

THE INTERNATIONAL LINEAR COLLIDER

GATEWAY TO TECHNOLOGY



Photo: Fermilab

1 の粒子ビームは、1 台 の超伝導空洞によって加速される。この空洞技術はさらなる技術革新を生むかもしれない。

人類は、私たちを取り囲む全てのもの-森羅万象-の成り立ちを理解しようと歩んできました。そして、その究明のために数々の科学の道具が生まれました。それらの道具は社会の姿を大きく変え、今や世界経済の礎ともなっています。

自然界の真理の探求とは全く関係が無いように思える、多くの革新的技術。それらの元をたどると、実は、素粒子物理の研究が基礎になっているものが多いことに気がきます。例えば、医療分野での診断、治療技術や、ワールドワイドウェブ。これらの技術革新は、私たちの生活やビジネスのありかたを根本的に変えてきたことは、歴史の示す通りです。

素粒子物理の研究推進には、超高度な技術が要請されます。これまで、様々な技術革新が、それらの要請に応えるために産み出されてきました。次世代の技術革新を呼ぶ道具。それが「国際リニアコライダー(ILC)」です。

ILCは、全長3 キロメートルに及ぶ衝突型直線加速器。最先端技術を駆使し、電子とその反粒子である陽電子をほぼ光速まで加速。毎秒1,0 回もの割合で衝突させます。この時のエネルギーは5 億電子ボルト。宇宙誕生直後の姿を再現します。ILCは、これまでの宇宙像を変革してしまう底力を秘めているのです。

基礎科学の研究それ自体は、コンピュータの高速化や半導体の小型化、医療機器の改良などを目指して行われているわけではありません。自然界の基本構成要素である「素粒子」の研究が、将来どのような結果を生むのか、どんな有益な発明となり得るのか、正確には推し量ることはできません。しかし、これまで達成されてきた成果からみると、大きな技術的な進歩があると考えて、まちがいないといえましょう。

医療応用



人頭部のCTスキャン

がんの早期診断の強力なツールとして、現在注目が集まっているのが「陽電子放出断層撮影機 (PET)」。

PETは、反粒子の研究から生まれたもので、臓器内における化学反応の視覚化を実現しました。また、「陽子線療法」は、精密に制御された陽子線を、ガン等の腫瘍部位にあてる放射線治療法。これまで治療の困難だった部位の治療でも、高い効果を上げています。

現在、このような診断、治療には、大型で高価な機器が必要ですが、ILCの「超伝導高周波加速技術」を応用すると、装置の大幅な小型化や消費電力の削減が可能になります。また、加速器のフィードバック技術を使えば、患者の呼吸に放射線照射を同期させて集中照射し、周辺の正常組織には影響を与えずに治療ができます。さらに、超伝導加速技術を使って発生させる次世代X線は、生体内反応やタンパク質構造の解明等に役立ち、新薬の開発にも期待がかかります。

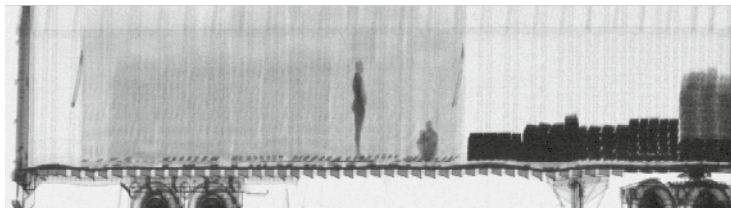
ILCから生まれる さまざまな技術

超高性能の加速器、国際リニアコライダー (ILC) には、数多くの、高度な先端技術が必要とされます。

素粒子を高エネルギーに加速するために使われる、超伝導高周波加速空洞の技術。加速された粒子の衝突反応を記録する、最先端の測定器技術。ビームをナノメートルサイズまで絞り込み、やはりナノメートルの精度で制御する技術—ILCのプロジェクト全てが、挑戦的技術の集合体なのです。

これらの先端技術を実現し、さらに精度を上げていくために、世界中の研究者たちがR&Dに取り組んでいます。同時に、産業界では、これら超ハイテク機器の大量生産の準備が進んでいます。ILCから生まれる技術が、私たちの暮らしに活かされる日は、遠くありません。

