

ボロノイモザイクアートの作り方

辻 真吾 (TSUJI Shingo)

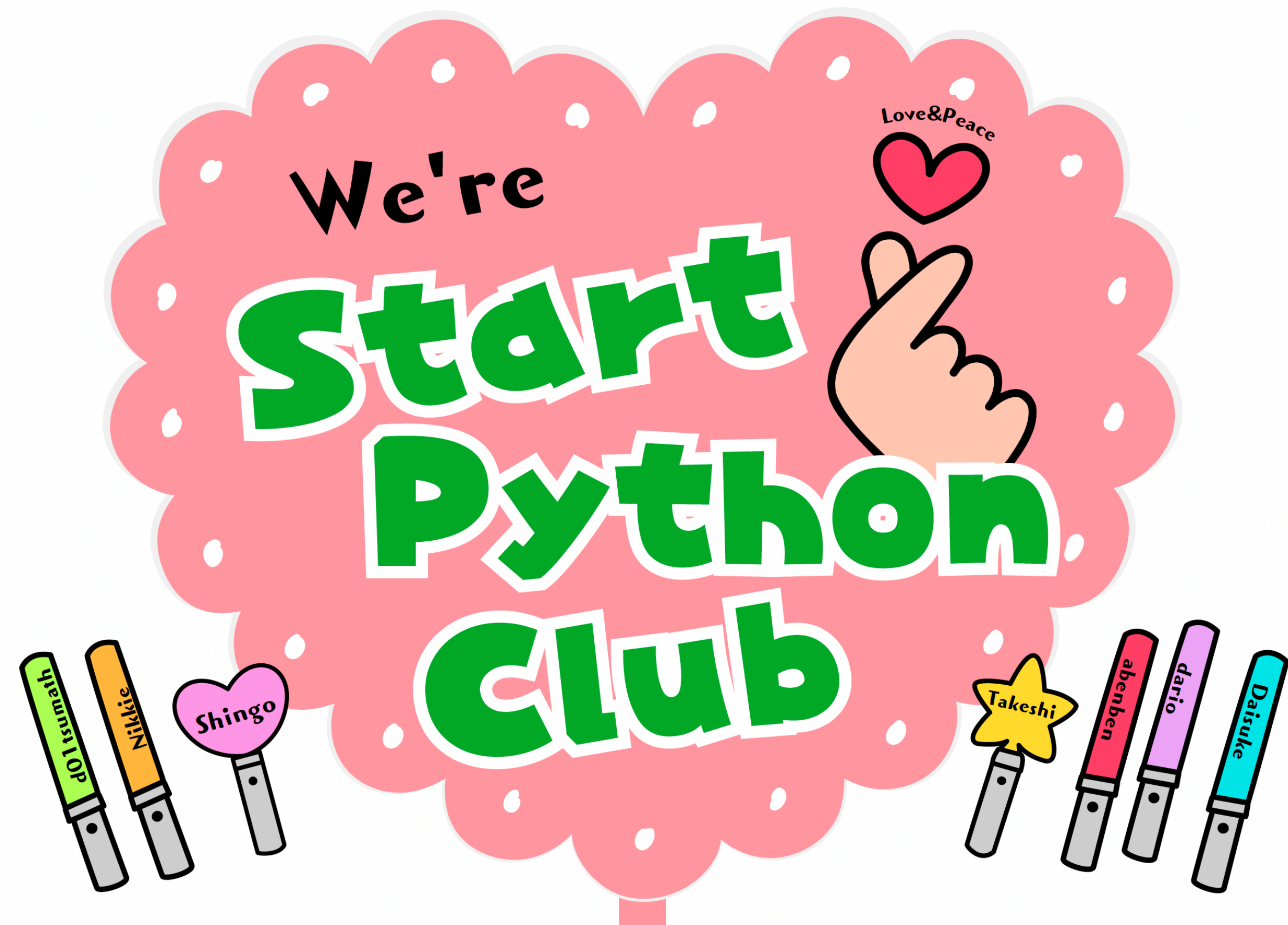
9/27@PyConJP2025

おまえ誰よ？（自己紹介）

- 辻 真吾（つじ しんご）
- Pythonを使ったデータサイエンスが得意です
 - とある大学の研究所に所属
 - アークエル株式会社と株式会社RATHのCAIO
- Python、データサイエンス、アルゴリズムに関する著書が多数あります
- PyConJPでのトークは今回が初めて
- www.tsjshg.info (@tsjshg)

