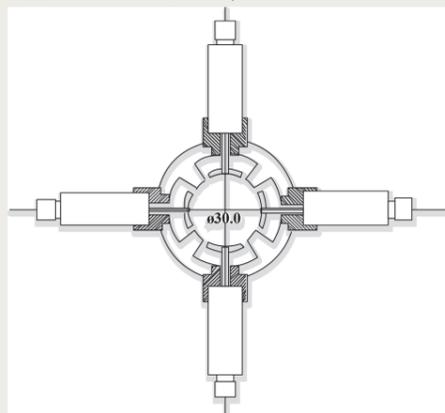




加速器図鑑

ビーム位置モニター (BPM)



BPMの断面図。ビームは中央を通る。

宇宙を舞台にしたSF映画などではビーム兵器がよく出てくる。自分の宇宙船からビームを射って敵の宇宙船を破壊するビーム兵器はSFファンでなくても何度かお目にかかったことがあると思う。しかしどうやって自分が射ったビームを相手に当てるのだろうか。SF映画ではビームは目に見えるように描かれているが、実際のビームは目に見えない。特に真空中では光のビーム（レーザー）ですら目には見えない。ビームが何処を飛んでいるか判らないと、相手に当てること出来ないのである？との疑問もわいてくる。

前置きが長くなってしまったが、ビームの位置を測る装置がビーム位置モニター (BPM) である。加速器のビームパイプにはこのBPMが適当な間隔で取り付けられていて、ビームの位置を知らせてくれる。ここでは電子の加速器によく使われる板状電極を用いたBPM (電極型BPM) の原理を簡単に説明する。図にあるようにこのBPMではビームパイプの内側の4ヶ所、上、下、左、右、に金属板 (電極) がついている。電子はマイナスの電気¹⁾を持っているので、電子ビームがBPMの中を通ると各電極にはプラスの電気が誘起²⁾される。電子ビームがちょうど中心を通れば各電極に誘起されるプラスの電気の量は同じになる。もし上にずれた所を通れば、上の電極には下の電極よりも多い電気が誘起される。この電気の量のアンバランスからビームの位置を知る事が出来る。こんな簡単な装置だが、数十マイクロメートル³⁾の精度で我々にビームの位置を教えてくれる。このBPMがあつてはじめてビームが飛んでいる位置が判り、加速器の運転が可能になる。なおILCでは電極型BPMよりいっそう高い精度、ナノメートル⁴⁾、でビーム位置が判る空洞型BPMも併用される。これについては機会を改めて紹介したい。

¹⁾ 正確には「電荷」。
²⁾ 電極に繋がっている回路の導線を伝って集まってくる。
³⁾ ミクロンはマイクロメートルの略称。1マイクロメートルは1メートルの100万分の1。
⁴⁾ 1ナノメートルは1メートルの10億分の1

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

10/16 ~ 1/15

11 67
 国/地域から 名

お知らせ

北九州でILCの展示開催中

福岡県北九州市のイノベーションギャラリーにて企画展『科学を支える日本の技術展』／『ノーベル賞を受賞した日本の科学者展』が開催されています。『科学を支える日本の技術展』では、ノーベル賞受賞に関わった先端科学施設や世界に誇る日本の研究施設などをパネルや映像で紹介しており、KEKからは、SuperKEKB加速器・Belle II測定器、国際リニアコライダー (ILC) の展示への協力を行っています。

会期：2012年1月14日(土)～3月11日(日) 9:00～19:00
 (土日祝は17:00まで) ※入館は閉館時間の30分前まで
 休館日：毎週月曜日 (月曜日が祝日の場合は翌日)
 場所：北九州イノベーションギャラリー
 JR小倉駅から鹿児島本線快速にて約10分、
 「スペースワールド駅」下車、徒歩5分
 入場料：無料

3月3日(土)には、連動イベントとして、講演会&実験教室が開催されます。

<お問い合わせ>

北九州イノベーションギャラリー 産業技術保存継承センター
<http://www.kigs.jp/>
 北九州市八幡東区2-2-11
 TEL:093-663-5411 / FAX:093-663-5422

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」を平成22年度より実施しております。現在までに、全国各地へ80件の派遣を実施しました。(平成24年1月31日現在)。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。平成24年度も実施いたしますので、ご興味のある方は、まずは下記までお問い合わせください。

<お問い合わせ> 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

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(?)が繰り返されています。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ください。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

