



平成 24 年度科学技術週間 KEK 施設公開

発明の日(4月18日)を含む一週間は「科学技術週間」です。今年の科学技術週間は、4月16日～22日。KEKでは、「『宇宙・物質・生命』の謎に迫る」と題し、展示ホール公開や施設見学会などを企画しております。みなさまのお越しをお待ちしております。

◆実験施設見学ツアー

日時：平成24年4月20日(金)及び22日(日) 9:30～16:30

●Bファクトリー実験施設

Bファクトリー実験施設では、KEKB加速器で光速近くまで加速した電子と陽電子を衝突させ、Belle測定器で衝突後の様子を詳細に観測します。宇宙創成の謎や、未知の物理を探索する研究を行っています。現在、Bファクトリーの高度化に向け、KEKBとBelle測定器の改造作業が進められています。

●フォトンファクトリー (PF)

放射光科学研究施設「フォトンファクトリー」では、加速器で発生させた強力な光(放射光)で、物質の構造や機能を原子や分子のレベルで調べ、さまざまな分野の研究を行っています。

※4月20日(金)と22日(日)はTXつくば駅から無料循環バスをご利用いただけます。

<お問い合わせ>KEK 広報室

<http://www.kek.jp/ja/PublicRelations/Events/ScienceWeek/>

TEL：029-879-6047

E-mail：proffice@kek.jp

ILC 通信読者アンケートご協力のお願い

ILC 通信をご愛読いただきまして、誠にありがとうございます。編集部では、ご愛読の皆様へ、ILC 通信につきましてご意見・ご感想を伺い、今後の紙面づくりの参考にさせていただくため、アンケートを実施いたします。

アンケートは、ご記入の上、FAX いただくか、ホームページ (<http://ilc.kek.jp/Polling/>) からのご回答いただけます。

2012年5月31日(木)までにご回答いただいた方全員にポスター「素粒子譜」を進呈いたします。たくさんみなさまからのご回答をお待ちしております。

編集部より

ILC 通信公式 Facebook では、様々な科学のホットな話題について、現役物理学者による論戦(?)が繰り広げられています。Facebook アカウントをお持ちでない方もアクセスできますので、ぜひ一度のぞいてみて下さい。また、Twitterでもつぶやいています。ILC 通信各号の記事はウェブページでもご覧頂けます。紙版の送付をご希望されない場合や部数の変更等がございましたら、編集部までご連絡下さい。今後ともご愛読頂けますようよろしくお願い申し上げます。

ILC 通信

検索

加速器図鑑

導波管



KEK の ATF (先端加速器試験施設) の線形加速器に使われている導波管。左の壁面に走っている銅の四角い管が導波管である。

導波管という言葉聞いてもほとんどの読者は「？」と思うだけだろう。でも水道管、ガス管はすぐにはわかるはずだ。ご存知のように水を送る為の管が水道管で、ガスを送る為の管がガス管である。これらと同様に導波管は波を送る為の管である。何の波か、電波である。電波を送る為の管が導波管である。電波を何処から何処へ送るのだろうか。導波管は大出力の電波発生装置であるクライストロン¹⁾で発生した電波を加速管に送る為に使われる。

導波管の実態は金属で出来た管である。中は真空に保たれ²⁾、電波は金属の壁にガイドされるようにして管の中を進む。我々は日常、放送局から送られてくる電波に乗ってやってくるテレビやラジオの番組を楽しんでいる。我々の家庭と放送局との間には導波管はない。テレビやラジオの電波と加速器で使われている電波の間に何か違いがあるのだろうか。この両者に本質的な違いはない。ただ目的が異なっている。テレビやラジオの電波は情報を運ぶ為に使われている。実は放送局でもクライストロンで電波を発生している。その電波が大きなアンテナから放射され、四方八方に万遍なく伝わる。放送局から遠ざかるにつれ、だんだん電波の強度は弱くなるが、受信機が感じる事が出来る強度を保っている限り、強度が弱くなっても問題はない³⁾。四方八方に万遍なく伝える事が重要である。

