

影響合作學習成效的因素：建構性活動、 真實的學習情境、與團體組成方式

許 崇 憲
政治大學教育系博士生

(收稿日期：2001年11月1日；接受刊登日期：2002年5月16日)

摘 要

作者以 Piaget 與 Vygotsky 的理論為出發點，進行文獻評閱，討論影響合作學習成效的原因。我們發現解釋性活動、提供暗示性與探索性問題、練習相似問題等皆是有幫助的；在真實情境下，學習者可整合其生活經驗，並化解彼此間在知識概念上的歧異；低能力學生在異質編組下可彌補基本知識的不足，高能力學生在同質編組下有較佳的學習成效。最後本文對未來合作學習的研究，提出若干建議。

關鍵字：合作學習、建構活動、情境學習、團體編組

The Factors which Contribute to the Efficiency of the Collaborative Learning: Constructive Activities, Actual Learning Situation, and Group Composition

Chorng-shiann Hsu

Department of Education of NCCU

Received : Nov. 1 2001 ; Accepted : May 16 2002

Abstract

The author discusses the reasons why the collaborative learning contributes to students' academic achievement and cognitive development, based on the theories of Piaget and Vygotsky. The result is that explaining activities, the provision of cueing and exploring questions, and the solving of similar questions, et al. are helpful; that in the actual learning situation, the learners could integrate their life experience, and could clarify the argument among them; that low-ability students could get what they have not understood in a heterogeneous group, and high-ability students could get better learning in a homogenous group. Finally, we give some suggestion about further studies.

Key words : collaborative learning、constructive activities、situated learning、group composition

壹、緒 言

Qin, Johnson, & Johnson (1995)以後設分析比較合作學習與競爭學習，哪一個對於問題解決較有幫助；Springer, Stanne, & Donovan(1999)也採後設分析法，探討小團體學習對於大學生在科學、數學、與工程領域的學習，是否有所助益。兩者的研究皆顯示，合作學習或是小團體學習具有正面的影響力。而在其他非後設分析的研究，如 Boling & Robinson (1999) 比較在遠距教學上，個別學習、合作學習、與互動式多媒體哪一種學習方式最有效，結果也是發現合作學習最有效。本文則想要繼續探討，為何合作學習有此成效？此成效的大小受哪些因素影響？

本文所要探討的學習方式，中文雖然都採用「合作學習」此詞彙，以指稱由多名學生組成一個團體，共同學習某一主題下的相關知識，或者共同完成一項學習作業。但在英文裡卻有「cooperative learning」與「collaborative learning」之分。前者是指系統化、結構性的教學策略，以使小團體朝共同目標而合作，程序是：向團體成員告知目標、提供獎賞、對小組成員指派各種角色與相關任務、確保每位成員為其學習負責、提供團體有效運作所需的社會技巧、與討論有效完成工作的方法；後者的進行過程，相對上則較不是那麼結構化，團體成員必須統合學習目標、定義問題、發展解題程序、與生產出經由社會建構的知識(Springer 等人，1999)。另外還有「mutual tutoring」，學生分頭學習解題所需的技能或知識，然後將自己所學教給其他團體成員。本文為了討論上的方便，不將這三種方式予以細分，統稱為合作學習。

以下將分成三大部分，首先討論合作學習的理論基礎，包括 Piaget 與 Vygotsky 的理論。其次，討論合作學習為何有助於認知發展與成就表現的實證證據，但是由於在文獻閱讀過程，作者認為關於主題式合作學習，以及異質團體組成與同質團體的組成，這兩方面的討論在理論意義上具有特殊之處（主題式合作學習涉及將所學知識概念，應用到實際生活情境；異、同質團體涉及團體互動方式的差異），所以作者將它們獨立出來。最後則提出簡短的結論，以及針對未來研究方向的若干建議。我們在此要說明的是，因

為自然學科與社會學科的知識性質有非常大的區別，故本文將僅以數學與自然學科為討論範圍。

貳、合作學習的理論基礎

一、Piaget 的理論

Piaget 理論認為由於心智結構的不平衡(disequilibrium)，驅動概念的改變以維持原有的平衡狀態(Mayer 著，林清山譯，民 83；Roschelle, 1992)。恢復的方式包括同化與調適兩種，同化是指將新訊息整合進原有的知識結構中，調適則是指改變現有的知識結構以能與新訊息結合。由於太多的同化，可能造成認知與外在世界不相符合；太多調適，可能造成對外在世界缺乏整體、連貫、有意義的理解，所以同化與調適在運作上具有互補性。此外，人會主動進行同化與調適的運作，此意涵人類的知識結構是自行建構而來；再按照訊息處理理論的觀點，人為了將訊息長期保留在記憶中，除了先期的同化或是調適外，還必須進行精緻化處理，如複誦。

由 Piaget 理論來看合作學習，因為小團體內各成員的知識結構或觀點互異，當個人面對與自己不同的論點時，便會造成原有認知結構的失衡，而為了恢復平衡，個人必須對他人的論點有所理解，才能發揮同化或調適的功能；同時也為了讓他人了解自己的論點，而必須將自己的知識結構外顯出來，藉由此外顯化的過程，重新整理自己對合作學習議題的原先理解，這也是一種精緻化處理。但我們認為，在合作學習的實際運作上，仍需考慮到：第一，由高能力學生所組成的同質性團體，彼此皆具備豐富知識，所以較有可能因為進行觀念上的交鋒，而對彼此的心智結構造成失衡狀態，進而充實知識結構。第二，若是在異質團體，高能力學生的知識結構可能只是更加精緻化而已，並不會失去平衡；而低能力學生面對高能力學生所帶來的知識結構衝擊，則較有可能充實其原有的知識結構。第三，至於由低能力學生所組成的同質性團體，則絲毫無進步的可能。最後，經由合作學習所建構出來的知識，歷經團體成員的討論，但是否能應用到實際情境，值得商榷。

二、社會文化的觀點

Vygotsky 則是從社會文化的觀點，認為語言是一種社會互動的工具，專家可藉此引導生手發展出成熟完整的知識結構，因此 Vygotsky 在教學上提出鷹架學習(scaffolding)與可能發展區(zone of proximal development)的概念。前者是指在生手學習的初始，專家針對生手的欠缺，提供其所需的支柱，而當生手逐漸熟練之後，專家便慢慢撤除支柱的提供，支柱可以是概念性的說明或是線索暗示；可能發展區則是指生手目前能力可完成的作業程度，與在專家協助之下所能完成的作業程度，兩者之間的差距。