ILC 通信

Vol.62
 2012年2月1日発行

国際リニアコライダー
 アイ・エル・シー通信

野田首相が出席 ～先端加速器科学技術推進シンポジウム～



野田佳彦 内閣総理大臣

2011年12月15日に、リニアコライダー国際研究建設推進議員連盟と先端加速器科学技術推進協議会(AAA)の共催による「第3回先端加速器科学技術推進シンポジウム」が、『国際リニアコライダーと先端加速器の応用』-日本の成長・発展を目指して-というテーマでホテルルポール麹町(東京都)で開催された。

シンポジウムには野田佳彦内閣総理大臣をはじめ、政界、産業界、官庁、大学関係者ら150名の出席があった。欧州合同原子核研究機関(CERN)の大型ハドロンコライダー(LHC)によるヒッグス粒子の探索の状況が大きく報道された直後ということもあり、参加者はリニアコライダーの意義、物理やそれを支える加速器が医療などで最先端の技術を支えている実情に関する講演を熱心に聞いていた。シンポジウムでは、AAAの西岡喬会長より主催者挨拶がされた後、来賓として議連の元共同幹事長でもある、野田総理大臣が挨拶され「3人の日本人のノーベル賞受賞につながり、我が国に希望と誇りをもたらした加速器は、幅広い利用により産業の発展や豊かな暮らしにも大切



西岡 喬 AAA会長



河村建夫 議員連盟会長代理
 与謝野馨 議員連盟最高顧問
 大島章宏 議員連盟顧問



高木義明 議員連盟顧問
 斉藤鉄夫 議員連盟副会長
 塩谷立 議員連盟幹事長代理

内誘致に関しては日本が熱意を示すことが必要(斉藤議員)、「いかにしっかりやるか、取り組み方が大事(塩谷議員)など、激励や助言があった。

文部科学省からは倉持隆雄研究振興局長が、「加速器科学の意義を国内外に発信することが重要」と、AAAの役割への期待を述べた。講演会では、議員連盟最高顧問・AAA最高顧問の与謝野衆議院議員が「国家戦略と国際リニアコライダー計画」について講演を行った。与謝野氏は「この科学分野は日本に行けばできる、という『世界のセンター』を作りたい」「科



倉持隆雄 文部科学省研究振興局長





山脇雅彦
三菱電機執行役員

学研究は日本人の心の問題であり、生活の仕方や真剣さ、全てに関わっている」と述べ、国家戦略としての取組みの重要性を強調した。

産業界からは、三菱電機株式会社執行役員山脇雅彦氏が「先端加速器の応用－粒子線治療装置－」と題して講演を行った。三菱電機は、TRISTAN や大型放射光施設 (SPRING-8)、RI ビームファクトリー、大強度陽子加速器施設 (J-PARC) といった、日本における主要な加速器の建設に携わっている。山脇氏はその実績と技術を活用して事業化した例として、粒子線によるガン治療装置をあげ、その技術から今後の展開の可能性まで解説した。

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/>)

1月26日号より ニオブシート供給能力を検証する



ニオブ板。画像提供：梅澤裕明氏（東京電解株式会社）

ILC で必要とされる超伝導加速空洞は1万6千本。つまり、それだけの空洞を製造するための材料が必要だ、ということになる。

1月18日、KEK でベースライン技術レビュー会議が開催されるのに先立ち、ILC 計画に関わる日本の企業数社が招かれて産業セッションが行われた。ここで超伝導空洞の材料である「ニオブ板」に関する発表をしたのが、東京電解株式会社の梅澤裕明氏である。

ILC の9セル空洞を製造するには、まずニオブを高温に熱して不純物を取り除き、その純度の高いニオブを約30センチ角の薄い板へ加工する。それらの板はお椀のような形に成形され、電子ビーム溶接されることで加速空洞へと姿を変えて行くのだ。

東京電解は、1968年にニオブ加工を開始した。加速器製造に本格的に関わるようになったのは、KEK のTRISTAN 加速器の超伝導加速空洞用のニオブ板を供給した1985年。その後もドイツ電子シンクロトロン研究所 (DESY) や、米国のオークリッジ国立研究所にニオブ製品を供給。そして現在建設が進む欧州の大型プロジェクト、欧州XFEL の超伝導加速空洞用のニオブ板の半量を受注。正確な納期が評価され、追加発注も受けている。