一方加速器では電波の強度が弱くなってしまえば、十分な加速をすることが出来ない。そこで電波を導波管の中に閉じ込めて送る。四方八方に伝えるのではなくクライストロンで発生した電波の全部を加速管に送り込むのだ。電波は広がって薄まる(強度が弱くなる)ことなく加速管に到達し、そこで電子や陽電子を力強く加速するのである。

- *1) この電波に乗って電子や陽電子が加速される。ILC 通信 61 号の記事「加速器図鑑『クライストロン』」を参照。
- *2) 大電力の電波による放電が起きないように内部は真空にする。
- *3) どの放送局からでも速すぎると電波の強度が弱すぎて満足な視聴が出来なくなる。これが難視聴地域である。

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

1/16～3/15

8

国/地域から

30

名

ILC 通信

Vol. 63

2012 年 4 月 1 日発行

国際リニアコライダー
アイ・エル・シー通信

サイは投げられた - 2012 年のリニアコライダー研究推進 -



サイは投げられた

2012 年は、国際リニアコライダー(ILC)にとって節目の年だ。今年末から来年にかけて、加速器の「技術設計報告書」と、測定器の「詳細ベースライン設計書」が完成する。そして、これまで世界的な ILC の R&D 活動を進めて来た国際共同設計チーム(GDE)と、物理・測定器研究組織(RD)、その監督組織である国際リニアコライダー運営委員会(ILCSC)も、その任務を完了することになる。

高エネルギー加速器研究機構(KEK)にとっても 2012 年は節目の年だ。この 4 月、鈴木厚人機構長の 3 期目の任期が始まるとともに、経営陣が一変した。新しいチームの始まりに、鈴木機構長に 2012 年とそれ以降の ILC について聞いた。

「次のステップとして、ILCSC ではリニアコライダー研究開発を推進する新たな組織構造とそのミッションを策定しようとしています」と、鈴木氏。新たな組織はリニアコライダー理事会(Linear Collider Board: LCB)と呼ばれており、ILC のみならずコンパクトリニアコライダー(CLIC)、物理・測定器研究の全てをカバーする。LCB は、ILCSC に代わって、リニアコライダープロジェクト提案に向けた活動を取りまとめる。委員長と、欧州、アジア、米州から各 5 名の計 16 名のメンバーから構成される予定だ。

CLIC とは、欧州合同原子核研究機関(CERN)が構想している次世代直線型加速器。昨年概念設計が完成したばかりで、設計の成熟度では ILC に比べてかなり後れている。「CERN の大型ハドロンコライダー(LHC)の結果から次の加速器のエネルギーが決まってくる。現時点ではまだエネルギーがはっきりしていないため、ILC と CLIC の両研究グループが世界協調によってリニアコライダー研究を進めることにしたので」(鈴木氏)。ILC では最大 1 テラ電子ボルト、CLIC は 3 テラ電子ボルトのエネルギーを作り出すことが出来る。

この宇宙では全ての物質が「質量」を持っているが、それがどのようなメカニズムで生じているのかは謎だ。その謎を解くカギだと考えられているのが「ヒッグス粒子」。現在稼働中の世界最大の加速器 LHC の実験では、すでにヒッグス粒子のかなり有望な兆候が観測されている。発見されるヒッグス粒子の質量によって、それを詳しく調べるための加速器の性能が左右されるが、現在 LHC で観測されている兆候が本物であれば、ヒッグス粒子の性質を詳しく調べることができる理想的な加速器は ILC ということになる。2012 年中のヒッグス粒子の発見に大きな期待が湧かっている。

「組織的な次のステップに加え、ILC の物理研究についても、もう一段階進める必要があると考えています。LHC の結果については、ヒッグス粒子の発見に注目が集まっています。ILC はヒッグスが発見されたら、その性質を詳しく調べることが可能で、物理学を一層進めることが出来る加速器です。ただし、ILC のできることはそれだけではありません。これからは、ILC の幅広い物理的なミッションもより明確に示して行く必要があります」(鈴木氏)。

