

プログラミング

第14回

数式の表示 (TeXについて)

久保田 匠

[準備]授業資料にアクセス

いつもの作業

- 久保田の授業ホームページに資料がアップロードされている。
- まずは「愛教大 数学」と検索してみよう。



久保田匠の授業関連のページ

2024年度前期担当科目

	月曜	火曜	水曜	木曜	金曜
1限					
2限	確率統計I	確率統計I			
3限				線形数学演習I	確率統計II
4限	(オフィスパワー)				
5限					

2024年度後期担当科目

	月曜	火曜	水曜	木曜	金曜
1限					
2限					
3限	科学リテラシー				プログラミング
4限	(オフィスパワー)	3年ゼミ			プログラミング
5限					

プログラミング

	内容	資料	コード
第1回	いろいろなプログラミング言語 VSCode のインストール	●	Prog_01-1
第2回	Webページを構築する(HTML)	●	Prog_02-1
第3回	Webページの見栄えを整える(CSS)	●	Prog_03-1 Prog_03-2
第4回	JavaScriptに触れてみよう	●	Prog_04-1
第5回	変数と演算	●, ★	(なし)
第6回	条件文	●, ★	(なし)
第7回	[オンデマンド] 繰り返し(0)	●	(なし)
第8回	繰り返し(1)	●, ★	Prog_08-1
第9回	繰り返し(2)	●, ★	(なし)
第10回	オブジェクト	●, ★	(なし)
第11回	配列	●, ★	Prog_11-1
第12回	ユーザー定義関数	●, ★	Prog_12-1
第13回	イベントハンドラ	●, ★	(なし)
第14回	数式の表示(TeXについて)	●, ★	Prog_14-1
第15回	学習アプリを開発してみよう	●	課題提出例

[準備]コードの新規作成①

いつもの作業

- 授業用ホームページからサンプルコードをコピーしよう。

プログラミング

	内容	資料	コード
第1回	いろいろなプログラミング言語 VSCode のインストール	●	Prog_01-1
第2回	Webページを構築する(HTML)	●	Prog_02-1
第3回	Webページの見栄えを整える(CSS)	●	Prog_03-1 Prog_03-2
第4回	JavaScriptに触れてみよう	●	Prog_04-1
第5回	変数と演算	●, ★	(なし)
第6回	条件文	●, ★	(なし)
第7回	[オンデマンド] 繰り返し(0)	●	(なし)
第8回	繰り返し(1)	●, ★	Prog_08-1
第9回	繰り返し(2)	●, ★	(なし)
第10回	オブジェクト	●, ★	(なし)
第11回	配列	●, ★	Prog_11-1
第12回	ユーザー定義関数	●, ★	Prog_12-1
第13回	イベントハンドラ	●, ★	(なし)
第14回	数式の表示(TeXについて)	●, ★	Prog_14-1
第15回	学習アプリを開発してみよう	●	課題提出例



Prog_14-1

```
<!DOCTYPE html>
<html>

<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <title>Prog_14-1</title>
  <!-- HTML で TeX を使えるようにするための呪文（ここから） -->
  <link rel="stylesheet"
href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/katex/dist/katex.min.css" crossorigin="anonymous">
  <script defer src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/katex/dist/katex.min.js"
crossorigin="anonymous"></script>
  <script defer src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/katex/dist/contrib/auto-
render.min.js" crossorigin="anonymous"></script>
  <script>
    window.onload = function() {
      renderMathInElement(document.body, {delimiters: [
        {left: "\\[", right: "\\]", display: true},
        {left: "$", right: "$", display: false}
      ]});
    };
  </script>
</head>
<body>
</body>
</html>
```

