

LCGTとガイドロック

2009/7/2

和泉究(東大天文)

中間報告です

ざっくりと(理想化して)いくつかのパラメタの見積もりをしました

-- コンテンツ --

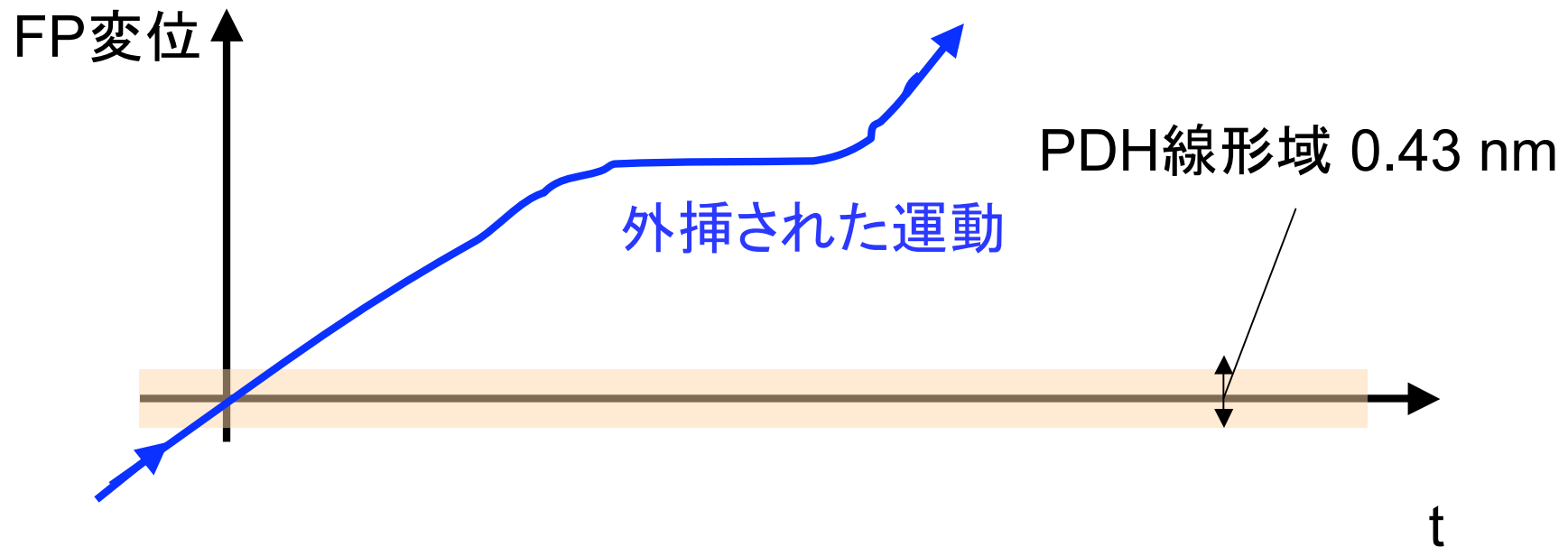
- * ガイドロックの適用範囲
 - 時間スケールの観点から
- * ガイドロックの性能
 - ロック確率
- * マイケルソン部との関係
 - サイドバンドの共振を防ぐ

