

# 臺北市第 58 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

科 別：生活與應用科學科(三)

組 別：國小組

作品名稱：守宮的夏日天堂-探討不同物質對環境的降溫效果之研究

關 鍵 詞：守宮、比熱、熱傳導

編 號：



# 摘要

本研究探討比熱與熱傳導特性對降溫設備的影響，選用保麗龍盒、銅管、木材、鐵釘、水晶寶寶（吸水樹脂）、自來水及黃杏石作為試體，分析不同材料的降溫效果。研究目標為利用日常生活中容易取得的素材，製作無需插電即可有效降溫的裝置，以營造適合守宮夏季生活的環境。根據實驗結果顯示，比熱較大的材料能有效降低溫度並延長降溫效果。其中，以冷凍自來水為降溫核心，搭配保麗龍盒與不鏽鋼網製成的設備，能最有效維持低溫狀態，降溫效果可持續超過 12 小時。此研究結果可應用於環保降溫設備設計，提供簡單且節能的降溫方案。

## 壹、前言

### 一、研究動機

臺灣夏季氣候炎熱，尤其是當氣溫飆升至 35°C 以上時，許多動物都會受到高溫影響。家中飼養的蓋勾亞守宮（Gargoyle gecko），又稱石像鬼守宮，原產於新喀里多尼亞，適應溫和濕潤的環境，但在臺灣的悶熱氣候中，若沒有適當的降溫措施，可能會導致食慾下降、脫水、活動力降低，甚至因為過熱而衰竭死亡。然而，飼主不一定能全天候待在家中調節溫度，因此，如何在無人看管的情況下提供穩定且適宜的生存環境，成為本研究關注的重點。

目前，許多飼主會透過開空調、電風扇來維持室內溫度，但這些方法不僅耗電且成本較高，若遇到突發狀況（如停電）也可能無法有效保護寵物。因此，本研究希望透過比熱與熱傳導的探討，找出無需電力仍能有效降溫的方法，並設計出適用於網狀飼養箱的簡易降溫設備，確保即使在高溫環境下，寵物守宮仍能維持涼爽、舒適的生存條件。

透過使用保麗龍盒、銅管、木材、鐵釘、水晶寶寶（吸水樹脂）、自來水、杏黃石等材料，測試這些材料的比熱與降溫效果，並分析以上這些材料對環境溫度的影響。研究過程將透過實驗，找出最適合的降溫素材與結構設計，以延長降溫效果，並確保降溫設備在無電源輔助的狀況下仍能維持將溫。

本研究預計開發一種低成本、環保且易於實作的降溫設備，不僅適用於蓋勾亞守宮，也可給其他需要降低環境溫度的動物飼主參考。希望此研究能幫助更多飼主提供更適合的飼養環境，確保寵物在炎熱的夏季仍能健康、安全的成長。

## 二、目的

- (一) 研究「比熱」與「熱傳導」，分析不同材料的儲熱與散熱特性。
- (二) 利用無插電材料，設計適合蓋勾亞守宮夏季降溫的有效系統。
- (三) 確保環境溫度能有效降低，並維持降溫效果至少 12 小時。

## 三、文獻回顧

### (一) 研究「比熱」與「熱傳導」，分析不同材料的儲熱與散熱特性

比熱 (Specific Heat Capacity) 指的是物質在單位質量下，溫度升高 1°C 所需的熱量。不同物質的比熱不同，因此即使質量相同，受熱後溫度上升的快慢亦有所差異。比熱較大的物質能吸收較多熱量，溫度變化較緩慢，適合作為調節環境溫度的材料。本研究選擇碎木材塊、鐵釘、自來水、水晶寶寶和杏黃石進行比熱測試，以探討其降溫效果。

熱傳導 (Thermal Conduction) 是指高溫區域的分子將熱能透過振動傳遞至低溫區域，進而達成熱量轉移。不同材質的熱傳導率 (Thermal Conductivity) 影響熱能傳遞效率，其中金屬具有較高的熱傳導率，可迅速傳遞熱量，因此常用於製作熱交換器。本研究選用銅管作為高導熱性材料，以觀察其熱交換效果。相對而言，保麗龍等材料因其低導熱性，適合作為絕熱材料。

熱傳導是生活中常見的熱能傳播方式，影響降溫與保溫設備的設計。選擇適當的材質可有效控制熱傳遞速率，以達到最佳的降溫或保溫效果。因此，本研究參考相關文獻，探討不同材料的熱傳導特性，並應用於無插電降溫系統的設計，期望為蓋勾亞守宮的飼養環境提供適宜的溫度調節方案。

### (二) 利用無插電材料，設計適合蓋勾亞守宮夏季降溫的有效系統

近年來，環保與節能需求逐漸受到關注的背景下，無插電降溫主要透過高比熱材料、隔熱結構或蒸發冷卻等方式，降低環境溫度。

對於外溫動物的飼養環境，適當的降溫對維持其生理機能至關重要。蓋勾亞守宮 (Gargoyle Gecko) 原產於新喀里多尼亞，屬熱帶草原氣候，全年氣溫在 20°C 至 30°C 之間，年降雨量約 1000 毫米以上。因此蓋勾亞守宮在高溫環境下可能面臨脫水與壓力問題，使用無插電降溫系統來調節飼養環境溫度，能有效減少溫度波動對守宮健康的影響。

研究顯示，利用高比熱材料可穩定環境溫度，減緩溫度上升速度。此外，金屬材料如銅管具有良好的熱交換特性，可作為熱傳導的輔助結構，以增強降溫效果。本研究參考上述技術，設計一套無需插電的降溫設備，以提供蓋勾亞守宮穩定的低溫環境，提升其生存適應性。