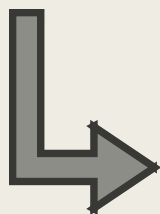
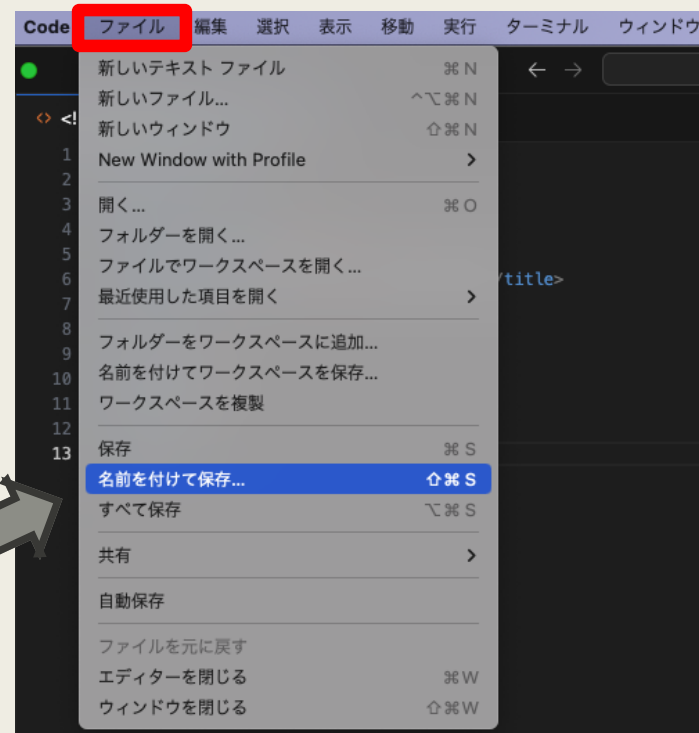
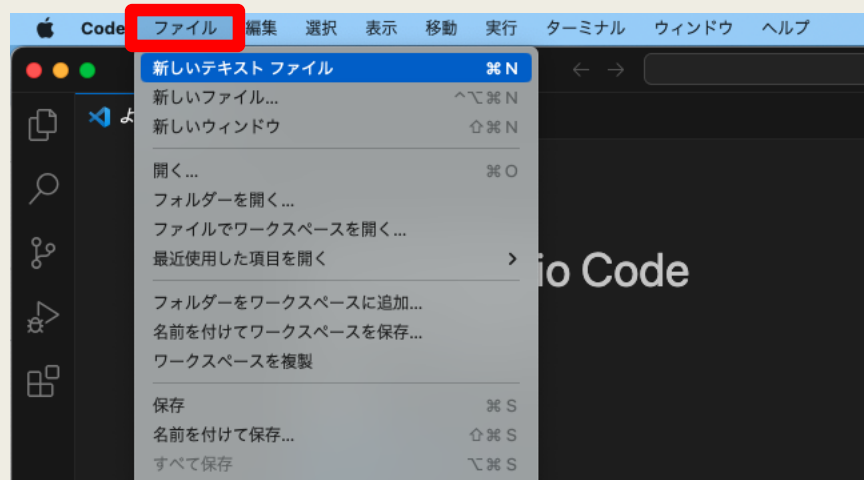
コピー

今日は「Prog_14-1」を
選択してください。

[準備]コードの新規作成②

いつもの作業

- VSCode を起動し「ファイル」から「新しいテキストファイル」を選択。
- そのあと、さきほどコピーした文書をペースト（Ctrl + V）して「名前をつけて保存」。



