

材料力學？

費洛蒙？

脆性材料？

延展材料？

紅火蟻為什麼能在水上結筏？

—從生物的生存智慧到仿生材料開發

2024.8.1科學月刊第656期

作者：清大物理系 洪在明教授

21408李彥瑾



why紅火蟻結筏？

生存於亞馬遜叢林裡的紅火蟻，為避免溺斃而



只有塞氏紅褐山蟻有此能力



透過散發費洛蒙來結筏

透過伸出類似變形蟲的偽足勾住樹枝、水草，以安全著陸
也被稱為「穀片效應」

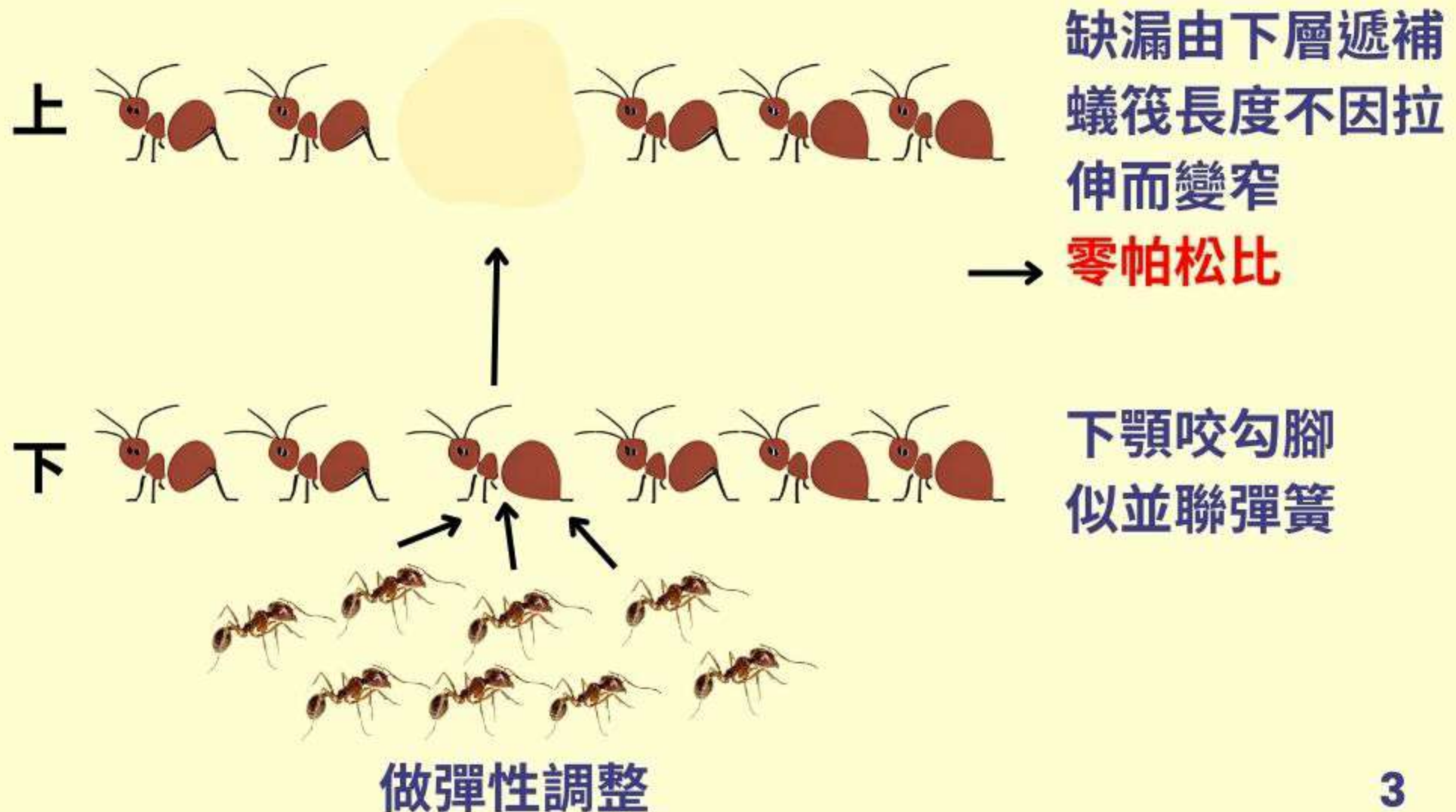
蟻筏巧思

研究團隊

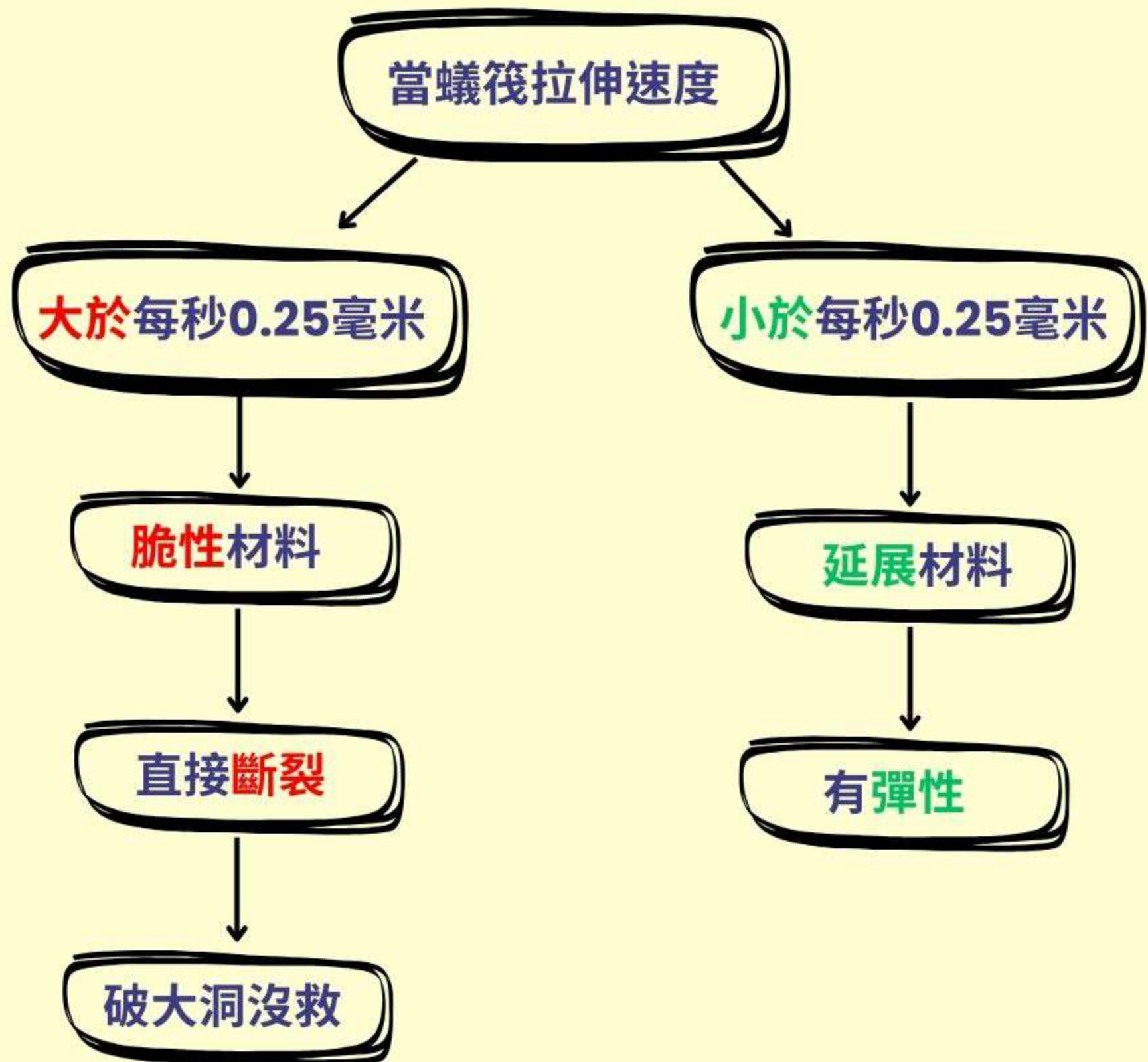
將螞蟻視為自行移動的單元，並有修復能力

實驗設計

