

PI meeting

2019/6/27 第3回

開発輝一

KAGRAの各パラメータ

★ 鏡の質量 $M = 23 \text{ kg}$

★ 共振器長 $L = 3.0 \times 10^3 \text{ m}$

★ 光速 $c = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$

★ フィネス $F \sim 1500$

★ 光の波長 $\lambda = 1064 \times 10^{-9} \text{ m}$

★ Free Spectral Range

$$f_{FSR} \sim 50 \text{ Hz}$$

★ 弾性モードの各周波数 ω_m

★ Input mirの強度透過率

$$T = \frac{2\pi}{F} \sim 0.004$$

★ 出射ビームパワー $P_0 = 200 \text{ W}$

★ PR後ビームパワー

$$P_{in} = P_0 \times 10 = 2000 \text{ W}$$

★ Cavity内循環パワー

$$P = \frac{P_{in}}{2} \times \frac{T}{(T/2)^2 + 4 \sin^2(\phi/2)} = 1000 \text{ kW}$$

★ Mechanical Q $Q_m \sim 1.0 \times 10^8$

★ Optical Q $Q_o = \frac{2LF}{\lambda} = 8.46 \times 10^9$

KAGRAの各パラメータ

★ 縦モードの半値半幅 $\delta_{1/2} = \frac{1}{2} \times \frac{f_{FSR}}{F} \sim 16.7 \text{ Hz}$

★ 縦モードの半値半幅の角周波数 $\delta_0 = 2\pi\delta_{1/2} = 104.9 \text{ rad/s}$

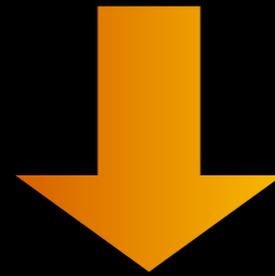
★ FP cavityの鏡の曲率半径 $R_1 = R_2 = 1.9 \text{ km}$ $\left(\begin{array}{c} R_1 \\ R_2 \end{array} \right)$

パラメトリックゲイン $R = \Sigma \frac{4PQ_m Q_o}{McL\omega_m^2} \frac{\Lambda_0}{1 + (\Delta\omega/\delta_0)^2}$

