

彰化縣107年度國民中小學學生獨立研究作品徵選
作品說明書

作品編號：22011

組別：
國小組
數學類
自然與生活科技類
國中組
人文社會類

作品名稱： 讓海龜不再哭泣

— 當海藻酸鈉遇上氯化鈣



目 錄

第一階段、研究訓練階段

- 一、近二年學校獨立研究課程之規劃01
- 二、學校如何提供該生獨立研究訓練01

第二階段、獨立研究階段

- 一、研究動機02
- 二、擬定正式計畫、研究問題及工作進度表04
- 三、彙整相關文獻06
- 四、資料分析09
- 五、研究成果與討論16
- 六、評鑑與檢討17
- 七、參考資料20

第一階段 研究訓練階段

一、獨立研究課程近二年學校獨立研究課程之規劃

- (一) 獨立研究課程，以帶領學生進行科展研究為主，由教師指導學生從課本延伸，找尋研究題材，並設計相關實驗進行主題的探究。
- (二) 學生通常要花費相當長的時間投入，是以除正式課程檢視研究進度外，通常得利用假日時間返校進行研究。
- (三) 隨著彰化縣辦理獨立研究競賽，始了解獨立研究較科展而言，更強調與學習的連貫性，以數學、自然與生活科技及人文科學，強調延伸所學以擬定想探究的主題。
- (四) 十二年國民基本教育提倡適性揚才，讓同學透過社團課及電腦課給予需要的電腦技術，及解決問方法，使學生激發求知慾，解決問題。

二、學校如何提供該生獨立研究訓練

- (一) 學校配合提供給學生硬體設備及教室空間，這充分給了想進行研究的學生一個適合他們展現的舞台。
- (二) 學校延請教授蒞校進行獨立研究的講座，鼓勵學生人人均可嘗試參與研究；並備有近年彰化縣獨立研究得獎成果冊供師生借閱，更於闢有獨立研究文件專案專區，提供獨立研究方法及相關訊息下載。
- (三) 指導老師亦會主動詢問，掌握其進度，使學生能把握時間，投入研究；今年也進行校內初選，以提振參賽的質與量。



圖 1 海龜鼻子上插著吸管

第二階段 獨立研究階段

一、研究動機

大約在國小四年級時，老師播放了一個影片，內容講述一隻海龜被人類丟棄的塑膠吸管插入鼻子，善心人士幫它把吸管拔出來。小小一根塑膠吸管造成的影響竟然這麼嚴重，不到兩分鐘的影片，但卻讓我印象深刻。(如圖 1)

之後我開始留意到關於人們使用塑膠製品，隨意丟棄造成許多的海洋垃圾導致海鳥，魚類等等海洋生物死亡，塑膠汙染環境已經越來越嚴重了。(如圖 2, 3, 4, 5)

圖 2 海洋垃圾



圖 3 海鳥肚子裡的垃圾



圖 4 海龜被塑膠帶子纏繞變形

圖 5 海豹被塑膠袋纏繞

漸漸地有些國家開始限制使用塑膠袋及塑膠吸管，因為一根不起眼的吸管，需要幾百年才能降解，因此有人想出用別的材質代替塑膠製成吸管，有不鏽鋼吸管、玻璃吸管、竹吸管、矽膠吸管、紙吸管、餅乾吸管和海藻吸管(如圖 6)，其中又以海藻吸管最令我感到好奇，讓我想一探究竟它的原理。

海藻本身可食用、可迅速繁殖又不消耗陸地資源的特性，亦有國際研究發現海藻能吸收大量的二氧化碳，因此被人類視為用來對抗溫室效應、抑制全球暖化的利器。

我在網路上尋求解答時，才知道原來是將海藻中萃取出海藻酸鈉與鈣離子混合形成薄膜製成的。還有人用這項技術將飲用水包覆在膜內做出可食用的水球，來代替寶特瓶(如圖 7)。

近年來塑膠製品所造成的汙染越來越嚴重，因此本實驗嘗試用海藻酸鈉和氯化鈣做出海藻水球和吸管，希望在更加瞭解海藻酸鈉和氯化鈣的凝膠作用的同時，能讓人們思考平常使用的塑膠對環境造成的影響。

