

從創造性思考觀點探討國小學童物理問題解決

何偉雲

國立屏東師範學院自然科學教育學系

(投稿日期：91 年 10 月 8 日；修正日期：91 年 10 月 29 日；接受日期：91 年 12 月 15 日)

摘要

在 Osborn-Parnes CPS 模式架構下，本研究運用創造力心理測量理論，探討學童發現物理問題和提出解題想法過程中的創造性思考特性，並且研究解題評估能力與創造性思考能力之間的關係。研究發現，大多數學童缺乏創造性問題解決能力。在發現問題階段和提出解題想法階段，學童的創造性思考特性表現得相當一致。研究也發現，創造性思考能力指標的流暢性與變通性之間具有高相關性，獨創性與前兩者指標之間則具有中度相關性。解題評估能力與創造性思考能力指標之間則呈現低相關。在交叉表分析中發現，高創造能力學童的解題評估能力反而表現不佳，論文中對此結果提出解釋。依據研究結果，如果預設解題評估在 CPS 中的功能，僅是為選擇最終合理答案，可能導致 CPS 模式與創造性思考理論的歧異。解題評估應該發生在問題解決的各階段中，這不但符合後設認知理論，也契合 CPS 模式。論文最後建議，提出問題在問題解決導向教學中應扮演更積極的角色。

關鍵詞：問題發現、想法提出、解題評估、創造性思考

一、前言

「問題解決」(problem solving) 導向教學模式的提出始於 1980 年代，至今已經成為科學教育的中心課題之一。問題解決導向教學的目的，簡單的說，是要提高學生實質解決問題的能力，使學生善於科學創新。然而，由於對問題解決導向教學模式的片面理解，使得問題解決導向教學常常與聯考導向教育相互混淆，在問題解決過程中，沒有凸顯出學生主動建構科學學習的活動。其中忽略學生「發現問題」(problem finding) 或「提出問題」(problem posing) 在問題解決導向教學模式中的重要性，更是嚴重地窄化了問題解決導向教學模式的功能。提高學生創新能力並非僅僅是教會學生如何解題，特別是教科書上的問題，而是使學生善於並且適當地進行發現科學問題，或是提出科學問題，通過學生的一系列提出問題活動，使得問題最終能夠創造性地解決，這種做法順應了現代建構主義的學習理論。

實際上，問題解決是一個包含多個環節的複雜過程，可以分成兩部分：形成問題 (forming problem) 和解決問題 (solving problem)。隨著對問題解決研究的深入，人們越來越重視學生提出問題能力的研究，並將其和傳統的解決問題教學一樣，視為科學學習活動的重要組成成分。愛因斯坦曾認為，提出一個問題往往比解決一個問題更重要，因為解決問題也許僅僅是一個數學上或實驗上的技巧而已，而提出新的問題，新的可能性，或是從新的角度看舊的問題，卻更需要有創造性的想像力。有時在創造性科學教育中，學生的問題提出可能更具有科學創新的成分。因為它不但包含在問題解決的全部過程中，還強調在問題解決之後，評估問題答案的價值。這正是基於對問題解決目的之探索、發現、創造的後設認知 (meta-cognition) 活動。

Guilford (1967) 認為創造力與問題解決 (problem solving) 基本上屬於相同的認知過程，他比較 Dewey 的問題解決五階段模式 (five stages of problem solving)、Wallas 的四階段創造力理論 (four steps for creative production) 及 Rossman 的創新七階段模式 (seven steps to creative invention)，最後提出他自己的問題解決模式 (creative problem solving, CPS)。在他的創造性問題解決模式中，創造性過程主要藉由發散性思考 (divergent thinking) 來運作，因此發散性思考中的組成元件 (component)，像是流暢性 (fluency)、變通性 (flexibility)、獨創性 (originality)、和精密性 (elaboration) 四大指標，成為創造力心理測量的主要內容。代表性的研究如 Guilford 的智力結構論

(Structure of intellect theory)。一般而言，創造力心理測量學派的研究取向，比較注重行為的結果，很少提及問題解決的過程或條件。它強調客觀的測量，利用因素分析的程序，來分析問題解決能力和智力的差異，並在問題解決的因素分析中，用來探討心理成分、個別差異、作業變項 (task variable) 三個層面間的互動關係。

除了 Guilford 的 CPS 模式外，比較著名的還有 Osborn-Parnes CPS 模式。此模式在性質上屬於作業導向 (task oriented)，強調問題解決過程中，一些結構要素的獨立性與運作順序。該 CPS 模式的發展肇始於 Osborn 的七階段 CPS 模式，而後在 1967 年，由 Parnes 在 Osborn 的模式之基礎上，發展出五階段的 CPS 模式，這五階段分成：發現事實 (fact finding)、發現問題 (problem finding)、發現點子 (idea finding)、發現解答 (solution finding)、尋求可被接受的點子 (acceptance finding)。此模式各階段的組成均分成兩部分，先發散性思考，後收斂性思考。該模式經過 Parnes、Treffinger、Isaksen 等人在美國水牛城予以約 50 年的持續發展，在問題解決導向教學中廣受重視 (Treffinger & Isaksen, 1985-1994)。

