

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

佳作

080823

『紙』上談『冰』

學校名稱：臺中市私立明道普霖斯頓國民小學

作者：  小四 莊曜璋  小四 李昀軒  小四 劉洧綸  小四 林芝羽  小四 賴品翰  小四 陳姿誼	指導老師：  王懋勳  許森裕
---	-----------------------------

關鍵詞：報紙、冰、冷卻

# 『紙』上談『冰』

## 摘要

如果單純只用報紙不加水去結冰，報紙卻不堅固，只用水去結成的冰也很脆弱。可是將兩者合而為一，卻可以製造出超堅硬的而且保冷度較久的報紙冰。是否也有某種物質加水後也可以產生類似的效果呢？我們使用各種吸水性良好的物品來做實驗，例如：洗車海綿、普通黃色海綿…等。進而發現到許多不可思議的現象，而我們更利用它們獨有的特性，開發出全新的產品。像是利用黃海綿吸水結冰後仍然保持柔軟的特性製作出神奇柔軟冰敷袋；插花海綿的超強吸水性製作不滴水的冰塊；以及白海綿細緻的纖維不僅可以吸水結冰後提供冷源，更可以隔絕外界的熱持續保冰而製作出冰鎮涼杯。

## 壹、研究動機

有一天我在 Discovery 頻道上看到一段節目，內容大約是說有人利用單純的報紙加上水，然後做成報紙冰船而且這個報紙做成的冰船可以航行半小時。這段節目讓我們感受到很不可思議。報紙加水做成的船有如此的堅固嗎？竟然可以承受住人的重量。這大大的引起了我們的好奇心，因此我們親自動手製作報紙冰船，借此來證明影片中的情節是否造假。但是影片中的報紙冰船是在美國冰天雪地的阿拉斯加航行，才能維持這麼久，如果在台灣製作報紙冰有沒有其他用途呢？所以我們想利用報紙冰的特性，看看能不能創造出生活中好用的東西。

## 貳、研究目的

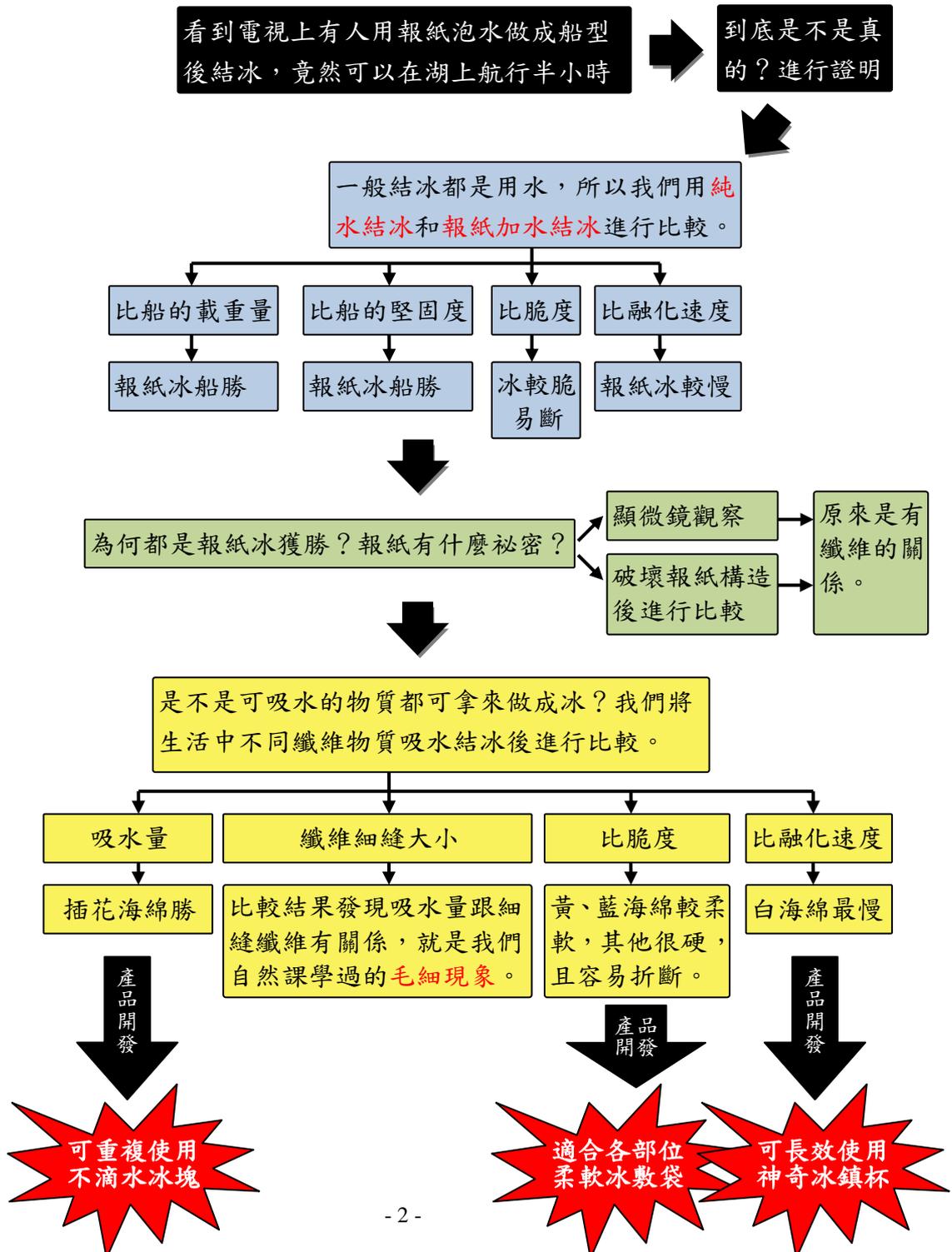
- 一、探討影片中報紙船不沉的秘密的真偽。
- 二、研究純水冰棍與報紙冰棍所能承受物體的重量。
- 三、研究純水冰與報紙冰的融化速度與溫度。
- 四、探討報紙冰不斷的秘密？
- 五、探討日常生活中不同的纖維物質的吸水量？
- 六、研究纖維粗細、孔洞大小是否會影響吸水量？
- 七、探討日常生活中不同的纖維物質吸水結冰後的硬度？
- 八、探討日常生活中不同的纖維物質吸水結冰後的融化溫度與中心溫度？
- 九、研究利用物質吸水結冰後卻柔軟的特性，開發神奇柔軟冰敷袋。
- 十、研究利用物質吸水結冰後，融化速度慢且不滴水的特性，開發不滴水冰塊。
- 十一、奇特的冰鎮涼杯。

### 參、研究設備及器材

研究工具		研究材料	
秤重工具	電子秤、磅秤	製冰材料	插花海綿(酚醛塑料=電木)、 強力吸水布(螺縲纖維)、 洗車海綿(PVA)、黃海綿(PU)、 藍海綿(木漿纖維)、 白海綿(美耐皿樹脂)、 報紙、宣紙、 透明箱、保麗龍、PVC 塑膠管
觀察工具	顯微鏡		
製作工具	熱融槍、熱融膠、保麗龍膠、 1000ml 塑膠杯、700ml 塑膠 杯、熱縮膜、吹風機、打洞機		

### 肆、研究過程

研究流程：



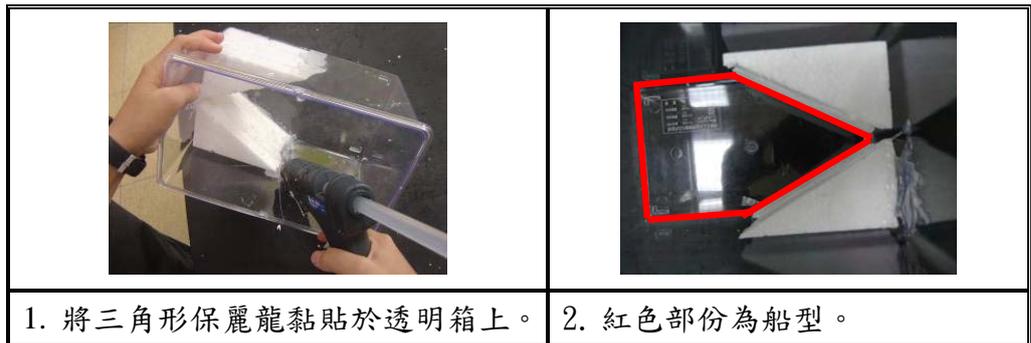
**【研究一】：探討影片中報紙船不沉的 secrets 的真偽。**

影片中我們看到利用報紙與水結成冰的報紙冰，竟然可以承受人的重量，更誇張的是可以航行在水中，這是否是真的呢？於是我們想做實驗來證明報紙加水做成的「報紙冰船」在水中所承受的重量、時間和空中撞擊力都比「純水冰船」要來的久與強。

