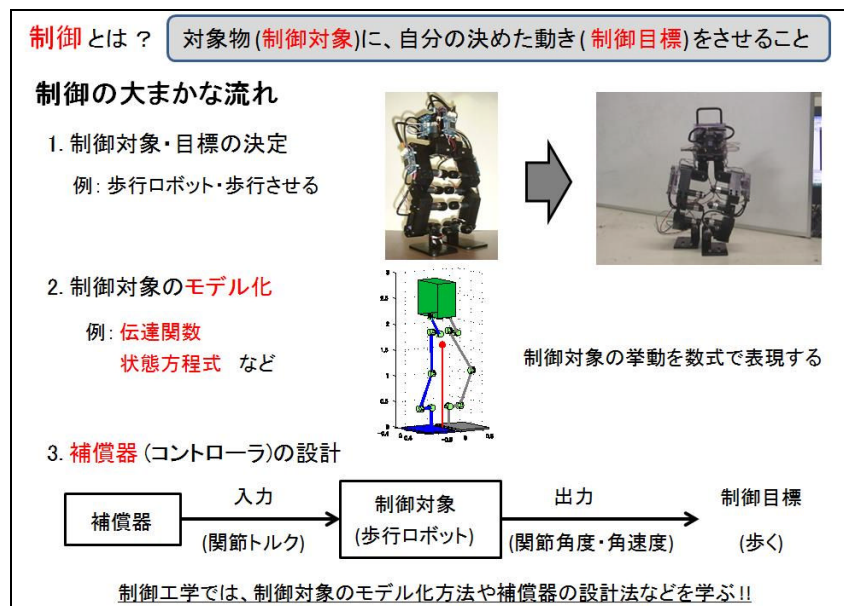


1. 制御工学の目的



- | | |
|---|---|
| 1. ここでは制御工学を勉強します。 | 1. Here we will study Control Engineering. |
| 2. 制御工学の目的は、対象物(制御対象)に目標となる動作をさせることです。 | 2. The objective of this subject is to make a target system (plant system) achieve a desired task. |
| 3. 例えば、制御対象として歩行ロボットを考えます。 | 3. Let us take an example of a walking robot. |
| 4. このとき入力はロボットの各関節に働くトルク、出力はロボットの各関節角度や関節角速度となります。 | 4. In this case, the input represents the set of torques acting on the joints of the robot, and the output represents the set of joint angles or their velocities. |
| 5. 目標出力として、ロボットが歩行を実現するための関節角度が与えられているとき、制御目標はこの歩行パターンを実現するための関節トルクを生成することです。 | 5. For a given set of trajectories of joints as a desired output, which represents a walking motion of the robot, the control objective is to generate the desired joint torques which realize the desired walking pattern. |
| 6. 次に、制御の手順を示します。 | 6. Next, we will show a control procedure. |
| 7. はじめに、制御対象のモデルを作成します。 | 7. Firstly, we construct a model of the plant system. |
| 8. モデルは、入力 - 出力間の特性を数学的に記述したものです。 | 8. The model mathematically describes the input-output characteristics. |
| 9. モデル化の方法として、伝達関数や状態方程式があり、これらは後で勉強します。 | 9. For modeling, transfer functions and state equations are utilized, which we will study later. |

10. 次に、作成したモデルに対して補償器を設計します。 10. Then, we design a controller for the model.
11. 補償器は、制御目標を達成するための入力力を生成します。 11. The controller generates an input which achieves the control objective.
12. 以降では、制御対象のモデル化の方法や、補償器の種類を勉強していきます。 12. In what follows, we will study how to model plant systems, and the different kinds of controllers.

キーワード

・制御対象 ・制御目標 ・伝達関数 ・状態方程式 ・補償器 ・入力 ・出力

日本語解説

文1「制御工学」

「制御」とは、コントロールすることです。「工学」(engineering)の「工」という字は、上下2つの面に穴をあけて通すことを示しています。穴をあけることは高度な技術が必要だったことから、この字は技術の意味になったということです。この字を使った言葉に「工業、工場、人工、工具、加工、工作」など、この分野の重要語があります。

文2「目的」

何かをすることで、そのようになりたいと思う物事のことです。

例：最先端の科学技術を学ぶことが、私の留学の目的です。

文2「対象」

行動や意識が向けられる、その目標のもののことを対象といいます。

例：学生を対象に調査を行った。

文2「目標」

希望、目的、狙いとするところ、目印等の意味があります。

文2「動作」

「動作」は何かをするときの体や装置の動きです。

文3「歩行」

歩くことです。

文4「各関節」

「関節」は、骨と骨の間の曲げることができる連結部分です。「各関節」とはそれぞれの関節ということです。

文5「実現する」

計画や希望などが、現実化することを「実現する」といいます。

文5「与えられる」

「与える」には、もとは上の人から下の人に何か物を「やる」という意味があり、対義語（反対の意味の言葉）には、「受ける」などがあります。「与える」は何か物を「やる」という用法のほかに、「影響を与える ⇔ 影響を受ける」、「損害を与える ⇔ 損害を受ける」のように、物でないもののときにもよく使われます。「関節角度が与えられている」では受身形が使われています。

文5「生成」

「生成する」は、物が生まれて形を成すことです。この場合は、作り出すという意味です。
例：水素と炭素の結合によって水が生成されます。

文6「手順」

「手順」は、行う順番、手をつける順のことです。

文6「示す」

「示す」は、他の人にわかるように、指をさしてみせる、はっきり知らせる、というような意味です。

文7「作成」

「作成」は作り上げることです。
例：文書を作成する。

文8「特性」

「特性」とは、そのものだけがもっている特別の性質のことです。
例：素材の特性を生かした製品を開発する。

文8「記述する」

文章などに書いて述べることです。

文9「モデル化」

「～化」は語の後ろの部分について、（語の前の部分のように）なる／変わるという意味です。例えば

「国際化^{こくさいか}、具体化^{ぐたいか}、機械化^{きかい}、表面化^{ひょうめんか}」等^{など}です。
☞「講義^{こうぎ}に役立つ^{やくだ}日本語^{にほんご}」

