

Installation status of input optics

Shogo Kambara

Univ. of Toyama

Contents

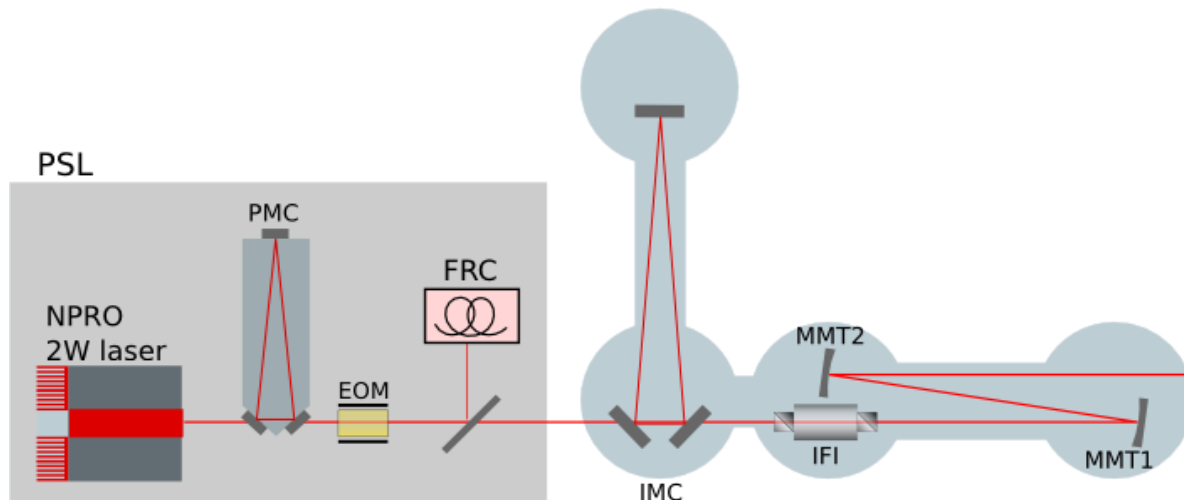
- Introduction
- ✓ Overview
- iKAGRA IOO installation
- ✓ Input Mode Cleaner(IMC)
- ✓ Mode-matching for IMC
- ✓ IMC locked

