

投稿類別：化學類

篇名：

當方便遇上健康-淺論界面活性劑對生物及環境之影響

作者：

邱鵬起。福智高中。高二孝

指導老師：

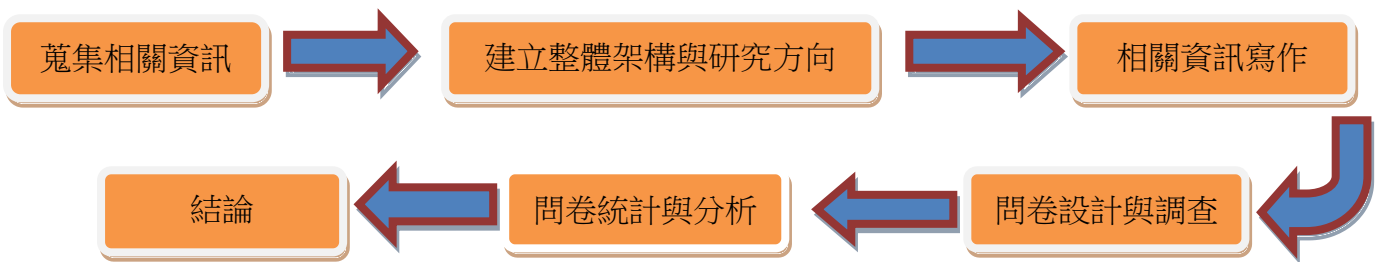
蔡弘敏 老師

王慧玟 老師

壹•前言

現今在商場中各種成分的界面活性劑唾手可得，傳播媒體以廣告方式來呈現其清潔劑之強大功能，但產品標籤上所標示的成分，幾乎不是全英文，就是標示過於簡單，因此造成消費看不懂或是忽略不看，進而衍生許多的消費糾紛。因此希望透過此專題的研究，深入了解界面活性劑之專業領域，探究其優缺及其對生物及環境之影響，並嘗試尋找能克服其害處的方案，並且幫助大眾對於身邊隨處可見的界面活性劑有多一分的了解，並增進大眾的消費視讀能力。

首先以圖書館的資料為主，建立整體架構，再以問卷方式針對大眾對於洗劑的偏好及使用過程中產生的問題做出相關分析，以作為洗劑對人體影響的佐證。



一、 文章架構與範圍

(一) 界面活性劑的化學資訊

1. 何謂界面活性劑
2. 界面活性劑的基本構造
3. 界面活性劑的作用原理、性質及功能
4. 界面活性劑的種類

(二) 合成界面活性劑對生物與環境的影響

1. 合成界面活性劑對人體的影響
2. 合成界面活性劑對環境的影響

(三) 如何挑選較健康的洗劑

1. 調查結果統計
2. 調查結果分析

貳•正文

一、 界面活性劑的化學資訊

(一) 何謂界面活性劑：

界面活性劑就是可以使兩種互不相容的物質進行混合的媒介物，因為界面活性劑具有親水及溶於油脂的性質，而以其為主要成分的清潔劑就是利用界面活性作用來達成去除污垢的功能，並且有防止污垢再度附著的洗滌效果。界面活性劑能使液體的表面張力下降，並能降低兩物質接觸界面間的表面張力，促進雙方進行離子結合的作用，而讓兩種不同性質、互不相溶的物質，不再排斥而彼此靠近。
(註一)

(二) 界面活性劑的基本構造：

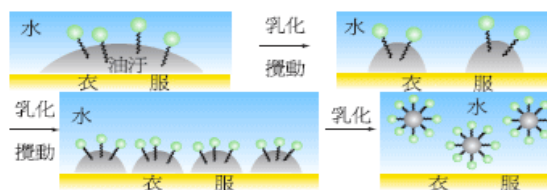
界面活性劑的基本構造大多為鏈狀結構，一端為親水基團的頭，另一端為親油基團的尾巴，因此界面活性劑可溶於有機溶劑和水中。常見的親水基團有羧酸根（ $-\text{COO}^-$ ）、硫酸根（ $-\text{SO}_4^-$ ）、磺酸根（ $-\text{SO}_3^-$ ）及四級銨離子（ $-\text{N}(\text{CH}_3)_3^+$ ）等，因為這些基團容易親近水分子而疏離油分子，因此也稱為疏油基團。常見的親油基團有十二烷基（ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}-$ ）、十六烷基（ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}-$ ）、十八烷基（ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{17}-$ ）等，因為這些基團容易親近油分子而疏離水分子，因此也稱為疏水基團。

