

87-102

中小學課程之認知發展學理基礎與理論趨向之研究與分析

(子計畫三)

曾玉村

國立中正大學課程研究所/師資培育中心副教授

摘要

現代認知心理學對於人類思考歷程累積非常豐富的實徵資料，也對於人類的學習機制有全新的觀點，而認知發展的研究更是直接深化我們對於兒童的學習本質的瞭解。本研究經由文獻回顧與理論分析，並且透過專家諮詢，試圖整理出認知心理學的學習理論對於課程與教學之可能意涵，並且導入新近之演化教育心理學的理论審視這些資料與推論。

關鍵字： 演化教育心理學，認知與教學，學習與課程，發展與課程

壹、前言

教育的主要任務，在於引發學生進行有系統的學習活動，以達成社會所設定的期望與目標。而所有的學習均需依賴學習者的認知系統方得以達成，所有的教育措施無不企圖使得這個認知系統發揮最大的效能。然而，期冀有良好學習效能的同時，也必須對於人類的認知系統有充分的瞭解。心理學家在這方面的著力頗深，雖然他們一度於行為主義盛行的時代試圖逃避這個議題，現代的認知科學則已經累積了豐碩的研究成果，可以導引出有價值的教育啟示。繼行為主義之後的認知革命，對於人類的細部思考歷程進行了相當徹底的研究，也就是眾所周知的訊息處理論，晚近的認知科學內涵逐漸受到生物科學影響，除了產生認知神經科學之外，也融入演化論的觀點，以較為宏觀的角度看人類認知系統的演化來源，省視相同的認知系統在現代教育體制之下的學習學習效能與問題。本文試圖從演化教育心理學(從演化的角度看學習)出發，一窺認知系統的演化根源與關聯性，進一步檢視當代認知心理學與發展心理學對於學習的研究成果，提出對於課程與教學的可能意涵與建議，以供參考。

貳、演化教育心理學的概梗

人類生存於地球已有幾十萬年的歷史，我們之所以能夠與其他物種競爭勝出，完全是因為我們優異的認知能力，而這樣的認知能力並非一蹴可及的。相反的，它是經由長久的演化史所造成的。物競天擇的壓力造就人類傾向去控制和生存與繁殖有關的資源：包括生物、物理與社會資源。限於篇幅，本文在此不在於探究人類認知的演化歷史，但是就學習的觀點而言，如此長久的演化過程究竟造成哪些與學習相關的特徵，才是本文關注的焦點。

依據 Geary (2007)的理論，人類與任何物種一樣，為了存活下去，必須有效的掌握各種資源，也在人類身上發展出一種控制的動機(Control motivation)。經由這個動機的主導，人類乃發展出多種可以有效幫助他們滿足這個動機的行為策略，經過長期演化的結果，最終發展出與行為策略相對應之認知系統，大致而言可以區分為兩大類別：生物原發性認知(biological primary cognition)與生物續發性認知 (biological secondary cognition)，茲分述其內涵與特徵如下。

生物原發性認知為人類於演化過程有當中，發展出優先處理某些有利生存的

訊息，可以有助對外在世界的了解與掌握與擁有資源，為人類這個物種賴以學習適應生存環境的基礎，因此普遍生而具有，這類的的能力不必循序的系統性教學，只需起碼的外在環境即可誘發，而且這類的的能力穩定而甚少變動，也無須正式教學即可獲取。Geary (2005) 把原發性認知又以細分為兩個次類別，分別為環境生態有關的訊息 (ecological information) 與人際環境有關的訊息 (social information)。環境生態有關的訊息又進一步包括通俗生物的知識 (folk biology) 與通俗物理知識 (folk physics)，前者例如有關動植物的知識，後者包括工具的使用、物體運動、空間關係的知識等。而人際環境有關的訊息亦即所謂的通俗心理學 (folk psychology)，包括自我 (self) 其他個體 (individual) 與群體 (group) 的知識，自我的知識例如對自我的覺查與基模，對其他個體的知識包括他人的語言、表情、心智狀態的瞭解等，而對群體的知識則包括親戚關係的辨別、對於不同對群體的分類 (我群與他群)、群體之間互動關係的知識以及意識型態等。原發性認知結構請參見圖一。這些原發性認知是一些基礎認知能力，可以有助於個體對外在世界的了解，並且掌握與擁有資源，而此類有利的認知系統乃經由天擇代代相傳，無須學習。然而，學校教育通常不是在於培育為生物原發性認知，因此，原發性認知常被忽視。

