

教育部 105 年度中小學科學教育計畫專案

期中報告大綱

計畫編號：015

計畫名稱：高中生也能節能減碳救地球

主持人：陳進益

執行單位：台中市私立致用高級中學

壹、計畫目的及內容：

本研究包括三個主要部分：

- 1、創新發明兩種節能減碳產品，並且參加展覽：2016 台北國際發明展，民國 106 年度第 57 屆中區科學展覽。
- 2、學校實際節能減碳實驗：包括一間教室、一輛校車之隔熱降溫，減少冷氣消耗，並於研究完成後，邀請主辦單位，乃至教育部上級長官，蒞臨本校視察其效果，如獲肯定，本校提供經驗及技術，推廣到全國各級及學校。
- 3、推廣節能減碳觀念到所有家長：本校友 4700 個學生，也就是 4700 個家庭，如果這些家庭都加入節能減碳行動，效果才能擴大，其推廣分為三個步驟：一、家長的能源使用觀念問卷調查：申請人設計一張問卷，請學生帶會家中，請父母作答，帶回學校「電腦閱卷」並作「試題分析」可以知道家長有哪些錯誤的能源使用觀念，「錯誤導致浪費」，我們才能知道家長在哪裡浪費能源。二、針對第一項，再發放「宣導單」給家長，告訴他們浪費在哪裡？如何節省能源浪費。三、成果調查：經過 6 個月後，再發「問卷調查」及「問卷分析」，調查學生家長有多少人接受宣導，各省下多少電力，多少瓦斯，再用統計學的方法，統計全部節省多少電力，多少瓦斯；再將成果會報給教育部，副本轉交經濟部能源局，如果上級單位有興趣，本校可以分享經驗，協助推廣。

貳、研究方法及步驟：

- 1：指導本校「創新發明社」學生，進行校車降溫實驗。
- 2：指導本校「創新發明社」學生，進行教室降溫實驗。
- 3：發問卷調查學生家長的能源使用觀念。
- 4：將 3-3，作「問卷分析」，發覺學生家長錯誤的能源使用觀念，並發放「宣導文件」糾正其觀念，並鼓勵學生家長採用正確的節能觀念。
- 5：參加「2016 台北國際發明展」
- 6：指導本校「創新發明社」學生，研究「節能強效脫水機」
- 7：指導本校「創新發明社」學生，研究「節能魚塭保溫器」
- 8：將 3-6，3-7 兩項研究成果參加「106 年度中部地區高中職科學展覽」
- 9：追蹤考核第 3-4 項目之成果，並具體估計其成效。

參、目前研究成果：

- 1、校車降溫實驗：深色車的車頂蓋從 70°C 降低到 42°C ，實驗完成。(附件 1，2)
- 2、教室降溫實驗：頂樓教室，原本塗刷綠色 PU 隔熱漆，夏天中午從 55°C 降到 42°C ，實驗完成。
- 3、發問卷調查學生家長的能源使用觀念：透過學校「學生事物處」由各班導師發放問卷，並說明填寫辦法，實際發出 4000 份問卷，回收率 80%。收到 3200 份。(問卷內容如附件 3)
- 4、問卷分析：使用學校電腦「試卷分析系統」，統計出學生家長在能源使用上，普遍存在的錯誤觀念，及百分率(附件 4)。
- 5、參加「2016 台北國際發明展」，得到銀牌一面，題目是「高效能除塵器」也就是「節能除塵器」(附件 5)
- 6、指導本校「創新發明社」學生，研究「節能強效脫水機」，研究完成，可以再現有技術限制之下(脫水機的轉速以達極限，無法再提高)，利用水的黏度與溫度關係，再提高 20~27%脫水率。
7. 指導本校「創新發明社」學生，研究「節能魚塭保溫器」，已經完成， $\text{COP}=5$ ，效率很高，每一焦耳電力，可以抽送 5 焦耳熱能，可以用很少的電力，在寒流來襲時，幫魚塭保暖，使魚不致於冷死。

