

腦內與腦外網絡的連結： 社會網絡神經科學

江彥生*

神經科學與社會科學，在學界裡屬於不同學門，一個研究大腦的構造與功能，一個研究人類行為與社會制度，焦點與尺度不盡相同，理論上兩個領域間不會有太多的交集與交流。隨著跨領域研究風氣的興起，學者們逐漸跨出自身領域的疆域，腦神經科學家關心一個問題：我們的大腦是如何理解社會？而社會科學家們也好奇：社會與人際間的和諧與衝突，是否有生理上的成因？

於是乎，腦內與腦外的兩個學術領域，有了知識上的連結。

無論是「神經經濟學」(Neuroeconomics) 或是「社會神經科學」(Social Neuroscience) 領域的興起，都是跨領域研究的代表性例子。近來又多了「社會網絡神經科學」(Social Network Neuroscience) 這個新的研究主題。

關於社會網絡，最早以大腦的生理機制來解釋社群關係網絡的研究，代表人物是英國牛津大學的 RIM Dunbar 教授。他認為在社群動物的世界裡，個體所受到的待遇甚至存活，與牠們「察言觀色」的能力有關：越能洞悉複雜的社群網絡關係，越能掌握該與誰聯合、該與誰交配的原則，而在社會位階上，該向誰俯首稱臣、該向誰發威號令，越能做出適當的判斷。而他認為這些能力，取決於大腦的生理構造。特別是越大的社群，關係越複雜，理解這些關係也就越「耗腦」。於是乎，Dunbar 量度靈長類的社群大小，然後比對他們的腦容量，特別是新皮質 (Neocortex) 這一部分，已被學界公認為是處理認知訊息最重要的位置。Dunbar 發現靈長類社群的大小，與牠們大腦內新皮質區占腦容量的比例有正相關：社群越大的族類，他們腦內新皮質所占的比例越高，這就是後來在學界常被引用、討論的社會腦假說 (social brain hypothesis) (Dunbar & Shultz, 2007)。

在社會 (科) 學這邊，1990 年代開始，陸陸續續有學者關注社會網絡認知 (cognitive social networks) 的研究。與傳統社會網絡研究不同，這一派學者認

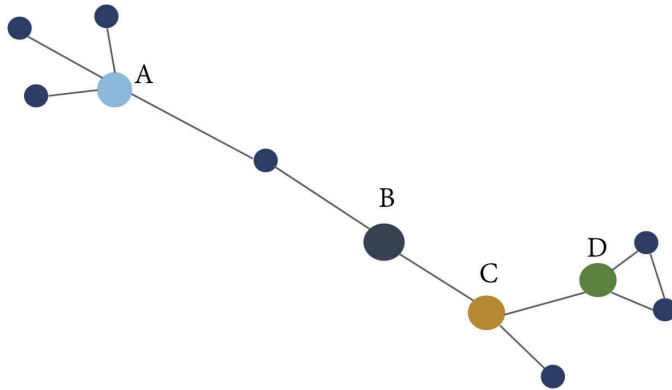
* 中央研究院社會學研究所研究員兼副所長

為，客觀的社會網絡與主觀的社會網絡不盡相同，後者指的是，當事者對他們周遭社會網絡的理解和認知。不可避免地，主觀的社會網絡，有著判斷上的偏誤與盲點，例如說，傾向認為「兩個人若有共同朋友，這兩個人應該會成為朋友」(Janicik & Larrick, 2005)。研究這些盲點如何產生，以及如何影響人們社交關係上的判斷，就成為這一派學者們關切的議題。

在腦神經科學界，Dunbar 的社會腦假說研究，只停留在族群大小（或是社會連結多少）這個面向，其他更細緻的網絡結構面的特質還未被開發。而在社會網絡學界，儘管學者們已經注意到認知能力與社會網絡的關係，但也未深入研究生理層面的因素，像是大腦、賀爾蒙等，如何主導我們對社會網絡的認知。也就是說，生理科學在社會網絡上的探究還不夠細緻；而相反地，社會網絡學界在生理層面上的探究也不徹底，簡單來說，兩邊的學界各自處於自己的疆域，還沒有接軌與連結。