由 Vygotsky 理論來看合作學習，在小團體成員中，專家以語言作為工具，引導生手去思考要解決的問題或是待理解的概念，並且提供相關所需的鷹架，甚者，團體成員之間不論是專家或生手，彼此提供對方所需的鷹架支柱，一方面是在知識上各取所需，另一方面，從訊息處理的觀點來看，共同分擔解決問題或理解新概念所需的認知負載(cognitive loading)。其次，由於團體成員的知識結構是有差異的，此差異便創造出每個人的可能發展區，不過此可能發展區的創造仍需依照團體夥伴所提供的訊息，以及是否接受他人的推理而定(Tudge, 1992)。但是採 Vygotsky 理論來詮釋合作學習，也有其缺點，Confrey(1995)認為在專家的引導之下，可能會限制團體內想法的多樣性，生手無法發揮其在解題上的創造力；而對語言的強調，也可能戕害其他形式的智能互動，例如可實地操作之物體的功用。作者認為其他缺點還包括從眾、社會閒散等因素。

Brown, Collins, & Duguid(1989)也是從社會文化的觀點討論人的學習歷程，提出情境式認知(situated cognition)的概念，將真實活動揉合入傳統的學校教育中，透過團體成員之間的協商，建構出真實活動的意義與目的，認知學徒制便是其中一例。他們認為認知學徒制的特徵有三點：首先，以熟悉文化中的作業為基礎，向學生展現其內隱知識的適當性，並藉此開展到其他不熟悉的知識；其次，問題解決方式是經由特定作業所評估出來的；最後，允許學生產生自己的解題路徑，並且在這些活動的涵化中，在合作過程裡，獲得某些文化工具——共享的語彙、與討論、思考、評估的方法。由此看來，社會文化的觀點可補 Piaget 理論裡未充分考慮到現實情境的缺憾。

三、合作學習的特點

總結而言，在 Piaget 與 Vygotsky 的理論之下，合作學習有什麼特徵或是優點呢？Brown 等人(1989)認為有下列四點：第一，集體的問題索解，集合成員的個別知識，以產生綜合性的洞視與解決方案；第二，展現多重角色，問題解決或新概念的理解有賴於多種角色的參與（如計劃者、執行者、監督者），團體學習就是使學生能在真實活動中扮演所有角色，並具生產性地反思其表現；第三，正視無效的策略與迷思，在一般教學裡，老師很少有機會從學生的反應中，思考其背後的深層迷思，而團體卻可以有效率地對迷思與無效策略進行討論；第四，提供合作工作的技能，在合作情境中，學生有機會了解如何集體的學習與工作。

鄭晉昌（民 89）在文獻評閱之後，也提出下列四點：第一，學生被迫面對自己的概念，並將他們外顯化；第二，學生被迫協調彼此之間的行動，並相互提供指引與支持作為鷹架，以助彼此完成學習作業；第三，從團體同儕中得到立即性與有意義的回饋，且此成為專家的過程裡，回饋或解釋會愈來愈複雜與豐富；最後，學習到自我監控與自我調節。

所以學生在合作學習中，一方面因為需要將其知識外顯化，並藉由多方的回饋，而能夠更精緻其知識結構或者修正迷思概念；另一方面，因為須與他人合作，而了解到問題的解決需要多種角色涉入其中，學會扮演各種角色，最終能達到自我鷹架作用 (self-scaffolding)。

參、實證證據

一、一般合作學習中的建構活動

(一)有哪些建構性活動？

為什麼合作團體有較大的學習成效？首先切入個人內部的心智活動。Hershkowitz & Schwarz (1999)探討在合作式解題過程裡，個人反思所扮演的角色。參與者是 40 位九年級學生，首先在準備階段，參與者個別進行學習；其次組成合作團體，以解決一項問題，

影響合作學習成效的因素：建構性活動、真實的學習情境、與團體組成方式

並寫下團體報告；最後，在老師引導的討論中，每組學生進行口頭報告、相互批判、並反思自己的學習風格。結果顯示，反思作為一種個人的心智活動，深植於團體的社會互動中；由反思所引發的概念精緻化，可使解題活動的成功被視為是整體性的；而這種精緻化活動在第二與第三階段，變得較為外顯化，這也意含精緻化有部分也是為了溝通的需要。

其次，反思既然深植於團體互動中，那麼團體互動是如何影響個人反思？在 Wistedt & Martinsson (1996)的研究中，他們探討十一歲兒童在企圖了解無限大的概念時，溝通所扮演的角色。結果顯示當參與者因問題條件的變化，而面臨概念意義的衝突時，他會改變或精緻化他對某些概念的理解，加入多種不同的詮釋，以對要被解決的問題有更深入的理解；此外，參與者在自我幫助下的鷹架學習，亦能以文化上適當的方式，了解作業內容，如此文化上相關的規則不僅被內化，也同時被外顯化。

Okada & Simon (1997)比較配對組與個人組的科學發現作業表現，目的在於想了解參與者如何產生假設，以及在合作發現過程中如何調整假設。他們將 27 名主修科學的男大學生，隨機分派到兩人一組或單人一組，各九組，材料是分子基因作業。結果顯示，配對組比個人組在科學發現上較為成功，且配對組對於解釋活動的參與較為積極，這包括產生較多的假設、考慮較多的另類假設、主動調整假設並思考相關問題，這是因為配對組中參與者會去回應彼此對概念解釋的要求；但是同時顯示，解釋活動只有在處理決定性實驗時，才具有效益；新知識在合作情境中被建構出來，因為「要求解釋」是導致問題空間搜尋的關鍵，或是建構出新表徵。

Roschelle (1992)從合作式對話互動的觀點，檢驗概念改變的過程，希望能夠建構出一套統整概念改變與合作的方法。他們視合作為逐漸導向意義聚斂(convergence)的歷程，並以此為依據，分析兩名學生在電腦情境中學習速度與加速度概念的歷程。結果是，他們認為這種合作過程具有四項特徵：第一，從實際的物理世界特徵中，建構出中等抽象層次的情境；第二，涉及了隱喻的交互作用，這些隱喻彼此有關聯，並與中等抽象情境的建構有關；第三，涉及了一種疊代式循環—對意義的說明、證實、與修補；第四，採取逐漸嚴格或具說服力的證據標準。吳庭瑜、吳明樺、與洪瑞雲(民 87)的研究也顯示出，

