

# 中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 化學科

最佳團隊合作獎

080201

「膜」力十足—鼻涕蟲配方對性質與拉膜之研究

學校名稱：國立臺中教育大學附設實驗國民小學

作者：	指導老師：
小五 吳雨珊	黃尚偉
小六 鄭穎駿	簡辛如
小五 歐陽昱婷	
小五 潘仲奇	
小五 劉信亨	

關鍵詞：交聯作用、添加物、拉膜

## 摘要

鼻涕蟲是國小常做的科學實驗，藉由身邊常見材料就能產生有趣的化學變化。但**鼻涕蟲實驗的變化度不高**，變項只有膠水和硼砂水。且膠水成分是水溶性塑膠，硼砂有毒，**誤食會造成危險！**

我們在課堂中發現加入粉末能讓鼻涕蟲性質產生改變！於是測試多種物質效果，並改良歷屆鼻涕蟲科展的裝置進行檢測。最後確認「**添加物**」能夠改變鼻涕蟲性質，增加鼻涕蟲的變化性！並且**首次發現加入麵粉能產生「氣球皮膜」性質！**我們將它應用在**可封口的泡泡球**、製作**聲砲皮膜**及硬化後**進行製模**。

此外我們**解決鼻涕蟲有毒誤食問題**，在**地瓜粉**中加入**三偏磷酸鈉水**，製作出有**延展性的安全無毒鼻涕蟲**。並將可食用鼻涕蟲應用在**替代保鮮膜**，對飯菜封膜保鮮，經測試可用於冷藏和微波！

## 壹、研究動機

四年級時，老師在課堂教我們用膠水和硼砂飽和水製作鼻涕蟲，有些同學在鼻涕蟲中加入不同的粉末。發現**添加麵粉的鼻涕蟲吹泡泡不容易破，摸起來像氣球皮！**添加奶粉的鼻涕蟲居然可以拉很長！我們很驚訝鼻涕蟲的性質可以改變這麼大！五年級要進行科展，我們決定以鼻涕蟲為研究主題，想**找出各種能夠影響鼻涕蟲性質的製作配方和添加物！**希望能夠增加鼻涕蟲實驗的變化度，不再只是改變膠水、硼砂水的量或濃度！

另外鼻涕蟲因為含有微毒的硼砂水，而且膠水的成份是水溶性塑膠，所以不能食用，會對小小孩造成誤食危險。**如果能夠找到可食用的鼻涕蟲配方，能夠讓大家玩得更安心！**我們希望能夠**找到延性佳、好拉膜的鼻涕蟲配方**，讓鼻涕蟲不只是玩具，能應用在課堂與生活中！



圖 1：添加麵粉製作的鼻涕蟲。



圖 2：麵粉鼻涕蟲吹泡泡像氣球皮。



圖 3：麵粉鼻涕蟲泡封口不會消氣。

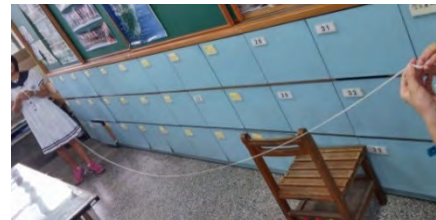
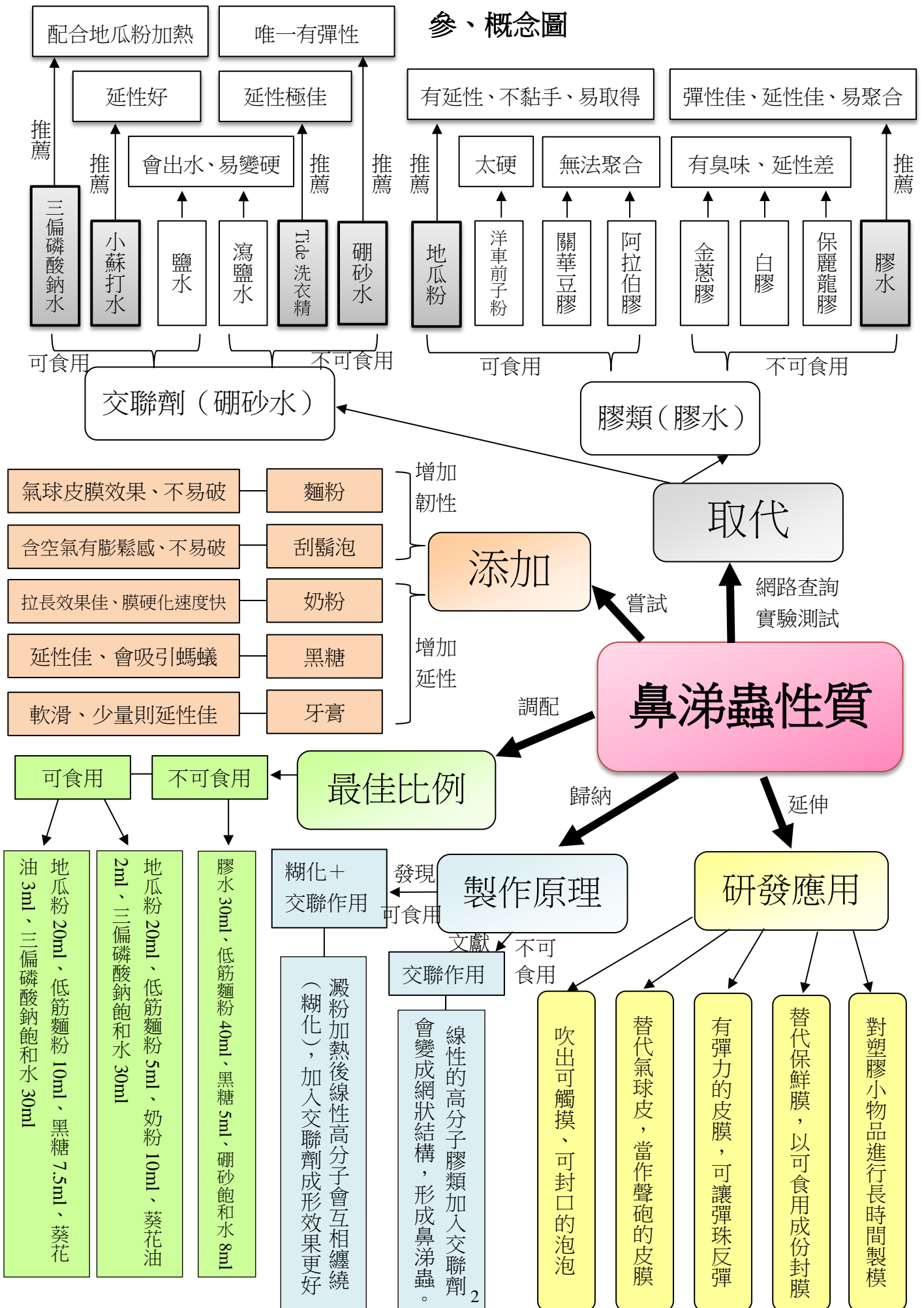


圖 4：添加奶粉的鼻涕蟲延性很好，可以拉 5 公尺以上！

## 貳、研究目的

- 一、研究製作鼻涕蟲配方的其他可能性。
- 二、研究添加物對鼻涕蟲性質影響及原因。
- 三、研究可食用與不可食用鼻涕蟲配方最佳比例。
- 四、研究可拉膜鼻涕蟲的應用。

# 參、概念圖

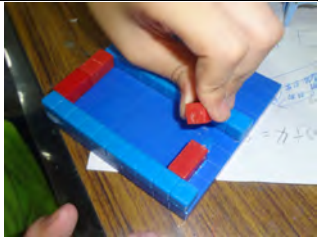

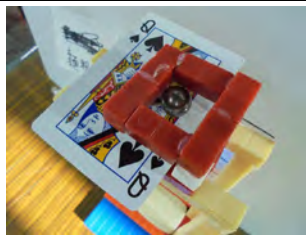

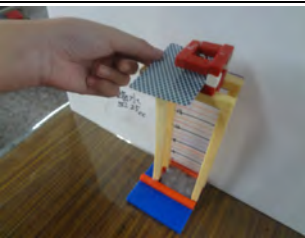

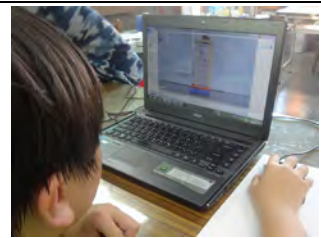


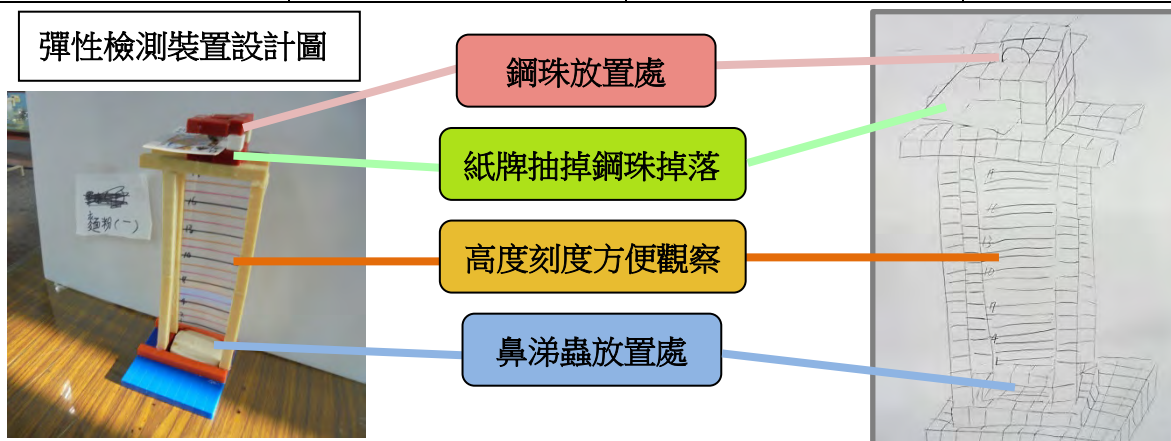
## 肆、實驗裝置設計

為了測量鼻涕蟲性質產生的變化，我們花了二個月陸續討論、設計與製作出下列的檢測裝置「**彈性檢測裝置、黏性檢測裝置、延性檢測裝置、拉膜機與吹泡泡機**」。

### 一、彈性檢測裝置：

我們研究歷屆科展的彈性檢測方式（44、49、53 屆），發現都是將鼻涕蟲搓成球狀，放開後記錄鼻涕蟲球彈高位置。但**鼻涕蟲不易塑型，所以鼻涕蟲無法搓成完美的球形！非球形鼻涕蟲彈高時容易彈歪，產生誤差！**我們決定改用鋼珠從 30cm 高處往下放，**讓鋼珠彈落在扁平的鼻涕蟲上**，測量鋼珠撞到鼻涕蟲後的彈高位置，並以攝影機拍攝整個過程，記錄高度。









			
用數學積木製作模子，將鼻涕蟲塑成扁平狀	以透明投影片畫出刻度，方便觀測高度。	以紙牌撐住鋼珠，紙牌抽掉鋼珠會往下掉落。	將鼻涕蟲塑成長 6cm、寬 4cm、高 1cm 軟墊
			
將鼻涕蟲軟墊放在裝置下方，以鋼珠彈高	紙牌抽開鋼珠會掉落，記錄鋼珠彈高高度	因為彈高速度很快，以相機攝影記錄。	以電腦觀看拍攝影片，記錄彈高高度。



### 二、黏性檢測裝置：

我們研究歷屆科展黏性檢測方式（44、54 屆），覺得**應該簡化黏性檢測裝置！**我們想讓上方裝載鼻涕蟲與下方裝載重物的容器能**一體成形**。我們想到將**180ml 硬紙杯倒扣**，紙杯底

座的小空間能固定鼻涕蟲體積，紙杯口以紙牌和膠帶封住，可以放入重物（鋼珠）。將鋁板再黏在紙杯底部上，當紙杯內的鋼珠數量過重，紙杯就會脫離鼻涕蟲，黏性大小就是鋼珠數量。為了讓紙杯底部鼻涕蟲能穩固的黏住鋁板，在鋁板上黏迴紋針增加鼻涕蟲與鋁板摩擦力。

			
在紙杯口貼上紙牌，將杯口封住，內可放鋼珠	紙牌上留一個開口，方便結束將鋼珠倒出來	鋁板黏上迴紋針，增加鋁板與鼻涕蟲摩擦力	將鼻涕蟲塑形成長 6cm、寬 4cm、高 1cm 大小
			
鼻涕蟲放在杯底，以重物重壓，黏在鋁板上	將鋁板拿起，計時十秒，觀察鼻涕蟲是否脫離	放入鋼珠，增加紙杯重量，繼續測量黏性	當鼻涕蟲因過重脫離鋁板，記錄鋼珠數量。



### 三、延性檢測裝置：

我們研究歷屆科展延性檢測方式（44、49、53、54 屆），發覺他們的延性裝置都沒辦法拉很長！因為有些鼻涕蟲偏軟，橫著拉太長時，中段會下垂（見圖 5）。中段下垂到最後，可能垂到地面或是中段拉扯導致斷掉，而測量失敗。

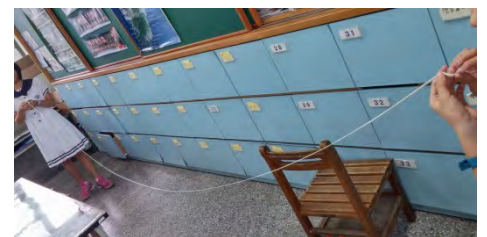


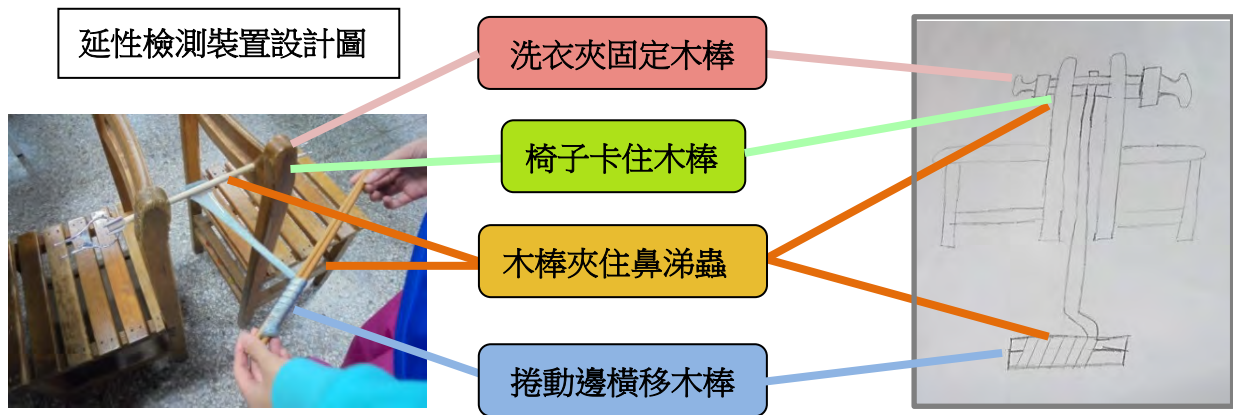


圖 5：鼻涕蟲拉太長，中段會下垂。

我們先嘗試垂直設計，避免中段下垂問題。但因為不同鼻涕蟲軟度差太多，有些砝碼要掛放很多才能變長，有些沒掛砝碼就自動拉長。我們最後決定使用「木棒捲動」的方式來解決中段下垂問題！以兩根木棒夾住鼻涕蟲後，不斷邊捲動邊橫移木棒，讓鼻涕蟲捲在木棒上，就不會有下垂問題。因為是以木棒捲收鼻涕蟲，因此即使鼻涕蟲再長，都可以測量出來！





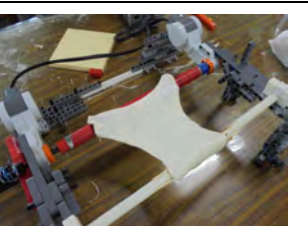
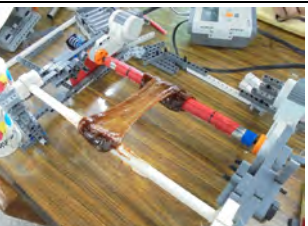

			
設計垂直測量，但鼻涕蟲過軟會自動下垂。	重新設計以木棒捲動來測量鼻涕蟲延性。	將鼻涕蟲拉長，捲動木棒，直到鼻涕蟲斷裂。	木棒邊捲邊橫移，捲出來的鼻涕蟲不重疊。



#### 四、拉膜機：

我們希望找到適合拉膜的鼻涕蟲，需要準確測量拉膜效果。原本使用相機腳架來拉膜，但膜不容易撐開，且撐開距離有限。後來想到改良原本的延性檢測裝置，用馬達改善手捲動產生的誤差。於是我們參考學長姐設計的「蛋捲機」(全國科展 56 屆)，將延性檢測裝置改裝成電子樂高的馬達捲動。為了能夠拉膜，我們在兩端棒子上黏上牙籤，協助固定住拉開的膜。

