



運用VR於現場勘察採證之初探研究

周振貴／中央警察大學科學實驗室區隊長

施志鴻 蔡馥璟／中央警察大學刑事警察學系助理教授

陳儀樺／臺北市立大學運動教育研究所碩士

陳俊傑／中央警察大學鑑識科學學系助理教授

摘要

現場是物證的寶庫，傳統勘察人員於課堂上學習相關知識，再透過實務現場勘察經驗學習來累積其專業能力。然而此種經驗學習與模式往往源自於資深勘察人員思維傳承，同時亦受到個人接觸之案件等因素所侷限。隨著虛擬實境(Virtual Reality, VR)技術發展，近期國內外已有部分領域（例如飛行、醫學、車輛駕駛等）運用於專業訓練與決策研究。為瞭解我國現場勘察人員勘察經驗對勘察邏輯之差異與虛擬實境於現場勘察運用可行性，本研究以5年以上現場勘察經驗鑑識人員24名（有經驗組）以及無實際經驗之學生24名（無經驗組）為對象，模擬一件刑案現場（含客廳及臥室兩個場景），以環景攝影機掃描場景建構於虛擬實境，實驗對象穿戴內建眼動儀之虛擬實境頭盔進行勘察與決定採證標的。透過分析及比較兩組在眼動軌跡、熱像圖、感興趣區域(AOI, Area Of Interest) 及採證效率等，並經由結構式訪談歸納物證採集重點與現場重建推演。結果發現有經驗組實際採證效率雖明顯高於無經驗組，但眼動軌跡圖並無呈現明顯差異。透過觀察研究與訪談發現，採用邏輯性方式口述勘察行為，其採證平均效率較高。本研究為國內第一個結合VR、眼動儀等設備進行現場勘察經驗之初探性研究，研究成果可提供爾後教育訓練或是未來工作上建議及參考。

*本文為中央警察大學刑事警察研究所108年碩士論文「虛擬實境運用於現場勘察採證之研究」研究整理



關鍵詞

**虛擬實境
(Virtual Reality, VR)、
AOI (Area Of Interest)**



現場是物證的寶庫，記錄著案件相關人在案發過程的各種行為，雖然現場不會主動訴說案情，但藉由專業現場勘察人員的發現、採證、鑑定與推理，就有機會重建犯罪過程，了解犯案手法，更進一步找尋兇手而破案。現場勘察人員是刑事調查的核心⁽¹⁾；而現場勘察人員專業知識的核心在於能夠識別或找尋證據的所在⁽²⁾。現場決策影響偵查或勘察人員分析速度和結論正確性，甚至攸關案件解決成敗。若勘察人員未意識到現場與物證關聯性，對犯罪事實研判則會受到限制，並很可能收集無關緊要證據物件，增加實驗室負擔，並可能造成低效率且高成本的調查方向。因此，現場勘察人員對於現場正確的評估對於關鍵性物證與現場重建是至關重要的⁽¹⁾。傳統現場勘察課程大多以書本傳授知識為主，搭配授課教師設計的刑案現場，讓學生實際模擬現場勘察與採證，驗證所學並實際運用。由於案件類型繁多、地區生活習性千變萬化、案件類型不同，再加上指導的專業人員經驗與思維也大相逕庭，學員體驗與學習效果自然相歧，進而影響畢業後執勤觀念與勘察品質。鑒於現場勘察思維於國內鮮少研究與討論，本研究將比較勘察有無現場勘察經驗之勘察邏輯差異性、探究虛擬實境於犯罪現場勘察訓練之可行性，並將研究結果提供勘察教育訓練參考。



本研究由二大面向找尋有無現場勘察經驗之邏輯差別。第一為「物證採集重點」，在有限時間內，各組受試者採集的物證或是勘

察位置，是否因經驗不同而有所差別。第二為「現場重建之推演」，受試者是否有能力依據觀看的場景與採集的物證來推演案情。受試者觀看完相關場景後，將以訪談方式詢問其對於案情推斷，並比較