肆、目前完成進度

- 1、第 8 項，參加科學展覽已經完成，說明書(如附件 1)，已經送交台中市教育局審查，可惜為得獎。
- 2、節能宣導結果，全校學生家長只有 5%接受，而且只有部分改變習慣，總節能估算約 1.5%。
- 3、致函教育部(如附件 2)，邀請教育部派員到校考察本校節能實況，如果有效且可行，再推行到全國。
4. 指導本校「創新發明社」學生，研究「節能魚塭保溫器」，已經完成。
5. 參加「中華萃思學會」主辦，建國科大協辦的「系統創新思競賽」，榮獲全國第三名。

伍、預定完成進度

整個計畫已經全部完成。

陸、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

- 1、有些學生胡亂回答問卷。
- 2、學生家長雖然接受宣導，但是不願意「改變習慣」。

柒、參考資料

捌、附件照片及檔案



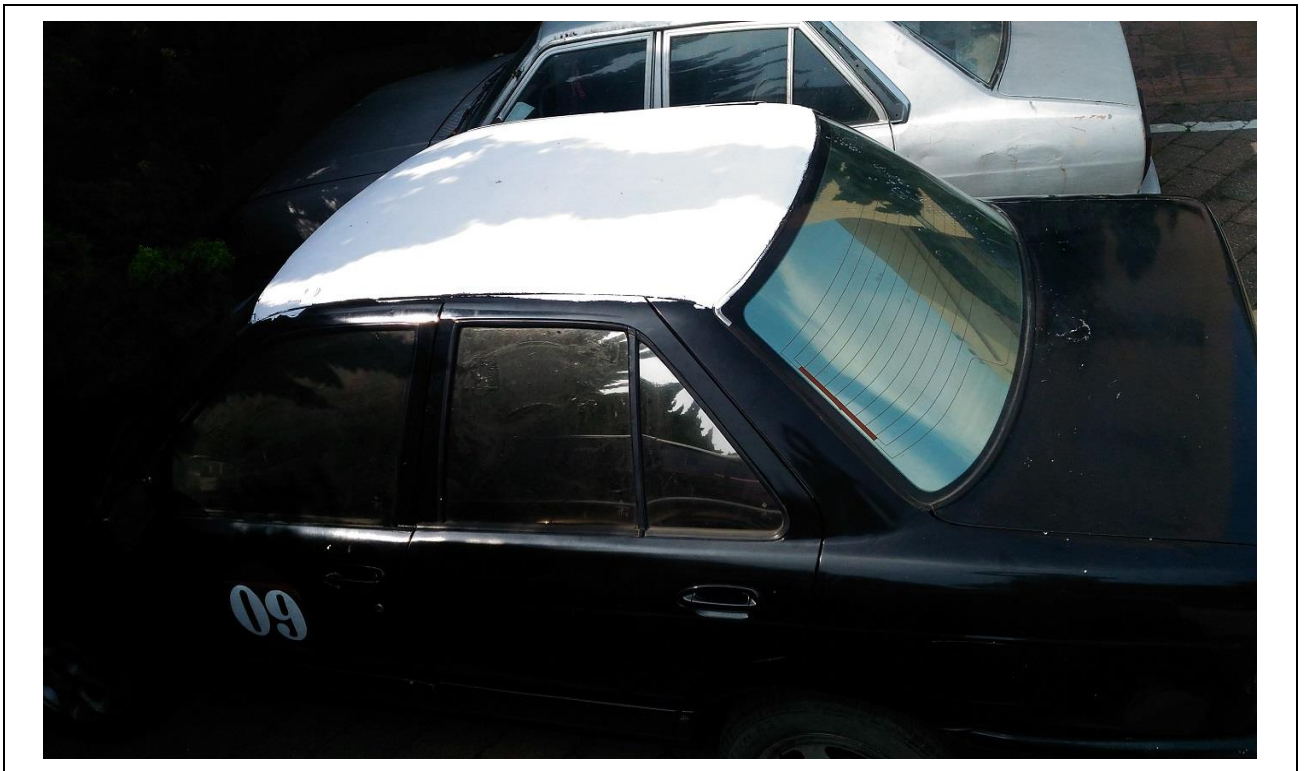
照片 1： 2016 台北國際發明展銀牌獎 獎狀



照片 2： 2016 銀牌照片



照片 3：教室頂樓塗刷隔熱塗料照片

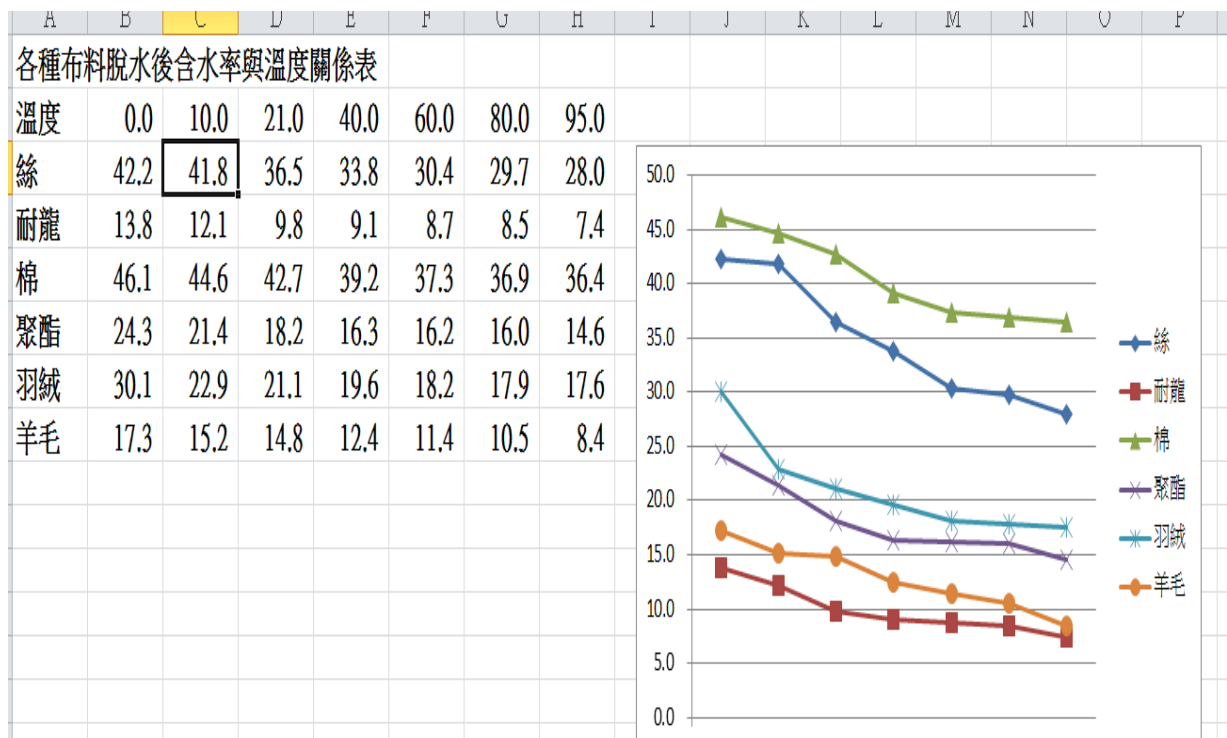


照片 4：實習車的車頂塗刷隔熱塗料

噴漆前後 降溫效果



照片 5：噴漆前後溫度變化



照片 6：強效脫水機增強效果

105 學年度中小學科學教育計畫專案 家長能源觀念調查

請家長作答，再請學生幫忙劃電腦卡

學生班級_____ 學生姓名_____ 家長姓名_____ 電話_____

1. () 把冷氣機放在密閉房間中啟動，則房間越來越 (A) 冷 (B) 熱 (C) 不變
2. () 台電的高壓電線的電壓越高，底下居民致癌機會越大？ (A) 對 (B) 不對
3. () 下列哪一種家庭電器最耗電？ (A) 抽水機 (B) 電腦 (C) 電鍋 (D) 日光燈
