講義中の注意

〇講義中は、参加者のマイク・カメラの機能はミュート状態になります。

〇進行はスタッフ及び講師が行いますので、指示に従ってください。

〇質疑応答の時間は、参加者のマイクをオンにして質問を受け付けることもあります。希望される方は「チャット欄」で申し出てください。

電験二種二次対策 オンライン講座

第1回
自動制御の概要、ブロック線図（基礎）

2021.09.11 Sat

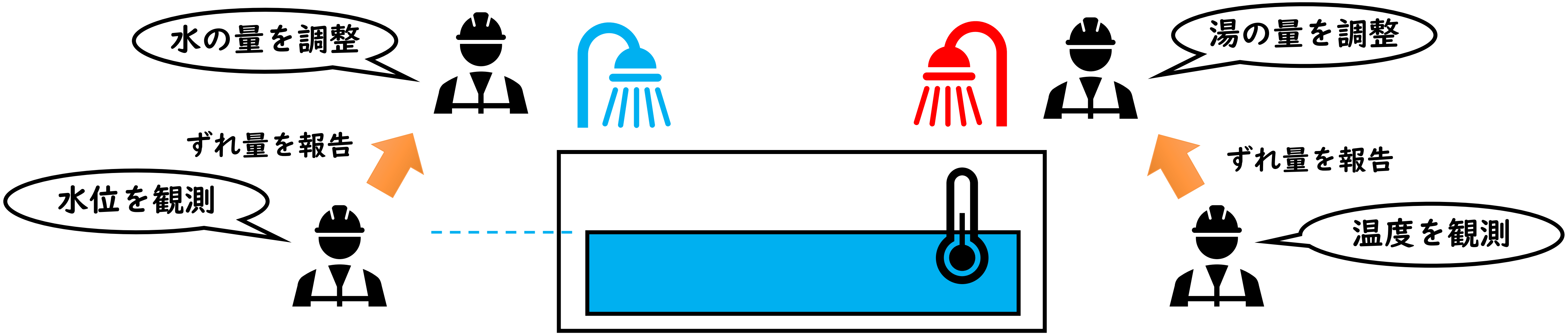
自動制御とは

・シーケンス制御

あらかじめ定められた順序に従って、複数の機能が順々に動作していく制御
→変成器（VT/CT）で電流電圧を観測し、保護継電器を介して回路を遮断する

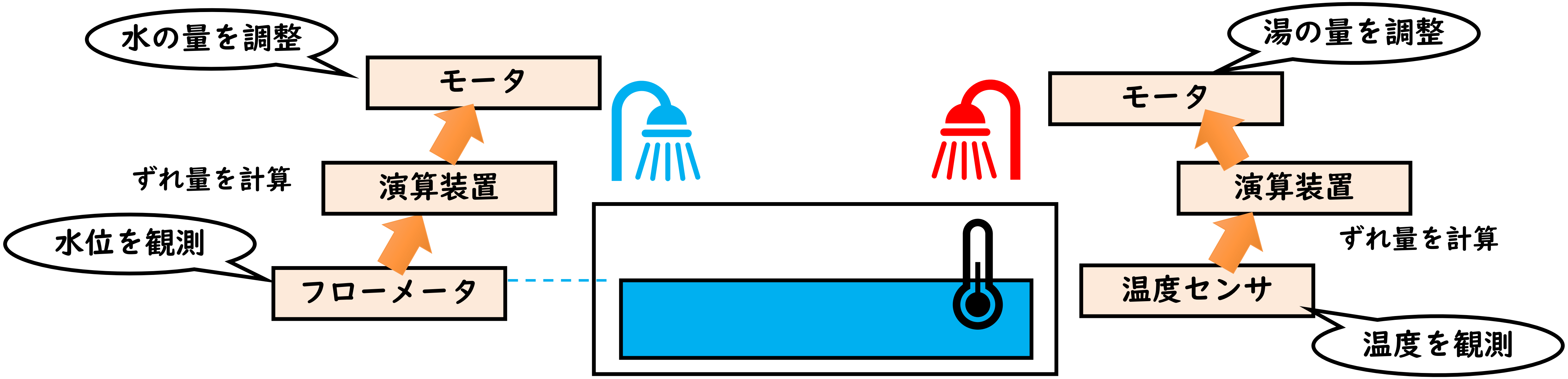
・フィードバック制御

特定の信号や状態を目標値に近づける制御



自動制御とは

- フィードバック制御
  - 観測にはセンサを使う（物理量を電気信号に変換する）
  - ずれ量の計算には演算装置を使う
    （オペアンプなどの電子回路）（AD変換→デジタル回路→プログラム）
  - 調整には動力を使う（電気信号→パワエレ→アクチュエータ（電動機））



フィードバック制御に必要な知識

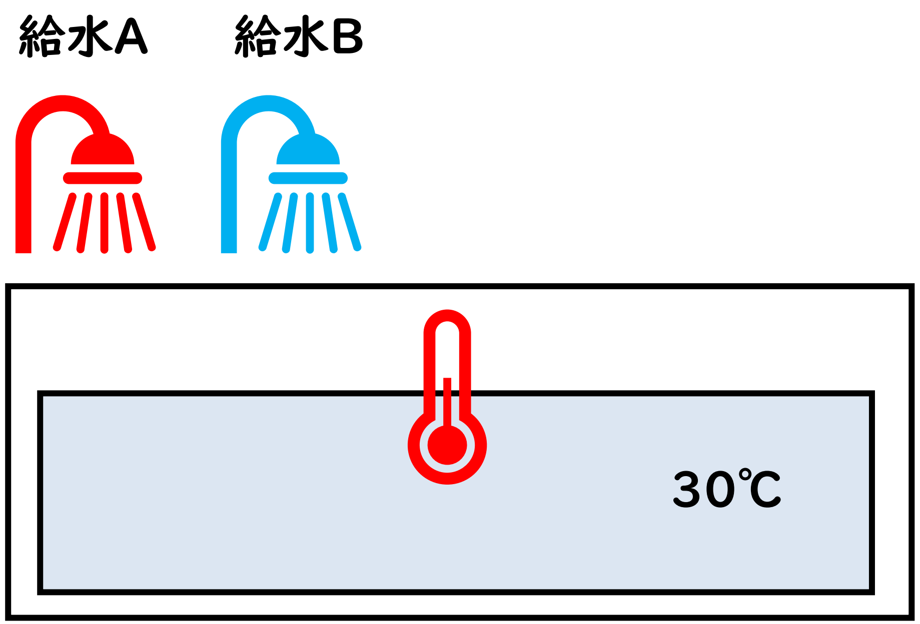
- 複素数の計算/グラフの作図（複素関数）
  →ナイキスト線図
- 対数関数[dB]の計算
  →ボード線図
- （逆）ラプラス変換
  →時間領域と周波数領域の架け橋（過渡応答）

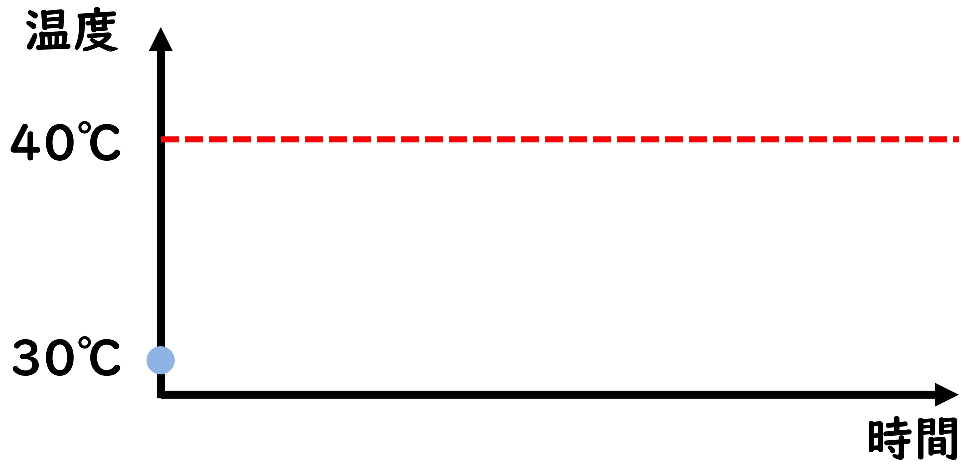
☆ ・伝達関数（ブロック線図）の計算

☆ ・ラウス－フルビッツの安定判別法

安定/不安定な制御

浴槽に30℃の水が入っている。給水装置AとBを使って、水の温度を40℃に調整することを考える。
給水装置AとBには3つの組み合わせがあり、どの組み合わせだと温度調整しやすいか考えてみましょう。
（給水装置AとBは、一定の流量の水を出すことしかできず、流量の調整はできないものとする）