ILC がどの国のどこに建設されるのか、現段階ではまだ明確ではない。しかし、日本に誘致された場合に備え、準備を進めておくことは必要だ。「ITER(国際熱核融合実験炉)誘致や国内の研究都市建設等、日本国内におけるこれまでの経験とその反省を活かす必要があります。国際都市作りについて真剣に考える必要があるでしょう」と語る鈴木氏は、同時に応用面についても視野に入れる必要があると強調する。また、「インド、韓国、中国など、アジアの他の国々では、加速器の応用を国家的に推進する動きが盛んになっています。このままでは日本が追い越されてしまうかもしれません」と、日本の加速器科学への危機も示した。

機構長というハードな職。三期目の任期を続けるか否か、実は悩んでいたという鈴木氏は、お嬢さんにプレゼントしてもらったという携帯ストラップを見せながら言った。「よく見るとサイが人に投げられているんですよ。サイは投げられた(笑)。ぐだぐだ言わずにしっかりやれってことです。だから ILC もしっかりやりますよ」。

「とにかく大事なことは、皆さんに理解して頂くこと」と鈴木氏。そのためには、タウンミーティングやシンポジウムなど、これまで以上に力を入れて行くつもりだという。



さいは投げられた

ILC NewsLine ダイジェスト

ILC 研究者グループが毎週発行しているニュースレター「ILC NewsLine」に掲載された記事から、ILC 通信編集部セレクトのおすすめ記事を要約版でお届けします。元記事は、ウェブサイトでご覧頂けます。（英語：http://newsline.linearcollider.org/ 日本語訳：http://ilchighlights.typepad.com/japan/）

3月22日号より

CFF 製空洞 第0号機完成

ILC 実現に向けて重要となる項目のひとつが超伝導高周波(SCRF)加速システムの開発研究だ。SCRF システムは最大のコスト要因の一つとなっている。KEK では、コスト効果の高い超伝導空洞の大量生産スキームの構築に取り組んでいる。その活動の一環として KEK が建設した施設が「空洞製造施設(CFF)」だ。CFF では、一つ屋根の下で、超伝導空洞制作の全行程を行うことが出来る。2月末、CFF で造られた「0号機」の空洞が完成した。



KEK の CFF にて。手前に置かれているのが「0号機」空洞。

CFF には、プレス機、縦型旋盤、表面検査機、化学研磨機、電子ビーム溶接機(EBW)等が、清浄な環境を維持した1つの建屋内に設置されている。KEK には、空洞製造のための内面仕上げ用電

解研磨施設、空洞性能評価用のための縦測定施設や他の関連する装置が整備されており、超伝導加速空洞の量産に関する研究全てを研究所の敷地内で行うことが出来る世界でもユニークな特徴を持っている。

現在、EBW 機の適切なビームパラメータの定義を目指した活動が続けられている。企業が自社の努力で溶接パラメータを最適化した場合、当然そのデータは企業秘密として守られることになる。空洞製造には複数の企業の参入が必須だが、それらの企業がそれぞれ最適化に向けた R&D を行うことは非効率的であり、コストもかさむ。そこで、KEK がパラメータを出して、公開しようというわけだ。

この空洞は「1号機」ではなく「0号機」と呼ばれている。その理由は、職員の訓練のため、EBW 機の納入より一足早く作業を開始したため、空洞製造工程の一部が外部で行われているからだ。中心のセル部分は、KEK 外の会社の EBW 機を使って溶接され、エンドグループ（両端のビームパイプ周辺）の溶接は CFF で行われた。

中心部とエンドグループを溶接するとき、セルを溶接した時と同じ溶接パラメータを使うために、再度、KEK 外の会社の EBW 機を使用した。空洞製造チームはこの最終段階で「空洞に穴があく」という、思わぬトラブルに見舞われた。

穴の空いてしまった空洞は、そのままでは使い物にはならないため、チームは穴修復の R&D を行った。想定外に、空洞の穴の修復技術と経験を積むことになったのだ。

3月末に CFF 空洞0号機の性能試験が行われる予定だ。この試験は空洞の性能を確認することはもちろん、穴の修復技術の有効性を試すことにもなる。CFF 空洞の1号機は、2012年度内に完成する予定だ。

3月8日号より

国際リニアコライダー：技術設計のその先へ

ILC のような巨大国際プロジェクトの実現には、技術設計の完成の他に、数多くの課題に取り組む必要がある。今年2月、先端加速器科学技術推進協議会(AAA)が、立地課題について検討した報告書を発行した。

