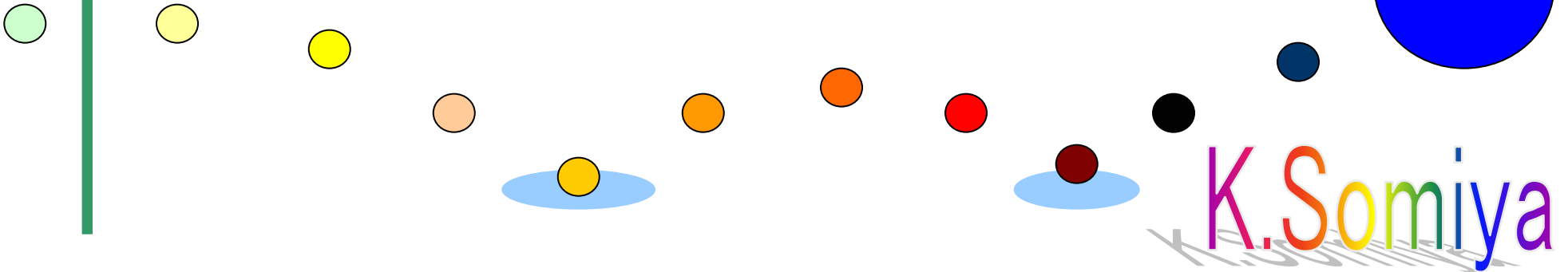


LCGTの帯域をどうするかを決める際 のもろもろの問題について

LCGT観測帯域会議

Jun. 2009

Kentaro Somiya
Caltech



コンテンツ

- (1) パラメタと古典雑音の見積もり
- (2) 中間的最適コンフィギュレーション
- (3) 選択式デチューン

(1) パラメタと古典雑音の見積もり

- まずこれをやらないと干渉計の最適化ができない
- 山元さん、安東さん、宮川さんと各パラメタについて確認
(光学ロス、機械的ロス、ファイバーの本数、などなど)
→ あやしいパラメタの洗い直し
- パラメタ一覧をWikiに公表
<http://gw.icrr.u-tokyo.ac.jp:8888/JGWwiki/LCGT/..subgroup/ifo/ISC/TaskList/CurrentStatus/ClassicalNoise>
- あやしいパラメタは... (次ページへ)

あやしいパラメタ

(i) 光学ロス

overestimate!!

- 現在70ppm/roundtripと見積もられている
- AdLIGOは75ppm/roundtripで、これでも厳しい (山本さん談)
- サファイアの方がシリカより散乱が多いのでは
- **PRG/SBG低下 + shot noise悪化の可能性が出てくる**

(ただし、現在のPRG/SBGにはかなり余裕がある)

(ii) コーティングの熱吸収

overestimate!!

- 現在0.1ppmと見積もられている
- AdLIGOは0.5ppmで、これでも厳しい (山本さん談)
- **フィネスが高すぎる可能性が出てくる**

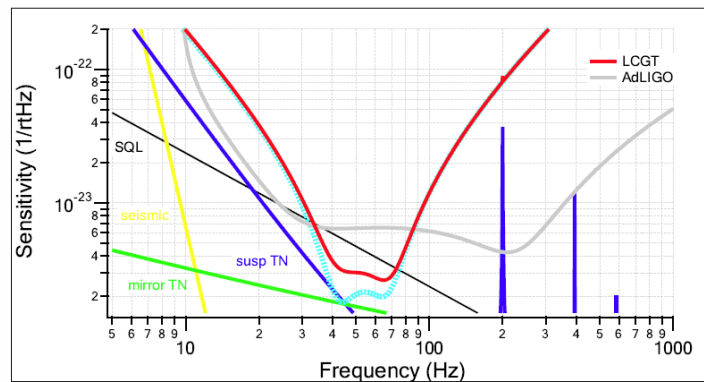
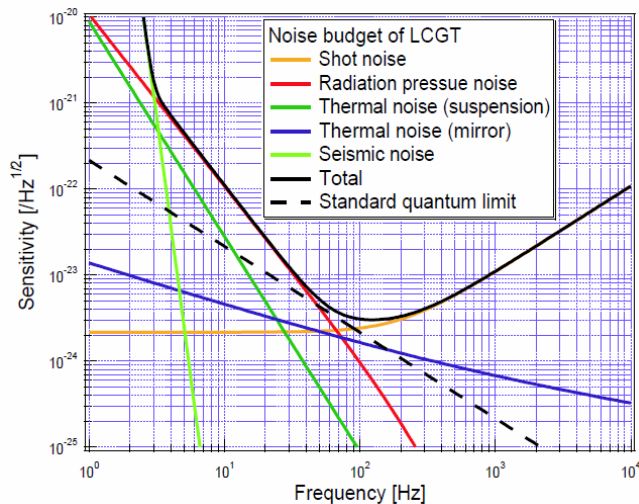
(iii) 機械的ロス