蟻筏中只有**工蟻**

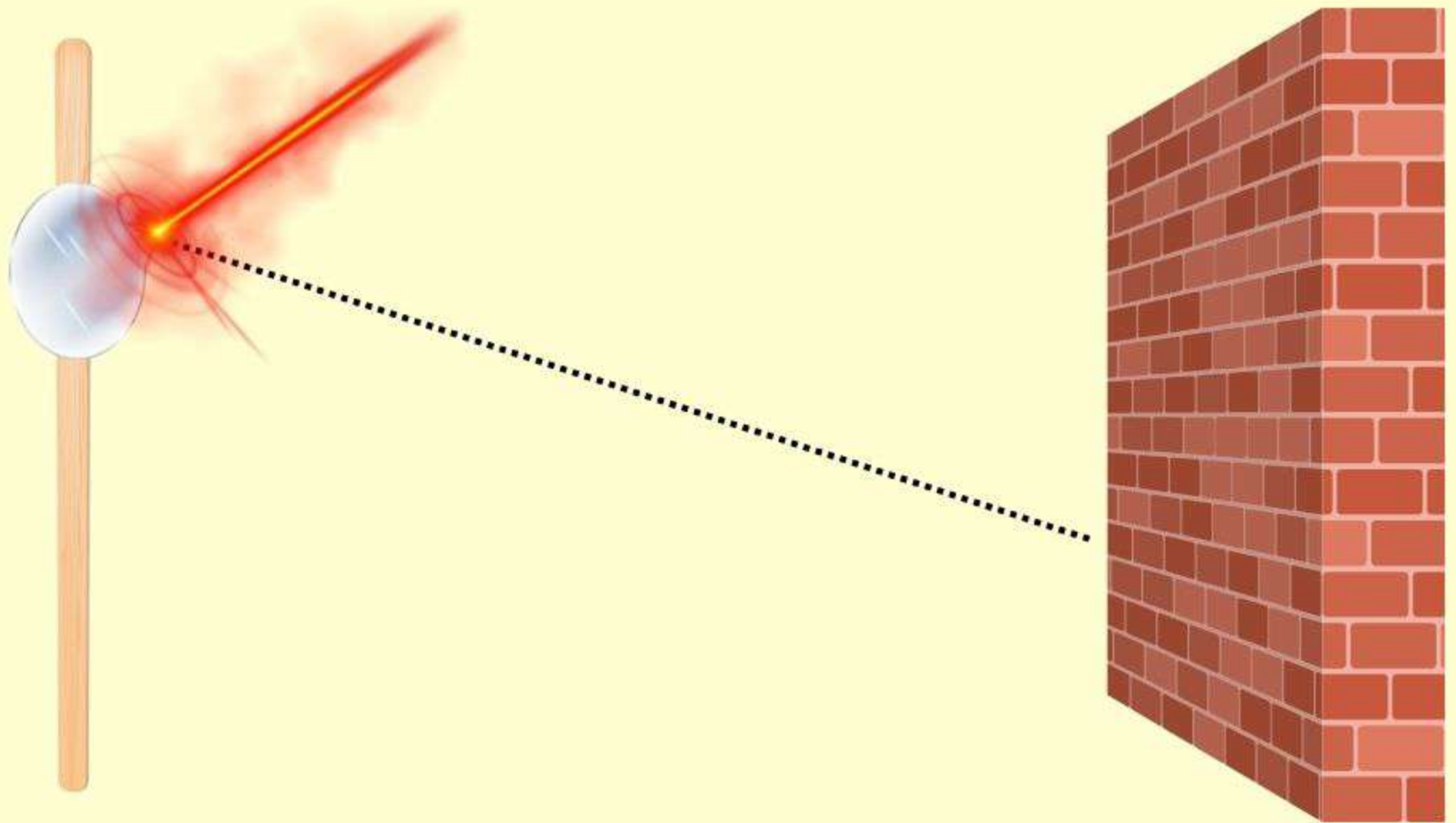


蟻筏填補



How測量蟻筏拉伸的力？

為測量蟻筏拉伸時的力，製作**光桿杆**

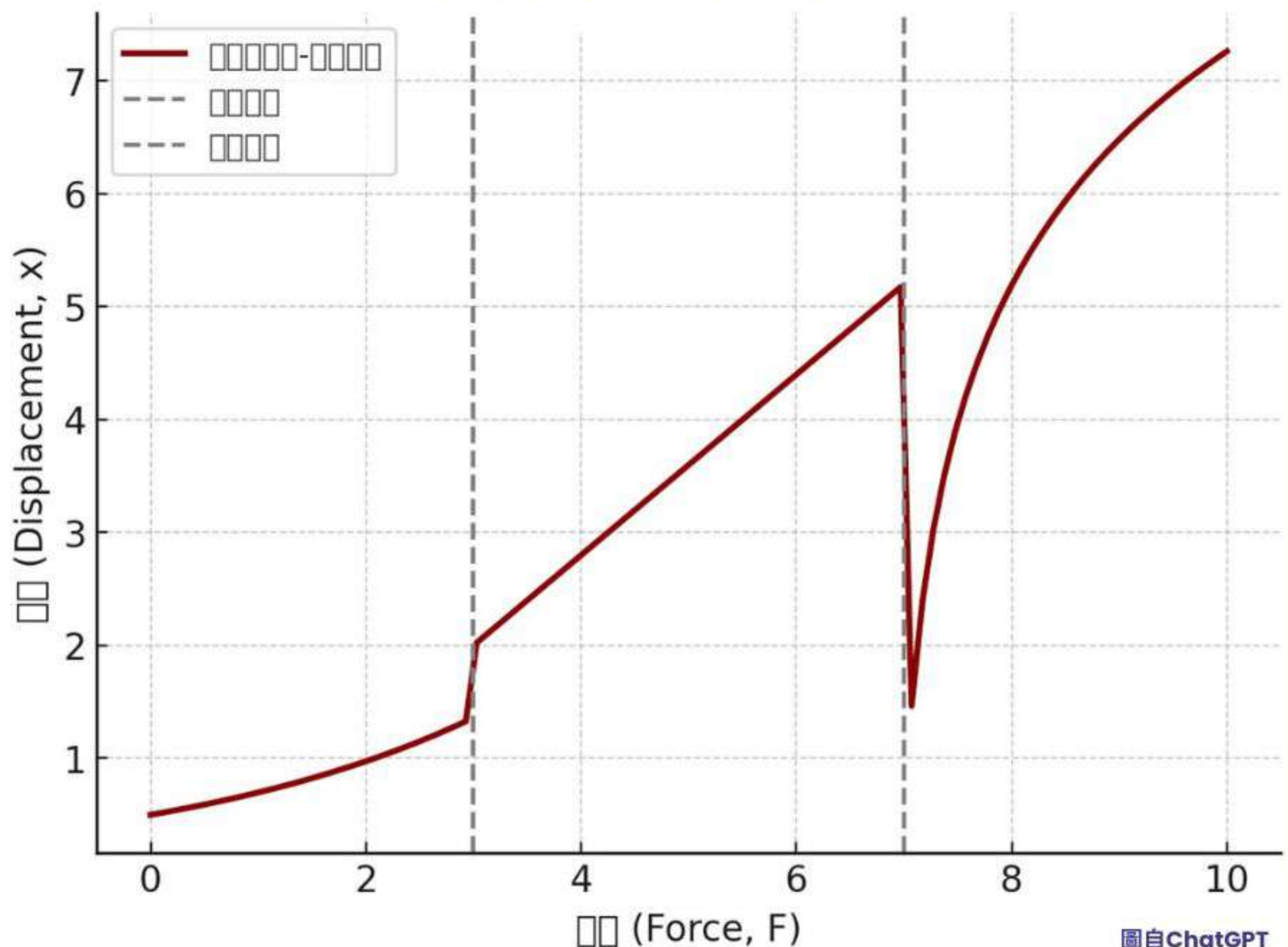


將木桿上安裝鏡片，並把雷射光反射在很遠的牆面上，放大**微彎曲**，以利計算彎曲造成的**力矩**

