

SPI入射光学系の検討

SPI meeting, 2009/07/02 @Skype

(文責) 三尾研究室 D2 大前宣昭
(代読) 三尾研究室 森脇成典

大前 「GCOEのRA CAMP@河口湖のため欠席です。すみません。」

- 議題 -

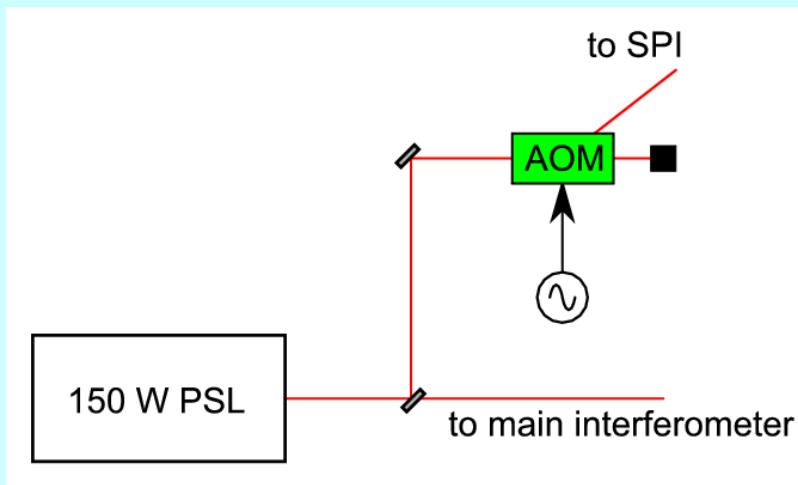
- ◆ SPI用光源はPSLの一部を使うか？別レーザーを使うか？
- ◆ どこで光を分けるか？→PSL直後？1st MC直後？
- ◆ どうやって光を運ぶか？→空間伝送？ファイバー？
- ◆ 2nd MCはSPIなしの場合でのいろいろな配置それぞれの利点、問題点。
(2nd MCもSPIの場合は考える時間はありませんでした。)

SPI用の光源

(要求: 周波数同期 + 周波数オフセット + 周波数チューナブル)

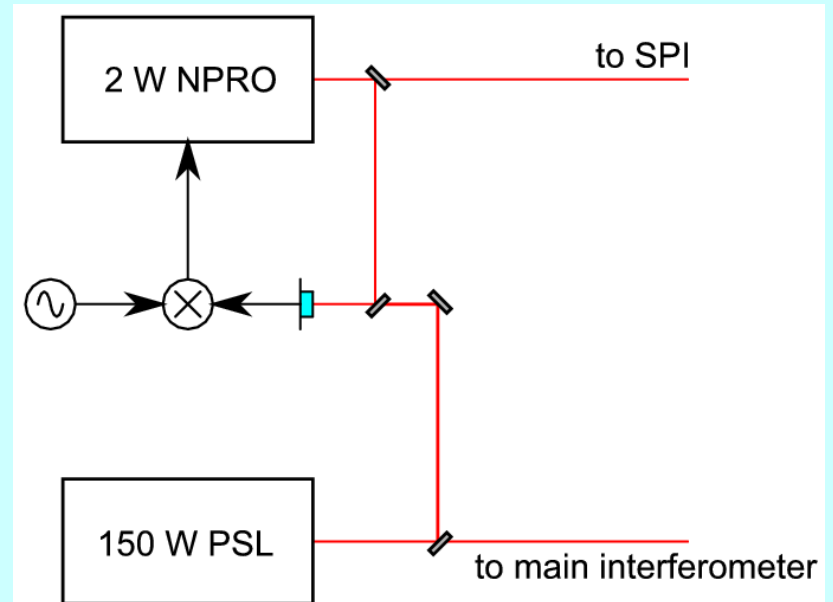
◆ PSLの一部を周波数シフト。

- ▣ AOMで周波数シフト。
- ▣ 発振器により周波数チューナブル。
- ▣ 制御が**不要**。
- ▣ PSL内の制御(注入同期)が破綻するとSPIロックも破綻。
- ▣ PSLは少し多めにパワーが要る。



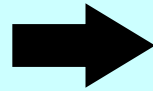
◆ 別レーザーを周波数オフセットロック。

- ▣ 周波数オフセットロック。
- ▣ 発振器により周波数チューナブル。
- ▣ 制御が**必要**。
- ▣ PSL内の制御が破綻してもSPIのロックは破綻しないかもしれない。



どこで光を分ける？

(メイン干渉計用の変調サイドバンドの存在)