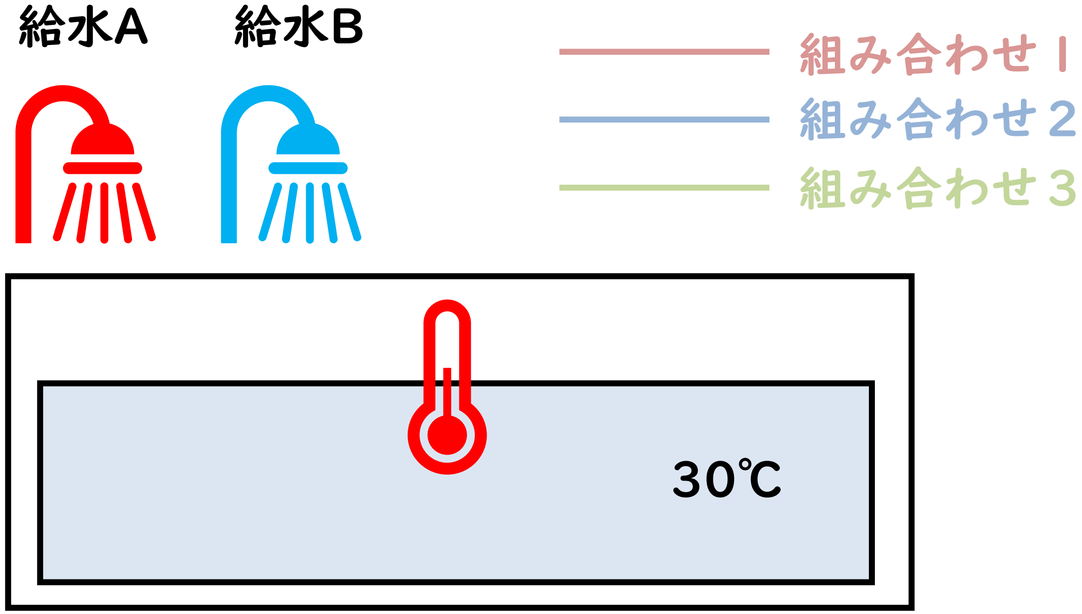




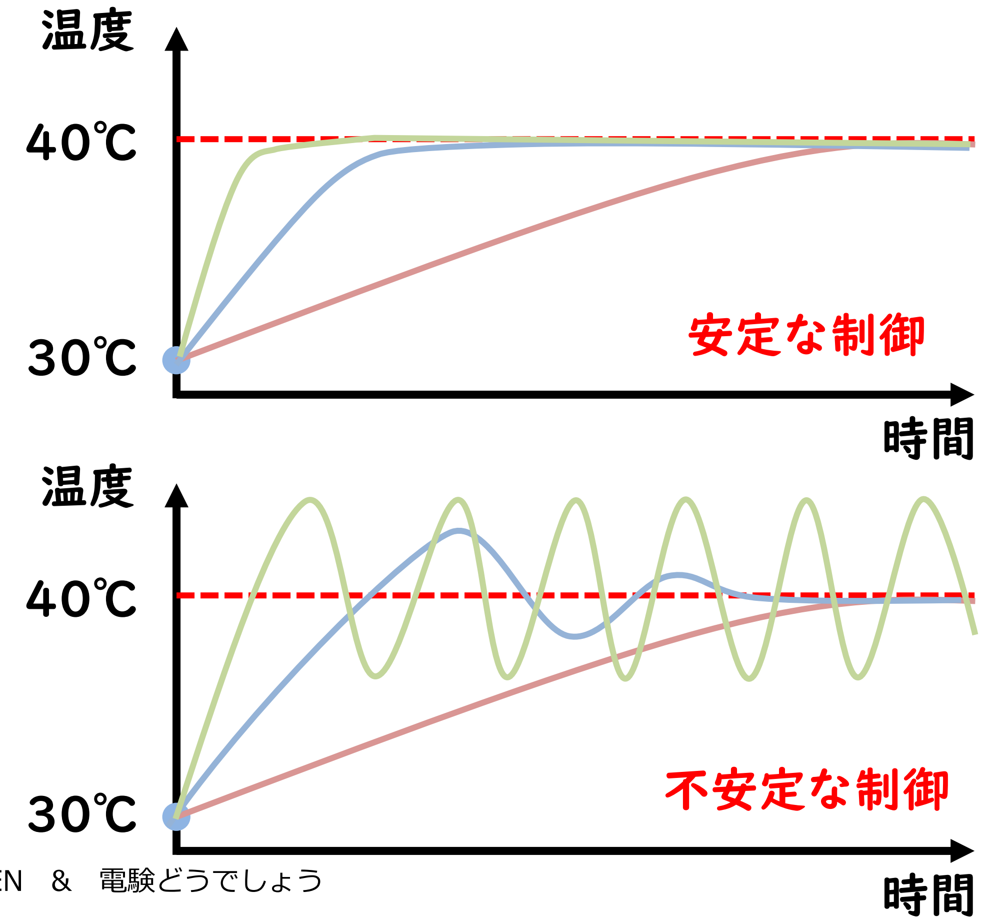
	組み合わせ１	組み合わせ２	組み合わせ３
給水装置A	42℃	50℃	100℃
給水装置B	30℃	20℃	0℃

安定/不安定な制御

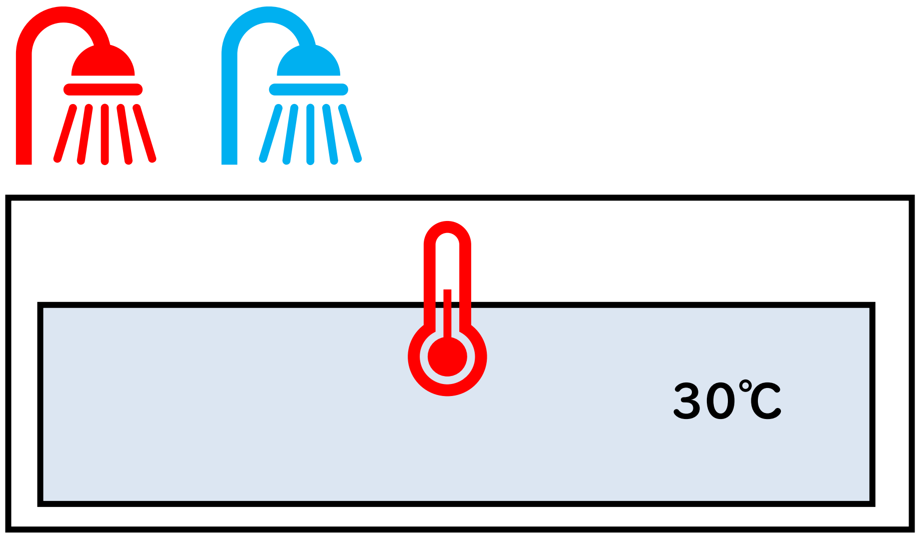
浴槽に30℃の水が入っている。給水装置AとBを使って、水の温度を40℃に調整することを考える。
給水装置AとBには3つの組み合わせがあり、どの組み合わせだと温度調整しやすいか考えてみましょう。
（給水装置AとBは、一定の流量の水を出すことしかできず、流量の調整はできないものとする）

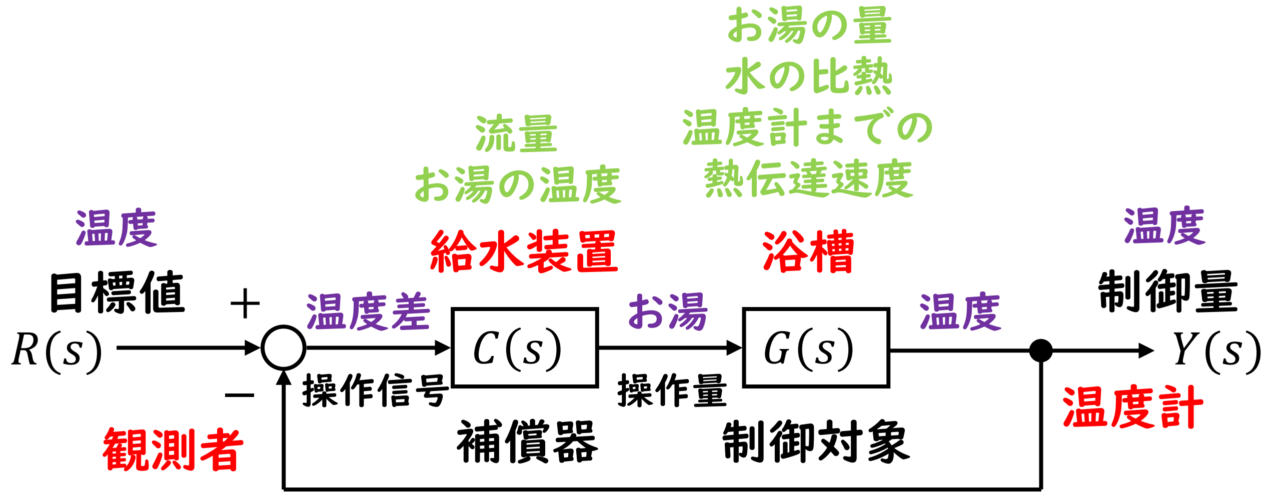


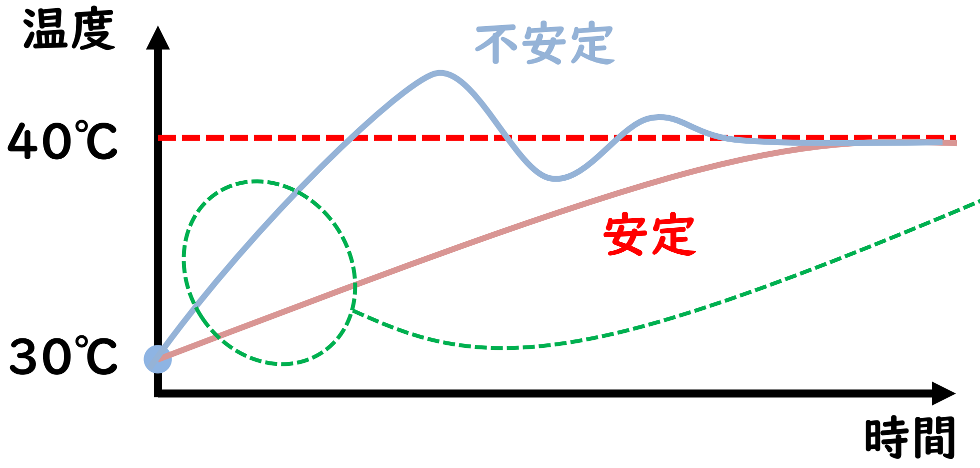
	組み合わせ１	組み合わせ２	組み合わせ３
給水装置A	42℃	50℃	100℃
給水装置B	30℃	20℃	0℃



