

《語言暨語言學》專刊 D-1

LANGUAGE AND LINGUISTICS MONOGRAPH D-1

語言湧現：發展與演化

編輯：王士元

翻譯：林幼菁



中央研究院 語言學研究所
Institute of Linguistics, Academia Sinica
2008

2008-1-001-001-000090-1

《語言暨語言學》專刊 D-1

LANGUAGE AND LINGUISTICS MONOGRAPH D-1

語言湧現：發展與演化

編輯：王士元

翻譯：林幼菁

中央研究院 語言學研究所
Institute of Linguistics, Academia Sinica
2008

國家圖書館出版品預行編目資料

語言湧現：發展與演化 / 王士元編輯；林幼菁
翻譯。— 初版。— 臺北市：中研院語言所，民
97.07

面；公分。—（《語言暨語言學》專刊；
D-1）

參考書目：面

含索引

譯自：The Emergence of Language:
Development and Evolution: Readings from
Scientific American Magazine

ISBN 978-986-01-4825-1（平裝）

1. 語言學 2. 文集

800.7

97013280

目錄

演化語言學的最新進展.....	i
原序.....	ix
導論.....	xi

第一部 動物之間的溝通

1 動物的溝通.....	1
愛德華·威爾森	
2 黑猩猩學語言.....	21
安·詹姆士·皮利麥克／大衛·皮利麥克	

第二部 語言的文化起源

3 文字最早的前身.....	37
丹尼絲·史曼特—畢司拉	
4 印歐語言溯源.....	59
柯林·倫弗魯	
5 克里奧語言.....	77
德瑞克·畢克頓	
中文版特別增錄：漢語.....	97
王士元，游汝杰譯	

第三部 語言的生理暨心理基礎

6 人腦的分工.....	113
諾曼·葛許文德	

7	依本能學習	135
	詹姆士·葛德／彼得·馬勒	
8	歌聲的聲學原理	161
	約翰·孫柏格	
9	嬰兒早期的語音感知	179
	彼得·艾馬斯	

第四部 語言的習得與處理

10	語言的習得	195
	布蕾恩·阿琳·莫斯可維茲	
11	兒童如何學習字彙	227
	喬治·米勒／派翠西亞·吉迪雅	
12	失讀症	241
	法蘭克·維盧提諾	

作者介紹	261
作者介紹〔2008年版〕	265
參考文獻	269
照片來源	275
中英文對照表	277
索引	297

1

動物的溝通

從昆蟲到哺乳動物都會藉化學物質、動作和聲音來溝通。
這些溝通方式人類也用，不過更加上了自己獨一無二的語言。

愛德華·威爾森

1972年9月

一說到動物的溝通系統，我們很自然會拿人類的語言來比對。我們以自己特有的言語系統為標竿，討論動物溝通鮮少有一或根本不會有一的屬性，並以此界定動物溝通系統的限制。就拿我現在的論述來說吧，裡面用的每個字都具有特殊文化賦予的特定意義，並藉由學習得以代代相傳。其中最特別的，就是這樣的字彙數量龐大，因為人有潛力創新字來指稱新增的事物或概念，而且這樣的潛力照理來說是無窮盡的，要多少就能造多少。舉個數學的例子，我們可以為任何數字捏造一個名字（像 googol 這個字就代表 1 後面接了 100 個零）。人類從口裡連續吐出字成了詞組和句子，而這些詞句又根據複雜的規則（至少一部份由文化而定）產生了訊息，所傳達的意義比所有字義的總和還要豐富而變化多端。有了這些訊息，就可以探討語言本身的問題，而這正是我們在此享用的一項成就。我們還可以闡述出無數虛幻的景象：天方夜譚或謊言、臆測或騙局、理想主義或煽動的言行，其定義取決於說話者是否告知聽眾他要說假話。

現在將這些與一個最精密的動物溝通系統作對照。蜜蜂 (*Apis mellifera*) 著名的擺尾舞 (waggle dance) 在 1945 年由德國生物學家馮孚立 (Karl von Frisch) 首度破解成功（見圖 1.1、1.2、1.3）。偵查蜂在離蜂巢一段距離的地方發現食物，或是在群飛途中發現理想的築巢地點，就會返巢跳擺尾舞向其他工蜂指明目標所在。她的舞動模式是在

