

CONSTRUCTION OF KEK-ATF FINAL FOCUS (ATF2) BEAM LINE

Sakae Araki^{1,A)}, Mika Masuzawa^{A)}, Ryuhei Sugahara^{A)}, Nobuhiro Terunuma^{A)}, Junji Urakawa^{A)}
^{A)} High Energy Accelerator Research Organization (KEK)
1-1 Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki, 305-0801, Japan

Abstract

ATF has been operated for the R&Ds with the low-emittance electron beam. Most of them are for the developing the technologies for ILC and will be useful for other accelerators. Construction of new beam line, called ATF2 designed with the optics for ILC final focus system and scaled to the ATF energy of 1.3 GeV. It will act as a center for the nano-meter-scale beam development. Spreading the ATF developed technology to the institutions is also important role of ATF. And the groundwork of a floor was begun from the summer of 2007 for the construction. Now, an electromagnet is installed and a beam line is building aiming at beam operation.

ATF最終収束系試験(ATF2)ビームラインの建設

1. はじめに

KEKの先端加速器試験装置(ATF、図1)では、ダンピングリングでの低エミッタンスの電子ビームを実現する研究やビーム取り出しラインで先端的なビーム計測技術およびビーム制御技術の開発を行っている。これらの開発研究は将来のInternationalリニアコライダー (ILC)の実現のために必須なものであり、この高性能電子ビームを使った開発研究をより進めるために、取り出しラインを変更・延長してILC最終収束系システムの技術開発を行うことを計画している[1,2]。この新しいビームラインがATF2であり、その目標は、IP(Interaction Point)において37nmのビームサイズを実現すること。また、そのIPにおい

て2nmの精度でビーム位置を制御することである。現在、新取り出しライン、ATF2ビームラインを組み立て中である。本稿では新ビームラインの概要と建設について報告する。

2. ATF加速器

ATF加速器は電子銃の研究開発から始まり、現在の先端加速器試験棟(旧称アッセンブリホール)に移設後、S-band線形加速器、ダンピングリング、取り出しラインを建設して1997年からビーム運転を開始した。ATFダンピングリング(DR)では2001年にILCで要求されている規格化低エミッタンスを達成していることを確認した。

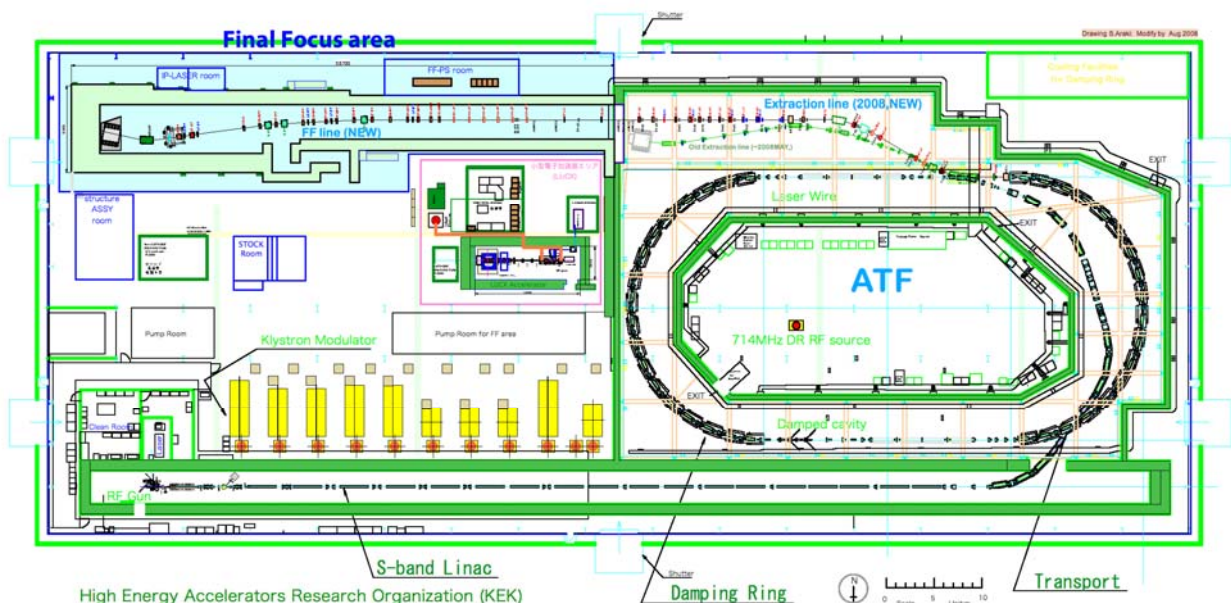


図1、建屋内の先端加速器試験装置配置図。左上の水色部分が増設エリア。左下に電子銃を配置しリニアックが右へ伸びる。右エリアにダンピングリングを配置し上側左へと新しいビームラインが伸びる。