**EAT ME.
COMPOST ME.
AND I DISAPPEAR.**



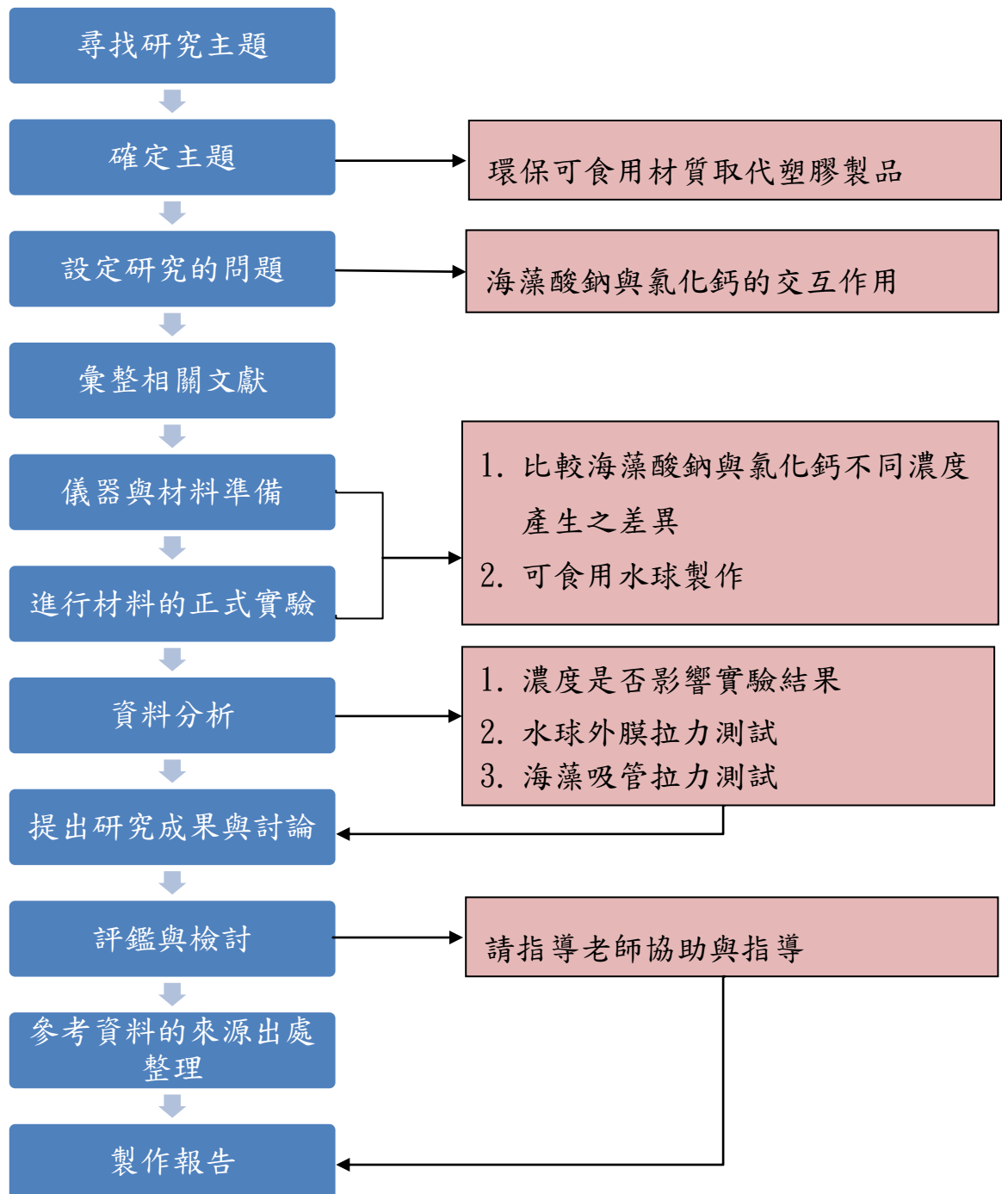
圖 6 LOLIWARE 研發之海藻吸管



圖 7 Ooho! 之可食用水球

二、擬定正式計畫、研究問題及工作進度表

(一) 擬定正式計畫



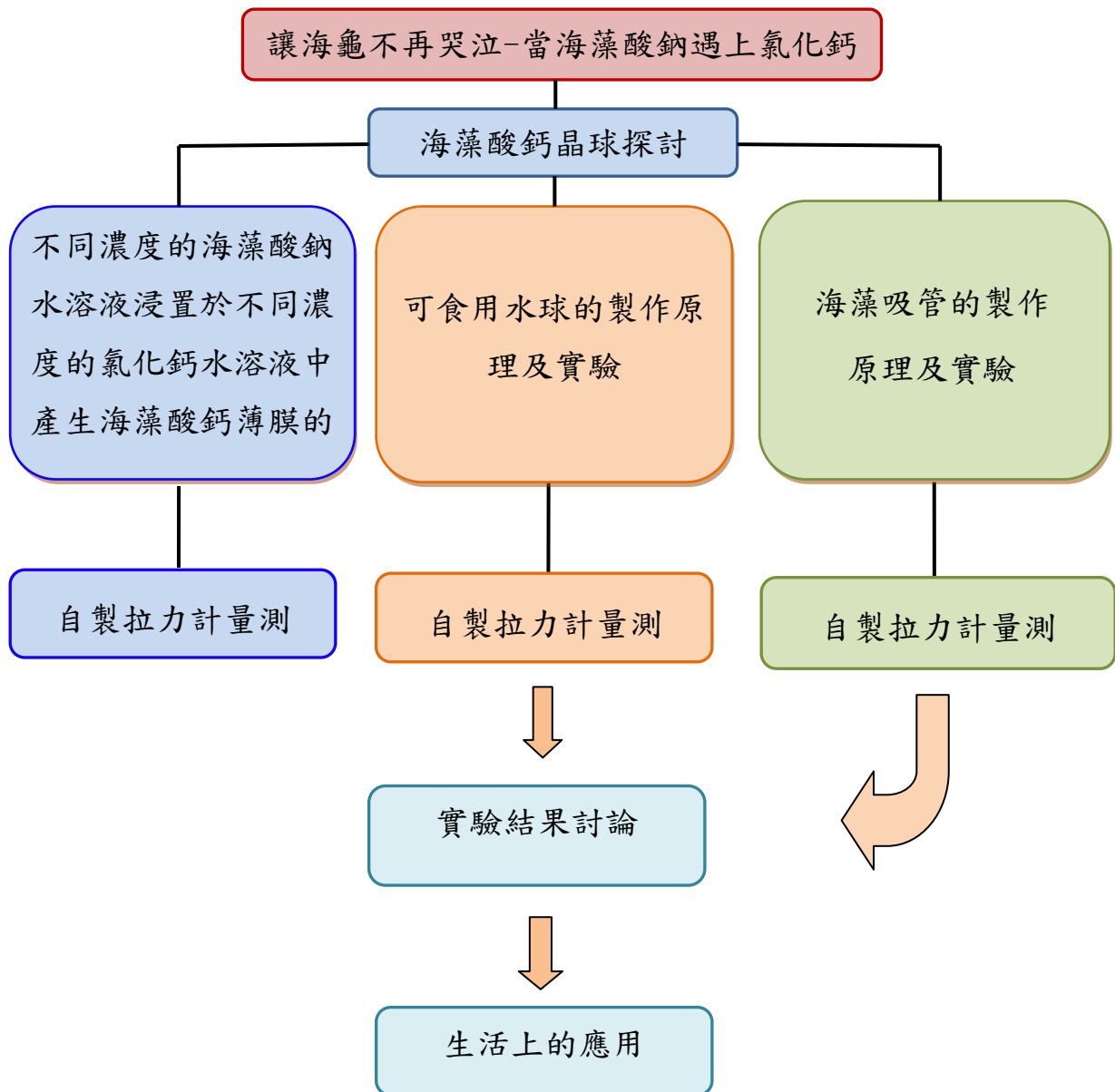
(二) 研究問題

- 1、探討海藻酸鈉的特性與用途並了解晶球形成時的相關反應機制。
- 2、探討不同海藻酸鈉濃度、鈣離子濃度對於晶球的影響。
- 3、探討可食用水球的形成過程與其外膜硬度的控制。
- 4、探討海藻吸管的形成過程與其硬度的控制。

(三) 工作進度表

時間 工作	09/24	10/01	10/08	10/15	10/22	10/29	11/05	11/12	11/19
	~ 09/30	~ 10/07	~ 10/14	~ 10/21	~ 10/28	~ 11/04	~ 11/11	~ 11/18	~ 11/25
擬定研究主題									
搜尋相關資料									
與老師討論									
擬定研究計畫									
實驗並記錄									
實驗資料統整									
撰寫研究報告									
定稿繳交報告									
累積進度百分比	5%	20%	25%	40%	60%	70%	85%	90%	100%