iKAGRA input optics

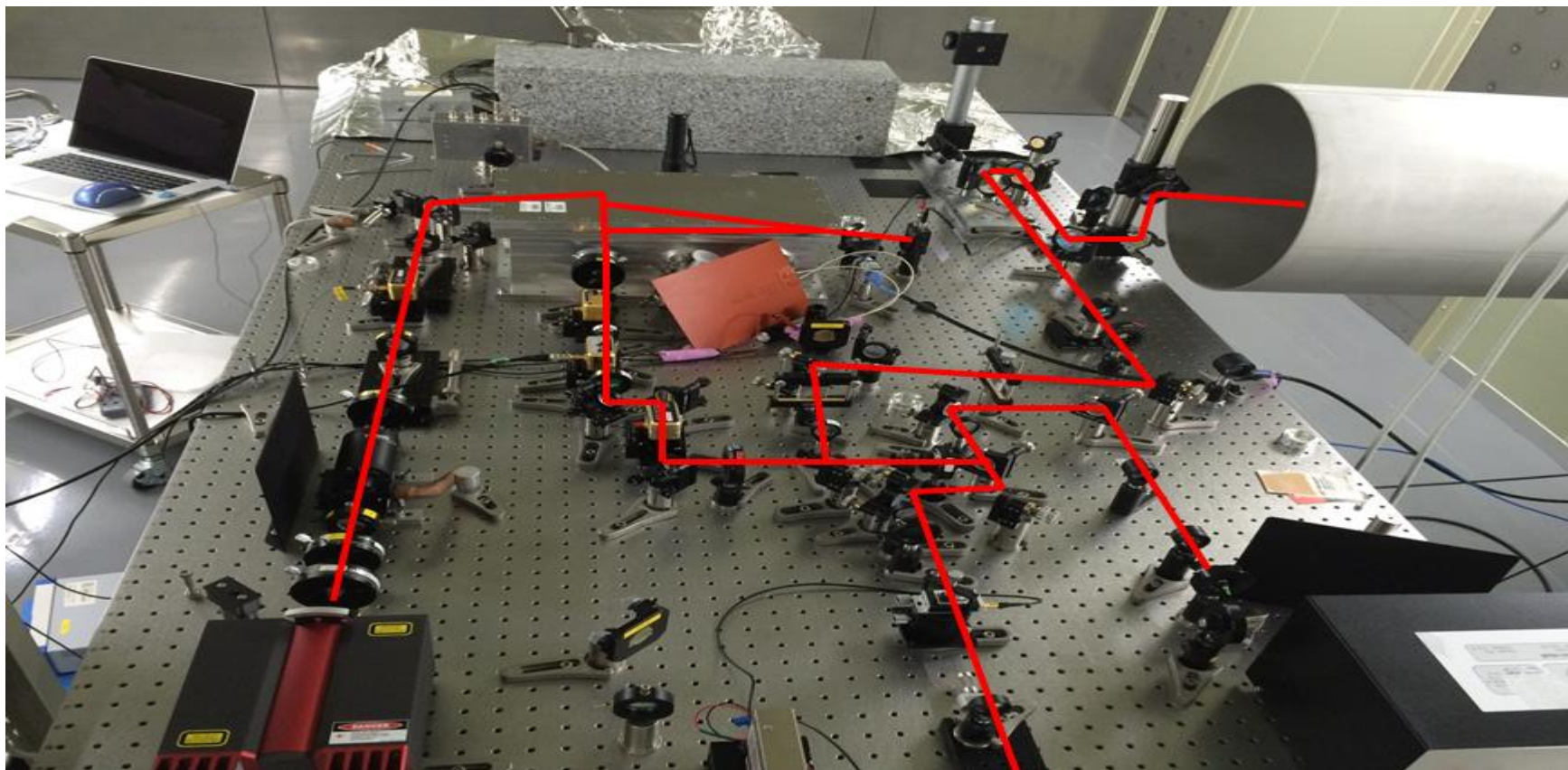


iKAGRA input optics

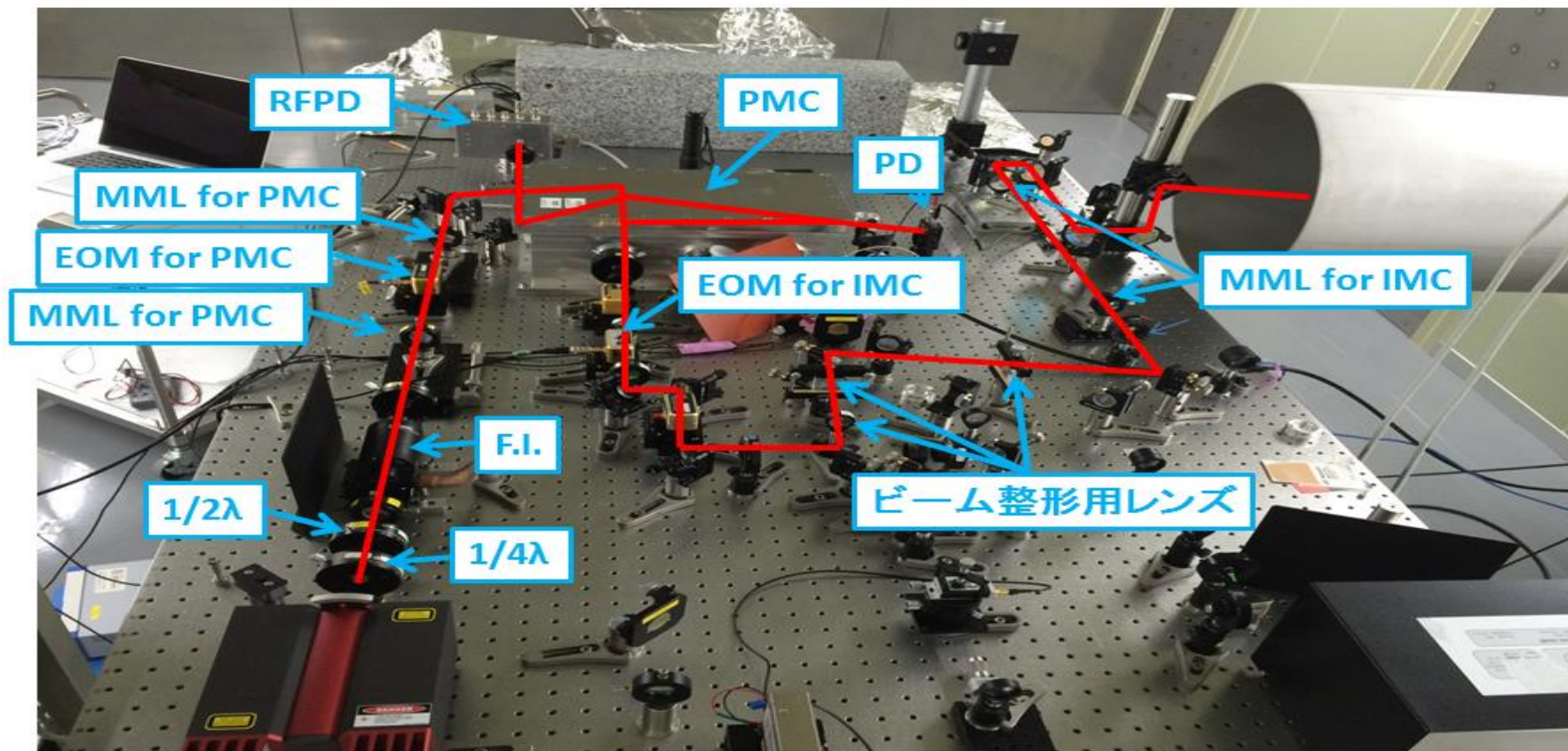
- In-air optics (Pre-Stabilized Laser)
 - Pre-Mode Cleaner → Transverse mode cleaning, Intensity stabilization in RF band
 - ~~Fiber Ring Cavity~~ → ~~Frequency Stabilization~~
- In-vacuum optics
 - Input Mode Cleaner → Transverse mode cleaning, Reduction of beam jitter
 - Faraday Isolator → Gain the control signal of IFO
 - Input Mode Matching Telescope → Mode matching for IFO



Pre-Stabilized Laser(PSL) table(1)



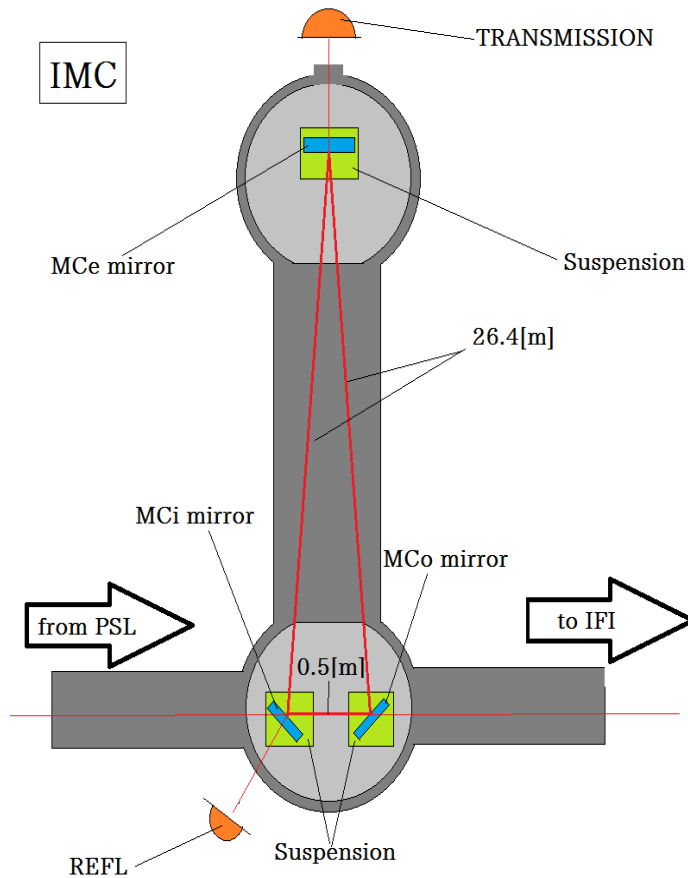
Pre-Stabilized Laser(PSL) table(2)



