

## FREE ELECTRON LASER PROJECT AT JAERI

Makio OHKUBO, Yuuki KAWARASAKI, Naomoto SHIKAZONO,  
Katsuo MASHIKO, Masayoshi SUGIMOTO, Masaru SAWAMURA,  
Hiroshi YOSHIKAWA+ and Masayuki TAKABE\*  
Japan Atomic Energy Research Institute  
Tokai-mura, Ibaraki-ken, 319-11

### ABSTRACT

Design study of a Free Electron Laser system for the infrared wave length has been continued for several months. The system consists of a 200~250 kV grid pulsed gun, a sub-harmonic buncher, a buncher, two superconducting pre-accelerator cavities and a superconducting main accelerator. The maximum energy is expected to be 25 MeV, and the average current 2.5 mA during operation. The system will be assembled in a retired Van de Graaff target room.

### 原研自由電子レーザー計画

#### 1. はじめに

自由電子レーザー (FEL) を発振させるには、高品位電子ビームが必要である。その相対エネルギー広がり、 $1/4N$  程度以下 ( $N$  アンジュレータ周期数 30~300)、またパルス幅はかなり長い (0.1~1 ms) こと、また電子ビームエミッタンス ( $\pi \times x'$ ) は少なくとも発振波長  $\lambda$  程度以下でなければならない。この様な電子ビームを作り出す加速器について検討を行った結果、従来の常伝導ライナックでは困難が伴うことが判り、超伝導ライナックを中心にした加速器系につき、全体の設計計算を進めている。第1期計画 (62~66年) では、25 MeV 電子ビームにより赤外域 (3~20  $\mu\text{m}$ ) の FEL 発振を目指している。第2期以降では電子エネルギーを上げ、可視、紫外域に進む予定である。本文では原研 FEL 第1期計画の概要を述べる。

#### 2. 全体構成

全系は、電子銃 (パルス、200~250 KV)、サブ・ハーモニック・バンチャ、バンチャ、超伝導前段加速器、超伝導主加速器、ビーム輸送系、アンジュレータ、真空系、RF系、コントロール系、レーザー光学系、ビーム診断系、等から成る。全系を入れる建物は旧5.5MeV バンデグラフ・ターゲット室の半地下 (大きさ 12m x 20m) を予定している。全体の鳥観図を第1図に示す。

電子銃から得られる 200 ~ 250 KeV, 4 ns幅、直径 1~2mm のビームをサブ・ハーモニック

---

+ 早稲田大学理工学部、 \* 石川島播磨重工

バンチャにより圧縮する。この際のエネルギー広がりを低く抑えるために、ドリフト・スペースを長くとってある。このビームを更にバンチャでエネルギーを揃え、前段加速空洞で加速し、約 2 MeVのビームを得る。前段加速空洞はニオブ超伝導空洞2個 ( $\beta=0.9$  および  $\beta=1.0$ ) を用いる。主加速器は既製の超伝導加速器 (KEK, 三菱重工 508 MHz、20 MeV) を採用することにし、それを基に周辺装置の周波数も定めた。これらの系により最終エネルギー約 23MeV、20 ps 幅、繰り返し12.7 MHz のマイクロ・パルスを得る。このビームをアンジュレータを含む光共振器に導きレーザー発振の実験を行う予定である。ビーム負荷電力及び発生放射線の低減のため、マクロ・パルス (1 ms、10 Hz) 運転を一応予定しているが、CW運転の可能性もある。

### 3. 各部

#### 1) 電子銃

必要なエミッタンスを得るには	加速電圧	200~250 kV
カソード面上直径 2~3 mm	グリッド・パルス	2~4ns, 12.7MHz
から出た 電子ビームを加速する。	ピーク・ビーム電流	30~100 mA
	ビーム直径	1~2 mm
	ビーム発散角度	1x10

