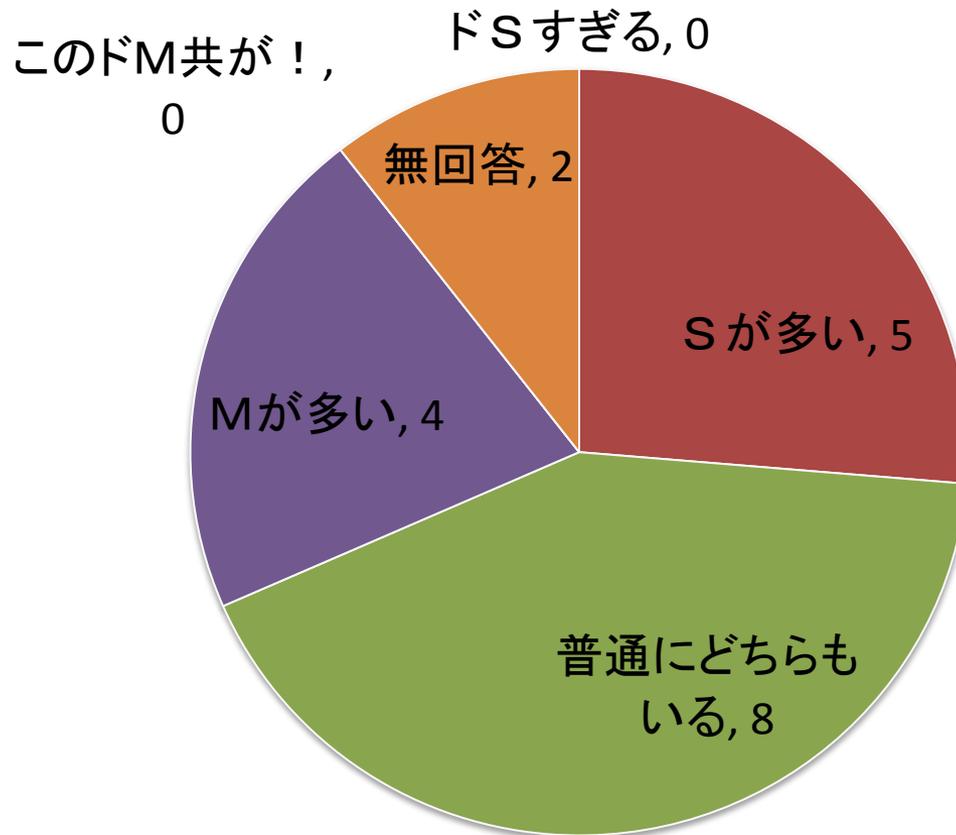
# 08.研究以外の趣味は？ (複数回答あり)



