



大強度陽子加速器施設

PARC

ここから始まる  
新しい世界



Japan Proton Accelerator Research Complex

日本原子力研究開発機構 / 高エネルギー加速器研究機構



原子核素粒子実験施設

50GeVシンクロトロン

物質・生命科学実験施設

直径約500m

ニュートリノ実験施設

3GeVシンクロトロン

リニアック

## J-PARCは最先端の研究施設

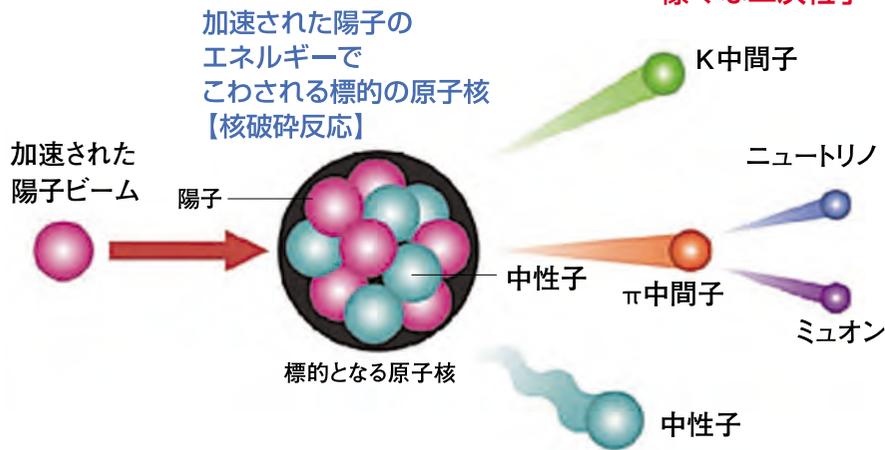
J-PARCは、日本原子力研究開発機構（JAEA）と、高エネルギー加速器研究機構（KEK）が共同で、茨城県東海村に建設・運営している、世界最高性能の研究施設です。65ha（東京ドーム14個分）もの敷地に3台の大型陽子加速器と、種々の実験施設が設置されています。宇宙誕生の謎探求から医薬品の開発研究まで、幅広い分野の研究が行われ、世界中の研究者に利用されています。21世紀の科学や技術の発展に大きく貢献する最先端研究施設です。



J-PARCの  
イメージキャラクター  
陽子のPくん

## 大強度陽子ビームが 生み出す二次粒子

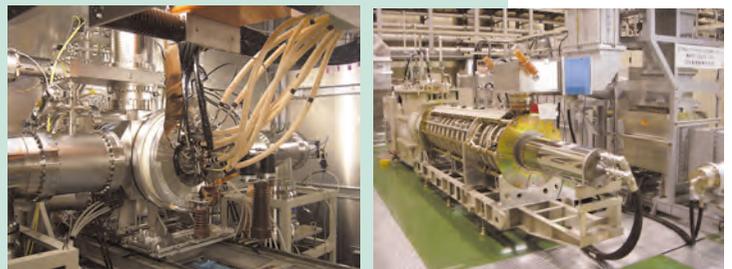
光速近くまで加速した大強度陽子ビームを標的となる金属などに衝突させます。すると、標的原子の原子核と衝突した陽子ビームが、原子核をバラバラにこわす「核破砕反応」を起こし、中性子や中間子、ニュートリノなどの二次粒子が発生します。これらの多数の二次粒子が、種々の最先端科学研究に利用されます。



# J-PARCの加速器

J-PARCでは3台の大型加速器を用いて、陽子を光速の99.98%まで加速します。加速器は高い技術と精度で製作され、据え付けられている、超精密電気機械です。日本の高い技術力で作られた世界最高性能の施設です。

リニアック(直線加速器) 全長約330m



イオン源

クライストロン  
(高周波発信・増幅装置)

J-PARCでは、まず水素ガスを用いてイオン源から陽子を発生させ、直線加速器リニアックで加速します。陽子を加速するためには、クライストロンから発生する高周波(電波の一種)のエネルギーを利用します。

