

全國高級中等學校小論文寫作比賽

彰化女中一〇七學年度優勝作品精選集

# 全國高級中等學校 小論文寫作比賽

國立彰化女子高級中學  
107 學年度優勝作品精選集

【第 1071115 梯次】

【第 1080331 梯次】

# 目錄

## 第 1071115 梯次

甲等-(生物類)動物性別的決定(黃思毓) .....	1
甲等-(商業類)第三方支付之實務研究(陳鏞卉) .....	12
甲等-(健康護理類)溫暖你的心——暖暖包探究實驗(劉家妤、顧家瑄、蔡雅婷) .....	23
甲等-(健康護理類)蝶豆花之舞—「蝶」出七彩人生—蝶豆花與其他蔬果的生活應用(周亭汝、林芷筠、吳佳蓉) .....	31
甲等-(生物類)蟑螂的悲歌(鍾玉凌、賴小棋) .....	40
優等-(教育類)學習評量成績之研究(謝苡廷) .....	48

## 第 1080331 梯次

甲等-(史地類)生當同衾死當同穴—殉葬制度之研究(王柔云、姚均妮) ..	59
甲等-(史地類)垓下之歌-西楚霸王項羽失敗原因之探討(陳思仔、鄭佳旻) .....	69
甲等-(法政類)淺談我國青年政治冷漠之現象(黃育靜) .....	77
甲等-(化學類)牽一髮動全身！勒沙特列-平衡的移動(吳佳蓉、陳雅萱、謝宜蓁) .....	84
優等-(化學類)來自太陽的你~探討各種變因影響植物色素電池的發電效率 (李采軒、徐翊芹、魏郡儀) .....	95
優等-(史地類)美國對越戰的參與及其影響(梁仔萱、莫芷瑄) .....	105
特優-(化學類)染出十萬伏特吧！氧化還原-探討各種染料電池的原理與比較 (周亭汝、林芳婕、林芝嫻) .....	116

投稿類別:生物類

篇名:  
動物性別的決定

作者:  
黃思毓。彰化女中。高三 10 班。

指導老師:  
劉國強老師

## 壹、前言

### 一、研究動機：

為什麼大多數的動物會有性別的區分?而我們人類和其他動物是如何變成雄性或雌性?早期在重男輕女的性別不平等時代，女性會被某些人責怪生不出男孩，但他們並不知道男性的性別決定基因位在 Y 染色體上，而男性的 Y 染色體是父親給的。人類的性別決定機制是如此，那麼其他生物是如何決定性別的呢?當我們了解各種動物性別的決定機制後，是否可以利用這些知識來改善畜牧業呢?因此我希望以「動物性別的決定」這個主題來探索這個問題。

### 二、研究方法：

參考書籍、網路上具可靠性之論文、高中生物課本，統整以上資訊，並歸納研讀後的結果。

## 貳、正文

### 一、一般動物性別的定義：

#### 生理性別：

以染色體、性腺、第二性徵的差異作為雄性或雌性辨別的依據。但有時並不能明確地以生理性別辨識其性別。以人類為例，有些基因表現有異常的人會同時擁有男性及女性的生殖器官，此種人稱為雙性人，無法明辨其性別。

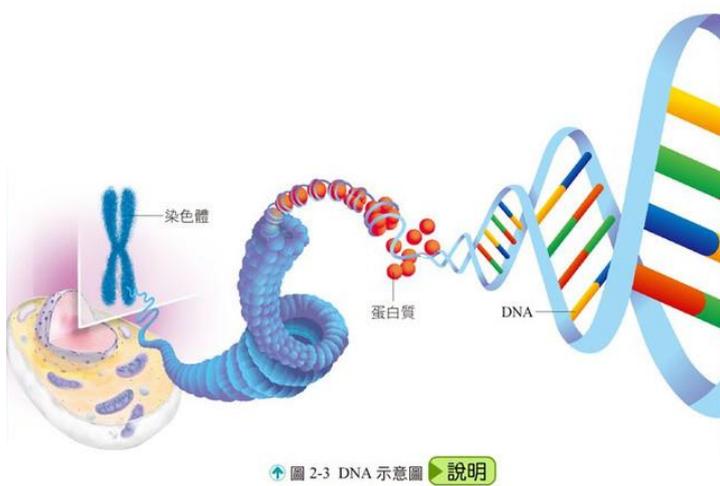
### 二、動物性別的決定

地球形成以來，動物依所生存環境差異進行不斷演化，動物性別的決定機制也隨著改變。大致上，較早演化出來的原始物種，其子代的性別容易由外在環境決定；晚期演化出的物種，其子代的性別在受精時就已經由遺傳因子來決定。決定性別的因子有染色體(chromosome)的組成、溫度差異、賀爾蒙、幼體成長速度等。

#### (一)染色體

##### 1.染色體的簡介：

染色體是染色質(chromatin)在行細胞分裂時形成棒狀的型態，染色質是由一連串的核小體(nucleosome)所形成的，核小體由 DNA 纏繞 8 個組織蛋白所形成，DNA 上則具有可控制不同動物性狀表現的各種基因(如圖一)。許多動物的性別決定因子位於染色體的基因上，因此染色體的組成對於大多數動物的性別決定有很大的影響。以人類為例，人類有 23 對染色體，其中的第 23 對染色體為性染色體，可決定人類的性別。男性的性染色體組成為 XY 型；女性的性染色體組成為 XX 型。除了性染色體外其餘的 22 對染色體型態皆相同，控制人體除了性別相關的各種性狀表現，即稱為體染色體。而不只是染色體組成形式的不同會當作性別的決定機制，性染色體與體染色體的比值、性染色體的多寡以及染色體是單倍體(haploid)或雙倍體(diploid)都會影響動物性別的分化過程。



圖一:染色體的型態(資料來源:2018.8.13，取自 <http://melances.pixnet.net/blog/post/161390906>-今年南一生物染色體結構圖，dna 部分的誤解)

## 2.染色體組成形式決定性別

### (1)XY 型系統

#### A.性別決定基因在 Y 染色體上

哺乳類的性染色體分為 XX 與 XY 兩型。以人類為例，男性的 XY 染色體中的 Y 染色體有 Y 染色體性別決定區，又稱為「SRY 片段」(sex determining region Y)。SRY 片段中帶有「TDF」(testis-determining factor，睪丸決定因子)，因此男性的性染色體為 XY；女性的性染色體為 XX。然而有些人雖然沒有 Y 染色體，他的 X 染色體卻帶有 SRY 片段，此人就是帶有 XX 性染色體的男性，其原因可能是染色體發生了片段易位

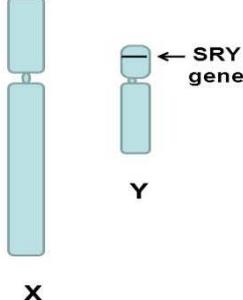
(chromosome translocation)的現象，其具有 XY 染色體的親代在進行減數分裂時，Y 染色體的 SRY 片段發生斷裂，並黏合到 X 染色體上所致。

## B.原理

在人類胚胎發展至第 7 週時，位於 Y 染色體的 SRY 基因會製造一串轉錄因子(transcription factor)來活化睪丸的發展(如圖二)。第 7 週之前的胚胎性腺有中腎管和副中腎管，此兩種管腺可以分別發育成睪丸或卵巢。一旦 SRY 基因刺激未分化性腺開始發育為睪丸後，睪丸會產生兩種賀爾蒙，分別是睪固酮(testosterone)和反穆勒氏素(anti-Mullerian hormone)，睪固酮和雙氫睪酮(androstanolone)會促使男性的生殖器官形成並退化副中腎管。沒有 SRY 基因的女性的卵巢發育是由另一串轉錄基因來活化，發育完整後的卵巢會接著製造雌激素來促發子宮、輸卵管、子宮頸從副中腎管發育。

### **SRY (Sex- Determining Region of the Y chromosome) Gene**

- 在胚胎早期發展中，男性和女性的不成熟性腺是無法分辨的。
- 男性:在第七週的發展中，在 Y 染色體上的 SRY 基因會活化數個基因，使性腺發展為睪丸。
- 女性:因為沒有 SRY 基因，性腺會發展為卵巢。



46

圖二:SRY 基因如何影響人類性別

(資料來源：阿摩線上測驗-錯在阿摩，贏在考場!。2018.7.15，取自 <https://goo.gl/7t16fG>)

## (2)ZW 型系統

許多鱗翅目昆蟲、鳥類的性別決定機制都屬於此類，以下分別以蠶、雞做為說明。

### A.性別決定基因位於W染色體：

#### a.排列形式對應的性別

蠶的性別決定基因位於 W 染色體，擁有W染色體的蠶(ZW)為雌性；沒有W染色體的蠶為雄性(ZZ)。

#### b.原理

有一種蛋白分子 Piwi 牽涉著蠶的性別分化過程，Piwi 會阻止雄性擁有 piRNA 分子；雌性仍擁有 piRNA 分子，雌性的 piRNA 分子會剪掉雄性基 Masc(Masculinizer)的 mRNA，因此有 piRNA 的胚胎會發育為雌性，沒有 piRNA 分子的胚胎會發育為雄性。

## B.性別決定基因位於 Z 染色體：

### a.排列形式對應的性別

雞的性別決定基因(DMRT1)位於 Z 染色體上，兩個 Z 染色體恰可啟動機展現雞雄性特徵的基因，因此雄雞的性染色體為 ZZ；雌性的雞為 ZW。

### b.原理

哺乳類的 DMRT1 位於第 9 體染色體上，然而雞卻與哺乳類不同，雞的 DMRT1 在 Z 染色體上，公雞的性染色體為(ZZ)，雌性的為(ZW)，而兩個 DMRT1 基因是公雞促發睪丸發育的重要基因。

表一：XY 系統、ZW 系統中同型染色體和異型染色體對應的性別

	異型染色體	同型染色體	舉例
XY 系統	雄性(XY 型)	雌性(XX 型)	人類、豬、牛……
ZW 系統	雌性(ZW 型)	雄性(ZZ 型)	鳥類、鱗翅目昆蟲( <i>Lepidoptera</i> ) (如蠶、蛾、蝴蝶)、部分爬蟲類……

(表一資料來源:研究者自行繪製)

## 3.性染色體與常染色體的比值

### (1)比值對應的性別

當 X 染色體：體染色體小於 1:2 時，X 染色體的比重不足以活化雌性基因，此胚胎會發育為雄性。

當 X 染色體：體染色體大於 1:1 時，雌性基因會被啟動，此胚胎會發育為雌性。

表二：果蠅擁有的性染色體類型對應的性別

性別	正常	不正常
雄性	XY 型	XO 型(只有一條 X 染色體)
雌性	XX 型	XXY 型、XXYY 型

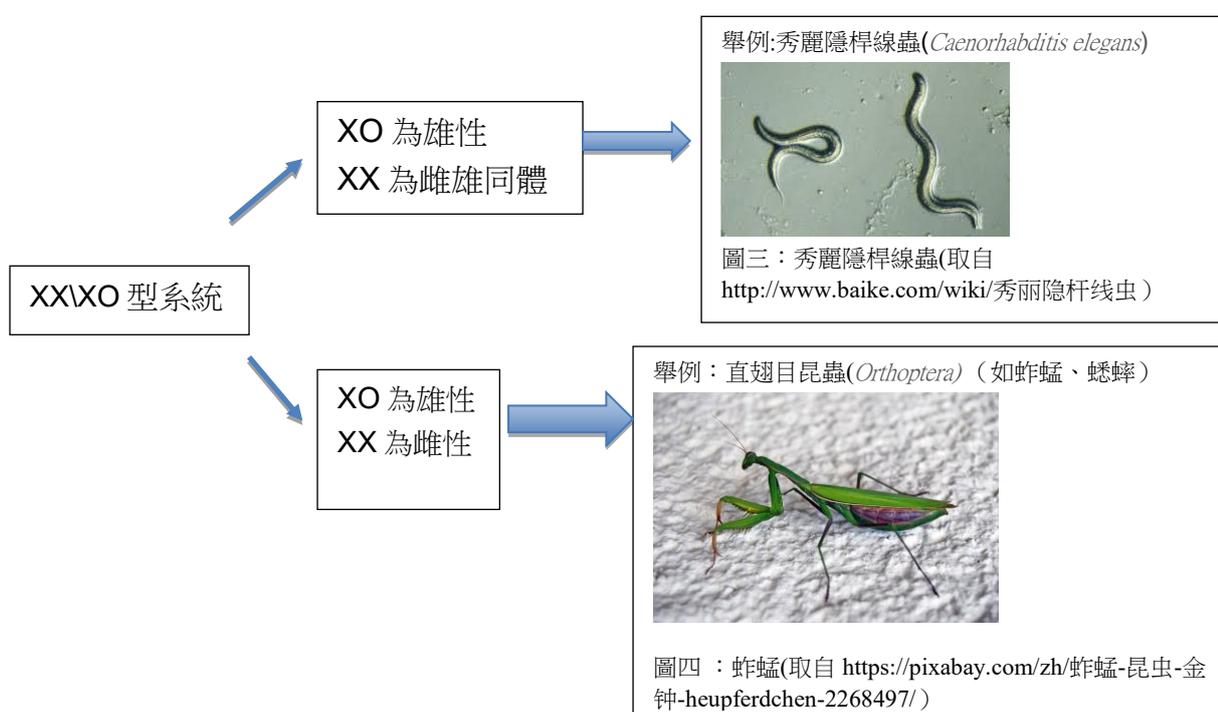
(表二資料來源:研究者自行繪製)

## (2)原理

由於體染色體的比重過多時會抑制雌性基因的活化，因此推斷果蠅的體染色體上應該有會抑制雌性基因活化的基因。果蠅胚胎的性腺一旦經由 X 染色體和體染色體的比值決定胚胎性腺發展傾向雌性或雄性後，就會啟動性別分化基因，性別分化基因接著活化下游基因，製造蛋白質以發展性腺。

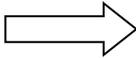
## 4.性染色體的多寡

此種決定機制有兩種系統，分別為 XO 或 XX 型、ZO 或 ZZ 型。性染色體為 X 或 XO 型的性別決定系統中又可細分為兩種性別組，分別為（雌性／雄性）、（雌雄同體／雄性），如圖五。ZZ 或 ZO 型的性別決定系統中則只有一種性別模式（雄性／雌性），如圖七。



圖五:以性染色體為 XX 或 XO 為性別決定系統的舉例(資料來源:研究者自行繪製)

ZZZO 型系統



圖七:擁有 Z Z 或 Z O 型性染色體對應的性別(資料來源:研究者自行繪製)

### 5. 染色體是單倍體(n)或是雙倍體(2n)

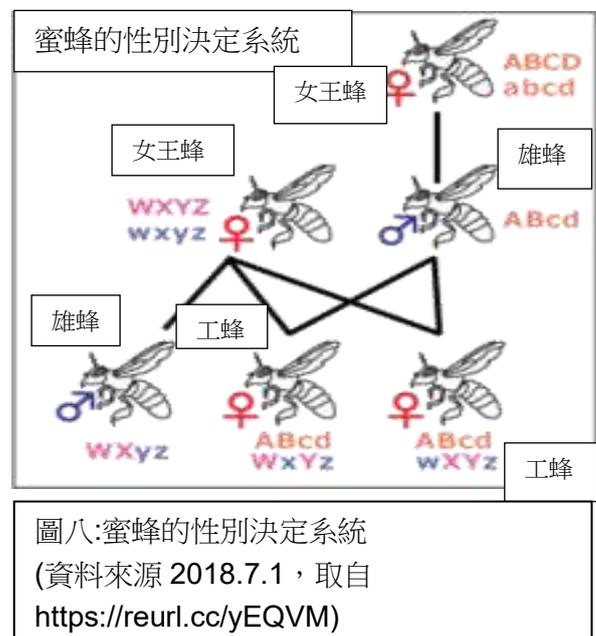
蜜蜂、螞蟻為群居性的膜翅目昆蟲(*Hymenoptera*)，由染色體是單倍體或雙倍體來決定性別。

#### (1) 染色體是單倍體或雙倍體對應的性別(以下以蜜蜂為例)

擁有單倍體(16 條染色體)的蜜蜂為雄蜂，有雙倍體(32 條染色體)的蜜蜂為雌蜂，而雌蜂又分為工蜂和女王蜂。有時也會出現具有雙倍體染色體的雄蜂，此種雄蜂沒有生殖能力，工蜂為了不浪費糧食會殺了不具生殖能力的雄蜂。

#### (2) 原理

以蜜蜂為例，蜜蜂的染色體中帶有「性別決定互補因」(cad)。未受精的卵，其染色體為單倍體，只有來自母親的 cad 基因，為雄性，然而有時女王蜂近親交配，產下帶有兩個同種 cad 基因的雄蜂，此種雄蜂不具有生殖能力，會被工蜂殺死，以免浪費糧食；有受精的卵，其染色體為雙倍體，具有兩個不同的 cad 基因為雌性，雙個 cad 基因會合力製造出一種具有活性的蛋白質，此種蛋白質可以促使受精卵發育為雌蜂。而雌蜂中，決定可否成為女王蜂或工蜂的條件取決於餵養蜂王漿(royal jelly)的天數，當女王蜂取得的精子所剩不多時，工蜂會將最近產出的幼蜂挑選出三、五隻來餵食蜂王漿，成長最快的幼蜂就會成為女王蜂並殺死其他生長較慢的幼蜂。

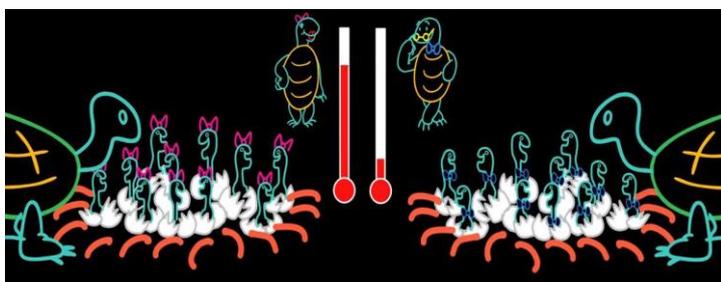


#### (3) 蜜蜂如何決定女王蜂

女王蜂會分泌出葵烯酸(9-ODA)，這種費洛蒙可以吸引雄蜂來交配，也可以抑制工蜂的卵巢發育，而葵烯酸會隨著女王蜂的年紀、季節而產生變化，當女王蜂體內的精子所剩不多時，女王蜂的葵烯酸費洛蒙會開始減弱，此時工蜂會從最近產生的卵中挑選三、五隻終其一生地餵養蜂王漿，這些卵就是準女王蜂，而一般的工蜂只會被餵食三天。蜂王漿有抗氧化作用，可以延長蜜蜂的壽命。

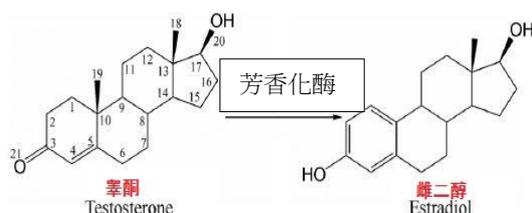
## (二)溫度

許多爬蟲類生物子代的性別取決於孵化卵的期間其溫度的高低。例如：鱷魚、蜥蜴、許多種類的魚（吳郭魚、比目魚……），以及許多種類的烏龜。其中以較經典的例子海龜來說明，在攝氏溫度高於 31 度環境下孵化出來的海龜都是雌龜，低於攝氏 27 度時全是雄龜，而在大約 29 度時，雄龜與雌龜的性別比大致為 1 : 1。



圖九：溫度決定烏龜的性別（資料來源：TED X Taipei。2018.2.10，取自 <http://tedxtaipei.com/articles/sex-determination/>）

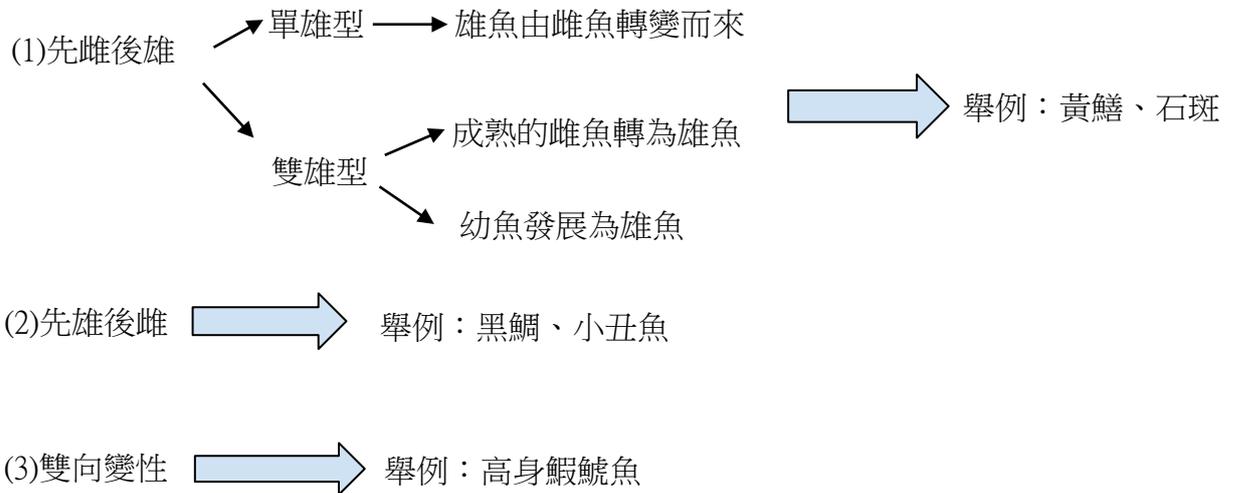
以溫度為性別決定的機制中，芳香化酶(aromatase)是性別分化的關鍵酶，高溫下會促使芳香化酶分泌，芳香化酶使得雄性激素轉化為雌性激素，然而，利用芳香化酶將雄性激素轉為雌性激素的生物並不只局限於以溫度當作性別決定的動物當中。以人類為例，人類的雌二醇(雌性激素)和睪固酮(雄性激素)結構很像，雌二醇結構中的最左邊是一個苯環；睪固酮的最左邊是一個不規則的六圓環，芳香化酶會將睪固酮最左邊的雙鍵打開，使睪固酮的雙鍵變成一個含羥基的苯環,如圖十。



圖十：芳香化酶將雌二醇轉變成睪固酮  
(資料來源：科學網。2018.5.28，取自 <https://goo.gl/UisGpT>)

### (三)賀爾蒙

大部分的魚類為雌雄異體(dioecious)，但仍有少許的魚類為雌雄同體(hermaphrodite)，其中有些魚類會隨著環境溫度的改變或者群體中的男女比例失衡時，他們的性別就會隨著體內賀爾蒙的變化而改變。魚類變性的形態有三種，分別是雌魚變雄魚，雄魚變雌魚，以及雙向變性等，如圖十一。



圖十一:魚類變性的舉例(資料來源:研究者自行繪製)

### (四)成長速度

以成長速度來決定性別的生物極少，較有名的例子是七鰓鰻(*Lethenteron camtchaticum*) (如圖十二)七鰓鰻為一種寄生性魚類，藉著吸食其他魚類的血液與體液為生，曾造成美國五大湖區的漁業受創。生活在同一區域的七鰓鰻往往具有同一性別，這是因為水域的生長條件，如水溫或食物多寡，會影響七鰓鰻的生長速度，七鰓鰻的生長速度決定了他們的性別。生長速度較快的七鰓鰻個體也較大，為雌性；生長速度較慢者為雄性。



圖十二：七鰓鰻

(資料來源: 王五人(2016)。蝌蚪五線譜。  
2018.8.16，取自 <https://goo.gl/aV6LMu>)

由於採取這種機制的生物極少，所以尚未研究出明確的原理，因此我提出一個假說。生長速度較快的個體代表獲取的養分較多。因為雌性需負責產卵，雄性需產生精子，而製造卵所需的養分較高，因此由獲取養分較多的個體成為雌性。

### 三、利用性別的決定機制在農畜產業上做的應用

#### (一) 漁業養殖

##### 1. 有三倍體染色體的魚類

漁業養殖會製造擁有三倍體(3n)的幼魚，因為有三倍體的魚在減數分裂時會產生無法受精的配子，故無法具有生殖力，就無需花費精力交配，因此生長速度可以比一般魚類快，如此可以減少飼養魚所花費的飼料支出。

##### 2. 單性養殖

養殖鱒魚(*Oncorhynchus mykiss*)這種魚類時，因牠們的卵可製成魚子醬，故具有極高的價值，且雌魚生長得比雄魚快，漁民們就會進行只有雌性的單性養殖。

#### (二) 雞的養殖

由於公雞不會下蛋，對於養殖業的人來說，公雞的經濟價值較低，因此許多公雞一出生就被殺了。近期科學家發現雞的紅血球中有可以決定性別的化合物，而太赫茲波(一種電磁波)可以偵測到此種化合物的存在，有了這個發現，我們可以在蛋殼戳一個小洞便可得知這個卵的性別，如果是未來會孵化為雄雞的卵，此顆雞蛋就可以出售成食用雞蛋。

### 參、結論

在這次的探討過程中，我發現性別的決定機制中並不是每一個機制就單單只有一個影響因素，例如爬蟲類生物牠們的性別決定因素是溫度，但牠們的性別決定可能也受濕度影響(佛羅里達大西洋的西福恩特斯-羅梅羅教授提出)。雞的性別不只受Z染色體影響，也受紅血球內的一種化合物影響。因此性別的決定可牽涉到許多的基因和酵素，所以決定生物的性別是一個繁瑣的工程。人類的活動可能會改變動物的性別比，例如工業革命後，地球的氣溫不斷上升，導致以溫度為性別決定因素的生物的性別比例不平衡，人類排放廢棄物到河川或海洋，也可能會影響魚類的賀爾蒙分泌，進而對魚類的性別比造成影響，長久下來，可能會造成生態系失衡，造成大量動物的滅絕。

## 肆、引註資料

### 一、網站

1. 史能飛(2017)。女性與芳香化酶的那些事。每日頭條，2017.11.26，取自 <https://kknews.cc/zh-tw/health/pyxpjj.html>
2. Erin Ross(2017)。Growth Spurts May Determine a Lamprey's Sex。2017.7.23，取自 <https://goo.gl/IHJis4>
3. 香香、柴輞馨、林韋佑(2017) Science Applied To Farm.美國蛋場引進性別篩選新技術，可望拯救 3 億隻小雞慘死命運。科技農報，2017.11.25，取自 <https://goo.gl/Nh5ra2>

### 二、書籍、期刊、博碩士論文

- 1.林正焜(2009)。性不性，有關係？。台北市:商周出版。(第 29、174、171 頁)。
- 2.張清風(2005)。水產養殖：魚類性別轉變的奧妙科技大觀園。科技大觀園，385，18-21。
- 3.Laura Hake(2008) .Genetic Mechanisms of Sex Determination. Biology Department, Boston College:PH.D.

投稿類別:商業類

篇名:第三方支付實務之研究

作者:

陳毓卉。國立彰化女中。高二二班

指導老師:

薛廣澤 老師

## 壹、前言

### 一、研究動機

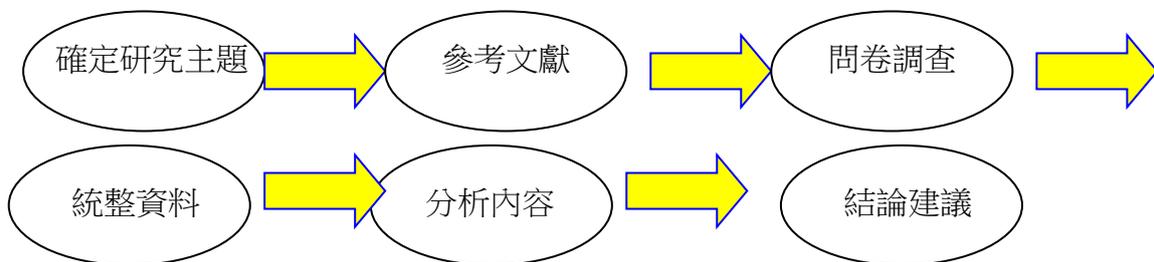
國內的第三方支付交易模式已合法通行通過一段時間，並有為數不少的店家開始支援相關的付費方式，第三方支付使用便利，又能保障消費者使用的交易安全，在全球發展興盛，但也因此延伸出危險與威脅。

研究者在 2017 年寒假參加了資訊管理與財務金融研習營，營隊中認識了第三方支付交易模式，引發了好奇心。希望透過研究更深入了解第三方支付，並提出結論和發展的建議。

### 二、研究目的

- (一)介紹何謂第三方支付，並比較電子支付、電子票證、第三方支付的差別
- (二)對第三方支付進行 SWOT 分析
- (三)介紹常見的第三方支付平台
- (四)根據研究資料總結出解決問題的建議

### 三、研究流程

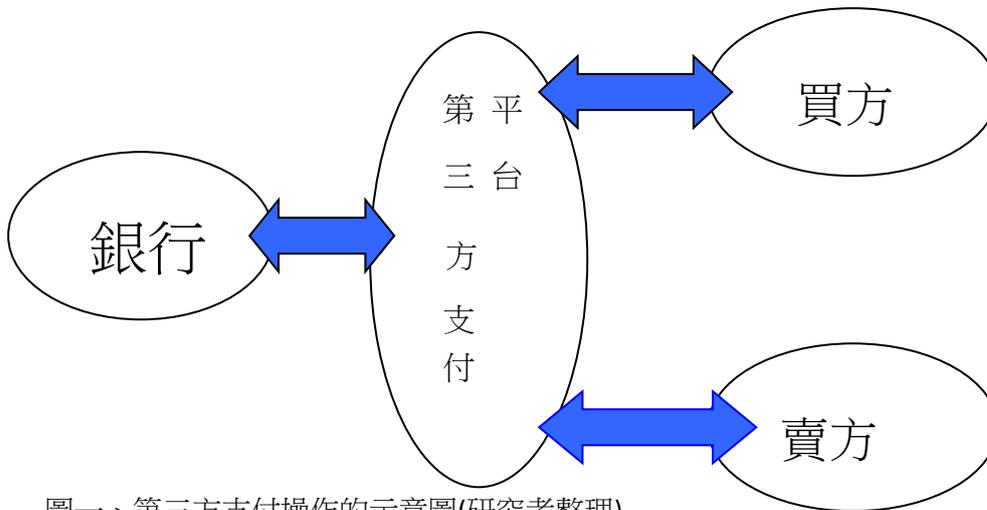


## 貳、正文

### 一、何謂第三方支付

自古至今，人類交易的方式百百種，其中的一樣即為"第三方支付"。第三方支付就像一個獨立的金融機構，與銀行之間簽約建立一個支付平台，提供和銀行支付結算系統介面，提供劃撥服務給交易當事人進行收款或付款。當買方購買商品時，其費用不會直接匯入賣方的銀行帳戶上，而是匯入第三方支付的銀行帳戶中，當買方確認收到貨品且品質無疑慮以後，就會告知第三方支付平台把貨款匯

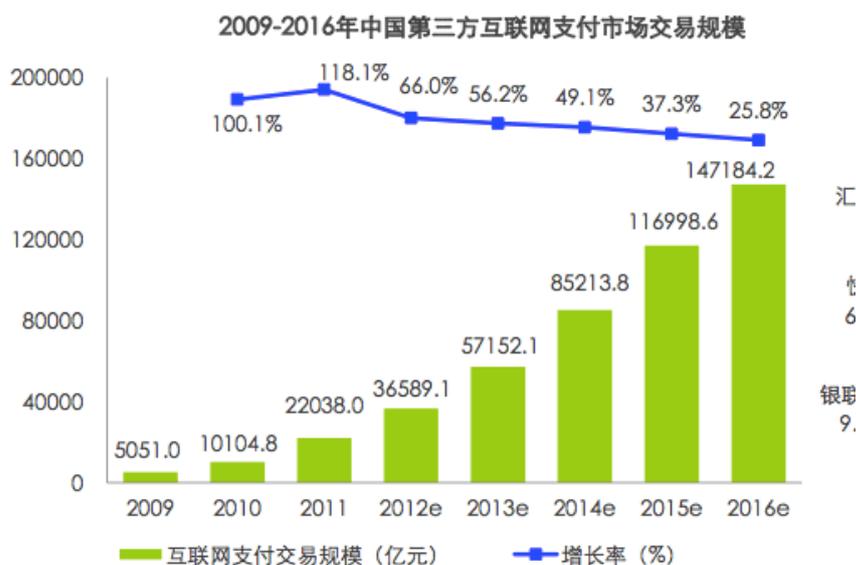
入賣方的帳戶，透過此種方式保障買賣雙方的交易安全。



圖一、第三方支付操作的示意圖(研究者整理)

## 二、第三方支付操作步驟:

1. 買方在網站上選購商品，買方賣方在網路上達成交易目的
2. 買方選擇利用第三方支付作為付款方式，將錢匯到第三方支付平台
3. 第三方支付平臺將買方已經付款的訊息通知賣方，並要求賣方在規定時間內發貨
4. 賣方收到通知後，按照訂單發貨
5. 買方收到貨物並確認後，通知第三方
6. 第三方將其帳戶上的貨款匯入賣方帳戶中，交易完成。



上一頁[圖二、第三方支付交易規模增長圖(以中國為例) 資料來源:Circle Data 網。2018 年 11 月 4 日，取自:

<https://www.circle.tw/twcn/third-party-payment-in-china.html>]

### 三、第三支付的態勢分析(SWOT 分析)

便捷又安全的第三方支付模式並非完全無缺點，以下是第三支付的態勢分析(SWOT)分析。

優勢(Strengths)	劣勢(Weakness)
<p>1.由於買方的消費款項並非直接匯入賣方的帳戶，而是在買方收到商品並確認無誤後才通知第三方支付平台資金轉入賣方帳戶中，因此可以避免賣方寄出到商品後收不到款項或買方收到質量不好的產品。</p> <p>2.第三方支付平台協助消費者處理付費款項，消費者可以省去與多家銀行辦理手續的麻煩。</p> <p>3.第三方支付平台為銀行增加了一項業務項目，也為銀行節省提供網關介面給無法與其建立介面的中小企業之開發資金和維護費用。</p>	<p>1.可能成為虛擬交易中非法資金轉移或洗錢的管道。</p> <p>2.第三方支付平台中的資金隨著用戶增加也逐漸增多，而這筆資金的利息分配將是第三方支付公司的一大問題。</p>
機會(Opportunities)	威脅(Threats)
<p>1.電子商務是一種新興的經營模式，第三方支付又降低了交易雙方的風險，未來的發展不可限量。</p> <p>2.年輕一帶對網路的依賴度高，增加第三方支付平台發展的機會。</p>	<p>1.由於第三支付的開立門檻無限制，技術成本低，交易市場中存在許多內容無差別，僅是名稱不同的同業，此將造成激烈的競爭。</p> <p>2.許多用戶仍因網路安全和隱私權問題，尚未接受電子商務的交易模式。</p>