適用できるのか *シンプルFP を考える

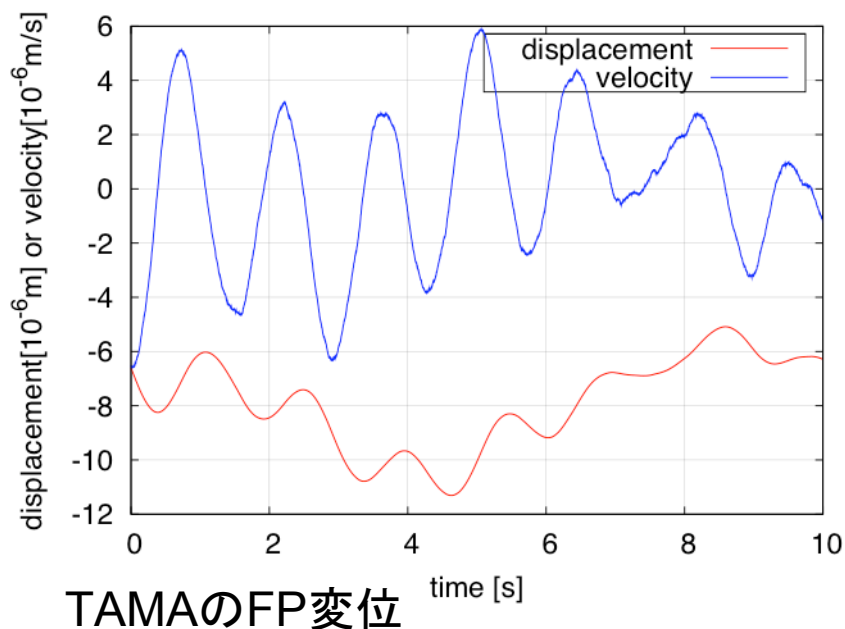
そもそもガイドロック
適用できますか？

同等

そもそも
外挿できますか？



残留振動の時間スケール



時間スケール

$$\tau_{\text{pend}} = \frac{1}{4f_0}$$

で運動が変動

(f_0 以下の振動が支配的)

f_0 = 最終段の共振周波数

for LCGT ($f_0 = 0.7$ Hz)

$$\tau_{\text{pend}} \approx 0.36\text{s}$$

この時間スケールを越えるともはや外挿はできない

適用できるための条件 (Vs.アクチュエータ時間スケール)

0.36s 以内にガイドロック動作を達成する必要

ガイドロックでは一度通過した共振に
再びアクチュエータで呼び戻す

典型的な速度

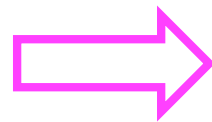
時間スケール: $\tau_{\text{act}} \sim 4 \frac{v_0}{a_0}$

アクチュエータの
与える加速度

時間からの要求

$$\tau_{\text{pend}} > \tau_{\text{act}}$$

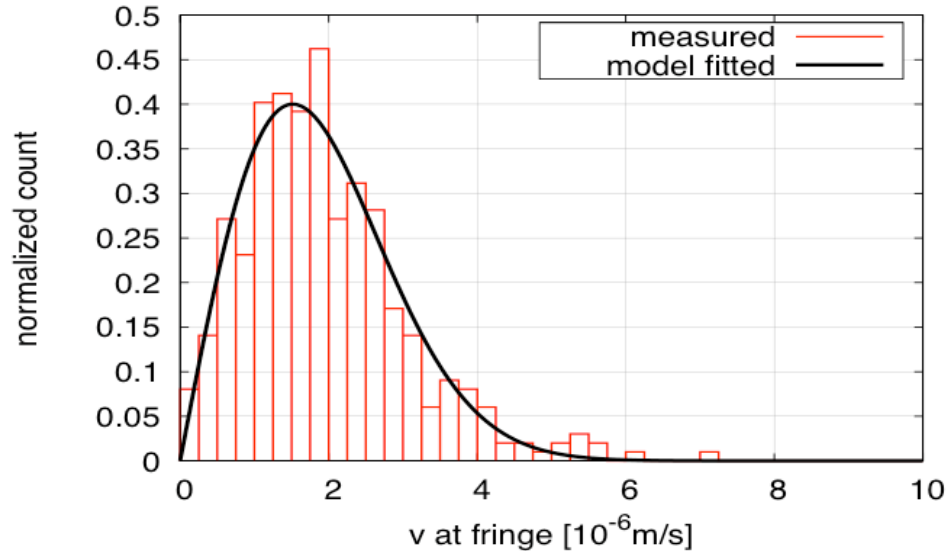
ガイドロックが適用できる速度範囲



$$v_{\text{rms}} < 100 \text{nm/s}$$

性能計算のためのモデル

① 共振通過速度の分布



$$f(v)dv = \frac{v}{v_{\text{rms}}^2} \exp\left(\frac{-v^2}{2v_{\text{rms}}^2}\right) dv$$