3GeVシンクロトロン(円形加速器) 1周約350m

円形の加速器シンクロトロンは、電磁石の力(磁力)で、陽子ビームの向きを曲げたり細く絞ったりして、正確な軌道で陽子ビームを周回させて加速します。



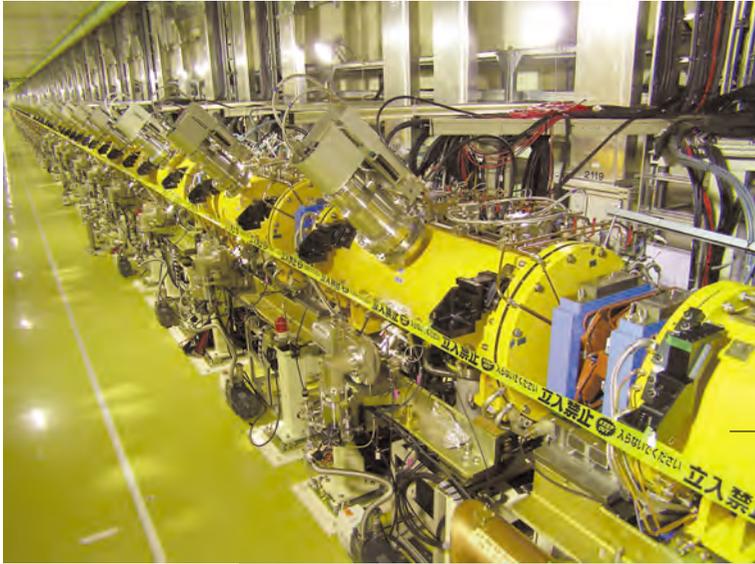
50GeVシンクロトロン(円形加速器) 1周約1600m  
直径がおおよそ500mの我が国最大の陽子加速器

## 共同プロジェクト

J-PARCは、日本原子力研究開発機構と高エネルギー加速器研究機構との共同プロジェクトです。平成13年に両機関は協定を結び、本格的にプロジェクトがスタートしました。それからおよそ8年間の歳月をかけて、J-PARCは平成21年度に第1期分が完成しました。

1台数トンから数十トンにもなる大きな電磁石が300台以上、1mm以下の誤差精度で正確に並べられています。加速器は超精密電気機械です。

陽子が数兆個から数十兆個もの塊となった陽子ビームは、電磁石に挟まれた細いパイプの中を、ほぼ光と同じ速さまで周回しながら加速されます。パイプの中は宇宙空間と同じくらいの真空状態です。陽子ビームは空気中では酸素や窒素と衝突して消滅してしまうので、加速器ではパイプの中を高い真空度にする必要があります。

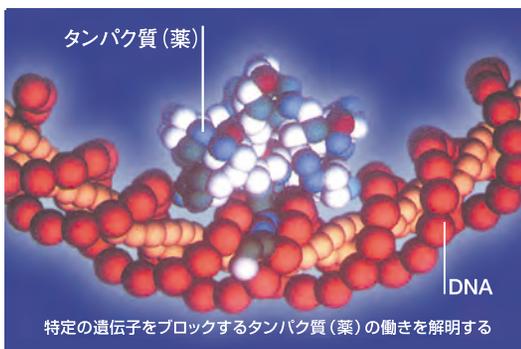


新しい産業の創出や  
健康で豊かな生活をめざす

# 物質・生命 科学研究

## 物質・生命科学実験施設

長さおよそ140m、幅およそ70m、高さおよそ30m  
ジャンボジェット機が2機収納できるほどの大きさの  
この施設では、中性子やミュオンという粒子を利用  
した研究が行われます。



### 難病治療薬の研究開発

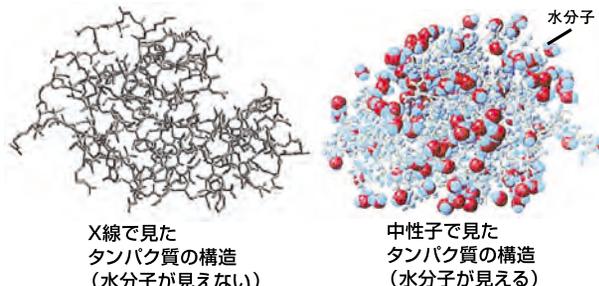
私たちの身体の2/3は水です。  
優れた薬を開発するには、水と  
タンパク質と薬がどのように作用  
しているのかを、原子・分子  
レベルで研究することが必要  
です。水や水素をよく調べらる  
中性子を利用することで薬  
の研究や開発が進みます。

## 中性子を利用する生命科学研究

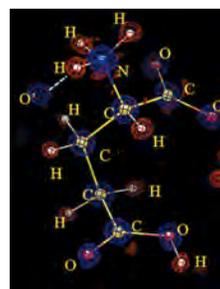
中性子は、生命活動に欠かせない水や水素原子を  
よく見ることができるのでタンパク質の仕組みの  
解明や、新しい薬や化粧品の開発、食品冷凍技術  
を向上させる研究などが行われています。



