

活動理論觀點下國小師資生 數學課程轉化的阻力與助力

陳彥廷

國立台中教育大學數學教育學系

本研究以活動理論探究 14 位國小師資生在數學課程轉化社群運作時，於分工、規則與工具等中介物出現的擾動現象，因擾動形成的阻力，以及因應阻力形成助力的策略。資料分析是以會議對話、觀察日誌、課程教案與反思心得為依據。研究發現社群運作產生三個擾動現象：在分工面向上無法以「拼圖式」合作完成共識；在規則面向上無法針對社群形塑的「公約式」規範達成共識；在工具面向上對會議功能見解不同。研究者進一步分析擾動現象背後的阻力，進而思考化阻力為助力的策略：在分工面向，以示範取代開放、以反駁取代提問、以盡力取代應付；在規則面向，以認同取代責任；在工具面向，以專注取代外務、以平等取代學歷、以回顧鏡取代反思。

關鍵詞：中介物；活動理論；師資生；課程轉化；擾動

前言

近年來，運用專業學習社群促進教師專業成長已受到許多學者認同（林孟郁、鍾武龍、張月霞、李哲迪、陳穎儀，2013；陳佩英、焦傳金，2009；DuFour, 2004; Wood, 2007）。專業學習社群可使教師合作，針對某議題進行探究，並朝向共同目標前進（王千倅，2003；Barth, 1988; Hord, 2004），是改善教學和促進專業發展的務實作法（M. W. McLaughlin & Talbert, 2006; Roberts & Pruitt, 2003）。過去已有相關研究（李源順、林福來，1998；林碧珍，2000；姚如芬，2006；高博銓，2009；張宇樑，2014；許德田、張英傑，2004；Cockett, 1986）驗證其有效性。

然而，組成教師成長社群後，該用甚麼取徑促進社群運作？相關研究指出，無論是透過案例教學進行討論（李源順等，2010；姚如芬，2006；陳彥廷，2012）或學者與教師針對教學實務進行行動研究（林碧珍，2000），還是透過課程設計（Grossman, Wineburg, & Woolworth, 2001），都顯示「反思」是促進教師專業發展的重要動力（Howard, 2003; M. W. McLaughlin & Talbert, 2006）。亦有研究指出，透過「實作」可

促進教師發展專業知能（張媛寧、郭重明，2009；Menges & Weimer, 1996）。因此，若能結合實作與反思於教師社群運作，應能促進其專業發展。

再者，相關研究（Melville, Fazio, Bartley, & Jones, 2008; Pugh, Linnenbrink-Garcia, Koskey, Stewart, & Manzey, 2010）提到，許多初任教師由於缺乏實務經驗，常會依據自身經驗或背景知識進行教學。因此，師資培育者若能在職前養成階段培育和強化師資生的教學實務能力，應能使其專業知能更加完備。若要兼具上述實作與反思的功能，那麼，引領他們進行課程轉化實作便是路徑之一。

近年來，研究者擔任國民小學（下稱國小）數學領域的教材教法課程，期望透過此課程引導，令師資生具備教學實務能力。故此，研究者在自己任教班別中，徵求有意參與「數學課程轉化」的師資生共 14 位，形成「數學課程轉化學習社群」。該社群以「轉化數學課程」為目標，透過每週一次的聚會，由研究者引導他們透過實作、經驗分享與反思，建構他們轉化數學課程的能力。

鑑此，本研究植基於活動理論（activity theory）架構，探究此社群運作時，透過「中介物」形成數學課程轉化的「擾動」現象為何？而這些擾動現象，對社群進行數學課程轉化所形成的阻力為何？研究者又如何將這些阻力化為助力？

文獻探討

課程轉化的意涵與應用

課程轉化意涵

若從教學現場觀點看課程運作，Goodlad（1979）依課程運作的層次，將「課程」分為理念、正式、知覺、運作與經驗等類別。理念課程是國家進行課程改革的理念與方向，由課程相關學者制定；正式課程是課程及學科領域專家依照理念課程而制定的課程綱要與教科書；知覺課程是教師閱讀正式課程後，所產生對正式課程的理解；教師進而將知覺課程設計成適合學生的運作課程；而學生在運作課程實踐中形塑出自己理解的經驗課程。「課程轉化」即是將抽象理念轉變為具體可行方案的歷程，是對原物件進行理解、重新表徵進而形成新物件的過程，亦即是理解上位課程而形成下位課程（如：正式課程→知覺課程）的歷程（陳彥廷，2014）。

本研究所進行的數學課程轉化，是研究者帶領師資生從認識當前課程改革精神與理念做起，然後輔導他們理解課程綱要、教科書，進而設計可行的教學活動並試行於教學現場，再參考現場學生反應與原教學班級任課教師的建議進行討論與反思。這一行動實踐了「正式課程→知覺課程→運作課程」的轉化階段，即為 Goodlad（1979）的「正式課程轉化為運作課程」之歷程。

數學課程轉化相關研究

周珮儀（2005）指出，教師課程轉化的過程是值得探究的方向。在教育領域，已有許多研究（徐慶宏，2006；張欣儀，2001；葉靜宜，2007；劉美慧，2003；蔡清田、陳延興，2013；T. H. McLaughlin, 2003）針對各領域或議題進行課程轉化探究，然而在數學教育領域，卻少有使用這名詞的研究（翁愉雅，2009；陳彥廷，2014；葉信宏，2002）。但是，如果以課程轉化的精神來看，擁有這種精神的相關研究卻不少（吳滋莉，2011；林碧珍、蔡文煥，2007；姚如芬、郭重吉、柳賢，1999；張英傑、張素宜，2008；Shkedi, 2009）。

