

# 2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 普高組 成果報告表單

<b>題目名稱： 腳溫時便</b>
<b>一、摘要</b>
<p>此實驗藉由紅外線熱像儀偵測鳥類排遺前後腳溫變化，觀察並歸納腳溫與排遺間的關係，是否玄鳳鸚鵡在排遺前腳溫會驟降。接著將玄鳳鸚鵡放入不同溫度的水盆中，以此來驗證外部因素的溫度變化是否會影響玄鳳鸚鵡排遺。</p> <p>在確認玄鳳鸚鵡的排遺與溫度有關後，我們查閱文獻發現黑美洲鷺及新世界禿鷹會藉由排便在沒有羽毛覆蓋的腳上，通過蒸發糞便及尿液中的水分來降溫。雖然黑美洲鷺的現象與玄鳳鸚鵡不同，但我們推測玄鳳鸚鵡在排遺前腳溫會降低的現象也是為了降溫而產生，且於之後觀測的鳥類中並未觀察到像玄鳳腳溫那樣的劇烈變化，但此現象的具體成因尚未得知。</p>
<b>二、探究題目與動機</b>
<p>從認識的學姊口中得知，在她飼養玄鳳鸚鵡時，發現鸚鵡站在她手中時，過一陣子感受到牠腳溫產生劇烈變化，由原先偏熱的溫度，忽然降溫，然後就立刻排便了。得知這個現象後，我們對此非常感興趣，在查閱相關資料後，發現黑美洲鷺為了適應炎熱的環境，會直接排便在自己沒有羽毛覆蓋的腳上，當糞便中的水分蒸發時，可以順便帶走腳上的熱度幫腳降溫(Buechley &amp; Sekercioglu, 2016)，所以我們可以知道特定鳥類的排遺活動與腳溫的變化是有關連的。雖然本研究所使用的鳥類，並不像美洲鷺會直接將糞便排放在腳上，但我們推測其他鳥類排遺可能也會與腳溫間的變化有關聯，配合飼養過程中觀察到的現象，因此我們推測在排遺前玄鳳鸚鵡會有腳溫驟降的現象發生。所以我們的研究主要探討是否玄鳳鸚鵡腳溫驟降後便會立即排遺以及可否用外部因素使腳溫驟降促進玄鳳鸚鵡排遺並進一步探討在哪種溫度變化下更容易排遺。</p>
<b>三、探究目的與假設</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. 觀察玄鳳鸚鵡是否會在排遺前發生腳溫驟降的現象</li><li>2. 探究利用外部因素使玄鳳鸚鵡腳溫驟降是否會引起排遺</li><li>3. 探究不同水溫是否都會引起玄鳳鸚鵡排遺</li></ol>
<b>四、探究方法與驗證步驟</b>
<b>一、實驗裝置製作</b> <p>自製觀測盒由我們自行裁切黑色塑膠瓦楞板組成，觀測盒長度根據玄鳳鸚鵡的身長加上牠們的尾羽長度而定，再用膠帶把將瓦楞板黏起來組合成盒子的模樣，中間的金屬圓柱是給玄鳳鸚鵡在觀測盒中站立的立足點。高度也與紅外線熱像儀觀測孔一致，方便觀測玄鳳鸚鵡的腳溫。圖一側面長方形開口用以觀察玄鳳鸚鵡是否已排遺，這樣才能確切掌握玄鳳鸚鵡的</p>

排糞時間，也才有辦法確定牠們排糞時的溫度。在前幾次的觀測時未在側方開口，以致於無法得知牠們確切的排糞時間，只能從紅外線熱像儀的影像觀察使否有糞便掉落，因此在之後改良裝置時，便在側邊開口。

前方開口小洞便是紅外線熱像儀的觀測孔，挖開一個稍大於熱像儀鏡頭大小的孔洞，在觀測時若鳥隨意移動，鏡頭還有可活動空間使觀測準心能瞄準鳥腳，避免數據的不準確。在最初時常因為洞口與鏡頭剛好，反而很難瞄準，後便在改良時將洞擴大。



圖一、自製觀測盒裝置圖

## 二、將玄鳳鸚鵡放進自製觀測盒

將玄鳳鸚鵡放進自製觀測盒中如圖二，用紅外線熱像儀測量牠的腳溫，並從旁邊的排糞觀測孔確認牠是否排糞，同時利用紅外線熱像儀觀測玄鳳鸚鵡從頭到腳實時的溫度變化，藉由調整準心的位置來測量牠們的腳溫，圖三是人為操縱的空心準心與自動偵測最高溫的紅色實心準心重疊，而自動偵測最低溫的藍色實心準心則對準下方觀測鳥類排糞不久的糞便。



圖二、將玄鳳鸚鵡放置自製觀測盒中



圖三、紅外線熱像儀量測溫度手機顯示畫面

### 三、將玄鳳鸚鵡放進不同水溫的水盆中

我們將玄鳳鸚鵡放置於不同水溫的水盆之中，處理組別依次為高於腳溫 10°C、高於腳溫 5°C、與腳溫相同、低於腳溫 5°C、低於腳溫 10°C，用以驗證是否可藉由外部因素導致的腳溫變化影響牠們的排遺，並測量其發生排遺現象的機率。



