

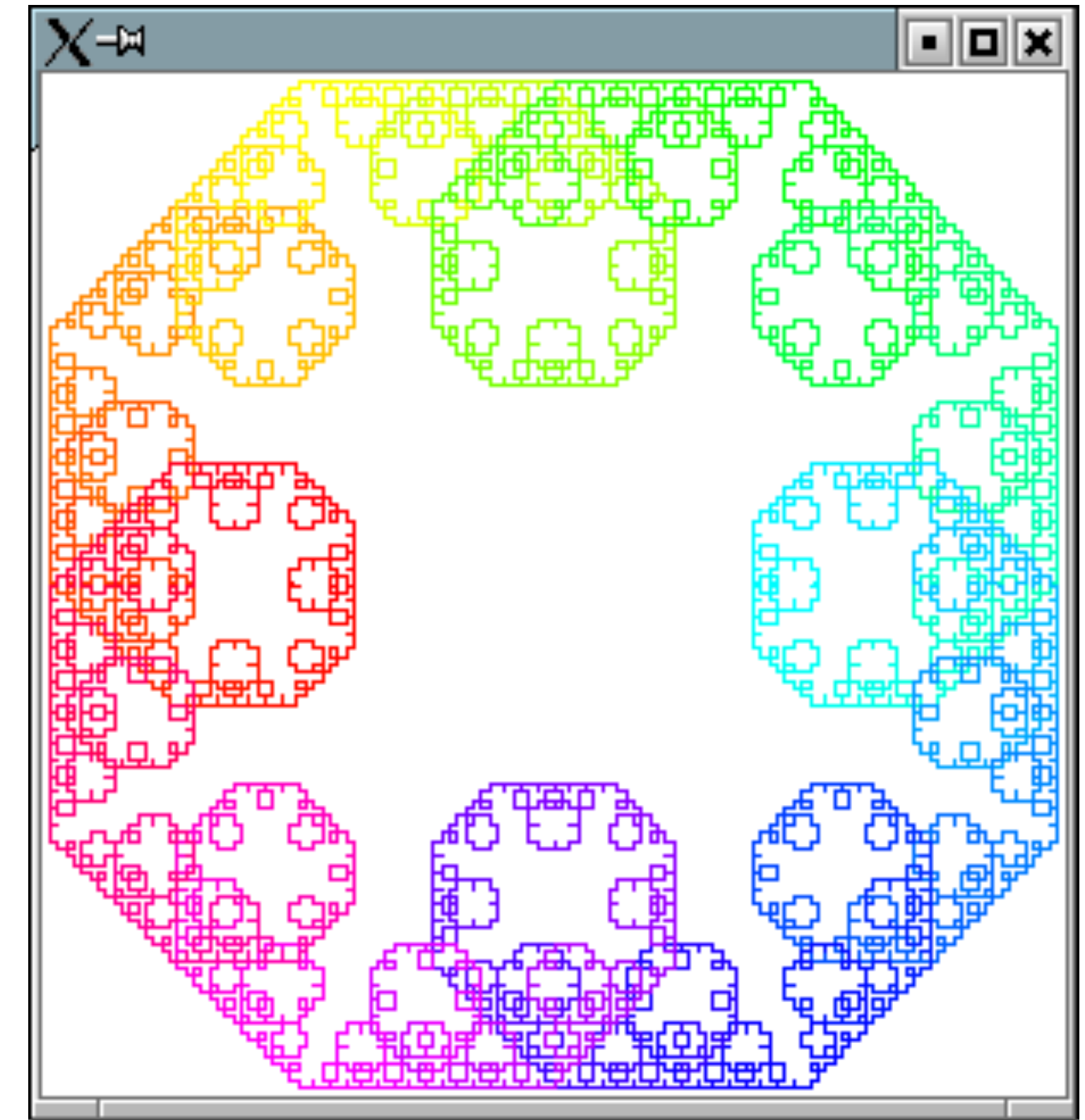
SSH コンソーシアム TOKAI の
1・2年生を対象とした「高大接続探究ゼミ」

Pythonでフラクタル を描画しよう

ベーシックコース

名古屋大学 山里敬也

yamazato@nagoya-u.jp



ROUTE1 ← FREE HALL → ROUTE23
JB.STUDIO K.Y

山里敬也 (YAMAZATO, Takaya) yamazato@nagoya-u.jp
名古屋大学 教養教育院 教授 ハイブリットラーニングセンター・センター長
兼務：工学研究科情報・通信工学専攻,
情報基盤センター教育情報メディア研究部門,
附属図書館研究開発室

◆ 名大の授業：<http://ocw.nagoya-u.jp>

◆ 研究

◆ 可視光通信、ITS、確率共鳴、Open Educational Resources (OER)

◆ 趣味

◆ 自転車、ジョギング、バンド



Iyoda Yuki 伊与田 友貴



- 山里研究室 博士後期課程 3 年
- 研究テーマ
 - 可視光通信/機械学習
- 好きなもの
 - 水族館/猫/工作/旅行
 - 麻雀/ゲーム(Switch2が欲しい)



“ 2 日間一緒に頑張りましょう！ ”

➤ 名前：石田 匠

➤ 学年：博士後期課程1年

➤ 研究：水中光無線通信

➤ 趣味：麻雀, スポーツ観戦

よろしく!



名大で実際に行っている講義内容を修正してやります

プログラミング及び演習（3.0 単位）			ちょっとだけ
科目区分	専門基礎科目		
授業形態	講義及び演習		
対象学科	電気電子情報工学科		
開講時期 1	2 年春学期		
必修／選択	必修		
担当教員	山里 敬也 教授	米澤 拓郎 准教授	2021年度は山里が担当しました。 2022年度から小川先生が担当されています。

本講義の目的（シラバス）

C言語による演習を通じて、計算機を用いたより高度なプログラミング技法・問題解決技法を学ぶ。具体的には比較的大きなプログラム（500~1000行程度）を書く実力をつける。

これにより、情報リテラシーのような基礎力に加え、論理的思考力や問題解決力といった応用力も涵養する。さらには、プログラムの構成を設計（デザイン）することにより、創造力を鍛えることも狙いとする。

今回は Python を使います

達成目標：

- 目的・仕様に従いプログラムの構成要素を論理的に設計できる
- 設計に従い、効率の良いプログラム（**C言語**）の実装ができる

講義スケジュール

(2021/05/17現在)

日付	内容
4/16	ガイダンス・環境構築・C言語復習（合同）
4/23	C言語復習
4/30	データ解析
5/07	データの可視化
5/14	ポインタとデータ走査
5/21	シーザー暗号
5/28	シーザー暗号解読
6/04	中間課題（合同）
6/11	ビジュアライゼーション（1）
6/18	ビジュアライゼーション（2） ←再帰グラフィックス
6/25	ゲームプログラム
7/02	最終課題（合同）
7/09	課題制作時間
7/16	課題制作時間
7/30	課題発表（A, B別）
8/06	総括（合同）

