

STATUS REPORT OF THE ACCELERATOR TEST FACILITY

Nobuhiro Terunuma^{A)} and ATF International Collaboration^{B)}

^{A)} KEK, High Energy Accelerator Research Organization

1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki, 305-0801 Japan

^{B)} <http://atf.kek.jp>

Abstract

Test beam-line of the final focus system for the International Linear Collider (ILC) is under construction at Accelerator Test Facility (ATF). Challenging R&Ds, to achieve the 34nm vertical beam size, to stabilize this beam, and to develop the technology controlling the beam under nano-meter level accuracy, will be started in coming autumn. Advanced beam monitor systems, 38 cavity BPMs and a laser interferometer are installed to support this program.

先端加速器試験装置(ATF)の現状

1. はじめに

先端加速器試験装置ATFでは、国際リニアコライダー計画(ILC, International Linear Collider)^[1]など将来の加速器で必要とされるビーム計測技術およびビーム制御技術の開発を行っており、特にILCレベルの超低エミッタンスビーム用いた開発研究を行う世界的に特色のある加速器である。この低エミッタンスビームを利用し、ILC Beam Delivery systemの開発研究を行うATF2計画^[2](図1)を進めている。

昨年度は拡張部分の床工事とシールド作業、電磁石の設置を行った。現在は6月からの夏期停止期間を利用して、既存ビームラインを解体し新規ビームラインへの組み替えを行っている最中である。10月末には全長約100mの新たなビームラインとして運転

を再開する予定である。このビームラインには今まで開発してきた高分解能空洞型ビームモニターが実戦配備され、またレーザーによるビームサイズモニターなどが導入される。これらの状況を報告する。

2. 最終収束ビームライン

新設しているビームライン(通称ATF2)はILCの最終収束系をビームエネルギーで250GeVから1.3GeVにスケールダウンしたものであり、その構成は同じになっている(図2)。このラインのOpticsは90年代にFFTBで試験されたOpticsの問題点を改善し、localなchromaticity correctionを行うことでcompactなシステムを構成できるようになっている^[3]。このシステムにより、ATF2での仮想衝突点では垂直方向ビームサイズが34nmになる。これはダンピング

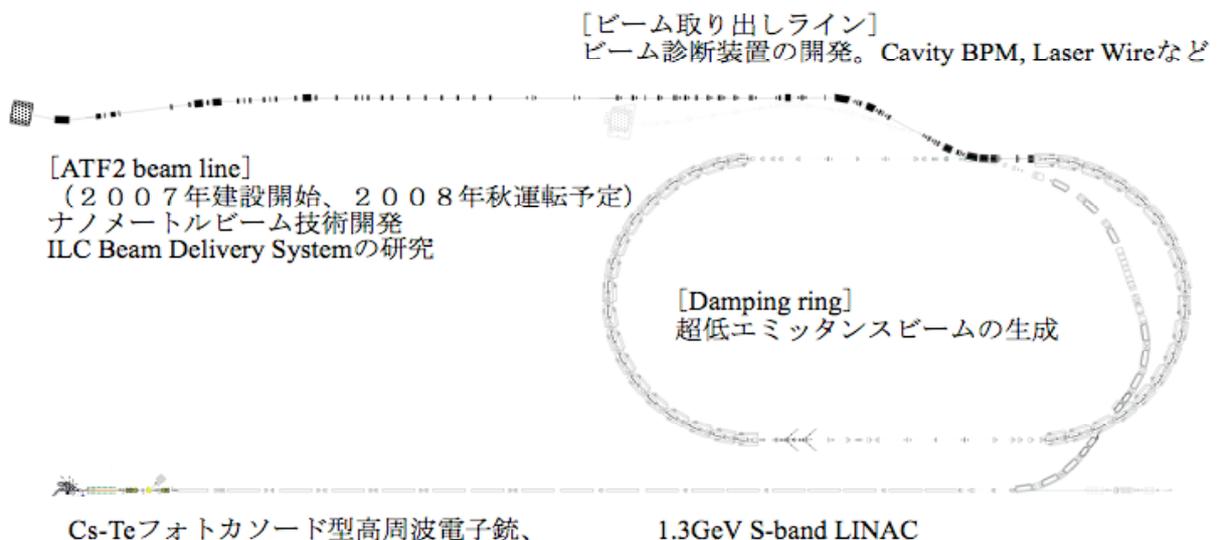


図1 : ATF概要(2008~)

リングにより垂直エミッタンス10pmの電子ビームを用いることで実現できる。この極小電子ビームの安定な実現と維持およびナノメートルレベルでのビーム制御技術の確立がATF2の主目的である。

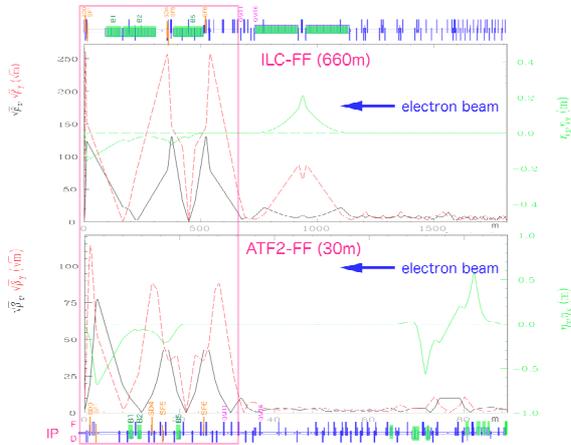


図2：ILCとATF2の最終収束システム Optics。ILCが250GeV, ATFが1.3GeV。

3. 建設状況

3.1 最終収束ラインの建設

最終収束ビームラインを建設する場所は、ATFコンクリートシールド部の外側であり床補強工事が必要であった。昨年夏に既存の床を解体し、ビームラインに沿う形で長さ13mの鉄筋コンクリートパイル38本を設置し、その上に1.2mの鉄筋ブロックを格子状に設置した(写真1)。10月から放射線防御シールドの設置を始め、2008年4月に全てのシールド設



