

模擬杜比亞蟑螂在高倍重力的生長情形

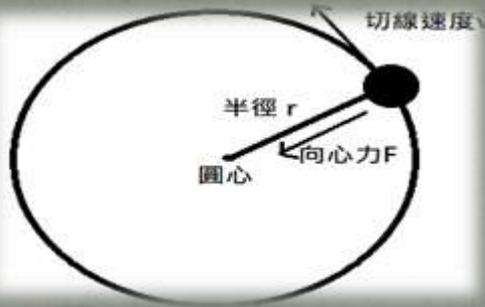
蟑螂



機器人



圓周運動



模擬重力場



動機與文獻參考

- 原本想研究「無重力蟑螂」
- 無重力難以創造改成「蟑螂在高倍重力的生長」。

杜比亞 蟑螂參 考文獻

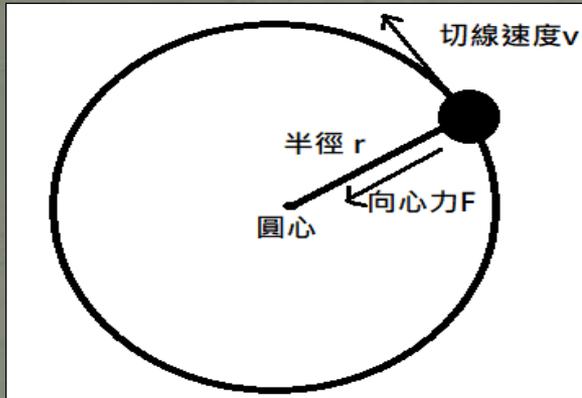
- 櫻桃紅蟑的成長與飼養觀察
- 「快、狠、準」~ 蟑螂學習行為之研究

模擬重 力場參 考文獻

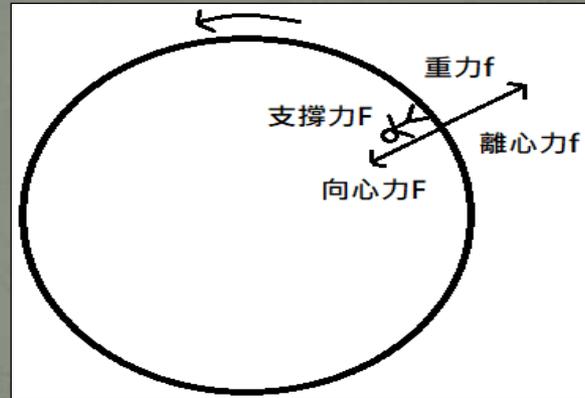
- 重力改變對於含羞草觸發運動的影響
- 重力對植物生長的影響

高倍重力環境的理論與創造

◆旁觀者角度：

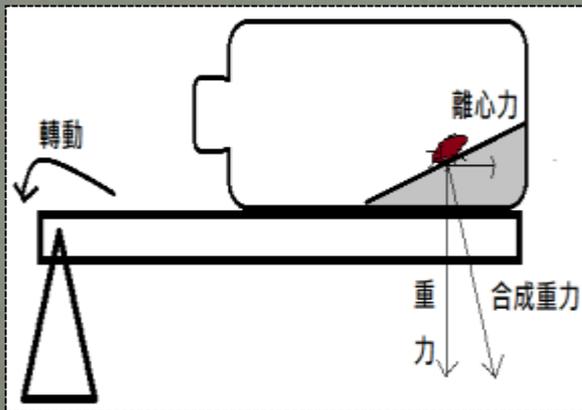


◆旋轉中的螳螂角度



VS

◆螳螂所處的合成重力



◎其中向心力產生的向心加速度為： $a = v^2 / r$

◎切線速度大小則為： $v = 2\pi r / T$ ，(T為轉動一圈的時間)