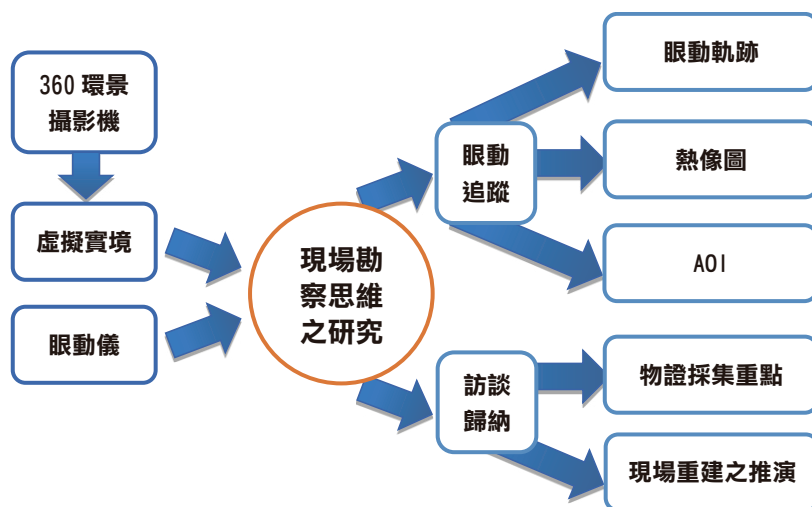


圖1、實驗架構圖

是否因經驗而有差別（如圖1）。

本實驗程序共分為2個階段，第1階段為虛擬實境適應試驗，第2階段是模擬案件測試。在第1階段虛擬實境適應試驗，研究者安排辦公室與教室兩個場景，各別擺放編號1至9號號碼牌及物品，觀看場景後受試者需依照編號於問卷中填寫所代表物品，此階段係讓受試者了解虛擬實境場景設計，適應虛擬實境中模擬的場景空間感，降低頭暈等身體不適應感，避免下一階段測試時影響受試者所做出的決策。



圖2、研究流程圖

第2階段模擬案件測試，以國內中央警察大學刑事鑑識大樓刑案現場教室作為模擬場景，該犯罪現場從一真實案例改編，由客廳及臥室兩個空間組成，分別代表第一、二現場，現場十分凌亂，其中物品擺設方式及一女性被害人都被特殊布置，可能代表某種特定犯罪行為、工具痕跡或是生物跡證。另外，在所有物證中包含自然雜亂和“較關鍵”的項目，其中“較關鍵”的物證是設計者用來了解受測者勘察、分析或推斷案情之工具。本次受試者共48位，依據是否有勘察經驗分成中央警察大學在校學生之無經驗組（未有現場勘察經驗及並無受過完整現場勘察課程），以及具5年勘察經驗之有經驗組等2組，每組各24位。所有對象依照組別不同以編號替代真實姓名（無經驗組及有經驗組分別以N及E為開頭編號），測試前每位測試者先閱讀模擬第一線刑事偵查人員簡易案情報告，並請其擔任第1位進入現場的資深鑑識人員，依據自身勘察思維檢視現場物證，受測者可隨時切換場景，總觀看時間為7分鐘，結束後在實驗後問卷內依序填寫最需採證的物證（不限數量，過程中可先口頭告知施測者進行記錄）。





為了解實驗前受試者個人身心狀況與使用虛擬實境經驗有否與有經驗組受試者自身勘察經驗等，每位實驗者皆需填寫「實驗同意書暨事前問卷調查」，詳細調查結果如表1。

表1、研究對象背景

	無經驗組	有經驗組
實 驗 對 象	警大學生；10女，14男	現職勘察員；5女，19男
年 齡	19-23歲，平均20.6歲	28-57歲，平均37歲
勘 察 經 驗	無	皆超過5年，最久26年，平均10.8年
勘 察 案 件	無	每年10-300件，平均62.8件
視 力	正常	正常
使 用 V R 經 驗	9	8