我們以塑膠棒固定鼻涕蟲一端，另一端則固定在鐵棒上。以電子樂高的馬達連接鐵棒，以主機控制馬達轉動鐵棒，就可將膜拉開。我們記錄膜開始破洞和完全斷掉的圈數。

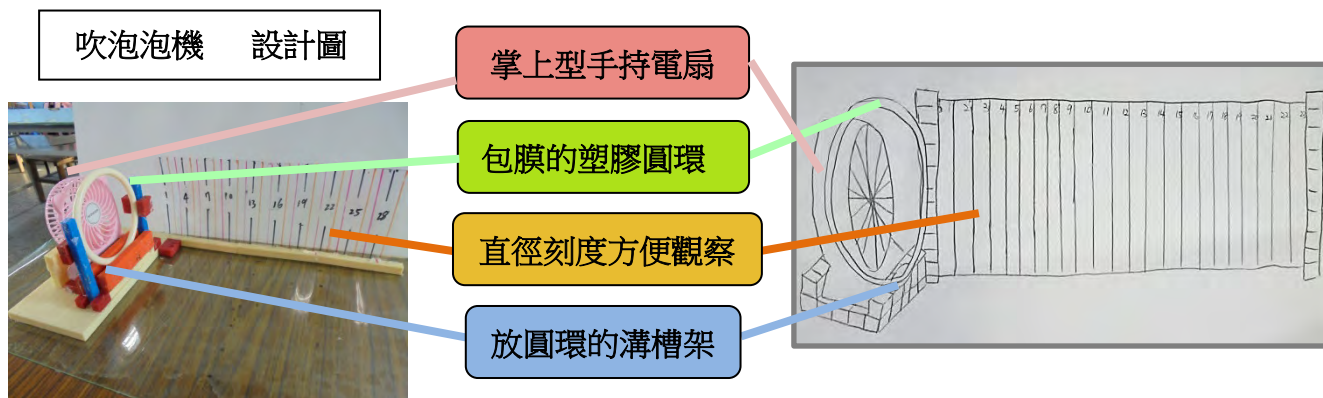
			
相機腳架底部包上鼻涕蟲，撐開腳架可拉膜。但拉開有極限！	參考並改良學長姐設計的蛋捲機裝置(原本是檢測延性)	以電子樂高重新修改組裝成能夠測量拉膜的機器。	在鐵棒上黏上尖刺的牙籤，固定膜的兩端。
			
以重物將 5x5x1 cm <sup>3</sup> 的鼻涕蟲壓平。	將鼻涕蟲固定在棒子兩端，以牙籤卡住兩側	啟動電子樂高主機，讓馬達轉動，計算圈數。	記錄膜開始破洞和完全斷掉的圈數。



## 六、吹泡泡機：

我們想用**吹泡泡效果檢測膜的展性**。我們發現將膜拉開時，用嘴輕輕吹，膜會被吹成弧狀。如果**將膜固定在圓環上，以穩定的風力吹，可能可以吹出泡泡**。我們嘗試用大電風扇，但因為風太大風向太亂，泡泡容易破掉。我們嘗試用吹風機，但吹風機會加熱，吹出泡泡後，泡泡膜因為太熱而硬化。後來我們購買了掌上型手持風扇，並以數學積木製作了能固定環和風扇的架子。在透明投影片上畫出刻度，方便測量泡泡直徑。由於泡泡可能很快破掉，我們用相機攝影記錄泡泡的大小，並從電腦中觀看影片，**找出泡泡的最大直徑**。

以數學積木製作可放鼻涕蟲膜的架子。	使用大電風扇，因為風大又亂，泡泡容易破。	用吹風機吹氣，但膜因太熱而乾掉硬掉！	購買掌上型手持風扇，能夠穩定吹出泡泡。
將塑膠圓環包上鼻涕蟲的膜。	將包膜的圓環放在溝槽裡，將電風扇打開。	使用相機攝影記錄泡泡出現和破掉的影像。	以電風扇吹鼻涕蟲膜，能吹出很大的泡泡。



## 伍、研究過程及結果

### 實驗一、網路查詢鼻涕蟲的製作方式：

#### (一)、研究過程：

我們在課堂中學到鼻涕蟲是用膠水和硼砂水製作，但只有這種製作方式嗎？**有沒有像我們添加了麵粉或奶粉，造成更多樣化的鼻涕蟲。**我們決定上網查詢和鼻涕蟲有關的關鍵字（鬼口水、水晶泥、史萊姆、水黏土、**slime**…等），尋找各種製作鼻涕蟲的方法或配方。

根據我們搜尋的各種配方（見參考資料二），發現網路上鼻涕蟲的作法真的是千奇百怪，但經過整理後，**我們歸類出兩類的作法：「交聯作用」和「加熱可食用」**，以下進行分析。

#### (二)、網路「交聯作用」鼻涕蟲作法分析（原始資料請見「參考資料二」）：

我們發現**使用「交聯作用原理」的鼻涕蟲作法，一定需要膠類（例如膠水）和交聯劑（例如硼砂水）。**有時在製作過程中加入添加物（例如糖水），會讓鼻涕蟲性質產生差異！我們決定將「交聯作用原理」的鼻涕蟲作法界定成「**膠類+添加物+交聯劑**」！並用這個設定來分析網路上的配方：

	網路配方	膠類	添加物	交聯劑
1	膠水加痂子粉，再加硼砂水	膠水	痂子粉	硼砂水
2	保麗龍膠加硼砂水	保麗龍膠		硼砂水
3	白膠加硼砂水	白膠		硼砂水
4	膠水加糖水，再加硼砂水	膠水	糖水	硼砂水
5	關華豆膠加水，再加硼砂水	關華豆膠		硼砂水
6	膠水加刮鬍泡，再加隱形眼鏡清洗液	膠水	刮鬍泡	隱形眼鏡清洗液
7	膠水加 Tide 洗衣精	膠水		Tide 洗衣精
8	洗髮精加一點鹽，放冰箱比較不黏	洗髮精		鹽
9	膠水加水攪拌，加入沐浴乳，再加入洗衣精。	膠水	水	沐浴乳 洗衣精
10	膠水加水，再加洗衣粉水	膠水	水	洗衣粉水
11	膠水加隱形眼鏡清洗液	膠水		隱形眼鏡清洗液
12	膠水放入小蘇打水中	膠水		小蘇打水
13	膠水加入眼藥水（一次一、二滴）	膠水		眼藥水
14	膠水加入泰國甘油（內含硼砂成分）	膠水		泰國甘油（內含 硼砂成分）
15	將瀉鹽放入水中攪拌，倒入膠水中	膠水		瀉鹽水
16	保麗龍膠加入牙膏	保麗龍膠		牙膏



我們分析網路使用的「膠類、添加物、交聯劑」整理、分類成下列表格，我們之後將以這些類型多加嘗試，進行實驗測試是否能真正製作出鼻涕蟲或改變鼻涕蟲的性質。

膠類		添加物		交聯劑	
類型	名稱	類型	名稱	類型	名稱
黏著劑	膠水、保麗龍膠、白膠	水溶液	水糖水	硼砂	硼砂水 泰國甘油（內含硼砂成分）
清潔劑	洗髮精	粉末	痲子粉	粉末溶液	鹽、瀉鹽水、隱形眼鏡清洗液、眼藥水、小蘇打水
水溶性膳食纖維	關華豆膠	清潔劑	刮鬍泡	清潔劑	Tide 洗衣精、沐浴乳、洗衣精、洗衣粉水

(二)、網路「加熱可食用」鼻涕蟲作法分析（原始資料請見「參考資料三」）：

我們發現網路上另一類製作方法使用「加熱」讓鼻涕蟲成形，標榜「可食用」，沒有使用交聯劑（硼砂）。我們搜尋可食用鼻涕蟲的資料，並根據成分種類整理成下面表格：

類型	澱粉	明膠軟糖	水溶性膳食纖維
名稱	太白粉、地瓜粉、玉米澱粉	棉花糖、小魚軟糖、水果軟糖	洋車前子粉、菊糖

## 實驗二、交聯劑種類對鼻涕蟲成形影響：





(一)、研究動機：





網路上的配方千奇百怪，真的都能夠當交聯劑嗎？！根據實驗一，我們歸納出交聯劑有三種類型（硼砂、粉末溶液、清潔劑）可能讓鼻涕蟲成形。我們決定嘗試網路上取代硼砂水的配方，測試混合膠水後是否能夠真正做出鼻涕蟲，並找出使用材料的比例。





(二)、研究方法：

1. 我們蒐集與購買各種交聯劑：硼砂類（以飽和硼砂水為對照組；泰國甘油因為買不到，因此無法測試）、粉末溶液類（生理食鹽水、隱形眼鏡沖洗液、眼藥水、鹽水、瀉鹽水、小蘇打水）、清潔劑類（牙膏、洗衣粉水、Tide（汰漬）洗衣精、台製洗衣精、沐浴乳）。
2. 本身為粉末的交聯劑加水以果汁機打成飽和溶液進行實驗。本身為溶液則可直接實驗。
3. 為了避免交聯劑的量影響鼻涕蟲成形，每種交聯劑分別採用 5、25、45ml 進行實驗。小蘇打水製作鼻涕蟲影片中，小蘇打水使用的量很多，所以小蘇打水量測到可成形為止。
4. 將膠水 30ml 分別加入各種交聯劑 5、25、45ml，以竹筷攪拌混合。放上成形檢測裝置（自製的篩網）測試鼻涕蟲是否成形，鼻涕蟲成形則以黏性、延性和彈性檢測裝置測量數據。

(三)、交聯劑種類實驗數據 (膠水量為 30ml) :

名稱	硼砂飽和水			生理食鹽水			隱形眼鏡沖洗液			飽和鹽水		
水量(ml)	5	25	45	5	25	45	5	25	45	5	25	45
成形與否	是	是	是	否	否	否	否	否	否	否	是	是
黏性(顆)	22.3	9.6	5.6	\	\	\	\	放置 8天後 成形	\	放置 8天後 成形	7.6	23.0
延性(圈)	1.3	0	0								0	0
彈性(cm)	15.7	16.5	16.4								3.8	6.7
性質描述	硼砂水加越多, 越不黏越脆越有彈性			很水, 很像將膠水加水稀釋			很水, 很像將膠水加水稀釋			無法拉長、拉斷時有絲、放久會出水		
代表照片												

名稱	眼藥水			飽和瀉鹽水			飽和小蘇打水			牙膏			
水量(ml)	5	25	45	5	25	45	65	85	105	5	25	45	
成形與否	否	否	無 材料 製作	否	是	是	否	是	是	否	否	否	
黏性(顆)	\	放置 8天後 成形		\	7.6	10.3	\	放置 6天後 成形	17.0	11.0	\	\	\
延性(圈)					0	0.3			8.3	7.0			
彈性(cm)					2.0	5.3			0	4.4			
性質描述	很水, 無法以筷子撈起來、粉色			濁白色、金屬光澤有臭味、放久出水			白色偏褐、易拉長、放久會出水			較濃稠但無法聚合、白色有香味			
代表照片													

名稱	洗衣粉水			Tide 洗衣精			台製洗衣精			沐浴乳		
水量(ml)	5	25	45	5	25	45	5	25	45	5	25	45
成形與否	否	否	否	是	是	是	否	否	否	否	否	否
黏性(顆)	\	\	\	10.6	37.0	45.0	\	\	\	\	\	\
延性(圈)				453.3	19.0	11.6						
彈性(cm)				9.2	13.3	15.0						
性質描述	很水, 無法以筷子撈起來			很軟又黏手、易拉長、呈藍色			有點黏稠無法聚合、淡黃色有香味			有點黏稠無法聚合、有泡泡		
代表照片												

#### (四)、交聯劑種類黏性、延性、彈性折線圖

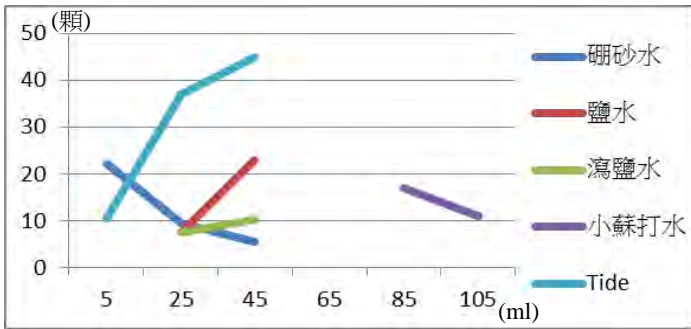


表 1：黏性折線圖。

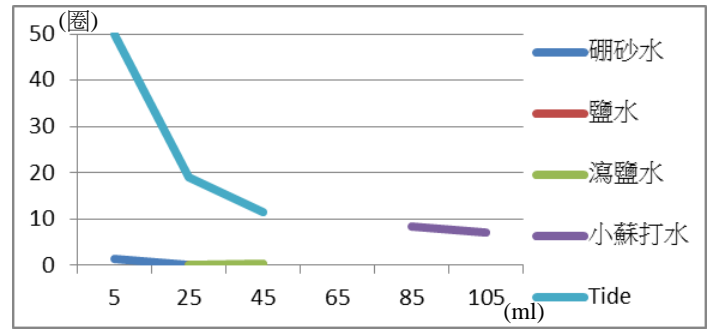


表 2：延性折線圖。

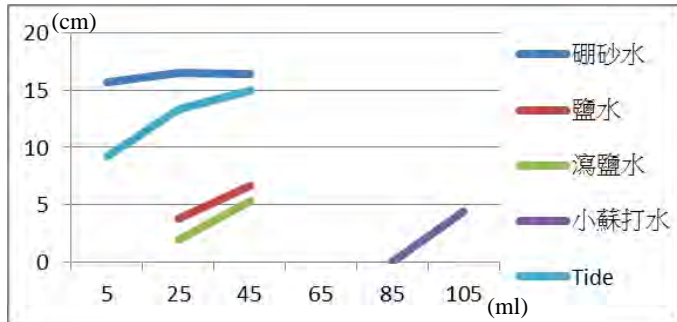


表 3：彈性折線圖。

由五種能讓鼻涕蟲成形的交聯劑折線圖可發現：

1. 硼砂水、小蘇打水量越多，黏性越差。但鹽水、瀉鹽水及 Tide 洗衣精卻量越多，黏性越佳。
2. 五種交聯劑量越多，延性越差。
3. 五種交聯劑量越多，彈性越佳。

#### (五)、研究結果：

1. 網路配方可信度不高！能取代硼砂水當交聯劑只有鹽水、瀉鹽水、小蘇打水、Tide 洗衣精。
2. 我們推薦使用小蘇打水當交聯劑取代硼砂水，因為黏性和延性都佳，且可食用、無臭味。
3. 小蘇打水、鹽水、瀉鹽水製作出的鼻涕蟲放久都會出水，但硼砂水和 Tide 洗衣精不會。
4. Tide 洗衣精製作的鼻涕蟲黏性和延性都極佳，但其他廠牌的洗衣精與清潔劑都無法成形。
5. 各種交聯劑添加越多，黏性和延性會降低、彈性會增加。但鹽水、瀉鹽水及 Tide 洗衣精卻是量越多，黏性越佳。
6. 取代硼砂水的交聯劑的彈性都沒有硼砂水佳，但黏性和延性都能略勝硼砂水。
7. 生理食鹽水、隱形眼鏡沖洗液、眼藥水都因含有鹽水才會被網路配方視為交聯劑，但因內含的鹽水濃度過低，無法像飽和鹽水一樣直接形成鼻涕蟲。
8. 添加濃度低或量過少的交聯劑，只要在室內放多天，也有可能形成鼻涕蟲。



圖 6：以果汁機將粉末打成飽和溶液。



圖 7：將鼻涕蟲倒過自製篩網檢測是否成形。



圖 8：膠水加入小蘇打水能夠做出鼻涕蟲。



圖 9：小蘇打水鼻涕蟲能夠拉很大的膜。

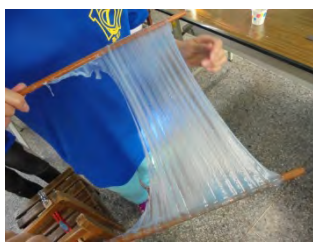


圖 10：Tide 洗衣精能夠產生極佳的延性。



圖 11：鹽水鼻涕蟲拉開會有絲，容易斷開。



圖 12：瀉鹽能做出鼻涕蟲，有金屬光澤。



圖 13：原本 5ml 鹽水沒成形，放 8 天後成形。

### 實驗三、膠類種類對鼻涕蟲成形影響：

#### (一)、研究過程：








根據實驗一的網路查詢，我們發現除了黏著劑（膠水、保麗龍膠）外，居然**其他的膠類（關華豆膠）也可能做成鼻涕蟲**。我們決定**上網搜尋各種膠類**，並嘗試購買收集。我們將膠分成**黏著劑**（保麗龍膠、白膠、金蔥膠、口紅膠、漿糊）、**增稠劑**（羧甲基纖維素(CMC)、凝膠形成劑）、**食用類**（阿拉伯膠、果膠、玉米澱粉、檸檬凍粉、洋菜、吉利丁、吉利 T、寒天、豆花粉）、**矽膠類**（矽利康、矽橡膠）、**水溶性膳食纖維**（關華豆膠、菊糖粉、洋車前子粉）。

我們將各種膠 30ml 加上**硼砂飽和水 25ml**，攪拌混合，判斷是否能夠成形，記錄性質。

#### (二)、膠類種類實驗數據（膠類量為 30ml、硼砂飽和水量為 25ml）（成份請見原始數據）：

種類	黏著劑					增稠劑	
名稱	保麗龍膠	白膠	金蔥膠	口紅膠	漿糊	CMC	凝膠形成劑
是否成形	是	是	是	否	否	否	否
性質	偏硬，有塑膠臭味，延性佳	過於黏稠、稀，不易塑形	軟黏、有塑膠臭味、有閃亮光澤	軟黏，像融化的口紅膠	稠狀，但沒有聚合效果	有出現稠狀物，但無法延展	稠狀，但沒有聚合效果
照片							

種類	食用類						
名稱	阿拉伯膠	果膠	玉米澱粉	檸檬凍粉	洋菜	吉利丁	吉利 T
是否成形	是（加熱）	否	是（加熱）	否（加熱）	否（加熱）	否（加熱）	否（加熱）
性質	軟、不黏、易碎、無法延展	有點黏稠，沒有聚合效果	軟黏、有延展性	成水狀的果凍，無法變形	成水狀的果凍，無法變形	易碎、有彈性、無法變形	成膠狀的果凍，無法變形
照片							

種類	食用類		矽膠類		水溶性膳食纖維		
名稱	寒天	豆花粉	矽利康	矽橡膠	關華豆膠	菊糖粉	洋車前子粉
是否成形	否 (溫水)	否 (加熱)	否	否	是	否	是
性質	黏稠膠狀物，無法變形	水狀的液體，無法以筷子撈起	矽利康不溶於水，沒有混合	矽橡膠不溶於水，沒有混合	軟、不黏，延展性差	水狀的液體，無法以筷子撈起	軟黏，容易掉屑，有延展性
照片							