一群工蜂中間持續重覆繞著 8 字形。這段舞蹈最特殊、訊息最豐富的部份，是沿著 8 字形中間的直線走動，並伴以身體快速左右震動的強調方式（即所謂的擺尾），震動在腹部末端最劇烈，在頭部則最不明顯。

這樣身體左右完整擺動每秒可達 13 至 15 次，同時蜜蜂還會振動翅膀發出嗡嗡。直線走動其實就是從蜂巢飛到目標地的路線縮小版。如果蜜蜂在蜂巢外的水平面跳舞，直線走動會直接指向目標地。（太陽和直線的相對位置提供了所需的定向。）如果蜜蜂處於無光線的蜂巢內部垂直面，就會取與垂直線相對的適當角度進行直線走動，也就是說地心引力會暫時取代太陽充當定向線索。

直線走動還附加了一些特徵來標示蜂巢至目標地的距離：目的地愈遠，直線走動就愈持久。卡尼奧蘭種 (Carniolan) 的蜜蜂如果直線走動持續一秒，表示目標地在 500 公尺遠的地方，走動持續兩秒則表示

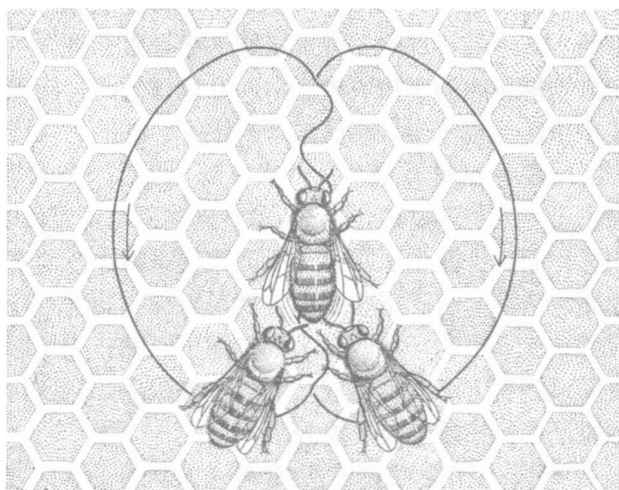


圖 1.1 一隻偵查蜂在發現食物後回巢跳擺尾舞。這種舞蹈的形式是反覆繞著 8 字形。在 8 字形直線走動時，偵查蜂快速擺動腹部並振動翅膀。圖 1.2 及 1.3 顯示直線走動的方向指示著前往食物所在的飛行路線。每秒擺尾的次數讓工蜂知道得飛多遠。

目標有兩公里遠。舞蹈進行時，四周的蜜蜂會伸長觸鬚不停觸摸舞者。她們的搜索準確得令人敬佩：大部份的蜜蜂在正確距離還剩百分之二十的地方就會飛近地面搜索。

表面上看來，蜜蜂的擺尾舞似乎有一些比人類語言更先進的特質。直線走動有象徵作用，使用者可以自由運用這個象徵作用來創造新訊息。此外，目標地在被「談及」時用的是抽象概念：抽離了具體的時間與空間。然而，就像目前所有被研究過的非人類溝通形式一樣，擺尾舞跟人類的語言比起來還是限制重重。直線走動畢竟只是蜜蜂飛行的重演，最後再加上振翅嗡嗡來表示實際需要的運動而已。這些個別訊息並不是任意發明的，所有該遵照的規則都已經鎖定在基因上，而且永遠以一對一的對應方式來指示方向和距離。

