

探討教師在數學自主學習教學歷程中知識、信念與教學實務 特徵之轉變——一位技術型高中教師的個案研究

洪德義 楊世裕* 鄭章華

摘要

近年來，各國課程改革關注學生自主學習，十二年國教總綱亦在各教育階段強調培養學生成為終身學習者。許多研究皆指出教師在課堂中教導並引導學生自主學習，能提升學習動機與學業成就。雖然自主學習受到重視，但對教師的自主學習知識、信念、和教學實務的關注與研究仍不足。本研究以一位有志於提升自主學習教學相關知能的技術型高中數學教師為個案研究對象，探究其自主學習知識和信念改變的歷程。同時也參考 Chen 與 Lin（2023）所發展的數學自主學習教學評估工具，分析教師於數學課堂中涉及自主學習之發話。研究發現教師的自主學習知識有所提升，部分來自文獻閱讀，部分來自實務反思；教學知識轉變基於學科教學知識內容的積累和學生困難的分析發現。其次，教師的自我效能信念和教學信念產生轉變，主要來自於課程實施，使教師更清楚如何將理論轉化為教學策略，對自主學習教學越來越有把握。再者，教師提高認知和後設認知策略的教導比重，然在動機面向仍有提升的空間。最後，本研究提出關於自主學習推動、教學實踐、教師專業發展的建議，以促進教師引導學生自主學習，提升學生的數學學習成果。

關鍵詞：十二年國教、自主學習、自主學習教學、教師知識、教師信念、數學教學

洪德義，國立彰化師範大學科學教育研究所 碩士生
* 楊世裕，國立彰化師範大學科學教育研究所 博士生（本文通訊作者）
鄭章華，國立彰化師範大學科學教育研究所 副教授
電子信箱：mybbsu@gmail.com
來稿日期：2024 年 7 月 9 日；修稿日期：2024 年 9 月 16 日；採用日期：2024 年 10 月 14 日
本文為碩士論文改寫，指導教授為鄭章華副教授

Exploring the Changes in a Teacher's Knowledge, Beliefs, and Instructional Characteristics During the Process of Mathematical Self-regulated Teaching: A Case Study of a Vocational High School Teacher

De-Yi Hong * Shih-Yu Yang Chang-Hua Chen

Abstract

Student self-regulated learning (SRL) has been the focus of curriculum reforms in various countries in recent years. The general guidelines of national twelve-year school education programs also often emphasize the cultivation of lifelong learning at all educational stages. Numerous studies have noted that the promotion of SRL by teachers through instruction and guidance can enhance students' motivation and academic achievement. Despite its growing prominence and popularity, there is still a lack of research on teachers' knowledge, beliefs, and practices regarding SRL. This study explored the changes in knowledge and beliefs about SRL exhibited by a technical high school mathematics teacher who was committed to improving their understanding and skills through self-regulated teaching (SRT). Using the mathematics SRT assessment tool developed by Chen and Lin (2023), this study also analyzed the teacher's classroom discourse related to SRL. The main findings are threefold. First, the teacher's knowledge of SRL improved, partly through literature and partly through practical reflection. This transformation was based on the teacher's accumulation of content knowledge and their analysis of student difficulties. Second, the teacher's self-efficacy and teaching beliefs changed, primarily through curriculum implementation, leading to both clearer understanding of how to translate theory into teaching strategies and increased confidence in SRT. Third, the teacher had more generally increased their emphasis on cognitive and metacognitive teaching strategies, but there remained room for improvement in respect to their motivation to engage these strategies. Finally, the study provides recommendations on promoting SRL teaching practices and professional development for teachers aimed at helping them to guide students' SRL and enhance their mathematics learning outcomes.

Keywords: 12-year Basic Education, Self-regulated Learning, Self-regulated Teaching, Teachers' Knowledge, Teachers' Belief, Mathematical Instruction

De-Yi Hong	Master, Graduate Institute of Science Education, National Changhua University of Education
* Shih-Yu Yang	Ph. D., Graduate Institute of Science Education, National Changhua University of Education (Corresponding author)
Chang-Hua Chen	Associate Professor, Graduate Institute of Science Education, National Changhua University of Education

E-mail: mybbsu@gmail.com

Manuscript received: July 9, 2024; Modified: September 16, 2024; Accepted: October 14, 2024

This article is a revised version of a master's thesis, supervised by Associate Professor Chang-Hua Chen

壹、前言

複雜且快速變化的世界造就自發和自我管理學習的需求，知道如何管理自己的學習活動儼然成為一種重要的生存工具 (Bjork et al., 2013)。國內外的教育趨勢開始朝向提升學習者的「自主學習」與「自主行動力」來制定相關政策。經濟合作發展組織 (Organization for Economic Cooperation and Development, 2018) 提出 21 世紀公民所需的八大能力，其一即為自我導向、主動與持續。2022 年的「國際學生能力評量計畫」(Programme for International Student Assessment) 數學評量架構也納入自我導向。2014 年教育部頒布十二年國民基本教育課程綱要總綱(以下簡稱十二年國教總綱)，以「自發」、「互動」、「共好」為理念，分別對應核心素養的三大面向：「自主行動」、「溝通互動」及「社會參與」。其中「自主行動」又細分為三個子面向「身心素質與自我精進」、「系統思考與解決問題」與「規劃執行與創新應變」，意即強調學習者具備執行力與創造力，並透過規劃適合的學習方式，以系統性的思考解決問題，進而達到自我精進。十二年國教總綱在各教育階段均強調自主學習的重要性，在高中階段將學生自主學習明定於校訂課程的彈性學習時間中；為發揮學生「自發」規劃學習內容的精神，將各校對自主學習的作法列入年度課程計畫備查與校務評鑑之重點項目。希望讓學生能適應現在的生活與面對未來的挑戰，進而成為終身學習者(教育部，2021)。

自主學習 (self-regulated learning, SRL) 關注學習者如何運用認知、後設認知、動

機和情感管理自己的學習過程。許多實徵性研究與後設分析指出 SRL 是可以教授的 (Dignath & Büttner, 2018; Dignath & Veenman, 2021; Perry & Rahim, 2011; Zimmerman, 2002)。後續許多基於 SRL 理論的研究，也證實教導學生 SRL 策略可以對成績與動機產生正向的影響 (Bjork et al., 2013; Dignath & Büttner, 2008; Veenman, 2013)。惟單純提供學生學習自主權而不提供執行策略的手段，對大多數學生助益不大。只有當學習者擁有充分的先備知識足以進行自我指導，再提供其學習自主權才有效益 (Kirschner et al., 2006)。SRL 在課程綱要各學科領域中，皆有相對應的核心素養與具體內涵，可見 SRL 是一項領域通用 (domain-general) 的能力。然而要透過教學有效提升學生 SRL 的知能，則需要回到特定學科領域，例如數學 (Schunk, 2020)。這符合 Desimone (2009) 所提出有效的教學計畫關鍵特徵中的第一條原則，即我們在特定內容領域使用 SRL 通用原則。早在 20 幾年前，程炳林 (2001) 就提出 SRL 受到學習遷移特定性的影響，換言之，學習結果往往只能在特定的領域產生遷移。

有別於傳統教育由教師單向實施統一的教學，自主學習教學 (self-regulated teaching, SRT) 是重視學科學習過程同時帶動學生 SRL 能力的教學模式。本研究關注的 SRT 是指教師在數學課室中透過直接教導促進學生 SRL。直接教導為教師透過明確教導或提問學生動機、認知與後設認知策略促進學生數學 SRL 的發生 (Dignath & Veenman, 2021)。SRT 的實施大致包含三個

階段：首先教師在學習開始之前會評估學生的動機、自我效能等因素，設計適合學生的學習模式；在學習過程中明確給予學生學習策略和解題策略；在學習結束後協助學生對學習結果做反思和評鑑。成功的 SRT 是學習主導權逐漸從教師轉移到學生，學生能自我激勵、設定新目標並繼續學習，形成動態循環的 SRL 歷程 (Boekaerts, 1999; Zimmerman, 2002)。

教師對於教學的理解、態度與判斷等，均是影響教師決策如何於課堂實踐的重要因素，而教學實務會連帶影響著對教師本身的專業發展與學生的學習 (曾崇賢等人, 2011; Melville et al., 2008)。但是過去研究大多從單一向探討教師專業成長歷程，僅有少數例如簡頌沛、吳心楷 (2010) 同時探討知識、信念與教學實務三者關聯性的研究。當教師進行教學反思時，可強化教師知識與教學實務之整合，促進教師的專業發展。再者，教師信念的強化是專業成長的重要階段 (曾崇賢等人, 2011; 黃琴扉、劉嘉茹, 2010)。故藉由探討教師觀點轉換歷程，可做為對教師專業發展的理解 (Melville et al., 2008)。儘管 SRL 越來越受到重視，有許多研究也指出 SRT 對學生帶來正向的成效，然而對於教師的 SRL 知識、信念與教學實務之研究仍在萌芽階段 (Dignath Büttner, 2018)。因此，在國內積極推動學生 SRL 的當下，深入探討教師對於 SRL 的知識與其所抱持的信念，以及教師如何在課堂中進行 SRT 尤其重要。

基於此，本研究藉由課室觀察及訪談，

深入了解一位技術型高中數學教師實踐 SRT 歷程中，其 SRL 知識與信念的轉變，並搭配相關分析工具，以識別個案的課堂教學實務之轉變情形。本研究待答問題有三：

- 一、實踐 SRT 歷程中，教師的 SRL 知識變化為何？
- 二、實踐 SRT 歷程中，教師的 SRL 信念變化為何？
- 三、實踐 SRT 歷程中，教師如何引導學生，及其教學實務特徵的變化情形為何？

貳、文獻探討

一、自主學習的意涵

在探討 SRL 概念時，往往會提到自我導向學習 (self-directed learning, SDL) 和自我調節學習 (SRL) 二詞。前者來自成人教育，成人教育之父 Malcolm Knowles 將 SDL 定義成一個由學習者自我發動的學習歷程，主要在職場或傳統學校環境外實踐。在這個歷程中學習者自我評估學習需求形成學習目標，尋找相關資源實施適當的學習策略，學習結束後評估成果。因此，SDL 由學習者全然主導，在文獻中常和主動學習等名詞交替混用。另一方面，SRL 來自認知心理學，Schunk (2019) 表示 SRL 指的是認知、後設認知、動機和情感的過程。Zimmerman (2000, 2002, 2008) 將 SRL 視為學習者的主動學習過程。學習者系統地將思想、感受和行動集中在實現他們的學習目標上，主要

在學校環境中實踐，較少出現和其他詞混用的情形。

本研究著重探究中學教師在學校如何引導學生的 SRL (亦即 SRT)，因此本文的 SRL 指涉的是自我調節學習。雖然「自主學習」一詞在十二年國教總綱中總共出現 15 次，並規定相關課程與評鑑措施，然卻未對 SRL 提出明確的定義。從自主行動的具體內涵來看，以及就十二年國教總綱的用詞而言，十二年國教的 SRL 偏向自我導向學習 (Ministry of Education, 2014)。總綱將 SRL 視為 SDL 的子過程。不過這幾年隨著 SRL 的發展，在教育學領域中自我調節學習與自我導向學習二詞交替使用的情形更加頻繁 (Loyens et al., 2008)，兩者間的界線就越來越模糊 (陳志恆、林清文, 2008)。在數學課室中，兩者有時被視為同義詞 (Mevarech et al., 2018)。

綜上，雖然學術界對 SRL 的意涵存有不同的觀點，不過 SRL 理論的共同假設有三：(一) SRL 涉及學習者在學習中行為、認知、後設認知和動機方面的積極參與 (Winne & Perry, 2000; Zimmerman, 2000)。(二) SRL 是一個包含回饋的動態循環歷程 (Pintrich, 2004)。(三) 透過目標設定引導個人專注於目標導向活動，和使用任務相關的策略來觸發 SRL (Boekaerts Corno, 2005)。

二、SRL 模型

眾多 SRL 的模型中，有幾個主要的理論模型對 SRL 及其課堂教學的作用提供具體的描述 (參見 Boekaerts, 1999; Efklides,

2011; Pintrich, 2004; Zimmerman, 2000)，每個模型中包含共同的學習事件類別：情感、動機、認知、後設認知和行為。對於有效的 SRL 所涉及的過程類型也有一定的共識：考慮背景、情感和動機、資源管理、目標設定、建立計劃、選擇策略、闡述和組織知識、監控學習活動和評鑑結果。

Boekaerts (1999) 從社會認知論的觀點描述 SRL 的三個主要組成部分，分別是認知（一階思考）、後設認知（關於思考的思考），以及動機（對任務的重視和興趣，以及自我效能信念）。認知是指學習者為了完成任務所採取的行動和策略 (Schraw, 1998)，旨在影響學習者處理訊息的方式，這方面的知識為後設認知策略的基礎。後設認知被定義為設定目標、計劃、監控和評價自己的想法和活動的能力 (Brown et al., 1983)。這一部分囊括了 Pintrich (2004) 將 SRL 歷程區分成計畫、監控、調節和反思的四個階段。再者，從訊息處理理論觀點來看，SRL 著重學習者的後設認知意識，其中還包括程序性知識，要求學習者了解任務目的、個人能力和完成任務的策略 (Veenman, 2017)。自我調節的基本單元可能是一個問題解決系統，在這個系統中問題是達到目標，並通過監控學習者檢查進度來確定學習是否正在發生。由於後設認知指導著認知活動，因此在學習者行為中很難將認知和後設認知分開，也就是說，如果不進行認知活動，後設認知就無法進行 (Veenman)。而動機是指學生對特定任務的重視和興趣，以及他們的自我效能信念 (Zimmerman, 2000, 2008)，動機和情意的部分取決於後設認知經驗和技能。