文9「伝達^{でんたつ}」

「伝達^{でんたつ}する」は、情報^{じょうほう}(information)や命令^{めいれい}(order)や指示^{しじ}(direction)などを相手^{あいて}に伝える^{つた}ことです。

文9「状態^{じょうたい}」

「状態^{じょうたい}」は、そのとき、そうなっている様子^{ようす}のことです。

文10「～に対して^{たい}」

「～に対して^{たい}」は、～を対象^{たいしょう}に、～に向けて^む、という意味^{いみ}です。

例：留学生^{れい}に対して^{りゅうがくせい}奨学金^{たい}が支給^{しょうがくきん}される^{しきゅう}。

☞「講義^{こうぎ}に役立つ^{やくだ}日本語^{にほんご}」

文10「設計^{せっけい}」

「設計^{せっけい}」はデザインです。設計^{せっけい}とは、何か^{なに}を作成^{さくせい}する際^{さい}に、必要なもの^{ひつよう}を検討^{けんとう}し、それらをどのような構成^{こうせい}で作るか^{つく}を決定^{けつてい}することです。

文11「達成^{たっせい}する」

目的^{もくてき}や目標^{もくひょう}としていたことを完全^{かんぜん}にし終える^おこと、成し遂げる^なことを「達成^{たっせい}する」といいます。

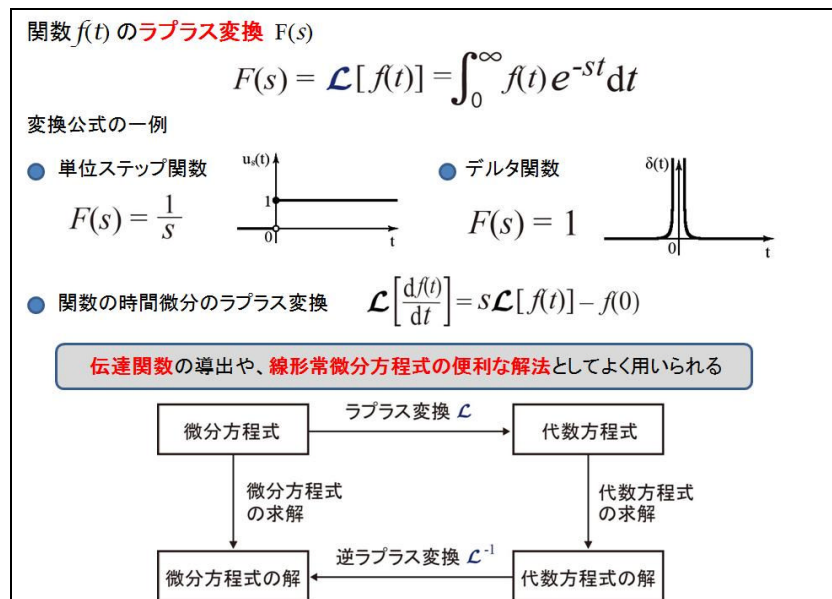
文11「以降^{いこう}」

ある時^{とき}より後^{あと}、それ以後^{いご}、という意味^{いみ}です。

文11「種類^{しゅるい}」

あるグループ全体^{ぜんたい}を、共通^{きょうつう}の性質^{せいしつ}で分類^{ぶんるい}したそれぞれのまとまりです。

2. ラプラス変換



1. まずはモデル化^かについて考え^{かんが}ます。
1. Here we will study the modeling methods.
2. 前述^{ぜんじゆつ}したように、モデル化^かには伝達関数^{でんたつかんすう}と状態方程式^{じょうたいほうていしき}がありますが、先^{さき}に伝達関数^{でんたつかんすう}について勉強^{べんきやう}します。
2. As mentioned before, transfer functions and state equations are known as modeling methods. First we will study the transfer functions.
3. 伝達関数^{でんたつかんすう}を導出^{どうしゆつ}するための数学準備^{すうがくじゆんび}としてラプラス変換^{へんかん}を勉強^{べんきやう}します。
3. We study the Laplace transforms in mathematical preparation for the derivation of transfer functions.
4. 時間^{じかん} t の関数^{かんすう} $f(t)$ のラプラス変換^{へんかん}は複素数^{ふくそすう} s の関数^{かんすう} $F(s)$ となります。
4. The Laplace transform of a function $f(t)$ with respect to time t , is a function $F(s)$ with respect to a complex number s .
5. 関数^{かんすう} $f(t)$ のラプラス変換^{へんかん}は
$$F(s) = \int_0^{\infty} f(t) e^{-st} dt$$
 で与^{あた}えられ、
$$F(s) = \mathcal{L}[f(t)]$$
 と表記^{ひょうき}します。
5. The Laplace transform of the function $f(t)$ is defined by
$$F(s) = \int_0^{\infty} f(t) e^{-st} dt$$
 and we write
$$F(s) = \mathcal{L}[f(t)]$$
.
6. 一方^{いつぱう}、ラプラス変換^{へんかん} $F(s)$ が与^{あた}えられたとき、これから元^{もと}の時間関数^{じかんかんすう} $f(t)$ を求める操作^{そうさ}を逆ラプラス変換^{ぎやく}といひます。
6. On the other hand, the transformation from a given $F(s)$ to the original time function $f(t)$ is called an inverse Laplace transform.
7. ラプラス変換^{へんかん}を用^{もち}いることで、線形常微分方程式^{せんけいじようびぶん}を簡単^{かんたん}に解^とくことができます。
7. The Laplace transform allows us to solve linear ordinary differential equations easily.
8. 関数^{かんすう} $f(t)$ に関する常微分方程式^{じようびぶんほうていしき}が与^{あた}えられたとき、これをラプラス変換^{へんかん}することで
8. For a given differential equation with respect to the function $f(t)$, the Laplace transform

