

中華民國第四十八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

## 最佳團隊合作獎

080826

自熟可熱—自動加熱便當盒 DIY

學校名稱：嘉義市西區博愛國民小學

作者：  小五 廖章棋  小五 高家蓁  小五 侯龍斌  小五 劉亞鑫	指導老師：  蔡秀琴  陳威龍
---	-----------------------------

關鍵詞：石灰、放熱、便當盒

## 壹、摘要

這個實驗利用生石灰加水會放出大量熱能的特性，設計了一個自動加熱便當盒。我們發現生石灰雖然加水會產生高熱，在沒有密封的情況下，最高溫只會維持在 95°C，可以讓食物加熱又怕會燒焦。

我們使用身邊的一些現成免洗餐具的材料當做外盒，再利用烤肉用的鋁箔盒當做裝食物的容器，讓加熱變得更有效率，並且找出生石灰加水較安全又有效率的方法。設計出了一個加熱效率好又能自己動手製作的自動加熱便當盒。

## 貳、研究動機

寒假的時候和家人去爬山，我們在事先在山下買了便當，準備在山上享用。用餐時，原本熱騰騰、香噴噴的便當早就已經冷掉。這時我想如果能將這個已經冷掉的便當，再變得熱騰騰，那真是一件令人十分期待的事情。

- \* 牛頓第 5 冊第三單元水溶液的性質
- \* 牛頓第六冊第三單元熱對物質的影響

## 參、研究目的

一、尋找出日常生活中適合作加熱便當的熱源材料

- (一) 找出日常生活中能混合後能發熱的材質
- (二) 找出發熱材質的最佳混合比例
- (三) 測量發熱材質的發熱效率

二、設計一個利用身邊的材料可以做出來的自動加熱便當

- (一) 找出合適做加熱便當盒的材料
- (二) 設計出適合的加熱裝置
- (三) 設計出方便使用的自動加熱便當盒構造

三、測試自動加熱便當盒的加熱效率

## 肆、研究設備及器材

溫度計、小鋼杯、碼錶、量筒、生石灰、小蘇打粉、糖、鹽、熟石灰、石膏、檸檬酸、塑膠盒、簡易電子秤、塑膠盒、鋁盒、夾鏈袋、除塵紙、面紙、紗布、餐巾紙、保麗龍板、鐵鎚

## 伍、研究過程與結果

### 一、 尋找日常生活中適合作加熱便當的熱源材料

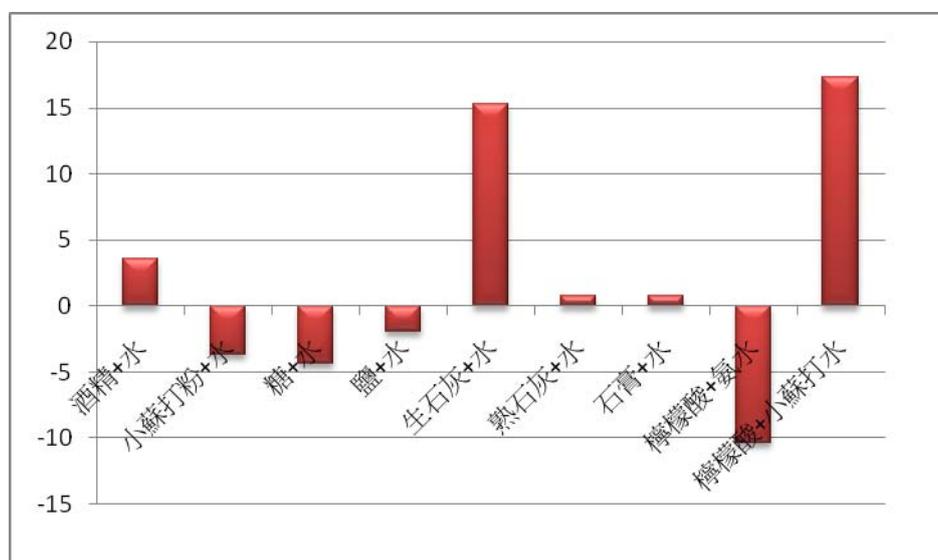
(一) 找出日常生活中能混合後能發熱的材質

【實驗步驟】：

1. 在小鋼杯中先加入 50 立方公分的粉末或溶液，並將溫度計放在鋼杯中記錄溫度計的溫度。
2. 將 25 毫升的水或溶液加入量杯中，2 分鐘後記錄反應後的溫度。

【實驗結果】：

	酒精	小蘇打粉	糖	鹽	生石灰	熟石灰	石膏	檸檬酸	檸檬酸	
加入溶液	水	水	水	水	水	水	水	氨水	小蘇打水	
初溫	27	26	27	26	27	27	27	27	26	
末溫	第1次	31	22	23	24	42	28	28	16	43
	第2次	30	23	23	24	43	27.5	28	17	43
	第3次	31	22	22	24.5	42	28	27.5	17	44
	平均	30.6	22.3	22.6	24.1	42.3	27.8	27.8	16.6	43.3
溫度變化	3.6	-3.7	-4.4	-1.9	15.3	0.8	0.8	-10.4	17.3	



【討論】

1. 我們把找來的幾種物質溶在水中，或者是加在一起，有的溫度降低，有的溫度升高。
2. 檸檬酸加小蘇打水，混合後溫度會降低，我們推測是因為檸檬酸加小蘇打水，還會產生二氧化碳，在不斷冒氣泡的過程中，讓溫度降低，所以汽水會讓人有清涼的感覺。

