

会議報告

第5回 ATF2 プロジェクト会議の報告

神谷 好郎*

Report of the fifth ATF2 Project Meeting

Yoshio KAMIYA*

1. はじめに

2007年12月19日から12月21日の3日間、高エネルギー加速器研究機構（KEK）において第5回ATF2プロジェクト会議が開催された。会議の参加者はアジアから31人（内、日本からは29人）、ヨーロッパから28人、北米から15人の80人であった。ヨーロッパからの参加者が多いことが特筆される。

2. ATF2 プロジェクト¹⁾

まず初めに、ATF2プロジェクトについて簡単に説明させて頂きたい。ATF2プロジェクトは、現在KEKで稼動しているATF（Accelerator Test Facility）の取り出しビームラインを拡張し、電子ビームを

数10 nmまで絞り込む電子収束光学系のR&Dを主な目的として2005年に立ち上げられた^{2,3)}。次世代の高エネルギーリニアコライダープロジェクトとして進められている国際リニアコライダー計画（ILC: International Linear Collider⁴⁾や、CLIC（Compact Linear Collider⁵⁾などの先端加速器プロジェクトにとって、ナノメートルサイズのビーム（ナノビーム）の調整・制御は鍵となる技術である。ATFのDamping Ringで達成された規格化エミッタンス 1.5×10^{-8} m rad（リング内^{6,7)}の高品質ビームを用い、最終収束光学システムの研究開発が行われる。

これまで、ナノビームをターゲットとした最終収束光学システムの研究は、1990年代にアメリカSLACにおいて行なわれ、47 GeVのビームを鉛直方向で70



図1 会議出席者の全体写真

* 東京大学素粒子物理国際研究センター ICEPP, the University of Tokyo
(E-mail: kamiya@icepp.s.u-tokyo.ac.jp)

nm まで絞り込むことに成功している⁸⁾。従来型の（非局所的な）色収差補正による結果である。一方 ATF2 においては、2001 年に提案された局所の色収差補正技術⁹⁾が適応される。これにより最終収束光学系はコンパクトに設計することができると同時に、高エネルギーへの拡張性が改善されると期待される。ビームサイズは 1.3 GeV の電子ビームを使って設計値 37 nm である。光学設計はそのまま ILC の最終収束系に適応される。つまり、ATF2 は ILC 最終収束系のスケールダウンモデルとして、重要な役割を果たす。ATF2 プロジェクトの詳細については、田内氏 (KEK) の「ATF2 プロジェクトの現状」(加速器学会誌 Vol. 4, No. 3, 215 (2007))¹⁰⁾を参照されたい。

3. 会議プログラム

会議の冒頭で、ATF/ATF2 の Spokesperson である浦川氏 (KEK) から挨拶があり、続いて Andrei Seryi 氏 (SLAC) から会議の趣旨説明が行われた。ATF2 プロジェクトによって得られる知見が、2010 年までの ILC Engineering Design Report (EDR) Phase にとって不可欠である事が再確認される。また、現在進められている ATF/ATF2 の取り出し/最終収束ラインの建設状況について、照沼氏 (KEK) から報告があった。ATF2 の最終収束ラインは安定した地盤を必要とするため、厚さ 50 cm の一体コンクリート平板による工事を行ない、その上にビームラインやナノビームのためのモニター・制御機器をのせる。図 2 に一体化工事の模様を、図 3 にマグネット設置作業の様子を示す。この会誌が発行される頃には、コンクリートシールドの搬入をほぼ終え、ビームラインは閉じられることになる。

ATF2 のビームコミッショニングは、2008 年 10 月からを予定している。始動まで一年を切った今回の会議は、主に次の二点、「各コンポーネントの設置スケジュール」と「ビームコミッショニングでの光学系調整方法」について具体的な議論が交された。また、初期の目的を達成した後の、本プロジェクトの将来計画についても議論された。会議での発表スライドは、http://atf.kek.jp/collab/md/projects/project_frame.php?project_page=1 から見る事ができる。

3.1 設置モニター

最終収束点 (ILC の衝突点に対応するため、IP-Interaction Point と称する。) にはレーザー干渉縞を用いたビームサイズモニター (通称、新竹モニター) が設置される。さらに、広い領域のビームサイズを測定するために、IP の前後には、サブミクロンのパター

