

システム制御工学A

資料8

張山昌論

安定性判別の方法の概略

■ 特性方程式が多項式

- ラウスまたはフルビッツの方法
- 一般には多項式だけで表現できるとは限らない

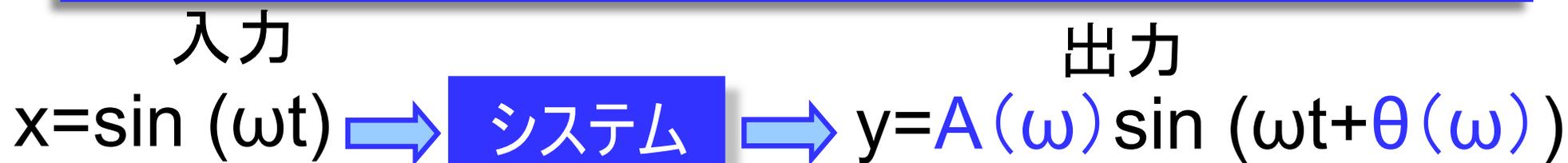
前回
まで

■ それ以外の場合，安定度もみたい

- ナイキスト法や，ボード線図を用いた方法
- グラフを書くのが大変．でも計算機を使えばよい！

今回

周波数伝達関数とは？ その求め方



角速度 ω [rad/sec]の正弦波信号を入力
 \Rightarrow 出力の振幅比(ゲイン)は？, 位相は？

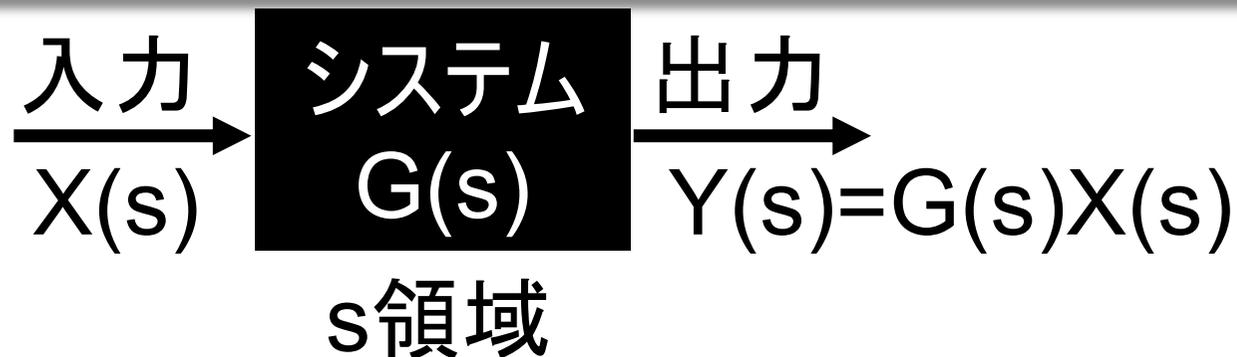
\Rightarrow 周波数伝達関数から A, θ がわかる

どうやって求める？

システムのインパルス応答 $g(t)$ をフーリエ変換 \rightarrow 面倒くさい
(教科書: 4章P.63~)

楽をするためには...

