智力與創造力：人類心智析論與強化

蔡崇建、高翠霞

【作者簡介】

蔡崇建，國立台灣師範大學碩士、英國諾丁漢大學研究。現任國立台灣師範大學特殊教育學系教授。

高翠霞，英國諾丁漢大學哲學博士。現任台北市立教育大學教育學系教授。

摘要

創造力的研究過去十年來發展相當快速。能迅速發展的主要原因，乃植基於長期心理學的研究成果，如人格特質、認知與問題解決能力的研究等。但，近幾年對創造力的研究趨勢，反而「返璞歸真」從根本探討人類大腦活動的神經科學與智力本質著手。

人類進行創造性心智活動時，其過程即在反映一連串由簡單到複雜的神經活動；且除了個體內在的心智活動外，亦深受外在社會文化環境的影響。

本文以人類心智的分析為基礎，強調心智能力訓練的可行性，進而探討高階思考能力的特性，以及強化創造思考能力的方法，而個人最終得以站在「巨人的肩膀上」，以天才為師，充分強化其心智潛能及創新表現。

關鍵詞彙：智力、創造力

Intelligence and Creativity: the component analysis of human mind and its promote strategies

Chung-chien Tsai, Trai-shar Kao

ABSTRACT

Research on human creativity has increased rapidly in the last decade. It had a long history on psychology, focusing on personality, cognitive abilities, and problem-solving styles. However, recent theoretical and empirical work looks at creativity as something the brain and intelligence does naturally.

Neurological studies show that the brain functions for creative thinking activities with a higher degree of neural complexity, and greater neural connections. Regardless of whether creativity is considered a process or an outcome of neurological activities, it is ultimately linked to social processes and contexts and can be considered from a systems perspective.

This essay begins with an overview of the major concepts of intelligence and its components analysis which relative to creativity. Secondly, comes to the topic of structures and functions of the human mind. By defining creativity as useful novelty, which psychologists have clearly placed the emphasis on creativity as an “outcome”. This paper, finally, intend to present strategies to promote one’s creativity thinking and performance that used by the super creative genius who existed and well-known.

Key Words: intelligence, creativity

壹、前言

從神經心理學的角度，將同一個腦殼下的心理概念分成兩個部分——智力與創造力來論述，本質上就不易區隔清楚（或許智力與創造力間的關係本來就不必分清楚；因為人類認知活動的主體存在於一個不可分割的機體組織——大腦）；再者，心理學家對智力與創造力兩者的關係，尚無共識，從完全分立到統合都有可能；但是，神經學的研究顯示人類處理兩種不同思考類型的事務時，腦功能的表現（腦神經的反應現象）存在顯著差異；亦即當進行擴散性思考（創造思考的表徵活動）時較分析性思考顯示更高度的複雜神經活動及較高的神經串連現象（Dacey & Lennon, 1998）。換言之，智力及創造力兩者的運思歷程及其型式存在明顯的差異。

近年來關於人類心智的研究發展，隨著基因解碼的成就及科學造影檢測工具的進步，「心智」的概念逐漸由虛擬走向實體。基於上述的考量，本文以人類心智成分的分析為主題，將智力與創造力兩者放在一個架構上討論，主要的想法在智力是聚斂的概念，較具體而明確，也比較容易從現有的智力測驗測出這些特定心智能力的發展水準，因此其心智分析的意義明確。創造力在認知屬性上則屬擴散的概念，在文獻上雖不乏相關定義及詮釋，但其外顯行為通常具有獨特性、殊異性，因此較難找到適當的效標或實體作為參照，因此在解釋及推論上就存在相對主觀的限制。

但是創造力跟智力一樣被認為係屬眾人皆有的能力，且存在著相當的啟迪及成長空間。智力的表現確信承受遺傳及環境因子的交互影響，尤其在人類基因解碼之後，我們越來越確信智力的先天遺傳作用。相對地，創造力的表現則受個人認知（思考方法、知識或經驗）、社會文化（如價值、利益等因素的影響）、工作環境（如組織氣候等）、動機及情緒等因素的影響；不論是個人或組織（社會環境）因素，創造力的激勵與提升存在較大改變的可能性及空間。

總之，人類在進行創造性心智活動時，其過程即在反映一連串由簡單到複雜的神經活動；個人創意的表現或約制，不僅是個體內在的心智活動而已且深受外在社會文化環境的導引及影響。

茲以心智架構的整合為基，透過人類心智的成分分析，解析一般心智能力及運作特性，以及高階心智能力及創造力的內涵及其強化策略。

貳、心智能力的探究

一、源起

當代智力測量的研究約有一個半世紀之久，一開始是以頭部的測量起步；當時，研究者企圖採取科學程序，以客觀、嚴謹地方法測量人類頭顱大小，作為估算人類心智的依據。因此，頭顱學的研究就成為現代腦科學研究的先驅。

人類智能研究的先驅應是發現大腦語言區的布洛卡 （Paul Broca, 1824-1880），他是一位腦外科醫生，也是法國巴黎人類學學會的創始人。他在這方面的研究，累積了大量不同種族頭顱大小的資料，如重量、頭圍、頭蓋以下的容量等。

同在那一個世紀，當布洛卡醫師在法國進行頭顱測量的研究之時。在英國，心理學家高爾登（F. Galtan） 寫下了天才的遺傳 （Hereditary Genius, 1869）一書，他是達爾文的追隨者，以計量統計方法研究一些名人的家族樹，開啟智力的遺傳研究。

高爾登等研究人類行為個別差異的現象，以各種感覺辨識及動作反應的能力來推估個人的智力，此種偏重生理基礎的行為測量，被認為忽略人類的高級心理運作能力，且與學校學習適應與認知能力的實質表現關連不大。但是，高爾登的研究方法對當今人類心智生物學基礎的探究，構設了一個可循的方向－－反應速度、注意力的維持等原級（核心）心智能力的研究。

二、20世紀

繼之而起的是二十世紀初曙，比西智力量表原編者 Binet和Simon（1905） 所提出的智力觀，認為智力指的是一種普通心智能力 （general intellectual capacity），智力的表現即是個體對生活或社會情境的推理、判斷、實際經驗及環境適應的整體能力之反映；同時，基於測量之目的，吾人通常係以智力來說明個體認知能力發展的層次與階段 （與年齡及成熟有關），因此在當時即以「心理年齡」（mental age, MA） 的觀念來界定智力水準，而非智商。比西量表的測量觀念，初始目的在篩檢學習適應困難的學生，但該測量工具的發展卻成了開展人類心智計量分析的始祖。

