

高エネルギー物理学研究室(素粒子物理学研究室)は、実験を通して物質の構成要素である素粒子や時空の性質、起源を解明することを目指しています。

質量の起源？

大統一理論？

超対称性？

ニュートリノはCPを破るか？

宇宙におけるCPの破れの起源は？ etc... 将来計画のための研究も数多く行っています。

いずれの実験も今後数年以内に結果が期待されており、

新しい物理の発見に立ち会えるチャンス！

AXELグループ

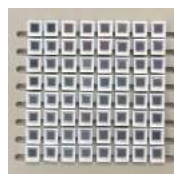
● AXEL実験

AXELはニュートリノを伴わない**二重ベータ崩壊($0\nu\beta\beta$ 崩壊)**の発見を目指す実験です。 $0\nu\beta\beta$ 崩壊は、ニュートリノがマヨラナ粒子という特殊な素粒子である場合に限り起きる未発見の現象です。ニュートリノがマヨラナ粒子であることがわかると、**ニュートリノが軽い理由**や**宇宙に反物質がほとんど存在しない理由**など、ニュートリノや宇宙の謎を解明できる可能性があります。そのため $0\nu\beta\beta$ 探索実験は世界中で行われており、激しい競争となっています。

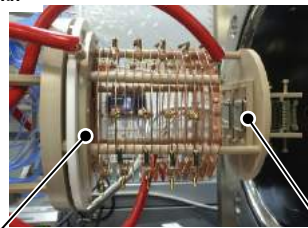
極めて稀な現象である $0\nu\beta\beta$ 崩壊を探索するため、AXELでは(1)大量の崩壊核、(2)高い精度での β 線のエネルギー測定、(3)バックグラウンドの除去、この3点を達成できる**独自の検出器を開発**することで、**世界最高感度**での観測、さらには **$0\nu\beta\beta$ 崩壊の発見**を目指しています。

AXEL

AXEL検出器



MPPC
(半導体光検出器)



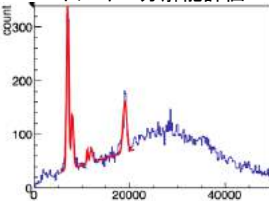
検出器内部



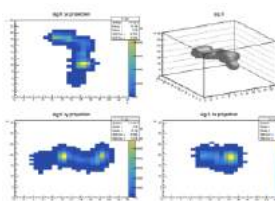
PMT
(光電子増倍管)

感度向上の研究

エネルギー分解能評価



ディープラーニングによる背景事象除去



飛跡の識別でAIと勝負できます。



● 学生が主体！

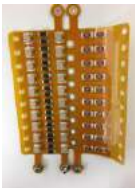
AXEL実験は**京大の学生が中心**となって研究を進めています。現在はデータ解析による感度向上と大型試作機のための研究・開発中であり、実験全体に学生が関わることのできる非常に貴重な機会となっています。

大型試作機開発

圧力容器開発



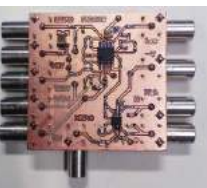
昇圧回路開発



MPPC校正システム開発



読み出し回路設計

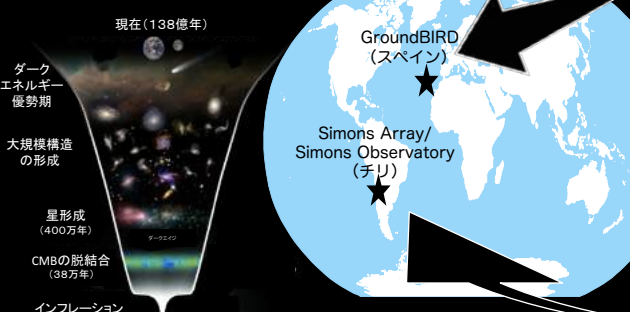


宇宙背景放射観測実験

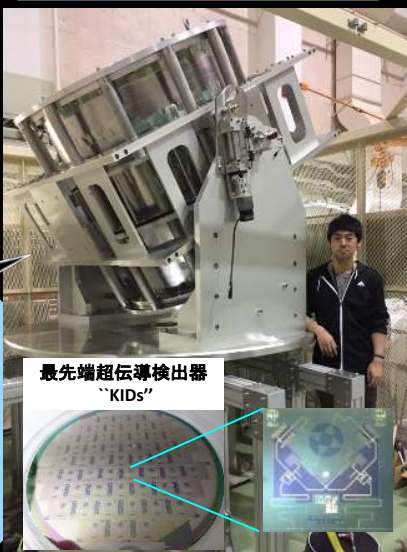
宇宙最古の光「宇宙背景放射」(CMB)の精密観測によって、宇宙創成を支配した物理法則の解明を目指しています！