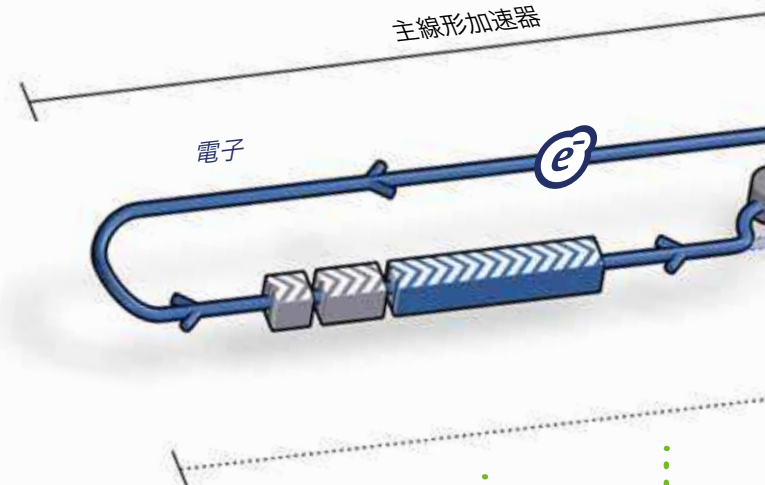
未来の「道具」を創る



加速器技術を応用した、貨物コンテナの検査画像。

り、産業プロセスの大幅な改善や、ナノテクノロジー製品の品質向上に弾みをつけることでしょう。

また、電子ビームリソグラフィーは、コンピュータの小型・軽量化に、加速空洞の研磨技術は、金属工業におけるコスト削減や、より深い素材特性の理解に役立ちます。大量生産される超伝導空洞やその周辺機器の製造に必要とされる高度な専門技術が、超伝導技術全般に応用されることもあるでしょう。ILCの電子源技術は、電子顕微鏡の性能を向上させ、磁気ディスク産業を革新することも期待されています。さらに、測定器の技術を貨物コンテナの検査に応用すれば、内容物の精査が容易になります。素粒子物理の研究成果が、税関で活かされる日も、もうすぐかもしれません。



科学プロジェクトへの挑戦は、産業プロセスの効率化や、新技術の開発、それに伴う経済の活性化につながります。

ILCでは、微小な粒子ビームを確実にモニタリングし、的確な修正を迅速に行う必要があります。このために開発される機材は、高度な電子集積回路の製造設計に役立つと考えられてお

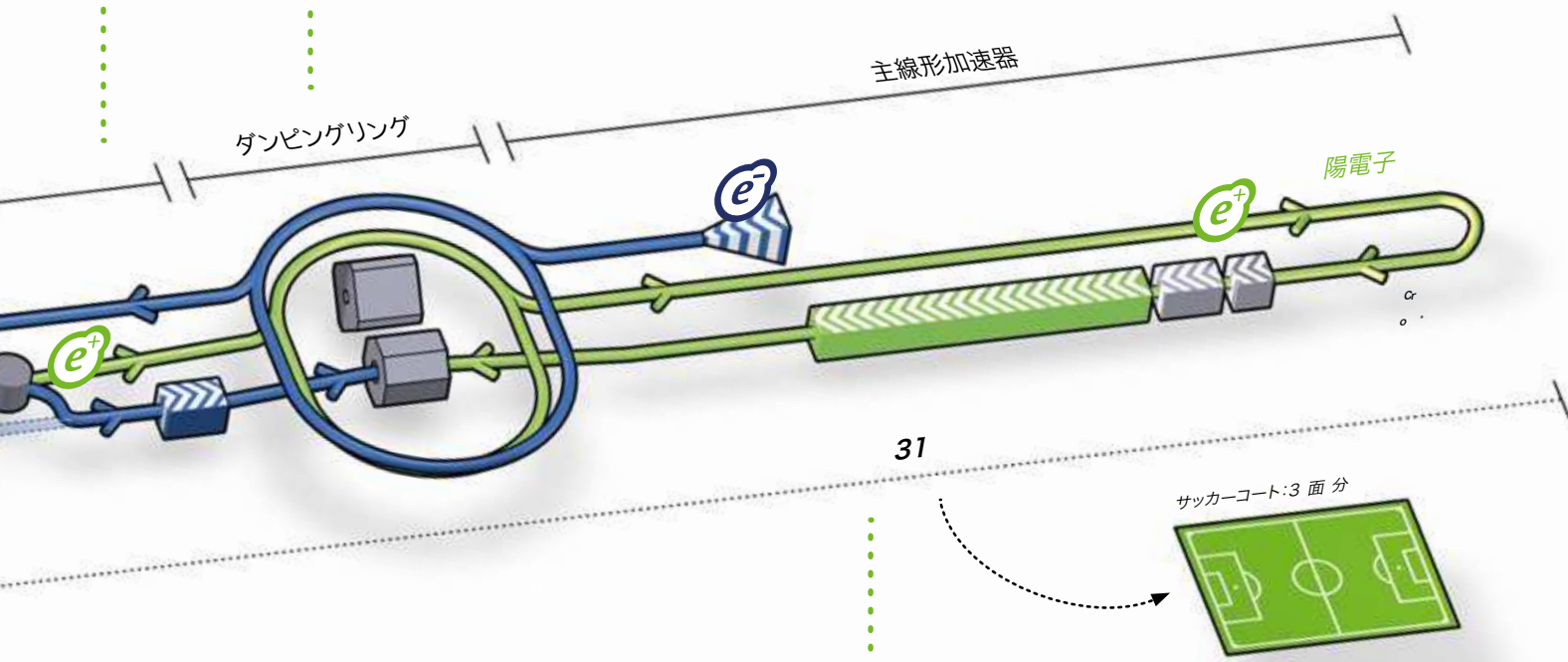
コンピュータ技術



加速器実験の計算機センター

ILCや、現在稼働中の世界最大の加速器、大型ハドロン・コライダー (LHC) に必要なデータ転送速度は、全世界の通信量に匹敵するほど膨大です。このニーズに対応するために、最先端のコンピュータ技術や通信技術、素粒子物理学者が開発したグリッド・コンピューティング・ソフトウェアが重要な役割を果たしています。