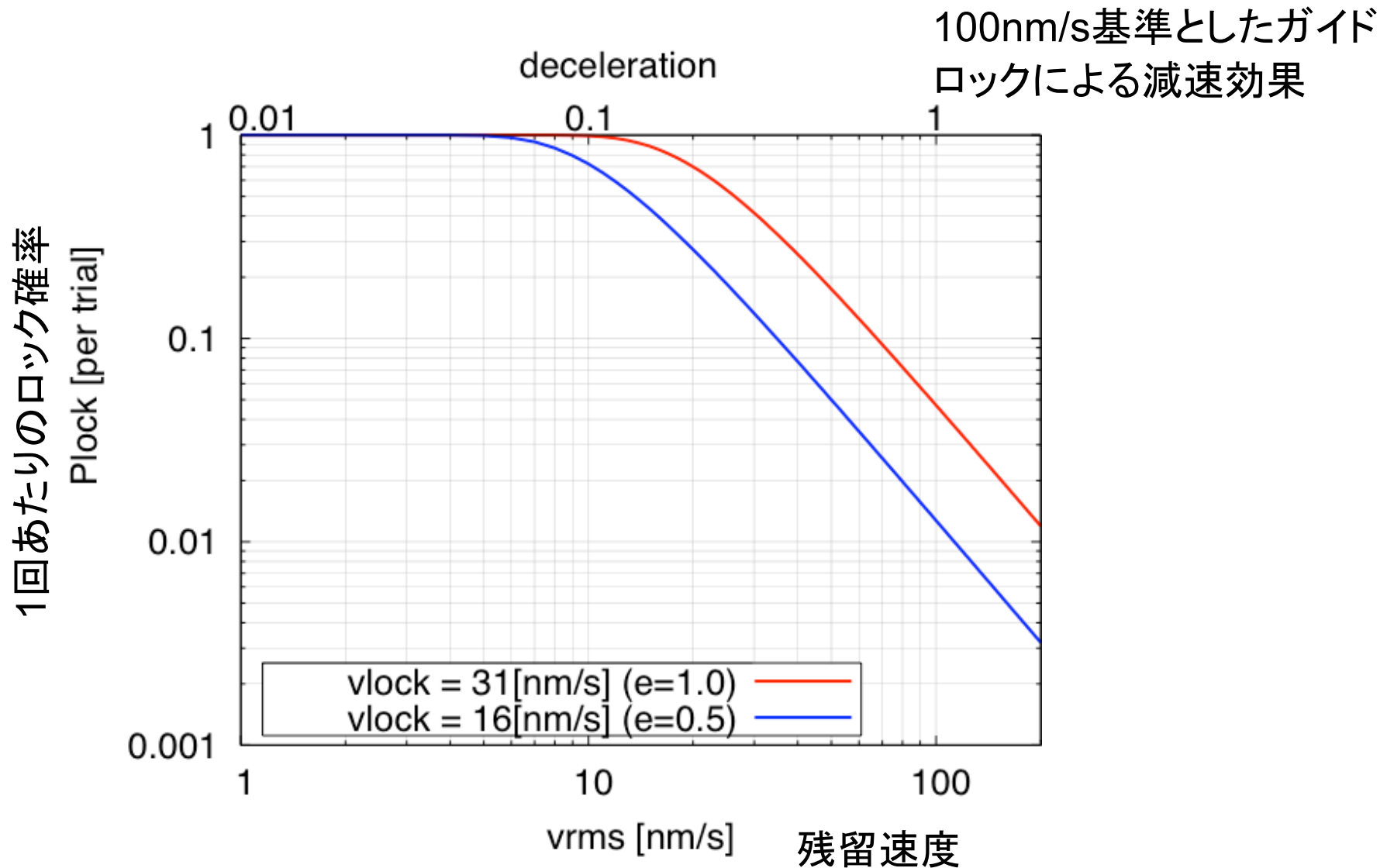
② feedbackでロックできる速度の上限

$$v_{\text{lock}} = \epsilon \sqrt{2a_{\text{max}} \Delta L}$$

最大加速度 (points to a_{max})
線形域の広さ (points to ΔL)

