

114 年 「獎勵研究物證科學績優學生」 獲獎論文摘要



本基金會為提升對於物證科學之學術研究水準、提昇國際競爭力，特訂定「財團法人李昌鈺博士物證科學教育基金會物證科學學術論文發表獎助要點」。

本要點獎助對象為中央警察大學、臺灣警察專科學校教職員生及各級政府鑑識機關實務工作者。學術論文必須與物證科學相關之研究，並發表於SCI、SSCI、EI及AHCI收錄期刊之論文。



114年「研究物證科學績優學生」獎勵名單

項	申請人姓名	作者	論文名稱（英文）
1	許竣翔	許竣翔 謝幸媚 蔡麗琴	土壤細菌總基因體分析於刑事鑑識應用之研究
2	徐志翔	徐志翔 饒見有 洪鵬傑	以電腦輔助軟體進行血源區重建之初探與實證研究
3	郭哲瑋	郭哲瑋 張良帆 簡孟輝 蕭宇廷 楊勝智 陳俊傑	手持噴印設備製作 模擬指痕之初探
4	吳昀軒	吳昀軒 金昆運 楊勝智 陳俊傑	碳量子點複合粉末於潛伏指紋顯現之探討
5	邱莆翔	邱莆翔 宋泓蓓 陳錦民 彭莉娟 孫德娟 陳俊傑	泡汙水、掩砂土條件下粉末懸浮液法顯現指紋之探討
6	柯虹瑩	柯虹瑩 孟憲輝	以XRF分析轉輪槍射擊殘跡 之研究
7	陳家維	陳家維 施志鴻	指紋排除比對邏輯之差異性研究： 結合眼動技術之實證分析
8	葉雅玲	葉雅玲 林韋誌 謝金霖 謝旻珈 顏宥安 李明昌 高麗姬 王勝盟	依托咪酯類似物查獲案例與潛在代謝物之探討

土壤細菌總基因體分析於刑事鑑識應用之研究

► 許竣翔、謝幸媚、蔡麗琴

摘要

土壤檢體之鑑定將有機會連結犯罪現場、嫌犯及作案工具。本研究以第三世代定序（third-generation sequencing, TGS）技術進行細菌16S rRNA之總基因體分析，以評估土壤檢體之菌群組成，分別分析桃園及台南二樣區於100公尺範圍內採集的土壤檢體，第一階段分別於兩樣區各採集6個檢體作為初步試驗，經主座標分析（principal co-ordinates analysis, PCoA）和樹狀圖（dendrogram）可成功將兩樣區之土壤檢體分群，由柱狀圖（barplot）可發現二樣區各會出現特異的優勢菌種，並由文氏圖（venn diagram）得知兩樣區土壤檢體其菌相組成應有明顯差異。第二階段為增加兩不同樣區土壤檢體之採樣點，共計52個檢體，由分析結果顯示兩樣區土壤檢體仍可呈現明顯之分群，而由熱圖（heatmap）和柱狀圖之分析結果得知二樣區仍具有其豐度較高之特異性菌群，如桃園樣區之優勢菌種為台灣假雙頭斧形菌（*Pseudolabrys taiwanensis*），而台南樣區之優勢菌種則為微枝形桿菌（*Microvirga* sp）。最後將第一階段和第二階段之土壤檢體整合後，主座標分析圖和樹狀圖之分析結果顯示各樣區之土壤檢體仍可正確歸群，顯示土壤細菌總基因體分析具有應用於土壤地理溯源之潛力。



關鍵字(詞)

第三世代定序、16S rRNA基因、土壤微生物、細菌總基因體分析

以電腦輔助軟體進行血源區重建之初探與實證研究

► 徐志翔、饒見有、洪鵬傑

摘要

血跡型態分析為重大暴力犯罪案件中常見的鑑識分析技術，其中血源區重建對於還原犯罪過程至關重要。傳統血源區重建有拉線法 (Stringing method) 等人工方式，但此方式不僅消耗大量人力及時間，亦有證物汙染之潛在風險。為解決上述問題，本研究結合攝影測量(Photogrammetry)及光達(Light Detection And Ranging; LiDAR)技術，先拍攝及掃描模擬現場之血點近景影像及現場點雲後，再以商用電腦輔助軟體FARO Zone 3D，再將上述影像及點雲資料進行套合(co-registration)，最後以FARO Zone 3D 內建之「Blood Spatter」進階分析模組，取樣並自動測量影像中之血點，產生其飛行軌跡並匯集獲得重建血源區後，評估重建之準確性。此外，本研究以本局轄內真實犯罪現場作為外部驗證，針對該案現場之噴濺血跡進行血源區重建，藉以探討此方法於實務案例運用之優勢與限制。

