

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學科(二)

032902

有所耳「紋」-探討不同耳紋分析體系的優缺點

學校名稱：新竹縣立成功國民中學

作者： 國二 宋品濤 國二 賴奕丞	指導老師： 陳珮妏
---------------------------------	------------------

關鍵詞：生物跡證、耳紋、分析體系

摘要

我們用了生活中可以取得材料—筆芯，進行粉墨法收集犯罪現場跡證，並模擬罪犯在行竊中可能會發生的狀況，我們發現了：(1)聰明的犯人可能會清潔手部後才犯案，我們發現使用洗手乳洗手後最不容易留下指紋、(2)在犯人行竊中，可能因為緊張或是運動而使汗腺分泌汗液，汗液會讓生物跡證變得更加明顯、最後(3)已知有 15%的犯罪現場中會留下耳紋，我們參考了董凱在 2011 年發表的「耳紋痕跡的同一認定」中所整理的三種耳紋分系體系—耳紋特徵測量體系、直角坐標測量體系和方形標尺測量體系，分析在不同環境所留下的耳紋、不同姿勢所留下的耳紋，及經過不同時間採集到的耳紋，比較各體系的優缺點，最終了解直角坐標測量體系最能夠分系耳紋的特徵比對出嫌犯。

壹、前言

在犯案現場裡，鑑識科的人員在尋找犯人是誰的工作上扮演著十分重要的角色，他們會透過一些方法來辨識犯人，其中採集指紋就是一個常見的方式。但是犯人只要戴上手套，就可以防止留下指紋了，這樣一來就沒辦法證明誰是兇手了。所以我們就從網路上找其他身體可以辨識的部位，其中有一個讓我們最感興趣的就是耳紋辨識。人類的耳朵雖然不像指紋一樣每個人有不同的乳突紋線，但是具有一些明顯的形態特徵，如圖一所示，而且與指紋一樣具有個體差異性，在人的一生當中也不容易出現明顯變化。人類的耳朵會在與客體接觸後在平面客體上留下二維的印痕，鑑識人員能夠透過耳紋型態特徵的比對找出犯人，但是目前耳紋分析的測量體系並沒有統一，而且耳朵與指紋不同是靠軟骨支撐，在與客體接觸時可能會因為方向、姿勢、客體材質，甚至作用力的大小而導致發生型變，導致不容易找到特徵點，因此我們就想要來探討現有不同分析體系的可行性與優缺點，並模擬真實情境中，我們推測犯人可能會把耳朵貼在窗戶內外、門的內外和桌上來竊聽，我們想知道在這些不同材質的客體上留下的耳紋是否會有所差異，我們還有探討這些生物跡證是否會隨這時間的流逝而變得比較難採集。

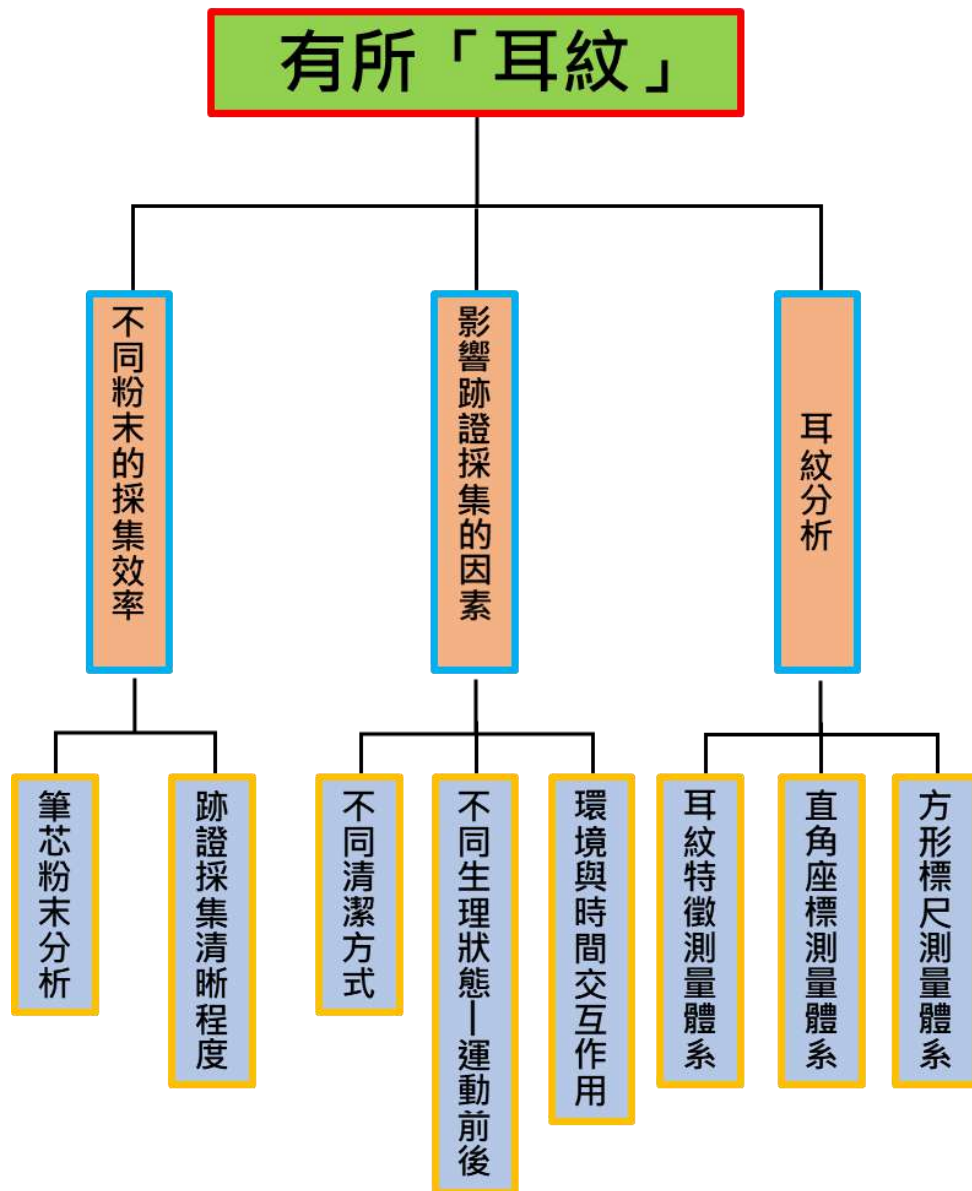


圖一

貳、研究設備及器材

			
2B 筆芯	B 筆芯	HB 筆芯	洗手乳
			
75%酒精	95%酒精	自來水	研杵
			
研鉢	毛刷	A4 白紙	N95 口罩

參、研究過程或方法



一、不同粉末的採集效率

(一)、粉末分析：

1. 收集三種常用的筆芯（B、HB、2B）。
2. 分別用杵和研鉢固定研磨速度(3次/秒)研磨 10、20、30、40 秒
3. 觀察不同筆芯磨成粉末所需的時間。

(二)、跡證採集清晰程度：

1. 在白紙上印下指紋及耳紋。
2. 以掏耳棒沾取(一)所得之粉末進行指紋及耳紋的採集。
3. 比較不同粉末採集之生物跡證的清晰程度。

二、影響耳紋採集的因素

(一)、不同生理狀態—不同清潔方式的清潔效果：

1. 以 75%的酒精、95%的酒精、洗手乳和清水來清潔手部。
2. 分別在 0 分鐘、10 分鐘、30 分鐘、60 分鐘按壓指紋。
3. 以掏耳棒沾取 2B 筆芯粉末進行跡證採集。
4. 比較清潔前後跡證採集清晰度差異。