CPS 的最大特色在於，每一個解題步驟都包含著發散性思考 (divergent thinking) 與收斂性思考 (convergent thinking) 的交互運用。每一個步驟都以發散性思考為開端，而以收斂性思考為結束。先以發散性思考產生許多的想法，再以收斂性思考選擇一個最可行的想法。依據創造力心理測量學派的觀點，發散性思考指的是「創造性思考」，創造的歷程被視為是一種發散的歷程，它是透過發散性思考表現於外的能力，藉著多樣化、獨特的想法的產生，達到創造性問題解決的目的。而收斂性思考指的是「批判性思考」 (critical thinking)，批判性思考的作用是分析和發展原有的想法。在批判性思考的過程中，個體會篩選、支援和選擇原有想法，並且會以行動的取向作推論和演繹，個體也會比較和對照每個想法，並重新對所有可能的選擇排序，最後作出有效的判斷和決定 (Treffinger & Isaksen, 1992)。

過去一般的 CPS 研究重點擺在：「受試者在解決問題時發生了什麼事情？」，顯然地，這與問題解決的要旨，即解決問題的思維，有一定的出入。因為問題解決既涉及反應的形成，也涉及在可能的反應中作出的選擇。此外，對形成問題方面的研究更是缺乏。然而，教學實務卻告訴我們，學童自我形成 (self-forming) 問題的能力，其重要性不亞於解決問題。一個太簡單問題沒有多大意義，但是超出學童認知思考能

力太多的問題，也缺乏意義。學童自我形成與其認知閾限相匹配的問題，才是有意義的問題。因此，學童的自我形成問題能力，如同提高學童解決問題的能力一樣，均是擴展學童創造性思考能力的重要步驟。

有鑑於此，本研究在 Osborn-Parnes CPS 模式的架構下，運用創造力心理測量學派的創造性思考能力評量理論，來探討國小學童在科學領域，在不同階段創造性思考的特性，以及各種創造性思考指標在各階段中的相互關係。因受限於研究對象的認知能力，於是將 Osborn-Parnes CPS 五階段模式簡化成三階段，它們分別是發現問題、提出解題想法與解題評估。

二、研究內容與步驟

為達成研究目的，本研究的流程是，先選定研究對象為國小六年級學童。參考國小自然課程內容，作為設計問題解決題組的依據。為盡量降低學科內容對問題解決研究造成的影響，問題解決題組的所有題目都選自國小物理知識領域。考慮到題目的設計將影響研究結果，於是將設計好的題組實際地經過測試，從測試結果的分析中發現缺點，修正缺點，再測試。在經過三次循環測試後，受限於學童作答時間，從四題中選取兩道題目作為正式施測之用。接著是進行正式施測、建立評分刻度 (rating scale) 以及數據分析，最後解釋研究結果。

為了使問題解決題組的設計能與研究目的緊密結合，問題解決題組的設計契合研究規劃中設定的三個階段：發現問題、提出解題想法及解題評估。在各階段評量指標設計方面，由於一般學童具有知識結構鬆散的特徵，評量指標的設計必須考慮到這點，因此本研究從 Guilford 理論的四項發散性思考指標中，選用三項作為評量創造性思考的指標。它們分別是思考的流暢性、思考的變通性及思考的獨創性，將思考的精確性指標排除在外。按照 Guilford 的定義，流暢性是指在短時間內，能連續地表達出的觀念和設想的數量；變通性是指能從不同角度、不同方向靈活地思考問題；獨創性則是指具有與眾不同的想法和獨出心裁的解決問題思路。

除了評量指標的設計外，物理問題解決題組的效度是另一考量的重點。測驗效度體現在物理問題解決題組能否有效評量學童發現問題能力、提出解題想法能力及解題評估能力。本研究認為此問題的關鍵在於，題組的設計必須能夠讓學童從發現問題的過程中，真正形成一個符合自身認知能力的問題。所謂「形成」問題是鼓勵學童，在

超出其認知閾限（threshold）之上一點點的地帶，要求學童依據他先前的知識經驗，不斷調整問題與自己認知閾限之間的差距，來形成問題。從發現到形成問題，學童必須將所學的概念知識關聯起來，在其認知閾限之上一點的地帶提出問題。當學童到了要解決此問題時，他必須先從不同向度的知識中，理出核心概念用來構成新向度，即所謂知識的再結構，此新向度知識可能與其它舊向度知識結合，成為解決問題所需的基模。最後從各種解題想法中，選取一個他們認為最合理、最能成功的解題想法，如此，問題解決題組的設計將符合 Osborn-Parnes CPS 模式。

