2012年6月17日

bKAGRA鏡の曲率の変更とWFS信号分離度

道村唯太
東京大学大学院理学系研究科物理学専攻
坪野研究室 博士課程1年

本スライドの目的

- aLIGOの参照球を利用してTMを研磨することになったため、TMの曲率が変わった
- RCのGouy位相変化はPRC 16.5度、SRC 17.5度のままとする
- そのため、干渉計全体の鏡の曲率が変化した
- これに伴って、WFSの信号分離度がどうなるかを計算した

これまでの曲率とGouy位相

- ITM ROC = 1680.0m
- ETM ROC = 1870.0m
- PRM ROC = 458.739989838m
- SRM ROC = 403.855073834m
- PR2 ROC = -3.08604789641m
- SR2 ROC = -2.97709567644m
- PR3 ROC = 24.8976146957m
- SR3 ROC = 24.7854175264m

- PRC Gouy Phase X = 16.5882976656deg
- PRC Gouy Phase Y = 16.4117023344deg
- SRC Gouy Phase X = 17.6050987298deg
- SRC Gouy Phase Y = 17.3949012702deg

REFL DC

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	6.34	1.36	-40.34	17.28	4.24	4.32	4.39	41.67	5.20	5.20	5.20
max ampl	4.2E4	-1.5E5	3.9E1	1.4E2	-3.8E4	-1.1E5	-1.3E4	-6.9E3	-3.4E3	-4.0E2	-2.1E2
Gouy	-89	-85	NaN	NaN	-89	-89	-89	-86	-89	NaN	NaN
ampl	-2.8E3	-6.6E3	NaN	NaN	1.5E3	4.5E3	5.6E2	3.0E3	1.8E2	NaN	NaN
contami	4.84	1.77	NaN	NaN	9.00	2.97	24.19	3.23	76.55	NaN	NaN
N big sig	3	1	NaN	NaN	4	1	6	2	7	NaN	NaN

REFL_BDC

Gouy: -85.6deg (minimize PR3)

POP DC

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	16.33	13.67	24.01	21.54	-2.32	0.10	-87.07	-87.73	19.67	19.67	19.67
max ampl	-6.9E3	-4.3E4	1.2E1	5.8E1	-7.8E2	-2.3E3	-3.8E3	-1.8E3	-2.2E2	-2.7E1	-1.4E1
Gouy	3	3	NaN	NaN	-76	-76	-76	-76	NaN	NaN	NaN
ampl	-4.7E3	-3.0E4	NaN	NaN	-1.6E2	-3.9E2	-2.6E3	-1.3E3	NaN	NaN	NaN
contami	7.86	1.24	NaN	NaN	31.12	12.35	1.85	3.78	NaN	NaN	NaN
N big sig	2	1	NaN	NaN	6	3	1	2	NaN	NaN	NaN

POP_BDC

Gouy: -76.3deg (minimize CH)

REFL f1 demodulation

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	-85.99	87.62	-9.25	-9.21	-68.91	-80.20	-80.84	35.45	-84.79	-84.79	-84.79
max demod	-0.88	-1.69	-89.98	89.31	-15.40	-0.28	-0.36	-1.60	-0.27	-0.27	-0.27
max ampl	-1.0E4	2.2E4	1.1E3	1.0E3	1.4E3	6.9E3	8.9E2	-1.2E3	2.9E3	3.5E2	1.8E2
Gouy	81	81	22	22	-2	-2	-2	4	81	81	NaN
demod	88	90	88	88	-88	0	0	0	88	88	NaN
ampl	1.8E2	-6.3E2	-9.3E2	8.5E2	7.2E2	1.4E3	1.7E2	-1.0E3	-7.9E1	-9.4E0	NaN
contami	3.57	1.46	2.68	2.92	4.03	3.23	26.33	4.45	8.17	68.64	NaN
N big sig	1	1	1	2	3	1	6	2	4	8	NaN