取り上げる内容

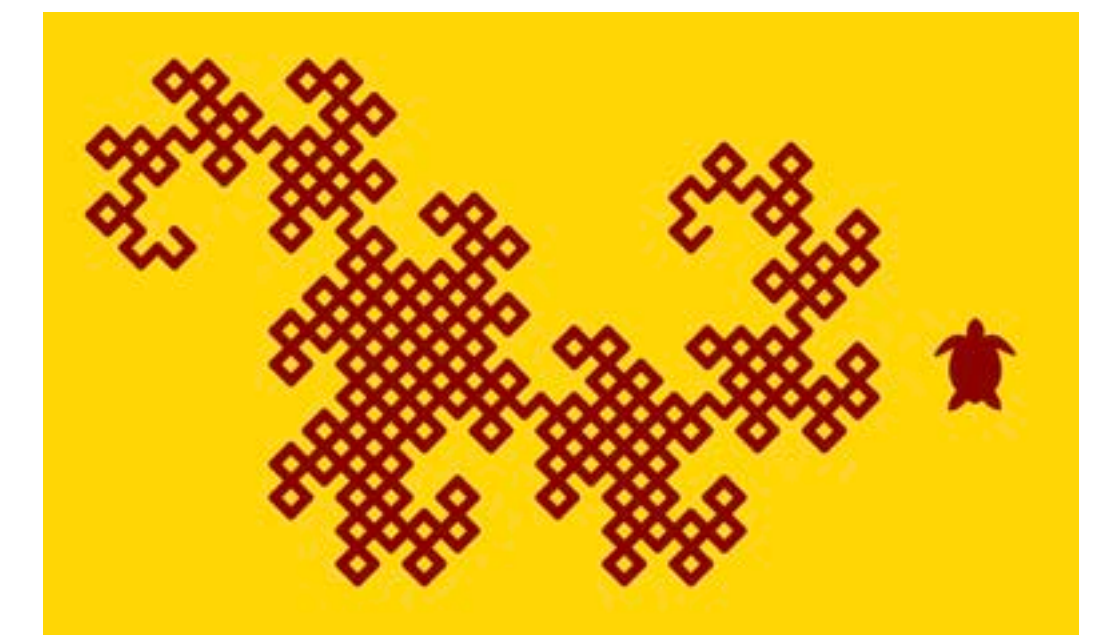
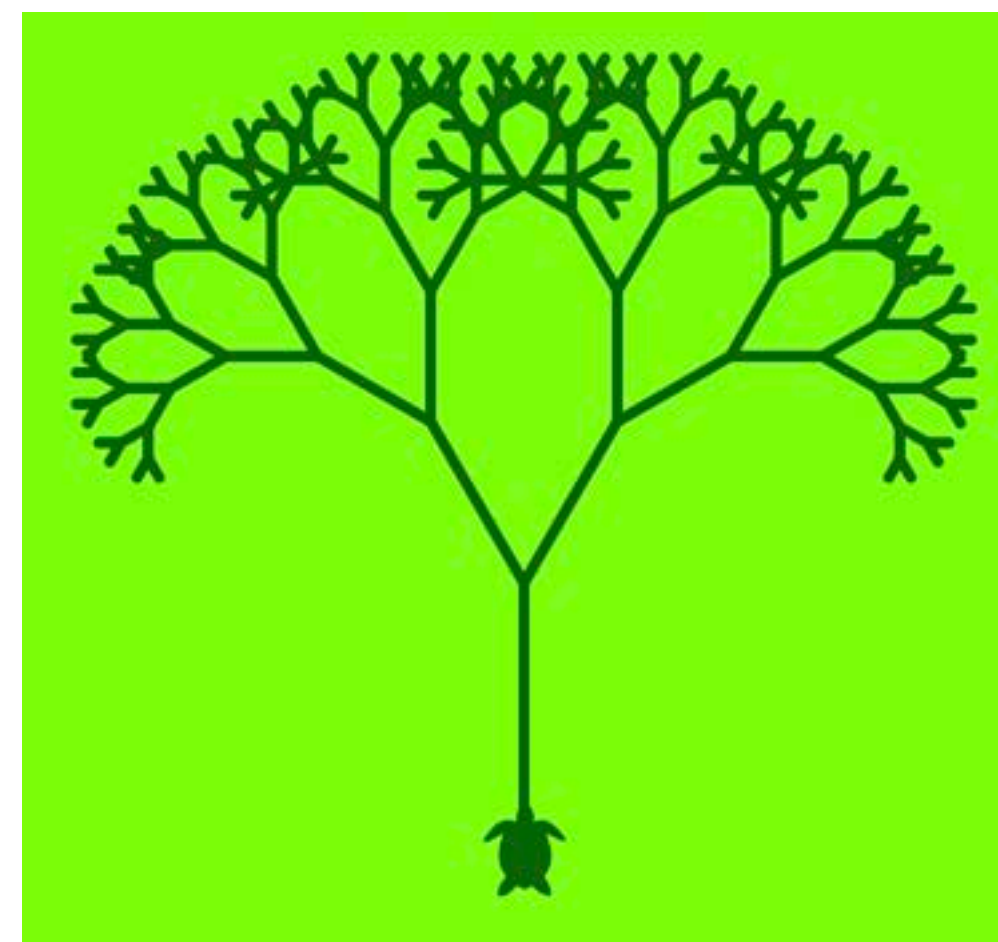
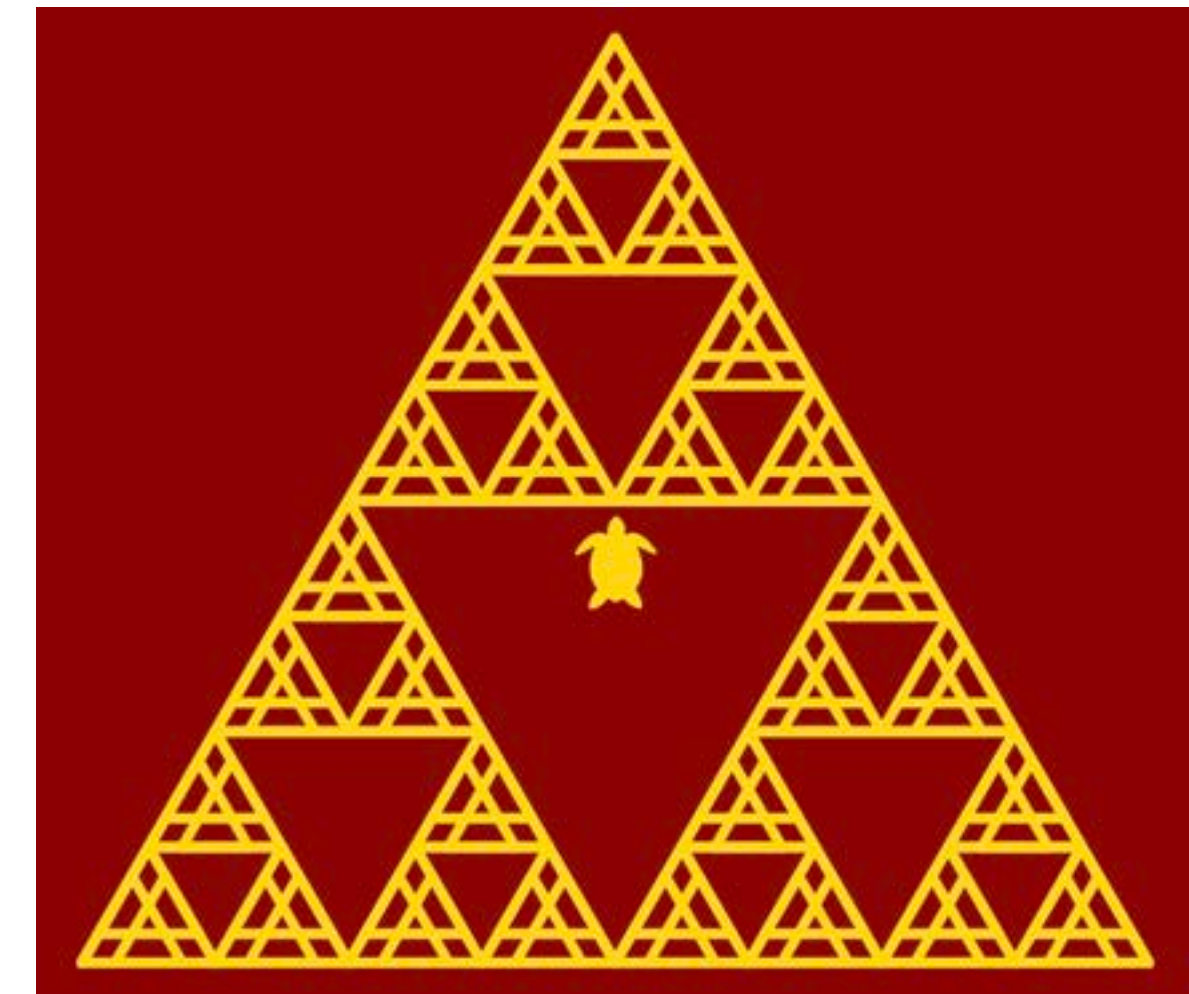
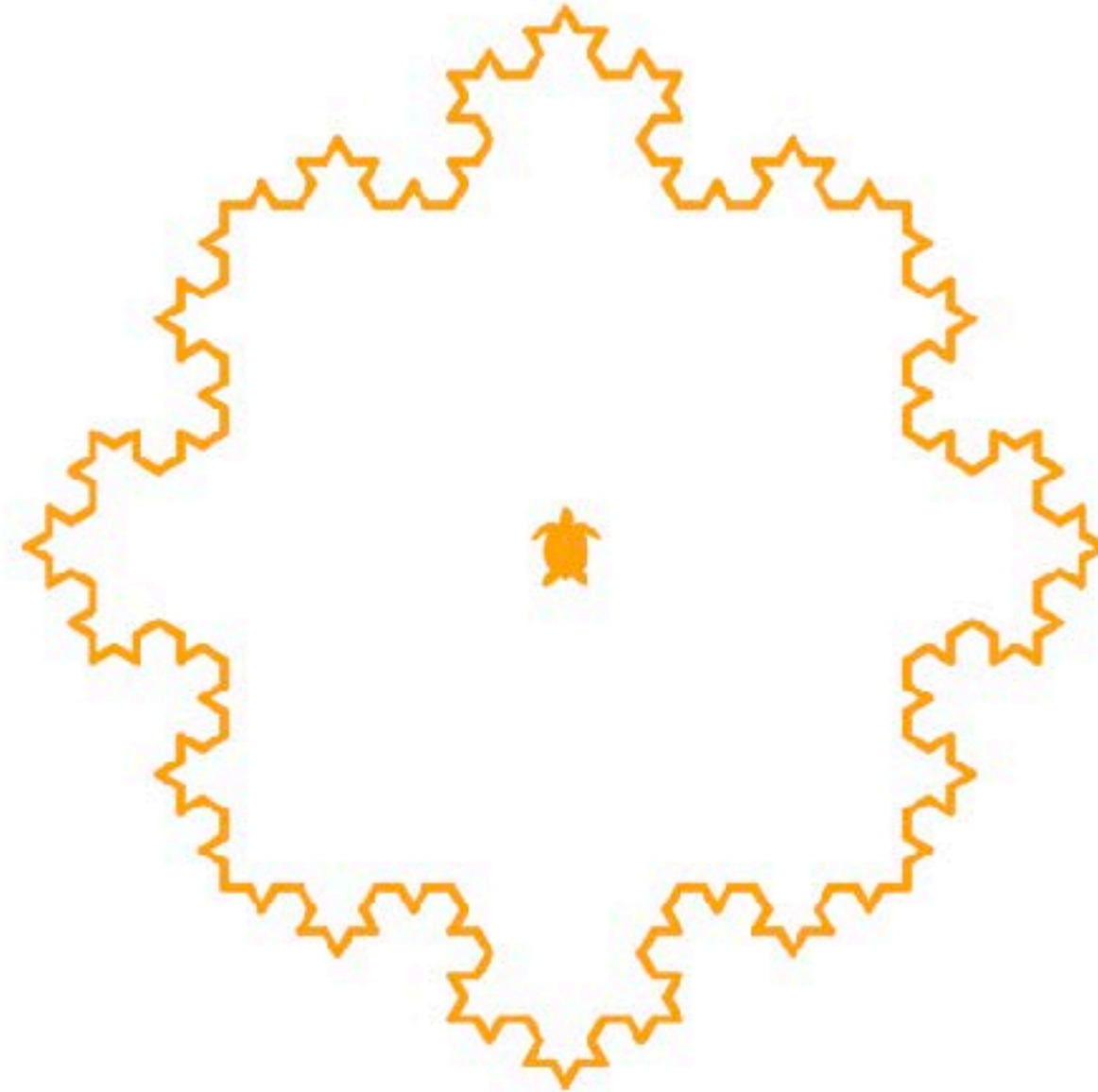
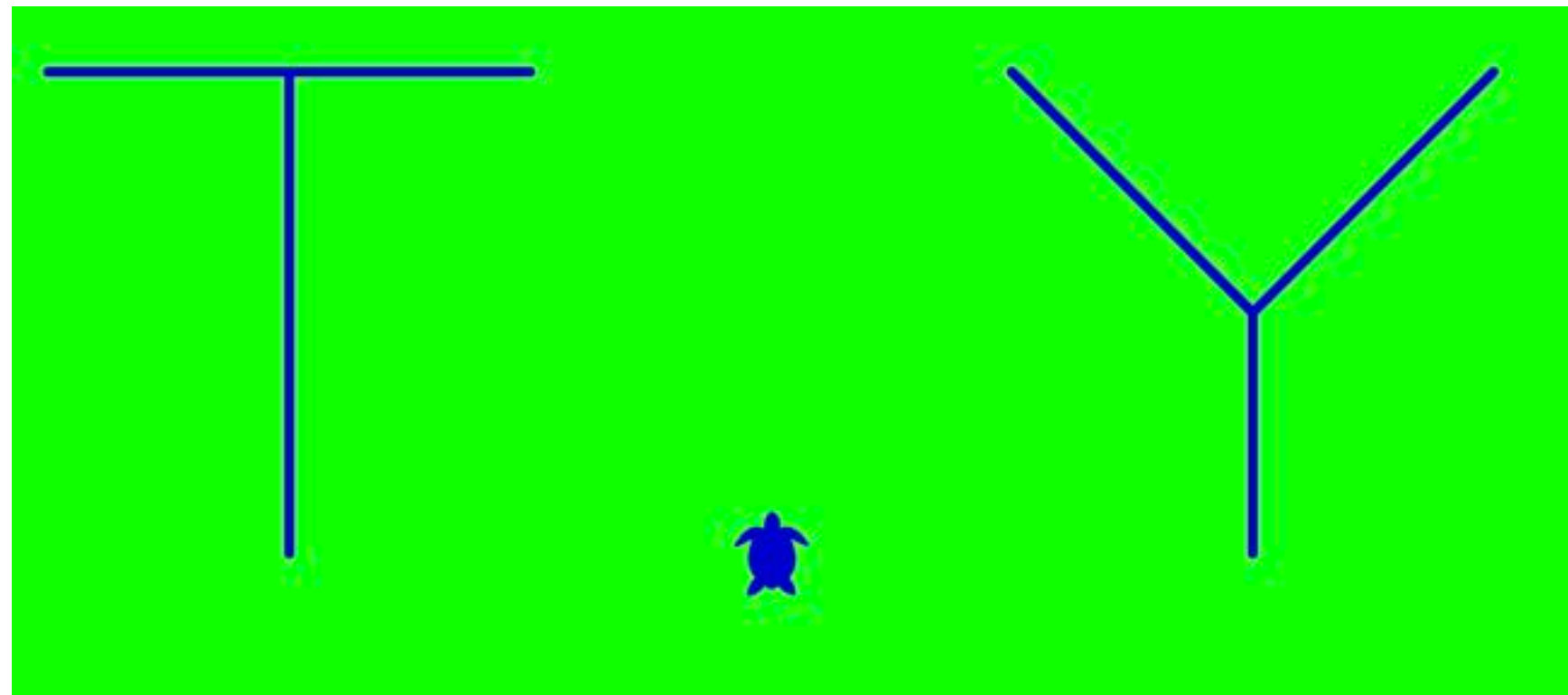
スケジュール

日時	ベーシック	アドバンス
7月31日（木） 10：30～12：00 講義	Google Colabortory (Python)入門 Turtle Graphics入門	Google Colabortory (Python)入門 Turtle Graphics入門
7月31日（木） 13：00～14：30 演習	Turtle Graphics で 自分のイニシャルを描こう	Turtle Graphics で多角形を描こう
8月1日（金） 10：30～12：00 講義	Turtle Graphics で多角形を描こう	再帰関数とフラクタル (コッホ曲線, シェルピンスキーのガスケッ ト、2分木, Levy曲線, Drangon曲線)
8月1日（金） 13：00～14：30 演習	Turtle Graphics で絵を描こう	Turtle Graphics で フラクタルを描こう

資料について

日時	ベーシック	アドバンス
7月31日（木） 10：30～12：00 講義	Google Colabortory (Python)入門 <div>Turtle_Graphics_Basic.ipynb を使います</div>	Google Colabortory (Python)入門 Turtle Graphics入門 <div>Turtle_Graphics_Basic.ipynb を使います</div>
7月31日（木） 13：00～14：30 演習	自分のイニシャルを描こう	Turtle Graphics で多角形を描こう
8月1日（金） 10：30～12：00 講義	Turtle Graphics で多角形を描こう <div>Turtle_Graphics_Basic.ipynb を使います</div>	再帰関数とフラクタル (コッホ曲線, シェルピンスキーのガスケッ <div>Turtle_Graphics_Advanced.ipynb を使います</div>
8月1日（金） 13：00～14：30 演習	Turtle Graphics で絵を描こう	Turtle Graphics で フラクタルを描こう

最終目標：Turtle Graphics で絵を描こう



2日目にチャレンジします！

Google Colabortory

Python入門

準備（事前課題）

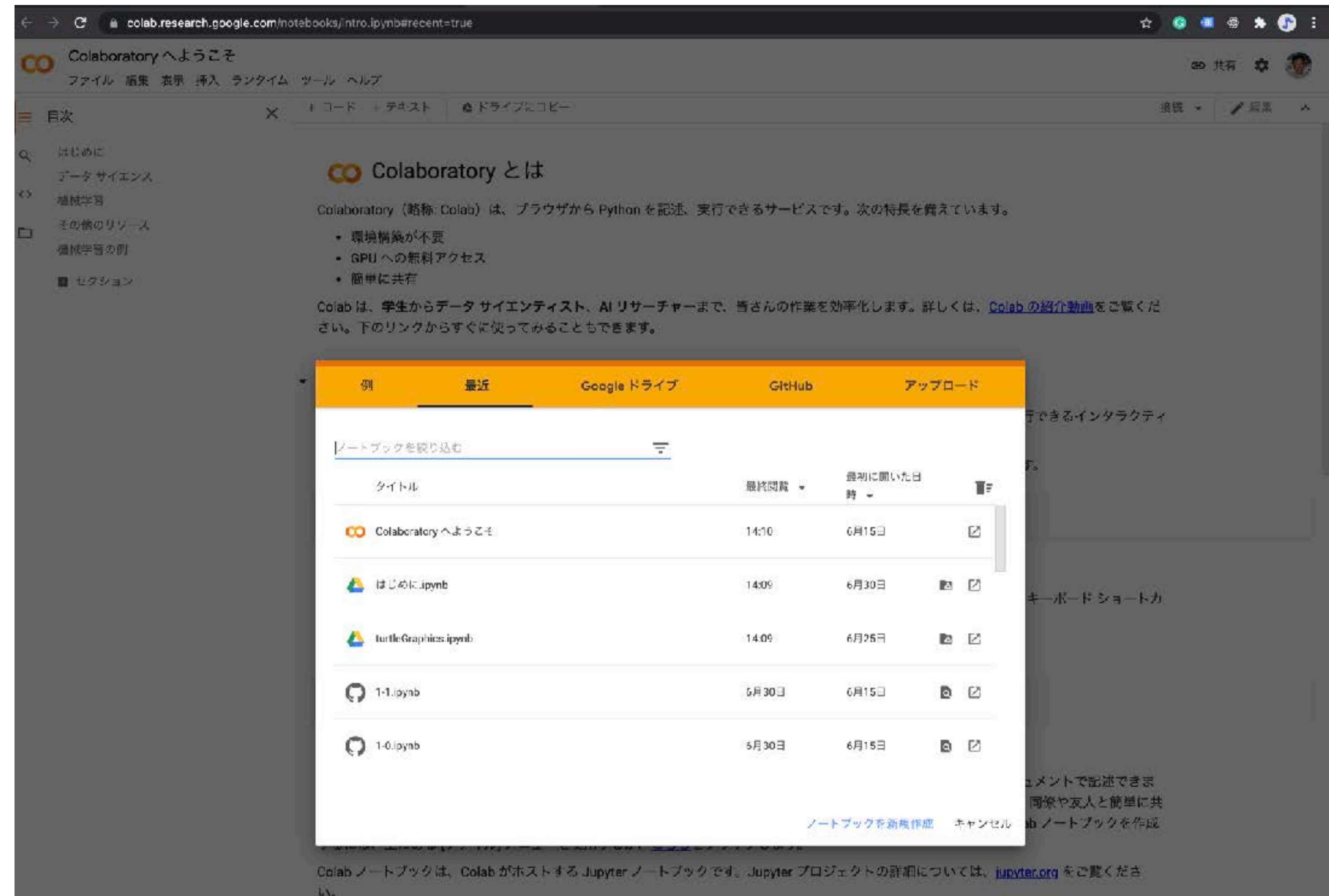
Google Colaboratory

- この講義では Google Colaboratory（コラボと呼びます）を使います。
- コラボの利用には Google アカウントが必要です。事前に取得しておいてください。
- コラボはPCのブラウザから利用できます。自宅からでもOK！
 - ブラウザは何でも良いと思います。もし、うまくいかないようであれば Google Chromeをダウンロードしてご利用ください。
- 事前学習をやりましたか？
 - <https://yamazato.nuee.nagoya-u.ac.jp/research/OER/wwl/>

コラボノートブック

Colab Notebook

- コラボを立ち上げると右のような画面になります
- Zフォルダからファイルをダウンロードし、ご自身のコラボにアップロードしてください。
- コラボの使い方
 - <https://sites.google.com/view/ipsjmooc/How2>



コラボの基本

コラボの code セルを試みよう

これが codeセル.

```
[ ] 1+1
```

押下すると pythonプログラム が実行できます.

