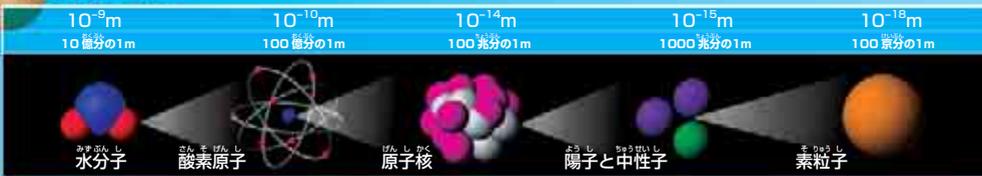


本ストーリーはフィクションであり、実際は手から量子ビームを発生させることはできません。
なお、実際の量子ビーム施設では、厳重な管理のもと量子ビームを取り扱っています。



素粒子とは



量子ビーム施設と取り出されるビーム

分類	施設名	機関	加速器	ビーム	主な研究
電子加速器	スプリング8 SPring-8	理化学研究所	電子	放射光	物質構造科学 ・物質の構造と性質を解明 ・材料科学、生命科学、環境科学、医学への応用
	Bファクトリー 加速器	高エネルギー加速器研究機構	電子 + 陽電子	電子・陽電子	素粒子・原子核物理 ・CP対称性の破れの解明 ・小林・益川理論の検証 ・標準理論を超える物理現象の検索
陽子加速器	J-PARC （大強度陽子加速器施設）	日本原子力研究開発機構	陽子	中性子 ミュオン	物質構造科学 ・物質材料の構造や機能の解明 ・タンパク質やDNAの構造や機能の解明
	高エネルギー加速器研究機構	高エネルギー加速器研究機構	陽子	K中間子 ニュートリノ等	素粒子・原子核物理 ・質量の謎の解明 ・ニュートリノ振動実験 (T2K)
重イオン加速器	RIビームファクトリー	理化学研究所	重イオン	重イオン、RI（放射性同位元素）	原子核物理 ・RIビームによる核図表の拡大と元素合成の過程の解明など ・材料、医療などの分野へのRI利用の拡大
	HIMAC (Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba)	放射線医学総合研究所	重イオン	重イオン	医療 ・がん治療

日本のノーベル物理学賞受賞者



湯川 秀樹 (1907~1981)
(1949年、中間子理論)
原子核を構成する陽子と中性子の間にはたらく力は、その間でキャッチボールされる新粒子によると考え、それを中間子と名づけた。



朝永 振一郎 (1906~1979)
(1965年、量子電磁気学におけるくりこみ理論)
場の量子論とよばれる理論において、質量や電荷などの物理量が無限大に発散してしまうのを防ぐ計算手法。



江崎 玲於奈 (1925~)
(1973年、半導体内におけるトンネル現象に関する実験的研究)
半導体のpn接合面において薄い障壁を電子が透過することを観測した。トンネル効果とよばれるこの現象が半導体でも起きることを明らかにした。



小柴 昌俊 (1926~)
(2002年、ニュートリノの観測とニュートリノ天文学の開拓)
岐阜県の旧神岡鉱山の地下に3000トンの水をたたえた水そうと1000個の光電子増倍管を配置して(カミオカンデ)、宇宙から来るニュートリノをとらえることに成功した。

量子ビーム博士クイズ

君も量子ビーム
博士を自指せ!



