

臺北市立動物園 109 年動物認養保育計畫

109.06.24
修正核定

提案日期：108 年 10 月 15 日

主 持 人	臺北市立動物園動物組羅誼憶研究助理
計畫編號/名稱	10902_臺灣穿山甲域外族群照養繁殖技術發展及保育工作網連結與推動
計畫期程	109 年 01 月 01 日至 109 年 12 月 31 日
計畫屬性	<input checked="" type="checkbox"/> 族群管理 5 % <input checked="" type="checkbox"/> 保育繁殖 40 % <input checked="" type="checkbox"/> 域內保育 5 % <input checked="" type="checkbox"/> 國際交流 15 % <input type="checkbox"/> 動物醫療 ___ % <input type="checkbox"/> 照養管理 30 % <input type="checkbox"/> 行為豐富化 ___ % <input type="checkbox"/> 教育推廣 ___ % <input checked="" type="checkbox"/> 人才培訓 5 % <input type="checkbox"/> 動物營養 ___ % <input type="checkbox"/> 其他：_____
經費需求	認養經費 398,000 元
計畫摘要 (需含計畫目標、擬解決問題、重要工作項目)	<p>一、計畫緣起及目標</p> <p>中華穿山甲於 2014 年 10 月 23 日已由國際自然保護聯盟 (International Union for Conservation of Nature, IUCN) 宣布達「極度瀕危」(Critically Endangered, CE) 等級；瀕臨絕種野生動植物國際貿易公約 (CITES) 亦於 2016 年 9 月 28 日正式將此物種自附錄二提升到附錄一，進行嚴密保護，並希望能盡快制定跨域性保育策略，然而政策性的公告及加強執法並未減低野外穿山甲的獵捕壓力。</p> <p>有關中華穿山甲目前於全球的分布情況，2014 年 IUCN 紅皮書資料顯示，中華穿山甲主要分布於尼泊爾 (Nepal)、不丹南部 (Bhutan)、印度北部與東北部 (India)、孟加拉東北部 (Bangladesh)、緬甸北部、東部與西部 (Myanmar)、寮國安南山脈 (Lao PDR)、越南北部 (Viet Nam)、泰國西北部 (Thailand)、中國南部長江至海南 (China)、臺灣 (Taiwan) 與香港 (Hong Kong SAR) 等。2012 年後仍有多項研究針對中華穿山甲的活動痕跡如洞穴、腳印、排遺，並參考當地居民與獵人的訪談內容等，來推估探討野外族群狀況。近年的研究顯示，中華穿山甲於 2014 年後於尼泊爾、中國海南島、不丹仍有分布 (Bhandari <i>et al.</i>, 2014; Dorji 2017; Katuwal <i>et al.</i>, 2017; Nash <i>et al.</i>, 2016; Thapa <i>et al.</i>, 2014)。緬甸北部、印度北部與孟加拉則有獵人捕捉到活體的紀錄，直接證明當地仍有中華穿山甲 (Maurya <i>et al.</i>, 2018; Nijman, 2015; Trageser <i>et al.</i>, 2016)。中國華南地區野外族群快速消失，其中福建省、江西省和浙江省的中華穿山甲數量，從 1970 年開始，以平均每十年 21.27 % 的速度下降。2018 年的資料</p>

顯示，目前中華穿山甲於中國主要集中分布在武夷山地區 (Yang *et al.*, 2018)，然而就本研究計畫人員進行國際交流時所得知的訊息指出，中國華南地區已多年未見野生中華穿山甲，甚至包含越南北部 (Viet Nam)、泰國西北部 (Thailand) 等，都有 10 年以上未再發現中華穿山甲的蹤跡，顯示目前中華穿山甲在全球的族群現況相當危急。

臺灣是中華穿山甲重要的分布地區，本計畫於 2017 年著手整理全臺灣的穿山甲相關資料，蒐集研究發表、論文、紀錄、數據等，並整合公部門、學術單位，包含臺北市立動物園歷年圈養與救傷中心近 10 年的救援個體資料等，將目前於中華穿山甲所累積之域內、外研究數據及資訊彙整、分析，進行「臺灣的中華穿山甲族群及棲地存續分析 (PHVA)」；並辦理工作坊，邀集國內、外穿山甲相關工作或研究之學者，於工作坊中進行討論。現場包含 IUCN 穿山甲專家群及 12 國學者共同討論穿山甲保育議題，並於會議中有所共識，指出臺灣可視為中華穿山甲最後一塊重要的物種保存地。

近年穿山甲走私查緝案件不斷發生，野外族群數量急速下降，建立穩定的穿山甲域外族群為近期國際上動物園與野生動物保育機構進行的重點項目之一。具有中華穿山甲救傷、飼養或繁殖經驗的機構，相對於馬來穿山甲 (*Manis javanica*) 少，目前已知華南師範大學、雲南野生動物園，具有飼養與繁殖技術 (Hua *et al.*, 2015)，但尚無法建立穩定域外族群。臺北市立動物園自 1987 年開始發展穿山甲照養技術及相關醫療研究，1997 第一次繁殖成功，至 2018 年止共繁殖 18 隻個體；圈養下所繁殖的個體中，有 22% 可再繁殖下一代，目前本園的紀錄已繁殖到第四代 (F_3)，此外，亦成功建立穿山甲人工哺育技術，且該人工哺育雌性個體也已順利繁衍後代，臺北市立動物園具足夠的能力及條件發展中華穿山甲保育繁殖管理的工作。