3. 生石灰和熟石灰名稱雖然很相近，外觀也有一些不同，生石灰是結塊，使用前生石灰必須先敲碎，熟石灰則是很綿密的粉末。加水後生石灰溫度上升明顯，熟石灰卻幾乎沒什麼上升。可見兩種石灰的性質差異明顯，使用的時候不能混淆。

		
生石灰外觀看起來是一塊一塊的，加水會放出高熱	生石灰使用的時候要用鐵鎚稍微敲碎	熟石灰是很細的粉末，加水不會放出高熱

4. 酒精加水和檸檬酸加氨水都是在一相加後溫度馬上明顯上升，兩分鐘後記錄溫度會略微下降。
5. 生石灰加水則是一開始沒什麼動靜，在一分鐘後開始逐漸上升，實驗結束的時候記錄溫度雖然是 42°C，在實驗結束的時候溫度還是持續上升，我們決定針對生石灰加水放熱反應再作進一步的觀察。

## (二) 找出發熱材質的最佳混合比例

### 【實驗一】生石灰的重量和溫度升升的關係

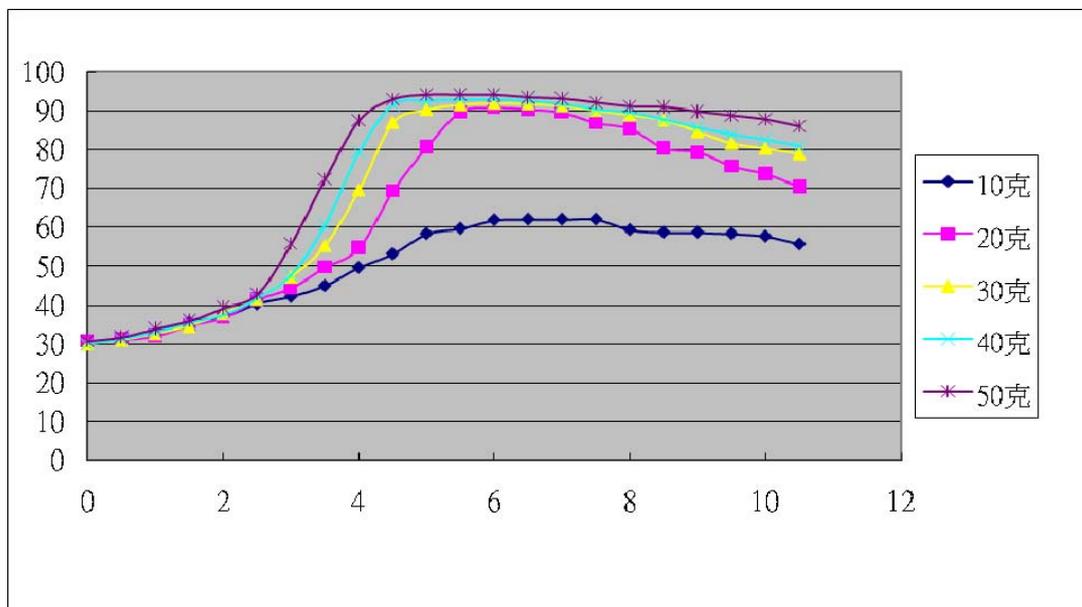
#### 【實驗步驟】：

1. 在小鋼杯裡分別放入 10、20、30、40、50 公克的生石灰。
2. 分別加入與生石灰相同重量的水。
3. 用溫度計測量溫度，並記錄下來。

#### 【實驗結果】：

		0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5
10 克	1st	30	31	33	36	37	40	42	45	49	53	58	59	62	62	62	62	58	58	59	59	57	55
	2ed	30	31	33	35.5	37	41	42	45.5	50	53	58	60	61.5	62	62	62	60	59	58	58	58	56
	3rd	31	31	32.5	35.5	37	40	42.5	44.5	50	53.5	59	60	62	62	62	62	60	59	59	58	58	56
	平均	30	31	33	35.7	37	40	42	45	49.7	53.2	58.3	60	61.8	62	62	62	59.3	58.7	58.7	58.3	57.7	55.7
20 克	1st	30	31	32	35	37	41	44	50	55	70	81	89	91	90	89.5	86.5	85	81	78	76	73	71
	2ed	31	31	32	35	36	42	44	49	54	68	80	90	90	90	89	87	86	80	80	75	72	70
	3rd	31	31	32	34	37	41	45	50	55	70	81	90	91	91	90	87	85	80	80	76	76	70
	平均	31	31	32	34.7	36.7	41	44	50	54.7	69.3	80.7	90	90.7	90.3	89.5	87	85.3	80.3	79.3	75.7	73.7	70.3

30 克	1st	30	31	33	35	38.5	42	47	56	70	86	91	92	92	91.5	91	89.5	88	86	84	82	80	78
	2ed	30	31	33	34	38	42	48	55	69	88	90	91	92	92	92	90	89	88	85	81	81	80
	3rd	30	31	32	35	37	41	47	55	70	87	90	92	92	92	91	91	90	89	85	82	80	79
	平均	30	31	33	34.7	37.8	42	47	55	69.7	87	90.3	92	92	91.8	91.3	90	89	87.7	84.7	81.7	80.3	79
40 克	1st	30	31	33	35	37.5	41	47.5	61	78.5	92	93	93	93	92	91.5	90.5	89	87.5	85.5	83.5	82	81
	2ed	30	31	33	36	38	42	48	60	80	91	92	93	93	93	92	91	90	88	86	84	83	80
	3rd	30	31.5	33	35	37	42	48	61	80	92	93	93	93	93	92	90	90	88	86	84.5	83	82
	平均	30	31.2	33	35.3	37.5	42	48	61	79.5	91.7	92.7	93	93	92.7	91.8	91	89.7	87.8	85.8	84	82.7	81
50 克	1st	30	31	33.5	36	38.5	43	55	72	87	93.5	94	94	94	93	93	92	91	90.5	89	88	87	85.5
	2ed	31	32	34	36	39	42	56	73	88	93	94	94	94	94	93	92	91	91	90	89	88	86
	3rd	31	32	34	35.5	40	43	56	72	87	92	94	94	94	93	93	92	91	91	90	89	88	86
	平均	31	31.7	34	35.8	39.2	43	56	72	87.3	92.8	94	94	94	93.3	93	92	91	90.8	89.7	88.7	87.7	85.8



