



トピックス

ILC技術進捗状況報告書、完成

2015 年 10 月、リニアコライダー・コラボレーション (LCC) は、ILC 技術進捗状況報告書を発行しました。本報告書は、2013 年 6 月に公開された ILC 技術設計報告書 (TDR) 以降の ILC 技術の進捗状況をまとめたものです。報告書 (英語) は下記よりご覧いただけます。

<http://ilcdoc.linearcollider.org/record/62872/files/ILC-Progress%20Report.pdf>

トピックス

ILC科学少年団、放送中！

ケーブルテレビ番組「ILC 科学少年団」が放送中です。宇宙はどうやって始まったの？…物語の主人公は、宇宙に興味のある小学生。彼の叔父が研究している素粒子は、すべてのものを形成する小さな小さな粒。小さなものが、なぜ限りなく広い宇宙の研究につながるのか。少年が「宙」と「粒」に出会いキーワードとなる「ILC」を追いかける、全 10 回のシリーズ番組。

< 放送チャンネル／時間 >

地デジ11ch ／毎日 7:40 ～、17:50 ～ (10 分番組)

放送の実施また放送時間などに関してはお近くのケーブルテレビ局にお問合せください。

YouTube からでもご覧いただけます。

<https://www.youtube.com/watch?v=GYMlu4j8yQs&feature=youtu.be>



はるくんは赤いボール、たくくんは青いボールを転がす

トピックス

カソクキッズ ILC特番連載スタート

KEKのウェブサイトで連載中の科学マンガ「カソクキッズ」。2015 年 12 月から4話にわたって、ILC特番が連載中です。

第1話はこちらからご覧いただけます。

<https://www2.kek.jp/kids/comic/ilc-sp/01/index.html>



コラム

ノーベル賞でたどる素粒子の発見物語 (1)

電子と陽電子

ILC では電子と陽電子という素粒子をぶつけて宇宙の法則を探ります。素粒子とは、今のところそれ以上に分けることができないと考えられている粒子のことで、これまでに 17 種類の存在が知られています。電子は電線の中を走り電流となる素粒子です。電流の正体が粒子であるとはっきりと結論づけたのは、イギリスの物理学者ジョゼフ・ジョン・トムソン博士でした。1897 年に博士は真空に引いたガラス管の中でマイナス極からプラス極にむかって走るビームが、マイナスの電気を持った粒子の流れであり、その粒子が元素を構成する要素であるとの論文を書きました。その功績に対しトムソン博士は 1906 年にノーベル物理学賞を受賞しました。

陽電子はプラスの電気を持つ素粒子です。1932 年に米国の物理学者カール・デイヴィッド・アンダーソン博士が「霧箱」という装置で宇宙から降ってくる粒子を観測しているときに見つけました。陽電子という名前は、「プラスの電気を持った電子」という意味に由来し、今では電子の反粒子であることが知られています。反粒子とは、持っている電気の符号が粒子とは反対で、その他の性質は粒子と同じである粒子のことを言います。陽電子は人類が最初に発見した反粒子です。アンダーソン博士はその発見により 1936 年にノーベル物理学賞を受賞しました。「霧箱」は人工的に雲を作る装置として発明されましたが、電気を持った粒子がその装置を通ると、飛行機雲のような筋状の雲ができ、粒子の通過がわかる装置です。KEK の行っている出前授業プログラム「KEK キャラバン」では、簡易版の霧箱を使った実習を行っています。

新しい素粒子の発見や、素粒子の持つ新しい性質の発見に対して、その後も次々とノーベル賞が与えられていきます。ILC 通信では、素粒子や法則の発見とそれに与えられたノーベル賞を取り上げていきます。