POP f1 demodulation

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	-70.33	-44.01	5.21	5.21	-61.57	-69.15	-69.21	-70.04	-70.33	-70.33	-70.33
max demod	0.05	0.08	-89.78	-89.88	-12.50	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
max ampl	2.7E3	-4.5E2	-5.0E2	4.6E2	-6.0E2	-3.1E3	-3.8E2	-1.9E2	-1.4E3	-1.6E2	-8.5E1
Gouy	46	20	-12	-12	-13	46	46	46	46	46	46
demod	0	0	-89	-89	-89	0	0	0	0	0	0
ampl	-1.2E3	-2.0E2	-4.8E2	4.4E2	-3.2E2	1.3E3	1.6E2	8.2E1	6.1E2	7.2E1	3.8E1
contami	3.13	1.49	2.59	2.82	3.91	2.83	22.96	45.03	6.08	51.06	97.99
N big sig	2	1	1	2	3	1	5	6	3	7	8

POP_A1Q

Gouy: -13deg

POP_B1I

REFL f2 demodulation

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	-86.91	88.66	-79.00	-82.94	-75.39	-76.40	-78.14	24.56	4.42	4.42	4.42
max demod	-0.93	-1.07	-1.06	-1.04	-0.39	-0.42	-0.52	-1.21	89.46	89.46	89.46
max ampl	3.7E4	-1.4E5	-3.9E1	-2.0E2	-6.2E3	-1.8E4	-2.5E3	6.7E3	2.2E-7	2.6E-8	1.3E-8
Gouy	15	-53	NaN	NaN	14	14	14	-1	NaN	NaN	NaN
demod	89	90	NaN	NaN	89	89	89	-87	NaN	NaN	NaN
ampl	1.9E2	-2.0E3	NaN	NaN	-1.1E2	-3.1E2	-3.8E1	4.5E2	NaN	NaN	NaN
contami	3.53	1.22	NaN	NaN	6.28	2.18	17.70	1.13	NaN	NaN	NaN
N big sig	2	1	NaN	NaN	3	1	4	1	NaN	NaN	NaN

REFL_A2I

Gouy: 88.7deg (maximize CH)

POP f2 demodulation

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	-70.74	-46.40	-40.25	-69.53	-69.94	-69.98	-70.02	-70.84	18.88	18.88	18.88
max demod	89.24	89.46	89.16	89.32	89.25	89.25	89.25	89.22	-0.78	-0.78	-0.78
max ampl	-4.6E3	7.8E2	3.1E-1	4.6E0	2.6E3	7.6E3	9.4E2	4.7E2	1.0E-7	1.2E-8	6.2E-9
Gouy	-65	-82	NaN	NaN	61	61	61	14	NaN	NaN	NaN
demod	-1	-1	NaN	NaN	-5	-5	-5	2	NaN	NaN	NaN
ampl	2.8E1	6.0E0	NaN	NaN	8.8E1	2.5E2	3.1E1	-7.4E0	NaN	NaN	NaN
contami	3.48	1.22	NaN	NaN	6.21	2.15	17.49	33.29	NaN	NaN	NaN
N big sig	2	1	NaN	NaN	3	1	4	5	NaN	NaN	NaN

POP_A2Q

AS DC

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	6.35	6.35	85.67	-2.64	5.08	5.94	5.88	5.22	7.29	7.46	-47.08
max ampl	-2.0E3	-1.9E3	-9.9E-1	-8.3E0	-5.2E2	-2.7E3	-3.3E2	-1.6E2	-1.2E3	-1.4E2	-7.8E1
Gouy	43	43	NaN	NaN	-83	43	42	-83	-84	-84	-84
ampl	-1.2E3	-1.1E3	NaN	NaN	-1.2E1	-1.5E3	-1.9E2	-3.6E0	1.9E1	2.5E0	-4.4E1
contami	4.39	4.79	NaN	NaN	11.26	3.34	27.20	38.41	4.97	37.71	2.13
N big sig	2	3	NaN	NaN	5	1	6	8	2	6	1

AS_BDC

Gouy: -84.1deg (minimize CS, CH)

TRX DC

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	-69.57	25.94	-69.45	26.02	81.73	0.37	0.30	-0.46	0.77	0.77	0.77
max ampl	-1.8E4	4.1E4	-1.8E4	4.1E4	-1.4E0	-4.2E1	-5.1E0	-2.5E0	-1.2E-3	-1.4E-4	-7.5E-5
Gouy	-64	20	-64	20	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
ampl	-1.2E4	2.9E4	-1.2E4	2.9E4	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
contami	2.01	2.00	2.00	2.01	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
N big sig	2	1	1	2	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