(四) 實驗研究流程圖：



三、彙整相關文獻

(一) Ooho! (可以吃的水球)

英國 Skipping Rocks 實驗室的三個學生 (Rodrigo Garcia Gonzalez, Pierre Paslier 以及 Guillaume Couche) 研發出了可食用環保水球，他們把這項發明取名為「Ooho」。這是一種水珠狀的儲水容器，不

但**成本低、環保易分解**，還可以**烹煮食用**。他們靈感來自於包圍蛋黃的薄膜，這層物質能夠隔絕蛋黃與蛋白，並使蛋黃維持圓形。他們利用**海藻酸鈉與氯化鈣混合**，做成加厚球體，用**簡單的食材、微薄的成本**，就做成了**外表膠狀、內部含水的小水球**。這樣的包裝利用**天然的海藻來代替目前的塑料寶特瓶**，球型水瓶方便、便宜又強韌，兼具衛生、**可被生物分解**的好處，甚至可以**食用**，其目的主要是**減少寶特瓶大量被使用而造成的汙染**。（如圖 7）（資料來源：非凡新聞）

（二）spherification（水在薄膜中技術）

目前最早的紀錄出現於西元 1946 年但在 1980 年代匈牙利物理學家與烹飪學者尼可拉斯·柯提（Nicholas Kurti）。將這種**表面膠化成球的料理方式**，明訂為「**分子料理學**」。後來的西班牙廚師 Elbulli 將這種烹飪技術推廣後才廣為世人所知。分子料理是一種**保有食材自身風味卻不保有食材外觀**呈現方式的一種料理手法。



圖 8 分子料理 - 番茄魚子醬

（三）海藻酸鈉（Sodium Alginate）

在西元 1881 年，英國化學家 E. C. Stanford 首先對褐色海藻中的海藻酸鹽提取物來進行科學研究。他發現該褐藻酸的提取物具有不同的特性，如它具有**濃縮溶液、形成凝膠合成膜**的能力。海藻酸鈉**微溶於水**，溶於水後**成濃稠狀液體**；海藻酸鈉外觀為**白色或淡黃色粉末**，幾乎**無臭無味且無毒**。（如圖 9）

圖 9 海藻酸鈉



(四) 氯化鈣 (Calcium Chloride)

外觀呈現不規則顆粒狀、粉末狀，白色或灰白色。無毒、無臭、味微苦。吸濕性極強，暴露於空氣中極易潮解。當溶於水中時，會放出大量的熱，其水溶液成微鹼性。目前可分為：工業級氯化鈣和食品級氯化鈣。（如圖 10）



圖 10 氯化鈣

(五) 重量百分濃度 (%)

每一百公克溶液中，所含溶質的公克數，亦是溶液中的溶質所占重量百分比的濃度表示法。

$$\begin{aligned} \text{重量百分濃度 (\%)} &= \text{溶質質量} / \text{溶液質量} * 100\% \\ &= \text{溶質質量} / (\text{溶質質量} + \text{溶劑質量}) * 100\% \end{aligned}$$

(六) 海藻吸管 (Lolistraw)

紐約新創公司 LOLIWARE 設計出一款「可以吃的吸管」，外觀就和塑膠吸管沒兩樣，只是它是**以海藻製成**，**可堆肥**，沒有使用基改材料，還可以吃，就算這款吸管流入海洋中，也**能夠自行分解**，相當具有環保的理念。（如圖 6）（資料來源：NOM Magazine <https://nommagazine.com/%E5%90%91%E5%A1%91%E8%86%A0%E8%AA%AA%E4%B8%8D%EF%BC%9A%E5%8F%AF%E4%BB%A5%E5%90%83%E7%9A%84%E6%B5%B7%E8%97%BB%E5%90%B8%E7%AE%A1/>）

(七) 海藻酸鈣晶球形成原理 (如圖 11)

當海藻酸鈉水溶液接觸到氯化鈣水溶液，海藻酸鈉分子鏈上的某些化學基團會和鈣離子發生配位反應，長鏈的海藻酸鈉分子就會在鈣離子的交聯作用下聚在一起，形成不溶於水的凝膠球—神奇的海藻酸鈣晶球就這樣形成了！

