



物種出現原始資料之用途

Uses of Primary Species-Occurrence Data

亞瑟·查普曼

Arthur D. Chapman¹

摘要

此手冊係說明人類於研究和教育等領域中應用物種發生原始資料之情形，並且提供各種應用情形的文獻範例。手冊中不僅說明來自於標籤或觀察筆記的資料，也涵蓋了各博物館和植物標本館中長期儲存但尚未公開的資訊。手冊中分別探討物種、物種分佈的時空變化及學校和民眾教育、保育和科學研究、醫藥和鑑識研究、自然資源管理和氣候變遷、藝術及歷史和育樂、社會和政治等各方面如何應用這些資料。可知，物種發生資料之應用是廣泛且多元化的，是為人類日常生活所作所為的一大基礎。



¹澳洲生物多樣性資訊服務
(Australian Biodiversity Information Services)
PO Box 7491, Toowoomba South, Qld, Australia
email: papers.digit@gbif.org

(本頁留白)

© 2005, 全球生物多樣性資訊機構 Global Biodiversity Information Facility

轉載本出版品請註明出處。建議引用格式如下：

Chapman, A. D. 2005. *Uses of Primary Species-Occurrence Data*, version 1.0. Report for the Global Biodiversity Information Facility, Copenhagen.

2004 年，全球生物多樣性資訊機構(GBIF)自然史藏品數位化(DIGIT)計畫委託亞瑟·查普曼(Arthur Chapman)撰寫本文，旨在強調物種出現原始資料品質的重要性。近來我們對此議題及資料偵錯與除錯工具的認識進展迅速，因此本文可說是 2004 年過渡時期的討論。預期未來會有新的版本出現，也在此感謝資料提供者及使用者社群的貢獻。

意見指教請寄至：

Larry Speers
Senior Programme Officer
Digitization of Natural History Collections
Global Biodiversity Information Facility
Universitetsparken 15
2100 Copenhagen Ø
Denmark
E-mail: lspeers@gbif.org

and

Arthur Chapman
Australian Biodiversity Information Services
PO Box 7491, Toowoomba South
Queensland 4352
Australia
E-mail: papers.gbf@achapman.org

July 2005

Cover image © Else Østergaard Andersen 2005
Dactylorhiza maculata (L.) Soo ssp. *fuchsii* (Druce) Hyl.

《物種出現原始資料之用途》

本文件翻譯的目的，在於臺灣或其它華文地區推展生物多樣性原始資料的提供與整合。如果對於中文內容有任何意見及指教，懇請與出版單位聯繫。

本文件出版經費由「臺灣生物多樣性資訊機構」及「數位典藏暨數位學習國家型科技計畫」提供。



發行人 邵廣昭

審訂 邵廣昭

總監 賴昆祺

策劃 陳麗西

翻譯 陳映均 柯智仁

編輯 柯智仁

校對 王惟芬

出版單位 中央研究院 生物多樣性研究中心

地址：115 臺北市南港區研究院路二段 128 號

電話：(02)27899621 ext.220

全球資訊網：<http://biodiv.sinica.edu.tw>

臺灣生物多樣性資訊機構：<http://www.taibif.org.tw>

出版日期 中華民國九十六年十二月二十日 初版

中華民國九十七年八月十日 二版

目錄

目錄	ii
Introduction 前言	1
Data interchange and distributed data 資料交換及流通的資料	3
Multiple Uses 多種用途	4
GBIF Demonstration Project 2003 全球生物多樣性資訊中心示範計畫	5
Benefits of making species-occurrence data available 物種出現資料流通的好處	5
Taxonomic Research 分類學研究	8
Name and Taxonomic Indices 名稱及分類索引	9
Floras and Faunas 動植物誌	9
Taxonomy and Ecological Biogeography 分類學及生態生物地理學	11
Field Guides 田野指南	12
Integrated electronic resources 整合電子資源	13
Check lists and inventories 清單及普查	14
Image Databases 影像庫	15
Phylogenies 親緣關係研究	15
Parataxonomy 副分類學	15
Automated Identification Tools 自動鑑定工具	15
Distribution Atlases 分布地圖集	17
Species Distribution Modelling 物種分布模型	19
Predicting new species distributions 預測新物種分布狀況	22
Studying species decline 物種衰落研究	22
Species Diversity, Richness and Density 物種多樣性、豐富度及密度	23
Population Modelling — Population Viability Analysis 族群模型—族群生存力分析	25
Species Inter-relations 種間交互關係	26
Protecting Communities 保護群聚	27
Life Histories and Phenologies 生活史及生物氣候學	28
Life History Studies 生活史研究	28
Phenology 物候學	28
Endangered, Migratory and Invasive Species 濒危、遷移及入侵種	30
Endangered Species 濒危物種	30
Invasive species and translocation studies 入侵種與易地物種研究	31
Arthropods and Annelids 節肢動物及環節動物	33
Ballast Water 壓艙水	33
Biological control of pests 有害種之生物防治	34
Biological control gone wrong 變調的生物防治	34
Opuntia species in Mexico and the biological control agent <i>Cactoblastis cactorum</i> 墨西哥仙人掌及生物防治物種仙人掌螟蛾	35
Studying coevolutionary patterns 共同演化模式研究	35
Migratory Species 遷移物種	35

Tracking Migratory Species 追蹤遷移物種	36
Monitoring Adelie Penguins in the Antarctic 監測南極阿德利企鵝.....	36
Wandering albatrosses and petrels 遊遊四處的信天翁及海燕	37
Impact of Climate Change 氣候變遷的影響	38
On Native Species 對原生種之影響	38
On Primary Production 對初級生產力之影響	38
Desertification 漠化	39
Ecology, Evolution and Genetics 生態學、演化學及遺傳學.....	40
Vegetation Classification 植群分類.....	40
Mapping Vegetation 植被製圖	40
Habitat loss 棲地流失	41
Ecosystem function 生態系功能.....	41
Survey Design - Finding the Gaps 調查設計—找出缺口	43
Evolution, Extinction and Genetics 演化、滅絕與遺傳學	44
Genomics 基因體	45
Bioinformatics 生物資訊	45
Microbial diversity and speciation 微生物多樣性及種化	45
Archaeological studies 考古學	46
National Planning studies 全國規劃研究	48
Regional Planning Studies 區域規畫研究.....	48
Marine Regionalisations 海域區劃	49
Aquatic Regionalisations 水域區劃	49
Conservation Planning 保育計畫	50
Rapid Biodiversity Assessment 快速生物多樣性評估	50
Identifying Biodiversity Priority Areas 判定生物多樣性優先區	50
Reserve Selection 選定保留區	51
Complementarity 互補性	52
Ex-situ Conservation 移地保育	52
Sustainable Use 永續利用	53
Seed Banks and Germplasm Banks 種子庫與種原庫	54
Natural Resource Management 自然資源管理	55
Land Resources 土地資源	55
Water Resources 水資源	55
Environment Protection 環境保護	56
Environmental Monitoring 環境監測	56
Agriculture, Forestry, Fisheries and Mining 農林漁礦業	57
Agriculture 農業	57
New crops and wild relatives 新作物及野生種	57
Forestry 林業	61
Fishing 漁業	62
Nursery and Pet Industry 苗圃與寵物產業	65

Mining 磺業	65
Health and Public Safety 衛生與公共安全	67
Diseases and disease vectors 疾病與傳染媒介	67
Bioterrorism 生物恐怖主義	68
Biosafety 生物安全	68
Environmental Contaminants 環境污染物	68
Antivenoms 抗蛇毒血清	69
Parasitology 寄生生物學	70
Safer Herbal Products 更安全的植物性產品	70
Bioprospecting 生物探勘	71
Pharmaceuticals 藥品	71
Forensics 鑑識	72
Border Control and Wildlife Trade 邊境管制及野生生物貿易	75
Border Controls and Customs 邊境管制及海關	75
Quarantine 檢疫	76
Wildlife Trade 野生動物交易	77
Education and Public Outreach 教育與公共服務	78
School level education 學校教育	78
University level education 大學教育	78
Training of Parataxonomists 副分類學家培育	79
Public awareness 公共意識	79
Museum displays 博物館展覽	80
Image Databases 影像資料庫	80
Public Participation Programs 公眾參與計畫	81
Tree of Life 生命樹	82
Ecotourism 生態旅遊	83
Valuing Ecotourism 生態旅遊評估	83
Training Guides and Operators 解說員及經營者訓練	83
Guide Books 旅遊指南	83
Gardens, Zoos, Aquariums, Museums and Wildlife Parks 花園、動物園、水族館、博物館與野生動物園	84
Art and History 藝術與歷史	85
History of Science—Tracking Explorers and Collector 科學史—追隨探險家及收藏家的腳步	85
Art and Science 藝術及科學	85
Indigenous Art 原住民藝術	86
Stamps 郵票	87
Society and Politics 社會與政治	88
Social Uses of Biodiversity 生物多樣性之社會應用	88
Anthropology and Language 人類學及語言	88
Ethnobiology 民族生物學	89

Data Repatriation 資料歸還	89
Biodiversity collecting 生物多樣性採集	90
Recreational Activities 休閒遊憩	91
Recreational fishing 閒釣	91
Hunting 狩獵	91
Photography and Film-making 攝影及製片	91
Gardening 園藝	92
Bushwalking, Hiking and Trekking 踏青健行	92
Bird Observing 賞鳥	93
Human Infrastructure Planning 基礎建設計畫	94
Risk Assessment 風險評估	94
Landscaping 造景	94
Wild Animals and Infrastructure 野生動物及基礎建設	95
Building timbers 建築木材	95
Aquatic and Marine Biodiversity 水生及海洋生物多樣性	96
Conclusion 結論	97
Acknowledgements 致謝	98
參考文獻	99
索引	111

Introduction 前言

博物館蒐藏的動物標本、植物標本館的植物標本、調查資料及物種觀察資料提供了大量的資訊來源，不但提供現今關於採集地的資訊，還記載了該地區數百年前的歷史(Chapman and Busby 1994)。據估計，全球各博物館、植物標本館等收藏機構之館藏量約達 25-30 億 (Duckworth *et al.* 1993, OECD 1999)，各地觀測記錄總數更是難以計數。許多機構已著手將這些資料數位化，有些則仍在商議或籌備階段。

生物科學資料數位化的主要目的在於便利使用者查詢及分析數位資料，更具成本效益。生物世界極為繁雜，需經歸納簡化、取其梗概才易明白呈現(Goodchild *et al.* 1991)。生物多樣性資訊的呈現方式很多，可透過地理資訊系統(geographic information systems)、環境模式工具(environmental modelling tools)、決策支援系統(decision support systems)、圖書光碟、影像、線上資料庫、標本及其部件、DNA 報告等，但應用時必須抽樣測量其中變異之處，描述並預測誤差及不確定性，在這方面仍需我們投注更多心血 (Goodchild *et al.* 1991)。

「物種出現原始資料」(primary species-occurrence data)（以下簡稱物種出現資料）的應用廣泛多樣，幾乎涵蓋了人類各層面的發展：食、住、育樂，藝術、歷史、社會、科學及政治。本文將舉例說明博物館標本資料數位化及普及化的重要性。數位化不但使典藏品增值，經由證明其對更廣泛的瀏覽大眾具有價值及相關性(relevance)，有助拓展經費來源及合作機會。隨著生物科學能用的資源減少，資助單位開始懷疑自然史蒐藏品的必要性，館藏維護的經費來源因此愈益難求。若能擴大使用資料的科學社群，以利生態保育及本文中將提及的各領域工作進行，各機構在尋求經費時，將更具立論基礎。此外，生物多樣性蒐藏品的數位化及普及化也能加速我們對生物多樣性及生態系的瞭解，對未來保育及永續利用發展皆有所助益。

物種資料的取得日漸容易，先進的研究方法因此應運而生。博物館的資訊是數百年前保留下來的寶庫，而這樣的資訊於線上開放後，加速科學研究的進展，降低生物調查成本，增加效率及效力，讓科學家有更多時間投入研究，增進環境知識的建構，促進環境保育與永續發展。

標本影像，包括博物館藏的標本類型及採集地點等資料的流通使用，有益於分類學的研究。但受惠於物種分布資料最多的，應當是物種之生物地理研究，亦即物種分布時空的研究。「生物蒐藏品可降低研究花費，讓研究人類疾病的傳染媒介、生物入侵及全球氣候變遷的計畫更節省成本，因此生物蒐藏品有直接的經濟及社會效益。」(Suarez and Tsutsui 2004)

研究物種出現資料使用的結果之一，就是提高資訊記錄的需求，以為未來採集的部分過程。這將包含數位影像(Basset *et al.* 2000)及影片的大量利用。電子資訊交換雖有其優點，數位化的資料卻常與實體典藏品無關，故重要的是博物館以外的社群也應瞭解，藏品本身是非常重要的長期資料庫，能夠提供尚未被發掘與開發的資料(Winker 2004)。因此，若發展、維護生物多樣性藏品的基礎原則機制，能帶來尚未預見的益處(Suarez and Tsutsui 2004)。當資訊需求發生時資料已備齊，對社會的助益將成倍增加。

原始物種資料不僅侷限於博物館及植物標本館的館藏，許多大學、非政府組織及個人皆保有大筆的觀測及調查記錄，這對於我們認識的環境非常有價值。這些資料來源並非無高下之分，而是各有優劣，彼此截長補短，造福大眾。

有些人會質疑，數位化博物館標本是否對生物地理及其他研究有幫助。他們認為許多資料不但「過時且不可靠」(outdated and unreliable)，許多記錄更遭錯誤鑑定或地理參照不良(Wheeler *et al.* 2004)。這樣的說法對許多紀錄而言可能屬實，但如本章顯示的，很多紀錄並不是那麼不可靠，研究人員及其他人都能順利地使用。博物館社群(the museum community)明白資料本身存在的問題，正合力試圖改善資料的品質(Chapman 2005a)，而誠如 Edwards (2004)所述：「要發掘錯誤，最好的方法就是將資料公開，有資格的研究人員才有機會進行比較及修正。」所有的資料都可能有錯誤，但不應該因此摒棄資料，而是要確實紀錄錯誤，確保使用者知道錯誤的存在，由他們來決定資料是否適用(Chapman 2005b)。

原始物種資料的用途很多，傳統上，博物館及標本館的館藏只作為分類學之用，但最終的功用還是在記載生物多樣性及其時空分布資料，提供研究及教學用途(Winker 2004)或供大眾觀賞。電腦處理及電腦資料庫引進之後，大量的資料開始應用於各種用途(Chapman 1999)，包涵生物地理學(Longmore 1986, Peterson *et al.* 1998)、保育計畫(Faith *et al.* 2001)、保留區選定(Margules and Pressey 2000)、環境區劃(environmental regionalisation)(Thackway and Cresswell 1995)、氣候變遷研究(Chapman and Milne 1998, Pouliquen and Newman 1999, Peterson *et al.* 2002a)、農林漁產(Booth 1996, Nicholls 1997, Cunningham *et al.* 2001)、物種易地研究(species translocation studies)(Panetta and Mitchell 1991, Soberón *et al.* 2000, Peterson and Veigas 2001)等等。本文將更進一步說明各研究用途。上述許多研究皆使用環境模型建立軟體，像是 BIOCLIM (Nix 1986, Busby 1991), GARP (Stockwell and Peters 1999, Pereira 2002)或是廣義線性模型(GLM, General Linear Model) (Austin 2002)的方法。這類的物種分布模型大多仰賴標本或觀測記錄，通常只是物種出現(presence-only)資料（包括標本館、博物館的記錄及觀測資料），或偶爾才從系統化調查得出物種的出現或缺如(presence-absence data)。

無論是博物館資料或觀測記錄，多半是在機會性的情況下取得，而非有系統地建構而成(Chapman 1999, Williams *et al.* 2002)，這造成資料在空間分布上的偏斜，例如，藏品可能與道路或河流網絡密切相關(Margules and Redhead 1995, Chapman 1999, Peterson *et al.* 2002, Lampe and Riede 2002)。一般而言，博物館、標本館的資料及大部份的觀測記錄只表示物種在某段時間內出現，不表示在其他時空下沒有(Peterson *et al.* 1998)。這樣的作法限制了資料在環境模型上的應用，但這些資料仍是兩百多年來規模最大且最完整的生物資料庫。進行新的調查取代這些資料會受抵制。一個調查研究計劃的經費動輒超過一百萬美金(Burbridge 1991)很常見。甚且，由於蒐藏品是長久以來累積的成果，在人類活動的衝擊過程，為生物多樣性保存了無可取代的基準資料(baseline data)。在環境保育上，這些資料也是非常重要的資源，為可能因棲息地變動、農業開墾、都市化、氣候變遷或其他原因有所變動的地區，提供了唯一的完整物種資料(Chapman 1999)。

但原始物種資料不只是標籤上的文字，藏品本身也包含許多資訊，可用於組織樣本採集、污染物化學分析、標本 DNA 鑑識等。此外，微生物活體的保存、野生鳥類、動物及博物館標本的影像影片、標本保存部分的顯微相片、甚至相機未發明前的手繪圖等，也應被視為原始物種資料中不可分割的一部份。

Data interchange and distributed data

資料交換及流通的資料

早在 1974 年，博物館及植物標本館間已開始討論原始物種資料的數位交流是否需制定標準。雖然當時網路僅限於部分研究社群使用，尚未流通於生物多樣性機構(Kristula 2001)，磁碟片及磁帶的資訊交流早已在各地進行，卻沒有一套資訊交換的標準。討論的結果，1979 年澳洲訂立了生物分類學資料交流的標準(Busby 1979)，其後澳洲的植物標本館延伸這套標準，使其適用於植物學機構，制定了「植物標本館資訊交換標準」(HISPID, Herbarium Information Standards for the Interchange of Data) (Croft 1989, Conn 1996, 2000)。雖然極少機構在資訊交換時使用此標準，但在設計資料庫時很多都會以它當作模板。之後 HISPID 標準為「分類學資料庫工作小組」(Taxonomic Database Working Group, TDWG)所採用。

網際網路，尤其是 WWW 全球資訊網的發展(Berners-Lee 1999)，為資訊交流開啟了新的契機。雖然「環境資源資訊網」(ERIN, Environmental Resources Information Network)早在 1994 年即在網路上以流通的資料來建立模型(Boston and Stockwell 1995)，在 90 年代末期物种分析(Species Analyst)計畫發起之前(Viegas 1999, 2003a)，成功利用網路進行的數位資訊交換研究計畫並不多。

其後，資料流通研究計畫陸續開展，包含「世界生物多樣性網」(REMIB, Red Mundial de Información sobre Biodiversidad—The World Network on Biodiversity, CONABIO 2002)、「澳洲虛擬植物標本館」(Australian Virtual Herbarium) (CHAH 2002)，speciesLink (CRIA 2002)、「歐洲自然史標本資訊網」(ENHSIN, European Natural History Specimen Information Network) (Güntsch 2004)、「歐洲生物典藏檢索服務」(Biological Collection Access Service for Europe) (BioCASE 2003)、「哺乳類動物資訊網絡系統」(Mammal Networked Information System) (MaNIS 2001) 及「全球生物多樣性資訊機構資料平台」(GBIF Portal) (GBIF 2004)。這些系統利用線上資訊擷取功能搜尋機構內的資料庫，好比 Google 搜尋網路資源。早期的系統版本使用原本為圖書資料設計的通訊檢索標準 Z39.50 (NISO 2002)，之後博物館社群共同建置了新的「達爾文核心集」(Darwin Core Schema, Vieglais 2003b)，同時包括「分散式通用資訊擷取協定」(Distributed Generic Information Retrieval, DiGIR Protocol)(SourceForge 2004) 及一集合過的 BioCASE 協定(BioCASE 2003)與 ABCD (Access to Biological Collections Data Schema)概要(TDWG 2004)的作法，更適用於交換原始物種資訊。近來，分類學資料庫工作小組亦著手訂立一套整合的協定(TAPIR - <http://ww3.bgbm.org/tapir>)¹，銜接 DiGIR 的簡易性及 BioCASE 的複雜度，在兩者間取得平衡。

Multiple Uses 多種用途

大部分使用物種出現資料的研究計畫，用途多半不只一種。如本文所述，計畫內的用途常有重疊，一個研究計畫可能包含原始記錄的製圖、一些分類學研究（可能包含使用物種特徵資料庫）、環境模型、瀕危或遷徙物種的分布預測研究、氣候變遷衝擊、族群生存力分析、物種關連性(species association)、生態學及演化史。同樣地，計畫也可能涉及物種復育研究和監測、環境保護法的制訂、保留區及保育工作的評估、邊境及海關管制的合作，以防範非法走私，更與教育及社會聯結有關。這些功用的界線有時難以界定，本文在論述時難免有重複之處，盼讀者諒解。

能夠搜尋世界各地的資料庫中已空間參照的原始物種資料，使原有的資訊多了許多前所未有的用途。本文將詳述其中一些應用，並舉例說明目前的應用情形。本文無法涵蓋所有應用形式，所舉的實例僅用以說明所提及的用途。

從全球生物多樣性資訊機構於 2003 年進行的第一次示範計劃中，可以了解一些用途上的重疊之處(UTU-Biota 2004)。

¹ 譯注：全名為分類學資料庫工作小組資訊擷取存取協定(TDWG Access Protocol for Information Retrieval, TAPIR. 目前網址已更新至 TDWG 組織網站下：<http://www.tdwg.org/activities/tapir/>

GBIF Demonstration Project 2003

全球生物多樣性資訊機構示範計畫

GBIF 的首度示範計畫(<http://gbifdemo.utu.fi/>)呈現了一些友善的例子，解釋網路如何能有效利用、管理、交換並傳播原始生物多樣性資料。該計畫由芬蘭土庫大學(University of Turku)及亞馬遜研究中心(IIAP, Institute of Amazonian Research)為 GBIF 簽劃，共分為四個部分，或稱「導覽」(tour)。導覽 I 處理新熱帶地區的物種分布，導覽 II 為共同建構的雨林樹種普查，導覽 III 是亞北極區的植物觀測，導覽 IV 則探討生物多樣性的規劃與管理。

2004 年，GBIF 又資助了兩項示範計畫(<http://www.gbif.org>)，一個是由澳洲負責，旨在研發一套網路工具，以進行生物地理上的特有性及分類差異分析。另一計畫則在墨西哥，示範以原始物種多樣性資料相關的物種分布狀況及原生植被(primary vegetation)來預估物種族群消失速度的可行性。這兩個計畫都從 GBIF 平台採用資料。

Benefits of making species-occurrence data available 物種出現資料流通的好處

本文提及的多數物種出現資料的用途，都需要使用者親自造訪收藏機構，如博物館、標本館等，才能取得所需的資訊或鑑定種類。博物館的工作人員必須花費時間、動用資源為其找尋資料（有些採集者的資料數目可能高達每年上百或上千筆）(Suarez and Tsutsui 2004) 或將資料備齊。每年科學家走訪各博物館使用這些收藏，以及博物館出借標本給研究者，皆耗費了龐大的資源。1976 與 1986 年間，史密松(Smithsonian)博物館的昆蟲館平均每年出借十萬餘件標本(Miller 1991)，也如全球各大博物館一般，每年接待上百名到訪的研究人員。現在收藏機構開始瞭解到，上網流通資料的越多，越能節省時間與資源。舉例來說，柏林—達勒姆植物園及博物館(Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, BGBM)已將其植物標本出借系統²完全數位化(<http://ww2.bgbm.org/Herbarium/AccessLoanNew.cfm>)，此舉不但開放了資源，也省去分類學家及研究員耗費在行政及幫忙其他人的時間，可運用更多的時間進行基礎研究及維護工作。然而，將自然史博物館內上百萬的藏品數位化並非易事，常需時數年至數十年才能完成。

透過流通系統使用物種資料愈益普遍，帶起風氣後，未來將能夠：

- 加強博物館、植物標本館、植物園、動物園及種原庫等典藏品的基本設施；
- 資源重新分配，以利進一步研究及蒐藏；

² 私人聯繫。Anton Güntsch, BGBM 2005。

- 改善重要生物多樣性藏品的處理標準、品質維護及編制；
- 減少標本搬動運送，以延長其年限；
- 減少各機構間出借品與標本之運送、保險支出；
- 各機構及研究人員間分享資料，亦可與資料來源國交流；
- 使研究人員建置資料的同時也加速發展了生物多樣性知識庫；
- 建立國際生物多樣性資訊網絡，連結與生物多樣性研究、保育、遺傳學、資源管理、旅遊相關之機構；
- 改善影像、圖像、基因庫及其他有利於生物多樣性研究資料庫的管理及流通；
- 在生物多樣性的資訊流通更快速的同時，改善保育單位的管理；
- 改進評估現有保育單位及保護區的代表性，以及認定優先區域做為新的保留區；
- 開發新計畫以研究影響環境保育的問題，如棲地破碎化及氣候變遷對生物多樣性的影響與後果；
- 隨著鑑定工具改進以及對物種分布狀況的認知更加了解，將可改善邊境管制以控管瀕危物種、害蟲及疾病；
- 製作並發放保育區或地區、州、國家等地之動植物名錄；
- 製作更多、更有效的鑑定工具、檢索表、目錄、專論（電子及、或紙本出版物）；
- 進行更多先進的普查及研究，以認定生物多樣性資訊的缺口（分類學及地理學的）；
- 發展研究計畫以瞭解生物多樣性過程及功能之時空分布；
- 進行比較性及回顧性研究以估算地區、棲地、生態系及跨國界、地理邊界之生物多樣性破壞狀況；
- 對環境衝擊如氣候變遷、都市化、農漁業等進行比較性研究，並建立參考模式，評估與監測與生物多樣性相關的環境衝擊；
- 增加生物探勘、連結相關或類似的計畫的機會；
- 增強生物多樣性相關議題的建構能量；
- 培養如生物多樣性資訊學、影像服務、地理資訊系統等新知識領域及跨領域之專業人才；
- 製作更好的教材如田野指南、檢索表、影像資料庫及線上資訊，提供予師生；
- 改善生態旅遊使用的導覽及資訊來源；
- 研究人員可省下鑑定及個人準備資料的時間，而加速分類學研究的發表；
- 加強與地方人士聯繫，由副分類學家進行採集、生態研究及初步鑑定工作；
- 田野樣本的分類及初步鑑定工作從為數甚少的專業分類學家身上，轉移至技術性的副分類學家身上；
- 開發新的經費來源，以資助典藏品的維護；

• 其他。

Taxonomy 分類學

數百年來，分類學及生物地理研究一直使用原始物種資料。博物館及標本館的資料主要用作判斷與描述新分類群(taxa)，但也常用於研究花粉生物學(pollination biology)、演化關係、親緣關係研究(phylogenetics)等。現今資料來源涵蓋的地理範圍更廣，上述研究可更進一步繼續拓展。

Taxonomic Research 分類學研究

目前已發表了上千篇採用物種出現原始資料在分類學、闡釋新分類群及親緣關係的案例。博物館的物種資料是基礎分類學研究—新分類群的闡釋及描述—的核心。世界上約有140 萬已描述的物種(World Resources 1992)，幾乎皆根據博物館及植物標本館藏品。此外仍有許多物種有待描述，因此物種出現原始資料的基本功能之一為描述並分類動植物、藻類、菌類及病毒等等。少了這些資料，研究將無法進行。

全世界幾乎每個自然史博物館及植物標本館都有分類學的研究計畫，並有期刊、專論及電子刊物出版。

舉例如下：

- 「西非魚類生物多樣性、管理與使用」(Biodiversity and Management and Utilization of West African Fishes)為「國際水生動物資源管理中心」(ICLARM)之計畫，旨在研究迦納及西非各國魚類分類及親緣關係。<http://www.worldfishcenter.org/Pubs/ghana-proceedings/ghana-proceedings.htm>；
- 「東南亞及西太平洋蟬類研究」(Cicadas of South-East Asia and the West Pacific)為阿姆斯特丹動物博物館生物多樣性及生態系動態研究中心之計畫(Duffels 2003)。<http://www.science.uva.nl/ZMA/entomology/CicadasSE.html>；
- 越南海馬（海龍科）分類學研究(Lourie, *et al.* 1999)
http://seahorse.fisheries.ubc.ca/pubs/Lourie_etal_vietnam.pdf；
- HymAToL 研究，目的在建構大尺度的世界膜翅目親緣關係研究分析，此為「生命樹」(the Tree of Life)計畫之一環。<http://www.hymatol.org/about.html>；
- 親緣關係研究 (Phylogeny)，為加拿大亞伯達大學的計畫
<http://www.deer.rr.ualberta.ca/library/phylogeny/Phylogeny.html>。

Name and Taxonomic Indices 名稱及分類索引

多數本文所提到的研究皆以不同方式運用以物種出現資料所製作的名稱及分類群清單。就像字典及同義字之於書寫語言，名稱及分類群索引則如同生物多樣性的語彙。收藏機構將這些索引視為資料庫的「權威檔」(authority files)，分類學家以此確認正確拼法及原始發表處，科學家及業餘人士則用此查詢某物種的正確拼法、同物異名及其他資訊。有些索引僅僅列出名字，有些詳細的清單可能包括分類學資訊、同物異名、發表處、模式標本資訊、不同名稱用法（分類概念）的出處等。

舉例如下：

- 物種 2000 計畫(Species2000) <<http://www.species2000.org>>；
- 整合分類學資訊系統 (ITIS) <<http://www.itis.usda.gov>>；
- 國際植物學名索引(IPNI) <<http://www.ipni.org/index.html>>；
- GBIF 已知生物電子目錄計畫(ECat) <<http://www.gbif.org/prog/ecat>>；
- 全球生物多樣性索引與組織(UBio,Universal Biodiversity Indexer and Organizer) <<http://www.ubio.org>>；
- 真菌索引(Index Fungorum) <<http://www.indexfungorum.org>>；
- 病毒索引(Index of Viruses) <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ICTVdb/Ictv/index.htm>>；
- 分類學搜尋引擎 (TSE,Taxonomic Search Engine) <<http://darwin.zoology.gla.ac.uk/~rpage/portal>>；
- 動物命名辭典(Nomenclator Zoologicus) <<http://uiuo.mbl.edu/NomenclatorZoologicus>>；
- 全球鱗翅目學名索引(Global Lepidoptera Names Index) <<http://www.nhm.ac.uk/entomology/lepinde>>；
- 密蘇里植物園植物資料庫(Tropicos) <<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>>；
- 哈佛大學格雷卡索引(Gray Card Index) <<http://www.huh.harvard.edu/databases>>。

Floras and Faunas 動植物誌

動物及植物誌的發表，是分類學研究最早成果之一，而物種出現資料上網後，也為其帶來長足的發展。已發表的動植物誌絕大多數都包含採集地資訊，通常還附有簡單的分布圖。傳統分布圖是手繪的，且繪製時無從取得所有藏品資訊也無法變更。有了 GBIF 平台這類的分散式系統，加上簡易的地理資訊系統，製圖變得更加快速便利，隨著更多藏品資訊可以存取，地圖也能涵蓋更完整的物種分布資訊。

舉例如下：

- 澳洲線上植物誌 (Flora of Australia online) (ABRS, Canberra)
<http://www.deh.gov.au/biodiversity/ajrs/online-resources/abif/flora/main/>；
- 紐西蘭動物誌(Fauna of New Zealand) (Manaaki Whenua Landcare Research)
<http://www.landcareresearch.co.nz/research/biodiversity/invertebratesprog/faunaofnz/>；
- 義大利動物誌(FaunaItalia) <http://faunaitalia.it/index.htm>；
- 巴西聖保羅顯花植物誌(Phanerogamic Flora of the State of São Paulo) (Brazil)
<http://www.cria.org.br/flora/>。

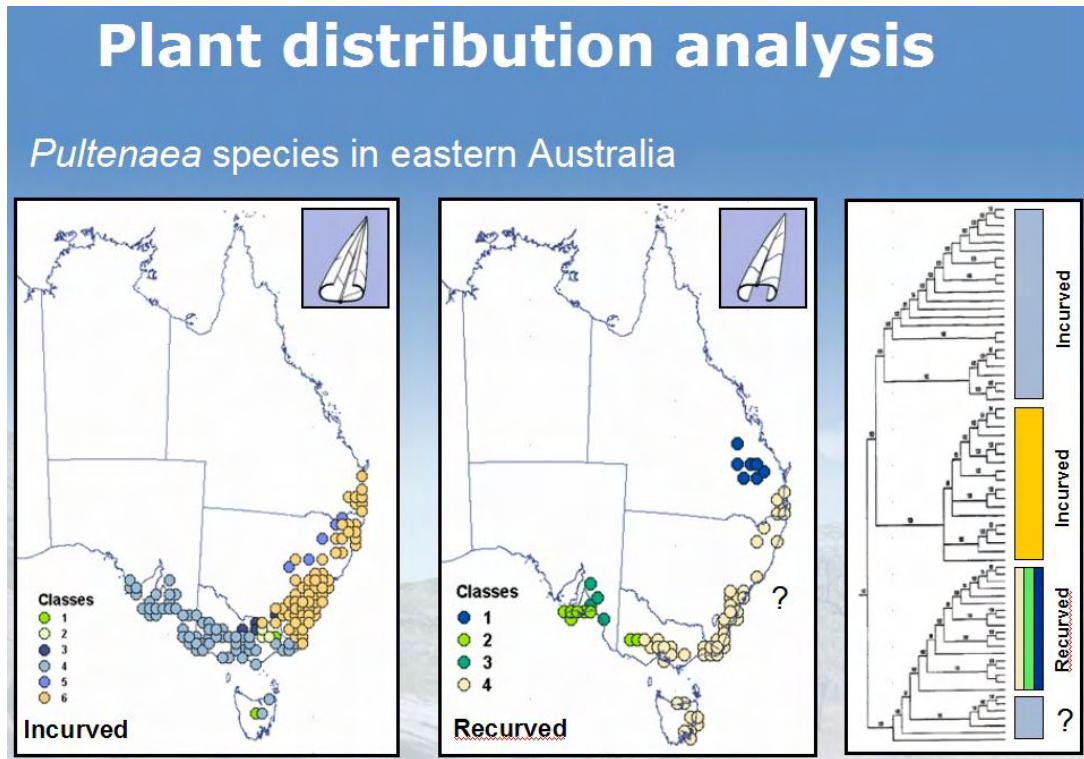


圖 1. 澳洲豆科 *Pultenaea* 屬的親緣關係資料顯示地理分布模式與其葉片形態的關聯。以植物標本館的記錄進行集群分析，加以葉片形態及分子親緣支序圖（圖右）推測其親緣，據此判定親緣群。資料係從澳洲虛擬植物標本館(AVH, Australian Virtual Herbarium)取得 (CHAH 2002)。影像來源：West and Whitbread (2004)，經作者同意使用。

藏品單位的分布資料點現在可以更加快速詳細地研究，例如檢視起源(provenance)的差異、不同特徵之藏品所在地（如繪製葉片型態與地理分布的關係）或不同分類學概念圖。以下提到的許多成品（動植物誌、田野指南等），皆是基礎分類學研究的具體成果。

舉例如下：

- 澳洲植物生物多樣性中心的一項計畫繪製了與 *Pultenaea* 屬親緣群(phylogenetic group)的葉片形態有關之地理分布模式（圖一）。親緣群係根據葉片形態及利用分子資料繪製的親緣支序圖(phylogenetic cladogram)來認定(Bickford *et al.* 2004, West and Whitbread 2004)。
- 植物生物多樣性中心的另一項計畫採用從澳洲虛擬植物標本館(CHAH 2002)取得的八間澳洲植物標本館的資料，以繪製不同分類學概念下的地理分布模式(West and Whitbread 2004)。

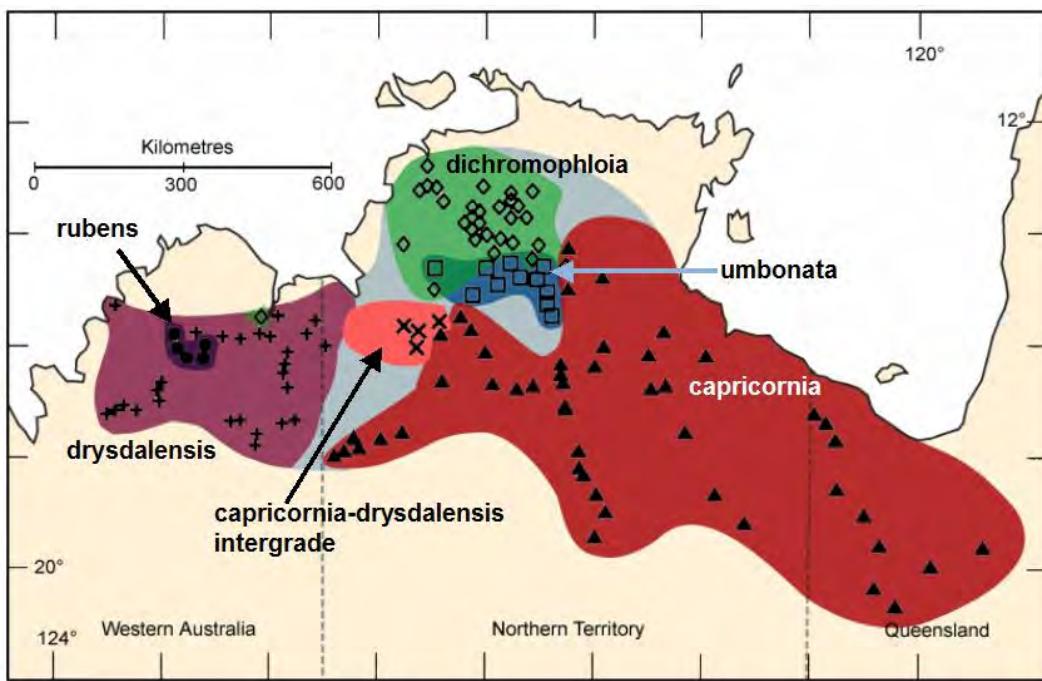


圖 2. 本圖顯示對傘房屬(*Corymbia*)(以往歸在 *Eucalyptus* 桉屬中)物種的不同詮釋。持不同分類學概念的專家看法不同，有些認為 *C. umbonata* 及 *C. dichromophloia* 包含了圖中標示的所有分布區域，有些則縮小 *C. dichromophloia* 之定義範圍，並將其餘認定為其他物種，如圖所示。影像來源：West and Whitbread (2004)，經作者同意使用。

Field Guides 田野指南

大多數的田野指南都包含特定物種的分布圖。就像動植物誌一樣，以往這些指南都有附上作者憑著對物種的瞭解所繪的手繪圖。有了物種分布資料之後，製圖及包含分布資訊更為簡易，也遠比過去精確。

舉例如下：

- 阿根廷及烏拉圭鳥類田野指南(Narotsky and Yzurieta 2003)
- 蜻蜓記錄網絡(Dragonfly Recording Network)
<http://www.searchnbn.net/organisation/organisation.jsp?orgKey=6>；
- 巴西海岸多毛綱環節動物物種目錄(Amaral and Nallin 2004)
- 北美蝴蝶指南(Butterflies of North America)
<http://www.npwrc.usgs.gov/resource/distr/lepid/bflyusa/bflyusa.htm>；
- 澳洲蝴蝶指南(Butterflies of Australia) (Braby 2000)；
- GBIF2003 示範計畫導覽二：共同建構的雨林樹種資源普查<<http://gbifdemo.utu.fi/>>
- 大黃蜂 ID(BumblebeeID) ——以顏色紋路區分英國蜂種
http://www.nhm.ac.uk/entomology/bombus/_key_colour_british/ck_widespread.html。

Integrated electronic resources 整合電子資源

以特徵為基礎的資料庫、互動式檢索表、數位影像技術的發展，及 CD-ROM、DVD 的發明，帶動了整合電子資源的發展。

舉例如下：

- PoliKey（互動式檢索及資訊系統，提供多毛類及高階物種資訊）(Glasby and Fauchald 2003)
- 分類鑑定專家中心(ETI)利用林奈二代(Linnaeus II)軟體製作的出版物(Shalk and Heijman 1996)
 - 利用林奈二代(Linnaeus II)軟體製作的 CD 資訊目錄可供搜尋及瀏覽
<http://www.eti.uva.nl/Products/Search.html>，舉例如下：
 - 世界小蜂總科(Chalcicoidea)目錄
 - 歐洲鳥類
 - 日本蟹類
 - 骨碎補科蕨類植物(Davalliaceae)
 - 馬來西亞動物
 - 東北大西洋及地中海魚類
 - 具經濟重要性之節肢動物
 - 印度次大陸蝙蝠
 - 棉作害蟲索引
- 利用 Lucid 檢索軟體的出版品 (University of Queensland 2004)：
 - 利用 Lucid 軟體製作的 CD 目錄，可採用分類學、地理學或其他方式來搜尋
<http://www.lucidcentral.com/keys/keysearch.aspx>。舉例如下：
 - 印度瓢蟲(Chilocorus)常見種(*J. Poorani*)檢索表。具經濟重要性之瓢蟲
 - 雙翅目(Diptera)潛葉蠅(*Leafmining Agromyzidae*)之世界膜翅目(Hymenoptera)寄生絀小蜂(*Eulophidae Parasitoids*)檢索表
 - 昆蟲總目檢索表
 - 世界薊馬害蟲
- 利用 DELTA 及 IntKey 檢索軟體的出版品 (Dalwitz and Paine 1986)
 - 利用 DELTA 及 IntKey 檢索軟體製作的目錄
<http://biodiversity.bio.uno.edu/delta/www/data.htm>。舉例如下：
 - 瓢蟲—鞘翅目(Elateroformia, Coleoptera)—科—（成蟲及幼蟲）提供可下載及在 IntKey 軟體中使用的特徵及描述

- 新世界膜翅目(Hymenoptera)小繭蜂科(Braconidae) — 亞科、屬及種
 - 提供可下載的並可在 IntKey 軟體中使用的英文及西文版特徵及描述
 - 木材檢索（英、德、法、西文版）
 - 多毛類科及高階分類群
- 利用 XID 命名系統的出版品<<http://www.exetersoftware.com/cat/xid.html>>
- 北美洲野草檢索，提供完整的北美洲野草鑑定參考 CD，包含 140 種尖葉及 860 種闊葉野草
- 澳洲生態資源研究(ABRS)及澳洲植物生物多樣性研究中心出版的 CD-ROM，充分利用了 Lucid 軟體 (University of Queensland 2004)。
- 例子包含：(<<http://www.deh.gov.au/biodiversity/abrs/publications/cds/index.html>>)：
- 澳洲洋槐檢索(Acacias of Australia)
 - 土壤恙類檢索(Mites in Soil)
 - 澳洲植物檢索(AusGrass)
 - 澳洲蜘蛛檢索(Spiders of Australia)
 - 澳洲熱帶雨林喬木及灌木檢索
<http://www.anbg.gov.au/cpbr/cd-keys/rainforest-key/home_page.html>
 - 南澳桉樹檢索(Eucalypts of Southern Australia)<<http://www.anbg.gov.au/cpbr/cd-keys/Euclid/>>

Check lists and inventories 清單及普查

透過分散式資訊系統，幾乎可以自動產生與維護地區及國家公園等的物種清單。這可能是分散式系統使用率最低，卻最強大的功能之一。

舉例如下：

- 兩棲動物名錄及鑑定指南。墨西哥以北之北美洲兩棲動物線上鑑定指南。
<<http://www.npwrc.usgs.gov/narcam/idguide/>>；
- 密西根螞蟻名錄<<http://insects.ummz.lsa.umich.edu/fauna/MICHANTS.html>>；
- 哥斯大黎加 Rara Avis 地區兩棲類及爬蟲類名錄<<http://www.rara-avis.com/herplist.htm>>
- 撒哈拉以南非洲及東非島嶼之葉苔(liverworts)及角苔(hornworts)名錄及分布
<<http://www.oshea.demon.co.uk/tbr/tbrr3.htm>>；
- 澳洲哺乳類動物調查(The Australian Mammal Audit)此為澳洲生物多樣性的監測計畫之一
<http://audit.ea.gov.au/ANRA/vegetation/docs/national/FINAL_MAMMAL_REPORT.doc>.