### X線で見えたタンパク質の構造と 中性子で見えたタンパク質の構造



生命を司るタンパク質の機能を調べるためには、  
結合している水分子の位置を把握することが大  
切です。中性子はX線と比べて水分子をよく観察  
することができるため、生命科学の研究発展に貢  
献します。



J-PARCの中性子を利用して解析したグルタミン酸  
( $\alpha$ 相)の原子状態  
(提供;(株)味の素 柏木立己氏)

昆布だしのうま味成分である  
グルタミン酸の分子構造  
がはっきり見えます。特に水  
素(H)の位置がよく判ります。

陽子ビームをターゲットの原子核と衝突させ、中性子やミュオンを発生させ、  
ビームラインと呼ばれる装置を利用して取り出し、研究に利用します。  
中性子発生用ターゲットは、長さ2m  
のステンレス製容器の中に蓄えられ  
た20トンの水銀です。ミュオンを発生  
させるターゲットは黒鉛(カーボン)です。

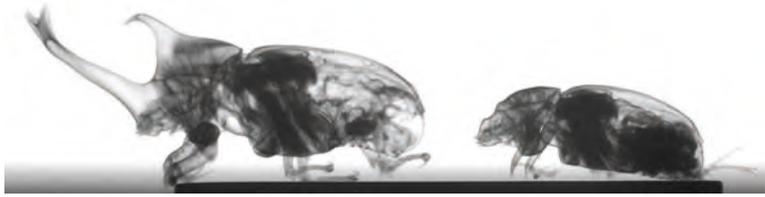
中性子発生用水銀ターゲット



第1実験ホール中性子ビームライン

## 農業への応用

中性子はX線よりも、動物や植物中にある水のような水を鮮明に写し出せます。地中で植物の根が生育する状態を観察することもできるので、農業分野の研究などへの応用も期待されています。



カブト虫の中性子透過写真



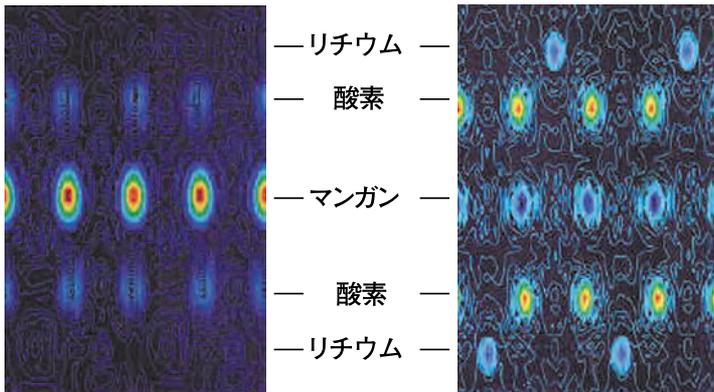
ユリの花の中性子ラジオグラフィ像  
(黒い部分が水のあるところ)



ミュオンくん

## 大容量小型電池の開発

軽い元素を見ることができると中性子は、リチウムイオン電池などの研究開発に利用されます。電池の小型化は、携帯電話や携帯端末の小型化、高性能化や、電気自動車の実用化につながります。



X線で見た構造  
リチウムが見えない

中性子で見た構造  
リチウムが見える

## 水素吸蔵合金の研究

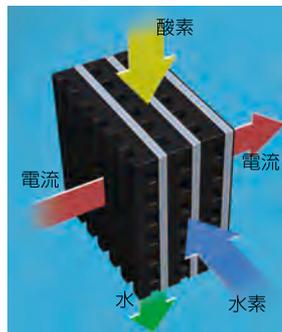
燃料電池自動車や水素エンジン自動車など、環境に配慮した自動車の実用化に向けては、水素を安全に取り扱う必要があります。J-PARCの中性子を利用して、水素をたくさん吸い込んで安全に蓄える合金の研究や構造解明などを進めます。

燃料電池自動車 (イメージ)



©宮崎NORI/Newton Press

燃料電池のしくみ



## 中性子・ミュオンを利用する物質科学研究

物質科学の研究では、新しい材料の開発や、リチウムイオン電池、水素燃料電池の開発など、エネルギーや環境問題の解決に役立つ研究を行います。また、中性子やミュオンが磁場に反応することを利用して磁性材料や超伝導材料の研究開発などが行われます。これらは私たちの生活向上や産業の発展に貢献が期待される研究です。



