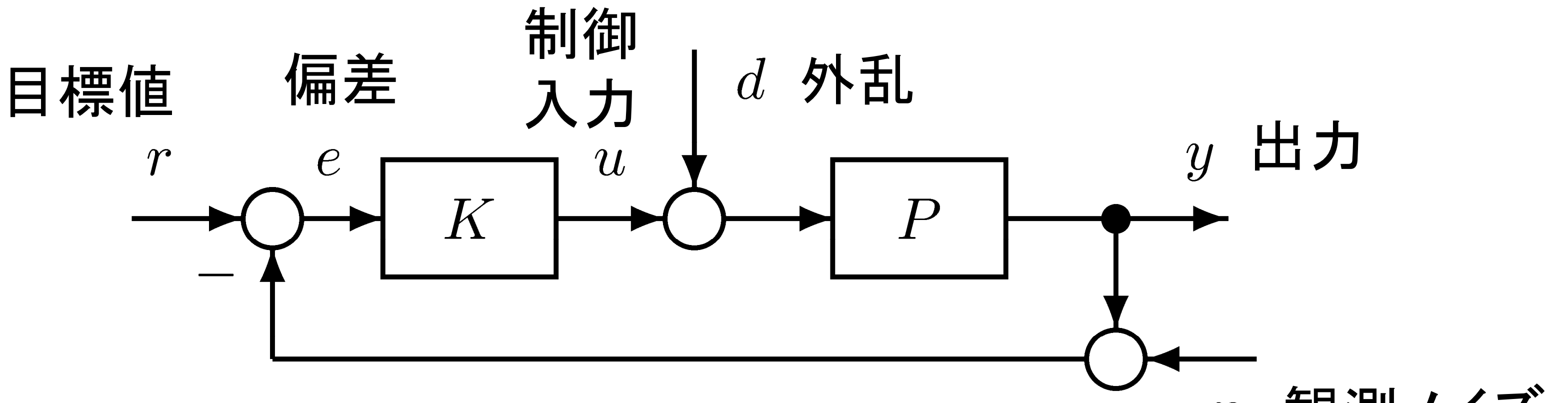
基本的な閉ループ系



直結フィードバック系

P ： 制御対象 (プラント，**Plant**)