這個局面，在 2015 年之後產生了變化。2015 年美國哥倫比亞大學的社會學家 Peter Bearman，與紐約大學的腦神經科學家團隊合作，利用 fMRI (functional Magnetic Resonance Imaging) 造影的資料，探索大腦如何讀取人際關係網絡 (Zerubavel et al., 2015)。之後，幾位腦神經科學家開始對社會網絡產生興趣；而少數社會學家，包括我自己，則開始對腦神經科學感興趣，雙邊開始有了連結與交流。以下我舉幾個代表性的例子做說明。

首先，幾位認知腦神經科學家細緻地分析大腦如何判讀社會網絡的資訊 (Parkinson et al., 2017)。他們針對一群班上的學生，先蒐集他們的友誼網絡資料，然後邀請部分的人到實驗室進行大腦核磁共振掃描 (MRI) 的測試。在測試過程中，每位受試者在螢幕上會看到班上同學的照片，然後儀器記錄受試者的大腦狀態。接下來，研究者比對每一張照片人物在班上社會網絡中的位置，與受試者大腦區位的反應，經過嚴謹的影像過濾、統計分析，就可以知道我們的大腦如何判讀社會網絡中不同的位置。令人驚豔的是，研究發現我們的腦可以區分網絡中不同的核心位置。例如說，在圖一中，B 與 C 雖然在網絡中都屬於核心位置，但它們的意涵不同。B 是一個與其他節點在路徑距離上最短的位置；C 則是網絡中任意兩點之間的路徑最常經過的「要衝」位置。這些核心位置的量測，本來是社會網絡學者開發用來分析社會網絡資料，我們從這篇研究發現到，一般人的大腦對這些細緻的量測差異也有反應。這篇研究說明了，腦神經科學家可以用大腦影像的資料，來佐證社會（網絡）學的量化工具；反過來說，社會（網絡）學幫助認知腦神經科學家更細緻地瞭解，人類的大腦如何解讀人際關係的意涵。

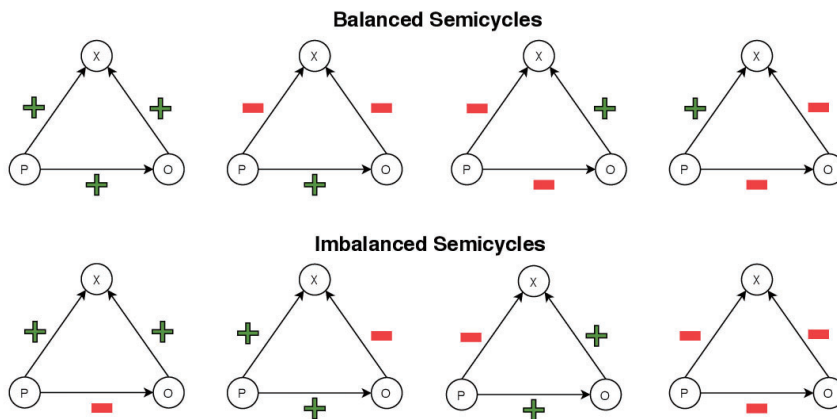


圖片來源：自製

圖一：示範網絡，當中標示四種不同的核心位置（A—degree centrality; B—closeness centrality; C—betweenness centrality; D—eigenvector centrality）

在社會學這方面，我舉自己的研究做說明（Chiang et al., 2020）。社會網絡研究的濫觴，始於研究社群關係。廣泛來說，兩人關係可以說是團體關係，但社群豐富的樣貌開始開展，始於三人關係。一個兩人關係，加入第三者之後，可以刺激雙邊合作，可能引發雙邊衝突；第三者也可以扮演中立的角色調解衝突，或是協調溝通。簡而言之，第三者定為兩人關係增添了許多豐富的樣貌。不意外地，三人關係是最早社會網絡研究感興趣的議題，累積了不少經典的理論，像是「結構平衡」理論，直到目前在學界都還備受討論（Faris et al., 2020）。

德國古典社會心理學家 Fritz Heider 最早提出結構平衡學說（Heider, 1958），將八種三人的關係分成兩類，其中四種是平衡，另外四種是不平衡（見圖二）。



