

## 2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

### 國中組 成果報告表單

<b>題目名稱： 蜘蛛的共織網</b>
<b>一、摘要：</b>
我們在校園的花圃中發現蜘蛛的共織網，而且共織網上的蜘蛛通常是肩斑銀腹蛛，所以我們決定做一張模擬肩斑銀腹蛛的網，並另做仿生獵物，射向單個與多個仿肩斑銀腹蛛的平面網，最後進行比對。從實驗中，我們發現力道對仿生網的晃動幅度無太大的影響，仿生獵物的質量則會影響。在多個平面網的實驗當中，我們將仿生獵物射在第一個平面網，第二個連接著第一個網，但沒有直接接觸仿生獵物。而我們分析完數據後，發現第一個網的震動幅度大於第二個網。
<b>二、探究題目與動機</b>
我們在校園中發現一張同時存在許多隻蜘蛛的多個平面網，也就是蜘蛛的共織網，並且發現在共織網上的蜘蛛數量比單個蜘蛛網來得多。去清境農場校外教學時，在路邊的路燈和樹木上發現許多蜘蛛的共織網，共織網的長度長達兩、三公尺，且上面的落網獵物比其他單個蜘蛛網的來得多，我們覺得蜘蛛的共織網很有趣，因此想進一步的探討蜘蛛的共織網。
<b>三、探究目的與假設</b>
(一) 探討校園內的蜘蛛的體長與社會性行為 (二) 探討不同位置射入獵物，造成單個仿生平面網的震動關係。 (三) 探討不同力道射入的獵物，造成單個仿生平面網的震動關係。 (四) 探討不同大小的獵物，造成單個仿生平面網的震動關係。 (五) 探討不同力道射入的獵物，造成多個仿生平面網的震動關係。 (六) 探討不同大小的仿生獵物，造成多個仿生平面網的震動關係。 (七) 分析單個平面網的震動幅度與多個平面網的震動幅度之關係。
<b>四、探究方法與驗證步驟</b>
(一) 野外拍攝蜘蛛共織網： 1. 尋找花圃內的蜘蛛共織網。 2. 將找到的蜘蛛拍攝下來，並放入尺規。 3. 用 ImageJ 分析蜘蛛的體長以及兩隻蜘蛛之間的距離。 (二) 仿生網實驗： 1. 單個仿生網： 仿生蜘蛛網的構造，參考了實際觀察的肩斑銀腹蛛網，我們發現 1 公分內有 4 圈。但因我們無法做到那麼細膩，所以改成 1 公分 2 圈，而我們的仿生網半徑是 8 公分，也就是有 16 層。

- (1) 用木條圍成 25\*25 正方形框架。
- (2) 在木條內黏瓦楞板在框架上用熱熔膠黏上八條牽引絲。
- (3) 從中心將釣魚線開始往外繞。
- (4) 黏上 17 個彩色紙片，當作測量震動的基準點。
- (5) 分析中間與上下左右的 5 個質點放入 Tracker 分析震動幅度。
- (6) 我們有三種實驗，研究變因有分別是四種仿生獵物大小（重量：0.8g、0.4g、0.2g、0.1g）、四種獵物發射力道大小（發射器拉長公分數：1、2、3、4）以及三種獵物發射獵物位置（左、中、右）。

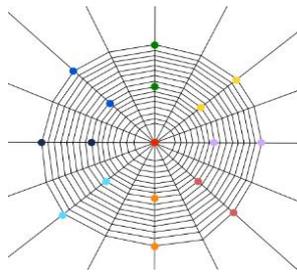


圖 4-1-1 單網設計圖



圖 4-1-2 一個仿生網

## 2. 兩個仿生網

將兩個半徑 8 公分單一仿生網連在一起，並把第一個網最右邊的牽引絲，連接到第二個網最左邊的牽引絲。

- (1) 用木條圍成 25\*25 兩個正方形框架，繞釣魚線。
- (2) 把第一個網最右邊的牽引絲，連接到第二個網最左邊的牽引絲。
- (3) 黏上 10 個彩色紙片，當作測量震動的基準點。
- (4) 我們一樣有三種實驗，研究變因有分別是四種仿生獵物大小（重量：0.8g、0.4g、0.2g、0.1g）、四種獵物發射力道大小（發射器拉長公分數：1、2、3、4）以及三種獵物發射獵物位置（左、中、右）。