(三) 界面活性劑的作用原理、性質及功能：

界面活性劑的濃度在溶液中超過一定的臨界值後，其分子或離子會結合形成聚集體，此聚集體成為膠束(micelle)。當界面活性劑的膠束濃度達到臨界膠束濃度(CMC)時，膠束會在水中成能夠包裹油汙的長鏈親油端，另一端則會形成親水基的頭，它能夠保持與水的接觸。清潔過程中，界面活性劑將其親水端探入水中，並將親油端伸入油汙中，因使藉用界面活性劑的分子將水與油拉在一起。因極性親水端均被帶負電的離子所包圍，而致使每一個油滴相斥而無法聚集，並生成穩定乳液，此時的液體呈現油水混和的乳白色，即為乳化作用。又因界面活性劑的分散作用使得油汙容易形成微粒分散洗出，而分散作用是利用清潔劑的表面張力小於水的這一特點，進而提高了清潔劑的潤濕力，使得界面活性劑的分子容易滲入衣料纖維或油汙中。(註二)

界面活性劑是一個含有親水端和親油端的長鏈烷基之化學物質的總稱。界面活性劑必須具備以下的基本性質：1.表面吸附性。2.表面面膜形成及排列性。3.表面張力降低性。4.微胞(micell)形成性。(註三)

界面活性劑的功能有清潔、起泡、乳化、溶化、分散、潤濕，是在界面化學研究的最大成就，並且被廣泛地運用於各種工業上，尤其紡織工業幾乎就已經消耗了界面活性劑的總產量之半，其他的則是運用在金屬工業、塗料(油墨、顏料)工業、農業工業、塑膠工業、食品工業、化妝品工業、製紙工業、皮革工業、以及清潔劑工業等。(註四)



<圖一>清潔劑的清潔原理

(四) 界面活性劑的種類：

界面活性劑在種類上大致分為兩種，一種是肥皂類，另一種則是從石油中提煉的合成界面活性劑。關於以上兩種界面活性劑會在後面做一些性質及來源的介紹。

1. 肥皂類

(1) 起源：

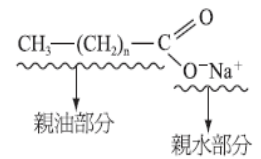
距今五千年前，人類在以火烘烤動物的肉塊時，意外的發現含有草木灰的土壤與動物的油脂混和後，其混和物具有去除油污之清潔作用，而發現了界面活性劑的存在。並在距今兩百年前，肥皂被發明且大量製造，而有效的抑制了傳染病的蔓延。(註五)

(2) 性質：

肥皂製造的來源為天然的油脂，較常見的肥皂類界面活性劑為「直鏈式脂肪酸鈉」和「直鏈式脂肪酸鉀」，其 PH 值大多為鹼性。

肥皂的製作是使用動物性油脂和氫氧化鈉/氫氧化鉀等強鹼性的物質進行造反應即可取得，過程不需經過高溫、高壓的加工，而是利用自然界的化學反應而製成的，製作過程相較於合成界面活性劑簡單。

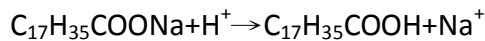
自從 2000~3000 年前，發現肥皂以來，它的製作過程一直沒有改變。(註六)



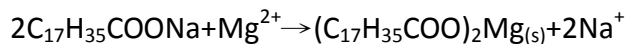
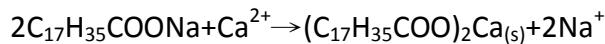
<圖二>肥皂分子構造

(3) 特性(優缺點)：

肥皂為鹼性鹽類，在酸性溶液中，肥皂會與酸生成不溶於水的脂肪酸：



而在含有鈣、鎂離子的硬水中會生成不溶於水中的脂肪酸鈣鹽或脂肪酸鎂鹽：



因而失去界面活性作用，使得肥皂的清潔效果及工業應用上大打折扣。(註七)