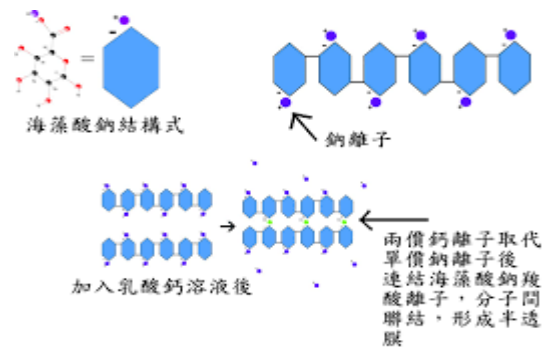


圖 11 海藻酸鈣化學反應式圖示

(資料來源：

<http://www.shs.edu.tw/works/essay/2018/04/2018040308151768.pdf>)

四、資料分析

在理解海藻水球及海藻吸管有關凝膠作用的原理後，促使本組開始進行實驗，設計實驗一以證實凝膠現象的存在。而實驗二則進一步運用海藻酸鈉的凝膠原理，嘗試自製水球，並探討改變各個變因後對水球外薄膜所造成的影響，實驗三則再試著製作海藻吸管並探討以求達到生活中更環保、更友善對待環境的生活模式。

(一) 材料及設備





			
圖 12 量杯	圖 13 電動攪拌器	圖 14 電子秤	圖 15 彈簧秤+衣夾

			
圖 16 透明玻璃杯	圖 17 球形製冰盒	圖 18 透明吸管 (粗、細)	圖 19 針筒
			
圖 20 透明盒	圖 21 計時器	圖 22 冷凍庫	圖 23 量匙
			
圖 24 架子	圖 25 海藻酸鈉	圖 26 無水氯化鈣	圖 27 藍色/紅色食用色素粉

(二) 自製拉力計

為了便於量測晶球彈力，自製拉力計作為實驗的測試設備：

		
圖 28 將衣夾勾上彈簧秤尾端	圖 29 將彈簧秤另一側勾在架子上使固定	圖 30 固定左側彈簧秤，拉動右側彈簧秤直到晶球破裂

(三) 實驗過程

研究 1： 探討不同濃度的氯化鈣溶液及海藻酸鈉溶液製成晶球，測試不同濃度調配下外膜的彈力差異。

為清楚比較不同濃度的海藻酸鈉溶液與氯化鈣溶液所形成的晶球，整理如表一。

表一 六種組合的海藻酸鈉溶液與氯化鈣溶液

編號	海藻酸鈉溶液 (濃度%)	氯化鈣溶液 (濃度%)	浸置時間
A	1%	2%	5 分鐘
B	1%	4%	5 分鐘
C	1%	6%	5 分鐘
D	2%	2%	5 分鐘
E	2%	4%	5 分鐘
F	2%	6%	5 分鐘

1、實驗 1-1：海藻酸鈉水溶液 1% 及氯化鈣水溶液 2% 混合製成晶球（編號 A）

材料：海藻酸鈉、氯化鈣、藍色食用色素粉、自來水、量杯、電子秤、透明盒、計時器。

操縱變因：氯化鈣水溶液濃度 2%。

控制變因：海藻酸鈉水溶液濃度 1 %、時間 5 分鐘。

應變變因：形成晶球之彈性。

製作方法：（如圖 31-1 ~ 圖 31-5）

		
<p>圖 31-1 調配 1% 海藻酸鈉水溶液。</p>	<p>圖 31-2 調配 2% 氯化鈣水溶液。</p>	<p>圖 31-3 設定時間 5 分鐘。</p>
		
<p>圖 31-4 將海藻酸鈉水溶液用湯匙緩緩放入氯化鈣水溶液中。</p>	<p>圖 31-5 形成不溶於水的半透明晶球完成品。 (D/E/F 組未拉破之樣本)。</p>	

2、實驗 1-2：海藻酸鈉水溶液 1% 及氯化鈣水溶液 4% 混合製成晶球 (編號 B)

材料：海藻酸鈉、氯化鈣、紅色食用色素粉、自來水、量杯、電子秤、透明盒、計時器。

操縱變因：氯化鈣水溶液濃度 4%

控制變因：海藻酸鈉水溶液濃度 1%、時間 5 分鐘。

應變變因：形成晶球之彈性。

製作方法：(參照圖 31-1 ~ 圖 31-5)

