

中華民國第 54 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

080816

方便小猛爐

學校名稱：桃園縣私立諾瓦國民小學

作者：	指導老師：
小六 曾上祐	饒韻琴
小六 陳方維	楊世誠
小六 林咏臻	
小六 米冠綸	
小六 賴沁亞	
小六 施和好	

關鍵詞：熱對流、煙囪效應、回收利用

方便小猛爐

摘要

火箭爐可以高效率的煮食食物，可是外出使用時體積過於龐大，重量又重，因此我們嘗試用小金屬罐做出體積小、重量輕、方便攜帶、而且同要高效率的「小猛爐」。但是該如何製作、如何測試呢？經過許多波折，「方便小猛爐」誕生了！我們利用回收的金屬罐做成高效爐，免洗筷當燃料，給我們十分鐘，我們給你一碗香噴噴的米飯！

壹、研究動機

這學期的主題是『Cycle System House』，我們從學期開始就在討論，如何讓房子裡的設備是符合”良好循環”與”環保”的，最後我們討論出四大類，並從生活中的「煮食設備」開始。最早，我們使用火箭爐還有酒精爐，但都覺得有些缺憾，尤其是外出時，所以我們想試看看，是不是能自己研發、做出簡單製作、容易攜帶、安全、環保又有高燃燒效率的迷你爐。

貳、研究目的

- 一、研究爐具排氣、進氣開口大小與燃燒效率的關係。
- 二、設計各式鐵製小猛爐並測試其燃燒效率
- 三、實驗小猛爐的應用效果
- 四、使用小猛爐時的配備與注意事項。

參、研究設備及器材

電鑽筆、開罐器、美工刀、蠟燭、酒精膏、回收鋁罐、回收鐵罐、回收免洗筷、打火機、溫度計、米、不鏽鋼野炊碗、燒杯、電鑽、捲尺、油性簽字筆、小量杯、計時器、卡式爐、隔熱手套、工作手套、砂紙、夾鉗、三腳架。

肆、研究過程或方法

目的一、研究爐具排氣、進氣開口大小與燃燒效率的關係

(一)挑選材料：我們做過火箭爐、酒精爐：



(火箭爐)









(酒精爐)

火箭爐以奶粉罐或油桶製作，酒精爐以鋁罐製作；比較之下，**鋁罐**質地輕、容易剪裁、耐熱，所以就決定先用鋁罐當製作爐身的材料。

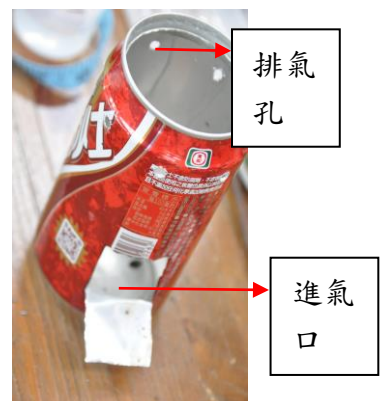
(二) **剪裁設計**：以「火箭爐」煙囪效應的概念設計「**排氣孔**」和「**進氣口**」
利用門軌，在鋁罐頂緣處畫等高的線。見右圖



1. **排氣孔**--開在上方，讓上升的熱空氣散逸。
 (1)取六個鋁罐，從頂緣往下的方向，分別在 2cm、2.5cm、3cm 處畫線(見表一)
 (2)在畫線處，每間隔 3cm 及 1.5cm 標記記號
 (3)以電鑽筆於(2)記號處鑽洞
 罐底寫上 1~6 號做標記，分別如下：
 (表一)

	排氣孔距離 3cm			排氣孔距離 1.5cm		
鋁罐編號	1 號 簡易爐	2 號 簡易爐	3 號 簡易爐	4 號 簡易爐	5 號 簡易爐	6 號 簡易爐
距頂緣	2cm	2.5cm	3cm	2cm	2.5cm	3cm
						

2. **進氣口**--開在下方，當爐內空氣因為燃燒而變稀少時，
3. 爐外空氣會從這個開口進入。形狀大小為：邊長 3cm 的正方形。如上圖。又因罐底要放燃料(酒精膏)，因此開在罐底往上 2cm 處，以免燃料流出。
4. 利用開罐器將罐頂切除。



右圖：鋁罐簡易爐完成圖

(三)測試燃燒效率

【實驗一】 燃燒 15ml 酒精膏

1. 陸續在 1~6 號簡易爐內，各倒入 15ml 酒精膏
2. 點燃酒精膏，燃燒 10 秒(說明*)
3. 於簡易爐上放置內有 100ml 水的燒杯、量水溫
4. 測量燒杯內水溫每上升攝氏一度，需花費多少時間
5. 同時測試爐內溫度(排氣孔處)
6. 直到燃燒停止
7. 冷卻、洗淨、拭乾簡易爐
8. 每個簡易爐都重複以上步驟五次、並記錄下來。



實驗一設計見右圖

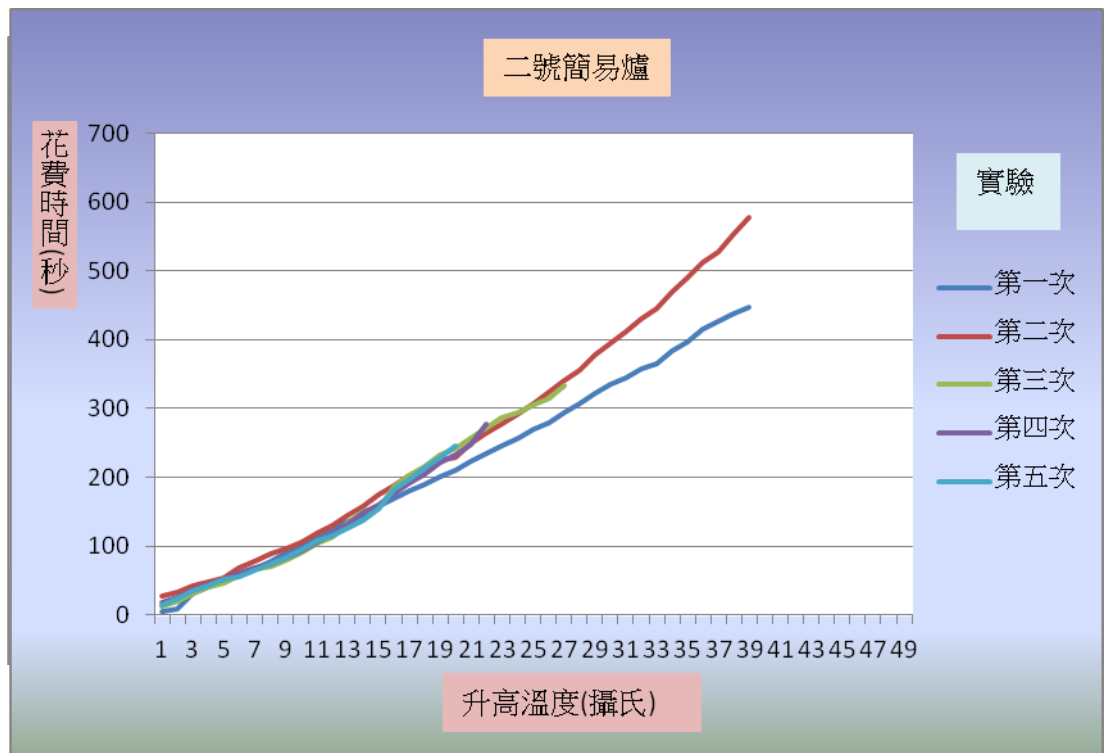
說明*:若酒精膏一點燃就放上燒杯，約五秒左右火便會熄滅；但如果延燒若干時間後再放置燒杯則不會出現熄滅的情形，因此之後所有實驗都比照。

