

探討西元 2000–2019 年相關文獻不同目標 結構下拼圖法合作學習在科學教育的應用

劉湘虎

臺北市立長安國民中學

陳欣珏

國立臺灣科技大學數位學習與教育研究所

林美君

新北市樹林區樹林國民小學

張俊彥*

國立臺灣師範大學科學教育研究所

本研究回顧 2000–2019 共 20 年間，Scopus 資料庫中拼圖法 (jigsaw) 合作學習教學策略在科學教育應用的 29 篇文獻，透過內容分析法分析各文獻，主要針對「學生的學齡階段」、教師採用的「目標結構設定」，以及教師「培養學生成為的專家類型」進行分析。學生的學齡階段分為：國小、中學（國中、高中）和大學階段。目標結構設定分為：合作型、小組競爭型和個體化目標結構。教師培養學生成為的專家類型則分為：知識型專家、能力型專家和態度型專家。研究結果發現：（1）對於合作學習沒有經驗的學生或是年紀較小的學生，較適合小組競爭型的目標結構；（2）對於較為抽象的知識，學生較不信任藉由拼圖法合作學習得到的知識內容；（3）拼圖法合作學習策略中，組員能否透過練習成為專家，是其成功的重要關鍵。最終，透過文獻分析結果，提出未來拼圖法合作學習的研究方向，以及教師教學實踐上的建議。

關鍵詞：合作學習；拼圖法；科學教育

* 通訊作者：張俊彥 (chunyenc@gmail.com)

緒論

現在社會中許多事務需要由不同領域專家互相合作才能達成，例如：電視新聞媒體需要導播、記者、主播等各司其職，互相合作才能成功製作並播出一則具有報導價值的新聞；又如同交通建設行業需要有結構安全鑑定師、環境評估專業人員，以及建築工程師的配合，才能完成一項交通建設。因此，現今教育除了教導學生知識外，在課程安排中更應提供學生扮演專家角色的練習機會。這樣不僅可以引導學生成為某領域的專家，亦可以培養他們與其他專家間的團隊合作能力。拼圖法合作學習策略提供學生在小組討論過程中成為專家的機會，透過與其他小組成員合作交流，在彼此「教與學」過程中練習專家間的互動。

合作學習對於科學教育十分重要，在建構主義的觀點下，學生需要積極透過與他人互動和參與學習來建構自己的知識結構（Doymuş, 2008）。而在課室中可以通過合作學習，使學習活動發展成為社會性互動（Honebein, 1996）。合作學習策略十分多元，其中 Slavin (1980a) 透過分析合作學習策略後建議使用在社會和科學教育上的合作學習策略就是拼圖法。拼圖法合作學習策略核心來自於合作學習理論。合作學習最早由學者 Johnson & Johnson (1999) 在 20 世紀 70 年代提出，主要精神是學生透過小組合作討論進行學習。當學生努力實現共同學習目標時，就存在合作學習。在 Johnson & Johnson 提出合作學習想法後，許多具有系統性及結構性的合作學習策略都得以發展出來（Slavin, 1985），逐漸受到重視並為教師廣泛運用，亦被視為有效增進學生學習成就的教學方法之一。有研究指出，透過合作學習，在社會、道德、情感和發展方面，學生可以在與同儕相互交流觀點的過程中得到提升（Kamii, 1984）。學習者的學習成就、動機、態度、人際關係、社會技巧等，都可由合作學習策略得到提升（Johnson et al., 1994; Panitz, 1999）。

本文先在 Scopus 資料庫和 Google Scholar 中搜尋瀏覽，發現目前缺少關於拼圖法合作學習策略應用於科學教育上的整理分析。因此，本研究回顧近 20 年拼圖法合作學習策略應用在科學教育上的實徵研究，期望透過內容分析法得出研究結果，能提供教師在使用拼圖法進行教學的建議，亦給予未來研究上的建議。

研究動機與研究目的

研究動機

相較於其他的合作學習策略，例如小組遊戲比賽法（Teams-Games-Tournament, TGT）、學生分組成就區分法（Student Teams-Achievement Divisions, STAD），拼圖法合作學習最大的特色在透過小組討論，使學生有成為某領域的專家、並與其他專家

合作交流的機會。透過教師的引導和課程設計，在與組員「教與學」的過程中達成教師設定的學習目標。

Deutsch (1949) 提出目標結構 (goal structure) 理論，認為在團體中會因為個體達到目標的獎勵方式不同，導致個體之間不同的相互作用。拼圖法學習策略中，教師可以在教學中透過不同目標結構設定，引導學生達到合作學習的目標。目標結構主要分三類：合作型 (cooperative)、小組競爭型 (competitive) 和個體型 (individualistic)。

筆者透過瀏覽文獻發現，拼圖法合作學習策略不僅行之有年，且持續為教師應用，每年都有不少的期刊文章數量。拼圖法合作學習適用於國小至成人，適用的科目領域亦多元。同一種學習策略對於不同年齡和不同科目的學習者可能有不同效果，而教師亦會因着不同的培養目標而有不同的教學設計。這樣的結果說明回顧拼圖法合作學習的文獻有其重要價值。另外，筆者亦發現到專家小組的練習是組員能否成功成為專家的重要關鍵。因此，筆者期盼透過本研究中對於拼圖法合作學習文獻的評析，提供教師未來在教學實踐上的具體建議。

研究目的

本文分析回顧了 2000–2019 年拼圖法合作學習策略在科學教育中的應用與發展，欲達成下列目標：

1. 了解影響拼圖法合作學習教學策略成功與否的關鍵因素，
2. 提供科學教師未來使用拼圖法合作學習的教學建議。

要達成上述研究目標，須回答下列問題：

1. 拼圖法合作學習策略在不同學齡階段，適用的科學科目有哪些？
2. 國小階段教師採用拼圖法合作學習的目標結構設定，與培養的專家類型為何？
3. 中學階段教師採用拼圖法合作學習的目標結構設定，與培養的專家類型為何？
4. 大學階段教師採用拼圖法合作學習的目標結構設定，與培養的專家類型為何？
5. 教師安排學習者負責的專家組別，依據為何？

研究限制

由於本研究探討的文獻之中，研究對象屬於小學學齡的僅有四篇，所以研究結果可能無法推論到所有的小學情況。希望未來可以有更多研究者投入關於小學的研究，使研究結果更臻完備。

相關文獻回顧

拼圖法合作學習策略的發展簡述

拼圖法合作學習策略是藉着賦予學習者教導部分課程內容的任務和責任，引發學生彼此間討論和教學，以達到合作學習成效。拼圖法合作學習源自 20 世紀 70 年代的美國德州校園，當時存在各種族學生因着猜疑而發生衝突的情況。德州大學教授 Aronson 等人於是提出拼圖法合作學習策略，以增加學生之間的相互依賴，並降低不同種族間的偏見；另外，透過扮演專家角色，亦可增加學生的自信，提升其學習興趣。成績較差的學生，進步幅度更為明顯（Aronson & Goode, 1980; Slavin, 1980b）。