### 【討論】：

1. 根據上面的實驗結果發現，生石灰的量越多，加水以後溫度上升的幅度越大，冒出水蒸氣的時間也越早。
2. 由實驗結果也發現，加入 10 克的生石灰時，最高溫明顯和其他四組有很明顯的差異，我們推測是因為生石灰的量太少，產生的熱容易散失到空氣中，所以溫度上升的幅度比較小。

### 【我們的想法】

溫度上升的幅度除了與生石灰的量有關係外，可能與生石灰的高度有關係，同樣重量的生石灰，高度越高，保溫效果好，溫度可能上升越快。為了證明這一個推測，我們做了設計了下面這一個實驗，來證明生石灰高度和溫度上升之間的關係。

## 【實驗二】生石灰高度和溫度上升的關係

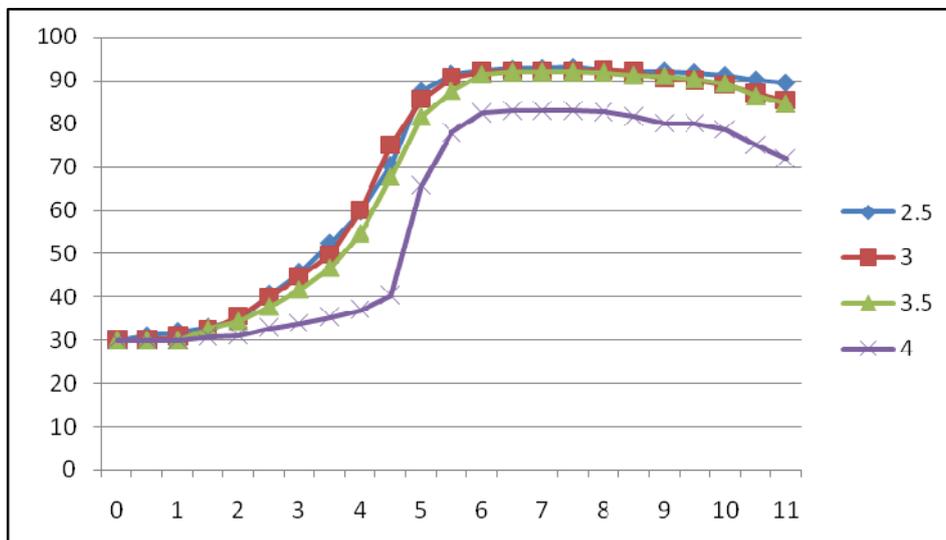
### 【實驗步驟】：

1. 在不同直徑的小鋼杯中都加入 50 公克的生石灰
2. 把 50 公克的水加入小鋼杯中
3. 用溫度計測量並紀錄溫度



### 【實驗結果】：

直徑	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	
2.5	1st	30	31	32	33	35	41	46	52	59	70	87	92	92.5	93	92.5	93	92.5	92	92	92	91	90	89
	2ed	30	31	32	33	34	40	45	53	60	71	88	91	92	93	93	93	92	92	92	91	91	90	90
	3rd	30	31	32	33	35	41	46	52	60	70	87	91	92	92	93	93	92	92	92	92	91	90	89
	平均	30	31	32	33	34.7	40.7	45.7	52	59.7	70.3	87.3	91.3	92.2	92.7	92.8	93	92.2	92	92	91.7	91	90	89.3
3	1st	30	30	30.5	32	35.5	40	45	49	60	75	86	91	92	92	92	92	92.5	91.5	90	90	89	86.5	85
	2ed	30	30	31	33	36	41	44	50	59	74	85	90	92	92	92	92	93	92	91	90	89	87	86
	3rd	30	30	31	32	35	39	45	50	61	76	86	91	92	92	92	92	92	92	90	90	89	87	85
	平均	30	30	30.8	32.3	35.5	40	44.7	50	60	75	85.7	90.7	92	92	92	92	92.5	91.8	90.3	90	89	86.8	85.3
3.5	1st	30	30	30	33	34	38	42	47	55	68	82	88	92	92	92	92	92	91.5	91	91	89	86	84
	2ed	30	30	30	32	34	37	41	46	55	67	81	88	91	92	92	92	91.5	91	91	90	89	86	85
	3rd	30	30	30	33	35	38	42	47	54	68	82	87	91	92	92	92	92	91	91	90	90	87	85
	平均	30	30	30	32.7	34.3	37.7	41.7	46.7	54.7	67.7	81.7	87.7	91.3	92	92	92	92	91.8	91.2	91	90.3	89.3	86.3
4	1st	30	30	30	30.5	31	32.5	33.5	35	37	40	66	78	83	83	83	83	83	81.5	80	80	78	74	71.5
	2ed	30	30	30	31	31	33	34	35	37	41	65	79	82	83	83	83	82	81	80	80	79	75	72
	3rd	30	30	30	31	31	33	34	36	37	40	66	77	82	83	83	83	83	82	80	80	79	76	72
	平均	30	30	30	30.8	31	32.8	33.8	35.3	37	40.3	65.7	78	82.3	83	83	83	82.7	81.5	80	80	78.7	75	71.8