Ctrl + V

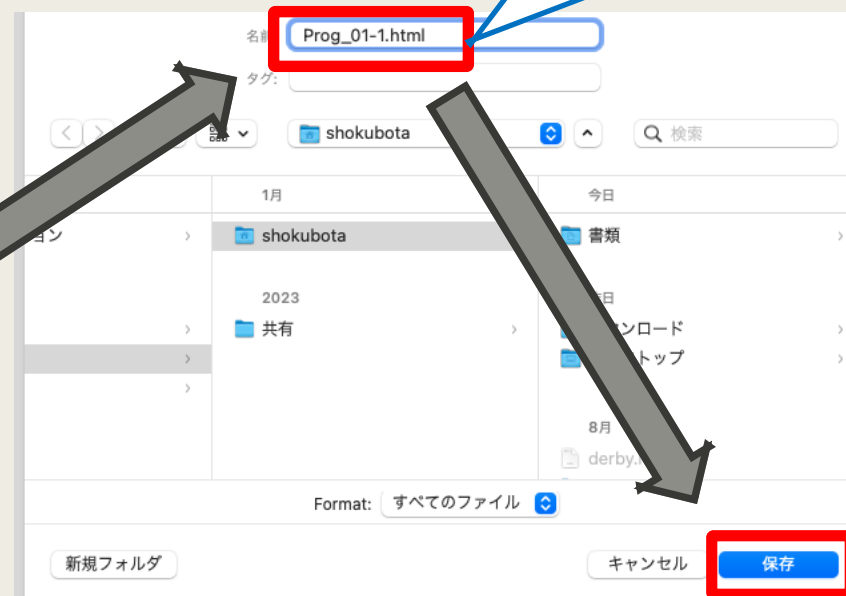
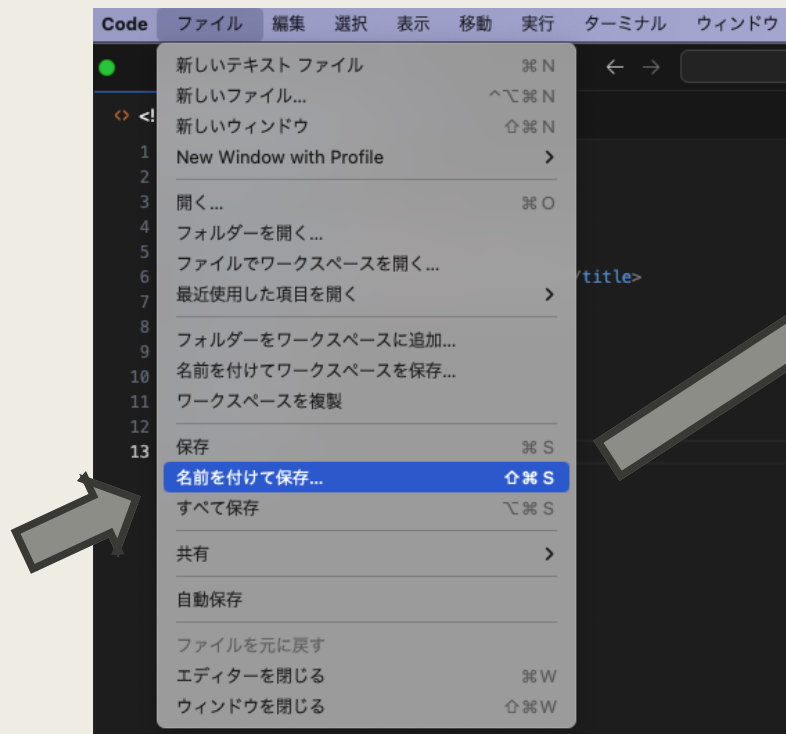


[準備]コードの新規作成②

いつもの作業

- VSCode を起動し「ファイル」から「新しいテキストファイル」を選択。
- そのあと、さきほどコピーした文書をペースト（Ctrl + V）して「名前をつけて保存」。