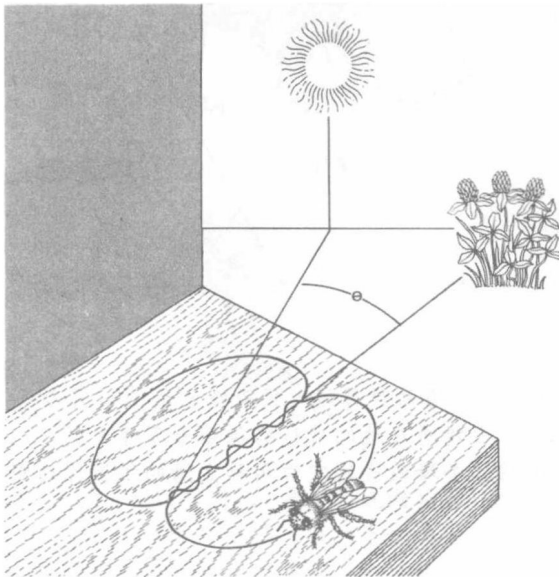


圖 1.2 在蜂窩外的水平面跳舞時，偵查蜂擺尾舞的直線走動會直指著食物所在的方向。圖中食物位於太陽右方約 20 度角處。工蜂據報前往食物所在地時，會以太陽為標準，以維持固定的方向。

換句話說，這些訊息無法被重組運用以表達新的訊息。此外，這樣的背景相當制式，所以訊息不能無止境地切分。由於舞蹈傳遞的訊息以及跟隨者接下來的搜尋都會有誤差，距離的訊息只分成三個單位，方位的訊息則分成四個。這種分法如果用在人類的系統上，距離會被分成八等分，定方向的羅盤則只有 16 個定位點，即東北與北方不同，西南與西方也有所區別，但不會再進一步細分了。

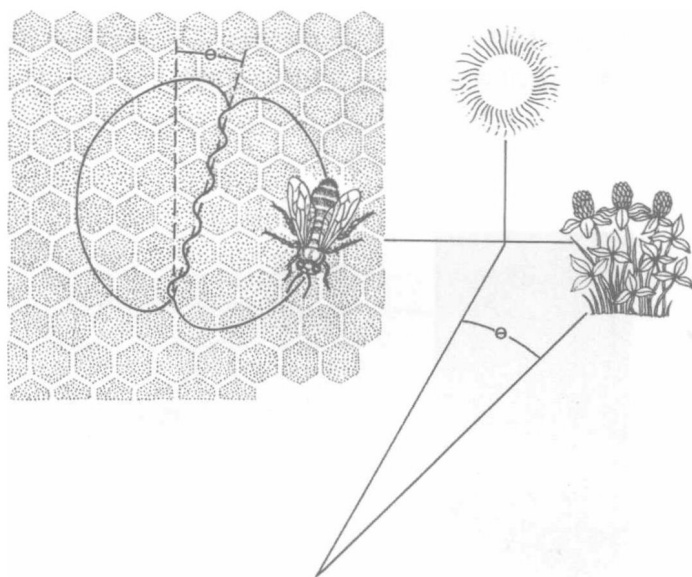


圖 1.3 在蜂巢裡的垂直面跳舞時，偵查蜂利用地心引力來定向。擺尾舞的直線走動顯示往食物所在地的飛行路線離垂直線大約 20 度角。從蜂窩出發時，工蜂會將偵查蜂報告的定位角和太陽的位置作比對。

擺尾舞，特別是以直線走動持續的時間來標示距離的方式，展現了動物溝通一個簡明的原則：要傳達的強度愈大，散發出的訊號就愈密集持久。這種溝通形式乃依現實情況進行等級劃分，而動物的威嚇

姿態算是發展得最驚人的例子。比如說，恆河猴初級的威嚇姿態是瞪視。如果有人接近被禁錮的恆河猴，會遭對方仔細打量，這可不是好奇心的表現，而是謹慎的敵意。

野外的恆河猴在彼此恫嚇時，不但會瞪視，還會加上其它動作來顯示強度的升高（見圖 1.4）。對觀察的人來說，這些姿態所表現的意思會愈來愈明顯。新的動作可能一樣一樣加上去，或者一次全部組合起來呈現：張嘴、頭上下快速擺動、發出特殊的聲音、還有用手擊打地面。當猴子把這些全組合起來，並作勢向前撲時，可能就真的要攻擊了。這些充滿敵意的叫陣，在恆河猴社會支配關係的維持上扮演著關鍵性的角色。