Contents

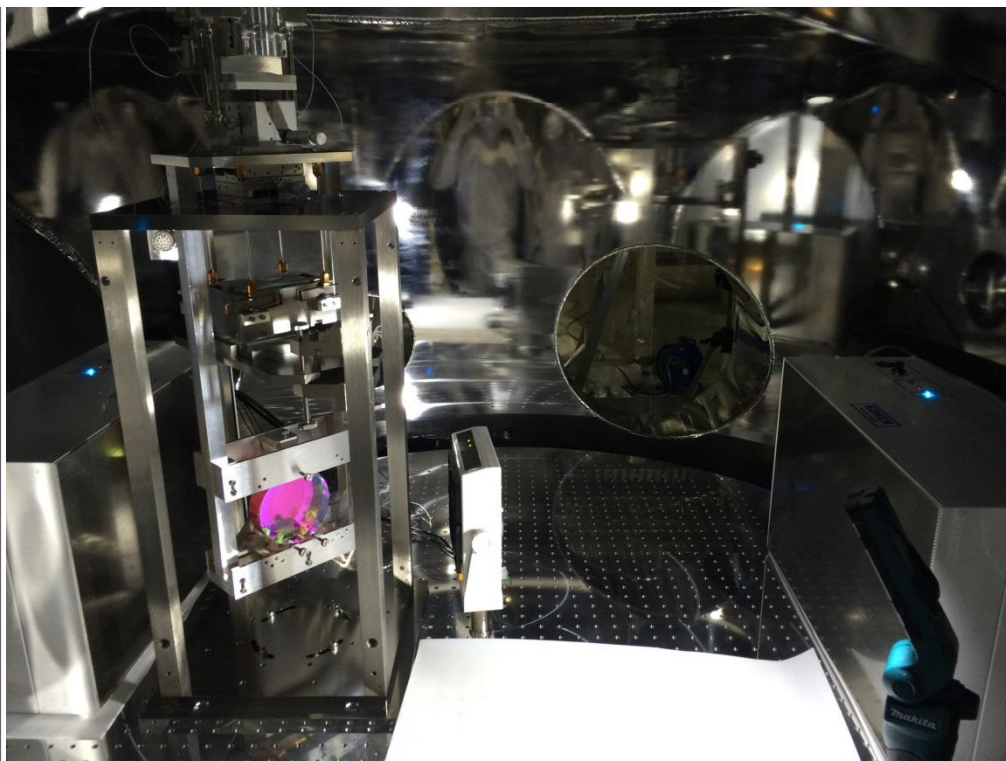
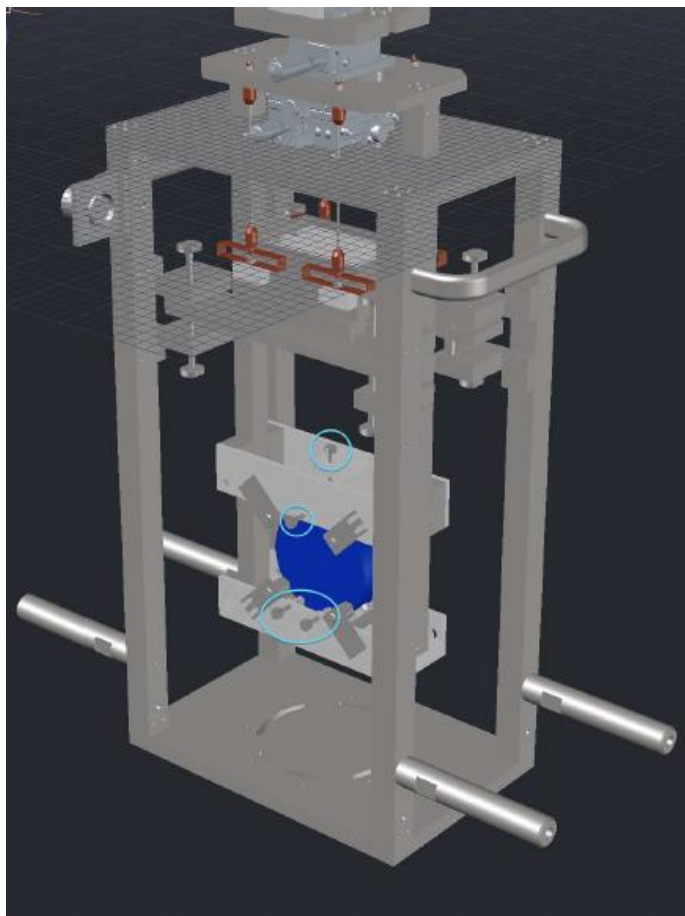
- Introduction
- ✓ Overview
- iKAGRA IOO installation
- ✓ Input Mode Cleaner(IMC)
- ✓ Mode-matching for IMC

Input Mode Cleaner(IMC)



- ◆ Cavity length $L=53.4$ [m]
- ◆ Curvature radius
 - MCe mirror $R=37.3$ [m]
 - MCi mirror $R=\infty$ [m]
 - MCo mirror $R=\infty$ [m]
- ◆ Transmittance
 - MCe mirror $t=4.7$ [ppm]
 - MCi mirror $t=6019$ [ppm]
 - MCo mirror $t=6098$ [ppm]

Input Mode Cleaner(IMC)



Input Mode Cleaner(IMC)



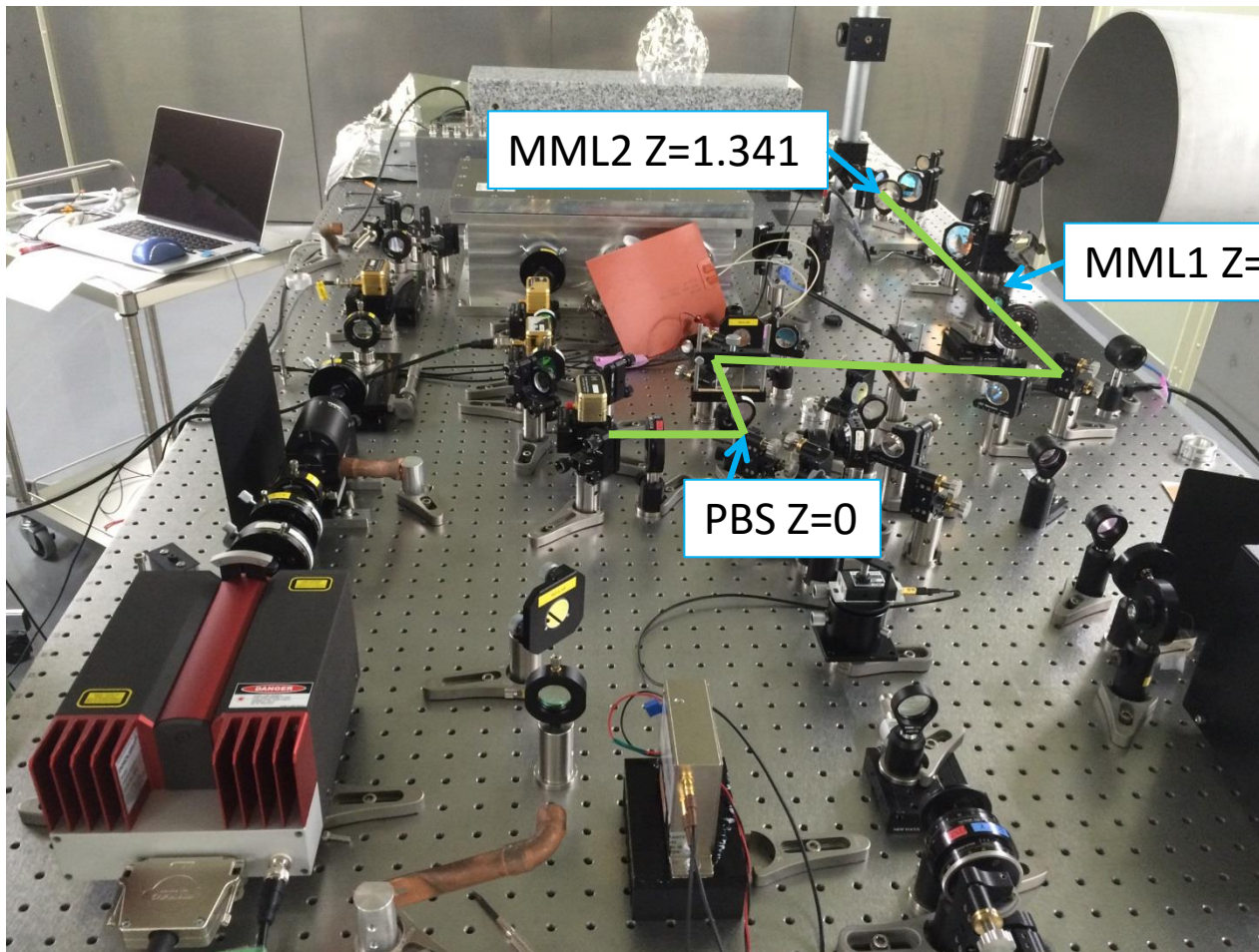
Input Mode Cleaner(IMC)