回顧臺北市立動物園 20 年來的資料，在繁殖管理中目前面臨幾個主要的問題：1. 繁殖生理條件未明：有關穿山甲的繁殖機制，如性荷爾蒙週期、發情機制、行為反應、照養需求等仍尚未明確了解，不易掌握有效的繁殖策略及步驟；2. 子代存活率低：18 隻個體的存活率僅 33.3%，其中有 29 % 未存活超過亞成年、71 % 死於甫成年時期，亞成年個體的食物轉換時期為主要的瓶頸，成年個體的瓶頸則仍待釐清。3. 基因窄化：目前園內所繁殖的個體來自少數的固定親代，且現有族群量小，又增加新血源的機會少，不易進行族群管理，導致域外族群逐漸面臨基因窄化的問題；相關資源如何整合、資料蒐集及基礎研究的有效進行，是目前中華穿山甲欲建立永續且健全的域外族群最亟需突破的問題。

二、延續本園 103 年 - 108 年所執行的「臺灣穿山甲之照養管理與保育教育推動 (一) ~ (五)」研究計畫，109 年度將進入下一個階段

，以建立健康及永續的域外族群為目標，專注於目前圈養繁殖中華穿山甲所面臨的主要挑戰。106年穿山甲族群及棲地存續評估與保育策略會議（PHVA）所設立的行動方案亦是今年度起，重要的執行工作之一。此外，將著重歷年資料的整理及研究發表，推進臺北市立動物園在穿山甲保育工作的進展。有感於近幾年東南亞區域對於穿山甲保育的急迫性及技術性的需求，在國際間，我們將透過派員積極參與區域性組織年會（SEAZA），強化（維持）與東南亞地區的保育合作連結，同時保持與國際專業組織及專家學者的人脈網絡，將穿山甲的保育經驗分享與充分交流。前年度計畫成果

1. 域外保育繁殖技術建立

- (1) 繁殖配對與生殖內分泌監測：2019年共進行2組配對，分別是「阿穿」與「枇杷膏」及「阿穿」與「芎梧」。「阿穿」與「枇杷膏」於2018/9/12開始配對，期間因故中斷約2.5個月，配對期間共同棲息於巢箱中，雄性有抱接與交配行為，2019年5月3日雌性個體產下一子「Dumbo」。「阿穿」與「芎梧」2019/5/3開始配對，期間共同休息於欄舍角落，雄性有抱接行為，雌性接受度高。2019/5/29「芎梧」血液中的孕酮濃度為19.76（ng/ml），數值大於閾值11.22（ng/ml），6/19上升至46.25（ng/ml），同日，排遺中的孕酮濃度超過4000（ng/g，dry feces），血液與排遺中的孕酮濃度具有相同的趨勢。7月初啟動定期超音波產檢。
- (2) 繁殖欄舍的光週期與微環境建置：共監測兩組正在進行配對的欄舍微環境，其空間大小一致。第一組欄舍的巢箱為木製，巢箱出入口小，一次僅能一隻個體進出。個體於巢箱內交配，有3次成功配對的紀錄。巢箱內平均溫度為 $25.99\pm 1.00^{\circ}\text{C}$ ，欄舍為 $24.71\pm 1.16^{\circ}\text{C}$ ，活動場為 $24.69\pm 1.51^{\circ}\text{C}$ 。當時自然棲地環境（對照組）為 $24.42\pm 3.02^{\circ}\text{C}$ ；相較於自然棲地，木巢箱較保溫且溫差小。第二組欄舍使用的為FRP材質巢箱，巢箱開口較大。但兩隻個體大多睡在巢箱外，有1次成功配對的紀錄。巢箱內平均溫度為 $23.77\pm 1.22^{\circ}\text{C}$ ，欄舍為 $23.7\pm 1.41^{\circ}\text{C}$ 。當時自然棲地環境（對照組）為 $23.04\pm 2.60^{\circ}\text{C}$ ，相較於自然棲地，巢箱溫度溫差小甚至偏低。結果顯示FRP材質巢箱保溫效果較差且較不穩定，此外，穿山甲亦不偏好此類型巢箱。該研究仍在進行中，有關搭配評估的動物行為模式，將於期末報告完整說明，
- (3) 生殖細胞取得與冷凍保存技術發展：108年計畫進行兩次電激採精，個體為具有成功繁殖經驗的「動保」與「阿穿」。每一次電激共執行3至4回合，電壓介於2至4伏特，其中3伏特效果最好。「動保」陰莖勃起明顯，約採集到 $10\mu\text{l}$ 精液。採

集的精液儲存於 Test-yolk 保存液中，水浴槽保溫於 33°C。精子品質鑑定精子活力、存活率、測量精子型態等，剩餘精液加入 2.5% 甘油，以液態氮冷凍保存，共保存 6 管麥管。「阿穿」電激過程，陰莖有些微勃起但反應不明顯，精液量少，無進行冷凍保存。其精液送至園外合作單位，以電子顯微鏡檢視精子構造。

- (4) 胎兒、幼獸與亞成獸成長發育監測：雌性個體「芎梧」懷孕第 2 個月起，開始進行超音波檢查。懷孕二個月時，僅看到子宮壁增厚及胎盤形成；懷孕三個月，可見明顯的胚胎形狀，並有明顯脊椎骨、心臟。第四個月可見胎兒頭骨，第五個月胎兒頭骨大小比上個月，成長約 1 倍，此次超音波監測，為本園研究穿山甲胎兒發育以來，所蒐集到最初期的發育資料。
- (5) 亞成獸成長發育監測的部分，持續每週一次進行型質測量，對象為 2017 年出生的 3 隻亞成獸（「潤喉糖」、「莓果」與「悟空」）及 2019 年新生幼獸「Dumbo」。主要項目為體重、體長、兩耳間距與尾寬等。亦每週持續紀錄由母獸育幼的幼獸「Dumbo」的生理與行為發展；「Dumbo」出生當天眼睛微開；6 日齡時鱗片下有細微毛髮長出、有聽覺能力、攀爬與攀附能力；3 週齡時步伐穩健，行走時前後肢可將身體撐起來；5 週齡時行動能力佳，出現暴衝行為；7.5 週齡便已出現嘗試抓舔並嗅聞縫隙的行為反應，其行為發展較過去其他幼獸快。
- (6) 飼糧轉換，協助幼獸成長：2019 年 5 月 3 日出生的幼獸「Dumbo」，5 月齡時體重開始停止上升，與母獸「枇杷膏」互動時，容易抓傷母獸，此時會嗅聞人工飼糧，卻沒有觀察到「Dumbo」舔食飼糧，於是人工介入進行食物轉換，提供幼獸注滿人工飼糧的懸巢舉尾家蟻窩及飼糧水，並沒有排斥現象，109 年計畫將持續嘗試進行食物轉換技術建立。

