

「言」是何物？ ——語言湧現與人類演化

2017年10月13日（五）

「言是何物」，這個問題與「人是何物」有很密切的關係。我之前研究生成語法（generative grammar）時，覺得生成語法很多地方走錯路，跟人離得太遠；語言學和人的生理、社會，一定要連在一起，才能真正了解語言。

自從達爾文提出了演化論後，許多學科已經取得不少研究成果，我將藉著三次演講機會，從語言學的觀點綜合討論：第一，談語言的湧現與人類的演化；第二，談語言的分類標準與多樣性；第三，談認知的形成與消失。

今天的主題是語言的湧現跟人類的演化。相關的內容可以另外參考〈語言演化的探索〉¹、《語言、演化與大腦》²、〈語言演化

¹ 王士元. (2006). 語言演化的探索. 門內日與月: 鄭錦全先生七秩壽慶論文集. 語言暨語言學專刊外編之七 9-32. Institute of Linguistics, Academia Sinica.

² 王士元. (2011). 語言、演化與大腦. 北京: 商務印書館. 正體字版: (2014). 臺北: 高等教育出版社.

的四個相變》³、〈達爾文、華萊士與人類演化〉⁴，以及《語言湧現：發展與演化》⁵。

一、人類的演化與語言

演化論的核心假設是：世界上所有的動物都是由演化陸續產生而來。人類（靈長類）是靈長目（*Primates*）下的一個「屬」（*genus*），稱作「人屬」（*genus Homo*）。人屬在 100 多萬年前開始走出非洲，但絕大部分都已經絕種，沒有留下很多基因。

比方說，80 萬年前，北京猿人在北京郊外的周口店附近活動，大部分人認為他們的基因與我們的基因沒有關係；北京猿人雖然跟我們同「屬」，可是不同「種」（*species*）。這個觀點很可能再過 1、20 年就可以得到正確的答覆。大概 1、20 年前，人類可以從化石裡取出 DNA，若是把北京猿人化石裡的 DNA 取出來，和現

³ 「相變」（*phase transition*）這個詞是從物理界來的，比方說水在 30、40 度，水不會變，水還是水，只是熱一點，但水到了 98、99 度，它就會變形，變成另外一種東西了，物理學家把這個現象稱為「相變」。冰變成水、水變成氣，都是相變。我覺得從「沒有語言」到「有語言」也經過好幾個不同的相變，所以這篇文章就是寫「四個相變」（*Four phase transitions*）。參見 Wang, William S-Y. (2016). *Four phase transitions in language evolution*. *Language Evolution and Changes in Chinese*, Journal of Chinese Linguistics Monograph Series 26, ed. by I.-s. Eom & W. Zhang, 1-20.

⁴ 王士元. (2017). 達爾文、華萊士與人類演化. *科學中國人*. 1.30-7.

⁵ Wang, W.S-Y. (ed.) (1991). *The Emergence of Language: Development and Evolution*. W.H. Freeman.

在我們人類比較一下，就可以知道我們有沒有北京猿人的基因，這種革命性的突破稱作「古 DNA」（ancient DNA），不過現階段只能研究到 4、50 萬年前，還不能研究到 80 萬年前的北京猿人。

「智人種」（*species sapiens*）在 10 多萬年前才離開非洲並遷徙到世界各個角落，語言之所以會湧現，和人類採取雙腳直立的姿勢脫不了關係，因為垂直站立一方面使雙手空了出來，可以製作各類工具改善生活；另一方面又讓喉頭下降，使嘴巴裡的空間變大，發出許多黑猩猩無法發的音。比方說，根據孔江平與 Thomas Schoenemann 的研究，黑猩猩的喉頭比較高，因此發不出[i]的音，而[i]在人類的語言中非常重要。

由於雙手的靈活運用讓人類發展出越來越精細的各類技能，而這些靈巧的手部動作，如彈鋼琴、電腦工作等，必須由更多的大腦部位掌控，因而促使大腦不斷增長，所以擴充的腦容量與更緊密的神經連結，不僅刺激了語言的產生，也進一步增進了雙手的靈敏度。大腦的操控與四肢的執行彼此強化，使得人類得以創造出高度發展的文明。

（一）不識語言真面目，只緣身在言語中

在中央研究院歷史語言研究所建立時，蔡元培說：「同是動物，為什麼只有人類能不斷的進步，能創造文化？」他自己回答：「因為人類有歷史，而別的動物沒有。因為他們沒有歷史，不能夠把過去的經驗傳說下去……。」這就是牛頓所說的：「站在巨人的

肩膀上。」如果沒有歷史，我們就不知道牛頓說過這句話。

蔡元培又說：「為什麼只有人類能創造歷史，而別的動物沒有？因為人類有變化無窮的語言。」沒有語言，我們繼續是平凡的動物。有了語言，我們走出非洲征服了整個地球。

語言有什麼特別的魅力？我覺得就是靠變化無窮的語言，才把我們人類塑造出我們現在的樣子。

可是要研究語言很難。我們都會走路、都會呼吸，但你問一個人你是怎麼呼吸的？不能把它解釋得很清楚，但解釋呼吸還是比解釋語言要簡單得多。蘇東坡講過這樣一句話：「不識廬山真面目。」我覺得也可以套用在語言上，「不識語言真面目，只緣身在言語中」，因為我們老是在言語中。

研究語言很難的原因，是因為從不同的角度探索語言，如同盲人摸象一樣，以為語言像大象的鼻子、大象的尾巴。所以研究語言一定需要有多學科的觀點，包括語言學、人類學、社會學、民族學、考古學、歷史學等等；研究語言，一定需要做多學科的研究。

（二）達爾文與語言分類

達爾文寫過幾十本書，和人類、語言特別有關係的主要是三本：第一本是 1859 年出版的《物種起源》（*On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*），很有意思的是，在這本很有名的書裡很少提到「人」，可是這本書一出來後，大家馬上就聯想到：

「人」是不是也能套用在這個理論上？很多人攻擊他的言論，達爾文只好再多談人跟演化的關係，12年後出版《人類的由來及性選擇》（*The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*），這本書是專門講人的，人的行為、人的思維、人的過去、人的社會等等。

很多人以為演化論是在講身體上的構造，為什麼頭髮是黑的、為什麼鼻子是尖的、為什麼耳朵這麼大？是一步一步演化出來的。但是達爾文很早就體會到：演化論也能夠運用在行為、感覺、思想上，所以1872年出版《人類和動物的情感表達》（*The Expression of Emotions in Man and Animals*），許多生物學家、心理學家都非常贊同這些書。

達爾文的《物種起源》提到：地球上所有的生物都源自同一個祖先，很可能我們的祖先曾在非洲居住，全世界的人都是從非洲出來的。他也說人種的譜系能夠提供最佳的語言分類，語言跟人種的群體有很密切的關係，且同源的語言可再細分為不同層次。