4. () 台灣的核能發電廠一定不會發生類似原子彈爆炸的事故？ (A) 對 (B) 不對
5. () 日本福島核電廠事故之後，全部停止核能發電，但是後來又開放？ (A) 對 (B) 不對
6. () 生產玉米小麥，釀成酒精，再用它代替石油，可以節能省碳？ (A) 對 (B) 不對
7. () 台灣廢除核能四廠之後，就成為「非核家園」？ (A) 對 (B) 不對
8. () 台灣廢除所有核能電廠，也不會缺電，對嗎？ (A) 對 (B) 不對
9. () 以台灣的狀況而言，下列何者比較務實？ (A) 開發綠色能源 (B) 節約能源
10. () 保溫瓶（不插電的）也能保冷 (A) 對 (B) 不對
11. () 你願意選用較貴，有節能標章的熱水瓶嗎？ (A) 是 (B) 不 (C) 我家不需要
12. () 你曾使用檸檬酸清洗電熱水瓶嗎？ (A) 有 (B) 沒有 (C) 我家沒使用電熱水瓶
13. () 你家使用「快鍋」（壓力鍋）嗎？ (A) 有 (B) 沒有 (C) 怕危險，不敢使用
14. () 你家的洗澡用熱水器有定期清理管路中沈積的礦物質嗎？ (A) 有 (B) 沒有
15. () 燉煮難熟的食物，水沸騰時，你有把瓦斯轉小嗎？ (A) 有 (B) 沒有
16. () 燉煮難熟的食物，水沸騰時，火越大越快煮熟，對嗎？ (A) 對 (B) 不對
17. () 你捨得用較高的價格買 LED 燈泡嗎？ (A) 肯 (B) 捨不得 (C) 不信 LED 能省電
18. () 你認為綠色能源能全面代替核能和火力發電嗎？ (A) 能 (B) 不能
19. () 你家使用電鍋時，你有用乾布蓋在鍋蓋上嗎？ (A) 有 (B) 沒有 (C) 怕起火
20. () 你相信油電混合車可以省油嗎？ (A) 相信 (B) 不相信 (C) 相信但是太貴了
21. () 手機使用時，如果越熱就是越耗電對嗎？ (A) 對 (B) 不對
22. () 人不在房間內，電風扇持續開著，會降低室內溫度，對嗎？ (A) 對 (B) 不對