#### 2) サブ・ハーモニック・バンチャ (SHB)

周波数	84.7 MHz
形状	$\lambda/4$ 共振器
電極間電圧	60 kV
RF電力	約 4 kW

#### 3) バンチャ

周波数	508 MHz
形状	リエントラント型 共振器
電極間電圧	10 kV
RF電力	約 1 kW

#### 4) 超電導前段加速空洞

周波数	508 MHz
形状	円形空洞共振器
エネルギー・ゲイン	2 MeV
RF電力 (加速時)	約 4 kW

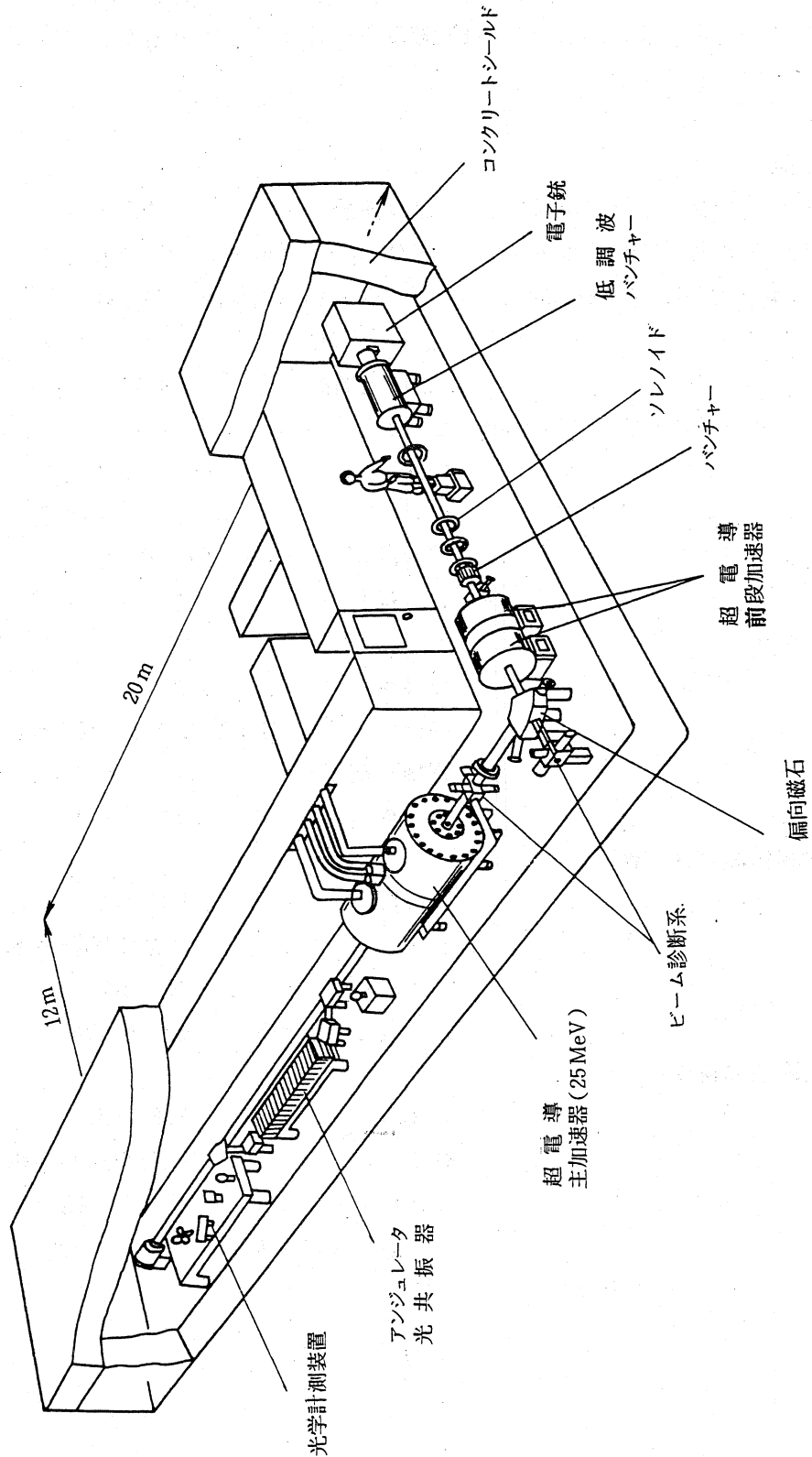
#### 5) 超電導主加速器

周波数	508 MHz
形状	円形空洞共振器
エネルギー・ゲイン	約 20 MeV
RF電力 (加速時)	約 40 kW

自由電子レーザー  
第I期計画 (62~66年)

4. 結び

上記ライナックの入射系1)~3)は63年度に製作し、65年度迄に全体を組み上げる。  
FEL実験は66年に行う予定である。 細部にわたる設計、製作を原研で行う可能性が強い。



第1図 原研自由電子レーザー用ライナック配置図