

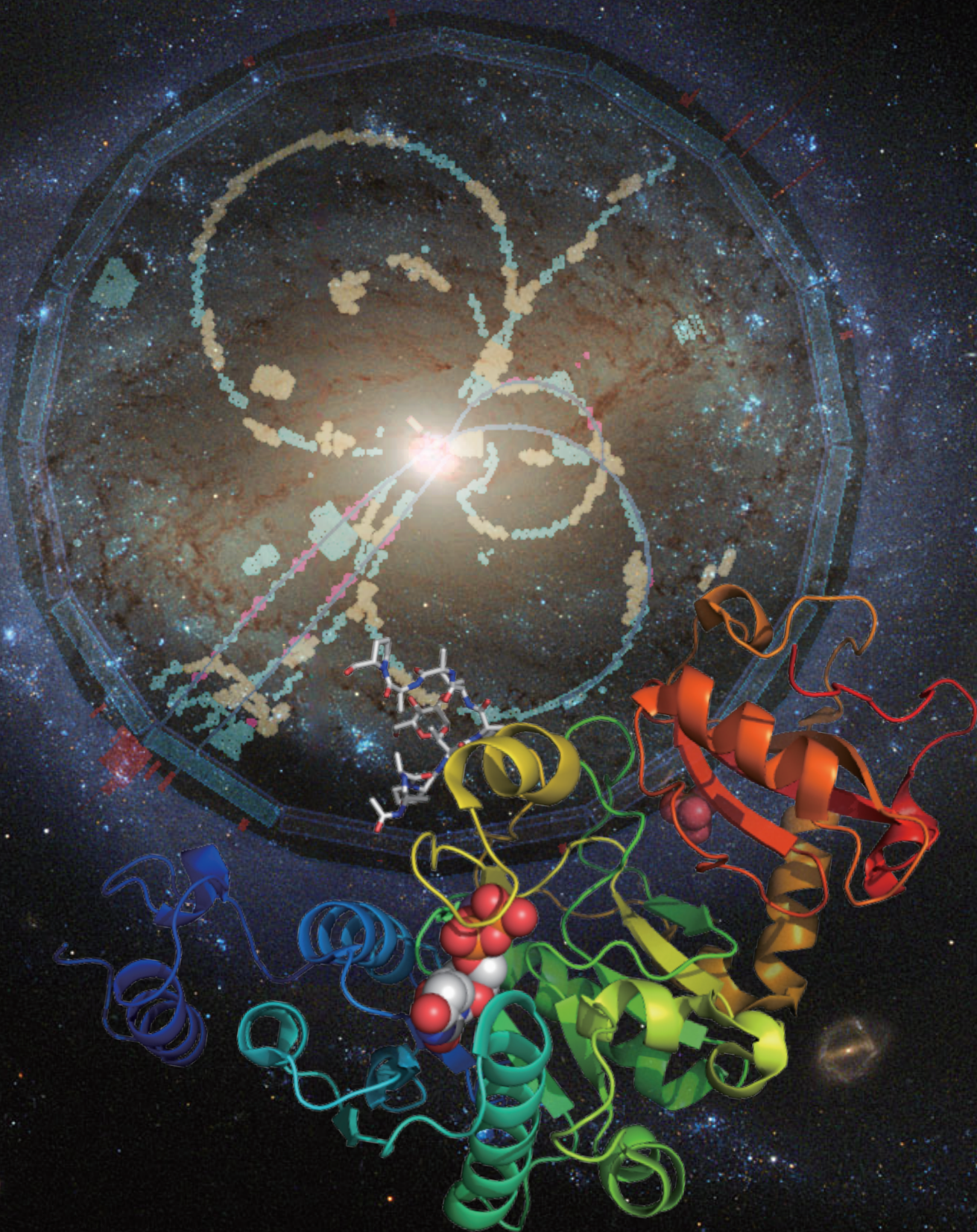
KEK

大学共同利用機関法人
高エネルギー加速器研究機構

Inter-University Research Institute Corporation
High Energy Accelerator Research Organization

2018

要覧



機構長メッセージ

近年の科学技術の目覚ましい発展に粒子加速器が大きな貢献をしてきました。電子や陽子などを加速する粒子加速器は、1930年代以降、原子核や素粒子の研究だけでなく、物質や生命現象の理解にもなくてはならない研究手法を提供してきました。

日本でも、小林・益川理論の証明、ニュートリノ振動の解明など素粒子の理解を深める重要な成果が生まれ、放射光を用いた新奇超伝導体や創薬関連のタンパク質の構造解析、大強度中性子などを用いた物質中の水素が引き起こす新しい性質の研究など、物質・生命科学においても最先端の成果を挙げてきました。

加速器は今もいくつかの重要な点において飛躍的な進展を遂げつつあり、新しいサイエンスや応用研究のフロンティアを後押しする強力な駆動力としての役割を担っています。

科学研究では誰も知らなかった考え方や現象を最初に見つけることに最も価値があると信じられています。誰も知らなかったことを見つけてそれを広く共有することが次の発見の引き金となり、知識の限界をどんどん広げることができます。この価値観が科学の発展を促してきた最も基本的な駆動力です。このことがさまざまな物質の構造や、化学反応のしくみの解明をもたらし、さらに、新しい機能を持った材料などの開発につながりました。

では、どうすれば「初めて見つける」ことができるのでしょうか。KEKの研究分野では加速器の存在が欠かせません。これまでになかった高いエネルギーの実現、これまでになかった大強度の実現など、世界一の性能を持つ加速器を実現することで、誰も知らなかった普遍的な真実を最初に見つけることが、KEKの科学への貢献です。

KEKの科学に対して皆様からお寄せいただいたご支援にあらためて感謝申し上げます。今後とも社会の一員としての責任を自覚しつつ、科学や応用技術の発展に力を尽くしてまいります。

高エネルギー加速器研究機構

機構長

山内 正則



機構長メッセージ

高エネルギー加速器研究機構とは

研究活動 2

沿革 4

KEKで行う研究を支える加速器群

つくばキャンパス 6

東海キャンパス 8

KEKで行う代表的な研究

宇宙の始まりを解明する

素粒子原子核の研究 10

派生する基盤技術 12

物質と生命の構造や機能を明らかにする

ミクロの世界を見極める4種のビーム 13

さまざまな研究分野、産業利用 14

実験を支える研究基盤 16

国際協力 18

教育機関としての KEK 21

社会とのかかわり 22

データが語る KEK 23

組織 26

The Belle II factory project has set off, as the structure of the world is being shaped, on the journey of unlocking the secrets of the universe in the modern physics. The Belle II factory and the Belle II experiment have been constructed, and the Belle II experiment is now in progress.

K2K, First Grand Detector
K2K, First Grand Detector
K2K, First Grand Detector
K2K, First Grand Detector
K2K, First Grand Detector

BELLE



高エネルギー加速器研究機構とは

研究活動

全ての物質は、原子や、原子が結合してできた分子から構成されています。さらに細かく見ると、原子は原子核と電子から、原子核は陽子と中性子から、陽子と中性子は素粒子の一種であるクォークからできています。

このような素粒子や原子核の研究は、基礎科学の重要な分野であり、さらに素粒子の研究は誕生直後の宇宙の謎の解明にもつながります。分子レベルでの物質の構造や機能発現機構の解明は、基礎科学の重要な一分野であるとともに、半導体や電池など実用材料の開発、創薬などにも不可欠です。

これらの研究を可能にする手段が加速器です。加速器は電子や陽子などの微小な粒子を光速に近い速度まで加速し、高いエネルギー状態にする装置です。高エネルギー状態でしか観測できない素粒子の発見などにつながります。また、加速器を使って得られる放射光や、中性子、ミュオン（ミューオン、 μ 粒子）、陽電子のビームは、物質の性質を研究するための重要なツールとなっています。

KEKは、高性能の加速器や、空間的にも時間的にも最高の分解能を持つ検出器の開発で最先端を走ってきました。また、新薬や新材料、画期的な医療技術の開発において、産業界との連携も進めています。

特色

(1) 人類の知的資産の拡大に貢献します

自然界に働く法則や物質の基本構造を探究し、人類の知的資産の拡大に貢献します。素粒子・原子核や生命体を含む物質の構造・機能に関して高エネルギー加速器を用いた実験的研究や、理論的研究を推進します。

(2) 大学共同利用機関法人です

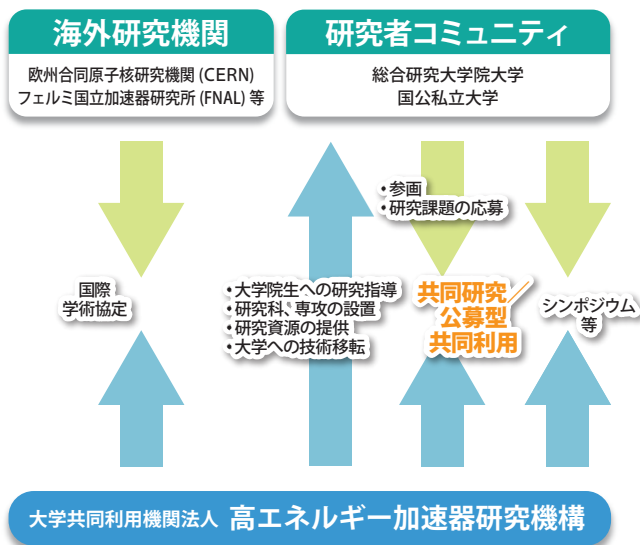
国内外の研究者と共同研究を行うとともに、共同利用の場を提供し、大学の高度な教育・研究を支え、加速器科学の最先端の研究や、関連分野の研究を発展させます。

(3) 世界に開かれた国際的な研究機関です

国際共同研究を積極的に推進します。アジア・オセアニア地域に位置する研究機関として、諸機関との連携協力を重視し、同地域における加速器科学の中心的役割を果たします。

(4) 教育協力・人材育成を進めます

総合研究大学院大学の基盤組織として、加速器科学の推進およびその先端的研究分野の開拓を担う人材を養成します。また、大学院などへの教育協力を行い、加速器科学分野の人材育成を行います。



組織と役割

素粒子原子核研究所

素粒子や原子核のふるまいを探るため、素粒子物理学・原子核物理学の研究を実験、理論の両面から幅広く行っています。素粒子をはじめとした極微の世界の謎を解明するとともに、現在の宇宙がどのように生まれたのかという根源的な謎に挑んでいます。

物質構造科学研究所

加速器から発生する放射光・中性子・ミュオン・低速陽電子を利用し、原子レベルから高分子、生体分子レベルにいたる幅広いスケールの物質の構造と機能を解明し、物質科学・生命科学の基礎から応用に至る研究をしています。また、ビーム生成、利用技術などの開発研究を通し、物質科学の発展に貢献しています。



共通基盤研究施設

加速器を使った研究に必要な、放射線、環境計測、コンピュータ、超伝導・低温技術、精密加工技術等に関する研究・技術開発を行っています。

これらの技術で放射線防護と環境保全、コンピュータやネットワークの管理運用、液体ヘリウムの供給と超伝導電磁石の製造、精密測定・精密機器の製造を行っています。

加速器研究施設

加速器研究施設は、KEKの加速器の設計・建設・運転維持・性能向上を通じて、素粒子・原子核・物質・生命等に関する共同利用実験の場を国内外の研究者に提供しています。また、次世代の研究を担う最先端の加速器の開発を行うとともに、加速器の産業・医療等への応用を推進しています。

大強度陽子加速器施設 J-PARC

J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex) は、KEKと国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 (JAEA) が共同で運営する研究施設です。世界に開かれた多目的利用施設として、世界最高クラスの陽子ビームで生成する中性子、ミュオン、K中間子、ニュートリノなどの多彩な2次粒子ビーム利用して素粒子物理、原子核物理、物質科学、生命科学など幅広い分野の研究を行っています。

