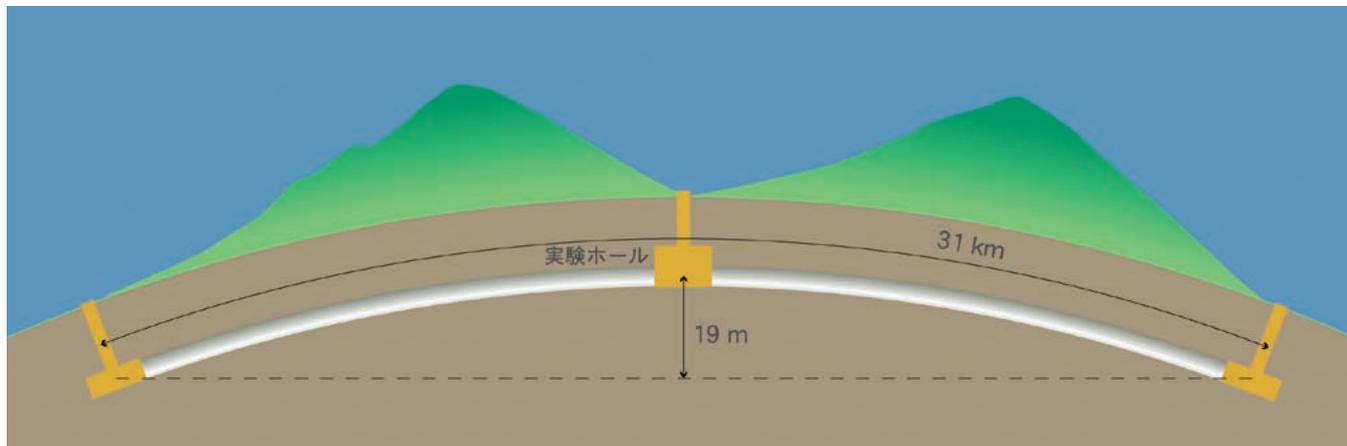




地球の丸みとトンネル



地下鉄や送電線、上下水道、共同溝など、多くの都市の地下は、人々の移動や、エネルギー・水など私たちのライフラインの輸送のためのインフラがはりめぐらされています。いま、「大深度地下」と呼ばれる地下40m以下の空間は、将来開発の場として注目されており、地底音楽祭を行って話題となった日比谷共同溝や、小柴昌俊東京大学特別栄誉教授のノーベル賞受賞で有名になった岐阜県神岡町のニュートリノ研究施設カミオカンデ、そして大規模地下発電所など、まるでSF小説のようにも思える地下施設が、次々に建設されています。

国際リニアコライダー (ILC) も、地下に建設することが計画されている研究施設です。リニア (=直線)、コライダー (=衝突型粒子加速器)、という名の通り、ILCは全長31 kmの直線の加速器で、地下深くに掘られる、直径約4 mのトンネルの中に設置されます。そして、加速器用のトンネルに加えて、加速器にエネルギーを供給するための装置など、様々な機器が収められるトンネルが10mほどはなれて並走します。さらに、この二本のトンネルは数十m毎に小さい連結坑で結ばれ、ILC中央部には、測定器を収容する幅35m、高さ40m、長さ120mほどの巨大空洞が作られます。また、約5 km毎には、地上とトンネルを結び人や物資を地上から輸送するアクセス坑が作られます。あちらこちらにトンネルがはりめぐらされて、まるで、巨大なアリの巣のようです。

加速器とは、粒子を加速してエネルギーを与える機械ですが、大きく分けて、直線加速器と円形加速器の2種類があります。円形加速器は、ビームが円軌道を何周もすることによって加速し、粒子にエネルギーを与えますが、ビームを磁場で曲げるときに光を逃がしてしまい、粒子のエネルギーを失ってしまいます。そこで、ILCでは、その名の

通り、直線状にして、高いエネルギーの実現を目指すのです。ですから、加速管を設置するトンネルも、「まっすぐ」に掘り進めることになります。しかし、この「まっすぐ」ですが、私たちの住む丸い地球では、ちょっとやっかいなことになるのです。

31 kmの長さを端から端まで見渡せるように「まっすぐ」掘り進めたとしましょう。地球は丸いので、トンネルの両端と中央部の標高差は、約19mになります。つまり、このトンネルは、中央部分が一番低くなっているわけです。このトンネルの端から水を流すと、水は中央に向かって流れていきます。ILCでは、電子・陽電子のビームを加速するために、超伝導加速技術を使います。ILCで使うニオブという金属でつくった加速空洞を、マイナス273度という極低温まで冷やして超伝導状態にするためには、液体ヘリウムを使います。液体ヘリウムが中央の方向に向けて流れて行ってしまうと、ヘリウムに偏りが起きてしまい、加速器がうまく働きません。そこで、トンネルは、地球の弧に沿って掘ることになるのです (イラスト参照)。

このように、ILCを実現させるために必要となる条件のひとつが、高度なトンネル掘削技術です。日本は、火山と断層が多い日本の山や、高度な技術を要する海底トンネルを掘ってきた経験で培われた、世界に誇る技術力を持っています。ILC実現に必要な掘削技術、そして地質調査については、また別の機会にご紹介しましょう。