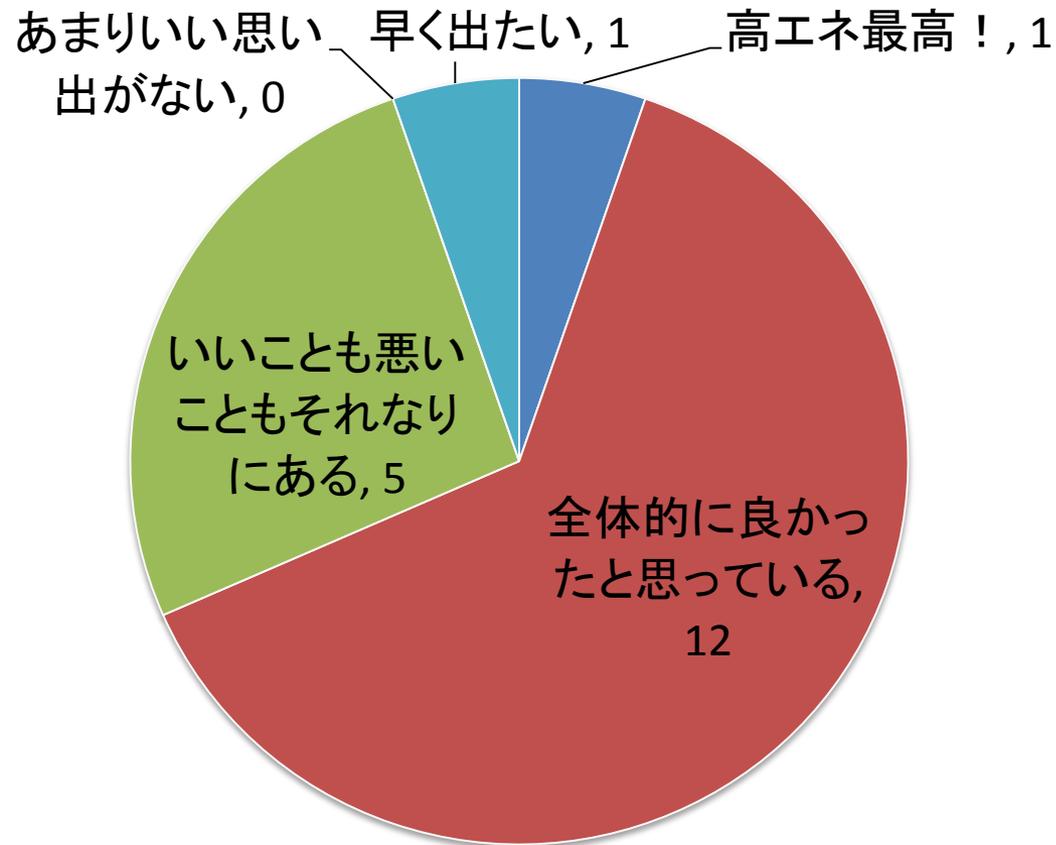
# 09.自分は何S? M?



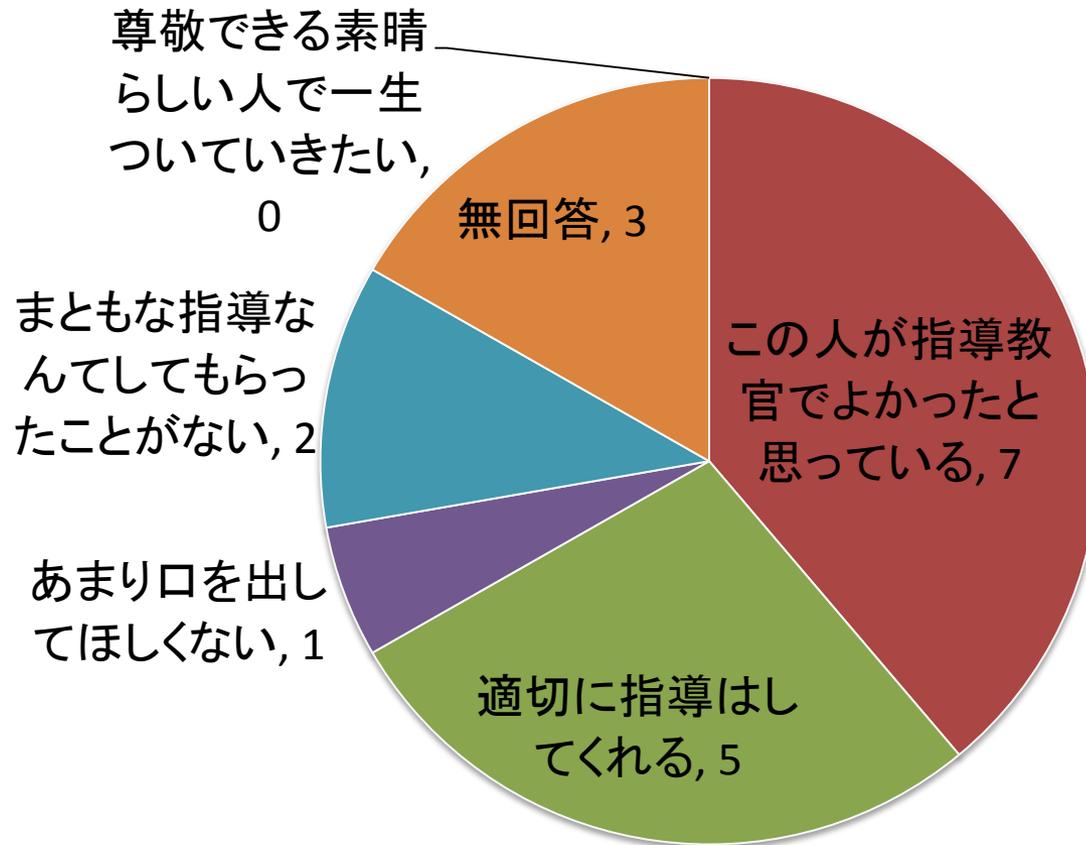
# 10.研究室の人たちはS? M?



