

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

第三名

082912

防「溢」國家隊-自製防溢器對防溢成效之研究

學校名稱：國立嘉義大學附設實驗國民小學

作者：	指導老師：
小五 董子寬	許壹晴
小五 許育桓	翁秀玉
小四 蘇柔希	
小五 賴昱翔	
小四 陳芄睿	

關鍵詞：防溢器、防溢成效

摘要

煮麵線或豆漿泡泡會溢出，本研究開發防溢器並探討最佳防溢成效的構造條件(專利第 M609591 號)。防溢器消泡作用為「泡泡從鍋底上升會撞到防溢器內部上壁或摩擦到上洞邊緣，造成泡泡破裂，使泡泡總量減量，故液面水位降低」。第一年於器材無法自製，此次第二年採用客製陶器，實驗有：上洞總面積、側洞數、防溢器高度、防溢器大小、不同水量、不同火力。結論為：防溢器防溢成效關鍵在「上洞比例 6.3%~22.6%之間」、「上蓋表面積要大」、「高度要高」，製作的陶製防溢器中以 A 款(p.9)上洞比例在 14.3%、4 側洞、高度 4cm 的防溢器，是目前最佳的防溢器，可降低液面 4.27cm；而且在中高水量及大火情況下防溢效果越明顯。實際應用在煮豆漿，確實可延緩溢出。

壹、研究動機

本研究已經進行第二年了，第一年我們曾使過 x 創百貨賣的市售防溢器，以 900mL 水量加 50g 麵線進行實驗，竟然只有下降 0.1cm 的效果，算是幾乎無效，此結果與網路影片效果差很大，分析關鍵因素是「缺少上洞」，因此又利用現成有洞的鐵製品(排水蓋)作為防溢器來做實驗，第一年的研究結果中發現具有上洞及側洞的防溢器防溢成效最佳，所以此次第二年我們想藉著這個有趣的發現設計防溢器，而且在 110 年 3 月已獲得專利第 M609591 號。

今年利用客製陶器來製作出不同構造條件的防溢器，目標是找出最佳條件(上洞開洞總面積、側洞數、防溢器大小、高度等)，做出最佳防溢成效的防溢器，為人們帶來更便利的生活。

貳、研究目的

本研究探討防溢器各構造因素，希望找出關鍵的影響因素，並實際應用在烹煮食物的情況，研究項目如下：

一、現成鐵製品

(一)鐵製防溢器大小對防溢成效的影響 (二)鐵製防溢器有無側洞對防溢成效的影響

二、自製的陶製防溢器

(一)上洞總面積對防溢成效的影響 (1)上洞大小 (2)上洞數量

(二)側洞數對防溢成效的影響

(三)防溢器高度對防溢成效的影響

(四)防溢器大小對防溢成效的影響

(五)不同水量對防溢成效的影響

(六)不同火力對防溢成效的影響

三、生活中的應用：(一)麵線實驗 (二)豆漿實驗

參、研究設備及器材

電磁攪拌器、小玻璃鍋、大玻璃鍋、電子天平、黑晶爐、電磁爐、鐵尺、中筋麵粉、量杯。

表 1：詳細研究設備及器材

		
<p>電磁攪拌機</p>	<p>小玻璃鍋</p>	<p>大玻璃鍋</p>
		
<p>電子天平</p>	<p>黑晶爐</p>	<p>電磁爐</p>
		
<p>鐵尺</p>	<p>中筋麵粉</p>	<p>量杯</p>

肆、研究過程、結果與討論

一、【研究架構】

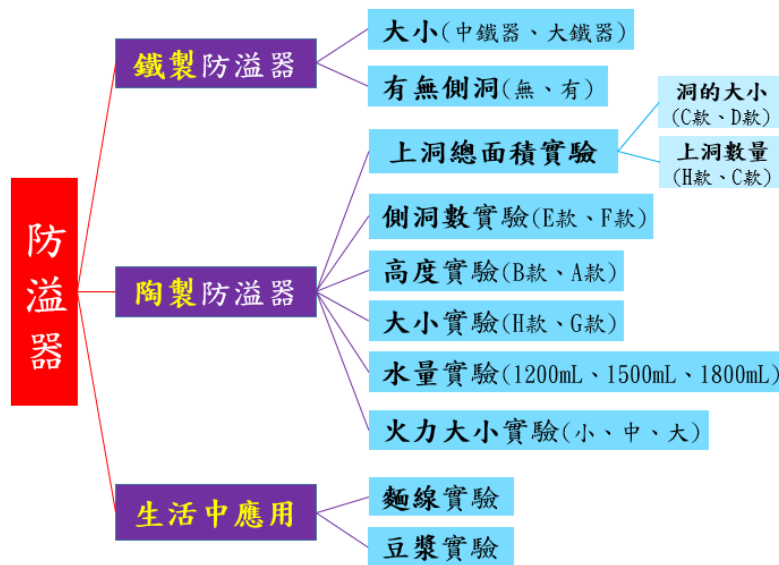




圖 1：研究架構圖

二、【文獻探討及實驗原理】

(一)文獻探討

表 2：與去年作品的差異

比較項目	109 年舊作品	110 年新作品
防溢器	市售防溢器(x 創百貨)防溢高度僅 0.1cm。 以現成的 <u>排水蓋</u> 、 <u>過濾器</u> 等有洞的鐵製品進行實驗，但防溢高度僅下降 0.47cm。	鐵製 ：以現成撈麵鐵勺進行大小、有無側洞實驗。 陶製 ：上洞大小、上洞數量、側洞數、防溢器高度、防溢器火小、水量、火力等共 7 個實驗。 生活中應用 ：煮麵線、豆漿實驗
圖片		
製造泡泡	煮麵線	煮麵粉水
爐具	電磁爐	黑晶爐
鍋具	小玻璃鍋	大玻璃鍋

(二)科學原理



1. 溢出

當水被煮沸時，鍋子底部的水因為比較接近火源，所以汽化成水蒸氣形成泡泡，而水蒸氣受到浮力的作用往上升，上升液面時泡泡接觸空氣易破裂，所以一般的水燒開時，不太會沸騰溢出；然而，如果水中有油脂、澱粉等雜質，則會沾黏在泡泡上形成一層薄膜，薄膜造成泡泡不易破裂，所以泡泡層層堆疊造成液面上升，因此溢出。

2. 市售防溢器：僅有側洞的防溢器(牛奶防溢器與 x 創)

此款僅有側洞，無上洞，其作用是鍋底產生的小泡泡不會直接上浮，而是在防溢器內聚成一個大泡泡，再從側洞冒出大泡泡，而因為大泡泡易破，所以能消泡。

表 3：僅有側洞的防溢器的分析

牛奶防溢器	市售防溢器(x 創百貨)	實驗結果分析
		<p>結果：</p> <p>去年以市售防溢器進行多次實驗(換大小鍋、改麵線量)，最後僅在 900mL 水量加 50g 麵線的條件下，勉強有下降 0.1cm 效果。</p> <p>分析：</p> <p>大火情況下，泡泡形成量快又大，而洞太少，產生效果不大。</p>

3. 有側洞及上洞的防溢器(本研究中創作的防溢器)

(1)消泡作用(大泡泡→小泡泡)

此款根據第一年研究結果設計出有側洞及上洞的防溢器，煮食上確實有成效，其消泡原理是，當泡泡從鍋底升上去後，會撞擊防溢器的內部上壁或摩擦到上洞邊緣，造成泡泡破裂(大泡泡→小泡泡)，因此具有消泡作用；有些泡泡仍然會從上洞跑掉，但是泡泡量已經減少了，所以溢面的水位會降低。

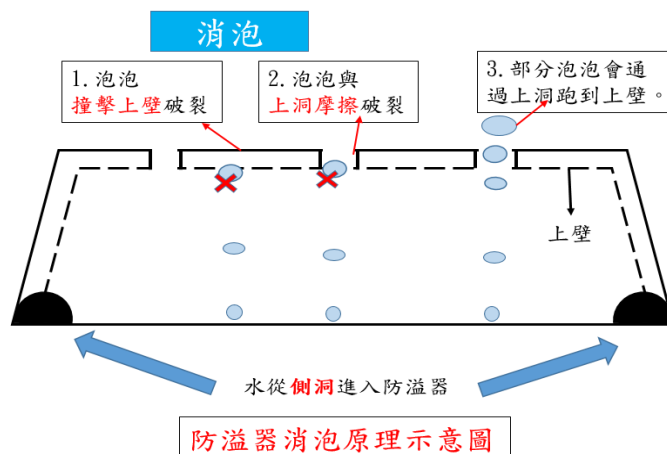


圖 2：消泡原理

(2)防溢器可集中泡泡

(1)無防溢器：泡泡都由鍋底各處生成並上升，泡泡在液面是均勻分佈。

(2)加入防溢器後，泡泡會集中從防溢器的上洞冒出，泡泡會集中從防溢器的上洞冒出，液面泡泡出現荷包蛋的形狀，周圍水位下降。

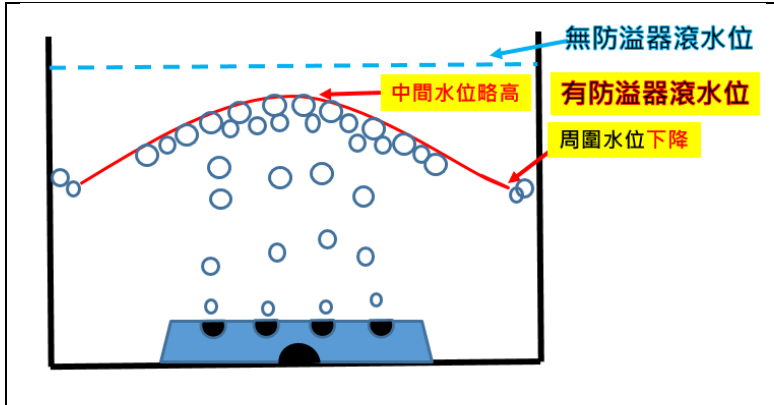


圖 3:有或無防溢器時的液面比較

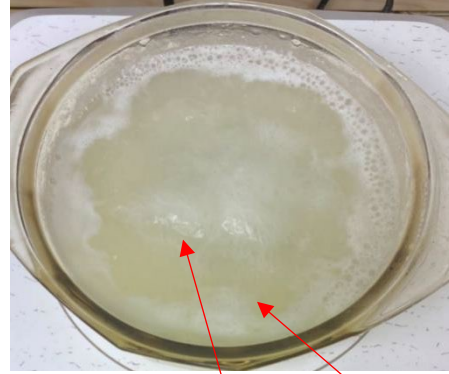


圖 4:荷包蛋效應(中間高、周圍低)

(三)專利

我們設計有上洞及側洞的防溢器已在 110年3月21日獲得專利，專利號為新型 M609591 號。

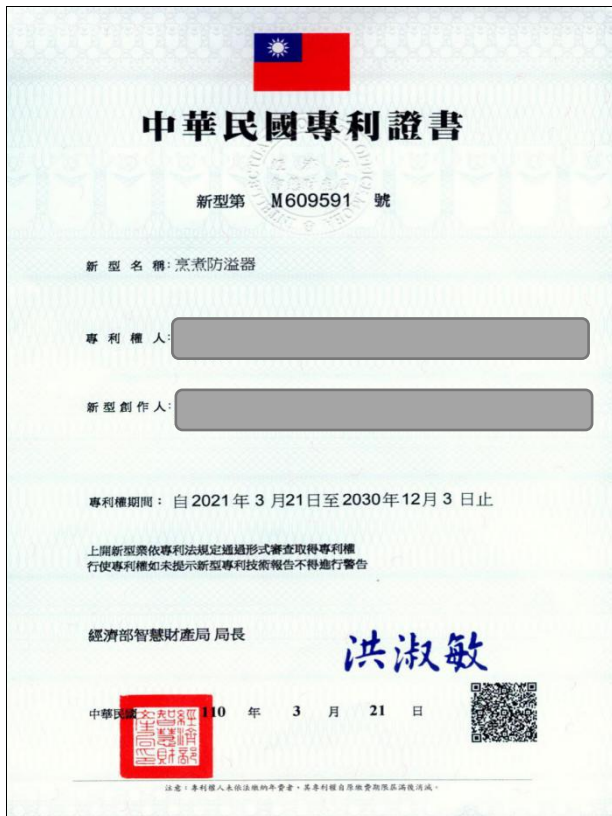


圖 5：專利證書

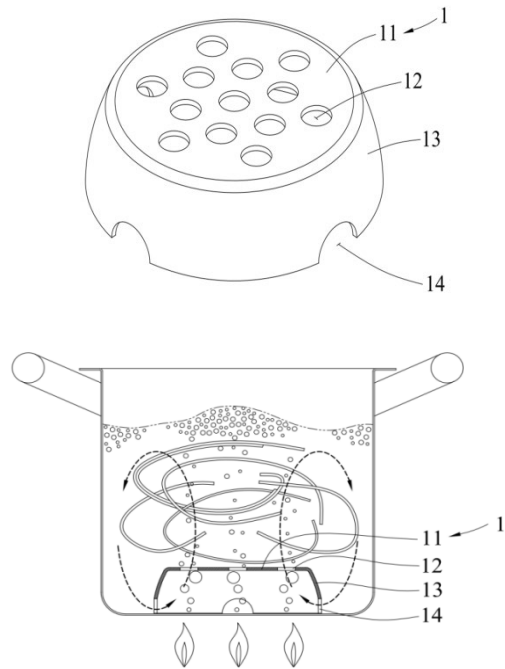
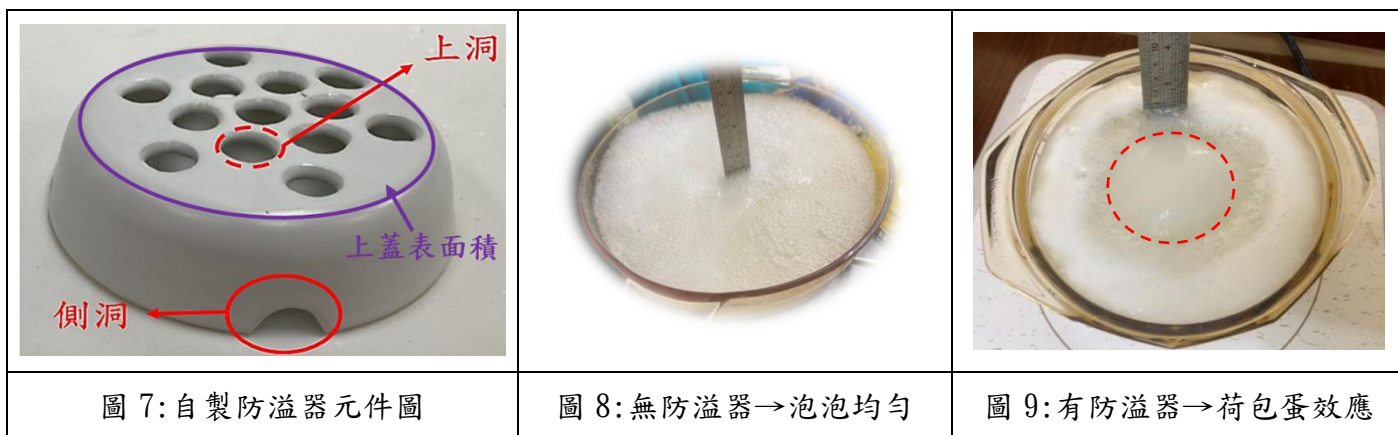