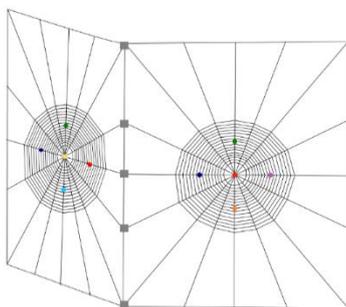


圖 4-1-3 雙網設計圖



圖 4-1-4 兩個仿生網

## 五、結論與生活應用

(一) 野外觀察的結果：

圖 5-1-1 共織網的偏右邊在葉子背面的蜘蛛是肩斑銀腹蛛，體長大約 4.3mm；左邊在

芒草葉子上的是鬼蛛，體長約略 5.5mm。這兩隻蜘蛛是在同一張網，雖然他沒有完整的網型，但他們是共用蜘蛛絲。這兩隻蜘蛛之間，兩隻蜘蛛的距離大約是 2 公分。

我們發現，在校園中看到的蜘蛛共織網，肩斑銀腹蛛都有參與織網，但通常會搭配其他種蜘蛛一起織網，如圖 5-1-1 一隻肩斑銀腹蛛跟另一隻鬼蛛一起織的共織網。



圖 5-1-1 肩斑銀腹蛛與鬼蛛的共織網

(二) 仿生網實驗的結果：

1. 當不同位置射入獵物，造成單個仿生平面網的震動關係：

- (1) 當射入位置在左邊時，左邊質點（質量 D）的震幅會比右邊質點（質量 B）來得大。
- (2) 射入位置在中間時，左右兩邊質點的振幅相近。
- (3) 射入位置在右邊時，右邊質點（質量 B）的震幅會比左邊質點（質量 D）來得大。

如圖 5-2-1、圖 5-2-2。

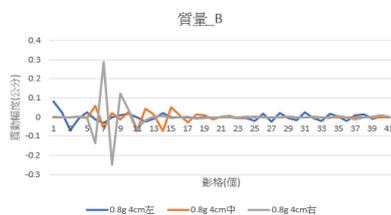


圖 5-2-1 不同角度右邊質點（質量 B）的震動情況

最大振幅為：0.07997，0.07430，0.28882

振幅比較：右 > 左 > 中

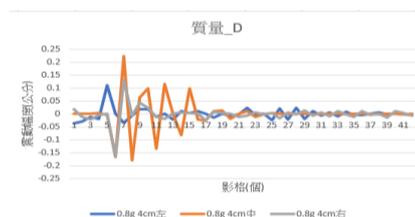


圖 5-2-2 不同角度左邊質點（質量 D）的震動情況

最大振幅為：0.11194，0.22503，0.16791

振幅比較：中 > 右 > 左

2. 當不同力道射入的獵物，造成單個仿生平面網的震動關係：

- (1) 造成下方質點（質量 C）晃動幅度最大的為 1cm 的力度。如圖 5-2-3。
- (2) 造成上方質點（質量 E）晃動幅度最大的為 4cm 的力度。如圖 5-2-4。
- (3) 在我們的模擬實驗當中，力道大小對網的振動影響並不顯著。

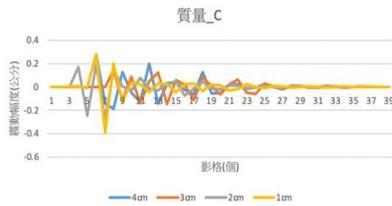


圖 5-2-3 不同力道下面質點 ( 質量 C ) 的震動情況  
最大振幅為：0.20048 · 0.12473 · 0.28140 · 0.39330  
振幅比較：1cm > 2cm > 4cm > 3cm

