

# 中華民國第 56 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

080828

就是要省「水」~龍頭大變身

學校名稱：桃園市中壢區青埔國民小學

作者：  小六 陳品均  小六 江峻榮  小六 卓幸霆	指導老師：  陳智成  詹德木
---	-----------------------------

關鍵詞：省水器、絲瓜絡

## 摘要

因為學校現有的兩種省水器都不好用，其中一種水柱強、耗水，洗起來較不舒服；另一種水量太小、耗時，大家不喜歡用。所以我們就想製作出省水且舒適的省水器。我們嘗試了不同材料組合，歷經了半年的研發，依序設計了四代的省水器，分別是：1.瓶蓋型省水器 2.鐵網型省水器 3.鋼絲棉型省水器 4.絲瓜絡型省水器。效果最佳的第四代絲瓜絡型省水器不但省水率能達到 81%，而且使用者滿意度(包含洗淨力及舒適度)也很高，因此有效的改進了學校現有省水器的缺點，也能為地球的水資源貢獻一份心力。

## 壹、研究動機

台灣地區在 104 年遭逢了幾十年來最嚴重的乾旱,因此採取了限水及分階段供水的措施，雖造成了生活中許多的不方便，但也同時讓我們體會到水的可貴及重要。學校水龍頭雖然有裝設省水器，但是所裝的兩種省水器都不符合使用需求。其中一種省水器水柱太集中且強勁，洗起來不舒服，又會將衣服濺濕，容易感冒；另一種省水器水太小又容易散開，要花費較多時間清洗，而且又洗不乾淨。因為兩種省水器都不好用，所以我們就想設計出不但能省水，而且洗起來又舒服的省水器。

## 貳、研究目的

- 一、學校現有省水器省水效果及使用滿意度(包含洗淨力及舒適度)調查。
- 二、設計出省水又好用的省水器。
- 三、自製省水器與學校現有省水器省水效果及使用滿意度(包含洗淨力及舒適度)比較。

## 參、研究設備及器材

碼表、水管、鐵釘、鐵鎚、瓶蓋、鐵網、鋼絲棉、絲瓜絡、剪刀、美工刀、熱熔膠、水桶、量杯、數位相機。

## 肆、研究過程及方法

### 一、學校現有省水器省水效果及使用滿意度(包含洗淨力及舒適度)調查

#### 實驗一：學校現有省水器省水效果

(一)觀察學校現有省水器的構造並分類

- 1.拍攝及觀察學校水龍頭省水器的構造。
- 2.觀察出水情形並將其分類。

(二)測量沒裝省水器及有裝省水器的水龍頭的每分鐘水流量

- 1.如圖 1，將水龍頭全開 10 秒鐘，並在水龍頭下方放置水桶。
- 2.如圖 2，用量杯測量 10 秒鐘水流量。
- 3.將 10 秒鐘水流量乘以 6，即為每分鐘水流量。
- 4.重複上述實驗三次，取平均值。

(三)計算現有省水器的省水百分率

- 1.將未使用省水器的水龍頭每分鐘水流量減去使用現有省水器的每分鐘水流量，即為省下的水量。
- 2.將省下的水量除以未使用省水器的水龍頭每分鐘水流量再乘以 100%，即為學校現有省水器的省水百分率。