3、實驗 1-3：海藻酸鈉水溶液 1% 及氯化鈣水溶液 6% 混合製成晶球 (編號 C)

材料：海藻酸鈉、氯化鈣、自來水、量杯、電子秤、透明盒、計時器。

操縱變因：氯化鈣水溶液濃度 6%。

控制變因：海藻酸鈉水溶液濃度 1 %、時間 5 分鐘。

應變變因：形成晶球之彈性。

製作方法：(參照圖 31-1 ~ 圖 31-5)

4、實驗 1-4：海藻酸鈉水溶液 2%及氯化鈣水溶液 2%混合製成晶球 (編號 D)

材料：海藻酸鈉、氯化鈣、藍色食用色素粉、自來水、量杯、電子秤、透明盒、計時器。

操縱變因：氯化鈣水溶液濃度 2%。

控制變因：海藻酸鈉水溶液濃度 2 %、時間 5 分鐘。

應變變因：形成晶球之彈性。

製作方法： (參照圖 31-1 ~ 圖 31-5)

5、實驗 1-5：海藻酸鈉水溶液 2%及氯化鈣水溶液 4%混合製成晶球 (編號 E)

材料：海藻酸鈉、氯化鈣、紅色食用色素粉、自來水、量杯、電子秤、透明盒、計時器。

操縱變因：氯化鈣水溶液濃度 4%。

控制變因：海藻酸鈉水溶液濃度 2%、時間 5 分鐘。

應變變因：形成晶球之彈性。

製作方法： (參照圖 31-1 ~ 圖 31-5)

6、實驗 1-6：海藻酸鈉水溶液 2%及氯化鈣水溶液 6%混合製成晶球 (編號 F)

材料：海藻酸鈉、氯化鈣、自來水、量杯、電子秤、透明盒、計時器。

操縱變因：氯化鈣水溶液濃度 6%。

控制變因：海藻酸鈉水溶液濃度 2%、時間 5 分鐘。

應變變因：形成晶球之彈性。

製作方法：（參照圖 31-1 ~ 圖 31-5）

表二 不同濃度的海藻酸鈉溶液與氯化鈣溶液所形成的晶球
拉力測試值

編號	海藻酸鈉溶液濃度(%)	氯化鈣溶液濃度(%)	拉力測試(g) 樣本 1	拉力測試(g) 樣本 2	拉力測試(g) 樣本 3	拉力測試平均值(g)(註1)
A	1%	2%	200g	210g	170g	193.3g
B	1%	4%	120g	160g	205g	161.7g
C	1%	6%	225g	185g	205g	205.0g → 3
D	2%	2%	170g	190g	250g (註2)	203.3g
E	2%	4%	250g (註2)	120g	250g (註2)	206.7g → 2
F	2%	6%	250g (註2)	250g (註2)	200g	233.3g → 1

註 1：四捨五入至小數點後第一位

註 2：彈簧拉力達極限 250g，晶球未破

研究 2：將氯化鈣冰球放入海藻酸鈉水溶液中不同時間產生之薄膜特性研究。

1、實驗 2-1：4%氯化鈣冰球泡 1%海藻酸鈉水溶液 30 秒。



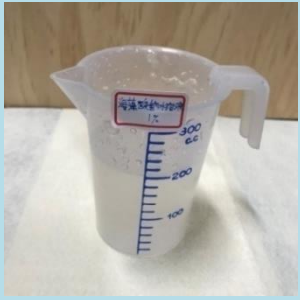



材料：海藻酸鈉、氯化鈣、紅色食用色素粉、自來水、量杯、電子秤、透明盒、計時器。

操縱變因：時間

控制變因：海藻酸鈉水溶液濃度 1 %、氯化鈣水溶液濃度 4%

應變變因：形成晶球之彈性。

製作方法：（參照圖 32-1 ~ 圖 32-6）

		
圖 32-1 調配 4% 氯化鈣水溶液。	圖 32-2 放入製冰盒結成冰球。	圖 32-3 調配 1% 海藻酸鈉水溶液。
		
圖 32-4 將氯化鈣冰球泡入海藻酸鈉水溶液中，浸泡。	圖 32-5 形成晶球。（控制時間為 30 秒）	圖 32-6 另一顆晶球（控制時間為 1 分鐘）。

研究 3：海藻吸管製作

材料：海藻酸鈉、氯化鈣、自來水、量杯、電子秤、透明盒。

製作方法：

1. 調配好 10% 氯化鈣水溶液以及 2% 海藻酸鈉水溶液
2. 取大吸管放入海藻酸鈉水溶液再於大吸管中再插入一隻小吸管（如圖 33-1）
3. 等待 10 分鐘
4. 之後撈起再放入氯化鈣水溶液，約 30 秒後撈起（如圖 33-2）
6. 形成具有彈性且較為硬挺之管狀物（如圖 33-3 ~ 33-6）