◎合成的加速度為： $\sqrt{g^2 + a^2}$

機器人自製研究工具與量化

- 採用樂高機器人進行實驗的建構，型號為**EV3教育版**
- 將零件拼裝成台車底部以輪胎防震，將橫樑支點架於馬達軸心最後使用機器人主機控制伺服馬達的轉速

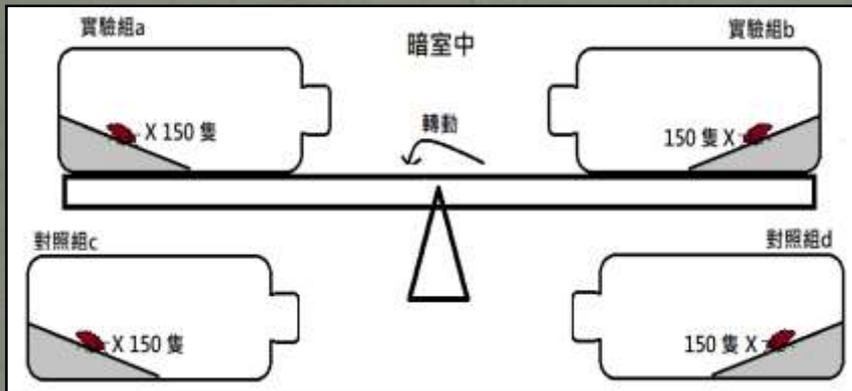
製作實驗器材是不斷嘗試錯誤的過程



「試作實驗」過程

◆裝置圖(日期：2018/9/5~10/4)

◆照片



◆實驗流程

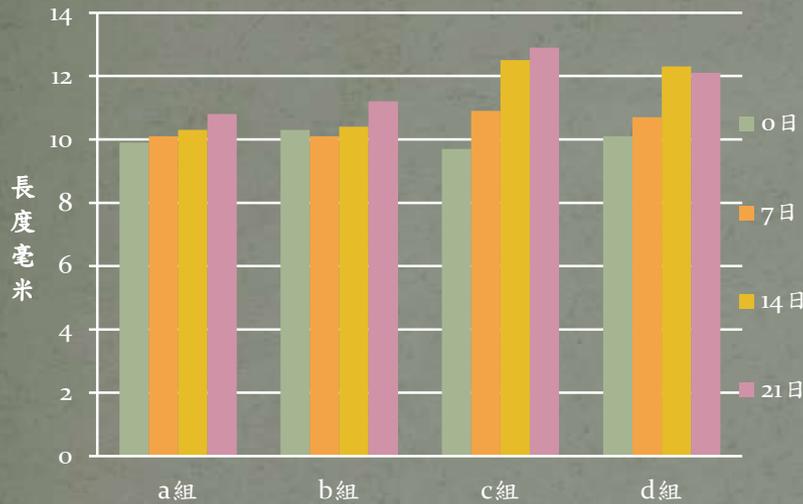
網路訂購約800隻一齡的杜比亞蟑螂，將其分成四批150隻分裝在600ml保特瓶中

兩組實驗組分別置於旋轉臂兩端，測量蟑螂的長寬後，設定組轉速並投放飼料後開始實驗

每日巡視是否有異狀，避免干擾實驗因此每周暫停旋轉隨機抓取50隻測量與紀錄

「試作實驗」結果與改進

圖一、各組生長柱狀圖



圖二、各組生存數目折線圖



1. 簡略計算合成g值：

代入公式得合成g值=34.3m/s²，約正常重力的3.5倍

2. 初步看出重力增加對蟑螂生長與生存率有負面影響：

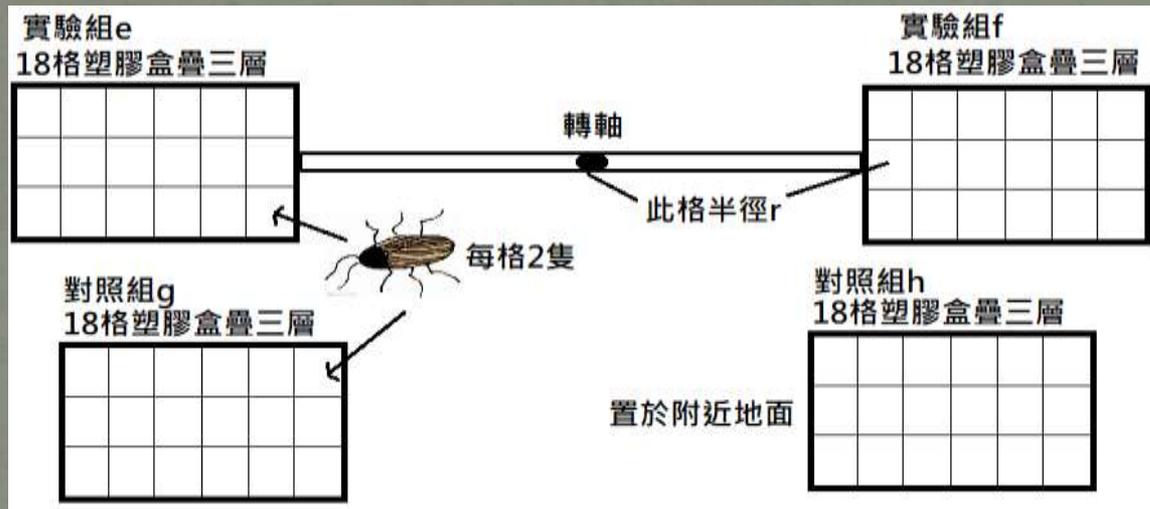
以21天數據實驗組與對照組平均長度增加約0.9mm與2.6mm。存活率約33%與73%