### (三) 確保環境溫度能有效降低，並維持降溫效果至少 12 小時

環境降溫技術在動物飼養與建築節能領域中具有重要應用，其核心目標為有效降低溫度並延長降溫效果。研究指出，透過高比熱材料、蒸發冷卻與隔熱結構的組合，可使降溫效果持續 12 小時以上，減少環境溫度劇烈變化對生物的影響。

在無動力降溫技術中，比熱較大的材料，能有效吸收並緩慢釋放熱能，使環境溫度維持較長時間的穩定狀態。此外，良好的隔熱結構（如保麗龍盒）可減少外界熱源影響，進一步提升降溫系統的持續性。

本研究結合不同材料與結構設計，期望開發可穩定維持降溫至少 12 小時的無插電降溫設備，以提供蓋勾亞守宮適宜的飼養環境。

## 貳、研究設備及器材

為達成研究目的，設計了以下實驗器材以供實驗進行，各項實驗材料如下：

- 一、降溫材料類：碎木材塊 300g、鐵釘 2520g、自來水 1200 g、水晶寶寶 4 包加 1200g 的自來水和杏黃石 1820 g
- 二、容器類：500ml 的 10 個寶特瓶、長：29cm、寬：20cm、高：9cm 的保麗龍盒
- 三、器材類：4 根長 10cm 的銅管、長：40cm、寬：20cm 的不鏽鋼網、溫度計、熱成像儀
- 四、其他類：網籠：長：42cm、寬：42cm、高：66cm、泡棉（固定用）、冰箱

## 參、研究過程或方法

### 一、步驟一：前置作業

- (一) 降溫材料準備：將五種降溫材料（碎木材塊 300g、鐵釘 2520g、自來水 1200 g、水晶寶寶 4 包加 1200g 的自來水和杏黃石 1820 g）分別裝入寶特瓶（500ml）中，放入冰箱冷卻 24 小時。
- (二) 環境設定：開啟暖氣至 22°C，等待兩個溫度計的讀數穩定。



圖 1 所有實驗器材

### 二、步驟二：中間過程

- (一) 安裝降溫設備：
  1. 分別將降溫材料放入保麗龍盒中，用泡棉固定。
  2. 插入銅管，確保結構穩固。
  3. 確認後放入網籠內。



圖 2 降溫器材擺放位置圖

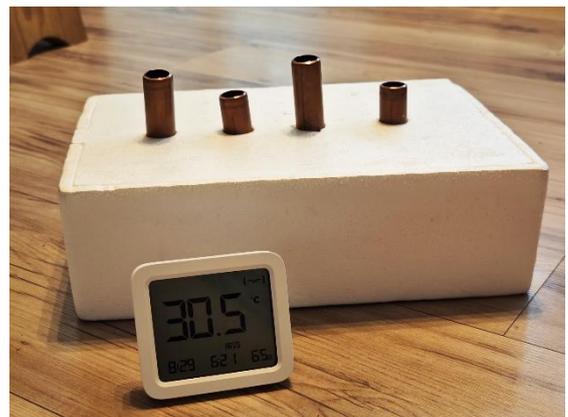


圖 3 降溫設備整體外觀

(二) 溫度測量：

1. 設置兩個溫度計：

- (1) 一個放置於無降溫設備的保麗龍盒上表示室溫（對照組）。
- (2) 一個放置於降溫設備上，並與銅管保持 1 cm 距離表示降溫設備周邊溫度（實驗組）。



圖 4 依照研究計畫設置實驗組與對照組

(三) 數據記錄

1. 每小時測量一次溫度變化。
2. 使用熱成像儀記錄降溫設備的熱分布狀況。

三、步驟三：分析作業

- (一) 數據分析：整理溫度變化趨勢，分析降溫效果。
- (二) 結果呈現：製作圖表，以視覺化方式展現實驗結果。

四、步驟四：完成改造

- (一) 拿上述實驗中效果最好的降溫材料來做改造版的降溫材料。
- (二) 做一個降溫效果更佳的改造版降溫設備。
- (三) 用前項實驗方式測試改造版降溫設備，驗證是否符合要求。

## 肆、研究結果

### 一、木材組：

本次實驗使用 500ml 寶特瓶，內部填充碎木塊，並放入冰箱冷凍至少 24 小時，作為降溫材料。冷凍完成後，將其放入保麗龍盒中，並使用溫度計監測溫度變化，每小時記錄一次，並輔以熱成像儀進行影像記錄，以觀察降溫情形。根據實驗數據顯示：