横モード間隔

$$\text{横モード間隔 } d_t = \frac{\cos^{-1} \sqrt{g_1 g_2}}{\pi} \times f_{FSR}$$

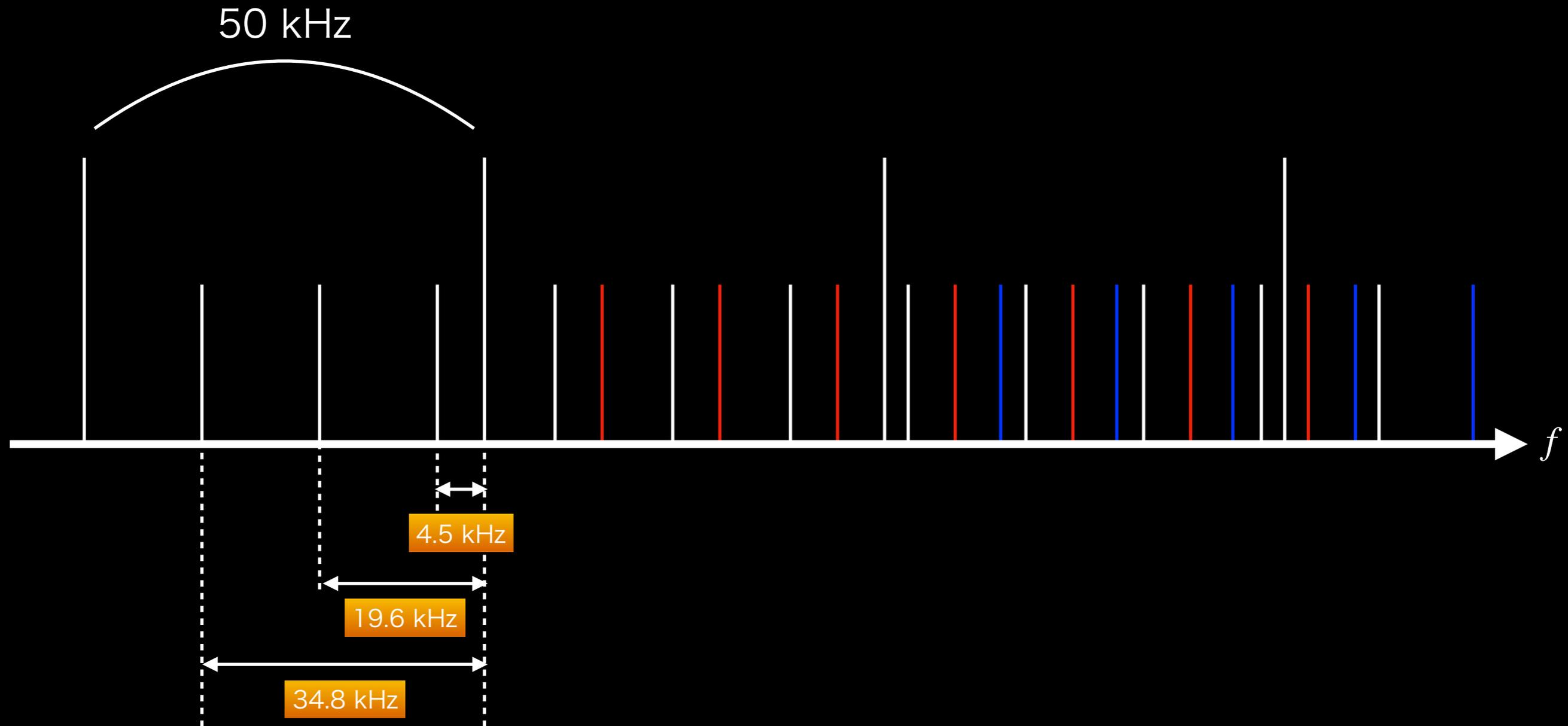
$$g_1 = 1 - \frac{L}{R_1}, \quad g_2 = 1 - \frac{L}{R_2} \rightarrow