ラプラス変換を用いた周波数伝達関数の求め方



システムの伝達関数: $G(s)$



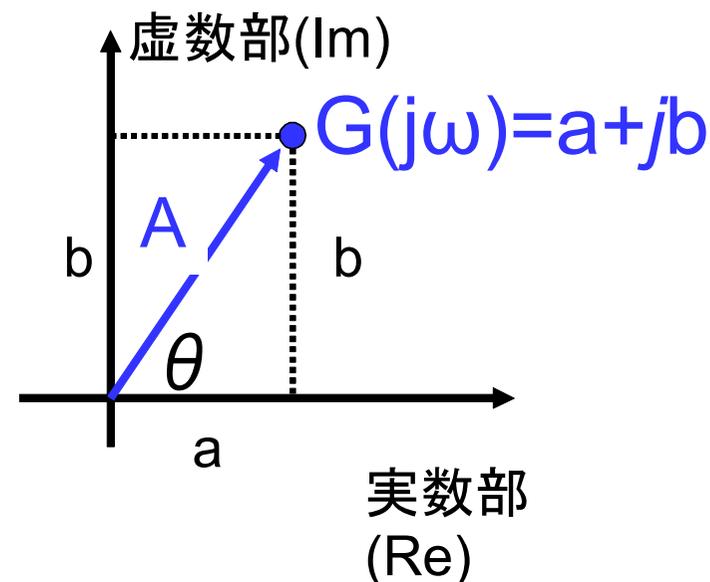
$s=j\omega$ を代入

周波数伝達関数 $G(j\omega)$

周波数伝達関数 $G(j\omega)$ の意味

■ ゲイン(入出力振幅比)

$$A = \left| \frac{Y(j\omega)}{X(j\omega)} \right| = |G(j\omega)| = \sqrt{a^2 + b^2}$$



■ 位相

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{b}{a} \right)$$

ボード線図による周波数特性の表現

周波数伝達関数 $G(j\omega)$ のゲイン, 位相を別々にプロットしたグラフ

ゲインと ω の範囲は広い($0 \sim 10^5$) \Rightarrow 対数表示

■ ゲイン特性

➤ 縦軸 $g_{db} = 20\log |G(j\omega)|$ [dB]
(ゲインと呼ぶことにする)