(二)、不同生理狀態—比較運動前後的跡證採集差異：

1. 在運動前在白紙上按壓指紋、耳紋及唇紋。
2. 進行有氧運動直到身體達到出汗狀態。
3. 運動後在白紙上按壓指紋、耳紋、唇紋。
4. 以掏耳棒沾取 2B 筆芯粉末進行跡證採集。
5. 比較運動前後跡證採集清晰度差異。

(三)、採集時間對生物跡證分析的影響：

1. 在室外門、室內門、室外窗戶、室內窗戶和木質地板上按壓指紋、耳紋和唇紋。
2. 分別在 0 小時、24 小時、48 小時、72 小時、96 小時後採集生物跡證。
3. 以掏耳棒沾取 2B 筆芯粉末進行跡證採集。
4. 分析在不同的客體上採集時間對生物跡證取得難易的影響。

三、耳紋分析體系

(一)、不同姿勢對生物跡證分析的影響：

1. 模擬罪犯於犯罪現場中可能的五種不同的姿勢來按壓耳紋：趴在地上、跪著貼地、上身趴在桌面上。
2. 以掏耳棒沾取 2B 筆芯粉末進行跡證採集，並以不同的測量體系進行分析。

(二)、耳紋特徵測量體系(美國專家 Alfred V. Iannarelli)：

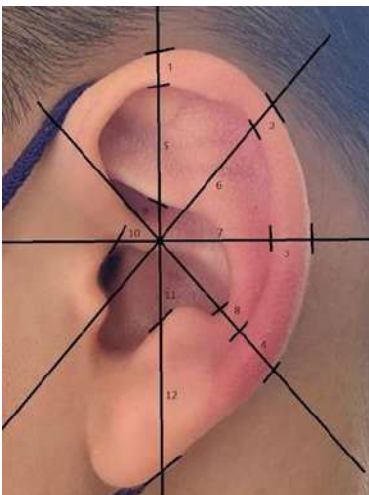
1. 以耳輪起點為中心點。
2. 以水平線和垂直線將耳朵圖像分為四個象限。
3. 在中心點做兩條直線，將每個象限等分。
4. 切割線與耳朵各部分交叉得到 12 個可測量的特徵。

(三)、直角座標測量體系(歐盟耳紋研究小組)：

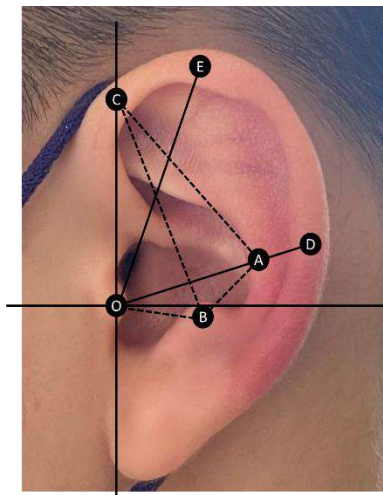
1. 基於耳紋特徵測量體系，設耳屏內側切點為 O 點。
2. 在 O 點上作一條垂直線並與耳輪交於 C 點。
3. 通過 O 點與 OC 做一條水平線，卻定一個直角坐標。
4. 左耳：通過 O 點在第一象限分別畫出一條 70° 和一條 20° 的虛線。
5. 第一條虛線和對耳輪交於 A 點，並和後耳輪交於 D 點；第二條虛線和上耳輪交於 E 點。
6. 以 O 點為原點測量到對耳輪最近的一點為 B 點。
7. 由此確定幾個幾何角度： $\angle OAB$ 、 $\angle ABC$ 、 $\angle OBC$ 、 $\angle OCA$ 、 $\angle CAO$ 。

(四)、方形標尺測量體系(英國法庭科學研究)：

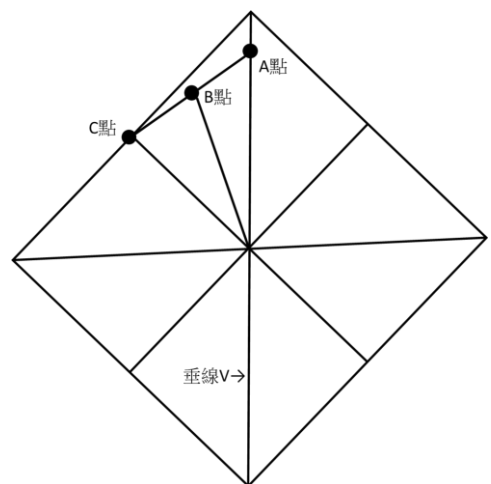
1. 將邊長為 7.6 公分的正方形「米」字平均分成 8 等分。
2. 將其中一個對角線設為基準垂線 V。
3. 在垂線 V 上距離頂點 1.2 公分處設為 A 點。
4. 連接 A 點與左側相鄰邊的中點，設為點 C。
5. 設 \overline{AC} 中點為 B 點，連接 B 點和方形中點。
6. 將 A 點與耳輪上端頂點重合，繞 A 點旋轉方形直到 B 點碰到耳輪前點完成定位。
7. 透過定位後和耳紋產生的交叉點進行比對。



▲圖二
耳紋特徵測量體系示意圖



▲圖三
直角座標測量體系示意圖











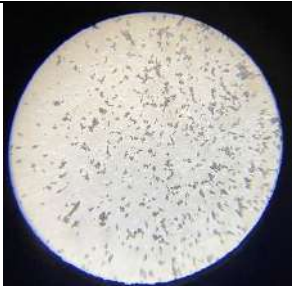
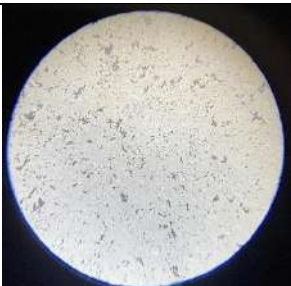


▲圖四
方形標尺測量體系示意圖

肆、研究結果

一、不同粉末採集的效率

(一)粉末分析

自動鉛筆每次使用到最後都會有一部份無法正常操作使用，我們收集這些比較短的部分，磨成粉末來進行我們的生物跡證採集，而為了比較這些粉末的採集效率，我們首先測試哪種筆芯最容易磨成粉末，結果如表一。







		HB	B	2B
圖示	10 秒			
	20 秒			
	30 秒			
	40 秒			

▲表一、以複式顯微鏡觀察粉末採集結果

由表一可以發現 2B 的筆芯最好磨，在研磨 20 秒後就在顯微鏡下呈現細緻的粉末，40 秒時更為細緻；B 的筆芯硬度其次，所以到 40 秒時還是看的到一些還沒磨好的筆芯和一些碳粉；HB 的筆芯由於硬度最高直至 40 秒的時候還是明顯的看得出條狀。

(二) 跡證採集清晰程度

而我們想要進一步了解這些不同的粉末在跡證採集的清晰程度，所以我們收集研磨後的粉末進行跡證採集並比較清晰度，結果如表二。

	HB	B	2B
指紋			
耳紋			


















▲表二、不同粉末採集跡證的清晰程度

由表二可以發現用 2B 筆芯粉末採集到的指紋顏色最深，B 其次，HB 最淺，三者都可呈現出指紋特有清晰的乳突紋線；耳紋部分除了 HB 採集結果顏色較淺，並無明顯差異。因此綜合比較表一與表二，我們選擇 2B 作為接下來做跡證採集的材料。

二、影響跡證採集的因素

(一)不同清潔方式

因為狡猾的犯人可能會在作案前或作案後清潔手部，因此我們選用一些生活中常見的清潔方式：清水、洗手乳、75%酒精、95%酒精，比較在使用不同清潔方式清潔後留下指紋的可能性，結果如表三。