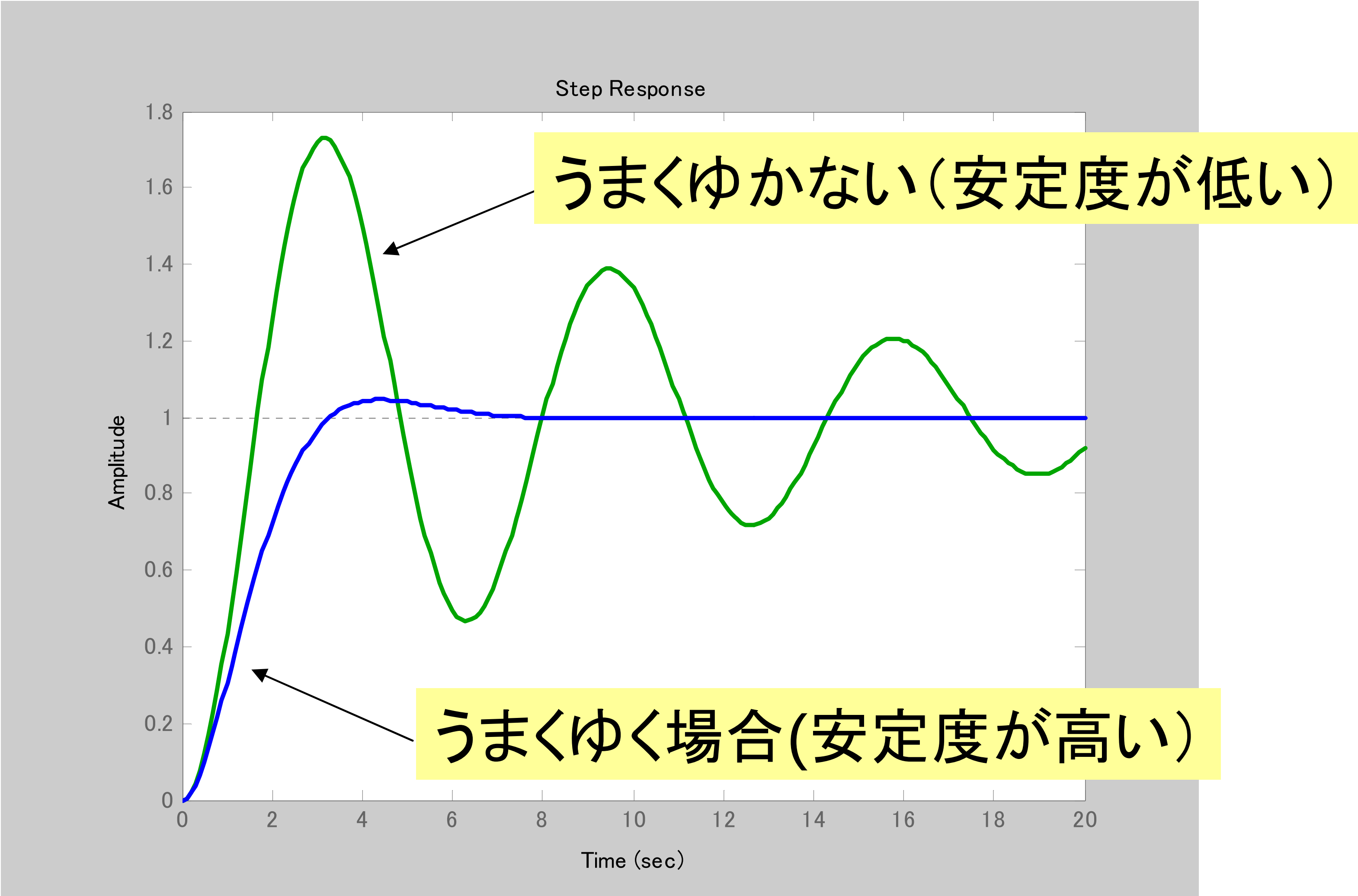
$\Rightarrow$ 制御したい対象のモデル

K ： 制御器（コントローラ，**Controller**)

