

A black and white photograph of a bubble chamber image, showing numerous concentric and intersecting circular tracks of white bubbles against a dark background. The tracks are created by ionizing particles passing through the chamber.

ut stella

高エネルギー加速器研究機構

素粒子原子核研究所

$$\mathcal{L}_g = \frac{c^4}{16\pi G} (R - 2\Lambda) \sqrt{-g}$$

$$\mathcal{L}_{SM} = -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} + i\bar{\psi}\not{D}\psi + h.c. + \bar{\psi}_L y_{ij} \psi_{Rj} \phi + h.c. + |D_\mu\phi|^2 - V(\phi)$$

IPNS

ut stella 素核研は星のごとく

素粒子原子核研究所（素核研）は、極小（素粒子）から極大（宇宙）までの世界をつかさどる物理学の理論を進展させ、それらを最先端の実験により確かめていく研究所です。

5つの分野に分かれて研究を続ける素核研の組織はまるで「星」のような形をしています。

かつて……すべての物質は原子でできていると思われていました。

やがて、原子は原子核と電子でできていることがわかりました。

さらに、原子核は陽子と中性子でできていることがわかり、陽子や中性子は「クォーク」でできていることがわかりました。

今のところ、この「クォーク」と電子とその仲間の「レプトン」は「素粒子」と呼ばれ、物質の最小構成単位だと考えられています。

この世界、つまり宇宙では、物質を構成する素粒子に対して4種類の力が働いています。重力、電磁気力、強い力、弱い力。

これらのうち、電磁気力、強い力、弱い力の3つは、それぞれ別の種類の素粒子（ボース粒子）によって伝えられていることがわかっています。

また、「ヒッグス粒子」はこれらの素粒子に質量を与える働きをしています。

物理学者たちは100年以上の時間をかけてこれらのことを含む「標準理論」を創り上げてきました。

138億年前、誕生直後の宇宙はとても高温で、未だ発見されていない素粒子が存在していたと考えられます。

その後、宇宙は膨張し、温度が冷え、陽子や中性子ができ、原子核、原子、物質ができました。

つまり、素粒子や原子核といった極小の世界を解き明かすことは、宇宙の歴史を遡っていくことを意味します。

素核研は、標準理論を包み込む新たな理論を創り、その理論への確証を実験によって得ていきます。

確かめられる実験装置が存在しない場合はその装置さえも自らの手で創り、

素粒子から宇宙まで、すべてに通じる物理のルールを解き明かしていきます。

ut stella ―― 星のごとく、素核研は未知を照らし続けます。

※ [ut stella] 「星のように」を意味するラテン語。

COVER VISUAL

KEKの泡箱が捉えた素粒子反応の飛跡写真。数式は「アインシュタイン博士が導いた重力の方程式」と「素粒子とそれに働く電磁気力・強い力・弱い力の方程式」を表しています。

極微の世界から宇宙までを多面的に探究する



[IPNS: Institute of Particle and Nuclear Studies] “i”のドットと楕円は、原子中の電子と粒子加速器を意味し、“P”と“N”の重なりは素粒子物理学と原子核物理学が密接に絡み合っていることを表しています。



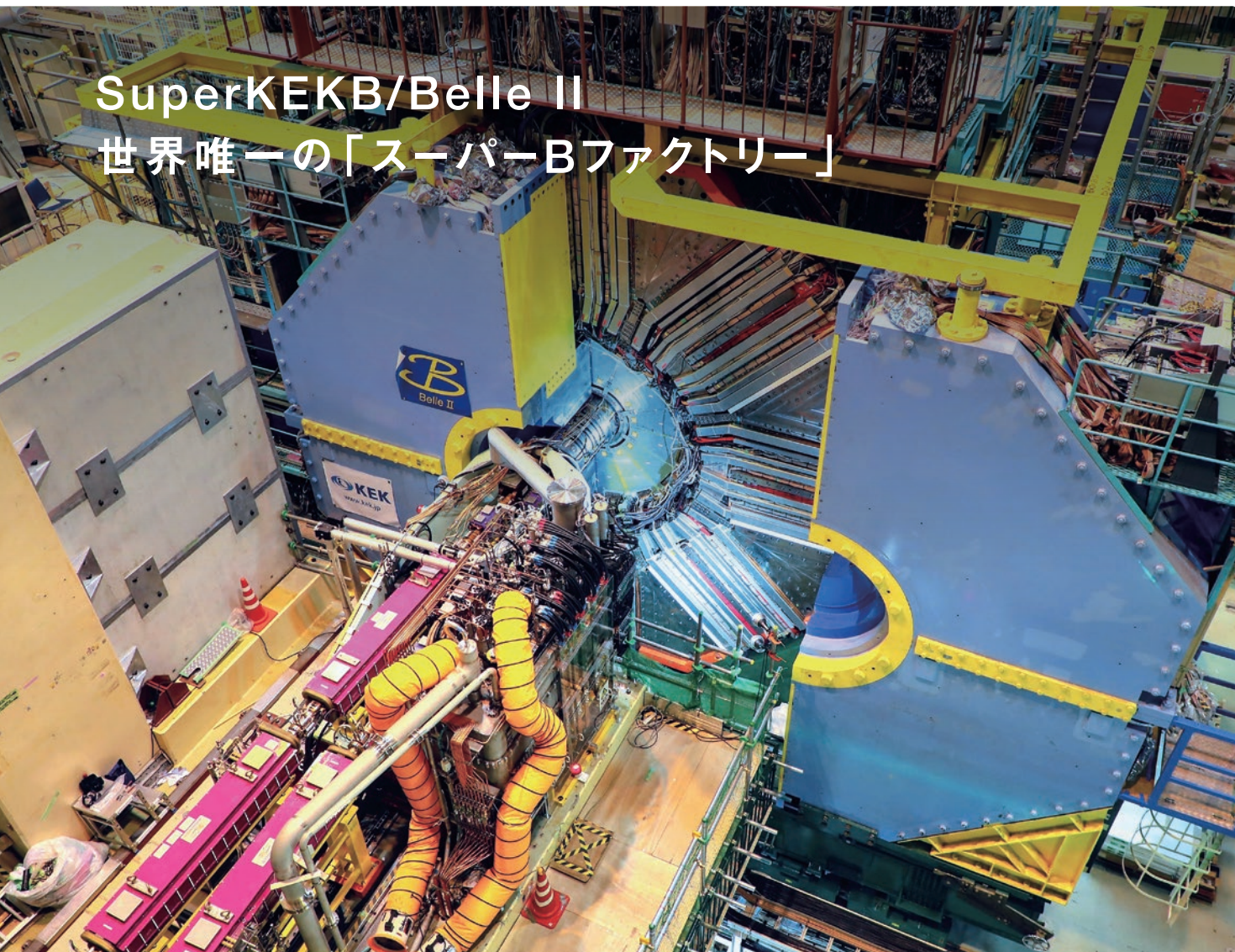
Belle II 実験



世界最高衝突性能の加速器で 新物理法則の発見を目指す

未解明な宇宙の謎を解く鍵となる新しい物理現象を探す、Belle II実験。SuperKEKB加速器で生成された粒子が崩壊するパターンを詳細に調べることで、宇宙初期に存在したはずの未知の粒子や未知の力の存在・性質を明らかにします。それにより、宇宙から反物質が消えた謎や暗黒物質の正体などを説明可能な、新しい物理法則による粒子や力の統一的理解を進めます。