本研究期能利用電腦輔助軟體進行三維犯罪現場重建，建立一套具有快速、高效、精準、低汙染風險的血源區重建技術，可作為刑案現場血跡噴濺型態之數位化重建工具，提升犯罪現場重建之科學性與客觀性。最終，血源區重建結果的視覺化呈現，將有助於司法案件的證據詮釋，特別是在國民法官制度下，更可提升血跡型態分析之接受度及可信度。



關鍵字(詞)

**血跡型態分析(Bloodstain Pattern Analysis, BPA)、
血源區(Area of Origin, AO)、
攝影測量(Photogrammetry)、
光達(Light Detection And Ranging, LiDAR)、
三維犯罪現場重建(3D crime scene reconstruction)**

手持噴印設備製作模擬指痕之初探

► 郭哲瑋、張良帆、簡孟輝、蕭宇廷、楊勝智、陳俊傑

摘要

在刑事案件的調查中，指紋證據經常扮演關鍵角色，其中大多數為潛伏指痕，根據指痕殘留於材質表面的特性，分類為吸水性、半吸水性及非吸水性，顯現指紋時依據不同材質選擇相應的顯現技術，且採證人員經常捺印自身指紋作為控制樣品，然捺印過程存在變數，指紋成分亦有差異，使得控制樣品的再現性較難確保，進而影響指紋化驗結果的穩定性與可靠性。國內外的研究，有使用噴印方式製作指痕參考試紙作為客觀指紋標準品，惟以吸水性之平面紙張為主要檢體，難以涵蓋實務上其他非吸水性材質及無法以噴墨設備噴印之非平面檢體。

本文配製3種人工分泌物(胺基酸汗液、皮脂及上述兩者混合之標準溶液)，評估多種手持噴印設備(可噴圖形檔案、合適解析度及可提供適當空墨水匣等)，分別將3種人工分泌物填充至不同空墨水匣中，以手持噴印設備，於不同條件下，如平面、立體之檢體、吸水性、非吸水性表面及困難材質（如咖啡包、紅包袋），噴印1至3倍大、潛伏不可見之模擬指痕（simulate fingermark），再依檢體與模擬指痕特性選擇寧海德林、Oil Red O或粉末法加以顯現，評估使用手持噴印設備於不同檢體表面製作大小及量皆一致之模擬指痕之可行性。初步結果顯示，手持噴印搭配不同成分墨水匣，在紙張、投影片、玻璃、紙杯、寶特瓶、咖啡包及紅包袋上，成功製作出清晰之模擬指痕，手持噴印方式有助於在各種表面製作本文所配製之3種人工分泌物成分指痕標準品或參考物質，並提供改善顯現研究方法或指紋檢測效能之參考，未來更可以提供能力試驗之參考物質。



關鍵字(詞)

指紋顯現、人工分泌物、手持噴印、
模擬指痕、參考物質

碳量子點複合粉末於潛伏指紋顯現之探討

► 吳昀軒、金昆運、楊勝智、陳俊傑

摘要

潛伏指紋是刑事案件中重要的個化跡證，傳統粉末法雖操作簡便，但在深色或複雜背景上對比度不足，且螢光粉末顯現通常需要多波域光源與暗房，限制現場應用。碳量子點(Carbon Quantum Dots)為碳組成的球形奈米粒子，有優異光致發光(photoluminescence, PL)性能，能提升指紋顯現對比，碳量子點溶於水中可在365 nm激發發出藍綠色螢光，但在固態下易產生螢光淬滅現象(Aggregation-caused quenching, ACQ)及受潮結塊現象，限制其作為粉末法顯現材料的實用性。

本研究採用微波輔助合成法製備三種碳量子點複合粉末，並提出兩項改良策略：(1)將碳量子點嵌入片狀之石墨相氮化碳(Graphitic Carbon Nitride, gC₃N₄)以增加碳量子點間距、降低ACQ並提升固態螢光穩定性；(2)將碳量子點或CDs@g-C₃N₄與二氧化鈦(Titanium Dioxide, TiO₂)粉末混合以改善分散性和抗潮性。

本研究延續嘗試合成幾種石墨相氮化碳/碳量子點複合粉末，探討實驗相關條件與不同負載量對指紋顯現效果之影響。透過適當控制碳量子點負載量，提升螢光亮度使指紋紋線清晰，使碳量子點可直接如粉末法使用並增加螢光表現。將製備所得的複合粉末進行不同指紋成分的顯現效果評估及不同非吸水性基材材質表面的適用性，同時，探討系統化採證技術之適用性，氰基丙烯酸酯煙燻顯現後再以本研究合成之碳量子點/gC₃N₄複合粉末增顯效果。實驗結果顯示，CDs@g-C₃N₄與ppCDs+TiO₂複合粉末能在白光及365 nm紫外光下穩定呈現指紋紋線，具高螢光對比度、抗潮性及操作便利性。研究證實嵌入gC₃N₄或混合TiO₂的策略能有效改善碳量子點粉末在指紋顯現中的局限性，顯示其操作簡單、無須暗房與濾鏡即可拍攝記錄之優勢，作為潛伏指紋現場顯現材料的潛在應用價值。