但是依分解性而論，肥皂又比合成清潔劑略勝一籌，由於肥皂是藉由自然界的化學反應製造而成的，不須經過高溫、高壓的過程，一般的家庭都可以製造出來，因此流入自然界的肥皂成分，也不須經過高溫、高壓即可分解。首先排入自然界的肥皂會先分離出鈉而形成肥皂渣，再由土壤中及水中的微生物分解其天然油脂所構成的烷基，使其變成小分子，再變成二氧化碳。因此，肥皂對於生物體及環境來說，都具有能立刻分解的性質。再遇到弱酸性(PH 值=6.8)的皮膚時，就會立刻產生分解反應，其界面活性作用也會減退。肥皂在被稀釋到一定濃度時，就會喪失界面活性作用，便在一天之內就會被分解。(註八)

2. 石化合成界面活性劑

(1) 起源：

西元 1917 年，第一次世界大戰期間，德國遭到協約國的封鎖，阻斷了原物料的進口，其中就包含了製造肥皂的天然油脂，而造成德國油脂短缺無法製造肥皂，因此促使了德國科學家製造出了第一種合成清潔劑(註九)，並成功地克服了肥皂無法在酸性環境及硬水中使用的缺點。而後為了能廉價供應及適於量產的目的，使得合成清潔劑的大量生產，並且取代肥皂成為了清潔劑主流。

(2) 性質：

合成界面活性劑的來源大多為石油化學品中的烷基苯或高級乙醇。較常見的合成界面活性劑為「直鏈烷基苯磺酸鹽(LAS)」、「烷基硫酸鹽(AS)」、「烷基磺酸鹽(ABS)」、AES、AOS、α-SF、AE、APE 等，其 PH 值大多為中性。(註十)

合成界面活性劑的種類有許多，因此名稱、標記也大不相同，不過常見的名稱多有「烷基」、「十二烷基」、「十六烷基」等結構，也可從「苯基」、「苯磺酸」等名稱而得知其為以石油製造的合成界面活性劑。(註十一)

(3) 特性(優點):

因合成界面活性劑多為中性鈉鹽，不與酸鹼進行反應，不像肥皂會在酸性環境及硬水中產生沉澱，因此合成界面活性劑對於使用的條件及時機較沒有太大的限制，使得合成界面活性劑成為現代製造工業的主要原料。

但在合成界面活性劑的優點背後，又隱藏著極大的缺點，就是合成界面活性劑的製造過程中必須具備高壓、高溫的條件，所以合成界面活性劑在分解時也必須經過高溫、高壓的過程才能分解。合成界面活性劑不管稀釋幾倍，它的界面活性作用都不會消失，也不會被分解。以直鏈烷基苯磺酸鹽(LAS)為例，LAS 即使在水溫攝氏 10 度時還是不會分解，而在攝氏 20 度時，到了第八天才會失去界面活性作用，成為有機碳殘留下來。(註十二)

(4) 種類：合成界面活性劑可依其解離性質分為四大類：(註十三)