23. () 你家的冷氣系統，有檢查管路裸露嗎 (A) 有 (B) 沒有 (C) 我家沒有冷氣
24. () 你家有 RO 逆滲透純水機，但還是煮過才喝？ (A) 是 (B) 不是
25. () 拜拜時，金紙燒得越多，越會得到保佑，對嗎？ (A) 對 (B) 不對
26. () 你家的冷氣機已經使用幾年？ (A) 2 年內 (B) 2~4 年 (C) 4~6 年 (D) 8 年以上
27. () 你家使用電熱式乾衣機嗎？ (A) 是 (B) 不是
28. () 你家使用電熱式蒸餾水製造機嗎？ (A) 是 (B) 不是
29. () 你家的屋頂夏天被太陽曬得很熱嗎？ (A) 是 (B) 不是 (C) 我家住公寓沒屋頂
30. () 你家的屋頂大約幾坪？ (A) 沒屋頂 (B) 10~30 坪 (C) 30~60 坪 (D) 60 坪以上
31. () 你家有經營工廠，鐵皮屋頂夏天很熱嗎？ (A) 是 (B) 不是 (C) 沒工廠
32. () 你家有工廠約幾坪？ (A) 100 坪以下 (B) 100~300 坪 (C) 300 坪以上 (D) 沒工廠
33. () 你家的地板會滑倒人嗎？ (A) 是 (B) 不是
34. () 你冬天洗澡時，打開熱水，很久熱水才會到，對嗎？ (A) 對 (B) 不對
35. () 你家冬天時如何保暖？ (A) 冷暖兩用機 (B) 電熱器 (C) 電毯 (D) 都不用
36. () 你家的汽車用幾年了？ (A) 2 年內 (B) 2~4 年 (C) 4~6 年 (D) 8 年以上
37. () 你願意接受學校提供節能省電輔導嗎？ (A) 願意 (B) 不願意
38. () 你家的電熱水瓶裡面有白色沈澱物嗎？ (A) 有 (B) 沒有 (C) 我家沒用電熱水瓶
39. () 你家的洗澡用熱水器使用何種能量？ (A) 瓦斯 (B) 電力 (C) 太陽能 (D) 熱泵

