

第一章 總論

洪昭竹

實驗動物，不只指小鼠，大鼠，倉鼠與天竺鼠等齧齒類動物，包括兔類，偶蹄或單蹄類，鵝鶉，雞鵝鴨等家畜家禽，或爬虫類等未馴化之野生動物，只要能做為研究材料，人為飼養與繁殖之動物均屬實驗動物。

狹義的實驗動物，應指合於各種適用為動物實驗之目的而育成，繁殖生產之動物群。動物實驗係將一群動物加以某種處理後，觀看其反應的實驗。要求高度準確度或精密性科學資料時，這一群動物之個體間的反應不應有變異，且對於同一處理之反應在同一條件下應有相同的反應。因此為遂行良好的動物實驗，實驗動物要比一般家畜有更多之限制，如遺傳與內外環境等因素之清楚與明瞭要比一般產業家畜更嚴格。生命科學的發達，需依賴諸多的動物實驗之測試，使用的實驗動物必需具有正確的遺傳背景，始克自處理的反應之變異中正確的分辦處理效果。我國在制訂實施 GLP (Good Laboratory Practices)。是時，新醫藥品，化粧品，或農藥等之申請核發，均需附有動物實驗記錄資料，要求高精密度之動物實驗。這一需求當然反應出必需有一群大量的合格的實驗動物。實驗動物之重要性已如上述，瞭解實驗動物之貢獻應為使研究動物之精英與專家學者願意投入的契機。實驗動物係醫學，生物學及其他學門領域之研究，教育或醫藥品等實驗之材料，貢獻於人類之文化，健康與福祉至大。進而言之，人類的文明繁榮係由動物或家畜之無奈的犧牲而來。實驗動物技術員課程的目的是提供資料為學習的基礎。這個課程依照實驗動物技術員的需求而編定。

第一節 實驗動物學和動物管理的歷史和目的

洪昭竹

一、實驗動物簡介

(一)、實驗動物之照顧

實驗動物學的領域是值得你投入的一項重要及有趣的事業。你將會接觸到許多字彙、想法及觀念，而這些東西是一般大眾鮮少有機會使用及理解的。而隨著你對於實驗動物的知識和概念與日俱增，你在整個研究團隊中的地位也越來越重要。當你已經完全熟練這本操作手冊的內容之後，你應該具備以下能力：

1. 能描述中央政府及地方政府關於實驗動物的法規，以及附屬或現行的法規出處。
2. 能觀察及報告動物飼育室裡的環境變化，它包括溫度、空氣換氣率、明暗週期和濕度。
3. 能辨識實驗動物臨床疾病的一般症狀。
4. 能以標準操作程序使用設施，並以安全與衛生的手法提供實驗動物良好的照顧。
5. 能控制、保定動物及辨識常見實驗動物的性別。
6. 能以若干不同的方法來協助動物鑑別和紀錄保存。
7. 能觀察並報告實驗動物的不規則性，包括飲食習慣的變化，不正常的糞便或尿液檢體，異常行為和死亡。
8. 能提供管理或研究人員一般性或技術上的協助。
9. 當被指示時，能對動物提供例行性處理，包括治療耳疥蟲和修剪過長的牙齒。
10. 能描述動物設施內個人衛生以及各種消毒和清潔的方法。

(二)、實驗動物技術員的責任

為了要成為一個在管理及研究團隊中受尊重以及有價值的成員，你還有許多事情要學習。和團隊中其它成員相比，你每天的工作內容是最直接接觸實驗動物的。事實上，你將伴演著研究團隊的眼睛、耳朵和雙手，在研究人員和實驗動物之間作重要資訊的交流。

實驗動物技術員的職責在實驗動物學的領域中，是一項充滿挑戰性和報償豐富的工作，做動物實驗的科學家必須依靠實驗動物技術員才能增長科學知識，實驗動物技術員必須把動物保持在可控制的、嚴格的情況下，而且要符合法令及人道的標準。

因此，實驗動物技術員有責任來保障實驗動物的福利。

第一單元的目的是讓新進的實驗動物機構之聘雇人員，熟悉實驗動物學的基本原則，以及許多不同品種實驗動物的適當照顧方法。

(三)、實驗動物學和動物管理的歷史和目的

實驗動物學起源於照料實驗動物的技術方法和科學性的技術資訊。

它的範圍包括實驗動物的飼養管理、營養、行為模式、健康、繁殖和管理。

從 1950 年代起，實驗動物學就已被分類出來成為一個新的研究範疇。在這段期間，一群專注致力於照顧實驗動物的人士開始鼓吹關於實驗動物飼養管理及醫療資訊的發展和交換。實驗動物醫學被公認是獸醫學裡的一個專門領域，研究實驗動物之疾病診斷、臨床治療及預防。

二、動物實驗

(一)、早期的實驗

使用動物參與科學研究，導致實驗動物學的蓬勃發展。實驗動物被利用來作學術研究及教學上的工具，歷史十分悠久淵遠。在紀元前第四世紀時，生物學之父亞里斯多得 (Aristotle 384 - 322 B.C.) 已利用解剖不同的動物，來研究內部器官的不同。衣瑞斯川達斯 (Erasistratus 304 - 258 B.C.) 可能是世界上第一位使用活的動物來作試驗之用。他發現豬的氣管是一條通氣的管子，而肺臟是壓氣的器官。後來在紀元後第二世紀裡，高林 (Galen 130 - 200 A.D.) 解剖豬、猿猴及其他動物，進而宣稱要利用動物實驗才能瞭解事實及真理，才有其科學之進步。然而在高林之後的中世紀，進入所謂的科學黑暗期，那時教會禁止任何屍體解剖及動物實驗。一直到十六世紀，生物醫學才被注意及重視，維西利斯 (Andreas Vesalius 1514 - 1564 A.D.) 近代解剖學之父，利用狗與豬的解剖來作為公開講學之用，如此解剖學才能與生理學相呼相應。1628 年哈維 (William Harvey) 發表了他的巨作關於動物的心臟與血管的關係。在 18 世紀初年哈雷 (Stephen Hales) 發表利用馬來測血壓。

在 19 世紀初年法國成為實驗生物學及醫學的中心，科學家如馬吉代 (Francois Magendie 1783 - 1855) 和伯爾納 (Claude Bernard 1813 - 1878) 發展成實驗生理學。巴斯德 (Louis Pasteur 1827 - 1895) 利用動物試驗，對於傳染病下個明確的定義。同時利用微生物在動物上繼代培養，發展成功的疫苗如狗 (狂犬病)、羊 (炭疽病) 等。研究動物疾病不但有助於動物，同時更有助於瞭解人類的疾病和病理。使用實驗動物之試驗因而拓展了 19 世紀到 20 世紀初年實驗醫學的黃金時代。

(二)、二十世紀的實驗

二十世紀初年，沙門 (D. E. Salmon) (美國第一位有學位獸醫) 發現細菌性疾病可共同感染人類及動物，同時命名為沙門氏桿菌。達爾頓 (John C. Dalton 1825 - 1889) 利用實驗動物作為生理學上教學及研究之用，而在紐約醫學與外科學院設立世界上第一座實驗動物中心，因而促進生物醫學上的研究及進步。從古時候繼續延伸到目前，動物實驗一直為生物學上、醫學研究及教學上的主要工具。同時實驗動物學在未來生物醫學上的發展更要飾演一個重要的角色；如基因轉殖基因、遺傳工程、融合瘤、單株抗體、