2. 國際與國內研究合作與交流

- (1) 與倫敦大學皇家獸醫學院 Dr. John Hutchinson 合作，進行運動力學實驗，執行期間於 2019 年 6 月 8 日至 6 月 14 日。該研究針對健全個體及殘肢個體監測動物行走時，運動力學的差異，其研究結果有助於提供本園長期收容個體之照養環境改善，提升動物福祉；並對救傷野放個體的評估，提供更具有科學依據的具體評估方式。
- (2) 與國立彰化師範大學林宗岐教授合作，進行「人工飼糧精質化與營養研究」、穿山甲食性偏好探討、餵食懸巢舉尾家蟻後的

腸胃道菌相改變等三項主要研究；另以定量方法，發現蟻巢形狀及尺寸與蟻巢品質(卵及蛹的含量多寡)具有相關性，可作為蟻窩品質的評估方式之一，新鮮蟻巢為圈養族群的營養補充，該結果將可提高本園在蟻窩採集或採購時的效率及品質。

- (3) 至農委會特有生物研究中心，針對臺灣穿山甲研究合作平台的未來發展方向，於穿山甲研究平台會議上與其他穿山甲相關研究學者進行交流討論。
- (4) 資料庫建立及應用：更新救傷個體資料庫、建置雌性個體繁殖資料庫及人工哺育個體照養資料庫。
- (5) 受邀前往泰國自然史博物館，參加馬來穿山甲域外保育策略制定會議，並與新加坡動物園馬來穿山甲保育相關事務的經理 Ade Kurniawan 共同發表 Overview of pangolin ex situ status, expertise and challenges. 並在會議中提供本園在穿山甲域外保育推展工作的經驗及建議，供馬來穿山甲相關救傷機構、研究體系等學者參考，共同制定馬來穿山甲域外保育策略。

3. 國際發表

- (1) Digesta retention time and remain rates of ant and termite in Taiwanese pangolin. 投稿於 Zoo Biology，審核中。
- (2) 與 IUCN Pangolin Specialist Group 共同編寫穿山甲書籍，與共同作者澳洲維多利亞動物園獸醫 Leanne Wicker 合作組織第 39 章 Husbandry of pangolins: lessons and challenges；參與撰寫第 35 章 Defining the role of zoos in pangolin conservation 章節。
- (3) 於 2019 年歐洲動物園暨水族協會年會中，以 The pangolin conservation work in Taipei Zoo. 為題，進行海報發表。

三、重要工作項目及擬解決的問題

以建立健康及永續的域外族群為目標，針對目前本園圈養繁殖中華穿山甲所面臨的主要問題進行研究及相關工作。

1. 域外保育繁殖技術建立

持續發展排遺中性荷爾蒙分析技術，期能穩定且準確的監測穿山甲性荷爾蒙變化，找到穿山甲的繁殖週期，於適當時間進行配對。在穿山甲天生繁殖力低的狀況下，發展生殖細胞取得與冷凍保存技術，可以提升保種及繁衍的機會，且對於無法自然交配的個體，透過保存之生殖細胞進行人工授精方式，提升圈養穿山甲

的繁殖潛力。

雌性個體懷孕後，透過超音波技術推估懷孕期並累積穿山甲胎兒發育資料。幼獸出生後，追蹤幼獸成長情形與進食狀況，若幼獸成長不順利，則由人工介入哺育或協助發展，透過經驗累積技術及數據，建立穩定的穿山甲域外族群。主要工作項目分為以下幾個子項目：

- (1) 生殖內分泌分析：目前對於穿山甲生殖週期仍未知，考量動物福利，嘗試由排遺中的荷爾蒙濃度變化探究穿山甲生殖週期，以取代採血等對動物侵入性操作。108 年計畫已利用乾燥方式，提高排遺樣本的品質，成功萃取排遺中的生殖荷爾蒙，排遺中的荷爾蒙數值波動與雌性生殖狀況吻合。並綜合兩隻實驗個體排遺中孕酮濃度變化，可評估雌性個體懷孕與否。本年度將持續該研究，比對動物配對前、配對期間與配對結束後的荷爾蒙變化，建立更完整且精確的參考數值，並透過此輔助探討雌性發情的機制。此外，嘗試收集剛性成熟的雌性個體排遺，得知雌性發育時荷爾蒙的變化，作為後續繁殖配對之參考。
- (2) 提升配對成功率：2008 至 2018 年園內雌性個體繁殖成功率僅 12%。朝幾個可能的因子著手調整，藉由改變環境刺激因子，調整飼養方式促進繁殖成功，如：欄舍光週期、溫度變化等。夜行動物的欄舍常將照明時間顛倒，如 Brookfield Zoo 的穿山甲飼養，以便飼養管理。然穿山甲目前並未有針對光照時間對繁殖影響的研究。哺乳類實驗模式物種 (C57BL/6J mice) 實驗發現，若光照時間延遲或顛倒，均會影響交配成功的母鼠生產率及活動時間 (Summa *et al.*, 2012)。本計畫將利用欄舍光週期與溫度刺激，嘗試是否能促進繁殖成功率。除了照養環境的調整，配對行為觀察也為另一項重點，如 Gladys Porter Zoo 白腹穿山甲 (*Phataginus tricuspis*) 繁殖與行為觀察發現，兩性混群後，若個體接受對方，雄性 15 秒內就會利用嗅聞收尋雌性，並出現抱接行為。這些資料有助於精準掌控配對時機，及提供人工採精操作參考。此外，與國內學者進行「人工飼糧精質化與營養學」合作研究，以飼糧添加物提供繁殖所需營養。
- (3) 生殖細胞取得與冷凍保存技術發展：往年計畫執行的電激採精測試發現，精液量相當稀少且內含精子濃度低，採集的精子容易在極短時間內形成凝膠狀，不利於保存。電激採精的實驗流程仍需再進行測試及調整，以提高採集的精液量及品質，如：電壓、電擊頻度、電擊棒插入深度等。精子採集後，測試適合的精子培養液、溫度及保存方式，提高精子解凍後存活率。

