

# 中華民國 第 49 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

080815

別吹牛，吹泡泡吧！環保泡泡機之研究

學校名稱：高雄市左營區新光國民小學

作者：	指導老師：
小五 莊佳芸	廖仲文
小六 侯季廷	張如求
小六 陳瑞涓	
小五 張幼庭	
小六 蔡明頤	
小六 洪敏珈	

關鍵詞：泡泡機、自動控制、智慧型

# 別吹牛，吹泡泡吧！

## ～環保泡泡機之研究

### 摘要

構想利用身邊可以回收的資源，設計一台可以製造歡笑，帶給周圍朋友幸福的「歡樂環保泡泡機」，經過同學們鍥而不捨的觀察討論，從泡泡水配方的研發、泡泡機結構的設計、吹出泡泡所需風力的探討、設計自動供給泡泡水裝置，到全自動感應式泡泡機的誕生，終於成功研發出泡泡機完整系統。由實驗探討發現，可掌握下列幾個原則：

- 一、泡泡水最佳配方：RO 水：洗碗精：甘油 = 16：4：3。
- 二、吹泡泡的風速大約 **3.5m/s** 到 **7m/s** 較為適合。
- 三、泡泡圈的轉速要慢，且轉的方向與風扇的轉向相反較佳。
- 四、發泡圈的設計需要能夠多吸附些泡泡水，如增加溝槽或吸水材質等。

### 壹、研究動機

參加親戚的婚宴中，發現會場的入口處不斷的冒出七彩繽紛的小泡泡，當時看到一旁的小朋友超興奮的追逐著漫天飛舞的小泡泡，甚至許多大朋友的目光也在不知不覺中被吸引過去，那種歡樂的氣氛著實令人難以忘懷。好奇心驅使我前往察看究竟是怎麼一回事？原來是門後有一部電動的吐泡泡機所產生出來的效果，心想自己若也能設計一個簡單、環保且節能的「泡泡機」，不但可以用在班上每個月一次的慶生會上，也能在年度的校慶大會中，讓來校參觀的家長及小朋友感受這種童年的歡樂氣氛。正好四下的自然課中【康軒版 自然與生活科技第四單元 通電玩具】，學過利用馬達、電池、電線等來製作會動的玩具，加上暑假參加機器人營隊時，曾學會寫程式，因此想利用所學知識，應用於生活中。

### 貳、研究目的

- 一、探索如何研發自製泡泡機的結構。
- 二、研究泡泡水配方與自製泡泡水。
- 三、探討吹泡泡所需風力的大小、自製風速計。
- 四、研究自行補充泡泡液的裝置。
- 五、探討如何設計環保節能泡泡機的動力系統。

## 參、研究設備及器材

- 一、壓克力板、熱熔膠、焊槍、三秒膠、壓克力刀、廢棄光碟片
- 二、積木、超音波感應器、觸控感應器、NXT 主機、RCX 主機、減速箱、齒輪、滑輪
- 三、碼錶、溫濕度計、量杯、橡皮筋、繼電器、杜邦端子、電腦、麵包板、單芯線
- 四、玩具馬達、雨衣、直尺、鐵絲、繃帶、棉線、太陽能電池、充電電池、三用電表
- 五、甘油、酒精、赤砂糖、白砂糖、蘇打粉、RO 水、自來水、電解水
- 六、沙拉脫（洗碗精）、洗衣精、洗髮精、果糖

## 肆、研究過程或方法

### 【研究一】蒐集並觀察市售吹泡泡玩具

#### 一、方法

同學分組到附近的文具禮品店、玩具店等地方調查各種泡泡水玩具的形狀、樣式與電動吹泡泡槍玩具。

#### 二、紀錄

(一) 玩具泡泡水見表一。

表一、玲瓏滿目的泡泡水玩具



(二) 玩具自動吹泡泡槍與專業泡泡機見表二

表二、各種專業泡泡機與自動吹泡泡槍

### 三、發現與討論

- (一) 觀察到大部分的泡泡水玩具都是一個塑膠瓶，內裝透明有點黏稠的液體，打開瓶蓋後，發現蓋子裡有一根附有圈圈的塑膠柄（我們稱它為發泡圈）。
- (二) 發泡圈上面有許多條狀的突起，往往形成一道道的凹槽，推測有助於泡泡液黏附在發泡圈上面。
- (三) 發泡圈的形狀有圓形、橢圓形、三角形、四邊形等，共同特徵是一封閉的圈圈形狀。
- (四) 發泡圈有些是吸管狀，泡泡圈與管口相通，可以從管口吹氣，來產生泡泡。
- (五) 當從泡泡水中拿起發泡圈時，圈框已形成一層薄膜，此時用力吹氣，可以產生泡泡，倘若過快拿起發泡圈，尚未產生薄膜，這時不易吹出泡泡。

四、推論：完整的自動吹泡泡機應該具有 1、發泡圈。2、泡泡水。3、適度的風力系統等三項要素。接下來將針對這三方向著手進行研究計畫。

#### 【研究二】發泡圈的設計與製作。

一、方法：蒐集身邊隨手可得的回收材料來製作發泡圈。

(一) 實驗 2-1：看塑膠吸管經不同加工後，與吹出泡泡的關係。

1 將大小形狀樣式相同的吸管，分別作成單管式、雙管式（用膠帶黏住）、十字開岔型（剪刀剪開成四片）、裂開型（剪刀剪開成八片）等四種。



圖一、不同形式的吸管發泡圈實驗

2 將吸管沾上一般市售泡泡液，用嘴巴吹出泡泡。重複實驗十次，紀錄於表三。

表三、吸管所吹出泡泡的數量（單位：個）

吸管\次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均
單管式	6	5	4	5	4	6	4	5	4	4	6.1
雙管式	8	9	8	8	7	8	6	9	8	8	7.9
十字開岔型	11	10	9	10	9	12	10	11	10	9	10.1
八片裂開型	13	14	12	13	13	12	14	11	12	13	12.7

表四、吸管所吹出泡泡的外觀

吸管\泡泡結果	泡泡形狀、大小
單管式	泡泡的直徑都很小，大約直徑只有 0.5 公分。
雙管式	吹出來的泡泡有許多是黏在一起，好像「雙胞胎或多胞胎連體」。
十字開岔型	泡泡可以吹得很大，直徑可以大到 10 公分，但是只有一個，其餘變成小泡泡。
八片裂開型	可以連續吹出 2 到 3 顆大泡泡，之後有許多小泡泡。慢慢吹，可以吹出「連珠」泡泡。

3 發現：

- (1) 吸管愈多，吹出的泡泡數量愈多。
- (2) 吸管開岔愈多片，能吹多較多的泡泡。
- (3) 吸管開岔的管口撐得愈大，所能吹出的泡泡愈大。

4 推想：由上面三點推得，吸管數量愈多或是裂縫愈多，所能吸附的泡泡液愈多，所以可以產生較多泡泡。

(二) 實驗 2-2：比較鐵絲、鐵絲纏上棉線、與毛根三者所拉出的泡泡。

- 1 裁剪三支 18 號鐵絲，圍成直徑 7 公分的圈圈，其一纏上棉布。(如圖二)
2. 將三者置入市售泡泡液中，往上拉出泡泡。



圖二、三種自製鐵絲類發泡圈



圖三、自製鐵絲拉泡泡實驗

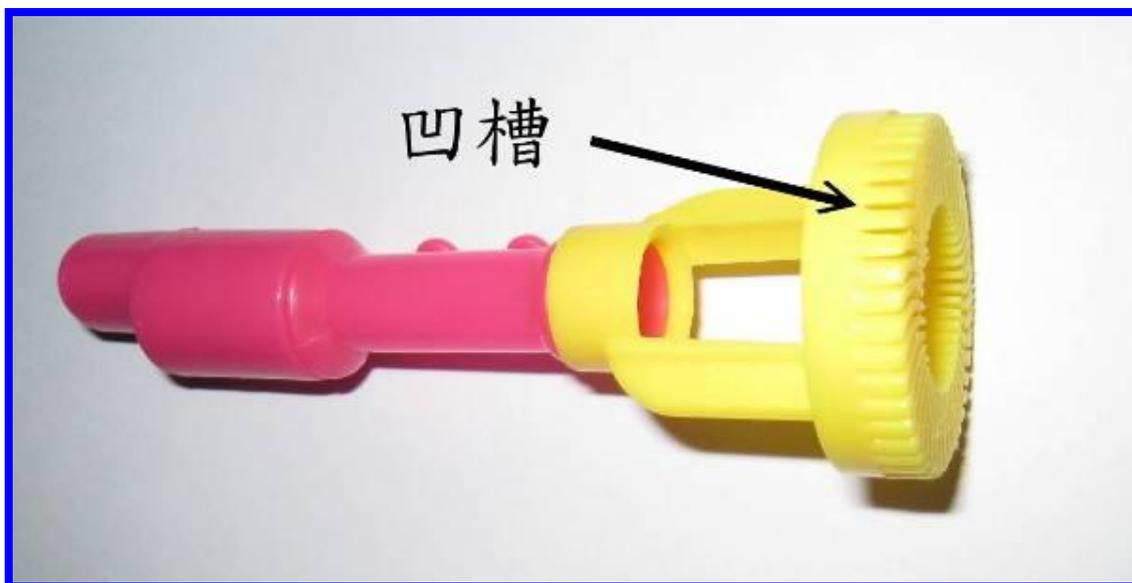
3.觀察結果如下：

表五、產生泡泡的外觀

種類\泡泡結果	泡泡數量、形狀、大小
鐵 絲	無法拉出泡泡。
纏 棉 線	泡泡數量約有 3 到 4 顆，可以將泡泡拉得很長。
毛 根	效果與纏棉線一樣，數量稍微多一些約 5 到 6 顆。