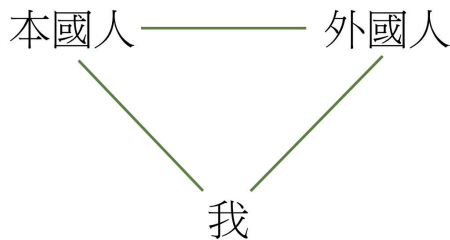
圖片來源：<https://arxiv.org/pdf/2006.02565.pdf>

圖二：八種三角關係（四個平衡、四個不平衡）

平衡的三人關係，有些很直觀，例如說，「朋友的朋友是朋友」，大家和樂融融；有些稍微不直觀，但仔細想想，也頗有道理，像是「敵人的敵人是朋友」。不平衡的三人關係的例子也常見，例如說，婆媳關係緊張，讓夾在中間的先生難以做人；或是三個人彼此間都劍拔弩張，這樣的團體很難穩定發展。

Heider 近六十年前，就將三人團體關係的平衡、不平衡所帶來的心理狀態描述得相當生動，例如他說“Balanced state is meant a harmonious state, one in which the entities comprising the situation and the feelings about them fit together without stress” (p.180)。以及“...the state of imbalance will produce tension” (p. 201)。這些說法，當時只是文字敘述，我們想問：Heider 的說法，有大腦反應上的證據嗎？就好像我們說一個人生氣，我們可以描述他的臉部表情或動作，但內在的生理反應，像是血壓、心跳、賀爾蒙等，往往提供了更精準的量測。

我和國立臺灣大學的認知神經科學教授合作，設計了一系列的三人關係情境，來測試受試者經歷這些三人關係情境之下的大腦反應。我們用「國族關係」來操作三人關係，主體個人、加上同一國族的他人，與另一位不同國族、且有國際競爭關係的他人，形成了一個三角關係。



圖片來源：自製

圖三：國族三人關係示意圖

接著，我們用雙方是否願意合作，來量度正向與負向關係。合作賽局的困境 (Social Dilemma)，一直是行為科學家，包含腦神經科學及神經經濟學，用來探索大腦反應的決策情境 (Rilling et al., 2002)。合作困境累積了相當多的大腦研究資料，非常適合作為實驗遊戲施測。這裡合作是正向關係，不合作是負向關係，有了正向、負向關係，就可以創造出各種平衡與不平衡的三人關係。

首先，我們發現到，比起平衡的三人關係，不平衡的三人關係，伴隨著腦部更多的反應，這些在反應上有顯著差別的區塊，包括 left superior frontal gyrus 及 right supramarginal gyrus 等，對照於之前的腦神經科學研究，是跟認知失調、

情緒調差有關。顯見不平衡的三人關係，的確在認知上會產生波動與干擾，讓大腦需要啟動更多的反應來調理。其次，我們比較兩人（國族）關係與三人關係，發現到三人關係的情境會啟動更多的認知反應，意指三人關係牽動著形形色色的關係樣貌，比起兩人關係更複雜、更耗腦！總括來說，我們利用大腦造影的實驗，驗證了古典社會網絡研究的理論，我們的研究設計，或許可為未來社會官能失調的研究帶來一些靈感。畢竟，團體關係是由三人關係而起，瞭解三人關係的大腦決策，應有助於瞭解何以有些人與社群脫節，進而產生疏離與孤獨。

最近一篇研究，則是跨領域結合社會學家與腦神經科學家，一同探索一個大型社會網絡的腦神經生理機制 (Hyon et al., 2020)。不同以往的研究，這篇研究只針對大腦的靜態狀態 (resting state)，也就是大腦沒有接收任何特定的刺激或情境操弄，也無須操作任何選擇下的狀態。即使在靜態之下，過往的研究發現，我們的大腦也是處於一個隨時要與人互動的「準社交」狀態 (Lieberman, 2013)。這篇研究的另一個特殊之處，在於他們所蒐集的社會網絡，是南韓境內一個小島上住民的社會關係網絡，相對來說，是一個封閉團體的穩定社會關係。研究者們邀請住民做靜態的 MRI 造影測試，然後比對居民所填答的社會網絡資料，驚人地發現到，社會網絡中越相近的兩人（以網絡中的步數距離來測定），他們的大腦的腦波波頻越接近。也就是說，社會網絡中的鄰近程度，反映了他們大腦反應的相似度，反之亦然。雖然說社會學家早已研究「物以類聚」這個現象，但物以類聚反映在大腦的相似度上，這是全新的發現。

