



# Affine Fractals

## モデリングとシミュレーション特論

2019年度

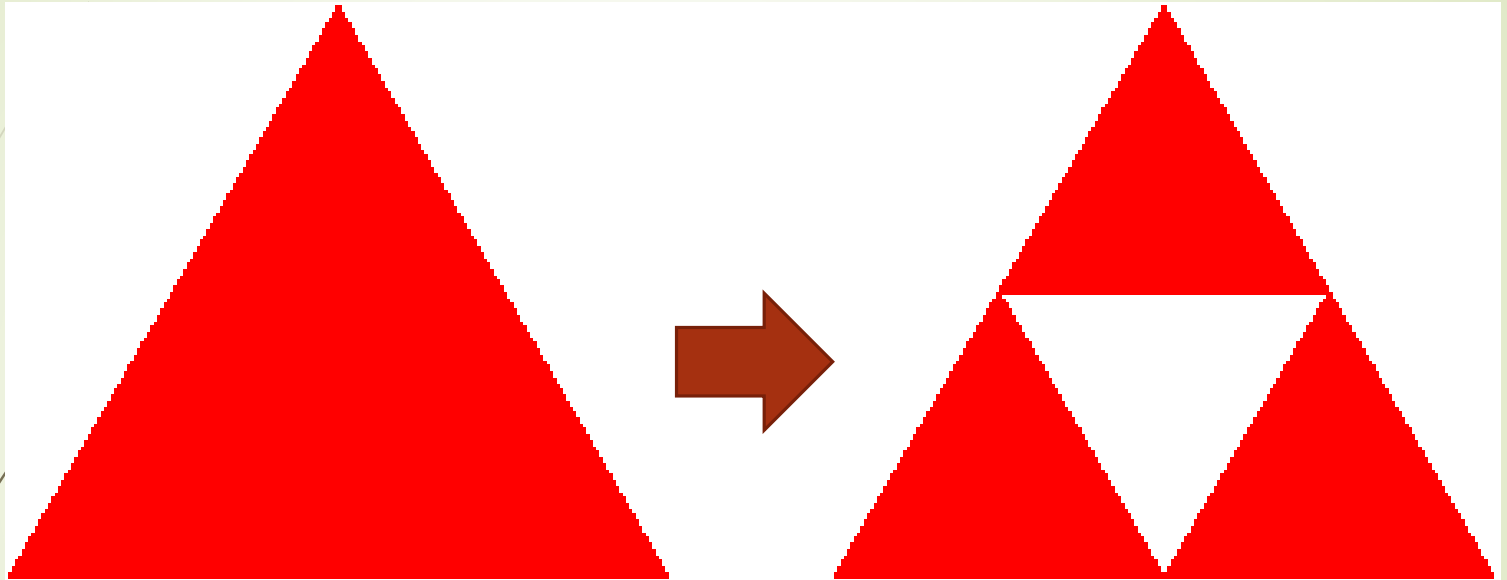
只木進一

# Fractals

- ➡ 同じような構造の繰り返し
  - ➡ 木、雲、海岸線、 etc.
- ➡ Fractal図形
  - ➡ Benoit B. Mandelbrot, *The Fractal Geometry of Nature* (W.H Freeman and Company, 1977)
- ➡ fraction
  - ➡ a small part or amount of something
  - ➡ a division of a number

- <https://mathigon.org/world/Fractals>
- <https://cosmosmagazine.com/mathematics/fractals-in-nature>

