

## Improvement of NERL S-band Linac aiming at Femtosecond Electron Pulse

K.KINOSHITA, M.UESAKA, T.WATANABE, T.UEDA, K.YOSHII, H.HARANO

F.SAKAI\*, H.KOTAKI\*

K.NAKAJIMA\*\*, H.NAKANISHI\*\*, A.OGATA\*\*

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

*\*Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI),  
2-4 Shirakata-shirane, Tokai-mura, Ibaraki, Japan 319-11*

*\*\*High Energy Accelerator Organization (KEK),  
1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki, Japan 305*

PARMELA simulations for the generation of femtosecond electron pulses in a system that consists of photocathode RF electron gun, S-band linac, and chicane-type magnetic pulse compressor was carried out. It was found by the simulation that a 10ps electron pulse with 1nC charge from the photocathode RF electron gun was compressed to 200fs through the chicane.

### 東大原施Sバンドライナックのフェムト秒化

#### 1. 序論

現在東京大学附属原子力工学研究施設ではフェムト秒高速量子現象研究設備を計画しており、フェムト秒電子パルスの発生はその設備の主要な機能の一つである。これまでに東大工原施ではアクロマティックアーク型磁気パルス圧縮器を用いてパルス幅 700fs の電子パルスの発生に成功している [1] が、フェムト秒現象への応用のためにはより短いパルスが望まれる。また、東大工原施は日本原子力研究所および高エネルギー加速器研究機構との共同研究としてレーザー航跡場加速実験、後方 Thomson 散乱 X 線発生実験を行っており、ここではパルス幅 200fs 程度の電子パルスが要求されている。磁気パルス圧縮を効果的に行うには電子ビームのエネルギー-位相関係を高精度に制御し、同一位相上におけるエネルギー分散を小さくしなければならない。これまで東大工原施では電子源に熱電子銃を用いてきたが、発生電子ビームのエミッタンスはフォトカソード高周波電子銃の方が小さく、磁気パルス圧縮に有利である。そこで我々はツイナックの一方で、加速管が一本の S バンドライナックにフォトカソード高周波電子銃およびシケイン型磁気パルス圧縮器を導入してフェムト秒電子パルスを発生させることを検討した。

#### 2. 構成

シケイン型磁気パルス圧縮器を用いたフェムト秒電子パルス発生装置はフォトカソード高周波電子銃、加速管、およびシケイン型磁気パルス圧縮器

から構成される。体系図を図 1 に示す。

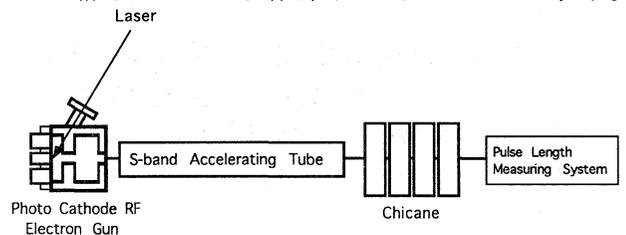


図 1: 体系図

#### 2.1. フォトカソード高周波電子銃

フォトカソード高周波電子銃では、レーザーをカソードに入射して光電子を発生させ、その光電子を共振空洞内の高周波で加速する。ここでは高周波の周波数が 2856MHz のものを用いた。この電子銃で発生する電子パルスのパルス幅は数 ps ~ 10ps、エネルギーは 5MeV 程度であり、パルス幅は S バンド高周波の周期 350ps より小さく、エネルギーは相対論的領域である。従って電子銃から発生した電子ビームをそのまま加速管に入射して加速することができる。

#### 2.2. 加速管

加速管には周波数 2856MHz の進行波型 S バンド加速管を用いる。本来磁気パルス圧縮には加速用とエネルギー変調用の二本の加速管が必要であるが、本ライナックには一本しかない。しかし、高周波電子銃でかなり相対論的エネルギー領域まで加速されていることを利用し、加速管でさらなる加速とエネルギー変調を同時に行う方法を検討した。

