

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高中組 生物（生命科學）科

040711

味偶獨尊—體味影響擇偶

學校名稱：高雄市立高雄女子高級中學

作者： 高二 鄭 筑 高二 林庭儀 高二 傅珮琪	指導老師： 張穎文 梁高賓
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：嗅覺、免疫、性擇

味偶獨尊—體味影響擇偶？！

摘要

本實驗隨機選取高中生 10 男 10 女進行關於性擇(sexal selection)實驗。首先，測試體味的偏好及嗅覺的穩定性。第二，利用變性梯度膠(DGGE)檢測個體體表菌相及個體間菌相組成的差異。第三，藉著人體唾液、淚液抑制細菌的能力來比較免疫的差異。最後與評分活動中，嗅覺、視覺(外貌、聲音、儀態)以及個人資料(血型、星座、未來目標等)的得分進行分析。驗證前人研究中嗅覺與免疫間(主要組織相容複合體 MHC 基因)差異的相關性，以及確認對高中生而言，決定喜歡與否的主要因素為何？結果顯示：1.嗅覺好惡不論男女都是穩定的。2.前人研究中用嗅覺喜歡免疫能力差異較遠的異性，進而使後代免疫多樣性增加的現象可能不存在。3.不論男性或女性，外表與對異性好惡程度有相關。

關鍵詞：嗅覺、免疫、性擇

一、研究動機

喜歡?討厭?當在選擇另一半時，我們會以哪些因素作為考量重點呢?

在聯合報副刊(2011.8.29)，標題「是氣味讓你愛上他」文中提及：「通常能讓女性青睞的汗味，其男主人與該女性受試者的基因較不重疊。」從演化的觀點來看，可合理化這現象存在的價值，但真是如此？

非洲彩面狒狒(*Mandrillus sphinx*)在生殖策略^[1]中發現，雖是一夫多妻制，但雌性個體會對雄性做出選擇，而此選擇與免疫多樣性有關，推測為根據嗅覺。

雌性塞島葦鶯(*Acrocephalus sechellensis*)^[2]有婚配外生殖(extra-pair mate)行為，當配對個體間 MHC 遺傳差異小的時候發生，研究認為，目的是為了增加後代遺傳上的優勢。

至於人類的性擇(sexal selection)，曾被提出女性在聞衣服氣味時，會選出較喜歡的氣味，而該氣味的擁有者與自己會有 MHC 上的差異^[3]。另外在異性選擇上，女生會對氣味比較重視，而男性則較重視外表^{[4] [5]}。作者 Tamas Bereczkei 認為，這種選擇是天生的，不受心理學或社會化程度影響。

因此，欲探討人類性擇與免疫的演化跟嗅覺偏好是否有相關。

二、研究目的與實驗設計

本實驗想要證實與連結的想法包含：

1. 驗證前人所說對氣味好惡與免疫的關連性。
 2. 人類性擇條件的探討，利用隨機選取的高中生進行對異性評分。
- 針對以上目標設計實驗。

首先，針對氣味。在 Claus Wedekind 研究中^[3]，使用汗味 T-shirt，令 6 位男性運動產生的新鮮汗味供女性評分。但現實中，人不可能一直處於流汗的狀態，所以不使用新鮮汗液的氣味，而使用與實際生活較相關的腋下氣味。另外為連結氣味與免疫間的關係，同樣 Claus Wedekind 研究^[6]提出，MHC 會影響白魚體表細菌組成。而氣味與細菌的連結，以及細菌與免疫的連結較符合想像，所以將前人以基因代表免疫改為體表細菌。

第二，在探討影響異性選擇時以活動方式進行，稱為紅娘計畫。模擬人與人接觸過程從照片到對方體態等，分析在獲得資訊增加時好惡會不會也跟著改變或有其他特定喜好。

對氣味以及對異性各項條件的好惡，延續並修改前人的方法以評分方式進行，目標對象為目前就讀高中的學生為主。評分改為-5 ~ +5，負號代表厭惡，正號代表喜歡，數值代表程度。0 為沒特別好惡。

三、研究方法與過程

首先、召集高雄地區高中生男生 10 人，女生 10 人參與活動。活動過程中，依事前規劃順序，讓被評分者表現特定特性，同時由所有異性進行個別評分，參與活動人員以代號進行。

第二、DGGE 實驗：分析人體體表菌相差異，以棉花棒刮取參與活動人員腋下 4cm^2 皮膚，保存在滅菌的生理鹽水中以便進行變性梯度膠體電泳(DGGE)方式分析每個個體的細菌菌相組成差異。

第三、抑菌能力實驗：從環境、其他人體表獲得細菌並純化培養。再從參與活動的人員獲得其淚液、唾液、汗液，將含有淚液、唾液、汗液的濾紙錠置於純化細菌的厚塗培養基上，觀察抑菌圈(環)的有無。實驗過程、方法，詳述如下。

(一)、紅娘計畫

1.前置作業

- (1)實驗前發給活動參與人員布條，綁在腋下兩天，活動當天裝入夾鏈袋，並貼上只有工作人員能辨識的編號。
- (2)準備分開的兩間教室讓受測試的男女不會相遇。
- (3)收集環境與大部分人體表細菌。
收集受測者體表細菌、淚液、唾液、汗液。
- (4)設計個人資料表格：
收集以下項目：血型、星座、專長、興趣、就讀學校、身高體重與目標大學。
- (5)設計評分表格，以-5~+5 為評分方式。
- (6)受測試者編號，依到達順序給予，不事先安排。
- (7)設計完全不同的 2 套編號系統處理汗味布條，讓評分者無法從編號判斷對方是誰。