underestimate!

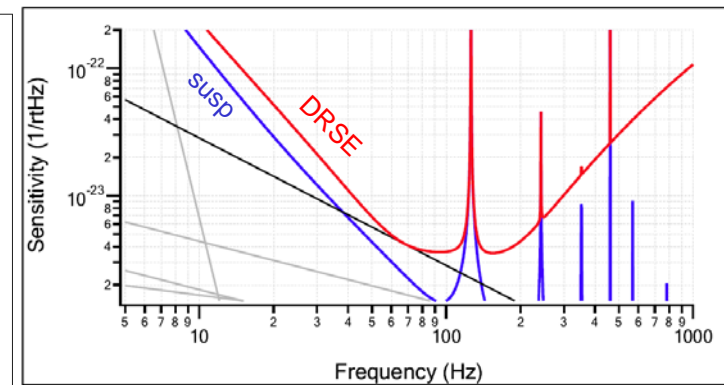
- バルク $1e-8$ 、tantala膜 $4e-4$ 、シリカ膜 $1e-4$ 、ファイバー $2e-7$
- AdLIGOではそれぞれ $3e-10$ 、 $2.4e-4$ 、 $4e-5$ 、 $2e-8$ となっている
($h=15\text{cm}$, 100Hz とした場合) ($\phi=1.8\text{mm}$ とした場合)

サスペンション熱雑音

- LCGTドキュメントでは弾性の効果は入っていない
- 5月の会議で私が見せた図はシングルループで計算している
- ダブルループ、 $\phi 1.8\text{mm}$ で計算するとバイオリンモードが100Hz付近に現れてしまう(低周波の感度も悪化)