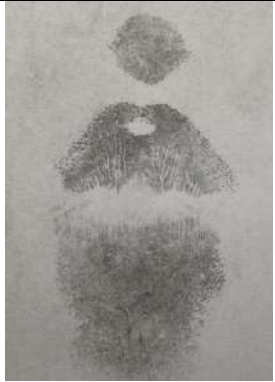
	清潔前	不同清潔方式			
		清水	洗手乳	75%酒精	95%酒精
0 min					
10 min					
30 min					
60 min					

▲表三、不同清潔方式的指紋採集結果

由上表我們可以發現使用洗手乳的清潔力最強，清潔完畢馬上捺印並採集幾乎是採集不到指紋的，直至一小時過後指紋仍是非常不清晰，無法比對出明顯的乳突紋線。而 95%酒精的清潔效力居於第二，在約經過 30 分後可看到稍微明顯的指紋。使用一般清水清潔後馬上捺印指紋還是可以看到可以比對特徵的乳突紋線，並且隨著時間推移越來越清晰。而 75%酒精的清潔效果最不顯著。

(二)不同生理狀態—運動前後

我們認為在犯案過程犯人可能因為心理因素(緊張、害怕)或者生理因素(逃跑、大動作運動)導致出汗，我們想了解出汗是否會影響到生物跡證，因此我們比較了運動前後的生物跡證採集結果，如表四。

	指紋	耳紋	唇紋
運動前			
運動後			

▲表四、運動前後的紋路差異

由上表，我們可以觀察到在運動過後，各個生物跡證都比運動前的更深，特別是在指紋的部分，指紋主要有兩個部分乳突紋線變得更加明顯(圖五紅色框線)；耳紋部分則是採集到更加完整的耳輪線條。


















圖五▶

(三)不同環境與時間交互作用的影響
















在犯罪現場的每個角落都可能留下犯人的痕跡，而我們想要了解在不同的環境(室外、室內)，不同的客體上所留下的生物跡證，是否會隨著時間的推移而影響到採集的難易度，因此我們進行了以下實驗：在不同的環境中留下生物跡證，每隔 24 小時採集一次生物跡證，實驗一共進行 96 小時，結果如表五~表九。

1. 室內環境木質地板

木頭	放 0 小時	放 24 小時	放 48 小時	放 72 小時	放 96 小時
指紋					
耳紋					
唇紋					
















▲表五、木質地板上不同取樣時間的生物跡證

2. 室內環境窗戶玻璃上

窗內	放 0 小時	放 24 小時	放 48 小時	放 72 小時	放 96 小時
指紋					
耳紋					
唇紋					
















▲表六、窗內不同取樣時間的生物跡證

3. 室外環境窗戶玻璃上

窗外	放 0 小時	放 24 小時	放 48 小時	放 72 小時	放 96 小時
指紋					
耳紋					
唇紋					
















▲表七、窗外不同取樣時間的生物跡證

4. 室內環境貼膠木質門上

門內	放 0 小時	放 24 小時	放 48 小時	放 72 小時	放 96 小時
指紋					
耳紋					
唇紋					

▲表八、門內不同取樣時間的生物跡證

5. 室外環境貼膠木質門上

門外	放 0 小時	放 24 小時	放 48 小時	放 72 小時	放 96 小時
指紋					
耳紋					
唇紋					

▲表九、門外不同取樣時間的生物跡證

由表五可以發現在室內環境木質地板上的生物跡證不論是指紋、耳紋或是唇紋都可以很清晰的採集到，不易受時間因素影響，放置至 96 小時仍可採集到清晰的生物跡證。但是因為木質地板上有許多的紋路會導致容易殘留多餘的粉末，且本身顏色較深，雖然肉眼觀察可以發現明顯的生物特徵，但照片無法清晰呈現。

由表六、表七的結果可以觀察到在玻璃材質上所留下的生物跡證是非常清晰的，相較於室內環境(表六)，室外環境(表七)所留下的生物跡證更容易隨時間推移而變的難以採集，在第 96 小時已經無法採集到明顯的耳輪特徵及完整唇紋。

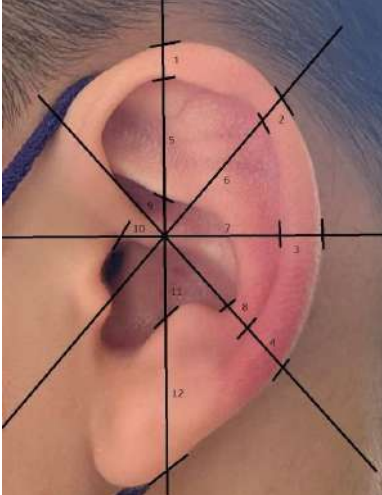
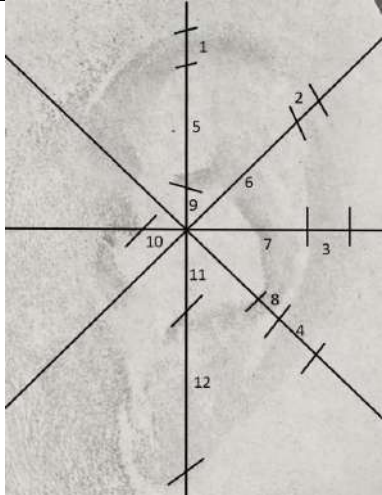
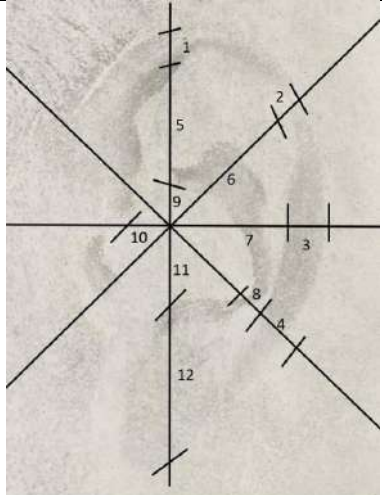
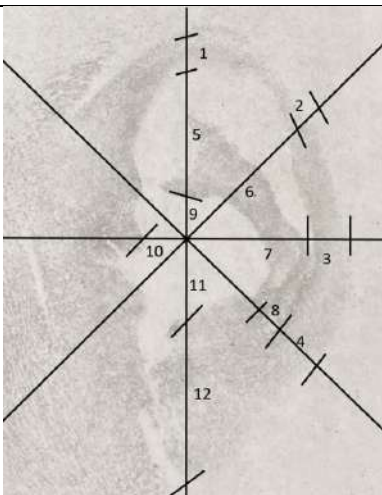
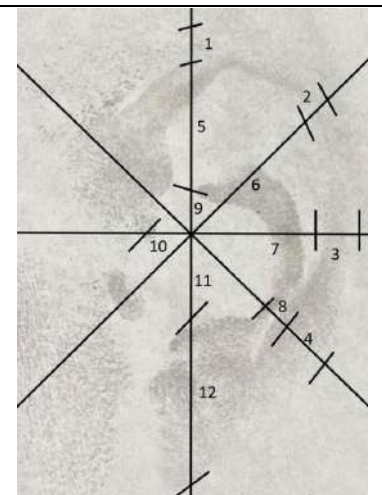
由表八的結果可以觀察到在室內環境貼膠木質門上所留下的生物跡證可以清楚的採集到，生物特徵明顯，並且不容易隨著時間的推移而影響採集效果。

由表九則可以觀察到在室外環境貼膠木質門上所留下的生物跡證會明顯隨著時間的推移而變得難以採集，特別是在指紋採集的部分在第 24 小時時已無法採集到清晰指紋，耳紋則是在第 48 小時後無法採集到清晰的跡證，唇紋則是至第 96 小時只剩下淡淡的輪廓。

