

BEAM CHARACTERISTICS OF THE LINACS OF ISIR, OSAKA UNIVERSITY AND FEL EXPERIMENTS

Shuichi OKUDA, Toshihiko Hori, Tamotsu Yamamoto, Kunihiko TSUMORI,
and Setsuo Takamuku

Radiation Laboratory, The Institute of Scientific and Industrial Research,
Osaka University

ABSTRACT

Beam characteristics of the linacs of ISIR, Osaka university has been investigated for the study of free electron laser (FEL). By using high peak-current ($\leq 3\text{kA}$) single bunch beams from the 38-MeV L-band linac, characteristic FEL experiments are being prepared and the energy spectra of lights emitted spontaneously from a wiggler have been measured for gas-loaded FEL experiments. The future plan for the visible-light FEL experiments by using the 150-MeV S-band linac is also reported.

産研ライナックのビーム特性とFEL実験

1. はじめに

自由電子レーザー (FEL) 研究のための rf ライナックには、特殊なビーム条件や装置が要求される。例えば、長いマクロパルス、サブハーモニックバンチャーによるマイクロパルスピーク電流の増加、ECS、マイクロ波電子銃などである。阪大産研38 MeV・Lバンド電子ライナックは、サブハーモニックプリバンチャー

(SHPB) システムを備え、単一バンチの電荷量が多いことが特長で、¹⁾パルスラジオリシス等の時間分解測定に寄与してきた。このビームの利用により、特徴的なFEL研究が行える可能性がある。今回、これまで明確でなかったビーム特性を測定し、また放射光の波長をシフトさせる気体封入型FELの予備実験を行ったので、その結果を報告する。新たに建設した150 MeV・Sバンドライナックによる計画についても述べる。

2. ライナックのビーム特性とFEL実験

Lバンドライナックでは、電子銃から5nsで入射したパルス電子ビームを、12thSHPB 2台、6thSHPB、PB、Bで圧縮して比較

表1. Lバンドライナック実験パラメーター

Electron Beam Parameters	
Energy	$\leq 38 \text{ MeV (max.)}$
Energy Spread	1 %
Peak Current	$\leq 3 \text{ kA}$
Pulse Width	20 ps
Diameter	3 mm
Emittance (Normalized)	
ϵ_x	$700\pi \text{ mm} \cdot \text{mrad}$
ϵ_y	$200\pi \text{ mm} \cdot \text{mrad}$
Wiggler Parameters	
Period	4 cm
Magnetic Field	2.4 kG (max.)
Laser Beam Parameter (for 30 MeV)	
Wavelength	7.8 μm

的電荷量の多い単一バンチビームを得ている。表1にこのビームの特性、ウィグラーパラメータと放射光の波長を示す。バンチ波形はチェレンコフ光をストリークカメラでモニターして得られた。エミッタンスは通常の運転条件でのビームに対しQ電磁石の集束条件とビームプロファイルから推定したもので、同程度のピーク電流が得られるインダクションライナックより1桁低い。現在、分析等に利用するパルス放射光を得る目的で装置を準備中であるが、ウィグラー中の電子ビームの輸送と集束が利得を左右すると考えられる。第3章に述べる気体封入型FEL実験装置の配置で、予備実験を行っている。

SRへの入射、陽電子発生、FEL、2ビームによる複合照射実験のために、Sバンドライナックを建設した。この特性については、本研究会の別のセッションで報告する。²⁾この加速器の100 MeVのビームでは、放射光波長は700 nmである。

3. 気体封入型FEL実験

ウィグラー磁場中に気体を封入するとFELの発振波長を短くすることができる。³⁾しかし現在のところ発振実験は行われていない。本実験条件で、封入水素ガスの圧力P (atm)と放射光の波長λ (μm)の関係をプロットしたものが図1である。ただしこの場合、封入ガスや容器窓でのビームの広がりや利得を下げる大きな要因となる。

単一バンチビームを用いて自発放射光のスペクトルを測定した。実験装置を図2に示す。エネルギー30MeV、バンチ当りの電荷量8nC、時間幅約40psのビームを、表1に示した12周期のウィグラーに入射した。ウィグラー通過後の電子は磁石で偏向する。放射光は石英窓通過後、反射鏡、レンズ系で照射室外に導き、主として可視光域で分光測定を行った。