g_1 = g_2 = -0.58$$



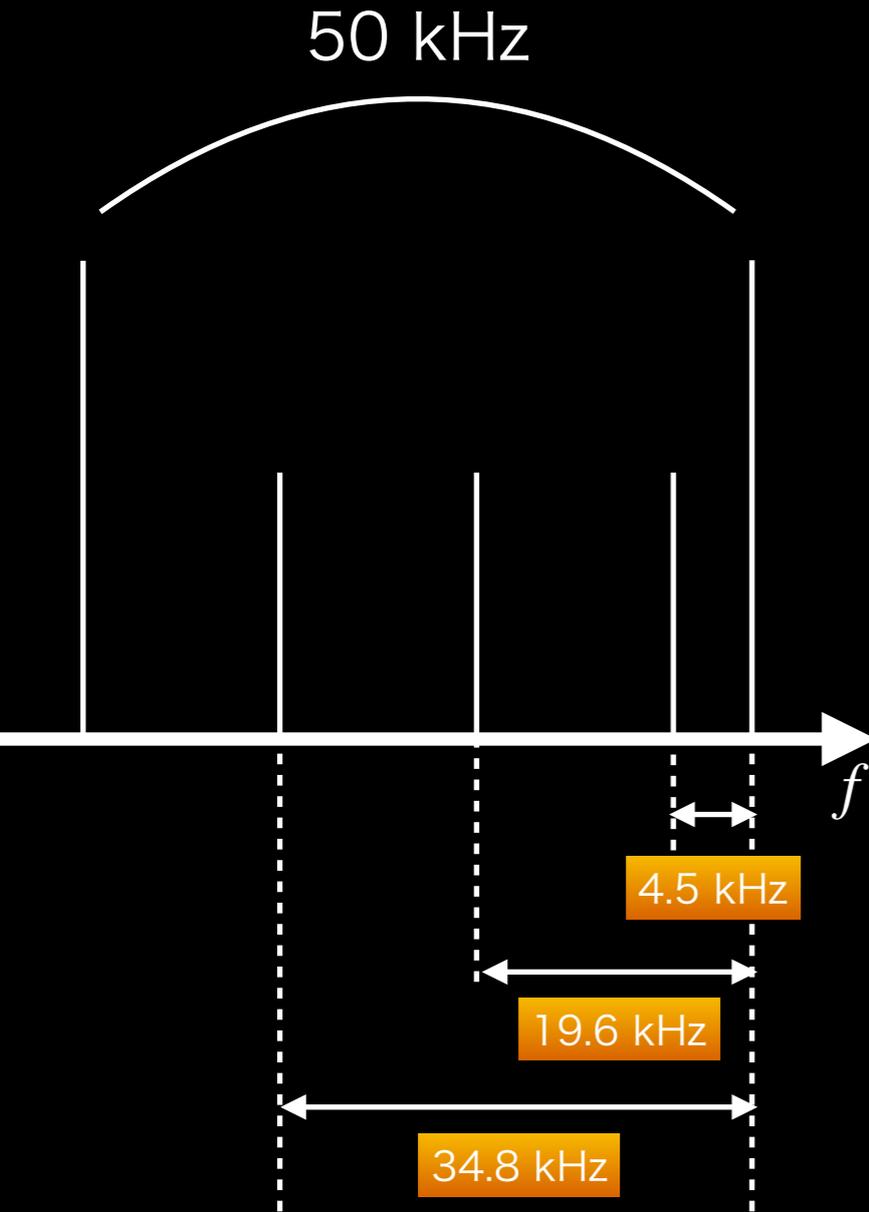
$$d_t = \frac{\cos^{-1}(0.58)}{\pi} \times f_{FSR} \sim 0.3032 \times 50 = \underline{15.16 \text{ kHz}}$$