(一) 第一小時內，網籠內溫度僅下降 0.2°C，降溫效果微弱。

(二) 一小時後，溫度變化趨於穩定，未再持續下降。

(三) 熱成像儀觀測顯示，碎木塊在短時間內能稍微吸收熱量，但降溫效果極為有限，且無法維持長時間的低溫狀態。

碎木塊的降溫效果不佳，可能原因包括其比熱較低約 1.2 ~ 1.7 J/g·°C，且導熱性差。因此，碎木塊不適合作為長效降溫材料。

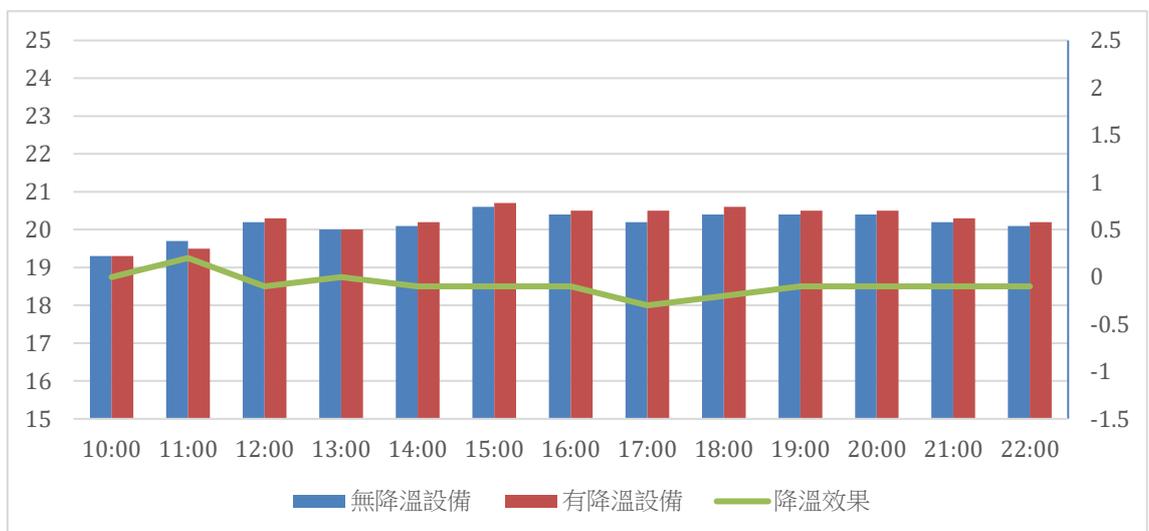


表 1 木材組溫度記錄表



圖 1-1 木材組溫度分布：第 01 小時

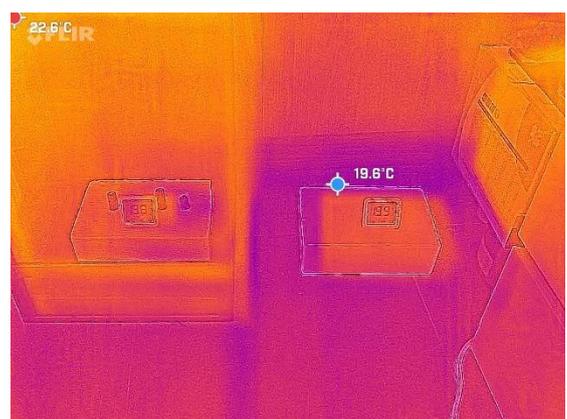


圖 1-2 木材組溫度分布：第 12 小時

## 二、鐵釘組：

本次實驗使用 500ml 寶特瓶，內部填充細鐵釘，並放入冰箱冷凍 至少 24 小時，作為降溫材料。冷凍完成後，將其放入保麗龍盒中，並使用溫度計監測溫度變化，每小時記錄一次，並輔以熱成像儀進行影像記錄，以觀察降溫情形。根據實驗數據顯示：

- (一) 前三小時內，網籠內溫度下降 0.5~0.9°C，降溫效果比碎木材組稍佳。
- (二) 從第四小時開始，降溫趨勢顯著減緩，溫度變化趨於穩定。
- (三) 由熱成像儀觀測顯示，鐵釘組的冷卻效果幾乎消失，無法繼續維持低溫狀態。

細鐵釘的降溫效果較碎木材組稍好，但仍無法長時間維持低溫。可能原因包括鐵的比熱較低  $0.464 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$ ，雖能迅速吸收並釋放冷能，但儲冷能力有限，導致降溫效果無法持續。未來應考慮比熱更高、儲冷能力更強的材料，以提高降溫持續時間，確保環境溫度可長時間維持在較低範圍。

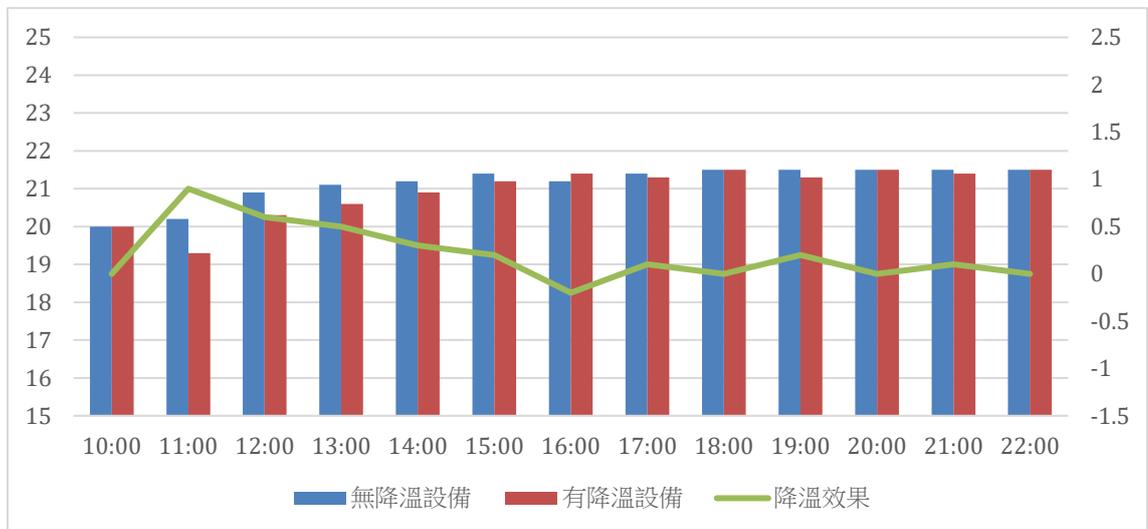


表 2 鐵釘組溫度記錄表

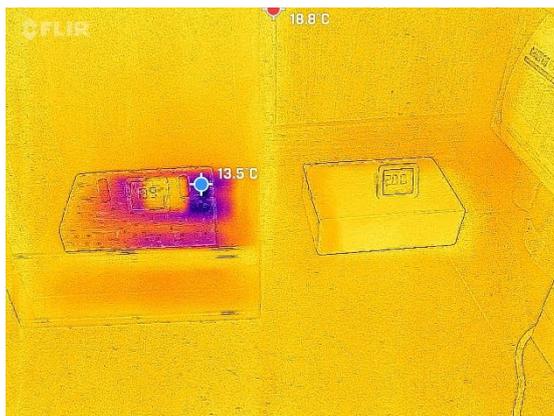


圖 2-1 鐵釘組溫度分布：第 01 小時



圖 2-2 鐵釘組溫度分布：第 12 小時

### 三、自來水組：

本次實驗使用 500ml 寶特瓶，內部裝滿自來水，並放入冰箱冷凍至少 24 小時，作為降溫材料。冷凍完成後，將其放入保麗龍盒中，並使用溫度計監測溫度變化，每小時記錄一次，並輔以熱成像儀進行影像記錄，以觀察降溫情形。根據實驗數據顯示：