SuperKEKB/Belle II 世界唯一の「スーパーBファクトリー」



巨大なBelle II 測定器

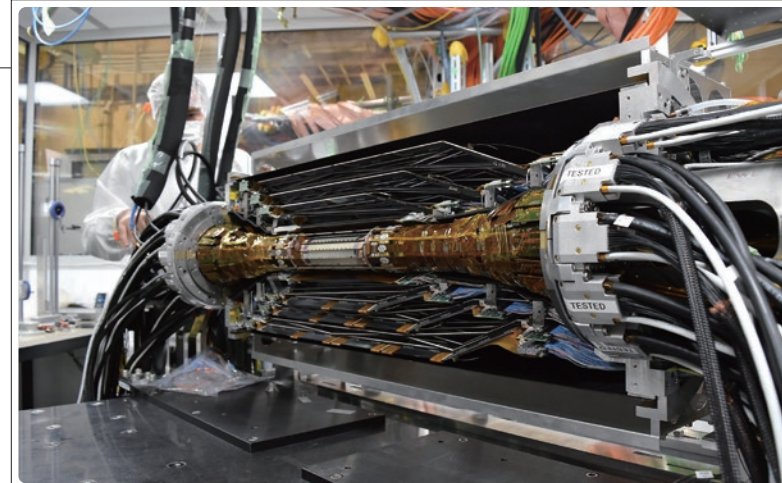
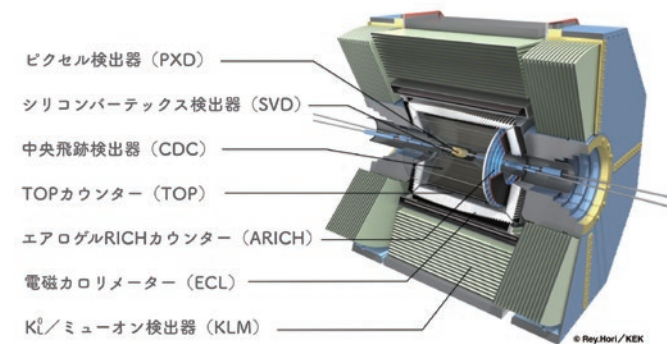
Belle II 測定器の全体の大きさは、幅、奥行き、高さそれぞれ約8m、重さ約1,400トンです。内部には、測定の目的に最適化された様々な

検出器が、衝突点を中心に円筒状に重なる構造をしています。Belle II 実験は2026年現在、28の国と地域、127の大学・研究所か

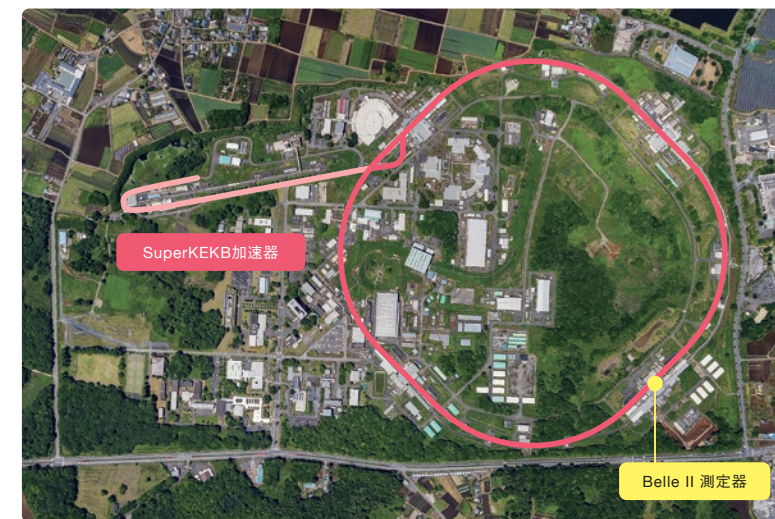
ら1,200名以上が参加する国際共同実験で、KEKがホストしています。前実験の50倍のB中間子崩壊等のデータ収集を目指しています。

Belle II 測定器内部

崩壊により生成されるパイオン、K中間子、電子、ミューオン、光子、陽子などの二次粒子はこれらの検出器によって精密に測定されます。



ピクセル検出器とシリコンバーテックス検出器: B中間子の崩壊点を精密に測定します。



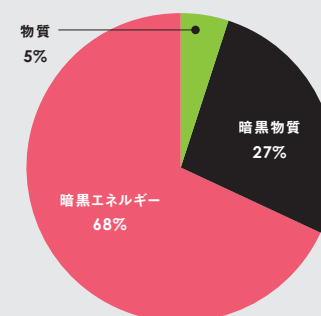
世界最高衝突性能をもつ SuperKEKB加速器

SuperKEKBは周長約3kmの電子・陽電子衝突型加速器で、ルミノシティ(衝突性能)の世界最高記録を保持しています。今後も様々な調整を続け、さらなる衝突点ビームサイズの絞り込み・電流の増強によって、最終的には前身KEKBの数十倍のルミノシティ実現を目指しています。

宇宙から消えた反粒子のなぞ

宇宙の始まりであるビッグバンでは「物質」と「反物質」が同じ量ずつ作られたと考えられています。ところが、現在の宇宙はほぼ「物質」だけで満たされています。物理学者はこの一因に「CP対称性の破れ」があると考えています。「CP対称性」とは、物質を作る「粒子」と反物質を作る「反粒子」とで物理法則が同じであることを意味します。しかしこの対称性はわずかに破れている、すなわち「粒子」と「反粒子」と

で物理法則が少しだけ異なることがこれまでの実験結果や、標準理論で示されています。1973年に提唱された小林・益川理論が正しければ、ボトムクォークを含むB中間子崩壊でCP対称性が大きく破れると予言され、Belle実験で実証されました。しかしながら、そのCP対称性の破れは、なぜ「反物質」が消失したのかを説明するには小さすぎて、素粒子物理学の大きな謎となっています。



暗黒物質の正体を探る

最新の宇宙観測によると、我々が知っている標準理論の「物質」は宇宙全体の5%を構成するにすぎず、残りの95%は、未知の「暗黒物質」や「暗黒エネルギー」だと考えられています。暗黒物質の正体は標準理論の粒子ではないこと以外、何もわかっていません。Belle II 実験では暗黒

物質も重要な研究対象です。例えば、「暗黒光子」や「暗黒ヒッグスボゾン」と呼ばれる、現在の標準理論には含まれていない仮説上の粒子は、暗黒物質と通常の物質をつなぐ可能性があると考えられています。このような未知の暗黒物質の手がかりをあらゆる手を尽くして探しています。