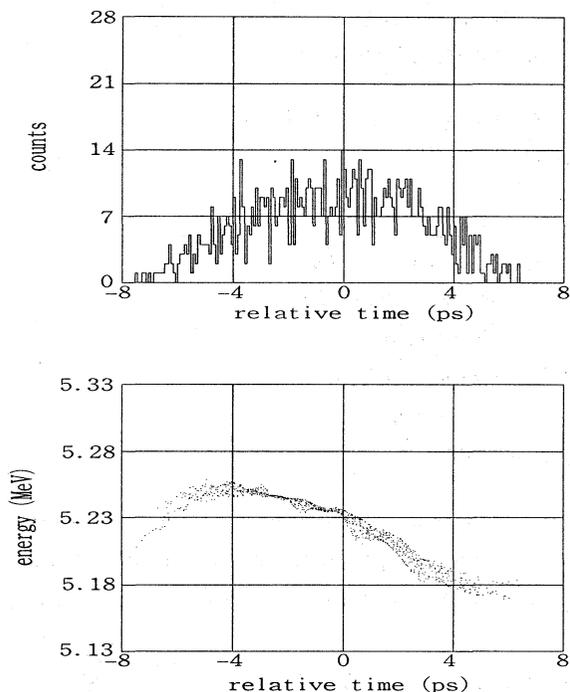


図2：電子銃出口の電子分布

### 2.3. シケイン

シケインは四つの矩形偏向電磁石から成る。シケイン内ではエネルギーの大きい電子ほど長い行路長を持つ。従ってバンチ中の電子に前方が低エネルギーになるようなエネルギー分布を持たせることでパルス圧縮が可能である。

### 3. 計算結果

計算には電子軌道計算コード PARMELA を使った。図2はフォトカソード高周波電子銃の出口における電子分布である。ここでは電子パルスの電荷量を1nCと仮定している。この時パルス幅は約10ps、エネルギーは5.2MeVであり、加速管入射のために十分な短パルス、高エネルギーとなっている。この時電子パルスのrms規格化エミッタンスは $1\pi$  mm mradであり、熱電子銃のエミッタンス約 $100\pi$  mm mradよりも優れていることが分かる。図3は加速管出口における電子分布である。ここで、パルス内前方の電子が低エネルギー、後方の電子が高エネルギーという分布になっており、シケインで圧縮可能である。図4はシケイン出口での電子分布である。パルス幅は約200fsに圧縮されている。

### 4. 結論

フォトカソード高周波電子銃、Sバンド加速管、およびシケイン型磁気パルス圧縮器から成る体系で、電子ビームのパルス圧縮の計算を電子軌道計算コ

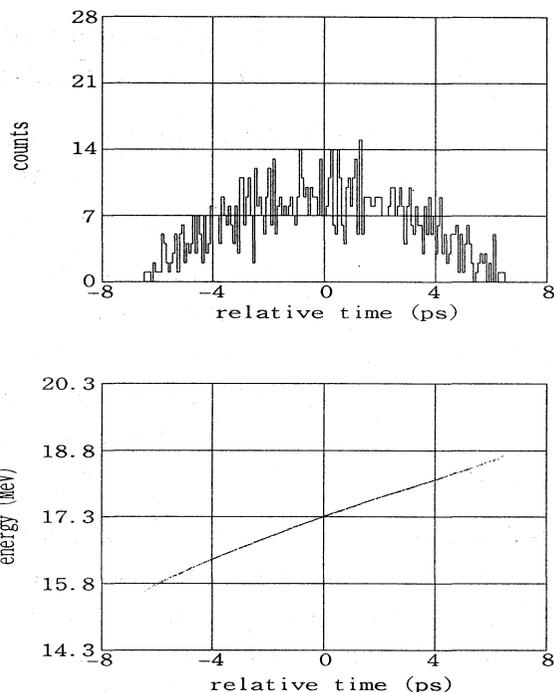


図3：加速管出口での電子分布

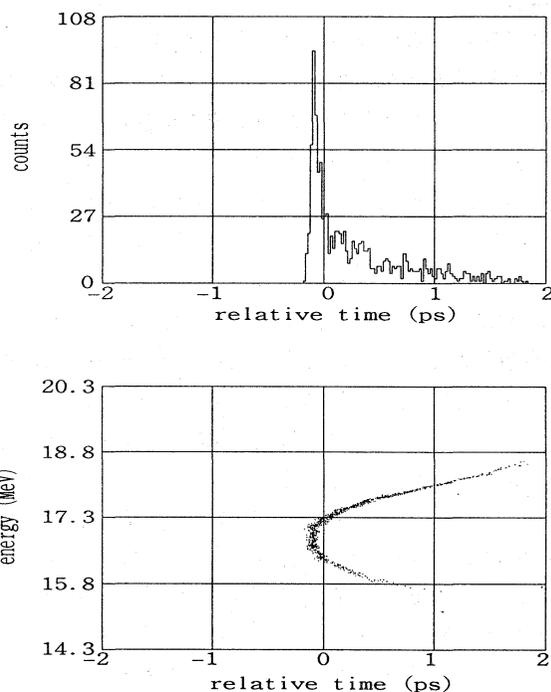


図4：シケイン出口での電子分布

ード PARMELA を用いて行った。シケインの出口における電子ビームのパルス幅は200fsに圧縮された。  
参考文献

[1] M.Uesaka et al., Physical Review E Vol.4(1994)pp.3068-3076