
干渉計セミナー⑥

教科書（レクチャー全体）

* レーザー物理入門(霜田光一, 岩波書店)

* 重力波物理の最前線(川村静児, 共立出版)

他におすすめの教科書

* Gravitational-Wave Physics and Astronomy: An Introduction to Theory, Experiment and Data

Analysis(Jolien D. E. Creighton)

(重力波探索手法のことも詳しい)

* 安東さんの修士論文 https://granite.phys.s.u-tokyo.ac.jp/theses/ando_m.pdf (干渉計制御について

詳しい)

■ 今年度の干渉計セミナー

https://gwwiki.icrr.u-tokyo.ac.jp/JGWwiki/KAGRA/IFOBasicLec/2024Basic_lecture

■ 過去の干渉計セミナー

https://gwwiki.icrr.u-tokyo.ac.jp/JGWwiki/KAGRA/IFOBasicLec/2022Basic_lecture

◦ KAGRA で用いられる制御.

$$L = n \times \frac{\lambda}{2}, \quad 2L = n \times \lambda$$

KAGRA をはじめとした重力波望遠鏡で用いられる鏡は、
地面振動からのゆがみをおさえるために、
振子などの防振がつけられている

→ 何をしたいか、常に共振器長が変化

→ 共振状態を保つ必要

→ 制御をしよう!