在合作學習中對自己的思考歷程提出較多的解釋，較有可能運用證偽策略去推翻不適當的假設，與證真策略相比，以證偽策略所提出的證據當然較具說服力。

由上述四項研究可知合作學習有助於學習成效的機制，第一，在合作學習過程，個人會對自己的心智活動進行反思，此舉有助於對概念的理解更加精緻化；第二，團體互動過程中，對概念意義的理解有所衝突，以及成員間要求彼此對概念意義進行解釋，會影響個人反思活動的進行，但要注意的是，這必須針對重要或關鍵性問題才會有重大的效益；第三，參與者能自動採用文化上適當的方式，去理解問題，並與其他團體成員取得統整的看法；第四，合作過程的概念改變是疊代循環的，建構出抽象程度中等的情境以及各種隱喻去理解概念，並逐漸採行較嚴格的證據標準與檢證策略。

這些結果證實學習者在進行合作學習時，會面臨到知識結構的失衡，為了解決此不平衡狀態，他會反思與要求其他成員提出解釋，並逐漸採用較嚴苛的標準去評估對方的解釋，而且經由此溝通過程，他能夠重新恢復概念結構的平衡，進而提昇學習成就，所有團體成員也對概念的意義取得統整性看法。此過程在失衡與反思階段符合 Piaget 理論的要義，在溝通與取得共識階段則符合 Vygotsky 的論點。但是這些研究卻未對團體成員所扮演的角色，以及不同精緻化活動的效益加以討論，包括這些角色或活動如何產生交互作用、對學習成果的影響等。以下將針對此層面，作深入的討論。

Webb, Troper, & Fall (1995)探討哪些學生行為，最能對合作團體的數學學習表現，做出最佳預測，是他人僅提出正確答案的解釋即可？還是執行建構性活動（運用他人對概念所提出的解釋，來解決或解釋如何解決問題）。參與者是六班七年級學生，實驗分成兩個階段，第一階段將其中四個班級的學生，編成異質團體，進行三週的小數點概念學習，且這四個班級的學生在進入第一階段前，接受過基本溝通技巧的訓練（包括分享概念與訊息、檢查了解程度與一致性），以助其在團體中能有效的工作；第一階段的四個班級學生，在進入第二階段之前，再接受幫助技巧訓練，以學習到雙向溝通的價值與特定的帮助技巧（如準確提問、提出解釋、與回饋），至於其他兩班學生只接受溝通技巧訓練，而這六班學生在第二階段皆進行分數概念的學習。

結果顯示，他人所提供的解釋僅僅有助於對當前問題的理解，如果沒有輔以後續的

影響合作學習成效的因素：建構性活動、真實的學習情境、與團體組成方式

建構性問題解決活動，後測的表現仍然不佳，且沒有學習遷移效果。這種建構性活動不僅能反映出學生在解題上的高能力，也是一種幫助學生如何解題的行為。而為什麼建構性活動對學習成效有助益呢？三位作者在評閱文獻之後，提出三點原因：此活動，第一，能檢驗他人的解釋是否具時效性、是否與解題目標有關、是否能更正原有的迷思概念；第二，幫助學生統整並穩固新的理解，以及建構並內化解題所需的原則；最後，幫助學生監控自己的理解，並意識到自己的迷思概念或概念的缺乏，這不僅在個人層次，也在於團體層次。

King, Staffieri, & Adelgais (1998)則是比較精緻化解釋、提問、有順序的提問，何者較有助於學習成效的提昇。他們將 58 名七年級學生，隨機兩兩配對，每對皆是同性別，然後再隨機分派到三種情境之中，接受不同的訓練。第一種是解釋組；第二種是解釋加提問組；第三種是解釋加有順序提問組，有順序提問是指依順序問下列三種問題：知識評閱性問題（以了解對方對知識的記憶程度）、思考性問題（以助對方建立知識系統）、以及探索與提示性問題（更正或使對方的答案更為完整）。在第二與第三種情境，配對的兩人輪流扮演提問者與回答者。結果顯示，若只是純粹記憶事實知識，三種並無顯著差異，但若涉及到知識的建構，第三種的成效明顯高於第一種；在兩人互動過程中，第三種情境的參與者，有較多的知識建構活動以及其他高層次思考活動，在遷移測驗上，也是如此；三位研究者認為由此看來，兩人之間的鷹架學習有助於自我調節學習，進而使個人能為自己的學習負責。

Horn, Collier, Oxford, Bond, & Dansereau(1998)認為合作學習中，至少可區分出兩種角色---學習者與促進學習者，故評估個別差異對這兩種角色表現的影響。在研究設計上，將 80 名大學生每四人配成一組，每組成員都是同性別。首先，每組成員再兩兩配對，分別閱讀一篇科幻短文並進行討論；第二階段，每組內重新兩兩配對，分別閱讀一篇關於大陸漂移的文章並進行討論。在這兩階段的討論中，每人扮演的角色前後有變。在統計分析上，確認有三種變異來源：學習者變異（某些人就是能回憶較多的訊息）、促進學習者變異（有些人就是能有效地幫助每個人學習）、與其他變異（兩位學習者之間的交互作用效果）；此外也確認出有兩種共變數：類化的與兩人一組的，前者是只一個好的

學習者也是一個好的促進學習者，後者是指若 A 在與 B 一起學習之後能回憶比平常多的訊息，則 B 在與 A 一起學習之後也能回憶比平常多的訊息。

結果顯示，回憶表現受學習的能力與促進他人學習的能力所影響，而這兩者能力之間是互為獨立。有效的學習者在口語能力上是高的，有效的促進學習者則自我監控與公眾前自我意識能力是低的，此意味著後者不會針對配對夥伴而花費較多的認知資源在自我形象的維持上，也因為自我監控能力低，所以較會專注在作業上，能提供較佳的幫助以提昇夥伴的表現。但是五位研究者也提出另一個待檢證的詮釋觀點，高度自我意識者會希望藉由作業的完成、提供必要的幫助、與促進夥伴的學習，來提昇自我表現；而自我監控能力高的人，因為不會關心到夥伴的表現，所以較不會改變自己行為以提供夥伴所需的幫助。