A. 陰離子系界面活性劑：

(A)定義：溶於水解離後，其陰離子具界面活性作用。

(B)用途：合成肥皂、家用清潔劑、洗髮精、洗面乳、臉部肌膚、頭髮、身體沐浴清潔之用。

(C)特性：易起泡(氣泡作用強)，洗淨力強。

(D)危害：有些在合成洗劑中不易分解，毒性強烈，有引發過敏、皮膚障礙之可能性。

B. 陽離子系界面活性劑：

(A)定義：溶於水解離後，其陽離子具界面活性作用。

(B)用途：潤絲精、衣物柔軟精、殺菌劑、抗靜電劑。

(C)特性：殺菌、抗靜電、潤絲(柔軟)等作用。

(D)危害：刺激性之最，有引發皮膚障礙及黏膜障礙之可能性，其殺菌作用有造成生態環境改變之危險性。

C. 兩性離子系界面活性劑：

(A)定義：溶於水解離後，在酸性環境下，其陽離子具界面活性作用；在鹼性環境下，其陰離子具界面活性作用。

(B)用途：柔軟精、沐浴乳、嬰兒清潔用品

(C)特性：易起泡(氣泡作用強)，泡沫較為細緻，去油力適中、刺激度低，又兼具保濕與殺菌功能，常與陰離子系界面活性劑混合使用，以

當方便遇上健康-淺論界面活性劑對生物及環境之影響
降低陰離子系界面活性劑之刺激性。

(D)危害:尚未研究出其危害。

D. 非離子系界面活性劑：

(A)定義：溶於水不解離，即不以離子方式進行界面活性作用。

(B)用途：家用清潔劑、化妝品、藥品、洗滌劑、乳化劑、POE-R。

(C)特性：用途最廣、可溶性作用強。具有乳化、消泡、增稠和安定等作用，讓保養品中的成份充分並均勻分佈在產品中，並被肌膚所吸收。

(D)危害：有些為致癌物或環境荷爾蒙，毒性最強，有引發肝、腎功能障礙之可能性。

二、 合成界面活性劑對生物與環境的影響

「1920 年代人類利用精製石油時產生的廢氣提煉出異丙醇之後，化學合成物質使用開始滲透到世界各地。(竹內久米司、稻津教久。2009)」(註十四)到現在商場中琳琅滿目的石化產品在商品架上銷售者，人類的生活，從搖籃到墳墓，全都離不開石化商品。不幸的是，我們是否想過，正是因為這些石化產品的出現，造成的人類的體質，一代比一代的虛弱。「三總職業病科證實:長期接觸含苯之石化洗衣粉，不僅會致癌，對中樞神經、造血系統，免疫系統及皮膚方面都有影響。(歐陽嘉一。2002)」(註十五)接下來會在此對於合成界面活性劑對生物與環境所造成的影響，做出進一步的探討。

(一)合成界面活性劑對人體的影響

在日常生活中，我們最常接觸的合成界面活性劑就是清潔劑，而清潔劑進入人體的途徑大多是由皮膚進入，皮膚是人體面積中最大的組織，由最外層的角質層負責防衛外來物質的入侵，而影響化學物質穿透角質層的條件有三個：1.化學物質的分子大小

2.是否為脂溶性物質

3.化學物質的量與濃度

具備此三條件的物質，能夠順利的穿過皮膚進入人體內，而合成界面活性劑大多都具備這三個條件，因此較容易對人體產生影響。(註十六)

1. 合成界面活性劑所引發的症狀

(1) 皮膚障礙

界面活性劑擁有去除皮膚油脂和破壞細胞膜的作用，其中又以合成界面活性劑的破壞力較強，合成界面活性劑會造成皮膚角質層，失去保護功能，使化學分子更容易侵入皮膚內，而引起各種皮膚障礙，會造成皮脂膜脫落、角質層乾燥、皮膚皸裂，也就是所謂的「進行性指掌角皮症」，俗稱「富貴手」，還有頭皮癢、頭皮屑、掉髮、結痂等頭皮問題，也是合成界面活性劑造成皮膚障礙。若皮膚的皮脂膜一再的遭受到破壞，會使其他化學物質入侵，形成「異位性皮膚炎」。(註十七)

(2) 致癌性

經由皮膚吸收的合成界面活性劑會進入皮下組織，長期的殘留在體內，而使致癌物質或本身具有致癌性的合成界面活性劑較容易滲入血管及淋巴管內，運送至全身，並致使組織細胞發生癌症症狀。(註十八)

(3) 溶血作用

合成界面活性劑在入侵血管後會破壞血紅球細胞膜，並破壞血紅蛋白，造成溶血現象，使器官無法獲得足夠的氧氣而引起貧血症狀。(註十九)

(4) 肝細胞病變

部分合成界面活性劑會透由血管進入肝臟，破壞肝臟中的分解酵素，使酵素蛋白發生變性，無法進行代謝作用，造成肝功能障礙，進而引發健康問題。(註二十)

(5) 生殖障礙

市面上的許多避孕用品，都含有合成界面活性劑，因為合成界面活性劑，具有殺死精細胞的功能。由皮膚滲入的洗劑其界面活性劑分子，再入侵睪丸後，會使精細胞的分裂、生產、生成能力都減退。(註二十一)