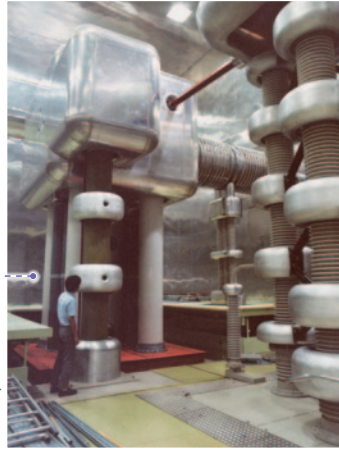
沿革

- 1949 ◎ 湯川秀樹、ノーベル物理学賞受賞（受賞理由「核力の理論的研究に基づく中間子の存在の予想」）
- 1954 ◆ 東京大学原子核研究所設立準備委員会発足
- 1955 ● 東京大学原子核研究所設立（7月）
- 1957 ◆ FF サイクロトロン完成（9月）
- 1958 ◆ FM サイクロトロン完成（5月） FF サイクロトロン共同利用実験開始（6月）
- 1960 ◆ FM サイクロトロン共同利用実験開始（10月）
- 1961 ◆ 電子シンクロトロン（ES）750MeV まで加速に成功（12月）
- 1963 ◆ ES 共同利用実験開始（4月）
- 1964 ◆ 素粒子調査研究所準備調査室設置（4月）
- 1965 ◎ 朝永振一郎、ノーベル物理学賞受賞（受賞理由「量子電磁力学の分野における基礎研究と、素粒子物理学についての深い結論」）
- 1966 ◆ ES エネルギー 1.3GeV に増強成功（3月）
- 1971 ● 高エネルギー物理学研究所設立（4月）-----
- 1973◎ 小林誠、益川敏英が後にノーベル物理学賞を受賞する理論（小林・益川理論）を発表
- 1976 ◆ 陽子加速器（PS）で 8GeV まで加速に成功（3月） PS で 12GeV まで加速に成功（12月）-----
- 1977 ◆ SF サイクロトロン共同利用実験開始（12月）
◆ PS による共同利用実験開始（5月）
- 1978 ◆ 東京大学理学部附属施設として中間子科学実験施設設立
◆ ブースター利用施設新設 放射光実験施設（PF）新設
- 1980 ◆ ブースター利用施設の共同利用実験開始（7月）
- 1982 ◆ PF で 2.5GeV の電子の蓄積および放射光発生に成功（3月）-----
- 1983 ◆ PF による共同利用実験開始（6月）
- 1984 ◆ トリスタン入射蓄積リング（AR）で電子を 6.5GeV まで加速に成功（7月）-----
- 1986 ◆ トリスタン主リング（MR）で電子・陽電子を 25.5GeV まで加速に成功（11月）
- 1987 ◆ トリスタンの共同利用実験開始（5月）
- 1988 ◆ 中間子科学実験施設を中間子科学研究センターに改組
◆ 総合研究大学院大学加速器科学、放射光科学専攻を設置（10月）
◆ トリスタン超伝導加速空洞により電子・陽電子を 30GeV まで加速に成功（11月）
- 1989 ◆ TARN II 電子冷却成功（9月）
- 1993 ◆ 高分解能質量分離器完成（3月）
- 1994 ◆ B ファクトリー建設開始（6月）
- 1995 ◆ トリスタン MR の運転終了（12月）
- 1997 ● 東京大学原子核研究所・東京大学理学部附属中間子科学研究センター・高エネルギー物理学研究所を改組・統合、高エネルギー加速器研究機構（素粒子原子核研究所・物質構造科学研究所）発足及び田無分室の設置（4月）
- 1998 ◆ B ファクトリービーム蓄積に成功（12月）-----
- 1999 ◆ 総合研究大学院大学素粒子原子核専攻を設置（4月） 長基線ニュートリノ振動実験（K2K 実験）開始（5月） B ファクトリーの Belle 実験開始（6月）-----
- 2000 ◎ 白川英樹、ノーベル化学賞受賞（受賞理由「導電性ポリマーの発見と発展」）= フォトンファクトリーの立ち上げ期に構造解析を実施
- 2001 ◎ Belle 実験グループが小林・益川理論の正しさを示す実験データを論文として発表。2008 年のノーベル物理学賞受賞に貢献。
- 2001 ◆ 田無分室がつくばに移転（3月） 大強度陽子加速器（J-PARC）建設開始
- 2002 ◎ 小柴昌俊、ノーベル物理学賞受賞（受賞理由「天体物理学への先駆的貢献、特に宇宙ニュートリノの検出」）
- 2004 ● 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構発足（4月）
◆ K2K 実験終了（11月）
- 2005 ◆ 東海キャンパス設置（4月） 陽子加速器（PS）（12GeV）による共同利用実験終了（12月）
- 2006 ● J-PARC センターを日本原子力研究開発機構と共同で設置（2月）-----
◆ ブースター利用施設の共同利用実験終了（3月）
- 2008 ◎ 南部陽一郎、小林誠、益川敏英、ノーベル物理学賞受賞（受賞理由「素粒子物理学および原子核物理学における自発的対称性の破れの機構の発見」および「自然界においてクォークが少なくとも 3 世代以上存在することを予言する、対称性の破れの起源の発見」）= KEKB 実験での検証も貢献
- 2009 ◆ 日本原子力研究開発機構と共同建設の J-PARC が完成（3月） 長基線ニュートリノ振動実験（T2K 実験）開始（4月）
- 2009 ◎ アダ・ヨナット、ノーベル化学賞受賞（受賞理由「リボソームの構造と機能の研究」）= フォトンファクトリーで行われた実験も貢献
- 2010 ◆ Belle 実験終了（6月）
- 2011 ◆ SuperKEKB 加速器建設開始
- 2012 ◎ フランソワ・アンブレール、ピーター・ヒッグス、ノーベル物理学賞受賞（受賞理由「欧州原子核研究機構（CERN）によって存在が確認された素粒子（ヒッグス粒子）に基づく、質量の起源を説明するメカニズムの理論的発見」）= ATLAS 実験での検証も貢献
- 2014 ◎ 赤崎勇、天野浩、中村修二、ノーベル物理学賞受賞（受賞理由「高輝度で省電力の白色光源を実現可能にした青色発光ダイオードの発明」）
- 2015 ◎ 梶田隆章、ノーベル物理学賞受賞（受賞理由「素粒子『ニュートリノ』が質量を持つことを示すニュートリノ振動の発見」）
= T2K 実験でもニュートリノ振動を検証
- 2016 ◎ 大隅良典、ノーベル生理学・医学賞受賞（受賞理由「オートファジーのメカニズム解明」）= フォトンファクトリーに関連タンパク質の構造解析を実施
- 2016 ◆ SuperKEKB 加速器でビーム蓄積に成功（2月）
- 2017 ◆ Belle II 測定器が SuperKEKB 加速器の衝突点にロールイン
- 2018 ◆ SuperKEKB 加速器がフェーズ 2 運転 電子・陽電子が初衝突

◎：KEKの研究活動に関連のあるノーベル賞関係 ◆：東京大学関連 ◆：高エネルギー物理学研究所関連 ◆：高エネルギー加速器研究機構関連 ●：主な組織の設立・改変



高エネルギー物理学研究所設立



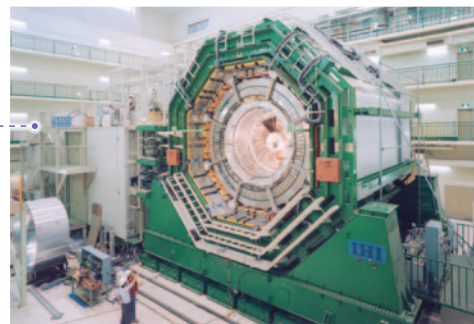
陽子加速器(PS)の
コッククロフト・ウォルトン型前段加速器



建設初期の PF 実験ホール



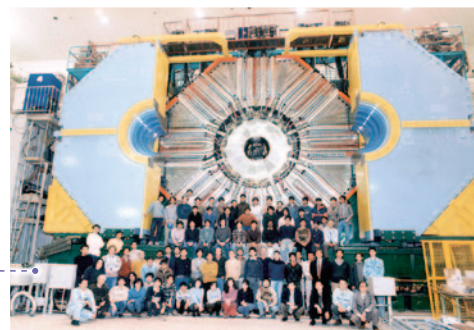
KEKB 加速器ビーム蓄積成功



トリスタン加速器を使った実験の測定器のひとつ、トバース測定器



K2K 実験開始



Belle 実験開始



J-PARC センター設置

KEK で行う研究を支える加速器群

つくばキャンパス

つくばキャンパスでは、電子や陽電子を加速する加速器を利用した研究が行われています。陽電子は、電荷が反対という以外は電子と同じ性質で「電子の反粒子」と呼ばれます。自然界にはほとんど存在しません。

SuperKEKB 加速器



2010 年まで稼働していた KEKB 加速器は、周長 3km の二つの円形加速器で電子と陽電子をほぼ光の速さまで加速し、わずかな角度をつけて正面衝突させて生じる膨大な数の「B 中間子」の崩壊過程を詳細に観察して、小林・益川理論を証明しました。

B 中間子などの生成能力を 40 倍に高める SuperKEKB 加速器への改造は 2015 年度末からの衝突無しでのビーム運転成功を経て完了し、衝突運転への調整を開始しています。2017 年度から陽電子ダンピングリングの運転開始、両リングでのビーム周回・蓄積と順調に調整運転を続け、いよいよ衝突点でビームを絞り、衝突調整に入ろうとしています。

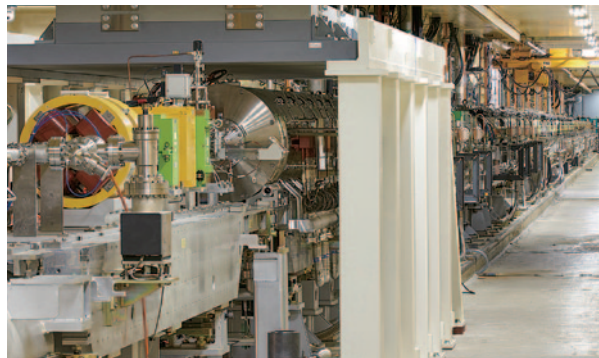
放射光加速器



光速に近い電子が電磁石などによって曲げられると、そのエネルギーの一部がはぎとられ、強く明るい紫外線や X 線などの「放射光」となって放出されます。この放射光を物質科学などに利用するための加速器が円形の放射光加速器です。

25 億電子ボルトのエネルギーの電子を利用する周長 187 m のフォトンファクトリー蓄積リング (PF リング)、65 億電子ボルトで周長 377m のフォトンファクトリーアドバンスリング (PF-AR) の 2 つの放射光加速器があり、50 近くの実験ステーションに放射光を供給しています。

電子・陽電子線形加速器



SuperKEKB 加速器および放射光加速器 (PF、PF-AR) で使われる電子と陽電子は、全長 600m の電子・陽電子線型加速器から入射します。強力なレーザー光をレアアース合金に照射して電子を作り、また電子ビームをタングステンの標的に衝突させて陽電子を作ります。

目標のエネルギーまで加速されてから、電子ビームは SuperKEKB 加速器と放射光加速器へ、陽電子ビームは SuperKEKB 加速器へと、それぞれ導かれます。このほか、低速陽電子ビームが物質の構造を解析する研究に使われています。

国際リニアコライダーを実現するための先端加速器試験施設 (ATF, STF)