三、工具設計與發展

本研究用到的主要研究工具之一，是自編的「物理問題解決能力思考特性測驗」，所依據的問題解決理論是修正自 Treffinger 與 Isaksen（1992）所編製的 CPS 理論。對於問題的編製，Treffinger 與 Isaksen 在 1985 年指出，CPS 的問題應是重要的、開放的、混沌的情境。在此情境中，個人或群體須要有新的機會，能成功的完成問題解決的歷程。國內學者陳龍安（1989）也提出編製創造性問題的三個原則：

- 1.問題沒有單一的標準答案，而是多樣性的有各種不同的答案。
- 2.問題的答案不是全限於現有的教材內容，而往往是超越課本以外。
- 3.問題的敘述應以學生的知識經驗為基礎，並容許學生有思考的空間。

「物理問題解決能力思考特性測驗」即以上原則作為命題基準。正如前述，考量紙筆測驗執行及學童認知能力的限制，將原有的問題解決歷程彈性調整為：「發現問題→提出解題想法→解答評估」。因此每一道題均包含「發現問題」、「提出解題想法」、「評估解題想法」三個階段。題組測驗內容取自國小相關物理知識，為開放式問題。在預試時，題數為四題，正式測驗時為兩題（內容見附錄一）。在工具發展過程中，除了參考資深國小自然科教師及專家之意見外，我們訪談受試者以便瞭解題目之語意是否清晰及可能出現的問題。依據回答情況與訪談結果，改進測驗工具，以增進專家效度。

表（一）題組編製原則

步驟	活動	第一題	第二題
	1 從若干的觀點看可能的問題。		

發現問題	2 思索可能的問題。 3 把範圍縮小到主要的問題。	第 1 小題	第 1 小題
形成問題	從發現的各種問題中，不斷調整自我形成一個待解決問題	第 2 小題	第 2 小題
提出想法	1 產生許多主意和可能解決問題的方法。 2 產生許多主意以便解決問題。 3 儘可能的地列出許多主意。	第 3 小題	第 3 小題
提出解答	在數種可能解決問題的方法中選出最可行的方法	第 4 小題	第 4 小題

為切合研究目的，該題組中的每道題目的設計，均分成四小題，如表（一）所示。第一小題鼓勵學童依據題意寫出相關問題的想法，想法越多越好，這一小題用來評估學童發現問題的能力。第二小題要求學童根據第一小題提出的問題，自我形成一個待解決的問題，透過這個問題，希望最後能成功地解決問題。第三小題則是鼓勵學童依據在第二小題中形成的問題，提出各種解題想法，這階段用來評量解題想法提出能力。題組的第四小題，則是希望學童在評估各種解題想法後，提出最好、最合適的解答。按照題組的設計，分別在第一小題（發現問題階段）與第三小題（提出解題想法階段），依據學童回答的流暢性、變通性與獨創性，來評量學童創造性思考能力。

四、數據收集與測驗評分刻度的建立

預試以屏東縣之國小六年級學童三班（共一百二十人）為樣本。正式施測之樣本，以屏東縣、高雄市、高雄縣、苗栗縣之國小六年級學童四班（共一百五十人）為施測對象。刪除無效樣本後，以一百一十九位有效樣本所得之答案進行分析及歸類，並依據結果建立「物理問題解決能力思考特性測驗」之流暢性、變通性、獨創性的評分刻度。

通常，Guilford 型式的創造力測驗都會面臨相同的困難，就是面對繁雜的評分刻度建立工作。本研究是依據 Guilford 創造性思考理論中各指標的定義，作為建立各個指標評分標準之理論基礎，各指標內涵參照表（二）。也就是說，在「發現問題階段」

及「提出解題想法階段」分別採取流暢性、變通性、獨特性三項評分指標，用來評量該兩階段之創造性思考能力。在「解答評估階段」則以評估解題想法的能力作為評分指標。

表 (二) 科學問題解決能力思考特性測驗評分指標內涵

流暢性(fluency)	單位元時間內擴散項目的數量。是指想出很多可能性或答案的能力。
變通性(flexibility)	指擴散項目的範圍或維度。是指思維能在不同的維度發散，有著多樣化的思考類別，可從不同的角度看事物的能力。
獨特性(originality)	指擴散的項目與眾不同，不為一般人所具有，表現獨特思想或獨到的見解的能力。
評估解題想法的能力 (evaluation)	學生能在數種可能解決問題的方法中選擇一些最可行的方法的能力。