$F(s)$ に関する代数方程式になります。

9. 得られた代数方程式を $F(s)$ に関して解き、
逆ラプラス変換を用いることで、微分
方程式の解 $f(t)$ を求めることができます。

10. 初等関数や、時間微分・積分演算のラプラス
変換などが知られており、これらは公式とし
て簡単に利用できます。

11. 例えば、関数 $f(t)$ の時間微分 $\frac{df(t)}{dt}$ のラプ
ラス変換は、 $L\left[\frac{df(t)}{dt}\right] = sL[f(t)] - f(0)$ で
与えられます。

12. 制御工学でよく用いられる関数として、単位
ステップ関数 $u_s(t)$ と、デルタ関数(インパ
ルス関数) $\delta(t)$ があります。

13. これらのラプラス変換は、 $L[u_s(t)] = \frac{1}{s}$,
 $L[\delta(t)] = 1$ で与えられます。

converts it to an algebraic equation with respect
to $F(s)$.

9. We solve the algebraic equation for $F(s)$ and
apply the inverse Laplace transform to the
solution. Then we obtain $f(t)$ which is the
solution of the original ordinary differential
equation.

10. The Laplace transforms of elementary
functions, time derivatives, integrations and so
on are well known. They are readily available
as formulas.

11. For example, the Laplace transform of the time
derivative of the function $f(t)$, that is $\frac{df(t)}{dt}$,
is given by $L\left[\frac{df(t)}{dt}\right] = sL[f(t)] - f(0)$.

12. The unit step function $u_s(t)$ and the delta
function (impulse function) $\delta(t)$ are often
utilized in Control Engineering.

13. Their Laplace transforms are given by
 $L[u_s(t)] = \frac{1}{s}$ and $L[\delta(t)] = 1$, respectively.

キーワード

・ラプラス変換 ・ラプラス逆変換 ・微分方程式 ・代数方程式 ・単位ステップ関数 ・デルタ関数

日本語解説

文1「まずは」

「まず、・・・次に、・・・最後に・・・。」は、物事を順序立てて説明するときなどによく使われ
る表現です。

例：まず、電源を入れる。次に、機能を選択する。最後に機械を作動させる。

☞「講義に役立つ日本語」

文2「前述したように」

前に述べたように、前に話したようにという意味です。

文2「先に」

「先に」は少し前に、先ほど、という意味です。

文2「～について」

それに関して、そのこと、という意味です。

例：この講義では、材料の変形について考えます。

☞「講義に役立つ日本語」

文3「導出する」

「導出する」は、結論、答え等を導き出すことです。

文3「準備として」

「準備する」は、必要なときのために、何かを用意するという意味です。

「として」は、種類、資格、立場などを示します。

例：例としては、地球の重力場や電磁場によって引き起こされる影響があります。

文3「変換」

あるものや状態を別の体系のものや状態に換えることです。

例：熱エネルギーを機械的エネルギーに変換する。

文5「表記する」

「表記する」は、文字や記号で書き記すことです。

文6「求める」

「を求める」は、「ほしがる、希望する」という意味ですが、この文で「求められる」は、「得られる」という意味です。

例：この問題の解を求めなさい。（＝この問題の答えを出してください。）

文6「操作する」

「操作」は機械などをうまく動かすことです。

文6「逆ラプラス変換」

逆は反対・さかさまの方向に進むことです。

文7「用いる」

「用いる」は「使う」とほぼ同じように使います。

例：・静力学^{せいりきがく}の原理^{げんり}を用いる。　・モデル^{もち}を用いた実験^{じっけん}

文7「解く」文9「解」

「解く」は、答^{こた}えを出^だす、という意味です。

「解」は、問題^{もんだい}の答^{こた}えや解き方^とのことです。

文8「～に関する」文9「～に関して」

「～に関して、～に関する(+名詞)」は、それに関係^{かんけい}して、そのことについて、という意味です。

例：流体力学^{りゅうたいりきがく}に関する研究^{けんきゅう}をしている。

文9「得られた」

「得る」には「自分^{じぶん}のものにする、手^てに入れる、取り入れる」などの意味があります。

例：・利益^{りえき}を得る　・好成績^{こうせいせき}を得る　・やむを得ない　・あり得ない

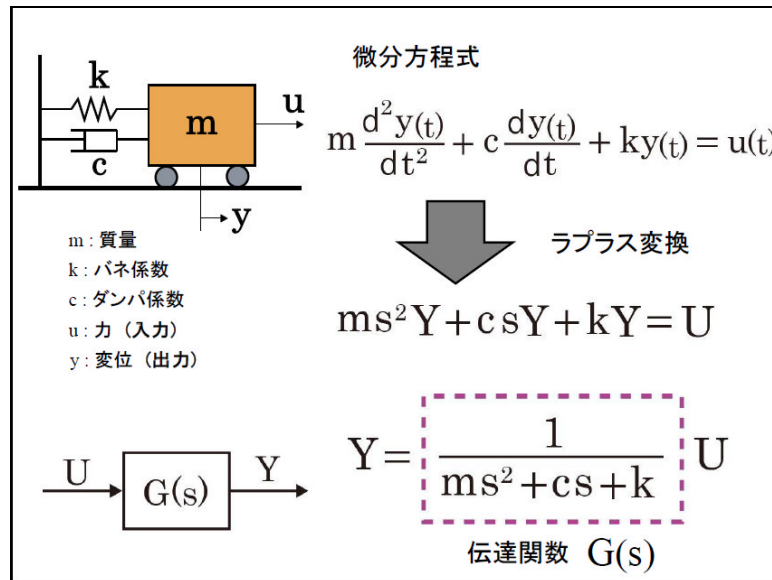
文10「利用」

うまく役^{やく}に立^たつように使^{つか}うことです。

文12「単位」

ミクロンやメートルは長さ^{なが}の単位^{たんい}、分^{ぶん}・秒^{びょう}は時間^{じかん}の単位^{たんい}、グラムは重さ^{おも}の単位^{たんい}です。