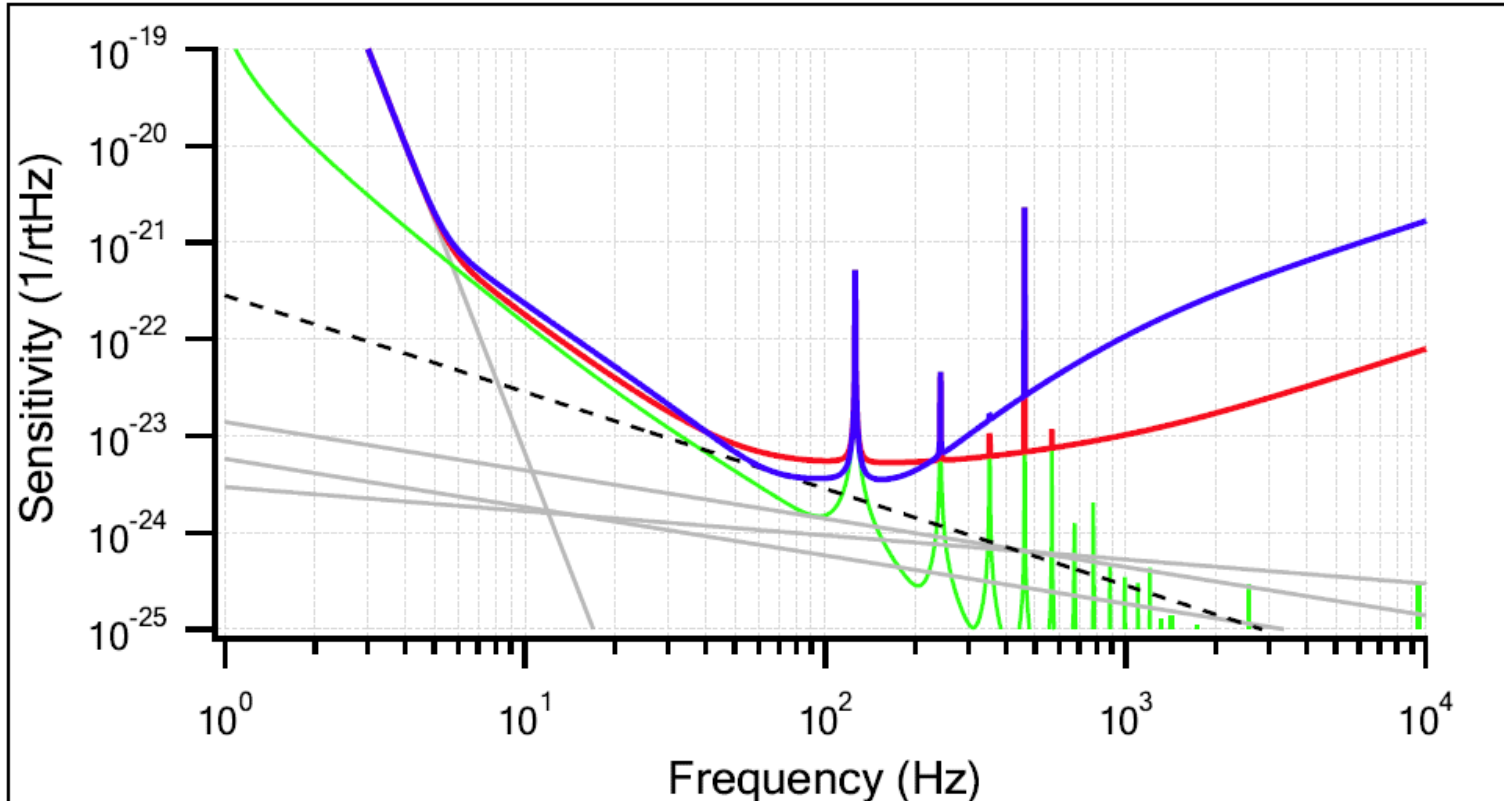
$f_v \sim 200\text{Hz}$



低周波も悪化 $f_v \sim 127\text{Hz}$

感度が悪い

バランスパラメタ(後述)



- デチューンで稼げるところをサスペンション熱雑音が台無しに
- このままパラメタの最適化をするのは無意味では...

