



経済団体の現地視察で説明をする勝部市長



国際リニアコライダー（ILC）計画を取り巻く最近の国内外の情勢や、勝部市長が考えるILC計画に関連するまちづくりについてお知らせします。

昨年12月、東京でILCの技術設計書が発表され、技術的にILCの建設が可能となりました。この発表を契機に、世界の研究者の間では、日本へのILC建設に対する

る期待が高まっています。また、1月に開催された「欧州戦略会議」では、「日本の研究者がILCを日本に誘致しようとする活動を歓迎し、日本からの提案を心待ちにしている」とその方針が公表されています。

政府としては、まだ正式に候補地として名乗りを挙げていませんが、下村文部科学大臣は記者会見で、「関係国と協力しながら、ぜひ日本国内に誘致したい。今年の前半に政府として、関係諸国に働きかけたい」と発言し、副大臣を座長とする省内の勉強会を設置する考えを示しました。

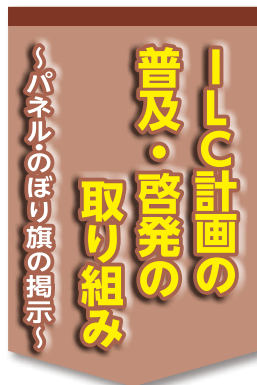
国内候補地は現在、北上高地と九州の脊振山地の2カ所であり、今年の夏ごろまでに候補地が一本化される予定です。

勝部市長は、市議会3月定例会、本会議冒頭の施政方針演説の中で、「このプロジェクトを東日本大震災からの復興のシンボルとの位置付けに加え、国土の均衡ある発展という観点から、東北の地にこそ実現させるべきと考えており、東北が世界に向けて飛躍する絶好のチャンスと捉えています。

ILC計画に関連してのまちづくりについては、①「世

界と日本の多様な文化が出会うまち」、②「人類の夢が実現する科学のまち」、③「世界が集い世界に羽ばたくまち」を目指します。

市民の皆さんには、ILCに対する正しい理解と国際都市として世界に開かれた地域になっていくことについて理解を深めていただくとともに、この国際プロジェクトへの支持・応援をお願いします」と述べました。



市では、ILC計画について理解を深め、東北誘致に向けた機運を醸成するため、ILCのパネルやのぼり旗を作製し、産業まつりや新年賀詞交換会など市が主催するイベントで掲示しています。

1月13日に一関市総合体育館「ユードーム」で開かれた「平成25年一関市成人式」の会場にも掲示し、新成人の皆さんにILC計画をPRしました。



新年賀詞交換会で掲示したパネルとのぼり旗

成人式に出席した菊池弘樹さん（20・市内滝沢）は「ILCは、県庁のホームページで見、知っている。東北は産業振興などの発展が遅れている。ILCにより、今までにないまちができ、新たな雇用も創出される。早く実現して欲しい」とILC計画の東北実現に大きな期待を寄せていました。

## Contents

- ◆ ILCの最近の情勢
- ◆ 普及・啓発の取り組み
- ◆ 第3回、第4回ILCセミナー
- ◆ 地域への講師の派遣について
- ◆ ILCセミナー参加者募集

## 第3回・第4回 ILCセミナー

「新たなビジネスチャンスを探る」

第3回（11月5日）及び第4回（12月4日）ILCセミナー  
（会場：ホテルサンルート一関）の内容を紹介いたします。

### 第3回セミナー

11月5日、「超伝導技術の歴史と応用」をテーマに高エネルギー加速器研究機構（KEK）の吉岡正和名誉教授及び土屋清澄名誉教授を講師に迎え、第3回ILCセミナーが開催されました。



第3回ILCセミナーの様子

超伝導の特徴は大きく二つある。①電気抵抗がゼロのため、大電流が流れること。②マイスナー効果と呼ばれるもので、磁場が超伝導体の中から排除される。このため、超伝導体を磁石の上に置くと空中に浮く。

超伝導になる物質は、ニオブチタンやニオブ3スズ、二硼化マグネシウムなどがある。ま

#### 超伝導とは

セミナーでは、まず始めに吉岡先生から、ILCに関する最近の世界情勢やILC建設に係る技術の確立状況などについて紹介され、その後、土屋先生から、超伝導の特性、超伝導磁石の技術の歴史、超伝導機器の応用などについて講話が行われました。