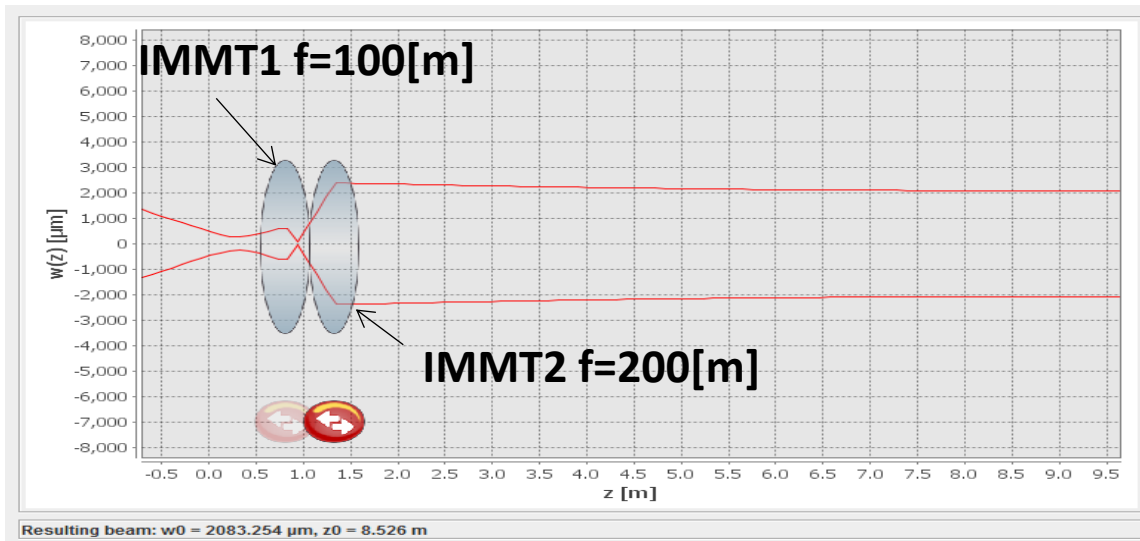
Contents

- Introduction
- ✓ Overview
- iKAGRA IOO installation
- ✓ Input Mode Cleaner(IMC)
- ✓ Mode-matching for IMC

Mode-Matching for IMC



Mode-Matching for IMC



目標値

$$\omega_o = 2388.7(\mu\text{m})$$

$$z_0 = 8.5 \sim 9.0(\text{m})$$

シミュレーション値

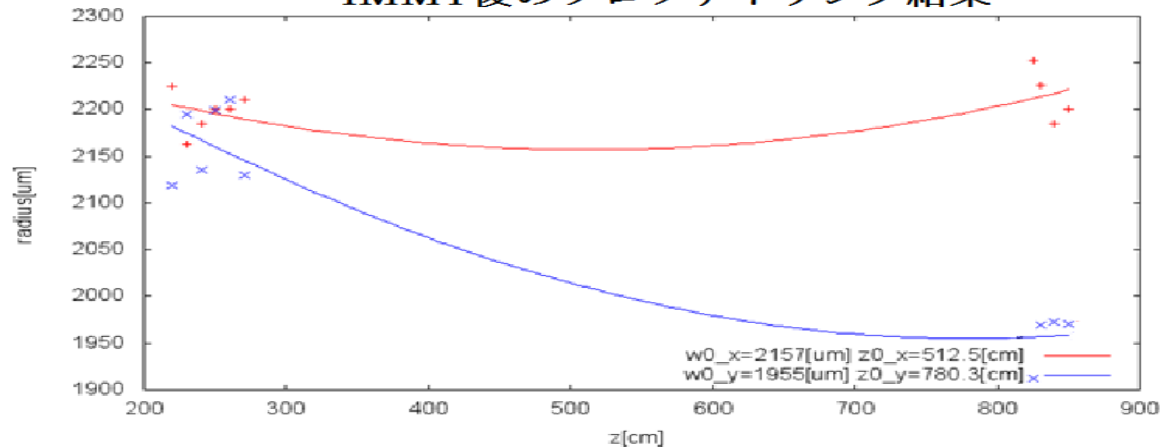
$$\omega_o = 2083.254[\mu\text{m}]$$

$$z_0 = 8.526[\text{m}]$$

$$z_{MML1} = 0.816[\text{m}]$$

$$z_{MML2} = 1.341[\text{m}]$$

IMMT後のプロファイリング結果



実測値

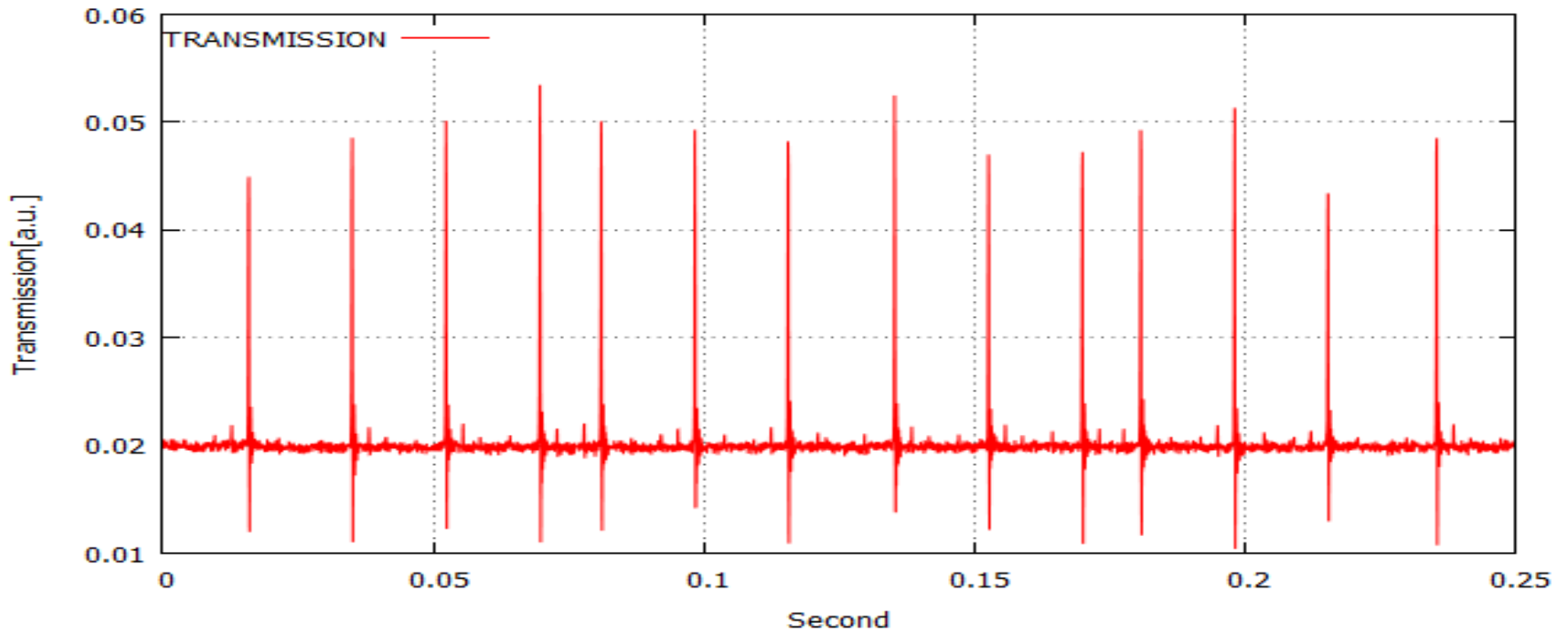
$$\omega_{ox} = 2157 \pm 9.2(\mu\text{m})$$

