

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學科

030822

牆壁裡的魔法-儲水袋溫度調節再利用系統

學校名稱：桃園市立介壽國民中學

作者： 國二 林容合	指導老師： 許瀚文
---------------	--------------

關鍵詞：儲水、再利用、溫度調節

摘要

水，是人在生活中的必需品，我們會拿來喝、烹調食物、盥洗.....等等。近年來水資源開始一點一點的減少，如何才能把水資源有效利用，是全球關注的議題。

因為水的比熱大，所以溫度不會有劇烈的變化，經過實驗證明，在牆壁裡安裝水袋可以隔熱，達到冬暖夏涼的效果，不僅省下沖馬桶的水費，且夏天的冷氣電費也減少很多。

儲水袋溫度調節再利用系統〔以下簡稱本系統〕的裝置為：洗澡水過濾後，灌輸進一樓牆壁間的水袋裡儲存，最後當沖馬桶的水。另一條的管線是接收雨水，匯流進二樓水袋裡儲存，最後當沖馬桶的水。

本系統再加上蝸牛式循環加熱器，即利用太陽能去發電促使水循環加熱，可以省下瓦斯或電熱水器的費用，做成一間節能屋。

壹、研究動機

有一次在跟家人討論建築方面的事，得知家裡因為是處於西曬位置夏天時很熱，所以家裡電器的用電量很大電費很貴，我很想幫忙家裡分攤，但當時沒有想到可以解決的方案。後來因為常常放洗澡水放到忘記，讓我很自責，因為多出來的水就很浪費。

所以我一直在想，要如何把多餘的水做二次利用，因此我就從提水去沖馬桶開始。但每次提很重的水桶都會灑出來把地板弄濕，被媽媽知道後，說我這樣沒效率，一次只能提一桶然後把地板弄濕又要去拖。聽媽媽說完後我就開始想一個有效率的計畫，突然想起之前有說過房子的事，要是可以把兩項的問題都一起解決就好了，這時靈光一閃，想到就直接把水用管子通過牆壁送到馬桶水箱裡就好了，於是這個計畫就開始了.....

貳、研究目的

本研究的目的是為了讓廢水能被再次利用，希望能同時達到省水、省電的功能

- 一、為了能讓水在牆壁中流動，設計了水袋系統。
- 二、研究水袋跟無水袋的室內溫度差異，以及全天溫度變化。
- 三、做出實際模型，驗證理念。

參、研究設備及器材

項次	材料名稱	規格	數量	備註	取得來源
1	瓦楞板	100*100cm	3片	製作房子模型	部份回收及購買
2	厚塑膠袋	30*30cm	1包	製作水袋	購買
3	塑膠管	0.2mm	1卷	連結水袋	資源回收
4	塑膠管	02mm	2卷	屋頂上熱循環水用	資源回收
5	塑膠保特瓶	600ml	3個	浴缸、水塔、儲水槽	資源回收
6	溫度計	探針式	3個	(室內實驗組、對照組)	購買
7	溫度計		4個	實測室外	自有
8	探照燈	100W	1個	模擬太陽光的熱能	借用
9	尺		1支	測量用	自有
10	輕鋼架塑鋼板	60*60cm	1個	底座(固定房子模型)	資源回收
11	剪刀		1支	裁剪	自有
12	透明膠帶	2cm	1卷	固定用	購買
13	透明膠帶	5cm	1卷	固定用	購買
14	熱熔槍		1支	固定用	借用
15	熱熔膠條	6mm	1支	固定用	借用
16	海棉		1個	過濾水	購買
17	封口機		1個	製作水袋、分散壓力用	購買

〈表一〉

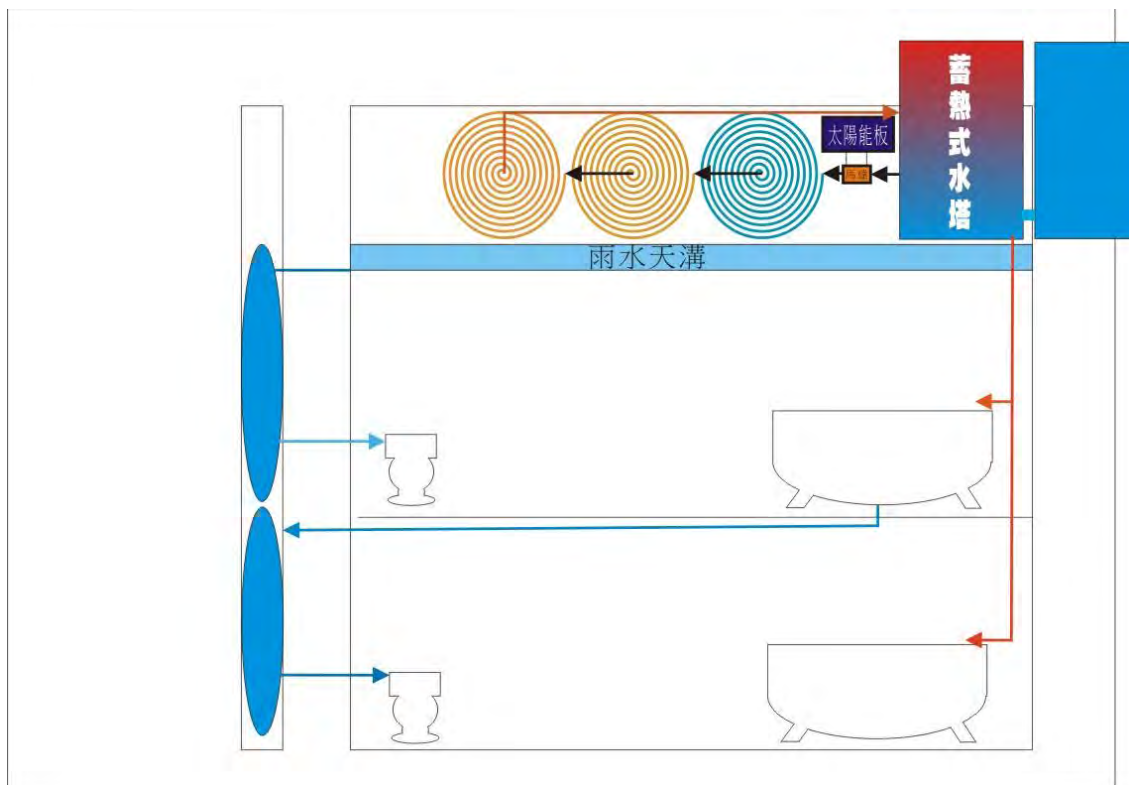
肆、研究過程

- 一、先調查家裡每日所須使用馬桶使用沖水量，看收集的水量是否夠用可行，如表二。
 - (一) 依照每日實際沐浴用水量為 138L
 - (二) 實行一個月的沖馬桶紀錄共計 279 次，每日沖馬桶的水量為 9 次*6L=54L 數據紀錄於表二。
 - (三) 水費目前每度為 7 元~11.5 元，以每度 10 元計算，每天省水量 0.054 度，一年省下 197.1 元。