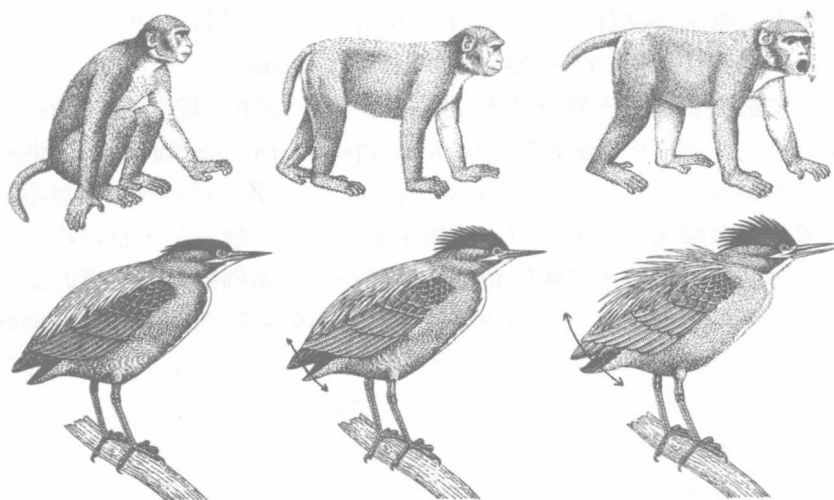


圖 1.4 恆河猴（上圖）以及綠鷺（下圖）的威嚇姿態。恆河猴從瞪視（左）逐漸升高到立起（中），然後嘴張開、頭上下快速擺動（右）並用手擊打地面。同樣的，綠鷺豎起冠毛並用力擺尾（中）。如果敵人沒有因此撤退，綠鷺就會張開嘴、完全豎起冠毛和全身的羽毛製造體型增大的假象，同時劇烈地擺尾（右）。（綠鷺姿態的資料取自邁爾瑞克（Andrew J. Meyerricks）的研究，恆河猴的資料則為奧特曼（Stuart A. Altmann）所提供。）

鳥類要表示敵意通常會豎起羽毛或展開雙翼，好暫時製造出比實際體型大的假象（圖 1.4）。很多魚類也會展開魚鰭或是擴大鰓蓋，以達到同樣的欺瞞效果。蜥蜴則會挺胸、降低垂肉、或把身體兩側向內擠好看起來厚實些。簡言之，動物愈有敵意，就愈有可能攻擊，也愈有可能把體型變大。這些姿態通常會伴隨按等級改變的顏色或聲音、甚至是特殊氣味的釋放。

昆蟲、其他無脊椎動物及較低等脊椎動物（如魚類、兩棲類）的溝通系統有個特性，那就是相當一板一眼。這表示每個信號只引發單一或者極少數的反應、每個反應也只會被少數特定的信號引發出來，而且只要是同類的動物，標示信號的行為與相對的反應幾乎都是固定的。有個案例將這個原則用到了極端，那就是蛾的性引誘化學物質。雌蠶蛾在吸引異性時，會從腹部末端的腺體釋放出微量的特殊醇類。這種分泌物叫做蠶蛾性誘醇（*bombykol*，取自蠶蛾的學名 *Bombyx mori*），化學結構為 *trans-10-cis-12-hexadecadienol*。

蠶蛾性誘醇是一種效力特強的生物劑。德國史威生 (Seewiesen) 麥克普藍比較生理學研究所 (the Max Planck Institute for Comparative Physiology) 的施耐德 (Dietrich Schneider) 與同事做過估算，只要雄蠶蛾所在的環境每立方公分有一萬四千個蠶蛾性誘醇分子，雄蛾就會開始找尋雌蛾的蹤跡。雄蛾兩隻觸鬚上各有約一萬根感覺毛來接收這些分子。每根毛髮佈有一至兩個接收細胞，這些細胞向內接通主要觸鬚神經，最後透過連結神經細胞到達大腦各中心。史威生小組的研究浮現了一個驚人的事實，那就是蠶蛾性誘醇只要一個分子就可以激活一個接收細胞。此外，該細胞基本上對蠶蛾性誘醇之外的刺激物都沒反應。每個觸鬚上如果有兩百個細胞被激活，雄蛾的運動反應就會被啟動。雄蛾緊緊受制於這種極端固定的訊號反應關係，表現就像被設定成受性引導的導彈，會朝蠶蛾性誘醇愈來愈濃的地方前進，最終到達其發源地——雌蛾的腹部尖端，這是雄蛾成年生活最主要的目標。