$\Rightarrow$ これから設計するもの

フィードバックがうまくゆかない？！

見本



振動的になる理由を理論的に解明したい！
→　制御理論のはじまり

なぜ，振動的になるのか？

原因は，対象が時間とともにどのように振る舞うかを考えていないから

↓

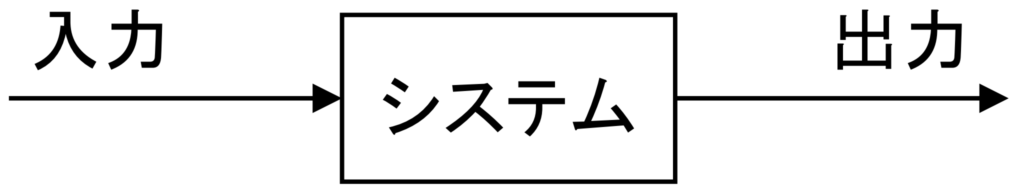
対象の**動的**な振る舞いが重要！

つまり

ダイナミクスの解析が必要！

→ 微分方程式の解の振る舞いを考察

システムとは

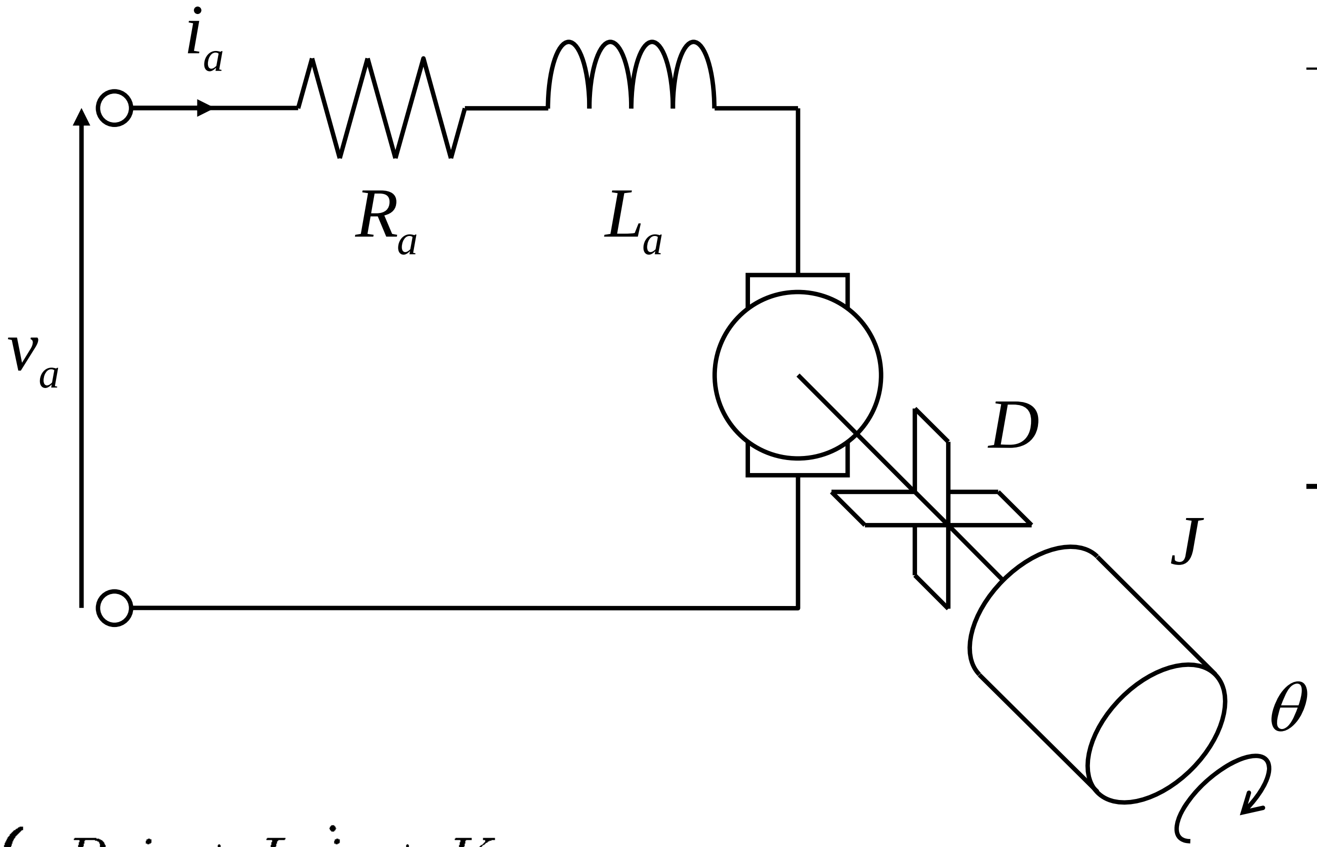


システム
➔線形システム
➔非線形システム

線形システム
➔ 重ね合わせの理が成り立つシステム