警告がでるけど心配いりません.



 1+1

実行結果

2

確認して押下

Codeセルにプログラムを入力してみよう

Pythonが実行できます

- cut, copy, paste, undo ができます
 - Ctrl+c, Ctrl+x, Ctrl+v, Ctrl+z
- 四則演算もできます

演算子	説明	例	結果
**	累乗	2**3	8
*	かけ算	3*5	15
/	割り算	10/3	3.33
//	整数の割り算 (小数点以下切り捨て)	10//3	3
%	剰余 (余り)	10%3	1
+	足し算	1+2	3
-	引き算	10-3	7

変数も使えます

codeセルで実行してみよう

変数 a に「2」を代入

コメント文（実行されない）

```
a=2
b=3
c=a*b
# 結果をプリント
print("c=", c)
```

print()関数で c を表示

変数は短い名前が良い

例：a, b, aa, bb

- 数字から始めてはいけない
- ハイフン (-) , スペース, 特殊文字は使えない

必要に応じてコメントを入れる

から始まる行はコメント

関数を定義しよう

def 関数名 (引数1, 引数2, ...):

$c = \text{multiply}(a, b)$

$\text{multiply}(a, b) = a * b$

TABもしくはスペース4つ開ける

関数は「def」で宣言

関数が受け取る値：引数

関数の結果（返値）は「return」で指定

```
def multiply(a,b):  
    c = a*b  
    return c
```

```
# multiply(2,3) の結果をプリント  
print("c=",multiply(2,3))
```

c= 6

pythonの関数名は**スネークケース**で書くことが多い

例：turtle_graphics

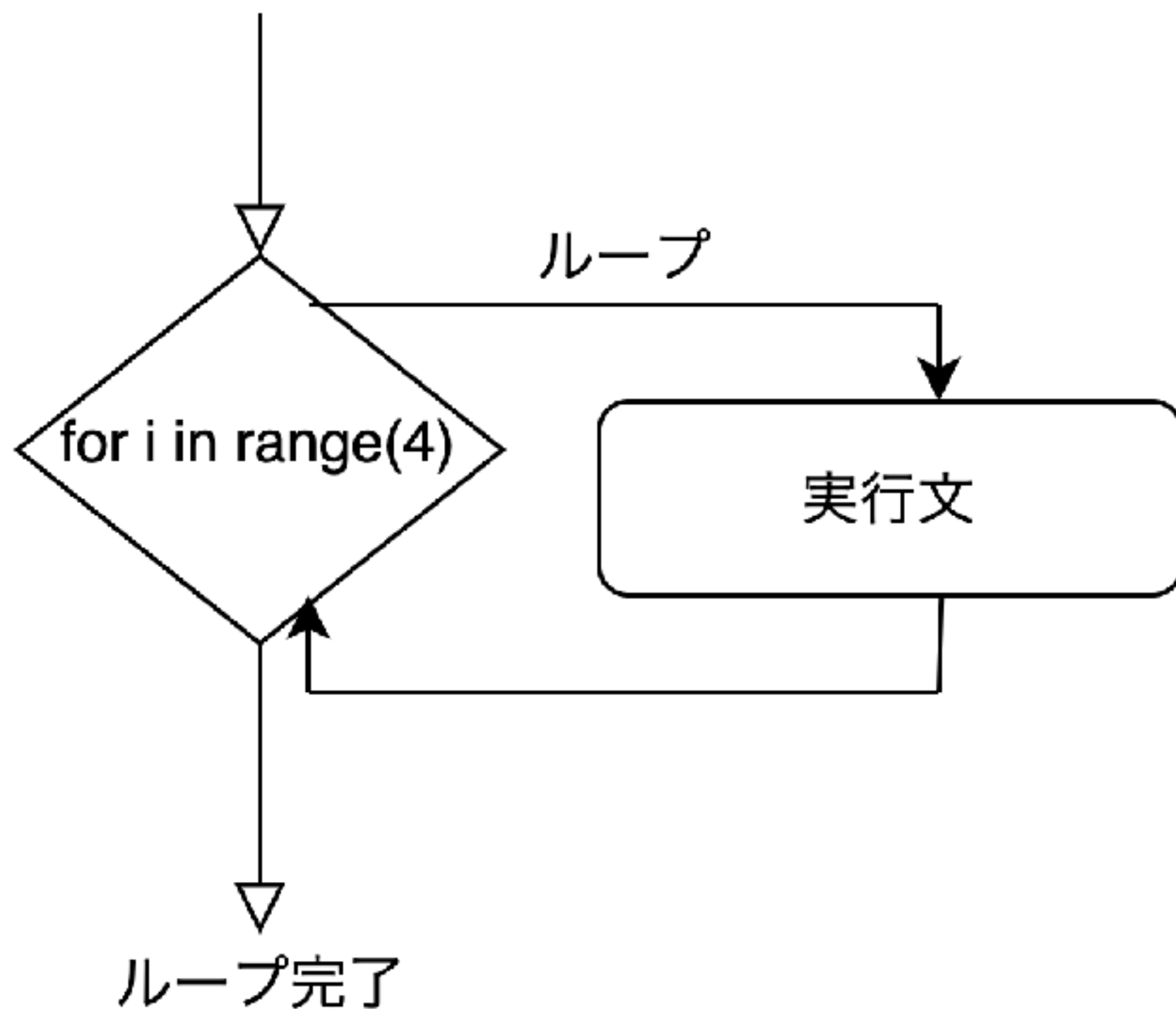
- 分かりやすい名前をつける
- 小文字で始まる
- 単語を組み合わせる場合アンダースコア () で繋げる

Pythonの命名規則

ほぼスネークケース（単語と単語をアンダースコアでつなぐ）

変数	スネークケース	snake_case
定数	スネークケース（全て大文字）	SNAKE_CASE
グローバル変数	スネークケース	snake_case
関数	スネークケース	snake_case
関数の引数	スネークケース	snake_case
クラス	パスカルケース	PascalCase
インスタンス変数	スネークケース	snake_case
メソッド	スネークケース	snake_case
パッケージ	スネークケース	snake_case
モジュール	スネークケース	snake_case

for ループと range くり返し



```
for i in range(4):  
    print(i)
```

for 変数 in オブジェクト:
 実行文

文字列・リスト・関数など

range()
整数列のリストを返す関数

range(start, stop[, step])

range(0,4,1)

> 0, 1, 2, 3

range(4)

> 0, 1, 2, 3

range(0,4,2)

> 0, 2

range(4,0,-1)

> 3, 2, 1, 0

ターゲットグラフィックス

タートルグラフィックス

LOGO: by シーモア・パパート

pen down



子供用のプログラミングシステム
わかりやすくするため、簡単なグラフィックスを利用

亀が

前進 : forward(距離)

回転 : right(角度), left(角度)

ペンの上げ下げ : up(), down()

タートルグラフィックスの主な関数

<https://github.com/tolgaatam/ColabTurtle>

関数	短縮形（別表記）	説明
forward(units)	fd(units)	亀を units（ピクセル）前進
backward(units)	bk(units)	亀を units（ピクセル）後進
right(degrees)	rt(degrees)	亀を degrees 度 右に向ける（回転）
left(degrees)	lt(degrees)	亀を degrees 度 左に向ける（回転）
speed(s)		亀をスピード s で動かす. 1が最も遅く, 13が最も早い. 初期値 4
penup()	up()	ペンを上げる（以後, 描画しない）
pendown()	pd()	ペンを下げる（以後, 描画をはじめる）
setpos(x,y)	goto(x,y)	座標 (x, y) へ亀を移動
bgcolor()		背景の色を指定 (https://www.w3schools.com/colors/colors_names.asp)
pencolor()	color()	ペンの色を指定 (https://www.w3schools.com/colors/colors_names.asp)
pensize(w)	width(w) pensize(w)	ペンの大きさ w を指定
position()	pos()	亀の現在の座標 (x,y) を取得
heading()	getheading()	亀が向いている方向（角度）を取得

Colabでのタートルグラフィックス

<https://github.com/tolgaatam/ColabTurtle>

- まず、以下のコマンドでタートルグラフィックスをインストール

```
!pip3 install ColabTurtle
```

```
from ColabTurtle.Turtle import *
```

- 図を書くには初期化が必要になります.

```
initializeTurtle()
```

- 描画領域は以下のように設定されています.

- 画面サイズ：800 x 500

- 亀の位置：画面の中央 (400,250)

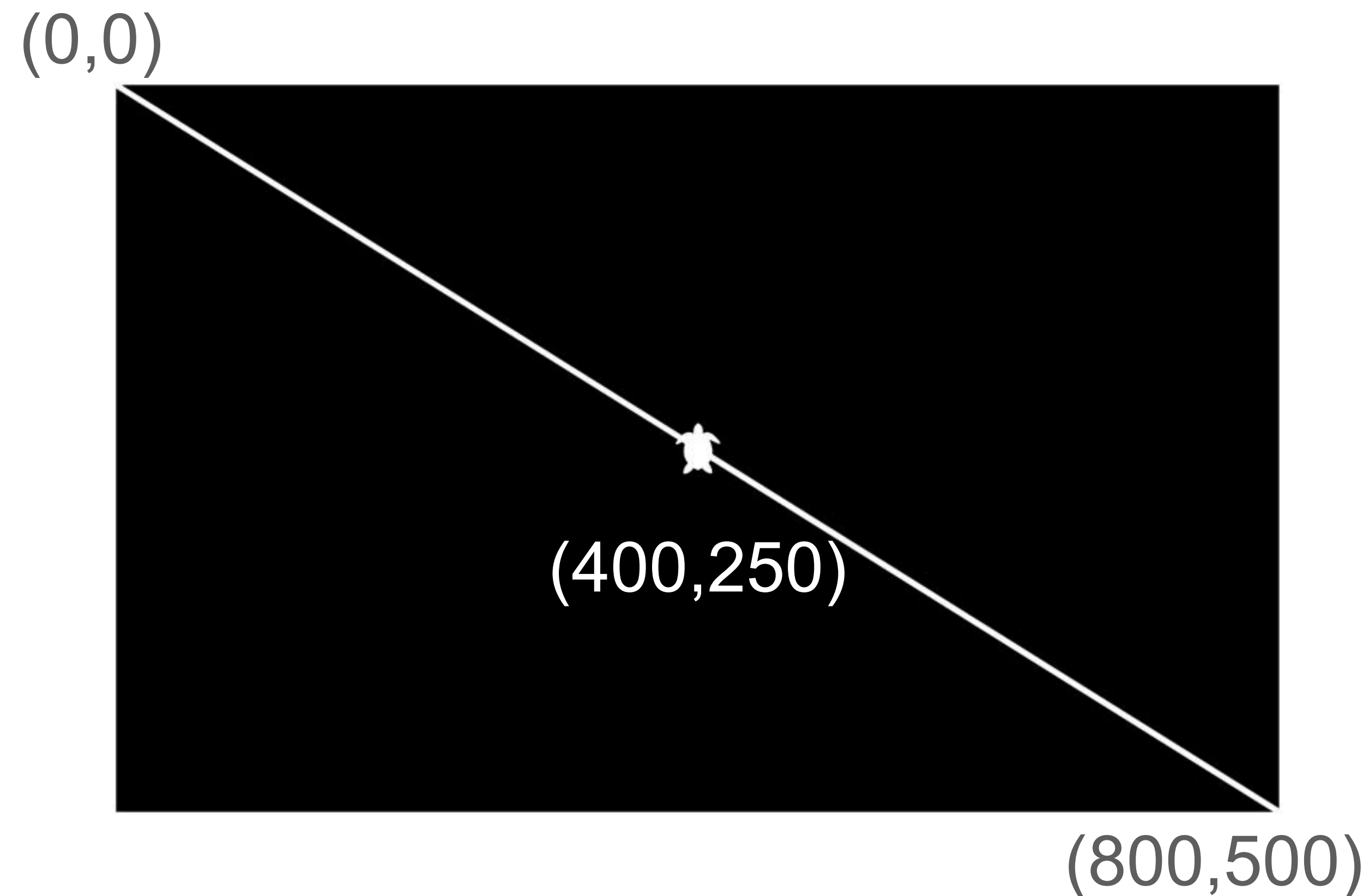
- 亀の向き：上

- 亀の動く速さ：speed = 4

- ペンのサイズ：width(4)

- ペンの色：color("white")

