

## Study of X-band Femtosecond Linac with Laser Photo Cathode Gun

Harano H.<sup>1</sup>, Kinoshita K.<sup>1</sup>, Ueda T.<sup>1</sup>, Sakai F.<sup>2</sup>, Watanabe T.<sup>1</sup>,  
Yoshii K.<sup>1</sup> and Uesaka M.<sup>1</sup>

1. Nuclear Engineering Research Laboratory, University of Tokyo,  
22-2 Shirakata-Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-11, Japan

2. Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI),  
2-4, Shirakatashirane, Tokai, Ibaraki, Japan

### ABSTRACT

As a next plan of the existing subpicosecond electron Linac, Femtosecond Ultrafast Quantum Phenomena Research Project is proposed at NERL of Univ. of Tokyo. In this study, the feasibility of a X-band Linac with a laser photo cathode gun is numerically investigated for the femtosecond Linac which is planned to be installed in the project.

### レーザフォトカソード RF ガンを用いた Xバンドフェムト秒ライナックの検討

#### 1 はじめに

東大工学部附属原子力工学研究施設では、現有のサブピコ秒 S バンド (2.856GHz) 電子ライナックの次期計画として、フェムト秒時間領域におけるビーム物質相互作用の解明とその応用を目指した「フェムト秒高速量子現象研究設備」の建設計画が進行中である。その中で X バンド (11.424GHz) 電子ライナックの導入を予定している。X バンド高周波の波長は S バンド高周波のその 1/4 であり、システムのコンパクト化が実現できる他、加速電界の勾配が大きいことにより、優れたバンチング効果が期待できる。これまで入射系に 150kV 熱電子銃と二台の SHB を採用したシステムについて、電子軌道計算コード PARMELA を用いた最適設計を行い、100fs、10kA の電子シングルパルスが発生可能であることを確認している [1]。本研究ではシステムの更なるコンパクト化、並びに短パルス化の方策として、入射系にレーザフォトカソード RF ガンを用いた X バンドライナックシステムについて数値解析により検討する。

本電子銃はレーザにより起動される為、フェムト秒レーザと同期連動して放射線物理・化学実験に適用する場合、同期の時間ジッターをフェムト秒レベルにまで低減できる可能性があり、現在、日本原子力研究所と高エネルギー加速器研究機構との共同研究により行われているレーザ航跡場加速実験に於てもレーザフォトカソード S バンド RF ガンが使用される予定である [2]。

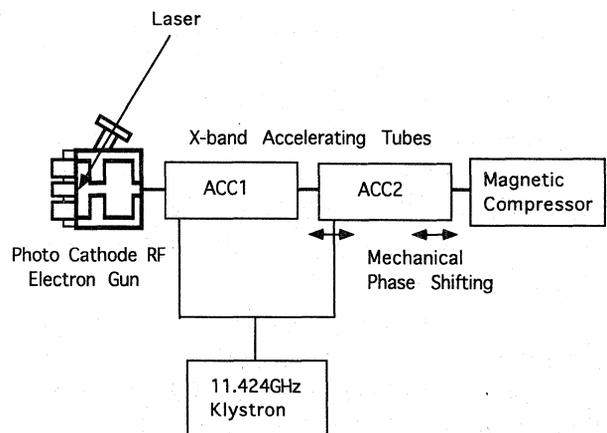


図 1 : 体系図

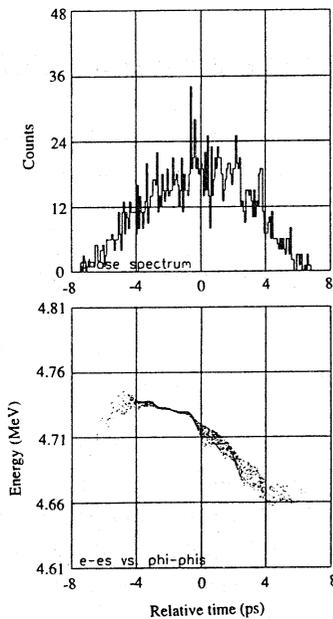


図2：電子銃直後の電子パルス

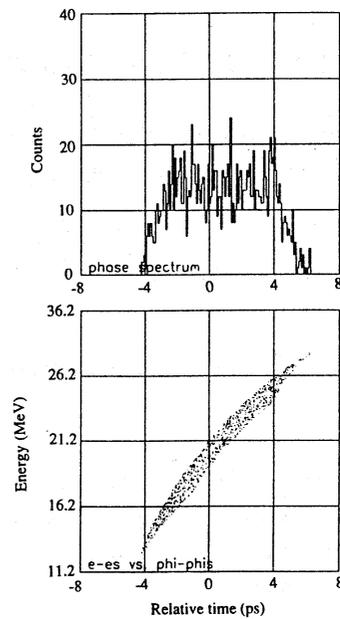


図3：第一加速管直後の電子パルス

## 2 検討

図1に本研究にて想定したXバンドライナックの体系図を示す。レーザーフォトカソードSバンドRFガン、2本のXバンド加速管、磁気パルス圧縮器から構成され、RFパワーの供給はXバンドクライストロンによって行われる。後段のXバンド加速管はエネルギー変調用であり、その位相調節には加速管を空間的に移動させるメカニカル位相シフトを用いる。なおソレノイドコイルがライナック全体に沿って配置されており、電子ビームのtransverse方向への発散を抑制するための外部磁場を印加している。

図2には、PARMELAにより計算したレーザーフォトカソードSバンドRFガンより得られる電子パルスを示す。パルス幅は $\sim 10$ psとXバンド高周波の一周期87.5psより短いことが判る。従ってSHBなしでシングルパルス生成が可能であり、システムは図1に示したように単純なものとなる。またこの電子パルスの規格化エミッタンスは $1\pi\text{ mm}\cdot\text{mrad}$ 程度と非常に小さく、後段の磁気パルス圧縮にとっても有利である。

Xバンド加速管の周期構造(表1参照)は2段とも[1]と同じ、定インピーダンス、 $2/3\pi$ 進行波型を採用し、共に78セルとした。RFパワーは30MWを前段に、10MWを後段に供給する。前段の加速管を通過した電子パルスを図3に示す。

電子は20MeV程度まで加速されている。またパルス幅は8ps程度と若干パルス圧縮されているが、これは電子を安定位相に乗せたことによる。磁気パルス圧縮部ではパルス内の電子のエネルギー差を行路差に変換しパルス圧縮を行う。後段の加速管は電子パルスのエネルギーを磁気パルスに適したように変調する為のものである。磁気パルス圧縮法としては[1]と同様にarc-typeアクロマティック磁気パルス圧縮法とchicane-typeを検討する。詳しくは当日発表する。

表1：Xバンド加速管の空洞特性値

ディスク間隔	8.75 mm
ディスク孔径	8.4 mm
内径	20.14 mm
シャントインピーダンス	78 M $\Omega$
Q値	6663
群速度	0.037 c
Filling time	54.4 ns
減衰係数	0.473 /m

## 参考文献

- [1] A.Takeshita et al., Proc. of the 21th Linear Accelerator Meeting (1996) pp.299-301.
- [2] K.Kinoshita et al., Proc. of the 22th Linear Accelerator Meeting (1997).