實驗紀錄：每日馬桶沖水次數統計					
日期/成員	成員 1	成員 2	成員 3	訪客	合計
10/10	5	4	4	2	15
10/11	4	3	4		11
10/12	3	3	2		8
10/13	2	3	3		8
10/14	2	1	3		6
10/15	1	0	1		2
10/16	3	3	2		8
10/17	3	2	4	1	10
10/18	2	3	2	1	8
10/19	3	3	4		10
10/20	2	3	4		9
10/21	3	2	3		8
10/22	3	2	2	2	9
10/23	1	2	3		6
10/24	3	3	3		9
10/25	3	3	3		9
10/26	3	2	4	3	12
10/27	1	2	4		7
10/28	2	2	4	1	9
10/29	3	3	3	5	14
10/30	3	3	2		8
10/31	4	1	4		9
11/1	4	2	4		10
11/2	0	3	1		4
11/3	1	2	3	1	7
11/4	3	4	2		9
11/5	4	3	3	4	14
11/6	2	3	2		7
11/7	2	2	2		6
11/8	1	1	3		5
11/9	3	2	3	3	11
11/10	3	4	4		11
合計	82	79	95	23	279

〈表二〉

二、繪製設計圖，如圖一。



〈圖一〉

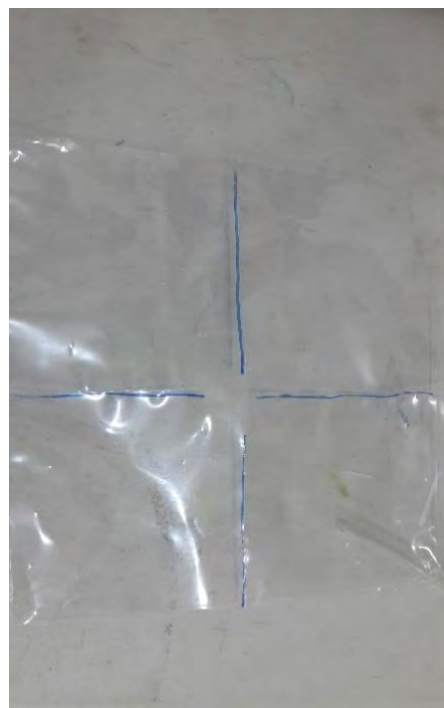
三、製作 2 間模型屋

- (一) 對照組：取一瓦楞板 100cm*100cm 為底座，再製作 30cm*30cm 瓦楞板*4 片，連接成為正方形，另取一片 30cm*30cm 瓦楞板做成屋頂，再將屋頂用熱熔膠固定好，在中間位置鑽一個洞，將探針式的溫度計放入孔內，方便測量模型屋的溫度。
- (二) 實驗組：取一片瓦楞板 100cm*100cm 為底座，再製作 30cm*30cm 瓦楞板*4 片，連接成為正方形，取一張厚的塑膠袋，用封口機將塑膠袋分成 4 等份，按十字來加熱壓封〔如圖三〕，住留中間及兩旁不可封死，使水可以在水袋中流動。另取一片 30cm*30cm 瓦楞板將水袋固定於兩片之間，再取一片 30cm*30cm 做成屋頂，再用熱熔膠將屋頂固定好，在中間位置鑽一個洞，將探針式的溫度計放入孔內，方便測量模型屋的溫度。

模型屋照片〈圖二〉



水袋的製作〈圖三〉



四、 實驗一

(一) 實驗設計：為了能夠避開下雨天來實驗，所以在室內進行實驗。

(二) 實驗器材：

1. 自製模型房 2 個〔如圖二〕
2. 探照燈 1 個
3. 溫度計 3 個
4. 尺 1 個

(三) 實驗操作：自製模型屋 2 個，屋頂中間放入探針式溫度計，測量模型屋中的溫度變化。用 100w 的探照燈距離模型屋 30cm 插電同時照射，紀錄每 10 分鐘的溫度變化，數據為〔表三〕。

溫度單位：(°C)	時間	有水袋	無水袋
第一次測量的溫度	10 分鐘	25	28
第二次測量的溫度	20 分鐘	28	32
第三次測量的溫度	30 分鐘	33	33
第四次測量的溫度	40 分鐘	33	33

