

瞭解動機：建立支撐學習、健康與社群參與的腦部架構

第十四號進行中研究報告

發行者：發展中兒童國家科學委員會(哈佛大學發展中兒童研究中心)

引述方式：National Scientific Council on the Developing Child. (2018)
Understanding Motivation: Building the Brain Architecture That Supports Learning,
Health, and Community Participation: Working Paper No. 14. Retrieved from
www.developingchild.harvard.edu

譯者註：本人盡力以中文完整精確翻譯全文，目的在於做為溝通橋梁傳播新知與精進的教師分享，不涉及任何形式的利益，故以匿名為之。若讀者引用於學術寫作或論述時，請務必參考原文自行確認中文翻譯，並以上列引述方式註解文獻來源。

發展中兒童國家科學委員會成員

主席：M.D. Jack P. Shonkoff 哈佛 T.H. Chan 公衛學院與哈佛教育研究所 Julius B. Richmond FAMRI 兒童健康與發展合聘教授；哈佛醫學院與波士頓兒童醫院兒科教授；哈佛大學成長中兒童研究中心主任	Dr. Takao Hensch 哈佛文理學院分子與細胞生物學教授，哈佛醫學院兒童醫院神經內科教授
研究共同主席：Dr. Pat Levitt 洛杉磯兒童醫院發展中思維研究所發展神經遺傳學 Simms/Mann 講座，南加大 Keck 醫學院 W.M. Keck Provost 神經遺傳學教授	Dr. Fernando D. Martinez 亞利桑那大學講座教授，亞利桑那呼吸中心主任，BIO5 中心主任，臨床與轉譯科學研究所主任，Swift-McNear 兒科教授
研究共同主席：Nathan A. Fox 馬里蘭大學 College Park 校區傑出教授、兒童發展實驗室主任	Dr. Bruce S. McEwen 洛克斐勒大學 Alfred E. Mirsky 教授、Harold and Margret Miliken Hatch 神經內分泌實驗室主管
Dr. Silvia Bunge 加州大學柏克萊分校心理系暨 Helen Willis 神經科學學院教授	Dr. Charles A. Nelson 哈佛醫學院兒科與神經科學教授，哈佛教育研究所教育學教授，波士頓兒童醫院兒童發展醫學研究 Richard David Scott 講座

<p>Dr. Judy Cameron 匹茲堡大學神經病學、神經科學、婦產科、臨床與轉譯科學教授，匹茲堡大學醫學院推廣中心主任</p>	<p>致謝： Dr. Kent C. Berridge 密西根大學心理學與神經科學學系 James Olds 傑出大學教授</p>
<p>Dr. Greg J. Duncan 加州大學爾灣分校教育系傑出教授</p>	<p>Dr. Elliot Berkman 奧勒岡大學轉譯神經科學中心副主任、心理學副教授</p>
<p>Dr. Philip A. Fisher 奧勒岡大學心理系教授暨 Philip H. Knight 講座，哈佛大學成長中兒童研究中心資深研究員</p>	<p>Dr. Deborah Stipek 史丹佛教育研究所 Judy Koch 教育學教授</p>
<p>Dr. Megan R. Gunnar 明尼蘇達大學兒童發展研究所講座暨傑出 McKnight 大學教授</p>	

議題

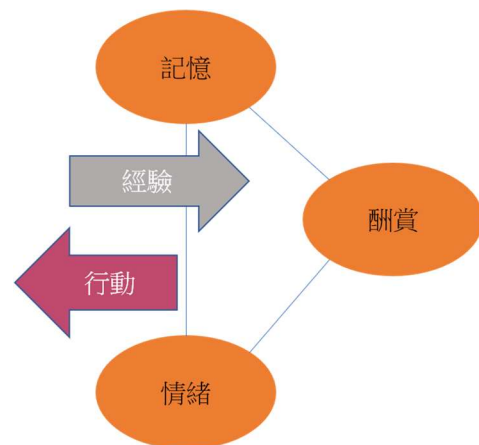
一個健康、參與的社群有賴於人們實現他們的最佳潛能，積極促進經濟以及大眾福祉，並且幫助下一代成長茁壯。而影響了人們在學校、職場與社群中積極有貢獻的參與，遭遇挫敗時堅持不懈的是他們的動機，動機是社會性與生物性交織的一套複雜因素。想要揭開這個謎團的答案，並且確保所有的人都有機會發展學習、改善技能並做出有益健康選擇的動機，最有幫助的是瞭解兒童時期在腦部發展出來，建構日後複雜行為基礎的深層機制 (詳見第 10 頁)。

形成動機的腦部迴路對專注力、學習及決策至為重要，如果這些迴路沒有平衡而健康的發展，或遭到成癮用化學方法綁架時，挑戰性的生活境遇會壓過最良善的意圖，意圖幫助遭遇逆境的家長跟兒童的方案經常發現無法參與是他們最大的挑戰，從學校中輟、不參與家庭支持、工作訓練或者成癮的改善方案等，都反應出動機系統遭到了威脅或困苦的破壞，大量的科學知識可以幫助我們瞭解什麼導致這些行為以指點我們尋求解決方法。