- (4) 胎兒、幼獸與成體形質資料蒐集：多年累積資料，已收集 7 筆胎兒形質，目前收集 3 至 9 月齡的頭骨與心臟資料，本年度持續進行超音波產檢，並於配對後提早追蹤胎兒狀況，完整收集懷孕 1 至 2 個月的資料，希望可以掌握更完整胎兒發育趨勢，也累積資料得以準確推估穿山甲懷孕期；持續蒐集仔獸出生至成體的形質資料，往年亞成獸形質收集至 2 歲，本年度開始，將於 2 歲後持續測量，探討成年後個體形質是否改變，並比較不同個體間的生長趨勢，累積資訊做為未來人工哺育與野外個體年齡推估之參考。
- (5) 食物轉換訓練技術發展：動物園進 10 年的資料顯示，園內出生的雌性個體 2 歲前死亡率為 25%，雄性個體則為 78%，雌性順利成長的比例高於雄性，如何使亞成體順利成長為目前需解決的問題。成長過程中，主要的三個瓶頸階段，一為剛出生時，死亡率高；二則為離乳期是否能順利轉換食物，儘管已經累積 5 隻個體的食物轉換訓練經驗，但經驗中發現穿山甲的個體差異實在相當大，目前尚未歸納出較有效的訓練方式，食物轉換技術亦對於收容個體適應圈養環境有極大且關鍵性的幫助，該問題亦是國際各個收容中心所面臨的共同問題，持續發展食物轉換技術實為必要工作。

2. 族群管理及資源整合

基因窄化及現有族群量過小為目前主要的問題。本年度將積極與國內救傷中心接洽，商討那些於救傷後經專業評估無法野放個體的後續安置，協助救傷個體運送及收容，達到補充臺灣穿山甲域外族群的基因多樣性的功能，增加圈養族群繁殖成功的潛能，亦能提升國內救傷系統橫向運作功能，使穿山甲保育平台的夥伴能朝向有效率的專業分工合作模式進行。

依據圈養族群的狀況，規劃穿山甲的域外保育繁殖計畫，包含圈養繁殖個體、救傷收容個體，及目前於國外的衛星族群，重新評估並思考個體調度的可行性，在維護圈養族群的基因多樣性及避免近親的原則下，必要時進行各園間的個體調度，以盡力增加域外族群數量及效益的目標前進。

3. 國際與國內研究合作與交流；加入亞洲穿山甲工作小組

持續與 IUCN 專家群及各國相關單位維繫交流，並加入亞洲地區穿山甲保育工作群，分享照養及救傷醫療技術等成果，互助以增加保育成效，提供穿山甲之保育策略及未來研究方向，一同推動亞洲穿山甲的保育工作，也提升本園在國際上穿山甲照養管理與醫

療的專業地位。

與國立彰化師範大學林宗岐教授與國立中興大學李後鋒副教授合作，進行「人工飼糧精質化與營養」研究，探討穿山甲食性偏好、營養需求。與國內救傷中心密集接洽，為救傷個體的短期醫療及照養提供諮詢及建議，並協助野生動物救傷機構進行穿山甲收容。

4. 執行 PHVA 訂定的保育策略行動，活絡穿山甲保育工作平台

依據 106 年度 PHVA 會議所達成的共識及所設立的保育策略行動方案，執行臺北市立動物園團隊所負責的項目，並協助成立臺灣穿山甲工作小組及核心小組，協助各議題的資料整合及定期會議。其保育策略共有五大面向，包含救傷機制整合及改善、未來研究方向、流浪犬貓議題、盜獵議題、教育推廣等。

朝向臺灣穿山甲保育工作資源整合發展，讓有限資源能以更有效率的方式分工進行，深化並促進穿山甲保育研究工作，將域外與域內保育研究串聯。

5. 研究發表

本園於十多年前即開始推動與執行穿山甲域外保育工作，不論於穿山甲照養管理、保育繁殖、救傷醫療、保育教育等，皆累積長年且豐厚的經驗與技術。在穿山甲保育及研究極具重要性且愈趨受到重視的情勢下，本園應著重將過去所累積的研究資料進行整理，於國際會議或國際期刊上進行專業發表及曝光，與世界相關領域之專家學者進行專業交流與合作，才能深化並促進穿山甲保育研究工作的進展。

6. 參與國際研討會

派員赴緬甸參加 2020 東南亞動物園暨水族協會 (SEAZA) 國際研討會及亞洲穿山甲工作小組會議 (4 人 7 天)。因今(109)年受 COVID-19 疫情影響，取消參與 SEAZA 年會。

實施方法與步驟
(條列簡要述明)

一、 實施方法與步驟

本計畫已申請實驗動物利用，同意書編號為 10602，並將於計畫執行前，申請保育類利用。

1. 域外保育繁殖技術建立

(1) 繁殖配對：於每年 9 月至隔年 2 月繁殖季進行選配，延續過往成

功的配對組合，或與新進個體進行配對，有明顯互動，則持續混群，若兩者沒有明顯互動，於混群兩週後結束配對。若動物有受傷狀況，立即終止配對。配對的同時記錄互動行為，行為包含共同休息、跟隨、抱接、交配等行為。