2.當天現場活動前：

(1)資料收集：

- (i)請參與活動的受測人員回答個人資料與相關問題，以比對將來受評時分數關係。
- (ii)回收布條，放入刻意設計編號的夾鏈袋中，提供做為氣味評分的項目之一。
- (iii)收集臉部特寫照片，作為評分活動中一項受評標的。

(2)樣本收集：

- (i)體表菌相：以無菌棉花棒沾取滅菌過生理鹽水後，塗抹腋下 4cm^2 面積皮膚。將棉花取下置入含無菌生理鹽水的微量離心管中。
- (ii)給予受測試者含濾紙錠的微量離心管，收集唾液與淚液。
淚液取得若有困難，提供洋蔥現場切丁，或純水與小滴管。

3. 評分活動開始：

(1) 味道：

將放有布條的 20 個夾鏈袋(包括同性與異性)編上不同編號，讓所有活動參與者聞並評分。評分結束，收回分數條以免影響後續實驗活動，後續所有單項評分活動也都立即收回評分結果。

(2) 臉部影像：

以投影機呈現臉部特寫。不可討論的情況下，依個人意志評分。

(3) 整體外觀：

將受測者帶到共同空間，10 男 10 女相對站立，不說話也不做任何動作，依此評分。

(4) 聲音：

抽取古文觀止中任一篇文章，並隨意朗誦不搭配任何手勢，該文章為高中課程必讀的內容之一，除聲音外，應可避免因發音正確性，造成額外關於認知能力優劣判斷。

(5) 體態：

將男生帶到籃球場做帶球上籃和 3 分線投籃兩個動作，並給他們 1 分鐘在球場自由發揮，不限制任何運動。女生則沿著直線的場地以各自想要的方式前進。

(6) 個人基本資料：

將活動前收集的問題，由活動參與者依個人意願提供給其他人，其他人一個人想法給予評分，評分結果並不告知當事人。主要包含：血型、星座、興趣、嗜好、未來目標等。

(7) 確認氣味影響力：

上述評分活動都結束後，將男女生帶開至原教室，再聞一次氣味，只是夾鏈袋上標籤已換過，確認對氣味的好惡是否穩定。

(8) 總體：

告知各夾鏈袋內布條的主人為哪位異性活動參與者，讓他們評估今天對方整天表現，並考慮氣味，給予一個總體分數。

(二)、個體體表菌相分析：

在這個分析中，目標為了解不同個體有哪些類群細菌的差異，而不是針對菌種做確認，菌種辨識與否並不影響假設中的免疫能力差異與菌種組成的關係，因此只進行菌相差異比較。

實驗操作過程中，曾做過以下操作。後來因為無法符合目標而捨棄該結果。曾經先將取自不同個體皮膚表面的樣本置入 LB broth 中培養，但考慮經過培養後的細菌會因培養基使特定菌種增多，且可能因競爭使某些菌種消失，不符合本實驗所要驗證的項目，因此轉為直接由皮膚採樣、抽取細菌 DNA。

曾在活動開始前，嘗試如何在皮膚上採樣：要在多大面積、以什麼器具、摩擦皮膚幾次等的試驗，並且參考 Luciana C. Paulino 等, 2006^[7]以及 Zhan Gao 等,

2007^[8]年發表關於人體細菌研究過程中的方法。取得樣本後依改良過的細菌 DNA 萃取方法，phenol-chloroform method，在破壞細胞過程中額外加入溶菌酶 (lysozyme)。最後，確定最終完成的操作方式為：

1. 取樣方法：
 - (1) 在個體腋下皮膚 4cm^2 的面積，以沾過無菌生理鹽水的無菌棉花棒來回擦拭 5 次。
 - (2) 取下棉花棒前端棉花，置入裝有無菌生理鹽水且滅菌過的微量離心管中。放入 -20°C 冰箱保存。
2. DNA 萃取。為了獲得來自 4cm^2 腋下皮膚的少量細菌 DNA，在步驟中加入，以 0.1mm 玻璃珠震盪樣本，並加入額外 EX buffer。
3. PCR，DNA 放大。
4. 變性梯度膠電泳(DGGE)：
 - (1) 製作 30%-55% 尿素梯度膠，將 PCR 產物載入，進行低電壓長時間電泳，並維持電泳槽內為 60°C 恆溫。

(三) 抑菌能力實驗：

在人體氣味的成因中，部分來自可以養活的細菌，可能是因為人體分泌的物質使特定細菌易生長；部分可能是來自那些無法殺死的細菌，這些細菌或許在 DGGE 實驗中無法被發現，因為它們來自接觸的環境或人，當個體未接觸過時，它們可能就不會出現在體表。就算接觸了，影響該細菌能否生長的因素之一，就是會不會被個體的溶菌酶或抗體消滅或抑制生長。所以從事此試驗。

在收集樣本過程，唾液較容易收集，淚液的收集難度則因人而異。而樣本內溶菌酶的量也未必一致，因此在後續的探討中，將該個體的唾液、淚液結果合併，只要其一能抑制細菌生長，即可代表該個體有抑制該細菌生長的能力。

1. 細菌收集：
 - (1) 活動前就廣泛收集細菌，以 LB 與 NB 進行增殖，比較哪種培養基能養出較多菌，最後選用 LB。
 - (2) 以劃線法分離細菌，挑出單一菌落進行純化培養。
2. 抑菌效果的測試：
 - (1) 將純化培養的菌液原液取 0.1mL ，以 L 型玻棒在培養基上塗開。
 - (2) 將吸滿淚液、唾液的濾紙錠(事先以打孔機裁出，並滅過菌)，貼附在上述培養基上。
 - (3) 24 小時後觀察結果，因為無法量化溶菌酶多寡，只做定性觀察，不做抑菌環大小的比較。