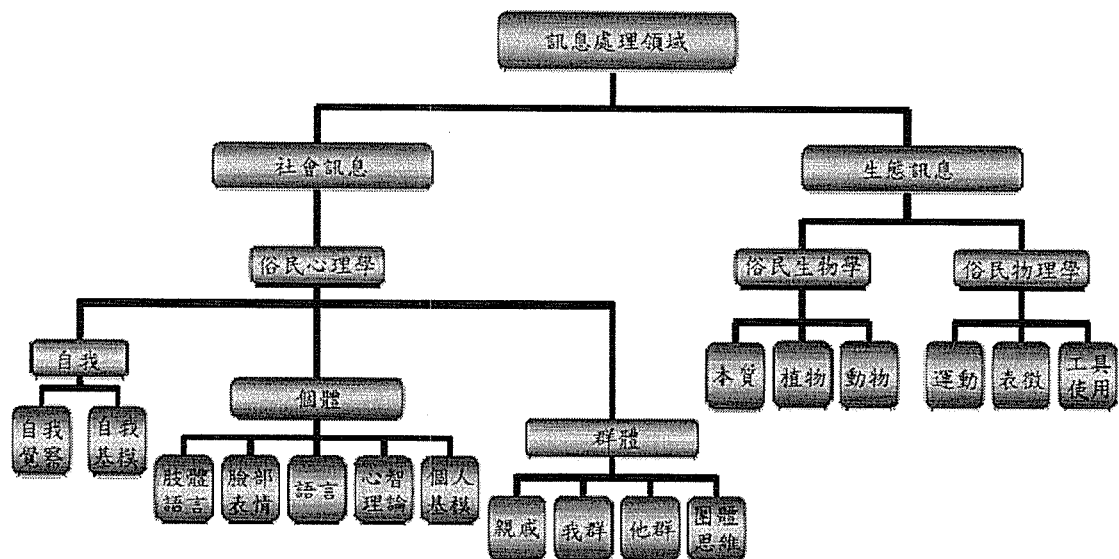


圖 4-1：演化的認知模組 (摘自 D. C. Geary, 2005)

相對於「得來全不費功夫」的生物原發性認知，雖然可以幫助人類快速適應立即的周遭環境（例如基本的數數能力有助於我們掌握身邊的財產數量）人類為了因應更為複雜的環境，另外還必須後天學習更精緻的其他能力，因為複雜的環境要求也往往超過原發性認知的負荷，以期更永續的控制各種資源（例如發展出精確的數學以計算土地面積或預測天候等），生物續發性認知 (biological secondary cognition) 的培養乃無可避免。續發性認知的養成往往植基於原發性認知，也是超越與突破原發性認知的結果，內容也往往較為複雜，是各種原發性認知雕琢與磨練的結果，例如閱讀寫能力乃極為複雜的續發性認知，而學習閱讀的過程卻必須依賴屬於原發性認知的口語能力，一旦學會閱讀之後，它所能過發揮的功效在許多方面反而超越口語能力。有時成功續發性認知的養成關鍵有時在於有效抑制原發性認知的干擾，例如對於許多科學概念的正確理解過程必須克服原有錯誤的迷思概念的干擾，前者是續發性認知，而後者往往為原發性認知。續發性認知需透過後天學習而得，因此會隨著物理與社會文化環境的要求而異，續發性認知也是當今學校教育要求之重點，往往需要明確有系統的教學方可習得，因此，須要精心的課程設計與明確有系統的教學，方得以培養出可欲的續發性認知。而現今的教育為了因應快速累積的新知識，學生變成需要學習大量與複雜的知識與技能，也導致原發性與續發性認知之差距逐步擴大，對於教育最直接的影響即是教育的挑戰度大為增加。

參、研究程序

本研究首先經由收集具有代表性之相關文獻，其次經由細心之文獻回顧與理論分析，並且在撰寫成初稿之後，經歷一次匿名審查，審查委員與程序均由計畫委託單位安排。審查之後乃進行修改，初稿修改之後，經過再次文獻回顧與理論分析，補充部分內容之後，進一步透過四位專家之個別諮詢，提供批判性回饋，最後又修改內容後始得定稿。

肆、認知學習理論主要發現

多數的認知心理學於研究的初始並沒有考慮到物種演化的觀點，自然也沒有區分原發性與續發性認知。然而，由現在的觀點而言，多數與學校學科學習或任

何複雜的認知歷程，均以續發性認知為標的，縱使過程中不免會運用原發性認知為基礎。在底下描述認知心理學研究發現之後，再對照演化教育心理學的論點，將可以發現有著極大的共通之處。