- (2) 生殖內分泌分析：由獸醫師每月進行尾靜脈採血，血液送至檢驗室分析孕酮濃度，監測配對個體是否受孕。為發展排遺荷爾蒙的分析技術，於配對時收集雌性個體排遺，將排遺中孕酮與血液孕酮進行比對，了解排遺荷爾蒙分析技術之精準度。此外，探討配對前後雌性荷爾蒙與雄性荷爾蒙是否有交互影響，選取一對配對個體，交配前、交配期間與交配後，以兩天一次的頻度進行排遺蒐集。以冷凍乾燥法儲存樣本，實驗前將樣本磨碎後，去除雜質，將 0.2 克排遺、蒸餾水及甲醛以 1:1:8 的比例進行混合，震盪 30 分鐘將油脂溶出，再加入 3ml 石油醚輕搖 15 至 30 秒後，以 3000rpm 轉速進行離心 15 分鐘，離心後取出下層液保存於-20°C 冰箱，完成荷爾蒙萃取。使用酵素免疫分析法 (ELISA)，檢測荷爾蒙濃度。
- (3) 欄舍光週期與微環境建置：本實驗預計調整欄舍光照及溫度，並製造季節的變化，白天 (6:00-7:00 至 18:00-19:00) 開燈與 (18:00-19:00 至隔天 6:00-7:00) 關燈，模擬野外日夜變化。根據穿山甲棲所與棲地的溫度，一樣分為 2 時段作調整，早上溫度參考野外洞穴的溫度，晚上則參考當季棲地的平均溫，紀錄一般與繁殖配對互動行為的持續時間。
- (4) 生殖細胞取得與冷凍保存技術發展：動物進行採精前一天禁食水 8-12 小時，實驗當天將動物麻醉後，於電激過程中持續監測動物的生理數值變化，掌握並確認動物於電激過程中的生理反應是否於安全範圍。利用超音波測得雄性穿山甲之直腸深度與睪丸大小。探棒尖端抹拭潤滑液後以旋轉方式緩慢伸入直腸，將動物陰莖皮膚往基部推，伸出陰莖。開啟電流調節器進行電激，約 3 至 4 回合，依據陰莖反應調整電壓，若有精液排出，以微量吸管吸取陰莖上方精液，精液集中至離心管內，加入保存液，以隔水方式保溫。收集到的部分精液評估精子品質，包含精蟲活力、運動狀態、密度、存活率、精蟲畸形率等。剩餘加入抗凍劑，精液填入麥管中，以液態氮冷凍保存。
- (5) 胎兒與幼獸形質資料蒐集：若雌性血液中孕酮若持續上升，則每個月進行超音波掃描，為避免麻醉時動物遭食道內殘餘食物或水分噎嗆，前一日必須禁食禁水。掃描前動物進行全身麻醉，掃描過程中持續監測動物的血液氧氣濃度、心跳數、呼吸頻度及體溫變化。透過掃描確認胎兒位置與臟器發育狀況，並記錄胎兒頭顱

及心臟橫切與縱切的長寬數值。幼獸出生至四歲齡，每週一次於固定時間進行形質測量。測量項目包含體重、體長、尾長、尾寬、兩耳間距、耳長、兩眼間距、後腳掌長、前肢爪長、後肢爪長、腹圍、胸圍、最大鱗片寬度、新生鱗片長度等。

- (6) 食物轉換訓練：人工哺育方式參考 103 年臺北市立動物園所建立之穿山甲人工哺育技術，依據過往經驗進行調整，哺育期間紀錄項目如下：哺乳時間、活動時間、代奶配方、仔獸進食量、排泄狀況，並且詳述哺育情形、行為紀錄、生理發育等。食物轉換則是於幼獸 5 至 6 月齡時，人工哺育個體漸進式將飼糧加入代奶中，並將飼糧奶裝於成體食盆內餵食亞成獸。另外，也提供蟻巢補充營養協助轉換。母獸養育個體，則是由母獸帶領轉換，若轉換育困難才開始人為介入，參考過往食物轉換方式，同時提供幼獸蟻巢與飼糧，輔助幼獸食物轉換。

2. 族群管理與資源整合

計畫人員使用國際通用血統書管理軟體 SPARKS 及族群管理 PMx 軟體，進行圈養穿山甲的資料建置與族群管理分析，正確分析族群結構以進行未來園內圈養穿山甲之族群管理規劃。建立完整的動物血統書以掌握族群資訊，如動物種類、數量、年齡結構、性別、來源、族譜等基本資料，且隨時更新，以期有效地進行動物族群管理。利用 Studbook 與 PMx 等軟體進行族群管理分析，依據分析結果進行繁殖配對規劃。

3. 國際與國內域外保育合作與交流

將穿山甲繁殖、人工哺育、食物轉換經驗與技術進行整理分析，於國際期刊或會議發表。整理歷年（2004 至 2019 年）累積的形值測量資料，含園內出生個體從出生至 2 歲持續測量資料，持續與法國巴黎國立自然史博物館學者共同驗證終生持續成長假說。此外，持續維繫亞洲地區穿山甲保育合作網絡，分享交流照養及救傷醫療技術。

國內合作部分，與國立彰化師範大學林宗岐教授與國立中興大學李後鋒副教授合作，進行人工飼糧精質化與營養研究，已完成消化率餵食實驗，將著手撰寫國際期刊，未來持續合作，進行「人工飼糧配方調整」實驗。整合國內各野生動物救傷中心，如：屏東保育類野生動物收容中心、行政院農委會特有生物研究保育中心野生動物急救站與新竹縣野生動物救傷中心六福村站，統一救傷流程，並與以上單位密集接洽，洽談收容動物安置與配對的可能性。也提供國內、外野生動物收容機構，穿山甲照護與保定