両対数グラフ

➤ 横軸 $\log \omega$

■ 位相特性

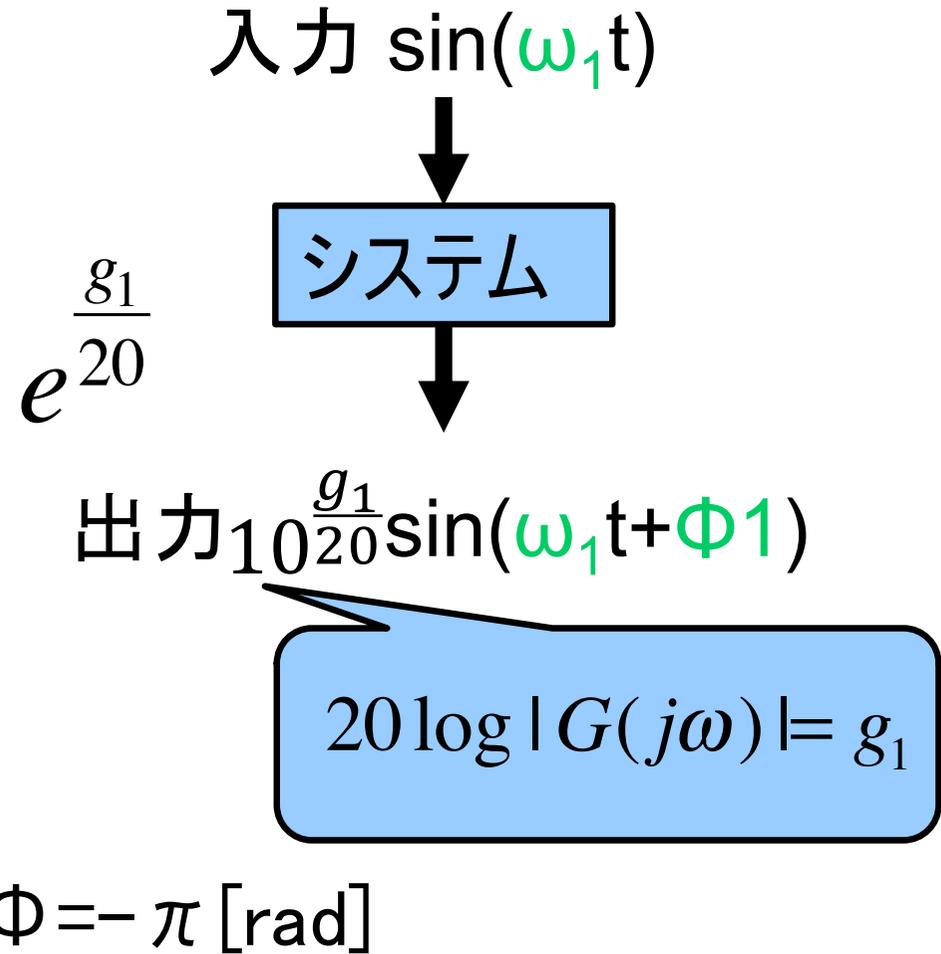
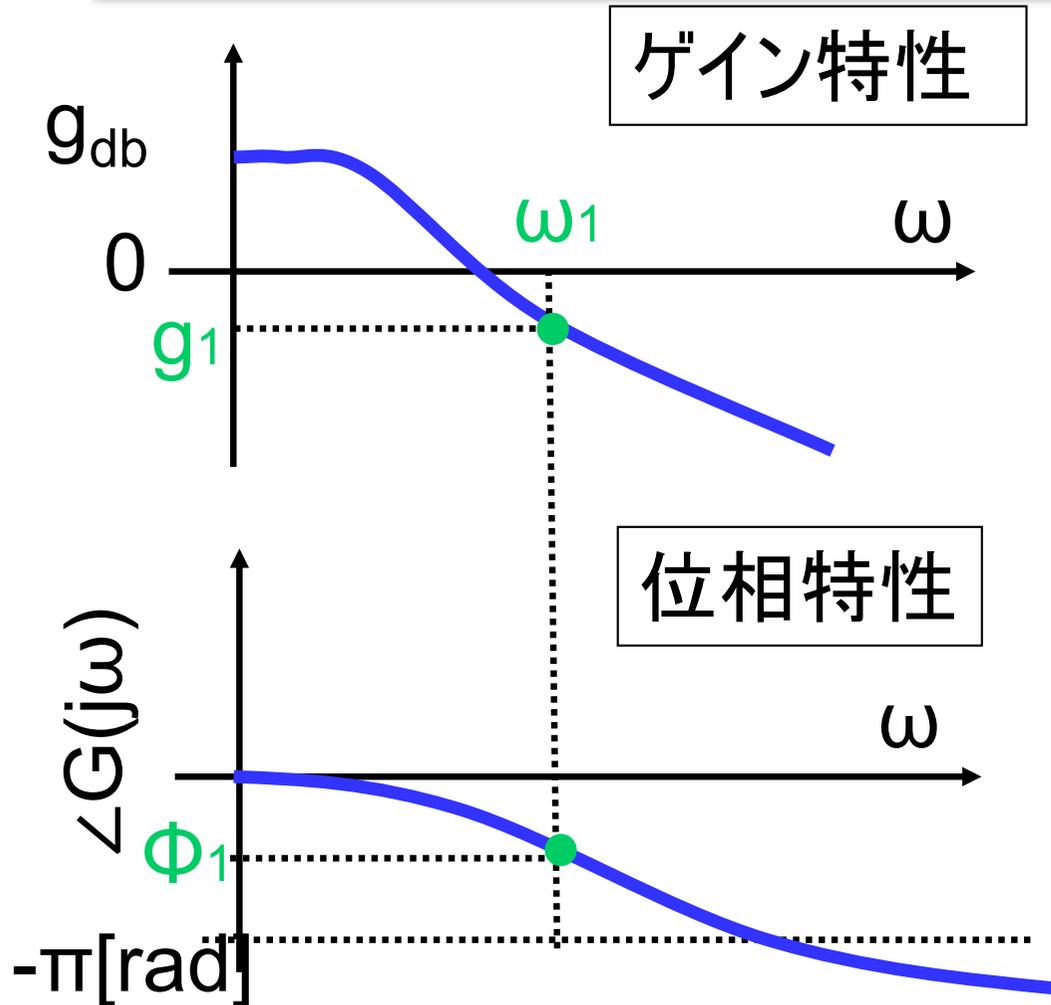
➤ 縦軸 $\theta(\omega)$