Image Databases 影像庫

影像庫，尤其是模式標本的影像庫的使用，降低了自然史藏品的折損率。分類學家可使用標本或標籤影像，不再需要租借標本。

舉例如下：

- 紐約植物園維管束植物種類目錄
<http://www.nybg.org/bsci/hcol/vasc/Acanthaceae.html>；
- 寄生蟲影像圖書館(Parasite Image Library)
http://www.dpd.cdc.gov/dpdx/HTML/Image_Library.htm；
- 倫敦自然史博物館(The Natural History Museum)標本標籤影像
<http://atiniui.nhm.org/gallery/album33>。

Phylogenies 親緣關係研究

使用原始物種資料促進了親緣關係，或稱演化樹的研究。

舉例如下：

- 「生命樹」—為一項網路合作計畫，提供親緣關係及生物多樣性的資訊。
<http://tolweb.org/tree/phylogeny.html>；
- *Pultenaea* 屬的親緣關係模式研究（圖一）(Bickford *et al.* 2004)。

Parataxonomy 副分類學

許多發展中國家會聘用副分類學家進行藏品初步分類，這些副分類學家靠著完好的物種出現資料及其應用產物，快速且有效地完成工作。

舉例如下：

- 哥斯大黎加的瓜那卡斯特(Guanacaste)保育區大量借助副分類學家的協助(Janzen *et al.* 1993) <http://www.unep-wcmc.org/forest/restoration/docs/CostaRica.pdf>；
- 新幾內亞比納唐(Binatang)研究中心聘用副分類學家進行生物調查
<http://www.entu.cas.cz/png/parataxonomists.htm>。

Automated Identification Tools 自動鑑定工具

使用樣式辨識的自動鑑定工具及後續的資料分群、排列或類神經網路，正試用於昆蟲、鳥類及蛙類。

舉例如下：

- 在德國，蜂類自動辨識軟體 (ABIS, Automatic Bee Identification Software)利用樣式辨認鑑定蜂種。
http://www.informatik.uni-bonn.de/projects/ABIS/ABIS_Contact.html；
- 在日本，以手提式錄音機錄下蟬及蚱蜢的聲音，可用智慧型生物聲辨識系統辨識其種類<http://www.elec.york.ac.uk/intsys/users/ijf101/research/acoustics/grasshoppers.shtml>
- 在英國，智慧型生物聲辨識系統(IBIS, Intelligent Bioacoustic Identification System)
- 除用來辨別蝙蝠種類
<http://www.elec.york.ac.uk/intsys/users/ijf101/research/acoustics/bats.shtml>，也可判定地下的獾穴是否有獾居住。
<http://www.elec.york.ac.uk/intsys/users/ijf101/research/acoustics/badgers.shtml>；
- 在芬蘭，鳥鳴的正弦波模型促成了鳥類自動辨識系統的發展。(Härmä 2003)。

Biogeographic Studies 生物地理學

自然史藏品(Natural History Collection)保有世界自然及文化史的記錄，是獨特而無可取代的。許多標本及相關資料皆取自於地形地貌變動前，因此無以取代(Chapman 1999, Page *et al.* 2004)。確實，藏品含有地景(landscape)及物種分布模式變動的資訊，是非常重要的資料庫(Page *et al.* 2004)。

採用物種出現資料的生物地理學研究為數眾多，有的研究單一網格(grid)內的簡單分布模式，有的運用環境模型工具以連結氣候及地質等環境資料層，有些則著眼於不同資料的整合，以建立多樣性、特有性及相對豐富度等的指標。能夠取得多個分散於多個機構的資料，對這類研究計畫十分有助益。以下各項將會舉例說明。

採用環境模型軟體如 BIOCLIM (Nix 1986, Busby 1991)、GARP(Stockwell and Peters 1999, Pereira 2002)及方法像廣義線性模式(GLM) (Austin 2002)、廣義累加模式 (GAM) (Hastie and Tibshirani 1990)、決策樹(Decision Trees) (Breiman 1984)、人工神經網路(Artificial Neural Networks)等等(Fitzgerald and Lees 1992)來連結動植物所在地與如氣候之環境因子，以製圖預測物種分布，已行之二十餘年。由於過去環境資料層的尺度有限，早期的研究只能探討某類動植物的大尺度分布狀況，例如眼鏡蛇類的研究(Longmore 1986)，或針對單一物種如假山毛櫟等進行較密集的分布預測(Busby 1984)。侷限於可用的軟體及環境資料，以往研究進度緩慢，單單為某一物種建立模型就耗時數個月，也因研究範圍較大，結論常過於廣泛。新的軟體開發，加上環境資料層品質改善(Hijmans *et al.* 2004)，環境模型可在有限時間內完成，因此有更多時間密集研究單一物種或研究更多物種。但使用這些模型方法仍須十分謹慎，最好參考專家建議以確保選擇正確的模型來分析合適的資料(Chapman *et al.* 2005)。

Distribution Atlases 分布地圖集

傳統上，以地理參照的原始物種資料多用於製作物種分布圖及地圖集。過去這些地圖常用來標示地理網格內物種有無出現的資料，網格規格小至 5 公里或經緯 2.5 度，大至一個生物地理區域。這些資料多半尚未以電子化形式公開。

以網格或區域製圖的例子包含：

- 蘇格蘭法夫地區鳥類地圖集(Fife Bird Atlas) (2km 平方網格) <http://www.th-soc.fsnet.co.uk/fife_bird_atlas.htm>；
- 英國植物地圖集(Perring and Walters 1962) (10km 平方網格)

- 千禧年英國及愛爾蘭蝴蝶地圖集(Asher *et al.* 2001) (10km 平方網格)
- 安大略兩爬動物地圖集(Ontario Herpetofaunal Summary Atlas) (10km 平方網格)<<http://www.mnr.gov.on.ca/MNR/nhic/herps/about.html>>；
- 北美洲光肩星天牛之引入及散佈正以生物地理學分析進行研究
<<http://www.uvm.edu/albeetle/>> 及 Peterson 等人(2004)
<http://www.specifysoftware.org/Informatics/bios/biostownpeterson/PSH_AMN_2004.pdf>；
- 澳洲鳥類地圖集（初版）(Blakers *et al.* 1984) (10 分平方網格)
- 歐洲植物地圖集(Atlas Florae Europaea)(50km 平方網格)
<<http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/ibc99/IDB/afe.html>>；
- 澳洲維管束植物調查(Hnatiuk 1990) (含澳洲 97 處生物地理區域)
- 北美洲蛾類(Moths of North America) (州或郡)
<<http://www.npwrc.usgs.gov/resource/distr/lepid/moths/mothsus.htm>>。

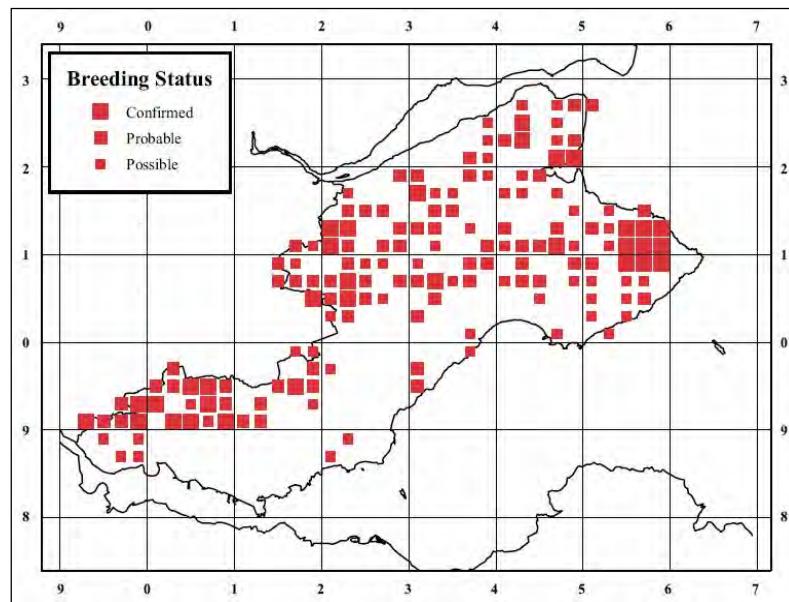


圖 3. 法夫鳥類地圖集(Fife Bird Atlas) (Elkins *et al.* 2003)中，利用 2km 平方網格繪製的蘇格蘭法夫地區大杓鶲 *Eurasian Curlew*(*Numenius arquata*)的分布圖。本圖經作者同意修改使用。

早期的物種分布地圖集是以手繪而成，且多半沒有進行完整的地理參照。網格內的物種分布未經地理資訊系統協助即行繪製，很容易變成只是單純記錄網格內的物種有無。現今有分散式資料庫搜尋及地理資訊系統(GIS)可用，使分布圖及地圖集的繪製更加精確美觀，也方便繪製單一標本記錄。

個別記錄之繪製，舉例如下：

- 澳洲眼鏡蛇地圖集(Longmore 1986)；
- 南非帝王花地圖集計畫 (Protea Atlas Project)
<http://protea.worldonline.co.za/default.htm>；
- 澳洲鳥類新地圖集<<http://www.birdsaustralia.com.au/atlas/>>；
- GBIF2003 示範計畫導覽一：新熱帶地區物種分布的可信度與一致性
<http://gbifdemo.utu.fi/>；
- 墨西哥鳥類地圖集(Navarro *et al.* 2003)。

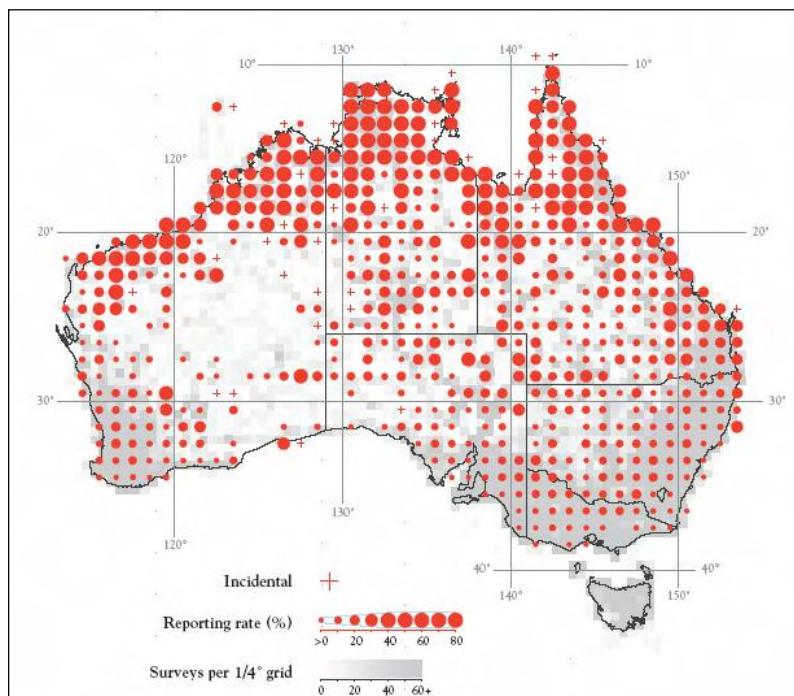


圖 4. 澳洲鳥類新地圖集中的彩虹蜂虎(Rainbow Bee-eater)分布圖。分布狀況以點狀記錄於經緯 1 度平方網格內（紅色部分），以及 2.5 度平方網格內（灰色部分）

Species Distribution Modelling 物種分布模型

1980 年代中期，隨著電腦軟體如 BIOCLIM (Nix 1986, Busby 1991) 的開發，利用氣候等環境資料進行環境物種分布模型的概念逐漸實現。自此許多模型方法論及軟體陸續開發，包括廣義線性模式(GLM) (Austin 2002)、廣義累加模式 (GAM) (Hastie and Tibshirani 1990)、遺傳演算法(GARP,Genetic Algorithm for Rule-set Production) (Stockwell and Peters 1999, Pereira 2002), DOMAIN (Carpenter *et al.* 1993) 等及其他。這些軟體可獨立執行，但 1994 年全球資訊網普及化後，線上模式工具開始發展，首先出現的是 BIOCLIM 及 GARP (Boston and Stockwell 1995)，其後則有修正版及其他軟體陸續出現。

模式技術的發展為物種出現原始資料拓展更多不同用途。這些資料有個主要缺點是不夠全面、完整，使用模式可以補齊這些物種分布資訊的缺口。現在有許多計畫採用模式技術來推測物種在各種氣候下的可能分布情況，包括以現代氣候狀況加諸種種限制、改變氣候條件後的變化及早期的氣候條件。後面的主題中將較詳盡地說明其中一些用途。

舉例如下：

- 澳洲眼鏡蛇地圖集(BIOCLIM) (Longmore 1986)；
- 澳洲濕地熱帶脊椎動物特有種地圖集(BIOCLIM) (Nix and Switzer 1991)；
- 環境梯度(environmental gradients)在植被及動物相模型之功能(GLM) (Austin 2002)；
- 北美洲光肩星天牛(亞洲長角甲蟲)*(Anoplophora glabripennis* (Asian Long-horned Beetle)) 分布預測(GARP) (Peterson *et al.* 2004)；
- 墨西哥鳥類分布預測(GARP) (Peterson *et al.* 2002b)；
- 以物種資料及遙測植被資料建立非洲采采蠅棲地模型 (Robinson *et al.* 1997)。

Atlas of Elapid Snakes of Australia 澳洲眼鏡蛇地圖集

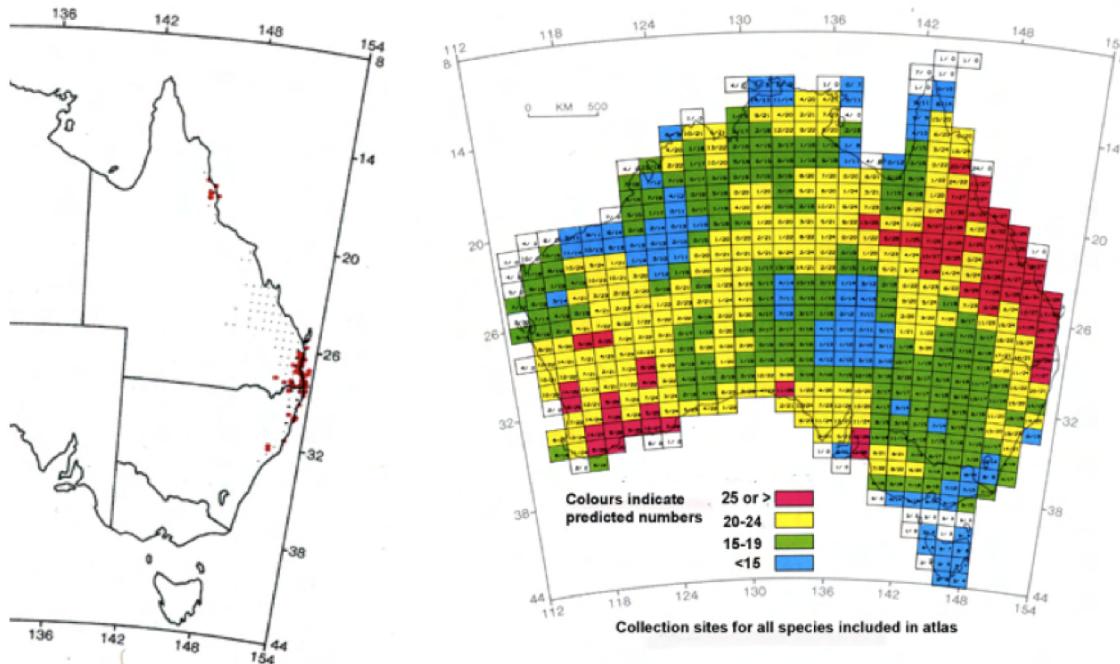


圖 5. 左圖為澳洲澳東蛇(*Tropidechis carinatis*)的預測分布，紅色星號代表已知藏品，紅點則是分布模式。右圖為 $1^{\circ} \times 1.5^{\circ}$ 網格內預測物種數。Longmore (1986):澳洲生物資源研究。

眼鏡蛇地圖集(Longmore 1986)是澳洲博物館在 1982 年進行一項先導性計畫的成果，這個計畫旨在檢視地理參照的原始物種數據的用途。1983 年時，澳洲動植物局(Australian Bureau of Flora and Fauna；現已改為澳洲生物資源調查 Australian Biological Resources Study)認為，如果沒有把各個博物館現有的資料先加以利用，而去資助新物種記錄的蒐集其實是捨本逐末。因此澳洲彙集了國內各大博物館的 17,000 筆記錄資料，並以生物氣候模型軟體 BIOCLIM 來整合並建立模型(Nix 1986, Busby 1991)。有許多資料蒐藏狀況不佳，使用前必須進行廣泛的認證及澄清。此圖集包含了澳洲所有 77 種前毒牙陸棲毒蛇(Elapidae)的分布圖，是一首次為了生物地理學研究而針對某一動物群進行校對、地理參照以及將所有記錄建檔的嘗試。該計畫也首次出版了 BIOCLIM 軟體的詳細文件 (Nix 1986)。

環境資料圖層在生物氣候模型上的應用仍在起步階段。圖層將十二個氣候參數以 0.5 度的解析度呈現，物種數據盡可能地進行精確的地理參照，海拔高度是以 50 公尺為一單位，將物種分布高度定為最靠近的一個單位。物種模型則是用 5-95 與 100 的百分位數範圍，並以大陸尺度繪製（圖 5）。

Predicting new species distributions 預測新物種分布狀況

利用物種出現資料搭配物種模型工具，可以辨認出更多的物種分布地。此外，物種模型也曾找出與氣候資料不連續的情形，顯示某地應有兩種物種的存在，但之前卻只發現一種。

舉例如下：

- 已用博物館藏及新的調查資料來預測馬達加斯加的爬蟲類多樣性，並成功預測新的變色龍出現地點(Raxworthy *et al.* 2003)；
- 在澳洲，以利用物種模型找出稀有的桃金娘科鱗子屬(Leptospermum species (Myrtaceae))的新位置(Lyne 1993)。
[<http://www.anbg.gov.au/projects/leptospermum/leptospermum-namadgiensis.html>](http://www.anbg.gov.au/projects/leptospermum/leptospermum-namadgiensis.html)。

Studying species decline 物種衰落研究

原始物種資料中採集地及採集日期等採集資訊，有助於瞭解物種隨時間衰落的情況。

舉例如下：

- 兩棲網(AmphibiaWeb) (Wake 2004) [<http://amphibiaweb.org/>](http://amphibiaweb.org)；污染物是促成物種衰落的因素之一。馬里蘭 Patuxent 野生動物研究中心資料庫。
[<http://www.pwrc.usgs.gov/pattee/select.htm>](http://www.pwrc.usgs.gov/pattee/select.htm)；
- 濕危物種紅名單指標(Red List Index)發展出一套工具，可測量全球生物多樣性動態(Butchart *et al.* 2004)。
[<http://www.birdlife.org/print.html?url=%2Fnews%2Fpr%2F2004%2F10%2Fred_list_individuals.html>](http://www.birdlife.org/print.html?url=%2Fnews%2Fpr%2F2004%2F10%2Fred_list_individuals.html)；
- 澳洲陸域生物多樣性評估(Australian Terrestrial Biodiversity Assessment)是澳洲自然資源地圖集二版的一部分
[<http://audit.ea.gov.au/ANRA/vegetation/vegetation_frame.cfm?region_type=AUS®ion_code=AUS&info=bio_asses>](http://audit.ea.gov.au/ANRA/vegetation/vegetation_frame.cfm?region_type=AUS®ion_code=AUS&info=bio_asses)。

Species Diversity and Populations 物種多樣性及族群

唾手可得的物種出現資料，對物種多樣性、密度及豐富度的研究極具助益。以往這類研究的資料總需耗費數月甚至數年的時間來蒐集與準備，資料也多半來自少數博物館或植物標本館，鮮少能得到一切的資料。現在有了分散式系統來取得資料，意味著新工具將陸續出現，以因應資訊的流通，分析評估也將更為快速。因此，無論在生物多樣性評估、保育評估或區域規劃及管理上，資料都能更有效地運用。

此外，資料流通也帶來物種族群分布模型的進步，使我們更瞭解物種及它們與環境的互動關係，並進一步改善物種族群管理，增進對瀕危物種及群聚的認識。舉例來說，這增進的認識，使澳洲得以列舉瀕危生態社群及瀕危物種的名錄(DEH 2000, 2004)。

Species Diversity, Richness and Density 物種多樣性、豐富度及密度

過去二十年來，生物多樣性的研究著重於物種豐富度、密度、豐度(abundance)的研究及特有種集中地的認定，近年來則納入保育評估規劃與物種保護工作。在許多案例中，生物多樣性是以物種多樣性與豐富度來量測。

Species Richness Tools 物種豐富度評估工具

新工具陸續開發，以評估物種豐富度及特有性，便利保育評估的規劃。

舉例如下：

- 世界圖庫(WorldMap)利用物種分布資料繪製的物種豐富度地圖可進一步作為其它分析之用(Williams *et al.* 1996)。
<http://www.nhm.ac.uk/science/projects/worldmap/index.html>；
- 澳洲環境資產部(Australian Department of the Environment and Heritage)開發的澳洲資產評估工具(Australian Heritage Assessment Tool)運用簡單易操作的介面，能夠快速繪製出大範圍的澳洲植物、脊椎及無脊椎動物的物種豐富度圖及特有種分布圖(圖 4.)；
- 模式分析工具如 PATN (Belbin 1994)等可鑑定出物種多樣性及特有種的分布模式
<http://www.patn.com.au/>；
- EstimateS 是另一個估量物種豐富度的軟體(Colwell 2000)
<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>；
- 物種豐富度文獻(Species Richness bibliography)
<http://www.okstate.edu/artsci/botany/ecology/richness.htm>。

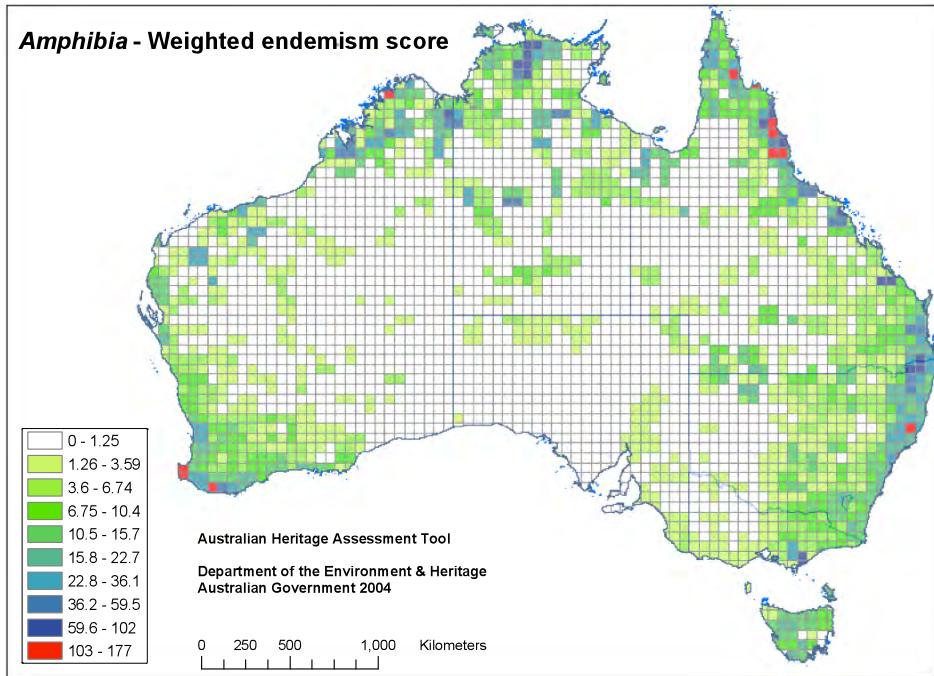


圖 6. 本圖為使用澳洲資產評估工具產生的澳洲青蛙特有種分布圖，紅色標示地區為特有種密集區。經澳洲環境及資產部 Cameron Slatyer Dan Rosauer 同意使用。

Biodiversity Hotspots 生物多樣性熱點

生物多樣性熱點或特有種集中地為世界上物種最豐富的區域，也是優先保育的重要地區 (Mittermeier *et al.* 2000)。國際保育組織 (Conservation International) 即致力於評估世界上這些「物種豐饒」(species rich)的地區。

舉例如下：

- 國際保育組織(Conservation International)選定 25 個生態多樣性受威脅地區 (Myers *et al.* 2000) <<http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots>>；
- 國際鳥盟(Birdlife International)的「世界鳥類特有種分布區」(Stattersfield *et al.* 1998) <http://www.birdlife.net/action/science/endemic_bird_areas/>；
- 「澳洲生物多樣性熱點」<<http://www.deh.gov.au/biodiversity/hotspots/index.html>>；
- 「千禧年蝴蝶地圖集」計畫(The Millennium Atlas of Butterflies)正在英國各地繪製蝴蝶物種豐富度之分布圖<<http://www.butterfly-conservation.org/index.html?/bnm/atlas/index.html>>。

Patterns of Species Richness 物種豐富度

物種豐富度研究的規模，小至植被群聚，大至整個地球都可包括在內。大部份的物種豐富度研究都可用於保育工作、熱點及優先保育區的選定。

舉例如下：

- 巴西中部一研究探討疏林莽原(cerrado)（類似莽原）區的毛蟲豐富度及豐度(Andrade *et al.* 1999) <http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77441999000400005&script=sci_arttext&tlang=en>；
- 非洲一研究探討撒哈拉沙漠以南的昆蟲物種豐富度及特有種(Miller and Rogo 2001)；
- 南美洲鳥類的物種豐富度及特有性用作規劃保育區網絡(Fjeldsa and Rahbek 1997)；
- 以「中間區域效應」(mid-domain effects)研究物種豐富度之地理關係及限制因子(Colwell and Lees 2000)；
- 以群聚為單位檢視空間分布模式(Ferrier *et al.* 2002)。

***Studying Individual species* 研究單一物種**

以單一物種的豐富度研究，瞭解物種出現、活動區域及族群數量密度，有益於該物種的保育工作。利用過往的資料，可檢視物種活動模式的改變。

舉例如下：

- 以地理資訊系統研究中非森林象群的密度(Michelmore 1994)

***Evolutionary patterns* 演化模式**

物種豐富度研究的一部份是在探測特有種及物種豐富度的模式。經由研究物種集中模式及特有性，可判定物種過去的演化模式。

舉例如下：

- 研究非洲保育工作時，Brooks(2001)檢視了四類動物：哺乳類、鳥類、蛇類、兩棲類，並在各種環境因子下建立物種豐富度的模型，其中包含初級生產量、潛在蒸散量、太陽輻射、溫度及降雨量。

***Population Modelling — Population Viability Analysis* 族群模型—族群生存力分析**

族群模型的建立有利於追蹤族群動態，也有助於決定最小保育區面積、研究掠食者與獵物之間的互動等。對此類研究，物種觀察資料及密集調查的資料至為必要。族群生存力分析

(PVA, Population Viability Analysis)最初用來判定族群數量要多少才足以維持合理的生存時間。

舉例如下：

- 坎培拉資源環境研究中心深入研究維多利亞北部森林中負鼠(Leadbeater's Possum)(利氏袋貂 *Gymnobelideus leadbeateri*)，一種小型有袋動物的族群。(Lindenmeyer and Possingham 1995, 2001. Lindenmeyer and Taylor 2001)
<http://incres.anu.edu.au/possum/possum.html>；
- 應用生物數學(Applied Biomathematics®)利用 RAMAS 套裝軟體，以族群生存力分析建立鳥類滅絕機率模型<http://www.ramas.com/birds.htm>；
- 中國許多研究以族群生存力分析來檢視，能維持大貓熊 (*Ailuropoda melanoleuca*)存活族群數量所需的小保育區面積(Zhou and Pan 1997)；
- 每年 10 月 15 日都針對亞南極麥加里島(Macquarie Island)上的南方海象進行普查，並檢查其族群(Burton 2001)。據估計，全球約七分之一的海象都住在該島上，覓食區域則遍及西至赫德島(Heard Island)，東至羅斯海(Ross Sea)的南部海域。
<http://www.aad.gov.au/default.asp?casid=3802>。

Species Inter-relations 種間交互關係

種間交互關係的研究同樣需要物種出現資料。交互作用包含動物與動物間、植物與植物間或動物與植物間的寄生與共生關係、捕食及競爭關係。

舉例如下：

- 哥斯大黎加的保育區的研究中，針對脊椎動物的真核寄生物(Eukaryotic parasites)進行調查(Brooks 2002) http://brooksweb.zoo.utoronto.ca/FMPro?-DB=CONTENT.fp5&-Format=intro.html&-Lay=Layout_1&-Error=err.html&content_id=1&-Find；
- 巴布亞紐幾內亞曼丹 (Madang) 的研究中，調查雨林 60 種樹上植食性昆蟲(insect herbivores)之寄主專一性(host specificity)。該研究須交叉參照棲息地、昆蟲物種、寄主使用模式及採集活動資料(Basset *et al.* 2000)；
- 多倫多大學寄生蟲資料庫中保有寄生物與寄主關係的資料
<http://brooksweb.zoo.utoronto.ca/index.html>；
- 歐洲生物多樣性資訊網絡(ENBI)與非洲國家合作，利用昆蟲及宿主植物分布的搜尋網站研究非洲熱帶果蠅(*Afrotropical Ceratitidine Fruit Flies*)<http://projects.bebif.be/enbi/fruitfly/>
- 哥斯大黎加另一項淡水龜的寄生生物研究(Platt 2000)
<http://brooksweb.zoo.utoronto.ca/pdf/Neopolystoma%20fentoni.pdf>；

- 加拿大研究紐蟲 (*Crebatulus lacteaus*) 及軟殼蛤(海螂蛤 *Crebatulus lacteaus*)之寄生物與寄主關係(Bourque *et al.* 2002) <http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/cgi-bin/rp/rp2_abst_e?cjz_z02-095_80_ns_nf_cjz>；
- 國際菌種庫聯盟(WFCC, World Federation of Culture Collections) <<http://wdcm.nig.ac.jp/hpcc.html>> 與比利時菌種中心(BCCM, Belgian Co-ordinated Collections of Micro-organisms) <<http://wdcm.nig.ac.jp/hpcc.html>> 皆透過 GBIF 提供許多物種的寄生物與寄主互動資訊。

Protecting Communities 保護群聚

澳洲新制定的環境保護法(DEH 2000)依循受威脅物種列表方式，列出受威脅群聚，將其分為極度瀕危(critically endangered)、有賴保育 (conservation dependant) 及野外滅絕(extinct in the wild)，任何對其造成重大影響的活動都將受到嚴厲的懲處。須採用原始物種資料來界定範圍及定義(Chapman *et al.* 2001)。

舉例如下：

- 河濱保護區：保護物種、族群或生態系過程(Koehn 2003)。

Life Histories and Phenologies 生活史及物候學

物種出現資訊的流通，對動植物的生活史研究貢獻良多。同樣地，物候學也受惠於原始物種資料的使用—得以將藏品與記錄和物種出現的時空連結。

Life History Studies 生活史研究

博物館藏品是生活史研究的當然資源。如 Pettit 於 1991 年所言：

「利用現有的藏品進行生活史研究，讓我們得以在短時間內累積大量的資料，例如繁殖—死亡模式、宿主—寄生關係、繁殖季預測、微生長量(micro-growth increments)（許多生物的切片會顯示出生長的層次紋路，如樹的年輪，可用來研究過去的環境狀況）、作物害蟲、生命週期長度、幼蟲成長模式、遷徙（博物館藏用來預測蝗蟲災爆發地點、追蹤傳統遷徙模式）、動物擬態或其它多型性 (polymorphisms)、植物繁殖開花結果日期、冬眠期、植物生長地與降雨或高度關係。」(Pettitt 1991)

動植物的生命歷程截然不同，物種出現資料提供了豐富的資訊，描述生命週期不同階段之間與地理位置和時序的關係。

舉例如下：

- 在北美洲佛羅里達林鶲(*Mycteria americana*)的研究中，博物館藏證明了窩卵數自 1875 年以來並未顯著下降。另外也有蒼鷺與白鷺的研究。
[<http://web8.si.edu/sms/irlspec/Cl_Aves3.htm>](http://web8.si.edu/sms/irlspec/Cl_Aves3.htm);
- 在義大利有利用博物館藏研究續翅目(Plecoptera)的翅膀(wingpad)長成。(Zwick 2003)
[<http://www.unipg.it/maystone/PDF%202001%20proc/ZWICK2%20IJM%20proceedings.pdf>](http://www.unipg.it/maystone/PDF%202001%20proc/ZWICK2%20IJM%20proceedings.pdf)。

Phenology 物候學

生物氣候學研究自然現象的更迭，並探討氣候與生物、非生物因子間的關係，包含開花時節、候鳥往返、蝗災爆發、單孔目(monotremes) 及鳥類的產卵季節等。而原始物種資料是物候學研究主要的資料來源。

舉例如下：

- 蘋果蠹蛾(codling moth, *Cydia pomonella*)為蘋果及洋梨主要的害蟲，其產卵季的研究可協助判定噴灑農藥的時機等。[<http://www.ipm.ucdavis.edu/PHENOLOGY/main-codling_moth.html>](http://www.ipm.ucdavis.edu/PHENOLOGY/main-codling_moth.html)；

- 在肯薩斯，野花野草的開花季資訊已整理成資料庫。
<http://www.lib.ksu.edu/wildflower/season.html>；
- 美國進行了鳥類的飛行速度及遷徙速率研究
<http://www.npwrc.usgs.gov/resource/othrdata/migratio/speed.htm>；
- 物種資料亦用於海龜產卵及迴游行為的物候學研究
<http://www.natureserve.org/explorer/servlet/NatureServe?searchName=Chalonia+mydas>
 -

Endangered, Migratory and Invasive Species

瀕危、遷移及入侵種

瀕危、遷移及入侵種是生物多樣性管理的三個重點類群，澳洲甚至立法將其歸類為「國家重要物種」(nationally significant) (DEH 2000)。物種出現資料能增加我們對環境中這三類物種的瞭解與管理。

Endangered Species 濕危物種

對生態攝影家、模型學者及保育生物學家而言，瀕危物種是一大挑戰。由於記錄極少，幾乎無法成功建立環境模型。然瀕危物種仍是各保育計畫的基本項，而物種出現資料便是唯一的資料來源。物種出現原始資料庫能鑑定瀕危物種，判定瀕危原因、外在影響因素並協助建構物種復育計畫。

