180 m MC は必要か？

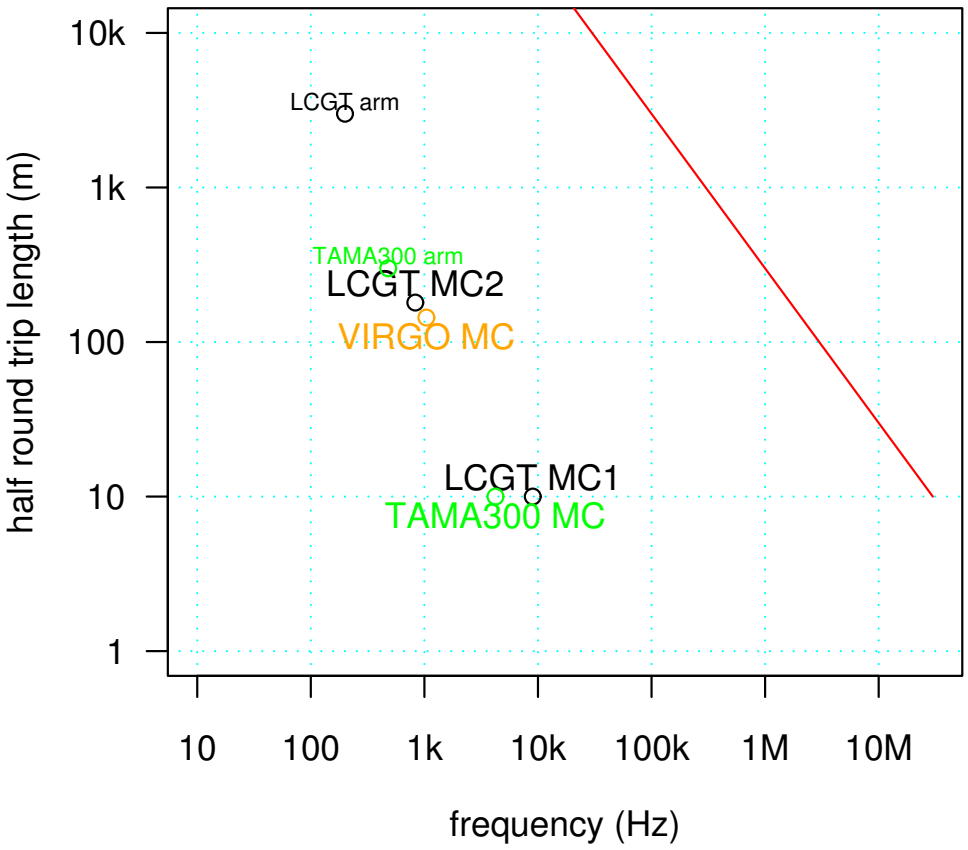
LCGT デザインドキュメント (2007-04) では 10 m の MC1 と 180 m の MC2 の二段構成になっている．

- 周波数雑音の検討　(完了)
- 強度雑音の検討　(進度 10%)
- モードクリーニング効果の検討　(進度 30%)
- ビームジッター雑音の検討　(進度 50%)
- まとめ

180 m MC の由来

- 検討当初は変調周波数が 15 MHz と 50 MHz だった．変調透過のためには 60 m (5 MHz の真空波長) の整数倍にする必要がある．
- レーザー共振器 (∼1 m) と腕 (3 km) の相乗平均あたりでスケーリングがマイルドになる．

