

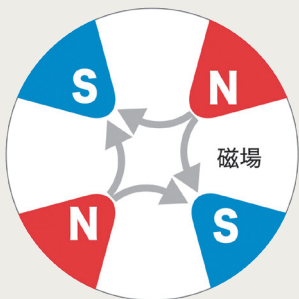


ILC通信

検索

加速器図鑑

四極磁石



ビームを収束させる装置が四極磁石です。ビームが走る時に広がって飛び散ってしまわないように、四極磁石は加速器の中で数多く使われています。また ILC では最後にビームをギュッと絞って6 ナノメートル¹の大きさにする長さ 2.2km の最終収束システムの中にも多くの四極磁石が使われています。ILC では合計 3500 台もの四極磁石が使われます。

上の写真が四極磁石です。丸く出っ張った部分が中心に向かって4つ飛び出しているのが「極」です。地球は北極にS極と南極にN極を持つ二極磁石であることはよく知られています。子供の頃に遊んだ棒磁石やU字磁石もN極とS極を持つ二極磁石です。写真の磁石は、N極、S極、N極、S極、と4つの極を持っているので四極磁石と呼ばれます。

ビームはこの四極磁石の4つの極のちょうど真ん中を通ります。電子ビームが紙面の裏から表に通るとしましょう。ビームにはある程度の太さがありますから、ちょうど真ん中を通る電子もあれば、やや右側通る電子、やや左側を通る電子など、ビームの中の個々の電子はいろいろなところを通ります。電子の動きはつまり電流です。電流は磁場から力を受けます。ここで注目して欲しいのは右側では上がN極で下がS極、左側では上がS極で下がN極、と磁場の向きが左右で逆になっている事です。右側を通る電子は磁場から力を受けて左側に曲がります²。反対に左側を通る電子は磁場から力を受けて右側に曲がります。ちょうど真ん中では左右の磁場が打ち消し合って、磁場はありません。だからちょうど真ん中を通る電子は力を受けません。(イラスト参照) このようにして広がった電子ビームが「収束」の力を受けます。

ところでビームは左右だけでなく上下にも広がっています。同じように電子に働く力を考察すると上側を通る電子は上向きに、下側を通る電子は下向きに力を受ける事がわかります。つまりこの四極磁石は上下方向にはビームを「発散」させる力を持ちます。これは困ったことです。実際の加速器ではもう一つの四極磁石を下流におきます。この四極磁石の極のN/Sは左右方向は「発散」、上下方向は「収束」になるようにします。このように組み合わせると全体として左右方向にも上下方向にも「収束」する力を生み出します。

¹1 ナノメートルは 100 万分の 1 ミリメートル。

²もしよければ中学で学んだフレミングの左手の法則を思い出して曲がる向きを確かめてみて下さい。電子は負の電荷を持っているので電子の走る向きと電流の向きは逆である事に注意してください。

ビジター・カウンター

KEK には、毎月世界各地から学生や研究者が訪れ、共同研究を行っています。ILC の技術開発のために訪れた滞在者はこちら

2/1 ~ 4/30

10

国/地域から

29

名

お知らせ

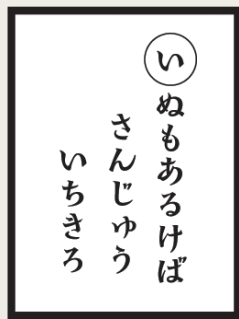
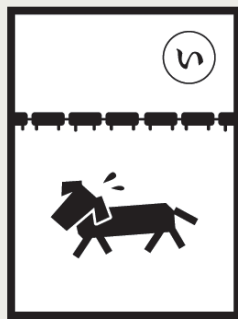
KEK 一般公開

2014 年の一般公開は 9 月 13 日 (土) に開催します。詳細については、決まり次第、KEK 一般公開ウェブページ (<http://www.kek.jp/ja/PublicRelations/Events/Openhouse/>) に掲載されます。