監控動機的腦部系統從發展的早期就已經開始，經年累月建構起來，這些精密複雜的神經元迴路和結構，由我們的經驗以及與生俱來的基因之間的互動形塑，一起影響了我們的動機系統如何發展以及在日後人生中如何運作。提供支持兒童發展健康而平衡的動機系統的早期生命經驗，是確保日後在學校、工作、健康及教養子女成功的關鍵。

動機的科學理論

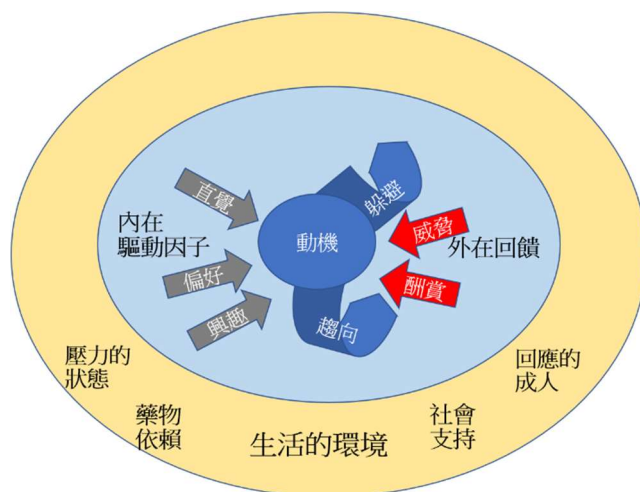
動機藉由腦部特定區域的神經元(腦部細胞)透過高速的神經網絡傳送化學信號到其他區域，創造了未來信號遵循的路徑。經驗觸發並釋放這些化學物質到連結情緒、記憶以及愉悅或酬賞感覺的部位，這就把酬賞感連結到我們的情緒以及導致酬賞的經驗，因而影響了我們對酬賞的期望以及我們為了獲得酬賞被激勵去採取的行動，已知期望立即酬賞的特性，需要強大的自我調節能力才能抗拒這些強力的記憶與長期的酬賞線索。



這些化學物質包括多巴胺(dopamine)、血清素(serotonin)、去甲基腎上腺素(norepinephrine)、麩胺酸鹽(glutamate)，以及腦部自然產生的類鴉片(opioids)各有不同的目的，舉例來說：多巴胺釋放時，送給腦部其他部位的信號是有重要

的事情即將要發生 - 應該不計代價去享受或躲避的事情(詳見第 10 頁，與動機有關的腦部化學物質與區域)。

動機有兩種，一種指向期望的酬賞(亦即趨向動機，approach motivation)，另外一種指向遠離威脅(亦即躲避動機，avoidance motivation)。換言之，我們會被激勵去尋求愉悅或者躲避危險，兩種動機對生存均屬必要，而支持性的發展的歷程在兩者之間創造了健康的平衡。當他們失去平衡時，過多的酬賞尋求或危險躲避可能會導致一連串的混亂，包括注意力缺乏、過動、沮喪、藥物濫用、焦慮以及創後壓力等。兩種型態的動機都在童年發展，並且強烈受到兒童周遭環境影響。例如：支持性的大人持續出現在一個孩子的生命中，可以幫助過度活躍的杏仁核冷靜下來，杏仁核是腦部的一個區域，對學習恐懼及對威脅做出反應非常重要。結果就是對真實的威脅做出適度評估與反應的平衡的系統。另一方面，在受虐、混亂或者是稀缺的環境中成長，又缺乏大人支持的兒童傾向於更容易感受經驗有威脅性，並且以處理威脅的方式做出反應，他們在進行正向事務時較不期望獲得酬賞。這時系統變得過度習慣於衝動性的自我防衛，較少朝向長期的目標的達成。



- **趨向動機**是影響大多數學習形態的關鍵因素，期望任何導致愉悅經驗的酬賞 - 包括可口食物的美味到完成目標的滿足感或者是慈善行動帶來的神采等將觸動多巴胺湧現，多巴胺湧現是期待值得追尋並學習的新經驗的信號。這種湧現同樣增加了腦部負責多巴胺釋放的區域與負責情緒及記憶部位的溝通，結果是這種學習經驗的記憶跟酬賞獲得以及情緒感受連結在一起，記憶與情感的強烈連結幫助我們隨時準備好要取回它們。像任何被美味點心吸引的人都瞭解，這種短期酬賞導向的決策不一定符合長期利益，但是腦部已經習於以往導致酬賞的經驗，也學習去預測什麼經驗可能會再次引發這樣的酬賞。