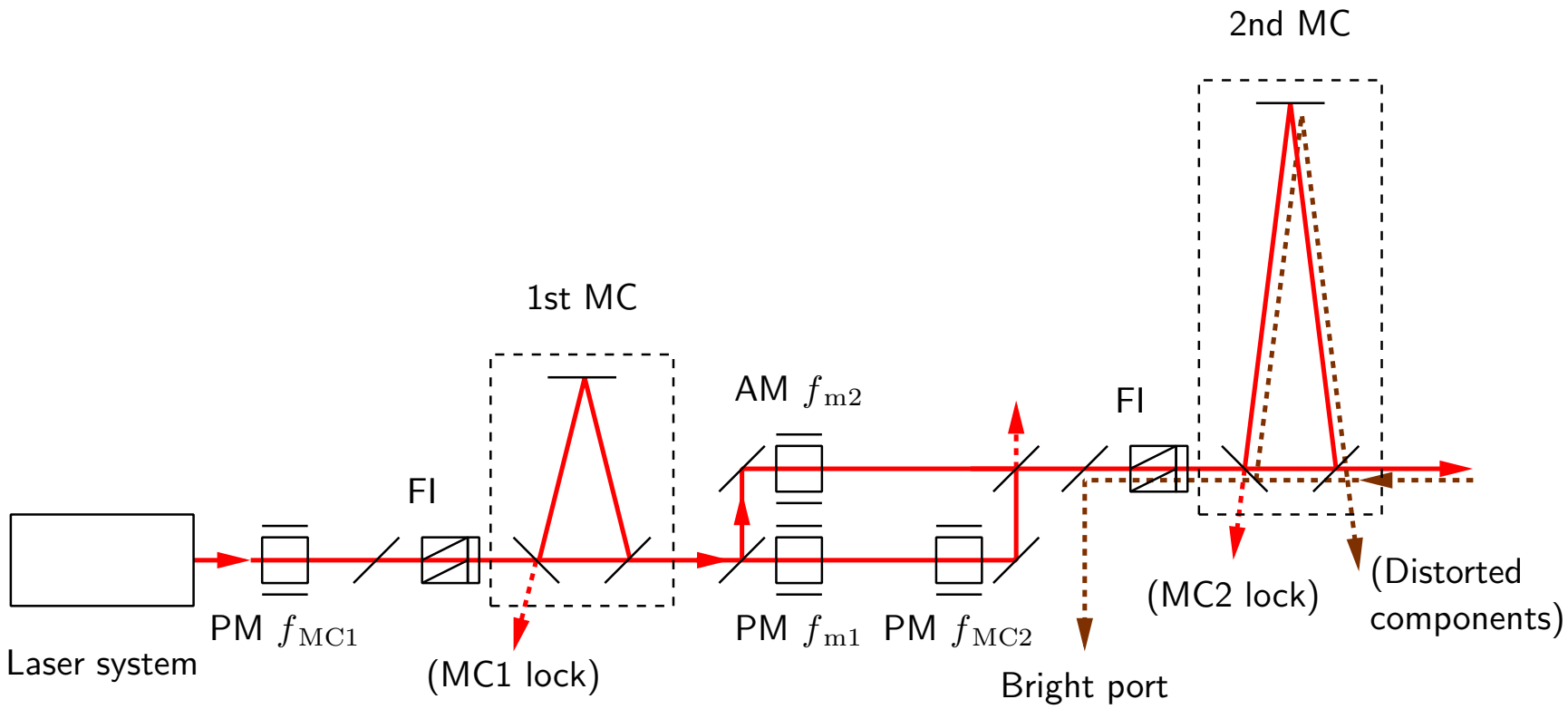
→ 180 m に．



180 m MC 再検討のいきさつ

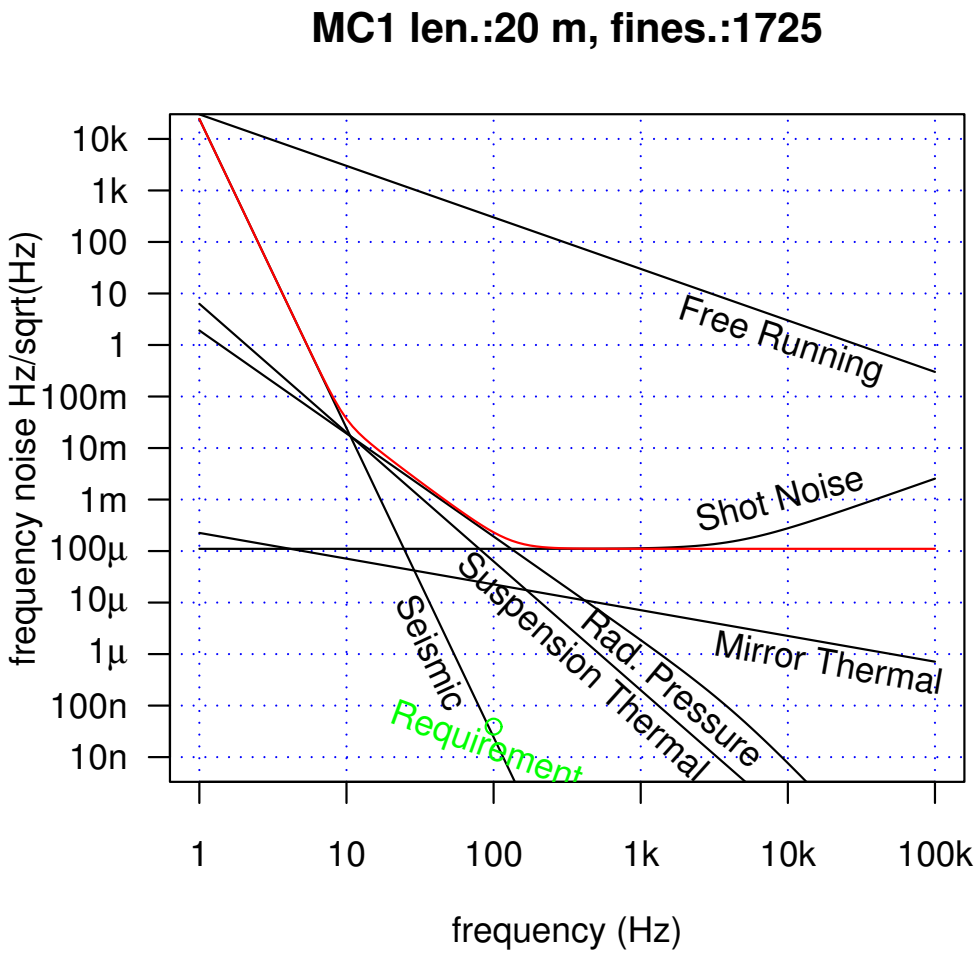
- トンネル掘削の予算を削減する可能性を探る.
- [Evans 氏の助言] 180 m MC では三角光路の開き角が小さいので順・逆周回のカップリングが大きくなる → 短い MC が散乱光に強い
- [Evans 氏の助言] VIRGO 144 m MC では，変調透過を用いているが，長いため FSR 周波数が小さく，変調周波数の精度が厳しい．MC 最ロックの度に数十 mHz の変調周波数再設定が必須となっている
- [長野氏の助言] 10 m 級の MC 2段にするとどうなるか検討すべき.