「ILC かるた」プロジェクト開始。読み札募集します！

ILC 通信編集部では、遊びながら、ILC を楽しく知って頂くために「ILC かるた」を、皆さまとともに作り上げていく企画を開始します。下記の要領で、読み句を募集いたします。多くの皆さまのご応募をお待ちしております。

- 読み句：
 - 語調は自由。
 - ILC の特徴や、ILC への期待などを詠った句を 20 字程度で作成して下さい。お一人何句でも可。ダジャレも大歓迎です。
- 応募方法：
 - Fax：029-879-6246 (ILC かるた制作チーム)
 - E-Mail: pr@lcdev.kek.jp (件名に「ILC かるた」とご記入下さい。)
 - Twitter：ハッシュタグ「#ILC かるた」を付けてツイート
 - Facebook：ILC 通信 Facebook (<https://www.facebook.com/ilcstushin>) に投稿
- 応募期限：
 - 電子メール、Twitter、Facebook は 2014 年 9 月 30 日 (火) 23 時まで。
 - Fax は同日 17 時まで。
- 選考：
 - ILC かるた選考委員会による厳正なる審査で選考します。選考結果は 2015 年 1 月頃発表予定です。入選者には、賞状と副賞を贈呈いたします。
- その他：
 - 選考後採用された読み札の著作権は ILC 通信編集部に帰属します。



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、下記に記載の 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。



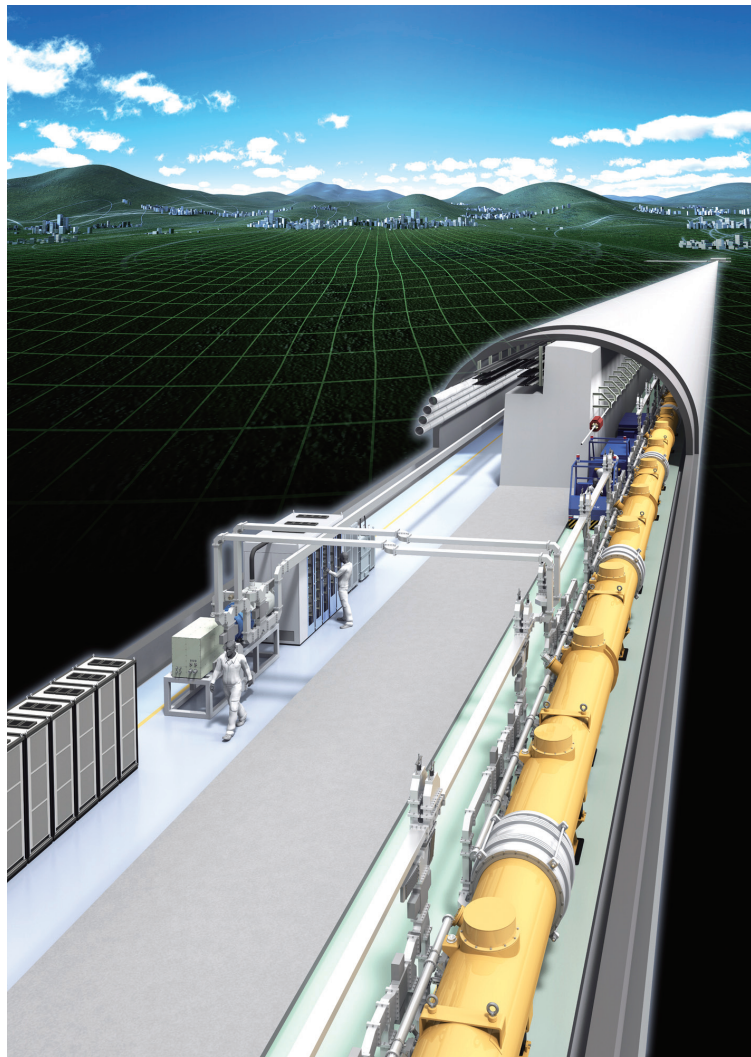
ILC 通信

Vol. 74

2014 年 5 月 1 日発行

国際リニアコライダー
アイ・エル・シー通信

ILC 設計から実現へ



ILC の完成予想図。©Rey.Hori

2013 年 6 月に「技術設計報告書」が出版され、国際リニアコライダー (ILC) 計画はその実現に向けたフェーズへと移行した。技術設計報告書の発行をもって、それまで ILC 加速器の設計を進めて来た国際組織「国際共同設計チーム (Global Design Effort: GDE)」はその任務を終え活動を終了。建設実現に向けた活動を行う新組織「リニアコライダー・コラボレーション (LCC)」に引き継がれた。現在、より詳細な加速器の設計やコスト見積りなどの精査が進んでいる。