Zimmerman (2002) 進一步就社會認知論概述 SRL 循環的三個階段，分為「預想」(forethought phase)、「表現」(performance phase) 和「自我反思」(self-reflection phase)。Panadero (2017) 對六個 SRL 模型進行後設分析，發現 SRL 大致皆涵蓋三個共通的階段類型，而這三個共通階段與 Zimmerman 的 SRL 三階段模型相似。此外，Zimmerman 的模型最廣為使用於 SRT，原因是其階段明確且易於評估，中小學老師容易接受，利於教學與研究 (Panadero)。分別描述如下：

(一)預想階段：

發生在學習之前，包含任務分析與自我動機信念兩部分。任務分析涉及學習目標的設定，並選擇合適的學習策略以達成目標。自我動機信念包括自我效能、結果預期、內在興趣，以及學習目標導向。

(二)表現階段：

學習者透過自我控制實踐前一階段所選定的學習策略，且在過程中不斷地進行自我觀察與紀錄遇到的困難，以及在過程中藉由後設認知監控策略使用之有效性。在這個階段，學習者的監控有助於 SRL 的循環運作 (Veenman, 2013)，教師則可以通過 SRT 來提高學生的 SRL 能力 (Perry & Rahim, 2011)，進一步加強此階段的效果。

(三)自我反思階段：

在完成學習後，學習者透過學習歷程中所接收到的回饋，根據目標對此次學習進行評價，進而對學習成敗做歸因。本階段的成

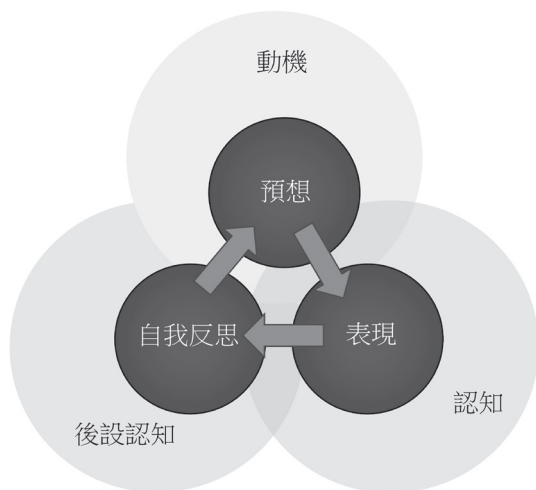
敗歸因會影響學習者對自身能力的信心和目標設定。學習後的回饋、評價和成敗歸因，將進一步影響學習者的能力信念和自信，從而形成該模式的循環特性。

綜上，SRL 模型涵蓋動機、認知與後設認知策略的運用，參見圖1。成功的 SRT 可以激勵學習者設定新目標並繼續學習，形成新的循環。個人隨著練習和熟練度的提高，這些技能會內化到自我調節系統中 (Winne & Hadwin, 1998)。在遇到困難時，學習者會反思步驟，監控進度並修改計劃，回到預想階段 (Veenman, 2013)。

三、教師的 SRL 知識

許多學者針對不同學科進一步提出相關的教師知識，像是以 Shulman (1986) 的教師知識為基礎發展出數學教學知識 (mathematics pedagogical content knowledge, MPCK)。然而，Ball 等人 (2008) 則認為數學學科內容知識之性質和有效教學所需的教學學科內容知識仍然難以劃分，因此拓展了 MPCK，提出教學所需的數學知識 (mathematics knowledge for teaching, MKT)，以學科內容知識與學科教學知識區分為兩大類，再進一步將兩者各自細分三部分。學科內容知識劃分成一般學科內容知識 (common content knowledge, CCK)、專門學科內容知識 (specialized content knowledge, SCK) 與眼界學科內容知識 (horizon content knowledge, HCK)。學科教學知識則涵蓋內容與學生知識 (knowledge of content and student, KCS)、內容與教學

圖 1
SRL 模型



註：修改自 “Investigating self-regulation and motivation: Historical background, methodological developments, and future prospects.” by B. J. Zimmerman, 2008. *American Educational Research Journal*, 45(1), 166–183 (<https://doi.org/10.3102/0002831207312909>). “Self-regulated learning: where we are today.” by M. Boekaerts, 1999. *International Journal of Educational Research*, 31, 445–457 ([https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(99\)00014-2](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(99)00014-2)).

知識 (knowledge of content and teaching, KCT)，以及內容與課程知識 (knowledge of content and curriculum, KCC)。

另一方面，Karlen 等人(2020)將教師的 SRL 知識依據學科內容知識與學科教學知識劃分為 SRL 內容知識 (content knowledge about SRL, CK-SRL) 與 SRL 教學知識 (pedagogical content knowledge about SRL, PCK-SRL) 兩部分。CK-SRL 除了包含教師對 SRL 的基本概念知識，如 SRL 內涵、術語，以及理論模型等，還包括對 SRL 過程如何運作的理解；PCK-SRL 意味著教

師對於各種在課堂中引導學生 SRL 方式的瞭解，以及如何引導學生 SRL 的能力。

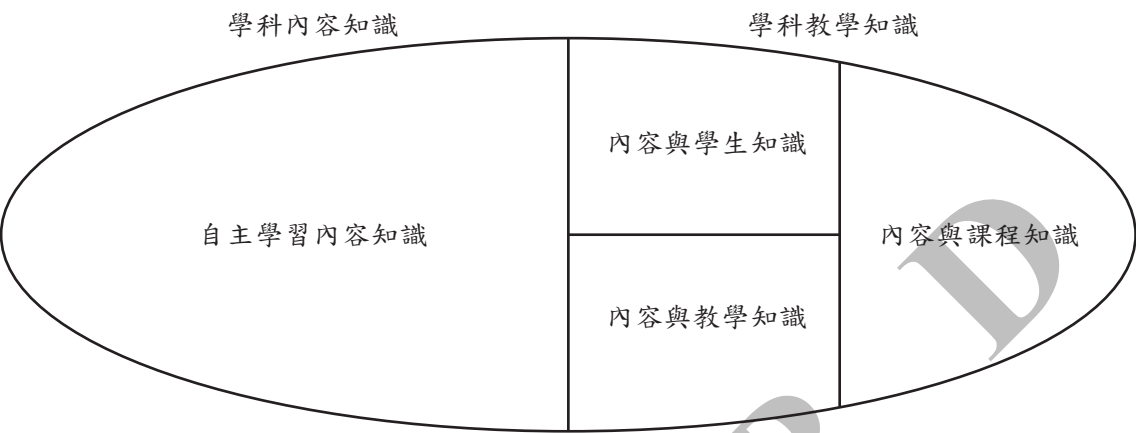
自從 Shulman (1986) 提出 PCK 以來，教師教學知識的研究已發展出多種方法，包括課堂觀察與訪談法。雖然 Ball 等人(2008)的 MKT 模型主要基於課堂教學實踐的分析，但許多研究已證明訪談同樣可以有效揭示教師的專業知識。教師的教學知識常被視為一種內隱知識體系 (tacit knowledge system)，可以透過言語予以外顯化 (鄭志強等人, 2019; Dudley, 2013)。例如，Morgan 等人 (2020) 和 Adler 與 Patahuddin (2020) 的研究已成功運用訪談來探索教師的 MKT。Shúilleabháin (2016) 也透過訪談研究教師在參與課堂教學研究後，其 MKT 的轉變。換言之，雖然 Ball 等人的 MKT 模型主要來自於課堂觀察，但運用訪談法同樣是探究數學教師 SRL 知識的可行途徑，且已被多項研究所證實。

本研究根據 Karlen 等人(2020)將教師的 SRL 知識分成學科內容知識與學科教學知識兩大類，並參考 Ball 等人(2008)的 MKT 架構進行劃分。基於本研究著重教師的 SRL 知識，因此學科內容知識僅聚焦於 SRL 內容知識，學科教學知識則根據 MKT 細分成三個子項目，如圖 2。

四、教師的 SRL 信念

教師的信念在課程創新和實施中扮演著關鍵角色 (Goroizidis & Papaioannou, 2014; Handal & Herrington, 2003)。信念不僅影響教師的教學實踐 (Patrick & Pin-

圖 2
教學所需的數學 SRL 知識架構圖



註：修改自 “Teachers’ professional competences in self-regulated learning: an approach to integrate teachers’ competences as self-regulated learners and as agents of self-regulated learning in a holistic manner.” by Y. Karlen, S. Hertel, and C. N. Hirt, 2020. *Frontiers in Education*, 5, 1-20 (<https://doi.org/10.3389/educ.2020.00159>). “Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special?,” by D. L. Ball, M. H. Thames, and G. Phelps, 2008. *Journal of Teacher Education*, 59(5), 399-404 (<https://doi.org/10.1177/0022487108324554>). Copyright 2008 by American Association of Colleges for Teacher Education.

trich, 2001)，還會影響教師作為學習者對學習的判斷，進而影響其學習情況 (Mueller & Dunlosky, 2017)。信念系統指的是個人在面對世界時所持有的一系列有關知識、真理和現實的基本信念 (Hofer & Pintrich, 1997)。然而，信念系統中的信念可能與同一內容領域的其他信念不一致 (Ohlsson, 2009)，且信念系統不一定具有凝聚力 (Lombaerts et al., 2009)。因此，僅依賴教師信念難以完全預測其實際的教學行為，這還涉及當下的情境脈絡與所需的專業知識。

國內外學者對於教師知識與信念的概念架構有相似定義，儘管在研究教師知識時，重點更多放在認知方面，而信念則涵蓋更多情意方面 (Ohlsson, 2009; Hoy et al.,

2006)。高強華 (1992) 認為信念的組成包含認知、情意、行為三項因素，應注意這些因素在探討教師信念時的影響。蕭佳純 (2018) 將教師信念劃分為相信自己有能力完成某項任務的信念，以及對某事物所持觀點的信念。教師信念對教學行為有著深遠影響，且在面對挑戰時，個人才有動力改變其信念 (Guskey, 2002)。

教師的 SRL 信念包含動機信念 (motivational beliefs)、認識論信念 (epistemic beliefs)、自我效能信念 (self-efficacy beliefs)、以及教學信念 (instructional beliefs) (Kramarski & Heaysman, 2021; Lawson et al., 2019)。動機信念涉及對任務的內在價值和效用價值的看法 (Zhang & Liu, 2019)，內

在價值表示個體對任務的興趣，包括在課堂實施或預期的愉悅感 (Eccles & Wigfield, 2002)，而效用價值則是指一項任務是否與個人未來的計劃或目標相關 (Wigfield & Eccles, 2000)。例如：教師認為自主學習很重要（內在價值）且引導學生 SRL 有助於提高他們的學習表現（效用價值）。教師對於 SRL 的內在價值越高，可以預期他們越能在課堂中引導學生 (Perry & Rahim, 2011)。

認識論信念指個人對知識本質和知識獲得所抱持的觀念 (Hofer & Pinitrich, 1997)。(Schommer-Aikins, 2004) 指出認識論信念是由五個彼此互相獨立的向度所組成，且每個向度的發展並非片段式的，而是連續漸變的歷程，分別是：

（一）知識的穩定性：

從認為知識是不變的，到認為知識是暫時性的。

（二）知識的結構：

從認為知識是零碎的，到認為知識是系統性的綜合概念。

（三）知識的來源：

從認為知識是由全知全能的權威所傳授，到認為知識是由理性推理和過往經驗所形塑。

（四）學習的速度：

將學習的過程認為是快速的或根本不需要學習，到認為學習是循序漸進的。

（五）學習的能力：

從認為學習能力是天生的，到認為學習

能力是可以靠後天增長的。

Yadav & Koehler (2007) 認為教師越具備建構主義的認識論信念將傾向支持以學生為中心的教學法。反之，則採教師為中心的教學模式。

自我效能信念是個人對自身能力的評估 (Bandura, 1977)，而教學信念則指教師如何將教學目標轉化為課堂實踐的想法和感受 (Khader, 2012; Kiss & Lin, 2016)。這些信念結合起來，形成了教師在 SRL 的專業能力，影響教師課堂的 SRL 和學生的 SRL 發展 (Lawson et al., 2019)。

五、數學直接指導 SRL

目前對於在數學課堂有效引導學生 SRL 的方法雖然所知不多，不過已有證據指出直接教導學生策略的使用不失為可行之道 (Dignath & Büttner, 2008; McDaniel & Einstein, 2020)。直接教導依據其明確程度又分為明示 (explicit) 和暗示 (implicit) 的策略指導 (Dignath & Büttner, 2008)，本研究聚焦在前者，稱之為直接指導 SRL。直接指導 SRL 也稱作知情訓練，指教師示範如何執行某一特定的策略，並闡明該策略的意義，例如使用該策略的時機、好處或理由 (Veenman, 2013)。Zimmerman (2013) 表示在教學時，若能明確提供學生使用該策略的條件，除了能加速學生的學習，還有利於在面臨類似問題時的學習遷移。不少研究指出明示的策略指導與學生的學習成效有正相關 (Kistner et al., 2010; Veenman, 2017)。