三、耳紋分析

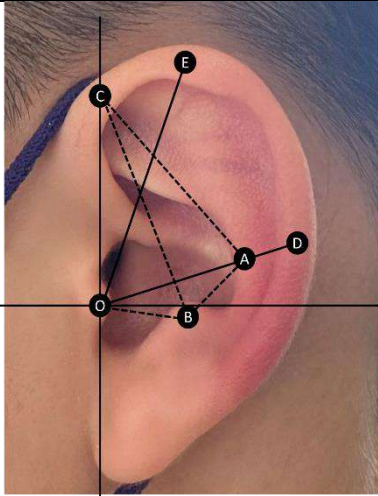
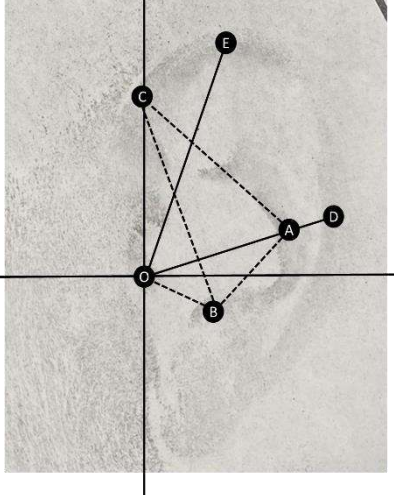
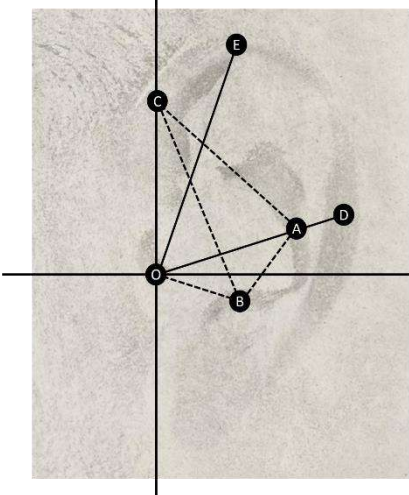
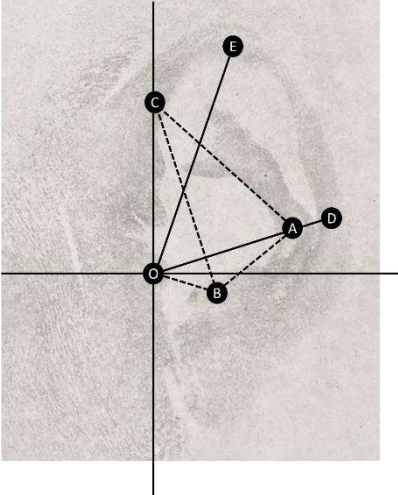
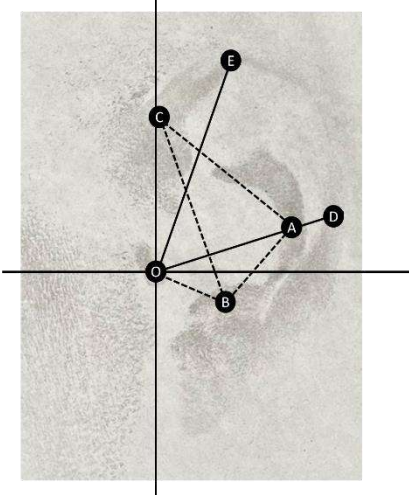
耳紋這個生物跡證很特別，犯人通常會注意到在作案過程當中戴上手套避免留下指紋，或戴上口罩遮蔽自己的外貌避免容易因容貌特徵被指認，只有耳紋一當犯人需要更清楚的竊聽時容易留下。但是耳紋會因為各項因素導致型變，而變得不容易比對，已有多項研究提出不同的耳紋分析方法，我們透過其中的三種方法，分析比較何種耳紋分析的體系較能夠在不同姿勢導致型變所留下的耳紋中比對出重要的特徵點，而找到犯人。結果如表十~十二。

(一)耳紋特徵測量體系

<p>耳朵原圖</p>	
	
<p>趴在地上</p>	<p>跪著貼地</p>
	
<p>上身趴在桌面上</p>	<p>側身貼牆</p>
	

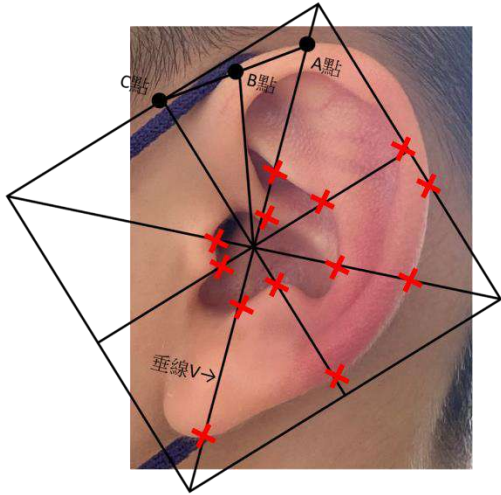
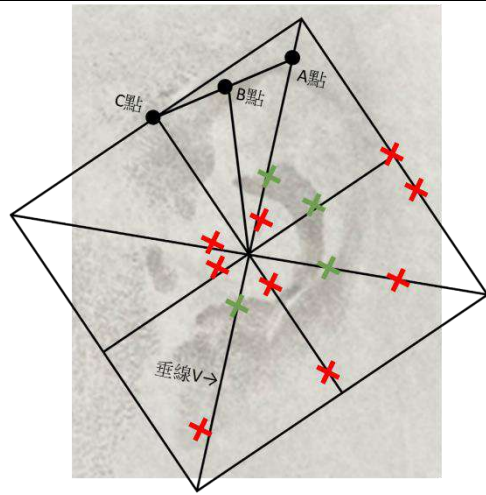
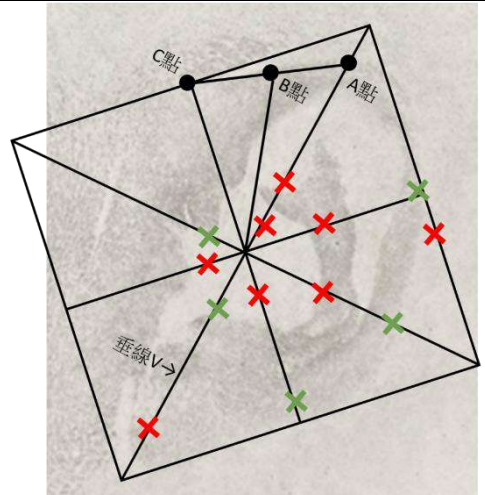
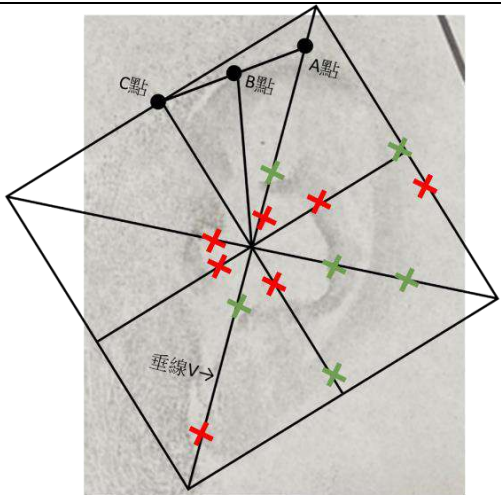
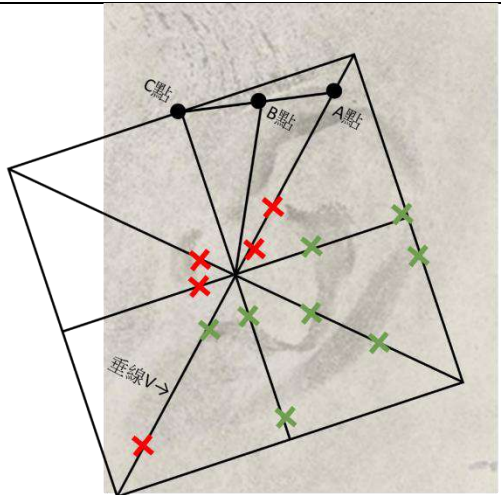
▲表十、耳紋特徵測量體系的分析結果