講話の概要は以下のとおりです。

た、各物質が超伝導になるためにはいくつかの条件がある。まず一つ目は、「臨界温度」。各材料を決まった温度以下に冷やさなければならぬ。

ニオブチタンは、摂氏マイナス263.5℃以下に冷やさなければ超伝導にならない。高温超伝導体と呼ばれるものもあるが、それであっても摂氏マイナス163℃以下に冷やさなければならぬ。

もう一つは「臨界磁場」。超伝導体に非常に強い磁場をかけると超伝導ではなくなる。この二つの値は各材料で決まっている。

それに対して、超伝導体に流せる限界電流値、「臨界電流」は、材料の冷間加工や熱処理などによって変えることができ、この条件を利用し、大電流を流すことができる。

ニオブチタンが超伝導材料として使われるのは、冷間加工の容易性、熱処理技術が進歩しているためである。

#### 超伝導の歴史及び応用

超伝導現象は、1900年初頭に発見され、その後、1960年代に新しい素材が発見されてから、その応用が急速に進んだ。

日本における超伝導機器の本格的な実用は、1980年代に入ってからで、KEKでTRISTAN加速器の超伝導機器を作ったのが最初である。1980年代に世界で作られた超伝導機器は必ずしも成功していなかったが、当時、KEKで作った超伝導機器は全て一回で成功し、日本の技術は世界から高く評価された。

超伝導磁石のシステムは特殊なメカニズムが多く、電気や超伝導材料の知識・技術はもろろんのこと、磁石を低温に保つための伝熱工学、低温技術、真空技術、さらに、液体ヘリウムを作るためのヘリウム液化機の知識や電気絶縁技術など色んな分野の知識、技術が必要とされる。

超伝導磁石の応用機器には、①大学の研究室などの物性研究用・高磁場施設用、②電力エネルギー用。その代表的なもの

が将来的に原子炉に替わる可能性がある核融合炉である。③エネルギー貯蔵用。この小型版が瞬停対策用として使われている。雷などによる電力や電圧の変動を防ぎ、瞬時の電圧抵抗を保証するというものである。④高エネルギー物理、加速器分野での利用。⑤医療用。最も知られているのがMRIである。その他に、磁気浮上列車（リニアモーターカー）での利用・開発が進められている。

#### 加速器での利用

ヨーロッパのCERNにあるLHCという加速器で使われている超伝導磁石は、メインの二極磁石が約1,200台、ビームを収束させる四極磁石が約400台、その他の補正用の磁石が4,000台超である。

超伝導磁石に使われる超伝導ケーブルは非常に細い線を何本もより合わせてつくる。黒いひげの部分がニオブチタンで、超伝導体である。その太さは10ミクロン以下であり、髪の毛1本が60ミクロンなので、その6分の1以下の太さである。このケーブルを作る技術が非常に重要であり、日本のメーカーはこういうもの



上：四極マグネット 下：超伝導ケーブル



を作るための十分な技術を持つている。また、このケーブルを使った超伝導コイルの製作には、ミクロン単位の設計が求められ、特殊な製造方法で作られる。

超伝導磁石は、加速器のほか、ビーム同士の衝突の様子を観測する測定器にも使われている。測定器は、加速器ほど高い磁場を必要としないことなどから、測定器用の超伝導磁石は、大きさや線材など加速器に使うものと大きく異なる。

ILCでは超伝導空洞が9個入った約12mのクライオモジュールが1,680台程必要となる。そのうち、約3分の1のクライオモジュールに四極磁石が入ることから、非常に多くの超伝導磁石が必要となる。そのため、安価で小電力の磁石が求められている。

### 会場からの質問

**Q** 電力エネルギーとしての核融合炉の実現の可能性は。

**A** 核融合の研究はまだこれからであり、ただちに原子力に替わることはない。

**Q** 超伝導機器などに関する溶接技術に、どのように取り組んでいったらよいか。

**A** 金属の接合は、加速器

にとつて非常に重要であり、溶接技術の信頼性を上げることが大切である。そのためには、誰でも確実に溶接できる自動溶接機の開発が望まれる。一方、現場溶接も多く、異種金属やセラミックスとの接合など、材料は多種多様であることから、機械ではできない職人の腕も重要である。