4.推論：

- (1) 用拉的（實驗二）與用吹的（實驗一）都需要「發泡圈」能沾附較多的液體，才能吹出較多較大的泡泡。
- (2) 觀察市售泡泡圈，也都有很多凹槽（如圖四、五），增加泡泡水的附著量。



圖四、垂直式泡泡圈圖

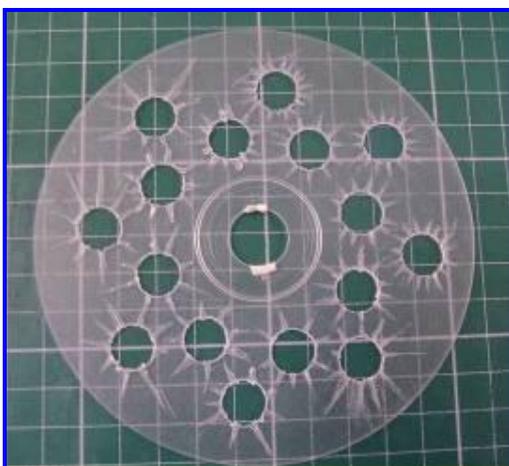


圖五、水平式泡泡圈圖



二、利用上面實驗的心得，設計能多吸附液體的泡泡機發泡圈

- (一) 將廢棄光碟片用 C 型夾固定後鑽洞，光碟片直徑是 12 公分，大約鑽出 16 個洞。
- (二) 改良鑽洞的光碟片，用搓刀在洞口磨出凹槽，因為怕光碟片會破裂，因此只在單面上刻出溝槽。(圖六)
- (三) 再度改良，在光碟片的另一面黏上美術課用剩的顆粒泡沫土，效果更好。(如圖七)



圖六、在圓洞周圍刻出凹槽



圖七、CD 另一面黏上泡沫土

(四) 實驗 2-3：比較自製光碟發泡圈與未經處理之光碟片的吸水能力。

- 1.分別將兩張光碟片完全浸入 RO 水中，5 秒鐘後提起。
- 2.用量杯測量所滴出的水量。重複十次並做紀錄。(圖八)



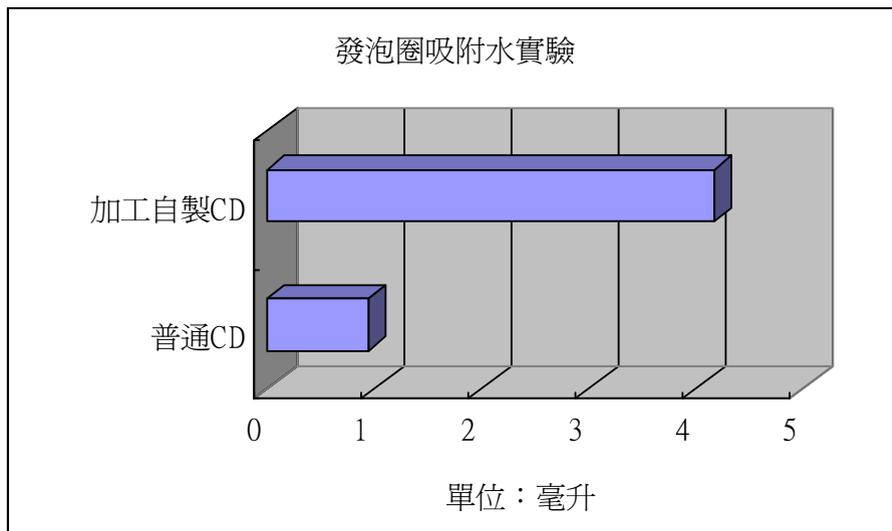
圖八、將光碟浸入水槽中量測吸水量

表六、發泡板吸附水量比較表 (單位：毫升)

CD \ 次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均
未經處理 CD	0.9	1.0	0.8	0.9	1.1	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	0.95
自製 CD 發泡圈	4.2	4.1	4.0	4.2	4.1	4.1	4.2	4.3	4.5	4.0	4.17

$$4.17 \div 0.95 \approx 4.39$$

3.結果比較：自製光碟發泡圈吸附液體的能力，有明顯的提昇，約提高 4.39 倍。



圖九、光碟發泡圈吸附液體能力比較圖

### 三、發現與討論



- (一) 市面上所販售泡泡水玩具種類還真不少，觀察到其共同的特徵是發泡圈均具有凹槽，增加泡泡水附著量，可以產生較多的泡泡。
- (二) 比較鐵絲在纏上棉布的前後實驗，發現有纏棉布的鐵絲，泡泡數量明顯增加。
- (三) 用吸管自製泡泡圈可以吹出泡泡，但是數量很少，一般只有一兩個泡泡而已。
- (四) 發泡圈越大(可用衣架纏棉線)，所產生的泡泡越大，但是數量較少；發泡圈越小，所產生的泡泡越小，但是數量較多。

四、推論：以上的實驗所使用的泡泡水，都是固定使用文具店所販售的成品。小小一瓶就要十元，在這金融海嘯重創全球經濟的不景氣時代，若能用最經濟的方法，找到泡泡水的完美配方，實是當務之急，請看研究三分解。

#### 【研究三】研究泡泡機的重要成份～泡泡水的配方

這個部份我們花了不少時間，找了家中諸如洗碗精、洗髮精、蜂蜜、糖等（圖十）做實驗，最後卻發現有不少人已經研究過這個主題，因此決定先從前人的智慧來取經。



圖十、家中可以製作泡泡水的材料

#### 一、文獻探討

參考了「[泡泡總動圓](#)」、「[膜力十足](#)」、「[泡泡研究](#)」、「[美得冒泡](#)」等四篇歷屆科展作品，有關於泡泡水的配方心得，大略有以下四個主要成份：

- (一) 水：越純淨越好，蒸餾水、RO 水都可以，以 RO 水較易取得。
- (二) 起泡劑：一種界面活性劑，功能為降低水的表面張力，使得易於起泡，可以用沐浴乳、洗髮精、洗碗精、肥皂絲等。以洗碗精最便宜好用。
- (三) 保溼劑：泡泡形成後，由於水的蒸發，泡泡膜乾掉，泡泡就會破掉，保溼劑有助於延長水分蒸發。可以使用甘油、糖、酒精、尿素等。經實驗甘油效果較佳。
- (四) 薄膜劑：水溶性高分子，主要可以增強泡泡的強度，如膠水、明膠、阿拉伯膠等。經實驗，加入膠水，的確可以延長泡泡不破的時間，但是泡泡破掉後，會形成白色膠狀殘留物，弄髒環境，所以不予考慮加入泡泡水配方中。



