

ATF Status Report 2006

Nobuhiro Terunuma^{1,A)} and ATF International Collaboration

^{A)} High Energy Accelerator Research Organization

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. Fast kicker experiment clearly shows the rise time of 3 ns and give the possibility of 6 km ILC damping ring compare to the previous 17 km's. As for the beam monitor R&Ds, Cavity BPM shows the world record resolution as 17 nm. Pulsed laser wire aimed to measure the 1 μ m beam size has been started. Both of them will be installed and demonstrated as the major beam monitors at ATF2, the test beam line for ILC final focus system. Beam-extraction kicker system was changed and had 300 ns flattop. It brings the new beam-mode with the ILC-like bunch spacing for ongoing and future R&Ds.

ATFの現状報告2006

1. はじめに

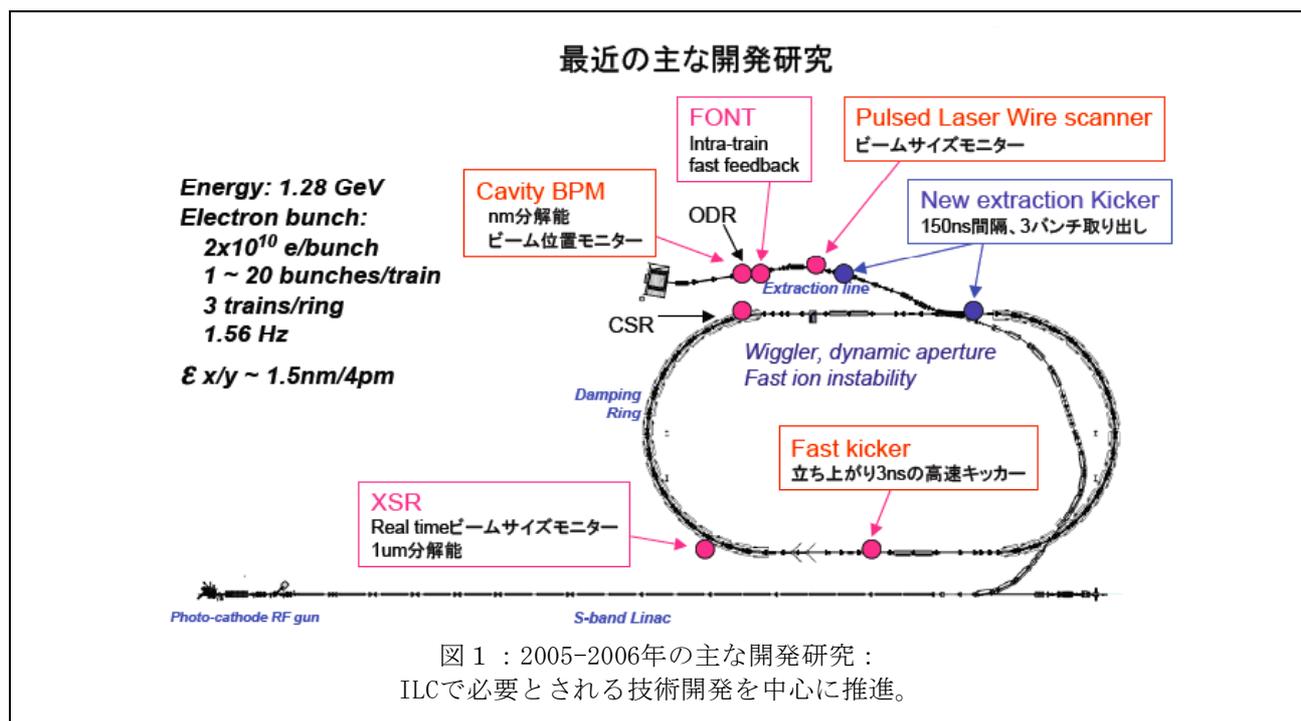
KEKの先端加速器試験装置ATFではInternational Linear Collider (ILC)に必要なとされるビーム計測技術およびビーム制御技術の開発を行っている(図1)。特に昨年度から始まった高速パルスキッカーの試験は、ILCダンピングリングの周長を決定する上で極めて重要な情報を与えるなど大きな成果を上げている。その他にもCavity BPMの開発研究では分解能17nmを確認するなど成果を上げている。これらのATFで行われている開発研究は年々国際的な拡がりを見せており、多くの海外研究者が長期滞在する状況にある。これらの共同研究をより強力に推進するため、昨年の夏にMemorandum of Understandingsに基づくATF International Collaboration^[1]が立ち上げられた。