一、製作「純水冰船」與「報紙冰船」的步驟

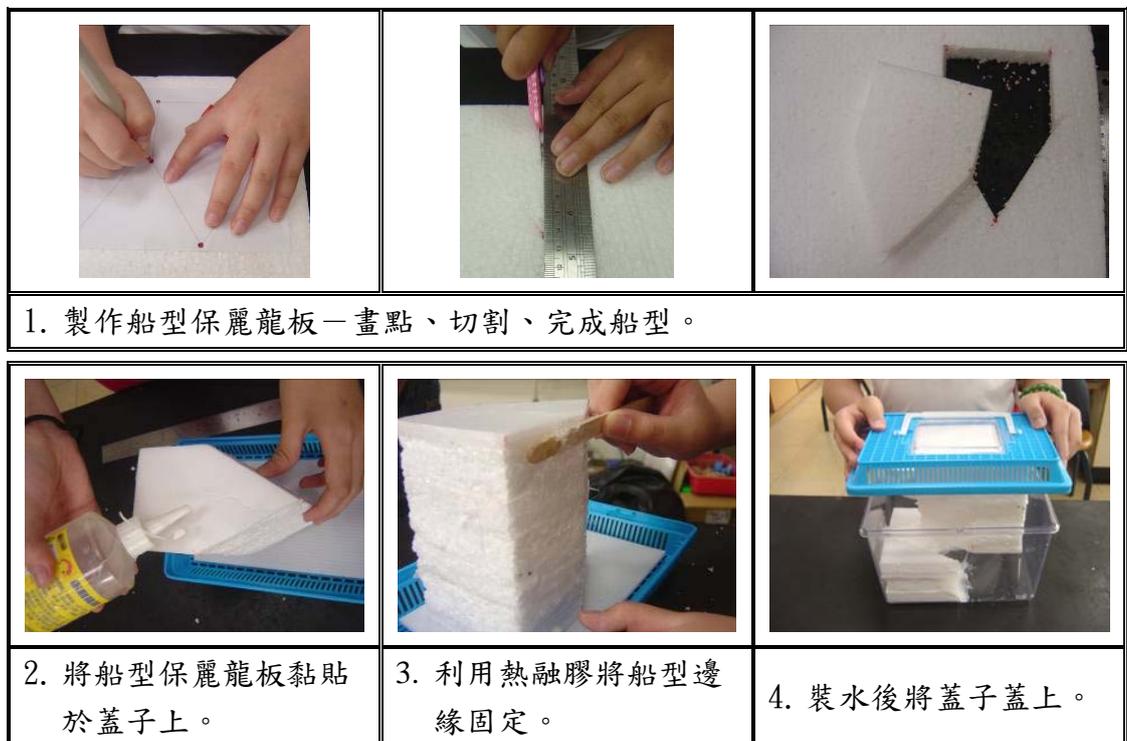
(一) 步驟一：製作船型

我們利用透明昆蟲箱當做容器，在容器的角落，置入兩個三角形的保麗龍板，這樣當我們把水注入昆蟲箱時，就能做出船型。



(二) 步驟二：製作船的凹槽

我們在昆蟲箱的蓋子上黏一個船型的保麗龍板，當我們把蓋子蓋入昆蟲箱時，自然而出現一個凹槽。步驟如下圖所示。



### (三) 製作冰船

#### 1. 製作純水冰船

	
1. 將水注入透明盒內，再將蓋子蓋上，放入冰箱冷凍一天。	2. 冷凍後的純水冰船。

#### 2. 製作報紙冰船

		
1. 將報紙撕成條狀後，泡到水中，慢慢的將報紙貼到透明箱中。	2. 直接放入冰箱冷凍一天。	3. 冷凍後的報紙冰船。

### (四) 步驟三：拆解冰船

當我們把製作好的容器裝水結冰後，發現不管是純水冰或報紙冰都牢牢的緊貼在盒子上，必需要稍微沖一下水後才可以拿出來。

#### 【拆解純水冰船】

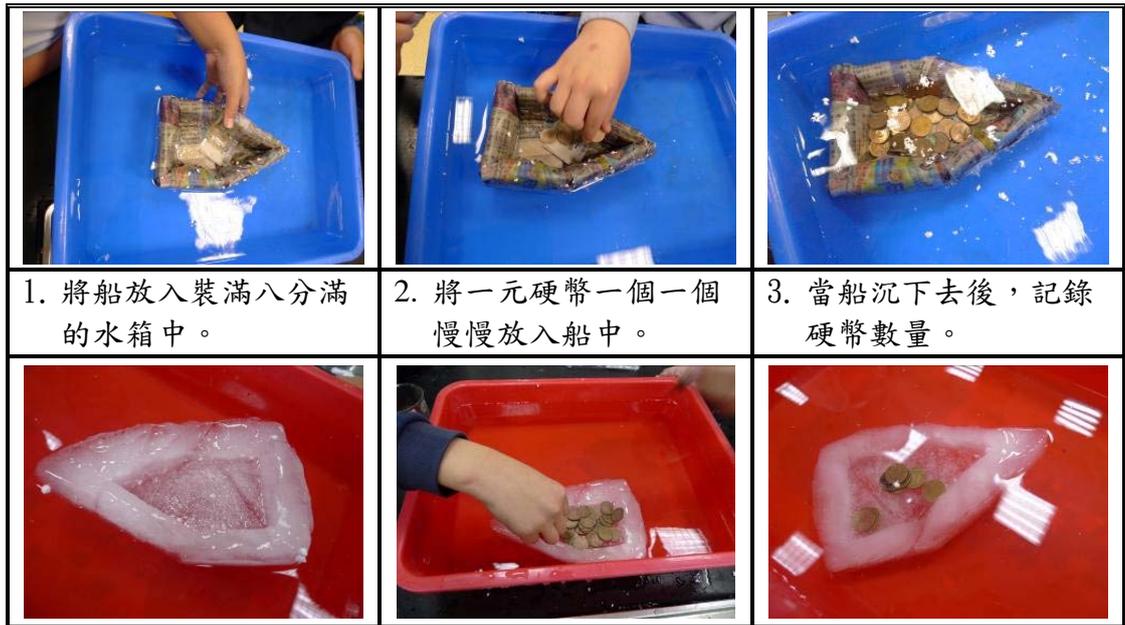
		
1. 用水沖透明箱，讓箱子與冰船分離。	2. 將蓋子輕輕拿起。	3. 拆除凹槽內的保麗龍

#### 【拆解報紙冰船】

		
1. 用水沖透明箱，讓箱子與冰船分離。	2. 將透明箱倒過來輕敲	3. 拆除周邊的保麗龍。

## 二、「純水冰船」與「報紙冰船」載重實驗

### (一) 實驗方法：



1. 將船放入裝滿八分滿的水箱中。

2. 將一元硬幣一個一個慢慢放入船中。

3. 當船沉下去後，記錄硬幣數量。



### (二) 實驗表格記錄

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
報紙冰船	53	51	61	56	55	55.2
純水冰船	36	23	8	2	1	14

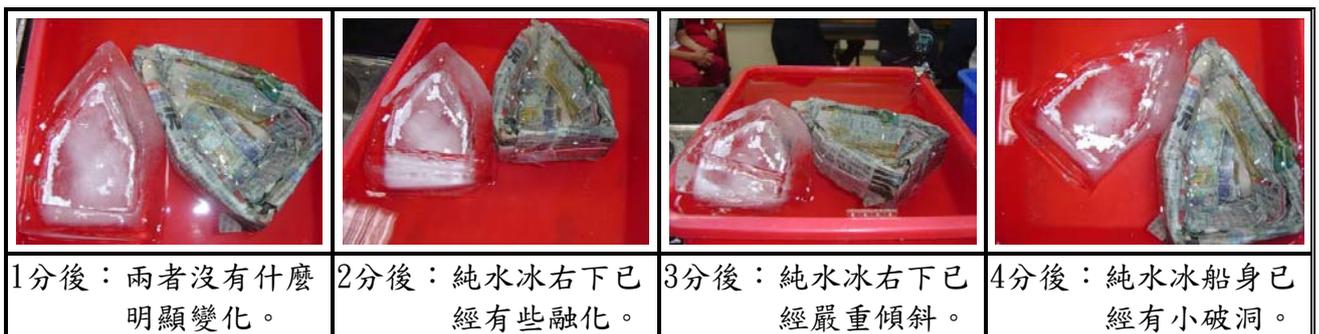


### (三) 實驗結果

1. 我們發現報紙冰船平均可以載重量為 55 個 1 元硬幣，而純水冰船平均只能有 14 個 1 元硬幣。很明顯**報紙冰船可以載的重量較重**。
2. 純水冰船在第三次實驗時，由於旁邊的船身已經融化了，所以水很快就會跑進去，因此只能承受 1~2 個硬幣。
3. 報紙冰船在五次的實驗中，每次載重量都很重，最低有 51 個，最高有 61 個。

## 三、「純水冰船」與「報紙冰船」耐浮實驗

(一) 實驗方法：將製作好的「報紙冰船」與「純水冰船」一起放到水中，每隔一分鐘拍照記錄，觀察哪一種冰船可以漂浮較久。(原始水溫：23.6℃)



1分後：兩者沒有什麼明顯變化。

2分後：純水冰右下已經有些融化。

3分後：純水冰右下已經嚴重傾斜。

4分後：純水冰船身已經有小破洞。

			
5分後：純水冰船身上半部已經融化一半。	6分後：純水船底已經破洞。	7分後：純水冰船已融化一半以上。	8分後：純水冰船船底融化，船身剩下不到 1/3。
			
9分後：純水冰船只剩下不到 1/5。	10分後：純水冰船只剩下兩片小冰塊。	11分後：純水冰船只剩下一片小冰塊。	12分後：純水冰船全部融化，而報紙冰船仍然漂浮在水面上。

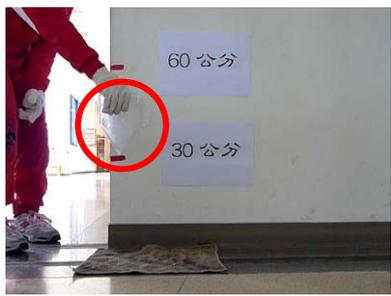
## (二) 實驗結果

1. 純水冰船 12 分鐘後已全部融化，而報紙冰船 75 分鐘後才沉入水底。報紙冰船承受的時間是純水冰船的 6 倍左右。
2. 我們觀察到純水冰船融化由船身周圍開始，然後船底，最後船身底部。
3. 我們觀察到報紙冰船在 40 分鐘後才稍微有水從底部進來，但因為報紙內部仍有冰塊所以半浮在水中，最後才沉入水中。如下圖示。



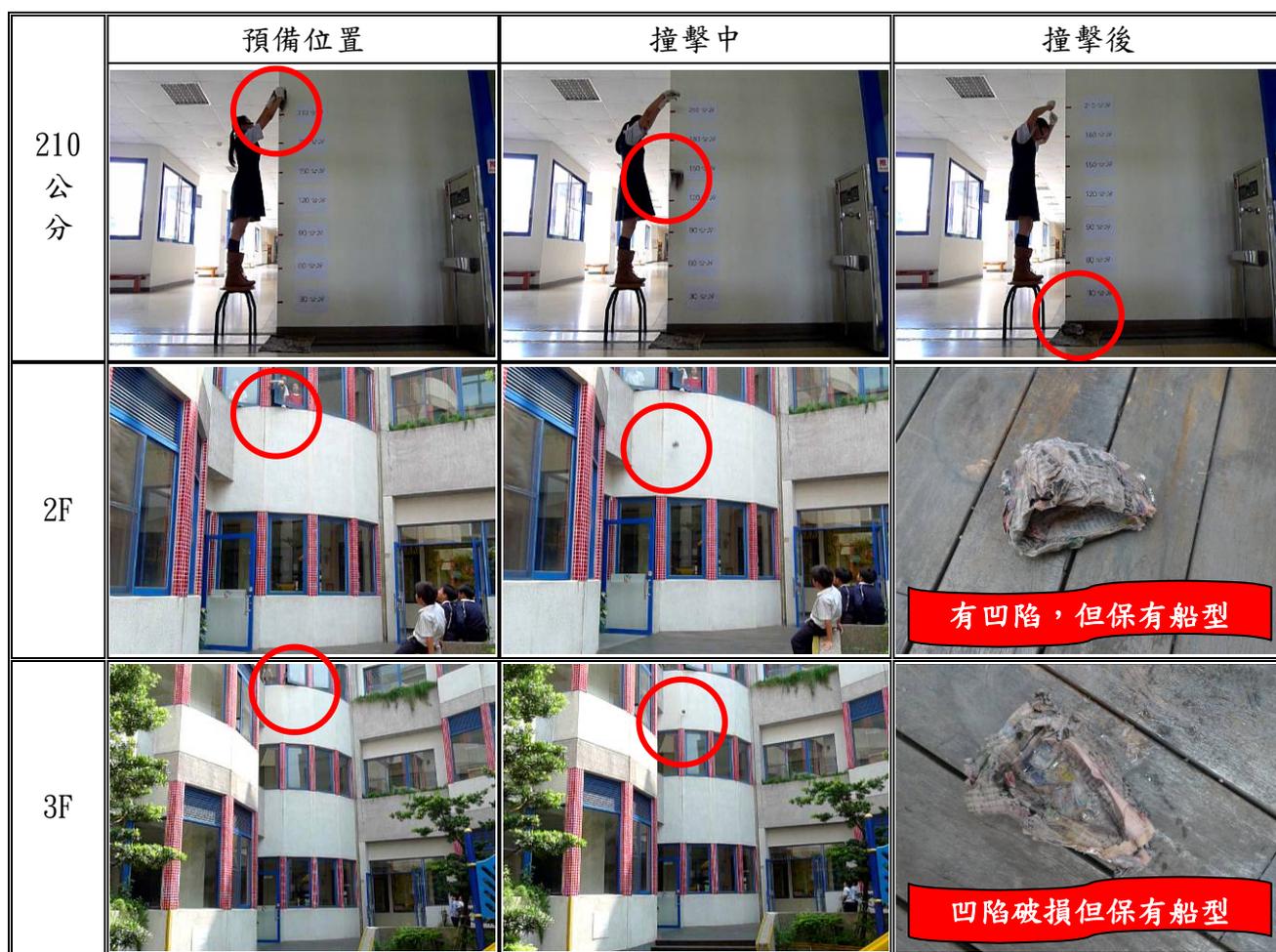
## 四、「純水冰船」與「報紙冰船」撞擊實驗

(一) 實驗方法：我們利用錄影的方式記錄，「純水冰船」與「報紙冰船」分別由 30 公分、60 公分、90 公分、120 公分、2F 處、3F 處落下撞擊地面。

純水冰船			
	預備位置	撞擊中	撞擊後
30 公分			

	預備位置	撞擊中	撞擊後
60公分			
90公分			

報紙冰船			
	預備位置	撞擊中	撞擊後
30公分			
60公分			
120公分			
180公分			



## (二) 實驗結果

1. 在 90 公分的撞擊實驗中，純水冰船就已經碎裂成 5 塊了，而報紙冰船只有前面稍微損毀。因此撞擊實驗中，「報紙冰船」耐撞度勝於「純水冰船」。
2. 報紙冰船實驗到最後我們發現到能夠承受到 3 樓高度以上。由於實驗後段已經經過了 20 分鐘了，報紙冰船有些融化，因此船身已經損毀。但是船整個結構摸起來仍然有一定的硬度而且保有船型。

**【研究二】：研究純水冰棍與報紙冰棍所能承受物體的重量。**

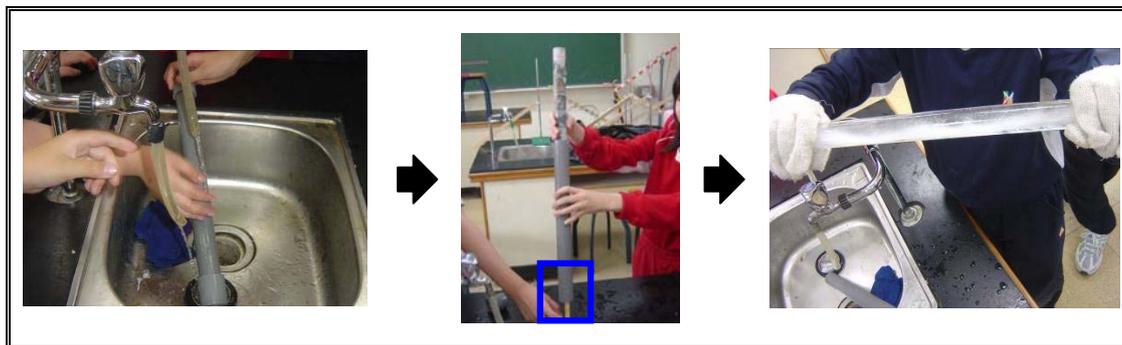
從研究一中發現到報紙冰的船身是比較堅固的，為了要進一步比較，我們把【純水】與【報紙加水】做成相同大小冰棍，看誰能承受較重的重量。

### 一、製作方法：

- (一) 我們將直徑 3.5 公分 pvc 塑膠水管切成長度 40 公分的管子 4 根，在其中 2 根管子裡面倒入 9 分滿的水。
- (二) 將報紙慢慢捲成直徑約 3 公分，長度 40 公分的報紙卷，然後將報紙卷裝入塑膠管中，再把水慢慢倒入管中，直到報紙整個浸濕為止。

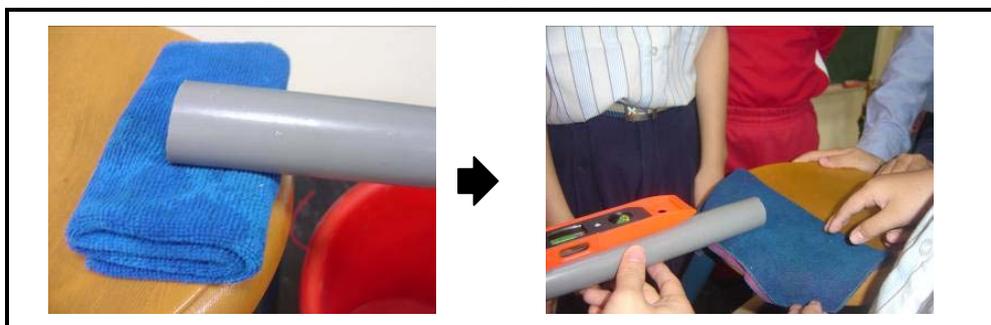


二、拆解冰棒：先用冷水沖洗塑膠管周圍，約 2 分鐘後，將蓋子打開，用棍子由其中一端進入，慢慢用力將冰棍頂出。過程中塑膠棍不可以太過用力，否則純水做成的冰棍容易斷裂。詳細過程如下圖：

