

# RF CAVITY FOR THE PHOTON STORAGE RING

Hiroshi TSUTSUI, Toshitada HORI, Takeshi TAKAYAMA and Hironari YAMADA

Sumitomo Heavy Industries, Ltd.

2-1-1 Yato-cho, Tanashi-city, Tokyo 188

Isamu SATO

KEK, National Laboratory for High Energy Physics

1-1 Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305

Koichi SHIMODA

1-19-15 Kichijoji-Minamicho, Musashino 180

## ABSTRACT

An RF cavity prototype for the Photon Storage Ring was assembled and tested. The measured data agree well with the data from 3D code MAFIA.

## 光蓄積リングのための RF 加速空洞

### 1 はじめに

光蓄積リング用の RF 加速空洞の試作品を製作し、周波数特性や最低次のモードの電磁場分布を測定した。測定結果は MAFIA による結果とよく一致することがわかった。

### 2 RF 加速空洞の設計

設計中の光蓄積リング [1] は電子軌道半径が 15cm で、中に 60°の広がりを持つパータベータが 2 個向かい合わせに入る。RF 加速空洞はその隙間に入れなくてはならない。入射方法は整数共鳴法を用い、入射軌道は水平方向に ±3.5cm 程度広がるので、その空間は一樣に加速できるようにしなければならない。パンチ数は光蓄積リングの原理からの要請で 8 にするとよいので、周波数は 2.5GHz 程度となる。光と電子の相互作用のために、RF 空洞の外側は切り欠かねばならない。上記の条件を満たすような加速空洞の設計のために 3次元シミュレーションコード MAFIA を用いた。シミュレーションに使用した加速空洞の形状は図 1 のとおりである。図は空洞の 1/4 を示している。この

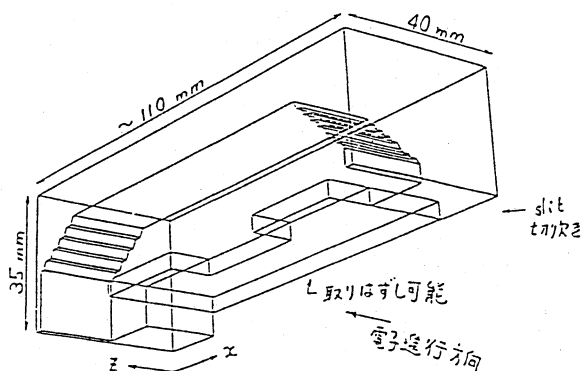


図 1: 加速空洞の形状 (1/4)

形状では  $f_a = 2.62\text{GHz}$ ,  $Q_0 = 8796$ ,  $R_s = 0.36\text{M}\Omega$  ( $\sigma = 5.0 \times 10^7 \Omega^{-1}\text{m}^{-1}$ ) となる。電子から放出された光が自由に外側の鏡で反射できるように RF 空洞の外側方向は切り欠いてある。ギャップがコの字型をしているのは空間で一樣に加速するためである。実効加速電圧は図 2 のとおりである。

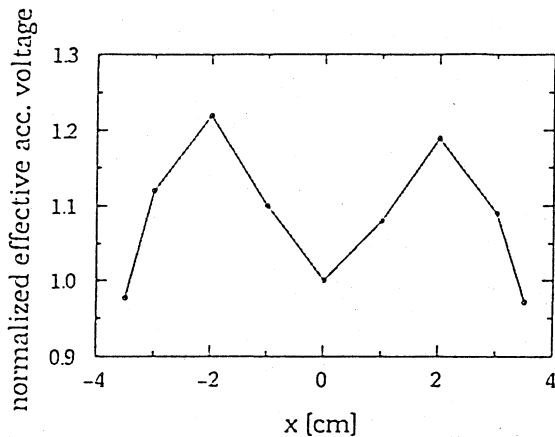


図 2: 実効加速電圧の分布

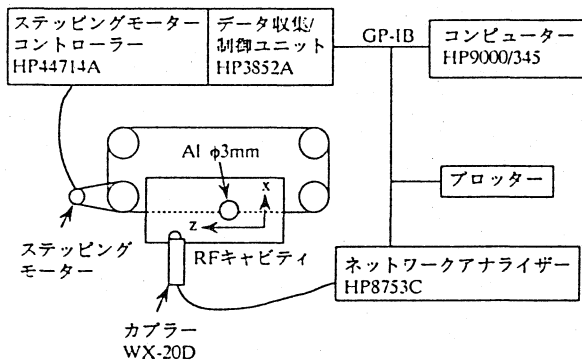


図 3: 測定の構成

### 3 試作品のテスト

試作 RF 加速空洞はアルミで製作し、ギャップは色々な形で調べられるように着脱可能にした。空洞内の電場分布を測るために、ビーズパーティション法 [2] を用いた。ビーズは直径 3mm のアルミを用いた。公式

$$\frac{\Delta f_a}{f_a} = -\frac{1}{2W} \frac{4}{3} \pi r_0^3 (\epsilon_0 E^2 - \frac{B^2}{2\mu_0}) \quad (1)$$