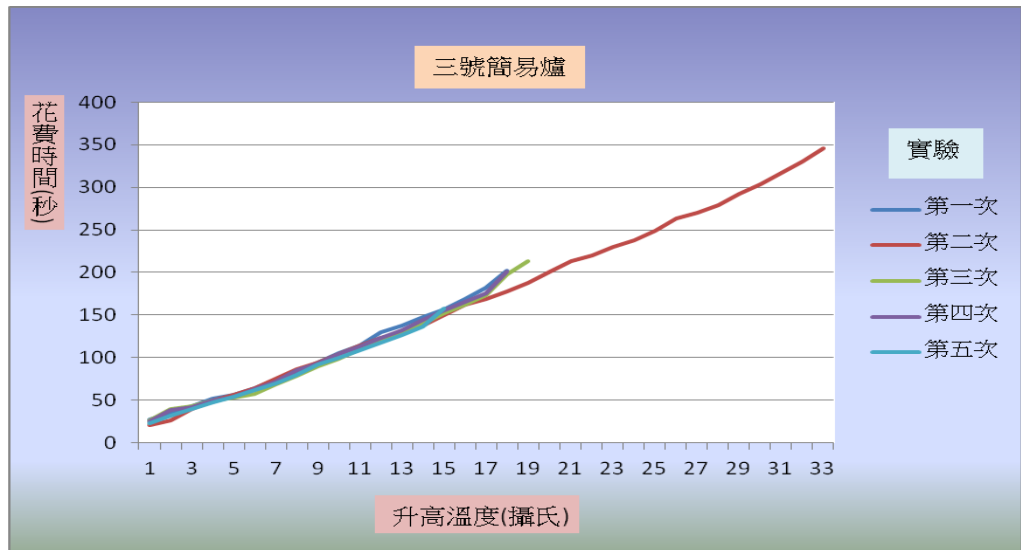
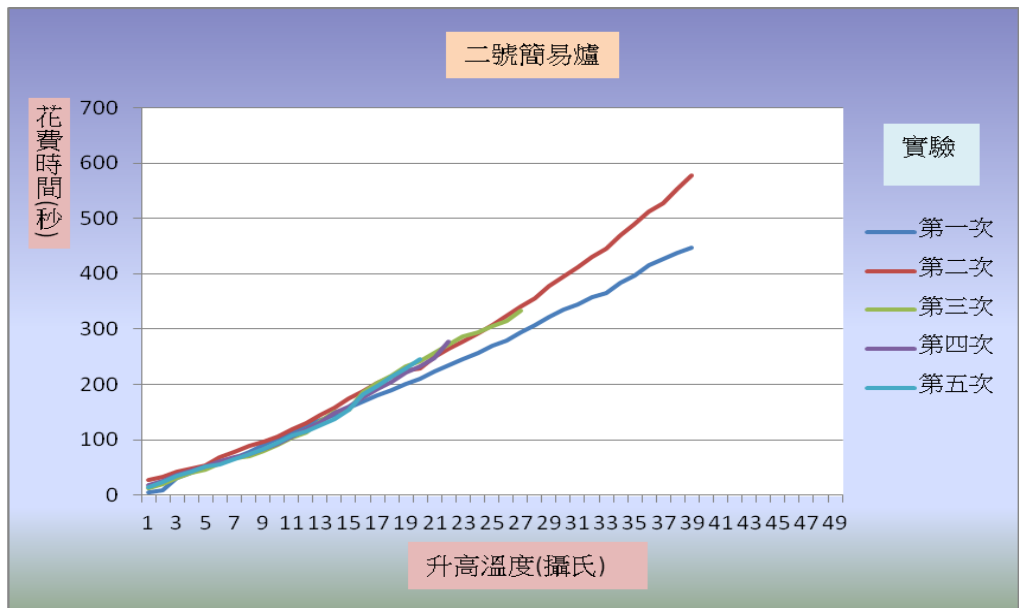