制御とブロック線図





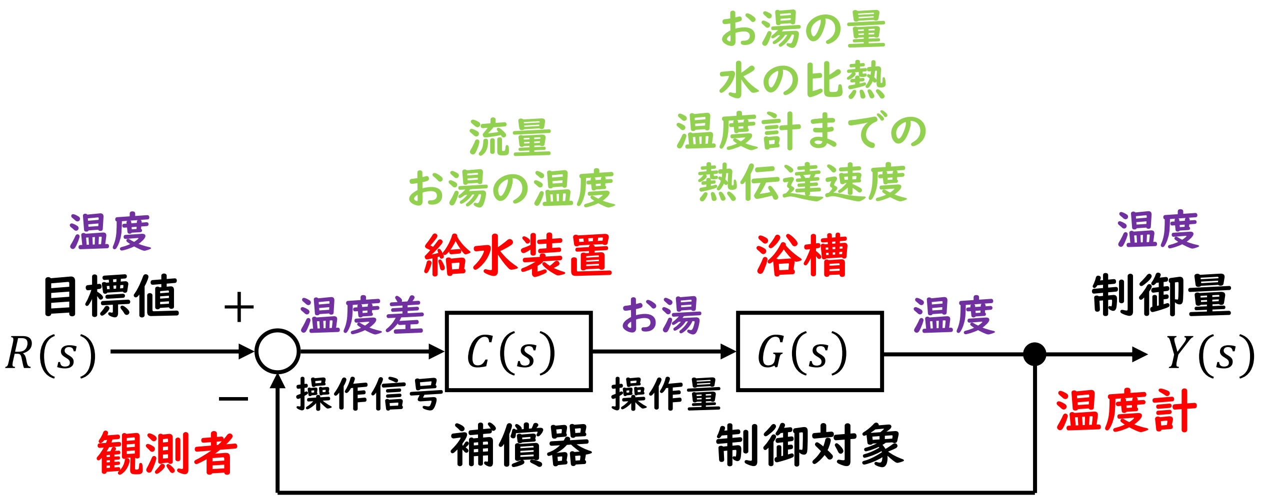


安定と不安定の境界は何で決まるか？

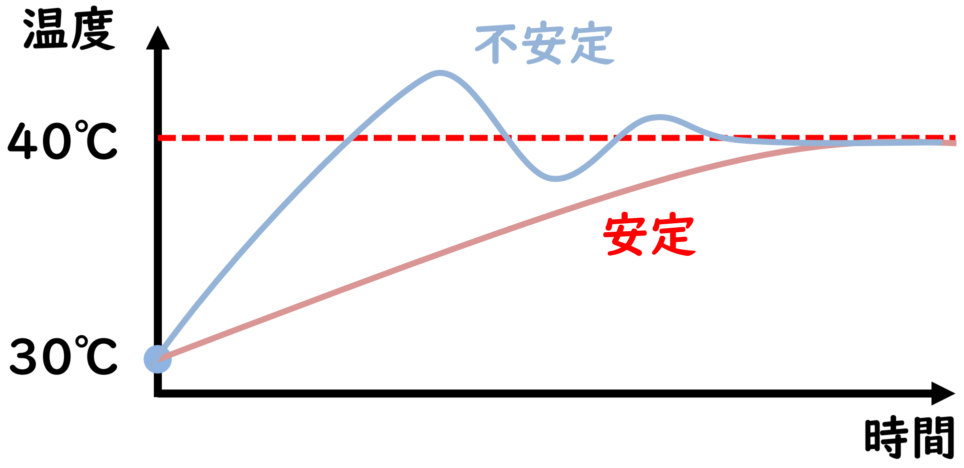
制御対象の状態変化の「速さ」で決まる
→速くしすぎると不安定になる

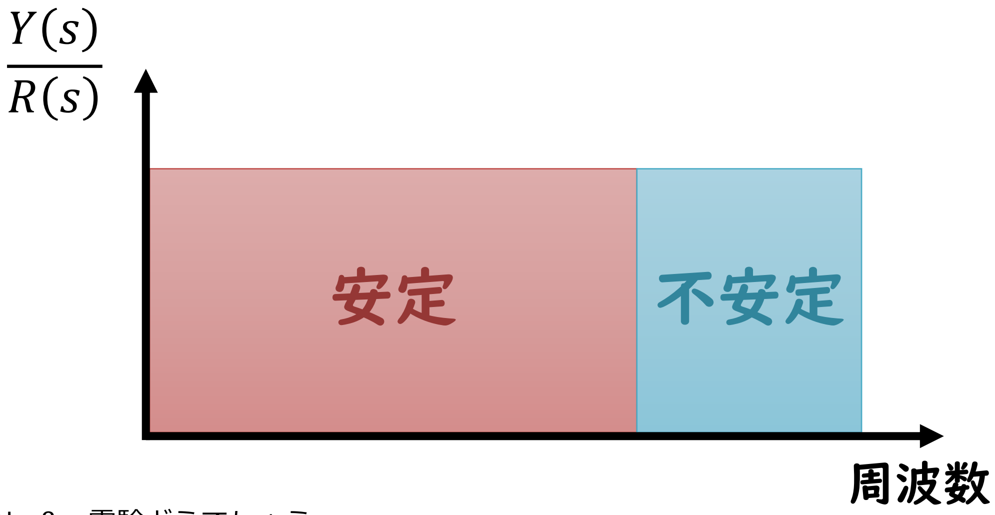
速さとは「時間の逆数（周波数）」と考える
cf.速度 m/s、電流 C/s
→周波数を横軸に取ることでその制御対象が
どこまで安定かが分かる⇒ラプラス変換

制御対象の安定性とラプラス変換



$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{C(s)G(s)}{1 + C(s)G(s)}$$





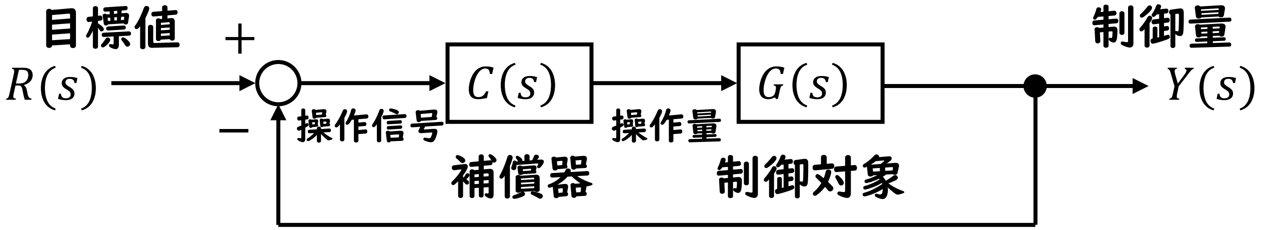
制御対象の安定判別法

制御理論は制御対象がどのくらい安定かを知るために用いられる。

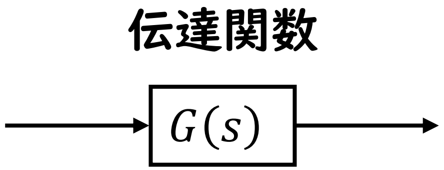
	分かりやすさ	情報量	計算の手間
○時間領域			
・過渡応答	易	少	難
○周波数領域			
・ボード線図	易	多	難
・ナイキスト線図	↓	多	↓
・ラウス・フルビッツの安定判別法	難	少	易

ブロック線図

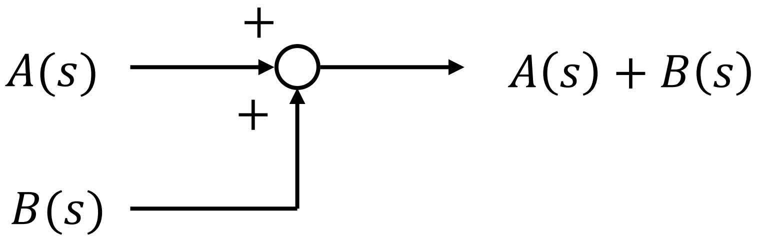
制御系を構成している各機能を“ブロック”といい、各ブロックを信号の流れを表す線で結んだものを“ブロック線図”という