圖 6：專利圖

三、【名詞解釋、實驗設計與測量方法】

(一)名詞解釋

1. 防溢器元件：上洞、側洞、上蓋表面積。
2. 荷包蛋效應：加入防溢器會使泡泡集中，液面泡泡類似荷包蛋形狀，中間凸起、周圍凹下。

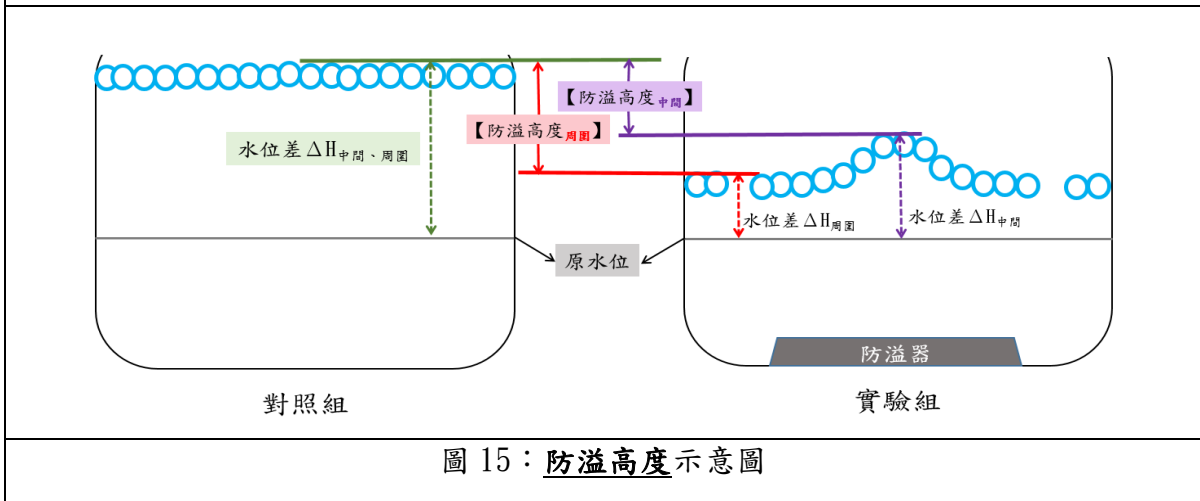
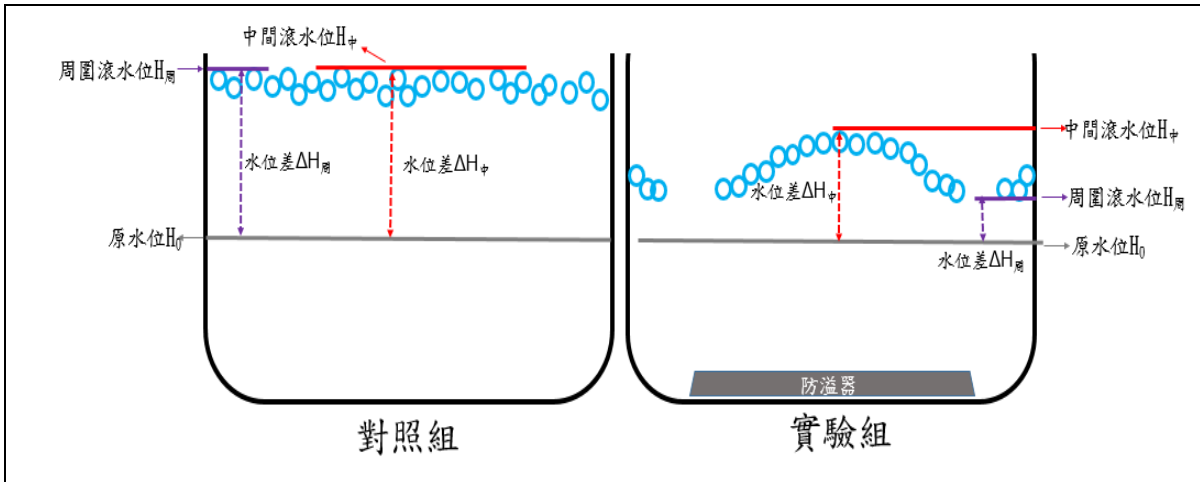
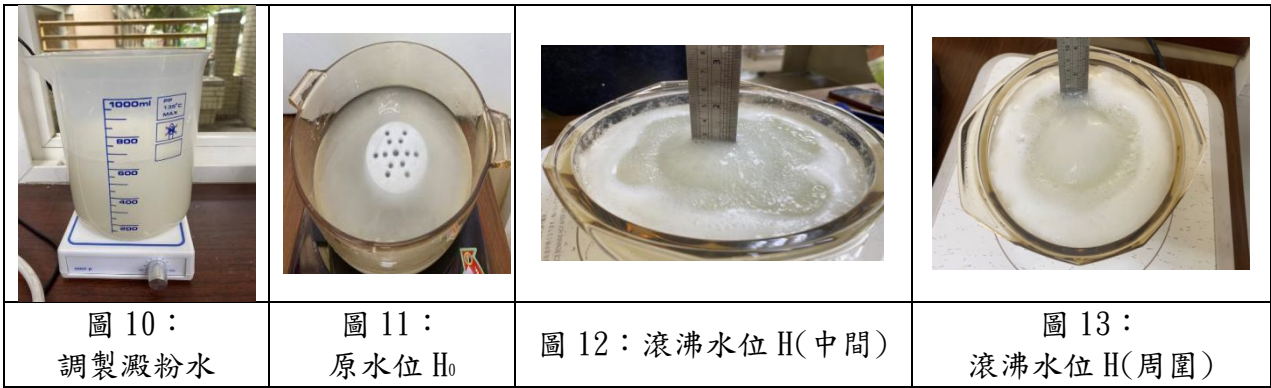


(二)實驗設計

1. 調製澱粉水：
 - (1)【比例】澱粉：水=10g：600mL，依水量調製，例如：1500mL 就加 25g 澱粉。
 - (2)使用電磁攪拌機，使澱粉均勻在水中不結塊。
2. 原水位 H_0 ：將澱粉水及防溢器放入鍋中，測量此時不滾沸情況的水位高度(含防溢器本身高度)，稱為原水位 H_0 。
3. 滾沸水位 H ：啟動黑晶爐加熱至滾沸，測量滾沸時鍋內中間及周圍的水位高度，稱為滾沸水位 H 。
4. 水位差 ΔH ：加了防溢器，滾沸時會產生荷包蛋效應，要分別計算中間及周圍的水位差 $\Delta H = H - H_0$ 。
5. 防溢高度 = $\Delta H_{有} - \Delta H_{無}$ ：

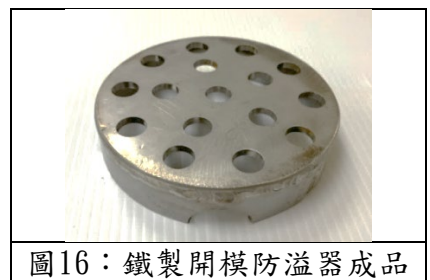
$\Delta H_{無}$ 是對照組(無防溢器)的數據， $\Delta H_{有}$ 是實驗組(有溢器)的數據，分別計算中間及周圍的【防溢高度】= $\Delta H_{有} - \Delta H_{無}$ ，分別是【防溢高度(中間)】、【防溢高度(周圍)】。

當防溢高度為負值時，表示滾水位有下降，該防溢器具有防溢成效，反之則無。



第一項【鐵製防溢器】

我們曾嘗試請廠商先開模一個鐵製防溢器試試，但厚度至少要 3mm，整體重量變很重，使用電磁爐及玻璃鍋(加上導磁片)加熱時，電磁爐無法加熱且導磁片損壞，並不理想；詢問得知，必須量產才能製作「薄款」防溢器，礙於經費因素，故先暫停。正好大賣場看到撈麵鐵勺，薄且有洞，因此請鐵工廠依實驗需要挖側洞，



進行以下實驗。

四、研究一：鐵製防溢器大小實驗

(一)變因

操縱變因：鐵製防溢器大小

甲：對照組(無防溢器)

乙：中鐵器 丙：大鐵器

應變變因：水位差 (cm)

不變變因：鍋子材質(大玻璃鍋)、麵粉量(30g)、
水量(1800mL)、火力(大火)。

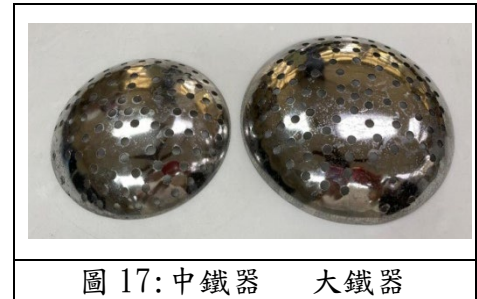
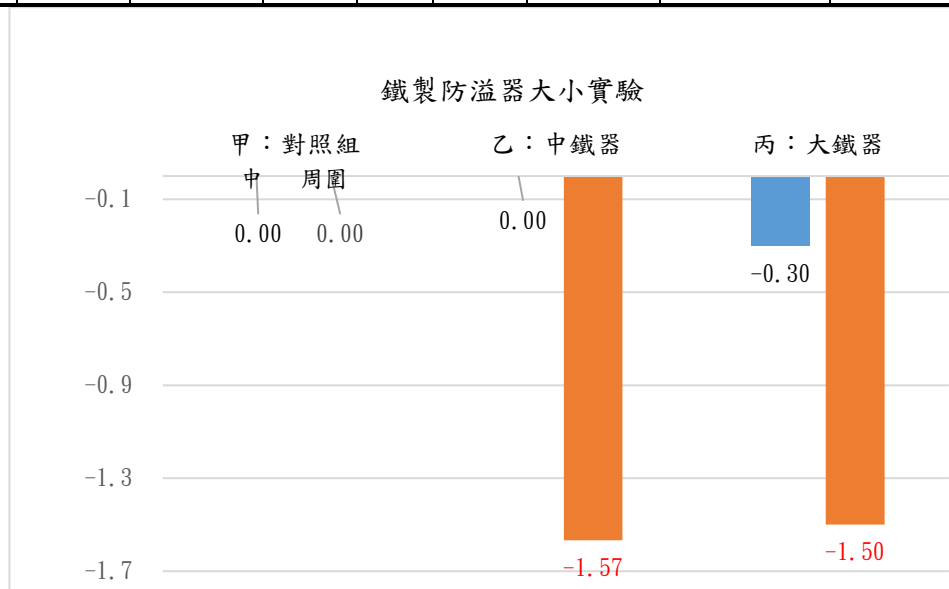


圖 17: 中鐵器 大鐵器

(二)結果

防溢器大小	水位 (cm)	原水位 (H ₀)	滾水位(H)				水位差 (ΔH)	防溢高度 (ΔH有-ΔH無)
			1	2	3	平均		
甲：對照組 (無防溢器)	中	5.0	7.0	7.0	7.0	7.00	2.00	
	周圍	5.0	7.0	7.0	7.0	7.00	2.00	
乙：中鐵器	中	5.0	7.0	7.0	7.0	7.00	2.00	0.00
	周圍	5.0	5.5	5.4	5.4	5.43	0.43	-1.57
丙：大鐵器	中	5.0	6.7	6.7	6.7	6.70	1.70	-0.30
	周圍	5.0	5.5	5.5	5.5	5.50	0.50	-1.50



(三)討論

【防溢高度(周圍)】數據乙、丙組下降各 1.57、1.50cm，兩者差距不大。

五、研究二：鐵製防溢器有無側洞實驗

(一)變因

操縱變因：中鐵器有無側洞

甲：對照組(無防溢器)

乙：無側洞 丙：有側洞

應變變因：水位差 (cm)

不變變因：防溢器(中鐵器)、鍋子材質(大玻璃鍋)、麵粉量(30g)、水量(1800mL)、火力(大火)。

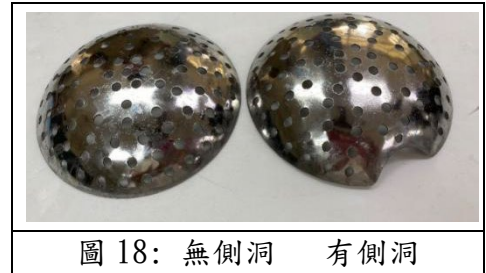
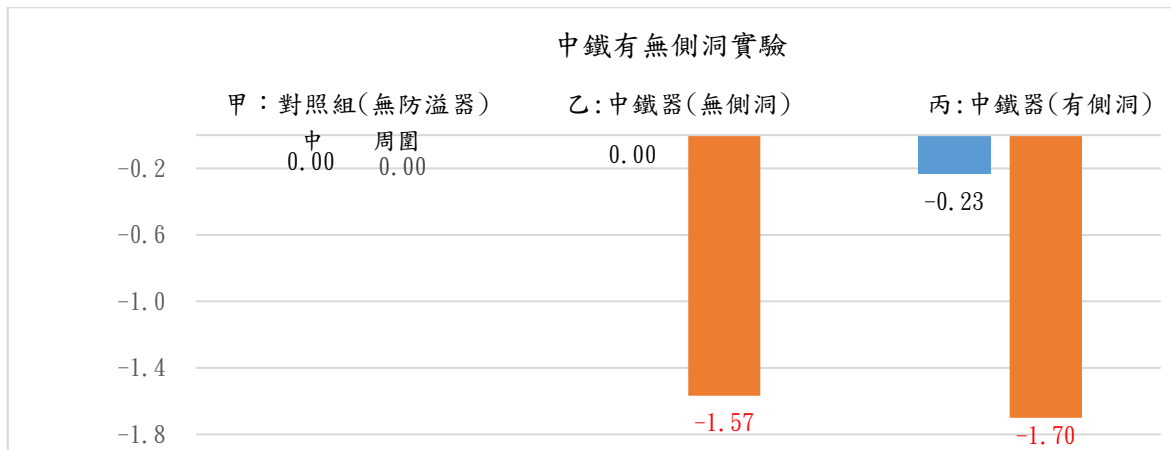