- **躲避動機**引導我們遠離威脅或者是不愉快的經驗，我們把躲避動機跟恐懼或者是厭惡的感覺連結在一起 - 通常包含了杏仁核的啟動。當杏仁核因應威脅而啟動時，去甲基腎上腺素及其他的壓力荷爾蒙開始釋放，觸發通稱「戰或逃」的反應：心跳速率、血糖及輸入腦部的氧氣升高、消化或代謝等對任務不重要的功能暫時關閉，這種反應可能因為本能的覺察進而對威脅的反應，或者有意識的覺察到潛在身體或情緒威脅而觸發。厭惡保護我們免於吃下或碰觸看起來噁心通常也不健康的東西。恐懼跟厭惡都是躲避動機的結果，在腦中的發展甚至先於語言：嬰兒在能說出恐懼的感覺之前就已經會感覺害怕，而且早在生命的第一天就能夠表達厭惡。躲避動機也透過經驗學習：當腦部正確的或錯誤的預測特定威脅的嚴重性時，它就學到未來是否要躲避這種威脅或躲避到什麼程度。然而，雖然對存活很重要，躲避反應可能使腦部聚焦於立即性反應而不去規劃如何完成長期目標或抗拒衝動行為，因而抑制了高階層次的學習。

趨向與躲避兩種路徑都受到內在(內部)驅動因子(intrinsic drivers)與外在(外部)回饋(extrinsic feedback)的影響。所有的生物都有求生、趨向酬賞與躲避威脅的內在驅動力，人們也受到活動衍生固有的愉悅與滿足的激勵。雖然神經科學最近才瞭解內在動機，我們相信內在性激勵的經驗觸發多巴胺的噴發，送出期望愉悅的信號。一旦基本需求得到滿足，年輕孩子會因為探索、積極參與遊戲、以及在任務中達到精熟或成功獲得內在性的激勵，例如敲擊湯匙製造噪音或解決一個問題。內在性激勵對學習與發展很重要，因為內在動機會導致高度投入任務，而且精熟會跟榮耀與滿足連結在一起。

特別在童年早期，內在的驅動因子被視為最強烈以及最持久的動機來源，但是正向的回饋會支持並且增強固有的滿足感或者是愉悅感，例如，權威人物的正向回饋支持了精熟中得到的滿足，雖然正向回饋對增加孩子的自信很重要，但外部的酬賞在某些情況下會削弱內在驅動因子。也就是說孩子在完成某些活動並獲得實質酬賞後，會降低自發性參與活動。而傳統的學校系統高度的依賴外部的回饋，諸如成績或獎賞，這可能會導致內在的驅動力經由學習而轉移到對外部肯認與讚美的欲求或避免失敗或懲罰。雖然外在動機對某些人在短期可能有效，但是效用不可能持久。

結合正向外部回饋與其支持的內在驅動因子最有利於建構健康的動機系統，但只憑藉外部回饋不足以構成長期行為的有效驅動力。**在趨向動機中，有一個「想要」(wanting)系統以及一個「喜歡」(liking)系統，用以區別獲得某種經驗的欲求與真正體驗所得到的酬賞。**大部分人沒有直接的覺察到「想要」與「喜歡」的深層變化歷程，也就是說，人有可能強烈的在生理層次想要，但不曾感覺過它所引發的愉悅。

腦部這種體驗愉悅的強烈欲求或「想要」係由多巴胺網絡產生，它連結腦部觸發自動化、「非思考」反應的區域到管理記憶、情緒和行為的區域，連結酬賞、導致酬賞的行動、以及當下情緒感受的迴路非常強烈，以至於當酬賞已經有保留或減損時，腦部仍然會提示我們去重複這些導致酬賞的行為。這樣就在沒有「喜歡」(真實感受到的愉悅或酬賞)的情況下產生了「想要」(對經驗的欲求)。這種分離解釋了為什麼某些人在越過了感受愉悅的終點後，繼續從事曾經帶來酬賞的行為，像吃太多甜點或者喝下太多酒精。

另一方面，「喜歡」系統非常侷限在腦部的小區域中。當自然產生的類嗎啡(opioids)、內因性大麻(endocannabinoids)、以及血清素傳導時，它們必須由這個區域接受到以啟動真實的愉悅感，而不只是渴望。因此「喜歡」系統是由比「想要」系統更狹窄、更脆弱的迴路組成，因而較難被啟動。這種迴路的脆弱性可能是強烈的愉悅比強烈的慾望更難以體驗的一個原因，例如：糖果店的香味可能因為過去甜味與愉悅的記憶連結啟動「想要」，但是真實的吃糖果經驗，或者吃太多的經驗，可能完全不像記憶中那麼充滿歡愉。

典型上，「喜歡」中獲得的愉悅觸動「想要」，但是跟成癮周旋的人們，即使已經不再從中得到歡愉，通常還是強烈的「想要」藥物或者經驗，那是因為重複的曝露於在許多成癮的藥物，導致了「想要」系統更容易而且更強烈啟動。同時，過度刺激「想要」系統(例如透過人工的類鴉片或鴉片製劑(opiates))可能導致需要增加藥物劑量以達到同樣的效果，因此，即便對既定劑量的「喜歡」已經消逝，但對這種藥物的「想要」還在增加(詳見第 10 頁)。