舉例如下：

- 世界自然保護聯盟瀕危物種紅皮書(IUCN Red List of Threatened Species)
<http://www.redlist.org/>.
- 美國瀕危物種計畫(Endangered Species Program of the U.S.A.)—美國漁業暨野生動物局(U.S. Fish and Wildlife Service) <<http://endangered.fws.gov>>；
- 瀕危物種計畫(Threatened Species Program)—澳洲環境資產部 (Australian Department of the Environment and Heritage)
<<http://www.deh.gov.au/biodiversity/threatened/index.html>>。

Species Recovery Plans 物種復育計畫

在許多國家，物種復育計畫是瀕危物種管理不可或缺的一部分。

舉例如下：

- 昆士蘭公園及野生生物服務(Queensland Parks and Wildlife Service)的桃金娘(*Austromyrtus gonoclada*)復育計畫
<<http://www.deh.gov.au/biodiversity/threatened/publications/recovery/a-gonoclada/index.html>>
- 瀕危物種復育計畫—澳洲環境資產部
<<http://www.deh.gov.au/biodiversity/threatened/recovery/list-common.html>>；
- 瀕危物種復育計畫—紐西蘭保育部<<http://www.doc.govt.nz/Publications/004~Science-and-Research/Biodiversity-Recovery-Unit/Recovery-plans.asp>>；

- 加拿大環境署復育計畫綱要(Recovery Plan Summaries from Environment Canada)
http://www.speciesatrisk.gc.ca/publications/plans/default_e.cfm。

Threats 威脅

同樣地，原始物種資料對研究瀕危物種所遭受的威脅，尤其當威脅來自於其他物種如捕食者或競爭者等時，助益甚大。澳洲立法列出物種面臨的主要威脅，其中包括野山羊、根腐菌(*Phyophthora cinnamom*)、紅火蟻(*Solenopsis invicta*)等。

舉例如下：

- 威脅降低計畫(Threat Abatement Plans)—澳洲環境資產部
<http://www.deh.gov.au/biodiversity/threatened/tap/index.html>；
- 信天翁(Albatrosse)與大海燕(Giant-petrel)面臨之威脅
<http://www.deh.gov.au/biodiversity/threatened/publications/recovery/albatross/index.html>；
- 紅火蟻(*Solenopsis invicta*)引入澳洲後，造成當地動植物生物多樣性減少。
<http://www.deh.gov.au/biodiversity/threatened/ktp/fireant.html>。

Species Decline 物種衰落

為預防未來物種瀕危絕種，避免棲地流失，研究物種數量及分布的衰落當是首要之務。而無論是研究過去衰落情形，或是監測目前物種數量以預防物種衰落，物種出現資料庫皆是此研究的重要資料來源。

舉例如下：

- 兩棲網(AmphibiaWeb) <http://www.amphibiaweb.org/declines/declines.html>；
- 青蛙網(FrogLog)—兩棲類衰減行動任務(Declining Amphibian Populations Taskforce)電子報<http://www.open.ac.uk/daptf/froglog/>；
- 美國康乃爾大學監測鳥類狀況，以判定衰退物種
<http://www.scsc.k12.ar.us/2000backeast/ENatHist/Members/BryanM/page%202.htm>；
- 預測衰退物種滅絕風險(Purvis *et al.* 2000)
<http://www.bio.ic.ac.uk/evolve/docs/pdfs/Purvis%202000%20PRSLB.PDF>。

Invasive species and translocation studies 入侵種與易地物種研究

外來入侵種與易地物種(translocated species)的蔓延是當前許多國家共同遭受的環境問題。生物多樣性公約將其視為生物多樣性面臨的第二大威脅，僅次於棲地的改變(CBD

2004)。據估計，單單美、英、澳、印度、南非及巴西六國境內，便有多達十二萬種的外來種(Pimentel 2002)，當中可能有百分之二十至三十現在被視為有害的種類。美國土地上 3 萬種外來種每年造成約莫 1230 億美金的經濟損失(Pimentel *et al.* 1999, 2000)。

並非所有的外來種都是入侵種。據估計，美國過去共引進約 5 萬餘外來種(Pimental *et al.* 1999)作為農作物、家畜、農場動物如牛隻與家禽、寵物、生物防治媒介、地景復育等，但其中轉變成有害的物種每年造成的產量損失、防治費用、帶來的疾病，已消耗了大量的資源成本。

為預防物種入侵，並預測已引進物種的影響，除需要這些物種精確的鑑定、自然分布與其生態需求資料，也需要對牠們造成正面或負面影響物種的資料(Page *et al.* 2004)。各國的物種出現資料經由 GBIF 等計畫流通後，研究人員能夠判定入侵種原生地，藉由氣候與環境需求瞭解物種的生態棲位特徵，利用這些資料，研究人員便能預測物種在引入國可能的散佈狀況。

物種出現資料的流通，也讓研究人員能夠瞭解生物防治物種的可能散佈狀況，在引入物種前檢視可能的分布情況與環境限制。

入侵種及引入生物防治媒介的研究過去被視為不可能的任務，物種資料的流通卻達成了這項工作。單就這一點，就能證明 GBIF 等計畫所投入資金絕對值回票價。

許多研究已應用這些資訊，在生物多樣性公約網站上可連結至八十餘件案例研究觀看<<http://www.biodiv.org/programmes/cross-cutting/alien/cs.aspx>>。

舉例如下：

- 全球入侵種計畫(GISP,Global Invasive Species Program)在線上工具「提供建議、參考資料及聯絡網，協助預防外來種入侵、撲滅與管理其建立之族群」<<http://www.cabi-bioscience.ch/wwwgisp/gtcsum.htm>>；
- 生態棲位模型預測入侵種之地理學(Peterson 2003)<http://www.specifysoftware.org/Informatics/bios/biostownpeterson/P_QRB_2003.pdf>；
- 以植物標本館標本追蹤肯亞的雜草入侵過程，發現肯亞區域性的雜草蔓延與農業型態改變有關(Stadler *et al.* 1998)；
- Suarez 與其他人 (2001)利用博物館藏品及觀察資料研究阿根廷螞蟻(Argentine Ants, *Linepithema humile*)入侵種一百年來在美國的分布狀況<http://www-biology.ucsd.edu/news/article_051500.html>；
- 紐西蘭利用生物氣候預測監測阻止入境紐西蘭的雜草可能的蔓延狀況(Panetta and Mitchell 1991)；

- 在北美洲的研究中，引進的檉柳(Saltcedar, *Tamarix ramossissima*)在墨西哥乾燥地區成了主要的有害種，因其需水量大，強勢取代了原生的河岸植被，縮小了鳥類及其餘動物的棲地。在其原生棲地及引入地上建立分布狀況模型，有助於防治及根除計畫(Soberón 2004)；
- 在巴西與北美洲，琉璃葉蟬(*Homalodisca coagulate*)是一種作物細菌之帶菌蟲，在當地以分布模型和 GARP 來進行研究其入侵潛勢(Peterson *et al.* 2003a)；
- 澳洲立法名列出入侵種名單，並以物種出現資料追蹤其散佈狀況，監測防治情形<<http://www.deh.gov.au/biodiversity/invasive/index.html>>；
- 以物種分布模型評估多種鳥類及昆蟲之入侵風險(Peterson and Vieglais 2001) <http://www.specifysoftware.org/Informatics/bios/biostownpeterson/PV_B_2001.pdf>；
- 盡早鑑定出害蟲可減少防治計畫成本<http://www.bionet-intl.org/case_studies/case17.htm>
- 瓢蟲(*Harmonia axyridis*)研究—英國入侵種調查<www.harlequin-survey.org>。

***Arthropods and Annelids* 節肢動物及環節動物**

美國外來的節肢動物約有 4500 種（夏威夷 2582 種，美國本土大於 2000 種）(Pimental 1999)，此外亦引進許多水生無脊椎動物及蚯蚓。根據 Pimental 所述，約 95%的外來種都是在無意間引進。

舉例如下：

- 北美洲外來節肢動物種資料庫(NANIAD)為一線上資料庫，包含兩千餘筆引進美國的節肢動物資料<<http://www.invasivespecies.org/NANIAD.html>>。

***Ballast Water* 壓艙水**

船舶壓艙水可能夾帶外來種，將其散播至全球海岸棲地，因此是外來種的主要傳媒。這些外來種可能來自世界任何地方，因此其鑑定是一國際問題。使用線上原始物種資料庫讓外來種的鑑定工作往前跨一大步，亦大有益於進一步的管理與控制。

舉例如下：

- 北太平洋海星(*Asterias amurensis*)幾乎使得某貝類生物滅絕，不但對海洋環境造成重大威脅，也衝擊了塔斯曼尼亞(Tasmania)及西澳漁業。1992 年以前，北太平洋海星尚未被認定為外來種，因此延誤了防治工作。原始物種資料庫的流通可避免未來延誤作業<<http://www.fish.wa.gov.au/hab/broc/invasivespecies/seastar/>>；

- 班馬貽貝 (*Dreissena polymorpha*) 源於波蘭及前蘇聯，經由壓艙水引進北歐及美國後，遍及美加邊境之湖區，對當地造成問題。
<http://nas.er.usgs.gov/taxgroup/mollusks/zebramussel/>；
- 澳洲壓艙水管理策略(Ballast Water Management Strategy)運用物種出現資料判定易成為有害生物之物種分布熱點而不適合作為壓艙水取水的地點。
<http://www.affa.gov.au/content/output.cfm?ObjectID=6F3A6281-9705-4878-9FA6836B5D6D5814>。

Biological control of pests 有害種之生物防治

以生物防治法控制有害生物已施行約五十年，使用率也逐年提升。物種出現資料可用於找尋適合的生物控制物種，並監測其效用及可能蔓延情形。

舉例如下：

- 南非水蠣蟲(mealybug)之生物防治 http://www.bionet-intl.org/case_studies/case2.htm；
- 夏威夷以分類學選擇生物防治物種http://www.bionet-intl.org/case_studies/case15.htm；
- 象鼻蟲(Weevil)用以控制澳洲及其他地區布袋蓮(*Eichhornia crassipes*)蔓延
<http://aquat1.ifas.ufl.edu/hyacin.html>；
- 澳洲兔子數量以各種病毒來控制
<http://www.csiro.au/communication/rabbits/qa1.htm>。

Biological control gone wrong 變調的生物防治

生物防治用物種若未經控制，可能釀成災難。物種出現資料可用於研究生物控制用物種可能存在的地區，預測該物種引入後的分布狀況。以往的生物防治也有失敗的案例。

舉例如下：

- 澳洲於 1935 年引進大蔗蟾（海蟾蜍）(Giant Cane Toad, *Bufo marinus*)，以消除兩種甘蔗甲蟲，分別是灰背蔗甲蟲(Grey-backed cane beetle)及 Frenchie beetle。澳洲國家科學及工業研究機構(CSIRO)正利用博物館記錄與觀察資料繪製蔗蟾的肆虐情形。
<http://www.csiro.au/index.asp?type=faq&id=CaneToadControl&stylesheet=sectorInformationSheet>；
- 為抑制馬櫻丹(Lantana)的生長，澳洲及南非引進了多種物種，雖然有些物種在夏威夷及其他地區使用成功，大部分都因種種因素功敗垂成。不同的生物防治用物種對澳洲馬櫻丹的不同表型效果亦不同，因此使用物種出現資料繪製各表型之來源及分布，瞭解其與該地區生物防治用物種的關係，有助提升成功率(Day and Nesser 2000)。

Opuntia species in Mexico and the biological control agent Cactoblastis cactorum 墨西哥仙人掌及生物防治物種仙人掌螟蛾

仙人掌(Opuntia)是墨西哥及中美洲最常使用到的植物種類(Soberón *et al.* 2001)，農業重要性名列墨西哥第十(Soberón *et al.* 2000)。澳洲為抑制昆士蘭及新南威爾斯一帶仙人掌的數量，引進仙人掌螟蛾(*Cactoblastis cactorum*)，這也是生物防治計畫最為人所知的實例(Debach 1974)。近來開始有人憂慮仙人掌螟蛾入侵墨西哥，因此墨西哥國家保護生物多樣性委員會(Conabio)正著手建立模型了解螟蛾在該國可能的散佈狀況與衝擊。

舉例如下：

- 藉由物種出現資料與物種分布模型，檢視仙人掌螟蛾在墨西哥及北美洲的可能蔓延狀況，及其對該地九十餘種原生仙人掌的衝擊(Soberón *et al.* 2001)
[<http://www.fcla.edu/FlaEnt/fe84p486.pdf>](http://www.fcla.edu/FlaEnt/fe84p486.pdf)。

Studying coevolutionary patterns 共同演化模式研究

博物館藏品常用以檢視雜草在新環境快速演化的反應及適應能力。

舉例如下：

- 北美洲研究歐洲防風草(*Pastinaca sativa*)與歐洲防風草結網毛蟲(*Depressaria pastinacella*)共同演化情形，已檢視植物館標本中的種子，比較植物與昆蟲在化學層級上的共同演化(Berenbaum and Zangerl 1998)。
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC12890/>。

Migratory Species 遷移物種

依定義，遷移物種的移動範圍擴及國土疆域以外，因此研究時須彙集不同轄區的資料。過去若研究範圍在研究人員的國家之外，取得資料便十分艱難。現在，分散式資料系統賦予了遷移物種新的研究契機。現在各國亦簽署了許多協定，共同追蹤及監測遷移物種並交換資料，這其中包含了物種出現資料。

舉例如下：

- 遷移物種公約（波昂公約）(Convention on Migratory Species, Bonn Convention)
<http://www.cms.int/>；
- 日澳候鳥保護協議(JAMBA, Japan-Australia Migratory Bird Agreement)
<http://www.austlii.edu.au/au/other/dfat/treaties/1981/6.html> 及中澳候鳥保護協議

(China-Australia Migratory Bird Agreement)

<<http://www.austlii.edu.au/au/other/dfat/treaties/1988/22.html>>；

- 非歐亞遷移性水鳥協定(African-Eurasian Migratory Water Bird Agreement)

<<http://www.unep-wcmc.org/AEWA/index2.html>>；

- 全球遷移物種註冊計畫(GROMS, Global Register of Migratory Species

<<http://www.groms.de/>>.

- 無國界候鳥網(Migratory Birds know no Boundaries)為以色列候鳥資源網

<<http://www.birds.org.il/>>。

Tracking Migratory Species 追蹤遷移物種

科學家多年來致力於追蹤遷徙物種及其活動地點。過去所面臨的問題是物種出現資料缺乏，而如今物種出現資料流通後，可結合物種出產國的資料，追蹤並監測生物行為的改變、數量的衰減及壽命等。追蹤方法包含觀察計數、繫放回收(banding and recapture)、衛星追蹤工具或放射性同位素(radioactive isotope)等。

舉例如下：

- 歐洲鳥類繫放聯盟(European Union for Bird Ringing) <<http://www.euring.org/>>；

- 澳洲鳥類和蝙蝠標放計畫(Australian Bird and Bat Banding Scheme, ABBBS) <<http://www.deh.gov.au/biodiversity/science/abbbs/>>；

- 藉著繫放每年追蹤帝王蝴蝶 (*Danaus plexippus*)從墨西哥至美國的遷徙 <http://www.uen.org/utahlink/activities/view_activity.cgi?activity_id=2030>；

- 氣同位素(重水或重氫)被用以追蹤帝王蝴蝶繁殖與攝食地 (Wassenaar and Hobson 1998) <<http://whyfiles.org/083isotope/2.html>>

- 馬來西亞利用衛星追蹤裝置掌握海龜行蹤 <<http://www.kustem.edu.my/seatrack/>>。

Monitoring Adelie Penguins in the Antarctic 監測南極阿德利企鵝

阿德利企鵝依賴磷蝦為生，是重要的磷蝦數量指標，因此常用以監測生態系中重要成分的改變，評估南極海洋生物資源保育成果。Southwell 與 Meyer (2003)的計畫便研究企鵝的攝食範圍與磷蝦漁獲季時空上的重疊程度、每年企鵝成功繁殖及攝食的變因及原因，亦計算了人類可捕食多少磷蝦，才不致影響以其為食的企鵝。

舉例如下：

- 追蹤南極凱西站(Casey Station)周遭的阿德利企鵝，監測其食性 (Kerry *et al.* 1999) <http://aadc-maps.aad.gov.au/aadc/metadata/metadata_redirect.cfm?md=AMD/AU/Tracking_SI>；
- 南極海洋生物資源保育委員會(CCAMLR)南極科學計畫 2205 號生態系監測計畫 (Ecosystem Monitoring Project) 之控阿德利企鵝研究及監測<http://cs-db.aad.gov.au/proms/public/report_project_public.cfm?project_no=2205>。

Wandering albatrosses and petrels 遨遊四處的信天翁及海燕

信天翁翱翔於南洋數千哩，惟有繁殖時著陸，因此研究人員對不同物種及個體的活動範圍、過冬地點等所知甚少。藉由衛星追蹤及觀測，正一點一滴收集物種出現原始資料 (Croxall *et al.* 1993)。

舉例如下：

- 在塔斯曼尼亞白額信天翁(Tasmanian Shy Albatross)身上裝置發報器終端機平台 (Platform Terminal Transmitter)，追蹤信天翁四個月 <http://www.wildlifebiz.org/The_Big_Bird_Race/152.asp>；
- 南極赫德島兩種信天翁的追蹤行動<<http://www.aad.gov.au/default.asp?casid=14718>>；
- 自熱帶以衛星追蹤海燕及信天翁至南極 (Catard and Weimerskich 1998)。

Impact of Climate Change 氣候變遷的影響

氣候變遷威脅到生態系中的群聚、物種及人類的健康福祉。許多研究致力於探討氣候變遷對人口、道路、水壩、島嶼人口等的影響，但鮮少有研究檢視氣候變遷對生物多樣性的衝擊。近來越來越多利用環境模型中的物種出現資料進行探討，研究結果顯示衝擊可能相當可觀。舉例而言，Howden *et al.* (2003)便指出氣候變遷對澳洲大堡礁、雨林、牧場、鳥類、植物及爬蟲類分布的影響。近年的研究也預測氣候變遷可能造成 18%-35% 的物種在 2050 年以前滅絕(Thomas *et al.* 2004)。

On Native Species 對原生種之影響

物種出現資料經由 GBIF 平台等系統流通後，開發了新的研究領域，氣候變遷影響的研究也得以橫跨不同物種、氣候及區域範圍。

舉例如下：

- 澳洲研究了氣候變遷對瀕危物種的影響，並預測約有 82% 至 84% 之核心氣候棲地將會流失，其中有 12% 的瀕危物種將在 2030 年前滅絕(Dexter *et al.* 1995)。即使現在的非瀕危物種，若是其分布區域有限，或是有特殊的棲地或土壤需求，也可能受到氣候變遷的嚴重影響(Chapman and Milne 1998)；
http://www.specifysoftware.org/Informatics/bios/biostownpeterson/Petal_N_2002.pdf；
- 墨西哥研究氣候變遷對動物相的影響(Peterson *et al.* 2002a)
<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/en/download?article+BN00803022003+item>；
- 巴西研究氣候變遷對疏林莽原物種的影響，並檢討其對保育評估及保留區選擇的作法(Siqueira and Peterson 2003)
<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/en/download?article+BN00803022003+item>；
- 研究人員檢視了 35 種歐洲非遷移性蝴蝶，發現百年來蝴蝶分布範圍往北位移了 35 至 240 公里並歸因於全球暖化 (Parmesan *et al.* 1999)
http://www.biosci.utexas.edu/IB/faculty/parmesan/pubs/Parm_Ntr_99.pdf；
- 美國鳥類研究發現樹燕繁殖季的改變(Dunn and Winkler 1999)；
- 一研究利用歐洲斑姬鶲(European Pied Flycatcher, *Ficedula hypoleuca*)研究候鳥對全球氣候變遷的適應作用(Coppock and Both 2003)
<http://www.rug.nl/biologie/onderzoek/onderzoeksgroepen/dierOecologie/publications/803Pdf.pdf>。

On Primary Production 對初級生產力之影響

氣候變遷並非都有害，就農業而言，有些物種甚至因此受惠。有的邊緣性物種因氣候變遷，能在原先的棲地更蓬勃地生長。

舉例如下：

- 據預測，澳洲某些地區的小麥收成將會增加(Nicholls 1997)；
- 丹麥的研究指出，氣候變遷可能會增加中高緯度地區的作物產量(Olesen 2001)
[<http://glwww.dmi.dk/f+u/publikation/dkc-publ/klimabog/CCR-chap-12.pdf>](http://glwww.dmi.dk/f+u/publikation/dkc-publ/klimabog/CCR-chap-12.pdf)；
- 研究預期，未來不同的農業及林業物種將須易地栽種，有些地區須種植新的變種，有些物種須提早播種，也須改變害蟲防治方法並重新檢視供水系統
[<http://www.gcrio.org/gwcc/booklet2.html>](http://www.gcrio.org/gwcc/booklet2.html)。

Desertification 漠化

氣候變遷與漠化是當前全球最重要的兩個議題。而原始物種資料正是氣候變遷下多樣性的指標。

舉例如下：

- 漠化的基本指標—東、南非之經驗與觀點(Hambly and Angura 1996)；
- 全球生物多樣性論壇(Global Biodiversity Forum)的工作坊討論了生物多樣性與漠化的關聯：策略性觀點
[<http://www.gbf.ch/desc_workshop_old.asp?no=6&app=&lg=EN&now=2>](http://www.gbf.ch/desc_workshop_old.asp?no=6&app=&lg=EN&now=2)；
- 在古巴，以生物多樣性資料建立漠化的指標(Negrin *et al.* 2003)
[<http://www.unccd.int/actionprogrammes/lac/national/2003/cuba-spa.pdf>](http://www.unccd.int/actionprogrammes/lac/national/2003/cuba-spa.pdf)；
- 氣候變遷、生物多樣性與漠化的三邊對話
[<http://www.gdrc.org/uem/Trialogue/trialogue.html>](http://www.gdrc.org/uem/Trialogue/trialogue.html)。

Ecology, Evolution and Genetics

生態學、演化學及遺傳學

對於演化及生態學現象模式、過程與成因的研究，物種出現的原始資料提供了最原始的材料 (Krishtalka and Humphrey 2000)。植被結構與組成的研究即相當依賴物種出現資料。近幾個世紀以來，地球上大部分的植被均經歷變動，若要重塑人類開墾前的植被結構，需結合原始物種資料並針對土壤、氣候、地貌等建立模型。

Vegetation Classification 植群分類

若要瞭解植被及其功能與屬性，首先當進行植群的分類與描述。物種出現原始資料是分類與描述過程不可或缺的資料。

舉例如下：

- Gillison 與 Carpenter (1994) 以功能屬性(functional attributes)描述及分析植被
http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf_files/WPapers/WP-03n.pdf；
- VegClass: 植群分類工具 (Vegetation Classification tool)
http://www.cifor.cgiar.org/docs/_ref/research_tools/vegclass/；
- 英國棲地分類研究(UK Habitat Classifications)
<http://www.jncc.gov.uk/habitats/habclass/default.htm>；
- 植群分類標準(美國聯邦地理資料委員會) (Federal Geographic Data Committee) <http://www.fgdc.gov/standards/status/sub2_1.html>；
- 南非植被<<http://www.plantzafrica.com/vegetation/vegmain.htm>>。

Mapping Vegetation 植被製圖

植被製圖是瞭解環境、研究物種及其關聯的背景時，非常關鍵的過程。植被製圖除包含繪製現有植被，也解釋了因都市化及農業發展開墾地的原有植被。

舉例如下：

- 線上植被與植物分布圖一覽(England and Hoehn 2004)
<http://www.lib.berkeley.edu/EART/vegmaps.html>；
- 澳洲國家植被訊息系統(NVIS)利用植物標本館及地表調查資料繪製詳盡的澳洲大陸植被圖
http://audit.ea.gov.au/ANRA/vegetation/vegetation_frame.cfm?region_type=AUS®ion_code=AUS&info=NVIS_framework；

- 澳洲自然資源地圖集第二版檢視澳洲原生植被種類及範圍，探討歐洲開墾前的植被
[；](http://audit.ea.gov.au/ANRA/vegetation/vegetation_frame.cfm?region_type=AUS®ion_code=AUS&info=veg_type)
- 美國地質調查局國家公園服務處植被測繪計畫(USGS-NPS Vegetation Mapping Program) [；](http://biology.usgs.gov/npsveg/)
- 佛羅里達州海岸沼澤長期生態研究區植被圖[。](http://fcelter.fiu.edu/maps/)

Habitat loss 棲地流失

棲地流失（包括棲地破碎化）是生物多樣性所面臨最大的威脅之一。同樣地，棲地流失的研究有賴物種出現資料，其中包含博物館資料與調查資料。

舉例如下：

- 澳洲樹林鳥(woodland bird)的研究發現，隨著棲地破碎越發嚴重，鳥類數量顯著減少。[；](http://www.wilderness.org.au/campaigns/landclearing/nsw/birdecline/)
- 以博物館藏品證實伊利諾州草原上小型哺乳動物比例改變與棲地破壞有關(Pergams and Nyberg 2001) [；](http://home.comcast.net/~oliver.pergams/ratio.pdf)
- 喀麥隆 Mbalmayo 森林保留區內熱帶森林的研究檢視了八群動物的物種豐富度並和漸增的干擾(disturbance)做比較(Lawton *et al.* 1998)
[。](http://invertebrates.ifas.ufl.edu/LawtonEtal.pdf)

Ecosystem function 生態系功能

生態系功能描述了生態系作用(ecosystem processes)與內部組成生物間以及外在環境的互動，包括養分循環、分解作用、水分及能量平衡與可燃性。生態系的健康(Costanza *et al.* 1992)取決於有效的生態系功能。在人類活動的影響下，地球上許多生態系正面臨物種組成的劇變，而這樣的改變也常造成物種多樣性與豐富度的喪失，也改變了物種組成。整體而言，這些轉變究竟會對生態系的功能及健全造成什麼樣的影響，還有待持續不斷的研究查明，也非常依賴原始物種資料的輔助。

舉例如下：

- 生物多樣性在生態系功能的角色(Gillison 2001)
[；](http://www.asb.cgiar.org/docs/SLUM%5C05-Ecological%20functions%20of%20biodiversity%5C05-2%20Does%20biodiversity%20play%20a%20significant.ppt)
- 生物多樣性與生態系功能線上介紹[；](http://www.abdn.ac.uk/ecosystem/bioecofunc/)

- 「生物深度計畫」(BIODEPTH)主要探討陸生草本植物生態系的生態系功能
<http://www.cpb.bio.ic.ac.uk/biodepth/contents.html>；
- 生物樹(BIOTREE) 這個長期計畫，旨在研究溫帶森林中的樹種多樣性及其功能
<http://www.biotope.bgc-jena.mpg.de/mission/index.html>；
- 土壤微生物學對生態系功能的有效運作有關鍵性影響 (Zak *et al.* 2003)
<http://www.bio.psu.edu/ecology/calendar/Zak.pdf>。

Survey Design - Finding the Gaps 調查設計—找出缺口

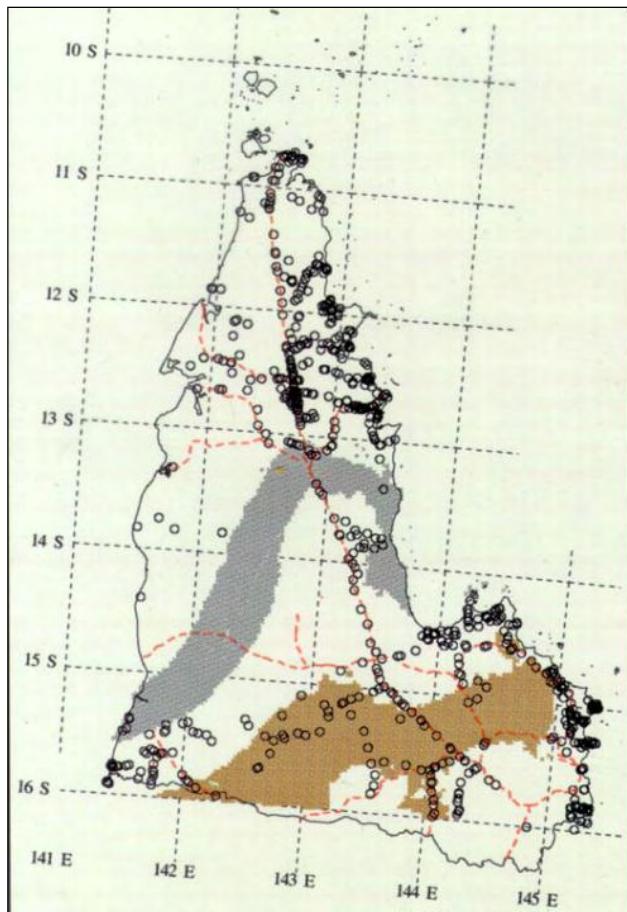


圖 7. 以平均年雨量及年均溫的氣候類型來分區後，以 GIS 進行製圖的環境區劃。確定每一區的生物叢藏品比例後，針對較少進行調查的區域規劃出調查計畫 (Neldner *et al.* 1995)。

物種出現資料在規劃未來的調查上扮演關鍵的角色。雖然有些科學家擔心一旦資料數位化，將減少未來生物調查與採集的經費支援(Krishtalka and Humphrey 2000)，但實際情況卻恰恰相反，而是為了填補知識上的缺口，有更多的資金湧入。資料公開後，研究者能更容易找出地理、分類學及生態學知識上的缺口，因此得以有效地規畫調查和選定調查地區，也更符合成本效益(Chapman and Busby 1994)。

舉例如下：

- 「美國缺口分析計畫」(U.S. GAP Analysis Program)旨在找出物種保育方面的知識缺口
<http://www.gap.uidaho.edu/>；

- 澳洲利用環境及物種模型，配合生物區劃找出約克角半島(Cape York Peninsula)須進一步調查的主要區域（圖 5.）。過程中設立了群種、樣本與地區視覺化計畫(VISTR, Visualisation of Taxa, Samples and Regions) (Neldner *et al.* 1995)；
- 2003 全球生物多樣性資訊機構示範計畫導覽一探討新熱帶地區的物種分布的可信度及穩定度，可用以判定適合的地區，未來進行調查<<http://gbifdemo.utu.fi/>>；
- 澳洲運用 BIOCLIM 分析，以已知族群的氣候參數預測堇葉蘭 (*Prasophyllum petilum*) 可能的棲地 (NSW National Parks and Wildlife Services 2003)
<http://www.nationalparks.nsw.gov.au/PDFs/recoveryplan_draft_prasophyllum_petilum.pdf>；
- 「南達科他州缺口分析計畫」(South Dakota Gap Analysis) 利用當地脊椎動物分布資料來決定調查地點<<http://wfs.sdsstate.edu/sdgap/sdgap.htm>>。

Evolution, Extinction and Genetics 演化、滅絕與遺傳學

物種出現資料常用以研究物種演化，檢視物種在過去的氣候條件下可能的分布方式，探討滅絕的原因及研究遺傳關係。

舉例如下：

- 以假毛山櫟 (*Nothofagus cunninghamii*)的生物氣候檔案資料來推測塔斯曼尼亞全新紀（現代）(Holocene)的氣候條件(Harle *et al.* 1999)；
- 花粉證據用以重建塔斯曼尼亞高登河下游河谷的古代環境(Harle *et al.* 1999)；
- 以物種資料推論親緣關係
<<http://evolution.genetics.washington.edu/book/datasets.html>>；
- 利用「環系物種」(Ring species)及 DNA 資料推論一物種範圍內的演化模式
<<http://www.origins.tv/darwin/rings.htm>>；
- 澳洲的研究探討「巨型動物群」(megafauna)的滅絕原因及現代澳洲動物的演化
<<http://science.uniserve.edu.au/school/quests/mgfauna.html>>；
- 演化及大滅絕 (Hunt 2001)
<<http://cwx.prenhall.com/bookbind/pubbooks/freeman2e/chapter3/custom5/deluxe-content.html>>；
- 加拿大一系列計畫研究分子生物系統分類(Molecular Systematics)及保育遺傳學 (Conservation genetics)，包含瀕危物種的保育遺傳學、爬蟲類單性現象(unisexuality)之演化、及利用 DNA 偵測共域隱藏種(cryptic species)等
<<http://www.rom.on.ca/biodiversity/cbcb/cbmolecu.html>>；
- 利用分子資料研究兩棲類演化史 (Feller and Hedges 1998)
<<http://evo.bio.psu.edu/hedgeslab/Publications/PDF-files/101.pdf>>；

- 以蝴蝶來研究紋路及擬態(mimicry)的演化
<http://evo.bio.psu.edu/hedgeslab/Publications/PDF-files/101.pdf>。

Genomics 基因體

基因體學是在研究基因及其功能。基因體學使用的是原始物種出現資料中冷凍的組織，在美國自然史博物館等地皆可取得。

舉例如下：

- 植物基因體資料庫(Plant Genome Databases) <http://www.nal.usda.gov/pgdic/>；
- 美國自然歷史博物館比較基因體研究中心(Institute for Comparative Genomics, American Museum of Natural History)
<http://www.amnh.org/science/facilities/hayden.php>；
- 利用基因資料進行阿拉伯羚羊(Arabian oryx)保育工作 (Marshall *et al.* 1999)
<http://www.latrobe.edu.au/genetics/staff/sunnucks/homepage/papers/AnimalCons/Marshall98.pdf>；
- 古 DNA 技術用以觀察演化過程，從阿拉斯加永凍層出土的化石建構親緣關係支序圖 (Shapiro and Cooper 2003)；
- 芬蘭利用基因體研究物種之適應變異(adaptive variation)
<http://cc.oulu.fi/~genetwww/plants/adaptive.html>；
- DNA 生命條碼正研究以作為生物鑑定及保育之用 (Herbert *et al.* 2003)
<http://barcoding.si.edu>。

Bioinformatics 生物資訊

就基因體學的觀點來看，生物資訊學是發展快速搜尋資料庫、分析 DNA 序列資訊並預測蛋白質序列與結構的學門。

舉例如下：

- 基因庫（GenBank Database）
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/GenbankOverview.html>；
- 歐洲分子生物學實驗室(EMBL, European Molecular Biology Laboratory)
<http://www.embl-heidelberg.de/>；
- 生物資訊：序列、結構與資料庫—實務導向(Bioinformatics: Sequence, Structure and Databanks – A Practical Approach) (Higgins and Taylor 2000)。

Microbial diversity and speciation 微生物多樣性及種化

James T. Staley³

概然細菌是有機體中最古老的一群，因此，核糖體 RNA 序列分析顯示出其生命樹上至少有四十界並不令人驚訝。試想如此高的多樣性，而且即便在環境嚴峻的生態系，如滾燙的熱泉，或是酸鹼值 pH1 的酸性棲地，仍可見到微生物，但目前有描述及命名的細菌及古細菌(Archaea)只有約六千種。物種數量這麼低的原因之一是因為用於細菌的物種觀比動植物的廣泛許多，因此科學家開始質疑微生物的物種觀，不只因為其廣度，也是因為無法確定出任何一地的特有菌種。近來，亞種層級的研究提供了探討特有性的證據。

比核糖體 RNA 的保守度稍微偏低的蛋白質基因，正採用多位基因序列分析(Multi-locus sequence analyses)來進行特有性研究。

舉例如下：

- 幽門螺旋桿菌(*Helicobacter pylorii*)是感染人類的病原體，會造成胃潰瘍，可能導致胃癌。利用序列分析數個蛋白質基因發現，可由人體內的幽門螺旋桿菌株看出現代智人(*Homo sapiens*)離開非洲後的遷徙狀況。因此，毛利人(Maori strains)體內的幽門螺旋桿菌，與移民至紐西蘭的歐洲居民後裔的菌株也不一樣。非洲菌株則在西非及非裔美人身上的大量出現。其餘菌種的差異也可用過去五萬年來的人類遷徙狀況來解釋(Falush et al. 2003)；
- 近來這新興的研究領域發現，有證據顯示非致病細菌是熱泉棲地的特有種。若在微生物中，亞種發生種化，這表示科學界需要重新定義微生物的物種觀。此外，若細菌特有種確實存在，將對鑑識科學帶來助益，因為物品上的微生物相(microbiota)的基因訊息，可能有助於判定物品來源；
- 種化的研究將為微生物學帶來革命，微生物種數將超乎數百萬。

Archaeological studies 考古學

博物館化石藏品中的物種出現原始資料可用以研究物種的考古史。

舉例如下：

- 伊利諾州春田市的州立博物館研究人員利用科學文獻中的博物館化石資料，以電腦標繪出過去四萬年來北美洲哺乳類動物的分布範圍(Cohn 1995)；
- 衣索比亞新發現的化石為非洲「消失的年代」的研究開啟一扇窗（聖路易華盛頓大學新聞資訊）<<http://news-info.wustl.edu/news/page/normal/575.html>>；
- 「非洲考古資料庫」(African Archaeological Database)
<http://www.archaeolink.com/african_archaeology.htm>；

³ 本段落由美國西雅圖華盛頓大學的 James T. Staley 所著。

- 巨型動物的年代(The Age of the Megafauna)(澳洲廣播公司) <<http://news-info.wustl.edu/news/page/normal/575.html>>；
- 亞利桑那州立博物館動物考古學研究室的比較脊椎動物藏品(Comparative Vertebrate Collection)為考古學研究提供了許多資源
<http://www.statemuseum.arizona.edu/zooarch/zooarch_browse.asp>。

Environmental Regionalisation 環境區劃

利用物種資料配合環境資料及遙測影像(remote-sensing image)，可以劃分出具有類似環境條件的區塊，這樣的區劃可作為環境規劃之用，其規模可從小區域至整個大陸。

National Planning studies 全國規劃研究

在保育及自然資源使用的規劃上，環境區劃是非常有價值的工具。澳洲臨時國家地理分區政策(Interim Biogeographic Regionalisation of Australia)(圖 8)便將其廣泛地應用在保育規劃、永續資源管理及環境監測上。

舉例如下：

- 澳洲臨時國家地理分區政策 (IBRA)是根據物種資料、遙感資料及氣候資料制定而成 (Thackway and Cresswell 1995) <<http://www.deh.gov.au/parks/nrs/ibra/version5-1/index.html>>；
- 澳洲政府利用生物區劃訂定優先生物區，以建立國家的保留區系統 <<http://www.deh.gov.au/parks/nrs/ibra/priority.html>>。

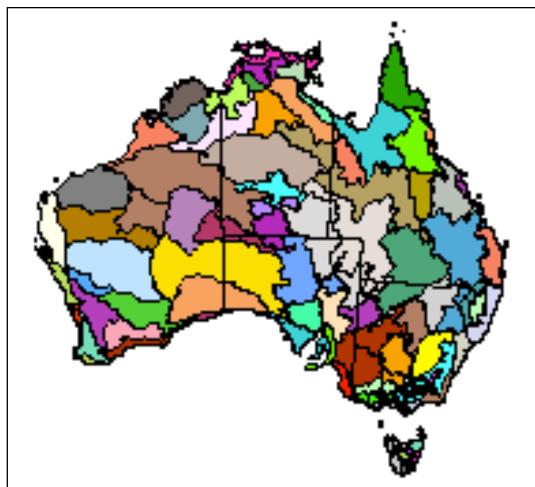


圖 8. 澳洲臨時國家地理分區政策 (IBRA)是生物區劃中保育規劃與永續資源管理的架構。每個區域是利用一系列陸塊上的環境屬性區分地貌，而得到一代表性的地景。

Regional Planning Studies 區域規畫研究

生物區規劃(Bioregional planning)的工作涵蓋了發展區域環境模式的認定與描繪方法，以進行環境評估及規畫(Chapman and Busby 1994)。

