





各モードをMonopoleおよびDipoleモードで区分したものをFig. 7に示す。

加速モードである650MHzの2倍付近にはMonopoleモードが存在しないことが分かる。

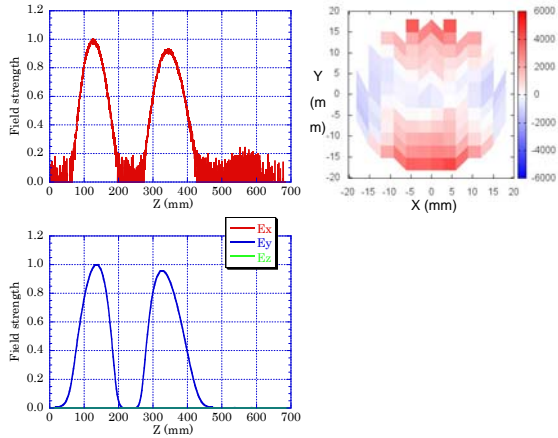


Fig.6 軸上分布と垂直平面分布によるモード特定。(上左)軸上分布の測定値、(上右)垂直平面内での周波数変化の測定値、(下) 軸上分布の計算値

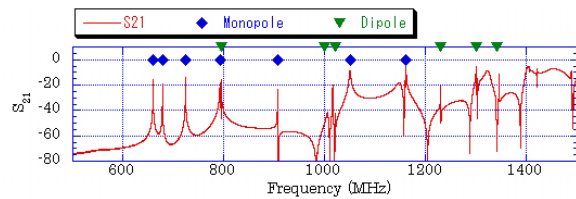


Fig.7 スポーク空洞のMonopoleモードとDipoleモード分布

## 5. HOM特性の評価計算

スポーク空洞のHOM特性の評価計算を行った。計算条件として、

- ① HOMカップラーがない状態で計算を行う。
- ② 2KでQ値が $10^{10}$ となる1.3GHzの楕円空洞と同等のニオブの残留抵抗をスポーク空洞でも用いる。
- ③ 運転温度を2Kとし、周波数に応じたBCS抵抗を加える。

HOMの評価として、次の値 $R/Q$ を用いる。Dipoleモードに対しては

$$R/Q (\Omega/cm^2) = \frac{\left| \int E_z(r=r_0) e^{jkz} dz \right|^2}{\omega U r_0^2}$$

Quadrupoleモードに対しては

$$R/Q (\Omega/cm^4) = \frac{\left| \int E_z(r=r_0) e^{jkz} dz \right|^2}{\omega U r_0^4}$$

ここで $E_z(r=r_0)$ は半径 $r_0$ での軸方向電場、 $k$ は波数、 $\omega$ は角周波数、 $U$ はstored Energyである。計算結果をFig. 8に示す。他に比べて $(R/Q)Q/f$ が高くなるよ

うな特異なモードはなさそうである。これはスポーク空洞が楕円空洞と違ってIrisモードやセル内に閉じ込められるモードが立ち難いためである。またQuadrupoleモードはDipoleモードに比べてかなり低くなっている。これはスポークが直交しているのでQuadrupoleモードが立ち難いためである。

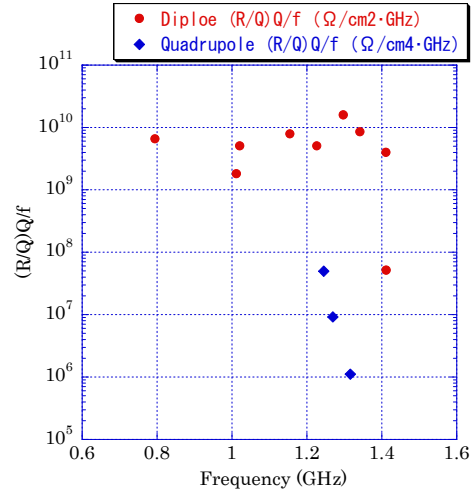


Fig.8 スポーク空洞のDipoleモードとQuadrupoleモードの $(R/Q)Q/f$ の評価計算

## 6. まとめ

スポーク空洞モデルを製作し、加速モードおよびHOMの高周波特性を調べた。HOMの内、Monopoleモードは加速モードの2倍付近には存在しない。Dipoleモードには特に危険なモードはなさそうである。またQuadrupoleモードはDipoleモードに比べて安全である。これらよりスポーク空洞は楕円空洞よりHOM特性が優れているといえる。

今後の予定としては、HOMカップラーの設計を行い、空洞HOMをどれくらい減衰できるかを調べ、さらにより高い周波数のHOM特性を調べて、ERL空洞としての性能評価を行う予定である。

## 参考文献

- [1] R.Hajima et al., Proceedings of 8<sup>th</sup> Annual Meeting of Particle accelerator Society of Japan, TUPS040, 2011
- [2] F.Krawczyk, Proceedings of 11<sup>th</sup> Workshop on RF-Superconductivity (SRF2003), Sept. 8-12, 2003, WeO05
- [3] M. Sawamura et al., Proceedings of 8<sup>th</sup> Annual Meeting of Particle accelerator Society of Japan, TUPS148, 2011