3. 伝達関数



1. では実際に制御対象の伝達関数を導出していきます。1. Indeed, we derive a transfer function of the plant system.
2. 制御対象の挙動は一般的に微分方程式で表わされます。2. In general, behaviors of plant systems are described by differential equations.
3. 例えば、図のように壁にバネとダンパを介して固定された台車の運動を考えます。3. For example, we consider the behavior of the mass-spring-damper system, shown in the figure. In this system spring and damper are attached to the wall and the cart.
4. 台車に外部から加える力を入力 u とし、その際に台車の変位を出力 y とすると台車の運動を表す微分方程式は4. The force applied to the cart is defined as the input u and the displacement of the cart is defined as the output y . Then the differential equation describing the behavior of the cart is obtained as

$$m \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + c \frac{dy(t)}{dt} + ky(t) = u(t)$$

となります。

$$m \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + c \frac{dy(t)}{dt} + ky(t) = u(t).$$
5. これを解くことで入力と出力の関係を得ることが出来ますが、非常に大変です。5. We can get the relation between the input and the output by solving this equation, but this procedure is very difficult.
6. ラプラス変換を用いることで、より簡単に入出力関係を得ることが出来ます。6. We can get such a relation easily by using the Laplace transform.

7. 最初に台車の変位が0で、さらに静止して、
たとえると、 y の時間微分で表わされる式が
ラプラス変換を用いることで
 $ms^2Y + csY + kY = U$ という Y の代数
方程式で表わされる形へと変換することが
出来ます。
8. ここで、 Y と U はそれぞれ y と u のラプラス
変換を表しています。
9. U に対する Y の比を $G(s)$ と表記し、これを
伝達関数といいます。
10. 次に伝達関数の利点について説明します。
7. Suppose that the displacement of the cart is 0
and moreover the cart is stationary. Then we can
transform the equation with respect to the
time-derivative of y to the algebra equation
with respect to Y , $ms^2Y + csY + kY = U$,
by using the Laplace transform.
8. Here Y and U represent the Laplace
transforms of y and u , respectively.
9. The ratio of Y to U is called the transfer
function and is denoted by $G(s)$.
10. Next we will explain one of the advantages of
transfer functions.

キーワード

- ・伝達関数 ・微分方程式 ・ラプラス変換 ・入出力関係

日本語解説

文1「では」

「では」は、話しの初めか終わりの区切りとなるときに使います。

例：日本では少子化が進んでいる。では、A国ではどうだろうか。

文1「実際に」

「際」という字は二つのものが接する境目の意味があります。例えば「水際」は陸と水が接するところ
です。「国際」は国と国が接することです。場所だけではなく、時間や状況などにも使います。「実」
は「本当のこと」という意味ですから、「実際」は、本当のことに接すること、つまり、事実を見たり、
その場で仕事をしたりする場合、という意味です。