圖十一、加入膠水的泡泡有白色膠狀殘留物

## 二、調製泡泡水比例

根據上面的文獻資料及初步的實驗，我們選定了 RO 水、洗碗精、甘油等三樣作為泡泡水主要原料，接著需設計實驗找出三者最佳比例。

### (一) 實驗 3-1：泡泡耐久度測試

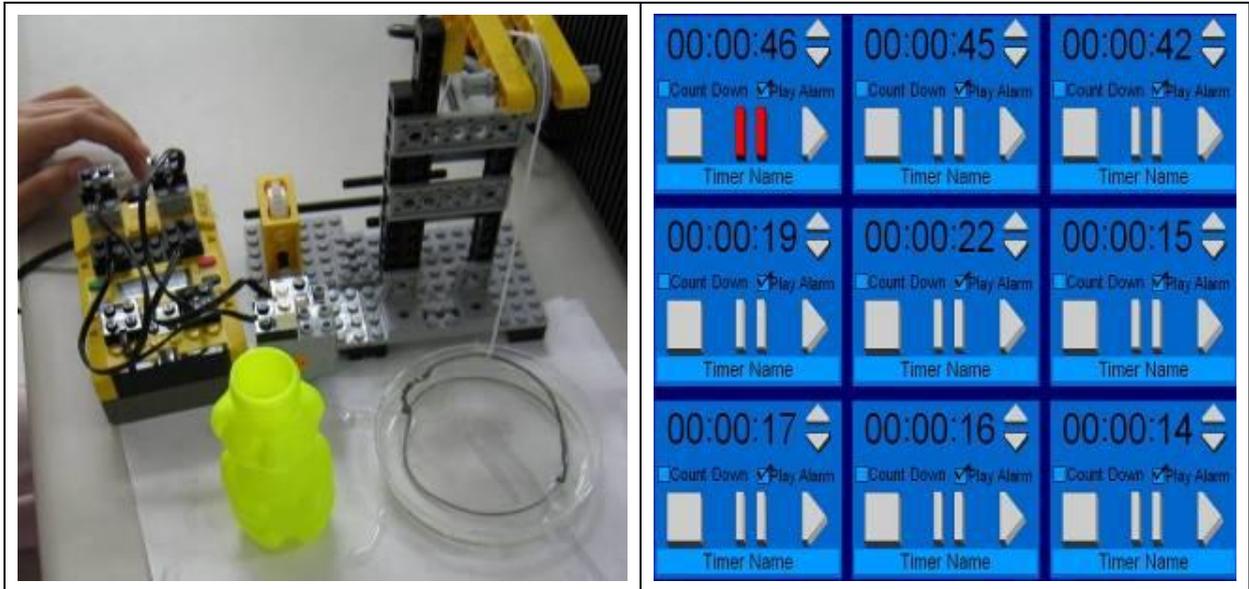
#### 1. 變因方面：

操縱變因	洗碗精與 RO 水的比例（濃度）
應變變因	泡泡耐久時間
控制變因	使用 18 號鐵絲直徑 7 公分圓形膜框、固定力道、拉離液面 5 公分、無風環境、溫濕度相同、按鈕（觸控 sensor）操控

#### 2. 實驗裝置：

使用樂高積木與 RCX 主機，運用減速箱、定滑輪裝置【康軒六下 自然與生活科技第一單元 簡單機械】組裝一部自動拉泡機。





圖十二、自動拉泡機器人與計時軟體

### 3.實驗步驟：

(1) 調製不同重量百分比濃度的泡泡水，攪拌均勻，如下表七：

表七、不同濃度的泡泡水成分表

重量\濃度	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
洗碗精(克)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
RO 水(克)	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0

(2) 將泡泡水倒入圓形容器，按壓開關，當鐵絲抬高 5 公分時，會嗶一聲，此時開始計時。

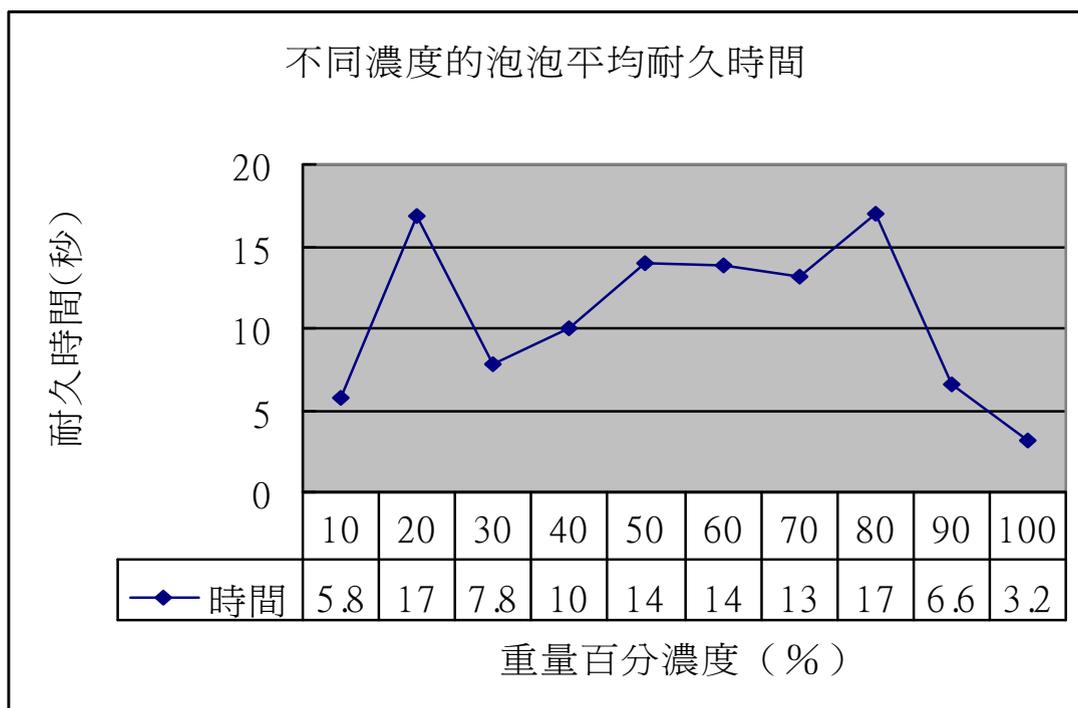
(3) 等泡泡破掉，記錄時間，重複五次實驗。

### 4.實驗結果：

表八、不同濃度比例的泡泡耐久時間(單位：秒)

濃度\次數	一	二	三	四	五	平均
10%	8	6	4	5	6	<b>5.8</b>
20%	16	18	16	17	17	<b>16.8</b>
30%	9	4	9	10	7	<b>7.8</b>
40%	10	11	11	9	9	<b>10</b>
50%	11	14	18	13	14	<b>14</b>
60%	14	11	13	19	12	<b>13.8</b>
70%	12	17	15	12	10	<b>13.2</b>
80%	19	15	17	19	15	<b>17</b>
90%	7	6	8	6	6	<b>6.6</b>
100%	3	4	4	2	3	<b>3.2</b>

5.比較結果：



圖十三、不同濃度比例的泡泡耐久時間比較圖

6.發現與討論：

- (1) 由圖十三看出，呈現**雙峰**現象，**20%**與**80%**的濃度時，泡泡耐久性較佳。
- (2) 使用機器設備幫忙做實驗，可減少人為的誤差，節省人力，不必擔心手酸、手的震動、力道的不同而影響實驗精確性。
- (3) 環保節能是我們的目標，在相同耐久度表現下，選擇**20%**濃度製作泡泡水，減少污染與成本。

7.推論：再設計實驗，探討添加多少甘油，才能讓泡泡變得大又多？

(二) 實驗 3-2：添加甘油是否增加泡泡的數量

1.變因方面：

操縱變因	甘油多寡
應變變因	吹出泡泡的數量
控制變因	使用市售發泡圈、玩具風扇吹出固定風力、風扇距離發泡圈 5 公分、無風環境、溫濕度相同

## 2.實驗裝置：



圖十四、使用玩具風扇固定風力吹出泡泡

## 3.實驗步驟：

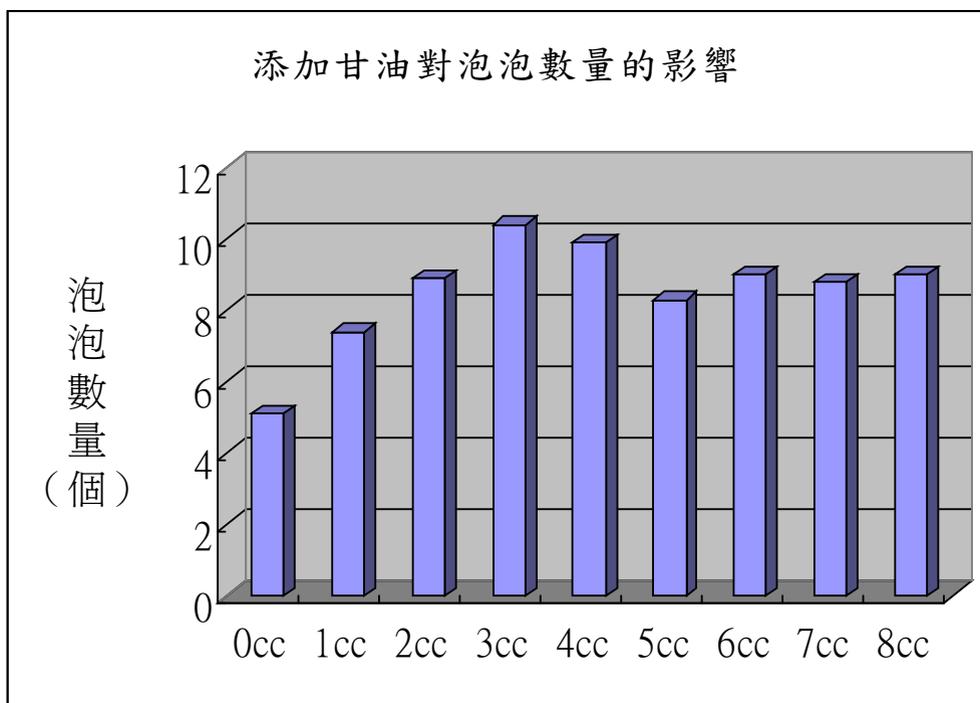
- (1) 準備洗碗精 4cc，RO 水 16cc，加上不同體積的甘油（0~8 cc）調製成不同濃度的泡泡水，攪拌均勻。
- (2) 使用玩具風扇，在距離發泡圈 5 公分處吹風，觀察所得泡泡。