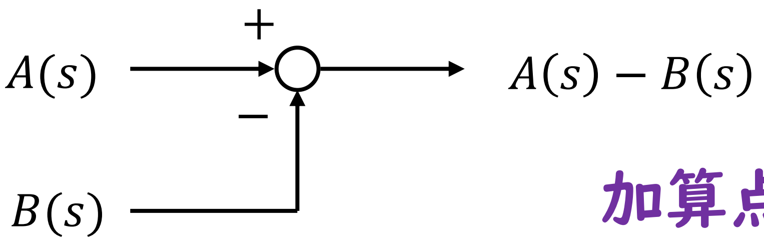


※気をつけること
- 時間の概念はない
  →入力が先、出力が後と考えない
- 信号は減らない
  →分岐しても値は変化しない

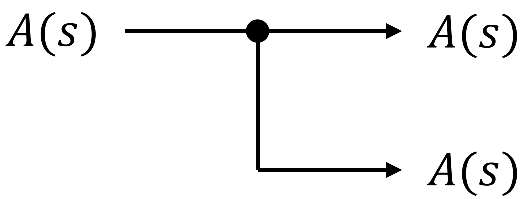


基本構成





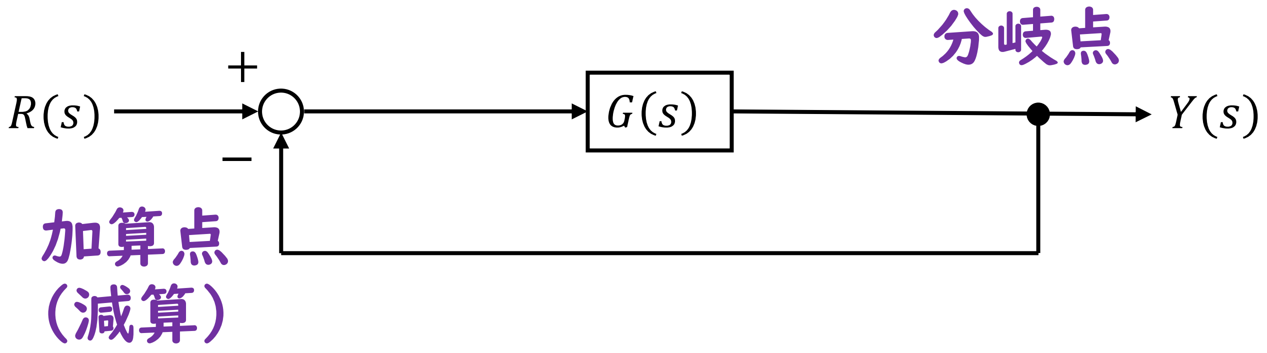
加算点



分岐点

フィードバック

伝達関数を通った信号を入力側に帰還するような制御系をフィードバックと言い、制御系を安定にするための制御手法である



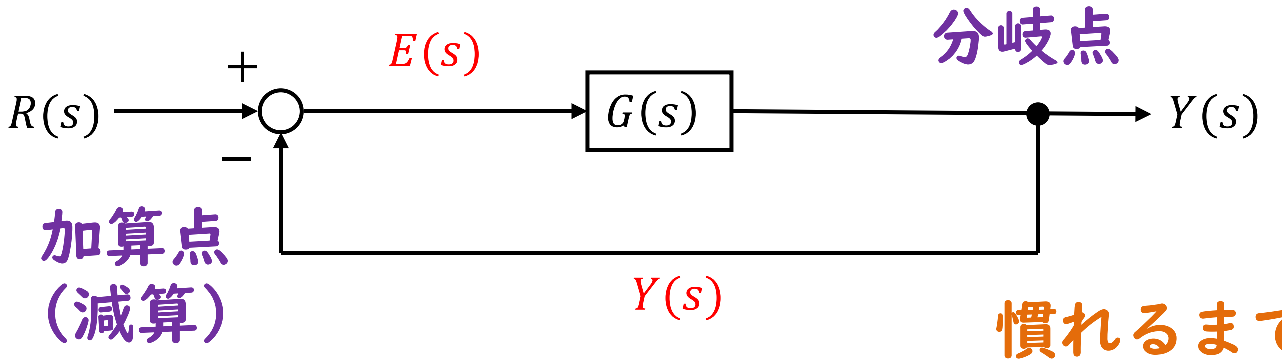
入力側に加算点（減算）
出力側に分岐点

フィードバック系の伝達関数

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

フィードバック

伝達関数を通った信号を入力側に帰還するような制御系をフィードバックと言い、制御系を安定にするための制御手法である



入力側に加算点（減算）
出力側に分岐点

慣れるまでは$E(s)$を起点に導出する

$$Y = GE$$
$$E = R - Y$$

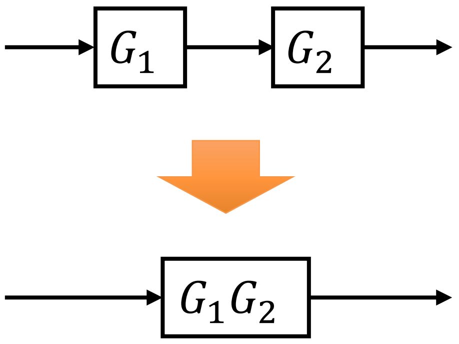
$$Y = G(R - Y) \rightarrow Y + GY = GR$$
$$\therefore Y = \frac{G}{1+G} R$$

