出國報告（出國類別：研究）

台法實驗用小型豬資源體系經驗交流與技術知識研習

服務機關：行政院農業委員會畜產試驗所臺東種畜繁殖場
姓名職稱：陳亮君 助理研究員
派赴國家：法國
出國期間：105 年 5 月 18 日至 105 年 5 月 31 日
報告日期：105 年 7 月 26 日

目次　　頁次

摘要 ----------3
一、　目的 ----------4
二、　過程 ----------4
三、　心得與建議 ----------17

摘要

法國國家農業研究院（Institut National de la Recherche Agronomique; INRA）為法國營養、環境及農業研究單位，INRA 關注現今重要的農業與民生議題，透過縝密的系統性規劃，並藉由跨領域的整合與分工，發展解決問題之研究體系，共享資源與成果，以增進動物及人類福祉，並使產業能夠健全與永續發展。此次參訪研習計畫著重於瞭解法方實驗動物資源體系開發模式，進行基礎實務照顧管理交流，並藉此延續雙方友好互惠之夥伴關係，促進雙邊科研合作發展。此行參訪單位為 INRA, Rennes 研究中心的 Saint-Gilles 單位，為期五天的參訪交流，期間除瞭解法方小型豬飼養管理設施及飼養管理系統整合、小型豬動物模式開發之目的和重要性、小型豬動物模式研究方向及應用、動物福祉衍生議題之動物行為個體及群體研究，亦參觀相關研究的工具及資源，例如神經影像醫學平台、營養代謝室、動物行為研究等設施。在學習參訪過程中觀察到，法方在動物實驗的規劃與執行時，非常注重動物福祉，而解決或改善動物福祉的研究，往往需要有相當的行為學訓練為基礎，方能妥善地設計規劃試驗，有效解決問題。台東場為國內生醫用小型豬育成與推廣單位，經管小型豬國家種原保存與品種選育之核心業務與執行實驗動物資源體系之階段性任務，均與動物福祉議題息息相關，本次研習所得可以應用於研究與動物設施改善，研擬以推動動物福祉與生醫產業應用為導向之動物行為學研究，建立動物正向訓練標準作業，提升飼育管理與研究操作人員與實驗用小型豬間良性的互動，實現實驗動物人道管理之內涵。

一、 目的

畜產試驗所台東種畜繁殖場除了是台灣蘭嶼豬的種原保存場，現今更為國內生醫用小型豬育成與推廣單位，近年來已成為國內醫療科技應用所使用之試驗豬，為了提供高品質的試驗動物，台東場建立制度化的生產管理程序，配合高規格的生物安全控管，並且在經由前輩先進們硬體及軟體的不斷改善及更新，台東場並於 2013 年取得 AAALAC 實驗動物國際認證，因每三年須重新申請，經現場查驗合格才得以維持資格，於 2015 年重新申請續評通過，此認證代表台東場是以動物福祉為重的飼養管理體系。畜試所與 INRA 長年維持良好的合作夥伴關係，在實驗用小型豬的發展與研究上，近年來雙方各有進展，並有合作交流之意願，法方之起步雖晚（2006 年開始），但其特定應用導向的推動方式、跨領域整合與系統方法學知識架構，值得現階段我方研究人員學習，此次參訪研習計畫著重於瞭解法方實驗動物資源體系開發模式，進行基礎實務照顧管理交流，並藉此延續雙方友好互惠之夥伴關係，促進雙邊科研合作發展。

二、 過程

105 年台法實驗用小型豬資源體系經驗交流與技術知識研習行程表			
日期	地區及行程	研習內容	法方研究人員
5/18(三)	台東→桃園機場	啟程（23:30）	
5/19(四)	桃園機場→巴黎	啟程（7:35）	
5/20(五)	巴黎→雷恩	啟程（9:05）	
5/21(六)	雷恩	資料整理	
5/22(日)	雷恩→Saint-Gilles	交通路程與資料整理	
5/23(一)	INRA, Saint-Gilles	小型豬及大白豬飼育設施概況介紹、小型豬試驗正向訓練參觀	Dr. François Gilard Dr. David Val-Vaillet
5/24(二)	INRA, Saint-Gilles	小型豬飼養管理操作及資料庫介紹、動物行為學研究方向	Mr. Micky Dr. Ludovic Brossard
5/25(三)	INRA, Saint-Gilles	Ani-Scans單位介紹影像操作應用及輻射防範設備	Dr. Nicolas Coquery
5/26(四)	INRA, Saint-Gilles	營養代謝室設備及試驗介紹、動物行為研究試驗設施	Dr. Alberto Conde Aguilera