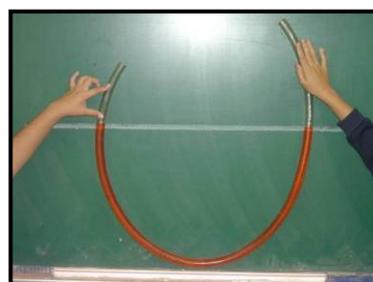


三、實驗冰棍與報紙冰棍耐重方法。

(一) 在實驗桌上架起兩張椅子，在椅子上放兩塊抹布，目的在於防止冰棍的滑動與滾動。利用水平儀確認兩張椅子是水平的。



(二) 在黑板上畫上一條水平線，而這條水平線的位置在於冰棍的上方，利用四年級學過「**連通管的原理**」來檢測是否有水平。



(三) 將冰棍或報紙冰棍架在椅子上，並且在冰棍中間放一個水桶，然後慢慢的在水桶裡面加磚塊，直到冰棍掉落後，全程錄影記錄冰棍或報紙冰棍所能承受的重量。



#### 四、實驗記錄表格

	第一次	第二次	第三次	平均
冰棍	3 個磚頭	4 個磚頭	3 個磚頭	3.3 個磚頭
報紙冰棍	6 個磚頭	7 個磚頭	7 個磚頭	6.3 個磚頭

勝

#### 五、實驗結果與討論

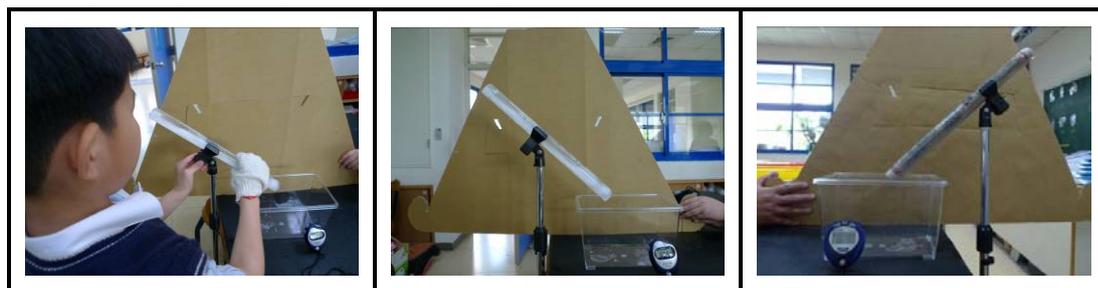
- (一) 冰棍平均約 3.3 個磚頭就掉落，而報紙冰棍平均需要 6.3 個磚頭。所以承受重量是報紙冰棍勝於純水冰棍。
- (二) 實驗中我們發現，純水冰棍不會彎曲，而報紙冰棍在第 4 個磚頭時就會開始彎曲，所以證明了**報紙冰棍有較強的韌性**。
- (三) 由觀察中我們發現到，如果實驗條件改成冰棍不能彎曲，則報紙冰棍與純水冰棍在彎曲或斷裂前所能承受的重量是差不多的。
- (四) 我們由實驗中發現到，如果只是純水做成的冰棍韌性不強（很脆），但如果是水加上報紙就很強，是不是因為報紙有纖維而增加它的韌性呢？我們在「研究四」深入探討。

#### 【研究三】：研究純水冰與報紙冰的融化速度與溫度。

從研究一中我們發現到報紙冰的船身沉入水中時間較慢，因此我們想要證明，【純水】與【報紙加水】做成冰棍，哪一個融化速度慢？做成的冰塊，哪一個能夠使水較冷？純水冰杯與報紙冰杯的中心溫度哪一個較低呢？

#### 一、探討【純水】與【報紙加水】做成冰棍，哪一個融化速度慢？

- (一) 製作方法：純水冰棍與報紙冰棍製作方法如同【研究二】。
- (二) 實驗方法：將製作好的冰棍與報紙冰棍利用麥克風夾子夾住，在冰棍下面接一個透明水箱，記錄 1 分鐘水滴下來的次數。

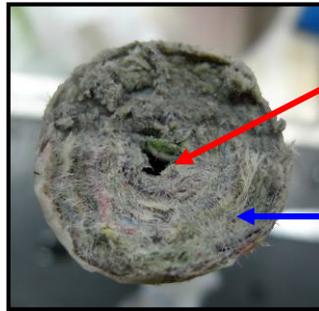


#### (三) 實驗記錄表格

	1 分	2 分	3 分	4 分	5 分	6 分	7 分	8 分	9 分	10 分	平均
純水冰棍每分鐘滴下的水滴(次)	16	17	17	16	17	17	17	16	16	17	16.6 滴
報紙冰棍每分鐘滴下的水滴(次)	15	16	15	14	9	7	5	4	4	2	9.1 滴

#### (四) 實驗結果討論

1. 純水冰棍每分鐘記錄的滴水次數約在 16~17 次，變化不大。
2. 由滴水次數中我們觀察到，報紙冰棍在前四次的實驗中，滴水次數平均在 15 次，而純水冰棍約在 16.5 次，因此我們證明報紙冰棍融化速度較慢。
3. 報紙冰棍在第五分鐘時從滴水 14 次掉落到 9 次，甚至十分鐘後就不再滴水了。我們把報紙冰棍剖開來，觀察到水份大多都存留在報紙中，而前面所滴下來的水是卡在報紙與報紙之間夾層多餘的水份。



剛開始滴下的水是由夾層流下來的。

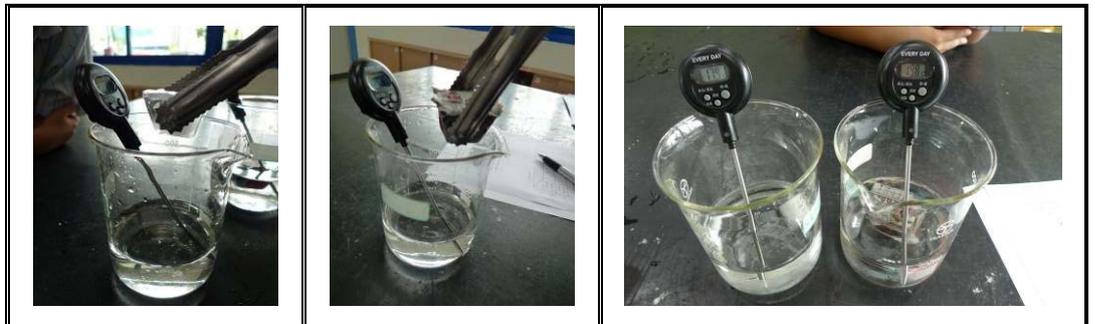
報紙冰棍大部份的水份是保留在報紙裡。

#### 二、研究將純水與報紙加水做成的冰塊，哪一個能夠使水較冷？

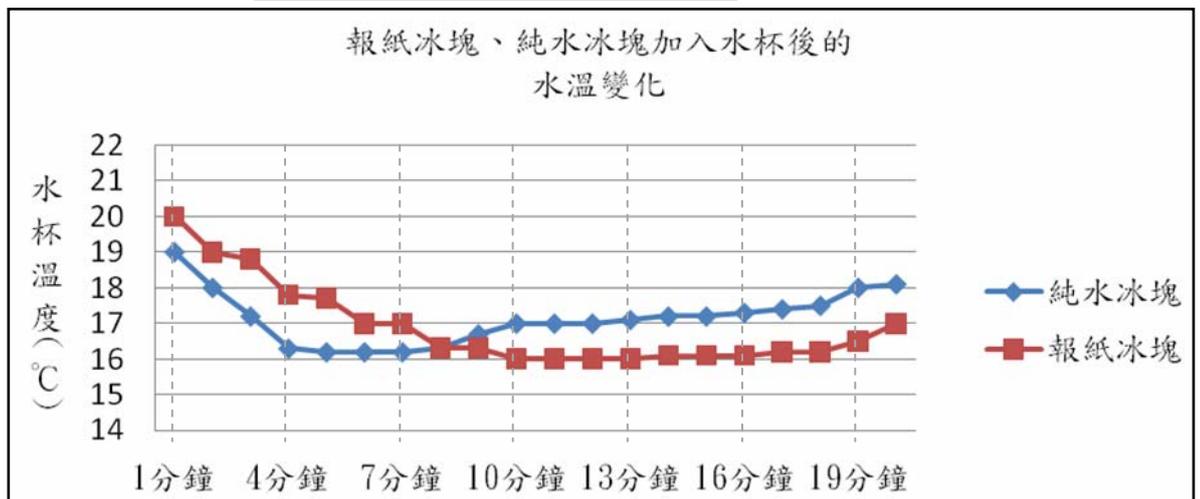
(一) 製作方法：將報紙撕成小片泡到水中後，慢慢的貼在製冰盒上。如下圖：



(二) 實驗方法：將冰好的純水冰塊與報紙冰塊各丟 1 個到 200cc 的水中。每 1 分鐘，利用溫度計測量兩杯水的溫度。



(三) 實驗結果：(詳細記錄數字請參閱實驗日誌)



#### (四) 實驗結果討論

1. 我們觀察到前 10 分鐘，純水冰塊能使水溫降低的較多，水溫也較低。
2. 我們觀察到在 10~20 分鐘這段期間內，報紙冰塊能繼續使水溫降低，水溫也較低。
3. 由降溫時間曲線我們可以發現純水冰塊降溫快，但是升溫也較快，無法長時間讓水溫保持較低，只讓 16 度水溫持續了 6 分鐘。相反的，報紙冰塊使水慢慢降溫，但卻使水溫在 16 度左右，持續了 12 分鐘。
4. 由實驗結果中我們知道，冰塊的融化速度快於報紙冰塊。

### 三、探究純水冰杯與報紙冰杯的中心溫度哪一個較低？

#### (一) 製作方法：

##### 1. 純水冰杯：

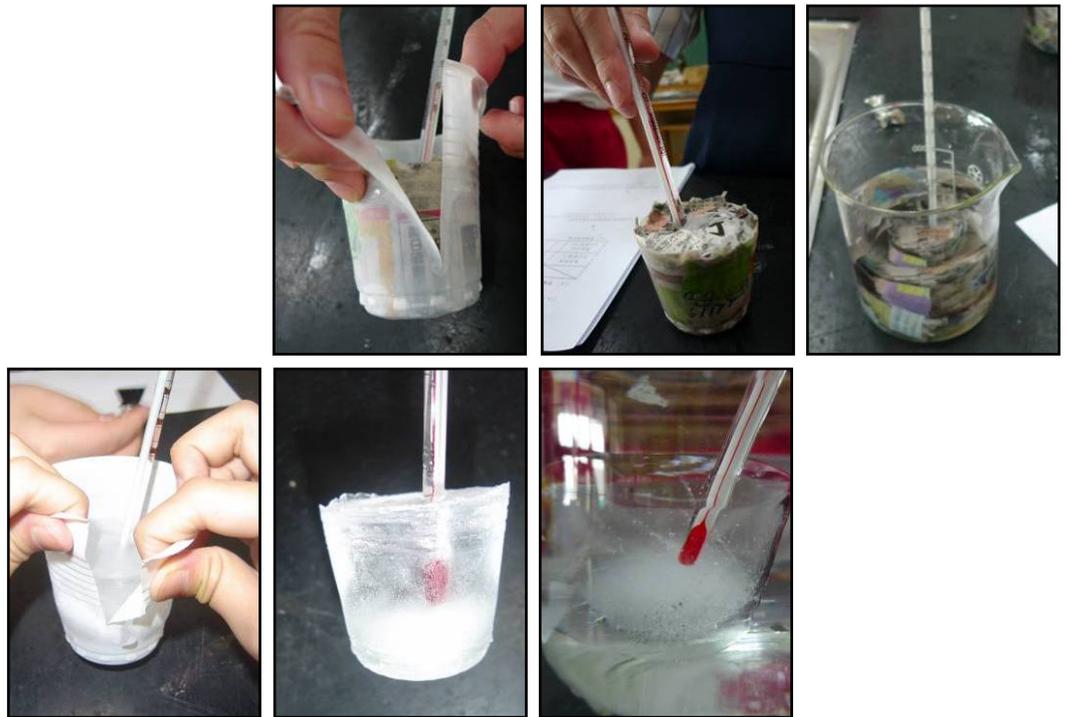
- (1) 為了讓溫度計冷凍在冰中間，我們使用了兩個方法，第一個用夾子固定溫度計，讓溫度計不要被冰往上推。第二個方法除了用夾子夾外，還在塑膠杯的周圍套上保麗龍，這樣可讓水是由上往下結冰，跟大自然湖水結冰的道理是一樣的。