拼圖法核心主軸來自於合作學習理論，合作學習的行為出現在學生們努力實現共同學習目標時（Johnson & Johnson, 1999）。Slavin（1985）以能力、種族、性別的異質性分組進行合作學習，發現對於多數學生的學習成就具有正面影響。Parker（1985）建構利於合作學習的環境，學習過程中學生可以與同儕互動分享彼此觀點，互相幫助以達成小組共同目標，結果發現可以培養學生更多的合作行為。Nijhof & Kommers（1985）的合作學習鼓勵同儕間的討論，結果刺激學生往更多元的方向發展。拼圖法合作學習策略藉着給予學生教導小組成員部分教材的任務，激勵學生學習，是一種以學習者為中心的教學，教師扮演小組學習促進者和督促的角色（Aronson & Goode, 1980; Slavin, 1980a）。Nattiv（1994）的小組中每位成員都是學習負責者，彼此「互相依賴」，以達成小組目標。在學習過程中，學生會被要求向小組成員演示他們所學習的內容。透過拼圖法學習時小組成員的互相教學，能夠展示學生對於概念的理解與誤解（Şimşek, 2013）。拼圖法教學策略提供一個平等的環境，透過分組使學生接觸到不同的小組成員。學生以專家角色與其他組員互動的過程中，可以相互理解，並增進與同儕間的交流。

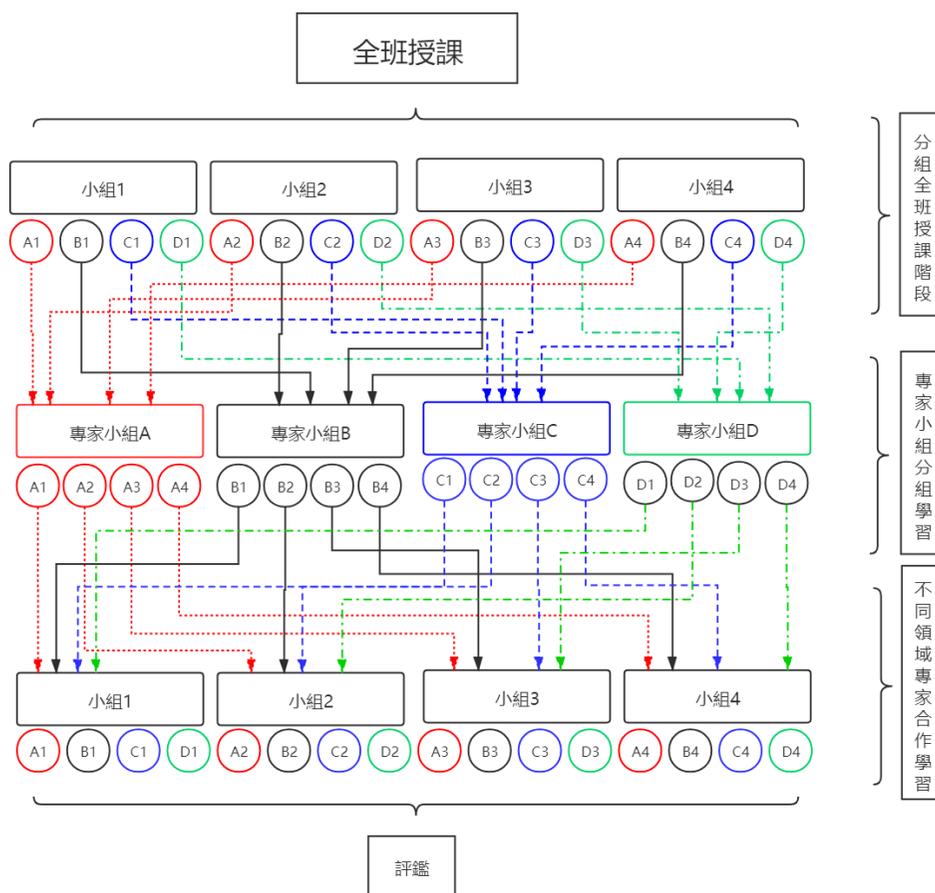
拼圖法合作學習策略的流程

綜合上述各學者的觀點，拼圖法合作學習策略大致可分為四個階段：

1. 全班授課——教師說明課程內容、拼圖法的進行方式和規則，並進行分組；
2. 專家小組練習——學習者為負責的課程內容作預備，以勝任專家角色；
3. 不同領域專家合作學習——各領域專家回到原來小組，與負責不同領域的專家討論；藉由解決同學的疑問，以及完成小組的工作項目，進行合作學習；
4. 評鑑——教師採用不同的評量方式，評鑑學習者是否達成學習目標。

根據這四個階段的主題，筆者將拼圖法合作學習策略流程繪製如圖一所示。

圖一：拼圖法合作學習流程



圖片來源：筆者自行繪製。

拼圖法合作學習策略相關理論

目標結構理論

拼圖法合作學習是以學習者為中心的一種學習策略。學生透過在小組中扮演某個領域的「專家」角色，並與來自不同領域的其他專家互動交流，達成小組目標或個人目標。Deutsch (1949) 提出目標結構 (goal structure) 理論，認為不同的依賴方式決定了個體間之間的互動方式：正向的依賴 (合作) 導致正面的互動，負向的依賴 (競爭) 會導致負向的互動，無依賴 (個體努力) 則沒有互動產生。於是他界定了三種目標結構：

1. 合作型目標結構 (cooperative goal structure) —— 個體為達成目標所作的努力，有利於他人達成目標；
2. 競爭型目標結構 (competitive goal structure) —— 個體為達成目標所作的努力，會阻礙他人達成目標；
3. 個體型目標結構 (individualistic goal structure) —— 個體為達成目標所作的努力，不會影響他人達成目標。

團體中會因為目標結構的不同設定，導致組員之間有不同的互動方式。拼圖法學習策略是以學習者為中心，教師在教學過程中僅扮演引導角色。因此，教師面對不同學生和不同教學活動時，可以透過不同的目標結構設定，引導學生達到合作學習的目標。

本研究為了貼近合作學習的內容，將目標結構的名稱和定義稍加修改，分述如下：

1. 合作型目標結構 —— 當所有小組成員都達到共同的小組目標時，小組成員中的個體才能達到目標要求，獲得成功。因此，合作型的目標結構設定可以促使小組成員更為積極合作。Gillies (2004) 認為當小組成員為了達成共同目標，成員會意識到分擔責任和互相協助的重要性。學生互相協助、依賴，促使合作行為發生，這是合作學習策略能夠成功達成教學目標的原因之一。
2. 小組競爭型目標結構 —— 當他人失敗、達不到目標時，個體才可能達到目標取得成功 (Deutsch, 1949)。拼圖法合作學習主要以小組討論方式進行，因此本研究將「競爭型目標結構」修改為「小組競爭型目標結構」。在這目標結構中，各小組間的關係是對抗的，各小組會積極採取對自己或小組有益的方式，以期能夠比其他組別早一步達成目標，獲得成功。
3. 個體型目標結構 —— 個體達成目標與其他人是否達成目標無關，這種情況下個體會注重自己任務的完成情況。透過個體化目標，教師可以確認學習者是否在拼圖法合作學習過程中達成學習目標。