先日計算した際にミスがあり、
15.182 kHzで計算していた。

横モード間隔



モードの形状比較

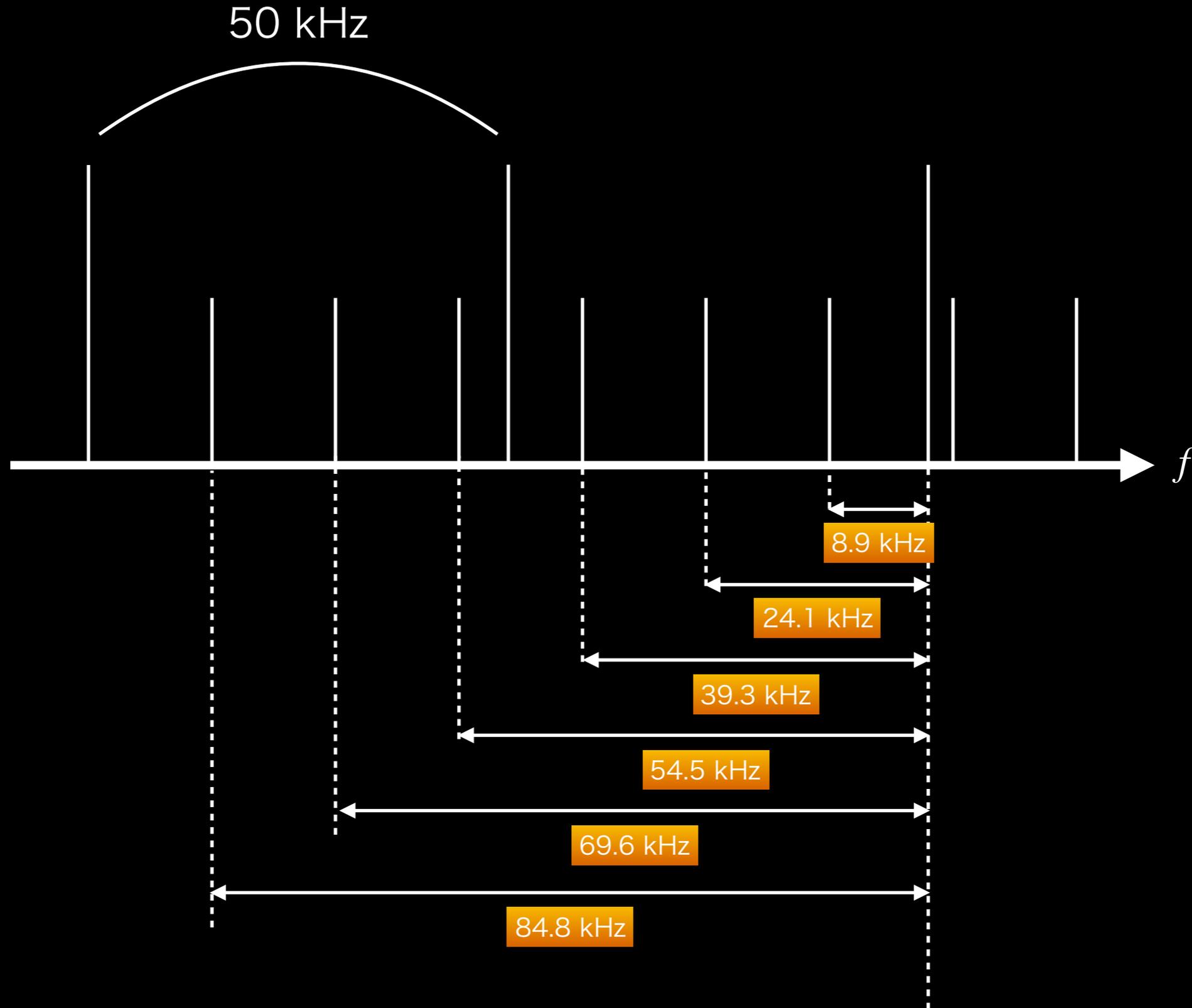


TEM _{mn}	横モード	R内の 弾性モ ード	周波数範囲 $\Delta\omega/2\pi$	弾性モード候補
TEM ₃₀	4.454 kHz			
TEM ₂₀	19.636 kHz	20 kHz	± 1.7 kHz	20.793 kHz 21.028 kHz 21.059 kHz
TEM ₁₀	34.818 kHz	34 kHz	± 1.0 kHz	34.611 kHz 34.822 kHz