を用いると、MAFIA の計算により共振周波数のずれ  $\Delta f_a/f_a$  は最大で、 $-4.4 \times 10^{-4}$  と見積られる。測定の構成は図 3 のとおりである。

今回はある特定の周波数の反射波の入射波に対する位相角のずれ  $\psi$  を測り、それを共振周波数のずれに直すことにした。 $\beta = Q_0/Q_{ext}$ 、 $\phi = 2Q_0 \Delta f_a/f_a$  とおくと公式は

$$\tan \psi = \frac{2\beta\phi}{\beta^2 - \phi^2 - 1} \quad (2)$$

である。多少オーバーカブリング ( $\beta > 1$ ) にすると、 $\phi$  が  $\psi$  の一価関数となり、解析しやすい。今回の測定

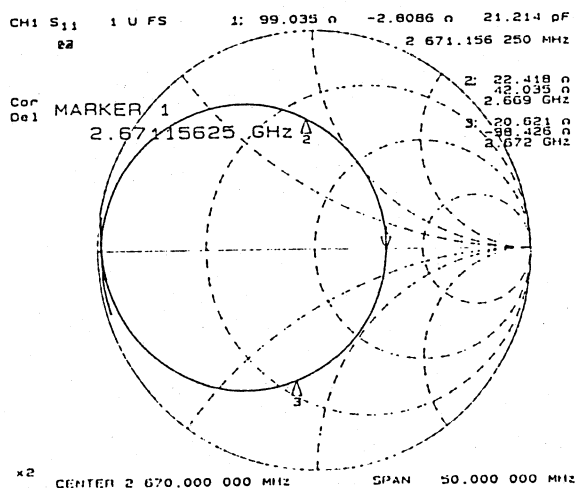


図 4: スミスチャート

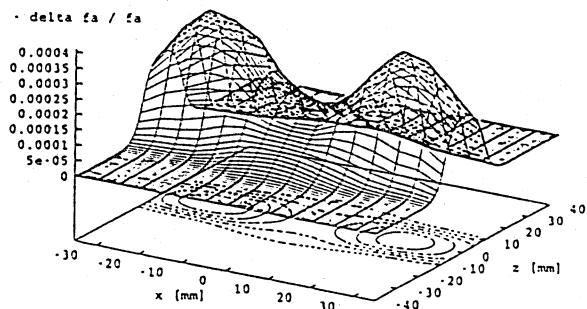


図 5: 測定から得られた共振周波数のずれ

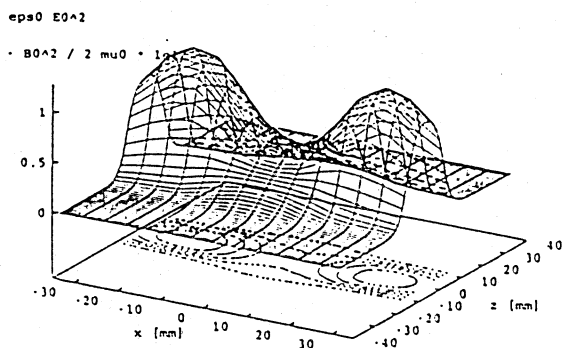


図 6: MAFIA から得られた  $\epsilon_0 E^2 - B^2 / 2\mu_0$

では $\beta \sim 2$ 、 $Q_0 \sim 1500$  とすると $\phi \sim -1.3$ なので、最大で $\psi \sim -76^\circ$ と見積られる。

加速モードに対応するスミスチャートは図4の様になった。図4から、 $f_a = 2.67\text{GHz}$ 、 $Q_0 = 1563$ となった。MAFIAによる計算との共振周波数のずれは2%程度であった。 $Q_0$ はMAFIAによる計算よりかなり小さい値となったが、これは材質がアルミであることと、ギャップ部分ををねじで止めていること等が原因であると考えている。

ビーズパータベイションでの測定結果を図5に示す。 $-\Delta f_a/f_a$ の最大値は $4.1 \times 10^{-4}$ となり、ほぼ予期した値と一致した。MAFIAから得られた $\epsilon_0 E^2 - B^2/2\mu_0$ を図6に示す。図5と傾向がよく似ている。

## 4 まとめと今後

測定結果とMAFIAによる計算はかなりよく合っている。光蓄積リングの最適化にはこのRF空洞の電磁場分布でのトラッキング、高次モードの計算が必要である。ほかのギャップ形状も計算してみることで、より適した構造を決める予定である。

## 参考文献

- [1] H. Yamada, Jpn. J. Appl. Phys. 28 (1989) 1665.: H. Yamada, 第16回HiSOR研究proc. Hiroshima, 1992, 3.
- [2] L. C. Maier, Jr. and J. C. Slater, "Field Strength Measurements in Resonant Cavities", J. Appl. Phys. vol. 23 no. 1 (1952) pp. 68 - 77.