今後、ATFではILC最終収束系の技術開発を目的としたビームラインの拡張(ATF2)が計画されており、国際的な協力・分担体制の下で2008年のビームを目指して検討が進められている。この計画では今までに開発した各種モニターが実践的に組み込まれる予定である。

2. ビーム計測技術開発

2.1 Cavity BPM

Nanometerレベルでのビーム位置計測技術の確立のためCavity BPMの開発試験^[2]を続けている。3台のCavity BPMを直線に並べ、両側のBPMからビーム軌道を割り出し、中心のBPMで性能を評価する。現在までに、読み出し回路を含め17nmの分解能を達成



した(図2)。3台のモニター自身の位置ドリフトの影響はレーザー位置モニターによるactive stabilizationなどで抑えられることも確認した。

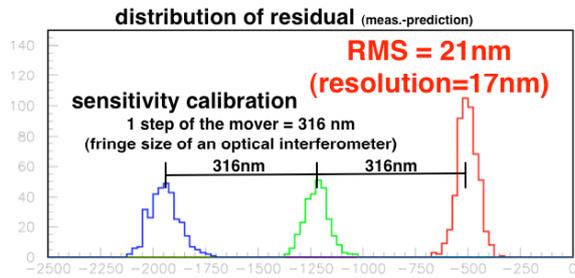


図2: Cavity BPMで測定した位置分解能。MoverによりBPM本体を316nm移動。

ここで得られた経験を基に新たにCavity BPMが約30台製作中であり、これらは後述するビームラインATF2で実践配備される。ATF2のFinal focus試験部には2nm(σ)のCavity BPMが想定されており、これを実現するべく開発研究を進めている。

2.2 Pulsed Laser Wire

ILCにおけるbeam profile測定ではビームサイズが1 micron程度を想定している。そこでATF damping ringから取り出した低エミッタンスビームを用いて同程度の大きさに調整し、これを用いることでLaser wireの開発試験を行っている(図3)。

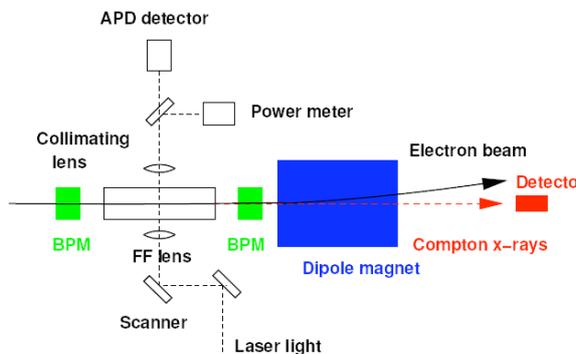


図3: Pulsed Laser WireのSetup概念図

現在は立ち上げ段階にあり、レーザーの収束系が未完成ではあるが、電子ビームをスキャンした結果15 μ mの測定結果を得た(図4)。これは現時点でのレーザー自身の絞り込みと同じであるため、収束系が完成した後は目標の1 μ mビームサイズの測定が期待できると考えている。このLaser wire systemもATF2ではタングステンワイヤーに代わるエミッタンスモニターとして5台導入される予定である。

2.3 X-SR monitor

ダンピングリングでは、数年開発してきたXSR monitorがReal timeのモニターとして実用化された(図5)。これにより2次元のprofileが同時に測定