$R = 1$ となるときの $\Delta\omega$ を計算し、
周波数範囲を決めた。

形が似ているものはなかった

横モード間隔



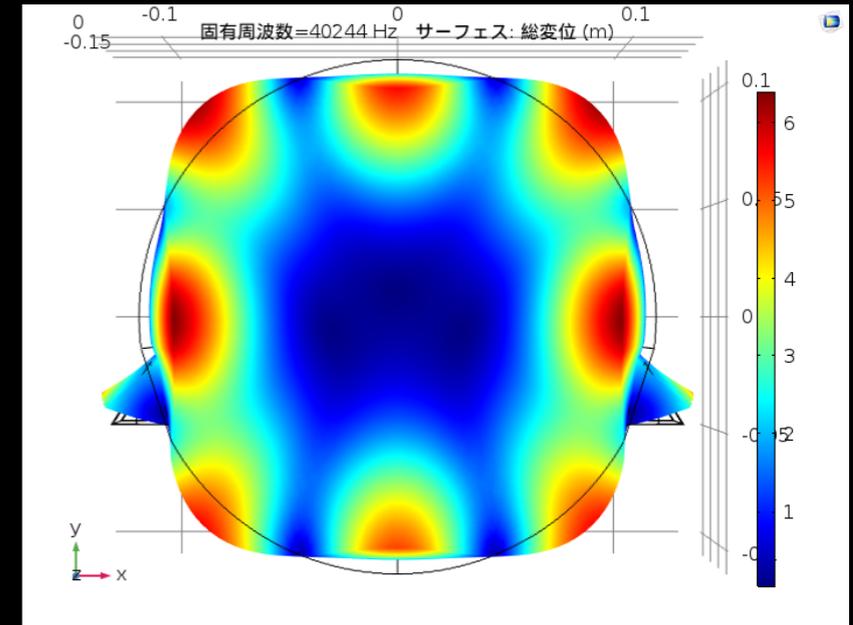
モードの形状比較

TEM₄₀
λ
04

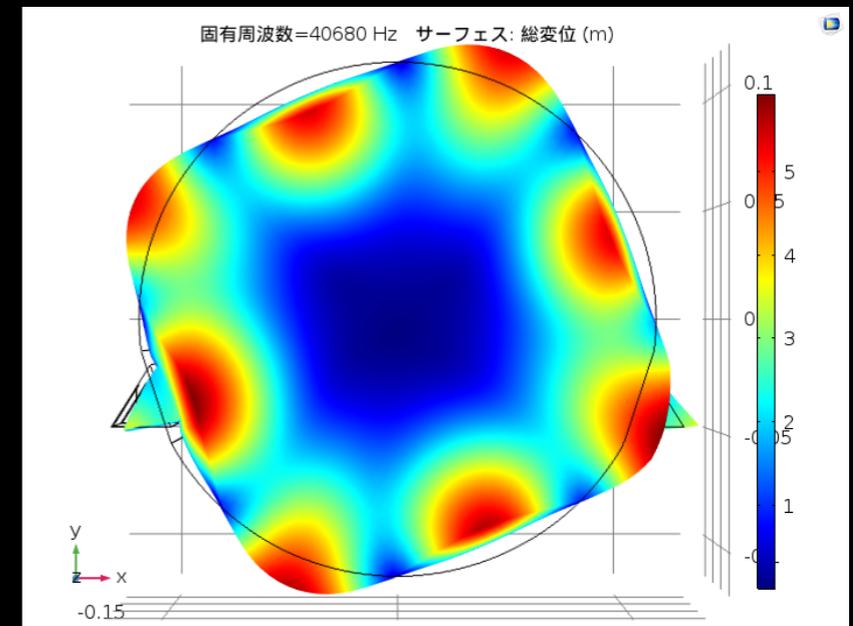
39.272 ± 0.9 kHz



- 38.499 kHz
- 38.911 kHz
- 40.244 kHz
- 40.525 kHz
- 40.612 kHz
- 40.680 kHz
- 40.921 kHz