## 4.實驗結果：

表九、添加不同濃度的甘油所得泡泡數量（單位：個）

實驗次數\甘油	0cc	1cc	2cc	3cc	4cc	5cc	6cc	7cc	8cc
一	4	4	3	7	15	11	10	11	9
二	3	4	10	16	11	10	9	8	8
三	5	9	11	12	11	8	7	9	9
四	6	4	9	4	9	9	9	9	8
五	3	10	5	12	8	11	11	7	10
六	4	7	14	5	6	8	10	6	10
七	9	11	5	15	7	6	8	11	11
八	6	15	7	16	15	5	7	8	9
九	7	6	17	7	5	7	9	10	10
十	4	4	8	10	12	8	10	9	6
平均	<b>5.1</b>	<b>7.4</b>	<b>8.9</b>	<b>10.4</b>	<b>9.9</b>	<b>8.3</b>	<b>9.0</b>	<b>8.8</b>	<b>9.0</b>

## 5比較結果：



圖十五、不同體積的甘油所得泡泡數量比較

## 6發現與討論：

- (1) 比較加入甘油前後的泡泡數量，由實驗數據得知有增加一些，而且吹不出泡泡的次數變少。
- (2) 甘油是無色無臭有甜味的粘性液體，化學名稱「丙三醇」，價錢很便宜，一般藥房可以買到。油漆、樹脂、牙膏、化妝品等均含有甘油成分喔！

## 7成果：綜合以上研究，獲知自製經濟、效果良好的泡泡水配方為：

RO 水：洗碗精：甘油 = 16：4：3

### 【研究四】設計製作第一代自動泡泡機

#### 一、製作壓克力容器

##### 【步驟】

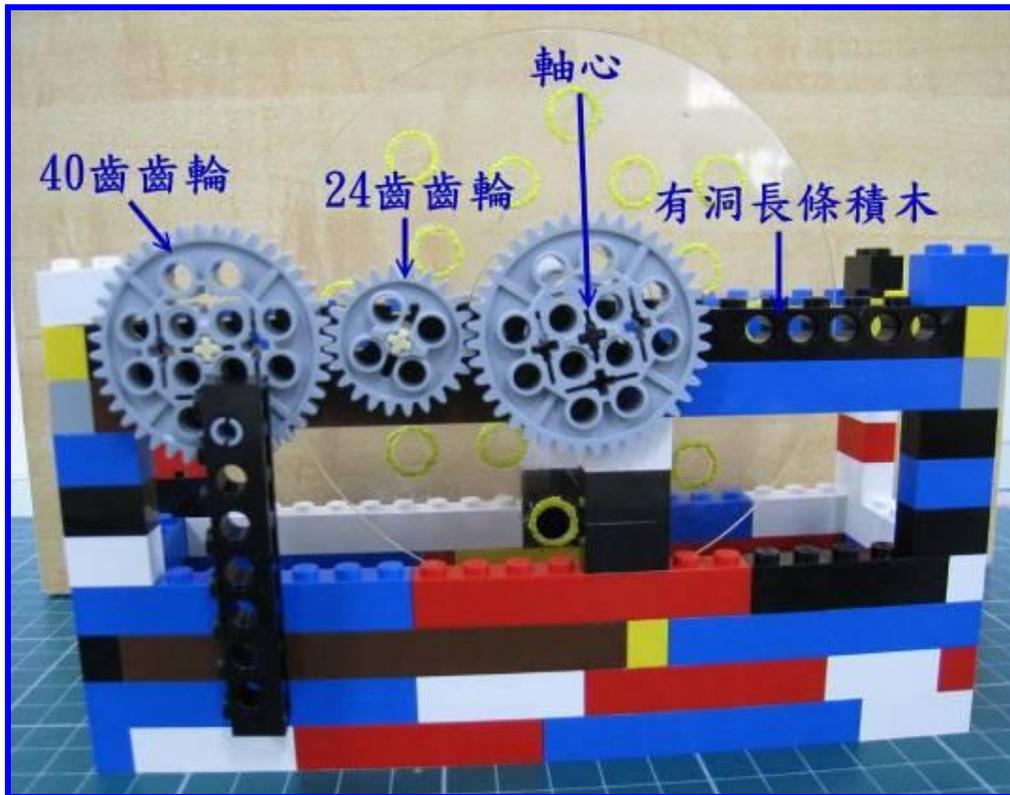
- (一) 根據研究二所得成果，將發泡圈 CD 用泡棉膠黏在圓形積木上，中間穿過軸心。
- (二) 依據 CD 直徑 12 公分，設計用壓克力板裁切而成的長方體容器（長：15.5 公分，寬 2.9 公分，高 8 公分，厚度 2 毫米），讓泡泡圈像摩天輪似的架在容器上面，並且可以順利的轉動。
- (三) 先用三秒膠黏住壓克力板交接處，因會漏水，再用熱熔膠補強四周邊框。



- 二、為了固定發泡圈 CD，用積木沿著壓克力容器組裝，最上面裝設有洞的長條積木，洞內塗上潤滑油讓軸心可以順利轉動。

三、用 24 齒的齒輪與軸桿組成一套轉速比 1：24 的減速齒輪箱。

四、將發泡圈的軸心也接上齒輪，使能連接到減速箱上的齒輪。

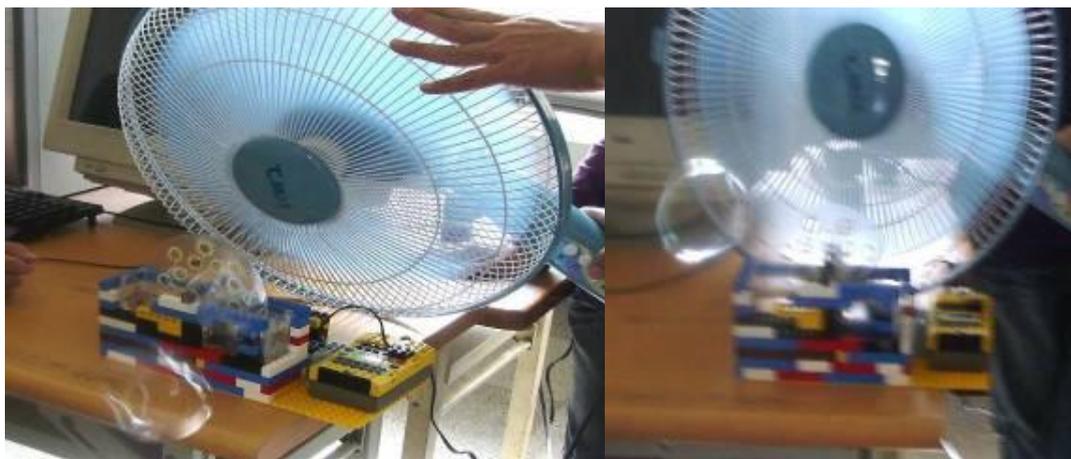


圖十六、使用齒輪模式的第一代自製泡泡機

五、接上馬達的八齒齒輪，轉動比 5：1，帶動發泡圈慢速轉動。

六、RCX 提供電力來源，接上電線，寫程式控制馬達的轉速。

七、經過程式修正馬達轉速，利用 16 吋電風扇以中速風力，距離 5 公分固定吹拂，來找到較合適的速度。



八、由於 40 齒齒輪體積大，會擋住風到發泡圈 CD 的路徑，因此思考用滑輪傳動方式來改良齒輪傳動的不便。(圖十七)



圖十七、經改良後的第一代自製泡泡機

## 九、RCX 電力大小與產生泡泡數的多寡實驗

(一) 變因方面：

操縱變因	RCX 提供的五種電力大小 (由程式控制, 見圖十八)
應變變因	吹出泡泡的數量
控制變因	使用第一代自製泡泡機、16 吋電風扇吹出中級固定風力、風扇距離泡泡機 5 公分、無風環境、溫濕度相同、馬達運轉 5 秒、自製泡泡水。