欧州XFEL の大型受注に対応するために、東京電解は設備投資を強化。新たに自動研磨装置と自動エッチング装置を導入した。東京電解は、これらの新しい装置と、7台の電子ビーム溶鉱炉を持っており、そのうちの2台が現在ニオブ用に使われている。「ILC 用には、一年で4000



鈴木厚人 KEK 機構長

最後に、鈴木厚人高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 機構長が「国際リニアコライダーの現状」と題して、講演を行った。昨年12月13日にヒッグス粒子の存在が期待される解析結果をCERN が発表したことをうけ、LHC の発見にもとづいて ILC でどのような研究が行われるか。宇宙のしくみを非常によく説明できる「標準理論」で唯一未発見であるヒッグス粒子は、「標準理論のパズルの最後のピース。しかし、それが見つかって素粒子理論が完成するということではなく、そこから新しい物理研究が始まる」と述べ、その探索ツールとしての ILC の有用性を強調した。

枚のニオブ板を製造できます」と梅澤氏は言う。これは ILC に必要とされるニオブ板の約10%にあたる量だ。しかし、必要であれば、製造量は3倍以上増加させることができる。7台のうち6台の溶鉱炉をニオブ用に使えば、計算上3倍にすることが可能となる。また、より生産能力を上げるため、現在溶鉱炉を改造中だという。

ただし、これには2つの前提条件がある。電力とニオブ原料の安定供給だ。相場の変動は大きく製品価格に影響するため、ILC 実現に向けては、ニオブ材料の調達が大きな課題となる。このように、定期的に会議を開催し、研究者と産業界が情報交換を密に行うことが ILC 実現に向けてさらに重要になっている。

1月12日号 ディレクターズ・コーナーより 基準設計報告書 (RDR) から技術設計報告書 (TDR) へ

2007年にILCの基準設計を完了以来、国際共同設計チーム (GDE) の活動には2つの主目的がある。1つ目は、ILC の実現可能性を証明するのに必要である R&D を完了させること、そして、2つ目は、コスト、性能、リスクの最適化に向け、ILC 設計を発展させることである。

ILC 基準設計は、国際リニアコライダー運営委員会が設定する物理学上の性能目標を達成できるリニアコライダーの概念を提示するものだ。次フェーズにおける私たちの仕事は、各国政府の承認と最終的な工学設計の基礎となる、技術設計報告書 (TDR) の作成だ。

多くの大型プロジェクトが、開始後の大幅なコスト増加に苦しめられてきた。ILC では同様の事態を避けるべく、2009年の後半に、性能を著しく損なうことなしに大幅なコストダウンを実現するために、ILC プロジェクトマネージャ (Marc Ross 氏、Nick Walker 氏、山本明氏) が基準設計報告書 (RDR) ベースライン設計への一連の変更提案を行った。ILC の設計を見直したところ、コスト増大が避けられない分野がみつき、その増加分をまかなうためにコストを減少させる分野を探ることが必要なのだ。

ILC 研究者グループは、提案された大幅な変更について検討してきた。そして現在、TDR のベースラインを定めるため、ベースライン技術レビュー会議を開催して検討を行っている。全4回のシリーズで行われるこの会議は、2011年7月に、ダンピングリングについて検討を行った。次いで、DESY で10月に開催され、電子源、陽電子源、バンチ・コンプレッサー、ビーム収束系、加速器測定器インターフェース等について話し合った。

DESY で行われたベースライン技術レビュー会議のハイライトとして、二段式バンチ・コンプレッサーの採用が挙げられる。実は、これはプロジェクトマネージャの提案に反する決定だ。検討の結果、二段式バンチ・コンプレッサーの採用が挙げられる。実は、これはプロジェクトマネージャの提案に反する決定だ。検討の結果、二段式バンチ・コンプレッサーの衝突点仕様パラメータは、単段式に比較すると大幅に柔軟性を持つことがわかった。この変更で削減できるコストは最大でも0.5%。二段式の大きな柔軟性を犠牲にしてまで進めるべきではないとの判断から、二段式が採用されることになったのである。

2012年前半に残り2回の会議が予定されている。現在、GDE はTDR 作成と、それに続く ILC 実現に向け、大きなステップを踏んでいるといえよう。

2011年12月15日号 ディレクターズ・コーナーより KEK の ATF、東日本大震災からの復旧へ

2011年12月で、東日本大震災から9ヶ月が過ぎた。KEK にある、先端加速器試験装置 (ATF) の復旧作業は最終段階にある。

日本は島国という地質学的特性を持っている。国土地理院によるGPS 測定によれば、KEK の敷地は約10センチメートル (cm) 沈み、東におよそ50cm ずれた。

