

## 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）。

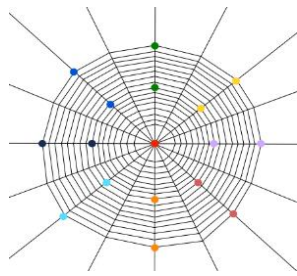


圖 4-1-1 單網設計圖



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）。

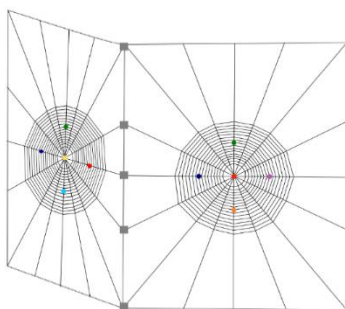


圖 4-1-3 雙網設計圖



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。

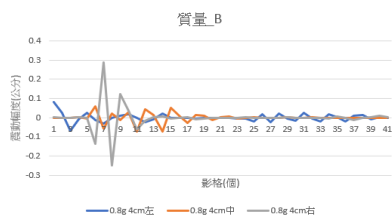


圖 5-2-1 不同角度右邊質點（質量 B）的震動情況

最大振幅為：0.07997，0.07430，0.28882

振幅比較：右 > 左 > 中

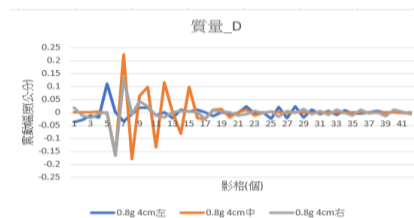


圖 5-2-2 不同角度左邊質點（質量 D）的震動情況

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 的力道。如圖 5-2-3。
- (2) 造成上方質點（質量 E）晃動幅度最大的為 4cm 的力道。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。

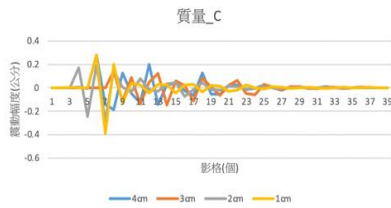


圖 5-2-3 不同力道下面質點 ( 質量 C ) 的震動情況  
最大振幅為：0.20048 · 0.12473 · 0.28140 · 0.39330  
振幅比較：1cm > 2cm > 4cm > 3cm

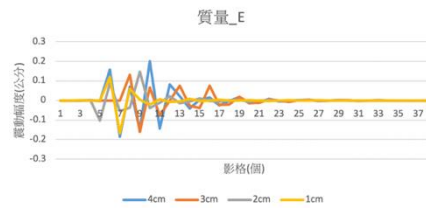


圖 5-2-4 不同力道上面質點 ( 質量 E ) 的震動情況  
最大振幅為：0.20078 · 0.16030 · 0.14695 · 0.16670  
振幅比較：4cm > 1cm > 3cm > 2cm