		介紹	Dr. Marie-Christine Meunier-Salaun
5/27(五)	INRA, Saint-Gilles	INRA 開放日參觀 Le Rheu 單位乳牛及山羊實驗農場	Dr. François Gilard
5/28(六)	Saint-Gilles→巴黎	資料整理	
5/29(日)	巴黎	資料整理	
5/30(一)	巴黎→桃園機場	回程	
5/31(二)	桃園機場→台東	回程	

一、INRA 與 INRA, Saint-Gilles 研究單位簡介

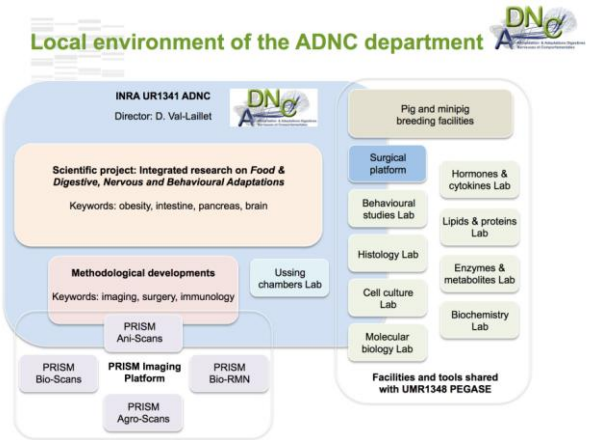
INRA 各分中心於法國分佈圖

INRA, Saint-Gilles 位於法國布列塔尼區首府雷恩西北邊 17 公里處

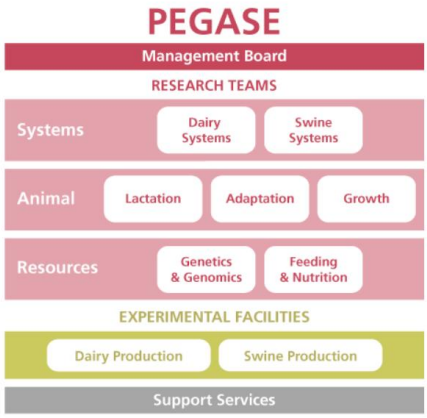
INRA（Institut National de la Recherche Agronomique; INRA）是歐洲頂尖的農業研究院，主要研究領域為食物、營養、農業和環境，共有 17 個研究中心及一個巴黎總部門，分為 13 個科學分部，INRA 不但與國內不同研究機構及大學院校有多項合作，更積極的建立國際合作關係。其中雷恩研究中心（Rennes Bretagne-Normandie centre）因位於法國首要農牧區域，所以此研究中心致力於改善農業及農產品的生產品質，包括動物基礎研究及家畜生產系統、植物基礎研究及植物生產系統、陸生及水生動物農業生態系統管理（保護自然環境資源及維護生物多樣性）、動物產品品質－營養、健康和環境及農業經濟學。雷恩研究中心約有 680 名正式員工、211 名的研究員、194 名應用科學家、366 名技術人員和 141 名博士後研究及研究生，在雷恩（Rennes）、布列塔尼（Brittany）及下諾曼第（Lower Normandy）共有 10 處研究區，其中包括 18 個研究單位、7 個參與研究單位、6 個實驗單位、9 個技術平台和設施、4 個環境研究監測站及實驗系統、1 個工作站和 3 個生物資源中心，試驗家畜為牛、豬、羊、鱒魚等。

INRA 雷恩研究中心包含了營養、食品安全及消費者行為研究 Nutrition, Chemical Food Safety and Consumer Behaviour （AlimH）科學分部（AlimH 包含 22 個單位）及動物基因 Animal Genetics 科學分部（12 個單位），本次參訪交流單位是 INRA 雷恩研究中心位於 Saint-Gilles 的營養研究領域 AlimH 科學分部下的 ADNC（Food & Digestive, Nervous and Behavioural Adaptations）－食物消化神經行為研究單位(包括 PRISM platform 的 Ani-Scans 單位)和農業研究領域 Animal Genetics 科學分部的 PEGASE（Physiology, Environment, and Genetics for the