今日は
「Prog_14-1.html」
とつける。



[準備]作業環境を整える

いつもの作業

- 保存したhtmlファイルをダブルクリックして開いておく。
- PCの画面をふたつに分け、片方はブラウザ、もう片方はVSCodeを開いておくと便利。

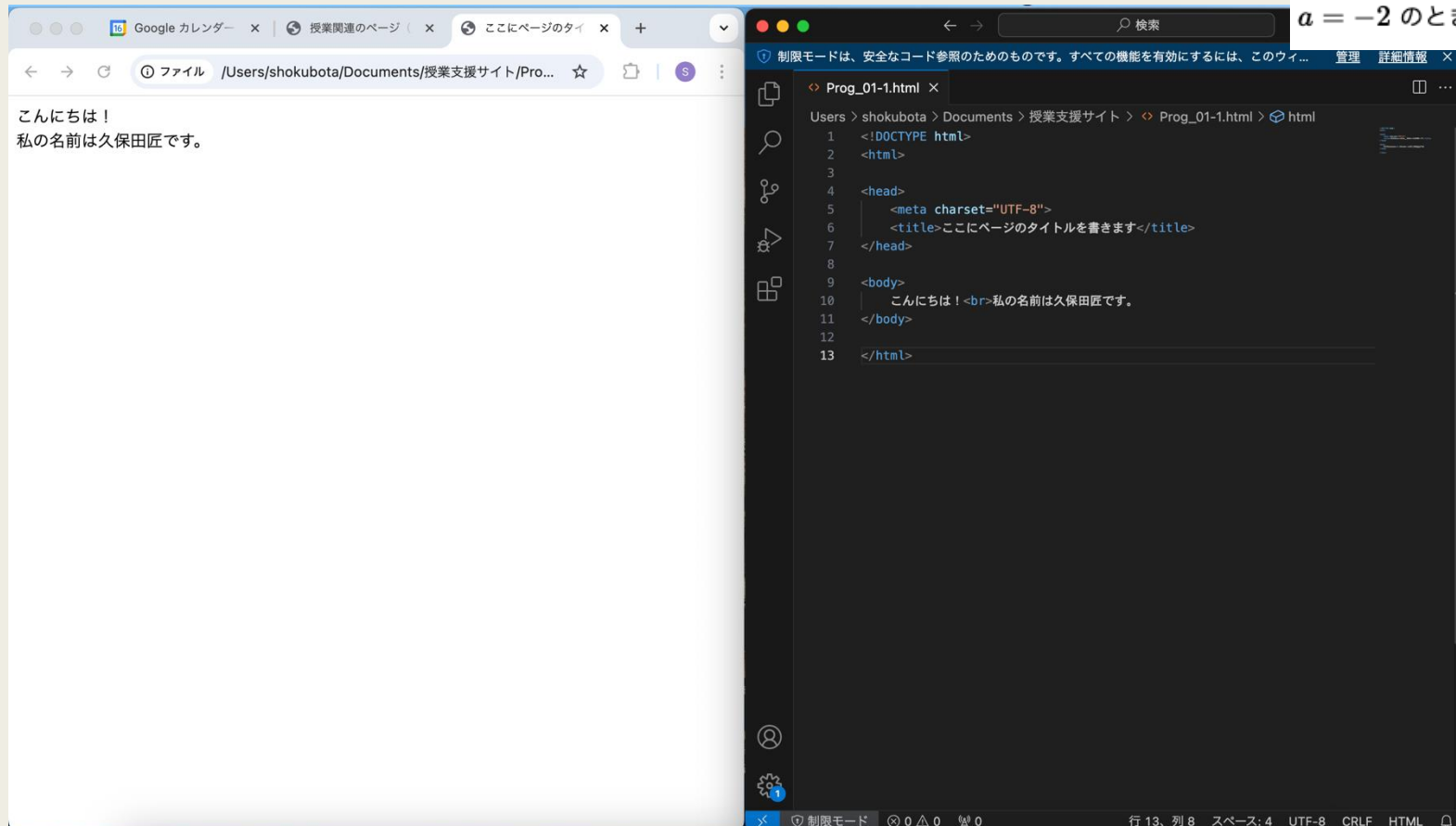
昨日

Prog_01-1.html

ダブル
クリック

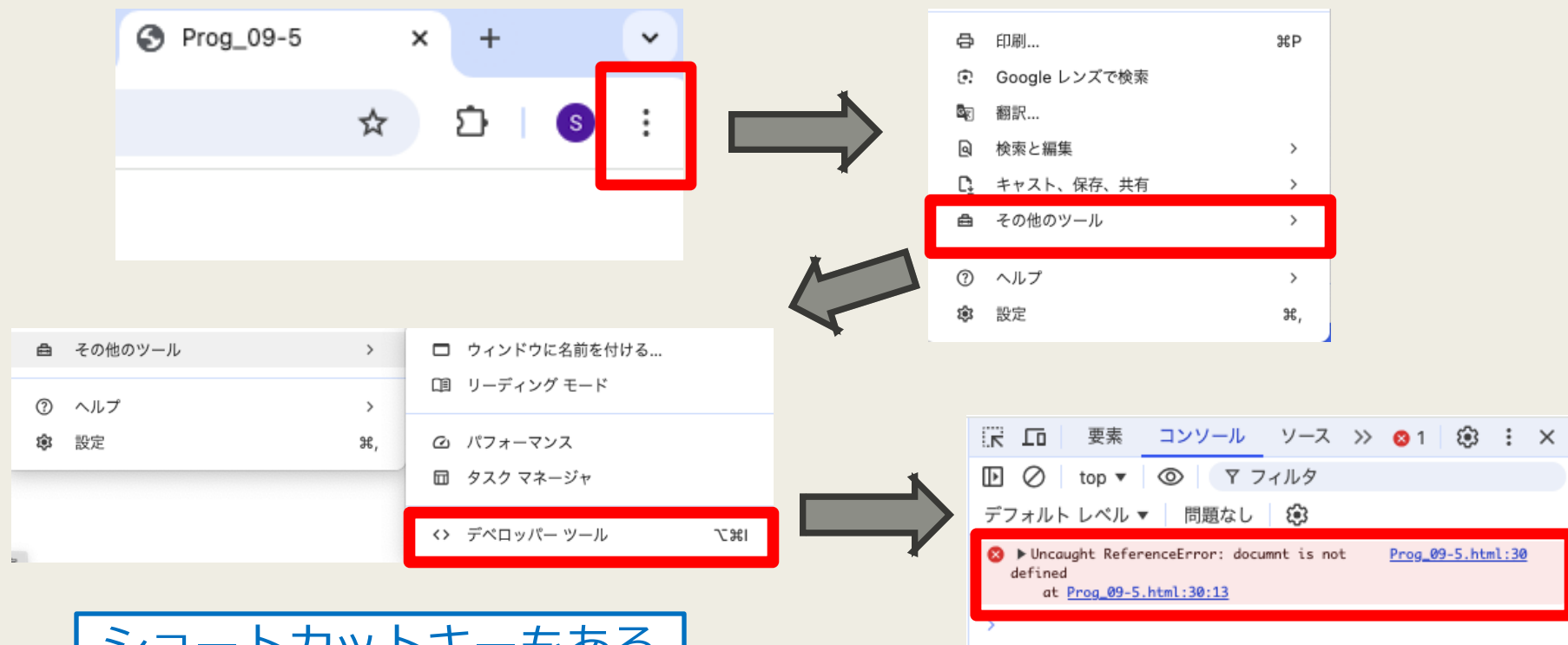
← → ↺ ⓘ ファイル /Users/s

$a = -2$ のとき $a^2 = 4$ である。



[再掲]デベロッパーツール

- 画面に何も表示されないときや、途中までしか表示されないときはプログラムに間違いがある可能性が高い。
- そのときは「デベロッパーツール」を開き、何行目でエラーが発生しているかを見てみよう。



ショートカットキーもある

Windows → Ctrl + Shift + i

Mac → Option + Command + i

30行目でエラーが発生。
documnt が未定義と言われている
(スペルミスが発生していた)

[復習]イベント

逆行列

行列 $\begin{bmatrix} -5 & 0 & 1 \\ -4 & -1 & 1 \\ -2 & -2 & 1 \end{bmatrix}$ の逆行列は

である。

答え

逆行列

行列 $\begin{bmatrix} -5 & 0 & 1 \\ -4 & -1 & 1 \\ -2 & -2 & 1 \end{bmatrix}$ の逆行列は $\begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ 2 & -3 & 1 \\ 6 & -10 & 5 \end{bmatrix}$ である。

答え

ボタンをクリックすると答えが表示される

- イベントとは、ユーザーの特定の操作（ボタンをクリックする等）やブラウザの特定の動作（ページが読み込まれる等）に応じて発生する信号のこと。
- イベントハンドラとは、発生したイベントに応じて実行される関数のこと。
- 上にある「ボタンをクリックすると答えが表示されるwebサイト」の仕組みは、
 - ① 問題と答えを生成し、答えは透明色の字で表示しておく。
 - ② 「答え」ボタンがクリックされたら「透明色の字を黒字に変える関数」を発動。

ボタンをクリックすると文字の色が変わる

- 次はボタンをクリックすると文字の色が変わるプログラムである。ひとまず自分で入力してみよう。

```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3
4 <head>
