

中華民國 第 49 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

030801

犯罪現場-指紋的秘密

學校名稱：基隆市立銘傳國民中學

作者： 國二 江和育 國二 林睿菁	指導老師： 林玉婉
-------------------------	--------------

關鍵詞：指紋

犯罪現場—指紋的秘密

摘要

本實驗是針對不同物件上的指紋所進行的研究。主要以粉末法與硝酸銀法、碘燻法呈現不同材質上的指紋，並將指紋置於不同環境中，觀察指紋殘留時間長短，結果發現物件材質會影響指紋的殘留時間；另外，我們也收集了不同年齡層與性別的指紋，觀察指紋呈現情形與殘留時間長短，結果發現年齡對指紋的呈現與否影響很大，這應該是年齡影響指紋上分泌物多寡所造成的結果。此外，我們發現布料上的指紋極難呈現。

壹、 研究動機：

平常在電視上看到一枚小小的指紋往往是警方破案的關鍵，不禁讓我們產生了濃厚的興趣。在上生物課「人類的遺傳」時，老師說每個人的指紋都是不一樣的，就算是同卵雙胞胎，指紋也都不相同，這樣一來，指紋就可以成爲辨識個人身分的最佳工具，這是個完全不能偽造的「身份證」，想不到，這不起眼的東西居然有那麼大的功用，那就值得好好的研究一下了。

在電視上我們可看到警方用軟毛刷沾上碳粉刷在有指紋的地方，使指紋呈現出來，這不禁使我們懷疑不同的環境與方法會不會影響指紋的呈現？畢竟犯罪事件發生的環境差異頗大，對指紋的顯現應有一定的影響，所以我們決定以學校既有的設備來進行這項研究工作。

貳、 研究目的：

- 一、探討不同粉末法呈現指紋的差異。
- 二、比較玻璃瓶上指紋在不同環境下保存時間的長短。
- 三、應用不同物理方法與化學方法比較不同材質上指紋顯現的難易。
- 四、探討不同性別及年齡指紋殘留時間的差異。
- 五、比較不同材質物件上指紋殘留時間的長短。

參、 文獻探討：

指紋有下列特徵：

- 一、唯一性：世界上所有的人都有指紋，指紋中的特徵每個人都不一樣，且都有它們獨特的特徵，所以每個人的指紋都不相同。
- 二、永久不變：胎兒在母體內三個月大時，指紋就形成了，滿四個月的胎兒便已全部形成，從此以後，指紋雖隨個人的發育而成長，但紋路及形狀到死後組織腐敗分解的期間，形態都不會改變。若拿孩童時期與成年後的指紋比較，只有距離長短、紋線粗細、指紋面積的差別而已。
- 三、觸物留痕：指紋每條凸紋上都佈滿汗孔、汗腺，人的指頭一接觸到物品時，就會在該物品的表面上留下指頭分泌出來的汗液。這種分泌液除了有水分外還含有脂肪、蛋白質、尿素及其他的有機物混合，所以其黏性特強，揮發性慢，在短時間內不易消失，形成遺留指紋的紋路。
- 四、損而復生：人類手指上的皮膚具有再生能力，比其它地方的皮膚再生能力強，除非劇毒或劇烈創傷深入皮下組織，破壞了生理組織而形成疤痕外，輕微的創傷如磨破表皮、真皮等，過一段時間即會恢復原狀。其他如季節性脫皮等，除非指紋紋線全部破壞，否則疤痕外的紋路，還是有特徵可尋，況且疤痕本身也是一大特徵。
- 五、短期不滅：因爲指紋分泌物中的成分有一部分並不容易揮發，所以，指紋殘留物可以保存一段時間。至於保存時間的長短牽涉到許多因素，例如排汗的多寡、汗液成分的比例、現場環境的溫度、相對濕度、指紋存在物體的性質等。

肆、研究器材：

黑色布 牛皮紙 玻璃片 碘粒 燒杯 三腳架 玻璃瓶 硝酸銀 銅粉 鋁粉 報紙 碳粉 黑色皮革 銅質鎖頭 橡膠手套 冰箱(冷凍庫) 白紙 白色布 酒精燈 陶瓷纖維網