圖 1:用水桶蒐集 10 秒鐘的出

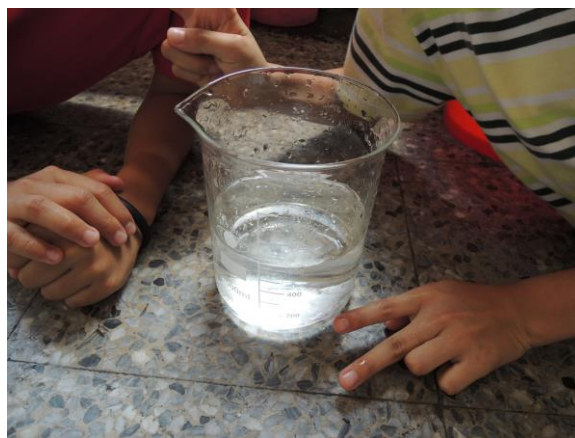


圖 2:用量杯測量蒐集的水量

## 實驗二：以學校現有省水器的水龍頭洗手的使用滿意度(包含洗淨力及舒適度)調查

1. 1 到 6 年級，每年級選取 2 男 2 女，全校共 24 名學生進行施測。
2. 步驟：如圖 3，左、右手各沾一下肥皂，接著搓揉十下，最後打開水龍頭直到洗淨為止。
3. 用學校現有的兩種省水器水龍頭各施測一次。
4. 施測者請受測者在評量表上的洗淨力及舒適度分別給分，5 代表最易洗淨及最舒適，1 代表最不容易洗淨及最不舒適，並請受測者寫出洗完手後的感覺。
5. 施測者根據受測者的量化及質性的描述，整理出這兩種省水器的優缺點，以做為後續自製省水器的參考。



圖 3:高年級學生進行洗手滿意度調



圖 4:低年級學生進行洗手滿意度調

## 二、自製省水又好用的省水器

### 實驗一：第一代省水器~瓶蓋型

1. 我們蒐集資料之後發現，可以利用寶特瓶的瓶蓋打洞來設計環保省水器。
2. 用剪刀剪裁瓶蓋，並用鐵鎚將鐵釘在塑膠瓶蓋上打均勻的小洞來設計省水器。(如圖 5)
3. 水龍頭的口徑不易測量，我們用外接水管的方式製作，水管的一端接水龍頭，已鑽完孔的瓶蓋用熱熔膠接在水管的另一端，就完成了第一代的省水器。(如圖 6、7)
4. 實際測試並觀察出水效果。



圖 5:剪裁瓶蓋並鑽孔



圖 6:用熱熔膠固定瓶蓋在水管上



圖 7:完成瓶蓋型省水器

### 實驗二：第二代省水器~鐵網型

- 1.因為瓶蓋不易鑽孔，所以我們選擇不需鑽孔的鐵網並進行裁切，來設計省水器。(如圖 8)
- 2.將省水器用熱熔膠黏在水管的一端，水管的另一端接水龍頭，完成了第二代省水器。
- 3.實際測試並觀察出水效果。(如圖 9)

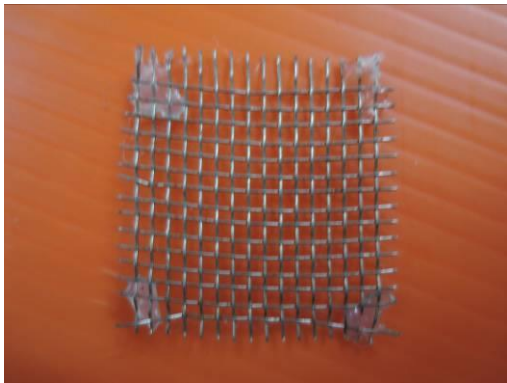


圖 8:裁切鐵網

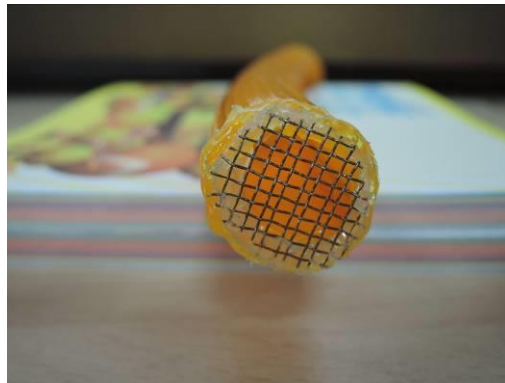


圖 9:鐵網黏貼在水管末端

### 實驗三：第三代省水器~鋼絲棉型

- 1.因平面的省水器效果並不理想，因此我們開始思考製作非平面的省水器。
- 2.我們用鋼絲棉捲成圓柱形，緊密塞入水管中，另一端接水龍頭，完成了立體柱狀省水器。(如圖 11)
- 3.實際測試並觀察出水效果。