	等相關建議。
<p>預期成果 (條列簡要述明)</p>	<p>一、發展穩定的保育繁殖技術：包括繁殖配對、人工採精、生殖細胞保存、人工哺育和協助幼獸成長發育等，測試影響繁殖的環境因子，以技術提升圈養個體的繁殖潛力及存活成功率，並累積專業技術與經驗。</p> <p>二、建立穿山甲繁殖生理學資料：透過血液和糞便荷爾蒙的監測，同時累積穿山甲胎兒成長發育的形質資料，以更精準地推估穿山甲懷孕期。</p> <p>三、與國內救傷中心串聯：以利經評估無法野放的個體調度，增加域外族群的基因多樣性。</p> <p>四、將研究成果於國際會議或期刊上發表：維持本園在國際穿山甲保育研究的專業形象與領先地位，並建立國際穿山甲專家群合作網絡，彼此互助進步，共同推動跨區域的穿山甲保育工作。</p> <p>五、參與 SEAZA 國際保育組織會議，及重要區域性保育組織如亞洲穿山甲工作小組會議，提升臺灣在國際保育界之能見度，維持資訊的更新，更期望透過不間斷的國際交流，持續培養國際保育人才。(今(109)年受 COVID-19 疫情影響，取消參與 SEAZA 年會，故刪除本項工作項目。)</p>
<p>已參與計畫名稱 及合作機構</p>	<p>相關專業團隊：<input checked="" type="checkbox"/>有 <input type="checkbox"/>無</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. IUCN-SSC PangolinSG (Species Survival Commission Pangolin Specialist Group)國際自然保育聯盟穿山甲專家群 2. 亞洲穿山甲工作網 <ul style="list-style-type: none"> — Wildlife Reserve Singapore, WRS 新加坡野生動物保育集團 — Zoological Park Organization of Thailand, ZPO 泰國皇家動物園組織 — Save Vietnam's Wildlife, SVW 越南野生動物保護組織 — Lao conservation trust for wildlife 3. North American Pangolin Consortium 北美穿山甲聯盟 4. 衛星族群合作夥伴 <ul style="list-style-type: none"> — Zoo Leipzig in Germany 德國萊比錫動物園 — Ueno Zoological Garden in Japan 日本上野動物園 5. 研究合作夥伴 6. National Museum of Natural History (France)法國巴黎國立自然史博物館 7. 國立彰化師範大學生物系 社會昆蟲研究室 8. 國立中興大學昆蟲系 都市昆蟲學研究室 9. 臺灣穿山甲保育工作平台

- 農委會林務局
- 行政院農業委員會特有生物研究保育中心
- 國立臺灣大學李玲玲教授
- 林業試驗所趙榮台退休研究員
- 國立屏東科技大學野生動物保育研究所與保育類野生動物收容中心
- 新竹縣野生動物救傷中心六福村站

建立合作平臺可行性：

否

是，團隊

1. IUCN-SSC PangolinSG (Species Survival Commission Pangolin Specialist Group)：針對穿山甲的研究和所面臨的威脅，共同合作探討其保育策略，以確保亞洲和非洲的穿山甲族群量得以維持；並與其中會員代表持續討論交換動物的後續規劃。
2. 亞洲穿山甲保育網絡：Wildlife Reserves Singapore-近年來持續有照養管理、展示設計等經驗的交流，期望能夠更加提升圈養穿山甲之照養技術及動物福祉。Zoological Park Organization of Thailand-泰國皇家動物園學會，合作辦理穿山甲照養及救傷技術訓練工作坊。Save Vietnam's Wildlife-一同參與馬來穿山甲及中華穿山甲保育策略工作坊、亞洲穿山甲救傷、復育及照養管理工作坊，進行相關經驗及資訊的交流，成為亞洲穿山甲保育工作網絡之一員。
3. 穿山甲衛星族群照養技術發展：Zoo Leipzig-106年再輸出穿山甲一對，雙方針對日常照養管理、繁殖配對、人工哺育與展示設計等領域進行交流，建立域外保育合作的夥伴關係，期望臺灣穿山甲能在其動物園繁殖成功。Ueno Zoological Gardens-101年本園換出穿山甲一對，雙方透過網路持續穿山甲醫療及相關訊息交流，106年僅剩一隻，朝向動物福利及豐富化研究合作發展。
4. North American Pangolin Consortium：此組織於2015年成立，成員均飼養白腹穿山甲 (*Phataginus tricuspis*)，包含 Brookfield Zoo、Pangolin Conservation、Gladys Porter Zoo、Columbus Zoo & Aquarium、Pittsburgh Zoo & PPG Aquarium、Turtle Back Zoo、Memphis Zoo。107年參加該組織舉辦的研討會，一同討論穿山甲照養管理、繁殖、醫療等研究。未來將與該組織成員保持聯絡，持續交流照養相關訊息。
5. 域內與域外保育合作平台：與國立彰化師範大學生物系 社會昆蟲研究室/國立中興大學昆蟲系 都市昆蟲學研究室，共同進行人工飼

	<p>糧精質化與營養研究。</p> <p>6. 穿山甲醫療、救傷動物收容與動物調動網路：成員包含行政院農業委員會特有生物研究保育中心 野生動物急救站、屏東保育類野生動物收容中心、新竹縣野生動物救傷中心六福村站，進行相關訊息交流，促進穿山甲救傷系統更加完善。建立野放標準，需收容個體，參與本計畫繁殖配對項目，增加本園族群生物多樣性。</p>
<p>團隊成員在計畫內之角色（擔任之具體工作性質、項目及範圍）</p>	<p>一、計畫主持人</p> <p>羅誼憶研究助理：擬定與執行計畫、確認工作目標、國際交流合作、現場統籌規劃、撰寫報告等。</p> <p>三、計畫執行人</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 陳亭余助理研究員：維護動物健康、動物醫療照護、動物營養調整、動物救傷、共同執行計畫、國際交流合作等。 2. 連振擘獸醫師、李安興獸醫師、賴巧姁臨時人員：維護動物健康、動物醫療照護、動物救傷。 3. 余珍芳視導、張祐佳技工：生殖內分泌研究、生殖細胞取得與冷凍保存技術發展。 4. 陳朝輝技工、林宣足技工：動物照養管理、繁殖管理、動物調度。 5. 尤宣雅專任助理：計畫執行、動物行為觀察與監測、實驗設計與分析、資料蒐集分析、計畫相關行政工作、協助國際交流、報告撰寫，人工哺育並協助動物照養及醫療照護。

