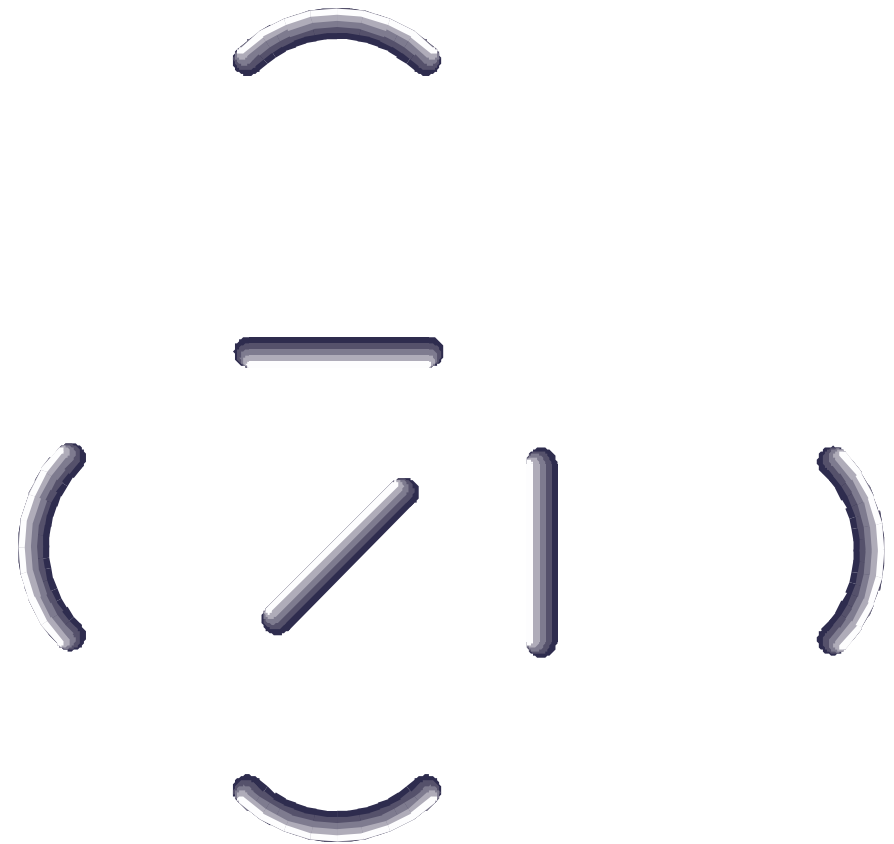


アラインメント制御

- アラインメント制御の設計
 - 信号取得法的设计 (干渉計的设计)
 - 制御设计 (制御ループ的设计)
- 信号取得法的设计
 - 信号分離→ (準) 対角化
 - その他
 - 雑音のカップリング
 - 安定性・堅牢性
 - 動作点へのひきこみ
- 信号取得の障害 (PRFPMIの場合)
 - PRCがDegenerateしている
 - PRMとITMの信号が縮退し、分離が難しい
- 解決策
 - PRCの縮退を解く = PRC 内のGuoy phaseを回す
 - PRCを伸ばす・PRC内のモードを絞る



PRFPMI (TAMA) の場合

ASC Matrix (Power Recycled FPMI) *Degenerated*

Port	DM	Phase			Degrees of freedom				
		RF1	RF2	Guoy	DIT	DET	CIT	CET	PRM
Bright	CRF1	90		180	1 8.095	-0.0176	-0.00259	5.62E-06	0.00225
Dark	CRF1	90		90	9.49	1 16.5	0.0000198	0.000033	-0.00435
Bright	CRF1	0		180	0.000697	-0.000296	1 15.88	-0.0349	-15.24
Pick	CRF1	0		83	-0.0192	0.000756	4.15	1 16.5	4.453
Bright	CRF2	0		180	-0.000844	-0.00143	0.00543	-0.00205	1 3.31

ASC Matrix (Power Recycled FPMI) *Non-Degenerated*

Port	DM	Phase			Degrees of freedom				
		RF1	RF2	Guoy	DIT	DET	CIT	CET	PRM
Bright	CRF1	90		87	1 1.204	-0.00262	0.0001555	-3.38E-07	0.000391
Dark	CRF1	90		90	9.487	1 16.45	-0.00856	-0.0149	0.0119
Bright	F1F2	0	0	37.5	-0.00105	2.29E-06	1 3.2	-0.0069	-0.000285
Bright	CRF1	0		334	0.000562	-0.000685	-0.0024	1 1.6	-0.00355
Bright	F1F2	0	0	267	0.00169	-3.67E-06	-0.00188	4.06E-06	1 1.59

Advanced LIGO の場合

ASC Matrix (Advanced LIGO) *Current design*

	DM	Phase			Degrees of freedom					
<i>Port</i>		<i>RF1</i>	<i>RF2</i>	<i>Guoy</i>	<i>DIT</i>	<i>DET</i>	<i>CIT</i>	<i>CET</i>	<i>PRM</i>	<i>SRM</i>
Dark	CRF1	85		164	1 227	1.08E+00 246	0.00E+00 0	0.00E+00 0	0.00E+00 0	0.00E+00 0
Dark	CRF2		53	128	9.30E-01 1931	1 2087	0.00E+00 0	0.00E+00 0	0.00E+00 0	0.00E+00 0
Bright	CRF1	163		136	7.60E-03 2.8	0.00E+00 0	1 368	3.90E-01 144	4.80E-01 175	1.10E-03 0.4
Bright	CRF2		70	38	3.90E-02 4.3	0.00E+00 0	5.30E-01 58.3	1 109	1.70E-01 18.7	2.00E-01 21.3
Bright	CRF2		86	98	1.20E-02 0.9	0.00E+00 0	7.20E-01 52.7	3.90E-01 28.5	1 73.5	5.40E-01 39.9
Bright	F2-F1	114		157	2.10E-02 1.2	0.00E+00 0	1.10E+00 63.4	5.30E-03 0.3	2.10E+00 121	1 56.8

