

認識身旁的小傢伙(25)－相處經驗 與性別因子對蟑螂社會互動之效應(上)

李姍姍¹ 陳姿宇¹ 蔡任圃^{2*}

¹臺北市立中山女子高級中學

²臺北市立第一女子高級中學

壹、前言

現代社會之中，年長者逐漸遭受社會孤立及憂鬱症所困擾。根據 2015 年的一項統計數據顯示，50 歲以上的年長者有近 5 % 患有重度憂鬱症(Teo, *et al.* 2019)。科學家發現透過「視訊電話」與親友聯繫是避免年長者罹患憂鬱症的有效辦法之一，其功效起因於面對面的交談，以之間的互動模式，而社群網站或即時通訊的文字交流則無功效(Teo, *et al.* 2019)。這項研究證明了人類間的社會互動扮演重要角色。

除了高等動物之外，真社會性昆蟲的研究也發現個體之間具有社會互動。科學家已證明長毛粗針蟻 (*Pachycondyla villosa*) 可辨識不同的個體，學者相信昆蟲具有區分不同個體之特徵的能力，具有解決衝突的演化優勢(D'Etorre and Heinze, 2005)。即使是非真社會性昆蟲的蟑螂，亦有許多物種具有群聚的習性，這些蟑螂之間亦存在著社會互動。例如：匍蜚蠊科 (Blaberidae) 下的蟬蠊亞科 (Zetoborinae) 包含許多不同種的蟑螂，其中具群居習性的蟑螂，個體間的互動與接觸，程度大於獨

居生活的蟑螂(Legendre, *et al.*, 2008)。在德國蟑螂 (*Blattella germanica*) 的研究中，發現蟑螂偏好同一群蟑螂曾經走過的路徑，卻避免選擇不同來源的蟑螂所走過的路徑(Jeanson and Deneubourg, 2006)，證明蟑螂能辨識不同群體的蟑螂個體。

德國蟑螂在覓食選擇的過程中，也會偏好正在進食之個體所發出的氣味，而不會偏好食物與未進食個體的氣味(Lihoreau and Rivault, 2011)。這證明其他個體所提供的社會訊息，會影響蟑螂的行為表現。其它例子如：美洲蟑螂 (*Periplaneta americana*) 在獨處時會偏好濕度較高的環境，但在 16 隻個體的社會互動下，卻會出現相反的偏好(Martín, *et al.*, 2018)。若有兩個食物來源時，德國蟑螂會分散去不同的覓食區域，但當族群的大小增加時，反而大多會往同一覓食地點(Lihoreau, *et al.*, 2010)。胡(民 98)也發現美洲蟑螂在社會互動下，個體的移動行為會較為多次而短暫，造成總移動時間較短。Moore 等人(1988)則發現更換社會互動環境的蟑螂，侵犯其他個體的比率明顯下降。這些研究皆證明，

*為本文通訊作者

蟑螂的社會互動狀態對其行為具有重要的影響。

若蟑螂失去了社會互動會發生什麼事呢？科學家發現單獨飼養群居性蟑螂，會出現減少覓食與探索行為、減少社交互動的意願與減少評估交配對象性質的能力等，這些特徵與脊椎動物的社會孤立症狀相似(Lihoreau, *et al.*, 2009)。我們認為，研究昆蟲的社會互動性質，除了瞭解昆蟲間的互動行為與其演化上的意義之外，也有助於瞭解人類複雜的社會互動中，基本組成的行為模式。

本研究以美洲蟑螂成蟲作為研究對象，探討蟑螂間是否具個體識別能力，以及不同性質的相處經驗，對蟑螂在群體中社會互動的效應，也比較性別因子所扮演的角色。我們研究的目的如下：

- 一、建立「蟑螂社會互動」的量化模式
- 二、探討雄性蟑螂在群體中的互動是否有特定偏好
- 三、探討中性相處經驗對蟑螂社會互動的效應
 - (一) 部分個體具有相處 1 小時的經驗
 - (二) 部分個體具有相處 1 日的經驗
- 四、探討逆境相處經驗對蟑螂社會互動的效應
- 五、探討正向相處經驗對蟑螂社會互動的效應
- 六、探討性別因子對蟑螂社會互動的效應