2013 年 8 月には、国内研究者によって岩手県と宮城県をまたぐ北上山地が建設適地と評価され、日本における ILC 実現に世

界の研究者から期待が高まっている。欧州では、2013 年 5 月、最新の欧州全体の素粒子物理学の推進計画 (欧州戦略) が欧州合同原子核研究機関 (CERN) 理事会からの承認を受けた。ここには、ILC の日本における取組みへの歓迎の意と、欧州研究者の参加の意思が示されている。

米国では、エネルギー省の諮問機関「P5 部会」が素粒子物理学プロジェクトの優先順位付けを 5 月までにまとめる予定だ。この P5 部会に情報提供を行う、米国物理学協会の素粒子物理学部門の会議 (通称「スノーマス会議」) でも、欧州戦略同様に、日本における ILC の取組みについてポジティブなメッセージが発信されている。今年 1 月には、リニアコライダー国際研究所建設推進議員連盟 (河村建夫会長) から、小坂憲次議連副会長の訪米の際に大統領府等へレターが手交され、ILC における国際協力の重要性を共有した。下村博文文部科学大臣が訪米時に、モントリオールエネルギー省長官と ILC について議論したことが文科大臣のフェイスブックページに掲載されており、各方面でのハイレベルの議論が始まっている。

今年 2 月には、世界の加速器研究所の長で構成される組織「将来加速器国際委員会 (ICFA)」が、「国際研究コミュニティによる日本における ILC 実現にむけた取組みが素晴らしい進捗を遂げていることを歓迎する。ICFA は ILC 建設のための世界の技術能力の評価を行う」との声明を発表した。これに伴い、ICFA のもとには、新たに ILC の国際研究所の組織や運営等について検討する委員会が設置されている。

アジアでも ILC に関する動きが活発化している。インドは、エネルギー利用を視野に入れた ILC 技術協力に高い関心があり、ILC 計画への参加を強く希望している。中国の科学者は、ILC 建設費の 5 % の拠出が出来るよう、政府に要請することを表明している。

5 月 8 日、ILC を日本に誘致した場合の課題などについて検討する有識者会議が初会合を開いた。この有識者会議は、文部科学省内の ILC タスクフォースの下に設置されたもので、来年度を目処に報告書がまとめられる予定だ。

設計から実現へ、ILC 計画は着実に歩を進めている。

Q&A

よくある質問をまとめました。

ILC 通信も 2006 年 7 月の創刊から約 8 年。紙面の制限により、途中から購読頂いている読者の皆さまに、なかなか基本情報をお伝えすることが出来ませんでした。そこで、ILC 通信 74 号から 3 号連続で「保存版」を発行します。今号は、ILC に関する「よくある質問」特集です。



ILC はどんな加速器なの？

ILC は史上最大の加速器プロジェクト。世界 4000 人を超える科学者、技術者が協力して実現を目指しています。

リニアコライダーを直訳すると「直線型衝突加速器」。その名のとおり、ILC は全長 30 キロメートルのまっすぐな加速器で、ほぼ光の速さまで加速して高いエネルギーを持たせた電子と陽電子を衝突させます。直線型の加速器の利点は、粒子に与えたエネルギーをムダ無く実験に使えることです。ILC では加速するための技術として「超伝導加速方式」を採用しており、とても効率よく粒子にエネルギーを与えることができます。