蟻筏&材料力學-1

材料力學中，研究人員透過**拉力一位移曲線**分析材料的**軟硬程度**，依照不同材料特性，將其應用於工程結構、產品開發、醫療器材。

蟻筏的拉力一位移曲線關係圖



圖自ChatGPT

初始 鬆散 剛度低

剛度上升 彈性變化

拉力過大 位移暴增

蟻筏&材料力學-2

讓我們從另一角度看蟻筏拉伸的彈性變化

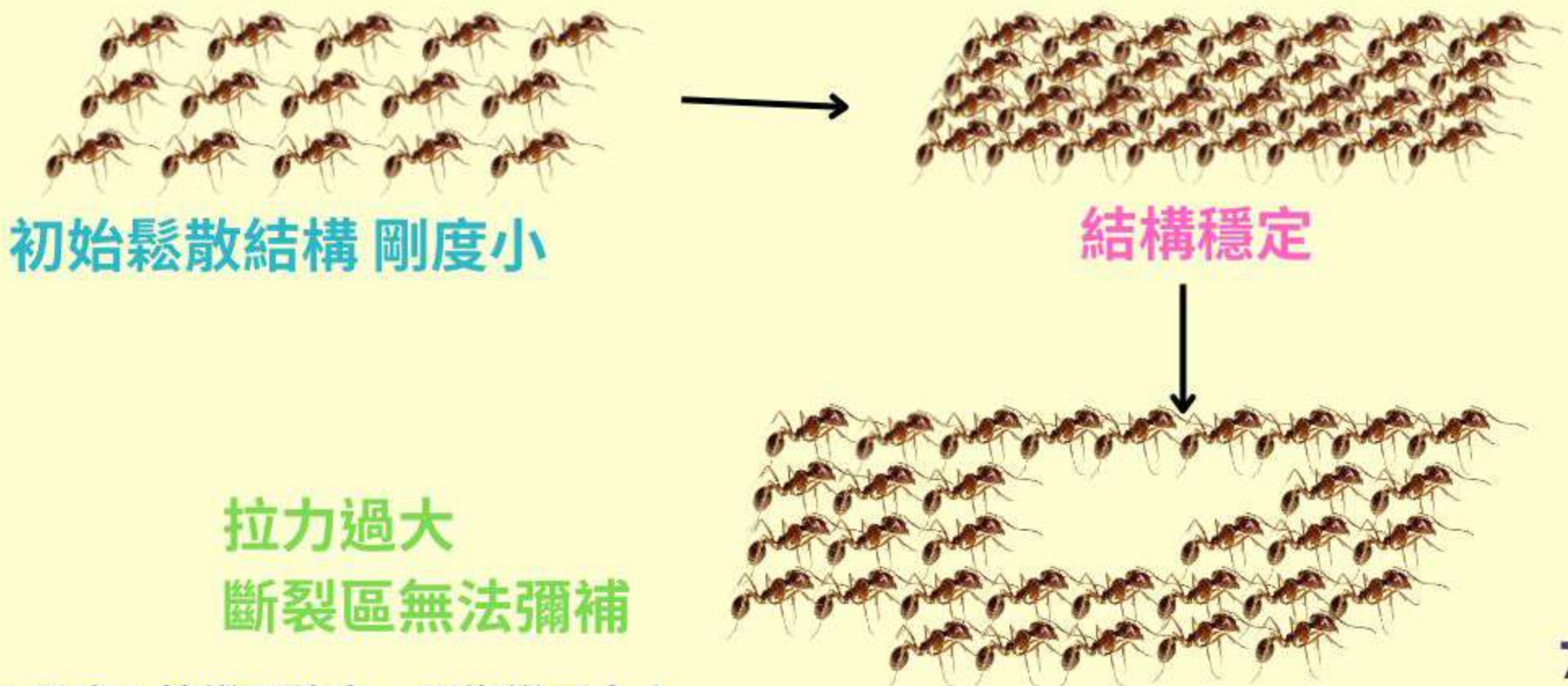
——→ 薄膜揉皺力學：

受力小，蟻筏透過**展開皺摺**吸收變形

受力大，螞蟻連結緊密，剛度上升，**非線性彈性行為**

且每隻螞蟻都可自主移動，**順時剛度改變**

(一般材料順時剛度會固定)