現代認知心理學發現兒童天生具有學習能力，但是如何學習與學習那些內容則是與環境互動的結果，環境提供機會也提供訊息的結構。認知改變並非單純的資訊增長，而是涉入諸多概念重組的過程。兒童在積極的弄懂其所處的世界的同時，無時無地不在學習。然而，認知發展的研究發現，兒童並不是對所有領域的學習都有齊一的速率，他們僅在某些特惠的領域(privileged domains)學的較快，例如兒童對於學習口說語言、簡單的數量能力（數數、數量估計等）、生物與物理的因果關係的學習相當有效率，也發展的相當早。加上近來對於心智理論的文獻也指出，兒童對於他人心智狀態理解能力的發展亦同樣令人驚訝。整體而言，似乎也相當神奇地呼應 Geary (2007)對於原發性認知之分類架構，亦即區分為通俗心理學、通俗生物學與通俗物理學，頗值得注意。以下依據 Bransford, Brown, & Cocking(1997)的整理，簡述幾個當代認知心理學對於學習最重要的發現，並於稍候討論其對於教育的意涵。

對於學習的研究，最重要的對象非學習者莫屬。兒童認知的研究發現，他們雖無邪卻非無知，更非愚笨。他們可運用其所知的知識進行適當的推理。兒童也會去解決他們面臨的問題，因為弄懂問題與成功解問題的經驗滿足了他們的好奇心。兒童自幼就發展出對自己學習能力的知識，這種後設能力使得他們可以有效計畫與監控自己學習的成敗，並採取必要的修正措施。兒童的自然能力需要協助才得以有效學習，因此成人在這方面扮演重要的角色，成人可以引起他們的透過引導他們的注意力、構築他們的經驗、支援他們的學習企圖、調整資訊的複雜度來引起動機與持續性。

對於學習者的研究，有諸多豐碩的成果來自生手與專家的比較。其中重要的發現之一為專家具有較佳的知識結構(deGroot, 1965)，而較佳的知識結構會影響他們分配其注意力到重要的訊息，進而形成不同於非專家的心理表徵。專家也較易看出有意義的訊息組型，不會迷失於龐雜無意義的零碎細節之中。這樣的能力不僅具有相當大的指標性，組型再認的觸發歷程也使得專家得以容易提取相關的背景知識，潛在有用的知識因而不會成為惰性知識。專家強調對問題的瞭解，會聚焦於主要概念，容易區分重點與非重點資訊。專家的知識較為豐富，但他們

僅選擇性的提取有關的知識，不做窮盡式的搜尋(Ericsson & Staszewski, 1989)，因為他們所擁有的知識是條件式的知識，而條件式的知識是知道為何、何時、何處使用的知識，非條件式的知識容易成為無法使用的知識，亦即惰性知識。專家的另外特徵是他們提取訊息的歷程較不耗神而自動化(Schneider & Shiffrin, 1977, 1985; Ericsson & Kintsch, 1996; Kintsch, 1998)。提取訊息的歷程較自動化並非表示專家必定較快完成任務，有趣的是，他們往往花費極大的心力於瞭解問題本身，以求得正確的心理表徵，一旦瞭解問題之後，問題的解決方式便迅速的出現。專家在提取相關知識的歷程自動化，較不干擾學習，因為知識模組化的程度高，同一模組內的知識節點的關聯度就較為密切，不易受到其他不相干知識的「插隊」，可以得以免除干擾。專家也有較佳的後設認知，比較會監控自己的歷程，隨時覺知與監控自己的認知歷程，得以彈性地調整。最後，專家並非全能的問題解決者(general problem solvers)，擅長某一領域的專家並不一定對其他領域有相同的能力，亦即所謂的領域特定性。

若將專家與生手認知歷程差異的研究，用來審視學生如何發展出某些領域的知識，也有類似的研究結論。學童具有相關知識越有助於組織與記憶特定的知識。另外，學習者不一定都看得到某些知識間可能之關聯性(可用出之知識與惰性知識之差別)。相關之知識可以使得學習者超越已知的文本並思考問題表徵，從事適當的推論，並結合各種有關的知識下結論。知識影響表現的重要原因知識豐富性會影響我們對問題與情境的表徵，對相同問題的不同表徵，有可能使得該問題的難易度大不同，甚至影響到問題能不能有解答。正如專家對問題的精緻表徵來自於其組織良好的知識結構，他們知道知識適用的時機，也可以相當迅速的提取。不同的領域的知識結構並不相同，因此要對特定領域有一定的深度學習必須同時掌握其知識內涵與知識結構。好的學習者會監控與調整歷程與策略，並且做出適度的估計與有效的猜測。學生要能發展出對某些知識領域有探究的能力，必須具有足夠深度的基本知識，對知識與概念的理解必須依循某些概念原則(而非零散知識)，並將知識整理成有利於提取與應用的形式。

