

ILC NEWS

ILCとは？

国際リニアコライダー（International Linear Collider：ILC）は、地下約100メートルのトンネルに設置する将来型電子・陽電子衝突加速器です。世界最高エネルギーまで「電子」とその反粒子「陽電子」を正反対の方向からそれぞれ直線状に加速して正面衝突させ、そこから引き起こされる素粒子反応を研究します。

ILCの実験は、**究極の自然法則と宇宙の始まりの謎の解明**を目指します。世界の素粒子物理研究者は、次に建設すべき加速器は、ヒッグス粒子を大量に生成して測定を行う「**ヒッグス・ファクトリー**」であると合意しています。ILCは最も設計が成熟したヒッグス・ファクトリー加速器として世界から実現が期待されています。

ILC NEWS 創刊にあたって

加速器文明の時代

今、私たちは20世紀から21世紀にかけての科学技術真っ盛りの時代を生きています。この時代を可能にした発明のひとつが加速器です。1930年代に原子核を調べるために作られた手のひらサイズのサイクロトロンから始まった加速器は大きな進歩を遂げ、周長が山手線と同じくらいのもので作られています。これによって、1センチの10億分の1のさらに10億分の1くらいの素粒子の世界を支配する法則が良くわかるようになりました。このことは同時に、宇宙の誕生のごく初期に何が起こったのか自信をもって説明できるようになったことを意味します。また、加速器からの光を使って実際に目に見える物質がどのような構造をしているかわかるようになり、さらに生命体にあるような非常に複雑な分子がなぜ多様な機能を持つかなどということも明らかになってきました。加速器のもたらす恩恵は科学だけにとどまりません。工業的利用や医療への応用もどんどん広がりを見せ、社会にも現実的な貢献ができるようになってきました。



高エネルギー加速器研究機構
機構長 山内 正則

これら加速器がもたらした成果を数百年後の子孫が振り返ったとすれば、20世紀から21世紀にかけては、加速器の進歩によって人類の自然理解が急速に深まり、その応用によって人類に恩恵をもたらした、いわば加速器文明の時代だったということになると思います。

加速器文明のその先へ

この文明のけん引役を果たしてきたのが素粒子などの科学研究に使われてきた最先端の高エネルギー加速器です。このような加速器は今、絶頂期にありますが、次の高エネルギー加速器計画はさらに巨大化が避けられないために大規模な国際協力によるグローバルプロジェクトとして進めなければ実現は困難だろうと思います。このためにできるだけ技術的課題が少なく、比較的低コストかつなるべく環境負荷が小さい計画を立ててその実現に向け国内外の幅広い支持や協力を求めることが必要で、これが国際リニアコライダー（ILC）計画です。

ILC計画の実現は人類の自然理解を大きく進めることはもちろんですが、ここから始まる新たな段階の加速器文明によって我々の想像を超えた成果がもたらされるに違いありません。80年前にサイクロトロンを発明したローレンス博士は、加速器文明がここまで到達するとはおそらく想像していなかったと思います。これからの加速器文明第二期についてもいったい何がおこるのか全貌を予言するのは困難ですが、大きな夢を抱きつつ、人類の自然理解を着実に前進させるためにILC計画の実現を目指したいと思います。皆様のさらなるご支援をお願い申し上げます。

ILCの物理学

ヒッグス粒子①

ILCの研究で最も重要なテーマのひとつが「**ヒッグス粒子**」。2012年に欧州合同原子核研究機関（CERN）のLHC加速器の実験で見つかった素粒子です。半世紀以上に前に英国の**ピーター・ヒッグス博士**らがその存在を予言した粒子で、その発見により標準理論が完成しました。科学的な重要性から、**発見の翌年2013年にヒッグス博士らはノーベル物理学賞を受賞**しています。

ビッグバン直後の熱い宇宙では、全ての素粒子は光速で運動していました。宇宙が膨張し、温度が1000兆度に下がったとき「相転移」という現象が起き、宇宙の状態が大きく変わりました。ヒッグス粒子は他の素粒子にまわりつく性質を持つようになり、ヒッグス場を通る素粒子は運動しにくくなりました。これが「**質量**」のはじまりです。この仕組みのおかげで、宇宙では原子や分子が構成され、星や銀河が生成し、人類が存在しているのです。**宇宙誕生の謎を解明**するために、ヒッグス粒子の研究は大きな意味を持つのです。



CERNのセレモニーでのヒッグス博士（右）
同時にノーベル賞を受賞したアングレール博士と
©CERN



ILCの超伝導RF加速空洞
イラスト：Rey. Hori

ILCは最先端技術を駆使した多くの要素から構成されます。その心臓部となるのが「**超伝導RF加速空洞**」です。レアメタルであるニオブで作られており、マイナス270度Cくらいまで冷却すると超伝導状態になり電気抵抗がゼロになります。そのため、電力損失や加熱が起らず、エネルギーを無駄にせずに効率よく加速できるのです。

9つの楕円状のセルが連なる蛇腹のような形状の加速空洞の中に、マイクロ波を送り込んで電場をつくります。ここにタイミングを合わせて電子や陽電子を入射すると、サーファーが波に乗るように電場の中を通過し、**セルを通過するごとにどんどん加速**されるのです。ILC実験では電子や陽電子は、**光速の99.99999999%まで加速**されます。

加速器図鑑

①超伝導加速空洞

ILCの
ポテンシャル
医療応用

現代において、加速器は素粒子の研究のみならず様々な用途に使われています。**最も多いのは医療用の加速器**です。加速器は適切な技術を用いることで任意のエネルギーの粒子を作り出すことができる優れた装置です。この粒子を用いることで、透視がん治療PET（陽電子放出断層撮影）や標的療法などのための同位体生成などが可能なため、多くの医療現場で利用されています。2019年の日本アイソトープ協会の統計によると、**日本国内にある加速器は1,747台、そのうち75%にあたる1,310台が医療用**なのです。

ILCの超伝導技術を医療用加速器に応用すると、**装置の大幅な小型化が可能**になると考えられています。小型化した装置を車に搭載すれば、近くに大きな病院が無くとも検査や治療を受けられるようになると期待されています。



陽子線がん治療装置
© Romina.cialdella