這種相當定型的溝通系統由於可能引發新物種的起源，所以對演化理論尤其重要。可以想見，性吸引分子可能由於基因突變而導致微細變異，如果相對的觸鬚接收細胞也響應革新，一個完全從親代獨立

繁殖的族群就誕生了。康乃爾大學的洛羅夫茨 (Wendell L. Roeloffs) 和可穆 (Andre Comeau) 最近援引了廣泛的證據證實這種突變的確可能引發變異。他們找到兩種親屬關係相近的蛾 (皆為麥蛾科 (Gelechiidae) *Bryotopha* 屬), 兩者的雌性吸引物唯一的差異是鄰接雙鍵的某個碳原子配置不同, 換句話說, 兩者只是不同的幾何同分異能素 (geometric isomers)。野外測試顯示, *Bryotopha* 的雄蛾不但只對同種蛾的異能素作出反應, 如果現場有另一種蛾的異能素, 雄蛾的反應會被抑制。

在鳥類及哺乳類身上, 我們看到的也是固定性, 只是本質不同。這些較高等的脊椎動物跟昆蟲不一樣的地方在於前者能夠根據信息傳遞的手法, 分辨出每個個體的不同。靛彩鴉 (Indigo bunting) 及其他鳴禽能學會辨別鄰近的鳥宣示領域的叫聲和較遠處的鳥有何不同。當人們靠近靛彩鴉並播放鄰近的鳥鳴時, 牠們沒有不尋常的反應, 可是如果播放陌生的鳥鳴則會引起激烈的威嚇反應。

海鳥家族也仰賴類似的辨認能力, 以便在牠們身處的喧鬧大群體中維繫家族的團結。瑞士伯恩大學 (University of Bern) 的全茲 (Beat Tschanz) 已經證實海鴉 (*Uria aalge*, 一種大海雀) 的幼鳥在出生沒幾天就學會只回應父母的呼喚, 而父母也很快就學會判斷是不是牠們的寶寶在叫。甚至有證據顯示小海鴉還在蛋裡就已經認識成鳥鳴聲的某些特點了。劍橋大學的索普 (W. H. Thorpe) 以非洲伯勞 (*Laniarius* 屬) 為對象進行研究, 發現牠們溝通方式同樣令人驚奇。這種鳥的夫妻檔在連絡時會你來我往輪流吟唱, 一隻鳥先發出一個或多個音符, 其配偶則以這些音符的變奏回應。這種一來一往相當迅速, 有時甚至一瞬間就完了, 除非觀察者站在兩隻鳥之間, 不然會以為只有一隻在唱歌。至少熱帶伯勞 (*Laniarius aethiopicus*) 的夫妻檔能學會二重唱。牠們可以一起編出獨特的樂句, 所以儘管平常隱身於植被濃密的棲息處, 牠們還是能辨認出對方。

最後, 哺乳動物同樣也善於區別同類中的每個個體。不同種類的哺乳動物會使用各式各樣的訊號來辨認配偶和子女, 群居的哺乳動物也會利用這些訊號來辨認部屬或是身邊的統治階級同儕。有些動物會

使用特別的分泌物在某些地點或其他同類身上留下獨特的氣味記號。養狗的人都知道他們的寵物會在自己的領地裡各個地方撒尿，頻率似乎高到超出正常生理需要了。大家比較不知道的是這種強迫性的行為其實有溝通的功能：尿液氣味是動物的識別證，同時向可能入侵的同類宣告自己的存在。

