



The CLEAN PAPER

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

斑胸草雀把叫聲視為有意義的類別——但這並不等於語言

一項 *Science* 研究檢驗斑胸草雀究竟只是聽見不同叫聲，還是會把自己的鳴聲庫組織成承載行為意義的類別。在實驗室辨別任務中，鳥學會了全部 11 種叫聲類型，將所學類別套用到新的發聲個體，並且混淆用於相似情境的叫聲，其頻率高於單憑聲學相似度所能預測的水準。這是類別知覺和一種操作性意義的有力證據，但不是斑胸草雀擁有類人語言、句法、開放式詞語或與人對話管道的證據。

Written by Laura Nesso · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Categorical and semantic perception of the meaning of call-types in zebra finches*, Julie E. Elie, Aude de Witasse-Thézy, Logan Thomas, Ben Malit, and Frédéric E. Theunissen, *Science* 389, 1210–1215 (2025) · DOI: [10.1126/science.ads8482](https://doi.org/10.1126/science.ads8482)

這裡的「意義」一詞用得很謹慎

斑胸草雀不需要得到我們的許可，才有自己的社交生活。牠們在飢餓、與同伴分離、求偶、受到驚嚇、與伴侶保持聯繫或發生衝突時都會鳴叫。動物行為學家可以把這些聲音分成**鳴叫類型**：例如警報鳴叫、聯絡鳴叫或乞食鳴叫等實用類別；這些類別由聲音的形態，以及鳥使用該聲音時正在做什麼來定義。更難的問題是：鳥自己是否也會用這種方式區分鳴叫？

一篇 **Science** 論文提出了一項範圍狹窄但很重要的主張：成年斑胸草雀能夠把自身發聲庫中的鳴叫類型分門別類，而牠們犯錯的方式顯示，在鳥的知覺空間裡，行為上相關的鳴叫彼此更接近，這種接近程度超出了單靠聲學特徵所能預測的範圍。

這就是論文引入**語意**一詞的地方。這不表示鳥擁有人類意義上的詞語，也不表示牠們有句法、對話，或藏在雀鳥腦中的字典。這裡的「意義」是操作性定義：如果兩種鳴叫在相似的社交情境中使用，而鳥混淆牠們的頻率又高於單靠聲音所能解釋的程度，那麼行為類別似乎正在塑造知覺。

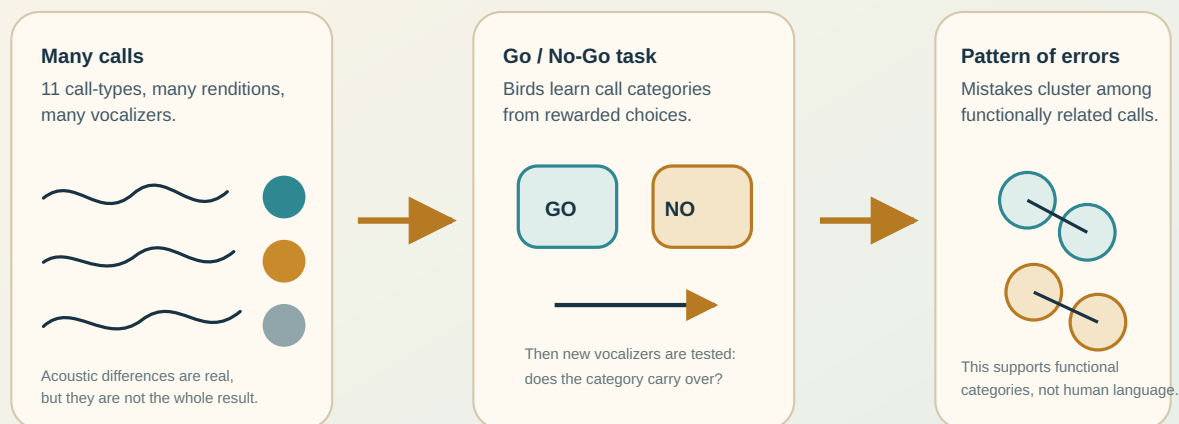
最穩妥的說法不是「鳥有語言」，而是：斑胸草雀似乎把自己的鳴叫視為功能類別，而其中一些類別的表現，就像是在實驗所能檢驗的有限意義上承載著意義。