5   <meta charset="UTF-8">
6   <title>Prog 12-1</title>
7   <script>
8     function changeColor(){
9       document.getElementById("001").style.color = "red";
10    }
11  </script>
12 </head>
13
14 <body>
15   <p>
16     右にボタンを用意します。<button type="button" onclick="changeColor()">ボタン</button> <br>
17     このボタンを押すと
18     <span id="001"> ここの文字の色が </span>
19     変わります。
20   </p>
21 </body>
22
23 </html>
```

右にボタンを用意します。 ボタン
このボタンを押すと ここの文字の色が 変わります。



右にボタンを用意します。 ボタン
このボタンを押すと **ここの文字の色が** 変わります。

- <button>タグでボタンが用意される。
- ブラウザ側でボタンを押すと関数 changeColor が呼び出される。
- 関数 changeColor は id が 001 である タグ内の文章の色を赤色に変更する処理を行う。

1次方程式を出題するプログラム

- ここまでの知識を応用することで「数学の問題を自動生成し、ボタンをクリックすると答えが表示されるプログラム」が書ける。
- 次は1次方程式を自動生成して「答えを表示する」というボタンをクリックすると答えが表示されるプログラムである。プログラムの仕組みを理解しながら自分で入力してみよう。

```
14 <body>
15 <p>
16   1次方程式
17   <script>
18     let a = Math.floor(Math.random()*8 + 2);
19     let b = Math.floor(Math.random()*10 + 1);
20     document.write(a + "x=" + b);
21   </script>
22   の解は <br>
23   <span style="color:transparent" id="001">
24     <script>
25       document.write("x=" + b/a);
26     </script>
27   </span>
28   <br>
29   である。 <button type="button" onclick="changeColor()">答えを表示する</button>
30 </p>
31 </body>
```