# Sierpingki Gasket



- この操作を繰り返す
- 同じ構造が入れ子になって出現

# Fractal Dimension

## ■ 通常の二次元図形

■ スケール1/2の図形4個で構成

■  $4 = 2^D \rightarrow D = 2$ 次元

## ■ Sierpinski gasket

■ スケール1/2の図形3個で構成

$$3 = 2^D$$

$$\ln 3 = D \ln 2$$

$$D = \frac{\ln 3}{\ln 2} \simeq 1.5850$$

非整数次元

# Affine transformation

- ➡ 回転、拡大縮小、剪断と並行移動

$$\vec{x} \mapsto A\vec{x} + \vec{b}$$

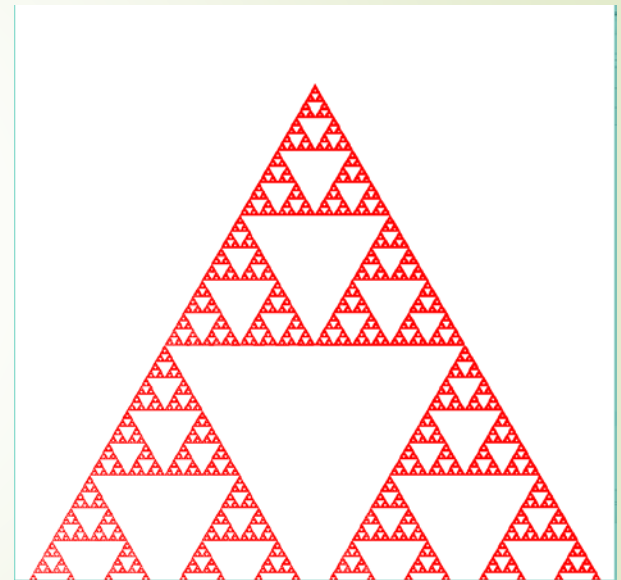
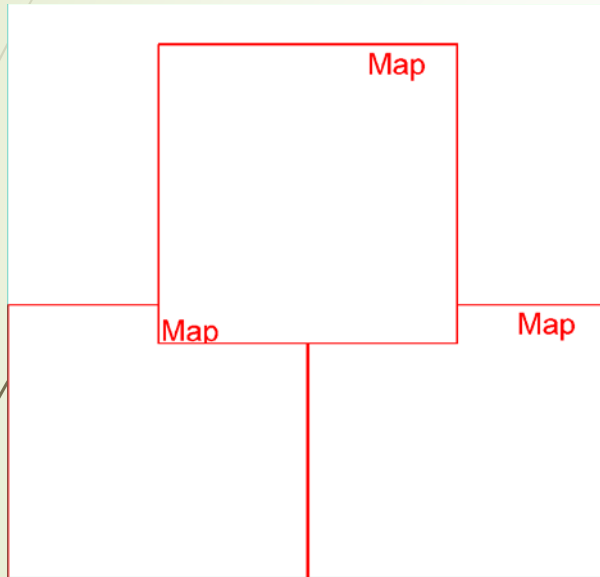
- ➡ ある領域内の点の集合に対して、  
Affine変換を繰り返す
  - ➡ 固定点がfractal

# Affine Transformation

- 6個のパラメタ  $\{r, s, \phi, \psi, e, f\}$ 
  - $L$ は元イメージのサイズ

$$\vec{x} \mapsto \begin{pmatrix} r \cos \phi & -s \sin \psi \\ r \sin \phi & s \cos \psi \end{pmatrix} \vec{x} + \begin{pmatrix} eL \\ fL \end{pmatrix}$$

# Sierpingki Gasket



$$\{(r, s, \phi, \psi, e, f)\} = \left\{ \left( \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0, 0, 0, 0 \right), \left( \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0, 0, \frac{1}{2}, 0 \right), \left( \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0, 0, \frac{1}{4}, \frac{\sqrt{3}}{4} \right) \right\}$$



# sample program

- <https://github.com/modeling-and-simulation-mc-saga/AffineFractals>

# Affine Transformation in Java

- AffineTransformクラス
  - $\{r, s, \phi, \psi, e, f\}$ を与えて初期化
- 操作の準備
  - AffineTransformOpクラス
- イメージを変換
  - AffineTransformOp.filter()

# BaseModelクラス

- 全てのフラクタルクラスの親クラス
- `initImage()` : 矩形領域の初期化
- `oneUpdate()` : 一回の変換
- `showMap()` : 変換の表示
- `setAffine()` : Affine変換の定義
  - 抽象メソッド

# guiパッケージ

- MainFormクラス
  - JFrameの継承クラス
  - JComboBoxに描画できるフラクタルを撤去
- DrawPanelクラス
  - JPanelの継承クラス
  - 図を実際に描画

# Examples

- CantorMaze
- KochCurve
- Dragon3
- TwinChristmasTree
  
- Tree
- BarnsleyFern