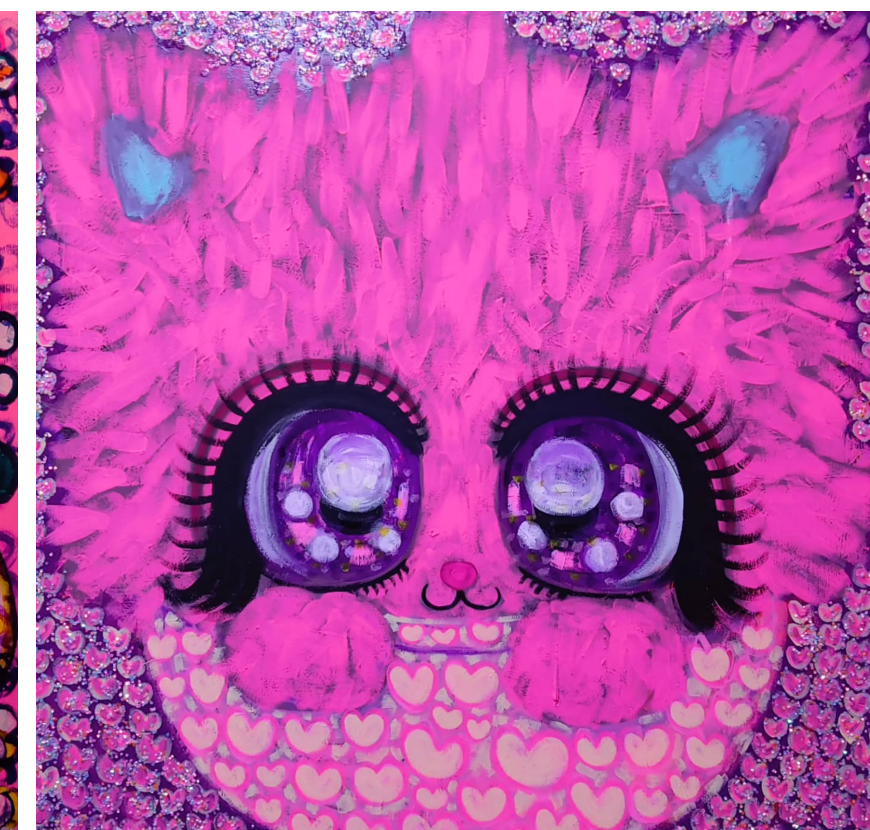
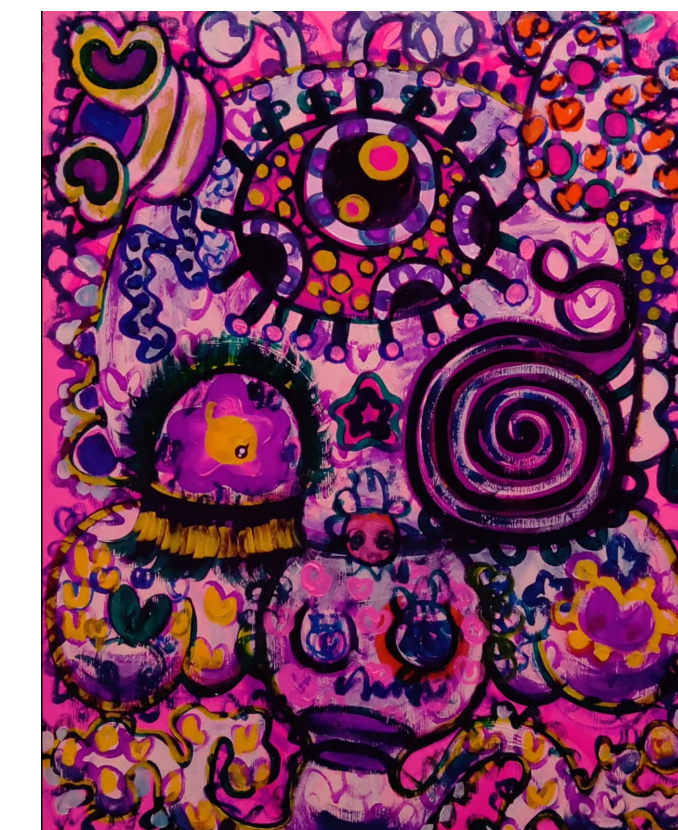
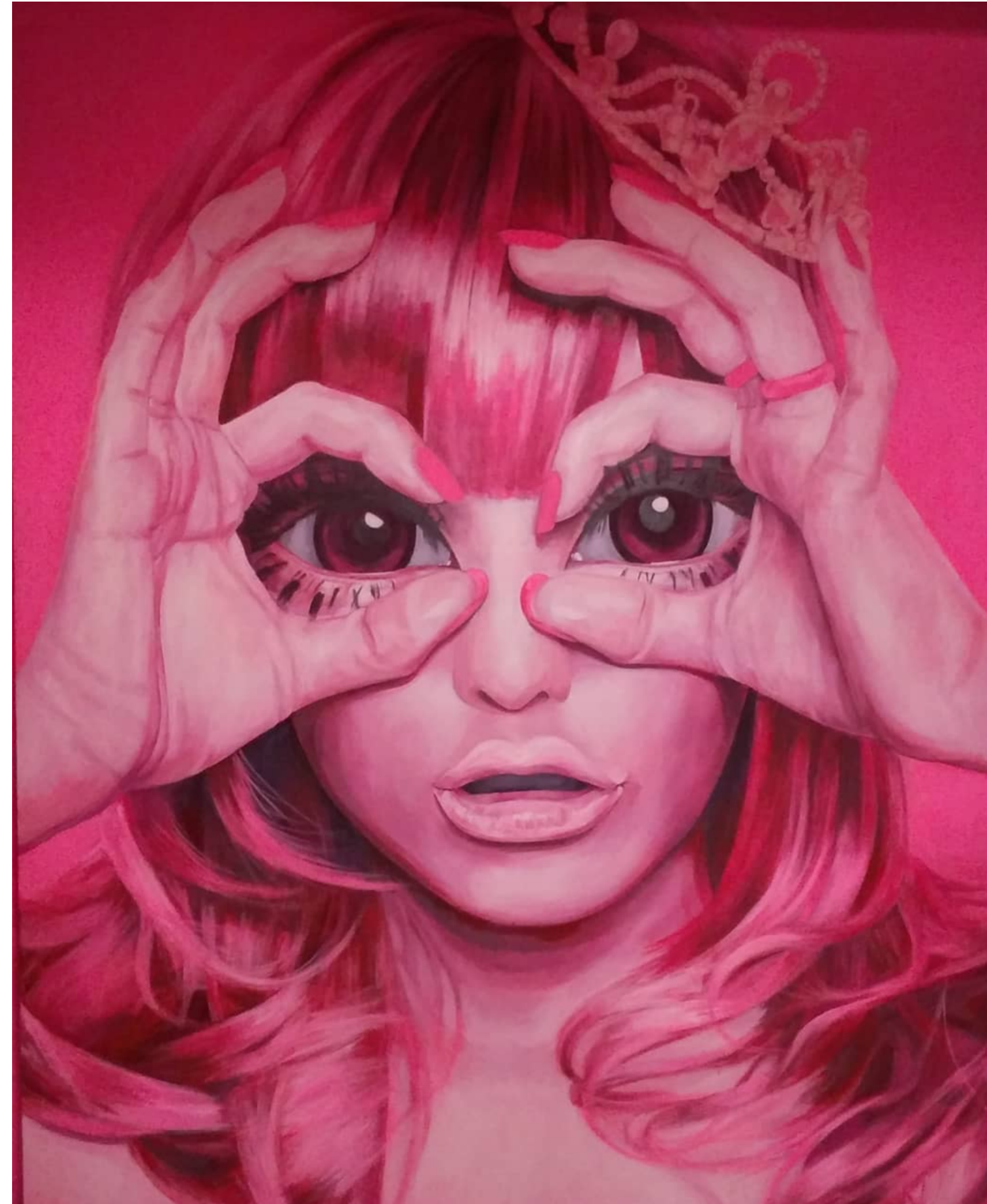
みんなのPython勉強会

- ほぼ月に1回オンライン（Zoom）で気軽に参加できる勉強会
- 2025年5月で10周年
- メイントーク30分 x 2
- Lightning Talk（LT）5分 x 3
 - 話したい方募集中です
- ポスターあるので見に来てください→