伍、研究方法及結果：




一、以不同粉末法呈現指紋並觀察其差異性

【步驟】

1. 請同一人在載玻片上印上指紋，分別以碳粉、鋁粉、銅粉鋪上，以軟毛刷輕輕刷除多餘粉末，觀察指紋顯現情形。
2. 重複上述步驟三次，觀察結果。

【結果】

(表一) 不同粉末法呈現指紋的差異

粉末法	碳粉(黑色)	鋁粉(白色)	銅粉(紅色)
結果			

【討論】

1. 由於指紋內水分有吸附粉末而使指紋顯現的功能，所以我們利用不同的粉末來觀察指紋呈現的情形，結果發現粉末的顆粒大小會影響其清晰度，我們使用的銅粉呈現效果最佳。(表一、圖一)



(圖一) 銅粉呈現的指紋紋路清晰

2. 粉末的顏色可增加對比效果，淡色物體使用深色粉末，深色物體使用淡色粉末，可使指紋呈現效果更清晰。
3. 使用軟毛刷刷除多餘粉末時，力道宜輕，否則易破壞指紋紋路。





二、比較玻璃瓶上指紋在不同環境下保存時間的長短

【步驟】

1. 將玻璃瓶清洗乾淨、晾乾，請同一人在玻璃瓶上印上指紋。
2. 將玻璃瓶分別放在室內（室溫）、戶外（自然環境，無遮蔽物與屋簷下兩組）、冰箱（室內低溫）、防潮箱（室內乾燥）中，間隔一小時、一日、10日、20日，以銅粉顯現指紋。
3. 觀察指紋呈現情形。
4. 拍照存證。

【結果】




（表二之一） 室內室溫（約 20°C）指紋保存情形

時間	1 小時	1 日	10 日	20 日
結果				
	指紋清晰	指紋清晰	指紋清晰	指紋略模糊




（表二之二） 室內乾燥（防潮箱中）指紋保存情形

時間	1 小時	1 日	10 日	20 日
結果				
	指紋清晰	指紋清晰	指紋清晰	指紋清晰

（表二之三） 室內低溫（冰箱中，4°C）指紋保存情形

時間	1 小時	1 日	10 日	20 日
結果				
	指紋清晰	指紋清晰	指紋清晰	指紋清晰

(表二之四) 戶外(自然環境, 無遮蔽物) 指紋保存情形

時間	1 小時	1 日	10 日	20 日
結果照片				無法顯現
	指紋清晰	無法顯現	無法顯現	

(表二之五) 戶外(自然環境, 屋簷下) 指紋保存情形

時間	1 小時	1 日	10 日	20 日
結果照片				
	指紋清晰	指紋清晰	指紋已顯模糊	無法顯現

【討論】

1. 在實驗一中我們發現銅粉呈現的指紋較清晰, 故本實驗我們皆以銅粉來呈現指紋, 比較指紋在不同環境中保存的難易。
2. 實驗結果顯示, 在戶外自然環境(無遮蔽物)中, 指紋因照射到紫外線而使紋路迅速消失, 若在雨天環境下, 保存時間更為短暫(表二之四); 若將玻璃瓶置於戶外屋簷下, 指紋的保存可持久一些(表二之五), 此點顯示, 陽光曝曬與風雨侵蝕皆會使指紋保存不易。
3. 置於室內的指紋因為環境溼度高, 且也有照射到些許陽光(因置於窗戶邊桌上), 所以在二十天後指紋已出現模糊現象。(表二之一)
4. 在乾燥箱中的指紋因環境濕度低且未照射到陽光, 故保存時間長久且紋路清晰。(表二之二)
5. 我們將玻璃瓶置於冰箱下層, 觀察保存情形, 發現低溫下的指紋也極易保存(表二之三), 此點顯示在乾燥、沒有陽光照射的環境中, 最有利於指紋的保存。
6. 我們將已用銅粉呈現的玻璃瓶保存起來, 發現可保存很久, 是一個很好的保存指紋方法。

三、應用不同物理方法與化學方法比較不同材質上指紋顯現的難易

【步驟】

A、粉末法

1. 請同一人, 在室溫下的不同材質上印上指紋。
2. 依據材質顏色深淺, 選擇不同粉末來呈現指紋, 觀察並比較指紋顯現情形。

B、碘燻法

1. 請同一人，在室溫下的不同材質上印上指紋。
2. 將材質放入裝有碘粒之燒杯內，用保鮮膜將瓶口密封，並在瓶底加熱，使碘粒昇華，觀察所顯現的指紋顏色變化（右圖）。