圖 18: 無側洞 有側洞

(二)結果

有無側洞		水位(cm)	原水位 (H ₀)	滾水位(H)				水位差 (ΔH)	防溢高度 (ΔH 有 - ΔH 無)
				1	2	3	平均		
甲：對照組 (無防溢器)	中		5.0	7.0	7.0	7.0	7.00	2.00	
	周圍		5.0	7.0	7.0	7.0	7.00	2.00	
乙：無側洞	中		5.0	7.0	7.0	7.0	7.00	2.00	0.00
	周圍		5.0	5.5	5.4	5.4	5.43	0.43	-1.57
丙：有側洞	中		5.0	6.7	6.8	6.8	6.77	1.77	-0.23
	周圍		5.0	5.2	5.3	5.4	5.30	0.30	-1.70



(三)討論

比較【防溢高度(周圍)】數據，有側洞款下降 1.7cm、無側洞款下降 1.57cm，兩者差距不大，側洞因素在此不具明顯的影響力，此點與我們原本的假設不同，可能是上洞數已夠多，水流已具足夠的向上流通性，因此側洞就無關鍵的影響力。

【綜合小結論】：以現成的中或大型撈麵鐵勺進行實驗，下降約可達 1.5cm 以上。不過我們無法在撈麵勺上進行其他加工(上洞數量多寡、上洞口徑大小等)，而開模鐵製品又不適合，因此改朝向陶製品開發。

第二項【陶製防溢器】

【陶製防溢器-防溢成效總整理】

完成所有實驗後，我們在此先整理了在相同實驗條件下(1500mL 水量、25g 澱粉、大玻璃鍋)，各種陶製防溢器的防溢成效，分析關鍵因素，希望找到最佳條件的防溢器配方。

防溢高度中，【防溢高度_(周圍)】是判斷該防溢器是否具有防溢成效最重要的依據，因為在滾沸時，鍋子周圍的水面如果能夠下降越多，則能降低溢出的機會。因此以下討論的防溢成效，皆以【防溢高度_(周圍)】為主。

表 4：8 款陶製防溢器

			
A 款 13 中洞高防溢器	B 款 13 中洞低防溢器	C 款 13 中洞	D 款 13 大洞
			
E 款 13 小洞 4 側洞	F 款 13 小洞 8 側洞	G 款 9 中洞的大防溢器	H 款 9 中洞的小防溢器

表 5：8 款陶製防溢器各種條件及【防溢高度_(周圍)】比較

條件	上洞數(13 洞)、側洞數(4 洞)				上洞數(13 洞)		上洞數(9 洞) 側洞數(4 洞)	
	A	B	C	D	E	F	G	H
編號	A	B	C	D	E	F	G	H
防溢器種類	13 中洞 高	13 中洞 低	13 中洞	13 大洞	13 小洞 4 側洞	13 小洞 8 側洞	9 中洞 大	9 中洞 小
上蓋表面積	大	大	小	小	大	大	大	小
上洞佔面積比例	14.3%	16.6%	13.0%	22.6%	6.7%	6.3%	6.6%	7.1%
高度	高	低	中	中	中	中	中	中
【防溢高度_(周圍)】	-4.27	-1.33	-1.83	-1.77	-3.33	-3.33	-2.30	-1.83

➤ 註：【上洞佔面積比例】=開洞總面積/上蓋(內部)表面積*100%，數據請詳看附件一。

在相同實驗條件下(1500mL 水、25g 麵粉、大玻璃鍋、大火)，分析如下：

(一)上洞佔面積比例

比較 A~H 款，上洞比例在 6.3%~22.6%之間的防溢成效大多可達到-1.33cm 以上。

(二)上蓋表面積

比較 A~H 款，對照「上蓋表面積」(也就是防溢器的大小)，上蓋表面積大，防溢成效多較好，例如 A、E、F、G 款，至少有-2.3cm，其中只有 B 款-1.33cm 成效不佳，再比較其他條件，發現 B 款的「高度」是最低的，故推測是「高度」使其成效差。

表 6：8 款陶製防溢器「上蓋表面積」條件及【防溢高度(周圍)】比較

編號	A	B (高度低)	C	D	E	F	G	H
上蓋表面積	大	大	小	小	大	大	大	小
【防溢高度(周圍)】	-4.27	-1.33	-1.83	-1.77	-3.33	-3.33	-2.30	-1.83

(三)高度(比較 A、B 款)

防溢器高度越高，則防溢效果越佳，例如：A 款高度最高，防溢高度高達-4.27cm，而 B 款高度最低，只有高達-1.33cm。

(四)側洞數量(比較 E、F 款)

側洞數量 4 或 8 洞，二款防溢高度(周圍)相同，測洞數增加不影響防溢成效。

(五)綜合以上，我們找出影響防溢器防溢成效的關鍵在「上洞比例 6.3%~22.6%之間」、「上蓋表面積要大」、「高度要高」。

【陶製防溢器-各細項實驗】

六、研究三：開洞總面積實驗

【研究三-1：洞的大小實驗】

(一)變因

操縱變因：上洞大小 甲：對照組(無防溢器) 乙：13 中洞(C 款) 丙：13 大洞(D 款)

應變變因：水位差 (cm)

不變變因：鍋子材質(大玻璃鍋)、麵粉量(25g)、水量(1500mL)、火力(大火)、防溢器高度(3 公分)、防溢器上洞數(13 洞)、防溢器側洞數(4 側洞)。

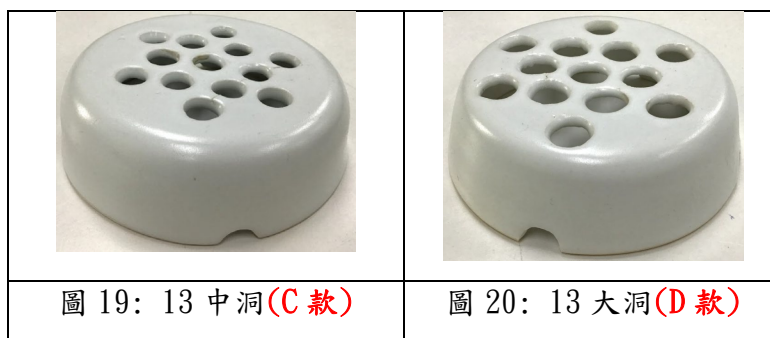
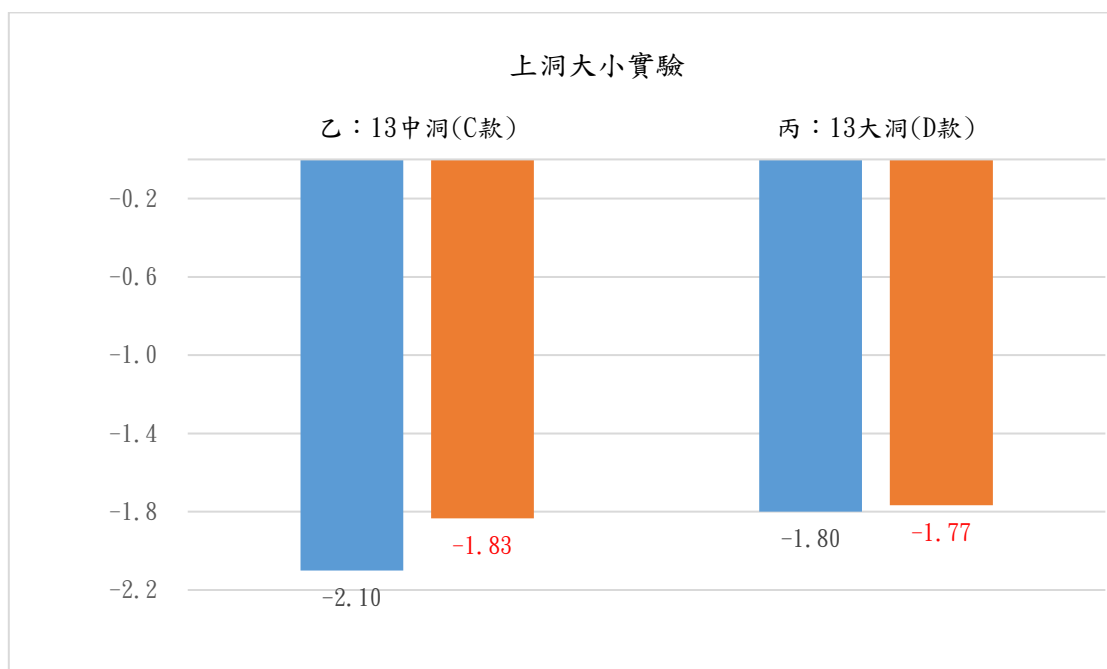


圖 19: 13 中洞(C款)

圖 20: 13 大洞(D款)

(二)結果

上洞大小	水位(cm)	原水位 (H ₀)	滾水位(H)				水位差 (ΔH)	防溢高度 (ΔH 有- ΔH 無)
			1	2	3	平均		
甲：對照組 (無防溢器)	中	4.3	8.8	8.8	8.7	8.77	4.47	
	周圍	4.3	8.8	8.8	8.7	8.77	4.47	
乙：13 中洞(C)	中	4.4	6.7	6.8	6.8	6.77	2.37	-2.10
	周圍	4.4	7.0	7.1	7.0	7.03	2.63	-1.83
丙：13 大洞(D)	中	4.4	7.0	7.1	7.1	7.07	2.67	-1.80
	周圍	4.4	7.0	7.1	7.2	7.10	2.70	-1.77



(三)討論

1. 防溢器上洞大小不同，乙、丙兩組在【防溢高度_(周圍)】分別是-1.83、-1.77cm，【防溢高度_(中間)】分別是-2.10、-1.80cm，差距都不大。
2. 推測上洞的大小，並不會對防溢器的防溢成效造成太大的影響。

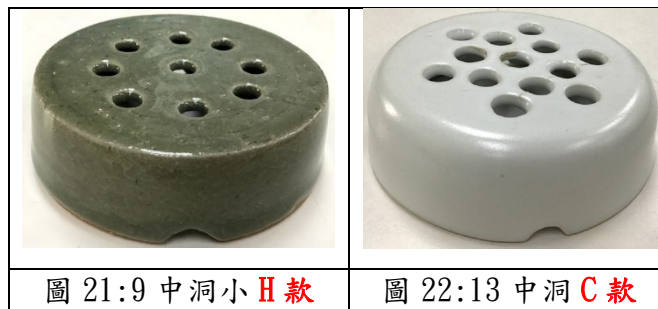
【研究三-2：上洞數量實驗】

(一)變因

操縱變因：上洞數量 甲：對照組(無防溢器) 乙：9中洞(H款) 丙：13中洞(C款)

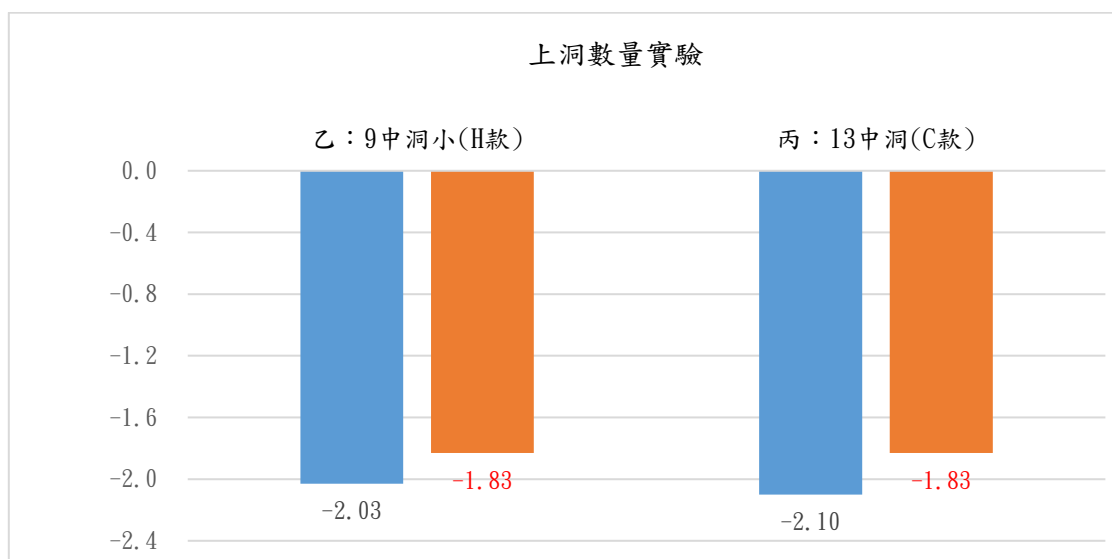
應變變因：水位差 (cm)

不變變因：鍋子材質(玻璃鍋)、水量(1500mL)、麵粉量(25g)、火力(大火)、防溢器高度(3公分)、防溢器側洞數(4側洞)。



(二)結果

上洞數量 \ 水位 (cm)		原水位 (H ₀)	滾水位 (H)				水位差 (ΔH)	防溢高度 (ΔH有-ΔH無)
			1	2	3	平均		
甲：對照組 (無防溢器)	中	4.3	8.8	8.8	8.7	8.77	4.47	
	周圍	4.3	8.8	8.8	8.7	8.77	4.47	
乙：9中洞小 (H)	中	4.4	7.0	6.8	6.7	6.83	2.43	-2.03
	周圍	4.4	7.0	7.1	7.0	7.03	2.63	-1.83
丙：13中洞 (C)	中	4.4	6.7	6.8	6.8	6.77	2.37	-2.10
	周圍	4.4	7.0	7.1	7.0	7.03	2.63	-1.83



(三)討論

比較乙丙兩組【防溢高度(周圍)】數據皆是-1.83cm，而【防溢高度(中間)】數據分別是-2.03、-2.10cm，防溢成效差異不大。

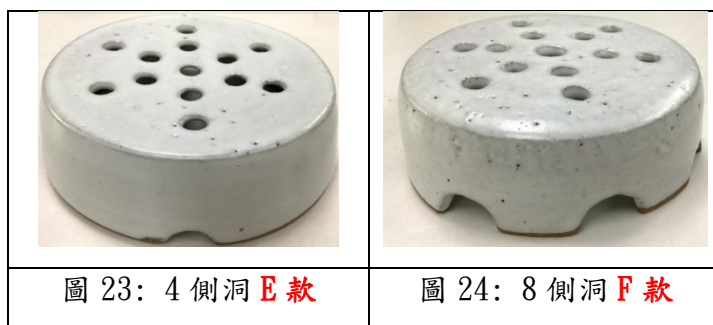
七、研究四：側洞數實驗

(一)變因

操縱變因：側洞數 甲：對照組(無防溢器) 乙:4側洞(E款) 丙:8側洞(F款)