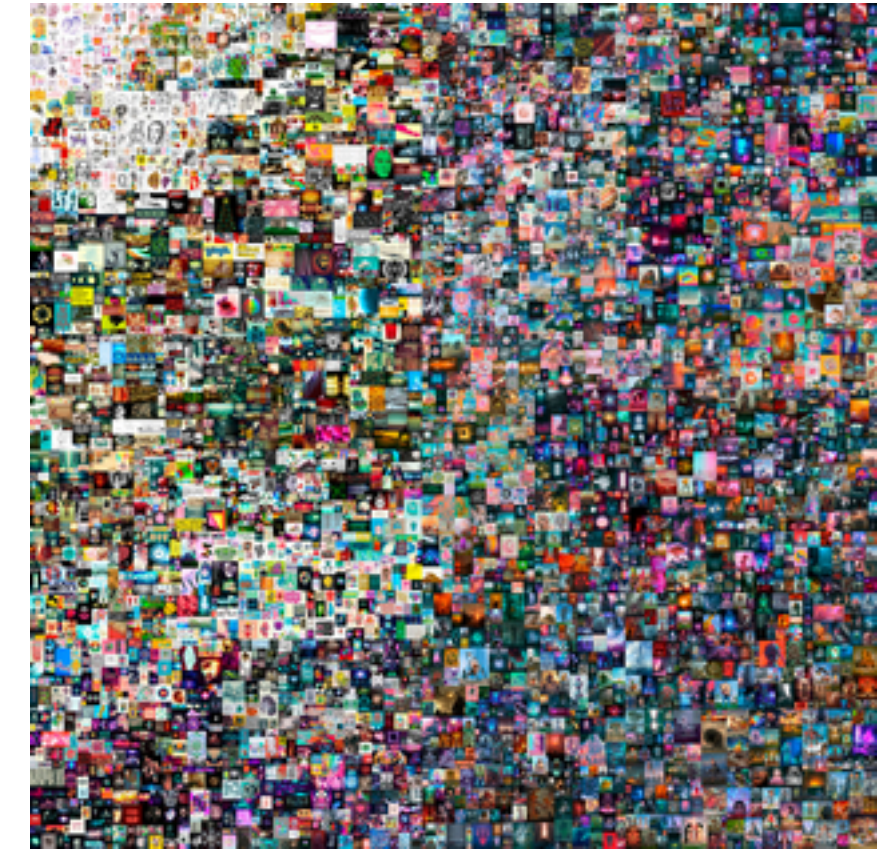
朝倉画廊を知っていますか？

足立区竹の塚の住宅街にある朝倉画廊を運営する辻修平（弟）

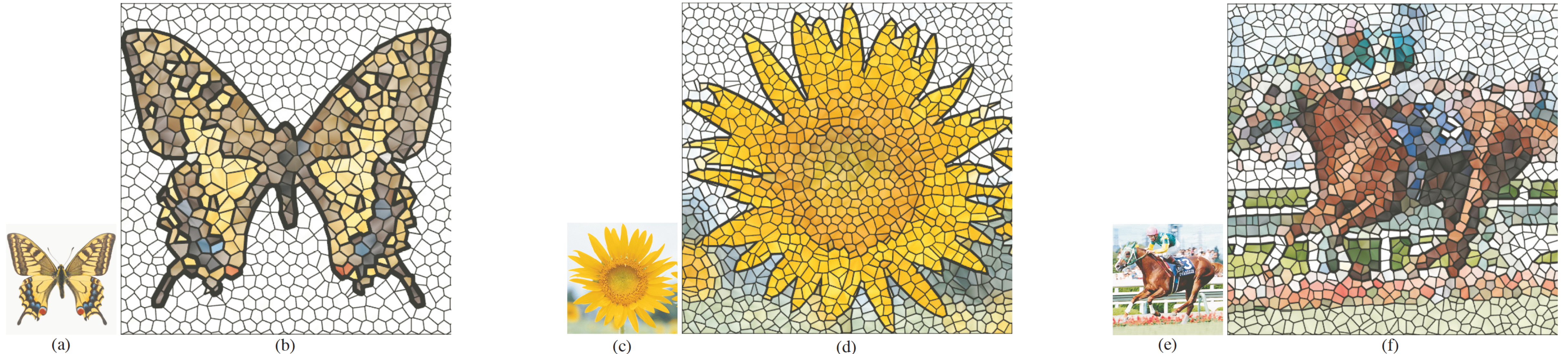


NFTアートの世界

- 世界最高額の値段が付いたNFTアート
 - 2021年6930万ドル (>100億円) の値が付いたEverydays: the First 5000 Days
- これを狙って兄弟で大金持ちになるしかない！
- 弟の作品はデジタル画像ではない→ただデジタル化では芸が無い
- 生成AIをFine tuningして朝倉画廊っぽい画像を生成？
- NFTアートで一山当てられそうなもっとよいアイディアは・・・



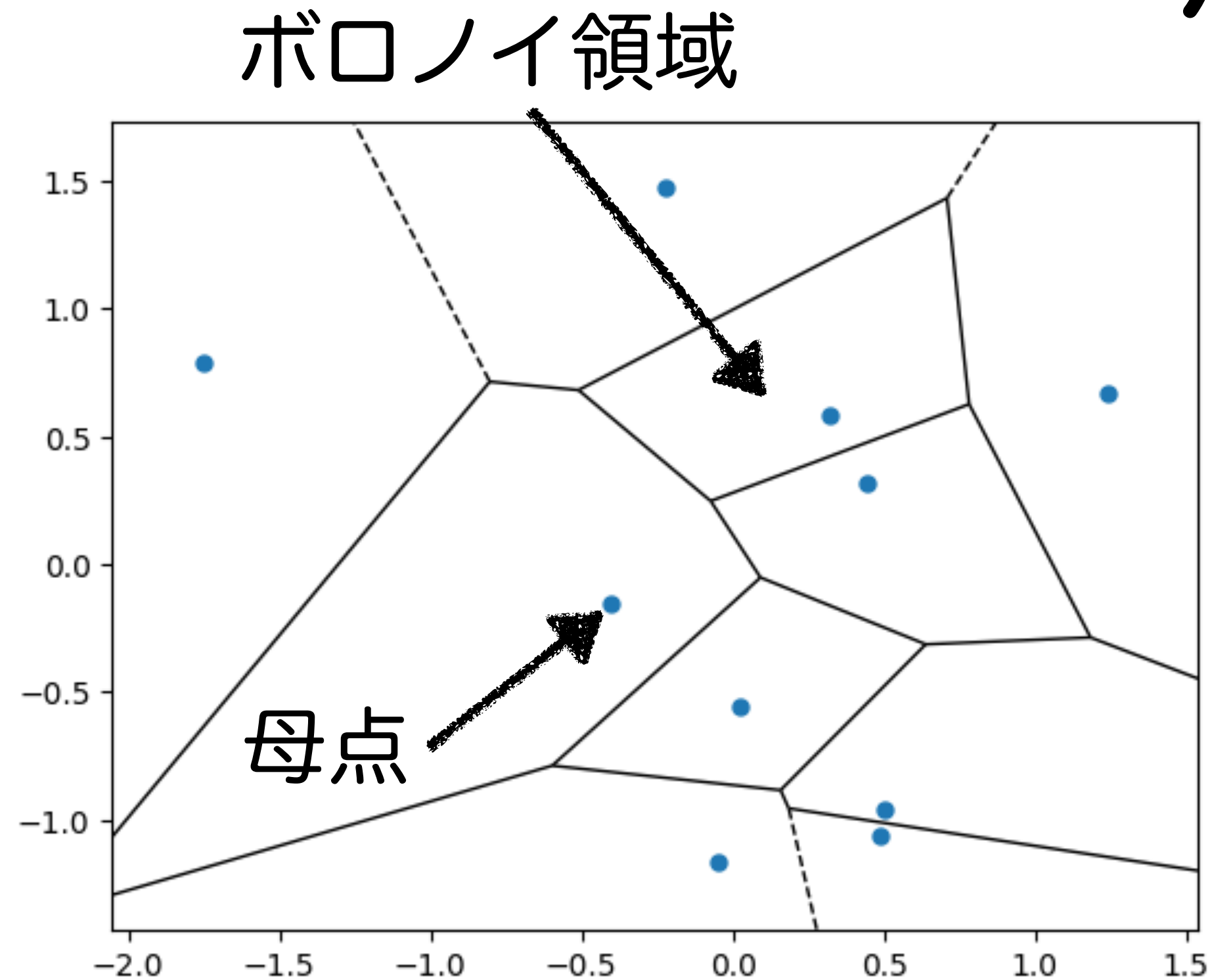
ボロノイモザイクアート



- 画像にボロノイ図を使ってモザイク調の効果を施す方法を提案した
2002年の論文を発見！
- この方法をそのまま使えない理由は後述→まずはボロノイ図の説明から

Yoshinori Dobashi, Toshiyuki Haga, Henry Johan, and Tomoyuki Nishita. A method for creating mosaic images using voronoi diagrams. In Eurographics (Short Presentations), pages 341–348, 2002. 画像はFigure8より引用