「智商」（intelligence quotient, IQ） 一詞係L. M. Terman（1921） 創用的，他認為智力

是一種由多項能力構成的抽象思考能力，他特別強調依單一測驗的結果來認定個人的智力水準是極其不當的事，因為智力若是根據某一智力測驗施測結果而定，然而實際上並未有任何一種測驗能夠足以評量各種可能存在的心智能力，此一見解至今猶被奉為圭臬，足見多元評量的觀念迄今存在已有兩個世紀之久。

心智測量的計量分析，與桑代克的名言「只要是存在的東西，就存在於某一數量之中，因而我們得以測量。」（Eysenck, 1998, p.2）有關。心理計量的方法及其實證分析，也確實為智力理論的建構起了顯著的貢獻。

三、當代

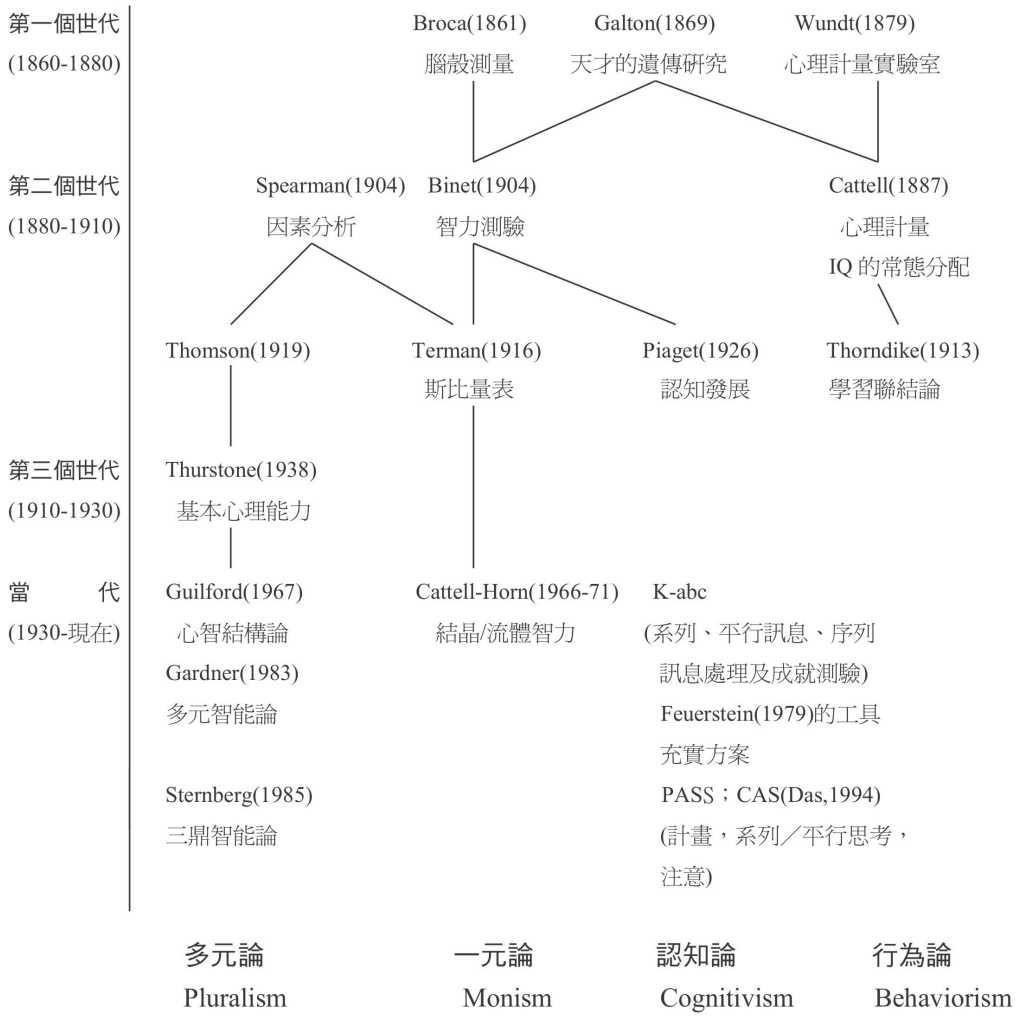
智力的本質到底是什麼? 其內涵又究何所指? 迄今猶是眾說紛紜，各家立論不一。然而，人類心智的探究一直是存在的熱門課題，尤其近一、二十年的研究成果更完全改變人們對智力及其測量方式的觀念和方法。此等研究的方向有三（Eysenck, 1998），一是智能的遺傳研究，例如應用分子遺傳學（molecular genetics）的研究方法，以分析 DNA附載的遺傳密碼，而DNA又是構成基因的物質，所以分析單一染色體即可確認單一基因的特定遺傳特質，或是複合基因特質（multiple-gene traits），此類特質被認為近似心智內隱形式，如此將有助於人類心智特質或能力的客觀評定與解析。雖然，這一研究領域的資料或知識尚有待努力，一般相信將是一個重要研究方向。其次，則是生物學取向介入DNA與人類行為關係研究；顯然，一般了解DNA不能直接影響行為，但DNA卻能導引神經構造的生成發展，進而影響心理生理的運轉機制、體內荷爾蒙的製造產生，以及傳導接受器等生物機轉。這些研究的發現，為人類智能的研究點亮一盞明燈，也可用以確定人類智能表現的差異。另一方向是進行基本認知反應的研究（如反應時間、注意力維持時間等），此一研究方向便於重度智能發展遲緩兒童的鑑定工作。前面所提Galton的論點，純粹反應速度測定據以推估智能水準可由當代生物學取向的研究取得支持。

過去近半世紀，智力測驗的編製偏重普通智能（general intelligence）的測量，雖然測量人類智力的工具都由多種涉及特定能力的材料組成，例如詞彙測驗、算術測驗、視覺空間測驗、記憶測驗等，然皆以組合分數的單一量數呈現受試的心智水準或是以各項測驗單一獨立分數解釋特定心智能力。直到最近多元智能的觀念興起，人們才重視個體多項心智評量的側面圖分析（profile analysis），以了解受試者的能力組型或其優勢能力作為教育安置或教學設