〈表三〉

五、 實驗二

(一) 實驗設計：在晴天時用太陽光室外做實驗。

(二) 實驗器材：

1. 自製模型房 2 個〔如圖四〕
2. 溫度計 3 個

(三) 實驗操作：自製模型屋 2 個，屋頂中間放入探針溫度計測量模型屋中的溫度變化。

在西晒的方位同時照射，紀錄每 3 分鐘的溫度變化，數據為表四，圖表為圖五、圖六。

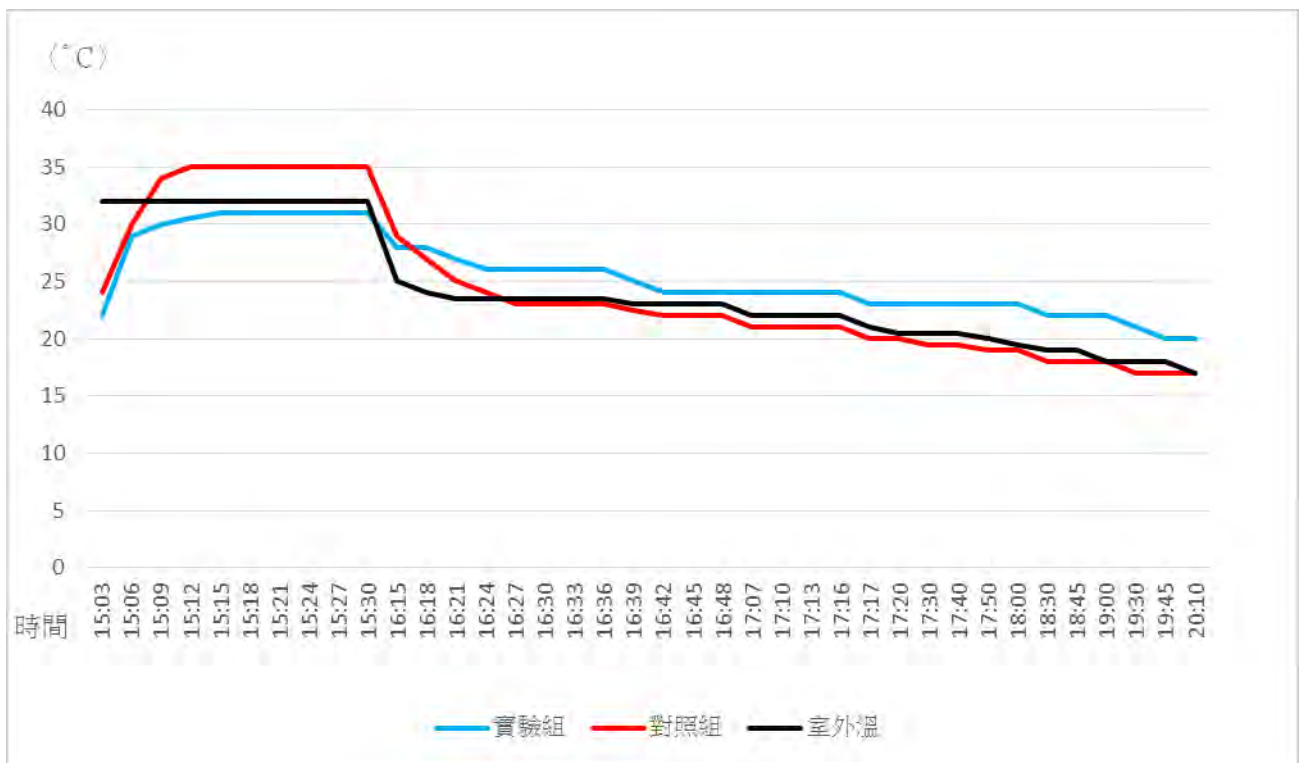


〈圖四〉

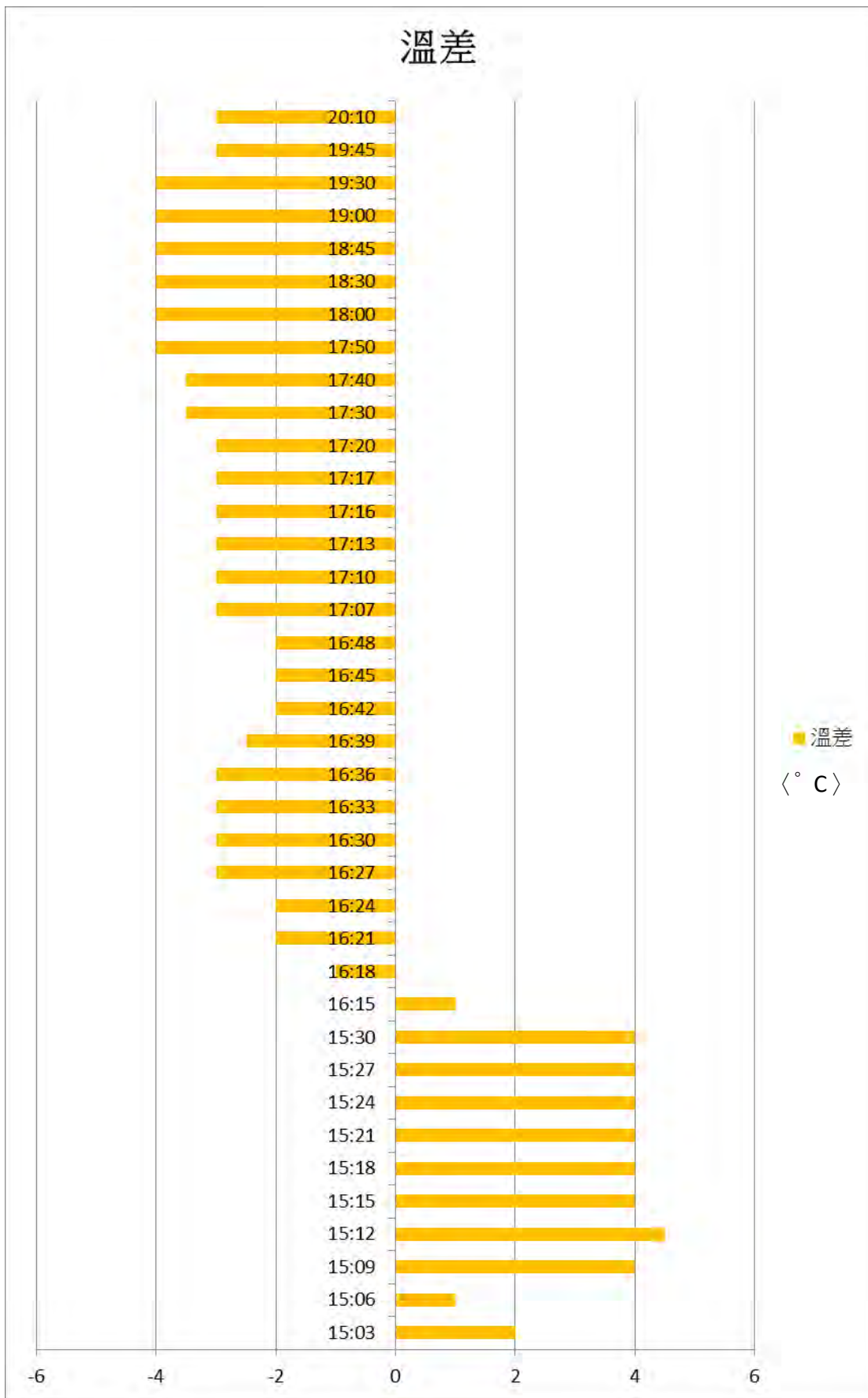
(四) 實驗數據〈溫度單位：°C〉

時間	A 實驗組	B 對照組	室外溫	A-B 溫差
15：03	22.0	24.0	32.0	2.0
15：06	29.0	30.0	32.0	1.0
15：09	30.0	34.0	32.0	4.0
15：12	30.5	35.0	32.0	4.5
15：15	31.0	35.0	32.0	4.0
15：18	31.0	35.0	32.0	4.0
15：30	31.0	35.0	32.0	4.0
16：15	28.0	29.0	25.0	1.0
16：18	28.0	27.0	24.0	-1.0
16：21	27.0	25.0	23.5	-2.0
16：24	26.0	24.0	23.5	-2.0
16：27	26.0	23.0	23.5	-3.0
16：36	26.0	23.0	23.5	-3.0
16：39	25.0	22.5	23.0	-2.5
16：42	24.0	22.0	23.0	-2.0
16：45	24.0	22.0	23.0	-2.0
16：48	24.0	22.0	23.0	-2.0
17：07	24.0	21.0	22.0	-3.0
17：10	24.0	21.0	22.0	-3.0
17：13	24.0	21.0	22.0	-3.0
17：16	24.0	21.0	22.0	-3.0
17：17	23.0	20.0	21.0	-3.0
17：20	23.0	20.0	20.5	-3.0
17：30	23.0	19.5	20.5	-3.5
17：40	23.0	19.5	20.5	-3.5
17：50	23.0	19.0	20.0	-4.0