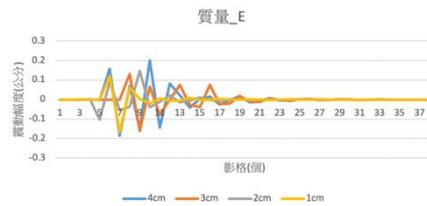


圖 5-2-4 不同力道上面質點 ( 質量 E ) 的震動情況  
最大振幅為：0.20078 · 0.16030 · 0.14695 · 0.16670  
振幅比較：4cm > 1cm > 3cm > 2cm

3. 當不同大小的獵物，造成單個仿生平面網的震動關係：

(1) 除了右方質點 ( 質量 B ) 的震動外，其他四者皆以 0.8g 獵物造成的晃動最大。

如圖 5-2-5、圖 5-2-6、圖 5-2-7、圖 5-2-8。

(2) 在此實驗中，證明重量會影響網的震動幅度。



圖 5-2-5 不同大小的獵物中間質點 ( 質量 A ) 的震動情況

最大振幅為：0.00684 · 0.10500 · 0.15510 · 0.21435  
振幅比較：0.8g > 0.4g > 0.2g > 0.1g



圖 5-2-6 不同大小的獵物下面質點 ( 質量 C ) 的震動情況

最大振幅為：0.04113 · 0.22450 · 0.18850 · 0.28168  
振幅比較：0.8g > 0.2g > 0.4g > 0.1g



圖 5-2-7 不同大小的獵物左邊質點 ( 質量 D ) 的震動情況

最大振幅為：0.01483 · 0.08979 · 0.15000 · 0.22504  
振幅比較：0.8g > 0.4g > 0.2g > 0.1g

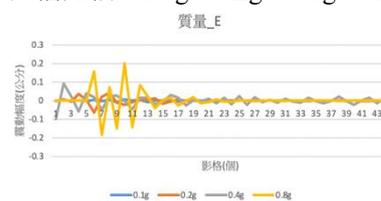


圖 5-2-8 不同大小的獵物下面質點 ( 質量 E ) 的震動情況

最大振幅為：0.00820 · 0.06510 · 0.10020 · 0.20078  
振幅比較：0.8g > 0.4g > 0.2g > 0.1g

4. 當不同力道射入的獵物，造成多個仿生平面網的震動關係：

(1) 第一張網中，造成中央質點 ( 質量 A )、下方質點 ( 質量 C )、上方質點 ( 質量 E ) 晃動幅度最大的為 4cm 的力道。如圖 5-2-9、圖 5-2-10、圖 5-2-11。

(2) 第二張網中，造成中央質點 ( 質量 A )、下方質點 ( 質量 C )、上方質點 ( 質量 E ) 晃動幅度最大的為 3cm 的力道。如圖 5-2-12、圖 5-2-13、圖 5-2-14。

