< **6** 週>無駄時間のある系の **PID** 制御の計算法を学ぶ。

無駄時間：まったくレスポンスがない時間

<u>無駄時間の出るケース</u>
1)プラグフローリアクターが直列に入る(下の図)
2)理想的 1 段完全混合槽には無駄時間がないが、多段化すると無駄時間があるように見える。多段化の極限→プラグフロー

1)プラグフローリアクターが直列に入る場合のインパルス応答の例

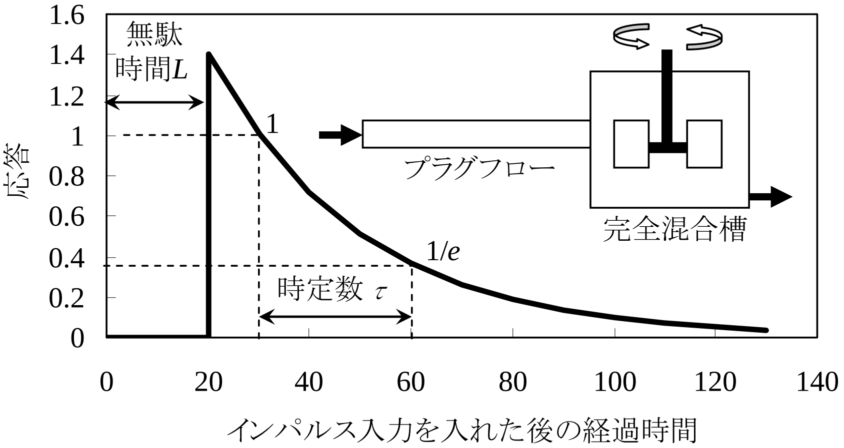

図　プラグフロー(滞留時間=無駄時間=L)と完全混合槽(平均滞留時間=時定数= τ)を直列につないだ流れへのトレーサーインパルス応答の例(縦軸は任意)．L=20,　τ=30 とした場合

2)多段完全混合槽列で無駄時間があるように見える例
n 段完全混合槽列モデル

$$\frac{dC_i}{dt}=\frac{C_{i-1}-C_i}{\tau_i} \qquad (i=1,2,\ldots)$$

等体積 n 段完全混合槽の単位インパルス応答 g(t)

$g(t)$は完全混合槽一段当たりの滞留時間τを使って次の式で与えられる.

$$g(t)=\frac{t^{n-1}}{\tau^n(n-1)!}\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \tag{1.9}$$

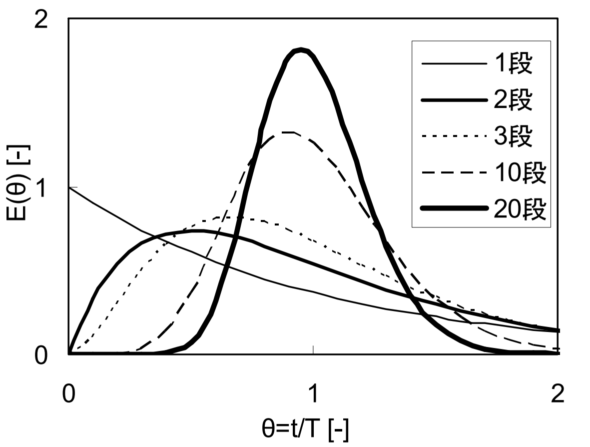

図　等体積 n 段完全混合槽の単位インパルス応答 $g(\theta)$の例(ここで $\theta=t/(n\tau)$)
段数を増やすとむだ時間が増えてプラグフローの応答に近づいていく。

畳み込み積分の説明

単位インパルス応答=$g(t)$であるプロセスに入力 $f(t)$を入れた場合の出力 $h(t)$

$f(t)$を時間間隔Δτごとのインパルス列であらわす。それぞれのインパルスは $f(\tau)\delta(t-\tau)\Delta\tau$ となる。したがって、$f(t)$はインパルス列の和として表すことができる。

$$f(t)=\sum f(\tau)\delta(t-\tau)\Delta\tau$$

それぞれの時刻τに入力された単位インパルス(＝δ$(t-\tau)$)に対する出力は $g(t-\tau)$であるので、インパルス $f(\tau)\delta(t-\tau)\ \Delta\tau$ に対する出力は $f(\tau)g(\tau)\delta(t-\tau)\ \Delta\tau$ で与えられる。よって、$f(t)$に相当するインパルス列に出力 $h(t)$は、それぞれのインパルスに対する応答の和となって、次式となる。

$$h(t)=\sum f(\tau)g(t-\tau)\Delta\tau$$

これをΔτを無限小にした積分形式で書き直すと次式になる。

$$h(t)=\int_0^t f(\tau)g(t-\tau)d\tau$$

無駄時間のある系の数値計算法

測定結果 $C_{meas}(t)$が真の値 $C(t)$より 2 秒遅れて計測器から出力される場合の例

$C_{meas}(t)$に 2 秒前の真の値 $C(t\text{-}2)$を用い、その $C_{meas}(t)$を用いて偏差 $e(t)$を計算する。この偏差 $e(t)$を使って PID 制御をする。

t[s]	真の $C(t)$ [mol/m^3]	$C_{meas}(t)$ $=C(t\text{-}2)$	$e(t)$ $=C_{obj}-C_{meas}(t)$ [mol/m^3]	$\int_0^t e(t)dt$	d$e(t)$/dt	m [mol/s]	dC/dt [mol/(m^3・s)]
-2	0						
-1	0						
0	0			0	0		
1							
2							
3							