及基因治療等生物科技。在化學、放射學、藥理學、遺傳學、免疫學及其他基礎科學的長足進步下，提供了科學研究新的研究工具，這些進步也提供評估實驗動物之新的應用。以動物為基礎的研究增進了人類的健康，也影響了公共輿論支持科學家。1915年，明尼蘇達州洛徹斯特(Rochester)梅約醫學中心(Mayo Clinic)的布林豪醫師(Dr. Simon D. Brimhall)成為第一個專業的實驗動物獸醫師。他經營動物設施，發展動物繁衍族群，研究實驗動物的疾病，以及參與各種共同和獨立的研究計劃。

1950年代顯示了人道意識的復活，也預告了實驗動物學成為一個有組織的研究領域的開始。這之所以會發生，大部份是因為政府投入醫學研究資金的增加，以及大眾越來越關心實驗動物在研究計劃中是否受到人道的對待。

國內實驗動物學於50-60年代開始萌芽，南部有熱帶醫學研究所，開始使用台灣獼猴為實驗動物進行熱帶醫學研究。北部美國海軍第二熱帶醫學研究所，成立於台大醫學院院區內，首創使用美國引進純品系大小鼠為研發實驗動物，以及使用本土台灣獼猴為實驗動物模式。由於中美斷交後，整個設施及營運交給大醫學院。這是國內對於實驗動物飼養管理及使用上取得很大的進展。同時於該年代，台大獸醫系敦聘美國海軍第二熱帶醫學研究所專門負責實驗動物飼養管理的專家江合祥先生，授課「實驗動物學」，亦開啟國內大學有正式選修「實驗動物學」之先。於80年代，國科會鑒於國內在生物醫學研發上對於實驗動物之需求頗為殷切，於中研院區內籌畫成立國家實驗動物繁殖及研究中心，生產國際公認純品系大小鼠之實驗動物，以滿足內生物醫學研發之需。因而開啟國內生產高品質實驗動物之始。

三、中華實驗動物學會

中華實驗動物學會於1988年成立，成立的目的是要建立一個全國性的專業機構，來關懷實驗動物的生產、照顧及研究。第一任理事長由朱瑞民博士出任，第二及第三任理事長由洪昭竹博士擔任，第四及第五任理事長由余玉林博士擔任，第六及第七任理事長由翁仲男博士擔任，目前第八任理事長由梁善居博士擔任。中華實驗動物學會於1998執行農委會計劃，編輯「實驗動物使用及管理指南」為動物飼養單位建立了適當的運作標準。協助動物中心執行農委會計劃「實驗動物使用及管理人員練班」。同時亦執行農委會計劃，查核研究機構「動物保護法」中「動物實驗管理小組」之運作。時至今日，在實驗動物學的領域裡，中華實驗動物學會扮演著個人和研究組織間溝通上調和的角色。

中華實驗動物學會在實驗動物學上的助益有下列幾項：

1. 出版「實驗動物使用及管理指南」為動物飼養單位建立了適當的運作標準。以及中華實驗動物學會簡訊(半年報)。
2. 網頁：<http://las.nhri.org.tw> 提供實驗動物學的資訊。

四、美國實驗動物學會 (AALAS) 及其他協會

(一)、美國實驗動物學會 (AALAS)

由於對實驗動物的飼育和醫療照顧有越來越多系統性的和特異性的資訊需求，美國於 1950 年成立了動物照護審議會 (Animal Care Panel)。

ACP 成立的目的是要建立一個全國性的專業機構，來關懷實驗動物的生產、照顧及研究。於 1967 年，ACP 演變成爲美國實驗動物學會。

時至今日，在實驗動物學的領域裡，AALAS 扮演著個人和研究組織間溝通上調和的角色。

AALAS 在實驗動物學上的助益有下列幾項：

1. 出版兩本科學期刊：比較醫學 (*Comparative Medicine*) 和實驗動物學當代要旨 (*Contemporary Topics in Laboratory Animal Science*)。
2. 舉行受過訓練之技術人員的資格認證。
3. 發行各種出版品，以及舉行各類人員 (包括科學家、獸醫師、技術人員、實驗動物供應商及管理者) 的年度會議，以提升專業教育品質。

目前美國各地共有 48 個 AALAS 的分支機構，給會員提供訓練計劃。

以下介紹的幾個組織機構是在眾多實驗動物相關機構中，少數關心實驗動物在研究計劃中是否受到良好照顧與人道待遇。只要你還繼續待在實驗動物的相關業界裡，有許多機構你都會越來越熟悉。

(二)、國際實驗動物管理評估與認證協會 (Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care International (AAALAC International))

AAALAC 成立於 1965 年。它在動物管理上鼓勵採取高標準，並且提供一套自我管理系統，用來檢視動物管理與使用計劃。它的程序包括自願性的實地訪查，對實驗飼養設施及使用計劃作評估與認證，使其皆能符合最高標準。到今天 AAALAC 已經認證了超過 600 個機構的動物保護計劃。許多研發獎助機構都把 AAALAC 的認證，作為評定要不要資助研究機構資金的重要參考因素。

(三)、國家生物醫學研究協會 (NABR) 和絕症動物研究 (iiFAR)

國家動物醫學研究協會 (National Association for Biomedical Research (NABR))

NABR 是一個專心致力於將公眾及學界的關切反映在使用實驗動物的立法或規範的組織機構。它採用政治遊說的手段以達到其訴求。

(四)、絕症動物研究 (Incurably Ill for Animal Research ; iiFAR)

這個機構是由罹患絕症的人士所創立的。這個機構認為如果沒有持續性的動物研究實驗，人類一旦罹患絕症，痊癒的機會將十分渺茫，甚至是令人絕望。許多罹患糖尿病、惡性腫瘤和心臟病的人，都了解到延長他們生命的希望都得仰賴動物研究實驗。

(五)、美國獸醫學會 (AVMA) 和美國實驗動物學院 (ACLAM)

美國獸醫學會 American Veterinary Medical Association (AVMA)。這是一個完全由獸醫師組成的組織機構。於 2000 年出版「2000 年美國獸醫學會安樂死研討會報告書」，是所有動物適用之安樂死方法的總目錄以及施行指導方針。它同時也是在所有動物研究計劃書中動物安樂死方法的評判標準。

美國實驗動物學院 American College of Laboratory Animal Medicine (ACLAM)。這是一個由專門從事實驗動物醫學的獸醫師所組成的團體。經由特殊的研習以及成功地通過包含廣泛範圍的考試後，他們取得了正式的資格認證並被稱為是美國實驗動物學院的合格專科獸醫師。

五、實驗動物技術員在研究計劃中扮演的角色

實驗動物技術員的任務和所作出的貢獻是整個研究成果中相當重要的一部份。

技術員的工作對實驗數據有直接的影響。技術員必須瞭解環境的變化或捉拿實驗動物對研究計畫帶來的變化。這些變化會提供錯誤的訊息給研究人員，同時造成不正確的研究結果。

(一)、指導方針和標準

由專業行政機關如農委會 (COA) 及衛生署 (DOH) 所頒布的管理指導方針，為動物飼養單位建立了適當的運作標準。這些管理指導方針要求照顧和使用實驗動物的人員都需接受訓練。任用接受過良好訓練的技術員可幫助飼養單位符合這些要求。許多動物飼養單位提供持續性的教育計劃來幫助訓練技術人員達到操作及法規的標準。這些研究單位可以發展自己的教育計劃，或經由類似像中華實驗動物學會及農委會的協助，依據指導方針來建構課程。標準化的課程把重點放在對實驗動物的人道關懷、生產、維持、衛生和飼養，這有助於維持各個飼養單位之間教育上和操作上的一致性。