18：00	23.0	19.0	19.5	-4.0
18：30	22.0	18.0	19.0	-4.0
18：45	22.0	18.0	19.0	-4.0
19：00	22.0	18.0	18.0	-4.0
19：30	21.0	17.0	18.0	-4.0
19：45	20.0	17.0	18.0	-3.0
20：10	20.0	17.0	17.0	-3.0

〈表四〉



〈圖五〉室外溫度變化時與有無水袋之室內溫度變化之關係



〈圖六〉有無水袋的溫差變化關係

六、 實驗三

(一) 實驗設計：在晴天時用太陽光室外做實驗

(二) 實驗器材

1. 自製模型房 1 個(如圖七)
2. 溫度計 2 個

(三) 實驗操作

自製模型屋 1 個，水袋裡放入探針溫度計測量模型屋中的溫度變化。全天紀錄每一小時的水溫和室外溫度的變化。(如表五、圖八)

〈溫度單位：攝氏〉

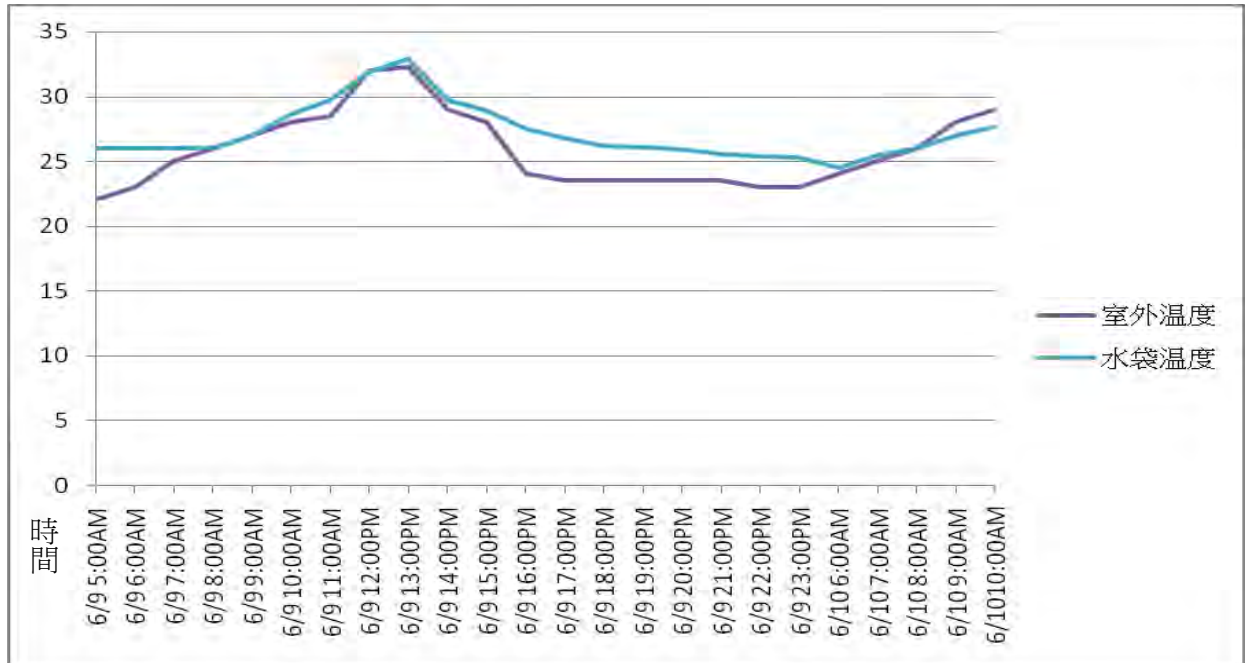
時間	室外溫度	水袋溫度
6/9 5:00AM	22.0	26.0
6/9 6:00AM	23.0	26.0
6/9 7:00AM	25.0	26.0
6/9 8:00AM	26.0	26.0
6/9 9:00AM	27.0	27.0
6/9 10:00AM	28.0	28.7
6/9 11:00AM	28.5	29.7
6/9 12:00PM	32.0	31.9
6/9 13:00PM	32.3	32.9
6/9 14:00PM	29.0	29.7
6/9 15:00PM	28.0	28.9
6/9 16:00PM	24.0	27.5
6/9 17:00PM	23.5	26.8
6/9 18:00PM	23.5	26.2
6/9 19:00PM	23.5	26.1
6/9 20:00PM	23.5	25.9
6/9 21:00PM	23.5	25.6
6/9 22:00PM	23.0	25.4
6/9 23:00PM	23.0	25.3
6/10 6:00AM	24.0	24.5
6/10 7:00AM	25.0	25.5
6/10 8:00AM	26.0	26.0
6/10 9:00AM	28.0	27.0
6/10 10:00AM	29.0	27.7