由以上這三項研究可知，若團體成員之間的互動僅是提供正確答案的解釋，不足以促進團體夥伴的學習成效：第一，必須使他們在另一相似問題上，根據所提供的解釋，進行建構性的解題活動；第二，不然就是提出思考性、探索性、或提示性問題，幫助夥伴統整自己的知識系統；第三，有效的學習者不見得就是有效的學習促進者，雖然前者較高的口語能力，可能有助於表達自己對知識的理解，但若無法適時關照到團體夥伴的需要，所成就的不是團體整體，而只是個人而已。以上這些不僅是團體合作學習進行的準則，也是一般老師進行教學活動時，所應注意到的。在理論上，這些研究結果也符合建構論的看法，必須經由實作活動，以統整零散的知識；並藉由他人的提問，造成自己認知失衡，或看出自己的迷思，以建構出完備的知識系統，不過這邊要注意到，在 Vygotsky 的理論裡會強調專家的重要性，但在所引用的研究中並未如此強調。

合作學習過程中的建構性活動是重要的，那麼是否受其他因素所影響呢？

(二)其他因素對建構活動的影響

我們在下面將接續討論概念構圖作業、電腦或老師輔助、與非口語內容等三種因素，對合作學習中建構性活動的影響力。

首先就概念構圖。van Boxtel, van der Linden, & Kanselaar (2000)探討作業特徵對在社會互動中，概念知識精緻化的影響，作業是關於電的概念。他們將四十位平均年齡為 16

歲的參與者，兩兩配對後，隨機分派到四種情境之中，以探討「是否有個人準備時間」與「概念構圖作業或海報(poster)作業」之間有交互作用存在。他們認為個人準備時間有助於學生意識到自己的知識地圖或是迷思，並去捍衛自己的立場，所以將會增加兩人互動中的質疑與衝突；概念構圖則是一種知識網絡，概念之間由連結語所連結，呈現出抽象關係，海報作業則是使參與者能夠討論概念與具體現象之間的關係。結果發現，所有學生的後測分數顯然高於前測分數；個人準備階段確實有助於較佳的學習結果，並促使學生問較多的問題，特別是查證性問題；概念構圖情境有較多的電學概念討論、合作性精緻化的衝突與推理，但是沒有較高的學習結果，且此學習結果視精緻化程度而定。

台灣也有研究者顯示概念構圖作業在合作學習上的成效，並確認對後設認知等高層次思考能力的助益（余民寧、潘雅芳、與林偉文，民 85；陳嘉成，民 87）。我們認為概念構圖作業之所以有此成效，主是因為它要求學習者以「具體方式」將多個概念連結起來，並以連結語敘述其間的抽象關係，在此過程中由於團體成員對於概念意義的理解不盡相同，連帶地對於概念間抽象關係的確立也會產生疑義，這就是一種原有知識結構失衡的現象。為解決此現象，成員間必須進行精緻化的溝通討論，去澄清概念的意義，同時也必須去指出對方觀點的迷思或模糊之處，因而提昇相關的高層次思考能力。

其次在電腦或教師輔助方面。Ross & Cousins(1995)在三項子實驗中，分別針對七到十年級的學生，探討他們如何在合作學習團體中（性別、能力混合編組），解決相關推理問題。結果發現在有電腦的輔助之下，團體成員的「尋求解釋」策略，較有助於提昇成就。這主要是因為電腦輔助提供較多的認知指引談話，而在其他兩個子實驗，在沒有提供電腦輔助之下，一方面不知道在需要幫助時，要去尋求解釋，另一方面，即使學生之間彼此尋求解釋，但是品質也值得堪慮，就如同放任的發現式學習，無法保證學生能精確掌握住重要的概念或是問對了問題。此研究顯示學生是否「尋求解釋」以及是否有成效，必須有輔助的工具，我們認為除了電腦以外，老師亦是一種。

Hogan, Nastasi, & Pressley (2000)則探討在老師指引下與在學生獨立進行下，團體討論的組成成分、互動模式、與推理的複雜性。他們以 12 年級學生為參與者，分成四組，每組 3 個人，採異質分組，材料是固體、液體、與氣體的物理性質與變化。老師所扮演

的角色是在沒有提供直接性訊息之下，促使學生擴展與澄清他們的思考。結果顯示在有老師引導下的討論，學生較能獲得高層次的推理與高品質的解釋，成就表現也似乎較佳；但是在學生獨自進行的情境下，討論較具生產性與探索性，也較多樣化，且如果經歷較多的思考轉折，則也能達成較高的推理層次，雖然其中也含括了無效率的成分。

上述兩項研究結果證實，必須要有電腦或是老師的輔助，合作學習才會達到應有的成效。此觀點與 Vygotsky 的理論是一致的。但是如果沒有這些輔助的限制，儘管不一定達成預定成效，但學習者間的討論活動會有較大的生產性與探索性，這也落實 Confrey 的批評。因此，在教學實務上如何拿捏其中的分寸，可能仍有賴於現場教師的反應；或者，所提供的輔助性引導是較為領域一般性的，而非領域特定性。

再其次就非口語內容的部分。Kelly & Church (1997)認為它傳達了情緒狀態、注意力、社會支配、與信任感的表達等。他們探討平均年齡近 8 歲的 18 名兒童，其在團體互動中是否能偵測出非口語行為。結果顯示，兒童能了解其他兒童言語中所傳達出的訊息，並且相關的手勢(gesture)，無論是言語與內容一致或不一致，皆不會影響對言語的偵查；同時，當說話者手勢所傳達出的訊息與說話內容不同時，兒童也能偵測到該手勢的意義；對方的手勢-言語不一致，可能會促使參與者準備好要去理解對方所解釋的概念。這兩位作者在文獻評閱之後，指出手勢結合語言以傳達知識概念給同儕，有三種功能：第一，告知同儕他的知識穩定性；第二，向同儕告知他的可能發展區，由手勢與言語的不一致傳達出的訊息，可推論說話者的知識理解範圍；第三，經由合作者對共同解題目標的設定，手勢與言語影響同儕互動過程中的學習。

由以上幾篇研究可知，作業特徵、電腦或老師所提供的輔助、與非口語行為，會影響團體互動的進行與學習結果。前兩項因素符合前面對 Piaget 與 Vygotsky 觀點的討論，非口語行為因素的討論則補充兩家理論的不足之處。

綜合本部分對建構活動與相關影響因素的討論，首先是在團體的合作學習裡，成員間會採用愈來愈嚴苛的標準去檢視對方的概念理解，但也會彼此協調歧異的意見，並進行解釋活動，以達到概念澄清的目的，但此過程是複雜且困難的，有時光憑學生的力量不足以達成，仍需外來的輔助，包括電腦或是老師，特別是老師的輔助可使團體的運作