原始重力波をCMB偏光の特殊なパターンとして検出した暁には、**宇宙インフレーション仮説**と**重力の量子化**の決定的証拠となります。さらに、CMBの精密観測で**宇宙背景ニュートリノの絶対質量・世代数**、**ダークマター**の研究も可能です。

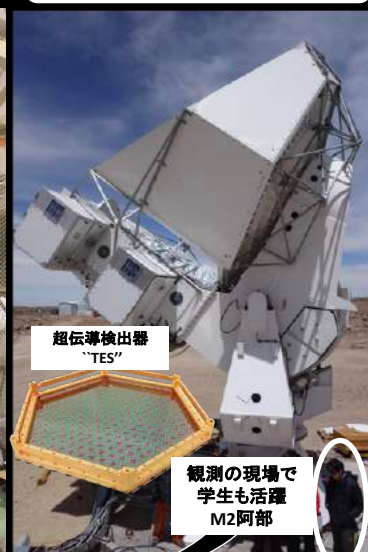
GroundBIRD、Simons Array・Simons Observatory の2つの実験グループで研究を推進し、国内外の実験を**装置開発とデータ解析**で牽引します。



GroundBIRD



Simons Array



T2K/SK 実験グループ



T2K実験

T2K実験は日本で行われている長基線ニュートリノ振動実験で、ニュートリノ振動を通して**レプトンのCP対称性の破れ**の探索、および**ニュートリノ振動パラメータの精密測定**を行っています。京都大学はあらたな検出器の開発・運用、安定したビーム供給管理、加速器性能の向上などで中心的役割を果たしています。

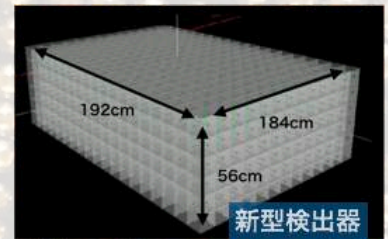
SK実験

スーパーカミオカンデ(SK) はT2K実験の後置検出器としての役割だけでなく、ニュートリノを通して**太陽や宇宙などの根源を探る**実験や、大統一理論の証拠となりうる**陽子崩壊**の探索に用いられています。

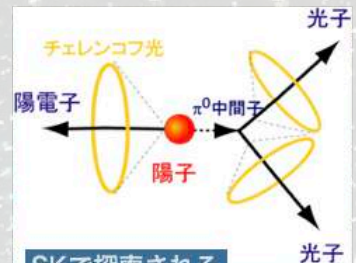
京都大学は大気ニュートリノの解析や後継のハイパーカミオカンデ(HK) の検出器開発、また超新星爆発に関する研究で貢献しています。



T2Kの概要



新型検出器
イメージ図



SKで探索される
陽子崩壊

※背景はSKタンク内部の様子

ATLASグループ



● ATLAS実験とは？

スイスのジュネーブ郊外にあるCERNの**LHC**加速器を用いて**世界最高エネルギー**の**陽子**同士を衝突させ、衝突地点に設置された**大型汎用検出器ATLAS**を用いて物理事象を観測しています。2012年には標準模型で唯一未発見であった**ヒッグス粒子**を発見しました。その後は超対称性粒子などの標準模型を超えた新しい物理事象の探索を精力的に行っています。

● ATLAS実験の現状

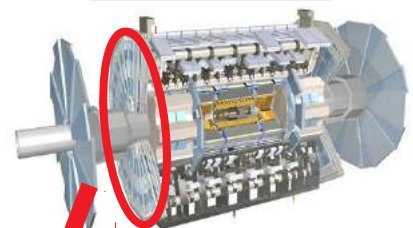
LHCでは2018年末から一旦休止中で、2021年からのさらに高いエネルギー(13→14TeV)での運転に向けたアップグレードを行っています。LHCは2026年からさらに輝度を大きく上げるため、この極限環境で実験を行うための基礎研究も平行して行っています。

● 学生の活躍

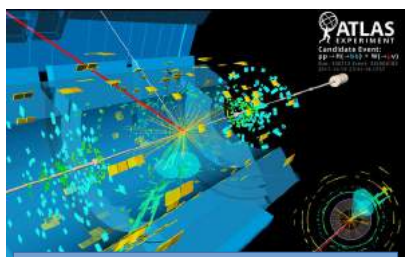
大規模な国際共同実験ですが学生一人ひとりが新物理のために重要です。京都ATLASグループでは主に**ミューオン検出器(TGC)**とそれを用いたデータ取得の改良に関する研究を行っています。教員や他の研究者と議論しながら、研究を進めています。



LHC加速器
周長 約27km



ATLAS検出器
直径22m 全長44m



ヒッグス粒子が2bに崩壊する様子



研究の現場で学生も活躍
D2岡崎が作業している様子



ミューオン検出器(TGC)