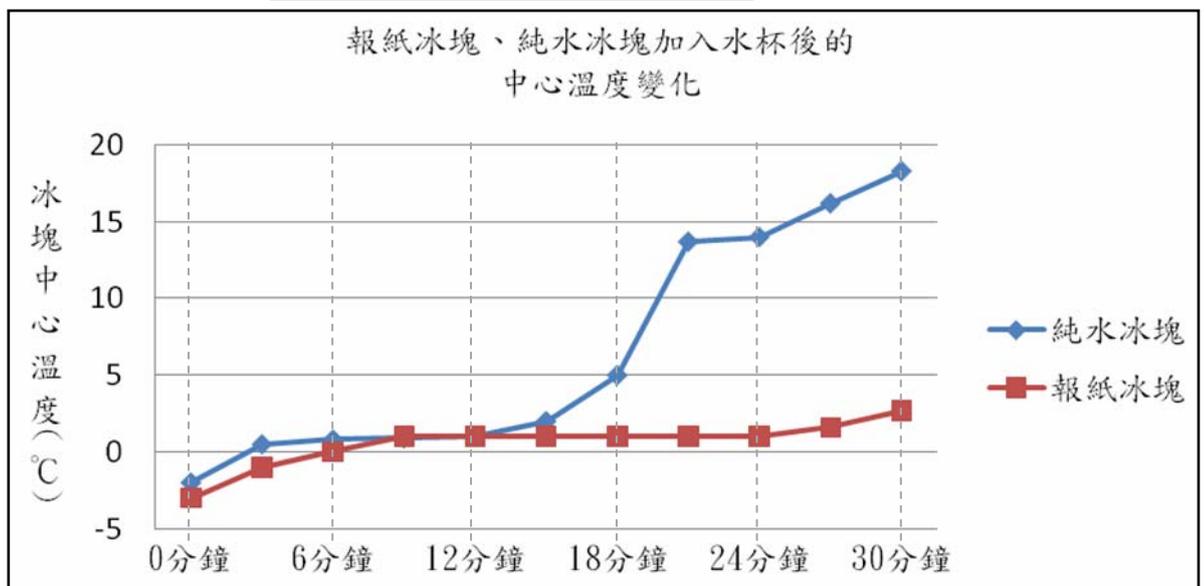
2. 報紙冰杯：將報紙撕碎後貼在塑膠杯中，貼一半時將溫度計固定在杯中後，再繼續貼報紙。完成後放到冷凍庫結冰。



- (二) 實驗方法：將純水冰杯與報紙冰杯從冷凍庫拿出來後，放在 800cc 溫中，每分鐘記錄溫度計讀數。



(三) 實驗結果： (詳細記錄數字請參閱實驗日誌)



(四) 實驗結果討論

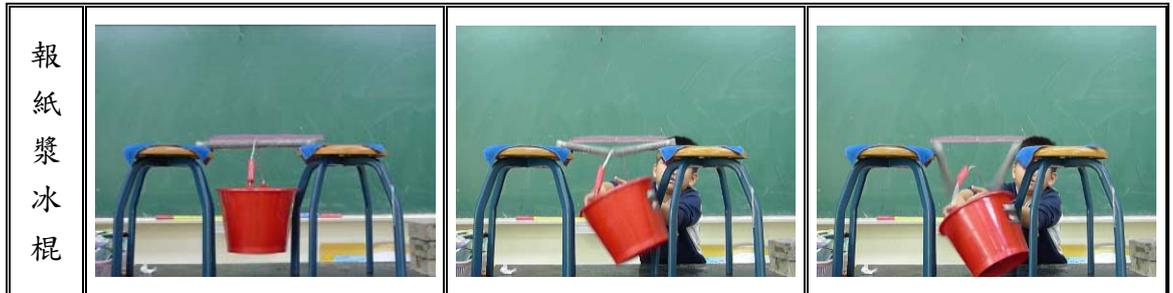
1. 我們發現純水冰塊中心溫度維持在 $1^{\circ}\text{C}$ 以下，只有14分鐘，而報紙冰塊中心溫度計維持在 $1^{\circ}\text{C}$ 以下，有28分鐘。因此我們證明了報紙冰塊融化速度小於純水冰塊。
2. 由以上三個實驗我們證明了只有純水做成的冰融化速度較快，而報紙加水做成的報紙冰融化較慢。
3. 但是我們發現同樣是冰塊，純水冰居然在18~24分鐘時，中心溫度突然上升很多，會不會是純水冰塊外部融化，杯子的水侵入到冰塊中心了呢？這在我們的心中存有懷疑。

#### 【研究四】：探討報紙冰不斷的秘密？

由「研究二」中我們發現報紙冰會彎卻不會斷，是否因為纖維的關係？我們用顯微鏡觀察，確實有很多長纖維。因此我們決定破壞報紙的纖維，將報紙打成紙漿再做成冰棍，來測試承重量是否會改變。



- 一、實驗方法：將報紙撕碎後浸泡在水中一天後打成紙漿，再放到塑膠管中結冰。變成冰棍後測量紙漿冰棍的耐重程度。方法如同【研究二】



#### 二、實驗結果與討論

- (一) 我們實驗兩次的結果顯示出，**紙漿冰棍只能承受一個磚頭的重量**，比純水冰棍三個磚頭與報紙冰棍六個磚頭要弱上許多。
- (二) 因為我們把報紙打成紙漿，纖維已經斷裂，因此紙漿冰棍沒有報紙冰棍一樣有較長纖維的支撐。
- (三) 由結果我們得知纖維短的物質加水結冰後較脆，容易斷。
- (四) 纖維長的物質加水後較不脆，會彎折但比較不容易斷，。

#### 【研究五】：探討日常生活中不同的纖維物質的吸水量？

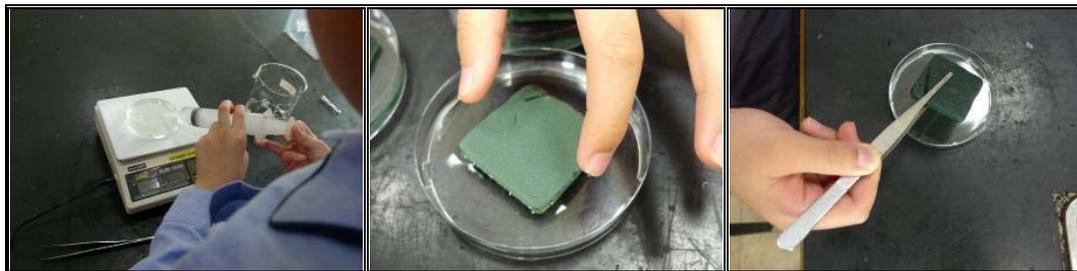
由【研究二】、【研究四】中我們發現到，只有水做成的冰，水量最多，但太硬。但報紙加水做成的冰，水量少時軟，水量多則硬，是否市面上有物質在吸水後結冰有特別的現象呢？所以一開始我們來探討日常生活中不同的纖維物質吸水量的多寡？

#### 一、實驗方法：

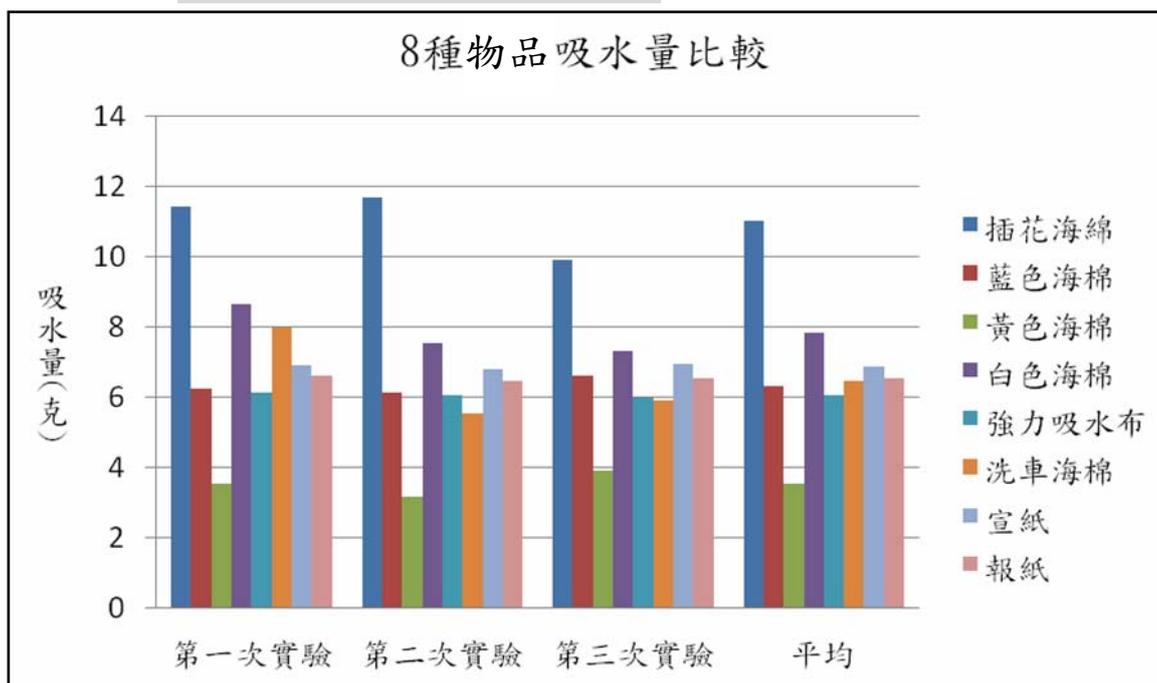
- (一) 我們找了八種常見會吸水的物品來實驗，有插花海綿、普通黃色海綿、洗碗白色海綿、藍色海綿、強力吸水布、洗車海綿、宣紙、報紙。
- (二) 將這八種吸水物品剪成長4公分，寬4公分，厚0.5公分的形狀。為了讓報紙與宣紙跟其它六種物質一樣厚，我們採用較多張疊起來的方式。



(三) 利用電子秤，先秤出水量 50g，再將 4x4 公分的 8 種海綿放入裝水的培養皿中，等待完全吸水之後，用鑷子夾起，讓多餘的水份滴乾，直到不滴之後，再將培養皿秤重，算出吸水量。



二、實驗結果：（詳細記錄數字請參閱實驗日誌）



### 三、實驗結果討論

(一) 吸水量由多到少：插花海綿 > 白色海綿 > 宣紙 > 報紙 > 洗車海綿 > 藍色海綿 > 強力吸水布 > 黃色海綿

(二) 我們發現這 8 種物品摸起來的感覺不太一樣，剛好自然課學過毛細現象，吸水現象跟材質有很大的關係，所以我們決定使用顯微鏡觀察。

#### 【研究六】：研究纖維粗細、與纖維孔洞大小是否會影響吸水量？

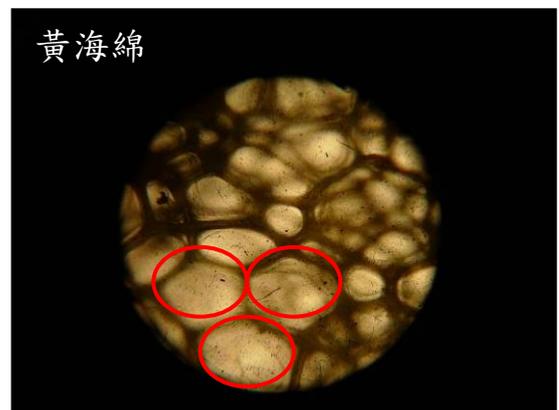
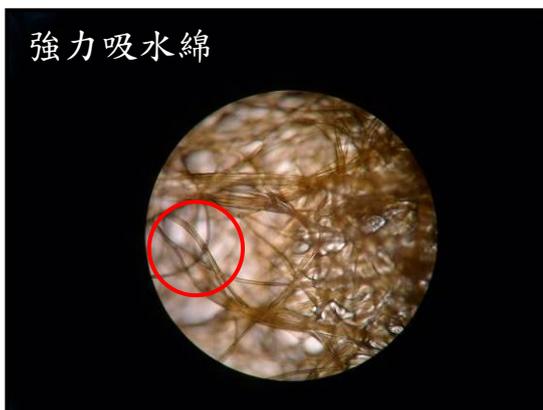
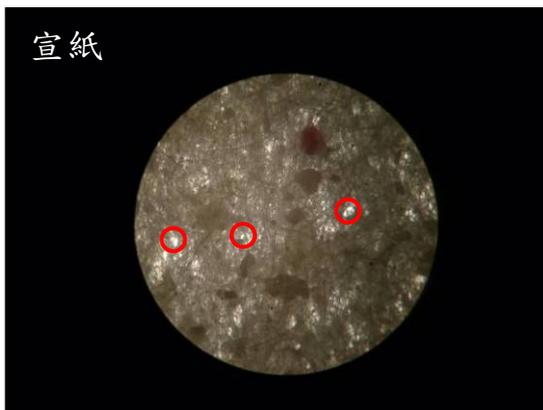
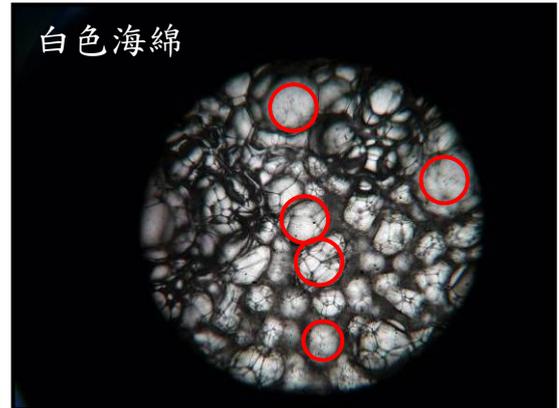
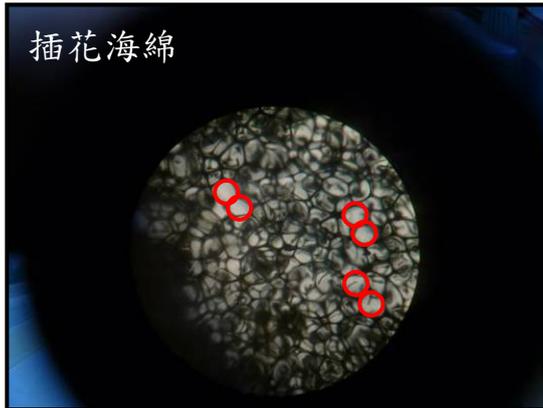
由「研究五」中我們發現，不同的物質吸水量不同，那到底是受到什麼因素影響呢？這學期剛好學到毛細現象，課堂上的實驗證明：細縫越小則水上升越高，是否吸水量也受到細縫影響呢？