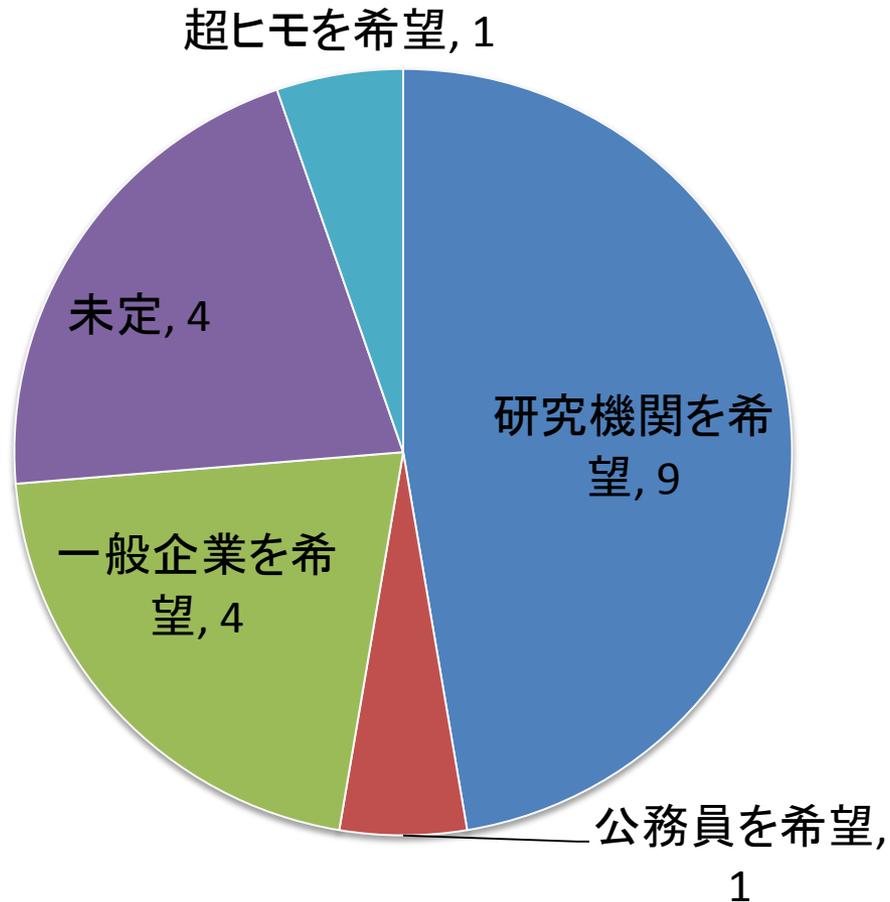
# 11.高エネに入ってよかった？



# 12.指導教官について



# 13.進路希望について



# 14.ある一日の過ごし方について 教えてください(Kグループ編)

- 8:15- みのうち住宅を車で出発, 途中のパン屋で朝食を調達
- 9:00- J-PARCハドロン実験施設のKOTO実験コンテナに到着
- 9:30- 現場打ち合わせ(昨晚のビームでのデータ取得状況, 作業状況本日の予定等を議論)
- 10:00- 現場で作業(MPPCの印可電圧モニターシステムのテスト)
- 12:00- 昼食(台湾の人と一緒に, 近くのそば屋に)
- 13:00-現場作業(ひたすらケーブル引き)
- 19:00- 夕食(東海駅に迎えにいかないといけない人がいて 急ぎだったのですきや)
- 20:00- 作業(シグナルチェック等, ケーブル引き続き等)
- 22:30 帰宅

# 14.ある一日の過ごし方について 教えてください(vグループ編)

7:00- 神岡へ移動(移動中は爆睡)