**【討論】：**

1. 生石灰加水後的溫度變化和生石灰的高度有關，生石灰的高度越高，熱不容易散失，溫度上升的速度越快。

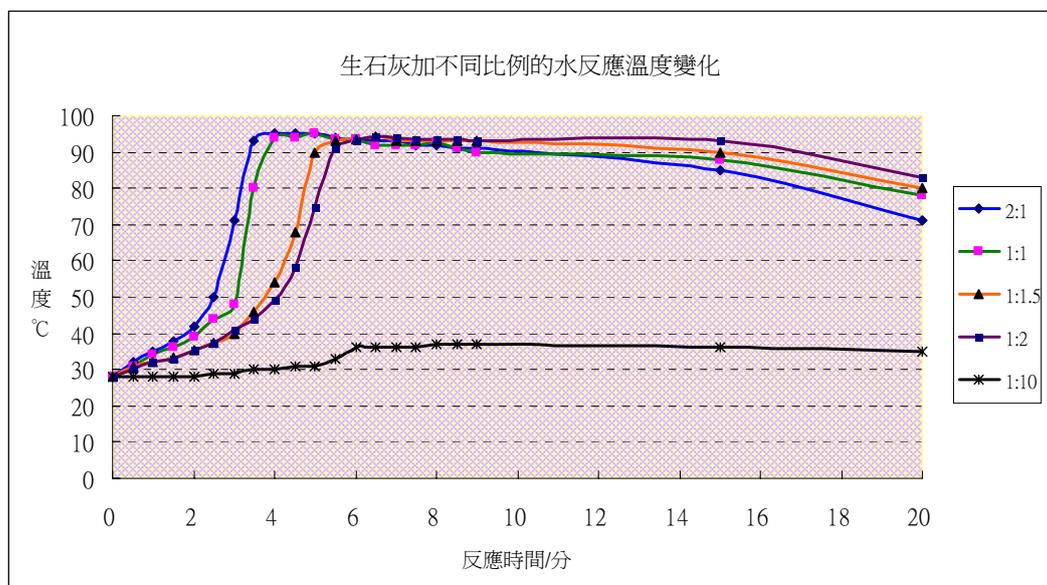
**【實驗三】生石灰加水的最佳比例**

**【實驗步驟】：**

1. 將 50 公克的生石灰粉加入小鋼杯中，將溫度計放入生石灰粉中。
2. 分別在小鋼杯中加入不同比例的水，每半分鐘測記錄溫度計的溫度。

**【實驗結果】：**

石灰·水 比例		時間/分																				
		0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	15	20
2:1	1st	28	32	35	38	42	50	71	93	95	95	95	94	94	93	93	92	92	91	91	85	71
	2ed	28	31	35	39	43	51	72	92	94	95	95	95	94	93	93	92	92	92	91	87	72
	3rd	27	32	36	38	43	51	72	92	93	95	95	95	94	93	93	92	92	91	91	87	72
	平均	28	32	35	38	43	51	72	92	94	95	95	95	94	93	93	92	92	91	91	86	72
1:1	1st	28	31	34	36	39	44	48	80	94	94	95	94	94	92	92	92	93	91	90	88	78
	2ed	28	30	33	36	40	45	49	79	92	93	94	95	94	93	93	92	92	91	91	88	80
	3rd	28	31	33	35	40	44	49	80	93	93	95	95	94	93	93	92	92	91	91	89	80
	平均	28	31	33	36	40	44	49	80	93	93	95	95	94	93	93	92	92	91	91	88	79
1:1.5	1st	28	31	32	34	36	38	40	46	54	68	90	93	94	95	93	93	93	93	90	80	
	2ed	28	30	31	33	35	39	41	46	55	70	89	92	94	95	95	94	93	93	92	91	81
	3rd	28	30	32	35	37	40	41	46	55	70	90	91	93	94	95	95	94	93	92	91	80
	平均	28	30	32	34	36	39	41	46	55	69	90	92	94	95	94	94	93	93	92	91	80
1:2	1st	28	30	32	33	36	38	41	44	49	58	75	91	93	95	94	94	94	93	93	83	
	2ed	28	29	31	33	35	37	40	43	48	57	72	90	91	94	95	95	94	94	93	92	84
	3rd	28	29	32	34	36	38	41	44	50	59	76	91	92	94	94	95	95	94	93	91	85
	平均	28	29	32	33	36	38	41	44	49	58	74	91	92	94	94	95	94	94	93	92	84
1:10	1st	28	28	28	28	28	29	29	30	30	31	31	33	36	36	36	36	37	37	37	36	35
	2ed	28	28	28	28	28	28	29	30	30	31	31	32	35	36	36	36	36	37	37	37	36
	3rd	28	28	28	28	28	28	29	29	30	31	31	33	36	36	36	36	37	37	37	37	36
	平均	28	28	28	28	28	28	29	30	30	31	31	33	36	36	36	36	37	37	37	37	36



