

# Scratch & Math: 隱藏在花朵 (一)



Peter Wei [Follow](#)

Jun 4, 2017 · 8 min read

五彩繽紛的花朵是大自然的彩妝師，當我們佇足欣賞這些美麗的花朵時，是否看到隱藏在花朵裡大自然的奧祕？在本章中我們將藉由觀察向日葵的種子和花瓣來瞭解什麼是黃金角度和黃金比例。當我們掌握了隱藏在向日葵花朵裡的祕密，只要用簡單的Scratch指令就可以畫出美麗的向日葵。

數學關鍵字：黃金角度。

數學家：畢達哥拉斯。

Scratch程式：

透過 Google 登入 medium.com



lin janhome

janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的[《隱私權政策》](#)和[《服務條款》](#)。

## Scratch - 隱藏在花朵裡的祕密 動手做6-1 畫出向日葵種子的排列

Make games, stories and interactive art with Scratch. (scratch.mit.edu)

scratch.mit.edu

## Scratch - 隱藏在花朵裡的祕密 動手做6-2 改變種子的

Make games, stories and interactive art with Scratch. (scratch.mit.edu)

scratch.mit.edu

透過 Google 登入 medium.com



lin janhome

janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的[《隱私權政策》](#)和[《服務條款》](#)。

# 向日葵的種子排列

當我們近距離觀賞向日葵花朵的時候，很容易感受到一種大自然裡難以言喻的規律性。





(取自維基百科Helianthus\_annuus, CC BY-SA)

透過 Google 登入 medium.com



lin janhome

janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的[《隱私權政策》](#)和[《服務條款》](#)。

向日葵花朵的中心部份是一個圓形的種子排列區域。種子的排列有點像是由中心向外幅射的螺旋狀排列。種子的排列有點像是由中心向外幅射的螺旋狀排列。種子的排列有點像是由中心向外幅射的螺旋狀排列。成由一條條的斜列線，然後這些斜列線的形狀再由內向外彎曲成一個圓。奇妙的是這個圓形的螺旋可以看成順時針方向彎曲的斜列線排列，也可以看成逆時針方向的彎曲的斜列線排列，一點也沒有違和感。

## 用手畫畫看向日葵種子的排列

讓我們先仔細想想向日葵種子排列有那些重要的特徵。

從整體來看，所有的向日葵種子排列成一個圓形；「排列成圓形」是我們觀察到的第一個特徵。

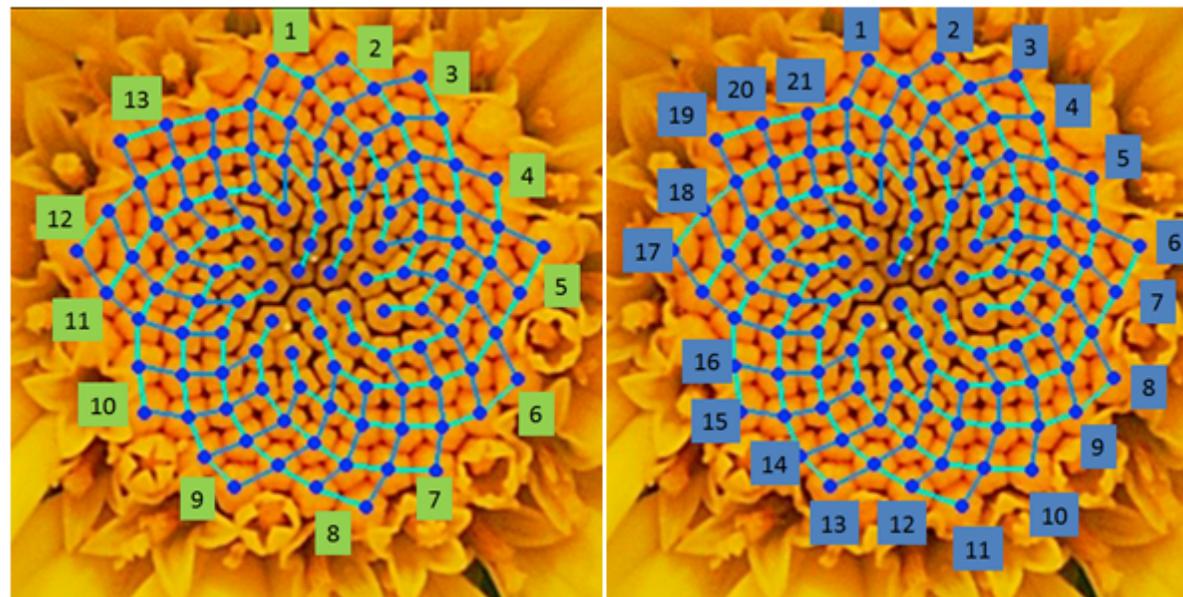
在向日葵花朵中心，是由許多一粒一粒極為相像的小向日葵種子組合而成；「重覆」是我們觀察到的第二個特徵。