この「国際リニアコライダー立地課題検討」報告書は、AAA 大型プロジェクト部会に設置された立地課題検討ワーキンググループ（代表：吉岡正和 KEK 教授）がまとめたもの。立地検討ワーキンググループは、土木、建築設計、電力設計、施設サービスなどの分野の49名の専門家から構成されている。

今回発行した報告書は、環境アセスメント、法令、電力、地震など、日本に ILC を建設するために検討すべき課題を洗い出したものだ。欧米と異なり、日本は国際プロジェクトをホストした経験が欠くため、この報告書で調査・検討された項目の多くが、日本特有の問題だ。

報告書作成にあたり重視された項目が「地震」と「電力」。報告書を作成する課程で、ILC 建設に対する地震の影響はほとんど無いことが確認された。電力に関する調査研究では、理化学研究所(理研)の参加が非常に役立った。昨年9月、理研仁科加速器研究センターの RI ビームファクトリー(RIBF)のガスタービンコージェネレーション設備(CGS)を見学。CGS は天然ガスを使用した6500kW のガスタービン発電機で、効率的で安定性の高い電力の供給に役立つ。RIBF の地域貢献活動もまた、ILC の良い手本となることがわかった。

この報告書は、AAA の大型プロジェクト部会長である山下了東京大学准教授に提出された。大型プロジェクト部会では、各項目への対処方針を検討して行く予定だ。

素粒子物理ワールドニュース

KEK と共同で ILC の研究開発にあたっている世界の研究所から発信された、素粒子物理学関連の話題をピックアップします。

中国科学院高能物理研究所 3月8日

IHEP プレスリリースより

大亜湾ニュートリノ実験 新たなニュートリノ振動を観測

大亜湾ニュートリノ国際実験グループは3月8日(木)、同実験で新たな型のニュートリノ振動を観測したと発表した。

ニュートリノとは電荷がなく、質量が極めて小さな素粒子であり、物質を構成する最小の構成単位のひとつ。電子型ニュートリノ・ミュー型ニュートリノ・タウ型ニュートリノの3種類がある。

ニュートリノは飛行中に別の種類のニュートリノに変化する「ニュートリノ振動」と呼ばれる現象を起こす。ニュートリノ振動現象は、その大きさを表す「混合角」と呼ばれる θ_{12} (ミュー型 $\leftrightarrow$ タウ型)、 θ_{23} (電子型 $\leftrightarrow$ ミュー型)、 θ_{13} (電子型 $\leftrightarrow$ タウ型)の三つの角度で表される。 θ_{12} 、 θ_{23} については、これまでの実験で測定が行われていた。

大亜湾実験では、原子炉発電時に生成される反電子ニュートリノを、約2キロ先に設置されている検出器で測定する。今回、昨年12月24日から今年2月17日にかけて実施された実験の分析の結果、 θ_{13} は0.092 ラジアン(±0.017 ラジアン)であることが確認された。

ニュートリノ振動は、ニュートリノが質量を持っていないと起こら

ない現象とされている。一方、現在宇宙の仕組みをもっとよく表すことのできる「標準理論」では、ニュートリノには質量がないとされており、今回の測定結果により、標準理論を超える新たな物理学研究の発展が期待できる。また、ニュートリノの詳細な研究がすすめば「宇宙になぜ反物質が存在しないのか」という現代物理学の命題を解くカギとなる。

同結果に関する論文は7日に米学術雑誌「Physical Review Letters」に提出された。

✿Fermilab 3月7日

Fermilab プレスリリースより

テバトロン実験、ヒッグス粒子存在の可能性を補強

米フェルミ国立加速器研究所(Fermilab)は3月7日(水)、大型加速器テバトロンで昨年9月まで行われた実験の全てのデータを解析した

トピックス

岩手で KEK キャラバンによる ILC の講演



講演中の大森恒彦氏 (KEK)