エネルギーフロンティア

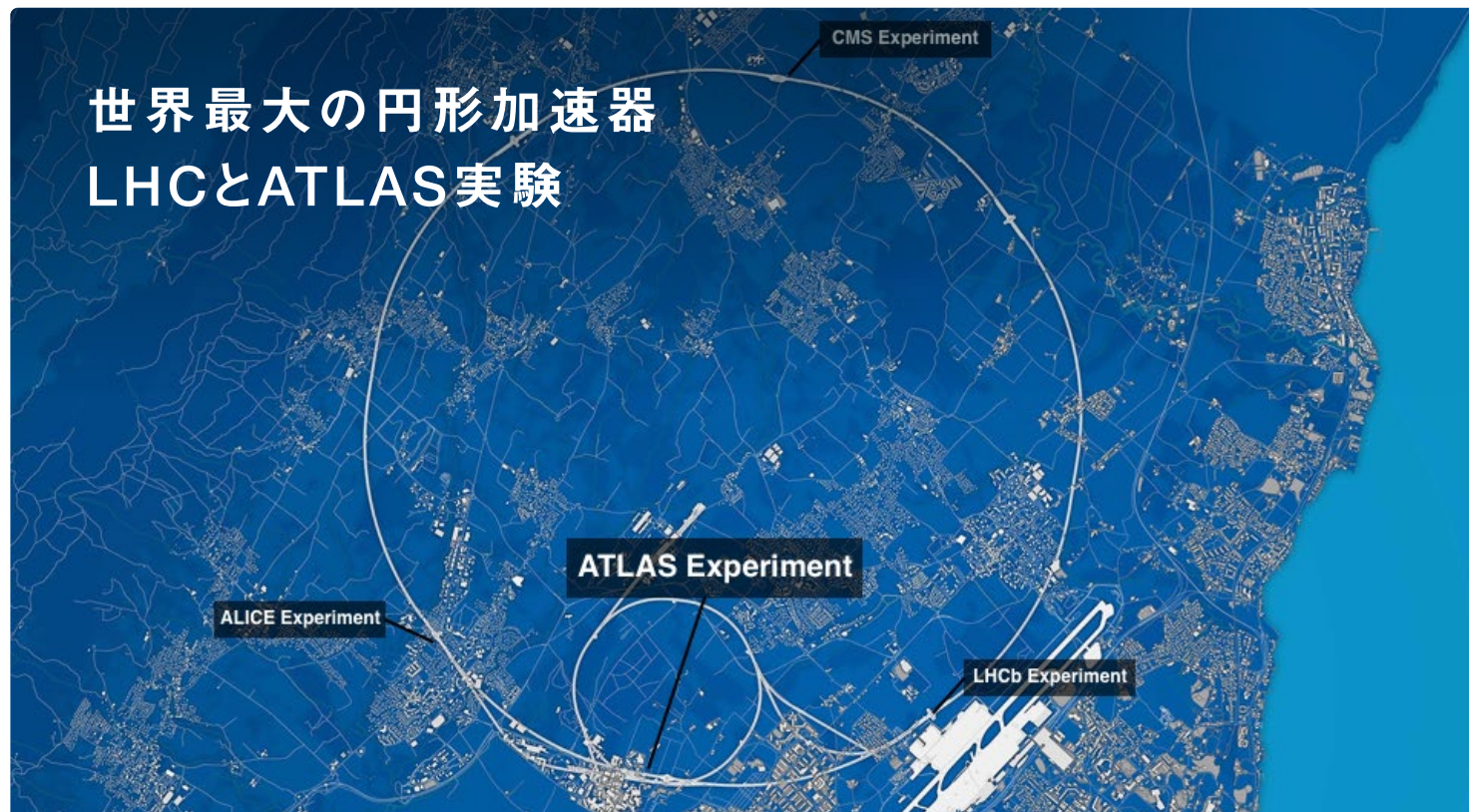
エネルギーフロンティア



世界最高エネルギーで根源の物理法則に挑む

物質の根源は何であり、宇宙はどのように始まったのか。この究極の問いに対し、世界最高の衝突エネルギーを誇るLHC加速器で挑むのがエネルギーフロンティア実験です。ヒッグス粒子を通じて真空の性質や宇宙の安定性の解明、「なぜ宇宙には物質だけが残ったのか」という物質起源の謎へ迫り、新物理や力の統一への道筋を直接示す新粒子の発見に向けて挑戦します。

世界最大の円形加速器 LHCとATLAS実験

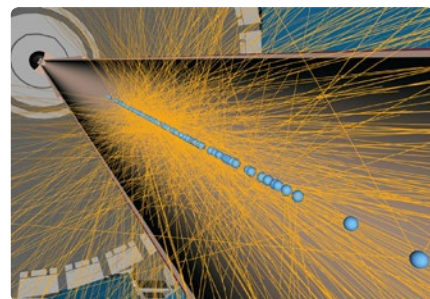


© 2006-2026 CERN

スイス・ジュネーブ近郊の地下100メートル。周長27キロメートルに及ぶ巨大な円形加速器LHCは、陽子を光速に近い速さで衝突させ、誕生直後の宇宙に匹敵する高エネルギー状態を再現します。世界約40カ国から3,000人以上（修士課程の学生やエンジニアなどをふくめると6,000人に近い）の研究者が集うATLAS国際共同実験において、日本グループは計画の立案から検出器の建設、物理解析に至るまで常にその進歩を

リードしてきました。2026年に始動した「高輝度LHC (HL-LHC)」へのアップグレードは、観測精度を劇的に向上させるとともに、衝突エネルギーを14TeVに引き上げます。これまで到達不可能だった「ヒッグス粒子の自己結合」の観測により真空ポテンシャルを解明し、未知の物理現象を探索します。

従来比5倍、毎秒約50億回を超える陽子衝突。圧倒的なデータ量により、宇宙の真理を左右する微かな兆候を鮮明に描き出します。

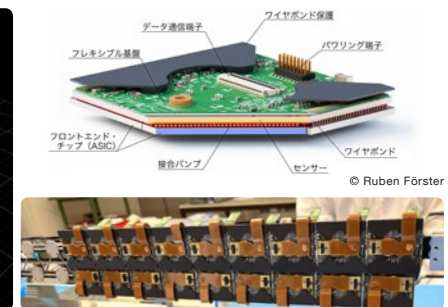
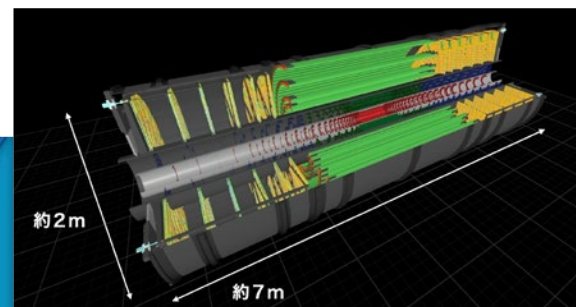


