



# レーザー干渉計型重力波検出器TAMA300 のパワーリサイクリング V

国立天文台、東大理<sup>A</sup>、東大宇宙線研<sup>B</sup>、東大新領域<sup>C</sup>、  
大阪市大<sup>D</sup>、電通大<sup>E</sup>、The TAMA Collaboration <sup>F</sup>

佐藤修一、新井宏二、長野重夫、高橋竜太郎、神田伸行<sup>D</sup>、辰巳大輔、  
常定芳基、安東正樹<sup>A</sup>、三尾典克<sup>C</sup>、森脇成典<sup>C</sup>、武者満<sup>E</sup>、川村静児、  
福嶋美津広、山崎利孝、藤本眞克、坪野公夫<sup>A</sup>、大橋正健<sup>B</sup>、黒田和明<sup>B</sup>、  
他 The TAMA Collaboration <sup>F</sup>



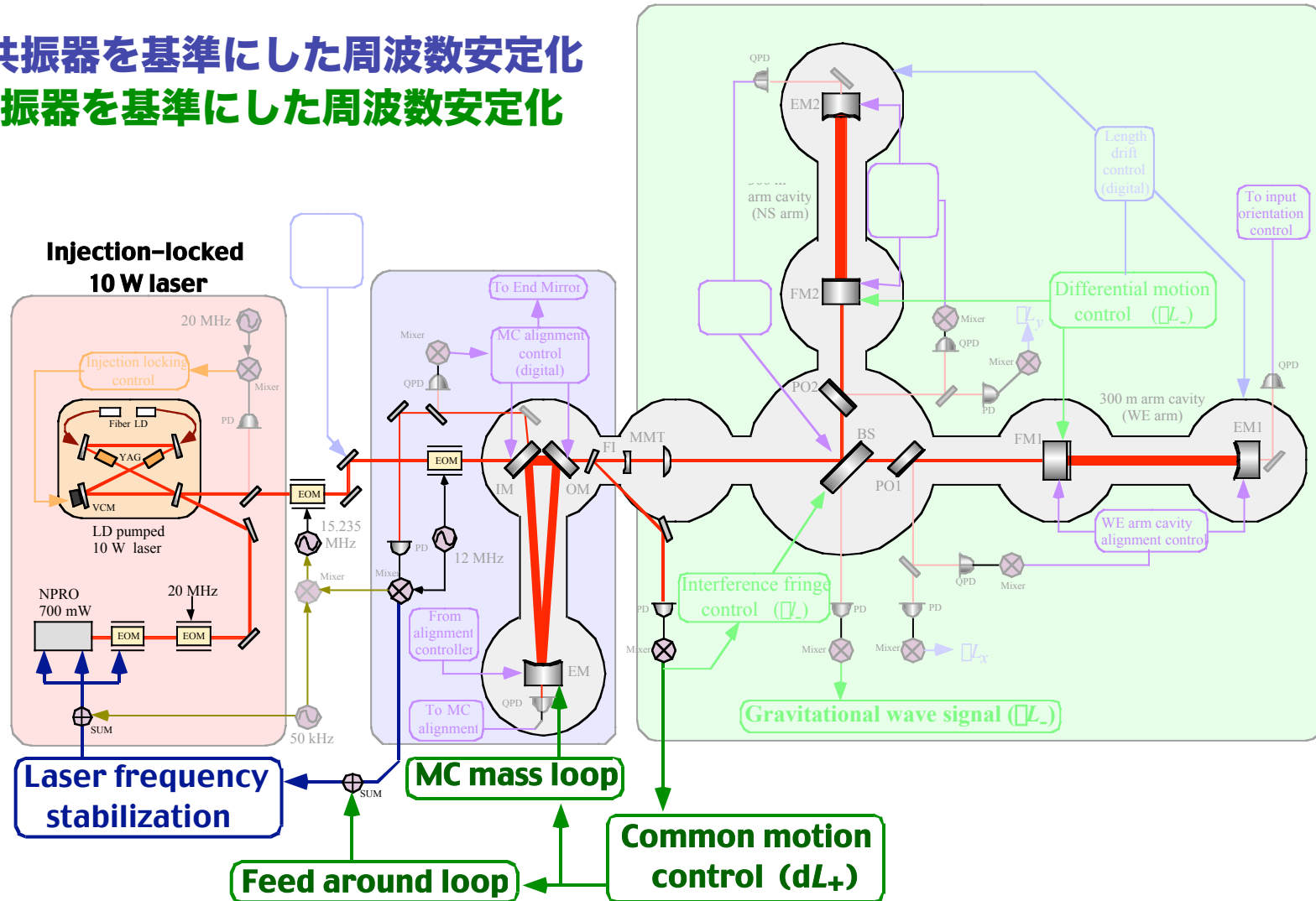
## Contents

**周波数安定化 (LFS) : Phase2目標感度まで下げる**  
Mode Cleaner 制御ループ広帯域化・高ゲイン化  
安定化周波数雑音レベルの改善

**アライメント制御 (ASC) : PRFPMIの全自由度制御**  
現状・混合マトリックス  
補償マトリックス

# Laser Frequency Control Scheme

MC共振器を基準にした周波数安定化  
腕共振器を基準にした周波数安定化



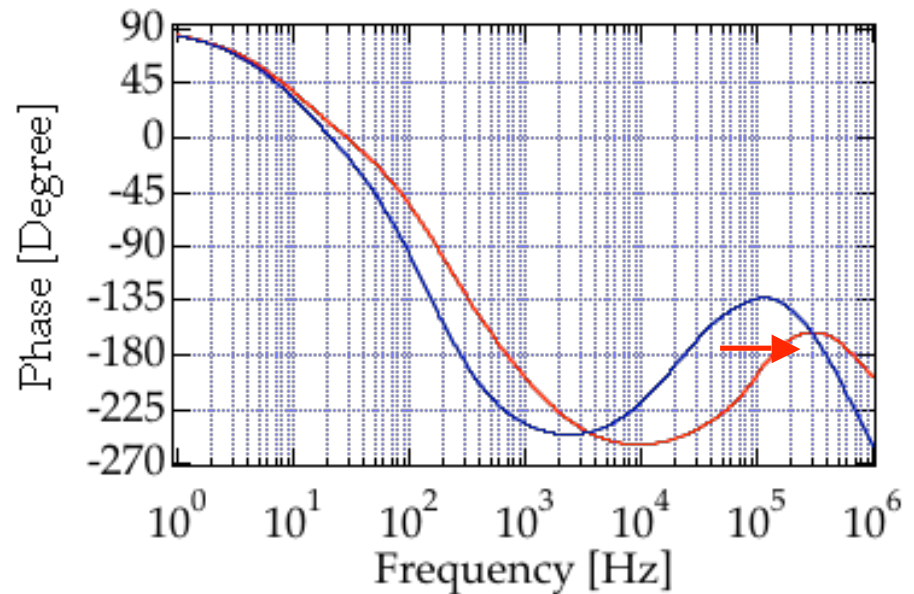
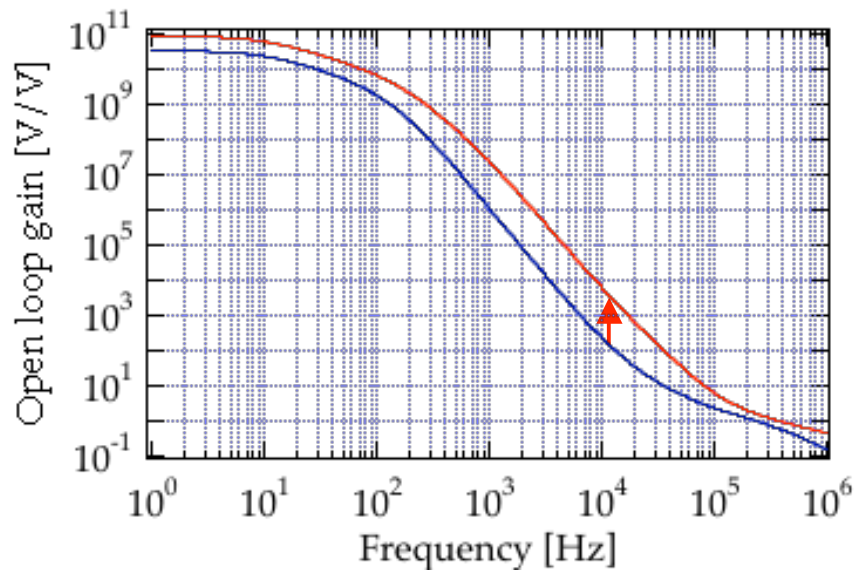
# MC control bandwidth widening