C、硝酸銀法

1. 請同一人，在室溫下的不同材質上印上指紋。
2. 配製硝酸銀溶液：硝酸銀 1g 溶解於 100ml 水中，需新鮮配製。
3. 在不同材質上噴上硝酸銀溶液，在陽光照射下使指紋呈現。



【結果】

(表三之一) 粉末法觀察不同材質上指紋顯現情形

材質	白色布 (銅粉)	黑色布 (銅粉)	牛皮紙 (碳粉)	白紙 (銅粉)	插座 (碳粉)	鎖頭 (碳粉)	黑色皮革 (銅粉)	報紙 (碳粉)	玻璃片 (銅粉)
結果									
	無法顯現	無法顯現	指紋模糊	指紋清晰	指紋清晰	指紋清晰	指紋清晰	指紋模糊	指紋清晰

(表三之二) 碘燻法觀察不同材質上指紋顯現情形

材質	白色布	黑色布	牛皮紙	白紙	插座	銅質鎖頭	黑色皮革	報紙	玻璃片
結果	無法顯現	無法顯現	指紋模糊		無法顯現	無法顯現	無法顯現	指紋模糊	無法顯現
				指紋清晰					

(表三之三) 硝酸銀法觀察不同材質上指紋顯現情形

材質	白色布	黑色布	牛皮紙	白紙	插座	銅質鎖頭	黑色皮革	報紙	玻璃片
結果	無法顯現	無法顯現			無法顯現	無法顯現	無法顯現		無法顯現
			指紋清晰	指紋清晰				指紋清晰	

【討論】

1. 由上述實驗我們發現，一般的布料、粗糙平面上的指紋很難呈現，而不同材質的紙張則以硝酸銀法呈現效果最佳。

2. 非吸水性的光滑面（如玻璃、插座等）以粉末法效果最好，碘燻法和硝酸銀法較適用於紙張指紋的呈現。

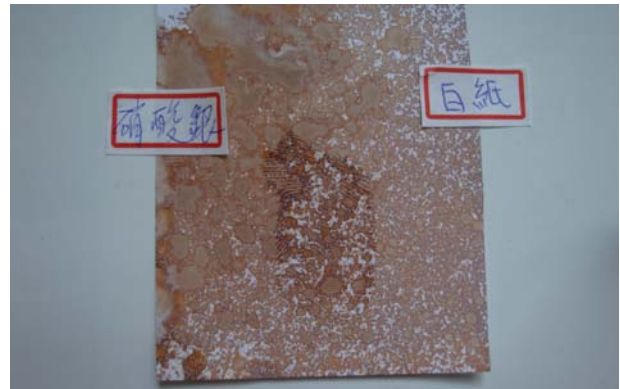
3. 碘燻法是將碘粒置於一個密閉的空間，加熱使碘產生昇華作用，利用碘蒸氣吸附在脂質上的反應，使指紋變成棕色而呈現，但此法所呈現的指紋只在短時間內呈現，材質表面很快的被碘燻成深紫色而無法辨識。（右圖，紙上開始出現深紫色）



4. 硝酸銀法是利用硝酸銀會與指紋殘留之氯化鈉產生反應，在紫外線照射下析出銀而呈現黑色的原理來讓指紋呈現，我們發現效果較好，且指紋可存在較久。其反應式如下： $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$ 。



5. 實驗中我們發現，紙張的吸水能力影響了硝酸銀的呈現效果，如果紙張能迅速吸收硝酸銀溶液，則呈現的指紋最清晰（如報紙，右圖）；反之，則指紋易成斷續狀而不完整（如影印用白紙，圖二）。



（圖二）以硝酸銀溶液呈現白紙上指紋（影印用白紙）

6. 牛皮紙上的指紋需放置隔夜，才能清楚呈現，所需時間較久。（圖三）



（圖三）以硝酸銀溶液呈現牛皮紙上指紋

7. 我們發現布料上的指紋極難呈現，查詢相關資料後，發現近年來有「多波域光源(Alternative Light Source, ALS)」顯示法，利用特殊波長的可見光光源照射某些特殊證物，被照射的