實驗動物技術員通常執行每天照顧實驗動物的工作，例如餵食、清理和捕捉實驗動物。實驗動物技術員同時也得清潔房舍和籠舍、監控環境狀況、維持紀錄，他們通常是在獸醫師、實驗動物技術專家或單位負責人的管理下工作。

研究人員仰賴動物技術員對動物提供一致和完善的照顧，這有助於保證他們的實驗數據不會受到任何動物飼養因素的影響。也因如此，實驗動物技術員藉由每天工作上的接觸和觀察，通常是第一個察覺和報告某些潛在的動物管理上的問題，像是疾病或不合適的飼養或設施。

為了讓實驗動物技術員了解他們對於僱主和飼養的動物所擔的責任，實驗動物技術員應了解使用實驗動物的倫理和道德性。同時他們也應對中央政府和地方政府關於使用實驗動物的管理條例有一般性的了解。

(二)、實驗動物技術員在動物飼養上扮演的角色

1. 動物技術員須能對動物飼養場地執行清潔和消毒程序。
2. 他們應對室內環境變化如溫度、空氣換氣率、明暗週期及溼度進行觀察和報告。
3. 他們須能捕捉及保定動物，並能辨別常見實驗動物的性別。
4. 他們應了解各種鑑別動物的方法，並且能夠協助保存紀錄。
5. 他們應了解實驗動物一般疾病常見的臨床症狀、飲食習慣的改變、異常的糞便或尿液沉積物、異常的行為和死亡。
6. 他們應能夠提供例行性處理，例如兔子耳疥蟲的點藥治療，以及修剪過長的腳趾甲。
7. 正確的紀錄對於研究計劃和設施功能是重要的。舉例來說，不適當的籠舍或動物鑑別，將會破壞研究努力的成果或導致無效的結果。適當時機的籠舍清洗及其紀錄之維持、以及衛生耗材清單的紀錄，有助於動物設施更有效率地運作並合乎衛生標準。正確的與即時更新的紀錄，可以提供關於動物健康、環境、衛生設備和鑑別等各方面更有價值的訊息。實驗動物技術員須有能力對自己的責任區域提供正確及易讀的紀錄。

(三)、實驗動物技術員-研究團隊的成員之一

身為研究團隊的一份子，實驗動物技術員要達到研究計劃的目的，他（她）必須嚴格做好本身的時間管理。標準化的清潔、餵食和觀察時間表，有助於確保對於實驗動物一致和適當的照顧；假期、週末及國定假日的工作人員值班表須事先協調，以確保所有動物都能接受必要的照顧，並確保現行研究計劃不致於中斷。

最後，也是最重要的一點，就是技術人員對於操作程序有任何疑慮時，需提出問題。舉例來說，一個錯誤的動物紀錄，一個錯誤的耳標，或是消毒藥水稀釋比例錯誤，如果未能被及時發現並更正，都會導致嚴重的問題。如果你有疑慮記得一定要提出問題，如果你發現了錯誤一定要立即提醒你的主管。

六、使用實驗動物的道德倫理

(一)、使用實驗動物的道德倫理

實驗動物廣泛地運用在許多不同的研究領域。行為學家研究烏干達叢林中大猩猩的群居生活。魚類生物學家研究鮭魚從淡水河流到海洋的遷徙，並重回出生河流產卵及死亡。由於動物和人類生理結構有許多相似之處，生物醫學研究者藉由對動物進行研究來瞭解彼此。豬的心臟和人的心臟結構上十分相似。這一點使得豬成為一個極有價值的動物模式，來從事人類的心臟結構、功能和疾病各方面的研究。然而，利用活體動物來進行研究，需要由研究人員接受一定程度的責任。

(二)、道德倫理 (ethics) 之定義

跟據韋氏辭典 (Webster dictionary) 為道德倫理做以下的定義：

1. 榮譽和道德的原則
2. 一般所接受的行為
3. 個人的道德原則

動物實驗持續受到部分人們的挑戰，認為這種方式是不道德的，人類沒有權利剝削其他物種，即使實驗結果會讓其他動物和人類受益。

即使是那些相信獲得對人類和動物有益的知識比這些辯護來得重要的人，也都認為要以合乎倫理的方式來使用動物。這表示必須遵守一些行為守則，以確保有關動物實驗是合乎倫理的。這些規則的概要就是所謂「3R」。

七、三 R 原則：替代(Replacement)、精緻化(Refinement)、減量(Reduction)

許多研究需要為數眾多的實驗動物來提供統計學上可靠的結論。然而，在過去二十年來，使用實驗動物的科學家們已經把注意力轉向如何減少動物的使用量。一些研究人員將實驗動物減量或替代方法制定出指南方針。舉例來說，最廣為人知的是由羅素(Russell)和伯曲(Burch)提出來的3R原則：

1. 盡可能利用細胞或組織培養、或是建立數學化模式來取代動物使用。
2. 盡可能改良操作程序，以降低動物的緊迫或痛苦。
3. 盡可能減量到足夠達成實驗目的，並可獲得統計學上可靠的數據和科學效益的最少動物使用量。

許多器官的細胞，以及一些完整的器官，都可以在實驗室中利用人工培養出來。例如骨細胞可以大量地在含人工營養成份的培養皿中被培養出來。

從動物身上取出的細胞可以培養出可提供許多實驗的足夠細胞數，所以如果有研究人員想要了解研究中實驗藥物作用在骨細胞上的效果，這些細胞就可以取代整隻的動物。從這個例子也可了解利用動物細胞培養來取代動物，也可有效降低實驗動物的使用量。精緻化表示透過實驗設計來減少動物的緊迫或痛苦。這通常可以使用藥物來達成。舉例來說，動物進行外科手術，過程中會給予麻醉劑使牠在手術過程中無意識，同時在術後一段期間投予藥物(止痛藥)來減少疼痛。

八、使用動物作實驗的受患者

動物研究已引領醫藥和外科手術長足的進步。也因此，動物和人類都享受著比過去的世代更長久並健康的生命，也因為今日的發現在未來更加享受利益。身為一個實驗動物技術員，你在這些新的發現裡分享著重要角色。以下是使用動物的生物醫療研究中最立即亦最直接的受患者：

1. 孩童和成人得以接種疫苗來對抗傳染病，像是小兒麻痺、狂犬病、白喉、腮腺炎、麻疹或肝炎。
2. 接受抗生素治療來對抗感染，胰島素治療糖尿病，抗發炎劑治療關節炎，化學治療對抗癌症，用藥物來控制高血壓或治療精神疾病的人們。

3. 關節置換術、斷指或斷肢的重新接合、器官移植、洗腎病患和心臟外科手術的接受者。
4. 接受藥物治療 Rh 疾病、苯丙酮尿症或低甲狀功能症（呆小症），因而得以享受正常生活和正常心智的新生兒。

（一）、人和動物

除了直接應用於臨床外，利用動物從事生物醫學研究有助於科學家瞭解人類和動物生理的複雜性、行為的和身體的疾病。這方面的知識使得人類和動物慢性病的診斷和治療有了長足的進步。