研究者除利用眼動軌跡圖及熱像圖來分析無經驗組與有經驗組現場勘察思維差異，並彙整各受試者於模擬案件實驗時口述的物證資料，受測者們在客廳場景物證共列舉22項，其中9項為關鍵物證(為本研究設定與案件較為相關之物證，表格中藍色標記)，其他13項為與模擬案件較無相關物證(如表2)。而臥室場景物證實驗者們共列舉29項，其中16項為有效物證(藍色標記)，其餘13項為與模擬案件較無相關物證(如表3)。

表2、客廳場景物證一覽表

編號	物證	編號	物證	編號	物證	編號	物證
1	相框	2	電話	3	血鞋印	4	拖鞋
5	馬克杯	6	手機	7	餐具	8	菸蒂
9	報紙	10	大門門把	11	燈(開關)	12	盆栽
13	飯菜	14	月曆	15	咖啡	16	沙發
17	椅子	18	餐桌	19	花瓶	20	零食
21	桌子(指紋)	22	窗簾(拉繩)				

表3、臥室場景物證一覽表

編號	物證	編號	物證	編號	物證	編號	物證
1	兇刀	2	血跡(地上)	3	血跡(牆上)	4	屍體
5	傷口	6	衣服	7	床頭櫃	8	拖鞋
9	衣櫃	10	物品(床頭櫃)	11	手	12	下體(性侵)
13	窗戶	14	衛生紙	15	衣服(衣櫃)	16	血鞋印
17	臥室(門把)	18	床單	19	窗簾(拉繩)	20	椅子
21	枕頭	22	電風扇	23	血跡(刀)	24	存簿
25	燈(開關)	26	被害人嘴巴	27	衣架	28	筆筒
29	照片						

為針對每位受試者所提出之物證彙整分析，利用由訊號偵測理論得出受試者各自正確率，計算個人各場景物證採集正確率數據，以量化方式來比較2組之邏輯與思維差異性。客廳場景中，無經驗組正確率最低為N14實驗者（50.09%），最高為編號N01、N04及N07（90.91%）；有經驗組正確率最低為E06實驗者（72.73%），最高為編號E03（100%）。無經驗組平均正確率為79.92%，較有經驗組平均正確率85.04%低。臥室場景中，無經驗組正確率最低為N06者（48.28%），最高有4位，為編號N01、N04、N07及N17（72.41%）；有經驗組正確率最低為E13實驗者（62.07%），最高為編號E05、E06、E09、E11、E12及E14（79.31%）。無經驗組平均正確率為63.51%，較有經驗組平均正確率73.56%低。

雖然無經驗組及有經驗組於模擬案件2個場景之平均正確率皆超過60%，但無經驗組中，仍有受試者於2個場景判斷證物正確率低於60%。而有經驗組中，無論哪個場景，受試者皆超過60%。研究者將各組各場景正確率進行T檢定，檢驗兩組相互獨立的數據是否有顯著差異，結果發現有經驗組與無經驗在採證效率上具有顯示差異（如表4）；在臥室場景中，雖然各組正確率皆較客廳場景低，但有經驗組與無經驗在採證效率上具有顯示差異（如表5）。

表4、臥室場景物證一覽表

場景	經驗	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤
客廳正確率	無經驗組	24	79.9237	7.80622	1.59344
	有經驗組	24	85.0371	6.49403	1.32559
臥室正確率	無經驗組	24	63.5062	6.73866	1.37552
	有經驗組	24	73.5621	4.62180	0.94342

表5、各場景物證正確率t檢定（假設變異數相等）

獨立樣本檢定							
平均數相等的 t 檢定							
場景	t	自由度	顯著性(雙尾)	平均差異	標準誤差異	差異的 95% 信賴區間	
						下界	上界
客廳	-2.467	46	0.017	-5.11333	2.07273	-9.28553	-0.94114
臥室	-6.029	46	0.000	-10.05583	1.66796	-13.41327	-6.69839

將48位受試者眼動數據轉換成可視化，利用注視軌跡圖顯示受試者在每個場景注視（圓點）的順序和位置，了解他們對於感興趣區域之注視持續時間大小及注視順序。結果發現在客廳場景中，無經驗組正確率高者其眼動軌跡較為單純，正確率低者眼動軌跡較為複雜，低者雖也是專注於某些物證，但該物證眼動軌跡相較下數量較多，感興趣圓點重疊性較高，如圖2。