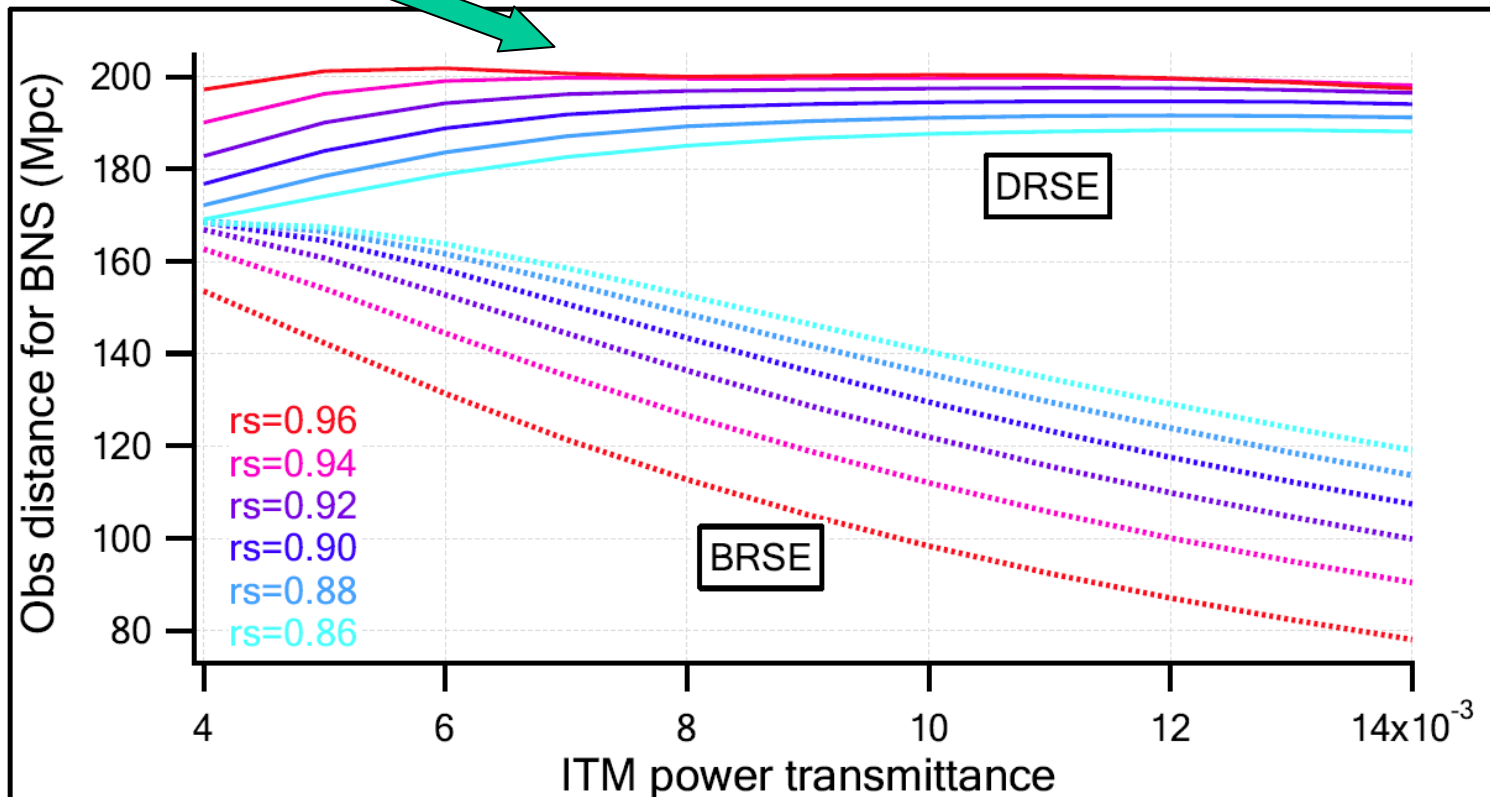
(2) 中間的最適コンフィギュレーション

- とりあえず現在のパラメタで最適化を行なう
 - サスペンション熱雑音は悪いまま
 - ロスは小さく見積もったまま
 - チューン対象は(i)フィネス、(ii)SRM反射率、(iii)detune phase
(homodyne phaseは80度に固定)
- 中間的最適コンフィギュレーション=バランスドパラメタ
~ DRSEでもBRSEでもそれなりにいいところを探す
 - 高周波の感度
 - 中性子連星への感度