AS f1 demodulation

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	4.70	1.24	10.30	6.84	82.20	7.76	7.68	6.92	-82.46	-82.55	-61.73
max demod	89.81	89.81	89.81	89.81	89.81	89.81	89.81	89.81	89.84	89.84	89.54
max ampl	1.1E0	5.6E0	8.7E3	4.4E4	3.3E2	-1.5E1	-1.8E0	-9.0E-1	-7.7E-14	-9.3E-15	-6.2E-15
Gouy	NaN	NaN	-83	-79	-83	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
demod	NaN	NaN	0	0	0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
ampl	NaN	NaN	-1.7E0	1.1E1	-1.1E0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
contami	NaN	NaN	1.88	1.13	2.98	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
N big sig	NaN	NaN	1	1	2	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

AS_A1Q

Gouy: 6.8deg (maximize DH)

TRY DC

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	-69.57	25.94	-69.45	26.02	-2.28	0.40	0.32	-0.44	79.23	79.23	79.23
max ampl	-1.8E4	4.1E4	1.8E4	-4.1E4	-2.9E1	-4.2E1	-5.1E0	-2.5E0	-8.8E-5	-1.0E-5	-5.4E-6
Gouy	-64	20	-64	20	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
ampl	-1.2E4	2.9E4	1.2E4	-2.9E4	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
contami	2.01	2.00	2.00	2.01	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
N big sig	2	1	1	2	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

TRX_ADC, TRY_ADC

Gouy: -64.1deg (minimize CH, DH)

ITM ROC = 1680.0m

ETM ROC = 1870.0m

PRC 16.5deg, SRC 17.5deg

WFS Sensing Matrix [W/mrad/sqrt(2/pi)]

(Gouy phases at POP A:-13.0, POP B:-76.3 REFL A:88.7, REFL B:-85.6, AS A:6.8, AS B:-84.1, TR A:-64.1 deg)

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
TRX_ADC	-12.37	-0.03	-12.38	-0.07	0.00	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
REFL_A2I	-37.31	-136.45	0.04	0.20	5.93	17.57	2.46	2.92	-0.00	-0.00	-0.00
TRY_ADC	-12.37	-0.03	12.38	0.07	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
AS_A1Q	0.00	0.01	8.70	43.63	0.08	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
POP_A1Q	0.03	-0.00	0.48	-0.44	0.31	-0.03	-0.00	-0.00	-0.01	-0.00	-0.00
POP_A2Q	-2.44	0.65	0.00	0.00	1.44	4.15	0.51	0.25	-0.00	-0.00	-0.00
POP_BDC	0.22	-0.03	-0.00	-0.01	-0.15	-0.38	-2.62	-1.28	0.02	0.00	0.00
REFL_BDC	-1.01	-5.47	0.02	-0.02	-0.07	-0.11	-0.00	2.97	0.03	0.00	0.00
POP_B1I	2.64	-0.38	0.00	0.00	-0.58	-3.04	-0.37	-0.18	-1.36	-0.16	-0.08
AS_BDC	-0.01	0.01	0.00	-0.00	-0.01	0.00	-0.00	-0.00	0.02	0.00	-0.04

Normalized WFS Sensing Matrix

(Gouy phases at POP A:-13.0, POP B:-76.3 REFL A:88.7, REFL B:-85.6, AS A:6.8, AS B:-84.1, TR A:-64.1 deg)