比方說，我們現在知道世界上有個非常大的語族，叫「德內—高加索語系」（Dene-Caucasian），底下分很多不同分支，其中一支就叫做「漢藏語系」（Sino-Tibetan），底下又分作幾百支，尤其是藏緬語支，有很多語言。漢語這一層底下有很多大方言，比如說粵語，粵語底下又有很多大方言，比如香港，香港講的粵語跟廣州話很相近，但離香港不遠處的開平、臺山，跟香港、廣州話就非常難溝通。這樣一層一層分下來，都是演化的歷史。

達爾文的《物種起源》已經有非常不同、非常好的看法。不過書裡主要講的是動物，要了解人跟動物的不同，也應當了解動物是什麼東西。

二、動物的溝通與人類的語言

所有的動物，都要溝通。但並不是都有語言，所以語言和溝通要區別。動物要溝通，讓別的動物知道，這是我的地盤，你不要來；這是我的配偶，不要碰牠。種種的溝通的方式，沒有的話就生存不了。

（一）蜜蜂

蜜蜂有一個非常有意思的溝通方式，一隻蜜蜂採蜜時無法帶上很多花蜜，牠一定要告訴窩裡的其他蜜蜂如何前往花叢，這時候就需要溝通，以跳舞的方式溝通，不用講話、沒有手勢。

比如說像圖 1，蜜蜂跳數個半圓形，一邊跳，一邊身體發抖，牠為什麼這麼跳呢？如果蜂窩是平的，牠可以跳一直線，代表往那裡去；但是很多窩不是平的，它是豎著的，牠怎麼指呢？牠就用太陽和花的角度，這個角度相等於牠跳的這兩個半圓形中間的那條線和垂直線的角度，別的蜜蜂就知道該到哪裡去。牠抖動得越厲害，就表示離花越近，抖動的速度表示距離。是一種很奧妙的溝通方式。

更有趣的是，不同地方的蜜蜂有不同的「方言」。圖 2 分別是

印度、奧地利、義大利蜜蜂的溝通方式，根據距離的不同改變跳的方式，有些方言上的不同。

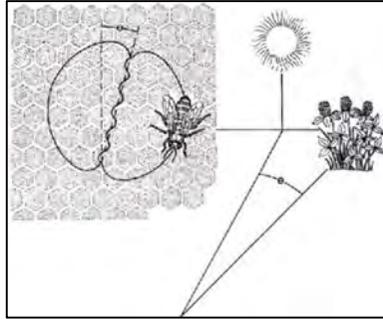


圖 1 Bee dancing

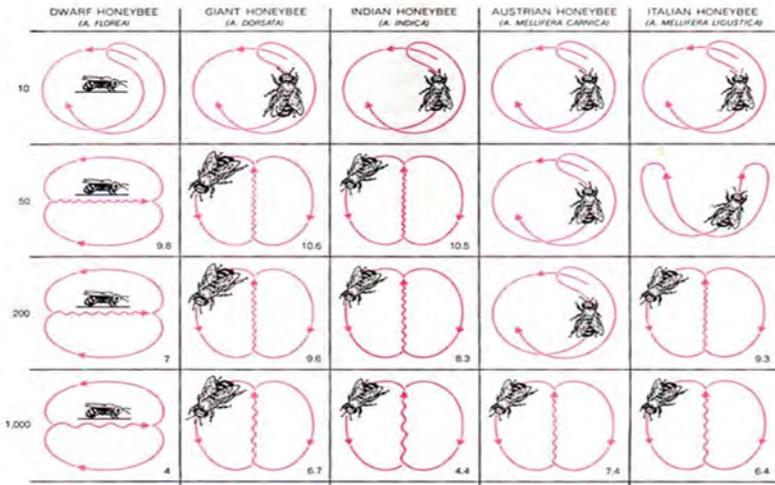


圖 2 Bee dancing and culture

這樣的溝通不能算是語言，不過顯然全部是先天的，存在牠的

基因裡頭，牠不必看著牠的媽媽怎麼做再學著做，是由牠的基因裡頭控制牠的。

所以我們要了解生命，須仰賴兩個很大的力量，一個是先天的天性（nature），在 DNA 裡，另一個是在環境裡面學到的養育（nurture）。多少是天性，多少是養育？天性跟養育如何互動？這是研究生命非常基本的疑問。

（二）鴨子

奧地利的學者 Konrad Lorenz（康拉德·洛倫茲），發現小鴨子從殼裡出來後，先看到什麼東西在動，那就是牠的媽媽，所以媽媽到哪裡去，牠就會跟著去。

圖 3、4 就是一隊兩隊鴨子跟著他走，這是很強的先天條件，稱為「印記作用」（imprinting）。



圖 3、圖 4 Konrad Lorenz, demonstrating imprinting in ducklings

(三) 白冠帶鸚

除了蜜蜂與鴨子外，鳥類也很有意思。柏克萊大學著名動物行為學家 Peter Marler，每天早上天還沒亮就拿著錄音機跑到學校後山（Berkeley hills）去錄白冠帶鸚（white-crowned sparrows）的叫聲。後來他發現，這個鳥會唱歌，而且學唱歌的時間固定在出生後 50 天之內，如果在這個時間內，牠沒有聽到同種鳥類的歌，牠就一輩子也學不會，也就沒有生存的能力，吸引到母鳥跟牠交配，亦無法繁衍。

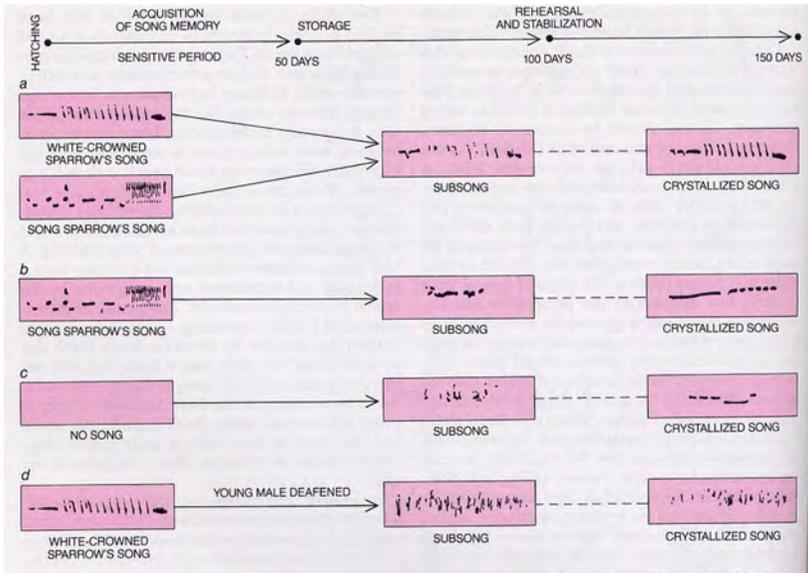


圖 5 白冠帶鸚學習唱歌的過程

（四）語言的關鍵期

白冠帶鸚的行為其實和人有點像，如果小孩生下來，頭 10、20 年不讓他聽語言，他以後就沒有機會能夠完全學會語言。幾十年前一位男子在洛杉磯開車時闖了禍，警察到他家之後，在地下室發現一個裸體的小女孩，約 11、12 歲，被綁在廁所裡。這個小女孩叫做 Genie（吉妮），她從來就沒有怎麼樣聽過大人說話。後來加州大學洛杉磯分校（UCLA）的語言學家 Victoria Fromkin（維多利亞·弗朗金）把她帶回去，教她學語言，幾年後沒有完全教會，只有進步一些。