(3) 第二張網中，造成左方質點 ( 質量 B )、右方質點 ( 質量 D )、晃動幅度最大的為 3cm 的力道。

(4) 總合三、和五、的實驗結果，顯示力道對網的震動並無太顯著的影響。



圖 5-2-9 不同力道第一張網中間質點 ( 質量 A ) 的震動情況

最大振幅為：0.32142 · 0.23389 · 0.12500 · 0.19642  
 振幅比較：4cm > 3cm > 1cm > 2cm



圖 5-2-10 不同力道第一張網下面質點 ( 質量 C ) 的震動情況

最大振幅為：0.45089 · 0.18428 · 0.37500 · 0.21875  
 振幅比較：4cm > 2cm > 1cm > 3cm

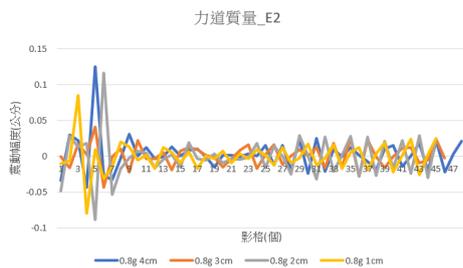


圖 5-2-11 不同力道第一張網上面質點 ( 質量 E ) 的震動情況

最大振幅為：0.12500 · 0.04344 · 0.11607 · 0.08495  
 振幅比較：4cm > 2cm > 1cm > 3cm

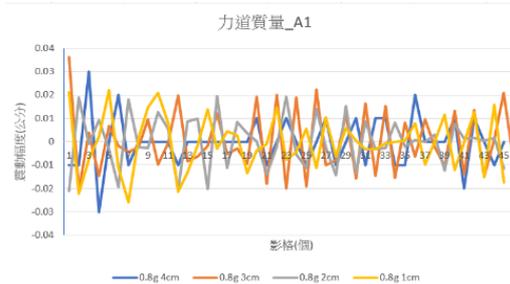


圖 5-2-12 不同力道第二張網中間質點 ( 質量 A ) 的震動情況

最大振幅為：0.03000 · 0.03609 · 0.02112 · 0.02198  
 振幅比較：3cm > 4cm > 1cm > 2cm

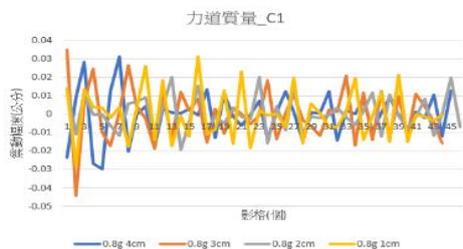


圖 5-2-13 不同力道第二張網下面質點 ( 質量 C ) 的震動情況

最大振幅為：0.03135 · 0.04405 · 0.02028 · 0.03141  
 振幅比較：3cm > 1cm > 4cm > 2cm

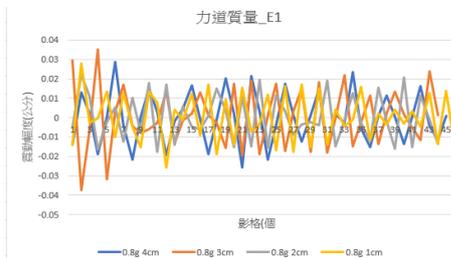


圖 5-2-14 不同力道第二張網上面質點 ( 質量 E ) 的震動情況

最大振幅為：0.02889 · 0.03748 · 0.02212 · 0.02804  
 振幅比較：3cm > 4cm > 1cm > 2cm

5. 當不同大小的仿生獵物，造成多個仿生平面網的震動關係：

- (1) 第一張網中，除了左方質點 ( 質量 D )、上方質點 ( 質量 E ) 的震動外，其他三者皆以 0.8g 獵物造成的晃動最大。如圖 5-2-15、圖 5-2-16、圖 5-2-17。
- (2) 第二張網中，造成下方質點 ( 質量 C )、左方質點 ( 質量 D )、上方質點 ( 質量 E ) 晃動幅度最大的為 2cm 的獵物。如圖 5-2-18、圖 5-2-19、圖 5-2-20。
- (3) 在我們的模擬實驗中，重量會影響網的震動幅度。但第二張網因為皆只有差距約零點零一，因此不納入實驗考量。