一、利用顯微鏡觀察八種物品的細縫：

實驗方法：我們將這把種物質切成薄片，放在載玻片上。放大 100 倍進行觀察。

二、實驗觀察照片：



### 三、實驗觀察討論

(一) 細縫與纖維量比較：由顯微鏡中觀察後，以下是我們的排名：

【隙縫最大為 8，最小為 1；纖維量最多為 8，最少為 1】

	插花海綿	白色海綿	宣紙	報紙
細縫大小排名	3	4	2	1 (幾乎看不到)
纖維量排名	4	3	7	8(最多)
	洗車綿	藍色海綿	強力吸水布	黃海綿
細縫大小排名	5	7	6	8(最大)
纖維量排名	5	2	6	1(最少)

(二) 從實驗觀察和研究五吸水量數據互相對照後，我們發現黃海綿細縫最大，難怪吸水量少，因為毛細現象不明顯。

(三) 報紙細縫最小，但是因為幾乎看不見，所以我們推測沒有空間容納水分。而且我們記得自然課實驗有發現，滴水在報紙上要一陣子才會被吸走。

(四) 而吸水量奪冠的插花海綿，我們推測可能因為細縫大小適中，而且纖維量適中，可以有很多很多的細縫，所以有很多空間儲存水分。

【研究七】：探討日常生活中不同的纖維物質吸水結冰後的硬度？

我們很好奇的把【研究六】的 8 種物品吸水後拿去結冰，結果竟有出乎意料的事情發生。

一、實驗方法：把【研究六】的 8 種物品吸水後拿去冷凍庫結冰。



二、實驗觀察：我們有以下發現

(一) 插花海綿：很硬，用力折會斷。最後在收拾的時候發現，經過 40 分鐘放置插花海綿的桌面竟然沒有像其他物品留下一攤水。

(二) 白色海綿、洗車綿、藍色海綿、強力吸水布：很硬，用力折會斷。

(三) 宣紙、報紙：很硬，用力折只會彎曲不會斷。

(四) 黃海綿：鬆鬆軟軟的，可以輕易彎折。

(五) 這 8 種物品在我們觀察約 40 分鐘後，除了黃海綿比較不冰之外，其他七種一樣很冰冷。這讓我們想到在【研究三】探討純水冰與報紙冰融化速度的結果。是不是這 8 種物品的融化速度也是比純水冰慢呢？

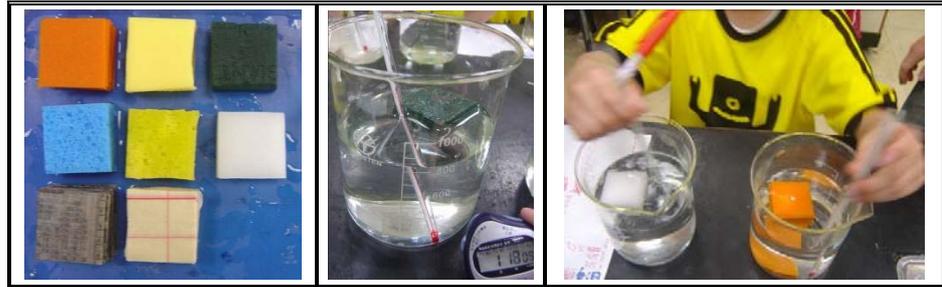
【研究八】：探討日常生活中不同的纖維物質吸水結冰後的融化速度與中心溫度？

我們利用【研究三】的『冰塊測水溫法』與『中心溫度測量法』來檢測。

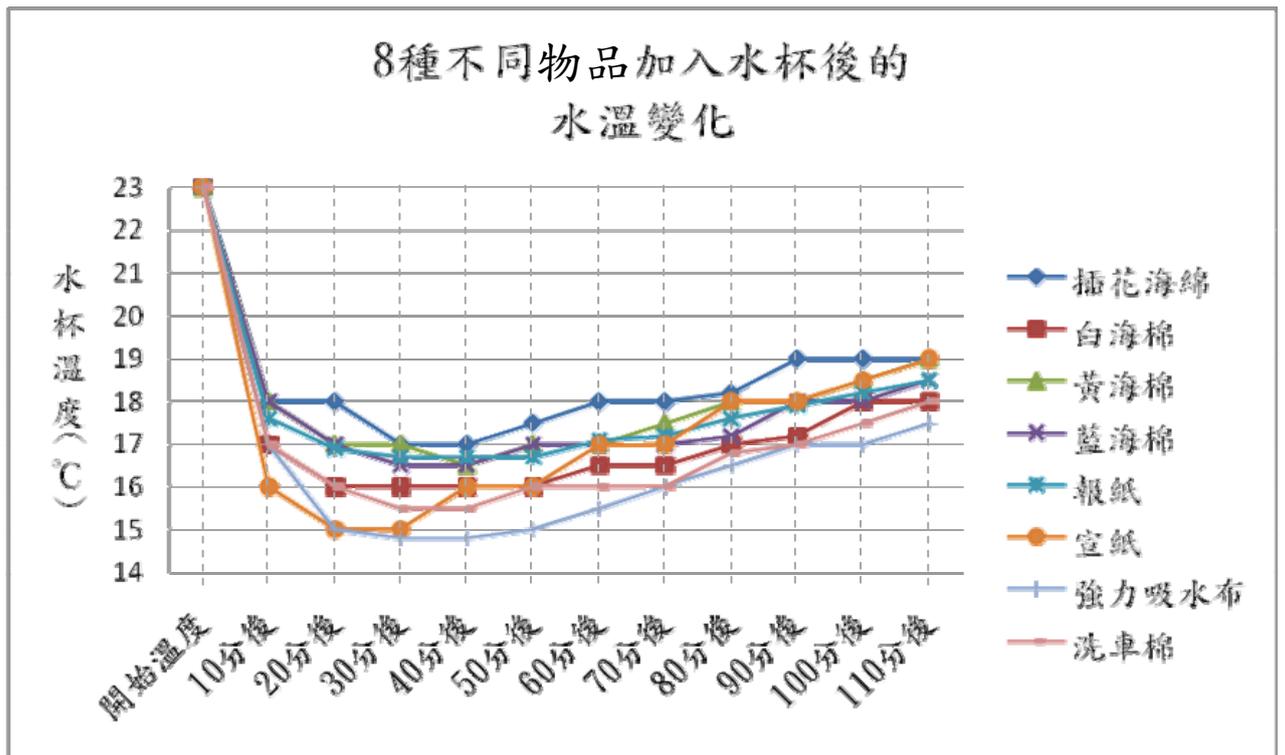
一、實驗一：冰塊測量水溫法（模擬冰在水中使用的情形）

（一）實驗方法：

1. 將插花海綿、黃色海綿、白色海綿、藍色海綿、強力吸水布、洗車綿、宣紙、報紙製作成長 4.5cm、寬 4.5 cm、高 2.5 cm 的正方體。
2. 將 8 種物品充份吸水後放到冰箱冷凍庫結冰。
3. 將結冰好的 8 種物品丟入 800ml、23°C 的水中，每十分鐘測量水的溫度。



（二）實驗結果：（詳細記錄數字請參閱實驗日誌）



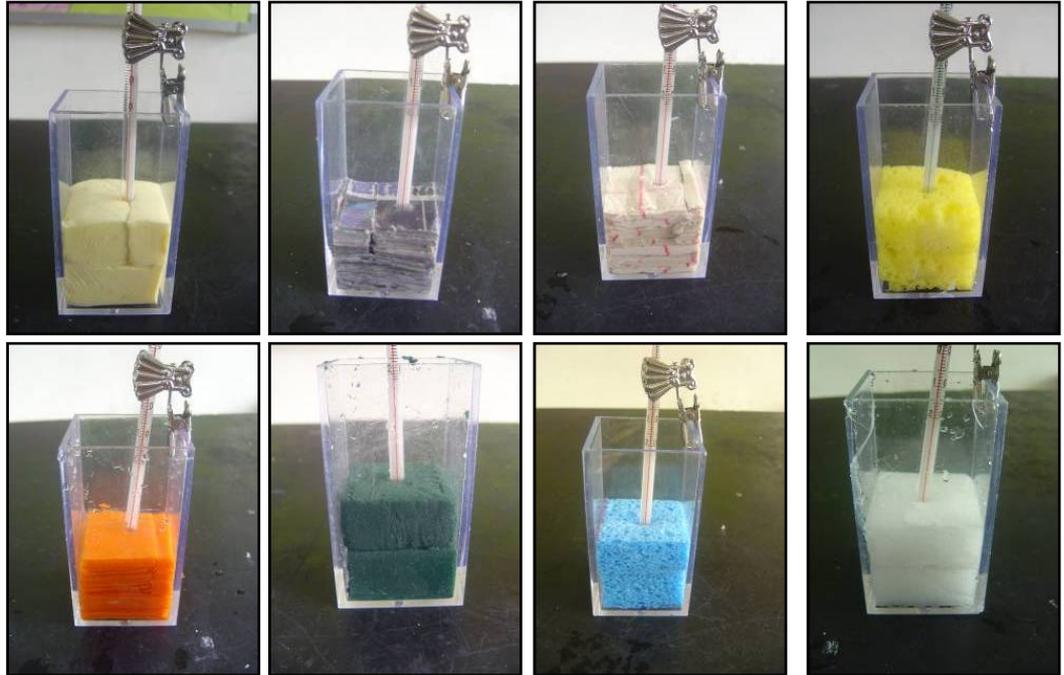
（三）實驗結果討論：

1. 8 種不同物質冰塊放入水中 110 分鐘後，水溫由低到高為：  
強力吸水布→洗車棉→白海棉→宣紙→藍海棉→報紙→黃海棉→插花海綿
2. 讓水溫降到最低的是「強力吸水布冰塊」，水溫為 14.8°C。
3. 讓水溫下降速度最快的是「宣紙冰塊」。

## 二、實驗二：中心溫度測量法（模擬冰在空氣中使用的情形）

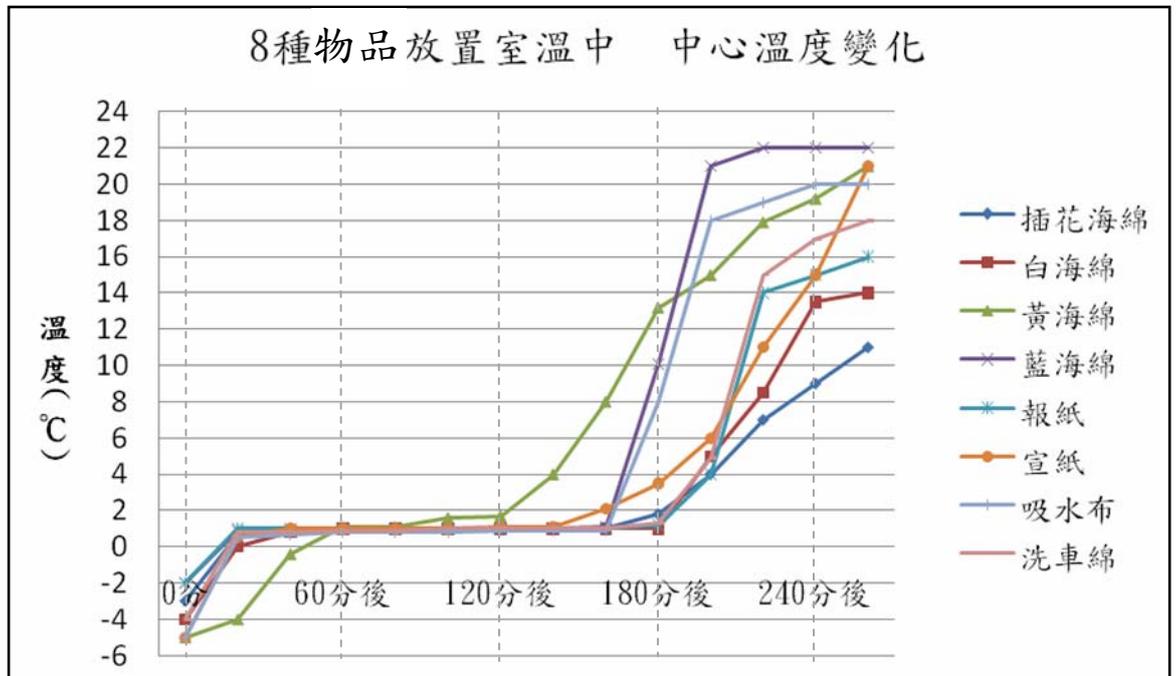
### （一）實驗方法：

1. 將溫度計放置這八種物質的中心。完成如下圖。再拿去冷凍庫結冰。



2. 將它們放到桌上室溫中，每 20 分鐘測量「中心溫度」，並且紀錄。

### （二）實驗結果



### （三）實驗結果

1. 平均溫度由低到高為：插花海綿→白海綿→報紙→宣紙→洗車棉→吸水布→黃海綿→藍海綿。
2. 因為一開始溫度計是冰封在中間的，所以溫度一直很低，大約經過 160 分鐘之後開始有明顯的溫度上升。