先端加速器試験施設 (ATF、写真右) では、最先端の加速器技術の研究開発が行われています。次世代の直線型加速器「国際リニアコライダー (ILC)」等の衝突ビーム実現に必要な技術として、電子ビームをナノメートルレベルに小さく絞る技術、位置を安定に制御する技術の開発を行っています。

超伝導 RF 試験施設 (STF) では、高性能の超伝導加速空洞の開発と、電子ビームを加速する超伝導加速器システムの試験開発を行っています。



東海キャンパス

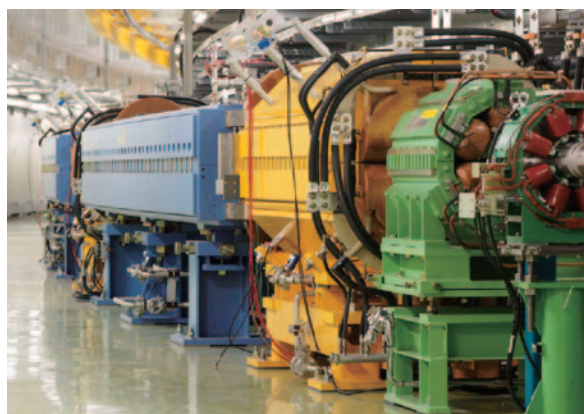
東海キャンパスでは、日本原子力研究開発機構と共同で大強度陽子加速器施設 J-PARC を運営し、世界最大級の強度をもつ陽子ビームを加速する研究と加速されたビームを用いた研究を行っています。

リニアック (LINAC)



陽子の加速はリニアックから始まります。水素ガスを加熱してできた負水素イオンが、全長 300m の線形加速器の中で 4 億電子ボルトまで到達します。その後、炭素の薄膜を通過し、電子をはぎとられ、陽子となって RCS に送り込まれます。

主リング (MR)



周長約 1,600 メートルのシンクロトロンの主リングは 30 億電子ボルトの陽子ビームを 300 億電子ボルトにまで加速します。この陽子ビームは、ハドロン実験施設またはニュートリノ実験施設に送られます。前者においては K 中間子や π 中間子ビーム等の生成に、後者においてはニュートリノビームの生成に用いられます。

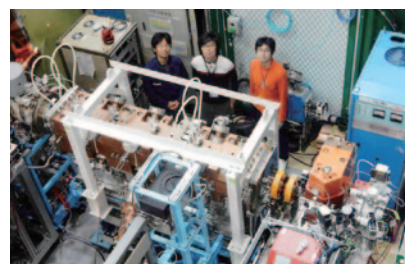
RCS



一周約 350 メートルの円形加速器シンクロトロンで、電子ビームを 30 億電子ボルト (3GeV) に到達させます。取り出された陽子ビームの多くは物質・生命科学実験施設 (MLF) に導かれ、中性子ビームとミュオンビームの生成に用いられます。一部は主リングに送られ、さらに高いエネルギーまで加速されます。

コラム「高周波リニアックによる ミュオンの加速実験に成功」

ミュオンは、電子の仲間と同じマイナスの電荷を持ちますが、重さは約 200 倍あります。KEK と大学等との共同研究グループが、ミュオンの基本的な物理量である $g-2$ 、EDM を世界最高精度で測定する実験の準備を J-PARC で進めています。この実験にまず必要なことは、進行方向やエネルギーが十分そろった高品質のミュオンビームを作ること。2017 年 10 月には、ほぼ停止したミュオニウム負イオンを作り、高周波 4 重極型線形加速器で 90KeV まで加速することに、世界で初めて成功しました。この技術は透過型ミュオン顕微鏡などへの応用も期待されています。





K E Kで行う代表的な研究

宇宙の始まりを解明する

素粒子原子核の研究

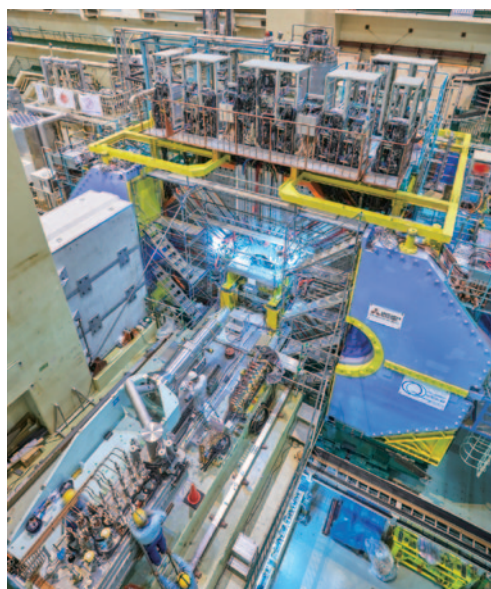
宇宙は約 138 億年前にビッグバンで始まり、非常に高いエネルギー状態から現在の物質を構成する素粒子が誕生したとされています。素粒子原子核研究所では、加速器を使って宇宙初期の高エネルギー状態を再現し、素粒子の性質を調べ、新しい物理法則を見出し、宇宙誕生の謎に迫る研究を行っています。

B ファクトリー

Belle 実験では、小林誠・益川敏英博士の理論を証明して、両博士の 2008 年ノーベル物理学賞受賞に貢献しました。

Belle 実験をアップグレードし、新しい物理法則を発見することを目的とするのが Belle II 実験です。SuperKEKB 加速器で加速した電子と陽電子を衝突させ、発生する B 中間子の崩壊を、縦・横・高さがそれぞれ約 8m、重さ約 1,400t に及ぶ巨大な Belle II 測定器で調べます。

この実験には、世界 25 か国から約 750 名以上が参加。Belle 実験の 50 倍もの大量のデータを解析し、宇宙の初期には存在したはずの反物質が消えた理由など、宇宙の始まりの謎と素粒子物理学の標準理論を超える物理に迫ります。

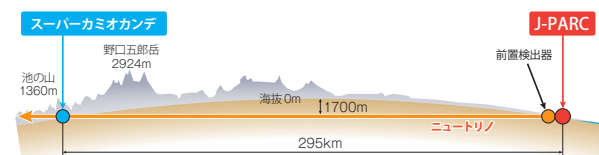
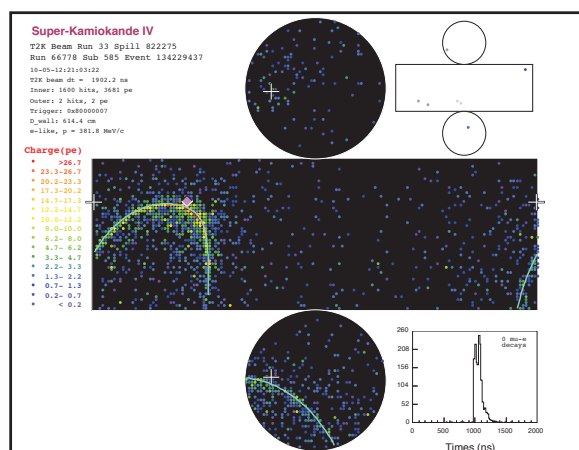


ニュートリノ

「ニュートリノ振動」と呼ばれる現象を通してニュートリノの重さに関する発見をしたことで、梶田隆章博士らが 2015 年にノーベル物理学賞を受賞しました。

T2K 実験は、大強度陽子加速器 J-PARC で人工的に作り出したニュートリノを、295km 離れた岐阜県飛騨市神岡町の地下 1,000m にある測定装置（スーパーカミオカンデ）へ照射し、ニュートリノ振動をより精密に研究する世界 12 カ国から約 500 名が参加する国際共同実験です。

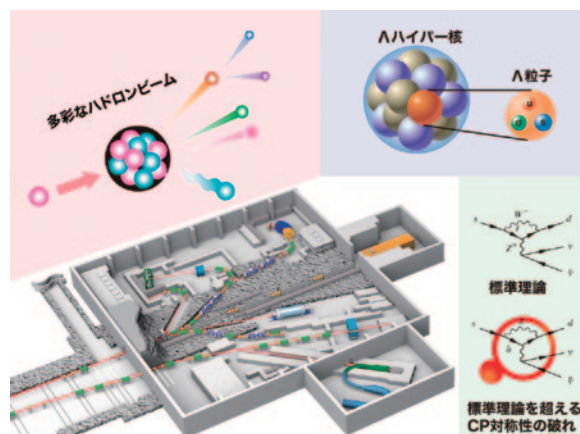
現在は、反ニュートリノビームによる振動の観測も行い、宇宙から反物質が消えた謎の解明を目指しています。



ハドロン・原子核

J-PARC の大強度陽子ビームを使って、多彩で高品質のハドロンビームを作り出します。

このビームを使って、原子核や素粒子の基本的な相互作用のうち「強い力」に反応するハドロン・原子核の性質や構造の研究、K 中間子の稀にしか起こらない崩壊現象などを通した、素粒子標準理論を超える物理の探求を行っています。



ミュオン

ミュオンという基本的な素粒子を、J-PARC の大強度ビームを使って大量に作り出し、その稀崩壊現象である「ミュオン電子転換事象」を探索する COMET 実験と、磁気・電気双極子能率の精密測定を目指す g-2/EDM 実験をホストするほか、スイスのポールシェラー研究所 (PSI) で実施中の MEG 実験にも参加しています。いずれも標準理論では説明できない事象や基本物理量の精密測定が課題となっており、国際的にも注目を集めています。



理論センター

基礎物理学の究極理論を探し求め、数学的な手法や計算機を使ったシミュレーションを組み合わせた理論的研究を行っています。研究内容は、超弦理論から、素粒子標準模型を超える理論の構築、ハドロン原子核の構造やダイナミクスの研究、初期宇宙や高エネルギー天体物理学、そして量子基礎論まで幅広い分野にわたっています。

センターには、ポスドク研究員や学生も含めて約 100 名がおり、世界各国の素粒子、原子核、そして宇宙研究のコミュニティと緊密に連携を取りながら研究を進めています。



和光原子核科学センター

理化学研究所和光地区に設置された和光原子核科学センターでは、元素選択型質量分離器 (KISS= 写真右) の共同利用や、新開発の多重反射型飛行時間測定式質量分光器 (MRTOF-MS= 同左) による網羅的原子核質量測定を通じて、安定には存在しない原子核 (短寿命原子核) の研究および宇宙における元素合成過程の解明を目指します。



派生する基盤技術

先端技術による宇宙観測

加速器・測定器の開発で培った極低温や超精密測定技術を使って、宇宙マイクロ波背景放射(CMB)の観測や、重力波の観測をするプロジェクト(KAGRA)も進めています。



CMBの精密測定を行うPOLARBEAR



KAGRA

先端計測技術

KEKが開発を進める多様な検出器は、素粒子・原子核の研究、X線や中性子を使った物質研究、宇宙観測はもとより、産業の現場や様々なセキュリティチェックのための各種非破壊検査、さらにはPETをはじめとする核医学診療の最前線まで、幅広い分野で活用されています。

先端的エレクトロニクスや、ネットワーク技術を取り入れた超高速データ収集処理(DAQ)システムの開発などにも積極的に取り組んでいます。

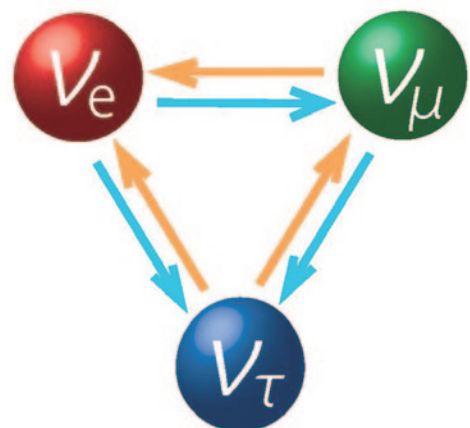
コラム「ニュートリノにも『CP 対称性の破れ』信頼度 95%で裏付け」

T2K 実験グループは 2017 年 8 月、 μ (ミュー) 型ニュートリノが電子型ニュートリノに振動する確率と、反 μ 型ニュートリノが反電子ニュートリノに振動する確率に違いがある、すなわち「ニュートリノでも CP 対称性 (物質と反物質の対称性) に破れがあること」が 95% の信頼度で明らかになった、と発表しました。