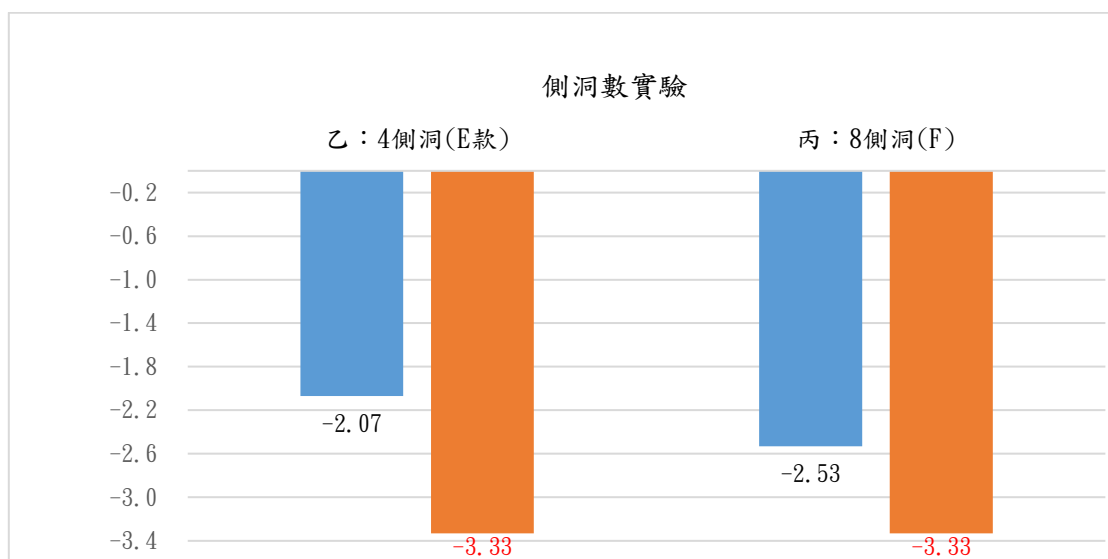
應變變因：水位差 (cm)

不變變因：鍋子材質(玻璃鍋)、水量(1500mL)、麵粉量(25g)、火力(大火)、防溢器高度(3公分)、防溢器上洞數(13洞)。



(二)結果

側洞數 \ 水位(cm)		原水位 (H ₀)	滾水位(H)				水位差 (ΔH)	防溢高度 (ΔH有-ΔH無)
			1	2	3	平均		
甲：對照組 (無防溢器)	中	4.3	8.8	8.8	8.7	8.77	4.47	
	周圍	4.3	8.8	8.8	8.7	8.77	4.47	
乙：4側洞 (E)	中	4.4	6.7	6.9	6.8	6.80	2.40	-2.07
	周圍	4.4	5.5	5.6	5.5	5.53	1.13	-3.33
丙：8側洞 (F)	中	4.4	6.2	6.5	6.3	6.33	1.93	-2.53
	周圍	4.4	5.5	5.6	5.5	5.53	1.13	-3.33



(三)討論

1. 【防溢高度(周圍)】4側洞與8側洞下降數據皆是-3.33cm，成效相同。原本我們假設側洞數多會加速水的流通性，使防溢成效變好，不過，在「周圍水面」是無影響的。
2. 【防溢高度(中間)】的數據相差0.46cm，8側洞比4側洞在「中間水位」防溢成效略好一些，推測是，側洞多會使流進防溢器中的水流速加快，因此防溢器的側洞數多略有提升「中間水位」的防溢成效。此結果與研究二鐵製品的實驗結果也是相符的。
3. 整體而言，中間水位的防溢成效提升並不會達到防溢的效果，水面會溢出主要是看周圍水位，因此側洞數的增加並不會使整體防溢成效增加。

八、研究五：防溢器高度實驗

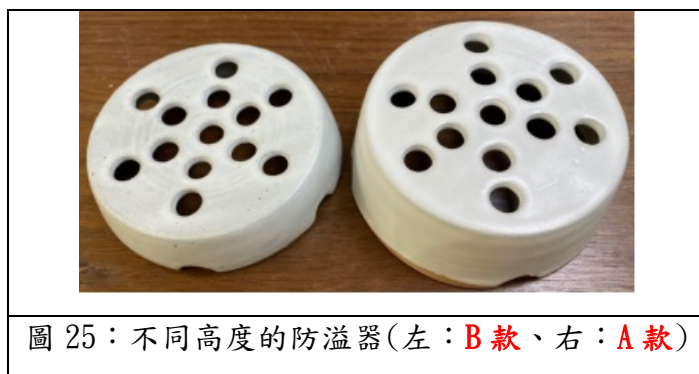
(一)變因

操縱變因：防溢器高度

甲：對照組(無防溢器) 乙：低防溢器(B款) 丙：高防溢器(A款)

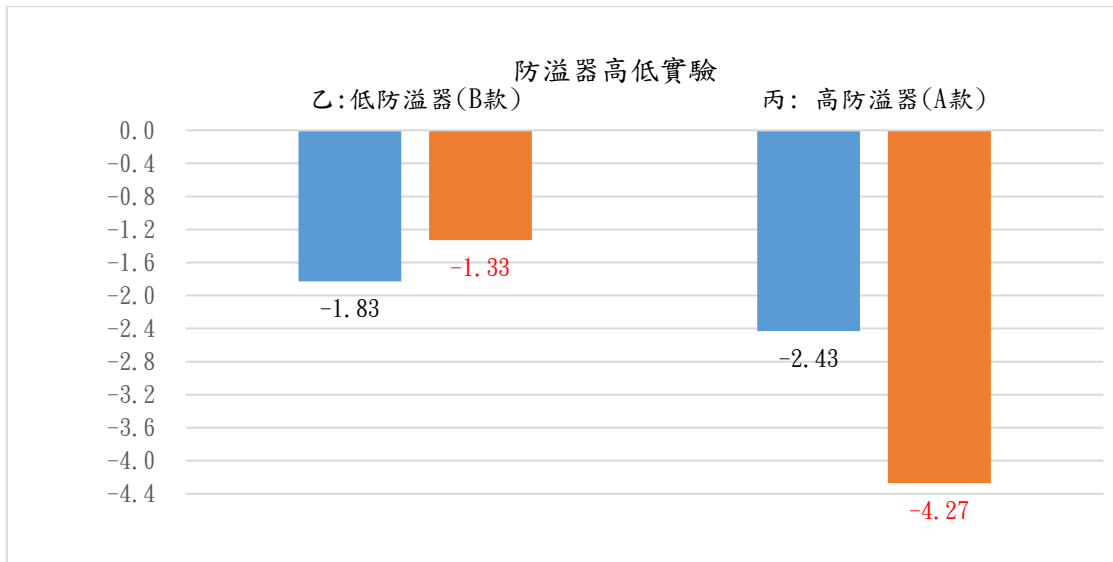
應變變因：水位差 (cm)

不變變因：鍋子材質(大玻璃鍋)、麵粉量(25g)、水量(1500mL)、火力(大火)、防溢器上洞數(13洞)、防溢器側洞數(4側洞)。



(二)結果

高度	水位(cm)	原水位(H ₀)	滾水位(H)				水位差(ΔH)	防溢高度(ΔH有-ΔH無)
			1	2	3	平均		
甲：對照組 (無防溢器)	中	4.3	8.8	8.8	8.7	8.77	4.47	
	周圍	4.3	8.8	8.8	8.7	8.77	4.47	
乙：低防溢器 (B)	中	4.4	7.0	7.0	7.1	7.03	2.63	-1.83
	周圍	4.4	7.5	7.5	7.6	7.53	3.13	-1.33
丙：高防溢器 (A)	中	4.4	6.4	6.5	6.4	6.43	2.03	-2.43
	周圍	4.4	4.6	4.6	4.6	4.60	0.20	-4.27



(三)討論

1. 【防溢高度_(周圍)】數據，高款優於低款，分別是-1.33、-4.27cm，A款高防溢器可使周圍液面下降4.27cm，成效是最佳的。
2. 高款成效好的原因，我們推測是因為泡泡由鍋底形成在上升過程中，會由小泡泡變中泡泡，再變成大泡泡，當防溢器高度較高時，泡泡已經變得較大了，易撞擊到內部的上壁，產生消泡作用(大泡泡破裂成小泡泡)，小泡泡再從上洞流出去。

九、研究六：防溢器大小實驗

(一)變因

操縱變因：防溢器大小 甲：對照組(無防溢器) 乙：9洞小(H款) 丙：9洞大(G款)

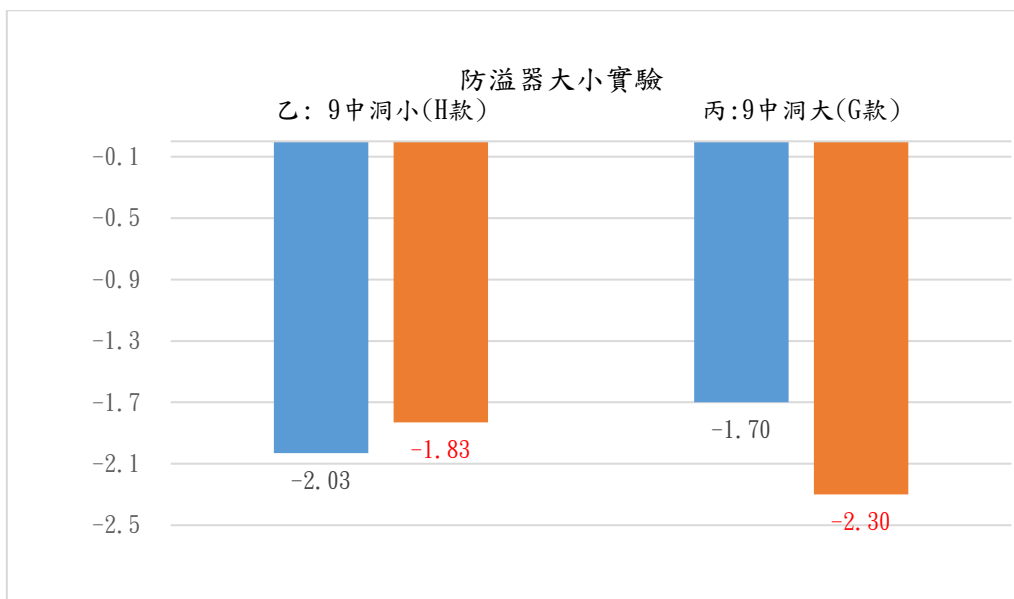
應變變因：水位差 (cm)

不變變因：鍋子材質(大玻璃鍋)、麵粉量(25g)、水量(1500mL)、火力(大火)、防溢器高度(3公分)、防溢器洞數(9洞)、防溢器側洞數(4側洞)。



(二)結果

防溢器大小		水位(cm)	原水位 (H ₀)	滾水位(H)				水位差 (ΔH)	防溢高度 (ΔH 有- ΔH 無)
				1	2	3	平均		
甲:對照組 (無防溢器)	中		4.3	8.8	8.8	8.7	8.77	4.47	
	周圍		4.3	8.8	8.8	8.7	8.77	4.47	
乙: 9中洞小 (H)	中		4.4	7.0	6.8	6.7	6.83	2.43	-2.03
	周圍		4.4	7.0	7.1	7.0	7.03	2.63	-1.83
丙: 9中洞大 (G)	中		4.4	7.2	7.2	7.1	7.17	2.77	-1.70
	周圍		4.4	6.6	6.5	6.6	6.57	2.17	-2.30



(三)討論

1. 從實驗數據中可明顯看出 9 中洞大(G 款)的防溢成效比 9 中洞小(H 款)好(1.83 < 2.30)。
2. 根據 1. 的結果，我們推測防溢器面積過小時，泡泡可以擊破到防溢器上壁的面積也變少了，泡泡不容易破裂的情況下，防溢成效就會下降。


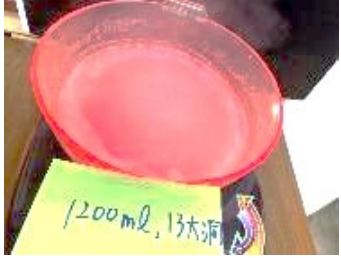


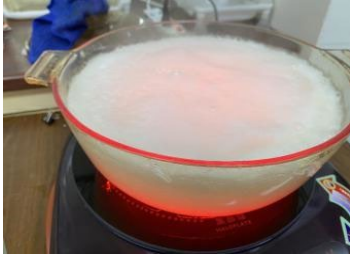

十、研究七：水量實驗

(一)變因

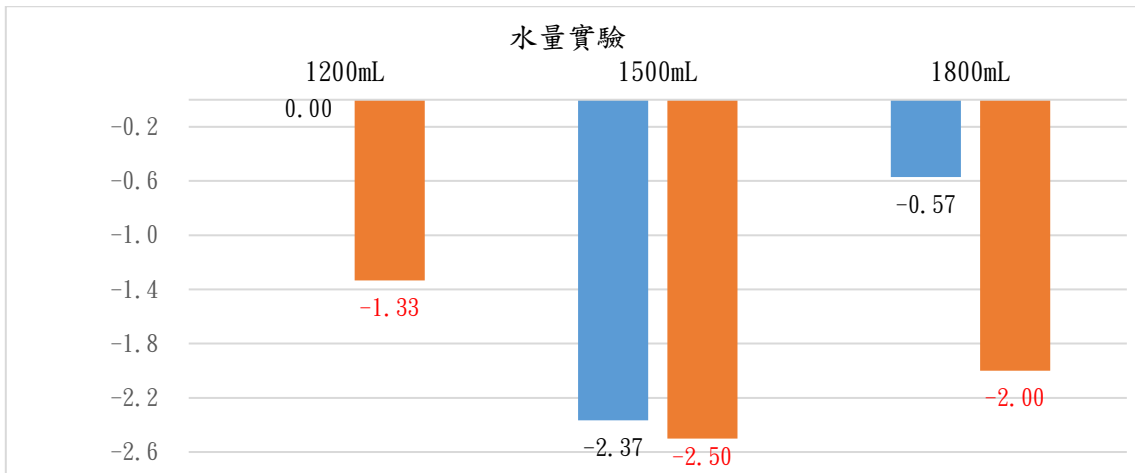
操縱變因：水量 甲：1200mL 乙：1500mL 丙：1800mL

應變變因：水位差 (cm)