### (三)、研究結果：

1. 我們發現**阿拉伯膠、玉米澱粉、關華豆膠、洋車前子粉**皆可與**硼砂水**混合，製作出**鼻涕蟲**，而且本身可食用，但**只有玉米澱粉和洋車前子粉**有**延展性、內聚力較佳**。
2. 本身是黏著劑的膠類較容易成形（例如膠水、保麗龍膠、白膠、金蔥膠），但**推薦使用膠水**製作鼻涕蟲。因為膠水做出來比較好控制成形後的型態，而且沒有塑膠臭味。
3. **可食用的膠只有關華豆膠和洋車前子粉不需加熱**，其他的粉末需要加熱才能成形。
4. **矽利康、矽橡膠無法製作鼻涕蟲**，因為它們是**油性**，**硼砂水是水性**。



圖 14：到食品材料行採買各種膠類。



圖 15：使用原本就是液態的果膠沒有效果。



圖 16：將口紅膠切下來測試，但沒有效果。



圖 17：使用矽利康，因為油水不溶沒有用。



圖 18：檸檬凍粉需加水去煮，但變成果凍。



圖 19：關華豆膠能變成鼻涕蟲，但一拉就斷。



圖 20：阿拉伯膠是我們發現能做鼻涕蟲材料。



圖 21：為了找到能用的膠，我們做非常多測試。

### 實驗四、添加物種類對鼻涕蟲性質影響：






#### (一)、研究過程：


因為我們在四年級課堂實驗中發現添加奶粉或麵粉，會造成鼻涕蟲性質產生變化。**是否其他物質添加後也會對鼻涕蟲產生影響？**我們決定嘗試在鼻涕蟲中添加生活常見的物品。







我們將測試的添加物分成**粉末類**（低筋麵粉、奶粉、黑糖、白糖、二砂、小蘇打粉、太白粉、鹽）、**清潔劑**（牙膏、刮鬍泡、刮鬍露、Tide 洗衣精、台製洗衣精、洗髮精、沐浴乳）、**矽膠類**（矽利康、矽橡膠）。將膠水 30ml 放入添加物 30ml 混合均勻後，再加硼砂飽和水 25ml 製作鼻涕蟲，如果鼻涕蟲成形，以黏性、延性、彈性裝置檢測性質。

希望能夠找到有效增加延性效果或能改變鼻涕蟲性質的添加物！

**(二)、添加物種類實驗數據（膠水量 30ml、添加物量 30ml、硼砂飽和水量 25ml）：**

名稱	無添加	低筋麵粉	奶粉	黑糖	白糖	二砂
性質	硬脆有彈性，拉長效果差	光滑不黏手，膜堅韌不易破	軟有點黏，內聚力好易拉長	軟有點黏，易拉長拉膜	軟、有光澤、玩完手會黏	外觀香味都像鹼粽、有光澤
黏性(顆)	9.6	9.6	25.0	17.0	33.6	38.3
延性(圈)	0	5.4	45.8	29.6	8.6	4.0
彈性(cm)	16.5	9.0	2.5	4.6	6.0	11.0
照片						

名稱	小蘇打粉	太白粉	鹽	牙膏 (5ml)	刮鬍泡	刮鬍露
性質	自己成形硬塊狀，一直出水	硬脆內聚力不佳，有粉臭味	自己成形、硬脆，一直出水	很軟滑不黏，容易拉長拉膜	膨鬆有氣泡，軟，不易拉膜	體型大，膨鬆，拍打有聲音
黏性(顆)	加入添加物後就直接成形，不測量	3.0	加入添加物後就直接成形，不測量	37.0	0	47.0
延性(圈)		0		21.0	0	3.2
彈性(cm)		9.3		6.5	15.5	5.8
照片						

名稱	Tide 洗衣精	台製洗衣精	洗髮精	沐浴乳	矽利康	矽橡膠
性質	自己成形，加硼砂水沒差別	白白硬硬的，變得更脆	硬、脆，無內聚力，有香味	透明、滑、有泡泡無內聚力	有塑膠臭味、黏硬、顆粒狀	硬脆，摸起來有矽膠手感
黏性(顆)	加入添加物後就直接成形，不測量	0	0	因為無法聚合，無法進行測量	1.0	1.0
延性(圈)		0.3	1.3		0	0
彈性(cm)		11.3	10.6		4.7	4.7
照片						

(四)、添加物種類黏性、延性、彈性長條圖（只列出能夠進行測量的數據）：

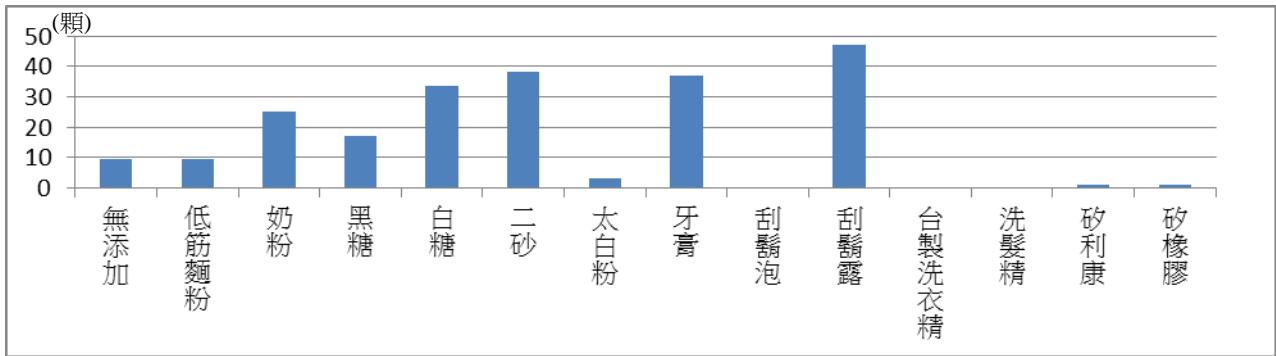


表 4：黏性長條圖。

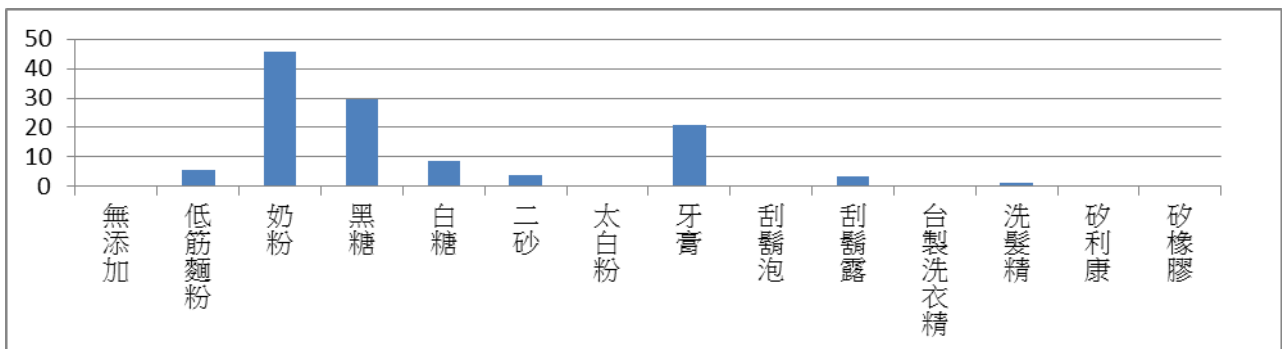


表 5：延性長條圖。

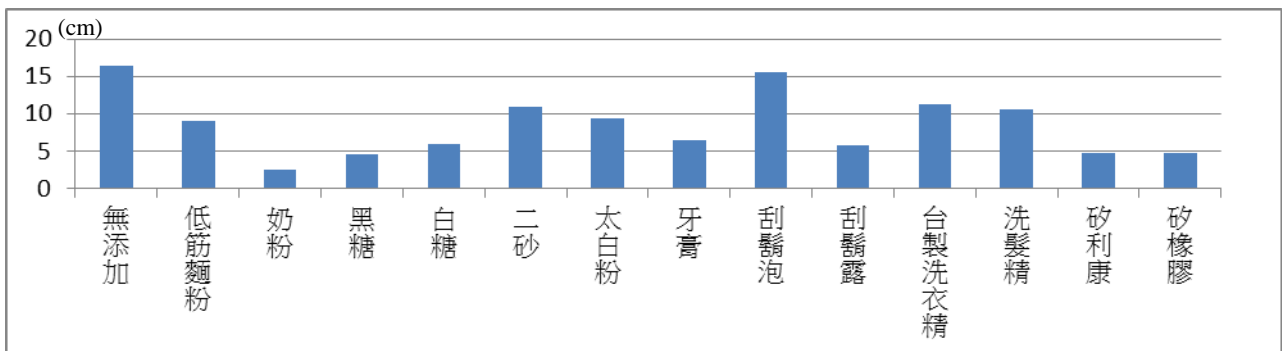


表 6：彈性長條圖。

(五)、研究結果：

1. 我們發現**麵粉、奶粉、黑糖、牙膏、刮鬍泡、矽橡膠**性質很特別，可以再進行深入研究。
2. **添加奶粉、黑糖和牙膏**，能增加鼻涕蟲的延性和黏性，**添加麵粉和刮鬍泡**能夠增加韌性。
3. 添加麵粉的鼻涕蟲韌性和延性都增加，**適合用來拉膜**，因為不易破，**膜摸起來像氣球皮**。
4. 添加奶粉的鼻涕蟲**延性和黏性非常佳**，但測試生活中其他食用粉末都沒有奶粉的特性。
5. 鼻涕蟲加入糖類粉末都會增加延性和黏性，其中黑糖摸起來不黏手，延性最佳。
6. 牙膏**只需 5ml 就會增加延性和黏性**，且容易拉膜，但其他清潔用品卻不會出現相似效果。
7. 添加刮鬍泡與刮鬍露會讓鼻涕蟲變**膨鬆軟軟的**，**不易拉膜但膜很堅固**，拉開時會有ㄥㄥ聲。**鬆軟性質是因為鼻涕蟲裡面含有空氣**。其中刮鬍泡鼻涕蟲的空氣含量又比刮鬍露多。

8. **加入添加物都會使彈性變差**，除了添加刮鬍泡。刮鬍泡鼻涕蟲內含空氣，因此彈性佳。
9. 矽橡膠是油性，無法與硼砂水混合成形。但**將矽橡膠加入膠水，再加硼砂水就能成形！**  
**我們找到油性的矽膠鼻涕蟲成形的的方法。**
10. **本身能當交聯劑不能當添加物**，因為會使膠水直接硬化(例如鹽、小蘇打粉、Tide 洗衣精)。
11. **糖類鼻涕蟲會吸引螞蟻取食**，其他添加物鼻涕蟲都不會吸引螞蟻。



圖 22：進行檢測時要固定相同體積形狀。

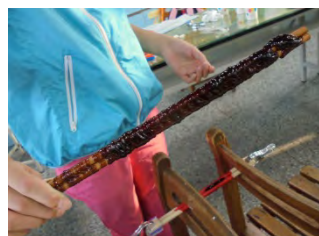


圖 23：黑糖鼻涕蟲的延性很好，能捲很多圈。

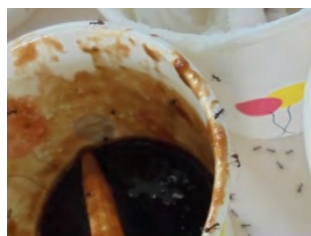


圖 24：黑糖鼻涕蟲會引來螞蟻取食。



圖 25：麵粉鼻涕蟲摸起來很光滑，像氣球皮。



圖 26：使用刮鬍泡當作添加物。



圖 27：刮鬍泡鼻涕蟲有膨鬆感，有療癒效果。



圖 28：乾掉的刮鬍泡鼻涕蟲會消氣變得很扁。



圖 29：使用刮鬍露效果差不多，但氣較少。



圖 30：膠水能與矽橡膠混合，形成鼻涕蟲



圖 31：添加一點點牙膏就會變得很軟展性佳。



圖 32：牙膏太軟，測黏性加重物後，直接下垂



圖 33：奶粉鼻涕蟲延性極佳，捲到只剩一絲細線都不會斷。

## 實驗五、五種添加物最佳比例測試：







### (一)、研究過程：

經過實驗四，我們發現了六種性質特別的添加物，但它們並非最佳比例狀態！我們決定找尋添加物各自的最佳比例，分析它們的特性。

我們將膠水定量 30ml，測試添加物和硼砂水量比例，以手感來修正比例，直到找到添加物各自最佳比例。我們將添加物最佳比例以拉膜機（記錄膜第一次出現破洞與全部斷掉的圈數）、吹泡泡機（記錄吹出泡泡的直徑）、杯子封膜（在塑膠杯上封膜，隔天觀察封膜的效果）測試它們的拉膜效果。由於矽橡膠添加後不會增加鼻涕蟲延性，我們決定不再深入進行研究。



(二)、五種添加物最佳比例實驗數據與分析 (膠水量皆為 30ml)：

名稱	低筋麵粉	奶粉	黑糖	牙膏	刮鬍泡	
最佳比例(膠水量 30ml)	麵粉 40ml 硼砂水 5ml	奶粉 15ml 硼砂水 40ml	黑糖 20ml 硼砂水 25ml	牙膏 4ml 硼砂水 20ml	水 50ml、刮鬍泡 250ml、硼砂水 5ml	
照片						
拉膜 機(圈)	有洞	3.5	2.5	3.5	6.9	2.3
	全斷	7.0	7.2	6.7	7.8	4.3
拉膜效果	拉膜效果佳，且不易破洞	拉膜效果佳，但容易破洞	拉膜效果還好，不易破洞	拉膜效果佳，且不太會破洞	拉膜效果差，容易產生破洞	
吹泡泡機(cm)	1.1	15.4	15.4	18.9	12.2	
吹泡泡效果	需很大力道才能吹出泡泡，因此泡泡很小	容易吹出大泡泡，但泡泡膜易風乾硬化	容易吹出大泡泡，但膜很薄容易破	需很小力道就能吹出泡泡，但膜薄易破	需較大力道才能吹出泡泡，但泡泡皮厚不容易破	
封膜效果	膜會硬化，變得很堅硬	膜會硬化，但膜較薄	膜垮掉了，無法封膜	膜會硬化，但膜很薄	膜垮掉了，無法封膜	
封膜照片						

(三)、研究結果：

我們將五種添加物最佳比例的優缺點分析成表格：

名稱	低筋麵粉	奶粉	黑糖	牙膏	刮鬍泡
優點	1.可食用 2.增加膜的韌性 3.膜像氣球皮，破掉有爆裂聲 4.封膜會硬化	1.可食用 2.增加膜的延性 3.不黏手。 4.封膜會硬化	1.可食用 2.增加膜的延性	1.只要少量，就能大增膜的延性 2.只需很小力道就能吹出泡泡 3.滑軟不黏手	1. 增加膜的韌性 2. 有膨鬆感，摸起來有療癒效果 3.成品會變很大
缺點	1.需很大力道才能吹出泡泡	1.膜容易破洞 2.膜硬化速度快	1.會引來螞蟻 2.膜過軟易垮 3.有點黏手	1.不可食用 2.膜容易破洞	1.不可食用 2.需大力吹泡泡 3.很快乾掉消氣



圖 34：麵粉鼻涕蟲吹的泡泡膜很堅固。



圖 35：奶粉鼻涕蟲能吹出很大的泡泡。



圖 36：牙膏鼻涕蟲吹出來的膜很薄，易破。











圖 37：刮鬍泡鼻涕蟲難吹泡泡，但很堅固。

## 實驗六、奶製品種類對鼻涕蟲延性影響：

### (一)、研究過程：

經過實驗四，我們確定**奶粉會讓鼻涕蟲的延性和黏性增加**！但**其他奶製品也會產生相同效果嗎？**我們決定收集身邊的奶製品（鮮奶、煉乳、奶精球、優酪乳、羊乳片、乳酪），在**膠水 30ml 中，添加奶製品 30ml 攪拌均勻，再加硼砂飽和水 25ml**，製作成鼻涕蟲，以**延性裝置**進行檢測。實驗過程中，我們發現**30ml 的鮮奶增加延性的效果並不好**，我們懷疑是鮮奶的量過少（因為奶粉 30ml 的濃度比鮮奶 30ml 的高很多），因此我們進一步針對**鮮奶量（30、60、90、120ml）**進行測試，確認鮮奶是否能夠讓鼻涕蟲的延性增加。

### (二)、奶製品延性數據（膠水 30ml、奶製品 30ml、硼砂飽和水 25ml）（成份見原始記錄）：

名稱	無添加	奶粉	鮮奶	煉乳	奶精球	優酪乳	羊乳片	乳酪
性質	硬、脆、不黏手	軟、不黏、易拉長	軟偏脆、不易拉長	軟、黏、有香味	滑脆、內聚力差	軟、不黏、易拉長	很軟、滑、易拉長	軟、黏、有香味
延性(圈)	0	45.8	0	4.3	2.3	15.3	太軟無法測	6.6
照片								

### (三)、鮮奶量延性數據（膠水 30ml、硼砂飽和水 25ml）：

鮮奶量	0 ml	30 ml	60 ml	90 ml	120 ml
性質	硬、脆、不黏手	軟偏脆、不易拉長	Q、脆、可拉長	軟不黏手、易拉長	很軟滑、鮮奶過剩
延性(圈)	0	0	1.6	5.6	太軟無法測

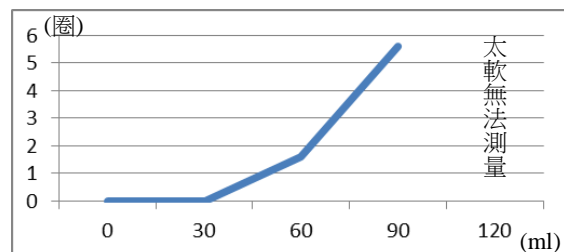


表 4：鮮奶量延性折線圖。

### (四)、研究結果：

1. **各種奶製品都能使鼻涕蟲的延性變佳！**
2. 奶製品中推薦使用「奶粉」改變鼻涕蟲延性，因為**粉末方便使用、量少就濃度高效果佳**。
3. **鮮奶量越多，延性變佳的效果越明顯**。鮮奶 30ml 的延性圈數為 0，是因為量或濃度太少。