文2「挙動」

「挙動」とは、動作や行為のことです。

文2「一般的に」

「一般的に」は、「普通は、多くの場合は」という意味です。「一般に」という言い方もあります。

文2「表わされる」

考えなどを表に出して示すことです。「表わされる（表される）」は、受身形です。

文3「図」

図とは、物の形や仕組みなどを見てわかるように点や線や形で平面上に表したものです。例えば、設計図、絵、地図、グラフなどです。

文3「壁」

「壁」は家の四方を囲い、部屋を仕切るもののことです。

文3「～を介して」

「介して」は「間に何かをはさんで、何かを置いて」という意味です。

例：インターネットを介してコンピュータウィルスに感染する。

文3「固定された台筆」

「固定する」は動かないようにとめておくことです。「される」は受身形です。「されており」は「されていて」と同じで、少しかたい言い方です。

☞「講義に役立つ日本語」

文4「(力)を加える」

「～を加える」は、たすことです。自動詞は「～が加わる」です。「力を加える」は、力をかけることです。

文4「その際」

「その際」は、「その時」という意味です。

例：奨学金を申請する際は、記入の間違いに注意しなければならない。

文4「～とすると、～と／になります」

「～とすれば」は「～とすると」と同じく「仮定」の言い方です。仮にそうだと決めて、話を進めるということです。

文6「より簡単に」

この場合「より」は、「さらに、もっと」という意味です。「より簡単に」は「もっと簡単に」ということです。

文7「さらに」

「さらに」は、その上、なお一層、という意味です。

例：今年は北米への輸出を強化した。さらに、アジア地域への展開も進めている。

👉「講義に役立つ日本語」

文7「静止」

「静止」は「静かに止まっている」ことで、漢字「止」を使う言葉には「が止まる、を止める、中止、禁止、停止」などがあります。

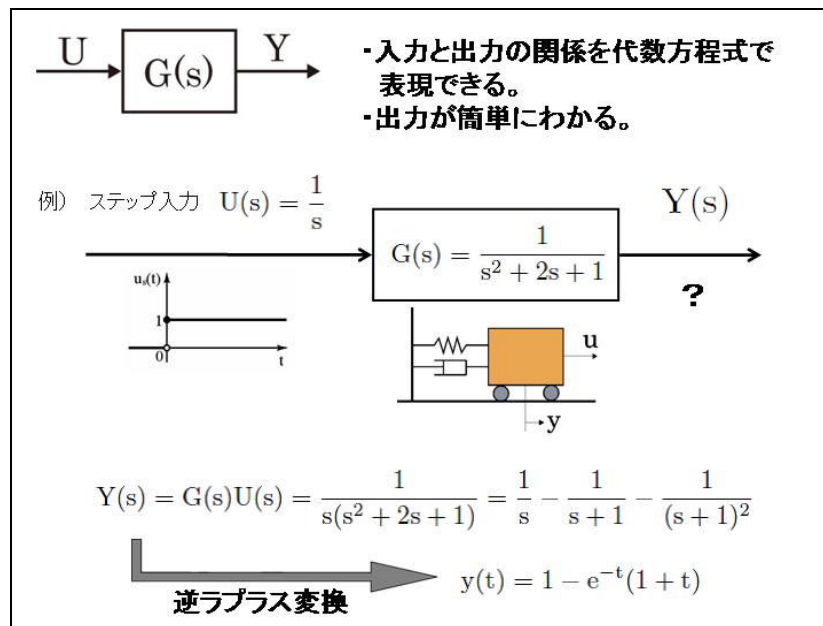
文10「利点」

「利点」は有利な点です。下のようになります。

・Aの利点は（動詞・形容詞）ことです。 ・（動詞・形容詞）ことがAの利点です。

例：・電子辞書の利点は軽いことです。 ・軽いことが電子辞書の利点です。

4. 伝達関数の利点



1. 伝達関数を使う利点の一つは、入力と出力の関係を代数方程式で表現できることです。
 2. 一般に、代数方程式は微分方程式よりも簡単に解くことができるため、伝達関数を用いることで出力を容易に求めることができます。
 3. このことを例題を使って説明していきます。
 4. ここでは例として、バネとダンパにつながった台車を考えます。
 5. この台車にステップ入力とよばれるステップ関数で表される入力を入れたときの出力を考えます。
 6. そのようなステップ入力を入れたときの出力をステップ応答とよびます。
 7. ステップ入力はラプラス変換をすると $U(s) = \frac{1}{s}$ となります。
 8. 出力をラプラス変換したものは伝達関数
1. One of the advantages of transfer functions is that the input-output relation is described by an algebraic equation.
 2. Since, in general, algebraic equations can be solved more easily than differential ones, the transfer functions allow us to obtain the output more easily.
 3. We see this by using an example.
 4. Consider the mass-spring-damper system.
 5. We calculate the output corresponding to the input given as a step function (we call it the step input).
 6. Such an output is called a step response.
 7. The Laplace transform of the step input is given by $U(s) = \frac{1}{s}$.
 8. The Laplace transform of the output is given as a product of the transfer function $G(s)$ and

$G(s)$ と入力 $U(s)$ をラプラス変換した $U(s)$ の

積によって得られます。

9. それを計算すると $Y(s) = \frac{1}{s} - \frac{1}{s+1} - \frac{1}{(s+1)^2}$ となります。

10. ここででてきた $\frac{1}{s}$ は逆ラプラス変換するとステップ関数になることが知られています。

11. 同様に $\frac{1}{s+1}$ を逆ラプラス変換すると e^{-t} になることと $\frac{1}{(s+1)^2}$ を逆ラプラス変換すると te^{-t} になることも知られています。

12. 先ほど計算した $Y(s)$ を逆ラプラス変換すると次のような出力を得ることが出来ます。

$$y(t) = 1 - e^{-t}(1+t)$$

13. このようにして伝達関数を使って出力を求めます。

14. 今行った計算はラプラス変換、掛け算、部分分数分解、逆ラプラス変換です。

15. この計算は微分方程式を解くよりも簡単な計算です。

16. そのため、伝達関数を使うと出力を求めることが簡単になります。

17. 次にもう一つのモデル化手法である状態方程式を勉強します。

the Laplace transform of the input $U(s)$.

9. So we have the Laplace transform of the output as $Y(s) = \frac{1}{s} - \frac{1}{s+1} - \frac{1}{(s+1)^2}$.

10. Here, it is known that the inverse Laplace transform of $\frac{1}{s}$ is the step function.

11. Similarly, it is known that the inverse Laplace transform of $\frac{1}{s+1}$ is e^{-t} and the inverse Laplace transform of $\frac{1}{(s+1)^2}$ is te^{-t} .

12. So we can calculate the output from the inverse Laplace transform of $Y(s)$ as

$$y(t) = 1 - e^{-t}(1+t).$$

13. In this way, we get the output by using transfer functions.

14. Here, the Laplace transform, multiplication, partial fraction decomposition and the inverse Laplace transform are used as calculation tools.

15. These calculations are easier to do than solving differential equations.

16. This is why getting solutions of algebraic equations is easier than getting solutions of differential equations.

17. Next, we will study the other modeling method, namely, state equations.

キーワード

・伝達関数 ・入力 ・出力 ・代数方程式 ・微分方程式 ・ステップ入力 ・ステップ応答
・ラプラス変換 ・逆ラプラス変換

日本語解説

文2「容易に」

「容易」は、易しいこと、簡単なことです。

例：論文を仕上げるのは容易なことではない。

文4「～とよばれる」

「ヤング率と呼びます」は、「ヤング率と名づけられています」ということです。

文6「応答」

「応答」は、質問に対して答えることです。

文8「積」

「積」とは、掛け算をして得た数値のことです。「 2×4 」の積は「8」です。「面積」は「 m^2 」等、「体積」は「 m^3 」等のように表されます。

文10「逆」

逆は反対・さかさまの方向に進むことです。

文11「同様に」

「同様に」は、同じようにということです。

文12「計算した」文14「掛け算」

計算のことばは以下の通りです。

＋： 足し算 足す 答えは「和」 (例： $1 + 3 = 4$ → 1 足す 3 は 4、1 と 3 の和は 4)