(二)直角坐標測量體系

<p style="text-align: center;">耳朵原圖</p>  <p>A photograph of a human ear with a coordinate system overlaid. The origin 'O' is at the ear's root. A vertical line passes through 'O'. Points A, B, C, D, and E are marked on the ear's contour. Solid lines connect O to A, B, C, and E. Dashed lines connect O to D and A to B. A horizontal line passes through O.</p>	
<p style="text-align: center;">趴在地上</p>  <p>The ear diagram is shown on a light-colored floor surface. The coordinate system and points are the same as in the original image.</p>	<p style="text-align: center;">跪著貼地</p>  <p>The ear diagram is shown on a light-colored floor surface, similar to the 'lying on floor' condition.</p>
<p style="text-align: center;">上身趴在桌面上</p>  <p>The ear diagram is shown on a light-colored table surface.</p>	<p style="text-align: center;">側身貼牆</p>  <p>The ear diagram is shown against a light-colored wall surface.</p>

▲表十一、直角坐標測量體系的分析結果

(三)方形標尺測量體系

<p style="text-align: center;">耳朵原圖</p> 	
<p style="text-align: center;">趴在地上</p> 	<p style="text-align: center;">跪著貼地</p> 
<p style="text-align: center;">上身趴在桌面上</p> 	<p style="text-align: center;">側身貼牆</p> 

▲表十二、方形標尺測量體系的分析結果

由耳紋特徵測量體系的分析結果(表十)可以觀察到「側身貼牆」的結果在特徵點 1 與耳朵原圖比對有明顯的偏移，在其他不同姿勢之下所印的耳紋則外部輪廓大致上可以對到耳朵原圖的分析，但是在「上身趴在桌面上」的第 4 和第 8 特徵點界不明顯。

直角坐標測量體系的分析結果如表十一，各姿勢耳紋關鍵測量幾何角度如表十三：

	$\angle OAB$	$\angle ABC$	$\angle OBC$	$\angle OCA$	$\angle CAO$
耳朵原圖	27°	66°	61°	42°	66°
側身貼牆	32°	60°	48	52	52
趴在地上	29°	64°	62°	48°	60°
跪著貼地	35°	59°	49°	48°	60°
上身趴在桌面上	22°	69°	55°	48°	60°

▲表十三、直角坐標測量體系的幾何角度

由表十三可以比對出一個型變程度較高的位置： $\angle OBC$ ，其他地方則有不同程度的型變，型變量最大的為「側身貼牆」。

由方形標尺測量體系的分析結果(表十二)可以發現，比對耳朵原圖，可以找到 13 個特徵點(✖)，而比對不同的姿勢相符的特徵點(✕)，可以觀察到「趴在地上」可以比對出 4 個相同特徵點，「跪著貼地」可以比對出 5 個特徵點，「上身趴在桌面上」可以比對出 6 個特徵點，「側身貼牆」可以比對出 8 個特徵點。

伍、討論

一、不同粉末的採集效率

由實驗可以發現 2B 鉛筆最容易磨成粉末，粉末也最細緻，而 B 其次，HB 筆芯最難磨成粉，我們推測可能是因為鉛筆的筆芯是將石墨和黏土混合後燒製出來的，而 2B 筆芯中所含的石墨比例最高，所以硬度較低較好磨，而 HB 黏土較多，硬度因而較高，所以較難磨。未來，我們希望能夠用篩子來讓碳粉過篩，這樣比較可以固定粉末的大小，以進一步驗證顆粒大小與跡證採集效率的關係。

由實驗我們可以發現 2B 粉末採集指紋顏色最深，B 其次，HB 最淡；而在耳紋採集上面三者深淺度差異不大，所以最終我們所有的實驗是以最容易磨粉，採集效果佳的 2B 粉末來採集生物跡證。

二、影響跡證採集的因素

在比較不同清潔方式對指紋採集的影響時，我們可以發現洗手乳的清潔效果最好，95%酒精其次，清水次之，而 75%酒精的清潔效果最差。我們本來預期因為油不溶於水，所以水的清潔效果應該會最差，但是實驗發現 75%的酒精明明應該可以溶解油，但是卻效果最差，這讓我們感到很意外，未來想在收集更多樣本來探究這個問題。

而在進行不同生理狀態如流汗前後對跡證採集的影響時，我們可以發現運動後的各個生物跡證都比運動前的更深，但是是否與我們的跡證收集是用白紙，而白紙在因汗水變濕後更容易吸附筆芯粉末有關，則需要進一步探討，未來我們會在其他材質的客體上留下運動前後的生物痕跡在採集跡證做相關探究。

此外我們也比較不同環境與時間交互作用的影響，我們觀察到在室外環境貼膠木質門上所留下的生物跡證會明顯隨著時間的推移而變得難以採集，特別是在指紋採集的部分，唇紋則較少受到影響，耳紋次之。我們思考是否是因為手指、耳朵、嘴唇上所分泌的物質成分不同，才導致指紋比起其他兩個生物跡證更容易隨時間推移而消失，目前尚無查到相關資料佐證我們的想法。但是綜合比較表五~表九，我們可以得到的結論是：在室外環境的生物跡證會隨著時間變得更加難以採集，推測是受到戶外環境，包括溫度和濕度的變化較大，導致遺留的分泌物成分改變或遺失，而使得生物痕跡隨時間變得無法採集。

三、耳紋分析

我們發現不同的體系各有個的優缺點，但是我們認為最方便人為比對的是直角坐標測量體系，因為在這個體系中主要是在比對耳輪的前上部特徵，這個部分是最容易留下特徵的部分，使我們可以輕易地找到相對應的幾何角度，區分出不同人的耳紋；而耳紋特徵測量體系

在辨識耳紋的過程中需先找到耳輪起點作為中心點，這很容易導致出現誤差，因為一旦中心點的確定有差異，就會影響到其他特徵點的比較，而就我們採集耳紋的結果，平面客體上捺印出的耳紋經常找不到明確的中心點，因此此一體系較不容易應用。最後是方形測量標尺體系，透過建立好的方型測量標尺來進行耳紋的比對，但是需要先將 A 點與耳輪上端頂點重合，與耳紋特徵測量體系有類似的問題，若是 A 點比對時有誤差，也會影響到之後的耳紋特徵認定結果，不過目前已知可以透過電腦結合此一體系做應用，那就會比人工比對的準確性更高，能克服 A 點判斷誤差的問題。

陸、結論

透過我們以上的實驗，我們覺得人工分析耳紋最好的體系應該是直角坐標測量體系，因為它所有要找的特徵點基本上是比较容易在採集到的耳紋上被找到的，不像耳紋特徵測量體系，有幾個特徵點的界線用人工判讀時在是非常吃力，我們很期待方型標尺測量體系在結合電腦程式後的應用，未來想往這方面更深入的探究。

透過這次研究我們了解到更多關於人耳構造和個體差異的知識，讓我們不禁想如果我們的手機上有辨識耳紋的程式，就可以辨別出本人的耳紋，除了可以快速接電話，也可以設置只有本人可以聽取通話內容，想必是很有趣的發展。而我們的實驗中雖然沒有對唇紋做過多的探討，不過我們有查到資料顯示唇紋也是有個體差異性的，未來我們想進一部探討唇紋的分析方式，那就可以解決一個問題：在車禍事故發生時，安全氣囊爆開時強大的衝擊可能會留下唇紋，如果可以進行比對找出駕駛那就可以解決「幽靈駕駛」之類的事件。