計的參考。

四、脈絡－智力研究的四個世代

經由上述的說明，為便於了解智力研究的世代交替及其脈絡，茲依Li, R.（1996）及Plucker, J.（1997）的資料整理呈現如圖一：



圖一 智力研究的四個世代

圖中資料顯示智力研究的兩項趨勢，其一是由單一智能趨向多元智能，另一是認知學派漸受重視，尤其是訊息處理論在心智運作上的解析，以及依訊息處理型式所反映之認知思考類型（cognitive styles）深受重視。

參、人類心智的成分分析

從測量工具的角度來看，Wesman（1968）認為智力的測量係個人學習經驗的反映，他認為智力、成就或是性向等測驗絕大部分所測的是相同的能力，而這些能力都是學習而來的。然而Burt（1958）則認為智力是一種內在且普遍性的認知能力，主要是由基因或遺傳所決定，這一觀念多少影響當今人類智能生物學基礎研究的方向（Eysenck, 1998），以及心智能力分析的工作方向（Sattler, 1982）；循此方向若吾人能夠找尋並確立人類主要心智能力的架構及其特質，那麼診斷處方教學（Diagnostic Prescriptive Teaching, DPT）或心智復健的實施就有了明確的依據及工作方向；甚至複雜的心智運作也得以掌握其常規，進而發展成人類心智強化或復健訓練課程，以提升（維持）心智功能或激發其潛能。

Sattler（1988） 認為關於智力的界定或是智力測量方式的概念紛陳，係由於智力本質上是一種歸因而非實體 （intelligence is an attribute, not an entity），亦即智力本身係為抽象的（虛擬的）心理建構，而非具象的實體；因此，智力的定義仁智互見實不足為奇。依各家的觀點綜言，智力的定義所強調的是對環境的判斷與適應的能力、學習的能力、解決問題的能力，或是抽象思考（運用符號和概念） 與推理的能力，進行這些泛領域的心智能力分析，配合臨床心智活動的觀察測定，兩者互為印證才具有科學性的意義。

針對人類心智能力的成分分析，一方面是心理計量方法的完備，尤其是因素分析法的應用，另一方面則是電腦的發明及普及，配合大樣本的資料分析及較完善的抽樣技術，使得人類心智成分的驗證性研究品質大為提升，同時也增強探索性研究的便利性。

近年來，人類心智成分的分析，透過跨腦神經科學與心理計量學兩項研究領域的整合，以及腦部核磁共振掃瞄的大腦功能定位分析為人類心智能力及其測量的研究開拓一番新視野，未來若干年將是心智功能臨床研究與智力成分分析理論密切結合的世代，由於檢驗工具科技的進步，智能（intelligence）的概念或有可能從虛擬的概念轉為科學而有意義的概念（或稱實體）。

回顧歷史，始自上一個世紀三十年代，隨著因素分析法的運用，使智力的多因素論紛紛

發表。例如Thorndike（1927）認為智力係由若干獨立群聚但彼此關連的心智能力所構成，而可確定的三個群聚是（1）社會性智力 （social intelligence）——與人有關的能力；（2）具體性智力 （concrete intelligence）——與事有關的能力；以及（3）抽象性智力 （abstract intelligence）——與語文和數學符號的運作能力有關。值得注意的是智力的內涵已由純粹的認知能力，擴及非認知成分的智力，如情緒智能、人際智能等。

不過， Thorndike的智力觀並非根據因素分析的結果，而是一種純粹理論的建構。而後Thurstone（1938） 根據幾十種智力測驗的資料運用因素分析的形心法，經由因素命名取得七項基本心理能力，即（1）語文理解能力；（2）語詞流暢能力；（3）歸納與演繹推理能力；（4）數字運算能力；（5）機械記憶能力；（6）知覺速度能力；（7）空間或視覺化能力。此一研究正式開啟心智能力分析的門徑。Thurstone 認為智力既可析離出上述多種因素，且各因素間彼此的重要性是相等的，他並依此一理論發展出基本心理能力測驗 （Primary Mental Abilities Test）。

在美國智力多因素論最典型的代表性人物是 J. P. Guilford（1967） 所發展出的三向度智力結構模式 （Structure of Intellect model） ，此一模式最大的意義是將智力因素作系統性的組合，按Guilford的理論架構人類的智力內涵可有 120種不同的因素，他主張智力測驗的內容不能單憑題目的性質區分，更應同時考慮各題目所引起的心理思考歷程與思考結果 （張春興、林清山，1985） 。智力結構模式隨後有所擴增，1982年「內容向度」增為視覺、聽覺、符號、語意及行為等五種，智力因素增為 150種。1988年「運作向度」增為認知、短期記憶、長期記憶、擴散思考、聚斂思考與評鑑等六種，構成智力的因素更增加為 180種。

由於運用因素分析所獲得的各項智力因素，理論上皆具有等值的重要性及普遍性，反諸則無法就多種因素間進一步剖析出何種因素較為重要且更具普遍涵括的特性。然而，隨著心理計量學的發展，有些學者採用階層群集因素法 （hierarchical group-factor techniques） 來分析智力因素結構的階層關係，其中最著名的應屬Carroll（1993）所蒐集超過四百份以上認知能力測驗分數的資料庫所作的人類認知能力因素分析的後設分析研究，此項資料對探究人類複雜認知能力的項目及內涵如表一，提供一份極有價值的索引工具，也使人類心智能力的分析燦然大備。

表一 智力因素結構的後設分析

Carroll, J. B. （1993）. Human cognitive abilities: A survey of factor analytic studies.