由動物實驗獲得的基礎及應用知識，使得寵物和家畜成為受益者。生殖研究和動物營養的改善成功地增進了動物健康及復育瀕臨絕種動物。犬瘟熱、狂犬病、犬流行性肝炎及貓呼吸道疾病、貓白血病等疫苗的研發增進了伴侶動物的福利。用來治療寵物感染、寄生蟲和腫瘤的藥物也都利用實驗動物進行測試。

第二節 研究設施環境

洪昭竹

研究之目的為獲取新的知識，並借此可改進人類及動物的未來。此項研究需要人員，以及用來支付物品、薪資、動物飼養管理、設備及設施的經費。

在美國，支援生物醫學研究的政府補助經費中最大經費來源為美國國家衛生院（National Institute of Health，簡稱 NIH）的計劃獎助金（grants-in-aid）。

其他政府機構如國家科學基金會（National Science Foundation）、環境保護機構（Environmental Protection Agency）、部份州及地方政府機構亦提供獎助支援生物醫學研究。私人組織如 Howard Hughes 醫療機構、美國心臟協會及美國癌症協會亦提供經費進行生物醫學研究。除此之外，製藥、化學、消費產品公司資助並執行生物醫學研究及試驗。

國內政府機構支援生物醫學研究，補助經費中最大經費來源為國科會（National Sciences Council），其他政府機構如國衛院（NHRI）、衛生署，農委會亦提供獎助支援生物醫學研究。

一、研究計劃

（一）、研究計劃書

研究計劃開始前，科學家需填寫一份關於研究之詳細綱要。這份稱之為研究計劃書的文件中，需說明研究的特殊目的以及期望的結果，並描述使用何種方法以達成目標。

（二）、動物使用申請表

如科學家需使用動物進行部份研究，則他（或她）需填寫另一份稱之為動物使用申請表的個別文件，說明為何需使用動物以達成研究目標、在動物身上執行哪些步驟、於實驗過程中如何飼養及照顧動物等問題。

動物使用申請表由大學或私人機構內科學家組成的委員會及實驗動物管理及使用委員會（IACUC）審查，以決定動物使用是否恰當。

研究計劃書需送至經費補助機構審查。補助機構審查計劃書，並決定研究人員提出之計劃是否重要，以及是否有可能產生顯著的研究結果。

（三）、研究獎助金

爭取經費的競爭非常激烈，最後僅有少數申請書獲得經費補助。核准之補助經費亦稱之為計劃獎助金（grants），將提供經費給研究人員支付研究所需之設備及人力，經費中亦包括一部分實驗動物設施管理動物所需之費用。

經費補助單位、機構以及科學家有權確認實驗動物設施及其工作人員所提供的服務

及動物照顧是否恰當並價格實在。

二、團隊成員

研究團隊的大小規模差異頗大，通常依據研究類型及可利用之資源而有所不同。一般來說，典型的研究團隊包括首要研究員（計畫主持人）、協同研究員（協同主持人）、研究技術員，實驗動物獸醫師及實驗動物技術員。

（一）、首要研究員（Principal Investigator）

首要研究員（Principal Investigator）、或簡稱 P.I.，係指計劃並協調整個研究工作之科學家，他或她將概念拓展開來，並準備動物使用申請表。首要研究員、協同研究員以及研究技術員進行實驗並分析實驗數據。首要技術員需負責向科學團體報告其研究發現。

（二）、協同研究員及研究技術員

協同研究員及研究技術員通常執行研究計劃內之特殊研究工作，包括觀察實驗動物、執行實驗室試驗、以及協助材料準備。這些團隊成員亦負責搜集、組織並分析研究過程中產生的數據資料。依據人員的訓練及專業知識等級，動物技術員可執行部份上述工作。

（三）、實驗動物技術員

動物技術員為研究團隊中必要之成員。他們執行許多實驗動物飼養管理工作，對於維持動物的健康而言非常重要。他們可控制許多會負面影響實驗數據的不需要的變化。造成這些變化的有：

1. 動物飼養清潔計劃表
2. 消毒清洗程序
3. 食物
4. 墊料
5. 溼度
6. 熱度
7. 光照
8. 噪音

如控制不當，則上述任何一個因素的改變皆可促使動物的生理產生變化、感染疾病造成動物衰弱。動物技術員如發現動物有任何異常狀況時需警告獸醫師，以確保動物得到適當的醫療照顧，獸醫師則提供醫護關照及可能的治療。

（四）、動物技術員的責任

動物技術員必須自願盡力學習有關他們所照顧的動物的知識及實驗動物科學研究

相關領域。他們需學習遵照標準操作程序（Standard Operating Procedures，簡稱 SOPs）內所描述的方法正確無誤地執行。他們需向其主管及首要研究員（P.I.）報告所有實驗動物相關資訊，包括飼養環境之改變，動物抓取方式之改變、以及每日例行飼養管理工作中執行錯誤的部份。這需要動物技術員具備知識、自信、成熟及誠實的人格特性。

（五）、實驗動物獸醫師

實驗動物獸醫師通常負責協調動物飼養管理，並建議研究人員選擇及使用適當的動物模式。除此之外，實驗動物獸醫師需負責維護整體實驗動物族群之健康，並確保動物實驗符合相關法令規範及政策。

（六）、商業化動物供應商及其設備

商業化動物供應商可提供各種符合特殊研究需求之實驗動物。動物籠具、特製儀器設備之製造商及飼料製造廠提供之產品，需符合或超過現今之標準、法律及規範所要求之最低需求。高品質的研究需仰賴實驗設備、供應、以及所使用之實驗動物。

三、機構之動物管理及使用委員會（Institutional Animal Care and Use Committee，簡稱 IACUC）

動物管理及使用委員會 = 「動物保護法」中「動物實驗管理小組」

每一研究機構之執行長（CEO）指派人員擔任 IACUC 委員。執行長（CEO）可自行、或指派他人擔任機構主管，而 IACUC 需向機構主管負責。

委員會的成員包括一位具有實驗動物醫療經驗之獸醫師、該機構內使用實驗動物之科學家、一位非科學家、以及一位不屬於該機構之人員。

遵守動物保護法（Animal Protection Act）政策要求，大部份的生物科學研究機構須成立此一委員會。此委員會負責下列任務：

1. 督導該機構之動物研究計劃。
2. 審查使用動物之研究計劃書，確保恰當的動物管理及動物使用，並符合美國聯邦之規範及機構的政策或機構訂定的標準操作程序。
3. 每年兩次檢查動物設施，並評估機構之動物飼養管理計劃。
4. 向機構主管報告所發現的缺失並提出改善缺失計劃。
5. 作為機構內動物福祉相關事務之資訊來源提供給機構內人員及社區全體。
6. 法定的責任及道德責任。

在美國，良好動物管理之法定的責任及主要道德責任全在於機構本身。以機構的層面而言，IACUC 和機構主管可運用必要之管轄以確保良好的動物管理。如 IACUC 無法遵守職責，則機構將會損失獲得公共獎助金進行動物研究之機會。在國內亦復如此。

四、動物使用申請表

動物使用申請表是研究計劃中一個詳細描述使用動物的程序的文件。

IACUC 審查所有需使用動物進行實驗之使用申請表。任何動物相關實驗開始前需取得 IACUC 之核准。IACUC 委員審查申請表時，以科學價值及合理且妥當的動物使用為主要考量，但亦可僅以申請表內容中有關動物福祉部份為關注焦點，其他科學價值的部份則留給計劃補助單位或機構之其他委員會評估。