フィードバック系の伝達関数

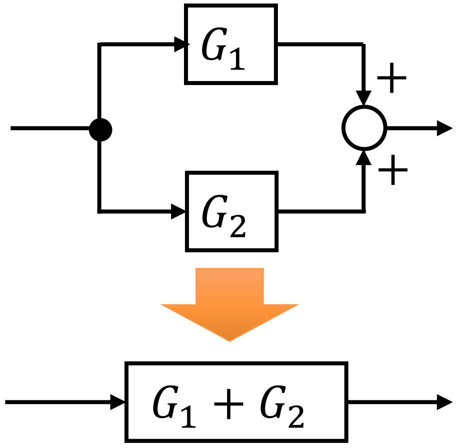
$$Y = \frac{G}{1+G} R$$

ブロック線図の等価変換 e-DEN【イーデン】× 電験どうでしょう

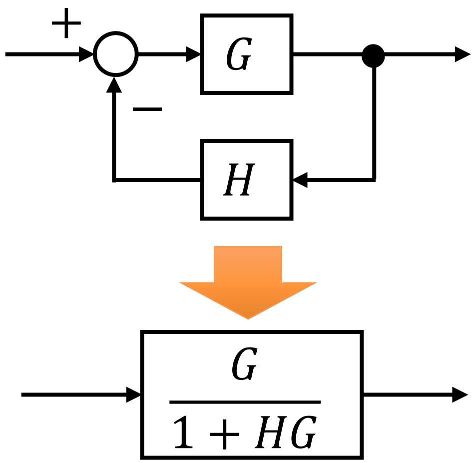
直列結合



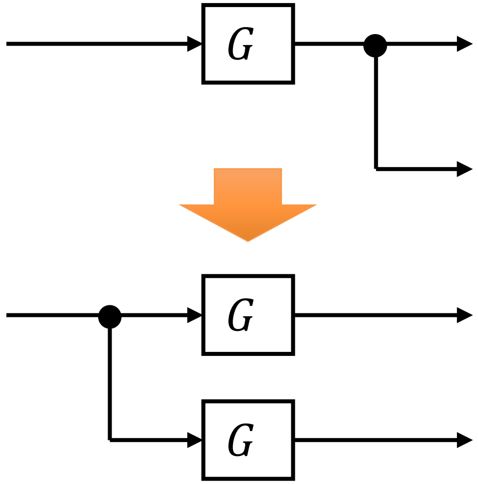
並列結合



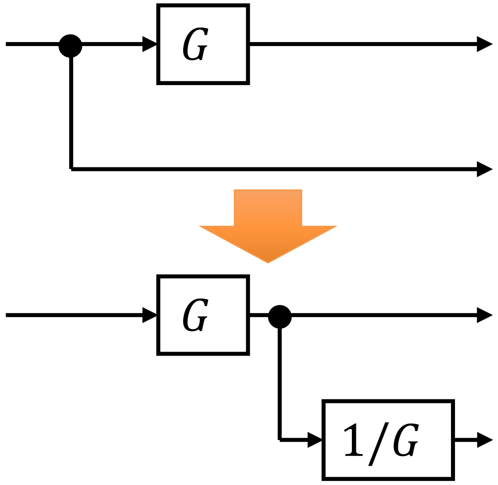
フィードバック



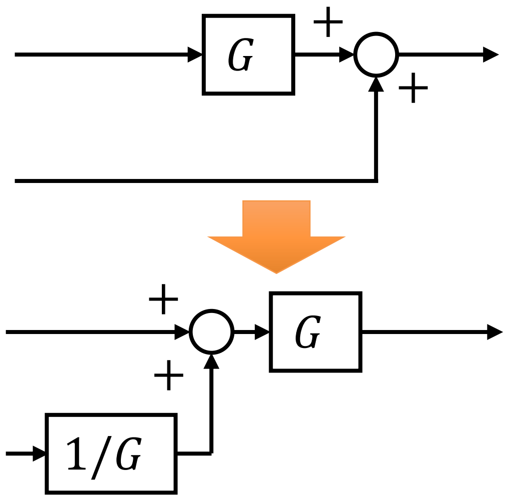
分岐点の移動１



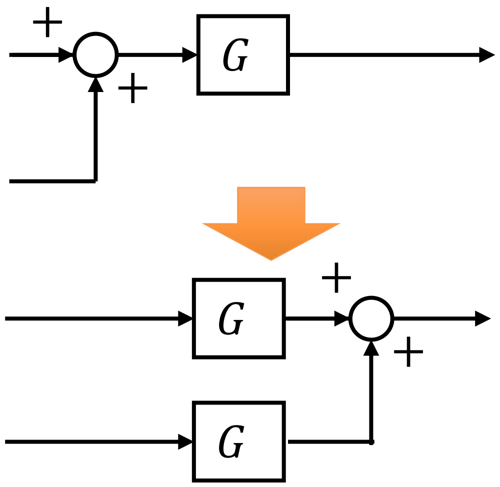
分岐点の移動２



加算点の移動１

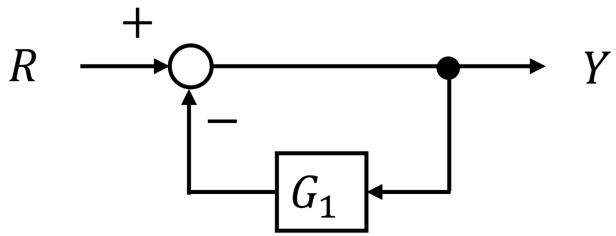


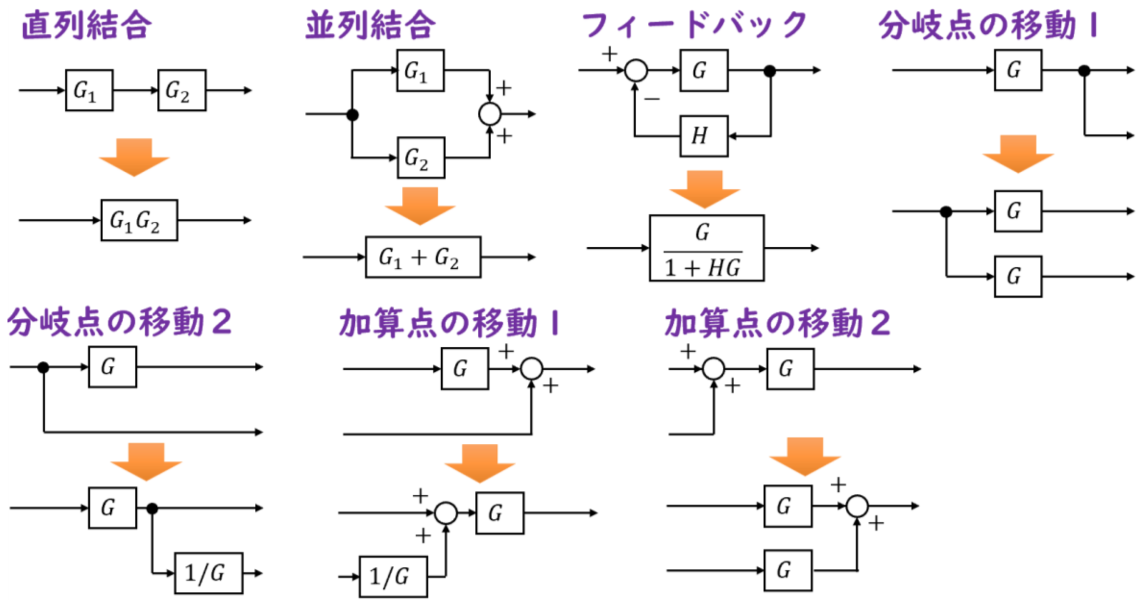
加算点の移動２



練習問題１

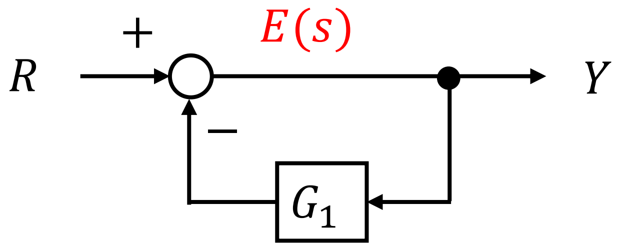
次の制御系において、全体の伝達関数を式で示せ





練習問題 I

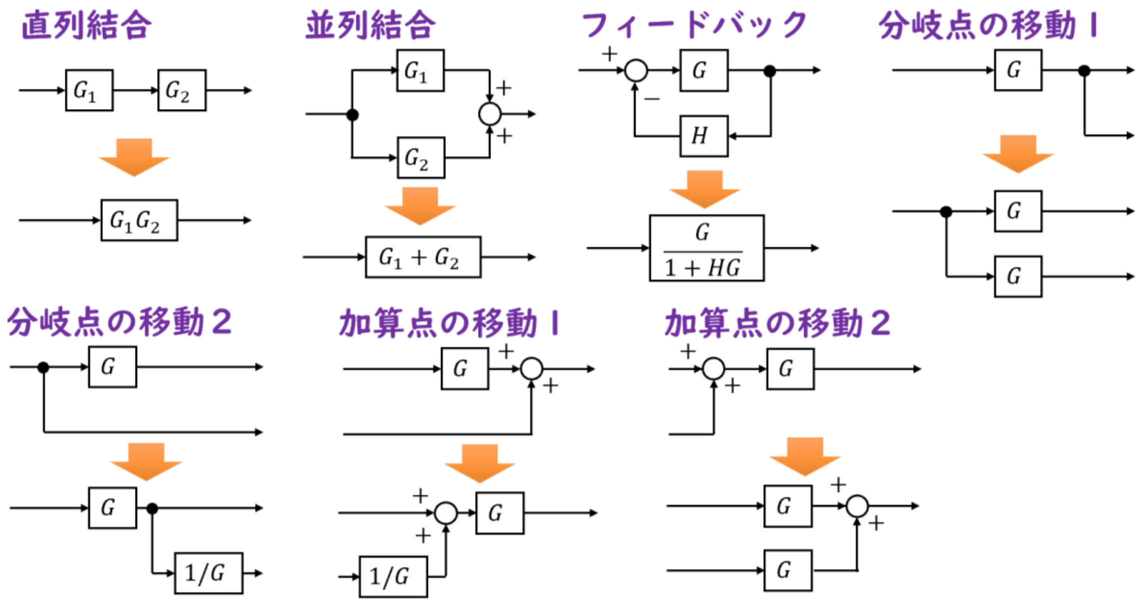
次の制御系において、全体の伝達関数を式で示せ



$$Y = E$$
$$E = R - G_1 Y$$

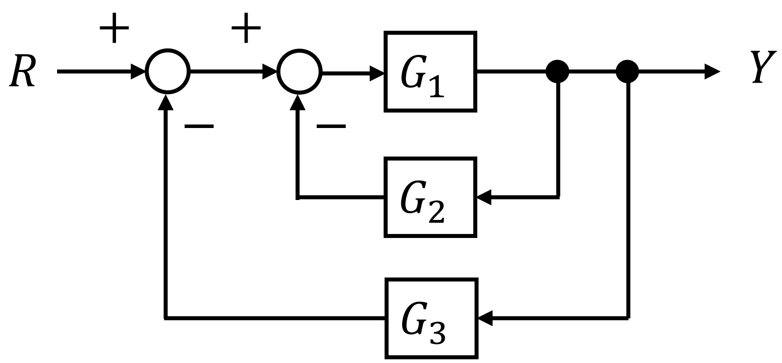
$$Y = R - G_1 Y \rightarrow Y + G_1 Y = R$$

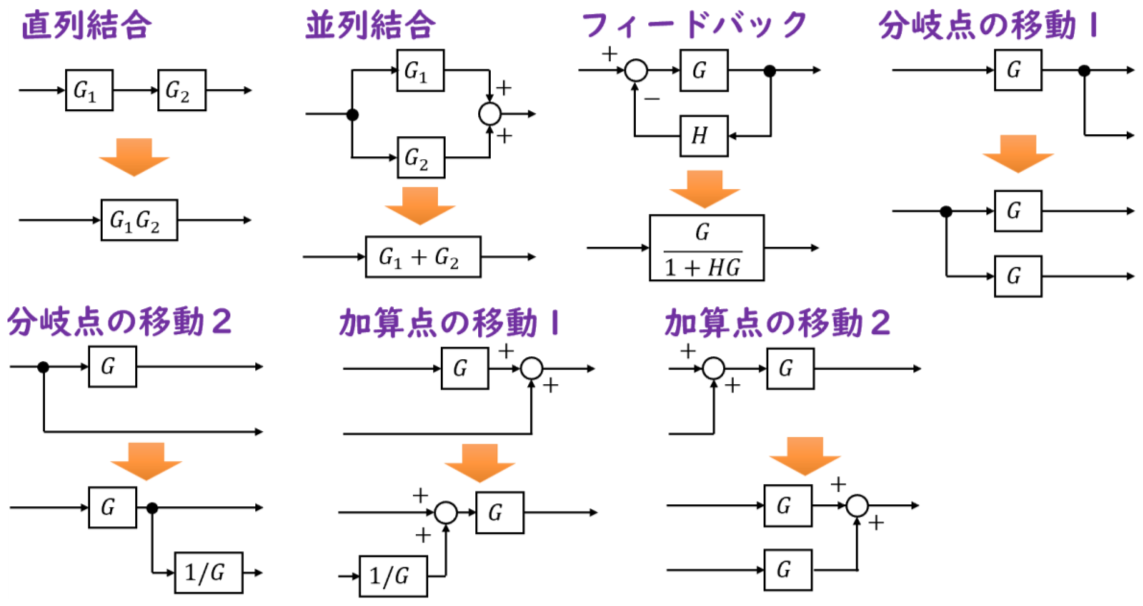
$$\therefore \frac{Y}{R} = \frac{1}{1 + G_1}$$