柒、參考文獻資料

1. 中華民國第 49 屆中小學科學展覽會：犯罪現場-指紋的秘密
2. 中華民國第 57 屆中小學科學展覽會：真相只有一個-不同環境指紋檢測方法比較與寧海德林法最佳化探討
3. 董凱(2011)。耳紋痕跡的同一認定 中國司法鑑定 2011 年 第 6 期。
4. 指紋辨識弱掉了！7 種你無法想像的未來生物辨識技術。取自：
<https://www.gvm.com.tw/article/28137>
5. 每個耳朵都是唯一，Amazon 申請「耳紋識別」專利。取自：
<https://www.techbang.com/posts/24509-each-ear-is-unique-amazon-applied-for-ear-print-recognition-patent>

【評語】 032902

本研究比較指紋、耳紋、唇紋在刑事鑑定中，探討在不同因素的影響及採集效率的分析，透過找尋合適的筆芯磨成碳粉來進行顯影，以文獻如直角標測量體系和方形標尺測量體系等…建立分析方法，研究設計簡單明瞭，變因明確，但應用恐受限。作品針對耳紋分析的部分，因耳朵結構有許多個體上的差異，且在樣品分析上，較缺乏相關研究背景整理與理論基礎闡述。建議應建立更多樣本及情況以確認研究結果，並比較差異性，在數據上有較多的佐證及說服力。

作品海報

有所耳「紋」

——探討不同耳紋分析體系的優缺點



摘要

已知常見具有個體差異性的生物痕跡有指紋、耳紋、唇紋，我們用了生活中常見容易取得材料—筆芯，進行粉墨法來收集這些生物跡證，除了模擬罪犯在行竊中可能會發生的狀況，我們也將耳紋痕跡與手機接電話時快速解鎖之應用做連結，我們發現了：(1)手部進行一些清潔後在短時間內不易留下指紋、(2)模擬人類緊張或運動時容易分泌汗液，此時在玻璃材質上更易留下生物跡證，但在貼膠木門上則更為不易、(3)在不同客體上所留下之生物痕跡容易隨時間推移而破壞，其中指紋的破壞最為明顯，耳紋次之，唇紋所受之影響最小，最後(4)已知有15%的犯罪現場中會留下耳紋，我們參考了董凱等人在2011年發表的「耳紋痕跡的同一認定」中所整理的三種耳紋分系體系—耳紋特徵測量體系、直角坐標測量體系和方形標尺測量體系，分析不同姿勢所留下的耳紋其形變量及識別難易，並嘗試探討這些耳紋的分析體系應用於手機解鎖的可能性。

壹、研究動機

在犯案現場裡，鑑識科的人員在尋找犯人是誰的工作上扮演著十分重要的角色，他們會透過一些方法來辨識犯人，其中採集指紋就是一個常見的方式。但是犯人只要戴上手套，就可以防止留下指紋了，這樣一來就沒辦法證明誰是兇手了。所以我們就從網路上找其他身體可以辨識的部位，其中有一個讓我們最感興趣的就是耳紋辨識。人類的耳朵雖然不像指紋一樣每個人有不同的乳突紋線，但是具有一些明顯的形態特徵，如圖一所示，而且與指紋一樣具有個體差異性，在人的一生當中也不容易出現明顯變化。因此我們就想要來探討現有不同分析體系的可行性與優缺點，並模擬真實情境中，我們推測犯人可能會把耳朵貼在窗戶內外、門的內外和桌上來竊聽，我們想知道在這些不同材質的客體上留下的耳紋是否會有所差異，我們還有探討這些生物跡證是否會隨這時間的流逝而變得比較難採集。



▲圖一

貳、研究過程或方法

有所「耳紋」



參、研究設備與器材

2B筆芯、B筆芯、HB筆芯、研鉢和杵、掏耳棒(作為軟毛刷將碳粉沾於有生物痕跡的客體上)、洗手乳、75%酒精、95%酒精、白紙、N95口罩。

肆、研究結果

一、測試粉末採集效率，選定粉末材料

(一)筆芯粉末分析

我們廢物利用，收集筆芯在自動鉛筆使用到最後的較短部分，作為我們生物跡證採集的粉末材料，我們首先測試哪種筆芯最容易磨成粉末，結果如表一。

		HB	B	2B
圖 示	10 秒			
	20 秒			
	30 秒			
	40 秒			

▲表一、以複式顯微鏡觀察粉末採集結果

2B筆芯最好磨，在研磨20秒後就在顯微鏡下呈現細緻的粉末；B筆芯到40秒時還是看的到一部份非粉末的長條狀碎片；HB筆芯直至40秒的時候還是呈現明顯條狀。

(二)跡證採集清晰程度

為進一步了解粉末與生物跡證採集清晰程度之關係，我們收集研磨細緻後的粉末進行跡證採集，並比較採集樣本在指紋乳突紋線及耳紋特徵的清晰程度，結果如表二。

		HB	B	2B
指 紋				

▲表二、不同粉末採集跡證的清晰程度

用2B筆芯粉末採集到的指紋顏色最深，三者都可呈現出指紋特有清晰的乳突紋線；耳紋部分除HB採集結果顏色較淺，並無明顯差異。綜合比較表一與表二，我們選擇2B作為接下來做跡證採集的材料。

二、探究不同生物跡證採集的特性

(一)易受不同清潔方式影響之特性

犯人可能會在作案前、後清潔手部，因此我們選用生活中常見的清潔方式，比較在使用不同清潔方式清潔後留下指紋的可能性，結果如表三。

	清潔前	不同清潔方式			
		清水	洗手乳	75%酒精	95%酒精
0 分					
10 分					
30 分					
60 分					

▲表三、不同清潔方式的指紋採集結果

我們發現使用洗手乳的清潔力最強，清潔完畢馬上捺印並採集幾乎是採集不到指紋的，直至一小時過後指紋仍是非常不清晰，無法比對出明顯的乳突紋線。而95%酒精的清潔效力居於第二，在約經過30分後可看到稍微明顯的指紋。使用一般清水清潔後馬上捺印指紋還是可以看到可以比對特徵的乳突紋線，並且隨著時間推移越來越清晰。而75%酒精的清潔效果最不顯著。

(二)不同生理狀態—運動前後

犯人可能因為心理因素(緊張、害怕)或者生理因素(逃跑、大動作運動)導致出汗，我們想了解出汗是否會影響到生物跡證，因此我們比較了運動前後的生物跡證採集結果，如表四。

	指紋	耳紋	唇紋
運動前			
運動後			

▲表四、運動前後的紋路差異

在運動過後，在紙上按壓採集的生物跡證都比運動前深，特別是在指紋的部分，指紋主要有兩個部分乳突紋線變得更加明顯(紅色框線標記)；耳紋部分則是採集到更加完整的耳輪線條。

(三)不同環境與時間交互作用的影響

為了解在不同的環境(室外、室內)、不同的客體上所留下的生物跡證，是否會隨著時間的推移而受到破壞，影響採集難易，我們在不同的環境中留下生物跡證，每隔24小時採集一次，實驗一共進行96小時，結果如表五~表九。