IACUC 需依據基本科學原則、管理使用動物研究之法律及規範為基礎來評審申請表。如研究人員提出之申請表無法符合這些標準，則 IACUC 可要求研究人員修正內容，亦可拒絕核准該項計劃開始或持續執行。

五、中央法律及指導方針

最近幾年一般大眾對動物福祉及使用動物於生物醫學研究、教學、試驗之關心度逐漸增加，這些關切迅速地引起媒體新聞之報導增加，並使動物福祉議題之公眾意識提高。中央以及地方政府皆提出相關法令及修正條例即反映了這些關切。因此制定動物保護法。任何團體或機構，當販賣、拍賣、展覽、運輸、繁殖或使用動物進行研究時，皆需受制於動物福祉法之規定。

動物保護法規所有使用於研究之脊椎動物（當作食物或纖維的農場動物除外）。此法亦排除用來研究改善動物營養、繁殖、飼養管理或繁殖效率的農場動物。動物保護法規內容包括動物之飼養、抓取、餵食、飲水、清潔、通風、運輸、不同品種動物之區隔及獸醫照顧等。

（一）、遵照動物保護法

為了遵照動物保護法的法規，飼養動物之實驗動物研究機構需實行：

1. 向農委會登錄。
2. 進行實驗時，需標示個別身分，並保持每一隻動物的來源及使用記錄。
3. 申報表格，註明研究計劃內使用的動物中，造成最低疼痛和緊迫、以及造成疼痛和緊迫的所有不同品種動物的總數不同品種的動物分開飼養，並為每隻動物提供適當的地板面積及環境控制。
4. 符合或高於標準的籠具及設備清潔。
5. 提供妥當的獸醫照顧。
6. 運輸或接受動物時需使用合適的運輸籠，籠內須提供食物及飲水，並需維持合適的溫度。

（二）、農委會視查

為確保遵照所有動物法規的規定，農委會定期地派遣視查員至各研究設施，執行現場訪問。視查員查看動物、設施及機構之紀錄，任何違反事項皆記錄於檢查表格內，傳

送給機構主管要求改善。

1. 行政院農業委員會為監督及管理動物之科學應用，並俾利動物科學應用機構之查核輔導。
2. 查核方式分內部查核及外部查核二種，內部查核由動物科學應用機構之動物實驗管理小組，依據動物科學應用機構內部查核表，所定項目每半年查核一次，查核結果如有缺失自行改進，並保存紀錄三年以上，該查核表應列為管理小組年度監督報告之附件。外部查核由本會實驗動物倫理委員會委員以任務編組方式組成，並會同該轄區之直轄市或縣（市）政府動物保護檢查員、實驗動物相關專家及該機構目的事業主管機關代表，依據動物科學應用機構外部查核表，實地查核輔導，以每年二十至四十場為辦理原則。
3. 外部查核時，該科學應用機構之管理小組應備妥之相關文件如下：
 - (1) 管理小組成立、異動、作業流程與標準及會議等相關文件與規章。
 - (2) 歷年動物實驗申請表。
 - (3) 動物飼養管理標準作業程序相關文件。
 - (4) 歷年管理小組年度監督報告。
 - (5) 歷年動物科學應用機構內部或外部查核表。
4. 外部查核結果分合格及檢討改善兩項，檢討改善再分立即改善及整體改善兩項，立即改善應在三個月以內完成改善，整體改善應在一年以內完成改善。該轄區動保檢查員根據外部查核結果製作訪查紀錄，依據動物保護法第十六條第一項規定，由該轄區直轄市或縣（市）政府通知該機構管理小組於限期內改善，並副知本會。
5. 改善限期屆滿後，由查核委員會同該轄區動保檢查員、實驗動物相關專家及該機構目的事業主管機關代表實地複查，並由動保檢查員製作訪查紀錄。複查未通過者，依據動物保護法第二十九條第二款規定，由該轄區直轄市或縣（市）政府對該機構管理小組召集人處新臺幣二萬元以上十萬元以下罰鍰，並副知本會；本會據以通知該機構之目的事業主管機關請其限期改善，並建請作為審核該機構計畫書之重要依據。
6. 規避、拒絕或妨礙轄區動保檢查員依法執行職務者，依據動物保護法第二十三條第三項規定，由該轄區直轄市或縣（市）政府處新臺幣二萬元以上十萬元以下罰鍰。

（三）、美國動物福祉法（Animal Welfare Act）

1985年，美國國會通過進一步修改動物福祉法（Animal welfare Act），依修改後的法案，對於適當的動物飼養及使用方面舊法未涵蓋的部份有了新的規定，其內容有：

1. 訓練科學家、動物技術員及其他動物使用者。
2. 動物販賣商及研究人員需放狗活動（運動）。
3. 對非人類靈長類動物提供心理上的舒適感。
4. 除非有科學理論證明是合理的，否則可能導致動物疼痛程度超過暫時性疼痛

之研究步驟需投予麻醉藥、止痛劑或鎮錠劑。

5. 除非有科學理論證明是合理的，否則禁止同一隻動物實施一次以上的重大存活手術。
6. 由 IACUC 監督各動物設施。
7. 對可能造成動物疼痛或緊迫的實驗考慮替代方案
8. 成立 IACUC 以評估動物飼養管理、動物使用、以及減低動物疼痛及緊迫。

(四)、Public Health Services (PHS) 保證聲明書

如果申請美國 NIH grants，需 PHS 保證聲明書。

包括下列內容：

1. 機構之所有分支及組成之清單。
2. 管理研究計劃及確保依法執行相關政策之權責單位之組織圖。
3. 參與計劃之獸醫師其資格、權力及責任。
4. 機構之動物管理與使用委員會 (IACUC) 之委員名冊。
5. 描述 IACUC 對申請之動物實驗參與審查之步驟。
6. 描述在實驗動物設施內工作之人員或經常接觸動物之人員，其職業健康及工作安全計劃。
7. 一份綱要關於動物管理及使用之人道對待方面提供給科學家、動物技術員及其他人員的訓練課程或指導。
8. 描述各動物設施（包括輔助設施）其粗略的面積大小、每一設施飼養之各種品種動物之飼養區域及平均每日盤點清單。

此信籤為機構之承諾，表示會確實依據「實驗動物管理與使用指南」、公共衛生部政策、以及其他任何適用之動物福祉法律及規範來執行動物研究。

實驗動物管理與使用指南 (Guide for the Care and Use of laboratory animals)，「實驗動物管理與使用指南」一書是由實驗動物資源協會 (Institute of Laboratory Animal Resources, ILAR) 印製之手冊。「實驗動物管理與使用指南」一書首次出版於 1963 年，最後修訂於 1996 年，出版目的是為協助各機構致力於有關實驗動物的人道管理、使用及維護等問題。

「實驗動物管理與使用指南」一書在適當的獸醫照顧、設施環境及飼養需求、人員資格、清潔標準、手術及術後照顧、可接受的動物安樂死方法及設施之建築指南等方面，都有重點描述並可作為參考依據。在國內亦復如此。中文版「實驗動物管理與使用指南」可作為參考依據。

(五)、實驗動物管理之認證

「實驗動物管理與使用指南」一書與動物福祉法及其他適用的中央及地方法律，以及機構的政策等，經常是評估動物管理及使用計劃品質之基礎。

實驗動物管理評估及認證協會 (The Association for the Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care. AAALAC, International)，是一個評估實驗動物管理及使用計