評分刻度的建立牽涉到評分者信度問題，甚至引起效度上的疑問，即使是測驗工具之設計符合研究內容所依據的理論。為了建立標準評分刻度，我們依據第三次預試結果與正式施測結果所獲得之答案，分別建立流暢性指標、變通性指標及獨創性指標的標準評分刻度。從蒐集的答案中，選出經過三人(碩士研究生)同意後的正確答案，對於少數有爭議的答案則經過討論後決定。流暢性指標的評分是根據正確答案的數量來計分。為了建立變通性指標及獨創性指標的標準評分刻度，先進行答案分類以及出現頻率計算。答案的類別數量，用作建立變通性指標的評分標準。獨創性指標的評分標準則是依據各種答案出現的頻率。可見以上三種指標的評量內容完全符合 Guilford 創造性思考理論。至於給分方式，為了降低疑慮，並且能與目前國際上著名創造力測驗工具接軌，本研究參考 Williams 創造性思考測驗手冊(WCTT)，採用完全相同的給分方式。解題評估能力則是依據學童對其所提出解題想法的正確理由之數量，數量越多，解題評估能力越好。計分方式列於附件(二)

由於正式評分刻度的建立是根據最後一次預試與正式施測的結果，因此須特別說明的是，由於變通性及獨創性是根據評分刻度來計分。因此，研究者在每次預試階段

的變通性及獨創性評分，僅能根據預試結果所建立的「評分標準」，才能進行試卷之評分工作。最後，信度分析是在正式施測兩週之後，對同一班受試者進行施測。依據評分刻度評分後，將測試所得數據進行測驗信度分析，以考驗重測信度。所得之相關係數為 0.706，顯示此測驗工具有相當的穩定性。

五、數據分析

首先作相關性分析，結果如表（三）所示。在**發現**問題階段，學童的各項創造性思考指標之間的相關係數介於 0.664 ~ 0.959 之間，流暢性與變通性的相關性最高（0.959），也就是說，學童發現問題的數量越多，那麼問題樣式（或類別）的數量也越多。變通性與獨創性之間的相關性最低（0.664）。在**提出**解題想法階段，學童的創造性思考特性之表現，與前一階段的表現相當一致。值得注意的是，解題評估能力與前兩階段的各項創造性思考指標之間具有相當低的相關性。為了能夠更清楚瞭解各指標之間的內部關聯性，接下來的譜系聚類分析（hierarchical cluster analysis）可以說明它們之間的「親疏」關係。圖（一）的視覺化顯示方式說明在各階段、各指標之間的「親疏」關係，其結果十分符合相關性分析所得到的結果。

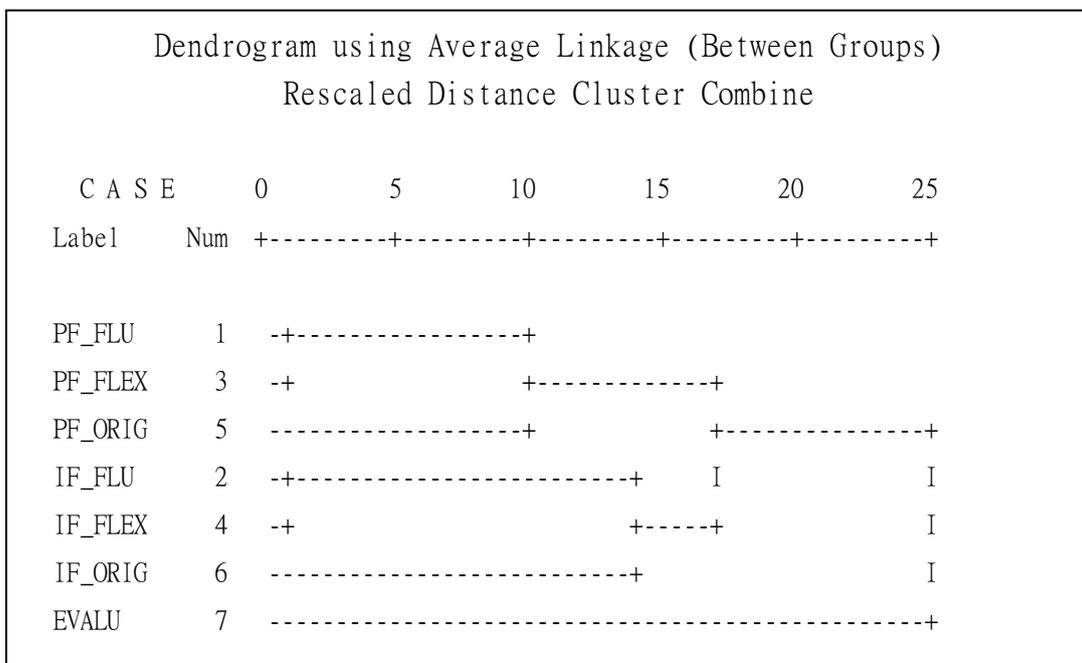
表（三）各指標之間的相關性分析

	PF_FLU	IF_FLU	PF_FLEX	IF_FLEX	PF_ORIG	IF_ORIG	EVALU
PF_FLU	1.000						
IF_FLU	.630	1.000					
PF_FLEX	.959	.596	1.000				
IF_FLEX	.557	.932	.544	1.000			
PF_ORIG	.712	.405	.664	.326	1.000		