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。

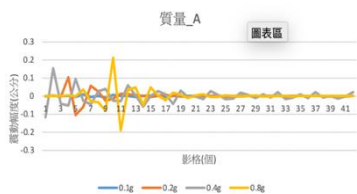


圖 5-2-5 不同大小的獵物中間質點 ( 質量 A ) 的震動情況

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

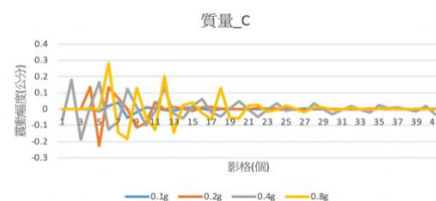


圖 5-2-6 不同大小的獵物下面質點 ( 質量 C ) 的震動情況

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。

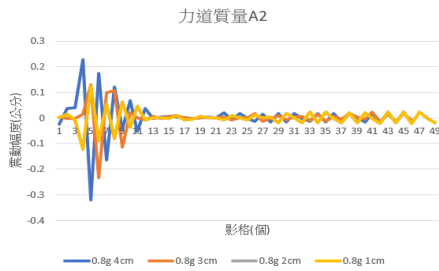


圖 5-2-9 不同力道第一張網中間質點 ( 質量 A ) 的震動情況

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

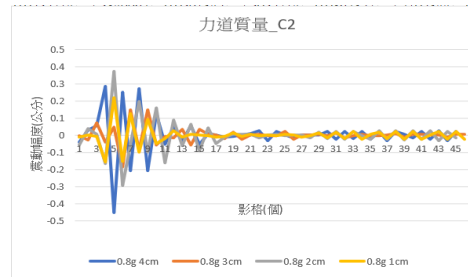


圖 5-2-10 不同力道第一張網下面質點 ( 質量 C ) 的震動情況

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

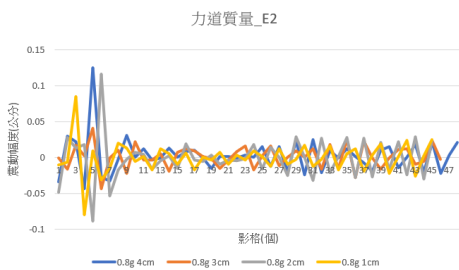


圖 5-2-11 不同力道第一張網上面質點 ( 質量 E ) 的震動情況

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

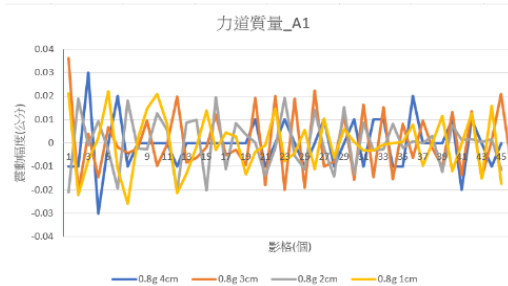


圖 5-2-12 不同力道第二張網中間質點 ( 質量 A ) 的震動情況

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

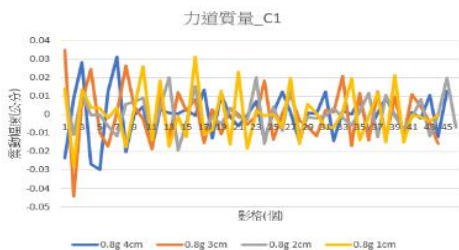


圖 5-2-13 不同力道第二張網下面質點 ( 質量 C ) 的震動情況

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

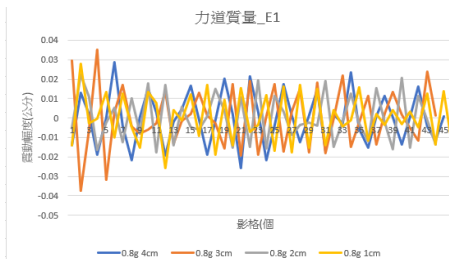


圖 5-2-14 不同力道第二張網上面質點 ( 質量 E ) 的震動情況

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。

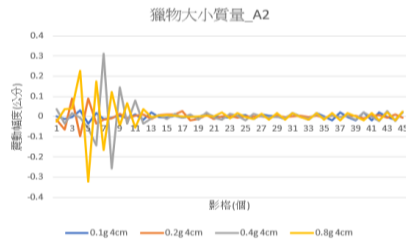


圖 5-2-15 不同獵物大小第一張網中間質點 ( 質量 A ) 的震動情況

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

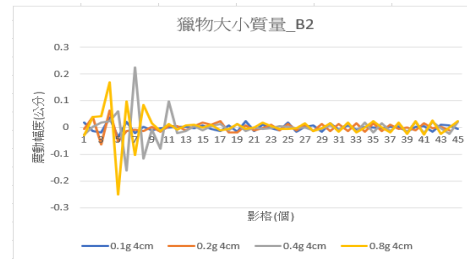


圖 5-2-16 不同獵物大小第一張網右邊質點 ( 質量 B ) 的震動情況

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

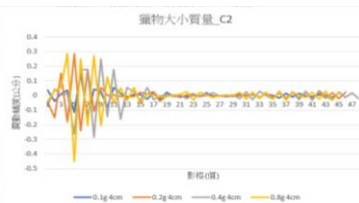


圖 5-2-17 不同獵物大小第一張網下面質點 ( 質量 A ) 的震動情況

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

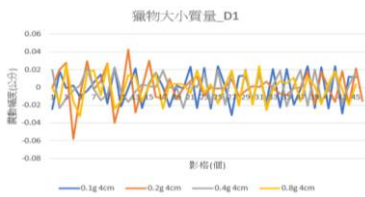


圖 5-2-19 不同獵物大小第二張網左邊質點 ( 質量 D ) 的震動情況

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

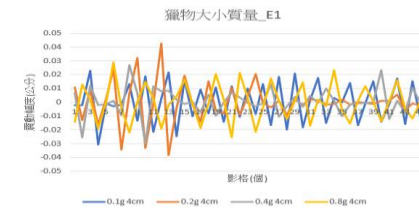


圖 5-2-20 不同獵物大小第二張網上面質點 ( 質量 E ) 的震動情況

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