〈圖七〉

〈表五〉

溫度：攝氏



〈圖八〉室外溫度變化與水袋溫度變化之關係圖

伍、研究結果

- 一、由表二得知，收集沐浴後的回收水是夠用於沖馬桶水亦可以用來澆花或其他用途使用。
- 二、實驗一：如表三，從 10 分到 20 分，實驗組一直比對照組低 3.0°C ，從 30 分到 40 分，實驗組跟對照組溫度相等。從上述得知，實驗組溫度上升的比對照組慢。
- 三、實驗二：如圖五、圖六從 15:03 到 16:15 室溫由 32.0°C 降到 25.0°C ，此期間實驗組一直比對照組低溫。從 16:18 到 20:10 室溫由 24.0°C 驟降到 17.0°C ，實驗組一直比對照組高溫。
- 四、實驗三：6/9 早上 8:00 的水溫是 26.0°C ，6/9 下午 13:00 時有升高到 32.9°C ，6/9 晚上 23:00 時下降到 25.3°C ，到了 6/10 早上 8:00 的水溫又回到 26.0°C 。從上述得知，水袋在白天吸熱後，晚上放熱，到了隔天可以重新再次吸熱。

陸、討論

- 一、根據表二，發現水袋的水量足夠用於沖馬桶。所以並不會造成沒水的情況。
- 二、根據實驗一的實驗結果，發現有水袋的實驗組溫度上升慢。然而測量溫度的時間間隔太長，溫差沒有很明顯。而且測量地點在室內，室溫的因素沒考慮進去，所以我認為應改良實驗方式。
- 三、因為實驗一的溫差不明顯，所以我開始改良研究過程，進行實驗二。測量時間間隔改為每 3 分鐘測量一次，實驗地點改為室外，並記錄室溫，探照光改用太陽。經過改良後，實驗測出的數據較完整。實驗組的溫度變化比對照組來的小，表示水袋有白天降溫和夜晚保溫的功能。因為水的比熱大，在室外溫度上升時，室內溫度上升速度較慢。到了晚上室外溫度降低時，室內溫度下降速度較慢，讓室內保持溫暖。
- 四、由於擔心水袋在白天吸熱後，晚上放熱不足，影響隔天的吸熱效果。經由實驗三得知，水袋在白天吸熱後，晚上會放熱，到了隔天可以重新再次吸熱。
- 五、本來我擔心有些舊房屋不能使用這個系統，但因為現代房屋大多數是屬於「預鑄板」的水泥牆，可以拆下放入水袋。所以現成的水泥屋是可用的。

柒、結論

本研究主要探討水袋對室內溫度調節有無影響，以及整體系統對於省水、省電的效果。

我將來希望做成的裝置為：牆壁中的水袋可以隔熱並達到冬暖夏涼的效果，把自來水輪進利用黑色吸熱的管子後盤繞在屋頂上像蝸牛一樣，用太陽能去發電促使水循環加熱，稱為蝸牛式循環加熱器，我想應用在這套系統上。第一條管線是將洗澡水過濾後，灌輸進一樓牆壁間的水袋裡儲存，最後當沖馬桶的水。另一條的管線是接收雨水，匯流進二樓牆壁間的水袋裡儲存，最後當沖馬桶的水。不僅沖馬桶的水費有省下，且夏天的冷氣電費也會減少，因為這個系統可以省水並達到降溫、保暖的功能。希望以後可以被應用在真實的房屋上。

捌、參考資料及其他

- 一、 GREENPOWERSCIENCE • SOLAR HOT WATER 2 DIY USING BLACK WATER HOSE SOLAR WATER HEATER SUN POWER • YUUTUBE • 取自
https://www.youtube.com/watch?v=sBAi_TVNaIM

【評語】 030822

1. 選定節水與節電的主題，探討儲水袋對室內溫度調節的影響，以及節水與節電之效果，此議題是重要的。
2. 研究能貼切學生生活上的認知。想法有趣。
3. 自製簡易模型屋進行測試，實驗也相對簡易。應加強對現有節能屋，包括節水設計等相關文獻之比較探討，較能提高研究之價值。
4. 水袋溫度變化是人為因素，可能需要紀錄水袋注入水的溫度紀錄。浴室用水常有洗髮乳肥皂污染 要特殊處理。
5. 實施不易，效果有限，實用性待加強。



摘要

水，是人在生活中的必需品，我們會拿來喝、烹調食物、盥洗……等等。近年來水資源開始一點一點的減少，如何才能把水資源有效利用，是全球關注的議題。

因為水的比熱大，所以溫度不會有劇烈的變化，經過實驗證明，在牆壁裡安裝水袋可以隔熱，達到冬暖夏涼的效果，不僅省下沖馬桶的水費，且夏天的冷氣電費也減少很多。

儲水袋溫度調節再利用系統的裝置為：洗澡水過濾後，灌輸進一樓牆壁間的水袋裡儲存，最後當沖馬桶的水。另一條的管線是接收雨水，匯流進二樓水袋裡儲存，最後當沖馬桶的水。

本系統再加上蝸牛式循環加熱器，即利用太陽能去發電促使水循環加熱，可以省下瓦斯或電熱水器的費用，做成一間節能屋。

壹、研究動機

有一次在跟家人討論建築方面的事，得知家裡因為是處於西曬位置夏天時很熱，所以家裡電器的用電量很大電費很貴，我很想幫忙家裡分攤，但當時沒有想到可以解決的方案。

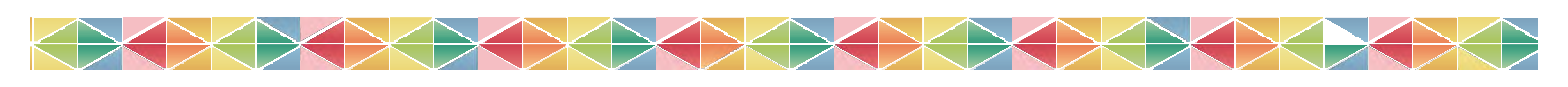
後來因為常常放洗澡水放到忘記，讓我很自責，因為多出來的水就很浪費。所以我一直在想，要如何把多餘的水做二次利用，因此我就從提水去沖馬桶開始。但每次提很重的水桶都會灑出來把地板弄濕，被媽媽知道後，說我這樣沒效率，一次只能提一桶然後把地板弄濕又要去拖。聽媽媽說完後我就開始想一個有效率的計畫，突然想起之前有說過房子的事，要是可以把兩項的問題都一起解決就好了，這時靈光一閃，想到就直接把水用管子通過牆壁送到馬桶水箱裡就好了，於是這個計畫就開始了……