承襲專家知識具有領域特定性現象，認知心理學也針對知識遷移的議題有突破性的進展。研究發現學習遷移決定於許多條件：必須有一定門檻的初學習程度，沒有根本的程度是絕對無所謂遷移可言。要產生遷移必須有一定長時間的精心練習，透過精心練習，才能有較佳的知識結構。研究也發現具有理解的學習比

記憶式的學習佳，具有理解的學習才真正掌握背後的原理原則，才會有利於遷移。如果於眾多脈絡之下學習的技能較易遷移，單一脈絡之下的學習，往往太容易受限於特定的脈絡，除了利於抽取背後的抽象原則之外，也不容易學得運用知識的條件（亦即何時、為何與如何使用）。而研究也指出遷移是主動的歷程，有沒有遷移效果不易一次即測試到，也不一定初學完即刻發現有遷移，有時遷移效果只出現於學習新領域才看得出來。另外，所有的遷移均來自先前的學習，因此，教師應積極的指出學生原有的相關經驗與知識。而有時學生帶入新情境之知識有礙遷移，因為有些先在知識會導引學習者的思維至錯誤之方向，以致於形成錯誤的表徵。

這些發現雖然沒有任何演化心理學的引導，卻也有諸多地方有殊途同歸的效果，著實令人振奮，因為代表著這類知識具有相當的可靠性，而這些發現也可能有助於釐清許多教育理念與措施的正當性與否。上述的發現若要以更精簡的陳述呈現的話，似乎清楚的指向幾個原則：

一、學習應注重理解(understanding)。學習往往並非由無到有，而是針對已有的理解進行轉換，尤其原有的理解要應用到新情境時更是如此。這點教師必須扮演重要的角色，帶入學生既有的理解、建基於既有的理解、改正迷思、觀察學習歷程。學習乃嵌在諸多脈絡當中，最有效的學習是學習者可以自如出入多種新情境，學生的先在知識會促進也有可能阻礙學習，教師必須瞭解既有知識的多種面貌。有效的學習是對於學科重要原則的連貫性瞭解，當學習者可以成連貫性理解時，遷移也較易發生，新舊學習情境的結構較相似、對於內容知識精熟、認知領域與認知元素重疊較多、當教學有特定引導去注意原理原則、或者教學有明確強調遷移時均會有利於遷移。深度學習需要有該領域足夠的細部知識，需要花費相多的時間，懂得越多吸收越快。

二、學習者均有不同程度的先在知識(pre-existing knowledge)。學生進入教室時，也帶著他們對外在世界的認識進來，如果這類起始的認知沒有被納入考量，他們可能無法學習所欲教給他們的新知識或新概念，或者只學到可以應付考試的層次，但出了教室旋即回歸原來的起始的認知。

三、好的學習應是主動積極的學習(active learning)。良好的學習者可以有效控制自己的學習，知到自己哪裡懂哪裡不懂，何時懂何時不懂，以即有良好的後設認知。後設認知能力愈好，學習能力越佳實為一十分重要的特性。以後設認知為

主體的教學，因為學生可以界定自己的學習目標，以及監控自己達成目標的進程，所以有助於學生掌握他自己的學習。

伍、演化、認知學習理論的教育意涵

由於演化教育心理學為最近的提出的學理，雖然在許多層面帶來嶄新的觀點與視野，但是許多的理論概念內涵與架構仍有待進一步檢驗。因此，該理論到底可以直接轉換為出多少教育實務，仍屬未知。而且有不少概念內涵仍有待進一步釐清，例如如何事先得知那些為原發性認知？原發性認知的發展歷程為何？原發性認知如何轉化為或抑制續發性認知？原發性認知如何評估？各種學科得學習用到那些原發性認知？縱使如此，演化教育心理學仍提出不少有用的觀點，以供教育與心理學研究的參考。其次，認知心理學經過多年研究，已經成為一個相當成熟的學門，不僅發展出相對完整的學習觀點，也對於教育的諸多面向，可以有著顯著的貢獻。