層級一	普通智力							
層級二	流體智力	結晶智力	一般記憶與學習能力	視知覺能力	聽知覺能力	創造力	認知速度	處理速度
層級三	水準因素 1.一般系列推理能力 2.歸納能力 3.數量推理能力 4.皮亞傑式推理能力 速度因素 5.推理速度能力	水準因素 1.語言發展 2.語文（語言）理解 3.語彙（語詞）知識 4.閱讀理解 5.閱讀解析（碼） 6.填字能力 7.併字能力 8.語音辨識 9.文法 10.外語性向 11.溝通能力 12.聽力 13.外語精通能力 速度級別因素 14.閱讀速度 15.口語表達與流暢 16.書寫作文能力	水準因素 1.記憶廣度 等級因素 2.聯結記憶 3.自由回憶記憶 4.有意義的記憶 5.視覺記憶 6.學習能力	水準因素 1.視覺能力 速度因素 2.空間關係 3.視覺封閉速度 4.視覺封閉變通 5.系列知覺統合能力 6.空間掃描能力 混合能力 7.視覺想像 8.長度估計 9.幻想 10.知覺替代	水準因素 1.聽說能力 2.語音區辨 3.一般音聲區辨 4.音頻區辨 5.音幅區辨 6.樂音區辨與判斷	水準因素 1.獨特／創造能力 速度因素 2.意念流暢 3.命名靈巧 4.連想流暢 5.表達流暢 6.字詞流暢 7.對問題的敏覺性 8.圖形流暢 9.圖形變通	速度因素 1.作答速度 2.計數速度 3.知覺速度（包括視知覺速度各項）	速度因素 1.簡單反應時間 2.選擇性反應時間 3.語意處理速度 4.心智比較速度

肆、心智能力探究的趨勢

一、從單一走向多元

單一智能的觀念盛行近一世紀，此一風潮不僅影響心理學的相關研究，也影響教育的措施。然而，近半世紀來，由於大腦功能分化的臨床研究，神經心理和認知心理學的發展，智能「多元化」逐成為當代的主流觀念，多元智能取代單一智能的觀念而成為當代顯學。此一發展反映在智能概念與評量上則呈現兩個主要趨勢：一是重視認知歷程而非僅限於心智能力的測量，如三元智力理論及其測驗 （The Sternberg Triarchic Abilities Test; STAT）的編製（Sternberg, 1998），即是一例，而智能評量的向度除原有的分析性智能外亦兼及社會或實

用智能，以及創造性智能（creative intelligence），同時也進一步明確區隔智力與創造力的特質與內涵；另一是提供心智功能或心智組型的相關資訊，以作為教學方案設計及教育介入的參考，而「智能可教」的觀念亦取代早先「智力穩定」的論點（Grotzer & Perkins, 2000）。依智能可教的內容觀之，其重點乃在思考方法、認知策略，以及後設認知等能力的培養與訓練。受此等理念的影響，教育社群對「人類學習」漸進形成的共識可歸結為兩個主要向度：即分析型教育（atomistic education）與統整型教育（holistic education）並立的教育理念（高翠霞，2000；McNutt & Mandelbaum, 1982）。此等理念同時也深深影響學界對智力的界定，智能模型的探析，以及課程構設及教學策略的應用。

採分析型教育論觀點的學者，如桑代克（Z.L.Thorndike）、巴夫洛夫（I.P.Pavlov），以及蓋聶（R.M.Gagne）的工作分析論等皆屬之。此等學者認為教育可比擬為「原子論」，原子論的主要特性是一個原子可分裂為各具功能各自獨立的部分（segments）（值得注意的是原子並非物質的最終形式）。分析型教育論者強調知識體系的獨立性，可分化為多種獨立的學科，若學習者再依知識邏輯架構予以融合，亦得以結合成一較大的知識體或領域知識。

再者，分析型教育論者亦視人類心智能力可分化為較基本的能力單位，這些特定的心智能力可藉訓練而予強化。持此觀點者，最著名者應是Meeker等人（1969）根據Guilford（1967）提出的「智能結構」理論（Structure of Intellect, 簡稱SI），發展出智能結構模式的課程設計及教學方法，以及在歐洲國家甚為風行的工具充實（instrumental enrichment, IE）課程及教學方案（Feuerstein, et al., 1980）等。

另一方面，強調統整取向教育論的學者其觀點則植基於以下三項假定：一是部分的總合不等於全體，此一觀點則與倡導原子論學者的見解相左；其二，學習者有能力以他們特有的認知／學習方式，去建構外在世界的事物或經驗，因此重視學習者的認知與學習風格（cognitive/learning styles）之特異剖析；第三，進行教學時，教學設計須以知識的整體概念為核心，因此教材編排重視概念架構的呈現，以及特定知識場域上的知識架構、概念圖或心智圖（mind mapping）的分析應用。

總之，統整論者重視學習者對知識建構的全面觀及主動性，其根本立論為：一是它強調知識結構有其「整體性」（wholeness），經融貫、聯繫與緊密結合得以組成知識的整體。其次，它認為知識無法由一個人直接轉換給另一個人，因為知識的本質具「機體性」（organism），必須經由個體的獨特認知活動創造出來。「學習」除透過學生的自導學習

（self-directed learning）主動建構知識之外，主要還是透過師生間的教學互動或同儕間的合作學習產生內化，而建構起具個人風格的知識體系。統整取向教育論的教學設計，既認為學習者的認知活動非個別的、獨立的事件，而是個體與其所處文化環境互動產生的。故學習的意義應由「注意」、「視聽覺辨識」及「記憶」等原級認知層次，轉化提升為「理解」、「推理思考」等較高層認知層次。持此種觀點的學者，如維高斯基（L. S. Vygotsky）、皮亞傑（J. Piaget）、布魯納（J. Bruner）等，這些學者也被歸為認知學派，而為當前教育的主流學派。

另外，統整論者對學習活動著眼於學生主動參與過程，認為學生有潛力發展自己的心智能力，並主動參與以獲得知識；教師的任務在於創造溝通與對話，教室變成關乎智慧成長的對談中心。其次，教學活動除了考慮學生的認知策略、認知風格外，也必須重視師生間「教與學」的適配性，重視「學習如何學習 （learning how to learn）」的方法訓練，此允為判定學習成效的重要教育指標。

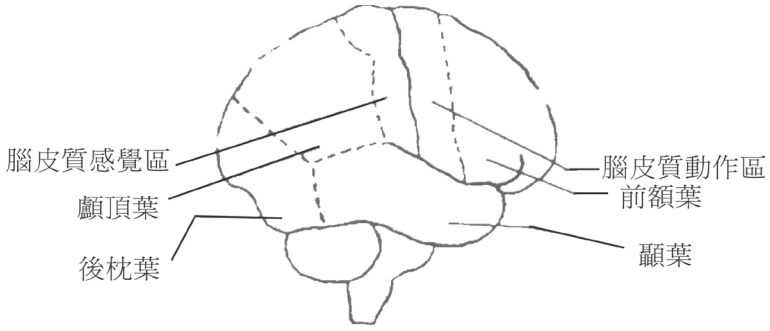
簡言之，近半世紀來隨著神經科學與智能理論的發展，不但更了解人類大腦的心智活動，也使人類學習本質的探究日趨豐富且多樣化，各種教學與學習理論也如雨後春筍產生，從而使心智功能訓練與人類認知學習行為緊密結合。

