

これだけ？



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
ILC推進準備室
029-879-6291
<https://www2.kek.jp/ilc/ja/>

ilc
ilc

そう、たったこれだけ。数字にして5%。

これは、私たち人間がどれだけ宇宙を理解しているかを表したものです。

古代から、人間は自分たちの住む宇宙が、何でできていて、どんな仕組みなのかを知るために、努力を続けてきました。

そして今、私たちが生きる現代社会は科学技術が発展し、多くのことがわかるようになりました。でも、宇宙には、まだまだ説明のできない謎がたくさん残っています。というより、人間は宇宙のことを全然理解できていない、と言った方が正しいかもしれません。

人間は、宇宙という大きな板チョコの端を“ちょこっと”かじっただけ。

この謎に満ちた宇宙をもっと味わうための装置が、国際リニアコライダーILCなのです。

宇宙の「素」^{もと}ってなんだろう？

チョコレートがカカオマスやココアバター、砂糖からできているように、宇宙にも材料があります。その材料のいちばん小さいものが「素粒子」。素粒子は「モノ」と「チカラ」の「素」であり、文字通り、宇宙をつくる「素」になる、小さな、小さな粒子です。

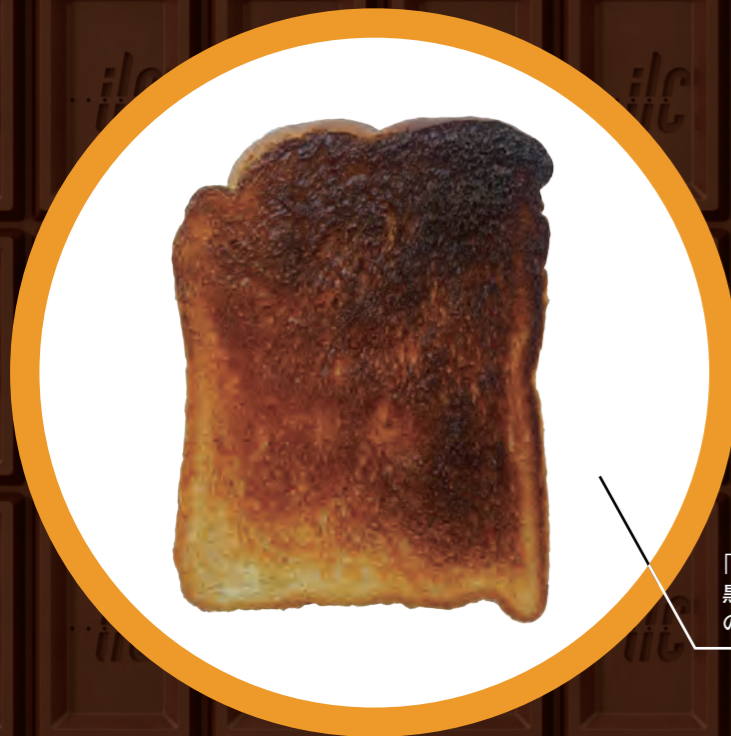
ビッグバンの大爆発で生まれたばかりの宇宙は超高温。その中を「素粒子」がものすごいスピードで飛び回っていました。

宇宙の「素」が何かを発見し、宇宙の成り立ちを根本的なところから理解する学問が素粒子物理学。私たちは生まれたての宇宙をつくることはできませんが、「加速器」という装置があれば、生まれたての宇宙を飛び交っていた素粒子をつくることはできます。

素粒子のふるまいを調べることで、宇宙の成り立ちがわかるのです。

宇宙に満ちている謎とは？

人間が理解しているのは宇宙のたった5%。
では、残りの95%はいったい何なのでしょう？
これまでの研究で、少しずつ、宇宙に満ちている謎の正体が明らかになってきました。



ダークマターの謎

宇宙の1/4くらいを占めるのは「ダークマター」。光を發せず、直接観測できない謎の物質です。その量は、なんと普通の物質の約5倍！銀河の中心付近に多く、その重力で銀河を束ねています。高性能のILCは、見えないダークマターも捉えることができるかもしれません。