圖 38：添加煉乳後，鼻涕蟲變成能拉膜。



圖 39：添加優酪乳後，延性增加很多。



圖 40：羊乳片成分含奶粉和糖，軟到無法測量



圖 41：鮮奶添加 90ml，延性變得很好。




## 實驗七、網路加熱可食用配方測試：

### (一)、研究過程：




由於膠水成份是水溶性塑膠，硼砂帶有**毒性**，如果是小小孩玩鼻涕蟲容易造成誤食危險。我們希望能**找到可食用鼻涕蟲的安全配方**。根據實驗一，我們在網路上找到「加熱可食用」的三種類型「**澱粉**（太白粉、地瓜粉、玉米澱粉）、**明膠軟糖**（棉花糖、橡皮糖、水果軟糖）、**水溶性膳食纖維**（洋車前子粉）」，決定測試看看這些配方的效果。我們**採用微波爐進行加熱**，因為加熱方便、安全且精確，以加熱每十秒為一個單位。因為每一種粉末和糖類性質都不太相同，我們調整粉末和水的比例，讓粉末可溶解在水中，微波爐加熱到覺得鼻涕蟲成形為止。

實驗過程中，我們**發現網路上的加熱可食用配方效果都不好**（見下表），無法出現鼻涕蟲的延展性。我們參考第 54 屆科展作品「沙了鼻涕蟲」，提到**將澱粉加硼砂水加熱，可以製作出澱粉鼻涕蟲**。我們決定挑戰看看將**澱粉類加入交聯劑（硼砂、小蘇打粉）進行加熱**的效果！

### (二)、加熱可食用配方測試表格（製作配方請參考原始表格）：

類型	澱粉類			明膠軟糖			水溶性膳食纖維
名稱	太白粉	地瓜粉	玉米澱粉	棉花糖	橡皮糖	水果軟糖	洋車前子粉
是否成形	部分是	否	否	是	是	是	是
性質	一小塊成形，QQ 膠狀	濃稠黏手，無法塑型	黏稠的液體狀	軟黏可塑型、拉扯會斷	軟黏可塑型、拉扯會斷	軟黏可塑型、拉扯會斷	軟 Q 不黏手，會掉屑、有臭味
照片							
分析	成形的效果差，大多都是呈現芎芘狀的黏稠液體狀態。無法放在手上把玩或塑形。			需裹麵粉才不會黏手，雖然可塑形，但 <b>手感不是鼻涕蟲</b> ，一拉就斷，沒有延展性， <b>比較像黏土</b> 。			有彈性，但沒有延展性，呈現一整顆定型

### (三)、澱粉加入交聯劑加熱測試表格：

名稱	太白粉			地瓜粉			玉米澱粉		
	無	硼砂水	小蘇打水	無	硼砂水	小蘇打水	無	硼砂水	小蘇打水
成形	部分是	是	是	否	是	是	否	是	否
照片									
性質分析	添加硼砂水和小蘇打水都可成形一大塊，比無添加效果好，但塑型效果差。			添加硼砂水和小蘇打水都可成形，以小蘇打水效果最佳，但會變深色，且有芋頭味道。			只有添加硼砂水能夠成形，但塑型和內聚的效果都很差。添加小蘇打水只是黏稠液體。		

#### (四)、研究結果：

1. 網路加熱可食用配方的效果很差，**澱粉類無法成形，會呈現黏稠的液體狀**；明膠軟糖類可成形也可塑形，但**手感像黏土**；洋車前子粉可成形，但**沒有延展性**，無法塑形。
2. **澱粉類添加交聯劑加熱，能夠讓鼻涕蟲成形**。其中以**地瓜粉加小蘇打水**效果最佳，可食用，又能塑型，勉強可拉膜。但**顏色會變深，且會有芋頭味道**。



圖 42：使用微波爐加熱方便安全又快速。



圖 43：棉花糖加熱後會整個融掉，變黏稠狀。



圖 44：棉花糖加熱後很黏手，要加麵粉搓揉。



圖 45：橡皮糖加熱加麵粉揉後，像黏土。



圖 46：玉米澱粉加水加熱後只變得稠狀。



圖 47：洋車前子粉加熱與沒加熱長的差不多。



圖 48：地瓜粉加小蘇打水加熱，顏色變紫色，有芋頭味。



圖 49：地瓜粉加小蘇打水加熱，勉強可拉膜。

#### 實驗八、可食用與不可食用最佳比例測試：

##### (一)、研究動機：

根據實驗五，我們知道藉由**加入添加物可改變鼻涕蟲性質**，例如麵粉可增加韌性，奶粉、黑糖、牙膏增加黏性。目前實驗五和實驗七製作出來的**可食用和不可食用鼻涕蟲性質都不是最佳狀態**，我們想到可以用**加入添加物來調整性質，希望做出最佳比例的鼻涕蟲**。

##### (二)、研究過程：

#### 1. 不可食用鼻涕蟲最佳比例：

我們覺得**最適合拉膜的是「麵粉鼻涕蟲」**，因為膜有韌性，且質感接近氣球皮膜。因此我們決定**從麵粉鼻涕蟲的最佳比例去調整**。原本麵粉鼻涕蟲最佳比例太過有韌性，拉膜需要花力氣。我們決定添加奶粉、黑糖或牙膏，希望讓麵粉鼻涕蟲變的比較軟。添加奶粉失敗（拉膜會產生絲，使麵粉鼻涕蟲原本的皮膜特性消失）。添加牙膏失敗（一點點都會變得太過滑嫩）。**添加黑糖後會讓鼻涕蟲變軟，又能夠保持麵粉鼻涕蟲的特性**。我們決定針對黑糖調整比例。

最後我們找到不可食用的最佳比例為「膠水 30ml、低筋麵粉 40ml、黑糖 5ml、硼砂水 8ml」！麵粉黑糖鼻涕蟲性質光滑、可拉成氣球皮膜，拉膜容易、吹泡泡封口後不會消氣，可做成泡泡球。膜的韌度佳，使用手指去戳，都可看出手壓的痕跡，膜都不會破！



圖 50：添加奶粉，膜會出現絲狀結構。



圖 51：添加牙膏會變成太過軟滑。



圖 52：用黑糖做出最佳比例不可食用鼻涕蟲！



圖 53：最佳比例拉出來的膜有韌性、易拉。



圖 54：最佳比例可吹出很大泡泡，觸碰不會破



圖 55：可將泡泡封口，變成泡泡球放在手上。



圖 56：膜的韌性佳，用手指去戳膜也不會破。



圖 57：使用拳頭去撐住膜，也不會破。

## 2. 可食用鼻涕蟲最佳比例：

進行可食用鼻涕蟲的實驗過程中，我們使用實驗七發現的地瓜粉加小蘇打水，再加入添加物調整性質。卻發現加入奶粉後，鼻涕蟲顏色越來越深，味道也越臭！**地瓜粉和小蘇打水加入添加物會使鼻涕蟲變噁心**（見圖 58、59）！我們思考還有什麼可食用交聯劑能用！後來想到**硼砂因為有毒被禁止使用，政府鼓勵改用「三偏磷酸鈉（普美能）」製作鹼粽**！我們嘗試使用**地瓜粉加入飽和三偏磷酸鈉水，製作出顏色透明的可食用鼻涕蟲**（見圖 60）！但地瓜粉加三偏磷酸鈉太過黏稠，嘗試添加麵粉或洋車前子粉又太硬，最後增加奶粉或黑糖成功。添加葵花油解決太黏手問題。**經過 35 次的比例修正**，我們找到兩種可食用鼻涕蟲的最佳比例：

「地瓜粉 20ml、低筋麵粉 5ml、奶粉 10ml、葵花油 2ml、三偏磷酸鈉水 30ml」

「地瓜粉 20ml、低筋麵粉 10ml、黑糖 7.5ml、葵花油 3ml、三偏磷酸鈉水 30ml」

這兩種配方**比較接近膠水製作的鼻涕蟲**，軟不黏手，有拉長和拉膜效果，彼此能夠聚合。



圖 58：地瓜粉加奶粉與小蘇打水加熱，鼻涕蟲變得很噁心！



圖 59：添加黑糖的顏色也不好看！



圖 60：地瓜粉加三偏磷酸鈉水做出透明顏色。



圖 61：使用黑糖做出的可食用最佳比例。



圖 62：黑糖配方可以拉膜，不過有點黏。



圖 63：使用奶粉做出的可食用最佳比例。



圖 64：奶粉配方可塑型、拉膜、不黏手。



圖 65：為了調出最佳比例，修正了 35 次！使用的紙杯量非常多！

## 實驗九、拉膜鼻涕蟲的應用：

根據實驗八做出**最佳化不可食用與可食用鼻涕蟲配方**，我們嘗試拉膜鼻涕蟲有以下的應用：

### (一)、吹泡泡：

我們研發的**五種「添加物最佳比例」與「不可食用最佳比例」**因為延性都不錯，能用**粗吸管吹出很大的泡泡**。添加物不同泡泡性質也不同。「**麵粉、刮鬍泡鼻涕蟲與不可食用最佳比例**」這三種配方的泡泡比較**有韌性，不黏手，用手觸摸不會破**。最特別的是**能將吹的地方封口，變成獨立的泡泡球！**這是**歷屆科展的鼻涕蟲泡泡做不到的效果！**封口後的泡泡球還可以在手上拍打數次，像太空氣球一樣！但**太空氣球只能吹一次，我們能一直重複吹和玩！**添加麵粉配方吹出的泡泡摸起來像氣球皮，當吹到泡泡爆開時，還會出現爆裂聲！「**奶粉、黑糖與牙膏鼻涕蟲**」這三種泡泡比較透明，容易吹出來，又能夠吹很大，吹出來的泡泡膜很薄。



圖 66：刮鬍泡鼻涕蟲難吹泡泡，但很堅固。



圖 67：最佳比例可吹出很大泡泡，觸碰不會破



圖 68：可將泡泡封口，變成泡泡球放在桌上。



圖 69：黑糖鼻涕蟲的泡泡薄又透明，很好吹。

### (二)、替代氣球皮—聲砲皮膜、彈珠彈跳：

因為「**不可食用最佳比例**」有**氣球皮膜性質**，我們思考可以**替代一些使用氣球皮的實驗！**例如以寶特瓶和氣球皮製作**聲砲**時，需將剪半的氣球皮套在切開的寶特瓶上。但氣球皮很小，不容易固定在寶特瓶上，也無法製作大型聲砲。我們使用「**不可食用最佳比例**」**鼻涕蟲**，可以**輕鬆的拉膜封住寶特瓶，製作出聲砲！**以鼻涕蟲製作的聲砲能拍打膜讓遠方的燭火熄滅！因為可任意拉膜，因此我們用**6000ml 的礦泉水瓶製作出大型聲砲**，拍打時能產生更大威力！

因為「可食用和不可食用最佳比例」拉出來的膜很有彈性和韌性，我們也挑戰將瓶口封膜後，**以彈珠丟瓶口的膜，彈珠會反彈**。即使從 50 公分高處丟彈珠，膜也不會破！



圖 70：以不可食用最佳比例替代聲砲的皮膜。



圖 71：拍打鼻涕蟲聲砲，可將燭火打熄。



圖 72：以鼻涕蟲將六公升的瓶子封膜。



圖 73：氣球無法封住大瓶子，鼻涕蟲做得到。



圖 74：以鼻涕蟲封膜完畢的大型聲砲。



圖 75：大型聲砲能夠將燭火打熄，威力更大。



圖 76：彈珠對瓶口的膜丟過去，會被彈起。



圖 77：嘗試以鼻涕蟲來蒐集醋加小蘇打產生的二氧化碳，但容易漏氣

### (三)、替代保鮮膜：

因為「可食用最佳比例」可以拉膜，讓我們聯想到日常生活使用到的保鮮膜！保鮮膜成份是塑膠，無法分解！我們想到用「可食用最佳比例」鼻涕蟲替代保鮮膜！因為我們研發的鼻涕蟲**成分無毒、可食用，不會有塑化劑和環境污染問題！只要一團鼻涕蟲，可以反覆拉膜和隨意決定膜的大小！**我們決定測試看看黑糖與奶粉兩種配方替代保鮮膜的可能性！之前以微波爐加熱雖然快速，但鼻涕蟲受熱不均勻，膜的厚薄不一，拉膜便容易破，我們**改採用黑晶爐加熱，製作出的鼻涕蟲能拉出更大的膜**。將製作好的可食用最佳比例鼻涕蟲放在烘焙紙裡，**以擀麵棍壓成膜狀**。經測試後，我們可用鼻涕蟲拉膜**包覆直徑 7 吋的盤子和鍋子**。

我們發現將**杯子封膜隔一天後膜會乾掉硬化，不容易破裂！**因此我們決定將測試分成**現場製作的鼻涕蟲膜**和**放置一天後的硬化鼻涕蟲膜**。有些實驗必須以微波爐加熱，為了避免突沸，在燒杯中裝黑糖水進行測試。我們以下面的小實驗檢測鼻涕蟲替代保鮮膜的可行性。



圖 78：可食用最佳比例可以將杯子封膜。

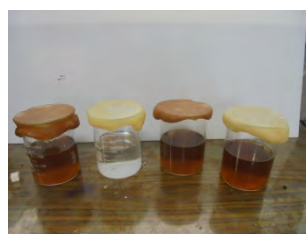


圖 79：將燒杯裝 150ml 的黑糖水後封膜實驗。





圖 80：放置一天後，黑糖的膜會乾掉、硬化。

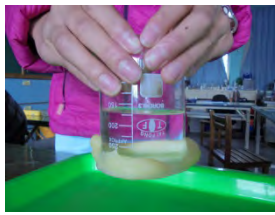




圖 81：放置一天後，奶粉的膜會乾掉、硬化。

1. 冷藏測試	將封膜的燒杯放入冰箱冷藏室中一天，再拿出來觀察膜的狀況。	現場製作		放置一天硬化後	
			黑糖無破洞、奶粉有些破洞。兩者的膜都硬化了。		黑糖無破洞、奶粉有些破洞。兩者的膜都硬化了。

2. 微波測試	將封膜的燒杯放入微波爐中不斷加熱，直到封膜出現異狀才停止加熱。	現場製作		放置一天硬化後	
			加熱 10 秒後，奶粉有些破洞。黑糖撐 100 秒沒事。		撐 250 秒，黑糖水滾了，膜會變燙沒有破，摸起來硬的。

3. 電鍋測試	將封膜燒杯放入電鍋加熱，電鍋放入 40ml 水，蒸到電鍋跳起來（約加熱 10 分鐘）看變化。	現場製作		放置一天硬化後	
			黑糖破掉且垮掉，奶粉有破洞。		黑糖有破洞，奶粉沒事。摸起來濕濕軟軟的。

4. 硬化膜漏水測試	裝 150ml 水的封膜燒杯放久使膜硬化，將燒杯倒過來放。測試硬化膜接觸水是否會漏水。	硬化後的膜馬上倒過來		硬化後的膜倒過來放置三小時	
			硬膜沒有任何差異，也不會漏水或濕掉。		膜有些地方變軟，變凹凸不平，但仍舊沒有漏水。

5. 防水測試	我們將裝 150ml 水的燒杯封上市售保鮮膜和鼻涕蟲保鮮膜。測試多天後水分蒸發狀況。	21 天後	
			沒有保鮮膜只剩 40.8ml，市售保鮮膜為 146.8ml。鼻涕蟲保鮮膜則維持在 120ml 之上。

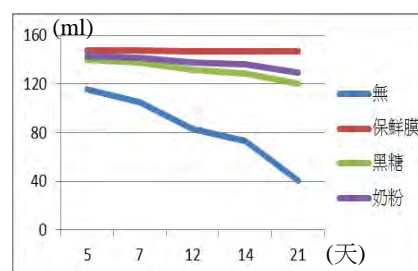


表 5：水分蒸發減少折線圖。

6. 真實飯菜測試	將營養午餐的飯菜裝入燒杯中，封上市售和鼻涕蟲保鮮膜放入冰箱中。測試 7 天後重量及狀態改變。	7 天後	
			沒封保鮮膜的飯菜摸起來很乾，重量也下降 15.6g。市售和鼻涕蟲保鮮膜飯菜摸起來差不多，重量也改變不大。

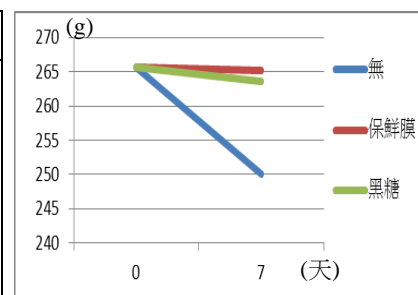


表 6：冰箱中飯菜重量折線圖。



以**可食用最佳比例替代保鮮膜是有可行性的！**放入**冷藏和微波**，現場製作的膜有些會有**破洞**，但都沒有**垮掉**。**硬化的膜則都能保持原狀**。電鍋因為有水氣又加熱，放入電鍋蒸久會讓膜產生軟化，因此無法放入電鍋中蒸。

讓我們驚訝的是原本以為鼻涕蟲無法防止水分喪失。但是鼻涕蟲保鮮膜放至一天後就會硬化，而**硬化的鼻涕蟲膜防水性超好！**我們將**硬化膜的裝水燒杯倒放三小時**，**也不會漏水！**

再者我們與市售 PE 保鮮膜做比較，在燒杯中放入水或飯菜。沒有封任何保鮮膜的對照組，水分蒸發很多，飯菜也會變乾變硬。我們研發的**鼻涕蟲保鮮膜效果都只略遜於市售的保鮮膜**，但**安全性和環保性卻高很多！**因此**鼻涕蟲保鮮膜有未來研發成商品的可能性！**



圖 82：微波爐加熱不均勻，改用黑晶爐。



圖 83：鼻涕蟲保鮮膜可封住直徑 7 吋的鐵盤。



圖 84：鼻涕蟲保鮮膜可封住大鐵鍋。



圖 85：鼻涕蟲保鮮膜用在真實飯菜放冰箱，效果與市售保鮮膜差不多。

#### (四)、長期製模：

我們發現含麵粉成分的鼻涕蟲乾掉後不會縮水變小，會**整個硬化**，還能印出量杯刻度，我們想到可以嘗試拿來**製模**。我們將**不可食用最佳比例鼻涕蟲包在製模物上**，等待二天後**鼻涕蟲會硬化**。**就可以將硬化的鼻涕蟲膜拆下來！**製作出來的膜能夠細膩的印出刻度或凹痕。我們也嘗試將**矽橡膠和硬化劑**倒入製作的**模子**，等矽橡膠乾掉後取出，**成功翻模！**以往製模需要使用石膏，材料取得不易且製作過程危險！使用**不可食用最佳比例鼻涕蟲來製模**，**只需簡單的材料(麵粉、膠水、硼砂水、黑糖)**，**不需任何危險製作過程，就能享受製模的樂趣！**