劃的組織，依據「實驗動物管理與使用指南」及其他資料為基礎，對動物管理計劃作認證。

許多獎助金贊助單位要求機構之動物管理及使用須與「實驗動物管理與使用指南」的標準一致，並以此做為提供研究補助金的條件。

(六)、優良實驗室操作 (Good Laboratory Practices, GLP) 規範

優良實驗室操作規範 (GLP) 適用於國內及美國食品及藥物管理局 (Food and Drug Administration, FDA) 補助及審查之所有動物及非動物之研究以及安全性試驗。這些試驗包括人類或獸醫藥品之測試、人類及動物使用之食品，色素添加劑、醫療器具以及生物製品。

國內及美國環境保護署 (Environmental Protection Agency, EPA) 亦為新殺蟲劑的應用及使用程序制定了指導方針。

(七)、遵照優良實驗室操作規範：

為了遵照優良實驗室操作規範執行，動物設施必需符合諸多需求。例如，動物設施必須：

1. 所有管理及科學程序皆需撰寫標準操作程序 (SOPs)，SOPs 詳細描述如清潔、餵食、兔子或狗等動物採血步驟之操作指示。工作人員需熟悉 SOPs 並依照其內容執行工作。
2. 充分的訓練人員，並保存每位員工的最新的工作執掌檔案，此檔案記錄需包括教育訓練紀錄、經歷及工作表現之評估。
3. 使用正確的清洗方法。
4. 提供適當的每日照顧、飼養管理、獸醫治療，並確實記錄對每隻動物執行之工作。
5. 不同品種動物需分開飼養，並提供相關設施以防止其他行為干擾研究。
6. 保存所有文件，包括工作人員及飼養資料等，資料需保存至計劃結束後至少 2 年。

(八)、地方法律、以及機構政策

除聯辦法規制定了實驗動物管理使用的標準外，尚有其他法律及政策也影響動物設施。動物設施必須符合關於動物研究的地方法律。

此外，大部分的大學、機構及公司有內部規定及政策，執行動物研究之科學家及技術人員必須遵守相關規定。

動物設施的主管通常需負責以確保該機構依地方法規運作。

機構內政策之設立主要為確保依照規範執行。機構政策內容可能限制使用於研究之動物品種，並要求動物管理人員接受訓練及資格檢定，這些政策亦可限制研究人員使用之動物須購買自指定動物供應商，或要求特殊房舍以放置某些潛在危害物質。

熟悉所有相關資訊之實驗動物技術員，是機構政策得以達成不可或缺的一環。了解

機構之需求，並呈現於機構設施的標準操作程序中，是技術員的工作責任之一。

六、職業及工作

受過實驗動物飼養管理及使用相關特殊訓練之人員，其工作機會逐漸增加。

公共衛生組織、生物及生醫研究及教學機構、製藥及生物產品製造商、化學及消費性產品製造商、動物飼料製造商、商品化實驗動物供應商皆雇用實驗動物專業人才。大部分的情況，實驗動物技術員負責動物飼養管理及籠具清洗消毒程序。在累積經驗及其他教育訓練後，實驗動物技術員可取得升級及更高階證照資格，他們所負之責任將會提升，並可更改職務頭銜成為高級實驗動物技術員。他們可執行研究助理或獸醫助理的工作。他們保存動物資料、飼料、墊料、設備財產盤存單。除此之外，他們執行動物飼養管理工作及設施維護。

實驗動物技術員及高級實驗動物技術員兩者皆對其主管負起觀察、記錄動物健康及福祉之責任。經過進階的經驗及教育，實驗動物技術員有機會追求實驗動物科學中更特別的職位，例如：統合協調動物生產族群或實驗手術設施。

工資及利益通常與責任感及教育訓練之平行增加，大多數的機構設施內皆有許多進階教育的機會，可透過正式的學術性課程或在職訓練等方式進行。

(一)、在職教育之機會

實驗動物技術員亦可透過各學會取得在職教育的機會。

大多數的雇主認同其雇員渴求進步，因此雇主支持這些有關教育的努力。

高階的經驗、訓練和知識，可引導他們取得實驗動物技術專家（Laboratory Animal Technologist, LATG）之證書，並可使他們獲得主管或管理階級的職位。

在這一等級之職務所負的工作責任，通常包括整體設施的運作管理及人員管理，包括對各部、所主任或對指定的行政主管報告設施運作、編制、及經費預算的資料。

對渴望獲得成就感及升遷、並且願意在地方及國內之在職進修研討會以實現承諾的人而言，這種高升是可能的。人員亦可透過出版品完成其他的教育（實驗動物科學之比較醫學與當代議題）。在實驗動物科學界，除職位之外人們最想尋求的是專業上提供成長機會的地方。在求職時，技術員之首要目標是尋找一個能完全利用他或她的才能、並能提供進級升等所需之教育訓練的設施。僱用人員時主要程序之一是工作面試。

這是應徵者的重要機會，有機會說服雇主，他或她就是雇主尋求的最佳人選。

為使面試順利成功，應徵者必須回覆面試者提出的問題。

未來的僱主通常都會詢問應徵者其過去的工作經歷、教育程度、目標及特殊技術。

僱主亦詢問應徵者對應徵公司了解多少。

重要的是在面談中，應徵者需表現良好的溝通技巧及對希望獲得的職位的熱誠。

應徵者需對自我評價及資格誠實說明，誇大或不實之說詞可能導致被分配的工作超出雇員的能力及了解範圍。

這會造成工作初期的評價很差，而此評價可影響雇員的可信性。

(二)、工作履行規範及評價

雇員常收到一份工作履行規範，說明他們應如何執行工作。規範中說明對雇員最低可接受的工作表現及一位傑出的雇員被期待的工作表現。

所有工作履行規範需符合下列三項：

1. 它們必須是明確的。
2. 它們必須是可衡量的。
3. 它們必須是可達成的。

每一位動物技術員必須遵守對雇主的履行規範當作個人的責任。仔細準備之工作評價是雇主可用來衡量雇員工作表現之另外一項工具。工作表現評價之基準為雇員目前的職位描述以及該項工作最初設立之工作表現規範。它是用來衡量僱員對雇主及主管已設定好之表現目標達成的情況。

雇主及主管需共同工作搜集資料並編輯工作達成目標表以利審核。工作表現評價中部份需衡量雇員達成目標之程度。雇員之工作表現評價通常是決定加薪或升職之主要因素，因此明確的定義以及了解所有工作目標是非常重要的。

第三節 自然科學序論

洪昭竹

基礎科學術語、基礎化學以及度量衡等實驗室所需相關知識，能夠幫助新進實驗動物技術人員較了解他們的工作，並使其執行實驗工作時有較好的表現。如果不具有相關的基礎知識，將很難理解實驗動物科學的實際概念，例如藥物的代謝、麻醉以及營養等。

如果學生沒有受過正式的基礎化學課程訓練，建議他們可以透過編纂優良的高中教科書來增進相關的知識，本課程只能提供化學入門知識的一小部分。

一、實驗動物學之科學基礎

凡是使用動物在研究上、教學上、或試驗上等這些學術活動之內，皆屬於實驗動物醫學之範圍。最主要可細分成五大類來描述之。

1. 動物實驗平常是指在實驗室之內，利用動物來做學術研究，因而取得生物學上的知識，或解決特殊醫學上、獸醫學上、牙醫學上、或生物學上的問題。一般而言，這些試驗都是學有專長的學者所從事或指導下才能進行的。
2. 實驗動物的飼養和管理，是利用以知的獸醫學或動物學來取得較為合適的動物對象，進而著乎於飼養管理、配種、選種、營養及疾病控制。而協助在試驗上能較為順利，同時減少實驗動物的傷害及疼痛。
3. 實驗動物疾病的診斷、治療及預防，以利學術上的研究及試驗之進行，不但可減少實驗動物的不適及傷害，同時亦可減少試驗中未能預知的變數（如同隱性感染、溫溼度的變化、及自發性疾病等）。
4. 比較醫學是研究人類與動物之間，有些不同的器官或組織構造以及其功用，進而瞭解、應用或有助於所研究的對象。
5. 實驗動物學是一門科學，包括實驗動物的科學上及技術上的訊息及知識，此乃與農業上的畜牧學有點相似，然其對象為實驗動物而已。