基於 SRL 涵蓋動機、認知與後設認

知策略，SRT 也可從動機面向、認知面向與後設認知等面向進行分析 (Dignath & Büttner, 2018)。動機面向涉及自我效能和目標設定，教師能在教學中透過激勵的言詞或讓學生模仿同儕成功的經驗，並引導學生設定精熟學習目標從而有規劃地完成學習，進而提升學習動機。動機對整個 SRL 行為歷程皆會產生作用 (Efklides, 2011)，尤其是動機較低落的學生，更需要教師增強其使用新策略的動機 (Veenman, 2013)。

認知面向包括教師教導學習策略以獲得數學概念與習得技能，或是在解題歷程中運用問題解決策略求出答案。後設認知面向為教師運用理解性、連結性、策略性與反思性的後設認知提問 (Mevarech & Kramarski, 2014)，調動學生在學習過程中的後設認知知識與技能，針對學生課堂上的反應與需求給予自我調節回饋 (Hattie & Timperley, 2007)，藉由監控學習歷程與調整學生的學習行為以縮短目標與現況之間的差距。

參、研究設計與流程

一、研究情境

本研究之個案教師任教中部某技術型高中，教學年資 13 年，具數學專長。他在攻讀研究所期間接觸到 SRL 相關理論，希望能在數學課室中引導學生進行 SRL。個案透過行動研究方式，循環反思修正 SRT；研究者則是從旁觀察蒐集資料，不進行介入個案的教學。

為確保研究倫理，研究資料開始蒐集之

前已取得個案教師之知情同意，並注意個案教師之匿名與資料處理過程的保密。研究過程中個案教師有權利隨時終止錄音、錄影。研究者在公開發表研究結果之前，會先將內容提供給個案教師檢視，以確保內容不會對其造成傷害。

技術型高中的數學課程以十二年國教群科課程屬性，因應各群科學生對於數學科需求不同，共分為 A、B、C 三個版本。其中數學 C 所涵蓋的數學內容最為眾多。個案教師任教班級為化工科二年級，所教學的版本為數學 C。該校有實施數學的適性化分組，分組方式是將化工科兩個班的同學取前一個學期段考平均前 16 名學生出來成為拔尖班，其他同學留在原班級，形成兩班拆成三班的模式。個案教師任教的班級是拔尖班，也就是同科別的學生中數學程度比較好的學生。

個案教師在每個單元根據 SRL 三個階段循環進行教學。每一循環皆由四節課所構成，而每一節課也同樣配合三階段的循環進行教學。換言之，每一循環中的第一堂課會以動機面向的引導為主，在循環教學的第二、三節課會主要聚焦於明示教導學生認知面向的策略，循環的最後一節課由於是單元的後半段，因此往往以解題為主，在該節課中教師在解題的過程會拋出後設提問讓學生進行思考，也會進一步針對學生的反應給予調節回饋。再者，在每一節課的一開始為預想階段，教師會引起學生動機，並引導學生設定該節課的學習目標；在當節課中間是表現階段，教師會藉由明示教導學習策略與解題策略，或透過提問的方式引導學生進行思考；

最後在該節課結束前，教師會統整該節課的教學內容，並且引導學生反思與原先目標的差距，找出原因後修正以利下一節課的學習。上述 SRT 流程如圖 3。

基於前述的想法，個案教師針對每一單元設計 A、B 兩個版本的學習單，每一單元循環教學中的第一節課發下 A 版本，該循環的最後一節課使用 B 版本。A 版本重點是引導學生設定該單元的學習目標與練習教師設計的題目；B 版本的重點是引導學生將 A 版本錯誤的題目訂正後，自我分

析遇到的問題，並且檢視是否達成原先所設定的目標以及如何改進。

二、資料蒐集

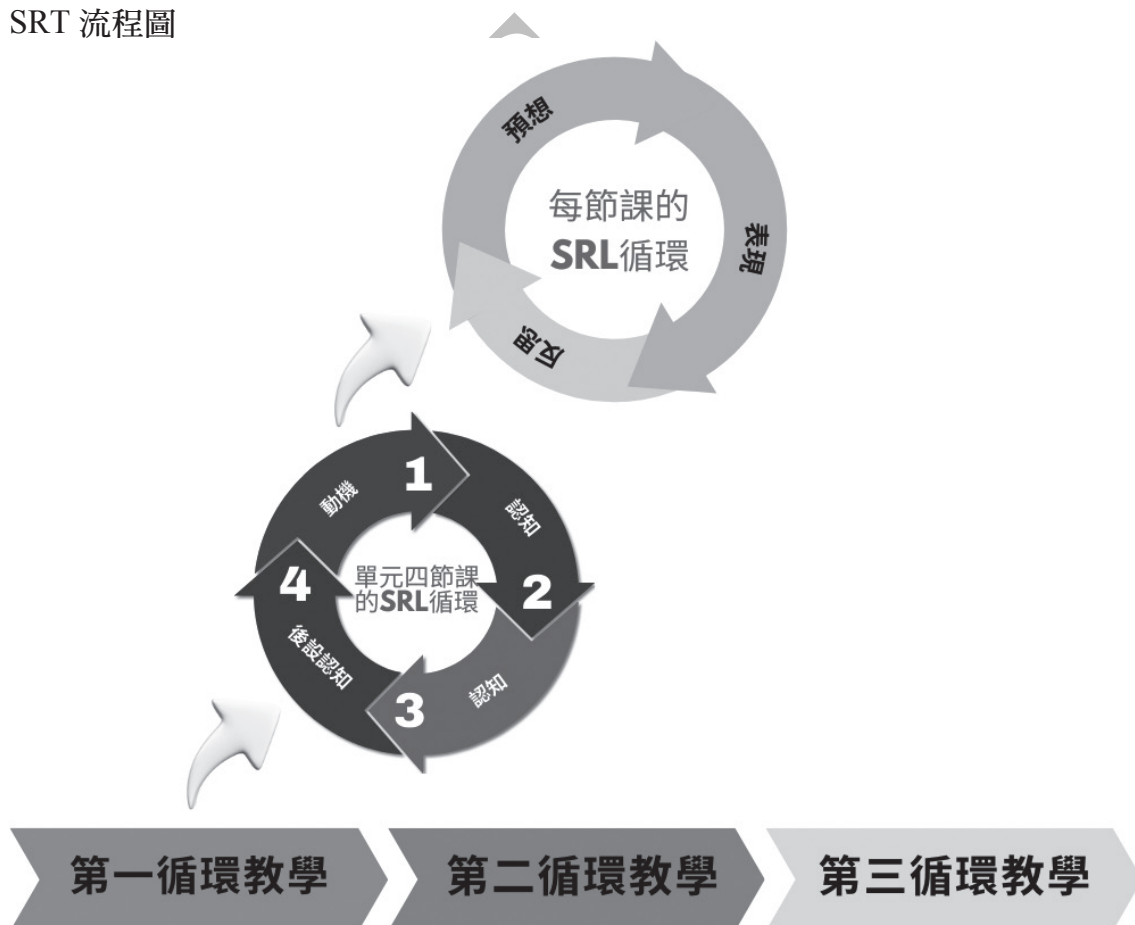
本研究自 2022 年 11 月至 2023 年 7 月進行資料蒐集，為期九個月，包括訪談、課室錄影紀錄、備課紀錄及研究日誌。

（一）訪談：

本研究共進行四次半結構式訪談，第一次在個案教師決定實施 SRT 之初，以了解個案教師原有的知識與信念。第二次在個案教

圖 3

SRT 流程圖



師實施 SRT 前兩週進行，與前一次訪談相距四個月，欲更進一步瞭解該教師經過這段準備期，對於 SRT 的理解與看法。第三次則是在個案教師剛實施完 SRT 後隨即進行，第四次在教師結束 SRT 後一個月，以深入了解個案教師在 SRT 知識與信念的轉變。

本研究在個案教師的每節課教學前後進行非制式訪談，了解其教學前對於該節課之預期、遇到的困難及教學後對於該節課實施狀況的想法，並蒐集教師對於 SRT 的理解與看法。

（二）課室錄影：

本研究為了詳細紀錄 SRT 進行的情況，針對個案教師每一循環的課程，在教室後方架設一台錄影機，錄製上課全程的影像與聲音，共計錄製 15 堂教學內容，資料蒐集所設定之觀察教學單元是配合當時個案授課進度，詳見表 1。為了解個案教師原先的教學實務特徵，研究者在個案教師尚未實施數學 SRT 時，錄製線性規劃與拋物線單元教學，這三堂在概念上與微分較為接近，以便進行比較。

（三）備課紀錄：

本研究在每一循環課程進行前，蒐集個案教師備課時編寫的教材與學習單。

（四）研究日誌：

本研究為紀錄蒐集資料當下的想法以及不方便錄音的談話內容，會在課室觀察當下或觀察後撰寫研究日誌，以確保資料蒐集的完整性，並在撰寫時注意僅針對所觀

察到的事件進行描述，不在當下做任何評論 (Bogdan & Biklen, 2007)。研究者在完成每次觀察的研究日誌後，會與個案確認是否符合其教學時的想法。

三、資料分析

本研究為了方便後續的資料分析與管理，建立了索引，並根據資料來源、類型、版本以及蒐集日期等特徵賦予編號。此外，研究者將所有蒐集到的訪談、課室錄影及備課紀錄轉為逐字稿，以確保資料能夠被系統地分析和整理，參見表 2。接著依照鈕文英 (2020) 所建議的步驟進行質性資料分析，參考編碼表將逐字稿進行編碼，以識別教師的 SRT 知識、信念與實務特徵。另外，為確保本研究資料分析的信實度，在分析資料時根據不同資料來源所得的結果進行三角校正，包括將訪談資料、課堂觀察紀錄、教師反思日誌進行交叉比對，以確認資料的一致性和可靠性。在分析訪談和課程逐字稿之前，研究者邀請數學教育專家與資深數學教師共同討論編碼架構，並對第一次訪談進行編碼，檢視是否有疑義。取得共識後，後續資料由研究者獨自進行分析。

（一）教師的 SRL 知識編碼

本研究教師的 SRL 知識編碼表，詳見表 3。研究者經前述步驟確認資料分析的信實度後，運用編碼表對訪談逐字稿進行編碼。舉例來說：個案提到：「（數學 SRL）就是讓學生可以透過自己的一些學習策略或是學習方式去做數學學習，當然希望可以讓學生自己去做這件事，而不是都要

表 1
15 堂課的教學單元

階段	單元	日期	編號
循環前	線性規劃	2023/02/20	課 - 線性規劃 -0220
	拋物線	2023/02/22	課 - 拋物線 -0222 (1)
			課 - 拋物線 -0222 (2)
第一循環	極限的概念	2023/04/17	課 - 極限的概念 -0417
		2023/04/18	課 - 極限的概念 -0418
		2023/04/19	課 - 極限的概念 -0419 (1)
			課 - 極限的概念 -0419 (2)
第二循環	多項式函數的導數與導函數	2023/04/24	課 - 多項式函數的導數與導函數 -0424
		2023/04/26	課 - 多項式函數的導數與導函數 -0426 (1)
			課 - 多項式函數的導數與導函數 -0426 (2)
		2023/05/01	課 - 多項式函數的導數與導函數 -0501
第三循環	微分公式	2023/05/02	課 - 微分公式 -0502
		2023/05/03	課 - 微分公式 -0503 (1)
			課 - 微分公式 -0503 (2)
		2023/05/08	課 - 微分公式 -0508

表 2
研究資料編號示例

資料來源	類型 / 單元	日期 / 版本	編號
訪談	第一次	2022/11/04	訪 - 第一次 -20221104
課室錄影	線性規劃	02/20	課 - 線性規劃 -0220
學習單	極限的概念	A	學 - 極限的概念 -A
備課紀錄	第一循環	2023/03/29	備 - 第一循環 -20230329
研究日誌	第一循環	2023/04/17	研 - 第一循環 -20230417

老師的角色在旁邊協助他。」(訪 - 第四次 -20230619)，代表對數學 SRL 知識內涵的闡述，編為「SRL 內容知識」；「其實我過

往在上課的時候，也是都很常會利用提問的方式去了解學生目前他們的能力到哪個階段，…，後來知道數學 SRL 之後，就知

道這其實是一個監控的過程」(訪 - 第四次 - 20230619)。代表教師透過以往教學經驗，結合數學 SRL 理論，故為數學 SRL 和教學交集的知識，編為「內容與教學知識」。

本研究的教師 SRL 知識及信念分析是以使用編碼工具對訪談逐字稿和備課紀錄進行編碼，研究者若在編碼時遇到疑問，會回頭確認各面向之操作型定義，並且持續閱讀相關文獻。第一次訪談進行編碼後，將有疑問的部分與數學教育專家進行討論，釐清分析資料時的疑義。另外也邀請個案教師共同確認編碼結果。三方取得共識後，後續資料由研究者獨自進行分析。