首先，演化教育心理學所提出之原發性認知架構，可以成為知識分類的依據。雖然該分類架構僅適用於原發性認知系統，而不適用於續發性認知，但是如果原發性認知的概念得到最終的認可，該系統將可提供評估原發性認知相當有價值架構。況且將原發性認知區分出通俗心理學、生物學與物理學，也有益於重新檢視學校教育重視的續發性認知與原發性認知的關係，正視發性認知的存在，視原發性認知為所有教育目標與實務的起點，尤其可以幫助釐清特定的原發性認知可能由哪些原發性認知組合與發展而成，也可能間接促發重新評估原有的教育目標的階層性與分類。

其次，因為演化教育心理學主張各種學習歷程具有領域特定性，因此，具有領域普遍性的學習方法不易培養（但是並非宣稱不能培養）。一般人少有的遍性的學習方法往往比較訴諸直覺，也較依賴原發性認知，為接近所謂的流體智力。但是，由於這種普遍性學習能力是如此的有價值，必須有極為精緻的課程與教學方案，方才有可能有一些成效。演化教育心理學主張教育不必一味的追逐領域普遍性的學習方法，因為難度太高。必須兼顧領域特定與具領域普遍性的學習方法，才能平衡人類認知演化史所帶來的特徵與現代社會所強調的價值。也由於領域普遍性的學習方法的可教性不高，演化教育心理學主張教學法也應在建構式、

發現式教學法與直接、反覆練習的教學法之間取得平衡，不必視普遍性問題解決能力為主要的教育目標，因為其為一種原發性的能力，因此不亦透過後天的教學養成，教育若一味執著於培養普遍性的能力，並無法發揮教育最佳的功效。

再者，由於幼兒尚未學習足夠的續發性認知，他們會表現出眾多之原發性認知，因此，如何善用各種原發性認知以促進續發性認知之學習乃是值得探討的議題，而在適當的學習時間點，也需考慮如何克服原發性認知對續發性認知的干擾，因為幾乎所有續發性認知均有其原發性認知為基礎，但如何在運用原發性認知之後，又可以克服他們，以進一步習得完整的續發性認知，實為重要議題。

演化教育心理學倡導直接明確的教學取向進行教學，因為續發性認知的學習較為複雜，經常需要極為長時間的投入，因此多數學生之成就受益於直接明確有系統的教學，提倡直接教學的取向。這一點似乎相當的呼應針對專家與生手的研究，專家知識結構的形成，也都必須仰賴長時間精緻的練習與明確的教學。因為演化教育心理學認為建構的歷程是一種原發性認知，不易拆解之後再教學。此種主張與晚近頗為興盛的建構式教學或者早期的發現式教學取向大異其趣，對照之前國內奉行的建構主義的教學政策，這樣的建議特別值得警惕，後續應有許多爭議點有待進一步的學術論證。

認知心理學具有相當的成熟度，因此由此發展出來的學習論，對於教育則進一步可以有更為具體的建議。首先，教師必須導入並「善待」學生的先在知識，因為學生非一張白紙，他們進入學校之前已經具有不少的先在知識，教師必須先摸索出學生先在知識的大致輪廓，並視為邁向正式學習的起點。其次，認知心理學的研究也發現，知識的學習應先有一定的深度理解，再求廣度的擴張。求廣度的學習往往流於表面與強記，因此，教學也應該呼應來自學習的研究的發現，先講求帶領學生對於特定的主題有深度理解，以此學習經驗為根基，再進一步引導他們開拓對其他領域的瞭解。為了求取有深度的學習，教師們應該提供足夠的範例說明，使得學習經驗具體化，不僅提供符合定義的正面的示例，也應提供不符合的反例。強調深度學習的教育，往往需要長期（跨學年）的課程與教學計畫，這一點將會對於課程綱要與實施有著極為重要的意涵，容待後述。

認知心理學對於後設認知的研究也發現，雖然學生的後設認知能力對於他們的學習十分重要，更進一步瞭解到後設認知技能的教學應統整於各種學科的課程，唯有整合後設認知技能與學科知識的教學，才有有助於學生成為獨立的學習

者，National Reading Panel (NRP, 2000)的報告書也十分明確的指出後設認知策略教學對於學生閱讀理解的重要性。這樣的結論也對於課程設計有著重大的啟示，也將於文末進一步說明。另外，由認知心理學的觀點而言，評量不應該是考試，尤其是經常性的形成性評量旨在於使學生的思考讓自己、同儕與教師看得見，找出學習的困難點所在與原因，指向可能的教學處方。然而現今的所謂形成性評量，充其量恐怕只是經常性的測試而已，並不符合形成性評量應有的性質，當然也無法發揮其應有的功效。因此，形成性評量急需與認知心理學密切結合，認知診斷評量工具的研發便是其中一個可能的方向。