圖2、左為N14（正確率59.09%）客廳眼動軌跡；右為N07（正確率90.91%）客廳眼動軌跡

然而觀察有經驗組客廳場景眼動軌跡，受試者眼動軌跡雖都專注於某些物證上，但正確率較低之受試者眼動軌跡點數較為少，而正確率高眼動軌跡卻較分布於各物證，如圖3。



圖3、左為E06（正確72.73%）客廳眼動軌跡；右為E03（正確率100.00%）客廳眼動軌跡

由眼動軌跡圖搭配受試者採集物證正確率推論，無經驗組與有經驗組實驗者眼動軌跡分布方式與邏輯不太相同。研究者推測無經驗組可能因為無勘察經驗，沒有任何現場勘察判斷基礎，對於現場所有物證都非常感興趣，但因無勘察經驗或專業，導致觀看時間較為長久，感興趣圓點重疊度較高。而有經驗組可能鑒於自身經驗與技術，迅速判斷各項物證。

檢視48位受試者客廳及臥室場景眼動軌跡圖，如圖4及圖5。研究者認為受試者彼此間雖然有細微不同，但以整體眼動軌跡圖分析，各物證感興趣程度相似(關注圓點分布差異不大)，表示無經驗組與有經驗組感興趣區域類似，兩組間差異無法從眼動軌跡圖突顯，因此無法有效根據眼動軌跡圖來明確區分2組間邏輯性與現場勘察思維。



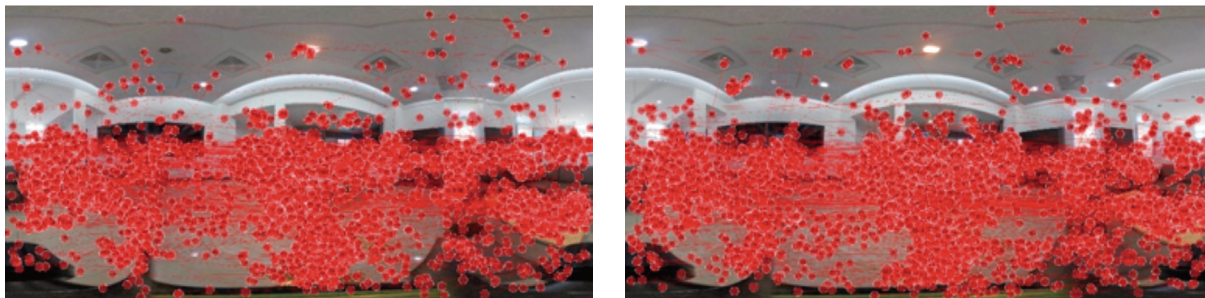


圖4、受試者客廳場景眼動軌跡圖
 (左為24位無經驗組受試者眼動軌跡圖；右為24位有經驗組受試者眼動軌跡圖)

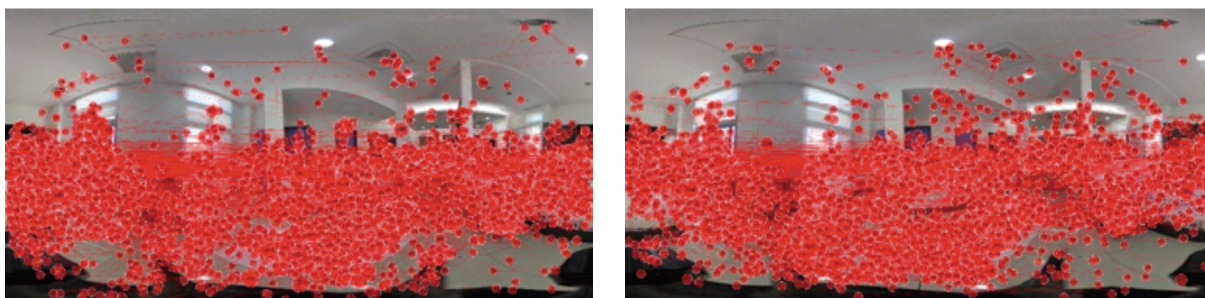


圖5、受試者臥室場景眼動軌跡圖
 (左為24位無經驗組受試者眼動軌跡圖；右為24位有經驗組受試者眼動軌跡圖)