四、研究結果

(一)、嗅覺：

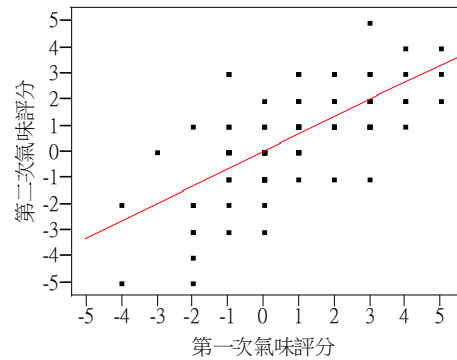
1. 嗅覺的穩定性

在進行嗅覺的分析前，不論嗅覺是否真的能辨識出對方與自己免疫的差異，須先確認嗅覺的結果必須前後一致，才可以進行之後的討論。所以，本實驗中刻意讓參與者對相同氣味進行先後 2 次的評分。

由男生評分，對評分做配對T檢定，以第二次分數減去第一次分數，將所得的數值，與平均值為0的假設做檢定，p值為0.0972，在分析上無法確定這個差距與0有差異。將兩次成績做成XY分布，以線性迴歸分析得：

$$\text{第二次分數} = -0.01 + 0.67 \times \text{第一次分數}$$

(圖一)，分析結果中常數與0無顯著差異，而係數是顯著不為0，即男性兩次評分結果為顯著正相關。推論，在此實驗中男性對嗅覺的判斷是穩定的。

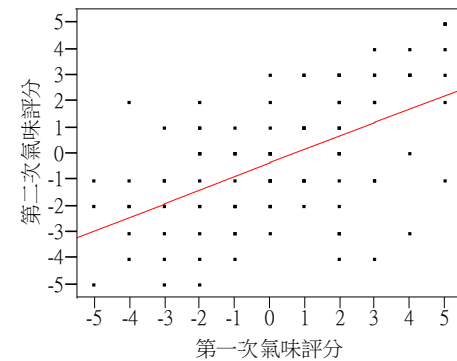


圖一、由男性評分結果

由女性評分，重複以上的所有分析。前後平均差-0.49，且是顯著存在的(p=0.044)，普遍上第二次給分時女性給的分數會降低。但線性迴歸結果，與男性相同，

$$\text{第二次分數} = -0.36 + 0.52 \times \text{第一次分數}$$

(圖二)。常數與0無顯著差異，而係數顯著不為0。所以，雖然實際分數會下降，但前後次氣味評分的高低關係穩定存在。



圖二、由女性評分結果

2. 嗅覺的偏好：

依照前人的想法，如果真的有能力從嗅覺中發現對方與自己免疫能力差異，且會喜歡差異較大的

異性。依這樣的前提，本次參與活動的個體來自高雄地區隨機採樣的個體，免疫能力差異都很大，那每一個個體被共同喜歡或厭惡的趨勢應該是不存在的，即不會有誰的氣味特別被喜歡或討厭。

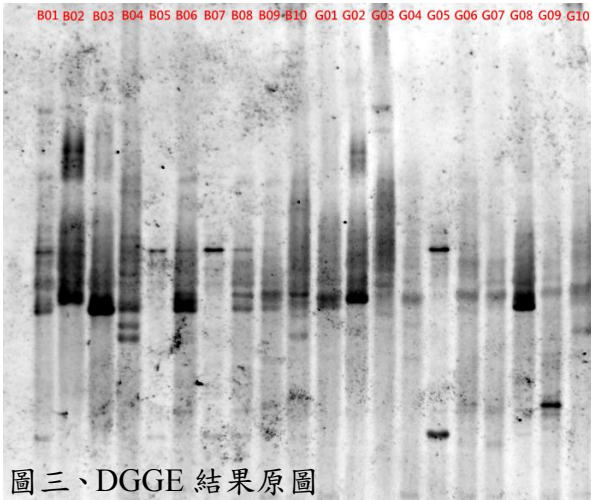
但分析結果顯示不論第一次或第二次，在男性與女性受測者中都有特定個體被共同喜歡或討厭。且女性第二次的分析中個體差異更為顯著(表一)。

表一、第一次第二次嗅覺評分上的差異

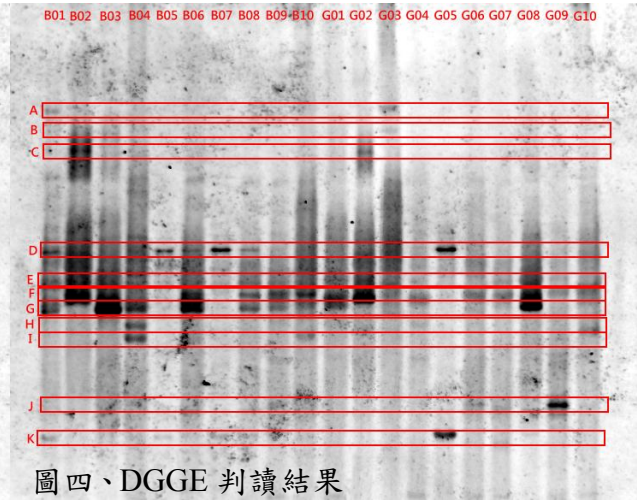
	受評者：男生	受評者：女生
第一次氣味	個體間有差異(p<0.0001)	個體間有差異(p=0.0173)
第二次氣味	個體間有差異(p=0.0003)	個體間有差異(p<0.0001)

3. DGGE結果

在比較個體間好惡前，先針對DGGE的數據結果呈現、描述。



圖三、DGGE 結果原圖



圖四、DGGE 判讀結果

上圖三，為 DGGE 結果原圖。圖四，依照可辨識部分挑出 10 條較明顯的橫紋。將圖整理為表格(表二)，可清楚看出個體間相似或差異。從表中，可發現，B03 與 G08 相似；B05、B07 與 G05 相似；B06 與 B08 相似；G04 與 G10 相似但略有不同；其餘各不相同。