貳、研究目的

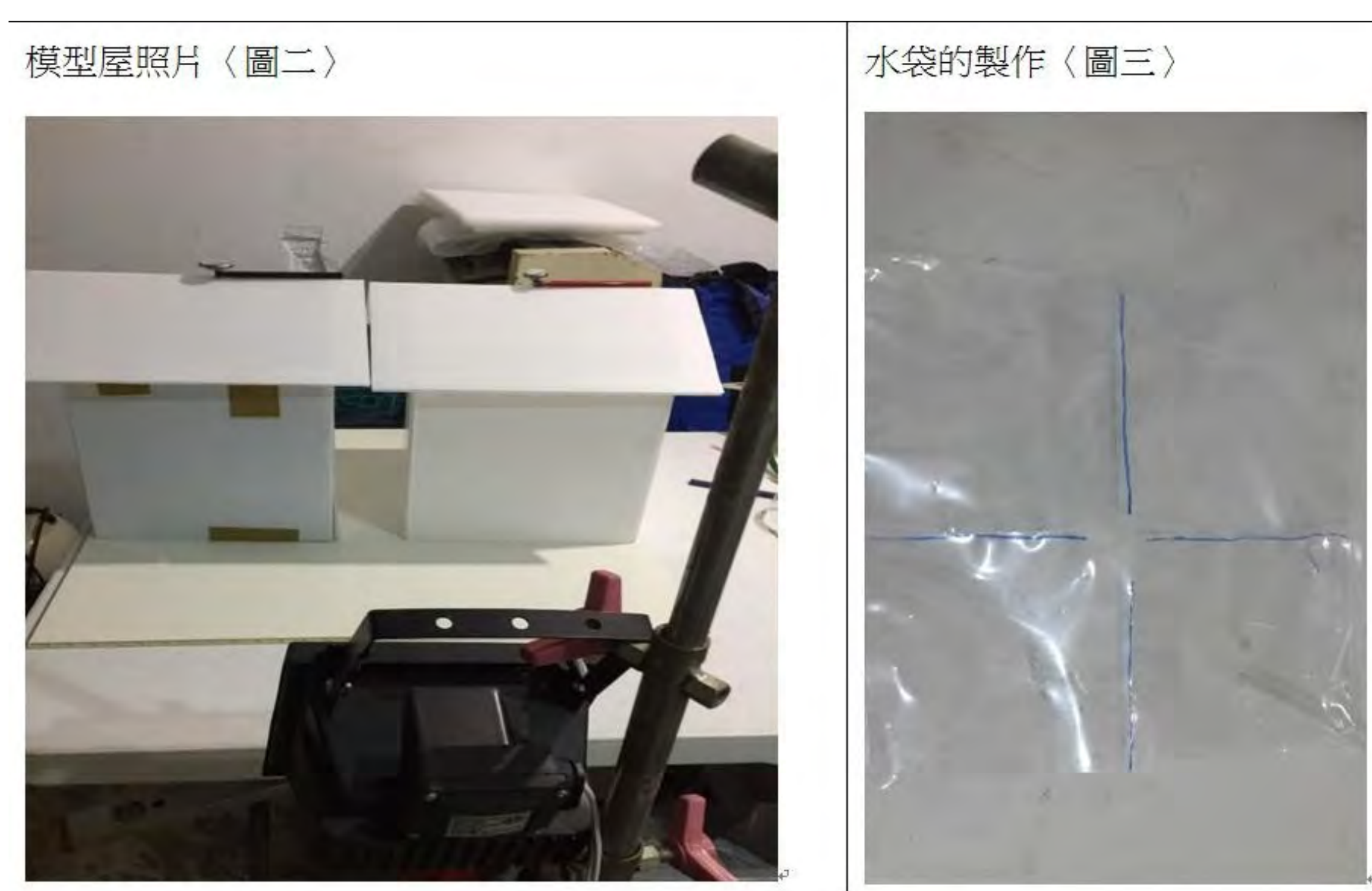
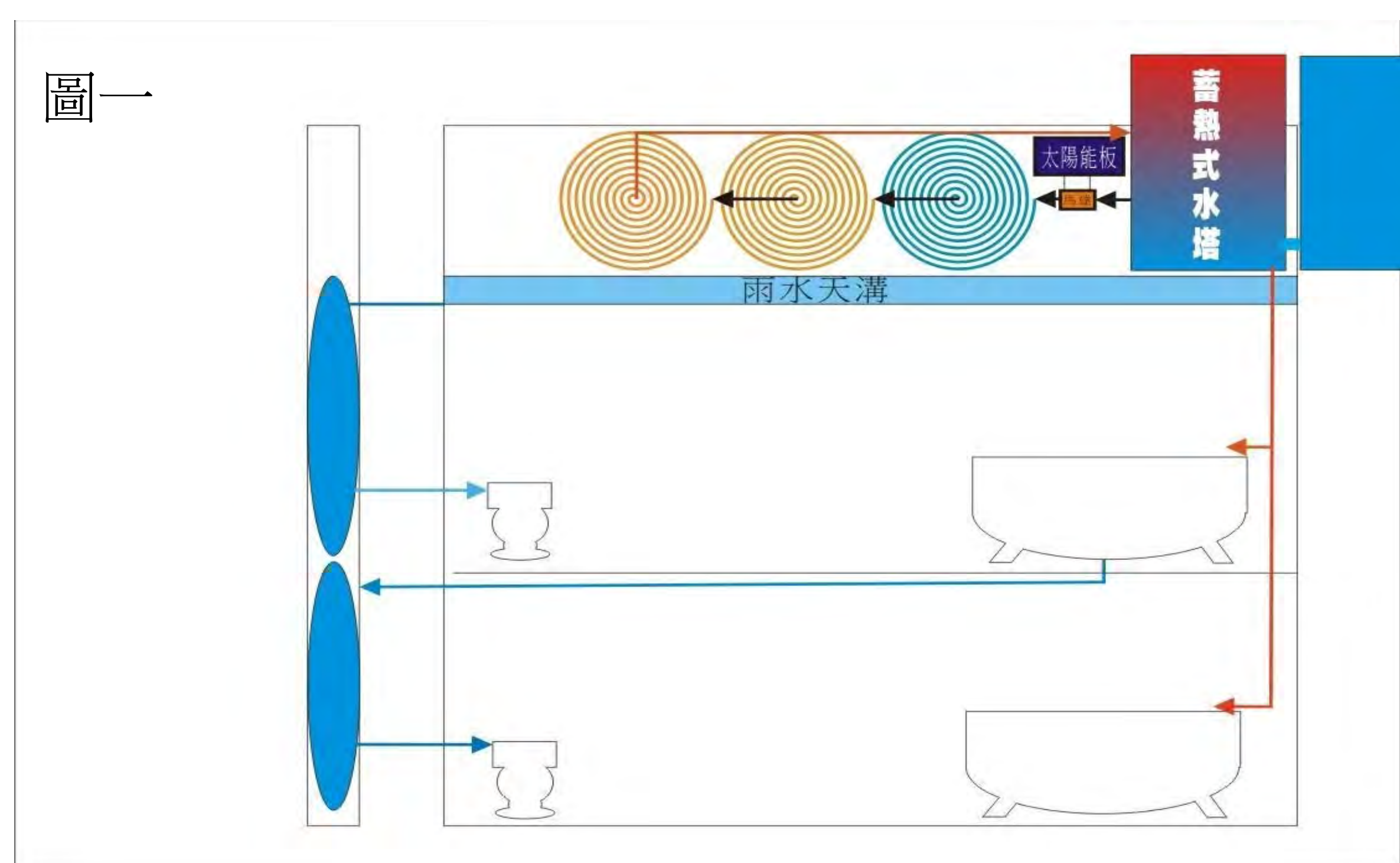
本研究的目的是為了讓廢水能被再次利用，希望能同時達到省水、省電的功能