圖 86：發現鼻涕蟲乾掉後能翻模（量杯刻度）



圖 87：使用不可食用最佳比例鼻涕蟲來製模。



圖 88：成功將 30ml 小量杯製模，做出模子。



圖 89：將梅花造型果凍模子製模成功。



圖 90：將佩佩豬塑膠玩偶的頭製模。



圖 91：將矽橡膠與硬化劑倒入心型模子中。



圖 92：等待矽橡膠硬化的心型鼻涕蟲模子。



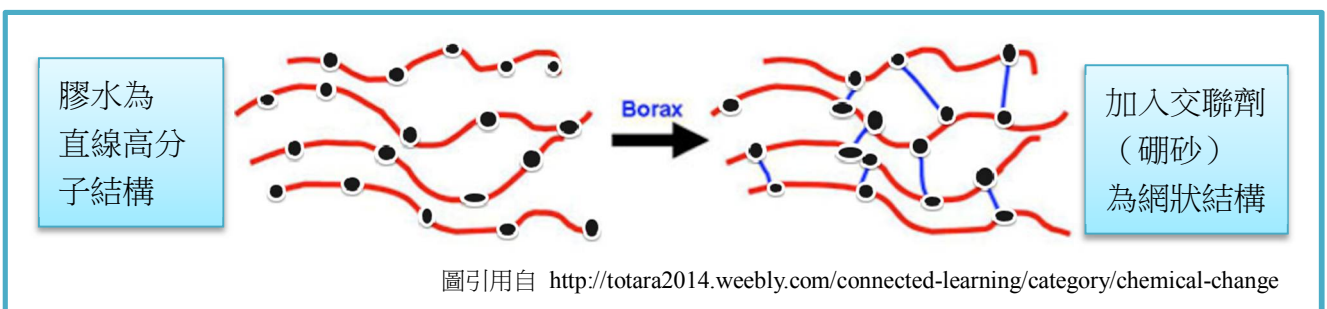
圖 93：取出的心型矽橡膠複製品與製模物比較。

## 陸、討論

### 一、鼻涕蟲的形成原因：

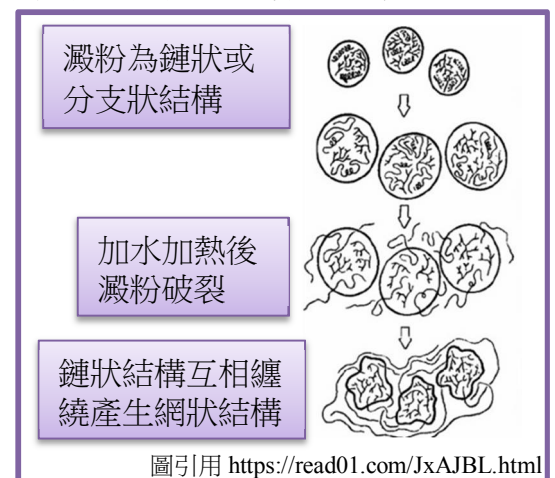
根據實驗一「網路查詢鼻涕蟲的製作方式」，我們歸納鼻涕蟲的作法原理分成兩種，一種是利用膠水和交聯劑產生的「交聯作用」，另一種是澱粉加熱後產生的「糊化作用」。

使用膠水和硼砂水製作鼻涕蟲，原理是因為「交聯作用」！根據文獻[9]：「交聯作用」是指「具有一定聚合度的線性高分子，在交聯劑的作用下形成新的鍵結，使得可溶性的高分子相互連接形成具有一定交聯密度的網狀結構。」在膠水與硼砂製作的鼻涕蟲中，膠水的成分PVA（聚乙烯醇）為直線高分子結構，硼砂水為交聯劑，讓鼻涕蟲變成網狀結構（如下圖）。



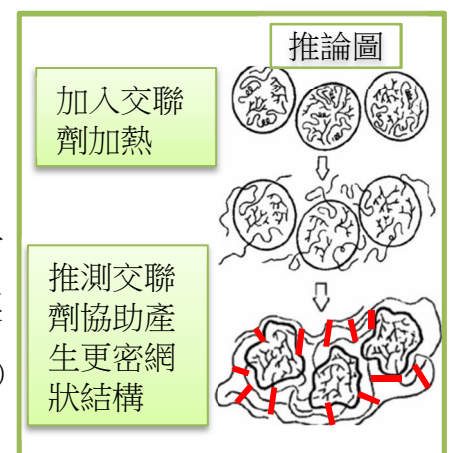
根據實驗七「網路加熱可食用配方測試」，我們發現另一種製作可食用鼻涕蟲方法是將澱粉加熱。澱粉加熱會產生鼻涕蟲的原理是「糊化作用」。

「糊化作用」是「澱粉在高溫下溶脹、分裂形成均勻糊狀溶液的特性，稱為澱粉的糊化。由於澱粉分子是鏈狀甚至分支狀，彼此牽扯。擴展開來的澱粉分子之間會互相聯結、纏繞，形成一個網狀的含水膠體 [10]。」因此當澱粉加熱後，直線高分子結構互相纏繞，自己產生網狀結構，當冷卻後會形成凝膠（如右圖）！



因此交聯作用和糊化作用很相似，都是從直線的高分子結構變成網狀的高分子結構，只是交聯作用以硼砂水連接，而糊化作用是加熱後產生交纏！

經過實驗七「網路加熱可食用配方測試」，我們發現使用糊化作用製作的鼻涕蟲只是黏稠狀液體。我們嘗試將「糊化加交聯作用」，在澱粉加入交聯劑再加熱，經過實驗七、八測試，地瓜粉加入交聯劑能有效的增加鼻涕蟲成形（見下表）。因此我們歸論製作安全可食用鼻涕蟲時可採用「糊化加交聯作用」原理（如右圖）



交聯劑	無	硼砂水	小蘇打水	三偏磷酸鈉水
成形	否	是	是	是
照片				

表 7: 地瓜粉加入交聯劑種類的成形表格。

## 二、鼻涕蟲的取代材料分析：

1. 我們研究鼻涕蟲除了以膠水和硼砂水製作外，還有什麼適合的取代方法和材料。我們將製作鼻涕蟲的過程界定成「**膠類+添加物+交聯劑**」，取代狀況如下：

	原始	可取代材料	建議使用材料
膠類	膠水	阿拉伯膠、關華豆膠、洋車前子粉、地瓜粉、保麗龍膠、金蔥膠	<ol style="list-style-type: none"> <li>「不可食用鼻涕蟲」建議使用<b>膠水</b>，因為取得方便、有彈性、延性、容易聚合，沒有塑膠臭味。</li> <li>「可食用鼻涕蟲」建議使用<b>地瓜粉</b>，因為取得方便、有延性。</li> </ol>
添加物		低筋麵粉、奶粉、黑糖、牙膏、刮鬍泡	<ol style="list-style-type: none"> <li>添加<b>奶粉</b>、<b>黑糖</b>和<b>牙膏</b>，能增加延性。</li> <li>添加<b>麵粉</b>和<b>刮鬍泡</b>能夠增加韌性。</li> </ol>
交聯劑	硼砂水	小蘇打水、Tide 洗衣精、三偏磷酸鈉水、鹽水、瀉鹽水、	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>硼砂水</b>：能產生彈性。</li> <li><b>Tide 洗衣精</b>：能產生極佳延性。</li> <li><b>小蘇打水</b>：可食用，能產生延性。</li> <li><b>三偏磷酸鈉水</b>：使用於地瓜粉加熱時，可食用。</li> </ol>

2. 我們整理了歷屆全國科展中「**鼻涕蟲使用添加物的方法**」，整理如下：

添加物	效果	全國科展屆數與名稱	分析
鐵沙粉、四氧化三鐵	能以磁鐵吸引鼻涕蟲	53 屆，鼻涕蟲運動會	利用磁鐵吸鐵粉的特性，並非改變鼻涕蟲性質。
廢棄植物渣	模擬矽膠墊	53 屆，神鬼膠封 ~ 植物渣與膠水結合之應用研究	利用植物渣纖維的韌性強化，並非改變鼻涕蟲性質。
痂子粉	改善其黏性及增加手感。	50 屆，「零漬靈」— 大家一起來玩黏巴達	利用滑石粉特性減少了黏性，並非改變鼻涕蟲性質。
感溫粉	溫度改變顏色會變化	54 屆，《擦擦筆大變身》~ 變色的鼻涕蟲	利用感溫粉會變色的特性，並非改變鼻涕蟲性質。
<b>糖水(沙士)</b>	使鼻涕蟲變軟變黏	54 屆，「沙」了鼻涕蟲— 沙士與醣對鼻涕蟲交聯作用之研究	<b>改變了鼻涕蟲的延性與黏性！</b>

歷屆科展研究中只有 54 屆「沙了鼻涕蟲」加入的**糖水**能夠與鼻涕蟲混合，產生**延性和黏性**。其他作品的都只是**應用添加物原本性質**。我們的研究**找到能夠改變鼻涕蟲性質的添加物！**比起糖水，我們發現糖粉更能快速增加延性和黏性，其中又以**黑糖粉末**的效果最佳！我們還**整理出其他四種改變性質的添加物，更發現當混合多種添加物，性質能夠產生複合性變化！**

### 三、添加物能夠改變延性的原因：

54 屆「沙了鼻涕蟲」作品證實**添加糖水能增加鼻涕蟲延性，且糖水量越多效果越好**。我們在實驗四「添加物種類對鼻涕蟲性質影響」使用三種糖粉（黑糖、白糖、二砂）也證實了相同的論點（見下表）。實驗六「奶製品種類對鼻涕蟲延性影響」，我們針對不同種類奶製品及鮮奶量進行研究，發現**添加各種奶製品都會增加鼻涕蟲延性，且量越多效果越好**（見下表）。

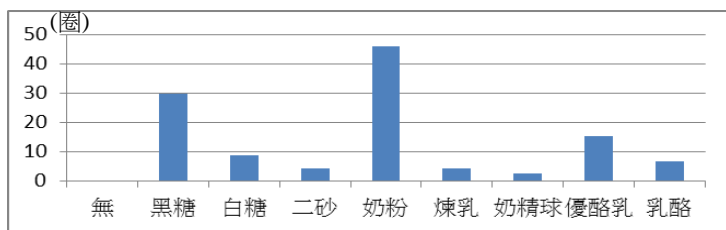


表 8: 糖類與奶製品延性長條圖。

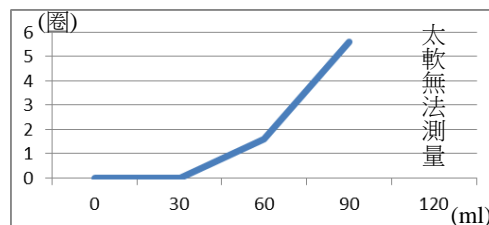


表 9: 鮮奶量延性折線圖。

我們尋找「糊化作用」關鍵字時發現這些話「**高濃度糖降低澱粉的糊化，脂類物質能與澱粉形成複合物降低糊化程度，提高糊化溫度**[10]」。實驗八「可食用與不可食用最佳比例測試」也發現**加入黑糖或奶粉後，微波爐加熱的時間會增加，地瓜粉變得較黏有延性**。我們在另一篇資料[11]找到**糖類因為與澱粉爭奪水分，所以延遲糊化。脂肪則是會包裹澱粉顆粒表面，妨礙澱粉吸水**。我們推測**奶粉含有乳脂肪**，所以出現延遲糊化的現象。

因為糊化作用和交聯作用都是讓直線的高分子結構變成網狀的高分子結構，如果黑糖和奶粉會對糊化作用造成阻礙，我們**推論黑糖和奶粉也因此對交聯作用產生阻礙**。因此製作以膠水和硼砂水製作鼻涕蟲時，黑糖和奶粉才會增加鼻涕蟲的延性。

### 四、可食用替代保鮮膜比較：

我們發現全國科展54屆作品「泡膜雲起」[12]提過**天然代替保鮮膜**，我們決定比較兩者差異：

名稱	成份	黏貼方式	大小控制	冷藏	微波	電鍋	分析
泡膜雲起	澱粉膜（以在來米粉或玉米粉製作）	加水沾濕黏在容器	將膜切成需要大小	久放會乾燥無法與容器黏合	可使用	可使用	澱粉膜能通過水氣，但食物無法持續保住水分
膜力十足	地瓜粉、低筋麵粉、奶粉（黑糖）、葵花油、三偏磷酸鈉水	本身帶有黏性	使用拉膜控制大小	乾燥後膜會硬化持久	可使用	會軟化無法使用	鼻涕蟲膜久放會硬化，可封住水氣，但水氣加熱會使軟化

我們以可食用最佳比例替代保鮮膜，較大的優點是**拉膜時容易控制大小，本身有黏性能自黏在容器上**，而且**硬化後膜會更持久與更防水**。由於保鮮膜最常使用在冰箱，經過「實驗九、替代保鮮膜」測試，**我們的保鮮膜可用在冰箱中，但「泡膜雲起」的澱粉膜沒有辦法！**因此我們的**替代保鮮膜在應用性和發展性都有更好的成長，也適合繼續研發成為實用商品**。

## 柒、總結論

### 一、鼻涕蟲配方（取代膠水、硼砂水）可能性研究：

1. 鼻涕蟲製作過程可界定成「**膠類+添加物+交聯劑**」。膠類擁有線性高分子結構；**添加物可改變鼻涕蟲性質**；交聯劑能夠將直線結構變成網狀結構。
2. 能有效製作出鼻涕蟲的原理有兩種：**1.交聯作用**；**2.糊化加交聯作用**。「交聯作用」是膠類直接加交聯劑就可成形。「糊化加交聯作用」是將澱粉加交聯劑後加熱會成形。
3. **交聯劑**推薦使用：(1)「**硼砂水**」是**唯一能產生彈性的交聯劑**。(2)「**Tide 洗衣精**」能產生**極佳延性**。(3)「**三偏磷酸鈉水**」可食用，**使用於地瓜粉加熱時**，能產生延性。
4. 「**不可食用膠類**」推薦使用**膠水**，因為有彈性、延性、容易聚合，沒有塑膠臭味。「**可食用膠類**」推薦使用**地瓜粉**，因為取得方便、有延展性、不黏手。

### 二、添加物對鼻涕蟲性質影響及原因推論：

1. 我們找到五種能夠改變鼻涕蟲性質的添加物：**麵粉和刮鬍泡能夠增加韌性**；**奶粉、黑糖和牙膏能夠增加延性和黏性**。而且**能夠混合多種添加物來調整鼻涕蟲性質**！
2. 添加麵粉的鼻涕蟲韌性和延性都增加，能夠**拉出氣球皮性質的膜**，且不易破。
3. 添加黑糖和奶粉會對糊化作用造成阻礙。我們**推論膠水中添加黑糖和奶粉也因此對交聯作用產生阻礙**，**添加黑糖和奶粉才會增加鼻涕蟲的延性**。

### 三、可食用與不可食用鼻涕蟲配方最佳比例研究：

1. 「**不可食用最佳比例**」為「**膠水 30ml、低筋麵粉 40ml、黑糖 5ml、硼砂飽和水 8ml**」！  
製作出來的鼻涕蟲**性質光滑、可拉成氣球皮膜，拉膜容易、吹泡泡封口後不會消氣**。
2. 「**可食用最佳比例**」配方有兩種，**軟不黏手，有拉長和拉膜效果，彼此能夠聚合**。：  
(1).「**地瓜粉 20ml、低筋麵粉 5ml、奶粉 10ml、葵花油 2ml、三偏磷酸鈉飽和水 30ml**」  
(2).「**地瓜粉 20ml、低筋麵粉 10ml、黑糖 7.5ml、葵花油 3ml、三偏磷酸鈉飽和水 30ml**」

### 四、可拉膜鼻涕蟲的應用：

1. 「**不可食用最佳比例**」適合**吹泡泡**，泡泡不黏手、可觸碰、**可封口變泡泡球**。且可**替代氣球皮**，當作**製作聲砲的皮膜**，能做**大口徑聲砲**。鼻涕蟲硬化後**可進行製模和翻模**。
2. 「**可食用最佳比例**」**安全無毒可食用**，**可替代保鮮膜**，對容器進行封膜。

## 捌、心得

經過漫長的日子，我們終於完成科展實驗！從剛開始接觸的新奇、有趣，到後來的辛苦、勞累！幸好研究中總會發生有趣的事，加上完成實驗的成就感，持續給我們研究的動力。

做科展真的很辛苦，放學要留校，週三、寒假要上課，回家後要寫記錄整理，還要面對不斷失敗。記得第一次試做麵粉鼻涕蟲時，做不出四年級那時的效果！鼻涕蟲都硬梆梆像石頭一樣，大家都失望。後來多嘗試幾次，終於找到以前效果的比例，大家都非常雀躍！但接著要面對與清理堆積如山的紙杯與量杯。我永遠記得裝過膠水的量杯無敵難洗乾淨！這樣反反覆覆的實驗與收拾過程，讓我們深深體會科學研究的辛苦，但也讓我們樂在其中。

這次科展磨練中，我學會到很重要的「判斷力」！每次做完實驗後出現了什麼樣的效果、發現了什麼，要怎麼改良…都是判斷力的一部份！藉由不斷嘗試和思考，我們才能調整出最佳比例，完成的成就是不可言喻的！另外也學到如何和同學合作，大家分散去做事，讓進度不要落後；大家一起討論結論，讓我們的結論更完整、更具有說服力。

最後要感謝所有支持我們完成科展的人！謝謝化工行、食品行老闆幫我們找到需要的物品。謝謝同學們的互相合作、老師耐心引導和家人支持。因為有你們，才能完成這項艱難的任務。