(表一:研究者整理)

四、比較電子支付、電子票證、第三方支付的差別

為了區別電子支付、電子票證、第三方支付的差別，避免混淆，研究者整理了下表：

	電子票證	電子支付	第三方支付
監管單位	金管會	金管會	經濟部
所屬法律	電子票證發行管理條例	電子支付機構管理條例	遵守與信用卡收單機構簽訂的網路商店代收代付相關規定，自律規範
交易限制	儲值上限 10000 元	付款與儲值： 付款額度上限三萬元，儲值餘額上限一萬元。  收款、付款及儲值：上限三十萬元。  個人每月收付金額以一百萬為上限，非個人則為一千萬為上限	帳戶無法儲值，以信用卡為交易媒介
開立門檻	三億新台幣	五億新台幣	無限制
特色	使用年齡最廣	不同帳戶可資金轉移	使用門檻低
市場代表	悠遊卡、一卡通、icash	橘子支付、國際連、台灣支付	街口支付、Line Pay、GOMAJI Pay

(表二:研究者整理)

## 五、介紹常見的第三方支付平台

PayPal 在 1998 年 12 月由 Ken Howery、馬克斯·列夫琴、伊隆·馬斯克、Luke Nosek 及 彼得·提爾 建立的網路第三方支付服務商，總部位於美國加利福尼亞州聖荷西市。2002 年 10 月被 eBay 以 15 億美金收購，為 ebay 公司帶來大筆的收入

Paypal 讓使用者通過 P2P 付款系統付款，”是一種可以將我的錢透過電子信箱轉給你的方式，其中牽涉到高度的技術安全。”(劉文良，2007，電子商務與網路行銷—第二版)，利用電子郵件來標示身分並轉移資金，替代匯款等交易方式以獲得安全及便利性的服務，更推出能有效降低網路詐欺發生的網路電子帳戶—PayPal 帳戶，獲得消費者廣大的肯定。截至目前，PayPal 已經支援超過 193 個地區，註冊用戶數量超過二億五千萬。是目前全球數一數二的第三方支付平台。

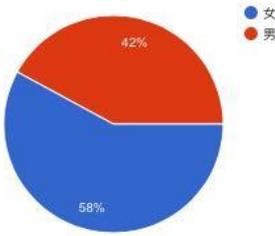
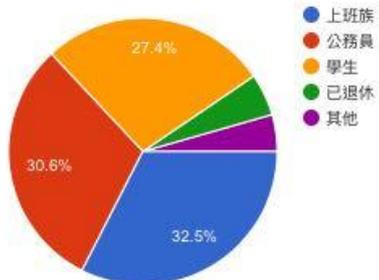


(圖三資料來源: 新思想網。2018 年 11 月 4 日，取自 <http://www.new-s.com.cn/xsx/caseinfo/637>)

六、問卷調查及分析

此次問卷調查於 2018/11/1 利用 google 表單方式放置網路供人填寫  
共有 157 份回應，其中有效問卷 157 份，無效問卷 0 份。

(一) 基本資料分析

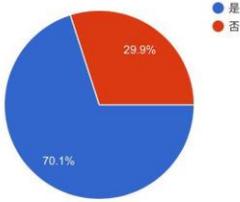
圖表	分析
<p data-bbox="343 840 430 896"><b>性別</b> 157 則回應</p>  <p data-bbox="311 1243 566 1288">圖四、性別分析圖</p>	<p data-bbox="877 795 1412 896">依性別分析圖來看，此次問卷調查中，女性佔 <b>58%</b>，男性佔 42%。</p> <p data-bbox="877 974 1412 1075">顯示此次問卷調查中，女性人數多於男性。</p>
<p data-bbox="343 1366 430 1422"><b>職業</b> 157 則回應</p>  <p data-bbox="311 1870 566 1915">圖五、職業分析圖</p>	<p data-bbox="877 1332 1412 1512">依職業分析圖來看，此次問卷調查中，上班族佔 <b>32.5%</b>，公務員佔 30.6%，學生佔 27.4%，已退休佔 4.8%，其他佔 4.7%。</p> <p data-bbox="877 1601 1412 1736">顯示此次問卷調查中，上班族佔最多其次是公務員，再來是學生、已退休及其他。</p>

<p><b>年齡</b> 157 則回應</p> <table border="1"> <caption>圖六、年齡分析圖數據</caption> <thead> <tr> <th>年齡組別</th> <th>百分比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15歲以下</td> <td>3.1%</td> </tr> <tr> <td>16-25歲</td> <td>41.4%</td> </tr> <tr> <td>26-35歲</td> <td>21.7%</td> </tr> <tr> <td>36-45歲</td> <td>10.8%</td> </tr> <tr> <td>46-55歲</td> <td>14.6%</td> </tr> <tr> <td>56-65歲</td> <td>3.4%</td> </tr> <tr> <td>66-75歲</td> <td>3.1%</td> </tr> <tr> <td>76歲以上</td> <td>3.1%</td> </tr> </tbody> </table> <p>圖六、年齡分析圖</p>	年齡組別	百分比	15歲以下	3.1%	16-25歲	41.4%	26-35歲	21.7%	36-45歲	10.8%	46-55歲	14.6%	56-65歲	3.4%	66-75歲	3.1%	76歲以上	3.1%	<p>依年齡分析圖來看，此次問卷調查中，16-25 歲佔 41.4%，26-35 歲佔 21.7%，36-45 歲佔 10.8%，46-55 歲佔 14.6%，56-65 歲佔 5%，66-75 歲佔 3.4%，76 歲以上佔 3.1%</p> <p>顯示此次問卷調查中，16-25 歲佔最多，其次是 26-35 歲，再來是 36-45 歲、46-55 歲，55-65 歲、66-75 歲及 76 歲以上。</p>
年齡組別	百分比																		
15歲以下	3.1%																		
16-25歲	41.4%																		
26-35歲	21.7%																		
36-45歲	10.8%																		
46-55歲	14.6%																		
56-65歲	3.4%																		
66-75歲	3.1%																		
76歲以上	3.1%																		

(二)民眾對於第三方支付的認識度及想法

圖表	分析						
<p><b>是否有聽過第三方支付</b> 157 則回應</p> <table border="1"> <caption>圖七、是否有聽過第三方支付數據</caption> <thead> <tr> <th>回答</th> <th>百分比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是</td> <td>81.5%</td> </tr> <tr> <td>否</td> <td>18.5%</td> </tr> </tbody> </table> <p>圖七、是否有聽過第三方支付</p>	回答	百分比	是	81.5%	否	18.5%	<p>依圖五圖表分析來看，此次問卷調查中，大部分的民眾有聽過第三方支付，而少部分的民眾則沒有聽過第三方支付。</p>
回答	百分比						
是	81.5%						
否	18.5%						

<p><b>在哪裡聽過第三方支付</b> 157 則回應</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>聽過地點</th> <th>次數</th> <th>百分比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>網路</td> <td>107</td> <td>68.1%</td> </tr> <tr> <td>報章雜誌</td> <td>47</td> <td>29.9%</td> </tr> <tr> <td>朋友家人介紹</td> <td>35</td> <td>22.3%</td> </tr> <tr> <td>其他</td> <td>13</td> <td>8.3%</td> </tr> <tr> <td>沒聽過</td> <td>41</td> <td>26.1%</td> </tr> </tbody> </table> <p>圖八、在哪裡聽過第三方支付</p>	聽過地點	次數	百分比	網路	107	68.1%	報章雜誌	47	29.9%	朋友家人介紹	35	22.3%	其他	13	8.3%	沒聽過	41	26.1%	<p>調查，有聽過第三方支付的民眾中，大部分是在網路聽過第三方支付，其次是透過報章雜誌及親友介紹。</p> <p>顯示出現代民眾使用網路的普及度高，也代表電子商務的確有開發的高度潛力。</p>						
聽過地點	次數	百分比																							
網路	107	68.1%																							
報章雜誌	47	29.9%																							
朋友家人介紹	35	22.3%																							
其他	13	8.3%																							
沒聽過	41	26.1%																							
<p><b>是否使用過第三方支付進行交易</b> 157 則回應</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>回答</th> <th>百分比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是</td> <td>46.5%</td> </tr> <tr> <td>否</td> <td>53.5%</td> </tr> </tbody> </table> <p>圖九、是否使用過第三方支付進行交易</p>	回答	百分比	是	46.5%	否	53.5%	<p>依圖七圖表分析來看，此次問卷調查，有 <b>46.5%</b> 的民眾使用過第三方支付作為交易方式，而有 <b>53.3%</b> 的民眾沒有。</p> <p>顯示出第三方支付有一定普及度，已有為數不少的民眾使用過第三方支付作為交易方式，但仍有較多部分的民眾沒有使用過第三方支付作為交易方式。</p>																		
回答	百分比																								
是	46.5%																								
否	53.5%																								
<p><b>聽過的第三方支付平台？</b> 157 則回應</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>平台名稱</th> <th>次數</th> <th>百分比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Paypal</td> <td>82</td> <td>52.2%</td> </tr> <tr> <td>LinePay</td> <td>109</td> <td>69.4%</td> </tr> <tr> <td>支付寶</td> <td>109</td> <td>69.4%</td> </tr> <tr> <td>Yahoo奇摩輕...</td> <td>35</td> <td>22.3%</td> </tr> <tr> <td>Pi支付</td> <td>24</td> <td>15.3%</td> </tr> <tr> <td>Gomaji</td> <td>20</td> <td>12.7%</td> </tr> <tr> <td>街口支付</td> <td>26</td> <td>16.6%</td> </tr> </tbody> </table> <p>圖十、聽過的第三方支付平台</p>	平台名稱	次數	百分比	Paypal	82	52.2%	LinePay	109	69.4%	支付寶	109	69.4%	Yahoo奇摩輕...	35	22.3%	Pi支付	24	15.3%	Gomaji	20	12.7%	街口支付	26	16.6%	<p>由圖八圖表分析來看，此次問卷調查，最多人聽過的第三方支付平台是 <b>Line Pay</b>、<b>支付寶</b>，其次是 <b>Paypal</b>，接下來依序是 <b>Yahoo 奇摩輕鬆付</b>、<b>Pi 支付</b>、<b>Gomaji</b>、<b>街口支付</b>。</p>
平台名稱	次數	百分比																							
Paypal	82	52.2%																							
LinePay	109	69.4%																							
支付寶	109	69.4%																							
Yahoo奇摩輕...	35	22.3%																							
Pi支付	24	15.3%																							
Gomaji	20	12.7%																							
街口支付	26	16.6%																							

圖表	分析
<p data-bbox="411 387 687 477">如果有機會，是否想嘗試使用第三方支付作為交易方式?</p> <p data-bbox="411 488 485 510">157 則回應</p>  <p data-bbox="312 824 842 902">圖十一、如果有機會，是否想嘗試使用第三方支付作為交易方式</p>	<p data-bbox="874 342 1406 521">依圖九圖表分析來看，此次問卷調查中，大部分的民眾對第三方支付抱持正向的想法，認為第三方支付不是不能嘗試的交易方式。</p>

## 參、結論

### 一、結論

根據本研究對第三方支付之資料及圖表分析，總結出的結論如下：第三方支付已在我國合法通行一段時間，已有一定比例的民眾聽過和使用過第三方支付作為交易模式。成立門檻低、相對低風險的交易方式是第三方支付發展興盛的關鍵，但也因為這樣，相同內容但不同名稱的第三方支付平台也充斥業界，同質化的產品必然導致激烈的市場爭奪。另外，第三方支付對商業銀行的依賴度高，亦容易形成惡性競爭之對手。根據此研究的問卷調查結果顯示：聽過及使用過第三方支付作為交易方式的民眾中大部分是經由網路得知，顯示出現今世代中網際網路與人類密切關係與電子商業的發展潛力無窮。網路使用的隱私安全問題也是第三方支付發展所要面臨的問題。即使隨著網際網路的發展，電子支付被越來越多的用戶接受，但仍有一部份的民眾對之抱持不信任的態度。

本研究所提出的一PayPal 是一個在全球使用比例相當高的第三方支付台，也是在此次研究之間卷調查中，佔多數民眾所聽過得第三方支付模式，PayPal 透過電子郵件標示身分，並利用其轉移資金，提供消費者便利而風險低的支付模式，PayPal 也不定期的推出優惠活動促銷，即使使用時須支付手續費，仍有為數不少的民眾願意使用其來做交易方式。

## 二、建議

### (一)第三方支付平台的服務內容避免與銀行重疊

第三方支付對銀行的依賴度高，銀行容易成為惡性競爭的對手，因此第三方支付平台的服務內容應避免與銀行進行重疊。或者往消費者和消費者之間交易的方向發展，由此和銀行錯開。

### (二)政府應加強第三方支付法律的修訂

第三支付的隱私安全問題一直發展上的威脅，為此政府可以提出更多相關的法律，以保障消費者使用第三方支付的安全。

### (三)擴大第三方支付使用年齡層

由此次研究得知，網際網路的發展是第三方支付興盛的關鍵之，但網際網路的使用年齡層大部分分布在青壯年人口，若第三方支付平台能夠加強老年人使用的便捷度，如推出簡易版、大字版支付方式等。將第三方支付擴大使用年齡層，將能有更大的發展空間。

## 肆、引註資料

劉文良(2007)——**電子商務與網路行銷(第二版)**。臺北市:基峰資訊

吳明芳(2017)。**第三方支付平台與銀行間之競合關係**。亞洲大學財務金融學系碩士在職專班碩士論文。

Paypal 百度百科(2018)。2018年11月4日，取自

<https://baike.baidu.com/item/PayPal>

第三方支付 百度百科(2018)。2018年11月4日，取自

<https://baike.baidu.com/item/%E7%AC%AC%E4%B8%89%E6%96%B9%E6%94%AF%E4%BB%98>

新思想網(2018)。2018年11月4日，取自

<http://www.new-s.com.cn/xsx/caseinfo/637>

Circle Data 網(2018)。2018年11月4日，取自:

<https://www.circle.tw/twcn/third-party-payment-in-china.html>

投稿類別：健康與護理類

篇名：

溫暖你的心——暖暖包探究實驗

作者：

劉家妤。彰化女中。高一 15 班

蔡雅婷。彰化女中。高一 15 班

顧家瑄。彰化女中。高一 15 班

指導老師：

陳琬菁老師

## 壹、前言

### 一、研究動機

每到寒流來襲時，人人手裡都會拿著暖暖包，或是女生生理期時因子宮收縮不舒服，使用暖暖包以緩解不適，然而有時卻會看到電視新聞報導市售拋棄式暖暖包不當的包裝及使用，而導致燙傷。因此我們想比較拋棄式暖暖包、可重複使用的暖暖包內成分過飽和醋酸鈉溶液體積多寡對析出後溫度的影響。

### 二、研究目的

- (一)探討自製過飽和醋酸鈉溶液在相同濃度，不同體積的溫度變化
- (二)探討市售過飽和醋酸鈉暖暖包不同體積的溫度差異
- (三)探討市售拋棄式鐵粉暖暖包溫度短時間內的變化
- (四)希望藉此研究適合使用的暖暖包類型。

### 三、研究方法

透過設計實驗及數據分析，研究出其內容。

## 貳、正文

### 一、暖暖包介紹

- (一) 拋棄式暖暖包，如圖一及圖二所示

1、成分：鐵粉、水、活性碳、蛭石、鹽類

2、發熱原理：鐵粉與空氣中的氧氣進行氧化作用，但鐵要在有水時才容易進行放熱，所以以活性碳和蛭石當保水劑，活性碳和蛭石容易吸收空氣中的水分，讓反應進行，達到放熱、保暖的效果



圖一



圖二

(二) 重複使用型暖暖包，如圖三、圖四及圖五所示

1、成分：過飽和醋酸鈉、鐵片

2、發熱原理：醋酸鈉溶液一開始處於過飽和狀態，使用醋酸鈉的原因是因為醋酸鈉是少數在室溫下可以維持過飽和狀態的物質，當在溶液中的鐵片受到外力擠壓，會讓過飽和醋酸鈉瞬間析出，而放出大量的熱。



圖三：反應前



圖四：反應前



圖五：反應後

(圖一至圖五資料來源：研究者拍攝)

(三) 自製過飽和醋酸鈉溶液

實驗中的材料是由含水醋酸鈉及水由 10：1 的比例製成的過飽和溶液，極不穩定，即使只是少量雜質或晶種也很容易產生針狀結晶，所以此實驗所用的水皆為實驗用水，以提高成功機率，減少實驗誤差，加入等量晶種探討過飽和醋酸鈉的放熱情形。

二、實驗介紹

(一) 研究設備及器材

蒸餾水、容量瓶、燒杯、錐形瓶、玻棒、電磁爐

(二) 實驗步驟

1、實驗一、過飽和醋酸鈉固定濃度改變體積

步驟一：取 200 克含水醋酸鈉，加 20ml 的蒸餾水

步驟二：將溶液加熱以增加溶解度

步驟三：以濾紙趁熱過濾，取出 60ml、40ml、20ml 溶液，靜置至室溫

溫暖你的心--暖暖包探究實驗

步驟四：取等量晶種放入溶液，以溫度計測量溫度變化

2、實驗二、過飽和醋酸鈉定濃度增大體積變化

步驟一：取 200 克含水醋酸鈉，加 20ml 的蒸餾水

步驟二：將溶液加熱以增加溶解度

步驟三：以濾紙趁熱過濾，取出 100ml、50ml 溶液，靜置至室溫

步驟四：取等量晶種放入溶液，以溫度計測量溫度變化

3、實驗三、市售重複使用型暖暖包以體積多寡探討溫度變化量

步驟一：倒出並分裝溶液，取出 50ml、100ml 溶液

步驟二：取等量晶種放入溶液，以溫度計測量溫度變化

4、實驗四、市售拋棄式暖暖包與重複使用型暖暖包溫度差異

步驟一：將拋棄式暖暖包的內容物倒入燒杯，用玻棒攪拌，使鐵粉與空氣接觸

步驟二：取重複使用型暖暖包的內容物過飽和醋酸鈉溶液 50ml、100ml

步驟三：取等量晶種放入過飽和醋酸鈉溶液，測量兩者的溫度變化

三、實驗結果

(一) 實驗一、過飽和醋酸鈉定濃度改變體積

表一：20ml、40ml 及 60ml 反應前後溫度變化量

過飽和醋酸鈉溶液體積	20ml	40ml	60ml
析出前溫度	27°C 如圖八所示	27°C	27°C
析出後溫度	32°C 如圖九所示	48°C 如圖七所示	49°C 如圖六所示

(表一資料來源：由研究者繪製)

1、40ml、60ml 兩溶液末溫相差不大，如圖六及圖七所示

溫暖你的心--暖暖包探究實驗

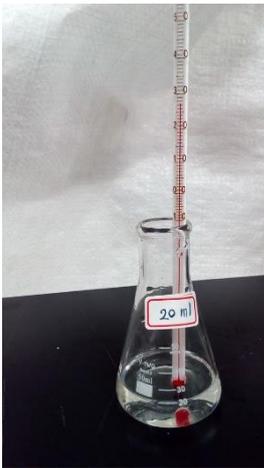


圖六：60ml 反應後溫度為 49 °C



圖七：40ml 反應後溫度為 48 °C

2、20ml 溶液溫度變化因體積過小而與 40ml 及 60ml 溶液有顯著差異，如圖八及圖九所示



圖八：20ml 原本溫度為 27 °C



圖九：20ml 反應後溫度為 32 °C

(圖六至圖九資料來源：研究者拍攝)

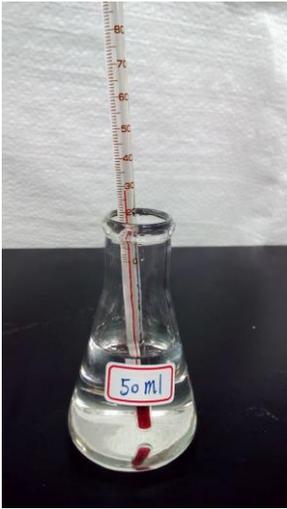
(二) 實驗二、定濃度增大體積變化

表二：50ml、100ml 反應前後溫度變化量

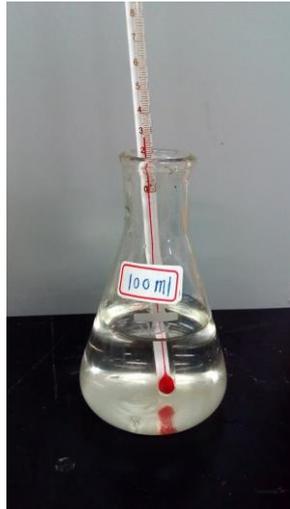
過飽和醋酸鈉溶液體積	50ml	100ml
析出前溫度	27°C 如圖十所示	27°C 如圖十一所示
析出後溫度	47°C 如圖十二所示	49°C 如圖十三所示

(表二資料來源：由研究者繪製)

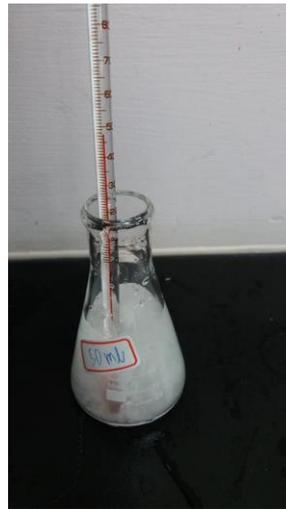
溫暖你的心--暖暖包探究實驗



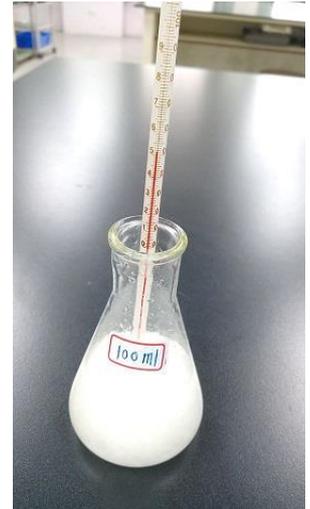
圖十：



圖十一：



圖十二：



圖十三：

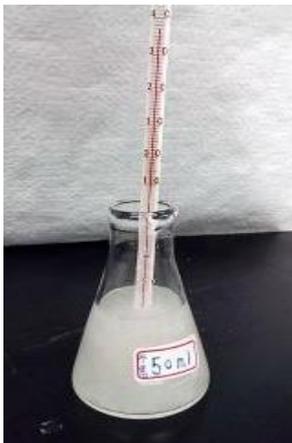
50ml 析出前溫度 27°C 100ml 析出前溫度 27°C 50ml 析出後溫度 47°C 100ml 析出後溫度 49°C

(三) 實驗三、市售重複使用型暖暖包以體積多寡探討溫度變化量

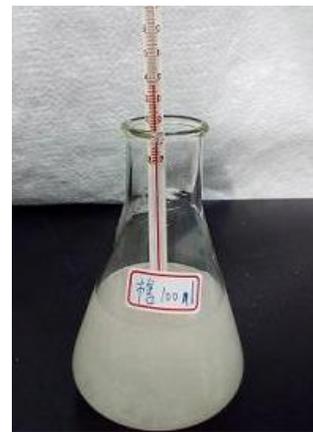
表三：市售 50ml、100ml 反應前後溫度變化量

過飽和醋酸鈉溶液體積	市售 50ml	市售 100ml
析出前溫度	27°C	27°C
析出後溫度	37°C 如圖十四所示	38°C 如圖十五所示

(表三資料來源：由研究者繪製)



圖十四：50ml 析出後溫度 37°C



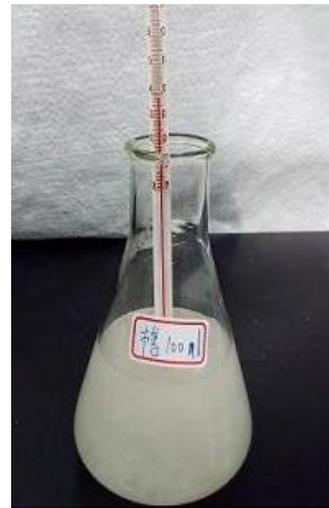
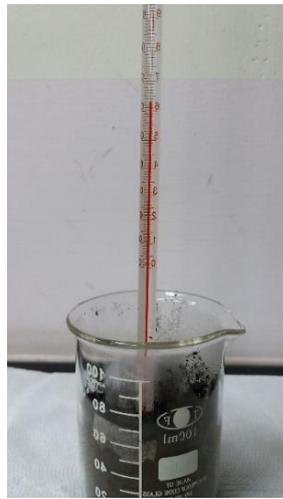
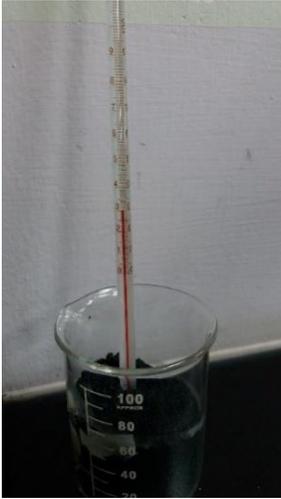
圖十五：100ml 析出後溫度 38°C

(圖十至圖十五資料來源：研究者拍攝)

(四) 實驗四

1、拋棄式暖暖包接觸空氣後開始氧化作用、放熱，如圖十六及圖十七所示

2、市售過飽和醋酸鈉溶液 100ml，如圖十八所示



圖十六：原來溫度 30°C

圖十七：反應後溫度 63°C

圖十八：析出後溫度 38°C

(圖十六至圖十八資料來源：研究者拍攝)

### 參、結論

- 一、由實驗一可得知，原本我們預期三瓶溶液因體積不同，體積較大者放熱程度應較佳，剩下兩瓶溶液應該會隨體積減少而呈現放熱程度遞減的情形，結果發現 60ml 和 40ml 並沒有明顯溫度變化上的差異，20ml 因體積較小，所以溫度變化 (5°C) 較小，和 60ml 及 40ml 的溫度變化 (21°C) 有較大差異。
- 二、各取 50ml 和 100ml 的市售過飽和醋酸鈉溶液對比自製含水醋酸鈉及水由 10:1 的比例製成的過飽和醋酸鈉溶液，市售的溫度較接近人體體溫，自製的溫度卻可飆升至 50°C 左右，推論是因濃度不同所造成的差異。
- 三、市售拋棄式暖暖包除了會對環境造成影響外，其溫度可能快速上升至 60°C 左右，容易燙傷皮膚，相較於溫度可維持在 40°C 左右的重複使用型暖暖包，拋棄式較不適合直接接觸人體。雖然在使用上較為方便，亦可快速地達到保暖效果，卻可能在不知不覺間燙傷了皮膚，反而得不償失。
- 四、做完實驗後，了解到暖暖包的不同，拋棄式的暖暖包在使用上雖然較為方便，卻會造成無法回收的浪費及可能燙傷的危險，但重複使用型的暖暖包卻沒有這樣的問題，溫度上升的比體溫略高一點，不至於燙傷，同樣可以達到讓手腳回溫的效果，女生生理期時也能安心的將它覆蓋在腹部上緩解不適。
- 五、拋棄式暖暖包與重複使用暖暖包比較

表四：拋棄式與重複使用行暖暖包優缺點比較

暖暖包類型	拋棄式	重複使用型
優點	溫度快速上升可較快達到保暖的目的且在使用及攜帶上較方便。	可維持在較適合人體的溫度，不易造成燙傷且較為環保。
缺點	因內容物無法回收，可能造成環境污染且溫度可能在短時間內上升過高而導致皮膚燙傷。	因使用後需隔水加熱使其恢復為原來狀態，在使用上較為不便。

(表四資料來源：由研究者繪製)

#### 肆、引註資料

- 一、徐月珠（譯）（2017）。**科學實驗王——溶劑與溶質**。臺北市：三采文化。
- 二、陳秋炳（2018）。**高中基礎化學（一）**第一章，P26。台南市：翰林
- 三、謝璨筑（2014）。暖暖包的原理。2018年11月11日，取自 [highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=54196](https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=54196)
- 四、曾玉亨（2011）。熱冰---結晶後的過飽和醋酸鈉溶液。2018年11月13日，取自 <http://blog.ncue.edu.tw/yangsp/doc/30072>
- 五、李卓然（2015）。拋棄式暖暖包不環保、充電式暖蛋怕漏電...暖暖包怎麼選比較好？。2018年11月13日，取自 <https://www.businessweekly.com.tw/article.aspx?id=15040&type=Blog&p=2>

投稿類別：健康與護理類

篇名：蝶豆花之舞－「蝶」出七彩人生－蝶豆花與其他蔬果的生活應用

作者：

吳佳蓉。國立彰化女子高級中學。高一十五班  
周亭汝。國立彰化女子高級中學。高一十五班  
林芷筠。國立彰化女子高級中學。高一十五班

指導老師：

陳琬菁老師

## 壹、前言

### 一、研究動機

近年來，蝶豆花除了是一種植物，也是這幾年廣為流行的飲品，它七彩多變的顏色令人目眩神迷，也十分令人驚奇。它的顏色依靠著酸鹼值不同來改變，我們不禁想起，除了蝶豆花，日常生活中也有著許多不同顏色的植物，還有一些常見的飲品；這些顏色不同的植物，是否也能和蝶豆花一樣測出酸鹼值變化？還有一些日常生活中常喝的飲料，也能用蝶豆花來做出七彩嗎？除了這些疑問，我們也希望藉此了解蝶豆花對我們的好壞，還有更深入了解它的應用。

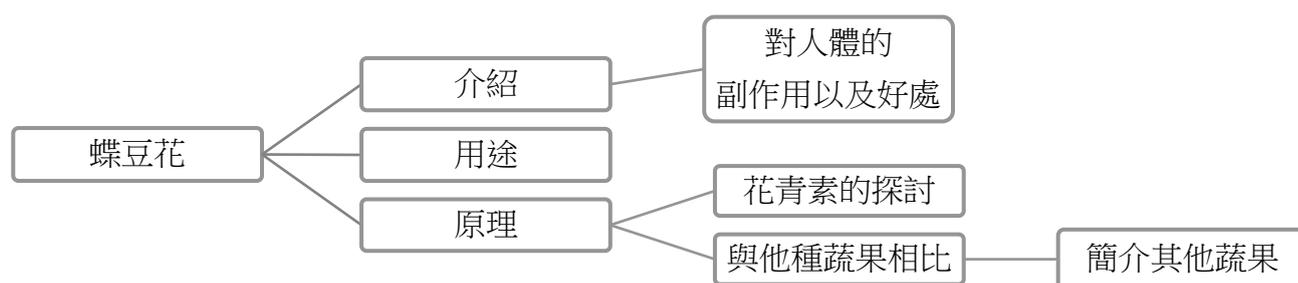
### 二、研究目的

探討蝶豆花的顏色變化和其原理，並比較其他種蔬果測酸鹼後的變化，望能透過此方式比較出其不同和原理；同時，以蝶豆花混合日常飲品來觀察其變化，並嘗試了解蝶豆花的用途和副作用，希望能更加了解蝶豆花。

### 三、研究方法

利用文獻分析法、實驗檢測蝶豆花與其他植物的變色情況來完成此論文。透過文獻的分析、測驗酸鹼值和其他相關實驗，並統整資料完成此論文內容。

### 四、研究架構



圖一：研究架構  
(圖一資料來源：研究者繪製)

## 貳、正文

### 一、蝶豆花介紹

#### （一）蝶豆花基本介紹

蝶豆花為豆科蝶豆屬植物，台灣於1920年代引進作為綠肥植物，是典型的熱帶植物，其原生族群都生長在恆春半島（取自維基百科）

#### （二）蝶豆花功效

- 1 預防視力模糊
- 2 幫助降低血糖
- 3 提高人體免疫力
- 4 利尿，利於排泄
- 5 含抗氧化劑，可以抵抗癌症
- 6 延緩衰老（取自壹讀（2016））

#### （三）蝶豆花副作用以及不建議飲用者

- 1 孕婦：因蝶豆花中的蝶豆肽有收縮子宮的效果
  - 2 更年期婦女
  - 3 心血管疾病者：因蝶豆花有抗凝血效果
- （取自台灣營養（2018））

### 二、花青素基本介紹

#### （一）花青素基本介紹

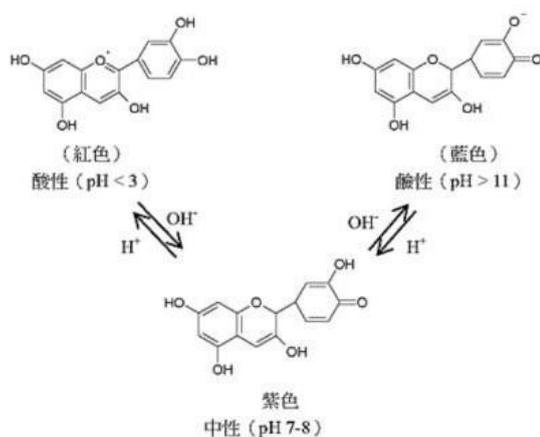
花青素又稱花色素，是一種水溶性的植物色素，其顏色會隨酸鹼度變化而改變，常見的花青素有六種分別為矢車菊素、天竺葵素、芍藥色素、飛燕草素、牽牛花素、錦葵色素，常存在於紫高麗菜、茄子、蝶豆花、火龍果、草莓等作物中。

#### （二）花青素的功效

- 1 延緩衰老
- 2 降低糖尿病的發病
- 3 保護細胞內基因不被攻擊
- 4 降低各種癌症的發病率
- 5 避免動脈硬化
- 6 抗發炎（取自胡雅馨，李京，惠伯棣（2006））

### (三) 花青素的化學變化

花青素在低於 pH 3 的環境下呈現紅色，在 pH 7 ~ 8 中呈現紫色，在 pH 大於 11 的環境為藍色。其在酸鹼環境中的結構如圖二：



圖二：花青素的結構式

(圖二資料來源：高瞻自然科學教學資源平台。化學情境試題：色彩鮮豔的花青素 (Colorful Anthocyanins) [I] (2011)，

取自<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=22981>)