(二)合成界面活性劑對環境的影響

1、合成界面活性劑所引發的環境問題

(1) 分解性

在前面已經有提過關於合成界面活性劑的不易分解性，合成界面活性劑不像肥皂能在短時間內就被分解掉，它在被一般家庭或工廠排出後，因為具有破壞細胞膜的能力，使得原本生存在河川或是海洋的微生物(分解者)被殺死，河川和海洋便失去了淨化水質的作用，也造成的以微生物為食的生物，喪失了糧食的來源，引起食物鏈與生態體系的動搖。(註二十二)

(2) 環境荷爾蒙

環境荷爾蒙是一個廣義的名稱，它正式的名稱是「內分泌干擾物質」，在合成界面活性劑當中，有不少的物質被名列在環境荷爾蒙中，它會產生類似荷爾蒙的作用，妨礙人體荷爾蒙的正常作用、妨礙荷爾蒙移動到目標器官、阻止已達成任務的荷爾蒙消失(被代謝作用分解)，在體內持續作用，對內分泌系統產生長期的干擾。因此具有環境荷爾蒙特性的合成界面活性劑被排放進入生態環境後，對生態體系造成影響，又因食物鏈與生物放大作用的關係，使得這些環境荷爾蒙回到人體裡干擾人體內分泌系統。(註二十三)

三、 如何挑選較健康的洗劑

在本段落會先針對大眾購買洗劑的偏好，以及部分大眾對於使用洗劑的習慣做調查與分析，並告訴大眾如何判斷身邊的洗劑是屬於何種類型。

(一) 問卷調查結果

取樣人數：以雲林縣私立福智國中國三生和臺中市立潭子國中國三生為樣本，發出問卷共計 100 份，收回有效問卷共計 98 份，潭子國中共計 48 份，福智國中共計 50 份。

調查項目：臉部皮膚。正值青春期階段的學生，通常會比較在意自己臉部皮膚的變化，而且在此階段的學生也正處於發育階段，因此也較容易發生臉部病變的症狀。

關於洗面乳之問卷調查

您好，本人現為福智高中高二學生，目前正從事界面活性劑之相關研究，其目的在於淺析一般人對於購買洗劑的考量面向，故在此請教一些問題。本問卷純屬學術性研究，一律採不記名方式進行，資料絕對保密，敬請惠予填寫，感謝您的幫忙。