圖 10:剪裁適量的鋼絲棉



圖 11:將鋼絲棉塞入水管



#### 實驗四：第四代省水器~絲瓜絡型

- 1.由於鋼絲棉在使用上易刺手有危險性，所以我們選擇了絲瓜絡作為我們省水器的材料。
- 2.將一小片絲瓜絡捲成圓柱狀(製作立體水流產生器)。
- 3.將圓柱形絲瓜絡置入水管中段。
- 4.剪下一小圈水管，並裁切成水管內徑大小。用熱熔膠將一小圈水管固定在水管與絲瓜絡底部接合處，使絲瓜絡不易掉落。(製作環狀末端擋板)
- 5.完成絲瓜絡省水器，實際測試並觀察出水效果。(如圖 12)



圖 12:絲瓜絡省水器製作過程圖

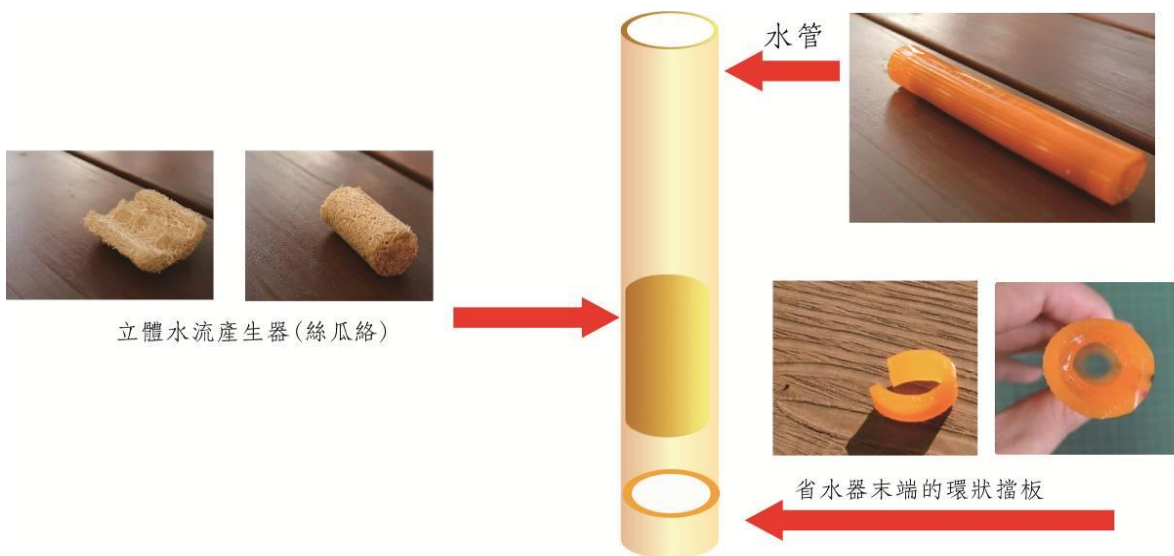


圖 13:絲瓜絡型省水器構造圖

### 三、自製絲瓜絡型省水器與學校現有省水器省水效果及使用滿意度(含洗淨力及舒適度)比較

#### 實驗一 測量自製絲瓜絡型省水器的省水百分率

(一)測量自製絲瓜絡型省水器的每分鐘水流量

- 1.將裝有絲瓜絡型省水器的水龍頭全開 10 秒鐘，並在水龍頭下方放置水桶。
- 2.用量杯測量 10 秒鐘水流量。
- 3.將 10 秒鐘水流量乘以 6，即為每分鐘水流量。
- 4.重複上述實驗三次，取平均值。

(二)測量自製絲瓜絡型省水器的省水百分率

- 1.將未使用省水器的水龍頭每分鐘水流量減去使用自製絲瓜絡型省水器的每分鐘水流量，即為省下的水量。
- 2.將省下的水量除以未使用省水器的水龍頭每分鐘水流量再乘以 100%，即為使用自製絲瓜絡型省水器的省水百分率。

#### 實驗二 自製絲瓜絡型省水器的使用滿意度(包含洗淨力及舒適度)調查

1. 1 到 6 年級，每年級選取 2 男 2 女，全校共 24 名學生進行施測。
- 2.步驟:左右手各沾一下肥皂，接著搓揉十下，最後打開水龍頭直到洗淨為止。
- 3.用自製絲瓜絡型省水器的水龍頭進行施測。
- 4.施測者請受測者在評量表上的洗淨力及舒適度分別給分，5 分代表最易洗淨及最舒適，1 分代表最不容易洗淨及最不舒適。並請受測者寫出使用自製省水器的水龍頭洗完手後的感覺。
- 5.施測者根據受測者的量化及質性的描述，整理出自製絲瓜絡型省水器的優缺點。