3. 插花海綿、白海棉、報紙、洗車棉這四種物質在經過 180 分鐘(3 小時)後仍然保持 2°C 以下的低溫，推測它們的外在融化較慢，中心溫度低。
4. 黃海棉、藍海棉與吸水布，在經過 120 分鐘(2 小時)後，溫度就快速上升，推測它們融化速度較快，造成中心溫度較高。
5. 實驗結束時，最低溫的物質是插花海綿。

### 三、結論

- (一) 由「冰塊測量水溫法」得知水溫由低到高為：吸水布→洗車棉→白海棉→宣紙→藍海棉→報紙→黃海棉→插花海綿
- (二) 由「中心溫度測量法」得知中心溫由低到高為：插花海綿→白海棉→報紙→宣紙→洗車棉→吸水布→黃海棉→藍海棉

### 【研究九】：研究利用物質吸水結冰後卻柔軟的特性，開發神奇柔軟冰敷袋。

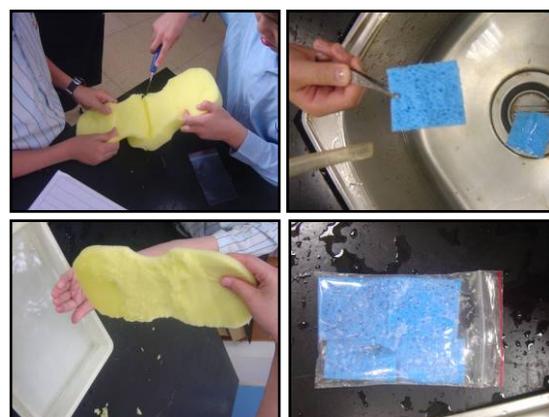
一、我們從【研究五】和【研究七】發現，水結成冰會變得很硬，而吸水量前三名的插花海綿、白海綿、宣紙，吸水結冰後也很硬，用力一壓不會變形，但是會被折斷。所以我們大膽推論，吸水量多的海綿，結冰後會因為裡面的水多導致冰也多，就比較硬。

二、我們學校的簡易冰敷袋是使用夾鍊袋加水結冰，取出後是硬硬的一塊冰塊，有時候很難冰敷到受傷的部位。所以我們決定使用吸水量最後三名的黃海綿、藍海綿、強力吸水布，來製作神奇柔軟冰敷袋。



三、製作過程：

- (一) 利用 12cm x 8.5cm、17cm x 23cm 兩種 size 的夾鍊袋當作神奇柔軟冰敷袋的外袋。
- (二) 將黃海綿、藍海綿、強力吸水布三種物質裁切成符合夾鍊袋的大小，厚度大約為 1cm。
- (三) 把這三種物質吸水後裝入夾鍊袋中，放入冷凍庫結冰。



四、實際試用：

我們利用一個禮拜的時間，將製作完的「柔軟冰敷袋」給保健室阿姨，如果有同學不小心受傷需要冰敷，就發給他們使用，並填寫使用後問卷，之後再交給我們。

使用海棉冰敷問卷調查			
年級		姓名	
選擇冰敷的種類	<input type="checkbox"/> 黃海棉	<input type="checkbox"/> 藍海棉	<input type="checkbox"/> 吸水布
使用後感想 (與純水冰比較)	優點		
	缺點		

五、使用後心得：一個禮拜後我們共收到 9 張使用心得，如下。

海綿種類	優點	缺點
黃海綿	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可以包著傷口。</li> <li>2. 比較軟，可以彎曲。</li> <li>3. 不會那麼冰到很不舒服。</li> <li>4. 不容易滴水。</li> <li>5. 可以包關節的地方。</li> <li>6. 20 分鐘後還是冰冰的，原本以為只能使用一下就不冰了。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 夾鏈袋會破。</li> <li>2. 有些地方很硬。</li> <li>3. 壓下去海綿的水都跑出來了。</li> </ol>
藍海綿	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可以包住手指、膝蓋。</li> <li>2. 可彎曲。</li> <li>3. 方便攜帶。</li> <li>4. 重量很輕。</li> <li>5. 可以拿來退燒。</li> <li>6. 放在傷口不會冰到刺痛。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 一下就不冰了。</li> <li>2. 容易擠出水。</li> <li>3. 很快就融化了。</li> </ol>
強力吸水布	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 不會在融化後產生水。</li> <li>2. 不容易滴水。</li> <li>3. 融化後可以再利用。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 沒有純水冰那麼冰。</li> <li>2. 容易融化，一下就不冰了。</li> <li>3. 太小片了。</li> </ol>

六、綜合了使用心得跟我們自己的討論，強力吸水布結冰後仍然很硬，因此我們不考慮。而藍海綿的效果跟黃海綿的效果差不多，但是藍海綿的價錢是黃海綿的三倍，所以我們決定用黃海綿當作神奇柔軟冰敷袋。



【研究十】：研究利用物質吸水結冰後，融化速度慢且不滴水的特性，開發不滴水冰塊。

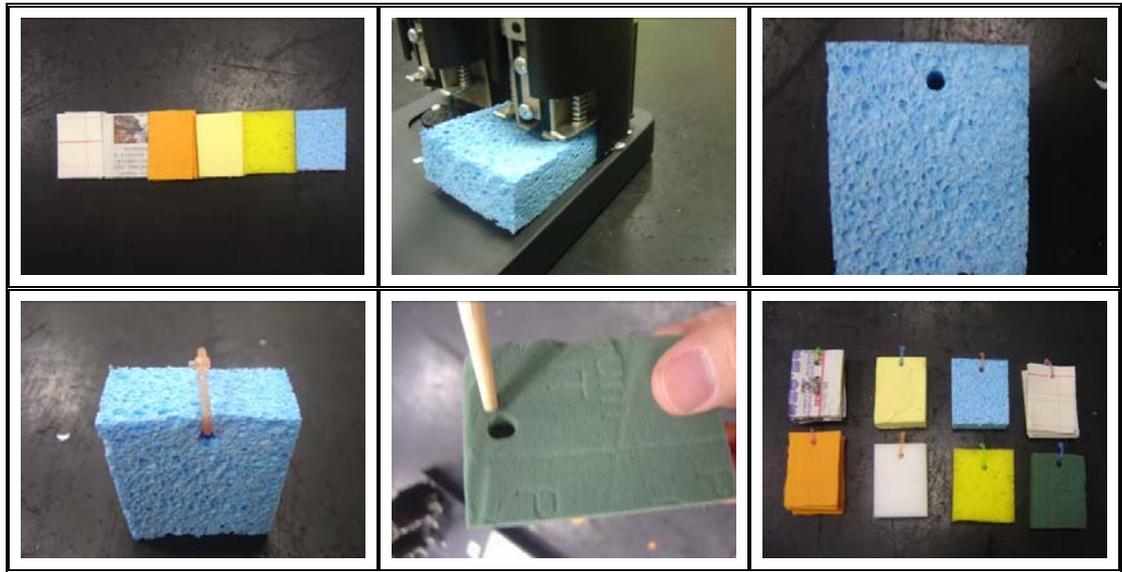
市場上賣魚或生魚片的攤位，在魚的下面都有擺冰塊，可是每次去買魚都會被滴下來的水弄濕腳，感覺有點噁心。在【研究七】中，我們發現插花海綿吸水結冰，直到它退冰，放置它的桌面只有微微潮濕，竟然沒有流出一灘水。因此我們想來開發不滴水的冰塊。

一、檢測物質結冰到退冰的過程中，是否滴水？

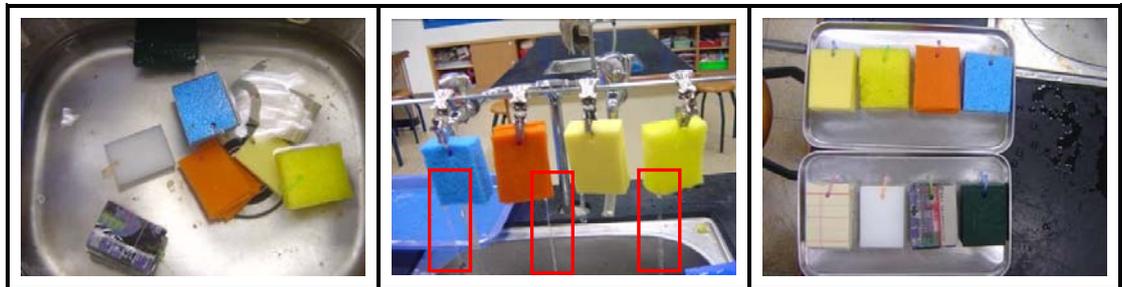
(一) 實驗方法：

1. 將這八種物品製成長 8cm、寬 4.5 cm、後 2.5 cm 的長方體。
2. 為了讓這些海綿自然的將多餘的水滴出來，我們利用打洞機打洞，再用「活頁夾塑膠圈」圈起來，這樣就可以吊起來滴水，不會因為手拿而把水壓出來。
3. 插花海綿因為沒有辦法利用打洞機打洞，所以我們利用竹筷子來穿洞。





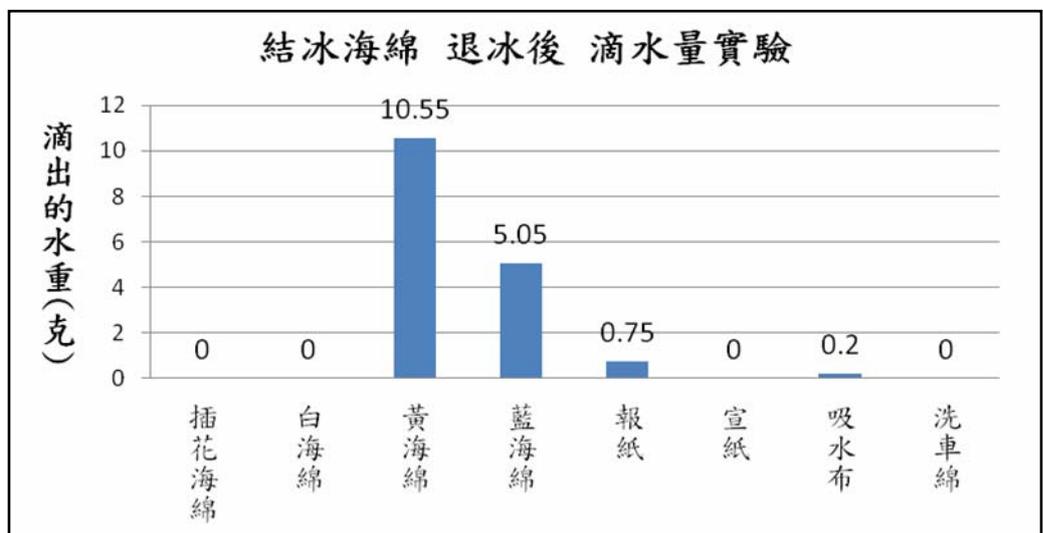
4. 將它們到水槽中充份吸水後，吊在桿子上，直到不滴水為止，再放到冷凍庫結冰。



5. 將結冰後的冰塊，掛在架子上，然後在每個海綿冰塊下面放杯子接滴下來的水。(杯子事先量過空杯重量，滴水實驗結束後，再秤秤看增加多少重量，就是滴出的水重)。



(二) 實驗記錄表格：



### (三) 實驗結果討論：

1. 實驗開始經過 13 分鐘後，黃海綿滴下了第一滴水。
2. 實驗開始經過 17 分鐘後，報紙滴下了第一滴水。
3. 實驗開始經過 18 分鐘後，藍海綿滴下了第一滴水。
4. 實驗開始經過 35 分鐘後，強力吸水布滴下了第一滴水。
5. 從實驗開始到實驗結束歷經 3 個小時，插花海綿、白海綿、宣紙與洗車綿都沒有滴下任何一滴水。適合開發不滴水冰塊。

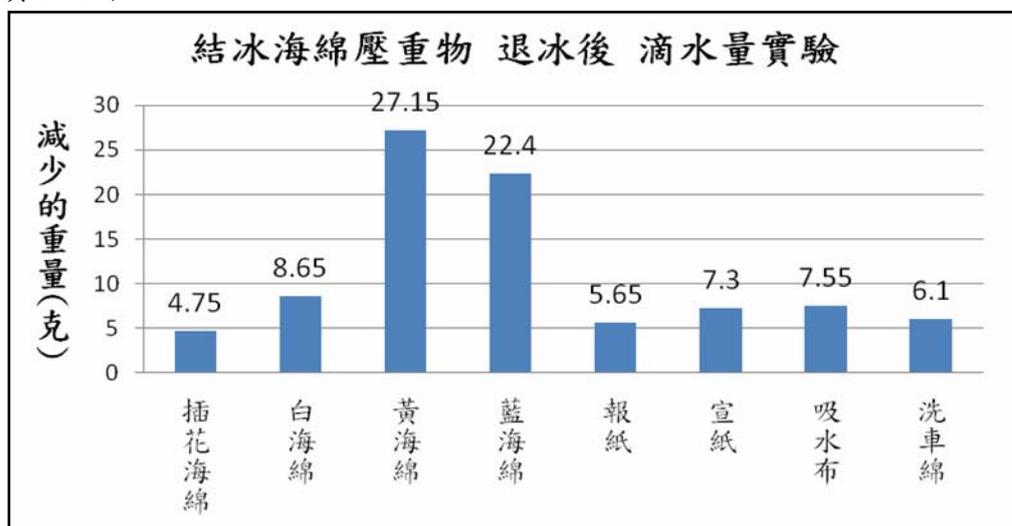
二、可是賣魚攤位的冰塊上有放魚，所以我們想知道這些物質結冰到退冰的過程中，如果在上面增加重物，會不會滴水。