3. 修正與改進方向：

要增加以不同距離為操作變因、養殖技巧必須改善、沒考慮到蟑螂蛻皮影響

「第一次改良版」實驗過程

◆裝置圖(日期 2018/12/1~2019/1/2)

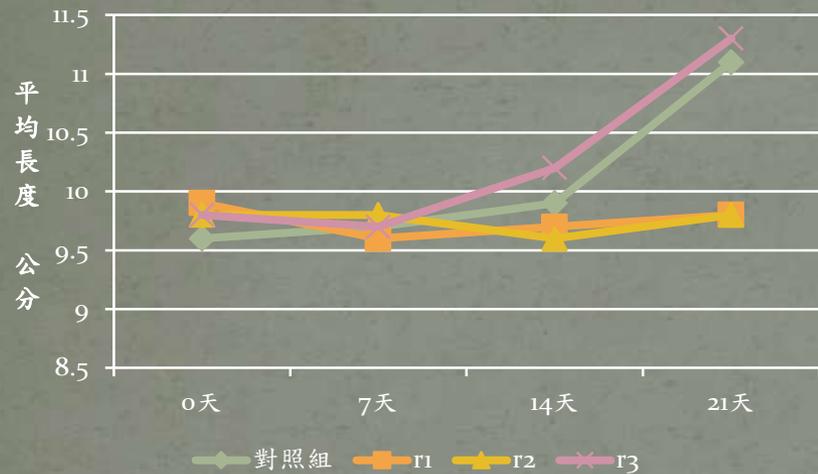


◆改進與克服問題

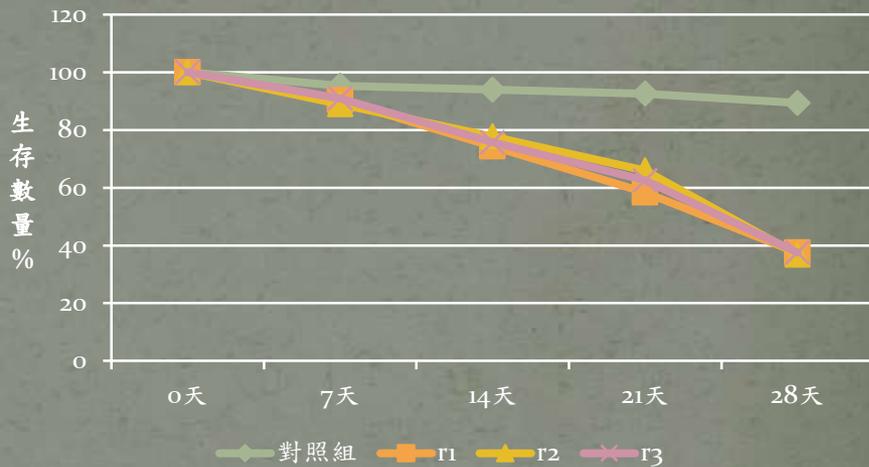
- 負重後轉速變慢：以錄影後放慢撥放速度，計算實際轉速
- 負重後旋轉臂向下傾斜：暫停畫面測量傾斜角度後估算實際半徑
- 計算合成後每格的g值：分別得到1.5倍、1.9倍、2.2倍三組重力值