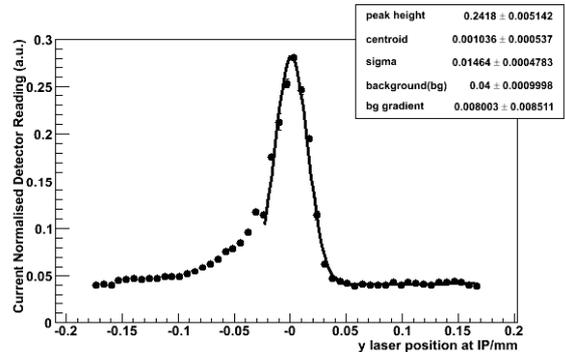


図4: Pulsed Laser Wireで測定されたbeam profile(vertical)。

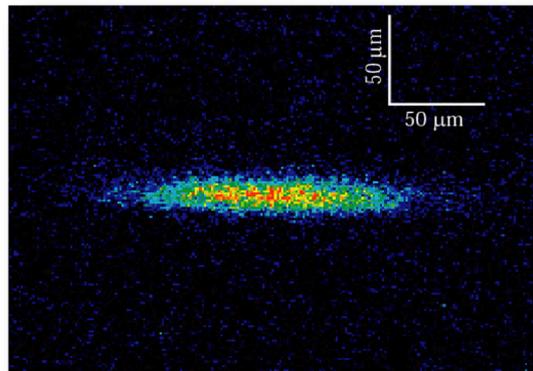


図5: Beam profile by XSR monitor

できる。低エミッタンスビームを得るための有効なビーム調整モニターである。

3. ビーム制御技術開発

3.1 Fast kicker開発

立ち上がりが3ns程度という極めて高速なパルスキッカーの開発はILCダンピングリングに必須である。ILCでは1msの間に約3000個のバンチが設定されており、これらをダンピングリングに入れる場合、入射・取りだしキッカーパルスが6nsの立ち上がりならば周長6kmのリング、20nsならば周長17kmのリングが必要となる。従って、数ns高速キッカーの開発はリングの設計上、必須である。

ATFでは昨年、現在得られる高速高圧パルス電源をダンピングリング内のストリップライン型電極に接続し、実際に電子ビームを蹴り、その振動から立ち上がり性能を実証した^[3](図6)。この結果(図7)によりILCダンピングリングでは6kmが可能であることが示され、ビーム不安定性などを総合的に検討した結果、6kmを基本設計に採用するに至った。現在は3nsをきるような立ち上がりやATFで実際にビームを取りだすことを想定し、開発試験を進めている。