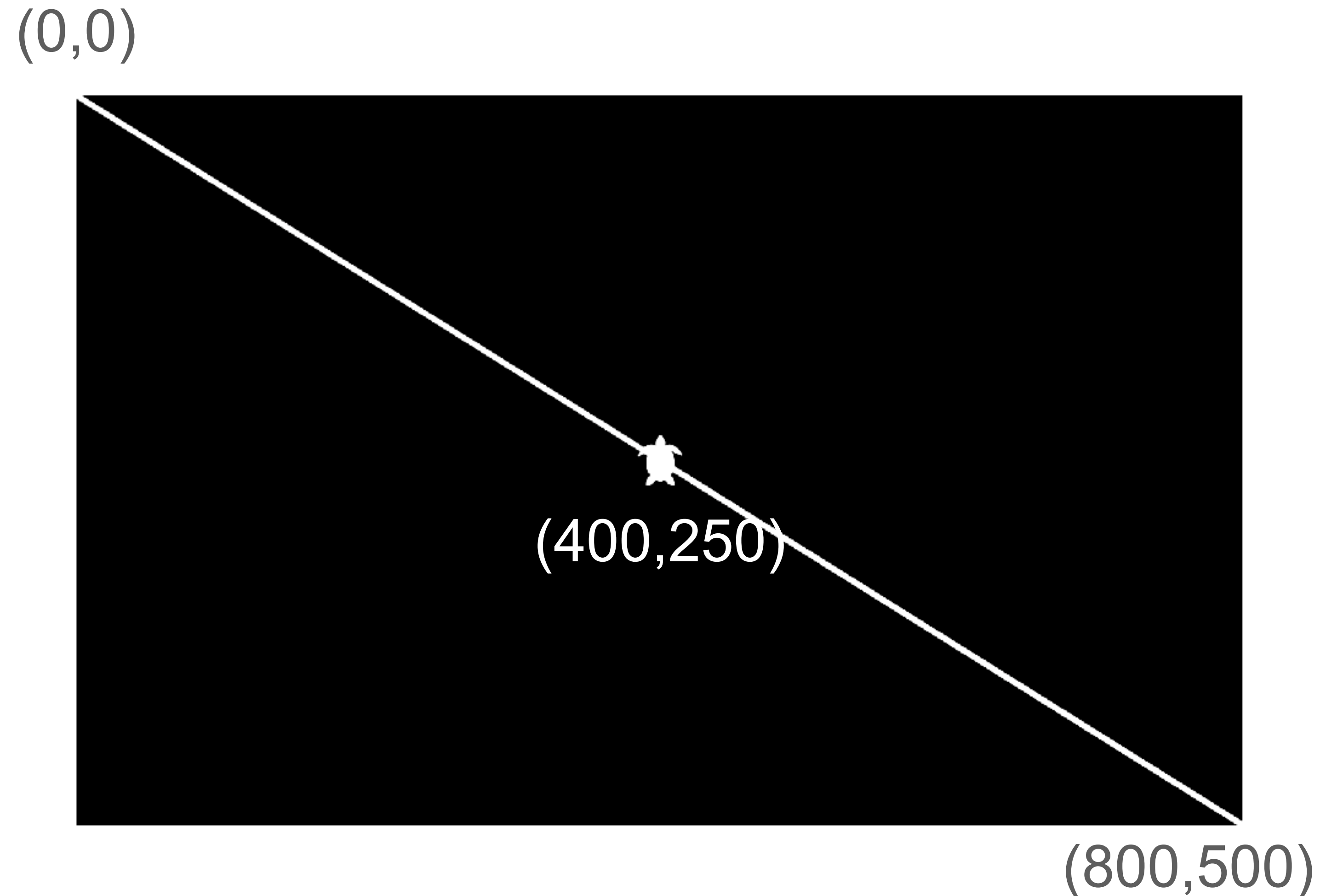
- 背景の色：bgcolor("black")



タートルグラフィックス

まずは設計から

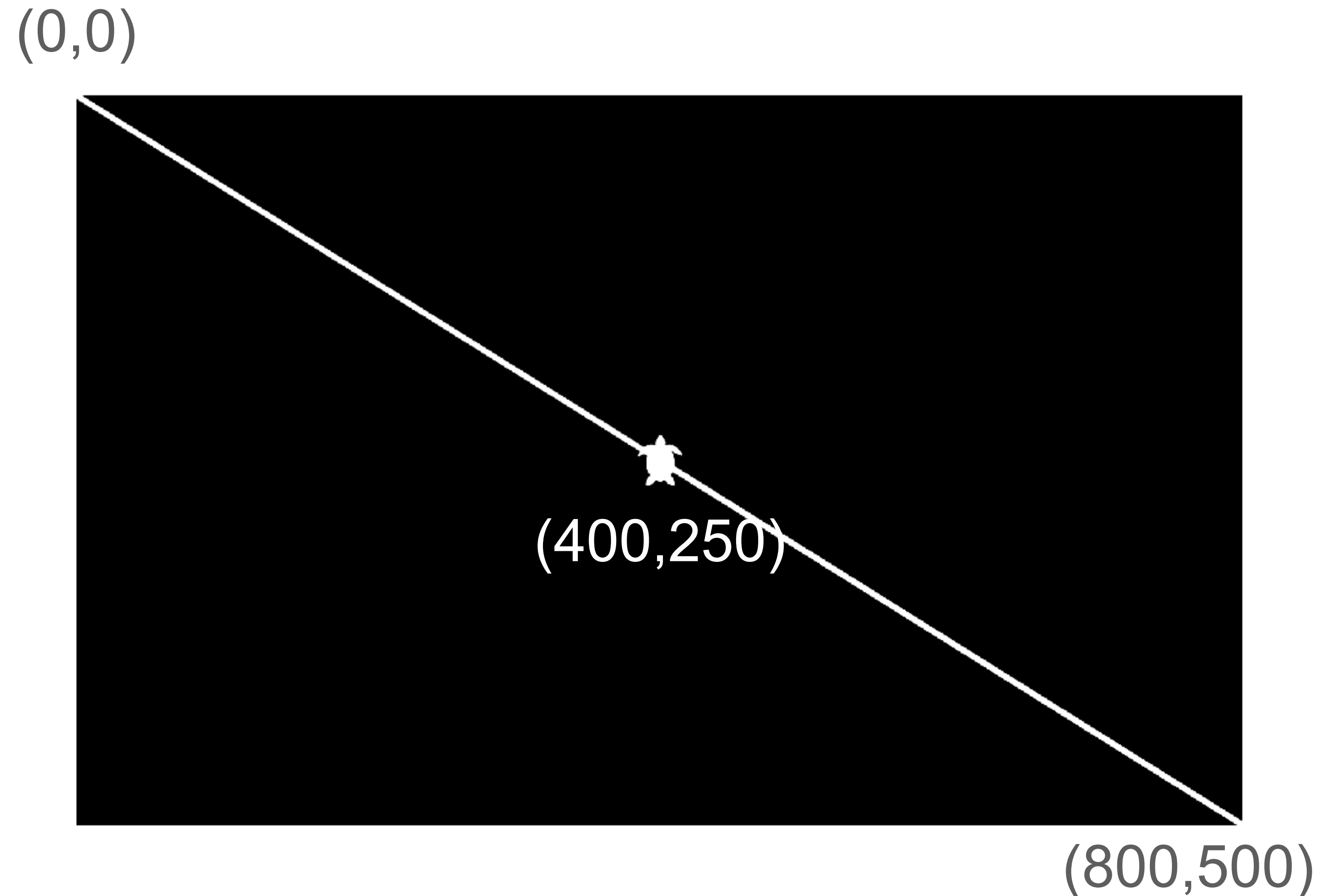
- 800x500の画面に一边が100の正方形を亀の軌跡で描く
- 画面は左上が $(0,0)$, 右下が $(800,500)$
- 亀の最初の位置は方眼紙の中心 $(400,250)$



中心から右へ亀さんを動かす

forward

- 800x500の画面に一边が100の正方形を亀の軌跡で描く
- 画面は左上が $(0,0)$, 右下が $(800,500)$
- 亀の最初の位置は方眼紙の中心 $(400,250)$



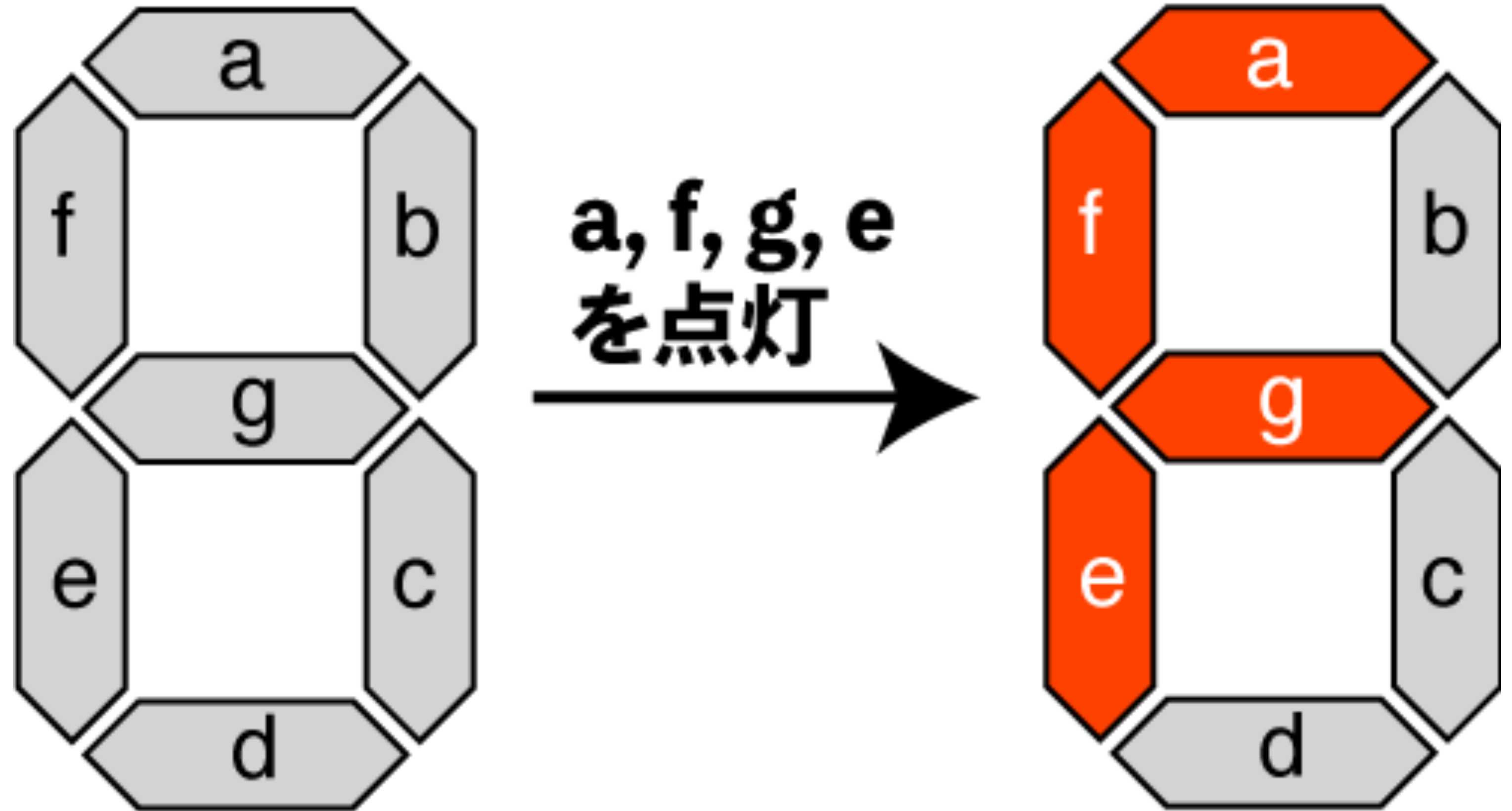
試してみよう！

Google Colaファイルを開いて自分で試してみてください。

直線でアルファベットを描こう

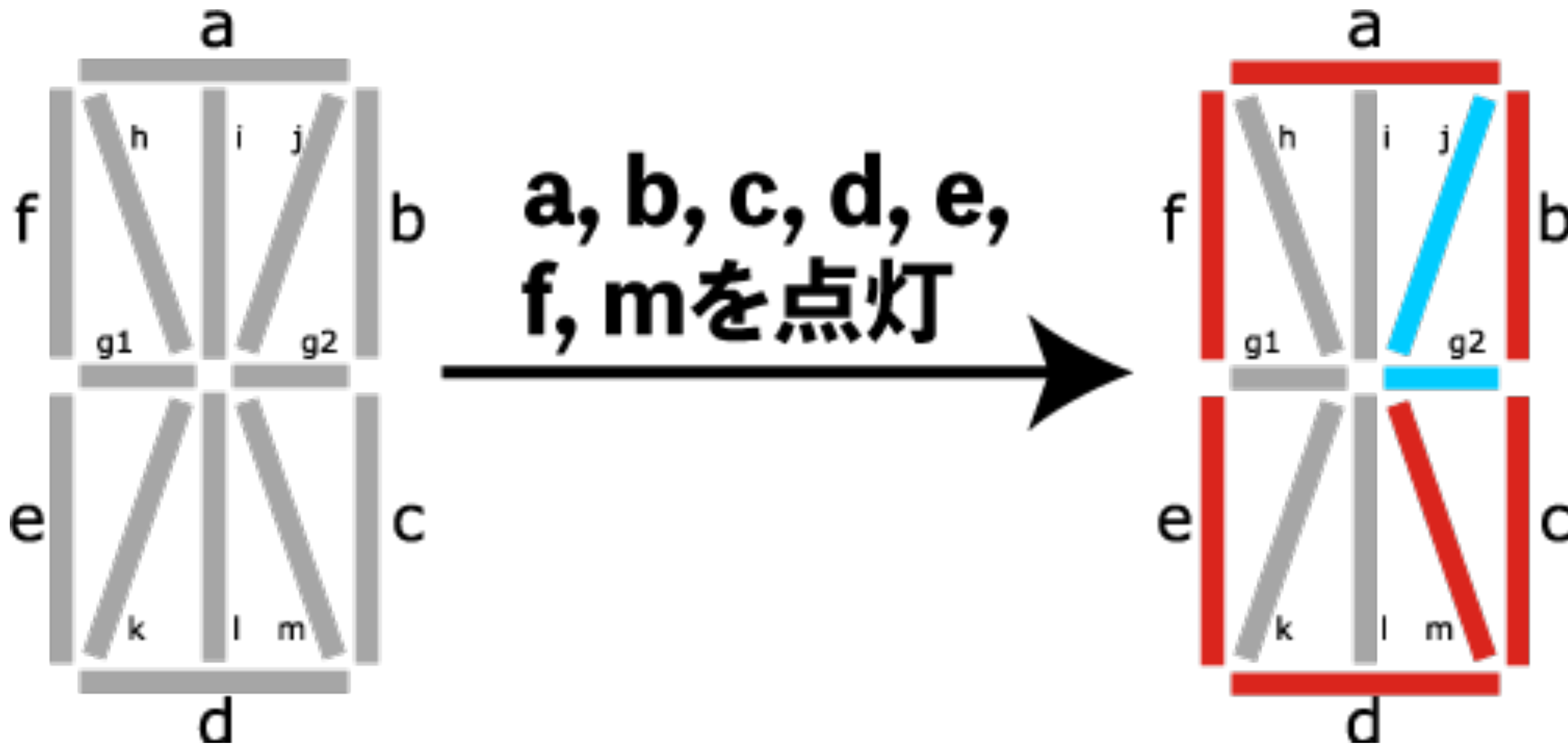
7-Segment display

- 亀さんを上下左右に動かすことで数字の 0～9, そしてアルファベットの A, C, E, F, G, H, J, L, O, P, S, U を描くことができます.

