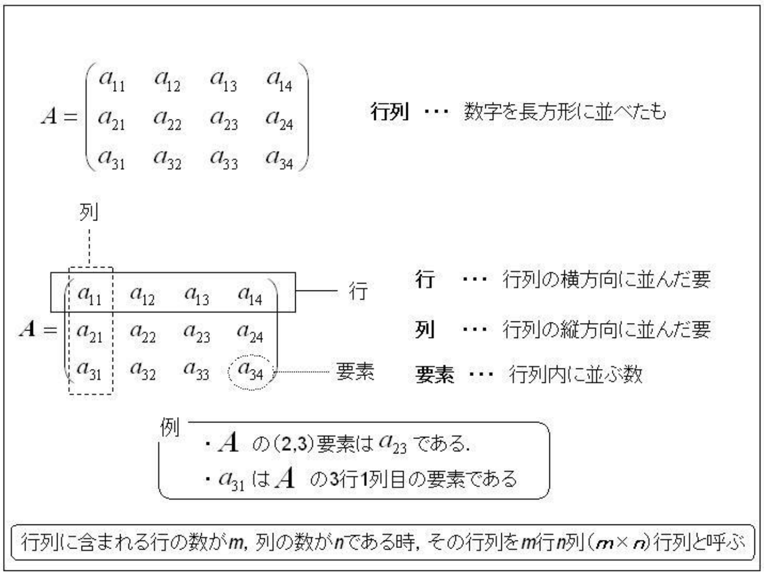
# 1. 行列の定義(1)




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | 今日から線形代数学を勉強します. | 1. | From today, we study linear algebra. |
| 2. | 線形代数学は, 行列や行列式に関する理論を体系化した代数学の一分野です. | 2. | Linear algebra is a branch of mathematics concerned with matrix, determinant, et al. |
| 3. | まず, 行列とは$\boldsymbol{A}$のような数字を長方形状に並べたものです. $\boldsymbol{A}$に並ぶ $a_{11}$, $a_{12}$, $a_{21}$, ・・・を行列の成分あるいは要素と呼びます. | 3. | A matrix is a rectangular array of numbers as shown in $\boldsymbol{A}$. The numbers in the matrix are called its *entries* or its *elements*. |
| 4. | 一般に, 記号としては, 行列は大文字の太い英字で表され, 成分は小文字の英字で表されます. | 4. | In general, a matrix is represented by a bold capital letter and its elements are represented by lowercase letters. |
| 5. | 行列の横方向に並んだ要素を**行**と呼び, 縦方向に並んだ要素を**列**と呼びます. | 5. | The horizontal and vertical lines in a matrix are called ***rows*** and ***columns***, respectively. |
| 6. | 行列の $i$ 行目, $j$ 列目の要素を特に行列の $(i,j)$ 要素と呼びます. | 6. | The element that lies in the $i$-th row and the $j$-th column of a matrix is typically referred to as the $(i,j)$ element of the matrix. |
| 7. | たとえばこの例では, $\boldsymbol{A}$の(2, 3)要素は $a_{23}$ ですし, また, $a_{31}$ は$\boldsymbol{A}$の3行1列目の要素です. | 7. | In this example, the (2,3) element of $\boldsymbol{A}$ is $a_{23}$ and the element of the 3rd row and the 1st column is $a_{31}$. |
| 8 | 行列に含まれる行の数が $m$, 列の数が $n$ であるとき, その行列を $m$ 行 $n$ 列行列または $m \times n$ 行列と呼びます. | 8 | A matrix with $m$ rows and $n$ columns is called an $m$-by-$n$ matrix or $m \times n$ matrix. |
| 9 | また $m$=$n$ の場合のように, 行の数と列の数が等 | 9. | When $m$ is equal to $n$, it is called a *square* |

しい行列を正方行列と呼びます.　　　　　　　*matrix.*

## キーワード

・行列　・行列の成分（要素）　・行　・列　・正方行列

## 日本語解説

題「定義」

「定」は定める（to decide）という意味です。「定義」は義（meaning, justice）を定めるという意味で definition になります。似た言葉に「定理」があり、理（law, rule）を定めるという意味で theorem になります。

このように、前の漢字が動詞（verb）になって後ろの漢字が目的語になっている 2字の熟語があります。

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| （例） | 作文 | composition | → | 文（sentence）を作る（to make） |
| | 帰国 | homecoming | → | 国（country）へ帰る（to return） |
| | 喫茶 | drinking tea | → | お茶（tea）を飲む ＝ 喫（to have） |

文 1「今日から」

「今日」は today です。昨日は yesterday、明日は tomorrow です。

「から」は from という意味の助詞（particle）で、時間（time）や場所（place）の始まり・起点（starting point）を示します。

今回の授業から新しい内容が始まることがわかります。これは講義の最初によく出てくる表現です。

☞「講義に役立つ日本語」

文 1「線形代数学」

「学」という字は「学ぶこと」「学問」study という意味です。色々な言葉の後ろについて、学問分野を表します。

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| （例） | 数 | number | → | 数学 | mathematics |
| | 解析 | analysis | → | 解析学 | (study of) analysis |
| | 代数 | algebra | → | 代数学 | (study of) algebra |
| | 幾何 | geometry | → | 幾何学 | (study of) geometry |

文 4「大文字」「小文字」

「大」は大きい（big）という意味の漢字です。「文字」は letter, character という意味で、「大文字」は大きい文字（big letter）という意味になります。が、ここではアルファベットの大文字（capital letter）

のことを示します。

このように、漢字を組み合わせた言葉を熟語（compound word）といい、それぞれの漢字や言葉の意味を組み合わせた意味を表します。

「大文字」は、前の漢字1文字が接頭語（prefix）になって、後ろの言葉の性質を説明する3文字の熟語です。他に「大」が付く熟語に、大企業（big company）、大都市（big city）、大発見（big discovery）、大国（big country）などがあります。

「小」は「大」の反対の意味の漢字で、小さい（small）という意味の漢字です。「小文字」は小さい文字（small letter）という意味になりますが、ここでは大文字同様、アルファベットの小文字（lowercase letter）のことを示します。

「大」と「小」を組み合わせた"大小"という熟語があり、大きいのと小さいのの両方あるいはその間（both/between upper and under）を表す言葉になります。

このように、反対の意味の漢字を組み合わせた熟語があります。

（例）大 big ＋ 小 small → 大小

靴のサイズは大小いろいろあります。

上 upper ＋ 下 under → 上下

この置物は上下が反対です。

高 high ＋ 低 low → 高低

この山道は高低差がかなりあります。

男 man ＋ 女 woman → 男女

このクラスは男女一緒に授業を受けます。

左 left ＋ 右 right → 左右

左右をよく見て道を渡りましょう。

また、"中"（middle）という漢字もあります。これと「大」「小」を組み合わせた"大中小"という3字熟語もあります。

文４「太い英字」

「太い」は thick, fat という意味です。反対の意味の言葉に"細い"（thin）があります。

文５「行」「列」「行列」

「行」は rows、「列」は column という意味です。「行列」はこれら２つの漢字を組み合わせた熟語で、行と列両方（＝matrix）という意味になります。また、「行列」という言葉には、並んでいる列（line, queue）という意味と、行進（procession）、パレード（parade）という別の意味もあります。