「ダークマター」と聞くと、焦げたトーストのような黒い物体を想像するかもしれません。光がすり抜けるので、ダークマターは透明なはずですが。



物質と反物質は、まるで性格が真逆な双子のよう。見た目は全く同じなのに、電荷が逆なので、くっつくとエネルギーへと姿を変えます。

消えた反物質の謎

物質と反物質をつくる素粒子は「粒子・反粒子」のペアで生まれます。だから、初期の宇宙では、物質と反物質は同じくらいあったはず。でも、私たちの周りには物質しか見当たりません。反物質はどこに消えたのか？物質と反物質との反応が異なる素粒子が見つければ、その謎を解くカギとなります。ILCで調べるヒッグス粒子が、その素粒子かもしれないのです。

素粒子の質量の謎

素粒子はそれぞれ違う質量を持っています。質量は、ヒッグス粒子となる「もと」がまとわりつくことで生まれる、と考えられています。素粒子によって質量が違う、ということは、素粒子によってヒッグス粒子のまとわりつき方が違う、ということ。これはとても奇妙な話で、背後に未知の新しい物理法則や現象が隠れている可能性があります。ILCでヒッグス粒子を詳しく調べると、背後にある「新しい何か」が見えてくるはずですが。



宇宙にはヒッグス粒子の「もと」が、ちょうどこのゼリーのように満ちています。フルーツが素粒子だとすると、フルーツの種類によって周りのゼリーの固さが変わる。私たちの宇宙は、そんな不思議な世界なのです。

宇宙に満ちるエネルギーの謎

今、この瞬間も、宇宙は更にそのスピードをあげ、どんどん大きく広がっています。これは、宇宙に満ちる正体不明のエネルギー「ダークエネルギー」が宇宙を押し広げているから、と考えられています。ヒッグス粒子の「もと」も、同じように宇宙に満ちています。

両者には何か関係があるのでしょうか？

ILCの将来計画では、ヒッグス粒子の「もと」がなぜ宇宙に満ちているのかを調べることができます。宇宙の7割以上を占めるダークエネルギーの謎に、一歩近づくことができるのです。



私たちの宇宙を風船に例えると、ダークエネルギーは外から空気を入れて膨らませる役割です。しかも、膨らむ速さがどんどん速くなっています。

宇宙はこんな仕組みなのかもしれない。

これまでの素粒子物理学の研究でたどり着いたのは、宇宙の謎を解き明かす3つの可能性。どの方向に行くのが正しいのか？ ILCの実験が行き先を示してくれます。

可能性 1：新たな次元

私たちが住む、空間3次元と時間1次元。実は、この他にも「隠れた次元」があるとする理論があります。ILCでは、すでに見つかっているヒッグス粒子を詳しく調べ、ヒッグス粒子とよく似た仲間の粒子が見つければ「隠れた次元」のヒントになります。もし発見されれば「超対称性」「超弦理論」などにつながる糸口となります。

私たちにとっては何の変哲もない「線」のように見えても、「金太郎飴」のように隠れた次元がとても小さく(0.0000000000001ミリメートル以下)丸まっているかもしれません。



可能性 2：より深い階層

ヒッグス粒子は本当に素粒子なのか、それとも複合粒子なのか？これはヒッグス粒子を精密に調べないとわかりません。複合粒子だった場合には、ヒッグス粒子を構成する新しい素粒子が出現する「より深い階層」が存在することになり、それを司る新しい力も存在する、ということになります。ILCは、より深い階層への突破口を開くかもしれません。



遠目にはケーキ。近くで見ると何層にも重なる生地と生クリーム。ヒッグス粒子も詳細に調べると別の新しい粒子でできているかもしれません。

可能性 3：まったく新しい原理

では、ヒッグス粒子が素粒子で、他に新しい粒子は無い、という場合はどんな可能性があるのでしょうか？この場合は、宇宙の法則が絶妙なバランスで保たれているから宇宙が存在できている、という奇跡的な状態が起きていることを意味します。これを合理的に説明する考えが「複数宇宙の存在」です。ILCでヒッグス粒子や、トップクォークを調べると、こんなSFみたいな考え方が現実味を帯びてくるかもしれません。