更有效率，但無形之中也妨礙學生的探索、創造、與生產等能力。其次，諸如概念構圖等作業訓練，因為「具體性」，而使合作學習更有成效。最後，單憑提供解釋，不足以促進團體其他夥伴建構出完善的知識理解，還必須參照提問、解決類似問題、了解對方的迷思等要素才有幫助。而以上這些討論也驗證 Piaget 與 Vygotsky 的論點，也符合 Brown 等人(1989)與鄭晉昌(民 89)對合作學習特徵的界定。

二、主題式的合作學習---在真實的解題情境中

情境學習強調將真實活動納入學習之中(Brown 等人，1989)，以使學生能活用所獲得的知識，下面將說明如何結合真實活動與合作學習，並探討相關的影響要素，希望能區隔出其獨特之處。

首先要證明的是，學生會將生活經驗帶入學習活動中嗎？Wyndhamn & Saljo (1997)以數學文字題為材料，將 10 到 12 歲的學生，就能力的高、中、低，進行同質編組，作業是要他們計算兩點之間的距離，由於在問題陳述中加入另一點作為參照點，且未確定所要計算距離的兩點的方向性，所以在計算上就有很多的可能性。此外在學生討論過程，研究者也適時提出若干問題。結果顯示參與者會就問題脈絡與過去生活經驗，考慮到多種假設並且區分這些假設之間的差異。此意謂著在解決文字題時，「我應該考量到的因素或內涵是什麼」是一個很難回答的問題，必須從脈絡中尋求解答。另外，將真實情境融入教學中，教學者適時地加入討論，會讓學生在解題過程參酌自己的生活經驗，使問題中的知識概念與自己產生有意義的連結。而這種教學方式是否有效呢？下面以兩項研究為例。

Henderson & Landesman (1995)研究在數學上，主題統合教學對美籍墨西哥裔學生學習成就的影響。研究者將七年級墨裔學生分成實驗組與控制組，控制組的數學課程內容不具真實情境性；實驗組則再分成兩組異質性團體，純粹英語組與雙語組，其數學課程內容皆具真實情境性，例如為了建造一座橋樑，將實驗組分別再隨機分成幾個小團體，每個小團體代表一間公司，在橋樑的建造上有不同的職掌，而老師的責任在於與學生一同決定學習的主題，而每個主題被選出來的理由各異，但是都與學生的實際生活經驗有關。結果顯示，實驗組與控制組在計算技巧上並無顯著差異，但實驗組在數學概念的理

解與應用上，有較好的表現。由此研究雖然可知主題式教學有助於知識的應用，但是未說明在此設計下，團體成員的互動過程，也沒有比較在同為實驗組之下（皆進行合作學習），主題式與非主題式教學是否有所差異。

Brenner, Mayer, Moseley, Brar, Duran, Reed, & Webb (1997)則是將 72 名七、八年級學生作異質分組，以 56 名學生為控制組（傳統教學方式），施以函數教學。實驗組最主要的操弄是教以各種知識表徵的技巧，例如在一個有意義的脈絡中，藉由圖表來表達知識概念的關係。結果顯示實驗組在表徵與解決函數文字題上，有較佳的表現，並且在問題表徵作業上也表現較好。此研究雖然顯示實驗組學生有較佳的後測表現，但是在實驗設計上，實驗組與控制組有三點不同：是否為團體學習、是否教導多元表徵技巧、與是否採主題式教學，因此我們無法判定所得到的教學成效，到底是哪一項因素所造成。

上述兩項研究雖然確認主題式合作學習的成效，但因為研究設計上的瑕疵，我們還不能下個有信心的結論。Vye, Goldman, Voss, Hmelo, Williams, & Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1997)以「Jasper Woodbury 的冒險故事」為教學材料，檢驗學生在複雜數學問題解決上的表現，此冒險故事以錄影帶方式呈現出一個故事，故事最後帶出一個要學生解決的複雜問題，需要學生將此問題分析成若干子問題、組織這些子問題成為一個解題計劃、區別出與解法有關或無關的資料、與執行解決計劃等。在實驗一，參與者是大學生與六年級學生，進行個別解題；在實驗二，針對與實驗一同樣的問題，研究者將五年級學生作兩兩同質配對（能力與性別，但有一組是性別混合），以比較兩個子實驗參與者的表現。

結果顯示，在兩兩配對組中是否能成功解決問題，與雙方在解題對話中論述結構的一致性是有關係的，此一致性反映在解題目標、對解題的嘗試、與計算方式的採行；與實驗一的六年級學生比較起來，實驗二的參與者會去探索較多的解題方法路徑，與個別學習下的大學生無顯著差異，而且實驗二的參與者與實驗一的大學生，所犯的錯誤類型也頗為一致。我們認為此結果意味著兩兩配對下的五年級學生，在解題過程的監控、對解題限制的理解、與問題空間搜尋等方面，所能達到的程度，與個別學習下的大學生無異。

另外，Barron (2000)也是採用「Jasper Woodbury 的冒險故事」其中的一則故事，以高學習成就的國小六年級學生為參與者，也得到類似的結果，並顯示出有很好的學習遷移效果。

由本部分的討論可知，第一，這方面的研究大多是研究者提供一個日常生活中可能面臨到的難題，或者某種職業所需完成的工作任務，要求學習者以合作方式解決之，而學習者會將各自的生活經驗帶入解決問題的場域中；第二，所以在合作過程中，各自的生活經驗扮演重要的影響因素，可惜這裡所舉出的實證研究無法充分說明在哪些層面發揮影響力，不過我們可以猜測小組成員對話中的論述結構是否一致，以及團體成員歧見的化解，便是受生活經驗所影響；第三，參與者在真實活動中合作學習知識概念，其成效優於個別學習，包括概念的理解與應用、學習遷移等方面。

上述結果證實 Vygotsky 與情境學習的社會文化觀，因為提供一個具真實色彩的學習情境，學習者自然而然便將日常生活知識帶入學習活動中，影響學習的品質與方式，並在此活動裡精煉原有的知識、或者更正迷思概念；另一方面，兒童在團體學習下，分工合作地扮演解題所需的各種角色，為彼此提供鷹架作用，這些正可突破認知負載的限制，而能達到與大學生相同的成就水準。但是也必須指出，由於在實驗設計上沒有突顯出主題式與非主題式合作學習的對比，所以我們無從知曉將真實活動納入教學，是否真的有超乎成本(例如拍攝錄影帶)的效益；此外，我們也無從知曉，真實活動下的與非真實活動下的合作學習，在學習者的互動模式、學習成效、教師的涉入方式與程度等各方面，到底有何不同，有待未來的研究。由於有這些不知道，所以我們無法清楚確認真實情境下的合作學習，究竟有哪些獨特之處，或者充其量，日常經驗的涉入算是特點之一吧！