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
TRX_ADC	1.00	0.00	1.00	0.01	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
REFL_A2I	0.27	1.00	-0.00	-0.00	-0.04	-0.13	-0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00
TRY_ADC	-1.00	-0.00	1.00	0.01	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
AS_A1Q	0.00	0.00	0.20	1.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
POP_A1Q	0.08	-0.01	1.54	-1.41	1.00	-0.09	-0.01	-0.01	-0.04	-0.00	-0.00
POP_A2Q	-0.59	0.16	0.00	0.00	0.35	1.00	0.12	0.06	-0.00	-0.00	-0.00
POP_BDC	-0.09	0.01	0.00	0.00	0.06	0.15	1.00	0.49	-0.01	-0.00	-0.00
REFL_BDC	-0.34	-1.84	0.01	-0.01	-0.03	-0.04	-0.00	1.00	0.01	0.00	0.00
POP_B1I	-1.94	0.28	-0.00	-0.00	0.43	2.24	0.27	0.14	1.00	0.12	0.06
AS_BDC	0.26	-0.24	-0.02	0.02	0.12	-0.03	0.00	0.03	-0.46	-0.06	1.00

ITM ROC = 1680.0m
ETM ROC = 1870.0m
PRC 16.5deg, SRC 17.5deg

これからの曲率とGouy位相

- ITM ROC = 1900.0m
- ETM ROC = 1900.0m
- PRM ROC = 458.128519465m
- SRM ROC = 458.128519465m
- PR2 ROC = -3.0764084715m
- SR2 ROC = -2.98718007727m
- PR3 ROC = 24.9164838708m
- SR3 ROC = 24.9164838708m

- PRC Gouy Phase X = 16.5909049959deg
- PRC Gouy Phase Y = 16.4090950041deg
- SRC Gouy Phase X = 17.605686228deg
- SRC Gouy Phase Y = 17.3943138916deg

REFL DC

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	5.94	1.67	3.59	7.42	4.24	4.34	4.41	41.64	5.23	5.23	5.23
max ampl	8.4E4	-2.3E5	5.6E1	1.8E2	-7.0E4	-2.1E5	-2.5E4	-1.3E4	-6.3E3	-7.5E2	-3.9E2
Gouy	-88	-85	NaN	NaN	-48	-89	-89	-86	-89	NaN	NaN
ampl	-4.1E3	-9.5E3	NaN	NaN	-3.0E4	8.5E3	1.0E3	5.5E3	3.3E2	NaN	NaN
contami	4.82	1.94	NaN	NaN	9.10	3.03	24.74	2.80	78.06	NaN	NaN
N big sig	3	1	NaN	NaN	4	1	6	2	7	NaN	NaN

REFL_BDC

Gouy: -85.7deg (minimize PR3)

POP DC

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	16.88	13.58	24.58	21.42	-2.06	0.20	-87.05	-87.70	19.69	19.69	19.69
max ampl	5.6E3	-3.4E4	1.0E1	4.5E1	-7.9E2	-2.3E3	-3.8E3	-1.8E3	-2.2E2	-2.7E1	-1.4E1
Gouy	3	3	NaN	NaN	-76	-76	-76	-76	NaN	NaN	NaN
ampl	-3.8E3	-2.3E4	NaN	NaN	-1.5E2	-3.9E2	-2.6E3	-1.3E3	NaN	NaN	NaN
contami	7.73	1.27	NaN	NaN	31.33	12.34	1.85	3.78	NaN	NaN	NaN
N big sig	2	1	NaN	NaN	6	3	1	2	NaN	NaN	NaN

POP_BDC

Gouy: -76.4deg (minimize CH)

REFL f1 demodulation

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	-85.59	86.86	-9.26	-9.27	-69.01	-80.19	-80.82	35.48	-84.77	-84.77	-84.77
max demod	-0.01	0.06	-89.79	89.65	-15.06	0.01	0.00	-0.13	-0.04	-0.04	-0.04
max ampl	-1.7E4	2.9E4	2.0E3	1.8E3	2.6E3	1.3E4	1.6E3	-2.2E3	5.5E3	6.5E2	3.4E2
Gouy	-4	10	-81	-81	-81	-3	-3	4	81	81	NaN
demod	0	0	-90	-90	-90	0	0	0	-90	-90	NaN
ampl	-2.6E3	6.6E3	6.3E2	-5.8E2	4.2E2	2.8E3	3.5E2	-1.9E3	-1.5E1	-1.8E0	NaN
contami	3.88	1.68	2.62	2.86	3.97	3.14	25.53	4.07	9.55	80.27	NaN
N big sig	2	1	1	2	3	1	6	2	4	9	NaN