這說明了人類不只是基因可以讓我們發展出語言，還有個發展語言的「關鍵期」（critical period）。Genie 過了這個時期，便不能學習語言；這些白冠帶鸚出生過了 50 天，便不能學會牠們的歌。白冠帶鸚在出生後的 50 天「敏感期」（sensitive period）時，還是可以出聲音的，可是這個聲音，跟牠之後的叫聲沒有什麼關係。這就像人類的牙牙學語（babbling）一樣，嬰兒剛出生的頭幾個月，只是躺著支支吾吾地發出各種聲音，這些聲音跟他將來學的話可能沒有什麼關係，所以嬰兒的牙牙學語和語言、白冠帶鸚的吱呀初鳴（subsong）和叫聲，基本上是同樣的關係。

三、語言的湧現

(一) 從大猩猩到語言

在圖 6 中，從左至右分別是大猩猩（Gorilla）、黑猩猩（Chimpanzee）、人類（*Homo sapiens*，圖為網球健將 Andy Murray）。其中，最右邊二個的關係較近，黑猩猩跟人類的關係只差 600 萬年；黑猩猩跟大猩猩的關係則差了 800 萬年。



圖 6 Gorilla、Chimpanzee、*Homo sapiens*

約 10 多年前，學者比較人、非洲的黑猩猩與大猩猩、東南亞的紅毛猩猩與長臂猿的基因，藉由假定基因的變化，推論出來牠們大概是什麼時候分開，並得知人跟黑猩猩的基因只差 1.2%，98% 以上完全一樣（圖 7）。

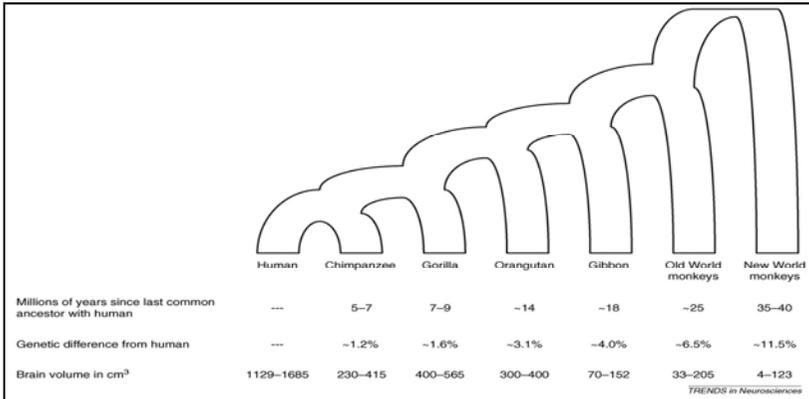


圖 7 人類腦容量的演化

從圖 7 的最下面一行得知，人的大腦平均大概是 1400 克，黑猩猩最大的體積只有 400 克。所以雖然我們跟牠基因上，基本是一樣的，可是我們的大腦是牠的四倍之多。

哈佛大學人類學系的系主任 Daniel Lieberman（丹尼爾·李伯曼）出了一本書叫《從叢林到文明，人類身體的演化和疾病的產生》（*The Story of the Human Body: Evolution, health, & disease*），書中的一幅圖（圖 8）說明了人類大概是 6、700 萬年以前跟黑猩猩分開，再更之前是跟大猩猩分開。分開之後，大概是在 200 萬年以前，黑猩猩又分做倭黑猩猩（Bonobo）跟黑猩猩（common chimp）兩種不同的黑猩猩，這兩種黑猩猩屬（*Pan*）的行為恰好相反，黑猩猩（common chimp）喜歡打架，倭黑猩猩（Bonobo）是母系社會，非常和平。

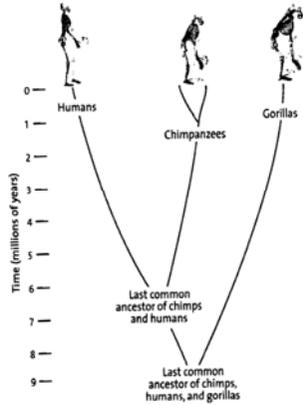


圖 8 人類的分化

人類跟黑猩猩分開後，人類站起來了，可以雙足步行（bipedalism），便有空間運用雙手製作工具（tool making），這是兩件大事情。

在圖 9 中，Daniel Lieberman 說明不同的靈長類，能夠活多久。人與別的靈長類的發展有很基本的不同。比方，黑猩猩出生身體就很靈活，不到五歲後就變成少年（juvenile），可以獨自生活，在群體裡，牠媽媽就不再理他；可是人從 2、3 歲到 7、8 歲，有個新的階段叫做童年（childhood），黑猩猩沒有童年。人類的童年非常重要，是我們學習如何做人的階段，不只是語言，還有道德觀、如何在社會裡表現適當的行為，也因為有了童年，人類才有這麼複雜的語言。

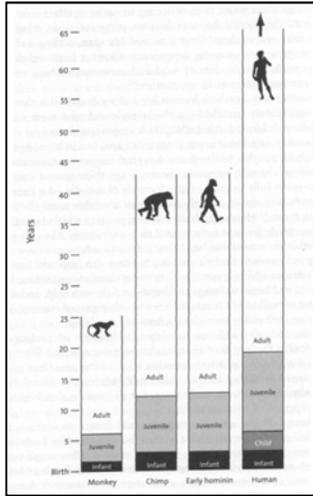


圖 9 人類重要的童年時期

(二) 黑猩猩的自然行為

《自然》(Nature) 有一篇很不錯的文章叫做 A century of getting to know the chimpanzee⁶，研究黑猩猩 100 多年的歷史。有位英國的女科學家 Jane Goodall (珍·古德) 在老師 Louis Leakey 的建議之下，研究動物跟人在行為上有什麼差別。但若是在動物園裡，無法看出動物行為的差別，一定要到非洲的森林，與黑猩猩長期相處。於是 Jane Goodall 便前往非洲，用十幾年的時間，研究黑猩猩的一些自然行為，觀察黑猩猩藉由聲音、臉部表情進行溝通。

⁶ F. B. M. de Waal. (2005). A century of getting to know the chimpanzee. *Nature* 437: 56-59.