(二) 結果紀錄如下表：

表十、RCX 電力大小與產生泡泡數的多寡觀察紀錄表 (單位：個)

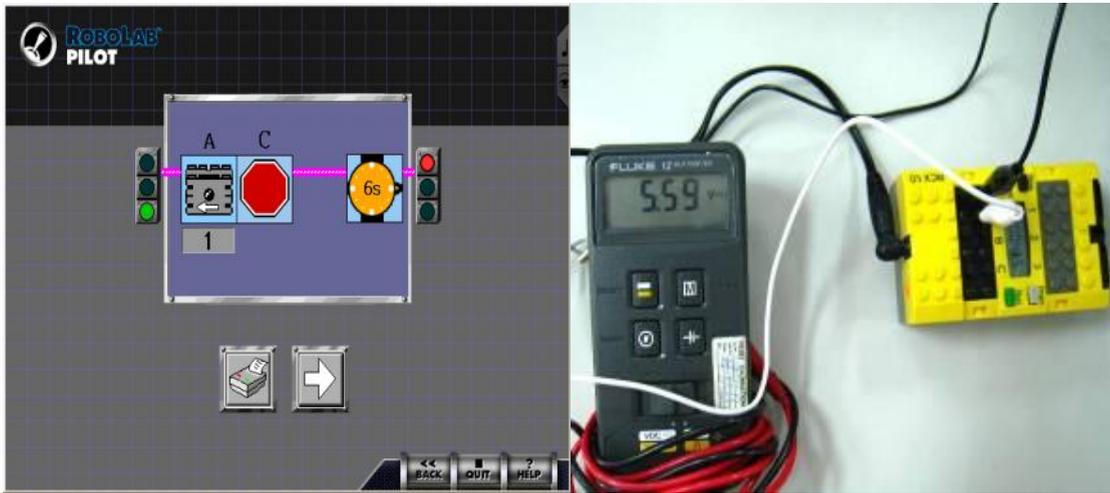
電力\泡泡數	一	二	三	四	五	平均
等級一	20	22	16	15	12	17
等級二	25	30	33	26	22	27.2
等級三	6	7	5	10	9	7.4
等級四	2	4	3	1	1	2.2
等級五	1	0	3	0	1	1

## 十、發現與討論

- (一) 電力越大，轉速越快，當泡泡圈轉速過快時，不易產生泡泡，泡泡圈轉速過慢時，所產生的泡泡容易黏在泡泡機前面的積木上面，也不易產生能夠飛出去的泡泡來。因此馬達的轉速是必須要控制的。
- (二) RCX 在這裡只是提供找出特定大小的電力，當實際應用時，只要找到適當的電池取代 RCX 即可。
- (三) 用三用電表測試 RCX 五種等級的電力大小。(表十一)

表十一、RCX 電力供給表（單位：伏特）

電力等級	等級一	等級二	等級三	等級四	等級五
實測電壓值	2.85	3.84	5.59	6.79	7.32



圖十八、測試 RCX 電力大小所使用的程式（左）與實驗器材（右）

- （四）觀察發現發泡圈逆時針運轉時，泡泡飛出較為順利，因為電扇葉片是順時針旋轉，當發泡圈順時針轉時，泡泡數量會較少或是吹不出。
- （五）滑輪與齒輪都可以傳遞能量，改變力量的大小。
- （六）缺點方面，泡泡有時會黏在 CD 剛出水的那邊，造成泡泡漏液問題。
- （七）風力大小對泡泡的影響將在下一研究中探討。

**【研究五】** 探討風速的大小對泡泡機產生泡泡效果的影響

電風扇有三種轉速可以選擇，在研究四中，使用電力二的轉速，改變電風扇轉速，觀察發現強風時，可以產生很多泡泡，泡泡較不會黏在泡泡機上；使用弱風時，泡泡數量較少，飛出去的速度慢，也容易黏在泡泡機上；中級風似乎是比較好的選擇，泡泡多，也不易黏在泡泡機上。想要知道這中級風的風速是多少呢？於是跟鄰近國中借了一部風速計，可惜是壞的，不如仿照其原理，自製風速計吧！

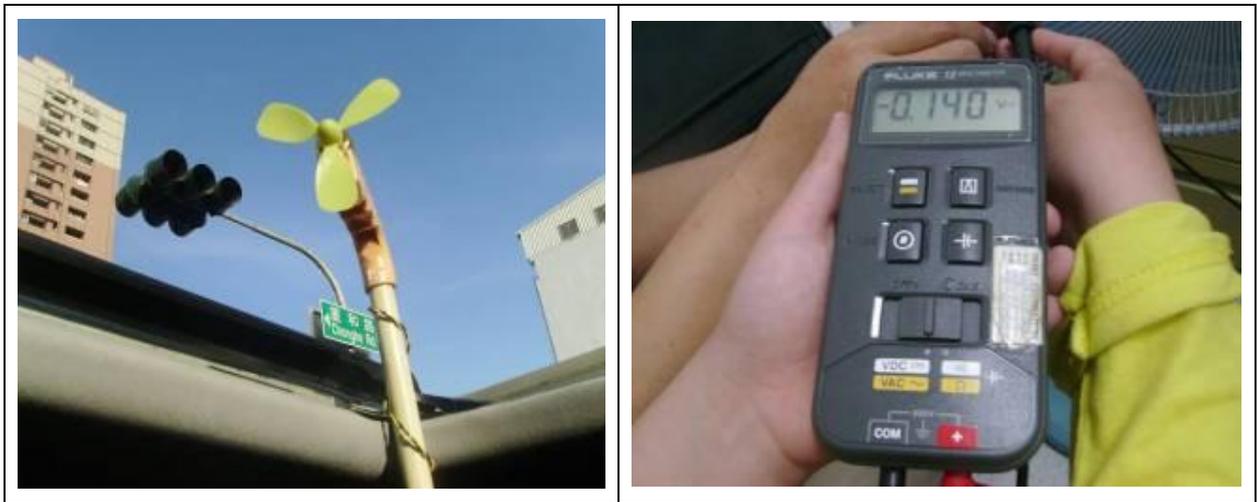


圖十九、從鄰近國中借的風向風速計

## 一、實驗 5-1：自製簡易風速計

### 【步驟】

- (一) 將玩具馬達（3 伏特）用膠帶黏在廢棄的畚箕把手上，當作發電機，接上塑膠風扇。
- (二) 在馬達的後面接上兩條電線，用鱷魚夾連到三用電表，以電壓值大小來度量風速。
- (三) 在無風的地方，由老師開車，將風速計伸出天窗外，一人看車速表，一人看電壓值，一人負責記錄與拍照，由時速 5km/h 到 50km/h，重複五次。



圖二十、利用車速行進帶動馬達運轉發電產生電壓值

- (四) 結果：因車速超過 50 公里，震動的厲害，怕會有較大誤差，因此僅測量至此。

表十二、不同車速下所測得的電壓值

車速 (km/h)	第一次 電壓	第二次 電壓	第三次 電壓	第四次 電壓	第五次 電壓	平均	對照秒速 (m/s)
5	0	0	0	0	0	0	1.39
10	0	0	0	0	0	0	2.78
15	0.335	0.346	0.351	0.342	0.355	0.346	4.17
20	0.446	0.465	0.436	0.478	0.451	0.455	5.56
25	0.590	0.598	0.586	0.578	0.594	0.589	6.94
30	0.782	0.763	0.774	0.792	0.780	0.778	8.33
35	0.886	0.885	0.903	0.836	0.891	0.880	9.72
40	1.152	1.062	1.031	1.064	1.132	1.088	11.11
45	1.230	1.210	1.244	1.232	1.301	1.243	12.50
50	1.367	1.456	1.426	1.412	1.389	1.410	13.89

## 二、實驗 5-2：用自製風速計測量 16 吋電風扇（輸出功率 75 瓦）之風速

- (一) 風速計距離風扇 5 公分。
- (二) 分別開啓電扇強、中、弱三檔。
- (三) 由三用電表讀出電壓值，記錄如表十三。

表十三、16 吋電風扇測得電壓值

風扇檔位	自製風速計測得電壓	對照秒速 (m/s)	對照時速 (km/h)
強	0.553~0.605V	6.94	25
中	0.412~0.496V	5.56	20
弱	0.301~0.382V	4.17	10



## 三、發現與討論

- (一) 由於玩具扇葉的種類較少，我們只找到兩種，一是半徑 4.5 公分的三片扇葉，另一為白色半徑 3.5 公分四片扇葉，雖葉面較寬(4 公分)，但是發電量卻少，所以採用 4.5 公分的扇葉。若有半徑更長的扇葉，應可增加精確度。
- (二) 本風速計的缺點是低風速，時速約在 10 公里以下的，就無法測得。
- (三) 由表中數據推得風速 **3.5m/s** 到 **7m/s** 左右，是適合吹泡泡的風力。