上述關於數學課程轉化的研究，呈現兩個值得思考的方向。一方面，教師進行數學課程轉化可促進學生學習，亦能發展自身專業知能。張英傑、張素宜（2008）指出，教師設計具情境脈絡的數學課程有助學生學習。Shkedi（2009）亦發現，教師將原訂課程轉化為適合自己班級學生的教學活動，對學生學習有正向幫助。葉信宏（2002）則發現，教師運用所知所思行之於教案改編設計，能使他們熟悉教學內容，達致專業成長。姚如芬等（1999）給職前教師透過實作歷程學習如何教數學，發現模擬教學、課堂分組討論能形塑他們對數學教學的看法，並建構數學教學相關知識。但另一方面，教師進行數學課程轉化會遇到許多困境。例如，教師無法理解課程綱要的精神與內涵（盧雪梅，2004）。但是，翁愉雅（2009）發現，教師透過同儕討論、自省與修正，能逐漸解讀能力指標內涵，並將真實情境融入課程設計，達成課程轉化。吳滋莉（2011）使教師透過數學教學案例討論，發現教師能順利將教科書內容轉化為可行的教學活動，但教師無法掌握學生的迷思概念卻是他們在進行課程轉化時遇到的困境。陳彥廷（2014）亦發現，師資生進行數學課程轉化時，顯示他們的學科內容知識、學科教學知識及學習者知識都較為不足。

上述結果顯示，給第一線教師或師資生進行數學課程轉化雖能促進其專業發展，亦能正向提升學生的學習成效，但教師不熟悉能力指標及教材內容、無法掌握教學的真實情境、未能設計適切的教學表徵策略、不熟悉學生迷思概念等，都是進行數學課程轉化時遭遇的困境。因此，若能從引導師資生進行數學課程轉化過程中，探究他們在此歷程所遭遇的困境，並思考突破困境的策略，對於協助教師或師資生進行數學課程轉化應有重要貢獻。

活動理論意涵與應用

然而，該如何分析師資生在數學課程轉化動態歷程中所遭遇的困境及突破困境的策略？對此，Jonassen & Land（2000）指出，活動理論能對人類活動的描述提供完整的架構。它不僅考量活動本身的動機與順序，亦能記錄活動過程中環境與參與成員間

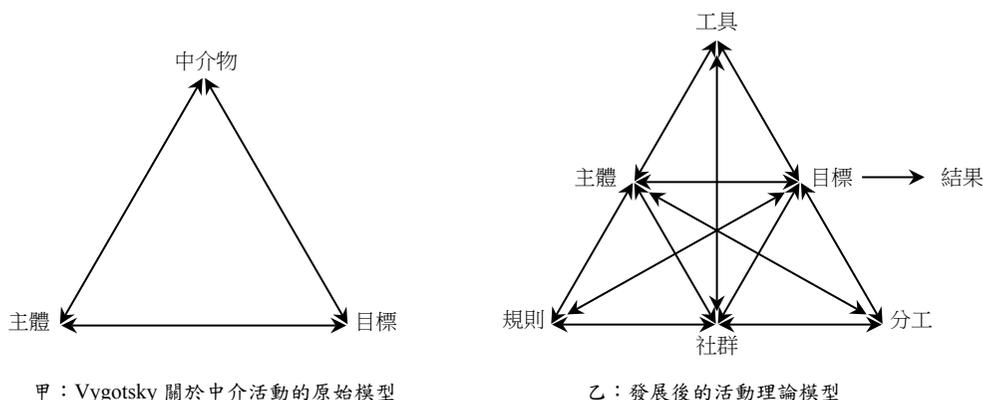
的互動關係 (Kuutti, 1996)。在分析範圍上，活動理論能令研究分析的範圍延伸到較大的情境中 (唐昇志, 2002)。因此，本研究按此理論分析師資生進行數學課程轉化時遭遇的阻力與助力。

活動理論意涵

活動理論是植基於 Vygotsky (1978) 及 Leont'ev (1981) 的文化－歷史心理學想法，由 Engeström (1987) 所建立的一個理論架構，亦是一套方法學。起初，活動理論是一個強調「中介物」(mediating artifact) 在活動中扮演影響角色的三角形結構 (圖一甲)。這理論主張，要了解活動的運作，最重要是理解在此情境中，中介物如何中介人的活動 (陳斐卿、林盈秀、蕭述三, 2013)。後來，Engeström (1987) 沿此想法發展出一個蘊含三個中介物的結構 (圖一乙)。其中，「主體」(subject) 是活動中的參與成員，透過「工具」(instruments) 的中介往「目標」(object) 前進 (圖一乙上方小三角形)。但是，主體並非單獨的個體，而是「社群」(community) 中的一分子，他必須遵守社群制定的「規則」(rules)；換言之，主體透過規則的中介與社群產生關聯 (即圖一乙左下方小三角形)。最後，社群透過「分工」(division of labor) 的中介逐漸達成目標 (即圖一乙右下方小三角形)。整體來說，活動理論模型最外層三角形的工具、規則與分工即為促進社群與主體達成目標的三個中介物。然而，這理論還具有雙向性 (bidirectional nature of mediation) 的本質 (圖一各成分間的雙向箭頭)，這意謂工具、分工與規則等三項中介物除了能促進社群與主體達成目標外，亦能反向地透過目標影響社群與主體 (陳斐卿等, 2013)。

Engeström (2008b, 2008c) 還指出，活動理論是以 Vygotsky (1997) 「雙重刺激法」(double stimulation) 為基礎所發展「改變實驗室」(Change Lab) 的方法學，其

圖一：活動理論模型的發展



資料來源：Engeström, 2001。

目的是令社群成員在中介物的作用下，不斷為目標賦予意義，促進社群改變。依此觀點，陳斐卿等（2013）與 Sannino（2008）指出，要運作改變實驗室有幾個步驟：

1. 社群參與者與研究者須定期在改變實驗室聚會討論。
2. 透過「時光旅行設備」（time travel device）回顧與討論——透過「回顧鏡」（mirror），由研究者提供影帶或相關文件，使參與者回顧過去並聚焦討論相關議題。
3. 建模與願景（model and vision）——由研究者提供活動理論模型，使參與者重新概念化活動的目標。
4. 想法與工具（ideas and tools）——由研究者與參與者在活動理論模型各個成分中記錄大家所激盪的想法。