ASC Matrix (Advanced LIGO) *Proposed design*

	DM	Phase			Degrees of freedom					
<i>Port</i>		<i>RF1</i>	<i>RF2</i>	<i>Guoy</i>	<i>DIT</i>	<i>DET</i>	<i>CIT</i>	<i>CET</i>	<i>PRM</i>	<i>SRM</i>
Bright	CRF1	70		31	1 131	1.10E-02 1.4	5.80E-01 76.3	8.40E-03 1.1	5.90E-01 77.6	2.90E-02 3.8
Dark	CRF1	172		106	9.30E-01 1602	1 1731	0.00E+00 0	0.00E+00 0	0.00E+00 0	0.00E+00 0
Bright	CRF1	163		131	2.50E-02 9.7	2.30E-03 0.9	1 385	4.60E-01 177	4.90E-01 189	5.00E-02 19.2
Bright	CRF2	2		91	1.10E-02 2	0.00E+00 0	8.90E-01 164	1 184	6.00E-03 1.1	2.70E-02 4.9
Bright	F2-F1	20		48	3.40E-03 0.8	1.50E-01 35.2	9.40E-03 2.2	1.06E+00 249	1 235	3.90E-02 9.2
Dark	F2-F1	4		117	1.10E-02 0.5	6.30E-01 29.7	4.20E-03 0.2	1.10E+00 53.7	9.80E-02 4.6	1 47.1

DRFPMI の場合

ASC Matrix (Dual Recycled FPMI) *Degenerated*

Port	DM	Phase				Degrees of freedom					
		RF1	RF2	RF3	Guoy	DIT	DET	CIT	CET	PRM	SRM
Bright	CRF1	90		-	0	1 2	d	d	d	d	d
Dark	CRF1	90		-	90	5.60E-01 1.4	1 2.5	0	0	0	0
Bright	CRF2		0	-	0	d	d	1 20	d	5.00E-01 10	5.00E-01 10
Bright	CRF1	0		-	90	d	d	2.00E-01 1	1 5	2.00E-01 1	d
Pickoff	CRF1	0		-	0	d	d	9.50E-01 38	d	1 40	7.50E-02 3
Pickoff	CRF2		0	-	0	d	d	2.10E+00 110	d	9.10E-01 48	1 53

ASC Matrix (Dual Recycled FPMI) *Non-Degenerated*

Port	DM	Phase				Degrees of freedom					
		RF1	RF2	RF3	Guoy	DIT	DET	CIT	CET	PRM	SRM
Bright	CRF2		90		225	1 13.6	-2.17E-03 -2.95E-02	-2.05E-05 -2.79E-04	4.46E-08 6.06E-07	3.77E-04 5.12E-03	-1.83E-04 -2.48E-03
Dark	CRF2		90		180	5.77E-01 2.98	1 5.17	-6.19E-04 -3.20E-03	-1.08E-03 -5.61E-03	5.72E-04 2.96E-03	2.61E-04 1.35E-03
Dark	F2F3		0	90	36	7.66E-03 8.39E-03	-1.66E+05 -1.82E-05	1 1.1	58% -2.28E-07	-2.07E-07 -5.85E-06	1.04E-04 1.14E-04
Bright	CRF3			90	329	-9.43E-03 -8.72E-03	4.31E-05 3.98E-05	-5.98E-02 -5.53E-02	1 9.25E-01	95% -2.74E-01	-2.96E-01 -8.33E-02
Pickoff	F1F3	0		0	329	-1.68E-01 -1.65	3.65E-04 3.58E-03	3.71E-03 3.64E-02	-8.08E-06 -7.92E-05	1 9.8	Max -3.80E-02 -3.72E-01
Pickoff	F2F3		0	0	306	-1.67E-01 -1.18	3.62E-04 2.56E-03	6.62E-03 4.69e-2	-1.44E-05 -1.02E-04	-1.30E-03 -9.23E-03	1 77% 7.08



まとめ

- **メリット**

- **アラインメント信号分離が格段によくなる**
- **鏡の曲率設計（特にPRM、SRM）が楽になる**
 - $R=400\text{km}@10\text{m} \gg R=??$
- **PRC, SRC内のビームが細くなる**
 - **光学素子が小さくてもよい？**
 - **BSの裏面反射を分離するためのBSの厚さも、ビーム径@BSの比だけ楽になる**
 - **ビームの取り回しが楽**
 - **裏面反射等の処理が楽**

- **デメリット**

- **ビームスポットが小さくなる**
 - **熱レンズ効果を増加させるか？**

- **干渉計設計への要請など**

- **ITMsをレンズ化する（ f =数10m程度？）**
- **分離可能なPRC, SRCの共振器長を選ぶ（長さ制御とのマッチング）**