想要系統	喜歡系統
分布廣泛、跨越腦部多重區域的強大網絡	高度侷限在腦部一個小區域
酬賞、導致酬賞的行動、以及當下感覺的情緒的連結即可啟動	當腦部特定區域收到多巴胺、血清素或自然產生的類鴉片時才會啟動
酬賞遞減或不存在時，腦部仍然提示「想要」	經久多巴胺系統觸動的神經元活動減少，導致同樣的經驗引起的愉悅降低

動機系統如何發展

在嬰兒跟幼童學習趨向、躲避以及依附行為的早期童年階段，腦的動機系統特別敏感。基因提供動機迴路基本的藍圖，在這些敏感期間成長合宜的經驗遭到破壞會影響動機迴路的發展以及它們塑造的行為，例如：一個孩子會變得高度偏好躲避而不是趨向，以致於降低嘗試新活動的動機。因為動機系統發展的時

機如此重要，不同種類的經驗可能會對不同的階段有不同的影響，例如同儕在青少年時期會比幼童時期有更大的影響。

特別在生命的早期，成人的對兒童的照顧對腦跟動機系統的發展影響重大。嬰兒透過與父母親以及其他重要成人照護者互動學得最好，因為大人跟嬰兒建立了反應與支持的關係，腦部在生物層面上準備好跟照護者形成強大而持久的情緒連結，即所謂依附的連結。

研究顯示，依附人物在不同的敏感時期影響了生命早期的動機，在最早的時候，嬰兒在喜歡跟不喜歡的經驗中學習簡單的偏好，然後他們開始區分真正需要躲避的威脅以及那些比較不危險的威脅，這時，信任的成人支持的表現可以有緩衝的效果。例如，一個巨大的噪音可能會嚇到一個孩子，但是如果有他們依附而覺得安全的大人在場，又做出支持回應的話，他們比較不會經驗到高度的壓力。但如果沒有了這種關係，或者主要的關係人自己常是恐懼來源的話，趨向跟躲避反應之間的發展出現失衡狀態。

動機系統在青少年時期更加受到同儕、探索、及表現回饋的影響，青少年代表一段獨立性漸增的調整時期，也是一段從父母親影響到同儕影響的社交重新導向時期。在這段期間和同儕的關係變成更複雜也更親密，他們需要更多的社會理解也更受這類酬賞影響。青少年也是神經跟行為的彈性與改變的時期，因為腦中不同的區域以不同的速率成熟，在青少年時期，與認知、情緒及社交資訊處理有關的神經迴路處於不同的發展與重新組織的階段，因為還沒有達到成年人的平衡狀態，典型的青少年對社會接納及社會拒絕比成人表現出更強烈的神經反應，這可以解釋為什麼年輕人似乎對負面的社會回饋特別敏感，而正向的社會回饋以及接納具有高度酬賞性。

社會性互動引起天然類鴉片增加，並且活化了腦部釋放多巴胺以及血清素的區域。這種社會接納的愉悅出現在生命早期而且一直到成年期仍然重要，但在青少年時期因為大腦特別傾向於這種酬賞因而影響特別強大。腦部職司監控與評價社會接納與排斥的前扣帶回(anterior cingulate cortex)區域在以酬賞為基礎的決策與學習上扮演了關鍵的角色。

因為動機系統發展的時機如此的重要，不同類型的經驗可能會在不同階段有不同的影響。

研究者已經發現常年被拒絕，或曾經在情感上被虐待或忽視的兒童擁有非常活

躍的前扣帶回，並且對社會排斥導致神經傳導物質分泌展現較高的敏感度，因此雖然所有的青少年都強烈的受到社交回饋的激勵，經歷過情緒上虐待或拒絕的會更受到社交回饋的激勵。

青少年時期進行的認知跟情緒的發展，以及漸增的認知彈性同時創造了機會跟挑戰，對社會性酬賞漸增的敏感度可能導致一種冒險與自我導向行動的傾向，但也驅動了探索式學習以及不同社會脈絡與文化的適應能力。青少年在個人的探索以及對表現的外部回饋中進行學習。例如：正向的回饋可能發送目標有價值、可以達成而等訊息藉以增強青少年的動機。如果青少年對目標的承諾不高，正向的回饋可以增強他或她方法得當的感覺。當某人對目標的承諾很高，這時候嚴苛的批評指出了他現狀與他想達成狀態之間的差距，因而可能有效，例如：一個受到內在驅動去參與特定運動的運動員，可能因為教練建設性批評的激勵去改善弱點；但一個比較不喜歡運動的學生則可能會因為鼓勵而提高動機，甚至可能因為批評而停止參與。

動機與酬賞系統如何遭到破壞

過度的壓力及欠缺正向關係可能使得平衡發展的動機系統脫軌。兒童在安全、支持及可預測環境的經驗中發展出健康的動機系統 - 趨向以與躲避、想要跟喜歡達到平衡兒驅動的動機系統。然而在混亂與壓力環境中的兒童，可能會發展出躲避驅動並且聚焦在恐懼的動機系統。環境因素真的會改變伏隔核(nucleus accumbens)的映像，而伏隔核則是腦部接收多巴胺的關鍵區域，在動物研究中，壓力的環境導致這個區域擴大產生恐懼的區塊，而縮小了產生慾求的區塊。相反的，冷靜安定的環境**擴充**慾求產生並**減少**恐懼產生。