#### 實驗三 自製絲瓜絡型省水器與學校現有省水器省水效果與使用滿意度綜合比較

- 1.依照實驗結果，進行自製絲瓜絡型省水器與學校現有省水器省水效果比較。
- 2.依照實驗結果，進行自製絲瓜絡型省水器與學校現有省水器使用滿意度(含洗淨力及舒適度)效果比較。

## 伍、研究結果

### 一、學校現有省水器省水效果及使用滿意度(包含洗淨力及舒適度)調查

#### 實驗一：學校現有省水器省水效果

(一)觀察學校現有省水器的構造並分類

1.學校現有省水器共有兩種，如圖 14、15 所示：



圖 14:第一種省水器構造



圖 15:第二種省水器構造

2.兩種省水器水龍頭出水情形如圖 17、18，並依其出水情形，分類為：A.集中型 B.分散型



圖 16: A 集中型省水器



圖 17:B 分散型省水器



(二)未使用省水器及學校現有省水器的水龍頭每分鐘水流量如下表：

1.未使用省水器每分鐘流量(單位:ml)記錄(如表 1):

表 1: 未使用省水器每分鐘流量紀錄表

	第一次	第二次	第三次	平均
每 10 秒 流量	3,940	3,950	3,920	3,937
每分鐘 流量	23,640	23,700	23,520	23,622ml=23.6l

2.使用集中型省水器(A)每分鐘流量 (單位:ml)記錄(如表 2)

表 2:使用集中型省水器每分鐘流量紀錄表

	第一次	第二次	第三次	平均
每 10 秒 流量	1,390	1,400	1,380	1,390
每分鐘 流量	8,340	8,400	8,280	8,340ml=8.3l

3.使用分散型省水器(B)每分鐘流量 (單位:ml)記錄(如表 3)

表 3:使用分散型省水器每分鐘流量紀錄表

	第一次	第二次	第三次	平均
每 10 秒 流量	290	300	290	293
每分鐘 流量	1,740	1,800	1,740	1,758ml=1.8l

(三)學校現有省水器的省水百分率如下

1.集中型省水器(A)的省水百分率

省水率:  $(23.6-8.3)$ 除以  $23.6$  乘以  $100\%=65\%$

2.分散型省水器(B)的省水百分率

省水率:  $(23.6-1.8)$ 除以  $23.6$  乘以  $100\%=92\%$

## 實驗二：以學校現有省水器洗手的使用滿意度(包含洗淨力及舒適度)調查結果及說明

### 1. 使用滿意度(包含洗淨力及舒適度)調查結果

(受測者以編號 A-X 表示， 1 分表示最洗淨力及舒適度最差，5 分表示洗淨力及舒適度最好)

#### (1) 集中型省水器(A)使用滿意度調查結果記錄(如表 4)

表 4:集中型省水器(A)使用滿意度調查結果記錄表

編號	A	B	C	D	E	F	G	H
洗淨力	3	4	3	3	4	5	3	4
舒適度	1	2	2	1	2	2	2	1
編號	I	J	K	L	M	N	O	P
洗淨力	4	5	3	4	3	4	5	4
舒適度	1	2	2	1	2	2	2	1
編號	Q	R	S	T	U	V	W	X
洗淨力	3	4	4	5	3	5	4	4
舒適度	1	2	3	2	3	2	2	1

#### (2) 分散型省水器(B)使用滿意度調查結果記錄(如表 5)

表 5:分散型省水器(B)使用滿意度調查結果記錄表

編號	A	B	C	D	E	F	G	H
洗淨力	1	2	1	2	1	2	2	1
舒適度	4	3	4	4	5	2	3	4
編號	I	J	K	L	M	N	O	P
洗淨力	2	1	3	2	1	2	2	3
舒適度	3	4	3	3	2	4	2	3
編號	Q	R	S	T	U	V	W	X
洗淨力	2	1	1	2	3	1	1	2
舒適度	3	4	2	3	2	2	2	3