POP f1 demodulation

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	-70.19	-58.93	5.21	5.21	-61.55	-69.13	-69.19	-70.03	-70.31	-70.31	-70.31
max demod	0.31	0.30	-89.55	-89.63	-12.25	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30
max ampl	2.6E3	-8.3E2	-5.1E2	4.6E2	-6.0E2	-3.1E3	-3.8E2	-1.9E2	-1.4E3	-1.6E2	-8.5E1
Gouy	31	20	-17	-17	-17	31	31	31	31	31	31
demod	0	1	-89	-89	-89	0	0	0	0	0	0
ampl	-5.1E2	-1.6E2	-4.7E2	4.3E2	-3.1E2	5.4E2	6.7E1	3.6E1	2.7E2	3.2E1	1.7E1
contami	3.08	1.60	2.58	2.82	3.91	2.90	23.53	43.99	5.84	49.11	94.56
N big sig	2	1	1	2	3	1	5	6	3	7	8

POP_A1Q

Gouy: -17deg

POP_B1I

REFL f2 demodulation

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	-86.42	88.37	-78.36	-83.11	-75.43	-76.38	-78.12	24.55	4.43	4.43	4.43
max demod	0.17	0.22	0.21	0.21	0.28	0.26	0.23	0.05	-89.91	-89.91	-89.91
max ampl	6.1E4	-1.9E5	-6.0E1	-2.8E2	-1.1E4	-3.4E4	-4.7E3	1.2E4	-4.0E-7	-4.7E-8	-2.5E-8
Gouy	-10	89	NaN	NaN	-10	-10	-10	-1	NaN	NaN	NaN
demod	-90	-90	NaN	NaN	-90	-90	-90	-86	NaN	NaN	NaN
ampl	-3.7E2	7.3E2	NaN	NaN	2.1E2	5.9E2	7.3E1	7.7E2	NaN	NaN	NaN
contami	3.35	1.24	NaN	NaN	6.07	2.11	17.17	1.08	NaN	NaN	NaN
N big sig	2	1	NaN	NaN	3	1	4	1	NaN	NaN	NaN

REFL_A2I

Gouy: 88.4deg (maximize CH)

POP f2 demodulation

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	-70.62	-60.23	-23.41	-69.94	-69.93	-69.97	-70.01	-70.83	18.89	18.89	18.89
max demod	89.94	89.96	89.78	-89.97	89.94	89.94	89.94	89.93	-0.08	-0.08	-0.08
max ampl	-4.5E3	1.4E3	2.0E-1	-3.6E0	2.7E3	7.6E3	9.4E2	4.7E2	1.0E-7	1.2E-8	6.2E-9
Gouy	24	22	NaN	NaN	24	24	24	14	NaN	NaN	NaN
demod	11	-29	NaN	NaN	11	11	11	4	NaN	NaN	NaN
ampl	-1.5E2	-1.2E2	NaN	NaN	-8.4E1	-2.4E2	-3.0E1	-5.9E0	NaN	NaN	NaN
contami	3.44	1.25	NaN	NaN	6.25	2.17	17.61	32.12	NaN	NaN	NaN
N big sig	2	1	NaN	NaN	3	1	4	5	NaN	NaN	NaN

POP_A2Q

AS DC

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	6.36	6.36	-68.42	-3.72	5.08	5.95	5.89	5.23	7.29	7.46	-46.99
max ampl	2.1E3	-1.9E3	9.0E-1	-6.2E0	-5.2E2	-2.7E3	-3.3E2	-1.6E2	-1.2E3	-1.4E2	-7.8E1
Gouy	43	43	NaN	NaN	-83	43	43	-83	-84	-84	-84
ampl	1.2E3	-1.1E3	NaN	NaN	-1.2E1	-1.5E3	-1.9E2	-3.6E0	1.9E1	2.5E0	-4.4E1
contami	4.37	4.78	NaN	NaN	11.12	3.34	27.31	38.38	4.94	37.51	2.14
N big sig	2	3	NaN	NaN	5	1	6	8	2	6	1

AS_BDC

Gouy: -83.6deg (minimize CS, CH)