研究同時顯示，對壓力的反應持續啟動時，腦部會順應而頻繁的辨識威脅，甚至壓力源的強度沒有增加，腦部會繼續做出更強烈的反應。日久，這種漸增、漸強的壓力反應 可能重新塑造海馬迴(hippocampus)或杏仁核(amygdala)中的迴路，海馬迴控制記憶，而杏仁核則攸關情緒反應。

嬰兒跟成人建立有回應而持續的關係可以壓制其腦部壓力荷爾蒙的釋放，反之亦然。研究發現兒童可以從身邊的成人超量學習到恐懼(超量學習 - overlearn 指學習或熟記到能立即回憶起的程度)，因而影響杏仁核，進而可能對孩子的健康、學習及社會關係產生深遠的後果。表達恐懼不見得是壞事，例如：當孩子伸出手指要碰插座時，媽媽緊急的警告會幫助孩子學到躲避插座，但如果主要照護者過度恐懼或誤導恐懼，以至於躲避威脅的動機高過趨向新經驗的動機時，會導致兒童喪失一般性合理探索的興味。

感覺無助並相信能力固定無法改變可能破壞腦部的動機系統。採取行動的動機也需要對成功抱有一些期望，的確，讓事情實現的過程和結果都具有酬賞性，我們在幼小的嬰兒身上都能夠觀察到這些現象，如果把一條彩帶綁在嬰兒的腳上，一端綁在一個手機上，當嬰兒發現踢腿時手機會移動，小娃會踢得更起勁。她會又笑又咯咯叫，直到手機鬆脫時，她會更用力踢而且生氣的哭鬧，當兒童看到自己的行動徒勞無功時，所謂「習得的無助」(learned helplessness) 就此發生。當人們發現他們處於無助中，通常就放棄了 – 即使真實情況是他們可能會成功。

研究者也發現兒童與成人對技能與才能的看法，對是否保持動機繼續嘗試影響很大，如果認為技能跟才能是固定不變的 – 要不就有，要不就沒有，初期的失敗可能被歸因於欠缺天生的能力，動機因而降低，這被稱為「固著心態」(fixed mindset)。相反的，如果認為技能跟才能是可以藉由練習而啟發的發展力 (capacity)，或「成長心態」(growth mindset)時，那麼失敗送出的訊息將是需要藉由持續的努力發展技能與才能。證據顯示介入青少年的心態將會改善學業的成就，對低成就的青少年尤其顯著。

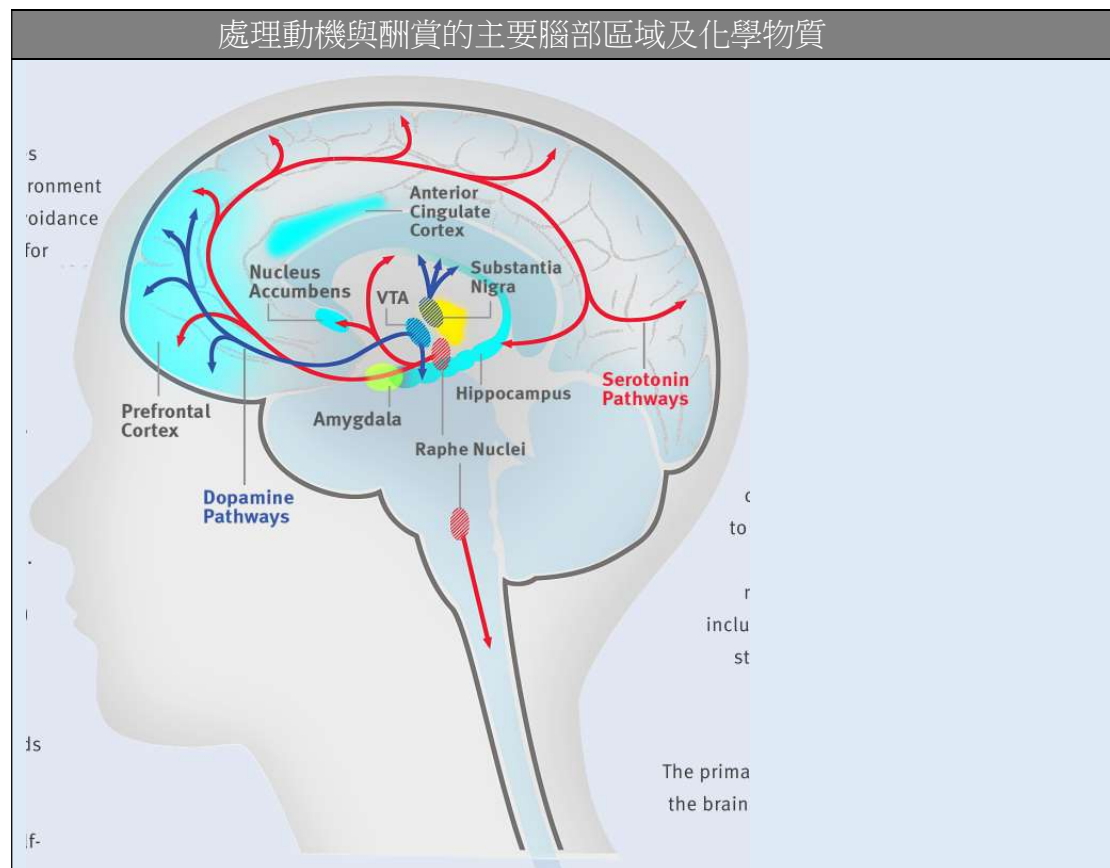
值得注意的是，有時成人不經意的引導兒童發展出固著心態，像稱讚他們聰明或者稱讚他們在特定領域的才能，好像他們天生擁有這種能力，而不是花時間發展得到的。身教同樣的重要，也會影響自我效能感，有一個研究讓嬰兒目睹一個成人努力工作並且達成特定的目標，以及另一個成人不費吹灰之力就達到目標，研究發現看到高度努力案例的嬰兒，會在新任務中堅持更久。換言之，即使是嬰兒，對目睹到努力與成果的關係同樣感受鮮明。