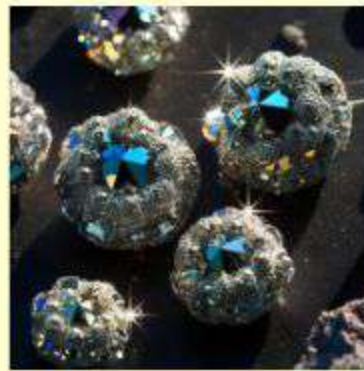
註：剛度：抗變形能力，影響變形大小

未來研究

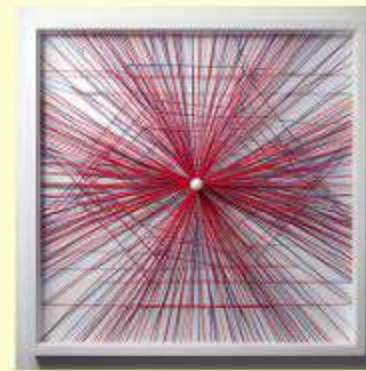
- 蟻筏形成vs.晶體結核+網路理論
——→ 用以定量**螞蟻聚集程度**，**蟻筏結構可量化**



VS.



+



圖自Canva繪圖

- 除潤現象：以木塊充當陸地
——→ 觀察螞蟻**脫逃順序**、**數量變化**、**蟻筏面積大小變化**
(除潤現象與蟻筏的關係：將螞蟻視為會變動的結構，以木塊去測試其解散的行為)

註：晶體結核：晶體開始形成度過程，在液體或氣體中，分子或原子聚集成晶核，而後變成晶體的過程。（與台積電在做的半導體相關）

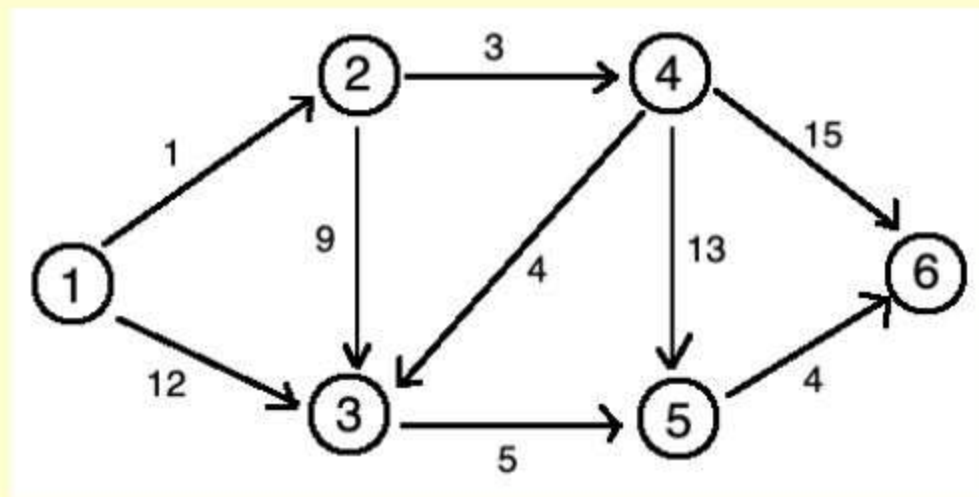
註：網路理論：螞蟻移動路線經多次迭代，找到最短路徑

註：除潤現象：改變固體表面的粗糙、組成的化學性質。除潤：液體原本鋪在固體表面，隨時間液體逐漸收縮、破裂

已有發現？

關於除潤現象：

——→ 靠近木塊時，蟻筏和木塊的**接觸長度增加**，此時需**側向速度**，前方螞蟻犧牲了自身直向的逃脫速度，讓蟻筏以**最短時間**離開水面
求偏移角度隨時間變化：數學變分法，找出最短路徑長



圖自：<https://ithelp.ithome.com.tw/m/articles/10209593>

註：變分法：尋找泛函極值。在函數空間上的實數投影，表示為對某些函數積分

結語-仿生學應用

- **人工韌帶**

——→ 蟻筏填補缺漏時不因拉伸而變窄，稱「零帕松比」



圖自Canva繪圖

- **特殊位移-拉力曲線**

——→ 與傳統材料不同，有應用於各方面的可能性
未來將繼續研究，並應用於醫療器具