## 玖、參考資料

### 一、參考文章

1. 陳佩正、梁哲霖、簡辛如、鄭景云(1999)。帶孩子走出教室 1。台北：世茂。
2. 張佑慈、丁柔君、廖育婕、沐沙瑞、季瑞珠(2004)。好玩的鼻涕蟲-高分子聚合物與硼砂交聯作用性質之探討。第 44 屆中小學科學展覽會作品說明書。2016 年 12 月 1 日，取自：<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/44/c08/080204.pdf>
3. 林愷博、林士傑、廖煒立、黃梓恩、王韋翔(2009)。QQ 變形蟲。第 49 屆中小學科學展覽會作品說明書。2016 年 12 月 1 日，取自：<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/49/pdf/080207.pdf>
4. 李玟締、賴安萱(2010)。「零漬靈」-大家一起來玩黏巴達。第 50 屆中小學科學展覽會作品說明書。2016 年 12 月 1 日，取自：<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/50/pdf/080820.pdf>
5. 簡佑丞、游沂霖、林芯嫻、邱梓嫣、盧紀綱、林若婕(2013)。鼻涕蟲運動會。第 53 屆中小學科學展覽會作品說明書。2016 年 12 月 1 日，取自：<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/53/pdf/080213.pdf>
6. 陳品延、鄭亦軒、葉亭妤、林宛萱、廖中豪、謝威志(2013)。神鬼膠封~植物渣與膠水結合之應用研究。第 53 屆中小學科學展覽會作品說明書。2016 年 12 月 1 日，取自：<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/53/pdf/080822.pdf>
7. 王致中、林子皓、廖彥銘(2014)。「擦擦筆大變身」~變色的鼻涕蟲。第 54 屆中小學科學展覽會作品說明書。2016 年 12 月 1 日，取自：<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/54/pdf/080208.pdf>
8. 陳勇安、游博勻、楊芸蓁、林禹宏(2014)。「沙」了鼻涕蟲-沙土與醣對鼻涕蟲交聯作用之研究。第 54 屆中小學科學展覽會作品說明書。2016 年 12 月 1 日，取自：<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/54/pdf/080216.pdf>
9. 鄧潔梨(2011)。2007 白沙化學驚奇秀(鼻涕蟲和彈性球)。中學化學示範實驗。2016 年 12 月 1 日，取自：[http://blog.ncue.edu.tw/sys/lib/read\\_attach.php?id=10795](http://blog.ncue.edu.tw/sys/lib/read_attach.php?id=10795)
10. 糊化(2013)。台灣 word。2016 年 12 月 1 日，取自：<http://www.twword.com/wiki/%E7%B3%8A%E5%8C%96>
11. 食物成分的功能和特性：澱粉和蛋白質(無日期)。科技教育。2016年12月1日，取自：[http://minisite.proj.hk.edcity.net/edbosp-te/cht/learning\\_and\\_teaching\\_resources/resources\\_list.html?id=56c2914b316e83211a000000](http://minisite.proj.hk.edcity.net/edbosp-te/cht/learning_and_teaching_resources/resources_list.html?id=56c2914b316e83211a000000)
12. 鍾逢或(2014)。「泡膜」雲起「膜」登寶「澱」---澱粉起泡、成膜性質的探討及應用。第54屆中小學科學展覽會作品說明書。2016年12月1日，取自：<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/54/pdf/030207.pdf>
13. 林允亮、陳仕恩、侯文婷、張智凱(2016)。「膠」響樂-熱塑水晶混合各種膠類效果之研究。第 56 屆中小學科學展覽會作品說明書。2016 年 12 月 1 日，取自：<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/56/pdf/080208.pdf>

## 二、參考影片：「不可食用」網路鼻涕蟲配方與來源

	網路配方	來源
1	膠水加痂子粉，再加硼砂水	50 屆全國科展。「零漬靈」－大家一起來玩黏巴達
2	保麗龍膠加硼砂水	53 屆全國科展。鼻涕蟲運動會
3	白膠加硼砂水	53 屆全國科展。鼻涕蟲運動會
4	膠水加糖水，再加硼砂水	54 屆全國科展。「沙」了鼻涕蟲－沙土與醋對鼻涕蟲交聯作用之研究
5	關華豆膠加水，再加硼砂水	真鬼口水教學   100%相似♥ <a href="https://www.youtube.com/watch?v=bwH7wwC77II">https://www.youtube.com/watch?v=bwH7wwC77II</a>
6	膠水加刮鬍泡，再加隱形眼鏡清洗液	不用硼砂做的棉花糖史萊姆 <a href="https://www.youtube.com/watch?v=TCStKzoPapI">https://www.youtube.com/watch?v=TCStKzoPapI</a>
7	膠水加 Tide 洗衣精	【創意 DIY】教你如何自製 史萊姆泡沫/鬼口水/ Bubble Slime ♥創意世界 <a href="https://www.youtube.com/watch?v=4niPyUYvLm4">https://www.youtube.com/watch?v=4niPyUYvLm4</a>
8	洗髮精加一點鹽，放冰箱比較不黏	怎么做史萊姆，只要洗髮露！！ <a href="https://www.youtube.com/watch?v=GLGSf4x5oZY">https://www.youtube.com/watch?v=GLGSf4x5oZY</a>
9	膠水加水攪拌，加入沐浴乳，再加入洗衣精。	鬼口水教學 好 dok 好拉(不用硼砂/黏土/眼藥水等等) <a href="https://www.youtube.com/watch?v=BeqHRWByS8M">https://www.youtube.com/watch?v=BeqHRWByS8M</a>
10	膠水加水，再加洗衣粉水	製作簡單史萊姆~(不需硼砂) <a href="https://www.youtube.com/watch?v=2ZUrNrWdAlM">https://www.youtube.com/watch?v=2ZUrNrWdAlM</a>
11	膠水加隱形眼鏡清洗液	鬼口水教學(不需要硼砂或洗衣液/粉) <a href="https://www.youtube.com/watch?v=fd0f7rPaJWs">https://www.youtube.com/watch?v=fd0f7rPaJWs</a>
12	膠水放入小蘇打水中	[歡樂迪士尼]-動手 DIY 教你怎麼做冰凍水晶晶磚黏土！哇！好像埃及金字塔阿！ <a href="https://www.youtube.com/watch?v=WfXr-lOYUqA">https://www.youtube.com/watch?v=WfXr-lOYUqA</a>
13	膠水加入眼藥水（一次一、二滴）	不需硼砂的鬼口水教學(只需 2 個材料) <a href="https://www.youtube.com/watch?v=irhzo5dL1PA">https://www.youtube.com/watch?v=irhzo5dL1PA</a>
14	膠水加入泰國甘油（內含硼砂成分）	全透明泰國鬼口水(用泰國甘油) <a href="https://www.youtube.com/watch?v=S81jNnsx8BU">https://www.youtube.com/watch?v=S81jNnsx8BU</a>
15	將瀉鹽放入水中攪拌，倒入膠水中	How To Make Slime With Glue and Water and Salt Only Without Borax, Liquid Starch DIY Clear Jelly <a href="https://www.youtube.com/watch?v=55pCEluZ_dI">https://www.youtube.com/watch?v=55pCEluZ_dI</a>
16	保麗龍膠加入牙膏	仿泰國鬼口水（牙膏篇） <a href="https://www.youtube.com/watch?v=0erZcyh3nbI&amp;t=5s">https://www.youtube.com/watch?v=0erZcyh3nbI&amp;t=5s</a>

## 三、參考影片：「加熱可食用」網路鼻涕蟲配方與來源

	網路配方	來源
1	太白粉加水微波 20 秒	可以吃的史萊姆 <a href="https://www.youtube.com/watch?v=czTShHqmUBY">https://www.youtube.com/watch?v=czTShHqmUBY</a>
2	地瓜粉加水微波，再加糖粉	可以吃的史萊姆 <a href="https://www.youtube.com/watch?v=hq4nCaRy_rl">https://www.youtube.com/watch?v=hq4nCaRy_rl</a>
3	玉米澱粉加水加熱，加油能防黏	DIY Edible Slime! How to make Slime without Borax <a href="https://www.youtube.com/watch?v=uDA48by6u78">https://www.youtube.com/watch?v=uDA48by6u78</a>
4	棉花糖加椰子油加熱，裹上玉米澱粉	DIY Edible Slime! How To Make Chocolate Slime & More! Easy & Miniature! Cool DIY Crafts Tutorials! <a href="https://www.youtube.com/watch?v=91Sz4v5l0zo">https://www.youtube.com/watch?v=91Sz4v5l0zo</a>
5	小魚軟糖加上椰子油，微波後再裹糖粉	How To Make Edible Slime!© <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ervLtdhHaKo">https://www.youtube.com/watch?v=ervLtdhHaKo</a>
6	水果軟糖隔水加熱再裹糖粉	DIY Edible Starburst Slime! Make Yummy Slime! <a href="https://www.youtube.com/watch?v=9UsxfZbpDSA">https://www.youtube.com/watch?v=9UsxfZbpDSA</a>
7	洋車前子粉加汽水放入冰箱冰 15 分鐘	【裏音】製作可以吃的汽水史萊姆~這真的能吃嗎? <a href="https://www.youtube.com/watch?v=hJL8Pk1I6Z0">https://www.youtube.com/watch?v=hJL8Pk1I6Z0</a>
8	菊糖粉加水微波	DIY Edible Slime - Man Vs Pin - Pinterest Test #67 <a href="https://www.youtube.com/watch?v=An4PhIaf60">https://www.youtube.com/watch?v=An4PhIaf60</a>

## 【評語】 080201

本作品在研究鼻涕蟲配方及其應用，實驗內容非常豐富，也獲得許多實驗數據，然而鼻涕蟲相關的作品在歷屆科展中已多次出現，若是以相同題材作為探討主題，建議在化學原因上面多作探討（例如，為何某些添加物會造成特殊應用性質，或是鼻涕蟲最佳配方及比例的原因探討等），畢竟科展與發明展的立意不同。

但是也因為已有大量資料，若能稍作深入一點的探討所加入材料的作用更佳。首先是交聯劑的定義為何？為什麼食鹽可以是交聯劑？交聯的機制為何？將膠水定量 30ml，測試添加物和硼砂水量比例，以手感來修正比例，若是以延展性和彈性來修正比例應更恰當。

本作品較欠缺主題原創性，但是研究內容非常完整，可當成非常完整的生活科學實驗教材，值得讚許。

## 作品海報



# 摘要

鼻涕蟲是國小常做的科學實驗，藉由身邊常見材料就能產生有趣的化學變化。但鼻涕蟲實驗的變化度不高，變項只有膠水和硼砂水。且膠水成分是水溶性塑膠，硼砂有毒，誤食會造成危險！

我們在課堂中發現加入粉末能讓鼻涕蟲性質產生改變！於是測試多種物質效果，並改良歷屆鼻涕蟲科展裝置進行檢測。最後確認「添加物」能夠改變鼻涕蟲性質，增加鼻涕蟲的變化性！並且首次發現加入麵粉能產生「氣球皮膜」性質！我們將它應用在可封口的泡泡球、製作聲砲皮膜及硬化後進行製模。

此外我們解決鼻涕蟲有毒誤食問題，在地瓜粉中加入三偏磷酸鈉水，製作出有延展性的安全無毒鼻涕蟲。並將可食用鼻涕蟲應用在替代保鮮膜，對飯菜封膜保鮮，經測試可用於冷藏和微波！

## 壹、研究動機

四年級課堂，我們發現添加麵粉的鼻涕蟲吹泡泡不易破，摸起來像氣球皮(圖1) 添加奶粉的鼻涕蟲可以拉很長(圖2)！我們很驚訝鼻涕蟲性質可以改變這麼大！但鼻涕蟲含有微毒的硼砂水、水溶性塑膠成份的膠水，所以不能食用，會對小小孩造成危險。五年級要進行科展，我們決定以鼻涕蟲製作配方為研究主題！想找出各種影響性質的添加物，讓鼻涕蟲延性佳、好拉膜。甚至找到可食用的配方，讓大家玩得更安心



圖1：添加麵粉的鼻涕蟲摸起來像氣球皮，封口不會消氣。

## 貳、研究目的

一、研究製作鼻涕蟲配方的其他可能性。 二、研究添加物對鼻涕蟲性質影響及原因。 三、研究可食用與不可食用鼻涕蟲配方最佳比例。 四、研究可拉膜鼻涕蟲的應用。



圖2：添加奶粉的鼻涕蟲延性很好，可以拉5公尺以上。

## 參、實驗裝置設計

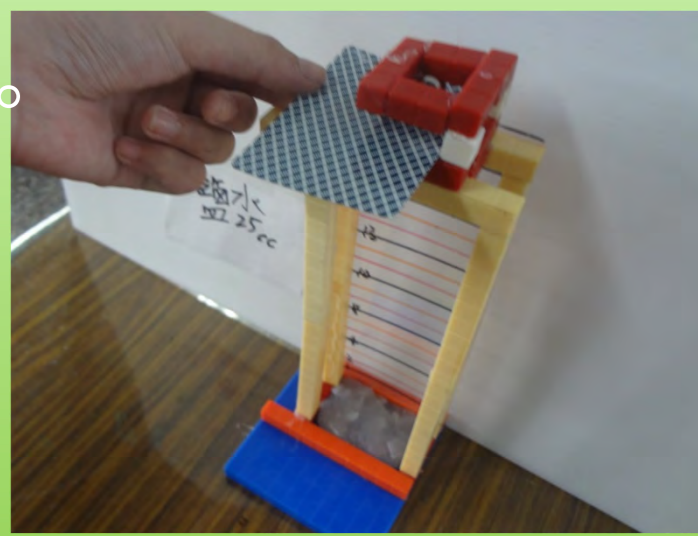
自製檢測裝置 我們參考歷屆全國科展有關鼻涕蟲實驗作品，改良以前檢測裝置的缺點，最後花了二個月陸續討論、設計與製作出測量「彈性、黏性、延性、拉膜和吹泡泡」的檢測裝置。

### 彈性檢測裝置

扁平鼻涕蟲鋪在下方，鋼珠從高處落下測量反彈高度。避免鼻涕蟲揉成球產生誤差



扁平鼻涕蟲鋪在下方



拉開撲克牌彈珠掉落

### 黏性檢測裝置

倒扣紙杯底部放鼻涕蟲，內部放重物，測量分離重量。改良以往裝置太過複雜缺點



以紙杯一體成形設計



鼻涕蟲脫落測出黏性

### 延性檢測裝置

以木棒夾住鼻涕蟲，邊捲動邊橫移，測纏繞圈數。改良以往裝置測量距離有限問題



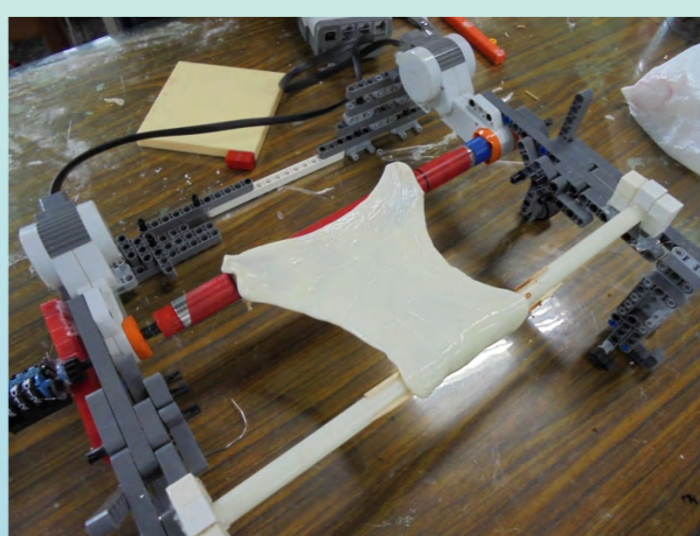
木棒夾住鼻涕蟲固定



邊捲動邊橫移測圈數

### 拉膜機

以電子樂高馬達捲動鼻涕蟲膜，測量破洞與斷掉圈數。改良延性裝置手動產生誤差



鼻涕蟲固定兩側桿子



樂高馬達捲動測圈數

### 吹泡泡機

將鼻涕蟲膜固定圓環以小電風扇吹出泡泡測量直徑。避免人力吹泡泡產生誤差問題



塑膠圈包上鼻涕蟲膜



小型電風扇吹成泡泡

## 肆、研究過程及結果

### 研究一、網路查詢鼻涕蟲的製作方式：

研究結果：我們上網查詢和鼻涕蟲有關的關鍵字（鬼口水、水晶泥、史萊姆、水黏土、slime等），尋找各種製作鼻涕蟲的方法或配方。經過整理歸類出網路上兩類作法：「交聯作用」和「加熱可食用」。

使用「交聯作用原理」的作法，需要膠類（例如膠水）和交聯劑（例如硼砂水）。有時會加入添加物（例如糖水），讓鼻涕蟲性質產生差異！我們將鼻涕蟲作法設定成「膠類+添加物+交聯劑」！

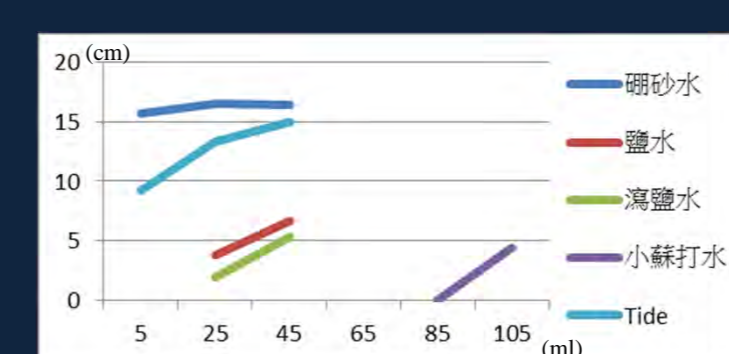
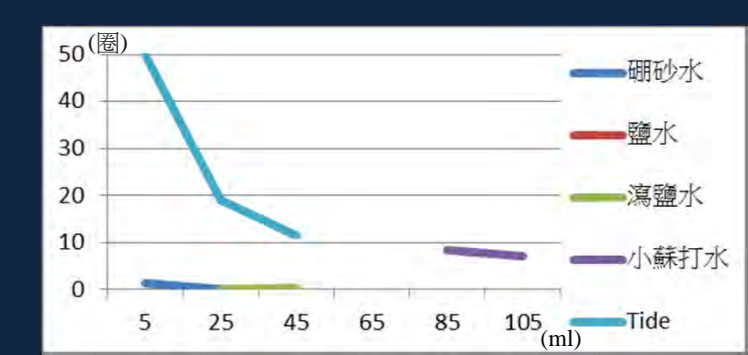
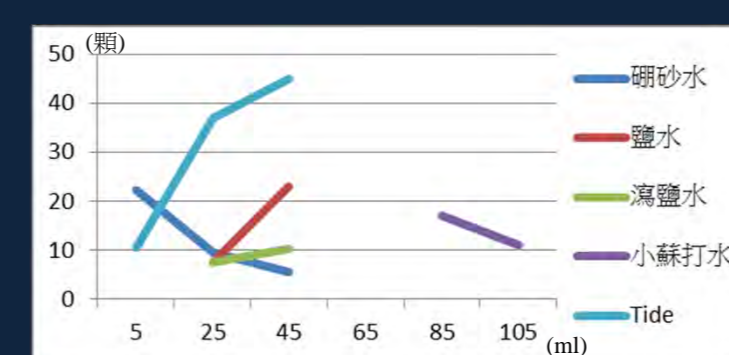
另一類使用「加熱可食用」讓鼻涕蟲成形，標榜「可食用」，沒有添加交聯劑（硼砂水）。

