

会議報告

## LCWS2011 会議報告

横谷 馨\*

### Report from the LCWS2011 Meeting

Kaoru YOKOYA \*

#### Abstract

The International Workshop on Future Linear Colliders 2011 (LCWS11) was held from September 26 through 30 in 2011 at Granada, Spain. A brief overview of the ILC (International Linear Collider) accelerator part of the workshop is reported.

#### 1. はじめに

リニアコライダーに関するワークショップ LCWS11 (International Workshop on Future Linear Colliders) が、2011年9月26～30日に、スペインのグラナダで開催された。その概況を紹介する。

リニアコライダーに関しては毎年2回の全体ワークショップが物理および加速器の合同で開催されている。そのうちの1回は ILC (International Linear Collider, 国際リニアコライダー) に特化したもので、2011年は3月に米国オレゴン州ユージンで開催された。いまひとつは、別の加速方式によるコライダー計画 CLIC (The



図1 LCWS11の参加者の集合写真。グラナダ市中心部のPalacio de Congresosにて。

\* 高エネルギー加速器研究機構加速器研究施設  
(E-mail: kaoru.yokoya@kek.jp)

Compact Linear Collider) と合同のワークショップである。この形式は昨年からの始まったもので、第1回はジュネーブで開かれた。これについては昨年度の本誌に報告した<sup>1)</sup>。今回はその第2回目である。登録参加者数は366名で、交通不便な場所のせいか、前回(479名)をかなり下回った。以下はこのワークショップの報告であるが、筆者の出席した ILC 加速器の部分に限る(すなわち物理および CLIC 加速器は含まない)。

## 2. プログラムの概略

ワークショップはグラナダの Palacio de Congresos (Congress Hall) で開かれた。詳細なスケジュールは、<http://ilcagenda.linearcollider.org/conferenceDisplay.py?confId=5134> に掲載されている。5日間の会議の初日および最終日には全体セッションがおかれ、中3日は総計15グループほどのパラレルセッションで埋められた。

初日はいくつかの挨拶的な講演のあと、高エネルギー加速器研究機構(KEK)の鈴木機構長が ICFA 議長として今後のリニアコライダの方向についての講演を行った。リニアコライダの今後の進め方に関して詳細なプラン CPDG (Comprehensive Project Design Guidance)<sup>2)</sup> が以前から鈴木機構長を中心として提案されている。今回の講演はそのなかで特に Pre-ILC Lab, すなわち来年末に技術設計を終えてから ILC 建設開始までの間の組織について述べ、サイト選択問題も含めて早急に立ち上げる必要性を強調した。ヒッグス粒子が低エネルギーで発見されれば ILC への強いインパクトになるが、そうでない場合でも ILC により何らかの物理成果が期待できるであろうと、最後に期待をこめてコメントした。鈴木機構長はこのあと別の講演において、J-PARC, SuperKEKB に始まり ILC を究極の標的とする日本の高エネルギー計画について説明した。

ついで、CERN 所長のホイアー氏(Rolf Heuer)が、LHC の現状報告およびリニアコライダの将来の展望について講演した。LHC は2008年の事故からの復帰以後着々と性能を上げており、当日までの ATLAS の積分ミノシティが3.6/fbに達した。CMS もほぼ同程度である。しかし SUSY などの new physics はまだ見えていない。もっとも注目されているヒッグス粒子は、質量が114 GeV から600 GeVの間とするなら、存在・非存在は2012年末までに判明すると見られる。2013年のシャットダウン後、LHC はエネルギーを13~14 GeV に上げる予定である。ホイアー氏は今後 ILC と CLIC はひとつのリニアコライダプロジェクトになることが重要であり、LHC の結果をふまえてすみやかに

次のステップに進むこと、そのような組織を作ることを強調した。

米国の方針に関しては SLAC のマクファーレン氏(David MacFarlane)が報告した。インテンシティフロンティアとして Project-X などを推進すること、レプトンコライダとしては ILC, CLIC, ミューオンコライダの開発を並行して進めることなどを述べたが、予算の制限も指摘し、米国としては ILC が最優先ではないことを述べた。

ヨーロッパについては ECFA (European Committee for Future Accelerators) の議長である中田達也氏が講演した。2012年までの LHC の結果として、1 TeV 以下に多くの物理が予測されるなら ILC に進むべきこと、全く何も見つからない場合は CLIC・ILC の R&D を進めながら2015年以降の LHC の結果を待つこと、軽いヒッグス粒子のみ発見された場合はこれに特化したヒッグス工場を作るか否かは物理・コスト・時間を考慮して決めるべきであること、などを個人的見解として述べた。

