



# 学生企画：自然の形 植物に見られるフィボナッチ数と黄金角

奈良女子大学 理学部 自然科学考房

牧野、濱野、青柳、小俣、津田、吉野、松尾、金井



## フィボナッチ数とは

◆フィボナッチ数列の漸化式

$$F_1 = 1, F_2 = 1, F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$$

⇒ ① ① ② 3 5 8 13 21 ...  
1+1

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{F_{n+1}}{F_n} = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

黄金比になっている！

## 黄金比と黄金角

正五角形  
黄金角  
黄金長方形  
らせんの角度が黄金角になっている黄金長方形内での螺旋構造に似ている

## A. ひまわりと松ぼっくりに見られるフィボナッチ数

### 1. 研究の背景と目的

『波紋と螺旋とフィボナッチ』（学研メディカル秀潤社・近藤 滋著）を読み、植物にフィボナッチ数列が見られることを知った。例えば、ロマネスコという植物に見られる螺旋の数はフィボナッチ数になっている。その他、パインナップルや松ぼっくりの果実やキク科の植物の花がフィボナッチ数列に従っているという。今回は、比較的採集しやすいひまわりと松ぼっくりを用いることで、フィボナッチ数が実際に見られるかを調べた。

### 3. 観測結果

1つの個体から何種類もの螺旋構造が見られた

◆ひまわりのらせん構造



◆松ぼっくりのらせん構造

種類	らせんの数
まつぼっくりA	5本
まつぼっくりB	8本
まつぼっくりC	13本
らせんの向き	右
らせんの向き	左
らせんの向き	右
らせんの向き	左
らせんの向き	右
らせんの向き	左

- らせんの数が**フィボナッチ数**になっている
- らせんの向きはらせんの数が増えるとともに**左右交互**に現れる

## B. 互生植物の葉序に見られるフィボナッチ数

### 1. 研究の背景と目的

植物の葉のつき方は大きく分けて、互生と輪生の2種類がある。互生植物の葉序にはフィボナッチ数が見られ、葉の開度は黄金角であるという主張が確かめる。

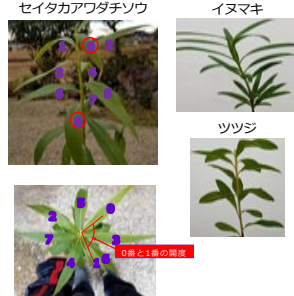
【参考文献】岡部拓也 生物科学 69 p.140-153 (2018)



【図・引用】ベネッセ教育情報サイト「自由研究 葉のつき方を調べよう！」(https://benesse.jp/kyouiku/201508/20150810-4.html)より

◆互生植物の葉序に見られるフィボナッチ数

任意の葉を基準(0番)とし、葉に番号をつけていくと  
0番と重なるまでにした周回数  
0番と重なる葉の番号  
1/2, 1/3, 2/5, 3/8, 5/13, 8/21, 13/34, 21/55  
などがよく見られる。  
ここに現れる数字がフィボナッチ数になっている。



本研究では様々な植物の葉序を観測し、その中でも 3/8 葉序がみられたセイタカアワダチソウ、イヌマキ、ツツジに注目してその開度を測定した。

### 2. 研究の方法

奈良女子大学構内や周辺で種々の植物の観測を行った。  
また、セイタカアワダチソウ、ツツジ、イヌマキを採集して写真を撮り、開度を測った。

### 2. 研究の方法

- 実際にひまわりを育ててつぼみの部分を撮影し、花のつき方を観測する  
2018/7/25 種まき 合計16個の種 ⇒ 8本開花

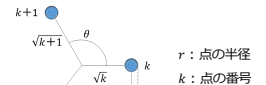


- 奈良公園で松ぼっくりを採集し、観測する

## 4. MATHEMATICAによるシミュレーション結果

◆ひまわりの筒状花の並びにみられるらせんの規則(理論)

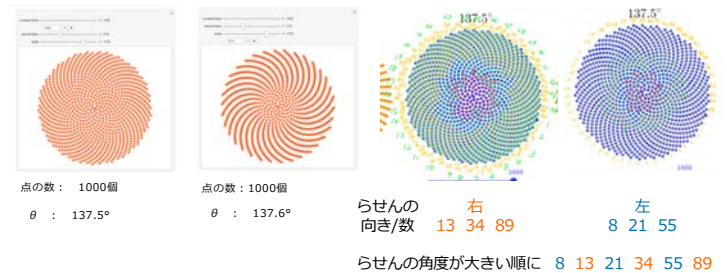
$k+1$  番目の花は中心から  $\sqrt{k+1}$  の距離に、  
 $k$  番目の花から角度  $\theta = 137.5^\circ$  の位置に付く  
この時、中心と1番目の花の距離を1とする



"A better way to construct the sunflower head" Helmut Vogel, Math. Biosciences, 44(1979): 179-189

◆筒状花の並びのシミュレーション結果 1

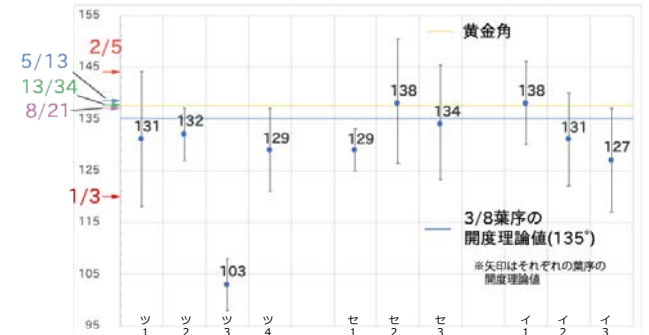
◆シミュレーション結果 1をもとにらせんを描いた結果  
点の数: 1000個 点の半径: 0.75  $\theta = 137.5^\circ$



- $\theta = 137.5^\circ$  の時それぞれの花が重なることなく付く
- らせんの数は**フィボナッチ数**に従い、向きは**左右交互**に現れる

### 3. 開度の結果

葉の開度の平均値 (葉序の0番から6番までの開度を測定)



ツツジ3には2/7葉序が見られた  
それ以外の個体は全て3/8葉序が見られた ツ…ツツジ, セ…セイタカアワダチソウ, イ…イヌマキ

## 4. 互生植物の葉序に関する結果とまとめ

互生植物の葉序はらせん構造をもち、0番と重なる葉の番号はフィボナッチ数になることを確認した。  
3/8 葉序の開度は確かに黄金角(137.5°)に近くなっていることがわかった。  
個体を変えたと同じ種類の植物にも 2/7 葉序や 2/5 葉序も見られた。  
特にフィボナッチ数にならない 2/7 葉序に関しては今後さらに詳しく調べつもりである。

## 奈良女子大学

所在地: 奈良県奈良市  
学部構成: 文学部・理学部・生活環境学部  
理学部: 数物科学科  
化学生物環境学科

- 物理学コース
- 数学コース
- 数物連携コース
- 化学コース
- 生物学コース
- 環境コース



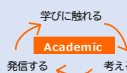
• 日本で二校ある国立の女子大学の1つ  
• 奈良公園に近いので、キャンパス内に鹿がいる

## 奈良女子大学理学部自然科学考房

- 奈良女子大学理学部数物科学科で行っている  
学生主体の研究活動や自主ゼミなどを  
支援する事業

### <活動内容>

- 読書会: 輪読形式の自主ゼミ
- 学生企画: 学生が主体となって行う研究プロジェクト (例)和算、ロボット、音の可視化など
- 科学イベントの開催・出展



自然科学考房

@suubutsu