斑胸草雀（*Taeniopygia guttata*）是高度群居的鳴禽，擁有豐富的鳴叫庫，因此是研究動物如何對聲音訊號分類的實用模型。

Meaning here is operational

Call categories are tested by behaviour, not by reading a bird's mind.



供審閱的證據鏈投影片草稿：11 種鳴叫類型的多個發聲版本進入 Go/No-Go 辨別作業；關鍵結果是，鳥會把類別泛化到新的發聲者，而且牠們的錯誤按鳴叫功能聚集，而不只是按聲學相似度聚集。

The Clean Paper CC BY 4.0

作者測試了什麼

作者以一份既有的斑胸草雀鳴叫庫行為學分類圖為起點。這個物種大約有 **11 種依行為圖譜分類的鳴叫類型**：與聯絡、配偶連結和巢行為、警報、攻擊或非親和行為、乞食，以及雄鳥歌唱相關的鳴叫。

這種分類是人類建立的。它結合了聲學特徵、聲音產生的情境，以及該聲音在社交生活中通常發揮的作用。但人類的行為圖譜不會自動等同於動物的心理地圖。這項研究提出三個相互關聯的問題。

第一，斑胸草雀能否辨別所有這些鳴叫類型？

第二，牠們能否把某種鳴叫類型泛化到從未聽過的發聲者，而不是只記住個別例子？

第三，當牠們犯錯時，錯誤是否只遵循聲學相似度，還是也遵循鳴叫的行為意義？

關鍵在於，這個實驗並沒有要求鳥解釋某個鳴叫的意義。它要問的是：鳥在受控作業中的行為，是否帶有類別與意義的統計足跡。

實驗如何進行

論文中的三個術語分量很重。

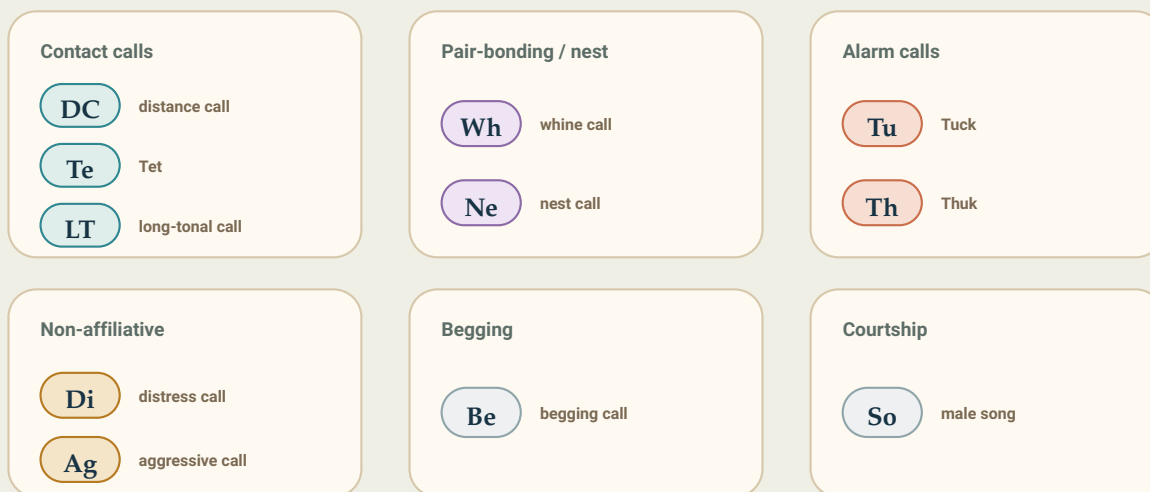
鳴叫類型是斑胸草雀聲音的一個類別。論文使用的是**依行為圖譜分類**的鳴叫類型，也就是沿用行為目錄的類別：聲音在聲學上呈現何種形態、鳥何時發出這種聲音，以及它屬於哪種社交情境。**發聲者**只是發出錄音中鳴叫的那隻鳥。**聲學形態**是可測量的聲音模式；**行為功能**則是這種鳴叫通常有何用途。