為了使實驗動物技術人員擁有所需的完整技術，對基礎科學具有充分的認識是必要的。這個教學課程具有實用且普遍的知識，能夠幫助新進動物技術人員對一般科學概念及生命科學相關名詞有所熟悉。對於實驗動物技術員而言，具有切合實際的概念對其技術的成長是不可或缺的。了解越多的基礎知識，能幫助動物技術員對其所從事的研究領域有更多的了解。

這個課程所包括的資訊也能協助技術員有效地與和他們一起進行工作的實驗學者溝通，並精進他們在實驗動物學方面的經歷。

其他教科書、課程訓練與研習，對建立特殊技能如給藥、麻醉與手術助理等進階技術是必需的。

二、專有名詞精選

生物及醫學的專有名詞一開始看起來會很複雜。事實上，這些字彙都是由三個部分所組成的：

1. 字首 (The prefix)
2. 字根 (The root)
3. 字尾 (The suffix)

字首位於單字的最前面並敘述這個單字，而字根就是被敘述的項目，字尾則為於單字的最後面，字尾也是對這個單字作敘述。

舉例來說，biology 這個單字，bio 是字根，是生命的意思，而字尾 ogy 則是研究學習的意思，biology 就是指研究生命的學問。字根 patho 是疾病的意思，所以 pathology 就是指研究疾病的學問。

字首 anti 有抵抗的意思，antibiotic 照字面來解釋是指抵抗生命的意思，現在則是用來指殺死致病細菌的藥物。

(一)、字首、字根與字尾

動物或人類有糖尿病的時候，其血液會含有太高濃度的葡萄糖，此情況稱之為高血糖 (hyperglycemia)。

1. 字首 hyper 有過度的意思
2. 字根 glyc 是指葡萄糖 (glucose)
3. 字尾 emia 是指血液的意思

大部分的科學專有名詞都可以分成這幾個部分，如此一來我們就能更容易地瞭解這些專有名詞。

三、基礎化學原理

宇宙的所有物質，無論是活著的動物或是木星的衛星，都是由基礎物質—原子所組成。我們能夠藉由重量與其他特徵來分辨大部分物質由何種原子所組成。下面列出一些常用於生物科學上的主要原子及其符號：

碳 C	氮 N
氧 O	鈣 Ca
氫 H	鈉 Na
磷 P	鐵 Fe

(一)、原子與分子

大部分的原子在單獨存在時是不穩定的，因此原子多數與其他相同或不同的元素結合在一起。

舉例來說，氧原子通常會與另一個氧原子結合，形成一個穩定的雙氧原子結構的複

合物。像這種複合物稱之為分子，在這例子裡則稱為氧分子。

氧分子通常寫成 O_2 ，這是我們在大氣裡所能發現的氧的最普通型態。有些原子則會與其他不同種類的原子組成更複雜的分子。

舉例來說，兩個氫原子通常與一個氧原子結合成一個水分子，寫成 H_2O 。

兩個氧原子與一個碳原子結合則成為二氧化碳，寫成 CO_2 。

(二)、化學

分子間的互相影響與原子間的重組而產生不同的物質稱之為化學。食物的消化、麻醉劑的代謝、抗生素與細菌之間的交互影響、藥物過量造成的毒性以及賀爾蒙對懷孕造成的影響等等，都包含在化學反應的範疇之中。

研究生物體內所發生的化學反應的學問，稱之為生物化學。

(三)、化學的交互作用與恆定性

動物體內的化學作用存在一個動態的平衡，這種動態狀況稱之為恆定性。瞭解恆定性對一個實驗動物技術員是很重要的。

下列幾個狀況會導致動物體內化學平衡及恆定性的改變：

1. 不正確的飲食。
2. 過量藥物。
3. 不必要地暴露在殺蟲劑中。
4. 技術員忽略報告房舍空氣中高濃度的氨摩尼亞
5. 尚有許多其他錯誤也會導致動物體內化學平衡及恆定性的改變。

(四)、實驗動物技術員的責任

實驗動物技術員並不被期盼能夠發現所有種類的潛在問題。然而他們必須有所認知，標準操作程序、治療方法、飼料以及劑量都是為了降低會嚴重影響動物及實驗數據的不必要的化學交互反應。

四、實驗動物學及其他科學

(一)、實驗動物及醫學領域

近年醫、藥學之進步，環境衛生的改善，與豐富的食物，使人更加健康舒適，延長壽命，實驗動物之貢獻功勞莫大焉。

在內科學上，對微生物感染危害之疾病，幾經實驗動物之動物實驗得以明瞭其致病機轉，進而開發特效藥物或免疫血清，免疫抗體力價，cDNA 基因槍等之測試必自實驗動物之療效或反應開始著手。外科學上新技術之開發，鋼骨或骨髓移置，整型或復健，胚，器官之分切移植，或整器官之移植，人工器官移置代替之測試等，均以實驗動物為先期作業，或模擬試驗。若無高品質的實驗動物便無法實現或達成此等 GLP 臨床前測試實驗。

(二)、實驗動物及自然科學

實驗動物之利用，不只限定在上述醫藥學上之研究，實驗動物本身之動物實驗的研究亦至為重要。研究實驗動物之解剖，生理，發育，飼養，疾病，治療，手術等自成一門學問。如試驗藥物之投予，麻醉，採血，採尿，血壓等之探索。又，自無菌飼養，腸內微生物叢的改變，各不同內外環境之生長與內泌素關係，癌轉移，2 或 3 之駢體生活 (parabiosis)，腸或胃窗，進而如同，費洛蒙嗅，鎮咳，與鎮嘔等之研究都很尖端且先進。

又如以實驗動物測知大氣中溫，濕度對生理之影響求出不快指數，將實驗動物在人工氣候室測知各不同條件下之動物實驗的生理變化，有助改善房舍建築物之構造，改良換氣，空調設備或設計，植物性活牆或庭院等居住環境舒適度之詳細資料，或如外太空實驗船或實驗倉的實驗舒適度環境資料等均得自實驗動物之動物實驗。又如生產線上勞動力之提升，勞動衛生或勞役生理等諸問題之探討，亦需利用實驗動物。

另如開發不同用途之各種機械人時，於各不同領域詳細觀察實驗動物之運動或反應模式做成記錄，分析結果得出快速反應結構與模式，實驗動物之貢獻顯著。

(三)、實驗動物及社會科學

生物，醫學上或自然科學之利用實驗動物進行動物實驗概無異議，近年卻在社會科學領域亦多利用實驗動物做動物實驗之研究。以各種實驗動物分析出人類之起源，動物之演化，或探索人類或社會的演化進化，亦多利用各類實驗動物之動物實驗進行研究。