文５「横方向」「縦方向」

「横」は horizontal、「縦」は vertical という意味です。やはりこれらの漢字を組み合わせた熟語の

「縦横」という言葉があります。上の例と同様に、縦と横両方という意味になります。

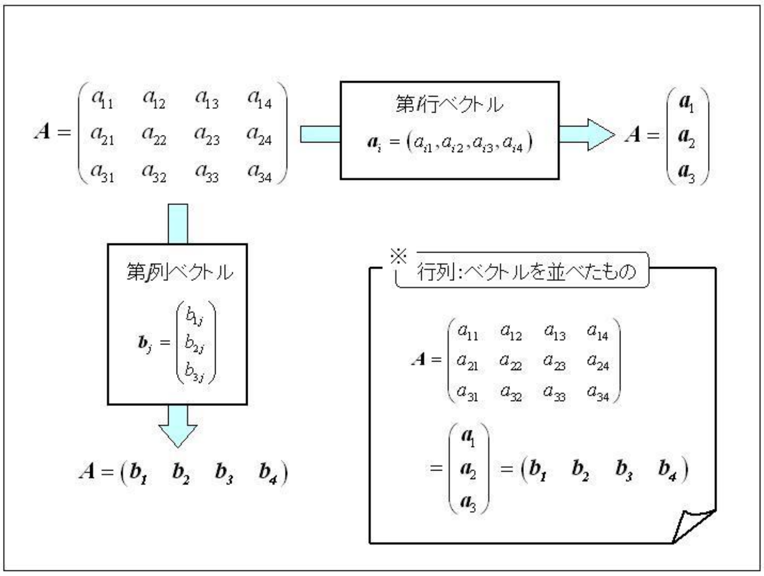
文７「3行1列目」

“さんぎょういちれつめ”と読みます。数字は“三行一列目”のように漢字で書く場合もあります。

数字の漢字と読み方

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 一 | いち | 11 | 十一 | じゅういち |
| 2 | 二 | に | 12 | 十二 | じゅうに |
| 3 | 三 | さん | ｜ | | |
| 4 | 四 | し　よん | 20 | 二十 | にじゅう |
| 5 | 五 | ご | 21 | 二十一 | にじゅういち |
| 6 | 六 | ろく | ｜ | | |
| 7 | 七 | しち　なな | 100 | 百 | ひゃく |
| 8 | 八 | はち | 101 | 百一 | ひゃくいち |
| 9 | 九 | きゅう | ｜ | | |
| 10 | 十 | じゅう | 110 | 百十 | ひゃくじゅう |

# 2. 行列の定義(2)




1. 皆さんは, これまでベクトルというものを習ったことがあると思いますが, 行列をベクトルを使って表すこともできます.

2. たとえば, 行列$\boldsymbol{A}$の $i$ 行目の成分だけを並べたベクトル(第$i$ 行ベクトル)を

$\boldsymbol{a_i} = (a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, a_{i4})$とすると,

$\boldsymbol{A} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{a}_1 \\ \boldsymbol{a}_2 \\ \boldsymbol{a}_3 \end{pmatrix}$と表すことができます.

3. 同様に行列$\boldsymbol{A}$の $j$ 列目の成分だけを並べたベクトル(第$j$ 列ベクトル)を$\boldsymbol{b_j} = \begin{pmatrix} b_{1j} \\ b_{2j} \\ b_{3j} \end{pmatrix}$とすると,

$\boldsymbol{A} = (\boldsymbol{b_1} \quad \boldsymbol{b_2} \quad \boldsymbol{b_3} \quad \boldsymbol{b_4})$と表すことができます.

You studied vectors before. We can express a matrix by using vectors.

1. When we denote the $i$-th row vector of $\boldsymbol{A}$ as $\boldsymbol{a_i} = (a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, a_{i4})$ , we can write $\boldsymbol{A}$ as $\boldsymbol{A} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{a}_1 \\ \boldsymbol{a}_2 \\ \boldsymbol{a}_3 \end{pmatrix}$.

2. Also, when we denote the $j$-th column vector of $\boldsymbol{A}$ as $\boldsymbol{b_j} = \begin{pmatrix} b_{1j} \\ b_{2j} \\ b_{3j} \end{pmatrix}$, we can write $\boldsymbol{A}$ as. $\boldsymbol{A} = (\boldsymbol{b_1} \quad \boldsymbol{b_2} \quad \boldsymbol{b_3} \quad \boldsymbol{b_4})$.

## キーワード

・ベクトル

## 日本語解説

文１「ベクトル」

「ベクトル」は英語の vector を日本語の読み方にしたものです。このように、英語の発音を日本語で置き換えた言葉は、カタカナで書きます。このような言葉のことをカタカナ語と言います。

カタカナ語には、英語の発音と大きく異なるものがいくつかあります。「ベクトル」もその 1 つです。英語の“tor”や“tar”“ter”の発音は、通常“ター”と書きます。数学の「ベクトル」は例外です。同じ vector でも、画像ファイルを保存する形式の 1 つである vector format は“ベクター形式”または“ベクタ形式”と書きます。カタカナ語の最後の長音“ー”は省略されることがあります。

（例）computer　コンピューター　コンピュータ
center　センター
presenter　プレゼンター
monitor　モニター
start　スタート
turn　ターン

文２「行列$A$の $i$ 行目」

アルファベットも英語の発音を日本語の発音に置き換えたもので読みます。A や a はエー、i はアイと読みます。

数学や物理ではアルファベットの記号がたくさん出てきます。下の表はアルファベットの読み方です。読み方が 2 つ以上あるものもあります。

アルファベットの読み方

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| a | エー　エイ | j | ジェー　ジェイ | s | エス |
| b | ビー | k | ケー　ケイ | t | ティー |
| c | シー | l | エル* | u | ユー |
| d | ディー | m | エム* | v | ブイ*　ヴィー |
| e | イー | n | エヌ*　エン | w | ダブリュ　ダブル* |
| f | エフ | o | オー | x | エックス* |
| g | ジー | p | ピー | y | ワイ |
| h | エイチ　エッチ* | q | キュー | z | ゼット*　ズィー |
| i | アイ | r | アール* | | |

一部、英語の発音と大きく異なるもの、促音（小さい「ッ」）が入るもの（表 中 の*印）が間違いやすいので注意が必要です。

文３「$\boldsymbol{A} = \left(\boldsymbol{b_1} \quad \boldsymbol{b_2} \quad \boldsymbol{b_3} \quad \boldsymbol{b_4}\right)$」

「＝」は等号と言い、英語の equal を日本語の読み方にしたイコールと読みます。

また、「(」は “かっこ”、「)」は “かっこ閉じ” “かっこ閉じる” などと読みますが、読まないこともあります。

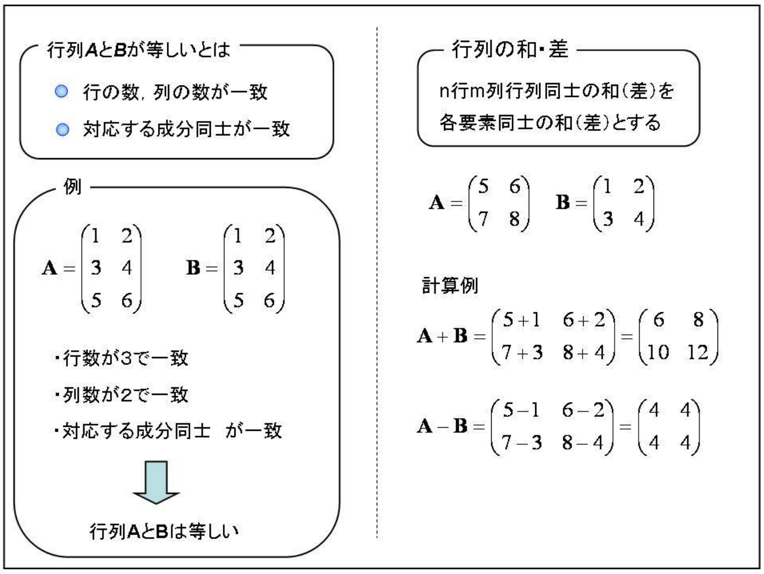
「$\boldsymbol{A} = \left(\boldsymbol{b_1} \quad \boldsymbol{b_2} \quad \boldsymbol{b_3} \quad \boldsymbol{b_4}\right)$」は “エー イコール （かっこ） ビーいち ビーに ビーさん ビーよん （かっこ閉じる）” などと読みます。

また、添え字の数字ですが、時々、英語の発音を日本語の読み方にしたカタカナ語で読んだり書いたりすることがあります。

英語の数字を日本語の読み方にしたもの

| | | |
|---|---|---|
| 1 | one | ワン |
| 2 | two | ツー　トゥー |
| 3 | three | スリー |
| 4 | four | フォー |
| 5 | five | ファイブ |
| 6 | six | シックス |
| 7 | seven | セブン |
| 8 | eight | エイト |
| 9 | nine | ナイン |
| 10 | ten | テン |
| 11 | eleven | イレブン |
| 12 | twelve | トエルブ　トゥエルブ*　トウェルブ |

# 3. 行列の和・差




1. これから，行列のいろいろな計算の定義について説明します．

1. Now, I will explain several definitions of calculations of matrices.

2. まず，２つの行列$A$と$B$が等しいとは，$A$と$B$の行と列の数が一致し，このように対応する成分同士が一致することであると定めます．

2. First, two matrices $A$ and $B$ are defined as equal if their numbers of row and column, and the corresponding elements are all equal.