- 一、為了能讓水在牆壁中流動，設計了水袋系統。
- 二、研究水袋跟無水袋的室內溫度差異。
- 三、做出實際模型，驗證理念。

參、研究過程

- 一、先調查家裡每日所須使用馬桶使用沖水量，看收集的水量是否夠用可行。
 - (一)依照每日實際沐浴用水量為 138L
 - (二)實行一個月的沖馬桶紀錄共計 279 次每日沖馬桶的水量為 9 次*6L=54L。
- 

二、繪製設計圖，如圖一。

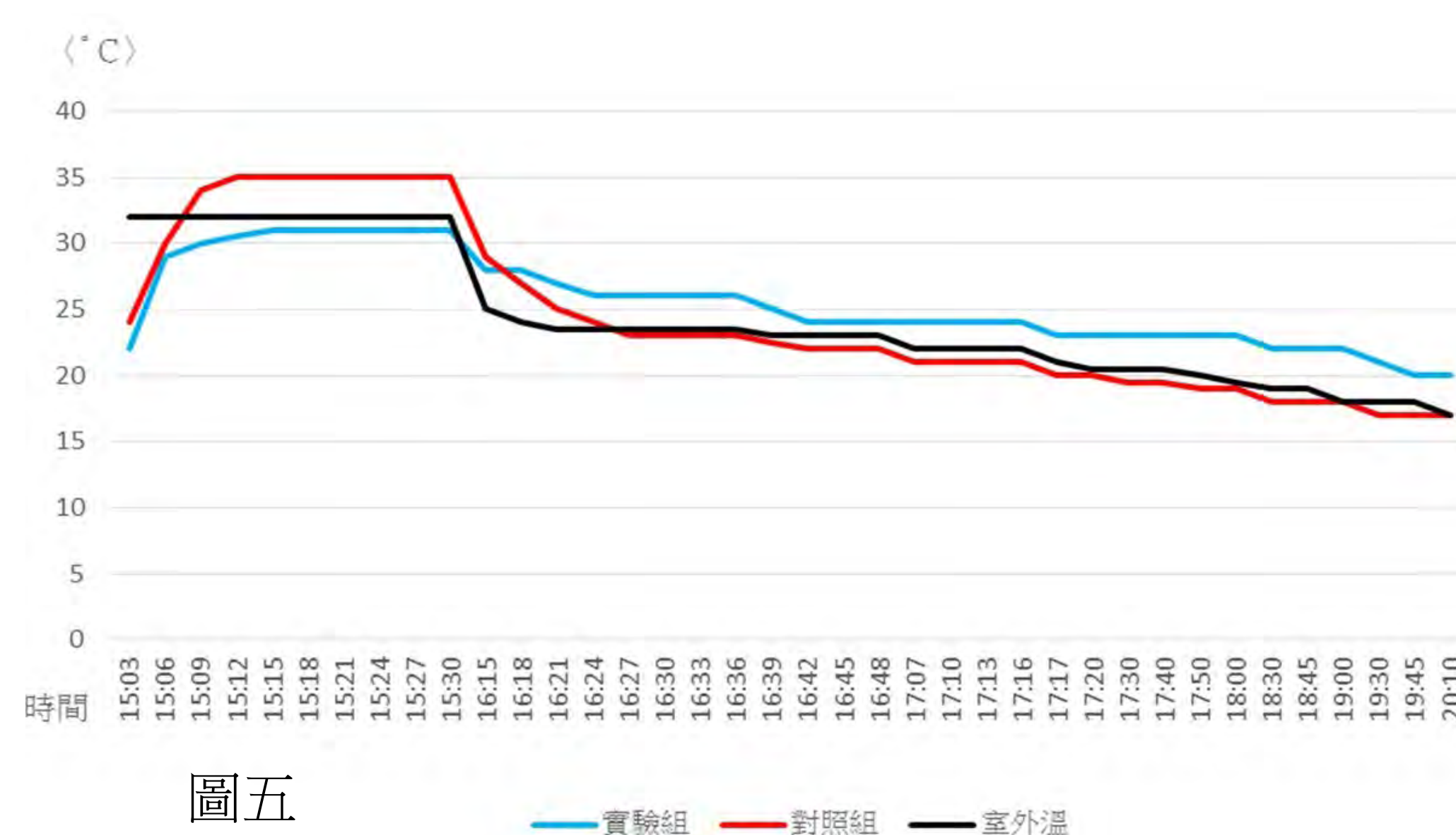


三、製作 2 間模型屋

- (一)對照組：取一瓦楞板 100cm*100cm 為底座，再製作 30cm*30cm 瓦楞板*4 片，連接成為正方形，另取一片 30cm*30cm 瓦楞板做成屋頂，再將屋頂用熱熔膠固定好，在中間位置鑽一個洞，將探針式的溫度計放入孔內，方便測量模型屋的溫度。
- (二)實驗組：取一片瓦楞板 100cm*100cm 為底座，再製作 30cm*30cm 瓦楞板*4 片，連接成為正方形，取一張厚的塑膠袋，用封口機將塑膠袋分成 4 等份，按十字來加熱壓封如圖三，留中間及兩旁不可封死，使水可以在水袋中流動。另取一片 30cm*30cm 瓦楞板將水袋固定於兩片之間，再取一片 30cm*30cm 做成屋頂，再用熱熔膠將屋頂固定好，在中間位置一個洞，將探針式的溫度計放入孔內，方便測量模型屋的溫度。

溫度單位：(°C)	時間	有水袋	無水袋
第一次測量的溫度	10 分鐘	25°C	28°C
第一次測量的溫度	20 分鐘	28°C	32°C
第一次測量的溫度	30 分鐘	33°C	33°C
第一次測量的溫度	40 分鐘	33°C	33°C

表三



四、實驗一

- (一)實驗設計：為了能夠避開下雨天來實驗，所以在室內進行實驗。
- (二)實驗操作：自製模型屋 2 個(如圖四)，屋頂中間放入探針式溫度計，測量模型屋中的溫度變化。用 100w 探照燈距離模型屋 30cm 插電同時照射紀錄每 10 分鐘的溫度變化，數據為(如表三)。



圖四

五、實驗二

- (一)實驗設計：在晴天時用太陽光室外做實驗。
- (二)實驗操作：自製模型屋 2 個(如圖四)，屋頂中間放入探針溫度計測量模型屋中的溫度變化。在西晒的方位同時照射，紀錄每 3 分鐘的溫度變化，圖表為圖五。

六、實驗三

- (一)實驗設計：在晴天時用太陽光室外做實驗
- (二)實驗操作：自製模型屋 1 個，水袋裡放入探針溫度計測量模型屋中的溫度變化。全天紀錄每一小時的水溫和室外溫度的變化。(如圖七)



圖七



伍、研究結果