1. 室內環境木質地板

木頭	放0小時	放24小時	放48小時	放72小時	放96小時
指紋					
耳紋					
唇紋					

▲表五、木質地板上不同取樣時間的生物跡證

2. 室內環境窗戶玻璃上

窗內	放0小時	放24小時	放48小時	放72小時	放96小時
指紋					
耳紋					
唇紋					

▲表六、窗內不同取樣時間的生物跡證

3. 室外環境窗戶玻璃上

窗外	放0小時	放24小時	放48小時	放72小時	放96小時
指紋					
耳紋					
唇紋					

▲表七、窗外不同取樣時間的生物跡證

4. 室內環境貼膠木質門上

門內	放0小時	放24小時	放48小時	放72小時	放96小時
指紋					
耳紋					
唇紋					

▲表八、門內不同取樣時間的生物跡證

5. 室外環境貼膠木質門上

門外	放0小時	放24小時	放48小時	放72小時	放96小時
指紋					
耳紋					
唇紋					

▲表九、門外不同取樣時間的生物跡證

由表五、表六、表八可以發現在室內環境的生物跡證不論是**指紋、耳紋或是唇紋**都可以很清晰的採集到，不易受時間因素影響，放置至96小時仍可採集到清晰的生物跡證。由表七、表九的結果可以觀察到**室外環境所留下的生物跡證更容易受環境因素破壞**，而隨時間推移而變的難以採集，在第96小時已經無法採集到明顯的耳輪特徵及完整唇紋。特別是在**室外環境貼膠木質門上(表九)**所留下的生物跡證會明顯隨著時間的推移而變得難以採集，指紋採集的部分在第24小時已無法採集到清晰指紋，耳紋在第48小時後無法採集到清晰的跡證，唇紋在第96小時只剩下淡淡的輪廓。

(四)運動後在室外環境留下之跡證採集

為更進一步運動後是否會使生物跡證變得更加清晰，我們在室外窗上及室外門上留下出汗後的生物痕跡，每隔24小時採集一次生物跡證，實驗一共進行96小時，結果如表十、表十一。

1. 運動後在室外環境窗戶玻璃上

窗外	放0小時	放24小時	放48小時	放72小時	放96小時
指紋					
耳紋					
唇紋					

▲表十、運動後窗外不同取樣時間的生物跡證

2. 運動後在室外環境貼膠木質門上

門外	放0小時	放24小時	放48小時	放72小時	放96小時
指紋					
耳紋					
唇紋					

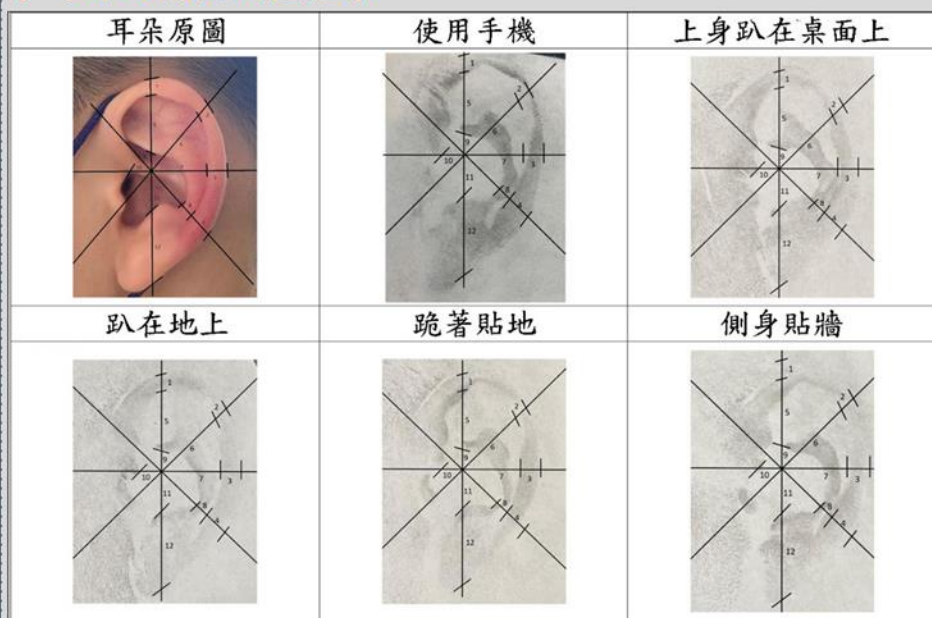
▲表十一、運動後門外不同取樣時間的生物跡證

在**室外玻璃窗上的跡證較流汗前深且清晰(表十)**，然而，出乎意料之外，**運動後在室外貼膠木質門上(表十一)**各個生物跡證反而變得更淡、更不清楚。

三、耳紋分析

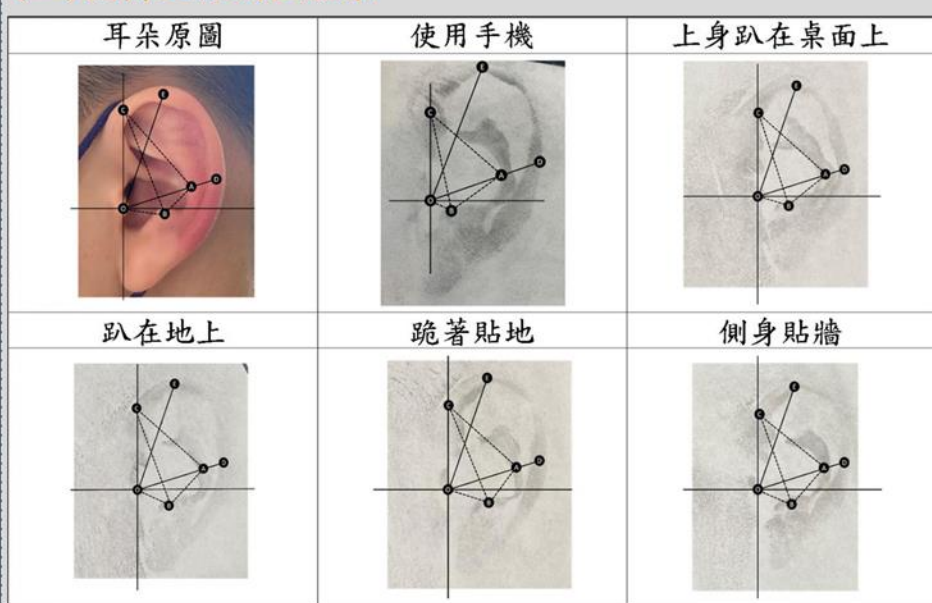
綜合上述實驗，可知耳紋相較於指紋不易受環境因素破壞，可作為犯罪現場指認犯人的另一項參考。但是耳紋會因為不同姿勢接觸客體而產生型變，變得不容易比對，我們模擬犯罪現場可能留下耳紋的姿勢，透過前人所提出的三種耳紋分析方法，來比較何種分析體系較能辨識重要特徵，並探究其應用在手機耳紋識別解鎖的可能性。結果如表十二~十五。