2. 以學校現有省水器洗手的使用滿意度(包含洗淨力及舒適度)調查結果說明(如表 6)，使用滿意度比較圖(如圖 18):

表 6:學校現有省水器洗手的使用滿意度調查結果說明表

	集中型省水器(A)	分散型省水器(B)
洗淨力	3.9	1.7
舒適度	1.8	3.1
受測者 質性描述	很快把手洗乾淨，但洗手時水柱太強了，會把衣服弄濕，不太好用。	水比較柔細，但是要花好多時間才能把手洗乾淨，我不太喜歡用。
結果說明	使用集中型省水器洗淨力不錯，雖然不必花太多時間就可以把手洗乾淨，但舒適度差，水花易四濺，會把衣服用濕，洗起來不方便。	使用分散型省水器洗淨力較差，要花費較多時間才能把手洗乾淨。舒適度尚可，但水柱過於分散，洗手較耗時，受測者並不太喜歡使用裝有分散型省水器的水龍頭洗手。

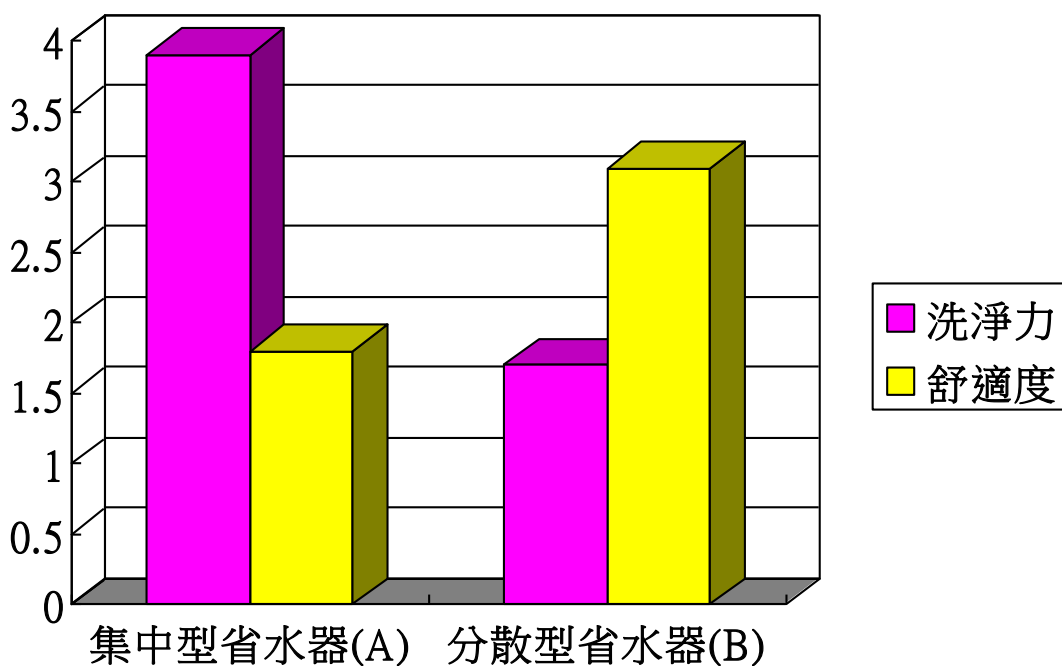



圖 18:學校現有省水器使用滿意度調查比較長條圖

## 二、自製省水又好用的省水器

### 實驗一：第一代省水器~瓶蓋型效果測試

	出水情形	結果說明
瓶蓋型省水器		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 瓶蓋型省水器雖可達到省水效果，但孔洞距離不一致，出水較不易均勻。</li> <li>2. 水柱太強，容易濺濕衣服。</li> <li>3. 瓶蓋鑽孔不易，製作較為困難。</li> </ol>

### 實驗二：第二代省水器~鐵網型效果測試


	出水情形	結果說明
鐵網型省水器		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 鐵網孔洞太大，省水效果不佳。</li> <li>2. 鐵網較難與水管緊貼密合，水容易從旁濺出，使用不便。</li> <li>3. 鐵網不須鑽孔，製作較為容易。</li> </ol>