- 一、收集沐浴後的回收水夠用於沖馬桶水亦可以用來澆花或其他用途使用。
- 二、實驗一：如表三，從 10 分到 20 分，實驗組一直比對照組低 3.0°C ，從 30 分到 40 分，實驗組跟對照組溫度相等。從上述得知，實驗組溫度上升的比對照慢。
- 三、實驗二：如圖五、圖六從 15:03 到 16:15 室溫由 32.0°C 降到 25.0°C ，此期間實驗組一直比對照組低溫。從 16:18 到 20:10 室溫由 24.0°C 驟降到 17.0°C ，實驗組一直比對照組高溫。
- 四、實驗三：6/9 早上 8:00 的水溫是 26.0°C ，6/9 下午 13 : 00 時有升高到 32.9°C ，6/9 晚上 23:00 時下降到 25.3°C ，到了 6/10 早上 8:00 的水溫又回到 26.0°C 。
從上述得知，水袋在白天吸熱後，晚上放熱，到了隔天可以重新再次吸熱。

陸、討論

- 一、根據表二，發現水袋的水量足夠用於沖馬桶。所以並不會造成沒水的情況。
- 二、根據實驗一的實驗結果，發現有水袋的實驗組溫度上升慢。然而測量溫度的時間間隔太長，溫差沒有很明顯。而且測量地點在室內，室溫的因素沒考慮進去，所以我認為應改良實驗方式。
- 三、因為實驗一的溫差不明顯，所以我開始改良研究過程，進行實驗二。
測量時間間隔改為每 3 分鐘測量一次，實驗地點改為室外，並記錄室溫，探照光改用太陽。經過改良後，實驗測出的數據較完整。實驗組的溫度變化比對照組來的小，表示水袋有白天降溫和夜晚保溫的功能。因為水的比熱大，在室外溫度上升時，室內溫度上升速度較慢。到了晚上室外溫度降低時，室內溫度下降速度較慢，讓室內保持溫暖。
- 四、由於擔心水袋在白天吸熱後，晚上放熱不足，影響隔天的吸熱效果。
經由實驗三得知，水袋在白天吸熱後，晚上會放熱，到了隔天可以重新再次吸熱。
- 五、本來我擔心有些舊房屋不能使用這個系統，但因為現代房屋大多數是屬於「預鑄板」的水泥牆，可以拆下放入水袋。所以現成的水泥屋是可用的。

柒、結論

本研究主要探討水袋對室內溫度調節有無影響，以及整體系統對於省水、省電的效果。

我將來希望做成的裝置為：牆壁中的水袋可以隔熱並達到冬暖夏涼的效果，把自來水輸進利用黑色吸熱的管子後盤繞在屋頂上像蝸牛一樣，用太陽能去發電促使水循環加熱，稱為蝸牛式循環加熱器，我想應用在這套系統上。第一條管線是將洗澡水過濾後，灌輸進一樓牆壁間的水袋裡儲存，最後當沖馬桶的水。另一條的管線是接收雨水，匯流進二樓牆壁間的水袋裡儲存，最後當沖馬桶的水。

不僅沖馬桶的水費有省下，且夏天的冷氣電費也會減少，因為這個系統可以省水並達到降溫、保暖的功能。希望以後可以被應用在真實的房屋上。