モードクリーナー制御の広帯域化  
ケーブルによる位相遅れの低減  
EOMパスフィルター形状の改良

UGF : 2-300kHz → 6-700kHz

モードクリーナー制御ループの高ゲイン化  
DC-gain booster : 40kHz → 100kHz

Openloop gain @10kHz : 48dB → 76dB

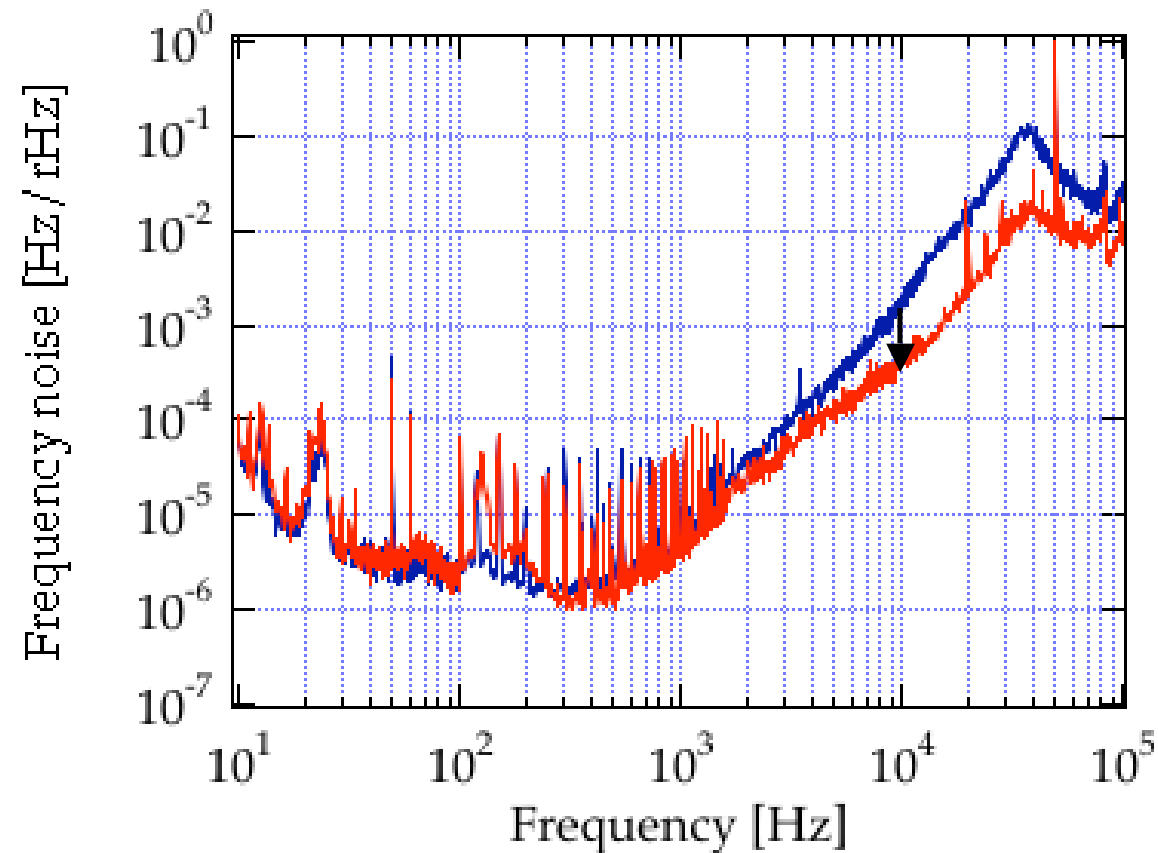