練習問題2

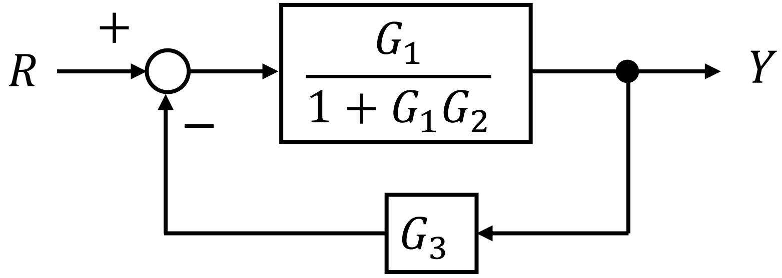
次の制御系において、全体の伝達関数を式で示せ

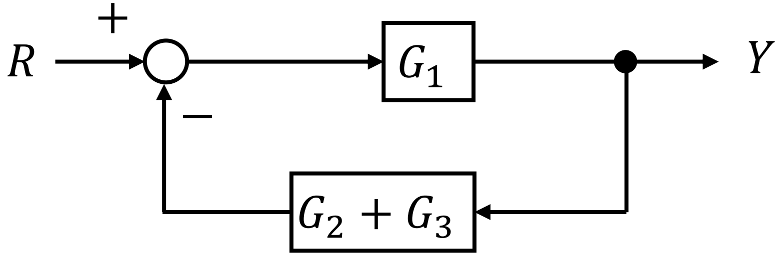




練習問題2

次の制御系において、全体の伝達関数を式で示せ



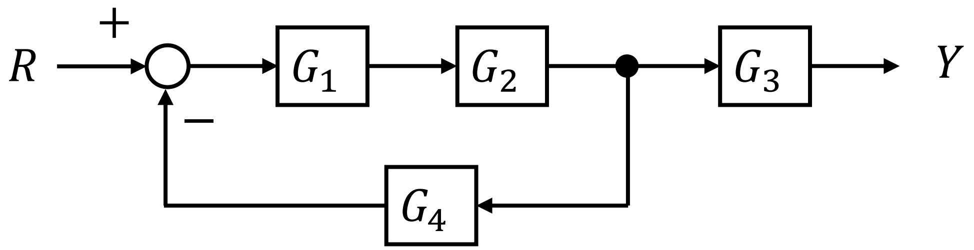


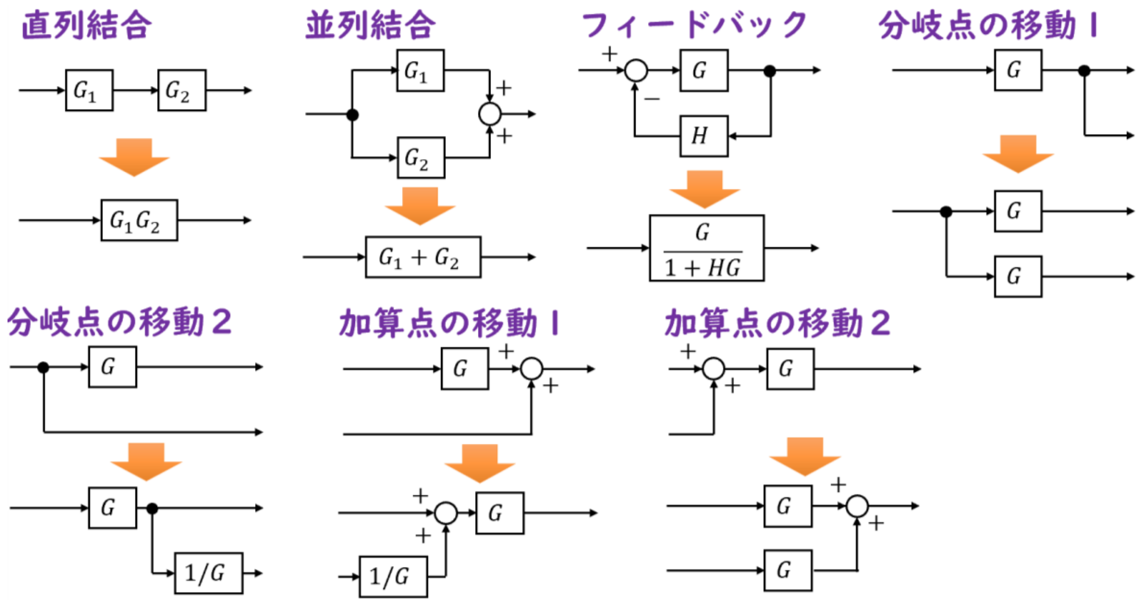
$$\frac{Y}{R}=\frac{\dfrac{G_1}{1+G_1G_2}}{1+G_3\dfrac{G_1}{1+G_1G_2}}=\frac{G_1}{1+G_1G_2+G_1G_3}$$

$$\frac{Y}{R}=\frac{G_1}{1+(G_2+G_3)G_1}=\frac{G_1}{1+G_1G_2+G_1G_3}$$

練習問題3

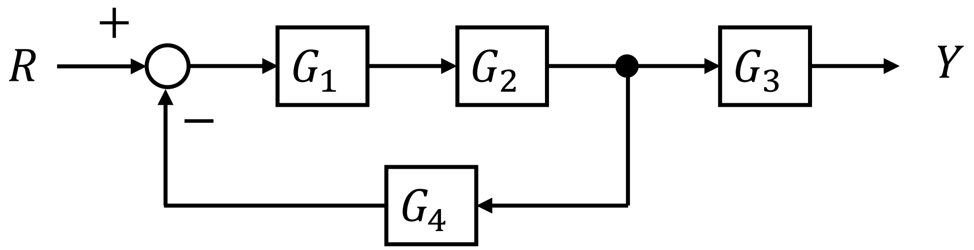
次の制御系において、全体の伝達関数を式で示せ





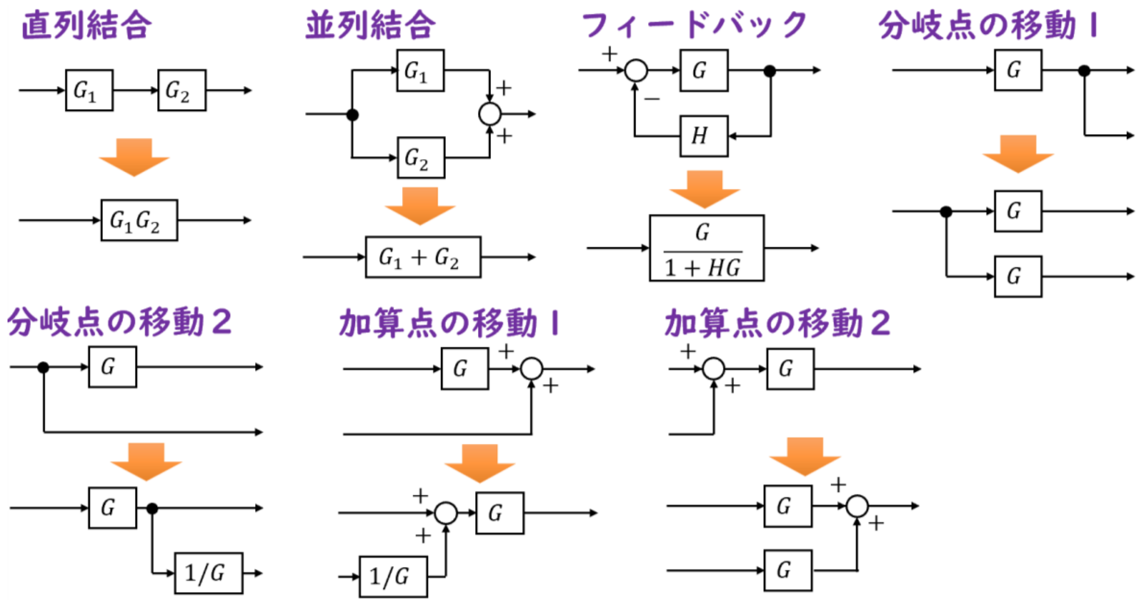
練習問題3

次の制御系において、全体の伝達関数を式で示せ



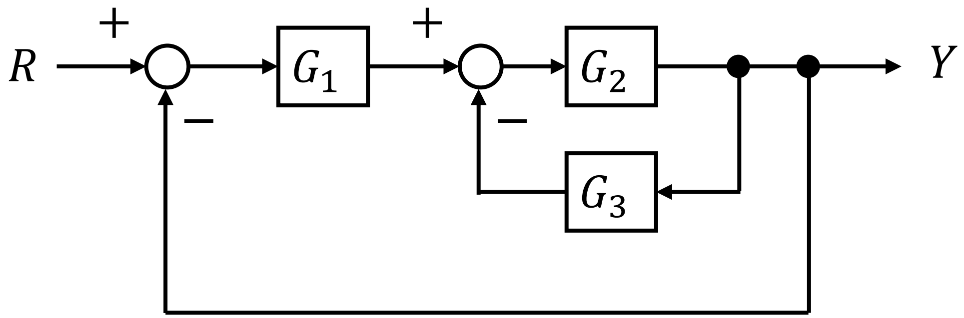
$$\frac{Y}{R}=\frac{G_1G_2}{1+G_4G_1G_2}\ G_3$$