IF_ORIG	.463	.644	.424	.532	.419	1.000	
EVALU	.173	.338	.188	.305	.248	.295	1.000

*PF_FLU：問題發現階段流暢性；IF_FLU：解題想法提出階段流暢性；PF_FLEX：問題發現階段變通性；IF_FLEX：解題想法提出階段變通性；PF_ORIG：問題發現階段獨創性；IF_ORIG：解題想法提出階段獨創性；EVALU：解題評估

根據上述兩種分析結果可得知，解題評估與各創造性思考指標之關係相當疏遠，相關性係數介於 0.173 ~ 0.338 之間。爲了更深入探討解題評估與創造性思考指標之間的關係，考慮到解題評估是依據前一階段（提出解題想法）的結果，於是採用交叉表分析，比較不同集群（cluster）之間的差異，以便明瞭解題評估在創造性問題解決中的作用。



圖（一）譜系聚類分析說明各指標之間的「親疏」關係。

*PF_FLU：問題發現階段流暢性；IF_FLU：解題想法提出階段流暢性；PF_FLEX：問題發現階段變通性；IF_FLEX：解題想法提出階段變通性；PF_ORIG：問題發現階段獨創性；IF_ORIG：解題想法提出階段獨創性；EVALU：解題評估

本研究採取的做法是，分別利用提出解題想法階段之流暢性、變通性和獨創性，以及解題評估能力作為分類指標，對樣本進行分類。分類方法是用 K-means 分類法，該分類法是基於一種距離的計算，由於被分類的樣本由多個變數來描述，K-means 分類法根據所選用的變數，找出性質相似的樣本，使得同一集群內樣本之間的相似性最大，而不同集群之間的相似性最小。此分類方法必須先指定分類集群個數 N，然後將全部樣本分到 N 個集群中。在本研究中，分類集群個數為五，這是因為集群個數太少與太多均不利於分析比較，考慮到樣本數為 119 位，經過多次比較後，選擇分類集群個數為五最合理。也就是說，這個分類將依據數據內部結構形成五個等第，這裡分別用英文字母 A、B、C、D、E 表示，A 表示最優，E 則表示最劣。

接著，利用各個分類變數作為交叉表分析的因子。先指定解題評估能力的分類變數為橫列因子、其它創造性思考指標為直行因子。交叉表分析會形成一個面板，顯示相關統計量和量數，如表（四）所示。在表（四）中，總數欄中的數字表示各集群人數，從人數分佈情形可以發現，絕大多數學童的解題評估能力屬於 C、D 或 E 等第，解題評估能力好的（A、B 等第）學童人數約佔 7.5%。觀察三種創造性思考能力指標的人數分佈情形，我們可以發現，變通性的人數分佈接近常態分佈，但是在流暢性與獨創性方面，絕大多數的學童處於 C、D 或 E 等第，能力好的學童（A、B 等第）分別僅佔 5% 與 2.5%。

接著分析解題評估能力與流暢性之間的關係，在解題評估方面表現最優的集群（A 集群），他們的思考流暢性屬於中等（C 集群）。另一方面，思考流暢性表現較優的 A、B 集群中，只有兩位的解題評估表現屬於 B 集群，其餘四位的表現均屬於中下等第。分析解題評估能力與變通性、獨創性之間的關係，也有類似的發現。解題評估能力最好的四位學童，他們在解題想法提出階段的三種創造性思考指標不是屬於 B 等第，就是屬於 C 等第。同時在創造性思考中表現最好或是次好的學童中（A、B 集群），沒有一位學童在解題評估方面是屬於 A 等第，僅有非常少數的學童，其解題評估方面是屬於 B 等第，其餘的均屬於中下等第。

表 (四) 解題評估能力與解題想法提出階段創造性思考指標的交叉表分析

		解題評估能力					總合
		A	B	C	D	E	
流暢性	A			1			1
	B		2	2		1	5
	C	4	1	21	9	5	40
	D		2	23	19	17	61
	E				1	11	12
總合		4	5	47	29	34	119
變通性	A		2	5	2	1	10
	B	2	1	16	5	6	30
	C	2	2	22	18	11	54
	D			4	3	7	14
	E				1	10	11
總合		4	5	47	29	34	119
獨創性	A			1			1
	B			2	1		3
	C	4		9	5	3	21
	D		5	24	8	9	46
	E			11	15	22	48
總合		4	5	47	29	34	119