3 次に，行列の和と差についてですが，$m\times n$行列$A$と$B$の和(差)は，各要素同士の和(差)として定められています．

3 Next, the sum (or subtraction) of two $m$-by-$n$ matrices $A$ and $B$ is an $m$-by-$n$ matrix computed by adding (or subtracting) corresponding elements.

4 例えば2×2行列の**A**, **B**をこのように定義すると，和 **A+B**，差 **A-B** はそれぞれ各成分を足し引きしてこのように求まります．

4 For example, when we define $A$ and $B$ as above, the sum $A+B$ and subtraction $A-B$ are obtained by adding or subtracting corresponding elements.

## キーワード

・行列の和　・行列の差

## 日本語解説

文２「***A*** と ***B*** が等しい」「一致する」

“エーとビーがひとしい” などと読みます。「等しい」とは同じ（same）という意味です。「一致する」も同じ意味です。

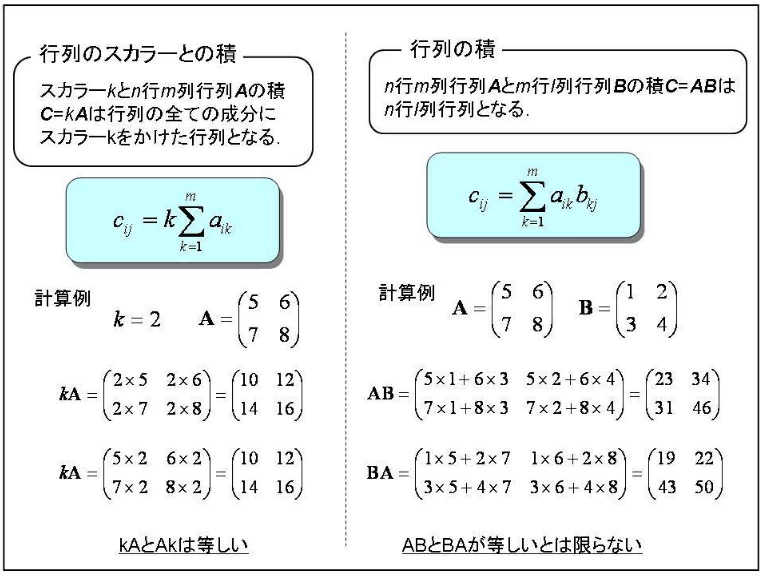
“等号” は「等しい」ことを表す記号という意味の熟語です。“号” は記号（sign）という意味です。このように前の漢字が後ろの漢字を説明している熟語があります。

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| （例） | 住所 | address | ： 住んでいる | to live | → | 所 | place |
| | 食堂 | cafeteria | ： 食べる | to eat | → | 堂 | house |
| | 教室 | classroom | ： 教える | to teach | → | 室 | room |

文４「和 **A+B**」「差 **A-B**」

「和」は adding、「差」は subtracting という計算です。記号はそれぞれ「＋」と「－」です。読み方ですが、英語の plus と minus を日本語の読み方にした “プラス”“マイナス” と読みます。「A＋B」は “エー プラス ビー”、「A－B」は “エー マイナス ビー” などと読みます。

# 3. 行列の積




1 つぎに，積についてですが，これにはスカラーと行列の積と，行列同士の積の２種類があります.

2 まず，スカラーと行列の積ですが，これはすべての成分にそのスカラー量を掛けたものとなります.

3. 次に行列と行列の積について説明します.

4. $n\times m$ 行列 $\boldsymbol{A}$ と $m\times l$ 行列 $\boldsymbol{B}$ の積である $\boldsymbol{C}$ は $n\times l$ 行列となります.

5. $\boldsymbol{C}$ の各要素 $c_{ij}$ は

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^{m} a_{ik} b_{kj}$$

と表すことができます.

6. 例えば2×2 行列の $\boldsymbol{A}$，$\boldsymbol{B}$ をこのように定義すると，$\boldsymbol{AB}$， $\boldsymbol{BA}$ はそれぞれこのように求まります．たとえばこの積の１行１列の成分は，$\boldsymbol{A}$ の１行目の成分5，6と，$\boldsymbol{B}$ の１列目の成分1, 3をそれぞれ掛けて足すことにより求まります.

6. なお，この計算方法からわかりますが，$\boldsymbol{A}$ の

1 Next, I will explain products. There are two kinds of products. One is the product of a scalar quantity and a matrix and the other is the product of two matrices.

2 When a scalar quantity is multiplied to a matrix, all the elements of the matrix are multiplied by the scalar quantity.

3. Next, we study the product of two matrices.

4. Multiplying an $n\times m$ matrix $\boldsymbol{A}$ with an $m\times l$ matrix $\boldsymbol{B}$ results in $n\times l$ matrix $\boldsymbol{C}$.

5. Each element $c_{ij}$ of matrix $\boldsymbol{C}$ is denoted as

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^{m} a_{ik} b_{kj}$$

.

6. When 2×2 matrices $\boldsymbol{A}$ and $\boldsymbol{B}$ are defined as above, $\boldsymbol{AB}$ and $\boldsymbol{BA}$ are obtained like this. This result says $\boldsymbol{AB}$ and $\boldsymbol{BA}$ are not always same. For example, the element of the 1st row and the $j$-th column of a matrix is obtained by multiplying 5, 6 in the first row of $\boldsymbol{A}$ and 1, 3 of the first column of $\boldsymbol{B}$ respectively and adding them together.

6. We can understand from the above calculation

行の数と $\boldsymbol{B}$ の列の数は等しくなければなりません．またこの例からわかるように，掛ける順番を変えたとき $\boldsymbol{A}\,\boldsymbol{B}$ と $\boldsymbol{B}\,\boldsymbol{A}$ が等しいとは限らないことがわかります.

that the number of rows and columns in matrices $\boldsymbol{A}$ and $\boldsymbol{B}$ must be equal. Furthermore, if we change the order of multiplication, $\boldsymbol{AB}$ and $\boldsymbol{BA}$ are not always equal.