### 【討論】

1. 生石灰加水後幾乎不溶解，溫度上升幅度不大，在加水兩分多鐘後溫度才開始迅速上升，最高溫約在 95°C 左右。
2. 水加的量越多，溫度上升得越慢，推測應該因為比需加熱較多的水所以溫度才會較慢上升。
3. 水量小於生石灰重量一倍的兩組，在加入水後石灰會迅速變硬，兩三分鐘後溫度迅速上升，在接近 95°C 會開始冒煙但是溫度不再上升，加入水 7、8 分鐘後，生石灰變成熟石灰，粉末很細，像是麵粉一樣。
4. 加入生石灰裡的水量如果很多，如我們加入 10 倍的水，溫度上升的情況就不明顯。
5. 根據實驗的結果，生石灰和水的比例在 1:1 時，溫度上升的時間較短，維持溫度的時間也和加一倍半水量的石灰相差不多，是比較適合用來做加熱便當的比例。
6. 生石灰加水冒出的煙是什麼？我們在鋼杯上方的壁上發現一些透明的液體，用氯化亞鈷試紙測試變成粉紅色證明是水，用廣用是指測試發現是中性，另外我們在石灰和水比例是 1:10 的那一組實驗中，水溫只上升到 37°C，並沒有冒出氣泡，所以冒出的煙應該是被蒸發的水蒸汽凝結的小水滴。
7. 生石灰碰到水後至少要過兩分鐘以上溫度才會突然上升，而且當水量很多的時候，水溫上升的情形就變得不明顯。所以沾到生石灰最佳的處理方法應該是用清水沖洗，不需特別用油類來擦拭。
8. 從口鼻吸入石灰粉因為沒辦法沖洗，比較危險，我們建議在接觸生石灰石最好帶上口罩避免吸入生石灰的粉末。

### (三) 測量發熱材質的發熱效率

#### 【實驗一】測量出 1 克的生石灰能釋放出多少熱量

實驗步驟：

1. 在锥形瓶中加入 100 的水，以溫度計先測量水溫。
2. 在錐形瓶中加入 10 公克的生石灰後，放入保麗龍杯中，並且在四周塞入棉花保溫並將杯口封住。
3. 觀察紀錄溫度計的最高溫。



【實驗結果】：

		初溫	最高溫	上升溫度
溫 度	第一次	27°C	42°C	15°C
	第二次	27°C	41.5°C	14.5°C
	第三次	27°C	42.5°C	15.5°C
	平均	27°C	42°C	15°C

#### 【討論】

1. 讓 1 公克的水上升 1°C 需要 1 卡的熱量，讓 100 公克的水上升 15°C 則需要  $100 \times 15 = 1500$  卡的熱量。因為總共加入 10 公克的石灰，所以平均 1 公克的生石灰加水後最少釋放出 150 卡的熱量。
2. 在實驗二裡面我們發現石灰加入的水量太少的時候，水會不斷沸騰，讓釋放出來的熱能，變成水蒸氣跑掉，所以不適合用來測量放熱效率。所以我們決定減少石灰並增加水的重量。第一次的實驗，我們把 5 公克的石灰加入重量 1000 公克的水裡面，而且沒有做保溫的工作，結果上升的溫度幾乎看不出來。由上面的熱量來算  $5 \times 150 = 750$  卡  $750 \div 1000 = 0.75$  水溫只上升了 0.75 度我們所使用的酒精溫度計最小刻度是 1°C，所以觀察不出變化。

## 二、設計一個利用身邊的材料可以做出來的自動加熱便當

### (一) 找出合適做加熱便當盒的材料

我們到免洗餐具店尋找適合當加熱便當盒盛裝食物的容器，我們發現市面上的便當盒分成兩種形狀一種是方形—長方或是正方，另一種是圓筒型。所用的材質則有紙類、塑膠和保麗龍三種，因為便當盒的目的是為了保溫，所以所選的材質導熱的功能都不好，但是加熱便當盒 卻需要一個傳熱性佳容器來裝食物。很幸運的我們在免洗餐具店發現用來當烤肉用的鋁箔盒，有各種大小形狀和便當盒相同也是有長方形和圓形兩種的。於是我們就選定鋁箔盒來做加熱便當盒盛裝食物的容器。



(二) 設計出適合的加熱裝置

生石灰有些粉末很細，會到處亂跑可能會污染食物，我們希望透過下面的實驗找到適合固定生石灰的材料。

【實驗一】找出能固定生石灰及透氣性好的材質

【實驗步驟】：

1. 在小鋼杯中加入 50 公克的生石灰粉，
2. 把不同材質的紙或布用雙面交膠固定在生石灰粉上方。
3. 把 50 毫升的水加進小鋼杯裡面。
4. 觀察變化的情形。

【實驗結果】：

			
紗布	面紙	餐巾紙	除塵紙
			
不會膨脹來透氣效果好，但是石灰粉末會跑出來。	不會膨脹透氣效果好，但是石灰體積變大的時候會被撐破。	會被蒸氣撐起來透氣效果不好。	透氣效果好，石灰體積變大的時候不會被撐破。

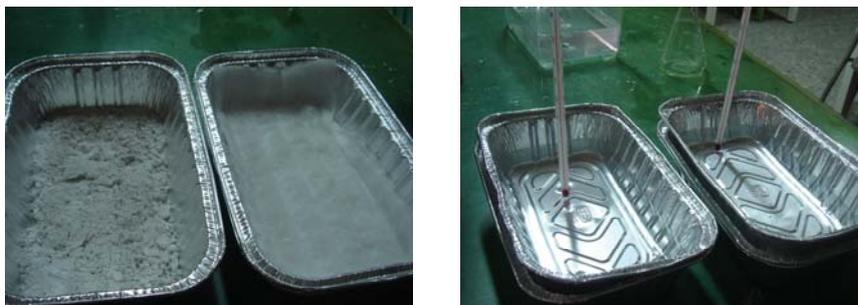
### 【討論】

1. 生石灰加水變成熟石灰後，體積會變大，裝在小鋼杯的高度會變成原來的 3-4 倍高，所以固定石灰的材料要夠強韌才不會被撐破。
2. 生石灰加水溫度上升以後會冒出大量的水蒸汽，所以固定的材料要能透氣。
3. 根據上面的實驗結果，除塵紙最符合我們的條件，所以我們用除塵紙來固定生石灰。