六、結果討論

本研究從流暢性、變通性、獨特性三方面，評量學童在科學問題解決過程中的發

散思考能力。如果一名學童在完成測驗後，與其他人相比，不僅寫出的正確答案多（流暢性），而且這些答案是從多種角度答出的（變通性），新穎獨特（獨創性），那麼這名學生將被評為具有高創造力。按照 K-means 分類結果，在思考流暢性與思考獨創性方面，只有非常少數學童的表現屬於 A 或 B 兩個群集，有相當多的學童被歸類到五等第中的 D 或 E 的群集中。另外，學童思考變通性能力分佈則接近常態分佈。換言之，單從人數分佈，本研究發現大多數學童思考的流暢性與獨創性普遍低落。綜合評估後可以指出，在科學領域，具有創造性思考能力的學童，其比例是非常低的。如果我們以學童問題解決能力的培養，作為科學教育的最終追求目標，這一研究結果說明，教育工作者將面對著極大的挑戰。

在發現問題階段與提出想法階段，根據相關性分析與譜系聚類分析的結果，創造性思考指標中的流暢性與變通性之間有很高的相關性，獨創性與其他指標之相關性較低。大致上我們可以認為，如果學童發現問題能力好，則提出解題想法能力也好，此一結果符合我們的預期。此外，解題評估能力與三項創造性思考指標之間呈現低相關性。根據交叉表分析，解題評估能力與創造性思考能力指標雖然呈現低正相關性，但是對於高創造性學童，其解題評估能力卻是反而異常地偏低。似乎解題評估的作用與原本預期的創意問題解決有明顯的落差。

對此結果的解釋是，由於在解題評估階段，學生要從他們提出的各種可能解決問題的想法中，選擇一些最可行的解題想法，並且寫出選擇該解題想法的各種理由。而解題評估評分的標準是依據他們給出的理由，一個符合題目要旨的理由就給兩分，不合理的給零分。在此情況下，那些在前一階段表現出高創造力的學童，在解題評估階段提出的解題想法，可能是他們認為最合理的、最能夠被他人認可的解題想法，但是這些解題想法卻又是最平常的，具有標準答案，於是無形中限制了其原本創意的發揮。相反地，創造性思考能力較低的學童，則是盡力為其答案尋找更好的、更多的理由，以便讓人接受其想法。

按照 Guilford 發散性思考理論，獨創性的計分是依據合理答案出現的頻率，因此一個最常被其他人想到的答案，是被認為最缺乏獨創性。依據此判斷方式，高創造力學童在解題評估作出的選擇，很可能是被認為缺乏獨創性的，因為他們選擇的解題想法可能是最合理，但同時也可能是一個很平常的解題想法，那些具有獨創性的想法卻

被擱置一旁。另一方面，那些創造性思考能力不佳的學生，爲了讓想法更具合理性，提出各種理由，反而導致其解題評估能力優於 A、B 集群的學生。其實這種矛盾源出於我們對於創新的理解，创新的前提必須是獨創性，如果缺乏獨創性，那麼對於创新的認定也就很難獲得同意。這項研究結果可以讓我們了解問題解決導向教學可能產生的問題。如果解題評估它所產生的效果，是從各種解題想法中，找出最能夠被其他人認可的答案（儘管原意不是如此），那麼意味著，希望透過問題解決教學培養創新能力的教學，存有內部不一致的地方。

對於這項發現，我們必須重新檢視問題解決導向教學的基本內涵。問題解決導向教學的前提是指，由於學童缺乏問題表徵能力及創意解題的行為而產生制式思考，希望能經由發現問題的存在與了解，運用知識與經驗尋求解決方法而解決問題的過程。可見，由於學生在面對問題解決之作業情境時，其心理模式還未成熟到能充分自我指引，去解決問題。因而問題解決的過程是一個逐步探索、不斷進行自我問題提出的過程。簡言之，學生在問題解決所涉及的科學問題，其答案並非直截了當的，學生必須對自己目前的處境作出清醒的評估，並由此作出必要的調整，以形成真正合適的問題。如果我們依循階段程序性設計的 Osborn-Parnes CPS 模式，其中各階段的組成是先發散性思考，收斂性思考緊接於後，實際上，收斂性思考蘊含評估的作用。這也是在引用 Osborn-Parnes CPS 模式作為創造性問題解決導向教學中，最常被忽略的地方。