$$z_{0x} = 5.125 \pm 0.264(\text{m})$$

$$\omega_{oy} = 1995 \pm 19(\mu\text{m})$$

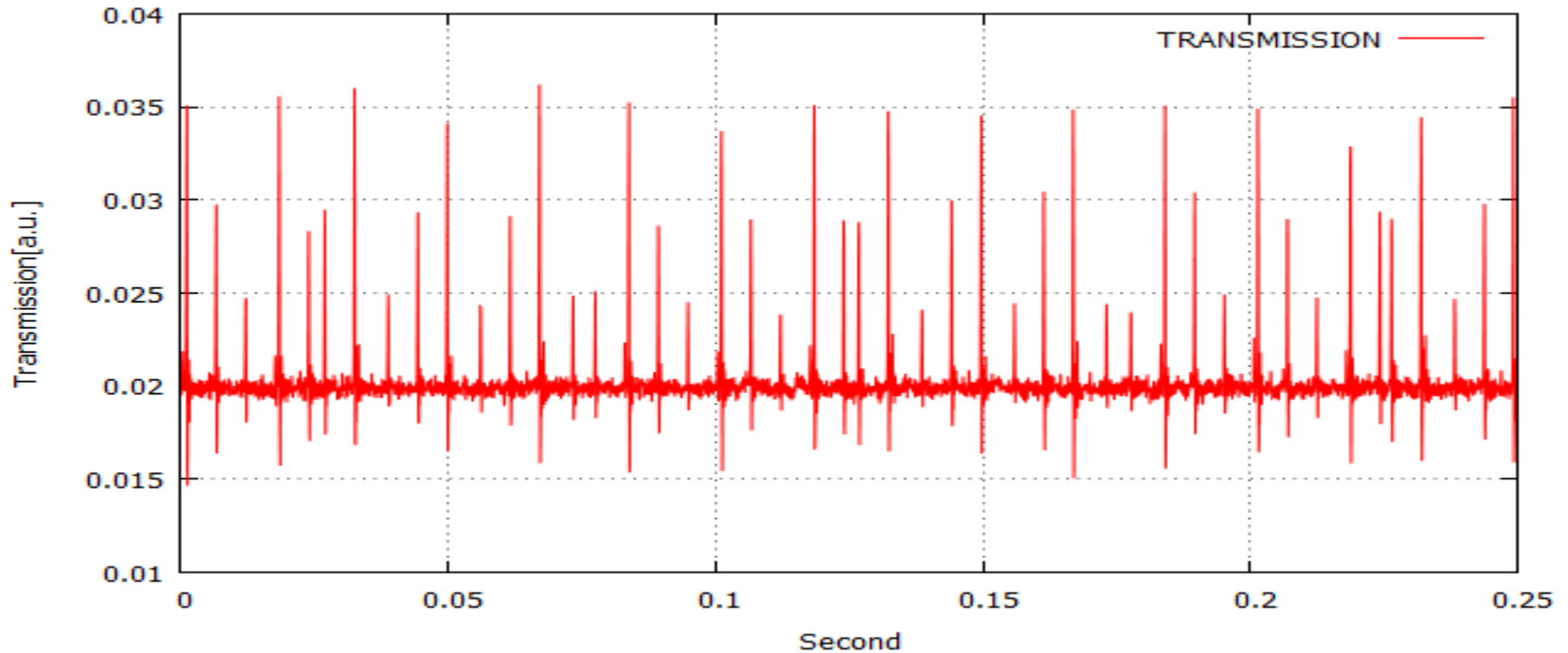
$$z_{0y} = 7.803 \pm 0.273(\text{m})$$

Cavity Scan(1)



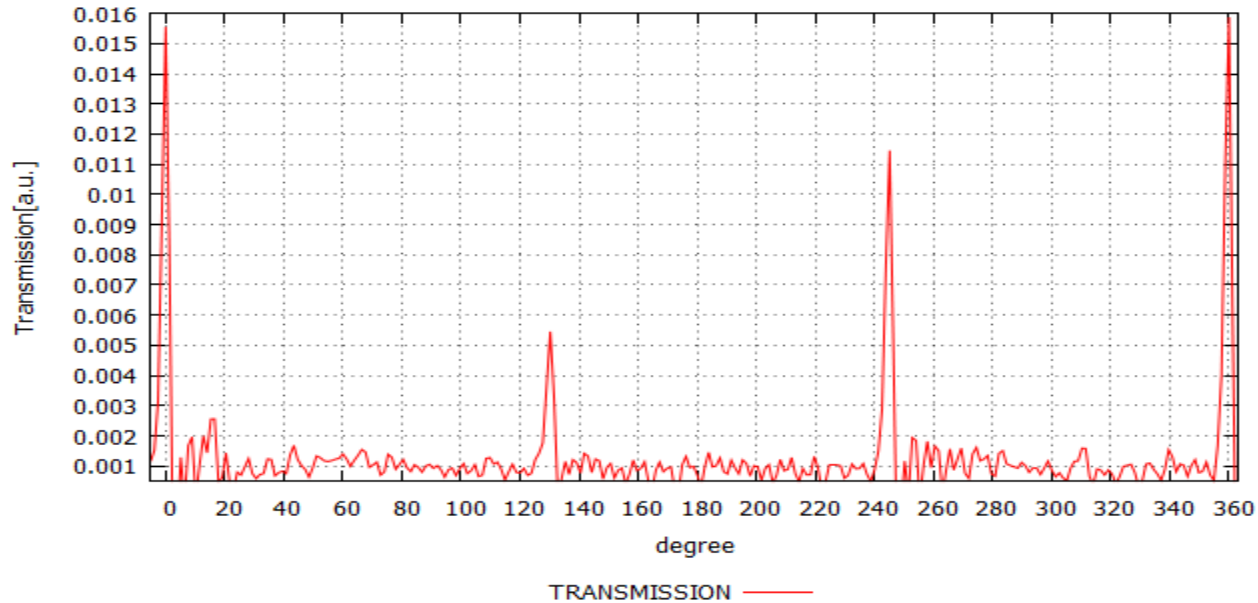
- ◆ 三角波($f=10$ [Hz])でビームの周波数をsweepさせた。
- ◆ MCeの透過光量を見た。

Cavity Scan(2)



- ◆ 高次モードの特定するために、MCIを意図的にPITCH方向にミスアライメントさせ高次モードのピークを立たせた。

Cavity Scan(3)



FSR一つ分を切り抜き時間を位相に変換した。

$$\theta = \frac{360^\circ}{t_2 - t_1} (t - t_1) \text{ [度]}$$

また、バックグラウンドも差し引いておいた。
このグラフから高次モードの特定を行った。

Cavity Scan(4)

Gouy-Phase [deg.]