キャンディーひとつひとつを宇宙に見立ると、数多くあるキャンディーの中のひとつが、絶妙に調整された味を持つ、私たちが存在できる宇宙です。

数字で知るILC。

国際リニアコライダー (ILC) は宇宙の謎を解き明かす、実験装置です。
最先端の技術がたくさん使われた次世代加速器で、その特徴の一部を数字で紹介しましょう。

20 km

国際リニアコライダー (ILC) は、直線型の衝突加速器。その全長は20Kmに及びます。加速器の両端から、電子と陽電子という素粒子を、光の速さの99.99999999%まで加速。中央部分で衝突させます。電子と陽電子を加速するのは8000台の「超伝導加速空洞」。ニオブというレアメタルで作られた最先端装置です。マイナス271度まで冷やされて超伝導状態になると、効率よく電子と陽電子を加速します。

50 か国 2400 名

国際リニアコライダーは、その名の通りの国際プロジェクト。世界中の科学者が参加して、実現に向けた努力を続けています。50を超える国・地域の2400名以上の研究者やエンジニアが、これまでの研究に関わってきました。文化、言語、人種、性別、宗教、そして思想の違いを超え、協力して宇宙の謎に挑む、まさに「サイエンス フォー ピース」を体現するプロジェクトと言えるでしょう。

1兆分の1秒後

大型望遠鏡で遠くを見ると、過去の宇宙を見ることができます。でも、望遠鏡で見ることができるのは、ビッグバンから38万年後まで。その先は光が通らないので見ることはできません。そこで、加速器を使ってビッグバン直後の状態を再現する研究が行われています。ILCでは、ビッグバンの1兆分の1秒後の世界を再現することができます。本当に生まれたての宇宙はどんな姿だったのでしょうか？見たことのない世界が私たちを待っています。

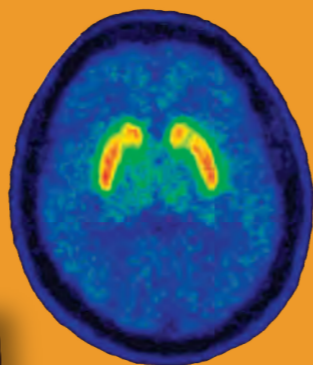
世界に1つ

ILCは先端技術を詰め込んだ巨大な加速器で建設コストも大きく、その実現のためには、世界の英知とリソースを集中させる必要があります。そのため、世界にひとつだけ建設することになっています。ILCが立地する場所には、世界から研究者とその家族が集まります。また、ILCの技術や部品を支える企業なども集中することになるでしょう。ILCの最有力建設候補地は日本。ILCが日本にできれば、世界に唯一の国際研究都市が日本に誕生するのです。

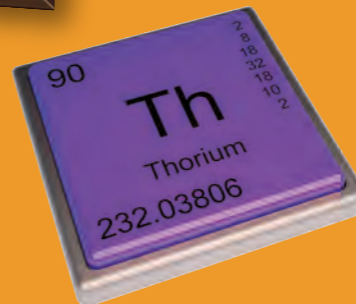
1



2



3



4



こんなに役に立っている、加速器。

1 車は加速器でできている？

加速器からつくられる粒子のビームは、新素材の開発や強化、物質の表面処理などに使用され、工業技術の向上に深く関わっています。一台の自動車を構成する部品は約3万点。鉄鋼、非鉄金属、ゴム、プラスチック、紙などさまざまな材料が各部品に用いられています。これらの部品の開発・生産過程の多くで加速器が使われています。

2 病気を見つける・治療する

加速器が設置されている施設で、もっとも数が多いのは病院です。日本国内だけでも1000台以上、世界では1万台に近い加速器が、診断や治療に活躍しています。電子や陽子、あるいはこれより重いイオンの粒子を加速すると、物質を電離する能力を持つ放射線が発生します。この放射線をうまくコントロールすることで、人体の内部の構造や機能を傷つけることなく検査したり、がんなどの治療を行うことができます。