－： 引き算 引く 答えは「差」

×： 掛け算 掛ける 答えは「積」 (例： $3 \times 2 = 6$ → 3 掛ける 2 は 6、6 と 4 の積は 24)

÷： 割り算 割る 答えは「商」

文14「行った」

「行う」は「する、何かを実際にする」ということです。

例： 実験を行 う。

文14「分解」

漢字「解」は、「牛＋角＋刀」で、牛の体や角を刀でばらばらにすることです。この字源から、「ばらばらにする、解きほぐす、明らかにする、解き明かす、わかる」等の意味があります。「分解する」は、分けてばらばらにする、という意味です。

文 17「モデル化」

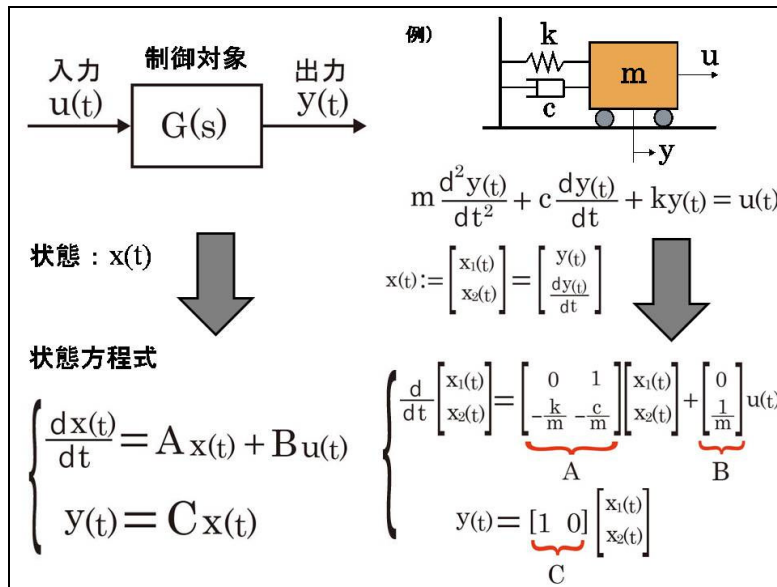
「～化」は語の後ろの部分について、(語の前の部分のように) なる／変わるという意味です。例えば「国際化、具体化、機械化、表面化」等です。

☞「講義に役立つ日本語」

文 17「手法」

「手法」は、「方法、やり方」です。

5. 状態方程式



1. 状態方程式は、1階の微分方程式と出力を表わす代数方程式からなります。
2. ここでも、線形常微分方程式で表わされる制御対象を考えます。
3. 微分方程式中の変数のことを、状態変数または単に状態とよびます。
4. バネとダンパにつながった台車を例にとり、状態方程式を導出してみましょう。
5. これまでに求めてきた運動方程式は、変位 $y(t)$ に関する2階の微分方程式であるため、状態 x を $x = \left(y, \frac{dy}{dt} \right)$ と定義することで、 x に関する1階の微分方程式を得ることができます。
6. 出力 y も状態 x に関する代数方程式を用いて表わすことができます。

1. The state equation consists of a first order differential equation and an algebraic equation describing the output.
2. Here we only consider linear ordinary differential equations.
3. The variable satisfying the differential equation in the state equation is called the state variable or just the state.
4. Let us derive the state equation describing the mass-spring-damper system.
5. The equation of motion for the system is a second order differential equation with respect to the displacement $y(t)$. By defining the state x as $x = \left(y, \frac{dy}{dt} \right)$, we can reduce the second order differential equation to a first order differential one with respect to the state x .
6. The output y can be described by the algebraic equation with respect to the state x .

- | | |
|--|---|
| 7. これで状態方程式を立てることが出来ました。 | 7. Now we can obtain the state equation for the plant system. |
| 8. ただし、状態方程式を導出する際の状態の決め方は一意ではないことに注意してください。 | 8. Let us note that the choice of the state in deriving the state equation is not unique. |
| 9. 次に状態方程式の利点について説明します。 | 9. Next, we will explain the advantage of the state equations. |