## 三、實驗器材介紹

### (一) 紅鳳菜基本介紹

包含維生素A、B群、C、E，還含有豐富的花青素，可預防多種和自由基相關的疾病，還可以抗發炎、降血壓，且有高含量的鐵質，是天然的補血劑。

### (二) 火龍果基本介紹

火龍果含有植物性白蛋白，可和身體中的重金屬結合，具有很好的解毒效果和保護胃壁的效用；火龍果中含有大量鐵質，可製造血紅素，且具有豐富的維生素E、和花青素。

### (三) 柳丁基本介紹

富含維生素C，能保護細胞對抗自由基，增進皮膚修復速度；富含果膠，可吸附食物中的脂肪，加快食物通過，還有豐富的膳食纖維可幫助排便。

### (四) 甜椒基本介紹

含維生素A和維生素C，含無機鹽可促進血液循環及新陳代謝，具有良好的抗癌及抗氧化作用

#### (五) 地瓜葉基本介紹

地瓜葉中擁有豐富的維生素A、維生素C、花青素及黃酮類化合物，具有抗氧化性及抗癌性，也可降低膽固醇和防治高血壓。

#### (六) 洛神花基本介紹

洛神花中含有果膠、花青素、維他命A、維生素C、蘋果酸、類黃酮素等，有助降血壓、減少發炎，幫助消化，增強胃壁，還可保護肝臟和防止胃癌、血癌。

#### (七) 葡萄基本介紹

葡萄中富含果糖和葡萄糖，此外還具有許多蛋白質、胺基酸、維生素以及礦物質鈣、磷、鐵，有極佳的補血效果。葡萄果皮中具有纖維素和果膠質，可以整建腸胃、預防腸內疾病。

#### (八) 紫高麗菜基本介紹

紫甘藍中含有豐富的維生素C、維生素E 和維生素 B 群，以及豐富的花青素和纖維素，可減緩衰老；含有許多的硫元素，可維護皮膚健康。紫高麗菜當中還具有纖維素，能增強胃腸功能，促進腸道蠕動。

### 四、實驗說明

#### (一) 實驗一—各種富含花青素之植物在酸、鹼中的顏色變化

##### 1. 實驗目的

蝶豆花因富有花青素而會產生顏色變化，故我們將蝶豆花和富有花青素的植物，加入相同濃度的酸鹼中，觀察他們的顏色變化

##### 2. 實驗步驟

(1) 取2公克的乾燥蝶豆花，加入500毫升的熱水中，浸泡5分鐘後，取出

(2) 將其餘蔬菜打成汁液

(3) 將各種汁液各取5毫升加入試管中，分別加入pH 3 鹽酸、pH 7 蒸餾水、pH 11 氫氧化鈉，觀察它的顏色變化

##### 3. 實驗材料

火龍果、柳丁、甜椒、紅鳳菜、地瓜葉、洛神花、葡萄、紫高麗菜

##### 4. 實驗器材

燒杯、滴定管、試管、試管架、研鉢、PH儀、玻棒、容量瓶、12M鹽酸、氫氧化鈉



圖三：實驗一材料  
(圖三資料來源：研究者拍攝)

### 5. 實驗結果

下圖四、五、六中，由左而右為蝶豆花、地瓜葉、紅鳳菜、火龍果、葡萄、柳丁、紫色高麗菜、洛神花、甜椒

pH3



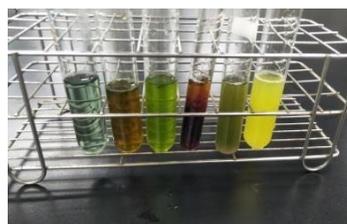
圖四：酸性環境的顏色變化  
(圖四資料來源：研究者拍攝)

pH7



圖五：中性環境的顏色變化  
(圖五資料來源：研究者拍攝)

pH11



圖六：鹼性環境的顏色變化  
(圖六資料來源：研究者拍攝)

## 6. 實驗結論

我們利用了蝶豆花以及上述提到的蔬果，發現除蝶豆花以外，也有些會產生變色的情形。例如：火龍果、地瓜葉、葡萄等，皆有變色的情形，且在酸鹼溶液中有不同的變化，由表一可看出，平常所食用的一些蔬果，也富含花青素，才會導致變色的情形發生。

表一：實驗一顏色變化

	蝶豆花	地瓜葉	紅鳳菜	火龍果	葡萄	柳丁	紫高麗菜	洛神花	甜椒
pH3	淡紅	淺黃	黃	紫	淺粉	淡黃	粉	紅	橘
pH7	淡藍	黃綠	亮綠	紅紫	淡粉	淡黃	藍	紅	橘
pH11	淡綠	黃綠	亮綠	黃褐	綠	黃	深綠	紫	橘

(表一資料來源：研究者繪製)

## (二) 實驗二—市面上常見飲料滴加蝶豆花後的顏色變化

### 1. 實驗目的

蝶豆花可在特定飲品中產生顏色變化，故我們想了解在一般常見的飲品中是否也能產生變化。利用滴加蝶豆花來觀測其改變。

### 2. 實驗步驟

- (1) 取 2 公克乾燥蝶豆花，加入 500 毫升的熱水中，浸泡 5 分鐘後取出
- (2) 各種飲料各取 5 毫升加入試管中
- (3) 將在試管中分別加入 5 毫升的蝶豆花汁液，觀察它的顏色變化

### 3. 實驗材料

美粒果柳橙果汁飲料、優鮮沛蔓越莓綜合果汁、原味多多、舒跑運動飲料、心一鹼性離子水



圖七：實驗二材料

(圖七資料來源：研究者拍攝)

### 4. 實驗器材

燒杯、滴定管、試管、試管架、玻棒、容量瓶

## 5. 實驗結果

下圖八中，由左而右為美粒果、蔓越莓汁、多多、舒跑、鹼性離子水



加入前



加入後

圖八：各種飲料滴加蝶豆花的顏色變化  
(圖八資料來源：研究者拍攝)

## 6. 實驗結論

我們利用市面上常見的飲品來滴加蝶豆花，發現其變色奇快卻不太明顯，但還是略有不同，由下表二可以看出蝶豆花的變色只能測出大約的酸鹼，無法精準的檢驗。不過，透過此實驗我們也發現，其多變的顏色也是近來蔚為流行的七彩飲料由來。

表二：實驗二顏色變化

	美粒果	蔓越莓汁	多多	舒跑	鹼性離子水
加入前	黃橙	淡紅	乳白	透明	透明
加入後	藍紫	紅紫	淡藍	紫色	藍色

(表二資料來源：研究者繪製)

## 參、結論

透過這次的實驗和調查，我們理解了：

### (一) 關於蝶豆花：

從文獻中我們了解，蝶豆花不只美觀，能有多變的顏色，它還有許多的副作用，對於特定的人或許能產生危害，因為其具有蝶豆狀，導致凝血跟收縮子宮的功能，所以特別是孕婦和更年期的人，更要注意用量。除此之外，它富含多種花青素，花青素的種類繁多，不同的花青素具有不同的作用，像是原花青素對人體就有許多的副作用，但對於蝶豆花所富含的花青素仍要做進一步的研究。因此，在日常上也要注意食用或是其對身體的影響。

## (二) 蝶豆花的變色原理

它含有比其他植物高幾倍的花青素，而這些花青素也導致了它對酸鹼值的敏感性，會產生變色的情況，蝶豆花除了美觀，它還可能對特定的人產生危害，因此也要注意食用。

## (三) 與其他蔬果的不同：

我們發現在市面上看到顏色多變的蔬果，也含有不同的花青素，像是本實驗的洛神花，它在酸中不變色，但是在鹼中才產生變化，可看出它含有的與蝶豆花所含花青素的不同，而且還發現，除了蝶豆花，有些特定的植物也具有「天然酸鹼指示劑」的功能，像是紅鳳菜、地瓜葉或是紫色高麗菜，都有類似的功效，只是能測定的範圍與蝶豆花不盡相同，變色的程度和色調也不一樣，能在生活中應用。

## (四) 用了蝶豆花滴加市面上常見的飲品：

可看出飲品的酸鹼值有些微的不同，也是七彩飲料的原理由來，令我們驚訝的是，鹼性離子水的變色並不明顯，但測pH值確是偏弱鹼性，由此可知，蝶豆花只是能夠分辨大約的酸鹼值，並非絕對，如果需要精準的測定，仍需要儀器的輔助才可，例如：pH儀。

## 肆、引註資料

- 一、莊麗貞（2013）。**化學實驗—生活實用版**。新北市：新文京開發出版
- 二、劉賢祥（1987）。**植物生理學**。臺北市：徐氏基金會出版
- 三、Gomdori Co.(2009)。**科學實驗王 1—酸鹼中和**。臺北市：三采文化出版
- 四、**每日頭條**（2016）。解析花青素有哪些功效。  
取自<https://kknews.cc/zh-tw/health/xo9x4g.html>
- 五、胡雅馨，李京，惠伯棣（2006）藍莓果實中主要營養及花青素成分的研究。首都師範大學生命科學學院，北京聯合大學應用文理學院：碩士論文
- 六、高瞻自然科學教學資源平台。**化學情境試題：色彩鮮豔的花青素（Colorful Anthocyanins）**〔I〕（2011），取自<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=22981>
- 七、**大紀元【天然養生蔬果】**（2009）認識洛神花。吳樹枝，取自  
<http://www.epochtimes.com/b5/9/10/26/n2701610.htm>
- 八、**每日頭條**（2016）。紫甘藍的營養價值 紫甘藍的功效與作用。取自  
<https://kknews.cc/zh-tw/health/966o6pl.html>
- 九、**每日健康**（2016）。花青素 10 倍喝！「蝶豆花茶」抗癌又護腦，唯獨這四種人不能碰。取自  
<https://healthylives.tw/article/sgb91fd3ZZz.html>
- 十、**壹讀**（2016）。多達10多倍的花青素！蝶豆花茶：美容養顏，減脂抗發炎，功效強大!!! 取自  
<https://read01.com/zh-tw/6yAyOn.html#.W-oTzDgzaUk>
- 十一、**台灣營養**（2018）。藍色夢幻蝶豆花：吃法、好處、副作用，取自  
<https://www.taiwannutrition.com/blog/butterfly-pea/>

投稿類別：生物類

篇名：  
蟑螂的悲歌

作者：  
賴小棋。國立彰化女子高級中學。高三3班  
鍾玉凌。國立彰化女子高級中學。高三10班

指導老師：

吳宏仁老師

## 壹、前言

### 一、研究動機

在圖書館裡翻閱著科學人雜誌時，偶然看到一篇很有趣的文章。俗稱「打不死的蟑螂」，從恐龍時代存活至今，是目前現實生活中多數人畏懼並且厭惡的昆蟲，而它們頑強的生命力，竟然受到一種名為「扁頭泥蜂」的操控，他們究竟用何種手段，讓千萬隻的蟑螂甘願成為他們的糧食呢？又是怎麼讓毫無攻擊力的幼蟲在蟑螂體內安穩長大的呢？不同於直接捕食，更特別的是，以操縱蟑螂的模式來進行繁衍，就彷彿為自己生下的幼蟲事先找了一個能隨時提供幼蟲養分的保姆，而當幼蟲長大時，蟑螂便鞠躬盡瘁，死而後已。而這個奇妙的現象正好和我們學過的神經傳導有關，更令人不禁讚嘆生物演化的奧妙。這種就像是電影裡的情節一般，奇特的生存方式，引起了我們研究的興趣，並決定撰寫小論文來探討宿主與寄宿主之間的關係。

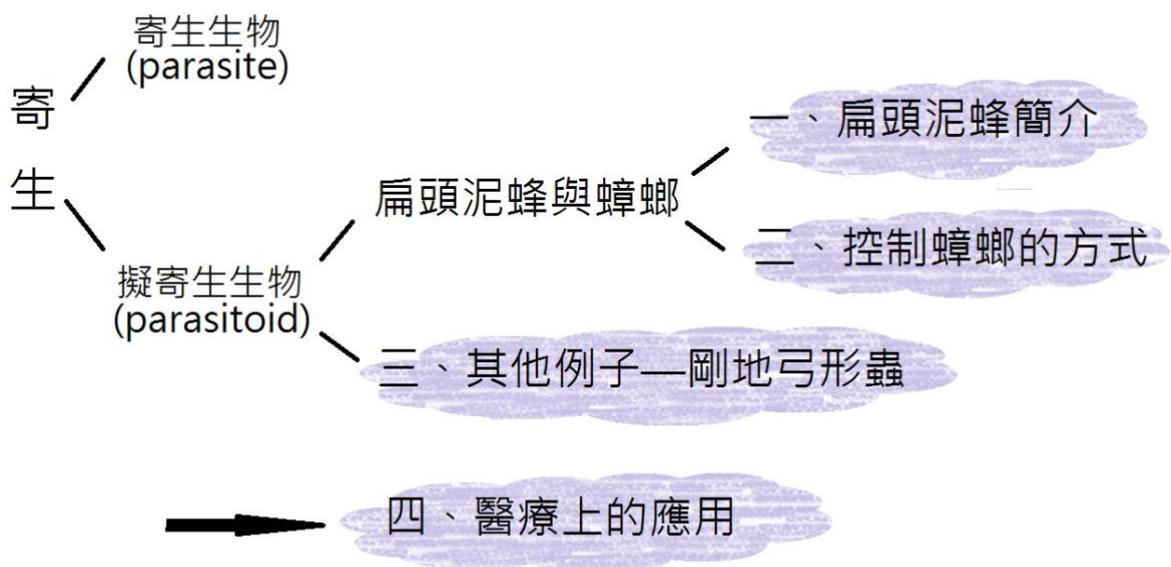
### 二、研究目的

世界上有許多不為人知的物種，它們為了自身以及後代的生存，發展出獨特的生理機制。扁頭泥蜂更代表著一種從獨立生存的生物到擬寄生生物的演化。以下我們將分別探討（1）扁頭泥蜂是何種生物（2）扁頭泥蜂分泌出的何種特殊毒液來操控蟑螂（3）扁頭泥蜂如何將毒液注射入蟑螂體內（4）幼蟲在蟑螂體內如何存活（5）其他擬寄生生物（6）現代應用擬寄生生物的技術。進而瞭解其與其他擬寄生生物的存活方式和牠和我們之間的關聯。

### 三、研究方法

以科學雜誌做為研究主體，透過各大網站尋找更深入的資料，最後和同學共同統整分析與討論後，完成此次研究內容。

### 四、研究架構



圖一、研究架構  
(圖一資料來源：自製)

貳、正文

一、擬寄生生物定義：

擬寄生生物是指一生物生活在另一生物的體內或體表上，吸收寄主的養分生存，並最後導致寄主死亡。其關係類似捕食，且寄主多為昆蟲。

(一) 擬寄生生物和寄生生物的差別：

寄生生物	一方受益 一方受害	不一定導致寄主死亡	菟絲子
擬寄生生物	一方受益 一方受害 介於寄生與非寄生之間	幼蟲寄生在寄主體內，通常導致死亡	黑青小蜂和棉紅鈴蟲幼蟲體

二、扁頭泥蜂的簡介

(一) 學名與外型：

*Ampulex compress*，又稱翡翠螳螂穴蜂，屬膜翅目細腰亞目長背泥蜂科。身體為青綠色並帶有金屬光澤（如圖一）。附屬肢第二肢與第三肢的腿呈紅色。雌性成蟲體長 22 毫米，雄性成蟲較小，沒有毒針。屬於一種擬寄生生物。



圖一、扁頭泥蜂（資歷來源：維基百科。*Ampulex compressa*。2017年8月18日，取自 [https://fi.wikipedia.org/wiki/Ampulex\\_compressa](https://fi.wikipedia.org/wiki/Ampulex_compressa)）

(二) 分布：

主要分布在南亞、非洲、太平洋等熱帶島嶼上。

(三) 繁殖：

扁頭泥蜂交配後，會開始為他的泥蜂幼蟲尋覓美味的第一餐，在牠們鎖定目標後，即會先後為螳螂注下兩針，分別會麻木牠的身軀和迷惑他的意志，而後泥蜂便可順利的將失去逃生本能的螳螂帶至最後的墳墓，好讓泥蜂幼蟲大快朵頤一番。

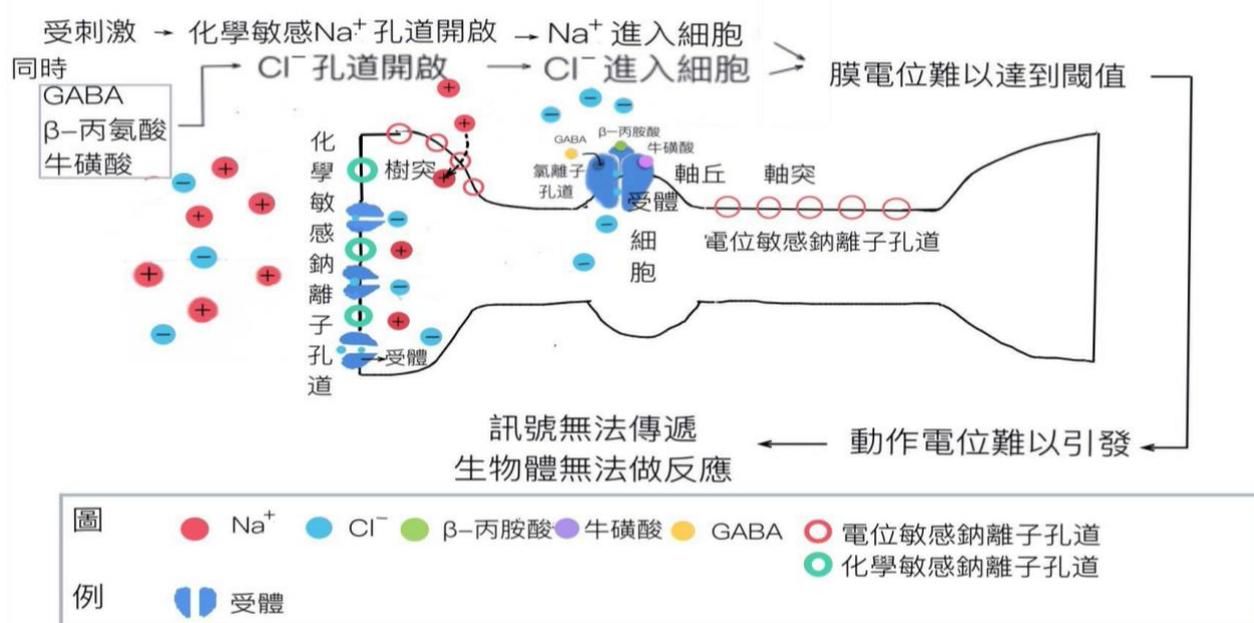
三、扁頭泥蜂操縱螳螂的秘辛

(一) 掌握操縱術，使螳螂臣服其下

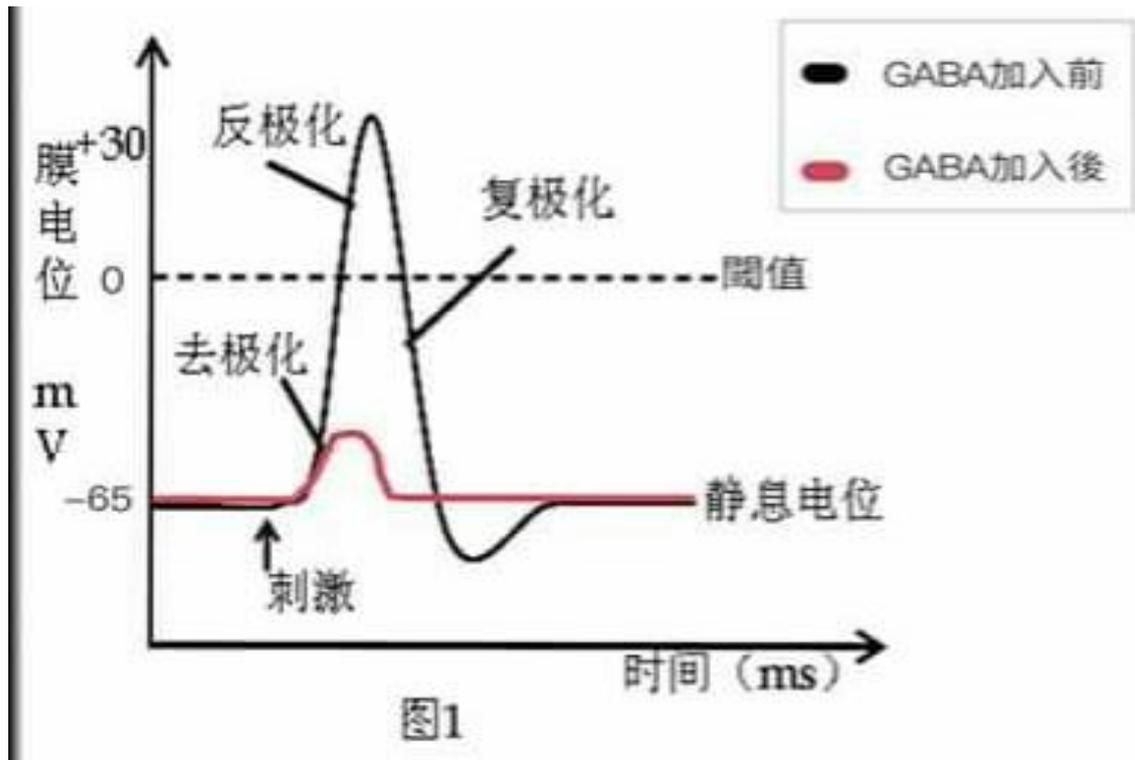
一開始泥蜂會先鎖定一支螳螂，並悄悄的接近牠，瞄準螳螂的胸部後，即俯衝疾下，注入第一針麻痺性的毒液，使螳螂無力抵抗，再精準的往腦部神經結注入第二針（圖三）將「殭屍藥」注入進去，其實第一針和第二針的毒液都是相同的，但卻剛好有兩種不同的利用方式，使泥蜂得以同時操縱螳螂的身心，心甘情願地成為他的俘虜，在這個過程中，即使螳螂的行動能力依舊，但卻失去逃生的意識。

1、毒液成分及功能：

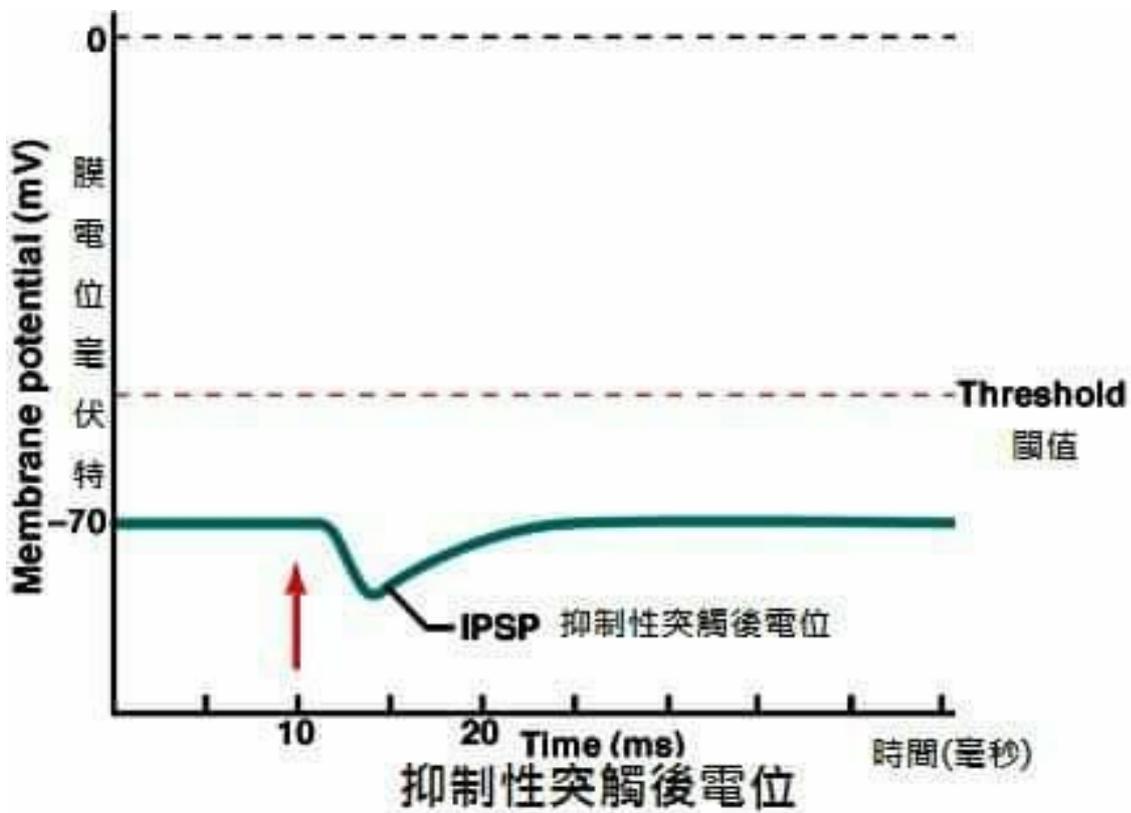
泥蜂釋出的毒液主要包含：GABA、 $\beta$ -丙胺酸和牛磺酸。GABA 全名為  $\gamma$ -氨基丁酸，是一種存在於神經組織的抑制性神經遞質，藉由降低神經元活性來防止細胞過熱，當泥蜂注射 GABA 至螳螂神經結時，會使氯離子通道開啟，所以當螳螂受到刺激時（例如：觸碰其翅）使鈉離子通道開啟，而因負離子會隨著正離子移動，即氯離子隨著鈉離子移動，導致淨電位不易達到閾值，而無法引發連鎖反應，動作電位也較容易在中途停下，使螳螂在受到刺激時難以做出對應的反應，扁頭泥蜂就是利用這種會使螳螂反應遲鈍的機制，讓螳螂在毫無危機意識的狀態下成為泥蜂的乾糧。另外  $\beta$ -丙胺酸和牛磺酸也可作為結合氯離子通道的受體並避免神經元回收 GABA。而無論 GABA、 $\beta$ -丙胺酸或牛磺酸皆有暫時抑制運動神經元的功能。（如圖二）



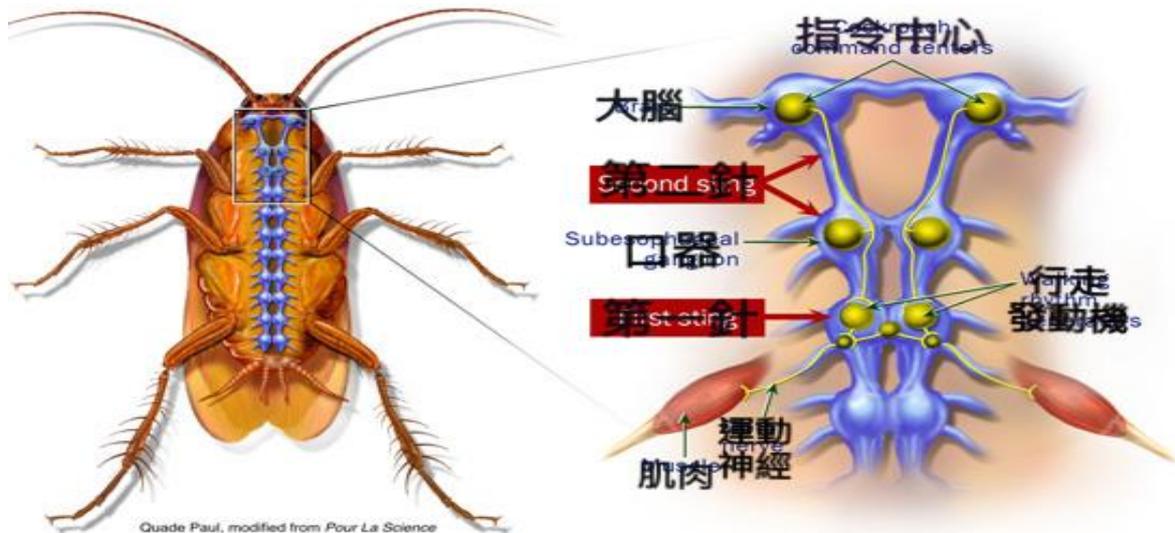
圖二、GABA 功能（資歷來源：自繪）



圖三、膜電位和 GABA 關係（資料來源：<http://www.lbgzxx.com/content/?707.html>）



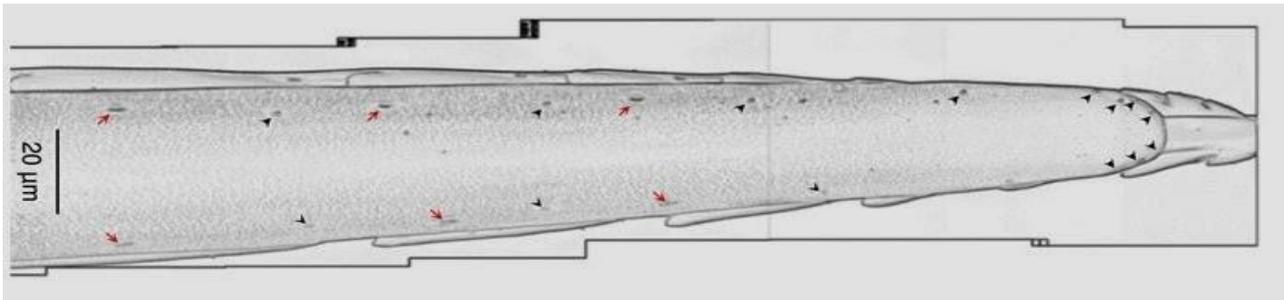
圖四、抑制性後突觸電位（資料來源：<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=48148>）



圖五、螳螂的腦部（資歷來源：科科普普風。2017年8月18日  
<http://kkppf.blogspot.tw/2014/03/blog-post.html>）

## 2、決定性的一整，進攻螳螂大腦

扁頭泥蜂的螫刺並不像一般的蜜蜂，其上散佈著鐘型的觸覺感知和半球型的觸覺及化學感知（圖四）透過隆起物裡的感知神經，可以讓泥蜂快速地判斷螳螂腦的位置，科學家曾動手干涉螳螂的腦來觀察泥蜂的反應，結果泥蜂在螳螂體內的偵測變得很久。從這個結果可推論，泥蜂不但需感應到螳螂的腦，還得感應到腦部的不同區域，才能決定行走的路線；科學家推測泥蜂還利用這些靈敏的突起控制毒液的劑量，保留螳螂自身的行動能力，好牽著螳螂爬入洞穴，也確保泥蜂幼蟲出生後能品嚐到最新鮮的內臟。



圖六、扁頭泥蜂的螫刺（資歷來源：科科普普風。2017年8月18日，取自  
<http://kkppf.blogspot.tw/2014/03/blog-post.html>）

### （二）一步步踏入永遠的棺材

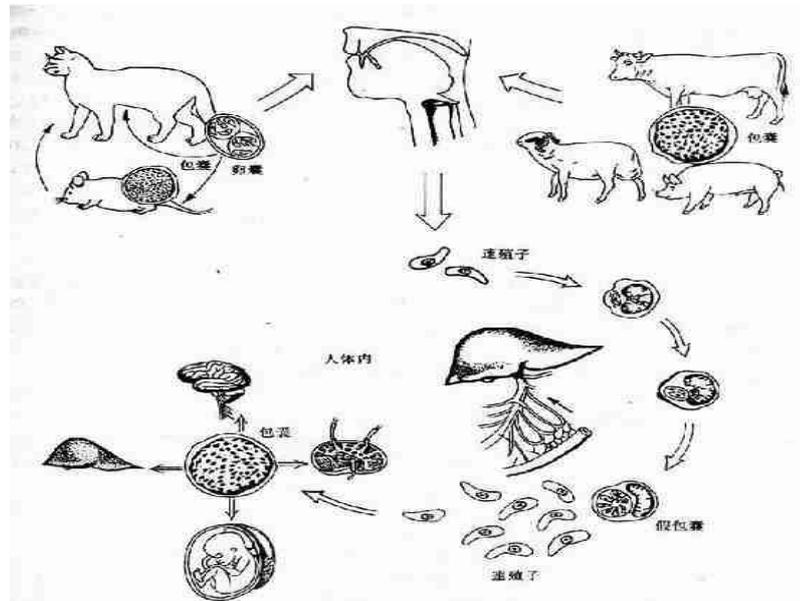
扁頭泥蜂在尋找適合的地點後，便會拉著螳螂的觸鬚將他帶往洞穴中，此時的螳螂已無反抗的意志，接著泥蜂會在牠的下腹產下一顆卵，然後泥蜂便會蒐集一些小石子將洞口塞住，而螳螂也再不得重見天日。

#### 1、幼蜂聰明的自我保護機制

為了確保泥蜂出生時，螻蛄剛好適合食用，雌蜂的毒液裡包含著能使螻蛄代謝速率降低的成分。由科學家的實驗指出，一隻被注入毒液的螻蛄和一隻正常但失去行動能力的螻蛄比較，前者的耗氧率約為後者的3分之1。科學家還從幼蜂身上的滴液分析出兩種化合物：mullein 和 micromolide 這兩種成分混合後能產生廣譜的抗菌力，並達到類似人體治療中抗生素綜合療法類似的效果，這就是為什麼初生的幼蜂不會被螻蛄身上的細菌所感染，還能肆意食用螻蛄的內臟，起初的7-8天幼蟲會先吃掉螻蛄體內的臟器並在螻蛄體內結繭，直到牠體內的養分全部被利用殆盡後，泥蜂便破繭而出，獨留一副空殼在無盡的黑暗中。

#### 四、其他擬寄生生物實例——剛地弓形蟲（以下簡稱「弓形蟲」）

剛地弓形蟲為貓科動物的腸道球蟲，由法國學者在北非突尼斯的剛地梳趾鼠的肝脾單核細胞內，發現這種寄生蟲。弓形蟲的繁殖階段，有性生殖與無性生殖，過程中需要兩種宿主。在大多數的哺乳類中，例如家禽，甚至人類，弓形蟲都可在其體內執行無性生殖，使其成為中間宿主。但是只有在貓科動物，以及人類小腸之上皮細胞中，它們才能進行有性生殖，前者稱為終宿主，後者則稱為腸內發育。



圖七、剛地弓形蟲生活史（資歷來源：剛地弓形蟲。2017年8月18日取自 <http://m.med66.com/html/2007/8/zh09811927141138700213137.html>）