ただ 正しい答えの記号を選ぼう。

Q1

量子ビームの正体として、
当てはまるものはどれでしょう？

- a** 豆粒 **b** 中性子 **c** 陽子

A1

b 中性子

陽子を加速して他の原子核に当て、中性子ビームを得る J-PARC や、電子を加速して放射光とよばれる X 線を得る SPring-8 などがある。

Q2

加速器の種類として
実際にあるのはどれでしょう？

- a** シンドバッド **b** シンガポール
c シンクロトロン

A2

c シンクロトロン

シンクロトロンは、電子や陽子などの電気を帯びた粒子を、電気と磁気を使って加速させる円形加速器だ。

Q3

量子ビームを使って、
できることはどれでしょう？

- a** タンパク質の解析 **b** 体力測定
c タイムトラベル

A3

a タンパク質の解析

SPring-8 や J-PARC をはじめ、多くの施設では、量子ビームを使って物質の構造を調べている。HIMAC ではがん治療に量子ビームが使われている。

Q4

次の粒子のうちで、
最も小さいものはどれでしょう？

- a** 陽子 **b** 原子 **c** 素粒子

A4

c 素粒子

物質は原子でできている。原子は、原子核のまわりを電子が回ってできている。原子核は陽子と中性子からできていて、陽子は素粒子からできている。

Q5

次のうち素粒子のなかまは、
どれでしょう？

- a** ニュートリノ **b** ニューヨーク
c ニュートン

A5

a ニュートリノ

ニュートリノは宇宙からも大量に地球に降り注いでおり、スーパーカミオカンデなどで観測されている。J-PARC などの加速器施設では、ニュートリノを人工的に作り出す研究を行っている。



おも りょう し し せつしょうかい 主な量子ビーム施設紹介

スプリング エイト

SPRING-8 (Super Photon ring-8 GeV) 理化学研究所

電子加速器



全長 140m のリニアック (線形加速器)、全周 396m のシンクロトロン (円形加速器) で電子を光速の 99.999998% まで加速する。加速した電子は全周 1436m の蓄積リングを回り続ける。蓄積リングに取りつけられたアンジュレーターによって、太陽光の 1 億倍に相当する明るさの放射光 (X線) を取り出すことができる。放射光は 0.1nm という、とても短い波長の X 線である。この波長は原子や分子と同程度またはそれ以下の長さであるため、波長をものさし代わりに、タンパク質の構造なども調べられる。

<http://www.spring8.or.jp/ja/>

ジェイ パーク J-PARC

高エネルギー加速器研究機構・日本原子力研究開発機構

電子加速器



陽子を全長 330m のリニアック (線形加速器) と、全周 350m のシンクロトロン (円形加速器)、全周 1600m のシンクロトロンで光速の 99.98% まで加速する。この加速した陽子を標的となる原子核に衝突させて、原子核を壊す。そのときに発生する粒子 (π 中間子、ミュオン、ニュートリノ、K 中間子、反陽子、中性子) を使って数々の研究をする。特に中性子ビームでは、その特性を生かし、生命科学の研究、新薬の開発、農業、環境を考えた技術の開発に応用が期待されている。

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

ビー Bファクトリー加速器 高エネルギー加速器研究機構

電子・陽電子加速器



全周約 3000m の電子陽電子衝突型加速器 (Bファクトリー加速器) を用いて電子と陽電子を衝突させ、大量の B 中間子とその反粒子である反 B 中間子をつくり、測定器「Belle」にて、B 中間子と反 B 中間子の崩壊現象を精密に測定することにより、粒子と反粒子の物理法則の違いを明らかにする。

<http://www.kek.jp/ja/index.html>

つぶまる 粒丸やナミが出した量子ビームには、いろいろな種類があるが、電磁波（X線など）によるものと、右ころのような粒によるものに大きく分けられる。もちろん右ころというのは例えだが、SPRING-8の放射光（電磁波）と、HIMACの重粒子（粒）では、ずいぶん違うといえる。量子ビームのなかには、波の性質と、粒の性質の両方をもっていて、どちらに分類されるか微妙なものもある（ちなみに、粒丸とナミの名前の由来は、この粒と波からきている）。

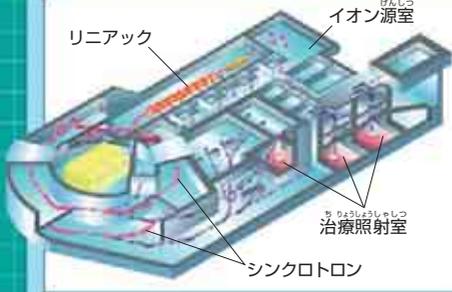
では、日本が誇る主な量子ビーム施設を見ていこう。

アルアイ RIビームファクトリー 理化学研究所



<http://www.rarf.riken.go.jp/index.html>

ハイマック (Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba) 放射線医学総合研究所



量子ビームの一種である重粒子ビームは、がんの部分に集中して当てることができ、またその殺傷能力も高い。手術が難しい部位、体力の衰えた人でも治療できる。現在年間約500人进行治疗している。施設はサッカー場ほどの大きさで、地下に巨大な重粒子加速器を備えている。がん細胞の位置を立体的にとらえるため、CT、MRI、PETといった検査機で形状や位置を正確に分析し、3次元データ化する。がんの形状や大きさに合わせたビームを患部に照射する。