不變變因：鍋子材質(玻璃鍋)、防溢器(13大洞D款)、麵粉量(10g/600mL)、
火力(大火)、防溢器高度(3公分)、防溢器側洞數(4側洞)。

		
圖 27:1200mL，無防溢器	圖 28:1200 mL，D 款	圖 29:1500mL，無防溢器
		
圖 30:1500mL，D 款	圖 31:1800mL，無防溢器	圖 32:1800mL，D 款

水量	水位(cm)		原水位 (H ₀)	滾水位(H)				水位差 (ΔH)	防溢高度 (ΔH 有- ΔH 無)
				1	2	3	平均		
甲： 1200mL	無防溢器	中	3.6	4.5	4.6	4.4	4.50	0.90	/
		周圍	3.6	4.5	4.6	4.4	4.50	0.90	
	13大洞(D)	中	3.7	4.5	4.6	4.7	4.60	0.90	0.00
		周圍	3.7	3.3	3.2	3.3	3.27	-0.43	-1.33
乙： 1500mL	無防溢器	中	4.0	6.5	6.5	6.5	6.50	2.50	/
		周圍	4.0	6.5	6.5	6.5	6.50	2.50	
	13大洞(D)	中	4.1	4.3	4.2	4.2	4.23	0.13	-2.37
		周圍	4.1	4.1	4.1	4.1	4.10	0.00	-2.50
丙： 1800mL	無防溢器	中	5.0	7.0	7.0	7.0	7.00	2.00	/
		周圍	5.0	7.0	7.0	7.0	7.00	2.00	
	13大洞(D)	中	5.1	6.6	6.5	6.5	6.53	1.43	-0.57
		周圍	5.1	5.1	5.1	5.1	5.10	0.00	-2.00



(二)結果

當水量為 1200mL，水量少，中間防溢高度為 0cm，無效；但周圍有-1.33cm 的防溢效果。當水量為 1500mL 和 1800mL 時，水量多，中間防溢高度分別為-2.37cm 和-0.57cm，周圍有-2.50cm 和-2.00cm 較高的防溢效果。

(三)討論

水量不同時，根據數據發現，1200mL 水量的防溢效果最差(-1.33cm)，因此水量過少時，防溢器的消泡能力較不明顯，1500mL【防溢高度(中間)】優於 1800mL 是因為 1800mL 水量多，滾沸較不明顯，當水量增加為 1500mL 和 1800mL 時，此時周圍的防溢高度分別可達 -2.0cm 以上，代表防溢效果更明顯。

十一、研究八：火力大小對於防溢成效的影響

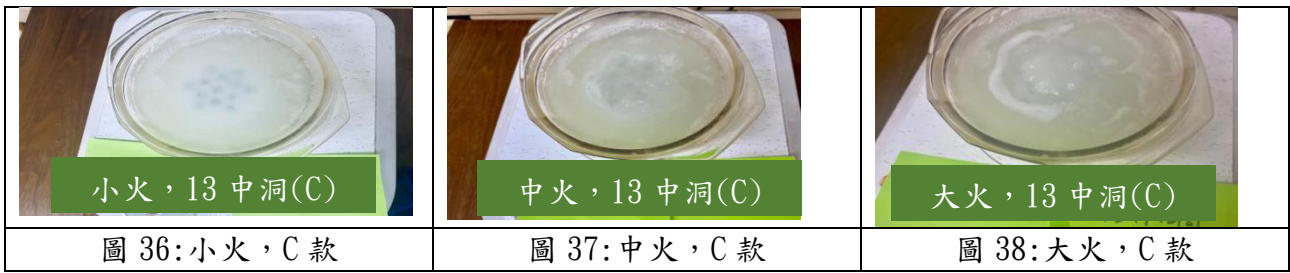
(一)變因

操縱變因：火力大小 甲：小火 乙：中火 丙：大火

應變變因：水位差(cm)

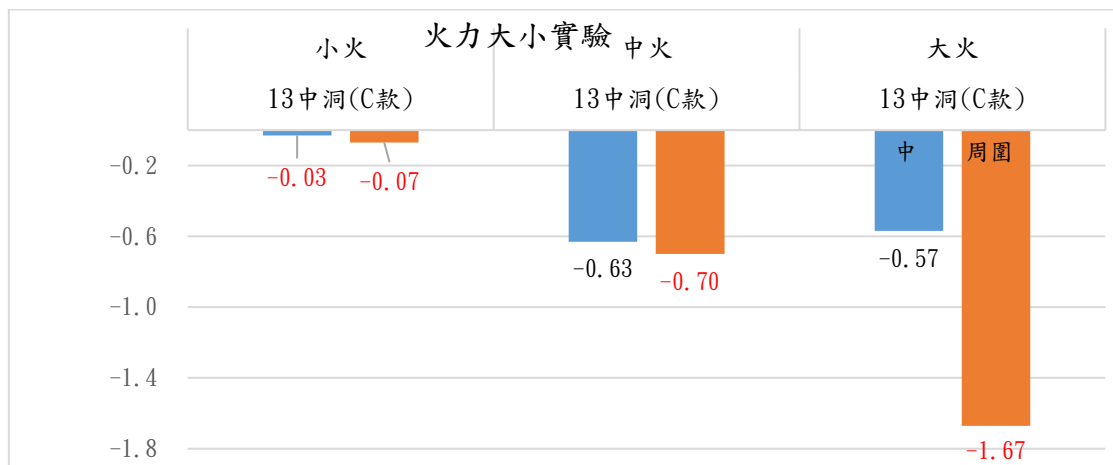
不變變因：防溢器(13 中洞 C 款)、鍋子材質(玻璃鍋)、水量(600mL)、麵粉量(10g)。





(二) 結果

火力大小		水位(cm)		原水位 (H ₀)	滾水位(H)				水位差 (ΔH)	防溢高度 (ΔH 有- ΔH 無)	
		中	周圍		1	2	3	平均			
甲：小火	無	中		4.2	4.2	4.2	4.3	4.23	0.03	/	
		周圍		4.2	4.2	4.2	4.3	4.23	0.03		
	13 中洞 (C)	中		4.3	4.3	4.3	4.3	4.30	0.00		-0.03
		周圍		4.3	4.3	4.3	4.2	4.27	-0.03		-0.07
乙：中火	無	中		4.2	5.0	5.0	4.9	4.97	0.77	/	
		周圍		4.2	5.0	5.0	4.9	4.97	0.77		
	13 中洞 (C)	中		4.3	4.4	4.4	4.5	4.43	0.13		-0.63
		周圍		4.3	4.3	4.5	4.3	4.37	0.07		-0.70
丙：大火	無	中		4.2	5.9	6.0	6.1	6.00	1.80	/	
		周圍		4.2	5.9	6.0	6.1	6.00	1.80		
	13 中洞 (C)	中		4.3	5.5	5.6	5.5	5.53	1.23		-0.57
		周圍		4.3	4.5	4.5	4.3	4.43	0.13		-1.67



(三) 討論

1. 火力越大，則防溢高度效果越明顯，其中在中火及大火時，【防溢高度_(中間)】分別為-0.63cm、-0.57cm 二者差距不大，但在【防溢高度_(周圍)】差距較大，分別為-0.7cm、-1.67cm，表示防溢器在大火時有較佳的防溢成效。
2. 小火情況下，即使無防溢器也不會滾沸太明顯，【防溢高度_(中間)】-0.03cm、【防溢高度_(周圍)】-0.07cm，防溢效果不佳。

第三項【生活中使用防溢器】

我們將陶製防溢器實際使用在生活中，進行澱粉或蛋白質含量高的實驗(易溢出)，例如：麵線及豆漿。

十二、研究九：麵線實驗

(一)變因

操縱變因：有無防溢器 甲：對照組(無防溢器) 乙：有(13 中洞高 A 款)

應變變因：水位差 (cm)、滾沸時間(分秒)。

不變變因：鍋子材質(大玻璃鍋)、麵線(90g)、水量(1500mL)、火力(大火)、初始水溫(70°C)。

(二)步驟

1. 甲組：無防溢器、乙組：有防溢器(A 款)，分別進行相同條件實驗。
2. 在鍋中加入 1500mL 水，加熱至滾沸 30 秒，關火。
3. 加入麵條，此時測量及記錄原水位 H_0 後，加上鍋蓋，再開火加熱並計時。
4. 當出現「大滾沸」時，才移除鍋蓋，避免因大滾沸時間不同，造成二組水分散失情況不同。
5. 移除鍋蓋後，泡泡會稍降，呈現穩定的滾沸情況，此時測量「時間」及「加麵滾沸的水位($H_{中}$ 、 $H_{周圍}$)」。

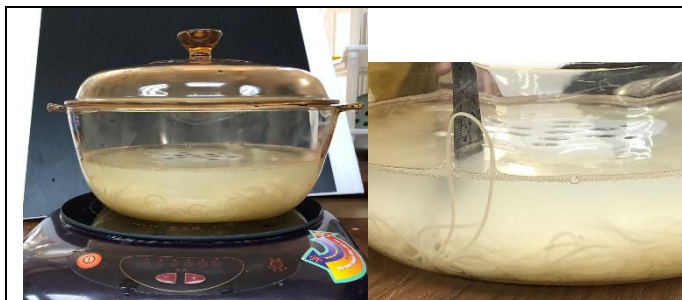


圖 39: 加麵不滾的水位 H_0

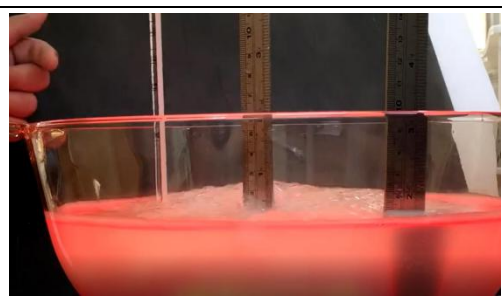



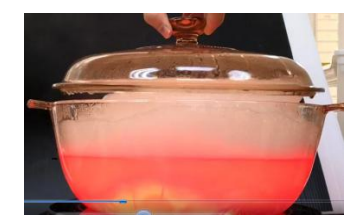

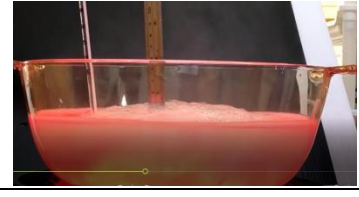


圖 40: 加麵滾沸的水位 $H_{中}$ 、 $H_{周圍}$

(三)結果

水位高度(cm)		原水位 H_0				滾沸水位 H				水位差 ΔH	防溢高度
		1	2	3	平均	1	2	3	平均		
有無防溢器	中	4.4	4.4	4.4	4.4	6.0	6.0	6.2	6.07	1.67	
	周圍	4.4	4.4	4.4	4.4	6.0	6.0	6.2	6.07	1.67	
甲:對照組 (無防溢器)	中	4.5	4.5	4.5	4.5	6.0	6.1	5.9	6.00	1.50	-0.17
	周圍	4.5	4.5	4.5	4.5	5.1	5.0	5.2	5.10	0.60	-1.07

表 5：有無防溢器的煮麵線情況

比較	甲組：無防溢器	乙組：有防溢器
53 秒		
	泡泡累積極多	泡泡累積少→證實有消泡作用
麵線還需要悶煮 出現「快溢出」 時間		
	53 秒→快溢出了→危險	3 分 44 秒 →才出現快溢出」→安全
移除鍋蓋後 測量水位		
	滾沸情況較劇烈	滾沸情況較緩和→證實有消泡作用

(四)討論

1. 防溢器有消泡作用的證據(表 5)

(1) 甲組(無防溢器)在 53 秒就呈現快溢出的情況，而乙組(有防溢器)在同時間的泡泡累積較少，此證實防溢器有消泡作用。

(2) 出現「快溢出」時間：甲組(無防溢器)在 53 秒，而乙組(有防溢器)竟然要到 3 分 44 秒才出現。煮麵線時剛開始出現滾沸，我們習慣還要繼續悶煮，如果有防溢器的話，能安心加熱不易溢出了。

(3) 移除鍋蓋後的滾沸情況：甲組(無防溢器) 滾沸情況較劇烈，而乙組(有防溢器)較緩和，此證實防溢器有消泡作用。

2. 有使用防溢器的【防溢高度(周圍)】數據可下降 1.07cm，證實本作品的 A 款防溢器不僅可安全悶煮，也確實有降低水位的防溢成效。

十三、研究十：豆漿實驗

(一) 變因

操縱變因：有無防溢器 甲：對照組(無防溢器) 乙：有防溢器(13 中洞高 A 款)

應變變因：抵達預定高度(7cm)的時間(分秒)。

不變變因：鍋子材質(大玻璃鍋)、豆漿量(1500mL)、火力(大火)、一開始豆漿溫度(77°C)。

(二) 步驟

1. 將冰豆漿在同一鍋中加熱至滾沸，取 1500mL 倒入實驗用的大玻璃鍋，放涼至 77°C 開始計時及加熱。
2. 甲組：無防溢器、乙組：有防溢器(A 款防溢器也是預熱至 77°C)，分別進行相同條件實驗。
3. 觀察液面抵達 7cm 處的時間點(原始液面 4.3 公分)。











(三) 結果

乙組(有防溢器)到達 7cm 處比甲組(無防溢器)多了 34 秒，也就是「液面上升」比較慢。

抵達 7cm 的時間 有無防溢器	1	2	3	平均	時間差
甲：對照組(無防溢器)	4' 20"	4' 22"	4' 24"	4' 22"	4' 56" - 4' 22" = 34"
乙：A 款(有防溢器)	4' 55"	4' 46"	5' 08"	4' 56"	

表 7：有無防溢器的煮豆漿泡泡情況

比較項目	甲：對照組(無防溢器)	乙：A款(有防溢器)
2.5 分鐘	 <p data-bbox="379 651 791 689">出現小泡泡，但泡泡在周圍。</p>	 <p data-bbox="879 633 1394 712">出現小泡泡，明顯集中在中間，而周圍無泡泡，此時豆皮膜已被撐破。</p>
約 3 分鐘時	 <p data-bbox="341 1005 836 1084">2 分 50 秒時開始產生大泡泡，讓豆皮膜不定點陸續鼓起。</p>	 <p data-bbox="887 1028 1374 1066">3 分 20 秒時周圍才開始產生泡泡。</p>
大滾沸	 <p data-bbox="397 1435 772 1473">3.5 分鐘液面呈現大滾沸。</p>	 <p data-bbox="868 1435 1406 1473">4 分鐘左右產生大滾沸，但都是小泡泡。</p>
抵達 7cm 處	 <p data-bbox="349 1877 831 1995">4 分 24 秒抵達 7cm 處。豆皮膜大片存在液面，膜下易累積泡泡而持續上升。</p>	 <p data-bbox="895 1877 1378 1995">4 分 55 秒抵達 7cm 處。豆皮膜早就被撐破，大多數是小泡泡。</p>