研究方法

本研究旨在透過文獻回顧，探討拼圖法合作學習策略在科學教育教師使用該法於教學中的時機、科目，以及教師在不同的學生年齡下所設定的目標結構，以提供教師在使用拼圖法教學時的後續參考。以下將針對回顧論文選擇、內容分析架構進行說明。

論文選擇

本研究的文獻搜尋方式，以蘊藏廣泛學科領域的 Scopus 資料庫為主要搜尋工具，

並以全球最大的索引文獻資料庫 Google Scholar 作補充，以期盡可能避免遺漏文獻。搜尋過程分兩個階段。第一階段廣泛搜尋拼圖法合作學習相關文獻。拼圖法教學策略約在 20 世紀 70 年代為學者們提出，已有約 50 年歷史，是一項存在已久的合作學習策略。為了確認拼圖法合作學習策略在文獻回顧中的價值，故先在 Scopus 中以關鍵詞「jigsaw」針對近二十年（2000–2019 年）相關文獻進行搜尋。第二階段則篩選拼圖法合作學習應用於科學教育的文獻。本研究聚焦於評析將拼圖法合作學習策略應用於科學教育的文獻，將 Scopus 資料庫中 2000–2019 年間的英文期刊論文，使用「jigsaw」、「cooperative learning」、「science learning」和「science education」四個關鍵詞以聯集進行搜尋。將搜尋出的文獻排除「非英文語言」、「藝術與人文」（art and humanity）、專書發表和回顧性文章，並將文章更精確挑選出應用拼圖法合作學習於科學科目（化學、物理、生物、地球科學、環境、數學等）中的實徵研究文獻。由於本研究目的在於探討拼圖法策略進行教學時的目標結構設定，因此若文獻內容沒有實際應用拼圖法進行教學，亦被排除。最終獲得文獻共 29 篇，並進行後續文獻分析。

內容分析架構

本研究回顧 2000–2019 年間拼圖法應用於科學教育中的文獻，分析教師在課程中針對不同學齡學習者的「目標結構設定」，以及培養學生成為的「專家類型安排」。其中，能力型的範圍較廣，在本研究中將能力型範圍界定為能夠完成課程中相關內容所運用的能力，例如：實驗中操作儀器的能力、能以操作計算機完成課程任務的能力、報告演示的能力等；知識型專家是學生能夠理解課程中的概念知識，並達成較高的學習成就；而態度型專家目標設定是培養學生在扮演專家角色時應有的態度、與其他專家進行合作時的態度，以及面對學習科目具有正向態度。分析架構見表一。

表一：文獻內容分析架構

類別	說明
學齡	1. 國小階段 2. 中學（國中、高中）階段 3. 大學階段
目標結構	1. 合作型目標結構 2. 小組競爭型目標結構 3. 個體型目標結構
專家類型	1. 知識：概念知識理解、學科成就 2. 能力：操作型能力、團隊合作能力、網路搜尋能力、計算機操作能力、問題解決能力、報告演示能力等 3. 態度：扮演專家角色、與專家合作、對於學科具有正向的態度

學齡分布

由於拼圖法合作學習適用的教學對象十分廣泛，本研究將學生的年齡分成三個學齡階段進行分析，分別為國小、中學（國中、高中）和大學階段。

目標結構與培養專家內涵

本研究以 Deutsch (1949) 提出的目標結構理論為分析架構，拼圖法是以學習者為中心的學習策略。教師先將學生安排到不同專家小組中進行專家訓練。之後，再讓學生回到原小組擔任專家，並與其他領域的專家組員進行合作學習。在學習過程中，教師扮演引導者的角色，透過不同目標結構設定，使學生達成學習任務。研究者將拼圖法合作學習的目標結構分成合作型目標結構、小組競爭型目標結構和個體型目標結構。另外，研究者在整理文獻中發現，不同的實徵研究希望培養的專家類型不盡相同，筆者將其分為三類：

1. 知識型專家——學生經過培養成為專家後，對於學科知識概念有更清楚的理解，其學科成就亦會因此提升；
2. 能力型專家——學生經過訓練成為專家後，其實驗操作的專業技能、團隊合作能力、網路搜尋能力、計算機操作能力、問題解決能力、報告演示能力等均有所提升。
3. 態度型專家——學生經過專家小組練習後，會更加懂得如何扮演專家的角色、更了解如何與其他專家合作，或者對於學科具有正向的態度。

不同的目標結構和不同的專家類型的二維分析架構見表二。

分析結果

採用拼圖法合作學習策略於科學教育的教學對象

本研究將教學對象限制在正規教育中的學生，並將學生的學齡階段分為國小、中學（國中、高中）和大學三個階段。分析結果發現，採用拼圖法合作學習融入科學教育的教學策略中，以大學階段（48%）的比例最多，其次為中學階段（38%），國小階段的比例最少（14%），如表三所示。

表二：目標結構和專家類型的二維分析架構

專家類型		目標結構		
		合作型	小組競爭型	個體型
知識	說明	需以小組合作方式共同達成課程中的知識型學習目標	以小組間競爭方式達成知識型學習目標	個體獨立達成知識型學習目標
	教材	<ul style="list-style-type: none"> 小組共同完成任務清單 小組共同完成學習單 小組共同完成學習活動 	<ul style="list-style-type: none"> 小組間成就測驗競賽 小組積分競賽 	<ul style="list-style-type: none"> 個人獨立完成學習單 個人學習內容清單 個人獨力完成的成就測驗
能力	說明	以小組合作達成能力型的目標	以小組間競爭達成能力型的目標	以個體達成能力型的目標
	操作	小組共同合作完成實驗、儀器操作的任務，合作完成小組發表	以完成小組間競賽為目標，小組共同合作完成實驗、儀器操作的任務	成員以完成個人所負責的儀器與實驗操作為目標，並以個人的表現為評分準則
態度	說明	透過小組合作完成任務，認同自己的專家角色	透過小組競賽，認同自己的專家角色	提高對於學科內容的學習意願或是認同學習策略，並提升自我效能
	特徵	認同自己以專家角色協助完成小組型任務	<ul style="list-style-type: none"> 認同自己以專家角色協助 協助小組贏得競賽 	<ul style="list-style-type: none"> 提高對於學科內容的興趣 提高自己的自信

表三：文獻研究對象學齡分布

學齡	文獻編號	篇數	比例
國小	8、23、26、27	4	14%
中學	2、3、6、7、9、12、16、18、19、25、28	11	38%
大學	1、4、5、10、11、13、14、15、17、20、21、22、24、29	14	48%

國小階段教師採用拼圖法策略目標結構和專家類型

從表四呈現的國小階段目標結構和專家表現類型可以發現，在此階段教師主要以「小組競爭型」和「個體型」目標結構設定為主，合作型目標結構的比例最少。可以看出競爭型的目標結構是國小教師鼓勵學生進行討論最常用的方式。研究者推測，這可能是因為國小階段的學生對合作學習不熟悉。小組共同完成一項任務所獲得的成就感可能無法成為令學生進行討論的誘因。另外，國小教師在班級經營中常常以記點加分、積分比賽的方式鼓勵學生達成學習目標，且能達到良好的學習效果。因此，教師採用小組競爭型的目標設定，國小學生可能較為在意和投入，藉此可以激起學生