封入水素ガス圧1.3atmと1.0atmに対する結果を図3に示す。比較のために、ウィグラーのないチェレンコフ光だけ

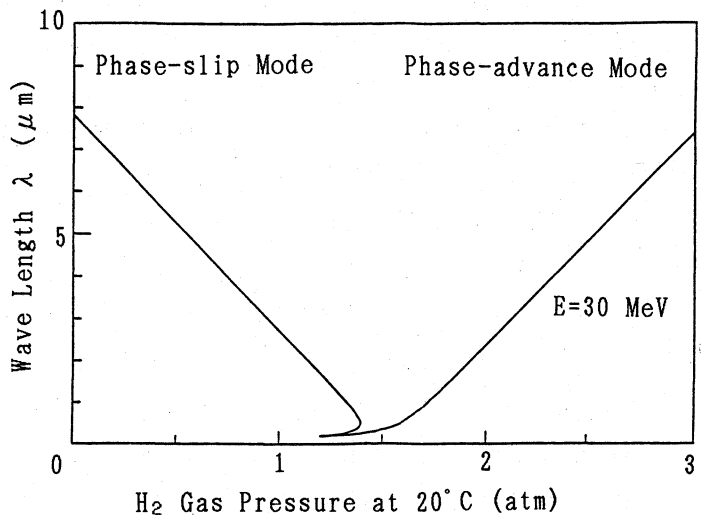


図1. 水素ガス圧と放射光の波長の関係

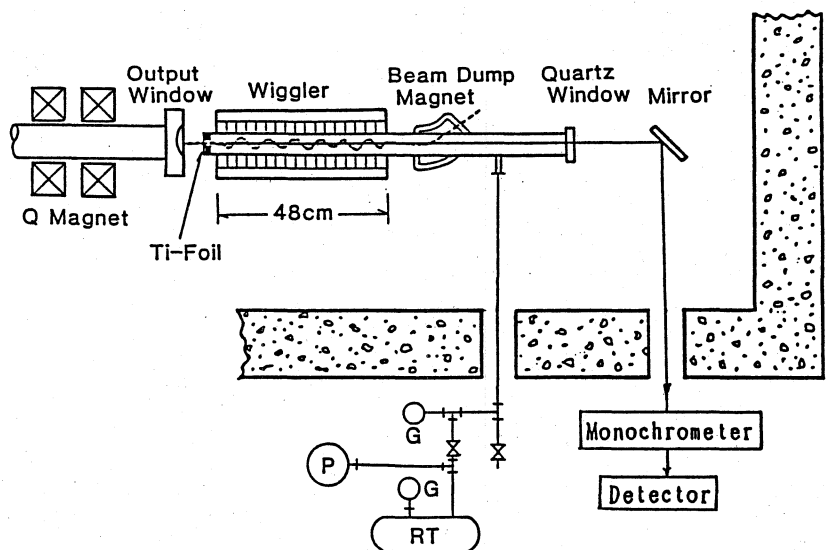


図2. 放射光スペクトル測定装置

の場合のスペクトルも示した。短波長部の光量が減少しているのは、窓およびレンズの吸収によると考えられる。両者の比較から、チェレンコフ光に匹敵する強度の、ウィグラーからの放射光が得られたことがわかる。ただし入射ビームのエネルギー広がり(半値幅約1.3%)に対応して、放射光のスペクトル幅も広い。図3(b)の場合のような低圧でチェレンコフ光が観測されたのもこの理由によると考えられる。

4. 今後の計画

Lバンドライナックを用いたFEL実験では現在ウィグラーを製作中で、ビーム条件の最適化の後、放射光強度を測定する。Sバンドライナックを用いた可視光FEL実験では、学内共同研究を含めて、まず自発放射光の測定が予定されているが、特にエミッタンスなどの特性が十分ではない。装置スペースや実験規模が限られているので、主として電子銃システムの開発を行う予定である。

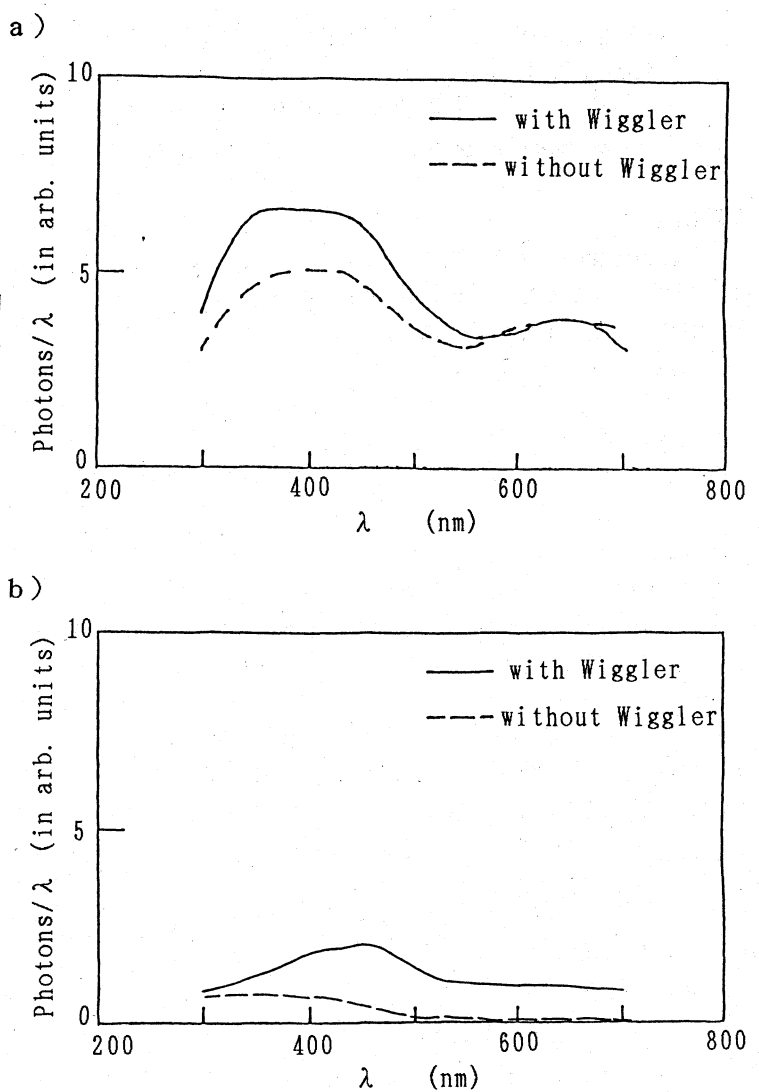


図3. 放射光スペクトルの測定結果
(P(H₂): (a)1.3 atm, (b)1.0 atm)

参考文献

- 1) S. Takeda et al., IEEE Nucl. Sci. NS-32 (1985) 3219.
- 2) K. Tsumori et al., 本研究会のProceedings.
- 3) A.-M. Fauchet et al., IEEE J. Quantum Electron. QE-20 (1984) 1332.