另由興趣區域進行檢視，熱像圖依照受試者注視時間多寡以不同的顏色(綠色、黃色及紅色)與顏色深淺呈現出受試者對於目標物感興趣程度變化。研究者研判經驗有無看似與感興趣區域無關，僅能由程度顏色上勉強區別。經仔細分析發現有經驗組針對各場景出入口(紅色圓圈標注處)、被害者及凶器(藍色圓圈標注處)皆較為關注(如圖6及圖7)，推測應是有經驗組受試者依據邏輯性、自身勘察經驗及思維來審視與推演案件，對於凶嫌如何進出現場、被害者狀況及凶器也較為關心。綜觀客廳與臥室場景，有經驗組無論是大門口、臥室門口或是落地窗戶等不僅有熱像顯現，程度也從綠色(程度輕微)加深至黃色(程度中等)，被害者及凶器部分紅色區域也較為廣泛；無經驗組即使也會關注，卻只有淡綠色呈現，表示觀看注視時間不及有經驗組受試者，感興趣程度小於有經驗組。



圖6、左為無經驗組客廳熱像圖；右為有經驗組客廳熱像圖



圖7、左為無經驗組臥室熱像圖；右為有經驗組臥室熱像圖

眼動研究中，最常用的量化數據就是設置AOI。研究者於模擬案件的2個場景中，以與案件較為相關物證畫製AOI感興趣區域，藉此量化各受試者，了解每位受試者對於各物證觀看時間多寡、觀看物證數量及2場景各花費之時間。



圖8、左為客廳AOI區域；右為臥室AOI區域

比較客廳場景及臥室場景AOI觀看總時間，發現無論是無經驗組還是有經驗組，客廳場景AOI觀看總時間皆遠少於臥室場景，如表6。研究者認為，此狀況表示無論是無經驗組或是有經驗組，對於刑案現場中第一現場較感興趣，可能表示較為關注該場景。而此特性與是否具備經驗或是受過訓練無關。

表6、各組各場景AOI總觀看平均時間

組別	客廳AOI總觀看平均時間	臥室AOI總觀看平均時間
無經驗組	15.34	100.59
有經驗組	13.22	80.23

綜合採證正確率、案件模推演與眼動軌跡等比較，可歸納出下幾個初步結果：

一、運用邏輯性採證思維推演物證之受試者5位，其平均正確率81.79%，雖然無法直接將此方式與高正確率畫上等號，但受試者運用邏輯性採證思維來推演物證，綜合全體受試者正確率而言較他人高（43位，正確率74.78%）。

二、有經驗組對於部分物證處理可能依循SOP或是潛在默規判斷，非因經驗思考、案件推演來採集物證。例如有經驗受試者看到女性受害者，大多會檢驗是否有遭受性侵害，而非依據現場情況證據推演後決定。經訪談，因我國早年特殊刑事案件中鑑識人員因無採集受害者下體跡證，造成該案件無法順利偵破，引發後續社會大眾熱烈討論。鑒於此經驗，只要受害者為女性，就會未經推論或判斷進行性侵害檢驗，且列入現場勘察標準作業程序。

三、根據有經驗組訪談發現，資歷越高的勘察人員，越無法對案情進行推演。多數資深的受試者多認為僅依靠現場的物證狀態加上自身的經驗來判斷案情是危險的，甚至很容易發生嚴重的錯誤。因此他們在尚未了解物證的檢驗結果前較不願對案情進行推演，而無經驗組則較無顧慮。有學者認為經驗豐富的犯罪現場調查員可能容易產生偏見，而且預先的資訊在場景正確的情況下可以解釋案情，但也可能在資訊錯誤的情況下被錯誤地解釋⁽³⁾。因此資深的勘察人員為避免因偏見造成案情偵辦錯誤，在尚未掌握精確的物證資訊下，可能選擇拒絕對案情進行推演。