ATLAS 実験高輝度化と日本グループの活躍

ATLASの最内部に位置する内部飛跡検出器は、物理解析の成否を決定づける極めて重要なシステムです。HL-LHCの過酷な放射線環境に耐えるため、日本グループは高度な半導体技術を駆使したストリップおよびピクセル検出器モジュールの建設を主導しています。生産数のみならず、世界をリードする日本の品質と精密技術が、ヒッグス粒子の精密測定や、新物理発見の

鍵を握る物理性能の根幹を支えています。

前方ミュオントリガーの刷新において、日本は専門的責任を担っています。核心となるのは、最新のエレクトロニクスと、膨大な検出器情報を一瞬で統合する「賢いファームウェア」による高速読み出し・判定システムです。実験の知能を司るこの技術が、極限のデータから新物理の兆候を瞬時に選び出し、物理学の地平を切り拓きます。



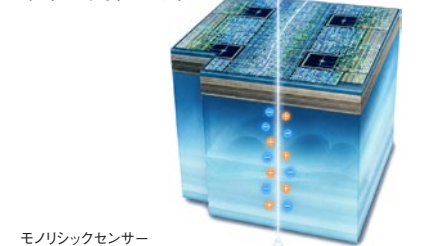
(左) 新型内部飛跡検出器 [ITk] / (右上) ピクセル検出器モジュール / (右下) モジュールを搭載した構造体

次世代のエネルギーフロンティア実験に向けた測定器開発

HL-LHC実験で明らかになる新物理のエネルギースケールを探るため、LHCを超える次世代衝突型加速器が世界中で提案されています。素粒子原子核研究所は、国内外の大学・研究機関と協力し、低消費電力・薄型化を極める「モノリシックセンサー」を用いた飛跡検出器、AI実装型エレクトロニクス、超高磁場超伝導磁石など、次世代実験に向けた技術開発を進めています。

こうした最先端の研究開発は、若手研究者が極

限の技術に挑む育成の場でもあります。そこで培われる技術と発想力を持つ人材が、物理学の未来を牽引します。



モノリシックセンサー

生成AIによる概念イメージ



AI実装型エレクトロニクス

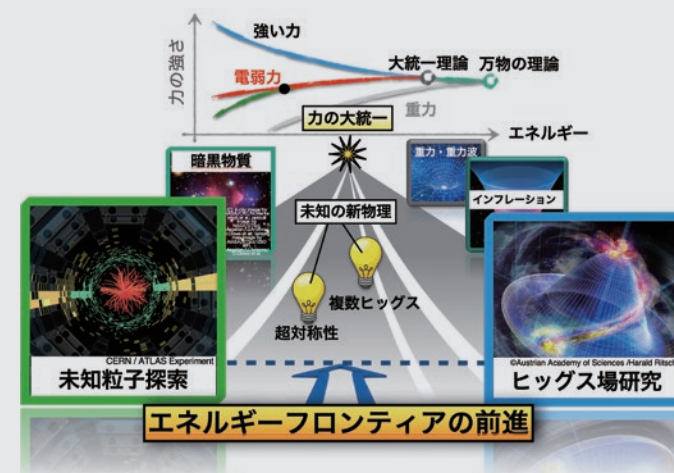
宇宙の成り立ちを説明する「大統一理論」や「万物の理論」に近づきたい

ヒッグス粒子の発見は、物理学の完成ではなく、真の未知を切り拓く入り口でした。なぜ宇宙はヒッグス場に満たされているのか。その深淵に迫る鍵が、ヒッグス粒

子同士が相互作用する「ヒッグス自己結合」の解明です。この結合の精密測定は、宇宙初期に起こった「電弱相転移」のダイナミズムを浮き彫りにします。それ

は、現在の真空が将来にわたって安定しているのかという宇宙の運命や、「なぜ宇宙には反物質が消え、物質だけが残ったのか」という我々の存在の根源に関わる謎を解くことに直結しています。

これらの探究は、標準理論の枠組みを超えた新物理のエネルギースケールを直接指し示します。私たちは、LHCという「知の最前線」で得られるデータを通じて、自然界の力を統合する「大統一理論」、そして重力までも包括する究極の「万物の理論」へと、着実にその歩を進めています。電弱相転移の謎を解き明かし、標準理論の壁を突き抜ける。その先には、宇宙の真実の姿と、自然界の全エネルギーを統べる壮大な法則が待ち受けているのではないのでしょうか。



T2K・ハイパーカミオカンデ実験



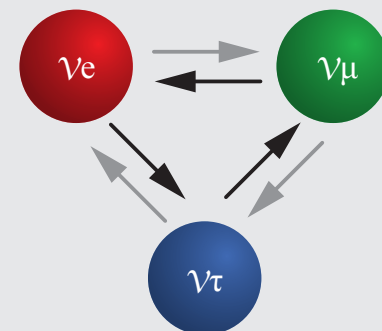
ニュートリノ振動で宇宙の物質・反物質の謎にせまる

J-PARCで作ったニュートリノビームを295km離れたスーパーカミオカンデで観測し「ニュートリノ振動」の性質を詳しく調べるのが長基線ニュートリノ振動実験 (T2K実験) です。T2K実験は2013年、ミューニュートリノが電子ニュートリノに変化した決定的な証拠を得ることに世界で初めて成功しました。2014年以降は反ニュートリノビームを用いて研究し、宇宙創成の謎の解明を進めています。現在、2028年の観測開始を目指してハイパーカミオカンデの建設を行なっています。

互いに入れ替わる、3種類のニュートリノ

ニュートリノは、電気的に中性で、最も軽いクォークや電子の100万分の1以下の質量しかもたない素粒子です。ニュートリノは他の物質とほとんど反応しないので、我々の身近にあっても感じるできません。太陽から放射されるニュートリノが、毎秒数百兆個も私たちの体をすり抜けています。ニュートリノには、電子ニュートリノ、ミューニュートリノ、タウニュートリノの3種類(世代)あることが知られています。この3世代あるニュートリノが飛んでいる

うちに互いに入れ替わることがわかっています。例えば、加速器で100%純粋なミューニュートリノを作っても、距離と共にある割合でタウニュートリノに変化し、さらに進むとまた元のミューニュートリノにもどります。これを繰り返すので「ニュートリノ振動」といいます。これはニュートリノが質量をもち、世代間の混合がある場合に限り起きる現象です。T2K実験では3世代あるニュートリノの質量と混合の全貌の解明に迫ります。