(二) 教師的 SRL 信念編碼

本研究教師的 SRL 信念編碼表，詳見表 4。編碼方式舉例來說：個案提到「引導學生做 SRL 這一塊，我覺得如果要做的話，應該是一直都要做下去。」(訪 - 第四次 - 202306)，顯示個案本身對數學 SRL 持有正向且肯定的內在價值，編為「動機信念」；「我覺得現在還沒有做到很好，大概我自己可以有模式出來，有一個輪廓，可是實際上我覺得還有可以再更多的小地方，可以再更加油。」(訪 - 第三次 - 20230508)，判斷個案根據實際執行數學 SRT 的狀況，評估自身對於 SRL 的掌握程度，展現教師對於數學 SRT 之自我效能，編為「自我效能信念」。

(三) 數學直接指導 SRL 特徵編碼

本研究參考 Dignath 與 Veenman (2021) 對於 SRT 的直接教導研究架構分析資料，並採用 Chen 與 Lin (2023) 發展的

數學 SRT 評估工具(簡稱評估工具)，將直接指導 SRL 特徵分成動機、認知及後設認知三個面向。使用此一評估工具是因為 Dignath 與 Büttner (2018) 僅對於動機、認知及後設認知的出現與否進行分析，而 Chen 與 Lin (2023) 則在 Dignath 與 Büttner 研究的基礎上，進一步充實每個面向的內涵並提出編碼，有助於本研究對個案教師的 SRL 特徵進行深入而豐富的探討。

直接指導 SRL 特徵分析以教師發話句子為基本單位，運用評估工具分析個案在課堂中直接指導 SRL 的特徵，詳見表 5。遇到逗號、句號、問號、分號等標點符號，算作一句。重述句在編碼時有重複計算，原因是重述的句子也算是課室對話中的一部分。編碼舉例參見表 6。首先研究者邀請數學教育專長博士生和碩士生共三人擔任編碼員，建立編碼共識。方法是選取循環前的兩堂課，由三人各自獨立進行編碼。完成編碼後，三位編碼員根據編碼不一致之處進行討論以形成共識。接著根據 Vandermaas-Peeler 等人 (2009) 建議，選取 20 % 逐字稿進行信度檢定，計算編碼者百分比同意值，其數值為 94.23 %，具有良好的信度。

肆、研究發現與討論

一、個案教師的 SRL 知識方面的轉變情形

本研究發現個案教師經過三循環的數學 SRT，能具體地分析學生的學習狀況，並且給出相對應的解決方法，進一步整合於教

表 3
教師的自主學習知識編碼表

面向	子面向	定義與例子
自主學習內容知識 (CK-SRL)		師生皆應掌握的數學自主學習基本概念知識。例如：了解自主學習的理論模型及其教學模式、知道數學自主學習策略的使用時機、如何營造合作學習環境以促進數學自主學習等。
SRT 知識 (PCK-SRL)	內容與學生知識 (KCS)	為數學自主學習和學生交集的知識。例如：教師具備分析學生在數學自主學習時可能發生情形的能力，並根據其狀況能相對應的處理措施，以縮短與目標之差距。
	內容與教學知識 (KCT)	為數學自主學習和教學交集的知識。例如：教師知道適合教導特定自主學習策略或數學概念的方法，並設計形成性評量檢驗學生是否理解等。
	內容與課程知識 (KCC)	與數學自主學習課程內容相關的知識。例如：教師能以有意義的脈絡呈現新資訊或是創造認知衝突來引入資訊，以活化學生的先備知識。

表 4
教師的 SRL 信念編碼架構

面向	定義
動機信念	涵蓋教師對自主學習的內在價值 (intrinsic value) 和效用價值 (utility value) 的看法。
認識論信念	教師基於對數學 SRL 之理解所抱持的態度，以及關於本身如何進行 SRL 的想法。
自我效能信念	教師對自身 SRL 能力的判斷，以及對於在課堂中引導學生 SRL 所表達的期望。
教學信念	教師如何將數學 SRL 目標轉化為課堂實踐的想法和感受。

學設計中。起初個案教師進行數學 SRL 前對 SRL 的認識有限，且不確定怎樣的教學方式能有效引導學生 SRL。在數學 SRL 過程中，個案教師透過閱讀文獻與教學實踐，累積對 SRL 的理解，並且漸漸融入於自身課堂教學。

以下對 SRL 知識各面向進行討論：

(一) CK-SRL：

個案教師在第一次訪談提到「數學的 SRL 就是讓學生能夠自動自發的去對數學做一些研究或是學習，就是留（給）學生

表 5
直接指導 SRL 特徵之編碼架構

面向	操作型定義	編碼	定義與例子
動機	教師激發學生動機或引導學生使用相關動機策略。	自我效能 (Se)	提昇學習者對於自身能力的評估。例如：以言詞激勵學生，觀摩同儕的成功經驗，鼓勵學生不怕犯錯的成長型心態，引導學生對於學習成敗給出合適歸因。
		目標設定 (Gd)	設定精熟學習目標。例如：引導學生設定具體、短期、近程及難度適中的目標。
認知	教師明示教導／提問學習策略或是解題策略。	學習策略 (Ls)	明示學習數學知識或技能方法。例如：多演練題目、精緻化提問、自我測驗、間隔練習、交錯練習等。
		解題策略 (Ps)	明示數學問題解決方法。例如：「手段—目的」分析、猜想可能解答（臆測）、代入數字嘗試、找出特殊例子、觀察模式、一般化、反證法等。
後設認知	教師的提問或是回饋促進學生自我調節。	後理解性 (Com)	提問或提示數學題目之類型或結構。例如：這是哪一類問題？這一題在問什麼？這一題的已知條件是…未知數是…？請試著用你的話重述題目。
		連結性 (Con)	提問或提示求解類似題目之經驗。例如：之前解過類似的問題嗎？這一題跟之前解過的 x x 問題不同處為何？
		策略性 (Str)	提問或提示合適的解題策略、原則或方法。例如：這一題適合使用哪一個方法求解？為何你覺得這一題適合使用這個策略？你覺得這個策略的限制為何？
		反思性 (Ref)	提問或提示學生反思數學認知或學習行為。例如：問題是否解決了？有沒有更好的解法？下次準備考試時，有沒有更好的做法？
		調監控性 (Mon)	提問或明示學生監控數學學習或解題歷程。例如：上課是否專心聽講？解題有沒有卡住？在哪邊卡住了？有沒有進行驗算或檢查等？
	教師的提問或是回饋促進學生自我調節。	調整性 (Adj)	提問或明示學生調整數學認知或學習行為。例如：看清楚題目的條件、練習特定題型使之熟練、使用計算機看出相關模式、增加研讀時間等。
		修辭性問題 (Rhe)	教師的提問不需要學生回答。

註：引用自 “Exploring teachers’ self-regulated teaching in mathematics: Taking discourse analysis as an approach [Poster presentation].” by C. H. Chen, and C. H. Lin, 2023. The 46th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. University of Haifa, Israel. 編碼下方括號的英文，來自英譯的縮寫或是開頭的三個字母。例如：自我效能 (Self-efficacy) 編為 SE，或理解性問題 (Comprehensive questions)，編為 Com。以方便後續的統計分析。

表 6
編碼舉例

後設 設 提 問	理解性 (Com)	如果你把那個 $f(x)$ 微分之後啊那你要帶什麼進去？	教師提問數學題目之類型。
	連結性 (Con)	這有用到我們第一小題的結果，我直接用了，因為昨天我們有講過，講過什麼事？	教師提問昨天求解題目之經驗。
	策略性 (Str)	那時候我說我們之後如果遇到絕對值的函數，我們要把 .. 想辦法讓絕對值消失，所以我們就要變成什麼？把它變成？	教師提問拆絕對值時合適的解題策略。
	反思性 (Ref)	你覺得 .. 對拋物線來說可能有在對稱軸上的弦嗎？為什麼沒有？	教師對學生的回答給予進一步的提問。
	監控 (Mon)	所以你會發現我剛剛這邊寫，欸那你剛剛這邊怎麼沒有問我說等號為什麼要加在這裡？你看我這邊寫等於 2 這裡寫等於 3，啊這裡沒有。	教師提問監控學生是否理解先前相同概念問題的解題歷程。
後設 認知	調整 (Adj)	x 到 2 會怎樣，這不是到噢，這是趨近於不是到噢，x 到 2 不是，是 x 趨近於 2。就是當 x 非常非常靠近 2 的時候，這個時候的極限值 1。因為當 x 趨近於 2 的時候，我們要用這一個。	教師調整學生對於極限值與函數值的數學認知。
	修辭性問題 (Rhe)	所以這個公式講的事情是什麼呢？(Rhe) 如果一個函數 $f(x)$ 一個函數 $f(x)$ 前面乘上一個係數，那你在微分的時候呢就是直接把 $f(x)$ 微下去前面係數留著。	教師在提問後直接給出答案。

自己（學習）。」（訪 - 第一次 -20221104），代表個案教師視 SRL 為學生的獨立任務，忽視教師在引導學生 SRL 過程中的關鍵角色。另外，個案教師習慣以提問方式促進學生反思，卻對此方法是否促進 SRL 抱有疑慮，且未探索其他教學策略，顯現個案教師僅提出後設認知策略，對於動機、認知面向較不了解。個案教師在第一循環的第一節課「僅以列點的方式呈現 SRL 的三個階段，並未提及各個階段的實施內涵及其階段循環的特性」（研 - 第一循環 -20230417），到

第二循環的教學稍微講解 SRL 三階段中能採取的學習策略，意味教師漸漸對理論模型內涵有所掌握；第三循環的第一節課，研究者觀察到個案「在課堂中深入提出各階段的內涵，以及舉出實際的實施方式」（研 - 第三循環 -20230502），顯現個案教師將模型逐漸內化至自己的知識體系，能更靈活地在課堂中應用理論模型，不再只是機械式地套用給學生記憶性的概念。

（二）KCS：

從教學前的訪談中並未能得知個案教師的 KCS，推測 KCS 可能要在教學的情境脈絡下，才易顯現教師是否具備分析學生狀況的能力。再者，KCS 為 CK-SRL 與學生交集的知識，由於個案教師於前訪中對於 SRL 的瞭解甚少，因此難以預測學生可能發生之學習情況。第二循環課程後，個案教師觀察到學生在反思的部分寫得很簡略，便推測是學生不擅於評價自己的學習，個案教師提到「他（學生）可能很難去描述他的狀態。第二階段我是有加一些我預想他們可能會使用的方法，所以他們有些都直接套用那一些，…在選的過程他（學生）其實也是會去想說我有沒有使用這個策略」（訪 - 第三次 -20230508），顯示個案教師漸漸具備 KCS 知識，有能力觀察學生 SRL 表現，並回饋到自身教學的調整。

（三）KCT：

研究者第二次訪談中詢問個案教師「在課堂上可以做什麼事情去引導學生 SRL？」，個案教師表示

「可能會先給他們一些學習目標，…，再隨時去看學生對目前學習狀態的一個掌握度，然後再引導他們去了解他們目前學習的狀態跟具體目標有多遠，然後再去調整一下他們的學習。」（訪 - 第二次 -20230329）

這顯現個案教師對 SRT 的課程設計已經有初步的想法，不過仍未具備分辨何種教學方式能有效促進學生 SRL 的 KCT。第一

循環教學的開始，教師已經能根據教學實務的觀察，發現學生可能遇到的情形，但還停留在較為表層的分析，以致學生沒有明確的目標去調整學習。正如同 Dignath 與 Büttner（2018）指出中小學教師很難定義動機、認知和後設認知策略。

結束整個 SRT 循環後，個案教師提到「以往我在課堂上就蠻經常使用這樣（提問）的方式，後來知道數學 SRL 之後，知道這其實是一個監控的過程。」（訪 - 第四次 -20230619）。個案教師表示 SRT 與原本教學方式的不同在於教師能幫助學生了解目前的學習進行到哪一階段，從而給予相對應的協助。透過 SRL 教學者的反思，個案教師似乎更精準地調整自己的教學方法。

（四）KCC：

個案教師在 SRT 前的教學完全依照教科書內容，第一次循環教學則改以課本為主、學習單為輔的課程設計，顯現課程設計從偏向按照課綱教材的忠實觀 (fidelity perspective)，轉變為整合自己的想法融入於課程的相互調適觀 (mutual adaption perspective) (Goodlad, 1979)。個案教師隨著自身對 SRL 認識的增加，將理論模型融入於課程的安排，並意識到學習單作為工具，可增強學生的目標設定和反思。此過程讓個案更準確識別學生困難，進行有效指導，並通過設計多層次學習目標，從而提升教學質量。最終個案教師提出課程結構的想法，能使教學具有短期、中期和長期目標，讓學生在不同層次進行學習和調整。教師的 SRL 知識轉變如圖 4 所示。

綜上所述，個案教師具備豐富的教學年資，循環教學反思搭配持續閱讀文獻，使他對於教學上蒐集到的回饋能夠妥善回應，產生 SRL 良好的循環。SRL 知識的改變從 CK-SRL 開始，CK-SRL 扮演相當重要的角色，支持 KCS、KCT 到 KCC 的改變，其中 KCS 的改變常伴隨 KCT 的改變，KCT 和 KCC 也有類似情況。另外，本研究也發現個案教師的教學循環安排相當緊密，因此壓縮了反思的時間，對於剛起步於 SRL 的教師較不利。