## 四、推論：可否應用以上研究成果，自行設計扇葉與小風扇來吹出泡泡呢？

### 【研究六】第二代泡泡機～加入自製玩具小風扇，並解決泡泡水漏液問題

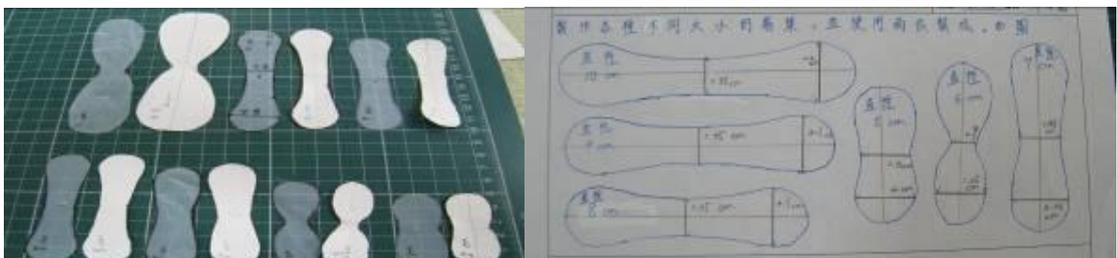
#### 一、泡泡機主體改良過程如下：

- (一) 在發泡圈 CD 出水那端，增高積木，使發泡圈在較高位置才吹出泡泡，避免黏結在積木上，防止漏液。
- (二) 在泡泡機後面用積木堆出一塔狀物，內置玩具風扇。
- (三) 用 3V 電池組取代 RCX，並加可變電阻，調整馬達的電壓。
- (四) 自製安全扇葉時，試了幾種不同的材質，有塑膠袋、書套、L 型夾、投影片、護貝膠膜等，均不理想，最後選用雨衣，效果很好。

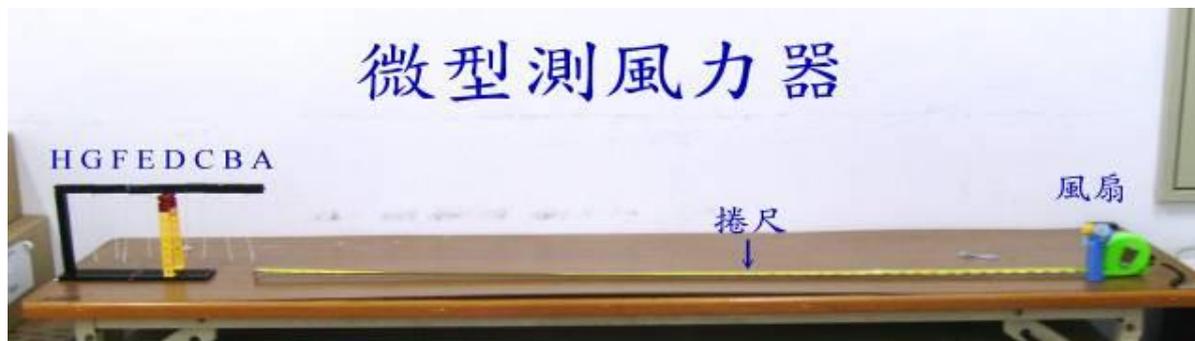
#### 二、自製安全扇葉，扇葉直徑與風力大小實驗：

##### 【步驟】

- (一) 用廢棄雨衣，設計直徑從 5~10 公分的扇葉。



(二) 用積木搭起「ㄇ」字形狀（見圖二十一），在上方每隔三公分放一條長 13 公分的棉線共八條，垂吊而下，從右到左，逐一編號 A~H。稱「微型測風力器」。



圖二十一、測試自製扇葉的風力大小裝置圖

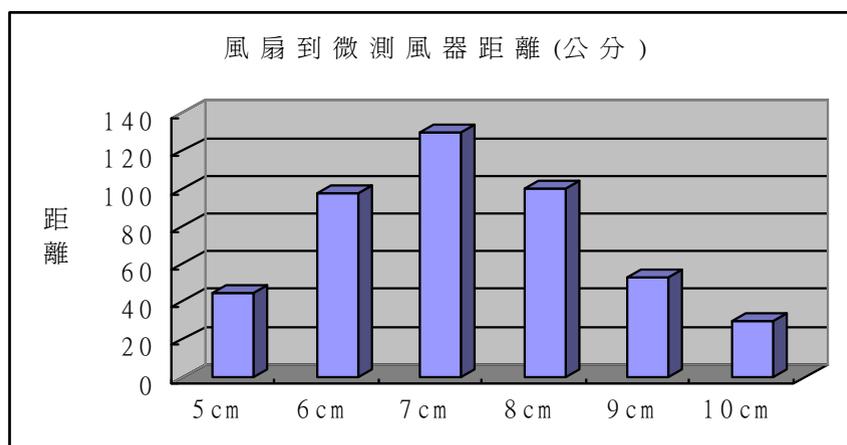
(三) 將所製作的扇葉逐一放到玩具風扇中，打開電源兩秒鐘，觀察被吹動的棉線有幾根，若全部都動，則將風扇往右移動，重複實驗，直到觀察至 H 線（最後一根）不被吹動為止，再用捲尺測量微型測風力器到風扇的距離，愈遠表風力愈強。

(四) 紀錄如表十四：

表十四、不同尺寸的自製扇葉所測得風力結果

扇葉直徑大小	風扇到微測風器距離	被吹動的棉線編號與數目
5cm	45cm	A~F 五~六根
6cm	98cm	A~F 五~六根
7cm	130cm	A~F 五~六根
8cm	100cm	A~D 四~五根
9cm	53cm	A~D 四~五根
10cm	30cm	A~D 四~五根

(五) 結果比較：

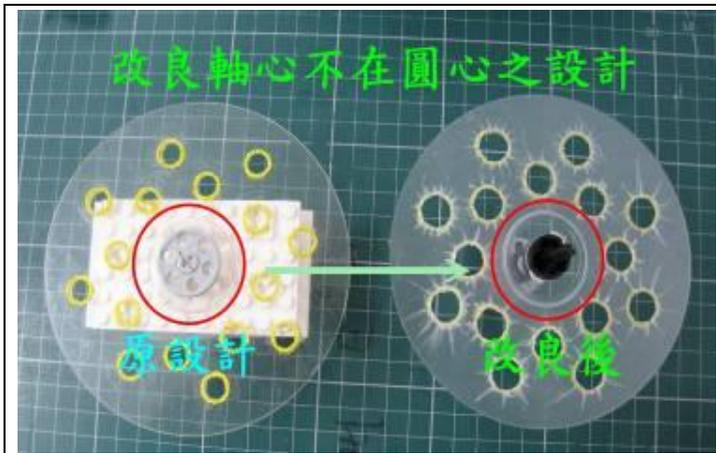


圖二十二、改變扇葉大小所得風力比較圖

(六) 由圖二十二可以清楚得知，符合此馬達(3V)的最佳扇葉是直徑 7 公分。

### 三、發現與討論

- (一) 積木墊高之後，的確解決了泡泡容易黏附在積木上的問題，而泡泡也較多，飛得較遠了。
- (二) 用電池取代 RCX 主機，讓整體泡泡機更為輕盈，好操作，也較為省電。
- (三) 發現若風扇吹的過久，所有棉線均會振動，因此控制吹風時間為 2 秒。
- (四) 想不到廢棄的雨衣也能作為扇葉的材料，既安全環保，所產生的風力比原本的扇葉還要好哩！
- (五) 微型測風器的確是測量小風量的好幫手。



圖二十三、改良泡泡圈晃動問題之設計



圖二十四、第二代泡泡機示意圖

四、推論：在戶外使用泡泡機時，是否可藉由太陽能來驅動馬達，讓泡泡機更為環保節能？

#### 【研究七】第三代泡泡機～太陽能驅動發泡圈之設計

##### 一、方法

- (一) 將電池盒用單晶太陽能電池（1V，150mA）取代。
- (二) 馬達改成低壓驅動的太陽能馬達（0.5~6V，10mA 驅動）。
- (三) 馬達與樂高積木連接處，用小塑膠管銜接馬達的軸心與積木。

##### 二、實驗裝置：



圖二十五、太陽能模組裝置與陽光下實地運作照片

### 三、發現與討論

- (一) 換上太陽能後，泡泡機效果還不錯，也可以藉由調整太陽能板對準太陽的角度，來改變泡泡產生的速度。
- (二) 至於玩具風扇的部分，需要比較高功率的太陽能電池，相對的也比較貴，體積較大，等我們有經費之後，再進行研發。
- (三) 太陽能的缺點是，電力有時會中斷，較不穩定，可以考慮先充電到電池中再來使用。