方対数グラフ

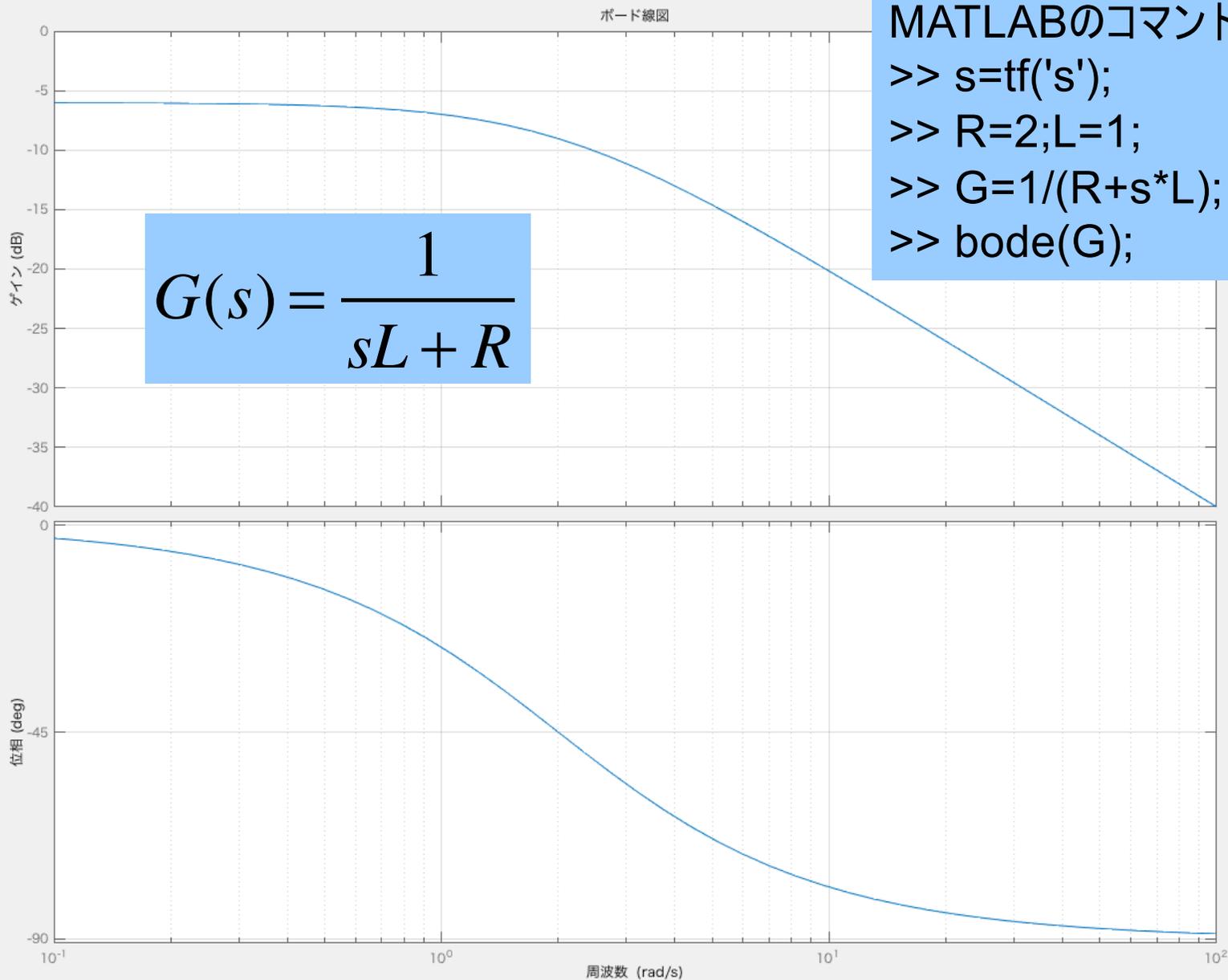
➤ 横軸 $\log \omega$

自分で「正確に」書くのは難しい... MATLABなどで描く。
ただし, 基本的なものの概形は書けるようにする

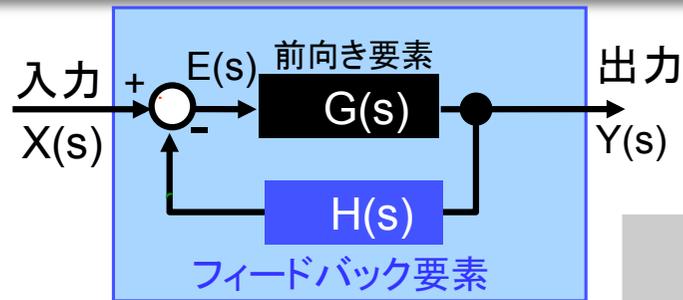