小向日葵種子排列成一條條的斜列線後就形成了一個螺旋形狀的圖：「旋轉」是我們觀察到的第三個特徵。

除了上面提到的三個特徵以外，還有觀察到向日葵種子嗎？可以拿出紙筆，用手畫畫看向日葵種子的排列

## 向日葵種子排成的斜列線

為了進一步了解向日葵種子的排列，我們拿一支筆照著順時針方向標示出每一條斜列線，然後數一數斜列線的數目。同樣地對於逆時針方向的斜列線也可以標示出另一組斜列線，再數一數這組斜列線的數目。



透過 Google 登入 medium.com



lin janhome

janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的 [《隱私權政策》](#) 和 [《服務條款》](#)。

(取自維基百科Fibonacci\_number, CC BY 2.5)

我們可以數出來上面這張圖裡向日葵種子排列成圓形，總共是13條線。而以逆時針排列的方向來數，總共是21條線。

事實上在大自然裡13和21是兩個特別的數字，我們來我們先來用Scratch畫出這個美麗的向日葵種子排列。

向日葵種子有一種特殊的螺旋狀排列，這種排列被稱為斜列線（parastichy），是一種像螺旋網眼狀空隙圖案的結構。

## 動手做6-1 用Scratch畫出向日葵種子的排列

### [程式設計需求規格]

我們觀察到向日葵種子的排列有幾項主要的特色，包括「排列成圓形」、「重覆」和「旋轉」。在這個程式裡我們要用Scratch程式畫出類似的種子排列，可以想像其中最重要的關鍵就在於要使用程式中像是角色旋轉和重覆蓋章的指令。

### [程式設計角色和舞台]



由範例庫任意選取一個角色造形，在這個例子裡我們選的是一隻白熊。每  
台維持空白即可。

<input type="checkbox"/> 類別	來源	圖片
<input type="checkbox"/> 角色	範例庫選取	

1 record

透過 Google 登入 medium.com

 lin janhome  
janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的 [《隱私權政策》](#) 和 [《服務條款》](#)。

## [程式設計解決方案]



## 白熊 6-1.1

程式



重點說明

- 白熊面向右方。
- 重複300次，每一次都由原點 ( 0, 0 ) 開始旋轉137.5度，同時由圓心向外移向，然後蓋章。

透過 Google 登入 medium.com



lin janhome

janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的 [《隱私權政策》](#) 和 [《服務條款》](#)。