相對於早期單一智能的觀點，溯自Thurstone（1938） 的七項基本智力論，其後Guilford（1967）的三向度智力結構論、Sternberg（1985,1996）的智能三元論，及Gardner（1983,1993）的多元智能論等，使心智多元論成為教育主流。但以「教與學」角度來看，真正跳脫傳統學習觀者，則非Gardner的多元智能（Multiple Intelligences, MI）理論莫屬。其智能理論也進一步宣達：「智能可教」之信念，與Sternberg （2000） 及Perkins（1995）等近代智力心理學者觀點相同。

根據Gardner對研究腦傷者的智能結果認為，人類的腦神經系統經演化結果，已形成不同種類的智能。截至目前（保留擴充的可能性），其心智架構如表二（引自Li, R.（1996）. A theory of conceptual intelligence: thinking, learning, creativity, and giftedness. London: Praeger. p.35）：

表二　Gardner多元智能的架構

智能種類	符號表徵系統	智能表現的極致狀態	大腦區位
語文智能	口述語言 書寫語言	詩人 小說家 作家	左半腦 布卡區
音樂智能	音調 韻律/節奏	音樂家 指揮 作曲家	右半腦 前額葉 顳葉（太陽穴）
空間智能	圖畫 視覺符號	藝術家 畫家	右半腦
肢體動作智能	手語/點字 動作	舞蹈家 運動員	左半腦 大腦皮質動作區
人際智能	直接感受 人格特質	社會領袖 宗教領袖	顱頂葉
內省智能	內在語言	哲人 智者	顳葉
邏輯數學智能	數字系統 抽象符號系統	數學家 科學家	左顱頂葉 左顳葉 左後枕葉 顎腦迴
自然智能	自然現象	自然學家 農夫、獵人	



基本上多元智能理論針對教與學的核心概念有三：一、將傳統的診斷處方教學轉化為優勢能力學習；二、強調每個個體皆有多元的智能光譜，只是有長有短，有強有弱，教師應發掘學生長處；三、教師應善知學生之長，給予成功經驗幫助學生自我概念發展。

二、從外顯行為轉而重視認知歷程的分析

人類認知歷程分析與大腦半球功能分化及其認知特性的偏向有關，這一方面的研究涉及兩種理論：

第一，心智表徵（mental representation）理論，或說是「表徵系統模式」。可以Clark and Paivio（1986）提出的二元編碼模式（Dual coding model）與教育的關係加以說明（如圖二）。微觀而言，認知系統是個體一套符號／表徵功能的服伺，人類的認知系統所處理的是將外在實存的物理性表徵（physical representation）或稱客觀的知識表徵系統，轉化為個體熟知、運作的符號系統，如日常生活中使用的似文字符號（language-like symbols），包括人類使用的自然語言、數學符號、符號邏輯，及電腦語言等；以及似圖形符號（picture-like symbols），如圖畫、圖表、影像等。當認知活動以文字和圖形符號二元編碼表徵模式儲存時，其效果易於強化。所以，學習材料的呈現特別重視圖文繪本型式的編排；而在文字學研究方面，亦相當肯定楔形文字與中國文字（尤其是象形文字）的符號表徵功能，這將使中文符號表徵的優勢足以彌補訊息處理速度之不足的限制。

圖二　二元編碼表徵方式之例

（**圖取自**:Neuroscience for kids, http://faculty.washington.edu）

第二，以訊息處理模式為基礎，人類認知歷程可以區分為平行與序列訊息處理模式（simultaneous and sequential processing model），此一區分模式與大腦功能的二分類型形成配對關係。平行與序列訊息處理模式係由Das（1979）提出：他認為左腦活動傾向序列性思考處理方式，而右腦活動則傾向於平行思考處理方式。此一理論進一步發展成 Das-Naglieri Cognitive Assessment System （CAS） 的認知評量系統，由美國Riverside公司出版（Naglieri, 1999）。

平行與序列訊息處理模式理論上是根據 Luria （1966）一系列有關神經心理學的研究成

果而衍生的，該研究認為人類的認知功能與大腦特定區域的功能有關，特別是頂葉、枕葉及前顳儒葉等區域。而Das的理論強調在認知思考過程中上述兩種心智模式受大腦特定功能區域神經心理運作的影響。平行處理方式係就多種刺激同時加予考慮並作出決定；此一認知運作過程具有「統整」、「擬空」及「構型」性等特徵；例如智力測驗中的圖形補充、空間記憶的題型皆屬需要此一認知處理方式。而序列處理方式是將刺激依順序安排並作出決定，此一認知運作過程是以按步就班或依時間先後順序的方式執行；例如聽覺短期記憶、文字閱讀等認知活動皆需要此一認知處理方式。

上述關於序列思考與平行思考的認知特性扼要說明如后：

（一）序列思考的特徵有：連貫持續性、聽覺型、按部就班、重語文、分析型、時間性、邏輯性、依時序前後排列和隨節奏進行等。

（二）平行思考的特徵有：綜合性、統整型、圖形、一起（同時）呈現、類比、空間性、視覺型及完整全體性等。

上述兩種思考風格的學生若能適配其所偏好的教學方式，當然有助於提昇其學習成就及學業適應。對應於序列思考類型學生（或曰分析型學生）的教學原則有：（1）教材採逐步呈現，由淺至深，一個概念接一個概念方式；（2）提供語文線索和指引；以及（3）循序反覆進行教學或練習。而對應於平行思考類型學生（或曰整體型學生）的教學原則亦有三項：（1）以整體概念或問題為起點；（2）提供視覺線索和指引；和（3）學習內容須以圖示呈現，如心智圖（mind mapping）或圖式組織（graphic organization）等圖示方法作為激發思考或匯整知識的工具。