### 【實驗二】石灰鋪上除塵紙對加熱效率的影響

#### 【實驗步驟】：

1. 在兩個鋁箔盒中加入各加入 100 公克的石灰粉，在其中一邊鋪除塵紙後，都倒入 100 毫升的水。
2. 在另一個鋁箔盒中加入 200 毫升的水，後疊在加石灰的鋁箔盒上，5 分鐘後，紀錄上方鋁箔盒的水溫。



#### 【實驗結果】：

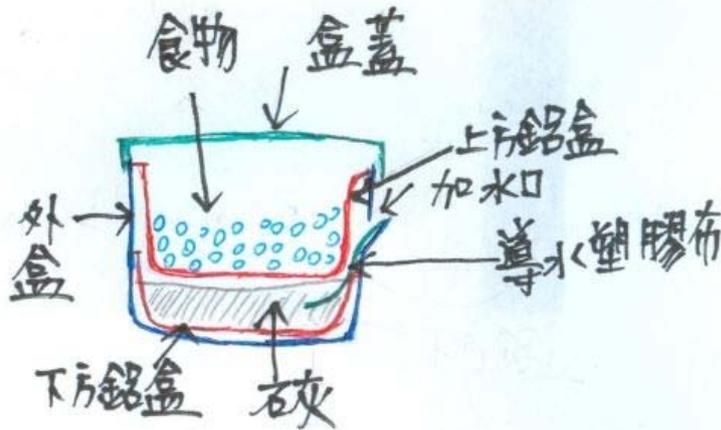
		水初溫	水末溫
加除塵紙	第一次	27°C	60.5°C
	第二次	27°C	61°C
	第三次	27°C	60.5°C
	平均	27°C	60.3°C
不加除塵紙	第一次	27°C	61°C
	第二次	27°C	61°C
	第三次	27°C	61.5°C
	平均	27°C	61.3°C

#### 【討論】：

在石灰上加除塵紙對加熱的影響不明顯，還有固定石灰，幫助導水的功能，所以我們決定在石灰的上方放上除塵紙。

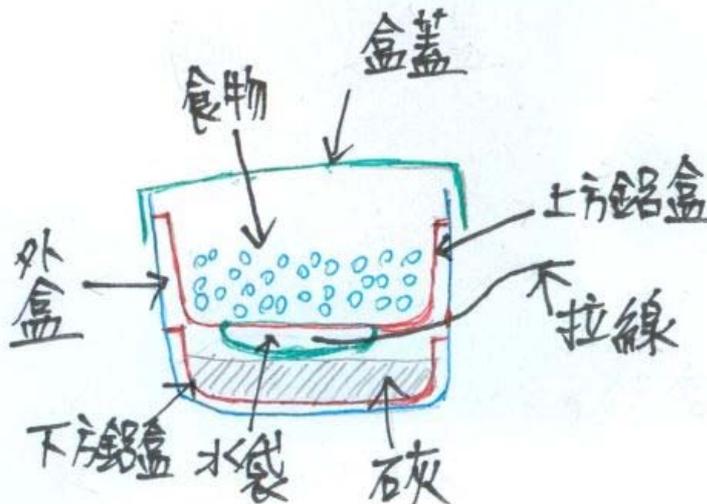
### (三) 設計出方便使用的自動加熱便當盒構造

我們根據市面上所找到的材料加上加熱裝置的實驗所設計出的加熱便當模型如下：



模型一

在外盒裡加入上下兩個鋁盒，下方的鋁盒上放入生石灰，上方的鋁盒食物。水從外盒開個洞加入，並且開口的地方加一片讓水流進去的塑膠片。



模型二

內部構造和模型一相同但是加水的方法，是在鋁盒底部黏一個裝水的夾鏈袋，使用的時候用線把夾鏈袋拉開，讓水流到下方的石灰裡。

我們原本認為模型二的設計，使用上比較方便，但實際試做後發現，要把裝水的袋子塞在加熱便當盒中是有困難的。

1. 放在底部，會拉大上方裝飯菜的鋁盒和下方加熱來源--石灰的距離。
2. 順利用線拉開夾鏈袋的成功率很低，如果線斷了，還要把裝飯的鋁盒拿起來加水反而更不方便。
3. 夾鏈袋萬一滲水，石灰就會受潮，慢慢變成熟石灰，等需要加熱的時候反而無法讓溫度升高。

