制御の入り口

(第5回)

ブロック線図と等価変換

内容

1　ブロック線図

　①　直列結合

　②　並列結合

　③　フィードバック結合

2　ブロック線図の等価変換

前回は「**伝達関数で入出力の関係が表せる**」ということをイメージしました。

比例、微分、積分などの各要素の意味も少しはつかめたと思います。

(微分方程式を使うよりは、わかりそうな気がしませんか？)

それでは各要素をどのように用いるかというと、入出力の関係を各要素の組み合わせで表します。こうして表したものをブロック線図といいます。

どのように組み合わせるのでしょうか？

次にそれぞれの組み合わせを記しました。

1　ブロック線図

ブロック線図の基本記号は以下のとおりです。

名称	記号
要素	
信号	
加え合わせ点 (summing point)	+ − (+)
引き出し点 (take off point)	

ブロック線図の基本結合

制御系においては、伝達要素が信号の伝わり方に応じて、いろいろに接続されながら、そのブロックが組み立てられていきます。基本になるのは3つです。

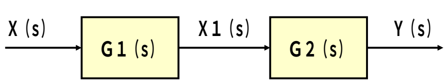
(1)　直列結合

(2)　並列結合

(3)　フィードバック結合

(1)　直列結合

下図のように要素が結合された場合、その入力X(s)と出力Y(s)との関係を示す伝達関数を求めます。



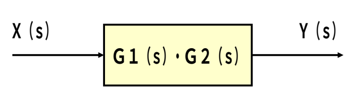
第1要素の入力X(s)と出力X1(s)との関係を示す伝達関数をG1(s)とします。

第2要素の入力X1(s)と出力Y(s)との関係を示す伝達関数をG2(s)とします。

$$\frac{X1(s)}{X(s)} = G1(s), \frac{Y(s)}{X1(s)} = G2(s)$$

これらを結合して

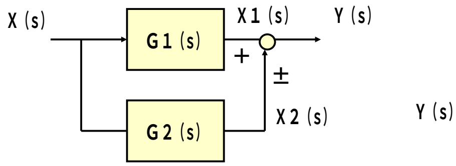
$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{Y(s)}{X1(s)} \bullet \frac{X1(s)}{X(s)} = G1(s)G2(s)$$



直列結合では各要素の伝達関数の**積**となります。

（2）　並列結合

下図のように要素が結合された場合、その入力X (s) と出力 Y (s) との関係を示す伝達関数を求めます。



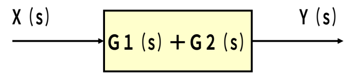
入力X (s) と出力X 1 (s) との関係を示す伝達関数をG 1 (s) とします。

入力X 1 (s) と出力Y (s) との関係を示す伝達関数をG 2 (s) とします。

$$\frac{X1(s)}{X(s)} = G1(s), \frac{X2(s)}{X(s)} = G2(s)$$

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{X1(s) \pm X2(s)}{X(s)}$$

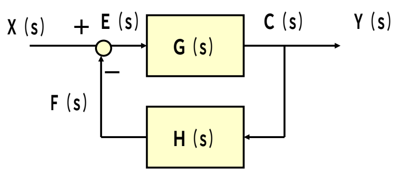
$$= \frac{X1(s)}{X(s)} \pm \frac{X2(s)}{X(s)} = G1(s) \pm G2(s)$$



直列結合では各要素の伝達関数の和 (差) となります。

（3）　フィードバック結合

下図のように要素が結合された場合、その入力X (s) と出力 Y (s) との関係を示す伝達関数を求めます。



このような結合をフィードバック (帰還) 結合といいます。

$F(s) = H(s) \bullet C(s)$.....(1)

$E(s) = X(s) - F(s)$....(2)

$C(s) = G(s) \bullet E(s)$......(3)

(1)を(2)　それを(3)へ代入

$\mathrm{Y(s) = G(s)\{X(s) - H(s) \bullet Y(s)\}}$

$= G(s) \bullet X(s) - G(s) \bullet H(s) \bullet Y(s)$

Y(s)について解くと

$Y(s) + G(s) \bullet H(s) \bullet Y(s) = G(s) \bullet X(s)$

$Y(s)\{1 + G(s) \bullet H(s)\} = G(s) \bullet X(s)$

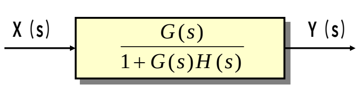
$$Y(s) = \frac{G(s)}{1 + G(s) \bullet H(s)} \bullet X(s)$$

さらに制御量 (出力) Y (s) と目標値 (入力) X (s) との比であるフィードバック系の伝達関数Go (s) を求めると

$$G_O(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)}$$

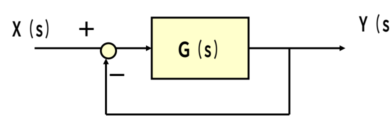
上の式を閉ループ伝達関数といいます。

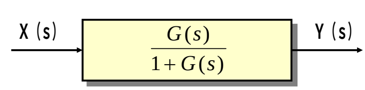
これをブロック線図で表すと1つのブロックで表すことができます。



ブロック内にはフィードバックループが含まれています。

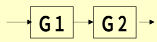
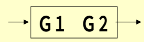
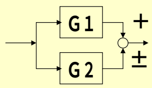
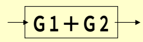
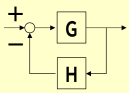
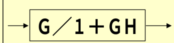
H (s) が1の場合は下図のように表せます。

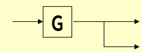
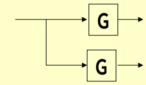
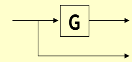
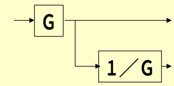
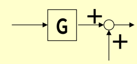
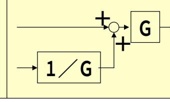




＊オペアンプの帰還回路にも出てくる数式の形です。

2　ブロック線図の等価変換

番号	変換内容	変換前	変換後
1	直列結合		
2	並列結合		
3	フィードバック結合		

番号	変換内容	変換前	変換後
4	引き出し点の要素の前への移動		
5	引き出し点の要素の後ろへの移動		
6	加え合わせ点の要素前への移動		

番号	変換内容	変換前	変換後
7	加え合わせ点の要素前への移動