舉例如下：

- 辛巴威利用生物區劃來規劃保育區及沖蝕防治作業
<http://www.lancs.ac.uk/fss/politics/people/esrc/pppage2.html>；
- 塔斯曼尼亞新生物地理區劃(Peters and Thackway 1998)
<http://www.gisparks.tas.gov.au/dp/newibra>Title&Background.htm>；
- 澳洲政府利用生物區劃結合保育及區域規劃
<http://www.deh.gov.au/biodiversity/planning/index.html>如「威莫拉流域管理局先導計畫」(Wimmera Catchment Management Authority Pilot Project)(Birds Australia 2003)
<http://www.deh.gov.au/biodiversity/publications/wimmera/methods.html>。

Marine Regionalisations 海域區劃

要做出有意義的海域區劃不如陸地區劃容易，但對於保育計畫的重要性卻相同。

舉例如下：

- 澳洲利用環境資料如海深測量(bathymetry)等配合物種資料，訂定臨時海域及海岸區劃政策(The Interim Marine and Coastal Regionalisation for Australia)
<http://www.deh.gov.au/coasts/mpa/nrsmpa/imcra.html>；
- 全球兩百個海洋生態區(Global 200 Ecoregions: Marine)
http://www.nationalgeographic.com/wildworld/profiles/g200_marine.html；
- 加拿大國家海洋保育區系統計畫(National Marine Conservation Areas System Plan)
http://www.pc.gc.ca/progs/amnc-nmca/plan/index_E.asp。

Aquatic Regionalisations 水域區劃

水域區劃不如陸地及海域區劃普遍，但可用以管理水域生態系。

舉例如下：

- 利用大型無脊椎動物劃分管理水域生態系(Wells *et al.* 2002)。

Conservation Planning 保育計畫

為求生物多樣性保育的永續發展，利用物種出現資料來選定保育的優先順序很重要。我們無法保育地球上所有的物種(Margules *et al.* 2002)，更不可能在傳統的保留區中保護所有的代表物種。生物多樣性近來才成為選定保育區最主要的考量，而優先次序的決定主要是依據物種的互補性(complementarity)、重複性(replication)、代表性(representativeness)及不可取代性(irreplaceability)。

Gaston 等人(2002)提出了規劃保育的六個階段。首先須蒐集生物多樣性資料，檢視現有資料，並在時間與資源許可的情況下，收集新的資料，並針對受威脅及其餘優先物種活動地點進行收集細節資訊。資料蒐集是首要之務，沒有相關的資料便無法進行接下來的步驟。

Rapid Biodiversity Assessment 快速生物多樣性評估

快速生物多樣性評估計畫需要大量的物種出現資料，才能得出有意義的結果。這樣的計畫可能所費不貲，而物種出現資料的收集尤其耗時(Nix *et al.* 2000)。

舉例如下：

- 巴布亞紐幾內亞快速生物多樣性評估及規劃研究
<http://www.amonline.net.au/systematics/faith5a.htm>；
- 巴布亞紐幾內亞生物多樣性國家報告(Papua New Guinea Country Study on Biological Diversity) (Sekhwan and Miller 1995)；
- 亞馬遜生物多樣性評估(Amazonian Biodiversity Estimation)
http://www.amazonia.org/SustainableDevelopment/Jauaperi/Biodiversity/ALMA/ABDE/ABDE_3.htm；
- 印尼快速生物多樣性調查
http://www.opwall.com/Indonesia_biodiversity_surveys.htm；
- 貝里茲西班牙溪野生保護區快速生態評估 (Rapid Ecological Assessment in the Spanish Creek Wildlife Sanctuary in Belize) http://biological-diversity.info/Spanish_Creek.htm。

Identifying Biodiversity Priority Areas 判定生物多樣性優先區

為進行生物多樣性保育計畫與評估，應判定能代表整個地區、國家或生物群落(biome)的生物多樣性地區(Margules and Redhead 1995)，而訂定優先保育區時，需考慮要保育哪些生物多樣性，各物種需要多少量等問題。

舉例如下：

- 評估生物多樣性優先區之工具 (Faith and Nicholls 1996)；
- 生物多樣性替代物種及比例針對巴布亞紐幾內亞保育工作的實際應用 (Faith *et al.* 2001)；
- 「生物多樣性世界」(Biodiversity World) 以生物多樣性模型評估保育狀況
<http://www.bdworld.org/index.php?option=content&task=view&id=16&Itemid=25>；
- 地方政府用之生物多樣性工具箱(Biodiversity Toolbox for Local Government)提供了地方議會整合生物多樣性保育所需的工具、資源與網絡
<http://www.deh.gov.au/biodiversity/toolbox/index.html>；
- 國土及水資源生物多樣性評估（判定保育優先性）
http://audit.ea.gov.au/ANRA/vegetation/vegetation_frame.cfm?region_type=AUS®ion_code=AUS&info=bio_asses；
- 建立海洋優先保育區<http://www.mcbi.org/marineprotected/Marine.htm>；
- 判定生物多樣性優先保育區之工作坊
http://www.earth.nasa.gov/science/biodiversity/section_d2.html；
- 巴布亞紐幾內亞的保育工作需要評估(Alcorn 1993)。

Reserve Selection 選定保留區

完成生物多樣性評估並判定生物多樣性優先區後，下一步便要選擇適合的保留地點。

舉例如下：

- 美國愛達荷州利用缺口分析選定保留區
<http://www.gap.uidaho.edu/Bulletins/9/bulletin9/bulletin9html/aaolarsafipobanme.html>；
- 澳洲博物館有一計畫檢視選定保留區所採用的基因標準(genetic criteria)
http://www.amonline.net.au/evolutionary_biology/research/projects/gcrs.htm；
- 澳洲博物館的另一計畫檢視以堆糞蟲(dung beetles)為指標物種，測量與比較基因多樣性，並且評估其對保留區選定的用途
http://www.amonline.net.au/evolutionary_biology/research/projects/ressel.htm；
- 加拿大卑詩省研究保留區的選擇和規模、生物多樣性資料及目標的決定之間的敏感性 (Warman *et al.* 2004)；
- Margules 及 Pressey (2000) 強調保留區內外保育的重要性，也指出整體土地生產與保育管理的必要性；
- 缺口分析及保留區選定參考資料
<http://www.apec.umn.edu/faculty/spolasky/reserve.PDF>；

- 模式分析有助於判定保留區選定的環境代表性(Belbin 1993)；
- 設計中國大貓熊的保護區及使用重要棲地廊道(corridors) (MacKinnon and De Wulf 1994)。

Complementarity 互補性

互補性的概念是選定一組保育區，使這些保育區合起來能保育最大數目的物種(Margules *et al.* 1988)。互補性來自於一反覆過程，若要達到包含所有物種，會選定一個物種最多的地點，再依互補性原則選定有最多前一區沒有涵蓋在內的物種的地區，如此反覆操作。這樣的選區演算法必須要有物種出現資料。

舉例如下：

- 保育區互補性、生物多樣性生存力分析與以政策為基礎的演算法(Faith *et al.* 2003)；
- 能為互補組合帶來最大的代表性的判定為優先保育區(Faith and Walker 1997)；
- 热帶大陸地區脊椎動物分布的資料庫為非洲保育優先區判定帶來新的觀點(Brooks 2001)；
- 在奧瑞岡，利用陸生脊椎動物資料比較保育區選定演算法(Csuti *et al.* 1997)；
- 巴布亞紐幾內亞全國國土規劃計畫強調保育選區互補性取捨的重要性(Faith and Walker 1996) <<http://www.ias.ac.in/jbiosci/jul2002/393.pdf>>。

Ex-situ Conservation 移地保育

並非所有的生物多樣性保育都能在正規的保育區內進行。保留區外的保育，或移地保育，也同等重要。動物園及植物園在保育稀有及瀕危動物的保育及圈養工作(captive breeding)上扮演重要的角色，進行移地保育的保育機構及個人，都必須用到物種出現資料。

Zoological Gardens 動物園

動物園在稀有物種的保育上角色重大，許多動物園都有飼育計畫，也有些動物園飼育稀有族群後，將其放生野外。

舉例如下：

- 蒙古野馬(Przewalski horse)在各地的動物園飼養之後，放生野外。
<<http://www.imh.org/imh/bw/prz.html>>；
- 世界自然保護聯盟(IUCN)飼育狐狸、狼、胡狼及狗後，將其重新引入(reintroduction)自然棲地。<<http://www.canids.org/1990CAP/10captv.htm>>；

- 澳洲保留了瀕危動物的生殖組織，為未來人工繁殖計畫做準備
http://www.monash.edu.au/pubs/eureka/Eureka_95/freeze.html；
- 1995 年，各國的動物園訂定了世界動物園保育策略(World Zoo Conservation Strategy)
<http://www.zoo.nsw.gov.au/content/view.asp?id=47>。

Botanical Gardens 植物園

植物園與動物園的功能相仿，只是保存的是植物。許多稀有植物在此生長繁殖，引回苗圃，舒緩野生族群的生存壓力。有些物種重新引入野生環境，有些則保存在植物園內。

舉例如下：

- 綠色遺產(The Green Legacy)—加拿大植物園及保育區
http://www.rbg.ca/greenlegacy/pages/botanical_pg2.html；
- 澳洲植物園稀有植物培育<http://www.anbg.gov.au/chabg/bg-dir/collections.html>；
- 花瓣的重量：植物園的價值(The Weight of a Petal: The Value of Botanic Gardens) (Bruce Rinker) <http://www.actionbioscience.org/biodiversity/rinker2.html>；
- 植物園植物重新引入野生環境指南 (Akeroyd and Wyse-Jackson 1995)；
- 植物重新引入野生環境、復原及復育計畫參考資料（英國皇家植物園 Royal Botanic Gardens Kew）<http://www.rbkgew.org.uk/conservation/reintro.html>；
- 澳洲隱藏 Wollomi Pine (*Wollemi nobilis*)的生長地點，由植物園將其培育放至苗圃，以舒緩野生族群的壓力。<http://home.bluepin.net.au/yallaroo/conservationandcult.htm>。

Wildlife parks 野生生物公園

野生生物園，包括動物園及植物園，亦是移地保育的地點。

舉例如下：

- 英國南湖野生動物園(South Lakes Wild Animal Park)的大規模保育計畫
<http://www.wildanimalpark.co.uk/>；
- 聖地牙哥野生動物園也有一些大規模保育計畫
<http://www.sandiegozoo.org/conservation/zooprojects.html>；
- 南澳克里蘭野生動物保護公園(Cleland Conservation Park)致力於動植物的保育
<http://www.environment.sa.gov.au/parks/cleland/>；
- 許多私人的保護區旨在保育動植物
<http://www.environment.sa.gov.au/biodiversity/sanctuary.html>。

Sustainable Use 永續利用

近來有綜合保育與永續利用的趨勢。由於不是每個國家都能夠圍起土地開設傳統保育區，因此正利用地方社區資源及生物多樣性資料，建立永續利用地區。

舉例如下：

- 南非夸祖魯納塔爾野生動物保護區(Ezemvelo Nature Reserve)被提為經濟獨立的保育導向區域，永續利用區內的自然資源(Sonnekus and Breytenbach 2001)；
- 哥斯大黎加瓜那卡斯特(Guanacaste)保育區在當地社區的支持下，設立了永續發展保留地區(Janzen 1998, 2000)；
- 聯合國人與生物圈計畫(Man and the Biosphere Programm)旨在結合各國生物多樣性保育及其永續利用<<http://www.unesco.org/mab/>>。

Seed Banks and Germplasm Banks 種子庫與種原庫

此外，物種資料也可藉由長期儲藏保存種子與種原，確保生物多樣性。

舉例如下：

- 千禧年種子庫計畫(Millenium Seed Bank Project)是一個全球合作計畫，旨在保護植物免於滅絕<<http://www.kew.org/msbp/>>；
- 中國科學院正在中國西南野生動物建構種原庫<<http://english.cas.ac.cn/english/news/detailnewsb.asp?infoNo=24630>>；
- 基因庫(GenBank Database)<<http://www.psc.edu/general/software/packages/genbank/genbank.html>>。

Natural Resource Management 自然資源管理

生物多樣性資訊愈益完備，自然資源管理者更能好好判斷諸如高物種多樣性、高特有種性地區，找出可開發資源，並改善保護及管理自然資源的工作(Page *et al.* 2004)。

Land Resources 土地資源

永續管理土地資源近來逐漸為人所重視，高解析度的生物多樣性資料在規劃土地利用及管理決策時，是不可或缺的資源。

舉例如下：

- 澳洲自然資源管理與植被一覽
http://audit.ea.gov.au/ANRA/vegetation/vegetation_frame.cfm?region_type=AUS®ion_code=AUS&info=NRMV_overview；
- 加拿大卑詩省地區土地使用及土地資源管理計畫(LRMPs)
<http://srmwww.gov.bc.ca/rmd/lrmp/>；
- 古巴利用生物多樣性資料對抗漠化 (Negrin *et al.* 2003)
<http://www.unccd.int/actionprogrammes/lac/national/2003/cuba-spa.pdf>；
- 非洲及中東自然資源管理；
- http://web.idrc.ca/en/ev-3313-201-1-DO_TOPIC.html；
- 世界自然保護聯盟(IUCN)永續利用網站 <http://www.iucn.org/themes/sustainableuse/>；
- 南非自然資源研究院(South African Institute for Natural Resources)
<http://www.inr.unp.ac.za/>。

Water Resources 水資源

水資源的管理涉及永續管理與使用，涵蓋了水質監測指標的確立與野草的生物防治法。

舉例如下：

- 人口成長帶來農業及水力發電的需求，與氣候變遷同為非洲用水緊縮之主因 (Schultze *et al.* 2001)；
- 世界銀行(World Bank)—水資源管理網站
<http://lnweb18.worldbank.org/ESSD/ardext.nsf/18ByDocName/WaterResourcesManagement>；
- 中美水資源管理計畫(US-China Water Resource Management Program)
<http://www.lanl.gov/projects/chinawater/main.html>；

- 以大型無脊椎動物為水質指標（馬里蘭自然資源部）(Maryland Department of Natural Resources)
<http://www.dnr.state.md.us/streams/pubs/freshwater.html#Where%20and%20when%20are%20freshwater%20benthic>；
- 美國環保署水質與水生生物學計畫<http://www.epa.qld.gov.au/register/p00736ad.pdf>。

Environment Protection 環境保護

環境保護涵蓋的範圍廣泛，通常是指保護環境使其不受人為汙染所危害，但事實上，環保涉及保護環境不被所有人類影響所害，包括氣候變遷、人類開發環境對自然環境的影響等。

舉例如下：

- 澳洲環境保護法利用線上決策支援系統監測人為開發、農漁業等對世界遺產(World Heritage sites)、受威脅及遷徙物種、重要濕地等重要環境造成的影响。這些決策支援系統主要依賴物種出現資料為主要的背景資料(Chapman *et al.* 2001)
<http://www.deh.gov.au/erin/ert/epbc/index.html>；
- 美國環境保護署(US Environment Protection Authority)應用物種出現資料於各層面的環境保護工作 <http://www.epa.gov>。

Environmental Monitoring 環境監測

長期的環境監測工作經常為人所遺忘，但對環境資源的永續管理卻至關重要。

舉例如下：

- 澳洲生物資源長期監測 (Redhead *et al.* 1994)；
- 瑞典環境監測<http://www.svenskamiljonatet.se/cbd/eng/hav/miljoovervakning.htm>；
- 滑鐵盧大學三年級課程環境監測(Environmental Monitoring)中，學生每年暑假蒐集森林生物多樣性區域的資料。
http://www.escarpment.org/Monitoring/mon_forestbio.htm；
- 愛布斐拉國際生物多樣性團體(TAIB)由志工蒐集資料，監測環境變遷
http://www.medwetcoast.com/article.php3?id_article=200；
- 國際鳥盟(Birdlife International)利用生物多樣性指標監測環境
<http://www.birdlife.net/action/science/indicators/>。

Agriculture, Forestry, Fisheries and Mining 農林漁礦業

農林漁礦業相當依賴物種出現原始資料，用其找尋合適的耕地、鑑定主要作物之野生種以進行基因培育、鑑定出食用、林業、建材、纖維、工業用的新種，找尋起源以進行栽植、找尋雜草及疾病之生物防治用物種、判定原生林及人造林之生產及保護的關鍵區域同時用以裁植和收穫、鑑定並管理漁產品、鑑定混獲(by-catch)、研究食性、農藥、汙染物及尋找合適的採礦地等。

Agriculture 農業

生物多樣性公約第五次締約國大會決議 V/5 中，將「農業生物多樣性」這個新名詞定義為『所有生物多樣性中有關糧食及農業生產的組成，及所有農業生態系的生物多樣性成元件』(<http://www.biodiv.org>)。這包括生態服務中的養分循環(nutrient cycling)、害蟲及疾病管制(自然生物防治)、授粉、野生生物棲地、水循環、碳封存(carbon sequestration)、氣候調節，也涵蓋文化的面向，如旅遊業等(Miller and Rogo 2001)。

美國的糧食產業，估計每年值八千億(Pimental *et al.* 1999)，皆立基於玉米、小麥、稻米、大豆與其他食物作物等植物，乳牛、豬、家禽等動物，及蘑菇等菌類。農業也將生物物種用作地景復育、生物害蟲防治、娛樂、寵物及食品處理等。物種出現原始資料庫對農業工作者而言，是關鍵的資料來源。

New crops and wild relatives 新作物及野生種

世人時時在找尋新的農業可用物種。原始物種資料庫用以鑑定現有作物的野生種，也可用來找出原住民食用的物種。此外，研究人員也正在檢驗栽種作物的野生種，希望能應用基因轉殖(genetic transfer)以控制雜草生長、加速生長及減少用水量等用途。

舉例如下：

- 栽種稻米的種，包括 *Oryza rufipogon*、*O. nivara*、*O. longistaminata* 及 *O. glumaepatula* 都常見於許多亞洲、非洲及美洲國家的田地裡。數百年來，雜交的利用很常見，近來亦利用生物科技以轉移某些特定的基因，增加作物中貝他胡蘿蔔素(beta-carotene)、蛋白質含量、抗病及抗蟲性、除草劑抗性及耐鹽性(Lu 2004)；
- 巴西利用木薯(cassava, *Manihot esculenta*)及其野生種在自然和控制情況下雜交，同時進行研究找尋或培育新的雜交種，改善木薯產量及生產力(Nassar 2003)
http://www.funpecrp.com.br/gmr/year2003/vol4-2/gmr0047_full_text.htm；

- 沙漠桃(Desert Quandong, *Santalum acuminatum*)傳統上是澳洲原住民的食物，現為商業食品來源<<http://sres.anu.edu.au/associated/fpt/nwfp/quandong/Quandong.html>>。

***Provenances and wild relatives* 種源及野生種**

鑑定栽種作物新種源的傳統已存在數百年之久。物種出現原始資料庫有助於搜尋，可利用網路上擷取的記錄來判定可研究新族群與區域。

舉例如下：

- 紐西蘭研究四種澳洲朱蕉(*Cordyline australis*)的種源，了解其是否適合製成果糖產品(Harris 1994)；
- 澳洲找尋適合的洋槐(*Acacia*)種源，以作為家畜牧草 (Dynes and Schlink 2002)；
- Eru 被視為具高度營養價值的綠色植物。研究人員選定中非 85 種 Eru (*Gnetum africanum* and *Gnetum buchholzianum*)的種源，進行基因改造及易地培育管理 (Shiembo 2002) <<http://www.fao.org/docrep/X2161E/x2161e06.htm>>；
- *Cassia brewsteri* 作為橡膠產品之潛力 (Cunningham *et al.* 2001) <<http://www.rirdc.gov.au/reports/NPP/UCQ-12A.pdf>>；
- 美國「種子成功」(Seeds for Success)計畫蒐集物種的種子，用作荒廢地穩定、重建與復育之用<<http://www.nps.gov/plants/sos/>>。

***Food processing* 食品加工**

早在數千年前酵母用於釀酒與製麵包、細菌用於起司製造時，食品加工就已開始。舉例來說，各種口味的酒是經過廣泛篩選合適的葡萄用以發酵，而酵母與細菌的選擇亦然。釀酒師及釀啤酒師一直都在找尋更新更好的酵母種類。

舉例如下：

- 酵母對製酒的功用<<http://www.botany.hawaii.edu/faculty/wong/BOT135/Lect14.htm>>；
- 細菌可用以製造加工酸奶油、脫脂牛奶、優格、起司、德國酸菜、醃菜、巧克力、咖啡、醋等。這些產品的製造商一直都在尋找更心更好的物種，以研發新的口味及產品 <<http://www.bacteriamuseum.org/niches/foodsafety/goodfood.shtml>>。

***Harvesting of wild populations* 採獲野生群種**

物種出現資料及資料庫的流通，有益於野生動植物的採獲，以作為食物及飾品。獵捕特有動物極具爭議性，但對許多發展中國家仍是相當重要的產業。林業將在別處詳加說明，但

同樣地，採集野花在南非及澳洲等國亦是十分龐大的產業。物種出現資料用以鑑定適合獲穫的物種，判定能支持足夠族群的地點。

舉例如下：

- 在南非的凡波斯(Fynbos)區，野生生物採獲是兩萬人的收入來源(Lee 1997)
<http://www.ars.usda.gov/is/pr/1997/971010.2.htm>；
- 有些南美洲水果及山藥以半野生(semi-wild)方式培育，如太平洋溫柏(*Spondias mombin*) (Campbell 1996) <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/V3-431.html>；
- 22 種動物採穫自非洲野外(Ntiamoa-Baidu 1997)
<http://www.fao.org/docrep/W7540E/w7540e00.htm>；
- 巴西許多當地水果被用作冰淇淋口味及果汁http://www.maria-brazil.org/brazilian_sherbets.htm。

Beneficial Insects in agriculture 農業益蟲

昆蟲除了在農業上造成損失之外，對於農業也可能有相當正面的幫助。

舉例如下：

- 蜂蜜工業（薩克其萬省農業、食品與農村再造）(Saskatchewan Agriculture, Food and Rural Revitalization)
<http://www.agr.gov.sk.ca/docs/crops/apiculture/HoneyIndustry.pdf>；
- 伊朗絲織工業
http://www.iccim.org/English/Magazine/iran_commerce/no1_1999/17.htm；
- 非洲的養蜂業及蠶桑業的收入生成經濟(Raina 2000)；
- 經濟作物（如蝴蝶或化工提煉）及小型家畜(Odhiambo 1977)；
- 白蟻的巢穴也可用作建材(Swaney 1999: 435)；
- 物種出現資料用以改善馬來西亞的油棕樹的授粉http://www.bionet-intl.org/case_studies/case14.htm。

Weeds and Pests 雜草及害蟲

雜草、害蟲以及疾病對於農業有巨大的經濟影響(Suarez and Tsutsui 2004)，其中，帶來最大衝擊的物種通常都是外來種(Pimental *et al.* 1999)，這部分在先前的章節中已予以說明。並非所有的害蟲以及疾病都是由外來種造成，然而害蟲的鑑定、控制以及管理對農夫仍是非常に重要的議題。舉例而言，雜草提供了授粉昆蟲珍貴的食物來源，在大多時候，農業整地意

味著增加牧草地予草食性動物及專吃種子的鳥類，如袋鼠以及澳洲八丹。物種出現原始資料對鑑定農業雜草及害蟲分布可說相當重要。

舉例如下：

- 有些動物對於澳洲的地景變遷適應良好，其數量也持續的增加。這包含西部灰色大袋鼠(grey kangaroos, *Macropus fuliginosus*)、粉紅巴丹(galahs, *Cacatua roseicapilla*)、澳洲渡鴉(ravens, *Corvus coronoides*)、澳洲喜鵲(Australian magpies, *Gymnorhina dorsalis*)、尖嘴巴丹(corellas, *Cacatua tenuirostris*)及林肯港鸚鵡(Port Lincoln Parrot, *Barnardius zonarius*)。相關的物種相當稀少，因此鑑種對其經營管理相當重要(Hindmarsh 2003)
http://portal.environment.wa.gov.au/pls/portal/docs/PAGE/DOE_ADMIN/TECH_REPORTSPOSITORY/TAB1019581/WRM33.PDF；
- 在澳洲 43 種袋鼠(macropods, kangaroos)中只能獵殺其中的五種，而且每年需統計其數目以訂定當季可以獵捕的數目。因此袋鼠的正確鑑種相當重要，以免誤殺其他受威脅的物種<http://www.dfat.gov.au/facts/kangaroos.html>；
- 正確鑑定出小麥上的一種黴菌，為美國省下了每年 50 億美元小麥出口的成本
http://www.bionet-intl.org/case_studies/case8.htm。

Invertebrate pests 無脊椎有害動物

無脊椎有害生物每年造成大量的收成損失，尤以昆蟲為甚，牠們也是非洲及其他地區飢荒的主因（蝗害）。因此物種資料對鑑定害蟲扮演關鍵角色。

舉例如下：

- 印度國家害蟲綜合防治中心(National Centre for Integrated Pest Management)建構的計畫旨在繪製全國主要農作物害蟲地理分布圖。<http://www.ncipm.org.in/Maps.htm>；
- 國際發展研究中心(International Development Research Centre)也已設立一套針對非洲撒哈拉以南地區農作物害蟲的鑑定及生物系統服務 http://web.idrc.ca/en/ev-26155-201_870175-1-IDRC ADM_INFO.html；
- 「間作」(Intercropping)增加害蟲寄生蟲病 (Khan *et al.* 1997)。

Plant and animal pathogens 植物及動物病原體

光在美國就預估有 50,000 種植物寄生蟲及非寄生蟲性疾病，大多由黴菌造成。真菌物種的資料庫，包含活體的收集，對於物種的鑑定與防治相當重要。

舉例如下：

- 世界昆蟲病原體生態資料庫(The Ecological Database of the World's Insect Pathogens)提供了在昆蟲、恙蟎以及其他節肢動物身上具有傳染力的微菌、病毒、原蟲(protozoa)、柔膜菌(mollicute)、線蟲(nematode)及細菌的資料
<http://cricket.inhs.uiuc.edu/edwipweb/edwipabout.htm>；
- 連結物種出現原始資料，堪薩斯大學使用地理工具來追蹤植物的病原體。
http://www.innovations-report.de/html/berichte/agrar_forstwissenschaften/bericht-27646.html；
- 建立南非重要人造林業病原體之空間分布模型。(van Staden *et al.* 2004)。

Forestry 林業

林業是龐大的全球產業，以往主要砍伐自然及野生族群（原生林業），近來則逐漸朝人造林業發展。物種出現原始資料在兩者均有用處，首先能判定林業的物種及區域，並試圖在林業及保育間找到平衡。其次，物種資料也能用以決定何種物種及種源在何地種植最為適合，因此對原生林業及人造林業都扮演重要的角色。

Balancing forestry and conservation 林業與保育間的平衡點

原生林業依賴物種分布資料找尋新物種及林業發展地點。物種出現資料用來保留某些區域作為原生林開發，可用於永續林業的管理，並利用本文提及的其他方法（見「保育評估」一節）判定保育區。

舉例如下：

- 南非全國原生林目錄(National Indigenous Forest Inventory for South Africa)
(Wannenburgh and Mabena 2002)
<http://www.dwaf.gov.za/Forestry/FTIS/symp2002/inventory.doc>；
- 史瓦濟蘭全國林業計畫(The National Forestry Programme for Swaziland)檢視生物多樣性的價值及林地的多種用途http://www.ecs.co.sz/forest_policy/fap/index.htm；
- 澳洲聯邦及塔斯曼尼亞政府達成澳洲地區森林協議(Regional Forest Agreements in Australia) <http://www.affa.gov.au/content/output.cfm?ObjectID=89389274-95D8-4380-BD9BB177D644820A&contType=outputs>；
- 在巴西桉樹人造林管理上採用歷程與實務森林模型 (Almeida *et al.* 2003)；
- 澳洲的研究利用物種出現資料建立模型及進行保育評估，欲達成林業與生物多樣性之平衡 (Faith *et al.* 1996)。

Plantation forestry 人造林

世界各地人造林業的使用越來越多，也須依賴技術選定最適合的地點。物種出現資料結合模型環境建立，可判定當地的氣候型態，並應用至其餘人造林區域及國家。

舉例如下：

- 利用環境模型配對樹種與種植區 (Booth 1996)；
- 建立森林系統模型：此書探討建立森林模式之工具及方法，包含分布模型，其中有些利用物種出現資料(Amaro and Soares 2003)。

Provenance identification 種源鑑定

選定適合的種源栽種於人造林地上，是非常重要的工作。選定時不但須考慮目前環境狀況，也需建立模型以考慮未來的氣候狀況等。

舉例如下：

- 澳洲樹種與種源的選定，栽種於澳洲、中國、泰國、寮國、柬埔寨、越南、印尼、菲律賓、辛巴威，及東南亞、非洲、中南美洲等地區 (CSIRO Australia)
<http://www.ffp.csiro.au/pff/species/>；
- 利用環境模型檢視澳洲樹種的種源，配對樹種與種植區，以栽種於中國及東南亞 (Booth 1996)；
- 在印度尋找銀合歡(*Leucaena*)的新種源，期能找到莖更直、晚開花、種子產生率低的品系<http://www.forests.qld.gov.au/resadv/research/qfriconf/qfri6.htm>；
- 越南利用洋槐及種源作為大規模栽種之用(Ngia and Kha 1996)。1982 至 1995 年間，在越南 8 個地區共測試了 18 種洋槐及 5 種洋槐的 73 種種源
<http://www.forests.qld.gov.au/resadv/research/qfriconf/qfri6.htm>；
- 英國氣候變遷研究結論道，由於未來新的人造林將面臨更暖、更乾燥的氣候，必須找出現有物種的新種源(Cannell *et al.* 1989)。

Fishing 漁業

漁業及水產業是使用物種分布資料的重要產業。由北大西洋鱈魚逐年減少的漁獲量可知，全球魚群正面臨衰減的壓力(Crosbie 1992, Meisenheimer 1998)。若能追蹤魚群在海洋與淡水的存量及動態，對長期商業漁業的永續管理極為重要。而混獲中的魚種鑑定也對保育及資源管理相當重要。

Resource management 資源管理

遠洋及淡水漁業的資源管理是當前全球的要事。在全世界沿岸的人口當中有相當大的一部份是以討海維生。在資源管理決策方面，使用物種分布資料以及訊息已經日趨重要。

舉例如下：

- 緬因州峽灣生物地理分布資訊系統建構了一套存取以及發送海洋生物學資料的架構。這個系統可提供資訊與工具以瞭解並調節魚類族群(Tsontos and Kiefer 2000)<<http://netviewer.usc.edu/web/GMBISwebsite/index2.html>>；
- 美國全國海洋漁場服務(US National Marine Fisheries Service)為魚類及貝類提供美國商業漁獲量自動化的資料彙總。1950 年至 2002 年的漁獲量及價值統計可以年、狀態以及種類做統計<<http://www.st.nmfs.gov/st1/commercial/>>；
- 聯合國糧食及農業組織(FAO)鑑種以及資料系統(SIDP)<www.fao.org/fi/sidp/products.htm>；
- 針對白令海海洋初級生產力及生態系轉變的長期研究顯示，自 1947 年至 1997 年間，生產力衰減約 25%-45%(Schell 2000)<http://www.alaskasealife.org/documents/Education/Teacher_guide.pdf>；
- 確定紐西蘭海洋熱點有助於產卵地的保護<http://www.bionet-intl.org/case_studies/case25.htm>。

Overfishing 過漁

特有魚種的過漁已成為迫切的議題。北大西洋過度捕撈鱈魚對居民造成了重大的影響，舉例來說，紐芬蘭的居民便因此得謀取新的工作。物種出現資料可用於監測魚存量(stocks)。

舉例如下：

- 鱈魚禁捕行動計畫(Closure of cod fishing Action Plan) (CNLBSC 2003)<http://www.cbsc.org/nf/search/display.cfm?Code=6145&coll=NF_PROVBIS_E>；
- 鱈魚出了什麼問題？(Meisenheimer 1998)<<http://www.imma.org/codvideo/whatproblemcod.html>>；
- 1970 年代及 1980 年代的研究探討英國西部深海漁捕的影響 (Basson *et al.* 2002)。

Freshwater 淡水

商業淡水漁撈在世界各地也一樣重要。在許多國家，淡水漁撈通常是休閒產業，但在這些國家，商業漁撈仍是很大的問題，在擁有大型內陸湖及內陸漁業的國家亦然。

舉例如下：

- 澳洲維多利亞政府訂定淡水漁業管理政策(Freshwater Fisheries Management Policy) <<http://www.nativefish.asn.au/fwpolicy.html>>；
- 加拿大五大湖區魚群及漁業的物種與生態等資訊<<http://www.great-lakes.net/envt/flora-fauna/wildlife/fish.html>>；
- 糧農組織(FAO)技術文件「捕撈淡水蝦」(Farming Freshwater Prawns)檢視了泰國蝦（羅氏沼蝦）(Giant River Prawn, Macrobrachium rosenbergii)的命名及分布狀況，並提供養殖方法手冊<<http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4100E/y4100e00.htm#TOC>>；
- 內陸捕撈漁業與加強方案：食物安全之現況、限制與願景(Coates 1995)。

Bycatch 混獲

隨著瀕危海洋物種數量的增加，混獲的鑑種與減量成了國際議題。有些政府規定監測混獲，也訂定了辦法以減少混獲的物種與數量。

舉例如下：

- 墨西哥灣一計畫研究混獲對海灣漁業資源保育的影響 (Burrage *et al.* 1997). <<http://www.rsca.org/docs/ib324.htm>>；
- 「鮪魚混獲行動方案」(Tuna Bycatch Action Plan)著重正確鑑定海龜，也強調物種鑑定海報及手冊的重要性 <http://www.afma.gov.au/fisheries/etbf/mac/mac54/item3_2.pdf>；
- 澳洲國家科學及工業研究機構(CSIRO)之澳洲鯊魚與魟魚保育概要，強調鑑定指南的需要，以輔助蒐集完整的混獲資料，支持永續管理 <<http://www.marine.csiro.au/LeafletsFolder/53guide/53.html>>。

Contaminants 汚染物

物種出現資料的另一用途是鑑定並長期監測魚體內的汙染物，判定是否適合人類食用。檢測魚類累積的毒素，同時也能夠檢測水質。

舉例如下：

- 檢測魚類及野生動物持久性有機汙染物(Persistent Environmental Contaminants) (Schmitt and Bunck 1995)；
- 瑞典整合式魚類監測(Sandström *et al.* 2004)；
- 瑞士特博物館(Richter Museum)利用魚類標本分析過去鳥類食物網中的 DDT 含量 <<http://www.uwgb.edu/davisj/biodiv/richter/resources.htm>>；

- 美國地質調查局「全國汙染生物監測計畫」(National Contaminant Biomonitoring Program)研究美國淡水魚體內的砷、鎇、銅、鉛、水銀、硒、鋅濃度
[<http://www.cerc.cr.usgs.gov/data/ncbp/ncbp.html>](http://www.cerc.cr.usgs.gov/data/ncbp/ncbp.html)。

Nursery and Pet Industry 苗圃與寵物產業

Plant nurseries 植物苗圃

苗圃產業常需要物種名，因此受物種出現資料助益甚大。為了製作標籤，苗圃總在找尋他們所賣的植物名及其分布資料。

舉例如下：

- 澳洲植栽協會(The Society for Growing Australian Plants)為種植者及販賣澳洲植物的苗圃追蹤植物名的變更 [<http://farrer.csu.edu.au/ASGAP/changes.html>](http://farrer.csu.edu.au/ASGAP/changes.html)；
- 觀賞植物(Ornamental Plants)資料庫提供上百種栽培植物的種名與資訊
[<http://www.msue.msu.edu/msue/imp/modzz/masterzz.html>](http://www.msue.msu.edu/msue/imp/modzz/masterzz.html)。

Orchids and mycorrhiza 蘭花及菌根

許多陸生蘭花需要與特定的菌根共生，物種資料庫可幫助確定這種關係。

舉例如下：

- 澳洲國家植物園進行了許多研究，探討陸生蘭花的共生發芽(symbiotic germination)情形(Clements and Ellyard 1979) [<http://www.anbg.gov.au/cpbr/summer-scholarship/2003-4-offer-clements.html>](http://www.anbg.gov.au/cpbr/summer-scholarship/2003-4-offer-clements.html)；
- 哥斯大黎加的蘭加斯德植物園(Lankester Botanical Gardens)研究蘭花與共生菌的關係(Rivas *et al.* 1998)。

Pets 寵物

寵物是非常大的產業，且寵物店等需要知道店裡的動物名及原生地。

舉例如下：

- 單在美國，就有一千九百萬隻寵物鳥 <http://www.birdsnways.com/>；
- 異國寵物名錄 <http://exoticpets.about.com/cs/resourcesgeneral/a/exoticpetsatoz.htm>。

Mining 礦業

礦業看似用不上物種出現資料，但事實上，生物多樣性有兩大主要的礦業應用。其一，有些物種能反映出高礦物質濃度，偶爾會用於採礦，另外一個功用則是廢礦地的生態恢復。

舉例如下：

- 印度以欖仁(*Terminalia alata*)作為銅礦化(copper mineralisation)的指標 (Pujari and Srivastava 2001)；
- 植物採礦(Phyto-mining)利用植物從土壤中提取有價重金屬
<http://www.ars.usda.gov/is/pr/2000/000622.htm>；
- 紐西蘭及巴西以植物採取金礦
http://www.gold.org/discover/sci_indu/gold2003/pdf/s36a1355p976.pdf；
- 植生整治(Phytoremediation)利用植物清理土壤
<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/jun00/soil0600.htm>；
- 昆蟲對土壤化學的影響可用以探勘礦物 (e.g. Watson 1974)；
- 廢礦地及受汙染土地恢復
<http://www.otago.ac.nz/geology/features/restoration/wangaloa/wangaloa.html>；
- 石竹科植物(*Polycarphaea*)生於富含銅礦的土地上，因此常作為銅礦的指標(Nicholls et al. 1965)。

Mining and waste 矿業及廢棄物

使用生物科技時，亦會利用物種出現資料監測採礦及汙染。

舉例如下：

- 利用細菌清理有毒廢棄地，包括核廢地。
<http://sfgate.com/cgi-bin/article.cgi?f=/c/a/2003/07/14/MN103893.DTL>；
- 利用細菌提取銅、金、鐵，也用作廢棄地管理，製造更乾淨的採礦技術
<http://www.bioteach.ubc.ca/Bioengineering/microbialmining/>；
- 植物用以偵測空氣汙染並清潔空氣污染物 (Omasa et al. 2002)
<http://www.cplpress.com/contents/C808.htm>；
- 地衣(lichen)用作汙染指標<http://www.earthlife.net/lichens/pollution.html>。

Health and Public Safety 衛生與公共安全

物種資料(species data)對公共衛生及安全的重要性及貢獻日益提升，卻仍未由一般大眾了解。「物種出現資料對公共衛生與安全至關重要，是為環境衛生及流行病學研究之基石」(Suarez and Tsutsui, 2004)。就安全而言，物種資料能夠協助預防、偵測及調查各種形式的生物恐怖主義，因此也佔有舉足輕重的地位(NRC 2003)。

人身與環境安全近來因氣候變遷、恐怖主義與人類、動植物的遷徙而深受影響。物種出現資料能對病原體(pathogen)、疾病傳染媒介、環境汙染物的研究貢獻珍貴的觀點(Suarez and Tsutsui 2004)，且許多疾病，無論是人類或動植物的疾病，都與生物多樣性有關，而疾病本身與傳播媒介都可透過物種出現資料加以研究。此外，生物多樣性模型軟體可預測這些病種的分布及散佈速度，不論是目前氣候下的狀況，也可模擬出不同氣候變遷型態下的情況。

Diseases and disease vectors 疾病與傳染媒介

多明尼加共和國西尼羅病毒(West Nile Virus)的研究(Komar *et al.* 2003)檢視了鳥類體內的西尼羅病毒，並推測病毒感染應與候鳥遷徙路線有關。研究人員建立分布模型成功地驗證了這個假說—候鳥確實是西尼羅病毒的大規模感染的媒介，他們也將此資訊與模型結合，預測模擬未來疫情爆發的地點和散佈(Peterson *et al.* 2003b)。

此外，還有許多病毒都是經由媒介傳染。世界各地的昆蟲學藏品中，有許多蚊子的記錄，正是瘧疾、家禽瘧疾、登革熱、馬腦炎(equine encephalitis)以及西尼羅病毒的傳染媒介。

物種出現資料也可用於建構病毒的演化史，以研發更強的疫苗(Ferguson and Anderson 2002)、探究愛滋病毒的起源(Siddall 1997)、追蹤原生與國內鳥類中禽流感的來源與活動(Perkins and Swayne 2002)和研究兔病毒性出血症(Rabbit CaliciVirus, RHD)的跨物種感染性(Munro and Williams 1994)。

此外，當前的傳染病與寄生蟲病越來越多，面對歸納統整出傳染模式的需求，得要能夠鑑定成蟲與感染期（幼蟲）的物種(Brooks and Hoberg 2000)。

舉例如下：

- 西尼羅病毒 (Komar *et al.* 2003).