Animal and Livestock Systems）－動物及畜牧的生理、環境和遺傳研究單位(包括豬隻繁殖設施及實驗室單位)。



ADNC 研究單位組織架構



PEGASE 研究單位組織架構

5 月 23 日（一）

第一天上午由 Unite experimental pigs rennes (UE PR)－豬隻繁殖設施及實驗室單位主任 François Gilard 帶領參觀豬隻畜舍，豬隻畜舍包括小型豬畜舍及 Large White pigs 大白豬（約克夏）畜舍。小型豬畜舍目前飼養大多數為 Yucatan 小型豬及少量的 Pitman-Moore 小型豬，說明原本飼養 Vietnamese、Pitman-Moore 及 Yucatan 小型豬，在經過行為研究後瞭解 Yucatan 小型豬性情較溫馴，且友善親人，因此後續研究皆使用 Yucatan 小型豬當做動物模式；INRA 所使用的 Yucatan 小型豬是採自然配種方式，分娩離乳舍亦以去狹欄方式做設計，因本身具有飼料廠，所以豬隻飼料全在場內自行製做，Yucatan 小型豬每日採限飼餵食，飼料粗纖維含量較高，避免小型豬過度肥胖，每間隔間畜舍皆有環境控制裝置，會依據動物個體大小做溫度調整。大白豬畜舍與小型豬飼養畜舍位於場區內不同的位置，大白豬採人工授精方式，各個畜舍會有不同的飼育模式進行動物個體或社交行為研究；UE PR 也包含了專為不同豬隻大小所設計的專用手術室。

下午由 ADNC 主任 David Val-Vaillet 帶領參觀 Yucatan 小型豬試驗研究行為反應評估，此研究以小型豬當動物模式，此試驗在母豬懷孕期及哺乳期時即給予一般料(SD)及高油高糖份飼料(WD)，後續評估母豬及仔豬的代謝及消化道內微生物叢活性，此研究是為了要瞭解胎兒在早期營養過度的環境裡，是否會增加如肥胖症或第二型糖尿病的敏感性及是否影響認知

和學習能力，法方研究人員分享現階段有趣的觀察所得，在進行 holeboard 試驗後發現，給予 WD 飼料的仔豬似乎具有較高的感知能力。

註：holeboard test：保育豬訓練方式是使用 16 根圓柱，內放 m&m 巧克力豆，讓保育豬能用前跂趴上圓柱找 m&m 巧克力豆，生長豬則是使用 16 個小碗，上頭放置球體訓練（使豬隻能夠用鼻吻將球體頂上吃到 m&m 巧克力豆），每次評估時間 5 分鐘，上下午各進行一次。一開始訓練是先將球體架高，m&m 巧克力豆放置於每個碗上讓豬去吃，接下來則是由人示範如何把球體向上頂 m&m 巧克力豆，最後就讓豬自己找，16 處會放置 4 處，5 分鐘內沒找到即代表評估失敗。