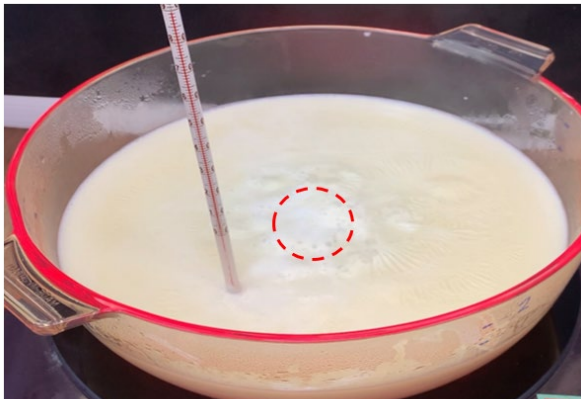

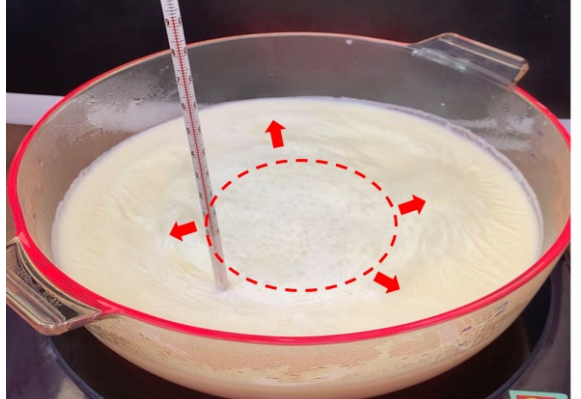
(四)討論

1. 時間差：乙組(有防溢器)到達7cm處比甲組(無防溢器)多了34秒，也就是「液面上升」比較慢，表示防溢器具有延緩豆漿液面上升的效果。

2. 防溢器能延緩煮豆漿液面上升的效果，豆皮膜是關鍵因素

有防溢器時會形成荷包蛋效應，小泡泡產生在液面中間，這樣一開始就能破除「大片的豆皮膜」，減少膜下泡泡的累積。

表 8：有無防溢器的豆皮膜情況

甲：對照組(無防溢器)	乙：有(A款防溢器)
	
	
<p>豆皮膜一開始都是維持大片覆蓋在液面，膜下會累積泡泡而持續上升。</p>	<p>中間的小泡泡會把<u>豆皮膜撐破</u>，豆皮膜變破碎，泡泡不易累積，有助於降低液面上升。</p>

3. 家中瓦斯爐「二火爐同時煮豆漿」進行實驗

我們也在家中佈置瓦斯爐實驗的裝置(圖 45、圖 46)，同時開火，測量溫度，結果發現與教室的實驗結果一致(有防溢器→小泡泡會撐破豆皮膜→延緩溢出→可安全煮豆漿)。測量二鍋豆漿溫度，不同時間點溫差僅有 0~3 度以內。防溢器用在煮豆漿上不僅可以消泡，也可減緩突然溢出的狀況。

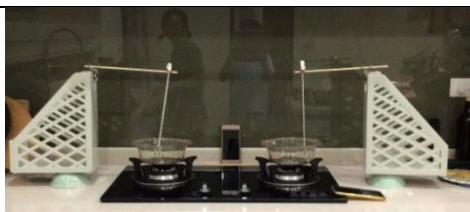


圖 45：家中瓦斯爐實驗的裝置



圖 46：第一次實驗防溢器放在右爐

伍、結論

一、上洞佔面積比例與上蓋總面積

比較 A~H 款(p. 10)，在相同實驗條件下的防溢器，發現「上洞佔面積比例」在 6.3%~22.6%之間，防溢成效不錯，大多可達到-1.33cm 以上，其中 C、D、H 款因為它們的「上蓋總面積」是偏小的，而降低了其防溢成效，因此「上蓋表面積」越大，則防溢效果越佳。因此建議防溢器設計時應考量上洞佔面積比例在 6.3%~22.6%之間、與「上蓋表面積」大一點是理想的防溢條件。

二、防溢器高度

從研究三中有二款防溢器(比較 A、B 款，p. 10)，其高度分別為 2.5cm、4cm，實驗結果發現，防溢器高度越高，則防溢成效越好。因為高的防溢器，會讓泡泡的上升距離變大，成為更大的泡泡，泡泡變大更容易與防溢器的上壁及上洞碰撞摩擦而破裂，有更佳的消泡能力。

三、側洞設計

由於製作防溢器耗時長、時間及經費有限，僅製作了 13 小洞 4 側洞及 13 小洞 8 側洞兩款不同側洞數的防溢器(比較 E、F 款，p. 10)。但從實驗中可看出，防溢器增加側洞數至 8 個並無法提升防溢器的防溢成效，因此建議側洞數維持在 4 個左右即可，至於側洞數更少是否會更有效，還尚待研究。

四、水量

進行 1200mL、1500mL、1800mL 水量實驗，結果發現水量為 1500mL、1800mL 時，防溢器效果較佳。

五、火力

進行小、中、大火的實驗，火力越大，則防溢高度效果越明顯。

六、自製防溢器的生活應用

將目前具有最佳防溢成效的 A 款防溢器，實際放入生活中常見澱粉量高的麵線及蛋白質量高的豆漿中實驗，A 款防溢器都具有防溢成效，且發現加入 A 款防溢器能穩定滾沸、安全悶煮。另外在豆漿實驗中發現，防溢器所產生的荷包蛋效應能把煮豆漿容易溢出的元凶-「豆皮膜」撐破，有助減緩突然溢出的狀況。

七、總結論

綜合以上，我們找出影響防溢器防溢成效的關鍵在「上洞比例 6.3%~22.6%之間」、「上蓋表面積要大」、「高度要高」。製作的陶製防溢器中以 A 款(p.10)上洞比例在 14.4%、4 側洞、高度 4cm 的防溢器，是目前最佳防溢成效的防溢器，可降低溢面高達-4.27cm；當烹煮含有澱粉水時，高水量、火力大火的情況下，本研究的防溢器防溢效果越好，本產品已獲得新型專利第 M609591 號，是值得開發的商品，建議每個家庭都能配備一個最佳條件的防溢器，在煮麵時能更安心不怕水會溢出造成意外！

八、未來展望

陶製防溢器的缺點為脆弱易碎，因此我們曾嘗試請不銹鋼廠商先開模一個試試(450 元)，但僅能製作的厚款(3mm)，大量生產才能製作薄款，導致我們開模的鐵製防溢器整體重量很重又很厚，而且實驗時，使用電磁爐造成當機。受限於經費，目前無法量產，未來若有機會量產「薄款」，本創作是極具商品化的不鏽鋼防溢器。

陸、參考資料與其他

1. 維基百科 - 防溢器 (2020 年 10 月 1 日)。維基百科，自由的百科全書。取自 <https://reurl.cc/GdZ6mx>
2. ICHEWTONG 毓秀堂(2017)。【ECHO】煮麵防溢器。youtube 影片 (2019 年 9 月 1 日) 取自 <https://reurl.cc/nm63ol>

附件一：【上洞佔面積比例】=開洞總面積/上蓋(內部)表面積*100% (直徑單位：mm)

款式	洞數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	開洞 總面積 (甲*π)	防溢器 上蓋(內 部)表面積 (乙*π)	洞佔比例 =甲/乙 *100%	款式	防溢器 大小
A	13 中洞 高	直徑	10.42	10.27	10.28	10.29	10.08	10.64	10.24	10.04	10.06	9.99	10.07	10.08	10.15		97.11		
		r ²	27.14	26.37	26.42	26.47	25.40	28.30	26.21	25.20	25.30	24.95	25.35	25.40	25.76	338.27	2357.59	14.3%	A 大
B	13 中洞 低	直徑	10.37	10.99	10.27	10.67	10.37	10.67	10.55	10.54	10.16	10.76	9.68	10.26	10.50		92.41		
		r ²	26.88	30.20	26.37	28.46	26.88	28.46	27.83	27.77	25.81	28.94	23.43	26.32	27.56	354.91	2134.90	16.6%	B 大
C	13 中洞	直徑	8.82	8.99	8.97	8.54	8.19	9.03	8.58	9.06	8.51	9.09	9.19	8.21	8.39		87.28		
		r ²	19.45	20.21	20.12	18.23	16.77	20.39	18.40	20.52	18.11	20.66	21.11	16.85	17.60	248.42	1904.45	13.0%	C 小
D	13 大洞	直徑	11.22	12.27	12.55	10.92	11.12	11.29	11.94	11.75	11.07	11.80	12.11	11.43	10.40		87.51		
		r ²	31.47	37.64	39.38	29.81	30.91	31.87	35.64	34.52	30.64	34.81	36.66	32.66	27.04	433.05	1914.50	22.6%	D 小
E	13 小洞 4 側洞	直徑	6.85	6.93	6.93	6.78	6.85	6.85	6.75	7.02	6.85	6.31	7.06	6.42	6.50		94.41		
		r ²	11.73	12.01	12.01	11.49	11.73	11.73	11.39	12.32	11.73	9.95	12.46	10.30	10.56	149.41	2228.31	6.7%	E 大
F	13 小洞 8 側洞	直徑	6.61	6.59	6.11	6.61	6.47	6.40	8.83	6.53	6.61	6.06	6.30	6.40	6.48		95.81		
		r ²	10.92	10.86	9.33	10.92	10.47	10.24	19.49	10.66	10.92	9.18	9.92	10.24	10.50	143.65	2294.89	6.3%	F 大
G	9 中洞 大	直徑	8.46	8.12	8.24	8.09	8.07	8.07	7.84	7.69	7.71						93.83		
		r ²	17.89	16.48	16.97	16.36	16.28	16.28	15.37	14.78	14.86					145.27	2201.02	6.6%	G 大
H	9 中洞 小	直徑	7.45	7.42	7.54	7.96	8.54	7.51	7.83	7.46	7.07						86.45		
		r ²	13.88	13.76	14.21	15.84	18.23	14.10	15.33	13.91	12.50					131.76	1868.40	7.1%	H 小

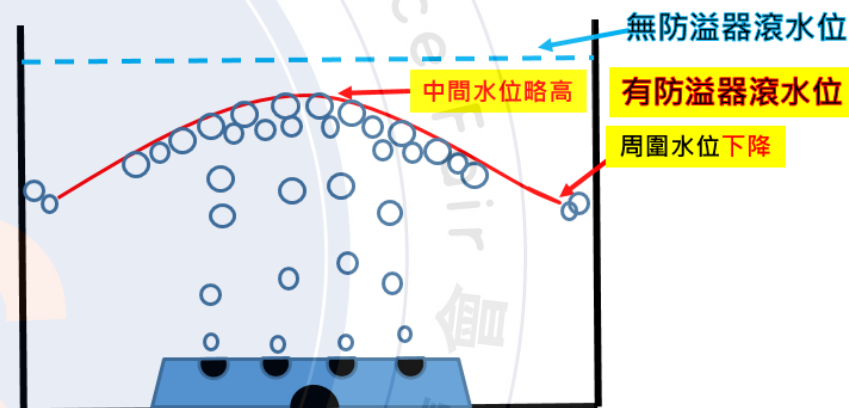
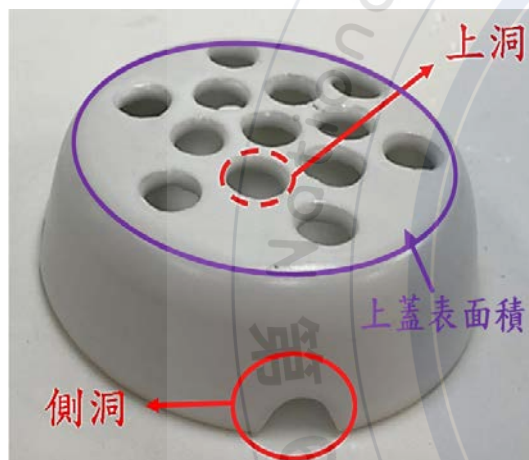
【評語】 082912

研究主題從生活問題著手，符合科學探究理念，研究者針對防溢器的效能，從第一代初探到這一次擴充變因，包括高度/表面積/上方孔徑面積/側孔數量...等，研究架構清楚，並且能從研究結果中發展出應用性的商品，甚至得到專利的肯定，實屬應用科學的精神，若能針對研究變因更細緻的調整，例如：側洞數有系統地探究，再做推論，起泡點如何測量高度也要加強描述，孔洞開孔位置變化也可以納入探究...等，將會更加完善。

作品簡報

防「溢」國家隊

- 自製防溢器對防溢成效之研究



科 別：生活與應用科學科(二) (環保與民生)

組 別：國小組

壹、研究動機

第一年



X創百貨
市售防溢器



無效

麵線實驗 下降0.1cm



有洞的鐵製品：排水蓋、水槽過瀘蓋

研究結果建議

具有上洞及側洞的防溢器→防溢成效

第二年



自行設計不同構造條件的防溢器

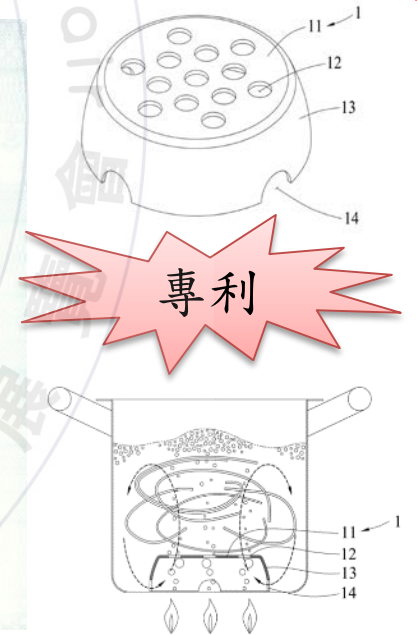
目標

更便利的生活

EASY



Convenient



專利

110年3月21日已獲得專利第M609591號

貳、研究目的

實驗結果發現，關鍵的影響因素以高度影響最大，其次是大小，接著是上洞比例及側洞數。

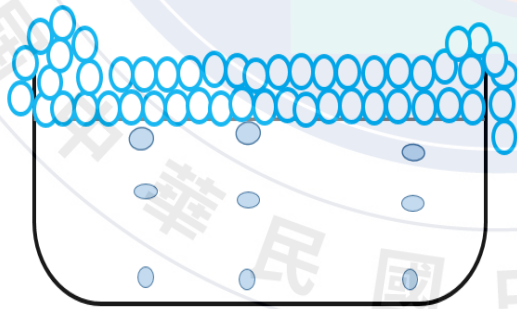


肆、研究過程、結果與討論

一、【科學原理】

(一) 溢出

- 水中油脂、澱粉沾黏在泡泡上形成薄膜：
 - 使泡泡不易破裂
 - 泡泡層層堆疊
 - 液面上升而溢出



(二) 市售防溢器

X創百貨市售防溢器



牛奶防溢器



這二款 只有側洞，沒有上洞。
→ 作用是鍋底小泡泡在防溢器內聚成大泡泡，
→ 再從側洞冒出，大泡泡易破，所以能消泡。
☹️ 事實上，去年實驗結果是無效的。

(三)有側洞及上洞的防溢器(本研究中創作的防溢器)

1. 消泡作用(大泡→小泡)