9. 實驗結果

【實驗一】紀錄 水:100ml 酒精膏 15ml

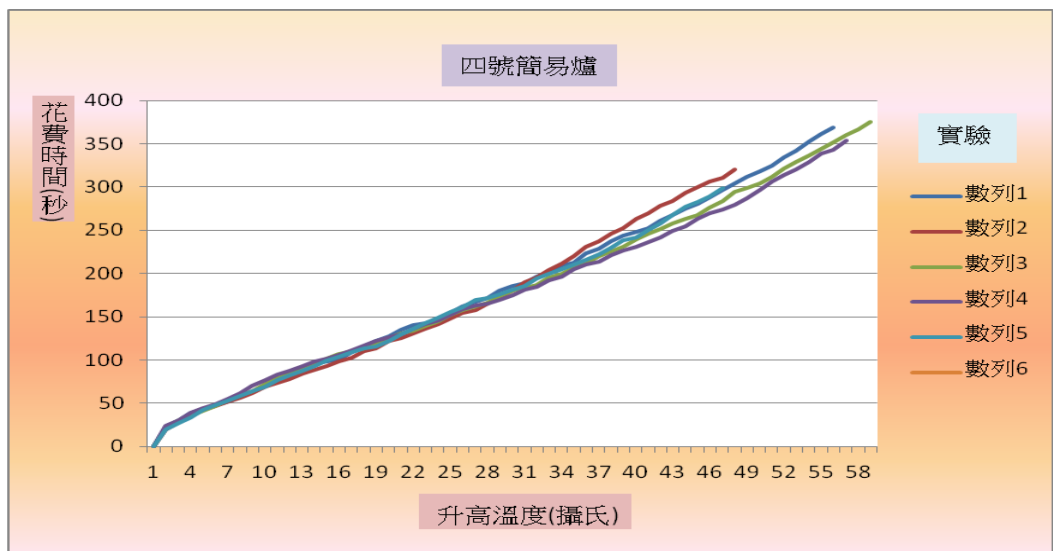
一號~三號簡易爐(排氣孔距都是 3 公分)的實驗結果見下面的曲線圖：

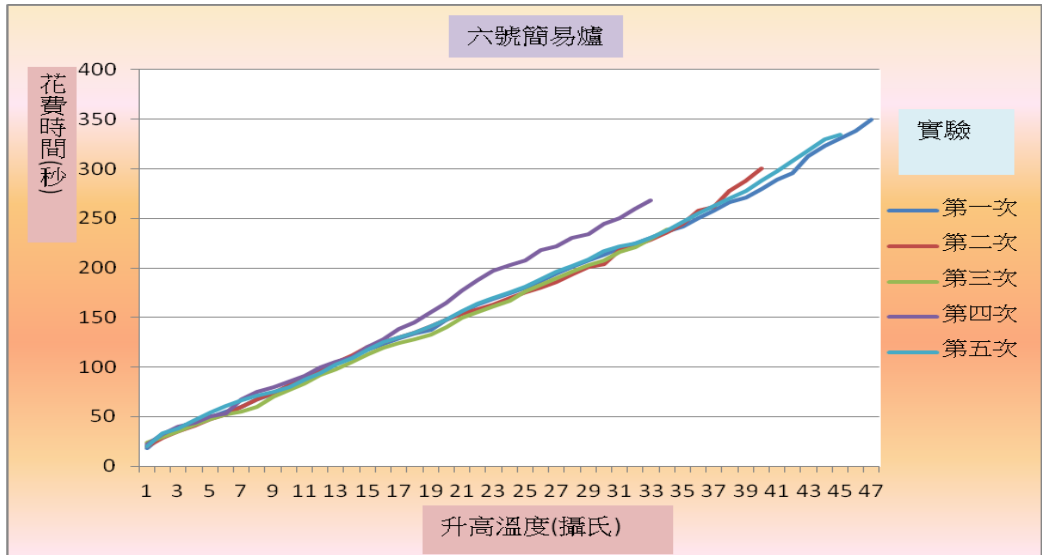
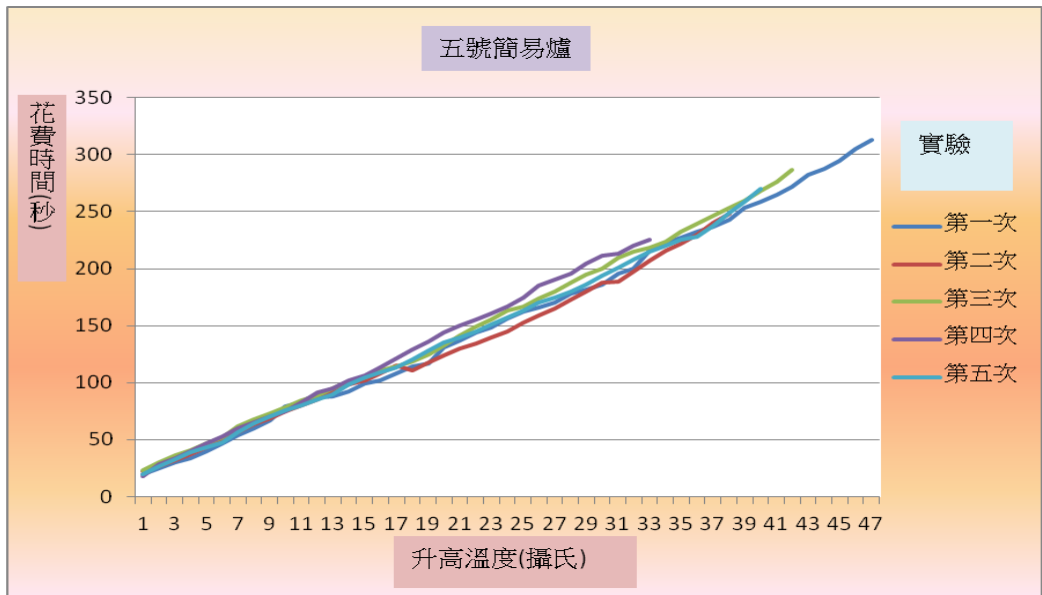




●觀察：酒精膏都沒有完全燒完，火就熄滅了。

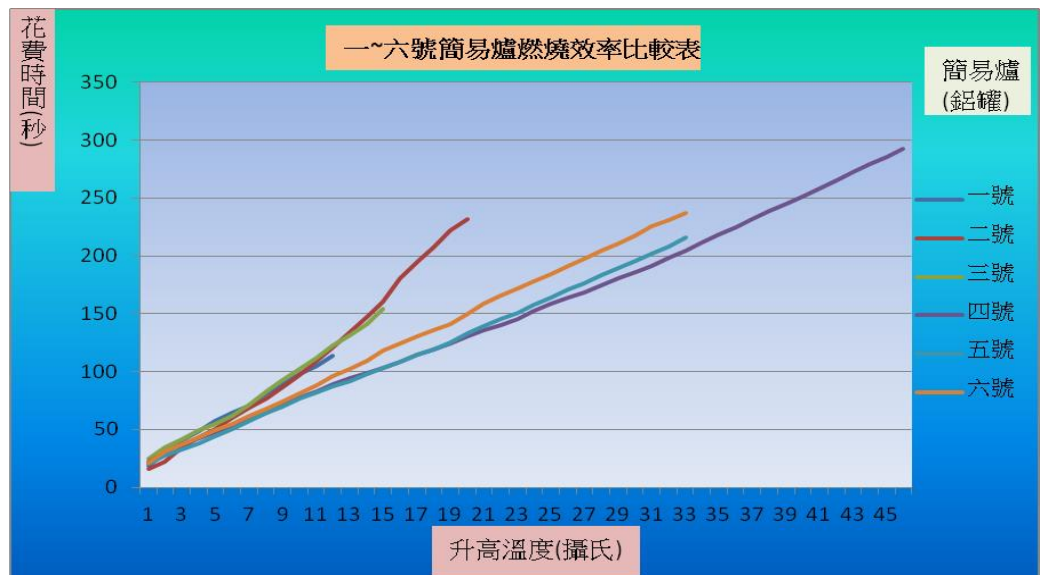
四~六號簡易爐(排氣孔距都是 1.5 公分)的實驗紀錄見下面的曲線圖：





●酒精膏都有燃燒光。

一~六號簡易爐各次實驗平均”升高溫度”所”花費時間”的比較圖：



以上：

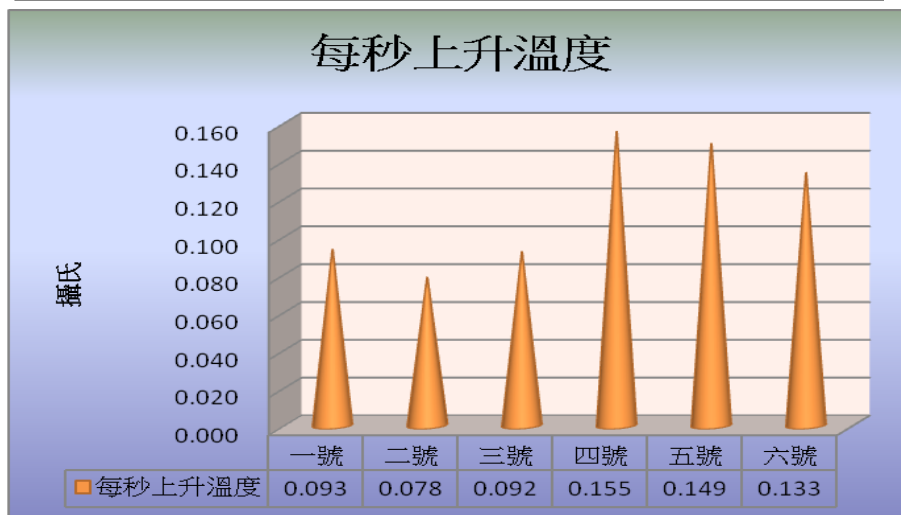
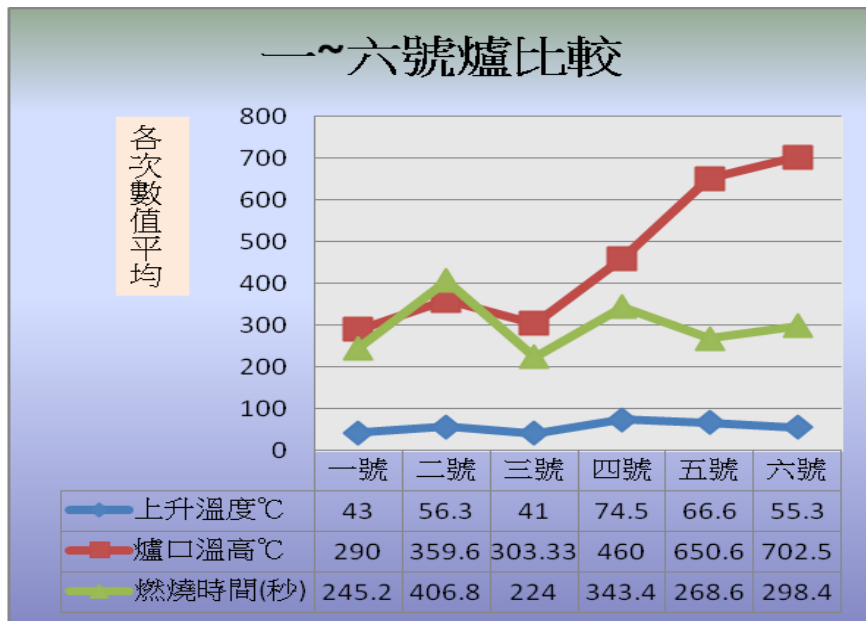
曲線越高，代表水溫上升時，花費的時間越多。因此曲線越平緩越好。