證物檢體會發射出波長較長且肉眼可見的螢光，鑑識人員再利用適當之濾光鏡（片），進行物證檢視或拍照的工作來採集指紋。

8. 本實驗顯示，不同材質的物件要選擇合適的方法來呈現，如此採集到的指紋才有應用價值。
9. 為方便研究不同年齡與性別指紋保存的難易，我們選擇以硝酸銀法呈現報紙上的指紋來做研究。

四、不同性別及年齡，在報紙上印上指紋，觀察其呈現狀況

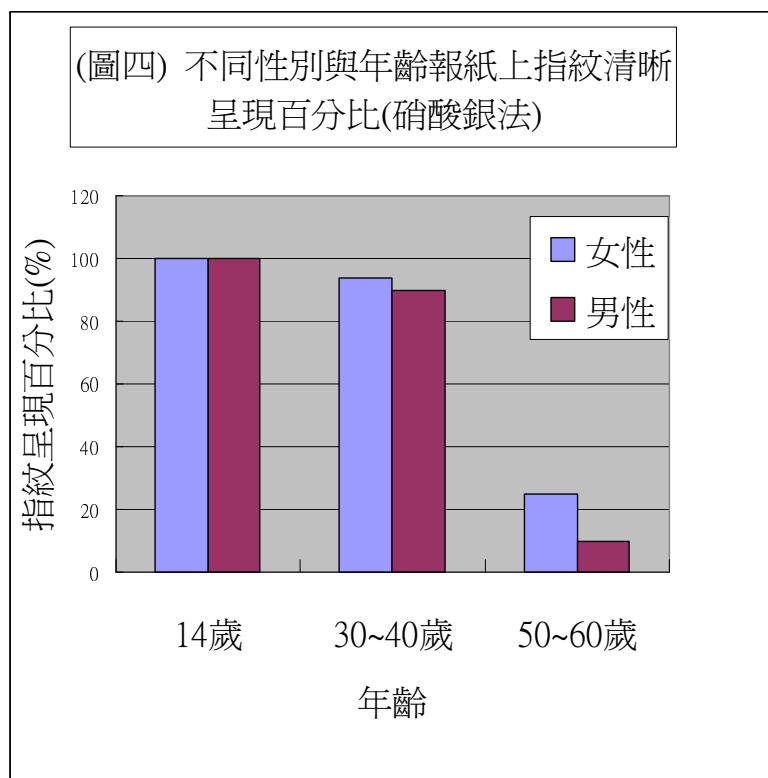
【步驟】

1. 請不同性別及年齡的受試者各 20 人，在報紙上印上指紋，將報紙分別放置一天、十天、三十天（置於抽屜中）。
2. 配製硝酸銀溶液：硝酸銀 1g 溶解於 100ml 水中，需新鮮配製。
3. 在報紙上噴上硝酸銀溶液，在陽光照射下使指紋呈現。
4. 觀察指紋顯現情形。
5. 拍照存證。

【結果】

（表四）不同年齡性別指紋顯現情形（於報紙上以硝酸銀法顯現）

年齡與性別	14 歲女性	30~40 歲女性	50~60 歲女性	14 歲男性	30~40 歲男性	50~60 歲男性
一天後	指紋清晰	指紋清晰	指紋清晰	指紋清晰	指紋清晰	指紋模糊
十天後	指紋清晰	指紋清晰	指紋模糊	指紋清晰	指紋模糊	指紋消失
三十天後	指紋模糊	指紋模糊	指紋消失	指紋模糊	指紋消失	指紋消失



【討論】

1. 我們跑遍校內外請同學與老師在報紙上印指紋，再以硝酸銀法呈現，結果發現年齡超過 50 歲以上的男性指紋很難呈現，我們請許多人按指紋皆是如此，且年齡愈大有愈難呈現的現象。由圖四結果可知，將不同年齡層指紋立即呈現後，50 歲以上人士清晰呈現的百分率最低。這和指紋上分泌物的多寡應有很大的關係，年齡愈大，分泌物量較少，使指紋不易呈現，而年輕人的指紋呈現效果最明顯（圖五）。