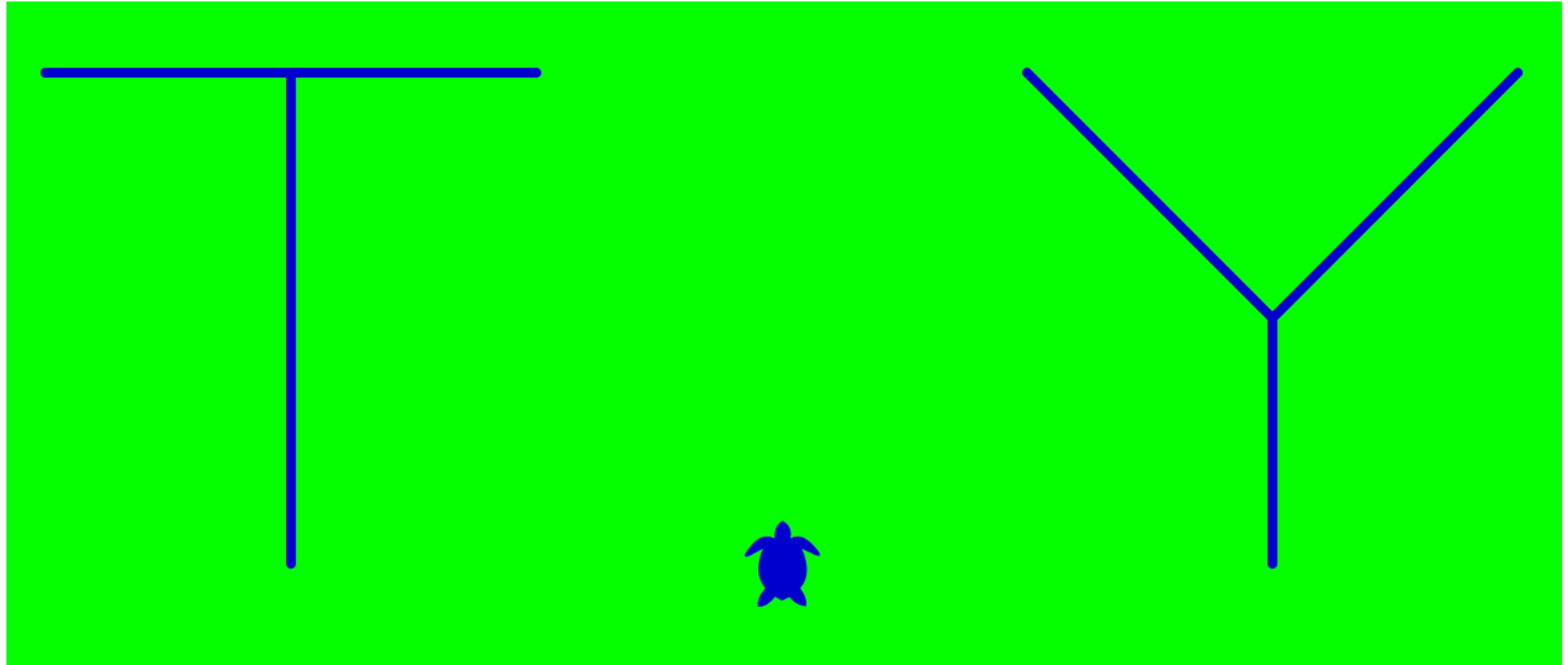


14セグメントディスプレイ

全てのアルファベットを描くことができます



演習：自分のイニシャルを描こう

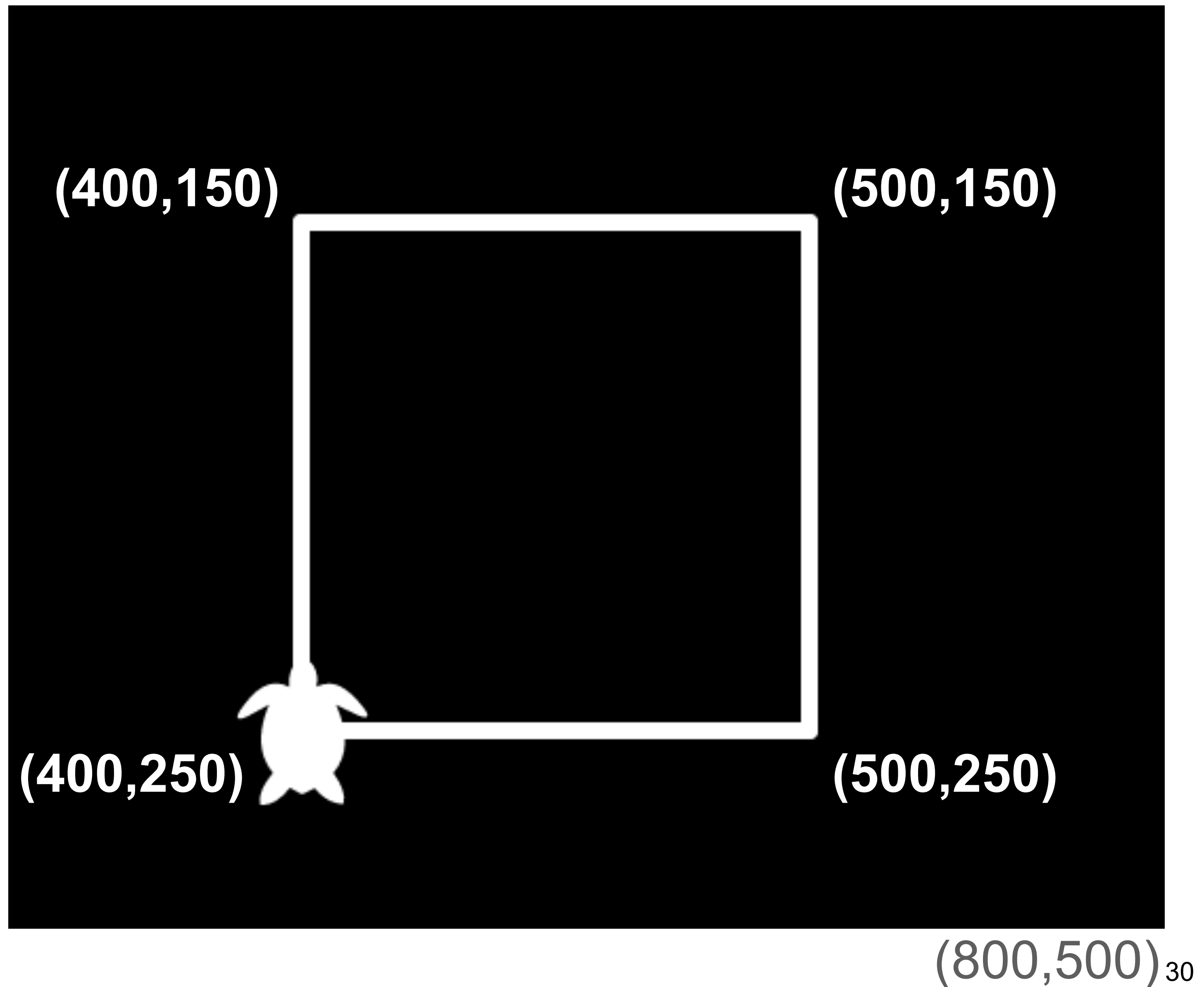


タートルグラフィックス

まずは設計から

- 800x500の画面に一边が100の正方形を亀の軌跡で描く
- 画面は左上が $(0,0)$, 右下が $(800,500)$
- 亀の最初の位置は方眼紙の中心 $(400,250)$

$(0,0)$

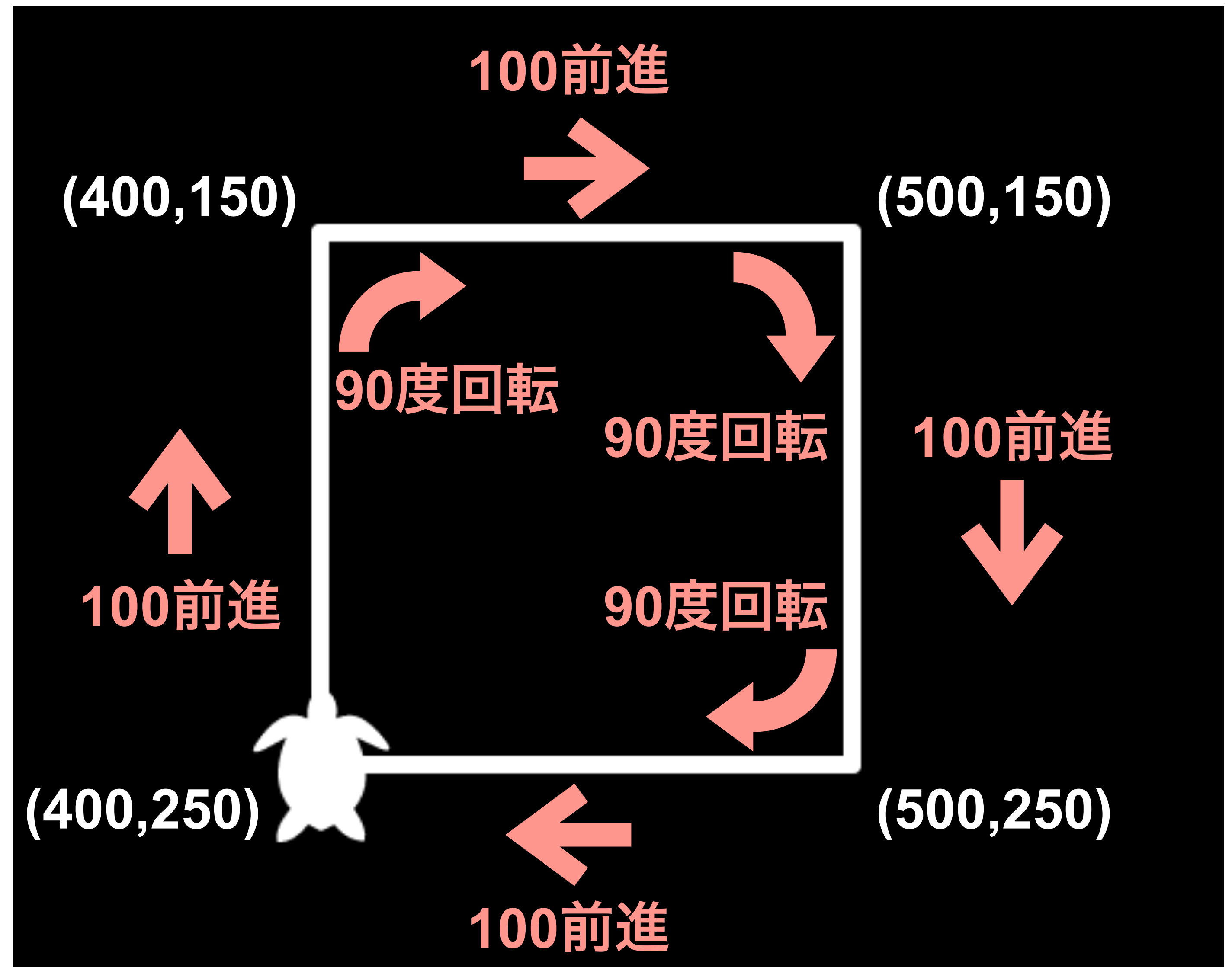


タートルグラフィックス

亀を動かそう

- 1) 100前進
- 2) 90度回転
- 3) 100前進
- 4) 90度回転
- 5) 100前進
- 6) 90度回転
- 7) 100前進

→ 正方形が描画できる



タートルグラフィックス

コマンドで書くと

forward(100)

right(90)

forward(100)