泡泡上升

→ 撞到防溢器的內部上壁或摩擦上洞邊緣

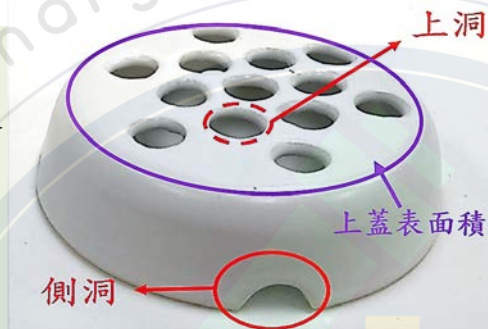
→ 泡泡破裂(大泡→小泡)

☺ 具有消泡作用

→ 有些泡泡仍然會從上洞跑掉

→ 泡泡量已減少

→ 水位降低



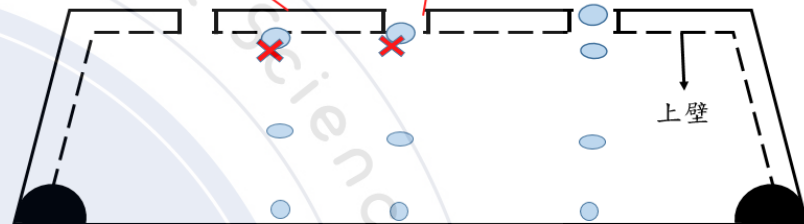
自製防溢器構造圖

消泡：水位下降

1. 泡泡
撞擊上壁
破裂

2. 泡泡與
上洞摩擦
破裂

3. 部分泡泡會通
過上洞跑到
上壁。

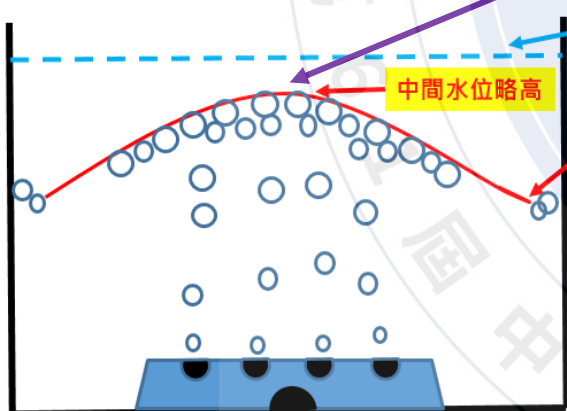


水從側洞進入防溢器

防溢器消泡原理示意圖

2. 集中泡泡

荷包蛋效應

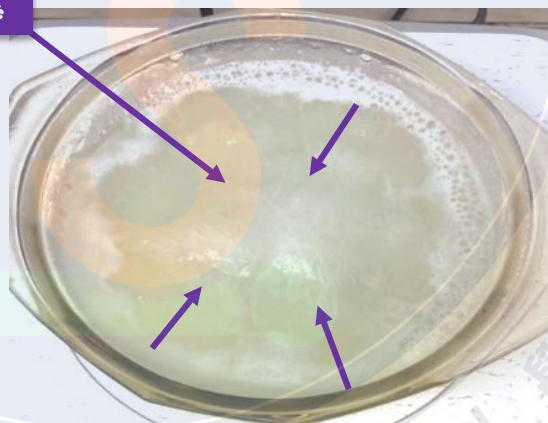


無防溢器滾水位

中間水位略高

有防溢器滾水位

周圍水位下降



加入防溢器：

泡泡集中從防溢器上洞冒出，液面泡泡出現荷包蛋的形狀，周圍水位下降，稱為荷包蛋效應。



無防溢器：泡泡均勻分佈

(二)【實驗設計】

- ▶ 滾沸時，泡泡從鍋邊周圍溢出→防溢成效主要以【防溢高度_(周圍)】數據為主。
- ▶ 防溢高度為負值時，表示該防溢器具有防溢成效。



1. 調製澱粉水

澱粉：水=10g：600mL

2. 原水位 H_0

澱粉水及防溢器放入鍋中，測量水位高度。

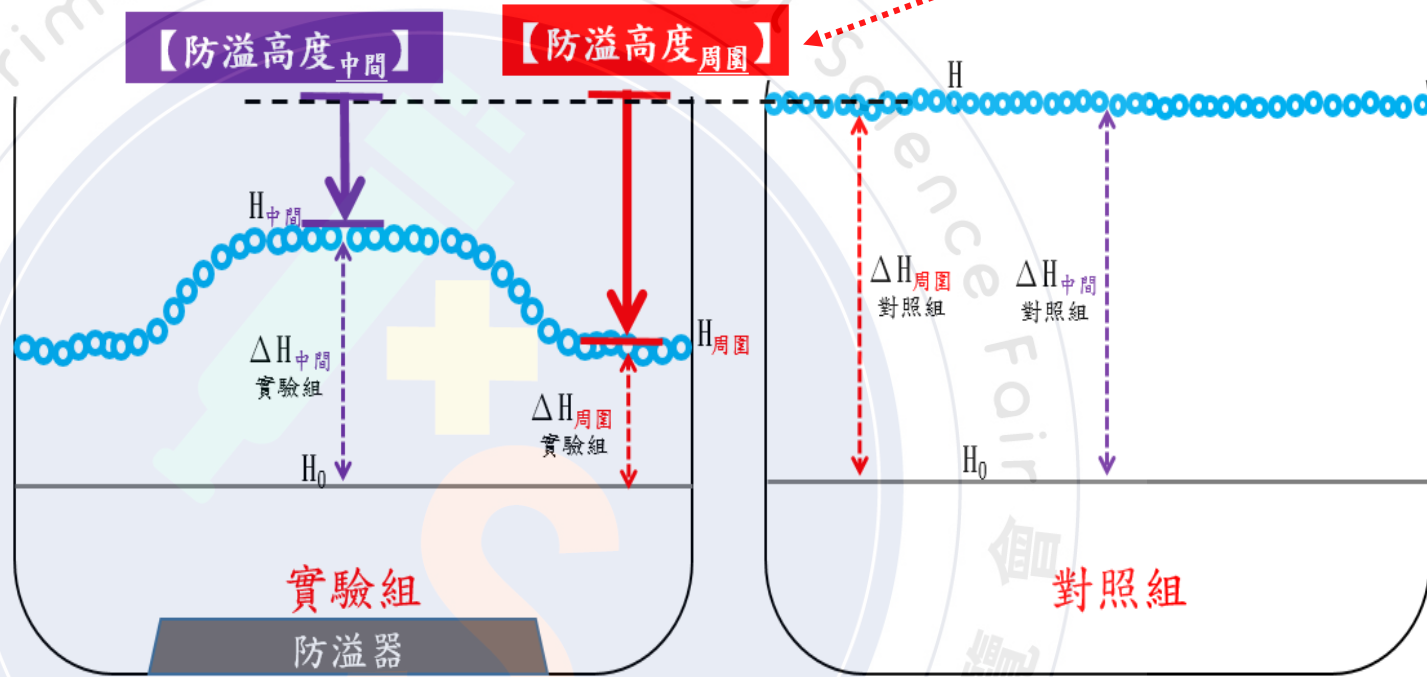
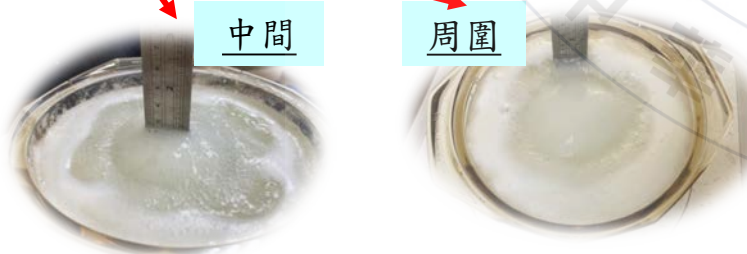