基於上述活動理論內涵，由於本研究是由研究者帶領一群師資生組成一個以數學課程轉化為目標的社群，在轉化過程中，社群每週都有固定時間一同聚會討論關於課程轉化的議題（課程轉化會議）；在完成課程轉化階段性任務後，研究者會將過程中的聚會影帶及聚會後的反思札記與師資生討論（改變實驗室會議：透過「回顧鏡」釐清想法），再次反思課程轉化的目標是否達成（建模與願景）。因此，上述作法符合改變實驗室進行的步驟。而且，本研究以活動理論的中介物為分析的主要概念工具，透過此工具來理解中介物在課程轉化過程中形成甚麼擾動現象？這些擾動引發甚麼困境？研究者又運用甚麼策略將阻力化為助力？

活動理論的應用

近年來，活動理論常被用來分析組織運作所遭遇的困境。其中，用於分析學校運作所遇張力的研究包括：教師參與線上社群運作的挑戰（Barab, Schatz, & Scheckler, 2004）、教師合作展化課程促進專業發展的困境（陳佩英、焦傳金，2009；陳佩英、曾正宜，2011；Engeström, 2008a; Yamagata-Lynch & Haudenschild, 2009）、教師將資訊科技融入教學的過程（林郁婷，2010；Hardman, 2005）、學生參與網路主題式學習活動所遇問題與解決之道（唐昇志，2002）、原住民學童的數學學習（黃志賢、林福來，2008）等。上述研究發現，許多看似設計良善的教師專業發展或學生學習運作，在運作過程中內部卻呈現緊繃的情形。例如，Engeström（2008a）請教師合作設計課程，發現教師個人的工作信念，使得合作流於形式；單憑口頭談話作出決定，而不留下書寫文件的運作規範，影響合作的品質。這些過程中所產生的現象，形成了運作的擾動，即形成了組織運行的阻力。陳佩英、曾正宜（2011）的研究運用活動理論分析亦發現擾動現象，但透過社群專業增能、研討、教案設計與修正和反思等

策略，團隊的展化學習歷程得以開展。由此看來，運用活動理論分析師資生社群進行課程轉化遭遇的擾動現象、形成社群運作的阻力及令阻力轉為助力的策略應屬合宜。

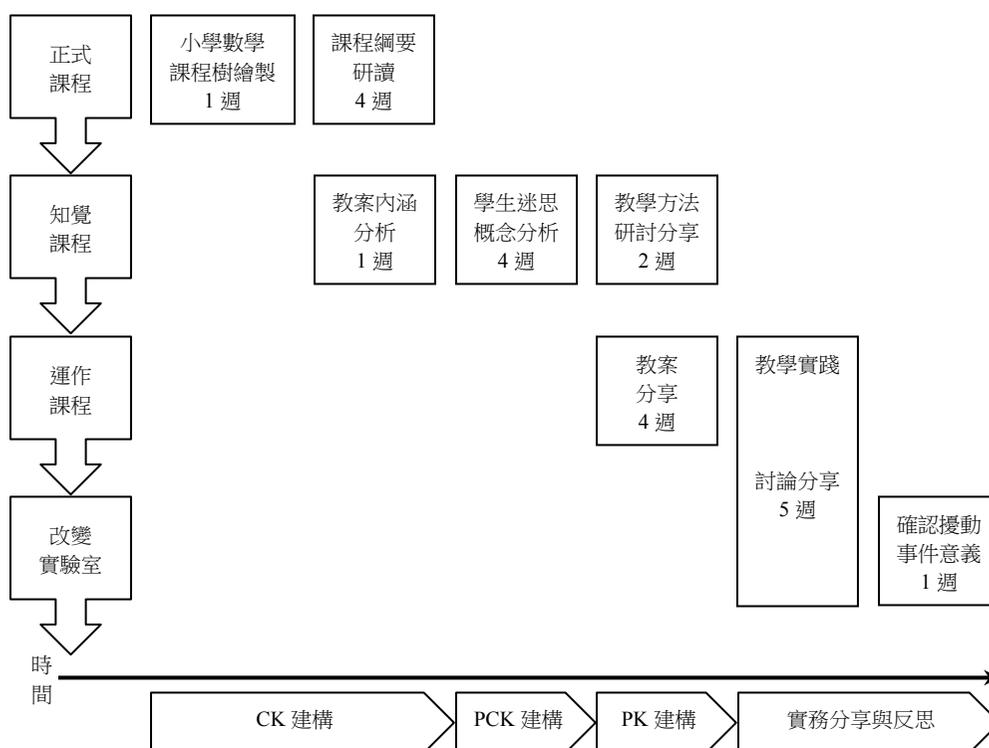
研究設計

研究情境

本研究參與者是由研究者從任教「國民小學數學教材教法」師培課程班別中，徵求有意參與數學課程轉化的 14 位師資生組織而成。研究者希望他們透過轉化不同層級課程的經驗，培育課程設計能力。研究期共 6 個月。研究鋪陳的情境說明如下。

本研究運作分為四個階段：正式課程的理解、知覺課程的轉化與理解、運作課程的轉化、改變實驗室會議（圖二）。研究者基於過去經驗（陳彥廷，2014），在每個階段鋪陳數個引領師資生進行課程轉化的活動。下面將說明每個階段運作的內涵。

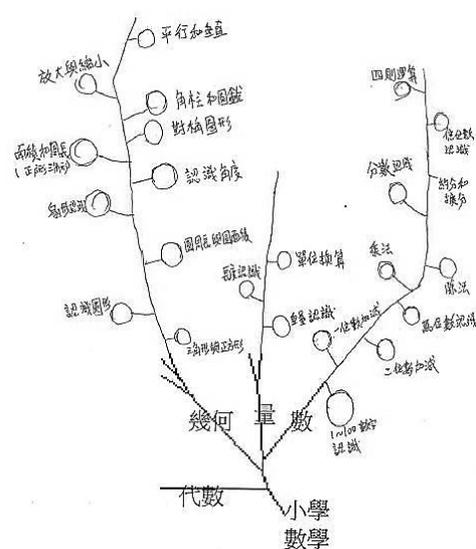
圖二：「數學課程轉化學習社群」運作模式



正式課程的理解

以 Goodlad (1979) 的課程運作層次來看，教師進入課室教學前所獲得的教科書，即是專家學者從理念課程轉化為正式課程的產物。教師必須理解此產物（教科書），才能轉化為可實踐於課室的知覺課程。因此，本研究首先請師資生以「繪製、討論小學數學課程樹」（圖三）的方式，反思自身對小學階段數學概念發展與內涵的理解；接續，再引領他們「探討數學領域課程綱要內涵」，重構對能力指標、分年細目的理解，以掌握教科書的單元內容。