兒童的內在動機因成人提供的經驗可能獲得鼓勵或遭到壓抑。

藥物成癮與行為成癮會綁架腦部的動機與酬賞系統，這些排山倒海而來的強烈衝動尋找並服用藥物和酒精、或沉浸於賭博或一夜情等刺激愉悅的活動涉及正向跟負向的增強，成癮使多巴胺潮水般的湧入伏隔核，這些活動繞過達成目標或精通技能產生正向感覺或酬賞需所要花費的時間跟努力，提供了一條通往歡愉的捷徑。

腦部其他部位創造這種速成愉悅經驗的記憶，並連結到想要跟喜歡系統，相對的，這些活動也可能只為了抑制負面情緒的強度，而導致它們成為一種自我治療。簡單說，這些經驗可能快速增加美好的感覺並且減少惡劣的感覺 – 但只是暫時的。這可能創造一種螺旋式的調節不良：成癮的經驗觸動了起初的愉悅，接著出現只能用成癮行為壓抑的負面情緒跟生理的需求。

成癮藥物可能比自然酬賞釋出更多多巴胺，長期以往，這種對多巴胺接受細胞的過度刺激改變了動機系統中神經元的通路與關係，至少在持續使用藥物期間，導致腦部變成越來越不受多巴胺的影響，問題是即使結束用藥之後，想要系統可能永久的對藥物暗示持續亢奮的反應。換言之，重複使用通往愉悅的捷徑創造了與愉悅記憶強力連結的迴路，使得想要系統產生強力的遵循要求，即使愉悅已經消逝亦復如此。成癮的特徵就是行為的僅存記憶，甚至只是與行為有關的人物或地點等聯結，都會導致衝動的行動。



區域	化學物質
<p>杏仁核(Amygdala)</p> <p>「情緒觸發器」：快速評估從環境中接收的資訊，接著啟動趨向或躲避行為，此結構對威脅偵測與習得恐懼非常重要。</p>	<p>多巴胺(Dopamine)</p> <p>「想要」的重要因子，當酬賞性事件發生時多巴胺調節神經元的活動，多巴胺增加正向增強引發酬賞的行為，並引導個體期望正向的結果，因而尋求新經驗並從中學習。</p>
<p>海馬迴(Hippocampus)</p> <p>「記憶中心」：放置事件的詳細記憶，並在相關線索出現時觸發記憶檢索，也涉及調節對環境刺激的壓力反應的持續時間。</p>	<p>血清素(Serotonin)</p> <p>「喜歡」的重要因子，血清素與其他神經化學物質混合傳送幸福感，在腦中傳送範圍最廣。血清素調節廣泛的行為種類，主要影響包括情緒狀態、睡眠循環、飲食、及其他酬</p>
<p>前扣帶回(Anterior Cingulate Cortex, ACC)</p>	