第一部分：基本資料

1. 性別：男 女

第二部分：問卷內容

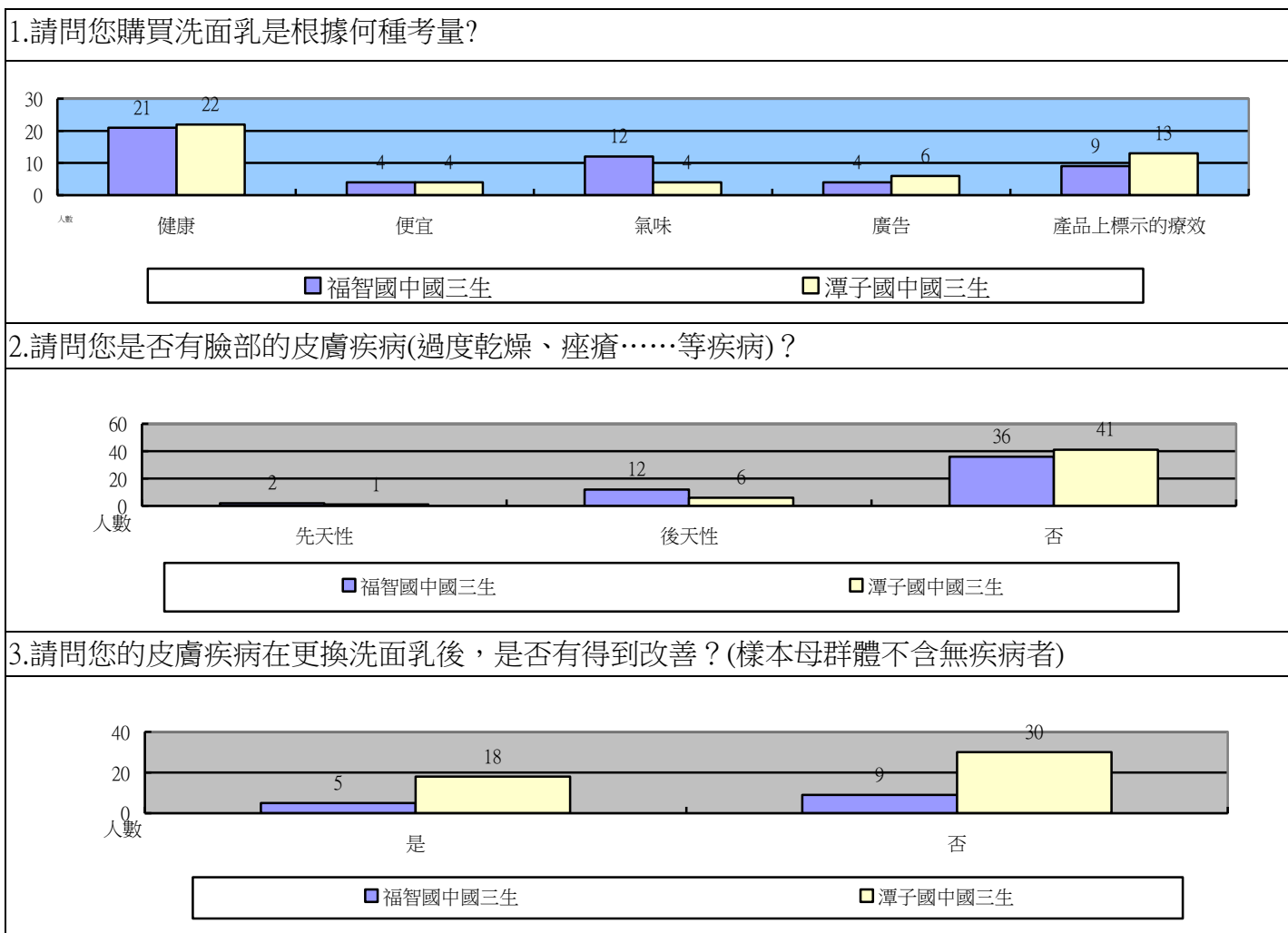
1. 請問您購買洗面乳是根據何種考量？(選擇一項即可)
健康 便宜 氣味
廣告 產品上標示的療效

2. 請問您是否有臉部的皮膚疾病(過度乾燥、痤瘡……等疾病)?
是(先天性 後天性) 否

3. 請問您的皮膚疾病在更換洗面乳後，是否有得到改善?
是 否

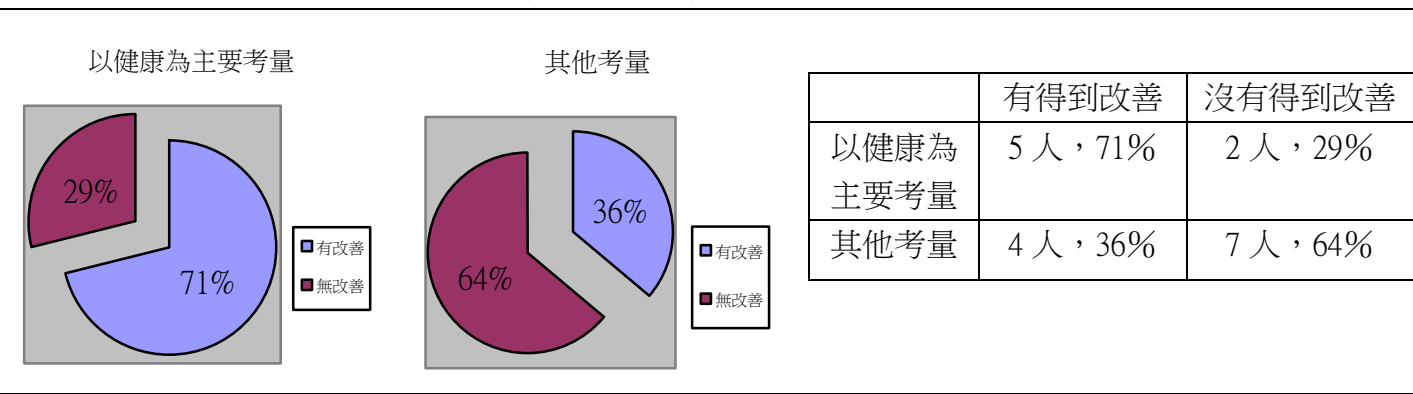
非常感謝您願意抽出寶貴的時間來 填寫問卷，在此致以最深的謝意!