### 實驗三：第三代省水器~鋼絲棉型效果測試

	出水情形	結果說明
鋼絲棉型省水器		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 鋼絲棉可捲成圓柱狀，能有效阻擋部分水流，因此省水效果優異。</li> <li>2. 鋼絲棉雖然製作較為簡單，但在製作時易刺傷手，較危險。</li> <li>3. 鋼絲棉無法與水管緊密貼合，因此在使用時，鋼絲棉容易因為水的衝力而掉落。</li> </ol>



### 實驗四：第四代省水器~絲瓜絡型效果測試

絲瓜絡型省水器	出水情形	結果說明
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 絲瓜絡捲成圓柱狀可產生立體水流，大幅減少水量，省水效果佳。</li> <li>2. 絲瓜絡省水器不僅省水，更由於水柱經過絲瓜絡的層層阻隔，出水柔順，不會四處噴濺。</li> <li>3. 省水器末端有擋板阻隔，絲瓜絡不易掉落，使用上較方便。</li> </ol>

### 三、自製絲瓜絡型省水器與學校現有省水器省水效果及使用滿意度比較結果

#### 實驗一：測量自製絲瓜絡型省水器的省水百分率

(一)自製絲瓜絡型省水器的每分鐘水流量(單位:ml)紀錄(如表 7)

表 7:絲瓜絡型省水器每分鐘水流量紀錄表

	第一次	第二次	第三次	平均
每 10 秒 流量	720	750	760	743
每分鐘 流量	4,300	4,500	5,220	4,458ml=4.5l

(二) 自製絲瓜絡型省水器的省水百分率

$$\text{省水率: } (23.6-4.5) \text{ 除以 } 23.6 \text{ 乘以 } 100\% = 81\%$$

#### 實驗二：自製絲瓜絡型省水器的使用滿意度(包含洗淨力及舒適度)調查結果及說明

1. 自製絲瓜絡型省水器的使用滿意度(包含洗淨力及舒適度)調查結果(如表 8)

表 8:絲瓜絡型省水器使用滿意度調查結果表

編號	A	B	C	D	E	F	G	H
洗淨力	4	4	5	4	5	4	4	5
舒適度	5	5	5	5	4	5	5	4
編號	I	J	K	L	M	N	O	P
洗淨力	4	5	5	4	4	5	4	5
舒適度	5	5	4	5	4	3	5	4
編號	Q	R	S	T	U	V	W	X
洗淨力	3	5	5	4	3	4	5	3
舒適度	4	5	3	5	4	5	4	3

2. 自製絲瓜絡型省水器的使用滿意度(包含洗淨力及舒適度)調查結果說明(如表 9)

表 9:絲瓜絡型省水器的使用滿意度調查結果說明表

自製絲瓜絡型省水器調查結果	
洗淨力	4.3
舒適度	4.4
受測者 質性描述	水洗起來很舒服，不會把衣服用濕。水雖然沒有很強，但是還是可以把手洗乾淨，而且不會很浪費水。
結果說明	使用自製絲瓜絡型省水器洗淨力佳，可以把手洗很乾淨，而且舒適度很好，洗起來柔順舒服，水花不會四濺用濕衣服，使用效果好。

實驗三：自製絲瓜絡型省水器與學校現有省水器省水效果及使用滿意度綜合比較結果

1.學校現有省水器與自製絲瓜絡型省水器省水效果比較圖(如圖 19)