圖 33-1 海藻酸鈉水溶液中插入一粗一細吸管



圖 33-2 10 分鐘後再放入氯化鈣溶 30 秒



圖 33-3 海藻吸管成形



圖 33-4 海藻吸管成形



圖 33-5 海藻吸管成形



圖 33-6 海藻吸管成形

五、研究成果與討論

依上述實驗及結果，可整理歸納如下

(一) 以不同濃度之氯化鈣溶液及海藻酸鈉溶液製成晶球，並測試不同濃度調配下晶球的彈性差異之研究成果與討論：

晶球形成的原理是當海藻酸鈉水溶液接觸到氯化鈣水溶液，海藻酸鈉分子鏈上的某些化學基團會和鈣離子發生配位反應，長鏈的海藻酸鈉分子就會在鈣離子的交聯作用下聚在一起，形成不溶於水的凝膠球。本組使用自製拉力計來測量晶球的彈性，由表二可發現 2% 海藻酸鈉水溶液配合 6% 氯化鈣水溶液所製作出晶球最有彈性，2% 海藻酸鈉水溶液配合 4% 氯化鈣水溶液所製作出的晶球次之，因此可推得氯化鈣水溶液濃度愈高，形成之晶球彈性愈好。

(二) 將氯化鈣冰球放入海藻酸鈉水溶液中不同時間產生之薄膜特性研究：

此實驗嘗試製作出海藻酸鈉水球，根據研究一得知：氯化鈣水溶液濃度愈高，形成之晶球彈性愈好，而水球的外膜則必須是越薄越好，才能製造出勺又巧 勺又巧的感覺，故採用平均拉力測試值最低的 B 組（海藻酸鈉水溶液濃度 1 %、氯化鈣水溶液濃度 4%）進行實驗。

而為了讓成型後的晶體成球狀，於是將氯化鈣水溶液結成冰球，然後控制浸泡於海藻酸鈉水溶液的時間，實驗結果浸泡 30 秒所形成的水球外膜較 1 分鐘來的薄，又不容易破掉，應該可以再試試將尺寸擴大些。

(三) 海藻吸管製作

這是本次實驗中難度最高，也最創新的實驗，有鑑於近兩年各國環保意識抬頭，各國紛紛實施限塑政策，因為在尋找研究資料時剛好看到相關的環保吸管新聞，故而於本研究中嘗試製作海藻吸管，實驗成果不是很成功，利用簡易的粗、細吸管當模型，成型後吸管容易有破洞，同時為了解決偏軟的問題，而將氯化鈣水溶液之濃度提高到 10% 以及海藻酸鈉 2% 之水溶液，最後終於做出“類似”吸管的長型管狀物，並且有較厚且硬實的管壁，算是小小的成就，有機會將持續嘗試改變不同溶液之組合，希望有一天真的可以取代塑膠吸管，減少海洋垃圾。

六、評鑑與檢討

(一) 研究動機

1. 遭遇困難：討論研究主題時，老師提供了非常豐富的資源讓我們可以發想，看著別組的題目漸漸成形，自己卻還像無頭蒼蠅般不知該如何找出自己感興趣的題目，又或者看著網路上的資料，腦袋內卻無法想像該怎麼去開始。