平行思考策略的運用，在IBM的「深藍（Deep Blue）計畫」獲致成果，在二十一世紀初人工智慧電腦（採多個CPU矩陣佈置）終於戰勝世界棋王；此一結果在世紀之交，的確令人雀躍，但距「智慧」的型式尚有一段長遠的路要走。目前只是顯現人工模擬智能的可能，電腦本身不能自我學習、判斷或經驗成長，甚至創新思考。「人腦」與「電腦」還是大不相同。

三、重視創造思考活動及創造力的表現

前述人類心智能力的分析皆屬舊經驗的應用，或是封閉（聚斂）思考的認知活動，在面對新問題或新情境時，若缺乏將舊經驗與新觀念結合而解決新問題，必然產生生活、學習

及工作適應問題。因此，創造力所具有的獨特、創新、生產力及價值化等特性，使創造力的發展成為新世紀的重要課題。

由於富有創意的人通常具有獨特的認知、思考風格，如去做別人認為做不到的事、不順從別人的態度、不按常理出牌的行事風格、經常質問社會規範、道理和假設、主動表明自己的立場等。基於上述的特殊考慮，進一步整合智力與創造力兩者所涵涉的認知及非認知能力的發展，人類學習進階可分成三個層級（Treffubger, Isajseb, & Dorval, 1988）：

層級一，基本思考工具或方法的學習：就各項思考方法或工具（如記憶策略、腦力激盪、類比思考、推理思考、思考表徵方法等）進行直接教學；然後，再合併各個思考方法融入學科課程或知識體系的思維活動之中。換言之，此一層級的學習活動著重在學科知識與策略知識的整合，以提高學習的效益。

層級二，經由虛擬情境，進行系統化問題解決步驟或程序的學習與訓練：以目標為導向，整合層級一的各種思考方法或工具，形成解決問題的組織化、系統化思考策略的應用。此一層級重視在虛擬實境中的思考訓練，或解決問題的策略訓練。學習者經由此一階段的調適，逐漸建立自己問題索解的信念及信心，因而強化了自己程序性知識及培養探究學習的動機及精神。此一層級的學習活動，由於電腦硬體及軟體的進步與普及，其所建構的人性化認知學習環境，如各式各樣的知識庫及心智工具，使它逐漸成為重要的學習輔助工具。

層級三，真實問題的解決：思考方法的終極教學目標在有效處理及解決日常生活中的真實問題，而非僅止於思考方法的練習或模擬情境中的問題解決。人類藉助思考推理的工夫，將已知事物的理則推演至新事物、新情境上，並將舊知識（經驗）與新知識（經驗）連結一起，此為人類理解複雜現象、建構知識，以及創新發展的重要心理機轉。因此，情境式學習經驗及真實經驗的學習活動，也是當今學校教育的重要課題。

伍、創造力的強化

學習、適應及創新，應係人類學習的三個面向（層次）。教育的極致在知識的創新，也在培養個人的創造力，進一步聚合成為團體的創意動力，以適應變動不居的社會。因此，從單純到複雜、從被動接受到主動創新，創造力與智力具有一脈相承的關係，這一從聚斂到擴散思考的認知特性（如Guilford, 1950），顯示兩者之間的階層關係；其次，為了檢視創造思考的過程，以流暢、變通、獨特及精密四項指標（如Torrance,1979；Guilford,1989）作為創

造思考能力評量的準據，這一重視創意思考產生的過程和品質，而不在解釋或尋求答案，擴大創造思考研究的視野；再者，增進學生創造行為的方案（如Osborn, 1953；Parnes, 1967）提出創造性問題解決模式，其過程分為五個主要階段：事實發現、問題發現、點子出現、找到問題解決的方法及實際解決問題，在這些過程當中所運用的認知、思考技巧，如流暢、變通、視覺思考、想像、創意表達及開放性思考（相對於封閉性思考）等，這些個人認知、思考特質皆可透過學習獲得或經由情境營造而強化。當然，創意的產出不應侷限於個人的表現，尤應特別重視團體的互動與討論，以放大創意思考的面向。

上述研究或論述的取向，皆在確立創造力或創造思考教學的重要性，若干學者進一步歸納成發展個人創意的十把金鑰匙（資料取自http://www.topten.org/content/tt.AG74.htm）：

1.肯定自己的創意：創意人人皆有，它是人之所以為人不可分割的重要部分；

2.擴展自己的興趣：廣泛的興趣為創意思考帶來不可預期的加乘效果；

3.愛現創意：創意的表現或創意思考的流變所展現的創意，往往成為創意智庫的內容；

4.時時聯想：聯想思考有水平思考及垂直思考，皆有助於思考或創意的擴展；

5.打破舊習慣：自己的舊習性舊思惟往往容易阻礙自己的創新思考；

6.留些時間胡思亂想：夢中尋思，甚至五分鐘的空白，也都可能讓自己的思考產生變化，活化思考；

7.固執堅持：創意表現並不容易甚至往往走了許多歧路或陷溺困境，必須堅持自己往前邁進；

8.營造良好的環境：思考時有的人喜好聽音樂，有的人需要寧靜，每個人都該找出自己最好的創思環境；

9.開放自己的感知覺：放大自己的感覺或知覺系統，有助於發掘新創意及整合新經驗；

10.放空自己接納新意：開放心胸打破彊化的思考接納新的想法或意見。

一、創造力如何強化？

Mayer（1999）曾蒐集創造力研究者的各種定義整理指出「創造力」包含新穎性、獨創性、適當性及有用性等四項主要特徵。因此，創造即是創新，而且是有意義、有用的創新表現。明顯地，一般學者對創造力的定義皆採統整詮釋，與智力所採的成分分析有所不同；其次，傳統上對創造力的表現較重視歷程的分析，然因歷程分析的不確定性、歧異性相當大，

故轉而重視創意作品的產出，其中研究的重點置於認知、社會情境、動機及情意等因素皆會影響創造性的問題解決行為及策略應用。扼要說明如後：

就「認知」因素而言，影響創造力的認知因素與日常生活的問題解決沒什兩樣。唯一要思考的是在什麼情境、條件下，會激發創意點子的產生？一般而言，動機強弱是其中重要因素，其次是創意本身是否能夠增加價值，或結果會否帶來好處；換言之，效益評估結果往往影響創意的表現。