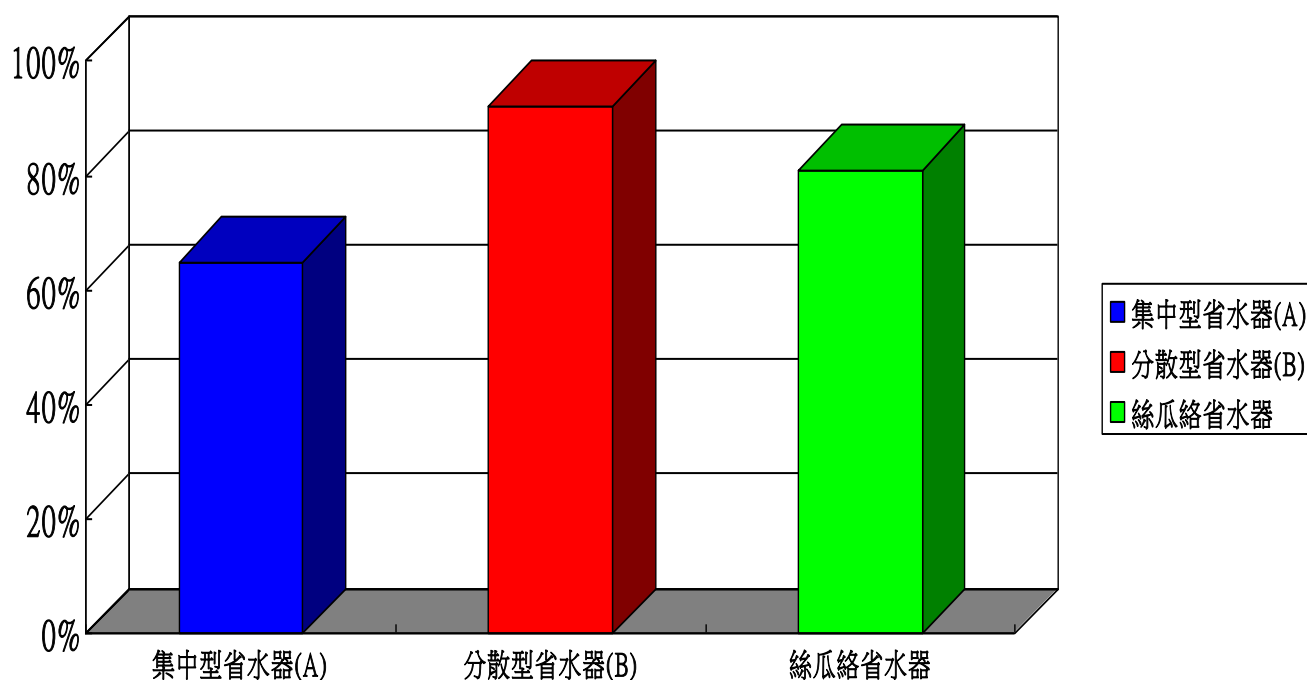


圖 19:學校現有省水器與自製絲瓜絡型省水器省水率比較長條圖

2. 學校現有省水器與自製絲瓜絡型省水器使用滿意度(包含洗淨力及舒適度)比較長條圖(如圖 20)