3 減らない電池を目指して

燃料電池はクリーンなエネルギー源として期待されていますが、実用化までには未だ開発すべき多くの項目があります。特に問題になるのが、運転に伴い副生成物として発生する水の効率的な除去です。ここで活躍するのが加速器で作る中性子ビーム。燃料電池を構成する素材の中の水の動きを可視化できます。中性子ビームを照射して、燃料電池内部の水の動きをリアルタイムで観察し、高性能の燃料電池開発につなげることができます。

4 美術館でも加速器？

写真に写っているのは、ルーブル美術館に保管されている古代エジプトの像。では、像の左側に見えるのは…？そう、加速器なんです。ルーブル美術館では美術品の分析のために加速器を使用しています。加速器で生成したイオンのビームを美術品に照射し、反応を見ることで、作られた年代、使用されている塗料や材料の種類、過去の修復の跡などを、作品に傷をつけることなく調べることができます。

5 薬をデザインする

タミフルやリレンザといった有名なインフルエンザの特効薬をはじめ、近年、加速器を使って設計された薬が病気の治療に役立てられています。薬は、酵素等のタンパク質に作用します。酵素は、ウィルス等の活性化や増殖に大きく関わっています。そこで、そのタンパク質の構造を、加速器のつくる「放射光」で詳しく解析し、増殖をつかさどる因子などを抑制する薬を設計するのです。

6 インターネット社会は素粒子物理学から始まった

WWWは、現在のインターネット全体のルールのようなもの。WWWの取り決めによって、私たちはウェブページ間をジャンプして閲覧したり、画像や動画を楽しむことができます。WWWは、素粒子物理学の研究者たちが研究の情報を共有するためのツールとして開発されたのが始まり。開発者の意向で、全世界に無償で開放されたため爆発的に広がり、現在のインターネットの形ができあがったと言えます。

7 核のゴミを処理する

世界の発電量の約15パーセントを供給する原子力発電。発電段階でCO₂を全く排出せずに大量の電力を安定供給できるという大きなメリットがあります。一方で、半減期が数万年の長寿命核種を含む、放射性廃棄物の処理方法が問題になっています。そこで注目されているのが「加速器駆動未臨界システム(ADS)」です。加速器で作る中性子ビームを使って、半減期が数百年の核種に変換することができ、地層処分の隔離期間を短縮することが可能になります。加速器を停止させれば炉も停止するため安全性も高く、世界各地で実用に向けた研究が進んでいます。

8 安全を守る

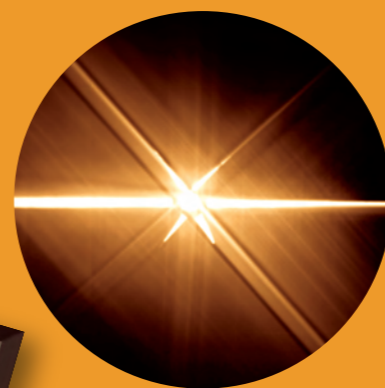
橋や高速道路の支柱など、鉄筋コンクリート構造物の寿命を決定づけるのは内部の鉄筋の状態です。しかし、腐食などの老朽化は表面からは見えません。そこで活躍するのが物質を透過する能力に優れている中性子ビームです。加速器で作る中性子ビームを使えば、コンクリート中の水分の分布や移動を非破壊で観察できます。更新時期の迫った鉄筋コンクリート構造物の劣化診断や、構造物の耐久性向上技術の高度化の研究が進められています。加速器技術は、安心して暮らすために必要となる、危険の予測や防御にも役立てられます。

5



6

7



8



世界が期待するミッション。

人種や世代を超えて、様々な人たちがILCの建設を待ち望んでいます。



← たくさんの応援メッセージが寄せられています！
詳しくはこちらのQRコードを読み込んで、ご覧ください。

YouTube #mylinearcollider

ヒッグス粒子は発見されましたが、
まだその後ろにたくさんの秘密が隠されて
います。ILCはそれが解明できる装置です。

チー・ゼン 大学院生 中国

ヒッグス粒子を詳細に
研究することは素粒子物理学の
最優先課題です。ILCは
そのための最適な装置です。

ロヒーニ・ゴドボル博士
現役研究者 インド

自然の法則を理解することは、
事実、今日の私たちのあり方を築いてきました。
考えるだけでは全く答えは出てきません。
実験が必要です。

ヘラルド・トーフト博士
1999年ノーベル物理学賞受賞者 オランダ

ILCは新しい粒子や力の兆候、高いエネルギーに
おける物理の新しい発見を実現する最も
エキサイティングな可能性のひとつであり、
世界の科学コミュニティがILC実験に
参加することを期待しています。