### 磁石としての性質を利用

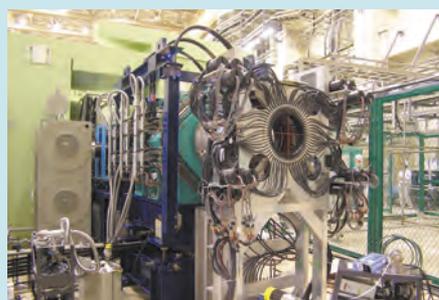
中性子やミュオンなどは小さな磁石としての性質を持っています。リニアモーターカーなどの超伝導材料開発や、ハードディスクなどの磁性素材の高性能化が進みます。



超伝導磁石はリニアモーターカーにも利用されている。  
写真提供JR東海



第2実験ホール中性子ビームライン

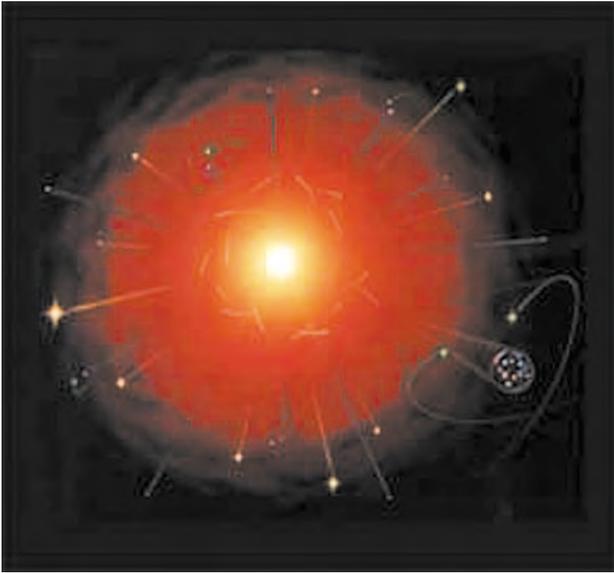


ミュオンビームライン

ビームラインの先には、いろいろな計測装置が設置されているので、いろいろな分野の研究に利用できます。中性子ビームラインは全部で23本、ミュオンビームラインは4本設置することができ、同時にたくさんの実験や研究に利用できるようになっています。共用促進法(※)対象のビームラインも整備され、数多くの研究者に利用されています。

(※) 特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律

## ハドロン研究



ビッグバン(イメージ)

# 原子核 素粒子研究

宇宙のはじまり・  
物質の成り立ち  
自然の不思議をさぐる



K中間子くん

## 宇宙創生の起源

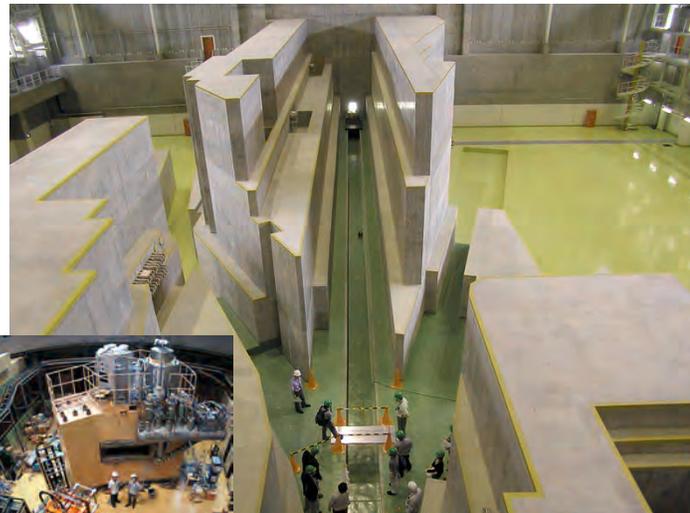
宇宙はビッグバンという大爆発によって生まれたと考えられています。ビッグバン直後の高温の宇宙が冷えて、素粒子から陽子や中性子、そして原子など、私たちの身の回りにある物質が形作られました。原子核や素粒子の研究は、宇宙の歴史をさかのぼって調べる研究です。そして物質とは何か?といった謎を解明する研究です。

## 物の重さの謎を探る

物に重さがあるのはなぜなのか?当たり前のように、とても不思議な謎です。J-PARCではK中間子を利用してこの謎を解き明かす研究を進めます。



原子核素粒子実験施設(ハドロン実験施設)