弓形蟲在貓科動物的體內完成有性生殖之後，其排遺出的糞便中，會參雜高達一億個名為卵囊的後代。若意外地被其他動物吞食，以老鼠等啮齒目動物為例，剛地弓形蟲會入侵其白細胞，而後到達大腦，控制老鼠的行為，使之反應大為遲鈍，推翻它們對貓的恐懼的本能，變得非常迷戀貓的尿液，進而幫助剛地弓形蟲完成繁衍的週期。人類同樣也能感染弓形蟲病，並經估計約60%為被貓感染，臨床實驗證明大多數患者，會造成淋巴結腫大，其次連累到腦部，對人類的認知能力產生影響，其中還有很多人患有精神分裂症。

#### 五、醫療與生物科技的應用

（一）扁頭泥蜂的幼蟲抗菌液滴的發現，目前仍在進行研發實驗，未來可能會被用來改善人類的食品安全技術，或者抗菌療法中。

（二）農害防治：昆蟲寄生性真菌病是一種藉由風將孢子水平傳播，範圍較廣，寄生方式為將其菌絲附著在昆蟲身上，再在昆蟲的表皮上分泌分解酵素以入侵其體內，並吸取裡面的養分漸漸的佈滿牠的血腔，成為牠身體的一部分，此時被菌絲填充全身的昆蟲稱為「殭蟲」，等到殭蟲處在一個較潮濕的環境時，裡面的菌絲便會穿出昆蟲的身體，並藉由分生孢子柄散播出分生孢子，成為下一個感染循環。

(三) 農害防治：昆蟲寄生性線形蟲，俗稱蟲生線蟲，可藉由環境污染而擴散或人工培養傳播，主要有斯氏線蟲科和異小桿線蟲科，經由昆蟲的自然開口進入其腸道或體腔，當線蟲入侵昆蟲體內時，會釋放自己體內的共生細菌，並在昆蟲體腔內大量繁殖，待48小時後，昆蟲便會因敗血而死亡。其宿主範圍較廣，像是斜紋夜蛾、玉米穗蟲等都是線蟲的目標之一。

## 參、結論

小小的一隻泥蜂竟擁有控制蟑螂心智的能力，為了解釋這個現象，我們分析了：(1) 泥蜂的毒液了解牠如何使蟑螂麻木化和殭屍化(2) 泥蜂毒針上的感知物質了解牠如何準確無誤地把毒液釋放在正確的位置(3) 泥蜂的毒液和牠如何影響蟑螂的神經傳導(4) 幼蟲釋放的物質和牠如何確保自身不被蟑螂身上的細菌感染並維持蟑螂的新鮮。藉由整理各種關於泥蜂的資料，讓我們更能具體地了解泥蜂控制蟑螂來繁衍的方式，也更進一步推想其未來在醫療、食品安全、環境衛生上發展的可能。

除此之外，不只我們另外例舉出來的剛地弓形蟲，還有很多的擬寄生生物生存方式都很類似，會釋放化學物質，會使宿主缺乏自我意識的行動力，最終導致宿主死亡，這是大自然長久演化所發展出來的規則。從我們有記憶以來，人類似乎已經在支配著一切，然而世界上竟也有另一群生物利用著類似操縱其他生物的方式生存，從此次的研究報告，不但將書本上的知識連結到我們所生活的大自然上，心靈上的獲益也不少。

## 肆、引注資料

誰在操控蟑螂屍體(2016)。科學人雜誌，177期。2017年8月18日。

百度百科。擬寄生物。2017年8月18日，取自：

<https://baike.baidu.com/item/%E6%8B%9F%E5%AF%84%E7%94%9F%E7%89%A9>)

泛科學(2014)。《殘酷的蟑螂殺手：扁頭穴蜂》。2017年8月18日，取自：

<http://pansci.asia/archives/69215>

維基百科。扁頭泥蜂。2017年8月18日，取自：

<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E6%89%81%E9%A0%AD%E6%B3%A5%E8%9C%82>

科科普普風(2014)。《「小強剋星」：扁頭泥蜂的死亡外科手術台》。2017年8月18日，取自：

<http://kkppf.blogspot.tw/2014/03/blog-post.html?m=1>

台灣 WORD。剛地弓形蟲。2017年8月18日，取自：

<http://www.twword.com/wiki/%E5%89%9B%E5%9C%B0%E5%BC%93%E5%BD%A2%E8%9F%B2>

唐立正(2007)。農作物害蟲之非農藥防治。國立中興大學。

突觸後電位(上)。科學 Online。取自：<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=48148>

投稿類別：教育類

篇名：

學習評量成績之研究

作者：

謝苡廷。國立彰化女子高級中學。高二6班。

指導老師：

謝清森

## 壹、前言

在高中拿到的第一張成績單就是月考成績單，既期待又怕受傷害的心情，打開一看，果真與國中的成績表示不一樣，在國中、國小的學生學期成績單上的學習成績都是以等第方式呈現，也就是只有優、甲、乙、丙、丁五個等級分數而已並且沒有名次，然而高中的成績是以加權平均分數表示且有排名次。因此興奮的與三兩位好友互相討論比較，結果一看，阿！怎會這樣？三人成績如表 1 所示：

表1：三位學生成績

學生	國文 (4)	英文 (4)	數學 (4)	歷史 (2)	地理 (2)	公民 (2)	物理 (1)	化學 (1)	地科 (2)	平均 (22)	名次
1	96	95	79	62	62	63	58	59	64	77.2	1
2	76	78	77	78	76	77	76	75	78	77.0	3
3	65	63	63	95	95	92	95	93	90	77.1	2

學生1在9個科目中，只有3個科目比其他兩位學生高，其餘均較低且有2科不及格，但加權平均與名次卻優於兩位呢？而學生2的成績一樣有3個科目比學生3的成績高其餘均較低，但加權平均與名次卻差於學生2呢？以這三位學生的名次來看真的是學生1表現最好嗎？(該生有兩科不及格，但另兩位沒有不及格科目)。

經與老師討論，老師分析其原因在於成績分數的絕對性，此缺點在於「絕對」兩字上，因為教師在做評量時心中所想的量尺是連續的區間尺度形態，可是成績卻又要求是順序的順序尺度。我們對這個問題深感興趣，於是老師介紹一本書叫「應用模糊數學」其中第四章『綜合評判』的單元有探討此類問題，在老師的指導下我們展開了這項研究。

## 貳、正文

### 一、文獻探討

在『應用模糊數學』一書中提到，各個不同科目或測驗、評量，因題目難易程度、學生素質差異等因素，僅以成績分數之平均計算，對學生的學習成就做總體評量並不十分周延(闕頌廉，2001)。自 L. A. Zadeh (1965) 提出模糊理論後，應用的層面越來越廣(Law, 1996)。Law(1996)認為應用模糊集合理論在學習評量的主要理由有三：一、每個人的評量成績會隨不同的測驗而有所差異，也就是說利用觀察分數 (Observed Score) 來描述學生的學習成就特性是非常不明確的。另，觀察分數是真實分數 (True Score) 與誤差分數 (Error Score) 的組合，因此，學生的觀察分數是模糊的資料。二、在評量中不同問題所得到的成績是模糊的資料，因此，在一個評量中要評定分數或等級，使用模糊集合理論來總合不同問題下所得到的分數是最適切的。三、一般評量的評分等級都採用單一字母(A, B, C, D, F) 來表示學生的學習成效，這是在最平常的學習評量系統都是利用語意變數值來做溝通一樣。綜上，說明了使用模糊集合理論於學習評量系統的適用性。因此，本研究導入模糊理論的觀念，藉由模糊綜合評判，探討不同於平均計算的學生學習成就評量方式，期能對學生之總體評量更具合理性及周延性。

## 二、研究設計

### (一)研究對象

本研究嘗試將成績的實際分數導入模糊概念，以研究者就讀學校「資優班」與「常態班」兩班學生月考成績之資料，運用模糊數學方法計算月考成績之綜合評量，並將所得到的結果與傳統加權平均計算的結果相比較。

### (二)研究工具

本研究係採用模糊綜合評判法之模式建構，其建構模式步驟如下所示(九章編輯部，2000；闕頌廉，2001)：

1. 建立因素集合。 $U = \{\text{國文, 英文, 數學, 歷史, 地理, 公民, 物理, 化學, 地科}\}$ 。
2. 建立權數集合。 $A = (0.18, 0.18, 0.18, 0.09, 0.09, 0.09, 0.05, 0.05, 0.09)$ 。(權數集合之建立是根據該科在一週上課時數佔全部之比率，已給予一個相應的權數。)

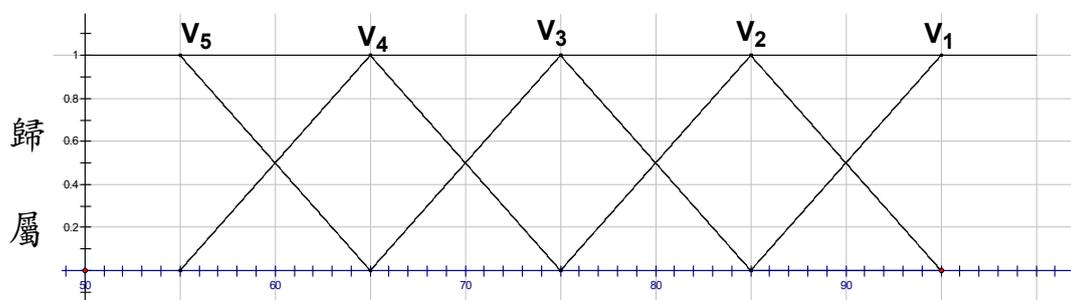
3. 建立評價集合。令評價集合  $V = \{V_1, V_2, V_3, V_4, V_5\}$ 。

4. 單因素的模糊評量：歸屬函數，單因素評量矩陣  $R$ 。

(1) 決定評價集中的模糊集合  $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5$  的歸屬函數，以直線型函數表示之，因為此類型函數較為使用普遍，其呈四十五度角上升與下降較為平穩，且淺顯易懂、容易使用較為一般大眾所接受，為本研究採用之主因。

(2) 訂定90分以上者為  $V_1$ ；80分以上未滿90分者為  $V_2$ ；70分以上未滿80分者為  $V_3$ ；60分以上未滿70分者為  $V_4$ ；未滿60分者為  $V_5$ 。

(3) 繪出圖形。



5. 學習領域的綜合模糊評量。 **分數**

模糊綜合評量集合， $B = A \circ R$ ，其中  $b_j (j=1,2,\dots,n)$  分別依序採用下列四

種方法計算求得，其彙整如表3所示：

表3 綜合模糊評量合成演算法

	方法	算式	符號說明
1	$M(\wedge, \vee)$	$b_j = \vee(a_i \wedge r_{ij})(j=1,2,\dots,n)$	$M$ ：合成運算符號。 $\wedge$ ：取小。一數列中取其最小值。 $\vee$ ：取大。一數列中取其最大值。 $\bullet$ ：乘法運算。 $\oplus$ ：加法運算。 $(, )$ ：兩種運算之合成。
2	$M(\bullet, \vee)$	$b_j = \vee(a_i \bullet r_{ij})(j=1,2,\dots,n)$	
3	$M(\bullet, \oplus)$	$b_j = \Sigma(a_i \bullet r_{ij})(j=1,2,\dots,n)$	
4	$M(\wedge, \oplus)$	$b_j = \Sigma((a_i \wedge r_{ij})(j=1,2,\dots,n)$	

6. 模糊評量之判別準則。

利用綜合評量結果的模糊子集，採用模糊平均法：此方法直接把模糊綜合評量集合  $B$  作為評量結果，因為每個評量指標  $b_j (j=1,2,\dots,n)$  均具體反映出評量對象在所評量的特性方面的分佈狀態，使評量者對評量對象有更深入的瞭解，並能做出各種靈活的處理。

### (三)統計分析

本研究嘗試藉由模糊理論的綜合評判模式，運用四種合成運算方法，以模糊平均呈現學生多元的評量結果，期能提供更適合不同特質的學生成績運算方法，以期達成較多元且精確的評價。最後本研究結果提出四種模糊合成運算的特性，在不同性質的班級下可配合使用最適合的合成運算法。

## 三、結果分析

### (一)傳統加權平均與模糊綜合評判方式計算之結果

根據上述之計算方法，運用傳統加權平均方法計算與模糊數學方法計算結果如表 4 和表 5 所示。

表4 資優班運用傳統加權平均方法與模糊數學方法計算結果表

編號	傳統加權平均	$(\wedge, \vee)$	$(\cdot, \vee)$	$(\cdot, \oplus)$	$(\wedge, \oplus)$
1	86.8	86.4	86.9	86.6	86.3
2	77.3	80.0	78.3	78.0	78.7
3	81.3	80.0	78.6	81.3	82.3
4	85.2	84.8	85.7	84.2	85.3
5	86.6	85.0	85.5	86.6	85.7
6	84.7	82.4	83.9	84.9	84.6
7	92.7	85.3	88.8	91.3	88.6
8	85.5	80.8	83.2	85.5	84.0
9	86.4	84.2	84.9	85.9	86.2
10	86.3	83.9	85.2	85.9	84.2
11	80.7	77.6	77.8	80.7	79.5
12	86.5	80.3	83.6	85.8	85.1
13	96.3	91.9	94.3	94.7	93.8
14	90.9	85.0	88.0	90.8	88.5
15	85.7	85.0	84.5	85.7	86.4

16	86.9	84.5	86.2	86.7	85.7
17	92.1	90.0	91.2	92.1	90.8
18	88.1	84.5	87.3	88.1	87.0
19	80.0	79.8	76.5	80.0	84.2
20	81.6	84.1	82.1	81.6	82.5
21	79.1	80.2	78.4	79.1	79.5
22	94.5	90.0	92.1	93.2	91.8
23	92.7	88.8	90.0	92.1	90.7
24	93.2	90.0	90.6	91.9	91.2
25	88.3	90.0	88.6	88.3	89.5
26	89.8	85.0	84.9	89.2	88.5
27	87.5	85.0	86.8	87.3	87.6
28	77.2	74.2	75.5	77.2	77.3
29	86.9	84.2	87.5	86.6	84.9
30	93.4	90.2	93.2	92.9	90.9

註：編號並非座號或學號，而是以亂數排列。

表5 常態編班運用傳統加權平均方法與模糊數學方法計算結果表

編號	傳統加權平均	$(\wedge, \vee)$	$(\bullet, \vee)$	$(\bullet, \oplus)$	$(\wedge, \oplus)$
1	73.7	73.3	75.4	74.0	70.9
2	69.6	69.1	70.7	69.6	68.4
3	74.9	76.7	70.2	74.9	76.4
4	82.4	79.1	76.5	82.3	83.9
5	73.1	73.9	71.2	75.3	77.3
6	65.4	67.2	63.8	66.3	68.5
7	65.7	66.9	65.9	66.2	66.9
8	76.3	75.5	73.4	77.3	79.7
9	73.7	73.3	75.4	74.0	70.9
10	67.7	68.7	68.0	68.2	68.4
11	66.4	69.1	69.0	67.8	69.2
12	76.3	75.5	73.4	77.3	79.7
13	69.6	76.4	72.0	71.8	76.2
14	86.8	75.0	77.4	85.6	83.1
15	74.9	76.7	70.2	74.9	76.4
16	65.4	67.2	63.8	66.3	68.5
17	76.9	73.5	73.6	76.9	77.0
18	86.8	85.0	84.1	86.8	87.7

19	73.7	73.3	75.4	74.0	70.9
20	82.0	77.6	79.9	82.0	81.9
21	76.8	74.0	77.5	78.0	76.6
22	72.2	69.1	69.1	73.0	73.2
23	80.8	74.0	77.1	79.9	78.6
24	69.6	69.1	70.7	69.6	68.4
25	76.3	75.5	73.4	77.3	79.7
26	67.7	68.7	68.0	68.2	68.4
27	69.6	76.4	72.0	71.8	76.2
28	86.7	80.1	84.2	86.7	83.9
29	67.7	68.7	68.0	68.2	68.4
30	73.1	73.9	71.2	75.3	77.3
31	81.1	73.9	76.5	81.1	81.1
32	66.4	69.1	69.0	67.8	69.2
33	76.8	74.0	77.5	78.0	76.6
34	65.4	67.2	63.8	66.3	68.5
35	86.4	84.2	84.1	86.4	88.0
36	73.7	73.3	75.4	74.0	70.9
37	74.9	76.7	70.2	74.9	76.4
38	73.1	73.9	71.2	75.3	77.3
39	69.6	76.4	72.0	71.8	76.2
40	72.2	69.1	69.1	73.0	73.2
41	76.9	73.5	73.6	76.9	77.0
42	65.7	66.9	65.9	66.2	66.9

註：編號並非座號或學號，而是以亂數排列。

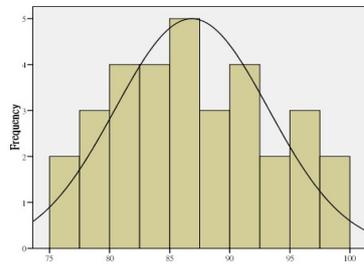
## (二)分析與討論

本部分係根據上述採用模糊綜合評判方式計算所得之結果進行分析與討論，主要包含資優班與常態班兩個班級之特性分析、模糊綜合評判與傳統平均法之比較與四種合成運算之特質並提出結論等四部份論述之。

### 1.資優班與常態班兩個班級之特性分析

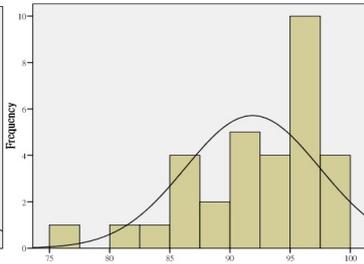
本研究採用的研究樣本分別是資優班與常態班，兩班學生性質完全不同，所使用評量難易亦不盡相同，因此有必要針對兩班評量結果做一統計，方能更明確顯示出兩班學生的性質。由統計圖 a1 ~ e2 顯示出資優班學生成績較為集中、接

近且成績較優，因此學生之間的競爭較為激烈，學生性質較為相似。而普通班學生性質則較為分散、均勻，成績由低至高都有分布，學生性質較為相異。



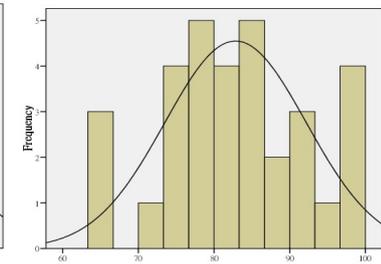
(a1)資優班國文

平均 86.8 標準差 6.4



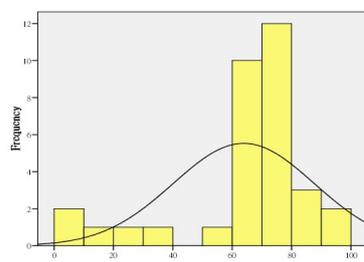
(b1)資優班英文

平均 91.9 標準差 5.6



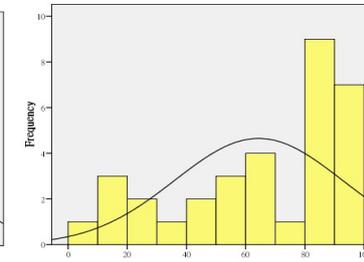
(c1)資優班數學

平均 82.8 標準差 9.4



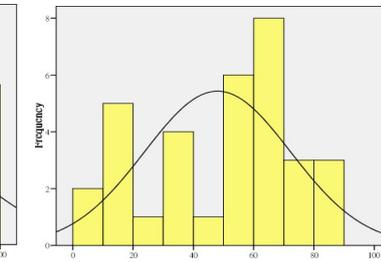
(a2)常態班國文

平均 63.9 標準差 23.8



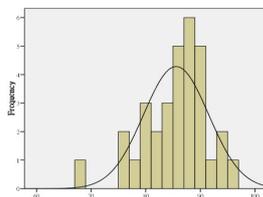
(b2)常態班英文

平均 64.4 標準差 28.3



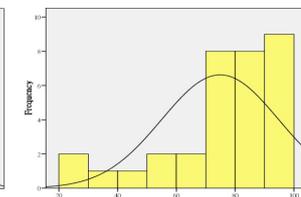
(c2)常態班數學

平均 48 標準差 24.2



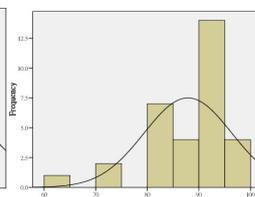
(d1)資優班自然

平均 85.6 標準差 6.0



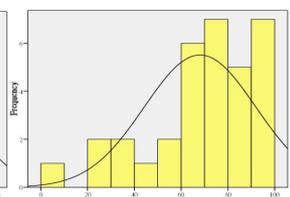
(d2)常態班自然

平均 74.9 標準差 19.9



(e1)資優班社會

平均 87.9 標準差 8.6



(e2)常態班社會

平均 68.1 標準差 23.9

## 2. 模糊綜合評判與傳統加權平均法之比較與四種合成運算之特質

經由1.之資料分析結果顯示資優班與常態班兩班學生在特質上確實有顯著差異。因此本部分首先，將透過對兩班個別學生採用四種模糊綜合評判模式後與平均法比較，進而分析出四種模糊綜合評判模式的不同性質(表4、表5)。其次，再經由各種合成運算與平均法之等第統計(人數與比率)比較分析出四種合成運算在性質不同的班級中的情形(表6)。最後，比較表4、表5和表6研究出四種合成運算較適合何種特質學生所組成的班級使用。

由表4、表5的數字分析結果可發現，若採用模糊綜合評判 $M(\wedge, \vee)$ 模式，可更明確判斷學生各科是否均衡發展，若學生幾科分數均勻而有少數幾科較高時以此模式所獲得的成績比其他模式獲得的成績較高(例如：資優班3、21號)，反之，若學生幾科分數均勻而有少數幾科較低時以此模式所獲得的成績比其他模式獲得的成績較低(例如：資優班23號、常態班6、16、21、28、33、34號)。

採用模糊綜合評判 $M(\bullet, \vee)$ 模式：採用此模式者亦可判斷學生各科是否均衡發展，但與 $M(\wedge, \vee)$ 模式不同是在若以此模式所得之成績均高(低)於其他模式所得之成績，則表示此類學生在權數高之科目較為高(低)，不屬於各科平均型。若學生幾科分數均勻而有少數幾科較高時以此模式所獲得的成績比其他模式獲得的成績較高(例如：資優班3、21號、常態班24號)，反之，若學生幾科分數均勻而有少數幾科較低時以此模式所獲得的成績比其他模式獲得的成績較低(例如：資優班3號、常態班6、16、21、28、33、34號)。

採用模糊綜合評判 $M(\bullet, \oplus)$ 模式：對各科成績表現均能維持在平均左右的學生，可比各科表現起伏過大、優劣不一的學生，得到更好的成績(例如：資優班7、11、14號、常態班4、14、18、20、22、31、40號)。但若採用此模式運算所得成績比其他模式所得成績較低時，亦可顯示出此類學生有少數幾科成績較差(例如：常態班16、34號)。

採用模糊綜合評判 $M(\wedge, \oplus)$ 模式：如學生縱然有少數科目之成績表現較差其影響亦較其他模式影響較輕，因此其所獲得之成績比其他學生成績表現均維持在中等水準之學生，有更好的名次，因此採用此模式者所獲得之成績均高於其他模式之成績時表示此類學生反而是因為只有少數科目較差(例如：資優班19號、常態班4、14、18、20、22、31、40號)。

由表6統計數字可看出，在資優班部分各種算法所獲得成績比率相差不大，因為資優班學生特質上較為相近。而且，雖然四種合成算法會因個別學生不同特質而有所不同(如表4與表5所示)但有可能某位學生因其某項特質而在某種合成算法得到較優(差)成績，而另一學生其特質恰好相反因此所獲得成績情形亦相

反，總合起來後之四種總人數則相差不大。雖如此，但仍能看出 $(\wedge, \vee)$ 、 $(\bullet, \vee)$ 兩種合成算法較能分辨出資優班的學生個別表現優劣情形，另 $(\wedge, \oplus)$ 則較集中於80分以上90分以下之間。

在常態班部分，因學生特質相差較大因此各種算法所獲得成績比率明顯比資優班分散。雖如此，但仍能看出 $(\bullet, \oplus)$ 、 $(\wedge, \oplus)$ 兩種合成算法較能分辨出常態班的學生個別表現優劣情形，另 $(\wedge, \vee)$ 、 $(\bullet, \vee)$ 則較集中於60分以上80分以下之間。

表 6. 各種合成運算之成績統計表

班別	成績	傳統平均	$(\wedge, \vee)$	$(\bullet, \vee)$	$(\bullet, \oplus)$	$(\wedge, \oplus)$
資優班	90 以上	8(27%)	6(20%)	6(20%)	8(27%)	6(20%)
	80 以上	19(63%)	21(70%)	18(60%)	19(63%)	20(67%)
	70 以上	3(10%)	3(10%)	6(20%)	3(10%)	4(13%)
	60 以上	0(0%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
	60 以下	0(0%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
常態班	90 以上	0(3%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
	80 以上	8(19%)	3(7%)	3(7%)	7(17%)	7(17%)
	70 以上	19(45%)	25(60%)	27(64%)	23(55%)	23(55%)
	60 以上	15(36%)	14(33%)	12(29%)	12(29%)	12(29%)
	60 以下	0(33%)	0(13%)	0(10%)	0(17%)	0(10%)

(註：表格內數字為次數，括號內數字為百分比)

### 參、結論

綜合兩班學生特質分析與經模糊綜合評判結果，對四種合成運算研究出較適合何種特質學生所組成的班級使用，結果分析如下：

若學生各科成績都相當平均，也就是說各科成績中並沒有明顯高低分的科目

時，以四種合成運算結果將與傳統加權平均的結果相近，並無明顯差異。因此若從成績單看到加權平均成績及四種合成運算之直線型函數採模糊分布法其所得到的成績相近時，表示此類學生各科成績平均。

從合成運算( $\wedge, \vee$ )和( $\bullet, \vee$ )可看出，若其運算後之成績比其他合成運算所得到的成績較高時，表示此類學生有少數幾科成績較其他科成績明顯較好，反之，表示此類學生有少數幾科成績較其他科成績明顯較差，即表示此類學生有某科較為優(差)，有擴大優(缺)點之效果，因此較適於資優或特教班級使用。

從合成運算( $\bullet, \oplus$ )可看出對各科成績表現均能維持在平均左右的學生，可比各科表現起伏過大、優劣不一的學生，得到更好的名次，與傳統平均性質相似較為均衡類型，因此較適於常態班級使用。

若合成運算( $\wedge, \oplus$ )其等第結果較高於其他運算之成績，則表示此類學生只有少數幾科明顯成績較差而已，有淡化表現較差的少數科目功能，其同時較適於常態班與特教班級使用。

綜合以上敘述之結論整理結果發現：合成運算( $\wedge, \vee$ )和( $\bullet, \vee$ )較適於資優班或特教班使用；合成運算( $\bullet, \oplus$ )較適於常態班級使用；合成運算( $\wedge, \oplus$ )則同時較適用於常態班與特教班級使用。因此，因應不同特質的班級使用不同的成績轉換能較傳統加權平均法更為多元精確之排名。

本研究結果可供實際現場教學者與後續研究者參考，然而，因合成運算理論上應有無限多種，因此建議後續研究者能再運用其他的合成運算法研究適合何種特質的班級使用，期能發揮更為多元精確之成績以達成評量目的。

#### 肆、引注資料

1. Law,C.K.(1996).Using fuzzy numbers in educational grading system. Fuzzy Sets Syst,83(3),311-323.
2. 九章編輯部(2000)。模糊數學入門。台北：九章出版社。
3. 闕頌廉(2001)。應用模糊數學。台北：科技圖書股份有限公司。

生當同衾死當同穴—殉葬制度之研究

投稿類別：史地類

篇名：

生當同衾死當同穴—殉葬制度之研究

作者：

姚均妮。國立彰化女中。高二 12 班

王柔云。國立彰化女中。高二 12 班

指導老師：

李昭容 老師

## 壹、前言

迄今為止，考古學家的發現顯示從古至今，人殉這個制度在數千年來造成的悲劇不計可數。殉葬，究竟是古時社會風氣的驅使，亦或是迷信中君王能藉由童男童女來增添仙氣，使自己的成仙之路更為順遂；或是傳說愛情故事中，同生共死的深情諾言，更或者是人類最原始害怕孤獨的本性？

萬流必有其源，萬事必有其因，本文首先探討殉葬的背景，了解殉葬在不同時代的演變史，從中可知曉當統治者改朝換代，殉葬的起伏盛衰也就有所不同，繼而探討環境是否會影響殉葬。依照各民族的風情與其生活的環境也會衍生出不一樣禮俗，而各朝代的殉葬方式又是如何實行的，究竟人類可以為了什麼原因做出如此殘忍的行為來剝奪人的性命，在這樣慘無人道的行為下，為什麼大部分的犧牲者總是女人？殉葬又有什麼樣另類的意義？

## 貳、正文

### 一、殉葬的背景

#### （一）殉葬的原由

中國數千年來都有著殉葬的記載，說明著人對死亡之人的尊敬，亦或是恐懼，就如同埃及以木乃伊代表永生一樣，這是一種寄託，也是一種慰藉，尤其每個權力極高的上位者，在自己死後放了許多的陪葬品與奴僕們一起殉葬，為了彰顯自己的權威，即使生命到了終點仍希望就算在黃泉之路上，也依舊能掌握著這些榮華富貴。

殉葬起初只是把自己所珍貴的東西帶進土裡，隨著人類階級社會的形成，奴隸也變成了一種所有品，所以才開始有了人殉。再過幾千年，人類社會發展成國家的型態，更甚於有皇權社會的出現，如秦朝創立皇帝制度，其權力發展到最興盛時，全世界的人都可以為他陪葬，那就是殉葬人數越來越多的關係，殉葬可以說是中國社會奴隸制下最不人道的產物之一。

#### （二）儒家對殉葬的導正

就我們所學的高中知識中，可以知道儒家非常推崇葬禮、強調厚葬，但《孟子》中提到：「仲尼曰：『始作俑者，其無後乎！』」（孟子，戰國），大致意思是：「第一個用俑陪葬的人，大概會絕子絕孫吧！」，由此可知，孔子是不贊成以俑陪葬的，但《禮記》中記載了儒家思想中比較傾向與以草扎的人像來陪葬，比起俑，草扎的人像比較沒有那麼明顯的面部特徵等等，

只能顯現出大致人的身形。或許以「仁」為核心思想的儒家，認為以栩栩如生的人俑來陪葬，也近似於殘忍的如活人陪葬。但自漢武帝罷黜百家獨尊儒術之後，儒家從學術思想成為教化工具，對後代或多或少有導正作用。因此可以發現各學家對君王的影響力其實也關乎人民的權利。當一位君王因為自己所推崇的學說而改變對人民的政策，如漢朝這樣廢除殉葬制度的行為，即使只是一個命令，卻能挽救許多人民的性命。

## 二、歷代的殉葬

### (一) 商周

夏朝資料不多，但考古中有發現人骨埋葬形式跟平常墓葬不同之處，有許多疑似人殉的跡象，到了商朝逐漸有文字記載。

#### 1、商朝

甲骨文中記載商王殉葬殺 585 人，而甲骨文裡稱殉葬為人祭，作為人祭祭品的大部分為羌人，甲骨文裡不稱“殺羌人”，而稱“用羌”，可見其對羌人的蔑視。而甲骨文中記載了許多慘無人道的生殉方式，商人並不是不尊重生命，而是習俗使然，商人尚鬼，所以覺得人祭的儀式是理所當然的，自然而然也就演變成每一處的每個時候都有殉葬這樣的慘劇發生。（甲骨文中所見的大歷史：恐怖的人祭和人殉，2017）

#### 2、周朝

《西京雜記》當中亦記載周幽王的陵墓中：「.....見百餘屍，縱橫相枕藉，皆不朽，唯一男子，餘皆女子，或坐或臥，亦猶有立者，衣服形色不異生人。」（曹海東、李振興，1995）由此可知至周朝也有殉葬，且大部分的陪葬者為女性，即使經過許多年後，殉葬這個風俗還是根深蒂固的存在於之後的朝代以及上位者的思想裡。

詩經：「交交黃鳥，止于棘。誰從穆公？子車奄息。」（周錫鞞，1988）詩經記載的民間詩歌講述了春秋秦穆公時期共 177 人殉葬，其中包含了奄息、仲行、鍼虎這三位被稱為“秦三良”的賢臣也是殉葬制度下無辜的犧牲者，而這在當時應是不小的事件，民間才會傳唱著這首歌謠，然後被記載至詩經裡，讓現今的人能夠從這首詩歌裡一窺當時殉葬制度的面貌，但背後究竟是為何，我們就不得而知了。

### (二) 秦

《史記》記載秦始皇生殉萬餘宮女，還有無後的後宮妃子亦是隨秦始皇而去，但《史記》裡的記載是司馬遷聽聞的說法，真實的歷史文件還被埋在層層土堆中，而至今秦始皇真正的陵墓也還未被挖掘出土，所以我們還無法確定司馬遷的說法究竟是對或錯。（楊家駱，1999）

目前已出土能證明秦朝擁有殉葬制度的證據只有聯合國教科文組織列為世界遺產的——兵馬俑，這也算是殉葬的一種，屬於物質的陪葬品。據猜測其地點在秦始皇真正的墓九百多公尺外，當時他們認為皇帝死後有另一個世界，皇帝需要一群奴隸來陪葬讓皇帝去世後還能擁有一個「地下王國」，而兵馬俑就是當時秦始皇所用來在另一個世界樹立威嚴的軍隊。

秦始皇真正的陵墓為何至今還未被挖掘？官方和民間的說法各有不同，中國國家文物局擔憂地底下的文物本處於近乎真空的狀態，被挖掘出來曝露在空氣中會被破壞，所以認為在挖掘技術更加成熟前，放在地底下是保存文物最好的方法，而民間的說法之一，就是建造陵墓的人也被殺了作為陪殉，除了當時少數幾個人，根本沒人知道正確位置在哪。還有傳說中地底下以水銀打造的湖泊，讓盜墓者及考古學家望而生卻，秦始皇的陵墓是個謎團，只希望未來某一天，真正的將陵墓挖掘出來時，能讓一切真相大白。

### （三）邊疆民族

中國自秦朝結束後，隋、唐就鮮少有殉葬的傳聞，但宋朝開始，邊疆民族如遼、女真等在中原邊境的勢力越發壯大，而最後蒙古更入主中原。邊疆民族舊有殉葬的傳統也隨著他們進入中原，為中原帶來再一次殉葬的慘劇。