表二、DGGE 結果整理

	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B10	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10
A	+												+							
B													+							
C		+										+								
D	+	+		+	+	+	+	+							+					
E	+	+	+															+	+	
F		+	+			+		+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+
G	+		+	+		+		+	+									+		
H				+										+						+
I				+						+										
J																+	+		+	
k	+				+	+	+	+							+		+			

對應個體給分最高與最低比較。可與下表三進行比對。

首先就女性評男性：

前人研究中，描述女性能由氣味選出免疫差異最遠的配偶。以較嚴格的觀點，只要菌相有點差異就當雙方免疫有差異，所以菌相有些微差異的配對就認定為符合前人想法，僅就菌相完全相同做比較。本實驗有，G05 與 B05、B07；G08 與 B03。其中 G05 給 B05 最高分，也沒給 G07 最低分，這與前人想法完全相反。

而 G08 並沒給 B03 最低分。從結果很難證實女性能聞出雙方免疫的差異。

男性評女性：

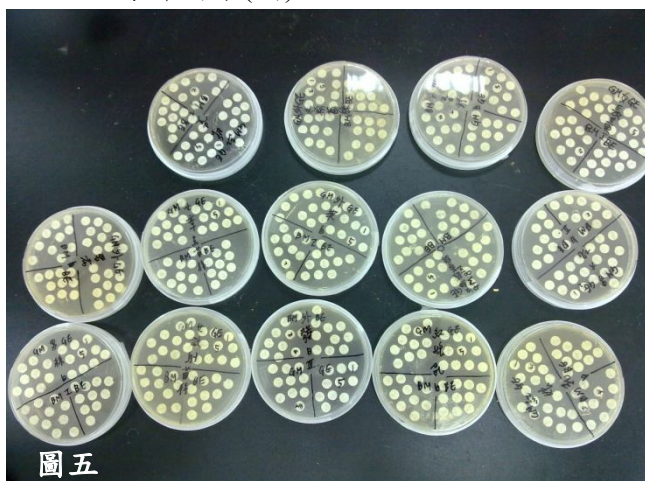
男性給分上相對保守，給大量 1 或 -1 之間的分數，根據男性評分後的意見，認為女性的氣味都很淡，很難從中判斷。較多人評為低分的是氣味較重的 G07，評分時，所有人都無法從夾鏈袋外觀看出該氣味屬於誰，所以主因是該女性較常打羽球，有較明顯汗味。

表三、第一次嗅覺評分每個個體給予最高分與最低分對象整理。

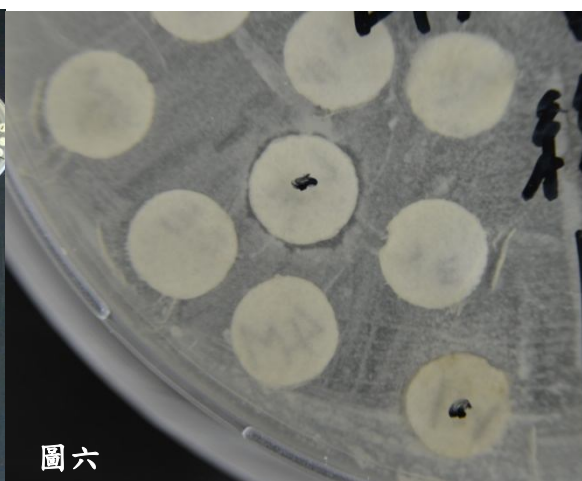
評分者	最高	最低	評分者	最高	最低
G01	B02	B04, B09	B01	G1,2,3,6	G07
G02	B02, B05	B07	B02	G10	G2,5,7
G03	B03	B04	B03	G2,9	G4,5,6,7,10
G04	B01, B02	B10	B04	G09	G4,5
G05	B05	B09	B05	G2,8	G06
G06	B01, B09	B04	B06	G01	G6,7
G07	B08	B04, B09	B07	G1,9,10	G07
G08	B02	B10	B08	G5,8	G04
G09	B02	B06	B09	G09	G6,7
G10	B02	B09, B10	B10	G8,9	G4,6,7

4. 抑菌能力的結果：

本實驗，最初分離出 13 種不同純菌菌落，將各種菌厚塗並貼上含淚液唾液的濾紙錠(圖五)，隔 24 小時後，觀察結果(圖六)。以解剖顯微鏡觀察濾紙周圍是否有抑菌環(圈)。



圖五



圖六

當初分離後的命名只依來源、顏色、外型，雖做革蘭氏染色的顯微鏡檢查，仍無法斷定細菌種類，將抑菌結果以表格整理(表四)，去除不論任何個體都無法抑菌的，得到 7 種細菌結果。

表四、七種菌與 20 個體間抑菌環出現的結果。以+代表有抑菌的現象。

編號	原本命名	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B10	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10
菌 1	紅娘乳白										+				+						
菌 2	紅娘米白			+								+			+						
菌 3	女章魚菌絲	+				+					+										
菌 4	女長黃	+									+			+			+	+			+
菌 5	紅娘黃	+				+			+	+											
菌 6	男大塊白	+					+		+			+	+		+	+			+		+
菌 7	男絲白	+																			