<p>「行為追蹤師」：監控環境、自己的與他人的行為(例如社會排除)，行為需要修正時這個區域會發出警報，以動員前額葉皮質中與自我調節與決策相關的區域。</p> <p>前額葉皮質(Prefrontal Cortex)</p> <p>「航管塔台」：管制執行系統、自我調節、行為控制、規劃及複雜決策。</p> <p>伏隔核(Nucleus Accumbens)</p> <p>「酬賞預期器」：評估產生想要或喜歡反應的刺激，在從回饋中學習和以酬賞為基礎的決策中也扮演重要的角色。</p> <p>黑質/腹側背蓋區(Substantia Nigra/Ventral Tegmental Area, VTA)</p> <p>「多巴胺釋放器」：產生腦部化學物多巴胺，並傳送到腦部其他涉及運動功能，以及激勵與酬賞行為的區域。</p> <p>中縫核(Raphe Nuclei)</p> <p>「血清素釋放器」：產出神經傳導物質血清素並傳送到跨越腦部的寬闊迴路網絡 - 包括與動機、酬賞與威脅偵測相關的結構。</p>	<p>賞性行為。</p> <p>麩胺酸鹽(Glutamate)</p> <p>腦部主要而快速的神經傳導物質，跨越突觸刺激並與神經元溝通。</p> <p>去甲基腎上腺素(Norepinephrine)</p> <p>觸發「戰或逃」反應，會增加心跳速率、乳糖、與腦部氧氣吸收量，暫時關閉對任務較不重要的功能。去甲基腎上腺素部分參與啟動針對當時環境中最重要刺激物的專注力系統。</p> <p>內因性大麻素(Endocannabinoids)</p> <p>調節由多巴胺引發的神經元活動及相關行為，並與類鴉片及血清素共同產生幸福感。</p> <p>類鴉片(opioids)</p> <p>一種天然產生的化學物，諸如內啡肽(腦內啡endorphins)，能夠降低疼痛並產生幸福感。身體在運動與喜歡的活動時釋出時類鴉片，使用海洛因和一些處方止痛劑之類的人造類鴉片會降低腦部酬賞迴路的敏感度，進而導致藥物需求增加。</p> <p style="text-align: right;">插圖繪製：Betsy Hayes</p>
--	---

對家長、照護者以及教師的啟示

瞭解周遭世界的內在動機始於嬰兒期，兒童的內在動機會因為成人提供的經驗而獲得鼓勵或遭到壓抑。心理學的研究指向一系列前景看好的方法，可以幫助家長與實務工作者用來促進正向動機與學習的發展。

- **跟隨嬰兒的指引**：嬰兒會自然的朝向新奇的事物以及事件，它們的視線會從太熟悉的事物移開，也會從看起來太複雜的新事物移開。這是俗稱的「金髮女孩效應」(Goldilocks effect)：「新鮮，但不是太新奇的事物就會有趣」。跟嬰兒互動時，觀察他們注意什麼？以他們的興趣為中心切入。

- **引發好奇心：**嬰兒會設法探索物體，特別是行為出人意料的物體，當嬰兒把東西掉在地上或拋擲東西時，其實他們想知道的是接下來會發生什麼？讓嬰兒有機會跟新的物體互動，順著他們的方向去學習！
- **鼓勵兒童嬉戲的探索：**只要有機會，所有年紀的兒童會自發的投入遊戲中，遊戲的組成成分正是助長學習的因素：由內在的動機驅動，提供新奇的經驗、互相學習、需要主動的投入、可以強化社會連結並減少壓力。當生活忙碌又混亂時，找到時間跟空間去鼓勵孩子遊戲可能很難，但這是一個發展中的重要面向。
- **在學習中優先進行社會性互動：**在數位時代，有很多為小到六個月孩子設計的以電腦為基礎的教育性應用程式。然而，即便是最佳設計、最有效的應用軟體也無法取代真實生活跟大人跟同儕的社會互動。在一個研究中，嬰兒面對面跟老師或是照護者學習語言遠比跟螢幕上的老師學習更有效。最近的研究顯示，幼童可以從數位媒體中學習，例如觸控平板，但是在學習經驗中的社會互動顯然是必要的。
- **適度的挑戰：**兒童在朝可達成的目標努力時獲得激勵，從嬰兒期開始，努力是維持動機的必要條件，但要人家付出努力必須有可能成功。任務太簡單時孩子會失去動機，但任務難到無法克服也讓孩子失去動機。電玩遊戲有效利用了這個學習的基本原則，依據孩子的表現為基礎，持續增進挑戰的程度，請嘗試根據孩子現在的能力來調整挑戰的難度，並且就孩子的表現提供及時的回饋。
- **賦予孩子能動性：**當孩子擁有若干程度的自我決定權(self-determination)，能夠選擇去實現對個人有意義的任務時得到較多激勵，如果他們可以選擇做哪一個主題或專案，或至少對如何完成有一些彈性空間，孩子們將會更專注的投入。
- **只在必要的時候提供誘因：**當孩子們沉浸在自在又有樂趣的事務中，如果突然得到酬賞，他們可能變成唯有事後會得到報償時才會去做。盡可能的順應孩子天生的好奇心，以及為可達成的目標付諸努力的傾向，不要承諾完成的酬賞。
- **讚美歷程而不是結果：**如果我們讚美孩子的智力、技術能力、成績或得到金牌時，可能會導致成就取向：他們會被激勵去得到更多酬賞，但因為害怕負面評價，他們也學到要閃躲不擅長的挑戰性活動。成就的壓力在學校

逐年增加，伴隨而來的是學習樂趣減損，更可能帶來憂鬱與焦慮！如果我們讚美孩子的努力，並幫助他們把不夠好地方當成學習跟改善的機會(而不是只看結果)，孩子們則會得到繼續努力的激勵，進而相信他們可以達成專心投入的事情。