 Airtable

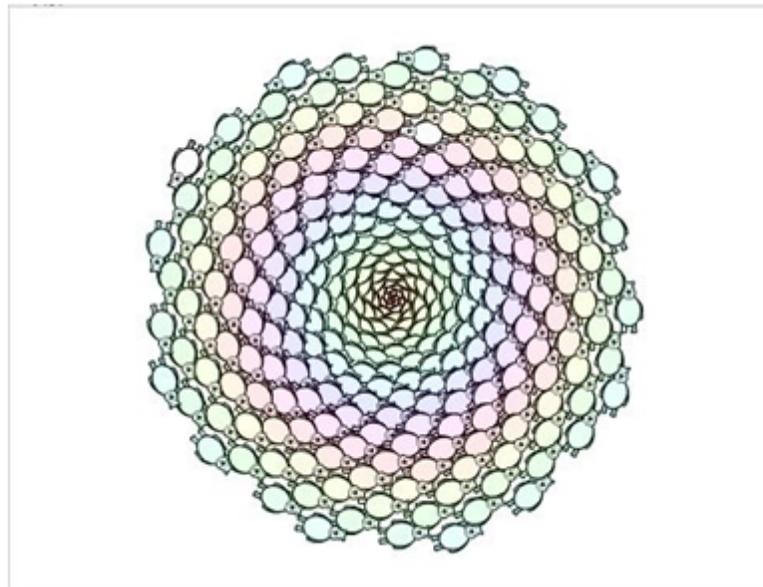
 Download CSV  View larger version

## [程式檢視]

Scratch 程式裡的「蓋章」指令方塊會將角色的外觀像蓋章一樣複製在舞台上。程式〔白熊6-1.1〕裡的迴圈重複了300次，我們可以預期舞台上會出現300個白熊的圖案。

每一次蓋章前，白熊都會被移回原點座標題  $(0, 0)$  的角度  $137.5$  度，然後由圓心向外移動。移動的距離制，變數「向外擴大」初始值設為  $4$ ，之後每呼叫一

執行程式後舞台上出現了排列整齊的  $300$  隻白熊圖案列非常類似向日葵種子的排列。



，向右旋轉一個特別

透過 Google 登入 medium.com



lin janhome

janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的 [《隱私權政策》](#) 和 [《服務條款》](#)。

隱藏在花朵裡的祕密 動手做6-1 畫出向日葵種子的排列



透過 Google 登入 medium.com

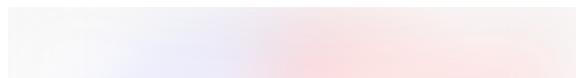
lin janhome  
janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的[《隱私權政策》](#)和[《服務條款》](#)。

## 為什麼是137.5度？

在動手做6-1用Scratch畫向日葵花種子的程式迴圈中，一次一次地將角色向右旋轉137.5度，並且在旋轉時逐漸向外擴大。如此一來畫出的圖案和真實向日葵花種子有很類似的排列。事實上137.5度可不是隨便選取的旋轉角度，在幾何學裡137.5度被稱為「黃金角度」。





(取自維基百科Golden\_angle)

我們知道一個圓的圓周是360度。在上圖中圓周被分為a和b兩部分，當b對應到的角度是137.5度時，會發現一個很特別的周長比；圓的全部周長(a+b)和a的比例，恰好等於周長a和b的比例。我們寫成一道數學式子，



這裡的  $\phi$  是一個希臘字母讀做phi，它是一個無理數，值大約是1.6180339887，在數學裡稱做「黃金比例」。

據數學史的記載，黃金比例在公元前六世紀被古希臘折學家畢達哥拉斯發現。畢達哥拉斯學派認為黃金比例是一種美學的和諧，常用於繪畫、雕塑和建築之中，例如古希臘巴特農神廟的柱廊的1.618倍。這樣的觀念也影響了文藝復興時期的建築，因此被稱之為「神賜的比例」。往後人們在數學、自然都發現了黃金比例的作用，透過黃金比例，我們也有了更深一層的體認。

每一粒向日葵種子旋轉137.5度就排列成規則的斜列線，至於為何會呈現斜列線的排列至今仍是一個未完全被理解的謎。有一種說法是一朵向日葵花裡有好幾百顆種子，而一般花朵的大小都差不多，如何能在有限的面積裡排列出最緊密最多的種子可能就是決定演化優勝劣敗的關鍵。以黃金角度旋轉的的種子排列圖形看起來相對緊密，單位面積裡可以生長的種子數目也就比較多了。

## 動手做6-2 畫畫看：改變種子的旋轉角度

### [程式設計需求規格]

動手做6-1設定了黃金角度137.5度為旋轉的角度，畫出的圖形和向日葵花種子的排列很相像，是一種緊密的螺旋狀斜列線排列。在動手做6-2中讓

透過 Google 登入 medium.com

lin janhome  
janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的 [《隱私權政策》](#) 和 [《服務條款》](#)。