#### 1、契丹

遼太祖耶律阿保機的皇后述律平曾經斷右腕，歷史上的說法有二，一是述律皇后自願殉葬，二是她為了謀求政治上的信任而斷其右腕。就第一種說法而言，是以正面描述述律皇后的忠心耿耿，或許是因為邊疆民族的習俗而影響皇后的觀念，但割捨不下對兒子的親情，所以折衷的斷其右腕，在形式上表示其忠誠，自願殉葬的心意。但此種說法是否為史學家過度美化，可信度存疑，從不同觀者的角度會有不一樣的理解，我們認為這是一種比較偏向女權主義，或是身為母親較能感同身受。

而第二種說法，是述律皇后以為耶律阿保機殉葬的名義，趁機掃除敵對勢力，並且藉口要照顧年幼的皇子而不願共同殉葬，但又因為有些大臣認為皇后殉葬為天經地義，而皇后找不到使他們信服的理由，便自斷其腕，以堵天下悠悠之口。我們認為第二種說法是可能性較高，畢竟若述律皇后應是為

保全性命才砍下自己的右腕，如此心狠手辣的女人，愛情的力量真能讓她為了耶律阿保機而自願陪葬嗎？

## 2、蒙古

「諸將負成吉思汗柩歸蒙古，秘其喪，在道遇人盡殺之。」（張廓，1999）被尊稱為成吉思汗的鐵木真，也有殉葬如此不人道的作為，他死後將全部的后宮、生前騎過的所有戰馬，和運送靈柩途中遇到的接近兩千人殺死陪葬。而《史集》（拉施特，1300~1310）、《世界征服者史》中（志費尼，1252~1260），則分別記載了成吉思汗以四十個蒙古少女殉葬。鐵木真在死後究竟殺死了多少人作為陪葬，具體的數目不得而知，但能確定的是，即使是如此具有豐功偉業的英雄，也希望自己在死後不是孤單一人。

《Some Early Polish Sources and Their Importance for The History of The Altaic World》當中轉述了 Marcin Bielski 的一段紀錄，紀錄內容大致敘述著當大汗死後，家畜、妻子、最誠心的奴僕等都將被殺，並與大汗一同下葬，目的是為了讓大汗在地底下還有人服侍，陪葬流血最多的人，就被視為是最愛他的人。或許這樣的想法有些荒謬，畢竟一個人的生命不應如此被衡量，但在當時的蒙古文化下，這也反映了奴僕們對於主人的忠誠。《馬可波羅遊記》中，也敘述了成吉思汗之孫蒙兀死時殺了將近兩萬多人陪葬。（謝選駿，2016）

### （四）明清

#### 1、明朝

在殉葬的歷史中，明朝絕對是不可忽略的一部分，從漢朝漸漸廢止的殉葬制度在朱元璋時又開始流傳開來。朱元璋陵墓中有著許多的嬪妃陪葬，由明太祖之孫惠帝朱允炆依照朱元璋生前的遺囑，命令後宮嬪妃陪葬。明朝時「朝天女」是透過什麼方式來殉葬一直是個謎，據說有可能是被迫上吊自殺，也可能是被水銀毒死，無論是哪種方式，都是極為不人道的，尤其被迫上吊，腳下椅子被移走的那刻，那些嬪妃們應是恐懼的掙扎著，最後帶著不甘斷氣而死的吧？對於朱元璋時的殉葬制度，在當時的南京甚至有民謠：「南京有三怪，龍潭的姑娘像老太，蘿蔔當作小菜賣，十三個城門抬棺材。」（從南京的一個民謠里揭開明朝恐怖的以人殉葬制度，2017）描寫了傳說中朱元璋下葬搞了個「迷魂陣」，這也被後人懷疑其實十三個棺材不只是用來降低被盜墓的風險，而是棺木內可能裝的都是陪葬的妃子們。

除了明太祖以外，在朝鮮史中記載，明成祖亦用了三十多名宮女殉葬，其中有兩名為朝鮮進獻的女子，只得命喪於異國。之後的仁宗、宣宗、景帝也一直沿用了此制度，直到英宗死前，認為活人殉葬實在是過於殘忍，才廢了殉葬制度。

## 2、清朝

清朝的殉葬制度再度興起的原因，應是女真人進入中原後，將他們原有的殉葬習慣帶入。康熙皇帝繼位後廢除殉葬制度，而之前有三位妃子分別被努爾哈赤以及順治皇帝殉葬。

與努爾哈赤殉葬的妃子阿巴亥深受寵愛，前後為努爾哈赤生下了三個兒子，後來卻在努爾哈赤死後被掌握實權的皇太極逼迫殉葬。關於皇太極逼迫阿巴亥殉葬之因有此一說，在努爾哈赤死前，阿巴亥與繼子代善的私情讓皇太極逼他殉葬，而努爾哈赤娶阿巴亥之前已有多位妻子和妾室，努爾哈赤後來對阿巴亥的專寵使她樹立了許多敵人，以至於皇太極逼宮時，沒有任何人為她說情。

同樣為努爾哈赤殉葬的另一位妃子代音察，則是由於曾經向努爾哈赤揭發阿巴亥和繼子代善的私情，讓阿巴亥心懷不滿，後來被迫殉葬時也就拉著代音察下水，想必代音察死前也是極度的不甘心吧？因為揭發阿巴亥而得到了一時的寵愛，卻在最後也因此失去性命。（徐廣源，2013）

第三位殉葬者是董鄂妃的妹妹貞妃，貞妃進宮後並不得寵，也未替皇帝生兒育女，受到殉葬的原因，是為了平息孝莊皇后對董鄂妃生前恩寵的怒火，轉移到董鄂氏家族上，並不是真的因為愛皇帝而希望能與他同生共死，這樣的人生結局，可以說是十分悲慘的。（張廓，1999）

## 三、環境對殉葬造成的影響

就上述歷代殉葬演變的原因，如此大起大落，都是與在位者有所密切的關係，可是細緻觀察下，可發現不管是中原人或是邊疆民族，在不同的環境生長，卻還是有一樣的殉葬習俗，究竟環境會不會影響殉葬？先從不同時間的邊疆民族與中原人兩方比較，才能窺知其中一二。

### （一）邊疆民族

漢族以外之人統稱為邊疆民族，通常被認為文化未開化，但相對中原卻是較自由開放的，他們活在廣闊的草原下，策馬奔騰，對比活在家宅狹隘的中原人民，邊疆民族心胸較開闊。依照邊疆民族在中國的出現順序討論，首

先匈奴在史書的描述裡通常是好戰，用人骨飲酒，生吃肉，但在考古出土的資料卻未發現生殉的痕跡，只有用一撮頭髮放進墓葬中，考古學家覺得，可能與薩滿教認為靈魂能留在頭髮的教義有關，且殉葬的頭髮通常是較親近者的，並非是那些毫無關係的可憐下人們，但到了之後的邊疆民族如鮮卑、柔然、突厥、契丹到蒙古等，卻都有人殉的記載，就連之後的女真—清朝亦是如此。

## (二) 中原人

中原人是在階級分化後才逐漸有了人殉，夏商周皆有，即使認為秦朝的兵馬俑被認為是要脫離殘忍的生殉而打造的，卻也有關生殉的傳說。之後漢、唐、宋的殉葬已變為極少數，但到了明朝明太祖又再度出現，明太祖是平民出身，曾經當過和尚，他再度恢復殉葬制度，我們認為可能與他的自卑有關，想要彰顯皇威，並且那時宋明理學盛行，強調女子三貞九烈，「餓死事小，失節事大」更把女性應守節的思想推到了最高峰，明太祖可能是因為要他後宮這些人能夠守節，才下詔要陪葬。

綜上所述，整個大體的環境依舊會影響殉葬，就如同邊疆民族本無殉葬之俗（因為匈奴初期的部落制並無太明顯的階級之分，所以那時才無人殉），但胡漢相融之後，文化也會交融，雙方最相通之點就是階級制度，階級分化後，邊疆民族就一直流傳著殉葬制度，期間中原雖有廢除過殉葬，但大部分與君王的英明有關，只要有階級制度在，殉葬制度就不會完全消失。階級制度是一種大環境的影響，殉葬制度產生；而宋明理學強調婦女要守節，人民思想也是一種環境的影響，所以才會再次有殉葬。就如同我們現代人的想法，完全無法認同這種制度，若有人再次使用，將會被全世界譴責。

## 四、殉葬下的犧牲者

過去殉葬制度下的犧牲者大部分是誰？這就要更深入的看社會的體系運作了，我們就且分為女人、奴隸，以及童男童女三個部分來討論。

### (一) 女人

上古時期並沒有喪葬的習俗，到了舊石器時代中期，才漸漸有了各種喪葬制度，而那時大部分是母系社會，出土的墓葬資料並沒有殉葬的跡象，到了後期父權制度產生，奴隸制逐漸發展，才有了生殉的情形，也因此默默衍生出「潛規則」。以前女人就是要為了自己的夫君而活，殉葬者也是女性，這樣的觀念在我們現代人看來是有些愚蠢，但那時候不准女人讀書，就是為了讓女人更加的愚昧而易操控，女人也就狹隘的認為自己的一生都奉獻給了

家庭，男人也理所當然的覺得女人無法單獨生存，就產生了這樣以女人為殉葬品的習俗。

## （二）奴隸

奴隸制度存在於各個朝代之間，但奴隸的用途分為好幾種，有供祭祀用途，也有負責農耕，或僅為家中雜役的小僕。在三代、春秋戰國及秦朝，這幾個朝代的奴隸來源主要是戰爭，或者因犯罪而被貶為奴隸，而此時的奴隸還有官奴以及私屬之分。

以商朝為例，奴隸主要用以人殉，這些奴隸一旦被確認用於祭祀，就會被供以免費糧食，因為當時的人認為若虐待即將成為祭品的奴隸，就會被神明處罰，所以商朝奴隸在飲食上不會被禁食。並且商朝用以祭祀的奴隸數量由於經濟因素，應該也不會太大。

我們在探討商朝的研究資料時不禁推想，會不會在這樣的制度下，其實也是有人會自願成為人殉祭品的呢？畢竟當時的社會風氣是相信神鬼的，而成為祭品在短期內可以獲得足夠的食物，這對於窮人而言，或許也是極有吸引力的吧？如果當時此制度對用於人殉的奴隸待遇比我們想像的還要好，例如或許可以多供給自己的家人一點食物，那或許人殉的現象會更為風行。

## （三）童男童女

古時候的人由於迷信，相信死後可以羽化登仙，所以才用童男童女來活殉。古人認為童男童女身上的仙氣最足，帶著這樣的孩子陪葬有利於死後成仙，不僅如此，他們還會往童男童女身體裡灌入水銀，此舉是為了讓體內的仙氣不在死後散去，有些甚至為了讓他們的身體不在死後腐壞，外面的皮膚也會抹上一層水銀。在我們現在看來，這真的是殘忍至極的行為，這些孩童都還未明白事理，就被如此殘酷的活殉，以現代人的角度實在是無法苟同。

## 五、殉葬的另類意義

如前所述有關述律皇后的其中一種說法，殉葬同時也是一種政治手段，歷史上爾虞我詐的人不計可數，只要威脅到自身地位，不論什麼誇張的說法都能提出，只要能剷除異己，就算讓其他人殉葬又如何？另一種意義則是阻卻後宮干政的亂象，例如北魏孝文帝如此受世人稱讚的君主，卻也有難斷的家務事，他極寵愛為昭儀的馮氏，更為了馮氏廢掉皇后，改立馮氏為幽皇后，還縱容她與其他人行苟且之事，在孝文帝去世後，北海王手執要幽皇后與孝文帝合葬的遺詔，前往幽皇后的住所強灌其毒藥，幽皇后的生命也在此刻了結，後世人皆

有所疑惑，孝文帝深愛幽皇后又怎捨得讓她殉葬呢？便有了各類不同的說法產生，事實如何至今無人知。（許嘉璐、安平秋，2004）

如前面提到的秦穆公時期殉葬的秦三良，就被許多人懷疑或許也是政治手段之一，詩經中的文字不只是單純的記述，也反映了當時秦人對殉葬制的控訴。我們所找到的資料中，的確有些疑點是目前還無解的，例如春秋末期時，教育尚未普級，但《詩經·國風》當中收錄的該篇民間詩歌對仗非常工整，這樣的文字真的是民眾所書寫，或者其實是秦國貴族所作，假借民眾而表達貴族的意見呢？

在那樣封閉的階級制度下，也有讓已死之人與高階貴族陪葬的風俗，這是與前面所述的例子截然不同，沒有帶著將死的怨念與陪葬的不甘心，死後能與貴族陪葬，是一種至高無上的光榮，光耀滿門祖宗，這是另類褒揚死者的例子之一。

最浪漫的一種關於殉葬的意義，就是極少的例子，即因為愛想要一起同生共死而願意陪葬。在許多的小說與鄉野傳奇，都有諸如此美麗淒涼的描寫，或許會有人問為什麼要如此癡傻跟著一起死，但愛深入骨髓，離開了那個人，就真的活不下去了，只希望他們能夠一起渡過那忘川，一起入輪迴道而再續前緣。

## 參、結論

中國歷史在數千年來不斷的演變，現今的我們也只能從考古和文史資料窺得其中一二，或許現在很難想像會有殉葬這樣的事情，但它確確實實的發生過，這樣一個殘忍的制度，在過去可以說是「未開化」的習俗，人民會遵循著這樣的殉葬制度，上位者假祭祀鬼怪之名，行迫害之實，但隨著人民逐漸不再相信這些，並且有自己的主見時，無故殺人殉葬，會讓人心裡有了怨懟，怨懟既起，就生仇恨，人民的仇恨，足以顛覆一個國家。「以史為鏡，可以知興替。」，當殉葬制度存在，國家便有隱憂，秦始皇死後，秦二世無能，秦朝便滅亡；明英宗仁慈的廢除此制，也有可能是為國家的未來著想吧？

古往今來，人類歷史不斷的進步，當一個過於暴政的王朝被顛覆後，人民歡欣未久，下一個上位者卻又更加無情，讓人民陷入無止境的絕望中，這是歷史不斷的重演。當我們研究完殉葬的流變，可知君王的貪婪，帶著整個皇宮的下人和賢臣一起到地下再建立一個王國；因為對鬼神的崇敬，正值青春年華的少男少女的生命被奪走；階級制度下，奴隸已被當成物品，無身體自主權，性命如螻蛄般被人隨意拿捏；而女人，在男人有意為之的貶低，如傀儡般被人操縱擺佈，當被逼著人殉時，那時他們所流下的血淚，究竟誰能來補償呢？研究

歷史最重要的目的，大概是從錯誤中學習，了解那些痛，並且從歷史當中學到教訓，不再讓悲劇再次重演。

## 肆、引註資料

### 一、書籍資料

孟子（戰國）。孟子。

曹海東、李振興（1995）。新譯西京雜記。臺北市：三民書局。頁 237。

周錫韜（1988）。詩經選。臺北市：遠流出版。頁 147。

楊家駱（主編）（1999）。新校本史記三家注並附編二種一。臺北市：鼎文書局。頁 265。

張廓（1999）。多妻制度：中國古代社會和家庭結構。天津：天津古籍出版社。頁 178。

拉施特（1300~1310）。史集。

志費尼（1252~1260）。世界征服者史。

謝選駿（2016）。黃金時代的重來——論“禮制的天下統治”。

徐廣源（2013）。大清后妃寫真。臺北市：遠流出版。頁 23~28。

張廓（1999）。多妻制度：中國古代社會和家庭結構。天津：天津古籍出版社。頁 188。

許嘉璐、安平秋（2004）。二十四史全譯：魏書（第十卷）。上海：漢語大詞典出版社。頁 260。

### 二、網路資料

甲骨文中所見的大歷史：恐怖的人祭和人殉（2017）。2018年12月5日，取自 <https://www.google.com.tw/amp/s/kknews.cc/history/kr2zov8.amp>

從南京的一個民謠里揭開明朝恐怖的以人殉葬制度（2017）。2018年2月3日，取自 <https://kknews.cc/zh-tw/history/z6kgk4a.html>

垓下之歌—西楚霸王項羽失敗原因之探討

投稿類別:史地類

篇名：

垓下之歌—西楚霸王項羽失敗原因之探討

作者:

陳思仔。國立彰化女中。高二 12 班

鄭佳旻。國立彰化女中。高二 12 班

指導老師:

李昭容老師

## 壹、前言

「力拔山兮氣蓋世。時不利兮騶不逝。騶不逝兮可奈何！虞兮虞兮奈若何！」（邱宜文，2008）這是項羽被圍困垓下時所作之歌，可了解其失敗時的心聲。項羽年少自負，氣勢凌人，憑藉楚將後裔的資質及天生的力大無窮，雄霸一方。率領軍隊戰鉅鹿及入關中，自封「西楚霸王」而分封天下。然則幾次屠戮人心盡失，再至鴻門宴錯失良機，小人從中擺佈離間，軍師范增離去，最後四面楚歌，烏江自刎。

項羽從來都是英雄的代名詞，可為何神武的他最後會失敗？為何向來殺伐果斷的他在鴻門宴中躊躇不定？為何他總是留不住人，心腹逐一遠去？他與劉邦之間又存在著什麼差距。本篇文章探討一代英雄項羽的崛起、殞落以及失敗之因。

## 貳、正文

### 一、項羽的生平

#### （一）出身與崛起

項羽（BC232—BC202）為舊貴族項氏一族之後，祖父為楚國將領項燕。少時叔父項梁教其讀書識字未果，再來學習劍術也半途而廢，後改學兵法，也只略知大意未得精髓。項梁因殺人被仇家追捕而逃亡，帶著項羽到蘇州定居，曾遇秦始皇出巡，而項羽看到秦始皇，說出「彼可取而代之」之語。（楊家駱，2004）

秦末各地開始民變，項羽跟隨叔父起義。鉅鹿之戰（BC208—BC207），項羽先派英布率兩萬名士兵攻擊秦軍糧道，得到幾場小勝，而後親自帶領軍隊渡河，並下令弄沉所有船隻、打破所有鍋碗，只留三日份量的乾糧，斷絕退路來向士兵展示決一死戰的決心，此即「破釜沉舟」。楚軍士氣高漲，陸續擊敗蘇角、章邯等人，攻打王離、涉間時更以九戰九勝的戰績告捷。

鉅鹿之戰讓項羽一戰成名，在打敗秦軍後他召見諸侯，諸侯害怕其軍威全都以跪行的方式拜見，也不敢仰視他，項羽便成為上將軍，在各諸侯中居領袖之位。之後他進軍關中，因函谷關有士兵駐守而不得入，才知沛公劉邦早已占領咸陽，在軍師范增建議下，宴請鴻門宴想藉機殺死劉邦，最終計畫失敗。

鉅鹿之戰後發生彭城之戰（BC205），後來項羽自立為西楚霸王、建都

彭城，分封各路將領，且派人暗殺了楚義帝，劉邦也以此為藉口，聯合五國諸侯於取得關中後討伐楚國，占領彭城，搜括財寶、美人、日日舉辦酒宴，項羽視情況帶三萬士兵襲擊彭城西邊，從清晨一路打到正午時分大破漢軍，漢軍被殲滅約十幾萬人，楚軍收復彭城並擄走劉邦父親太公與其妻呂雉。

## （二）楚漢相峙

劉邦敗給項羽，逃至下邑整合餘下的士兵，退守滎陽與各路敗軍會合。BC205 京索之戰漢軍重新振作，楚軍自彭城出發沿途追擊，劉邦命令灌嬰帶領騎兵抵禦項羽，在京邑、索邑之間打敗項羽的軍隊。此後，雙方勢力互相拉鋸，項羽屢屢占領漢方的通道，讓他們糧食匱乏，劉邦企圖求和但被范增阻撓，便採用陳平提出的離間計，讓項羽逼走軍師范增，更詐降趁機逃出滎陽投靠韓信，楚漢兩軍隔著廣武澗相峙，項羽以劉邦父親做為人質，脅迫其投降，劉邦不從，項伯勸項羽不可殺了劉父，避免禍患；威脅不成的項羽想儘早打破僵局，想單獨與劉邦一決高下，早日結束戰爭，又被劉邦回絕。

項羽聽說韓信打敗齊、趙兩國，準備進攻楚國，派出龍且應戰卻敗於韓信，韓信因此自立為王，項羽便派人勸說韓信聯合楚國背棄漢王，三分天下，卻遭到拒絕。此時漢軍的彭越斷了楚軍糧食，項羽命曹咎駐守成皋，囑咐其不要與漢軍交手，自己帶兵前去迎戰彭越，曹咎未遵項羽命令，派兵交手漢軍，結果戰敗。漢軍此時略占上風，劉邦先派陸賈遊說項羽望其釋放父親，項王未答應；劉邦又讓侯生去說服項羽，雙方訂鴻溝和約，鴻溝以西劃歸漢地，以東劃歸楚地，是為後人所說的「楚河漢界。」（王子今，2009）項羽也放回劉邦父親與其妻呂雉等人。劉邦原本打算就此撤兵，在陳平、張良勸說下決定撕毀和約，藉楚軍兵力疲累、士氣低落之時殲滅楚軍。

楚軍退兵路上遭到漢軍追擊，項羽退守到陳下，BC202 雙方展開陳下之戰，楚軍在各方失去龍且、項聲、曹咎等人的兵團，周殷更叛楚投漢，加上彭越攔截楚軍糧草，這時楚軍情況已是危在旦夕，劉邦率領漢軍追擊，大敗項羽。BC202 垓下之戰待項羽撤退到垓下，聯合韓信、彭越共同攻打，第一次韓、彭沒有守約前來，於是張良獻計請劉邦分封土地給兩人，韓信、彭越答應率兵前往垓下與劉邦會合，漢聯軍重重包圍項羽的軍隊，唱起楚地歌謠，四面楚歌，楚軍士氣崩潰，項羽知道大勢已去，帶領幾百名部下突圍，逃到東城身邊只剩二十八名騎兵，而漢方追擊的有幾千人，項羽告訴部屬自己的失敗是因為上天不成全，並非是作戰的過錯，而後突破漢軍包圍時更殺了兩員漢將，原想東渡烏江，而想到當初帶領八千江東子弟打拼天下卻無人生還，愧對江東父老，將愛馬烏駒託給烏江亭長，再與漢軍交戰，最終自刎而亡。

## 二、項羽與劉邦人格特質之比較

### (一) 項羽的個性

#### 1、用人唯親、剛愎自用

項羽無法知人善任，對於自己的族人投以十足的信任，對外姓的部屬卻多了許多猜忌質疑，像是劉邦的謀士陳平，原本在項羽手底下做事，項羽卻因殷地被劉邦所奪取之事，遷怒打算殺掉前次平定殷地的陳平等，陳平唯恐被殺轉而投靠劉邦，面見劉邦時更說：「項王不信任別人，他所任用寵愛的，不是他們項家的人，就是他妻子的兄弟，雖有奇謀之士也不能用，於是離開楚王。」（白話史記編委會，1985）也正是因為項羽對部屬的不信任，讓陳平日後有機會用離間計來使項羽猜疑其最重要的謀臣范增。另外在對敵軍作戰時，也能看出項羽自滿的一面，在戰爭中幾乎都是親自披掛上陣，但個人能力太過超群會讓手底下的兵將們產生依賴感，當作戰由其它將領帶領，成功的機率都不高，還是需要項羽出馬才能戰勝，這樣的情況，也讓他在軍事決策方面有絕對的權威，可項羽往往固執己見、一意孤行，不輕易聽取他人意見，例如有人向他進言，認為關中位置絕佳可以作為軍事基地，項羽卻一心想回家鄉，建都彭城錯失了關中這塊戰略要地。其個性也格外衝動，在做決定時常為了逞一時之快未顧慮其所帶來的後果。

#### 2、見識短淺、當斷不斷

項羽最初起義的原因只是想「滅秦」，沒有想一統天下的打算，反倒是身旁的幾位大臣，比他更能夠放眼天下，掌握局勢，「背關懷楚」除了看出項羽難以接受別人的諫言以外，也看出他更重視眼前既得的好處，未能設想到未來的局面發展，讓自己失去大好機會。范增早明白劉邦會成為項羽稱霸路上的一大障礙，所以在鴻門宴會上，多次暗示項羽動手除去劉邦，但其優柔寡斷遲遲沒下決定，項羽此時的一絲仁慈，最後讓劉邦得以逃出，讓范增的計畫無疾而終，且項羽沒認清的是，在政治戰場上的偽裝、殘酷，劉邦一表現善意，他便不覺得對方可能造成自己的阻礙，沒有相信一心為他的范增給的建議，錯失了時機。

### (二) 劉邦的個性

#### 1、不計出身、知人善任

劉邦為平民出身，所以用人不論背景、名望，令他們能施展長才，韓信受過胯下之辱，樊噲是個屠夫，還是被劉邦重用。「夫運籌策帷帳之中，決勝於千里之外，吾不如子房。鎮國家，撫百姓，給饋饗，不絕糧道，吾不如蕭何。連百萬之軍，戰必勝，攻必取，吾不如韓信。此三者，皆人傑也，吾能用之，此吾所以取天下也。」（楊家駱，2004）劉邦知道自己的才氣不足以一統天下，需要有賢才從旁協助，每每在做重大決策前都會詢問身邊的人，當自己的想法不被下屬認同甚至被反駁，也不堅持己見，願意接受更好的意見。又能安排各部下到適合的崗位。

## 2、鏗而不捨、冷靜理智

劉邦在勢力上無法與敵方抗衡之時，會選擇忍耐。當初楚懷王訂約，先攻進咸陽城者受封為關中王，項羽卻打破約定自立為王，還封賞各路諸侯，劉邦知道現今兵力不敵項羽，雖然不滿也隱忍下來。在與項羽的相爭過程中，常是敗多勝少的一方，落敗最慘的便是彭城之戰，僅僅三萬楚軍就大破幾十萬人的漢軍，劉邦只好逃亡，但是他沒有放棄爭奪天下之心，重新整合軍隊準備日後戰役。劉邦面對危急的情況並不會失去理智，反而更加冷靜。項羽企圖想透過劉邦父親的性命作為威脅的時候，劉邦還能平靜以言語告知他：「我和項羽曾同受懷王命令，彼此結為兄弟，所以我父親就相當是你親爹，假如你堅持非殺他不可，那麼千萬別忘了分一杯湯給我喝呀！」（名遠出版社編輯部，1984）這樣無情的說法，也讓項羽無從下手。劉邦待親生父親如此，可以得知對他來說，親情不比爭天下來得重要。

## 三、埋下敗因之事績

### （一）鴻門宴錯失良機

鴻門宴是項羽因為優柔寡斷埋下的敗筆。BC206，項羽帶兵西行，入函谷關，此時劉邦已在關內，其座下左司馬曹無傷派人告訴項羽劉邦想在關中稱王。項羽大怒，欲誅之。這個故事中，項伯是個重要的人物，雖為項羽的叔父，可心裡卻是站在劉邦那邊的。張良於項伯有恩，為此項伯特來告知張良，本意是讓張良逃走，可張良卻把事情都告訴了劉邦，劉邦請項伯進帳喝酒，結成兒女親家，並且請項伯回去告訴項羽他無意謀反，項伯目光短淺、貪圖小利，見劉邦待自己不錯，一口答應了。

項伯回到項羽陣營將劉邦所言悉數告知，因此項羽即答應不殺劉邦。翌

日清早，劉邦便帶著人至鴻門赴宴。宴中，范增多次示意項羽殺了劉邦，但礙於答應了項伯，且劉邦已經順服，讓出關中，項羽只是沉默不做回應。范增見狀而出帳，叫項莊舞劍趁勢刺殺劉邦，但這時項伯又挺身而出，多次救劉邦於劍下，接著換張良著急了，他出帳告訴樊噲：「**項莊的用心，是時時在想刺殺沛公。**」（白話史記編委會，1985）樊噲立刻衝進帳中，項羽見此一壯士，賜他杯酒和豬蹄。

當項羽問起樊噲能否繼續喝酒的時候，樊噲回應：「我連死都不畏懼，一杯酒值得推辭嗎？秦王有虎狼般的殘暴心腸，殺人惟恐不能殺盡，罰人惟恐不能用盡酷刑，因而天下的人都反對他，懷王曾與各位將軍約定：『**誰先攻入關中，誰便為關中王。**』（白話史記編委會，1985）現在沛公最先攻入咸陽，連最細小的東西都不敢碰，宮室封閉，軍隊退守霸上，等待您的到來。他之所以派將守關，不過是為了防備盜賊或意外。這樣勞心勞力，不但沒有受到封侯的賞賜，大王反而聽信小人的話，想斬殺有功的人，這是續走先秦亡國之路，我認為大王您不該這樣做的！」樊噲的回答使項羽更加猶豫不決，最後劉邦起身如廁，順便把樊噲也叫出來，也順便回到自己的軍營去了，損失除掉禍患的機會，范增忿忿道：「**唉！豎子不足與謀。**」（楊家駱，2004）

## （二）唯一謀臣范增離去

范增（BC278—BC204），戰國後期至秦末居巢人，閱歷豐富，也願意輔佐項王，可偏偏項羽自負且對謀臣不屑一顧。范增為項羽謀士，兩人之間的關係卻很是微妙，范增是被項羽尊為亞父的人，項羽看似十分信任范增，實際卻對其充滿猜疑。

鴻門宴中，范增請項羽務必誅殺劉邦，項羽的猶豫氣煞范增，他仔細思量，認為劉邦此人非除不可。項羽入關中，分封天下時，范增勸項羽把巴郡和蜀郡分封給劉邦，巴蜀地區易居難出，自然環境條件優越，物產豐饒，民風純樸，在巴蜀久居，縱有雄心壯志也會被消磨，《後出師表》有言：「**王業不得偏全於蜀都。**」（諸葛亮，三國）正是害怕蜀地鎖國磨人，這樣一個地方正好可以關住劉邦。項羽接受了范增的諫言，將巴蜀分給劉邦，卻偏偏張良又請項伯出面，請項羽把漢中一並分給劉邦，項羽也答應了，范增的計畫又這麼泡湯，與項伯之間的嫌隙越來越大，對項羽也是更加失望。

BC204，楚軍數次切斷漢軍糧道，劉邦被困滎陽，於是向項羽請和。項羽欲同意，范增則認為現在漢軍容易對付，如果不消滅，以後一定會後悔。於是項羽與范增急攻滎陽。陳平利用項羽多疑暴躁的脾氣，向劉邦呈上一

策。陳平先事讓人在楚營散布謠言，說范增意欲謀反，此次項羽並未中計。後來陳平又派人去跟項羽講和，願意把滎陽東面的土地分給楚，請項羽派一位使者過來商討，使者到後，先是有人給他端了一道道佳餚，接著陳平近來問起范增近況，使者回答：「我是奉楚王之命而來。」陳平立刻讓人把美食端走，更有人悄聲說道：「既然不是范增派來的，哪有資格吃這麼好的食物？」楚使回去後將此事告知項羽，項羽勃然大怒此後猜忌范增與劉邦勾結，越來越不信任他。（吳涵碧，2008）

在陳平的離間計作用之下，項羽逐漸親項伯而遠范增，范增也總算受不了，向項羽請辭歸鄉，而項羽也答應了，估計現在他對范增已是一點信任都沒有，可憐范增終於離開是非之地，卻未到彭城，先病死在路上。

### （三）六次大屠殺

《史記·項羽本紀》記載項羽六次大屠殺：襄城屠城、城陽大屠殺、新安大屠殺、咸陽大屠殺、破齊時坑殺田榮降卒。第六次在外黃時，有一個十三歲少年勸說項羽不要屠城，項羽同意。

前三次屠殺為：BC209，陳勝吳廣起義，項梁曾叫項羽去攻打襄城，襄城堅守久攻不下，戴項羽攻下襄城之後，把那裡的軍民全部活埋，這便是史記上第一次記載的項羽屠城；BC208，項梁又派劉邦和項羽進攻城陽，項羽殺光了輔助秦軍抵抗的全城平民；BC207，項羽軍對行至新安，坑殺秦軍降卒二十餘萬人，入兵關中。

後三次屠殺為：BC206，項羽率兵西進，屠戮咸陽城，殺了秦降王子嬰，又火燒阿房宮，掠奪財寶婦女後離開。後世詩人感嘆項羽的行為：「**獨夫之心，日益驕固。戍卒叫，函穀舉，楚人一炬，可憐焦土。**」（杜牧，唐）同年田榮擊殺田市，自立為齊王，隔年項羽北進，坑殺田榮手下降兵，擄掠老弱婦孺；項羽攻下外黃後本欲屠之，可又被一個小兒輩勸說成功，放下屠刀，周圍人民聽到傳聞也紛紛投降，項羽因而收穫更大。

項羽前兩次屠城是基於軍事考量，讓其他諸侯軍不敢小覷楚軍的實力；第三次坑殺二十多萬秦兵，是避免留下造反的勢力，也象徵秦軍的失敗；第四次咸陽屠殺，不只是代表秦朝滅亡，更是讓項羽報了國恨家仇；再來坑殺齊兵，也是為了杜絕後患；項羽要屠殺外黃的念頭，多半是因為想宣洩先前與漢軍進行拉鋸戰時所受到的辛苦，但是這幾次的屠殺也導致項羽失去了名心。

## 參、結論

一代霸王項羽，天生資質使他比旁人少些耐心，多些躁性，才華出眾讓他總認為自己是對的，所以一向不肯聽取諫言，接手叔父項梁的軍隊後，戰無不勝更是加劇他的驕氣，愈發剛愎自用，為最後的失敗埋下伏筆。秦末以來，百姓飽經戰亂、流離失所，只求一個安穩，可項羽卻沒有關心人民願望，只要有一絲不順心就趕盡殺絕，每一場勝戰，無情屠戮後接踵而來的便是民心向背。

用人唯親與諸多猜忌，使得人才無心仕楚轉而投漢，反而增添劉邦羽翼，對方正在壯大時，項羽卻已是外強中乾，間接導致楚國的滅亡。而鴻門宴本可以是一個轉機，范增進言殺掉劉邦，項羽卻猶疑不定，又遇項伯出面阻止項莊刺殺劉邦，項羽因而錯失滅敵機會，綜合以上資訊，項羽失敗的種種原因直指他性格上的缺陷，自負、猜疑、暴虐，正是項羽最後自刎於烏江之因，也留予後人無限慨嘆。