在課程中的學習。研究結果亦顯示，國小階段教師在專家表現類型的設定上，主要集中在「知識」和「態度」上。研究者推測，這可能與國小階段學生具備的相關知識不充足有關，因而在此階段，教師會較為重視知識性的培養。另外，由於國小階段對合作學習亦不熟悉，因此教師對於學生在合作學習態度的培養上亦較為重視。

表四：國小階段目標結構和專家類型的二維分析

專家類型	目標結構		
	合作型	小組競爭型	個體型
知識		8、23、27	23、26
能力			
態度	22	8、23、26、27	

以下針對國小學齡各目標結構的專家培養類型進行文獻說明。

合作型目標結構，培養態度型專家

合作型目標結構透過組員合作以完成小組任務，學習者認為有教導同學並為小組貢獻的責任。Tarhan & Sesen (2012) 的研究指出，教師在國小課程中加入「小老師」以扮演專家角色，可以幫助學習者因著理解自身扮演的專家角色，而負起教導其他組員的責任。

小組競爭型目標結構，培養知識型專家

在小組競爭型目標結構的設定中，教師會在課堂上以小組活動的積分評比為表揚的依據。例如，Yoruk (2016) 以每次課程結束後小組所繳交的實驗記錄為小組間評分表揚的依據。Tarhan et al. (2013) 和 Genç (2016) 則以學生在課堂上回答的情形結算小組積分。Tarhan et al. (2013) 的研究中，教師詢問學生在生活中與物理、化學相關的問題，並讓小組討論後回答，以小組積分為表揚依據。

小組競爭型目標結構，培養態度型專家

小組競爭型的目標結構是藉由小組競爭的活動促使學習者積極參與討論。Yoruk (2016) 的研究中，教師在課程後要求小組繳交實驗記錄，除了以報告為小組評分的依據外，亦對組員負責的部分進行評比，特別表揚為小組加分。Tarhan et al. (2013) 的研究中，教師以小組組員在測驗中得到的成績高低為鼓勵小組的依據。透過訪談

發現，學生為了贏得獎勵，會更積極和組員合作，並且督促同組參與度不高的同學，以免無法得分。

個體型目標結構，培養知識型專家

國小學齡階段個體型目標結構有兩篇，兩篇皆是在課程前提示學習者在課程完成後，需進行與討論內容相關的成就測驗為評分依據，以此作個體型知識目標的設定。其中 Tarhan et al. (2013) 在課程開始時便告知學生，課程結束後每位學生皆需完成物理和化學變化概念的測驗；Ural et al. (2017) 則以力與運動相關的試題為成就測驗。

中學階段教師採用拼圖法策略目標結構與專家類型

各國學制差異，在學生完成小學階段教育後，其學制名稱亦不同，例如，香港的中學階段分為中一至中六，日本分為初中三年、高中三年，台灣分為國中三年、高中或高級職業學校三年等，為了避免分類繁瑣，造成研究目的失焦，本研究僅以中學階段進行學齡分類。以下針對本研究中，中學階段的文獻進行科目的整理（見表五）。

表五：中學階段文獻的教學科目

文獻編號	文獻使用拼圖法的教學科目
2	基礎科學
3、6、12、18	數學
7、9	物理
16、19	工程學
25	化學
28	科學探究

從表六中可見在中學階段的文獻中，部分文獻由於教師在課程中同時設定了多項目標結構，故文獻將同時出現在表格不同項目中。教師在課程中主要以合作型目標和個體型目標結構設定為主。至於小組競爭型目標結構，在中學階段文獻中僅有兩篇。以培養的專家類型進行分類，文獻中顯示主要以知識型為主。研究者推測這是由於中學學齡階段尚須培養專業知識，因此教師較着重於培養知識型專家。

表六：中學階段目標結構和專家類型的二維分析

專家類型	目標結構		
	合作型	小組競爭型	個體型
知識	2、6、7、9、 12、16、19、25、28		2、3、6、7、9、 12、18、19、25、28
能力	3、6、9、19	16、28	7
態度	6、7、9、12、28		3、7、9、16、19

以下就中學階段各目標結構的專家培養類型進行文獻說明。

合作型目標結構，培養知識型專家

教師在合作型目標結構設定下，協助學生融入小組，透過小組合作共同完成小組目標，獲得榮譽。Erdogan (2019) 的研究中，教師安排小組輪流上台解題，並且完成小組學習單。在其他研究中，教師則使小組組員透過合作進行解題 (Erdogan, 2019; Hänze & Berger, 2007; Kade et al., 2019; Mustapha et al., 2014; Turaçoğlu et al., 2013)。從訪談得知，學生認為在透過小組討論以達成小組任務的過程中，他們可以自由表達自己的想法，且任務達成後會覺得有成就感 (Hänze & Berger, 2007; Kade et al., 2019; Sulisworo et al., 2016)，甚至期待下一次的小組合作 (Sulisworo et al., 2016)。Kade et al. (2019) 的研究表明，學生藉由合作和討論，有更多機會使用學習到的知識。

合作型目標結構，培養能力型專家

在本次分析的文獻中，中學階段教師設定合作型目標結構以培養能力型專家的文獻共有四篇，其中能力是指以小組報告演示或是指發現並解決問題的能力。Hänze & Berger (2007) 的研究中，教師安排小組在課外時間自行設計與課程主題相關的研究，在課堂時間提供每組 30 分鐘向全班介紹小組所進行的研究。Darnon et al. (2012) 以小組合作討論發現其他組別報告中錯誤的地方，並且提供解決方式。Erdogan (2019) 的研究中，教師要求小組討論後向全班演示小組分配到數學問題的解題過程。透過訪談，約有三成學習者認為由於需要在全班面前演示，因此會更投入於小組討論 (Erdogan, 2019)。學習者認為自己在共同解決問題的過程中，對於題目的理解更為深入，並且透過討論，可以從其他小組成員的意見中發現自己沒有想到的解題關鍵 (Erdogan, 2019; Hänze & Berger, 2007)。Sulisworo et al. (2016) 的研究中，學生透過合作學習，對於課程中使用 Moodle 合作學習平台的使用更為熟悉。

合作型目標結構，培養態度型專家

中學階段文獻中，教師對於合作型目標設定培養學生成為態度型專家的方式，主要是透過記錄小組間的討論、文字或影像，提供給學習者了解自己投入合作學習的狀況，進而觀察自己是否稱職地扮演專家角色。例如：在 Erdogan (2019) 的研究中，學習者透過小組合作學習記錄、小組組員分工記錄，以了解自己負責的範圍。Zacharia et al. (2011)、Gambari & Yusuf (2014)、Kade et al. (2019) 的研究中，在一個單元課程結束後，教師提供小組討論時的錄影檔案給學習者，學生必須對自己在小組學習時的投入程度進行評鑑。Gambari & Yusuf (2014) 的研究中提到，學生會因着在討論過程中貢獻自己的意見，並能夠與小組共同完成一項小組任務而有成就感。