ボード線図の意味



MATLABでのボード線図の描き方



ボード線図を用いたフィードバックシステムの安定度の調べ方

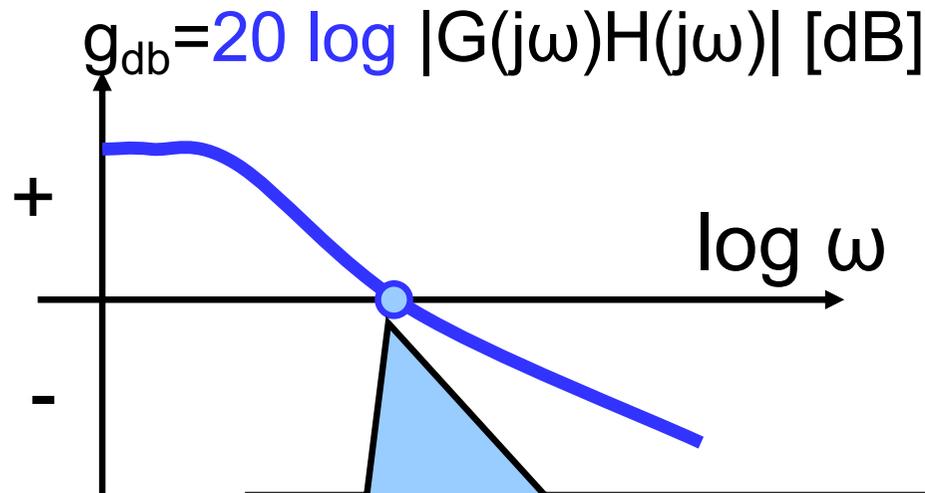


開ループ伝達関数 $G(s)H(s)$

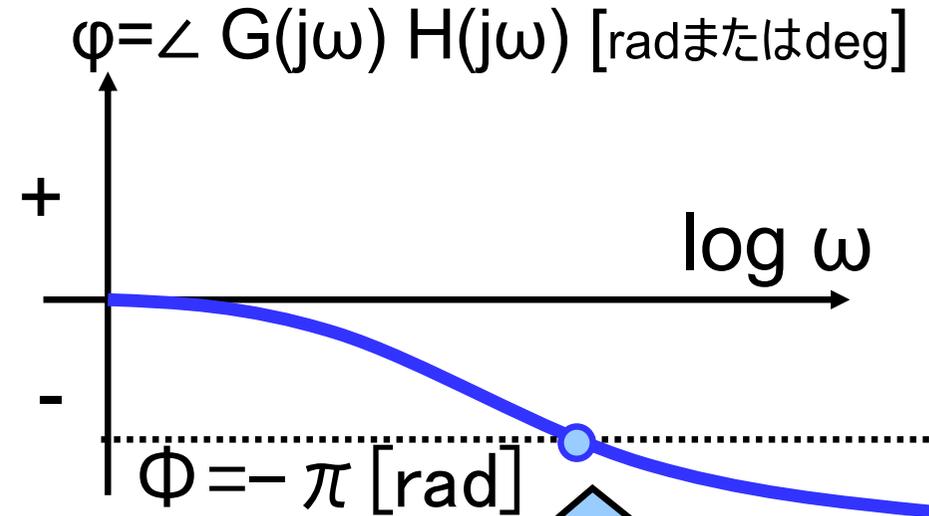