三、參與者先備知識的影響---異質團體與同質團體的差異

陳嘉成(民 87)提到合作學習概念構圖，對於中低學習能力兒童的高層次思考能力，具有較顯著的效果，但在高學習能力兒童身上，因為其本身的努力，或是進入學習情境前所具備的能力，所以見不到實驗成效。邱美虹與林妙雲（民 85）也有類似的發現。既然參與者先備能力的高低，影響其合作學習後的成效，我們理當能預期，不同能力者的

合作互動模式是不同的；其次按照 Vygotsky 的理論，不同的團體有不同的文化型態，進而影響成員對話與互動的進行，所以團體組成是同質還是異質，會影響合作學習的實施與成效。

首先說明在不同編組方式下，學習者互動模式的差異。Saxe & Guberman (1998)探討在兒童數學學習中，社會與發展過程的交互作用。作業是尋寶遊戲，兩人分別擔任商品的販賣者與購買者（因為需要購買裝備才能進行尋寶），並以十個為一束的木條作為工具。他們將 64 位三、四年級學生兩兩配對，同年齡或不同年齡分組。結果顯示，第一，小組成員會共同將算術問題系統化，但是當有角色勞務分工時，個人的算術目標便有所不同：在混齡編組中，常見的情形是四年級擔任販賣者，三年級擔任購買者，這是因為販賣者必須完成較多的算術作業，如結帳與找錢；當無角色勞務分工時，在混齡編組中，四年級較傾向於靠自己完成交易。第二，隨角色勞務分工而來的不同算術目標，會導致兒童發展出不同順序的解題策略，此順序異於同年齡組的兒童。第三，研究者指出影響合作學習中數學目標形成的因素有三：先前的數學知識、工具的使用、與遊戲的活動結構。我們認為這項研究顯示同質與異質團體，在互動上的差異，能力強者似乎會主導互動過程，而不只反映出兒童發展在合作學習上的影響。

其次，我們接續分析不同編組方式下的學習成效。Tudge(1992)將 153 名 5 到 9 歲的兒童，依據其在槓桿平衡作業上的表現，兩兩配對分成控制組（沒有夥伴）、相同規則組、與不同規則組。規則相同或不同是指在槓桿平衡的推理上是否採用相同的規則，不同的規則代表不同的能力，例如考慮到臂距因素，比只考慮到兩邊法碼數的多寡，有較佳的能力。結果顯示，與高能力配對的低能力者，其在思考上有所改善，但是高能力者的思考能力並未獲得提昇，甚至有降低的現象。Tudge 推論高能力者之所以會被拉低，可能是因為其推理概念尚未穩固，容易受他人影響，這也顯示高能力者可能發展區的範圍，正是教育可著力的地方。

Webb, Nemer, Chizhik, & Sugrue (1998)也對團體組成對團體互動過程與科學表現的影響，進行評估。八年級參與者首先獨自完成一項科學評鑑，接著進行分組：控制組（個別學習）、異質組（一名高能力學生搭配兩名低能力學生）、與同質組（三名全為低能

力學生或者全是高能力學生)。結果顯示，異質組比同質組對於如何解決問題，有較正確的與高品質的答案與解釋；異質組的低能力學生，表現優於同質組的低能力學生；若高能力學生的團體夥伴也是屬於高能力，則其表現優於異質團體中的高能力學生，但是未達顯著差異，顯示異質分組對於高能力學生，不是特別不利。這樣的結果符合我們在討論 Piaget 觀點時，對低能力者學習成就所提出的考慮。

Fuchs, Fuchs, Hamlett, & Karns (1998)則是以三、四年級的學生為對象，結果顯示，確認由高能力學生所組成的同質團體，在複雜作業解題上的優勢，此優勢主要是在於互動的品質；評分者可根據團體合作與互動的內涵，分辨出何者是同質編組或異質編組；高能力同質組有較多的合作、認知衝突與解決，意味著加乘效果的存在。

以上三篇研究似乎顯示，低能力者若與高能力者配對，進行合作學習，將有助於其學習成效的提昇，這可能是因為此種情況下，低能力學生對於較不了解的概念可獲得較多澄清(Webb & Palincsar, 1996, p.858)，不過這種異質配對對於高能力者並沒有正面幫助，甚至有拉低的效果（可能因為知識基礎尚未穩固）；高能力者之間形成的同質配對，最有助於高能力者的學習成效。但我們就可以如此下定論嗎？我們在下面提出其他思考方向。

第一個另類思考是，或許，與中能力學生配對是低能力學生的較佳選擇。Webb 等人(1996, p.858-859)引用 Mugny & Doise 於 1978 年的研究指出，跟與高能力學生配對相比，與中能力學生配對的低能力學生有更佳的學習成效，這可能是因為高能力學生較會強力主導小團體的運作，知識的運用也高度自動化，所以較少對低能力學生解釋或提供先備知識，而即使有所解釋或提供相關知識，這些說明也可能落在低能力學生的可能發展區之外。

第二個另類思考是，如果先備知識的解釋與補充，在方式上毫無章法、在內容的質與量上過於龐雜，則對低能力學生而言倒是成為一種負擔。Hoek, van den Eeden, & Terwel (1999)對中學生施以社會與認知策略的訓練，並加以組織成合作學習團體，要求他們需促進彼此平等參與；控制組則未接受任何訓練，僅告知要幫助彼此。結果顯示，在數學推理能力與領域特定知識的分測驗上，實驗組比控制組有較佳的學習結果；若比較實驗組

內高能力學生與低能力學生的成就，前者在推理與特定知識的分測驗上得利最大，後者則是在於訊息蒐集分測驗上有較佳的提昇。可見在異質分組中，低能力學生所獲得的助益不是屬於高層次能力，只是彌補其先前所欠缺的能力而已。Hoek 等人認為這是因為在異質團體中，低能力者要同時學習三種東西，超出其認知負擔；而且因為認知能力差異所產生的地位序階，使得低能力學生較少參與團體互動，降低知識精緻化的機會。

難道加諸在低能力學生身上的認知負擔，沒有解決之道？Fuchs 等人(1998)曾討論到，有些研究顯示高低能力學生可配對在一起，高能力者擔任教師的角色，不過這個高能力者似乎以能力中等者較佳，因為他不會在合作解題過程中，將低能力者排除在外而自行解決該問題。但是這種情況是有先決條件的，一是雙方應該先受過合作學習技巧的訓練，了解如何建構式的互動；二是作業難度不應該太高，高能力學生對於高難度問題，很難對低能力學生解釋解題所需的步驟以及相關知識。我們認為後者是因為複雜問題的解決需要多種知識，而高能力學生有許多知識皆已自動化，若未受過訓練，其無法將已自動化的知識外顯化。