3. 滾沸水位 H

加熱至滾沸，測量滾沸時，中間及周圍的水位高度(滾沸水位 H)。

中間

周圍



4. 水位差 $\Delta H = H - H_0$

滾水位 H 減掉原水位 H_0 就是水位差。

5. 防溢高度 = $\Delta H_{有} - \Delta H_{無}$

$\Delta H_{無}$ 是對照組(無防溢器)的數據，

$\Delta H_{有}$ 是實驗組(有防溢器)的數據，

→ 【防溢高度】 = $\Delta H_{有} - \Delta H_{無}$ ，

分別有【防溢高度_(中間)】、【防溢高度_(周圍)】。

【第一項 鐵製防溢器】

請廠商開模-鐵製防溢器



缺點1：厚度3mm→重量很重

缺點2：電磁爐→無法加熱且導磁片損壞

➤必須量產才能製作「薄款」防溢器，礙於經費因素，故先暫停。

撈麵勺→鐵製防溢器



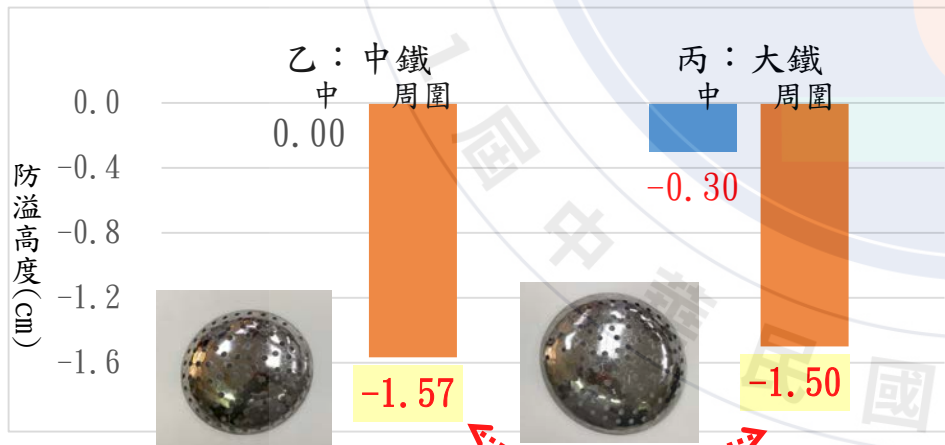
請鐵工廠依實驗
需要挖側洞

大賣場看到撈麵鐵勺，薄且有洞。

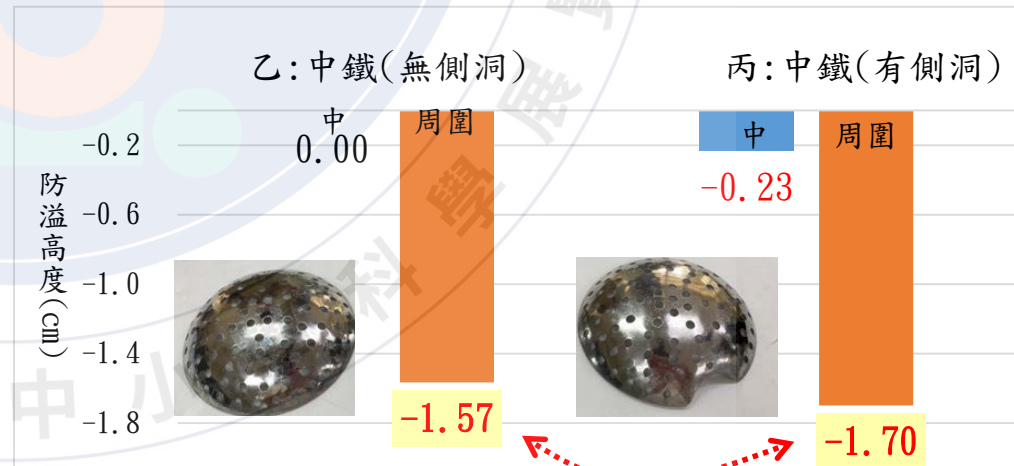


➤進行鐵製防溢器的實驗

研究一、鐵製防溢器大小實驗



研究二、鐵製防溢器有無側洞實驗



【第二項 陶製防溢器】

無法在撈麵勺進行加工(上洞數量多寡、上洞口徑大小等)，開模鐵製品又不適合，因此改朝向陶製品開發。

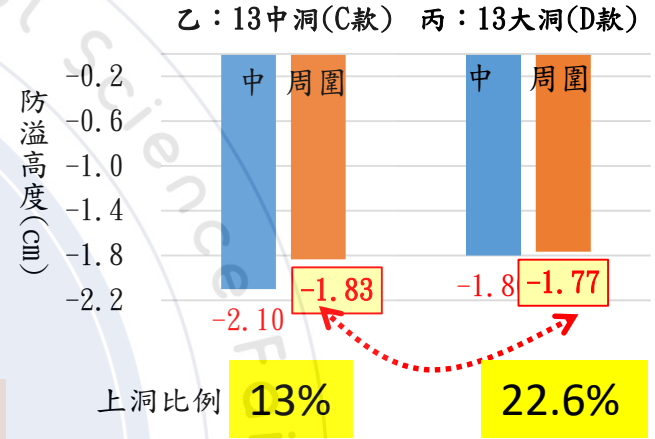
研究三、上洞佔面積比例實驗

研究三之一【洞的大小實驗】



操縱變因：上洞大小 甲：對照組 乙：13中洞 丙：13大洞

討論：兩組在【防溢高度_(周圍)】、【防溢高度_(中間)】，都差距不大。

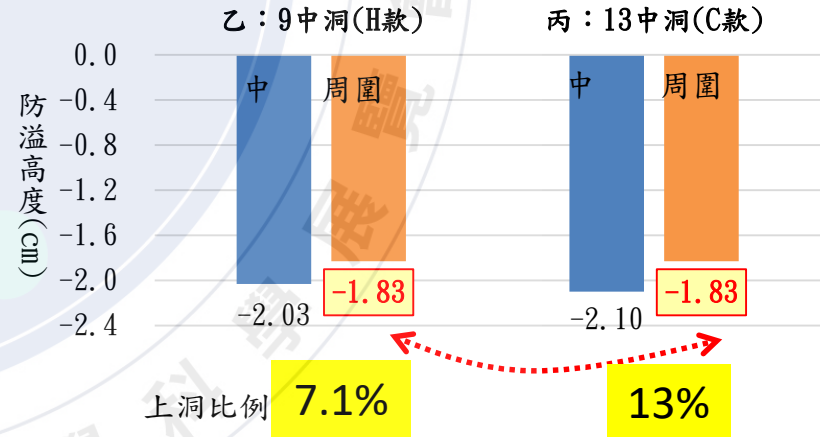


研究三之二【上洞數量實驗】



操縱變因：上洞數量 甲：對照組 乙：9中洞 丙：13中洞

討論：兩組在【防溢高度_(周圍)】，而【防溢高度_(中間)】，防溢成效差異不大。



上洞佔面積比例在7%、13%、23%都可下降1.8公分左右。



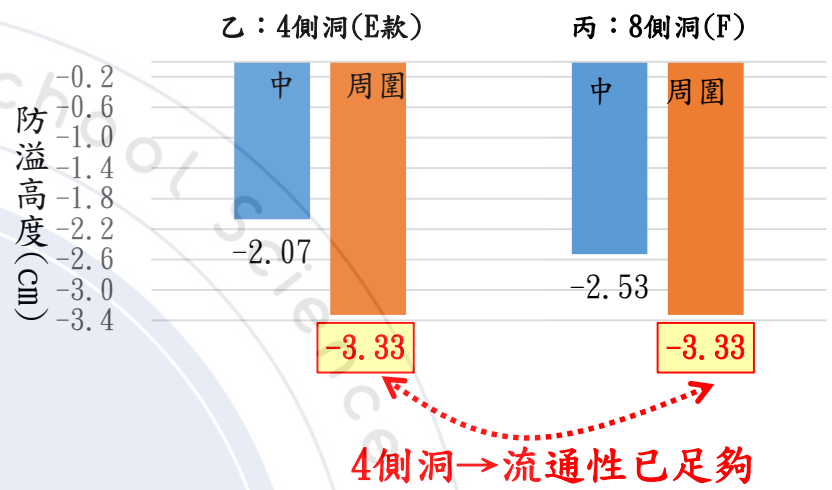
研究四、側洞數實驗



操縱變因：側洞數 甲：對照組

乙：4側洞 丙：8側洞

討論：側洞數的增加並不會使整體防溢成效增加。推測，4個側洞數時水流已具有足夠的向上流通性，因此4或8側洞數據無差異。

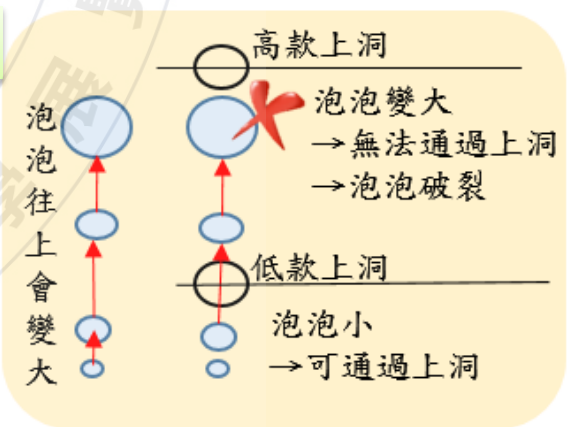
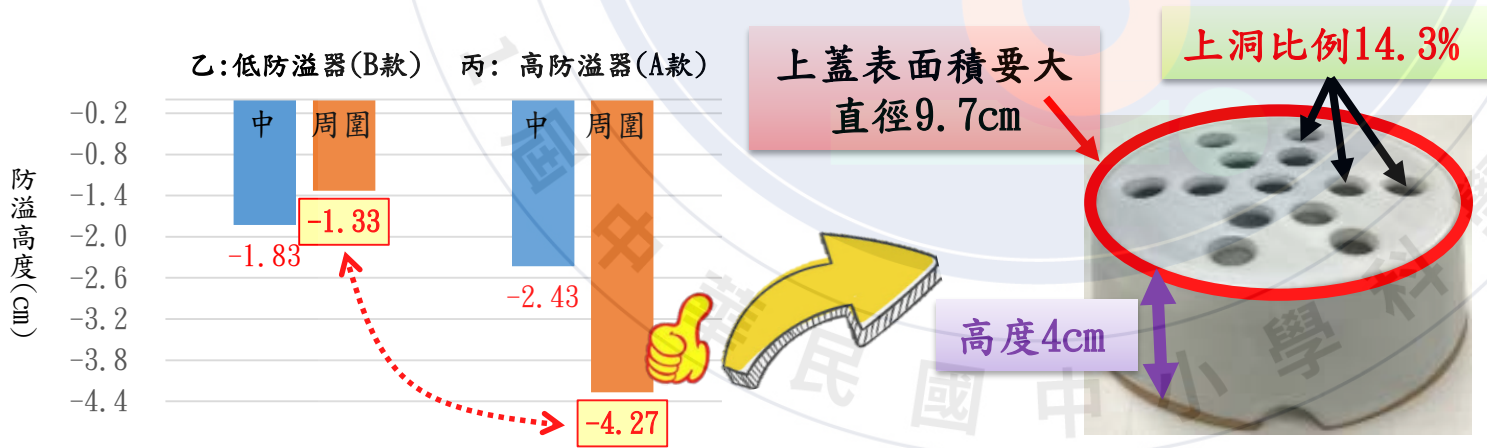


研究五、防溢器高低實驗



操縱變因：防溢器高低 甲：對照組 乙：低防溢器 丙：高防溢器

討論：【防溢高度(周圍)】數據，高款優於低款，分別是-1.33、-4.27cm，高防溢器可使周圍液面下降4.27cm，成效是最佳的。



泡泡在水中上升的示意圖

研究六、防溢器大小實驗

操縱變因：大小 甲：對照組

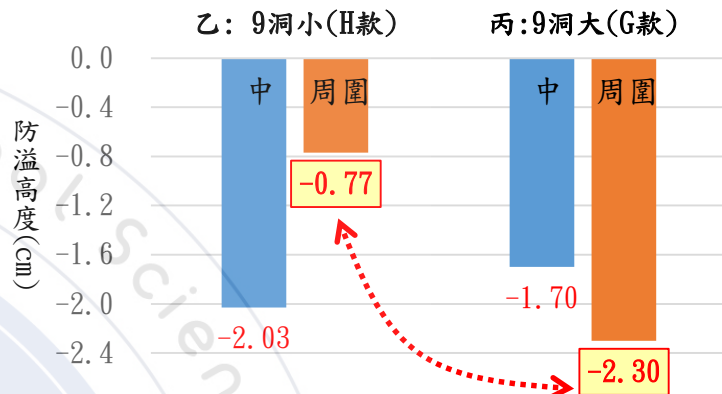
乙：小(H款) 丙：大(G款)

討論：大的防溢器，防溢成效好。
小防溢器泡泡可以撞擊的
上壁面積變少，防溢成效下降。



上蓋表面積 1782mm²

2107mm²



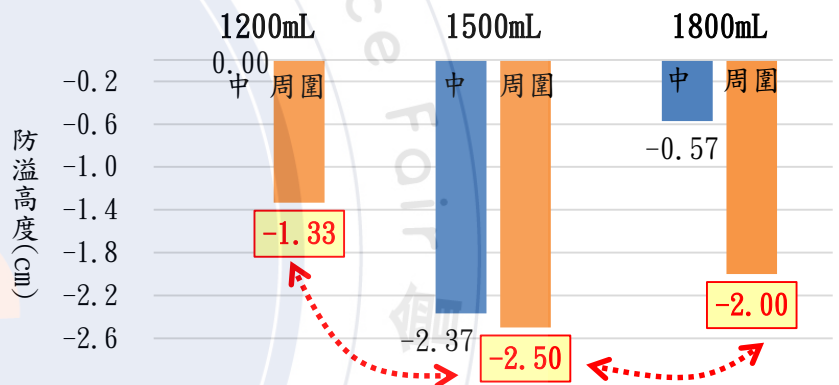
研究七、不同水量實驗

操縱變因：水量 甲：1200mL 乙：1500mL 丙：1800mL

討論：當水量增加為1500mL和1800mL時，此時周圍的防溢高度分別可達 -2.0cm以上，代表防溢效果更明顯。

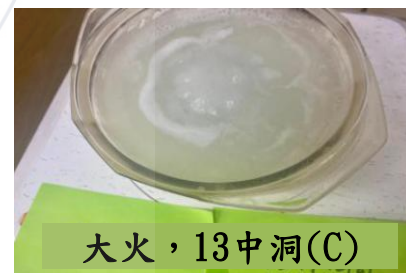
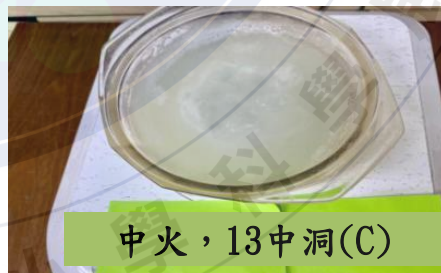
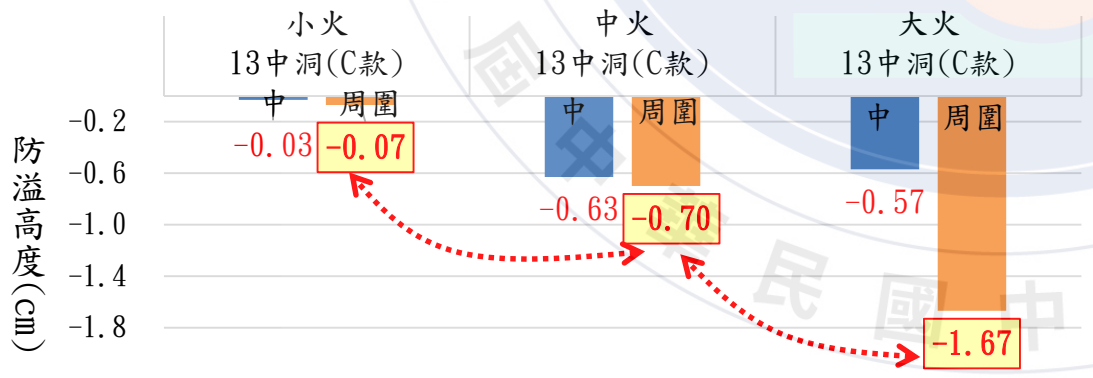


1500mL, 13大洞



研究八、火力大小實驗

操縱變因：火力大小 甲：小火 乙：中火 丙：大火



討論：火力越大，則防溢高度效果越明顯。

【陶製防溢成效總整理】

相同實驗條件下：

分析這8款自製防溢器的上蓋表面積、洞佔的比例、高度。

(1)高度：比較AB款，高度高，可減少四公分多。

(2)上蓋表面積：

比較GH款，上蓋表面積大，防溢成效好。

(3)洞佔比例：A~H款，洞佔的比例在6.3~22.6%，

有下降1.33cm以上的成效。

(4)側洞數：比較EF款，側洞數4或8，成效差不多。



條件	上洞數(13 洞)、側洞數(4 洞)				上洞數(13 洞)		上洞數(9 洞) 側洞數(4 洞)	
編號	A	B	C	D	E	F	G	H
防溢器種類	13 中洞 高	13 中洞 低	13 中洞	13 大洞	13 小洞 4 側洞	13 小洞 8 側洞	9 中洞 大	9 中洞 小
上蓋表面積	大	大	小	小	大	大	大	小
上洞佔面積比例	14.4%	16.6%	13.0%	22.6%	6.7%	6.3%	6.6%	7.1%
高度	高	低	中	中	中	中	中	中
【防溢高度(周圖)】	-4.27	-1.33	-1.83	-1.77	-3.33	-3.33	-2.30	-1.83

綜合以上，我們找出影響防溢器防溢成效的關鍵在「上洞比例6.3%~22.6%之間」、「上蓋表面積要大」、「高度要高」。

【第三項 生活中應用】

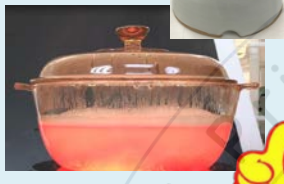
研究九、麵線實驗

防溢器用在煮麵線的效果

泡泡量



泡泡累積多



泡泡累積少
→有消泡作用



「快溢出」時間



53秒快溢出(快)
→危險



3分44秒才快溢出(慢)
→可安全悶煮



移除鍋蓋後滾沸情況



滾沸較劇烈



滾沸較緩和
且水位下降1.07cm



1. 泡泡量累積少

同時段下，對照組泡泡累積量多，有防溢器泡泡累積較少，此證實防溢器有消泡作用。

2. 較慢溢出，可安全悶煮

- (1)「快溢出」時間對照組在53秒，防溢器組到3分44秒才出現。
- (2)滾沸時通常會繼續悶煮，防溢器可安全悶煮。

3. 水位降低且滾沸較緩和

移除鍋蓋後，對照組滾沸較劇烈，防溢器組較緩和，而且防溢成效可下降1.07cm。

研究十、豆漿實驗



無

有大片的豆皮膜



有防溢器

泡泡則聚集在中間，形成荷包蛋效應，會把豆皮膜撐破。



無

膜下會累積泡泡
液面持續上升



有防溢器

豆皮膜一開始就被撐破了，
減少膜下泡泡的累積。

➤數據證實：有防溢器到達7cm處比無防溢器多了34秒，確實具有延緩煮豆漿液面上升的效果。



有防溢器

滾沸穩定不溢出，
能安全煮豆漿。



瓦斯爐同時煮豆漿

穩定不溢出→安全

左:有防溢器

快溢出了→危險

右:無防溢器

無防溢器

滾沸不穩定，快
溢出，很危險。

伍、結論

一、上洞佔面積比例與上蓋表面積：理想的防溢條件是上洞佔面積比例在6.3%~22.6%之間、與「上蓋表面積」大一點是。

二、防溢器高度：防溢器高度越高，則防溢成效越好。

三、側洞設計：防溢器增加側洞數至8個並無法提升防溢器的防溢成效，因此建議側洞數維持在4個左右即可。

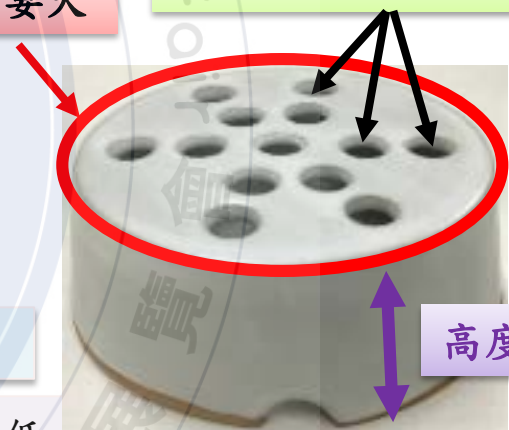
四、水量：進行1200mL、1500mL、1800mL水量實驗，結果發現水量為1500mL、1800mL時，防溢器效果較佳。

五、火力：進行小、中、大火的實驗，火力越大，則防溢高度效果越明顯。

六、生活應用：煮麵線→泡泡量累積少，較慢溢出，可安全悶煮，且水位降低。
煮豆漿→荷包蛋效應能把煮豆漿容易溢出的元凶-「豆皮膜」撐破，減緩突溢。

上蓋表面積要大

上洞比例6.3%~22.6%



高度高

- 綜合以上，防溢成效的關鍵在「上洞比例6.3%~22.6%之間」、「上蓋表面積要大」、「高度要高」。
- 陶製防溢器中以A款是目前最佳的防溢器，建議家庭能配備防溢器，煮麵時安心不怕溢出造成意外！
- 目前陶製防溢器的缺點為易碎，因為我們的經費有限，目前無法量產「薄款」的鐵製防溢器，
- 未來若有機會量產，我們開發出來的防溢器是極具商品化的不鏽鋼防溢器。

未來