陸、演化、認知與學習心理學對課程設計之建議

基於上述對於演化教育心理學以及認知心理學的簡介及大略的教育啟示，底下則進一步提出對於課程綱要的建議。

一、對「我國 K-12 課程綱要總綱」的建議

在課綱的基本理念方面，課程的目標應該有所依據，這樣的依據最好有合理的理論基礎，演化教育心理學與認知心理學對於人類各種能力的理論與實徵的架構，對於人類知識的本質與起源，有相當突破性的瞭解，而且這兩個心理學的次領域，相當一致的指出人類知識源頭似乎離不開有關人際的知識(通俗心理學)、對有生命的自然界之知識(通俗生物學)以及對無生命的自然界之知識(通俗物理學)這三大類別。如果由此作為出發點，不僅可以不受學科範疇的侷限，也可以進一步發展出更細緻的分類，理應可以提供一個嶄新的知識分類架構，進而全面更新教育目標。

另外，學生的先在知識對於學習的影響眾所皆知，長久以來一直都是教學者關注的焦點，然而似乎也多無法真正反應於課程設計與教學實務。認知心理學已經提供相當明確的研究，指出如何善待學生的先在知識。再者，演化教育心理學進一步指出，所謂先在知識，可能可以區分出原發性認知的成分，而且可能以各種不同的形式出現於不同的學科學習，帶出對於先備知識新穎觀點，也值得我們在現代繁雜的教育制度與實施過程當中，回到人類演化的過程，重新省思課程設計如何回應我們的演化史。到底我們的演化帶來了哪些能力與特性，可以使我們的學生可以適應現代的課程(例如處理抽象符號的能力)，而演化是否也帶來一

些侷限（例如易於形成各種迷思概念），就似乎沒有人有系統的探討。

本文對於課綱最為重要的理念層次建議為：課程的設計應該著眼於促進學生的理解。著眼於理解層次乃相對於較低階的記憶層次與較高階的問題解決或者創造力等，由本文前述的文獻明確的指出，唯有學生有理解，才会有適度的遷移，才会有應用的能力，而解決問題等能力也只有學生有良好的理解情形之下，才成為可能，足見理解能力的重要性。然而現有課程要求與教學現實，往往使得課程擺盪於低階的記憶與過於理想的極高階能力之間，實為一大憾事。認知心理學對於理解歷程研究有著相當深刻的洞察(例如 Kintsch, 1998)，加上理解也符合跨越諸多學科的能力層次，應該成為課綱鎖定的主要目標層次。

前述的文獻也對於課程與教學的其他面向，有各種直接或間接的建議，限於篇幅，茲簡述如下。

二、對「我國 K-12 課程綱要實施通則」的建議

在課程設計的實施通則方面，課程設計應正視原發性認知的存在，並視為所有課程目標的起點，適度融入原發性認知的內容，對於續發性認知的課程設計必需十分精心有系統，但是應避免單元內續發性與原發性認知的落差太大。因為個體原發性認知的個別差異極大，不易有一體適用的課程，應盡量使課程有彈性，以適應個別差異。可以根據演化教育心理學，重新檢視現有領域教育目標，審視與人類原發性認知的差距。普遍性的問題解決能力不必視為主要的教育目標，因為其為接近原發性的能力，不易循序教導。過於強調廣度的課程有礙學習者形成有效的知識結構，因為學生不易從這種「蜻蜓點水」式的課程得到應有的理解力，進而發現共同之原理原則。

在教學與評量方面，進行任一領域續發性認知教學之前，應先思考如何誘發相關之原發性認知，並且善用原發性認知以增進學習動機，而不同教學階段需注意避免某些原發性認知的干擾，因為可能是迷思概念的來源。演化教育心理學認為知識建構為原發性的能力，難以制式的模式教導。更重要的是知識分類與教法有交互作用，不同取向的教法可能僅適用不同的知識類別。因此，直接教學法、範例教學法可能較適用於續發性知識，而不適用於原發性知識；相對的，建構教學法效果有限，因為建構知識的歷程為原發性認知，不需太多外在教學介入。另

外，認知心理學也指出，讓學生見識專家如何整理與解決問題的教學是有效的，因此，教師應善用放聲思考與示範教學。值得一提的是，教學不應只重視學生學會（正確率高），也應注意自動化程度（流暢性），這一點在閱讀教學的研究已經有非常清楚的理論與實徵資料，只重視正確率的教學不一定有助於流暢性(Beck, McKeown, & Gromoll, 1989; LaBerge & Samuels, 1974)。學生必須要有機會針對已經學會的重要技能進一步練習，以增進自動化程度，提升流暢性。