(一)耳紋特徵測量體系



▲表十二、耳紋特徵測量體系的分析結果

(二)直角坐標測量體系

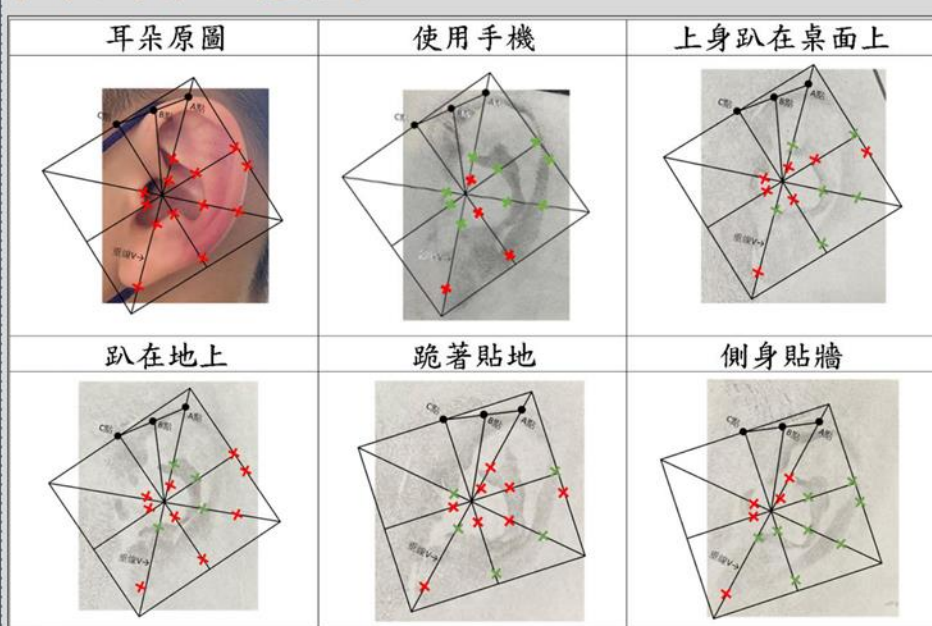


▲表十三、直角坐標測量體系的分析結果

	∠OAB	∠ABC	∠OBC	∠OCA	∠CAO
耳朵原圖	27°	66°	61°	42°	66°
使用手機	16°	65°	52°	47°	63°
上身趴在桌面上	22°	69°	55°	48°	60°
趴在地上	29°	64°	62°	48°	60°
跪著貼地	35°	59°	49°	48°	60°
側身貼牆	32°	60°	48°	52°	52°

▲表十四、直角坐標測量體系的幾何角度

(三)方形標尺測量體系



▲表十五、方形標尺測量體系的分析結果

由耳紋特徵測量體系的分析結果(表十二)可以觀察到「側身貼牆」的結果在特徵點1與耳朵原圖比對有明顯的偏移，除此之外，與在其他不同姿勢之下所印的耳紋都大致可以對應到耳朵原圖的分析。

測量直角坐標體系分析結果(表十三)中的幾個重要角度(表十四)可以比對出一個型變程度較高的位置：∠OBC，其他地方則有不同程度的形變，各角度型變量最大的為「側身貼牆」，辨識度最低。

由方形標尺測量體系的分析結果(表十五)可以發現，比對耳朵原圖，共可以找到13個特徵點(✖)，而比對不同的姿勢相符的特徵點(✔)，可以觀察「側身貼牆」可以比對出8個特徵點，相較於前兩個體系，辨識度較高。

我們推測「側身貼牆」這個姿勢在直角坐標測量體系及方形標尺測量體系分析之結果完全相反的原因可能是這三種耳紋分析體系在分析耳紋時界定的基礎點及主要分析部位不同，直角坐標測量體系著重分析耳紋的上半部，方形標尺測量體系著重分析耳紋的下半部，而「側身貼牆」此一姿勢是下半耳先靠牆上半耳才貼上牆壁，因此下半耳的變形程度較小。

伍、討論

一、不同生物痕跡的基本特性

在比較不同清潔方式對指紋採集的影響時，實驗結果與我們原先預期不同，我們發現洗手乳清潔後最不容易留下指紋，接著依序為95%酒精、清水、75%酒精。原先我們是認為油不溶於水，所以水清潔後留下的指紋會比75%的酒精清潔後還明顯，但結果卻不如我們的假設，因此未來想再收集更多樣本來探究這個問題。但我們也得到一個結論：手部經過適當清潔將不易留下指紋，如此便增加指紋採集的難易，也使蒐集其他生物跡證變得更加重要。

而在進行不同生理狀態，如流汗前後，對跡證採集的影響時，我們可以發現運動後的各個生物跡證都比運動前的更深，這是因為汗腺分泌更多汗液造成，在白紙上的初步探究及在室外玻璃窗上的結果都是如此，在室外玻璃窗戶上的結果更顯示流汗過的生物跡證較不易受環境因素破壞。然而出乎意料之外，流汗後在室外貼膠木門上留下的生物跡證雖由肉眼可以觀察到淡淡的生物痕跡，卻無法用碳粉粉末法採集到，這說明不同材質的客體所適用採集跡證的方式不同，未來應多加探討。

此外，我們也比較生物痕跡在不同材質的客體與時間交互作用的影響，我們觀察到在室外環境貼膠木質門上留下的生物跡證會明顯隨著時間的推移而變得難以採集，特別是在指紋採集的部分，唇紋則較少受到影響，耳紋次之。我們思考是否是因為手指、耳朵、嘴唇上所分泌的物質成分不同，才導致指紋比起其他兩個生物跡證更容易隨時間推移而消失，目前尚無查到相關資料佐證我們的想法但是綜合比較表五~表十一，我們可以得到的結論是：在室外環境的生物跡證會隨著時間變得更加難以採集，推測是受到戶外環境，包括溫度和濕度的變化較大，導致遺留的分泌物成分改變或遺失，而使得生物痕跡隨時間變得無法採集。

二、耳紋分析

指紋、耳紋、唇紋都是在犯罪現場可能留下的生物痕跡，關於指紋、唇紋的部分已有許多討論，但耳紋的討論則較少見，原因是目前對於耳紋痕跡同一認定還沒有共識研究者們仍處於獨立探索和相互討論之中，我們依據所查到的三個分系體系來分析不同姿勢下留下的耳紋，我們有一些初步的想法：

(一)三個體系各有優缺點

1. 耳紋特徵測量體系在辨識耳紋的過程中需先找到耳輪起點作為中心點，接著便可比對全耳的特徵，但是一旦中心點的確定有差異，就會影響到其他特徵點的比較，而就我們採集耳紋的結果，平面客體上捺印出的耳紋經常找不到明確的耳輪起點作為中心點，因此此一體系較不容易應用。

2. 直角坐標測量體系主要是在比對耳輪的前上部特徵，據我們觀察這部分也是最容易留下特徵的部分，使我們較容易找到相對應的幾何角度，雖說同一人不同姿勢測量出的角度會有差異，但我們在網路上查詢八種不同類型的耳朵，可以發現不同人的幾何角度差異更大(表十六)。

	∠OAB	∠ABC	∠OBC	∠OCA	∠CAO
研究者 A (本篇科展研究主要受試者)	27°	66°	61°	42°	66°
研究者 B	30°	57°	37°	45°	62°
方形耳	8°	91°	83°	29°	82°
尖耳	17°	66°	60°	40°	70°
細長耳	25°	55°	53°	30°	81°
貼面耳	12°	65°	57°	34°	76°
招風耳	25°	55°	30°	34°	77°
無耳垂	20°	72°	27°	29°	83°
耳骨突出	13°	63°	60°	35°	76°
耳垂厚實飽滿耳朵分離	30°	45°	30°	28°	83°

▲表十六、不同人耳朵原圖直角坐標測量體系的幾何角度

3. 方形測量標尺體系，是透過建立好的方型測量標尺來進行耳紋的比對，但是需要將A點與耳輪上端頂點重合，而若是A點比對時有誤差，也會影響到之後的耳紋特徵認定結果，不過目前已知可以透過電腦結合此一體系做應用那就會比人工比對的準確性更高，能克服A點判斷誤差的問題。

(二)耳紋分析應用於手機解鎖之初探

由表十二、表十三、表十五「使用手機」狀態採集到的耳紋分析結果顯示耳朵上半部的輪廓形變量較小，這與我們接聽電話時是上半部耳朵先貼上手機有關，從表十四之結果可以看到隨著對耳屏相對位置的改變，∠OAB的形變量會變大，因此我們認為要增加解鎖識別率應針對耳朵前上部特徵，應用直角坐標分析體系為佳。

陸、結論

透過這次研究我們了解到更多關於人耳構造和個體差異的知識，讓我們不禁想如果我們的手機上有辨識耳紋的程式，就可以辨別出本人的耳紋，除了可以快速接電話，也可以設置只有本人可以聽取通話內容，想必是很有趣的發展。