利用實驗動物觀察各類行為之心理學上之研究，以推測預估人的心理與行為或行動已有長久的成果。過去多使用猴類，但頭數樣本有限且所費不貲。於今多改用齧齒類代替靈長類，以高品質且多量之樣本記錄大大的提高正確度，對於研究控制行動之中樞位置與機能之檢索，精神性緊迫之解明或解析，族群或集團之群眾行為或行動模式等之分析與探討，研究社會科學的專家學者以實驗動物之動物實驗，求取實證效果莫不以實驗動物不為功。

科學與技術的進步帶給人類許多生活上之便利，但科技的發達也造成化學物質的污染。如大氣中之排氣污染，廢棄物之污染河川等引起的公害造成社會問題，研究瞭解此等污染的影響並制訂控管對策時，必然需利用實驗動物做動物實驗始克有功。又如氣機車，火車，飛機等發出之噪音公害也成為社區之社會環境問題。利用實驗動物的動物實驗以瞭解並研究此等因環境因子所引起的緊迫之影響，進而研究減少或解除諸噪音因子之試驗，實驗動物之貢獻功莫大焉。

五、度量衡

大多數的科學，以我們正確地測量及記錄距離、重量、體積及溫度的能力為基礎。自然科學界幾乎都採用公制單位。

實驗動物技術員熟悉公制單位很是重要的。

(一)、公制

所有的公制單位都是十進位。重量的單位是公克，長度的單位是公尺，而容量的單位是公升。

加在公制單位前面的字首則是單位的倍數或是分數，舉例如下：

1. mili=1 / 1000
2. centi=1 / 100
3. deci=1 / 10
4. kilo=1000

以另一種觀點來說就是：

1. 1 毫克 (milligram) 是指 1 公克的一千分之一重。
2. 1 公斤 (kilogram) 是指 1 公克的一千倍重。
3. 1 公撮 (milliliter) 是指 1 公升的一千分之一體積。
4. 1 公秉 (kiloliter) 是指 1 公升的一千倍體積。
5. 1 公釐 (millimeter) 是指 1 公尺的一千分之一長。
6. 1 公里 (kilometer) 是指 1 公尺的一千倍長。

(二)、英制與公制

雖然實驗動物技術員可能會遇到同時都有標示公制與英制的測量結果，但是他們還是必須熟悉這兩種系統，並且能夠在兩種系統之間將資料進行轉換。

表 3.1 列出最常見的轉換法。

公制與英制的轉換並不容易，但是實驗動物技術員如果能夠學會轉換，對他們的工作會有很大的助益。

表 3.1 公／英制轉換

英制		公制
重量 (乾)		
1 盎司 (oz)	=	28.4 公克 (g)
2.2 磅 (lb)	=	1 公斤 (kg)
1 磅 (lb)	=	454 公克 (g)
體積 (液體)		
1 盎司 (流體) (oz)	=	30 公撮 (ml)
1 夸脫 (qt)	=	946 公撮 (ml)
1 夸脫 (qt)	=	0.946 公升 (l)
長度		
1 英吋	=	2.54 公分 (cm)
1 英吋	=	25.4 公釐 (mm)
39.3 英吋	=	1 公尺 (m)

(三)、一些常見的單位轉換

實驗動物技術員可藉由下面的幾個單位轉換來學習這個系統：

1. 1 英吋約等於 2.5 公分。
2. 1 公尺只比 3 英尺長一點。
3. 1 公升大約等於 1 夸脫。
4. 1 公撮約等於 20 滴。
5. 通常剛離乳的小鼠（三週齡）約 15 公克重，或是約等於半盎司。
6. 1 公斤等於 2.2 磅，因此 10 公斤的狗就是 22 磅重（一般的米格魯小獵犬）。

(四)、溫度：華氏與攝氏

溫度也有兩種測量刻度：

1. 美國人使用華氏刻度（Fahrenheit）。
2. 科學家及大多數其他國家的人則使用攝氏刻度（Celsius）。

攝氏刻度亦稱之為百分度，因為攝氏是以水的結冰（0°C）至沸騰（100°C）溫度分成 100 個分度而成的。

下面公式是用來轉換華氏溫度為攝氏溫度：

$$^{\circ}\text{C} = 5/9 (^{\circ}\text{F} - 32)$$

下面舉例說明此方程式的使用方法。清洗籠架的水溫必須是華氏 180 度，為確定溫度是一樣的，我們可以用一個具有攝氏刻度的溫度計來測量：

1. $^{\circ}\text{C} = 5/9 (180^{\circ}\text{F} - 32)$
2. $^{\circ}\text{C} = 5/9 (148)$
3. $^{\circ}\text{C} = 5/9 \times 148 = 82.2^{\circ}\text{C}$

(五)、溫度單位轉換範例

假設你正在閱讀動物實驗中的一個病歷報告，一隻兔子體溫為攝氏 41 度。

如果你想將上述溫度轉換成華氏溫度，你必須藉由下面的轉換公式來改變：

1. $^{\circ}\text{F} = 9/5 (^{\circ}\text{C}) + 32$
2. $^{\circ}\text{F} = 9/5 (41) + 32$
3. $^{\circ}\text{F} = (369/5) + 32$
4. $^{\circ}\text{F} = 73.8 + 32 = 105.8^{\circ}\text{F}$

這是一個相較於正常兔子過高的體溫，表示這隻兔子發燒。

如果想利用十進位而不用分數來計算這些單位轉換，可以用下面的公式：

1. $^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) / 1.8$
2. $^{\circ}\text{F} = (1.8 \times ^{\circ}\text{C}) + 32$

(六)、一些常用的溫度轉換

其他需直接背記的常用溫度換算有：

1. 72°F：室溫約 22°C。
2. 36°F：冰箱的溫度約 4°C。
3. 32°F：水結冰的溫度約 0°C。
4. 212°F：水沸騰的溫度約 100°C。
5. 98.6°F：人的體溫約 37°C。

五、參考文獻

1. 洪昭竹。1992。獸醫學要覽。實驗動物醫學。中華民國實驗動物學會編印。
2. 洪昭竹（總編輯）。1996。實驗動物及比較醫學名詞。國立編譯館編印。
3. 實驗動物使用及管理指南。2004。中華實驗動物學會編印。
4. 動保護法。1998。華總義字第 8700224370 號令公布。
5. Animal Welfare Act. P.L. 89-544. Deputy Administrator, USDA, APHIS-VS, 6505 Belcrest Rd., Hyattsville, MD. 20782.
6. Code of Federal Regulations, 1984. Titles 10, 29, 40. Office of Federal Register, Washington, D.C., Deputy Administrator, USDA, APHIS-VS, 6505 Belches Rd., Hyattsville, MD. 20782.
7. Cohen, B.J. and Loew, F.M. 1984. *Laboratory Animal Medicine: Historical Perspectives*. Academic Press, Inc., Orlando, FL.
8. FDA Good Laboratory Practices for Non-Clinical Laboratory Studies. 1978. Department of Health, Education, and Welfare. USA
9. Flynn, R.J. 1980. The Founding and Early History of the American Association for Laboratory Animal Science. *Laboratory Animal Science* 30 (4, Part II)
10. Fox, M.A. 1986. *The Case for Animal Experimentation An Evolutionary and Ethical Perspective*. University of California Press, Los Angeles, CA.
11. Guide for the Care and Use of Laboratory Animals, NRC, USA 1996.
12. Sechzer, J.A., ed. 1983. The Role of Animals in Biomedical Research. Vol. 406, *Annals of the New York Academy of Sciences*, New York, NY.