ボロノイ図

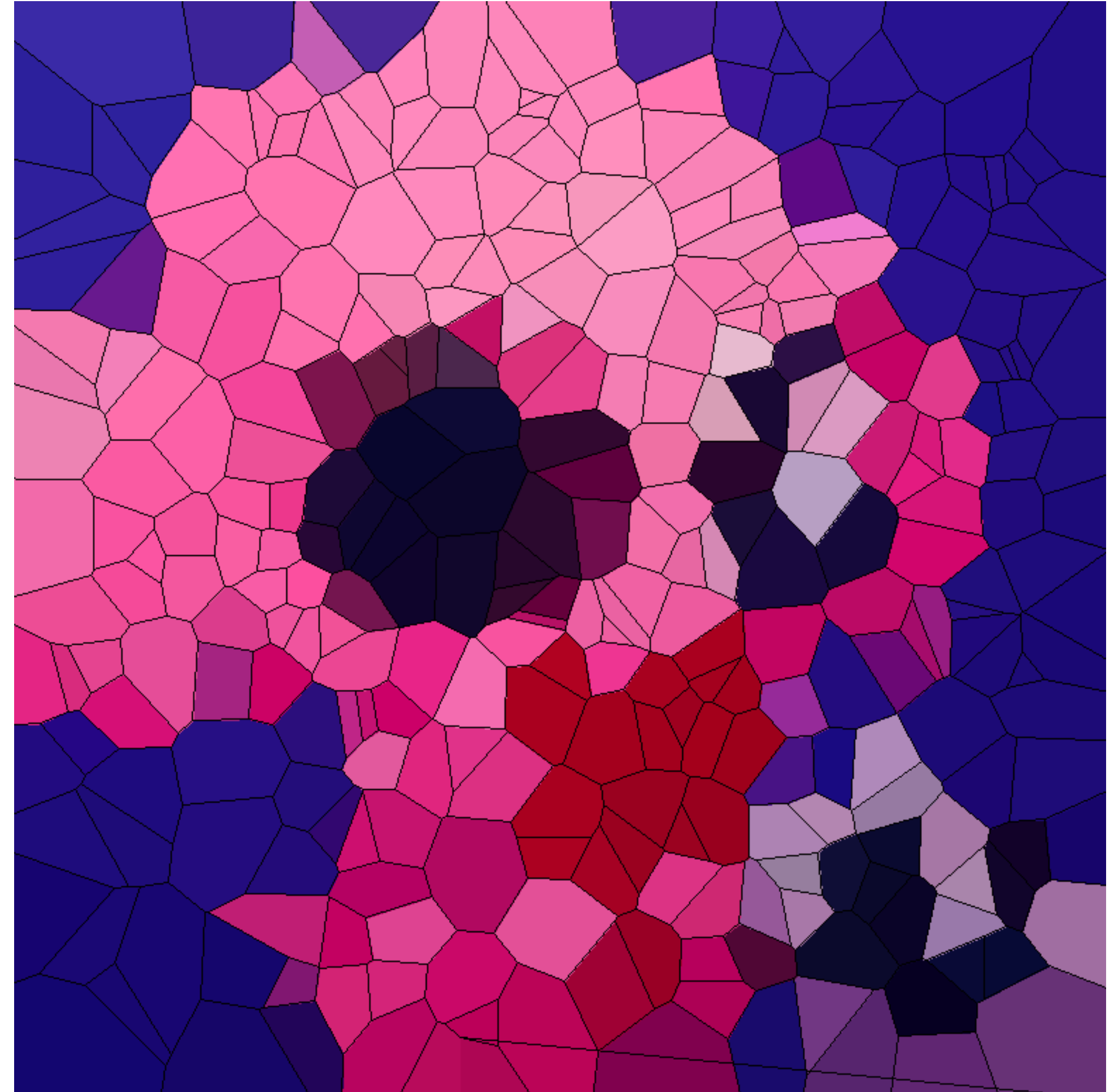


```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.spatial import Voronoi, voronoi_plot_2d

# 2次元平面に10個の点をランダムに生成
points = np.random.randn(10, 2)
vor = Voronoi(points)
fig = voronoi_plot_2d(vor, show_vertices=False)
plt.show()
```

- 空間にいくつかの母点を配置すると1つのボロノイ分割が決まる
- 平面を母点への距離でボロノイ領域に分割している
- 都市における消防署や病院の配置などにも応用できる

母点をランダムに配置すると・・・



320個のボロノイ領域を母点の色で塗りつぶしてモザイクアートに変換

先行研究での方法

- Dobashiらの方法では、母点を1画素ごとに動かして原画に近いボロノイ図が得られるように母点の配置を最適化する（右下図）
- 綺麗なボロノイモザイクアートが作れるが計算コストが高い
 - 論文ではGPUを使った高速化で対応している
- NFTアートで大儲けするために量産したい！
- 良い母点の配置を手軽に計算する方法はないか？