## Stabilized frequency noise

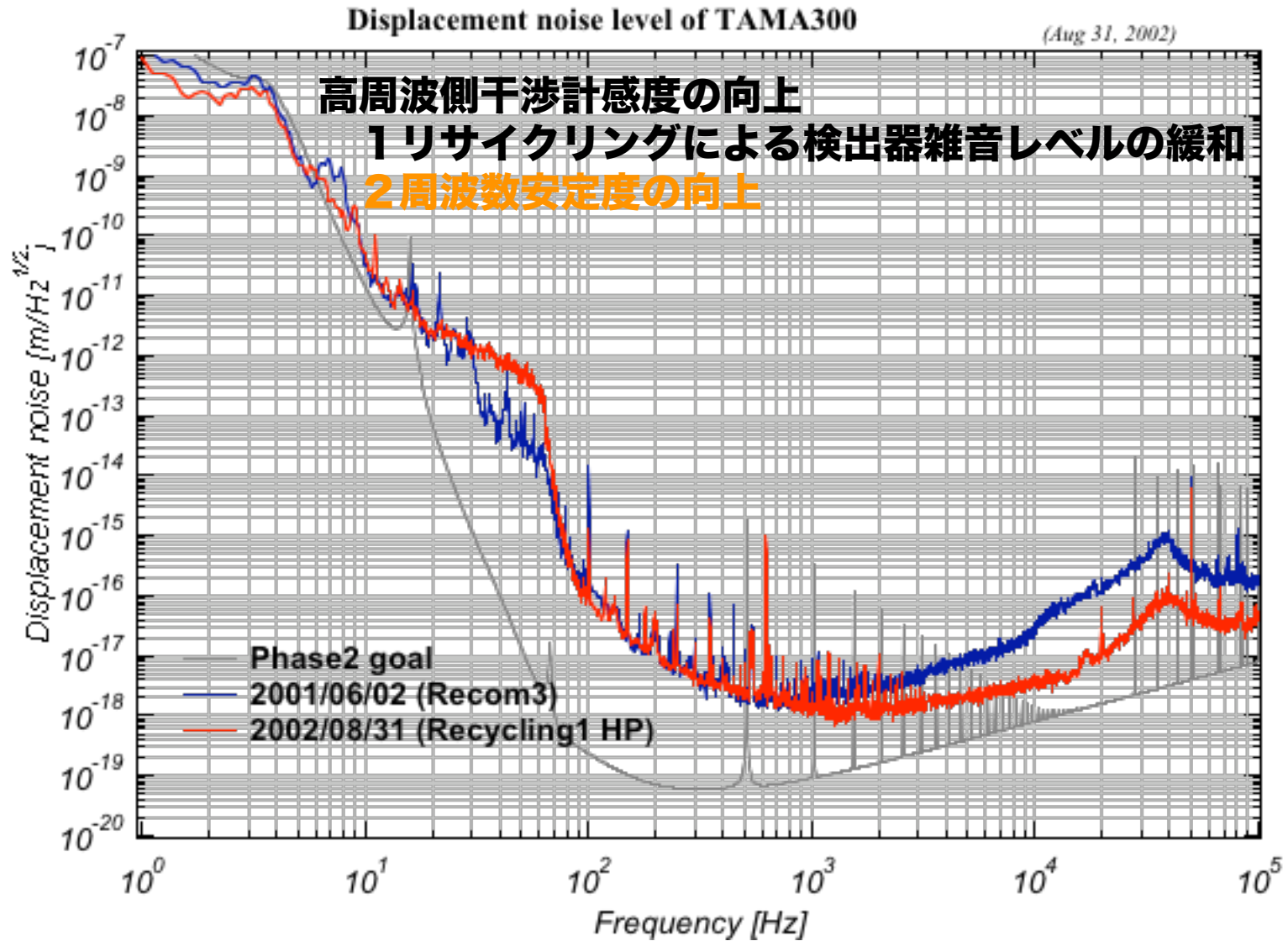
Secondary共振器を用いて周波数安定化

Secondary共振器のエラー信号を用いた評価 (L+相当)

周波数安定度@10kHz :  $2 \times 10^{-2} \rightarrow 4 \times 10^{-3}$  [Hz/rHz]