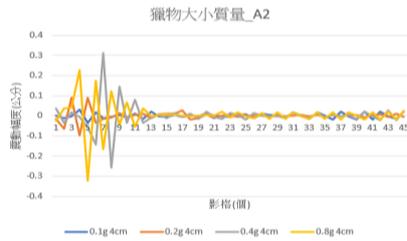


圖 5-2-15 不同獵物大小第一張網中間質點 ( 質量 A ) 的震動情況

最大振幅為：0.03631 · 0.08928 · 0.31250 · 0.32142  
 振幅比較：0.8g > 0.4g > 0.2g > 0.1g

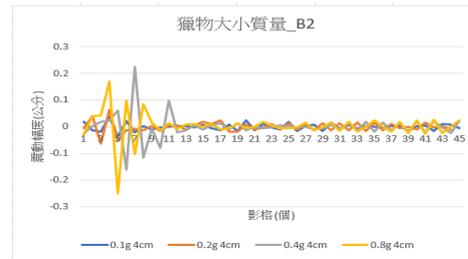


圖 5-2-16 不同獵物大小第一張網右邊質點 ( 質量 B ) 的震動情況

最大振幅為：0.03653 · 0.06250 · 0.22321 · 0.25000  
 振幅比較：0.8g > 0.4g > 0.2g > 0.1g

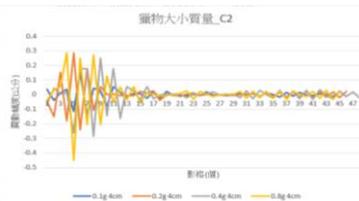


圖 5-2-17 不同獵物大小第一張網下面質點 ( 質量 A ) 的震動情況

最大振幅為：0.15178 · 0.28571 · 0.28571 · 0.45089  
 振幅比較：0.8g > 0.4g = 0.2g > 0.1g

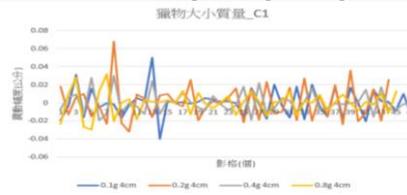


圖 5-2-18 不同獵物大小第二張網下面質點 ( 質量 C ) 的震動情況

最大振幅為：0.05006 · 0.06784 · 0.03010 · 0.03135  
 振幅比較：0.2g > 0.1g > 0.8g > 0.4g

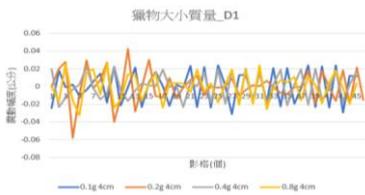


圖 5-2-19 不同獵物大小第二張網左邊質點 ( 質量 D ) 的震動情況

最大振幅為：0.03140 · 0.05766 · 0.02327 · 0.02569  
 振幅比較：0.2g > 0.1g > 0.8g > 0.4g

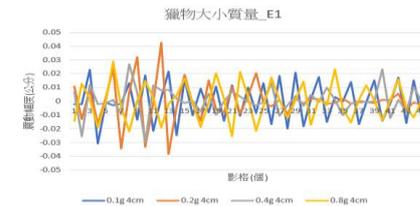


圖 5-2-20 不同獵物大小第二張網上面質點 ( 質量 E ) 的震動情況

最大振幅為：0.03066 · 0.04260 · 0.02992 · 0.02889  
 振幅比較：0.2g > 0.1g > 0.4g > 0.8g

6. 單個平面網的震動幅度與多個平面網的震動幅度之關係：

- (1) 除了 0.4g 4cm 的中間質點 ( 質量 A ) 之外，0.1g 4cm、0.2g 4cm、0.8g 1cm、0.8g 2cm、0.8g 3cm、0.8g 4cm 中的所有質點，第一張網震動幅度皆大於第二張網的震動幅度。
- (2) 獵物射在第一張網上，因此其震動幅度會大於第二張網。

參考資料

- 一、Saroja Ellendula, Carol Tresa, Divya Uma(2021). Influence of prey availability on web-building in the social spider *Stegodyphus sarasinorum* (Araneae: Eresidae).
- 二、Isabelle Su, Zhao Qin, Tomás Saraceno, Adrian Krell, Roland Mühlethaler, Ally Bisshop, Markus J(2018). Buehler Imaging and analysis of a three-dimensional spider web architecture. Royal Society, Volume 15 Issue 146
- 三、Carl N. Keiser, Tobin J. Hammer and Jonathan N. Pruitt. Social spider webs harbour largely consistent bacterial communities across broad spatial scales