#### (一) 實驗方法：

1. 將這八種物質製成長 8cm、寬 4.5 cm、厚 2.5 cm 的長方體。
2. 充份吸水結冰後，先秤未融化前的重量，再把它們放到塑膠盒裡，並在海綿冰上面放一瓶裝滿水的 600cc 寶特瓶水當作重物壓它。
3. 等待一天後，再秤秤看它們的重量，看看減少了多少，就是滴出來的水量。



#### (二) 實驗結果



#### (三) 實驗結果討論

1. 我們發現盒子上有明顯水流痕跡的有白海綿、黃海綿、藍海綿與吸水布。
2. 插花海綿、報紙、宣紙、洗車綿看不出來有水流痕跡，但是重量有減少，我們推測因為放置一天的時間，水蒸發而減少的。
3. 因此我們認為承受重力前三名為：插花海綿、報紙、洗車綿。

### 三、結論：

- (一) 綜合以上兩個實驗，與【研究九】中心溫度的實驗，因為插花海綿就算有重物壓它也不滴水，而且魚攤販會將冰塊放置在空氣中，而放在空氣中一段時間後的中心溫度，插花海綿是最低溫的，所以我們認為**適合用來做不滴水冰塊的為插花海綿**。
- (二) 但是插花海綿的缺點為**太用力壓它就會變成粉末，沒有彈性**。所以我們決定將它切成大塊平板狀，外面用塑膠膜封緊，一方面可以防止髒水被吸進去，也可以方便重複冷凍使用。



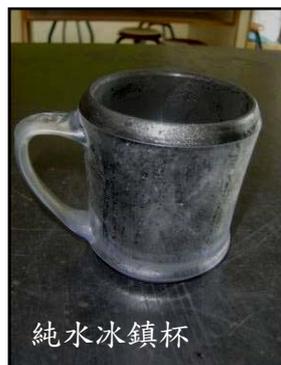
### 【研究十一】：奇特的冰鎮涼杯。

我們在家裡找到一種杯子，這個杯子中間有個夾層，原本是設計讓我們畫畫放進去成為有個人特色的杯子。剛好前幾天爸爸在抱怨沙士沒有冰，放冰塊又會沖淡味道。我們就想到可以在這個杯子中的空間，加入水或報紙後，再拿去冷凍，這樣就可以把飲料變冰，又不會衝淡味道。

#### 一、實驗一：純水冰鎮杯與報紙加水冰鎮杯的效果

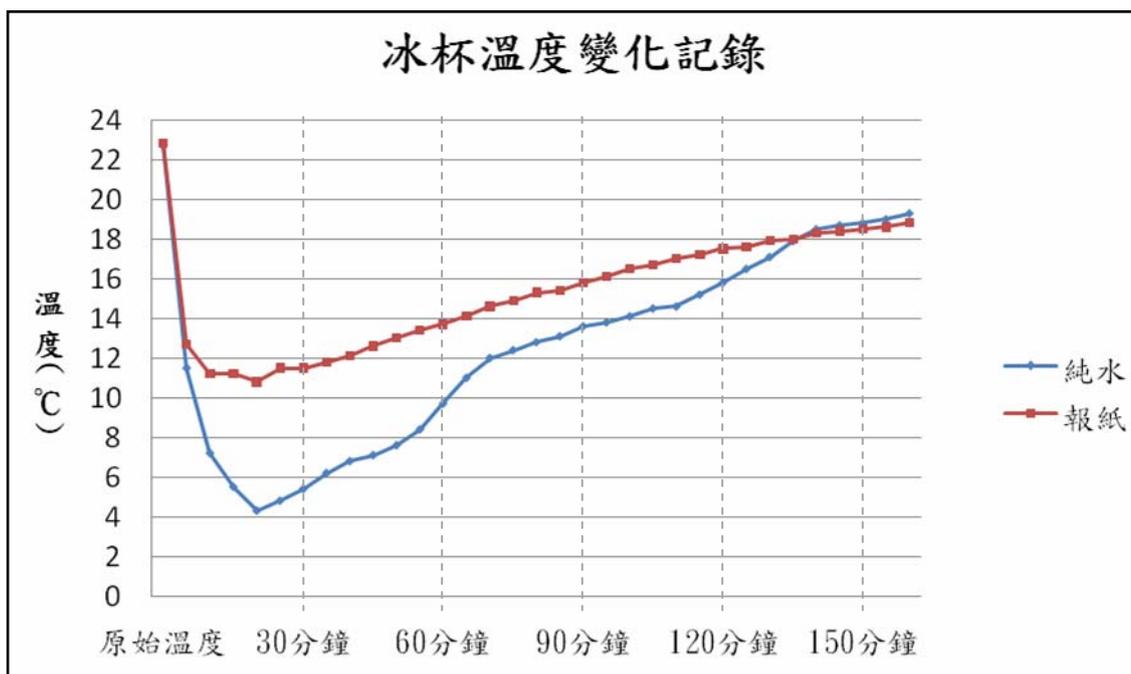
##### (一) 實驗方法：

1. 把杯子旋轉開來，在內杯與外杯部份的小空間，加入自來水然後放到冷凍庫內結冰一天之後，在冰鎮杯內加入 300ml 的水，進行第一次實驗記錄溫度變化。
2. 重複上面的步驟，只是要把自來水換成泡水的報紙，然後進行第二次實驗記錄溫度變化。
3. 因為要長時間記錄溫度變化，所以我們利用錄影的方式來記錄，之後再看影片來記錄每 5 分鐘水溫的變化。



(二) 實驗結果： (詳細記錄數字請參閱實驗日誌)

(每 5 分鐘記錄一次，純水冰鎮杯原始水溫 22.7℃，報紙冰鎮杯原始水溫 22.8℃)



(三) 實驗結果：

1. 純水冰鎮杯在 30 分內下降溫度很快，在 30 分的時候達到最低溫 4.3℃，之後水溫慢慢升高，在 2 小時 40 分溫度為 19.3℃。
2. 報紙冰鎮杯約在 30 分的時候達到最低溫 10.8℃，之後水溫慢慢升高，在 2 小時 40 分溫度為 18.8℃。
3. 我們發現雖然純水冰鎮杯可以讓水溫降得比較低，但是報紙冰鎮杯好像可以維持比較久，因為在 140 分鐘的時候，純水冰鎮杯的溫度高於報紙冰鎮杯。
4. 這個冰鎮杯所夾的報紙或水的量較少，如果我們能夠將內杯與外杯的空間變大，這樣是不是會有更好的冰涼效果呢？報紙保持的效果會不會更明顯呢？

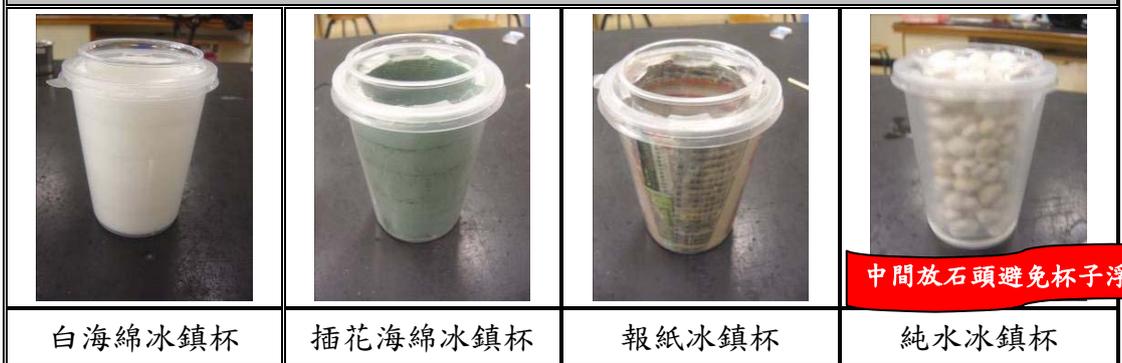
## 二、實驗二：自製冰鎮涼杯

(一) 製作方法：

1. 我們選用【研究九】中心溫度較低的前三名：插花海綿、報紙、白海綿當作中間隔層的材料，與純水作比較。
2. 我們選用市面上 1000ml 的飲料杯當作外杯，700ml 飲料杯當作內杯。再將插花海綿、報紙、白海棉與純水放入內杯與外杯中的隔層。
3. 再把 1000ml 的飲料杯蓋用美工刀切出圓形杯口，讓 700ml 的杯子可以放入。如下圖所示：



要拿去冷凍結冰的完成品



白海綿冰鎮杯

插花海綿冰鎮杯

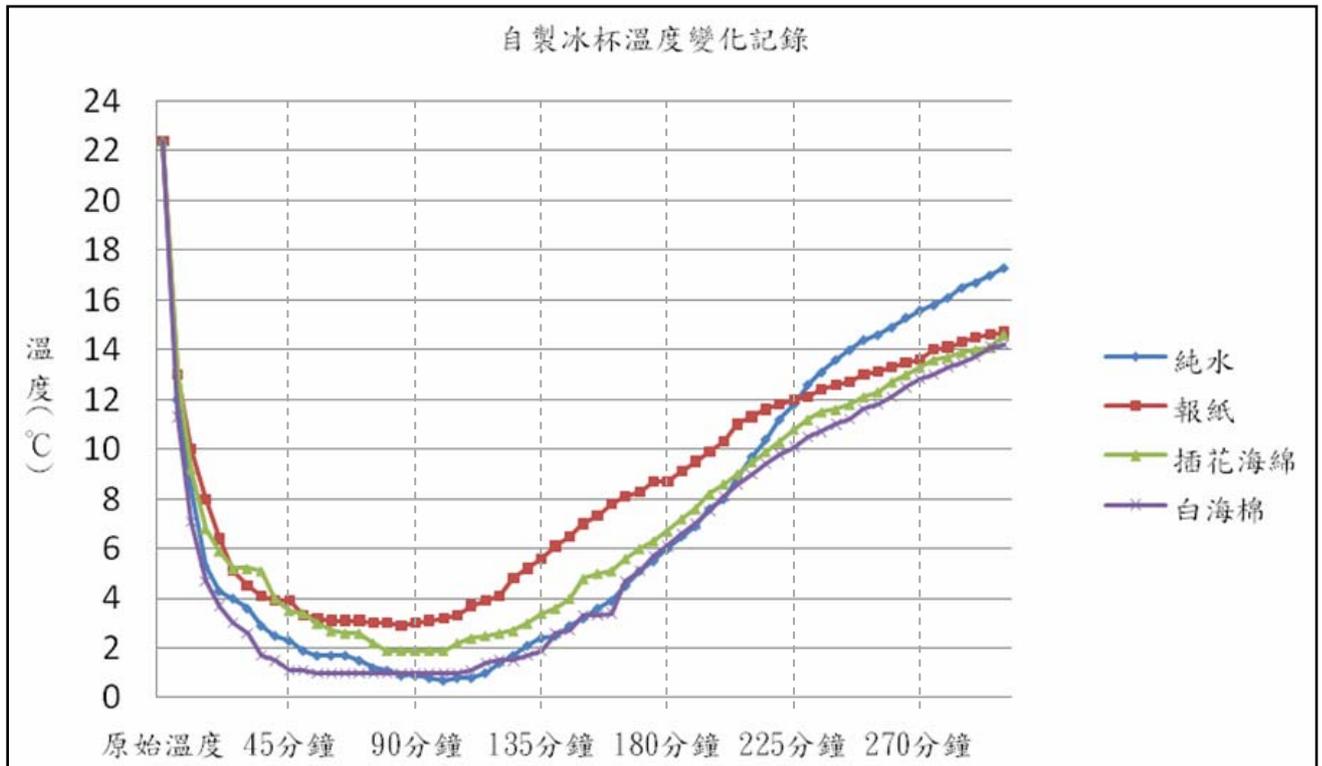
報紙冰鎮杯

純水冰鎮杯

中間放石頭避免杯子浮起來

(二) 實驗方法與結果：

1. 把完成品放到冷凍庫內結冰一天之後，在冰鎮杯內加入 500ml 的水，進行實驗，記錄溫度變化。
2. 因為要長時間記錄溫度變化，所以我們利用錄影的方式來記錄，之後再看影片來記錄每5分鐘水溫的變化。(詳細記錄數字請參閱實驗日誌)



(三) 實驗討論：

事件	物品名稱	發生時間點	發生溫度
水溫達到最低溫	純水冰鎮杯	85 分鐘	0.9℃
維持最低溫最久	白海綿冰鎮杯	55 分~105 分 共 50 分鐘	1℃
實驗結束時最高溫	純水冰鎮杯	300 分鐘	17.3℃
實驗結束時最低溫	白海綿冰鎮杯	300 分鐘	14.2℃

1. 雖然純水冰鎮杯達到實驗中的最低溫，但是白海綿冰鎮杯的最低溫只跟它相差 0.1℃ 而已。
2. 白海綿冰鎮杯在經過 5 小時的實驗後，是 4 個冰鎮杯中最低溫的，而且溫度只有 14.2℃，這種溫度的水對我們來說，喝起來還是冰冰的。
3. 而且白海綿是冰鎮杯中除了水之外最好製作的，軟軟的又有彈性。
4. 所以我們選擇用白海綿來製作我們的奇特冰鎮涼杯。