曲線越長，代表爬升的溫度越高。因此曲線越長越好。

●從上圖可得知 1-3 號爐花費較多時間才能使溫度升高。

●4-6 號爐花費較少時間使水溫上升，溫度也升高得較高，其中四號爐花費最少時間。

再加上爐口的溫度來比較：



10. 綜合【實驗一】燃燒 15ml 觀察結果與分析

【觀察結果】

- (1) 洞距 3cm 的簡易爐(1~3 號)：酒精膏的燃燒現象約在 3~7 分鐘後便停止，但其實爐內仍然殘留 7~8ml 的酒精膏。
- (2) 洞距 1.5cm 的簡易爐(4~6)號：都能持續燃燒約 5~7 分鐘，而且，爐口溫度從 40 秒以後都能達到 400°C 以上。
 - (1) 4~6 號爐花費較少時間就能使燒杯內水溫上升
 - (2) 4~6 號爐(孔距 1.5cm)每秒上升溫度都比 1~3 號爐高，燃燒效率較高

(3) 15ml 酒精膏燃燒 (五次平均後) 評比

	一號 爐	二號 爐	三號 爐	四號 爐	五號 爐	六號 爐
水溫上升溫度	5	3	6	1	2	4
爐口溫度	6	4	5	3	2	1
燃燒時間	5	1	6	2	4	3
每秒上升溫度	4	6	5	1	2	3
名次	5	4	6	1	2	3

【結果分析】

- (1) 排氣孔孔距越小，燃燒效率越好
- (2) 燃燒效率和進氣/排氣速度有關
- (3) 當進氣/排氣速度太慢時，爐內供氧不足，會有燃燒不完全的情況發生

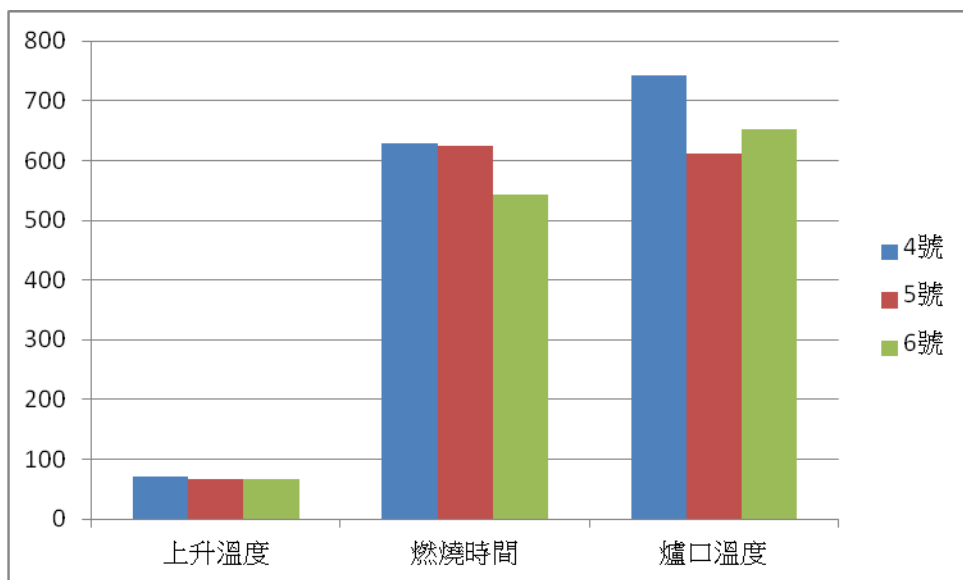
【實驗二】 燃料增多：燃燒 25ml 酒精膏

1. 選取 4-6 號簡易爐，以 25ml 酒精膏當燃料，重複【實驗一】3~8 的步驟
2. 實驗二結果

【實驗二】紀錄

4 號簡易爐 洞距 3cm / 離罐頂 2cm			5 號簡易爐 洞距 3cm / 離罐頂 2.5cm			6 號簡易爐 洞距 3cm / 離罐頂 3cm		
上升度 數	燃燒 時間 (秒)	爐口 最高 溫度	上升度 數	燃燒 時間 (秒)	爐口 溫度	上升 度數	燃燒 時間 (秒)	爐口 溫度
70.6°C	629 秒	743°C	67.6°C	625 秒	611.8°C	66.7°C	543 秒	653.1°C

3. 【實驗二】燃燒 25ml 酒精膏，觀察結果與分析



25ml 酒精膏燃燒後 (五次平均後) 評比

簡易爐	上升溫度	燃燒時間	爐口溫度	評比
4 號	70.6°C	629 秒	743°C	1
5 號	67.6°C	625 秒	611.8°C	2
6 號	66.7°C	543 秒	653.1°C	3

4. 簡易爐的表現，以 4 號簡易爐評比最優。它的燃燒時間可以延長最久。和市面上的卡式爐比較：以 100ml 的水，上升溫度和爐口溫度的表現，並不遜色。測試結果見下表

	上升溫度	燃燒時間	爐口溫度
卡式爐	69°C	629 秒	558°C

換句話說，「測試簡易爐的燃燒效率是否良好？」答案是：是的，非常良好！

5. 實驗結果：

- (1). 排氣口越高，燒杯內水溫上升溫度越快
- (2). 燃料越足夠，水溫上升越高、爐口溫度越高

【實驗三】增加排氣孔

為證實上述結果，再製作簡易爐 7 號、8 號，燃料為 25ml 酒精膏，並重覆【實驗一】3~7 步驟。

1. 簡易爐 7 號：距頂緣 2cm、3cm 處各打一排洞距 1.5cm 的排氣孔，共兩排：(見右圖)
2. 簡易爐 8 號：距頂緣 2cm、3cm、4cm 處各打一排洞距 1.5cm 的排氣孔，共三排：(見右圖)
3. 25ml 酒精膏為燃料，實驗結果記錄與觀察



(7 號爐 兩排排氣孔)



(8 號爐 三排排氣孔)

7 號簡易爐			8 號簡易爐		
孔距 1.5cm / 離罐頂 2cm、3cm 共兩排			孔距 1.5cm / 離罐頂 2cm、3cm、4cm 共三排		
上升度數	燃燒時間 (秒)	爐口最高溫度	上升度數	燃燒時間 (秒)	爐口最高溫度
72°C	427 秒	701°C	13°C	67 秒	700.6°C

7 號爐燒 30 秒爐口溫度就到 350 度，60 秒到 600 度很快就達到高溫，但延燒時間較短，爐身燒到最後有損壞；而 8 號爐 30 秒時爐口已至 400 度，60 秒內就竄升到七百度以上，鋁罐毀壞，無法繼續(見右圖)。