小組競爭型目標結構，培養能力型專家

中學階段，教師設定小組競爭型目標結構，培養學生成為能力型專家，以提升他們的實驗能力和資料搜尋能力。Mustapha et al. (2014) 的研究中，教師要求小組進行實驗演示並且以實驗演示的完整度和正確性進行評鑑，用作表揚的依據。Zacharia et al. (2011) 透過合作學習培養學生在網路上搜尋資料的能力；教師觀察後發現，學生在操作型（網路搜尋）能力上有所提升。

個體型目標結構，培養知識型專家

教師設定個體化目標結構，以培養學生成為知識型專家的方式，主要是藉由評量成就的安排，督促學習者達到學習目標 (Bukunola & Idowu, 2012; Erdogan, 2019; Kade et al., 2019; Zacharia et al., 2011)。常見的評量方式包括：個人需要完成的任務清單、學習單等等。例如：Darnon et al. (2012) 的研究中，教師要求學習者繳交個人報告。Gambari & Yusuf (2014) 和 Sulisworo et al. (2016) 的研究中，教師請學生各自完成課堂作業，以作個人的課堂成績。Souvignier & Kronenberger (2007) 的研究結果顯示，藉由這樣的教學設計，學生在成就測驗上有顯著進步。

個體型目標結構，培養能力型專家

個體化目標結構，以培養學生成為能力型專家的文獻較少，僅有 Gambari & Yusuf (2014) 針對個人在計算機操作能力上進行演示、評鑑。針對學生實驗操作的技能，Gambari & Yusuf (2014) 對於拼圖法合作學習於高中的實驗操作技能和講述沒有明顯差異。

個體型目標結構，培養態度型專家

教師在個體型目標結構培養學生成為態度型專家的設定中，主要目的在於提升學生相信自己可以勝任專家角色的自信。Darnon et al. (2012) 的研究中，學習者的自我效能量表分數顯示出，學生可以從拼圖法合作學習活動中透過教導他人的過程找到自信和成就感，並有自信能學會相關內容。Sulisworo et al. (2016) 透過訪談發現，學習者認為協助小組組員的問題，可以帶來成就感。而 Gambari & Yusuf (2014) 和 Hänze & Berger (2007) 透過學科態度量表的調查則發現，學生在小組討論後，對於課程內容的學習動機有所提升。

大學階段教師採用拼圖法策略目標結構與專家類型

從表七可見，在大學階段的文獻中，教師以小組競爭目標結構的教學設計已經消失。較多的文獻目的在於透過個體型目標設定，培養學生成為知識型專家。這可能是由於大學階段科系分類明確，學生知識的專業程度較高。因此，教師在目標結構的設定上，較傾向於以個體化方式協助學生統整與課程內容相關的先備知識，並精進在專家小組訓練中所需要的知識。

表七：大學階段目標結構和專家類型的二維分析

專家類別	目標結構		
	合作型	小組競爭型	個體型
知識	1、4、5、10、11、13、 14、17、21、22、24、25		4、5、10、13、14、15、17、 20、21、22、24、25、29
能力	1、5、10、14、20		4、14、29
態度	1、13、15、20、 21、22、25、29		11、14、15、20、 21、22、24、29

以下就大學階段，教師在教學設計中的目標結構設定和專家培養類型進行文獻說明。

合作型目標結構，培養知識型專家

大學階段教師設定合作型目標結構，培養學生成為知識型專家的教學策略主要有以下幾種。在 Doymuş et al. (2010) 的研究中，教師指派各小組輪流向全班演示，並且在演示後回答同學所提出的問題。在 Huang et al. (2014) 的研究中，要求小組組員透過小組合作，回答老師在合作平台上設計的三個問題。在 Andersson & Kroisandt

(2019)、Husain et al. (2013)、Tahir et al. (2011) 的研究中，教師則要求小組共同完成實驗，並繳交小組實驗報告。相較於講述法，拼圖法合作學習在協助學生理解科學概念，避免他們產生迷思概念上是成功的 (Tarhan & Sesen, 2012)。Mutlu (2018) 從教學觀察發現，透過合作學習，同儕間的互動明顯提升，且較師生互動高出許多，顯示學生在小組合作後能夠展現與同儕合作學習的能力。Turaçoğlu et al. (2013) 的研究發現，學生在學習高中化學的化學式命名單元時，透過拼圖法合作學習的小組討論更能發現自己不懂的地方。

合作型目標結構，培養能力型專家

大學階段，教師設定合作型目標結構培養學生成為能力型專家的教學設計，主要是透過讓小組進行實驗演示，並回答其他組別的問題。在 Andersson & Kroisandt (2019) 的研究中，學習者在經歷專家小組訓練和原小組合作學習後，教師指派各小組進行全班性的實驗演示，並解決其他組別同學所提出的問題。Koç et al. (2010) 的研究中，學生進行課堂實驗演示，演示小組以專家身分回答全班輪流提出的問題 (Doymuş et al., 2010; Tahir & Othman, 2010)。

合作型目標結構，培養態度型專家

大學教師設定合作型目標結構以培養學生成為態度型專家的教學策略有以下幾種。在 Andersson & Kroisandt (2019) 的研究中，教師安排網路會議以作學習者合作時參與程度的記錄。或教師以課程觀察方式協助記錄學習者的合作過程 (Tahir & Othman, 2010; Tarhan & Sesen, 2012; Zhou et al., 2019)。Turaçoğlu et al. (2013) 的研究指出，相較於講述法，學生認為在專家組別的練習後，回到原小組時，自己有教導同學的責任。為了能在小組合作學習時成功跟小組討論或是解決組員間的問題，學生能夠更積極學習。

個體型目標結構，培養知識型專家

大學階段教師設定個體型目標結構培養知識型專家的教學設計中，教師往往以成就評量 (Doymuş, 2008; Karaçöp & Doymuş, 2013; Koç et al., 2010; Mutlu, 2018; Tahir & Othman, 2010; Tarhan & Sesen, 2012; Tran & Lewis, 2012; Turaçoğlu et al., 2013; Zhou et al., 2019) 和期末測驗 (Liao et al., 2018) 為評估學生學習成就的方式。

個體型目標結構，培養能力型專家

大學階段教師設定個體型目標結構培養能力型專家的教學設計中，主要以學生操作型能力的表現為評鑑方式。例如 Koç et al. (2010) 的研究中，教師要求學習者進行立體題圖形判讀能力技能展現及評鑑。

個體型目標結構，培養態度型專家

大學階段教師設定個體型目標結構培養態度型專家，以提高學生對學科的態度。在 Tran & Lewis (2012)、Tahir et al. (2011)、Tahir & Othman (2010) 的研究中，教師以態度問卷理解學生經過合作學習後，對於學科的態度。在 Liao et al. (2018) 的研究中，教師以線上問卷調查了解參與學生學習態度的變化。Husain et al. (2013) 和 Koç et al. (2010) 的研究則以學習者的自我回饋，幫助學習者了解自己投入學習的程度。