宇宙線により大気中で発生する μ 型ニュートリノが、別の種類のニュートリノに変化 (振動) することは、2015 年ノーベル物理学賞を受賞した梶田隆章博士がスーパーカミオカンデの観測で発見していましたが、ニュートリノにはまだ多くの謎がありました。その一つが、ニュートリノなどレプトンの世界における CP 対称性の破れの探索で、なぜ宇宙には物質ばかりで反物質が存在しないのか、という謎を解く鍵とされています。

2010 年 1 月からデータ収集を続けている T2K 実験では、95% の信頼度で CP 対称性の破れを確認し、その方向性が見えてきました。

これを 99.7% にまで高めて「完璧」とするため、J-PARC メインリングの増強やスーパーカミオカンデ側のグレードアップなどが予定され、収集データ量を 2026 年頃までに現在の約 9 倍に増やす計画です。



物質と生命の構造や機能を明らかにする

ミクロの世界を見極める 4 種のビーム

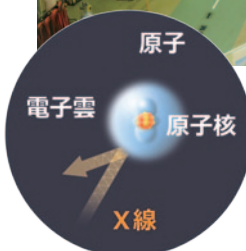
物質構造科学研究所では、電子加速器から発生する放射光や低速陽電子、陽子加速器から作られる中性子やミュオンを使い、物質・生命の構造とそのダイナミクスを分子や原子のスケールで解明する研究を推進しています。

放射光

物質の構造や化学結合に關与する電子の状態を知ることは、その物質の性質つまり機能発現のしくみを理解するために重要な情報です。

フォトンファクトリー (PF) は、加速器から発生する明るく波長の短い光「放射光」を用いて、物質や生命を原子のスケールで観察する大型施設です。

PF、PF-AR の放射光源加速器には 50 近くの実験ステーションがあり、基礎的な物質・構造材料、電子材料、電池材料、ナノ物質、触媒、環境汚染物質などの研究、タンパク質の構造解析、地球外物質の解析や地球深部での物質の状態の研究などが行われています。

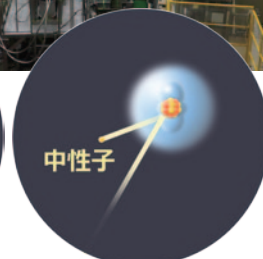
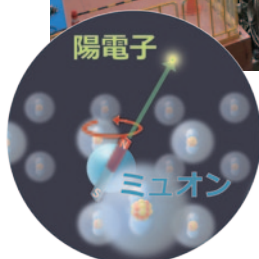


中性子・ミュオン

J-PARC の物質・生命科学実験施設 (MLF) は、世界最高強度のパルス中性子とミュオンを利用できる実験施設です。

電荷を持たない中性子は、金属中の水素やリチウムといった軽元素の観測に優れており、リチウムイオン電池や水素貯蔵合金などの材料の評価、機能解明に役立てられています。

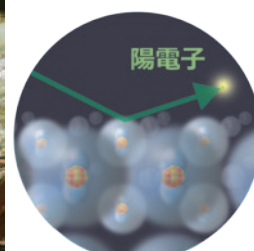
陽子加速器で作る π 中間子の崩壊によって作られるミュオンは磁石として物質の局所磁場を調べることができます。磁性体や高温超伝導体の性質を調べる研究にも使われています。



低速陽電子

陽電子は電子の反粒子で、線形加速器の電子ビームから生成されます。物質の表面に侵入できる深さを自由に変わることができるため、最表面、そして最表面のすぐ下の原子配置を精度よく決めることができます。

さまざまな機能性材料のもととなる物質の構造を、原子レベルで観察しています。

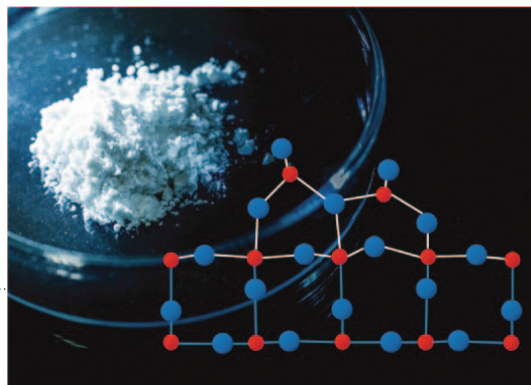


さまざまな研究分野

物質科学

磁性や伝導性、化学反応の起こりやすさなどは、どんな原子がどう並び、電子がどう運動しているのかで決まります。表面の分析、元素選択的な分析、サイト選択的な分析、時間分解分析などで、物性の起源を解明し、新技術や機能性材料の開発につなげます。

光触媒 TiO_2 の複雑な超周期構造を持つ表面の原子配置を、全反射高速陽電子回折 (TRHEPD) 法で明らかにしました。陽電子は表面で全反射されるため、高感度で最表面構造を調べることができます。



エネルギー・環境科学

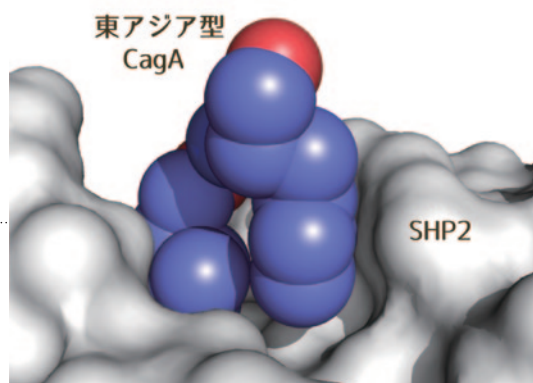
太陽光と水から再生可能エネルギーを作る人工光合成や燃料電池普及のための水素貯蔵技術など、持続可能な社会の実現を目指しています。

生命科学

タンパク質は、たった 20 種類のアミノ酸が無限に近い組み合わせで鎖のようにつながり、折りたたまれて立体構造をとることによって、様々な機能を持ちます。放射光でタンパク質の立体構造を解明することで、病気発現の理解や、副作用の少ない新薬の開発へとつながります。

ピロリ菌が作る病原因子 CagA (東アジア型) とヒト発がんタンパク質 SHP2 の複合体イメージ図。

東アジア型 CagA は、ヒト発がんタンパク質にぴったりはまり込んでしまうために、異常活性化を起こしやすく、細胞のがん化につながるという仕組みを明らかにしました。



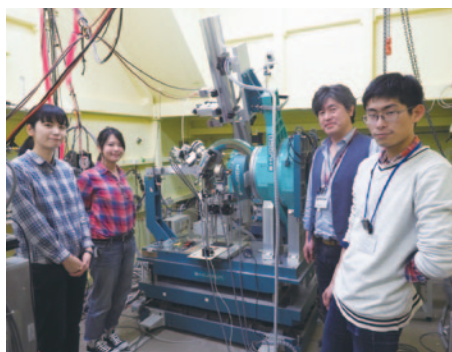
コラム「はやぶさ2が戻ってきたら」

C 型小惑星「リュウグウ」に向かっている JAXA の小惑星探査機「はやぶさ2」は、2010 年に S 型小惑星「イトカワ」地表の物質を持ち帰った「はやぶさ」の後継機です。

2011 年にフォトンファクトリー (PF) でイトカワの試料を分析した東北大学大学院理学研究科の中村 智樹 教授を代表とする研究グループは、長年の PF ユーザーです。X 線回折や蛍光 X 線を用いて宇宙塵などの微粒子の構成元素、構成鉱物とその結晶構造の情報を得る分析を行ってきました。

X 線では非破壊で分析ができるので、放射光は希少な試料の最初の分析に用いられます。地球外由来の物質だと判断された宇宙塵などの試料は、まず PF の実験ステーション BL-3A で科学的価値の高い試料を特定してから、他の詳細な分析へと進みます。

順調にいけば、「はやぶさ2」は 2020 年の年末に地球に帰還、2021 年にはその試料の一部が PF で分析される予定です。

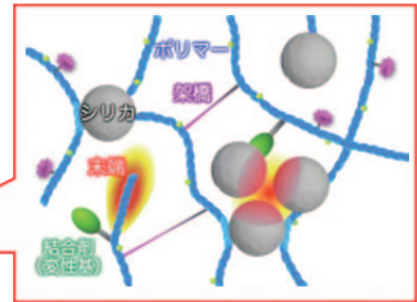
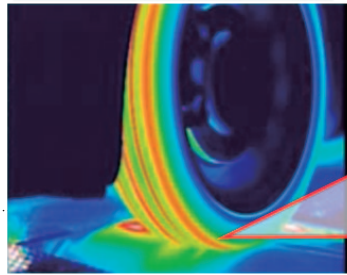


東北大学の中村研究室のみなさん
(フォトンファクトリー BL-3A にて)

産業利用

KEK が培ってきた材料評価・解析技術は企業の研究開発に活用されています。産学相互の長所を活かした密度の高い研究によって多くの製品創出、品質向上につながっています。

放射光 X 線・中性子・シミュレーションの連携解析により、新材料開発技術を確立。この技術を活用して、低燃費性とグリップ性を維持しながら耐摩耗性能を大幅に向上させたタイヤが 2016 年に商品化され、その技術は多数の賞を受賞しています。



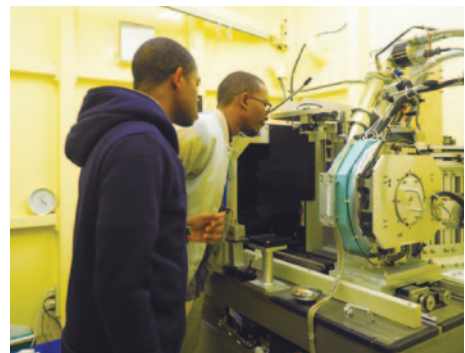
コラム「アフリカに放射光を」

2017 年 5 月、ヨルダンで中東地域初の放射光施設 SESAME が公式オープンしました。中東の 8 つの国や地域の科学者と、それを支えた世界中の科学者たちの連携の賜物であり、KEK のフォトンファクトリー (PF) も様々な形で協力しました。

次はアフリカに放射光施設をという草の根の運動が続いています。アフリカは人口も課題も多く、需要はあるのに放射光を使う機会がほとんどないと言われています。そこで、各施設でアフリカの物性研究者を受け入れて放射光を使ってもらおうということになり、PF は日本で唯一その受け入れ施設となりました。

2017 年 11 月、ボツワナの大学から研究者 2 人が PF にやってきました。彼らは「KEK で実験できてとても幸せだ」「今後ボツワナの大学と KEK の連携が進むとうれしい」と語りました。

世界中で放射光が必要となると近くに施設があるように、科学者たちは息の長い活動に取り組んでいます。

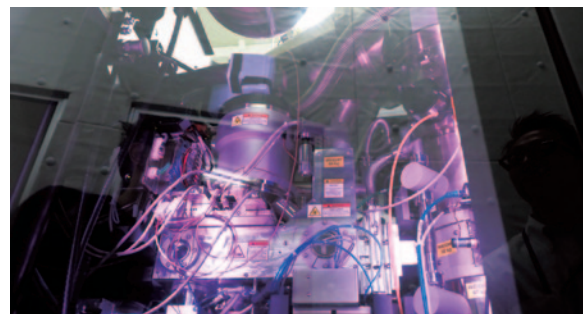


フォトンファクトリー BL-8B での実験のようす

コラム「生命の謎解明のためのクライオ電顕導入」

クライオ電顕は透過型電子顕微鏡の一種です。凍結したまま試料を観察できることから、壊れやすい生体高分子、特に分子量の大きなタンパク質複合体の観察に適しています。現在、構造生物学分野では、クライオ電顕が、放射光を用いた X 線結晶構造解析と並ぶ生体高分子の立体構造解析手法になりつつありますが、高額なため日本国内での導入はあまり進んでいませんでした。