我們改變旋轉角度，好比說90度、120度、180度或廿伍仟音角度，再來觀察看看畫出來的畫形長什麼樣子。

## [程式設計角色和舞台]

由範例庫任意選取一個角色造型，在這個例子裡我們維持空白即可。

透過 Google 登入 medium.com

lin janhome  
janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的[《隱私權政策》](#)和[《服務條款》](#)。

<input type="checkbox"/> 類別	名稱	來源	圖片
1 角色	白熊	範例庫選取	

1 record

## [程式設計解決方案]



白熊 6-2.1

程式



重點說明

- 重複執行呼叫客製程式方塊「旋轉蓋章」。
- 設定變數「旋轉角度」為1到360間的隨機數字。



白熊 6-2.2

程式



重點說明

- 客製程式方塊「旋轉蓋章」。
- 白熊面向右方。
- 重複300次，每一次都由原點(0,0)依變數「旋轉角度」設定旋轉，同時由圓心向...

透過 Google 登入 medium.com

lin janhome  
janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的《[隱私權政策](#)》和《[服務條款](#)》。

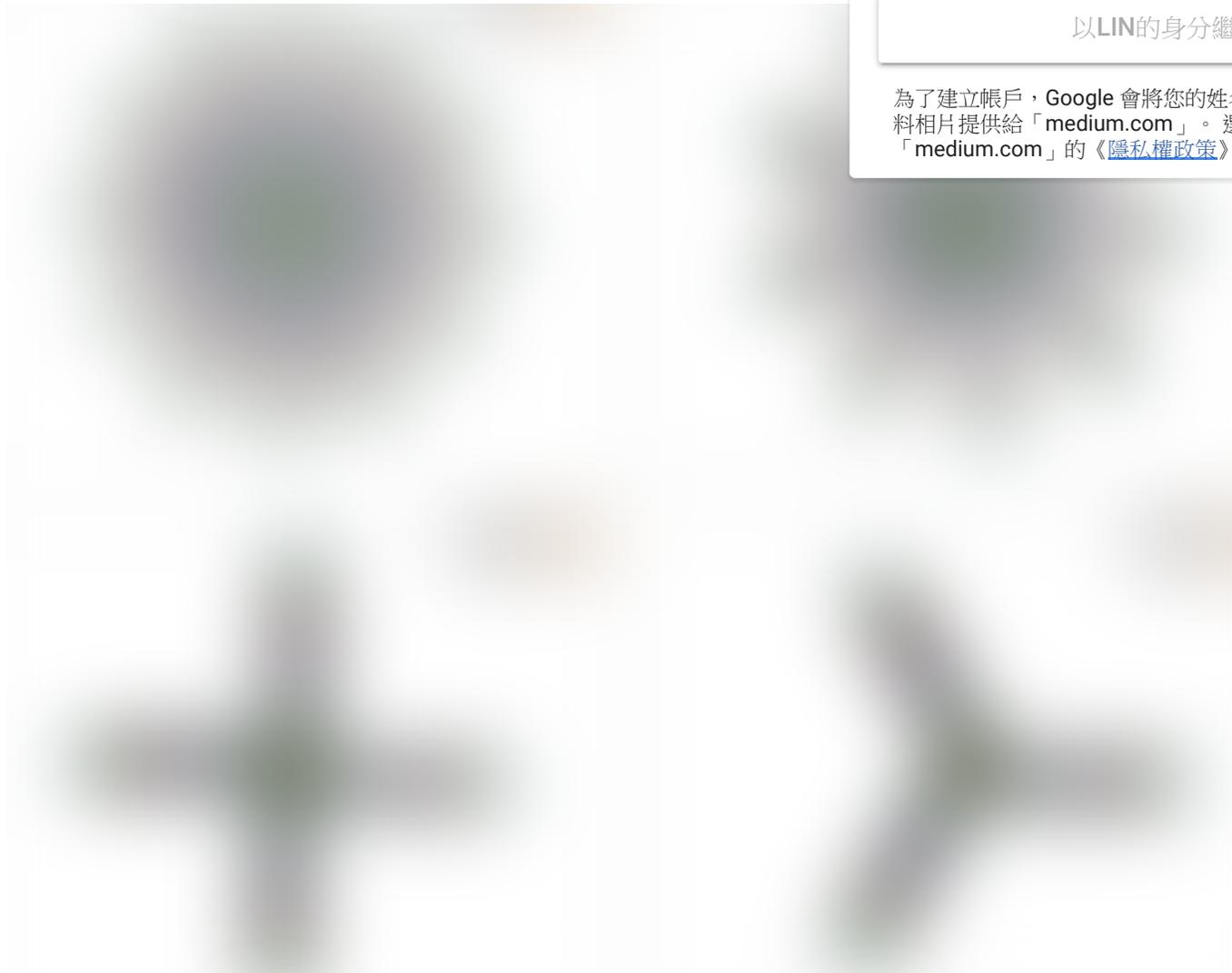
 Airtable

 Download CSV  View larger version

## [程式檢視]

程式〔白熊6-2.2〕利用客製方塊將旋轉蓋章的部分包裝起來，如此一來在程式〔白熊6-2.1〕只要傳遞變數「旋轉角度」就可以不斷變換圖形。

我們可以將程式〔白熊6-2.1〕中的旋轉角度指定為特別的角度。下面八張圖形分別產生於不同的旋轉角度設定，前四張圖的旋轉角度分別為80度、90度和120度。圖形看起來像往外擴散的直線。