## 肆、引註資料

- 邱宜文（2008）。**古詩選讀**。臺北市：文津。
- 楊家駱主編（2004）。**新校本史記三家注**。臺中市：鼎文，頁 296。
- 王子今（2009）。**秦漢史帝國的成立**。臺北市：三民，頁 85。
- 白話史記編委會（1985）。**白話史記 2**。新北市：聯經，頁 840。
- 楊家駱主編（2004）。**新校本史記三家注**。臺中市：鼎文，頁 387。
- 名遠出版社編輯部主編（1984）。**白話資治通鑑**。臺北市：名遠，頁 402。
- 白話史記編委會（1985）。**白話史記 1**。新北市：聯經，頁 143。
- 白話史記編委會（1985）。**白話史記 1**。新北市：聯經，頁 170。
- 楊家駱主編（2004）。**新校本史記三家注**。臺中市：鼎文，頁 315。
- 諸葛亮（三國）。**後出師表**。2019 年 1 月 23 日，取自  
[https://fanti.dugushici.com/ancient\\_proses/71657](https://fanti.dugushici.com/ancient_proses/71657)
- 吳涵碧（2008）。**吳姐姐說歷史故事第 1 集**。臺北市：中華日報，頁 227。
- 杜牧（唐）。**阿房宮賦**。2019 年 1 月 23 日，取自  
[https://fanti.dugushici.com/ancient\\_proses/47516](https://fanti.dugushici.com/ancient_proses/47516)

投稿類別:法政類

篇名:

淺談我國青年政治冷漠之現象

作者:

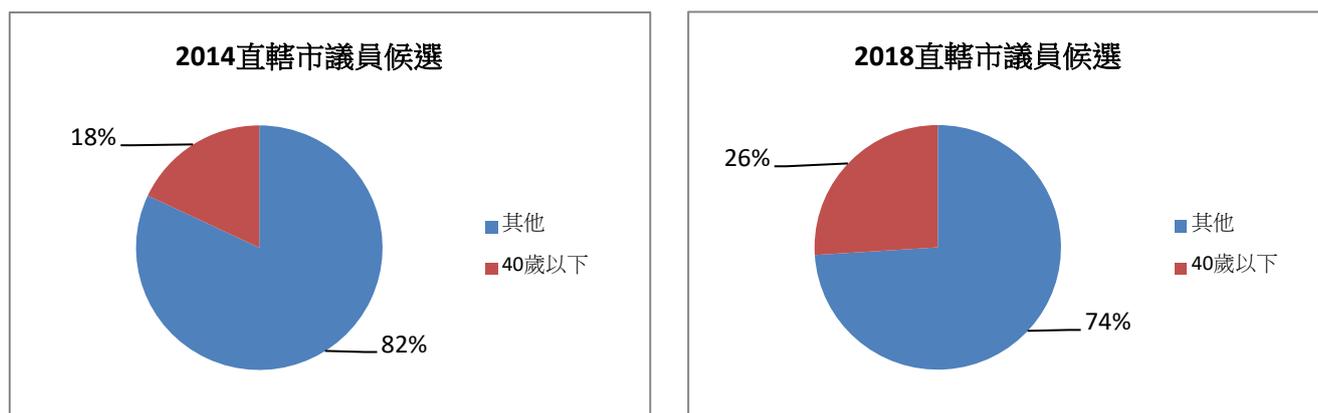
黃育靜。國立彰化女中。高二 13 班

指導老師:薛廣澤

## 壹、前言

### 一、研究動機

政治素人柯文哲利用網路及社群媒體在 2014 九合一選舉成功吸引年輕族群選票，經過四年時間，網路新媒體更加成熟，候選人們利用網路直播或與網紅合作，藉此增加在年輕族群的曝光率。不少政治新人，甚至是網紅，投入 2018 的議員參選，儘管這次候選人年齡比以往下降，但投票率也是下降的，可以猜想大部分人對於政治是冷漠、不熱衷的。



圖一:2014 及 2018 直轄市議員候選年齡比較  
(資料來源:中選會選舉資料庫網站 繪製:研究者)

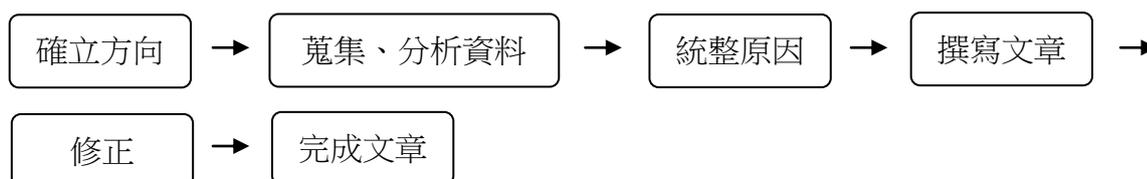
### 二、研究目的

探討 20 歲到 30 歲的青年對於政治感到冷漠的原因，並試圖從各項原因中找出解決方案，以鼓勵年輕族群對政治事務的熱切參與。

### 三、研究方法

針對議題採「文獻分析法」蒐集並閱讀相關新聞、文章及書籍，統整分析，得出結論。

### 四、研究架構



圖二:研究架構圖  
(資料來源:研究者繪製)

## 貳、正文

### 一、政治冷漠的基本概念

大部分的公民只是政治的旁觀者。以美國為例，大約有三分之一的公民呈現政治冷漠，僅有少部分人活躍於政治活動。在一些針對人民為何參與或不參與政治過程的研究中，政治社會學家和政治心理學家皆指向政治社會化的各種媒介，包括家庭、學校、傳媒及職場等。

### 二、青年政治冷漠的原因

#### (一)經濟因素

知名主持人陳文茜曾在《蘋果日報》專欄發表一篇文章「**這個國家太對不起年輕人**」，裡頭寫道：**「由於房租、外食……打從青春時期，他們的生命即銬上了枷鎖，沉重無比。」**(陳文茜，2014)文中在在表達高房價等生活條件是如何壓迫年輕一代。政治雖是眾人之事，但是今日社會卻無法保障人民最基本生活的需求，年輕族群汲汲於工作，且須面臨龐大的生活壓力，哪裡還有心思談論政治議題及參與政治事務。

根據 2018 年金石堂暢銷書年度排行榜，前十名中就有四本是關於職場、投資理財的。不少書店的擺設，也是將經濟、投資理財、企業管理等相關書籍擺放在靠近門口的顯眼之處。教育部舉辦的「2018 全球青年趨勢論壇」也有相似情況，各國青年對於政治並不熱衷，而最為關注的議題則是經濟和未來工作趨勢。明顯可見現在人們比起政治，對於經濟、理財還是較為重視的。

#### (二)政治因素

##### 1、政治人物

不論是在國會或是政黨，青年的參與度都是偏低，在正式的政治結構中，年輕人的代表性不足，因此政治人物常漠視青年的意見及權利，如 2018 年新北市長候選人侯友宜取消參加「雙北市長青年論壇」。青年對政治冷漠絕非與生俱來，而是後天被外在限制所形塑，因為政治人物長期漠視青年意見。(林泰瑋，2018)英國演員羅素布蘭德(Russell Edward Brand)曾說：**「這個體制不重視我的利益，政治菁英不代表我，我不能透過選舉來改變現狀，我為什麼要投票？」**青年不願接觸、參與及談論政治，認為自己的權力無法改善社會；而政客們也是不願去聆聽青年們的意見，不認同其價值觀，讓國家決策一直無法注入新一代的聲音，如此不斷惡性循環。

##### 2、直接民主機會少

我國《公民投票法》於 2003 年 12 月 31 日實施，迄 2017 年 12 月 12 日最新修正前，由中央選舉委員會公告成案，並正式投票的全國性公投共有六案，而此六案皆因未達公投門檻，而遭到否決。由於舊公投法持雙二一門檻，門檻太過，因此被譏為「鳥籠公投」。

編號	日期	名稱	同意票(%)	不同意票(%)	投票率(%)	結果
1	2004.3.20	強化國防	91.80%	8.20%	45.17%	否決
2	2004.3.20	對等談判	92.05%	7.95%	45.12%	否決
3	2008.1.12	討黨產	91.46%	8.54%	26.34%	否決
4	2008.1.12	反貪腐	58.17%	41.84%	26.08%	否決
5	2008.3.22	臺灣入聯合國	94.01%	5.99%	35.82%	否決
6	2008.3.22	務實返聯	87.27%	12.73%	35.74%	否決

表一:修法前歷年全國性公投  
(資料來源:中選會選舉委員會 繪製:研究者)

綜合以上兩點，青年在政治上缺乏的是參與的機制，太少的重視、太少的機會，使多數青年覺得自己對於公民參與是可有可無的，因此便逐漸遠離政治事務。

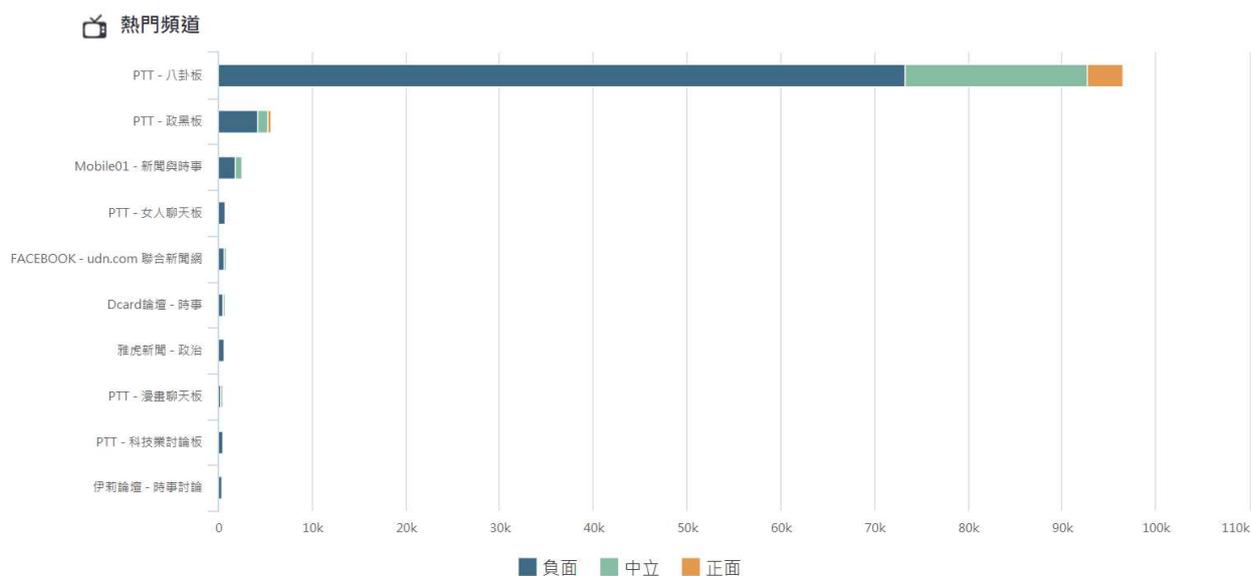
### (三)媒體因素

公民積極參與政治，討論公共議題便是良好的學習政治參與的機會，但令人遺憾的是，隨著網路盛行，換來的卻是更多的爭執與衝突。新聞臺或是網路上的政治狂熱者常基於自身立場，將自身想法利用媒體灌輸於這個社會，導致社會對立與日俱增，而讓其他擁有想法的人，逐漸不想干涉公眾議題。媒體讓青年對政治冷漠的原因，歸納有以下三項:

#### 1、避免被貼標籤

臺灣的政治及社會風氣常讓人感到對立，例如政黨、統獨問題、挺同反同、死刑存廢等，年輕族群害怕因發表一兩句言論，就被其他人冠上政治色彩或貼上某某標籤。以下舉「覺醒青年」為例:

「覺醒青年」(簡稱覺青)是 318 太陽花學運後新興的網路用語，最初用來稱呼那群對於社會現狀不滿而站出來表達訴求的青年。隨著學運的批評風浪，以及政黨輪替後社會並未獲改善，覺青一詞逐漸轉為貶意與嘲諷意味。



圖三:覺青一詞於網路上觀感

(資料來源: :KEYPO 大數據關鍵引擎)

「覺青」一詞被廣泛使用在各個意識形態上，現在除了嘲諷那些空有理想的政治狂熱者，也常被認為是反核、支持廢死、轉型正義、女權等，甚至是臺獨份子、某一政黨的支持者。「覺青」最初正面的意涵，時至今日，當大眾談論議題時，為了避免被貼上標籤、沾染上政治色彩，青年又再度噤聲。

## 2、報導品質

### (1) 重複播報相同事件:

重大社會事件發生時，接連好幾天的新聞頭條都是相同事件。有時甚至為了增加可看性，而過度渲染報導。

### (2) 缺乏國際性:

臺灣記者平時報導焦點大都著眼於國內新聞，國際性議題鮮少討論。所以經常發生當國際發生重大事件，或是其他值得被注意的新聞時，臺灣媒體仍焦點放在國內社會案件，甚至是明星八卦。例如:2018年11月法國發生近年來最大的抗爭—「黃背心事件」，各國新聞開始探討動亂原因，而當天臺灣的新聞頭條卻是某候選人的造勢晚會猶如演唱會。

### (3) 體材狹隘

對於議題，經常只是報導過就算了，很少再針對該項議題做進一步的討論及調查。當報導社會問題時，報導的方向也經常只是做到告知的立場，或是想盡快下一個註解，而非關注問題本身的來龍去脈或是造成的影響等需要討論、思考的層面。

因為媒體報導方向對日常的影響，使得青年並沒有願意花時間培養討論政策及分析議題的習慣。明顯地，臺灣的新聞品質存在著很大的進步空間。

### 3、意識形態與立場的爭辯

同樣的報導，各家新聞台會有各自的看法與論點，多元的意見固然是好事，但新聞台難免會受到其政治傾向影響，而發表出不太中立的報導。例如:2014 年太陽花學運，有的電視台刻意美化或醜化學運行動，企圖影響閱聽人對於此事件的看法。**民眾的注意力是民主政治體制下政府與政黨之間爭逐的對象，是政黨眼中重要的資源(劉正山)**，因此電視台可能透過特定的內容或詮釋方法，將民眾的注意力鎖定在特定的議題上。也導致當討論公眾議題時，這些立場便流於不同意識型態及立場的爭辯，也就是，並非真正從政策的優缺點方面來討論，而是單純為了反對而反對。

隨著網路盛行，年輕人自然能了解更多關於電視台背後的政黨色彩，也對於政黨的了解並不只限於單方面的好或壞。而對於這類毫無意義的意識形態之爭，不少年輕人抱持著獨善其身的心態，自己清楚新聞的含意及政黨背後的操縱足矣。

### 參、結論

2017 年牛津辭典選出「youthquake(青年震盪)」做為年度代表字，牛津辭典的解釋是:「**年輕人的行為或影響力引起政治或社會文化，並產生重大變化**」(維基百科) 2017 年英國國會選舉，當時有大批年輕選民以選票聲援反對黨，媒體以「youthquake」表達年輕人以集體力量改變現狀的現象，有人形容這個單字是敲出希望之聲的政治詞彙。儘管年輕人對於現今的政治體制並不認同，但不可否認其影響力，如上述的英國國會抵制及我國 318 學運。美國開國元勳湯馬斯潘恩(Thomas Paine)說:「**世世代代奔流不息，在這個過程中，沒有哪一代比其他代更具權威。**」青年們是有想法的，但是卻被外在因素所框住，政府應該做的是給予青年基本的保障並重視其福利，並且釋放機會，讓青年可以和政治人物溝通，讓政策可以實現真正的公義。而現代青年們也必須有自己的思考與邏輯，具有判斷能力，不是只跟著媒體人云亦云，並且勇敢為自己發聲。

### 肆、引註資料

陳文茜(2014)。我的陳文茜:這個國家太對不起年輕人。蘋果日報

林泰瑋(2018)。年輕人遠離政治的趨勢與幫凶。自由時報

劉正山(2012)。你可能不知道的媒體影響。科學發展

維基百科。 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9D%92%E5%B9%B4%E9%9C%87%E7%9B%AA>

李文(2018)。大辯論:左派與右派的起源。時報文化

#### 伍、參考資料

徐瑩峰(2009)。政治冷感成為青年風氣。喀報 第 61 期

<https://castnet.nctu.edu.tw/castnet/article/1909?issueID=80>

菜市場政治學共同編輯群(2018)。菜市場政治學。左岸文化

金石堂-暢銷書排行榜。 <https://reurl.cc/dLy8q>

林志成(2018)。全球青年趨勢:對政治冷感 關心工作及經濟。中時電子報

<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20181104001670-260405>

張宇韶(2017)。張宇韶觀點:臺灣何以陷入焦慮與對立的氛圍中。風傳媒

<https://www.storm.mg/article/256204>

投稿類別：化學類

篇名：

牽一髮動全身！勒沙特列－平衡的移動

作者：

吳佳蓉。彰化女中。一年十五班

陳雅萱。彰化女中。一年十五班

謝宜蓁。彰化女中。一年十五班

指導老師：陳琬菁老師

## 壹、前言

### 一、研究動機

前陣子，我們在老師的櫃子內看見一個裝有紅棕色氣體的玻璃製玩具（如圖一），一問之下，才知道內部氣體為二氧化氮，根據國中上過的課程，二氧化氮在溫度改變的情況下，顏色會發生改變，因此我們進一步實驗，發現將玻璃管一端浸泡於熱水時，顏色會變深，反之，若將其浸泡於冷水中時，顏色則會趨近於無色。二氧化氮顏色的深淺變化是導因於勒沙特列原理，但是因二氧化氮是有毒氣體，吸入會對肺部及呼吸道產生危害，所以我們探討是否有其他物質也會因為勒沙特列原理而產生不同的變化。



圖一：二氧化氮玻璃管  
（圖一資料來源：研究者拍攝）

### 二、研究目的

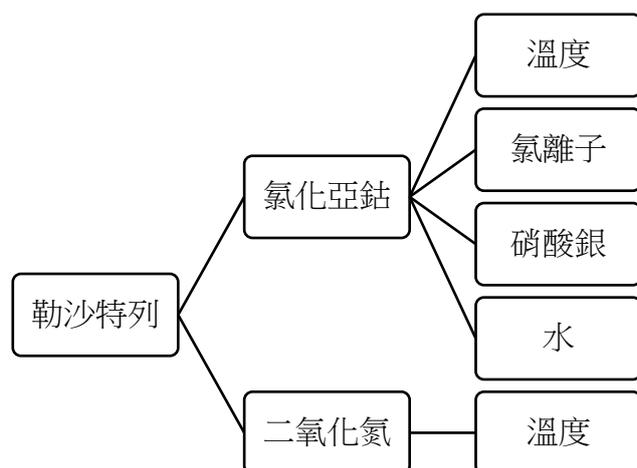
探討勒沙特列原理所造成的現象，並且比較同一個可逆的化學方程式在不同的條件下，所產生的不同的結果，同時製造不同的操作變因以觀察不同的變因對可逆的化學反應造成的影響。

### 三、研究方法

利用資料分析、實際測驗二氧化氮在不同的溫度所造成的顏色深淺變化，還有氯化亞鈷在不同濃度的氯離子和水中以及在不同溫度的所造成的顏色變化，紀錄、統整後完成此論文。

### 四、研究架構

## 牽一髮動全身！勒沙特列－平衡的移動



圖二：研究架構

(圖二資料來源：研究者繪製)

## 貳、正文

### 一、勒沙特列原理介紹

化學反應平衡是一種動態平衡，是正反應和逆反應同時進行的狀態，其速率相等但不等於零。

當化學反應達到動態平衡時，改變反應時的其中一項變因，例如：溫度、濃度、壓力…，使反應式開始向抵消外在因素的一方移動，達到新的平衡，這便是勒沙特列原理。

### 二、二氧化氮和四氧化二氮的反應



二氧化氮為紅棕色，四氧化二氮則為無色氣體。當溫度升高時，正逆反應速率都加速，但是逆反應速率大於正反應速率，平衡向左，二氧化氮濃度增加，所以顏色變深；相反的，當溫度降低，正逆反應速率都減慢，但是正反應速率仍大於逆反應速率，平衡向右，四氧化二氮濃度增加，所以顏色變淺。

## 四、實驗說明

### (一) 實驗一—二氧化氮在溫度高低中的變化

#### 1、實驗目的

二氧化氮在不同溫度中的顏色深淺變化

#### 2、實驗步驟

## 牽一髮動全身！勒沙特列－平衡的移動

- (1) 取一般的飲用水，分別降溫至 10°C，及加熱至 60°C 和 80°C
- (2) 將二氧化氮玻璃管一端放至 10°C、常溫 25°C、60°C 及 80°C 的水中，觀察它的顏色變化

### 3、實驗材料

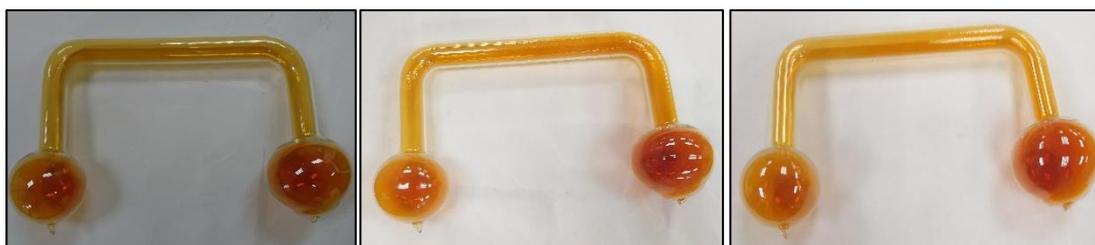
二氧化氮玻璃瓶、10°C 冷水、25°C 溫水、60°C 熱水、80°C 熱水

### 4、實驗器材

溫度計、燒杯、加熱器、冰塊

### 5、實驗結果

下圖三、四、五，由左而右分別為二氧化氮玻璃管浸泡在 10°C 冷水、25°C 溫水、60°C 熱水、80°C 溫水中顏色的變化。



圖三

圖四

圖五

(圖片資料來源：研究者拍攝)

### 6、實驗結論

我們發現將二氧化氮玻璃瓶放入不同溫度的水中後，顏色會發生改變。當二氧化氮放入高溫的水中時，顏色會變得愈來愈接近深橙色；反之，當我們將二氧化氮放入冷水中時，顏色會愈來愈接近透明無色。

表一：二氧化氮在不同溫度的實驗數據

	10°C	25°C	60°C	80°C
二氧化氮	淡橙色 (接近無色)	淡橙色	橙色	深橙色

(表一資料來源：研究者繪製)

### (二) 實驗二－氯化亞鈷溶液加入不同水量

## 牽一髮動全身！勒沙特列－平衡的移動

### 1、實驗目的

觀察氯化亞鈷溶液加入不同水量的顏色變化

### 2、實驗步驟

- (1) 先稱 0.3g 的氯化亞鈷，放入試管中
- (2) 用 1ml 的滴定管吸取 3ml 的異丙醇加入試管中
- (3) 再用 1ml 的滴定管分別吸取適量的蒸餾水
- (4) 每次滴入一滴水量為 0.05ml 的蒸餾水，直到顏色改變時停止，觀察過程中顏色的變化

### 3、實驗材料

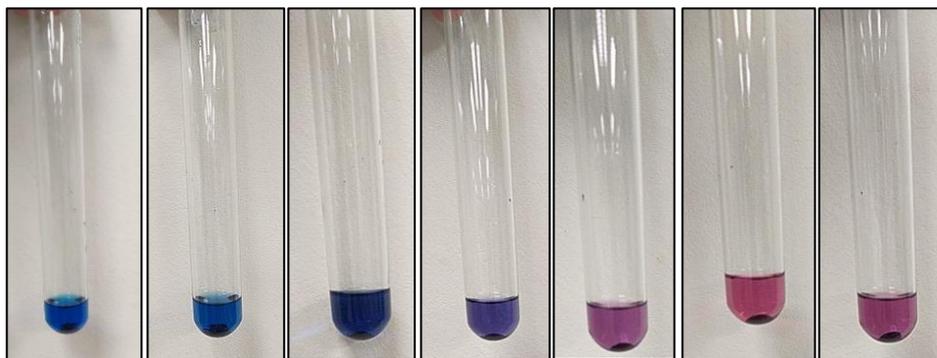
氯化亞鈷、蒸餾水、異丙醇

### 4、實驗器材

燒杯、試管、試管架、秤量紙、電子秤、1ml 的滴定管、安全吸球、藥勺

### 5、實驗結果

下圖六、七、八、九、十、十一、十二，由左而右分別為氯化亞鈷溶液加 0.10ml、0.15ml、0.20ml、0.25ml、0.30ml、0.35ml 的變化。



圖六 圖七 圖八 圖九 圖十 圖十一 圖十二

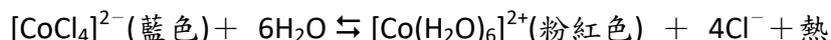
(圖片資料來源：研究者拍攝)

### 6、實驗結論

我們發現將不同水量的蒸餾水滴入氯化亞鈷溶液中時，顏色會發生改變。

## 牽一髮動全身！勒沙特列－平衡的移動

從一開始的 0.05ml 的蒸餾水到後來的 0.35ml 的蒸餾水，由反應式得知加水導致平衡向右，顏色逐漸從深藍色為粉紅色。



表二：氯化亞鈷溶液加水的實驗數據

	0ml	0.05ml	0.10ml	0.15ml	0.20ml	0.25ml	0.30ml	0.35ml
氯化亞鈷加水	淡藍	藍色	深藍	靛藍	藍紫	紫色	紅紫	粉紅

(表二資料來源：研究者繪製)

### (三) 實驗二－氯化亞鈷溶液（加水）加不同濃度的鹽酸

#### 1、實驗目的

觀察氯化亞鈷溶液（加水）加入不同濃度的鹽酸後顏色的變化

#### 2、實驗步驟

- (1) 先秤 0.3g 的氯化亞鈷放入試管中
- (2) 用 1ml 的滴定管吸取 3ml 的異丙醇，並且搖晃使氯化亞鈷溶解於異丙醇中
- (3) 加入 0.35ml 的蒸餾水，使其顏色變成粉紅色
- (4) 用 1ml 的滴定管分別吸取 0.05ml、0.10ml、0.15ml、0.20ml、0.25ml 的 12M 濃鹽酸加入裝有氯化亞鈷溶液的試管中，觀察顏色變化

#### 3、實驗材料

氯化亞鈷、異丙醇、蒸餾水、鹽酸

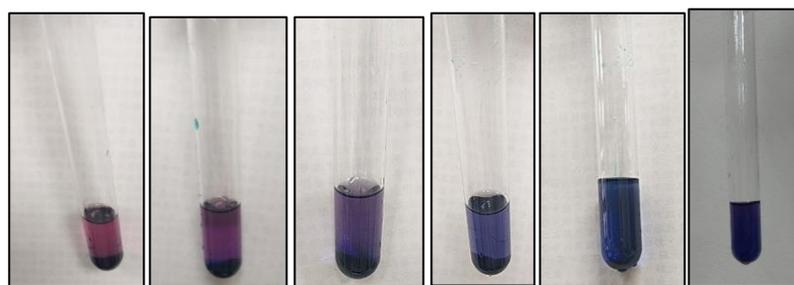
#### 4、實驗器材

燒杯、1ml 的滴定管、安全吸球、秤量紙、電子秤、試管、試管架、藥勺

#### 5、實驗結果

下圖十三、十四、十五、十六、十七、十八，由左而右分別為氯化亞鈷溶液（加水）加入 0.05ml、0.10ml、0.15ml、0.20ml、0.25ml 的 12M 濃鹽酸後，顏色的變化。

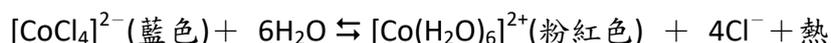
## 牽一髮動全身！勒沙特列－平衡的移動



圖十三 圖十四 圖十五 圖十六 圖十七 圖十八  
(圖片資料來源：研究者拍攝)

### 6、實驗結論

我們發現將不同濃度的濃鹽酸加入氯化亞鈷溶液（加水）時，顏色會發生改變。當氯離子濃度愈來愈高時，由反應式得知平衡向左，所以顏色逐漸由粉紅轉變為深藍色。



表三：氯化亞鈷溶液（加水）加鹽酸的實驗數據

	0ml	0.05ml	0.10ml	0.15ml	0.20ml	0.25ml
氯化亞鈷 (加水) 加鹽酸	粉紅	淡粉紅	淡紫	深紫	藍紫	深藍

(表三資料來源：研究者繪製)

#### (四) 實驗四－氯化亞鈷溶液（加水）加入氯化鈣

##### 1、實驗目的

觀察氯化亞鈷溶液（加水）加入氯化鈣的顏色變化

##### 2、實驗步驟

- (1) 先稱 0.3g 的氯化亞鈷放入試管中
- (2) 用 1ml 的滴定管吸取 3ml 的異丙醇滴入試管中，搖晃至氯化亞鈷溶解
- (3) 用 1ml 的滴定管吸取 0.35ml 的蒸餾水，滴入試管中
- (4) 每次加入 0.1g 的氯化鈣，直到顏色改變為止，觀察顏色的變化

##### 3、實驗材料

氯化亞鈷、氯化鈣、蒸餾水、異丙醇

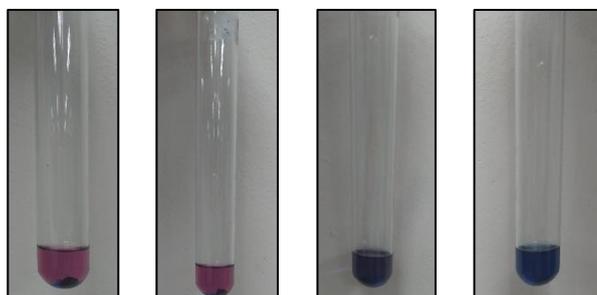
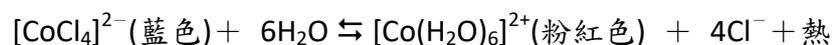
## 牽一髮動全身！勒沙特列－平衡的移動

### 4、實驗器材

燒杯、藥勺、1ml 的滴定管、安全吸球、試管、試管架、秤量紙、電子秤

### 5、實驗結果

下圖十九、二十、二十一、二十二，由左而右分別為氯化亞鈷溶液（加水）加入 0.1g、0.2g、0.3g 的氯化鈣的顏色變化。氯離子濃度愈高時，由反應式得知平衡向左，顏色由粉紅漸變成藍色。



圖十九 圖二十 圖二十一 圖二十二  
(圖片資料來源：研究者拍攝)

### 6、實驗結論

我們發現將氯化鈣加入氯化亞鈷溶液（加水）中，顏色會發生改變。當氯化鈣的克數不斷增加時，顏色會由粉紅色轉變為藍色。

表四：氯化亞鈷溶液（加水）加氯化鈣的實驗數據

	0g	0.1g	0.2g	0.3g
氯化亞鈷溶液 （加水） 加氯化鈣	粉紅	粉紫	藍紫	深藍

(表四資料來源：研究者繪製)

### (五) 實驗五－氯化亞鈷溶液（加水）放在不同溫度中

#### 1、實驗目的

觀察氯化亞鈷溶液（加水）放在不同溫度中的顏色變化

## 牽一髮動全身！勒沙特列－平衡的移動

### 2、實驗步驟

- (1) 稱 0.3g 的氯化亞鈷加入試管中
- (2) 用滴定管吸取 3ml 的異丙醇加入試管中，搖晃至氯化亞鈷溶解
- (3) 用滴定管吸取 0.35ml 的蒸餾水加入試管中
- (4) 取一般飲用水，分別降溫至 10°C、常溫 25°C、加熱至 60°C 及 80°C 的熱水
- (5) 將試管放入 10°C、25°C、60°C、80°C 的冷水及熱水中，觀察顏色的變化

### 3、實驗材料

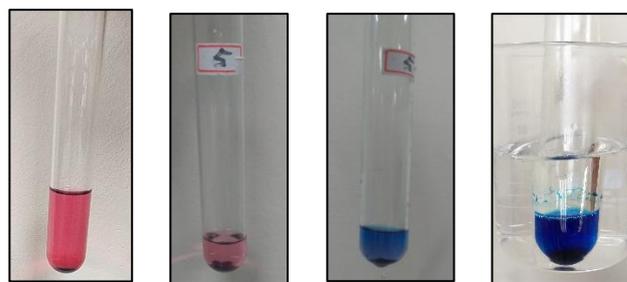
氯化亞鈷、蒸餾水、異丙醇

### 4、實驗器材

燒杯、藥勺、1ml 的滴定管、安全吸球、試管、試管架、秤量紙、電子秤、加熱器、冰塊

### 5、實驗結果

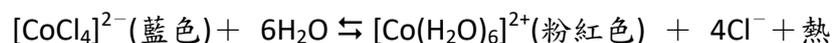
下圖二十三、二十四、二十五、二十六，由左而右分別為氯化亞鈷溶液（加水）放入 10°C 的冷水、25°C 的溫水、60°C 及 80°C 的熱水中，顏色的變化。



圖二十三 圖二十四 圖二十五 圖二十六  
(圖片資料來源：研究者拍攝)

### 6、實驗結論

我們發現將氯化亞鈷溶液（加水）在不同溫度中顏色會改變。當氯化亞鈷溶液（加水）放入低溫中時顏色會由粉紅轉變為淡粉紅，反之，當氯化亞鈷容易（加水）放入高溫中時，因為溫度升高，平衡有利於吸熱方向，所以平衡向左，顏色會由粉紅轉變為深藍色。



## 牽一髮動全身！勒沙特列－平衡的移動

表五：氯化亞鈷溶液（加水）在不同溫度中的變化

	10°C	25°C	60°C	80°C
氯化亞鈷溶液 （加水）	淡粉紅	粉紅	藍色	深藍

（表五資料來源：研究者繪製）

### （六）實驗六－氯化亞鈷溶液（加水）加入硝酸銀

#### 1、實驗目的

觀察氯化亞鈷溶液（加水）加入硝酸銀的顏色變化

#### 2、實驗步驟

- （1）稱 0.3g 的氯化亞鈷放入試管中
- （2）用 1ml 的滴定管吸取 3ml 的異丙醇加入試管中
- （3）用 1ml 的滴定管吸取 0.35ml 的蒸餾水加入試管中
- （4）用 1ml 的滴定管吸取 0.25ml 的濃鹽酸加入試管中
- （5）每次加入 0.1g 的硝酸銀，觀察顏色的變化