此外，針對高能力學生具有過強主導性的團體，Cohen & Lotan (1995)主張可藉由改變學生對自己與對他人的能力期望，進而改變彼此的地位歷程。方式有兩種：有效多元能力處理(an effective multiple ability treatment)與對低能力學生能力的認定(assigning competence to low-status students)，前者是告訴學生完成一項作業需要多種不同的能力，但不是每個人都具備這些能力，個人皆有其所擅長的部分；後者則是由權威人物（如老師）對低能力學生無條件地讚賞與增強。而這兩種方式被證明是有效的。

所以由上述的幾項研究可知，第一，不同編組方式，學生有不同的互動型態；第二，高能力學生從同質團體中，有較大的進步空間，在異質團體中，甚至有被拉低的可能；第三，低能力學生從異質團體所收到成效，可能僅限於先備知識的補足與記憶新的知識，在高層思考能力上，成效未定；第四，低能力學生若與中能力學生配對在一起，學習成效較佳；最後，高低能力學生是可以配對在一起的，但是需要一些先決條件或是教學處理。這些結果證實我們之前討論 Piaget 理論時所提出的幾項想法，也證實了高能力學生可作為低能力學生越過可能發展區的鷹架，但此「鷹架」是否能發揮功能，還有賴於教

師所提供的鷹架作用。

最後要補充的是除了在能力層面外，同質與異質團體的差異還包括性別，不過在這方面尚未有定論。Springer 等人(1999)的後設分析研究便發現，由女學生所組成的同質團體與性別混合異質團體之間，在自然學科的成就表現上，並無顯著差異；主要差異則是顯現在學習態度上，但是我們認為該項研究中，兩種團體的樣本數不等（分別為 13 與 35），含括的人數差距過大，故持保留態度。此外，Scanlon (2000)在評閱三篇文獻之後，認為性別不是重要因素，衝突的解決、作業相關特徵、與某種社會距離概念才是。

肆、結論

一、我們知道了什麼？

本文從 Piaget 與 Vygotsky 的理論出發，探討影響合作學習成效的因素，且未刻意區分不同合作學習之間的差異，而是放在一起討論。我們可以得到一個初步的結論，合作學習的確有利於學生的學習成就與高層思考能力，但是其中涉及多種因素：第一，僅由團體成員提供正確答案的解釋是不夠的，還必須經由提出若干探索性與暗示性問題，或是藉由概念構圖，才有助於建構出完整、正確的知識系統；第二，在學生理解知識之後，應該讓學生有機會在相關問題或是作業上，進行建構式活動，藉由「應用」來徹底了解知識；第三，若將真實活動納入教學中，則學生所獲得的是可應用的活知識，而不是死知識；第四，就異質團體與同質團體的差異，高能力學生在同質團體中，可獲得較佳的學習成效，低能力學生則是在異質團體中，能彌補基本知識的不足。

除了合作過程中的建構活動、真實情境下的學習、與編組方式外，還有許多因素會影響合作學習的成效，例如蔣佳玲與郭重吉（民 88）發現當成員間有不同意見時，除了少數學生會努力說服對方外，多數學生為了避免爭執，所以採折衷性看法，或是當對方堅持己見時，採消極態度對待之。這顯示人格特徵的影響力。其他還包括社會心理學對團體歷程的研究，如社會性浪費現象。這些都有待未來研究的探討。此外，Hogan 等人(2000)也提出方法學上的討論，他們認為若對同儕團體的討論，採取較小的分析單位，則對合

作過程對話的描繪就較不是那麼確實，例如學生可能會花費較多的時間在指出如何完成問題作業，而不是獲得更高程度的理解；認知衝突可能變質為社會衝突，需要老師介入解決；由於動機、問題理解、團體領導者的行為，使得不是所有學生同等涉入團體互動中，例如 Gabriele & Montecinos (2001) 便發現在異質團體合作學習之下，學習目標組的低能力學生比表現目標組有較佳的學業表現；學生在發展假設、進行推理、精緻化、與辯護解釋上，不是那麼自動自發。由於上述這些問題，顯示我們還需多方訓練學生如何進行合作學習，而這樣的學習歷程，不只是知識上的陶冶與成就，也包括學習態度與人格的塑造。

二、我們還需要知道什麼？

首先，本文在理論說明部分，似乎是預設當團體中有愈多的衝突，就有愈多的同化與調適，因而能增進學習成就與認知能力，但是這種預設是否有實證證據，不無疑問，況且如果這個預設是真的，那麼我們仍有理由繼續討論，衝突的質與量必須達到何種程度才是有助益的。其次，雖然本文所評閱的文獻顯示在合作過程中，團體成員必須解釋問題解決的背景知識，才能使其他成員進行建構性活動，但我們不知道團體成員是否能拿捏提出解釋的時機，以及是否能了解何者才是重要的問題與相關背景知識，而這部分牽涉到後設認知知識。再其次，後續仍需比對主題式合作學習與非主題式合作學習，對於學生的學習成就是否造成顯著差異。第四，測量高能力學生在異質合作學習團體中，是否有助於其知識結構更為穩固及完備，Tudge (1992)的研究便顯示異質團體對高能力學生仍是有幫助的；第五，如果第四點的答案是肯定的，那麼是同質團體有助於高能力學生的知識結構更為統整、概念之間重新組織或模組化，還是異質團體？第六，是否每個人都適合於合作學習，仍不無疑問，既然教育上重視個別差異的存在，不同學生便有最適合的學習方法；第七，由本研究所評閱的文獻，似乎合作學習適合於每一種年齡階段的學習，但是由於不同年齡階段有不同的認知發展，是否因此意涵不同合作學習型態存在的必要性？最後，我們如何從合作學習這種實踐性極強的研究議題，調和 Piaget 與 Vygotsky 的理論，以形成一個大敘述？還是因此證明多種理論並行的必要性？