「第一次改良版」結果與改進

圖三、平均長度與天數折線圖



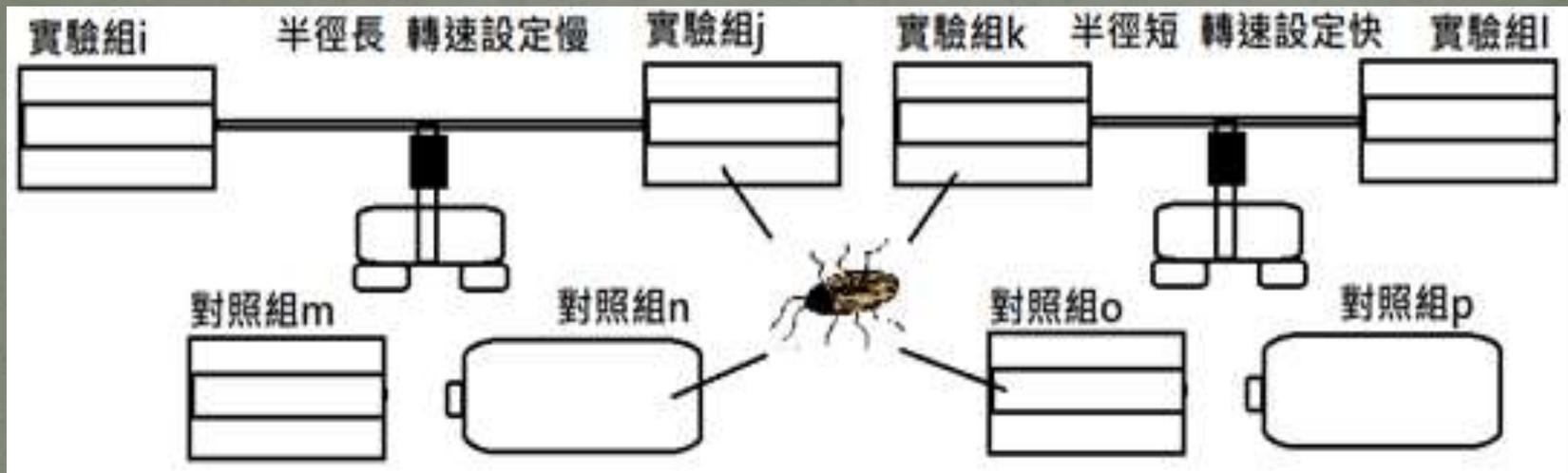
圖四、生存比例與天數折線圖



- 生長速度變得極緩慢：推測是冬天氣溫影響
- 旋轉的模擬重力場生存率皆下降：不論是1.5g、1.9g、2.2g時生存率都明顯下降，且下降的曲線很接近。
- 實驗器材部分問題修正：改以塑膠板製作16格的方盒，並以保鮮膜包覆減輕負重與通風。
- 意識到對杜比亞蟑螂的生長週期資料仍不夠完整