貳、研究過程或方法

一、實驗動物

本實驗以美洲蟑螂(學名：*Periplaneta americana*)作為實驗動物，挑選身體無明顯缺陷、六肢步足健全之雌蟲與雄蟲，雌蟲選用無攜夾卵鞘的個體。

二、前置作業

(一) 將蟑螂作上標記

在錄製影片前，我們會將金、黃、白三種顏色的漆筆分別塗抹於 4 隻蟑螂的背部與腹部。若為無相處經驗的蟑螂，其代號甲、乙、A、B 是隨機命名的。若為具有相處經驗的蟑螂，我們會將有相處經驗的個體命名為甲與乙、A 與 B，其中甲與乙有相處經驗，A 與 B 有相處經驗，其餘個體的配對則無相處經驗，例如：甲與 A 之間無相處經驗。



圖一：作上標記的蟑螂照片。

(二) 觀察蟑螂互動的場所設計

將 2 個半徑 5 公分的紅色圓形玻璃紙，貼於內徑 10 公分大培養皿的蓋子上(圖

二)。由於蟑螂眼睛不具接收紅光波長的感光細胞，又因蟑螂畏光喜歡暗處，我們參考 Halloy 等人(2007)的「避難所(shelter)」設計，以白光檯燈作為照光刺激的光源，紅色玻璃紙下方的空間為蟑螂的避難所，吸引蟑螂進入避難所而引發個體間的相處事件。



圖二：蟑螂於實驗場所中活動的照片。

三、建立蟑螂中性相處經驗的操作步驟(圖三)

(一) 無相處經驗蟑螂之實驗操作，作為空白對照組

取出 16 隻狀態良好的蟑螂，利用二氧化碳進行麻醉 30 秒後，分別以金、黃、白顏色的漆筆，塗抹於蟑螂背部，以利於辨識，接著靜待十分鐘等蟑螂甦醒。將甦醒的蟑螂放入內徑 10 公分的大培養皿中，4 隻為一盤(共 4 盤)，以網路攝影機記錄蟑螂一小時內的移動情形。

(二) 使蟑螂相處 1 小時或 1 日的操作方式
(雄蟲與雌蟲實驗步驟相同)

將 4 隻蟑螂兩兩放置於錐形瓶中，使其相處 1 小時或 1 日，各自編號為甲、乙、A、B 個體，其中甲、乙個體有相處經驗，A、B 個體有相處經驗。將甲、乙、A、B 個體 4 隻個體放入大培養皿，以網路攝影機記錄蟑螂一小時內的移動情形。

四、提供蟑螂正向環境與逆境環境之相處經驗的操作步驟(圖三)

(一)、正向環境

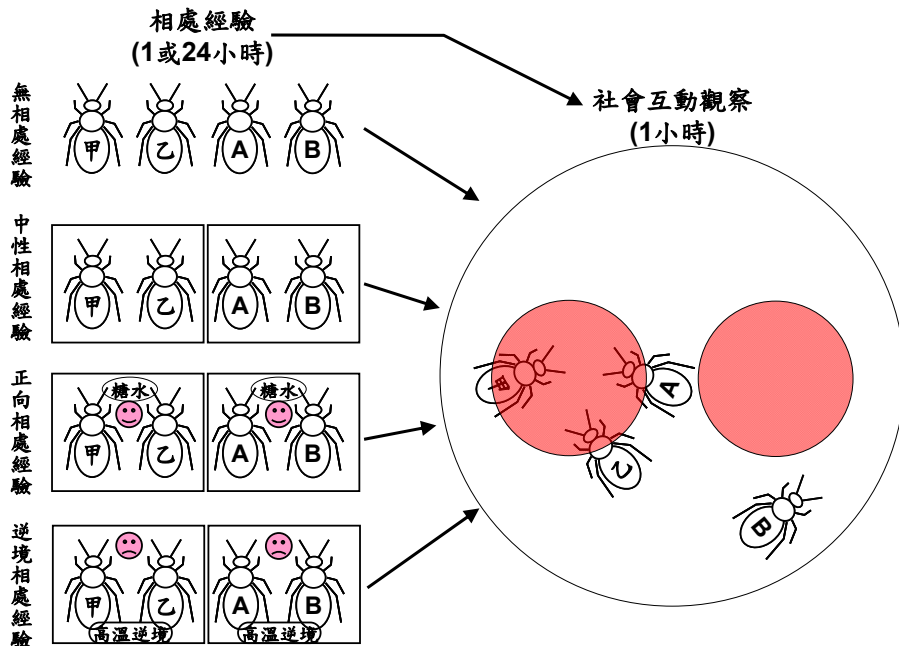
將 4 隻蟑螂兩兩放置於錐形瓶中，各自編號為甲、乙、A、B 個體，其中甲、乙個體有相處經驗，A、B 個體有相處經驗。蟑螂相處前用滴管滴入 1 毫升之飽和之葡萄糖水於錐形瓶內，作為正向相處因子，並確認相處期間蟑螂皆有舔食糖水的行為。正向相處 1 小時後。將甲、乙、A、B 個體 4 隻個體放入大培養皿，以網路攝影機記錄蟑螂一小時內的移動情形。