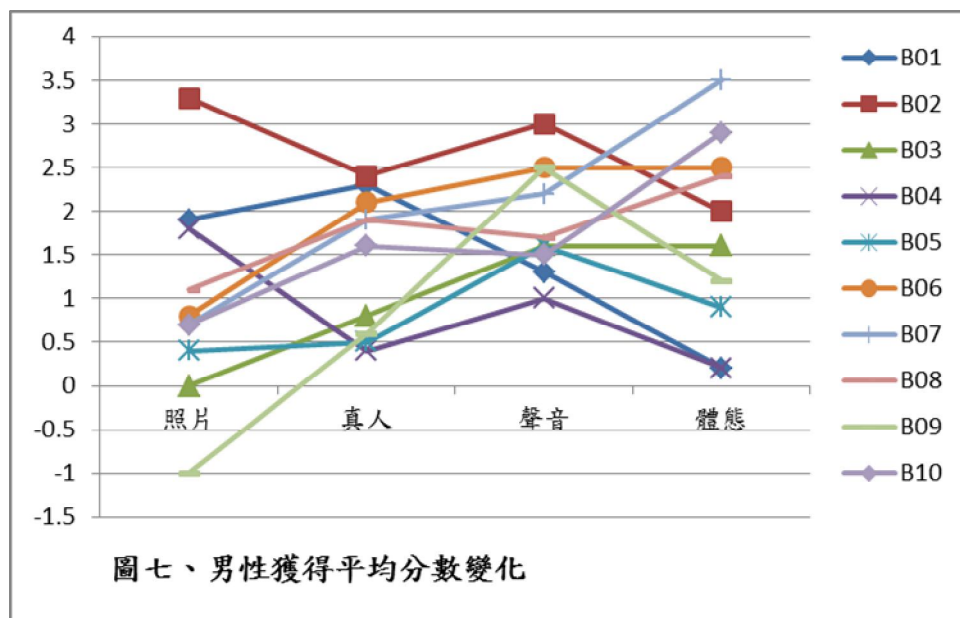
細菌全來自環境以及人體，所以原本就是體表可能生長的細菌。某些個體對所有菌種皆無抑菌作用。個體間多少有些差異，完全相同的包含：B06 與 G02, G05, G08；G03 與 G06, G07。所培養的菌種種類可能不夠多，無法提供更高的鑑別度。

但就完全相同的部分探討：在異性間 B06 與 G02, G05, G08 完全相同，但 B06 喜歡或討厭對象中完全沒這三位女性個體。相對的，G02, G05, G08，也沒有任何一位會討厭或喜歡 B06，可能是因為菌種涵蓋不足，在未被分離培養的細菌中，或許這 4 人間還有其他相似與相異的結果。

(二)、第一次接觸：從外表到體態

在後續活動中，每個人提供的資訊逐漸增加，會因某特徵較被重視而獲得不同的分數。可從分數改變上進行較總體比較。得分與給分也有不同意義。

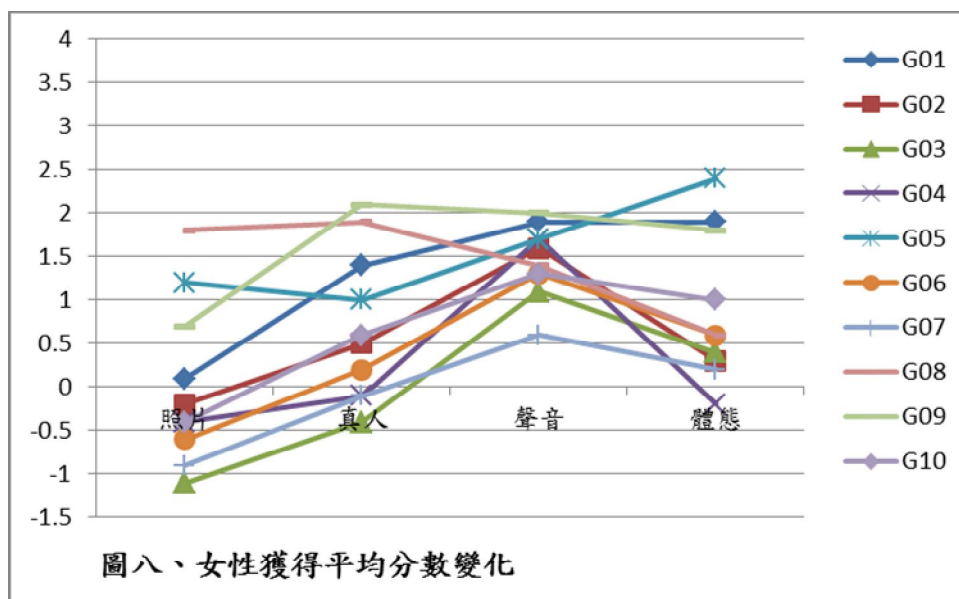
1. 男性獲得分數的變化(圖七)：



分數變化缺乏明顯趨勢，透過個別訪談，B01, B04 在運動時分數大幅下降，共同原因為在照片上因做出特殊手勢、側頭等而得高分，在後續則不受親睽。而 B02 體態項目，輕率的態度讓女性評分者觀感不佳，因此被大幅度的扣分。體態平均分數比聲音低，可能是女生認為男生這方面較優所以評分上較為嚴格。

觀察各項目女性個體給予分數的總平均發現，從照片到聲音的接觸過程，不分對象增加接觸後女性給予的評價是逐漸增加的。

2. 女性獲得分數的趨勢(圖八)：



在女性獲得的分數上，在前三項中，分數越來越高。趨勢很明顯所以進行分析，發現聲音的分數與真人之間有很高的關連性，所以當那位女性個體在真人時獲得高分，在聲音上也將會獲得高分。照片分數也有這樣關係，個體在照片獲得高分時在真人也是獲得高分的($p < 0.0001$)，代表著男生在給分上，照片給的分數高低順序與真人、聲音分數高低順序有高度相關。也就是第一眼的影響一直持續到發出聲音。男性是以外表決定分數高低。不過也有例外，分別是 G05 和 G08。G05 真人的分數比照片低，因為在站立時，G05 的身型偏矮。G08 雖然身高偏高，但在聲音上的評分卻偏低。有些男性給予的回應為，G08 聲音低沉與外型不搭。