LCGT 入射光学系の MC



MC1 と MC2 の間で必要な変調（f_{m1}，f_{m2}）を加える．
f_{m1}，f_{m2} に対して，MC1 は不透明，MC2 は透明にしたい．

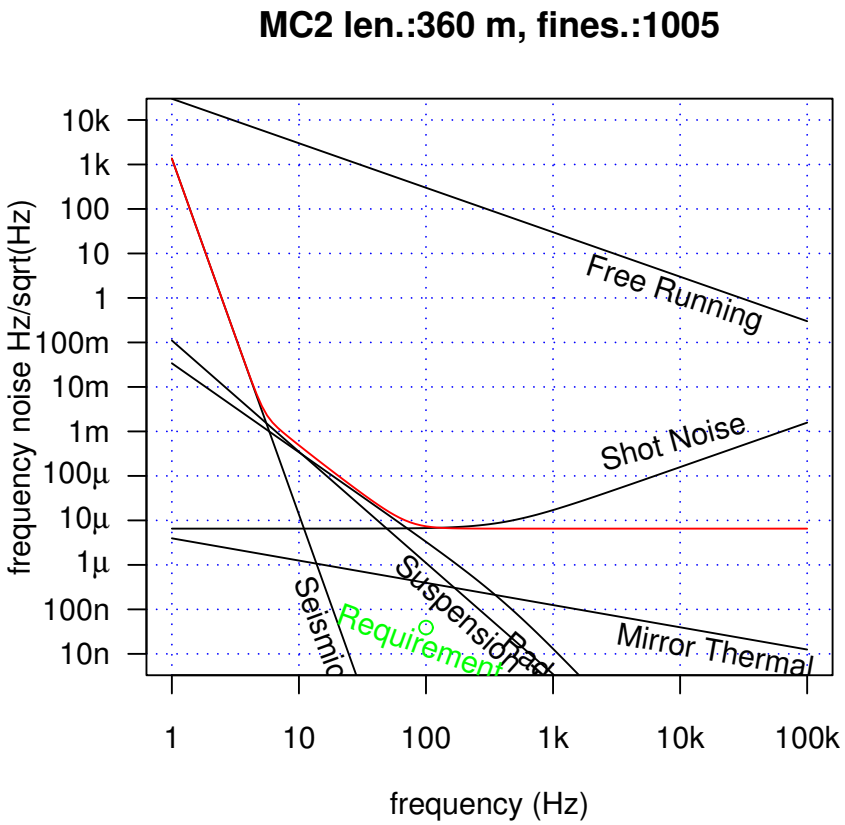
初段 (10 m) MC による周波数安定化

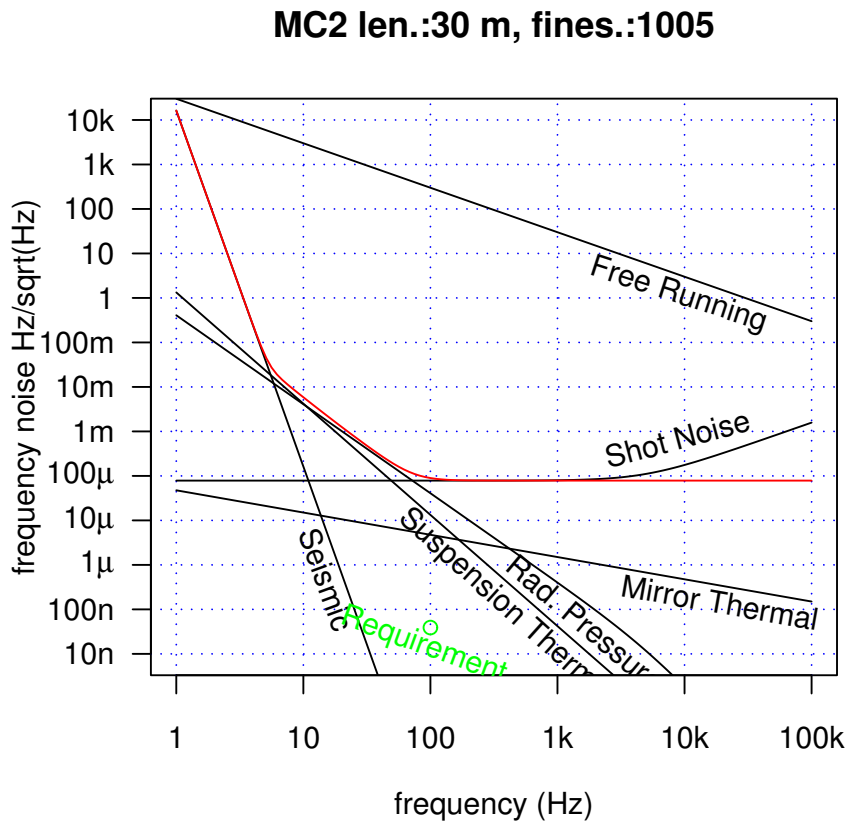


- ミラー，振り子とも $Q \sim 10^3$ を仮定
- 主干渉計と同様，
  低域:地面振動，
  中域:輻射圧雑音，
  高域:散射雑音，
  で制限

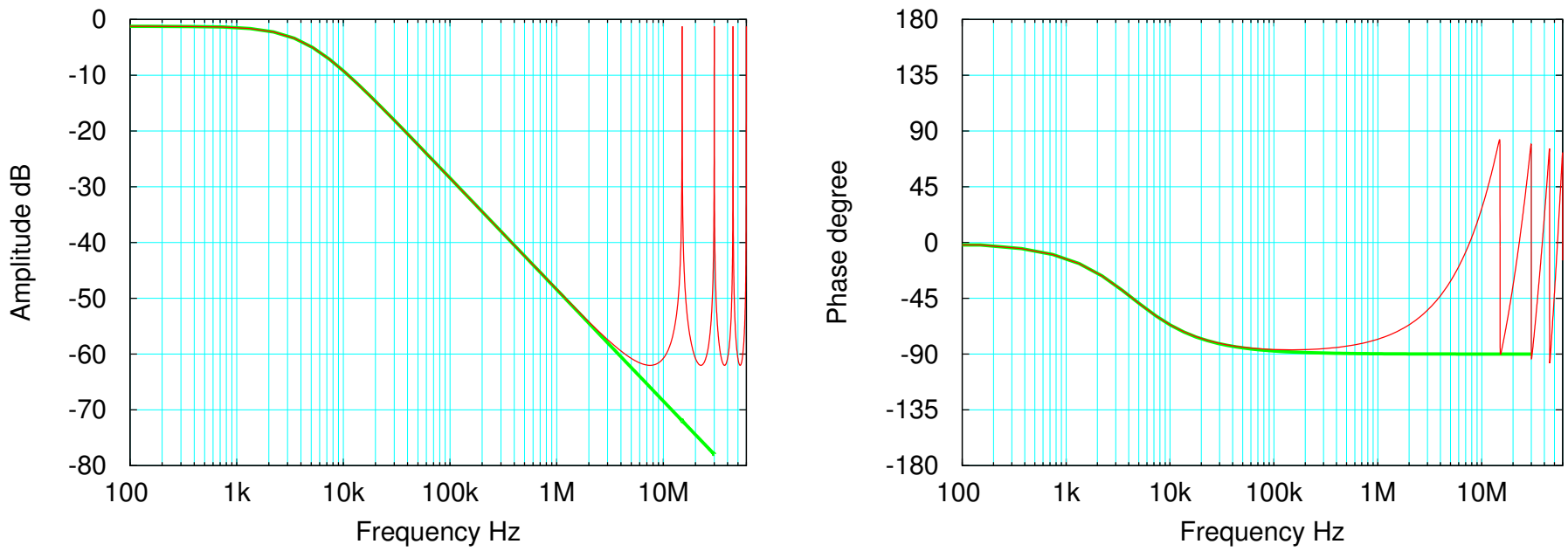
第二段 MC による周波数安定化

180 m MC の場合（左図）と 15 m MC の場合（右図）
主干渉計の $L+$ を用いてさらに 2桁安定化する必要があったところを，あと 3桁半がんばる必要がある（原理的な問題はないはず）





MC の強度安定化



10 m MC の強度雑音のパッシブなフィルタ効果を計算したもの．
変調で使う 10 MHz ではバックグラウンドが掃除できる．
60 MHz での効果はまだ検討できていない．

結論

- MC 二段構成は必要
  - 初段 MC が変調周波数近傍のレーザー雑音の除去を最終段 MC が変調器による空間モード乱れの除去を行う必要があり，両者を同一 MC でやるのは不可能．

    (TAMA300 では 15MHz でのレーザー雑音の除去をあきらめている)
  - 防振系の設計が楽になる
- 最終段 MC の長さ 180 m を縮減して 15 m にできる可能性はあり，定量的検討 (強度安定化・モードクリーニング・ビームジッター安定化) が必要
- 変調周波数 10 MHz と 60 MHz を変えない限り，15 m 以下にはできない．
- (180 m MC をのこすなら，開き角を大きくする必要がある？)