## 第4回セミナー

12月4日、「ILC衝突点における測定器の構成、原理、要素技術」をテーマにKEKの吉岡正和名誉教授及び東北大学の石川明正助教を講師に迎え、第4回ILCセミナーが開催されました。

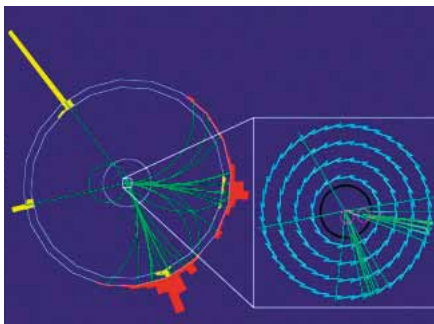
セミナーでは、まず始めに吉岡先生から、ILCに関する技術設計書の作成状況や今後のILC計画に関する国際組織の再編などについて紹介され、その後、石川先生から、素粒子実験における測定器の概要、LHC及びILCの測定器、大規模計算機などについて講話が行われました。

石川先生の講話の概要は以

下のとおりです。

### 素粒子実験における測定器の概要

素粒子実験では、測定器で放射線のエネルギー、方向、崩壊点、種類などを測定し、これらの情報から粒子の質量などを計算する。測定器は素粒子の衝突結果をアナログ信号として観測し、その信号は電気回路によってデジタル化され、ハードディスクや磁器テープに保存される。保存されたデータは大規模計算機で、新たに発生した粒子のエネルギーや種類などのデータに変換される。また、大規模計算機では衝突による粒子の反応をシミュレーションし、実験で得られたデータと比較し、検証する。



ILCにおける衝突反応のシミュレーション

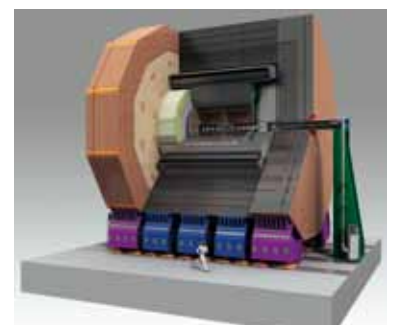
CERNにあるCMSという測定器は半径約7mの巨大な測定器で、内側から、①荷電粒子のエネルギーを測定する飛跡測定器、②光子のエネルギーを測定する電磁カロリメーター、③中性ハドロンエネルギーを測定するハドロンカロリメーター、④超伝導磁石があり、⑤一番外側にミューオン測定器がある。

素粒子には色々な種類があり、衝突により多くの素粒子が生まれる。それをいかに全部捉えるかという観点で測定器は作られており、巨大なデジカメと言える。測定器は、バウムクーヘンのようにたくさんの種類の検出器を組み合わせて、作られている。

このような測定器も加速器と同様に、割と小さな工場のプレスマシンで型を作り、旋盤をし、それを突き合わせて溶接する。個々に分解していくと、皆さんの日頃のビジネスとそう変わらない。自分達の仕事との関係が見出せないかもしれないが、身近に感じていただくとうれしい。

### ILC測定器

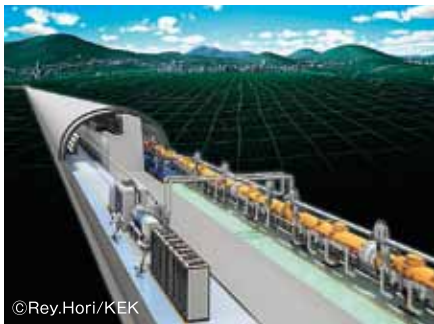
ILCでは、ILDとSiDという二つの測定器を使う。



ILD測定器 (イメージ)

ILDは、日本とヨーロッパが主導し、SiDはアメリカが主導し、開発されている。この二つの測定器をトンネルの中央で数カ月ごとにスライドさせ、入れ替え、実験する。CERNにあるLHCは円形加速器のため、衝突点が複数ある。アトラスとCMSという測定器がそれぞれ実験をし、その結果を相互にチェックしている。ILCは衝突点が一箇所しかないため、二つの測定器を作り、それを交互に入れ替え実験をし、実験結果を互いにチェックすることとしている。

KEKで行ったBeIIe実験は日本が主導した実験であり、その測定器は基本的に、KEKの実験室で作った。ILCの場合は、各国で測定器を作り、それをILCの実験室に運び込み、組み立てる。こ