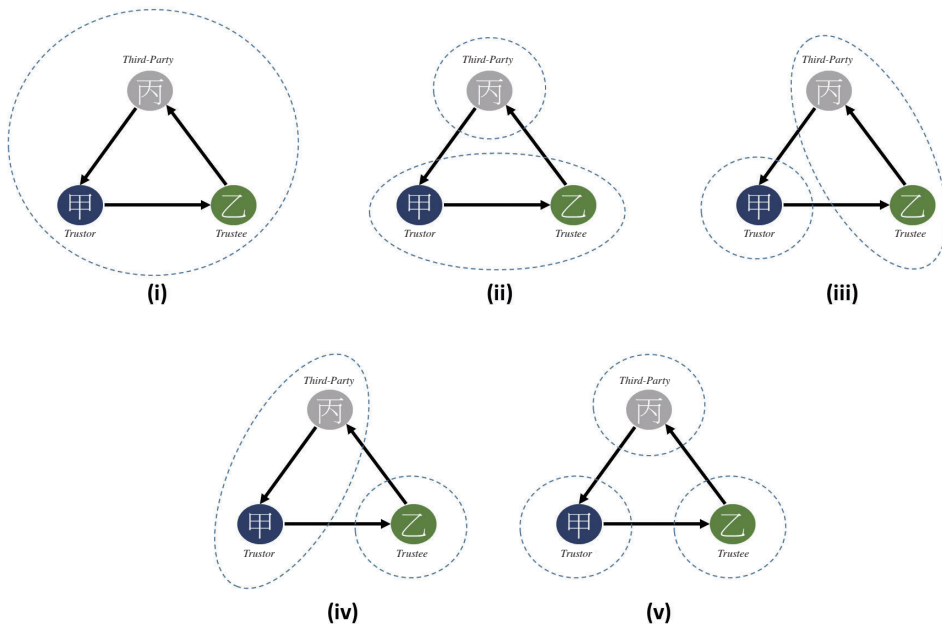
還有哪些社會網絡的事物可以透過大腦影像的資料來研究呢？我這邊提出一個新的研究想法供參考。

信任是一種社會資本。沒有信任，小至經濟交易、組織運作，大至政府施政及國際合作都無法成功。因著這重要性，瞭解信任的機制，一直是社會科學的核心議題，近年來，也成為腦神經科學家所感興趣的研究題目。過往的研究常常將信任視為兩人之間的事務。甲方是否信任乙方，取決於乙方的特質，或者當下的情境線索，讓甲來判斷乙值不值得信任。從對方的特質及紀錄來判斷，固然是信任最簡單的機制，卻忽略兩人關係往往是鑲嵌於其他人的關係之中。因此，第三方的關係及所傳遞的訊息，可以成為信任的機制，這樣的機制，稱之為「第三方中介」的信任。

關於第三方中介信任的例子非常多。例如說，我們在市場上買賣，之所以信任賣家，其中一個原因是我們相信政府或法治單位會保障我們交易的安全。我們在網路上訂宿，之所以相信所選擇的旅館或民宿，往往依賴的是成千上百

過往的旅客對這家宿店的評價。一言以蔽之，「我信任你，是因為別人讓我信任你」。像這樣的「第三方中介信任」，在政治學、社會學、經濟學的文獻中備受討論，但還未被納入腦神經科學研究的框架之中，而學界近來的一篇回顧論文指出，這會是未來可以開發的重要方向 (Krueger & Meyer-Lindenberg, 2019)。

基本問題是：第三方的哪些關係特質，會影響一個人對另一個人（或物）的信任？關於這個問題，我在著名的社會學家 Gould 早先一篇論文中找到一些線索 (Gould & Fernandez, 1989)。從 Gould 的角度，三人關係中的第三方，所扮演的角色可以根據他或她與另兩方在次團體從屬關係上的區別，歸類成以下共五種結構：