ボード線図を描く

dBゲイン特性

位相特性

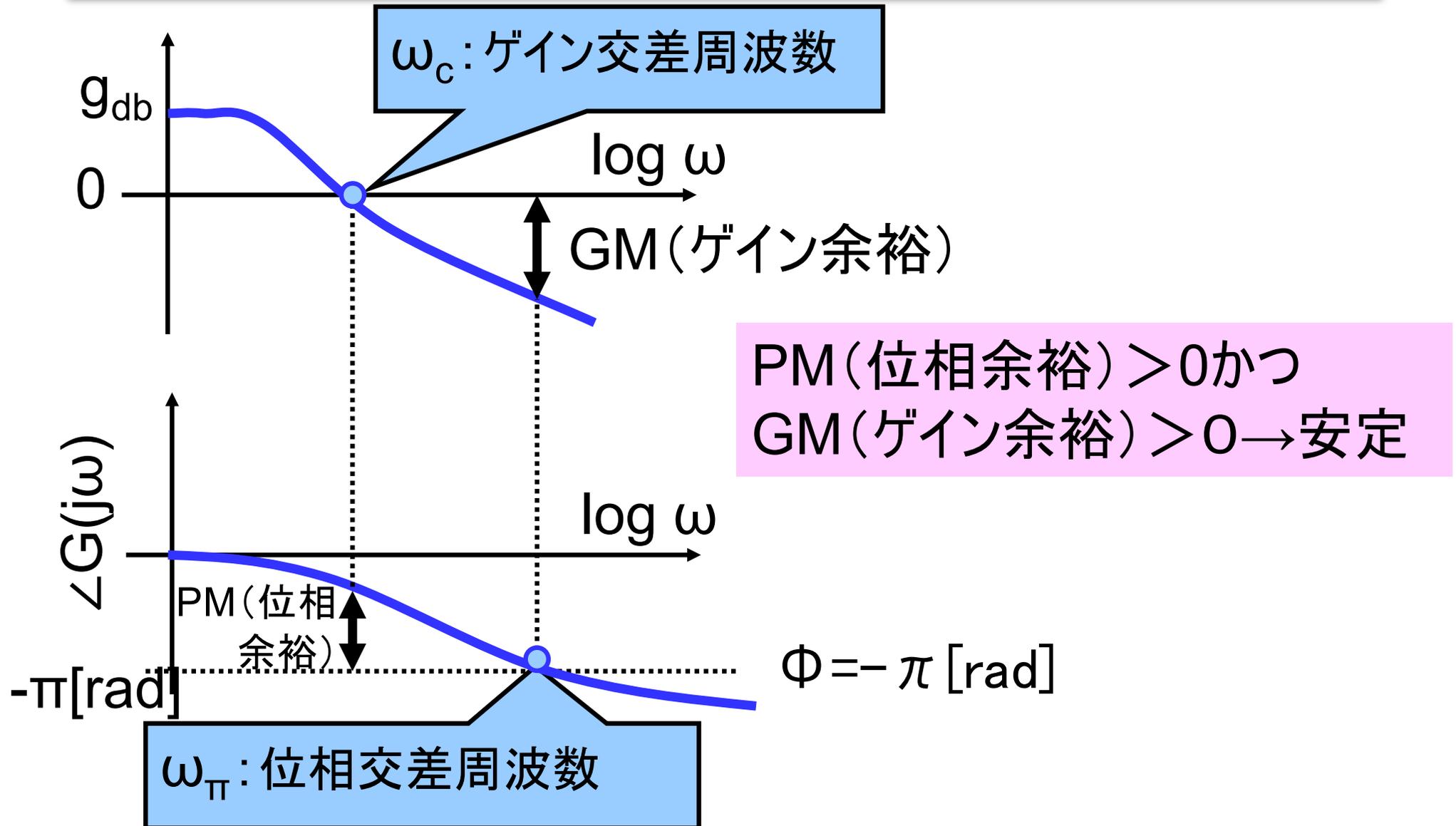


ω_c : ゲイン交差周波数



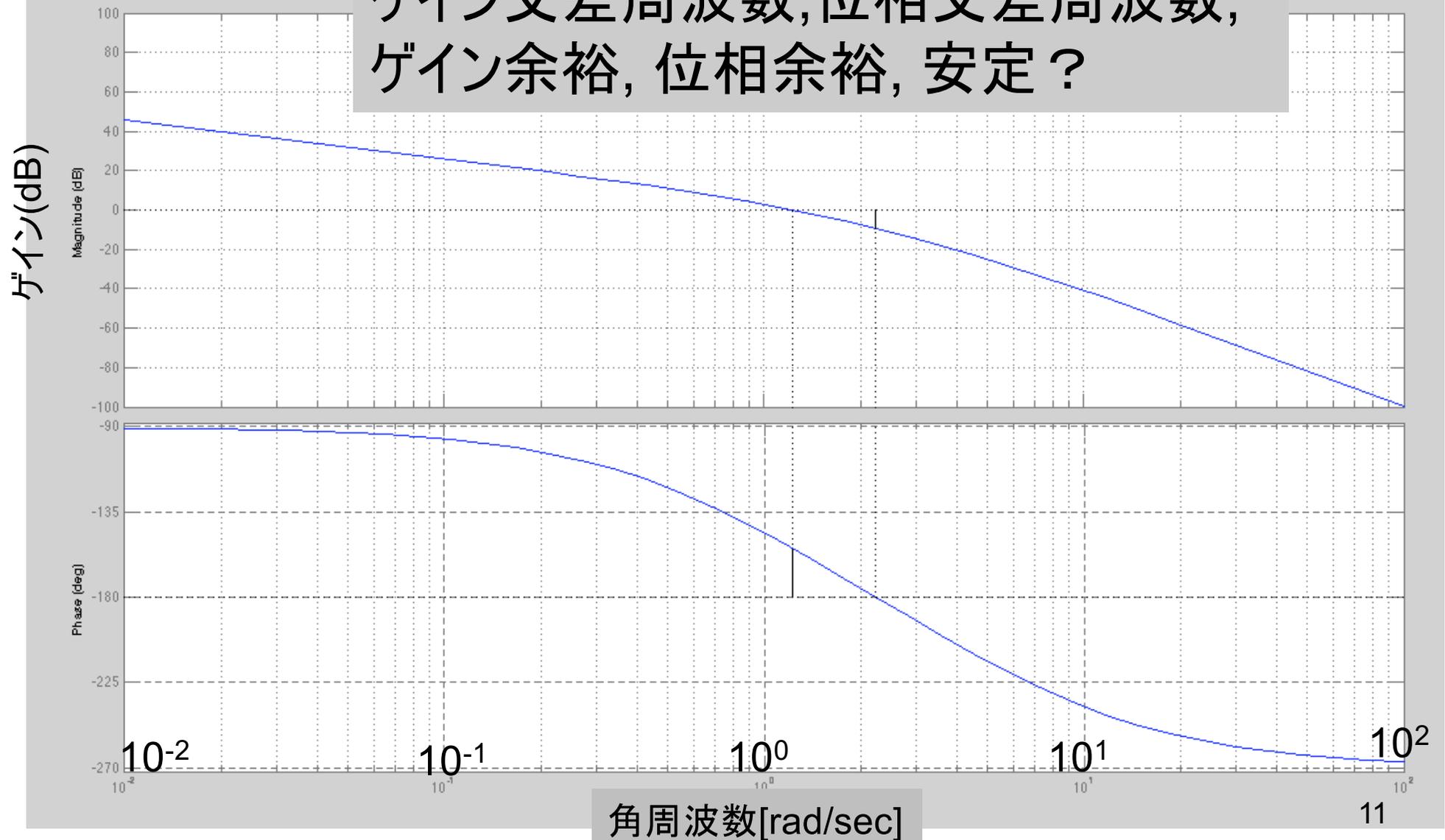
ω_{π} : 位相交差周波数

(続き)ボード線図を用いたフィードバックシステムの安定度の調べ方



$G(s)H(s)=10/(s(s+1)(s+5))$ のボード線図(Matlab)

ゲイン交差周波数, 位相交差周波数,
ゲイン余裕, 位相余裕, 安定?



$$G(s)H(s) = \frac{2\pi e^{-s}}{s}$$