論文測試的 11 種鳴叫類型不是抽象標籤，而是作者要求鳥辨別的鳴叫庫：

- **聯絡鳴叫**：距離鳴叫（DC）、Tet（Te）、長音調鳴叫（LT）。
- **配偶連結與巢行為**：哀鳴（Wh）、巢鳴叫（Ne）。
- **警報鳴叫**：Tuck（Tu）、Thuk（Th）。
- **非親和鳴叫**：悲鳴（Di）、攻擊鳴叫（Ag）。
- **乞食**：乞食鳴叫（Be）。
- **求偶**：雄鳥歌唱（So）。

The 11 call-types are concrete categories

The paper asks whether zebra finches sort these calls the way ethologists do.



These are ethogram-based labels: categories from sound shape plus social context, not human words.

論文測試的 11 種鳴叫類型，按廣義社交功能分組。這些標籤是來源論文依行為圖譜建立的類別：它們不是「詞語」，但能讓讀者具體了解鳥必須辨別的鳴叫庫。

The Clean Paper CC BY 4.0

主要作業是 **Go/No-Go 聽覺辨別**。鳥啄一下亮起的按鍵，就會開始播放一段六秒鐘的聲音。播放有獎勵的鳴叫時，正確做法是等待：聲音結束後，食物槽會升起，鳥就能取得種子。播放沒有獎勵的鳴叫時，等待不會有任何結果；有效率的做法是在播放期間再次啄按鍵，中斷聲音並開始下一次試驗。因此，鳥中斷播放的行為揭示了牠把哪些聲音視為「不屬於有獎勵的類別」。

每次測試都會獎勵一種鳴叫類型，其餘十種不獎勵。接著作者更換有獎勵的鳴叫類型，依序測試整個鳴叫庫。他們也使用來自許多發聲者的大量發聲版本，幾乎不重複完全相同的錄音。這一點很重要：鳥無法只記住一段錄音。要表現良好，牠必須學會在不同鳥的聲音與不同例子之間辨認什麼算是該鳴叫類型。

後文所說的「知覺空間」不是腦部掃描，也不是動物體內的一張真實地圖。它是從錯誤推論出的地圖。如果兩種鳴叫類型經常被混淆，就會在這張行為地圖上被放得更近。作者再把它與單由聲音特徵建立的聲學地圖比較。只有在鳥的錯誤地圖受到鳴叫功能牽引，而不只是受到相似聲音牽引時，這項主張才變得有意思。

他們發現了什麼

鳥能夠辨別完整的鳴叫庫。12 隻成年斑胸草雀（6 雄 6 雌）接受了 11 種鳴叫類型的測試。幾乎所有測試都成功：**131 次鳴叫類型辨別測試中有 127 次達到顯著**。少數失敗涉及特定鳥與特定鳴叫類型；整體模式是，每種鳴叫類型的辨別表現都高於機率水平。

這很重要，因為這套鳴叫庫並不是一組整齊、彼此孤立的嗶聲。有些鳴叫類型在聲學上聚集，有些則彼此逐漸過渡。鳥仍然學會了這些類別。

牠們能把類別泛化到新的發聲者。在第二項實驗中，鳥先從少數發聲者的聲音中學習辨別兩種鳴叫類型。隔天，作者加入新的發聲者，但維持相同的獎勵規則。鳥在測試初期就能正確分類這些新鳴叫，當時牠們還不可能透過獎勵回饋學會每一個新例子。這支持的是對鳴叫類型的類別知覺，而不只是對個別聲音的記憶。