圖片來源：自製

圖四：五種中介信任

第（一）種狀況之下，三者屬於同一團體，大家有著命運共同體的關係，第三方（丙）沒有偏頗乙方或甲方的立場或誘因。而在第（二）和第（五）種狀況，丙方獨立於甲方和乙方，也沒有偏頗的空間，但在第（二）種狀況下，甲和乙處於同一圈，而在狀況五，三方都是獨立的。相照之下，在第（三）在第（四）種狀況下，因為次團體的從屬關係，丙的立場要不是容易傾向乙，要不就是傾向甲，在此兩種狀況之下，第三方的中立立場容易受到質疑。

在這樣架構之下，關於甲是否要信任乙，丙可以提供給甲一些資訊，而丙的資訊來自於乙。問題是：甲信任乙傳給丙的訊息嗎？其次，甲信任丙傳給自

己的訊息嗎？於是乎，在三人關係之下，甲是否信任乙，取決於他是否信任乙丙之間的關係，以及丙與自己的關係。

例如說，在第（四）種狀況，因為甲和丙在同一圈，乙是另一團體，甲合理預期乙沒有誘因要跟丙說真話，因此雖然丙與甲同一國，沒有誘因要欺騙他，但丙從乙那邊收到的訊息可能不可靠，因此甲不會信任乙。又例如說在第（三）種狀況，乙和丙同一國，因此甲判斷乙會對丙說真話，但丙可能會護著乙而對自己說假話，所以甲不信任乙。因著甲、乙、三方的團體從屬關係，我合理假設，甲對乙的信任程度，在這五種狀況之下的排序為：（一）>（二）=（五）>（三）=（四）。是否如此，也許可以透過實驗及腦造影的證據得知。

社會網絡神經科學是個連結腦內與腦外網絡的新興議題。大腦是一個神經網絡，而社群關係也是網絡，瞭解一個網絡如何讀取另一個網絡，以及一個網絡如何影響另一個網絡的發展，是個相當耐人尋味的課題！

參考文獻

- Chiang, Y. S., Chen, Y. W., Chuang, W. C., Wu, C. I., & Wu, C. T. (2020). Triadic balance in the brain: Seeking brain evidence for Heider's structural balance theory. *Social Networks*, 63, 80-90.
- Dunbar, R. I., & Shultz, S. (2007). Evolution in the social brain. *Science*, 317(5843), 1344-1347.
- Faris, R., Felmler, D., & McMillan, C. (2020). With friends like these: Aggression from amity and equivalence. *American Journal of Sociology*, 126(3), 673-713.
- Gould, R. V., & Fernandez, R. M. (1989). Structures of mediation: A formal approach to brokerage in transaction networks. *Sociological Methodology*, 89-126.
- Heider, F. (1958). *The psychology of interpersonal relations*. John Wiley & Sons Inc.
- Hyon, R., Youm, Y., Kim, J., Chey, J., Kwak, S., & Parkinson, C. (2020). Similarity in functional brain connectivity at rest predicts interpersonal closeness in the social network of an entire village. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(52), 33149-33160.
- Janicik, G. A., & Larrick, R. P. (2005). Social network schemas and the learning of incomplete networks. *Journal of Personality and Social Psychology*, 88(2), 348-364.
- Krueger, F., & Meyer-Lindenberg, A. (2019). Toward a model of interpersonal trust drawn from neuroscience, psychology, and economics. *Trends in Neurosciences*, 42(2), 92-101.
- Lieberman, M. D. (2013). *Social: Why our brains are wired to connect*. OUP Oxford.
- Parkinson, C., Kleinbaum, A. M., & Wheatley, T. (2017). Spontaneous neural encoding of social network position. *Nature Human Behaviour*, 1(5), 1-7.
- Rilling, J. K., Gutman, D. A., Zeh, T. R., Pagnoni, G., Berns, G. S., & Kilts, C. D. (2002). A neural basis for social cooperation. *Neuron*, 35(2), 395-405.
- Zerubavel, N., Bearman, P. S., Weber, J., & Ochsner, K. N. (2015). Neural mechanisms tracking popularity in real-world social networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(49), 15072-15077.