17~21行目は
第10回でやった

答えも生成しておくが
透明色で表示する

1次方程式 $4x=-6$ の解は
である。

↓

1次方程式 $4x=-6$ の解は
 $x=-1.5$
である。

※ head部はさっきのプログラムと同じ

分数

1次方程式 $4x = -6$ の解は
 $x = -1.5$
である。

- 先のプログラムでは答え（1次方程式の解）が小数で表示された。
- 答えを分数で表示させることはできないだろうか？
- 1次方程式 $ax = b$ の解は $x = b/a$ である。
- したがって基本的には `document.write(b + "/" + a);` のように命令すればよさそうである。しかし...
 - 分数 b/a は約分できる可能性がある。
 - 分母が 1 の場合は整数の形で表示する必要がある。
- 約分を考慮したプログラムを考えよう。

[次回予告]もっときれいな数式を出力したい

1次方程式 $6x=4$ の解は
 $x=2/3$
である。

1次方程式 $9x = 6$ の解は
 $x = \frac{2}{3}$
である。

- さっきまでの演習で、1次方程式の解を分数の形で表示するところまではできるようになった。
- しかし、教科書で見るような、もっと見栄えの良い分数（を含むあらゆる数式）を表示する方法はないだろうか？
- きれいな数式を表示させるためには TeX（てふ）と呼ばれるツールを使う。
- TeX は卒論を書くときにも使用する可能性があるので、この機会に雰囲気を感じておこう。

[再掲]第10回以降に学ぶこと

逆行列 ボタンをクリックすると
答えが表示される

逆行列

行列 $\begin{bmatrix} -5 & 0 & 1 \\ -4 & -1 & 1 \\ -2 & -2 & 1 \end{bmatrix}$ の逆行列は

である。

答え

逆行列

行列 $\begin{bmatrix} -5 & 0 & 1 \\ -4 & -1 & 1 \\ -2 & -2 & 1 \end{bmatrix}$ の逆行列は $\begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ 2 & -3 & 1 \\ 6 & -10 & 5 \end{bmatrix}$ である。

答え

[第14回]
きれいな数式を
表示する

[第10回]
乱数を発生させる

[だいたい済]
生成した問題に
対して答えを計算
(透明色で表示)

[第13回]
ボタンを押したときに
特定の処理を行う

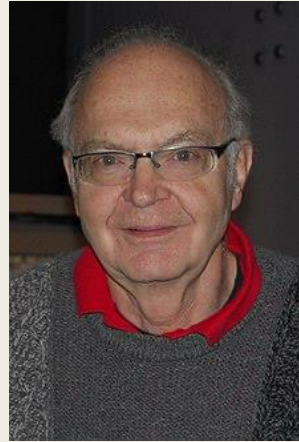
[第12回]
処理のかたまりを
定義する

- 第11回では配列を扱う。
- 配列はひとつの変数名で複数のデータをまとめて管理できるようにしたもの。
- 例えば、上の例で配列を使わずにプログラムすると、問題の行列と答えの行列の各成分で合計18個の変数を用意しなければならない。

TeX とは

https://en.wikipedia.org/wiki/Donald_Knuth

- TeX（てふ）は、主に数学や科学の分野で使われる文書作成システム。
- 文字や数式をきれいに整えて印刷物のように表示できる。
- 開発者はアメリカの数学者・計算機科学者のDonald E. Knuth。



Donald E. Knuth
(1938-)

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$$

Word による数式の表示
(最近は Word でもきれいかも)