(二)、逆境環境

將 4 隻蟑螂兩兩放置於錐形瓶中，各自編號為甲、乙、A、B 個體，其中甲、乙個體有相處經驗，A、B 個體有相處經驗。蟑螂相處期間將錐形瓶放置於攝氏 40 度之恆溫水槽中，作為逆境相處因子。逆

境相處 1 小時後。將甲、乙、A、B 個體 4 隻個體放入大培養皿，

以網路攝影機記錄蟑螂一小時內的移動情形。



圖三：探討各種相處經驗對蟑螂社會互動的效應，實驗設計示意圖。

五、蟑螂社會互動的量化方法

以自由軟體 Potplayer 播放與觀察蟑螂社會互動的記錄影片。社會互動的量化方式如下：若 2 隻以上的蟑螂頭部進入紅色玻璃紙下的區域(圖四(A))，定義為這兩個個體開始相處。若當任一隻蟑螂離開紅色玻璃紙下的區域(圖四(B))，定義為這兩隻個體的相處事件結束。若同時有 3 隻個體進入紅色玻璃紙下的區域，則定義為 3 隻個體中任兩隻之間皆發生了相處事件，例如：若 A、B 與甲皆在紅色玻璃紙下的區域，則代表此時同時發生了 A 與 B 相處、A 與甲相處與 B 與甲相處。若 3 隻中任一隻離開，則代表離開的個體與其他 2 隻個

體各自的相處事件結束。將各個體與其他個體的相處開始與結束時間，計算與分析具相處經驗與不具相處經驗的個體間，相處的時間總和，以比較相處經驗對社會互動過程中相處時間總和的效應。

由於 4 隻蟑螂之間的任兩隻蟑螂產生相處事件，可能有以下的組合：A 與 B、甲與乙、A 與甲、A 與乙、B 與甲、B 與乙的相處，為了建立蟑螂相處行為的量化模式，我們將兩個體相處事件分為兩種，第一種為 A 與 B，及甲與乙，為曾有相處經驗的蟑螂個體，在實驗期間所發生的相處事件。第二種則為 A 與甲、A 與乙、B

與甲、B 與乙，代表無相處經驗的個體間，在實驗期間所發生的相處事件。若蟑螂的相處事件不受之前相處經驗的影響，則相處應為隨機事件，故第一種事件的相處時間與第二種相處時間的比例應為 1：2。若比例不是 1：2，則代表之前的相處經驗產生了效應，使相處事件已非為隨機分佈。圖五為蟑螂個體間的相處事件與非相處事件的量化方式示意圖，若蟑螂的相處事件屬於為隨機事件，則應：

$$(D1 + D2) : (d1 + d2 + d3 + d4) = 1 : 2$$

另外，我們也分析每一隻個體與其他

三隻個體的相處時間，比較「與具相處經驗個體」和「與不具相處經驗個體」的相處時間，作為探討相處經驗對社會互動行為的效應。方式為計算 A 與 B 個體相處時間，與甲與乙相處時間的平均(具相處經驗個體的平均相處時間)，與 A 與甲、A 與乙、B 與甲、B 與乙個體各自相處時間的平均(不具相處經驗個體的平均相處時間)，並相互比較。若蟑螂的相處事件屬於為隨機事件，則應：

