

第5回 LCGT デザインミーティング議事録

- 日時：2001年6月22日 15:00 - 18:00
- 場所：東大理学部1号館512号室
- 参加者：麻生、安東、黒田、川村、佐藤（修）、佐藤（伸）、鈴木、高橋、辰巳、辻、坪野、都丸、沼田、三尾、三代木、森脇、山元、大橋

1 干渉計 review (安東)

1.1 干渉計方式

- LCGT は基本的に量子雑音 (shot noise, radiation pressure noise) で感度が制限される。量子雑音は end mirror に当たるパワーと帯域幅に依存し、干渉計の方式によらない。
- 鏡の反射率、鏡の損失、contrast にたいして現状よりややよい値を採用して計算すると RFPMI はなんとか大丈夫 (Recycling gain 50 はいくということ) 一方 RSE は腕のパワーを RFPMI の10倍にできる。→ もともと感度でパワー 1/10 かフィネスを 1/3 にして帯域を広げるといった発展あり。
- 100W レーザーを使用して鏡での発熱を 1W 以下 (冷却) にしようとするれば鏡の損失が 1000ppm なら recycling gain は 20 までしかとれない。coating は 0.1ppm 程度なので問題にならない。
- RSE には以下の段階があることが強調された
 - broad band RSE
 - detune RSE
 - 2dip RSE

高い周波数を考えるなら 2dip よりパワーをあげるほうがよい。

1.2 BS の雑音の見積もり

- 1-の制御による雑音: 簡単なフィルタを前提にするとギリギリ。
- 熱雑音: fused silica で常温でも大丈夫。
- seismic noise: 問題なし。

- アクチュエータによる雑音 : dynamic range $2\mu\text{m}$ でなんとか。
- 強度雑音:TAMA と同じ強度雑音を仮定すると BS の無制御時の振動の rms(1Hz 以上) は 3nm 以下という厳しい条件。(高森君に聞いたところ SAS でも sensor noise や高い周波数での防振比の悪化を考えると厳しいとのこと。)
- 観測帯域を低い方に伸ばしているので振り子の共振周波数も下げるべき。(安東)

1.3 制御系による雑音

- 基本的にアクチュエータのレンジは小さくせざるを得ないので、小さい rms (振動) と低い共鳴周波数が必要。
- 光路長制御にアクチュエータについて。鏡には 1 fringe 程度動かせるアクチュエータが必要。しかし常識的な回路の雑音を考えると稼働範囲は $3 \times 10^{-8}\text{m}$ 必要。上段マスにアクチュエータつけても $3 \times 10^{-7}\text{m}$ 程度。
- 以上のことから高電圧、周波数特性、振り子長くする、lock 時の切り換えなどを検討する必要あり。コイルで発生する熱も考えなければならない。
- 周波数制御用アクチュエータの稼働範囲を 120Hz とし制御帯域を 10kHz とすると入射光の周波数雑音は $0.1\text{Hz}/\sqrt{\text{Hz}}$ 以下でなければならない。(safty factor 10)
- アラインメント制御に光路長制御と同じ dynamic range をもつアクチュエータを利用すると雑音は全く問題にならないが、 $0.5\mu\text{rad}$ 程度しか動かせない。
- WFS の shot noise を TAMA と同じとするとアラインメント制御系の cut-off は 2Hz。帯域は 0.2Hz 程度にせざるを得ない。

2 review 後の議論

以上の review のあとに議論。

- 安東案: パワーをあげる。高い周波数の感度はよくなる。低い周波数は radiation pressure noise によって感度が悪くなるが、NS-NS なら SN はそれほどわるくならないはず。むしろ先ほどのアクチュエータなどの雑音が radiation pressure noise に隠れるため、アクチュエータなどへの要求はかなり緩和されるはず。
- パワーをあげるとした場合、現在のサファイアの熱吸収を考えると broad band RSE が第一候補となり、それに RFPMI、ExRSE が続く。サファイアの熱吸収が 10ppm/cm 以下になれば RFPMI がよいかも。
- いずれにせよ感度を指定して、コントアを書いてもらい、それも考慮して来週干渉計の方式を決める。(干渉計方式はとりあえず決めないと信号取得などの design ができないので)
- フィネス 10000 にすると滞在時間は 1sec になり、制御が難しい。
- SE mirror を交換するだけですむなら、RSE は段階を踏むということも可能。(最終が detune?)