メイン干渉計制御用の変調サイドバンドが存在。

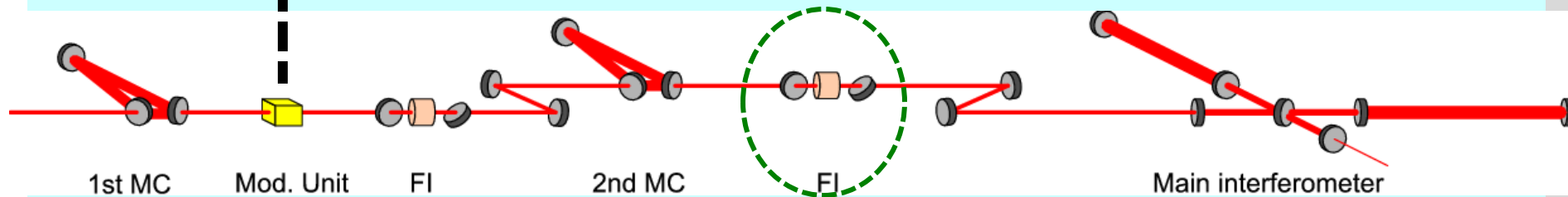
1. これより後でSPI用の光を分けるのはアリ？

→メイン干渉計制御とSPI制御は独立のほうがやりやすいのでは？

2. これより前で分けたとき、メイン干渉計用光の入射ポートでの周波数雑音と、SPI用光の入射ポートでの周波数雑音は同期？

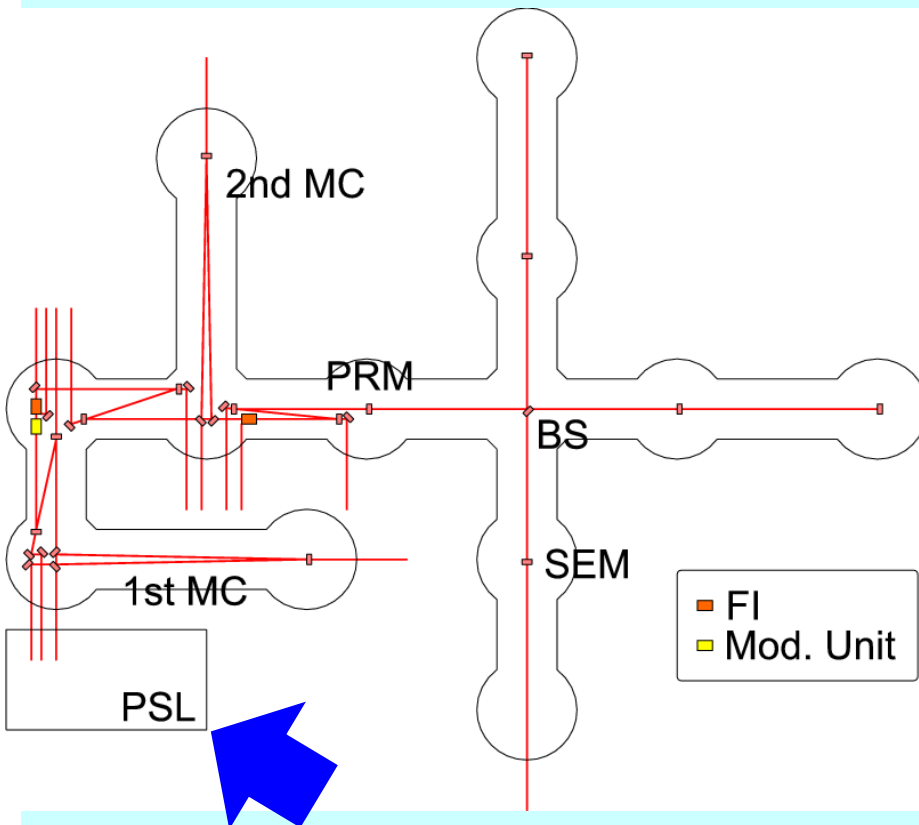
→キャビティのパッシブ安定化の効果以外は同じなので、低周波は同期。SPI光の周波数雑音由来の雑音も高周波は1段振り子で低減されてからメイン干渉計に伝わる。

→PSL直後 or 1st MC直後に分ける。



散乱光で2nd MCのロックが落ちやすくなるという疑惑次第で、このFIはなしの可能性あり。

どこで光を分ける？ (レーザー配置の制限)