中性子連星への感度

この辺が
サスペンション熱雑音
でつぶれている

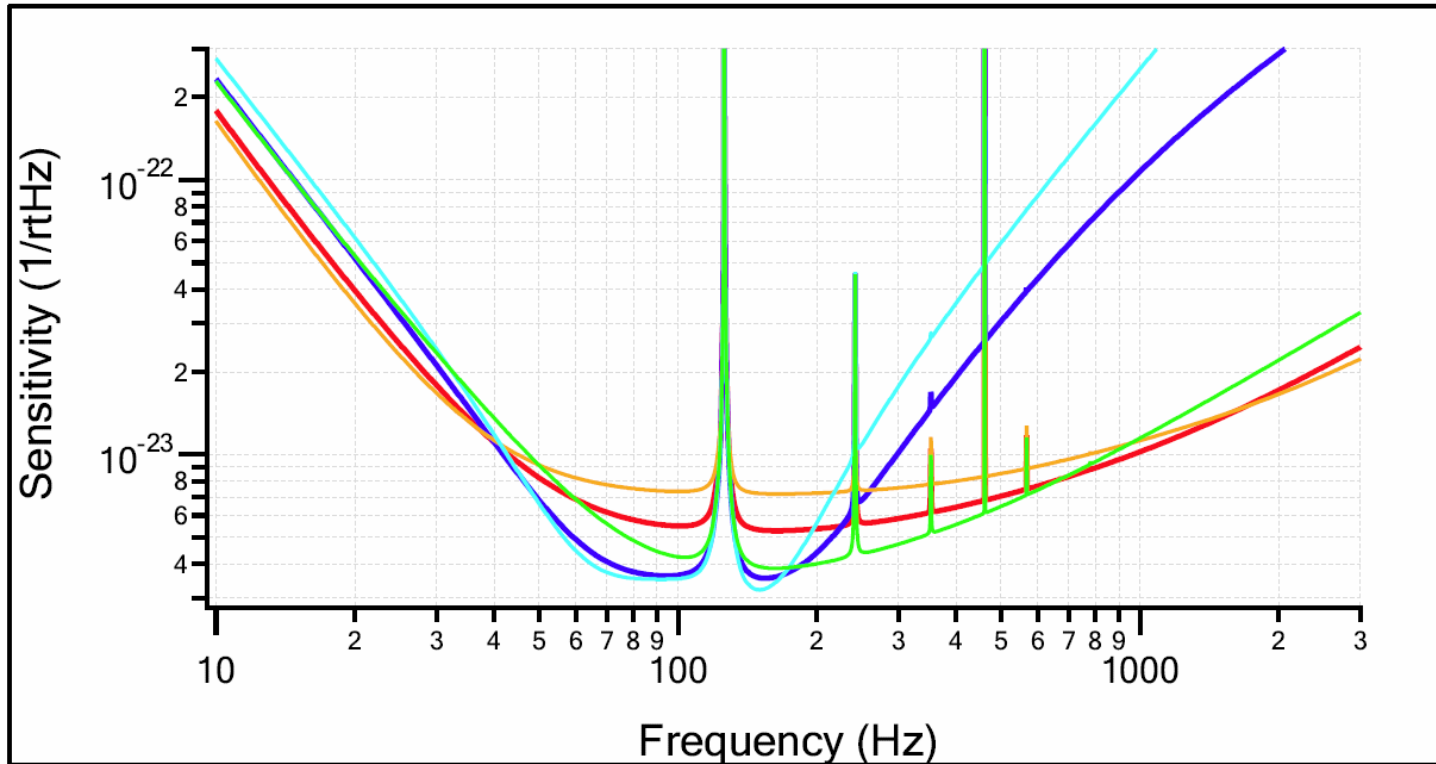
各点でdetune phaseは最適化済み



ワンループ
だと242Mpc
だったのに、
ツーループ
だと201Mpc
どまり...

- BRSEとDRSEの間でトレードオフ
- T=0.005、rs=0.94あたりがよさそう

スペクトル



水色:中性子連星への感度最高($T=0.006, r_s=0.96$)