デイビット・グロス博士
2004年ノーベル物理学賞受賞者 米国

若い科学者にとって、ILCは
全世界と協力して研究を進める機会を
提供してくれる、素晴らしい施設になります。

アリソン・ヴェリエルク
大学院生 米国

なぜ、自然界には質量があるのか、
その謎を知るために最良の装置、
それがILCです。

バリー・バリッシュ博士
2017年ノーベル物理学賞受賞者 米国

私はILCの
測定器の開発に関わっています。
ILCは高校生の時から興味を持って
いたので、自分の設計が採用されたら
すごく嬉しいです。

青木 優美
大学院生 日本

ILCは自然を理解するための強力な装置。
絶対建設しないとけないと思います。
だって、私たちは自然について
ほとんど知らないのだから。

テオドラ・ジェリソウィック
13歳 セルビア

ILCは次世代の科学者を育てる場のみならず、
オンライン・コンピューティングや、
高磁場技術、冷凍技術など多岐の分野にわたる
技術的なスピノフを生み出すでしょう。

スティーブン・ワインバーグ博士
1979年ノーベル物理学賞受賞者 米国

ILCは宇宙で何が起きているのかを
知るための、素晴らしい装置です。
ILCが完成したら常駐することになるでしょう。

村山 斉博士
理論物理学者 日本

やってみて初めて「ああ、こうなんだ」と
分かる。わからないから(ILCで)実験を
やってみようとする必要がある。

小柴 昌俊博士
2002年ノーベル物理学賞受賞者 日本

ILCは人類の歴史に
大きな一歩を残すことができる
装置です。ぜひ実現して欲しいです。

ロバート・カール 大学院生 ドイツ

ILCがひらく未来。

ILCはこれまでにない壮大で挑戦的なプロジェクト。ILCの建設地は様々な分野の拠点となり、そこからは多種多様な波及効果が生まれることが期待されています。

科学の発展

ILCの第一のそして最も重要なインパクトは、ILCから生み出される科学的成果です。究極の自然法則の解明を目指す素粒子物理学は、現在、大きな岐路に立っています。ILCの実験結果は、進むべき正しい道を示して、数々の未解決の問題を明らかにします。そして、さらなる研究へと続く、知的資産を未来に残します。

次世代の育成

大型の科学プロジェクトは、次世代育成に大きなインパクトを持ちます。英国では、LHCの実験開始後に、理系に進路をとる学生が40パーセント増加したという調査結果が出ています。ILCのような世界最先端の研究施設が身近にあることは、子供たちの科学への興味を喚起するでしょう。長い将来にわたって、素粒子物理分野のみならず、広い科学分野で活躍する次世代の人材育成に寄与することが期待されます。

地方創生

ILCのホスト地域は国際的な「知の拠点」が形成され、地方創生への寄与も大きな期待が集まっています。実験開始後は数千人の海外の研究者とその家族が地域に暮らすこととなります。研究者が地元住民と同じ地域で生活する「多文化が共生するまちづくり」が進めば、地元住民の生活環境向上にも資することでしょう。また、CERNには年間10万人の観光客が訪れており、ILC建設による経済活性化にも期待できます。

世界をリードする国へ

高度な基礎科学プロジェクトには、科学知識のみならず、国際的な共同作業を進める力も必要となります。プロジェクトを経験した人材は、広い分野の科学や技術の世界、産業界、国際機関等で活躍する高度な人材育成拠点となります。ILCのホスト国は、責任を担う人材が多く育成され、科学力を礎にして国際世界をリードし、世界に貢献することが可能になります。