Mode	設計値 Gouy phase[deg.]	実測値 Gouy phase[deg.]	TRANSMISSION
TEM00	0.360	0.360	0.028114763
TEM10	64.59877648	61.89454493	0.001365064
TEM01	244.5987765	242.526584	0.001260384
TEM20	129.197553	127.5792686	0.000368677
TEM02	309.197553		
TEM30	193.7963294	193.2632715	0.000106552
TEM40	258.3951059	257.6844309	0.00029426
TEM50	322.9938824	324.6316911	4.6299E-05
TEM60	387.5926589	25.26307832	0.000305498
TEM70	452.1914353		
TEM80	516.7902118	156.6317049	0.000202327
TEM90	581.3889883	217.2632991	0.000217133
TEM100	645.9877648	288.0001245	0.00038538

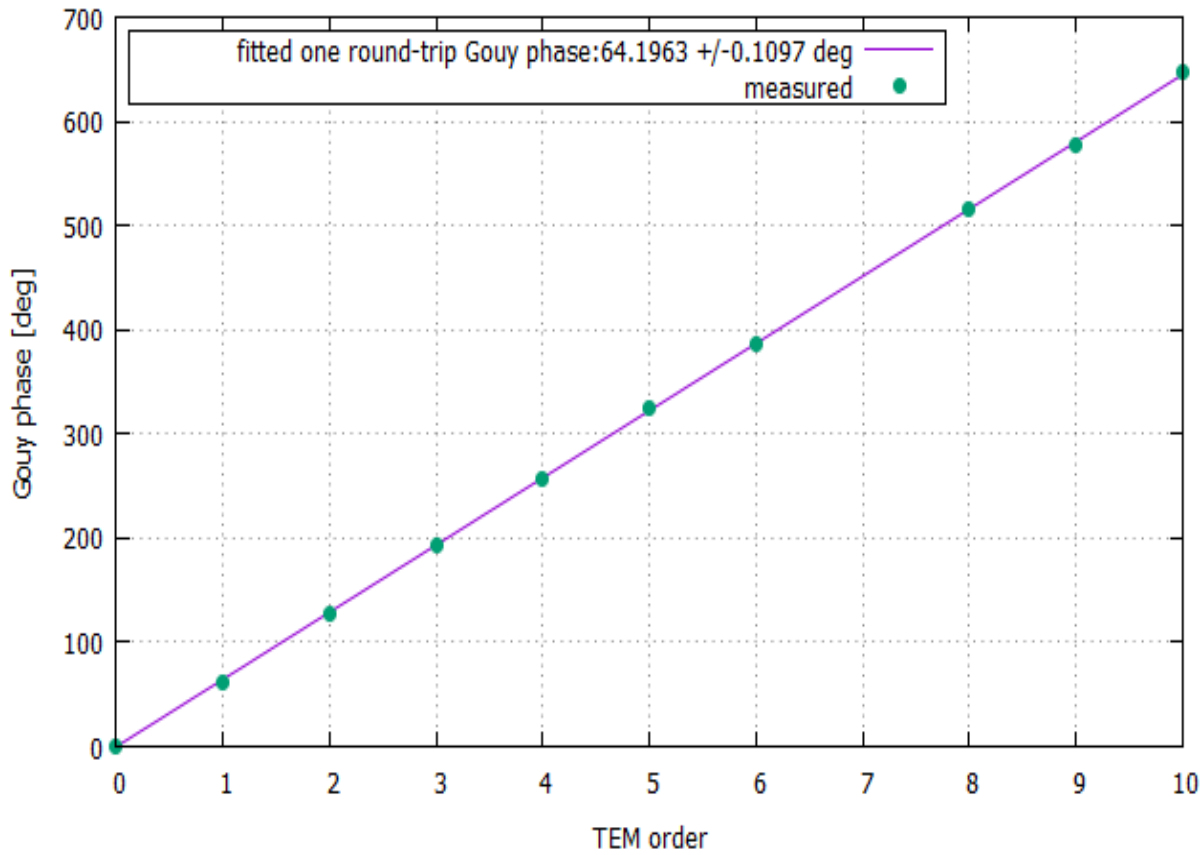
Gouy位相は、

$$\Phi(n, m; z) = (n + m + 1) \cos^{-1} g \text{ [deg.]}$$

$$g = 1 - \frac{L}{R}$$

で計算できる。(L=53.3[m], R=37.3[m])
ただし、基本モードの角周波数を0[deg.]とした。

Cavity Scan(4)



