

40mから見たLCGTの問題点

2009/4/27(月) LCGT干涉計会議
東京大学宇宙線研究所 宮川 治

40mのロックアクイジション



- 最初はDRMI部分がロック
 - Double demodulation (single demodulationでも可能)
- 次にどちらかの片腕がロック、更にもう片腕がロック
 - 透過光を使いオフセットロック
- 腕のオフセットロックとは、CARM(Common mode of ARM)にオフセットがあるようにロックすること
 - XarmとYarmのカップリングを小さくする
 - 各Armを独立にロックできる
- その後CARMオフセットを減らしていく
 - CARMのOptical Spiringの周波数が0Hzから数百Hzまで大きく変わる
 - 途中から透過光でなくRFの信号を使う
- 最初からフルロック(CARM offset無し)可能か?
 - 多分難しい
 - AdLIGOはEndから別の周波数の光を入れ、Armは常にロックさせておく
 - SPIはこのようなDeterministic lockにはなり得ない

40mの経験から重要なこと



- Armだけのロックなら、1フリンジでのロックを確実にできる位にならないと厳しい
 - 今のCLIOを見ていると厳しいかも、リングング、輻射圧等
- 40mではPRFPMIは非常に簡単だが、SRMが一つはいるだけでとんでもなく難しくなる、これは多分DARMのoptical springが変動するから
- デジタル制御は必須
- 鏡のロスのコントロールが非常に重要だが、非常に難しい
- モニターポートの必要性
 - 各腕の反射光、レーザーへの戻り光、ダークポート
 - DC、RF、QPD(DC)、WFS
 - 透過光
 - 透過パワー及び、QPDによるビームセンタリング
 - PR cavity内の2倍波復調→サイドバンドモニター
 - CCDによる鏡面モニター
 - ロック状態
 - 高次モード
 - Optical lever
 - OSEMなどの鏡の動きのセンサー
 - 制御をとまなうSteering mirrorを使う場合、strain gageは必須
- 長期モニターはトラブルシューティングに非常に便利(年オーダー)
 - レーザーパワー、結晶温度、室温、湿度、音、地面振動など

- 輻射圧による $10\mu\text{m}$ オーダーの鏡のシフト、特に制御のないITMとITMに追従するETM
- パワーが大きいためオフセットを持っている自由度（例えば前述のCARM、将来的にDetuneするならDARMも）のOptical springの周波数が高くなる
- 入射パワーのコントロールと、それにともなう各自由度のゲインコントロール
- AlignmentのOptical instabilityの周波数が1Hzのオーダーになってくる
- Alignment制御の帯域を十分取る必要がある
 - これは神岡の地面振動が小さいという優位性を壊す可能性がある

- これまでのOptical gain matrixのみでの評価は危険。輻射圧雑音も含めたquantum noiseを考え、各自由度のS/N matrixを出すことが重要。その上で各ループ間のカップリングによるノイズも検討する必要がある。
- DRMIにDouble demodulationは本当に大丈夫か、single demodulationも再検討すべき。例えばDoubleはロックに、Singleは感度出しに使うなど。
- Mach-Zhenderのノイズ評価。もしだめなら、他の手の検討。
- Optical instabilityがある場合のAlignment feedbackノイズがどれだけ光路長制御を汚すかを評価。これも各ループ間のカップリングを輻射圧も含めて評価すべき。
- パワーリサイクリングゲインと腕キャビティーフィネスの再検討
 - リンギングは腕の長さの1乗、フィネスの2乗に比例
- 時間領域でのロックアクイジションシミュレーション
 - 例えば輻射圧の影響が大きい腕だけでも
 - リンギングは大きな問題になりうる
 - 鏡の角度揺れの時間発展もシミュレーションしておいた方がいい
 - そのためにはきちんとした振り子のデザインが必要

- ESDの検討
- TCSの必要性
 - 特にBSは必要かどうか
- 低温下でのダンピング
- View portの配置方法
- DC readoutはRF雑音の除去という観点から必要ないか
- 段階を追った感度向上と、各感度に応じた観測も含めた戦略的、段階的な計画をたてるべき
 - PRFPMI、RSE、レーザーパワーの増加、低温
(、detune、squeezer)