(三)、個別資料：

透過提供被評分者的血型、星座、身高體重等 9 項，了解是否造成好惡差異，整理成表五。各項均為開放式的問題，答案種類多樣，分數也差異極大。在事後個別詢問中認為評分會受外貌影響。所以，以聲音的分數代表外貌(在之前分析中照片、真人與聲音有高度相關)加入分析的變因中，發現各項目所得分數都顯著受外貌影響，在男生與女生都是如此。

表五、各項資料對評分的影響。P<0.05為顯著。

	男評女	血型	星座	身高體重	專長	興趣	智力	學校	目標大學	手機
調整前	變因影響力	0.41	0.1712	0.284	0.7946	0.0208	<0.0001	<0.0001	0.051	0.0162
調整後	變因影響力	0.1758	0.0649	0.0198	0.5891	0.0018	<0.0001	0.0011	0.0145	0.0042
	女性外表	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0002	<0.0001	<0.0001	0.0005	<0.0001
	女評男	血型	星座	身高體重	專長	興趣	智力	學校	目標大學	手機
調整前	變因影響力	0.0162	0.0055	0.0509	0.0029	0.0332	0.6188	0.6188	<0.0001	0.3604
調整後	變因影響力	0.0131	0.0045	0.0377	0.1133	0.1809	0.0316	0.1575	<0.0001	0.1082
	男性外表	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

(四)最終整體結果：

活動結束前，讓男生女生分開並回到原本教室。再聞過異性的氣味，並告知各個氣味分別屬於誰，要求給予整天活動後的分數。是氣味、外表、或是個人資料影響最大？將以上變數一起進行多變數分析。

分析結果中，有些變因有顯著效果，有些無。無法提供足夠資訊。因樣本數少且變因項目多，可供分析的資料偏少，有過度分析現象，讓原本應該顯著變成不顯著或不顯著卻變成顯著。如：興趣這個變因，開放式回答結果每個人興趣各成一個項目，無法提供適當分析並誤導結果。某人外貌特別被喜歡或討厭，而興趣又很特別，分析結果可能是興趣影響評分而非外貌。

以單純排名變化判斷，氣味、外表對性擇好惡的影響(表六)。發現受評者最終排序結果所受的影響不一致。

受評者	外表排名	氣味排名	最終排名	可能的影響
B01	9	2	5	氣味
B02	5	1	1	氣味
B03	6	5	7	一樣
B04	9	9	10	一樣
B05	8	3	8	外表
B06	3	4	2	一樣
B07	1	10	6	氣味
B08	4	6	3	外表
B09	7	7	9	一樣
B10	2	8	3	外表
受評者	外表排名	氣味排名	最終排名	可能的影響
G01	2	5	2	外表
G02	5	2	3	氣味
G03	9	3	6	一樣
G04	3	7	6	氣味
G05	3	8	1	外表
G06	7	9	8	一樣
G07	10	10	10	一樣
G08	6	5	5	氣味
G09	1	1	9	一樣
G10	7	4	4	氣味

五、討論

(一)、實驗方法探討

1. DGGE 方法探討

本實驗中，認為人體氣味若與免疫有關，主要原因是體表細菌。所以，透過研究菌相組成會是最適當的指標。最初實驗，以棉花棒從參與活動的人體表採樣，並經過 LB 培養基培養，然後進行 DGGE，可以得到較漂亮的結果，但那並不正確。因為，透過培養後的菌相與體表的菌相就已經有差異，有些菌在體表是優勢，但在培養基可能不是，甚至會被其他菌種取代而消失。

所以，第一次修正實驗，直接從體表取菌後直接抽取細菌的 DNA。這樣的操作比較符合實際的菌相組成，但會有細菌數量過少的問題，很難獲得足夠的 DNA 進行分析。所以，在前測中，從自己的皮膚表面以棉花棒摩擦 5、20、50、100、200 等不同次數，以確認該如何取樣。該實驗結果，依舊不理想，因為直接摩擦後取得的主要是皮膚角質，細菌量依然有限，沒有多少 DNA 被抽出，經 PCR、電泳，結果洋菜膠上一片空白。比較前人方法，最後參考 Luciana C. Paulino 等, 2006^[7]以及 Zhan Gao 等, 2007^[8]的方法。

體表菌主要分布在表層，摩擦次數增加只增加剝落的角質層，不一定能得到更多細菌，因此，獲得菌種 DNA 的關鍵在於確實打破細菌細胞壁，細菌可能在採樣時被角質包覆，所以需要較劇烈的方式獲得 DNA。因此加入玻璃珠進行震盪，增加破壞細胞壁機會，又為了防止 DNA 受損，額外加入緩衝液。DNA 純化後再進行 PCR，以及 DGGE 電泳。

本實驗的前提假設，將原本前人研究中提出『嗅覺判斷汗水氣味時可以判斷對方免疫能力(MHC)與自己的差異』^[3]進行修改，理由為：與任何人見面或約會不是一直流著新鮮汗液，時間一久汗就會被細菌分解產生氣味，而體表細菌種類，也是一種個體免疫能力的表現又與 MHC 基因有關^[6]，所以將代表免疫的指標改為細菌。透過菌相差異，並與對氣味的好惡做比較。實驗目標，必須了解每個個體體表有多少種菌種，也要能區分不同個體間菌種組成的差異。所以，DGGE 會是最佳的工具。

