

Detection of spontaneous radiation-light from the undulator

Y. Takahasi, T. Hattori, Y. Isii, M. Okamura, T. Hirata, H. Muto,
Y. Honda*, F. Fujimoto* and K. Yosida**.

Research Laboratory for Nuclear Reactors, Tokyo Institute of Technology
* The Institute of Scientific and Industrial Reserch, Osaka University
** Institute for Nuclear Study, University of Tokyo

ABSTRACT

Spontaneous radiation-light from the undulator (K -value=1.02) was detected by accelerated electron with S-band linac at Institute of Scientific and Industrial Reserch, Osaka University. The radiation light wave length was 595nm at 126 MeV beam energy. We shall report its experiment and results.

Sバンド電子線形加速器によるアンジュレーター光の測定

1. はじめに

我々は目下FEL専用のストレージリング^{1,2)}を設計開発中であるが、そのFEL発振の前段階の研究として、先年、Lバンドライナックを用いて28MeVの電子ビームで遠赤外領域の放射光の測定³⁾を目指したが、諸般の事情によって測光まで至らなかった。

そこで今回の実験では、Sバンドライナックにおいて電子ビームエネルギーを130MeV程度まで上げて可視光領域での自発放射光の検出を試みた。

去る3月末から4月上旬にかけて、阪大産研にて行ったが、そのときの結果を報告する。

2. 装置

(1) アンジュレーター

挿入光源には既に当研究室で製作済みのアンジュレーターを用いたが、そのデザインパラメーターを以下に示す。

Table
List of the undulator design parameters

Magnet Material		NEOMAX-35H
Magnet dimension	[mm]	12X12X70
Undulator period	λ_u [mm]	48
Num. of period	N	30
Undulator length	[mm]	1440
Variable gap	L_g [mm]	18 - 50
Magnetic field range	B_0 [kG]	4.70-0.75
K parameters		2.11-0.34
Wavelength	λ [μ m]	
	30 MeV	22.4-7.36
	150 MeV	0.90-0.29

(2) 測光系

アンジュレーター光源による自発放射光は可視光領域であるので、検出器にはGaAs型フォトマルチプライアー（浜松フォトニクスR636：付加電圧-800V）を用いた。これは赤外領域から紫外領域まで、かなり広範囲に渡って検出効率が高く、また一定であるという特徴を備えている。

モノクロメータはニコンG-250を使用し、1200本/mm、500nmのグレーティングを採用した。モノクロメータのコントロールはGP-IB制御のオートスキャナーを使用し、分光後のフォトマル出力をプレアンプ後デジタルスコープ（岩通）で計測し、パルス波高をGP-IBを通してマイクロコンピュータで収録処理した。

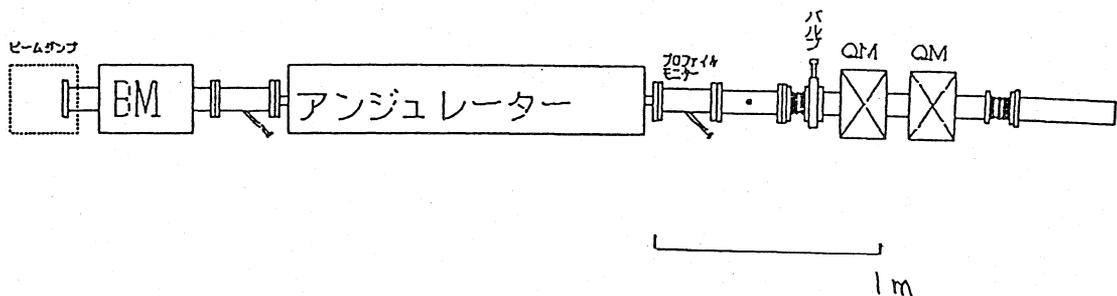
3. 経過

(1) 実験条件

加速器		阪大産研Sバンドライナック
ビームエネルギー		120~130MeV
ビームパルス	レングス	1.5 μ s
	レート	2Hz (10Hz)
ピークカレント		~120mA

(2) 実験コース

実験コースはSバンドライナック本体室内において、45度ベンディングマグネット下流域の2メートル程度の場所にセットした。以下に使用した装置の配置図を示す。



(3) 実験経過

コース設定後90℃程度で一晩ベイキングを行い、 2×10^{-8} トール程度の真空に到達したことを確認してから、ゲートバルブを開きSバンドライナックに直結した。直結後の真空度は $1 \sim 2 \times 10^{-8}$ 程度であった。

