

制御の入り口

(第3回)

出力応答

内容

- 1 出力応答
- 2 ステップ関数
- 3 インパルス関数

1

1. 出力応答

動的システムの入力に物理変化を与えると出力にはシステムが持つ特性に応じた変化が現れます。これを出力応答といいます。

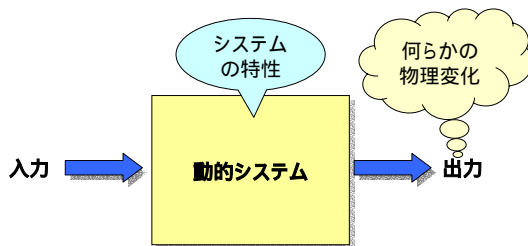
入力に加える物理変化の特徴(**関数で表現**)が事前にわかっているようなときは出力応答を観測することで、その動的システムや制御システムの特徴を把握することができます。

これから登場する語句

- ・動的システム(dynamic system)
- ・静的システム(static system)
- ・ステップ関数(step function)
- ・インパルス関数(impulse function)

2

出力応答を図で説明すると・・・



入力に加える物理変化の特徴が事前にわかっているときは出力応答を測定することで、動的システムや制御システムの特徴を把握することができます。

3

語句の説明(1)

制御の入り口(1)で**システム**について簡単に説明しました。ここでもう少し説明すると、「**システム**」は入力と出力の関係に着目したもの。それを数式で表現したものが「**モデリング**」といいます。

- ・**静的システム**(static system)
現在の出力が、現在の入力だけによって決まるシステム。
- ・**動的システム**(dynamic system)
現在の出力が、現在の入力だけでなく、過去の入力によっても影響されるシステム。

4

出力応答をわかりやすく(?)説明した話

制御対象が入力の影響を受けて、その結果が出力となってあらわれる動的パターンは、制御対象の特性によっていろいろあります。

具体的には部屋の温度がエアコンによって徐々に下がってやがて一定温度になることや、太鼓を叩けば“ドーン”としばらく振動して、静かになります。

このように、ある現象の時間的な変化によって制御対象の特性を示したものを**動特性**(dynamic characteristic)といいます。これに対して、バネの荷重と伸びの関係のように、一定値におちついた状態における入力と出力の関係を示したものを**静特性**(static characteristic)といいます。

5

関数を使うのはなぜ?

動的システムの伝達関数と入力のラプラス変換があらかじめわかっていると、動的システムの出力応答は数学を使って求められます。

入力の関数として知られているのは以下のものがあります。

- ・**ステップ関数**
- ・**インパルス関数**
- ・正弦波関数
- ・ランプ関数

ここではステップ関数とインパルス関数について説明します。

6

2. ステップ関数 (step function)

ある値から急に一定値へ階段状に変化する物理量を表現する関数。

この関数をシステムへ
入力信号として加える場合



ステップ入力

単位ステップ関数を入力に加えた場合の出力応答は
インディシャル応答 (indicial response) といいます。

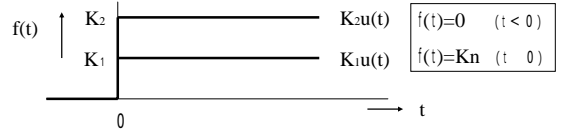
7

このときの出力応答

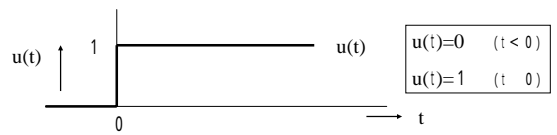


ステップ応答
(step response)

ステップ関数 (step function) を図で説明すると



単位ステップ関数 (unit step function)



8

なぜステップ関数を説明するのか？

ステップ関数で表現



物理量のステップ状の変化



段差のある道路を自動車段差を乗り越えるとき、
タイヤが段差分だけ急に変化します。
その後、車体は上下動を繰り返しながら走行し、
やがて上下振動は止まり定常走行になります。
自動車を動的システム、段差を入力、上下振動を
出力応答と考えられます。

9

3. インパルス関数 (impulse function)

一瞬間に無限大となり、直ちに0に戻るような瞬時に
加わる大きな力などの物理量を表現する関数。

この関数をシステムへ
入力信号として加える場合



インパルス入力

単位ステップ関数を入力に加えた場合の出力応答は
単位インパルス (unit impulse response) といいます。
デルタ関数 (Delta function) ともいいます。

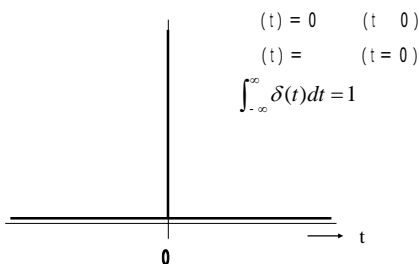
10

このときの出力応答



インパルス応答
(impulse response)

インパルス関数を図で説明すると、



* インパルスには衝撃という意味がある。

11

なぜインパルス関数を説明するのか？

インパルス関数で表現



物理量のインパルス状の変化



太鼓をたたくとき、大きな衝撃が加わり、「ドーン」という
音がします。(当然ですが...)
瞬時に加わる大きな衝撃をインパルスといいます。
太鼓は振動してしばらくして振動は止まります。
太鼓を動的システム、たたくことを入力、振動を出力応答
と考えられます。

12

ステップ関数とインパルス関数との関係

時間 $t =$ で発生するインパルス関数を積分すると、
むだ時間 のステップ関数となります。