結 論

多數學生認同拼圖法合作學習有助於知識理解， 尤其對於低成就學生

多數研究均顯示，拼圖法合作學習對於學生的學習有顯著的積極影響。例如，在 Kade et al. (2019) 的中學研究中，大多數學生認為，比起傳統的講述式教學，他們在與小組成員合作討論的過程中有更多機會運用所學知識。這種互動令他們從其他組員中獲取易於理解的信息，對他們的學習產生了正面影響。

特別值得提及的是，對於一些成績較低的學生，拼圖法合作學習對他們的學習成就有着顯著的提升效果。Gambari & Yusuf (2014) 的中學研究中，低成就學生透過合作學習後，在概念成就上的提升比中高成就學生來得顯著。

儘管拼圖法合作學習在某些情況下（例如在講述大學抽象概念，如光學干涉時）可能不如傳統的教學方式有效，或是對於可能會影響一些高成就學生的學習進度（Zhou et al., 2019），但總的來說，它提供了一個使學生能夠更活躍參與、更深入學習的平台，特別是對於那些在傳統教學方式下可能較為掙扎的學生。

拼圖法合作學習在協助學生理解抽象概念上的成效有限

文獻分析的結果顯示，拼圖法合作學習對於學生學習抽象概念幫助有限。因此在討論時，課程需要提供更多素材協助學生解釋和理解抽象概念。在 Karaçöp & Doymuş

(2013)的研究中，教師以動畫、拼圖法和傳統講述的方式進行化學鍵的學習。研究結果發現，雖然使用動畫和拼圖法合作學習在幫助學生概念理解上的成效皆比傳統講述好，但是透過拼圖法合作學習和直接講述法學習的學生都易出現迷思概念。學生藉由動畫學習產生的迷思概念最少，且學生的學習成效優於拼圖法。

教師需要在合作學習過程中即時掌握學生的學習情形

拼圖法合作學習強調以學生為中心的教學策略，然而教師的角色並沒有被忽略。在學生進行合作學習的過程中，教師需要即時掌握學生的行為表現並進行適當的互動。儘管教師可以設定個體化目標並提供回饋，但他們的主要角色更像是協助學生順利討論的引導者和秩序維護者，而非直接參與討論。然而，這樣的教學設計無法確定學習者在與同學合作討論時是否會出現迷思概念。Yoruk (2016) 提到，由於拼圖法合作學習是以學生為中心，教師很難完整參與各組學生的討論。另外，在學生討論的過程中，組員間所使用的文字敘述可能不精準，或解釋現象所舉的例子可能不合適，造成組員誤解。因此，在 Zacharia et al. (2011) 的研究中提到，以學生為學習中心的合作學習策略，需要好的方式協助教師評鑑並記錄學生合作學習的情形。Yoruk (2016) 建議在學生進行拼圖合作學習時，可邀請有經驗的教師從旁介入觀察，以更吻合實際情況作出課程內容的調整。Andersson & Kroisandt (2019) 提到透過科技的輔助（例如線上會議的錄影）可協助教師記錄合作討論的過程。

學生缺乏合作學習的經驗，會影響其學習表現

在 Husain et al. (2013) 的研究中，透過問卷調查顯示，當學生缺乏合作學習經驗時，較易對拼圖法合作學習產生偏見，無法信任其帶來的學習效益，因而影響學習者的學習表現。因此，該研究建議教師在課程進行前應了解學生在合作學習上的經驗是否充足，並循序漸進地培養學生合作學習的技能。

其他組員缺乏合作學習態度，會影響學習者的表現

若是其他組員缺乏合作學習的態度，亦會對學習者造成影響。在 Tran & Lewis (2012) 的研究中，教師發現若是同組成員中有落後、不負責任，或害羞而無法展現合作行為的組員，會影響其他同學在討論時的參與度，導致學習者懷疑拼圖法策略的必要性。

建議

本回顧論文根據分析結果提出以下幾點建議。

教學上的建議

拼圖法合作學習策略強調以學生為中心的學習方式，由文獻分析結果得知，當學生缺乏合作學習經驗和態度時，會影響到學習成效。因此，研究者建議教師採用拼圖法前，必須先了解學生的合作學習能力，藉由長時間循序漸進的訓練，透過個人和小組目標的設定逐步加深課程內容的難度。另外，本研究顯示專家小組的訓練對於學習者有兩項重要的影響：（1）學習者可在這過程中培養專業知識；（2）組員能否成功成為專家是小組討論能否成功的重要關鍵。然而，專家組別的學習內容（難易度、知識內容量）很難完全一致。由於專家組別的訓練會影響學習者回到原小組時合作學習的表現，因此研究者建議教師必須有策略地安排學習者到合適的專家組別上。文獻中對於學生專家組別的安排依據，值得教師使用拼圖法策略時參考。

研究上的建議

透過分析拼圖法合作學習使用於科學教育的相關文獻後，發現所融入的科目有集中於物理和化學科的趨勢。雖然有幾篇文獻指出，選用拼圖法藉由同儕討論，能增進學生抽象概念的理解，然而有些文獻的研究結果卻發現使用動畫的教學方式更能協助學生理解化學上的抽象概念。目前，還欠缺嚴謹的實驗證據支持拼圖法合作學習適用的教學內容及其理由，無法提供教師在選用拼圖法時的建議。因此，建議未來研究者可以針對拼圖法使用的時機和適合融入的教學內容進行研究。

另外，從情境學習角度，學生須在面對情境之下才會展現能力並運用知識。文獻中提到建立合作情境可引發學生產生更多合作學習行為，然而並未提及如何有效地建構合作的情境。研究者建議在後續研究中能夠結合情境學習概念，找出協助教師建構合作學習情境的有效方法。另外，研究中評鑑學生能力時，除了成就評量和訪談外，亦建議適度加入情境式評量。透過學生在不同情境下解決問題時展現的能力和運用的知識，教師更能了解學生能力的增長。

參考文獻

- Andersson, C., & Kroisandt, G. (2019). Work-in-progress: Application of cooperative learning in e-learning-based laboratory classes. In *2019 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)* (pp. 1–4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUNINE.2019.8875772>