四、推論：泡泡機若要長時間使用，需要補充泡泡水，以下是我們的研發過程。

#### 【研究八】第四代泡泡機～研發增加自動補充泡泡液裝置

##### 一、方法

- (一) 選一個材質比較堅固的保特瓶，在下方挖一小洞，插上塑膠水管 A。
- (二) 在瓶蓋處挖一小洞，穿上小塑膠水管 B，用熱熔膠固定。
- (三) 瓶蓋與瓶口處需要完全密合，不能讓空氣進入。瓶內裝滿泡泡液。
- (四) 利用大氣壓力虹吸現象與連通管原理【康軒四下 自然與生活科技第二單元 水的移動】，將水管 A 放入泡泡水箱的高處，將水管 B 放入泡泡水箱的最低點，當液面低於水管 A 開口處時，泡泡液將自動補充至 A 點。

##### 二、實驗裝置



圖二十六、自動補充泡泡液裝置測試圖

### 三、發現與討論

- (一) 瓶身需選用較為堅硬的材質，較不會因為補水時而變形。
- (二) 補水瓶的位置需要比水槽高，這點同虹吸現象。
- (三) 經多次實驗發現出水管 (B) 最好比進氣管 (A) 來的細，水流比較不會塞住。

(四) 在出水管 (B) 設計一個開關 (圖二十六)，當不需要時，可以貼心的關閉補水，避免漏液發生。

(五) 水管可用吸盤固定在水槽內，增加穩定性。

四、推論：是否可以加上程式，依據主人的指令，自動吹出泡泡呢？

#### 【研究九】第五代泡泡機—研發自動感應智慧型泡泡機

##### 一、方法

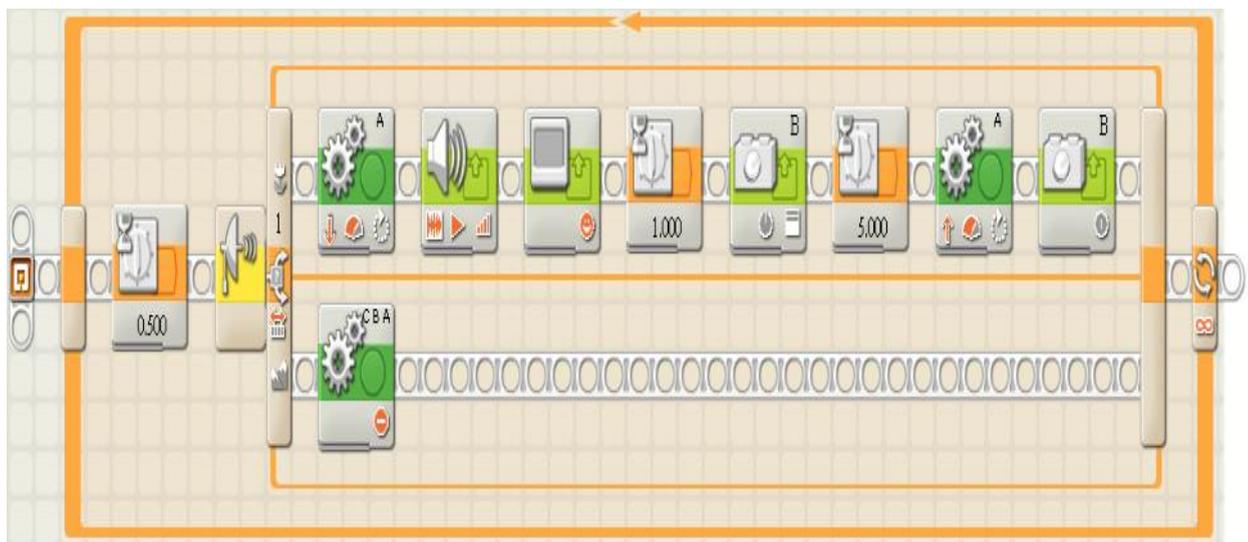
(一) 使用超音波感應器，來感應訊號，伺服馬達當手臂。



(二) 組裝一 NXT 機器人，加入上述零件，當感應到訊號時，便會舉起發泡圈，發出「Hello」跟客人打招呼。

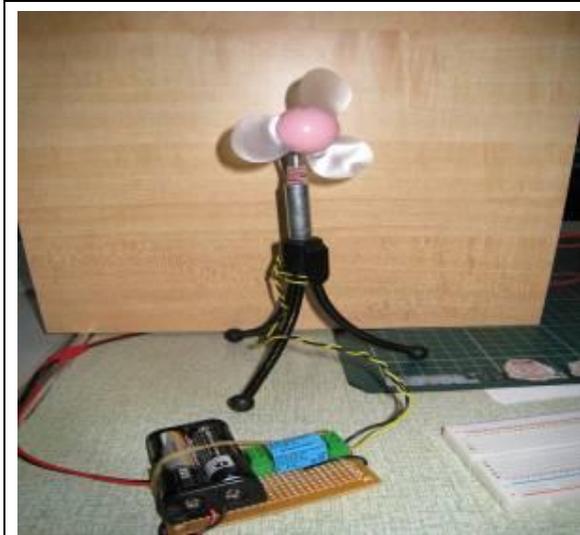
(三) 設計一組風扇 (圖三十)，運用繼電器當作開關，當舉起泡泡時，便啟動風扇，持續 5 秒鐘，等泡泡吹完後，立即關閉電源，節能省電，而泡泡圈又退回泡泡液中，準備下次重複的吹泡泡活動。

(四) 程式如圖二十九，完成作品見圖三十一。



圖二十九、智慧型泡泡機程式內容

## 二、實驗裝置



圖三十、可上下伸縮的異形電風扇



圖三十一、自動感應全自動泡泡機圖

## 三、發現與討論

- (一) 泡泡液裝在原先製作的壓克力容器中，可以考慮再做一個容器更寬的，會比較穩定，不易翻倒。
- (二) 可以再加進研究八的「自動補水裝置」，就可以吹得更久了。
- (三) 可以聽號令來產生泡泡的機器人真棒，讓我們有當主人的感覺。
- (四) 機器人的後腳部份，較不穩定，可以再做補強。
- (五) 所設計的異形風扇能上下伸縮，模樣很可愛。
- (六) 程式中再加個迴圈控制就能讓泡泡機重複吹泡泡。
- (七) 第五代泡泡機的缺點是無法連續不斷地吹出泡泡，經討論如果保留異形電風扇與感測器的設計，而伺服馬達與發泡圈的部份則換成第四代中的光碟發泡圈及普通馬達，再加上程式稍微的修改，就可以達到全自動連續不斷的智慧型泡泡機了。(參考圖三十六)

## 伍、研究成果與討論

### 一、比較五代泡泡機間的演進過程與各代間的特色。(圖三十四)

- (一) 若是在大太陽底下，可以選用第三代太陽能泡泡機，如校慶等戶外活動時適用。
- (二) 若是在室內，陽光薄弱的地方，則可以考慮選用第五代，或是改良後的第五代「連續型智慧泡泡機」。如班級慶生會。

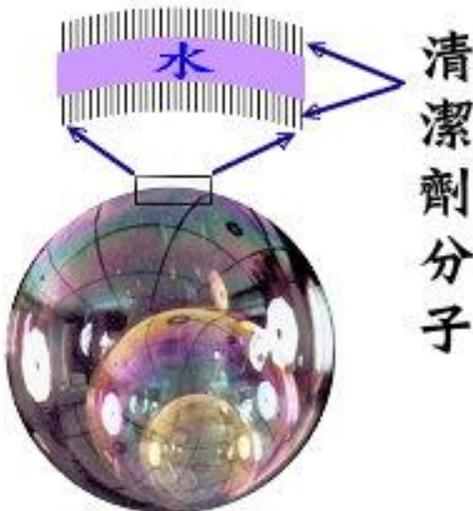
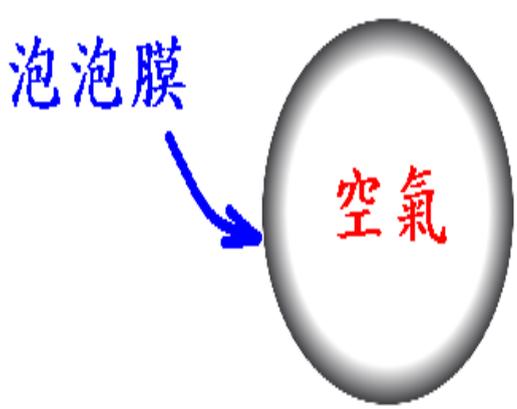
### 二、使用泡泡機的注意事項：