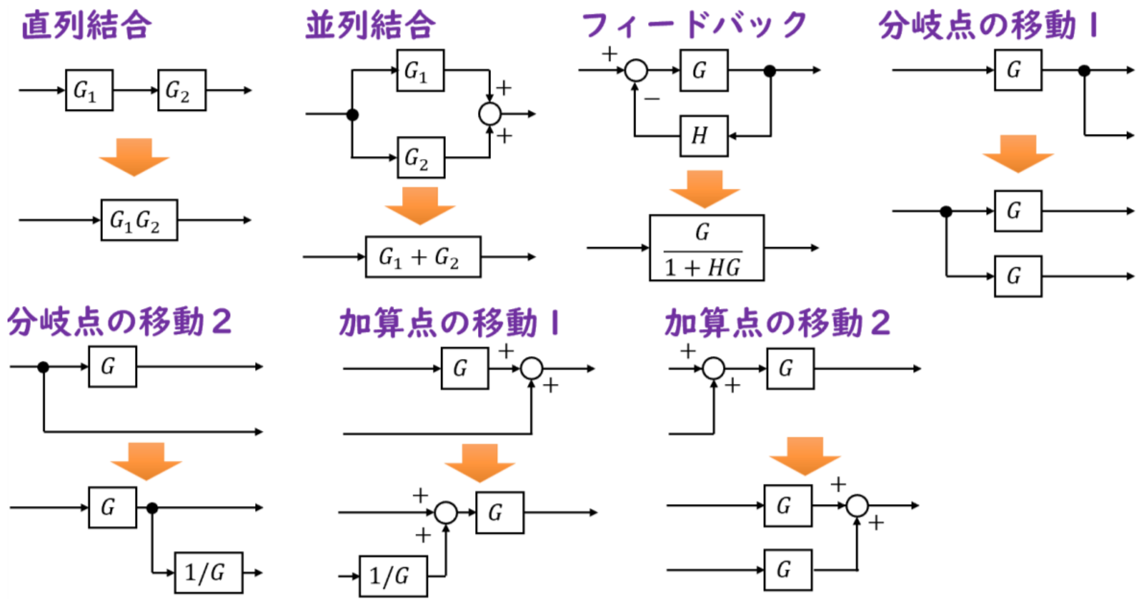
$$=\frac{G_1G_2G_3}{1+G_1G_2G_4}$$



練習問題４

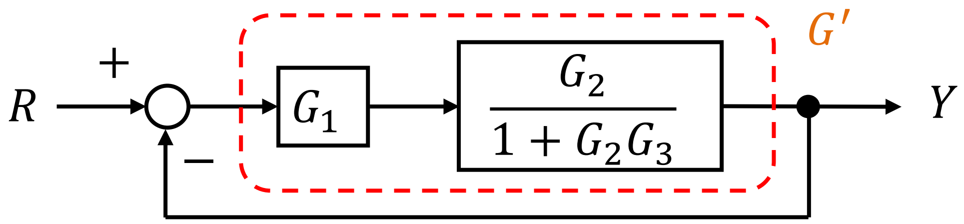
次の制御系において、全体の伝達関数を式で示せ

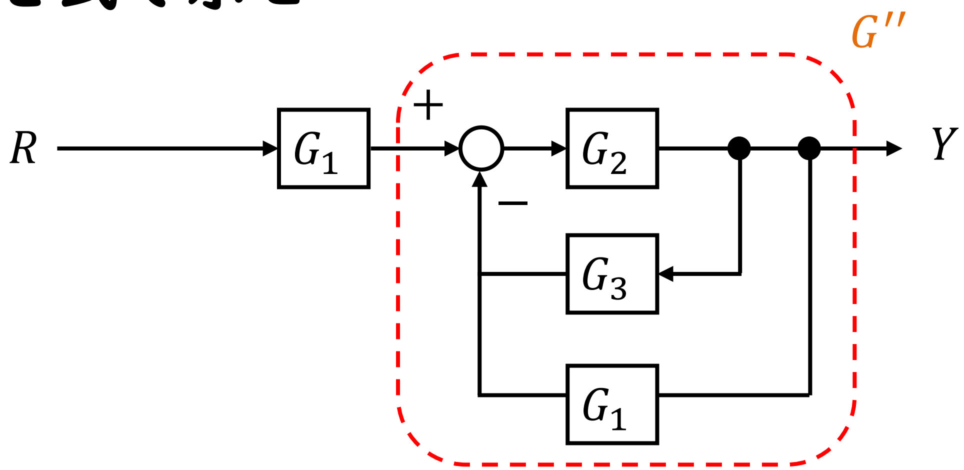




練習問題４

次の制御系において、全体の伝達関数を式で示せ





$$G' = \frac{G_1G_2}{1+G_2G_3}$$

$$\frac{Y}{R} = \frac{G'}{1+G'} = \frac{\dfrac{G_1G_2}{1+G_2G_3}}{1+\dfrac{G_1G_2}{1+G_2G_3}}$$

$$= \frac{G_1G_2}{1+G_1G_2+G_2G_3}$$

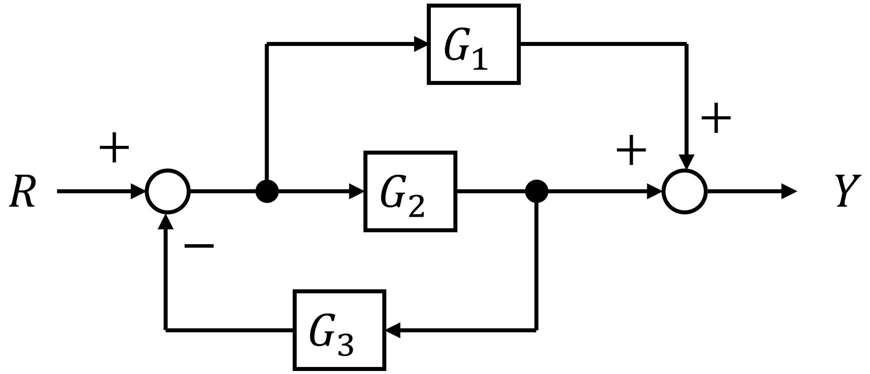
$$G'' = \frac{G_2}{1+(G_1+G_3)G_2}$$

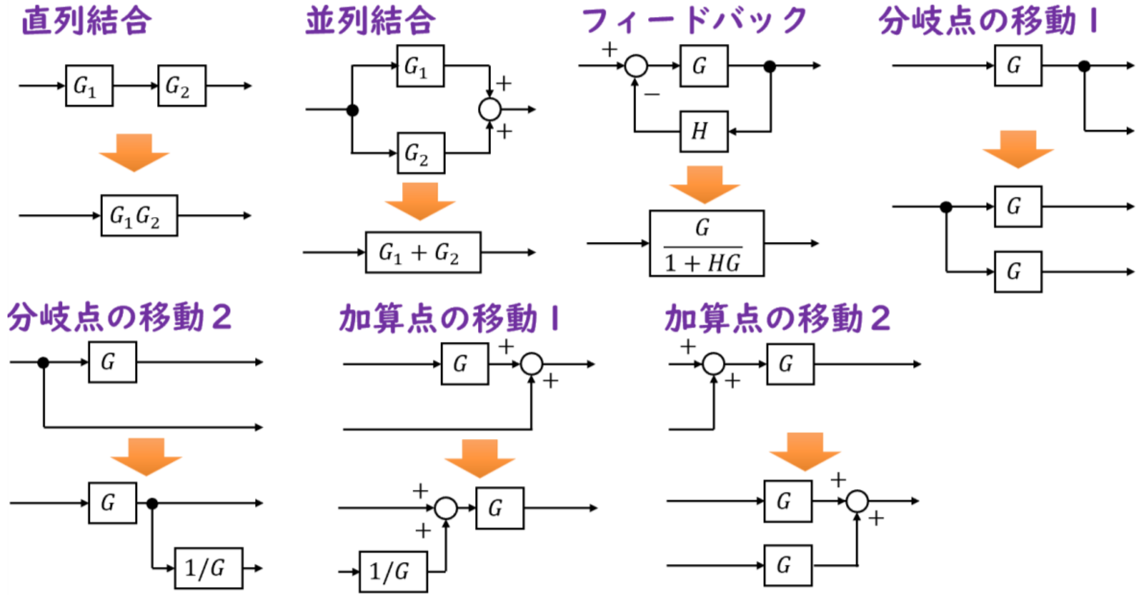
$$\frac{Y}{R} = G_1G'' = G_1\frac{G_2}{1+(G_1+G_3)G_2}$$