- Aronson, E., & Goode, E. (1980). Training teachers to implement jigsaw learning: A manual for teachers. In S. Sharan, P. Hare, C. Webb, & R. Hertz-Lazarowitz (Eds.), *Cooperation in Education* (pp. 47–81). Brigham Young University Press.
- Bukunola, B.-A. J., & Idowu, O. D. (2012). Effectiveness of cooperative learning strategies on Nigerian junior secondary students' academic achievement in basic science. *Journal of Education, Society and Behavioural Science*, 2(3), 307–325. <https://doi.org/10.9734/BJESBS/2012/1628>
- Darnon, C., Buchs, C., & Desbar, D. (2012). The jigsaw technique and self-efficacy of vocational training students: A practice report. *European Journal of Psychology of Education*, 27(3), 439–449. <https://doi.org/10.1007/s10212-011-0091-4>
- Deutsch, M. (1949). A theory of co-operation and competition. *Human Relations*, 2(2), 129–152. <https://doi.org/10.1177/001872674900200204>
- Doymuş, K. (2008). Teaching chemical equilibrium with the jigsaw technique. *Research in Science Education*, 38(2), 249–260. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9047-8>
- Doymuş, K., Karaçöp, A., & Şimşek, Ü. (2010). Effects of jigsaw and animation techniques on students' understanding of concepts and subjects in electrochemistry. *Educational Technology Research and Development*, 58(6), 671–691. <https://doi.org/10.1007/s11423-010-9157-2>
- Erdogan, F. (2019). Effect of cooperative learning supported by reflective thinking activities on students' critical thinking skills. *Eurasian Journal of Educational Research*, 80, 89–112. <https://doi.org/10.14689/ejer.2019.80.5>
- Gambari, I. A., & Yusuf, M. O. (2014). Effects of three cooperative learning strategies on the performance of secondary school students in physics. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, 23(3), 1–23.
- Genç, M. (2016). An evaluation of the cooperative learning process by sixth-grade students. *Research in Education*, 95(1), 19–32. <https://doi.org/10.7227/RIE.0018>
- Gillies, R. M. (2004). The effects of communication training on teachers' and students' verbal behaviours during cooperative learning. *International Journal of Educational Research*, 41(3), 257–279. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2005.07.004>
- Hänze, M., & Berger, R. (2007). Cooperative learning, motivational effects, and student characteristics: An experimental study comparing cooperative learning and direct instruction in 12th grade physics classes. *Learning and Instruction*, 17(1), 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.11.004>
- Honebein, P. C. (1996). Seven goals for the design of constructivist learning environments. In B. G. Wilson (Ed.), *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design* (pp. 11–24). Educational Technology.
- Huang, Y. M., Liao, Y. W., Huang, S. H., & Chen, H. C. (2014). A jigsaw-based cooperative learning approach to improve learning outcomes for mobile situated learning. *Journal of Educational Technology and Society*, 17(1), 128–140.

- Husain, H., Husain, A., Samad, S. A., & Wahab, D. A. (2013). Jigsaw learning technique: Addressing problems of implementation. *The Social Sciences*, 8(6), 596–599. <https://doi.org/10.36478/sscience.2013.596.599>
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). Making cooperative learning work. *Theory into Practice*, 38(2), 67–73. <https://doi.org/10.1080/00405849909543834>
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1994). *The nuts and bolts of cooperative learning*. Interaction Book.
- Kade, A., Degeng, I. N. S., & Ali, M. N. (2019). Effect of jigsaw strategy and learning style to conceptual understanding on senior high school students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(19), 4–15. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i19.11592>
- Kamii, C. (1984). Autonomy: The aim of education envisioned by Piaget. *The Phi Delta Kappan*, 65(6), 410–415.
- Karaçöp, A., & Doymuş, K. (2013). Effects of jigsaw cooperative learning and animation techniques on students' understanding of chemical bonding and their conceptions of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education and Technology*, 22(2), 186–203. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9385-9>
- Koç, Y., Doymuş, K., Karaçöp, A., & Şimşek, Ü. (2010). The effects of two cooperative learning strategies on the teaching and learning of the topics of chemical kinetics. *Journal of Turkish Science Education*, 7(2) 52–65.
- Liao, S. N., Griswold, W. G., & Porter, L. (2018). Classroom experience report on jigsaw learning. In *Proceedings of the 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 302–307). <https://doi.org/10.1145/3197091.3197118>
- Mustapha, R., Rahim, Z. L. A., & Azman, M. N. A. (2014). Exploring the problems faced by technical school students in learning engineering courses. *Journal of Engineering Science and Technology*, 9(6), 690–701.
- Mutlu, A. (2018). Comparison of two different techniques of cooperative learning approach: Undergraduates' conceptual understanding in the context of hormone biochemistry. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 46(2), 114–120. <https://doi.org/10.1002/bmb.21097>
- Nattiv, A. (1994). Helping behaviors and math achievement gain of students using cooperative learning. *The Elementary School Journal*, 94(3), 285–297. <https://doi.org/10.1086/461767>
- Nijhof, W., & Kommers, P. (1985). An analysis of cooperation in relation to cognitive controversy. In R. Slavin, S. Sharan, S. Kegan, R. Hertz-Lazarowitz, C. Webb, & R. Schmuck (Eds.), *Learning to cooperate, cooperating to learn* (pp. 125–145). Springer.
- Panitz, T. (1999). *Collaborative versus cooperative learning: A comparison of the two concepts which will help us understand the underlying nature of interactive learning*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED448443.pdf>

- Parker, R. E. (1985). Small-group cooperative learning — Improving academic, social gains in the classroom. *NASSP Bulletin*, 69(479), 48–57. <https://doi.org/10.1177/019263658506947908>
- Şimşek, Ü. (2013). Effects of cooperative learning methods on social studies undergraduate students' achievement in political science. *Energy Education Science and Technology B*, 5, 619–632.
- Slavin, R. E. (1980a). Cooperative learning. *Review of Educational Research*, 50(2), 315–342. <https://doi.org/10.3102/00346543050002315>
- Slavin, R. E. (1980b). Student team learning: A manual for teachers. In S. Sharan, P. Hare, C. Webb, & R. Hertz-Lazarowitz (Eds.), *Cooperation in education* (pp. 82–135). Brigham Young University Press.
- Slavin, R. E. (1985). Cooperative learning: Applying contact theory in desegregated schools. *Journal of Social Issues*, 41(3), 45–62. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1985.tb01128.x>
- Souvignier, E., & Kronenberger, J. (2007). Cooperative learning in third graders' jigsaw groups for mathematics and science with and without questioning training. *British Journal of Educational Psychology*, 77(4), 755–771. <https://doi.org/10.1348/000709906X173297>
- Sulisworo, D., Agustin, S. P., & Sudarmiyati, E. (2016). Cooperative-blended learning using Moodle as an open source learning platform. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 8(2), 187–198. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2016.078089>
- Tahir, N. M., & Othman, K. A. (2010). The jigsaw cooperative method amongst electrical engineering students. In *2010 2nd International Congress on Engineering Education* (pp. 229–233). <https://doi.org/10.1109/ICEED.2010.5940797>
- Tahir, N. M., Othman, K. A., & Yahaya, F. H. (2011). Case study of jigsaw cooperative learning effect within electrical engineering courses. In *2011 International Conference on Business, Engineering and Industrial Applications* (pp. 20–23). <https://doi.org/10.1109/ICBEIA.2011.5994245>
- Tarhan, L., Ayyıldız, Y., Ogunc, A., & Sesen, B. A. (2013). A jigsaw cooperative learning application in elementary science and technology lessons: Physical and chemical changes. *Research in Science and Technological Education*, 31(2), 184–203. <https://doi.org/10.1080/02635143.2013.811404>
- Tarhan, L., & Sesen, B. A. (2012). Jigsaw cooperative learning: Acid-base theories. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 307–313. <https://doi.org/10.1039/C2RP90004A>
- Tran, V. D., & Lewis, R. (2012). Effects of cooperative learning on students at An Giang University in Vietnam. *International Education Studies*, 5(1), 86–99. <https://doi.org/10.5539/ies.v5n1p86>
- Turaçoğlu, İ., Alpat, Ş., Ellez, A. M. (2013). Effects of jigsaw on teaching chemical nomenclature. *Education and Science*, 38(167), 256–272.