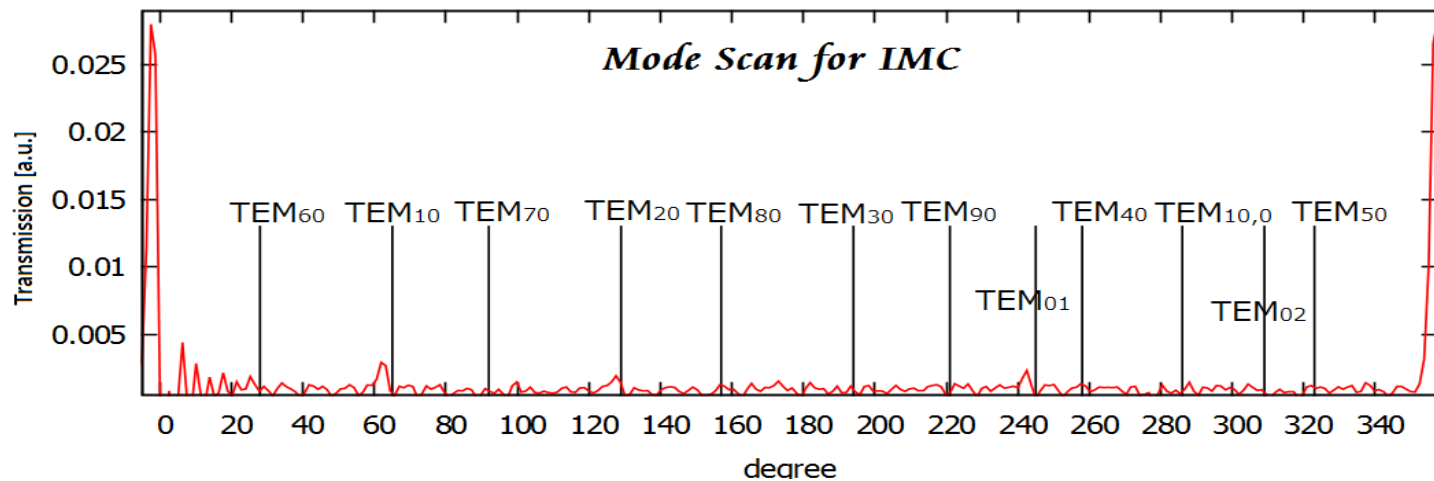
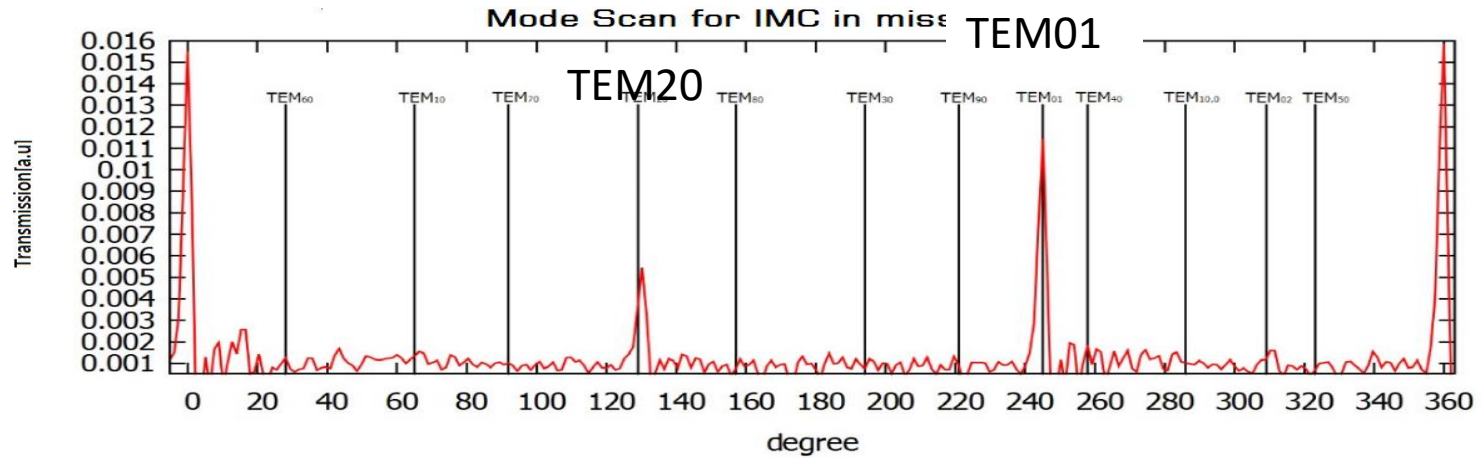
- Calculated one round-trip gouy-phase is

64.2 +/- 0.1 [deg.]

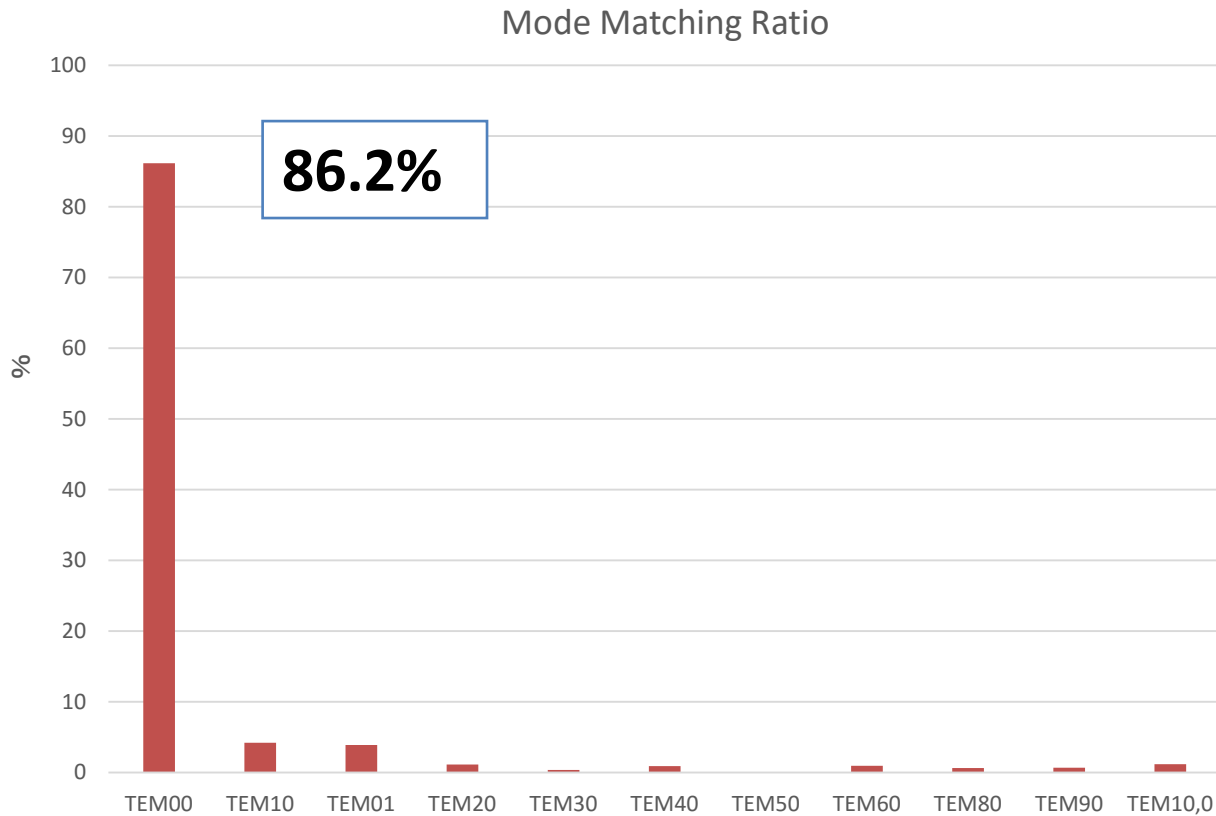
- Design value of gouy phase is

64.6 [deg.]

Cavity Scan(5)