小型豬進行 holeboard 認知行為測試	影像數據收集系統

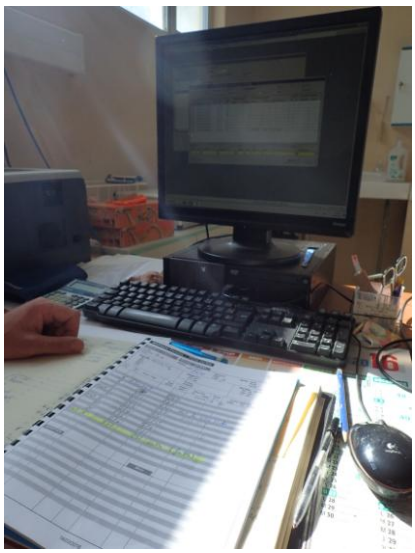
5 月 24 日（二）

早上由現場的飼育人員 Mr. Micky 帶領進行現場例行巡視及畜舍管理，由分娩離乳舍進行動物觀察，Mr. Micky 說明因母豬剛產仔豬，所以動作需較細膩，避免驚擾豬隻，且因仔豬較小、較虛弱，所以會依據欄位吊掛保溫燈，在母豬隔間會吊掛較高處，而在仔豬欄位則吊掛較低，分娩舍是以去狹欄設計，Yucantan 母豬並不會因為有人員進入而恐慌站立，與蘭嶼豬易站立警覺性情完全不同，Yucatan 母豬反而呈現輕鬆狀態的哺餵仔豬，離乳時是移走母豬，將仔豬續留於分娩離乳舍直到移出至成長舍，飼養於成長舍的 Yucatan 小型豬，非常溫馴近人，飼育人員亦可很輕鬆進入與 Yucatan 小型豬進行互動，可見飼育人員與豬隻之間關係是非常友善，而後 Mr.Micky 帶領至工作辦公室，說明現場工具使用操作、畜牧場管理資訊統整系統及母豬繁殖生產規劃等作業方式，在繁殖生產規劃方面，現場

飼育人員，每年度將母豬分成三批次，每批次間隔七週，採自然配種，將公豬趕至母豬欄位一週後分離，一個月後進行超音波檢查受孕狀況。

下午由 PEGASE 單位的 Dr. Ludovic Brossard 說明 INRA 動物行為研究相關試驗；為了證實人與動物在正向接觸後，減少動物對人員的恐懼反應，除了增加動物福利，更利於後續實驗動物操作實施，於是進行了以下試驗，飼育人員於離乳後給予仔豬撫摸及抓搔，評估豬隻與人類觸碰之皮質醇及心臟反應之交互作用，試驗結果顯示人在經過三週時間的撫摸及抓搔，的確會增加人與動物之間的行為正向反應。另外，歐盟國家對於農場動物福利的議題愈來愈重視，公豬因去勢所帶來的疼痛影響，且去勢後飼料換肉率降低，易減少瘦肉囤積脂肪，影響肉類品質，或未去勢對公豬造成的肉質品質風味之影響，以及在性成熟後具互相駕乘或侵略性所造成豬隻傷害，懷孕母豬畜舍環境亦會影響跛腳、刻板行為及對人類的反應等等，各項議題皆是研究目標的來源。Dr. Ludovic Brossard 提了幾個研究討論後，也就本場後續欲進行動物行為研究的方向的建議，先研擬想瞭解的是群體社交行為或個體行為研究，妥為規劃研究方法與試驗設計，並可利用攝影工具協助記錄與分析動物行為。

小型豬畜舍外觀	小型豬畜舍環控系統

成長舍的 Yucatan 小型豬性情溫馴，易親人	Yucatan 小型豬母性佳
Yucatan 種公豬欄位於種母豬群對面	Yucatan 保育豬見陌生人縮於一角
	
飼育人員進行畜禽管理系統操作	小型豬專用電力運輸車，減輕人員運送負擔

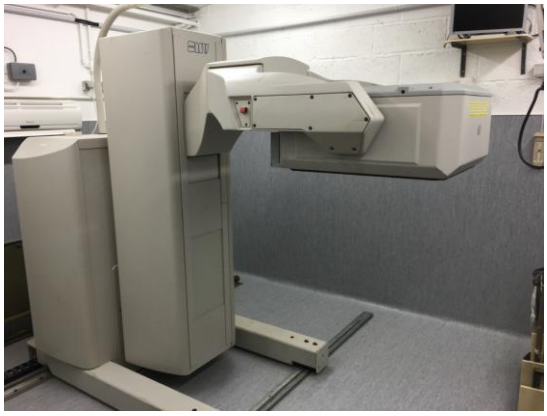
小型豬專用磅重車，電子秤可與電腦做連線記錄	小型豬七週間距生產三批次規劃

5/25（三）

影像工程師Dr. Nicolas Coquery帶領至PRISM imaging platform介紹相關影像設備及輻射防範設備。PRISM platform有四個研究領域：

1. Ani-Scans：應用於豬隻動物模式的多模態影像。
2. Agro-Scans：應用於農學或食品加工之MRI及NMR核磁共振成像及共振譜。
3. Bio-Scans：MRI及MRS 於小型動物之臨床應用。
4. Bio-RMN：核磁共振分光術之結構及生物譜。