## キーワード

・スカラーとの積　・行列の積

## 日本語解説

文２「スカラー」

英語の scalar を日本語の読み方にしたカタカナ語です。

文４「$n\times m$ 行列 $\boldsymbol{A}$ と $m\times l$ 行列 $\boldsymbol{B}$ の積」

「積」は product という計算です。状況に応じて「×」という記号がつかわれますが、これは“掛ける”または“掛け”と読まれます。意味は違いますが、「$n\times m$ 行列 $\boldsymbol{A}$」も“エヌ かけ エム ぎょうれつ エー”などと読みます。動詞（verb）としても使用され、例えば“3×4”は“3 に 4 を掛ける”という使い方をします。

同様に、和と差の記号“＋”と“－”についても、“足す”“引く”と読まれます。また、例えば“3＋4”は“3足す 4”“3 に 4 を足す（加える)”、“3－4”は“3引く 4”“3 から 4 を引く”という使い方をします。この表現は、主に、数字（スカラー）同士の計算や、小学校で勉強する算数（arithmetic）で使われるようです。

数学の演算子（operator）と読み方・使い方

| 記号 | 意味 | カタカナ語 | 読み方 | 使い方例 |
|---|---|---|---|---|
| ＋ | 和（adding) | プラス（plus) | 足す | ～足す…。～に…を足す（加える)。 |
| － | 差（subtracting) | マイナス（minus) | 引く | ～引く…。～から…を引く。 |
| × | 積（product) | | 掛け　掛ける | ～掛ける…。～に…を掛ける。 |
| ÷ | 商（quotient) | | 割る | ～割る…。～を…で割る。 |
| ＝ | 等しい（equal) | イコール（equal) | は | ～は…。　～と…は等しい。 |

文５「$c_{ij}=\sum_{k=1}^{m}a_{ik}b_{kj}$」

記号「Σ」は sigma を日本語の読み方にしたシグマと読みます。したがって、この数式は“シー アイ ジェイ イコール シグマ ケイ イコール いち から エムまで エー アイ ケイ ビー ケイ ジェイ”などと読みます。

文 6 「掛けて足す」

これは、まず「掛ける」をして、その後「足す」をするという意味です。ここでの動詞の“～て”の形は、動作が引き続く（continuous action）ということを表します。

ただし、動詞の“～て”の形は、活用の仕方（conjugation pattern）が非常に複雑です。動詞は活用の仕方で大きく 2 つのグループに分けられますが、それぞれのグループ間で違うだけでなく、グループの中でも活用の仕方が違う動詞があります。また、例外もあります。

（例）

○グループ 1

掛ける　　掛けます　　掛けて
見る　　見ます　　見て
食べる　　食べます　　食べて
調べる　　調べます　　調べて

＊“～ます”の形から“ます”を取って“て”を付けます

○グループ 2

※辞書形が“う”“つ”“る”で終わるもの

言う　　言います　　言って
立つ　　立ちます　　立って
帰る　　帰ります　　帰って

※辞書形が“ぶ”“む”“ぬ”で終わるもの

遊ぶ　　遊びます　　遊んで
読む　　読みます　　読んで
死ぬ　　死にます　　死んで

※辞書形が“く”“ぐ”で終わるもの

引く　　引きます　　引いて
書く　　書きます　　書いて
急ぐ　　急ぎます　　急いで
行く　　行きます　　行って　　＊ 例外

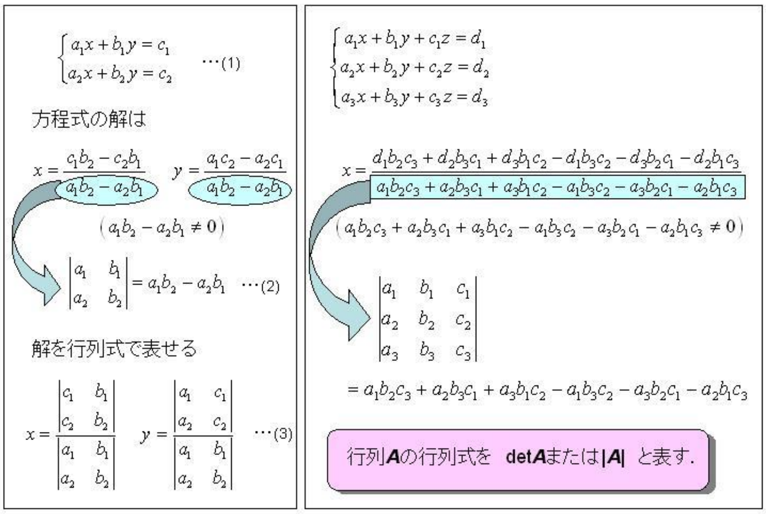
※辞書形が“す”で終わるもの

足す　　足します　　足して
話す　　話します　　話して

○例外

来る　　来ます　　来て
する　　します　　して

# 4. 行列式




1. つぎに，行列式について説明します.

1. Next, I will explain determinants.

2. ここで，(1)のような連立方程式を考えます.

2. Here, we consider simultaneous equations (1).

3. (1)のような連立方程式の解は $a_1b_2\text{-}a_2b_1\neq 0$ の時 $x=\dfrac{c_1b_2-c_2b_1}{a_1b_2-a_2b}$，$y=\dfrac{a_1c_2-a_2c_1}{a_1b_2-a_2b}$ となり，この式の分母は(1)式の左辺の係数のみを含んでいます.

3. The solution of a simultaneous equation like (1) is, as long as $a_1b_2\text{-}a_2b_1\neq 0$, denoted as $x=\dfrac{c_1b_2-c_2b_1}{a_1b_2-a_2b}$, $y=\dfrac{a_1c_2-a_2c_1}{a_1b_2-a_2b}$. The denominator of these solutions consists only of the coefficients of the left-hand side of Eq.(1).

4. この分母の式を表す新しい記号を(2)式のように定義します. (2)式の左辺の式を 2 次の**行列式**といいます.

4. The new symbol that denotes this denominator is defined as (2). The left-hand side of (2) is called a two-dimensional ***determinant***.

5. このように定義された行列式を用いて，(1)の方程式の解は(3)のように書くことができます.

5.. Using this determinant, the solution of (1) is denoted as (3).

6. このように連立一次方程式の解を行列式を用いて表したものを**クラメルの公式**といいます.

6. The formula that represents the solution of linear simultaneous equations by using determinants in such a way is called ***Cramer's rule***.

7. 3 元以上の 1 次連立方程式でも同様に表現することができます.

7. The same is true in simultaneous linear equations with three or more unknowns.

8. 行列***A*** の行列式を det***A***, または|***A***|と表しま

8. The determinant of matrix ***A*** is denoted as det***A***

す.

or $|\boldsymbol{A}|$.

9. このように, 行列式(ぎょうれつしき)を使(つか)うと, 連立方程式(れんりつほうていしき)の解(かい)を簡単(かんたん)に求(もと)めることができます.

9. In such a way, we can obtain the roots of simultaneous equations easily by using determinants.

## キーワード

・行列式(ぎょうれつしき) ・クラメルの公式(こうしき)

## 日本語解説

文３「$a_1b_2$-$a_2b_1$≠0」

数字(すうじ)の「0」は、"れい"または zero を日本語(にほんご)の読(よ)み方(かた)にした"ゼロ"と読(よ)みます。

記号(きごう)「≠」は、"～は…と等(ひと)しくない"と読(よ)むこともあれば、not equal を日本語(にほんご)の読(よ)み方(かた)にした"ノット イコール"と読(よ)むこともあります。

この数式(すうしき)は、"エー いち ビー に マイナス アイ に ビー いち ノットイコール ゼロ"などと読(よ)みます。

文３「$x=\dfrac{c_1b_2-c_2b_1}{a_1b_2-a_2b}$」

この式(しき)の右辺(うへん)は分数(ぶんすう)（fraction）ですが、読(よ)み方(かた)は"$a_1b_2-a_2b$ 分(ぶん)の $c_1b_2-c_2b_1$"というように、はじめに分母(ぶんぼ)（denominator）を読(よ)んで、"分(ぶん)の"という言葉(ことば)をはさみ、最後(さいご)に分子(ぶんし)（numerator）を読(よ)みます。

（例）1 / 2：二分(にぶん)の一(いち)
2 / 3：三分(さんぶん)の二(に)

分数(ぶんすう)の分(ぶん)は分(わ)ける（to divide）という意味(いみ)の漢字(かんじ)です。
分母(ぶんぼ)の母(ぼ)はお母(かあ)さん（mother）という意味(いみ)の漢字(かんじ)です。
分子(ぶんし)の子(し)は子(こ)ども（child）という意味(いみ)の漢字(かんじ)です。

上(うえ)の数式(すうしき)のように長(なが)いものになると、全部(ぜんぶ)読(よ)むのは時間(じかん)がかかるため、授業(じゅぎょう)では読(よ)まれずに、数式(すうしき)を示(しめ)した上(うえ)で"この式(しき)""このような数式(すうしき)"などと言(い)われることが多(おお)いようです。