このあと、通常の ILC ワークショップと同様、ILC の GDE (Global Design Effort) のバリシュ氏(Barry Barish)とリサーチディレクターの山田作衛氏が ILC の現状報告を、CERN のスタブネス氏(Steinar Stapnes)が CLIC の報告をした。

初日夕方にこれまでの LHC の結果に基づいた将来のレプトンコライダの物理についてパネルディスカッションが、物理側のプレナリーとして行われた(したがって筆者は参加できなかったが)。結論として、標準模型の軽いヒッグスのシグナルが LHC で得られれば、それだけでもリニアコライダの建設理由になる、という点で大多数の参加者の意見は一致した。(ただし、これは、リニアコライダワークショップ参加者の多数意見ではあるが、高エネルギーコミュニティ全体の合意というわけではない)。

最終日午前には、加速器・物理それぞれのまとめが行われた。午後は全体セッションとなり、ILC 加速器について筆者が、CLIC 加速器について CERN のデラエ氏(Jean-Pierre Delahaye)がサマリーをおこなった。デラエ氏はもとの CLIC のリーダーであり、今回で現役引退ということで花束贈呈があった。最後に、ILCSC 委員長バガー氏(Jon Bagger)が締めくくりの講演を行った。彼は理論家として、1 TeV までのリニアコライダに期待される物理をまとめ、ヒッグス粒子の性質をつきとめることの重要性を強調した。その上で2012年以降の ILC 組織について説明した(後述)。

### 3. ILC 加速器

ILC 加速器の設計に関する国際組織である GDE (Global Design Effort) は 2012 年末に TDR (Technical Design Report) を完成させる。それに向けて各分野で急ピッチで設計の詰めが行われている。このために、2011 年 7 月から 2012 年 3 月にかけて 4 回の BTR (Baseline Technical Review) が世界各地で開かれる。去る 7 月にはイタリアのフラスカッチで減衰リングについての BTR が開かれ、減衰リングの設計詳細が決定された。本ワークショップ直後の 10 月にはドイツのハンブルグで、粒子源・最終収束システム・バンチ圧縮器などに関する BTR が開かれる。(以下の報告は、この BTR の結果も一部含んでいる)。2012 年 1 月には日本の高エネルギー加速器研究機構 (KEK) においてリナックの、その 3 月には CERN で土木に関する BTR が開かれる。今回のグラナダワークショップは ILC 加速器設計の立場からみれば、それらの BTR の計画を練る機会であった。ILC 加速器の各分野でのハイライトを簡単にまとめる。

- 加速空洞の開発現状  
新たな測定が追加され、TDR の仕様 (加速勾配 35 MV/m, 勾配のひろがり 20% を許容, Q 値  $0.8 \times 10^{10}$ ) に対して製造歩留りが 60% を超えることを確認した。
- S1-Global  
世界から合計 8 台の加速空洞を集めて同時運転の試験を行い、加速勾配・Plug Compatibility (仕様のやや異なる空洞を受付けること) を実証する実験が昨年末から今年 2 月にかけて、KEK で行われ、7 空洞 (1 空洞はチューナー故障) 同時運転で平均加速勾配 26 MV/m が達成され、それとともに多くの試験が成功裏に行われた。
- フェルミ国立研究所で 8 空洞から成る、米国として最初の加速モジュール試験が行われた。
- KEK の試験加速器 ATF の、東日本大震災からの早急な復帰が報告された。
- 陽電子源について、回転標的の試験が米国リバモア研究所で始った。同所では、並行してフラックスコンセントレータの実機規模の開発も行う予定であることが報告された。この 2 つは ILC 陽電子源の重要なリスク項目であり、製作・試験の目途がついたことは朗報である。
- 衝突点・減衰リング・陽電子生成および輸送部などが集中する施設中心部のレイアウトがほぼできあがった。陽電子のスピン反転部などに、いくつ

か未定の点が残されている。タイミング合わせ(採用した陽電子生成方式に起因して全体の軌道長に離散的な条件が加わる)のための軌道長調整部は来年 1 月の KEK でのリナック全長決定を待ってから決める。

- ILC は重心系エネルギー 500 GeV を第 1 段階として、後に 1TeV への拡張を考えている。この拡張案 (TDR のための暫定案) の基本が決められた。リナックは上流に拡張する (つまり、500 GeV リナックを上流に移動することはない)、拡張部の平均加速勾配を 45 MV/m (Q 値  $2 \times 10^{10}$ ) とする、施設全体の電力消費を 300 MW 以下に抑える (500 GeV では 230 MW) など。
- TDR の目次、および各節の執筆者が決定された。世界各地域からのコスト評価の集計は、為替レートではなく、OECD (経済協力開発機構) の公表する PPP (Purchase Power Parity, 購買力平価) に基づくことが合意された。