#### 3、實驗材料

氯化亞鈷、蒸餾水、12M 濃鹽酸、硝酸銀

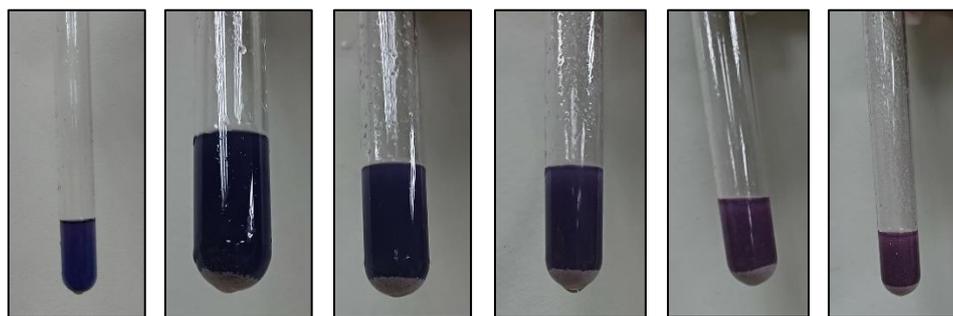
#### 4、實驗器材

燒杯、藥勺、1ml 的滴定管、安全吸球、試管、試管架、秤量紙、電子秤

#### 5、實驗結果

下圖二十七、二十八、二十九、三十、三十一、三十二，由左到右分別為氯化亞鈷溶液（加水）加入 0.1g、0.2g、0.3g、0.4g、0.5g 的硝酸銀後，顏色的變化。

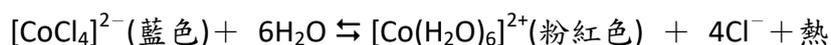
## 牽一髮動全身！勒沙特列－平衡的移動



圖二十七 圖二十八 圖二十九 圖三十 圖三十一 圖三十二  
(圖片資料來源：研究者拍攝)

### 6、實驗結論

我們發現將氯化亞鈷溶液（加水）加入硝酸銀時，顏色會發生改變。當硝酸銀的克數不斷增加時，除了顏色會由深藍色轉變成淺紫色之外，底部還會出現白色氯化銀的沉澱物。



表六：氯化亞鈷容易（加水）加硝酸銀的實驗數據

	0g	0.1g	0.2g	0.3g	0.4g	0.5g
氯化亞鈷 （加水） 加硝酸銀	深藍色	深藍色	藍紫色	深紫色	紫色	淺紫色

(表六資料來源：研究者繪製)

### 參、結論

透過這五個實驗，我們可以證明不同的可逆反應在不同的溫度、濃度狀態下，都會促使可逆反應的平衡發生改變。在實驗過程中，我們發現某一物質添加濃度太高，將不容易觀察其顏色是否產生變化，也發現接觸面積的大小會影響氯化亞鈷溶解於異丙醇的反應速率，因此我們先將氯化亞鈷磨成粉末，再加入異丙醇並搖晃，使兩者之間的接觸面積更大，最重要的是，使用氯化亞鈷取代二氧化氮進行實驗，較不容易發生危險和環境汙染。

### 肆、參考資料

- 一、黃得時（2017再版）。基礎化學（三）。新北市：龍騰文化事業股份有限公司
- 二、蘇卡其（2006）。觀念化學III。台北市：天下遠見出版股份有限公司
- 三、平衡原理的移動－勒沙特列原理（2010）。2010年10月20日。取自 <http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=13108>

來自太陽的你~探討各種變因影響植物色素電池的發電效率

投稿類別：化學科

篇名： 來自太陽的你~探討各種變因影響植物色素電池的發電效率

作者：

徐翊芹。國立彰化女中。高一十五班

李采軒。國立彰化女中。高一十五班

魏郡儀。國立彰化女中。高一十五班

指導老師：

陳琬菁老師

## 壹、前言

### 一、研究動機

目前台灣的發電方式仍以火力發電為主，但火力發電是造成溫室效應的極大元兇。有次學校老師讓我們嘗試自製色素敏化電池，利用植物色素與奈米等級的二氧化鈦相互作用，進而產生電流而發電。經過接觸各種實驗，我們希望能找出低汙染、高效能的發電方式我們期盼可以探究利用植物色素製作色素敏化電池的可行性，並且找出建構電池最佳組合的模式。

### 二、研究目的

- (一) 探討色素敏化電池感光時間長短對其發電效率之影響。
- (二) 探討植物色素之添加方式對色素敏化電池發電效率之影響。
- (三) 探討二氧化鈦膜厚度對色素敏化電池發電效率之影響。
- (四) 探討陰性與陽性植物之色素對於色素敏化電池發電效率之影響。

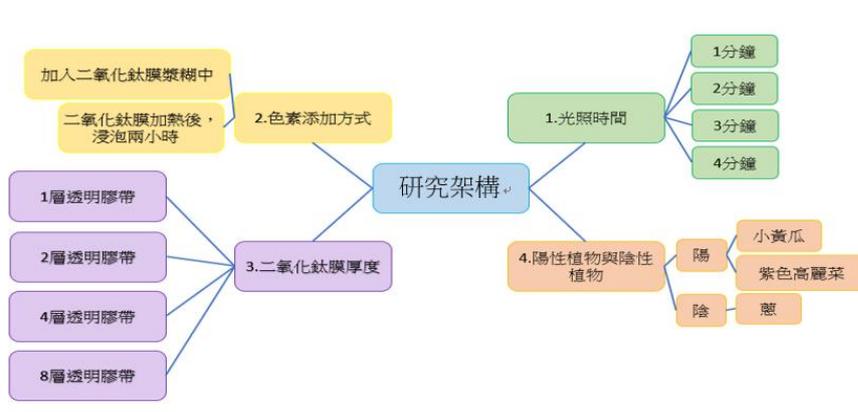
### 三、研究器材

表一：實驗器材

1.乙醇 (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)	5.導電玻璃 (ITO)	9.酒精燈
2.二氧化鈦 (21nm)	6.數位三用電錶 (CHY)	10.蠟燭
3.醋酸 (CH <sub>3</sub> COOH)	7.照度計	11.研鉢
4.X-100 界面活化劑	8.培養皿	12.燕尾夾

表一資料來源：研究者繪製

### 四、研究架構



圖一：研究架構

(圖一資料來源：研究者繪製)

#### 四、研究方法

##### (一) 二氧化鈦電極製作與準備

表二：研究操作流程表



(表二資料來源：研究者繪製)

## 貳、正文

### 一、探討色素敏化電池感光時間長短對其發電效率之影響

#### (一) 實驗目的：

色素敏化電池照光時間可能影響發電效率，本組以紫色高麗菜、厚度為一層膠帶之電池測量多組數據，決定之後實驗之照光時間。

#### (二) 實驗設計：

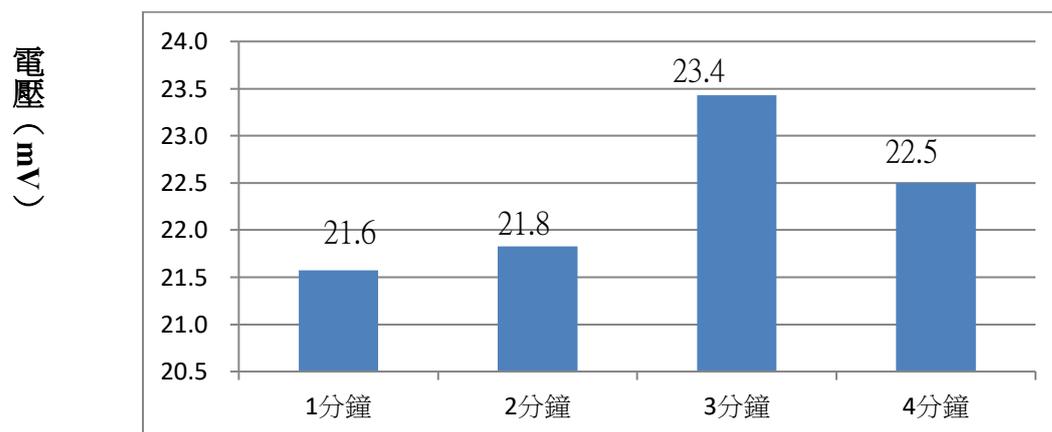
本部份研究著重找出色素敏化電池之最佳照光時間長度，讓實驗變因可以達到更好控制，表三為本實驗的研究控制。

表三 「色素敏化電池所需照光時間」研究變因表

自變項	照光時間的差異（1分鐘、2分鐘、3分鐘）
依變項	電壓大小
控制變項	植物色素：「紫色高麗菜」、白光 LED 光源照度 12000 Lux、同時段進行量測、每組樣品數皆 36 個

（表三資料來源：研究者繪製）

#### (三) 實驗結果：



圖二 不同的照光時間對於發電效率之影響

（圖二資料來源：研究者繪製）

實驗結果顯示：照光 1 分鐘，其產生的電壓為 21.6 mV、照光 2 分鐘，則電壓為 21.8mV、照光 3 分鐘，電壓為 23.4 mV。

(四) 討論：

由實驗結果可以發現：隨著照光時間的增加，色素電池產生的電壓也隨之提高，但是在照光 3 分鐘產生的電壓最高，隨後即使增加照光時間也無法提高電壓。

本研究利用色素粒子經照光後跳躍到激發態發電，電表數據以照光三分鐘時最高，過了三分鐘後先持續下降後又會繼續上升，反覆多次。推測此現象可能因為：色素粒子在照光三分鐘後達激發態，但因持續照光，又使色素粒子調回基態所致。

二、探討植物色素之添加方式對色素敏化電池發電效率之影響

(一) 實驗目的：

根據實驗一的結果，我們發現照光時間以 3 分鐘為最佳，產生較佳的發電效率。在本部分的實驗中，我們將研究色素的添加時機，找出發電效率較高之電池組合。

(二) 實驗設計：

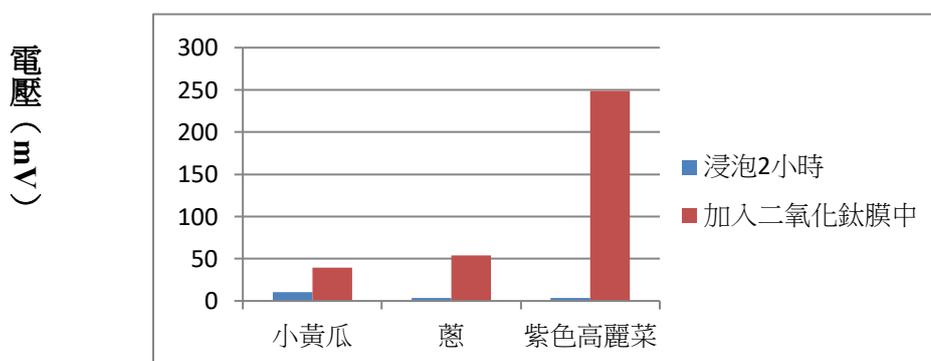
實驗中，色素添加方式：加入二氧化鈦漿糊內以及於 15c.c.之色素中浸泡 2 小時

表四 不同植物色素的發電效率研究變因表

自變項	不同的添加時機
依變項	電壓大小
控制變項	照光時間：3 分鐘、白光 LED 光源照度 12000 Lux、同時段進行量測、每組樣品數皆 6 個、二氧化鈦膜厚度：1 層膠帶

(表四資料來源：研究者繪製)

(三) 實驗結果：



圖三 不同植物色素對於發電效率的影響

(圖三資料來源：研究者繪製)

來自太陽的你~探討各種變因影響植物色素電池的發電效率

實驗結果可以發現，由可以發現浸泡 2 小時色素之色素敏化電池電壓較高，三種植物中電壓最高的紫色高麗菜甚至可達 249.0mV，其次是蔥與小黃瓜，為 54.1mV 以及 39.5mV。色素添加方式以浸泡色素 2 小時為佳，其發電量較高，事先將色素加入二氧化鈦膜漿糊之素敏化電池發電電壓較低。

#### (四) 討論：

浸泡 2 小時色素之電池發電效率明顯高於事先添加色素之電池，但本組討論後認為可能是因為加入二氧化鈦膜中的色素量不夠，導致電池發電量極小，為避免上述情形實驗，所以之後的實驗皆採用浸泡的方式添加色素。

### 三、探討二氧化鈦膜厚度對色素敏化電池發電效率之影響

#### (一) 實驗目的：

清華大學的蔡明鳳教授在網站上發布了一段色素敏化電池的製作過程影片，發現只使用一層 3M 透明膠帶層數，我們想嘗試使用不同膠帶層數，即二氧化鈦膜厚度不同是否對電池發電的電壓有所影響。

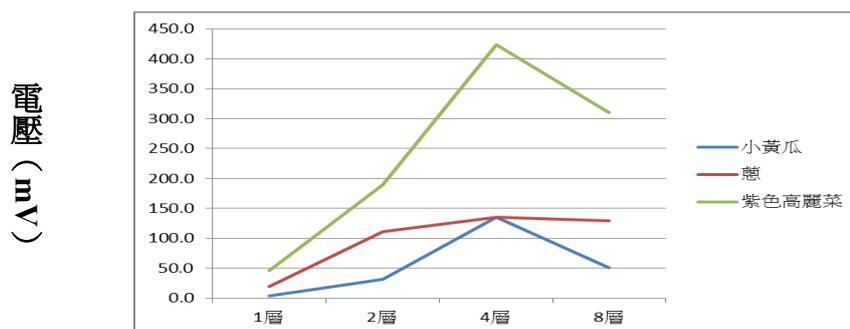
#### (二) 實驗設計：

表五 探討色素敏化電池持續發電能力研究變因表

自變項	膠帶層數 (1,2,4,8 層)
依變項	電壓大小
控制變項	照光時間：3 分鐘、白光 LED 光源照度 12000 Lux、同時段進行量測、每組樣品數皆 6 個、二氧化鈦膜厚度：1 層膠帶、浸泡時間皆為 2 小時、實驗植物 3 種 (紫色高麗菜、小黃瓜、蔥)

(表五資料來源：研究者繪製)

#### (三) 實驗結果：



圖四 二氧化鈦膜厚度對電壓的影響

(圖四資料來源：研究者繪製)

來自太陽的你~探討各種變因影響植物色素電池的發電效率

實驗分為一層、兩層、四層與八層，三種植物分別為紫色高麗菜、小黃瓜及蔥，由實驗結果可發現，三種植物皆有共同點：二氧化鈦膜厚度愈厚，色素敏化電池發電電壓愈高。但八層膠帶之電池發電量卻比只貼四層膠帶來得低。

#### (四) 討論：

色素敏化電池的發電效率會隨著膠帶層數的增加而隨之增加，但卻發現貼八層膠帶的電池電壓量比只貼四層膠帶的電池低，本組觀察電池外觀後認為此現象可能是因二氧化鈦膜碎裂所導致。八層膠帶厚的二氧化鈦膜因為過厚，加熱後容易碎裂，可能導致色素吸收量不足導致電壓降低。為防止上述情況發生，本組後續的研究皆使四層膠帶厚的二氧化鈦膜來進行實驗。

### 四、探討陰性與陽性植物之色素對於色素敏化電池發電效率之影響

#### (一) 實驗目的：

本研究探討陰性植物與陽性植物之色素發電，對色素敏化電池發電電壓之影響。

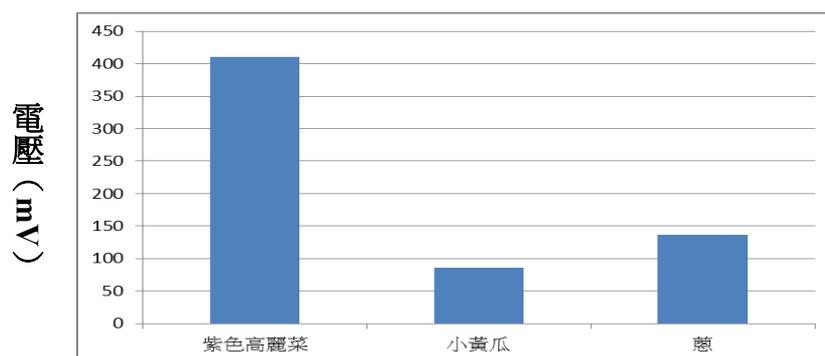
#### (二) 實驗設計：

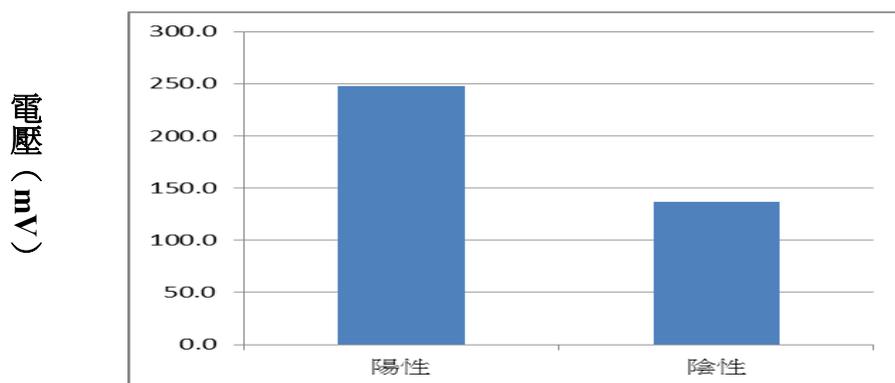
表六 色素敏化電池的連接研究變因表

自變項	陰性與陽性植物色素 (陰性：蔥，陽性：小黃瓜、紫色高麗菜)
依變項	電壓大小
控制變項	照光時間：3 分鐘、白光 LED 光源照度 12000 Lux、同時段進行量測、每組樣品數皆 6 個、二氧化鈦膜厚度：4 層膠帶、浸泡時間皆為 2 小時、皆連接 6 片電池

(表六資料來源：研究者繪製)

#### (三) 實驗結果：





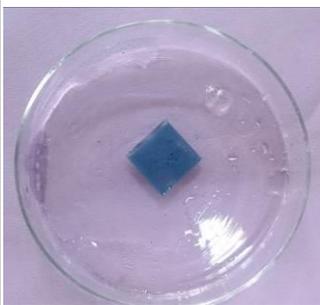
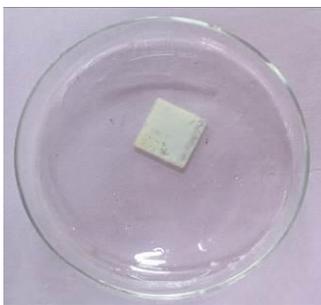
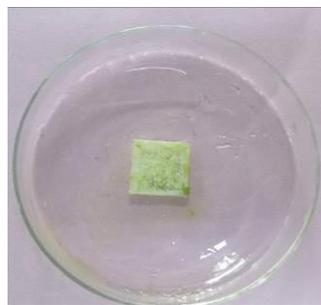
圖五及圖六 陰性與陽性植物色素對電池發電電壓之影響  
(圖五及圖六資料來源：研究者繪製)

三種植物分別比較可得：紫色高麗菜之發電電壓最高，小黃瓜之發電電壓最低。而陽性植物之發電電壓高於陰性植物之發電電壓。

(四) 討論：

陽性植物中，紫色高麗菜之發電電壓遠遠高於小黃瓜之發電電壓，本組推想是色素吸附程度不同之緣故。紫色高麗菜色素對二氧化鈦膜之吸附能力極高，相較之下小黃瓜色素對二氧化鈦膜之吸附能力顯得很低，如表七所示。

表七 三種色素粒子對二氧化鈦膜之吸附能力

紫色高麗菜	小黃瓜	蔥
		
<p>由上圖可以明顯看出浸泡紫色高麗菜色素的二氧化鈦膜變成藍紫色，而其他兩者之顏色仍偏白。可得到以下結論：紫色高麗菜色素對二氧化鈦膜之吸附能力較其他兩者高。</p>		

(表七資料來源：研究者繪製)

三種植物分別比較可得：紫色高麗菜之吸附力最佳，顏色呈藍紫色；二氧化鈦膜浸泡 2 小時隻小黃瓜與蔥之色素後，顏色卻仍呈現白色。

## 參、結論

### 一、探討色素敏化電池感光時間長短對其發電效率之影響

色素敏化電池的發電原理是利用色素粒子照光後由基態跳躍至激發態來發電，因此給予其足夠之照光時間是此實驗中極為重要之因素。研究後發現：色素敏化電池之照光時間長度以 3 分鐘為最佳。過短的照光時間無法提供電池足夠的光照，而導致發電量較低，照光太久反而可能碰上色素粒子退回基態的時間，因而影響實驗數據。

### 二、探討植物色素之添加方式對色素敏化電池發電效率之影響

植物色素的不同，會因為二氧化鈦膜對其吸附能力的差異以及本身的光譜範圍，直接影響色素敏化電池發電電壓的大小。因此，本研究探討色素添加方式對色素敏化電池發電效率之影響，實驗後發現：色素添加方式以浸泡 2 小時為佳。

### 三、探討二氧化鈦膜厚度對色素敏化電池發電效率之影響

色素敏化電池的發電能力，會因為二氧化鈦膜的厚度不同而改變。研究發現：二氧化鈦膜的厚度以四層膠帶厚為最佳，其次是八層膠帶、二層膠帶，最低的則是一層膠帶。實驗中觀察到一個現象：除了一層膠帶厚的二氧化鈦膜以外，其餘三種厚度的二氧化鈦膜經過酒精燈加熱後皆會碎裂，八層膠帶厚的二氧化鈦膜甚至會凸起並剝落。

### 四、探討陰性與陽性植物之色素對於色素敏化電池發電效率之影響

研究陰性與陽性植物色素對電池發電電壓之影響後，得知：陽性植物的色素發電電壓較陰性高，但發電電壓同時受到色素對二氧化鈦膜吸附能力影響。

## 肆、引註資料

鍾楊聰（譯）（2005）。**生物學**。臺北市：偉明圖書。

張雅婷、林宇亮、游旻潔、莊渝鈞、王鈺涵、邵芷葳（2007 年 7 月）。綠色能源~竹炭 V.S.備長炭海水電池的探討。中華民國第 47 屆中小學科學展覽會，臺北縣。

何念萱、陳昕臨、張藍心、劉瑞臻（2007 年 7 月）。微生物電力公司——微生物燃料電池之變因探討。中華民國第 47 屆中小學科學展覽會，臺中縣。

柯俊廷、黃上豪、高逸絢、曾秀廷、洪嘉欣（2007）。來電傳晴——新式樣能源環保電池初探。中華民國第 47 屆中小學科學展覽會。2007 年 7 月

來自太陽的你~探討各種變因影響植物色素電池的發電效率

吳昱欣、劉雅幸（2011年7月）。染料軋上太陽光鏟出 DSSC—利用自製方法探討染料敏化太陽能電池效能提升。中華民國第 51 屆中小學科學展覽會，高雄市。

DSSC 染料敏化奈米晶格太陽電池（謝志先）

美國對越戰的參與及其影響

投稿類別：史地類

篇名：

美國對越戰的參與及其影響

作者：

梁仔萱 國立彰化女中。二年十二班  
莫芷瑄 國立彰化女中。二年九班

指導老師  
李昭容老師

## 壹、前言

歷史上，為了國家的前途及發展，戰爭或許是其中一個不可或缺的手段。在二次世界大戰後，全世界都在關注美國和蘇聯冷戰中的政治情勢和軍備競賽。在此同時，位在中南半島上的越南正發生一場慘絕人寰的重大戰役——越戰，而美國干預並參與了這場戰爭，事後美國人民對參與這場戰役抱持著負面的觀感。

在這場戰役之後，美國內部興起了許多檢討的聲音，他們反省派出那麼多軍隊去干涉他國內戰是否正確，也因參與越戰，美國的社會與經濟連帶進入到變動的局面。本文希冀透過越戰史料分析和整理，希望可以重新認識越戰，並探討美國在二戰之後對越南參戰的政治目的及影響。

## 貳、正文

### 一、越戰的背景:

越南原本為法國的殖民地，在二次大戰時，因法國無力保護，而接連被德國、日本占領。日軍戰敗後撤出越南，形成法軍與越共之間的戰爭，而美國感受到蘇聯的勢力逐漸強大，於是在法國與北越軍隊作戰期間，對法國提供軍事協助。然而 1954 年法國仍戰敗，簽訂「日內瓦協議」，以北緯十七度為界，北歸越共，是為越南民主共和國(簡稱北越)的成立。美國發現中南半島有被共產化的可能，便拒絕簽署「日內瓦協議」，同年 8 月，美國企圖取代法國，插手中南半島事務。1955 年，吳廷琰成立越南共和國(簡稱南越)，並積極爭取外國援助，當時的美國總統艾森豪更承諾將會援助南越，協助建立美式軍備及訓練軍隊。

但在吳廷琰上任後，統治逐漸趨於獨裁，當時越南社會以佛教徒佔大多數，吳廷琰卻在內政上提出許多不利於佛教徒的政策，越南內部產生巨大的反彈。1963 年，南越軍官楊文明聯合其他軍士發動政變，吳廷琰被殺，造成美國和越南的強烈衝擊。之後南越因為沒有出現其他更優於吳廷琰的政治強人治理，使得美國擔心，若是蘇聯與中國兩大共產國家聯合介入越戰，可能會突破自身的圍堵政策，於是決定正式進入越南戰場。

### 二、美國的參與

#### (一) 策略

美國擔憂蘇聯和中國聯手干預越戰會讓共產主義席捲亞洲，也讓圍堵

政策無法達到預期的效果，因此將越戰視為民主和共產的象徵，而不再是越南脫離法國獨立的戰爭。一開始美國確實欲消滅共產政權而出兵，在當時美國擁有強大的高科技軍事能力，但戰場卻未能獲得勝利，介入多年後卻遲遲沒有成效，難免有損威望。之後美國軍事人員對越戰參戰的備忘錄中，承認美國在戰爭期間的目標理想性漸漸降低，最後僅剩該如何適時的離開戰場。(越戰的再思考-原因、戰略及思考，2014)

表一：美國各總統在越戰時期的越南政策:

美國總統	對越戰的指導
杜魯門 (1945-1953)	在二戰結束之後，對共產勢力的急遽擴張已有些預備作為，他對法國與越南的戰爭有悲觀性的評價，並且決定出兵協助法國對越南共產黨作戰
艾森豪 (1953-1961)	延續杜魯門總統的觀點，認為越南是美國對抗共產勢力的重要國家，提出「骨牌效應」，說明中南半島是圍堵共產勢力不可或缺的一部份，不過實際上，他雖對越南慷慨提出經濟援助，卻拒絕主張動用美國戰鬥部隊的建議
甘迺迪 (1961-1963)	承接艾森豪總統的觀點，把越南視為民主世界在東南亞及重要的一部份，加強對越南的軍事和經濟協助，包括改革陸軍結構、加強對美國軍事專家的訓練.....等，之後更派出 100 名特種兵進入南越，開啟美國戰鬥部隊進入越南的先河。
詹森 (1963-1969)	在他擔任副總統訪問越南時就強調，若美國放棄與共產主義戰鬥，則太平洋島國區將無安全而言，在甘迺迪總統遇刺後，他便加速對越南政權的支持，1964 年時，還製造東京灣事件，使美國擴大對越南的戰爭
尼克森 (1969-1974)	在尼克森總統時期，他已看出美國對越戰的困境，並提出「尼克森主義」。因越戰耗費過多美國軍力和預算，美國國內也產生許多反戰聲浪，為了讓美國順利脫身，他提出毀滅敵人的補給線、撤出美國在越南的五十萬部隊、談判停火並簽訂合約等政策，稱為「越戰越南化政策」
福特 (1974-1977)	尼克森總統透過越戰越南化的政策，使美國退出越南戰場，但越戰並未結束，不過新接任的福特總統已無法對南越爭取到更多援助，於是在福特總統時期，北越併吞南越

(資料來源：沈明室，越戰的再思考-原因、戰略及思考，頁 135-139。)

綜合上表所可知，在二次大戰後，杜魯門總統開始以間接的方式協助越戰，之後的艾森豪總統及甘迺迪總統也以提供軍事武器與經濟上的協助，間接支援南越，甘迺迪總統還派出美軍特種兵率先進入越南，之後詹森總統以東京灣事件介入越南戰爭，美國正式直接進入越南戰場，尼克森總統

和福特總統延續詹森總統的政策，以直接的方式參與越南戰爭。

## (二) 美國直接參與的戰爭

自從美國意識到共產勢力透過越戰悄悄侵蝕中南半島，就透過經濟和軍備援助南越。之後美國在詹森總統直接進入越南參戰，計有以下代表性的三大戰役，逐一介紹如下。

### 1. 東京灣事件

1964 年發生東京灣事件，又稱北部灣事件。8 月 1 日晚間，美國海軍驅逐艦馬多克斯號執行於海上巡邏的德索托巡邏計畫(中國與印度支那戰爭，2000)。8 月 2 日下午，兩方的戰艦開始進行追逐。馬多克斯號的艦長向美軍求援，另一艘驅逐艦透納喬伊號 (Turner Joy) 與四架飛機接到美國軍方的命令，以最快的速度前往馬克多斯號所在的海域。衝突結束後，北越沉了一艘船，還有兩艘船受損；而馬克多斯號則是多了一個彈孔，此外並無任何受損情況。

8 月 3 日，美國總統詹森發表了一場公開演說，內容為美國國會將繼續在東京灣進行巡邏計畫。8 月 4 日早上六點，兩艘驅逐艦開始執行巡邏任務。晚上九點，馬克多斯號又發現不明物體。而後，此物體忽然轉向，馬克多斯號的指揮中心認為這是發射魚雷後的轉向。九點四十分，艦長回報他已對那不明物體開火，而另一艘驅逐艦(透納喬伊號)也跟進。但不久後此目標物卻消失。十點，更多的目標物出現在這兩艘驅逐艦附近，他們展開更猛烈的攻擊。隨後支援的飛機也至現場，但未發現任何船隻。事後統計共發射了近 400 枚炮彈和 5 枚深水炸彈。

8 月 5 日，詹森總統同意對北越進行報復行轟炸行動，共出動了六十四架轟炸機，對義安、鴻基、清化市等地區進行轟炸，一共炸毀了 35 艘魚雷艇和 1 座油庫。8 月 7 日，美國國會全票通過東京灣決議案，授權詹森總統對北越使用武力。至此越戰全面升級。(1964 年東京灣事件及其影響，2007)

### 2. 春節攻勢

1968 年，北方的越南民主共和國人民軍(北越)的實力派領導人黎筭排除武元甲大將等黨內的反對，希望在南方投入全面武裝暴動，迫使美軍撤出，黎筭並採取阮志清的發動計畫，和越南南方解放民族陣線(越共)一起聯手，對南方的越南共和國(南越)和南越美軍發動春節攻勢，希望透過春節攻勢，摧毀南越境內各軍民指揮體系樞紐，加速統一和解放。

1月30日除夕夜凌晨，一隊穿著南越軍服的北越士兵在殺死守衛後發出信號彈，大批北越士兵穿過南越要塞，同時南越各城鎮潛伏許久的北越人民軍及游擊隊也開始發起聯合攻勢，當時正在休假的美國軍官與南越士兵們只能倉促應戰，整個南越頓時陷入火海，共約2500名美國軍官喪生，舊京順化幾乎全毀，但北越和越共原本預期在發動攻勢的同時，也會有許多南越人民一起反抗美軍與對抗南越政權，但大部份的南越城鎮並未隨之起舞，導致美軍和南越陸軍在幾周內重新奪回重要城鎮。

雖然春節戰役失敗，但卻加速了越南的統一，美國國防部長麥特馬拉也在春節攻勢後改變立場，認為這是一場打不贏的戰爭，連帶整個美國政軍內部產生嚴重的分歧，街頭巷戰的畫面也讓激化了美國人民的反戰情緒，最後迫使美國退出越南戰場。**(越戰「春節戰役」50周年記:黎筭與毛澤東的互動-上, 2018)**

### 3.胡志明戰役

1974年12月福隆戰役後，北越軍隊佔領南越的福隆省，南越開始一步步地走向滅亡。3月25日，越南第三大城，順化市被北越攻佔。31日，第二大城峴港市也被攻克。經過這兩場戰役後，北越共解放了12個省，南越被解放地區人口達到800多萬，殲滅了南越軍隊40萬人且破壞了美軍提供的武器。而此時跟隨南越撤退的軍民則增加至100多萬人。4月，北越擬定了解放西貢的計畫，名為胡志明戰役，計畫在5月19日，也就是胡志明的生日之前推翻南越政權並統一越南。

4月22日，北越黎筭指出「向西貢發動進攻的軍事和政治時機已經成熟」。於26日攻擊設有空軍基地的邊和與隆平的陸軍後勤設施，切斷西貢糧食的主要來源，突襲西貢的外港頭頓。27日對西貢市中心進行攻擊，這是西貢自從簽署了巴黎和平條約後，第一次受到砲火的直接襲擊。4月28日，退休的陸軍退役上將楊文明就任總統，傍晚至隔天清晨，新山一機場被北越的攻擊機炸彈攻擊。4月29日，北越佔領了厚義與其省會德和，又奪得隆安省省會新安和西貢西南方的平田橋。4月30日早上，北越佔領國防部、南越海軍基地和廣播電台，楊文明宣布無條件投降，命令南越所有部隊「冷靜地終止敵對狀態、留在原地待命」。下午，楊文明宣布越南共和國政府「各級部門均完全解散」。至此，越戰正式結束。**(揭秘：越南統一戰爭最終成功的根本原因到底是什麼？, 2017)**

### 三、各國的協助

冷戰的國際情勢中，共產與民主兩大戰營互相角力，使得越戰中可以發現分

屬於支持北越的蘇聯和中共，與支持南越的南韓兩派，他們以各種方式協助他們所支持的政權，詳細的說明如下。

### (一)中共

1945 年抗日戰爭勝利之後，中國共產黨接受蘇聯協助，擊敗中華民國國軍，並於 1949 年在北京成立中華人民共和國，1962 年共產黨主席毛澤東答應向北越提供九萬枝槍、炮，中共介入越戰。之後，中共解放軍還協助訓練北越軍隊，1964 年，東京灣事件爆發，美國大規模轟炸北越，1965 年北越告急，向中共提出派兵要求，該年六月開始，中共軍隊改穿北越軍服出關，到 1973 年美國撤出越南，中共前後至少出兵 32 萬。

中共對越南的協助主要是以防守和後勤為主，中共向北越提供鐵道兵、工程兵、高射砲兵等部隊幫助北越抵抗美軍轟炸，並協助北越建設鐵路、機場、重要公路等抗登陸緊急戰備工程設施，其中最著名的就是「胡志明小道」，這條起於北越，繞道寮國的山地小道，突破美軍的封鎖，向越南共產黨游擊隊提供源源不絕的軍火和軍需品，但也因為中共是秘密參與越戰，所以即使中共防空部隊曾擊落一千多架美軍飛機，也必須裝模作樣的祝賀越南人民抗美打勝仗。