文６「クラメルの公式(こうしき)」

日本人以外(にほんじんいがい)の人(ひと)の名前(なまえ)は、外国語(がいこくご)の発音(はつおん)を日本語(にほんご)の読(よ)み方(かた)にしたカタカナ語(ご)で読(よ)んだり書(か)いたりすることがあります。その際(さい)、元(もと)の外国語(がいこくご)と発音(はつおん)が大(おお)きく異(こと)なるものもあるので、注意(ちゅうい)が必要(ひつよう)です。また、

外国人の漢字の名前の場合、外国語の発音を日本語の読み方にしたカタカナ語を使う場合と日本語の漢字の読み方を使う場合があります。

（例）Cramer　クラメル
Euler　オイラー
Beethoven　ベートーベン　ベートーヴェン
Einstein　アインシュタイン
金 大中　김 대중　Kim Dae-jung　キム デジュン
胡 錦涛　Hu Jintao　ホゥー チンタオ　こ きんとう

「公式」の「公」は public という意味です。“おおやけ”という読み方もあります。したがって、「公式」は公の式、世の中によく知られた式（formula）という意味になります。

文８「det*A*」

英語の determinant を日本の読み方にした“ディターミナント エー”などと読みます。ただし、この場合”“行列式 エー”などと読まれることもあります。

文９「簡単に」

「簡単」は易しい（easy）という意味です。反対の意味の言葉に“難解””“難しい”（difficult）などがあります。

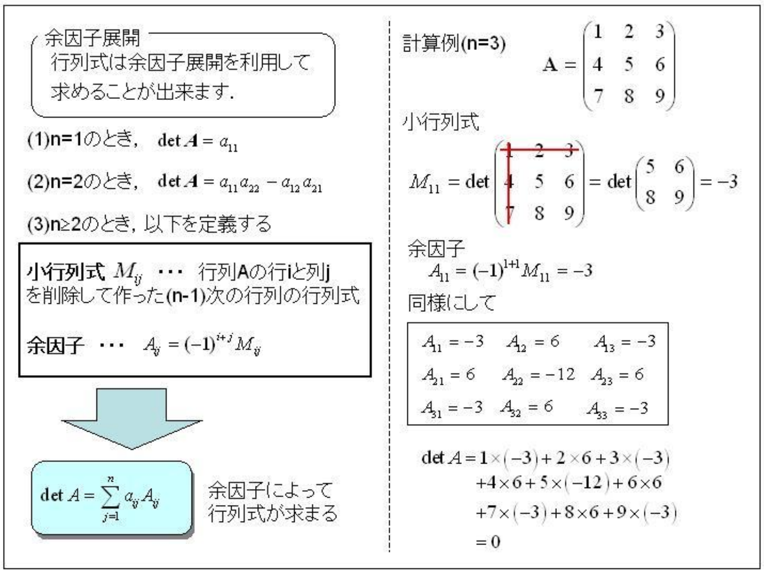
ところで、日本語の形容詞には２つの種類があります。形容詞（い adjective）と形容動詞（な adjective）です。“易しい”“難しい”は形容詞、「簡単」“難解”は形容動詞です。種類によって、活用のパターンが違います。

（例）

○形容詞（い adjective）
高い　富士山は日本で一番高い山です。
高いです　富士山とエベレストでは、エベレストの方が高いです。
高い　富士山とエベレストでは、エベレストの方が高い。
高かった　昨日新幹線で富士山を見ました。とても高かったです。
高くない　世界の中で見れば、富士山はそんなに高くないです。
高くて　富士山は高くて美しいです。

○形容動詞（な adjective）
便利な　コンビニは便利なお店です。
便利です　駅のそばのコンビニは便利です。
便利だ　駅のそばのコンビニは便利だ。
便利だった　あのコンビニは昔とても便利だった。
便利じゃない　今はそんなに便利じゃないです。
便利で　あのコンビニは便利で安いです。

# 4. 行列式の性質（1）




1. 次に余因子展開について説明します.
2. 行列$\boldsymbol{A}$=（$a_{ij}$）を$n$次の正方行列とします.
3. n=1, n=2 のときの行列式はこのように簡単に求まります.
4. しかし n≧2 のときは計算が複雑になってしまいます.
5. そこで余因子展開を用いた行列式の求め方を説明します.
6. n≧2 のとき行列$\boldsymbol{A}$の$i$行と$j$列を削除して作った（n-1）次の行列の行列式を小行列式$M_{ij}$とします.
7. このとき$a_{ij}$の余因子を小行列式を用いて,
   $A_{ij} - (-1)^{i+j} M_{ij}$ と定義します.
8. この余因子によって$\boldsymbol{A}$の行列式det$\boldsymbol{A}$は
   $\det A = \sum_{j=1}^{n} a_{ij}A_{ij}$ と定義されます.
9. たとえば, n=3 のとき正方行列$\boldsymbol{A}$ をこのように

1. Next, I will explain about the expansion of a matrix using cofactors.
2. Let the matrix $\boldsymbol{A}$=（$a_{ij}$） be a square matrix of order $n$.
3. When n=1, n=2, the value of the determinant can be obtained easily like this.
4. However, when n≧2, the calculation becomes very complicated.
5. Therefore, I will introduce the expansion using cofactors.
6. When n≧2, we make a determinant of order （n-1） called a minor determinant $M_{ij}$ by eliminating the *i-th* row and the *j–th* column from $\boldsymbol{A}$.
7. The cofactor of $a_{ij}$ is defined as follows by using minor determinants as follows.
   $$A_{ij} - (-1)^{i+j} M_{ij}$$
8. Using these cofactors, the determinant det$\boldsymbol{A}$ of matrix $\boldsymbol{A}$ is defined as $\det A = \sum_{j=1}^{n} a_{ij}A_{ij}$
9. For example, let a square matrix of n=3 as this

仮定すると, $M_{11}$ の小行列はこのように-3 と求まります. つまり余因子 $A_{11}$ は-3 と求まります. 同様にして全ての余因子を求めるとこのようになり, ***A*** の行列式det***A*** は 0 と求められます.

expression. Then the minor matrix $M_{11}$ is -3. Then the cofactor $A_{11}$ is -3. Similarly, all the cofactors are obtained like this and then the determinant det***A*** is 0.

## キーワード

・余因子　・小行列式　・余因子展開

## 日本語解説

題「行列式の性質」

「性質」は character, property, nature といった意味です。似たような意味の言葉に"特徴"、"性格"と"気質"（人間の性質を表す）があります。

文４「n≧2」

「≧」は不等号と言い、色々な読み方があります。

例えば、この式は"エヌはに以上""エヌ　小なりイコール　に」などと読みます。

（例）

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ＜ | ： | 〜は…より大きい　大なり | ＞ | ： | 〜は…より小さい　小なり |
| ≦ | ： | 〜は…以上　大なりイコール | ≧ | ： | 〜は…以下　小なりイコール |

言葉の前に"不"という漢字がつくと、それを否定する意味・反対の意味の言葉になります。"不等号"は"等しくない記号"という意味です。

（例）

○不〜：〜じゃない，〜しない

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 連続 | continuous | → | 不連続 | discontinuous |
| 安定 | stable | → | 不安定 | unstable |
| 親切 | kind | → | 不親切 | unkind |
| 必要 | necessary | → | 不必要 | unnecessary |
| 便利 | convenient | → | 不便* | inconvenient |

* 例外：不便利とは言いません。

このように、他にも、前の漢字1文字が接頭語（prefix）になって、後ろの言葉の意味を変える熟語があります。

（例）

○非〜：〜じゃない

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 常識 | common sense | → | 非常識 | lacking common sense |
| 日常 | regular life | → | 非日常 | irregular life |
| | | | 非常* | emergency |
| 人間的 | humanizing | → | 非人間的 | dehumanizing |