<http://www.specifysoftware.org/Informatics/bios/biostownpeterson/Ketal_EID_2003.pdf> ;

- 蚊媒傳播性疾病 (Rutgers University and CDC)
<http://www.rci.rutgers.edu/~insects/disease.htm> ;
- 免病毒性出血症(Munro and Williams 1994)；
- 愛滋病毒的起源 (Siddall 1997)。

Bioterrorism 生物恐怖主義

物種出現資料用於防治恐怖主義的主要功能，在於追蹤傳染性疾病的歷史，並判斷其來源。與公共衛生相關的物種出現資料藏品中，最重要的即為已知病毒及細菌的樣本，在有新傳染病爆發時，可用以對照比較。最近的例子是美國 2001 年遭受炭疽熱攻擊時，美國疾病管制局的研究人員試著利用 1960 及 70 年代的標本來辨識炭疽熱的種類(Hoffmaster *et al.* 2002)。

面對這般全國性的恐怖威脅，博物館人員指出，他們最大的挑戰是要在短時間內正確無誤地鑑定出可能的生物恐怖攻擊媒介(Page *et al.* 2004)。

舉例如下：

- 美國 2001 炭疽熱攻擊 (Hoffmaster *et al.* 2002)；
- 生物恐怖主義風險評估（堪薩斯大學生物多樣性研究中心）
<http://www.specifysoftware.org/Informatics/informaticsbtra/>。

Biosafety 生物安全

基因改造農作物的風險在於，改造過的基因可能會轉殖到同類的野生植物當中(Soberón *et al.* 2002)。Soberón *et al.* 指出，作物若「自發地與同類植物雜交」造成的風險最鉅。若欲評估風險，科學家須使用物種出現資料追蹤基因改造作物與野生同類植物的空間關係、在各種氣候變因下可能的分布範圍以及兩種植物的生殖生物學(Soberón *et al.* 2002)。

舉例如下：

- 墨西哥國家保護生物多樣性委員會(Conabio) (<http://www.conabio.gob.mx/>)利用自各國植物標本館取得的物種出現資料，研究並模擬可能的物種分布，探討基因轉殖的可能性(Soberón *et al.* 2002)。墨西哥農業部則每週聽取這些資料數次 (Soberón pers. com. Aug. 2004)。

Environmental Contaminants 環境污染物

物種出現原始資料在衛生相關另一功能，在於監測自然族群體內環境污染物。瑞典自然歷史博物館的環境標本庫即以此監測動物體內的污染物，研究有害物質對瀕危及受威脅物種的影響。其他例子還包括，追蹤當地兩棲動物體內的河流汙染物，例如農藥及殺蟲劑等。加州兀鷹(Californian Condor, *Gymnogyps californianus*)的保育研究在其體內發現鉛（疑似 DDT 殺蟲劑）的存在，造成死亡率的提高，是使其數量驟減瀕臨滅絕的原因(Janssen *et al.* 1986)。博物館藏品向來用於研究鉛與 DDT 含量的時空變化(Ratcliff 1967)，其他研究則檢視各地海鳥羽毛中所含的汞，並與當地自然史博物館的樣本比較，藉以探討海洋生態系中逐漸增加的汞含量(Monteiro and Furness 1998, Thompson *et al.* 1998)。鳥類自飲食中累積體內重金屬，在換毛時重金屬殘留在羽毛中(Green and Scharlemann 2003)，因此從此類收藏樣本中可測知長期以來重金屬濃度在時空上的變化。

舉例如下：

- 自然標本庫(Environmental Specimen Bank)（瑞典自然歷史博物館）
<http://www.nrm.se/mg/mpb.html.en>；
- 加拿大兩棲類環境汙染物(Environmental Contaminants of Amphibians in Canada) (Froglog 16: 1996) <http://www.open.ac.uk/daptf/froglog/FROGLOG-16-5.html>；
- 太平洋東南部鳥類羽毛中的汞含量：地點的影響與分類關係(Mercury in Feathers from Birds of the Southeastern Pacific: Influence of Location and Taxonomic Affiliation)
http://cars.er.usgs.gov/posters/Ecotoxicology/Mercury_in_Bird_Feathers/mercury_in_bird_feathers.html。

Antivenoms 抗蛇毒血清

蛇與蜘蛛咬傷在各國皆十分普遍，澳洲以每年三千件案例居冠(Queensland Museum 2004)。世界上毒性最強的幾種蛇類都生長在澳洲。被蛇咬傷後，正確的鑑定出蛇種才能確保能使用適合的抗蛇毒血清。利用物種出現資料，除可判斷需備有哪些抗蛇毒血清，也能藉由地理篩檢(geographic sifting)加速蛇種的鑑定。不單就醫療健康的角度而言，對成本的控制也同等重要。一劑的綜合多價抗蛇毒血清(polyvalent antivenom)（混合多種抗蛇毒血清）在澳洲要價澳幣 1600 元，反之一劑的單一抗蛇毒血清只須澳幣 300 至 800 元(Queensland Museum 2004)。一名遭蛇咬傷的患者最多可能需要八劑的抗蛇毒血清，因此若能正確鑑定蛇種，將可省下大筆成本，也帶來相當大的健康助益。

舉例如下：

- 昆士蘭博物館抗蛇毒血清計畫
<http://www.qmuseum.qld.gov.au/features/snakes/saving.asp>。

Parasitology 寄生生物學

作為環境的組成分子，寄生蟲的重要性愈益突出，也是演化學研究很好的模型(Brooks and Hoberg 2001)。寄生蟲是人類、家畜及特有野生生物疾病的傳染媒介，對生態系的完整與穩定扮演不可或缺的角色(Brooks and Hoberg 2000)。寄生蟲樣本以往多為私人藏品，研究人員不易取得(Hoberg 2002)，但有了 GBIF 平台這樣的流通系統後，情況開始改觀。在瞭解環境變遷與人為影響對寄生蟲及病原體散佈狀況的影響時，這些標本資料可作為歷史及時間上的基準(Hoberg 2002)。

舉例如下：

- 美國國家寄生蟲採集站(USNPC, The United States National Parasite Collection)為系統學、分類學、診斷、生態及流行病學研究提供了主要的資料來源
<http://www.anri.barc.usda.gov/bnpcu/>；
- 齒齒類動物的分布用以研究寄生蟲病的感染源與媒介，其中包括萊姆症(Lyme disease)的研究。萊姆症是一種寄生蟲病，經由蟲子叮咬傳染到人類身上。另外也研究了非洲與多乳頭小鼠(multimammate rat)有關的拉薩熱(Lassa fever)、阿根廷及智利各型的漢他病毒(hanta viruses) (Mills and Childs 1998)
<http://www.cdc.gov/ncidod/eid/vol4no4/mills.htm>；
- 寄生蟲用於演化生物學的研究(Dimigian 1999)
http://www.baylorhealth.edu/proceedings/12_3/12_3_dimijian.html；
- 阿米巴痢疾之流行病學研究：以分類學解決千古難題
http://www.bionet-intl.org/case_studies/case1.htm。

Safer Herbal Products 更安全的植物性產品

越來越多的草藥可在藥房或保健用品店買到，因此須小心監測檢驗藥品的安全及純度。對此，植物的地理分布資訊極為重要。

舉例如下：

- 中草藥的鑑定有助於更安全藥品的販賣
http://www.bionet-intl.org/case_studies/case3.htm；
- 草藥的檢驗與標準化
<http://www.frlht-india.org/html/lab.htm#testingmedicines>。

Bioprospecting 生物探勘

生物探勘旨在搜尋、鑑定具潛在經濟價值的動植物，以應用於藥物開發、食物及其他未開發用途。生物探勘需借助自然史藏品中的物種分布資料，透過分類及親緣關係研究來選定探勘地點與可能物種(Page *et al.* 2004)。

Pharmaceuticals 藥品

幾世紀來，動植物一直是醫療用品的原料，直至今日仍是世上許多藥品的基本成分。原始物種資料可用以鑑定常用藥品原料物種的相關種，找出其分布地及類似物種，做進一步試驗。

舉例如下：

- 哥斯大黎加的國家生物多樣性研究院(Inbio, National Biodiversity Institute)是該國森林藥用生物探勘主要推手(Janzen *et al.* 1993) <<http://www.inbio.ac.cr/en/>>；
- 天然產品研究—以新式化學觀點論非洲昆蟲植物交互作用與節肢動物毒液(Iwu 1996；Torto & Hassanali 1997；Weiss and Eisner 1998)；
- 植物製藥（生物科技資訊委員會 Council for Biotechnology Information）<<http://whybiotech.ca/canada-english.asp?id=3352>>；
- 巴西 FAPESP-Biota 計畫為開發化學及藥學產品，資助探究大西洋雨林及疏林莽原植物<<http://www.biota.org.br/projeto/index?show+229>>；
- 亞馬遜雨林是現今與未來藥材來源地<<http://www.rain-tree.com/>>；
- 螞蟻作為藥物來源 (Majer *et al.* 2004)；
- 植物醫藥：產品、科技及應用
<http://bcc.ecnext.com/coms2/summary_0002_001960_000000_000000_0002_1>；
- 炭角菌科(Xylariaceae)之化學分類(Chemotaxonomy)利用生物探勘取得菌種之資訊
<<http://pyrenomycetes.free.fr/xylariaceous/keydir/chemotaxonomy.htm>>；
- 利用聚合酵素連鎖反應(PCR)篩檢出真菌中的活性成分(Stadler and Hellwig 2005)；
- 澳洲為尋找藥材對軟體動物進行的化學探勘可研究作為生態保育工具(Benkendorff 1999) <<http://www.library.uow.edu.au/adt-NWU/public/adt-NWU20011204.154039>>；
- 生物多樣性產物的開採可與深海採礦共同進行
<<http://www.theworx.com/deepsea/mining.html>>；
- 草藥<http://hcd2.bupa.co.uk/fact_sheets/html/herbal_medicine.html>。

Forensics 鑑識

物種出現原始資料是鑑識研究的資料來源。鑑識科學的步驟仰賴精確的生物鑑定及確切的分布資訊(Page *et al.* 2004)，而自然史博物館的藏品中，含有大量的DNA資料，可應用於建檔與定位等工作。

Gene Fragments 基因片段

鑑定DNA基因片段，並與博物館或原始物種資料庫中的資料比對。

舉例如下：

- 基因片段用於追緝犀牛盜獵者時，可運用中藥粉或葉門彎刀等製品中的「基因標誌」(genetic signature)。基因片段不只能用來鑑定物種，也能判定犀牛角是從何處的野生動物保育區而來。(New Scientist 2411, 2003)
<http://www.newscientist.com/article.ns?id=mg17924110.700>；
- 狗兒血跡做為呈堂證供、兇手與強暴犯定罪
http://www-ucdmag.ucdavis.edu/sp02/feature_2.html；
- 氣喘吸入劑上的DNA分析用以判定賽馬被餵以增強體能禁藥
http://www-ucdmag.ucdavis.edu/sp02/feature_2.html；
- DNA鑑定樣本證實，紐西蘭卡娃島(Kawau Island)上外來的塔馬爾沙袋鼠(tammar wallaby)幾乎可確定為1900年代南澳大陸消失的一種沙袋鼠亞種後代。
- DNA證據常用作瀕危物種非法買賣之定罪<http://genetics.nbii.gov/forensics.html>；
- DNA用以鑑定出運送至美國境內的走私肉品為紅疣猴肉(Nash 2001)。

Plant material 植物

與瀕危物種有關的案件常牽涉植物材質的鑑定以及植物標本館資料的使用，如鑑定地毯的植物素材、判定犯罪地點等。衣服上沾勾的禾本與草本植物可用以追蹤罪犯的活動或非法進口物品的來源。而確切的植物地點與分類資料，須與已知物種比較，方能得知。

舉例如下：

- 追蹤盜獵者時，可利用質譜儀測定犀牛角中碳12與碳13的比例及氮14與氮15的比例，以鑑定犀牛物種。該比例依犀牛飲食各有不同，也能測出牛角來自白犀牛（吃草本植物）亦或是黑犀牛（吃禾本或木本植物）。而利用光學放射光譜(optical emission spectrometer)可測得常見的微量元素如鐵、銅之比例，以判定來源地。(New Scientist 2411, 2003)<http://www.newscientist.com/article.ns?id=mg17924110.700>；

- 植材，包括大麻菸的鑑定常用於法庭鑑識；
- 兇案現場或嫌疑犯車內找到的葉子及果實有助於定罪
<http://www.sfu.ca/biology/faculty/mathewes/>；
- 受害者腸道內的植物殘餘物有助於兇殺案的調查(Norris and Bock 2001)；
- 植材的鑑定對破案極為重要(Lane *et al.* 1990)。

Pollen 花粉

花粉是法醫孢粉學(forensic palynology)鑑定的重要資源。法醫孢粉學研究花粉及粉狀礦物質，鑑定花粉及礦物粉種類及位置，可判定屍體或其他物品曾經在某段時間處在某地。

舉例如下：

- 瑞典自然史博物館藏有來自各國不同植物的 25000 個花粉標本切片
<http://www.nrm.se/pl/samling.html.en>；
- 環境檔案(environmental profiling)及法醫孢粉學的背景知識與利用(Wiltshire 2001)
http://www.bahid.org/docs/NCF_Env%20Prof.html；
- 第一宗利用花粉分析將犯人定罪的案件發生於澳洲 1959 年。警方利用嫌疑犯靴子沾黏泥土中的花粉判定屍體的埋藏地點。
<http://www-saps.plantsci.cam.ac.uk/osmos/os23.htm>；
- 在一樁案件中，警方利用花粉追蹤被竊的波斯毯來源，惜因缺乏足夠的伊朗物種出現資料供比較，無法將嫌犯定罪 (Bryant and Mildenhall 2004)
<http://www.crimeandclues.com/pollen.htm>。

Insects 昆蟲

法醫昆蟲學(forensic entomology)應用廣泛，可判定受害死後間隔時間(PMI, Post-mortem Interval)、死後屍體是否遭挪動、利用屍體中的蛆偵測體內毒物及化學藥劑、追蹤車輛蹤跡，市政府及衛生單位也可以（利用蒼蠅與較小的蒼蠅）判定蟲害孳生來源。

舉例如下：

- 法醫昆蟲學用途
http://www.expertlaw.com/library/attyarticles/forensic_entomology.html；
- 昆蟲在刑事偵查的功用<http://www.forensic-entomology.com/>；
- 美國法醫昆蟲學會 (The American Board of Forensic Entomology)
<http://www.missouri.edu/~agwww/entomology/>；
- 鞘翅目昆蟲對法醫昆蟲學的貢獻<http://www.beetlelady.com/hister.html>；

- 正確的昆蟲及節肢動物分類鑑定可為死亡時間及地點提供重要線索
[<http://www.bionet-intl.org/case_studies/case24.htm>](http://www.bionet-intl.org/case_studies/case24.htm)
- 以昆蟲來判定死亡時間
[<http://www.absoluteastronomy.com/encyclopedia/F/Fo/Forensic_entomology.htm>](http://www.absoluteastronomy.com/encyclopedia/F/Fo/Forensic_entomology.htm) ；
- 屍體中的蛆用以判定死亡時間及偵測體內毒物及化學藥劑
[<http://www.benecke.com/suntel.html>](http://www.benecke.com/suntel.html) 。

Bird and Mammal Strikes 鳥與哺乳動物撞擊

鳥擊是飛安的一大威脅（美國鳥擊委員會
[<http://www.birdstrike.org/events/signif.htm>](http://www.birdstrike.org/events/signif.htm)），鑑定這些鳥類能夠預防鳥擊事故的發生，物種出現資料更是重要的輔助工具。而哺乳動物撞擊事件（如大型動物撞上火車或交通工具等）在某些地區也是一大問題。

舉例如下：

- 史密遜研究院鳥類鑑定(Dove *et al.* 2003)
[<http://wildlife.pr.erau.edu/BirdIdentification.htm>](http://wildlife.pr.erau.edu/BirdIdentification.htm) ；
- 加拿大環境署鳥類/野生動物撞擊報告資料庫(Bird/Wildlife Strike Report Database, Environment Canada) [<http://www.tc.gc.ca/aviation/applications/birds/en/default.asp>](http://www.tc.gc.ca/aviation/applications/birds/en/default.asp) ；
- 國際鳥擊委員會鳥擊連結(Bird Strike Links from the International Bird Strike Committee)
[<http://www.int-birdstrike.com/links.html>](http://www.int-birdstrike.com/links.html) ；
- 德國鳥擊委員會(German Bird Strike Committee)(包含 BIRDTAM)
[\(<http://web.tiscali.it/birdstrike/> \)](http://web.tiscali.it/birdstrike/) ；
- 鳥類屍體鑑定系統(BRIS, Bird Remains Identification System) (阿姆斯特丹動物博物館 Zoological Museum, Amsterdam)
[<http://www.christ-media.de/cgi-bin/auswahl.cgi?basket=180757&wahl=__2454629>](http://www.christ-media.de/cgi-bin/auswahl.cgi?basket=180757&wahl=__2454629) ；
- 鳥擊影響及鳥擊資訊系統(IBIS) [<http://www.icao.int/icao/en/jr/5308_ar1.htm>](http://www.icao.int/icao/en/jr/5308_ar1.htm) 。

Border Control and Wildlife Trade

邊境管制及野生生物貿易

野生動物貿易是個相當大的產業，卻也常引來非法走私。邊境管制主要防制項目為疾病傳播、瀕危物種等非法生物貿易、象牙等瀕危物種產品貿易、木製品或藥品中無意攜帶的害蟲等。邊境管制人員利用物種出現資料、鑑定工具及方法查緝非法貿易及非法進口物品，並判定其物種來源。

Border Controls and Customs 邊境管制及海關

海關人員若缺乏良好的鑑定工具，無法取得物種出現原始資料，便難以知悉非法貿易的生物種類與受禁止出入境的有害生物等。

CITES 濕危野生動植物種國際貿易公約

瀕危野生動植物種國際貿易公約(CITES, The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) (<http://www.cites.org/>) 旨在確保國際間的野生動植物貿易不會影響到其生存。但名單上的物種繁多，海關人員很難辨認出瀕危物種，尤其若貿易公約名單上的物種已製成成品或食物，更為艱難。

舉例如下：

- 澳洲海關查扣非法熊製品<<http://forests.org/articles/reader.asp?linkid=32880>>；
- 聯邦官員鎖定非法鳥類貿易
<<http://www.internationalparrotletsociety.org/smuggle.html>>；
- 蘭花及野生植物非法貿易 (Cites World No 9, July 2002)
<<http://www.cites.org/eng/news/world/9.pdf>>；
- 香港非法載運 9300 隻活海龜(Traffic Bulletin vol. 19 2002)
<<http://www.traffic.org/bulletin/Nov2002/seizures3.html>>；
- 濕危野生動植物種國際貿易公約鑑定工具及指南
<http://www.cites.ec.gc.ca/eng/sct5/sct5_1_e.cfm>；
- 西藏藏羚羊絨貿易管制
<<http://www.met.police.uk/wildlife/new%20site%20docs/docs/shah.htm>>。

Illegal Fishing 非法捕魚

非法捕魚是許多濱海國家的重大議題。漁獲中，有許多是 CITES 物種，也有些不是。

舉例如下：

- 厄瓜多查緝非法加拉巴戈群島(Galápagos Island)鯊魚鰭
<http://www.planetark.com/dailynewsstory.cfm/newsid/22244/newsDate/16-Sep-2003/story.htm>；
- 非法捕魚危害加拉巴戈群島(Galápagos Island)水質
http://news.nationalgeographic.com/news/2004/03/0312_040312_TVgalapagos.html；
- 非法捕魚持續擴張（聯合國農糧組織）
<http://www.fao.org/newsroom/en/focus/2004/47127/>。

Drugs 毒品

毒品查緝是邊境管制人員另一項主要工作。原始物種資料可用於鑑定毒品及相關製品。

舉例如下：

- 印度官方建構了印度藥用植物資料庫及貿易來做為植物藥物的物種
<http://www.frlht-india.org/html/crg.htm>；
- 瀕危藥用植物物種出口管制—需要有精確的科學方法 (Ved 1998)
<http://www.ias.ac.in/currsci/aug/articles8.htm>。

Quarantine 檢疫

Pests and Diseases 害蟲與疾病

疾病與害蟲的輸入對農業及一般大眾而言，都是相當重要的議題，而邊境管制人員可能常會有判定害蟲與疾病的問題。

舉例如下：

- 「分類資源網絡的流通對美國邊境的農業、林業或醫學害蟲攔截助益甚大」(Page *et al.* 2004)；
- 線蟲危及美國農民 <http://www.hqusareur.army.mil/opm/aug04.htm> 及墨西哥胡桃
http://southwestfarmpress.com/mag/farming_nematodes_threaten_new/；
- 「拜託，別隨身夾帶害蟲和疾病到澳洲」
http://www.aust-immig-book.com.au/in_quarantine.html；
- 澳洲植物害蟲資料庫(Australian Plant Pest Database) <http://appd.cmis.csiro.au/>；

- 在奈米比亞，果蠅的鑑定使得雙邊貿易更有效率
<http://www.bionet-intl.org/case_studies/case6.htm>。

***Imported pets* 寵物入境**

人口的遷移意味著寵物也跟著出入境，因此檢疫當局須注意非法進口及疾病問題。

Wildlife Trade 野生動物交易

並非所有的野生動物交易都是非法的，出入境許可的管制須要瞭解交易的動物種類，因此需要物種出現原始資料。

舉例如下：

- 澳洲野生動物交易與保育<<http://www.deh.gov.au/biodiversity/trade-use/index.html>>；
- 圭亞那世界自然基金會（WWF）的野生動物保育計畫與野生生物出口商及地方政府合作，確保野生生物貿易依最完善的科學知識適切管理。發行新版野生生物鑑定手冊。http://www.wwfguianas.org/Wildlife_IDman.htm；
- 海馬交易—鑑定手冊 <<http://www.worldwildlife.org/trade/seahorses.cfm>>；
- 歐盟面臨野生動植物需求的挑戰<http://www.traffic.org/news/enlarge_european.html>。

Education and Public Outreach 教育與公共服務

物種出現原始資料經常用於各級教育及公共服務。

School level education 學校教育

各級學校若能與博物館整合，並參與校級生物多樣性資料計畫，必定受益良多。

舉例如下：

- 博物館與學校合作計畫（博士論文）(Museum School Partnership program) (King 1998)
[<http://home.iag.net/~ksking/muslearn.html>](http://home.iag.net/~ksking/muslearn.html)；
- GLOBE 計畫—實作教育及科學計畫[<http://www.globe.gov/globe_flash.html>](http://www.globe.gov/globe_flash.html)；
- 澳洲的水質看守計畫(Waterwatch program)由博物館、政府、學校與社區通力合作，評估該區濕地生物多樣性及棲地環境[<http://www.waterwatch.org.au>](http://www.waterwatch.org.au)；
- 倫敦自然歷史博物館舉辦了許多教育活動—探索生物多樣性
[<http://internt.nhm.ac.uk/eb/messages/probbrowser.shtml>](http://internt.nhm.ac.uk/eb/messages/probbrowser.shtml)；
- 美國的國家動物園生物多樣性監測計畫與學童合作，調查監測地區的生物多樣性
[<http://nationalzoo.si.edu/Publications/PressMaterials/BMPSchoolProjects.cfm>](http://nationalzoo.si.edu/Publications/PressMaterials/BMPSchoolProjects.cfm)；
- 匈牙利的「蟾蜍行動小組」(Toad Action Group)在學童的協助下監測兩棲類動物
[<http://www.virtualfoundation.org/publicboard/display.cgi?_Hungarian_amphibian_biodiversity_monitoring_EPCE_Hungary+archive>](http://www.virtualfoundation.org/publicboard/display.cgi?_Hungarian_amphibian_biodiversity_monitoring_EPCE_Hungary+archive)；
- 英國「鍬形蟲生物多樣性行動小組」(Stag Beetle Biodiversity Action Plan)讓學校參與紀錄及繪製國內鍬形蟲分布區域的記錄
[<http://www.lbp.org.uk/03action_pages/ac30_comms8.html>](http://www.lbp.org.uk/03action_pages/ac30_comms8.html)；
- 兒童的生物多樣性—教師錦囊
[<http://www.bookshop.nsw.gov.au/pubdetails.jsp?publication=3403>](http://www.bookshop.nsw.gov.au/pubdetails.jsp?publication=3403)。

University level education 大學教育

大學是孕育出生物多樣性專家的殿堂，絕大多數的大學也設有博物館及植物標本館，並在許多課程中收集物種出現資料。

舉例如下：

- 杜克大學舉辦了大學生暑期研習：利用生物資訊及親緣關係研究植物與菌類之生物多樣性 <http://www.biology.duke.edu/reu/>

- 中國科學院西雙版納熱帶植物園與各國大學合作，在亞洲舉辦研究生訓練課程。
<http://www.xtbg.ac.cn/english/PDF/gsxtbg.pdf>

Training of Parataxonomists 副分類學家培育

訓練當地人成為副分類學家，須要大量的原始物種資料，包含種名、分布地的資訊，也常須完善的影像資料庫。

舉例如下：

- 哥斯大黎加的國家生物多樣性研究院(Inbio)訓練副分類學家，讓他們在 Guanacaste 保育區工作 (Janzen *et al.* 1993, Janzen 1998)；
- 巴布亞紐幾內亞及蓋亞那利用 Madang 地區的昆蟲訓練當地原住民 (Basset *et al.* 2000)；
- 夏威夷主教博物館利用昆蟲標本處理過程來培訓副分類學家
<<http://www.bishopmuseum.org/research/natsci/guyana/LOGGING4.HTM>>；
- 「巴西授粉昆蟲組織」(Brazilian Pollinators Initiative)
<<http://www.mma.gov.br/port/sbf/chm/doc/pollinas.pdf>>；
- 分類工具方讓非專業人士能夠快速解決問題
<http://www.bionet-intl.org/case_studies/case5.htm>。

Public awareness 公共意識

隨著在地環境意識愈益高漲，大眾參與度也逐漸提高（參見下面「公共參與計畫」），許多組織開始試著讓民眾更容易瞭解自然環境及環境的組成。這樣的工作可以很簡單，例如出版指南書，教導一般人如何辨別花園中的鳥類，或透過更詳盡的環境描述，讓大眾更深入認識週遭環境。

舉例如下：

- 全國生物多樣性網絡(NBN, The National Biodiversity Network) 旨在便利大眾認識自然環境<<http://www.nbn.org.uk/>>；
- 北澳蛙類資料庫系統(The North Australian Frogs Database System, Frogwatch) 提供北領地大眾蛙類、蔗蟾、蛙疾的資訊<<http://www.frogwatch.org.au/>>；
- 烏茲別克生物多樣性全國政策及保育行動計畫(The Biodiversity Conservation National Strategy and Action Plan of Uzbekistan)旨在提升大眾對生物多樣性的瞭解<http://bpsp-neca.brim.ac.cn/books/actpln_uzbek/>。

Books and materials 書籍及資料

無論是動植物指南書、海報、螢幕保護程式或日曆，這些書籍與資料的出版都可提升大眾對生物多樣性的意識。物種出現原始資料對這些素材的出版舉足輕重。

舉例如下：

- 澳洲哺乳動物海報 <<http://www.bookshop.nsw.gov.au/pubdetails.jsp?publication=492>>；
- 世界魚類海報 <<http://www.fishposters.com/index.html>>；
- 動物海報 <<http://www.realtime.net/~raintree/gallery/posters.htm>>；
- 動物螢幕保護程式 <<http://www.tnpsc.com/ssaver/animals.htm>>；
- 西澳自然螢幕保護程式 <<http://www.calm.wa.gov.au/screensavers/>>；
- 非洲野生動物月曆 <<http://www.wildlife-pictures-online.com/wildlife-shopping-1.html>>；
- Lifemapper 螢幕保護程式製作分布圖
<<http://www.npaci.edu/online/v6.14/lifemapper.html>>。

Museum displays 博物館展覽

博物館展覽是大眾教育及公眾意識最主要的來源，近年來，博物館積極地扮演教育者的角色，而物種出現原始資料對展覽的建構亦扮演吃重的角色。

舉例如下：

- 早在 1995 年，芝加哥田野博物館(Field Museum)即瞭解到將科學研究中的藏品記錄數位化的好處。博物館結合影音、書面資料與影像，讓大眾在電腦前就能夠瀏覽不同博物館的展覽，思考不同於以往的解釋(Cohn 1995)；
- 北卡羅萊那自然博物館與科學中心(North Carolina Nature Museums and Science Centers) <<http://www.unc.edu/depts/cmse/museums.html>>；
- 澳洲博物館「展覽資訊」<<http://www.austmus.gov.au/visiting/whatson/>>。

Image Databases 影像資料庫

在虛擬參考諮詢系統及線上生物多樣性鑑定工具的建構中，影像資料庫是非常珍貴的資料來源(Oliver *et al.* 222)。舉例來說，分隔兩地的副分類學家只要連結至線上昆蟲影像參考資料檢索系統，即可同時進行物種鑑定，減少珍貴的模式標本在運送過程中受損的機率(Oliver *et al.* 2000)。

舉例如下：

- 雪梨麥克里大學(Macquarie University)以高解析的 HD 影像建構線上無脊椎動物鑑定網絡(Oliver *et al.* 2000)；

- 澳洲植物影像資料庫(Australian Plant Image Database)
<http://www.anbg.gov.au/anbg/index-photo.html>；
- 紐約植物園模式標本影像<<http://sciweb.nybg.org/science2/hcol/vasc/index.asp>>；
- 啄木鳥影像與叫聲
http://www.infochembio.ethz.ch/links/en/zool_voegel_spechte.html；
- 線上自然史影像藏品<<http://www.ucmp.berkeley.edu/collections/otherother.html>>；
- 直翅類昆蟲物種線上資料(DORSA, Digital Orthoptera Specimen Access)
<http://www.dorsa.de/>；
- 澳洲鳥類影像庫(Australasian Bird Image Database) <<http://www.aviceda.org/abid/>>；
- 巴西生物多樣性影像(Imagens da Biodiversidade Brasileira)
<http://imagem.cria.org.br/>；
- 線上花譜(Digital Florilegium)是 New Endeavour 計畫的一環
<http://www.invisible-consulting.com/endeavour/flora.php>；
- Google 圖片<<http://www.google.com>>。

Public Participation Programs 公共參與計畫

號召公共參與的保育計畫日益普遍，內容除協助管理集水流域，以利保育、用水與生產，也包含社區荒廢地種植及社區保育工作評估。

舉例如下：

- 非洲 Calabash 計畫旨在提昇大眾參與，一同進行南非生態的環境評估
<http://www.sarpn.org.za/documents/d0000772/index.php>；
- 環境法律協會(Environment Law Institute)的「美洲環境計畫」(Inter-American Environment Program)支持鼓勵大眾參與，以保護阿根廷地景景觀及保育墨西哥社區土地 <<http://www2.eli.org/research/interamerican2.htm>>；
- 澳洲聯邦政府資助社區組織在荒廢地或侵蝕地種樹，開闢野生生物廊道等。原始生物多樣性資料用於選擇適當的植物及栽種地點<<http://www.landcareaustralia.com.au>>；
- 在澳洲的「集水區整合管理計畫」(Integrated Catchment Management Plan)中，社區團體與州政府及聯邦政府密切合作，策畫並實行資源管理計畫，管理包括水及生物多樣性在內的資源，並在資源管理與農業生產間找尋平衡點
<http://www.dlwc.nsw.gov.au/community/index.html>；
- 美國康乃狄克生物多樣性普查計畫(BioBlitz)，科學家與社區團體合作，舉行密集的周末活動，進行地區快速生物多樣性評估 (Lundmark 2003)
<http://www.mnh.uconn.edu/BioBlitz/>；

- 英國自然歷史博物館木蝨(Walking with Woodlice)計畫結合學校、地區社團與個人，對英國木蝨進行調查<<http://www.nhm.ac.uk/interactive/woodlice/biodiversity.html>>；
- 美國鋁業公司「青蛙守望計畫」(Alcoa Frogwatch Program)旨在號召各年齡層的大眾，積極協助提升大尺度青蛙棲地品質<<http://frogs.org.au/frogwatch/>>；
- 整體集水區管理—大眾參與<<http://www.dlwc.nsw.gov.au/community/index.html>>；
- 全國生物多樣性網絡地方記錄中心<<http://www.nbn-nfbr.org.uk/nfbr.php>>。

Tree of Life 生命樹

生命樹及其他類似的作品提供了地球上生物多樣性、生物歷史及特徵的資訊。

舉例如下：

- 生命樹 (Tree of Life) <<http://tolweb.org/tree/phylogeny.html>>；
- 雙翅目物種 (Diptera species pages) <<http://www.diptera.org>>。

Ecotourism 生態旅遊

生態旅遊快速地成為許多生物多樣性資源豐富國家最大的收入來源。由於生態旅遊在環境保育、永續發展及生物多樣性的維持上扮演的重要角色，聯合國環境規劃署(UNEP)對此高度關注(<http://www.uneptie.org/pc/tourism/ecotourism/home.htm>)。要建立完善的生態旅遊計畫，須參考物種出現原始資料，以出版旅遊指南、摺頁及各類資訊，協助各國選定適合的生態旅遊點。

Valuing Ecotourism 生態旅遊評估

生態旅遊所面臨的遭遇的壓力是，生物多樣性、保育工作及生態旅遊價值是否能夠取代密集開發與消耗自然資源。事實上在許多生態旅遊計畫中，生態旅遊與生產行為並不相悖。

舉例如下：

- 生態旅遊評估樹狀圖<<http://www.nuevomundotravel.com/nuevomundo.php?c=129>>；
- 評估墨西哥塔拉休瑪拉山區(Sierra Tarahumara)生態旅遊價值<http://www.srs.fs.usda.gov/econ/research/std43_8.htm>；
- 評估生態旅遊作為生態系服務之價值（美國自然保育協會 The Nature Conservancy）<http://nature.org/event/wpc/files/drumm_presentation.pdf>；
- 生態旅遊經濟學：從經濟觀點談加拉巴戈島 (Taylor *et al.* 2002)<http://www.reap.ucdavis.edu/working_papers/jet-galapagos.pdf>。

Training Guides and Operators 解說員及經營者訓練

在了解生物多樣性知識上，解說員及旅遊從業人員的訓練主要亦是仰賴物種出現原始資料。參考資料通常由管理站製作保管，由導遊攜帶，其中鑑定工作與訓練過程皆須借助原始物種資料。

舉例如下：

- 澳洲之生態旅遊認證<http://www.ecotourism.org.au/eco_certification.asp>；
- 生態旅遊認證工作坊<<http://www.planeta.com/ecotravel/tour/certification.html>>；
- 給保護區管理者的生態旅遊訓練手冊 (Strasdas 2002)；
- 社區旅遊訓練手冊 (Inwent Zschortau, Leipzig, Germany) (Hausler and Strasdas 2003)。

Guide Books 旅遊指南

旅遊指南、摺頁及各類資訊的出版是生態旅遊不可或缺的一部份，而如同先前所述，旅遊指南的製作有賴物種出現資料的輔助。

舉例如下：

- 許多書局或線上旅遊指南都有生態旅遊部門；
- 巴拿馬鳥類指南(A Guide to the Birds of Panama) (Ridgely and Gwynne 1989)；
- 哥斯大黎加國家公園及保育區：旅遊指南(Franke 1999)。

Gardens, Zoos, Aquariums, Museums and Wildlife Parks

花園、動物園、水族館、博物館與野生動物園

植物園、動物園、水族館、野生動物園及博物館都是生態旅遊中的一環。舉例來說，許多水族館裡都有水底觀景區與大海相連，大多數的植物園、動物園、野生動物園展出當地的動植物，博物館通常也有大量的自然史藏品展示。這些機構多半具有教育意義，因此展品的標示資訊，包括生物名與分布地區等，需要有品質良好的資料才能準備與維護。

舉例如下：

- 蒙特利海灣水族館(Monterey Bay Aquarium) <<http://www.mbaqaq.org/>>；
- 南非國家植物園(Kirstenbosch National Botanical Garden)
<<http://www.nbi.ac.za/frames/kirstfram.htm>>；
- 新加坡裕廊飛禽公園(Jurong Bird Park, Singapore)
<<http://www.birdpark.com.sg/Main/>>；
- 紐澤西動物園及杜瑞爾保育基金(Jersey Zoo and Durrell Wildlife Conservation Trust)
<<http://www.durrellwildlife.org/>>；
- 史密遜國立自然歷史博物館(Smithsonian National Museum of Natural History)
<<http://www.mnh.si.edu/>>；
- 虛擬圖書館：各國博物館 <<http://vlmp.museophile.org/world.html>>。

Art and History 藝術與歷史

對於生物多樣性的瞭解及保育而言，藝術是不可分割的一環。早期許多科學探勘中，都有藝術家隨行記錄生物多樣性。現在的藝術家仍繼續描繪大自然的景色，也會去瞭解畫中生物的名稱及生長地點。歷史亦運用了物種出現原始資料。以前的探險家也是自然史學家，會搜集生物多樣性標本。一兩百年後，許多研究人員試圖追溯這些探險家的腳步，而物種出現資料便是他們最重要的資料庫。

History of Science—Tracking Explorers and Collector

科學史—追隨探險家及收藏家的腳步

無論是早期或現代的探險家與科學家，都為自然史藏品儲存了證據標本。「這些標本記錄了幾世紀以來探險家及科學家的方向與目標，是歷史資料獨特且無以取代的來源。」(Page *et al.* 2004)。隨著藏品的年代增長，其蒐集年份變得愈益重要(Winker 2004)。