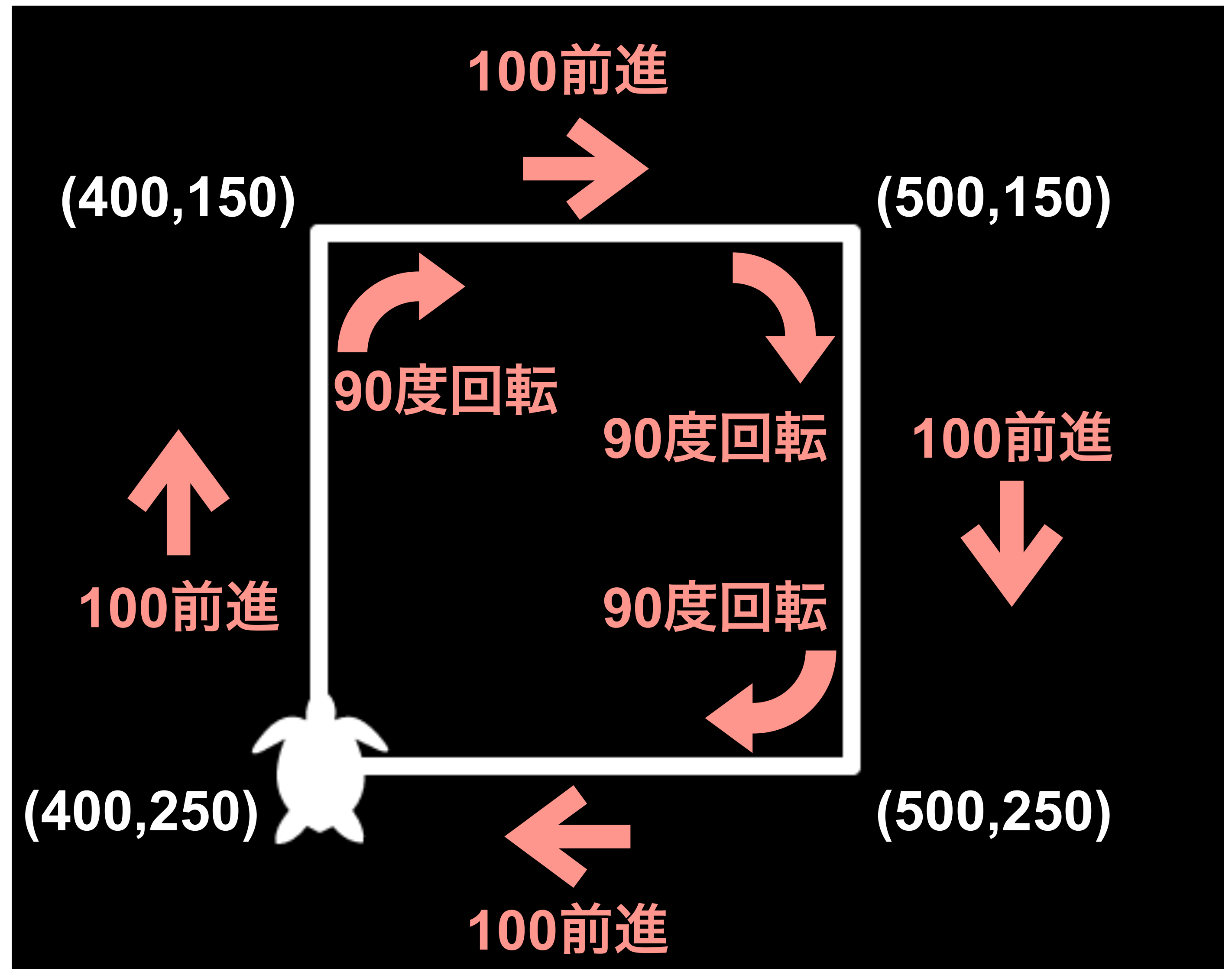
right(90)

forward(100)

right(90)

forward(100)

right(90)



同じ処理のくり返しはループでまわす

```
for i in range(4):  
    forward(100)  
    right(90)
```

range(start, stop[, step])

range(0,4,1)

> 0, 1, 2, 3

range(4)

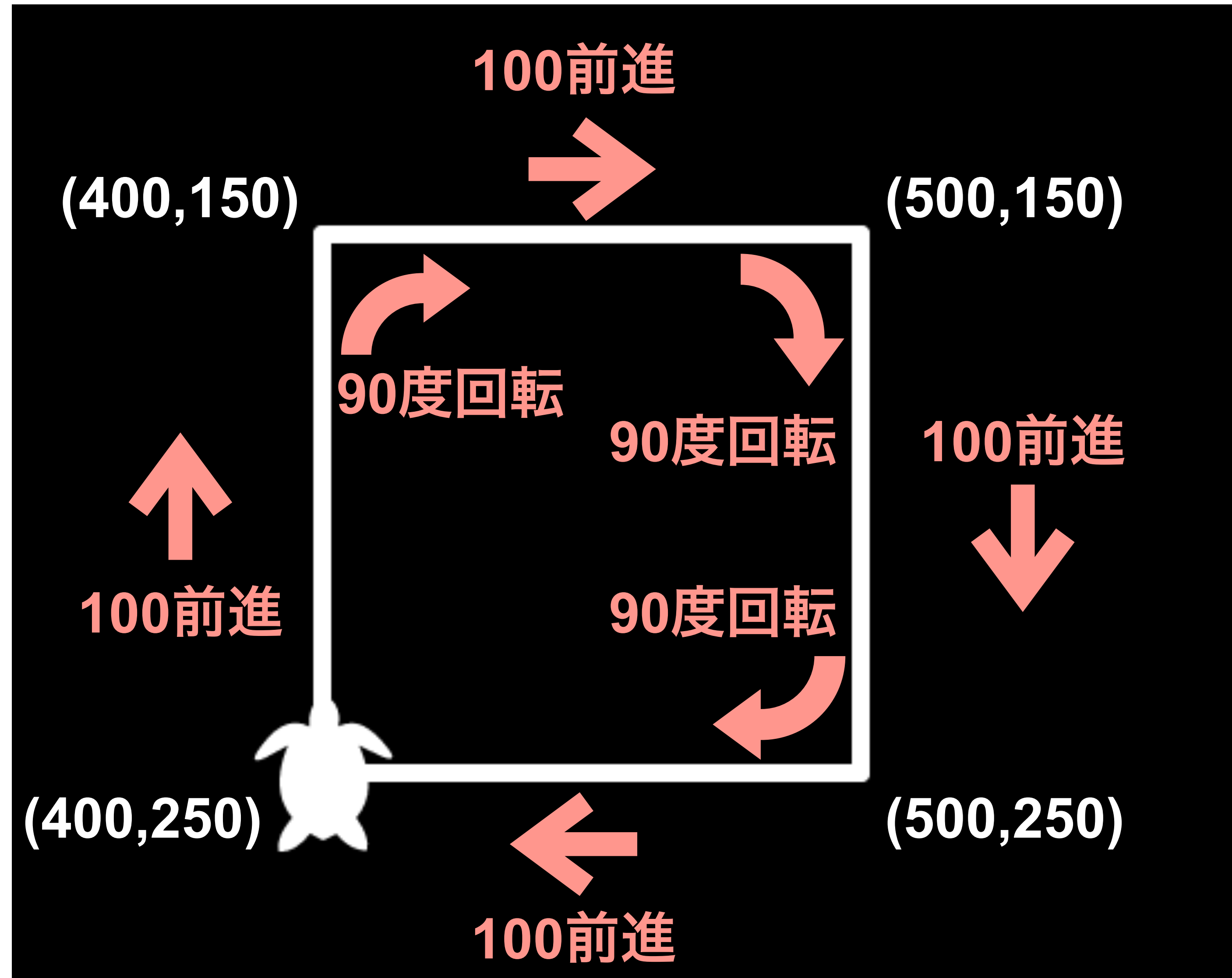
> 0, 1, 2, 3

range(0,4,2)

> 0, 2

range(4,0,-1)

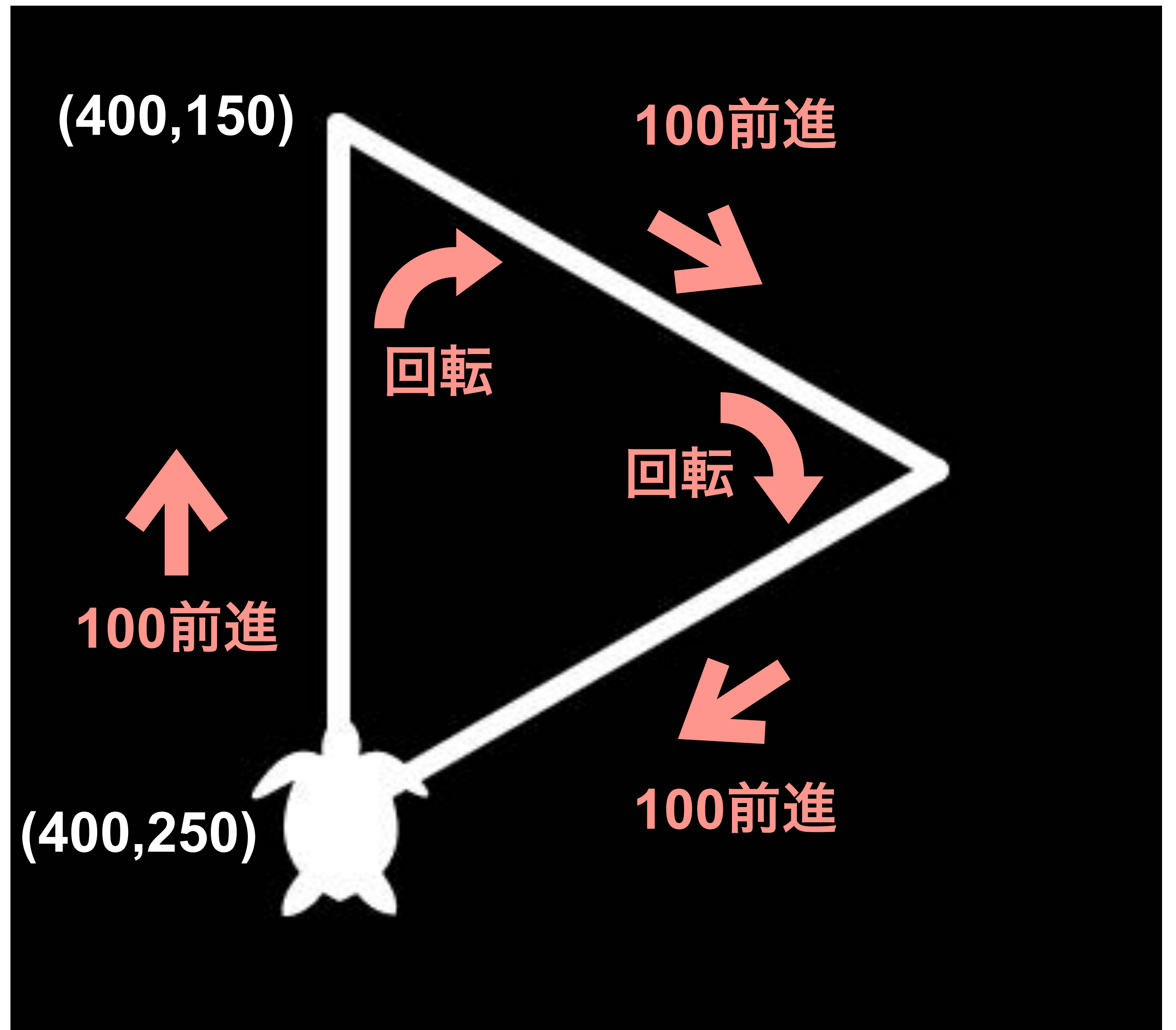
> 3, 2, 1, 0



やってみよう：正三角形

??は自分で考えてね

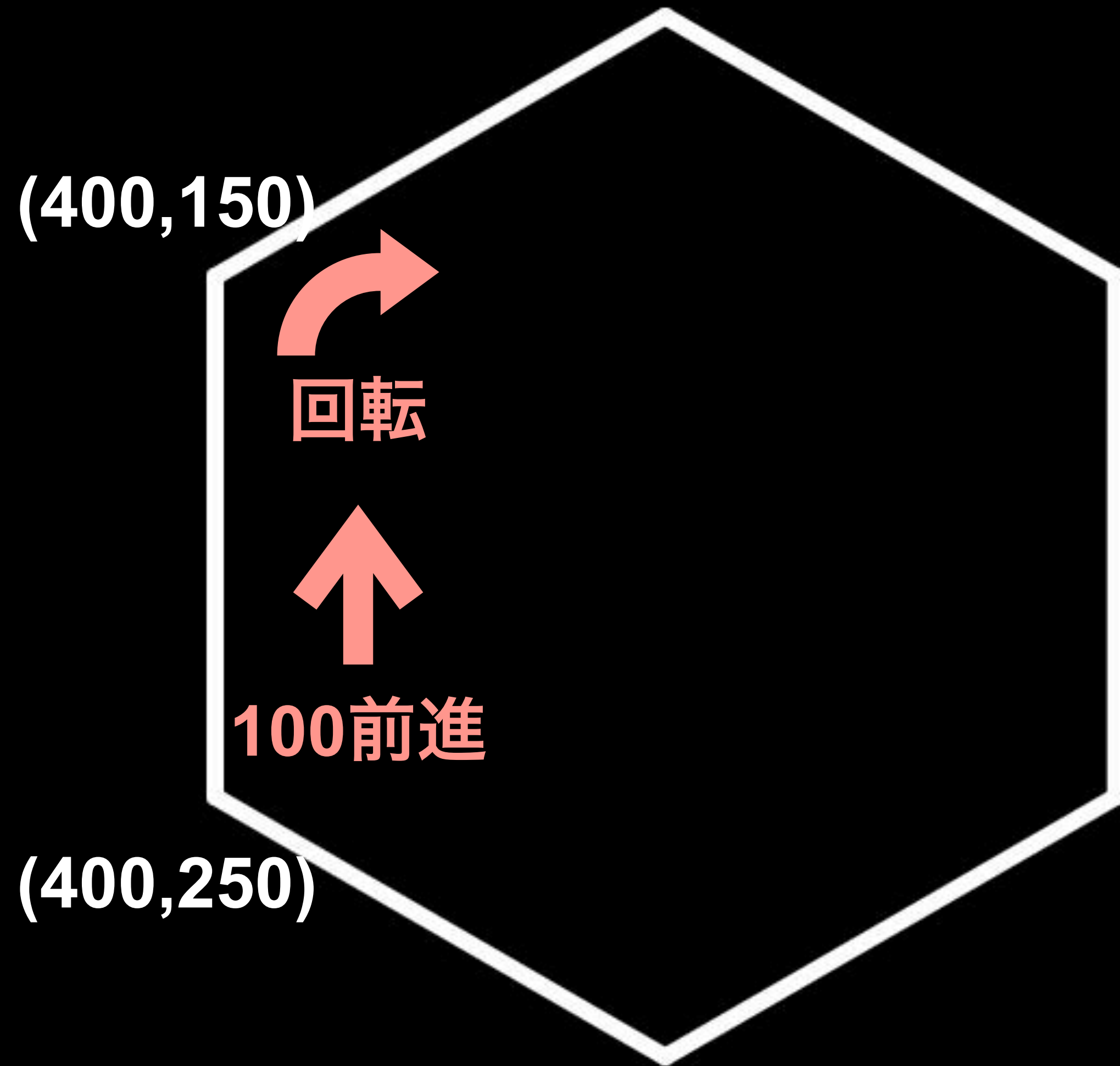
```
for i in range(?):  
    forward(100)  
    right(??)
```



