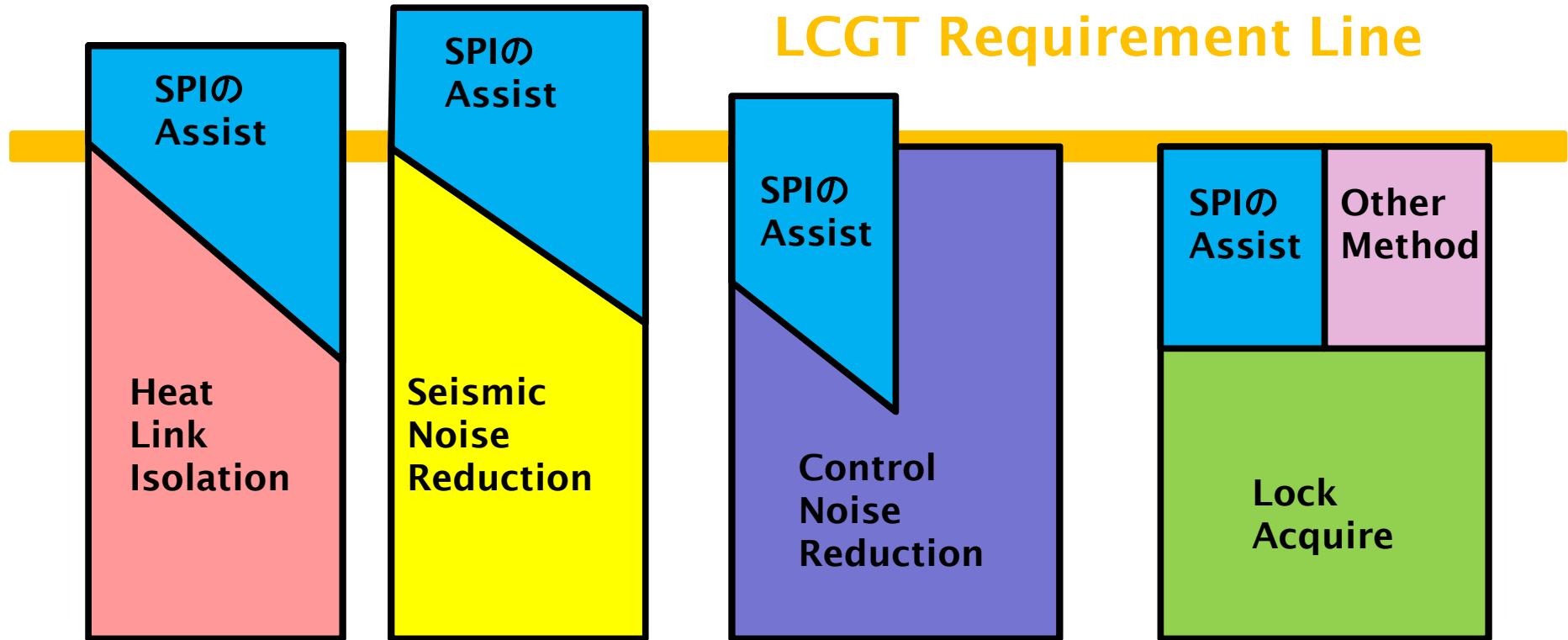


# SPIと各技術の関係



SPIと共存していれば、より安全・確  
実な要求値達成が期待できる

どちらかがあれば事足りる  
(ように見えるが・・・)

# Lock Acquisition Systemの定義

そもそもLockするには、共振付近を鏡が通過する必要がある。そこで、鏡のドリフト速度と振りの共振周波数での揺れ速度は、ともに地面振動レベルに依存すると仮定すると、

(1) 静か = ドリフトがゆっくり = 共振を通過してくれるのに時間がかかるので、(100秒位)

●ひたすら待つ → 鏡の速度は遅いので、ロック可能かも  
しかし、通常待ちたくないなので鏡を人為的に動かすと、

●共振はできるが、加速したので、ダンプまで待つ必要がある。  
ダンプの時間は、振子の構造やダンピング制御・システムに大きく依存する。  
SASの振動ダンプ時間は??  
しかし、やっぱり、待てないとなると

結局、なんらかのLock Acquisition Systemが必要か？

(2) うるさい = ドリフトが速い = 共振はすぐ通過  
しかし、速度がありすぎてロックできない

なんらかのLock Acquisition Systemが必要。

# Lock Acquisition Systemの定義

**Advanced GW Interferometer(特にLCGT)における  
Lock Acquisition Systemとは、**

- (1) 共振が出てくる状態にまず鏡を移動させる  
(3km間のドリフト速度による)**
- (2) 鏡の速度を減速し、FPをロックする**
- (3) ロック時の高雑音な駆動力を低雑音な駆動力に移行できる  
(これは、どんな方法をとっても可能であろう)**

**の3段階を行えるものでなくてはならない。  
つまり、これが評価のポイント。**

# Lock Acquisition

- 参考データ、意見、疑問点 -

## ●FP Cavity Storage Time

LCGT(3km/F=1500) == LISM(20m/F=25000) x(9倍)  
== CLIO(100m/F=3100)x(15倍)

LISM/CLIOともコイル駆動力は~200nm/V@1Hz以下くらいで、その時の電気雑音は10nV/rHz@100Hzとして、 $2 \times 10^{-19}$  [m/rHz]@100Hz = LCGT目標感度の20倍。  
記憶では、これより数分の1でもロックした??