キーワード

・状態 ・状態方程式 ・伝達関数

日本語解説

文3「または」

「または」は、二つのものを並べ、どちらかを選ぶときに使います。

例：本学では語学は、フランス語 またはドイツ語を履修しなければなりません。

文3「単に」

ここで「単に」は、ただ、単純に、という意味です。

文4「例にとり」

例としてとりあげて、という意味です。「とり」は運用中止の形で、「とって」と同じです。

文4「導出する」

「導出する」は、結論、答え等を導き出すことです。

文5「～であるため」

「であるため」は「なので」と同じですが、かたい言い方です。

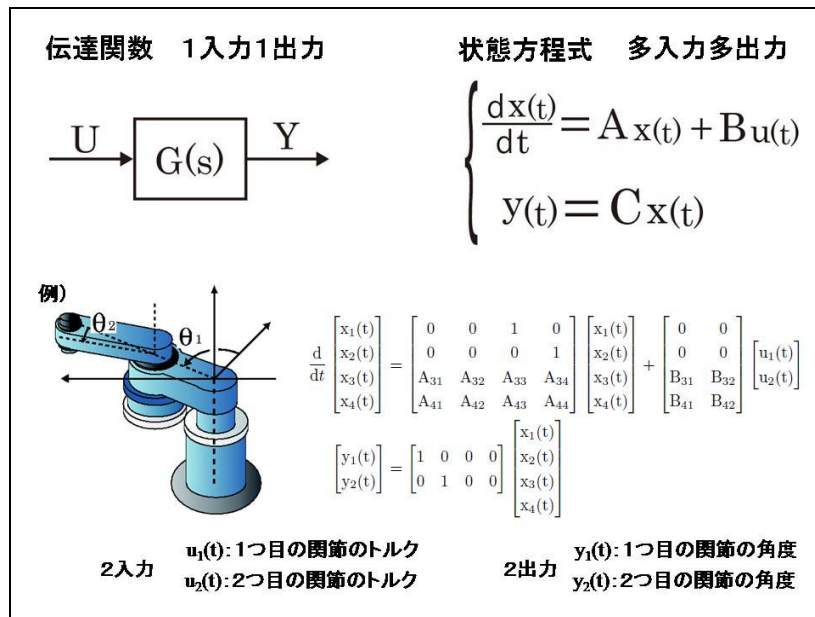
文5「定義する」

「定義」は definition です。ある事物・言語等の意味・用法・概念等について、共通の認識を得るために、正確に限定することです。

文8「一意ではない」

ただ一通りには定められないという意味です。

6. 状態方程式の利点



- | | |
|--|---|
| <p>1. 制御対象のモデル化の方法として伝達関数と状態方程式を説明しました。</p> <p>2. 伝達関数の利点は出力を簡単に求めることです。</p> <p>3. しかし、伝達関数では入力と出力が一つの制御対象しかモデル化出来ません*。</p> <p>4. それに対し、状態方程式ではたくさんの入力やたくさんの出力を持つ多入力多出力の制御対象をモデル化出来ます。</p> <p>5. 多入力多出力の制御対象にどんなものがあるかという、例えば絵のようなロボットアームがあります。</p> <p>6. このロボットアームには二つの関節があり、各関節のトルクが入力となる二入力の制御対象です。</p> <p>7. また、出力は二つの関節の角度で二出力です。</p> <p>8. このロボットは二入力二出力のため、伝達関数ではモデル化出来ません。</p> | <p>1. We have studied transfer functions and state equations which are used to model plant systems.</p> <p>2. An advantage of transfer functions is that it is easy to get the output.</p> <p>3. However, transfer functions are applicable only to single-input single-output systems*.</p> <p>4. On the other hand, state equations are applicable to multi-input multi-output systems which have multiple inputs and outputs.</p> <p>5. An example of a multi-input multi-output system is the robot arm shown in the figure.</p> <p>6. This robot arm has two joints and is a two input system whose joint torques are inputs.</p> <p>7. This robot has two outputs which are joint angles.</p> <p>8. Since this robot is a two-input two-output system, transfer functions are not applicable.</p> |
|--|---|

9. しかし、状態方程式では絵の横の式でモデル化することができます。
10. このように伝達関数ではモデル化出来ない多入力多出力の制御対象の運動方程式をモデル化出来ることが状態方程式の利点です*。
11. ここまででモデル化の手法を勉強しました。
9. On the other hand, a state equation can represent this robot by the equation next to the figure.
10. Thus an advantage of state equations is being able to represent multi-input multi-output systems which transfer functions are not able to represent*.
11. Up until now we have studied how to model plant systems.

*注：線形な多入力多出力システムに対しては伝達関数”行列”を用いることができます。

*Note that transfer function *matrices* are applicable to linear multi-input multi-output systems.

キーワード

・モデル化 ・状態方程式 ・多入力多出力

日本語解説

文2・10「利点」

「利点」は有利な点です。下のように使います。

文3「しかし」

「しかし」は逆接の接続詞で、前の部分から予想できることと反対のことが後ろの部分にきます。

例：仮説を立て、検証を試みた。しかし、実験の結果は仮説を支持するものではなかった。

文3「しか+否定形」

「しか」は後ろに否定形が来ます。「二つしか食べない」は、「二つ食べた」と、食べた数は同じですが、「二つしか食べない」には、食べた数がとても少ないという気持ちが入ります。