＊ 例外

○無～：～がない

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 試験 | examination | → | 無試験 | without examination |
| 意味 | meaning | → | 無意味 | meaningless |

○未～：まだ～ない

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 発表 | published | → | 未発表 | unpublished |
| 経験 | experienced | → | 未経験 | inexperienced |
| 発見 | discovered | → | 未発見 | undiscovered |

○大～：大きい～

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 企業 | company | → | 大企業 | big company |
| 都市 | city | → | 大都市 | big city |
| 国 | country | → | 大国 | power country |

○超～：とても～

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 大国 | power country | → | 超大国 | super power country |
| 高圧 | high voltage | → | 超高圧 | ultrahigh voltage |

○新～：新しい～

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 時代 | era | → | 新時代 | new era |
| 製品 | product | → | 新製品 | new product |
| 発見 | discovered | → | 新発見 | newly discovered |

☞「講義に役立つ日本語」

文９「-3」

“マイナスさん”と読みます。数字の前の「－」や「＋」の記号のことを符号（sign）と言い、「＋」は正号、「－」は負号と言います。

“正”はここでは plus という意味の漢字です。他にも、正しい（correct, (moralistically) clean, good, honorable）という読み方や意味もあります。

“負”は“正”の反対の意味の漢字で、minus という意味です。他にも、負ける（to lose）という読み方や意味もあります。

符号を読む場合、普通“足す”や“引く”という表現は使いません。Plus を日本語の読み方にした“プラス～”や、minus を日本語の読み方にした“マイナス～”という表現を使います。

# 4. 行列式の性質(2)

①行と列を交換しても値は変わらない.

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}$$

②2行(または2列)を交換すると符号が変わる

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{vmatrix} = -\begin{vmatrix} b_1 & b_2 \\ a_1 & a_2 \end{vmatrix}$$

③2つの行(または列)が等しい時は零となる.
1つの行が他の行の要素のm倍の時は零となる.

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ a_1 & a_2 \end{vmatrix} = 0$$

$$m\begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} ma_1 & b_1 \\ ma_2 & b_2 \end{vmatrix}$$

④行列式の1つの列(または行)が和になっている時は,行列式の和とに分解できる.

$$\begin{vmatrix} a_1+b_1 & c_1 \\ a_2+b_2 & c_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_1 & c_1 \\ a_2 & c_2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} b_1 & c_1 \\ b_2 & c_2 \end{vmatrix}$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | ここで行列式の性質のいくつかを紹介します. | 1. | I will introduce some properties of determinants. |
| 2. | 行と列を交換しても値は変わりません. | 2. | The transpose of a matrix has the same value as the original matrix. |
| 3. | 2行(または2列)を交換すると符号がかわります. | 3. | The sign of the matrix changes if two rows (or columns) are exchanged. |
| 4. | 2つの行(または列)が等しいときは零となります. | 4. | If two rows (or columns) are identical, the value of the matrix is zero. |
| 5. | 1つの行が他の行の要素のm倍のときは零となります. | 5. | If one row is m times of another row, the value of the matrix is zero. |
| 6. | また,行列式の1つの列(または行)が和になっているときは,このように行列式の和とに分解できます. | 6. | If all the elements of one row (or column) are expressed by summations, the matrix is decomposed like this. |

## 日本語解説

文2「交換」

「交」は交わる(cross)という意味です。「換」は換える(to change)という意味です。「交換」は2つのものをお互いに換える(to exchange)という意味の熟語です。

このように、似た意味の漢字が組み合わさって、1つの熟語になることがあります。

(例) 変 change ＋ 動 move ＝ 変動 increment
便 convenient ＋ 利 useful ＝ 便利 convenient

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 記 | write | ＋ | 入 | input | ＝ | 記入 | write down |
| 反 | anti | ＋ | 対 | counter | ＝ | 反対 | opposite, disagree |
| 早 | early | ＋ | 速 | fast | ＝ | 早速 | soon |

文４「零」

0 を表す漢字です。“れい”または zero を日本語の読み方にした“ゼロ”と読みます。

文５「m倍」

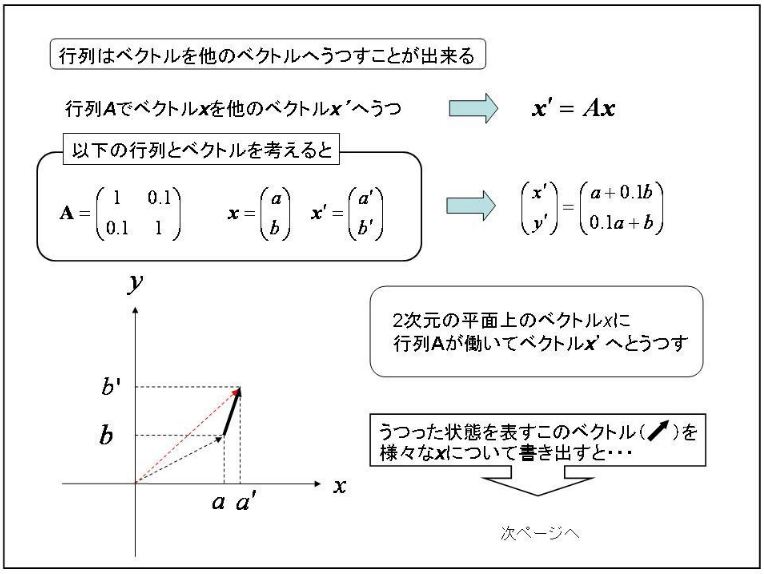
「～倍」は～ times という意味です。二倍（two times）、三倍（three times）のように数字を表す漢字と熟語になります。「m倍」は m times になります。また、数字を付けずに「倍」単独でも使い、この場合は二倍という意味になります。

（例）今日の宿題が終わるのに、いつもの倍の時間がかかった。

文６「分解」

「分」は分ける（to devide）という意味で、「解」は解く（to solve）という意味です。この 2 つの漢字を組み合わせて、to decompose という意味の「分解」という熟語になります。これも似た意味の漢字を組み合わせて作る熟語です。

# 5．固有値，固有ベクトル(1)




1. 行列の代表的な使用法に，ベクトルを他のベクトルへうつす写像があります．
2. つまり行列により，空間の線形変換(回転，拡大縮小，せん断，およびそれらの任意の合成)をベクトルで視覚化することができます．
3. 例えば 2次元の平面上のベクトル $\boldsymbol{x}$ に行列 **A** が働いてベクトル $\boldsymbol{x}$ が $\boldsymbol{x}'$へうつるとします．（上記図）
4. すなわち，行列**A** を掛けることにより，ベクトル $\boldsymbol{x}$ を $\boldsymbol{x}'$ に写すことができます．
5. このような操作を線形写像といいます．
6. $\boldsymbol{x}$ が $\boldsymbol{x}'$ へうつった状態を表すベクトルを太字の矢印で示し，さまざまな $\boldsymbol{x}$ について書き出したものを次のページに示します．

1. A matrix can be used to transfer a vector to another vector.
2. Namely, a matrix can visualize spatial linear transformations (such as rotation, expansion, shrinkage, shear).
3. For example, considering the case that a matrix ***A*** changes a two-dimensional vector $\boldsymbol{x}$ to the vector $\boldsymbol{x}'$.
4. Namely, by multiplying matrix **A** to the vector $\boldsymbol{x}$ , it is transferd to the vector $\boldsymbol{x}'$ .
5. Such an operation is called linear mapping.
6.. A vector that represents the change from $\boldsymbol{x}$ to $\boldsymbol{x}'$ is shown by a bold allow.　Arrows for various $\boldsymbol{x}$ are shown in the next slide.