トピックス

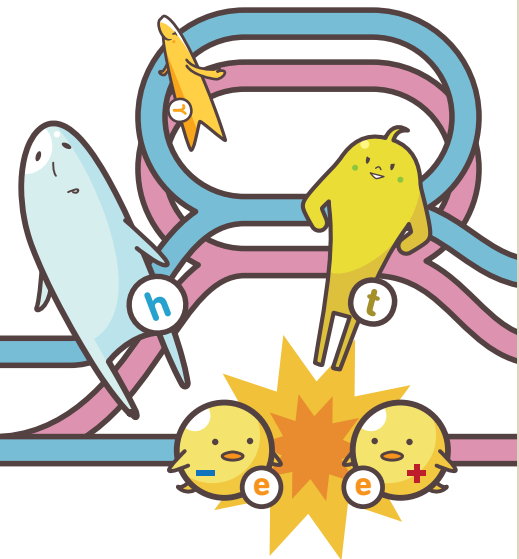
ヒッグス君 登場！

はじめまして!ヒッグス君です。2015 年 9 月 6 日の KEK 一般公開でみなさんの前に初お目見え。11 月 7 日には、ドイツ電子シンクロトロン研究所 (DESY) でも発見された模様。みなさんの町にも出没するかもしれません。



編集部より

ILC 通信各号の記事はウェブページでもご覧いただけます。紙版の送付をご希望されない場合や送付先、部数の変更等がございましたら、下記「ILC 通信編集部」までご連絡下さい。今後ともご愛読いただけますようよろしくお願い申し上げます。



2016 年の ILC

ILC通信のご愛読ありがとうございます。ILC 通信は今年で発行 10 年目となります。今月号よりデザインを一新し、よりわかりやすい情報発信に努めてまいります。

国際リニアコライダー (International Linear Collider : ILC) は、次世代の電子・陽電子衝突型加速器です。全長 30km を超える地下の直線トンネルに、超伝導の加速器と超精密な制御装置を配置します。電子とその反粒子である陽電子を衝突させて、宇宙の始まりから 1 兆分の 1 秒後の状態を再現し、その現象を徹底的に研究して未知の物理法則を解明することが目的です。

1 月 6 日 (水)、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) は「KEK-ILC アクションプラン」を発表しました。このアクションプランは、山内正則 KEK 機構長の下につくられた機構内ワーキンググループが検討を重ねたもので、ILC 計画に対する「青信号」が出た時に、どういう時間スケールでどのように KEK の組織を改編し、実施組織を立ち上げてゆくのかを示したものです。

ここでの「青信号」とは、文科省から「ILC の実施を前提に諸外国との交渉を始める」という正式な発表があることを想定しています。アクションプランでは、ILC 計画を「予備準備期間」「本準備期間」「本建設期間」の 3 つの段階に分け、それぞれのフェーズにおける対応がまとめられています。現状は一般的な先端加速器・技術開発の範囲で研究開発が実施されている「予備準備期間」にあたります。青信号が出されたら、速やかに「本準備期間」へと移行するのですが、本準備期間の立ち上げから ILC プロジェクトが国際的な合意のもとに建設開始されるまでの期間に、どのような人材配置が必要であるかについて、特に詳細な検討が行われました。これは、プロジェクトの正式承認・建設開始にスムーズにつなげるための、準備期間の技術課題、組織・体制、人材およびその育成プランを策定するための基礎となる情報となります。

素粒子物理学では、これまでの研究結果から「標準理論」と呼ばれる理論体系が確立されています。標準理論は、17 種類の素粒子の働きによって、私たちが知っている物理現象をほぼ正しく説明することができる優れた理論です。しかし標準理論に含まれる粒子の中にも、詳しい性質が未解明のものが含まれてい

ます。例えば、2012 年に発見されたヒッグス粒子や、電子の 34 万倍もの質量を持つトップ粒子などの性質にはまだまだ謎が残されています。また、標準理論では説明できない現象や物質の存在も確認されています。さらに、まだ誰も見たことのない粒子が発見される可能性もあるのです。ILC でこれら未解明の謎を探求することにより、より本質的な物理法則が姿をあわらすと考えられています。