參考書目

- Mayer, R. E.著，林清山譯（民 83）教育心理學—認知取向。台北：遠流。
- 余民寧、潘雅芳、與林偉文（民 85）「概念構圖法：合作學習抑個別學習」，教育與心理研究，19：93-124。
- 邱美虹與林妙雲（民 85）「合作學習對國三學生學習『地層紀錄地質事件』的影響」，教育研究資訊，4(6)：108-128。
- 吳庭瑜、吳明樺、與洪瑞雲（民 87）「合作學習、解釋及發問架構提示對歸納推理表現之影響」，中華心理學刊，40(2)：117-136。
- 陳嘉成（民 87）「合作學習式概念構圖在國小自然科教學之成效研究」，教育與心理研究，21（上）：107-128。
- 蔣佳玲與郭重吉（民 88）「分析國小學生在小組科學討論中的同意與不同意」，研究彙刊：科學教育，9(2)：45-55。
- 鄭晉昌（民 89）「檢視網路支援學習環境中學習者智能互動的歷程—一個個案研究」，研究彙刊：科學教育，10(3)：103-114。
- Barron, B. (2000) 「 Problem solving in video-based microworlds: Collaborative and individual outcomes of high-achieving sixth-grade students」, Journal of Educational Psychology, 92(2) : 391-398.
- Boling, N. C., & Robinson, D. H. (1999) 「 Individual study, interactive multimedia, or cooperative learning: Which activity best supplements lectures-based distance education」, Journal of Educational Psychology, 91(1) : 169-174.
- Brenner, M. E., Mayer, R. E., Moseley, B., Brar, T., Duran, R., Reed, B. S., & Webb, D. (1997) 「 Learning by understanding: The role of multiple representations in learning algebra」, American Educational Research Journal, 34(4) : 663-689.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989) 「 Situated cognition and the culture of

- learning」, Educational Research, 18 : 32-42.
- Cohen, E.G., & Lotan, R. A. (1995) 「Producing equal-status interaction in the heterogeneous classroom」, American Educational Research Journal, 32(1) : 99-120.
- Confrey, J. (1995) 「A theory of intellectual development (Part II)」, For the learning of Mathematics, 15(1) : 38-48.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Hamlett, C. L., & Karns, K. (1998) 「High-achieving students' interactions and performance on complex mathematical tasks as a function of homogeneous and heterogeneous pairings」, American Educational Research Journal, 35(2) : 227-267.
- Gabriele, A. J., & Montecinos, C. (2001) 「Collaborating with a skilled peer: The influence of achievement goals and perceptions of partners competence on the participation and learning of low-achieving students」, The Journal of Experimental Education, 69(2) : 152-178.
- Henderson, R.W., & Landesman, E.M. (1995) 「Effects of thematically integrated mathematics instruction on students of Mexican descents」, The Journal of Educational Research, 88(5) : 290-300.
- Hershkowitz, R., & Schwarz, B.B. (1999) 「Reflective process in a mathematics classroom with a rich learning environment」, Cognition and Instruction, 17(1) : 65-91.
- Hoek, D., van den Eeden, P., & Terwel, J. (1999) 「The effects of integrated social and cognitive strategy instruction on the mathematics achievement in secondary education」, Learning and Instruction, 9 : 427-448.
- Hogan, K., Nastasi, B.K., & Pressley, M. (2000) 「Discourse patterns and collaborative scientific reasoning in peer and teacher-guided discussions.」, Cognition and Instruction, 17(4) : 379-432.
- Horn, E.M., Collier, W.G., Oxford, J.A., Bond, C.F., & Dansereau, D.F. (1998) 「Individual difference in dyadic cooperative learning」, Journal of Educational Psychology,

90(1) : 153-161.

Kelly, S. D., & Church, R. B. (1997) 「Can children detect conceptual information conveyed through other children's nonverbal behavior?」, *Cognition and Instruction*, 15(1) : 107-134.

King, A., Staffieri, A., & Adelgais, A. (1998) 「Mutual peer tutoring: Effects of structuring tutorial interaction to scaffold peer learning」, *Journal of Educational Psychology*, 90(1) : 134-152.

Okada, T., & Simon, H. A. (1997) 「Collaborative discovery in a scientific domain」, *Cognitive Science*, 21(2) : 109-146.

Qin, Z., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1995) 「Cooperative versus competitive efforts and problem solving」, *Review of Education Research*, 65(2) : 129-143.

Roschelle, J. (1992) 「Learning by collaboration: Convergent conceptual change」, *The Journal of Learning Sciences*, 2(3) : 235-276.

Ross, J.A., & Cousins, J.B. (1995) 「Impact of explanation seeking on student achievement and attitudes」, *The Journal of Educational Research*, 89(2) : 109-117.

Saxe, G.B., & Guberman, S.R. (1998) 「Studying mathematics learning in collective activity」, *Learning and Instruction*, 8(6) : 489-501.

Scanlon, E. (2000) 「How gender influences learners working collaboratively with science simulations」, *Learning and Instruction*, 10 : 463-481.

Springer, L., Stanne, M.E., & Donovan, S.S. (1999) 「Effects of small-group learning on undergraduates in science, mathematics, engineering, and technology: A meta-analysis」, *Review of Educational Research*, 69(1) : 24-51.

Tudge, J.R.H. (1992) 「Process and consequences of peer collaboration: A Vygotskian analysis」, *Child Development*, 63 : 1364-1379.

van Boxtel, C., van der Linden, J., & Kanselaar, G. (2000) 「Collaborative learning tasks and the elaboration of conceptual knowledge」, *Learning and Instruction*, 10 : 311-330.

- Vye, N.J., Goldman, S.R., Voss, J.F., Hmelo, C., Williams, S., & Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1997) 「Complex mathematical problem solving by individuals and dyads」, *Cognition and Instruction*, 15(4) : 435-484.
- Webb, N.M., Nemer, K.M., Chizhik, A.W., & Sugrue, B. (1998) 「Equity issues in collaborative group assessment: Group composition and performance」, *American Educational Research Journal*, 35(4) : 607-651.
- Webb, N.M., & Palincsar, A.S. (1996) 「Group processes in the classroom」, *Handbook of Educational Psychology*, 841-873. NY: Simon & Schuster Macmillan.
- Webb, N.M., Troper, J.D., & Fall, R. (1995) 「Constructive activity and learning in collaborative small groups」, *Journal of Educational Psychology*, 87(3) : 406-423.
- Wistedt, I., & Martinsson, M. (1996) 「Orchestrating a mathematical theme: Eleven-year olds discuss the problem of infinity」, *Learning and Instruction*, 6(2) : 173-185.
- Wyndhamn, J., & Saljo, R. (1997) 「Word problems and mathematical reasoning—A study of children's mastery of reference and meaning in textual realities」, *Learning and Instruction*, 7(4) : 361-382.