※「超伝導」: 特定の物質が、ある一定の温度以下になると、電気抵抗がゼロになる、物体内部から磁場が排除される、などの現象が起きること

KEKの国際貢献

KEKには、毎月世界各地から学生や研究者が訪れ、ILCの為に共同研究を行っています。

今月の滞在者			
0	4	0	8
国 / 地域から			名

最近の話題

■次世代の研究者を育成する

どんな学問分野でも新しい着想や粘り強い実験を押し進める原動力は若い世代の研究者の意欲からもたらされます。夏休みの間、高エネルギー分野の学生を対象としたサマースクールが日本各地で開催されました。その一部を紹介します。

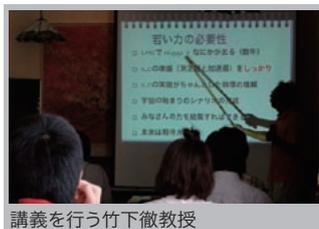
第1回 大学生のための素粒子原子核サマースクール「サマーチャレンジ」(8/21-29、KEK)

「この夏、研究者になろう!」というテーマのもと、開催されたサマーチャレンジは、施設ツアー、講義、演習、そして最先端の研究を紹介するセミナー、というプログラムで構成されています。ILCセミナーの講師をつとめた山下了准教授(東京大学)は、『宇宙が膨張する時にヒッグス場の密度は変わらないのか?』などの質問を受け、「学生の素朴な質問は、実は本質をついた質問であったりして、びっくりしました」と述べました。9日間のスクールを終えた学生は「知識を演習で生かすことができ勉強になりました」、「講義の内容の全てを理解することはできませんでしたが、様々な分野を知るよい機会でした」と、それぞれに成果を得たようです。運営委員長の齊藤直人氏(KEK)は、「サマーチャレンジがきっかけとなって、宇宙、素粒子、原子核といった分野に興味を持ってもらえればと思います」と締め括りました。



大学3年生を対象としたサマースクール、サマーチャレンジには、北海道から宮崎まで、160名の応募があり、選考の末、100名の学生の参加を受け入れた。

原子核三者若手夏の学校 (8/20-24、長野)



講義を行う竹下徹教授

「素粒子」「原子核」「高エネルギー」の3つの分野の大学院生が1年に1度集まる「原子核三者若手夏の学校」。今回で53回目を数える伝統のある勉強会で、

大学院生自身が運営することが大きな特徴です。今年は、信州大学の竹下徹教授が「ILCで宇宙開闢に迫る」という講義を行いました。講義のテーマは、前年の参加者のアンケート結果から決定します。今年の事務局を担当した山崎秀樹氏(筑波大学修士課程2年)によれば、昨年のアンケートでは、ILCに興味があるという回答が多かったそうです。「次世代の新しいマシンへの学生たちの注目を表しているのだと思います」(山崎氏)。普段あまり知る事の無い他大学の研究所の研究内容を知ることが夏の学校の目的の一つですが、それだけではありません。「研究に対する

情熱やプライドを伝え合うことは、とても刺激になります」(山崎氏)。「学生が運営を任されることは、将来、共同研究の取りまとめをするための良い練習になりますね」(竹下氏)。夏の学校卒業生のILCでの活躍を期待しましょう。

大学の研究室より

広島大学

■先生も学生も同じ『一研究者』

「学生とのミーティングやセミナーで、私は教える立場の『一教員』ではなく、『一研究者』の立場で発言しています。あまり経験のないメンバーは厳しく感じることもあるでしょう。メンバーには、研究も勉強も自分が主体となって進めていくという姿勢で臨んで欲しいと思います。物理も実験技術も私が彼らに教えてもらうようになるのを待っています」

高橋徹准教授は、メンバーの自主性を尊重しています。「研究は学生が自主的に行うものだと思っています。現場ではスタッフの出番はあまりないのがよい、と考えています」学生が『自由に居心地がよい』と口を揃えるのが、研究室の日常の風景です。しかし、毎週のミーティングやセミナーの時間になると、その空気は一変します。毎回発表があり、質疑応答が活発に行われ、厳しい空気が流れます。「発表の準備は大変ですが、どんな場でも聞いている人に理解し、納得してもらえる発表ができるように頑張っています」と三好修平氏(修士課程2年)は述べます。

研究室では、結晶シリコンによるビーム制御、X線を使ったコンクリートの非破壊検査、生体からの光検出の研究を行っています。その他、ILCの偏極陽電子の研究をKEKと共同で行っています。「研究室では高エネルギー物理学を研究の中心にとらえているものの、幅広い分野で研究を進めています」(飯沼昌隆助教)。また、研究室には学生が自由に動かせる電子加速器があります。赤木智哉氏(4年)は、「大学生が実際に加速器の実験に参加し、自分たちで思うように動かすことができるのは貴重です」とその利点を述べています。



KEKの先端加速器試験装置(ATF)で実験を行う研究室のメンバー。

カレンダー

イベント名	期間	場所
ILC陽電子開発グループ会議	9/17-19	アルゴン国立研究所(米国)
ILC衝突領域工学設計ワークショップ	9/17-21	スタンフォード線形加速器センター(米国)
第2回ILCスクール	10/1-10	エリーチェ(イタリア)
ILC GDE 全体会議	10/22-26	フェルミ国立加速器研究所(米国)
ILC 測定器研究会	12/4-6	KEK(つくば)
国際研究会: ILCとレーザー電子相互作用	12/12-14	広島大学(広島)
第5回ATF2プロジェクト会議	12/19-21	KEK(つくば)
ILC GDE 全体会議	'08 3/3-6	仙台(宮城)
ACFA リニアコライダーワークショップ	'08 3/3-7	仙台(宮城)