家長能源觀念調查統計表

班級/題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
美 2，3 甲 161 人	25	16	24	5	72	12	81	79	62	93	93	61
機三甲，觀三甲 73 人	44	30	34	4	62	26	81	89	62	90	93	55
料丙丁 156 人	31	31	39	11	59	32	58	68	60	83	81	58
機訊外乙丙 186 人	28	35	41	15	65	26	68	74	55	80	75	57
平均 答對率 %	30	28	35	10	65	24	70	76	59	86	84	58

班級/題號	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
美 2，3 甲 161 人	30	42	94	82	69	66	26	87	82	39	66	35	87
機三甲，觀三甲 73 人	25	47	86	78	79	74	14	74	59	66	58	40	90
料丙丁 156 人	32	32	77	69	67	49	13	72	68	42	64	46	76
機訊外乙丙 186 人	26	44	88	75	81	53	22	76	74	50	61	40	88
平均 答對率 %	29	41	87	76	74	58	20	78	73	47	63	40	85

問卷分析 各班家長各題答對百分率

家長能源觀念調查結果：

家長犯錯比例最高，也就是最有節能減碳的機會如下：

1、60%家長從未清洗「洗澡用熱水器」以致於管路被水垢阻塞，浪費能源。

宣導結果：5%家長接受且改善

2、40%家庭的冷氣機從未檢查過冷氣管路使否裸露。

宣導結果：10%家長接受且改善

3、70%家庭不敢使用快鍋，以致於浪費瓦斯。

宣導結果：0 %家長接受且改善

4、80%家中有「電熱水瓶」的家庭，尚未改用節能產品，以致於浪費 75%熱量。

宣導結果：10 %家長接受且改善

5、50%學生家長，夏天人不再室內時，也開著電扇，以為可以降低溫度。

宣導結果：15%家長接受且改善

6、80%的家長使用電鍋時，沒有用乾布蓋在鍋蓋上，以致於浪費熱能。

宣導結果：12%家長接受且改善

7、70%有 RO 逆滲透純水機的家庭，還是不敢生飲。

宣導結果：0 %家長接受且改善

綜合上述調查，接受宣導且改變能源使用習慣之家庭，省電約 2.5%，全校各家庭節省能源 0.15%，成效極微。

附件 1 科展說明書

作品名稱：超強脫水機

摘要：

脫水機是利用機器轉動產生的離心力使衣物上的水分脫離，市售脫水機的轉動速度已達極限，若要再提高轉速，成本急劇提高，不合商業效益；根據物理學，溫度越高，水的黏度越低，附著力越低，所以只要把潮濕衣物先做第一次脫水，而後，將其加熱，再做第二次脫水，就可以再去除一部份水分；也可以用紅外線照射，使水分子激烈震動，幫助脫水，並比較加熱與紅外線照射的效果差異。

壹、研究動機：

本校「創新發明社」學長做過「節能乾衣櫃」的發明，得過發明展及科展的大獎，身為學弟，非常嚮往，本校「創新發明社」有「傳承」，所以我們想讓衣服在脫水階段就盡量降低衣服上的水分含量，這樣就可以進一步節省能源，節省時間。

貳、研究目的：

- 1、研究溫度與脫水結果的關係。
- 2、研究各種常見布料的溫度與脫水結果的關係。
- 3、研究以紅外線燈照射代替加熱的脫水結果。

參、研究設備及器材：

- 1、市售脫水機
- 2、電子磅秤
- 3、紅外線燈
- 4、小瓦斯爐
- 5、五種布料：棉，毛，絲，尼龍，聚酯

肆、研究過程或方法

1、各參數定義：

1-1 含水率 R ：取布料，秤重記為 W_1 ，泡在當時氣溫下之水中，拿出來放在脫水機中，脫水 5 分鐘，脫水後的重量記為 W_2 ，則含水量為 $W_2 - W_1$ ；含水量對纖維的比例 R ，簡稱含水率 $R = (W_2 - W_1) / W_1 * 100\%$

