

CP対称性の破れ?
質量の起源?
超対称性?
ニュートリノ振動?
反物質? etc...

新しい物理を発見するためにはフロンティアで研究を行う必要があります。

高エネルギーフロンティア → LHC(ヨーロッパ) ATLAS実験

強度フロンティア(稀な事象の探索) → J-PARC(茨城県) T2K実験、KOTO実験

その他に、CdTe半導体放射線検出器の開発やハイパーカミオカンデ計画も行っています。



J-PARC



LHC

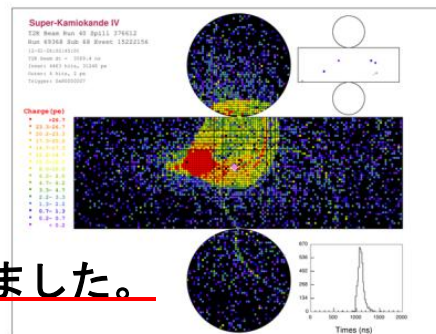
いずれの実験も今後数年以内に結果を期待されており、

新しい物理の発見に立ち会えるチャンス!

ニュートリノグループ

●T2K (Tokai to Kamioka) 実験

ニュートリノ振動の解明を目的として2009年4月にスタートした、12カ国・500人以上からなる国際実験です。J-PARCで ν_μ ビームを生成し、ビーム生成直後と295 km先のスーパーカミオカンデでの変化を観測することにより、ニュートリノ振動を測定します。京都グループはT2K実験の中心グループであり、検出器の開発・データ解析で、**学生が実験の最前線**に立って活躍しています。



昨年世界で初めて $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ 振動の兆候を捕らえました。



○ニュートリノ振動とは

ニュートリノは $\nu_e \nu_\mu \nu_\tau$ の3種類が存在しますが、飛行中にその種類が変化してしまうことが知られています。この現象は現在の素粒子の標準模型では説明できておらず、この現象を解明することで、**物質・反物質の非対称性**を解明する手がかりが得られることが期待されています。



学生が活躍できるユニークな小規模実験も行っています。

●PIA ν 0 (Pion detector for Analysis of ν (neutrino) Oscillation) 実験

π 中間子の原子核との反応を測定する実験です。 π 中間子はニュートリノ反応に付随して生成されることが多いため、ニュートリノ反応を正確に測定する上で重要となります。

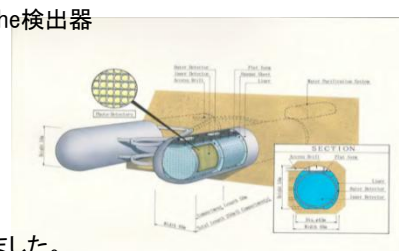
PIA ν 0検出器



●Mizuche 実験

スーパーカミオカンデの水チェレンコフ検出器を小型化した検出器を制作し、T2K前置検出器の一部として使用して実験の測定精度の向上を目指しています。

Mizuche検出器



ハイパーカミオカンデ(設計図)

●ハイパーカミオカンデ計画

スーパーカミオカンデの20倍の純水を用いた水チェレンコフ検出器の建設が計画されています。ニュートリノにおける**CP対称性の破れ**の測定や**陽子崩壊**の発見に向けての基礎研究がスタートしました。

●CdTe半導体放射線検出器の開発

ニュートリノに関する未解決問題の一つに、ニュートリノの反粒子は自身ではないか、ということがあります。これを探る現在唯一の方法が**ニュートリノを伴わない二重ベータ(0 ν 2 β)崩壊モード**を発見することです。CdTeは二重ベータ崩壊する原子核を含み半導体の性質を示すため、検出器として用いてこの崩壊モードを探ろうとしています。

非常に稀な反応のため、**検出器の大型化及び分解能向上**が必要となっており、現在新しい大型素子の性能評価を行っています。

K中間子グループ (K⁰TO実験グループ)