### 研究二、交聯劑種類對鼻涕蟲成形影響：

研究過程：網路上配方千奇百怪，真的都能夠當交聯劑嗎？！我們決定嘗試網路上取代硼砂水的交聯劑配方，以5、25、45ml混合30ml膠水後檢測是否能做出鼻涕蟲，並測量黏性、延性和彈性效果。

數據分析：我們一共檢測12種交聯劑，但只有其中5種能形成鼻涕蟲，以下為交聯劑能成形的數據：

名稱	硼砂飽和水			飽和鹽水			飽和瀉鹽水			飽和小蘇打水			Tide洗衣精		
水量(ml)	5	25	45	5	25	45	5	25	45	65	85	105	5	25	45
黏性(顆)	22.3	9.6	5.6	無法成形	7.6	23.0	無法成形	7.6	10.3	無法成形	17.0	11.0	10.6	37.0	45.0
延性(圈)	1.3	0	0	無法成形	0	0	無法成形	0	0.3	無法成形	8.3	7.0	453.3	19.0	11.6
彈性(cm)	15.7	16.5	16.4	無法成形	3.8	6.7	無法成形	2.0	5.3	無法成形	0	4.4	9.2	13.3	15.0
性質描述	越少越黏、越多越彈			無法拉長、拉斷時有絲			無法拉長、有臭味			不黏手、易拉長			很軟又黏手、易拉很長		
代表照片															



從以上各種交聯劑折線圖可發現：  
1. 硼砂水、小蘇打水水量越多，黏性越差。  
2. 五種交聯劑量越多，延性越差。  
3. 五種交聯劑量越多，彈性越佳。

### 研究結果：

1. 能取代硼砂水當交聯劑只有鹽水、瀉鹽水、小蘇打水、Tide洗衣精。
2. 推薦取代硼砂水使用小蘇打水（黏性和延性都佳、可食用、無臭味，但使用水量較多）及Tide洗衣精（黏性和延性都極佳，但不可食用）。
3. 硼砂水的彈性最佳，但其他交聯劑的黏性和延性都能略勝硼砂水。



圖3：膠水加小蘇打水能做出鼻涕蟲！



圖4：膠水加Tide洗衣精，延性極佳拉很長！

## 研究三、膠類種類對鼻涕蟲成形影響：

**研究過程：**我們從實驗一網路查詢資料發現除了膠水，居然其他膠類（關華豆膠）也可能做成鼻涕蟲！我們決定蒐集與**測試各種膠類的鼻涕蟲成形效果**，我們找到21種膠類，將膠類30ml加上硼砂飽和水25ml測試是否能形成鼻涕蟲！

種類	黏著劑					增稠劑		食用類							矽膠類		水溶性膳食纖維				
	保麗龍膠	白膠	金蔥膠	口紅膠	漿糊	CMC	凝膠形成劑	阿拉伯膠	果膠	玉米澱粉	檸檬凍粉	洋菜	吉利丁	吉利T	寒天	豆花粉	矽利康	矽橡膠	關華豆膠	葡萄糖粉	洋車前子粉
是否成形	是	是	是	否	否	否	否	是(加熱)	否	是(加熱)	否(加熱)	否(加熱)	否(加熱)	否(加熱)	否(溫水)	否(加熱)	否	否	是	否	是
性質	偏硬，延性佳，有塑膠臭味	過於黏稠，稀，不易塑形	軟黏，有塑膠臭味，閃亮光澤	軟黏，像融化的口紅膠	稠狀，但沒有聚合效果	有出現稠狀物，但無法延展	稠狀，但沒有聚合效果	軟、不黏、易碎、無法延展	有點黏稠，沒有聚合效果	軟黏、有延展性、沒有彈性	成水狀的果凍，無法變形	成水狀的果凍，無法變形	易碎、有彈性、無法變形	成膠狀的果凍，無法變形	黏稠膠狀物，無法變形	水狀液體，無法以筷子撈起	矽利康不溶於水，沒有混合	矽橡膠不溶於水，沒有混合	軟、不黏、延展性差	水狀液體，無法以筷子撈起	軟黏，容易掉屑，有延展性
照片																					

**研究結果：**1. 阿拉伯膠、玉米澱粉、關華豆膠、洋車前子粉皆可與硼砂水混合成形，且本身可食用。  
2. 本身是黏著劑的膠類較容易成形，但還是推薦使用膠水。因為好控制成形後型態，沒有塑膠臭味。  
3. 矽利康、矽橡膠無法混合硼砂水製作出鼻涕蟲，因為矽膠類是油性，硼砂水是水性。



圖5：阿拉伯膠是我們自己找到能夠製作鼻涕蟲的可食用膠類。

## 研究四、添加物種類對鼻涕蟲性質影響：

**研究過程：**除了麵粉和奶粉，添加生活常見的物品是否會對鼻涕蟲性質產生影響？！我們將膠水30ml放入添加物30ml混合均勻後，再加硼砂飽和水25ml製作鼻涕蟲，並測量黏性、延性和彈性。

**數據分析：**我們一共測試21種添加物，但發現能當交聯劑的物品無法當添加物(會自己成形)。以下為能夠測量的數據。

名稱	無添加	低筋麵粉	奶粉	黑糖	白糖	二砂	太白粉	牙膏(5ml)	刮鬍泡	刮鬍露	台製洗衣精	洗髮精	矽利康	矽橡膠
性質	硬脆有彈性，拉長效果差	光滑不黏手，膜堅韌不易破	軟有點黏，內聚力好易拉長	軟有點黏，易拉長拉膜	軟、有光澤、玩完手會黏	外觀香味都像鹼粽，有光澤	硬脆內聚力不佳，有粉臭味	很軟滑不黏，容易拉長拉膜	膨鬆有氣泡，軟，不易拉膜	體型大，膨鬆拍打有聲音	白白硬硬的，變得更脆	硬、脆、無內聚力，有香味	有塑膠臭味、黏硬、顆粒狀	硬脆，摸起來有砂膠手感
黏性(顆)	9.6	9.6	25.0	17.0	33.6	38.3	3.0	37.0	0	47.0	0	0	1.0	1.0
延性(圈)	0	5.4	45.8	29.6	8.6	4.0	0	21.0	0	3.2	0.3	1.3	0	0
彈性(cm)	16.5	9.0	2.5	4.6	6.0	11.0	9.3	6.5	15.5	5.8	11.3	10.6	4.7	4.7
照片														

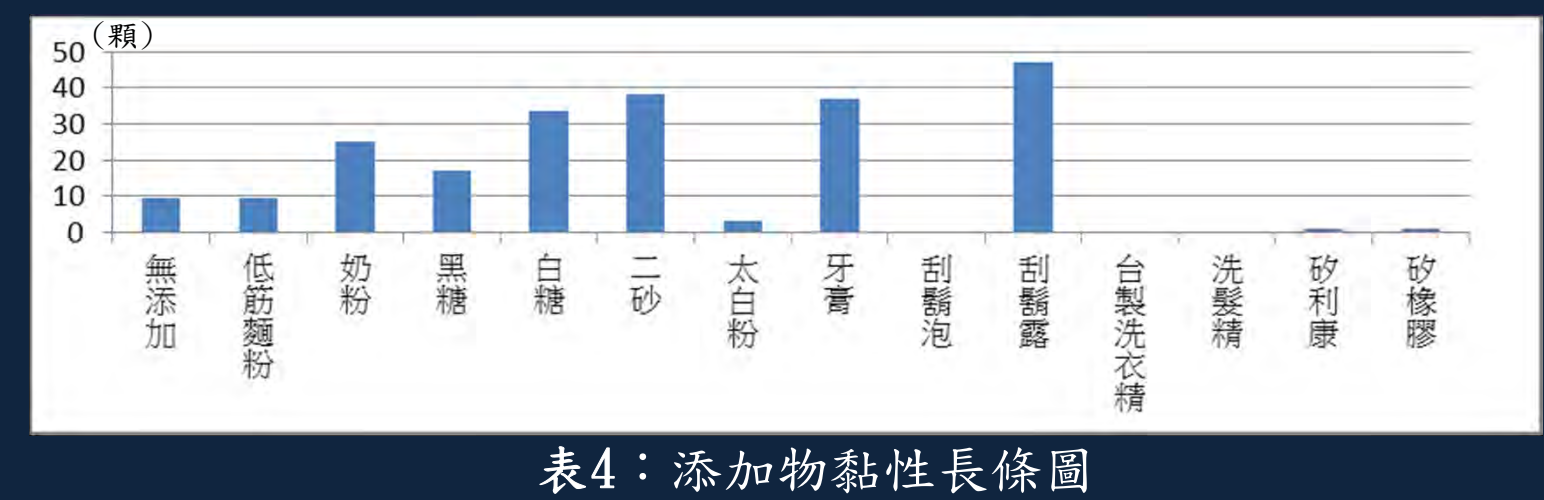


表4：添加物黏性長條圖

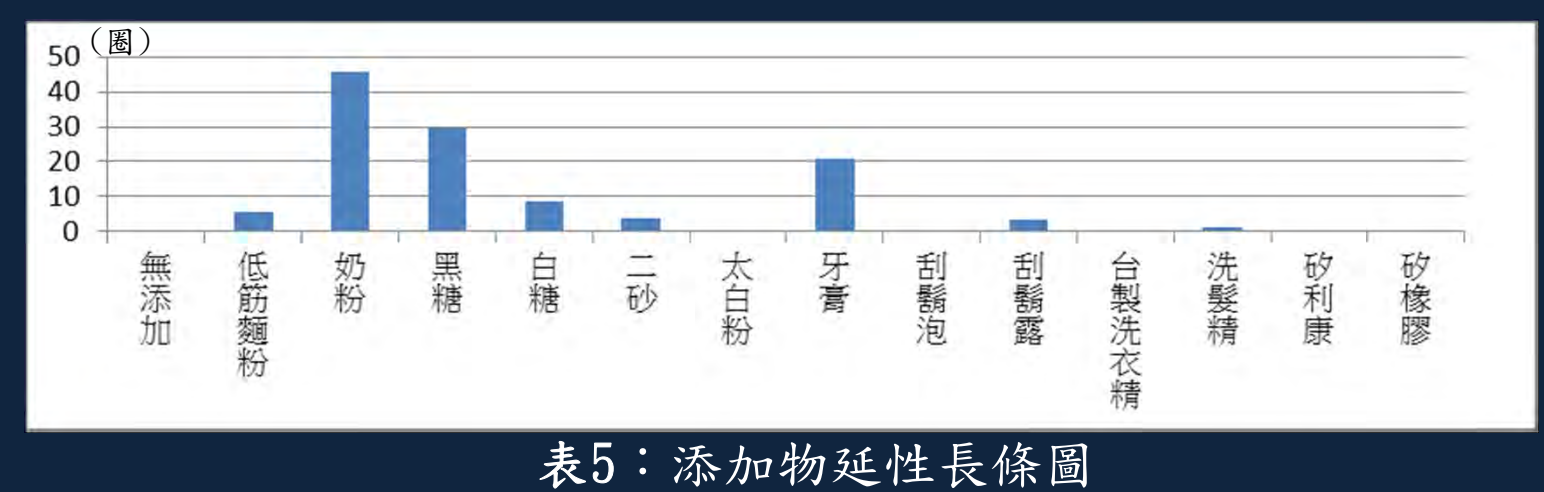


表5：添加物延性長條圖



表6：添加物彈性長條圖

**研究結果：**1. 麵粉、奶粉、黑糖、牙膏、刮鬍泡、矽橡膠性質特別，值得深入研究。  
2. 添加奶粉、黑糖和牙膏，能夠增加延性和黏性，添加麵粉和刮鬍泡能夠增加韌性。  
3. 鼻涕蟲加入糖類粉末都會增加延性和黏性，但糖類鼻涕蟲會吸引螞蟻取食。  
4. 矽橡膠是油性，無法與硼砂水混合成形。但矽橡膠加入膠水，再加硼砂水就能成形！

## 研究五、五種添加物最佳比例測試：

**研究過程：**我們針對五種添加物尋找各自的最佳比例，並以拉膜機、吹泡泡機及杯子封膜測試性質。

名稱	低筋麵粉	奶粉	黑糖	牙膏	刮鬍泡
最佳比例(膠水量30ml)	麵粉40ml 硼砂水5ml	奶粉15ml 硼砂水40ml	黑糖20ml 硼砂水25ml	牙膏4ml 硼砂水20ml	水50ml、刮鬍泡 250ml、硼砂水5ml
鼻涕蟲照片					
拉膜破洞(圈)	3.5	2.5	3.5	6.9	2.3
拉膜斷掉(圈)	7.0	7.2	6.7	7.8	4.3
吹泡泡直徑(cm)	1.1	15.4	15.4	18.9	12.2
拉膜吹泡性質描述	拉膜佳，不易破洞，需很大力道才能吹出泡泡	拉膜佳，但易破洞。易吹大泡泡，但膜易風乾硬化	拉膜還好，不易破洞。易吹大泡泡，膜很薄易破	拉膜佳，不太破洞。需很小心力道就能吹出大泡泡	拉膜差，易破洞。需較大力道才能吹出泡泡，皮厚不易破
封膜效果	膜會硬化，堅硬	膜會硬化，膜薄	膜垮了，無法封	膜會硬化，膜薄	膜垮了，無法封膜
封膜照片					

**研究結果：**1. 麵粉鼻涕蟲可增加韌性，膜像氣球皮，摸起來光滑不易破，封膜容易硬化。  
2. 奶粉鼻涕蟲可增加延性，但膜硬化速度快。  
3. 黑糖鼻涕蟲可增加延性，但會引來螞蟻取食。  
4. 牙膏鼻涕蟲只要少量就可大量增加延性，滑軟不黏手，只需要很小的力道就能夠吹出泡泡。  
5. 刮鬍泡鼻涕蟲可增加韌性，有膨鬆感，因為裡面含有空氣。需用力才能吹出泡泡，但泡泡皮厚不易破。無法封膜、容易硬掉無法保存。