- (一) 降溫效果穩定，但降溫幅度一直未達預期。
- (二) 冷卻持續時間長，直到 24 小時後，寶特瓶內仍有尚未完全融化的冰塊。
- (三) 熱成像儀觀測顯示，前 12 小時內仍保持明顯的冷卻效果，且網籠內的冷卻效果相對穩定，一直維持在 1~1.5°C。

水的比熱較高  $4.18 \text{ J/g}\cdot\text{C}$ ，能夠吸收大量熱能並緩慢釋放，使其在冷卻持續性上表現優異。然而，因為整體降溫設備熱傳導效率較低，導致溫度下降幅度較小。接下來希望提高降溫效率，如果無法增加水量的話則可能需要搭配其他高導熱材料，或是降溫系統的結構以改善降溫速率，同時延長冷卻持續時間。

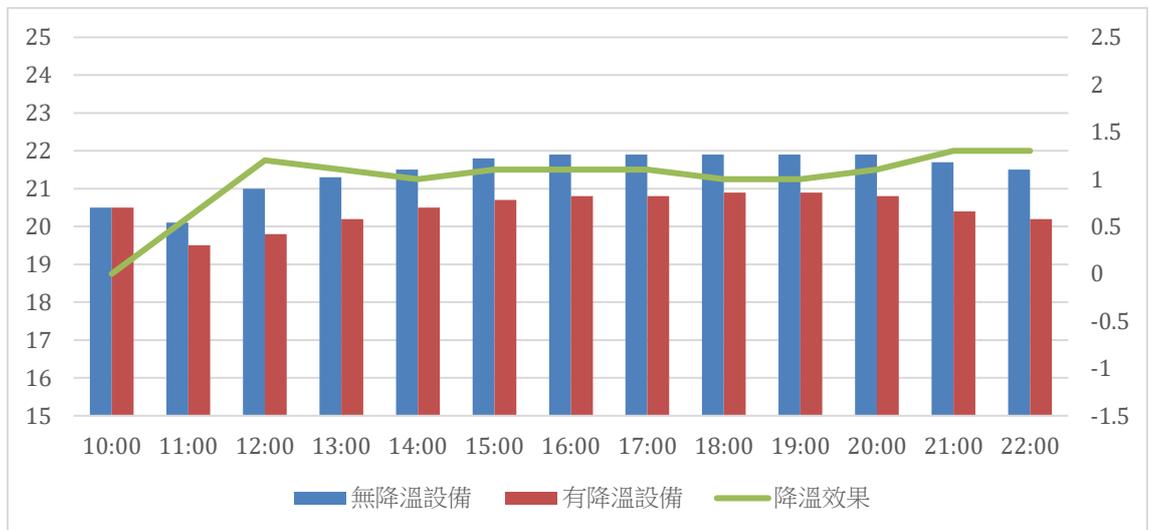


表 3 自來水組溫度記錄表

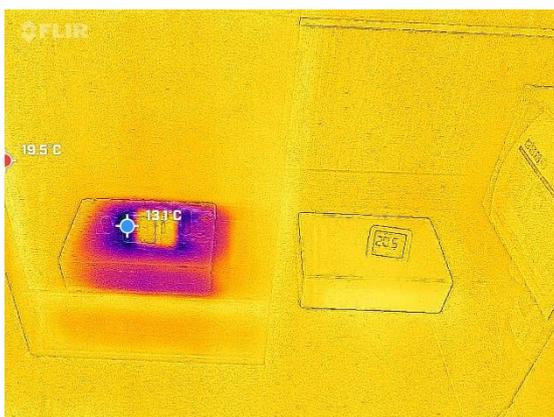


圖 3-1 自來水組溫度分布：第 01 小時



圖 3-2 自來水組溫度分布：第 12 小時

#### 四、吸水樹脂組：

本實驗使用 500ml 寶特瓶，內部裝入自來水與吸水樹脂，並放入冰箱冷凍至少 24 小時，作為降溫材料。冷凍完成後，將其放入保麗龍盒中，並使用溫度計監測溫度變化，每小時記錄一次，並輔以熱成像儀進行影像記錄，以觀察降溫情形。根據實驗數據顯示：

- (一) 降溫效果略低於單純自來水組，但仍具備良好的冷卻能力。
- (二) 冷卻持續時間長，直到 24 小時後，寶特瓶內仍有未完全融化的冰塊。
- (三) 熱成像儀觀測顯示，前 12 小時內仍保持明顯的冷卻效果，且網籠內的冷卻效果相對穩定，一直維持在 0.6~0.9°C。

吸水樹脂吸收水分後形成凝膠狀結構，比熱數值比較難確認，但可以確定的是吸水樹脂的儲熱能力主要依靠其吸收的水分，所以雖然可以保持持續降溫，但降溫的幅度卻比不上純自來水。實驗後可發現吸水樹脂與自來水的結合並沒有辦法達到更理想的降溫效果，降溫效果與降溫持續性均不如純自來水。