ILC はどのくらい大きいの？

長さはサッカーコート 310 面分です。

ILC 加速器の全長は約 30km にも及びます。ILC は地下（日本に出来る場合には、深度約 100 メートル）に設置されたトンネルの中につくられます。その中に各 8 ～ 9 台の超伝導加速空洞を格納したクライオモジュール（冷凍容器）が約 1700 台並びます。加速器の中央部分には、高さ 42m、幅 25m、長さ 142m の実験ホールがあり、2 台の測定器が設置されます。最終的には、全長 50km まで加速器を延長する計画になっています。

ILC で何を調べるの？

宇宙の謎を解明します。

宇宙誕生の直後は、非常に高温・高圧の状態で、存在しているのは「素粒子」だけでした。ILC で高いエネルギーを持った電子と陽電子を衝突させると、その頃にしか存在しなかった素粒子を創り出すことができます。つまり、ビッグバンの 1 兆分の 1 秒後の姿を再現するのです。ILC では、その様子を詳しく調べて、宇宙が出来たばかりの時はどんな様子だったのか？どのようにして今の姿になったのか？時間や空間がどうして生まれたのか？どうして質量があるのか？といった、宇宙の「生い立ち」を解明していきます。

ILC はどのくらいの電力を使うの？

現在計画されている 500 ギガ電子ボルトのエネルギーでの ILC の運用に必要な電力は、16 万キロワットと見積もられています。

これは、東京の六本木ヒルズの自家発電装置の発電能力の約 4 倍にあたる電力になります。これまでの調査で、日本国内で建設された場合には、現状の電力供給で十分まかなうことができると確認されています。また、ILC は、電力供給が多い夏期は稼働を停止（メンテナンス期間を兼ねる）する予定であり、地域の電力が不足するようなことが無いように計画されています。

ILC はどのような体制で研究開発を推進しているの？

ILC プロジェクトは、国際協力が進められています。

2012 年末まで、加速器の開発に関しては、国際共同設計チーム（Global Design Effort : GDE）が中心となって、また、測定器と物理研究は ILC 物理実験管理組織（RD : Research Directorate）が中心となって研究開発が進められてきました。2013 年 2 月に、世界のリニアコライダー研究に関する全ての活動をカバーする新組織リニアコライダー・コラボレーション（LCC : ディレクター、リン・エバンス氏）が発足し、GDE と RD の活動を引き継ぎ、さらにもうひとつのリニアコライダー構想である CLIC 計画の技術開発も推進しています。

ILC では「ビッグバンを再現」すると言っていますが、危険ではないの？

ILC によって「ビッグバンを再び起こす」ことはできません。

ILC の実験の例えとしてよく使われている「ビッグバンの再現」という言葉は「ビッグバンの少し後に起こっていた素粒子の反応を再現する」という意味です。ILC によって「ビッグバンを再び起こす」ことは不可能です。実験では、反応のその痕跡を測定器で捉え、データを集めて解析を行います。

ILC の運転中には放射線が発生するの？

加速器運転中は、X 線等の放射線が発生します。この放射線は、加速器の運転停止とともに停止します。

ILC の加速器トンネル内は加速器の運転中には、電子線の加速に伴い、X 線等の放射線が放出されるため、放射線管理区域として管理される予定です。ただし、放射線の発生は、加速器の運転停止とともに停止します。ILC の加速器トンネルは、放射化により放射性物質が含まれる可能性のある施設内の空気や水が、直接管理区域外に放出されないよう設計されます。排気ファン等には、放射性物質を含むチリを捉えるフィルターを備えて漏えいが起きないようにするとともに、万一の漏えい事故に対して即座に対応できるよう、放射線モニターで周辺の放射線量や放射性物質濃度を常に監視します。このようにして ILC では万全の対策をいたします。

ILC 通信編集部では皆さまからのご質問をお待ちしております。お寄せいただきました全ての質問にお答えすることはできませんが、編集部で検討したうえで、ILC 通信の紙面・ウェブサイト等でお答えいたします。

＜ご質問の送付先＞
高エネルギー加速器研究機構（KEK）
ILC 通信編集部
Fax : 029-879-6246
E-Mail : pr@lcdev.kek.jp