最終改良版實驗過程

◆裝置圖(日期 2019/6/26~7/31) 考量氣溫因素選擇暑假實驗



◆主要實驗改良內容

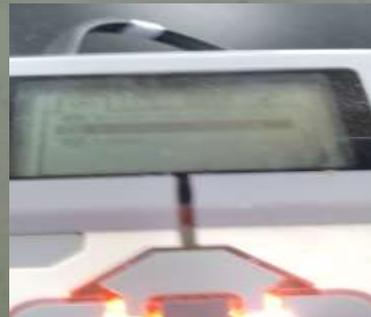
16格輕量化版



增長、短臂組



增快、慢轉速

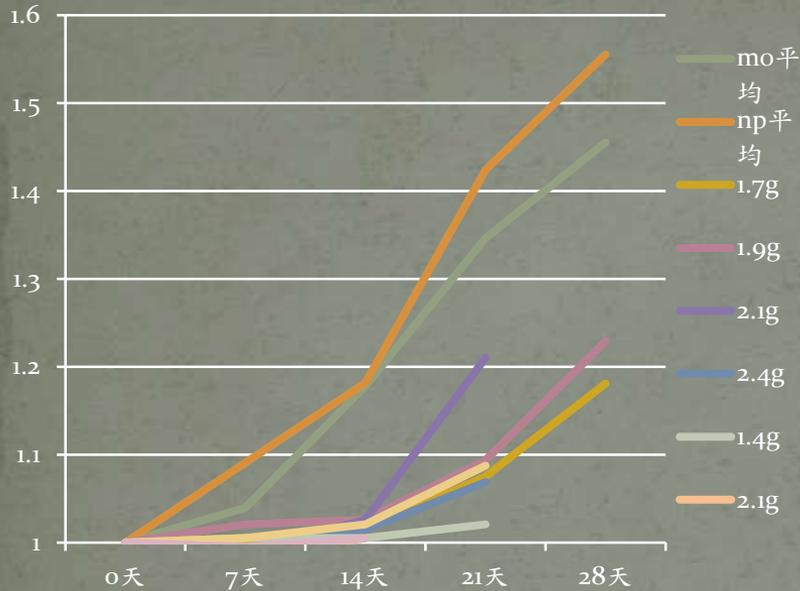


改善生存環境

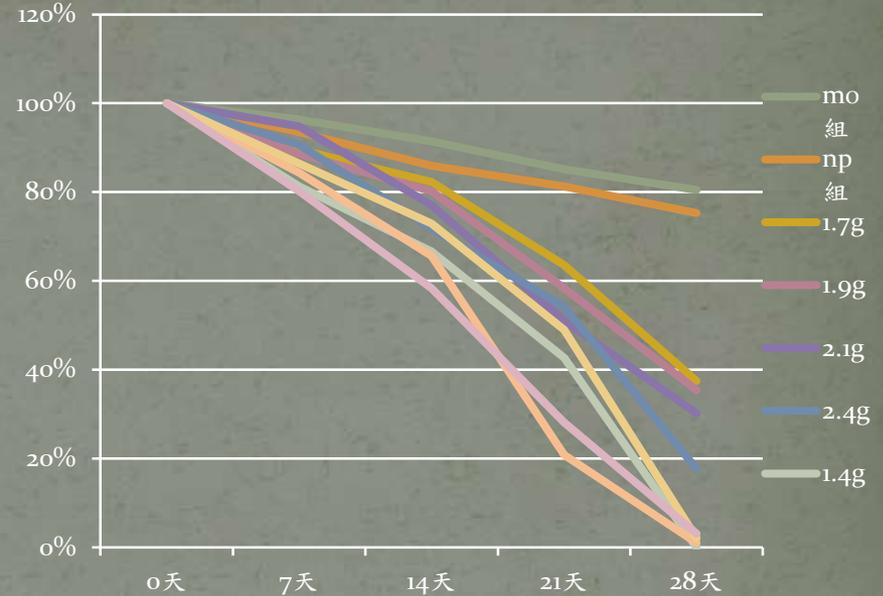


最終改良版結果討論

圖六、各組生長倍數折線圖結果



圖七、各組存活率折線圖



◆最終版新發現

- 在旋轉的重力系統下長成二齡蟲機會下降很多
- 生長速度與體型變慢變小類似冬天
- 短半徑時此生長停滯現象越明顯
- 對照組存活率很高、實驗組仍然活超不過28天

結論

- 機器人組件模擬高倍重力可運用在不同實驗：以本研究可模擬出1.5倍至3.7倍重力情境
- 杜比亞蟑螂的生長速度與生存率都呈現旋轉系統造成負面影響：本研究三階段皆出現不同程度的負面影響
- 冬季情境影響：重力改變在冬天時會影響杜比亞蟑螂生存率，較不影響其生長速率
- 重力倍數對杜比亞蟑螂生長速率影響不明顯：以本研究而言21天時重力範圍從1.4g~3.7g時，生長長度在2%~20%區間，但與倍數無關。
- 推測飼養範圍的重力變化量才是影響杜比亞蟑螂的生長速率與生存率主因：以本研究短半徑組時，在21天時約生長率2%~9%、生存率只有0%~3%；長半徑組生長率約7%~20%、生存率21%~38%，且短半徑時同一方格的g值範圍約相差0.7g，而長半徑則只相差0.2g，故推論杜比亞蟑螂可能也會「暈」或是要克服重力劇烈變化要消耗較多能量導致。