4. 結論

- (1) 排氣孔越多，溫度上升速度越快，燃燒效率越高
- (2) 排氣孔越多，燃料耗盡速度越快，燃燒時間越短
- (3) 鋁罐並不耐高溫，實際應用時並不適用

【實驗四】測試進氣口大小與燃燒效率的關係

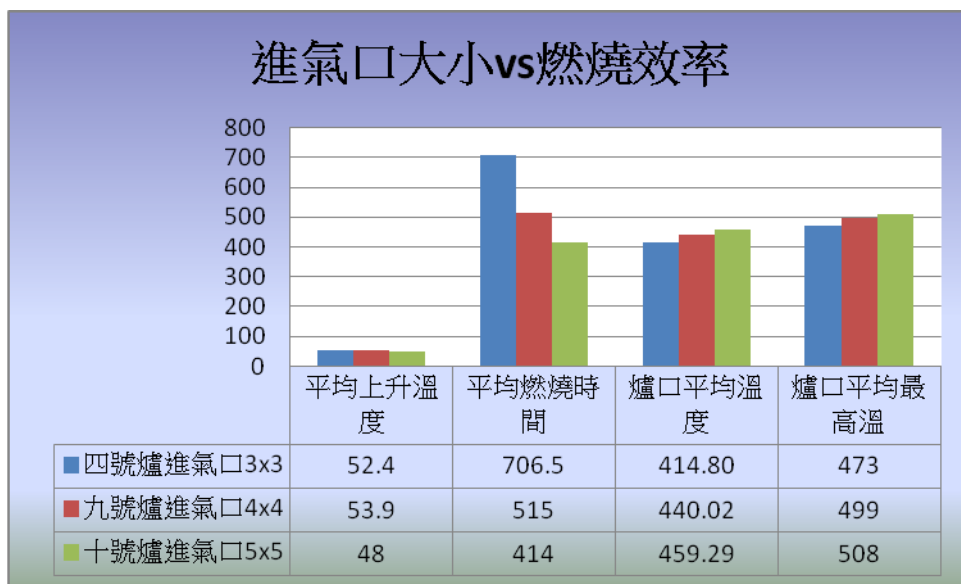
以 4 號簡易爐排氣孔設計為主，另外製作九號和十號爐，將三個爐倒入 25ml 酒精膏，並重覆【實驗一】3~7 步驟五次。

1. 九號爐：距離底座 2cm 處，割出 4x4 面積的進氣口
2. 十號爐：距離底座 2cm 處，割出 5x5 面積的進氣口



(九號爐 進氣口 4x4) (十號爐 進氣口 5x5)

3. 倒入 25ml 酒精膏為燃料，實驗結果記錄與觀察



4.結論

- (1) 進風口開口大小，與上升溫度或爐口溫度沒有明顯關係
- (2) 進風口開口越大，燃燒越完全，因此燃燒時間較短

因此，從以上四個實驗得到以下結論：

從【實驗一】得知

- (1) 排氣孔孔距越小，燃燒效率越好
- (2) 燃燒效率和進氣/排氣速度有關
- (3) 當進氣/排氣速度太慢時，爐內供氧不足，會有燃燒不完全的情況發生

從【實驗二】得知

- (1) 排氣口越高，燒杯內水溫上升溫度越快
- (2) 燃料越足夠，水溫上升越高、爐口溫度越高

從【實驗三】得知

- (1) 排氣孔越多，每秒上升速率越大
- (2) 爐具須選擇耐高溫材質，否則爐具本身會燒毀

從【實驗四】得知：進風口越大，燃燒越完全

目的二、設計各式鐵製小猛爐並測試其燃燒效率

(一) 挑選材料與工具


為達到在野外炊事"方便"的目的，又要考慮"耐高溫"的條件，因此爐身材料採用小容量(400ml以下)、鐵製的容器，例如裝燕麥粥、咖啡、紅棗茶、八寶粥、鳳梨...等食品，或早餐可能用到--裝鮭魚、玉米的的鐵製容器，吃完就能製作。

此外，製作工具採用簡單操作、攜帶便利的器具，例如野外旅遊常隨身攜帶的瑞士刀(其中的剪刀、開罐器)，或是簡便的開罐器，就可以了。



(二) 設計剪裁

從「目的一」的實驗結果做設計基準：排氣孔置頂端，以開罐器打孔；進氣口位罐身底部，面積 5cm x 5cm，先用開罐器打出洞後再以剪刀剪出口來。

一號小猛爐	二號小猛爐	三號小猛爐	四號小猛爐
燕麥粥鐵罐	玉米罐	八寶粥鐵罐	鳳梨罐
容量：250ml	312ml	375ml	400ml
高度：9cm	8.4cm	12cm	11.2cm
			

(三) 實驗燃燒效率

【實驗一】燃燒 25ml 酒精膏

1. 陸續在 1~4 號小猛爐內，各倒入 25ml 酒精膏
2. 點燃酒精膏
3. 於小猛爐上放置內有 100ml 水的燒杯、量水溫
4. 測量燒杯內水溫每上升攝氏一度，需花費多少時間
5. 同時測試爐內溫度(排氣孔處)
6. 直到燃燒停止

7. 冷卻、洗淨、拭乾簡易爐
8. 每個小猛爐都重複以上步驟三次、並記錄下來。
9. 所得上升溫度、燃燒時間長度、爐口溫度，平均後列表如下，同時附上各爐容量與爐高資料：



10. 分析以上資料：

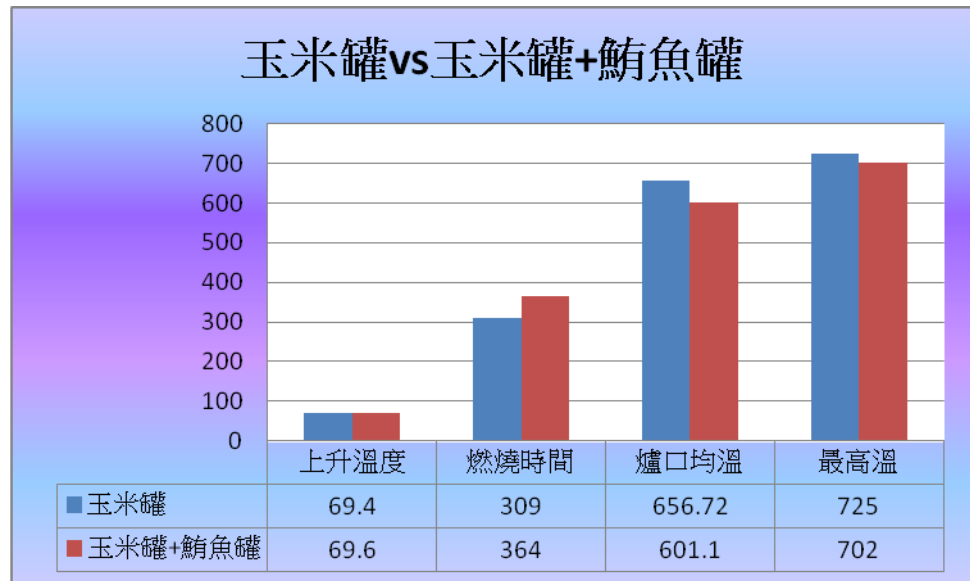
- (1) 爐口溫度受排氣孔所在位置(爐高)影響，爐身短的，溫度較高
- (2) 各爐所加熱的水溫，上升溫度表現都很不錯，以二號、四號稍優。
- (3) 爐身長或容量大的，持續燃燒的時間明顯較長，以三號、四號為優。
- (4)

【實驗二】增加高度

1. 取鮭魚罐，以開罐器在頂緣、底緣兩處打孔，再去除罐頂、罐底，完成圖見右圖
2. 將打好排氣孔的鮭魚罐放置在二號號小猛爐上測試(見右圖)
爐身高度變成 126mm (玉米罐 84mm+鮭魚罐 42mm)
(一號、三號、四號罐身直徑過小，鮭魚罐無法穩定放置在上)