類別可以凌駕新的獎勵規則。最有力的行為操弄出現在作者讓作業變得不一致時。來自新發聲者的鳴叫，被指定與鳥先前針對該鳴叫類型所學規則相反的獎勵條件。如果鳥只是依循新的聲學例子，應該會立即適應。然而，早期反應遵循了先前學到的鳴叫類型，導致獎勵判斷出現系統性錯誤。隨著當天測試進行，鳥慢慢學會了這條任意的新規則。這正是當自然鳴叫類型的類別強到足以造成干擾時，所預期會看到的結果。

錯誤不只是聲學上的。作者比較了兩種空間：一種是根據分類器對各種鳴叫聲的混淆情形建立的聲學空間，另一種是根據鳥的行為錯誤建立的知覺空間。兩者確實相關：聲音仍然重要。但屬於同一行為或語意超類別的鳴叫類型，在鳥的知覺空間裡比在聲學空間裡更接近。論文把這稱為**語意磁鐵效應**。

以數字來看，按語意超類別分組的強度，在知覺圖中約是聲學圖中的 **2.43 倍**。用白話說：鳥的錯誤受到功能意義牽引，而不只是受到相似聲音牽引。

這裡的「語意」是什麼意思

這是最需要謹慎處理的部分。在日常語言中，「語意」很快就會變成「詞語」。但這篇論文並沒有證明那件事。

這項研究是在行為與比較認知的意義上使用「語意」一詞。鳴叫類型之所以具有推定的意義，是因為

它與某種社交功能相關：警報、聯絡、乞食、攻擊、配偶連結、求偶。如果鳥混淆同一廣義社交類別中的兩種鳴叫類型，其頻率高於聲學所能預測的程度，那麼牠們的知覺空間就正受到這個功能類別塑造。

這是一項重要的結果。它表示鳥不只是聽到聲譜圖所呈現的聲學特徵，而是把物種特有的鳴叫當成依行為組織的類別。

但這仍然是間接證據。作者無法讀取動物的心智，而他們也明確如此表示。他們是從行為推論內在表徵：辨別、泛化，以及系統性的錯誤。

一個有用的類比不是「雀鳥詞語」，而更接近這樣：鳥的聽覺系統似乎會根據鳴叫的用途，扭曲鳴叫之間的距離。

這項研究沒有證明什麼

- 它**沒有**顯示人類式語言。這項結果中沒有句法、文法、組合意義或開放式詞彙。
- 它**沒有**顯示斑胸草雀擁有「詞語」。這些鳴叫類型是與行為情境相連的物種特有發聲類別，不是可以自由重新組合的符號標籤。
- 它**沒有**顯示鳥能與人類對話，也沒有提供與鳥交談的解碼通道。
- 它**沒有**直接觀察心理狀態。意義是從作業行為與錯誤結構推論出來的，不是在鳥的心智內觀察到的。
- 它**沒有**顯示鳥理解了新的意義。泛化到新的發聲者，指的是把鳴叫類型泛化到不同個體的聲音。
- 它**沒有**解決這些類別如何形成。研究測試的是成年鳥；接觸經驗與發育如何塑造語意磁鐵效應，仍有待未來研究。

證據有多強？

就鳴叫類型的類別知覺而言，證據很強。這項設計要求鳥辨別完整的鳴叫庫，使用來自許多發聲者的大量發聲版本，並加入泛化測試，觀察牠們是否能按鳴叫類型分類新聽到的發聲者所發出的鳴叫。獎勵不一致的條件尤其有用，因為它顯示類別能夠干擾新的任意規則。

就某種操作性語意知覺而言，證據良好，但更依賴推論。語意磁鐵效應不只是比喻：作者比較聲學與行為距離圖，發現行為上相關的鳴叫類型在知覺中的聚集程度高於在聲學中的聚集程度。這支持鳴叫功能會塑造知覺的想法。