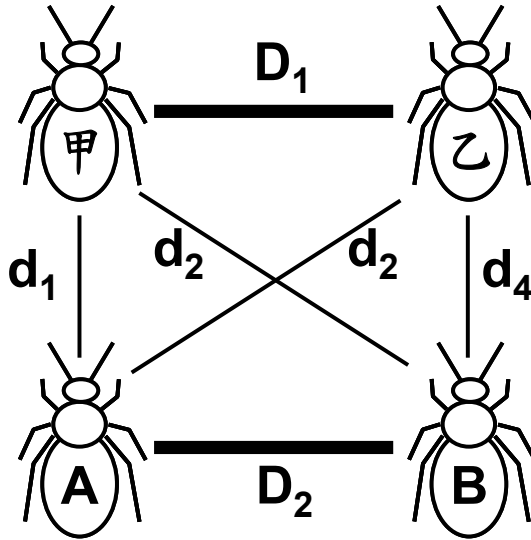
$$\frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4}{4}$$



圖四：蟑螂個體間的相處事件與非相處事件的照片。

(A) 2 隻以上的蟑螂頭部進入紅色玻璃紙下的區域，定義個體間發生相處事件。

(B) 若某個體離開紅色玻璃紙區域，定義為個體間的相處事件結束。



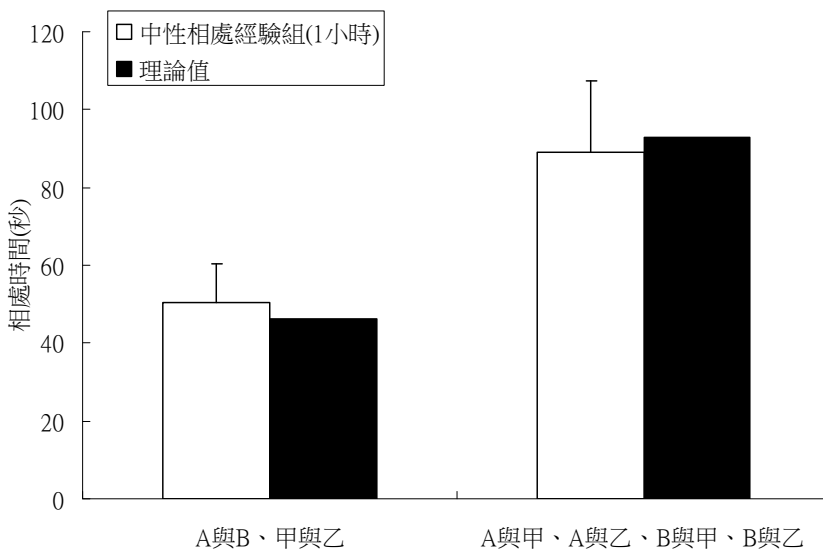
圖五：蟑螂個體間的相處事件與非相處事件的量化方式示意圖。
 粗線代表具有相處經驗的個體，細線代表不具相處經驗的個體。
 D1 與 D2 代表具有相處經驗的個體間，發生相處事件的時間(Duration)。
 d1、d2、d3 與 d4 代表不具相處經驗的個體間，發生相處事件的時間(Duration)。

參、研究結果

一、不具相處經驗的雄蟲個體

圖五中的(D1 + D2)與(d1 + d2 + d3 + d4)的個體間相處時間，個體間的相處若為隨機事件，則(D1 + D2) : (d1 + d2 + d3 +

d4)理論值應為 1 : 2。無相處經驗的雄性成蟲(對照組)，其(D1 + D2)與(d1 + d2 + d3 + d4)實驗數據，與理論值相比未達統計上的顯著差異(圖六)。