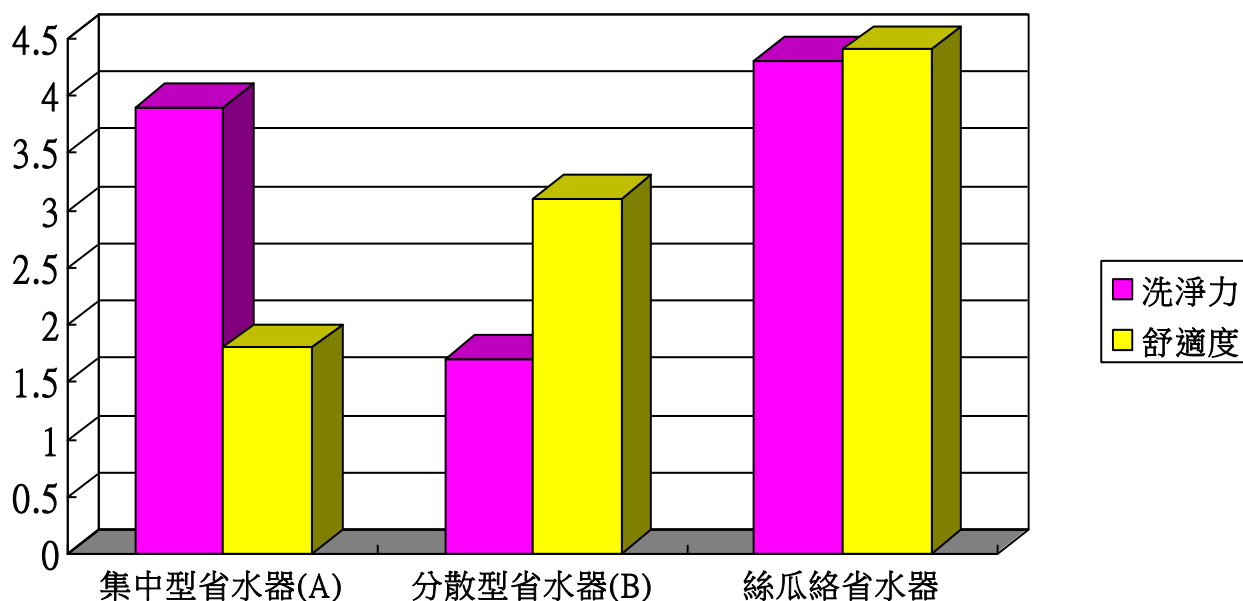


圖 20:使用滿意度(洗淨力及舒適度)比較長條

3.學校現有省水器與自製絲瓜絡型省水器省水效果與使用滿意度綜合比較結果(如表 10)





	未使用省水器	使用省水器 A (集中型)	使用省水器 B (分散型)	使用自製 省水器 (絲瓜絡型)
出水量 (L/min)	23.6	8.3	1.8	4.5
省水率(%)		65%	92%	81%
洗淨力		3.9	1.7	4.3
舒適度		1.8	3.1	4.4
水量大小及 舒適度	水量過大 水柱太強 容易噴濺	出水量適中 水柱太強 容易噴濺	出水量太小 水柱分散 不易洗淨	出水量適中 最柔順 較易洗淨
出水效果 比較圖				
				綜合評比最優

表 10:學校現有省水器與自製絲瓜絡型省水器省水效果與使用滿意度綜合比較表

## 陸、討論

### 一、為何學校現有省水器的使用效果不佳？

根據我們所找到的資料，在經濟部水利署所編的《家庭節約用水技術手冊》中提到，省水龍頭每分鐘最大流量不得超過九公升，但每分鐘最小流量不得低於一公升。而現有省水器 A 集中型省水器每分鐘 8.3 公升，已接近省水規範的上限，而且它的孔隙太大，因此水柱過強，省水及舒適性不佳。現有省水器 B 分散型省水器每分鐘 1.8 公升，雖符合省水規範，但因出水之後水過於分散，需花費大量時間才能將手洗淨，學生轉而使用未裝省水器的水龍頭，反而造成用水的浪費。

### 二、何種自製省水器的使用效果最佳，原因是什麼？

由本次研究得到自製省水器中測試效果最好的省水器依序為：絲瓜絡型〉鋼絲棉型〉鐵網型〉瓶蓋型。在我們找到的資料中提到水龍頭節水原理為減少給水管或水龍頭之管路截面積，使出水量減少而達到省水效果。因為將絲瓜絡捲成圓柱狀置入水管後，不僅能減少截面積，更由於其立體的構造，層層減緩了水的衝力，因此不僅能省水，還能使出水水流更柔順，讓使用者更願意使用裝有絲瓜絡省水器的水龍頭洗手。

## 柒、結論

- 一、因為學校現有的省水器使用效果都不好，學生反而會去使用未裝省水器的水龍頭，造成水資源的浪費，所以我們才會想自製省水又好用的省水器。
- 二、我們歷經了半年多，共四代的研發，最後以絲瓜絡結合水管為材料，完成絲瓜絡型省水器。這種省水器可在一般水龍頭下使用，且在不改變原有的用水習慣下，可節省約 81% 的用水。
- 三、使用絲瓜絡型省水器不僅有省水效果，而且水柱較集中柔順，且水花不會到處噴濺，可以讓使用者感到更舒適柔順。
- 四、絲瓜絡型省水器材料簡單、環保且製作容易，並能改進學校原有省水器的缺點，且能達到相同省水效果，因此可說是一種環保、好用、效果優異的省水器。



## 【評語】 080828

1. 研究主題切合生活應用之目標。
2. 研究過程經過多次改良，研究態度認真。
3. 「省水率」的測量，可再思考，因為只測“水流量”。
4. 塞入水管的絲瓜絡，長度如何決定？應說明。