圖三：師資生小學數學課程樹繪製



甲：師資生繪製的小學數學課程樹舉隅 1



乙：師資生繪製的小學數學課程樹舉隅 2

正式課程轉化為知覺課程

當教師進入課室教學前，他所持的教學藍圖應不再只是正式課程所擊劃的順序與內涵，他對此課程內容應有自己的想法，這即知覺課程的產生。因此在本階段，研究者首先請師資生反思「教案應有的架構與內涵」，協助他們掌握運作課程應考量的面向；接續，再從教案的細部內容，協助其理解「學生在此單元常見的迷思概念」，並認識當前的「教學方法」趨勢。最後，他們逐步將「正式課程轉化為知覺課程」。

知覺課程轉化為運作課程

當完成教案撰寫後，研究者請師資生「分享已轉化而成的知覺課程（即教案設計理念與教案內容）」，並由同儕進行批判並修正；接續，再要求他們前往小學進行課室教學，即運作課程的形成。

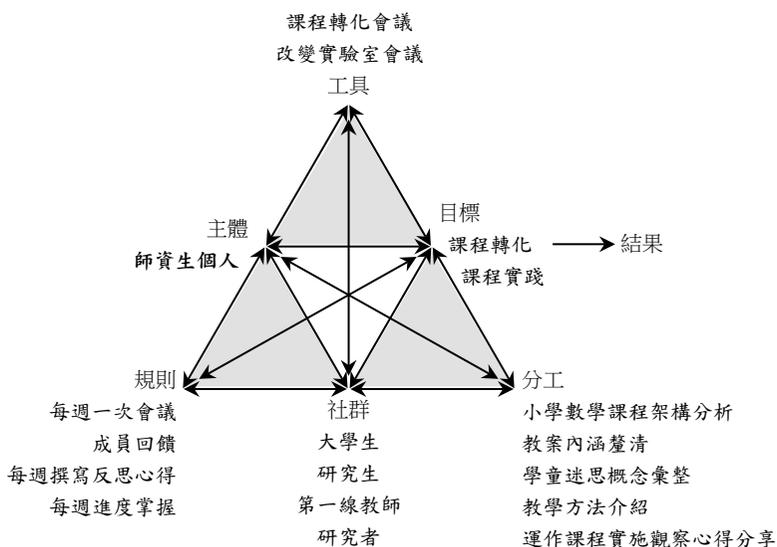
改變實驗室回顧與反思

師資生進行教學時，所有同儕都會進入課室觀課並錄影，待所有人完成教學後，社群成員再回到改變實驗室（即社群會議），透過影帶回顧與討論，協助他們理解「知覺課程與運作課程運作時產生的落差」；更進一步思考在課程轉化歷程中，中介物是否產生擾動現象？而此擾動現象對課程轉化形成的阻力為何？研究者如何化解這些阻力而變為助力？

研究架構

活動理論是以三個中介物（工具、分工、規則）促發社群主體達成目標，這架構提供研究者得以審視師資生在動態歷程中的發展情形。在本研究中，主體是進行課程轉化的師資生；目標是師資生欲轉化的課程；工具包括課程轉化會議、改變實驗室會議；社群為參與研究的所有成員，包括師資生、參與改變實驗室討論會議的第一線教師與研究者；分工包括他們在課程轉化過程一同完成的任務，包括小學數學課程

圖四：師資生課程轉化活動的初步藍圖



架構分析、教案內涵釐清、學童迷思概念彙整、當前教學方法介紹及運作課程實施後觀察的心得分享；規則包括每週的會議（課程轉化會議、改變實驗室會議），成員必須在會議中給予回饋，並且每週依照進度完成任務。

本研究透過相關資料蒐集與持續閱讀，以活動理論為分析基底，依據活動理論的六個組成把相關資料依屬性置入當中，形成課程轉化活動的初步藍圖（圖四）。以圖四左下角的規則為例，在社群成立時，師資生在研究者引導下，決定每週召開一次課程轉化會議；會議中，成員必須踴躍提出自己想法，並回饋他人想法；會議結束後，每人須撰寫會議反思心得，亦須依循大家制訂的進度完成任務。這些由社群逐步制定的規約，形成運作的規則，並且逐漸成為每位師資生的壓力，而令課程轉化運作遇到障礙（即擾動現象），因而形成課程轉化的阻力。此時，研究者即開始思考解決之道，以順利進行後續課程轉化任務，即為助力。此即本研究分析師資生進行課程轉化時遭遇的阻力與助力。

研究參與者

數學課程轉化學習社群

本研究成員包括進行課程轉化的師資生 14 人（見表一）、研究者及參與運作課程和改變實驗室會議討論的 14 位第一線教師。師資生中，有 11 位因課後在校外兼差擔任國小學童數學課業輔導工作，有些是一對一家教形式，有些則在坊間安親班專責數學作業指導，故具有教學相關經驗。

表一：參與本研究師資生的基本資料

	性別		在學身分		是否具教學相關經驗	
	男	女	大學生	研究生	是	否
人數	6	8	3	11	11	3

當社群成立後，研究者提供事先選擇的教學單元給師資生自行選取欲進行課程轉化的單元（表二）。研究者擇取這些單元，考慮的原則有二：（1）該單元恰好搭配研究預計進行運作課程實踐時，學童學習的進度；（2）這些單元是學童容易出現迷思概念的單元。江佳惠（2001）和劉天民（1993）提到，許多學生在四則運算出現錯誤，其中，又以除法最甚；Hart（1981）指出，學生在體積概念容易產生許多迷思概念；Resnick et al.（1989）指出，學生容易在小數乘法運算上產生錯誤；而基準量與比較量問題亦是高年級學生最感困難的單元之一（吳金聰，1999）。