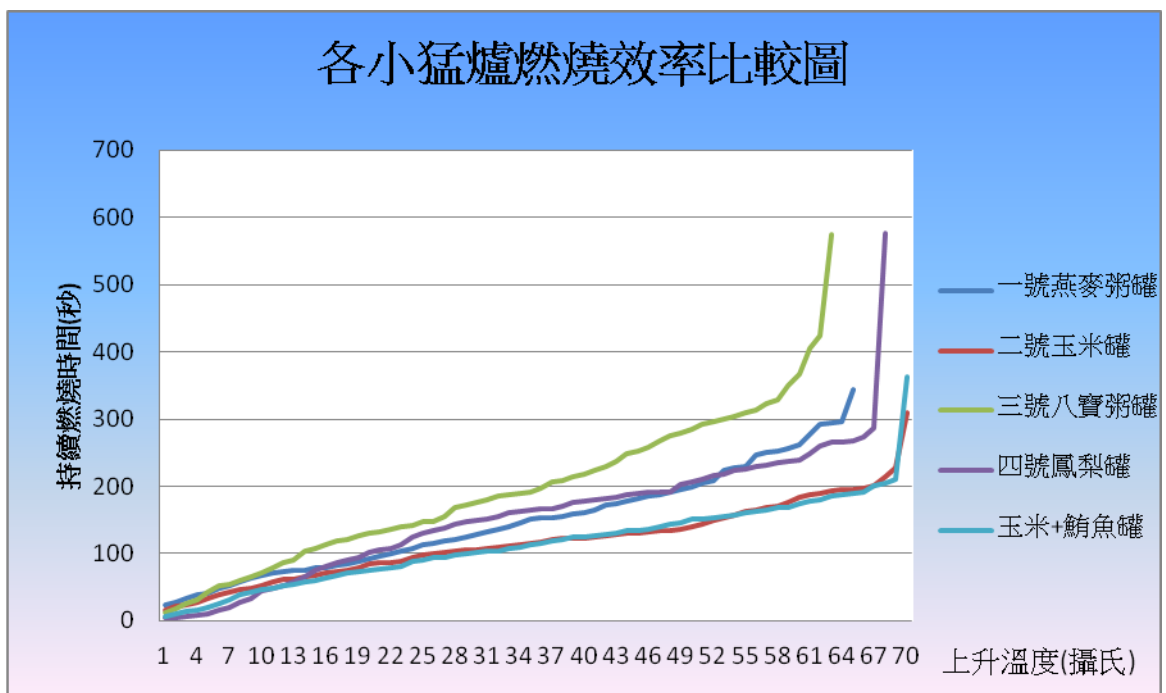
- 同【實驗一】，重覆 2~8 的步驟
- 紀錄實驗並整理成比較表



- 結論：
 - 加上鮭魚罐的高度後：
 - 雖然爐口溫度降低，但燃燒時間確實延長了
 - 水溫上升結果表現差不多

(四) 歸納結論

由以上兩個實驗歸納，得到比較圖如下：



說明：縱向座標代表可以延燒得多久，曲線越高代表可以延續月長時間；橫向座標代表上升溫度，曲線越長代表升溫度數越高。

得知以下結論：

- (1) 爐身較短的爐(如一號燕麥罐、二號玉米罐)煮水時，溫度上升比較快，但是無法維持較長的燃燒時間。
- (2) 爐身較長的爐(如三號八寶粥罐、四號鳳梨罐)煮水時，溫度爬升比較慢，但持續燃燒的時間比一號、二號爐多出 60~80%。

受測小猛爐	一號燕麥粥罐	二號玉米罐	三號八寶粥罐	四號鳳梨罐	玉米+鮭魚罐
燃燒秒數	344	309	574	576	364
和一號比	100.00%	89.83%	166.86%	167.44%	105.81%
和二號比	111.33%	100.00%	185.76%	186.41%	117.80%

- (3) 加上輔助高度的爐(如鮭魚罐)，可以延長一些燃燒時間。
- (4) 因此，我們認為如果生活中的應用是「煮開水」，就可以用爐身短一些的鐵罐，水較快煮開；如果生活中的應用是「悶煮」，要長時間保持高溫，就應該用爐身較高的鐵罐，較省燃料、持久。

目的三、實驗小猛爐的應用效果

以「目的二」所得的測試結果，實際應用於煮飯，測試看看是否實際有效

(一)【一號小猛爐】燕麥粥 250ml 鐵罐：_

【應用測試一：半杯米的測試】--酒精膏版

1.步驟：

- (1) 將半杯米(80 公克)洗淨，加入半杯水(90cc)，放入不鏽鋼野炊碗
- (2) 將 50ml 酒精膏倒入一號小猛爐
- (3) 點火燃燒酒精膏，蓋上碗蓋，同時觀察不鏽鋼野炊碗內米飯的狀況

2.觀察紀錄：

燃燒時間	(對流孔)爐口溫度	碗內狀況
2 分鐘	734°C	冒水霧、水開始冒小泡泡
4 分鐘	700°C	水滾了
5 分鐘	666°C	掀蓋子時，稍微挪動到碗，火苗從爐心噴出來，很像火箭爐
6 分鐘	608°C	冒出很多水霧，水滾了
8 分鐘	512°C	水快收乾了，水繼續滾
10 分鐘	681°C	水幾乎收乾，看起來像較乾的稀飯
12 分鐘	722°C	煮好了，再燜一下更好吃 (酒精膏還剩下約 5ml、熄火鐵罐情況完好)

3.結論：一個 250 毫升的小鐵罐，45 毫升的酒精膏，花十二分鐘可以將 80 公克的米煮成熟飯(一碗飯的量)。但我們希望採用更環保的燃料，因此改良→燃料採用免洗筷。



【應用測試二：半杯米的測試】--免洗筷版

1. 步驟：同上”應用測試一”的實驗，但燃料改為回收的免洗筷+外包裝紙。
(免洗筷 10 雙折成 4 小段+筷子包裝紙)



2. 觀察紀錄：

燃燒時間	(對流孔)爐口溫度	碗內狀況
1 分鐘	330°C	沒有動靜
2 分鐘	322°C	有些水氣
3 分鐘	330°C	有些水氣
4 分鐘	380°C	有些水氣
5 分鐘	360°C	較多水氣
6 分鐘	350°C	較多水氣
7 分鐘	282°C	有些水蒸氣
8 分鐘	245°C	有些水蒸氣
9 分鐘	213°C	有些水蒸氣
10 分鐘	218°C	有較多水蒸氣
11 分鐘	373°C	多水蒸氣
12 分鐘	323°C	很多水蒸氣，但水沒有煮開的跡象 結束實驗

●實驗時，筷子很難從洞口放入，而且影響空氣流通，水沒有煮開的跡象。

3. 結論：實際應用上將有困難，需要增加空氣流通量，且有方便竹筷放進去燃燒室

(爐內)的口。因此再改良實驗→加上三腳架。

【應用測試三：半杯米的測試】--三腳架版

- 1.步驟：同上”應用測試二”的實驗，燃料為回收的免洗筷+外包裝紙。
(免洗筷 10 雙折成 4 小段+筷子包裝紙)

