

Present Status of Test Linac at Photon Factory, KEK

Hitoshi Kobayashi, Toshikazu Kurihara, Yoshio Yamazaki*, Takao Urano,
Tsuyoshi Suwada, Atsushi Enomoto, Takao Oogoe, Satoshi Ohsawa,
Norihiro Kamikubota, Kie Nakamura, Kazuro Furukawa, Hiroyuki Honma
and Akira Asami

KEK, National Laboratory for High Energy Physics
1-1, Oho, Tsukuba, Ibaraki, Japan

*The Graduate University for Advanced Studies
1-1, Oho, Tsukuba, Ibaraki, Japan

Abstract

The first beam with an energy of 25 MeV and 1 μ A averaged current was accelerated by a test linac of Injector Division, Photon Factory, KEK in March 1991. Development of a high-brightness electron gun, studies on measurement for a small emittance beam, generation of a slow positron beam and research of beam deflection by HEM mode in an accelerator guide are progressing.

K E K放射光入射器テストリニアックの現状

1、はじめに

K E K放射光入射器では、60MeV-10 μ Aのテストリニアックの建設を進めてきた。全長22メートルの細長い部屋の入り口に、コンクリートブロックを積み、シールドルームが完成したのが1990年の5月であり、その後リニアックの建設を続け、その途中経過は、昨年この研究会で報告した¹⁾。そのリニアックが1991年3月に完成し、ビーム加速を行ない、4月に所内の放射線検査を受け、合格し利用を開始した。これら昨年に引き続いての建設、及びその現状について報告する。

2、テストリニアック

2-1、目的

テストリニアックは、かなり広い目的で使われる。例えば、保守上の部品検査なども大きな目的の一つである。さらに、

高輝度ビーム加速の研究
自由電子レーザーの開発
マイクロ波電子銃の開発
高効率低速陽電子の発生研究
ビーム不安定性(BBU)の研究

等の広い範囲にわたってその利用計画がある。これらは、すべてが同時にスタートするのではなく、準備の進んでいるテーマから実験に取り掛かることになる。

2-2、テストリニアックでのビーム加速

ビーム加速時の構成は、当初予定していたプリバンチャーは除外し、電子銃から直接バンチャー管に入射し、レギュラー管1本を用いて加速した。このリニアックは、基本的には、2.5 GeVリニアックの各部品の検査ができるように、電子銃電源、及びクライストロン電源は2.5 GeVのそれらと同じものを使用している。クライストロン出力は、この段階では、10 MW程度であった。

本加速器は、各種の実験を可能とするように、その構成を変更して、ビーム加速ができるように申請した。ビーム出力も汎用性を持たせるために、パルス幅と、ピーク電流に制限を付けず、安全性は、平均電流で規定するようにし、ビームをコレクタで集め、その電流がある値を越えたらリニアックを自動停止するようにした。これらの放射線安全上の機器がすべて正常であることが確認され、4月より利用が許可された。当面は、高輝度ビームの加速のための電子銃の開発を急ぐため、ビームエネルギーを正確に校正

していないが、そのマイクロ波のパワー等から25 MeVと推定され、電流は平均で1 μ Aを加速した。今回は、ビーム加速の目的は、放射線の試験を受けるためだけに限定した。

3、開発研究の現状

このテストリニアックは、当初より、ビームを利用する研究もさることながら、加速器技術に関しての開発研究をその中心にしているので、最大性能の範囲で各種に組み替えて実験できるようにしている。また今後の実験では、非常に高輝度、又は、たとえ電流が多少低くても低エミッタンスのビームを必要としているので、まず、低エミッタンスのビーム発生からはじめる。

3-1、電子銃の開発

エミッタンスは、小さいほど良いが、当面は、今後の利用を考えてノーマライズドエミッタンスで10mm-mrad程度のビームを必要としている。このため、1mm ϕ ,2mm ϕ の非常に小さいカソードを用いた電子銃の開発を進めている。このようなカソードが果たして長期の利用に耐えるか否かは、今のところ不明であるが、カソードの寿命の件は、別に検討していく予定である。このような電子銃の開発には、計算のほか、それを確認する測定系が非常に大切と考えられ、その準備が進められている。この中に、エミッタンスをビームのパルス内で時間分割して計測することも含めて計画しており、現状の詳細は、別に述べる。²⁾

3-2、マイクロ波電子銃

マイクロ波電子銃は、上記の高輝度電子銃と並んで、それ自身の開発が意義のあることであるが、他に予定されている高輝度ビームの加速実験にも重要と考えられている。このテストリニアックの完成でようやくそのマイクロ波源が確保できたことであり、今後の実験が期待されている。³⁾

4、今後の開発研究

4-1、低速陽電子の高効率発生の研究

低速陽電子については、2.5 GeVリニアックを用いて強力線源を作る計画が進められている。この報告は、別に行なう⁴⁾。テストリニアックは出力が小さく、陽電子の利用には不向きと考えられるが、一方詳細なデータを計測することには、適している。例えば、低速陽電子の発生には、標準的には、タンタルコンバータとタングステンモデルレータの組み合わせが用いられているが、希ガス自体をターゲット及びモデルレータとして用いる試み⁵⁾もなされており、このリニアックを用いても各種のモデルレータの試験が計画されている。低速陽電子を効率良く発生するためには、ターゲットとモデルレータの構造、配置⁶⁾に多くの可能性があると考えられており、これらに関する基礎的な試験を行なう予定である。