2. 解決對策：經研究指導老師的提點，建議我們可從日常生活便利性開始著手，讓研究的成果能為社會帶來更便利，剛好前陣子新聞在報導用“湯匙喝珍奶”，聽了覺得很奇怪，不是有吸管嗎？為什麼要用湯匙？這才知道原來政府基於環保考量要於2030年起禁止塑膠吸管的使用，然後又想起國小時曾看過的影片，記錄一隻海龜因為鼻子插入一根吸管，好心的人試著將吸管取出，痛苦殘忍的畫面歷歷在目，震撼著我，也促使我選定了研究目標，希望我可以為海龜以及所有海洋生物做出有益的事。
3. 突破與收穫：研究方向抵定後便開始搜集資料，網路上有關於環保的議題一大堆，卻因資料過於廣泛而陷入不知從何著手，看著一篇篇的報導，其中一篇文章的主題：“「環保吸管」救了海龜，卻殺了北極熊”吸引了我，原來，不是所有號稱“環保吸管”的產品就是愛護地球保護海龜的表現，比如生產不鏽鋼吸管很耗能其實並不環保，而甘蔗渣吸管雖然是廢物利用，使用後卻要用特殊的處理方式才能讓其分解，唯有海藻吸管，取之於海洋不耗能，可食用，就算隨意丟棄也能自行分解，海龜誤吞也不怕，於是乎研究目標就更明確鎖定在“海藻”相關，尤其是海藻吸管。

(二) 擬定正式計畫、研究問題及工作進度表

1. 遭遇困難：正式計畫和研究問題，這部份是最重要且最困難的。原想直接從海藻吸管的研究與製作進行，但是查不到相關配方。
2. 解決對策：參考一些研究資料後，透過與指導老師討論，將以海藻酸鈉特性，選定研究主題及擬定正式計畫。
3. 突破與收穫：有了具體的實驗對象後，展開一連串的實驗計畫就更有方向了。

(三) 彙整相關文獻

1. 遭遇困難：剛開始，網路上有非常多討論環保的資訊，彙整成具有參考價值的資料很費時。
2. 解決對策：只好再次聚精會神，對所有資料篩選，將無關或是方向不太對的資料摒棄，保留與研究主題相關的資料。
3. 突破與收穫：在搜集資料時，學習到如何精準的下條件蒐集到合適的資料，也在彙整資料時，學會如何快速篩選，掌握自己所需的資料。

(四) 資料分析

1. 遭遇困難：在一開始實驗不同濃度的海藻晶球時，做出來的晶球摸起來軟軟 QQ 的，有的輕輕一捏就爆漿了，為了量化測試數據，曾嘗試使用硬度計，卻因為成形的形狀不一加上有的外膜太薄會爆漿，導致硬度計無法讀取穩定的數據。
2. 解決對策：經與指導老師討論後，老師提供其他組經驗以及方向給我參考，包括測試彈力，拉力等等，最後，嘗試自己設計簡易拉力計作為量測工具，實驗也順利完成。
3. 突破與收穫：在此階段，藉由實際操作，讓我更加了解海藻酸鈉的特性，也讓我習得解決問題的方法不只有一種，要多問，必能從中學到各種知識，提升自我的本質能力。

(五) 研究成果與討論

1. 遭遇困難：因為無模型的關係，成形出來的海藻吸管多呈不規則狀，甚至需要一而再，再而三的調和比例，重來。
2. 解決對策：動作盡量小，一次一次，一點一點慢慢加，力求穩定。
3. 突破與收穫：經此次實驗研究成果，讓我更了解海藻酸鈉的特性，原來海藻酸因為具有濃縮溶液，形成凝膠和成膜等能力，故早就應用在印染、食品，醫療和化妝品上，且透過實際製作環保水球跟吸管，更是應用於日常生活的好物，後續

有機會，很想再多點嘗試不同的應用，為大家帶來更環保、更便利的生活品質。

七、參考資料

(一) 鄭國強。海龜誤吞也不怕 國人發明可分解海藻吸管。信傳媒 (2018/09/29) <https://tw.news.yahoo.com/海龜誤吞也不怕-國人發明可分解海藻吸管-031846396.html>

(二) 第 56 屆科展的參賽作品〈吃我一顆水球 - 探討無瓶水製造方式和性質檢測〉

(三) 台南市第 56 屆科展的參賽作品〈目不轉晶 - 探討海藻酸鈉薄膜的形成與其相關應用〉

(四) NOM Magazine。向塑膠說不：可以吃的海藻吸管 (2018/01/22) <https://nommagazine.com/%E5%90%91%E5%A1%91%E8%86%A0%E8%AA%AA%E4%B8%8D%EF%BC%9A%E5%8F%AF%E4%BB%A5%E5%90%83%E7%9A%84%E6%B5%B7%E8%97%BB%E5%90%B8%E7%AE%A1/>

(五) The News Lens 關鍵評論網 (「環保吸管」救了海龜，卻殺了北極熊) (2017/8/14) <https://www.thenewslens.com/article/76178>