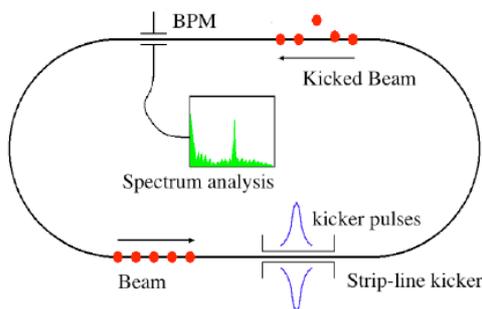


図6：Fast Kicker試験概要

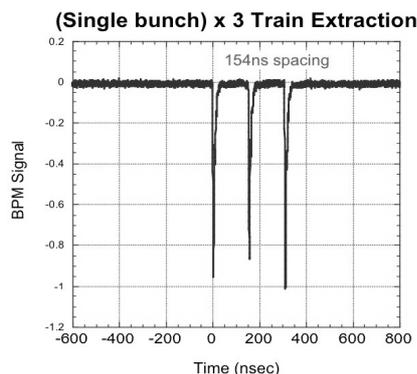


図8：リングから取り出された154ns間隔のビーム。BPMの信号。

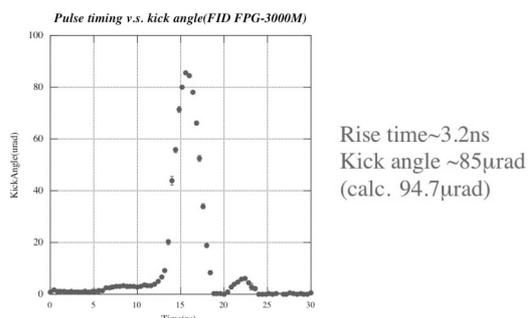


図7：ビーム振動から求めたpulse波形

ILCでの final focus system の開発研究を行うことを計画している (図9)。このビームラインでは仮想衝突点において垂直方向37nmまでビームを絞ることを目標にしている。同時に nanometer level での安定化、ビーム制御技術の開発を狙うものである。いままでATFで開発してきた Cavity BPM や Laser wire など高性能モニターを実践的に運用する。この ATF2計画は、設計の段階から国際協力・分担体制で進められており、2008年のビーム運転の予定で機器の製作を進めている。

3.2 取り出しキッカー変更

昨年夏にダンピングリングからのビーム取り出し用キッカーシステムの変更を行った。SLACで使用されていたキッカーを double kicker に改造し、さらにパルス長を従来の60nsから300nsに拡げている。これにより、RFバケットを変えながらリングに3回のビーム入射を行った後、一度に全てを取り出すことで、ILCで想定されているようなバンチ間隔150nsの3バンチ電子ビームの取り出しが実現された (図2)。このビームモードは、今後のILC用各種モニター開発や Intra-train 高速フィードバックの開発試験、さらにはATF2計画において有用である。

4.2 ATF International Collaboration

ここ数年のILCに対する国際的な気運の高まりに伴い、ATFにおいて国内外の研究者による様々な開発研究が行われるようになった。そのため、体制の整理、時間調整などの必要性から、昨年夏に Memorandum of Understanding に基づく International Collaboration を立ち上げた。現時点で22の代表研究機関が署名している。

4. その他

4.1 ATF2計画

ATFではビーム取り出しラインを変更・延長し、

参考文献

- [1] ATF International Collaboration, <http://atf.kek.jp>
- [2] 井上洋一、ナノメートル分解能空洞型ビーム位置モニターの開発。本学会ポスター発表, TP65
- [3] 内藤孝、ILCのための高速キッカーの開発。本学会ポスター発表, FP17

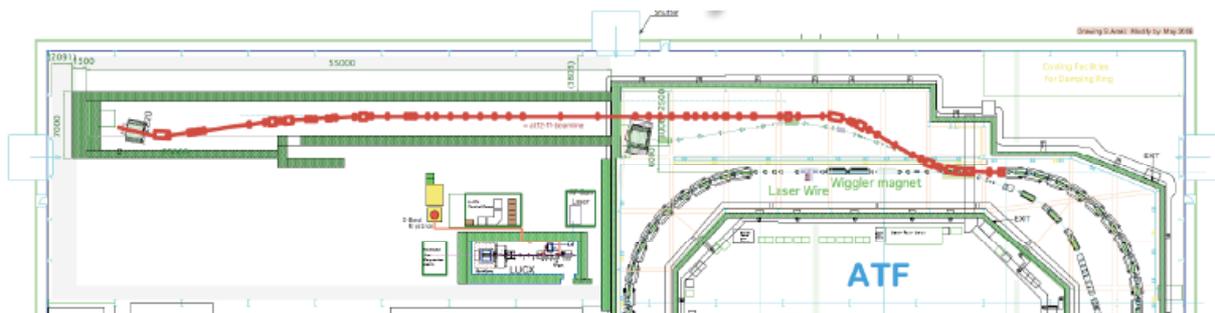


図9：ATF2計画。現ビーム取り出しラインを変更し、Final focus試験部 (左) を増設する。