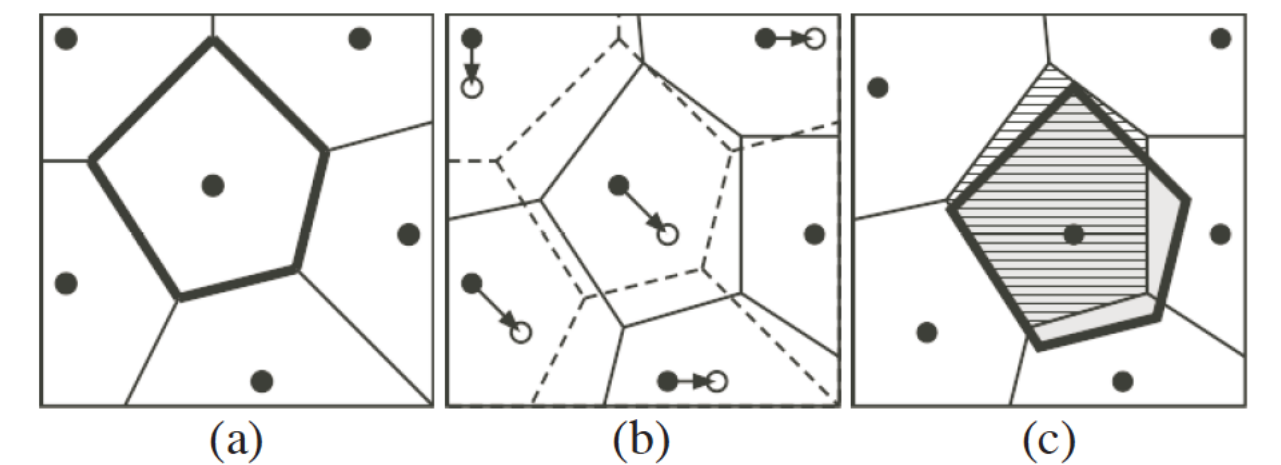
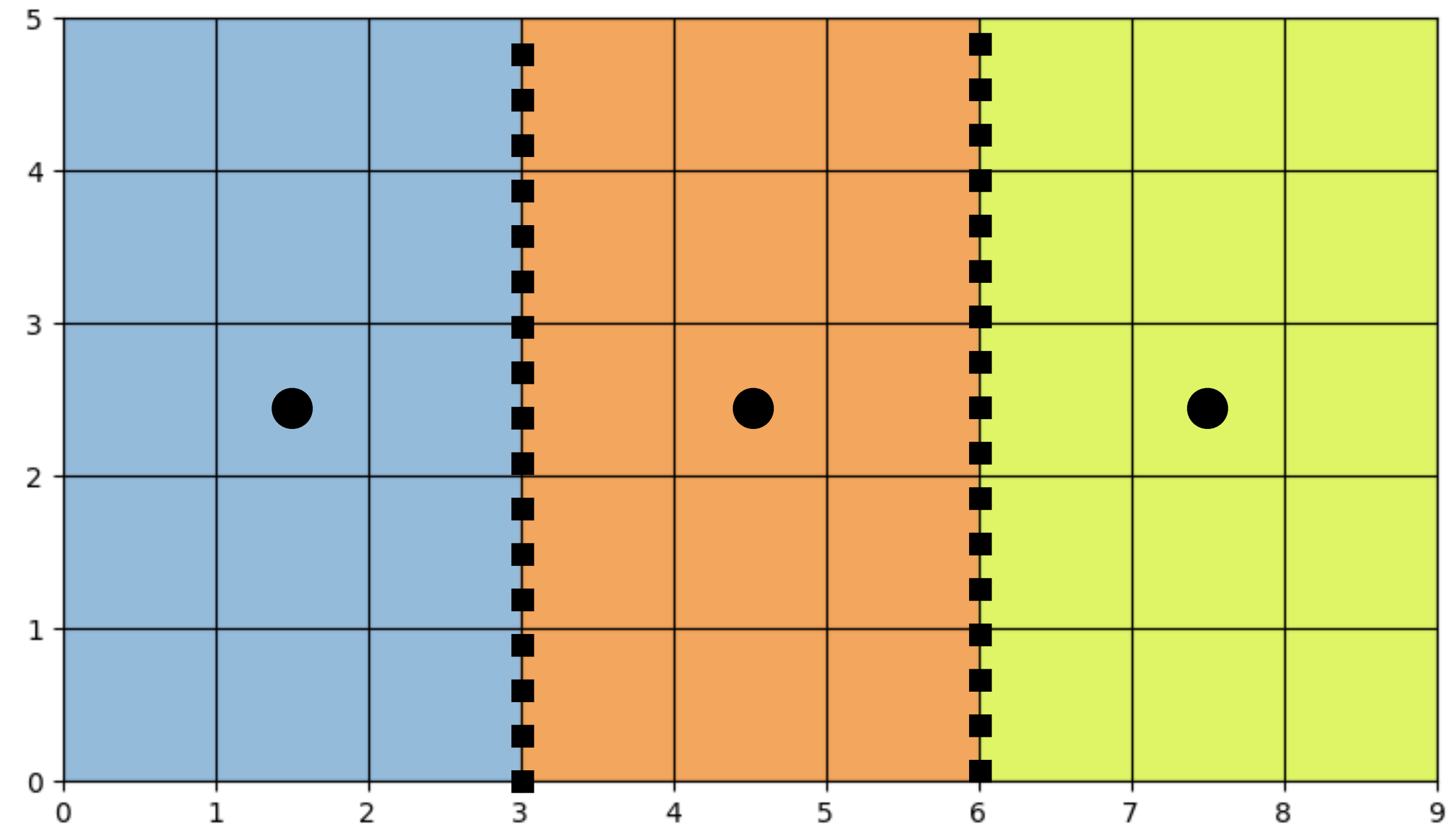


Figure 4: Approximated computation for changes in the Voronoi region, (a): the Voronoi region before moving, (b): the movement of the sites, (c): the Voronoi region after moving.