¹ E-mail: sakae.araki@kek.jp

延長ラインの計画は建設当初より幾度となく検討された。しかし、既存建屋の大きさの制限や要求される開発要素の変更により建設に至らなかった。その後、計画は設計や建設においても国内外の別なく世界的に共同で進めことを決定し、基本設計を2007年に終えた。加速器は既存建屋を流用するため地上部に放射線シールド室を組み立てる方式となっている。また、床はビームラインの建設対応にはなっていないため基礎のやり直しを必要とする。現在のビームラインも建設に合わせて2回の床基礎工事を行っている。

3. 建設工事

2006年秋より増設部分の確保のため移設撤去を始めた。2007年夏の加速器運転停止期間に併せて、床基礎工事を行った。既存の床(0.3m)と上層の掘り起こし、 $\Phi 0.7\text{m}$ 深さ13.5mの杭を38本打ち込み(図2、左)、捨コンクリートでならした後、基礎梁1.4m(幅) \times 1.2m(深さ)を平面に張り合わせて(図2、中)、最後に間詰コンクリートと共に工事(図2、右)を約3ヶ月で行った。床工事の完了後、先ずDR-FF接続部を開放してビームラインの延長部分と床の基礎測量を行い基準点を設けた。必要なケガキを行い放射線遮蔽シールドの組み立て準備を行い、再び接続部のシールドを閉じた。2007年11月から2008年5月末まではATF加速器が運転するため、その期間は新設エリアの放射線シールドの組み立てと電磁石の仮設置を始めた(図4、左)。

放射線シールドはコンクリートブロックで厚さ0.5~1.5mを必要とする。新設エリアに必要な量は延べ1000立米でその半分を機構内にある物を流用し残りを新規発注した。床には最大で1平米あたり20tあまり掛かることになる。KEK敷地内の地層は主に砂礫層であるため、岩盤まで基礎を打つことはできず。建設後の沈みこみや地盤変動の影響を受けるので建設後の測量も不可欠である。そして、2008年6月から、ビーム運転を終えた取り出しラインの解体を行い(図4、中左)、完全な組み替え作業を開始した。

4. 最終収束系ビームライン(ATF2)

新たなビームライン設計はDRからの取り出し部から最適化された。スペースを有効に利用し、電磁石とビームモニタや各種開発装置を再配置するためである。その光学系を図3に示す。

前半部はダブルキッカーを含む取り出しラインであり、既存のビームラインの組み換えで行う。そのため運転終了後から改造を始め、配線配管の解体、電磁石撤去、基準測量、再設置となる(図4、中右)。作業が錯綜しているため作業予定を的確に立てる必要がある。中央部のビーム診断部には、タングステンワイヤー型およびパルスレーザーワイヤー型ビームサイズモニタ(BSM)を移設して、高周波空洞型BPMなどを設置する開発エリアも準備した。後半部はILC最終収束系をスケールダウンした光学系になっている。多くの装置は新規製作のため、国外も含む共同研究により各種装置の準備を行った。軌道調整に必要な偏向電磁石は最小限にして、四極電磁石の位置調整にアクティブムーバを用いてビーム調整を行う予定である。その架台は撓みや水平方向の揺れの少ないと考えられるコンクリートブロック製にした。また、新開発された分解能100nmのCavity BPMを34台設置して軌道を高精度に測定する(図4、右)。そして、仮想衝突点(IP部)にはレーザー干渉型BSMと数nm分解能Cavity BPM[3]を設置する予定である。

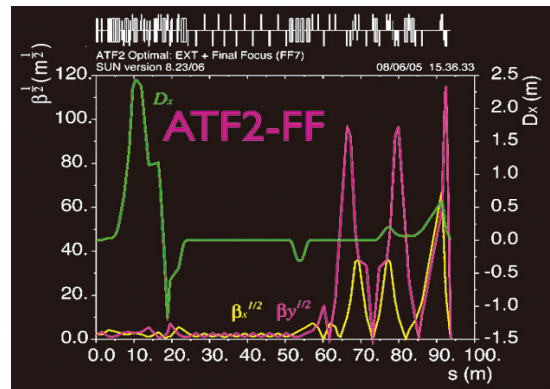


図3. 計画されているビーム光学系。



図2. ATF-FFエリアの基礎工事風景 (2007)