# Frequency noise contribution on IFO noise curve



# Alignment Sensing and Control Scheme

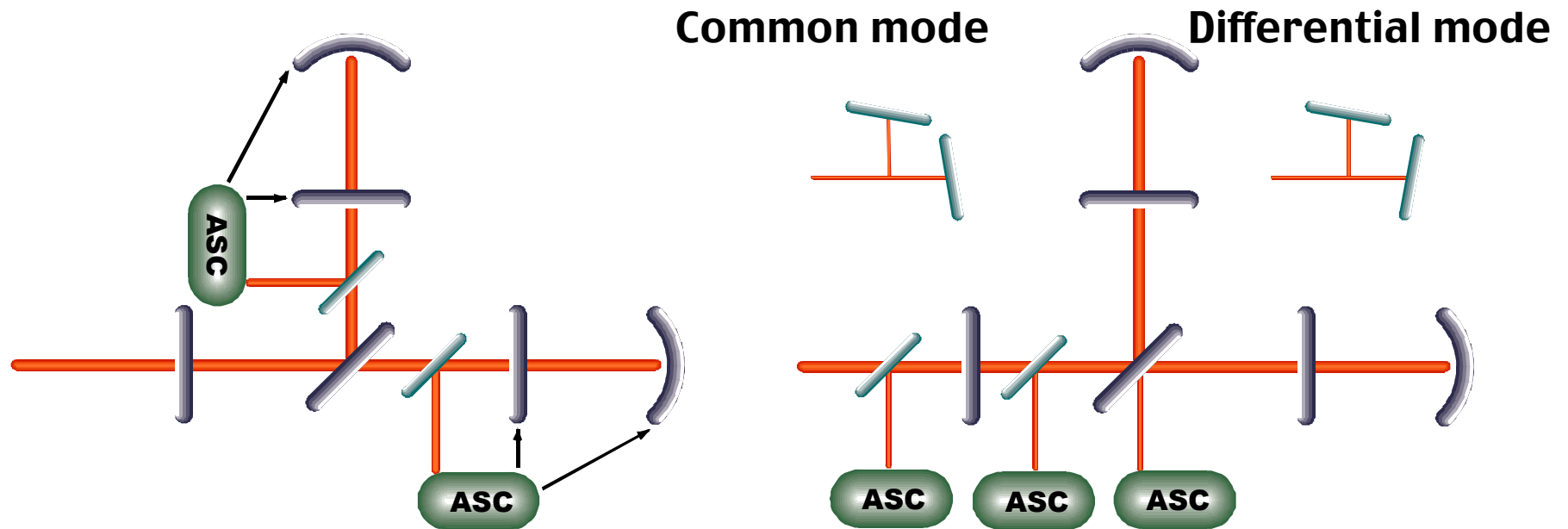
FPMIからリサイクリングへ

FPMI：各FP共振器の独立制御

PRFPMI：各FP共振器の独立制御→同相差動制御を用いた全自由度制御へ

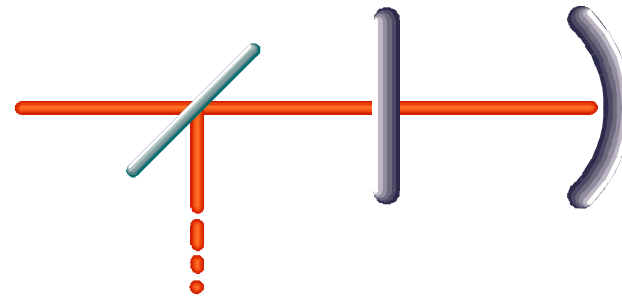
リサイクリング鏡の制御→リサイクリングゲインの安定化

腕鏡の差動制御→コントラストの揺れの低減

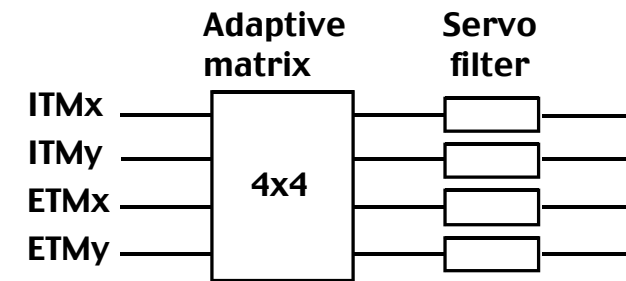


# Mixing matrix of FPMI

- 基本的にはFP共振器と等価
- 原理的には信号の混合はない
- 実際には相当量の混合が存在する
- 補償マトリックスの使用



		Sig	WE cavity (Primary)				NS cavity (Secondary)			
Sens	TM	ITM x	ITM y	ETM x	ETM y	ITM x	ITM y	ETM x	ETM y	
		WE	ITM x	1	0.2/0	1.3/0	0.2/0			
ITM y	0.1/0		1	0.4/0	3.4/0					
ETM x	0.3/0		0.03/0	1	0.1/0					
ETM y	0.04/0		0.01/0	0.06/0	1					
NS	ITM x					1	0.07/0	0.2/0	0.4/0	
	ITM y					0.04/0	1	0.65/0	7.3/0	
	ETM x					0.25/0	0.01/0	1	0.16/0	
	ETM y					0.04/0	0.07/0	0.08/0	1	



→

1	0.04/0	0.18/0	0.17/0
0.07/0	1	0.58/0	0.48/0
0.03/0	0.02/0	1	0.13/0
0.01/0	0.01/0	0.03/0	1



# Mixing matrix of PRFPMI

原理的には信号の混合は少数のマトリックス要素に限られる  