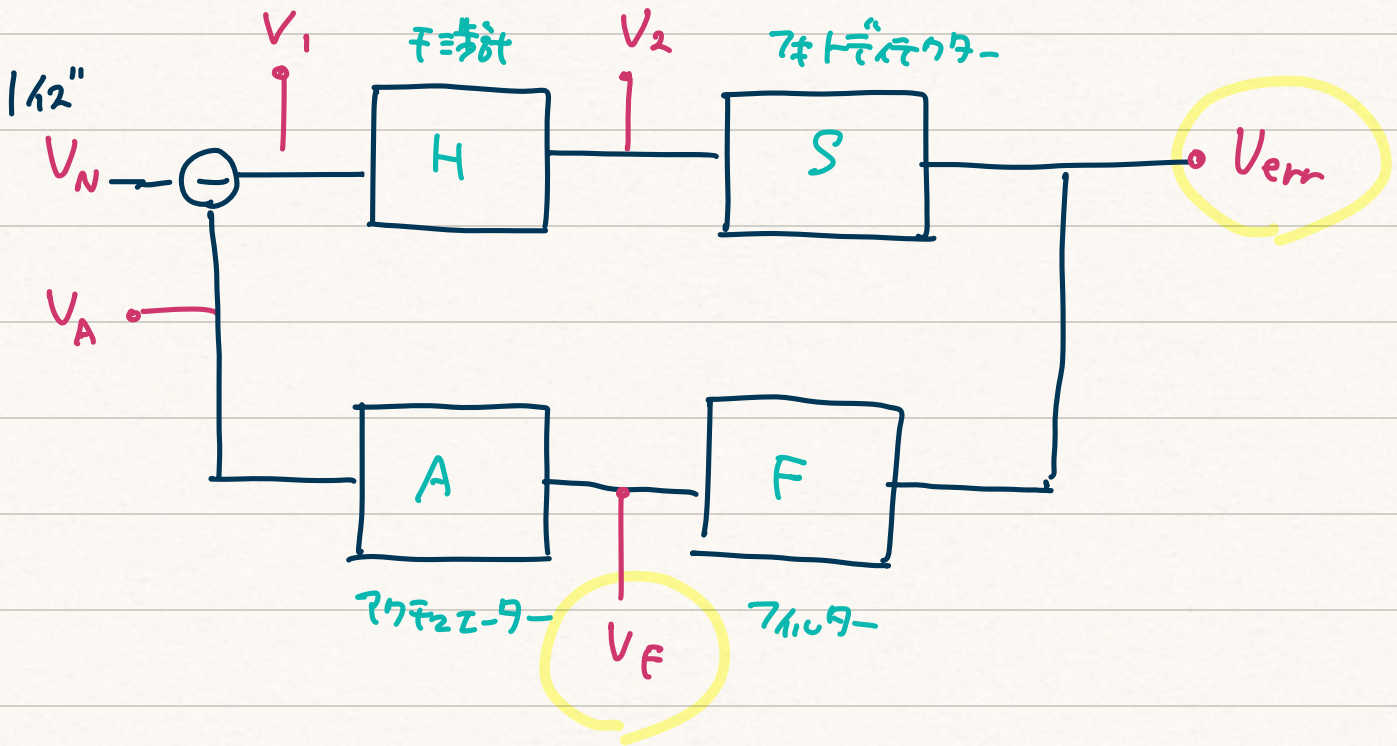
◦ 共振器の長さ^を制御 → $mass \Delta \dots$

◦ L-が-の周波数を制御 → 周波数 $\Delta \dots$

○ フィードバック制御

これは一般社会でも使われている

ブロック図



$$V_1 = V_N - V_A$$

$$V_2 = H V_1$$

$$V_{err} = S V_2$$

$$V_F = F V_{err}$$

$$V_A = A V_F$$

$$V_A = AFSH \cdot V_1 \\ = G \cdot V_1$$

$$\textcircled{1} \frac{V_{err}}{V_N}$$

$$\textcircled{2} \frac{V_1}{V_N} \quad 1 = 2112 \text{ AB } 11223.$$

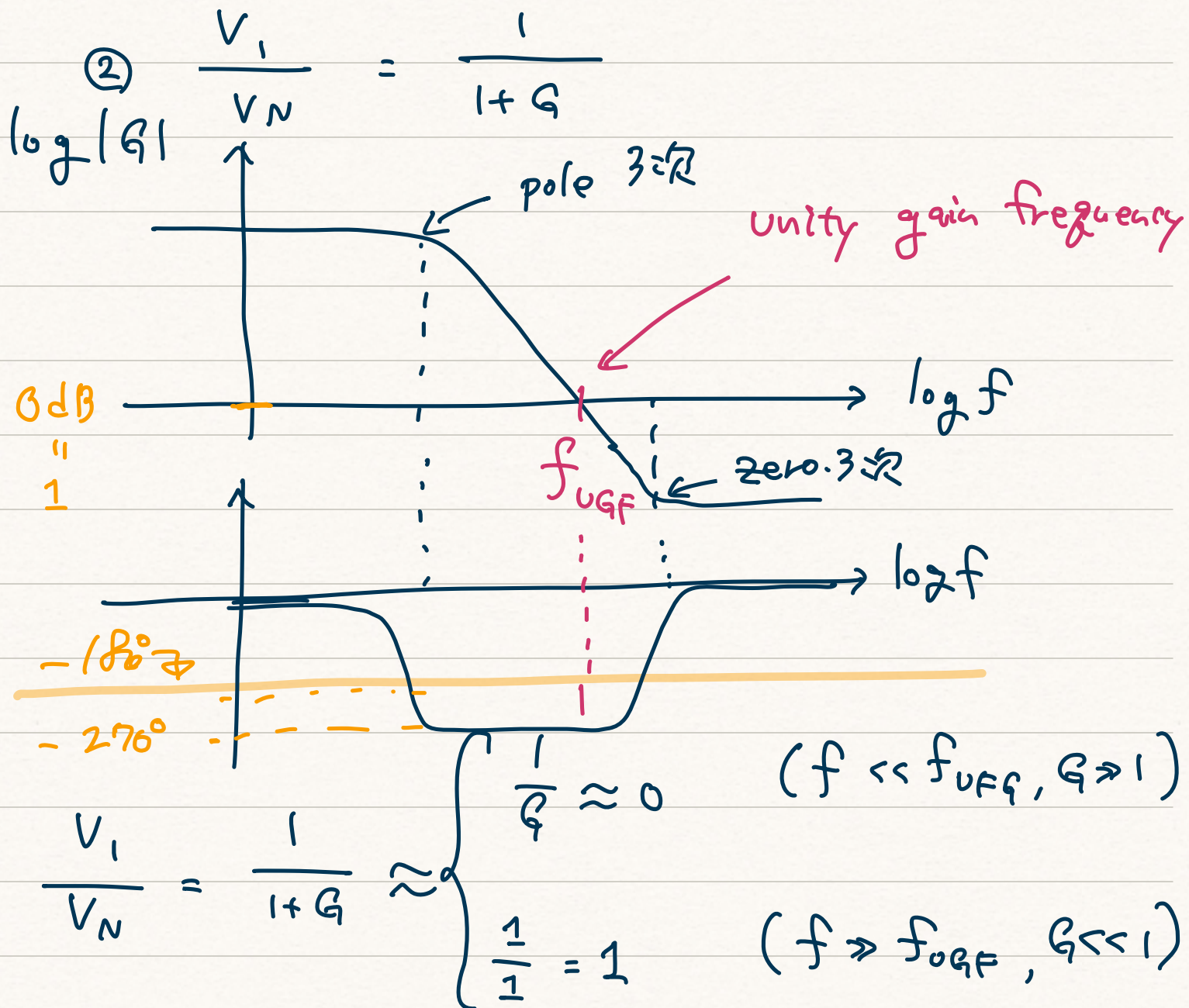
$$\textcircled{1} \frac{V_{err}}{V_N} = \frac{S V_2}{V_1 + V_A} = \frac{S H V_1}{V_1 + A V_F} = \frac{S H V_1}{V_1 + A F V_{err}}$$