- (一) 針對不同廠牌的洗碗精，可以適度調整泡泡水比例。
- (二) 大太陽下、多風處，會降低吹泡泡的效果。
- (三) 使用越純淨的水越理想，如 RO 水、蒸餾水等。
- (四) 泡泡水如果弄髒、有雜質會明顯降低效果。
- (五) 由於用積木組成，因此需小心避免重摔。

三、自製泡泡機與市售玩具泡泡槍、專業泡泡機產品優缺點比較：

吹泡泡功能比較	(A) 智慧型泡泡機	(B) 玩具泡泡槍	(C) 專業泡泡機
1. 泡泡水成本	A<B<C		
2. 零件是否可以回收再利用	A>B>C		
3. 消耗能源	C>B>A		
4. 安全性	A>B>C		
5. 可控制性	A>B>C		
6. 智慧程度	A>C>B		
7. 可使用無線遙控感應	A>B=C		
8. 娛樂性	A>C>B		
9. 搭配音樂的變化	A>C>B		
10. 吹出泡泡的多寡	C>A>B		

四、泡泡的成分是什麼？

	
<p>圖三十二、泡泡膜是由兩層清潔劑分子包圍住水，所形成的一層薄膜。</p>	<p>圖三十三、泡泡成份是一層薄薄的泡泡膜包著空氣所構成。</p>

## 陸、結論

- 一、經由觀察、討論與資料的蒐集，得知泡泡機的基本結構需包含三項要素：1、發泡圈  
2、泡泡水 3、適度的風力。
- 二、製作發泡圈的要領是要能提升吸附泡泡液的能力，應用這個原理，我們所製作出來的光碟發泡圈，其吸水能力居然提升了四倍以上，能一次就吹出許多泡泡來。
- 三、在泡泡機的製作過程中，我們學會了好多工具的操作，諸如鑽孔機鑽洞、C 型夾固定、壓克力刀裁切、如何黏著壓克力板、如何用熱熔膠防止漏水問題等，更重要的是知道珍惜並能利用這些廢棄的資源，讓其重生再利用，變成我們所設計泡泡機的一部份。而泡泡機的主體所用的積木，也都隨時可以拆開，再做其他的用途，也達成原訂環保、廢棄物回收再利用的目標。
- 四、泡泡水的配方實驗裡汲取了前人智慧的結晶，讓我們省了不少力氣，只要利用水、洗碗精與甘油，在適當的比例下，就能製造出五彩繽紛的泡泡，贏得周遭朋友的友誼與歡笑，也讓我們沈浸在愉悅的氣氛中，一舉數得。
- 五、一部風速計要價數千元，想不到利用簡單的玩具風扇與三用電表等，我們也能做出簡易風速計。
- 六、在石化能源即將枯竭的今日，看到地球暖化，北極熊淹死的新聞，藉由設計太陽能為泡泡機的動力來源，希望能為地球盡一份小學生的力量。
- 七、扇葉並非越大風力越強，必須配合馬達的條件，才能發揮最好的功效。
- 八、利用簡單的兩條管子與回收的塑膠瓶，運用虹吸現象與連通管原理，就可以製作出自動補水裝置，讓泡泡機能運作得更久。
- 九、因實驗常常弄得滿手泡泡，以及過於投入而吹到手酸、嘴破，發想設計產生全自動智慧泡泡機、自動拉泡機，創意的靈感源自你我的需求，科技始終來自於人性。
- 十、我們所設計的泡泡機，帶給同學們無數的驚喜與歡樂，每次的慶生會，它可是製造全班歡笑的高手哩！

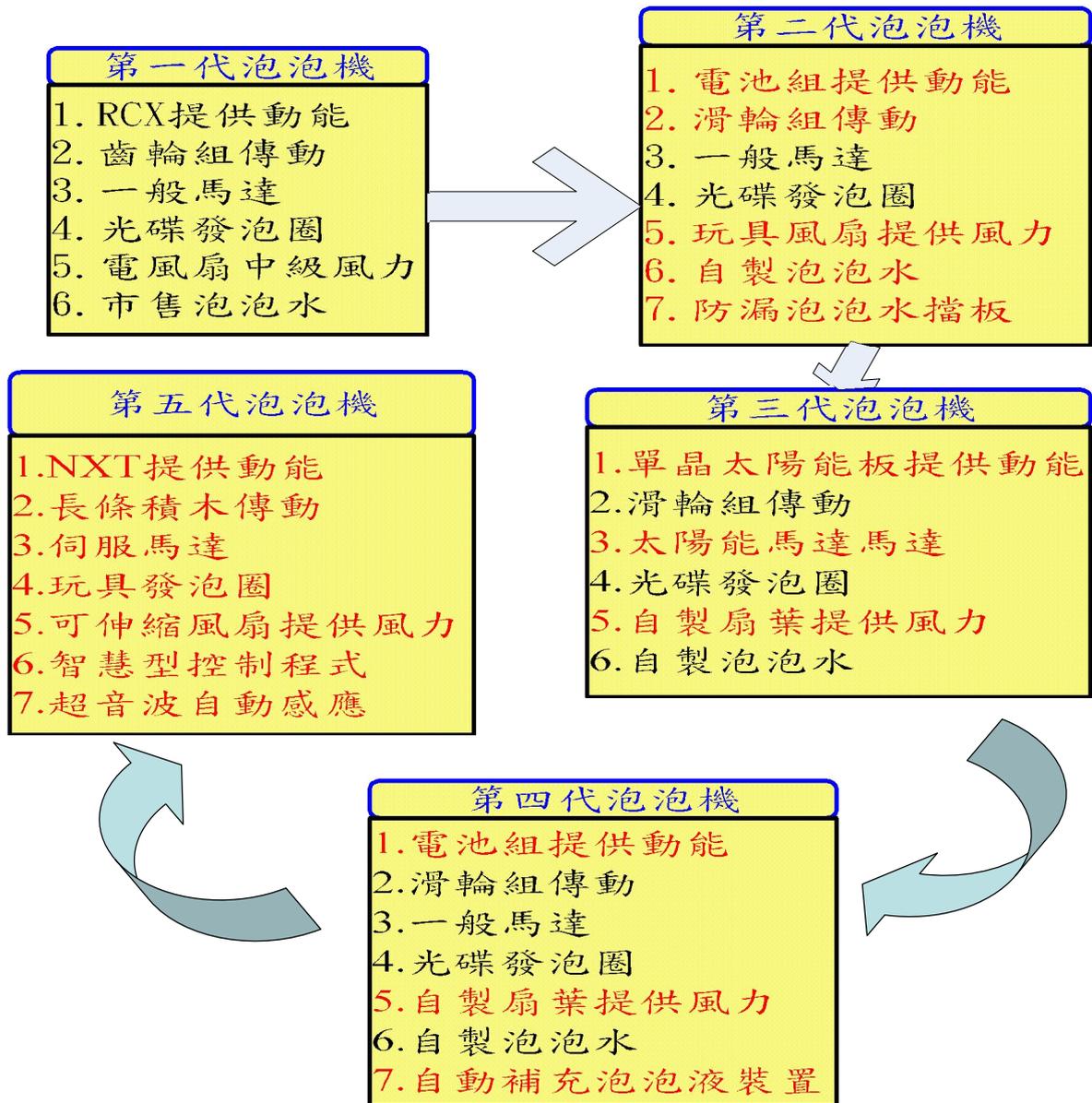
## 柒、感想與展望

小小的泡泡機在我們的剖析下，竟然有這麼多的學問在裡頭，過程中利用了電子元件、機械結構及相關物理原理，也改良泡泡水配方，再結合自動控制與程式邏輯設計出全自動泡泡機。未來希望能延續這個研究，用更精密的設備，研發出泡沫自動滅火器，造福更多人群。

## 捌、參考資料及其他

- 一、康軒文教 (民 95)。第四冊第四單元通電玩具。自然與生活科技教科書。
- 二、康軒文教 (民 95)。第四冊第二單元水的移動。自然與生活科技教科書。
- 三、康軒文教 (民 97)。第八冊第一單元簡單機械。自然與生活科技教科書。
- 四、第 36 屆全國科展國小組作品—泡泡總動圓。
- 五、第 44 屆全國科展國小組作品—「膜」力十足。
- 六、第 44 屆全國科展國小組作品—泡泡研究。

## 玖、附錄



圖三十四、本研究中五代泡泡機間演變過程





圖三十八、DIY 風速計構想草圖

## 【評語】 080815

“泡泡機” 歷屆作品經常出現，研究主題略缺創意。本作品研究內容豐富，作者群能發揮團體合作與分工精神探究泡泡的產生與製作、測量。

建議宜再注意改善：

- 1、控制變因之掌握與說明(例：如何吹泡泡、纏棉布的鬆緊等)。
- 2、測量數據之有效位數應一致。
- 3、國小課程已經有的(如用力吹泡泡比較多)不必再重複。