線形時不変システム (LTI System)
(LTI: Linear Time Invariant)
➔ 時間と共に特性が変わらない線形システム

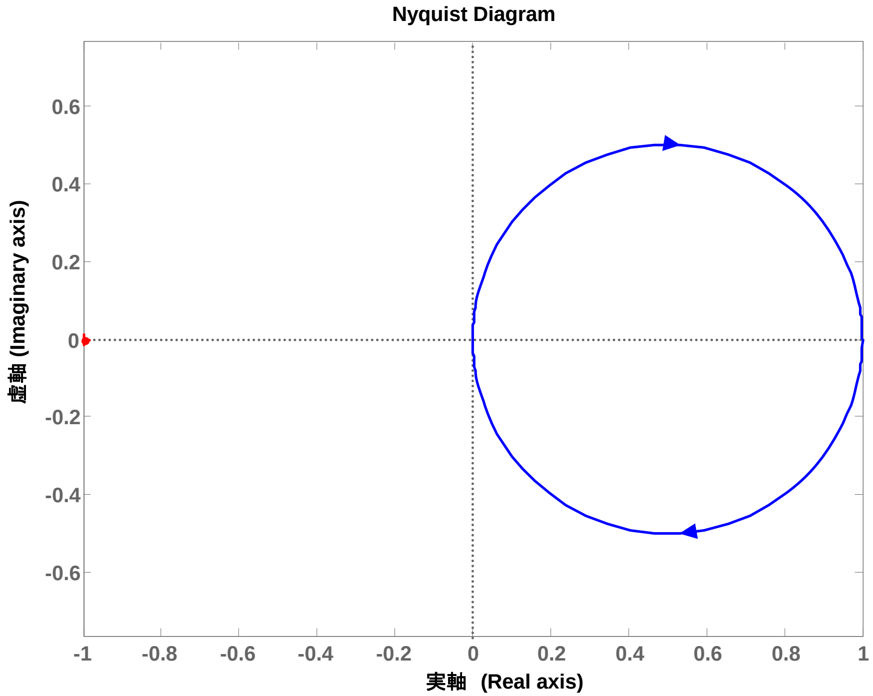
DCモータのモデリング



定数	意味
R_a	巻き線抵抗
L_a	インダクタンス
K_e	逆起電力定数
J	慣性モーメント
D	粘性摩擦係数
K_t	トルク定数

$$\begin{cases} R_a i_a + L_a \dot{i}_a + K_e \omega = v_a \\ J\dot{\omega} + D\omega = K_t i_a \\ \dot{\theta} = \omega \end{cases}$$