* $\epsilon=1$ で原理的に静止できる速度 (TAMAでは0.5)

性能: FPロック確率



例えば0.2倍減速できたら30%ロックする見込み

マイケルソン部との関係

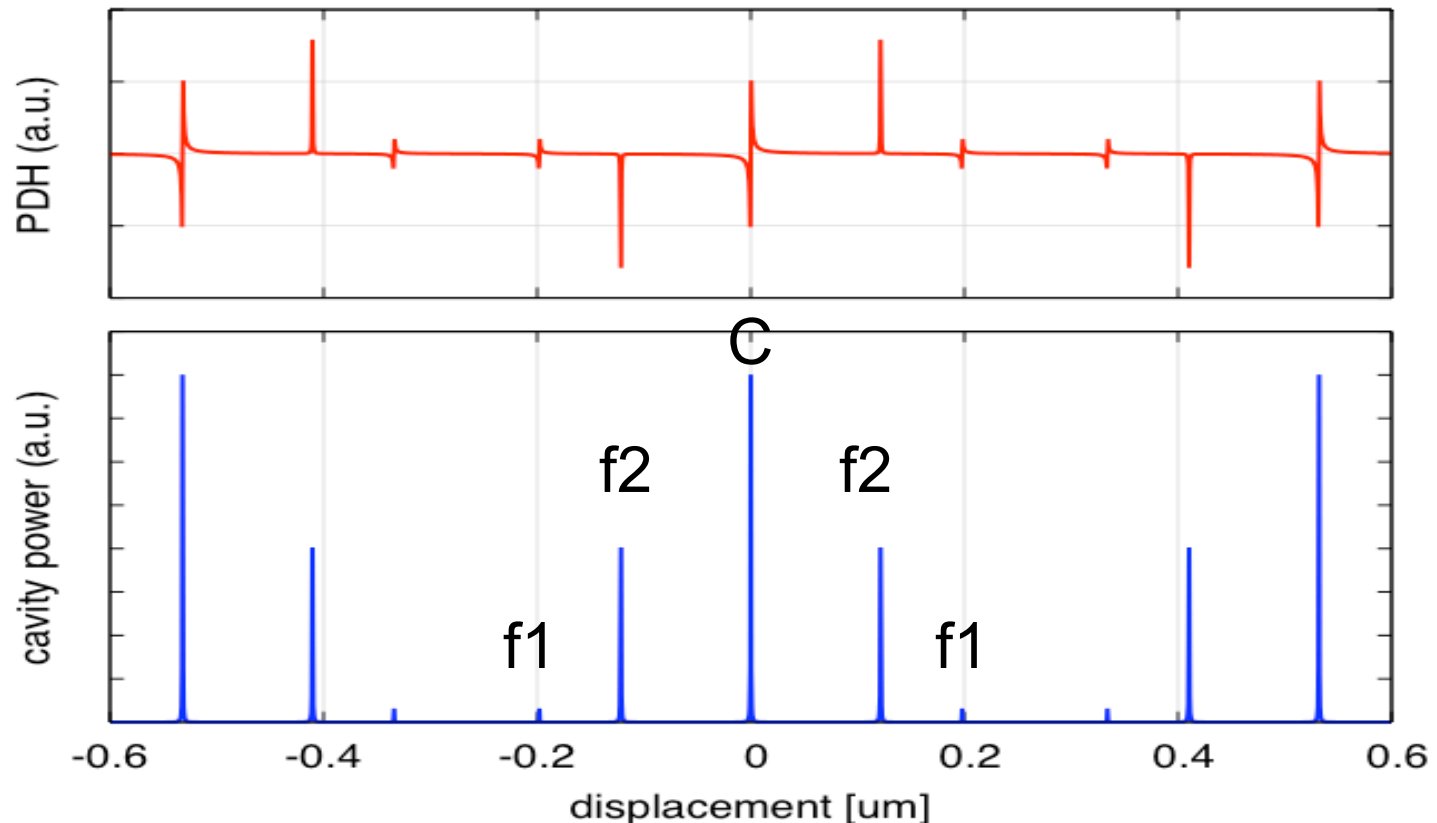
こんなシチュエーションを考える

マイケルソン部 (central part) はロック済み。さあ、FPをロックしよう

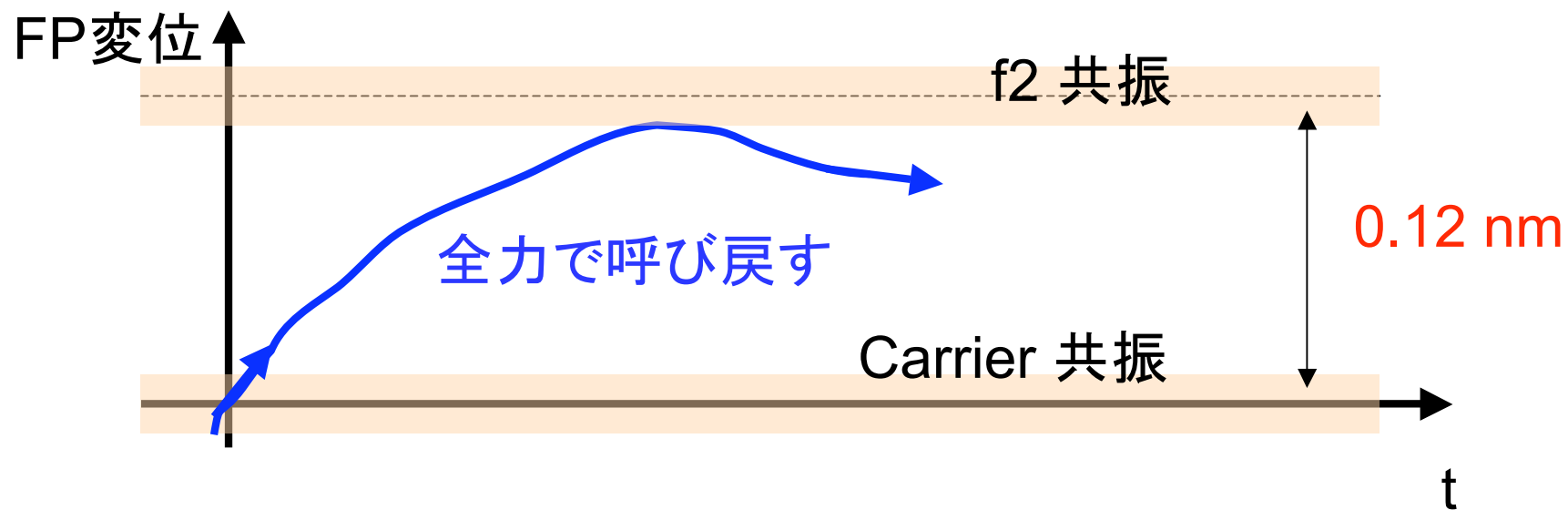
↓ 制御信号の符号が反転しないための要求 (e.g. 3f lock)
FPはサイドバンドに共振してはいけない

f1=60MHz

f2=10MHz



サイドバンドをまたがないために



初速が 540nm/s 以下ならば
サイドバンドをまたがない。

まとめ

- 100nm/s以下の残留速度がガイドロック導入の条件
- ロック性能の向上（数10% per trial 程度）
- サイドバンドをまたがない上限速度 540nm/s
- ガイドロックで実際どこまで減速できるか、はこれから

Appendix. 計算でのパラメタ

鏡の質量： m	30[kg]
アクチュエータ効率： A	3.0×10^{-9} [m/V]
アクチュエータの力： F	3.6[μ N/V]
最大印加電圧： V_{\max}	10[V]
フィネス： \mathcal{F}	1250
レーザー波長： λ	1064[μ m]