

## Project and Status of the JAERI Free Electron Laser

Masaru SAWAMURA, Makio OHKUBO, Katsuo MASHIKO,  
Eisuke MINEHARA, Masayoshi SUGIMOTO, Masayuki TAKABE,  
Yuuki KAWARASAKI and Jun SASABE\*

Japan Atomic Energy Research Institute

\*Hamamatsu Photonics Co. Ltd.

### ABSTRACT

A superconducting linear accelerator is now under construction at JAERI aiming at  $10.6\mu\text{m}$  Free Electron Laser oscillation. The fabrication of a sub-harmonic buncher and a buncher in the injector system has been completed. Their RF characteristic measurement will soon be carried out.

It has been pointed out that an energy selector has to be inserted at the entrance of a superconducting pre-accelerator or a main accelerator. The design of the energy selector with less transverse emittance growth is now in progress.

### 原研FEL計画と現状

#### 1. はじめに

原研では現在、超伝導加速空洞を用いた自由電子レーザー用加速器を建設中であり、 $10.6\mu\text{m}$ の赤外域の発振を目指している。計画の概要は昨年の本研究会で発表した通りであるが<sup>1)</sup>、全体の構成を第1図に示す。このうち昨年度は、サブハーモニックバンチャ、バンチャ、ビーム輸送系の一部、高周波系の一部の製作を行った。今年度は、電子銃、輸送系、モニター、高周波系等の製作にかかり、前段加速器の前までを来年度末までに完成する予定である。

#### 2. 輸送系

FELにおいては高品質のビームを得ることが重要である。そのためには電子銃において高品質のビームを発生させる必要があるが、そのビームの質を悪くしないように加速、輸送しなければならない。ビーム電流が低いときは、サブハーモニックバンチャとバンチャをうまく組み合わせることによりバンチ幅を短くすることができる。しかしビーム電流が大きくなるにつれて、空間電荷効果による発散力によりビーム径やバンチ幅が大きくなってしまう。バンチ幅が大きいとFEL発振に必要なエネルギー分解能が得られないだけでなく、超伝導である前段および主加速空洞においてビーム損失が発生するおそれがある。そのため前段加速器の前後どちらかにエネルギーセレクターを入れることにより縦方向の広がりを小さくする必要がある。さらにエネルギーセレクトのためビームを曲げたとき、

エネルギー広がりによって横方向のエミッタンスができるだけ悪くならないようにしなければならない。

前段加速器の前後におけるエネルギー広がりには約100keVである。エネルギーや偏向磁石の形状を変えたときの横方向のビームの径とひろがりを表1に示す。前段加速器の後にエネルギーセレクトを入れた方がビームの質は良いが、建屋との関係もあり検討中である。

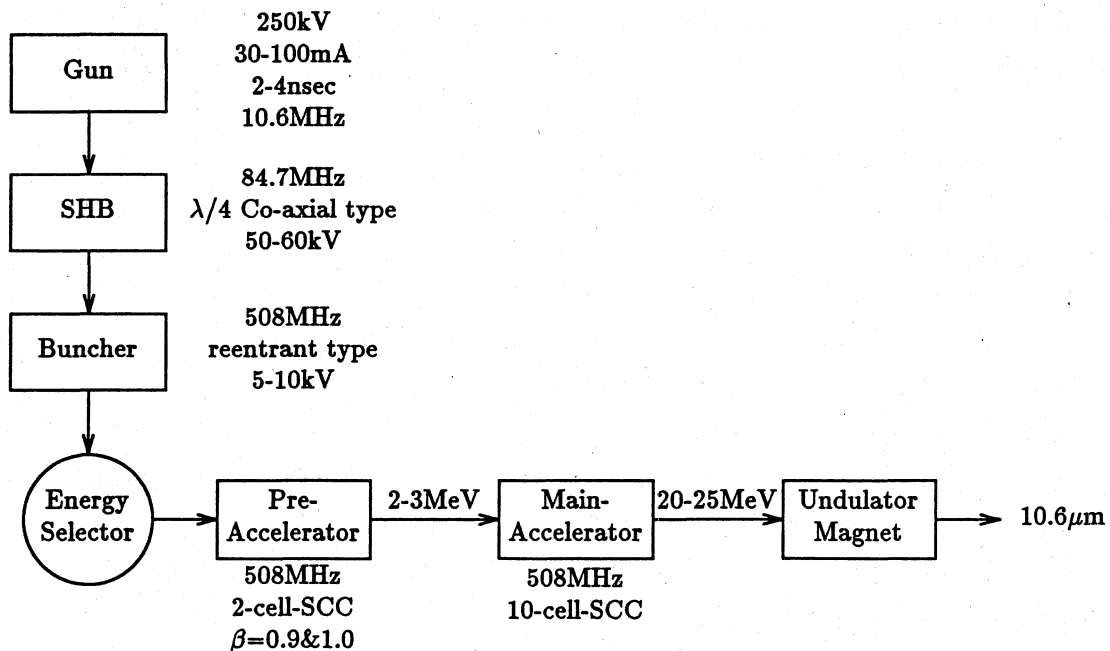
### 3. 入射系加速空洞

入射系加速空洞のうち、サブハーモニックバンチャは $\lambda/4$ 共振型である。空洞長さが900mm、空洞の内径が400mm、フランジ径が500mmあるため、空洞の外部に収束用のソレノイドコイルを配置すると、かなり大きなコイルになってしまう。そのため内軸を二重構造にして、ビーム収束用の永久磁石が入られるような構造とした(第2図)。永久磁石はドーナツ状のものを半分に割り、二つ一組として内軸に配置する。