$$= \frac{S H V_1}{V_1 + A F S V_2} = \frac{S H V_1}{V_1 + A F S H V_1} = \frac{S H}{1 + A F S H} \cdot$$

$$\textcircled{2} \frac{V_1}{V_N} = \frac{V_1}{V_1 + V_A} = \frac{V_1}{V_1 + AF_{SH} V_1} = \frac{1}{1 + AF_{SH}}$$

オプンループ伝達関数 open loop transfer function

$$G \equiv AF_{SH}$$



$V_1 \sim V_N$; 向を制御して進む

$$\textcircled{3} \frac{V_A}{V_N} = \frac{V_A}{V_1} \cdot \frac{V_1}{V_N} = G \cdot \frac{1}{1+G}$$

$$= \frac{G}{1+G}$$

⇓

$$\frac{1}{\left(\frac{1}{G} + 1\right)} V_N$$

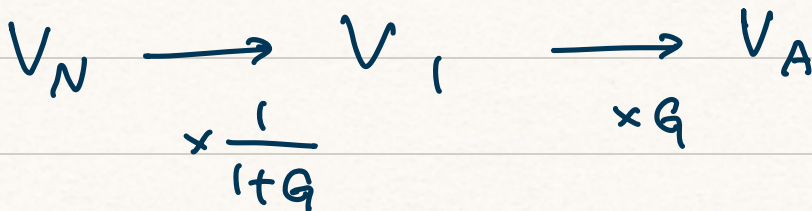
$(f \ll f_{UGF}, G \gg 1)$

$$V_A = \frac{G}{1+G} V_N$$

$\approx \left\{ \begin{array}{l} V_N \\ 0 \end{array} \right.$

$(f \gg f_{UGF}, G \ll 1)$

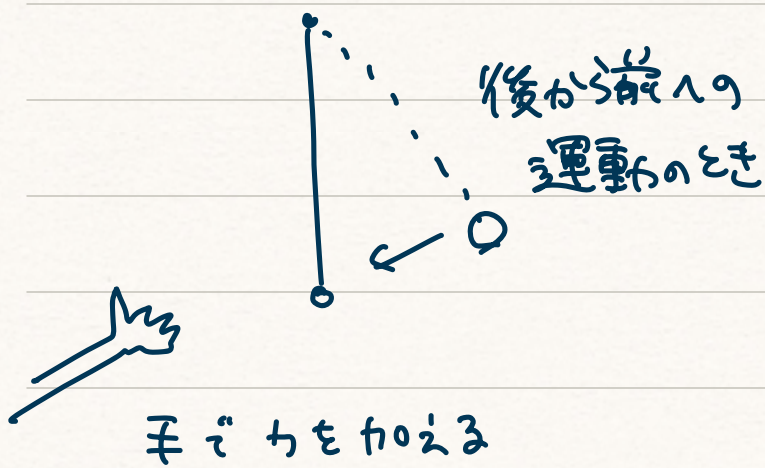
制御できな



○ フォードバック制御が成り立つ条件

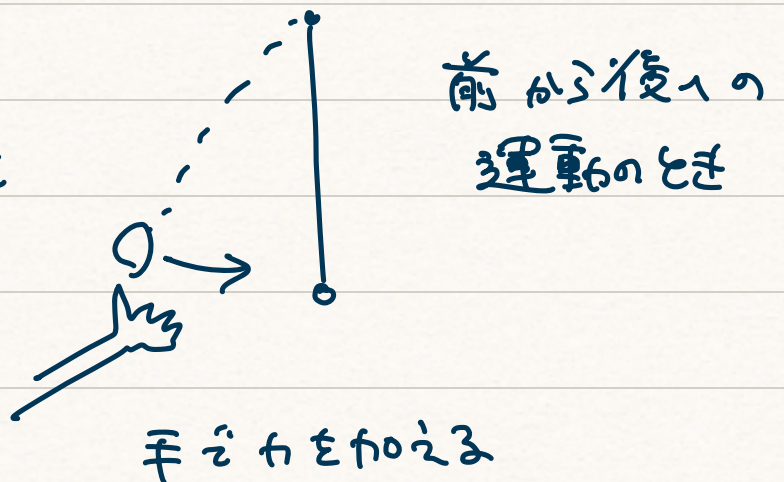
f_{UGF} より小さい周波数で、-120度以上位相が
おこせな

3.13 の例え話



⇒ 止まる

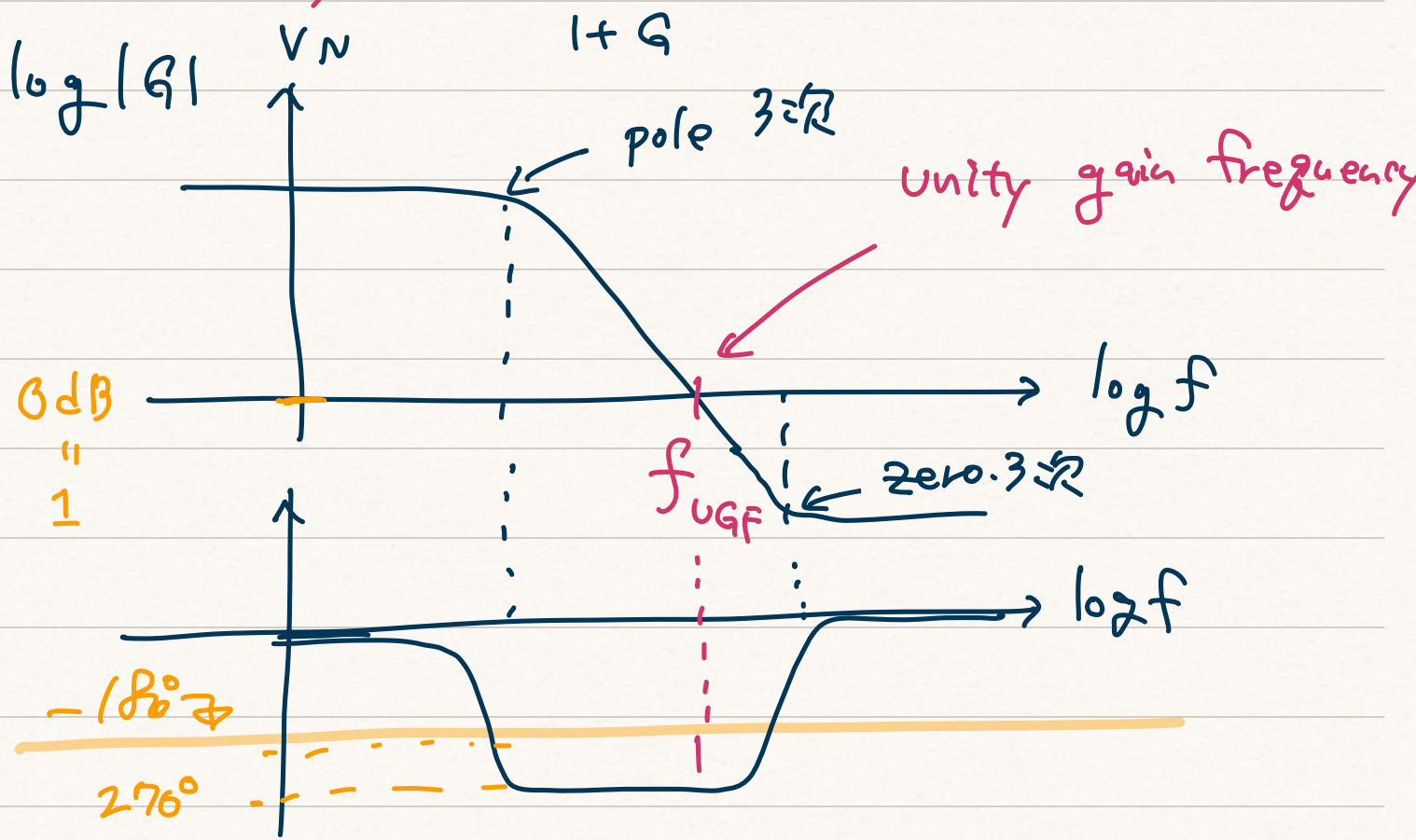
⇒ 制御できる



⇒ 加速する

⇒ 制御できない

(例)



(例)