條紋袋鼯鼠 (*Petaurus breviceps*) 是新幾內亞的一種有袋動物 (marsupial)，外表看來與飛鼠驚人地相似。公條紋袋鼯鼠在分泌物的使用上可說更上一層樓。牠們會用額頭腺體的分泌物為配偶做記號。此外，公鼠的雙腳、胸部和靠近雙臂處也都佈有腺體產生分泌物，這些還有唾液通通都會用來標示地盤。在這兩種用法上，公鼠的分泌物氣味都獨特得足以彰顯自己的和其他條紋袋鼯鼠是不同的。

我們發現通常哺乳動物的群居性愈高，溝通代碼就愈複雜，而且會用更多代碼來建立及維繫個體與個體之間的關係。所以如果有較低等的動物，包括螞蟻、白蟻、以及某些群居的蜜蜂和黃蜂等昆蟲，會固定藉群體氣味來辨認個體的話，就相當罕見而且很重要。不過，即使如此，這些昆蟲所辨認的還是整個群體。整個集團的每個成員會自動對特定的社會級別區分作出反應，但是通常不會學習將同巢的昆蟲當成個體來辨認。

從人類的標準來看，其他動物所用的訊號種類都嚴重不足。近來野外調查所揭露最奇怪的事實，就是即使是群居性最高的脊椎動物，表達方式也很少超過 30 到 35 種。史密松寧機構 (Smithsonian Institution) 的莫乃漢 (Martin H. Moynihan) 所收集的資料顯示，大部份的脊椎動物從某一類到下一類在表達方式上只有百分之三到四的差別。(見圖 1.5、1.6、1.7 和 1.8)。數目最少是某些魚類，只有 10 種。恆河猴是社會組織複雜性與人類最接近的靈長類，訊號數量也最多，有 37 種。動物的表達方式變化有限，這點究竟有何意義還不是很清楚。有一個可能是任何動物如果要充分適應一般環境、甚至是群居環境，所需的訊息數原本就不超過 30 或 40 個。也有可能是像莫乃漢所提議的，每一個數字其實就代表在快速群體互動時，動物大腦能有效應用的訊號種類。

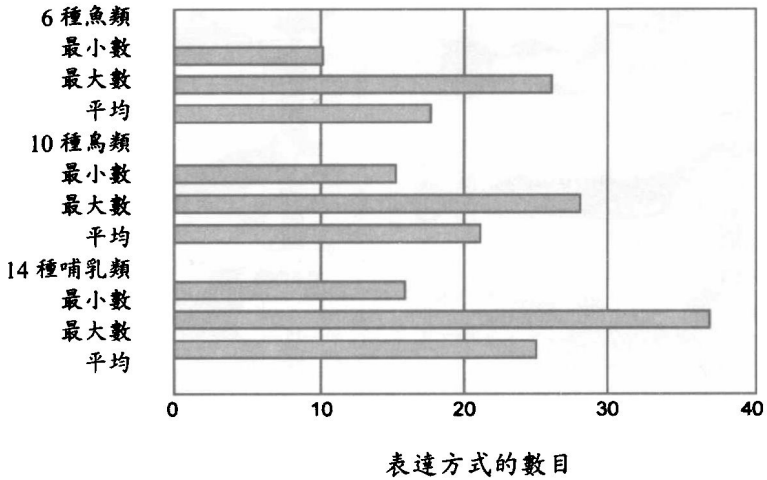


圖 1.5 30 種脊椎動物所使用的溝通表達方式。這些動物的「語言」已被廣泛研究過，分別代表魚、鳥與哺乳類，每一類都囊括許多不同的溝通方式。不過，這些種類的平均差異懸殊不大。作為研究對象的 6 種魚類平均使用 17 種表達方式、10 種鳥類平均有 21 種表達方式、14 種哺乳類表達方式則平均為 25 種。這 30 種脊椎動物以及各自表達方式的數目分別呈現於圖 1.6、1.7 及 1.8（資料由莫乃漢提供。）