写真1：ATF2ビームライン部の床補強工事

置が完了した。最終収束エリアの建設は2008年1月から開始された。

全ての四極電磁石(写真2)には空洞型BPM⁴⁾が設置され、さらに電磁石と架台の間には、SLACで90年代に行われたFFTB実験で使用されたムーバーが設置されている。このムーバーを用いてBeam based alignment (BBA)を行う。電磁石架台は防振性能を上げるためコンクリートブロックとし、床とはケミカルコンクリートでしっかりと接合されている。

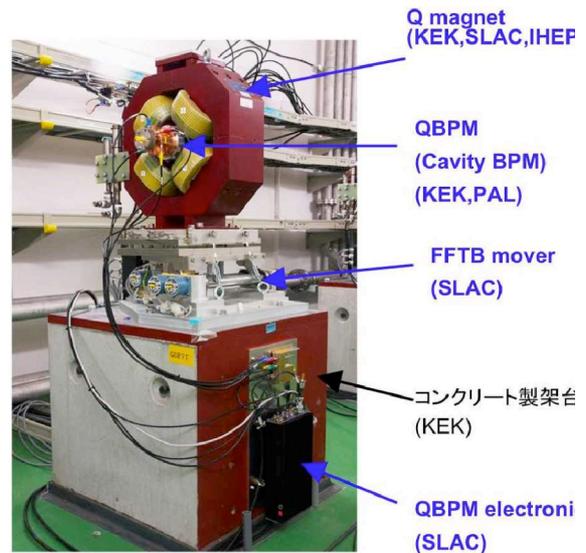


写真2：最終収束ラインの四極電磁石構成

仮想衝突点の直前にはFinal Doubletシステムが設置される。これは振動に対して防振と電磁石間のコヒーレントな動きが要求されており、ハニカム定盤の上に設置される。開発はフランスのLAPPが担当し、振動試験が行われている(写真3)。8月には輸入され、9月中に設置される予定である。



写真3：フランスLAPP研究所において最終確認中のfinal doubletサポートシステム

電磁石電源(写真4)はSLACが担当した。50Aの基本ユニットを並列に接続する方式とし、例えば

150A電源では基本ユニットを4台使用し、1台故障しても残りの3台で運転が継続できる High Availability機能を有する。



写真4：ATF2ビームライン用電磁石電源

3.1 ビームサイズモニター

最終収束ラインに挿入される測定装置の開発も進んでいる。全てを紹介できないので、ここではビームサイズモニターについて述べたい。Pulsed Laser Wire Scannerによる非破壊型ビームサイズ測定システムは英国(Oxford, RHUL)が中心に開発をしており、昨年12月に1 μ mビームに対して3.8 μ mの測定を得るまでに改善されてきた。このモニターは最終収束系の入り口付近に取り付けられる。

仮想衝突点における34nmのビームサイズを測るため、レーザー干渉縞によるモニターを東大とKEKで開発している。測定感度を34nmまであげるために、レーザー波長をFFTBで使用された1064nmから532nmに変更する必要があった。東大での開発試験を終えており、4月にレーザーおよびモニター本体をビームラインに設置(写真5)、現場での調整作業が進められている。



写真5：レーザー干渉縞型ビームサイズモニター。ビームラインに設置され調整中。

3.8 今後の予定

現在ほぼ全ての電磁石の仮設置が終わっており、アライメント作業後に真空チェンバーの接続を行う状態にある(写真6)。電源の通電試験も約半数終了している。モニター系の確認作業などを順次行い、9月末までにビームラインを整えたい。安全システムの検査および本公演では説明していなかったがRF電子銃の改良版への入れ替えを10月に行った後で、ビームによるcommissioning運転に入る予定である。なお、予算の都合で2台のSkew四極電磁石など幾つかの要素が本年度は用意できなかった。従って本年度はビームラインのcommissioningやダンピングリングでの開発研究の継続に専念し、ATF2ラインでの本格的なナノメートルビームの開発研究は来年度から始めることになる。



写真6：現在のATF2ビームライン。電磁石のアライメント後に真空チェンバーを接続する。

5. まとめ

先端加速器試験装置(ATF)では今までに開発してきたナノメートル位置分解能を有する空洞型ビーム位置モニターを主として配備するビームラインを建設中である。このラインは国際リニアコライダーにおける最終収束系のエネルギースケルダウンしたものであり、仮想衝突点では垂直方向34nmのビームサイズの実現およびナノメートルレベルでのビーム制御技術の確立を目指すものである。計画は国際的に進められており、本年10月末にcommissioningを開始すべく建設が進んでいる。

参考文献

- [1] <http://linearcollider.org>
- [2] ATF2 proposal, KEK-Report 2005-2.9. <http://atf.kek.jp>
- [3] P. Raimondi and A. Seryi, Phys. Rev. Lett. 86 3779 (2001).
- [4] 中村友哉ほか、ATF2最終収束系のための空洞型ビーム位置モニターの開発状況。加速器学会2007, WP35.