舉例如下：

- 大自然的探索家(Nature's Investigator)：布朗(Robert Brown) 1801-1805 澳洲日誌 (Vallance *et al.* 2001)；
- 利用墨西哥鳥類標本判定藏品模式(Peterson *et al.* 1998)；
- 新奮進號計畫(New Endeavour) 重新造訪了庫克船長乘著奮進號(HMS Endeavour)曾經登陸的土地 (1768-1771) <http://www.invisible-consulting.com/endeavour/>；
- 澳洲植物分類學史(Short 1990)；
- 巴西植物採集者(Koch 2003) <http://splink.cria.org.br/collectors_db>；
- 路易斯與克拉克(Lewis and Clarke)的美洲探險 <<http://www.cr.nps.gov/nr/travel/lewisandclark/encounters.htm>>；
- 澳洲 1780 年代-1980 年代植物採集家及插畫家
- <<http://www.anbg.gov.au/bot-biog/index.html>>。

Art and Science 藝術及科學

如上所述，藝術在早期科學探險中扮演重要的角色。在沒有相機的情況下，繪畫是唯一能夠記錄動植物樣貌的方法。有些藝術家所繪的動植物極其精細，許多人認為這些畫作比現代的相片更為珍貴。

- 席尼帕金森(Sydney Parkinson) 是庫克 1768-1771 年南海探險隨行的藝術家。他畫過許多動物(<<http://pages.quicksilver.net.nz/jcr/~parkinson.html>>)、昆蟲(<<http://www.nhm.ac.uk/services/ibd/gfx/te/vod/17.jpg>>)、植物(<<http://internt.nhm.ac.uk/cgi-bin/perth/cook/>>)，並描繪了第一幅長頸鹿的素描<http://www.nhm.ac.uk/library/art/drawingconclusions/more/hibiscus_more_info.htm#collection>
- Ferdinand Bauer (1760-1826) 被視為史上最偉大的植物畫家(Bauer *et al.* 1976)<<http://nokomis.com.au/html/biography.html>>；
- 約翰古德(John Gould) 所繪的亞洲鳥類<<http://www.jadestonegallery.com/printgallery/gould/birdsofasia.htm>>；
- 世界之鳥—麥克朗博物館(McClung Museum)1997 特展<<http://mcclungmuseum.utk.edu/specex/birds/birds.htm>>；
- 中國藝術中的昆蟲世界：2001 年台灣故宮博物院昆蟲植物特展<<http://www.taiwanheadlines.gov.tw/20010816/20010814f2.html>>。

Indigenous Art 原住民藝術

原住民的藝術及手工藝品是其收入一大來源。越來越多的藝術家想要提供作品題材或手工藝品素材的資訊。

例子如：

- 結合科學與科技保育安地斯山脈及喜馬拉雅山，潛力無窮 (Camino 2002)<<http://www.mtnforum.org/resources/library/camia02a.htm>>；
- 美人蕉(*Canna indica*)常用於首飾<<http://waynesword.palomar.edu/pljune98.htm>>；
- 厄瓜多使用刺果蘇木 (Nickernuts, *Caesalpinia bonduc*)製作項鍊<<http://waynesword.palomar.edu/nicker.htm>>；
- 許多社會皆使用羽毛作為裝飾品，巴布亞紐幾內亞以天堂鳥羽毛即是一例(Frith and Beehler 1998)；
- 巴布亞紐幾內亞用山藥做面具<<http://www.artpacific.com/artifacts/nuguinea/yamwoodo.htm>>；
- 貝殼、羽毛、草繩及其他材料使用在原住民藝術中<http://www.lostworldarts.com/new_page_2.htm>；
- 安地斯山及喜馬拉雅山脈上羊毛的使用<<http://www.andeansoftware.com>>；
- 利用纖維製作蔓籃<<http://www.aotearoa.co.nz/flaxworks/>>；
- 以竹材及其他木材製成樂器<http://www.canne-et-bambou.com/eng/bamboo_flutes.htm>；

- 澳洲原住民作畫時以樹皮輔助<<http://www.aboriginalartonline.com/art/bark.html>>。

Stamps 郵票

許多現代國家都以生物多樣性作為郵票圖案，並印上學名及俗名，因此在製作過程中必須借重物種出現原始資料。

舉例如下：

- 澳洲郵票：叢林美食(Bush Tucker)
<http://www.auspost.com.au/philatelic/stamps/index.asp?link_id=2.608>；
- 郵票上的鳥類 Birds on stamps <<http://www.birdtheme.org/regions/region.html>>；
- 吉爾吉斯(Kyrgyzstan)的動物郵票 <<http://ecopage.freenet.kg/biodiversity/animals.html>>；
- 斐濟的郵票上常有植物、昆蟲及其他動物 and other animals
<http://www.stampsfiji.com/stamps/peregrine_falcon/index.html>。

Society and Politics 社會與政治

物種資料在社會與政治方面的功能，大多在涵蓋在其他主題下，但仍有一些用途須在此獨立說明。

Social Uses of Biodiversity 生物多樣性之社會應用

生物多樣性的問題是在人類族群的社會脈絡中，保育與人類生存的需求總處於衝突狀態。近來許多研究便是探討生物與人類社會文化的互動。

舉例如下：

- 特有鳥種豐富地區，也常是人口密度高、棲地快速流失地區。因此，訂定優先保育計畫時，必須將人口密度與成長率納入考量(Brooks 2001)；
- 另外，同樣重要且「既敏感又具爭議性的考量因素包括軍事衝突點、難民活動、伐木與採礦權、商品生產、叢林肉狩獵、毒品買賣」(Brooks 2001)；
- 巴西聖保羅的 Biota/FAPESP 計畫探討生物多樣性的社會層面
 - 其一研究環境地圖集以協助人類活動與生物多樣性的平衡
<http://www.biota.org.br/projeto/index?show+192>；
 - 其二檢視沿海居民為捕魚、器具或宗教用途所消耗的自然資源，研究自然資源使用及當地命名、村落生活及捕魚方式，及他們的生活對環境造成的影响。
<http://www.biota.org.br/projeto/index?show+226>；
- 激發歐洲社會研究的潛能，支持生物多樣性生態系管理(SoBio)（歐洲自然保育中心）<http://www.ecnc.nl/doc/ecnc/press/070404.html>；
- 清邁大學社會及環境研究部門<http://www.sea-user.org/>。

Anthropology and Language 人類學及語言

長久以來，人類學甚至生物學(Basset *et al.* 2000)便嘗試連結原住民的物種命名法與林奈氏的現代生物分類法。

舉例如下：

- 巴布亞紐幾內亞的研究將當地森林物種命名和種名作連結，以訓練當地人成為副分類學家與昆蟲採集家(Basset *et al.* 2000)；
- 原始物種資料用以比較靈長類的蛋白質
<http://www.bioquest.org/bioinformatics/module/tutorials/Anthropology/>；

- 植物物種資料用來判定食用物種，藉以追蹤遷移模式(Newton-Fisher 1999) <http://www.budongo.org/nen1000/reprints/NewtonFisher_1999_diet.pdf>。

Ethnobiology 民族生物學

實用動植物的地方知識(local knowledge)是三十多萬年來的知識累積，也是民族植物學家(Gómez-Pompa 2004)與民族動物學家研究的重心。如何結合地方知識與物種出現原始資料中的分布研究，亦是重要的研究領域。

舉例如下：

- 某些人類學研究探討動植物的療效、藥用與食用用途。
<<http://www.library.adelaide.edu.au/guide/soc/anthro/subj/med.html>>；
- 民族植物學實驗室(Laboratory of Ethnobotany)廣納上千食用及藥用物種之記錄
<<http://www.umma.lsa.umich.edu/ethnobotany/ethnobotany.html>>；
- Nuaulu 民族動物學(Nuaulu Ethnozoology)—坎特伯里肯特大學 Roy Allen 分類學源調查 http://lucy.ukc.ac.uk/csacpub/ellen_ch1.html；
- 澳洲洋槐：民族植物學與潛力作物(Lister *et al.* 1996)
<<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/v3-228.html>>；
- 鄒族民族動物學：毒魚<http://tk.agron.ntu.edu.tw/Segawa1/fishing_poison.htm>；
- 原住民、植物與動物(Native Peoples, Plants and Animals) <<http://www2.sfu.ca/halk-ethnobiology/>>；
- 吉力馬札羅山(Mt. Kilimanjaro)爬蟲類民族動物學研究
<<http://www.uni-bayreuth.de/departments/toek2/claudia/fEthnozoology.htm>>；
- 民族植物學：植物與人類互動(Ethnobotany: Plants and People Interacting)
<<http://maya.ucr.edu/pril/ethnobotany/Start.html>>。

Data Repatriation 資料歸還

生物多樣性公約(CBD, Convention on Biological Diversity)呼籲各國將資料歸還原產國。近年來，這樣的概念已從直接歸還博物館及植物標本館館藏的作法，轉變成藉由線上資料交換平台達到資料分享歸還的目的。

舉例如下：

- 與原產國資料交換報告(GBIF) <<http://www.gbif.org/Stories/STORY1079623109>>；
- 全球只有 0.8% 的甲蟲研究人員住在非洲，極少的模式標本藏於非洲 (Miller and Rogo 2001)；

- 倫敦自然歷史博物館在智利進行遺傳資源、利益分享及傳統知識的流通
http://www.darwin.gov.uk/news/projects/access_gen.html；
- 自然歷史博物館同時也致力於歸還屬於巴西巴伊亞地區植物相(Bahia)的標本館資料
<http://www.darwin.gov.uk/projects/details/7108.html>；
- 透過虛擬博物館促進資訊歸還及資料交換 (Whole Earth 2000 _
http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m0GER/is_2000_Fall/ai_66240384)；
- 墨西哥世界自然歷史藏品中央資料庫個案研究 (Navarro *et al.* 2003)
http://journals.eecs.qub.ac.uk/codata/Journal/Contents/1_1/1_1pdf/DS105.Pdf。

Biodiversity collecting 生物多樣性採集

在許多國家裡，保護區的設立或擴大往往造成科學家採集與生物多樣性研究上的困難。也因此，在採集新樣本受限的情況下，現有的物種出現資料更顯重要。

Recreational Activities 休閒遊憩

休閒遊憩是物種出現資料另一項用途。許多休閒活動或多或少都與生物多樣性有關，舉凡釣魚、狩獵、賞鳥、賞鯨、園藝、踏青及騎馬皆然。

Recreational fishing 閒釣

閒釣是個相當風行的產業。釣客自然想知道自己的釣到了什麼魚，以及魚出現的時間與地點等資訊，皆需依賴原始物種資料。

舉例如下：

- 澳洲西部的釣客希望要求保護棲地，以提升閒釣品質。
<http://www.recfishwest.org.au/PolicyFishHab.htm>；
- 大堡礁在規劃區域分劃時，36%的簽署來自於釣客。
http://www.gbrmpa.gov.au/corp_site/management/zoning/rap/rap/intro/recfish.html；
- 白俄羅斯的閒釣是生物多樣性衰退的主因
<http://www.iucn-ce.org.pl/documents/belarus.pdf>；
- 巴西上巴拉那河盆地的釣魚資源管理將閒釣列入考量
<http://www.unep.org/bpsp/Fisheries/Fisheries%20Case%20Studies/AGOSTINHO.pdf>。

Hunting 狩獵

和釣客一樣，獵人也想知道獵物的種類，以及動物出沒的時間地點。保育工作者也需要知道獵人捕獵的物種，在物種管理上方能列入考量。

舉例如下：

- 巴西聖保羅大西洋森林零碎地(Atlantic Forest Fragments)狩獵及生物多樣性
<http://www.wildlifetrust.org/huntipe.htm>；
- 狩獵造成的滅絕 <http://www.virtualglobe.org/en/info/env/04/diversity07.html>；
- 狩獵對紐西蘭特有物種的影響
<http://www.biodiversity.govt.nz/picture/biodiversity/state/hunting.html>；
- 北美洲狩獵遺產永續狩獵協議(The North American Hunting Heritage Accord plans for sustainable hunting) http://centralflyway.org/Hunting_Accord_Draft.html。

Photography and Film-making 攝影及製片

野生生物攝影是另一項依靠物種出現原始資料的活動，用以鑑定物種，判斷出沒地點。除了書籍、月曆、郵票、紀錄片等作品以外，攝影師也對線上藏品貢獻良多。

舉例如下：

- 北美洲自然攝影協會 (North American Nature Photography Association)
<http://www.nanpa.org/index.html>；
- 芬蘭自然攝影協會 (The Finnish Nature Photographers Association)
<http://www.luontokuva.org/>；
- 探索頻道(The Discovery Channel) <http://dsc.discovery.com/>；
- 自然及野生動物電影
http://www.dropbears.com/b/broughsbooks/movies/nature_wildlife.htm；
- 大衛艾登堡(David Attenborough)的影片
http://www.bbc.co.uk/nature/programmes/who/david_attenborough.shtml。

Gardening 園藝

園藝是很多人的興趣，而對許多園藝愛好者而言，辨別植物的能力是非常重要的。市面上有許多園藝相關的書籍及雜誌，這些書籍的資料來源皆是物種出現資料。現在有很多人投入有機園藝，正在尋覓可栽種物種。

舉例如下：

- 皇家園藝學會 (Royal Horticultural Society)
<http://www.rhs.org.uk/research/biodiversity/index.asp>；
- 生物多樣性園藝 (Gardening for Biodiversity)
<http://www.english-nature.org.uk/news/story.asp?ID=257>；
- 有機園藝書籍 http://supak.com/organic_gardening/organic.htm；
- 澳洲植物線上—栽種澳洲植物學會(Australian Plants online – Society for Growing Australian Plants) <http://farrer.riv.csu.edu.au/ASGAP/apoline.html>。

Bushwalking, Hiking and Trekking 踏青健行

郊外踏青健行是非常普遍的休閒活動，踏青的過程中，也讓人好奇路旁的動植物是什麼種類。

舉例如下：

- 新南威爾斯踏青 (Bushwalking in New South Wales)
<http://www.npansw.org.au/web/activities/bushwalking.htm>；

- 瓜地馬拉健行(Hiking in Guatemala)
<http://www.guatemalaventures.com/hiking_tours.htm>；
- 亞利桑那州東南部健行 (Hiking in Southeastern Arizona)
<<http://www.geo.arizona.edu/geophysics/students/tinker/SEhiking.html>>；
- 厄瓜多健行 (Trekking in Ecuador)
<http://www.surtrek.com/ecuador/adventuretours/trek_podocarpus.htm>；
- 紐西蘭健行 Tramping in New Zealand <<http://www.enzed.com/tramp.html>>。

Bird Observing 賞鳥

賞鳥是一項世界性的主要休閒活動，各地皆有許多賞鳥社團及賞鳥活動。賞鳥活動的樂趣在於能夠認出所見過的鳥類，也因此須參考利用物種出現原始資料編寫的鳥類指南及田野指南。

舉例如下：

- 賞鳥網(Birding.com) <<http://www.birding.com/>>；
- 美國奧杜邦學會(National Audubon Society) <<http://www.audubon.org/>>；
- 加拿大賞鳥(Birding in Canada) <<http://www.web-nat.com/bic/>>；
- 澳洲賞鳥(Birds Australia) <<http://www.birdsaustralia.com.au/>>；
- 非洲賞鳥(Birding Africa) <<http://www.birding-africa.com/>>。

Human Infrastructure Planning 基礎建設計畫

基礎建設的計畫—造路、電力管線、鐵路等—需利用物種出現資料以覓得最佳施工地點，並將環境傷害減到最低。

Risk Assessment 風險評估

在建造道路及公共設施前，須就財務及生態的觀點進行風險評估，以找尋最具成本效益的地點。公共用地的野草、有害植被的管理以及行道樹種的選定，在在都牽涉到風險評估與物種鑑定。

舉例如下：

- 公共路權(Rights-of-Way)選址、開發及管理之環境議題（電力研究中心）
[<http://www.epri.com/destinations/descriptions/57_row.pdf>](http://www.epri.com/destinations/descriptions/57_row.pdf)；
- 公用地有害野草及植被之管理—對人類及非目標物種之風險評估
[<http://www.fs.fed.us/r3/projects/ro/ea-noxiousweeds/ea-weedsappa.html>](http://www.fs.fed.us/r3/projects/ro/ea-noxiousweeds/ea-weedsappa.html)；
- 土地使用影響運輸成本(Litman 1995)
[<http://www.agenda21.ee/english/transport/landuse_costs_extern.pdf>](http://www.agenda21.ee/english/transport/landuse_costs_extern.pdf)；
- 善用完整的生物調查，可省下大筆道路維護費用
[<http://www.bionet-intl.org/case_studies/case19.htm>](http://www.bionet-intl.org/case_studies/case19.htm)。

Landscaping 造景

某些物種的樹根會嚴重損害房屋或汙水管。行道樹通常種在電力管線下方，一旦長得過高，除需花費大筆成本修剪，有些種類也可能造成人行道及路面破裂。除此之外，有些樹較無法承受暴風及龍捲風侵襲，而某些地區則必須選擇栽種省能節水的樹種。其他諸如鑑定樹種以在敏感地區種樹，或是從樹根判斷樹種的工作，皆可利用物種出現原始資料取得所需資訊。

舉例如下：

- 利用沙丘植被(dune vegetation)防止海岸沙丘侵蝕
[\(<http://www.epa.qld.gov.au/environmental_management/coast_and_oceans/beaches_and_dunes/coastal_dunes/>\)](http://www.epa.qld.gov.au/environmental_management/coast_and_oceans/beaches_and_dunes/coastal_dunes/)；
- 加州莫德斯度(Modesto)行道樹栽種之成本效益分析(McPherson 2003)；
- 造景省能源<<http://www.pioneerthinking.com/landscape.html>>；

- 樹根：漸趨嚴重的問題(South East Water Ltd, Melbourne, Australia)
<http://www.sewl.com.au/sewl/upload/document/treeroots.pdf>；
- 防風林(windbreak trees)經濟生物多樣性(Stace 1995)
<http://www.newcrops.uq.edu.au/acotanc/papers/stace.htm>；
- 美國密蘇里州防風林規劃
<http://muextension.missouri.edu/xplor/agguides/forestry/g05900.htm>；
- 物種不同，抵禦暴風的能力亦不同
http://www.plant.id.au/home/guide_view.aspx?id=15。

Wild Animals and Infrastructure 野生動物及基礎建設

野生動物的保護與基礎建設相互衝突的例子屢見不鮮：動物常在高速公路上遭撞死，鳥類捲進飛機引擎或風力渦輪發電機，水壩造成魚類無法迴游至上游產卵等。原始物種資料對物種行為與出沒地點的瞭解非常重要。

舉例如下：

- 加拿大環境署(Environment Canada)正努力減少野生動物公路意外
http://www.pc.gc.ca/pn-np/ab/banff/docs/routes/chap3/sec4/routes3d_e.asp；
- 美國生物通道計畫(The U.S Critter crossings)減少公路意外
<http://www.fhwa.dot.gov/environment/wildlifecrossings/index.htm>；
- 公用建築、風力發電機、及通訊塔對鳥類飛行之干擾(EPRI's Destinations 2005)
<http://www.epri.com/destinations/product.aspx?id=309>；
- 拆除水壩護鮭魚
<http://www.wildsalmon.org/library/lib-detail.cfm?docID=300>。

Building timbers 建築木材

無論是選用防蟻建材、鐵路枕木、造橋、圍籬或電線桿用木，都需針對適合的樹種先行研究。

舉例如下：

- 白蟻與房屋<http://www.ces.ncsu.edu/depts/ent/notes/Urban/termites/termites.htm>；
- 桉樹在澳洲用作傢俱、鐵路枕木、造橋及鋪地用
http://www.tpcvic.org.au/page_timber_info.htm；
- 澳洲電線桿木可用樹種<http://www.daleandmeyers.com.au/species.html>；
- 白蟻錯誤鑑定代價高http://www.bionet-intl.org/case_studies/case20.htm。

Aquatic and Marine Biodiversity 水生及海洋生物多樣性

前述主題幾已涵蓋水生及海洋生物多樣性，但仍有一些特有的生物多樣性系統需要特別的物種出現資料，在此獨立說明。

舉例如下：

- 海洋生物地理訊息系統(OBIS, Ocean Biogeographic Information System)
<http://www.coml.org/descrip/obis.htm>；
- 緬因灣生物地理訊息系統地圖集(GMBIS, Gulf of Maine Biogeographic Information System Atlas) <http://gmbis.marinebiodiversity.ca/aconw95/aconsripts/gmbis.html>；
- 河域水生保護區：保護物種、社群還是生態系作用？(Koehn 2003)
http://www.asfb.org.au/research/mp/jk_aq_prot_areas.htm；
- 海洋生物調查(Census of Marine Life)—「全球七十個國家的研究人員網絡共同參與的十年計劃，評估解釋海洋生物的多樣性、分布及物種豐富度—過去、現狀及展望」
<http://www.coml.org/coml.htm>。

Conclusion 結論

如同本文件所述，物種出現原始資料的用途無限，幾乎在地球各地觸及人類各層面的發展，從基本的食住，至教育、學習、娛樂及休閒皆然。我們對原始物種資料十分依賴，卻常渾然不覺。但若非這些資料，不管是存在博物館、植物標本館，賞鳥人士、大學、個人或企業的調查資料庫中，我們對生物多樣性的瞭解絕不會像今日之深，我們也會身處更艱鉅的存亡危機當中。

我們需要更善用這些資料以更瞭解生物多樣性，更認識我們的地球，如此我們才能減緩並監測環境的改變，改善、保育並永續利用我們賴以維生的資源，並更進一步培育訓練未來的世代，讓他們能感激並瞭解這些資料背後所代表的生物多樣性。

本文必定遺漏了許多物種資料的用途，也無法涵蓋所有的實例，但希望本文能夠以某種形式延續它的生命，才能時時更新，補充新的物種資料用途，而更新的工作，可能正是由資料的線上使用者所為。

Acknowledgements 致謝

本文能夠完成，當歸功於許多人的協助。首先感謝全球生物多樣性資訊機構(GBIF)資助此計畫，GBIF 的同仁尤其是 Larry Speers, Meredith Lane 與 Jim Edwards 提供了許多有用意見及珍貴的連絡資訊。許多人也毫不猶豫地貢獻了參考資料、出版品、資訊及建議，包括：Lee Belbin 塔斯曼尼亞候巴特澳洲南極資料中心）、Daniel R. Brooks（加拿大多倫多大學）、Vanderlei Perez Canhos、Dora A.L. Canhos 與同仁（巴西坎皮納斯環境資料中心CRIA）、Barry Chernoff（美國康乃狄克衛斯連大學）、Robert Colwell（美國康乃狄克大學）、Trevor James（英國國家生物多樣性網絡）、Carlos Joly（巴西坎皮納斯大學）、Ingrid Koch（巴西坎皮納斯環境資料中）、Scott Miller（美國華盛頓特區史密遜研究院）、Robert Morris（美國波士頓麻州大學）、A. Town Peterson（美國堪薩斯大學）、Daniel Roseau 及 Cameron Slatyer（澳洲坎培拉環境資產部）、Peter Shalk（荷蘭阿姆斯特丹分類鑑定專家中心 ETI）、Jorge Soberón Mainero（墨西哥國家保護生物多樣性委員會）、Jim Staley（美國西雅圖華盛頓大學）、Bob Bloomfield 及 Honor Gay（倫敦自然歷史博物館）、Antonio López Almirall（古巴自然歷史博物館）、Johann Breytenbach（南非夸祖魯納塔爾野生動物保護區）、Judy West 及 Greg Whibread（澳洲坎培拉植物生物多樣性研究中心）、Patricia Mergen（比利時全球生物多樣性資訊機構）、Anton Güntsch（德國柏林-達勒姆植物園及博物館）、Marc Stadler（德國伍柏塔拜耳保健股份公司）、Barbara Gemmel(Herren)(FAU, Rome, Italy) 與 Anna Weitzman（美國華盛頓特區史密遜研究院）。

最後，感謝澳洲南昆士蘭大學圖書館的工作人員，協助我取得了許多難得的出版品。

References 參考文獻

- Akeroyd, J. and P. Wyse-Jackson (comps.). 1995. *A handbook for botanic gardens on the reintroduction of plants to the wild*. London: Botanic Gardens & Conservation International. 31 pp.
- Alcorn, J.B. (ed.). 1993. *Papua New Guinea Conservation Needs Assessment*. Washington: Conservation International.
- Almeida, A.C., Maestri, R., Landsberg, J.J., Scolforo, J.R.S., 2003. Linking process-based and empirical forest models in Eucalyptus plantation in Brazil **in** Amaro, A. and Tomé, M. (eds.), *Modelling Forest Systems*. CABI, Portugal, pp. 63-74.
- Amaral, A.C.Z. and Nallin, S.A.H. 2004. *Catálogo das espécies dos Annelida Polychaeta da Costa brasileira*. http://www.ib.unicamp.br/pesquisa/projetos/biota/bentos_m_arinho/7.htm. [Accessed 15 Apr. 2005].
- Amaro, A. and Soares, P. 2003. *Modelling Forest Systems*. CABI Publishing.
- Andrade, I., Morais, H.C., Diniz, I.R. and van den Berg, S. 1999. Richness and abundance of caterpillars on Byrsonima (Malpighiaceae) species in an area of cerrado vegetation in Central Brazil. *Rev. Biol. Trop. dic.* 47(4): 691-695. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77441999000400005&lng=es&nrm=iso [Accessed 15 Apr. 2005].
- Asher, J., Warren, M., Fox, R., Harding, P., Jeffcoate, G. and Jeffcoate, S. 2001. *The Millennium Atlas of Butterflies in Britain and Ireland*. Oxford: Oxford University Press. <http://www.butterfly-conservation.org/index.html?bnm/atlas/> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Austin, M.P. 2002. Case Studies of the Use of Environmental Gradients in Vegetation and Fauna Modeling: Theory and Practice in Australia and New Zealand pp. 73-82 **in** Scott, M.J. et al. eds. *Predicting Species Occurrences. Issues of Accuracy and Scale*. Washington: Island Press.
- Barrett, G., Silcocks, A., Barry, S., Cunningham, R. and Poulter, R. 2003. *The New Atlas of Australian Birds*. Melbourne, Australia, CSIRO Publishing. <http://birdsaustralia.com.au/atlas/> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Basset, Y., Novotny, V., Miller, S.E. and Pyle, R. 2000. Quantifying Biodiversity: Experience with Parataxonomists and Digital Photography in Papua New Guinea and Guyana. *BioScience* 50(10): 899-908.
- Basson, M., Gordon, J.D.M., Large, P., Lorance, P., Pope, J. and Rackham, B. 2002. The effects of fishing on deep-water fish species to the west of Britain. *JNCC Report* No 324, 150 pp.
- Bauer, F., Stearn, W.T. and Blunt, W. 1976. *Australian Flower Paintings of Ferdinand Bauer* London: Basilisk Press
- Belbin, L. 1993. Environmental representativeness, regional partitioning and reserve selection. *Biological Conservation* 66: 223-230.
- Belbin, L. 1994. *PATN: Pattern analysis package technical reference*. Canberra: CSIRO Division of Wildlife and Ecology.
- Benkendorff, K. 1999. *Bioactive molluscan resources and their conservation: Biological and chemical studies on the egg masses of marine molluscs*. Thesis, University of Wollongong <http://www.library.uow.edu.au/adt-NWU/public/adt-NWU20011204.154039/> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Berenbaum, M.R. and Zangerl, A.R. 1998. Chemical phenotype matching between a plant and its insect herbivore. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 95, 13743-13748. <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=24890> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Berners-Lee, T. 1999. *Weaving the Web*. San Francisco, CA: Harper.
- Bickford, S.A., Laffan, S.W., de Kok, P.J. and Orthia, L.A. 2004. Spatial analysis of taxonomic and genetic patterns and their potential for understanding evolutionary histories. *J. Biogeogr.* 31: 1-23.
- BioCASE. 2003. *Biological Collection Access Service for Europe*. <http://www.biocase.org> [Accessed 12 Apr. 2005].
- Birds Australia. 2003. *Integrating Biodiversity into Regional Planning – The Wimmera Catchment Management Authority Pilot Project*. Canberra: Environment Australia. <http://www.deh.gov.au/biodiversity/publications/wimmera/methods.html> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Blakers, M., Davies, S.J.J.F. and Reilly, P.N. 1984. *The Atlas of Australian Birds*. Melbourne: Melbourne University Press.
- Booth, T.H. 1996. Matching Trees and Sites. Proceedings of an international workshop held in Bangkok, Thailand, 27-30 March 1995, *ACIAR Proceedings* No. 63.
- Boston, T and Stockwell, D. 1995. Interactive species distribution reporting, mapping and modelling using the World Wide Web. *Computer Networks and ISDN Systems* 28: 239-245.
- Bourque, D., Miron, G. and Landry, T. 2002. Predator-prey relationships between the nemertean *Cerebratulus lacteus* and the soft-shell clam, *Mya arenaria*: surface-exploration activity and qualitative observations on feeding behaviour. *Can. J. Zool.* 80(7): 1204-1211. [Accessed 19 Aug. 2004].
- Braby, M. 2000. *Butterflies of Australia. Their Identification, Biology and Distribution*. Melbourne: CSIRO Publishing.
- Breiman L. 1984. *Classification and regression trees*. Pacific Grove, CA: Wadsworth.

- Brooks, D.R. 2002. *Database for Inventory of Eukaryotic Parasites of Vertebrates of the Area de conservación Guanacaste, Costa Rica.*
http://brooksweb.zoo.utoronto.ca/FMPro?DB=CONTENT.fp5&-Format=intro.html&-Lay=Layout_1&-Error=err.html&content_id=1&-Find [Accessed 15 Apr. 2005].
- Brooks, D.R. and Hoberg, E.P. 2000. Triage for the biosphere: The need and rationale for taxonomic inventories and phylogenetic studies of parasites. *Comp. Parasitol.* 68: 1-25
- Brooks, T. 2001. Toward a blueprint for conservation in Africa. *BioScience* 51(8): 613-624.
- Bryant V.M. and Mildenhall, D.C. 2004. Forensic Palynology: A New Way To Catch Crooks. *Crimes and Clues. The Art and Science of Criminal Investigations.*
<http://www.crimeandclues.com/pollen.htm>. [Accessed 15 Apr. 2005].
- Burrage, D.D., Branstetter, S.G., Graham, G. and Wallace, R.K. 1997. Development and Implementation of Fisheries Bycatch Monitoring Programs in the Gulf of Mexico. *Miss. Agric. Forest. Exper. Sta. Information Bulletin* 324: 103 pp.
<http://www.rscagov.org/docs/ib324.htm> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Burton, H. 2001. Annual population estimates of Southern Elephant Seals at Macquarie Island from censuses made annually on October 15th., *Australian Antarctic Data Centre - SnoWhite Metadata*
<http://www.aad.gov.au/default.asp?casid=3802> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Busby, J.R. 1979. *Australian Biota Taxonomic Information System. Introduction and Data Interchange Standards.* Canberra: Australian Biological Resources Study. 25pp.
- Busby, J.R. 1984. *Nothofagus cunninghamii* (Southern Beech) Vegetation in Australia. *Australian Flora and Fauna Series No. 1.* Canberra: Australian Biological Resources Study.
- Busby, J.R. 1991. BIOCLIM – a bioclimatic analysis and prediction system. pp. 4-68 in Margules, C.R. and Austin, M.P. (eds) *Nature Conservation: Cost Effective Biological Surveys and data Analysis.* Melbourne: CSIRO.
- Butchart, S.H.M., Stattersfield, A.J., Bennun, L.A., Shutes, S.M., Akçakaya, H.R., Baillie, J.E.M., Stuart, S.N., Hilton-Taylor, C. and Mace, G.M. 2004. Measuring global trends in the status of biodiversity: Red List Indices for birds. *PLoS Biol* 2 (12): e383.
<http://biology.plosjournals.org/perlServ/?request=get-document&doi=10.1371/journal.pbio.0020383>. [Accessed 14 Apr. 2005].
- Campbell, R.J. 1996. South American fruits deserving further attention. pp. 431-439. in Janick, J. (ed.) *Progress in new crops.* Arlington, VA: ASHS Press.
- Camino, A. 2002. An untapped potential for cooperation in science and technology for mountain conservation and sustainable development: the case of the Andes and the Himalayas *International Seminar on Mountains (ISM), Kathmandu, Nepal.*
<http://www.mtnforum.org/resources/library/camia02a.htm> [Accesssed 15 Apr. 2005].
- Cannell, M.G.R., Grace, J. and Booth, A. 1989. Possible impacts of climatic warming on trees and forests in the UK: a review. *Forestry* 62: 337-364.
- Carpenter, G., Gillison, A.N. and Winter, J. 1993. DOMAIN: a flexible modelling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. *Biodiversity and Conservation* 2: 667-680.
- Catard, A. ; Weimerskirch, H. 1998. Satellite tracking of petrels and albatrosses: from the tropics to Antarctica *Proceedings of the 22nd Ornithological Congress, Durban* 69(1-2): 152pp.
- CBD. 2004. *Alien Species.* Convention on Biological Diversity Secretariat. <http://www.biodiv.org/programmes/cross-cutting/alien/> [Accessed 15 Apr. 2005].
- CHAH 2002. *AVH - Australian's Virtual Herbarium.* Australia: Council of Heads of Australian Herbaria.
<http://www.chah.gov.au/avh/avh.html> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Chapman, A.D. 1999. Quality Control and Validation of Point-Sourced Environmental Resource Data pp. 409-418 in Lowell, K. and Jaton, A. eds. *Spatial accuracy assessment: Land information uncertainty in natural resources.* Chelsea, MI: Ann Arbor Press.
- Chapman, A.D. 2005a. *Principles of Data Quality.* Report for Global Biodiversity Information Facility, Copenhagen.
- Chapman, A.D. 2005b. *Principles and Methods of Data Cleaning.* Report for Global Biodiversity Information Facility, Copenhagen..
- Chapman, A.D. and Busby, J.R. 1994. Linking plant species information to continental biodiversity inventory, climate and environmental monitoring 177-195 in Miller, R.I. (ed.). *Mapping the Diversity of Nature.* London: Chapman and Hall.
- Chapman, A.D. and Milne, D.J. 1998. *The Impact of Global Warming on the Distribution of Selected Australian Plant and Animal Species in relation to Soils and Vegetation.* Canberra: Environment Australia
- Chapman, A.D., Bennett, S., Bossard, K., Rosling, T., Tranter, J. and Kaye, P. 2001. Environment Protection and Biodiversity Conservation Act, 1999 – Information System. *Proceedings of the 17th Annual Meeting of the Taxonomic Databases Working Group, Sydney, Australia 9-11 November 2001.* Powerpoint:
http://www.tdwg.org/2001meet/ArthurChapman_files/frame.htm [Accessed 15 Apr. 2005].
- Chapman, A.D., Muñoz, M.E. de S. and Koch, I. (2005). Environmental Information: Placing Biodiversity Phenomena

- in an Ecological and Environmental Context, *Biodiversity Informatics* 2: 24-41.
- Clements, M.A. and Ellyard, R.K. 1979. The symbiotic germination of Australian terrestrial orchids. *Amer. Orchid Soc. Bull.* 48: 810-815.
- CNLBSC. 2003. *Closure of Cod Fisheries – Action Plan*. Canada/Newfoundland and Labrador Business Service Centre, Government of Newfoundland and Labrador. http://www.cbsc.org/nf/search/display.cfm?Code=6145&colI=NF_PROVBIS_E [Accessed 15 Apr. 2005].
- Coates, D. 1995. Inland capture fisheries and enhancement: status, constraints and prospects for food security. KC/FI/95/TECH/3. 82 p. *Contribution to the International Conference on the Sustainable Contribution of Fisheries to Food Security, Kyoto, Japan, 4-9 December 1995*, organized by the Government of Japan, in collaboration with the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Cohn, J.P. 1995. Connecting by computer to collections. *BioScience* 45(8): 518-521.
- Colwell, R.K. 2000. *EstimateS. Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples*. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Colwell, R.K. and Lees, D.C. 2000. The mid-domain effect: geometric constraints on the geography of species richness. *TREE* 15:70–76.
- CONABIO. 2002. *Red Mundial de Información sobre Biodiversidad*. Mexico City: Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remib_esp.html [Accessed 13 Apr. 2005].
- Conn, B.J. (ed.). 1996. *HISPID3. Herbarium Information Standards and Protocols for Interchange of Data*. Version 3 (Draft 1.4). Sydney: Royal Botanic Gardens. <http://www.bgbm.org/TDWG/acc/hispid30draft.doc> [Accessed 12 Apr. 2005].
- Conn, B.J. (ed.). 2000. *HISPID4. Herbarium Information Standards and Protocols for Interchange of Data*. Version 4 – Internet only version. Sydney: Royal Botanic Gardens. <http://plantnet.rbgsyd.nsw.gov.au/Hispid4/> [Accessed 30 Jul. 2003].
- Coppock, T. and Both, C. 2003. Predicting life-cycle adaptation of migratory birds to global climate change. *Ardea* 90(3), special Issue: 367-378 <http://www.rug.nl/biologie/onderzoek/onderzoeksgroepen/dierOecologie/publications/803Pdf.pdf>. [Accessed 15 Apr. 2005]
- Costanza, R., Norton, B. and Haskell, B. (eds). 1992. *Ecosystem Health: New Goals for Environmental Management*. Island Press, Washington, D.C.
- Croft, J.R. (ed.). 1989. *HISPID – Herbarium Information Standards and Protocols for Interchange of Data*. Canberra: Australian National Botanic Gardens.
- CRIA. 2002. *speciesLink*. Campinas: Centro de Referência em Informação Ambiental. <http://splink.cria.org.br/> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Crosbie, J.C. 1992. *Crosbie Announces First steps in Northern Cod Recovery Plan*. Press Release from Minister of Fisheries and Oceans, Canada. 1992. <http://www.stemnet.nf.ca/cod/announce.htm> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Croxall, J.P., Briggs, D.R. and Prince, P.A. 1993. Movements and interactions of the Wandering Albatrosses: the roles of satellite tracking and direct observations *Sea Swallow* 42: 41-44
- Csuti, B., Polasky, S., Williams, P.H., Pressey, R.L., Camm, J.D., Kershaw, M., Kiester, A.R., Downs, B., Hamilton, R., Huso, M. and Sahr, K. 1997. A comparison of reserve selection algorithms using data on terrestrial vertebrates in Oregon. *Biological Conservation* 80: 83-97.
- Cunningham, D., Walsh, K. and Anderson, E. 2001. *Potential for Seed Gum Production from Cassia brewsteri*. RIRDC Project No. UCQ-12A. Kingston, ACT: Rural Industries Research and Development Corporation. <http://www.rirdc.gov.au/reports/NPP/UCQ-12A.pdf>. [Accessed 15 Apr. 2005].
- Dallwitz, M.J. & T.A. Paine (1986). Users guide to the DELTA system. **CSIRO Division of Entomology Report** No. 13, pp. 3-6. *TDWG Standard*. (Periodic updates of this guide have been published.) <http://delta-intkey.com/>. [Accessed 14 Mar. 2005].
- Day, M.D. and Neser, S. 2000. Factors Influencing the Biological Control of *Lantana camara* in Australia and South Africa. *Proceedings of the X International Symposium on Biological Control of Weeds* 4-14 July 1999. Montana, USA. <http://www.ppru.cornell.edu/weeds/Symposium/proceed/13pg897.pdf> [Accessed 18 Aug. 2004].
- Debach, P. 1974. Biological control by natural enemies. pp. 323. Vambridge: Cambridge University Press.
- DEH. 2000. *Environment Protection and Biodiversity Conservation (EPBC) Act 1999*. Canberra, Department of the Environment and Heritage. <http://www.deh.gov.au/epbc/index.html> [Accessed 15 Apr. 2005].
- DEH. 2004. *Threatened Ecological Communities*. Canberra: Department of the Environment and Heritage. <http://www.deh.gov.au/biodiversity/threatened/communities/index.html> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Dexter, E.D., Chapman, A.D. and Busby, J.R. 1995. *The Impact of Global Warming on the Distribution of Threatened*