演化教育心理學目前對於教學評量的啟示有限，但是如何評估原發性認知，有待融入原發性認知的概念，並進一步整合現有的評量工具與開發新技術。認知心理學強調形成性評量的重要(Bransford, Brown, & Cocking, 1997)，它不應只用於打成績，應用於評估先備知識與思考歷程；也不應只評量記憶性知識，應評量一定深度的理解。先前的評量也似乎只注重評量學科知識，認知心理學也建議評量也應重視條件性知識的評估，唯有如此才能作為有效學習策略基礎。策略的發展與學習是一種續發性認知，研究也清楚的告訴我們，策略的教學有助於學習，策略教學需融入各科才有利於遷移，多個策略教學效果優於單一策略教學，適度的鷹架有助學習 (NRP, 2000)。因此本文也具體建議，應該使的學習策略的教學與評量正式成為學校教育課程設計的一環，並且融入各科，使得培養部分帶得走的能力成為可能。

茲針對未來規劃我國 K-12 課程綱要與實施通則，提出以下建議。

表 4-1：對未來課程綱要的具體建議與理論依據整理一覽表

		子計畫三	
		具體建議	理論依據
我國 K-12 課程綱要總綱	基本理念	演化心理學所區分之通俗心理學、通俗生物學、通俗物理學可以作為人類基本知識之分類基模，並且可以跨越學科界線，具有發展成為課程的目標應之潛力。	演化教育心理學與認知心理學對於人類各種能力的理論與實徵的架構，對於人類知識的本質與起源，有相當突破性的瞭解，且這兩個心理學的次領域均指出人類知識源頭似乎離不開有關人際的知識（通俗心理學）、對有生命的自然界之知識（通俗生物學）以及對無生命的自然界之知識（通俗物理學）這三大類別(Geary, 2007)。
	課程目標	課程的設計應該著眼於促進學生的理解。唯有學生有理解，才会有適度的遷移，才会有應用的能力，而解決問題等能力也只有在學生有良好的理解情形之下，才成為可能。	認知心理學對於理解歷程研究極為深入(如 Kintsch, 1998)，加上理解也符合跨越諸多學科的能力層次，應該成為課綱鎖定的主要目標層次。 具有理解的學習較有利於遷移，要能設計出較具有遷移性課程(Bransford, Brown, Cocking, 2000)。
	基本能力	宜重視如何善待學生的先在知識；而所謂先在知識，可以區分出原發性認知的成分，而且可能以各種不同的形式出現於不同的學科學習。	學理依據來自於認知心理學、演化教育心理學；而演化帶來了許多能力與特性，可以使我們的學生可以適應現代的課程（例如處理抽象符號的能力）(Geary, 2007)。
	學習領域	課程設計應正視原發性認知的存在，並視為課程目標的起點，適度融入原發性認知的內容，對於續發性認知的課程設計必需十分精心有系統，但應避免單元內續發性與原發性認知落差太大。	根據演化教育心理學，因為個體原發性認知的個別差異極大，不易有一體適用的課程，應盡量使課程有彈性，以適應個別差異。重新檢視現有領域教育目標，審視與人類原發性認知的差距。視普遍性的問題解決能力不必視為主要的教育目標，因為其為接近原發性的能力，不易循序教導(Geary, 2007)。
	實施通則	進行任一領域續發性認知教學之前，應先思考如何誘發相關之原發性認知，且善用原發性認知以增進學習動機，而不同教學階段需注意避免某些原發性認知的干擾，因為可能是迷思概念的來源。	演化教育心理學認為知識建構為原發性的能力，難以制式的模式教導。知識分類與教法有交互作用，不同取向教法可能僅適用不同的知識類別；因此直接教學法、範例教學法可能較適用於續發性知識，而不適用於原發性知識。而建構教學法效果有限，因為建構知識的歷程為原發性認知，不需太多外在教學介入(Geary, 2007)。
		教師應善用放聲思考與示範教學。	認知心理學指出：讓學生見識專家如何整理與解決問題的教學是有效的 (Beck, McKeown, & Gromoll, 1989)。
		教學不應只重視學生學會（正確率高），也應注意流暢性，亦即針對某些重要基本技能，必須在學會之後，	閱讀教學的研究已經有非常清楚的理論與實徵資料，重視正確率的教學不一定有助於流暢性(Beck, McKeown, & Gromoll, 1989)；