關鍵字(詞)

指紋顯現、碳量子點(Carbon Quantum Dots)、石墨相氮化碳(graphitic carbon nitride, gC₃N₄)、二氧化鈦(TiO₂)、微波合成法

泡汙水、掩砂土條件下粉末懸浮液法 顯現指紋之探討

► 邱莆翔、宋泓蓀、陳錦民、彭莉娟、孫德娟、陳俊傑

摘要

粉末懸浮液法(Wet Powder Suspension, 簡稱WPS)運用於非吸水性材質上指紋顯現，在實務案例常見之破壞環境下，基於碳粒子之商用試劑WPS法在不同表面材質對潛伏指紋的顯現效果，以及使用指紋採證膠片進行顯現指紋採取與保存，並以兩階段評估指紋，指紋紋線方面採用國外文獻之評估表評估完整度，指紋與背景之對比方面，透過ImageJ軟體計算灰階評估對比，加總後為指紋清晰度，作為客觀評估指紋顯現方式。

本研究僅就2種破壞(泡汙水、掩砂土)環境在5種材質上(PE、不鏽鋼、鋁箔、丁晴手套、磁磚)，以WPS顯現，並用上述2種客觀方式評估指紋。研究結果顯示，模擬以汙水浸及以沙土掩埋條件下之檢體，使用WPS法顯現，破壞性環境檢體效果較一般保存環境檢體顯現效果更佳。指紋評估分數總分8，平均都高於4分，均有良好成功率。

在經破壞性條件處理後之檢體顯現效果，並非僅造成潛伏指紋無法顯現之負面效果，在特定表面材質及破壞性條件中亦有顯現效果優於一般保存環境顯現者，證明針對油脂豐富指紋，WPS法在實務上對受破壞之檢體指紋顯現具有潛在的實用價值。此外，丁晴材質之拋棄式手套，WPS搭配膠片黏取可以顯現指紋。本研究成果可提供實務單位於現場遭遇證物被破壞時採證指紋之參考。



關鍵字(詞)

指紋顯現、粉末懸浮液法、非吸水性材質、破壞性環境、油脂指紋

以XRF分析轉輪槍射擊殘跡之研究

► 柯虹瑩、孟憲輝

摘要

實務上勘察槍擊現場時，常使用鉛銅試劑進行彈孔檢測，此種呈色試驗僅能進行初步辨識。若要確認射擊殘跡，需以掃描式電子顯微鏡觀察射擊殘跡顆粒的形狀與尺寸，並以X射線能譜儀分析其元素組成。此種射擊殘跡微粒分析法，具備非破壞性分析、可自動化搜尋及確認射擊殘跡微粒等優點，但分析結果不具射擊殘跡分布型態之資訊、儀器較昂貴、實驗室環境要求較嚴格，且檢體需經鍍碳，故在鑑識實驗室中並不普及。本研究使用X射線螢光光譜儀（XRF）進行射擊殘跡元素組成和分布型態之分析，可彌補前述兩種方法的不足。

本研究使用留用之涉案轉輪槍1枝，裝填具黃銅包衣彈頭及非腐蝕底火之制式子彈進行試射。試射時將白色棉布置於轉輪槍右側面，令自槍口及後膛與彈室間縫隙排出之射擊殘跡沉積於棉布上，再以XRF分析棉布樣品上射擊殘跡之元素組成及分布型態。以區域掃描模式分析結果發現，源自前膛及後膛之射擊殘跡樣品，均可測得鉛、鋇和銅等與射擊殘跡相符的元素組成。其中前膛樣品測得之銅濃度明顯高於後膛樣品，研判彈頭與槍管摩擦而脫落之金屬包衣成分主要由槍口排出，此等特性可用於研判射擊槍枝為轉輪槍及射擊時之槍口方向。另研判區域掃描模式未測得射擊殘跡所含銻元素之原因為：試射用子彈底火藥之硫化銻含量較低，且樣品中銻和鈣兩元素之特性X射線能量相近而互相干擾。經以單點模式進行分析，即可測得鉛、銻、鋇等具備射擊殘跡特徵性的元素組成，配合測得元素之分布型態即可判定射擊殘跡之存在。本研究證明XRF可應用於分布型態明顯之射擊殘跡的分析確認，並可針對射擊殘跡特徵性元素訊號較強的位置進行採樣，以利進一步實施射擊殘跡之微粒分析。