2017 年、日本医療研究開発機構 (AMED) でクライオ電顕の導入が検討され、物質構造科学研究所 構造生物学研究センターが予算を獲得しました。長年のフォトンファクトリーでの X 線結晶構造解析分野における共同利用支援の実績が認められたのです。構造生物学研究センターは、クライオ電顕を使って研究成果を挙げるとともに、生物分野でのクライオ電顕共同利用の中心的役割を果たして行きます。

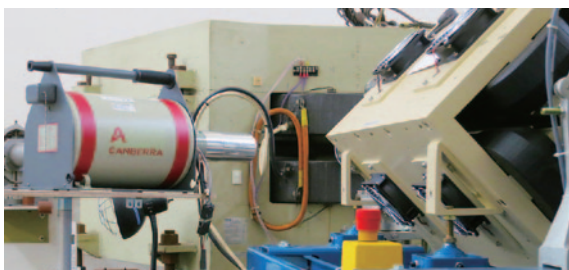


実験を支える研究基盤

共通基盤研究施設では、多彩な研究計画の円滑な遂行のための高度な技術支援を行っています。これらの開発研究および支援業務を行うために4つのセンターがあります。

加速器放射線

加速器で発生する放射線・放射化物の測定法の開発とデータの蓄積、放射線の動きをシミュレーションするシステム開発の研究拠点。環境放射線量の監視、加速器運転・部品製造のための化学分析、環境保全のための測定法の開発も行っています。



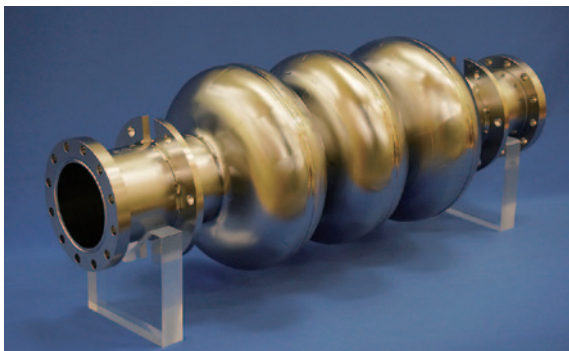
加速器放射線の測定



検出器の校正・開発に用いられる黒鉛パイル

機械工学分野

加工、設計、計測、メカトロニクス、材料等の機械工学分野における研究開発を行っています。電子ビーム溶接等の超伝導加速空洞の製造に必要な技術開発、液圧成形、超精密加工技術による加速管ディスクの製造、放射光施設で用いられる試料交換ロボットの性能向上、タンパク質結晶のハンドリング・観察技術の開発、加速器のアライメントのための精密形状測定の研究に取り組んでいます。



ILC 実現に向けた低コスト材料を用いて製造した超伝導加速空洞

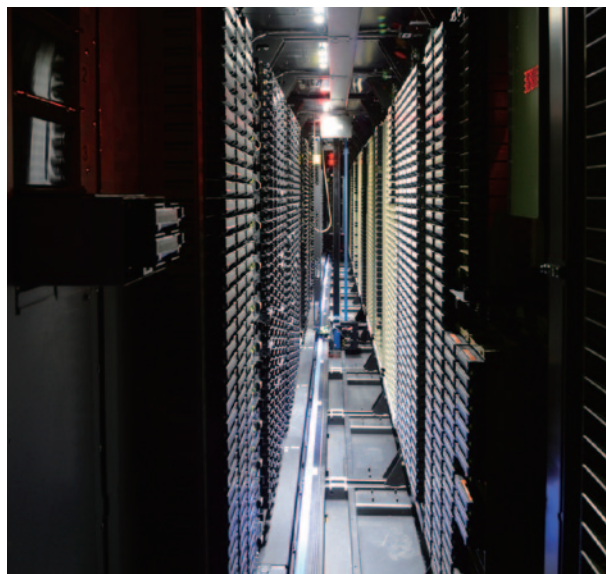


電子ビーム溶接機

ビッグデータ、高速ネットワーク、シミュレーション

「中央計算機システム」は、加速器科学におけるビッグデータ解析を行うために、70 ペタバイト (1 ペタバイトは10の15乗バイト) のストレージ容量、1 万コアを超える演算装置、それらを高速で結合するネットワークで構成されています。Belle II や T2K 実験など、機構のあらゆるプロジェクトがデータ解析やシミュレーションのために利用しています。このシステムは、20 ギガビット毎秒 (家庭用光ファイバ接続の 200 倍の速度) でインターネットと接続され、世界中の研究機関と計算資源とデータの共有が実現されています。

素粒子同士の反応や、放射線と物質の相互作用をシミュレーションするためのソフトウェアの開発も行われており、世界中の研究機関や企業でも利用されています。



加速器科学における超伝導応用、極低温技術

超伝導、極低温等の先端技術開発に取り組んでいます。代表的なものとして、J-PARC ニュートリノビームライン用超伝導磁石システムの建設及び運転が挙げられます。

最近では、CERN の LHC 高輝度化アップグレードや J-PARC で推進中のミュオン物理に向けた超伝導磁石の開発を進めています。建設中の極低温重力波望遠鏡 (KAGRA) では、中核となる極低温鏡懸架装置を担当して貢献してきました (下記コラム参照)。液体ヘリウム等の冷媒の生成・循環再利用等も行っています。



ニュートリノビームライン用超伝導磁石システム

コラム「加速器の技術で支える重力波望遠鏡」

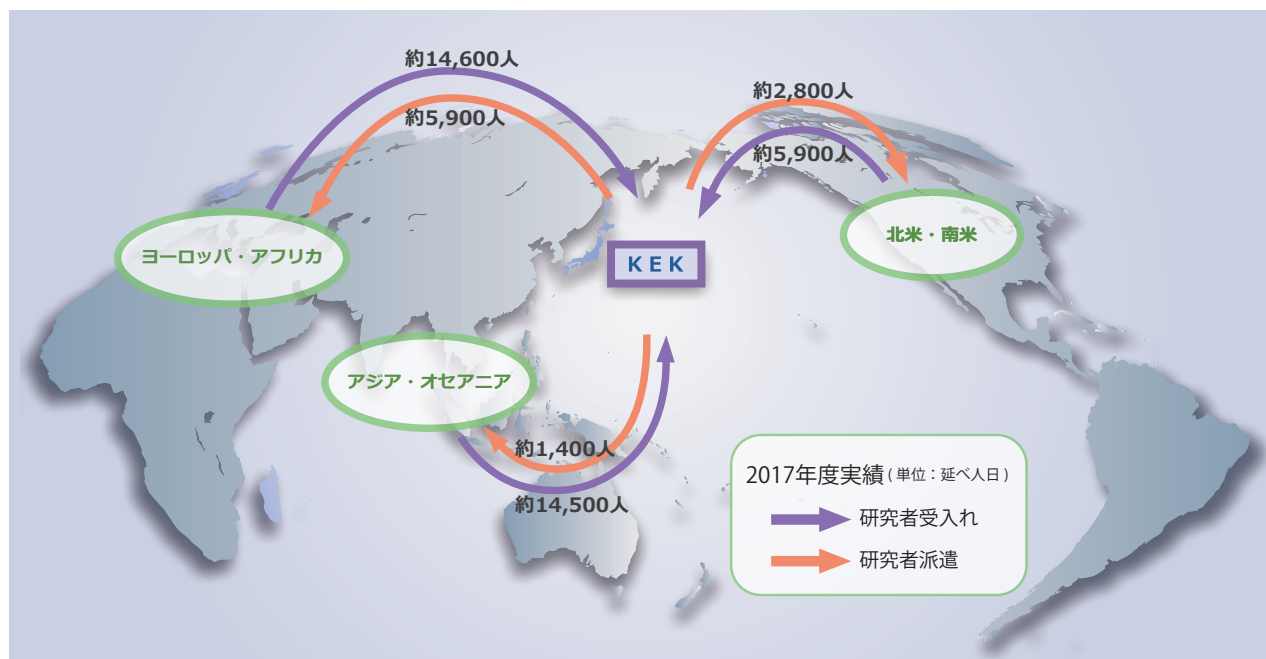
加速器科学の技術は、素粒子物理学や物質科学だけでなく、宇宙研究にも活躍しています。その代表例は、東大宇宙線研や国立天文台、KEK の協力で建設が進む重力波望遠鏡「KAGRA」。これまでの光や電波を使った望遠鏡ではなく、重力波という全く新しい手段を使って、ブラックホールやパルサーなどの探査を可能にします。

この重力波望遠鏡は、合計 6km にもおよぶ非常に大きな装置で、岐阜県飛騨市神岡町の地下に設置されています。望遠鏡なのに地下？ と不思議に思えますが、実は、重力は「幽霊粒子」と呼ばれるニュートリノよりもさらに相互作用が弱いので、地下でも全く問題なく宇宙を観測することができます。この長大な望遠鏡では、加速器で培った超高真空や極低温、大型施設建設のノウハウなど多くの技術・経験が活かされています。特に、KEK が担当する極低温サファイア鏡は世界最先端の技術で、KEK の超伝導・冷却技術が応用されています。写真はこの極低温鏡の 1 号機が大型クライオスタットにインストールされたときの記念写真です。重力波による新しい宇宙の探査に注目が集まっています。



国際協力

KEK は、欧州合同原子核研究機関(CERN)や米フェルミ国立加速器研究所(FNAL)などと並ぶ加速器科学の世界的な拠点として、物理科学・生命科学をはじめとする基礎科学の発展に貢献しています。



KEK における国際プロジェクト

KEK には世界約 45 の国と地域から約 1,950 名の研究者が共同研究、国際会議出席等の目的で来訪しています。Belle II、T2K 実験には世界各国の研究機関から多数の研究者が参加しています。フォトンファクトリーにはインド科学技術庁(DST)との覚書に基づきインドビームラインが設置されています。先端加速器研究開発(ILC 等)、測定器開発研究、大規模シミュレーションソフトウェア開発等の基盤的研究も国際的な協力体制により進められています。

海外国際共同研究への参加

1979 年より実施されている日米科学技術協力事業は、両国の加速器科学の発展、若手研究者育成などに大きく貢献しています。また、欧州合同原子核研究機関(CERN)では大型ハドロン加速器(LHC)のアップグレードへの協力を行うとともに、ATLAS 実験等の国際協力研究に日本の大学・研究機関とともに参加しています。アジア加速器測定器フォーラム(AFAD)では、特にアジア地域で求められている加速器・測定器技術の研究開発と応用に協力しています。

海外研究機関との連携

アジア地域では、高能物理研究所(IHEP・中国)、韓国基礎科学研究院(IFS)、タイ放射光研究所(SLRI)、インド原子力庁傘下の研究機関、北米地域ではフェルミ国立加速器研究所(FNAL・米国)、TRIUMF 研究所(カナダ)、欧州地域では、CERN、フランス国立科学研究センター(CNRS)、ドイツ電子シンクロトロン研究所(DESY)、イタリア国立原子核研究機構(INFN)、リュブリアナ大学(スロベニア)、ブドカ原子核研究所(BINP・ロシア)など多くの大学・研究機関と学術交流協定等を締結し、共同研究や研究者交流を活発に行っています。