→ CLIOでロックできるのは、主に  
「振子の一連の揺れの中で、鏡の速度の減速と共振条件がちょうど一致した時」  
と  
「トリガーシステムにより、フィードバック力で共振点を何度も往復する間に鏡が減速できた時」  
の二パターンある。

トリガーロックは必須である。  
CLIOのトリガーロックに線形化は入っていない。

●RSEを実現するには、共振フリンジ通過一発目でロックさせることが必要ではないか  
(宮川君より)

# Lock Acquisition

- 参考データ、意見、疑問点 -

●E2EによるAdv.LIGOのLock Acquire Simulationでは 1FP共振器の場合、25 nm/secの速度以下が必要。30nm/secではだめ。CLIOデータによると、CLIOは数 nm/secで揺れている。確かに、TEM00がでる間隔は1-2分間隔。

→CLIOのビートの出方と宮川シミュレーションとを比較すると、CLIOの現在のロックを試みている時の鏡の揺れ(つまり、磁石コイル力で加減速させられている)はLCGTで「ロックできない」レベルの下限付近~30nm/secにあると思われる。

●信号の非線形性は強い駆動力である程度は許容できるか、それともまずは線形性を取り戻す(つまり、速度を落とす)ことが必須なのか。

→宮川君シミュレーションによると、「線形性」を取り戻すことが大事、つまり、鏡の速度を落とすことが大事。

**以上の情報を元にするると、LCGTでも何らかのLock Acquire Systemは必要。**

●LCGTと他のグループと違うところ

→ LCGTはまだできてない。他は、振子のデザインや真空の入れ物、防振装置などがすでにあって、それが追加されるデザインの制限にもなっている。

# SPI as Lock Acquire System for LCGT

## ●鏡の移動

SPI部がLow Finesseなら、SPIのロックは簡単にできるであろう。

SPIに導入するレーザーの周波数シフト量をうまく選べば、メインのFPも、ほぼ共振付近で揺れてくれるだろう。

**SPIを「マス」ロックする時のサファイア鏡のほうの加速は要検討。**

大雑把に  $1.5[\mu\text{m}/\text{sec}]$ 。(静止状態の長さ0.5mの振り子の支点が一瞬で最大  $\lambda/4$ 動いた状態から、鏡が振り子運動を開始して、下死点での速度を計算。 $mgh = mv^2/2$ )。この問題を避ける方法がありますか？SPI鏡のPZTでできるか？

## ●鏡の減速

FP構成鏡の絶対速度はあまり変わらないが、**相対速度は減速するので有効。**

ただ1点、**振り共振周波数での揺れ**は、各鏡で共振周波数が厳密に一致しないので、厳密には減速されてない。振り子のダンピング性能が大事。

## ●移行

振り子の共振での揺れが抑えられれば、相対速度が減速しているので、**低雑音な駆動力でロックできるであろうし、切り替えも問題なし。**

# SPI as Lock Acquire System for LCGT

- 意見、SPIにおけるもっといいやり方について

# Lock Acquire for Adv. LIGO 1

宮川君の物理学会での発表を参照。  
(三代木説明)



# Lock Acquire for Adv. LIGO 2

川村さん提供の資料参照  
(川村さん解説お願いします。)

# Lock Acquire for LCGT

- Lock Acquire SystemはSPIがあっても必要かどうか？

# SPIならではの 懸架に関する未解決問題の解決策詳細1

## メイン鏡とSPI鏡の独立姿勢制御 (サファイア鏡低温化からきつい制限が発生する)

(解)SPI鏡をファイバーのつく外枠からPZT駆動(ばね支持)などして、独立性を保つ。  
これさえ解決すれば、あとは技術的なつめをすればよい？

(疑問1)

Adv LIGO, GEO, VIRGOは振り子のロスの低減のため、石英ファイバーによる懸架と懸架上下端部両方の接着をかなり絶対の技術として位置付けているが、LCGTは大丈夫か？

(答え)のつもり

実験では、サファイアファイバーをサファイアブロックで挟み込み、かつそのサファイアブロックは、銅の土台に固定されているという構成で、サファイアファイバーの機械的ロスの目標が達成されている。つまり、懸架上部での接着は必須でない、でいいか？

# SPIならではの 懸架に関する未解決問題は解決策詳細2

(疑問2)

低温下でPZTは、常温の時の1/100程度しか動かないかも。薄い鏡だと、背面接着で曲率が曲がるので、km曲率が必要なLCGTでは、鏡はある程度厚い、つまり重くなる。

(考察)

鏡自身が直径でも25cm、厚みでも10cmしかないのに、最大100nmしか動かないPZTだと、 $10^{-7}/10^{-1}=10^{-6}$  [rad] →  $\pm 3 \times 10^{-3}$  [m] 程度しか3km先で動かせない。粗調はモーター系でやる場合、1ステップがこのPZTの調整範囲を超えない工夫が必要。低温なのでPZTの接着ストレスや割れがちょっと心配。

なので、鏡を金属枠に固定し、その金属枠を薄い金属板で四方から支持し、磁石コイル力でやれるかと考えたが、こうすると、サファイア鏡が懸架される金属枠が反作用をもろにうけて、回転してしまう？