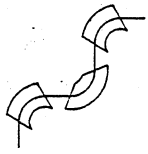
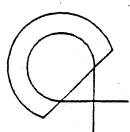
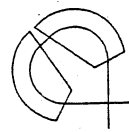
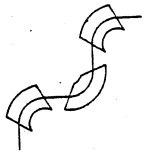
バンチャはリエントラント型空洞である。空洞長さは $\sim 200$ mmであるため、空洞内には収束用のコイル等は入れないようになっている。

サブハーモニックバンチャ、バンチャの空洞について共振周波数、Q値、軸上電場分布を測定する予定である。さらにサブハーモニックバンチャに関して、収束用永久磁石の自重による内軸のたわみが及ぼす影響も調べる予定である。

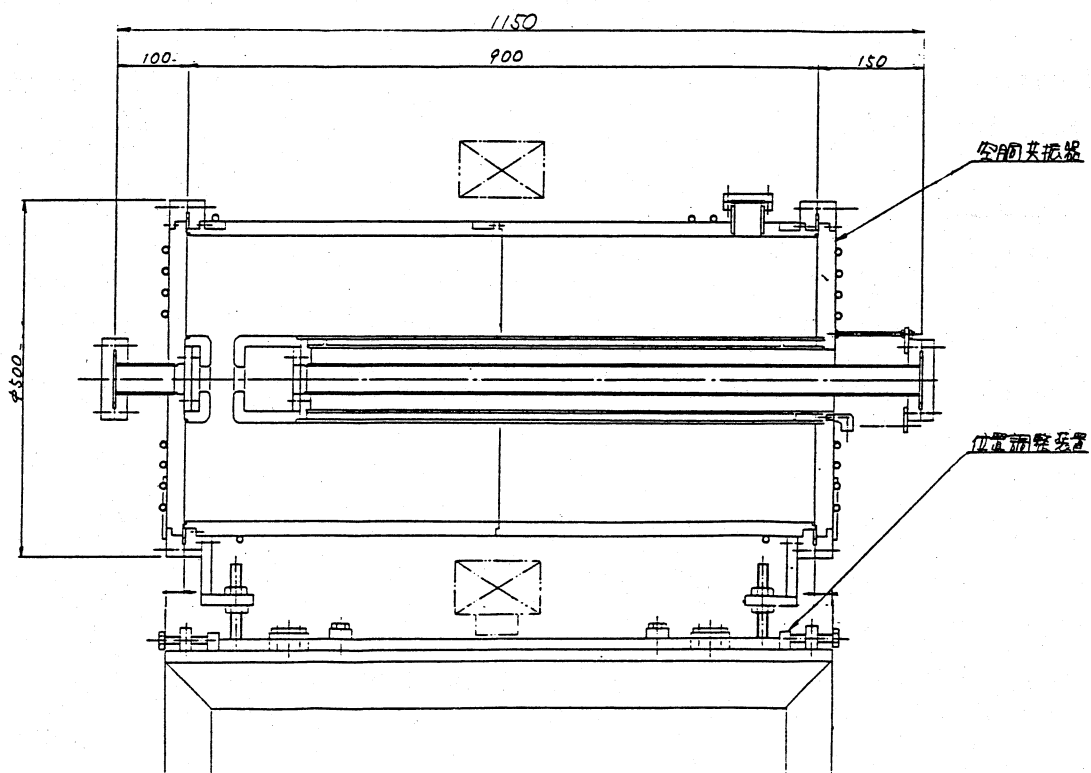
1) M.Ohkubo et al., Proceedings of the 13th Linear Accelerator Meeting in Japan, Sep. 7-9, 1988, ETL Tukuba



第1図 原研FEL計画概要

Initial	$x=y=1\text{mm}$ $x'=y'=10\text{mrad}$ $\Delta E=\pm 50\text{keV}$			
Energy	250keV			3MeV
Type	3-bending system	1 pole $\alpha$ -Mag	2 pole $\alpha$ -Mag	3-bending system
				
x(mm)	1.22	7.86	4.43	1.03
x'(mrad)	10.24	14.05	25.26	10.00
y(mm)	2.95	6.76	4.63	1.06
y'(mrad)	11.44	12.55	27.33	10.01

第 1 表 エネルギーセレクタ通過後のビームの変化



第 2 図 サブハーモニックバンチャ