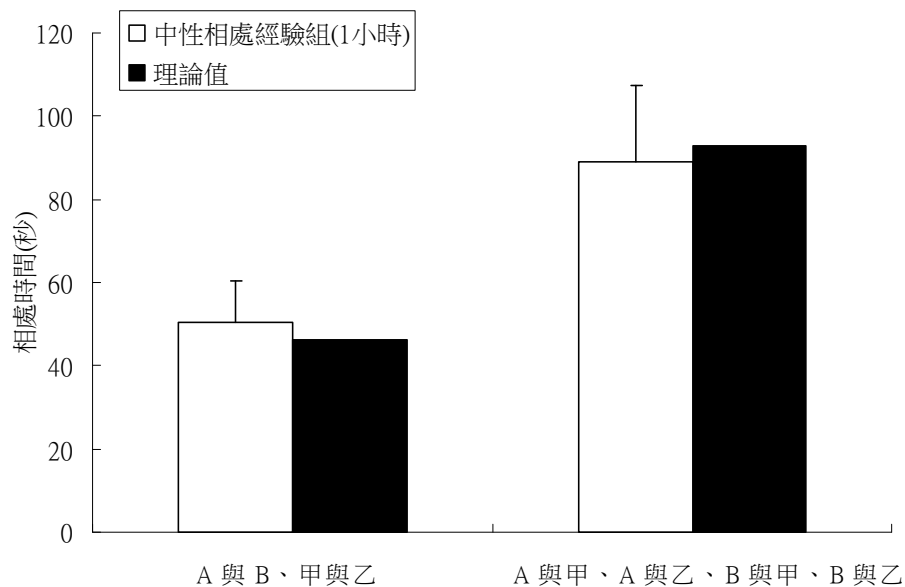


圖六：雄蟲對照組中，兩種「兩個體相處總合時間」(第一種：A 與 B、甲與乙；第二種：其他組合)與理論值的比較
(平均 ± 標準誤，取樣數：A、B、甲、乙個體各 8 隻，共進行 8 組實驗，共 32 隻)。與理論值相比，未達統計上的顯著差異(卡方檢定， $p = 0.107$)。

二、具中性環境相處經驗(相處 1 小時)的雄蟲個體

若 A 與 B 個體，與甲與乙個體具有

一小時的相處經驗，其(D1 + D2)與(d1 + d2 + d3 + d4)雄性實驗數據，與理論值相比未達統計上的顯著差異(圖七)。

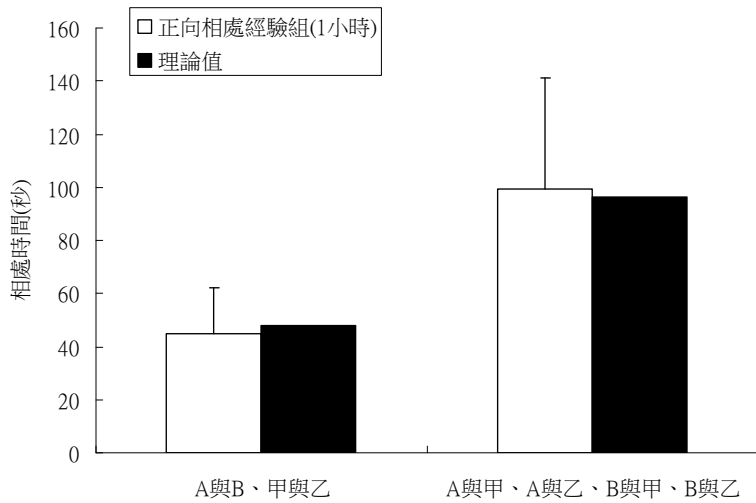


圖七：具中性環境相處經驗的雄性個體(相處 1 小時)中，兩種「兩個體相處總合時間」(第一種：A 與 B、甲與乙；第二種：其他組合)與理論值的比較
(平均 ± 標準誤，取樣數：A、B、甲、乙個體各 16 隻，共進行 16 組實驗，共 64 隻)。與理論值相比，未達統計上的顯著差異(卡方檢定， $p = 0.485$)。