### 4. リニアコライダーの組織について

ILC 加速器設計の国際組織 GDE は 2005 年の発足以来多くの成果を挙げ、前述のように 2012 年末に TDR を完成させてその役割を終える。そのあとのリニアコライダーの組織について昨年以来多くの議論がなされて来た。このワークショップに先立って 8 月 23 ~ 24 日にインドのムンバイにおいて ILCSC (International Linear Collider Steering Committee) の会合があり、次の諸点で合意に達した。

- GDE は TDR 完成後もそのレビュー、および次の組織への円滑な引継ぎのため、2013 年末まで継続する。
- CPDG (既出) は GDE を中心として編集されつつある PIP (Project Implementation Plan, TDR に含まれる) のためのインプットとして位置づける。
- サイト選択基準についてのワーキンググループ (Cornell 大学のハーティル氏 (Don Hartill) がすでに議長に指名されている) に対し、ILCSC メンバーはすみやかに意見を提出する。
- 2013 年以後下図のような、ILC-CLIC の合同の組織を発足させ、統一されたりニアコライダーの組織として LHC の結果に基づいて、ひとつのリニアコライダーとして提案する。

この新しい組織に関しては、グラナダワークショップ中にも、鈴木機構長・ホイアー CERN 所長・バガー ILCSC 委員長の講演のなかで触れられた。

CPDG に関しては、ワークショップ中に、鈴木機構

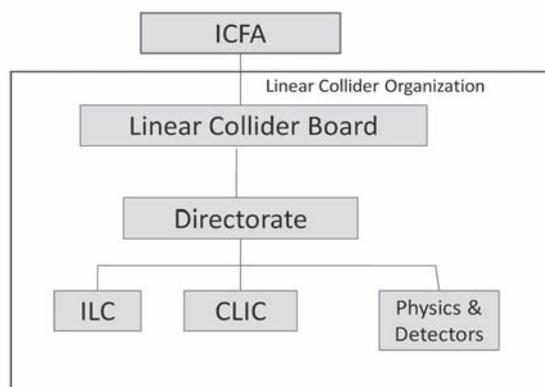


図2 2013年以降のリニアコライダー組織図。「ILC」・「CLIC」はそれぞれの加速器部門を意味する。したがって、「ILC」はGDEの後身である。物理に関してはILCとCLICはひとつのグループになる(現在でも実質はそうであるが)。ただし、ILCとCLICではスコープ(目標エネルギー・タイムライン)がかなり違うため、2013年当初からこのようにできるかは不確定である。ILCSCの文書でも、「adiabatic」になっている。

長(ICFA議長)・ILCSC委員長Jon Bagger氏、およびGDEのExecutive Committeeのあいだで小会合がもたれ、PIPの現ドラフトに触れられていないサイト選択関連の事項について、CPDGの記述を融合させてPIPに取込むことが合意された。

## 5. おわりに

ILCとCLICは、加速部分以外について共通点が多いので統合された組織を作るべきだという声が以前か

らあった。筆者などは、計画の時間的スケジュールの大きく異なる2つのプロジェクトをまとめることになり危惧の念を抱いていたが、昨年以來合同のワークショップが開かれ、今回はゆくゆく組織をひとつにするという合意に達した。ILCの目標があいまいになりはしないかいまだに不安ではあるが、結局最大の焦点ははじめに作るコライダーのエネルギー領域であり、それによってILC建設の合意ができるならば、統一組織を持っているほうが、とくにCERNの支持が得られる点で有利であろう、と考えるようになっている。

昨年は、合同ワークショップの第1回であり、合同セッションに時間をとられて個別課題の並行セッションが2日に圧縮されてしまったが、今回はその反省から合同セッションが短くなり、実質的な議論の時間がとれたことは進歩であった。

次回のILC単独のワークショップは2012年4月23～26日に韓国大邱で、LCWSすなわちILC-CLIC合同ワークショップは2012年10月22～26日に米国テキサス州アーリントンで開かれる。これが、TDR完成前の最後のワークショップとなるであろう。

## 参考文献

- 1) 横谷馨・峠暢一「IWLC2010会議報告」, 加速器(314-318) Vol.7.No.4, 2010. なお、同じシリーズのワークショップでありながら、今回の略称が「LCWS」となっている理由を筆者は知らない。
- 2) CPDGの最新版は<http://cpdg.kek.jp/>から得られる。