此次參觀位於INRA, Saint-Gilles，附屬於ADNC的Ani-Scans單位，PRISM Ani-Scans platform具有正子電腦斷層掃瞄(Positron Emission Tomograph; PET)進行腦蔔葡糖代謝的研究、單頭伽瑪斷層掃瞄(Single-head tomography gamma-camera)進行清醒動物的消化功能研究、雙頭伽瑪斷層掃瞄(Dual-head gamma-camera associated to a scanner X)用於分子影像研究(例如多巴胺素和腎上腺素)、全身掃瞄X光(Full-body scanner X)應用於解剖研究及腦部手術影像等。因大部分儀器使用，有可能招致人員曝露於輻射之下，所以在這單位裡面特別重視人員輻射安全問題，設置了許多偵測輻射量的設備，並且將所使用的水、空氣等皆會進行收集，因輻射半衰期短，待無污染疑慮即可清除。Ani-Scans 研究室主任Dr. Charles-Henri Malbert亦說明了因豬隻是人類營養代謝疾病研究很好的實驗動物，曾由口腔或腸道內給予蔗糖液，使用MRI觀測血流入腦部區享樂活化反應，所以想藉此探索大腦在經過口腔或內臟內糖刺激後，所引起愉悅動機的神經機制。

正子電腦斷層掃瞄	影像監控室
	
雙頭伽瑪斷層掃瞄	單頭伽瑪斷層掃瞄
清醒動保定架	全身掃瞄 X 光

游離輻射防護設施	Ani-Scan 隔離動物舍

5/26（四）

早上由西班牙籍的 Dr. Alberto Conde Aguilera 帶領介紹參觀代謝室設施，包括代謝籠、代謝箱。此代謝室可進行小至禽類，大至牛隻的營養試驗，代謝籠的設計，不但可依豬隻大小調整籠位長度與寬度，也能確實分離與收集糞便及尿液，試驗過程中亦須重視動物福利，須供給動物可躺臥空間。參觀當日正好進入一批豬隻要進行試驗，此試驗使用體重約 30 公斤的大白豬，於飼料內添加不同濃度鎂，瞭解在屠宰時對肉質是否有影響，豬隻需要飼養在飼養籠至少二週，第一週為動物適應期，第二週開始則會開始收集糞尿，進行消化能及代謝能的計算及分析。而代謝箱是則於測定動物氣體排放速率，進行呼吸代謝測量。由代謝設施的裝置更可精準瞭解個體動物的營養代謝需求。

下午由 Dr. Marie-Christine Meunier-Salaun 帶領參觀各動物行為研究設施，Dr. Marie-Christine Meunier-Salaun 提到豬隻跛腳在養豬場是個蠻常見的問題，除了跟動物社交行為有關，另外也跟動物畜舍地面型態與環境不同有關，近期更著力於營養對跛腳影響進行研究。藉此提出後續期望就本場環境豐富化音樂選播與蘭嶼豬飼養行為，進行相關行為研究，Dr. Marie-Christine Meunier-Salaun 提到，若有任何執行上的問題，也很樂意與本場交流提供相關意見。

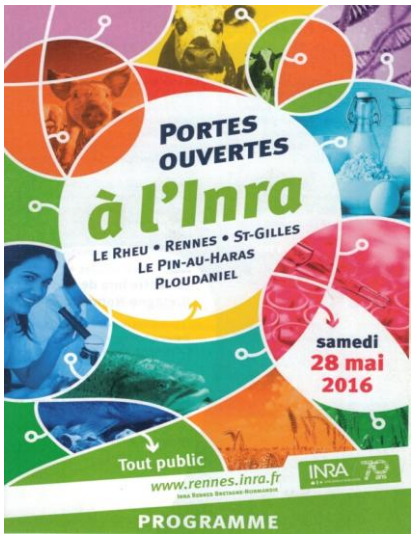
營養代謝室裡的營養代謝籠	進行動物試驗，須顧及動物福利，將代謝籠調整成符合豬體大小
大型動物代謝箱	小型動物代謝箱
營養篩選給料行為研究欄位	動物行為研究欄位

地板不同對大白豬生產性能之影響的行為研究	以給予麥草桿研究大白豬生產性能之行為研究
大欄位飼養動物社交行為研究	行為研究學之影像資料收集室

5/27(五)