三、具正向環境相處經驗(相處 1 小時)的雄蟲個體

若 A 與 B 個體，與甲與乙個體具有

一小時的正向環境相處經驗，其(D1 + D2)與(d1 + d2 + d3 + d4)雄性實驗數據，與理論值相比未達統計上的顯著差異(圖八)。

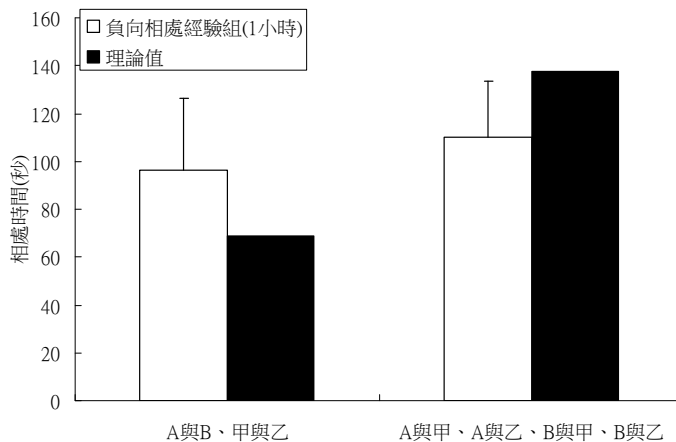


圖八：具正向環境相處經驗的雄性個體(相處 1 小時)中，兩種「兩個體相處總合時間」(第一種：A 與 B、甲與乙；第二種：其他組合)與理論值的比較 (平均 ± 標準誤，取樣數：A、B、甲、乙個體各 8 隻，共進行 8 組實驗，共 32 隻)。與理論值相比，未達統計上的顯著差異(卡方檢定， $p = 0.556$)。

四、具逆境環境相處經驗(相處 1 小時)的雄蟲個體

若 A 與 B 個體，與甲與乙個體具有一小時的逆境環境相處經驗，其(D1 + D2)

與(d1 + d2 + d3 + d4)雄性實驗數據，與理論值相比達統計上的顯著差異(圖九)，其中一同具逆境環境相處經驗的個體間，相處時間明顯較多。

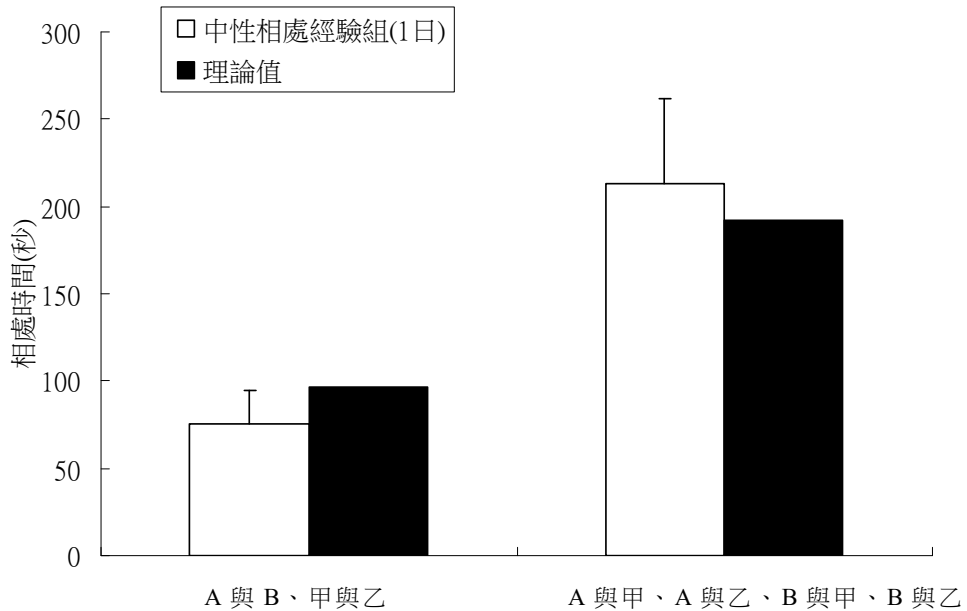


圖九：具逆境環境相處經驗的雄性個體(相處 1 小時)中，兩種「兩個體相處總合時間」(第一種：A 與 B、甲與乙；第二種：其他組合)與理論值的比較 (平均 ± 標準誤，取樣數：A、B、甲、乙個體各 8 隻，共進行 8 組實驗，共 32 隻)。與理論值相比，達統計上的顯著差異(卡方檢定， $p < 0.001$)。

五、具長期中性環境相處經驗(相處 1 日)的雄蟲個體

若 A 與 B 個體，與甲與乙個體具有 1 日的中性相處經驗，其(D1 + D2)與(d1 + d2

+ d3 + d4)雄性實驗數據，與理論值相比達統計上的顯著差異(圖十)，其中一同具長期中性環境相處經驗的個體間，相處時間明顯較少。



圖十：具長期中性環境相處經驗(相處 1 日)的雄蟲個體中，兩種「兩個體相處總合時間」(第一種：A 與 B、甲與乙；第二種：其他組合)與理論值的比較(平均 ± 標準誤，取樣數：A、B、甲、乙個體各 10 隻，共進行 10 組實驗，共 40 隻)。與理論值相比，達統計上的顯著差異(卡方檢定， $p < 0.01$)。

【待 續】