国際都市の誕生

現在稼働中の世界最大の加速器、CERNの大型ハドロンコライダー(LHC)の実験には5000人以上の研究者が関わり、CERNの加速器施設のユーザーは1万5千人に迫ります。CERNが建設される前には小さな村だった周辺地域は、従来の自然を残しながらも、アカデミックな国際都市へと変貌を遂げています。ILCが日本に建設されれば、アジアで初めての国際都市が誕生することになります。

イノベーションの創出

新しいアイデアから社会的意義のある新たな価値が創造されて起こる大きな変革が「イノベーション」です。加速器科学は医療応用や新素材開発など様々な付加価値を生んできました。最も顕著な例が、素粒子研究者同士の素早い情報共有のために発明されたインターネットのWWW(ワールドワイドウェブ)です。ILCでの技術開発もさらなるイノベーションの源泉となることが期待されています。

産業の発展

ILC実験に使われる加速器、測定器は、技術の粋の結集です。これまでも、加速器、測定器、そして解析のための情報技術は、医療、産業、情報通信など広い分野に応用されてきました。ILCは、世界最先端の技術を集めて初めて可能になる装置であり、それらの最先端技術の応用は様々な分野への拡大が期待できます。

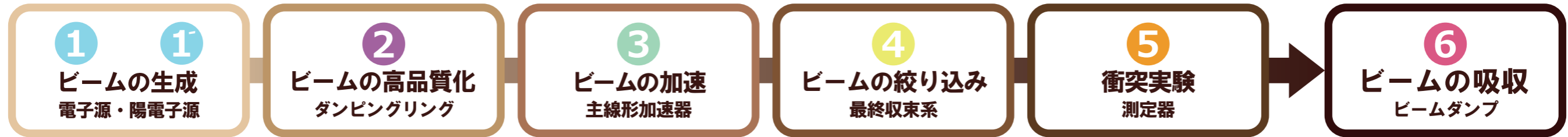
Science for Peace

現在、国際協力が「日常」になっている大型加速器を使った研究。宇宙の謎解明というユニバーサルなテーマと実験の規模の大きさから、国際協力で進めることが必然となっています。特筆すべきは、その協力が人種や国家、宗教、イデオロギーを超越して推進されていること。国家同士は紛争中であっても、科学研究では協力をすることが可能なのです。ILCは、科学を通じた平和構築の場としての役割を担うことでしょう。



ILCの図解

ILCは素粒子である「電子」と「陽電子」を、ほぼ光の速さに加速・衝突させて実験を行います。



② ダンピングリング

電子源や陽電子源で作ったバンチは、そのままでは中の粒子の向きがバラバラで密度が低い
ため実験を効率的に行うことができません。周長3キロメートルのダンピングリングを周回
させることで、向きの揃った高品質なビームを作ります。

⑤ 測定器

ほぼ光の速さの電子ビームと陽電子ビームは、測定器の中心で衝突し、様々な素粒子反応を
引き起こします。測定器はそれらの目には見えない反応を詳細に記録する装置です。ILCでは、
2台の異なる特徴を持つ測定器を使って実験の結果を確かなものにします。

① 電子源

まず、電子源と呼ばれる装置で電子ビームを作ります。金属に強力なレーザーを当てて取り
出した電子を「バンチ」と呼ばれる200億個の塊にして、ダンピングリングに送ります。

① 陽電子源

陽電子は電子の反物質。地球上には存在しないので人為的に作り出す必要があります。主線形加速器
で加速された電子ビームを使って発生させたガンマ線を金属に当てると、電子と陽電子のペアが
生まれます。それらの陽電子をバンチにして、ダンピングリングに送ります。

電子と陽電子が
衝突!!