四、有經驗組受試者大多認為需先完整看過現場再來採集物證，且採集方向由死者位置朝出入口依序採集，但可能會因地區或是受試者受過之指導經驗而異。此外部分有經驗受試者亦會思考犯嫌出入動線來勘察物證可能留下的地方，或是經由現場物證的擺設、狀況依據自身經驗與邏輯進行推論，推測案情發生緣由，來判斷物證可能出現的地方。

實驗結束後，研究者透過事後問卷詢問受試者對實驗操作過程、實驗後身體感受與虛擬實境應用表示看法，結果簡要說明如下：

一、實驗操作指示：48位受試者皆認為操作指示明確。

二、場景拍攝清晰度：無經驗組有3位受試者（編號N03、14及20）認為不清晰（編號N20反映較遠物品看不清楚）、1位認為普通（編號N07），而編號N18及19認為部分有些模糊；有經驗組則5位（編號E01、15、16、19及24）認為不清晰（其中編號E15提及細節特徵可以再清晰以提供研判依據）、3位認為普通（編號E03、07與12）。

三、情境感受度：依照李克特量表以1至5分來評分感受度，僅有編號E19認為不相似（評分2分），而無經驗組感受度平均4.17分，高於有經驗組的3.92分。研究者認為場景拍攝清晰度與情境感受度有相關，可能部分有經驗組受試者認為拍攝清晰度不夠高，導致場景沉浸感較差，但兩組感受度平均分數皆高於或接近相似程度。

四、受試者生理感受：配戴虛擬實境頭盔進行實驗時，共有5位受試者（無經驗組3位、有經驗組2位）身體感到稍微疲累（編號：N20、E21）、頭暈（編號：N14、N20、E18及E21）或是有噁心（編號：N09）現象，但所有症狀並無強烈不適，經與受試者確認不會影響場景內容判斷。

五、虛擬實境未來應用：全數48位受試者對於使用虛擬實境應用於現場勘察教育訓練皆認為可行。多位無經驗受試者反映，虛擬實境的應用為現場勘察教學上一大突破，不僅可以身歷其境在刑案現場，若案例多元化可以吸引學生學習意願，甚至可以補強傳統教授面授口述的教學，訓練學生判斷與思考能力。而法庭應用中，無經驗組受試者雖無相關經驗，對於使用虛擬實境做為案件呈現工具仍認為可行，部分受試者提及相較於平面2D照片，虛擬實境更能還原現場立體與空間感。此外，對於法官僅能憑藉卷證、筆錄與現場檢辯方交互詰問做判斷，難以想像現場情況，若能使用虛擬實境呈現，有助於法官認識現場。惟編號N20認為使用虛擬實境仍有模糊的地帶，做為證據力道較為薄弱。編號E06受試者提及，相較於勘察或偵查人員需要現場精細畫面來推演或研判案情，法官及檢辯方僅需要初步了解現場狀況，對於影像畫質精銳度需求遠小於警方，故虛擬實境就是案件呈現最好的工具。法官及檢辯方可以透過虛擬實境觀看現場，避免破壞實際現場跡證及降低成本，加上警方在旁輔助說明，更可提升他們對現場掌握度。





結果與討論

勘察人員依據自身的經驗與邏輯，透過仔細地搜索、勘察，好似聆聽刑案現場無聲的言語，經過思考與判斷，了解犯罪經過，找尋重要的物證與嫌疑人。刑案現場勘察是偵查案件的起點，在如此人力不足的條件下，探究虛擬實境於犯罪現場勘察訓練之可行性，藉此運用提昇勘察人員的經驗與素質，並使用眼動儀器比較有無現場勘察經驗之勘察邏輯差異性，最後提供相關研究資訊於現場勘察教育訓練參考，以下為綜合本研究發現，提出研究結論：