（圖五）30 歲男性五指指紋清晰可見

2. 我們請 50 歲以上的男子在玻璃瓶上印上指紋，結果也是很難呈現，顯示年齡對指紋的存在影響頗大。
3. 女性指紋呈現的效果都不錯（圖六），但在放置三十天後，指紋已不易清晰呈現（圖七），爲了研究方便，我們選擇同一位女性來觀察報紙上指紋在不同環境下的保存情形。
4. 實驗中我們發現硝酸銀法呈現的指紋與報紙放置時間愈久顏色有愈深現象。



（圖六）14 歲(左)與 40 歲(右)女性指紋清晰可見



（圖七）30 歲女性指紋在抽屜中放置三十天後已模糊難辨


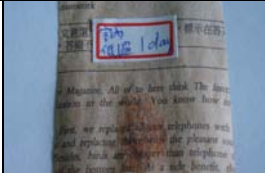

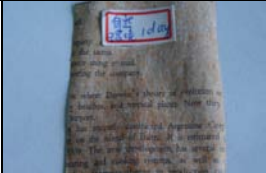
五、報紙上指紋在不同環境下保存時間長短之研究

【步驟】





1. 請同一位女性（30 歲），在報紙上印上指紋，將報紙分別放在室內（室溫）、戶外（自然環境，無遮蔽物）、冰箱、防潮箱中，間隔 1 天、10 天、30 天。
2. 配製硝酸銀溶液：硝酸銀 1g 溶解於 100ml 水中，需新鮮配製。
3. 在報紙上噴上硝酸銀溶液，在陽光照射下使指紋呈現。
4. 重複上述步驟 3 次，觀察指紋顯現情形。
5. 拍照存證

【結果】





（表五之一）報紙上指紋在不同環境下一天後呈現之結果

環境	室內室溫	冰箱 (室內低溫)	防潮箱 (室內乾燥)	自然環境
結果	 指紋模糊	 指紋清晰	 指紋清晰	 指紋消失

（表五之二）報紙上指紋在不同環境下十天後呈現之結果

環境	室內室溫	冰箱 (室內低溫)	防潮箱 (室內乾燥)	自然環境
結果	 指紋消失	 指紋清晰	 指紋清晰	 指紋消失

（表五之三）報紙上指紋在不同環境下三十天後呈現之結果

環境	室內室溫	冰箱 (室內低溫)	防潮箱 (室內乾燥)	自然環境
結果	 指紋消失	 紋路變淡仍清晰	 指紋很模糊	 指紋消失

【討論】





1. 放在自然環境中的報紙因為直接受到陽光照射，指紋迅速消失，而報紙顏色也變黃；放在室內的報紙因為日光從窗戶部分射入，使指紋不易保存；由此可知，紫外線對於指紋的保存與否影響極大。
2. 在乾燥且不受陽光照射的環境中，指紋存在時間較久，此項結果和玻璃瓶上指紋的保存情形相同。
3. 本實驗結果顯示，將報紙置於冰箱的低溫中，保存時間最久，放置 30 天後，紋路雖變淡，但仍可辨識。(表五之三)
4. 已用硝酸銀呈現指紋的報紙需立即以膠帶密封，否則顏色會愈來愈深。

六、比較不同材質物件上指紋保存時間的長短

【步驟】

1. 請同一位女性（30 歲），在報紙、玻璃瓶上印上指紋，將其分別放在冰箱、防潮箱中，間隔 65 天。
2. 配製硝酸銀溶液：硝酸銀 1g 溶解於 100ml 水中，需新鮮配製。
3. 在報紙上噴上硝酸銀溶液，在陽光照射下使指紋呈現。
4. 在玻璃瓶上鋪上銅粉使指紋呈現。
5. 重複上述步驟 3 次，觀察指紋顯現情形。
6. 拍照存證。

【結果】 (表六) 不同材質物件上指紋保存情形

材質	報紙 (冰箱中)	報紙 (防潮箱中)	玻璃瓶 (冰箱中)	玻璃瓶 (防潮箱中)
65 天後	 指紋消失	 指紋消失	 紋路變淡，少許紋路呈斷續狀	 紋路變淡，部分紋路呈斷續狀