1. 自我意識

如果有養過狗或貓，在家裡養了很久會發現牠們沒有自我感覺。比方說你給牠照一張相片，放在電視上，你的狗走過去，牠一點興趣也沒有，不認得牠自己。大概是 2、30 年前，科學家發現黑猩猩有一種自我意識（self-recognition）。他們等黑猩猩睡著時，在牠的耳朵上塗一點紅顏色，黑猩猩醒了就在鏡子旁邊，牠看到了會去摸耳朵，牠如果不知道鏡子裡就是牠，那麼鏡子裡那個動物耳朵上面紅紅的，就與牠無關了。

黑猩猩不但有自我意識，還有感情。比方我前幾天看電視，獅子吃斑馬，一大群斑馬奔跑，獅子抓到了一隻，撲下去就開始吃，別的斑馬一點感覺都沒有，牠們繼續跑，跑遠一點就又開始吃草，沒有感情（emotion），沒有同理心（empathy）。而黑猩猩有，像圖 10 這種行為稱作理毛行為（grooming），互相照顧，有時候是摸摸，有時候是抓抓，有時候是理毛等等。



圖 10 黑猩猩的理毛行為

2. 使用工具

黑猩猩也會使用工具，圖 11 這種樹的洞裡有很多白蟻（termite），黑猩猩會到旁邊，從樹上剝下樹枝，把葉子去掉，然後把樹枝插在洞裡，白蟻就會沿著樹枝爬，黑猩猩再把樹枝拿出來，便可吃下一口白蟻。這就是使用工具（tool use）、製作工具（tool making）。如果樹枝上都是葉子，就插不進去。



圖 11 黑猩猩使用工具

3. 認知

京都大學研究黑猩猩的認知能力，在螢幕上給黑猩猩很多數目字，顯現一下就看不見了（圖 12）。⁷黑猩猩如果想吃花生，就必須按螢幕上的數目字從小到大出現過的地方，表示牠認得了這些數

⁷ Kawai, N. & Matsuzawa, T. (2000). Numerical memory span in a chimpanzee. *Nature* 403: 39-40.

目字、記得那些數目字在空間的什麼地方。研究顯示不同的物種有不同的能力，黑猩猩的工作記憶（working memory）、空間辨識（spatial discrimination）都非常可靠。



圖 12 黑猩猩的認知能力

4. 合作

黑猩猩也會合作。在歐洲的一個動物園裡，牠們喜歡吃葉子，葉子嫩的比較好吃，所以牠們想要爬到蠻高的地方去吃嫩的葉子（圖 13）。但是爬的時候，把樹的樹皮都給刮掉了，樹就會死掉，所以動物園要保護樹，打造了一個小的鋼絲網，讓牠們爬不上去。但這兩隻黑猩猩還是想爬上去，這個黑猩猩扶著很長的樹枝，牠的朋友就爬上去（圖 14）。這是一種合作（cooperation）、一種計畫，黑猩猩能夠往前看，知道這個樹枝能夠幫助牠去吃那些嫩的樹葉。



圖 13、14 黑猩猩間的合作

很多人談演化論，常常是在談競爭（competition），然而有時候合作（cooperation）也很重要。

哈佛大學有兩個人，一個是數學家 Nowak，一個是生物學家叫做 Wilson，他們最近都在研究這個問題：為什麼我們願意幫人？沒有幫人，我們大概不能有社會征服（social conquest）。所以演化不只是競爭，合作有時候也非常重要。

英國科學家 Richard Dawkins（理查·道金斯）寫了一本非常有名的書《自私的基因》（*The Selfish Gene*），特別強調人類是競爭的，我覺得現在已經矯枉過正了。

5. 語言

圖 15 中的黑猩猩想吃香蕉，所以伸手，很多動物伸手就是「給我」的意思。可是如果實驗者頭上戴個桶子，我們就知道他就

看不見了，但黑猩猩無法理解，這個叫做心智理論（theory of mind），也就是了解別人的思想、思維的能力，黑猩猩還有很多地方做不到。

在過去的幾十年，很多語言學家、心理學家在教黑猩猩語言，一個個都沒有完全成功。這個說明了黑猩猩與我們的認知能力有很多的不同。



圖 15 黑猩猩的理解能力

David Premack（大衛·普雷梅克）在加州教一隻名為 Sarah 的黑猩猩，人類的許多聲音黑猩猩發不出來，因此 Premack 不教牠說話，改用一些塑膠片，把塑膠片放在板子上來編句子，但是不太成功。於是 Premack 寫了一篇文章 Teaching language to an ape。⁸

⁸ Premack, Ann & David Premack. (1972). Teaching language to an ape. *Scientific American* 227: 92-99.

四、人類的演化

（一）尼安德塔人

600 萬年以前，我們跟黑猩猩分道揚鑣；300 多萬年前，人屬（*Homo*）還沒有出現，可是有另外一種動物叫做南方古猿（*Australopithecus*），是我們的老老老祖先，牠們已經站起來了。

到了大概不到 300 萬年前，人屬（*Homo*）出來了，這是我們的屬（genus），已經開始用工具。大概是 1、20 萬年前，我們長成了現在這個樣子，叫做晚期智人（Anatomically Modern Humans, AMH），和我們長得相似；但如果是南方古猿則長得跟我們很不一樣。

人類的大腦容量也就一步一步的增加，一開始我們的大腦在 500 克以下，然後一步一步，現在大概 1400-1500 克，增加好幾倍。

圖 16 是另一種叫做尼安德塔人（Neandertal）的頭，尼安德塔人是 19 世紀在德國挖掘出來的人類化石，一開始以為他是病了，後來才發現他們不是跟我們一樣的智人（*Homo sapiens*），而是另一種人類。



圖 16 尼安德塔人的頭骨化石

看得出有什麼不同吧？一他們個子比我們大，二他們的骨頭比我們壯，況且他們的前額骨頭突出來。剛剛我們看網球健將跟兩種猩猩比較的時候（圖 6），大猩猩、黑猩猩都有這個眉骨（brow ridge）。

我們與尼安德塔人分家其實是幾十萬年的事情，而前面提到的倏黑猩猩（Bonobo）跟黑猩猩（common chimp）的分家則是已經 200 萬年了（圖 8），但 200 萬年間分別的演化沒有產生很大的區別；而我們與尼安德塔人分家幾十萬年，反而產生更大的區別。所以身體的演化與環境有非常大的關係

