

DOI : 10.6246/JHDFS.201912_(20).0005

Jenny Saffran 院士專題演講

「嬰幼兒如何透過統計學習來獲取和預測結構」學術活動紀實

謝芳如、李姿諭、唐萱菲、張鑑如、王馨敏*
國立臺灣師範大學
人類發展與家庭學系

*通訊作者：王馨敏 s.wang@ntnu.edu.tw。

壹、序曲

民國 108 年 10 月 5 日，目前任職於美國威斯康星大學麥迪遜分校心理學系的美國藝術與科學學院院士 Jenny Saffran 教授應國立臺灣師範大學（簡稱臺師大）之邀，於「語言習得、統計學習以及 fNIRS 應用研究工作坊 (NTNU-Haskins Laboratories Joint Workshop on Language Acquisition, Statistical Learning, and fNIRS Applications)」中進行她此次來台的第二場專題演講。這個工作坊為期兩天（108.10.5-108.10.6），由臺師大和美國耶魯大學哈斯金實驗室（Haskins Laboratories）共同舉辦，臺師大主辦單位為華語文與科技研究中心、教育心理與輔導學系以及人類發展與家庭學系。與會者除了臺灣當地學者和學生外，還有 20 多名來自於 8 個不同海外地區的頂尖國際學者於工作坊中分享關於語言發展與學習的最新研究成果。

工作坊的前一天（108.10.4）是臺師大與美國耶魯大學哈斯金實驗室共同成立的「大腦發展與學習聯合實驗室」的揭牌儀式記者會，會後 Saffran 進行她在臺師大的第一場專題演講，主題為「嬰幼兒如何建立詞彙庫」，談論統計學習能力在嬰幼兒詞彙發展中之影響性（請參閱本刊學術活動紀實之一），而本篇要報導的是 Saffran 的第二場演講，主題為「嬰幼兒如何透過統計學習來獲取和預測結構 (Acquiring and Predicting Structure via Statistical Learning)」，是第一場演講主題內容的延續，主要聚焦於討論在透過統計學習獲取和預測外在口語輸入訊息結構的過程中嬰幼兒為何學其所學 (why do babies learn what they learn)。Saffran 想釐清嬰幼兒如何主動面對或處理環境中可預期 (predictions) 事件以及違反預期的驚奇 (surprisal) 事件，以及這兩種不同學習情境如何影響嬰幼兒的詞彙學習歷程。

貳、專題演講內容

一、嬰幼兒是否會根據輸入的訊息結構而更新他們的預測

演講一開始，Saffran 先播放了一小段影片，影片中的嬰兒獨自在一個空間忙碌地探索周遭環境，現場觀眾都感受到影片中的嬰兒非常樂在其中，為這場專題演講揭開序幕。撥放完影片後，Saffran 提到她在讀研究所時，教授在專討課堂上要求大家討論 Elman 在 1990 年發表的一篇論文¹，這篇論文主張人類大腦從嬰兒時期開始就可以透過規律的尋找來建立假設並進而對即將發生的事件進行預測。當時還是研究生的 Saffran 對這個主張半信半疑，甚至在課堂上舉手發言表達反對意見。有趣的是，在後來她自己進行的系列實驗中，實驗結果都支持了 Elman 提出的觀點，Saffran 以她自己 and 學生一起進行的一項實驗研究結果為例，說明嬰幼兒如何在規律尋找過程中不斷修正原本的預測²。

他們以 48 名 11.5-13.5 個月大的嬰幼兒為受試者，這些嬰幼兒被隨機分派至兩種不同的情境。在其中一種情境中，嬰幼兒在螢幕上看到的目標物始終出現在螢幕的同一側，研究者稱此為確定性情境（deterministic condition）；在另一種情境中，嬰幼兒在螢幕上看到的目標物會隨機出現在螢幕的左側或是右側，且出現在其中一側的機率是另一側的三倍，研究者稱此為概率性情境（probabilistic condition）。Saffran 利用眼動儀追蹤紀錄嬰幼兒在目標物還沒出現之前的眼球移動，藉此預期性的眼球移動（anticipatory eye movements）反映嬰幼兒對目標物出現位置的預測行為。