”小猛爐”外架實驗用三腳架(如右圖)。



2. 觀察紀錄：

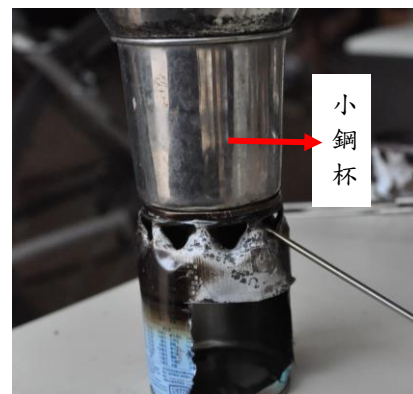
燃燒時間	(對流孔)爐口溫度	碗內狀況
1 分鐘	380°C	有些水霧
2 分鐘	500°C	有更多水氣，冒小泡泡
3 分鐘	480°C	冒更多泡泡
4 分鐘	524°C	冒出大量水蒸氣，看起來水快開了
5 分鐘	524°C	水滾了
6 分鐘	520°C	水持續大滾
7 分鐘	535°C	水慢慢收乾，已經很像稀飯
8 分鐘	572°C	水持續收乾，像乾稀飯，差不多熟了
9 分鐘	500°C	煮好了，再燜一下更好吃

- 實驗時，筷子很容易放進去爐內，空氣流通順暢，但需要控制筷子放進去的速度，免得火力忽大忽小。
- 飯雖然熟了，但中間略有鍋巴，代表火力集中在中間，不夠分散。

結論：足夠的對流很重要，筷子放入燃燒室的速度也要憑經驗控制。此外，火力集中在爐頂，而不是從對流孔散出，所以再嘗試→較小的鍋具，並嘗試讓火焰從對流孔出來。

【應用測試四：半杯米的測試】--小鋼杯版

- 1.步驟：同上”應用測試三”的實驗，燃料為回收的免洗筷+外包裝紙，(免洗筷 10 雙折成 4 小段+筷子包裝紙)，不用三腳架，且將不鏽鋼野炊碗改為小鋼杯。(見右圖)



2.觀察紀錄

燃燒時間	(對流孔)爐口溫度	小鋼杯內狀況
2 分鐘	350°C	冒水蒸氣
4 分鐘	418°C	水冒泡泡
5 分鐘	486°C	冒較大泡泡
6 分鐘	347°C	冒出很多水霧，水快要滾了
8 分鐘	486°C	水繼續滾
10 分鐘	423°C	水慢慢收乾，像稀飯
12 分鐘	302°C	水持續收乾
14 分鐘	382°C	煮好了，再燜一下更好吃

3.結論：火燄從排氣孔出來，小鋼杯內的米飯受熱溫度平均，沒有鍋巴，需要較多時間才能煮熟，且仍有不易放入竹筷的問題。

改良→將小鋼杯換成小鐵碗，架上三腳架。



【應用測試五：半杯米的測試】--不鏽鋼碗+三腳架版

1.步驟：同上”應用測試三”的實驗，燃料為回收的免洗筷+外包裝紙(免洗筷 10 雙折成 4 小段+筷子外包裝紙)，將不鏽鋼野炊碗改為不鏽鋼碗。(見右圖)



2.觀察紀錄

燃燒時間	(對流孔)爐口溫度	不鏽鋼碗內狀況
2 分鐘	401°C	水開始有冒泡泡
4 分鐘	598°C	水蒸氣很多，水快要滾了
6 分鐘	637°C	水滾了，持續滾
8 分鐘	575°C	像稀飯，水”很”滾
10 分鐘	508°C	慢慢收乾
11 分鐘	430°C	煮好了，燜一下更好吃

3.結論:不鏽鋼碗和三腳架之間的距離稍大，對流旺盛，但有很多鍋巴。



總結以上【一號小猛爐】應用實驗”煮 80g 米+90ml 水”

燃料	鍋具	使用三腳架	煮熟飯	有無鍋巴 (火力不均)	花費時間	排氣孔溫度
酒精膏 45ml	不鏽鋼 野炊碗	無	Yes	有-輕微	12 分鐘	500-740℃
免洗筷 10 雙+紙 (筷子外 包裝)	不鏽鋼 野炊碗	無	No	/	/	200-400℃
	不鏽鋼 野炊碗	有	Yes	有	9 分鐘	400-550℃
	小鋼杯	無	Yes	無	14 分鐘	300-480℃
	不鏽鋼碗	有	Yes	有-略多	11 分鐘	400-630℃

我們的想法：

1. 使用腳架可以增加空氣流通量，使鍋具平穩、提高成功率。
2. 要控制溫度，以免造成較多鍋巴。
2. 使用免洗筷等回收材當燃料，效果很好。
3. 煮一人份的飯，沒太大問題，但要更有效率，應該要能煮更多的量。

二、【二號小猛爐】玉米罐測試

以兩人份 160g 的米來測試

【應用測試一】一杯米的測試+竹筷，手控版

1.步驟：

- (1) 將一杯米(160 公克)洗淨，加入半杯水(180cc)，放入不鏽鋼野炊碗
- (2) 以回收免洗筷 10 雙當燃料+外包裝紙助燃
- (3) 點燃竹筷，蓋上碗蓋，同時觀察不鏽鋼野炊碗內米飯的狀況
- (4) 以手控制爐口與野炊碗的距離在 2~5 公分內。



2.觀察紀錄：

燃燒時間	(對流孔)爐口溫度	碗內狀況
1 分鐘	544°C	有一些泡泡
2 分鐘	620°C	有水蒸氣大量出來
3 分鐘	518°C	水滾了
4 分鐘	472°C	水持續滾 (火熄掉一次)
5 分鐘	315°C	水持續滾
6 分鐘	408°C	大量水蒸氣，稀飯狀
7 分鐘	480°C	水繼續收乾
8 分鐘	347°C	水繼續收乾
9 分鐘	385°C	像乾的稀飯
10 分鐘	486°C	飯香飄出來了
11 分鐘	568°C	熟了，再燜一下更好吃

3.結論：

野炊碗和爐口的距離無法固定，
火勢較難控制，忽大忽小。有鍋巴。
最好加上能固定距離的輔助架。



【應用測試二：一杯米的測試+回收竹筷】自製腳架版

1.腳架製作步驟：

- (1)將空餅乾罐放在紙上，描畫出圓周
- (2)找出圓心後，在(紙)圓周上，每 45 度弧畫一個記號，共八個記號
- (3)再利用這些記號，在罐頂、底上標註(上下對齊、把罐子的周長平分八等份)
- (4)用尺在罐身上，把標記連線、畫出直線、剪下不要的部分，留下四隻”腳”
- (5)再用紙捲軸夾住”腳”，捲出平滑捲曲的”底腳”，其伸縮特性可以用來調整腳架的高度。





自製腳架完成圖

2. 依照【應用測試一】的步驟，洗一杯米、點燃回收竹筷並測試。見右圖。



2.觀察紀錄

燃燒時間	(對流孔)爐口溫度	碗內狀況
1 分鐘	310°C	冒出小泡泡
2 分鐘	440°C	水蒸氣出來了
3 分鐘	589°C	冒大量水蒸氣
4 分鐘	608°C	水快滾了
5 分鐘	538°C	水滾了，冒很多泡
6 分鐘	654°C	大量水蒸氣，稀飯狀
7 分鐘	575°C	持續滾
8 分鐘	624°C	水繼續收乾
9 分鐘	409°C	像乾的稀飯
10 分鐘	508°C	飯香飄出來了
11 分鐘	430°C	熟了，再燜一下更好吃

3. 結論：整體而言，很成功，一方面是火勢控制技巧越來越純熟，一方面是對流量足夠。

三、【三號小猛爐】八寶粥罐

【應用測試一：一杯米+回收竹筷】

以兩人份 160g 的米，燃料用回收竹筷，鍋具以野炊碗為實驗，步驟同上。

觀察紀錄一—以洗筷當燃料

燃燒時間	(對流孔)爐口溫度	碗內狀況
1 分鐘	400°C	有一些水氣
2 分鐘	533°C	水蒸氣出來了，冒泡泡
3 分鐘	609°C	冒大量水蒸氣
4 分鐘	678°C	水快滾了
5 分鐘	610°C	水滾了，冒很多泡泡
6 分鐘	539°C	大量水蒸氣，稀飯狀
7 分鐘	624°C	持續滾、更像稀飯
8 分鐘	675°C	水繼續收乾
9 分鐘	583°C	像乾的稀飯
10 分鐘	555°C	飯香飄出來了
11 分鐘	563°C	還沒熟
12 分鐘	600°C	熟了，再燜一下更好吃