ベクトル軌跡（ナイキスト線図）



$$G(j\omega)=\alpha(\omega)+j\beta(\omega)$$

- **ベクトル軌跡（ナイキスト線図）**

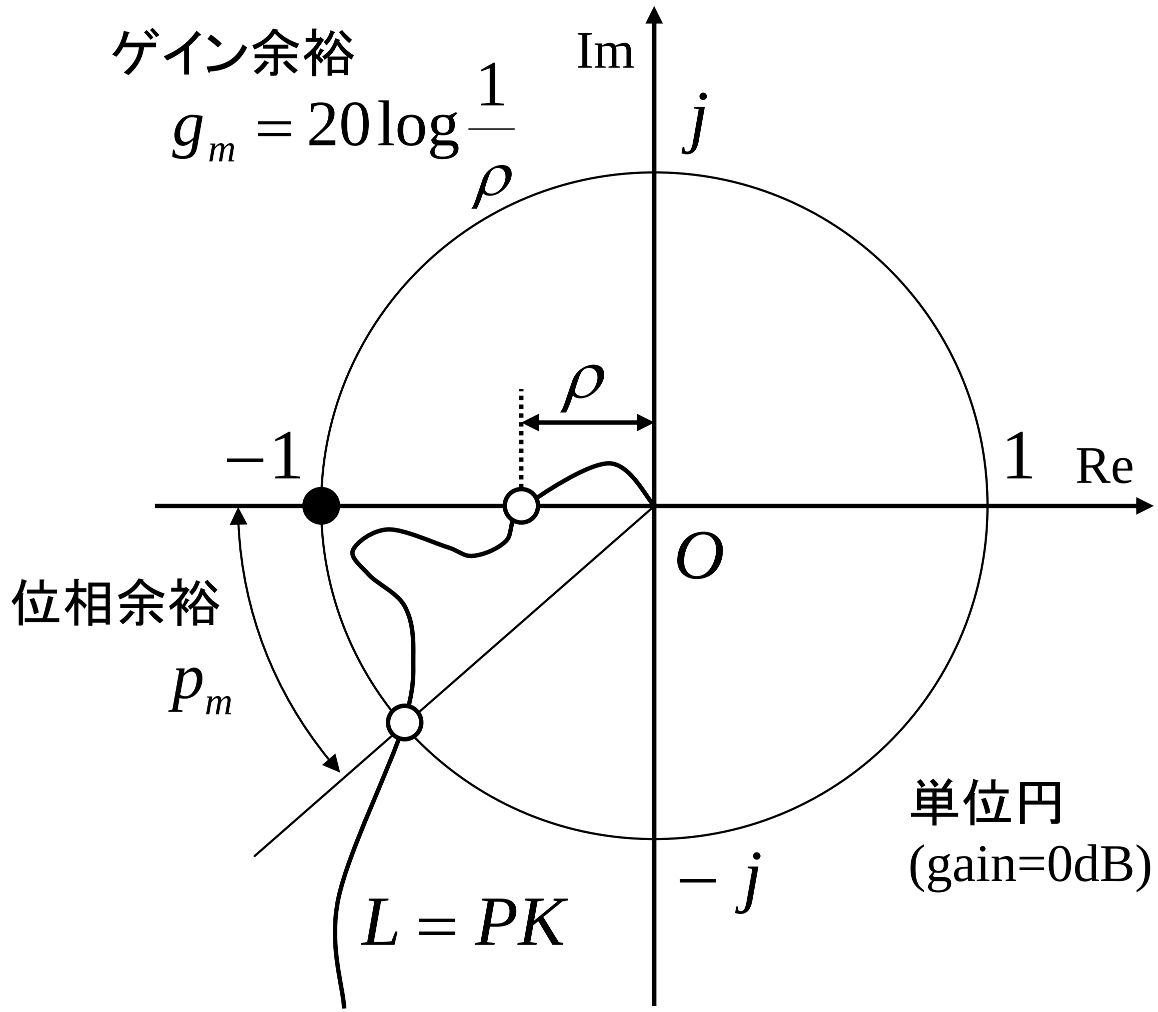
$G(j\omega)$ の軌跡を

$$\omega=-\infty \sim \infty$$

に対して複素平面上にプロットしたもの

（$\omega \geq 0$ についてのみプロットする場合も多い）

ゲイン余裕・位相余裕とロバスト性



ゲイン余裕・位相余裕があってもロバスト安定性が乏しい場合もあるので注意

P･I･Dの各役割を理解する

- Ｐ ： 比例要素
  - 現在の偏差に対する操作
- Ｉ ： 積分要素
  - 過去～現在の偏差に対する操作
- Ｄ ： 微分要素
  - 未来（向かう方向）を見越した操作

解析的手法

見本

閉ループ極を指定する方法

制御対象

$$P(s) = \frac{c}{s^2 + as + b}$$

閉ループ伝達関数

$$T = \frac{PK}{1+PK} = \frac{cK_D s^2 + cK_P s + cK_I}{\boxed{s^3 + (a + cK_D)s^2 + (b + cK_P)s + cK_I}}$$

係数比較

根を μ_1, μ_2, μ_3 に持つ多項式

$$(s - \mu_1)(s - \mu_2)(s - \mu_3) = \boxed{s^3 + \alpha_2 s^2 + \alpha_1 s + \alpha_0}$$

係数比較から求まる PID ゲイン

$$K_P = \frac{\alpha_1 - b}{c}, \quad K_I = \frac{\alpha_0}{c}, \quad K_D = \frac{\alpha_2 - a}{c}$$