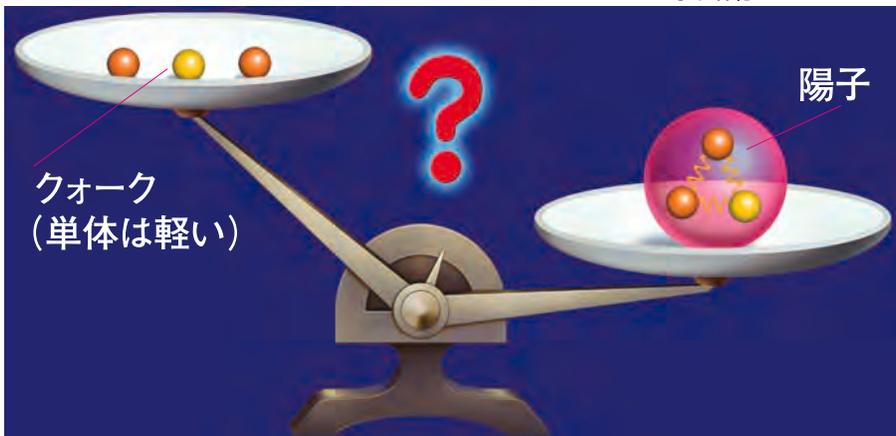


ハドロン実験ホール(建設時)



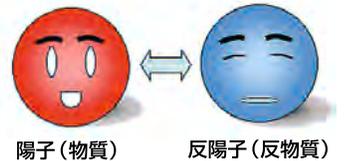
ビームラインと計測装置  
(超伝導スペクトロメータ)

©小林稔/Newton Press

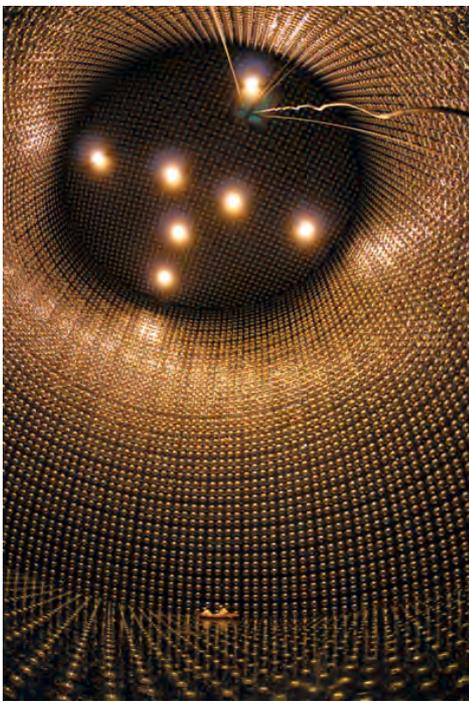


なぜ質量が生まれるのか?クォークの集合体(ハドロン)である陽子は、単体のクォーク3個に比べて100倍も重くなっています。ここに質量が生まれる謎があるのでしょうか?

## CP変換



宇宙誕生の時、同じ数だけ生まれたはずの物質と反物質。しかし、なぜ反物質はなくなったのか? (「CP対称性の破れ」  
2008年、小林・益川両先生による  
ノーベル物理学賞受賞の研究)  
この謎を探ります。



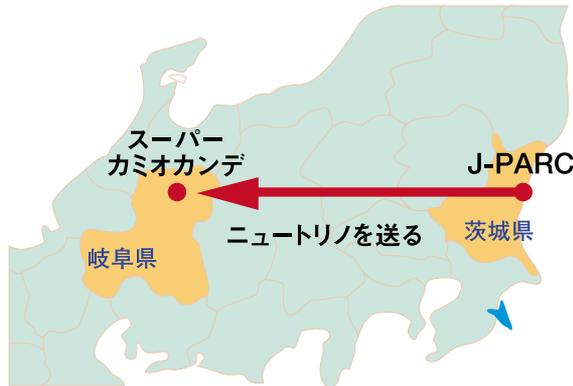
スーパーカミオカンデ  
写真提供/東京大学宇宙線研究所

## ニュートリノ研究

地球も通り抜けてしまう謎の粒子、ニュートリノ。

J-PARCから295km離れたスーパーカミオカンデと  
共同で、ニュートリノの謎に迫ります。

T2K実験 (T2K:Tokai to(2) Kamioka)  
東海村のJ-PARCから、飛騨市神岡町のスーパー  
カミオカンデに向けて、ニュートリノを送ります。  
ニュートリノは地球の中を通り抜けるうちに、違う  
種類のニュートリノに変身します。その変身をとら  
えることでニュートリノの謎を探ります。