科学が高度に進化しているように思える現代社会ですが、実は分からないことだらけ。人類が理解しているのは宇宙のたった 5 パーセントにすぎません。ILC の研究によって、私たちの自然の理解が新しい段階へと進んでいくのです。

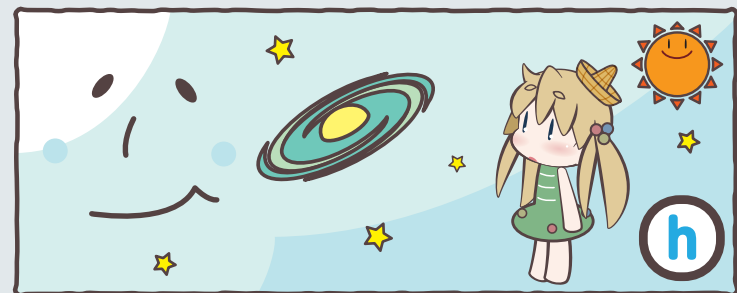
ILC 計画のこれまでの進捗

2005年	世界の高エネルギー物理学コミュニティは、次世代コライダーである ILC を実現することを重要な課題と認識し、国際将来加速器委員会 (ICFA) のもとに国際的な枠組みで ILC の設計、技術開発を進める組織「国際共同設計チーム (GDE)」を設置。
2012年10月	日本の高エネルギー物理学研究者会議が、その将来計画に基づき「ILC をグローバルプロジェクトとして日本がホストして実現する」ことを提案。
2013年2月	ICFA がリニアコライダー・コラボレーション (LCC) を設置。LCC は GDE を引き継ぐ新組織。
2013年5月	文部科学省が日本学術会議に「ILC 計画に関する学術的見地からの検討」を求める審議を依頼。
2013年5月	KEK ロードマップ 2013 において、KEK が ILC を戦略的に進めるべき研究の一つと位置付ける。
2013年6月	GDE が、ILC 建設に必要な加速器設計・技術および経費と人的資源の見積もりが記載されている ILC 技術設計報告書 (TDR) を出版。
2013年9月	日本学術会議が「国際リニアコライダー計画に関する所見」を発表。
2014年2月	KEK に ILC 推進準備室を設置。ILC に関する技術開発に加えて、計画推進を統括する体制を整備。
2014年5月	文部科学省が「国際リニアコライダー (ILC) に関する有識者会議」を設置。日本学術会議からの提言における諸事項につき検討を行っている。
2015年6月	有識者会議が「国際リニアコライダー (ILC) に関する有識者会議・これまでの議論のまとめ」を発表。有識者会議は新たな作業部会を設置し、現在、人材の確保・育成について議論を深めている。



ヒッグス粒子は 真空中に詰まっている？

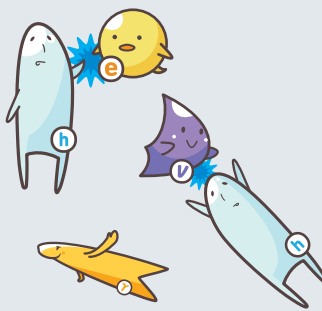
2012年にLHCで発見されたヒッグス粒子、あまり身近なものには感じられないかもしれませんが、実はわたしたちのまわりの空間の「真空」に満ち満ちているものなのです。



「真空」はその言葉のイメージ通り、モノは存在しない空間なのですが、実はモノを生み出す能力を持っています。素粒子物理学では、この空間のことを「場」と呼んでいます。例えば、電子を生み出す空間は「電子場」と呼び、そこにエネルギーが注入されることでスイッチが入り、電子が生まれるのです。



ですが、ヒッグス粒子を生み出す空間「ヒッグス場」だけは奇妙な性質を持っています。エネルギーが注入されなくても、なぜかスイッチがいつも半押しになっているのです。そのため、粒子はヒッグス場の空間の存在を「ピリピリ」と感じてしまいます。この「ピリピリしてしまう」ことで、粒子は質量を持つ、と考えられています。