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$$

TeX による数式の表示


HTML で TeX を使えるようにする

- 今日のサンプルコードの head部 を入力しておくと html で TeX が使えるようになる。
- ただし、インターネットにつながっていないと数式に変換されないので注意。
- body部 に次を入力してブラウザで閲覧してみよう。


```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3
4 <head>
5   <meta charset="UTF-8">
6   <title>Prog_13-1</title>
7   <link rel="stylesheet" href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/katex/dist/katex.min.css" crossorigin="anonymous">
8   <script defer src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/katex/dist/katex.min.js" crossorigin="anonymous"></script>
9   <script defer src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/katex/dist/contrib/auto-render.min.js" crossorigin="anonymous"></script>
10
11   <script>
12     window.onload = function() {
13       renderMathInElement(document.body, {delimiters: [
14         {left: "\\(", right: "\\)", display: true},
15         {left: "$", right: "$", display: false}
16       ]});
17     };
18   </script>
19 </head>
20
21 <body>
22   <p>
23     多項式  $x^2 + 2x + 1$  を因数分解すると  $(x+1)^2$  になります。
24   </p>
25 </body>
26
27 </html>
```

多項式 $x^2 + 2x + 1$ を因数分解すると $(x + 1)^2$ になります。

インライン数式とディスプレイ数式

- TeX を使って数式を表示する方法は大きく分けてふたつある。
- \$ (ドルマーク) で囲む。[例: $a+b=c$]
 - \$ で囲むと数式が文中に表示される。文章の途中にちょっとした数式を入れたいときに使う。
 - これをインライン数式という。
- \[と \] で囲む (PCによってはバックスラッシュ) 。 
 - \[と \] で囲むと数式が独立して表示され、行全体を使って中央に配置される。特に重要な数式や、長い数式を見やすく表示したいときに使う。
 - これをディスプレイ数式という。
- 上添字は ^ を使い、下添字は _ を使う。[例: x^2 , a_1]
- 添字が2文字以上ある場合は中括弧で囲む。[例: a_{n+1}]

インライン数式とディスプレイ数式

- TeX を使って数式を表示する方法を大きく分けてふたつある。
- $\$$ （ドルマーク）で囲む。[例: $\$a+b=c\$$]
- $\backslash[$ と $\backslash]$ で囲む（PCによってはバックスラッシュ）。 
- 上添字は $^$ を使い、下添字は $_$ を使う。[例: x^2 , a_1]
- 添字が2文字以上ある場合は中括弧で囲む。[例: $a_{\{n+1\}}$]
- head部 に次を入力してブラウザで閲覧してみよう。

```
21 <body>
22   <p>
23     多項式  $x^2 + 2x + 1$  を因数分解すると  $(x+1)^2$  になります。
24   </p>
25   <p>
26     方程式
27     
$$x^2 - x - 2 = 0$$

28     を解くと  $x = -1, 2$  です。
29   </p>
30 </body>
```

$\$$ の前後は半角スペースを
あけることを推奨

ディスプレイ数式は画面の
真ん中に表示される。
見栄えはCSSで
コントロールできるが
今日の授業では省略。

多項式 $x^2 + 2x + 1$ を因数分解すると $(x + 1)^2$ になります。

方程式

$$x^2 - x - 2 = 0$$

を解くと $x = -1, 2$ です。

[演習]分数とルート

- 分数は $\frac{1}{3}$ のように入力する。
- ルートは $\sqrt{2}$ のように入力する。
- これ以外にも様々な数式が表現できる。すべてを頭に入れておく必要はなく、適宜調べて使えばよい。
- [演習] 出力が次になるように入力してみよう。授業で解説していないコマンドはネットで調べよう（「TeX プラスマイナス」など）。

2次方程式 $ax^2 + bx + c = 0$ の解は

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

で与えられます。

$a_1 = 1, a_{n+1} = \frac{a_n}{2a_n+1}$ で定められる数列 $\{a_n\}$ の一般項は

$$a_n = \frac{1}{2n-1}$$

です。

次の定積分を求めよ。

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2 x \cos x dx$$

中括弧は $\{\}$ のように入力する。

インライン数式で $\frac{}{}$ を使うと
分母分子が小さく表示される。
これを回避したい場合は $\dfrac{}{}$ を使うか
ディスプレイ数式で入力する。

scriptタグ内での\の扱いについて

- 以下は、前回作成した1次方程式を自動生成するプログラムを TeX 形式で表示するものである。入力してみよう。

1次方程式 $6x = 10$ の解は
 $x = \frac{5}{3}$
である。

- ただし、scriptタグ内で数式を入力する際、`\`(バックスラッシュ) は別の意味を持っているので、「`\`」1個分の入力を反映させたいときは`\`を2個入力する必要がある (`\frac{1}{2}` と入力したいときは `\\frac{1}{2}` と入力)。