ニュートリノ振動現象の模式
T2Kニュートリノ振動実験が発見を目指す3世代間図

ニュートリノでCP対称性の破れの解明へ

J-PARCで生成したニュートリノビーム

スーパーカミオカンデに到達したニュートリノ



ほぼ純粋なミューニュートリノビーム

大部分はタウニュートリノに変わる。ごく一部が電子ニュートリノに変わる。



ほぼ純粋な反ミューニュートリノビーム

大部分は反タウニュートリノに変わる。ごく一部が反電子ニュートリノに変わる。

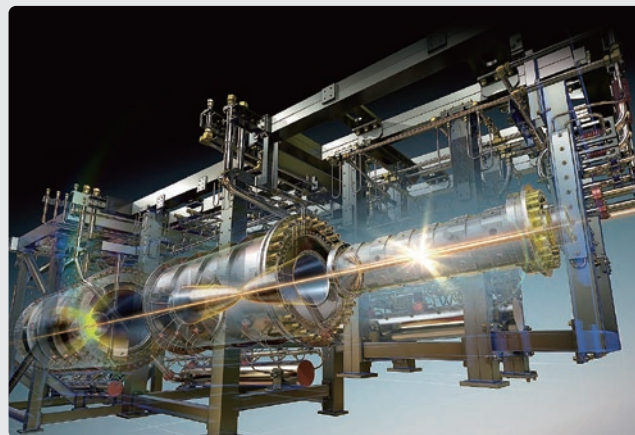
実験データ	予測される数 ※CP対称性の破れない場合	検出された数
ニュートリノ	95.4	108
反ニュートリノ	19.7	16

これまでに明らかにしたミューニュートリノから電子ニュートリノへのニュートリノ振動の結果と比較して、ニュートリノと反ニュートリノで電子ニュートリノへの出現が同じ頻度では起きない、すなわちCP対称性の破れがあることを示唆する結果となりました。

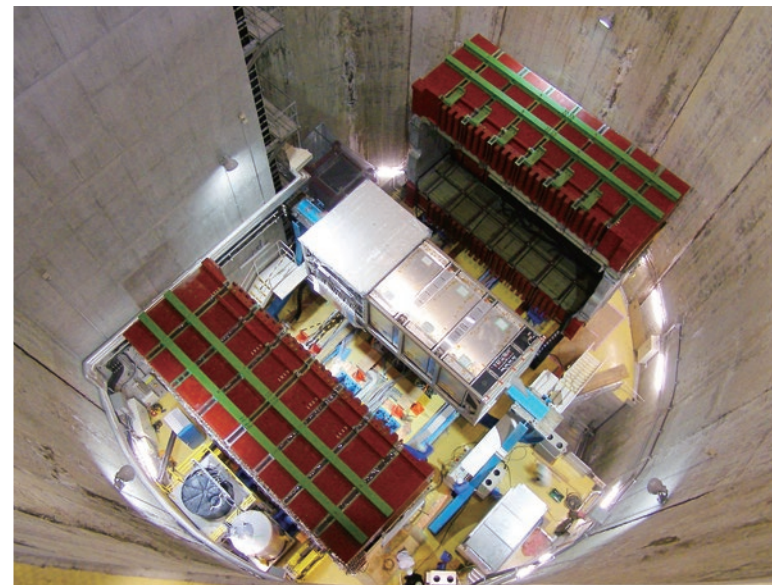
2016年、T2K実験グループは、ニュートリノと反ニュートリノの振動パターンにおいて、およそ90%の確からしさで違いがあることを示す結果を発表しました。CP対称性の破れは、クォークでは実証されていますが、宇宙の成り立ちを説明するにはいまのところ不十分です。そこで注目されているのがニュートリノです。T2K実験では、今後、ニュートリノを作る陽子ビームの強度をさらに増強し、データ量を数十倍に増やすことで、ニュートリノにおける「CP対称性の破れ」を99.7%以上の信頼度で検証することを目指します。

電磁ホーン

パルス電流で生じた強磁場により、パイ中間子を前方に収束させ、スーパーカミオカンデ方向へのニュートリノを増加させる装置。電流の方向を逆にする事で反ニュートリノビーム運転が可能。ハイパーカミオカンデ実験に向けて収束効率を向上し、ビームを増強しています。



日本列島をまたいで配置 ニュートリノ実験装置群



J-PARCニュートリノ実験施設で発生させた世界最高強度のニュートリノビームは約1ミリ秒後に295km離れた岐阜県飛騨市神岡町に到達し、スーパーカミオカンデで観測されます。J-PARC内の前置検出器では振動する前のニュートリノを観測しています。両方の観測結果を比較することにより、295km走る間にどのように振動が起きるのか研究をしています。T2K実験は2025年現在、15カ国と地域、から550名以上の研究者が参加する国際共同実験です。

前置ニュートリノ検出器

生成直後の振動前のニュートリノを測定する前置検出器は、ターゲットから下流280 mにある、直径17.5 mの実験ホールの地下23.3 mに設置されています。前置検出器は、ニュートリノビーム中心の安定性をモニターする「INGRID検出器」と、ニュートリノビームのエネルギー分布やビーム中の電子ニュートリノ成分の測定を行う「ND280検出器」の2つの検出器から構成されています。

スーパーカミオカンデからハイパーカミオカンデへ

スーパーカミオカンデは、神岡鉱山の地下1000mにある、東京大学宇宙線研究所の巨大なニュートリノ観測装置です。1996年4月から観測を開始し、飛来するニュートリノの観測を続けています。装置は、直径39.3m、高さ41.4mの水槽に5万トンの純水をたくわえ、1,129本の光電子増倍管(光センサー)を装着、水中でニュートリノが稀に反応する際に発生する微弱なチェレンコフ光を検出することにより、ニュートリノの種類、飛来方向とエネルギーを決定できます。

CP対称性の破れや核子崩壊の探索感度を飛躍的に向上させるため、ハイパーカミオカンデを建設中です。スーパーカミオカンデの約8倍の有効質量を持ち、新開発の高感度光センサーを搭載し、J-PARCの増強されたニュートリノビームを検出する計画です。

また、生成直後の振動前のニュートリノを高精度で測定する新型水チェレンコフ検出器 (IWCD) をKEK東海キャンパスに新たに建設します。



東海キャンパスに建設中の中間検出器IWCD。ニュートリノ発生地点から約1km下流に設置します。

ハドロン実験施設での研究

原子核・ハドロン物理



フレーバー物理

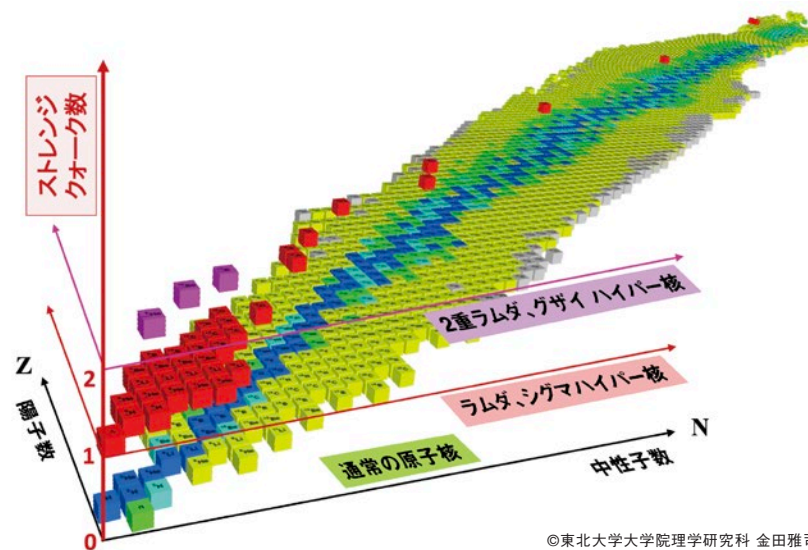


多彩なビームで探る宇宙の進化と物質の起源

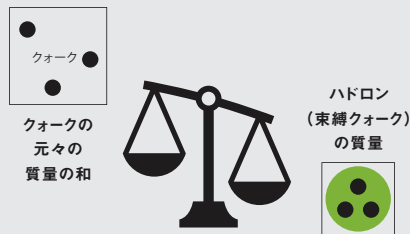
「ハドロン」とは、強い相互作用をしている粒子の総称です。ハドロン実験施設の研究では、物質を構成する究極の要素が何であるか、どのような力がそれらを結びつけているかといった、物質の成り立ちを極微のスケールで研究します。陽子・中性子以外の粒子を含む、通常にはない原子核を生成し、原子核をまとめている核力の研究をするほか、原子核素粒子物理学の多様な実験を行っています。