## キーワード

・写像 ・線形写像

## 日本語解説

文１「使用法」「代表的」

文２「視覚化」

「使用法」の「法」は方法（method）という意味です。「使用」は to use という意味なので、「使用法」は usage という意味になります。“使い方”や“使用方法”でも同じ意味になります。

また、「法」には法律（law）という意味もあります。

この「～法」のように、後ろの漢字1文字が接尾語（suffix）になって、前の言葉の性質や意味を変える熟語があります。「代表的」「視覚化」もその 1 つです。

（例）

○人や人の性質

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 留学 | studying abroad | ＋ | 生 | student | → | 留学生 | international student |
| 大学 | university | ＋ | 生 | | → | 大学生 | university student |
| 研究 | research | ＋ | 生 | | → | 研究生 | research student |
| 科学 | science | ＋ | 者 | person | → | 科学者 | scientist |
| 音楽 | music | ＋ | 家 | person | → | 音楽家 | musician |
| 銀行 | bank | ＋ | 員 | member | → | 銀行員 | banker |
| 案内 | information | ＋ | 係 | officer | → | 案内係 | information desk |

○場所や建物

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 研究 | research | ＋ | 室 | room | → | 研究室 | laboratory |
| 図書 | book | ＋ | 館 | building | → | 図書館 | library |
| 喫茶 | drinking tea | ＋ | 店 | shop | → | 喫茶店 | cafeteria |

○～的：～のような

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 国際 | international | ＋ | 的 | | → | 国際的 | international |
| 代表 | representative | ＋ | 的 | | → | 代表的 | typical |

○～化：～になる　～にする

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 工業 | industry | ＋ | 化 | | → | 工業化 | industrialization |
| 視覚 | vision | ＋ | 化 | | → | 視覚化 | visualization |

○～性：～のこと　～の性質

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 実用 | practical use | ＋ | 性 | | → | 実用性 | practically usefulness |
| 国民 | nation | ＋ | 性 | | → | 国民性 | national character |

○その他

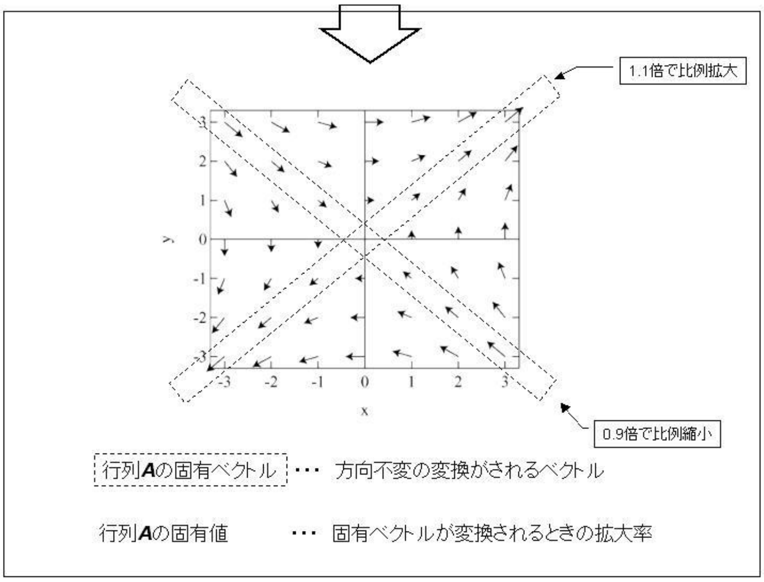
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 学生 | student | ＋ | 証 | certification | → | 学生証 | student ID |
| 洗濯 | washing | ＋ | 機 | machine | → | 洗濯機 | washing machine |
| 日本 | Japan | ＋ | 式 | style | → | 日本式 | Japanese style |
| 数学 | mathematic | ＋ | 史 | history | → | 数学史 | mathematical history |
| 教育 | education | ＋ | 法 | method | → | 教育法 | educational method |
| 教育 | | ＋ | 法 | law | → | 教育法 | educational law |

☞「講義に役立つ日本語」

文３「***x'***」

「'」は dash を日本語(にほんご)の読(よ)み方(かた)にしたダッシュと読(よ)みます。

# 6. 固有値，固有ベクトル（2）




1. この矢印の分布をみると，ある特徴に気がつきます．
2. 図の破線で示した y=x と y=-x 上のベクトルは写された後も同じ直線上のベクトルになります．
3. すなわちこの直線上に存在するベクトルは行列 **A** で写しても定数倍にしかなりません．
4. このようにその方向にそって ***A*** に比例拡大または比例縮小しているようなベクトルを **v** の**固有ベクトル**といいます．
5. またその拡大率を ***A*** の**固有値**といいます．
6. 固有ベクトル，固有値を求めることで，行列 ***A*** の構造を知ることができます．これらの問題を総称して固有値問題といいます．
7. 上記例の場合，行列**A** によりベクトル ***x*** はせん断変形されることが視覚的にわかります．

We can find a characteristic of this distribution of arrows if we observe closely.

1. The vectors on the y=x line and y=-x line in the dashed box remain on the same line after transformation.
2. Namely, when the vectors on these lines are multiplied by a matrix ***A***, they don’t change their direction but only change their length.
3. The vector that extends or shortens along the same way in proportion to ***A*** is called the ***eigenvector*** of ***A***.
4. And this enlargement factor is called the ***eigenvalue*** of ***A***.
5. The construction of ***A*** becomes clear by calculating the eigenvector and the eigenvalue. These problems are called eigenvalue problems.
6. In above example, we can underatnd visually that the vector **x** is deformed by matrix ***A***.

## キーワード

・固有ベクトル　・固有値　・固有値問題

## 日本語解説

文１「破線」

「破」は破く（to break）という意味です。「線」は line という意味なので、「破線」は broken line という意味の熟語になります。似た言葉に「点線」があり、意味は同じです。

このように、「線」という漢字の前に漢字一文字を付けて、その線の種類を表します。

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| （例） | 実 | real | ＋ | 線 | → | 実線 | solid line |
| | 斜 | inclined | ＋ | 線 | → | 斜線 | slash, slanted line |
| | 下 | under | ＋ | 線 | → | 下線 | underline |
| | 太 | thick | ＋ | 線 | → | 太線 | bold line |
| | 赤 | red | ＋ | 線 | → | 赤線 | red line |

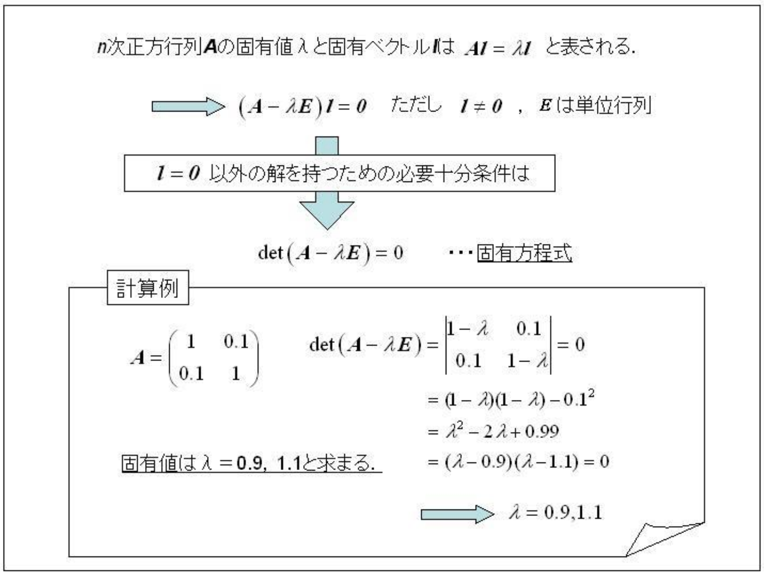
文４「拡大」「縮小」

「拡大」は to extend という意味で、「縮小」は to shoten という意味です。それぞれ、「拡」（to extend）の反対の意味の漢字が「縮」（to shorten）、「大」（big）の反対の意味の漢字が「小」（small）になります。これらは、似た意味の漢字を組み合わせた熟語になります。

文５「拡大率」

「率」は割合（rate, percentage）を表す漢字で、「拡大率」は enlargement rate という意味になります。

# 7. 固有値，固有ベクトルの求め方（1）




1. ここで，行列が与えられたとき固有値と固有ベクトルの求めかたを説明します.
2. 固有ベクトル $l$ とは, $n$ 次正方行列$A$を用いて写像を施してもその方向が変わらず，その大きさが固有値λ倍となるというものだから，それを式で表すと $Al=\lambda l$ と書く事ができます.
3. つまり，$(A-\lambda E)l=0$ （※ ただし $E$ は単位行列，$l\neq 0$）
4. この式が $l=0$ 以外の解を持つための必要十分条件は $\det(A-\lambda E)=0$ となります．またこの式を $A$ の**固有方程式**といいます.
5. 固有方程式より固有値λを求めます.
6. ここで，この行列を用いて固有値を求めてみます.
7. 固有値方程式$\det(A-\lambda E)=0$を計算するとこの２次方程式が得られ，それを解くと固有値がλ=0.9，1.1 と求まります.