- Vertebrates (ANZECC 1991)*. Report to Department of Environment Sport and Territories, Canberra. 163 pp
- Dimijian, G.G. 1999. Pathogens and parasites: insights from evolutionary biology. *BUMC Proceedings* 12: 175-187. http://www.baylorhealth.edu/proceedings/12_3/12_3_dimijian.html [Accessed 15 Apr. 2005].
- Dove, C., Laybourne, R. Heacker-Skeans, M. 2003. Bird Identification. <http://wildlife.pr.erau.edu/BirdIdentification.htm> [Accessed 13 Apr. 2005].
- Duckworth, W.D., Genoways, H.H. and Rose, C.L. (1993). *Preserving Natural Science Collections: Chronicle of our Environment Heritage*. Washington, DC: National Institute for the Conservation of Cultural Property 140pp.
- Dunn, P.O. and Winkler, D.W. 1999. Climate change has affected the breeding date of tree swallows throughout North America. *Proc. R. Soc. London B. Biol. Sci.* 266(1437): 2487-2490 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?holding=npg&cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=10693819&dopt=Abstract [Accessed 15 Apr. 2005].
- Dynes, R.A. and Schlink, A.C. 2002. Livestock potential of Australian species of *Acacia*. *Conservation Science W. Aust.* 4(3): 117-124. <http://science.calm.wa.gov.au/cswajournal/4-3/117-124.pdf> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Edwards, J.L. 2004. Research and Societal Benefits of the Global Biodiversity Information Facility. *BioScience* 54(6): 485-486.
- Elkins, N., Reid, J. Brown, A. Robertson, D. and Smout, A.-M. 2003. The Fife Bird Atlas. Fife, UK. Fife Ornithological Atlas Group. http://www.the-soc.fsnet.co.uk/fife_bird_atlas.htm [Accessed 15 Apr. 2005].
- Englander, C. and Hoehn, P. 2004. *Checklist of Online Vegetation and Plant Distribution Maps*. Berkeley, CA: University of Berkeley Library <http://www.lib.berkeley.edu/EART/vegmaps.html> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Faith, D.P. and Nicholls, A.O. 1996. *BioRap Volume 3: Tools for Assessing Biodiversity Priority Areas*. Canberra: The Australian BioRap Consortium.
- Faith, D.P. and Walker, P.A. 1996. Integrating conservation and development: effective trade-offs between biodiversity and cost in the selection of protected areas. *Biodiver. Conserv.* 5, 417-429.
- Faith, D.B. and Walker, P.A. 1997. Role of trade-offs in biodiversity conservation planning local management, regional planning and global conservation efforts. *Journal of Biosciences* 27(4): 393-407. <http://www.ias.ac.in/jbiosci/jul2002/393.pdf> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Faith, D.P., Walker, P.A., Ive, J., and Belbin, L. 1996. Integrating conservation and forestry production: Exploring trade-offs between biodiversity and production in regional land-use assessment. *Forest Ecology and Management* 85: 251-260.
- Faith, D.P., Walker, P.A., Margules, C.R., Stein, J. and Natera, G. 2001. Practical application of biodiversity surrogates and percentage targets for conservation in Papua New Guinea. *Pacific Conservation Biology* 6: 289-303 http://wwwscience.murdoch.edu.au/centres/others pcb/toc/p cb_contents_v6.html [Accessed 15 Apr. 2005].
- Faith, D.P., Carter, G. Cassis, G. Ferrier, S. and Wilkie, L. 2003. Complementarity, biodiversity viability analysis, and policy-based algorithms for conservation. *Environmental Science and Policy* 6: 311-328. http://www.amonline.net.au/systematics/pdf/faith_esap.pdf [Accessed 15 Apr. 2005].
- Falush, D. plus 17 other authors. 2003. Traces of human migrations in *Helicobacter pylori* populations. *Science* 299: 1582-1585
- Feller, A.E. and Hedges, S.B. 1998. Molecular Evidence for the Early History of Living Amphibians. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 9(3): 509-516. <http://evo.bio.psu.edu/hedgeslab/Publications/PDF-files/101.pdf> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Ferguson, N.M. and Anderson, R.M. 2002. Predicting evolutionary change in the influenza A virus. *Nat. Med.* 8(6): 562-3.
- Fjeldsa, J., Rahbek, C. 1997. Species richness and endemism in South American birds: Implications for the design of networks of nature reserves. pp. 466-482 in Laurence, W.L., Bierregaard, R. Jr., (eds) *Tropical Forest Remnants*. Chicago: Chicago University Press.
- Ferrier, S., Drielsma, M. Manion, G. and Watson, G. 2002. Extended statistical approaches to modelling spatial pattern in biodiversity in northeastern new South Wales. II. Community-level modelling. *Biodiversity and Conservation*. 11(12): 2309-2338.
- Fitzgerald, R.W. and Lees, B.G. 1992. The application of Neural Networks to the floristic classification of remote sensing and GIS data in complex terrain (I). *Proceedings 6th Australian Remote Sensing Conf., Wellington, N.Z.* V3 ; 2-10.
- Franke, J. 1999. *Costa Rica's National Parks and Preserves: a visitors guide*. Seattle, WA: The Mountaineers.
- Frith, C.B. and Beehler, B.M. 1998. *The Birds of Paradise*. Oxford, UK: Oxford University Press. 613pp.
- Gaston, K.J., Pressey, R.L. and Margules, C.R. 2002. Persistence and vulnerability: retaining biodiversity in the landscape and in protected areas. *J. Biosc. (Suppl. 2)* 27(4): 361-384.

- GBIF. 2004. *Data Portal*. Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. <http://www.gbif.net/portal/index.jsp>. [Accessed 15 Apr. 2005].
- Gillison, A.N. 2001. *Does biodiversity play a significant role in ecosystem function?* in Alternatives to Slash and Burn (ASB) Global Partnership ,Proceedings of Workshop Bringing the Landscape into Focus ,Developing a Conceptual Framework and Identifying Methods for ASB Work at the Landscape Scale Chiang Mai, Thailand <http://www.asb.cgiar.org/docs/SLUM%5C05-Ecological%20functions%20of%20biodiversity%5C05-2%20Does%20biodiversity%20play%20a%20significant.ppt> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Gillison, A.N. and Carpenter, G. 1994. *A Generic Plant Functional Attribute Set and Grammar for Vegetation Description and Analysis*. Working Paper No. 3. Jakarta, Indonesia: CIFOR. http://www.cgiar.org/publications/pdf_files/WPapers/WP-03n.pdf [Accessed 15 Apr. 2005].
- Glasby, C.J. and Fauchald, K. 2003. *PoLiKEY. An information system for polychaete families and higher taxa version 2*. Canberra: ABRS. <http://www.deh.gov.au/biodiversity/abrs/online-resources/polikey/index.html> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Gómez-Pompa. 2004. The Role of Biodiversity Scientists in a Troubled World. *BioScience* 54(3):217-225.
- Goodchild, M.F., Rhind, D.W. and Maguire, D.J. 1991. Introduction pp. 3-7 In: Maguire D.J.,Goodchild M.F. and Rhind D.W. (eds) *Geographical Information Systems* Vol. 1, Principals: Longman Scientific and Technical.
- Green, R.E. and Scharlemann, J.P.W. 2003. Egg and skin collections as a resource for long-term ecological studies. *Bull. British Ornithologists' Club*. 123A: 165-176 <http://www.boc-online.org/PDF/124GreenEggAndSkin.pdf> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Güntsche, A. 2004. The ENHSIN Pilot Network – Implementation issues. Freie Universität Berlin, Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem. <http://www.bgbm.org/BioDivInf/projects/ENHSIN/PilotImplementation.htm> [Accessed 13 Apr. 2005].
- Harle, K.J., Hiodgson, D.A. and Tyler, P.A. 1999. Palynological evidence for Holocene palaeoenvironments from the lower Gordon River valley, in the World Heritage Area of southwest Tasmania. *The Holocene* 9(2): 149-162.
- Hambly, H. and Angura, T.O. 1996. Grassroot Indicators for Desertification. Experience and Perspectives from Eastern and Southern Africa. 180pp.
- Härmä, A. 2003. Automatic identification of bird species based on sinusoidal modelling of syllables *IEEE Int. Conf. Acoust. Speech and Signal Processing (ICASSP'2003)*, Hong Kong. <http://www.acoustics.hut.fi/~sfagerlu/project/pubs/icassp03.pdf> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Harris, W. 1994. Preliminary investigation of the suitability of *Cordyline australis* (Asphodeliaceae) as a crop for fructose production. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 22: 439-451.
- Hastie, T.J. and Tibshirani, R.J. 1990. *Generalized Additive Models*, New York: Chapman and Hall
- Hausler, N and Strasdas, W. 2003. *Training Manual for Community-based Tourism*. Zschortau, Germany: Capacity-Building International.
- Hebert, P.D.N., Cywinski, A., Ball, S.L. and deWaard. J.R. 2003. Biological Identifications through DNA barcodes. *Proc. R. Soc. Lond. B* 270, 313-322.
- Higgins, D. and Taylor, W. 2000. *Bioinformatics: Sequence, Structure and Databanks – A Practical Approach*. Oxford University Press.
- Hijmans, R.J., Cameron, S., Parra, J., Jones, P., Jarvis, A. and Richardson, K. (2004.). *Worldclim Version 1.2*. Berkeley, CA: Museum of Vertebrate Zoology. <http://biogeo.berkeley.edu/worldclim/worldclim.htm> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Hindmarsh, R. 2003. *Natural Resource Management Plan for the Brockman River Catchment*. Perth: Water and Rivers Commission. http://portal.environment.wa.gov.au/pls/portal/docs/PAGE/DOE_ADMIN/TECH_REPORTS_REPOSITORY/TAB1019581/WRM33.PDF [Accessed 15 Apr. 2005].
- Hnatiuk, R.J. 1990. Census of Australian Vascular Plants. *Australian Flora and Fauna Series* No. 11. Canberra: Australian Biological resources Study.
- Hoberg, E.P. 2002. Foundations for an integrative parasitology: collections archives and biodiversity informatics. *Comparative Parasitology* 69(2): 124-131.
- Hoffmeister, A.R., Fitzgerald, C.C., Ribot, E., Mayer, L.W. and Popovic, T. 2002. Molecular Subtyping of *Bacillus anthracis* and the 2001 Bioterrorism-Associated Anthrax Outbreak, United States. *Emerging Infectious Diseases* 8(10): 1111-1116. <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol8no10/02-0394.htm> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Howden, M., Hughes, L., Dunlop, M. Zethoven, I., Hilbert, D. and Chilcott, C. 2003. *Climate change impacts on biodiversity in Australia*. Canberra: CSIRO Sustainable Ecosystems. <http://www.deh.gov.au/biodiversity/publications/greenhouse/index.html> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Hunt, K. 2001. Evolution and Mass Extinction in Freeman, S. and Herron, J.C. *Evolutionary Analysis*, 2nd edn. Prentice Hall.
- Iwu, M.M. 1996. Biodiversity prospecting in Nigeria: seeking equity and reciprocity in intellectual property rights through partnership arrangements and capacity building. *Journal of Ethnopharmacology* 51: 209-219.

- Janssen, D.L., Oosterhuis, J.E., Allen, J.L., Anderson, M.P., Kelts, D.G. and Wiemeyer, S.N. 1986. Lead poisoning in free-ranging California Condors. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 155: 1052-1056.
- Janzen, D.H. 1998. Gardenification of wildland nature and the human footprint. *Science* 279:1312-1313.
- Janzen, D.H. 2000. How to grow a wildland: the gardenification of nature pp. 521-529 in Raven, P.H. and Williams, T. (eds) *Nature and Human Society*. Washington, DC: National Academy Press.
- Janzen, D.H., Hallwachs, W., Jimenez, J., and Gamez R. 1993. The role of parataxonomists, inventory managers, and taxonomists in Costa Rica's national biodiversity inventory in Reid, V.W. et al. (eds). *Biodiversity Prospecting: Using Generic Resources for Sustainable Development*. Washington, DC: World Resources Institute.
- Kerry, K. 1999. *Satellite Tracking of Adelie Penguins Around Casey Station Antarctica*, Australian Antarctic Data Centre - SnoWhite Metadata <http://www.aad.gov.au/default.asp?casid=3802> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Khan, Z.R., Ampong-Nyarko, K., Chiliswa, P., Hassanali, A., Kimani, S., Lwande, W., Overholt, W.A., Pickett, J.A., Smart, L.E., Wadhams, L.J. and Woodcock, C.M. 1997. Intercropping increases parasitism of pests. *Nature* 388: 631-632.
- King, K.S. 1998. *Museum School Partnership*. Doctoral Dissertation Indiana University. <http://home.iag.net/~ksking/muslearn.html> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Koch, I. 2003. *Coletores de plantas brasileiras*. Campinas: Centro de Referência em Informação Ambiental. http://splink.cria.org.br/collectors_db [Accessed 15 Apr. 2005].
- Koehn, J. 2003. Riverine aquatic protected areas: protecting species, communities or ecosystem processes? *Australian Society for Fish Biology*. http://www.asfb.org.au/research/mp/jk_aq_prot_areas.htm [Accessed 15 Apr. 2005].
- Komar, O., Robbins, M.B., Klenk, K., Blitvich, B.J., Marlenee, N.L., Burkhalter, K.L., Gubler, D.J., González, G., Peña, C.J., Peterson, A.T. and Komar, N. 2003. West Nile Virus Transmission in Resident Birds, Dominican Republic. *Emerging Infectious Diseases* 9(10): 1299-1302. http://www.specifysoftware.org/Informatics/bios/biostownpeterson/Ketal_EID_2003.pdf [Accessed 13 Apr. 2005].
- Krishtalka, L. and Humphrey, P.S. 2000. Can Natural History Museums Capture the Future. *BioScience* 50(7): 611-617.
- Kristula, D. 2001. *The History of the Internet*. <http://www.davesite.com/webstation/net-history.shtml> [Accessed 13 Apr. 2005].
- Lane, M.A., Anderson, L.C., Barkley, T.M., Bock, J.H., Gifford, E.M., Hall, D.W., Norris, D.O., Rost, T.L. and Stern, W.L. 1990. Forensic Botany: Plants, perpetrators, pests, poisons and pot. *BioScience* 40: 34 - 39.
- Lee, J. 1997. *Floral Gems Coming to D.C.: Flower Power Saves South African Ecosystems*. USDA Agricultural Research Service News and Events <http://www.ars.usda.gov/is/pr/1997/971010.2.htm> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Lawton, J.H., Bignell, D.E., Bolton, B., Bloemers, G.F., Eggleton, P., Hammond, P.M., Hodda, M., Holt, R.D., Larsen, T.B., Mawdsley, N.A., Stork, N.E., Srivastava, D.S. and Watt, A.D. 1998. Biodiversity indicators, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* 391: 72-76 <http://invertebrates.ifas.ufl.edu/LawtonEtal.pdf> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Lindenmayer, D.B. and Possingham, H.P. 1995. Modelling the impacts of wildfire on the metapopulation behaviour of the Australian arboreal marsupial, Leadbeater's possum, *Gymnobelideus leadbeateri*. *Forest Ecology and Management* 74:197-222
- Lindenmeyer, D.B. and Possingham, H.P. 2001. *The risk of extinction: ranking management options for Leadbeater's Possum using population viability analysis*. Canberra: CRES, Australian National University 204 pp.
- Lindenmeyer, D.B. and Taylor, M. 2001. *The Leadbeater's Possum Page*. Canberra: Australian National University <http://incres.anu.edu.au/possum/possum.html> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Lister, P.R., Holford, P., Haigh, T. and Morrison, D.A. 1996. *Acacia* in Australia: Ethnobotany and potential food crop. p. 228-236 in Janick, J. (ed.), *Progress in new crops*. ASHS Press, Alexandria, VA <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/v3-228.html> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Litman, T. 1995. Land use impact costs of transportation. *World Transport Policy and Practice* 1(4): 9-16. http://www.agenda21.ee/english/transport/landuse_costs_external.pdf [Accessed 15 Apr. 2005].
- Lourie, S.A., Pritchard, J.C., Casey, S.P., Truong, S.K., Hall, H.J. and Vincent, C.J. 1999. The taxonomy of Vietnam's exploited seahorses (family Syngnathidae). *Biological J. Linn. Soc.* 66: 231-256. http://seahorse.fisheries.ubc.ca/pubs/Lourie_et_al_vietnam.pdf [Accessed 13 Apr. 2005].
- Longmore, R. (ed.) (1986). *Atlas of Elapid Snakes of Australia. Australian Flora and Fauna Series No. 7*. Canberra: Australian Government Publishing Service.
- Lu, B.-R. 2004. Gene Flow from Cultivated Rice: Ecological Consequences. *IBS News Report* <http://www.isb.vt.edu/articles/may0402.htm> [Accessed 15 Apr. 2005].

- Lundmark, C. 2003. BioBlitz: Getting into Backyard Biodiversity. *BioScience* 53(4): 329.
- Lyne, A.M. 1993. *Leptospermum namadgiensis* (Myrtaceae), a new species from the Australian Capital Territory – New South Wales border area. *Telopea* 5(2): 319-324. <http://www.anbg.gov.au/projects/leptospermum/leptospermum-namadgiensis.html> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Mackinnon, J. and De Wulf, R. 1994. Designing protected areas for giant pandas in China 127-142 in Miller, R.I. (ed.). *Mapping the Diversity of Nature*. London: Chapman and Hall.
- Majer, J., Shattuck, S.O., Anderson A.N. and Beattie, A.J. 2004. Australian ant research: fabulous fauna, functional groups, pharmaceuticals, and the Fatherhood. *Australian Journal of Entomology* 43(3): 235
- MaNIS. 2001. *The Mammal Networked Information System*. <http://manisnet.org/manis> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Margules, C.R. and Pressey, R.L. 2000. Systematic Conservation Planning. *Nature* 405: 243-253.
- Margules, C.R., and Redhead, T.D. 1995. *BioRap: guidelines for using the biorap methodology and tools*. Canberra: CSIRO. 70pp.
- Margules, C.R., Nicholls, A.R. and Pressey, R.L. 1988. Selecting networks of reserves to maximise biodiversity. *Biological Conservation* 43: 63-76.
- Margules, C.R., Pressey, R.L. and Williams, P.H. 2002. Representing biodiversity: data and procedures for identifying priority areas for conservation. *J. Biosci.* 27(4): 309-326.
- Marshall, T.C., Sunnucks, P., Spalton, J.A., Greth, A. and Pemberton, J.M. 1999. Use of genetic data for conservation management: the case of the Arabian oryx. *Animal Conservation* 2: 269-278. <http://www.latrobe.edu.au/genetics/staff/sunnucks/homepage/papers/AnimalCons/Marshalletal98.pdf> [Accessed 15 Apr. 2005].
- McKenzie, G.M. and Busby, J.R. 1992. A quantitative estimate of Holocene climate using a bioclimatic profile of *Nothofagus cunninghamii* (Hook.) Oerst. *Journal of Biogeography* 19: 531-540.
- McKenzie, N.L. and Burbidge, A.L. 2002. *Australian Mammal Audit*. A Component of the National Land and Water Resources Biodiversity Audit.
- McPherson, E.G. 2003. A benefit-cost analysis of ten street tree species in Modesto, California, U.S. *Journal of Arboriculture* 29(1): 1-8
- Meisenheimer, P. 1998. *What is the Problem with Cod?* Guelph, ON: International Marine Mammal Association. 1998. <http://www.imma.org/codvideo/whatproblemcod.html> [Accessed: 15 Apr. 2005].
- Michelmore, F. 1994. Keeping elephants on the map: Case studies of the application of GIS for conservation pp. 107-123 in Miller, R.I. (ed.). *Mapping the Diversity of Nature*. London: Chapman and Hall.
- Miller, S.E. 1991. Entomological collections in the United States and Canada: current status and growing needs. *American Entomologist* 37(2): 77-84.
- Miller, S.E. and Rogo, L.M. 2001. Challenges and opportunities in understanding and utilisation of African species diversity. *Cimbebasia* 17: 197-218.
- Mills, J.N. and Childs, J.E. 1998. Ecologic Studies of Rodent Reservoirs: Their Relevance for Human Health. *Emerging Infectious Diseases* 4(4): 529-537. <http://www.cdc.gov/ncidod/eid/vol4no4/mills.htm> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Mittermeier, R.A., Myers, N. and Mittermeier, C.G. 2000. *Hotspots: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. 430 pp. Chicago, IL:University of Chicago Press
- Monteiro, L.R. and Furness, R.W. 1998. Accelerated increase in mercury contamination in North Atlantic mesopelagic food chains as indicated by time series of seabird feathers. *Environmental Toxicology and Chemistry* 16(12): 2489-2493.
- Munro, R.K. and Williams, R.T. (eds). 1994. *Rabbit Haemorrhagic Disease: Issues for Biological Control*. Canberra: Bureau of Resource Sciences.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Kent, J. and Fonseca, G.A.B. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.
- Narosky, T. and Yzurieta, D. 2003. *Birds of Argentina and Uruguay. A Field Guide* 15th edn. Argentina: Vazquez Mazzini Editores.
- Nash, S. 2001. New Tools, Moon Tigers, and the Extinction Crisis. *BioScience* 51(9) 6.
- Nassar, N.M.A. 2003. Gene flow between cassava, *Manihot esculenta* Crantz, and wild relatives. *Genet. Mol. Res.* 2(4): 334-347. http://www.funpecrp.com.br/gmr/year2003/vol4-2/gmr0047_full_text.htm [Accessed 15 Apr. 2005].
- Navarro-Sigüenza, A.G., Peterson, A.T. and Godillo-Martínez. 2003. Museums working together: The atlas of the birds of Mexico. *Bull. British Ornithologists' Club* 123A: 207-225 http://www.specifysoftware.org/Informatics/bios/biostownpeterson/NPG_BBOC_2003.pdf. [Accessed 15 Apr. 2005].
- Negrin, R.E.S., Moro, F.F., Alonso, G., Fernández, J.M.G. and Rodriguez, N.M.U. (eds). 2003. *Programa Nacional de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía en la República de Cuba*. Havana, Cuba: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

- <http://www.unccd.int/actionprogrammes/lac/national/2003/cuba-spa.pdf> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Neldner, V.J., Crossley, D.C. and Cofinas, M. 1995. Using Geographic Information Systems (GIS) to Determine the Adequacy of Sampling in Vegetation Surveys. *Biological Conservation* 73: 1-17
- Newton-Fisher, N.E. 1999. The diet of chimpanzees in the Budongo Forest reserve, Uganda. *Afr. J. Ecol.* 37: 344-354 http://www.budongo.org/nen1000/reprints/NewtonFisher_1999_diet.pdf [Accessed 15 Apr. 2005].
- Nghia, N.H. and Kha, L.D. 1996. Acacia species and provenance selection for large-scale planting in Vietnam. *Proceedings of 1996 QFRI – IUFRO Conference, Tree Improvement for Sustainable Tropical Forestry*, Caloundra, Queensland. <http://www.forests.qld.gov.au/resadv/research/qfriconf/qfri6.htm> [Abstract accessed 15 Apr. 2005].
- Nicholls, N. 1997. Increased Australian wheat yield due to recent climate trends. *Nature* 387: 484-485.
- Nicholls, O.W., Provan, D.J.M., Cole, M.M. and Tooms, J.S. 1965. Geobotany and geochemistry in mineral exploration in the Dugald River Area, Cloncurry District, Australia. *Trans. Inst. Mining and Metallurgy* 74: 695-799.
- NISO. 2002. *Z39.50 Resource Page*. Bethesda, MD: National Information Standards Organization. <http://www.niso.org/z39.50/z3950.html> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Nix, H.A. 1986. A biogeographic analysis of Australian elapid snakes in Longmore, R.C. (ed). *Atlas of Australian elapid snakes. Australian Flora and Fauna Series No. 7*: 4-15. Canberra: Australian Government Publishing Service.
- Nix, H.A. and Switzer, M. (eds). 1991. Rainforest Animals: Atlas of Vertebrates Endemic to Australia's Wet Tropics. *Kowari* 1 Canberra: Australian National Parks and Wildlife Service.
- Nix, H.A. ; Faith, D.P. ; Hutchinson, M.F. ; et al. 2000. *The BioRap Toolbox: A National Study of Diversity Assessment and Planning for Papua New Guinea*. Canberra: CRES, Australian National University.
- Norris, D.O. and Bock, J.H. 2001. Method for examination of fecal material from a crime scene using plant fragments. *Journal of Forensic Investigation* 51: 367-377.
- NRC. 2003. *Countering Agricultural Bioterrorism*. National Research Council (NRC). Washington, DC: National Academy Press.
- NSW National Parks and Wildlife Service. 2003. *Draft NSW and National Recovery Plan for the Tarengo Leek Orchid (Prasophyllum petilum)*. Hurstville, NSW: NSW National Park and Wildlife Service.
- Ntiamoa-Baidu, Y. 1997. Wildlife and food security in Africa. *FAO Conservation Guide* 33.
- <http://www.fao.org/docrep/W7540E/w7540e00.htm> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Odhiambo, T.R. 1977. Entomology and the problems of the tropical world (pp. 52-59) in *Proceedings of the XV International Congress of Entomology*. College Park, Maryland: Entomological Society of America. 824 pp.
- OECD. 1999. *Final Report of the Megascience Forum Working Group on Biological Informatics*. Paris: OECD.
- Olesen, J.E. 2001. Climate Change and Agriculture in Denmark in Jørgensen, A.M.K. ; Fenger, J. ; Halsnæs, K. (eds), *Danish contributions*. Copenhagen: Danish Meteorological Institute pp. 191-206 <http://glwww.dmi.dk/f+u/publikation/dkc-publ/klimabog/CCR-chap-12.pdf> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Oliver, I., Pik, A., Britton, D., Dangerfield, M.J., Colwell, R.K. and Beattie, A.J. 2000. Virtual Biodiversity Assessment Systems. *BioScience* 50(5): 441-450.
- Omara, K., Saji, H., Youssefian, S. and Kondo, N. 2002. *Air Pollution and Plant Biotechnology – Prospects for Phytomonitoring and Phytoremediation*. Springer Verlag 455 pp.
- Page, L., Funk, V., Jeffords, M., Lipscomb, D., Mares, M. and Prather, A. (eds). 2004. Workshop to Produce a Decadal Vision for Taxonomy and Natural History Collections. *Report to the U.S. National Science Foundation Biodiversity Surveys and Inventories Program*. http://www.flmnh.ufl.edu/taxonomy_workshop/NSF_Works_hop_Report_3-08-04.pdf [Accessed 15 Apr. 2005].
- Panetta, F.D. and Mitchell, N.D. 1991. Bioclimatic prediction of the potential distribution of some weeds prohibited entry to New Zealand *N.Z. J. Agric. Res.* 34: 341-350.
- Parmesan, C., Rurholm, N., Stefanescu, C., Hill, J.K., Thomas, C.D., Descimon, H., Huntley, B., Kaila, L., Kullberg, J., Tammaru, T., Tennent, W.J., Thomas, J.A. and Warren, M. 1999. Poleward shift of butterfly species' ranges associated with regional warming. *Nature* 399: 579-583 http://www.biosci.utexas.edu/IB/faculty/parmesan/pubs/Param_Ntr_99.pdf [Accessed 15 Apr. 2005].
- Pereira, R.S. 2002. *Desktop Garp*. Lawrence, Kansas: University of Kansas Center for Research. <http://beta.lifemapper.org/desktopgarp/> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Pergams, O.R.W. and Nyberg, D. 2001. Museum collections of mammals corroborate the exceptional decline of prairie habitat in the Chicago region. *Journal of Mammalogy* 82(4): 984-992 <http://home.comcast.net/~oliver.pergams/ratio.pdf> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Perkins L. and Swayne, D. 2002. Susceptibility of Laughing Gulls (*Larus atricilla*) to a H5n1 and a H5n3 Highly Pathogenic Avian Influenza Virus. *Avian Diseases* 46(4): 877-885.

- Perring, F.H. and Walters, S.M. eds. 1962. *Atlas of the British Flora*, London: Nelson - for Botanical Society of the British Isles
- Peters, D. and Thackway, R. 1998. *A New Biogeographic Regionalisation for Tasmania*. Hobart: Parks and Wildlife Service
<http://www.gisparks.tas.gov.au/dp/newibra>Title&Background.htm> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Peterson, A.T. 2003. Predicting the Biogeography of species Invasions via Ecological Niche Modeling. *Quarterly Rev. Biol.* 78(4): 419-433.
http://www.specifysoftware.org/Informatics/bios/biostownnpeterson/P_QRB_2003.pdf [Accessed 13 Apr. 2005].
- Peterson, A.T., Navarro-Sigüenza, A.G. and Benítez-Díaz, H. 1998. The need for continued scientific collecting: A geographic analysis of Mexican bird specimens. *Ibis*, 140:288-294.
- Peterson, A.T., and Vieglais, D.A. 2001. Predicting species invasions using ecological niche modeling. *BioScience* 51: 363-371
http://www.specifysoftware.org/Informatics/bios/biostownnpeterson/PV_B_2001.pdf. [Accessed 15 Apr. 2005].
- Peterson, A.T., Ortega-Huerta, M.A., Bartley, J., Sánchez-Cordero, V., Soberón, J., Buddemeier, R.H. and Stockwell, D.R.B. 2002a. Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature* 416: 626-629.
http://www.specifysoftware.org/Informatics/bios/biostownnpeterson/Petal_N_2002.pdf. [Accessed 15 Apr. 2005].
- Peterson, A.T., Ball, L.G. and Cohoon, K.P. 2002b. Predicting distributions of Mexican birds using niche modelling methods. *Ibis* 144: e27-e32.
http://www.specifysoftware.org/Informatics/bios/biostownnpeterson/NPG_BB0C_2003.pdf [Accessed 15 Apr. 2005].
- Peterson, A.T., Scachetti-Pereira, R. and Kluza, D.A. 2003a. Assessment of Invasive Potential of *Homalodisca coagulata* in Western North America and South America. *Biota Neotropica* 3(1).
<http://www.biota-neotropica.org.br/v3n1/en/download?article+BN00703012003+item> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Peterson, A.T., Vieglais, D.A. and Andreasen, J.. 2003b. Migratory birds as critical transport vectors for West Nile Virus in North America. *Vector Borne and Zoonotic Diseases*, 3:39-50.
http://www.specifysoftware.org/Informatics/bios/biostownnpeterson/PVA_VBZD_2003.pdf [Accessed 15 Apr. 2005].
- Peterson, A.T., Scachetti-Pereira, R. and Hargrove, W.W. 2004. Potential geographic distribution of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in North America. *American Midland Naturalist* 151: 170-178.
http://www.specifysoftware.org/Informatics/bios/biostownnpeterson/PSH_AMN_2004.pdf [Accessed 15 Apr. 2005].
- Pettitt, C. 1991. What Price Natural History Collections, or ‘Why do we need all these bloody mice?’ *Mus. Journal* 91(8): 25-28.
<http://fenscore.man.ac.uk/Uses/cwpmusjpap.htm> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Pimentel, D. (ed.). 2002. *Biological Invasions: Economic and Environmental Costs of Alien Plant, Animal, and Microbe Species*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Pimentel, D. ; Lach, L. ; Zunigar, R. ; and Morrison, D. 1999. *Environmental and Economic Costs Associated with non-Indigenous Species in the United States*. Ithaca, NY: College of Agricultural and Life Sciences, Cornell University. 1999.
http://www.news.cornell.edu/releases/Jan99/species_costs.html [Accessed 15 Apr. 2005].
- Pimentel, D. ; Lach, L. ; Zunigar, R. ; and Morrison, D. 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *BioScience* 50(1): 53-65.
- Platt, T.R. 2000. *Neopolystoma fentonii* n. sp. (Monogenea: Polystomatidae) a parasite of the conjunctival sac of freshwater turtles in Costa Rica. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 95: 833-837.
<http://brooksweb.zoo.utoronto.ca/pdf/Neopolystoma%20fentoni.pdf>. [Accessed 15 Apr. 2005].
- Pouliken-Young, O. and Newman, P. (1999). *The Implications of Climate Change for Land-Based Nature Conservation Strategies*. Final Report 96/1306, Australian Greenhouse Office, Environment Australia, Canberra, and Institute for Sustainability and Technology Policy, Murdoch University, Perth, Australia, 91 pp.
- Pujari, G.N. and Shrivastava, J.P. 2001. High bioassay values in *Terminalia alata* leaves: indication of Cu mineralisation in Malanjkhand Granitoid, Central India. *Chemical Speciation and Bioavailability* 13(4): 97-111.
- Purvis, A., Gittleman, J.L., Cowlishaw, G. and Mace G.M. 2000. Predicting extinction risk in declining species. *Proc. Roy. Soc. Lond. B* 267: 1947-1952.
- Queensland Museum. 2004. *Saving Lives: Queensland Museum Collections*.
<http://www.qmuseum.qld.gov.au/features/snakes/saving.asp> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Raina, S.K. (ed). 2000. *The economics of apiculture and sericulture modules for income generation in Africa*. Nairobi: ICIPE Science Press. 86 pp.
- Ratcliffe, D.A. 1967. Decrease in eggshell weight in certain birds of prey. *Nature*. 215: 208-210.
- Raxworthy, C.J., Martinez-Meyer, E., Horning, N., Nussbaum, R.A., Schneider, G.E., Ortega-Huerta, M.A. and Peterson, A.T. 2003. Predicting distributions of known and unknown reptile species in Madagascar. *Nature*. 426: 837-841.
- Redhead, T., Mummery, J. and Kenchington, R. (eds). 1994. *Options for a National Program on Long-Term Monitoring of Australian Biodiversity*. Canberra: CSIRO & Department of Environment, Sport and Territories.