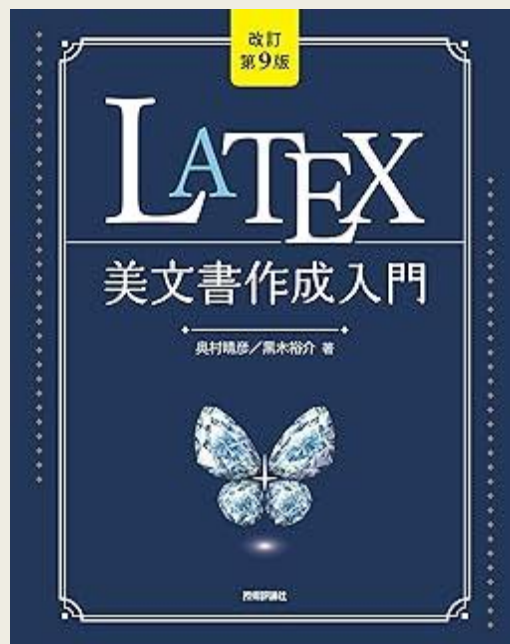
```
39 <body>
40   <p>
41     1次方程式
42     <script>
43       let a = Math.floor(Math.random()*8 + 2);
44       let b = Math.floor(Math.random()*10 + 1);
45       document.write("$" + a + "x=" + b + "$");
46     </script>
47     の解は <br>
48     <span style="color:□black" id="001">
49       <script>
50         let gcd = findGCD(a,b);
51         if(a/gcd == 1){
52           document.write("$x=" + (b/gcd) + "$");
53         } else{
54           document.write("$x= \\dfrac{" + (b/gcd) + "}{" + (a/gcd) + "}$");
55         }
56       </script>
57     </span>
58     <br>
59     である。<button type="button" onclick="changeColor()">答えを表示する</button>
60   </p>
61 </body>
```

scriptタグ内では
`\`は2個必要

数式を呼び込むための
script を忘れないよう注意。

参考文献

- TeX に関してもっと詳しく知りたい人は次の書籍がおすすめ。
- 奥村晴彦, 黒木裕介 『[改訂第9版] LaTeX美文書作成入門』



- TeX と LaTeX は本来は区別されるべきものであるが初心者はあまり気にしなくて良いと思う。
- 違いを知りたい人は例えば次のサイトを参考のこと。

最終課題

- 以上で本講義「プログラミング」の実質的な内容は終わり。
- 最終課題は第1回の授業でアナウンスした通り「数学の問題を自動生成し、『答え』ボタンをクリックすると答えが表示されるWebページを開発する」である。
- 問題を自動生成するページを作成し、その下にプログラムの工夫した点や苦労した点を書くこと。工夫した点では着想の経緯、苦労した点ではそれをどう乗り越えたかなど、頑張ったアピールを自由に記述すること。

2230999 久保田匠

学籍番号と名前を書く

逆行列

行列 $\begin{bmatrix} 7 & 3 & 1 \\ 4 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ の逆行列は $\begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ -2 & 5 & -3 \\ 0 & -1 & 2 \end{bmatrix}$ である。

自由記述欄

私がこのページを作るにあたり、工夫した点は〇〇である。プログラムの作成にあたり、△△という困難にあたったが、while文の条件を〇〇のように書き換えることで△△をうまく乗り越えることができた。←もちろんこれは少なすぎるのでもっとたくさん書く。

最終課題（詳細）

■ 必須事項

- ページを再読み込みするごとに違う問題が生成されること。
- 答えボタンをクリックして答えが表示されること。

■ 加点事項

- 来週に詳細を説明。

■ 単位取得の基準

- 必須事項をクリアしていれば基本的には OK だが明らかに手を抜いている（自由記述欄が数十文字とか）と判断されるものは再提出または不可。
- 動かないプログラムは0点。

最終課題（提出について）

- 2月23日（日）の23時59分までに以下のアドレスに html ファイルをメールで提出。

skubota@auecc.aichi-edu.ac.jp

- ファイル名は「学籍番号.html」にすること。
 - 例えば、学籍番号が「2230999」の学生は提出ファイル名を「2230999.html」にする。
- ファイル管理の都合上、上記が守れていないと未提出扱いになる可能性があるので要注意。
- 提出が遅れた場合、受理はするが大幅に減点。

次回

- 次回の授業では、問題を生成するときのちょっとしたコツや、成績評価における加点事項や採点基準の詳細を紹介。
- 演習の時間を多めにとる予定。