やってみよう：正六角形

??は自分で考えてね

```
for i in range(?):  
    forward(100)  
    right(??)
```



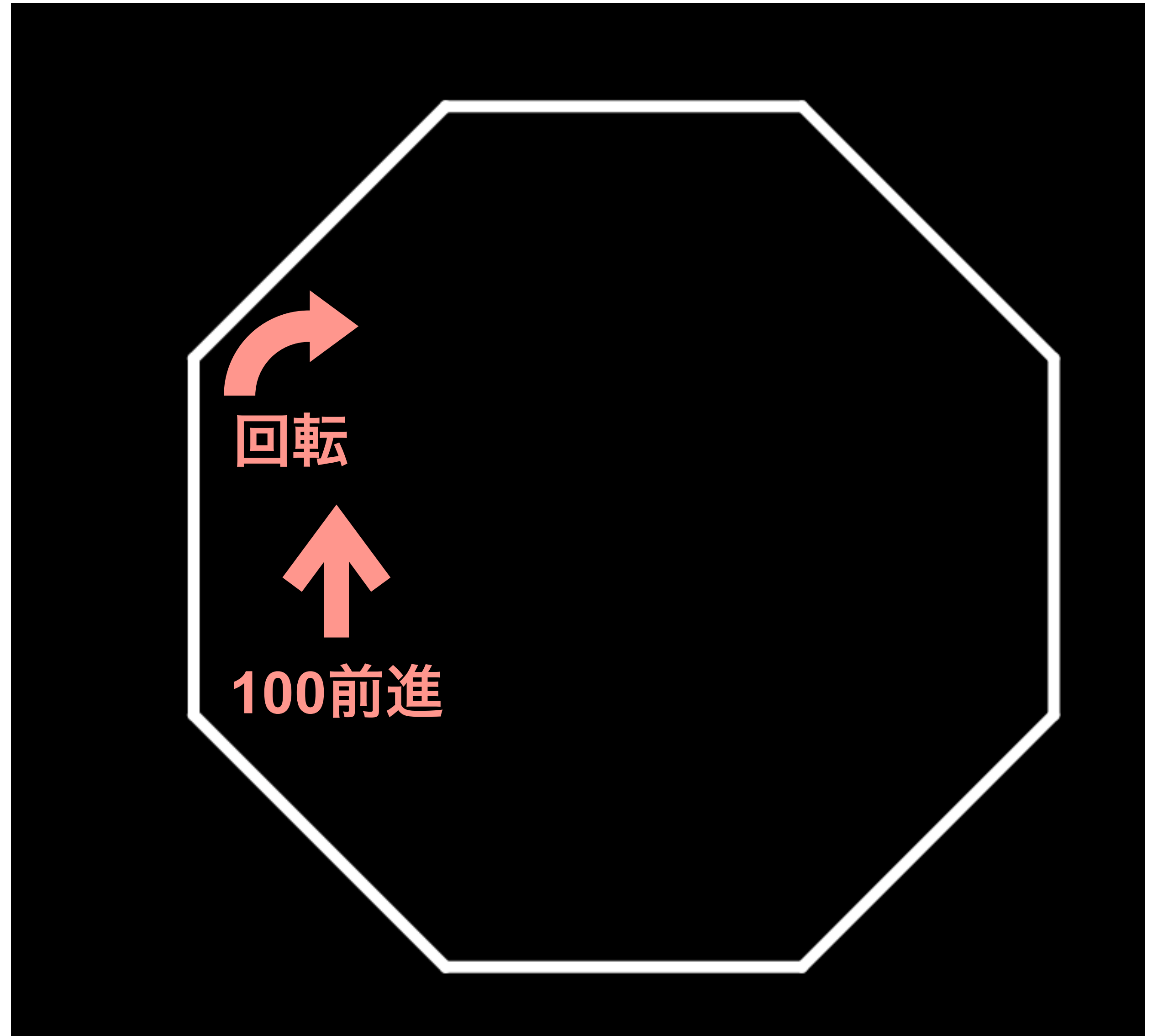
一般化：正n角形

??は自分で考えてね

```
length=100
```

```
angle = ??
```

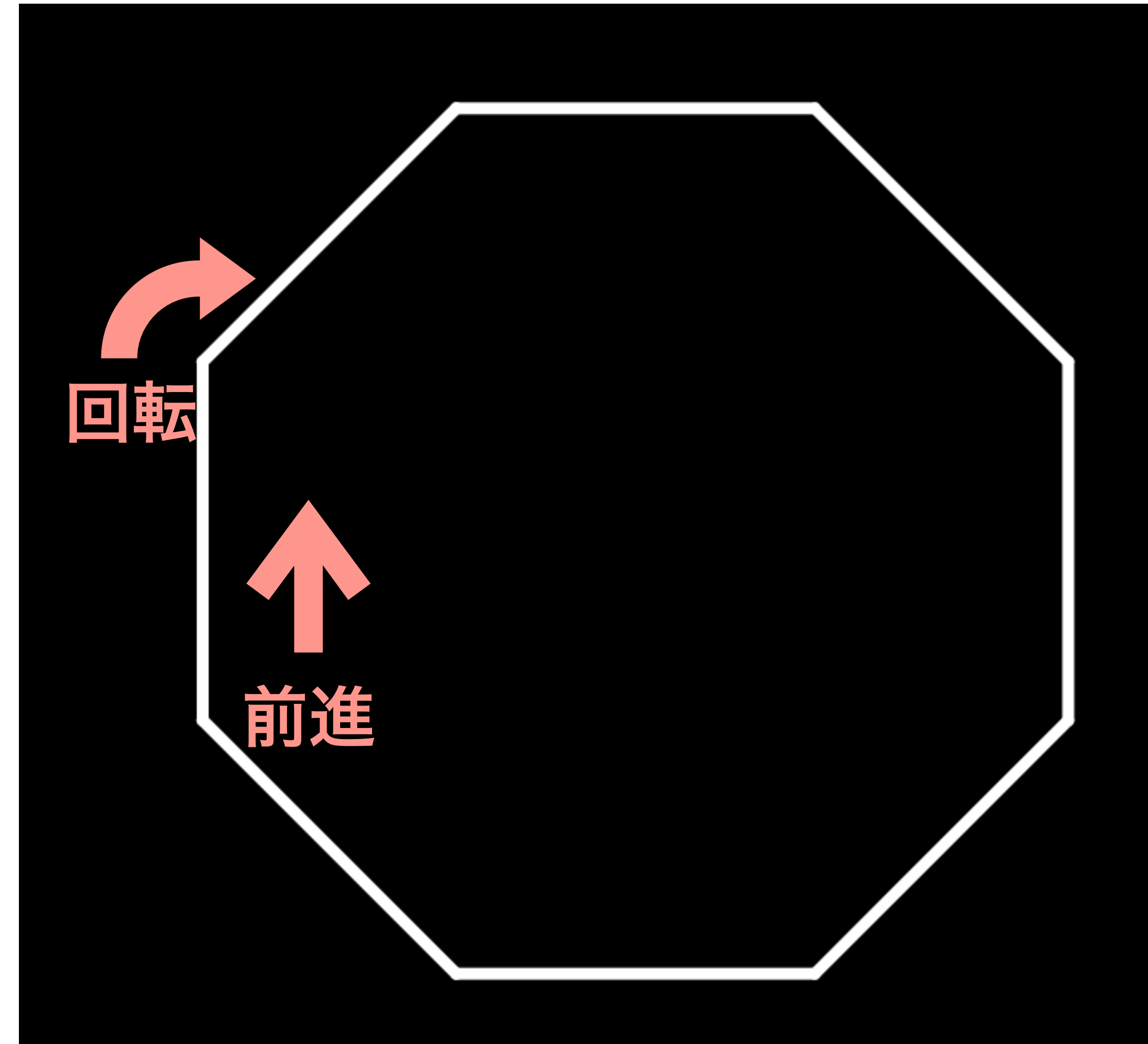
```
for i in range(?):  
    forward(length)  
    right(angle)
```



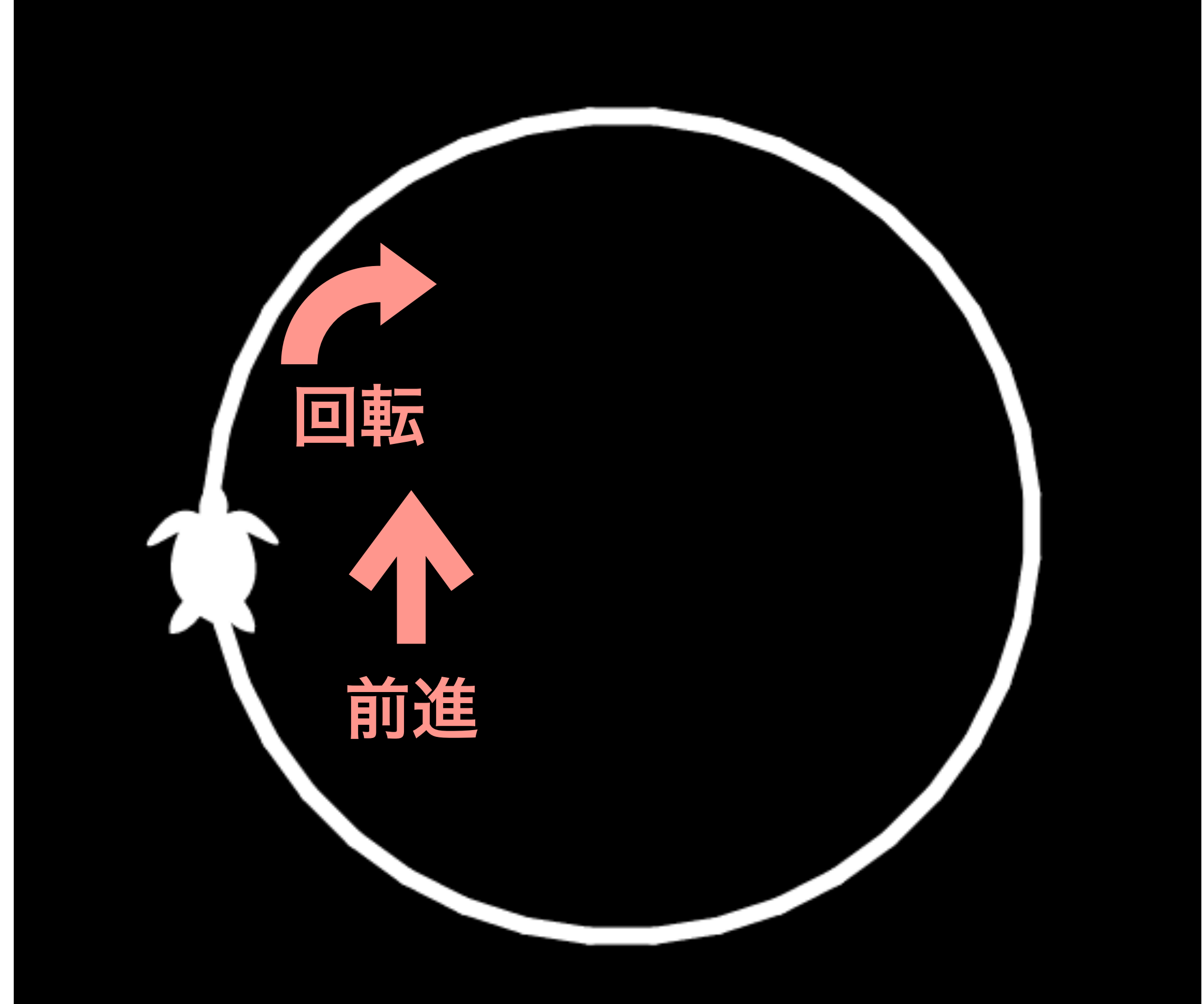
関数 polygon

??は自分で考えてね

```
def polygon(n, length):  
    length = ??  
    angle = ??  
    for i in range(??):  
        ??  
        ??
```