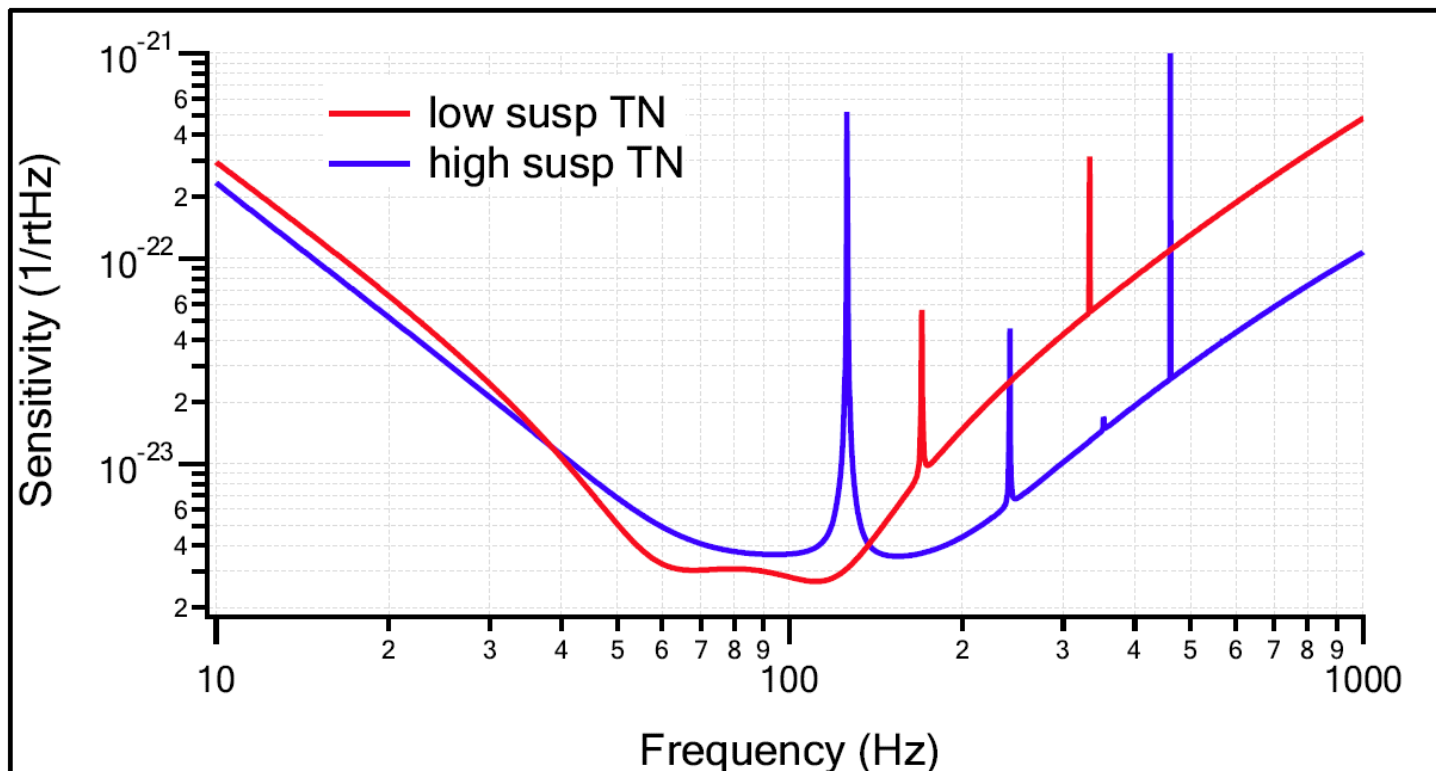
青色:バランスポラメタ($T=0.005, r_s=0.94$)

緑色:BRSEで中性子連星への感度最高($T=0.004, r_s=0.88$)