就人類式意義而言，證據並不存在，而且也不需要存在。如果讓這篇論文維持具體範圍，它反而更有意思。動物溝通不必只有在像人類言語時才有價值。

為什麼重要

公眾很容易受到誘惑。如果鳥把鳴叫聽成有意義的訊號，下一個標題就會想說我們正在解碼動物語言。但這個跳躍省略了科學中最艱難的部分。

更謹慎的結果其實更好。它展示了研究人員如何在不假裝翻譯動物心智的情況下測試「意義」。他們可以問，動物是否認同人類動物行為學家的類別；可以問，動物是否按類別整理新的例子；也可以問，錯誤是遵循聲學相似度，還是遵循社交功能。這讓一個老問題——動物的鳴叫對動物自己是否有任何意義？——變得更適合實驗檢驗。

它也讓討論離開一個錯誤的階梯：人類擁有語言，其他一切都只是噪音。斑胸草雀擁有一套小型、物種特有的發聲庫。在這套發聲庫中，這項研究顯示鳥似乎能知覺到與社交用途相連的結構化類別。那不是我們的語言，而是牠們自己的溝通系統，並且以牠們自身的條件接受測試。

重點摘要

一項 Science 研究以斑胸草雀發聲庫中的 11 種鳴叫類型測試成年斑胸草雀。在聽覺 Go/No-Go 作業中，鳥辨別了所有鳴叫類型，把學到的類別泛化到新發聲者的鳴叫；在不一致條件下，即使鳴叫類型會導致錯誤的獎勵判斷，牠們起初仍遵循該類別。作者接著比較聲學相似度與行為錯誤，發現用於相似社交情境的鳴叫類型，在鳥的知覺空間中比在聲學空間中聚集得更強。這支持類別知覺與一種操作性的語意知覺：鳥似乎按功能類別，而不只是按聲音，來組織自己的鳴叫。這並沒有顯示人類式語言、句法、詞語、直接取得心理狀態的能力，或與鳥對話的能力。

務實檢視

論文顯示了什麼：成年斑胸草雀能辨別其發聲庫中依行為圖譜建立的 11 種鳴叫類型；牠們能把鳴叫類型泛化到新的發聲者；而且牠們的系統性錯誤受到行為或語意類別的影響，超出單靠聲學相似度所能解釋的範圍。

合理但尚未證明的是什麼：斑胸草雀擁有鳴叫意義的內在表徵；相似的神經地圖支撐行為上的「語意磁鐵」效應；發育與接觸經驗以類似其他習得性知覺類別的方式塑造這些類別。

它沒有顯示什麼：人類式語言；文法；開放式詞語；人類意義上的符號指涉；主觀心理狀態的直接證據；一種讓人類與斑胸草雀交談的方法。

主要限制：這項工作使用的是實驗室操作性作業，對象是 **12 隻成年鳥**，而非自然環境中的互動；「語意」是從行為與錯誤結構推論出的；發育問題仍未解決；結果涉及固定的物種特有發聲庫，而不是靈活的組合式語言。

一般讀者應有多大信心？應高度相信斑胸草雀能在這項作業中分類並辨別自己的鳴叫類型。應有相當信心相信，牠們的錯誤反映了功能類別，而不只是聲學相似度。至於這是否是人類意義上的鳥類語言證據，信心應該很低。合適的態度是：這是一項關於有意義發聲類別的強而有力的動物認知研究，而

不是一個杜立德時刻。

來源

Science 389, 1210-1215 (2025)

<https://doi.org/10.1126/science.ads8482>

Author manuscript in PMC —PMCID PMC12721838

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12721838/>

Behavioral data and analysis code —Zenodo

<https://zenodo.org/records/13623969>

Zebra finch acoustical database —Figshare

<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11905533.v1>