工作項目	月份											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
繁殖配對	14	14	2	2	2	2	2	2	2	2	14	14
生殖內分泌分析	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
欄舍光週期與微環境建置	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
生殖細胞取得與保存技術發展	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
胎兒與幼獸形質資料蒐集	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
協助幼獸成長(含人工哺育)	42	28	21	21	21	21	4	4	4	4	4	4
國際與國內域外保育合作與交流	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
數據資料分析	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
計畫相關行政工作	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
撰寫計畫成果報告	16	16	0	0	16	16	0	0	0	16	0	16
每週平均工作時數	106	92	57	57	73	73	40	40	41	57	52	68

<註> 表格內數字代表各項工作每週平均時數

相關專業經驗及過去參與類似計畫之研究成果	<p>一、相關專業經驗</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 羅誼憶研究助理：具有野生動物照養管理、動物行為觀察、野生動物研究及野外調查、保育教育及國際事務交流等面向之經歷，並具有 103 年至 106 計畫實際執行，107 與 108 年擔任計畫主持人之經驗。 2. 陳亭余、李安興與連振曄獸醫師：具有多年野生動物及穿山甲醫療照護經驗。 3. 余珍芳視導與張祐佳技工：具有生殖生理研究、野生動物生殖細胞庫等研究經驗。 4. 林宣足技工、陳朝輝技工、賴巧玲臨時人員：具有多年的野生動物照養、繁殖配對管理、醫療協助等經驗。 5. 尤宣雅專任助理：具有科學研究之能力，動物行為觀察、野外調查、野生動物照養及救傷系統建置等經歷，並具有 106 年至 108 計畫實際執行之經驗。
----------------------	--

<p>計畫優勢 (可複選並說明)</p>	<p>■<u>創新性：積極發展多種保育繁殖技術與經驗，建立穿山甲穩定的域外族群，讓本園在穿山甲域外保育工作上保有領先地位。</u></p> <p>■<u>前瞻性：將保育技術與國內外動物園、收容中心做連結，有效強化本園對於穿山甲保育之專業。</u></p> <p>■<u>獨特性：目前國際對於中華穿山甲研究缺乏，然具有急迫性。</u></p> <p>■<u>國際競爭力：穿山甲為瀕危物種，野外族群數量持續減少，具有保育重要性，全世界對其相關研究稀少，於穿山甲照養管理、保育繁殖、營養研究與設計、保育教育推廣，以及人工哺育等領域樹立專業形象。</u></p> <p>■<u>核心保育計畫：建立完整穿山甲繁殖技術，提供全世界保育穿山甲之參考，作為未來野外族群的保育以及人工復育重要的資料基礎。</u></p> <p>■<u>動物園精進業務：改善日常照養、繁殖與人工哺育技術，汲取他人經驗，並從自我經驗與錯誤中學習，提升本園對於穿山甲保育與醫療水準，建構國內與國際保育合作網絡。</u></p> <p>□其他：_____</p>
<p>預期效益 (可複選)</p>	<p>可量化效益</p> <p>■增進動物福祉</p> <p>■改善圈養環境</p> <p>□提升醫療技術</p> <p>■保育教育推廣</p> <p>■提升動物園形象</p> <p>■保育臺灣本土物種</p> <p>■建立保育合作平臺</p> <p>■培訓專業人才</p> <p>□增加遊園人次</p> <p>■其他：增進國際交流_____</p> <p>不可量化效益：_____</p>
<p>重要參考文獻(至少五篇)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 王珮蓉。2007。臺灣穿山甲救傷通報系統在保育上的應用。臺灣大學生命科學院生態學與演化生物學研究所碩士論文。 2. 吳詩寶、馬廣智、廖慶祥、盧開和。2005。中國穿山甲保護生物學研究。中國林業出版社，北京。 3. 吳詩寶、劉迺發、馬廣智、唐玫、陳海、徐昭榮。2004。穿山甲生態學研究概況。動物學誌 39：46-52。 4. 林敬勛、裴家騏。2010。穿山甲日棲洞穴利用之研究。生物科學 52：12。 5. 林敬勛、裴家騏。2010。臺東鸞山地區臺灣穿山甲 (<i>Manis</i>

- pentadactyla pentadactyla*) 活動範圍與洞穴利用之研究。屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。
6. 范中衍。2005。翡翠水庫臺灣穿山甲洞穴棲地研究。國立臺灣大學森林環境暨資源系碩士論文。
 7. 遇達禕、郜二虎、林英華、秦秀雲。2001。中國穿山甲的現狀與保護對策。東北林業大學學報 29 (2) : 79-82。
 8. 趙榮台。1989。臺灣穿山甲之繁殖保存研究：一般生物學與現況分析。中華民國 78 年生態研究第 032 號。行政院農業委員會。
 9. 趙榮台。1993。穿山甲的人工飼育。野生動物保育專輯 12-1-3。行政院農委會。臺北。
 10. Bhandari, N. and M. K. Chalise. 2014. Habitat and Distribution of Chinese Pangolin (*Manis Pentadactyla* Linnaeus, 1758) in Nagarjun Forest of Shivapuri Nagarjun National Park, Nepal. Nepalese Journal of Zoology 2(1) : 18.
 11. Cabana, F., A. Plowman, T. V. Nguyen, S-C Chin, S-Li Wu, H-Y Lo, H. Watab, F. Yamamoto. 2016. A comparison of captive Asian pangolin diets and how they inform us on their nutritional requirements. The 9th International Meeting of Asian Society of Conservation Medicine(ASCM), One Health in Asia-Pacific. Taipei Zoo, Taiwan.
 12. Challender D. W. S., J. E. M. Baillie, C. Waterman, IUCN-SSC Pangolin Specialist Group. 2012. Catalyzing conservation action and raising the profile of pangolins-the IUCN-SSC Pangolin Specialist Group(PangolinSG). Asian Journal of Conservation Biology 1(2) : 140 -141.
 13. Chao, J-T., E.H. Tsao, K. Traylor-Holzer, D. Reed and K. Leus(eds.). 2005. Formosan Pangolin Population and Habitat Viability Assessment : Final Report. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, Apple Valley, MN.
 14. Chen, T-Y. 2018. The Chinese pangolin rescue experience at Taipei Zoo. The 2018 International Symposium on Pangolin Care and Conservation. Brookfield Zoo, Chicago(Oral presentation).
 15. Dorji, D. 2017. Distribution, habitat use, threats and conservation of the critically endangered Chinese pangolin (*Manis pentadactyla*) in Samtse District, Bhutan. Unpublished.