參加改變實驗室會議討論的第一線教師，是師資生進行課室教學班級的原任課教師。他們的數學教學年資介於 10–20 年。在社群運作時，他們針對師資生轉化的

表二：師資生進行課程轉化的單元

年級	課程轉化單元		課程實踐班級	師資生
	單元名稱	內涵		
三	除法	1. 四位數除以一一位數	平班	小雯
		2. 兩步驟問題	信班	小菁
		3. 除法的應用	義班 忠班	阿誠 素素
四	立方公分	1. 認識體積	智班	阿銘
		2. 認識 1 立方公分	仁班	小瑜
		3. 體積的大小比較	愛班	阿鈞
		4. 複合圖形		
五	小數的乘法	1. 小數的 1/10、1/100、1/1000 倍	忠班	小楓
		2. 整數乘以小數	孝班	小君
		3. 小數乘以小數	勇班	小萱
		4. 小數的分配率		
六	怎樣解題	1. 基準量與比較量	愛班 忠班 義班 信班	小裕 阿民 小樺 小明

教案與課室教學內容，從教學實務經驗提供看法，以精緻化師資生轉化的知覺課程與運作課程。

而研究者在社群運作的角色，是活動理論的「中介者」：在改變實驗室會議中，提供師資生反思、討論的議題，並觀察、記錄他們的表現。

運作課程實踐班級的學生

師資生進行「知覺課程轉化為運作課程」時，是進入一所國小的班級中實施。這所學校位於研究者任教學校附近，屬市中心的學校。該校每個年級都有 10 個班級，每班學生人數 28–32 人。這些學生都有上課勇於回答老師提問的習慣。

資料蒐集與分析

資料蒐集

本研究蒐集的資料包括：每週 3 小時的會議對話語料（22 次），包括課程轉化會議（16 次）和改變實驗室會議（6 次）；每次會議研究者撰寫的觀察日誌（22 次）；知覺課程教案（14 份）；每次會議結束後師資生撰寫的反思心得（308 份）及晤談師資生的語料（14 人次）。資料編碼代號見表三。

表三：本研究各項資料的編碼代號示例

資料類別	編碼代號	意義
課程轉化會議語料：正式課程	F_1_002	正式課程理解第 1 次會議第 2 句對話
課程轉化會議語料：知覺課程	P_3_004	知覺課程理解第 3 次會議第 4 句對話
課程轉化會議語料：運作課程	O_2_007	運作課程理解第 2 次會議第 7 句對話
改變實驗室會議	C_1_008	改變實驗室會議第 1 次會議第 8 句對話
觀察日誌：正式課程	Ob_F_1_09	正式課程理解第 1 次會議觀察日誌第 9 個想法
觀察日誌：知覺課程	Ob_P_2_10	知覺課程理解第 2 次會議觀察日誌第 10 個想法
觀察日誌：運作課程	Ob_O_3_11	運作課程理解第 3 次會議觀察日誌第 11 個想法
觀察日誌：改變實驗室會議	Ob_C_1_12	改變實驗室會議第 1 次會議觀察日誌第 12 個想法
反思心得	R_X_2_變_009	X：轉化會議或改變實驗室會議的代碼 (F, P, O, C) 小雯撰寫的 X 第 2 次會議反思心得第 9 個想法
課程教案	L_3_菁	小菁所設計關於 3 年級的課程教案

資料分析與研究信度

Engeström (2008b) 指出，運用活動理論分析，能看見活動進行產生的擾動現象。他主張，擾動是社群成員對話中內隱緊繃與對立的現象。陳斐卿等 (2013) 提到，如果能找到具有這些特徵的對話，就能進一步探究活動運行中三種中介物（工具、規則、分工）產生的「困境」。因此，本研究參考陳斐卿等 (2013) 的觀點，將擾動的操作定義界定為：會議對話中，參與成員因想法歧異而引發協商的事件；通常出現在具有提問、反對、打岔、不同意等特徵的對話中 (Males, Otten, & Herbel-Eisenmann, 2010)。這些擾動事件，將透過多次話語內容分析和相關記錄及文件的比較，逐漸理出課程轉化中產生的阻力，以及研究者針對阻力而形成的助力。

那麼，該如何進行課程轉化活動中的擾動現象分析？本研究參考陳斐卿等 (2013) 的觀點，分析擾動現象的程序如下：(1) 發現擾動事件——植基於每次會議中所撰寫的觀察日誌，輔以會議對話語料，找出每個擾動事件。例如，「是喔！？每次會議結束後都要寫反思嗎？」(F_1_002)，此話語存在疑問的語調，對於課程轉化運作形成質疑的現象，即是擾動事件。(2) 分類擾動事件——當完成擾動事件分析後，隨即以活動理論的三個中介物面向為架構，將各種擾動事件分類。(3) 確認活動理論三個中介物面向中所形成的阻力，及研究者對此阻力所思考的對策，形成促進課程轉化活動繼續運作的助力。

至於研究信度，本研究除了利用不同來源資料佐證同一主張的「不同資料三角校正」外，還從活動理論所提的「雙重刺激」介入方法出發，以研究者分析的擾動事件為媒介給師資生聚焦討論，確認擾動事件的真實性，這是第一重刺激。接續，再提供活動理論的架構，使師資生為擾動事件賦與阻力與助力的意義，這是第二重刺激。上述「雙重刺激」介入的方式，是本研究建立「不同人員三角校正」的信度考驗。