40.244 kHz



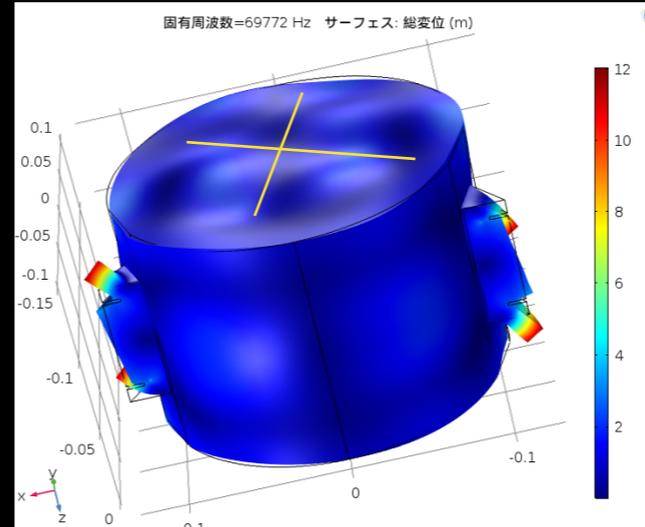
40.680 kHz

モードの形状比較

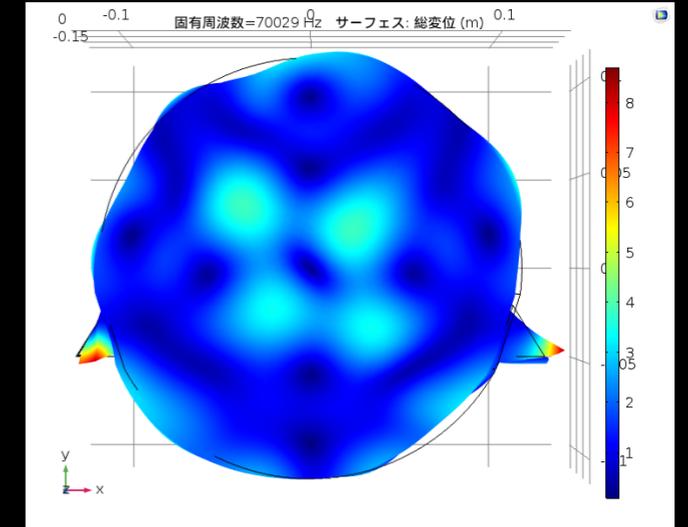
TEM₂₀

λ
02

69.636 ± 0.5 kHz

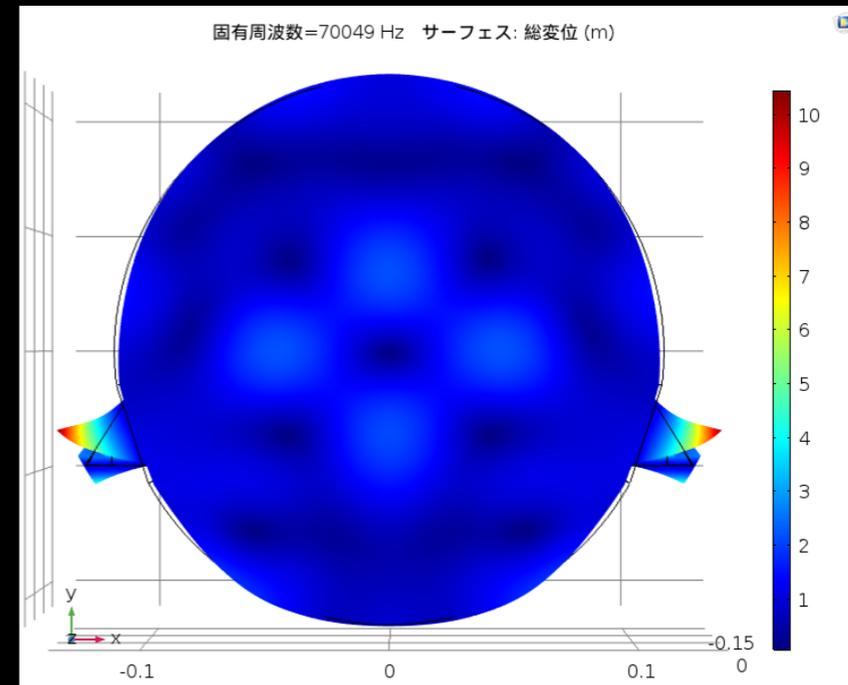


69.772 kHz



70.029 kHz

- 68.904 kHz
- 69.193 kHz
- 69.532 kHz
- 69.772 kHz
- 70.029 kHz
- 70.049 kHz
- 70.523 kHz
- 70.713 kHz