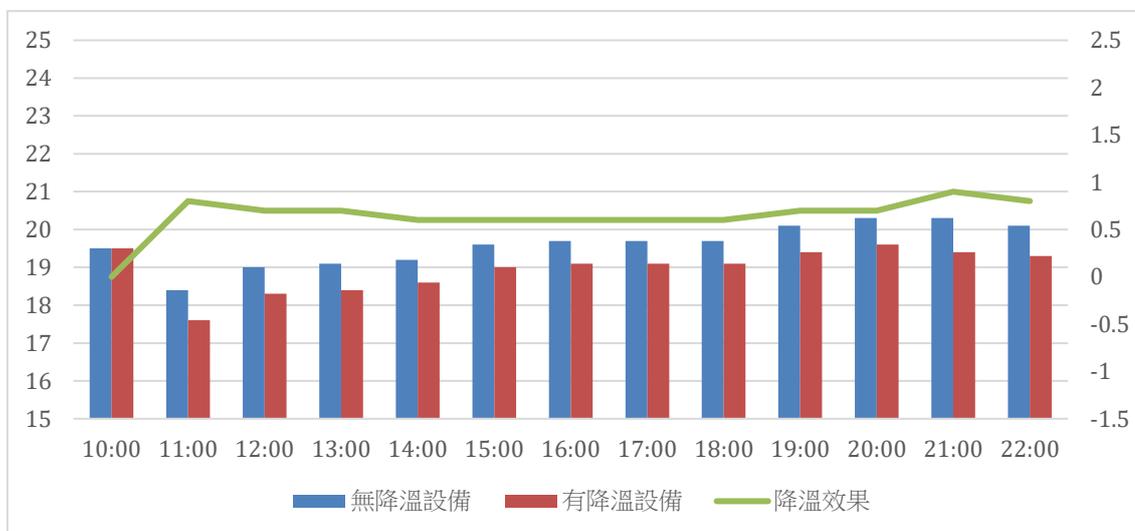


表 4 吸水樹脂組溫度記錄表

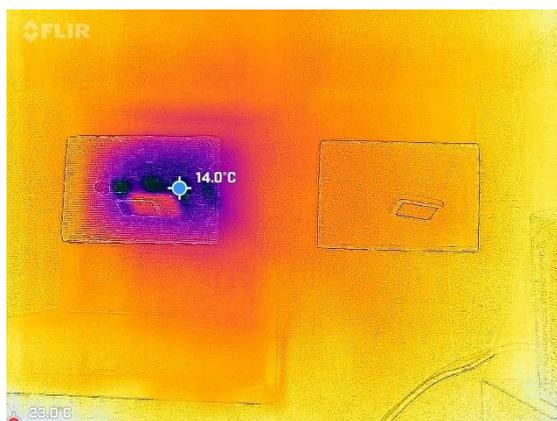


圖 4-1 吸水樹脂組溫度分布：第 01 小時

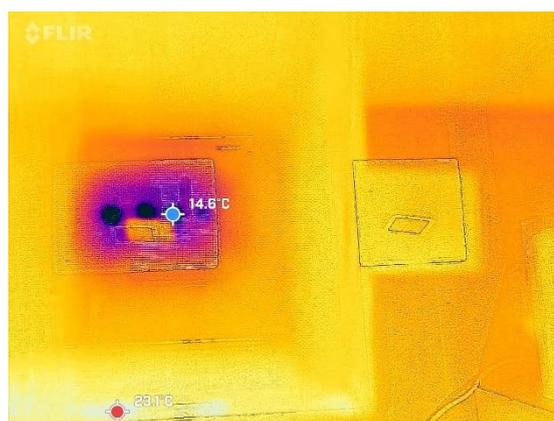


圖 4-2 吸水樹脂組溫度分布：第 12 小時

## 五、杏黃石組：

本實驗使用 500ml 寶特瓶，內部裝入杏黃石，並放入冰箱冷凍至少 24 小時，作為降溫材料。冷凍完成後，將其放入保麗龍盒內，並使用溫度計監測溫度變化，每小時記錄一次，並輔以熱成像儀觀察降溫狀況。根據實驗數據顯示：

- (一) 降溫效果略優於鐵釘組，但仍未達到理想的降溫幅度。
- (二) 前三小時內溫度下降 0.4~0.8°C，顯示其降溫能力有限。
- (三) 第五小時起，杏黃石已無法持續降低環境溫度，冷卻效果逐漸消失。
- (四) 熱成像儀觀測發現，杏黃石雖然初期能稍微影響環境溫度，但其吸熱並釋放冷能的能力較弱，因此降溫效果難以維持。

杏黃石的成分主要為石英或其他矽酸鹽類，比熱較低 0.70 ~ 0.77 J/g·°C，從實驗結果可知其儲存冷能的能力有限，且熱傳導效果不如水，導致降溫範圍與持續時間都受影響。因此，杏黃石與碎木塊及鐵釘相同，不適合作為長效降溫材料。