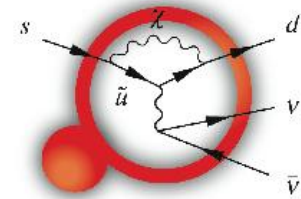
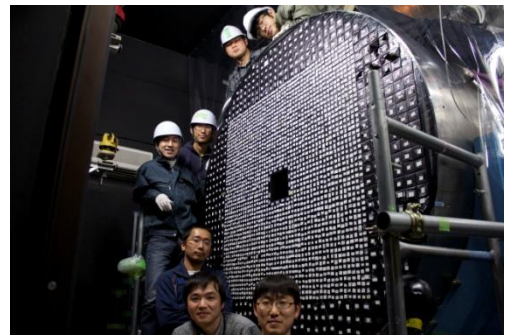
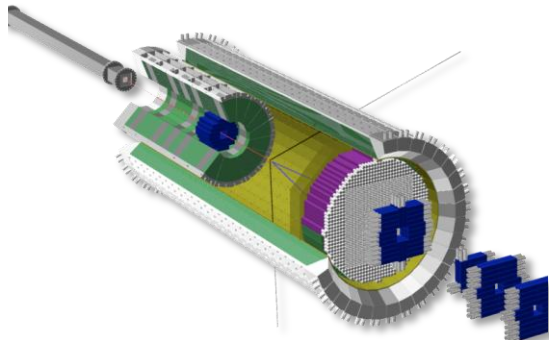
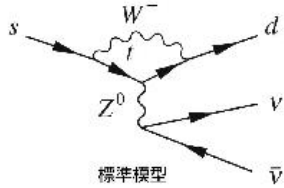
素粒子物理学の抱える大きな難問の一つに、**物質優勢の宇宙**があります。今の宇宙は、物質に対して反物質の数が1億分の1しかないのですが、この比の少なさはまだ説明できていません。そのため、この問題を解明するために様々な実験が計画され、行われています。

そこで重要なのが、物質と反物質に対する物理法則のずれ「**CP対称性の破れ**」です。今の理論ではこの破れの程度が小さいため、なぜこれが理論予測以上に大きいのか、この問題を解き明かすカギになります。



Kグループでは、**K中間子の崩壊現象**に着目し、この問題に取り組んでいます。K中間子の崩壊の一つである $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ はCP対称性を破る崩壊です。現在知られている素粒子の理論のみで計算すると、この崩壊の確率は 10^{-11} しかありません。しかし、もし仮にCP対称性を破る未知の粒子（超対称性粒子など）が存在すると、この崩壊の確率が変化するという予想があります。そこで我々Kグループでは、この崩壊確率を実際に測定し、未知の粒子による寄与を測定するK⁰TO実験を行っています。

K⁰TO実験は2006年に計画案が出され、2010年から検出器の建設を始めました。そして、2012年度に実験開始、2013年度に検出器アップグレードを行う予定です。数年後には**世界初の崩壊事象発見**、及び**新粒子の存在提示**を目指しています。



$K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ ダイアグラム

総延長20mに及ぶKOTO実験の検出器群(の一部)

主電磁カロリメータ(左図の紫色の検出器)

ATLASグループ

世界最高エネルギーの陽子衝突型加速器を使って素粒子実験をおこなう。

利用する加速器はジュネーブ空港から車で10分のところにあるLHC加速器 (Large Hadron Collider : 赤いリング 周長27km)、衝突点に設置した検出器はATLAS測定器。

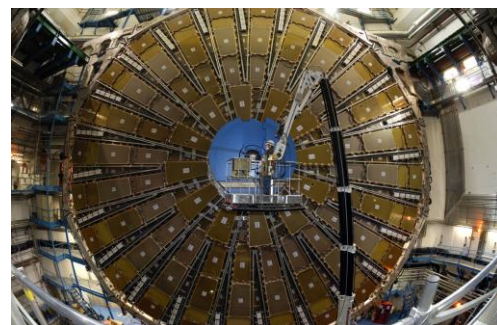
過去30年、エネルギーフロンティアの素粒子実験において、標準理論の枠組みを超えるような真にわたる実験結果はえられていないが、LHC加速器はTeVスケールの物理を詳細に調べることで本質的にわたる素粒子物理の描像を描き出す唯一の可能性をもった加速器である。直接的にわたる素粒子物理像をえがきたいならば、LHC加速器を使った実験が今後15年、唯一の手段であると言えるでしょう。

通過点として、標準模型に登場する最後の粒子、ヒッグス粒子の存在をもうすぐ明らかにすることができるかもしれないが、その後はヒッグス粒子と既知のレプトン・クォークとの結合定数を精密に測定して素粒子の質量獲得メカニズムに関する知見を得ることが次の重要な課題であると考えている。もちろん、未知の素粒子を発見することも並行しておこなう。

このわたる領域を探る道具の規模は大きく、関わる人間の数も多い(ATLAS実験で3,000人)。あらゆる面においてグループ内の競争も激しいが、良いアイデアを日常的に競わせる日々は刺激的で大実験ならではの楽しみでもある。研究テーマを工夫して、大学院生が実験をデータを取得、解析、解釈するためのすぐれた実地訓練の場とすること、国内外の第一級の研究者とたたかう過程で物理学者として鍛える場とすること、これらの点にも十分な注意をはらって活動をしています。



世界最高エネルギーで陽子を衝突させるLHC加速器 (スイス、ジュネーブ)



京大グループが運転にたずさわっている検出器 高エネルギーμをふくんだイベントを2マイクロ秒でみつける。