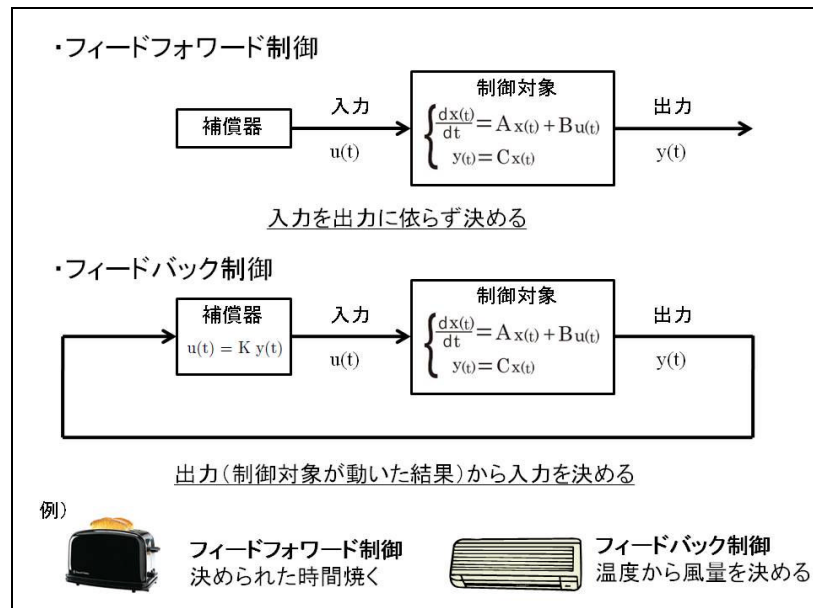
例：「2時間しか勉強しなかった」（勉強時間が2時間では短いという気持ち）

「2時間も勉強した」（勉強時間2時間が長いという気持ち）

文4「それに対し」

「それに対し」は、前で述べたことと比べて、それと反対に、一方、というような意味です。

7. フィードフォワード^{せいぎょ}制御とフィードバック^{せいぎょ}制御



- | | |
|--|---|
| <p>1. 最後に代表的な補償器の種類を紹介しま
す。</p> <p>2. 一つ目はフィードフォワード制御です。</p> <p>3. これは制御対象への入力を出力に依存
せずに決める手法です。</p> <p>4. 例としてトースターを考えます。</p> <p>5. トースターは設定された時間の間、焼
具合などをチェックせずに、ただパンを焼い
ているだけです。</p> <p>7. この手法は、制御対象の最初の状態や周り
の状況の変化によって出力(パンの状態)
が変化してしまいます。</p> <p>8. トースターの場合、一回目に焼いたとき
二回目に焼いたときで、同じ時間焼いても焼
け方が変わってしまうことがあります。</p> <p>9. 二つ目はフィードバック制御です。</p> <p>10. これは出力を観測し、その結果から入
力を決める手法です。</p> | <p>1. Finally, I will introduce some different kinds of
typical controllers.</p> <p>2. The first is called feed-forward control.</p> <p>3. In this framework, the input applied to
the plant system is determined
independently of the output.</p> <p>4. We consider a toaster as an example.</p> <p>5. The toaster only toasts during a set time without
checking the condition of the bread.</p> <p>7. In this framework, the output (the state of the
bread) can be affected by the initial conditions
and environment of the plant system.</p> <p>8. Even if two slices of bread are toasted one after
the other during the set time, their states are
different.</p> <p>9. The second controller is called feedback
control.</p> <p>10. In this framework, the determined input
is dependent on the observed output.</p> |
|--|---|

- | | |
|---|---|
| 11. 例としてエアコンを ^{かんが} えます。 | 11. We consider an air conditioner as an example. |
| 12. エアコンは部屋の ^{おんど} 温度を ^{かんそく} 観測し、その ^{おんど} 温度が ^{おんど} 設定された ^{おんど} 温度と ^{こと} 異なれば ^{あた} 暖めるもしくは ^ひ 冷やすという ^{そうき} 操作を ^{おこな} 行います。 | 12. An air conditioner heats up or cools down a room when the observed temperature of the room is different from the set temperature. |
| 13. この ^{しゅほう} 手法は、 ^{せいぎょたいしやう} 制御対象の ^{さいしよ} 最初の ^{じやうたい} 状態や ^{まわ} 周りの ^{じやうきやう} 状況の ^{へんか} 変化に ^{たいお} 対応できます。 | 13. This framework overcomes variations of the initial conditions and environment of the plant system. |
| 14. エアコンの ^{れい} 例では、 ^{さいしよ} 最初の ^{きおん} 気温が ^{30℃} でも ^{10℃} でも、 ^{もくひやうおんど} 目標 ^{おんど} 温度を ^{20℃} とする、その ^{おんど} 温度に ^{かなら} 必ず ^{とうたつ} 到達することが ^{でき} 出来ます。 | 14. Suppose that the set temperature is 20 °C in the example of the air conditioner. The set temperature can be achieved even if the initial temperature is 10 °C or 30 °C. |

キーワード

・^{ほしやうき}補償器 ・^{にゆうりよく}入力 ・^{しゅつりよく}出力 ・^{せいぎよ}フィードフォワード制御 ・^{せいぎよ}フィードバック制御

日本語解説

文3「^{いそんせいぞん}依存せずに」

^{ひとり}一人だけ、またはそのものだけで^{じりつ}自立していないこと、^{だれ}誰かに、または^{なに}何かに^{たよ}頼って^{そんざい}存在していることを「^{いぞん}依存」といいます。「^{いそんせいぞん}依存せずに」は「^{いぞん}依存しないで」と同じです。

文5「^{せってい}設定された」

ルール、^{きそく}規則などを^{つく}作って^き決めることです。

例：エアコンの^{おんど}温度を^{せってい}設定する。

文7「^{へんか}変化」文8「^かが変わる」

「^{へんか}変化」はかわることです。この^{かんじ}漢字を使った^{ことば}言葉には、「^か～が変わる、^か～を変え、^{へん}変だ、^{へんけい}変形、^{へんあつ}変圧、^{へんしよく}変色、^{へんかん}変換、^{へんこう}変更、^{きゅうへん}急変、^{げきへん}激変」などがあります。

👉「^{こうぎ}講義に^{やくだ}役立つ^{ほんご}日本語」

文10「^{かんそく}観測する」

^{げんしやう}現象を^{かんさつ}観察、^{そくてい}測定し、^{じやうきやう}状況、^{じやうたい}状態や^{へんか}変化について^{しら}調べることです。

文 12 「異なる」

「異なる」はあるものごとが、他のものごとと「違う」ということです。「異なる」は「違う」と似ていますが、「間違える」という意味はありません。

例：A さんの答えは B さんの答えと異なっています。

A さんの答えは違っています。(正しくない)

文 12 「もしくは」

「もしくは」は、二つを並べ、どちらかを選ぶときに使います。「または」と意味はほぼ同じですが、かたい言い方です。

例：本学では語学は、フランス語もしくはドイツ語を履修しなければなりません。

☞ 「講義に役立つ日本語」

文 12 「操作」

「操作」は機械などをうまく動かすことです。

文 14 「目標」

希望、目的、狙いとするところ、目印等の意味があります。

文 14 「到達する」

ある過程を通して、ある地点や目標まで行き着くことです。

例：研究の末、2つのグループは同じ結論に到達した。