未知の物質世界へ——ハイパー核

ハドロン実験施設では、通常にはないストレンジクォークを含む原子核「ハイパー核」を作ることができます。地上の通常の物質の原子核は核子（陽子や中性子）が結びついて構成されます。原子核を構成する核子同士は引き合っているからこそ原子核としてまとまることのできるのです。しかし、核子同士を近づけると大きな反発力が生じます。その起源は未解明のままで、ハイパー核の性質を研究することで、近距離の核力が調べられると期待されています。また、中性子星は密度が太陽の 10^{14} 倍以上もある非常に重い星です。中性子星の最中心部には、ストレンジクォークを含む「ハイペロン」が存在するのかが議論になっています。ハイパー核やハイペロンの研究によって中性子星中心部の物質が明らかになるかもしれません。



©東北大学大学院理学研究科 金田雅司



なぜ重いほうが安定するのか？
【ハドロン質量の謎】

標準理論を超えて

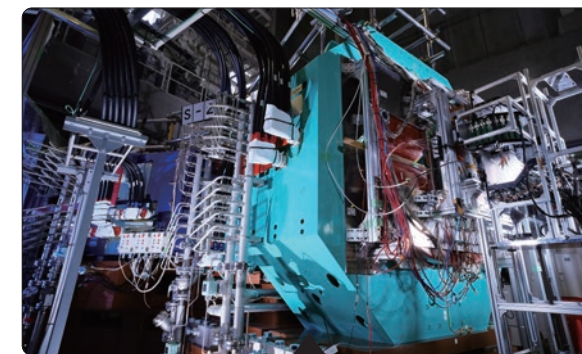
ストレンジクォークやミュオンを大量に生成できるハドロン実験施設では、CP対称性を破る中性K中間子の稀な崩壊を探るKOTO実験やミュオンの稀な電子への転換過程を探るCOMET実験など、標準理論を超える物理の兆候を捉えようという素核研の多角的な研究の一翼を担っています。

ハドロン実験施設

ハドロン実験ホールとハドロン南実験棟

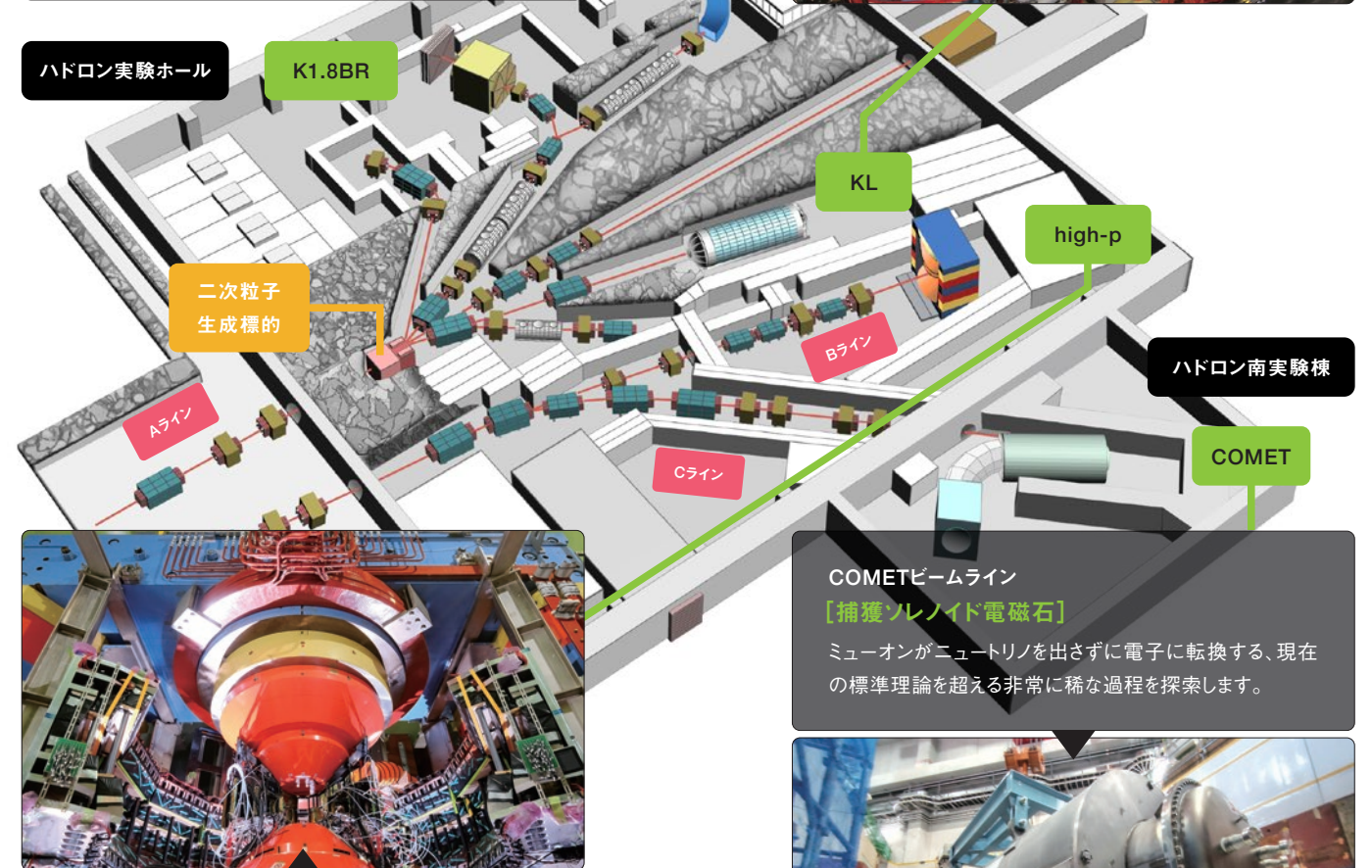
ハドロン実験ホールは、幅58m、長さ56mの建物で、加速器からの30GeV陽子ビームを導く一次陽子ビームライン、二次粒子生成標的、ビームダンプ、二次ビームライン、実験装置等が設置される、ハドロン実験施設の中心となる建物です。現在、一次陽子ビームラインのAラインには二次ビームラインとしてK1.8BR、K1.8、KLの3本のビームラインとそれぞれに実験エリアが