11:30- 前の検出器テストの結果を整理。プロットを作ったり、スライドにまとめたり

13:00- ミーティング

14:30- メールチェック、返答。ローレンツ祭のアンケートは何かいいかまじめに考えると何気に時間が経ってた。

16:00- 検出器テスト

20:30- 晩ご飯。

21:00- 本日のテスト結果を解析。プロット作ってelogにまとめる。rootと格闘。合間にちよくちよくメールチェック。

27:00- メールチェックとネットサーフィン。このアンケートに答える。

# 15.何か学部生にメッセージ

- 積みゲーの処理は学部のうちに(D2)
- 最近暑いですね(D3)
- どんなに癖のある人間も決して浮く事のない職場です。安心していらして下さい。(D3)
- 難しいかもしれませんが、やりたいことに対して積極的になってください(D3)
- よく考えてきてください(D3)
- 学生同士笑いの絶えない研究室です。  
ぜひ高エネで仲良くやりましょう！(M2)
- よく学び、よく遊びましょう。  
それが正念場での地力になります。(D3)
- 手を動かすのが好きなキミはぜひ！  
ワイワイするのが好きなキミはぜひ！！(匿名)

# 15.何か学部生にメッセージ

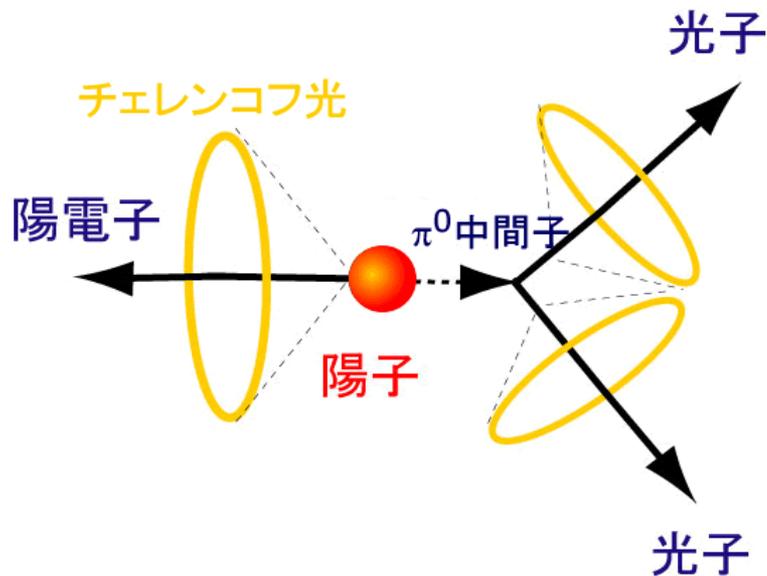
- スタッフも多ければ、学生も多い。皆一癖あるけど(あるぐらいの方が个性的でいい)、なんだかんだで根はいい人ばかり(に見える)。仕事としては研究はもちろんだけど、研究室運営の雑用やTA、イベント(このローレンツ祭もそう)も適度にあって、バランスもいい(時折ある研究以外の仕事はちょうどいい息抜きになる)。この分野に興味があるなら、この研究室はおすすめ☆(D1)

ばっくあっぷ

**ばっくあっぷ**

# 陽子崩壊

- 現在のところ、陽子は安定な核子
  - 大統一理論は、バリオン数(核子数)の保存を破る粒子の存在を予言
- ⇒これによって陽子崩壊が起こりうる



# ニュートリノ振動確率の式

ミュー型ニュートリノから電子型ニュートリノに変化する確率の式

$$P(\nu_\mu \rightarrow \nu_e) \approx \sin^2 \theta_{23} \sin^2 2\theta_{13} \sin^2 \left( \frac{1.27 \Delta m_{23}^2 L}{E} \right)$$

# ニュートリノ振動

- ニュートリノに**質量がある**とき、ある確率でニュートリノの種類が変わってしまう現象

$$P(\nu_\mu \rightarrow \nu_e) \approx \sin^2 \theta_{23} \sin^2 2\theta_{13} \sin^2 \left( \frac{1.27 \Delta m_{23}^2 L}{E} \right)$$

- 物質・反物質の非対称性の解明  
ニュートリノと反ニュートリノで振る舞いが異なるかも