圖三 問卷表單



(二) 調查結果分析

1. 選購時的考量對臉部疾病的影響？(不分校統計)



相關分析:

在調查結果分析中，我們可以很清楚的看到在 18 位有後天性臉部疾病者中，有 7 人以健康為主要購買考量，其中有 5 人得到改善，佔以健康為主要購買考量者之百分比 71%；另外 2 人沒有得到改善，佔以健康為主要購買考量者之百分比 29%。

另外在此 18 位有後天性臉部疾病者中，有 11 人不是以健康為主要購買考量，其中有 4 人得到改善，佔以健康為主要購買考量者之百分比 36%；另外 7 人沒有得到改善，佔不是以健康為主要購買考量者之百分比 64%。

因此依據調查結果可以看出以健康為主要購買考量者，其疾病得到改善的機會大於以其他考量為主的學生，因此可以推測「選用天然洗劑對疾病的改善較有幫助」。

(三) 洗劑的檢驗方法(註二十四)

希望可以透由這個檢驗洗劑的方法，幫助大眾時在購買洗劑時，能夠有一個助於辨別的方法，去了解身旁洗劑的種類，而使大眾的健康多一分保障。

在容器中放入 1 / 3 量的水，倒入微量欲檢驗的洗劑，充分攪拌至起泡，再滴入少量的食用醋充分混合。泡沫消失，液體變得白濁→肥皂

泡沫沒有消失，液體無變化→合成洗劑

泡沫沒有消失，液體變得白濁→合成肥皂

參●結論

從小到大，我們生活在與清潔劑形影不離的日子裡。看著電視上不斷播放著各種清潔用品廣告，對清潔用品形成了許多正面的印象，從來不會思考它背後所帶來的危害，而與清潔用品"共舞"了十七年的歲月。藉著此專題的研究與探討，使我漸漸看見這些清潔用品不為人知的秘密。

清潔劑的發明確實為我們人類的生活品質產生了重大的轉變，也帶來了不可計數的方便。確實，這些清潔用品是我們生活中不可缺少的方便。但是有一句耳熟能詳的話：不要把方便當隨便。因為人

類濫用這些方便的清潔用品，而使方便成了隨便，隨便就引發了與健康問題的正面衝突，當方便遇上健康時，我們到底該如何做出正確的抉擇？

石化界面活性劑的發現是界面化學最大的成就。在食、衣、住、行各方面都佔有舉足輕重的地位，但在帶來方便的同時也衍生出致癌、皮膚及細胞病變與環境污染.....等問題，因此在此專題的研究過程，發現了一些解決方法：

- 1.以軟化法(加熱法、離子交換法、逆滲透法、加藥品法)將硬水轉化成軟水。
 - (1)目的：以天然肥皂為主，避免使用石化清潔劑。
 - (2)原因：將硬水中的鈣,鎂離子去除，以降低天然肥皂分子與鈣,鎂離子的結合而提升天然肥皂的清潔效果。
 - (3)缺點：成本過高，不適合一般家庭。
- 2.若為油污之情況，先以熱水沖洗再用肥皂清洗。
 - (1)目的：去除部份附著油污。
 - (2)缺點：部份衣物及用品無法承受熱水清洗。
- 3.盡量選購天然之清潔用品，並且避免石化清潔用品的使用。
 - (1)目的:減少引發健康問題的機會。

經由問卷調查和統計數據發現，石化清潔用品有造成皮膚傷害之可能性，但可能因為參雜諸多變因，而增加了「石化清潔用品會造成人體傷害」之不確定性，所以本研究專題更有了必須持續進行研究與探討之必要性。

面對這些石化清潔用品，我們必須抱持著謹慎的態度，並且減少石化清潔用品的使用量，必要的情況下才使用，以避免不必要的傷害發生，這就是此專題研究的目的所在。

肆●引註資料

註一：坂下榮。牙膏是合成洗劑！。安立出版社。民91。頁56-60

註二：網路資料。界面活性劑功能。(檢索日期：2014.11.16)