二、個案教師的自主學習信念方面的轉變情形

本研究發現個案教師在進行 SRL 前，對 SRL 抱持高動機與偏向建構主義取向的認識論信念，也對本身所採取的教學策略的自我效能信念不足。經過三循環的數學 SRL，個案教師不但維持原先的高動機信念與建構主義傾向的認識論信念，也因為教學實踐與學生的學習成效，提升對 SRL 的信心。以下分述個案經過三次教學循環之後 SRL 信念的轉變：

（一）動機信念

循環教學前個案教師深信在課堂中引導學生進行 SRL 的重要性，並自願將 SRL 融入自己的數學課堂，即表示他原先就持有較高的動機信念，例如個案教師提到「訓練他們（學生）SRL 的話，我覺得對他們未來是有幫助的…（可以）獲得一些能力去解決所面臨的問題」（訪-第一次-20221104）顯示其對於 SRL 內在價值的看法，以及

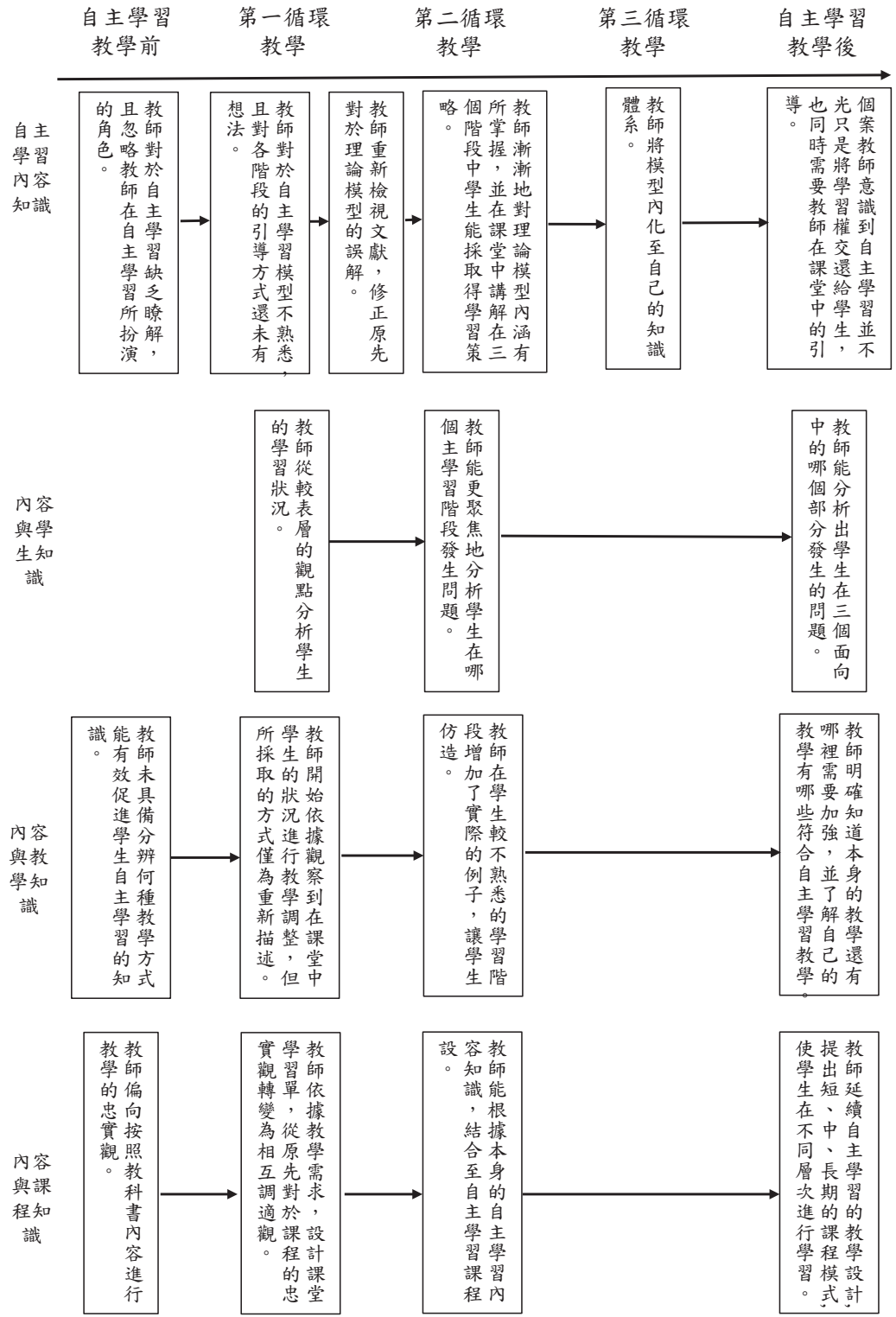
「（SRL）可以提升他們有更高的參與度在課堂中」（訪-第二次-20230329），顯示其對於 SRL 效用價值的看法。在第三次訪談後，也就是剛結束 SRL 時，教師表示在下一個單元也會進行相同的教學設計。縱使最終由於外務因素無法實行，仍計劃在未來的章節繼續實施 SRL，使得學生能持續在這樣的環境中學習。換言之，透過教學的實踐，個案教師不但沒有因為教學實務的挑戰降低後續使用此教學方式的意願，反而基於本身對 SRL 的看法，維持原先所抱持的動機信念。

（二）認識論信念

個案教師在 SRL 前的課程設計傾向以學生中心的教學方法，且會對於不同學習成就的學生採不同引導 SRL 的方式，可見個案教師具備建構主義的認識論信念。例如個案教師認為對低成就學生，需要在一開始的預想階段先給明確目標以提升其動機，而高成就學生則是在反思階段會給予較多的調節回饋。事實上，學界對學習成就不同的學生採取哪一個面向的引導對其學習幫助最大，未有定論 (Peeters et al., 2016; Waeytens et al., 2002; Karlen et al., 2020)。換言之，學生的 SRL 過程是變動的。個案教師在第三次訪談描述「我覺得它 (SRL) 有一個階段，如果他（學生）能夠掌握這個階段，套用到每一個學習的情境裡面，它 (SRL) 就是一個學習的方式」（訪-第三次-20230508），體認到 SRL 是系統性的綜合概念，能夠靠後天循序漸進學習獲得。顯示他對 SRL 的認識論信念又更加深化。

圖 4

個案教師的 SRL 知識轉變



（三）自我效能信念

個案教師因從未嘗試 SRL，對於學生的反應和接受程度充滿不確定感。但個案教師秉持高動機信念，願意在課堂一試，並勇於反思，善用回饋修正教學，推升其自我效能信念，此轉變主要來自於教學的實踐。然而，當個案教師看到學生的學習成效時，才更加確定自己的教學對學生是有幫助的。如同 Guskey (1986) 所述，對於教學經驗豐富之教師應為教學實踐先於教師信念的模式，即教師信念的轉變出現於教學實務之後。

（四）教學信念

教師的 SRL 信念轉變如圖 5。起初個案教師對如何實踐 SRL 還沒有明確構想，後來在備課時提出預想的教學策略，但因為還不熟悉這模式，所以執行上還有困難。代表個案教師將 SRL 目標轉化為課堂實踐的想法還有許多不確定感。在接近教師要進行 SRL 前的第二次訪談中，個案教師提出「可以先讓學生理解什麼是自主學習，並給予明確的學習目標，使學生知道預期要達到的程度」（訪 - 第二次 -20230329）及「在課堂上可以隨時觀察學生的學習狀態，引導學生評估自己與目標的距離，從而進行（學習）調整。」（訪 - 第二次 -20230329）。此過程反映出個案教師試圖找出可行的策略，對 SRL 目標轉化為課堂實踐充滿想法，態度也是積極的。另外，從課堂實務特徵的分析中，個案教師也發現自己在引導學生目標設定與學習策略這兩部分是後續能再加強的。凸顯出個案教師從最初摸索到後來有了轉變與體悟，教學信念正在轉變。

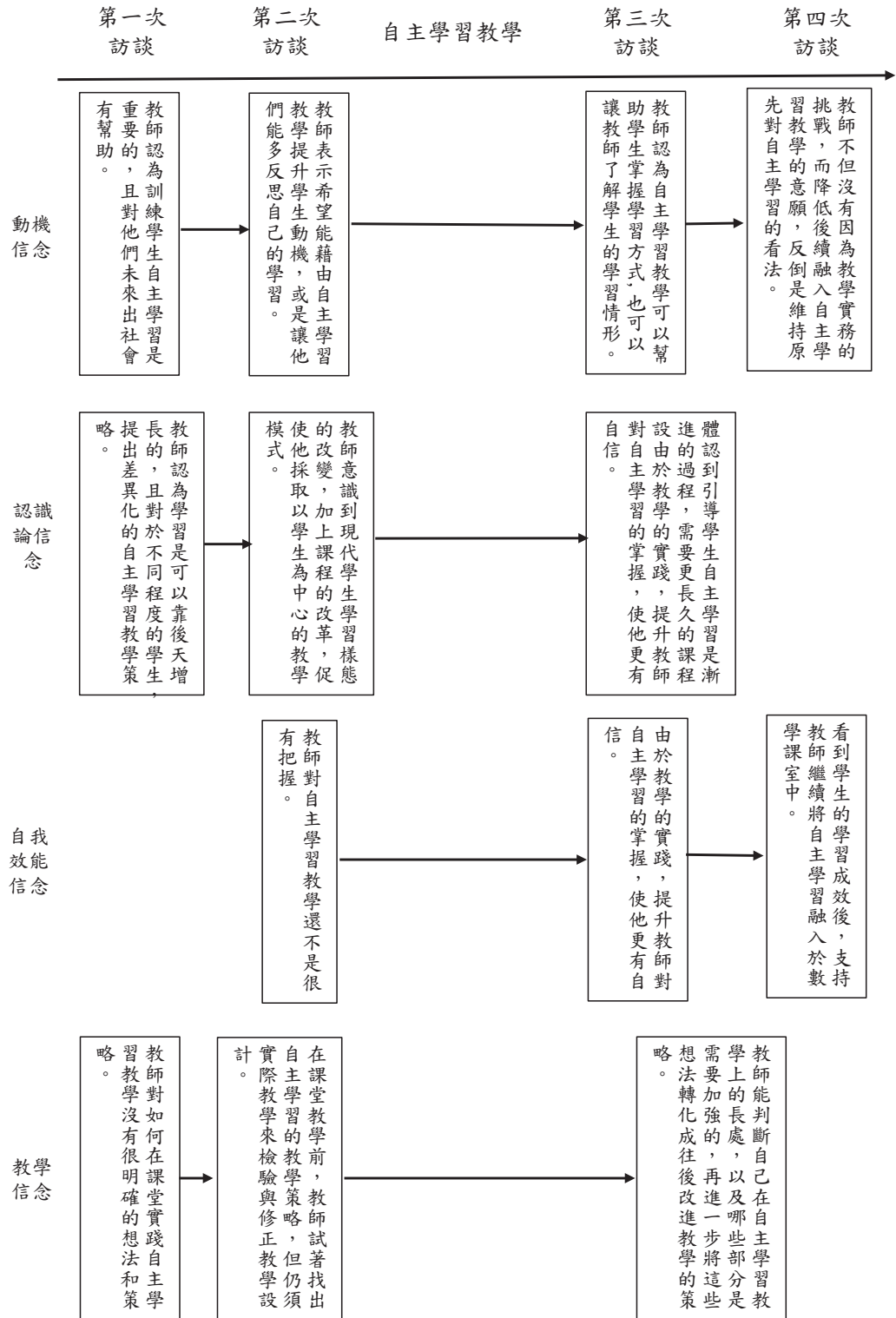
綜合上述，經過三個循環的 SRL 實踐後，個案教師保持了原先的高動機信念和建構主義傾向的認識論信念。實際的教學實踐使個案教師更清楚如何將 SRL 策略融入數學課堂，並且對於引導學生進行 SRL 更有信心，因此他的自我效能信念和教學信念都有所提升。可推論個案教師的 SRL 知識與信念之轉變，多半來自於教學實務的進行。

三、個案教師引導數學直接指導 SRL 特徵的轉變情形

在 SRL 循環開始之前，個案教師在原本的數學課堂的教學中，SRL 對話出現的比例並不高。此情形與先前許多 SRL 實徵研究結果相同（例如：Bolhuis & Voeten, 2001; Dignath- van Ewijk et al., 2013; Hamman et al., 2000; Spruce & Bol, 2015）。研究者分析 SRL 循環開始之前三堂課總共 2325 個句子（參見表 7），與數學 SRL 相關的句子為 87 句，約占 3.74 %。其中動機面向共出現 9 句 (10.34 %)，認知面向共出現 24 句 (27.59 %)，後設認知面向共出現 54 句 (62.07 %)。另外，有 20 個句子被編碼為修辭性問題。