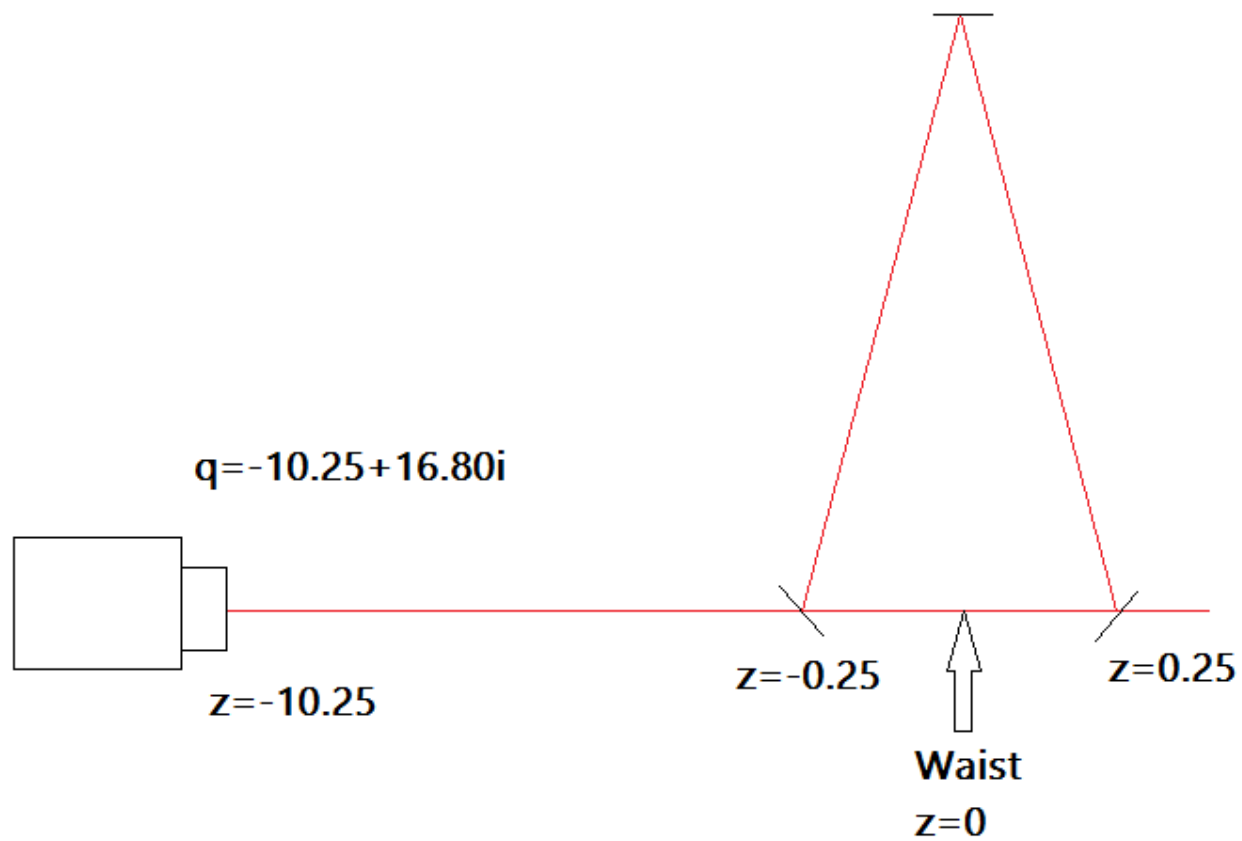


Cavity Scan(6)



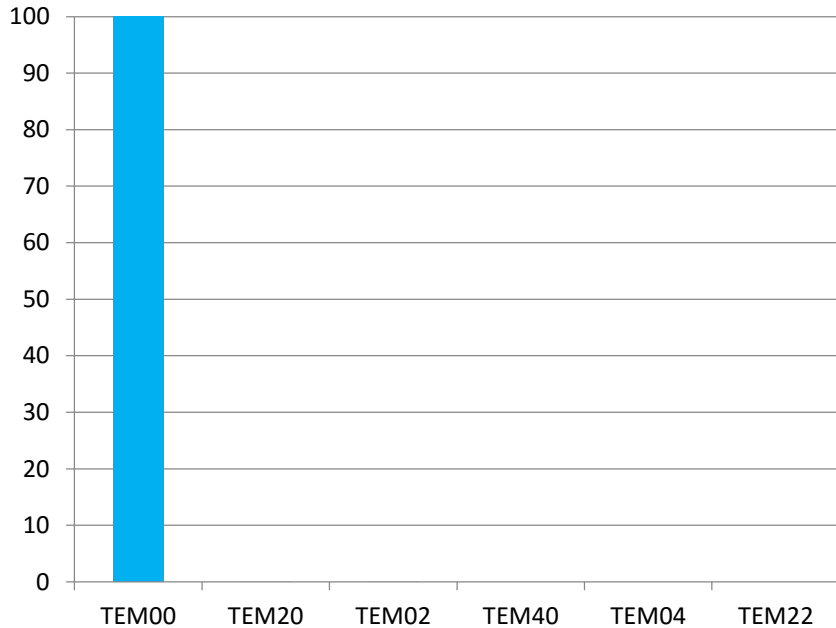
mode	ratio(%)
TEM00	86.1756
TEM10	4.184621
TEM01	3.862727
TEM20	1.130001
TEM30	0.326646
TEM40	0.9021
TEM50	0.014387
TEM60	0.936552
TEM80	0.620265
TEM90	0.665655
TEM10,0	1.181443

考察(1)



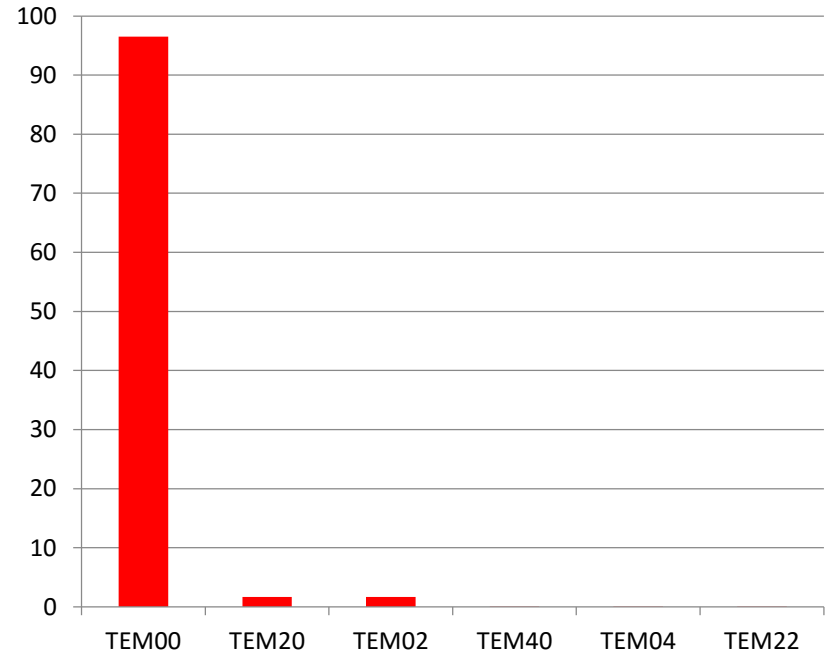
考察(2)

設計値にあうレーザーを入射させた時



mode	ratio[%]
TEM00	99.99991
TEM20	4.56E-05
TEM02	4.56E-05
TEM40	2.34E-11
TEM04	2.34E-11
TEM22	1.91E-11

ウエストの位置を0.75mずらした時



mode	ratio[%]
TEM00	96.50649949
TEM20	1.699512685
TEM02	1.699512685
TEM40	0.033543495
TEM04	0.033543495
TEM22	0.027388149

考察(3)

- モードマッチング率は計算上は99%まで高めることが出来るが、様々な要因を加味した時、IMC透過光の基本モードの要求値93.4%である。

今回は、モードマッチング率は86%しかなかった。

原因としては、

- ・MCミラーのミスアライメント
- ・モードマッチングレンズのミスアライメント

特にウエストの位置ではなく、ウエストの大きさを設定値に合わせれば良いと思われる。

- 対策

透過光のピークを見ながらモードマッチングレンズ、IMCミラーを交互に微調節していく。