TRX DC

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	-57.74	28.65	-57.65	28.74	82.26	0.37	0.30	-0.46	0.18	0.18	0.18
max ampl	-1.7E4	3.3E4	-1.7E4	3.3E4	-1.2E0	-3.7E1	-4.6E0	-2.2E0	-8.3E-4	-9.8E-5	-5.1E-5
Gouy	-61	32	-61	32	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
ampl	-1.2E4	2.3E4	-1.2E4	2.3E4	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
contami	2.02	2.00	2.02	2.01	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
N big sig	2	1	1	2	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

AS f1 demodulation

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	5.25	1.08	10.85	6.68	82.72	7.76	7.69	6.93	-82.59	-82.54	79.97
max demod	-89.97	-89.97	-89.97	-89.97	-89.97	-89.97	-89.97	-89.97	-89.97	-89.97	-89.97
max ampl	-9.5E-1	-4.3E0	-7.4E3	-3.4E4	-3.3E2	1.5E1	1.8E0	8.9E-1	-3.6E-14	-4.2E-15	2.0E-15
Gouy	NaN	NaN	-83	-79	-83	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
demod	NaN	NaN	1	1	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
ampl	NaN	NaN	-8.4E0	4.3E1	-5.3E0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
contami	NaN	NaN	2.01	1.13	3.18	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
N big sig	NaN	NaN	1	1	2	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

AS_A1Q

Gouy: 6.7deg (maximize DH)

TRY DC

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
max Gouy	-57.74	28.65	-57.65	28.74	-2.26	0.40	0.32	-0.44	-27.72	-27.72	-27.72
max ampl	-1.7E4	3.3E4	1.7E4	-3.3E4	-2.6E1	-3.7E1	-4.6E0	-2.2E0	1.2E-4	1.5E-5	7.6E-6
Gouy	-61	32	-61	32	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
ampl	-1.2E4	2.3E4	1.2E4	-2.3E4	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
contami	2.02	2.00	2.02	2.01	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
N big sig	2	1	1	2	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

TRX_ADC, TRY_ADC

Gouy: -61.4deg (minimize CH, DH)

ITM ROC = 1900.0m

ETM ROC = 1900.0m

PRC 16.5deg, SRC 17.5deg

WFS Sensing Matrix [W/mrad/sqrt(2/pi)]

(Gouy phases at POP A:-17.0, POP B:-76.4 REFL A:88.4, REFL B:-85.7, AS A:6.7, AS B:-83.6, TR A:-61.4 deg)

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
TRX_ADC	-12.14	-0.03	-12.14	-0.06	0.00	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
REFL_A2I	-60.95	-191.39	0.06	0.28	10.96	32.42	4.52	5.46	-0.00	-0.00	-0.00
TRY_ADC	-12.14	-0.03	12.14	0.06	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
AS_A1Q	0.00	0.00	7.39	33.75	0.08	-0.01	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
POP_A1Q	0.03	-0.01	0.47	-0.43	0.30	-0.03	-0.00	-0.00	-0.01	-0.00	-0.00
POP_A2Q	-2.67	1.04	0.00	0.00	1.60	4.60	0.56	0.28	-0.00	-0.00	-0.00
POP_BDC	0.23	-0.02	-0.00	-0.00	-0.15	-0.38	-2.61	-1.28	0.02	0.00	0.00
REFL_BDC	-1.70	-7.54	0.00	-0.01	-0.05	0.09	0.03	5.50	0.07	0.01	0.00
POP_B1I	2.61	-0.79	-0.00	0.00	-0.59	-3.05	-0.37	-0.19	-1.36	-0.16	-0.08
AS_BDC	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	0.01	0.00	-0.04

Normalized WFS Sensing Matrix

(Gouy phases at POP A:-17.0, POP B:-76.4 REFL A:88.4, REFL B:-85.7, AS A:6.7, AS B:-83.6, TR A:-61.4 deg)