4-2、ビームの偏向によるエミッタンスグロス及びビーム不安定性に関する研究

KEKの将来計画であるB-Factoryとの関連においても、また、エミッタンスグロスとの関連でも、ビームの誘起するダイポールモード(H_{EM}₁₁)でのビームの偏向は非常に興味のある問題である。KEK陽電子発生用リニアックは、短パルス、大電流ビームを加速しており、そこでは、マルチバンチビームのウエークフィールドによる、ビーム偏向の実験がなされ、非常に興味のある結果を示している⁷⁾。テストリニアックは、小型で、長さも短く、ビームの偏向自体は、極く小さいが、一方他の実験と同様、ここでも詳細な計測には、向いていると考えている。

ビームのウエークフィールドによる加速管内での偏向の解析は、TBCIコードを用いて行なわれている⁷⁾。しかし、BBU対策として有効と考えられる、加速管の2a寸法のステップについて、これをすべて計算に取り込むことは困難と考えられるし、また可能になった場合の検証には、実際に各種の加速管でのビーム偏向を計測することが、有効であると考えられる。但し、現在大電流で、低エミッタンスのビームの加速に対して特に有効な手段がないため、計測に困難が伴うと考えられ、次に述べるマイクロ秒ビームから始める。

テストリニアックでは、エミッタンスグロスとの関連で、マイクロ秒ビームにおいて、ビームの偏向角を測定する予定になっている。実験対象となる加速管は、リニアッ

クの下流に図-1に示すセットアップで設置される。この加速管には、マイクロ波は、供給せず、両側をペローで接続して、ビームに対して平行に移動する。HEMモードでの軸方向の電界は軸近傍では、変位に比例すると考えられるが、この変位を正確に求めるためにも、高輝度ビームの加速が是非必要となる。つまり、数mm·mradのノーマライズドエミッタンスがないと、ビームを加速管のどこを通したかの特定と、偏向量の計測に要求される小さいスポットが実現できない。このような精密な実験には、マイクロ波のパルス内の平坦度や、電子銃からのビームのそれ等加速器自体に高性能が要求されることになり、その準備が重要である。

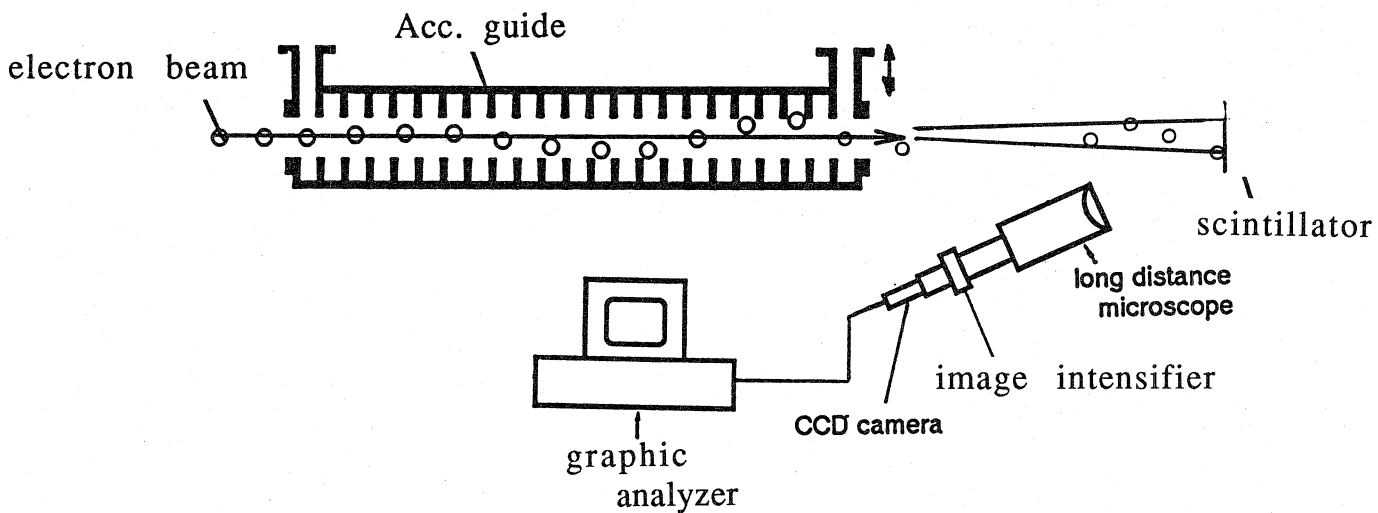


図-1 ビーム偏向の測定

参考文献

- 1), H.Kobayashi et al. : Proc. 15th linear accelerator meeting in Japan, p.29
- 2), Y.Yamazaki et al. : This meeting
- 3), T.Urano et al. This meeting
- 4), T.Kurihara et al. This meeting
- 5), E.M.Gullikson and A.P.Mills, Jr., Phys. Rev. Lett. 57,376(1986)
- 6), D.M.Chen, K.G.Lynn, R.Pareja and B.Nielsen, Phys. Rev. B31,4123(1985)
- 7), Y.Ogawa, T.Shidara and A.Asami, : Physical Review D. 43,258(1991)