 現実的には 10x10 の要素に相当の混合が想定される → 補償マトリックス

		Sig	Differential				Common				Recycling	
Sens		TM	ITM x	ITM y	ETM x	ETM y	ITM x	ITM y	ETM x	ETM y	RM x	RM y
Differential	ITM x		1									
	ITM y			1								
	ETM x		/0.6		1							
	ETM y			/0.6		1						
Common	ITM x						1				/0.8	
	ITM y							1				/0.8
	ETM x						/0.2		1		/0.2	
	ETM y							/0.2		1		/0.2
Recycling	RM x						/0.4		/1.4		1	
	RM y							/0.4		/1.4		1

## Plan

### 同差アライメント制御による全10自由度制御

#### 4x4 + 6x6 マトリックスによるアナログ制御

4 inputs >> 4x4 Matrix >> 4 servo filters >> 4 outputs : Differential

6 inputs >> 6x6 Matrix >> 6 servo filters >> 6 outputs : Common+RM

#### 10x10 マトリックスによるデジタル制御

10 inputs >> 10x10 Matrix >> 10 servo filters >> 10 outputs

>> マトリックス要素の迅速な調整

>> 状況に応じたフィルター形状の変更

#### PRFPMI インストール (12/2001)

>> TR2 (5/9-10)

>> TR3 (7/6-8)

>> DT7 (8/31-9/2) Coincident with 4 detectors, LIGO and GEO

>> DT8 (12/2002) Planned

#### DT8に向けて本格的にインストール