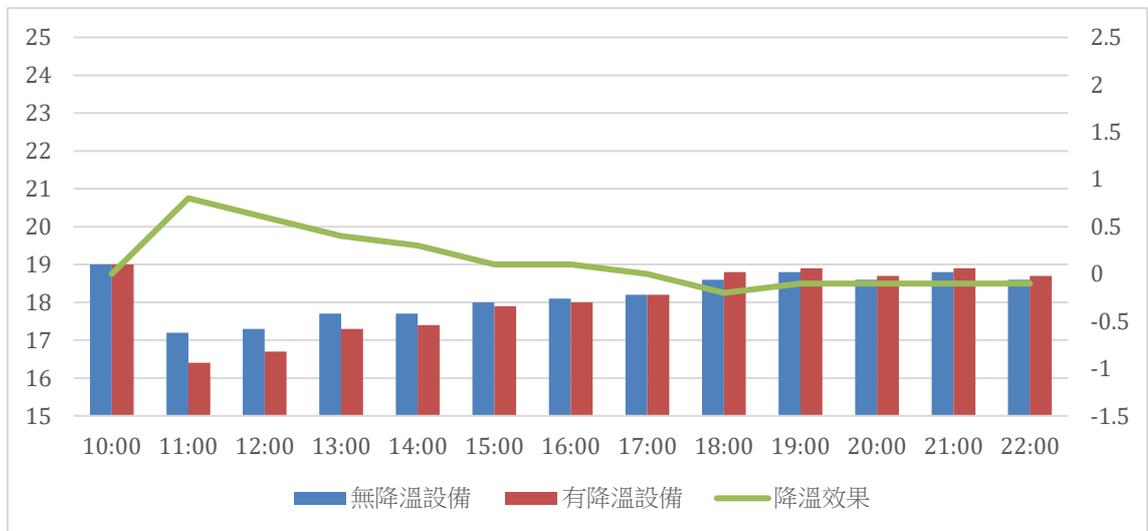


表 5 杏黃石組溫度記錄表

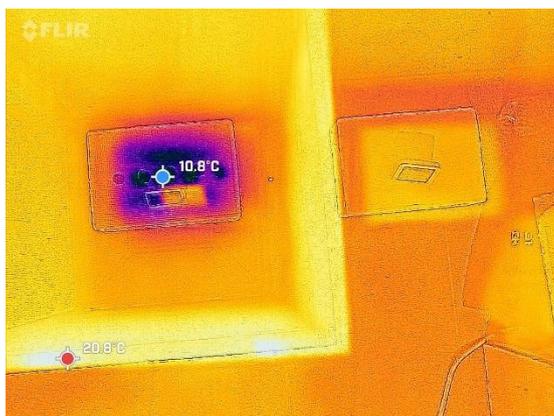


圖 5-1 杏黃石組溫度分布：第 01 小時

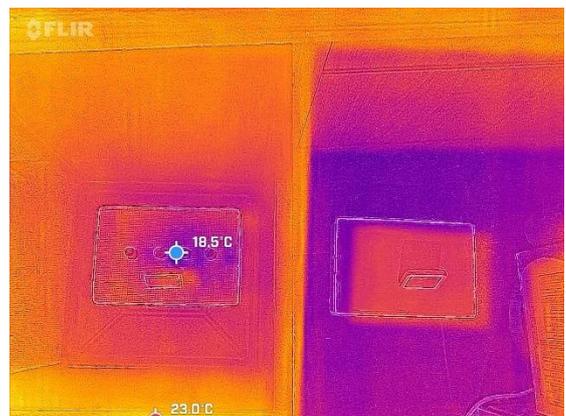


圖 5-2 杏黃石組溫度分布：第 12 小時

## 六、改造組：

根據前一階段的實驗結果，自來水的冷卻效果最佳，因此本次實驗以寶特瓶（500ml）裝入自來水，並放入冰箱冷凍至少 24 小時後作為降溫材料。冷凍完成後，將其放入保麗龍盒中，並使用溫度計監測溫度變化，每小時記錄一次，並輔以熱成像儀進行影像記錄，以觀察降溫情形。本次實驗優化傳熱設計，將四根銅管改為一片長：40cm、寬：20cm 的不鏽鋼網，期望透過增加表面積以提升降溫效率。根據實驗數據顯示如下：

- (一) 降溫效果穩定，而且降溫幅度優於自來水與銅管的組合，達 2 度以上。
- (二) 冷卻持續時間長，直到 24 小時後，寶特瓶內仍有些微完全融化的冰塊。
- (三) 熱成像儀觀測顯示，前 12 小時內仍保持明顯的冷卻效果，且網籠內的冷卻效果相對穩定，一直維持在 1.5~2°C。

此次改造後的降溫效果較前階段的自來水加銅管組更佳，且降溫效果能持續 12 小時以上。從熱成像儀可發現，降溫範圍更均勻，顯示替換成不銹鋼網後能有效提升熱交換效率，使環境溫度下降至更低的溫度。