最後選定模型一----從外部加水，做為我們加熱便當盒的模型。

### 三、測試自動加熱便當盒的加熱效率

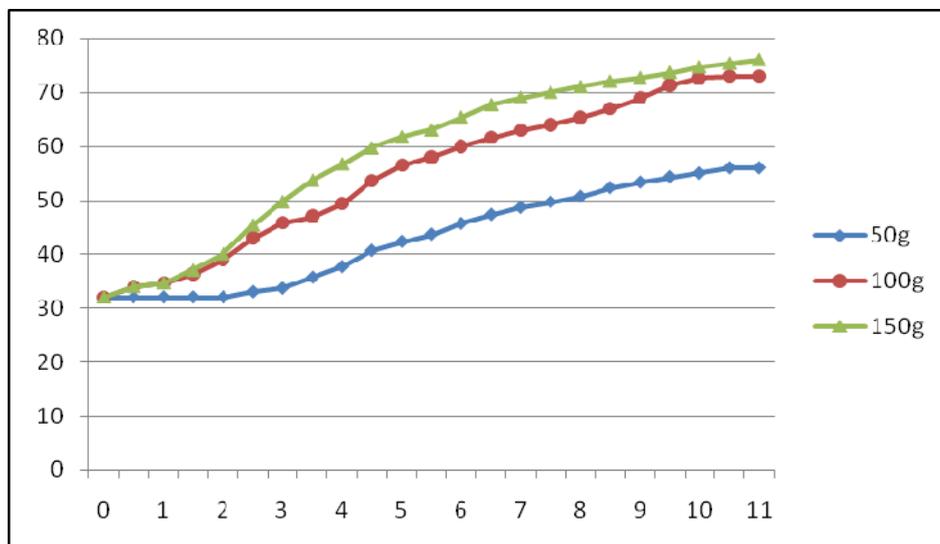
【實驗一】找出合適的生石灰份量

【實驗步驟】：

1. 在便當上方的鋁盒裡面先放 400 公克的冷飯。
2. 在加熱鋁盒中分別加入 50、100、150 的生石灰後黏上除塵紙放進便當盒裡。
3. 以 1：1 的比例把水加入生石灰裡面。
4. 把裝飯的鋁盒放進便當盒。
5. 用美工刀在蓋子上切一個十字型的開口。
6. 蓋上蓋子，把溫度計從開口的地方插入白飯的中間測量溫度。
7. 每隔 30 秒記錄溫度。

【實驗結果】：

		0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11
50g	1st	32	32	32	32	32	33	34	36	38	41	43	44	46	48	49	50	51	53	54	55	55	56	56
	2ed	32	32	32	32	32	33	33	35	37	40	42	43	46	47	48	49	50	52	53	54	55	56	56
	3rd	32	32	32	32	32	33	34	36	38	41	42	44	45	47	49	50	51	52	53	54	55	56	56
	平均	32	32	32	32	32	33	33.7	35.7	37.7	40.7	42.3	43.7	45.7	47.3	48.7	49.7	50.7	52.3	53.3	54.3	55	56	56
100g	1st	32	34	34	37	40	43	45.5	47	49	54	56.5	58	60	62	63	64	66	68	70	72	73	73	73
	2ed	32	34	35	36	39	43	46	47	50	54	57	58	60	62	63	64	65	67	69	71	73	73	73
	3rd	32	34	35	36	39	44	46	47	49	53	56	58	60	61	63	64	65	66	68	71	72	73	73
	平均	32	34	34.7	36.3	39.3	43.3	45.8	47	49.3	53.7	56.5	58	60	61.7	63	64	65.3	67	69	71.3	72.7	73	73
150g	1st	32	34	34	38	41	46	50	54	57	59	62	64	66	68	69	70	71	72	73	74	75	76	76
	2ed	32	34	35	37	40	45	49	54	57	60	62	63	65	67	69	70	71	72	73	74	75	75	76
	3rd	32	34	35	36	39	45	50	53	56	60	61	62	65	68	69	70	71	72	72	73	74	75	76
	平均	32	34	34.7	37	40	45.3	49.7	53.7	56.7	59.7	61.7	63	65.3	67.7	69	70	71	72	72.7	73.7	74.7	75.3	76



**【討論】：**

1. 由實驗結果發現，加入 50 公克的生石灰，溫度只能上升到 50 幾度左右，無法讓便當的溫度加熱到足夠的溫度。
2. 我們發現，加入 100 公克與加入 150 公克的生石灰，都可以讓便裡面的溫度上升到 70 幾度，兩個的差異並不會很大，但若是在冬天或是前往山上旅遊時，因為氣溫比較低，所以我們建議使用加入 150 公克的生石灰，這樣便當才會夠熱。

**【實驗二】測試自製加熱便當盒的加熱效率**

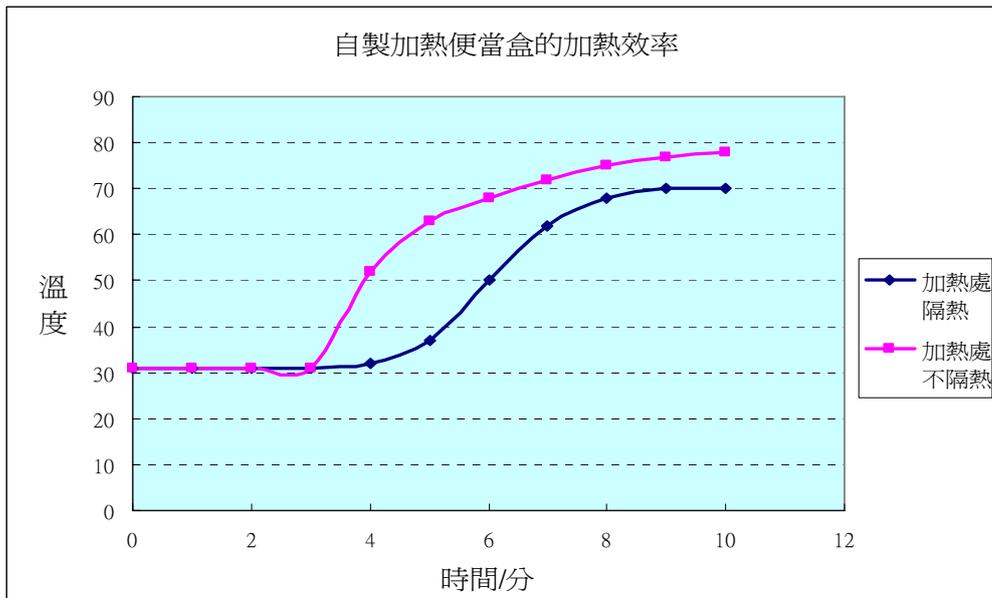
**【實驗步驟】：**

1. 拿兩個加熱便當盒，一個加熱裝置鋁盒做隔熱處理，一個不做。
2. 在便當盒上方的鋁箔盒裡面加入 400 公克的冷飯，放在加熱便當盒上。
3. 用美工刀在蓋子上切一個十字型的開口。
4. 蓋上蓋子，把溫度計從開口的地方插入白飯的中間測量溫度。
5. 從加水口加入 150 毫升的水後，每隔一分鐘記錄溫度。