（二）阿法南方古猿

圖 17 是阿法南方古猿（*Australopithecus afarensis*），*Australopithecus* 就是剛才講到的南方古猿，*Australo* 是南方，*pithecus* 是猿；*Afar* 是一個地區，非洲的東部有個地方叫做衣索比

亞 (Ethiopia)，Afar 是衣索比亞的一個部分。

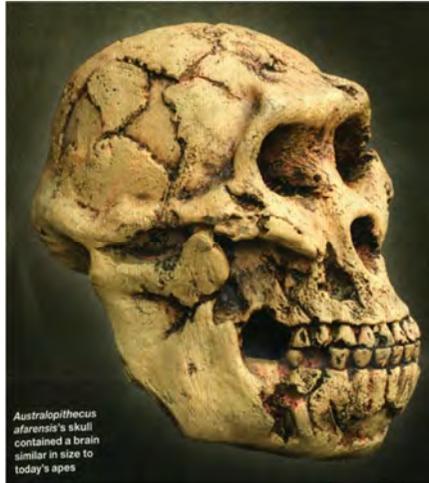


圖 17 Skull of *Australopithecus afarensis*

(三) Lucy

圖 18 這套化石非常有名，叫做 Lucy⁹，是非常完整的化石，化石拼出來之後，經過世界上的權威分析，皆同意 Lucy 是用兩隻腳走路。她的手還有點長，況且彎度也比較強，她還是會爬樹，可是在地面上，還是用兩隻腳走路。

這是我們第一個 phase transition (相變)。

⁹ Donald Johanson (唐納德·約翰森) 發現這套化石時，他的帳篷裡頭的收音機在播放披頭四的歌 Lucy in the Sky with Diamonds，所以他把這套化石取名叫 Lucy。

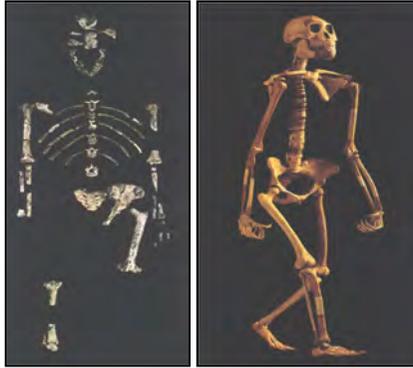


圖 18 Lucy

英國考古學家 Mary Leakey（瑪麗·李奇）發現地上有一系列的腳印（圖 19），為兩個大人與一個小孩的腳印。腳印附近有火山，他們利用火山的材料，測量出這個腳印大概是 300 萬年前形成的。腳印與 Lucy 可以互相證實。



圖 19 Footprints in Laetoli from 3,500,000 b.p.

（四）直立人

最早的人屬化石，大概是在 300 萬年以前的衣索比亞。但最早

離開非洲的，是圖 20，約 200 萬年左右，一步一步走出來。可是這些走出來的人類，不是智人 (*Homo sapiens*)。比如，圖 21 是東南亞的爪哇人，可以看得出來他的眉骨還是比較突出來。他們不叫智人，而是叫做直立人 (*Homo erectus*)。



圖 20 A complete skull

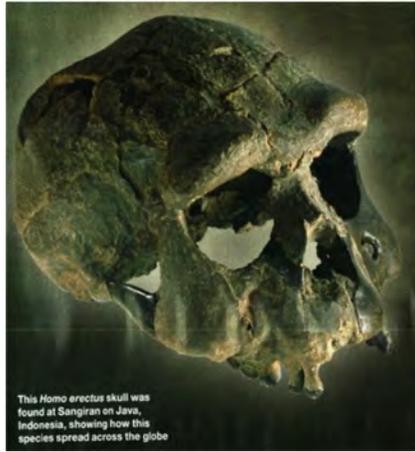


圖 21 *Homo erectus* skull

(五) 丹尼索瓦人

現在我們有種種 *Homo sapiens* 留下來的遺物。在地圖中的丹尼索瓦 (Denisova, 圖 22) 最近出了一個非常有意思的化石，本來有個人叫做丹尼斯 (Denis)，他住在那個山洞，所以山洞就叫做丹尼斯洞穴 (Denis cave)，這個洞穴在俄國，距離新疆、蒙古國、哈薩克 (Kazakhstan) 都不遠。2008 年在西伯利亞的山洞發現丹尼索瓦人 (Denisovan) 小指頭的化石 (圖 23)，他和我們是很

近的親戚，我們的 DNA 裡有丹尼索瓦人的 DNA。



圖 22 丹尼索瓦洞位置



圖 23 丹尼索瓦人化石

前面提到直立人 (*Homo erectus*) 有一支變成我們；可是另外一支分開之後，又再分支，有些分成丹尼索瓦人 (Denisovans)，有些變成尼安德塔人 (Neandertals)。雖然他們現在都不在了，但從化石的角度來看，他們是我們最近的親戚 (圖 24)。

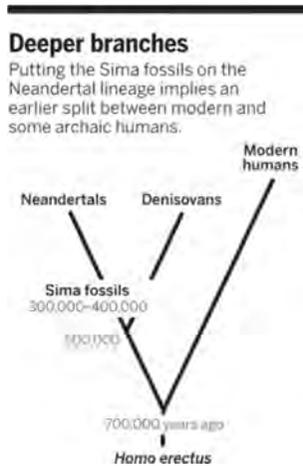


圖 24 人類與丹尼索瓦人的關係

丹尼索瓦人很能幹，能用石器磨出各種不同的器具，如圖 25 左是一種武器，可以做成箭頭；圖 25 右是一種裝飾品。這些都是從丹尼索瓦洞穴挖出來的。



圖 25 Bracelet & stone tool found in Denisovan Cave

（六）現代人的遠方親戚

現在我們在史前歷史上的研究上又有新的突破，瑞典生物學家 Svante Pääbo（斯萬特·帕博）寫了一本書：《尼安德塔人》（*Neanderthal Man*），在寫這本書的時候，他的材料只有粒線體 DNA（mitochondrial DNA, mtDNA），每個細胞裡頭都有個核，核裡頭有 23 對染色體，外頭也有 DNA，就是 mtDNA。mtDNA 是母系傳下去的，所以如果要知道女人的歷史，要靠 mtDNA；若要知道男人的歷史，則從細胞核的第 23 對染色體 XY 中的 Y 尋找。所以現在我們能畫出男性的系譜，也能畫出女性的系譜。

Svante 用 mtDNA 去研究，一開始發現人和尼安德塔人之間沒有共同的 mtDNA，他便認為我們沒有和尼安德塔人溝通過。但後

來他發現了如何分析出 nucleus DNA，其實人跟尼安德塔人有很多共同的地方，曾經共同繁衍過後代。

根據現在的研究，智人（非洲人、歐洲人、亞洲人）等等，跟尼安德塔人、丹尼索瓦人有著非常複雜的關係。¹⁰

在美國西北部華盛頓大學附近的肯納威克（Kennewick），最近發現一套化石（圖 26）。根據 DNA 分析的結果，一是這個人來自亞洲，二是美國原住民的祖先。我幾十年前剛去美國讀時，看到原住民會覺得長得有點像我們，那時候很少像我們這樣的人去，當地的人會問 **Which tribe are you from?**（你從哪個部落來的？）所以我們和美國原住民的確是同源的。



圖 26 Kennewick Man's kin

有一本很有名的書《人類，器具製造者》（*Man the Toolmaker*）提到因為有工具，人類開始有藝術，有壁畫、音樂，有埋葬品等種種的符號行為（Symbolic behavior）。

¹⁰ 王士元. (2015). 我們的兩門遠房親戚. *科學人*. 3: 74-7.