- ◆ CLIOの経験から、レーザーは専用部屋内に配置すべき。
 - LCGT LaserのICD より。
- ◆ SPI用に別レーザーを使用する場合も、PSLと同じ部屋に配置すべき。
 - PSL直後で分けると、レーザー部屋内でSPI用光を作れるので便利。
 - 1st MC直後の場合。
 - 別レーザーの場合
 - × PSLと比べて、別レーザー光の配置で得しない。
 - 周波数シフトの場合
 - × その後の光の運び方次第。

どうやってSPI用光を運ぶか？

(空間伝送？ファイバー？)

- ◆ **空間伝送(真空中で空間を飛ばす)**
 - ▣ 位相雑音(鏡の揺れ)→懸架されるから低周波のみ
 - ▣ メイン干渉計の入射光学系との配置的に大丈夫かは3D-CADで書くなど要検討。
- ◆ **真空外に出してファイバーで運ぶ**
 - ▣ 位相雑音(ファイバー振動)→音などに敏感→定量的評価が必要。
 - ▣ 空気中からどうやって真空中に？→近くまでファイバーで運んで空間に戻す。
 - ▣ ファイバーの種類は？
 - シングルモード:横モードはきれい。最大パワーは？→要調査。
 - マルチモード:パワーは問題ない。横モードは曲げで制限(逆に曲げで変化)。
- ◆ **ファイバー使用が大丈夫なら、BS側からではなくエンドから光を入れるパターンも可能かもしれない。**
 - ▣ 10mレベルと3kmでは違うかもしれないが...→定量的評価が必要。

ここまでの話の整理

($2 \times 2 \times 2 = 8$ つの選択肢)

◆ SPI用光源

- ▣ PSLから分けた光を周波数シフト→制御が不要。レーザーが共通。
- ▣ 別レーザーを周波数オフセットロック→制御が要る。レーザーが独立。
 - ただし、別レーザーはPSLと同じ部屋に置かれる。