1. Here, I will explain how to obtain eigenvalues and eigenvectors of a given matrix.
2. The eigenvector $l$ does not change its direction but its magnitude becomes λ times by the mapping with a square matrix $A$. This relation is expressed as $Al=\lambda l$.
3. That is, $(A-\lambda E)l=0$ (※$E$ is unit matrix, $l\neq 0$)
4. The necessary and sufficient condition for this equation to have a solution is $\det(A-\lambda E)=0$. This equation is called ***eigen equation***.
5. An eigenvalue λ is obtained from an eigen equation.
6. Now, I will obtain the eigenvalues of this matrix.
7. From the eigen equation $\det(A-\lambda E)=0$, this second order equation is obtained. As the roots of this equation, we can obtain eigenvalues λ =0.9, 1.1.

## キーワード

・単位行列 ・固有方程式

## 日本語解説

文２「固有値λ倍」

「λ」は lambda を日本語の読み方にして“ラムダ”と読みます。

「λ倍」とはλ times という意味です。

文７「λ=0.9, 1.1」

「0.9」のような数のことを日本語で小数（decimal）と言います。“小”は小さい（small）という意味なので、小数は“小さい数”という意味になります。

小数を読むときには、まず整数（integer）部分を読んで、次に小数点（decimal point）を“点”と読みます。その後、小数点以下の数字を読みます。

「0.9」ならば“れいてん きゅう”と、「1.1」ならば“いってん いち”と読みます。“点”の前の数字の読み方は少し変わりますので注意が必要です（特に下の表中の*印は間違えやすいです)。また、小数部分は 0～9 の数字を 1 つずつ読んでいきます。

（例）3.1415926　さんてん いちよんいちご(う)きゅうにろく
　　8.31447　はってん さんいちよんよんなな
　　42.195　よんじゅうに(い)てん いちきゅうご
　　$6.02 \times 10^{23}$　ろくてん ぜろに(い) かけ じゅう の にじゅうさん じょう
　　$6.62 \times 10^{-34}$　ろくてん ろくに(い) かけ じゅう の マイナス さんじゅうよん じょう

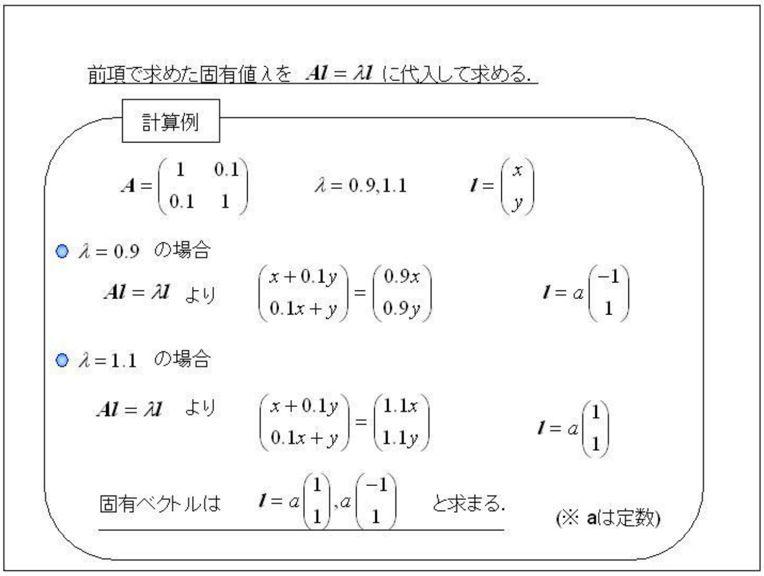
数字の読み方

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 一 | いち | 1 点 | いってん* |
| 2 | 二 | に | 2 点 | にてん |
| 3 | 三 | さん | 3 点 | さんてん |
| 4 | 四 | し　よん | 4 点 | よんてん |
| 5 | 五 | ご | 5 点 | ごてん |
| 6 | 六 | ろく | 6 点 | ろくてん |
| 7 | 七 | しち　なな | 7 点 | ななてん |
| 8 | 八 | はち | 8 点 | はちてん |
| 9 | 九 | きゅう | 9 点 | きゅうてん |
| 10 | 十 | じゅう | 10 点 | じゅってん*　じってん* |
| 11 | 十一 | じゅういち | 11 点 | じゅういってん* |
| 12 | 十二 | じゅうに | 12 点 | じゅうにてん |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ・・・ | | ・・・ |
| 20 | 二十 | にじゅう | 20 点 | |
| | | ・・・ | | ・・・ |
| 100 | 百 | ひゃく | 100 点 | ひゃくてん |
| 101 | 百一 | ひゃくいち | 101 点 | ひゃくいってん* |

☞「講義(こうぎ)に役立(やくだ)つ日本語(にほんご)」

# 8. 固有値，固有ベクトルの求め方(2)




1. 前のページで求めた固有値λを $\boldsymbol{Al}=\lambda\boldsymbol{l}$ に代入して，固有ベクトルを求めます.
2. $\lambda$=0.9, 1.1 のそれぞれの場合について計算すると上記のようになります.（※　ただし $a$ は定数）
3. 固有ベクトル $\boldsymbol{l}$ は，$\boldsymbol{l}=a\begin{pmatrix}1\\ 1\end{pmatrix},a\begin{pmatrix}-1\\ 1\end{pmatrix}$ と求まりました.

1. We can obtain the eigenvector by substituting the previously obtained eigenvalue λ to the equation $\boldsymbol{Al}=\lambda\boldsymbol{l}$.
2. For each eigenvalue of $\lambda$=0.9 and $\lambda$=1.1, we obtain the above result. (※$a$ is constant)
3. The eigenvector $\boldsymbol{l}$ is determined as follows.

$$\boldsymbol{l}=a\begin{pmatrix}1\\ 1\end{pmatrix},a\begin{pmatrix}-1\\ 1\end{pmatrix}$$

## 日本語解説

文１「求めます」
文３「求まりました」
　これらの動詞の辞書形（dictionary form）は「求める」「求まる」です。両方とも to solve という意味ですが、文の構造（structure）が違います。
(1)（わたしが）固有ベクトルを求めます。　　“～が…をー。”
(2) 固有ベクトルが求まります。　　“…がー。”
「求める」(1)の文では、主語（subject）または動作の主体（actor）が“わたし”（または話者）にな

ります。一方、「求まる」(2)の文では、動作の主体は不明で、主語は"固有ベクトル"です。

また「求める」「求まる」の場合、意味も若干違います。「求める」は to solve でいいですが、「求まる」は to be able to be solved といったニュアンスになります。

「求める」のような動詞を他動詞（transitive verb)、「求まる」のような動詞を自動詞（intransitive verb）と言います。

（例）【他動詞】　【自動詞】

| | | |
|---|---|---|
| 開ける | 開く | to open |
| 閉める | 閉まる | to close |
| 止める | 止まる | to stop |
| 回る | 回す | to rotate |
| 決める | 決まる | to decide |
| （電気を）つける | （電気が）つく | to turn the switch on |

☞「講義に役立つ日本語」