<http://www.nirs.go.jp/index.html>

その他の量子ビーム施設

名称	分類	機関	利用粒子(ビーム)
XFEL計画	電子加速器	理化学研究所	放射光+レーザー光
JRR-3	実験用原子炉	日本原子力研究開発機構	中性子
PF	電子加速器	高エネルギー加速器研究機構	放射光
PF-AR	電子加速器	高エネルギー加速器研究機構	放射光
リングサイクロトロン	重イオン加速器	理化学研究所	重イオン
TIARA	重イオン加速器	日本原子力研究開発機構	陽子~重イオン
激光XII号	高出力レーザー装置	大阪大学レーザーエネルギー学研究中心	レーザー光
ベタワットレーザー	高出力レーザー装置	日本原子力研究開発機構	レーザー光

か がく ぎ じゅつ 学ぼう！ 科学技術



か がく かん で
科学館に出かけよう！

●むつ科学技術館

あおもりけん し せきやまごほし せきやまごほし せきやまごほし
青森県むつ市大字関根字北関根 693
電話 (0175) 25-2091 <http://www.jmsfmm1.or.jp/msm.htm>

●インフォメーションプラザ^{とうかい}東海

いせきけん せきやまごほし せきやまごほし せきやまごほし
茨城県那珂郡東海村白方白根 2-5
電話 (029) 284-3688 <http://cisocyon.tokai-sc.jaea.go.jp/genken/info/tokai/>

●とうかいてん じ かん 東海展示館アトムワールド

いせきけん せきやまごほし せきやまごほし せきやまごほし
茨城県那珂郡東海村村松 4-33
電話 (029) 282-2256 <http://www.jaea.go.jp/04/xtokai/index.html>

●おおあらい かがくかん 大洗わくわく科学館

いせきけん せきやまごほし せきやまごほし せきやまごほし
茨城県東茨城郡大洗町港中央 12
電話 (029) 267-8989 <http://www.jaea.go.jp/09/wakuwaku/>

●げん しりよく かがくかん 原子力科学館

いせきけん せきやまごほし せきやまごほし せきやまごほし
茨城県那珂郡東海村村松 225-2
電話 (029) 282-3111 <http://www.ibagen.or.jp/>

●かがく ぎ じゅつ かん 科学技術館

とうきょうと ちよだく きた きた きた
東京都千代田区北の丸公園 2-1
電話 (03) 3212-8544 <http://www.jsf.or.jp/>

●うみ かがくかん 海とエネルギーの科学館 アクアトム

ふくいけん せきやまごほし せきやまごほし せきやまごほし
福井県敦賀市神楽町 2-2-4
電話 (0770) 24-3918 <http://www.jaea.go.jp/09/aquatom/index.html>

●げん しりよく かがくかん 原子力の科学館 あつとほうむ

ふくいけん せきやまごほし せきやまごほし せきやまごほし
福井県敦賀市吉河 37-1
電話 (0120) 69-1710 <http://www.athome.tsuruga.fukui.jp/>

●きょうと せいしやうねん かがく 京都府青少年科学センター

きょうと せいしやうねん かがく
京都府京都市伏見区深草池ノ内町 13
電話 (075) 642-1601 <http://www.edu.city.kyoto.jp/science/>

●かがくたいげんかん 科学体験館 サイエンス・サテライト

おおいけん せきやまごほし せきやまごほし せきやまごほし
大阪府大阪市北区扇町 2-1-7 扇町キッズパーク 3F
電話 (06) 6316-8110 <http://satellite.gr.jp/>

●みらい かがく ぎ じゅつ じょう ほう かん 未来科学技術情報館



りょうし し せつ こく ない
量子ビーム施設や国内の
かがく かん せい せい せい せい
科学関連施設の最新情報

を、ビデオライブラリー・
科学に関する本を通じて
知ることができる。また、
体験型実験施設は、楽し
みながら科学の不思議を
体験することができる。



X線を使ってふたを開けず
に入れ物の中を見る実験。
下がレントゲンでとらえた
おもちゃの画像。

とうきょうと しんじゅく さいしん さいしん
東京都新宿区西新宿2-1-1 新宿三井ビルディング 1F
電話 (03) 3340-1821 <http://www.miraikan.gr.jp/>