1-2：各溫度含水率： 5°C 的 R 值記為 R_5 ， 20°C 的 R 記為 R_{20} ，餘類推。

1-3：紅外線照射下的含水率 R_{IR} ：含水布料脫水機中脫水 5 分鐘之後，再同時照射紅外線燈同時脫水 5 分鐘，再計算布料的 R 值，記為 R_{IR} 。

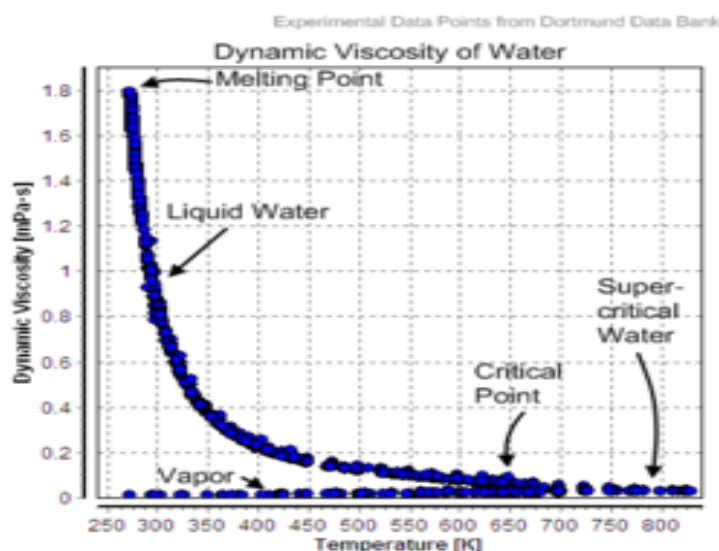
- 1-4：改善率 I (improvement)：例如當時氣溫 20⁰C 加熱到 60⁰C，則改善率 I＝
 (R60-R20) R20*100%，其餘類推。
- 2、將將棉，毛，絲，尼龍，聚酯五種布料依序泡在 5⁰C，20⁰C，40⁰C，60⁰C，80⁰C，
 90⁰C 度水中，待溫度平衡後，取出，放在脫水機中脫水 5 分鐘，分別計算各種溫
 度的 R 值。
- 3、在脫水機的蓋子上，安裝紅外線燈，將上述五種布料一起泡在水中，一起放在
 脫水機中脫水 5 分鐘之後，再同時照射紅外線燈同時脫水 5 分鐘，再計算各種布
 料的 R 值，記為 R_{IR}。

伍、研究結果

1、水的黏度與溫度圖（資料來自網路搜尋）

水的溫度 VS 粘度

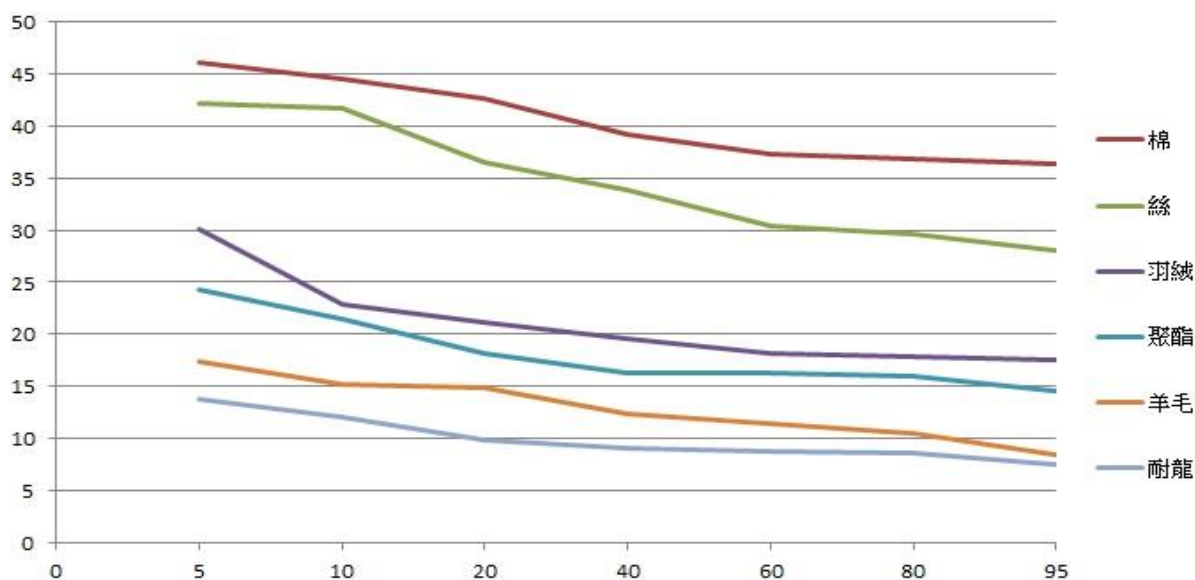
溫度℃	水的黏度 mPa·s	以 10℃ 為 100 之相對值
5		
10	1.308	100
20	1.002	76.6
40	0.6531	49.9
60	0.4658	35.6
80	0.3550	27.1
95	0.3186	24.3