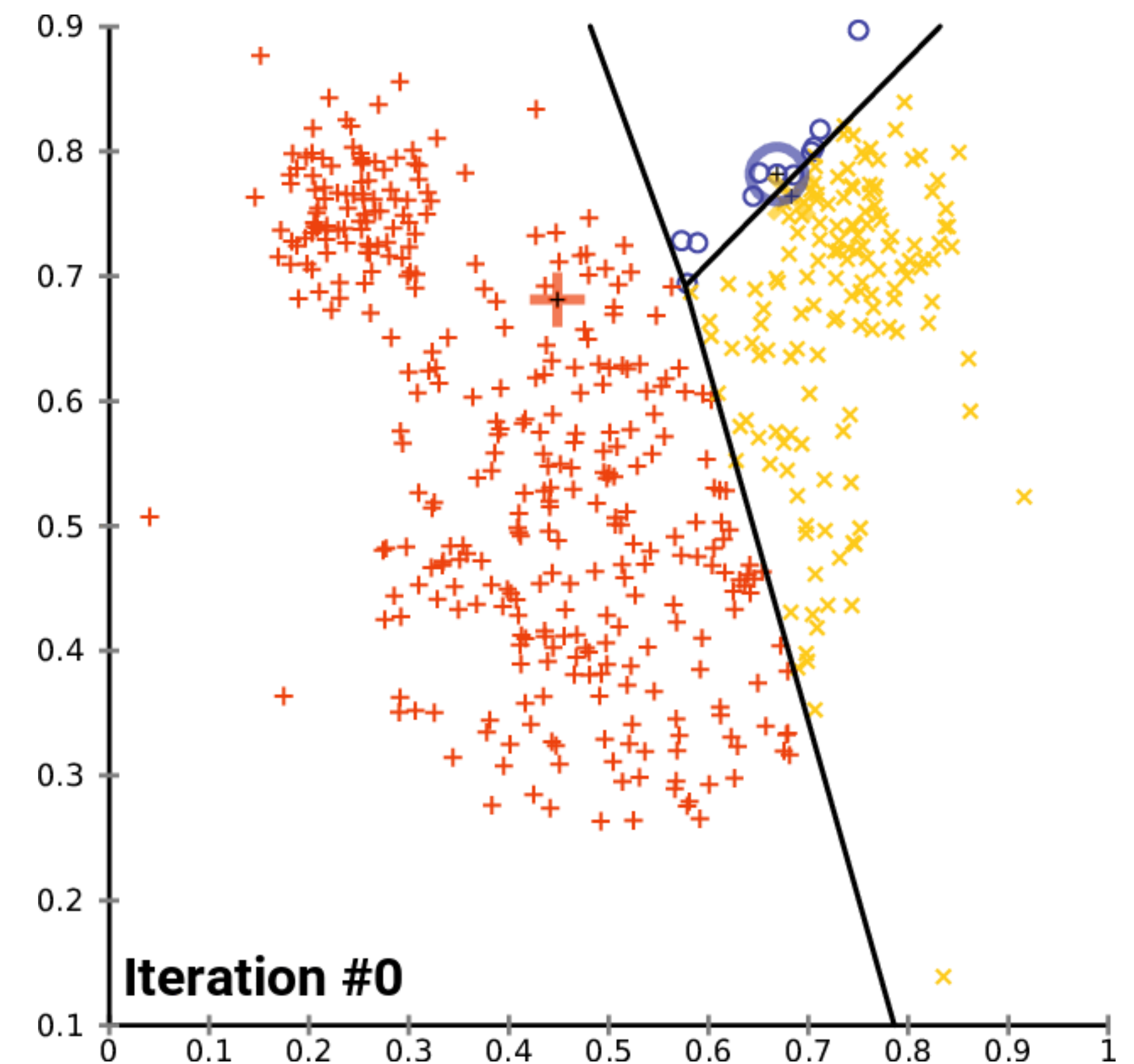
デジタル画像の仕組みとやりたいこと

- デジタル画像は画素が格子状に並んだ数値データ
- 右図のように母点（黒丸）を配置できると縦の点線でボロノイ分割ができる