地震が起きたとき、ATF は運転中だった。地震発生から手動でビームを停止するまでの間に、四極マグネットのビーム位置モニター (BPM)* から送られたデータによれば、地震の伝搬時間は46秒であったと推定される。震源から約320キロ離れた KEK での伝搬速度は、およそ秒速8キロメートルだった。

これだけ大きな地震であったが、ATF と ATF2 ビームラインの機械的損傷は致命的なものではなかった。比較的大きな被害を受けた電力ライン、冷却水システム等の施設は、5月末までに修理が行われた。

5月から8月のビーム試運転には、米 SLAC 国立加速器研究所 (SLAC)、ノートルダム大学 (米国)、ロンドン大学ロイヤル・ホロウェイ校とオックスフォード大学 (英国)、フランス線形加速器研究所と国立核物理素粒子物理研究所 (フランス)、慶北大学 (韓国) から17人の外国人研究者が参加し、6月3日には、ビームダンプまでの全てのビームラインを通してテストビームが送られた。

ATF と ATF2 の完全な回復のためには、精密なアライメント作業が必須であった。入射直線加速器 (長さ80m)、直線加速器からダンピング・リングまでのビーム輸送ライン、ダンピング・リング (周長138m)、ビームの取出し / ATF2 ビームライン (長さ98m) といった、全てのビームラインに沿ってアライメントが行われた。これらのビームラインの床は、それぞれ異なる期間に補強されている。そのため、地震の影響も異なっていたが、設計軌道に関してプラスマイナス0.1mm 以内という精密なアライメントが行われ、電磁石群が整列した。しかし、ビーム運転が日中に行われている10月も、精密アライメントは続けられた。

11月に加速器の本格立ち上げが始まった。ダンピング・リングと ATF2 ビームラインでは更なる精密アライメントが続けられるとともに、様々なシステムやビーム位置モニターの性能について検証が行われている。ATF2 が目標とするビームサイズは37ナノメートル。2012年3月末までに、この目標の達成が期待されている。

* 4面の「加速器図鑑」を参照ください。

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。

1月31日

KEK より

黒川真一名誉教授、中国科学院国際科技合作賞受賞



授賞式の様子。画像提供：中国科学院

1月18日、黒川真一 KEK 名誉教授が、「2011年度中国科学院国際科技合作賞」を受賞した。この賞は、中国科学院の国際科学技術連携において著しい貢献をした海外の優秀な専門家に対し、その功績をたたえ、また今後の更なる連携を奨励する目的で授与されるもの。

中国科学院は、中国科学院高能物理研究所 (IHEP) からの推薦と、中国科学院近代物理研究所、上海応用物理研究所、中国科学技術大学からの支持を受け、黒川氏が長期にわたって発揮した日中の学術および技術協力におけるリーダーシップを高く評価して、黒川氏に中国科学院国際科技合作賞を授与することを決定したものだ。

2011年12月13日

CERN プレスリリースより

ATLAS と CMS 実験がヒッグス粒子探索に関する現状を報告

2011年12月13日、CERN は、LHC の2つの実験グループ「ATLAS」と「CMS」のデータ解析結果から、質量の起源とされる標準理論の「ヒッグス粒子」が存在する可能性が高まったことについて発表した。もし存在するのであれば、ATLAS 実験グループによれば116-130ギガ電子ボルト (GeV) の範囲に、CMS は115-127 GeV の範囲にあるとした。また、125 GeV 付近にその「兆候」が見受けられたと発表した。今回のデータはまだ「発見」を宣言するほど確率が高いものではない、としたりうて、2012年後半にはヒッグス粒子の存在 (または非存在) について確証が得られるとしている。

トピックス

GDE ディレクターら、国内の建設候補地視察



報道関係者の取材を受けるバリー・バリッシュ氏。

1月19日、20日の2日間、KEK で「ILC GDE ベースライン技術レビュー」が開催された。会議に先立ち、GDE のディレクターであるバリー・バリッシュ氏、ILC 物理研究責任者の山田作衛氏ら、海外、国内の ILC の代表的研究者が国内の建設候補地である、九州北部の背振山地と岩手県の北上山地の2カ所を視察した。