五、人類的語言

（一）語言的界定

美國康乃爾大學的語言學家 Charles Hockett（查爾斯·霍克特）在 1960 年寫了一篇文章，叫做〈言語的起源〉（The origin of speech），分析什麼是語言，什麼不是語言。他提出一個新的概念叫做「設計特徵」（Design Features），¹¹在 13 個不同的設計特徵中，其中一個叫做「聽覺的傳訊管道」（vocal-auditory channel），意思為用嘴巴的聲音傳到別人的耳朵，蜜蜂就沒有這項設計特徵（圖 27-1）。

另一個設計特徵叫做「完全的反饋」（total feedback），意思是我在說話什麼，我自己完全聽得到。如果有一種魚，牠變顏色時表示「這是我的水，你到那個池子」，牠看不見自己在池子裡變了色，所以魚沒有完全的反饋（圖 27-5）。

還有一個設計特徵叫做「能產性」（productivity），沒有一個語言有一個最長的句子，你講一個最長的句子，我在後面加了可是、也許等等，都可以把它變得更長，句子是無限制多的（圖 27-11）。

¹¹ 可參見 W. S-Y.Wang. (ed.) (1982). *Human Communication: Language and its Psychobiological Bases*. 或游汝杰, 潘悟雲, 張洪明等譯. (1987). *語言與人類交際*. 廣西教育出版社.

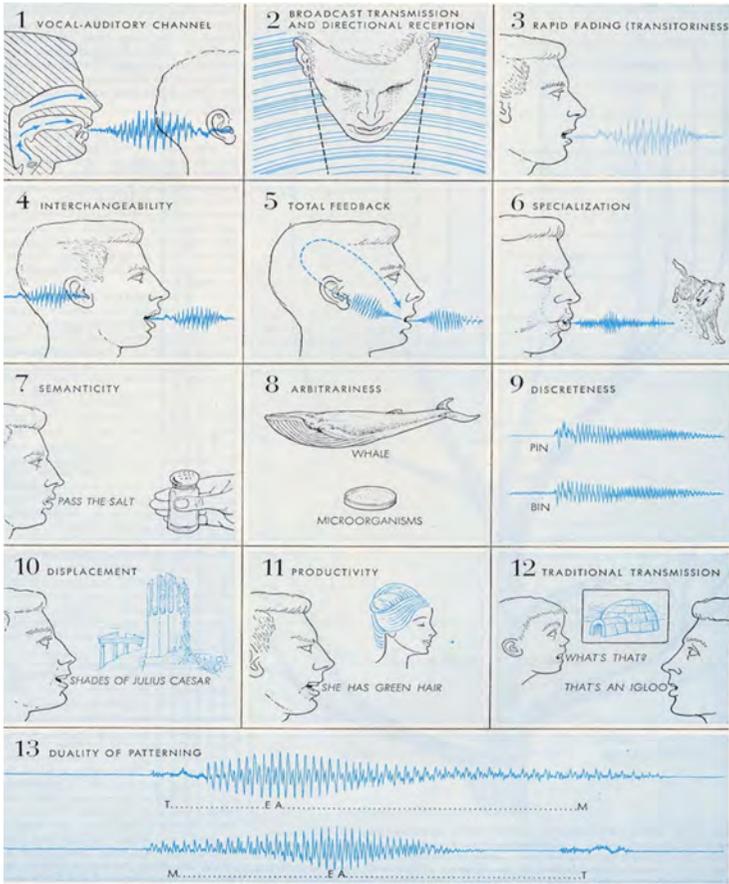


圖 27 13 design features

Hockett 指出，如果要把人的語言和別動物的溝通區別出來，可以發現人的語言有三種特徵：「超越時空性」(displacement)、「能產性」(productivity)、「形式的二元性」(duality of patterning)，沒有別的動物的溝通方式有這三個

特徵。

語言是什麼？我在〈漢語語言學發展的歷史回顧〉（*Language in China: a chapter in the history of linguistics*）中提到，古希臘柏拉圖所作的《克堤拉斯篇》（*Cratylus*）與中國戰國時代的荀子，他們說的話不謀而合，有許多相似之處。

（二）發聲三部曲

現在大家都講 AI（人工智能），Herbert Simon（司馬賀）是 AI 的鼻祖，早在 1978 年他就說過，因為我們把種種的功能連在一起（*interfaced, synchronized*）才發展出語言。差不多在同一時間我也講過相同的話：「許多這些能力在他種動物中也不同程度地存在著（看看黑猩猩使用工具與解決問題的例子）。在人類演化中，這些能力也許比語言更早出現，漸漸一步一步地，這些能力在語言精練的過程中越來越為人所運用，好像完成了一片片的馬賽克拼貼畫一樣。同樣地，這些能力也被運用在其他精細的人類組織中，特別是在數學與音樂方面。」

再講得具體一點，我站在這裡說話，我到底在做什麼事情？我說話可以分三部曲：一，我需要一股氣，我沒有氣就發不出聲音，雖然現在我的氣少了，但還夠用。這是第一步，一定要有氣。

氣從肺、喉管到喉頭，由我的聲帶，聲帶一定要抖動，不抖動，聲音就不夠大，就像吹喇叭的時候，嘴唇如果不抖動，就沒有音樂了，這是第二部曲。

第三部，我可以動我的舌頭、軟顎、嘴唇、下巴。第三部分比較複雜，只要有個體積、有空氣，就能發出聲音。吹口哨也是同樣的道理，這些就是我們語音的基本道理。

這三部曲英文分別叫做 **power supply**（能量供給）、**vibration of the vocal folds**（聲帶振動）、**resonance**（共鳴）（圖 28）。