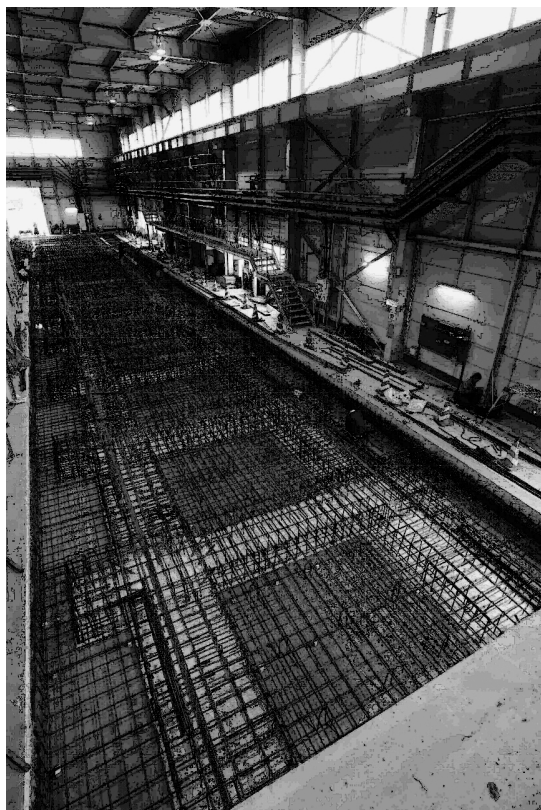


図 2 一体コンクリート平板工事の様子

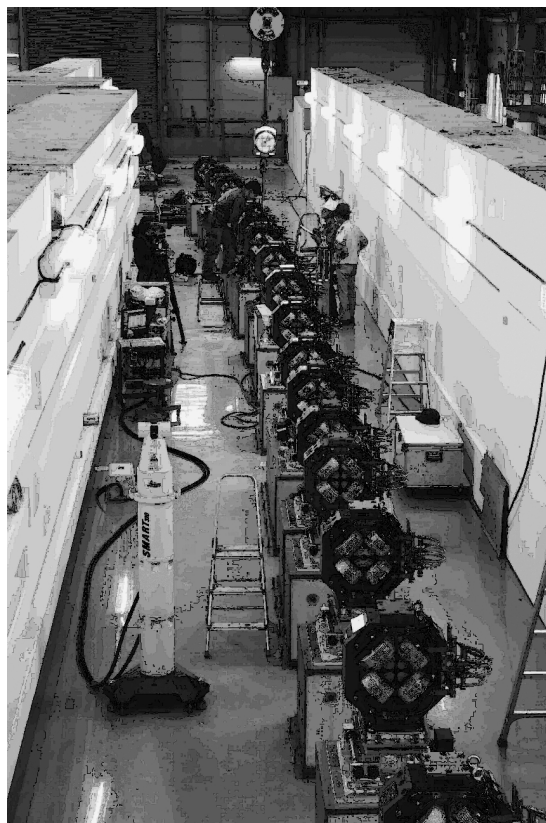


図 3 マグネット設置作業の様子

ン標的によるビームサイズモニター，そして直径数 μm の Carbon Wire Scanner がそれぞれ設置される．これらのモニターは，それぞれ，東京大学，SLAC，KEK を中心にして開発が進められてきた．また，IP から 1 m の距離に，最終収束電磁石が設置される．これを含む 2 つの四極電磁石と 2 つの六極電磁石から成る，いわゆる最終収束ダブレット用の高剛性な安定架台システムは，フランスの LAPP グループから現物支給される．このように，IP 付近の状況は非常に複雑となる．本会議では，IP 付近の配置や設置方法などの調整が行なわれた．また，ロンドン大学・ロイヤル・ハロウェイ校とオクスフォード大学の開発研究しているレーザーワイヤーシステムと KEK，東大，韓国・慶北大グループ担当の空洞型ビーム位置モニター (IPBPM) の最新実験結果が報告された．前者に関して，ATF 取り出しラインで行なわれていたレーザー衝突実験が会期中に大きく前進した旨が報告され，会場をおおいに沸かせた．後者は新竹モニターとともに IP 近辺に設置される予定であるが，8.7 nm という世界最高のビーム軌道位置分解能の実験結果が報告された．

3.2 最終収束光学システム調整

IP において数 10 nm のビームを安定に提供するために，最終収束ダブレットを始めとする電磁石等のビーム光学機器は共通の安定な床上にしっかりと設置される．この床上の地盤振動，電磁石位置のジッター，取り出しビーム軌道のジッターなどを取り込んだビーム調整の詳細なシミュレーション結果が報告された．現実的な条件下，ビーム軌道のフィードバック調整によるビームサイズの増大は 1 時間当たり 0.5 nm と評価された．さらに，ビーム軌道によるアライメント調整により，少なくとも 2 週間程度の長期

間，ビームサイズを安定化出来ることが示された．

4. おわりに

ATF2 プロジェクトは，秋のビームコミッションングに向け，立ち上げ時以来の節目の時期を迎えていると言える．当初から国際協力の枠組みで進められてきた本プロジェクトが，その多彩な持ち味を発揮する時期なのだと感じている．本プロジェクトの今後に，ぜひご期待を頂きたい．

最後に，本稿の写真は KEK の峠暢一氏からご提供頂きました．また，執筆にあたり助言を頂いた KEK の浦川順治氏，田内利明氏，照沼信浩氏に，この場をお借りして御礼申し上げます．

参考文献

- 1) ATF 国際協力ホームページ, <http://atf.kek.jp/>
- 2) ATF2 Group, "ATF2 Proposal Vol. 1", CERN-AB-2005-035, CLIC note 636, DESY 05-148, ILC-Asia-2005-22, JAI-2005-002, KEK Report 2005-2, SLAC-R-771, UT-ICEPP 05-02
- 3) ATF2 Group, "ATF2 Proposal Vol. 2", CERN-AB-2006-004, DESY 06-001, ILC-Asia-2005-26, JAI-2006-001, KEK Report 2005-9, SLAC-R-796, UT-ICEPP 05-04
- 4) ILC ホームページ, <http://www.linearcollider.org/cms/>
- 5) CLIC ホームページ, <http://clic-study.web.cern.ch/>
- 6) K. Kubo, et. al. (ATF Collaboration), *Phys. Rev. Lett.* **88**, 194801 (2002).
- 7) Y. Honda, et al., *Phys. Rev. Lett.* **92**, 054802 (2004).
- 8) V. Balakin, et al., *Phys. Rev. Lett.* **74**, 2479 (1995).
- 9) Pantaleo Raimondi and Andrei Seryi, *Phys. Rev. Lett.* **86**, 3779 (2001).
- 10) 田内利明, 加速器学会誌 **4**(3), p. 215 (2007).