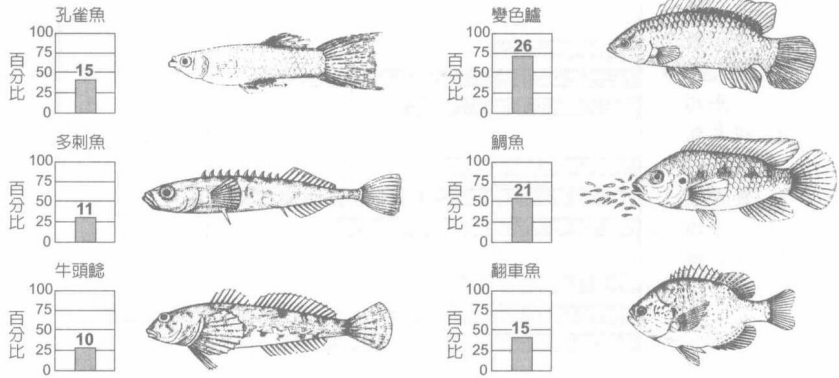


圖 1.6 魚類的表達方式數目最小的是牛頭鯰（左下），只有 10 種；最多的是變色鱸，有 26 種（右上）。因此 10 種魚類裡，變色鱸的表現方式比其中 8 種多，與 14 種哺乳類相比的話，變色鱸比其中的 9 種多。每一種魚旁邊所附的柱狀圖表示表現方式數目的百分比；37 種最多，等於百分之百。

魚類名稱對照如下：中文名稱、英文名稱
（拉丁學名）

孔雀魚	GUPPY (<i>POECILIA RETICULATA</i>)	變色鱸	BADIS (<i>BADIS BADIS</i>)
多刺魚	TEN-SPINED STICKLEBACK (<i>PYGOSTEUS PUNGITIUS</i>)	鯛魚	MOUTHBREEDER (<i>TILAPIA NATALENSIS</i>)
牛頭鯰	RIVER BULLHEAD (<i>COTTUS GOBIO</i>)	翻車魚	SUNFISH (<i>LEPOMIS GIBBOSUS</i>)

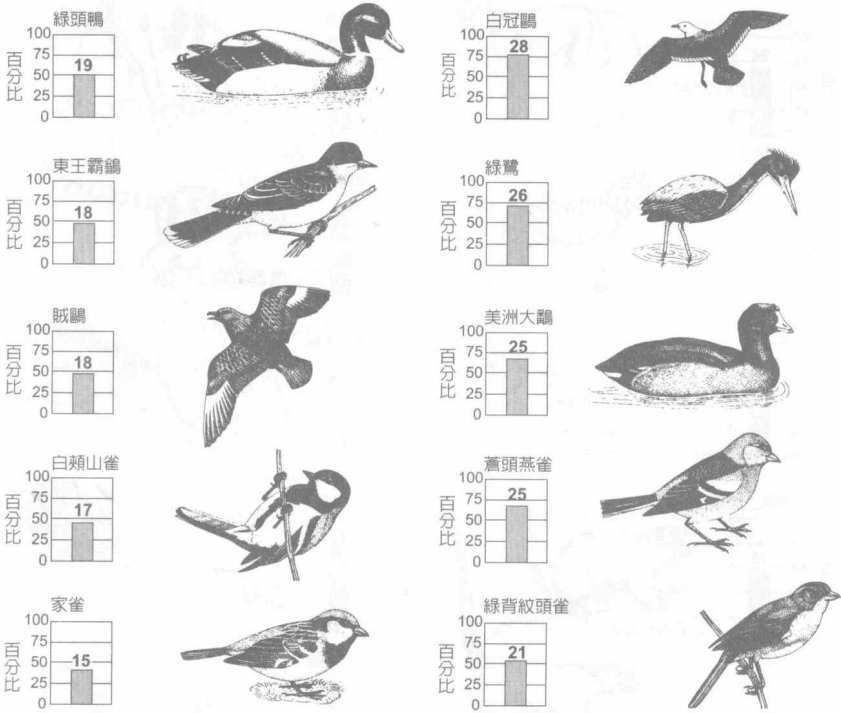


圖 1.7 鳥類表達方式家雀（左下）最少，只有 15 種，白冠鷗（右上）最多，有 28 種。事實證明鳥類表達方式最多的其實只略勝魚類的最大數目。

鳥類名稱對照如下：中文名稱、英文名稱
(拉丁學名)