【討論】

1. 我們本想觀察三個月以上指紋保存情形，但因為時間因素而無法進行。
2. 由實驗結果顯示，玻璃瓶上指紋在陰暗且乾燥環境中可保存長久，所以我們建議犯罪現場瓶罐類的指紋可置於冰箱中加以保存。
3. 報紙指紋不易長期保存，在乾燥陰暗的環境中無法殘留超過兩個月；我們認為這是因為報紙為吸水性材質，其上的指紋殘留物質易隨時間而消失，玻璃為非吸水性質料，指紋上物質的殘留時間可較長。
4. 實驗結果顯示，不同材質指紋殘留時間有很大的差異，而為了延長指紋殘留的時間，

將物件置於冰箱中是一可行辦法。

陸、結論：

- 1、粉末法適用於非吸水性且光滑的材質表面，選擇不同顏色粉末增加對比效果，可使指紋更清晰呈現；粉末愈細，呈現的紋路愈清晰。
- 2、觀察不同物件上的指紋，可發現陽光曝曬和風雨侵蝕皆使指紋保存不易，所以應避免日光照射且使環境乾燥，才能使指紋保存時間較久。
- 3、觀察實驗二與實驗五的結果，我們發現將印有指紋的物件放置在冰箱中，是最有利於指紋保存的方法。
- 4、不同材質物件的指紋應選用不同方法來呈現，如此可使指紋採集的工作更為順利。本實驗顯示，非吸水性光滑面適合用粉末法，紙張適合用硝酸銀法，而布料上的指紋呈現難度最高。
- 5、指紋消失狀況與年齡有相關性，年齡愈大，指紋遺留物所含分泌物質較少，較易揮發而消失。
- 6、不同材質指紋殘留時間有很大的差異，為了延長指紋殘留的時間，將物件置於冰箱中是一可行方法。
- 7、指紋呈現法另有寧海德林法（Ninhydrin）可呈現紙張上指紋，三秒膠法可呈現皮膚上指紋（難度較高），故開發新的靈敏度高的指紋呈現法實在是一重要工作。

柒、展望：

經由上述的研究，我們發現指紋的採集並不是十分容易，受到各種材質狀況的影響甚大，這也難怪呀！今日社會上有許多破不了的懸案了。

在現今微物科學中，針對以往指紋收集的不易，近來發展出 DNA 檢測法，這種方法可以以一滴血、一根頭髮或一些體液即可分辨出嫌犯 DNA 特徵，使犯罪嫌疑人無所遁形，且其靈敏度非常高，可以將微乎其微的現場證物（如：一根頭髮所含的 DNA）放大一百萬倍，使刑事偵辦工作得到非常大的助益，而這也是我們極有興趣了解的研究主題，根據我們拜訪有關單位的結果，知道台大醫院即有分析 DNA 的儀器設備，且十分的歡迎我們的拜訪，所以本組成員的研究方向，將進一步探討 DNA 這種微物證據的重要性，以期使一般大眾更了解『法網恢恢、疏而不漏』的道理，不論是多精明的犯罪行爲，都將是無所遁形的。

捌、參考資料：

1. 指紋探證與實務 程曉桂著
2. 手紋與人體科學 林朗暉 林桐封著
3. 第三十九屆中小學科學展覽會優勝作品專輯（國中組） 陳文章 發行
4. 千禧科學的彩虹 李進勇 發行
5. <http://www.bio.ncue.edu.tw/bioadu/sampledu/sci-a>
6. 刑事鑑識學 駱宜安著

7. 指紋辨識 許文星著
8. 洩漏天機的指紋 程樹德著
9. <http://www.ncku.edu.tw/~medicine/wwwboard/messages/377.html>
10. 中華文學百科全書 中視文化 發行
11. 幼獅百科全書 幼獅文學出版社 發行
12. 活用化學 2 (化學篇) 博益出版社 發行
13. 讓指紋成爲你的 Password 黃瓊瑩著
14. 指紋電腦辨認 陽春富著
15. http://content.edu.tw/primary/fallowship/tn_nt/group02/m5/m5f.htm
16. 潛伏指紋的顯現方法 李昌鈺著
17. 內政部警政署刑事警察局網站

【評語】 030801

實驗數據測量不足，惟對實驗數據之解釋可再加強，例如年紀大小與呈現效果之關係，是否與力道相關？或與其分泌物之成分相關。