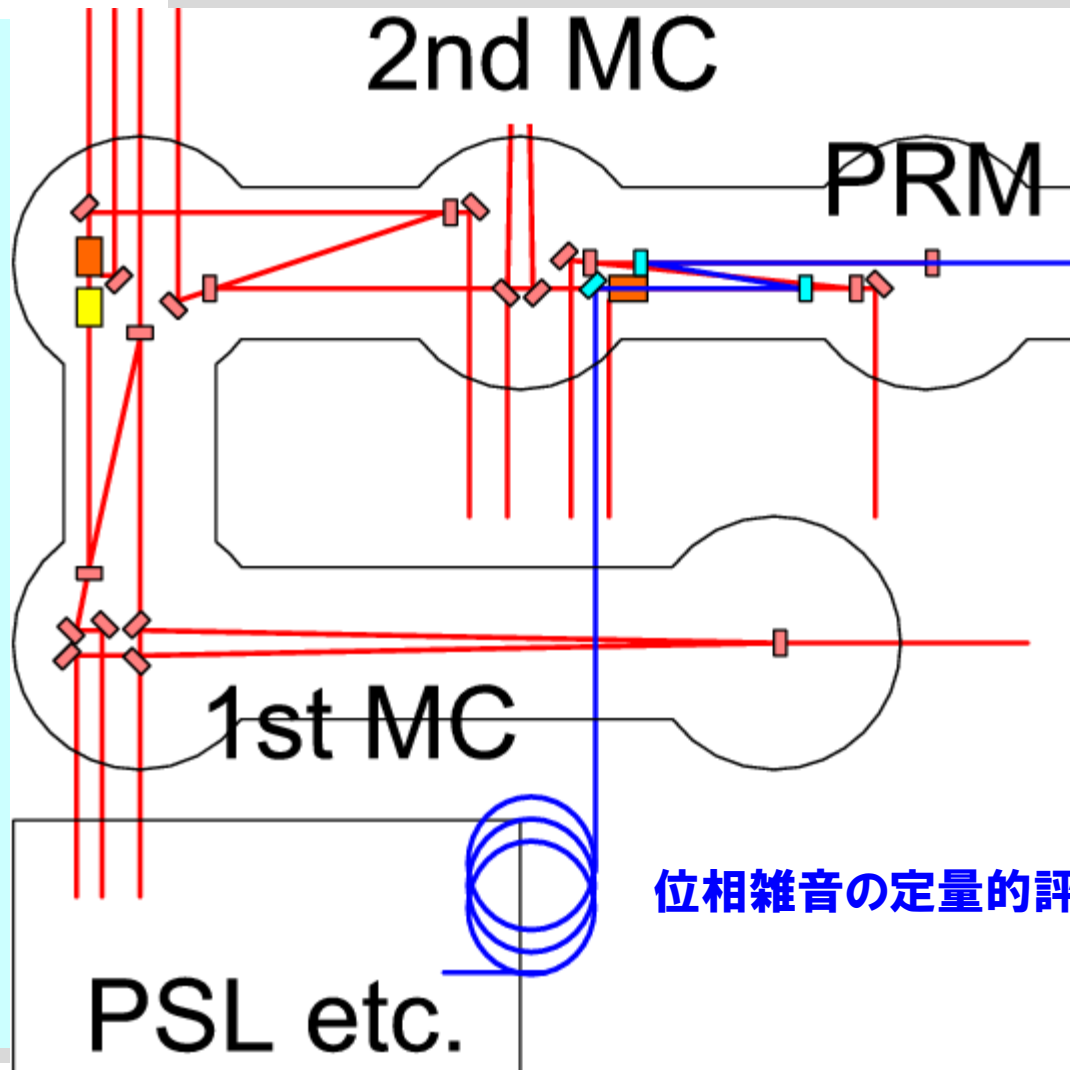
◆ どこで光を分けるか？

- ▣ PSL直後に分ける→SPI用の光を作りやすいが、干渉計が遠い。
- ▣ 1st MC直後に分ける→周波数シフト & 空間を飛ばすとき、干渉計が近い。

◆ どうやって光を運ぶか？

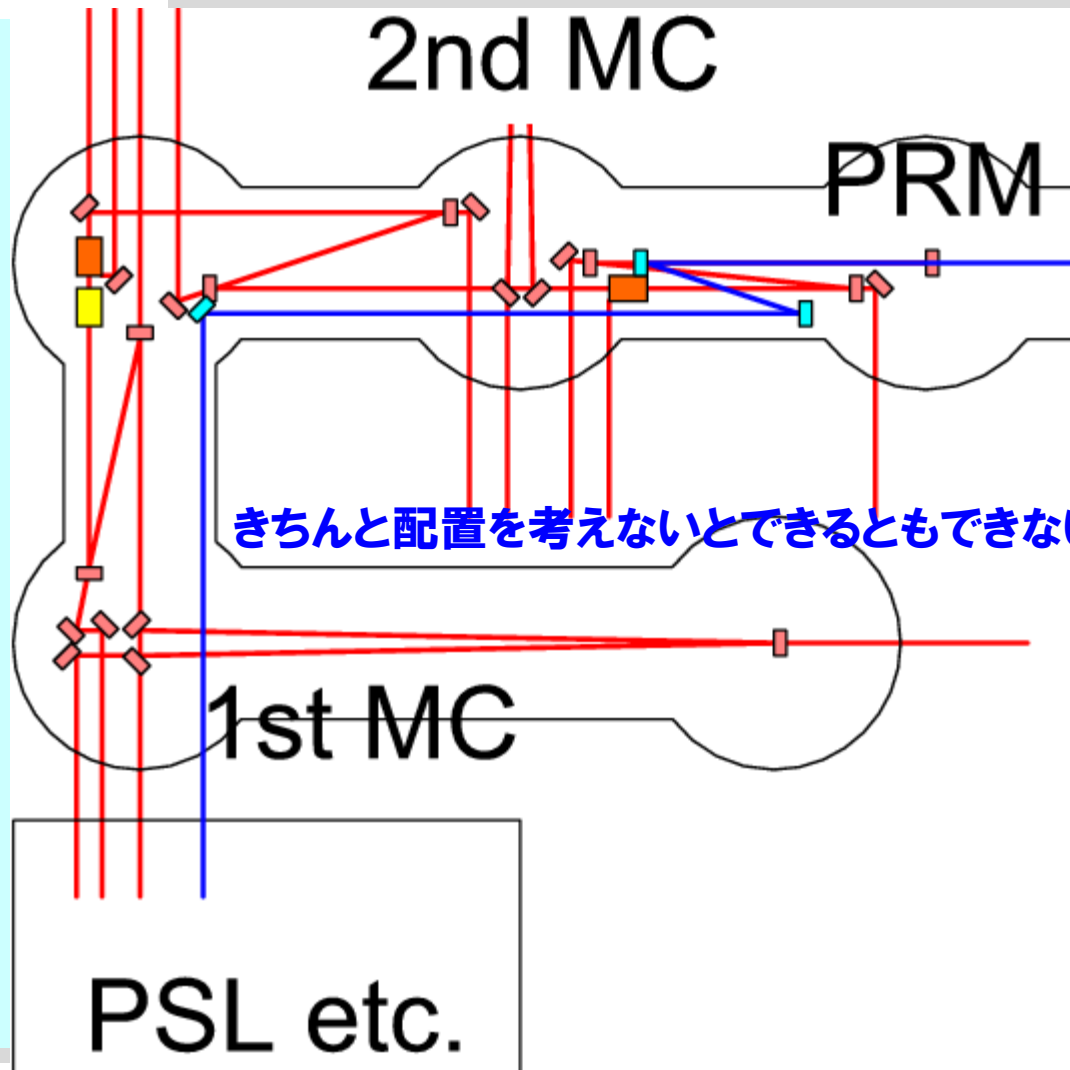
- ▣ 空間伝送 →きちんと配置を書いての議論が要る。
- ▣ ファイバー→位相雑音の定量的評価が要る。