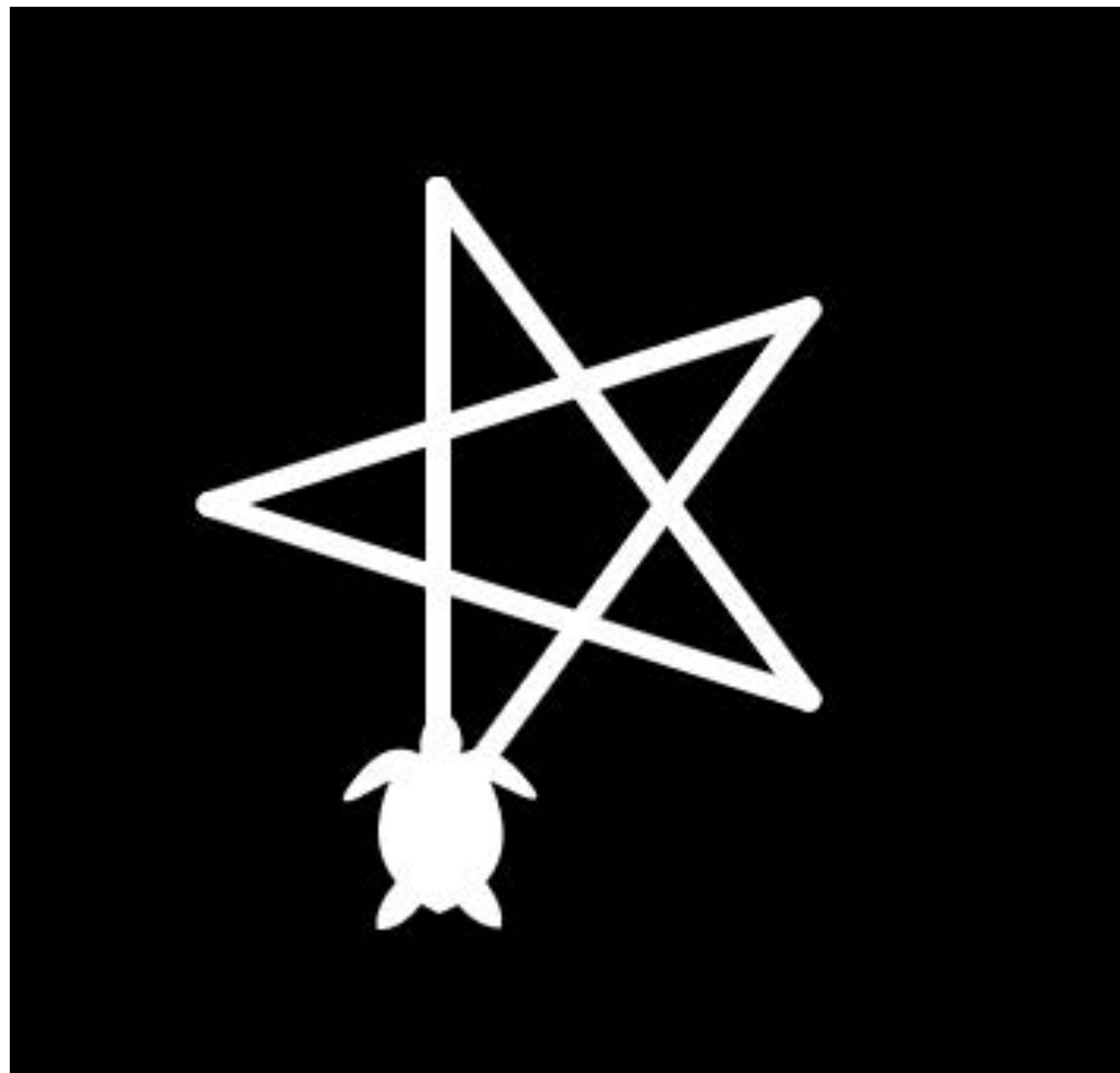


円はどう描く？



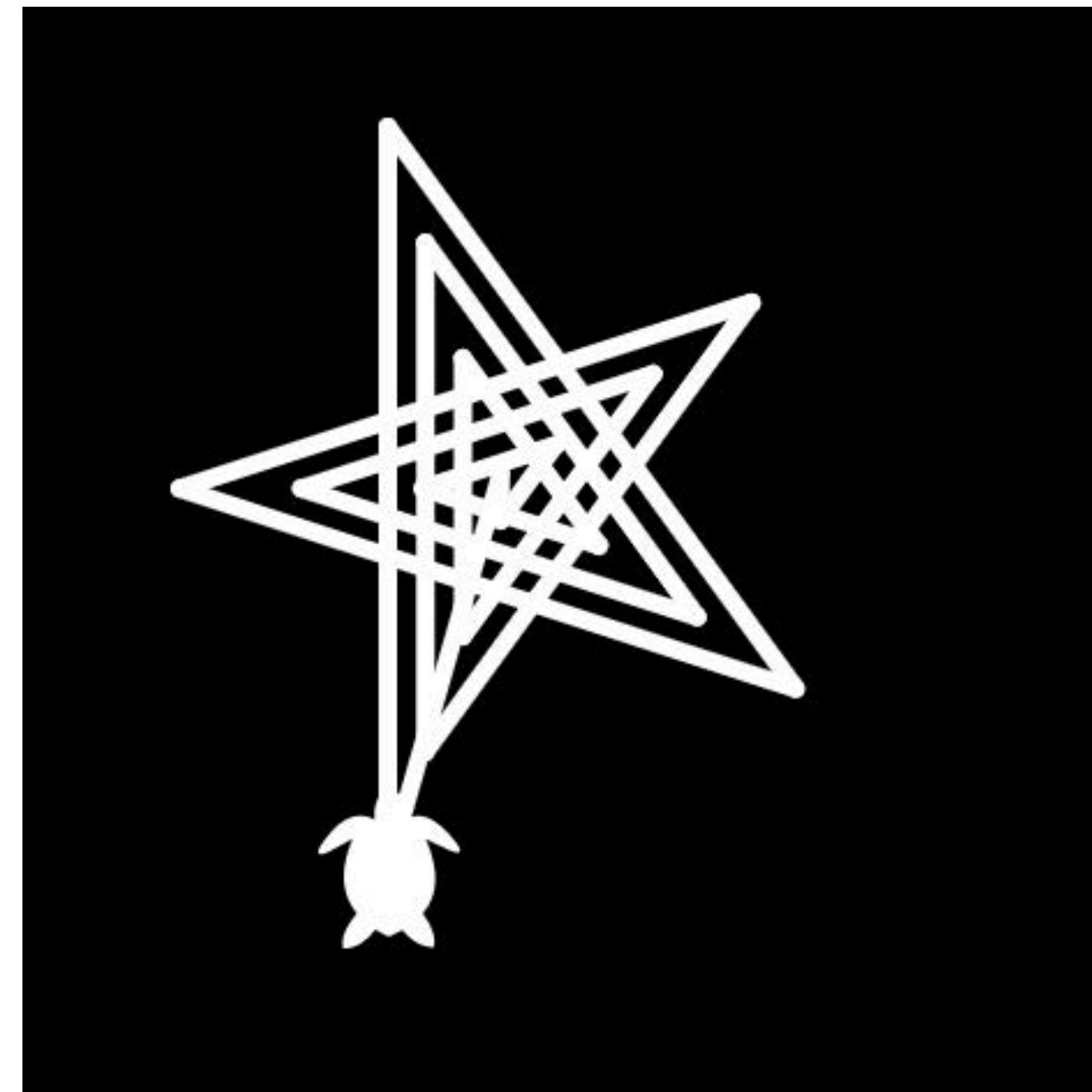
少し複雑な図形に挑戦

```
## Star
angle = ??
for i in range(?):
    forward(200)
    right(angle)
```



だんだん小さくなる

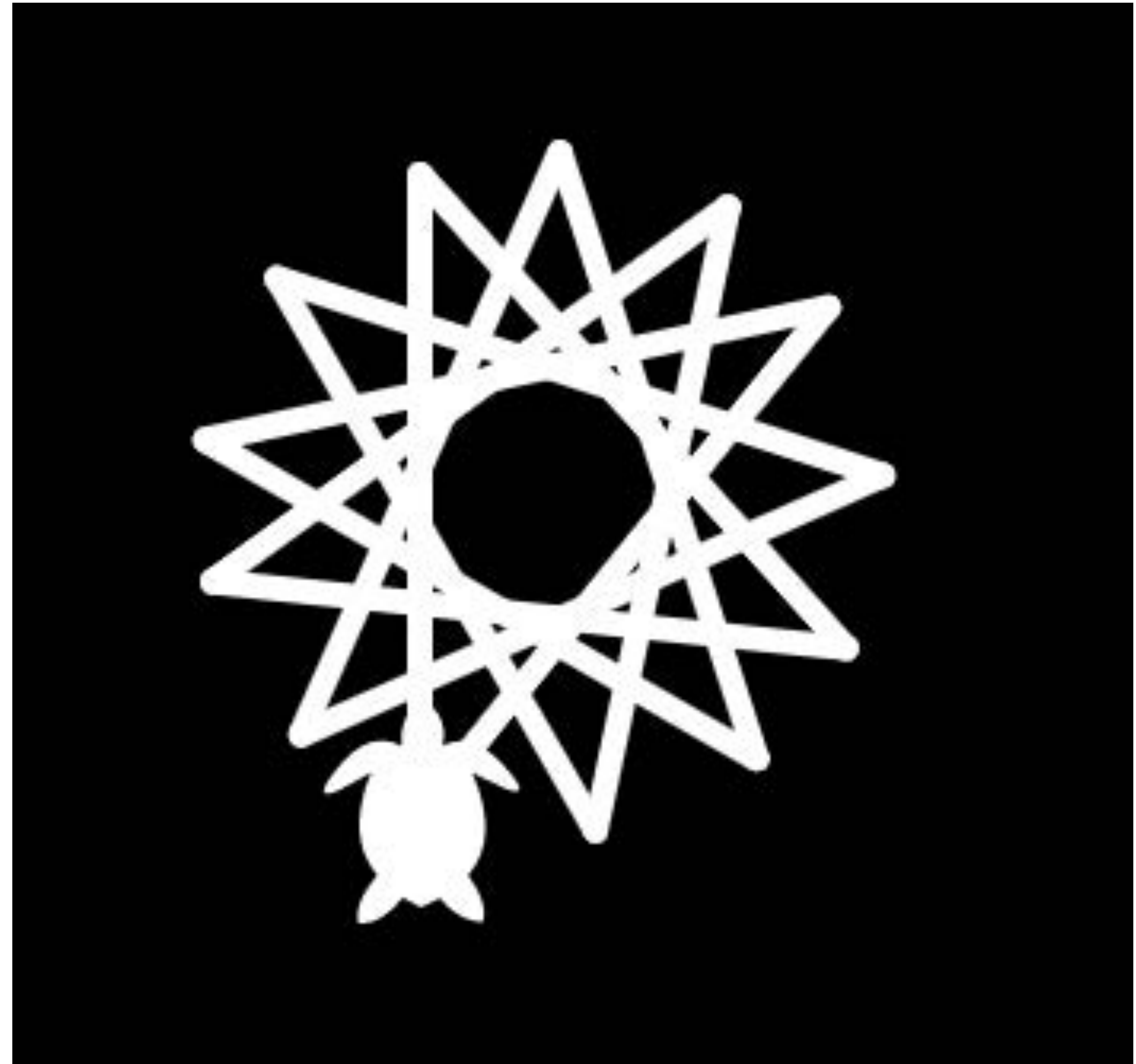
```
## Star2
angle = ??
for i in range(?):
    forward(200-i*10)
    right(angle)
```



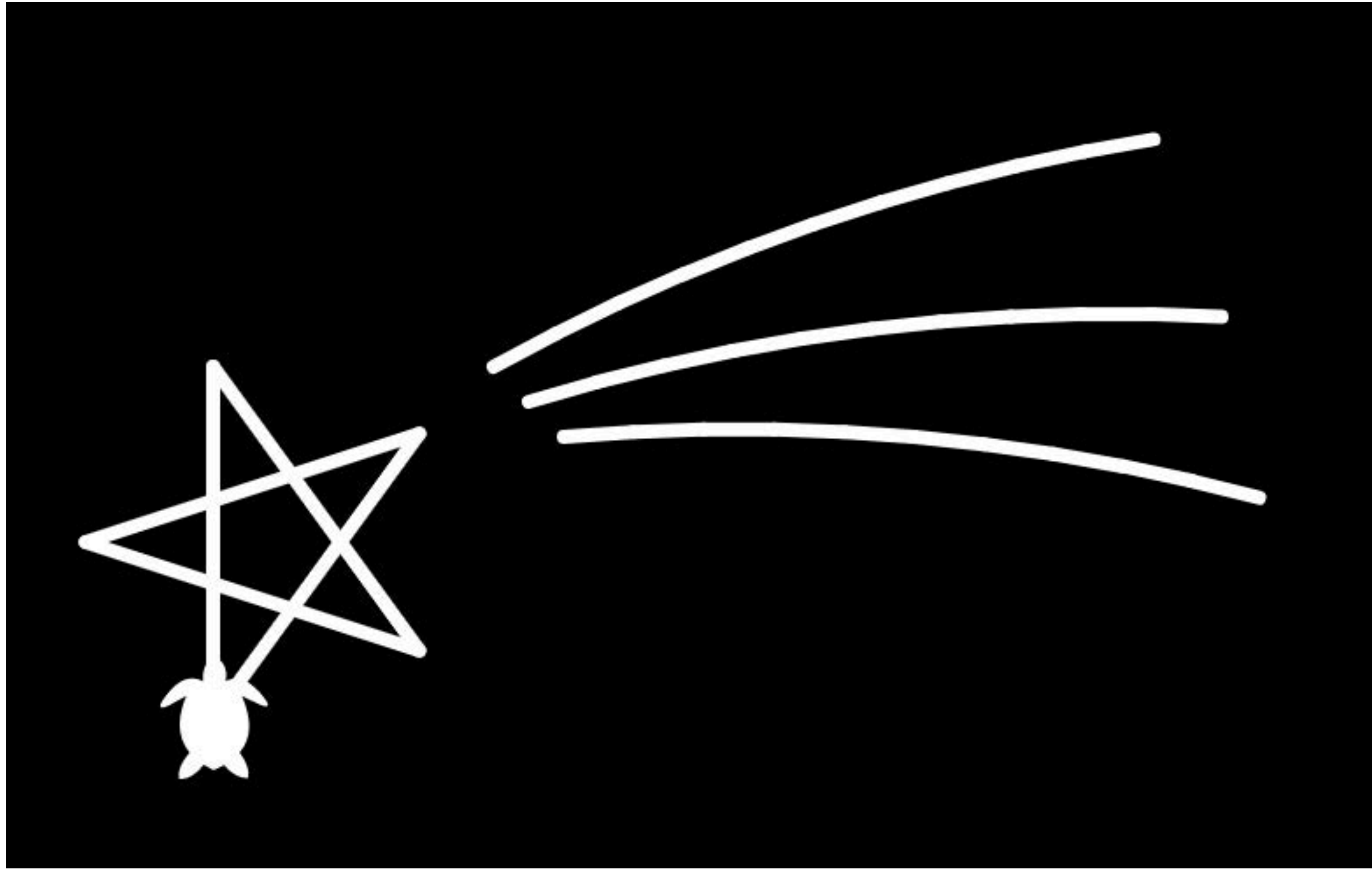
回りながら三角形をくり返し描く

```
## Triangle  
angle = ??  
for i in range(?):  
    forward(200)  
    right(angle + ??)
```

回転



流れ星は？



ペンアップ：描くのをやめる

亀の移動

ペンドウン：描きはじめる

```
## Star
angle = ??
for i in range(?):
    forward(100)
    right(angle)

right(70)
for i in range(3):
    penup()
    goto(480+i*10, 150+i*10)
    pendown()
    left(8)
    for i in range(10):
        forward(20)
        right(2)
    penup()
```


演習：絵を描こう