通常，下列兩項基本認知歷程經常被應用在創造性問題解決上（Heerwagen, 2002）：一是「組合」，將看似無關的事務或物件強迫組合，往往會產生意料之外的效果；另一是「轉換」，採類比推理或隱喻方式置換觀念。

由於創造力的表現被認為是可以訓練的能力，因此創意思考技法就成為創造力教育的重心。

就「知識」因素而言，某一領域的創造發明往往奠基於該領域的相關專門知識之上，前述的創造技法或是認知策略的運用，乃不外於內容知識場域。Buchanan（2000）認為專業知識是決定「持續式」創意或是「偶發式」創意的基本因素；再者，歷史上有創意的人都屬於接受適度教育的人，然過與不及均不利於創造力的表現及發展。事實上，一位極富創意思考的人，應是一位善於駕馭知識的人而非被知識奴隸的人，故日本松下幸之助才有「盡信書，不如無書」之嘆。

就「思考風格」因素而言，思考風格顯示個體運作智慧的策略，也就是解決問題的慣性方法。依Sternberg（1997）對創造思考的觀點，他認為有創造力的人喜歡自創規則而不喜歡循規蹈矩做事。「思考風格」是激發創造力的重要影響因素之一，它協助個體完成思考的過程，開啟沈睡的能力。

學者（Guilford, 1967）指出個人在創造性問題解決的過程中包含兩種性質不同的思考過程，一是聚斂或分析思考，另一是水平或連結思考。另一學者Edward deBono則分析指出有垂直（分析）思考及水平思考兩種，而這兩種思考方式皆有助於創意的產生，前者有利於深入探究同一問題，後者則有利於創意的擴展。大腦功能的神經心理研究也顯示這兩種思考方式有不同的神經心理反應，擴散性思考較聚斂思考需要更複雜的神經串聯。值得注意的是在擴散思考時的大腦活動及相關神經反應，與放鬆心情極為相似。另外，在「靈光一現，aha！」之前的無意識階段，所謂的醞釀期 （Kenller, 1965）在創造思考過程也扮演重要角色，只不

過此一階段正處於無意識或難以用語言表達，故其運作過程並不了解，但閒適的心情十分重要。

除外，人格特質、動機及外在環境等也都與創造力的表現有關（參考洪蘭譯「不同凡想」一書）。

因此，學者（Rhodes, 1961）由生態觀點指出創造力的表現涉及四個Ｐ，即創意的人（person）、創造的歷程（process）、創造的產品（product）、及創造的環境（place）；亦有學者將創造的環境改為壓力（press）；Simonton（1988）把壓力改為說服力（persuasion），亦即一件創意必須說服他人能夠接受，尤其是專家的確認。這四個Ｐ的核心在「人」，因此創意思考的訓練應以「人」作為出發的起點，最好的策略就是「站在巨人的肩膀上」，像天才一樣思考（Thinking like a Genius, 參考http://www.studygs.net/genius.htm）。

二、像天才一樣思考

即使你不是一位天才，你照樣可以運用像愛因斯坦和亞里斯多德一樣的思考策略，利用你創造力頭腦的能力經營更好未來（Michael Michalko, 1998）。

什麼是天才共同具有的思考風格？愛因斯坦、艾迪生、達文西、達爾文、米開朗基羅、伽利略、佛洛依德的和莫札特的思考策略及特徵是什麼？

由於創造力的表現及運作歷程，較少具體且可分析的成分；雖然有些人的創造思考有相同的認知歷程，但結果卻大不相同，因為個別的創造行為受個別差異及環境因素的影響，如人格特質、生活經驗、興趣嗜好，及知識等諸項因素的影響，皆使創造行為產生相當程度的差異；Dunbar（1997）的研究即發現創意的產生通常是透過一系列微調的認知過程而出現，此一過程常常發生在專業討論、互動過程中。因此，近來有許多學者努力藉由偉大思想家或科學家的筆記、信件、交談和想法，描述這些天才如何思考，並以此作為創意思考的典範。該研究歸納出八項具有創造天份的人的思考風格：

（一）從不同角度看問題

從真實問題的接觸獲得知識，讓個體從不同的角度重新建構問題，透過不同角度的思考，想法會更有深度而且了解問題的本質、內涵。一般人初次面對問題常有先入為主的偏見，而有創意的天才，常是拋開最初接觸問題時的偏見想法及過去經驗的影響，重新建構問

題而產生新的見解。

（二）思考心象化

達文西善用圖畫或圖表紀錄大量知識或資料分析。愛因斯坦亦是如此，他甚至認為數學符號或是文字不僅無助於思考，而且有害思考的流暢。

（三）創意是源源不絕的

愛迪生一生擁有1093項專利，但他仍自我期許每十天有一小發明，每六個月一項大發明。莫札特寫下超過六百首的音樂。這些天才不僅有了偉大的創見或發明，也同時製造了不少沒有用的東西。重點是他們不怕失敗，或是覺得自己的想法很幼稚，樂於表現自己或善於展示自己的想法最重要。

（四）把想法做新奇的連結

像孩子玩積木一樣，有創意的人常不斷地嘗試各種組合，打散、重組他的積本，試用不同的連結。例如孟德爾（Grego Mendel）也一樣，他將存在的遺傳規則連結數學和生物學理論創造一個新的科學－遺傳學。

（五）將不同物件強制連結

將看似無關、無法聯想一起的，硬是串聯一起，往往產生令人驚奇的結果。例如數位像機與手機結合成為「照像手機」，就是當今熱門產品。

（六）容忍矛盾，允許想法超越過去而能創造新的形式

（七）善用隱喻思考

（八）創意思考免不了要有碰碰運氣的準備

一連串的失敗，還是樂觀期盼成功的到來，允為創造力表現的首要原則。

陸、結語

「創造力」可由一串名詞共同界定，如想像力、擴散思考、幻想、直覺、好奇心、流暢力、新奇等，但卻很難以單一特質來作範定。換言之，創造力或創造思考不是單一獨立的認

知活動，它是多項高階思考活動互動的結果。雖然人人皆有可能經歷同樣的創造思考過程，但結果卻大不相同，其間存在的個別差異關係到個人的人格特質、經驗、興趣，以及知識水平。有創造力的人通常在專業知識、創造思考技法應用及工作動機上有較好的表現；他的思考風格傾向獨立、不守舊、較強的危機意識，以及興趣廣泛、樂於接受新知。