2. 抑菌能力實驗

實驗中，除了利用 DGGE 外，期望還有其他工具可用來代表個體免疫力。因此，收集體表細菌同時，也收集每個人的汗液、淚液、唾液。這些外分泌液體中可能存在抗體、溶菌酶等，檢測其溶菌所導致的抑菌環，以比較個體免疫差異。在結果中，測試的細菌主要來自環境以及人的體表，這些原本就是體表菌，屬於正常共生菌，所以，某些個體對所有測試菌種都無法抑菌。其他人針對人體表菌的研究，從健康人體表分離、定序就至少分出 182 種菌^[8]，若要確實檢定能否殺死某些致病菌，所需培養的菌種種類可能遠超過實驗所能獲得的菌種，所以，這項結果只能當作參考。因為，每個人所能殺死的菌可能遠超過實驗中所進行的測試。

所以實驗結果中，溶菌結果與氣味評分上並沒有關係。主因為還有太多細菌未經檢測，現階段的菌種數不足以提供比較。

(二)、嗅覺對喜歡與否的影響

將活動過程中，針對氣味所給予的分數與 DGGE 以及抑菌結果進行比對。可觀察到幾個現象。

1. 嗅覺是穩定可靠的

首先就氣味對異性的影響，先不就是否具有判斷對方免疫的能力做評論。在本實驗中，來自相同個體的氣味，在第一次被評分與第二次被評分時，刻意更換不同編號系統，使第二次給分不會受第一次氣味印象的影響。在這樣的狀況下，兩次評分幾乎沒有差異。所以，針對氣味的喜好與否、甚至好惡的程度，在每個人都有其固定的標準。嗅覺在評斷氣味甚至挑選異性是相當穩定的工具。

2. 氣味、免疫與細菌。

前人研究中，女性對氣味的好惡都直接與 MHC 基因差異度進行連結，並認為動物利用此項能力可以選擇到免疫基因差異較大的對象，生下免疫基因多樣性較高的後代。

首先針對氣味的成因來做討論，前人實驗中，部分實驗的汗味 T-shirt 是新鮮的，部分實驗是隔夜的。而實際上與人的相處時，不可能一直處於剛流汗且沒被細菌分解而產生異味的情況。所以，隔夜或經過一段時間的氣味或許較合實情。在本實驗中，以布條取代 T-shirt，將布條提供給受測試的人之前，都先經過滅菌。所以布上的氣味可能直接來自於該個體的腋下分泌物、或分泌物經細菌分解產生，而細菌來源也是屬於該個體的。

氣味若直接來自於個體的分泌物。應該不是費洛蒙這類的物質，因為費洛蒙具有的是種別性而非個體差異。若費洛蒙有個體差異且會影響性擇，那人類應該很快就會分成好幾種物種。生活習慣、飲食偏好也可能影響氣味^[10]，那與免疫無關，如果用嗅覺判斷對方免疫能力是確實存在^[3]，這影響應當可忽略。

氣味若來自被分解的分泌物或其他產物。另一個影響氣味且與免疫有關的應該是體表細菌，尤其是腋下等散發強烈氣味的位置^[11]。細菌，最初可能來自環境中，部分種類可能導致特殊的氣味，但並非每一種都能在人體上停留、存活，能存活與否的關鍵在於該個體的免疫。所以，本實驗中直接將體表菌相當作免疫的指標，在後續實驗中與氣味的喜好情形進行比較。

3..對氣味的喜好與否，真的能用來判斷兩人之間免疫的差異？

在本實驗中，G05 與 B05、B07 的菌相非常相近，但 G05 卻給 B05 在氣味上最高分，對 B07 卻沒一致的結果。本實驗，測試的個體數不多，但確實發生女性喜歡菌相組成相近的男性個體 G05 與 B05，與前人想法相反。在其他研究中也曾提出，月經週期會影響對氣味的選擇，甚至出現完全相反的結果^[12]。但，那若是因為月經周期所導致的結果，G05 對 B05、B07 應該要有較一致的結果。其他配對也並非菌相相異就一定彼此喜歡，似乎並不存在著規律。無法證實前人論點：嗅覺可用於判斷對方免疫能力。利用嗅覺判斷對方免疫基因以增加後代基因多樣性的觀點，我們認為這個能力可能不存在。

首先，彩面狒狒實驗，未提出族群內個體間平均遺傳差異，只描述家族內有高的遺傳多樣性，但雌性個體可能沒有刻意挑免疫上與自己差異最遠的雄性，甚至可能與平均值差不多而已。利用嗅覺挑選異性避免近親繁殖，使後代具有高遺傳多樣性；基因多樣性高又會使後代尋找配偶時容易找到與自己遺傳差異較遠的，這將成為循環論證。應該是該基因多樣性本來就高，加上族群夠大，以及疾病等所導致的天擇不偏好近親繁殖的後代。假設相對的條件：族群小、基因多樣性低，在隨機相遇下對方與自己的基因相似度高，難道生物就會因對方氣味而不繁衍後代？若因免疫差異小而拒絕配對的現象真的在小族群且基因多樣性低的族群內發生，此現象或許比較容易證實。對基因多樣性本來就很高的族群描述特定行為將使基因多樣性變高，很容易就被引申成生物決定論(動物有能力聞出是否與對方配對)的證據，而且會無法否認。但實際上，生物本身甚麼都沒決定，一切只是天擇與隨機配對。

另外，在 David S. Richardson 對葦鶯配對的現象上，描述了會用選擇對方的 MHC 基因才與對方配對，如果這樣的能力存在，其實葦鶯不需要有外遇行為。所以應該只是為了增加後代多樣性，與多個雄性個體生下後代，和 MHC 基因可能無關。