圖6：添加牙膏只要很少量就會產生大量延性！

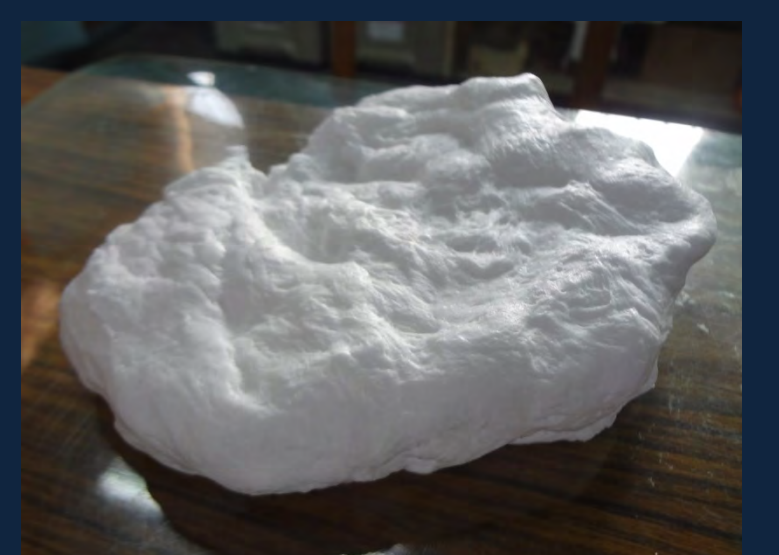


圖7：添加刮鬍泡會讓鼻涕蟲變得膨鬆、有韌性！

## 研究六、奶製品種類對鼻涕蟲延性影響：

**研究過程：**除了奶粉，其他奶製品也會增加延性嗎？我們在膠水30ml中添加各種奶製品30ml，再加硼砂飽和水25ml，測量延性。但實驗時發現30ml鮮奶延性效果不佳，我們決定增加鮮奶量再測試。

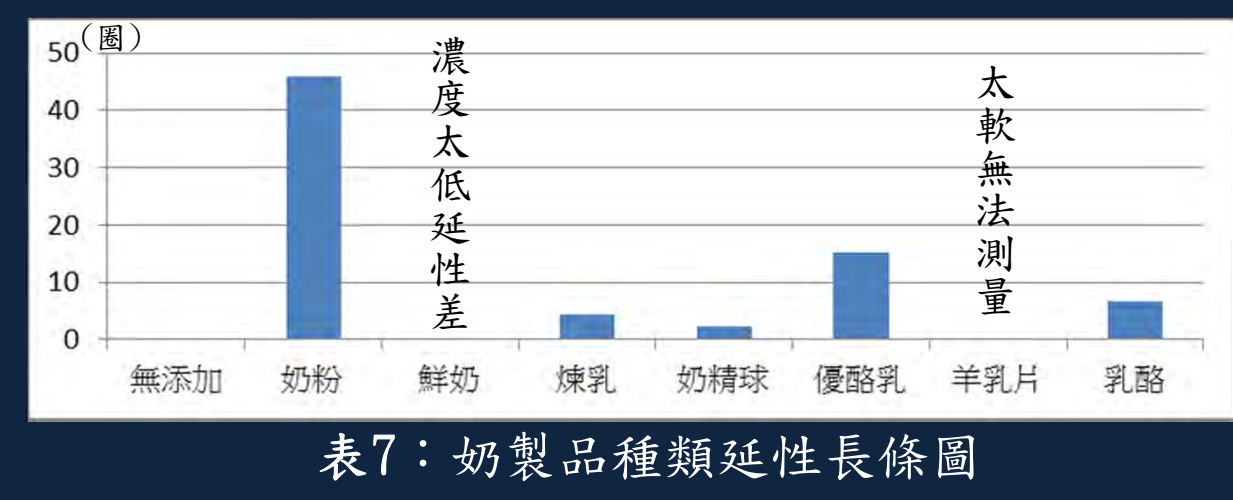


表7：奶製品種類延性長條圖

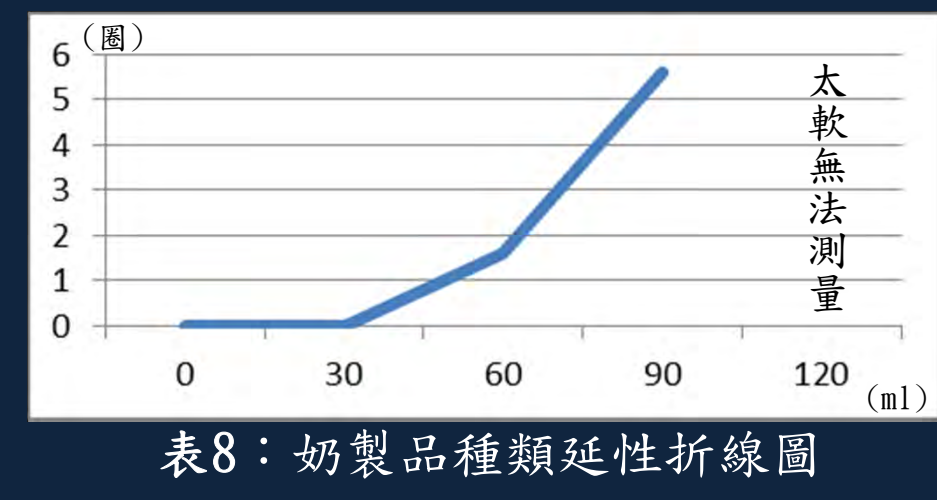


表8：奶製品種類延性折線圖

**研究結果：**1. 各種奶製品都能使延性變佳！  
2. 鮮奶量越多，延性變佳的效果越明顯。  
3. 奶製品中推薦使用「奶粉」，因為粉末使用方便、量少就濃度高效果佳。



圖8：添加麵粉吹出的泡泡不易破、不黏手、可封口！

## 研究七、網路加熱可食用配方測試：

**研究過程：**膠水成份是水溶性塑膠，硼砂帶有劇毒性，會有誤食危險。我們希望找到可食用鼻涕蟲的配方。但實驗過發現網路上加熱可食用配方的效果都不好。後來參考第54屆科展作品「沙了鼻涕蟲」將澱粉加硼砂水加熱，可以製作出澱粉鼻涕蟲。我們決定測試澱粉類加入各種交聯劑加熱的效果！

類型	澱粉類			明膠軟糖			水溶性膳食纖維
名稱	太白粉	地瓜粉	玉米澱粉	棉花糖	橡皮糖	水果軟糖	洋車前子粉
是否成形	部分是	否	否	是	是	是	是
照片							
分析	成形的效果差，大多都是呈現勾芡狀的黏稠液體狀態。無法放在手上把玩或塑形。			需裹麵粉才不會黏手，雖然可塑形，但手感不是鼻涕蟲，一拉就斷，沒有延展性，比較像黏土。			有彈性，但沒有延展性，呈現一整顆定型

類型	太白粉			地瓜粉			玉米澱粉			
	交聯劑	無	硼砂水	小蘇打水	無	硼砂水	小蘇打水	無	硼砂水	小蘇打水
是否成形	部分是	是	是	否	是	是	否	是	否	否
照片										
分析		添加硼砂水和小蘇打水都可成形，以小蘇打水效果最佳，但型塑效果差。		添加硼砂水和小蘇打水都可成形，以小蘇打水效果最佳，但會變深色，且有芋頭味道。			只有添加硼砂水能夠成形，但型塑和內聚的效果都很差。添加小蘇打水只是黏稠液體。			

**研究結果：**各種澱粉類添加交聯劑加熱，能夠讓鼻涕蟲成形。其中以地瓜粉加小蘇打水效果最佳，可食用，又能塑型，勉強可拉膜。但顏色會變深，且會有芋頭味道。

## 研究八、可食用與不可食用最佳比例測試：

**研究過程：**我們加入添加物來調整性質，希望找到可食用與不可食用最佳比例。「可食用」從麵粉鼻涕蟲改良，加入黑糖變軟，最後完成的最佳比例（請見總結論）性質光滑、拉膜輕鬆、可拉成氣球皮膜，吹泡泡封口後不會消氣，可做成泡泡球。膜的韌度佳，使用手指去戳，都可看出手壓的痕跡，膜都不會破！

「不可食用」將小蘇打改用三偏磷酸鈉（製作鹼粽用），製作出顏色不會變深的可食用鼻涕蟲！最後找到的最佳比例（請見總結論）比較接近膠水製作的鼻涕蟲，軟不黏手，有拉長和拉膜效果，彼此能夠聚合。

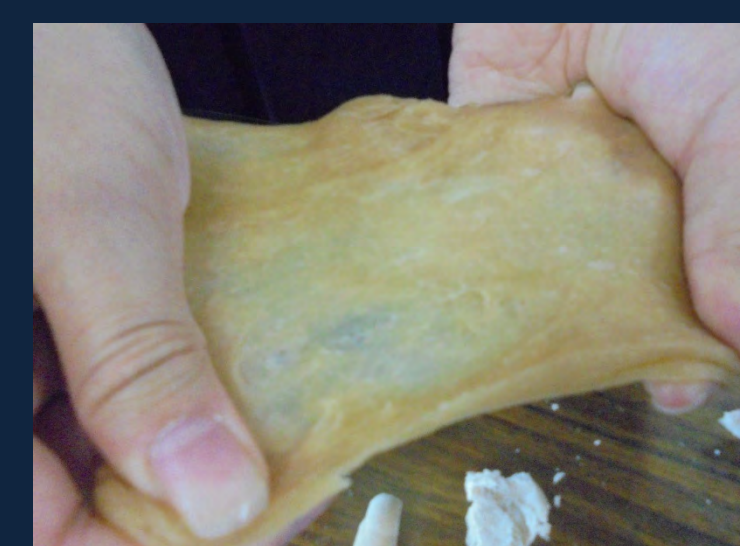


圖11：可食用最佳比例的黑糖配方可以拉膜、塑型！

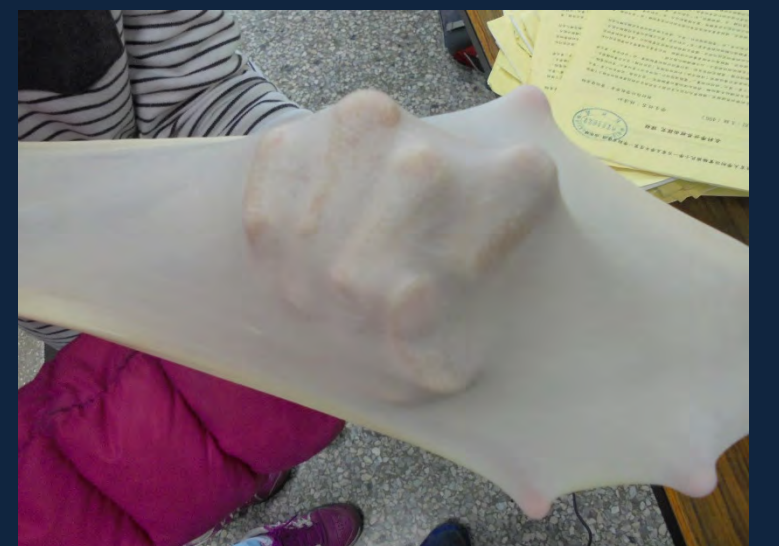


圖12：不可食用最佳比例的膜用拳頭去撐也不會破。

## 研究九、拉膜鼻涕蟲的應用：

### 可封口泡泡

不可食用最佳比例的泡泡能將吹的地方封口，變成泡泡球，做拍打動作。是歷屆科展做不到的效果！



圖13：不可食用最佳比例可吹出很大泡泡，觸碰不會破。



圖14：可將泡泡封口，變成泡泡球放在桌上。

### 可食用替代保鮮膜

使用可食用最佳比例能替代保鮮膜！經實驗測試，可用於冷藏和微波。放一天後膜會硬化，更加堅固。



圖17：鼻涕蟲保鮮膜可封住7吋大鐵鍋。



圖18：以營養午餐封上鼻涕蟲保鮮膜進行冷藏測試。

### 代替聲砲氣球皮

不可食用最佳比例有氣球皮膜性質，用拉膜封住寶特瓶，製作出聲砲，可打熄遠方的燭火。還可做6000ml大口徑聲砲。



圖15：鼻涕蟲皮膜製作聲砲，能打熄蠟燭。



圖16：以6000ml礦泉水瓶製作的大型聲砲。

### 長期製模

不可食用最佳比例放久後會硬化，我們拿來對小物品製模，還可以用矽橡膠和硬化劑做翻模。是簡單安全的製模方法！



圖19：以心型模子進行鼻涕蟲製模和矽橡膠翻模。



圖20：將佩佩豬塑膠玩偶的豬頭進行製模和翻模。

## 伍、討論

### 一、鼻涕蟲的形成原因歸納：

我們歸納鼻涕蟲作法原理分成兩種，一種是利用膠水和交聯劑產生的「交聯作用」，另一種是澱粉加交聯劑加熱，我們稱它為「糊化加交聯作用」。我們發現交聯作用和糊化作用有相似效果，都是將直線高分子結構變成網狀結構。只是交聯作用使用交聯劑搭網，糊化作用是自身纏繞成網狀。但因為糊化效果不夠好，我們改良成糊化添加交聯劑，讓網狀結構更穩定，使鼻涕蟲成形。

### 二、鼻涕蟲的取代材料分析：

我們歸納出鼻涕蟲製作的取代配方與材料，以「膠類+添加物+交聯劑」分析如下：

	膠類	添加物	交聯劑
原始	膠水		硼砂水
建議使用材料	1. 「不可食用鼻涕蟲」建議使用膠水，因為取得方便、有彈性、延性、容易聚合，沒有塑膠臭味。 2. 「可食用鼻涕蟲」建議使用地瓜粉，因為取得方便、有延性。	1. 添加奶粉、黑糖和牙膏能增加延性。 2. 添加麵粉和刮鬍泡能夠增加韌性。	1. 硼砂水：能產生彈性。 2. Tide洗衣精：能產生極佳延性。 3. 小蘇打水：可食用，能產生延性。 4. 三偏磷酸鈉水：使用於地瓜粉加熱時，可食用。

我們整理歷屆科展「鼻涕蟲使用添加物的方法」，發現只有54屆「沙了鼻涕蟲」利用糖水改變鼻涕蟲性質。我們改良使用黑糖粉，更方便效果更快，而且多找出四種添加物並能以多種添加物混搭調整。

### 三、添加物能夠改變延性的原因：

我們在網路發現高濃度的糖及脂類能降低糊化效果，因此黑糖與奶粉（乳脂肪）會延遲糊化。我們經實驗證實糖類和奶類會降低交聯作用（右表）。因為糊化作用與交聯作用的結構很像，我們推論黑糖和奶粉也因此對交聯作用產生阻礙。

### 四、可食用替代保鮮膜比較：

科展54屆作品「泡膜雲起」曾提出天然代替保鮮膜，我們比較兩者差異（右表）。我們的優點是拉膜容易控制大小，硬化後更防水。缺點是無法用於電鍋（有水氣的加熱會讓膜軟化）。

名稱	成份	黏貼方式	大小控制	冷藏	微波	電鍋	分析
泡膜雲起	澱粉膜（以在來米粉或玉米粉製作）	加水沾濕黏在容器	將膜切成需要大小	久放會乾燥無法與容器黏合	可使用	可使用	澱粉膜能通過水氣，但食物無法持續保住水分
膜力十足	地瓜粉、麵粉、黑糖、葵花油、三偏磷酸鈉水	本身帶有黏性	使用拉膜控制大小	乾燥後膜會硬化且持久	可使用	會軟化，無法使用	鼻涕蟲膜久放硬化封住水分，但水氣加熱會軟化

## 陸、結論

### 一、鼻涕蟲配方（取代膠水、硼砂水）可能性研究：

- 膠類鼻涕蟲製作過程可界定成「膠類+添加物+交聯劑」。膠類擁有線性高分子結構；添加物可改變鼻涕蟲性質；交聯劑能夠將直線結構變成網狀結構。
- 能有效製作出鼻涕蟲的原理有兩種：1. 交聯作用；2. 糊化加交聯作用。「交聯作用」是膠類直接加交聯劑就可成形。「糊化加交聯作用」是將澱粉加交聯劑後加熱，會讓鼻涕蟲成形。
- 交聯劑推薦使用：(1)「硼砂水」是唯一能產生彈性的交聯劑；(2)「Tide洗衣精」能產生極佳延性；(3)「三偏磷酸鈉水」可食用，使用於地瓜粉加熱時，能產生延性。
- 「不可食用膠類」推薦使用膠水，因為有彈性、延性、容易聚合，沒有塑膠臭味。「可食用膠類」推薦使用地瓜粉，因為取得方便、有延展性、不黏手。

### 二、添加物對鼻涕蟲性質影響及原因推論：

- 我們找到五種能夠改變鼻涕蟲性質的添加物：麵粉和刮鬍泡能夠增加韌性；奶粉、黑糖和牙膏能夠增加延性和黏性。而且能夠混合多種添加物來調整鼻涕蟲性質！
- 添加麵粉的鼻涕蟲韌性和延性都增加，能夠拉出氣球皮性質的膜，且不易破。
- 添加黑糖和奶粉會對糊化作用造成阻礙。我們推論膠水中添加黑糖和奶粉也因此對交聯作用產生阻礙，添加黑糖和奶粉才會增加鼻涕蟲的延性。

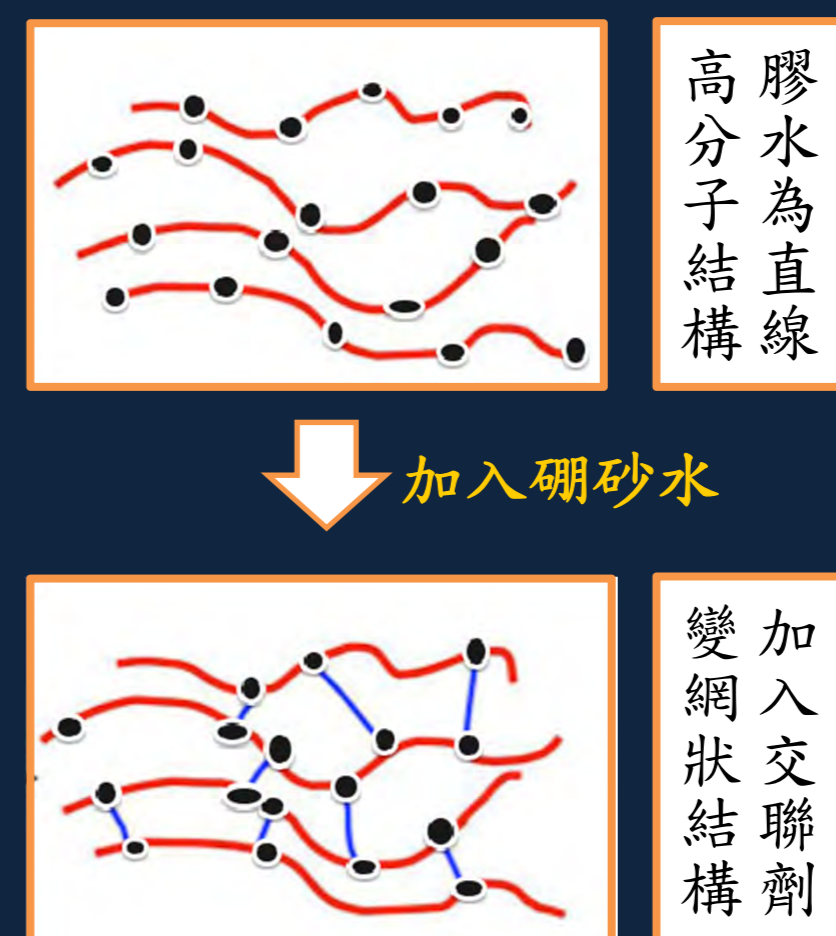
### 三、可食用與不可食用鼻涕蟲配方最佳比例研究：

- 「不可食用最佳比例」為「膠水30ml、低筋麵粉40ml、黑糖5ml、硼砂飽和水8ml」！製作出來的鼻涕蟲性質光滑、可拉成氣球皮膜，拉膜容易、吹泡泡封口後不會消氣。
- 「可食用最佳比例」配方有兩種，軟不黏手，有拉長和拉膜效果，彼此能夠聚合。以下為配方比例：  
(1)「地瓜粉20ml、低筋麵粉5ml、奶粉10ml、葵花油2ml、三偏磷酸鈉飽和水30ml」  
(2)「地瓜粉20ml、低筋麵粉10ml、黑糖7.5ml、葵花油3ml、三偏磷酸鈉飽和水30ml」

### 四、可拉膜鼻涕蟲的應用：

- 「不可食用最佳比例」適合吹泡泡，泡泡不黏手、可觸碰、可封口變泡泡球。且可替代氣球皮，當作製作聲砲的皮膜，能做大口徑聲砲。鼻涕蟲硬化後可進行製模和翻模，是材料簡單、製作安全的製模方法。
- 「可食用最佳比例」安全無毒可食用，可替代保鮮膜，對容器進行封膜。

### 交聯作用圖解



### 糊化作用圖解