ILCでは、ヒッグス粒子をたくさん作ることができます。そのヒッグス粒子を使って、ヒッグスがどうしてこんなに奇妙なのか、その性質を詳しく調べることができるのです。

ILCでわかること 第1回

東京大学大学院理学系研究科 秋本祐希

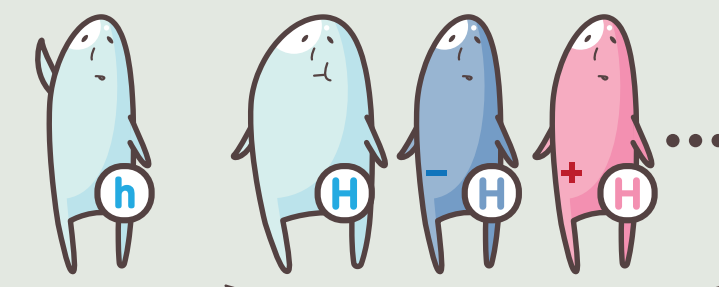
2012年にLHCで発見されて、2013年にはノーベル物理学賞の対象となったヒッグス粒子。ILCでは、このヒッグス粒子の性質をさらに詳しく調べようとしています。

Higgs boson ヒッグス粒子について



ヒッグス粒子には 仲間がいる？

不思議な性質を持っているヒッグス粒子、実は2012年に見つかったヒッグス粒子の他にもっと重いものや電荷を持ったものなどの仲間がいるかもしれないのです。



見つけた
ヒッグス粒子

まだ見つかっていない
ヒッグス粒子の仲間？

例えば標準理論を超える理論の候補の1つの超対称性理論では、ヒッグス粒子の仲間があると4つ必要だと言っています。このような標準理論を超えようとする新しい理論の多くが、ヒッグス粒子の仲間の存在を必要としているのです。



標準理論を超えた
新しい理論の世界

そのようなヒッグス粒子の仲間はLHCでも探されていますが、今のところ見つかっていません。ILCでは、LHCでは見つかることができなかった場合でも、間接的に見つかることが期待されています。そのうえ、ILCでしか見つけれない粒子を見つける可能性もあります！すでに見ついている軽いヒッグス粒子の研究と合わせて、ヒッグス粒子の深い理解を目指します。

ヒッグス粒子は 本当に素粒子？

素粒子や素粒子で作られる複合粒子は「スピン」と呼ばれる地球の自転のような性質を持っています。その性質は数字で表されるのですが、フォークや電子のような物質の元になる素粒子のスピンは1/2、光子など力を伝える素粒子のスピンは1で、素粒子のスピンはそのどちらかでした。ところがヒッグス粒子のスピンはなんと「0」。これは、ヒッグス粒子だけが持つ性質です。ヒッグス粒子も、ヒッグス場も、ほかとは全く違うなんと奇妙な存在なのです。ILCでヒッグス粒子の性質を詳しく調べることで、そんな奇妙な性質を持つヒッグス粒子が、本当は素粒子ではないことがわかるかもしれません。

電子 (物質粒子)	光子 (力の粒子)	ヒッグス 粒子
スピン $\frac{1}{2}$	1	0!

ヒッグス粒子が素粒子であれば、強い力・弱い力・電磁気力の3つの力を統一することができる超対称性理論を後押ししてくれます。超対称性理論ではスピン0の素粒子が必要なのです。そのまま重力も統一して、宇宙誕生に迫る理論に向かっていくことでしょう。逆にヒッグス粒子が素粒子ではなく、他の知らない素粒子の組み合わせでできていたらさあ大変。今まで素粒子だと思っていたトップクォークなどの粒子も、実は他の知らない素粒子の組み合わせによってできている複合粒子なのかもしれません。現在の素粒子の理論が大きくひっくり返ることになるのです。ヒッグス粒子を詳しく調べることで、これからの素粒子物理学の運命が決まってくるのです。