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%A1%A8%E9%9D%A2%E6%B4%BB%E6%80%A7%E5%89%82>

註三：網路資料。界面活性劑之原理及應用。(檢索日期：2014.11.16)

<http://www.nchu.edu.tw/~infochem/%A4%B6%AD%B1%AC%A1%A9%CA%BE%AF%A4%A7%AD%EC%B2z%BBP%C0%B3%A5%CE/%A4%B6%AD%B1%AC%A1%A9%CA%BE%AF%A4%A7%AD%EC%B2z%BBP%C0%B3%A5%CE.htm>。

註四：網路資料。界面活性劑之原理及應用。(檢索日期：2014.11.16)

<http://www.nchu.edu.tw/~infochem/%A4%B6%AD%B1%AC%A1%A9%CA%BE%AF%A4%A7%AD%EC%B2z%BBP%C0%B3%A5%CE/%A4%B6%AD%B1%AC%A1%A9%CA%BE%AF%A4%A7%AD%EC%B2z%BBP%C0%B3%A5%CE.htm>。

圖一：網路資料。橙淨佳人。(檢索日期：2014.12.21)

<http://www.qlady.net.tw/ezfiles/redmedia024/homepage/43813/news5.html>

註五：陳修玲。無毒保健康。新自然主義出版社。民99。頁123

註六：歐陽嘉一。致命的合成洗劑。安立出版社。民91。頁130

圖二：網路資料。橙淨佳人。(檢索日期 103.12.21)

<http://www.gladly.net.tw/ezfiles/redmedia024/homepage/43813/news5.html>

註七：陳秋炳。基礎化學(二)。翰林出版。民100。頁181

註八：歐陽嘉一。致命的合成洗劑。安立出版社。民91。頁97、119-120

註九：陳秋炳。基礎化學(二)。翰林出版。民100。頁205

註十：竹內久米司、稻津教久。無孔不入經皮毒—預防疾病，從保護皮膚開始！。時報文化出版。
民98。頁58-59

註十一：竹內久米司、稻津教久。無孔不入經皮毒—預防疾病，從保護皮膚開始！。時報文化出版。
民98。頁58-59

註十二：歐陽嘉一。致命的合成洗劑。安立出版社。民91。頁97

註十三：坂下榮。牙膏是合成洗劑！。安立出版社。民91。頁68-69

竹內久米司、稻津教久。無孔不入經皮毒—預防疾病，從保護皮膚開始！。時報文化出版。
民98。頁65-67

歐陽嘉一。致命的合成洗劑。安立出版社。民91。頁126-127

註十四：竹內久米司、稻津教久。無孔不入經皮毒—預防疾病，從保護皮膚開始！。時報文化出版。
民98。頁10。倒數第2行。

註十五：歐陽嘉一。致命的合成洗劑。安立出版社。民91。封面

註十六：竹內久米司、稻津教久。無孔不入經皮毒—預防疾病，從保護皮膚開始！。時報文化出版。
民98。頁45-47

註十七：竹內久米司、稻津教久。無孔不入經皮毒—預防疾病，從保護皮膚開始！。時報文化出版。
民98。頁59-62

註十八：竹內久米司、稻津教久。無孔不入經皮毒—預防疾病，從保護皮膚開始！。時報文化出版。
民98。頁59-62

註十九：竹內久米司、稻津教久。無孔不入經皮毒—預防疾病，從保護皮膚開始！。時報文化出版。
民98。頁59-62

註二十：歐陽嘉一。致命的合成洗劑。安立出版社。民91。頁44-46

註二十一：歐陽嘉一。致命的合成洗劑。安立出版社。民91。頁87-88

註二十二：歐陽嘉一。致命的合成洗劑。安立出版社。民91。頁98-99

註二十三：竹內久米司、稻津教久。無孔不入經皮毒—預防疾病，從保護皮膚開始！。時報文化出版。
民98。頁157-158

註二十四：歐陽嘉一。致命的合成洗劑。安立出版社。民91。頁148-149