ライナックの運転開始後、プロファイルモニターでビーム調節を行い、アンジュレーターキャビティを素通りさせた。そして測光の第一段階として放射光の出射口にポラロイドフィルムを直付けし、写真感光による検出を試みたが、総て緑灰色に変色していたことから、電子ビームが管壁、モニターその他に照射しての発光が非常に多いことが確認された。

次に、鏡を4枚用いて光軸合わせを行い、Lバンドライナック室への誘導し、照明を完全に落としたLバンドライナック室に於て、自発放射光の肉眼による検出作業を行ったが、その際、放

射光に赤色の光が混入していることが分かった。そしてその赤色光は、プロファイルモニターのデマルキャストにビームの一部が照射され発光しているものと判明し、またアンジュレーターの管壁にビームが当たっていることが分かり、再びビーム調整を行った。

自発放射光の強度が微弱であるのは光軸合わせが不完全であるためであると分かり光軸合わせをやり直した。そして実験最終日に至り、ようやく分光に成功し、フォトマルによってスペクトルを描き、計算によって予言された場所にピークが存在することを確認した。

4. 実験結果及び考察

アンジュレーターからの自発放射光を4枚のミラーを通して、約20倍のトランシット（ニコソ）の望遠鏡により観察した。主観を交えた観察結果は、

- 1) 電子ビームからと思える炎のようにきらめく青緑から赤までを含んだ（ミラーで多数回反射しているために色収差が発生したと思われる）白色光
- 2) 電子ビームがアンジュレーター入口のフランジに当たって赤くなった赤オレンジ色の反射光
- 3) 白色光の電子ビームに向かって左端に現れるタテスジ状の青色の光

以上に分類できる。下に130 MeV電子による自発放射光のスペクトルの図を示す。 $\lambda = 565 \text{ nm}$ の場合は、 $E = 129.3 \text{ MeV}$ となる。

アンジュレーター光の幅は36 nmで、電子ビームのエネルギー幅（ピークの1/2）は3.2%であり、アンジュレーター部には129.3 ± 2.1 MeVの電子ビームが入射していることになる。

電子ビームの調整で126 MeV電子ビームによってアンジュレーター光が30 nm変化し、595 nmのウラン分離波長を発生することに成功し、自由電子レーザーの特徴の波長可変性を証明することができた。以上により、将来のFEL専用CSAリングでのFEL発振に向けての大きな指針となった。

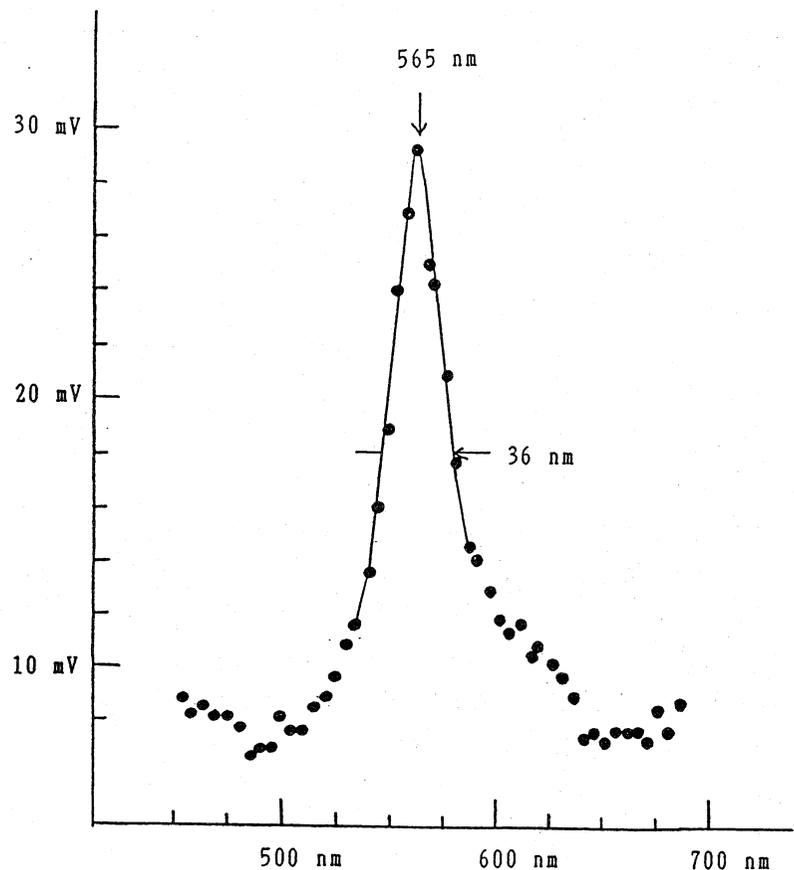


図 自発放射光のスペクトル