(四) 實際使用心得：我們找了 5 位同學當我們的「試喝員」，現場用不冰的汽水倒入自製冰鎮杯，每三分鐘喝一次，記錄他們喝下去的心得。

【每個時間的編號 1 號都是同一個人的心得，2、3、以此類推…】

冰鎮時間	心得
0 分鐘 溫度 25.3℃	1. 還好，沒有特別的感覺。 2. 普通，感覺溫溫的。 3. 溫溫的，很普通。 4. 很普通。 5. 不好喝。
3 分鐘 溫度 20.3℃	1. 涼涼的。 2. 涼涼的，氣泡少。 3. 冷冷的，比平常溫度好喝。 4. 冷冷的，比較好喝。 5. 冷冷的，氣泡少。
6 分鐘 溫度 12.7℃	1. 冷冷的。 2. 冰冰的。 3. 冰冰的。 4. 冰冰的。 5. 很冰，比較沒氣泡。
9 分鐘 溫度 9.4℃	1. 超冰。 2. 更冰了。 3. 冰冰的。 4. 超冰的。 5. 更冰，喉嚨很冰。
12 分鐘 溫度 8.7℃	1. 超冰，很好喝。 2. 冰到有點受不了。(因為媽媽都不讓我喝冰的) 3. 沒喝過這麼冰的。(通常都喝大約 6 分鐘的那種溫度) 4. 好冰好舒服! 5. 感覺跟 9 分鐘的差不多。

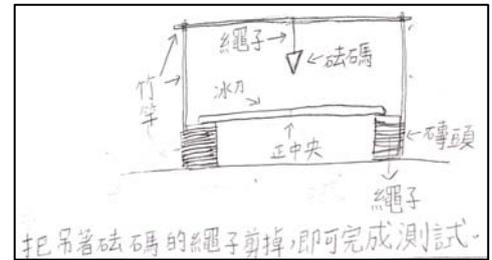


## 伍、討論

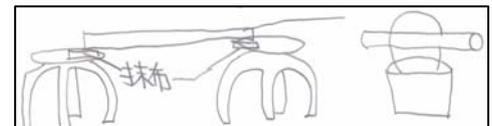
一、一開始我們用保麗龍來塑造船型冰，但是發現費時又難拆，拆一次保麗龍就爛光光了。後來我們發現其實用**厚塑膠片**來分隔成船型，省時又好拆，又可以多次使用。



二、原本討論到冰棍堅固程度的時候，我們想拿冰棍敲桌子，看誰比較堅固。但是發現這樣的做法每次用的力量不一定一樣，實驗不公平。後來找尋網路資料發現，**要知道堅固程度，要測的是脆度，可以用三點測折斷法。所以我們利用教室有的東西，模仿三點測折斷儀器。**

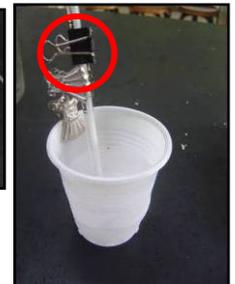
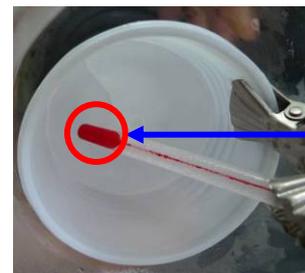


三、在製作純水冰棍的實驗中，我們發現不能將水全部注滿，因為我們曾經擠爆一根水管。後來我們知道**水結冰後體積會變大**。



四、最令我們頭痛的就是測量報紙冰跟純水冰的融化速度。純水冰融化速度很簡單，固定時間測量融化滴下來的水重就可以了。但是**報紙冰就算退冰了，水還是被報紙吸住了！**一開始我們除了計算它們融化滴水的速度外，我們還設計兩種方法。一種是分別將它們製作成小冰塊，丟到水中看看誰可以低溫比較久。另外一種方法是**把溫度計冰封在中間，測量中心溫度，中心溫度可以維持低溫比較久的，就可以間接證明融化的比較慢。結果發現，報紙冰融化的比較慢。**

五、我們想要把溫度計冰封在中間，結果失敗了，因為溫度計被推到水面上。可是又沒有人動它，後來發現是冰在作怪。我們發現水會從四面八方開始結冰，所以就慢慢把溫度計擠上來了，所以我們想了兩個對策，一個是**在溫度計夾上夾子固定**，另外一個是把**水杯四周用保麗龍包起來，強迫它從上面開始結冰，就跟自然界中的湖水結冰一樣。**



六、**冰敷袋的海綿不可吸太多水**，否則會變得跟冰塊一樣硬。所以建議要讓黃海綿吸完水後，自然的把多餘的水滴完，再拿去冰，才可以**顯現出黃海綿吸水**



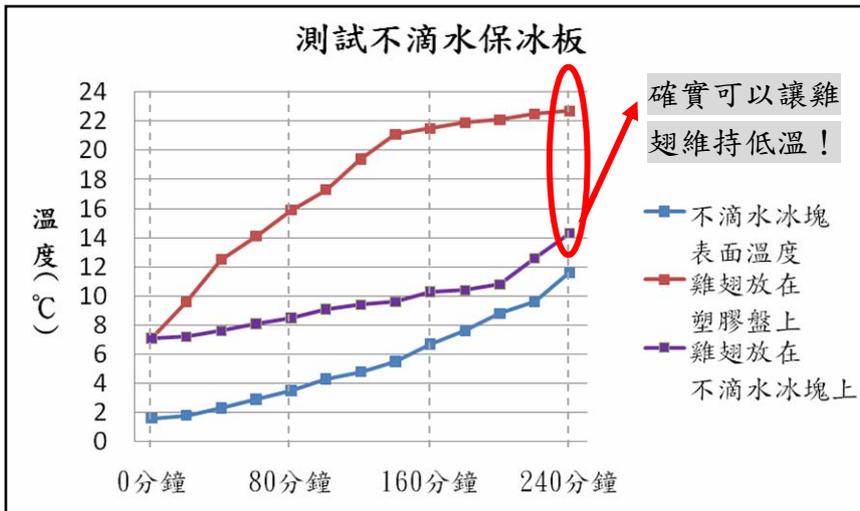
**結冰後還是可以彎曲的特色。**

1.6°C  
好冰！

七、我們把不滴水冰塊當作保冰板使用，並且請五年級的自然老師在進行雞翅實驗的時候**把雞翅放在不滴水冰塊上**。老師認為這樣可以讓雞翅整個上午（大概4小時）都保持新鮮，比較不會有臭味，又可以重複使用不會浪費，效果很好！

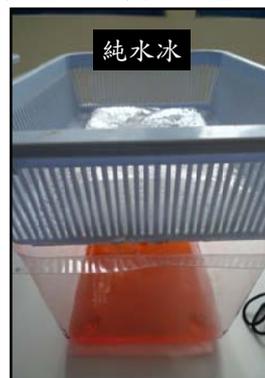
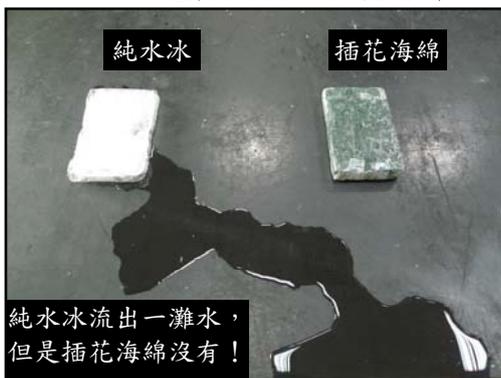


八、為了證明不滴水冰塊真的很好用，我們記錄了4小時的不滴水冰塊表面溫度和雞翅表面溫度，而且還和沒有放在冰塊上的雞翅做比較。



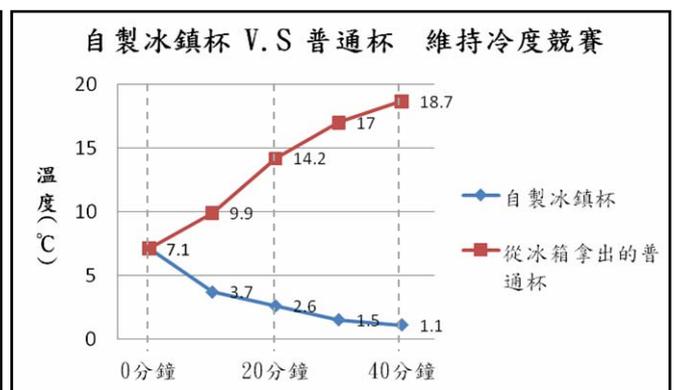
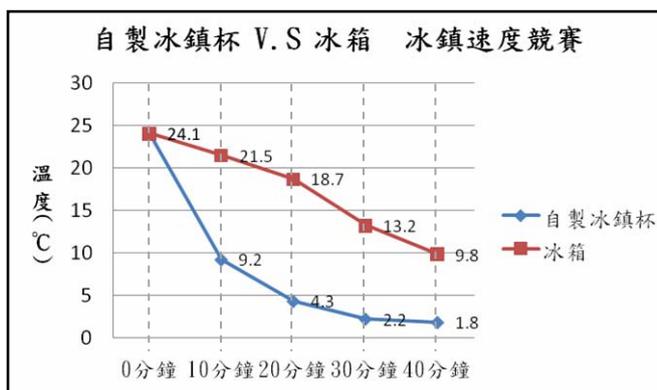
桌面真的沒有流出一灘水！

九、有同學懷疑我們是因為在插花海綿外包了一層熱縮膜，所以才不滴水。但是我們這樣做只是為了防止沾到插花海綿的粉末。為了還我們清白，我們決定用純水冰包熱縮膜跟插花海綿不滴水冰塊做比較，放置2小時後，觀察桌面有沒有一灘水。



為了清楚看到滴下來的水，我們在水盆中先加入紅墨水。可以很清楚發現，插花海綿只有原本的紅墨水，但是純水冰卻滴下一大盆水！

十、為了證明自製的冰鎮杯真的很好用，這次我們要跟冰箱比冰鎮的速度跟耐久度！



- (一) 將這次實驗和【研究十一】比較，我們可以發現，要把飲料溫度從24度降到10度以下，自製冰鎮杯只需要10分鐘，冰箱卻需要40分鐘！
- (二) 冰飲料從離開冰箱後溫度就逐漸上升，但是自製冰鎮杯卻可以讓飲料溫度繼續下降，還能維持在10度以下約200分鐘。
- (三) 因此我們可以大聲向你推薦，自製冰鎮杯絕對是你夏天的好夥伴！

## 陸、結論

- 一、報紙冰船不論是載重、耐久度（不易融化）、承受撞擊力各方面，都比純水冰船厲害，而厲害的秘密就是纖維。
- 二、報紙冰結合了冰的硬度以及長纖維的支撐力，再加上它是一層一層疊起來的構造，所以可以把熱隔絕在外面，把冷保留在裡面，所以它融化的速度比純水冰慢。
- 三、實驗觀察中我們得知，細縫要小，但纖維量要適中不能太多者，才能吸收更多的水分。
- 四、可以吸水的物質吸水結冰後，它們都有各自不同的特色，所以我們就利用它們的特色來開發生活中跟冰有關的好用產品。例如：
  - （一）經實驗證明吸水力最強的是插花海綿，而且它就算退冰也不會流出一大攤水，在空氣中的中心溫度又是最低的，因此適合製作不滴水冰塊。
  - （二）經試用者證明，黃色海綿吸水結冰後，確實比一般冰塊柔軟，更可以符合不同受傷部位的需要，進行冰敷。
  - （三）雖然市面上有賣中間隔層是水的冷凍杯，但是經過我們實驗發現，中間隔層是冰的冰鎮杯雖然可以提供較低的溫度，但是持久度卻不好。而我們用白海綿自製的冰鎮杯，最低溫只跟純水冰鎮杯相差約  $0.1^{\circ}\text{C}$ ，但是卻可以讓飲料維持低溫較久的時間。
- 五、自製白海綿冰鎮杯有這麼好的效果，是因為白海綿中間有很多細縫孔洞，其實是個保溫不錯的材質，所以讓它吸水結冰，不但可以提供冷源，又可以保持低溫，一舉兩得。
- 六、這次我們創造出這三種跟冰有關的生活用品，經過大家試用感覺都很實用，而且都是便宜的材料製作而成。我們覺得很興奮，對於「發明」也更有興趣了！

## 柒、參考資料

- 一、Discovery 頻道－流言終結者－阿拉斯加特輯。
- 二、正確的冰敷方法  
<http://www.baseballtaiwan.net/libros/icing.html>  
<http://news.epochtimes.com.tw/9/3/23/108233.htm>
- 三、瀧川洋二（民 92）。70 個奇妙有趣的科學實驗。臺北縣：世茂出版社。
- 四、郭治（民 86）。小博世教室-物理篇。台北市：國際少年村。
- 五、戴爾芬·葛林堡（民 96）。水的遊戲。台北市：天下雜誌。
- 六、Jane Bingham（民 90）。科學實驗。台北市：遠哲科學基金會。

## **【評語】 080823**

本作品由生活中發現問題，進而提出各種解決方案為創新之原動力，值得嘉許。建議可再努力與注意：

- 1.能將生活中所習得之知識與技能充分應用至本作品之製作上，實現方法適切，符合科學原理。
- 2.不同體積大小，對強度的改變，值得再探討。
- 3.實驗數據之分析可以更嚴謹些。