依據後設認知理論（Meta Cognition），解題評估是指問題解決者對於自身所從事的解題活動的自我意識、自我分析和自我調整。就形成問題而言，它涉及人的認知內容、認知興趣和認知閾限。可以說，所謂的解題評估的真正涵義不在於選擇合理的想法，而是在於經由自我省思，縮小問題空間，形成一個合適問題，朝向解決問題目標的歷程。可見，在一般創造性問題解決導向教學時，習慣性地將解題評估放在模式的後段，作為合理解題想法的最終選擇工具，明顯地與後設認知理論有所不符合。因此正如前段所述，評估應該發生在 CPS 模式中每一階段，這不但符合後設認知理論，也契合 Osborn-Parnes CPS 模式的設計理念。如果教師在問題導向教學中，對於解題評估有此種不正確的認識，將嚴重影響問題解決者自覺地進行「問題提出」，出現類似錯誤也就不足爲奇了。

科學教育的內容除了科學知識的學習、科學技能的鍛練外，其主要目的是培養學

童運用科學知識與科學技能來解決問題的能力。創造性問題解決導向教學是常被用來達成上述理想的教學模式。但是在一般傳統教育中，學生總是處於一種被動的地位，被要求去解決由其他人所提出的問題。而創新教育的基本要求是，學生主動地建構知識，強調自我意識、自我分析、自我調整能力的提高。本研究認為，問題解決導向教學不僅僅是解題能力的提高，更要讓學生學習如何提出問題。因此，為達成問題解決導向的教學目標，鼓勵學童創造性思考地去發現問題，甚至提出有意義的科學問題，可能比單純的追求正確答案更具有意義。

參考文獻

- 鄭湧涇（1987）：適合高中科學才賦優異學生的教學方案。*資優教育季刊*，27，1-6。
- 詹秀美、吳武典（1991）：*問題解決測驗指導手冊*。臺北市：心理出版社。
- 郭有遙（1994）：*創造性的問題解決方法*。臺北：心理出版社。
- 陳龍安（1995）：*創造與生活*。臺北：心理出版社。
- 洪振方（1998）：科學創造力之探討。*高雄師大學報*，9，289-302。
- 毛連塹、郭有遙、陳龍安、林幸台（2000）：*創造力研究*。臺北市：心理出版社。
- Baer, J. (1993). *Creativity and divergent thinking: A task-specific approach*. Hillsdale, N. J.; L. Erlbaum.
- Bransford, J. D. & Stein, B. S. (1984). *The idea problem solver : A guide for improving thinking, learning and creativity*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Dewey, J. (1910). *How we think*. Boston: Heath.
- D’Zurilla, T. J. & Goldfried, M. R. (1971). Problem solving and behavior modification . *Journal of Abnormal Psychology*, 78(1), 112-119.
- Guildford, J. P. (1950). Creativity. *American Pscyologist*, 14, 469-479.
- Guildford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York:McGraw-Hill.
- Guildford, J. P. (1980). Learning aspects of problem solving. *Educational Psychologist*, 11(4),84-90.
- Guildford, J. P. (1986). *Creative talents: Their nature, user and development*. New York: Buffalo.
- Mayer, R. E. (1983). *Thinking, problem solving, cognition*. New York: Freeman.

- Newell, A. & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall. Open University Press.
- Osborn, A. (1953). *Applied imagination: Principles and procedures of creative Problem-solving*. New York: Chararles Scribner's Sons.
- Parnes, S. J. (1967). *Creative behavior guidebook*. New York: Chararles Scribner's Sons.
- Rossmann, J. (1931). *The psychology of inventor*. Washington, DC: Inventors Publishing.
- Runco, M. A. (1994). *Problem finding, problem solving, and creativity (ed.)*. New Jersey: Ablex Publishing Corperation.
- Sternberg, R. J. (1988). *A three-face theory of intellectual giftedness*. In Sternberg, R. J. (ed.). *The nature of creative*. New York: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J. (1994). *Thinking and problem solving (ed.)*. CA: Academic Press, INC.
- Sternberg, R. J. (1999). *Handbook of creativity (ed.)*. UK: Cambridge University Press.
- Sullivan, L. A. (1991). *Learning theories & educational perspective*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Triffinger, D. J. & Isaken, S. G. (1985). *Creative problem solving: the basic course*. Buffalo, New York: Bearly.
- Triffinger, D. J. & Isaken, S. G. (1992). *Creative problem solving: An introduction*. Center of Creative Learning. Inc.
- Triffinger, D. J., Isaken, S. G. & Dorval, K. B (1994). *Creative problem solving: An overview*. In M.A. Runco (Ed.), *Problem finding, problem solving, creativity*. New Jersey: Ablex.
- Wallas, G. (1926). *The art of thought*. New York: Harcourt, Brace.
- Williams, F.E. (1979). Assessing creativity across William's "cube" model. *Gifted Child Quareterly*, 23, 748-756.
- Williams F. E. (1980). *Creativity assessment packet*. Buffalo, NY: DOK Publishers.