當然，創造力的表現不僅決定於個人因素，組織或工作環境也扮演重要角色。例如，人事管理方式、工作設計及人力資源政策等也都影響到個人的創意表現。

本文以人類心智的分析為基礎，強調心智能力訓練的可行性；以心智分析與訓練為基礎，進而探討高階思考能力的特性，以及強化創造思考能力的方法。循級而上，最終得以站在「巨人的肩膀上」，以天才為師，充分強化個人的心智潛能及創新表現。

參考文獻

王道還(譯)(2001) 。**電腦生命天演論－－人工智慧的演化**。(原作者：George Dyson)。台北市：時報出版。(原著出版年：2001)）。

洪蘭譯 Sternberg, R. J., & Lubart, T.著(1999)。**不同凡想**(Defying the Crowd)。台北市：遠流。

蔡崇建、高翠霞(2001)。論心智訓練與人類學習。**台北市立師範學院學報**，32，145-168。

高翠霞、蔡崇建 (1999)。 學習風格與教學設計。**教育資料與研究**，29，46-49。

高翠霞 (2000)。課程統整的立論與應用模式。**初等教育學刊**， 8，161-180。

張春興、林清山(1985)。教育心理學。台北市：東華。

Allen, M. (1983). Models of hemispheric specialization. *Psychological Bulletin, 93*(1), 73-104.

Blagg, N.(1991). *Can we teach intelligence.* London: LEA.

Buzan, T.(1989). *Use your head.* London: BBC.

Caine, R. N., & Caine, G.(1995). Reinventing schools through brain-based learning. Educational leadership, Apr. 1995, 52(7), 43.

郭俊賢、陳淑惠(譯)(1998)。**多元智慧的教與學**。(原作者：Campbell, L., Campbell, B., and Dickinson, D.)。台北市：遠流。

Carroll, J. B.(1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor analytic studies.* Cambridge: Cambridge University Press.

Clark, J.M., & Paivio, A.(1991). Dual coding theory and education. *Educational psychology review,*

3(3), 149-206.

Dacey, J.S., & Lennon, K.H.(1998). *Understanding Creativity: The interplay of biological, social and psychological factors.* SanFrancisco: Jossey-Bass.

Das,J.P., Kirby, J. R., & Jarman, R. F.(1979). *Simultaneous and successive cognitive processes.* NY: Academic Press.

Egan, K. (1992). *Imagination in teaching and learning.* London: Routledge.

Eysenck, H.J.(1998). *Intelligence：A new look.* London: Transaction Publishers.

Fogarty, R.(1997). *Problem-based learning & Other Curriculum Models: For the Multiple Intelligences Classroom.* IL: Skylight Training and publishing, Inc.

Feuerstein, R., et al.(1980). *Instrumental enrichment: an intervention program for cognitive modifiability.* Baltimore: University Park Press.

Gardner, H. (1983). *Frames of Mind.* New York: Basic Books.

Gardner, H. (1993). *Multiple Intelligences: The Theory in Practice.* New York: Basic Books.

Glock, J.,Wertz,S.,& Meyer,M.(1999) *Discovering the Naturalist Intelligence－Science in the School Yard.* AZ: Zephyr Press.

Hempell, C. G. (1965). *Aspects of scientific explanation and other essays in the philosophy of science.* New York: The Free Press.

Grotzer,T.A. & Perkins, D.N.(2000). Teaching Intelligence: A Performance Conception, in R.J. Sternberg (ed.) *Handbook of Intelligence.* Cambridge: Cambridge University Press.

Guilford, J. P.(1967). *The nature of human intelligence.* NY: McGraw-Hill.

Lipman, M.(1976). Philosophy for children. *Metaphilosophy, 7*(1).

Li, R.(1996). *A theory of conceptual intelligence: thinking, learning, creativity, and giftedness.* London: Praeger.

Luria, A. R. (1966) . *Human Brain and Psychological Process.* New York: Harper & Row.

McNutt, G., & Mandelbaum, L. H.(1982). General assessment competencies for special education teachers. In J. T. Neisworth (ed.) *Assessment in Special Education.* London: Aspen Systems.

Meeker, M. N.(1969). *The structure of intellect: Its interpretation and uses.* Ohio: Charles E. Merrill Pub.

Michalko, M.(1998). *Thinking like a Genius: Eight Strategies used by the super creative,* from Aristotle and Leonardo to Einstein and Edison. http://www.studygs.net/genius.htm

Naglieri, J. A.(1999). *Essentials of CAS assessment.* NY: John Wiley & Sons, Inc.

Perkins, D. N. (1995). *Outsmarting IQ: The emerging science of learnable intelligence.* NY: Free Press.

Plomin, R. (1999). Genetics and general cognitive ability, *Nature,* 402, C25-C29. http://www.nature.com/

Pool, C. R.(1997). Brain-based learning and students. *The edcuation digest, 63*(3), 10-15.

Sattler, J. M.(1982). *Assessment of children's intelligence and special abilities(2nd ed.)* Boston: Allyn & Bacon.

Sattler, J. M.(1988). *Assessment of children.* San Diego: Sattler Publisher.

Scientific American Magazine(1993). *Mind and brain: readings from Scientific American magazine.* NY: W. H. Freeman and Co.

Sternberg, R. J.(1985). *Beyond IQ: A Triarchic Theory of Human Intelligence.* New York: Cambridge University Press.

Sternberg,R.J.& Lubart, T. (1995). *Defying the Crowd.* N.Y.:The Free Press.

Sternberg, R. J.(1996). Myths, Counter myths and Truths about intelligence, *Educational Researcher, 25*(2), 11-16.

Sternberg, R. J.(1997). *Thinking styles.* New York: Cambridge University Press.

Sternberg, R. J.(1998). The Sternberg Triarchic Abilities Test, In D. Dickson (ed.) *Creating the Future- Perspectives on Educational Change.* http://www.newhorizons.org..

Sternberg, R. J.(2000). *Handbook of intelligence.* Cambridge: Cambridge University Press.

Thurstone, L.L.(1938). *Primary Mental Abilities.* Chicago: University of Chicago Press,

Williams, L. V.(1983). *Teaching for the two-sided mind: A guide to right brani/left brain education.* N.J.: Prentice-Hall, Inc.