これらのコンピュータ技術もまた、他分野で活躍しています。欧州の研究所で開発された「MammoGridデータベース」には、約3万件の乳房X線撮影像 (マンモグラム) データが保存されており、医院や医師がそれらの情報を共有。患者の有効な治療に役立てられています。



他分野で活かされる I C の技術

加速器から生まれる「放射光」はこれまで、様々な科学分野で応用されてきました。例えば、米国の放射光施設ALSでは、鳥インフルエンザのウイルス構造や、ヒト受容体の特性を解明しました。これら放射光の分野にも、ILCの技術が活かされています。

ハイパワーで指向性の強い第4世代の放射光「自由電子レーザー (FEL)」は、リニアコライダーの研究から派生した技術。現在、米国や日本、ドイツで建設が進んでいます。エネルギー回収リニアック (ERL) は、核物理学や物質科学、化学、構造生物学、環境科学など、幅広い分野で大いに応用が期待されている次世代放射光源。ILCの超伝導技術は、ERLの小型化と大幅なコスト削減に役立ちます。

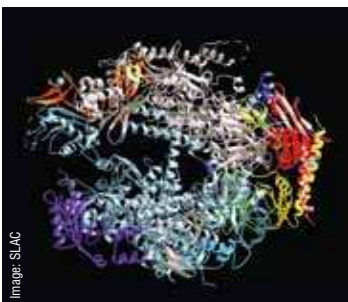
さらにILCの技術は、陽子や原子核の加速にも応用できます。陽子加速器から生成される核破砕中性子源は、生物学分野の研究などにも幅広く貢献しています。また、物質科学分野に応用することにより、医療用インプラント製品の開発、金属の腐食防止、飛行機の軽量化など、さまざまな場面での活躍が期待されています。

環境

超伝導技術を使って生成する、強度のガンマ線や中性子ビーム。ガンマ線は核廃棄物の特性分析に使うことが可能です。また、中性子ビームを核廃棄物に照射すると、不安定な原子核を安定な原子核に変えることができると考えられており、アジアの共同研究チームによる研究開発が進められています。

高周波電力システムは、環境災害の遠隔化学分析に、ビーム制御の高精度モニタリング技術は、地震予測システムに活用できます。

ILCの技術は環境分野での活躍も期待されているのです。



シンクロトロン加速器での線散乱によるタンパク質構造のイメージング



世界中から、学生、教授、研究者やエンジニアが参加。I はグローバルプロジェクトです

人材と スキル

40年間の歴史を経て、素粒子物理実験は国際色豊かなプロジェクトへと変貌してきました。世界各地から研究者が集まって共同研究を行うことで、専門技術やデータを共有する密接な協力体制と相互の信頼関係が育まれてきました。このような経験を持つことで、研究者たちは、自国でリーダーシップを発揮できる能力を身に付けるでしょう。

また、共同研究に参加することで、高いスキルを身につけた科学者やエンジニアは、医療現場や産業界など、科学以外の分野にも活躍の場を広げ、アイデアや才能を発揮して、様々な課題の解決に貢献しています。このような「人材の技術移転」もまた、社会全般に多大な影響を与えるといえます。

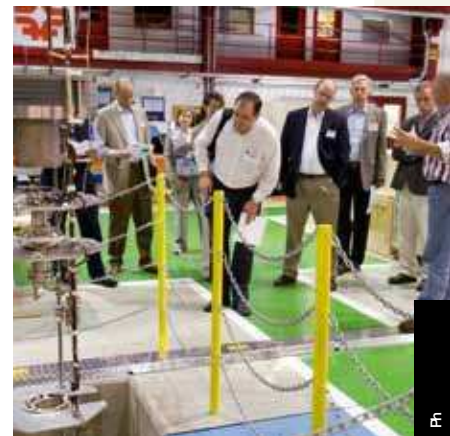
詳細はI ホームページ:
<http://www.linearcollider.org>

世界のI 産業 フォーラム:
<http://www.eifast.eu>
<http://www.lcfoa.org>
<http://aaa-sentan.org>

本パンフレットは大型コライダー
財政担当者会合（FAL）による
「Technology Benefits」報告書に基づ
いて制作しています報告書本文
は、下記 URLからご覧頂けます
[http://www.linearcollider.org/
TechnologyBenefits](http://www.linearcollider.org/TechnologyBenefits)

素粒子物理は常に若者たちの興味を惹きつけ、科学技術分野に将来の道を見つける動機となってきました。難しい課題に挑戦し、解決できる創造性と忍耐力を兼ね備えた、将来有望な人材たちが、今、新しい加速器技術や測定器プロトタイプを開発しています。ILCは、社会が必要とする次世代の科学者・エンジニアの育成の場となっているのです。

さらに、ILCに必要とされる高度な、そしてやりがいのある課題に対応すべく、北米、アジア、欧州の各地で、産業界での様々な取り組みも進められています。

I 産業 フォーラムのメンバーによる
加速器試験施設の見学

L