針對是否能用嗅覺找出最佳配偶，且對方免疫與自己相差最遠。本實驗無法做出肯定結論，只能確定：依據嗅覺所做出的決定是穩定的。

最佳的實驗樣本應該是採集現在已經配對且育有子女的父母。首先，讓許多父母聞包含另外一半以及其他人的氣味，看真的最喜歡的氣味是不是現在的配偶。另外，大規模的定序，檢查配對夫妻間的遺傳距離是否真的高於平均的遺傳距離。若這兩件事都是肯定的，那才能描述嗅覺可以讓人選出免疫上差異較大的配偶。

(三)、活動評分結果—男女生都是外貌協會

在活動中各階段，給予分數時不知對象的氣味，所以所謂的『喜歡』是依著個體間接觸過程持續發展、加總。其實在每一次的評分中，『長相』才是扮演最關鍵的角色，例如在運動項目中表現類似的 B01 和 B02，2 人都不擅長運動，但在評分的結果中，名次的掉落幅度卻是 B01 遠大於 B02。而 G04 因為走路的姿勢

(駝背)和之前印象的多重影響下，名次最後。

所以可以推斷認為，當在某一個項目中，表現平凡不出色時，分數的評論就會回歸於最初的『外表』主導。而『嗅覺』就變得和其他普通的項目一樣，扮演著次要的影響因素，比起嗅覺動物，人類更應該屬於視覺動物。

即便後續活動中，增加相處時間與個人資料，相較於同學間的認識，活動中相識的時間較短，淺薄的資料認識若有似無，所以外貌對分數的影響會更勝於任何資料，這樣的現象在男生與女生都存在。

(四)、最終結果—氣味、外表哪個比較重要?

要評斷一個異性，需要的資料可能很多，不只味道、外表、個人特質，可能還有許多在本實驗中未能嘗試的，需要更多樣本才能獲得較好分析結果。

六、結論

1. 嗅覺對氣味好惡的判斷結果相當穩定。
2. 在本實驗中無法證實人類女性能利用嗅覺辨識對方與自己免疫上差異。而就參與活動的人所給的回饋，淡淡的香味在吸引異性上可能更有幫助；相反的，過於強烈的汗味會降低好感度。
3. 在評斷喜歡或不喜歡一個人，外貌對男生與女生都是重要的，都會影響後續許多評價的結果。
4. 綜合氣味與外貌，部分個體氣味給人的印象影響較深，部分為外表，也有同時都具影響力。

七、未來展望與後續研究方向

1. 在驗證嗅覺判斷免疫差異能力是否存在方面。應該以現有已配對且與有子女的夫妻做為樣本，驗證前人所說以嗅覺決定最佳配偶是否存在。
2. 應該收集更完整的純菌菌種來進行抑菌環試驗，那是較直接的免疫作用，而不是推測的免疫差異。
3. 可將實驗中有透過嗅覺選擇配偶或沒做任何選擇的想法以數學機率計算的方式進行演化理論探討。了解有進行選擇與完全依賴天擇的結果是否有差異。甚至可以找出維持多樣性的最小族群大小。
4. 可再更深入的探討生理週期對氣味好惡程度的影響。以及細菌對氣味的實際影響。
5. 氣味判斷的穩定性以及有共同偏好的結果，可以延伸出最佳氣味的尋找，了解什麼樣的氣味最能吸引什麼樣的對象。

八、参考文献

1. J. M. Setchell. *J. of Evolutionary Biology* (Jan, 2010) 23(1), 136-148: Opposites attract: MHC-associated mate choice in a polygynous primate.
2. David S. Richardson. *Proc. R. Soc. B*(2005) 272, 759–767: MHC-based patterns of social and extra-pair mate choice in the Seychelles warbler
3. Claus Wedekind, etc. *Proceedings: Biological Sciences*(Jun. 22, 1995), 260(1395), 245-249: MHC-Dependent Mate Preferences in Human.
4. Rachel S. Herz & Michael Inzlicht. *Evolution and Human Behavior* (2002) 23, 359–364: Sex differences in response to physical and social factors involved in human mate selection The importance of smell for women.
5. Tamas Bereczkei, etc. *Proc. R. Soc. B*(2009) 276, 91-98: Facialmetric similarities mediate mate choice:sexual imprinting on opposite-sex parents
6. Claus Wedekind, etc. *J. EVOL. B IOL.* (2004) 17, 11–18: MHC-linked susceptibility to a bacterial infection, but no MHC-linked cryptic female choice in whitefish
7. Luciana C. Paulino, etc. *JOURNAL OF CLINICAL MICROBIOLOGY*(Aug. 2006), 44(8), 2933–2941: Molecular Analysis of Fungal Microbiota in Samples from Healthy Human Skin and Psoriatic Lesions
8. Zhan Gao, etc. *PNAS*(February 20,2007), 104(8), 2927-2932: Molecular analysis of human forearm superficial skin bacterial biota
9. Marsh SG, etc. *Tissue Antigens*(2005), 65 (4): 301–369: Nomenclature for factors of the HLA System, 2004
10. *The Oxford Handbook of Evolutionary Psychology*, Edited by Robin Dunbar and Louise Barret, Oxford University Press, 2007, Chapter 22 Body odours and body odour preferences in humans by Claus Wedekind
11. Buckman, Dr. Robert (2003). *Human Wildlife: The Life That Lives On Us*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. pp. 93-4
12. Steven W. Gangestad and Randy Thornhill. *Proc. R. Soc. Lond. B* (1998) 265, 927-933: Menstrual cycle variation in women's preferences for the scent of symmetrical men

【評語】 040711

設計方法，研究體味是否與擇偶有關，研究設計很有趣，而且有公共衛生的觀念。

但實驗結果可能與預期不同不必認定自己的假設一定對，可以勇於推翻假設。此時若能客觀的討論變因，進而討論，可能較有意義。