- それぞれの画素を機械学習アルゴリズムの入力（X, Y, 画素値）としてクラスタリングすることを思いつく
- K-meansクラスタリングを利用

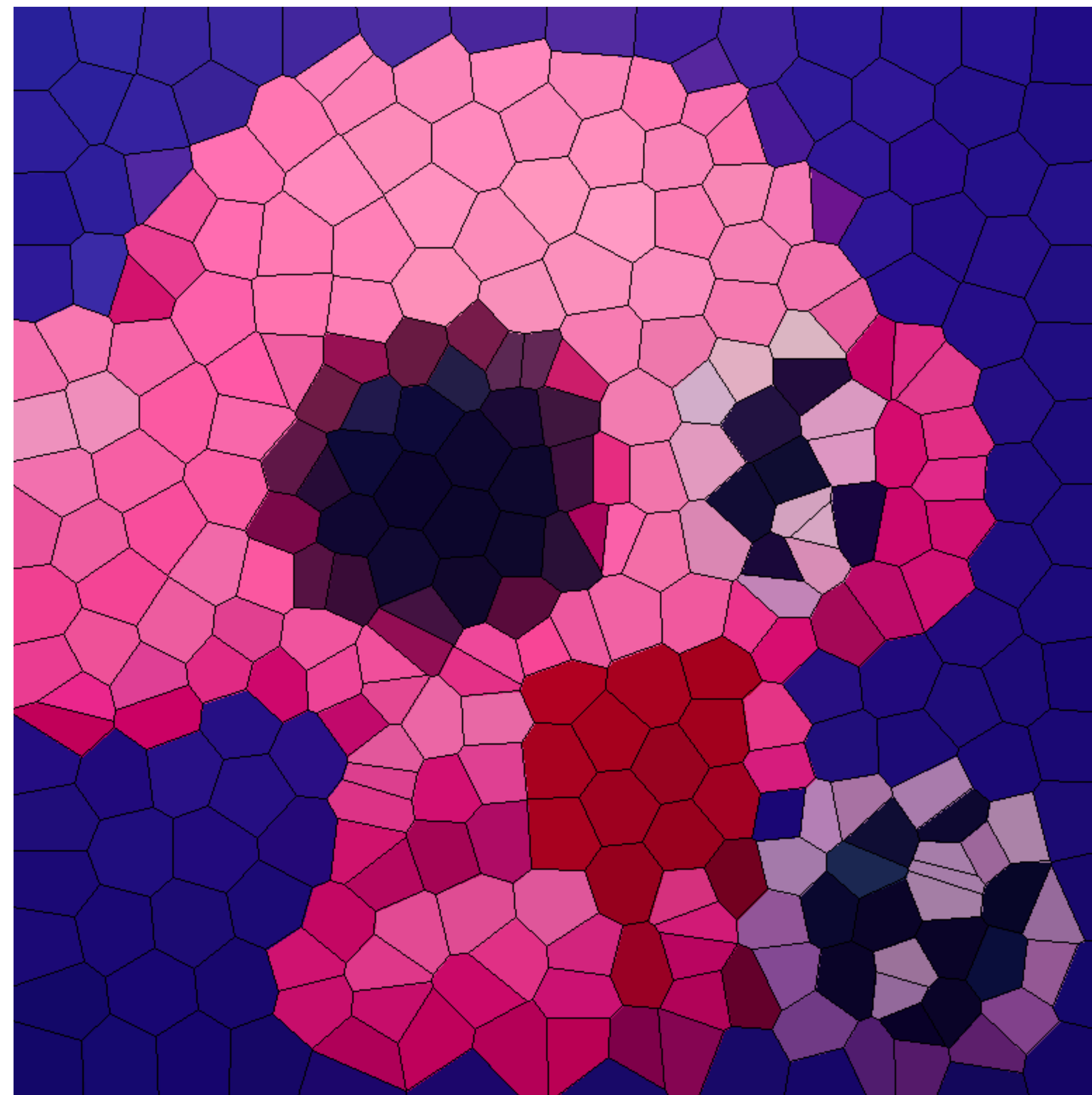
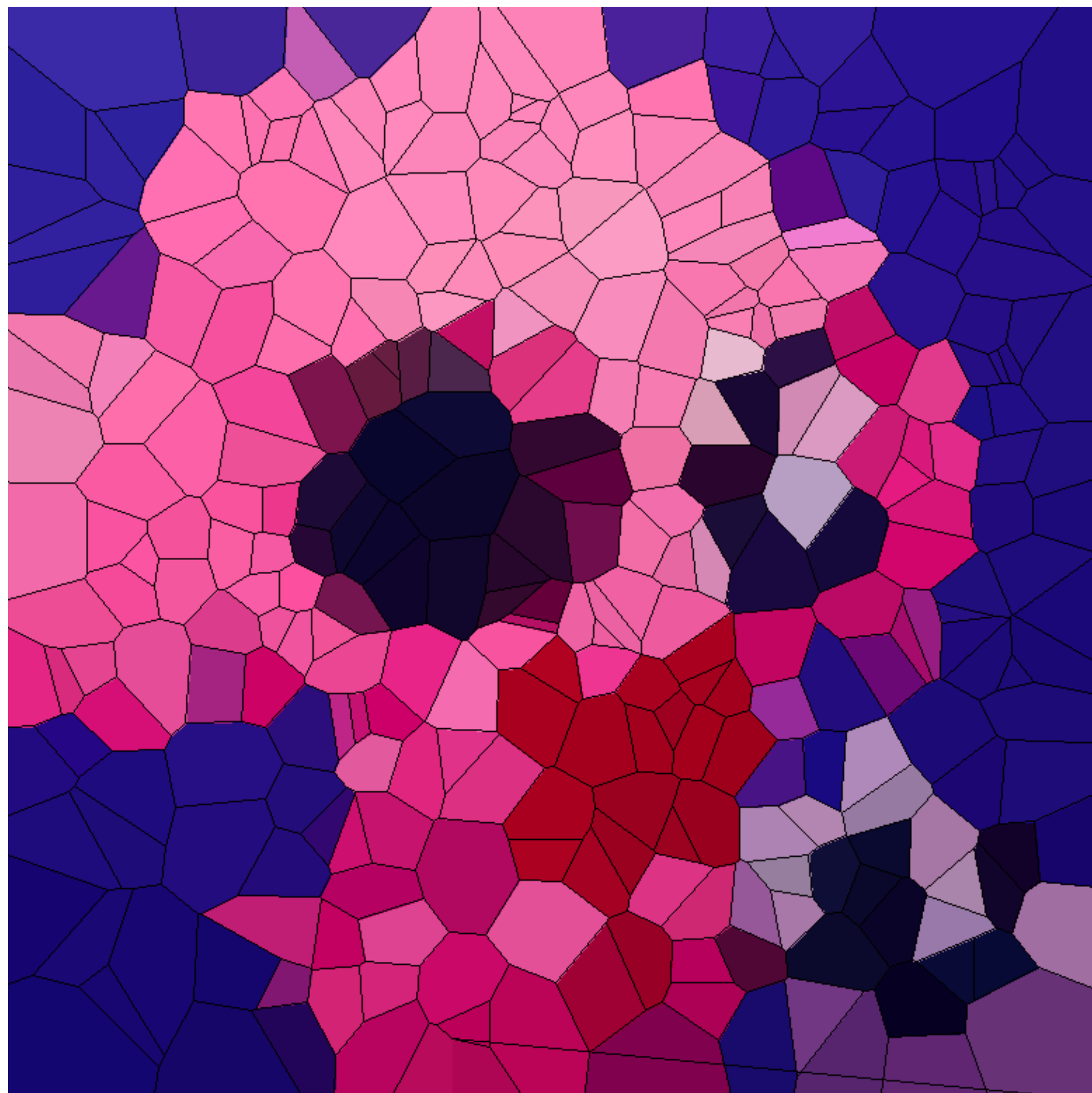