$$= \frac{G_1G_2}{1+G_1G_2+G_2G_3}$$

練習問題５

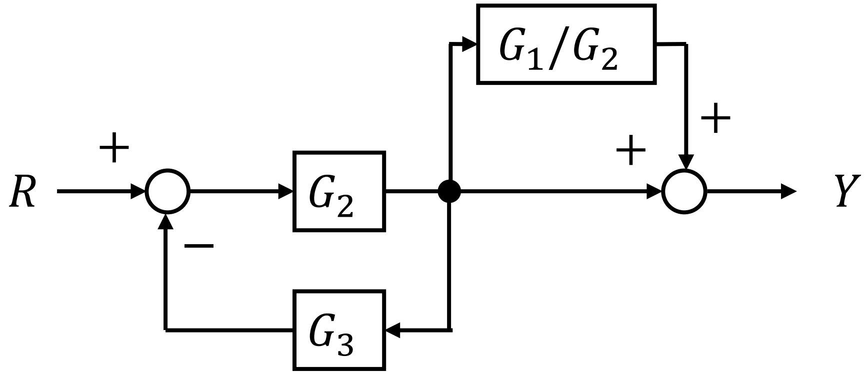
次の制御系において、全体の伝達関数を式で示せ

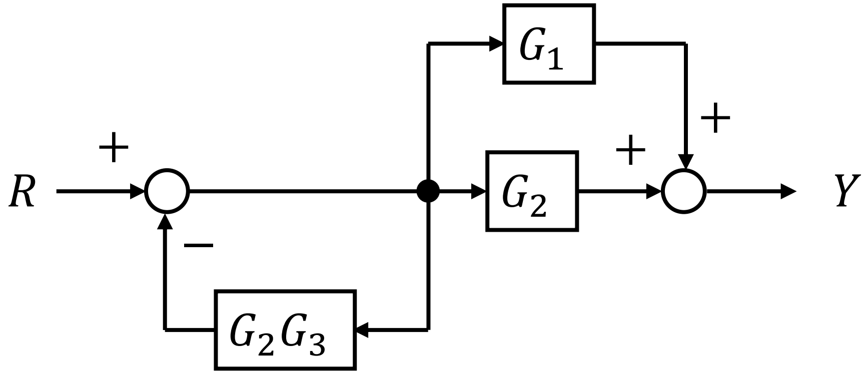




練習問題５

次の制御系において、全体の伝達関数を式で示せ





$$\frac{Y}{R}=\frac{G_2}{1+G_3G_2}\left(1+\frac{G_1}{G_2}\right)$$

$$=\frac{G_2}{1+G_2G_3}\frac{G_2+G_1}{G_2}$$

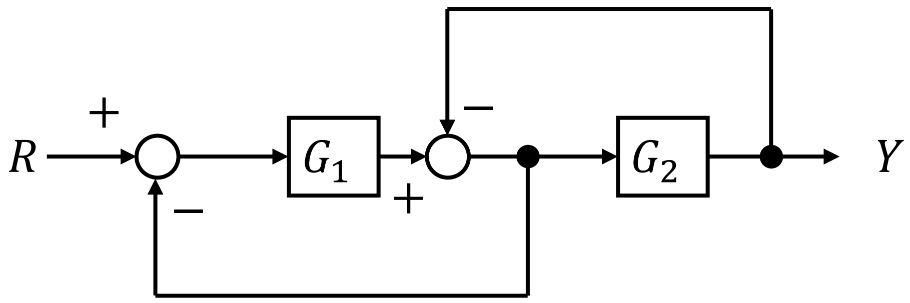
$$=\frac{G_1+G_2}{1+G_2G_3}$$

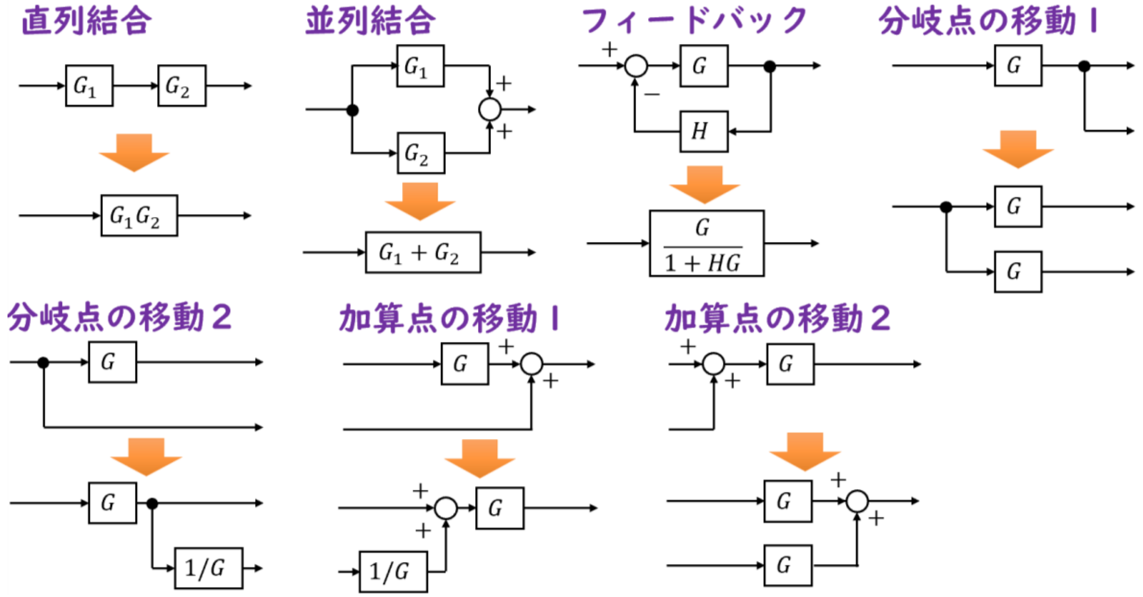
$$\frac{Y}{R}=\frac{1}{1+G_2G_3}(G_1+G_2)$$

$$=\frac{G_1+G_2}{1+G_2G_3}$$

練習問題６

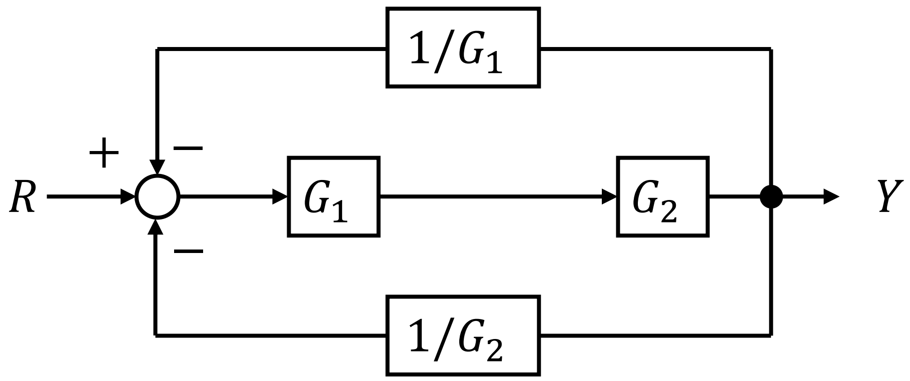
次の制御系において、全体の伝達関数を式で示せ





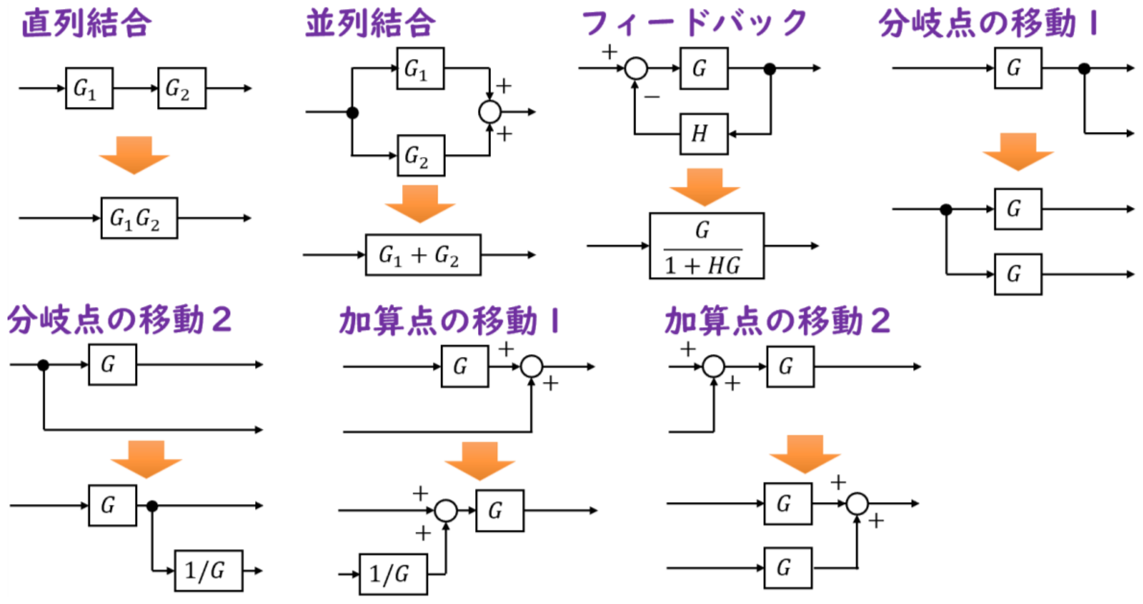
練習問題６

次の制御系において、全体の伝達関数を式で示せ



$$\frac{Y}{R} = \frac{G_1 G_2}{1 + \left(\frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2}\right) G_1 G_2}$$

$$= \frac{G_1 G_2}{1 + G_1 + G_2}$$



ご聴講ありがとうございました!!