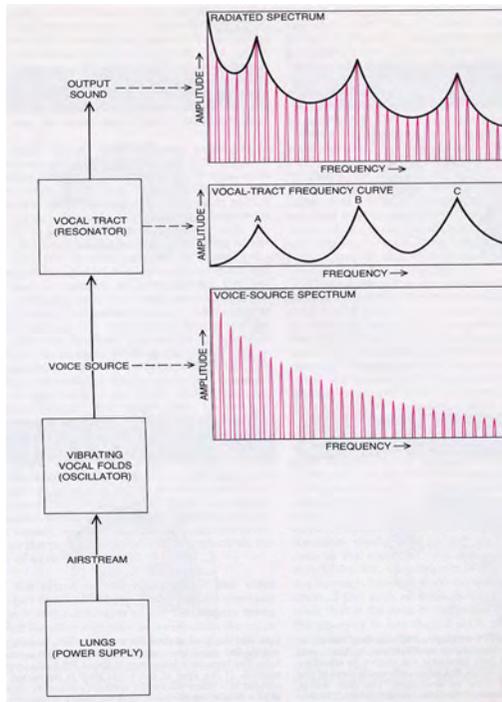


圖 28 發聲的三部曲

圖 28 是聲帶發出來的一個一個 harmonic（諧波）基本的音。這個是口腔的共鳴。在五千赫茲之下，一般有三、四個共鳴，語言

學家將這個比較高的地方稱做共振峰（formants），物理學家叫做共鳴（resonance），是同樣的道理。

（三）聲帶的運作

聲帶抖動看得見嗎？看得見！圖 29 就是聲帶。你把它拉長一點，它就抖得快一點，短一點就慢一點像是橡皮筋一樣，你把橡皮筋拉長，彈它一下，它就抖快一點。

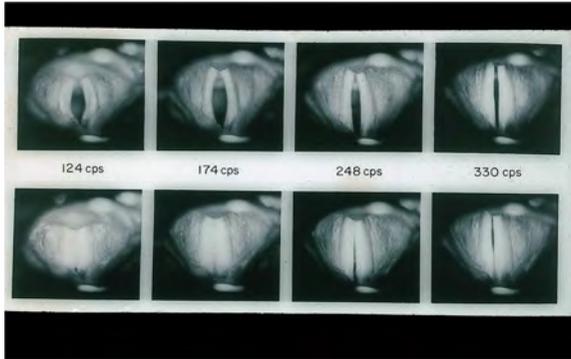


圖 29 聲帶的振動

圖 30 是聲帶放大圖，圖中有一塊大軟骨，叫做會厭（epiglottis）。如果喝水時，不願意食物到肺裡面去，會厭就會蓋起來，保護你的肺部。這裡有兩塊小的，叫做杓狀軟骨（arytenoid cartilage）。它如果近的時候，聲帶就是關的；如果把它拉開，聲帶就開，氣就出來，沒有什麼阻礙，這就是發聲（phonation）。



圖 30 聲帶的開（右）與閉（左）

圖 31 是發音方式（articulation），可以看到喉嚨、牙齒、嘴唇、軟顎，聲道是一個管子，大概是 170 毫米，個子高就長一點，小孩、女孩就短一點。舌頭怎麼動，軟顎怎麼動，就有不同的共鳴，就有不同的聲音，不同的基頻。掌握聲帶的抖動，共鳴的頻率，才能講話。

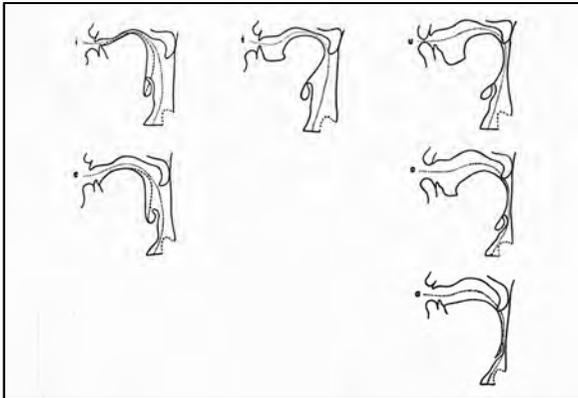


圖 31 發聲方式

所以我們能夠講話是不容易的，講話時要控制一百多種肌肉，我們以為可以教黑猩猩語言，實在是妄想。

接下來討論聲學（acoustics），一句話講出來之後，我們可以把它畫出來。如圖 32 為「語言工程實驗室」的國際音標和頻譜圖。橫軸總共不到兩秒鐘，縱軸最高是八千赫茲。

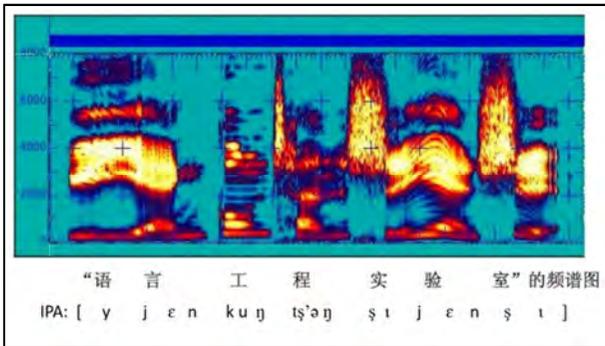


圖 32 「語言工程實驗室」頻譜圖

說「語言」這個詞時，發鼻音[n]時舌尖堵著口腔，力量低得多，之前的共振峰很明顯，但[n]就看不太出來。「工」這個詞是[k]開始的，是個塞音，一定有一段時間沒有聲音，大概是 50、70 毫秒左右，然後舌根離開軟顎，發出[k]。前面[n]那樣的音叫做鼻音（nasal），這裡「工」結尾的音[ŋ]也是個鼻音。

這一套科學現在非常發達，這個很多公司可以讓你的手機辨別聲音，就是利用這種非常重要的信息。

(四) 語言與大腦

前面提到人需要控制 100 多個肌肉才能說話，這是由大腦控制的。圖 33 為人類大腦左半部圖，分為四個腦葉（Lobe），前面是額葉（Frontal），後面是頂葉（Parietal），底下為顳葉（Temporal），最後是枕葉（Occipital）。

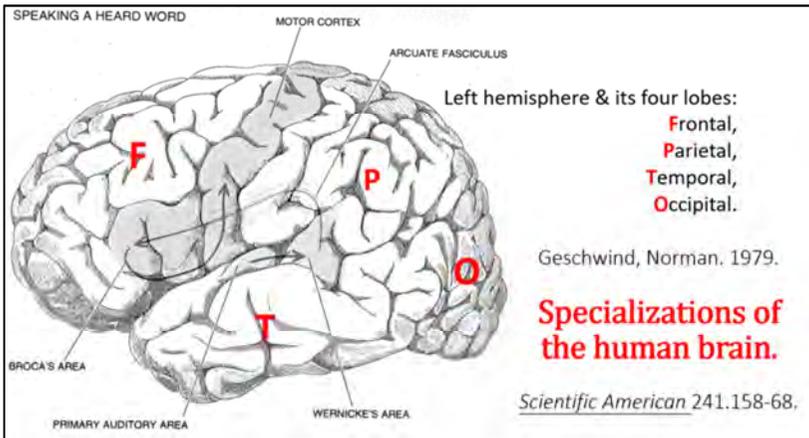


圖 33 Specializations of the human brain

哈佛的神經學家 Norman Geschwind（諾曼·格施尚溫德）對語言非常有興趣，曾說：如何可以說出剛才聽到的話？聽的時候，別人說話，從外頭進來，到達顳葉（Temporal lobe），後面有個特別重要的區域，叫做韋尼克區（Wernicke's area），如果這個地方壞了，就聽不懂語言。別人說的話到了韋尼克區，你聽懂後要準備回答，便是從這裡取出你要表達的語意。這裡有一個很長的神經網