k-meansクラスタリング

- 似ているものをグループにまとめる機械学習アルゴリズムの1つ（クラスタリング）
- k でクラスターのサイズを指定する
- 平面上の点を $k=3$ つのクラスターに分類する例→
- $(X, Y, \text{画素値})$ でクラスタリングしてクラスターの重心から (X, Y) を抜き出して母点にする



ボロノイモザイクアートの質が改善



利用したライブラリ

- Pillow
 - 画像処理のための頼れるライブラリnumpy.ndarrayとの相性も良い
- NumPy, SciPy
 - spacy.spatial.Voronoiでボロノイ領域を描画
 - spipy.cluster.vq.kmeans2がある
 - scikit-learnの方が速いのでそちらがおすすめ


```
pip install imgrit
```

* imgridというパッケージがありますがtyposquattingを狙ったものではありません。

使い方

```
from PIL import Image
import imgrit

my_image = Image.open("../images/original.jpg")
voronoi_mosaic = imgrit.voronoi_mosaic(my_image, 250)
voronoi_mosaic.save("voronoi-mosaic.png")
```

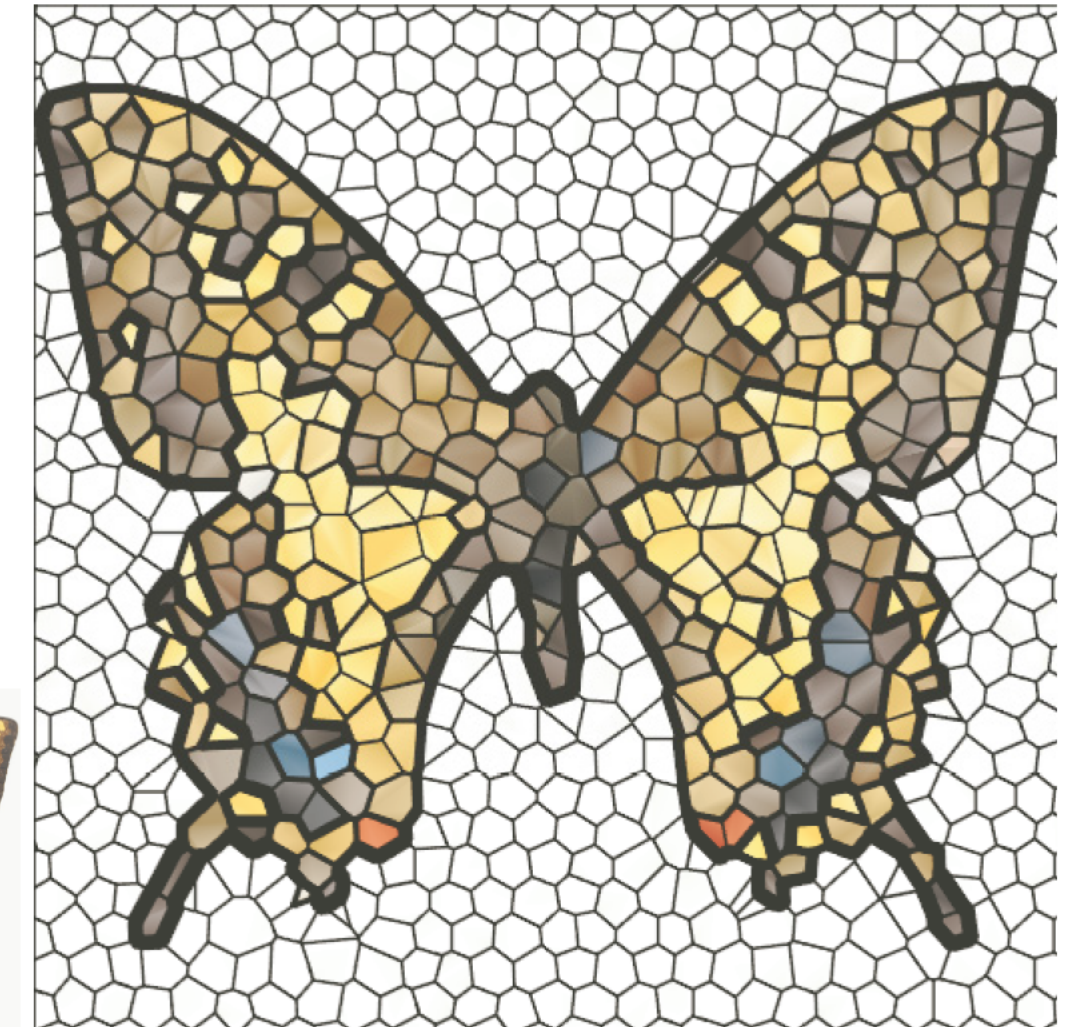
K-meansクラスタリングのkが分割される領域の数になる

今後の課題

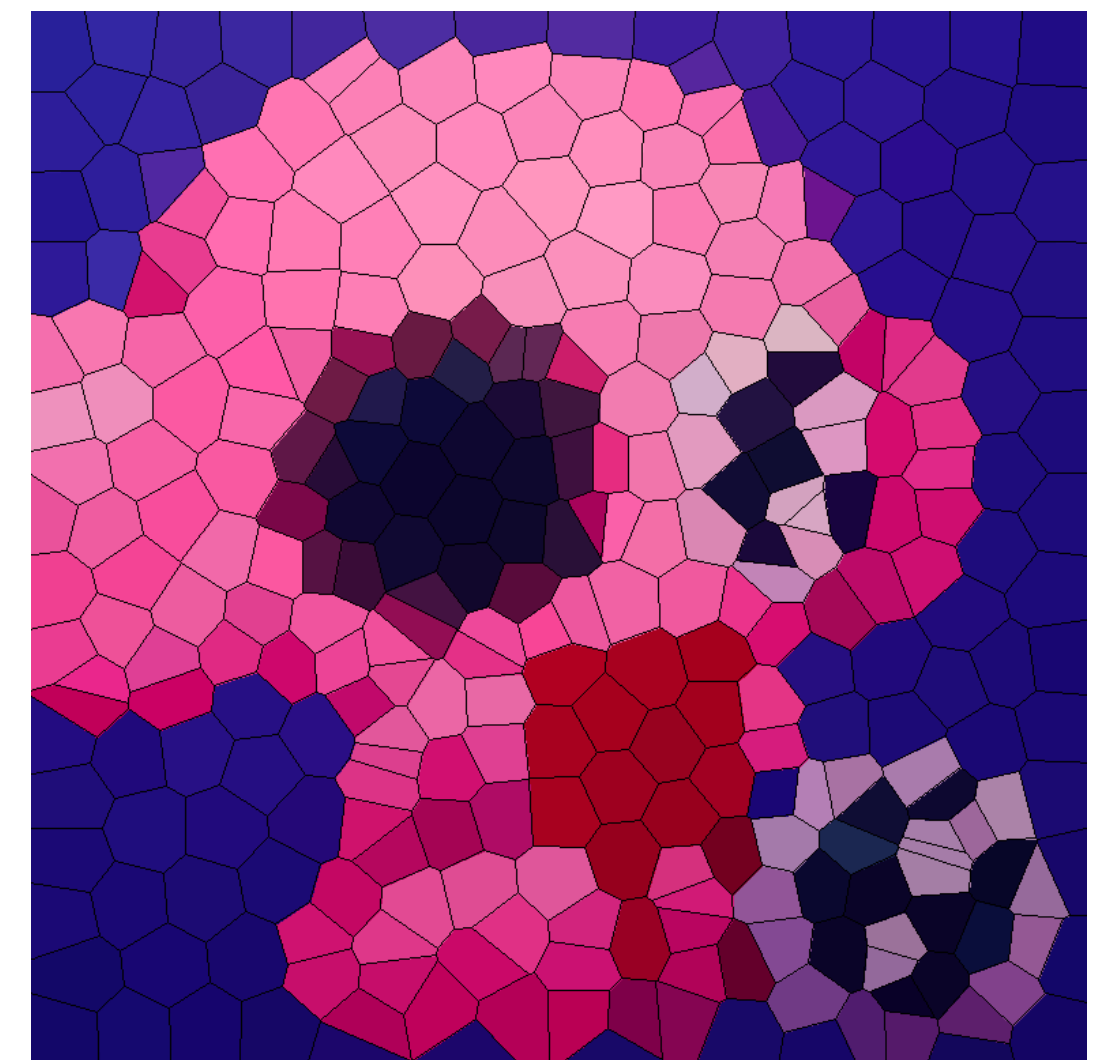
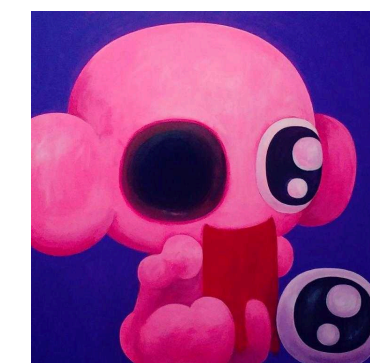
- 背景との境界線を太くするなど工夫すると綺麗なボロノイモザイクアートになりそう
- クラスタリングの手法をk-means以外のものにするとうなるか？
- HDBSCAN（クラスター数を指定しなくても良いアルゴリズム）など



(a)



(b)



さあ、NFTアートで大儲けだ！

OpenSeaでNFTアートとして公開

OpenSea を検索 /

☆☆☆ 0% | 0.099 ETH | 0.00 WETH | Asakura-Gallery 0xe761...99b2

Asakura-Gallery | 2022年9月 E7619F

This is a joint art project Shuhei Tsuji an artist and Shingo Tsuji a computer programmer.

ポートフォリオの価値 0.10 ETH | 米ドル価値 \$449.36 | NFT 0% | トークン 100%

ギャラリー **NFT** トークン リスティング オファー ポートフォリオ 作成済み ウォッチリスト お気に入り アクティビティ

ステータス すべて 出品中 出品なし 非表示 52 ITEMS

チェーン コレクション

コレクションの検索

コレクション 保有

Asakura Gallery Digital 52

Op.1-29 #33 Asakura Gallery Digital 出品なし

Op.1-28 #33 Asakura Gallery Digital 出品なし

Op.1-27 #33 Asakura Gallery Digital 出品なし

Op.1-26 #33 Asakura Gallery Digital 出品なし

公開してすぐに「全部買いたい」という
連絡（英語）が来る！

だいたい（ほとんど）詐欺

- 「全部まとめて買うからOpenSeaではない別の方法でやりとりしよう」
- 「NFTアートの確認をしてもらうためにOpenSeaの担当を付ける必要がある」
- などなど
- OpenSeaの運営も注意を喚起
- Web上には数十万円以上の詐欺被害の報告が多数

まとめ

- ボロノイモザイクアートのための母点配置をk-meansクラスタリングで高速に計算できる新手法を考案しました
 - <https://github.com/tsjshg/imgrit>
 - `pip install imgrit`
- NFTアートで大儲けすることには失敗
- （おまけ）趣味の開発は楽しい