さらに、KEK と海外の複数の研究機関が連携し、KEK を拠点として研究を実施する枠組みである「多国籍参画ラボ事業」の活動がスタートしました。

若手研究者育成

インドでの加速器スクール、東南アジア素粒子物理スクール、世界の若手研究者を対象とした測定器スクール(EDIT)、AEP SHEP (Asia Europe Pacific School of High Energy Physics) など多くのスクールを開催・共催しています。また KEK での共同実験等への海外からの若手研究者・大学院学生の受入れなどにより、アジア地域をはじめとして、世界の若手研究者の育成に力を入れています。



© 2007 CERN

CERN の LHC 加速器で行われる ATLAS 実験(世界 38 ヶ国、約 3,000 名が参加)には日本から KEK をはじめ 17 研究機関からの約 150 人の研究者・大学院生が参加して、素粒子物理の標準理論を超える新しい現象の発見を目指しています。

2012 年にヒッグス粒子を発見した LHC 加速器では、2015 年 4 月から 13TeV で陽子・陽子衝突実験が行われています。2017 年にはヒッグス粒子からボトムクォークへの崩壊を 99% 以上の高い確率で発見するなど、素粒子の質量の起源の謎に迫りつつあります。

スイスのポールシェラー研究所(PSI)で行われる MEG(メグ)実験や、南米チリのアタカマ高地にて宇宙マイクロ波背景放射(CMB)の観測を行う POLARBEAR(ポーラーベア)実験にも参加しています。カナダの TRIUMF 研究所に超冷中性子(UCN)源が移設され、UCN 実験が行われています。

コラム「KEK とノーベル賞」

KEK はノーベル賞との係わりが深い研究機関です。過去にはノーベル賞と直接、間接に結び付いた研究がいくつも行われてきました。また現在も、ノーベル賞にこれから結び付きそうな先鋭的な研究が多数行われています。

2008 年の物理学賞で小林誠博士と益川敏英博士の受賞理由となった小林・益川理論を実験的に証明したのが、KEK の B ファクトリーで行われた Belle 実験です。Belle 実験では 01 年、電子と陽電子を衝突させてできた B 中間子と反 B 中間子が崩壊する様子のわずかな違いを実証して、小林・益川理論の正しさを証明しました。

また 09 年には、KEK のフォトンファクトリーでタンパク質の製造工場ともいえるリボソームの研究を 10 年近く行ったイスラエルの女性科学者アダ・ヨナット博士が、リボソームの構造を解明した功績でノーベル化学賞を受賞しました。1980 年代なかば、放射光でタンパク質の構造を調べるワイゼンベルクカメラがフォトンファクトリーに完成したことを知ったヨナット博士が、いち早く KEK に利用申請書を提出したのが KEK との共同研究の始まりでした。

さらに 2015 年、梶田隆章博士がニュートリノ振動を発見した功績で物理学賞を受賞しました。KEK の陽子加速器で作りに出したニュートリノを岐阜県飛騨市神岡町にあるスーパーカミオカンデで捉える K2K 実験では、人工のニュートリノを用いた長基線でのニュートリノ振動の検証に世界で初めて成功しました。

小林博士とヨナット博士には、この功績で KEK の特別名誉教授の称号が授与されています。



小林 誠 博士



アダ・ヨナット 博士

画像提供 Dan Porges

国際共同開発

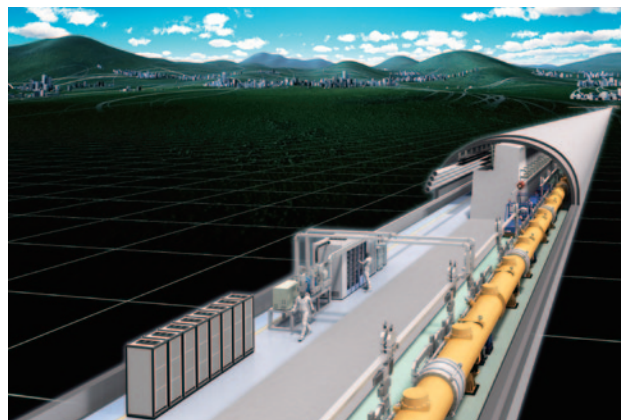
国際リニアコライダー (ILC) 計画

ILC は素粒子である電子と陽電子を衝突させる加速器で、極めて精密な測定ができます。

2012 年に発見されたヒッグス粒子は、これまでの LHC 実験の結果などから研究の重要度が高まっています。

ILC は、ヒッグス粒子の精密測定を行えるほか、複合粒子の衝突では発見することが難しい新粒子の発見も期待されます。素粒子物理学の今後の方向性を定める、非常に重要な役割を担う加速器です。

48 カ国、392 の大学・研究機関の 2,400 名を超える研究者が、国際協力による ILC の実現を目指した活動を進めています。



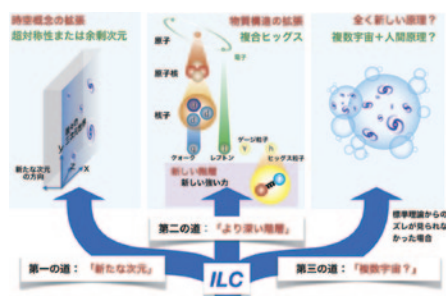
ILC 完成予想図

©Rey.Hori

コラム「さらに重要となるヒッグス粒子の精密測定」

CERN の LHC は、2015 年 4 月から 13 兆電子ボルト (13 TeV) にエネルギーを増強して実験を行なっています。この実験の結果から、新粒子は LHC の探索領域には存在しない、あるいは、存在する場合はその死角にある、ということがわかりました。ここで重要度を増しているのが「ヒッグス粒子の精密測定」です。

ヒッグス粒子と他の標準理論の粒子との相互作用の強さ (ヒッグス結合) を詳細に測定し、標準理論の予測からのズレの大きさとそのパターンを調べると、新物理の識別が可能となり、素粒子物理学の今後の方向性を定めることができます。ヒッグス粒子の精密測定に力を発揮するのが国際リニアコライダー (ILC) です。ヒッグス生成頻度が最大となる衝突エネルギーは 250 GeV であり、2017 年 11 月、国際将来加速器委員会 (ICFA) は、「ヒッグス・ファクトリー」として 250 GeV の ILC 早期実現を奨励する声明を出しました。レプトンのみと結合する暗黒物質や、ヒッグスのみと相互作用する新粒子の探索の重要性も高まっており、これらは LHC の死角にあり、国際的な ILC への期待が高まっています。



コラム「ILC 実現に向けたコスト削減の取り組み」

2016 年 5 月、文部科学省と米国エネルギー省 (DOE) が国際リニアコライダー (ILC) 計画について意見交換を行うため「ディスカッショングループ」を設置。その議論で ILC のコスト削減に向けた研究は優先的検討事項とされています。KEK ではコスト削減に向けた加速器関連要素の研究開発を行なっています。

「加速勾配 (一定の長さで得ることができる加速エネルギー)」と「Q 値 (一定の電界強度を実現するために必要な電力量を示す指標)」は加速空洞の性能を定める 2 つの重要なパラメータです。両方の性能が良好な空洞の量産は、ILC 実現に向けた最重要課題の一つです。KEK では「窒素インフュージョン技術」により、加速勾配で約 5%、最大加速勾配での Q 値で約 25% の性能向上に成功しました。この技術は米フェルミ国立加速器研究所が提唱した技術で、ILC の建設コストならびに運転コスト削減への貢献が大きく期待されます。



教育機関としての KEK

総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究科

加速器研究施設・共通基盤研究施設、物質構造科学研究所、素粒子原子核研究所にはそれぞれ、加速器科学専攻、物質構造科学専攻、素粒子原子核専攻があり、3 専攻で高エネルギー加速器科学研究科が成り立っています。本研究科では、KEK での研究活動を基礎に、全専攻が緊密に協力して幅広い分野の大学院教育を展開し新しい時代の研究者を養成しています。



加速器科学専攻

究極の物質探求装置「加速器」を科学する

加速器の原理研究や先端の加速器技術の開発など、理論・実験両面から加速器教育を実施しています。放射線科学、コンピュータ・サイエンス、超伝導技術、機械工学などの教育・研究を通じて、加速器科学の将来を中心的に担う人材の総合的育成を行っています。

物質構造科学専攻

4 種のビームが拓くナノの世界

放射光・中性子・ミュオン・低速陽電子の 4 つのビームプローブを用いて、物理学・化学・生物学・医学・薬学などの様々な分野の物質構造科学研究を行っています。世界最先端のビームの発生と加工に関する学理と応用開発研究、これらのビームプローブを用いた物質構造と機能に関する基礎と先進的応用の研究を行い、物質構造科学研究の将来を担う人材の養成を目指しています。

素粒子原子核専攻

宇宙と物質の謎にせまる

素粒子および原子核物理学とその関連分野について、理論と実験の両面にわたる教育を行い、これらの分野の発展に貢献できる広い視野と高い専門性を備えた人材を養成することを目指しています。

社会とのかかわり

広報活動

実験装置・施設の見学や、著名な研究者による講演、子供向け体験コーナーなどの企画を含む一般公開や、見学の受け入れなど一般の方向けに実験施設の公開を行っています。

また、研究成果などについて分かりやすく伝える講義・対話形式のイベントとしては、「KEK 公開講座」「KEK サイエンス・カフェ」「KEK キャラバン」などに取り組んでいます。

音楽コンサートで科学に興味を持ってもらおうと「KEK コンサート」「科学と音楽の饗宴」といったコンサートスタイルのイベントも開催しています。

報道機関の方向けには、KEK での研究について報道する機会を増やしてもらうため、報道機関の記者向け勉強会「KEK メディアサロン」も定期的に開催しています。



Belle II 測定器の見学の様子

教育プログラムの実施



ウィンター・サイエンスキャンプ

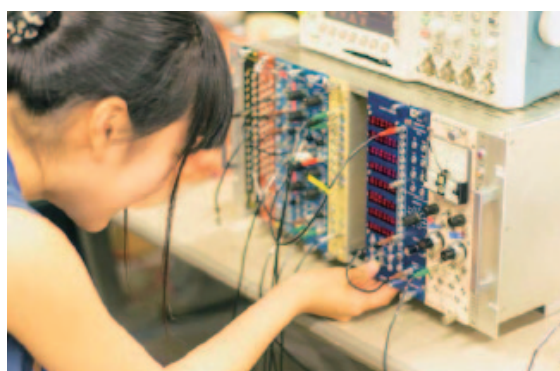
高校生、大学生等を対象とした本格実験が体験できる各種サイエンスキャンプ「TYL スクール理系女子キャンプ」「サマーチャレンジ」「ウィンター・サイエンスキャンプ」「BellePlus (ベルブリュス)」を行っています。また、学校では触れにくい研究現場の様子を肌で感じてもらう「高校生等実習受け入れ事業」や、「職場体験」も行い、全国各地からの生徒を受け入れています。

コラム「Belle II実験ロールイン作業を生中継」



KEK で行っている Belle II 国際共同実験で、そのマイルストーンである「ロールイン作業」の全工程を、株式会社ドワンゴが運営する動画サービス「niconico 生放送」で 2017 年 4 月に生中継しました。各界で活躍中の豪華ゲストを招き、研究者の解説を交えながら現場の作業を 8 時間かけて生中継しました。

コラム「クラウドファンディングに初挑戦」



高校生に最先端の素粒子研究を体験してもらうサイエンスキャンプ「BellePlus」の運営資金獲得のため、2017 年、KEK の研究者からの初の試みとしてクラウドファンディングに挑戦しました。学術系クラウドファンディング・プラットフォーム「academist (アカデミスト)」と連携。目標金額の 2 倍以上のご支援を頂きました。