16. Duckworth, J.W., Steinmitz, R., Pattanavibool, A., Than Zaw, Do Tuoc & Newton, P. 2008. *Manis pentadactyla*. In : IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. <www.iucnredlist.org>
17. Hua, L., S. Gong, F. Wang, W. Li, Yan Ge, Xiaonan Li, and F. Hou. 2015. Captive breeding of pangolins: current status, problems and future prospects. *Zookeys* 507 : 99–114.
18. Irshad, N., T. Mahmood, R. Hussain and M. S. Nadeem. 2015. Distribution, abundance and diet of the Indian pangolin (*Manis crassicaudata*). *Animal Biology* 65(1) : 57–71.
19. Katuwal, H. B., H. P. Sharma, K. Parajuli. 2017. Anthropogenic impacts on the occurrence of the critically endangered Chinese pangolin (*Manis pentadactyla*) in Nepal. *Journal of Mammalogy* 98(6) : 1667–1673.
20. Katuwal, H. B., K. R. Neupane, D. Adhikari, S. Thapa. 2013. Pangolins Trade, Ethnic Importance and its Conservation in Eastern Nepal. Small Mammals Conservation and Research Foundation and WWF-Nepal, Kathmandu, Nepal.
21. Kurniawan, A., H-F. Li. 2019. Overview of pangolin ex situ status, expertise and challenges. Ex Situ Assessment and Planning Workshop for the Sunda Pangolin.
22. Li, H-F., J-S Lin, Y-C Lan, Kurtis J-C Pei and N-Y Su. 2011. Survey of the termites (Isoptera : Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae) in a Formosan pangolin habitat. *Florida Entomologist* 94(3) : 534-538.
23. Lo, H-Y, H-Y Yu, C-Y Lien, S-C Chin. 2018. Husbandry of Chinese pangolin in Taipei Zoo. The 2018 International Symposium on Pangolin Care and Conservation. Brookfield Zoo, Chicago (Oral presentation).
24. Lo, H-Y, S-L Wu, Y-X Luo, Y-T Wang. 2016. A comparison of captive Asian pangolin diets and how they inform us on their nutritional requirements. The 9th International Meeting of Asian Society of Conservation Medicine (ASCM), One Health in Asia-Pacific. Taipei Zoo, Taiwan (Oral presentation).
25. Lo, H-Y. 2017. Husbandry of Chinese Pangolin in Taipei Zoo. Asian

- Pangolin Rescue , Rehabilitation and Captive Management Workshop. Zoological Park Organization of Thailand(Oral presentation).
26. Lo , H-Yi , H-Y Yu , T-Y Chen , C-Y Lien , Y-M Wang , H-Shao Tsao , S-C Chin. 2019. The pangolin conservation work in Taipei Zoo. EAZA Annual conferences.
 27. Maurya , K K , S Shafi , M Gupta. 2018. Chinese Pangolin : Sighting of Chinese Pangolin (*Manis pentadactyla*) in Valmiki Tiger Reserve , Bihar , India. ZOO'S PRINT.
 28. Nash , Helen C. , Michelle H.G. Wong , Samuel T. Turvey. 2016. Using local ecological knowledge to determine status and threats of the Critically Endangered Chinese pangolin (*Manis pentadactyla*) in Hainan , China. Biological Conservation 196 : 189–195.
 29. Summa , K. C. , M. H. Vitaterna , F. W. Turek. 2012. Environmental Perturbation of the Circadian Clock Disrupts Pregnancy in the Mouse. PLoS ONE 7(5) : 1-5.
 30. Swart , J. M. , P. R. K. Richardson & J. W. H. Ferguson. 1999. Ecological factors affecting the feeding behaviour of pangolins(*Manis temminckii*). Journal of Zoology 247(3) : 281-292.
 31. Thapa , P. , A. P. Khatiwada , S. C. Nepali , S. Paudel. 2014. Distribution and Conservation Status of Chinese Pangolin (*Manis pentadactyla*) in Nangkholyang VDC , Taplejung , Eastern Nepal. American Journal of Zoological Research 2(1) : 16-21.
 32. Wu , S-L. , Hsuan-Yi Lo , Chen-Yen Lien , Shih-Chien Chin. 2015. The Development of Hand-reared Formosan Pangolin Cub at Taipei Zoo. 1st International Conference on Pangolin conservation , trade and rehabilitation. Mabula Game Reserve , South Africa.(Oral presentation).
 33. Yang , L. , M. Chen , D. W. S. Challender , C. Waterman , C. Zhang , Z. Huo , H. Liu and X. Luan. 2018. Historical data for conservation : reconstructing range changes of Chinese pangolin(*Manis pentadactyla*) in eastern China (1970–2016). Proceedings of The Rotal Society B 285(1885).

附 件	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 文件____種 <input type="checkbox"/> 圖說____種 <input type="checkbox"/> 其他_____
--------	--