- ① PSLから分けた光を周波数シフト + PSL直後に分ける + ファイバー
- ② 別レーザーを周波数オフセットロック + PSL直後に分ける + ファイバー

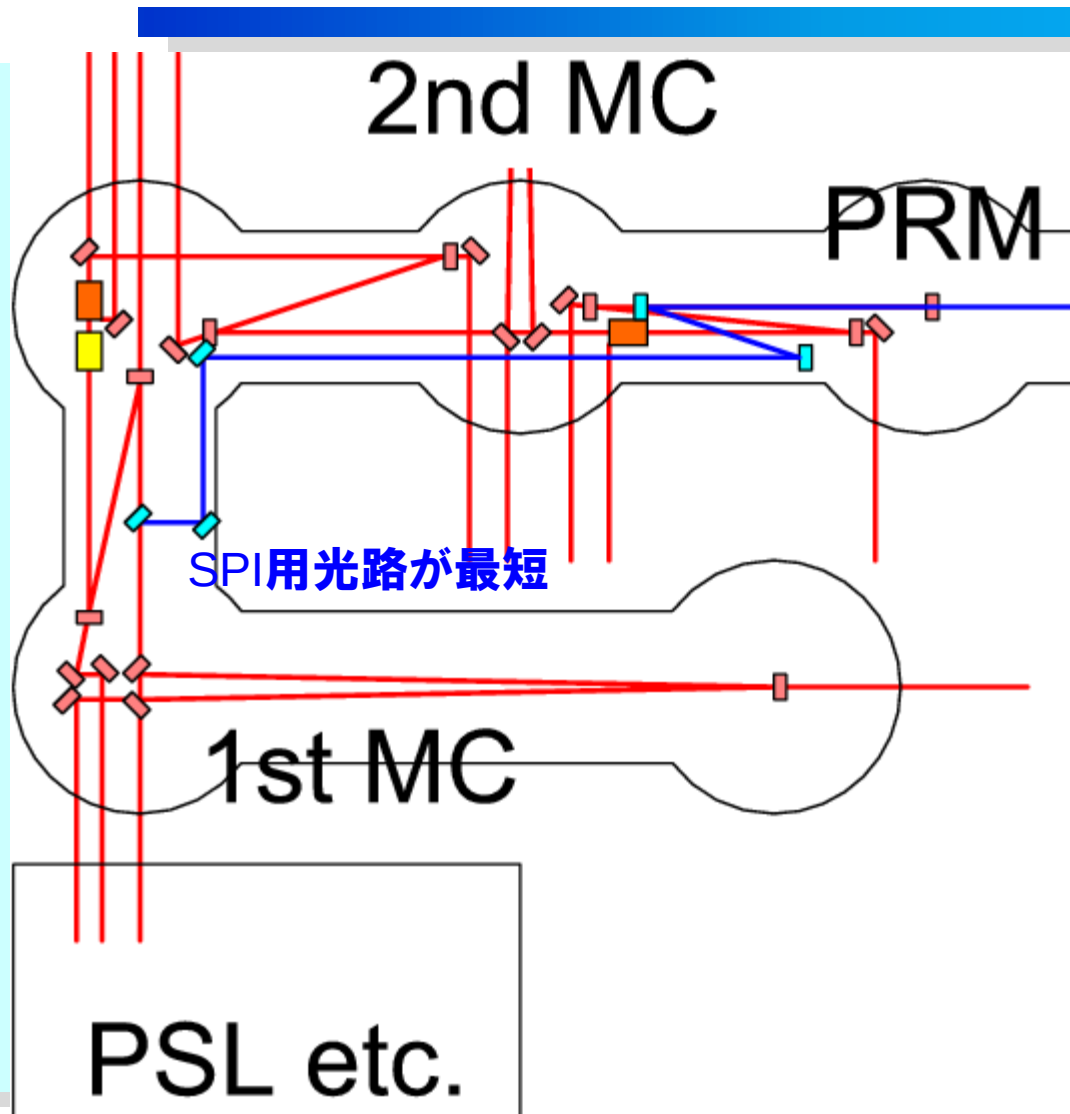