- Ural, E., Ercan, O., & Gençođlan, D. M. (2017). The effect of jigsaw technique on 6th graders' learning of force and motion unit and their science attitudes and motivation. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 18(1), Article 6.
- Yoruk, A. (2016). Effect of jigsaw method on students' chemistry laboratory achievement. *International Journal of Educational Sciences*, 15(3), 377–381. <https://doi.org/10.1080/09751122.2016.11890547>
- Zacharia, Z. C., Xenofontos, N. A., & Manoli, C. C. (2011). The effect of two different cooperative approaches on students' learning and practices within the context of a WebQuest science investigation. *Educational Technology Research and Development*, 59(3), 399–424. <https://doi.org/10.1007/s11423-010-9181-2>
- Zhou, Y., Hu, Y., Wang, S., Zhao, Y., Dong, L., & Song, Y. (2019). Let us complete the puzzle together: A jigsaw cooperative learning trial on optical graduate course. In *Fifteenth Conference on Education and Training in Optics and Photonics: ETOP 2019* (Article 11143_42). Optical Society of America.

附錄：回顧文獻編號列表

由於篇幅所限，下面只列出文獻編號、作者姓氏、出版年分和文獻題目，至於文獻詳細出版資料請參閱參考文獻部分。

1. Andersson & Kroisandt (2019). Work-in-progress: Application of cooperative learning in e-learning-based laboratory classes.
2. Bukunola, & Idowu (2012). Effectiveness of cooperative learning strategies on Nigerian junior secondary students' academic achievement in basic science.
3. Darnon, Buchs, & Desbar (2012). The jigsaw technique and self-efficacy of vocational training students: A practice report.
4. Doymuş (2008). Teaching chemical equilibrium with the jigsaw technique.
5. Doymuş, Karaçöp, & Şimşek (2010). Effects of jigsaw and animation techniques on students' understanding of concepts and subjects in electrochemistry.
6. Erdogan (2019). Effect of cooperative learning supported by reflective thinking activities on students' critical thinking skills.
7. Gambari & Yusuf (2014). Effects of three cooperative learning strategies on the performance of secondary school students in physics.
8. Genç (2016). An evaluation of the cooperative learning process by sixth-grade students.
9. Hänze & Berger (2007). Cooperative learning, motivational effects, and student characteristics: An experimental study comparing cooperative learning and direct instruction in 12th grade physics classes.
10. Huang, Liao, Huang, & Chen (2014). A jigsaw-based cooperative learning approach to improve learning outcomes for mobile situated learning.
11. Husain, Husain, Samad, & Wahab (2013). Jigsaw learning technique: Addressing problems of implementation.
12. Kade, Degeng, & Ali (2019). Effect of jigsaw strategy and learning style to conceptual understanding on senior high school students.
13. Karaçöp & Doymuş (2013). Effects of jigsaw cooperative learning and animation techniques on students' understanding of chemical bonding and their conceptions of the particulate nature of matter.
14. Koç, Doymuş, Karaçöp, & Şimşek (2010). The effects of two cooperative learning strategies on the teaching and learning of the topics of chemical kinetics.
15. Liao, Griswold, & Porter (2018). Classroom experience report on jigsaw learning.
16. Mustapha, Rahim, & Azman (2014). Exploring the problems faced by technical school students in learning engineering courses.
17. Mutlu (2018). Comparison of two different techniques of cooperative learning approach: Undergraduates' conceptual understanding in the context of hormone biochemistry.
18. Souvignier & Kronenberger (2007). Cooperative learning in third graders' jigsaw groups for mathematics and science with and without questioning training.

19. Sulisworo, Agustin, & Sudarmiyati (2016). Cooperative-blended learning using Moodle as an open source learning platform.
20. Tahir & Othman (2010). The jigsaw cooperative method amongst electrical engineering students.
21. Tahir, Othman, & Yahaya (2011). Case study of jigsaw cooperative learning effect within electrical engineering courses.
22. Tarhan & Sesen (2012). Jigsaw cooperative learning: Acid-base theories.
23. Tarhan, Ayyıldız, Ogunc, & Sesen (2013). A jigsaw cooperative learning application in elementary science and technology lessons: Physical and chemical changes.
24. Tran & Lewis (2012). Effects of cooperative learning on students at An Giang University in Vietnam.
25. Turaçoğlu, Alpat, Ellez (2013). Effects of jigsaw on teaching chemical nomenclature.
26. Ural, Ercan, & Gençoğlu (2017). The effect of jigsaw technique on 6th graders' learning of force and motion unit and their science attitudes and motivation.
27. Yoruk (2016). Effect of jigsaw method on students' chemistry laboratory achievement.
28. Zacharia, Xenofontos, & Manoli (2011). The effect of two different cooperative approaches on students' learning and practices within the context of a WebQuest science investigation.
29. Zhou, Hu, Wang, Zhao, Dong, & Song (2019). Let us complete the puzzle together: A jigsaw cooperative learning trial on optical graduate course.

**Exploring the Application of Jigsaw Cooperative Learning Strategies
in Science Education Within Different Goal Structures:
A Review of Relevant Literature From 2000 to 2019**

Hsiang-Hu LIU, Hsin-Chueh CHEN, Mei-Chun LIN, & Chun-Yen CHANG

Abstract

This study reviewed 29 literatures in the Scopus database on the application of jigsaw cooperative learning and teaching strategies in science education during the years from 2000 to 2019, and analyzed the literature through content analysis. The analysis framework mainly focused on the “school grades of students,” the “goal structure setting” adopted by teachers, and the “type of experts that teachers cultivate students to become.” The school grades of students were divided into elementary school, middle school (junior high and senior high school), and university stage. The goal structure setting was divided into cooperative, group competition, and individualized goal structure. The types of experts that teachers train students to become were analyzed in terms of knowledge (conceptual knowledge understanding, academic achievement), ability (operational, cooperative learning), and attitude (playing an expert role and cooperating with experts). The results of the study found that: (a) for students who have no experience in cooperative learning or for younger students, the group-competition goal structure is more suitable; (b) for more abstract knowledge, students have less confidence in the knowledge content learned through jigsaw-style cooperation; (c) in the jigsaw cooperative learning strategy, whether team members can become experts through practice is an important key to their success. Finally, based on the study results, future research directions of jigsaw-based cooperative learning and suggestions for teaching practice were put forward.

Keywords: cooperative learning; jigsaw; science education

LIU, Hsiang-Hu (劉湘虎) received his doctoral degree from the Graduate Institute of Science Education National Taiwan Normal University. He is a teacher of Changan Junior School, New Taipei City.

CHEN, Hsin-Chueh (陳欣珺) is Postdoctoral Research Fellow in the Graduate Institute of Digital Learning and Education, National Taiwan University of Science and Technology.

LIN, Mei-Chun (林美君) received her doctoral degree from the Graduate Institute of Science Education National Taiwan Normal University. She is a teacher of Shulin Elementary School, New Taipei City.

CHANG, Chun-Yen (張俊彥) is Professor in the Graduate Institute of Science Education and Department of Earth Sciences, as well as Director of Science Education Center, National Taiwan Normal University.