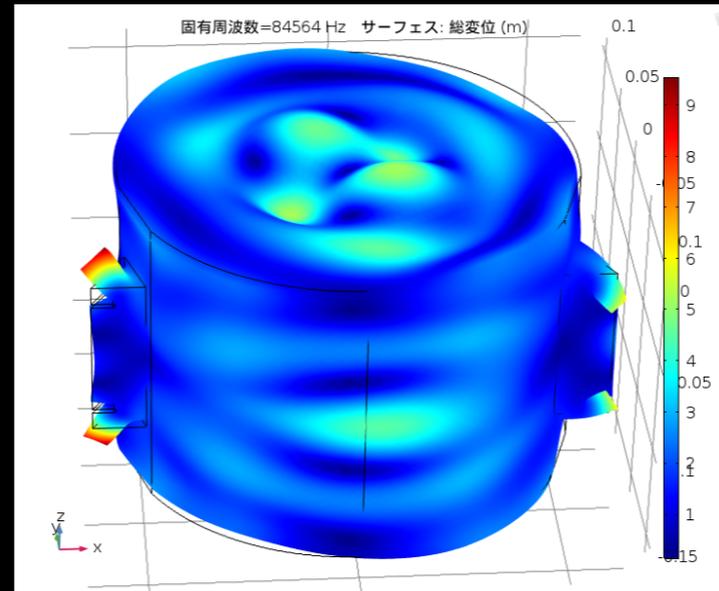
70.049 kHz

モードの形状比較

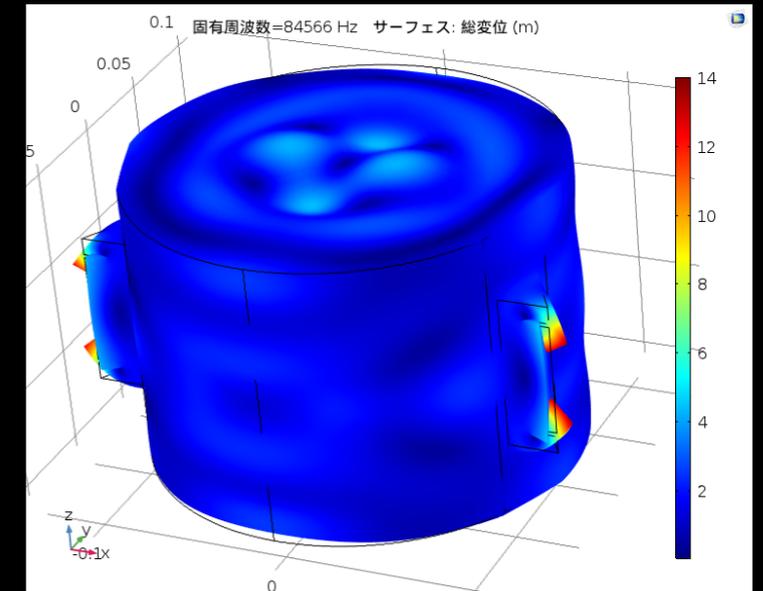
TEM₁₀
 λ
 01

84.818 ± 0.4 kHz

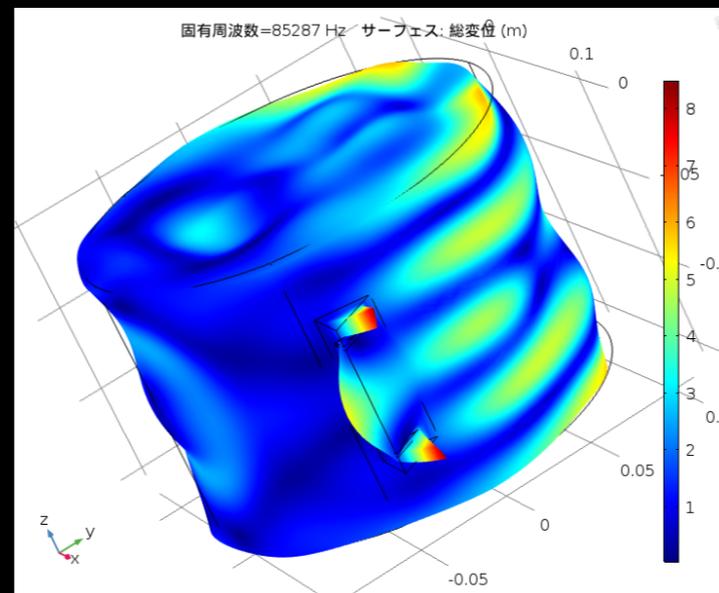
- 84.266 kHz
- 84.418 kHz
- 84.564 kHz
- 84.566 kHz
- 84.644 kHz
- 84.804 kHz
- 85.038 kHz
- 85.120 kHz
- 85.213 kHz
- 85.287 kHz
- 85.317 kHz



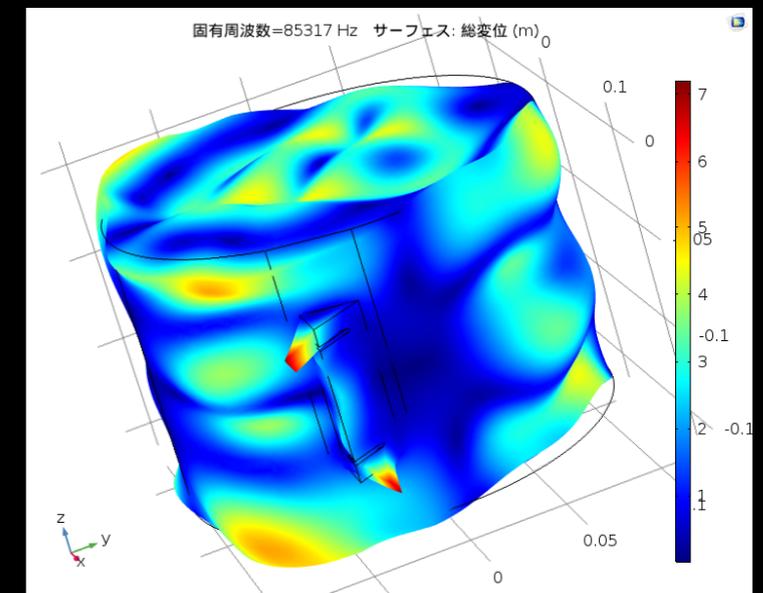
84.564 kHz



84.566 kHz



85.287 kHz



85.317 kHz