國家農業研究院 INRA 創立於 1946 年，5/27 正巧碰上 INRA 全國開放日，開放給民眾及學生團體進入參觀，除了搭棚展示，更開放研究大樓的各實驗室及動物畜舍，讓民眾及學生參觀操作瞭解。藉開放日之便，Dr. François Gilard 帶領至雷恩研究中心位於 Le Rheu 的單位參觀乳牛及山羊實驗農場，瞭解乳牛各階段成長過程，並瞭解給予牛羊營養成份不同，會改變牛奶、羊奶或奶酪的品質，恰巧遇到乳牛擠乳時間，亦參觀了乳牛擠乳作業，此處使用環形自動擠乳系統（Automatic milking rotary system; AMS），以智慧型機器人縮減了擠乳所需的人工勞動力，當擠乳時間到，等待擠乳乳牛則可在等待區自由活動，一反傳統牛隻

需於狹小的擠乳室等待，提供等待擠乳牛群更大的互動的環境與空間，提升動物福利，當乳牛排隊經過匣門進入擠乳欄位後，會有感應器感應乳頭位置，由機器手臂將擠乳杯套上，待繞了 1/2-2/3 圈之後，當乳汁流速低於預設值，擠乳杯會自動掉下，乳牛一次擠乳量約 9-15 公升不等，若有品質不佳的乳品，也會藉由感應機器，分流品質不佳乳品，加強食品衛生安全，待擠乳完成，乳牛自動離開匣門，離開動線的欄杆上裝設有感應器，可感應乳牛飼養欄位，會以匣門開關控制，讓牛隻回到固定欄位，所有牛隻相關記錄及數據收集呈現智慧型管理。

	
INRA 全國開放日	上午為 INRA 與學校單位教育日，學生於實驗室裡瞭解顯微鏡操作使用
專業人員以實作方式指導學生乳酪製作流程	解說人員說明羊隻每日所需吃入的草的種類及數量

符合動物福祉的乳牛環形自動擠乳系統	乳牛在擠乳完後，欄杆上的感應系統，偵測到乳牛編號後，依據編號將牛隻引導至飼養欄位

三、　心得與建議

畜試所與 INRA 長年維持良好的合作夥伴關係，台東場曾於 2010 年舉辦「生醫用豬國際論壇」之國際合作計畫，邀請 INRA 專精於應用醫學影像技術進行豬模式營養代謝疾病研究的 Dr. Charles-Henri Malbert 進行專題報告，台東場朱賢斌場長為精進台東場小型豬照護管理技術，於 2012 年赴法國 INRA Saint-Gilles 進行小型豬生醫研究與照護管理之研習與交流，而後 2013 年台法雙邊共同研提計畫，由畜試所辦理臺法生醫用小型豬雙邊研討會，會後法方前往台東場參訪小型豬研究業務與設施，雙方一直延續著友好關係，法方自 2005 年 1 月才開始啟動「人類營養學研究專用小型豬選育計畫」，陸續引入 Vietnamese、Pitman-Moore 及 Yucatan 三種小型豬，在經過相關的研究比較與評估後，選擇性情溫馴的 Yucatan 小型豬當做爾後人類營養學研究的動物模式。

小型豬的種原保存、品種選育與實驗用途推廣為台東場之核心業務，除須近年藉由改善動物飼養管理、獸醫照護及動物設施環境等人道管理措施，提升動物照護管理計畫，取得 AAALAC 國際認證，於此生產管理體系下進行本土小型豬的種原保存與品種選育工作，同時進行實驗用小型豬之生產供應服務。在為期五天的參訪交流後，由法方的計畫架構即可感受到歐盟國家對於動物福祉推動的重視，除了持續進行與農場動物福祉相關試驗研究，於小型豬動物模式應用研究時，對於豬隻人道管理及對待的態度更是確實，法方因研究應用需求，引進數種小型豬進行研究評估後，選擇性情溫馴，較親近人的 Yucatan 小型豬，與台灣利用自有蘭嶼豬種原進行應用推廣不同。目前國內醫學研究仍以使用蘭嶼豬為主，蘭嶼豬性情警覺，進行活體操作時易造成動物緊張反抗，易影響研究結果的準確性，

同時造成動物生理及心理上的不適，如何在試驗操作過程，降低人與動物間的緊張關係便成為很重要的課題，此次參訪交流後，認為台東場後續可朝向建立飼養與操作（housing 和 handling）管理，規劃動物行為及正向訓練方面的研究題目，建立人與動物之間的信任關係，以提供生醫研究使用者標準作業程序，使後續實驗動物在動物試驗上緊張不安降至最低，達到實驗動物人道管理之內涵。