圖 6-1 改造組實驗配置

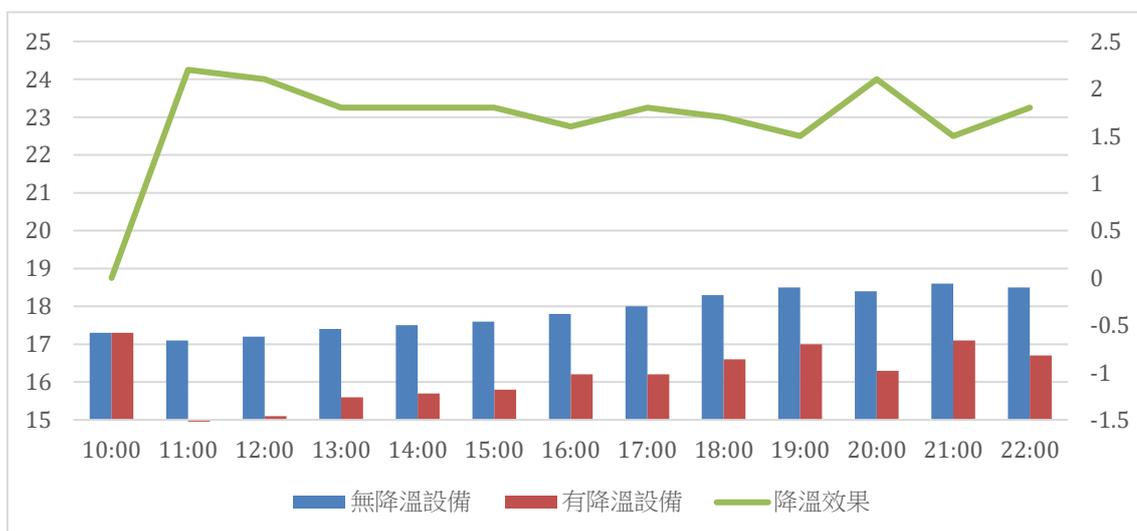


表 6 改造組溫度記錄表

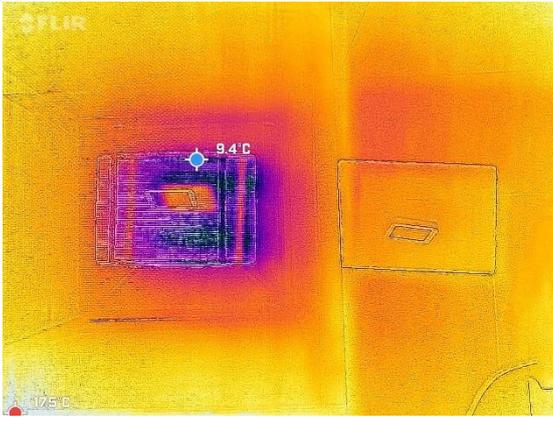


圖 6-2 改造組溫度分布：第 01 小時

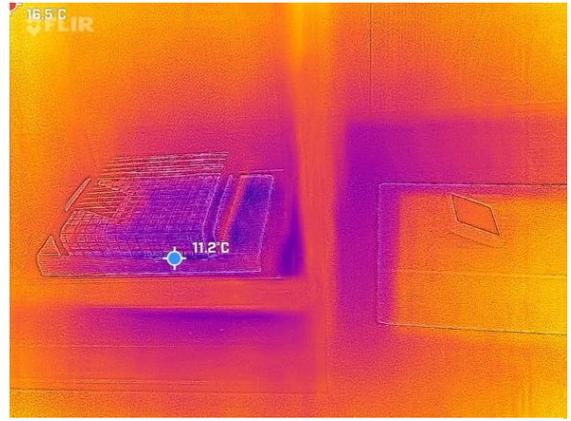


圖 6-3 改造組溫度分布：第 06 小時

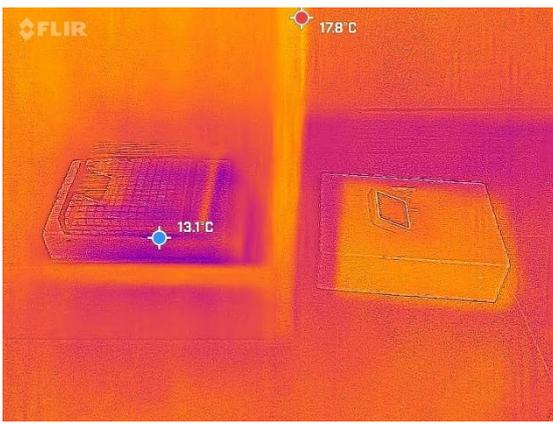


圖 6-4 改造組溫度分布：第 12 小時

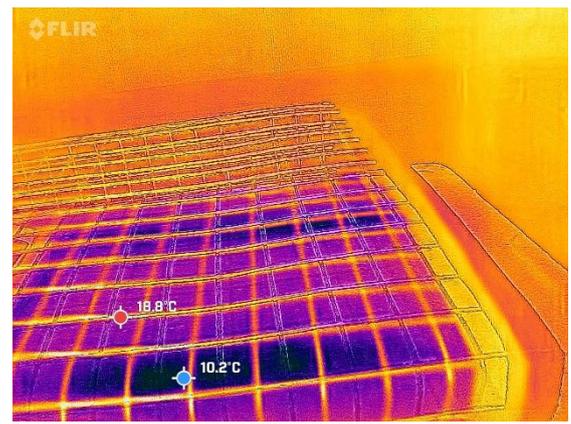


圖 6-5 改造組溫度分布：不鏽鋼網特

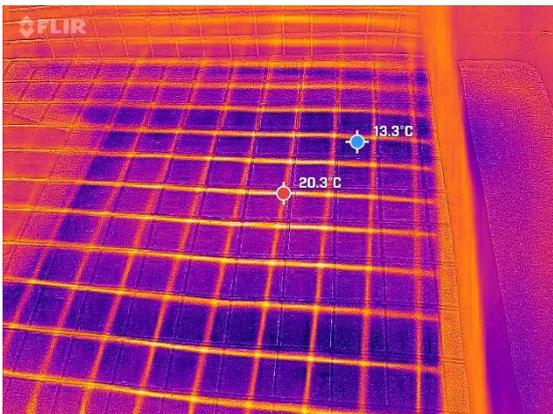


圖 6-6 改造組溫度分布：不鏽鋼網特寫 2

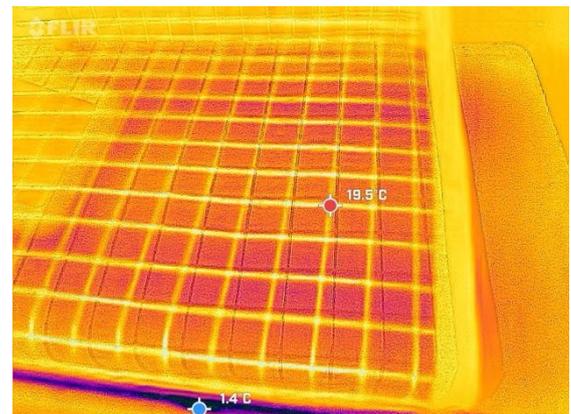


圖 6-7 改造組溫度分布：不鏽鋼網特寫 3

## 伍、討論

- 一、 透過不同物質的降溫實驗，探討比熱與熱傳導特性對環境溫度調控的影響，結果顯示，不同材料在降溫效果與持續時間上存在顯著差異。其中，自來水組表現最佳，冷卻持續時間超過 24 小時，即使在第 12 小時後仍保持穩定的降溫效果，顯示水的高比熱性質有助於吸收並緩慢釋放熱能，成為長時間維持低溫環境的理想材料。
- 二、 相較之下，碎木材塊、鐵釘、杏黃石等比熱較低或熱傳導性質不佳的材料，雖能在短時間內略微降低溫度，但均無法維持長效降溫效果。碎木材塊由於導熱性低，降溫效果極為有限；鐵釘雖具良好導熱性，但其比熱低，冷能儲存量有限，降溫幅度與持續性均不足；杏黃石亦因比熱低，儲冷能力有限，無法長時間維持環境低溫。
- 三、 此外，吸水樹脂組雖與自來水組同樣能維持長時間冷卻，但降溫幅度不如單純的自來水，顯示吸水樹脂吸收水分後形成的膠狀結構，可能降低了冷卻效率，減少了熱能交換速率，這與材料內部水分與空隙間的熱傳導不均有關。
- 四、 綜合上述結果可知，比熱大的物質具較強的儲熱能力，在無插電降溫設備中發揮關鍵作用。然而，儘管水具備理想的比熱特性，若單獨使用仍存在降溫速度較緩慢的問題。實驗過程中可觀察到，即便自來水組在保麗龍盒內維持低溫時間最長，但其周圍環境降溫幅度有限，這反映出熱交換效率不足。
- 五、 因此，結合高比熱材料與良好熱傳導性材料，有助於提高降溫設備的整體性能。例如，自來水作為核心降溫材料，搭配銅管等高導熱材料，有助於加速冷能釋放，使低溫能更有效傳遞至守宮活動空間。此外，保麗龍盒的絕熱性能可有效減少外界熱能滲透，延長降溫時間。這種複合型降溫設備，兼顧了儲冷能力與熱傳導效率，形成降溫幅度與持續性的雙重提升。
- 六、 值得注意的是，雖然暖氣設定為 22 度，但是由於實驗空間過大，無法保持每次實驗環境溫度均保持在 22 度，仍然受天氣影響。實際應用中，室內外溫差、氣流對流等因素都有可能影響降溫設備的效能。因此，未來研究可進一步模擬不同溫溼度環境條件，以探討降溫設備在多變環境下的穩定性。同時，除材料組合外，設備的結構設計亦是提升降溫效率的重要因素，例如：增加冷卻面積、改善氣流循環，均可能進一步強化降溫表現。

七、 最後，本實驗以守宮飼養環境為應用場景，然而，所得結論對其他小型寵物飼養或局部降溫需求亦具參考價值。例如，爬蟲類動物或局部降溫需求的室內空間，均可採用類似的無插電降溫系統，以達到節能降溫的效果。