在第一循環的數學 SRL 中，個案教師課堂發話涉及 SRL 的比例明顯上升。研究者分析四堂課總共 3249 個句子（參見表 8），與數學 SRL 相關的句子為 371 句，約占 11.42 % 左右。其中動機面向共出現 57 句 (15.36 %)，認知面向共出現 102 句 (27.49 %)，後設認知面向共出現 212 句 (57.14 %)。另外，有 27 個句子被編碼為修辭性問題。相較於其他循環，此循環的目標設定明顯高於

圖 5
個案教師的 SRL 信念轉變



其他循環，代表個案教師開始思考如何將目標設定、學習策略與監控性的調節回饋融入在第一循環中。

在第二循環的數學 SRT 中，個案教師 SRT 發話比例相較於第一循環的教學略有提升。研究者分析四堂課總共 2654 個句子（參見表 9），與數學 SRT 相關的句子為 331 句，約占 12.47 % 左右。其中動機面向共出現 39 句（11.78 %），認知面向共出現 162 句（48.94 %），後設認知面向共出現 130 句（39.27 %）。另外，有 14 個句子被編碼為修辭性問題。值得一提的是，認知面向發話占比增加許多，尤其是學習策略，且個案教師開始在第二循環課程中加入直接教導學習策略與監控性調節回饋的例子。

在第三循環的數學 SRT 中，個案教師 SRT 發話比例為這幾階段中最高。研究者分析四堂課總共 2487 個句子（參見表 10），與數學 SRT 相關的句子為 340 句，約占 13.67

% 左右。其中動機面向共出現 37 句（10.88 %），認知面向共出現 142 句（41.76 %），後設認知面向共出現 161 句（47.35 %）。另外，有 29 個句子被編碼為修辭性問題。

在三個循環共 12 堂課的數學 SRT 中，每個循環個案教師直接教導數學 SRL 發話占比分別為 11.42 %、12.47 %、以及 13.67 %。然而個案教師循環前課堂的 SRT 發話比例只有 3.74 %，相較於此，個案教師涉及直接教導數學 SRL 之發話明顯提升許多，但仍僅占總發話比例的一小部分。探究三個循環中各面向所占比例，動機面向占 12.76 %、認知面向占 38.96 %、後設認知面向占 48.27 %，可見個案教師在動機面向的教導明顯低於另外兩者。

研究者將各堂課發話涉及數學 SRL 之占比，統整於圖 6。相較於循環教學前，在各循環中的認知與後設認知面向明顯上升，唯獨動機面向起伏不定。值得一提的是，0502

表 7
循環前直接教導數學 SRL 句數統計表

資料編號	總句數	動機		認知		後設認知						無
						後設提問			調節回饋			
		Se	Gd	Ls	Ps	Com	Con	Str	Ref	Mon	Adj	Rhe
課 - 線性規劃 - 0220	654	3	0	0	10	0	0	2	3	0	1	2
課 - 拋線 - 0222 (1)	860	0	0	0	5	3	3	7	16	0	6	14
課 - 拋線 - 0222 (2)	811	6	0	0	9	4	1	3	5	0	0	4
小計	2325	9	0	0	24	7	4	12	24	0	7	20

表 8
第一循環直接教導數學 SRL 句數統計表

資料編號	總句數	動機	認知	後設認知								無
				後設提問				調節回饋				
		Se	Gd	Ls	Ps	Com	Con	Str	Ref	Mon	Adj	Rhe
課 - 極限的概念 -0417	763	2	16	0	11	15	8	9	15	0	5	9
課 - 極限的概念 -0418	964	0	19	4	10	16	0	2	15	2	22	13
課 - 極限的概念 -0419 (1)	882	9	0	11	25	19	3	16	8	7	26	3
課 - 極限的概念 -0419 (2)	640	8	3	22	19	5	0	7	7	2	3	2
小計	3249	19	38	37	65	55	11	34	45	11	56	27

表 9
第二循環直接教導數學 SRL 句數統計表

資料編號	總句數	動機		認知		後設認知						無
						後設提問			調節回饋			
		Se	Gd	Ls	Ps	Com	Con	Str	Ref	Mon	Adj	Rhe
課 - 多項式函數 的導數與導函 數 -0424	837	9	4	9	47	22	2	5	4	5	18	9
課 - 多項式函數 的導數與導函 數 -0426 (1)	674	3	0	28	4	7	14	5	16	0	0	3
課 - 多項式函數 的導數與導函 數 -0426 (2)	734	9	0	11	22	9	0	2	2	4	0	0
課 - 多項式函數 的導數與導函 數 -0501	409	14	0	37	4	2	0	0	2	3	8	2
小計	2654	35	4	85	77	40	16	12	24	12	26	14

課堂中的動機面向高於另外兩者，該堂課為第四循環的第一堂課。這呼應了個案教師的教學設計，即以一個循環中的四節課對應到 SRL 的三階段，第一堂課為引導學生預想階段的動機面向，而第二節課是引導認知與後設認知面向的表現階段，第三節課則是透過後設認知面向的引導調動學生反思，最後一節課是檢討學生習題，故絕大多數時間由教師引導學生認知面向的解題策略。因此個案在第三循環的 SRL 模式，似乎逐漸成形。

進一步探討每一循環各面向之占比（詳見圖 6），與內容與教學知識的分析結果相同，個案在進行 SRL 前，僅提到會透過提問的方式進行引導。從循環前的課堂對話中可以發現，後設認知面向的確明顯高過於另外兩者。或許是個案所任教班級學生的學習成就相對優異，故採以高層次問題幫助學生自我調節數學學習。進一步深究發話類別在數

學 SRL 所占比，可以發現教師在後設認知面向發話多著重於後設提問，鮮少涉及調節回饋，尤其是監控，其中的後設提問即屬於高層次問題。Kistner 等人(2015)調查了教師對後設認知策略的指導與他們的認識論信念之間的關聯，研究顯示較具備建構主義認識論信念的教師，在上課時會使用更多的後設認知策略，此結果符合本研究個案教師的情形。

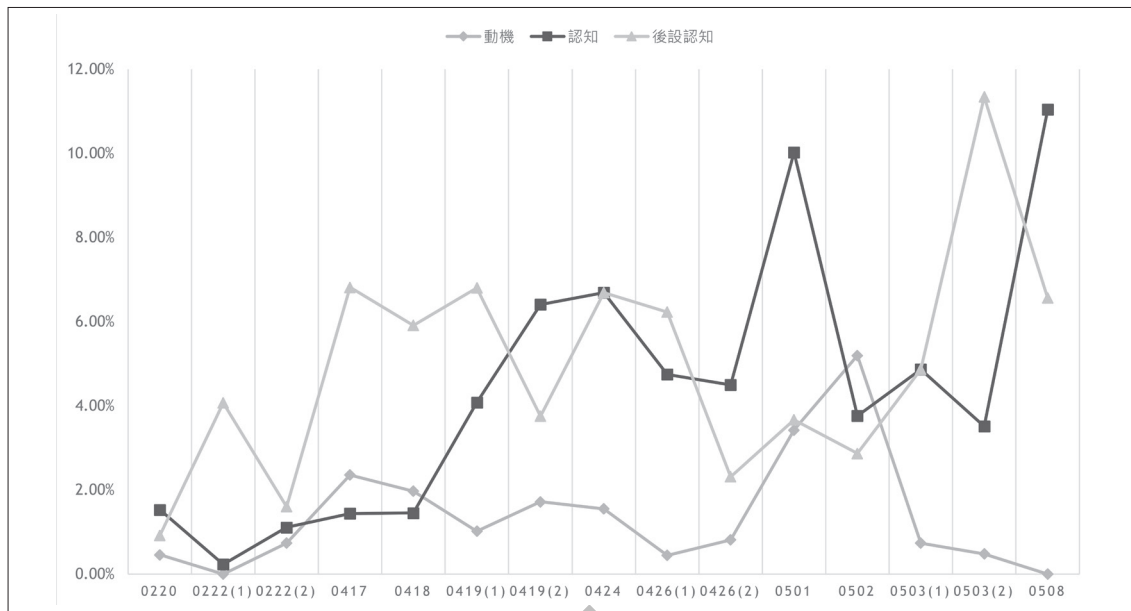
呼應個案教師的 SRL 內容知識呈現的轉變情形，個案教師在第二循環時開始加入引導學生於三階段的學習策略，因此認知面向相較於先前增加不少。在第三循環的課堂分析中可以看到，個案教師在認知與後設認知策略上的占比相差不大，唯獨動機面向無論在哪個循環，皆僅占課堂 SRL 發話的一小部分，且明顯低於其他兩者。此現象意味著我國數學教育向來重視訓練學生解題能力，

表 10
第二循環直接教導數學 SRL 句數統計表

資料編號	總句數	動機		認知		後設認知						無
						後設提問			調節回饋			
		Se	Gd	Ls	Ps	Com	Con	Str	Ref	Mon	Adj	Rhe
課 - 微分式 - 0502	558	2	27	15	6	8	0	3	4	1	0	7
課 - 微分式 - 0503 (1)	678	5	0	17	16	19	5	2	7	0	0	6
課 - 微分式 - 0503 (1)	626	3	0	6	16	16	2	11	6	13	23	11
課 - 微分式 - 0508	625	0	0	3	63	15	0	10	4	7	5	5
小計	2487	10	27	41	101	58	7	26	21	21	28	29

圖 6

每堂課直接教導自主學習各面向占比



註：各點下方對應數字為授課日，例如 0222-1 代表 2 月 22 日的第一節課。

而忽視了情意面向的引導。同時也呼應 2022 年 PISA (OECD, 2023) 的調查結果，與其他數學學習成就前段班的亞洲國家相似，台灣學生的數學成就雖名列前茅，卻對數學感到高度恐懼且缺乏自信。在 Chen 與 Lin (2023) 以及 Dignath 與 Büttner (2018) 的研究中，同樣出現個案相當缺乏促進學生學習動機的問題。

個案教師將一個單元四節課設計成一個 SRL 的三階段循環教學，因此研究者將每一個循環的第一節課至第四節課各別加總，如圖 7，藉此了解個案教師實際實施的教學模式是否符合原先教學設計。由圖 8 可知，動機面向在每循環的第一節課高於另外三節課，且前三節課往往是教師講解單元內容與例題，所以提問會占課堂的一大部分，而每循環的最後一堂課多數是講解學生寫的習題，

所以解題策略提升許多。如同個案所設計的課程，一個循環中的開始主要引導學生動機面向，可惜在第一節課中此面向僅相對其他節課提升，相較於其他面向仍占比不高。不同的是在最後一節課由於多數時間在解題，故反倒是認知策略增加。

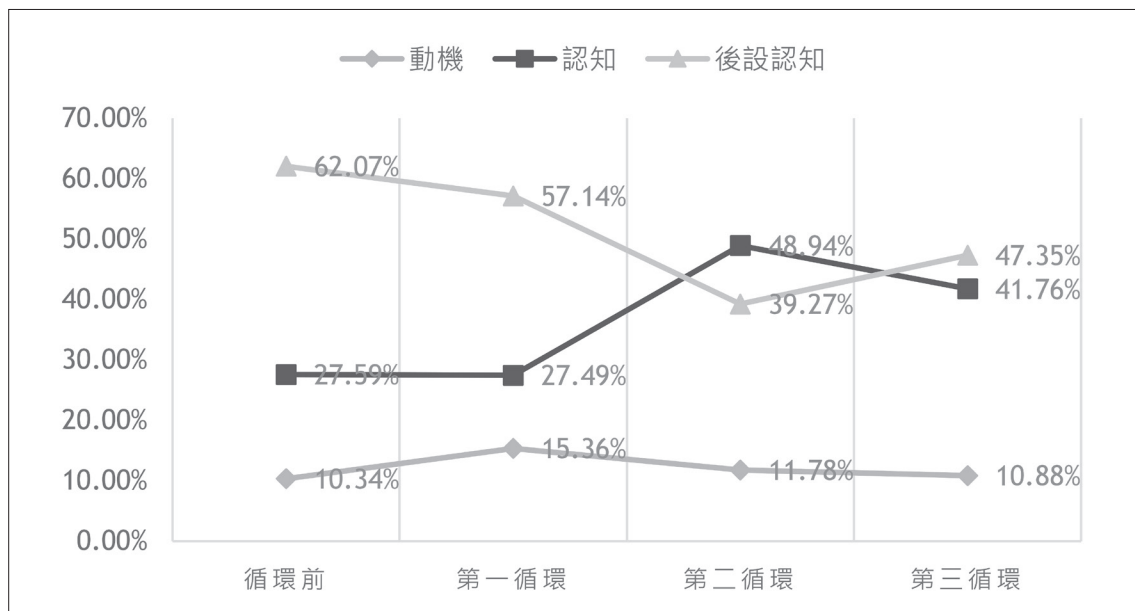
伍、結論、限制與建議

一、結論

個案教師在進行數學 SRT 的歷程中，其 SRL 知識、信念與教學實務多有轉變。起初個案教師對 SRL 的了解甚少，認為 SRL 就是讓學生自己去做學習，忽略了教師扮演的角色。透過第一次循環教學，個案監控自己 SRL 的知識不足，自行閱讀文獻，並持續