【應用測試二：一杯米+報紙】—以報紙(六張)當燃料

以兩人份 160g 的米，燃料用報紙，鍋具以野炊碗為實驗，步驟同上。

燃燒時間	(對流孔)爐口溫度	碗內狀況
1 分鐘	598°C	冒一些小泡泡
2 分鐘	620°C	水蒸氣出來了，冒泡泡
3 分鐘	700°C	大量水蒸氣冒出來
4 分鐘	574°C	水好像快滾了
5 分鐘	526°C	水滾了，冒很多泡泡
6 分鐘	491°C	大量水蒸氣，像稀飯狀
7 分鐘	612°C	持續滾、更像稀飯
8 分鐘	655°C	水繼續收乾
9 分鐘	576°C	像乾的稀飯
10 分鐘	679°C	飯香飄出來了
11 分鐘	622°C	沒熟透
12 分鐘	659°C	熟了，再燜一下更好吃

以上兩個應用測試，證實隨手可得的洗筷或報紙，效果都很好，但是鍋具(野炊碗)中央都有鍋巴。

【應用測試三 加上自製腳架：一杯米+回收竹筷】

燃燒時間	(對流孔)爐口溫度	碗內狀況
1 分鐘	602°C	冒一些小泡泡
2 分鐘	640°C	水蒸氣出來了，冒泡泡
3 分鐘	657°C	大量水蒸氣冒出來
4 分鐘	605°C	水快滾了
5 分鐘	588°C	水滾了，持續冒泡泡
6 分鐘	610°C	米變得像稀飯狀
7 分鐘	568°C	持續滾、慢慢收乾
8 分鐘	621°C	水繼續收乾
9 分鐘	600°C	飄出飯香
10 分鐘	655°C	差不多熟了
11 分鐘	602°C	熟了，再燜一下更好吃

4.結論：

- (1)平均溫度都可以在 600 度上下
- (2)對流旺盛，兩碗飯的量在十一分鐘左右便能煮好。
- (3)添加燃料的速度和溫度控制、風力有很大關係。
- (4)加上腳架，鍋具放置比較穩，添放燃料比較方便。

四、【四號小猛爐】鳳梨罐

【應用測試一：一杯米+回收竹筷】

以兩人份 160g 的米，燃料用回收竹筷，鍋具以野炊碗為實驗，步驟同上。

觀察紀錄一—以免洗筷當燃料

燃燒時間	(對流孔)爐口溫度	碗內狀況
1 分鐘	510°C	沒太多動靜
2 分鐘	603°C	有水氣了
3 分鐘	544°C	貌更多水氣
4 分鐘	589°C	水快滾了
5 分鐘	623°C	持續冒泡泡
6 分鐘	606°C	有大量水蒸氣
7 分鐘	604°C	持續滾、有稀飯的樣子
8 分鐘	545°C	“稀飯”繼續收乾
9 分鐘	620°C	繼續收乾
10 分鐘	600°C	繼續收乾
11 分鐘	543°C	有香味出來
12 分鐘	548°C	熟了，再燜一下更好吃

一開始升溫較慢，但加上搨風後，溫度持續維持。

【應用測試二 加上自製腳架：一杯米+回收竹筷】

燃燒時間	(對流孔)爐口溫度	碗內狀況
1 分鐘	510°C	沒太多動靜
2 分鐘	589°C	水冒出泡泡
3 分鐘	633°C	大量水蒸氣冒出來
4 分鐘	633°C	水快滾了
5 分鐘	605°C	水滾得頗”大”，泡泡很多
6 分鐘	689°C	像稀飯了
7 分鐘	654°C	慢慢收乾中
8 分鐘	574°C	還在收乾中
9 分鐘	645°C	飄出飯香
10 分鐘	622°C	快熟了
11 分鐘	538°C	差不多熟了
12 分鐘	570°C	熟了，再燜一下更好吃

加上腳架，方便添燃料、控制火溫，較少鍋巴。

伍、討論

- 一、執行各實驗時，安全性的考量很重要，例如燃燒酒精膏要注意通風；應用測試時，要注意有無易燃物…等許多條件，也要保持專注，才能避免意外。
- 二、為了測試可用性，我們利用一趟野炊營的機會，讓全班每個人製作自己的小猛爐、生火並煮食，證明了確實可行，給我們很大的信心。
- 三、實際應用時，有許多因素會影響效果：風力、燃料乾濕程度、添加燃料的速度等，都會影響煮熟一鍋飯的時間。快慢之間的誤差，約半~3 分鐘。
- 五、米量增加時，所需時間雖未記錄在這份報告中，但各組實地操作後，證實四杯米要花 20~30 分鐘，表示實際應用是可行的。
- 六、不考慮”攜帶方便”的條件的話，大容量的奶粉罐做成的”猛爐”(一樣在頂打洞、在底開進風口)，可以更快完成煮食任務。約 15~20 分鐘就可以煮好四杯米的飯量。
- 七、如果是一人份(半杯米)的量，用小鋼杯或不鏽鋼碗的鍋具是可推薦的，也可減少鍋粬。

陸、結論

- 一、燃燒效率和進氣/排氣速度有關：進氣/排氣越快，效率越高。
- 二、增加進氣/排氣的方法：排氣孔數、面積越大越好、排氣孔要打在接近罐頂緣的地方，進氣口要開大。
- 三、爐具高度越高，燃燒時間越可延長。
- 四、進氣口面積小時，爐內供氧會不足，會有燃燒不完全的情況發生。
- 五、爐具須選擇耐高溫材質，否則爐具本身會燒毀。
- 六、實際應用於野炊時，建議設計菜單時，可以選擇鐵質容器的食品，利用時常會

攜帶的瑞士刀，當場就可以做出爐具。

七、 如果野炊地點不易收及枯枝落葉，免洗筷也是很好的燃材。

八、 實際應用時，如果是煮水，可採較爐身短的爐具；煮需要悶煮的食物，可採用較長的爐具，燃燒時間較持久。

九、 為增加平穩度，可以加上腳架，以免鍋具傾倒，也方便添加燃料，以及增加空氣流通量。

柒、心得

枯枝落葉、免洗筷、回收鐵罐…只要九到十二分鐘，就可以煮一碗香噴噴的飯！手頭不要的東西，都可能是寶貴的資源。從上學期到現在，我們學會許多將回收物品製作成生活用品的技巧，操作工具、動手作…本身就是樂趣之一，現在我們還能利用他們來驗證一些知識，學習科學研究的方法，真的很棒！

捌、參考資料

一、觀念物理

二、觀念化學

三、假環保

四、Open Jet Alcohol Stove DIY 自己動手做~超輕量噴射鋁罐酒精爐

<http://blog.yam.com/iristim/article/42739409>

五、馬口鐵特性 <http://fshare.stust.edu.tw/retrieve/35657/index.html>

【評語】 080816

該作品提供廢棄金屬罐應用於野炊爐具使用，爐具設計中之排氣，進氣口之熱流輸送現象可提供能源利用之實作成效，建議可增加討論在不同地形、氣候環境下熱源野炊情形，將可提供登山族群野外求生用。