- **跟青少年保持緊密的連結：**許多年輕人在青少年時期開始冒險及挑戰極限，這樣的趨勢反映多數人趨向新奇與刺激性經驗的天生傾向，因而擴大學習的機會，對發展成獨立個體非常重要。青少年同時變得更加受到同儕核可的激勵，因此跟隨領導者去冒險或特立獨行的挑戰界限提供了一種社會性酬賞。但是，擁有緊密家庭關係的青少年較不傾向從事冒險行為，高度的家長支持及開放的對話攸關青少年較少發生問題行為 - 包括藥物濫用以及青少年犯罪。既然知道青少年正在經歷腦、身體及社交關係的遽變所以受危險行為的吸引，成人應該保持同理與支持，保持開放的溝通管道，並且密切關注青少年。

動機 - 經常被誤解的五個事實

1. 動機是長期發展出來的一套神經化學網絡，是我們獲得經驗的結果：常見的迷思概念以為有些人天生就具有動機，有些人天生則欠缺動機，但研究顯示：家長或其他成人的照護關係、是否提供幼童安全的探索機會... 影響動機系統發展得好或發展變差。
2. 維持動機的最佳途徑是支持內在的驅動因素加上正確的外在回饋：紅蘿蔔(酬賞) 與棍子(懲罰)不是激勵人的唯一方法，僅僅聚焦於外的酬賞與懲罰系統不可能培養持續有效的動機。兼顧平衡的內在激勵活動，例如創造性的問題解決、嬉戲的學習，加上正向的回饋時，更可能支持孩子長期保有健康的動機。
3. 成癮改變了動機系統的運作，只靠意志力不足以克服成癮：成癮用化學方法綁架了人類演化出最適應生存的基本生物系統，成癮不應被簡化成缺乏有意識努力或「品格的失敗」，管理成癮必需封鎖這些潛藏在意識層次之下的化學性運作的轉變。
4. 動機極為複雜而影響動機的因素很多：行為受到經驗以及環境中條件的影響，後者塑造了目標是否可能達成的心態，環境中具備了資源、時間、技能及支持等條件，行動才具有可行性。奢言任何人極度渴望某事物，就可以找到方法完成是不正確的。
5. 提供一個可預見的酬賞不足以維持長期的動機：每一次經驗都如同事先

預期就失去新鮮感，後來在多巴胺系統裡面只會引發較低的神經元活動。當我們經驗到比預期更好的酬賞，腦部未來就會偏愛這個經驗；如果酬賞低於期望，腦部終究會對這個經驗顯示較低的動機。所以不管是透過新的活動、不同的地點、或者不同的酬賞，「保持事物新鮮」是維持動機的好方法。

對政策以及公部門的啟發

- **在早期兒童方案中支持動機的發展：**既然知道動機之下深層的腦部系統在嬰兒期就開始發展，我們可以幫助兒童在出生後幾年發展平衡的動機系統，以供往後人生需要。高師生比例、有效引導有趣的探索及建立自我效能的訓練、減低家庭生活的壓力、以及家長及早期照護與教育提供者的技能學習等，都有助於確保在早期童年為健康的動機系統奠立基礎。
- **改變學校，朝向支持內在驅動因子的正向回饋兩者間的平衡：**為了改善學生的動機，學校系統應該降低對外在酬賞(像成績、考試、以及以表現為基礎的表彰制度)的重視，增加建設性回饋以及改善表現的輔導的重視程度。支持並獎勵探索、讚美努力、並且運用某一領域的成功去激勵在其他領域付出努力，同時要避免懲罰手段。
- **成癮的對策重於治療而非懲罰：**瞭解成癮藥物會重新建構迴路並改變動機與酬賞系統的方向之後，成癮相關的政策跟方案可以獲得改善。理解渴求或想要成癮藥物發生在意識層面之下，意味著解決方法也必須發生在生理與生物的層面，而不是期待因為警覺到可能的懲罰進而改變行為。
- **在幼兒照護者的培訓方案中，加上幫助建立動機的課程：**藉著讚美努力、視犯錯為學習機會、以及監控目標達成的進度有助於培養成長心態(growth mindset)，結合並測試目標設定及讓人處於達成自定目標的正軌上有效的方法，這些方法不只增加繼續留在方案中，也可以讓家長與照顧者模仿並支持孩子發展這些技能與心態。
- **取代退出方案的懲罰性措施，改用減低壓力、提供正向回饋與社會/同儕支持的方法，並展現快速成效：**許多為幼童家庭設計的方案掙扎於吸引父母親積極參與並長期留在方案中以獲得真實的效益，影響參與及保留在方案中的因素很多，從時間、地點及交通不方便，到成本、托嬰需求，與其他

事務處理和其他家人與朋友的需求發生衝突等。就處理這些因素而言，可以藉中斷一段期間後較容易歸隊(降低壓力)，幫助參與者快速得到小成功(建立自我效能)，以及讚美努力使參與者有成就感(強化成長心態)等等以增進參與方案的動機。