圖 7

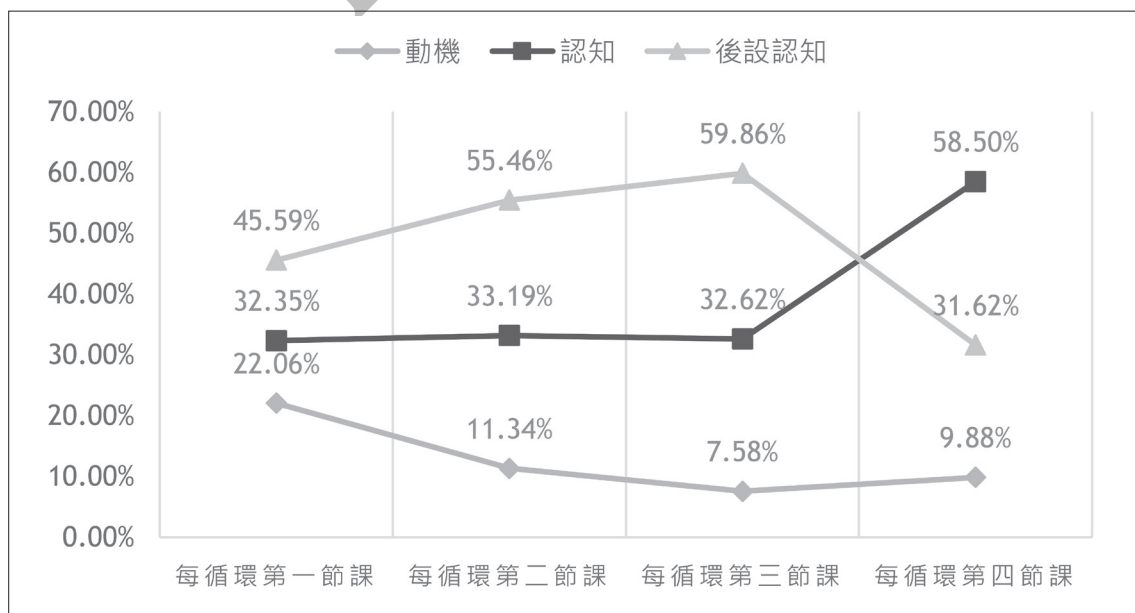
各循環直接指導 SRL 特徵各面向占比



於後續課程中對學生解說，可以觀察到個案教師逐漸能完整描述 SRL 模型的樣貌。接下來的循環教學中，個案教師能提供學生在 SRL 各階段中具體實施的學習策略，靈活地

圖 8

每循環各節課直接教導 SRL 教學特徵占比



運用知識，顯現個案教師 SRL 教學知識源自於 SRL 的內涵轉化為教學策略。換言之，個案教師在 SRL 教學知識上的轉變，大多奠基於 SRL 內容知識的轉變。

個案教師原先就持有較高的動機信念與建構主義傾向的認識論信念。儘管個案教師已有豐富的教學年資，然而 SRL 是他新接觸到的領域，所以一開始不太清楚如何將 SRL 轉化為課堂實踐，也不確定自己是否能幫助學生進行數學自主學習，因此在 SRT 前的自我效能信念與教學信念較低。在實際進行完三個循環的 SRT 後，教學的實踐讓個案教師比較清楚如何將 SRL 策略融入數學課堂，並且更有把握能引導學生進行 SRL，所以自我效能信念與教學信念皆有所提升。且在個案看到學生學習成效後，更支持他在未來課堂中融入 SRL 教學策略的意願，以及更加增進他對於 SRT 的自我效能。

個案教師在數學直接指導 SRL 特徵的轉變，隨著循環教學的進行，根據上一個循環所遇到的問題進行修正，使得其在課堂中涉及 SRL 發話的比例越來越高，惟修辭性問題並沒有遞減的趨勢，推測個案教師本身雖持建構主義傾向的認識論信念，但也無法輕易改變過去習慣以教師主導的教學方式，以致向學生提問之後未等待回答即繼續講解。

本研究所探討教師的 SRL 知識及信念和教學實務的關係，透過直接指導 SRL 特徵之編碼工具分析教師課堂發話，以統計結果較能說明個案教師的成長變化。SRT 的實質範例建議可參考表 6 的編碼示例，以瞭解數學 SRT 具體的提問與回饋方式。良好的提

問與回饋是值得進一步探討的主題，或許可作為未來研究的方向。

二、限制與建議

本研究呈現個案教師所持有的知識、信念與呈現的教學實務特徵僅代表此個案，不宜作過度推論。再者，本研究以立意取樣選取個案，雖然個案教師具備豐富的教學經驗同時就讀研究所，多少有接觸到 SRL 相關理論，再加上他是自願在任教課堂中融入 SRT 策略，故不宜將其一開始所抱持的知識、信念過度推論至其他教師。本研究雖然有上述的限制，研究的成果仍可對 SRT 在技術型高中階段的研究，乃至十二年國教理念的轉化做出貢獻。

後續若想探究教師從事課堂教學之轉變，則應進行更長時間的縱貫性研究。由於教學是以一個單元的小節為單位，礙於課程時數的限制，本研究個案教師的循環教學之間，沒有足夠的時間能調整教學，所以教師在不同循環階段中，僅在直接教導中的三個面向進行些微調整，並且沿用過去習慣的教師主導教學模式。在個案教師的訪談中表示「若能將各個循環的間隔拉長，會有較為充足的時間反思其教學」，顯示實施 SRT 時得到的教學回饋相當寶貴，教師若有足夠的時間運用於調整其教學模式，將更有利於 SRT 循環。

另外，本研究聚焦於個案教師在 SRT 的知識、信念及教學實務轉變過程。依據建立的研究架構，資料分析的重點以個案教師陳述表達內容。教師訪談過程中或有提到「看

到學生學習成效提升」，尚無法以嚴謹的工具進行更深入的觀察。SRT 對於學生學習成效的影響，或許可做為未來有興趣深入探究者的課題。

教導學生 SRL 策略可以對成績與動機產生正向的影響 (Bjork et al., 2013; Dignath & Büttner, 2008; Veenman, 2013)。教師若具備教導學生 SRL 策略的能力 (即 SRT) 將能促進學生的學習動機，足見本研究的重要性。以下針對實務面進行建議：

(一) 自主學習的推動層面

建議教育行政主管機關邀請專家學者舉辦工作坊及支持社群發展，鼓勵在職教師參加自主學習相關研習，如「數位學習精進方案進階研習」(B1、B2 研習)，以增進自主學習的認識與應用，搭配提供資源，如減少教師課務或行政負擔以增加意願。此外，師資培育單位可增加自主學習課程，讓準教師精進自主學習知能。

(二) 教學實踐層面

建議提供優質教學示例與具體操作參考，幫助資深教師轉變信念並接受自主學習教學模式，促進其嘗試在課堂實施自主學習教學，而後產生教學反思和教學模式調整，以期教學更貼近學生需求。

(三) 教學專業發展層面

SRT 不僅牽涉到教師本身對於 SRL 知識信念，也需要教材、教法與評量的搭配整合。學校若能組成教師專業發展社群提供專業回饋，鼓勵教師參與自主學習相關社群活

動，共同進行課程設計 (如提升學生動機、設計反思問題)、實施方式 (如自我調節、合作調節、社會共同調節) 與單元選取，可提升教師自主學習的教材設計能力、教學流程規劃能力及提問與回饋能力。

參考文獻

- 高強華 (1992)。教師信念研究及其在學校教育革新上的意義。《教育研究集刊》，34，85-114。
- [Kao, C. H. (1992). Study of teacher belief and its implications in school innovation. *Bulletin of Educational Research*, 34, 85-114.]
- 教育部 (2021)。十二年國民基本教育課程綱要總綱 (修正版)。https://www.naer.edu.tw/upload/1/16/doc/288/(111%E5%AD%B8%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E5%AF%A6%E6%96%B-D)%E5%8D%81%E4%BA%8C%E5%B9%B4%E5%9C%8B%E6%95%99%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E7%B6%B1%E8%A6%81%E7%B8%BD%E7%B6%B1.pdf
- [Ministry of Education. (2021). *The general guidelines for the curriculum guidelines of 12-year basic education* (Amended Edition). https://www.naer.edu.tw/upload/1/16/doc/288/(111%E5%AD%B8%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E5%AF%A6%E6%96%B-D)%E5%8D%81%E4%BA%8C%E5%

B9%B4%E5%9C%8B%E6%95%99%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E7%B6%B1%E8%A6%81%E7%B8%BD%E7%B6%B1.pdf]

陳志恆、林清文(2008)。國中學生自我調整學習策略量表之編製及效度研究。輔導與諮商學報, 30(2), 1-36。

[Chen, C. H., & Lin, C. W. (2008). The development of the self-regulated learning strategy inventory for junior high school students. *The Journal of Guidance & Counseling*, 30(2), 1-36.]

曾崇賢、段曉林、靳知勤(2011)。探究教學的專業成長歷程—以十位國中科學教師的觀點為例。科學教育學刊, 19(2), 143-168。https://doi.org/10.6173/CJSE.2011.1902.04

[Tseng, C. H., Tuan, H. L., & Chin, C. C. (2011). The process of teachers' inquiry teaching professional development- The perceptions of 10 experienced junior high science teachers. *Contemporary Journal of Science Education*, 19(2), 143-168. https://doi.org/10.6173/CJSE.2011.1902.04]

程炳林(2001)。動機、目標設定、行動控制、學習策略之關係：自我調整學習歷程模式之建構及驗證。師大學報：教育類, 46(1), 67-92。https://doi.org/10.29882/JTNUE.200104.0004

[Cherng, B. L. (2001). The relations among motivation, goal setting, action control, and learning strategies: The construct and verification of self-regulated learn-

ing process model. *Journal of Taiwan Normal University: Education*, 46(1), 67-92. https://doi.org/10.29882/JTNUE.200104.0004]

鈕文英(2020)。質性研究方法與論文寫作(第三版)。雙葉書廊。

[Niew, W. I. (2020). *Qualitative research methods and thesis writing* (3rd ed.). Yeh Yeh Book Gallery.]

黃文柔(2023)。以自我決定理論及訊息處理理論觀點探討線上學習之內在動機與學習投入。台灣教育研究期刊, 4(2), 343-365。

[Huang, W. R. (2023). Maximizing intrinsic motivation and learning engagement for online learning based on self-determination theory and information processing theory. *Journal of Taiwan Education Studies*, 4(2), 343-365.]

黃琴扉、劉嘉茹(2010)。經由教學實務的反思探討科學實習教師教學觀點之轉變。臺中教育大學學報：數理科技類, 24(2), 27-47。https://doi.org/10.7037/JNTUMST.201012.0027

[Huang, C. F., & Liu, C. J. (2010). An exploration of the changes in a science pre-service teacher's view of teaching resulting from practice and reflection. *Journal of National Taichung University: Mathematics, Science & Technology*, 24(2), 27-47. https://doi.org/10.7037/JNTUMST.201012.0027]

- 鄭志強、胡俊、施瀾(2019)。開展日本授業研究的文化因素--從野中郁次郎的知識創造理論來看。**當代教育研究季刊**, 27(2), 77-109。
- [Cheng, E. C. K., Hu, J., & Shi, L.(2019). The cultural factors for developing Japanese lesson study: A perspective from Nonaka's knowledge creation theory. *Contemporary Educational Research Quarterly*, 27(2), 77-109.]
- 蕭佳純(2018)。教師創意教學信念量表之發展。**科學教育學刊**, 26(1), 29-50。https://doi.org/10.6173/CJSE.201803_26(1).0002
- [Hsiao, C. C. (2018). Development of teacher creative teaching belief scale. *Contemporary Journal of Science Education*, 26(1), 29-50. https://doi.org/10.6173/CJSE.201803_26(1).0002]
- 簡頌沛、吳心楷(2010)。探討教學歷程中信念、知識與實務的相互影響——一位高中實習教師的個案研究。**科學教育研究與發展季刊**, 56, 75-104。
- [Chien, S. P., & Wu, H. K. (2010). Exploring the Interactions among teacher practices, beliefs, and practical knowledge: A case study of a high school preservice teacher. *Research and Development in Science Education Quarterly*, 56, 75-104.]
- 顏弘志、段曉林(2006)。建構主義取向教學的實踐——一位國小自然科教師信念、教學實務的改變。**科學教育學刊**, 14(5), 571-595。https://doi.org/10.6173/CJSE.2006.1405.04
- [Yen, H. C., & Tuan, H. L. (2006). Realization of a constructivist approach to teaching — transformation of the beliefs and practices of a primary school teacher of science. *Contemporary Journal of Science Education*, 14(5), 571-595. https://doi.org/10.6173/CJSE.2006.1405.04]
- Adler, J., & Patahuddin, S. M. (2012). Recontextualising items that measure mathematical knowledge for teaching into scenario based interviews: An investigation. *Journal on Mathematics Education*, 56, 17-43. https://researchprofiles.canberra.edu.au/en/publications/recontextualising-items-that-measure-mathematical-knowledge-for-te
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. https://doi.org/10.1177/0022487108324554
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215. https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191
- Bjork, R. A., Dunlosky, J., & Kornell,