中國援越部隊在這 8 年內，死傷數千人，但一般士兵只能留在越南北部 51 座烈士陵園安葬，只有軍階較高的團職幹部遺體能夠運回中國安葬。但因為中共的秘密協助，四年後又引起了一場中越大戰。**(鮮為人知:中共秘密出戰越南的內幕，2010)**

### (二)蘇聯

越戰期間，蘇聯在不同時期給予北越不同程度的協助。可分為 1955 至 1965 與 1965 至 1975 二個階段。1955 年，赫魯雪夫向北越提供 4 億盧布的無償貸款。1956 年召開蘇共 20 大，赫魯雪夫提出了「三和一少」，分別為「和平共處」、「和平競賽」、「和平過渡」、「少援助民族解放運動」的國際主義原則。1961 年至 1964 年，蘇聯考慮到當時的國際形勢，避免與美國直接正面衝突，採取不介入的對越政策。1964 年赫魯雪夫下台，繼任者為布里茲涅夫，他一改赫氏的政策，轉變為介入越戰且援助北越。

1965 年起，蘇聯支持且承認北越的國際地位，初期藉由中共的陸運及海運援助一般物資總計 52.29 萬噸，且一年內就向北越提供了 1 億多美元的軍事裝備。1966 年蘇聯的官方媒體《紅星報》發布了美國在空襲時，蘇聯派往北越訓練軍人的軍事顧問受傷的新聞，等於承認了蘇聯隱瞞其援助北越的事實。

1967 年蘇聯和北越發表會談公報，內容為會幫助北越「給予越南以全面的協助，幫助它加強防禦能力和發展國民經濟」。截至 1974 年，蘇聯共派出 6500 多名軍官和 4500 多名士兵參戰。(介入越南戰爭的蘇聯人：越南的蘇聯軍事專家，2015)

### (三)南韓

1963 年，大韓民國(南韓)總統朴正熙上任後，積極向甘迺迪政府爭取出兵越戰，但被美國以時機尚未成熟為由拒絕。1964 年 5 月，詹森上任後，提出「自由世界援助計畫」(Free World Assistance Program)，邀請反共產勢力的國家一同援助南越。7 月，南越總理阮慶請求韓國派兵支援。韓國國會於 7 月 31 日通過第一次派兵同意案，派遣非戰鬥部隊，包括醫療團隊及跆拳道教練團。

1965 年 1 月，由於東京灣事件爆發導致南越急需支援，國會通過第二次派兵同意案後於 3 月派出了韓國軍事援助團，又稱為鴿子部隊前往南越。5 月於華盛頓舉辦韓美高峰會議，朴正熙和美國政府達成了協議：韓軍派兵上限五萬人、支援韓軍現代化、修改《韓美防衛條約》中對朝鮮被侵入時美國出兵的規定、承受韓軍出兵費用...。因為胡志明小道的開通讓北越軍隊的物資及軍備充足，使得戰況愈來愈激烈。南越再次向韓國請求派兵支援。10 月，第三次派遣陸軍首都機械化步兵師(猛虎部隊)與海軍陸戰隊第 2 陸戰旅(青龍部隊)至南越。12 月，詹森政府要求進一步派兵。

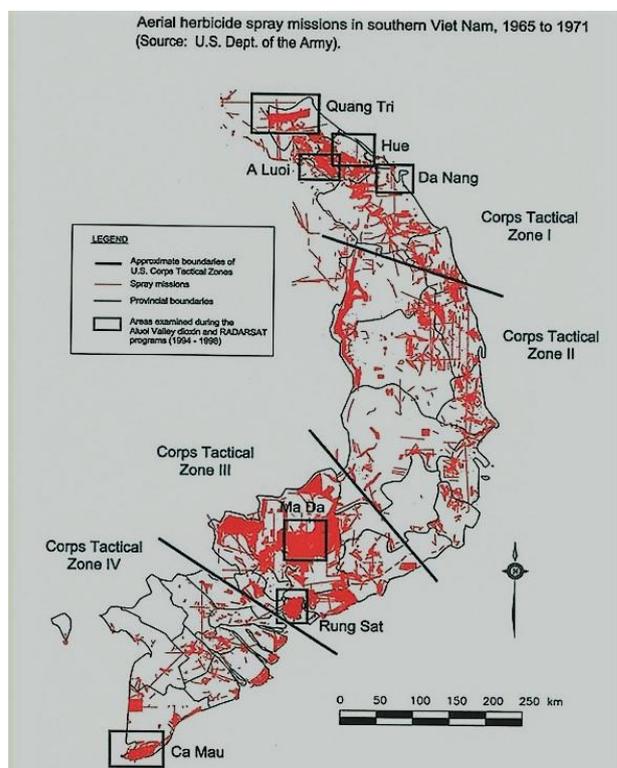
1966 年，美國副總統韓福瑞兩度造訪韓國後美國制定了《布朗備忘錄》(Brown Memorandum)，內容為對韓的經濟及軍事支援。3 月，韓國國會通過第四次派兵同意案，追加派遣陸軍第 9 步兵師(白馬部隊)、猛虎師第 26 步兵團及支援部隊共 2 萬多人。1973 年，巴黎和平協約正式生效後，越戰全面停止。美國和其他幫助南越的國家開始慢慢撤離。截至 1973 年退兵為止，韓國一共派了 312853 萬名韓國軍人參加越戰，且長年兵力維持在 5 萬左右，僅次於美軍。(變相的僱傭軍-韓國參與越戰的問題探悉，2010)

## 四、美國對越戰的影響

### (一) 生化武器的使用

越戰時，美軍在越南本土和寮國的某些區域噴灑了大量的除草劑，包含橙劑、白劑、藍劑、粉劑、綠劑和紫劑，都是以運送圓桶外部的顏色條紋來命名，由美國的孟山都公司和陶氏化學公司 etc 公司製造。其中，以橙劑所帶來的後遺症最為人詬病。

橙劑，又稱落葉劑。橙劑中的戴奧辛（TCDD）是毒性最強的一種，且國際癌症研究中心把戴奧辛列為第一級致癌物質。1962 年至 1971 年間，因為南越吳廷琰政權要求美國軍方對付擅打叢林游擊戰的北越，美國於 1961 年 8 月開始協助南越噴灑藥劑。同年 11 月美國通過牧場助手計畫，灑下大量落葉劑（尤其是橙劑）讓地面植被乾燥枯萎，植被消失後，使北越的游擊隊容易被發現。美軍共灑下多達約兩千萬加侖（約 75708823.86 升）的橙劑，估計當時有 210 萬至 480 萬名村民暴露其中。下圖為美軍在噴灑時所行經的路徑。



圖一.落葉劑噴灑範圍

(資料來源：TheNewsLens 關鍵評論。2017 年 10 月 31 日，取自 <https://asean.thenewslens.com/article/81998>)

大量的橙劑不只消滅了植被，也讓數以萬計的越南人民和參戰過的美軍的下一代甚至是再下一代的健康受到相當大的影響。因為橙劑當中所含的戴奧辛，導致白血病、心臟病、肺癌、前列腺癌、結腸癌、肝癌……等疾病，且一旦接觸到橙劑就至少得花 14 年的時間代謝出人體。而他們的小孩外型畸形或是自然流產的機率比一般人高出百分之 30。

## (二)越戰前後美國的經濟

從 1954 年胡志明領導的越共在奠邊府打敗法軍後，美國就接下法國的爛攤子，替法國支付了 80% 的戰費。從 1965 年開始，美國平均每天要花掉 7700 萬美元去支援越戰，一開始對美國經濟的刺激相當有效，軍事訂貨的投

資提供大量勞動機會與產業經濟，當時因為這樣的刺激，美國經濟號稱「狂飆時代」的 8 年增長，但之後越戰不斷升級，美國中產階級人民負擔加重，公債大量增加，也不夠應付越戰的開銷，這些情況都為美國社會的大變動埋下了伏筆，最後演變為「反戰運動」。有專家統計，美國在越戰期間花費了約 1500 億~2500 億美元。

當時美元也因越戰受到極大的影響，為了支付越戰的開銷，美國不得不大量發行美元，越戰失敗後，美國民眾不只對美國政府失去了信心，也對美元失去了信心，引發空前的美元危機，國際市場上出現大量拋售美元的現象，這些美元被反過來在金融市場上被用來套空美國的黃金儲備，使美國的黃金儲備降為 105 億美元，但在外國人手上卻有將近 500 億美元，為了解決危機，美國尼克森政府緊急宣布，停止外國銀行用美元向美國政府兌換黃金，美元的地位因此大大的降低。**(越戰的慘痛教訓，1995)**

### (三)美國 1960 年代社會運動

美國從 1964 年開始，大學校園內陸續發生小規模的反戰運動，同時，左翼學生及行動主義者也發動反戰運動。1967 年，美國學生與大量民眾發動「向五角大樓進軍運動」，示威者衝進五角大樓草坪，在草坪上升起越共的旗幟，與警方產生大規模衝突。1968 年 1 月底，北越發動「春節攻勢」失利，美國反戰運動越演越烈，4 月底，反戰份子占領哥倫比亞大學，雖然美國政府出動大量警力壓制，但全國各地反戰運動遊行仍不斷進行。1970 年 5 月，民眾為了抗議俄亥俄州國民兵在肯特州立大學槍殺四名抗議越戰與美國入侵柬埔寨的學生，美國發生全國學生總罷課，十幾萬名學生湧入華盛頓抗議，許多曾在越戰時站在第一線的士兵們，在返國後也一同加入反戰遊行的行列，提升了示威者的影響力，許多參戰士兵甚至將在越戰中得到的勳章丟入河中，以示抗議。

越戰時的美國出現了許多反戰歌曲，反戰歌曲大多是在反映當時美國社會對戰爭和諸多社會現象的不滿，也出現一群自稱「嬉皮」的年輕人，他們除了反戰，也反抗傳統禮制和當時的政治情況，批評西方國家中層階級的價值觀，並且放縱自己，還舉辦為期三天「胡士托音樂節」，嬉皮哲學在這三天達到頂峰，這場音樂節也被公認為流行音樂界最重要的時刻。而反戰歌曲的創作形式眾多，跨越英美兩國不同的時期的歌曲也象徵著當時的社會現象，從含蓄到熱烈，搖滾式曲風到自創式。**(「越戰結束 30 週年」系列專文，2005)**

越戰時最有名的反戰歌曲應屬「工人皇帝」史普林斯汀(Bruce

Springsteen)創作的歌曲「生於美國」(Born in the U.S.A)，和曾獲得諾貝爾文學獎的包伯·狄倫(Bob Dylan)的「答案在風中飄」(Blowing in The Wind)。「Born in the U.S.A」這首歌獲得美國國內巨大的迴響，他在歌詞中講述了參與越戰的老兵在越戰後被排斥的悲哀及對美國主流社會的抗議，到現在仍常被作為美國愛國主義者的國歌播放。「Blowing in The Wind」是一首抗議越戰的歌曲，雖然是抗議越戰，但是整首歌的歌詞中，卻絲毫不提越戰，而是以隱喻的方式描寫戰爭的殘酷和美國人民對越戰的反抗，成為美國反戰運動的聖歌。

## 參、結論

越戰結束距今已經 55 年了，它在當時的冷戰情勢有不可抹滅的重要性。美國參與越戰的最主要目的是防止共產主義從蘇聯、中國再擴張至中南半島。為了此原因，美國不惜付出大量的軍事和經濟的援助。但是不僅沒有阻止共產主義擴張，反而導致美元的崩盤和經濟蕭條，這也讓反戰主義在美國本土興盛起來。最讓人詬病的是，美國在越南境內撒下了大量含有戴奧辛的落葉劑，讓許多越南人民至今還深受其害。

但值得慶幸的是，因為美國在越戰中過度使用橙劑造成的嚴重後果，讓美國在 1991 年頒布了橙劑法，使受到橙劑影響的美軍能夠獲得治療及賠償。美國也在 2007 年，決定與越南共同展開除毒計畫，希望能在四年內清除峴港空軍基地附近約 19 公頃的土地，並撥款協助越南進行環境復育及照顧受害者。

直到今日，越戰還是常被美國人討論著，不管當時美國高層做了什麼決策，都對現在的美國影響甚深，但以大部分美國人的觀點來看，認為美國不應該參戰越南的人仍為數眾多，並且覺得美國因越戰而犧牲許多事物是無意義的。以當時的美蘇冷戰對抗情況來說，美國不僅因越戰的失敗輸給了蘇聯，還重挫美國自己在國際上的軍事和經濟地位，連帶影響的國際情勢更是無法估算。不過，隨著對越戰的反思越來越強，也有許多媒體加入探討的行列，或許已經有許多美國人對越戰的看法不再那麼負面，而是正向去看待當時所發生的事情，可以說越戰讓美國加強了許多強國對弱國的互動思考，對現在的美國政府和人民也不失為一件壞事。

## 肆、引註資料

楊奎松、沈志華、李丹慧(2000)。中國與印度支那戰爭。香港:天地圖書有限公司  
黃詩雯(2007)。1964 年東京灣事件及其影響。台灣:政治大學外交研究所國際關

係組。

梁志(2010)。變相的雇傭軍-韓國參與越戰的問題探悉。華東師範大學遼東學院院報。12(1)

沈己堯(1995)。越戰的慘痛教訓。海峽評論。53。

沈明室(2014)。越戰的再思考-原因、戰略及思考。台灣國際研究期刊。135-139。

克里斯多弗高夏(Christopher Goscha)(2018)。越南:世界史的失語者。美國:聯經出版公司。

朱錦文(2005)。「越戰結束 30 週年」系列專文。民生報。5 月 1 日。A3 版。

越戰「春節戰役」50 周年記:黎筍與毛澤東的互動(上)(2018)，取自

<https://www.storm.mg/article/393398>

鮮為人知:中共秘密出戰越南的內幕(2010)。2019 年 3 月 10 日。取自

<https://tw.aboluowang.com/2010/0513/166595.html>

介入越南戰爭的蘇聯人：越南的蘇聯軍事專家 (2015)。2019 年 2 月 14 日。取自

<https://read01.com/D037P.html#.XHK0zaIzbIU>

揭秘：越南統一戰爭最終成功的根本原因到底是什麼？(2017)。2019 年 2 月 17 日。取自

<https://www.google.com.tw/amp/s/kknews.cc/history/p5p6r9p.amp>

投稿類別：化學類

篇名：染出十萬伏特吧！氧化還原—探討各種染料電池的原理與比較

作者：

周亭汝。國立彰化女中。高一十五班  
林芳婕。國立彰化女中。高一十五班  
林芝嫻。國立彰化女中。高一十五班

指導老師：

陳琬菁老師

## 壹、前言

### 一、研究動機

在時代的進步下，人們也逐漸追求自然永續的生活。而其中不可或缺的日常用品—衣服，在印染方面最環保的方式莫過於天然染色—藍染。但後續收拾的過程中，剩餘的染料既難以處理，丟掉又覺得浪費，因此我們以「再利用」為目的，探索其解決方法。從網路媒體得知，我們發現在電解染布前，需先將靛藍還原成靛白，使布料吸收染料，之後讓它接觸空氣並氧化，變回難以洗掉的靛藍，而過程中包含氧化還原的原理，令我們連想到過去所學的電池的氧化與還原，並思索，如果此藍染廢液可製作成電池，便能讓原本要廢棄的染料有了新的用途。而在日常生活中，也有些可製成染料的天然物質，如洋蔥皮、紅茶葉與綠茶葉等，我們也一併探討。

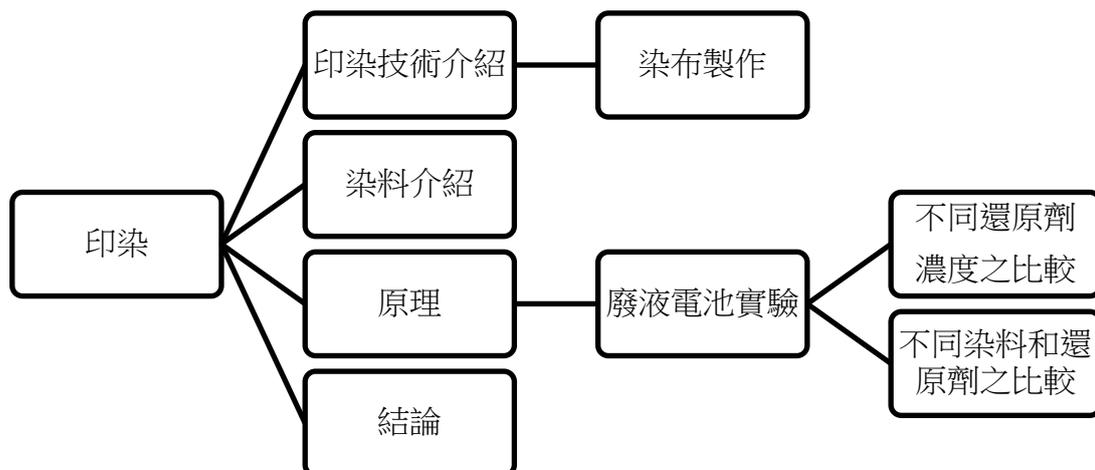
### 二、研究目的

探討印染後產生的染料廢液是否可以變成「天然電池」並產生電流，希望藉此達到「再利用」的目的；實驗過程中比較不同還原劑對反應物的影響，還了解日常生活中的不同染料所形成的電池並探討其原理。

### 三、研究方法

透過文獻分析法和實驗操作完成此論文。利用各類書籍和多種媒介得來的資訊了解原理，並透過實驗的操作和探討後，整理出研究內容。

### 四、研究架構



圖一：研究架構

(圖一資料來源：研究者繪製)

## 貳、正文

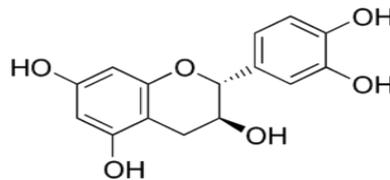
### 一、印染介紹

指對紡織物進行物理、化學處理過程的綜合。例如增加紡織物的花紋，改變紡織物的顏色以及相關的前處理工藝（取自維基百科）。而我們所探討的是改變紡織物的顏色。

### 二、染料介紹

#### （一）紅茶

為全發酵茶，比綠茶多了發酵的過程。透過發酵氧化後，形成多種兒茶素氧化產物，如：茶黃素以及茶紅素等等，也因如此，茶紅素導致了紅茶的茶湯和茶葉成了暗紅色；除此以外紅茶還含有多酚，而這些多酚具有抗氧化作用。



圖二：兒茶素的結構式

（圖二資料來源：維基百科。2019年3月16日。取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%84%BF%E8%8C%B6%E7%B4%A0>）

#### （二）綠茶

##### 1、介紹

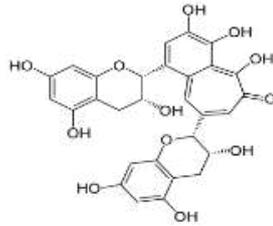
製作時不經發酵，同時也含有多種多酚，所以其抗氧化營養素的含量比紅茶要來的高，而抗氧化劑可以抵抗自由基傷害細胞的活性，故常被拿來作為預防疾病的保健品。

##### 2、因多酚和兒茶素產生的功用

- (1) 減脂及降膽固醇
- (2) 延緩衰老
- (3) 增骨質密度
- (4) 清除自由基
- (5) 醒腦提神（取自蘇蕙恩（2013））

### (三) 洋蔥皮

大多指洋蔥的紅褐色外側鱗片。富含纖維、酚類化合物、櫟精、槲皮素、黃酮醇以及硫磺化合物等多種對人類健康有益的成分（取自妙計）。若收集煮成汁液，其中富含槲皮素，也就是五羧黃酮。它是一種多酚，存在於蔬果茶樹中。



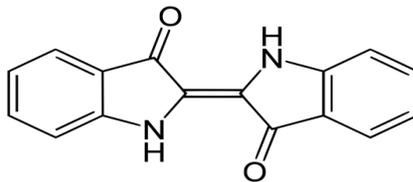
圖三：槲皮素的結構式

（圖三資料來源：維基百科。2019年3月16日。取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%A7%B2%E7%9A%AE%E7%B4%A0>）

### (四) 靛藍

靛藍是一種還原染料，也是人類最早應用的天然染料之一，主要用於染棉布或棉紗（取自維基百科）。化學式為  $C_{16}H_{10}N_2O_2$ ，莫耳量為  $262.27 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。



圖四：靛藍的結構式

（圖四資料來源：維基百科。2019年3月16日。取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%A7%B2%E7%9A%AE%E7%B4%A0>）

## 三、實驗

### (一) 染料電池實驗—不同染料以及不同還原劑

#### 1、實驗材料

##### (1) 藥品

亞硫酸氫鈉 ( $\text{NaHSO}_3$ ) 1M 250ml、低亞硫酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ) 1M 250ml、草酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) 1M 250ml、明礬 ( $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ )

染出十萬伏特吧！氧化還原—探討各種染料電池的原理與比較

(2) 染料

靛藍、洋蔥皮 20g、綠茶茶葉 20g、紅茶茶葉 20g

(3) 器材

粉筆(碳酸鈣與硫酸鈣)、三用電錶、鱷魚夾、燒杯、鋅片、銅片、  
玻棒、鑷夾、電子秤、秤量紙、容量瓶

2、實驗步驟

- (1) 配置藥劑(還原劑)為 1M 250ml，並丟入數支粉筆浸泡
- (2) 配置各染料 20g 250ml 的染液，並丟入數支粉筆浸泡
- (3) 取出粉筆，將髒污清理
- (4) 將電線兩頭分別夾上粉筆和插上三用電錶，以手壓緊
- (5) 觀察數據變化

3、實驗結果

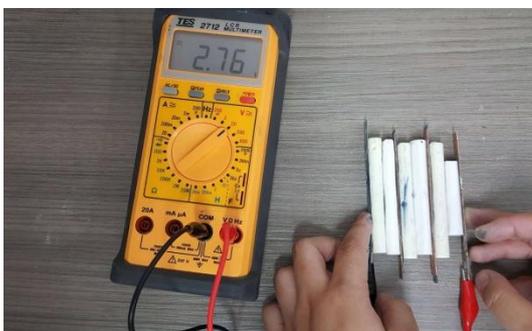
下列圖片中，為各種染料與還原劑(以亞硫酸氫鈉 1M 為例)產生電壓之比較



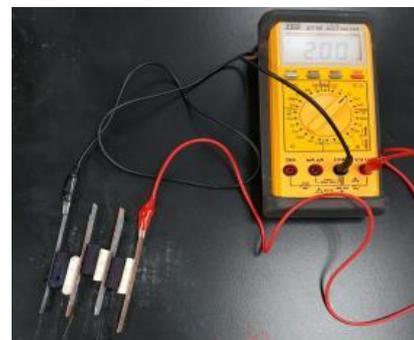
圖五：洋蔥皮與亞硫酸氫鈉 1M  
(圖五資料來源：研究者拍攝)



圖六：紅茶與亞硫酸氫鈉 1M  
(圖六資料來源：研究者拍攝)



圖七：綠茶與亞硫酸氫鈉 1M  
(圖七資料來源：研究者拍攝)



圖八：靛藍與亞硫酸氫鈉 1M  
(圖八資料來源：研究者拍攝)

#### 4、實驗結論與數據

我們由表一可知，得出的電壓結果並無規律。例如：浸泡過染液和亞硫酸氫鈉的粉筆串聯所得的電壓中，洋蔥皮最高；可是在與低亞硫酸鈉的反應中，相較其他染料，洋蔥皮的電壓卻最低。由此可看出，每種染料適合的還原劑並不相同。

表一：不同染料與還原劑產生電壓之比較

染料 \ 還原劑	低亞硫酸鈉 1M 單位：伏特(V)	亞硫酸氫鈉 1M 單位：伏特(V)	草酸鈉 1M 單位：伏特(V)
紅茶茶葉	2.79	2.88	2.71
	2.98	2.81	2.67
	2.75	2.65	2.46
平均值	2.84	2.78	2.61
綠茶茶葉	2.51	2.92	2.75
	2.64	2.76	2.61
	2.63	2.85	2.61
平均值	2.59	2.84	2.66
洋蔥皮	2.64	3.01	3.12
	2.55	2.87	2.76
	2.58	2.88	2.70
平均值	2.59	2.92	2.86
靛藍	2.85	2.47	2.93
	2.77	2.53	3.10
	2.96	2.31	3.04
平均值	2.86	2.44	3.02

(表一資料來源：研究者繪製)

表二：不同染料與還原劑產生電壓之結果整理

染料 \ 還原劑	低亞硫酸鈉 1M 單位：伏特(V)	亞硫酸氫鈉 1M 單位：伏特(V)	草酸鈉 1M 單位：伏特(V)
紅茶茶葉	高	中	低
綠茶茶葉	低	高	中

染出十萬伏特吧！氧化還原—探討各種染料電池的原理與比較

洋蔥皮	低	高	中
靛藍	中	低	高

(表二資料來源：研究者繪製)

(二) 染料電池實驗—不同濃度還原劑比較

1、實驗材料

(1) 藥品

亞硫酸氫鈉溶液( $\text{NaHSO}_3$ )1M 250ml、0.5M 250ml、明礬( $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ )

(2) 染料

靛藍、洋蔥皮 20g、綠茶茶葉 20g、紅茶茶葉 20g

(3) 器材

粉筆(碳酸鈣與硫酸鈣，當作介質)、三用電錶、鱷魚夾、燒杯、鋅片、銅片、玻棒、鑷夾、電子秤、秤量紙、容量瓶

2、實驗步驟

- (1) 配置藥劑(還原劑)為 1M 250ml 和 0.5M 250ml，並分別丟入數支粉筆浸泡
- (2) 配置各染料 20g 250ml 的染液，並丟入數支粉筆浸泡
- (3) 取出粉筆，將髒污清理
- (4) 將電線兩頭分別夾上粉筆和插上三用電錶，以手壓緊
- (5) 觀察數據變化

3、實驗結果

下圖中，為氧化劑與不同還原劑(以亞硫酸氫鈉 0.5M)產生電壓之比較



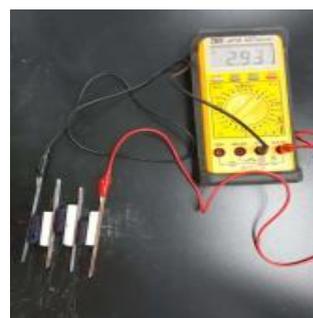
圖九：洋蔥皮與亞硫酸氫鈉 0.5M  
(圖九資料來源：研究者拍攝)



圖十：紅茶與亞硫酸氫鈉 0.5M  
(圖十資料來源：研究者拍攝)



圖十一：綠茶與亞硫酸氫鈉 0.5M  
(圖十一資料來源：研究者拍攝)



圖十二：靛藍與亞硫酸氫鈉 0.5M  
(圖十二資料來源：研究者拍攝)

#### 4、實驗結論與數據

我們再將不同濃度的亞硫酸氫鈉加以比較，發現結果仍無規律，但由下表二可得知不同的染料氧化劑，擁有適合自己的還原劑濃度。在製作電池上，要根據每種染料的性質，提供最適合的還原劑與濃度。

表三：不同染料與不同濃度還原劑產生電壓之比較

染料 \ 還原劑	亞硫酸氫鈉 1M 單位：伏特(V)	亞硫酸氫鈉 0.5M 單位：伏特(V)
紅茶茶葉	2.88	2.76
	2.81	2.55
	2.64	2.53
平均值	2.78	2.61
綠茶茶葉	2.92	2.82
	2.76	2.66
	2.84	2.71
平均值	2.84	2.73
洋蔥皮	3.01	2.90
	2.87	2.82
	2.88	2.75
平均值	2.92	2.82
靛藍	2.47	2.93
	2.53	2.83
	2.31	2.76
平均值	2.44	2.84

(表三資料來源：研究者繪製)

表四：不同染料與不同濃度還原劑產生電壓之結果整理

染料 \ 還原劑	亞硫酸氫鈉 1M 單位：伏特(V)	亞硫酸氫鈉 0.5M 單位：伏特(V)
紅茶茶葉	高	低
綠茶茶葉	高	低
洋蔥	高	低
靛藍	低	高

(表四資料來源：研究者繪製)

### (三) 染布實驗

#### 1、實驗材料

##### (1) 藥品

亞硫酸氫鈉溶液 (NaHSO<sub>3</sub>) 1M 250ml、0.5M 250ml、明礬 (KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 12H<sub>2</sub>O)

##### (2) 材料

靛藍、洋蔥皮 20g、綠茶茶葉 20g、紅茶茶葉 20g、布

#### 2、實驗步驟

- (1) 配置各染料 20g 250ml 的染液，並丟入明礬（媒染劑）
- (2) 丟入布浸泡十分鐘
- (3) 取出並觀察其變化

#### 3、實驗結果

下圖為染布結果，由左到右分別為洋蔥皮、靛藍、綠茶、紅茶、原本的布



圖十三：各種染布

(圖十三資料來源：研究者拍攝)

## 參、結論

### （一）環保概念的理解

藉由這次實驗，我們了解到使用過後太短的粉筆，不只有丟進垃圾桶這個選項，透過與廢液染料浸泡後當作介質，因為粉筆（碳酸鈣或硫酸鈣）導電性不佳的性質，還可以用來幫助發電；況且，廢液的再利用，也隱藏著「環保」的性質。我們學到從生活中的小細節下手，我們能利用所學的化學知識，來實現環保的目標。

### （二）關於廢液電池性質

#### 1、關於不同染料的變化（第一個實驗）

透過這次實驗，我們發現得出的數據並無一定的規律，例如：

染料被低亞硫酸鈉 1 莫耳濃度還原產生的電壓，靛藍 > 紅茶 > 綠茶 = 洋蔥皮、被草酸鈉 1 莫耳還原的染料電壓則是靛藍 > 洋蔥皮 > 綠茶 > 紅茶、

被亞硫酸氫鈉 1 莫耳濃度還原時，電壓為洋蔥皮 > 綠茶 > 紅茶 > 靛藍。

因此發現，並不是濃度愈濃，導電效果就愈好，每種染料皆有相對反應效果較好的還原劑與濃度，而製作電池時，此部分可留意。至於染料原料的部分，因茶和洋蔥皮中含有的成分複雜，所以難萃取出單一純物質來實驗，但可以推測的是，廢液電池需有氧化還原的反應才可產生電流，所以染料原料中含有的氧化劑—多酚與實驗所需的物質有一定的關係；而綠茶相較紅茶發酵成度低，其成分大多未被氧化，由此可得出：在不同還原劑中，導電性最佳的其氧化劑含量並不一定是最高的。

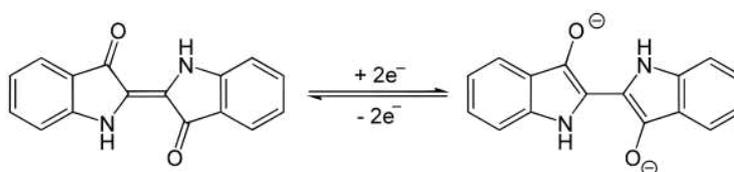
#### 2、關於不同還原劑濃度的變化（第二個實驗）

對於不同濃度的亞硫酸氫鈉來說，紅茶、綠茶、洋蔥皮所形成的染料電池大多與濃度呈正相關，濃度越低，電壓越小；反之，靛藍則是相反，濃度越低，電壓卻越大。由此可看出：每種染料所適合的濃度不盡相同。

### （三）氧化還原原理的應用和發現

氧化還原的應用極其廣泛，不只導電，連台灣傳統客家文化的藍染都包括在內。靛藍不溶於水、酸、鹼，欲使衣物染上靛藍，必須先還原成靛白。靛白能溶於鹼，可在衣物進行上色，後在空氣中進行氧化，生成靛藍，呈藍色。生活中的氧化還原，無所不在，有很大的便利性，透過了解其中的原理，我們更認識了平常忽視的各項細節，其實都和化學息息相關，透過這次實驗，我們學習了如何將化學與

染出十萬伏特吧！氧化還原—探討各種染料電池的原理與比較  
生活環保做結合。



圖十四：靛藍與靛白之間的氧化與還原  
(圖十四資料來源：2019年3月16日。取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%A7%B2%E7%9A%AE%E7%B4%A0>)

#### (四) 各種染料的再發現

我們從一無所知到發現茶染、洋蔥皮染、靛藍染，各種不同的染料，除此以外，從文獻中得知，日常生活中也存著許多的染料，例如：咖啡渣、梔子花、薑黃等等。透過各種食材的不同成分、構造，利用氧化還原，平常就能夠將衣物呈現七彩顏色，為生活增添不同色彩。

#### 肆、引註資料

- 一、**維基百科**。印染。2019年3月16日，取自  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8D%B0%E6%9F%93>
- 二、**維基百科**。槲皮素。2019年3月16日，取自  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%A7%B2%E7%9A%AE%E7%B4%A0>
- 三、**維基百科**。紅茶。2019年3月16日，取自  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%BA%A2%E8%8C%B6>
- 四、**維基百科**。靛藍。2019年3月16日，取自  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9D%9B%E8%93%9D>
- 五、Bob Peters。6 nützliche Anwendungen für Zwiebelschalen。smarticular。2019年3月16日，取自 <https://www.smarticular.net/zwiebelschalen-anwendungen-nuetzliche/>
- 六、葉怡蘭 (2017)。紅茶經／究竟什麼樣的茶，才是「紅茶」？。康健。2019年3月16日，取自 <http://www.commonhealth.com.tw/article/article.action?nid=75371>
- 七、林宏軒 (2018)。喝紅茶抗癌 但這4種體質最好別喝。元氣網。2019年3月16日，取自 <https://health.udn.com/health/story/6037/3045835>
- 八、蘇蕙恩 (2013)。綠茶的好與壞。《醫·藥·人》第146期。2019年3月16日，取自 <http://www.3phk.com/v5article.asp?id=2798&section=healthinfo>
- 九、蕭宗煌 (2006)。臺灣染：生活中的自然色。臺北市：國立臺灣博物館。
- 十、陳姍姍 (2004)。藍染植物染 DIY 活用百科。臺北市：麥浩斯資訊。
- 十一、翁徐得 (1999)。青出於藍—台灣藍染技術系譜與藍染工藝之美。南投縣：台灣省手工業研究所。