上圖為水的黏度與絕對溫度之曲線圖。

2、各種布料在各溫度下及紅外線照射下之 R 值

溫度	5 °C	10 °C	20 °C	40 °C	60 °C	80 °C	95 °C	紅外線照射
棉	46.1	44.6	42.7	39.2	37.3	36.9	36.4	35.1
絲	42.2	41.8	36.5	33.8	30.4	29.7	28.0	27.5
羽絨	30.1	22.9	21.1	19.6	18.2	17.9	17.6	17.2
聚酯	24.3	21.4	18.2	16.3	16.2	16.0	14.6	14.3
羊毛	17.3	15.2	14.8	12.4	11.4	10.5	8.4	8.2
耐龍	13.8	12.1	9.8	9.1	8.7	8.5	7.4	7.3



3、改善率 I：

以紅外線照射和各溫度之比較，例如：氣溫 5 °C 時棉質之改善率 I 值：

$I = (46.1 - 35.1) / 46.1 * 100\%$ ，其餘類推，氣溫以 40 °C 為上限。

溫度	5 °C	10 °C	20 °C	40 °C
棉	23.9 %	21.3 %	17.8 %	10.4 %
絲	34.8 %	34.2 %	24.7 %	18.6 %

羽絨	42.9 %	24.9 %	18.5 %	12.2 %
聚酯	41.1 %	33.2 %	21.4 %	12.3 %
羊毛	52.6 %	46.0 %	44.6 %	33.9 %
耐龍	47.1 %	39.7 %	25.5 %	16.1 %
平均	40.4 %	33.2 %	25.4 %	17.2 %

陸、討論

- 1、溫度上升，水的黏度大幅下降，但是含水率並不等比例下降。
- 2、改善率與氣溫有關，氣溫越高，改善率越不顯著。
- 3、改善率依序為：羊毛，耐龍，羽絨，聚酯，絲，棉。
- 4、在未採用本研究之前，如果全國如果多改用耐龍，則含水率比其他布料低，這樣就可以節省乾衣過程的能量消費。
- 5、全國如果降低棉質衣物使用量，就可以節省乾衣過程的能量消費。

柒、結論：

確實提出更好的脫水機設計。

捌、參考資料及其他

- 1、維基百科：水的黏度與溫度關係表

附件 2 函教育部長

部長您好：

我是台中市私立致用高級中學教師陳進益，我參加

教育部 105 年度中小學科學教育計畫專案

計畫編號：015 （由彰化師大指導評審）

計畫名稱： 高中生也能節能減碳救地球

研究結論是：

1、教室頂樓如果噴灑「隔熱漆」，可以降低 5⁰C，或者省電 60%。

2、全國校車車頂目前是綠色，如果改噴成白色且有隔熱層，可以降低 8⁰C，或者省電 70%。

我已經在學校做了實驗，有「對照組」「實驗組」，歡迎您派人來本校參觀考察（中午左右，晴天才看得出效果）。本函屬於私人信函，鈞部若要派人來訪，還請發正式公文給本校長官。

敬祝 政躬康泰

陳進益 敬上

圖 1、構造圖節能魚塭保溫器