**【實驗結果】：**

時間	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
加熱處 不隔熱	第一次	31	31	31	31	32	37	50	62	68	70	70
	第二次	31	31	31	31	32	38	49	63	67	69	70
	第三次	31	31	31	31	32	36	51	61	69	70	70
	平均	31	31	31	31	32	37	50	62	68	69.7	70
加熱處 隔熱	第一次	31	31	31	31	52	63	68	72	75	77	78
	第二次	31	31	31	31	51	62	69	73	76	77	78
	第三次	31	31	31	31	53	63	68	72	75	76	77
	平均	31	31	31	31	52	62.7	68.3	72.3	75.3	76.7	77.7



**【討論】：**

1. 原本加熱部位隔熱是因為石灰加水以後溫度會上升到 95°C 左右，為了讓便當盒在加熱的時候外盒拿起來不會太燙，所以在裝石灰的鋁盒下面加了一層瓦楞紙，旁邊用膠帶黏上折兩折後的面紙，沒想到經過這樣處理的便當盒，加熱溫度上升的時間提前了將近兩分鐘，最高溫也比沒有處理的高了 8°C。可見經過這樣的處理可以增加加熱便當盒的加熱效率。
2. 當便當盒開始加熱以後，便當溫度上升，盒內的空氣體積迅速膨脹讓便當盒蓋漲得很高，所以應該在便當盒蓋上面加上小洞幫助空氣散出來。

**【我們的想法】**

雖然在便當盒的加熱裝置做了隔熱處理，但是發現熱氣會從加熱裝置以外的地方，讓便當盒變得很燙，效果並不如預期中理想。以我們在便當盒外黏上的一公分厚的保麗龍板，為了美觀我們用包裝紙裝飾。



★【自動加熱便當盒的製作步驟和使用說明】

自動加熱便當盒的製作步驟：

		
<p>1. 在外盒上方切下一個寬 5 公分高兩公分的塑膠片，用膠帶把切下的塑膠片下方固定回外盒上，讓它形成一個可以打開的加水口</p>	<p>2. 把一個寬 7 公分長 10 公分的稍厚塑膠袋黏在加水口塑膠片的上緣，當作導水裝置。</p>	<p>3. 在鋁盒內加入約 150 公克的石灰粉（約一般小紙杯的八分滿），後用雙面膠把除塵紙固定在石灰上方</p>
		
<p>4. 把加熱的鋁盒放在外盒底部，記得把到水塑膠袋舖在石灰的上方</p>	<p>5. 放上上方的鋁盒。</p>	<p>6 加水口用膠帶封住。</p>
		
<p>7. 在盒蓋上開 1-2 的小洞後用膠帶封住後蓋上盒蓋。</p>	<p>8. 蓋上盒蓋。</p>	<p>9 在外盒連上一公分厚的保利龍板，在用包裝紙裝飾後，就完成自製加熱便當盒</p>

自動加熱便當盒的使用方法：

	
1 撕開加水口的膠帶，加入 150 毫升的水（約紙杯 7、8 分滿），加水口不要完全合上，讓水汽從這個開口散出來。	2 撕開盒蓋上的膠帶，讓便當盒裡面加熱後的熱氣從這裡散出去。 <b>這個時候請不要靠近或用手觸摸便當盒，以免燙傷。</b> 等候約 10 分鐘後就可以享用熱騰騰的便當。

## 陸、結論

- 一、生石灰加水溫度不會立即上升，兩分鐘後才迅速上升，而最高溫度維持在 95℃，價格便宜，安全性高，不會產生二氧化碳污染環境，是做加熱便當盒，加熱來源很好的選擇。
- 二、利用市面上現成的材料做自動加熱便當盒，可以很容易的自己動手做。使用過後，除了裝食物的鋁盒、盒蓋、石灰和除塵紙需要更換，其他部分都可以重複利用。
- 三、自動加熱便當盒，約在加入水後的第三分鐘白飯溫度開始上升，最高溫度約 80 度左右。
- 四、依照我們所提供的製作步驟與使用方法，可以製作自動加熱便當盒，並可以安全的享用熱騰騰的便當。

## 柒、參考資料

牛頓版國小自然與生活科技第 5 冊第三單元水溶液的性質

牛頓版國小自然與生活科技第六冊第三單元熱對物質的影響

請問自動加熱便當的原理是什麼？YAHOO！奇摩知識

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1405102215901>

生石灰、熟石灰和灰石的三角關係 (MICROSOFT WORD)

<http://www.tyjh.kh.edu.tw/elelim/01/TRIANGLE.doc>

放熱反應 - Wikipedia

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%94%BE%E7%83%AD%E5%8F%8D%E5%BA%94>

**【評語】** 080826

1. 試驗方法規劃及實施相當周全及確實。
2. 加熱器具之設計具安全性，現場測試結果亦達使用目的。
3. 作品具實用及商品化價值。
4. 具團隊合作精神，為集體創作成果。