一、研究顯示有經驗組及無經驗組試驗者在場景、物證判斷、採證思維、案情推演、勘察步驟等勘察思維存在差異。有經驗組偏向採行邏輯性採證思維來推演物證，並著重兇嫌出入方式、被害人狀況及凶器等可能存在跡證之區域，提高破案效率。另外以勘察步驟而言，有經驗組大多會先全面觀察再仔細採集物證，甚至會依據案情推演方向來判斷相關物證出現的地方。

二、受試者訪談中，無論勘察經驗有無、勘察年資多寡，對於使用虛擬實境作為現場勘察教育訓練之工具抱持感興趣及認為可行，VR教學可促進課程多元化，刺激學生學習動機、擴大學生學習視野與想像的空間。

三、本研究利用虛擬實境沉浸特性，提供我國另一種法庭證據呈現之工具想法。虛擬實境可於法庭上更全面、生動呈現證據或案發現場，有助於法官及檢辯雙方了解案情及發生經過，更可提供法庭上交互詰問等證據呈現工具，提高審理品質。惟其影響仍有待後續評估。

本文最後提出下列幾項建議，作為我國未來應用VR在現場勘察研究、訓練、應用等發展之參考：

一、未來研究建議

(一) 增加訓練案類：本研究為我國少數運用虛擬實境進行現場勘察實例之一，在研究資源有限條件下，本研究採用目前刑案中較為常見與重要的類型—死亡案件作為研究範本。然而

死亡案件並非能概括所有刑事案件，希望能透過實務單位協助，收集更多實際案例，建立更多刑案類型，提供後續教學及教育訓練使用。

(二) 標準化紀錄評分：本研究採證正確率僅能提供區別勘察經驗有無，建議可徵詢多位資深現場勘察專家，共同討論並建立標準化紀錄評分方式，對於未來研究及實驗能更具參考性。

(三) 強化思維描述與眼動關聯性：本研究為使用眼動儀器找尋現場勘察思維差異之研究，然我國警察學術對於眼動研究應用甚少，如何使用眼動儀器來量化現場勘察思維仍有突破空間，希望本研究資料能提供後續眼動儀器量測勘察思維意見，並得以深入探測我國勘察人員之思維。

二、應用建議

(一) 建構訓練腳本：對於虛擬實境於教育訓練應用引起受試者熱烈回響，建議可建構多種現場勘察虛擬實境腳本，讓學生可多元化學習，畢業前提前適應各類刑案，訓練各種勘察處理方式，得以學以致用。

(二) 透過虛擬實境與眼動來傳達思維概念：我國對於勘察思維尚無法完全定義，僅有部分研究探討，同時將虛擬實境及眼動儀器應用於現場勘察之研究非常稀少。本研究利用虛擬實境及眼動儀器做為勘察思維初探工具，相關資料及數據希冀能做為我國現場勘察等後續相關研究與教育訓練之參考，藉此能持續使用虛擬實境與眼動儀器做為思維研究工具。

(三) 我國目前尚未有利用眼動儀器或虛擬實境等工具進行刑案現場勘察研究之案例。然而科技日益進步，相關儀器已被發明從事或應用於他方面領域。如何使用新科技來降低教育所需成本、提升學生學習意願抑或增加學習效率是非常重要的。本研究將眼動儀及虛擬實境引進現場勘察領域，希望藉由新科技來認識現場勘察思維，讓後續我國警察教育訓練能更多元化、低成本及高效率。FACT

參考文獻

- 1.Watlingam, R. D., Richetelli, N., Pelz, J. B., & Speir, J. A. (2017). Eye tracking to evaluate evidence recognition in crime scene investigations. *Forensic science international*, 280, 64-80.
- 2.Baber, C., & Butler, M. (2012). Expertise in crime scene examination: comparing search strategies of expert and novice crime scene examiners in simulated crime scenes. *Human factors*, 54(3), 413-424.
- 3.van den Eeden, C. A., de Poot, C. J., & van Koppen, P. J. (2019). The Forensic Confirmation Bias: A Comparison Between Experts and Novices. *Journal of forensic sciences*, 64(1), 120-126.