綠頭鴨	MALLARD DUCK (<i>ANAS PLATYRHYNCHOS</i>)	白冠鷗	WHITE-HOODED GULL (<i>LARUS MODESTUS</i>)
東王霸鷄	EASTERN KINGBIRD (<i>TYRANNUS TYRANNUS</i>)	綠鷺	GREEN HERON (<i>BUTORIDES VIRESCENS</i>)
賊鷗	SKUA (<i>CATHARACTA SKUA</i>)	美洲大鷗	AMERICAN COOT (<i>FULICA AMERICANA</i>)
白頰山雀	GREAT TIT (<i>PARUS MAJOR</i>)	蒼頭燕雀	CHAFFINCH (<i>FRINGILLA COELEBS</i>)
家雀	ENGLISH SPARROW (<i>PASSER DOMESTICUS</i>)	綠背紋頭雀	GREEN-BACKED SPARROW (<i>ARREMONOPS CONIROSTRIS</i>)

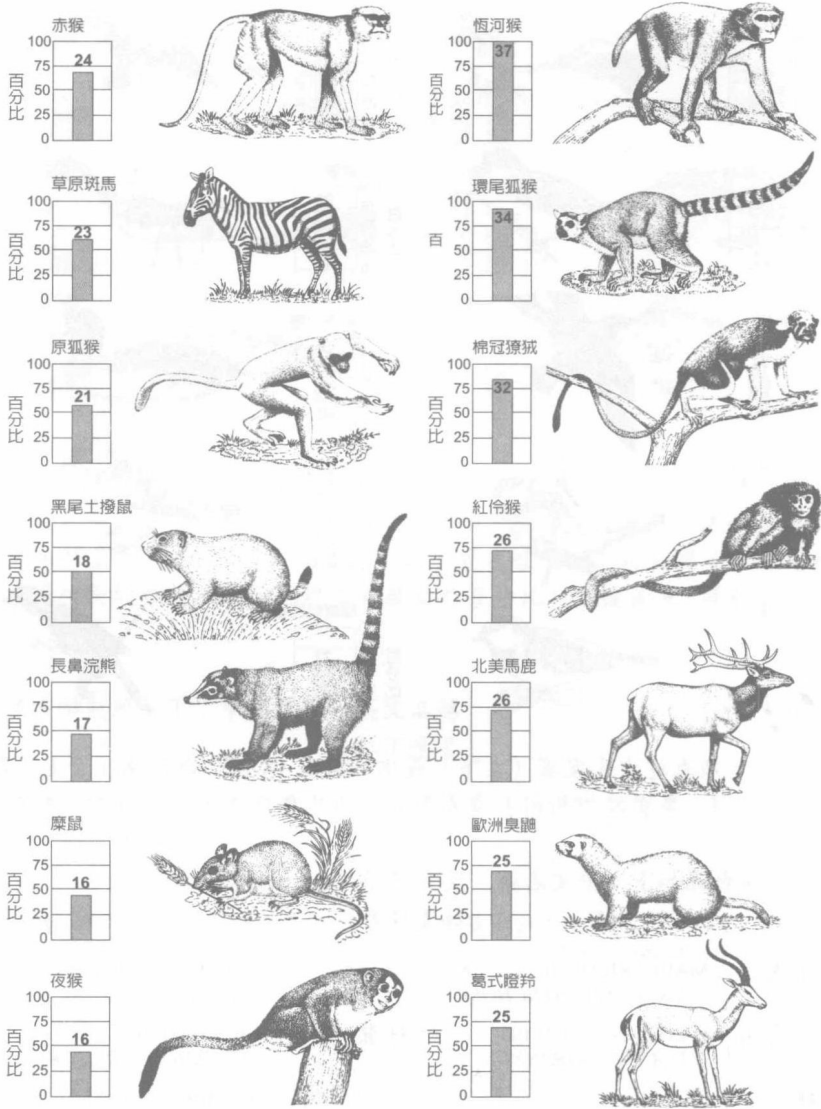


圖 1.8 哺乳類的表達方式麋鼠與夜猴（左下）最少，只有 16 種，恆河猴（右上）最多，有 37 種。另外還有兩種靈長類表達方式數目的排名緊接在後。