④ 最終収束系

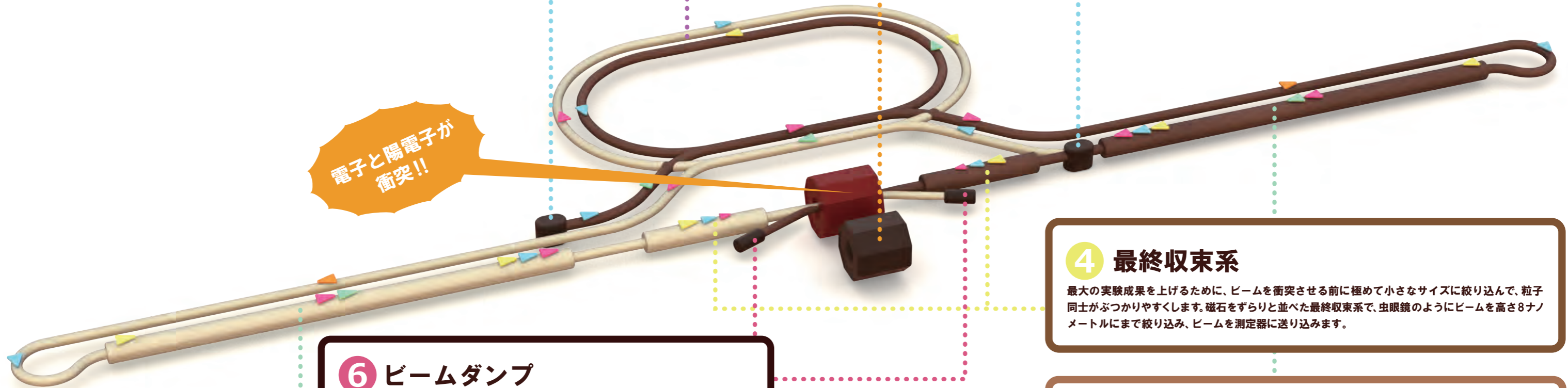
最大の実験成果を上げるために、ビームを衝突させる前に極めて小さなサイズに絞り込んで、粒子
同士がぶつかりやすくします。磁石をずらりと並べた最終収束系で、虫眼鏡のようにビームを高さ8ナノ
メートルにまで絞り込み、ビームを測定器に送り込みます。

⑥ ビームダンプ

ビームダンプは、実験で使われたビームを安全に止めるために装置です。電子側と陽電子
側にそれぞれ1台設置され、各々50トン程度の水が循環してビームのエネルギーを吸収し
ます。ILCの加速器の中では、最も多くの放射性物質が生成される場所なので、しっかりと
安全対策をした設計が進められています。

③ 主線形加速器

高品質化された電子と陽電子のビームは、それぞれ長さ8kmの線形加速器で、ほぼ光の速さまで加速
します。超電導加速方式*が採用されており、非常に効率的に加速することができます。加速したビームは、
最終収束系へと送られます。*用語集をご覧ください



用語解説

加速器

加速器は、電磁波などを使って電気を帯びた粒子にエネルギーを加え、粒子を加速する装置です。ILCで用いる線形加速器では、電子と陽電子をそれぞれ極限速度である光速近くまで加速して、衝突させることで宇宙初期の超高エネルギーの世界に到達することが可能になります。

超対称性理論

素粒子の標準理論を超える有力な理論の候補の一つであり、重力も含めた全ての相互作用の統一に重要な役割が期待できる理論と考えられています。超対称性があると、全てのクォーク・レプトンに、全く同一の質量や電荷をもつが自転していないスピン0の素粒子(超対称パートナー)が存在しなければならないが、そのような素粒子の存在は確認されていません。このため、人類が到達しているエネルギーの範囲ではこの対称性は隠されていると考えられ、隠されているという兆候を捉える必要があります。

超伝導加速

ニオブなどのある種の金属を極低温に冷やすと、電気抵抗がゼロになる「超伝導」状態が生じます。これを利用して粒子を加速するのがILCで採用されている超伝導加速方式です。-264℃(ILCでは-271℃)まで冷却されると空洞の内表面が超伝導状態になり電気抵抗がなくなります。電力損失や加熱が生じないため、小さな電力・短距離で大きなエネルギーを粒子に与えることができます。