	進一步追求一定程度之自動化（例如九九乘法或者認字能力）	LaBerge & Samuels, 1974)。
	強調形成性評量的重要，它不應只用於打成績，應用於評估先備知識與思考歷程；也不應只評量記憶性知識，應評量一定深度的理解。	依據認知心理學 (Bransford, Brown, & Cocking, 1997)的看法。先前的評量也似乎只注重評量學科知識，認知心理學也建議評量也應重視條件性知識的評估，如此才能作為有效學習策略基礎。
	應該使得學習策略的教學與評量正式成為學校教育課程設計的一環，並且融入各學科，使得培養部分帶得走的能力成為可能。	策略的發展與學習是一種續發性認知，因為策略的教學有助於學習，策略教學需融入各科才有利於遷移，多個策略教學效果優於單一策略教學，適度的鷹架有助學習 (NRP, 2000)。

本計畫主持人雖然竭盡所能依據理論與文獻提供相關之建議，但是部分諮詢之專家對於少數建議持保留意見，在此簡述之，以避免觀點過於偏頗。整體而言，四位諮詢專家均對於本文多所肯定，但是部分觀點可能有待進一步研究證實，或者必須更周詳之思慮，為求篇幅之精簡，本文只呈現諮詢專家有異議之處，其餘多數贊同部分則省略之。第一位諮詢專家提醒演化教育心理學之諸多概念仍有待釐清與驗證，例如原發性認知與續發性認知之區分，並且提醒雖然原發性認知無須直接教導，但是仍可以於課程設計當中，考量如何充實學生之生活經驗，使得學生具備該有之原發性認知。第二位諮詢專家非常贊同本文所言，亦即認知與發展之理論與文獻應為課程設計之重要基礎，並且進一步提示注意課程之間之連貫性與適度的深入性，於促進理解之際也有助於學習遷移。第三位諮詢專家在贊同之餘，提醒對於第一線教師之在教育為未來落實課程之重心，其中包括認識演化教育心理學之觀念。第四位諮詢專家認為演化教育心理學具有獨特性與啟示性，但也提示課程設計應該跳脫成人觀點，重學習者的角度審視之，尤其應該考量各種教材對於學習者之認知負荷，他尤其推薦 John Sweller 提倡之認知負荷論 (cognitive load theory)，此理論之課程設計意涵將納入未來研究之主題之一。最後，本研究限於研究時程相當短促，無法針對有關文獻進行大量或完整的回顧，因此恐有遺珠之憾，特別有關於認知發展之部分，相對的文獻較為有限，有待未來進一步充實。

參考書目

- Beck, I. L., McKeown, M. G., & Gromoll, E. W. (1989). Learning from social studies texts. *Cognition and Instruction*, 6, 99-158.
- Bransford, J., Brown, A. & Cocking R. (1997). *How people learn: Brain, mind, experience & school*. Committee on Developments in the Science of Learning, National Research Council
- deGroot, A. D. (1965). *Thought and choice in chess*. The Hague, the Netherlands: Mouton.
- Ericsson, K. A. & Kintsch, W. (1995) Long-term working memory. *Psychological Review*, 102, 211-245.
- Ericsson, K. A. & Staszewski, J. J. (1989). Skill memory and expertise: Mechanisms for exceptional performance. In D. Klahr & K. Kotovsky (ed.). *Complex*

- Information Processing: The Impact of Herbert A. Simon*, pp 235-267. LEA.
- Geary, D. C. (2005). *The origin of mind: Evolution of brain, cognition, and general intelligence*. Washington DC: American Psychological Association.
- Geary, D. C. (2007). Educating the evolved mind: Conceptual foundations for an evolutionary educational psychology. In J. S. Calson & J. R. Levin (ed.) *Psychological perspectives on contemporary educational issues*, pp1-99. Information age publishing.
- Geary, D. C., Huffman, K. J. (2002). Brain and cognitive evolution: Forms of modularity and functions of mind. *Psychological Bulletin*, 128, 667-698.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension construction-integration model. *Psychological Review*, 95, 163-182.
- LaBerge, D. & Samuels, S. J. (1974). Toward a theory of automatic information processing in reading. *Cognitive Psychology*, 6, 293-323
- National Reading Panel (2000). Teaching children to read: An evidence-based assessment of the scientific research literature on reading and its implications for reading instruction.
- Schneider, W. & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic information processing: Detection, search and attention. *Psychological Review*, 84, 1-66.
- Schneider, W. & Shiffrin, R. M. (1985). Categorization (restructuring) and automatization: Two separable factors. *Psychological Review*, 92, 424-428.