研究結果與討論

下文分別從活動理論的三個中介物面向，提出各中介物所形成的阻力與助力。

分工面向擾動事件形成的阻力與助力

擾動事件：形成「拼圖式」合作完成課程轉化任務共識的困境

在課程轉化過程中，「分工」是社群與目標間聯繫的中介物。換言之，社群透過分工向目標前進，而目標亦因分工而影響社群的氛圍。參與本研究課程轉化社群的成員，是一群原先彼此不熟悉的師資生，因此研究者必須思考如何令他們合作進行課程轉化實作，以建構對國小階段數學教與學的認識。然而，透過合作進行學習，自 20 世紀 70 年代起就受到各領域教學的重視。其中，「拼圖法二代」(Jigsaw II) 由 Aronson, Blaney, Stephin, Sikes, & Snapp (1978) 所提出，其進行方式是先將參與者作異質分組，每位小組成員選擇不同主題進行精熟，再回到原小組中分享自己所學 (陳柏宇、許瑛珺、吳慧珍、許瑋琇, 2011)。這方式可使每位專精於不同主題知識的學員，經由討論分享給其他成員，令彼此獲得知識內容和不同角度的觀點，是有效獲得知識的途徑 (Artut & Tarim, 2007; Pata & Sarapuu, 2001)。由於數學課程轉化需要具備對數學課程架構、數學概念內涵、該單元學童易產生之迷思概念及合適教學方法的理解，要每位師資生各自熟悉這些相關內容並不容易。因此，研究者決定以「拼圖法合作學習」的模式運作。由於參與本研究的 14 位師資生具有不同學科背景、國小學童數學教學與輔導經驗，因此，研究者首先植基於他們的背景與經驗進行分組，使每組成員的組成能達到「不同背景、不同數學教學經驗」異質分組的特性。接續，要每位師資生分別精熟國小數學領域中教與學相關知識的一部分，進而社群分享，期望每位師資生能透過這歷程建構完整的國小數學教與學的圖像。從他們反思中亦發現：「老師讓我們每一個人在每一個階段中都負責一小部分的內容，讓我們從大家獲得的成果中學習，我覺得是一個不錯的方式」(R_F_2_素_015)。多數師資生都認同以分工的方式進行新知識學習是可行的。但是，要令成員彼此信任而能對其所負責的任務盡力，似乎並不容易：

R_P_3_楓_024：這幾次同學報告，我覺得有些人很混，在報告一些關於學生迷思概念時，好像都是從網路上剪貼下來的。他用這樣的內容報告，難道不會心虛嗎？

R_P_6_君_011：這一次同學報告的東西太少了吧！？報告只有不到 10 分鐘，這樣我似乎沒辦法學到很豐富的內容。

Ob_P_7_18：學生沒有盡力去探究他們所該負責的內容。

Ob_F_4_23： 有些同學並沒有把該分享的內容說清楚，顯然他們還沒有盡全力做這件事！

由前述對話可知，師資生多認同分工進行學習的模式，但在執行上是否盡全力？有些人未盡力等現象，象徵社群運作在分工面向上形成「未達成共識」的擾動。

社群接近目標的阻力

上述擾動事件，又產生甚麼課程轉化的阻力呢？為了協助師資生完成數學課程轉化的目標，研究者首先請師資生分組討論，分別針對數與量、幾何、機率與統計、代數等主題繪製「小學數學課程樹」，並進行分享與回饋，期能令師資生認識「小學數學課程架構」，進而建立對數學內容（content knowledge）的理解。然而，「這要怎麼畫啊？是要一直延伸嗎？還是會分出枝葉？」（F_1_015）、「這個課程樹是要把每個數學概念都畫上去嗎？」（F_1_018）。由上述對話發現，師資生對於過去未曾接觸的事物感到疑惑而有遲滯不前的現象。這現象亦從反思中看見：「一開始畫課程樹時，我還摸不清楚到底該怎麼畫？要畫課本中的每一個單元？還是每一個單元中的概念？」（R_F_1_誠_005），他們因無法準確掌握任務的方向與內涵而在達成目標的方向上停止。

研究者又以「你們認為，一份好的數學課教案，應該包括哪些項目？」（P_1_003）的提問，拉開了正式課程轉化為知覺課程的序幕。接下來的幾個問題「需要該單元的課程地位分析嗎？」（P_1_011）、「要設計一個教學活動，是否一定要考量學生對這個概念的迷思？」（P_1_035），亦引動師資生對數學教案內涵的存疑。「要設計一份教案，只需要熟悉這個單元的內容就好了吧？」（P_1_015）、「我在其他領域看到的教案，好像都沒有分析單元的課程地位耶！」（P_1_018）、「那要去哪裏找學生的迷思概念？」（P_1_052），而且，「做課程地位分析，要做到甚麼程度？是連接前一個單元和下一個單元？還是……？」（P_1_068）。他們仍然對於任務內容及進行這個任務要達到甚麼深度感到困惑。

接續，研究者再介紹當前數學教育所使用的教學方法趨勢，並分派給每位師資生一至兩個教學方法回家探究。他們同樣提出，「要分享這些內容要有哪些項目？」（P_6_011）、「需要舉教學的例子說明嗎？」（P_6_015）。這顯示師資生面對新任務時，似乎需要教師提供明確的方向，令他們對於新任務有較完整的掌握，才能使他們願意持續往目標前進。

從上述師資生未能在課程轉化歷程中「形成對任務的共識」而產生之擾動事件，再深入分析此擾動事件所產生的現象來看，師資生在分工面向上形成「因任務方向不明確」而干擾社群往目標邁進，這是社群進行數學課程轉化的阻力。

『只要從網路上找些相關資料，就可應付了吧？』」（R_P_6_裕_011）、「當時真的不知道要怎麼做，所以本想隨便找找資料就算了」（R_P_7_瑜_008），但是，經過協調並達成共識後，「當我們協調教學方法必須從它的理論基礎、定義、內涵、教學步驟與原則逐一介紹後，我準備內容時就有了方向，比較能盡全力完成任務」（R_P_6_裕_011），大家在逐步形成共識中而有參考範例，進而完成任務：