位相雑音の定量的評価次第。

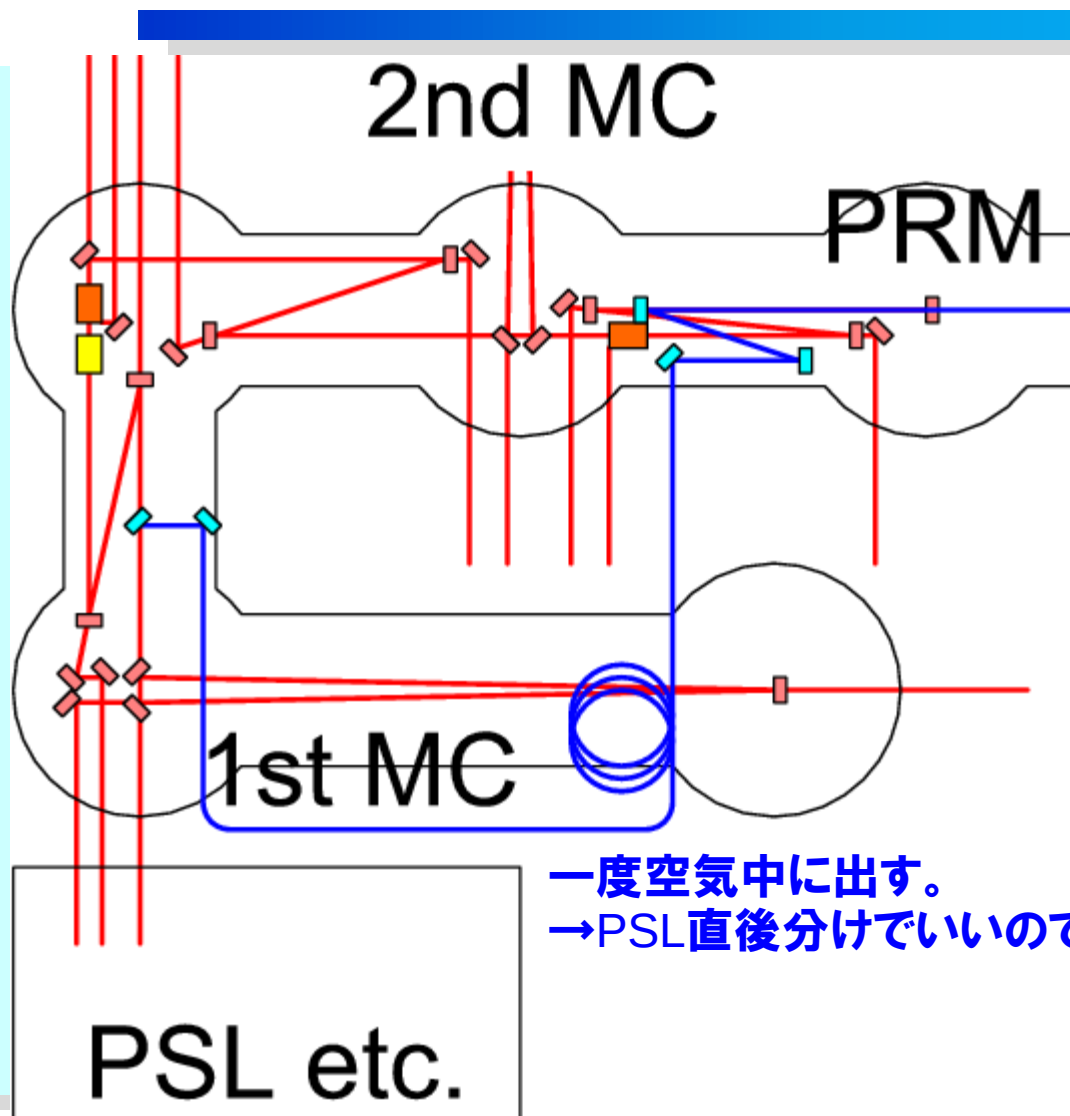
- ③PSLから分けた光を周波数シフト + PSL直後に分ける + 空間伝送
④別レーザーを周波数オフセットロック + PSL直後に分ける + 空間伝送