研究結果發現，在兩種情境中嬰幼兒都能夠順利察覺目標物較常出現在畫面的某一側，因而在目標物尚未出現之前就先將視線移動到他們認為目標物會出現的那一側，這表示他們能夠發現環境中訊息出現的規律並進而對訊息的出現方式進行預測，這與 Saffran 過去關於嬰幼兒統計學習能力的系列研究結果一致（請參閱本刊學術活動紀實之一）。這個研究進一步發現，在概率性情境中，當目標物開始違反嬰幼兒的預期而出現在機率較低的那一側時，嬰幼兒也開始轉變他們的注視方向，亦即，隨著實驗的進行，他們對於目標物出現機率較低的那一側的注視比率會隨之增加，這顯示嬰幼兒能夠從錯誤中進行學習（error-based learning）並調整行為表現。綜合上述研究結果顯示，嬰幼兒不僅

¹ Elman, J. L. (1990). Finding structure in time. *Cognitive Science*, 14(2), 179-211.

² Romberg, A., & Saffran, J. R. (2013). Expectancy learning from probabilistic input by infants. *Frontiers in Psychology*, 3(610). 1-16.

可以透過規律的尋找來預期事件的發生，亦能夠在錯誤預測（predictive errors）的過程中不斷修正心中原有的預期。誠如 Elman 的主張，人類從嬰幼兒時期開始就會根據環境中輸入的訊息結構而不斷調整大腦中既有的假設與預測。

二、可預期和驚奇事件如何影響嬰幼兒的學習過程和成效

Saffran 接著提及，當環境中輸入的訊息結構與既有預期不符時，會產生一個讓學習者驚奇的情境，而當輸入的訊息結構與既有預期相符時，則會產生一個可預期的情境。那麼，哪一種情境對於嬰幼兒的學習更有幫助呢？這個問題在學習與發展心理學的研究領域中一直未有定論，這也是她最近感興趣的研究議題。

在介紹她自己的研究前，Saffran 先跟聽眾介紹了研究者 Stahl 和 Feigenson 在 2015 年發表於 *Science* 的實驗³及其後續研究⁴，這兩位研究者以有創意的實驗程序探討上述哪種學習情境更能夠引發嬰幼兒的學習動機並有助於學習。她很喜歡這一系列研究，還特別推薦現場的學生聽眾將這兩篇研究列入閱讀清單。

Stahl 和 Feigenson 以 110 名 11 個月大的嬰兒為研究對象，研究者向嬰兒展示了兩種狀況，其中一種狀況為符合物理概念認知的可預期事件（例如，玩具車開過平台後墜落或玩具車撞到板子停下），另一種狀況則為違反物理概念認知的非預期事件（例如，玩具車開過平台後卻浮在空中繼續前進或玩具車可以穿越板子繼續前進）。在觀看完每一種狀況後，研究者交給嬰兒一輛玩具車，結果發現相較於可預期事件，在看完非預期的驚奇事件後，大部分嬰兒會不斷的重複研究者在實驗中的動作，例如，讓玩具車開過平台後，看看玩具車是否墜落；或者讓玩具車撞板子，看看玩具車是否停下。研究結果也顯示在驚奇事件中，嬰兒有較佳的聲音和物體配對學習成效。研究者以此結果推論，違反預期的驚奇事件較能夠吸引學習者的注意力、引發探索慾望並產生較佳的學習成效。

雖然 Saffran 很欣賞 Stahl 和 Feigenson 的研究想法，但在 Stahl 和 Feigenson 的研究中，驚奇情境是違反嬰幼兒已經具備的物理知識，這樣的結論是否能夠

³ Stahl, A. E., & Feigenson, L. (2015). Observing the unexpected enhances infants' learning and exploration. *Science*, 348(6230), 91-94.

⁴ Stahl, A. E., & Feigenson, L. (2017). Expectancy violations promote learning in young children. *Cognition*, 163, 1-14.