透過 Google 登入 medium.com

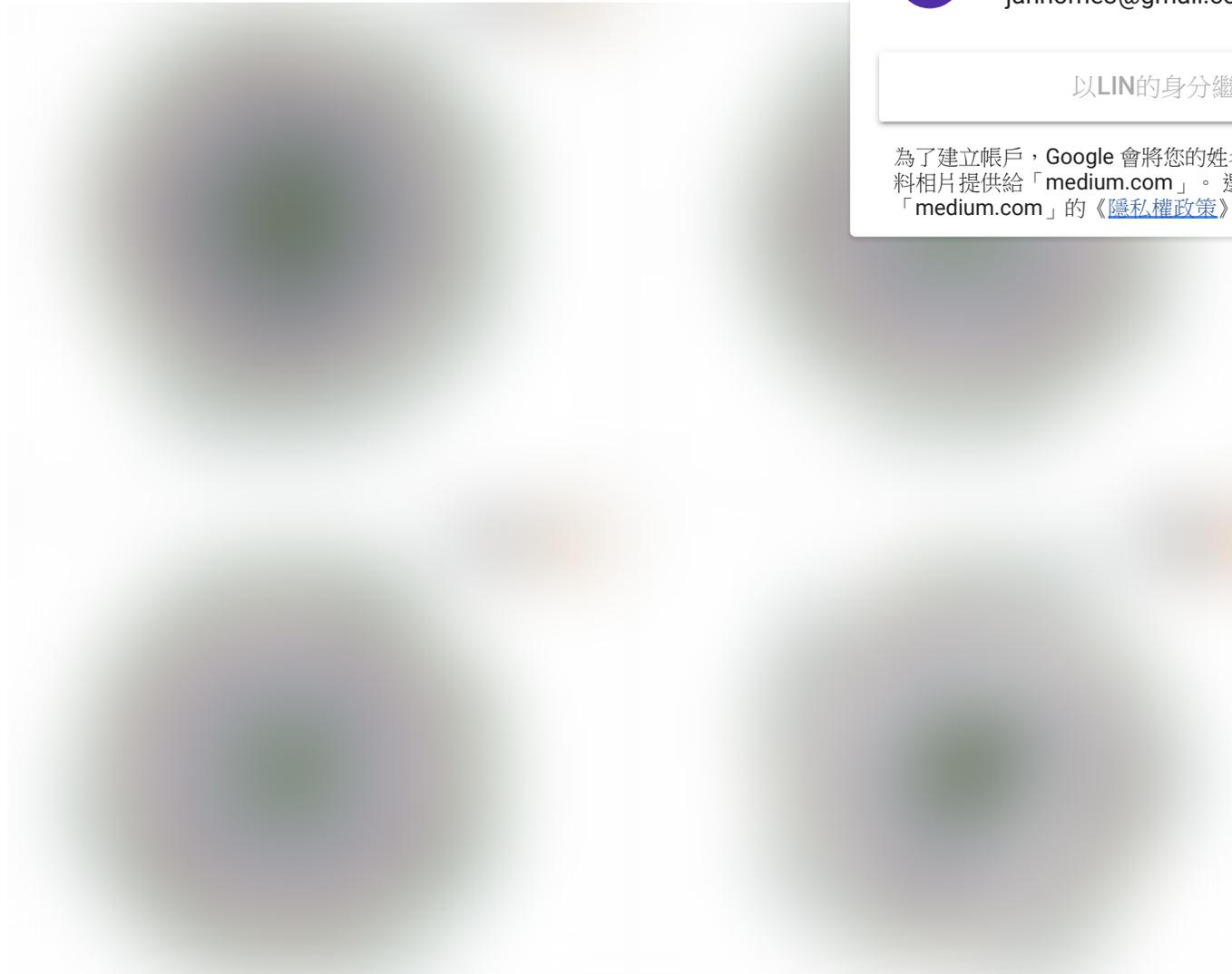


lin janhome  
janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的《[隱私權政策](#)》和《[服務條款](#)》。

後面四張的旋轉角度分別為10度、75度、125度、和145度，圖形的中心、附近都形成明顯的螺旋，而發散出去的線條則曲直



透過 Google 登入 medium.com



lin janhome

janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的[《隱私權政策》](#)和[《服務條款》](#)。