	CS	CH	DS	DH	BS	PR3	PR2	PRM	SR3	SR2	SRM
TRX_ADC	1.00	0.00	1.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
REFL_A2I	0.32	1.00	-0.00	-0.00	-0.06	-0.17	-0.02	-0.03	0.00	0.00	0.00
TRY_ADC	-1.00	-0.00	1.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
AS_A1Q	0.00	0.00	0.22	1.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
POP_A1Q	0.09	-0.03	1.55	-1.41	1.00	-0.11	-0.01	-0.01	-0.05	-0.01	-0.00
POP_A2Q	-0.58	0.23	0.00	0.00	0.35	1.00	0.12	0.06	-0.00	-0.00	-0.00
POP_BDC	-0.09	0.01	0.00	0.00	0.06	0.15	1.00	0.49	-0.01	-0.00	-0.00
REFL_BDC	-0.31	-1.37	0.00	-0.00	-0.01	0.02	0.01	1.00	0.01	0.00	0.00
POP_B1I	-1.91	0.58	0.00	-0.00	0.43	2.24	0.27	0.14	1.00	0.12	0.06
AS_BDC	-0.02	0.02	-0.01	0.02	0.19	0.34	0.05	0.05	-0.30	-0.04	1.00

- 信号取得Gouy位相もほとんど変わらず、分離度もそんなに変わらない
- TRX/Yに出るCS/DSの信号量が若干減った
- REFLでのCSとCHの混合が若干増えた
- ASでのDSとDHの混合が若干増えた

ITM ROC = 1900.0m
ETM ROC = 1900.0m
PRC 16.5deg, SRC 17.5deg

信号分離度の評価

- sensing matrixから各鏡のエラー信号を割り出し、対角化してフィードバック制御する
- この時の「対角化のしやすさ」を評価したい
- 各鏡のエラー信号に含まれるショットノイズの大きさから評価できる

- 理想的にはsensing matrix(S)の逆行列を用いて各鏡のエラー信号を割り出すことができる

$$
\begin{array}{cc}
 & \text{各ポートの信号} \\
\text{各鏡のエラー信号} & \begin{pmatrix} \\ S^{-1} \\ \\ \end{pmatrix}
\end{array}
\times
\begin{array}{cc}
 & \text{各鏡の揺れ} \\
\text{各ポートの信号} & \begin{pmatrix} \\ S \\ \\ \end{pmatrix}
\end{array}
=
\begin{array}{cc}
 & \text{各鏡の揺れ} \\
\text{各鏡のエラー信号} & \begin{pmatrix} \\ I \\ \\ \end{pmatrix}
\end{array}
$$

↑ input matrix [rad/W]

↑ sensing matrix [W/rad]

↑ 理想的には単位行列(=1)

信号分離度の評価

- 実際には各ポートからショットノイズが入ってくる

各ポートの信号　　各鏡の揺れ　各ポートからのショットノイズ　　各鏡の揺れ　各ポートからのショットノイズ

各鏡のエラー信号 $\begin{pmatrix} S^{-1} \end{pmatrix} \times$ 各ポートの信号 $\left(\begin{array}{c:c} S & N \end{array}\right) =$ 各鏡のエラー信号 $\left(\begin{array}{c:c} I & S^{-1}N \end{array}\right)$

↑ input matrix [rad/W]

↑ sensing matrix [W/rad]

↑ 理想的には単位行列(=1)

shot noise [W/rtHz] (対角行列)

shot noise [rad/rtHz]

- $S^{-1}N$ の各行のノルムが各鏡のエラー信号に含まれるショットノイズの合計になる

信号分離度の比較

- 下記が各鏡のエラー信号に含まれるショットノイズの大きさ。小さいほど、S/Nがいいということ。　(単位は 10^{-15} rad/rtHz)
- ほとんど変わらないが、新デザインの方が全体的に2%くらい悪い。CH/DHは15%くらい悪い。

	ITM 1680m, ETM 1870m のこれまでのデザイン	ITM 1900m, ETM 1900m の新デザイン
CS:	7.75	7.91
CH:	4.61	5.34
DS:	7.76	7.91
DH:	1.87	2.18
BS:	431.02	440.28
PR3:	153.1	155.73
PR2:	55.78	55.50
PRM:	27.53	26.86
SR3:	196.14	197.15
SR2:	0	0
SRM:	579.1	581.48

(SR2が0なのはSR2をWFSで制御していないため)