運用於剛學到的新知識以及語言的學習，Saffran 對此持保留態度。於是，她與同事在 2018 年以 50 位 26-28 個月大的幼兒為研究對象⁵，讓幼兒在實驗情境中學習簡單新知識，接著以違反此新知識的方式創造驚奇情境，看看在驚奇情境中是否對幼兒的語言學習更有幫助。

實驗的過程如下：首先，實驗一開始，電腦螢幕上呈現四個藍色小方框，會有一系列圖片按照順序出現在其中一個藍色小方框中（例如，1、2、3、4），藉此讓幼兒進行簡單的視覺序列學習。接著，這些圖片會在可預期的出現順序中（例如，1、2、3、4）或者違反預期的出現順序中（例如，1、2、3、2）與一個聲音做配對，讓幼兒學習圖片的名稱。研究結果發現，在可預期情境中幼兒有較佳的配對學習成效，顯示在語言學習早期階段，可預測性對於語言學習有較大的幫助，這與 Stahl 和 Feigenson 的研究結論不一致，但支持了認知心理學中認為可預測性可以讓學習者的認知資源做更有效的運用這樣的觀點（predictability conserves cognitive resources）。

三、嬰幼兒是否能夠決定自己要學什麼

上述 Saffran 的實驗結果顯示在可預期的情境中嬰幼兒的語言學習成效較佳，那麼在學習過程中，嬰幼兒是否會自己決定要學什麼？Saffran 的假設是在學習過程中，嬰幼兒會為了降低對學習環境的不確定感而致力於找出訊息中所隱藏的規律。為了驗證這個假設，Saffran 與她的同事 Zettersten⁶以 40 位 17-19 個月大的幼兒為研究對象，讓幼兒學習圖片和聲音的配對，其中有些圖片從頭到尾只與一個聲音配對（配對一致情境），而有些圖片在實驗過程中會與一個以上的聲音配對（配對不一致情境），Saffran 想知道幼兒是否能夠自行決定他們的學習時間分配，以及這個決定背後的可能理由為何，實驗的過程如下。

在實驗一開始，幼兒會在電腦螢幕上看到配對一致的圖片／聲音組合（consistently labeled objects）（例如：圖片 A 與聲音 toma 的配對連續呈現四次）以及配對不一致的圖片／聲音組合（inconsistently labeled objects）（例如：圖片 B 在四次呈現中分別與聲音 noopy、kita、leemu、guffy 進行配對）。隨後，螢幕會呈現四張不同的圖片，讓幼兒自己選擇他想看哪一張圖片，在幼兒視線移動

⁵ Benitez, V. L., & Saffran, J. R. (2018). Predictable events enhance word learning in toddlers. *Current Biology*, 28(17), 2787-2793.

⁶ 尚未發表之研究。

至某張圖片的同時，圖片會變成彩色並且撥放與之配對的聲音，這個實驗設計的妙處在於幼兒可以主動選擇自己要多花時間學習的圖片。

研究結果顯示，大部分幼兒會花較多的時間在與聲音配對不一致的圖片上，Saffran 推測這可能是因為幼兒想試著去找出正確的配對方式以降低對訊息輸入的不確定感，所以會花比較多的時間在不確定的學習情境中。然而，Saffran 也發現不是所有幼兒都對不確定或不清楚的物件較感興趣，這背後是否反映幼兒在學習歷程中的個別差異仍待後續研究釐清。

參、尾 聲

在這場專題演講中，美國藝術與科學學院院士 Jenny Saffran 教授與現場聽眾分享她近年來對於嬰幼兒語言學習歷程的最新研究成果。從她的研究發現推論，嬰幼兒在探索環境的過程中，希冀透過規律的尋找來降低環境中隱藏之不確定感的欲求，是誘發嬰幼兒內在學習動機的重要驅力之一。在學習過程中，驚奇的事物吸引我們的注意力，而可預測的訊息結構是我們能夠學習新事物的基礎，兩者在嬰幼兒語言發展歷程中如何影響嬰幼兒的學習動機以及學習成效仍有待更多的研究加以探討和釐清。

邀稿日期：2019 年 12 月 17 日