赤色:青のときのBRSE

橙色:水色のときのBRSE

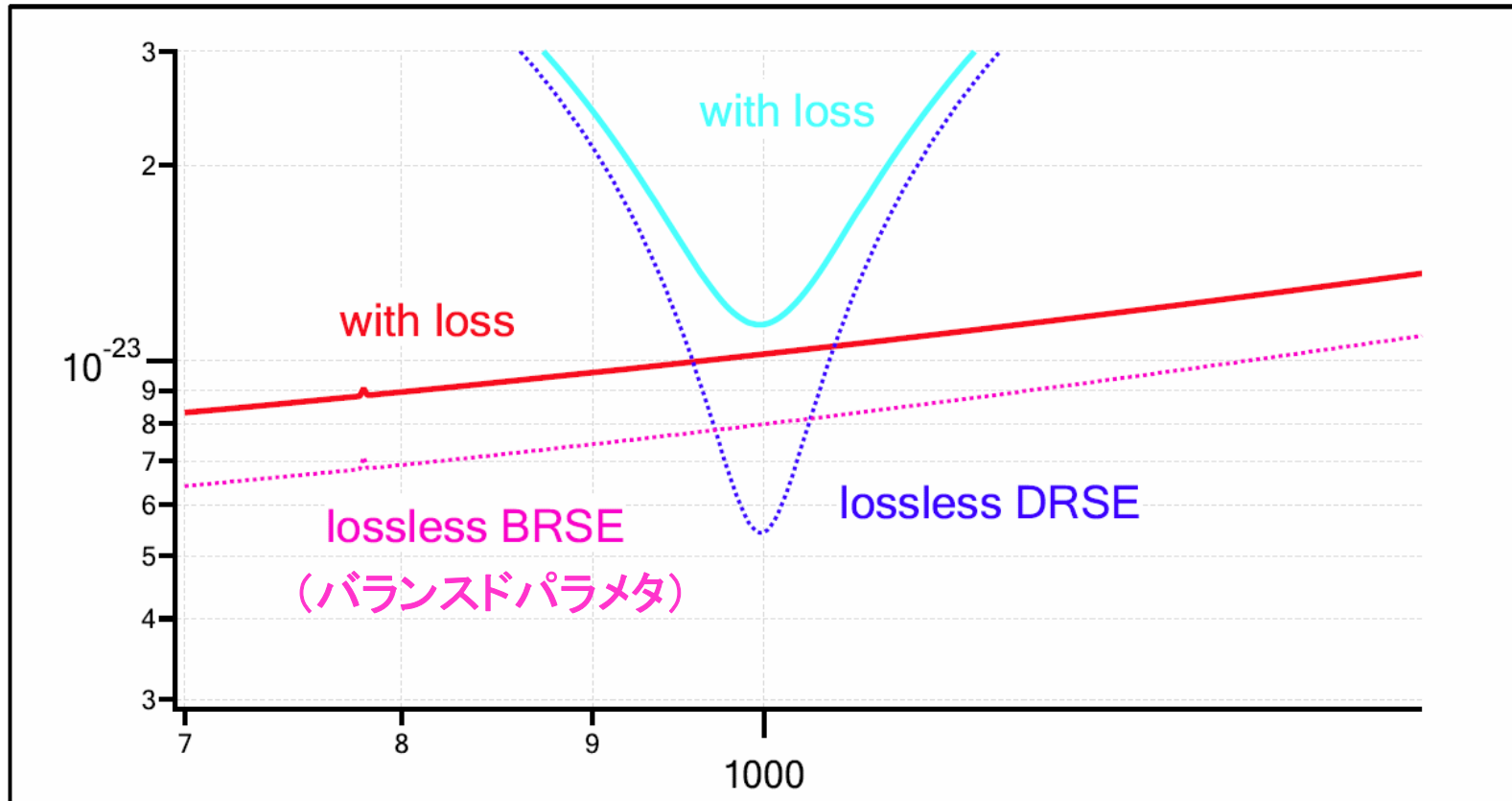
前回のスペクトルと並べてみる



- 大きな違い(バランスだからではなく熱雑音のせい)
- 到達レンジはSN=10で20%違う
- パラメタを詰めてからやり直すべき

1kHzに特化した場合

DRSE:フィネスとSRM反射率とhomodyne phaseを最適化済み



ロスありだとBRSEの方が感度がよいようである

(3) 選択式デチューン

- 変調器を3つ用意する (MI反射 × 1 + DRMI透過 × 2)

[f1]

[f2, f3]

- f2はプライマリ制御用; リジッドなロック + 固定(デ)チューン
- f3はサブ制御用; 緩いけど可変な(デ)チューン

f2かf3のどちらかのみを使い、鏡を動かさずに動作点を変える

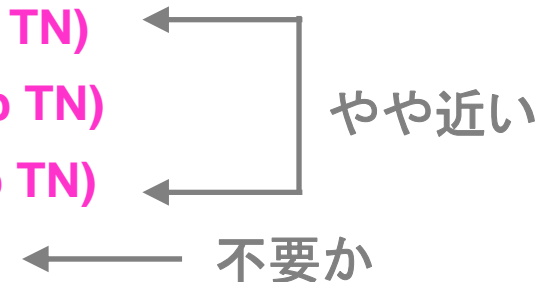
どの動作点をプライマリにすべきか

BRSE: detune phase $\phi = \pi/2$

NS-NS optimal: $\phi = 1.30$ (low susp TN)
1.18 (high susp TN)

BH-BH optimal: $\phi = 1.10$ (low susp TN)

1kHz optimal: $\phi = 1.38$



この辺を次回に議論したい

まとめ

- サスペンション熱雑音をどうにかしないと始まらない
- 中間的最適解の求め方はだいたい分かった
- クロスチェックは和泉君(量子)、山元さん(古典)とやる予定
- 選択式デチューンは制御・解析の両面から検討すべき