關鍵字(詞)

鑑識科學、射擊殘跡、轉輪槍、
X射線螢光光譜法、元素分析

指紋排除比對邏輯之差異性研究： 結合眼動技術之實證分析

► 陳家維、施志鴻

摘要

指紋鑑定方法採用「ACE-V」程序，包含分析、比對、評估及確認步驟，然目前針對指紋比對判斷邏輯的異同及影響比對準確率之因素，學界與實務界均缺乏系統性研究，亦無充分依據供指紋比對人員訓練與評估參考。本研究以指紋特定比對實驗法，選用具已知事實之現場指紋作為實驗素材，招募刑事警察局指紋科及縣市警察局鑑識人員，並依指紋比對年資分為專家組與一般組各四名。受試者在提供案件背景與標準指紋來源等事前資訊情境下，進行指紋圖像比對。實驗過程中同步記錄眼動數據，並針對比對正確率、反應時間與視覺搜尋行為進行分析，以探討不同背景鑑識人員於指紋排除與確認比對邏輯上的差異。研究結果顯示，專家組之比對正確率顯著較高、耗時較短，且於眼動數據圖中展現出更快速鎖定指紋特徵點進行研判之能力。更重要的是，專家組相較於一般組，在比對過程中較不受「嫌疑人確認」或「關係人排除」等事前資訊影響，展現出較高之認知偏誤抵抗力。整體而言，專業知識、系統性訓練與豐富經驗有助於提升指紋圖像辨識與邏輯推理效率，使得比對過程更具目標性與系統性。本研究建議，未來實務機關應將排除比對邏輯與認知偏誤管理納入鑑識教育訓練內容，並持續推動以眼動行為分析作為指紋比對訓練及能力評估之工具。後續亦應進行不同情境與複雜度條件下之進一步探討，以全面提升指紋比對之準確性與作業效能。



關鍵字(詞)

ACE-V、指紋圖像比對、眼動、事先資訊



依托咪酯類似物查獲案例與潛在代謝物之探討

► 葉雅玲、林韋誌、謝金霖、謝旻珈、顏宥安、李明昌、高麗姬、王勝盟

摘要

近年來，依托咪酯（Etomidate）及其類似物在臺灣濫用情形日益嚴重，被發現混合於電子煙油中非法販售，此類藥物因其強效的鎮靜作用與迅速發作的特性，已有多起毒駕致死案例，造成社會嚴重危害。另外此類物質結構相近且都會快速代謝為1-(1-Phenylethyl)-1H-imidazole-5-carboxylic acid（Etomidate acid），其他代謝途徑尚未被完整了解，亟需建立具特異性的代謝標誌物。

本研究以氣相層析串聯質譜儀（GC-MS/MS）及超臨界流體層析質譜儀（SFC/MS）分析桃園市政府警察局2024年送驗煙彈相關案例計115案，共184件檢體檢出依托咪酯類似物，檢出率76.7%，混合檢出計42件，包含兩種以上依托咪酯類似物或混合甲基安非他命、愷他命、4-甲基甲基卡西酮或海洛因等成分。於其中1件案件中發現疑似新的依托咪酯類似物，另以液相層析串聯四極柱飛行時間式質譜儀（LC-QTOF/MS）分析精確質量，配合刑事警察局核磁共振光譜儀（NMR）解析結構，確認為異丁托咪酯（iso-Butomidate）。

此外，本研究進一步以人體肝微粒體（Human Liver Microsomes，HLM）體外代謝實驗評估4種依托咪酯類似物（Metomidate、Etomidate、Isopropoxate、Propoxate）代謝情形，透過兩種預測代謝物的線上工具XenoSite與Way2Drug預測其他潛在的Phase I 代謝物，並以LC-QTOF/MS分析。研究結果發現於2小時培育下，Metomidate確認5種、Etomidate確認8種、Isopropoxate確認9種、Propoxate確認8種Phase I 代謝物，以Etomidate代謝速度最快，確認各分析物皆會代謝為Etomidate acid，最後以代謝比例推論N-去烷基化、羥基化或咪唑環氮上氧化代謝物適合作為特異性的代謝標誌物。期望本研究可以提供後續其他依托咪酯類似物及其代謝物分析參考，應用特異性的代謝標誌物增加檢測窗口期（Detection window），並佐證所使用的依托咪酯類似物物質，以有效遏止此類新興毒品之濫用。



關鍵字(詞)

依托咪酯（Etomidate）、
人體肝微粒體（Human Liver Microsomes，HLM）、
氣相層析串聯質譜儀（GC-MS/MS）、
超臨界流體層析質譜儀（SFC/MS）、
液相層析串聯四極柱飛行時間式質譜儀
（LC-QTOF/MS）