絡，叫做弓狀束（Arcuate fasciculus），Arcuate 就是彎弓的，所以它轉進去，再往前過去（如圖 35 之箭頭所示），到了前頭叫做布洛卡區（Broca's area），指揮運動皮質（Motor cortex），所有的動作都是從皮質（cortex）控制，包含舌頭要怎麼翻、軟顎要怎麼翻，聲音不要抖得太快等等。

（五）語言的學習

學習語言有「關鍵時期」（critical period）或「敏感時期」（sensitive period）的說法，最早由加拿大神經學家 Penfield 在他的書 *Speech and Brain Mechanisms* 提出。他指出，小孩學語言的能力非常驚人，每個人歲數可能有點差別，但是在 9 歲之前，學 2、3 個語言一點都不是問題，然後慢慢地就會變得困難。

另一本書為語言學家 Eric Lenneberg 所寫的《語言的生物學基礎》（*Biological Foundations of Language*），他指出從 2 歲多到青春期（約 12、3 歲）就是所謂的關鍵時期。

現在我們可以更清楚知道：

第一，胎兒在媽媽肚子裡 6 個月的時（約 24、26、28 週），聽覺系統差不多已經完備，所以他能聽清楚母親說的話。外頭的話頻率高的聽不到，頻率低的聽得到，所以他出生時，已經受很多母語影響。

孩子一生出來後，醫生會拍一下讓他大哭一聲，不同母語的小孩出生時，哭聲不同，因為他在肚子裡，已經聽了 1、2 個月的母

語，他哭出來的聲音，跟他的母語的頻率、節奏都有關係。

2009 年的一篇文章 *Newborns' cry melody is shaped by their native language* 研究法國剛出生的嬰兒。研究發現法國小孩哭的時候是「額~~~~啊！」重音在後頭；德國小孩哭的時候，是「啊~~~喔！」重音在前面。恰好跟德文、法文的重音模式（*stress pattern*）一樣，例如「語言學」這個詞的法文、德文的念法，法文 *linguis' tique* 重音在後頭，德文 *Sprachwissenschaft* 重音在前頭。

另外一位德國女科學家 *Kathleen Wermke* 開始研究聲調語言，非洲西部的語言 *Nso* 有 9 個聲調，¹²她研究那裡的小孩哭聲，發現他們的哭聲比母語是中文（4 個聲調）的小孩哭聲還要複雜許多。目前我們開始和 *Wermke* 合作，研究同樣是 9 個聲調的香港話是否和 *Nso* 有相同之處。

語言有很多部分，詞彙、句法、發音。在我看來，所謂的關鍵時期（*critical period*），主要是針對著發音，因為如果你發出來的音，別人聽不懂，就會被取笑，對於學習那個語言的勇氣就減少了很多。然而一個學習語言的人不應讓自己的口音，完全阻塞了他的進步的路，我覺得說外語帶有腔調是很正常的。

最後，現在我們知道關鍵時期是由大腦的可塑性發展出來的，最近麻省理工學院與哥倫比亞大學合作，他們希望能把語言的關鍵

¹² *Nso* 為非洲西部喀麥隆共和國（*Cameroon*）西北方內巴門達高原（*Bamenda Grassfields*）處所使用的語言。

時期延長，延到 20、30 歲。

以上是今日的演講內容。

（文字整理：林雅雯、林哲緯）

圖片出處

- 圖 1、2：Karl von Frisch. Pioneer of Ethology. Nobel Prize 1973.
- 圖 3、4：Konrad Lorenz. Nobel Prize 1973. Demonstrating imprinting in ducklings.
- 圖 5：W.S-Y.Wang, ed. (1991). *The Emergence of Language: Development and Evolution*, 98.
- 圖 7：Vallender, Eric, et al. (2008). Genetic basis of human brain evolution. *Trends in Neuroscience*.
- 圖 8：Lieberman, Daniel E. (2013:29). *The Story of the Human Body: Evolution, Health, & Disease*. Pantheon.
- 圖 9：Lieberman, D.E. (2013). Figure 13. *The Story of the Human Body: Evolution, Health, and Disease*. Pantheon.
- 圖 10：Cover image. *PNAS* April 5, 2016.
- 圖 11：Gibbons, Ann. (2016). *Science* 352: 639.
- 圖 12：Kawai, N. & Matsuzawa, T. (2000). Numerical memory span in a chimpanzee. *Nature* 403: 39-40.
- 圖 13、14：Frans de Waal. (1998:194). Tool use and cooperation by chimpanzees. *Chimpanzee Politics* 1998: 194.
- 圖 15：Corballis, M.C. (2007). The uniqueness of human recursive thinking. *American Scientist* 95: 240-48.
- 圖 16：Hublin, J.J. (2014). *Science* 344: 1338.

- 圖 17 : Skull of *Australopithecus Afarensis*. BBC FOCUS September 2012.
- 圖 18 : Johanson, D. & B. Edgar. (1996). *From Lucy to Language*. Simon & Schuster.
- 圖 19 : Hay, Richard L. & Mary D. Leakey. (1982). Fossil footprints of Laetoli. Scientific American, 50-57.
- 圖 20 : Lordkipanidze, D. et al. (2013). A complete skull from Dmanisi, Georgia, and the evolutionary biology of Early Homo. Science 342: 326-31.
- 圖 21 : Kaifu, Y., et al. (2008). Cranial morphology of Javanese *Homo erectus*: New evidence for continuous evolution, specialization, & terminal extinction. Journal of Human Evolution 55: 551-580.
- 圖 24 : Ann Gibbons. (2015). Science 349: 1270.
- 圖 25 : Gibbons, Ann. (2011). Bracelet & stone tool found in Denisovan Cave. Science 2011: 1084.
- 圖 26 : Rasmussen, M., et al. (2015). Science 350: 1459.
- 圖 27 : Hockett, C.F. (1960). The origin of speech. Scientific American 203: 88-96.
- 圖 32 : <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/> developed @ University of Amsterdam.