太陽から1秒間に  
約660億個/cm<sup>2</sup>の  
ニュートリノが地球に  
届いています。



地球を通りぬけるニュートリノ



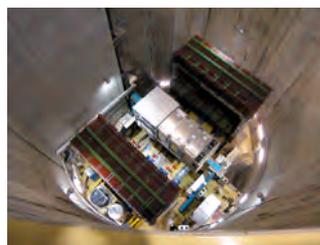
ニュートリノくん



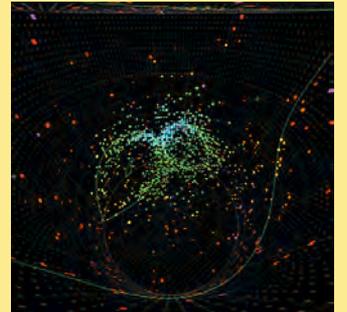
ニュートリノターゲットへの超伝導電磁石



ニュートリノモニター棟



CERNから搬入された電磁石に  
はさまれたニュートリノ検出器



### ニュートリノ検出写真

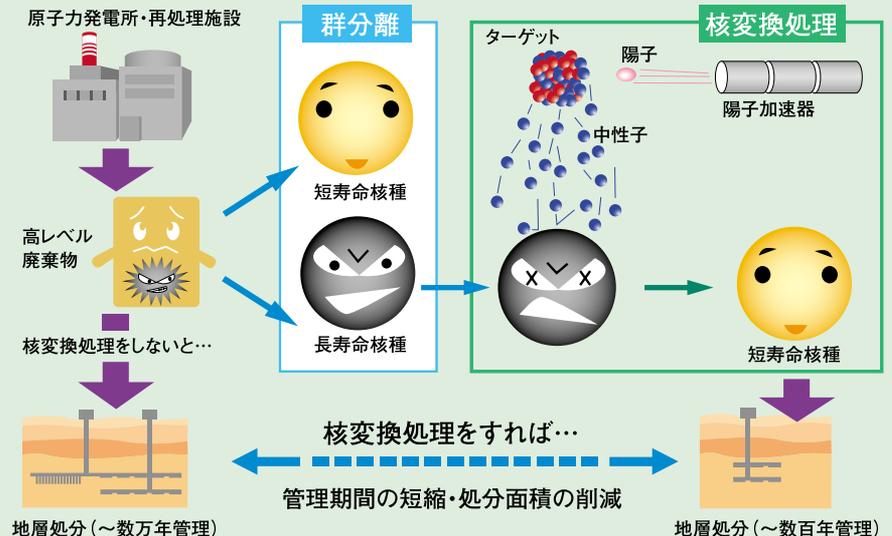
スーパーカミオカンデで、J-PARCからの  
ニュートリノを初検出 (2010年2月24日)  
ニュートリノが水中で発生するコーン状の  
弱い光を観察します。ニュートリノを送る  
方向と、送り出した時間を正確に決める  
ためには、GPS衛星を利用しています。



# 核変換 技術研究

(第Ⅱ期計画)

長寿命核種に中性子を照射して短寿命の核種に変換する技術の研究。これにより、高レベル放射性廃棄物の管理期間を短縮することなどが可能になります。





**日本原子力研究開発機構  
高エネルギー加速器研究機構  
J-PARCセンター**

〒319-1195

茨城県那珂郡東海村白方白根2-4

TEL 029-284-3731

FAX 029-282-5996

ホームページ

<http://j-parc.jp/>

**J-PARCの利用に関して  
J-PARCセンター  
ユーズオフィス**

〒319-1106

茨城県那珂郡東海村白方162-1

いばらき量子ビーム研究センター 1F

TEL 029-284-3398

FAX 029-284-3286

ホームページ

<http://is.j-parc.jp/uo/>



独立行政法人

**日本原子力研究開発機構(本部)**

〒319-1184

茨城県那珂郡東海村村松4番地49

TEL 029-282-1122(代表)

ホームページ

<http://www.jaea.go.jp/>



大学共同利用機関法人

**高エネルギー加速器研究機構**

〒305-0801

茨城県つくば市大穂1-1

TEL 029-864-1171(ダイヤルイン番号案内)

ホームページ

<http://www.kek.jp/>