©Rey.Hori/KEK

ILCイメージ図

最後に Belle II での大規模計算機の話をする。 Belle II 実験では、データ量が少ないため KEK だけでデー

### 大規模計算機

れは、アトラスや CMS と同じ方式で、実験が国際化したことによるものである。 ILC の測定器は、超精密な機器であり、その開発に関する技術は日進月歩である。そのため、測定器の製造に、できるだけ最新の技術を使えるよう、半導体ピックアップ検出器や半導体ストリップ検出器など中心部に近い内側の測定器はできるだけ後に、ミューオン検出器やカロリメーターなど製造に時間がかかる外側の大きな検出器は先に作ることにしている。

### 会場からの質問

**Q** ILC の実験で発生する放射線は、地上部への影響はないか。 LHC と ILC の比較で教えてほしい。

**A** LHC の場合、陽子同士の衝突により、放射線が発生するが、加速器の運

タの処理や解析ができた。しかし、 Belle II ではその 50 倍、あるいはそれ以上のデータ量のため、 CPU はパソコンで 1 万台分、ハードディスクは約 5 万台必要となる。さらにこれらの計算機資源に付随して、機器を設置する建物や電気、空調、計算機などをメンテナンスする人が必要であり、これらを KEK だけで対応することはできない。そのため世界中の大学、研究所の計算機資源を高速ネットワークでつなぎ、共同で作業している。東京とロサンゼルスの間を 10 ギガbps の早さで結び、大容量のデータを転送している。一般の家庭で使う光通信が 100 メガbps であり、これは、その 100 倍の速度である。このような大規模計算機、高速ネットワークは ILC でも必要となる。

**Q** 地下には、電源装置や超伝導磁石を冷却するヘリウムタンクなどがある。また、 CER N のアトラス実験に参加している研究者は 3 千人いるが、実際、地下のホール

**A** 地下には、電源装置や超伝導磁石を冷却するヘリウムタンクなどがある。また、 CER N のアトラス実験に参加している研究者は 3 千人いるが、実際、地下のホール

**Q** 測定器は地下にあるが、それに関連、付随する施設はどういったものがあるか。また、地下の測定ホールにはどの位の人がいるのか。

**A** 地下には、電源装置や超伝導磁石を冷却するヘリウムタンクなどがある。また、 CER N のアトラス実験に参加している研究者は 3 千人いるが、実際、地下のホール

**Q** 加速器の運転を止めるとすぐに実験室に入れるのか。

**A** 機器の材料がビームとの核反応で放射化すれば注意が必要だが、 ILC の場合は、加速器の運転を停止すれば、直ちに実験室内に入れる。なお、 LHC では、運転中に間違つて実験室に入ることのないよう万全の手順を決めている。



KEK の研究者による講演の様子 (大東)

問合せ先 本庁企画調整課  
TEL 0191(21)8641  
または、岩手県政策地域部政策推進室 ILC 推進担当  
TEL 019(629)5217

市及び岩手県では、 ILC 計画に関する地域の勉強会、講演会等に講師として職員を派遣しています。また、市・県職員以外の講師 (KEK の研究者等) についてのアドバイスをしています。お気軽にご相談ください。



にいるのは、 100 人位である。

# ILC ニュース Vol.4

いちのせきリアコライダー通信  
2013. March

発行 岩手県一関市  
編集 企画振興部企画調整課

〒021-8501 岩手県一関市竹山町7番2号  
TEL 0191-21-8641  
FAX 0191-21-2164

URL <http://www.city.ichinoseki.iwate.jp/>  
E-mail [kikakuchosei@city.ichinoseki.iwate.jp](mailto:kikakuchosei@city.ichinoseki.iwate.jp)

## ILC セミナー参加者募集

第6回 ILC セミナーを以下のとおり開催します。

- 日時: 平成25年3月25日(月) 14時~18時
- 会場: ホテルサンルート一関
- 内容: 第1部/講演(吉岡正和 KEK 名誉教授)  
第2部/パネルディスカッション  
参加予定者: 吉岡正和 KEK 名誉教授、早野仁司 KEK 教授、杉本康博 KEK 講師、勝部市長ほか
- その他: 参加には事前申し込みが必要です。  
詳細は、市ホームページ (<http://www.city.ichinoseki.iwate.jp/>) をご覧いただくか、市役所企画調整課 (0191-21-8641) までお問い合わせください。