左: 杭打ち完了、 中: 基礎梁完了、 右: 間詰めコンクリート流し作業風景。



図4. 新ビームライン建設風景 (2008)

左：シールド組み上げと仮設置、 中：ビームライン組み替え前後、 右：Q-BPM取付後の電磁石。

4.1. ATF2制御

既存の制御機器の多くは安定性と実績を持つCAMACモジュールを介して行っている。その制御はワークステーション上のVsystem(VISTA社)[4]をコアとしてイーサネット対応機器も組み込んで行われている。しかし、加速器の拡張に伴い数多くの制御対象が増設される。そしてKEK以外で開発テストされた機器も組み込まれるため、EPICS[5]も導入し機器の単体試験と加速器運転時のシステム開発の時間の短縮を図った。データ共有やサブIOCを制御することにより協調的に運転・実験できる。

5. 建設状況

現在、遮蔽シールドの設置を終えて主な電磁石は架台上に設置された。重量物の設置を終えた後の床の沈み込みは2~5mm程度であった。配線配管作業を進めるため、ケーブルトレイ・母管の敷設を行い順次作業を進めた。また、IP部にはBSMを設置するために定盤を設置し振動測定を行った(図5)。IP部の床は、既存のATF床およびKEKサイトの振動解析結果に準じているが、定盤上は仮設置のためか横方向に振動がみられて思わしくない結果となった。

6. 今後の予定

加速器運転再開を10月に予定している。稼動時は

ビームダンプまでビームを搬送することを目標として最低限のモニタとシステムテストの準備を進めている。また、建設中のビームライン以外に、電子銃を新フォトカソードRF-Gun[6]に交換したので、その立ち上げを行う。また、レーザーコンプトン散乱実験(γ 線生成)、pulse-to-pulse feedback実験や高速キッカーの実証機(3ns)[7]の組み込みも予定されている。

参考文献

- [1] ATF2 Collaboration., "ATF2 Proposal", High Energy Accelerator Organization, 2005.
- [2] 照沼信浩, "先端加速器試験装置(ATF)の現状", In this meeting (WO07).
- [3] 中村友哉, "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", Proc. of the 32nd Linear Accelerator Meeting in Japan, Aug 1-3, 2007.
- [4] <http://www.vista-control.com/vsystem.htm>
- [5] <http://www.aps.anl.gov/epics/>
- [6] 村田亜希, "Cs-TeフォトカソードSバンドRF-Gunの開発", In this meeting (TP122).
- [7] 内藤孝, "高速キッカーの開発(立ち上がりりが3ns程度)キッカーパルスのタイミングフィードバックシステム", In this meeting (TP040).

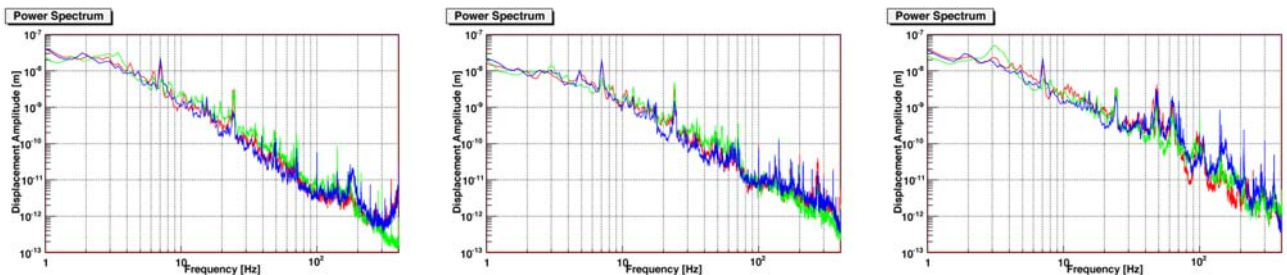


図5. IP部の振動測定の結果。(赤：横方向、青：ビーム方向、緑：垂直方向)

左：IP部床上の測定、 中：電磁石コンクリート架台上の測定、 右：IP部定盤上の測定結果。