R_P_7_民_012：當大家都盡力將自己負責的任務完成，我可從同學的內容學到每個教學法的精髓，這才是真正的合作學習吧！

二、以「反駁」取代「提問」

在共構「數學教案內涵」時，研究者初期規劃藉由提問一系列問題，幫助師資生思考。但是，這方式似乎只能令他們提取「所知」，他們對於「一份好的數學教案」已有自己的見解：

P_1_048：教案要有教學目標、行為目標、教學流程、教學資源、評量……

P_1_049：需要分析學生的迷思概念嗎？

P_1_050：需要嗎？

……

P_1_161：那麼，需要做課程地位分析嗎？

P_1_162：可有可無吧！？

P_1_163：做課程地位分析有甚麼優點？

〔全班無聲〕

由上述現象發現，研究者初期所使用以提問方式幫助師資生思考的策略，似乎無法令同為「知識缺乏」的社群成員達到知識的成長，亦無法使他們進行深層反思，而阻礙他們精緻化知覺課程的可能。於是，研究者改採以反駁師資生的主張或策略來促進他們思考：

P_1_130：剛剛你們曾提到，教案裏似乎不需要做課程地位分析。那我想請各位想一想：如果你在備課時只掌握這個單元的內容，而不去回顧學生過去學過哪些和這個單元有關的概念，你會遇到甚麼問題？

P_1_142：也有一些同學認為，教案裏不需要分析學生的迷思概念。如此，在教學的時候，你能掌握學生在哪些概念容易出錯嗎？你能迅速知道他們犯錯的原因嗎？

P_18_235：剛剛你在教學的時候，把「基準量」和「比較量」還有「結果量」這些用語說出來。大家認為這樣妥當嗎？這樣會不會增加學生的認知負荷？

透過長時期以反駁的策略促進師資生反思，他們體會到：「老師一連串反問我們的想法，讓我有機會重新去思考教案需要的內涵及為甚麼需要這些內容，這讓我設計出來的教案比以前更充實許多」(R_P_1_鈞_006)、「老師反問我上課用到太多專有名詞的用意，確實提醒我應該避免如此，這好像無助於學生學數學」(R_O_6_明_009)。這策略促發他們反思主張與作為，進一步精緻化他們課程轉化的品質。

綜合來說，在分工面向上，本研究期望令社群透過分工方式，合作學習將數學正式課程依序轉化為知覺課程與運作課程。結果發現，未能在給予任務的初期令師資生達成共識，而引發此中介過程中的擾動事件。究其原因，過於開放的問題、提問的策略，形成了社群朝向目標前進的阻力。研究者隨即修正以示範的方式和反駁師資生的主張與作為以促進反思，令社群形成共識，使他們盡力，化解了阻力，而形成社群朝向目標前進的助力。

規則面向擾動事件形成的阻力與助力

擾動事件：形塑「公約式」規範共識的困境

在課程轉化過程中，「規則」是社群與主體間聯繫的中介物。換言之，社群透過規則約束主體，而主體亦會因衝撞規則而影響社群。Yackel & Cobb (1996) 提到，課室中所制訂的規則稱為「社會規範」(social norms)，並進一步指出課室中的社會規範期望學生能藉由同儕合作達成有意義的學習，這是參與的師生應該共同遵守的規則。在本研究中，當師資生決定參與「數學課程轉化學習社群」，並各自進行一個單元的數學課程轉化時，主體與社群間的關係於是形成。為了令社群中每位師資生能盡力完成自己(主體)的任務，使社群透過分工達成目標，研究者引導師資生透過討論，約定社群會議進行的頻率及他們應盡的責任，這即是主體與社群間的規則。然而，Cobb, Yackel, & Wood (1995) 指出，要學生一開始即遵守社群所制定的規則並不容易，應透過進行活動而衍生的問題或教學事件來製造機會點，令學生自行體會其重要性並願意遵守。本研究即在社群運作後，逐漸產生「無法完全認同規則」的擾動：

F_1_058： 啊！要寫心得！？可以不要嗎？……

R_F_1_素_002：這週我們討論了一些關於參與這個課程設計團隊的相關規定。包括每週都要寫心得，這對於忙碌的我來說，真是一個壓力……

R_F_1_樺_004：每週聚會一次算是有點壓力了，而且每週都要有新的進度，這更是一項艱鉅的任務。

從上述現象來看，師資生對於社群為每一位主體所制訂的規則並未完全接受，這擾動現象背後即象徵着研究者必須促發他們願意主動遵守此社會規範。

社群約束主體的阻力

因着師資生尚未完全接受社群為個體所定規則之擾動現象，研究者發現，師資生顯現抗拒的想法，甚至「我開始猶豫我是不是該繼續參加這個團隊……」（R_F_1_瑜_015），這現象意味主體遵守社群制定的規則而朝向課程轉化的目標遇到了阻力。究其原因，「雖然這個社群是大家基於自願的情形下而組成，但是，接連的規定讓我們覺得這好像變成一種責任，壓得讓人快喘不過氣……」（R_F_1_民_012），顯示規則面向的中介物對他們來說，在初期只是一種責任。

主體融合於社群的助力：以「認同」取代「責任」

然而，Geijsel & Meijers（2005）指出，「認同」是個體的內在特質，是個體在社會情境中持續建構的過程。亦即是個體面對不斷變遷的環境時，會經驗到一再檢視自我認同的壓力，而與自我、環境協商以建構認同的過程，充滿了不穩定性與流動性（Jurasaite-Harbisson, 2005）。面對上述師資生對規則的抗拒，研究者思考：「要改變他們認為『遵守社群所設立的規則僅是盡一種責任』的想法，可行的作為，是讓他們『認同』此課程轉化的任務」（Ob_F_1_11）。因此，研究者採取社會學取向的觀點（Jurasaite-Harbisson, 2005），希望令這群師資生在社群互動的情境中，逐漸從第一線教師、研究者的分享中感知數學課程轉化的重要性，進而認同經驗此歷程，而有助於他們發展專業知能。於是，研究者邀請第一線教師前來課程轉化會議，分享「教師具備課程轉化能力是符應當前教師賦權的趨勢」之想法，師資生認為：「今天 XX 國小老師來分享如何將課本內容轉化為教學活動的經驗，讓我感覺參與這個社群進行課程轉化是件有意義的事」（R_F_3_楓_006）。舉例來說，小雲在設計除法教學活動時，在現場教師引領下，成功將正式課程轉化為知覺課程（詳見圖六），認同本社群對其專業知能的助益。