設置されています。ビームライン名称の「K」はK中間子を表しています。また、加速器からの陽子ビームのごく一部を切り出し輸送するBライン（high-pビームライン）では、一次陽子ビームを使用する実験が行われます。さらにCラインは、加速器からの8GeV陽子ビームをハドロン南実験棟に輸送し、ミュオン電子転換事象探索の実験（COMET実験）が行われます。



K1.8ビームライン
【高分解能S-2Sスペクトロメータ】
荷電粒子の運動量を高精度で測定し、ハイパー核の構造やハイペロンに働く強い相互作用を調べます。

KLビームライン
【KOTO測定装置】
中性K中間子のCP対称性を破る非常に稀な崩壊モードを探索します。



high-pビームライン
【FMスペクトロメータ】
ハドロン質量はどのように産み出されたのか？ 原子核中のハドロンの性質を調べます。

COMETビームライン
【捕獲ソレノイド電磁石】
ミュオンがニュートリノを出さずに電子に転換する、現在の標準理論を超える非常に稀な過程を探索します。

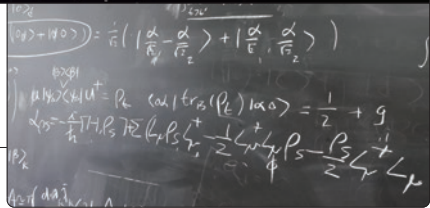


理論センター



究極への探究

宇宙を支配する法則とは何か。宇宙はどのように始まったのか。素粒子原子核研究所で行われている多くの実験プロジェクトは、こうした疑問にせまる取り組みと言ってもよいでしょう。それらを支えているのが理論研究です。素粒子の法則はどうなっているのか。原子核の性質は？ ダークマターの正体は何か？ 空間とは、時間とは、そして量子とは何か？ 理論センターでは、実験データと数学と計算機、そして想像力を駆使して「究極」を探求しています。



理論研究の楽しさとは

素粒子や原子核のもつ複雑な性質や宇宙の歴史は、シンプルな1セットの数式を使って表すことができます。例えばアインシュタインの一般相対性理論は、空間と時間が満たすべき簡単な原理

から出発して作られた理論ですが、その数式を解くことで重力の法則や宇宙の法則など驚くほど多くのことを教えてくれます。小林・益川理論は素粒子が3つの世代を持てばCP対称性が自然

に破れることを示しました。簡単な原理から多くの結果が導かれる。だからこそ原理に迫りたい。それが理論研究の大目標です。

自然界の謎の解明に向けた、幅広い研究分野

素粒子物理における最大の課題は、現在の素粒子の標準理論を超える理論を確立すること。そのためにまずは解決への糸口をさぐる必要があります。実験や観測を通じてどう検証すればいいのか探ることが課題となります。自然界を形づくる原子核は陽子・中性子からできていますが、自然界にはそれら以外にも多く

のハドロンが存在します。加速器で作られるさまざまなハドロン物質から、超高密度が実現されている中性子星内部、超高温の宇宙初期まで、ときにはスパコンによるシミュレーションも駆使しながら、クォークが作る世界を研究しています。素粒子原子核と宇宙は不可分の研究対象で

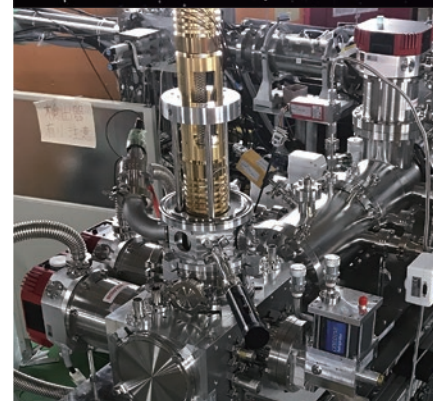
す。宇宙観測でその存在が確実視されているダークマターは素粒子の標準理論に変更をせまる一方、素粒子の性質は銀河をこえる宇宙の構造に影響を与えます。そもそも宇宙はどうやって始まったのか。宇宙理論や超弦理論を調べることで、そんな途方もない疑問にすらし科学的な答えが得られるかもしれません。

和光原子核科学センター



元素の起源を探る

埼玉県和光市の理化学研究所内にある、和光原子核科学センターでは、KEKが開発した国際的にユニークな原子核実験装置KISSを使って自然には安定に存在しない短寿命な原子核を人工的に作り出し、共同利用実験に供しています。和光原子核科学センターは、理化学研究所 仁科加速器科学研究センターと連携して、新同位体の発見や、宇宙における重い元素の起源の解明を目指しています。



KISSは、とりわけ金・白金やウランの起源となる短寿命の原子核の生成に適した装置です。新たに開発された多重反射型飛行時間測定式質量分光器（MRTOF）を使って、元素の起源の解明を目指しています。MRTOF は超重元素で

ある二ホニウム同位体の質量測定計画にも使われており、新元素の同定の基礎となるだけでなく、現在の超重元素より遥かに重く、長寿命な原子核が存在すると予測されている「安定の島」の発見にも貢献すると期待されています。

KISS装置に設置したMRTOF内部構造：短寿命核の質量測定だけでなく、環境汚染物質の分析への応用も可能

実験的宇宙物理研究(CMB)グループ



宇宙を実験室に、物理学の根本法則を探求する

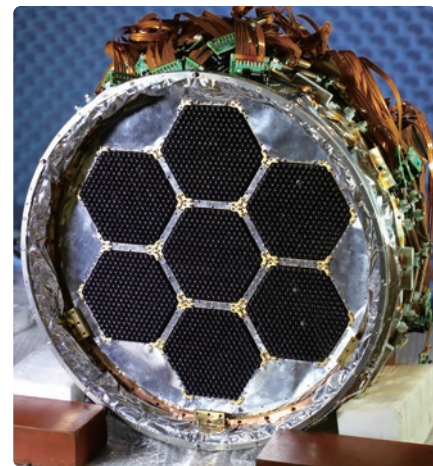
この宇宙は、138億年前に急速な膨張「インフレーション」から始まったと考えられています。インフレーションの証拠として、宇宙最古の光である宇宙マイクロ波背景放射（CMB）中に刻まれているはずの特殊な偏光モードを捕えようと、チリ・アタカマ高地に観測施設を設置して研究を行っています。



©Simons Observatory

地上観測実験：POLARBEAR/Simons Array/Simons Observatory

チリ・アタカマ砂漠において、CMB偏光観測実験を行っています。Bモード偏光の探索感度は搭載するセンサーの数に比例して向上するため、より多くのセンサーを効率的に搭載することが実験成功の鍵となります。CMBグループでは、国内外の共同機関と協力して、超伝導技術を用いた1万個以上の素子からなるセンサーアレイを搭載した望遠鏡を実現し、世界最高水準のCMB偏光観測を行っています。今後数年の観測データをもとに、主要なインフレーション宇宙論をくまなく検証することを目指しています。