⑤PSLから分けた光を周波数シフト + 1st MC直後に分ける + 空間伝送

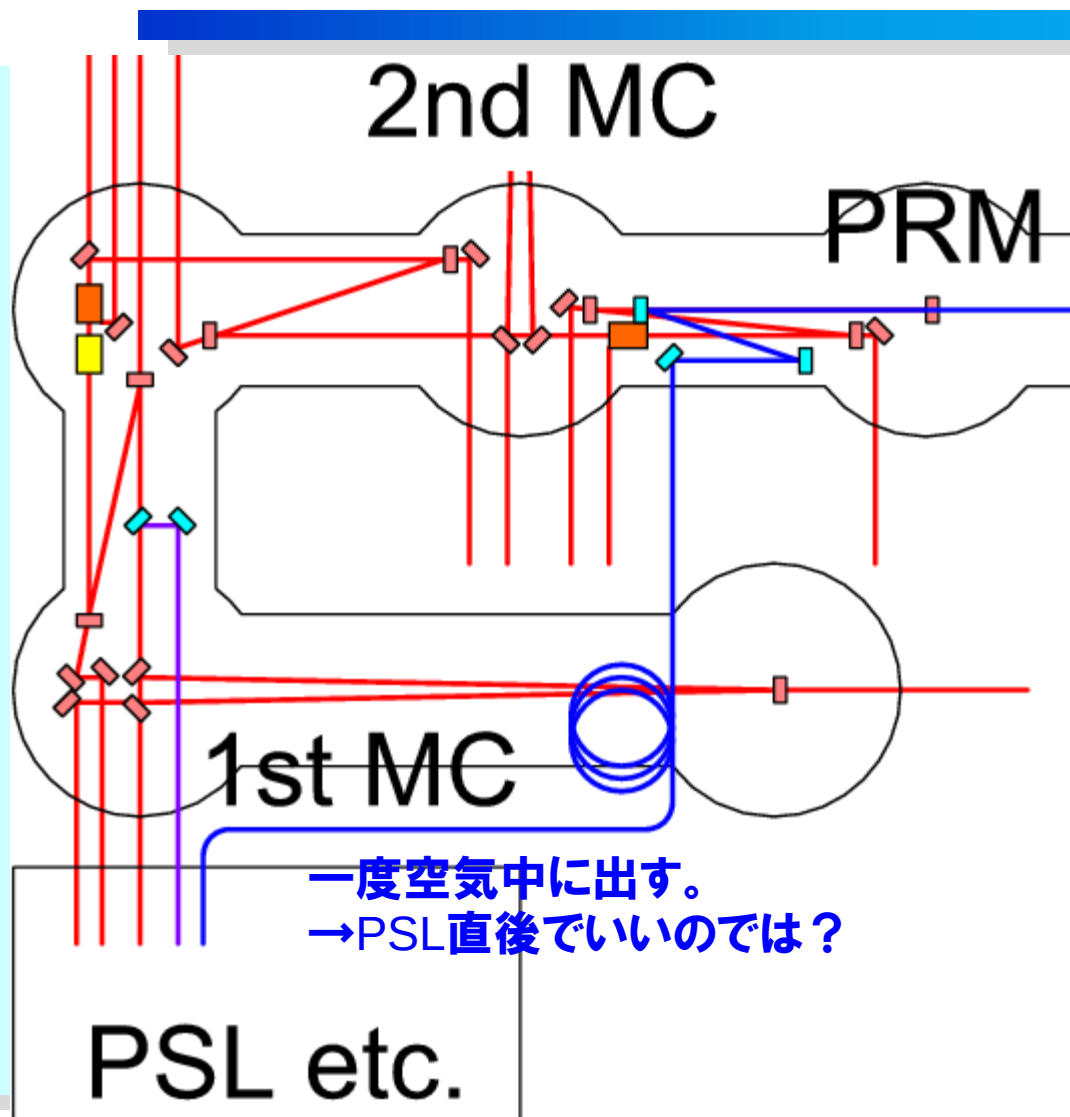


⑥PSLから分けた光を周波数シフト + 1st MC直後に分ける + ファイバー

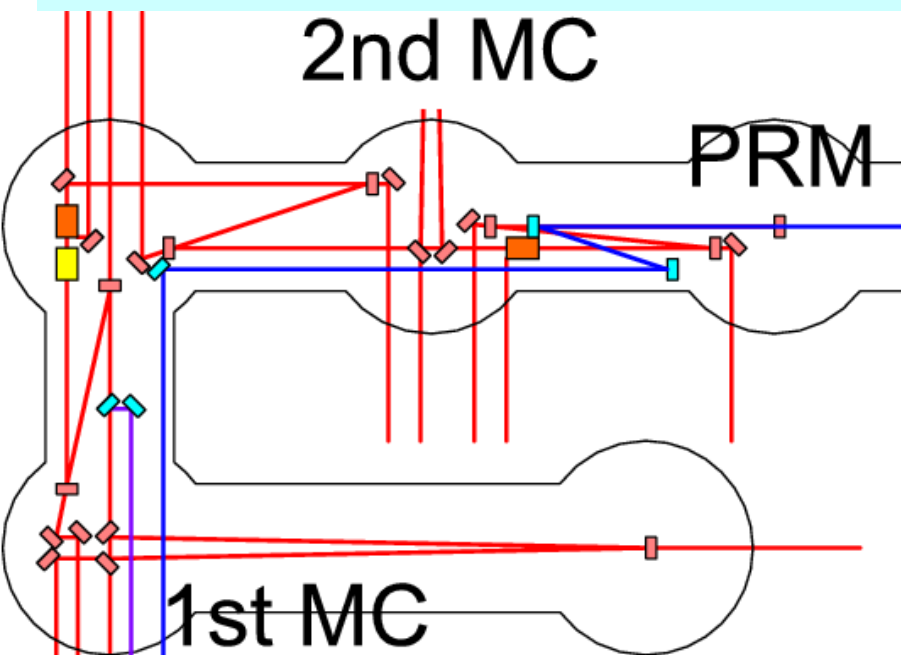


一度空気中に出す。
→PSL直後分けでいいのでは？

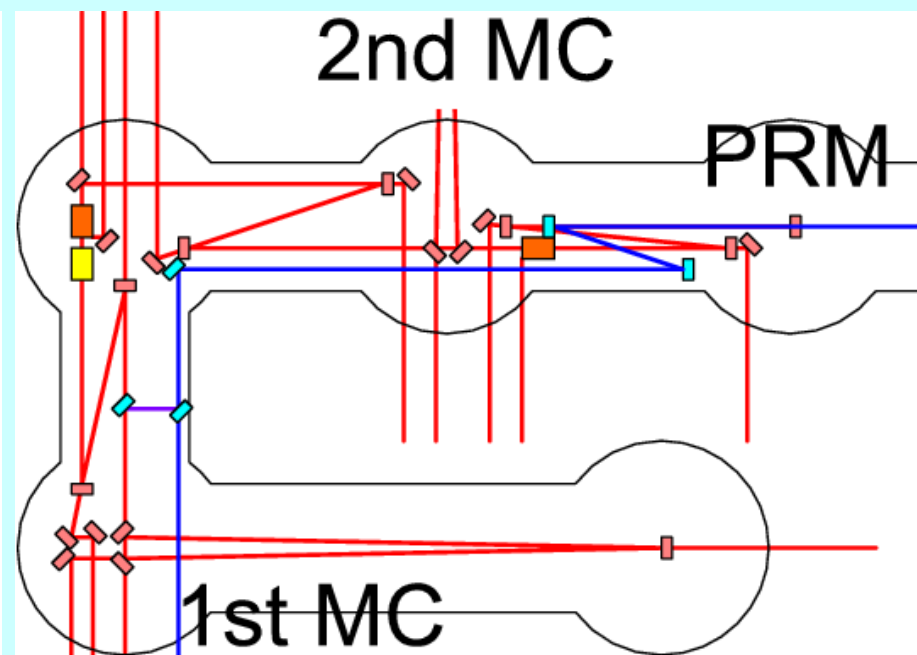
⑦別レーザーを周波数オフセットロック + 1st MC直後に分ける + ファイバー



⑧別レーザーを周波数オフセットロック + 1st MC直後に分ける + 空間伝送



制御はレーザー部屋で。
→PSL直後分けていいのでは？
PSL etc.



制御は真空中で。
→可能？アライメント&制御装置的に。
PSL etc.

◆ SPI用光源はどっち？

- ▣ PSLから分けた光を周波数シフト→制御が不要。レーザーが共通。
- ▣ 別レーザーを周波数オフセットロック→制御が要る。レーザーが独立。
 - ただし、別レーザーはPSLと同じ部屋に置かれる。

◆ どこで光を分けるか？

- ▣ PSL直後に分ける→SPI用の光を作りやすいが、干渉計が遠い。
- ▣ 1st MC直後に分ける
 - ファイバー:わざわざ真空外に出すために空気中を飛ばすことに。
 - 空間伝送+PSL光を周波数シフト:SPI用光路を最短にできる。

◆ どうやって光を運ぶか？

- ▣ 空間伝送 →きちんと配置を書いた議論が要る。意外といける気もする。
- ▣ ファイバー →位相雑音の定量的評価が要る。意外と便利ではない気もする。
→きちんとした評価なしで結論づけるべきではないと思う。