圖四、將玄鳳鸚鵡的腳泡入比腳溫低 10°C 的水中



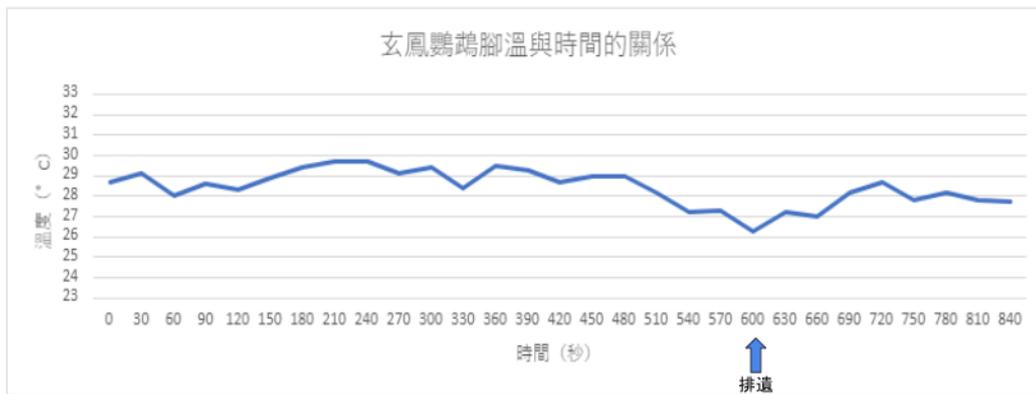
玄鳳的糞便

圖五、將玄鳳鸚鵡的腳泡入比腳溫低 10°C 的水中

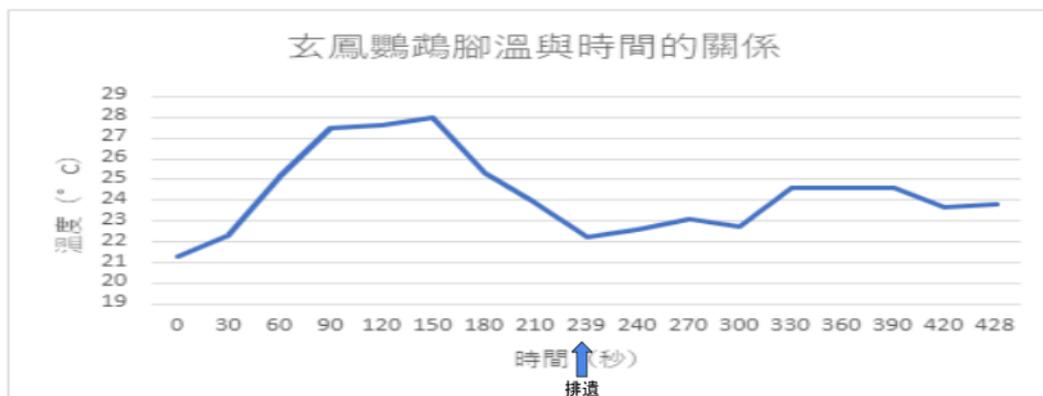
## 五、結論與生活應用

### 一、玄鳳鸚鵡腳溫測量折線圖

圖六及圖七為玄鳳鸚鵡腳溫變化與排糞的關係圖，圖六可以看到在測量開始後的第 600 秒發生了排糞的現象，從 480 秒到 600 秒可以發現其腳溫逐漸從 29°C 下降至 26.3°C，圖七中排糞的時間點為 239 秒，其排糞前 80 秒開始，腳溫逐漸從 29°C 下降至 22.2°C，由圖六至圖七所觀測的腳溫變化折線圖可看出玄鳳鸚鵡在排糞前腳溫均會發生驟降的現象，在排糞後會有著一小段的驟升期，升至約為平穩的溫度。



圖六、紅外線熱像儀偵測玄鳳鸚鵡之數據



圖七、紅外線熱像儀偵測玄鳳鸚鵡之數據

## 二、水溫與玄鳳鸚鵡腳排遺的關聯

可以發現如果水溫與腳溫相同時，會有著最低的排遺機率，而最高的排遺機率分別為高於腳溫 10°C(75%)及低於腳溫 10°C(92%)，可以發現當水溫與腳溫有落差時，無論是高於還是低於腳溫，皆會增加排遺的機率。

表一、不同水溫下玄鳳鸚鵡排遺的時長與機率

	平均泡水時長 ( 秒 )	機率
高於腳溫 10°C	10.2	75%
高於腳溫 5°C	25.2	38%
與腳溫相同	30.8	7%
低於腳溫 5°C	15.8	44%
低於腳溫 10°C	5.8	92%

由以上的實驗中得知玄鳳鸚鵡的腳溫在原先的正常溫度下，突然降低，不論降溫是因為牠身體本身的內部因素，或是我們製造的外部因素，也就是將牠的腳泡入冷水中所以製造出來的溫差，都會得到相同的結果。

不過目前關於為什麼玄鳳鸚鵡在排遺前腳溫會驟降的原因還尚未清楚，也並沒有找到相關的研究文獻，只有新世界禿鷹排便在自己腳上的鱗狀部分是為了降溫的資料 (RSPB, 2023) 不清楚來源的新聞表明可能是為了降溫而排遺，所以真正的降溫原因還有待研究，目前因為只在玄鳳鸚鵡身上發現此現象，其他鸚鵡或者鳥類是否也會在排遺前夕腳溫驟降也尚待觀測。

## 參考資料

How do birds cool down when it's hot? (2023.3.17)

<https://www.rspb.org.uk/our-work/rspb-news/rspb-news-stories/how-do-birds-cool-down-when-its-hot/?from=Hphero>

The Origin and Evolution of Birds (1999.1.1)

Buechley, E. R., & Sekercioglu, C. H. (2016). Vultures. *Current Biology*, 26(13), R560-R561.