(左)Simons Observatory 小口径望遠鏡
(右)Simons Array TESセンサーアレイ

ミューオン・中性子グループ

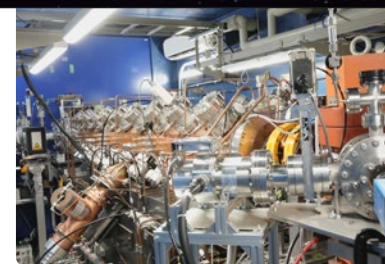


究極の精密測定で素粒子の新物理法則に迫る

量子力学には、不確定性の条件のもとで、さまざまな素粒子が一時的に現れて消える「量子ループ効果」があります。量子ループに現れる素粒子や相互作用には、標準理論に含まれない未知の物理法則も含まれます。この効果は異常磁気能率（g-2）や電気双極子能率（EDM）に直接現れます。ミューオン・中性子グループでは、これらを精密に測定することにより標準理論を超える未知の物理法則に迫る研究を行っています。

ミューオンg-2/EDM実験

J-PARCでミューオンのg-2およびEDMの超精密測定を行う実験です。g-2は量子効果によって新しい物理法則が存在する場合その影響が理論予想値からのずれとして現れます。J-PARCで世界初のミューオンの冷却・加速装置、従来と比べて20分の1の大きさの蓄積磁石を用いて、1千万分の1の精度でg-2を測定することを目指しています。2024年、世界で初めてミューオンを高周波加速することに成功しました。



中性子EDM探索実験TUCAN

超冷中性子という非常にエネルギーの低い中性子を物質容器に閉じ込め、電磁場中でのスピン歳差運動を超精密に観測することによって中性子EDMを探索しています。カナダTRIUMF研究所に世界最大強度の超冷中性子源を建設し、先行実験と比べて10倍の測定感度で中性子EDMの発見を目指しています。

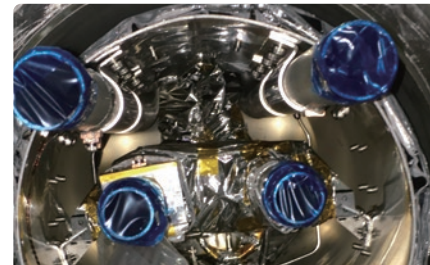
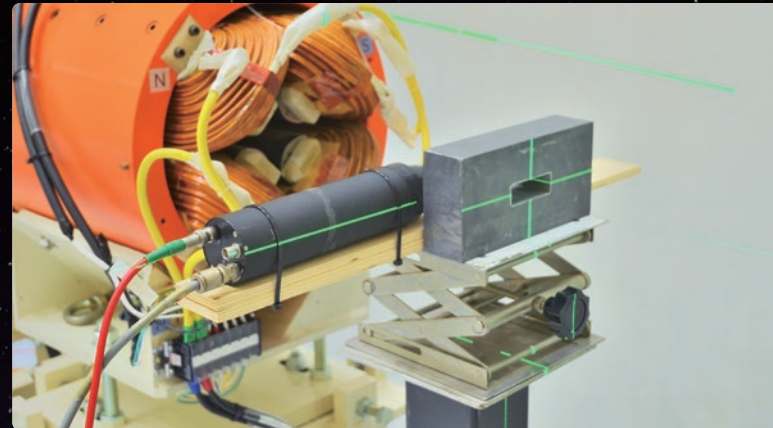
研究を支え、新たな可能性を拓く

測定器開発センター

技術革新による未知の発見

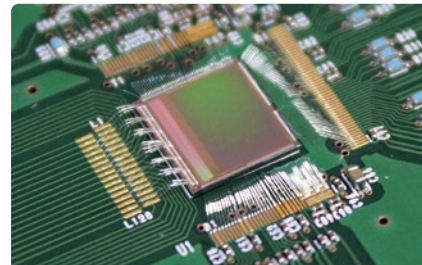
測定器開発センターは、測定器開発テストビームラインの運用を目玉に、分野を超えた測定器開発の拠点として、あるいは研究者交流の場として、測定器技術開発を大学共同利用者と共に進めていくことを目的に創設されました。素粒子原子核分野に閉じることなく幅広い分野の研究者が交流することで新しい研究の芽を育て、若手研究者が自由な発想のもと活躍できる場になることを目指しています。

テストビームライン：0.5GeV～5GeV程度の電子ビームを利用して測定器試験を行います。2023年4月から大学共同利用を開始しました。



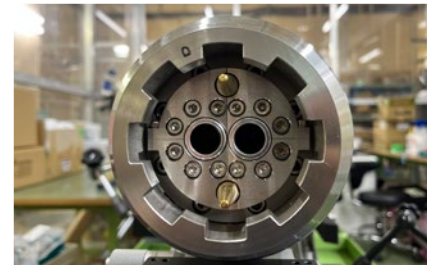
低温グループ

素粒子原子核物理学の分野で必要とされる超伝導・低温工学に関する装置の研究開発・建設・運転を行っています。



エレクトロニクスグループ

測定器開発に必要な、センサー、高集積高速信号処理、分散データ処理制御システムの開発を行っています。



メカニカルエンジニアリング

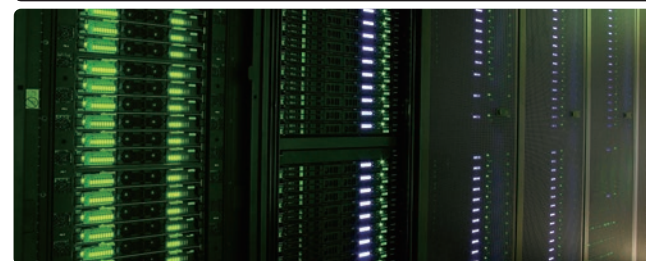
研究に必要な検出器やテスト用装置、精密組立架台など、様々な構造物の設計、技術開発を行っています。

安全グループ

安全な研究環境の構築と安全意識の向上を推進しています。



コンピューティンググループ



素粒子原子核実験のための世界規模分散コンピューティング環境の構築や運用を支援しています。

国際協力・人材育成

このような素粒子、原子核、宇宙の研究を進めるためには、世界中の研究者たちと連携し、それぞれに得意な技術を活かしながら協力し、あるいは競争しながら取り組む必要があります。素核研には以下の国や地域から研究者が定期的に来訪し、物理学の議論を深め、必要な実験や開発などに取り組んでいます。一方、素核研の研究者も世界各地の研究機関や実験施設に赴き、現地の研究者とともに研究を進めています。素核研の研究者は、世界中の優れた研究者たちとの競争と協力を通じて、人類共通の財産となる新たな知を得るべく研究に取り組んでいます。また、将来の研究を担う優秀な人材を育てることに力を注いでいます。





高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所

茨城県つくば市大穂 1-1
<https://www2.kek.jp/ipns/ja/>

2026.10