2月15日(木)、KEK の講師派遣プログラム「KEK キャラバン」として、素粒子原子核研究所の大森恒彦氏が岩手県奥州市で講演会を行った。

奥州市民を中心に約90名が参加した。

大森氏は宇宙が始まったばかりの頃は素粒子のみが存在していたことを解説し「ILC はビッグバンの再生装置」であるとして、その仕組みや解明を目指す物理学について解説した。また、電子顕微鏡や医療用加速器やなど、身の回りの加速について説明した。

岩手県は ILC の国内の建設候補地のひとつでもあり、参加者からは「ぜひ岩手で ILC 計画を実現したいと感じた」「今回のような講演会をもっと開催して欲しい」といった声が聞かれた。講演を行った大森氏は「参加者の皆さんは、とても熱心に耳を傾けて下さり、質疑応答も活発でした。より分かり易く ILC の意義を伝えられるよう、今後とも広報活動に力を入れたいと思います」と感想を述べた。

北海道で先端加速器推進シンポジウム

1月27日(金)北海道大学 学術交流会館(北海道札幌市)にて、北海道大学、KEK および AAA の共同主催により『先端加速器科学技術推進シンポジウム in 北海道 ～先端加速器の世界 いのちを守る、宇宙を創る～』が開催された。このシンポジウムは、AAA が先端加速器技術の可能性や意義を広く国内外に発信することを目的にシリーズで実施しているもので、今回は2012年の第1回目、通算では11回目の開催。学生や地元産業界を中心に約130名が参加した。

開会に先立ち、佐伯浩 北海道大学総長が主催者を代表して開会挨拶を行い「先端科学とは最初はいくわからな

い現象とされている。一方、現在宇宙の仕組みをもっとよく表すことのできる「標準理論」では、ニュートリノには質量がないとされており、今回の測定結果により、標準理論を超える新たな物理学研究の発展が期待できる。また、ニュートリノの詳細な研究がすすめば「宇宙になぜ反物質が存在しないのか」という現代物理学の命題を解くカギとなる。

同結果に関する論文は7日に米学術雑誌「Physical Review Letters」に提出された。

テバトロン加速器では、CDF と D0 という2つの実験が行われており、独立して行った解析で、115 ～ 135 ギガ電子ボルト(GeV)の範囲に、ヒッグス粒子だと思われる兆候を確認した。この結果が統計的揺らぎによるものだとする確率は、780分の1(2.2%)で、この確率が3.5百万分の1(5%)になった場合に、新粒子を発見したと宣言することができる。また、この結果によって147 ～ 179 GeV の範囲にヒッグス粒子が存在する可能性が排除された。

この結果は、昨年12月にCERN が発表した結果との矛盾もなく、更にヒッグス粒子存在の可能性が高まったことになる。

用応用が拡張して行くもの」とし「先端科学によって若い世代が世界に羽ばたいて欲しい」と先端科学への期待を述べた。講演会では、北海道大



学大学院工学研究院の鬼柳善明教授が「次世代の産業を支える先端加速器科学」と題する講演を行った。続いて、北海道大学大学院医学研究科の白土博樹教授が「いのちを守る先端加速器 –陽子線がん治療について–」の講演で、医療分野における加速器の応用について解説した。最後に、KEK の鈴木厚人機構長が「ビッグバンを再現する究極の加速器 国際リニアコライダー計画」と題する講演を行った。

北海道大学では現在、陽子線を用いてガンを治療する「北大陽子線治療装置」の建設が進んでおり、今回は「先端加速器ができること」をテーマに、産業界における最先端技術分野や、医療分野での応用例、高エネルギー物理学分野の最新の研究についての講演が行われた。

お知らせ

KEK キャラバン～お届けします、科学に夢中～

KEK では、学校、各種団体等へ研究者や職員を講師として派遣するプロジェクト「KEK キャラバン」を実施しております。本キャラバンは、いわゆる出前授業で、加速器を用いた素粒子や物質・生命などの研究や、その研究を支える仕事の紹介を行っています。ILC についての講演等も行っております。まずは下記までお問合わせ下さい。

〈お問合わせ〉KEK 広報室 普及グループ KEK キャラバン係
http://caravan.kek.jp/
TEL：029-879-6247 / FAX：029-879-6246
E-mail：caravan@ml.post.kek.jp