●きつ かり かがく かん 光科学館ふおとん



光の基本的性質から最先端の光の利用までを
楽しみながら学べる施設。展示・映像・実験・
工作で、光の不思議を体験することができる。

下の写真は赤外線リモコン装置をカメラつき
携帯電話で撮影したもので、
目に見えない赤外線を視
覚化する実験。このような
実験のほか、様々な科学実
験が用意されている。



きょうと せき せき せき せき
京都府木津川市梅美台 8-1
電話 (0774) 71-3180 <http://www.k-photon.com/top.html>

制作協力

(五十音順。所属、肩書等は初版発行当時のものです)

- 加納寛子 (山形大学准教授)
- 川村康文 (東京理科大学助教授 サイエンスEネット代表)
- 月僧秀弥 (福井県坂井市立春江中学校教諭)
- 丹野由美子 (山形県天童市立第二中学校教諭)
- 藤原 清 (サイエンスEネット)
- 三間芳江 (東京都大田区立菅谷中学校教諭)

これまでの「子ども科学技術白書」



第VII巻 防災科学技術



地震をはじめとする自然災害のしくみや予測・対策の研究を紹介し
ます。

第VI巻 海洋と地球環境



身近な海が地球環境に大きな影響
をおよぼしていることがわかりま
す。CD-ROM で体験もできます。

第V巻 ナノテクノロジー



さまざまな分野で大活躍のナノテ
クノロジーについて、わかりやす
く紹介します。CD-ROM ではナ
ノの世界も体験できます。

第IV巻 宇宙



宇宙開発の最前線にかかわる人た
ちを通して、科学技術の未知の可
能性を伝えます。CD-ROM では
宇宙の映像も見られます。

第III巻 ライフサイエンス



生命科学の分野で活躍する研究
者の姿を通して、生命のひみつに
せまり、科学技術の夢を伝えます。

第II巻 ロボット



ロボットを通して、便利なモノ
ができるまでの流れや、生活を便
利にする科学技術の大切さにつ
いて伝えます。

第I巻 さまざまな科学技術



「夢」を実現するために努力した
人たちの姿や、さまざまな科学
技術の紹介を通して、夢に向か
って努力することの大切さを
伝えます。

本書の感想やご意見は、以下の電子メールアドレスまでお寄せください。
chousei@mext.go.jp

「子ども科学技術白書Ⅷ」 まんが 時空船フォトン号の冒険 量子ビームの世界

平成19年3月30日

取材協力	大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 独立行政法人日本原子力研究開発機構 独立行政法人理化学研究所 独立行政法人放射線医学総合研究所 財団法人高輝度光科学研究センター	監修	文部科学省 科学技術・学術政策局 調査調整課 研究振興局 基礎基盤研究課 量子放射線研究推進室 〒100-8959 東京都千代田区丸の内 2-5-1 電話：(03) 5253-4111 (内 4015) FAX：(03) 6734-4175 E-mail：chousei@mext.go.jp
編集	(有) セットスクエア・ワン 〒169-0075 東京都新宿区高田馬場 2-14-28 青木ビル 302 電話：(03) 5292-6617	製造	独立行政法人国立印刷局 〒105-8445 東京都港区虎ノ門 2-2-4 電話：(03) 3587-4283 ~ 4
アートディレクター	岸野敏彦		
まんが	富士鷹なすび / 烏鷲 ー		
イラスト	(有) セットスクエア・ワン / 松本浩文		
デザイン	(有) セットスクエア・ワン		
編集協力	烏鷲 ー / 鈴木祐三		



量子ビーム博士クイズを受験した諸君へ

これはノーベル賞受賞者に授与されるメダル
じゃ。メダルには、ナトゥーラ（自然の女神）と、
スキエンチア（科学の女神）が描かれておる。自然の

女神がかぶっているベールを、科学の女神が持ち上げ中をの
ぞき込んでいる。見えない自然の法則を追い求める科学者
の姿が描かれているのじゃ。君も自分の能力を未来のために
役立てて、いつか本物のメダルを胸に輝かせてほしい。

（エレガンス博士）



監修：文部科学省 科学技術・学術政策局 調査調整課

研究振興局 基礎基盤研究課 量子放射線研究推進室