旋轉角度細微的變化就可能讓繪製出的圖形有顯著的差異，設定旋轉角度由135度漸增到145度，可以看到圖形都不一樣。當度137.5度時，圖形看起來最為緊密。



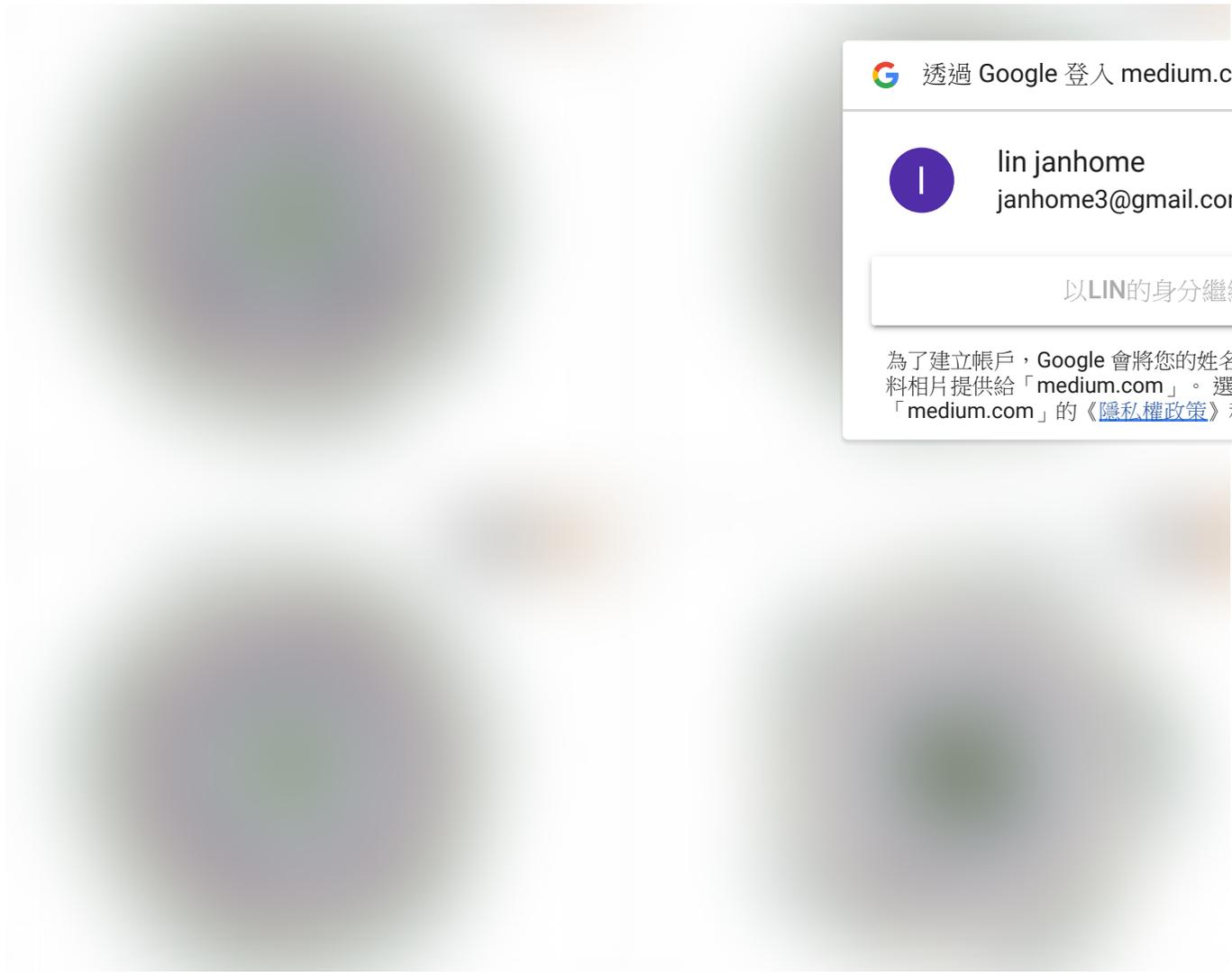
 透過 Google 登入 medium.com



lin janhome  
janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的 [《隱私權政策》](#) 和 [《服務條款》](#)。



透過 Google 登入 medium.com



lin janhome

janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的[《隱私權政策》](#)和[《服務條款》](#)。

隱藏在花朵裡的祕密 動手做6-2 改變種子的旋轉角度



透過 Google 登入 medium.com

lin janhome  
janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的[《隱私權政策》](#)和[《服務條款》](#)。

延伸閱讀：

Scratch & Math: 天花板上的蜘蛛 (一) Scratch & Math: 天花板上的蜘蛛 (二)

Scratch & Math: 直線裡的宇宙觀 (一) Scratch & Math: 直線裡的宇宙觀 (二)

Scratch & Math: 不能說的祕密 (一) Scratch & Math: 不能說的祕密  
(二)

Scratch & Math: 無理的道理 (一) Scratch & Math:  
Scratch & Math: 無理的道理 (三)

Scratch & Math: 歡樂派 (一) Scratch & Math: 歡樂

Scratch & Math: 歡樂派 (三) Scratch & Math: 歡樂派 (四)

Scratch & Math: 隱藏在花朵裡的祕密 (一) Scratch & Math: 隱藏在花朵  
裡的祕密 (二)

Scratch Math Golden Angle Golden Ratio

## Discover Medium

Welcome to a place where words matter. On Medium, smart voices and original ideas take center stage - with no ads in sight. Watch

## Make Medium yours

Follow all the topics you care about, and we'll deliver the best stories for you to your homepage and inbox. Explore

## Become a member

Get unlimited access to the best stories on Medium — and support writers while you're at it. Just \$5/month. Upgrade

透過 Google 登入 medium.com



lin janhome

janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的[《隱私權政策》](#)和[《服務條款》](#)。

About

Help

Legal

 透過 Google 登入 medium.com



lin janhome

janhome3@gmail.com

以LIN的身分繼續使用

為了建立帳戶，Google 會將您的姓名、電子郵件地址和個人資料相片提供給「medium.com」。選擇繼續即表示您同意「medium.com」的 [《隱私權政策》](#) 和 [《服務條款》](#)。