- N. (2013). Self-regulated learning: Beliefs, techniques, and illusions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 417-444. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143823>
- Boekaerts, M. (1999). Self-regulated learning: Where we are today. *International Journal of Educational Research*, 31(6), 445-457. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(99\)00014-2](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(99)00014-2)
- Boekaerts, M., & Corno, L. (2005). Self-regulation in the classroom: A perspective on assessment and intervention. *Applied Psychology: An International Review*, 54(2), 199-231. <https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.2005.00205.x>
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (2007). *Qualitative research for education: An introduction to theory and methods* (5th Ed.). Allyn & Bacon.
- Bolhuis, S., & Voeten, M. J. (2001). Toward self-directed learning in secondary schools: What do teachers do? *Teaching and Teacher Education*, 17(7), 837-855. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(01\)00034-8](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(01)00034-8)
- Borko, H., Eisenhart, M., Brown, C. A., Underhill, R. G., Jones, D., & Agard, P. C. (1992). Learning to teach hard mathematics: Do novice teachers and their instructors give up too easily? *Journal for Research in Mathematics Education*, 23(3), 194-222. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.23.3.0194>
- Brown, A. L., Bransford, J. D., Ferrara, R., & Campione, J. (1983). Learning, remembering and understanding. In J. H. Flavell & E. M. Markman (Eds.), *Handbook of child psychology: Vol. 3. Cognitive development* (pp. 77-166). Wiley.
- Chen, C. H., & Lin, C. H. (2023). *Exploring teachers' self-regulated teaching in mathematics: Taking discourse analysis as an approach* [Poster presented at]. The 46th Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Haifa, Israel.
- Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181-199. <https://doi.org/10.3102/0013189X08331140>
- Dignath, C., & Büttner, G. (2008). Components of fostering self-regulated learning among students. A meta-analysis on intervention studies at primary and secondary school level. *Metacognition and Learning*, 3(3), 231-264. <https://doi.org/10.1007/s11409-008-9029-x>
- Dignath, C., & Büttner, G. (2018). Teachers' direct and indirect promotion of self-regulated learning in primary

- and secondary school mathematics classes – Insights from video-based classroom observations and teacher interviews. *Metacognition Learning*, 13(2), 127-157. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11409-018-9181-x>
- Dignath, C., & Veenman, M. V. J. (2021). The role of direct strategy instruction and indirect activation of self-regulated learning—Evidence from classroom observation studies. *Educational Psychology Review*, 33(2), 489-533. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09534-0>
- Dignath-van Ewijk, C., Dickhäuser, O., & Büttner, G. (2013). Assessing how teachers enhance self-regulated learning: A multiperspective approach. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 12(3), 338-358.
- Dudley, P. (2013). Teacher learning in Lesson Study: What interaction-level discourse analysis revealed about how teachers utilised imagination, tacit knowledge of teaching and fresh evidence of pupils learning, to develop practice knowledge and so enhance their pupils' learning. *Teaching and Teacher Education*, 34, 107-121.
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109-132.
- Efklides, A. (2011). Interactions of meta-cognition with motivation and affect in self-regulated learning: The MAS-RL model. *Educational Psychologist*, 46(1), 6-25. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.538645>
- Goodlad, J. I. (1979). *Curriculum inquiry: the study of curriculum practice*. McGraw-Hill.
- Goroizidis, G., & Papaioannou, A. G. (2014). Teachers' motivation to participate in training and to implement innovations. *Teaching and Teacher Education*, 39, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.12.001>
- Guskey, T. R. (1986). Staff development and the process of teacher change. *Educational Researcher*, 15(5), 5-12. <https://doi.org/10.3102/0013189X015005005>
- Guskey, T. R. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 8(3), 381-391. <https://doi.org/10.1080/135406002100000512>
- Hamman, D., Berthelot, J., Saia, J., & Crowley, E. (2000). Teachers' coaching of learning and its relation to students' strategic learning. *Journal of Educational Psychology*, 92(2), 342-348. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.92.2.342>

- Handal, B., & Herrington, A. (2003). Mathematics teachers' beliefs and curriculum reform. *Mathematics Education Research Journal*, 15(1), 59-69. <https://doi.org/10.1007/BF03217369>
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67(1), 88-140. <https://doi.org/10.3102/00346543067001088>
- Hoy, A. W., Davis, H., & Pape, S. J. (2006). Teacher knowledge and beliefs. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 715-737). Routledge.
- Karlen, Y., Hertel, S., & Hirt, C. N. (2020). Teachers' professional competences in self-regulated learning: An approach to integrate teachers' competences as self-regulated learners and as agents of self-regulated learning in a holistic manner. *Frontiers in Education*, 5, 1-20. <https://doi.org/10.3389/educ.2020.00159>
- Khader, F. R. (2012). Teachers' pedagogical beliefs and actual classroom practices in social studies instruction. *American International Journal of Contemporary Research*, 2(1), 73-92.
- King, M. M., Ruff, A., Lee, A., Powers, R., & Novak, J. (2020). Teachers' review of tasks as a tool for examining secondary teachers' mathematical knowledge for teaching. Mathematics education across cultures: Proceedings of the 42nd meeting of the North American chapter of the international group for the psychology of mathematics education. <https://doi.org/10.51272/pme-na.42.2020-120>
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
- Kistner, S., Rakoczy, K., Otto, B., Dignath-van Ewijk, C., Büttner, G., & Klieme, E. (2010). Promotion of self-regulated learning in classrooms: Investigating frequency, quality, and consequences for student performance. *Metacognition and Learning*, 5(2), 157-171.
- Kiss, T., & Lin, C. (2016). Beliefs, knowledge and practices of grammar pedagogy: Teaching dyslexic learners. *Ma-*

- laysian Journal of ELT Research*, 12(1), 37-59.
- Kramarski, B., & Heaysman, O. (2021). A conceptual framework and a professional development model for supporting teachers' "triple SRL-SRT processes" and promoting students' academic outcomes. *Educational Psychologist*, 56(4), 298-311. <https://doi.org/10.1080/00461520.2021.1985502>
- Lawson, M. J., Vosniadou, S., Van Deur, P., Wyra, M., & Jeffries, D. (2019). Teachers' and students' belief systems about the self-regulation of learning. *Educational Psychology Review*, 31(1), 223-251. <https://doi.org/10.1007/s10648-018-9453-7>
- Leinhardt, G., & Smith, D. A. (1985). Expertise in mathematics instruction: Subject matter knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 77(3), 247-271. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.77.3.247>
- Lombaerts, K., De Backer, F., Engels, N., Van Braak, J., & Athanasou, J. (2009). Development of the self-regulated learning teacher belief scale. *European Journal of Psychology of Education*, 24(1), 79-96.
- Loyens, S. M. M., Magda, J., & Rikers, R. M. J. P. (2008). Self-directed learning in problem-based learning and its relationships with self-regulated learning. *Educational Psychology Review*, 20(4), 411-427. <https://doi.org/10.1007/s10648-008-9082-7>
- Ma, L. (1999). *Knowing and teaching elementary mathematics: teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. Lawrence Erlbaum Associates.
- McDaniel, M. A., & Einstein, G. O. (2020). Training learning strategies to promote self-regulation and transfer: The knowledge, belief, commitment, and planning framework. *Perspectives on Psychological Science*, 15(6), 1363-1381. <https://doi.org/10.1177/1745691620920723>
- Melville, W., Fazio, X., Bartley, A., & Jones, D. (2008). Experience and reflection: Preservice science teachers' capacity for teaching inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 19(5), 477-494. <https://doi.org/10.1007/s10972-008-9104-9>
- Mevarech, Z., & Kramarski, B. (2014). *Critical maths for innovative societies: the role of metacognitive pedagogies, educational research and innovation*, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264223561-en>
- Mevarech, Z. R., Verschaffel, L., & De Corte, E. (2018). Metacognitive pedagogies in mathematics classrooms: From kindergarten to college and be-

- yond. In D. H. Schunk & J. A. Greene (Eds.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (pp. 109-123). Routledge.
- Ministry of Education. (2014). *Curriculum guidelines of 12-year basic education*. Author.
- Mueller, M. L., & Dunlosky, J. (2017). How beliefs can impact judgments of learning: Evaluating analytic processing theory with beliefs about fluency. *Journal of Memory and Language*, 93, 245-258. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2016.10.008>
- Ni Shuilleabhain, A. (2016). Developing mathematics teachers' pedagogical content knowledge in lesson study: Case study findings. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 5(3), 212-226. <https://doi.org/10.1108/IJLLS-11-2015-0036>
- OECD (2018). *PISA 2022 mathematics framework*. <https://pisa2022-maths.oecd.org/#Twenty-First-Century-Skills>
- Ohlsson, S. (2009). Resubsumption: A possible mechanism for conceptual change and belief revision. *Educational Psychologist*, 44(1), 20-40. <https://doi.org/10.1080/00461520802616267>
- Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. *Frontiers in Psychology*, 8, 422. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>
- Paris, S. G., & Paris, A. H. (2001). Classroom applications of research on self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 36(2), 89-101. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3602_4
- Patrick, H., & Pintrich, P. R. (2001). Conceptual change in teachers' intuitive conceptions of learning, motivation, and instruction: The role of motivational and epistemological beliefs. In B. Torff & R. J. Sternberg (Eds.), *Understanding and teaching the intuitive mind: Student and teacher learning* (pp. 117-143). Lawrence Erlbaum Associates.
- Perry, N. E., & Rahim, A. (2011). Studying self-regulated learning in classrooms. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (pp. 122-136). Routledge.
- Perry, N. E., Hutchinson, L., & Thaubert, C. (2008). Talking about teaching self-regulated learning: Scaffolding student teachers' development and use of practices that promote self-regulated learning. *International Journal of Educational Research*, 47(2), 97-108. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2007.11.010>
- Peeters, D., Degrande, T., Ebersbach, M., Verschaffel, L., & Luwel, K. (2016).

- Children's use of number line estimation strategies. *European Journal of Psychology of Education*, 31, 117-134.
- Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385-407. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-004-0006-x>
- Schommer-Aikins, M. (2004). Explaining the epistemological belief system: Introducing the embedded systemic model and coordinated research approach. *Educational Psychologist*, 39(1), 19-29.
- Schraw, G. (1998). Promoting general metacognitive awareness. *Instructional Science*, 26, 113-125. <https://doi.org/10.1023/A:1003044231033>
- Schunk, D. H. (2019). Self-regulated learning. In D. H. Schunk (Ed.), *Learning theories: An educational perspective* (pp. 416-461). Pearson.
- Schunk, D. H. (2020). *Learning theories: An educational perspective* (8th Ed.). Pearson.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <http://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Spruce, R., Bol, L. (2015). Teacher beliefs, knowledge, and practice of self-regulated learning. *Metacognition and Learning*, 10(2), 245-277. <https://doi.org/10.1007/s11409-014-9124-0>
- Vandermaas-Peeler, M., Nelson, J., Bumpass, C., & Sassine, B. (2009). Numeracy-related exchanges in joint storybook reading and play. *International Journal of Early Years Education*, 17(1), 67-84. <https://doi.org/10.1080/09669760802699910>
- Veenman, M. V. J. (2011). Alternative assessment of strategy use with self-report instruments: A discussion. *Metacognition & Learning*, 6(2), 205-211. <https://doi.org/10.1007/s11409-011-9080-x>
- Veenman, M. V. J. (2013). Training metacognitive skills in students with availability and production deficiencies. In H. Bembenutty, T. J. Cleary & A. Kitsantas (Eds.), *Applications of self-regulated learning across diverse disciplines: A tribute to Barry J. Zimmerman* (pp. 299-324). Information Age Publishing.
- Veenman, M. V. J. (2017). Learning to self-monitor and to self-regulate. In R. E. Mayer & P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (2nd Ed., pp. 233-257). Routledge.
- Waeytens, K., Lens, W., & Vandenberghe, R. (2002). 'Learning to learn': Teach-

- ers' conceptions of their supporting role. *Learning and instruction*, 12(3), 305-322.
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy–value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68-81.
- Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (1998). Studying as self-regulated engagement in learning. In D. Hacker, J. Dunlosky & A. Graesser (Eds.), *Metacognition in educational theory and practice* (pp. 277-304). Routledge.
- Winne, P. H., & Perry, N. E. (2000). Measuring self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 531-566). Academic Press.
- Yadav, A., & Koehler, M. (2007). The role of epistemological beliefs in pre-service teachers' interpretation of video cases of early-grade literacy instruction. *Journal of Technology and Teacher Education*, 15(3), 335-361.
- Zhang, S., & Liu, Q. (2019). Investigating the relationships among teachers' motivational beliefs, motivational regulation, and their learning engagement in online professional learning communities. *Computers & Education*, 134, 145-155. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.013>
- Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 82-91. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016>
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64-70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2
- Zimmerman, B. J. (2008). Investigating self-regulation and motivation: Historical background, methodological developments, and future prospects. *American Educational Research Journal*, 45(1), 166-183. <https://doi.org/10.3102/0002831207312909>
- Zimmerman, B. J. (2013). From cognitive modeling to self-regulation: A socio cognitive career path. *Educational Psychologist*, 48(3), 135-147. <https://doi.org/10.1080/00461520.2013.794676>

J
T
E
P
D

J
T
E
P
D