データが語る KEK

共同利用実験の申請・採用・実施状況

区分	項目	平成 28 年度			平成 29 年度		
		申請件数	採択件数	実施件数	申請件数	採択件数	実施件数
B ファクトリー実験		-	-	1	-	-	1
放射光実験 ※ 1		401	390	763(999)	422	410	797(1014)
中性子実験 (J-PARC) ※ 2		114	103	65	117	105	101
ミュオン実験 (J-PARC) ※ 2		63	62	32	81	77	57
ハドロン実験 (J-PARC) ※ 3		0	0	14	1	0	14
ニュートリノ実験 (J-PARC) ※ 3		2	2	2	1	1	2
マルチプローブ実験 ※ 4		1	0	4	0	0	1
大型シミュレーション研究 ※ 5		53	53	53	25	25	25
元素選択型質量分離装置実験		3	3	3	2	2	2
計		637	613	937	649	620	1000

注) 実施件数が採択件数を超過している実験があるが、当該年度の有効課題のうち実施された課題を計上しているためである

※ 1 () は当該年度に有効な課題数

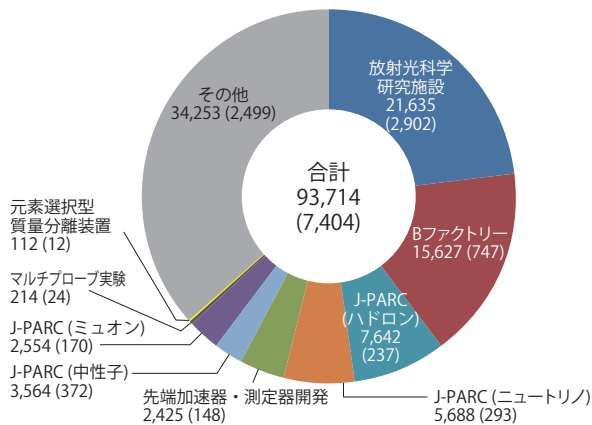
※ 2 採択件数は予備採択を含めた件数を計上

※ 3 採択件数は第 2 ステージ及びテスト実験の件数を計上

※ 4 二つ以上のプローブを用いて行う実験

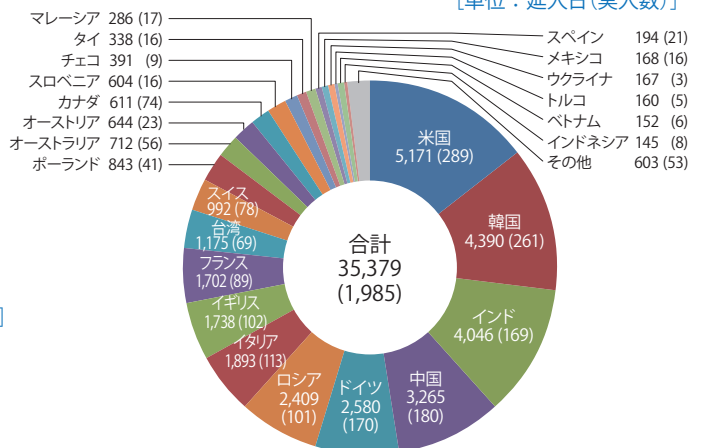
※ 5 平成 29 年 9 月より休止

共同研究者等受入 (平成29年度) [単位：延人日(実人数)]



外国機関共同研究者受入 (国・地域別) (平成29年度)

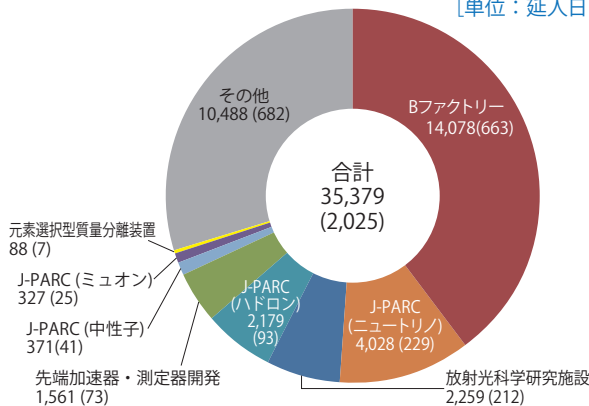
[単位：延人日(実人数)]



※複数プロジェクトに同一人が参加している場合があるため、「分野別」と「国・地域別」の実人数は一致しない。

外国機関共同研究者受入 (分野別) (平成29年度)

[単位：延人日(実人数)]



■ 特別共同利用研究員受入（平成29年度）〔単位：人〕

区分	人数
国立大学	32
公立大学	0
私立大学	1
計	33

受入施設別内訳	人数
素粒子原子核研究所	10
物質構造科学研究所	12
加速器研究施設	5
共通基盤研究施設	6

※大学の大学院生を受け入れて、KEK で教育する制度

■ 国際学術交流協定（平成29年度）

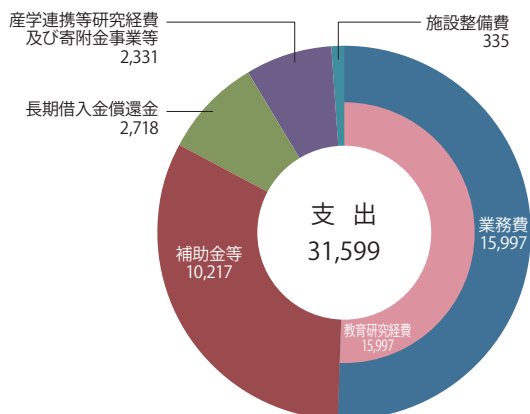
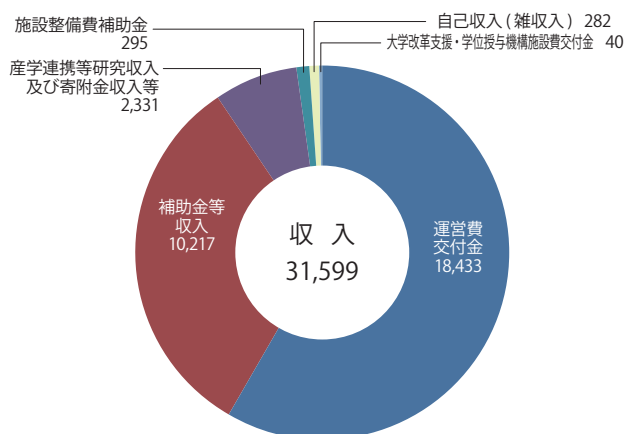
区分	件数
韓国	7
インド	7
台湾	3
中国	5
タイ	2
ベトナム	0

区分	件数
オーストラリア	1
米国	8
カナダ	1
チリ	1
ロシア	11
フランス	4

区分	件数
ドイツ	4
イタリア	4
スロベニア	2
ジョージア	2
英国	2
スイス	0

区分	件数
オーストラリア	1
スウェーデン	0
ベラルーシ	1
ポーランド	1
CERN	25
多国間	10
計	102

■ 予算（平成30年度計画）〔単位：百万円〕



■ 現員（平成30年4月現在）〔単位：人〕

	機構長	理事	監事	研究教育職員	特任教員	研究員等	技術職員	事務職員等	合計
役員・職員	1	4	2	354	-	-	154	167	682
その他有期雇用職員	-	-	-	29	14	114	54	179	390

■ 総合研究大学院大学（平成30年4月現在）〔単位：人〕

区分	入学定員		30.4.1 入学者数	現員	入学者総数
加速器科学専攻	5年一貫制博士課程	2	0	22	140
	3年次編入	若干名	1		
物質構造科学専攻	5年一貫制博士課程	3	1	13	99
	3年次編入	若干名	2		
素粒子原子核専攻	5年一貫制博士課程	4	4	40	153
	3年次編入	若干名	1		

■ 民間等との共同研究 [単位：万円]

区分	件数	金額
29 年度	88	38,487

■ 学術指導 [単位：万円]

区分	件数	金額
29 年度	4	302

■ 科学研究費助成事業 [単位：万円]

区分	件数	金額
29 年度	207	123,234

■ 機関補助金 [単位：万円]

区分	件数	金額
29 年度	7	88,184

■ 受託研究 [単位：万円]

区分	件数	金額
29 年度	46	94,503

■ 施設利用収入 [単位：万円]

区分	件数	金額
29 年度	37	12,081

■ 寄附金 [単位：万円]

種別	件数	金額
特定募集寄附金	229	1,594
一般寄附金	176	1,079
外国人留学生奨学金	10	29
ILC 理解促進寄附金	42	287
KEK 50 周年記念事業推進寄附金	1	200
その他 ※学術研究に関するもの	22	1,029

■ 蔵書 (平成30年4月現在) [単位：冊]

図書			製本雑誌			合計	プレプリント レポート
和書	洋書	計	和書	洋書	計		
13,508	26,173	39,681	5,427	44,721	50,148	89,829	131,342

※当該冊数以外に、
電子ブック 98,615 冊
が利用可能

■ 施設 (平成30年4月現在) [単位：㎡]

区分	敷地面積	建物面積
大穂地区	1,531,286	197,059
東海地区	107,989	44,633
竹園地区	8,350	3,412
吾妻地区	31,225	26,948
合計	1,678,850	272,052

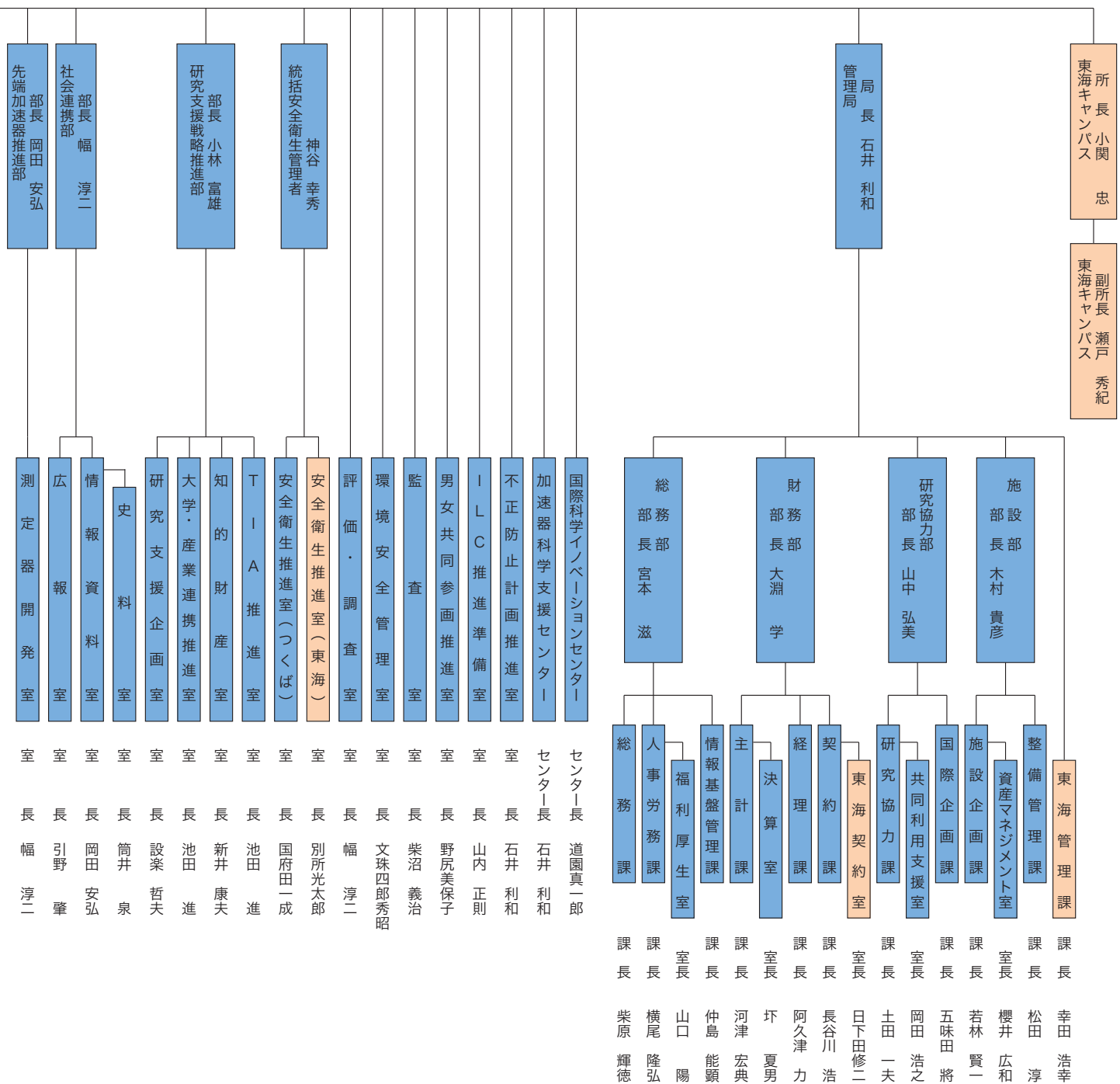
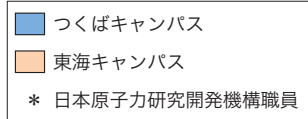
※東海地区の敷地面積は借用部分も含む