ヒッグス粒子

「標準理論」を構成する素粒子のひとつで、素粒子に質量を与える性質を持つ粒子です。ヒッグス粒子は他の素粒子とは全く異なります。質量が大きなものはなかなか動けません。質量とはものが動くときの「抵抗」であると考えられ、ヒッグス粒子が空間に充満しこれに素粒子が衝突することで「抵抗」を受け、これによってもともとは質量を持たない素粒子が宇宙の初期に質量を獲得したと考えられています。実際にヒッグス粒子が加速器で発見され、この標準理論の見方が正しいと考えられるようになりました。

標準理論

現在、素粒子物理学で広く受け入れられている理論の枠組みが「標準理論」です。クォークとレプトンを物質の基本粒子とし、これらに働く相互作用の電磁相互作用、強い相互作用、弱い相互作用の3種を扱います。この理論では、それらも素粒子が媒介することで働くと考えられています。標準理論はこれまでの加速器実験で観測されたほぼすべての素粒子現象を説明できるとされていますが、ダークマターの性質を持つ素粒子が含まれていない、重力を扱っていないなど、究極の理論ではないこともわかっています。宇宙の誕生を含めた物理現象の全てを理解するためには、標準理論を超える新しい理論を創らなければならないと考えられています。

超弦理論

物質の究極が、大きさが無限に小さい0次元の点である素粒子ではなく、1次元の拮がりをもつ弦であると考える「弦理論」に、超対称性という考えを加えた理論です。重力を含め、宇宙の全てを説明する理論になる可能性があると考えられていますが理論を支持する実験的な現象は今のところ存在していません。

ILCの安全対策

安全、安心な運用を確実にするため、ILCは、これまでの国内、世界各地の加速器施設運転の経験全てを盛り込んで、設計を進めています。

ILCでは放射線が発生するの？

ILCは「加速器」と呼ばれる実験装置です。運転中には放射線が発生する箇所がいくつかあるため、放射線管理区域として管理されます。日本全国にはKEKの加速器のような大規模な実験用加速器のほか、大学、病院、工場などに数千の加速器があり、どこも同様に法令に従った管理が行われています。

加速器を運転すると、ビームが物質に当たった時に放射線と放射性物質が生成されます。放射能を持っていなかった物質が放射能を持つようになることを放射化と呼びます。ILCでビームがぶつかる場所は限られており、放射化も限られた場所でおこります。実験装置のある部分が放射化した場合は、放射性物質は装置の素材内部に留まります。

どんな放射性物質ができるの？

ILC加速器で最も多くの放射性物質が発生する場所は、ビームを安全に止める装置であるビームダンプです。ビームダンプでは水でビームを吸収します。ビームが水に当たると、水分子の酸素(原子)が壊れて、炭素11、窒素13、酸素15、ベリリウム7、トリチウムといった、酸素よりも小さな放射性物質が生成されます。このうち、炭素11、窒素13、酸素15は半減期が短く、すぐに減衰します。ベリリウム7はイオン交換樹脂に吸着して除去します。トリチウムはビームダンプの水中に留まります。この水はビームダンプ装置内で密閉循環して使い排水することはありません。

トリチウムってなに？

トリチウムは水素の同位体で化学的性質は水素と同じであり、主に水の形で存在します。トリチウムからの放射線の最大飛程は空気中で5mm、水中では0.006mmです。食品用ラップや皮膚も透過できないため、容器に入っていれば、放射線が抜け出てくることはありません。ILCの実験で発生するトリチウムは1トンの水が入ったステンレス製の容器2つ(石油貨車2台分に相当)の中で厳重に管理します。

地震が起きても大丈夫？

ILC施設は、震度7相当の揺れがあっても安全であるように設計します。地震発生時には、揺れを感知して直ちにビームが停止します。また、ILCは地下に建設される予定です。地震の振幅は地上に比べ地下では1/2~1/4になることがわかっています。蓄電池や非常用発電機などを備え、地震による停電が起きた場合の対策もしています。

また、加速器には核燃料のような熱を発生するものが無いため、電源喪失による放射能事故になる心配はありません。

KEKでのこれまでの経験では、震度5の地震でも点検後に問題なく運転再開できています。東日本大震災(震度6弱)でも放射能の漏洩等は起きておらず、数ヶ月で運転再開しています。