## 陸、結論

- 一、 經實驗證實，比熱較大的材料能有效延長降溫設備的冷卻持續時間，其中以自來水為降溫核心材料，降溫效果最為顯著，能維持穩定的低溫狀態超過12小時，部分測試甚至達24小時以上，符合無插電降溫設備長時間降溫的需求。
- 二、 然而，僅考慮比熱仍不足以達成理想的降溫目標。實驗進一步發現，熱傳導特性對降溫速率亦具有重要影響。雖然鐵釘與銅管具備良好的導熱性能，但由於比熱低，儲冷能力不足，僅能在短時間內提供降溫效果，無法滿足長時間維持低溫的需求。因此，高比熱材料（如水）與高熱傳導材料（如銅）應適當結合，才能實現降溫幅度與持續性的最佳平衡。
- 三、 根據實驗結果，以冷凍自來水為核心，結合保麗龍盒作為隔熱外層，不鏽鋼網保持透氣性，搭配銅管增強熱交換效率的綜合型降溫設備，最能有效降低守宮飼養環境溫度，並穩定維持涼爽狀態超過12小時，滿足炎熱夏季下無電力情況的降溫需求。
- 四、 部分常見降溫材料如碎木材塊、鐵釘、杏黃石等，雖可短暫降溫，但由於比熱低或導熱性能不足，難以達到長效降溫目標。因此，在設計無插電降溫設備時，應優先選擇比熱大、能有效儲存冷能的材料，例如水或其他相變材料。
- 五、 本研究開發的無插電降溫設備，不僅適用於守宮飼養，對於其他小型動物飼養亦具廣泛應用潛力。同時，此降溫系統具有成本低廉、環保節能的特點，為高溫地區的寵物飼主提供了一項可靠的溫度調節解決方案。
- 六、 未來研究可朝以下方向深化：
  - (一) 探討材料在無插電降溫系統中的應用，以進一步提升降溫設備的冷卻持續性。
  - (二) 優化降溫設備的結構設計，例如增加散熱面積、改善內部氣流循環，以強化降溫速率。
  - (三) 模擬實際環境條件，如高溫、高溼、通風狀態下的降溫效果，以提升設備在多變環境下的適應性與穩定性。

## 柒、參考文獻資料

一、黃茂在、吳敏而、林秋麗、陳靜宜。國小自然科學教材教學的設計原則：以「熱傳播」單元原型為例

<https://www.naer.edu.tw/upload/1/16/doc/865/104%E6%B5%B7%E5%A0%B1A7.pdf>

二、主要材料的比重，比熱，導熱係數，取自

<https://heater.heat-tech.biz/tc/infrared-panel-heater/science-of-the-infrared-rays/7747.html>

三、熱傳導率與熱傳導係數，取自

<https://www.tglobalcorp.com/tw/faqs/basic-thermal-engineering-knowledge/what-is-thermal-conductivity-heat-transfer-coefficient/>

四、均一教育平台（2019年10月21日）。【溫度與熱】比熱：

[https://youtu.be/VCcMcQjb-7c?si=HN8ZFOf3CytPo\\_n1](https://youtu.be/VCcMcQjb-7c?si=HN8ZFOf3CytPo_n1)

五、均一教育平台（2019年10月21日）。【溫度與熱】熱平衡：

<https://youtu.be/r8dA53cZcHE?si=hRBAV0ODJZQj1fyS>

六、均一教育平台（2019年10月21日）。【溫度與熱】熱對物質體積的影響：

<https://youtu.be/Btu8s5yMWWM?si=csh-sIo5GqWu62y>