■ 見学者 (平成29年度) [単位：人]

区分	合計
団体見学	7,050
展示ホール来場者数	8,014
一般公開来場者数	3,858
J-PARC 見学者数	2,959
総計	21,881

大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構 組織図





KEKを支える委員会や会議

役員等

任期：平成30年4月1日～平成33年3月31日（機構長・理事・所長・施設長）
任期：平成28年4月1日～平成31事業年度の財務諸表承認日（監事）

山内 正則	機構長
石井 利和	理事・管理局長
岡田 安弘	理事
神谷 幸秀	理事
幅 淳二	理事
大田 友一	監事（常勤）
北村 節子	監事（非常勤）
徳宿 克夫	素粒子原子核研究所長
小杉 信博	物質構造科学研究所長
山口 誠哉	加速器研究施設長
佐々木慎一	共通基盤研究施設長

顧問・参与

任期：平成30年4月1日～平成31年3月31日

木村 嘉孝	顧問	公益財団法人高エネルギー加速器科学研究奨励会監事（KEK 名誉教授）
菅原 寛孝	顧問	KEK 名誉教授
鈴木 厚人	顧問	公立大学法人岩手県立大学学長（KEK 名誉教授）
高柳 雄一	参与	多摩六都科学館館長
竹内 大二	参与	岡山大学理事・副学長

機構長選考会議

任期：平成30年8月1日～平成33年3月31日

経営協議会

郷 通子	名古屋大学理事
住吉 孝行	首都大学東京名誉教授
武田 廣	神戸大学長
田島 保英	量子科学技術研究開発機構理事
西島 和三	持田製薬株式会社医薬開発本部フェロー 東北大学未来科学技術共同研究センター客員教授
長谷川眞理子	総合研究大学院大学長

教育研究評議会

上垣外修一	理化学研究所仁科加速器研究センター加速器基盤研究部部長
中野 貴志	大阪大学核物理研究センター長
森 初果	東京大学物性研究所長
宇野 彰二	素粒子原子核研究所副所長
足立 伸一	物質構造科学研究所副所長
小林 幸則	加速器研究施設加速器第七研究系研究主幹

経営協議会

任期：平成30年4月1日～平成33年3月31日

機構外委員

飯塚 一政	茨城県産業戦略部技術振興局長
小出 重幸	日本科学技術ジャーナリスト会議理事
郷 通子	名古屋大学理事
合田 隆史	尚絅学院大学長
児玉 敏雄	日本原子力研究開発機構理事長
住吉 孝行	首都大学東京名誉教授
武田 廣	神戸大学長
田島 保英	量子科学技術研究開発機構理事
西島 和三	持田製薬株式会社医薬開発本部フェロー 東北大学未来科学技術共同研究センター客員教授
長谷川眞理子	総合研究大学院大学長
三木 幸信	産業技術総合研究所副理事長

機構内委員

山内 正則	機構長
石井 利和	理事・管理局長
岡田 安弘	理事
神谷 幸秀	理事
幅 淳二	理事
徳宿 克夫	素粒子原子核研究所長
小杉 信博	物質構造科学研究所長
山口 誠哉	加速器研究施設長
佐々木慎一	共通基盤研究施設長
齊藤 直人	J-PARC センター長

教育研究評議会

任期：平成30年4月1日～平成33年3月31日

機構外委員

青木 慎也	京都大学基礎物理学研究所長
梶田 隆章	東京大学宇宙線研究所長
金谷 和至	筑波大学宇宙史研究センター長
上垣外修一	理化学研究所仁科加速器研究センター加速器基盤研究部部長
河村 純一	東北大学多元物質科学研究所教授
鬼柳 善明	名古屋大学工学部特任教授
中野 貴志	大阪大学核物理研究センター長
中家 剛	京都大学大学院理学研究科教授
三浦 幸俊	日本原子力研究開発機構理事
森 初果	東京大学物性研究所長

機構内委員

山内 正則	機構長
石井 利和	理事・管理局長
岡田 安弘	理事
神谷 幸秀	理事
幅 淳二	理事
徳宿 克夫	素粒子原子核研究所長
小杉 信博	物質構造科学研究所長
山口 誠哉	加速器研究施設長
佐々木慎一	共通基盤研究施設長
齊藤 直人	J-PARC センター長
宇野 彰二	素粒子原子核研究所副所長
足立 伸一	物質構造科学研究所副所長
小林 幸則	加速器研究施設加速器第七研究系研究主幹
真鍋 篤	共通基盤研究施設計算科学センター長

素粒子原子核研究所運営会議

任期：平成30年4月1日～平成33年3月31日

機構外委員

浅井 祥仁	東京大学素粒子物理国際研究センター長
飯嶋 徹	名古屋大学現象解析研究センター長
上坂 友洋	理化学研究所仁科加速器科学研究センター スピン・アイソスピン研究室長
川越 清以	九州大学大学院理学研究院教授 九州大学先端素粒子物理研究センター長
塩澤 真人	東京大学宇宙線研究所神岡宇宙素粒子研究施設教授
田村 裕和	東北大学大学院理学研究科教授
永江 知文	京都大学大学院理学研究科教授
中務 孝	筑波大学計算科学研究センター教授
中野 貴志	大阪大学核物理研究センター長
中家 剛	京都大学大学院理学研究科教授
久野 純治	名古屋大学基礎理論研究センター教授
山中 卓	大阪大学大学院理学研究科教授

機構内委員

宇野 彰二	素粒子原子核研究所副所長
小林 隆	素粒子原子核研究所副所長
家入 正治	素粒子原子核研究所教授
磯 暁	素粒子原子核研究所教授
後田 裕	素粒子原子核研究所教授
野尻美保子	素粒子原子核研究所教授
花垣 和則	素粒子原子核研究所教授
三原 智	素粒子原子核研究所教授
瀬戸 秀紀	物質構造科学研究所副所長
小関 忠	加速器研究施設加速器第一研究系研究主幹
赤井 和憲	加速器研究施設加速器第三研究系研究主幹
荻津 透	共通基盤研究施設超伝導低温工学センター長

物質構造科学研究所運営会議

任期：平成30年4月1日～平成33年3月31日

機構外委員

有馬 孝尚	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
折茂 慎一	東北大学材料科学高等研究所教授
河村 純一	東北大学多元物質科学研究所教授
鬼柳 善明	名古屋大学工学研究科特任教授
久保 謙哉	国際基督教大学教養学部教授
清水 敏之	東京大学大学院薬学系研究科教授
辛 埴	東京大学物性研究所教授
杉山 純	株式会社豊田中央研究所分析部量子ビーム解析研究室主監
杉山 正明	京都大学複合原子力科学研究所教授
長嶋 泰之	東京理科大学理学部第二部物理学教授
水木純一郎	関西学院大学理工学部長

機構内委員

足立 伸一	物質構造科学研究所副所長
瀬戸 秀紀	物質構造科学研究所副所長
雨宮 健太	物質構造科学研究所放射光科学第一研究系研究主幹
千田 俊哉	物質構造科学研究所放射光科学第二研究系研究主幹
大友 季哉	物質構造科学研究所中性子科学研究系研究主幹
三宅 康博	物質構造科学研究所ミュオン科学研究系研究主幹
門野 良典	物質構造科学研究所構造物性研究センター長
金谷 利治	物質構造科学研究所中性子科学研究系特別教授
船守 展正	物質構造科学研究所放射光科学第一研究系教授
村上 洋一	物質構造科学研究所放射光科学第二研究系教授
小松原 健	素粒子原子核研究所教授
小林 幸則	加速器研究施設加速器第七研究系研究主幹
波戸 芳仁	共通基盤研究施設放射線科学センター長

加速器・共通基盤研究施設運営会議

任期：平成30年4月1日～平成33年3月31日

機構外委員

飯嶋 徹	名古屋大学現象解析研究センター長
石橋 健二	九州環境管理協会技術顧問
加藤 政博	自然科学研究機構分子科学研究所極端紫外光研究施設教授
金谷 和至	筑波大学宇宙史研究センター長
上垣外修一	理化学研究所仁科加速器研究センター加速器基盤研究部部長
川越 清以	九州大学大学院理学研究院教授 九州大学先端素粒子物理研究センター長
久保 謙哉	国際基督教大学教養学部教授
田村 裕和	東北大学大学院理学研究科教授
花木 博文	高輝度光科学研究センター安全管理室長
福村 明史	量子科学技術研究開発機構放射線医学 総合研究所研究企画室次長
水木純一郎	関西学院大学理工学部長

機構内委員

小関 忠	加速器研究施設加速器第一研究系研究主幹
内藤富士雄	加速器研究施設加速器第二研究系研究主幹
赤井 和憲	加速器研究施設加速器第三研究系研究主幹
飛山 真理	加速器研究施設加速器第四研究系研究主幹
古川 和朗	加速器研究施設加速器第五研究系研究主幹
道園真一郎	加速器研究施設加速器第六研究系研究主幹
小林 幸則	加速器研究施設加速器第七研究系研究主幹
波戸 芳仁	共通基盤研究施設放射線科学センター長
真鍋 篤	共通基盤研究施設計算科学センター長
荻津 透	共通基盤研究施設超伝導低温工学センター長
文珠四郎秀昭	共通基盤研究施設機械工学センター長
宇野 彰二	素粒子原子核研究所副所長
藤井 芳昭	素粒子原子核研究所教授
足立 伸一	物質構造科学研究所副所長
船守 展正	物質構造科学研究所放射光科学第一研究系教授



■ つくばキャンパス

つくばエクスプレス「つくば駅」下車、路線バスで約 20 分
常磐自動車道「桜土浦」インターより約 30 分

■ 東海キャンパス

JR 常磐線「東海駅」よりタクシーで約 10 分
常磐自動車道「那珂 IC」「日立南太田 IC」より約 20 分
「東海スマート IC (ETC 車専用)」より約 10 分
東水戸道路「ひたちなか IC」より約 20 分

東海キャンパス周辺マップ



◆つくばキャンパス
〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1
029 (879) 6047 (広報室)

◆東海キャンパス
〒 319-1106 茨城県那珂郡東海村大字白方 203 番地 1
029 (284) 4851

www.kek.jp/

○リサイクル適正の表示：紙ヘリサイクル可
本冊子は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料【Aランク】のみを用いて作製しています。