附件 (一)

物理問題解決思考特性問卷

_____國小__年__班 性別_____姓名_____座號：_____

一、小華將木塊置於斜板上，讓木塊由斜板滑下。

1.你認為決定木塊離開斜板可以滑多遠距離的原因有那些？任何你想到的原因都可以寫出來，不用考慮是否正確。例如，1.木塊的重量 2.....等。（要標上號碼，寫出越多項越好）。

答：_____

2.在第 1 題你寫出的答案之中你認為那一些是最重要的原因？例如，我認為木塊的重量....等最重要。

答：_____

3.針對在第 2 題中你寫出重要的原因，你有什麼讓木塊滑最遠的方法？請寫出（要標上號碼，寫出越多項越好）？例如，1.拿很重的木塊來 2.....等。

答：_____

4.在第 3 題你寫出的方法中，你認為哪種方法是最好的、實際上最可行？

答：_____

二、大明因參加學校的電動船競賽，要製造一艘電動船，比賽規定這架電動船的動力是利用電動小馬達(用電池驅動的小馬達)，比賽誰的船在水中能最快到達終點。

1.你認為大明如果要獲得第一名，他製造電動船時應考慮到的問題有那些？任何你想到的問題都可以寫出來，不用考慮是否正確。例如，1.船的大小 2.....等。（要標上號碼，寫出越多項愈好）。（要標上號碼，寫出越多項愈好）。

答：_____

2.在第 1 題你寫出的答案之中你認為那一些是最重要的問題？例如，我認為船的大小....等最重要。

答：_____

3.針對在第 2 題中你寫出重要的問題，你有什麼解決的方法？請寫出（要標上

從創造性思考觀點探討國小學童物理問題解決

號碼，寫出越多項愈好）？例如，1.把船作的小一點 2.....等。

答：_____

4.在第 3 題你寫出的方法中，你認為哪種方法是最好的、實際上最可行？

答：_____

附件（二） 物理問題解決能力思考特性測驗計分標準

評分指標	計分標準	學生作答計分範例
流暢性 (fluency)	計算能切合題意答案的總數。每寫出一項正確答案給兩分。	一、小華將木塊置於斜板上，讓木塊由斜板滑下。 1.你認為決定木塊離開斜板可以滑多遠距離的原因有那些？ 答：木塊之形狀、斜板之形狀、斜板之長短。 此小題流暢性的得分為六分；依據發現問題階段「變通性」評分標準刻度，其變通性的得分為四分；依據發現問題階段「獨創性」評分標準刻度，其獨創性的得分為八分。 2.在第 1 題你寫出的答案之中你認為那一些是最重要的原因？
變通性 (flexibility)	將所有答案予以分類，分析學生答案中有幾各類別，答案中每含有一項類別給兩分。	
獨創性 (originality)	先計算每項答案的個數，計算出每項答案占總答案數的比例。依學生之答案出現之普遍率給分，越獨特的越高分。最高五分最低零分。	

<p>評估解題想法的能力 (evaluation)</p>	<p>學生是否能在數種可能解決問題的方法中選擇一些最可行的方法。評估學生的答案是否符合題目之要旨，答案若為符合題目之要旨的敘述一句給兩分，不合理給零分。</p>	<p>答木塊之形狀、斜：板之長短。</p> <p>3.針對在第 2 題中你寫出重要的原因，你有什麼讓木塊滑最遠的方法？ 答：圓形之木塊、斜板作長一點。</p> <p>此小題流暢性的得分為四分；依據提出想法階段「變通性」評分標準刻度，其變通性的得分為四分；依據提出想法階段「獨創性」評分標準刻度，其獨創性的得分為三分。</p> <p>4.在第 3 題你寫出的方法中，你認為哪種方法是最好的、實際上最可行？ 答：拿圓形之木塊來是最好的方式。</p> <p>此小題評估解題想法的能力的得分為兩分。</p>
-----------------------------------	--	---

From Creative Thinking Approach to Study Children's Physics Problem Solving

Woei-yun Ho

Department of Science Education, National Pingtung Teachers College

Abstract

This study explored the characteristics of creative thinking in the frame of the Osborn-Parnes creative problem solving (CPS) process. The main focus of study is to investigate interrelationships between problem finding, idea finding, and

evaluation. The result of study indicates that mostly of students received a low grade on creative thinking test. Creative thinking performance on the stages of problem finding and idea finding is highly correlated as we expected. However, evaluation has quite low correlation with creative thinking. This result leads into re-examining in depth the implication of evaluation in the CPS. It is deemed that the problem is due to the mistakenly prescribed function of evaluation in the CPS. A suggestion was proposed that evaluation should play the role of introspection in the whole process of problem solving rather than merely final selector of answer. This suggestion obviously fits in with meta-cognition theory as well as CPS.

Finally, the paper suggests that the merit of problem posing is not fully appreciated in the CPS-oriented teaching and educators should pay more attention to problem posing.

Key words: problem finding, idea finding, evaluation, creative thinking