- Ridgely, R.S. and Gwynne, J.A. 1989. *A Guide to the Birds of Panama* 2nd edn. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Rivas, M., Warner, J., Bermúdez, M. 1998. Presencia de micorrizas en orquídeas un jardín botánico neotropical *Rev. biol. Trop.* 46(2):
- http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-7744199800020004&script=sci_arttext&tlang=es [Accessed 15 Apr. 2005].
- Robinson, T.P., Rogers, D.J. and Williams, B.G. 1997. Mapping tsetse habitat suitability in the common fly belt of southern Africa using multivariate analysis of climate and remotely sensed vegetation data. *Medical and Veterinary Entomology* 11, 235-245.
- Rodgers, J. A. 1990. Breeding chronology and clutch information for the wood stork from museum collections. *J. Field Orn.* 61: 47-53.
- Schell, D. 2000. Declining carrying capacity in the Bering Sea: Isotopic evidence from whale baleen. *Limnology and Oceanography* 43: 459-462.
- Schmitt, C.J. and Bunck, C.M. 1995. *Persistent Environmental Contaminants in Fish and Wildlife*. USGS. <http://biology.usgs.gov/s+t/noframe/u208.htm> [Accessed 14 Aug. 2004].
- Sekhran, N. and Miller, S. 1995. *Papua New Guinea Country Study on Biological Diversity*. Port Morseby: Department of Environment and Conservation.
- Shalk, P.H. and Heijman, P. 1996. ETI's Taxonomic *Linnaeus II* Software. A New Tool for Interactive Education. *Uniserve-Science News* 3: <http://science.uniserve.edu.au/newsletter/vol3/schalk.html> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Shapiro, B. and Cooper, A. 2003. Beringia as an Ice Age genetic museum. *Quaternary Research* 59: 94-100.
- Shiembo, P.N. 2002. The sustainability of Eru (*Gnetum africanum* and *Gnetum buchholzianum*) an exploited non-wood forest production from the forests of Central Africa in *RATTAN Current research Issues and Prospects for Conservation and Development*. FAO. <http://www.fao.org/docrep/X2161E/x2161e06.htm>. [Accessed 15 Apr. 2005].
- Schulze, R., Meigh, J. and Horan, M. 2001. Present and potential future vulnerability of eastern and southern Africa's hydrology and water resources. *South African Journal of Science* 97: 150-160.
- Short, P.S. (ed.). 1990. *History of systematic botany in Australia*. Proceedings of a symposium held at the University of Melbourne 25-27 May 1988. South Yarra, Vic.: Australian Systematic Botany Society. 326 pp.
- Siddall, M.E. 1997. The AIDS Pandemic is New, but is HIV Not New? *Cladistics* 13: 266-273.
- <http://research.amnh.org/~siddall/HIV.pdf> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Siqueira, M.F. de, and Peterson, A.T. 2003. Global climate change consequences for cerrado tree species. *Biota Neotropica*, 3(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/en/download?article+BN00803022003+item> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Soberón, J. 2004. *The National Biodiversity Information System of Mexico* http://circa.gbif.net/Public/irc/gbif/pr/library?l=/power_point/presentations_assembly/4_soberon_pps/ [Accessed 23 Aug 2004].
- Soberón, J., Golubov, J. and Sarakhán, J. 2000. Predicting the Effects of *Cactoblastis cactorum* Berg on the *Platypuntia* of Mexico: A Model on the Route of Invasion pp. 95-97 in *Assessment and Management of Alien Species that Threaten Ecosystems, Habitats and Species*. CBD Technical Series No. 1. Montreal, Canada: Convention on Biological Diversity. Copenhagen: GBIF. Powerpoint presentation (17 Mb) <http://www.biodiv.org/doc/publications/cbd-ts-01.pdf> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Soberón, J., Golubov, J. and Sarakhán, J. 2001. The Importance of *Opuntia* in Mexico and Routes of Invasion and impact of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). *Florida Entomologist* 84(4): 486-492.
- Soberón, J. Huerta-Ocampo, E., Arriaga-Cabrera, L. 2002. The Use of Biological Databases to Assess the Risk of Gene Flow: The Case of Mexico in *LMOS and the Environment*, OECD. <http://www.oecd.org/dataoecd/40/56/31526579.pdf> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Sondström, O., Larsson, Å., Andersson, J., Appelberg, M., Bignert, A., Ek, H., Förlin, L. and Olsson, M. 2004. *Integrated fish monitoring in Sweden*. Helsinki: Helcom Monas Coastal Fish Monitoring [http://www.helcom.fi/dps/docs/documents/Monitoring%20and%20Assessment%20Group%20\(MONAS\)/MONAS%20Coastal%20Fish%20Monitoring%201,%202004/3-4.pdf](http://www.helcom.fi/dps/docs/documents/Monitoring%20and%20Assessment%20Group%20(MONAS)/MONAS%20Coastal%20Fish%20Monitoring%201,%202004/3-4.pdf) [Accessed 15 Apr. 2005].
- Sonnekus, I.P. and Breytenbach, G.J. 2001. Conservation business: sustaining Africa's future. *Koedoe* 44: 105-123.
- SourceForge. 2004. *Distributed Generic Information Retrieval (DiGIR)*. <http://digir.sourceforge.net/> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Southwell, C., Meyer, L. 2003. The utility of satellite remote sensing for identifying the location and size of penguin breeding sites in Antarctica: a review of previous work and specifications of some current satellite sensors. *CCAMLR Scientific Abstracts. WG-EMM-03/51* 19 http://cs-db.aad.gov.au/proms/public/report_project_public.cfm?project_no=2205 [Accessed 15 Apr. 2005].
- Stace, P. 1995. Winbreak trees for economic biodiversity: a habitat for pests, predators and crop pollinators *ACOTANC – 95. The Sixth Conference of the Australian Council on Tree*

- and Nut Species, Lismore, Australia*
<http://www.newcrops.uq.edu.au/acotanc/papers/stace.htm>
[Accessed 15 Apr. 2005].
- Stadler, J., Mungai, G. and Brandl, R. 1998. Weed invasion in East Africa: insights from herbarium records. *African Journal of Ecology* 36: 15-22.
- Stadler, M. and Hellwig, V. 2005. PCR-based Data and Secondary Metabolites as Chemotaxonomic Markers in High-Throughput Screening for Bioactive Compounds from Fungi. In Handbook of Industrial Mycology (Z. An, ed.) New York: Marcel Dekker. 269pp.
- Stattersfield, A.J., Crosby, M.J., Long, A.J. and Wege, D.C. 1998. *Endemic bird areas of the world: priorities for biodiversity conservation*. Birdlife International.
- Stockwell, D. and Peters, D. 1999. "The GARP modelling system: problems and solutions to automated spatial prediction." *International Journal of Geographical Information Science* 13(2): 143-158.
- Strasdas, W. 2002. *The Ecotourism Training Manual for Protected Area Managers*. Zschortau, Germany: German Foundation for International Development.
- Suarez, A.V., Holway, D.A. and Case, T.J. 2001. Patterns and spread in biological invasions dominated by long-distance jump dispersal: Insights from Argentine ants. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98: 1095-1100.
- Suarez, A.V. and Tsutsui, N.D. 2004. The Value of Museum Collections for Research and Society. *BioScience* 54(1): 66-74.
- Swaney, D. 1999. *Zimbabwe, Botswana & Namibia. Third edition*. Hawthorn, Australia : Lonely Planet. 817 pp
- Taylor, J.E., Yunez-Naude, A., Dyer, G.A., Stewart, M. and Ardila, S. 2002. *The Economics of "Eco Tourism": A Galapagos Island Economy-wide Perspective*. University of California, Davis.
http://www.reap.ucdavis.edu/working_papers/jet-galapagos.pdf [15 Apr. 2005].
- TDWG 2004. ABCD Schema – Task Group on Access to Biological Collection Data. <http://bgbm3.bgbm.fu-berlin.de/TDWG/CODATA/default.htm> [Accessed 13 Apr. 2005].
- Thackway, R. and Cresswell, I. (eds). 1995. *An Interim Biogeographic Regionalisation for Australia: A Framework for Setting Priorities in the National Reserves System Cooperative Program*. (Version 4.0) Canberra: Australian Nature Conservation Agency.
<http://www.ea.gov.au/parks/nrs/ibra/version4-0/index.html> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Thomas, C.D., Cameron, A., Gree, R.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J., Collingham, Y.C., Erasmus, B.F.N., Siqueira, M.F., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., van Jaarsveld, A.S., Midgley, G.F., Miles, L., Ortega-Huerta, M.A., Peterson, A.T., Phillips, O.L. and Williams, S.E. 2004. *Nature* 427: 145-148.
- Thompson, D.R., Furness, R.W. and Monteiro, L.R. 1998. Seabirds as biomonitoring of mercury inputs to epipelagic and mesopelagic marine food chains. *Science of the Total Environment* 213: 299-305.
- Torto, B. & Hassanali, A. 1997. Progress in the search for anti-arthropod botanicals. *Recent Research Developments in Phytochemistry* 1: 475-488.
- Tsontos, V.M. and Kiefer, D.A. 2000. Development of a dynamic biogeographic information system for the Gulf of Maine. *Oceanography* 13(3): 25-30.
<http://iobis.org/Plone/about/2000Tson.pdf> [Accessed 15 Apr. 2005].
- University of Queensland. 2004. *Welcome to Lucidcentral*. Centre for Biological Information Technology, University of Queensland. <http://www.lucidcentral.org/> [Accessed 15 Apr. 2005].
- UTU-Biota. 2004. *GBIF Demonstration project 2003*. Biota BD Ltd and University of Turku. <http://gbifdemo.utu.fi/> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Vallance, T.G., Moore, D.T. and Froves, E.W. 2001. *Nature's Investigator: The Diary of Robert Brown in Australia 1801-1805*. Canberra: ABRS.
- van Staden, V., Erasmus, B.F.N., Wingfield, M.J. and van Jaarsveld, A.S. 2004. Modelling the spatial distribution of two important South African plantation forestry pathogens. *Forest Ecology and Management* 187(1): 61-73.
- Ved, D.K. 1998. Regulating export of endangered medicinal plant species – Need for scientific rigour *Current Science* 75(4): 341-343
<http://www.ias.ac.in/currsci/aug/articles8.htm> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Vieglais, D. 1999. The Species Analyst. Integrating Disparate Biodiversity Resources using Information Retrieval Standards (Z39.50). Powerpoint presentation.
<http://www.tdwg.org/daveTDWG.htm> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Vieglais, D. 2003a. *Species Analyst Revision 1.6*. Lawrence, KA: University of Kansas Natural History Museum and Biodiversity Research Center. <http://speciesanalyst.net/> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Vieglais, D. 2003b. *The Darwin Core. Revision 1.5*. Lawrence, KA: University of Kansas Natural History Museum and Biodiversity Research Center.
<http://speciesanalyst.net/docs/dwc/> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Wake, D.B. 2004. *Biodiversity Informatics Approaches to Taxon-Based Studies – The Amphibia as an Exemplar*. Copenhagen: GBIF. Powerpoint presentation (10 Mb).
http://circus.circusnet.org/irc/circusnet/pr/library?l=/power_point/presentations_assembly/6_wake_pps_EN_1.0_&a=d [Accessed 16 Aug. 2004].

- Wannenburgh, A. and Mabena, S. 2002. National Indigenous Forest Inventory. *National Forests and Woodlands Symposia III*. Pretoria: Department of Water Affairs and Forestry.
<http://www.dwaf.gov.za/Forestry/FTIS/symp2002/inventory.doc> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Warman, L.D., Sinclair, A.R.E., Scudder, G.G.E., Klinkenberg, B. and Pressey, R.L. 2004. Sensitivity of Systematic Reserve Selection to Decisions about Scale, Biological Data, and Targets: Case Study from Southern British Columbia. *Conservation Biology* 18(3): 655-666.
- Wassenaar, L. and Hobson, K. 1998. Natal Origins of Migratory Monarch Butterflies at Wintering Colonies in Mexico: New Isotopic Evidence. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 95: 15436-15439.
- Watson, J.P. 1974. Termites in relation to soil formation, groundwater, and geochemical prospecting. *Soils and Fertilizers* 37: 111-114.
- Weiss, C. and Eisner, T. 1998. Partnerships for value-added through bioprospecting. *Technology in Society* 20: 481-498.
- Wells, F., Metzeling, L. and Newall, P. 2002. Macroinvertebrate Regionalisation for use in the Management of Aquatic Ecosystems in Victoria, Australia. *Environmental Monitoring and Assessment* 74(3): 271-294.
- West, J.G. and Whitbread, G.H. 2004. *Australian Botanical Informatics serving Science and Society*. Copenhagen: GBIF. Powerpoint presentation (14 Mb)
http://circa.gbif.net/Public/irc/gbif/pr/library?l=/power_point/presentations_assembly/5_west_pps/_EN_1.0_&a=d
[Accessed 16 Aug. 2004].
- Wheeler, Q.D., Raven, P.H. and Wilson, E.O. 2004. Taxonomy: Impediment or expedient? *Science* 303: 285.
- Williams, P., Gibbons, Margules, D., Rebelo, C., Humphries, A. and Pressey, R. 1996. A comparison of richness hotspots, rarity hotspots and complementary areas for conservation diversity using British birds. *Conservation Biology* 10: 155-174.
- Wiltshire, P.E.J. 2001. *Environmental Profiling and Forensic Palynology. Background and potential value to the criminal investigator*. British Association for Human Identification.
http://www.bahid.org/docs/NCF_Env%20Prof.html
[Accessed 15 Apr. 2005].
- Winker, K. 2004. Natural History Museums in a Postbiodiversity Era. *BioScience* 54(5): 455-459.
- World Resources. 1992. Global Biodiversity Strategy: Guidelines for action to save, study and use Earth's biotic wealth sustainably and equitably. WRI, IUCN, UNEP, FAO, UNESCO.
http://biodiv.wri.org/pubs_content.cfm?PubID=2550
[Accessed 13 Apr. 2005].
- Zak, D.R., Holmes, W.E., White, D.C., Peacock, A.D. and Tilman, D. 2003. Plant Diversity, Soil Microbial Communities, and Ecosystem Function: Are there any links? *Ecology* 84(8): 2042-2050.
<http://www.bio.psu.edu/ecology/calendar/Zak.pdf> [Accessed 15 Apr. 2005].
- Zhou, Z. ; and Pan, W. 1997. Analysis of the viability of a giant panda population. *Journal of Applied Ecology* ; 34(2): 363-374.
- Zwick, P. 2003. Shapes and patterns of wingpad development in the Plecoptera, in Gaino, E. (ed.) *Research update on Ephemeroptera and Plecoptera* ; University of Perugia, pp. 477- 483.
http://www.unipg.it/maystone/PDF%202001%20proc/ZWIC_K2%20IJM%20proceedings.pdf [Accessed 15 Apr. 2005].

Index 索引

A

A Mexican case-study on a centralised data base from World Natural History Collections 墨西哥世界自然歷史藏品中央資料庫個案研究, 99
Acacia in Australia
Ethnobotany and Potential Food Crop 澳洲洋槐：民族植物學與潛力作物, 98
Access to Biological Collections Data Schema, ABCD 生物藏品資料存取概要, 4
Adelie penguin 阿德利企鵝, 39
African Archaeological Database 非洲人類學資料庫, 50
African-Eurasian Migratory Water Bird Agreement 非歐亞遷移性水鳥協定, 38
agricultural industry 農業, 3
Ailuropoda melanoleuca, 28
albatrosse 信天翁, 33
Amphibians 兩棲類動物, 75
AmphibiaWeb. See Information Systems 兩棲網
Angle-stemmed Myrtle 復育計畫, 32
Anoplophora glabripennis 亞洲長角甲蟲, 22
Anthrax d 炭疽病, 113
aquatic invertebrates 水生無脊椎動物, 35
Arabian oryx 阿拉伯羚羊, 48
Archaea 古細菌, 49
Argentine Ant 阿根廷螞蟻, 35
Arizona State Museum 亞利桑那州立博物館, 50
arthropods 節肢動物, 35
Artificial Neural Networks 神經網路, 18
Asterias amurensis 北太平洋海星, 36
Atlas of Australian Birds 澳洲鳥類地圖集, 19
Atlas of Elapid Snakes of Australia 澳洲眼鏡蛇地圖集, 20
Atlas of the Birds of Mexico 墨西哥鳥類地圖集, 20
Atlas of the British Flora 英國植物地圖集, 19
Australasian Bird Image Database 澳洲鳥類影像庫. See Information Systems
Australian Biological Resources Study (ASRS) 澳洲生態資源研究, 14
Australian Bird and Bat Banding Scheme 澳洲鳥類和蝙蝠標放計畫, 39
Australian Broadcasting Commission 澳洲廣播公司, 50
Australian Heritage Assessment Tool 澳洲資產評估工具, 25
Australian magpies 澳洲喜鵲, 65
Australian Museum 澳洲博物館, 54
Australian National Botanic Gardens 澳洲國家植物園, 71
Australian Natural Resources Atlas v.2.0 澳洲自然資源地圖集第二版, 44
Australian Plant Collectors and Illustrators 澳洲 1780 年代-1980 年代植物採集家及插畫家, 94
Australian Plants online 澳洲植物線上, 101
Australian Terrestrial Biodiversity Assessment 澳洲陸域生物多樣性評估, 24

Australian Tropical Rainforest Trees and Shrubs 澳洲熱帶雨林喬木及灌木檢索, 15
Australian Virtual Herbarium 澳洲虛擬植物標本館, 4
Austromyrtus gonoclada, 32
Automated identification tools 自動鑑定工具, 16
avian influenza 禽流感, 73
avian malaria 家禽瘧疾, 73

B

ballast water 壓艙水, 36
Barnardius zonarius 林肯港鸕鷀, 65
Belgian Co-ordinated Collections of Micro-organisms (BCCM) 比利時菌種中心, 29
BioBlitz 生物多樣性普查計畫, 90
BioCase 歐洲生物典藏檢索服務, 4
BIOCLIM 生物氣候模擬軟體, 23
BIODEPTH 生物深度計畫, 45
Biodiversity Research Center 生物多樣性研究中心, 108
biodiversity surrogate 替代物種, 54
Biodiversity Toolbox for Local Government 地方政府的生物多樣性錦囊, 54
biogeographic studies 生物地理研究, 1
biological control 生物防治, 34
biological sciences 生物科學, 1
bioprospecting 生物探勘, 78
BioRap 巴布新幾內亞之 BioRap 生物多樣性評估與規劃研究, 112
bioregions 生物區, 46
bioterrorism 生物恐怖主義, 73
biotic surveys 生物調查, 1
BIOTREE 生物樹, 45
bird strikes 鳥擊, 82
Birds of Argentina and Uruguay 阿根廷及烏拉圭鳥類, 12
Birds-of-Paradise 天堂鳥, 95
Bishop Museum 主教博物館, 87
Bonn Convention 波昂公約, 38
border control 邊境管制, 7, 83
botanic gardens 植物園, 92
Bufo marinus 大蔗蟾(海蟾蜍), 37
BumblebeeID 大黃蜂, 13

C

Cacatua
roseicapilla 粉紅巴丹, 65
tenuirostris 尖嘴巴丹, 65
Cactoblastis cactorum 仙人掌螟蛾, 37
Caesalpinia bonduc 刺果蘇木, 95
Californian Condor 加州兀鷹, 75
Canna indica 美人蕉, 95
cassava 木薯, 63
Cassia brewsteri, 63

Catalogue of the Chalcicoidea of the World 世界小蜂總科目錄, 13
Census of Australian Vascular Plants 澳洲維管植物調查, 19
Census of Marine Life 海洋生物調查, 106
Centers for Disease Control and Prevention (CDC) 美國疾病管制局, 74
cerrado 疏林莽原, 27
Chaing Mai University 清邁大學, 97
Checklist and distribution of the liverworts and hornworts of sub-Saharan Africa 撒哈拉以南非洲及東非島嶼之葉苔及金魚藻清單及分佈資料, 15
Checklist of Online Vegetation and Plant Distribution Maps 線上植被與植物分佈圖一覽, 43
Checklist of the Amphibians and Reptiles of Rara Avis, Costa Rica 哥斯大黎加 Rara Avis 地區兩棲類及爬蟲類清單, 15
Checklist of the Ants of Michigan 密西根螞蟻清單, 15
checklists 清單, 7
Chemotaxonomy of Xylariaceae 炭角菌科之化學分類, 78
China-Australia Migratory Bird Agreement 中澳候鳥保護協議, 38
Chinese Academy of Sciences 中國科學院, 57
Cicadas of South-East Asia and the West Pacific 東南亞及西太平洋蟬類研究, 8
cicadas 蟬, 16
climate change 氣候變遷, 41
coastal dune erosion 海岸沙丘侵蝕, 103
cod fish 鮭魚, 68
complementarity 互補性, 53
conservation assessment 保育評估, 41
Conservation International 國際保育組織, 26
conservation 保育, 32
contaminants 污染物, 72
Convention on Biological Diversity 生物多樣性公約, 98
Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) 濕危野生動植物種國際貿易公約, 83
Convention on Migratory Species 遷移物種公約(波昂公約), 38
Cordyline australis 澳洲朱蕉, 63
corellas 尖嘴巴丹, 65
Corymbia
 umbonata, 12
Corymbia 傘房屬, 12
Costa Rica's National Parks and Preserves 哥斯大黎加國家公園及保育區, 92
Council for Biotechnology Information 生物科技資訊委員會, 78
Crebatulus lacteaus priorities, 29
critical habitat corridors 緊急棲地廊道, 55
cross breeding 雜交, 62
Cydia pomonella 蘋果蠹蛾, 31

D

Danaus plexippus 帝王蝴蝶, 39
Darwin Core 達爾文核心集, 4
data interchange 資料分享, 99

DDT 污染物, 70
Decision Trees 決策樹, 18
DELTA, 14
dengue 登革熱, 73
Depressaria pastinacella 歐洲防風草結網毛蟲, 38
Desert Quandong 沙漠桃, 63
DiGIR 分散式通用資訊擷取協定, 4
disease vecors 病毒傳染媒介, 73
distributed data 分布資料, 67
Distributions of Mexican 墨西哥鳥類分佈, 22
DNA 脫氧核醣核酸, 80
Dreissena polymorpha 班馬貽貝, 36
Duke University 杜克大學, 87

E

earthworms 蚯蚓, 36
ecological communities 生態社群, 25
Ecological Database of the World's Insect Pathogens 世界昆蟲病原體生態資料庫, 66
ecosystem health 生態系統健康, 44
ecosystems 生態系, 45
Eichhornia crassipes 布袋蓮, 37
Elapid snakes 眼鏡蛇, 18
Elapidae 眼鏡蛇科, 23
Electronic Catalogue of Names of Known Organisms 已知生物電子目錄計畫, 9
Endangered Species Program of the U.S.A 美國瀕危物种計畫., 32
Endemic Bird Areas 鳥類特有種分布區, 26
Environment Law Institute 環境法律協會, 90
environmental gradients 環境梯度, 22
environmental modelling 環境模擬, 67
environmental regionalisation 環境區劃, 2
Environmental Specimen Bank 自然標本庫, 75
epidemiological research 流行病學研究, 76
epidemiology 流行病學, 73
equine encephalitis 馬腦炎, 73
Eru, 63
ethnobotany 民族植物學, 98
Eucalypts of Southern Australia 南澳桉樹檢索, 15
eucalypt 桉樹, 104
Eukaryotic parasites 真核寄生物, 28
European Network for Biodiversity Information (ENBI) 歐洲生物多樣性資訊網絡, 29
European Pied Flycatcher 歐洲斑姬鶲, 41
evolution 演化, 43
evolutionary biology 演化生物學, 76
Ezemvelo Nature Reserve 南非夸祖魯納塔爾野生動物保護區, 108

F

Ferdinand Bauer, 95
Ficedula hypoleuca, 41
Fife Bird Atlas 蘇格蘭法夫地區鳥類地圖集, 19
fisheries 水產業, 68

fishery bycatch 混獲, 62
floras and faunas 動植物, 64
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) 聯合國糧食及農業組織, 68
forensic entomology 法醫昆蟲學, 81
forensic science 鑑識科學, 50
French beetle, 37
freshwater fisheries 淡水漁業, 68
FrogLog 青蛙網, 34
Frogwatch 青蛙守望計畫, 90
fructose production 果糖產品, 63

G

galah 粉紅巴丹, 65
GAP Analysis Program 落差分析計畫, 46
Gardening for Biodiversity 生物多樣園藝, 101
GBIF Portal 全球生物多樣性資訊機構資訊平台, 4
GenBank. See Information System 基因庫
GenBank Database 基因庫, 6
GenBank 基因庫, 58
Gene fragments 基因片段, 80
Generalised Additive Models (GAM) 廣義累加模式, 18, 21
Generalised Linear Models (GLM) 廣義線性模型, 3
Generalised Linear Models (GLM) 廣義線性模式, 22
Genetic Algorithm for Rule-set Production 遺傳演算法, 21
genetic improvement 基因改造, 63
genetic transfer 基因轉殖, 62
genetically modified crops 基因改造作物, 74
genomics 基因體學, 48
Geographic Information Systems 地理資訊系統, 1
Giant Cane Toad 大蔗蟾(海蟾蜍), 37
Giant Panda 大熊貓, 28
Giant River Prawn 泰國蝦(羅氏沼蝦), 69
Giant-petrel 大海燕, 33
Global Biodiversity Information Facility(GBIF)全球生物多樣性資訊機構, 5
Global Register of Migratory Species 全球遷移物種註冊計畫, 38
GLOBE, 86
Gnetum
 africanum, 63
 buchholzianum, 63
goats 山羊, 33
grasshoppers 蟋蟀, 16
Gray Card Index 格雷卡索引, 9
Grey-backed cane beetle 灰背蔗甲蟲, 37
Guanacaste Conservation Area 瓜那卡斯特保育區, 57
Gulf of Maine Biogeographic Information System 緬因灣地裡訊息系統, 106
Gymnobelideus leadbeateri 利氏袋貂, 28
Gymnogyps californianus 加州兀鷹, 75
Gymnorhina dorsalis 澳洲喜鵲, 65

H

habitat fragmentation 棲地破碎, 7
hanta viruses 漢他病毒, 76

heavy metal concentrations 重金屬濃度, 75
Helicobacter pylor 幽門螺旋桿菌, 49
herbal medicines 草藥, 77
Herbarium Information Standards for the Interchange of Data HISPID 植物資訊交換標準, 3
History of systematic botany in Australasia 澳洲植物分類學史, 94
HIV 愛滋病毒, 74
Holocene climates 全新紀氣候, 47
Homalodisca coagulata 琉璃葉蟬, 35
host specificity 寄主專一性, 29
hunting 狩獵, 97
HymAToL 生命之樹膜翅目, 8

I

ICLARM 國際水生動物資源管理中心, 8
illegal bird trade 非法鳥類貿易, 83
Imagens da Biodiversidade Brasileira 巴西生物多樣性影像, 89
Index Fungorum 真菌索引, 9
Index of Viruses 病毒索引, 9
indigenous art 原住民藝術, 96
infectious diseases 傳染性疾病, 74
Information System
 GenBank Database, 49
Information Systems
 AmphibiaWeb 兩棲網, 24
 AmphibiaWeb 兩棲網, 34
 Australasian Bird Image Database 澳洲鳥類影像庫, 89
 Australian Plant Pest Database 澳洲植物害蟲資料庫, 85
 Australian Virtual Herbarium 澳洲虛擬植物標本館, 11
 Bird Remains Identification System (BRIS) 鳥類屍體鑑定系統, 82
 Bird Strike Information System (IBIS) 鳥擊資訊系統, 82
 Digital Orthoptera Specimen Access (DORSA) 直翅類昆蟲物種線上資料, 89
 MaNIS 哺乳類動物資訊網絡系統, 4
 North Australian Frogs Database System 北澳蛙類資料庫系統, 87
 speciesLink, 4
 insect herbivores 植食性昆蟲, 28
 Integrated Catchment Management 集水流域整合管理計畫, 90
 Integrated Taxonomic Information System (ITIS) 整合分類學資訊系統, 9
 Intelligent Bioacoustic Identification System (IBIS) 智慧型生物聲辨識系統, 17
 Intelligent Bioacoustic Identification System 智慧型生物聲辨識系統, 16
 Inter-American Environment Program 美洲環境計畫, 90
 International Development Research Centre 國際發展研究中心, 66
 International Plant Name Index (IPNI) 國際植物學名索引, 9
 invasive species 入侵物種, 32
 irreplaceability 不可取代性, 53
 IUCN Red List of Threatened Species 世界自然保護聯盟瀕危物種紅皮書, 32

K

- kangaroos 袋鼠, 65
Key to Common Chilocorus species of India 印度瓢蟲常見種索, 14

L

- Laboratory of Ethnobotany 民族植物學實驗室, 98
landscape restoration 地景復育, 62
Lantana 馬櫻丹種, 37
Lassa fever 拉薩熱, 76
Leadbeater's Possum 利氏袋貂, 28
Leptospermum 鱗子屬, 24
Leucaena 銀合歡, 68
Linepithema humile 阿根廷螞蟻, 35
Linnaeus II 林奈二代, 13
Long-term Monitoring of Australia's Biological Ressources 澳洲生物資源長期監控, 60
Lucid. See Software, See Software, See Software
Lyme disease 萎姆症, 76

M

- Macrobrachium rosenbergii 泰國蝦(羅氏沼蝦), 69
macroinvertebrates 大型無脊椎動物, 52
macropods 袋鼠, 65
Macropus fuliginosus 西部灰色大袋鼠, 65
malaria 瘧疾, 73
Man and the Biosphere Programm 聯合國人與生物圈計畫, 57
Manihot esculenta, 63
MaNIS 哺乳類動物資訊網絡系統, 4
McClung Museum 麥克朗博物館, 95
mealybug 水蠟蟲, 36
megafauna 巨型動物, 47
microbial diversity 微生物多樣性, 49
migration 遷徙, 49
migratory species 遷移物种, 38
Millenium Atlas of Butterflies in Britain and Oreland 千禧年英國及愛爾蘭蝴蝶地圖集, 19
Millenium Seed Bank 千禧年種子庫, 57
Modelling Forest Systems 模擬森林系統, 67
mollicutes 柔膜菌綱, 66
Monarch Butterfly 帝王蝴蝶, 39
Museum School Partnership program 博物館學校合作計畫, 86
Museums around the world 世界博物館, 93
mycorrhiza 菌根, 71
Mycteria americana 佛羅里達林鶴, 30

N

- National Biodiversity Institute (Inbio) 哥斯大黎加國家生物多樣性研究院, 78

National Centre for Integrated Pest Management 印度國家害蟲綜合防治中心, 66

National Vegetation Information System (NVIS) 澳洲國家植被訊息系統, 44

Natural resource management and vegetation - an overview 澳洲自然資源管理與植被一覽, 59

natural resource management 自然資源管理, 59

nematodes 線蟲, 84

nemertean 細蟲, 29

New Biogeographic Regionalisation for Tasmania 塔斯曼尼亞新生物地理區劃, 52

New Endeavour 新奮進號計畫, 89

New Endeavour 新奮進號計畫, 94

New York Botanic Gardens 紐約植物園, 89

Nickernuts 刺果蘇木, 95

nomenclature 命名法, 97

North American Hunting Heritage Accord 北美洲狩獵遺產協議, 100

Nothofagus cunninghami 假毛山櫸 i, 47

O

Ocean Biogeographic Information System 海洋生物地理訊息系統, 106

Ontario Herpetofaunal Summary Atlas 安大略兩棲爬行動物, 19

Opuntia 仙人掌, 37

orchid 蘭花, 71

Organizations 組織

Albufera International Biodiversity Group (TAIB) 愛布拉斐國際生物多樣性組織, 61

American Board of Forensic Entomology 美國法醫昆蟲學會, 82

American Museum of Natural History 美國自然歷史博物館, 48

Australian Department of Environment and Heritage 澳洲環境資產部, 32

Birdlife Internationa 國際鳥盟 I, 61

Cleland Conservation Park 克里蘭保育公園, 57

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) 墨西哥國家保護生物多樣性委員會, 75

Durrell Wildlife Conservation Trust 杜瑞爾保育基金, 92

Electric Power Research Institute 電力研究中心, 103

Environment Canada 加拿大環境署, 33

European Centre for Nature Conservation 歐洲自然保育中心, 97

European Molecular Biology Laboratory (EMBL) 歐洲分子生物學實驗室, 49

European Union for Bird Ringing 歐洲鳥類繫放聯盟, 39

Federal Geographic Data Committee 美國聯邦地理資料委員會, 43

Field Museum 芝加哥自然歷史博物館, 88

Global Invasive Species Program (GISP) 全球入侵種方案, 35

Institute for Comparative Genomics 比較基因體學研究中心, 48

- Institute of Amazonian Research 亞馬遜研究中心, 5
- International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) 世界自然保護聯盟瀕危物种紅皮書, 32
- Inwent Zschortau (Leipzig), 92
- Jersey Zoo 紐澤西動物園, 92
- Jurong Bird Park 新加坡裕廊飛禽公園, 92
- Kirstenbosch National Botanical Garden 南非國家植物園, 92
- Lankester Botanical Gardens 研 蘭加斯德植物園, 71
- Lankester Botanical Gardens 蘭加斯德植物園, 71
- Maryland Department of Natural Resources 馬里蘭自然資源部, 60
- Monterey Bay Aquarium 蒙特利海灣水族館, 92
- National Biodiversity Network (NBN) 全國生物多樣性網絡, 87
- New Zealand Department of Conservation 紐西蘭保育部, 33
- North Carolina Nature Museums and Science Centers 北 克羅萊那自然博物館與科學中心, 88
- Queensland Parks and Wildlife Service 昆士蘭公園及野生生物服務, 32
- Royal Botanic Gardens Kew 英國皇家植物園, 56
- Royal Horticultural Society 皇家園藝學會, 101
- Society for Growing Australian Plants 澳洲種植學會, 101
- South African Institute for Natural Resources 南非自然資源研究院, 59
- Taxonomic Database Working Group (TDWG) 分類學資料庫工作小組, 4
- The World Conservation Union (IUCN) 世界自然保護聯盟, 59
- U.S. Fish and Wildlife Service 美國漁業暨野生動物局, 32
- US Environment Protection Authority (EPA) 美國環境保護署, 60
- Ornamental Plants Database 觀賞植物資料庫, 71
- Oryza*
- longistaminata*, 62
 - nivara*, 62
 - rufipogon*, 62
- P
- palynology 泡粉學, 81
- Parasite Database 寄生蟲資料庫, 29
- parasites 寄生蟲, 66
- Pastinaca sativa 歐洲防風草, 38
- pathogenic bacteria 致病細菌, 49
- PATN 型態分析工具, 25
- Pattern Analysis 模式分析, 55
- pattern recognition 樣式辨認, 16
- petrels 海燕, 40
- pharmaceuticals 藥品, 77
- phenology 物候學, 30
- phylogenetics 譜系學, 8
- Phytophthora cinnamomi 根腐菌, 33
- phyto-mining 植物採礦, 72
- phytoremediation 植生整治, 72
- Plant Genome Databases 植物基因體資料庫, 48
- Plant-derived Drugs
- Products, Technology, Applications 植物醫藥：產品、科技及應用, 78
- Platform Terminal Transmitters 發報器終端機平台, 40
- PoliKey 互動式檢索與資訊系統, 13
- pollen 花粉, 81
- pollination biology 花粉生物學, 8
- Population Viability Analysis 族群生存力分析, 28
- Port Lincoln Parrot 林肯港鸚鵡, 65
- Prasophyllum petilum, 47
- Protea Atlas 南非帝王花地圖集, 20
- protozoa 原蟲, 66
- Przewalski horse 蒙古野馬, 56
- public outreach 公共參與, 86
- Publications
- A Guide to the Birds of Panama 巴拿馬鳥類指南, 92
 - Acacias of Australia 澳洲洋槐, 14
 - Amazonian Biodiversity Estimation 亞馬遜生物多樣性評估, 53
 - Arthropods of Economic Importance 具經濟重要性之節肢動物, 13
 - Atlas Flora Europaea 歐洲植物地圖集, 19
 - AusGrass 澳洲植物, 14
 - Australian Mammal Audit 澳洲哺乳類動物調查, 15
 - Australian Plant Image Database 澳洲植物影像資料庫, 89
 - Australian Plants online 栽種澳洲植物學會, 101
 - Bats of the Indian Subcontinent 印度次大陸蝙蝠, 13
 - Biodiversity World 生物多樣性世界, 54
 - Bioinformatics: Sequence, Structure and Databanks – A Practical Approach 生物資訊：序列、結構與資料庫實用法, 49
 - Birds of Europe 歐洲鳥類, 13
 - Butterflies of Australia 澳洲蝴蝶, 13
 - Butterflies of North America 北美蝴蝶, 12
 - Canada's National Marine Conservation Areas System Plan 加拿大國家海洋保育區系統計畫, 52
 - Crabs of Japan 日本蟹類, 13
 - Davalliaceae 蕨類植物, 13
 - Diptera species pages 雙翅目物種網, 90
 - Dragonfly Recording Network 蜻蜓記錄網, 12
 - Ecotourism Training Manual for Protected Area Managers 保護區經理人員的生態旅遊訓練手冊, 91
 - Environmental Contaminants of Amphibians in Canada 加拿大兩棲類環境汙染物, 75
 - Ethnobotany: Plants and People Interacting 民族植物學：植物與人類互動, 98
 - Farming Freshwater Prawns 捕撈淡水蝦, 69
 - Fauna Malesiana 馬來西亞動物, 13
 - Fauna of New Zealand 紐西蘭動物誌, 10
 - Faunaitalia 義大利動物誌, 10
 - Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean 東北大西洋及地中海魚類, 13
 - Global 200 Ecoregions 全球兩百個海洋生態區, 52
 - Handbook for Botanic Gardens on Reintroductions of Plants to the Wild 植物園植物引入野生指南, 56

Interim Biogeographic Regionalisation of Australia
(IBRA) 澳洲臨時國家地理分區政策, 51
Interim Marine and Coastal Regionalisation for Australia
(IMCRA) 臨時海域及海岸區劃政策, 52
Key to Cotton Insects 棉作害蟲索引, 13
Mites in Soil 土壤蟎類檢索, 14
Mosquito-borne diseases 蚊媒傳播性疾病, 74
Moths of North America 北美洲蛾類, 19
National Forestry Programme for Swaziland 史瓦濟蘭全
國林業計畫, 67
Papua New Guinea Country Study on Biological
Diversity 巴布亞紐幾內亞生物多樣性國家報告, 53
Phanerogamic Flora of the State of São Paulo 巴西聖保
羅顯花植物誌, 10
Species Richness bibliography 物種豐度目錄, 26
Spiders of Australia 澳洲蜘蛛檢索, 14
The Age of the Megafauna 巨型動物紀, 50
The Green Legacy 綠色遺產, 56
The Weight of a Petal: The Value of Botanic Gardens 花
瓣的重量：植物園的價值, 56
Tools for Assessing Biodiversity Priority Areas 生物多樣
性優先區工具, 54
Training Manual for Community-based Tourism 社區旅
遊訓練手冊, 92
Tuna Bycatch Action Plan 鮪魚混獲行動方案, 70
UK Habitat Classifications 英國棲地分類研究, 43

Q

quarantine 檢疫, 85

R

rabbit calicivirus 兔病毒性出血症, 73
rainforest trees 雨林, 28
rapid ecological assessment 快速生物學評估, 53
recreational 閒釣, 100
Reference List for Plant Re-Introductions, Recovery Plans
and Restoration Programmes 植物引入野生及植物復育
計畫參考列表, 56
Regional Land Use Plans and Land Resource Management
Plans (LRMPs) 加拿大卑詩省地區土地使用及土地資
源管理計畫, 59
relative abundance 相對豐富度, 18
replication 重複性, 53
reptile diversity 爬蟲類多樣性, 24
reserve-selection algorithms 保育區選定演算法, 55
ribosomal RNA sequence analysis 序列分析, 49

S

Saltcedar 檉柳, 35
San Diege Zoo's Wild Animal Park 聖地牙哥野生動物園,
57
Santalum acuminatum 沙漠桃, 63
Saskatchewan Agriculture, Food and Rural Revitalization 薩
克其萬省農業, 食品與農村再造, 64

sea turtles 海龜, 83
Shahtoosh 藏羚羊, 83
Smithsonian National Museum of Natural History 史密森尼
國立自然歷史博物館, 93
snake antivenom 抗蛇毒血清, 76
Software

Automatic Bee Identification Software (ABIS) 蜂類自動
辨識軟體, 16
BIOCLIM, 47
BIOCLIM 生物氣候模擬軟體, 21
BIOCLIM 生物氣候模擬軟體, 22
DOMAIN, 21
GARP, 21
GARP 遺傳演算法, 22
IntKey, 14
Lifemapper, 88
Lucid, 13, 14
VegClass 植群分類工具, 43
VISTR 群種、樣本與地區模擬計畫, 47
Software 軟體
BIOCLIM 生態模擬軟體, 2
GARP, 2
Software 軟體
GARP 遺傳演算法, 22
Solenopsis invicta 紅火蟻, 33
species declines 物種衰落, 24
species distribution atlases 物種分佈地圖集, 20
species diversity 物種多樣性, 25
species extinctions 絶種, 33
Species Identificantion and Dat Programme 種類辨識以及資
料系統, 68

species modelling 物種模擬, 24
speciesLink. See Information Systems
specimen loans 出借標本, 6
Spondias mombin 太平洋溫柏, 64
Stag Beetle Biodiversity Action Plan 鎏形蟲生物多樣性行
動小組, 86
Standards and Protocols
Vegetation Classification Standards 植群分類標準, 43
Z39.50, 4
Swedish Museum of Natural History 瑞典自然歷史博物館,
75
Sydney Parkinson 席尼帕金森(澳洲畫家), 95

T

Tamarix ramossissima 檉柳, 35
Tarengo Leek Orchid, 47
Tasmanian Shy Albatross 塔斯曼尼亞白額信天翁, 40
taxonomic research 分類學研究, 5
Taxonomic Search Engine (TSE) 分類學搜尋引擎, 9
TDWG. See Organizations 分類學資料庫工作小組, 見
Organizations 組織
Terminalia alata, 71
termites 白蟻, 64
terrorism 恐怖主義, 73
The Natural History Museum 自然歷史博物館, 99
The New Atlas of Australian Birds 澳洲鳥類新地圖, 20

The United States National Parasite Collection USNPC 美國國家寄生蟲採集站, 76
Threat Abatement Plans 減少威脅計畫, 33
Threatened Species Program 減少威脅計畫, 32
Threatened Species Recovery Plans 濕危物種復育計畫, 33
Toad Action Group 蟾蜍行動小組, 86
Tree of Life 生命樹, 90
tree roots 樹根, 103
Tropicos 密蘇里植物園植物資料庫, 9
Tropidechis carinatis 澳東蛇, 23
turtles 海龜, 31

U

Unit for Social and Environmental Research 社會及環境研究部門, 97
United Nations Environment Programme 聯合國環境規劃署 (UNEP, 91)
USGS-NPS Vegetation Mapping Program 美國地質調查局國家公園服務處植被測繪計畫, 44

V

Valuing Ecotourism as an Ecosystem Service 評估生態旅遊作為生態系統服務之價值, 91
viruses reference systems 虛擬參考資料系統, 89

W

Waterwatch 澳洲的水質觀察計畫, 86
West Nile virus 西尼羅病毒, 74
western grey kangaroo 西部灰色大袋鼠, 65
woodland bird 樹林鳥, 44
wool 羊毛, 96
World Bank 世界銀行, 60
World Federation of Culture Collections WFCC 國際菌種庫聯盟, 29
WWF Guianas圭亞那世界自然基金會, 85

X

XID Authoring System XID 命名系統, 14
Xishuangbanna Tropical Botanical Garden 西雙版納熱帶植物園, 87

Z

Z39.50, 4
Zebra Mussel 斑馬貽貝, 36
Zooarchaeology Laboratory Comparative Vertebrate Collection 考古學研究室脊椎動物比較藏品, 50