亦有人發現：「經過這陣子老師引導我們進行課程轉化的過程後，我愈來愈了解如何將課本中的內容轉成上課的活動，我也體會如何進行數學教學……」（R_O_4_樺_009）。後期，研究者再詢問他們對於規則的看法時，多數反映「剛開始我只認為那是一種作業，但我逐漸發現，我的教學功力已逐漸增強時，我愈來愈喜歡這項工作，也愈來愈認同它的功能」（C_1_082），顯示他們都願意遵守此社群共同制定的「公約式」規範。

圖六：師資生課程轉化舉隅

把 135 元平分給 3 位小朋友，每位小朋友可以分到幾元？

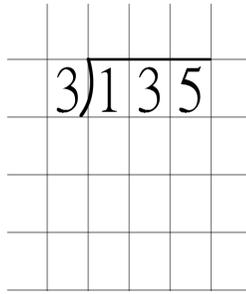
算式記作： $135 \div 3 = ()$

把 135 看成 1 個 100，3 個 10，和 5 個 1

	4	5	
3	1	3	5
	1	2	
		1	5
		1	5
			0

← 1 個 100 和 3 個 10，可看成 13 個 10
← $4 \times 3 = 12$ 個 10
← 剩下 1 個 10 和 5 個 1，可看成 15 個 1
← $5 \times 3 = 15$ 個 1

分到 (45) 元



甲：正式課程問題（作者自行重製）

乙：轉化後的知覺課程 (L_3_變)

綜合來說，研究者為使課程轉化運作能順利進行，於是透過社群協商，研擬出「公約式」規範，再邀請第一線實務教師進行經驗分享，令這群師資生從實踐過程中體驗自身專業知能已逐漸強化，不再認為進行課程轉化僅是一種責任，而認同這對於教師專業知能是一件重要的事。

工具面向擾動事件形成的阻力與助力

擾動事件：對會議功能見解不一致的困境

在課程轉化過程中，「工具」是主體與目標間聯繫的中介物。換言之，主體透過工具朝目標前進，而主體亦會因工具的中介而轉化目標，導致主體在活動進行過程中所產生的結果與目標出現落差。在本研究，研究者企圖透過每次課程轉化會議令主體理解社群運作的目標；藉由改變實驗室會議使主體從回顧、反思社群、自身行動的軌跡，確立活動的價值，進而形成促進主體朝向目標的動力。

參與本研究的師資生包括大學生與研究生。在修課時數上，大學生的課程比研究生來得吃緊，而且這群師資生又有半數以上於課後有兼職打工或家教的工作，要安排一次約三小時的會議時間是件不容易的事。因此，本研究的會議都在晚上進行，因為「這是大家協商後最好的時間，所以，請大家日後務必準時出席會議」(F_1_105)。而從往後的課程轉化會議與改變實驗室會議出席率多在九成以上來看，顯示大家多能遵守協商後的規範。然而，「會議」此中介物似乎沒有完全順暢地搭起主體與目標間的聯繫，其中亦產生了「對會議功能見解不一致」的擾動現象：

Ob_O_3_18：雖然許多任務早在幾週前就已分派給每位同學，但仍然可看見有些同學打開電腦，在其他同學分享的時候準備自己的報告內容。

R_O_2_菁_003：首先，要跟老師懺悔，我今天在會議上其實都在趕我要報告的東西。

由上觀之，師資生雖然表面接受了進行會議的規定，但是在會議進行的過程中，並未真正融入會議運作，顯示他們對於會議真正的功能，見解並不相同。

主體接近目標的阻力

面對師資生無法真正融入會議進行的困境，研究者思考：「他們有些人在會議進行時，會開電腦做自己的事。是甚麼原因造成的？實有待查明」（Ob_P_3_15）；進一步探析發現：「由於我下課後還有家教，所以在進行會議時，我有時得趕快做接下來要報告的內容，我的外務應該要減少了」（R_P_5_雯_014）、「由於家裏的因素，我必須去打工賺下學期的學費，所以在開始的時候，常常在會議中準備我的任務……」（C_2_125）。可見，「外務」形成主體往目標邁進的阻力之一。

此外，研究者亦發現，「當他們在發言時，如果是研究生先發言，大學生好像比較不敢進行批判。會議中的發言權重似乎沒有達公平的狀態」（Ob_P_7_21）。他們亦反映：「會議進行討論時，我覺得碩士班的學長姐他們的想法好像都比我們好，所以我幾乎都沒有針對他們的想法提出反向的看法」（R_C_2_誠_022）。這現象顯示，「學歷」似乎造成會議中無法令每位師資生具有人人平等的發言權，亦形成工具面向的阻力之二。

再者，研究者亦曾在改變實驗室會議中舉證歷歷告訴師資生：「我們在知覺課程轉化的第一週，曾經討論一份好的數學教案應該包含哪些項目，並且讓大家思考，這些項目先後順序的安排為何，你們還記得你們排的順序是甚麼嗎？」（C_1_025）；又曾問「你們還記得我們曾討論學生在小數有哪些迷思概念嗎？」（C_4_031），但是他們仍以「啊！？」（C_6_026）、「甚麼？」（C_1_028）、「忘記了」（C_4_032）回應。對此現象，Howard（2003）指出，反思有助教師專業發展。但研究者認為：「要這群師資生對於已過往的經驗進行反思，似乎仍有遺忘的情形產生」（Ob_C_1_12）。因此，「遺忘」亦形成主體朝向目標前進的阻力之三。

主體接近目標的助力

面對工具面向出現「師資生外務繁忙」、「因學歷位階不同而導致無法取得平等發言權重」和「單憑反思無法勾勒出師資生過去記憶」的三項阻力，研究者開始思考化解阻力的策略。

一、以「專注」取代「外務」

研究者發現：「那群沒有外務的師資生，他們在上課的時候反倒是比較專心，他們也都能如期完成每次會議所給予的任務」（Ob_P_3_17）。因此，研究者提醒，「老師發現，會議進行時有些同學很專注地在聆聽同學的發表，並且熱絡地提供自己的看法，這些同學大多是沒有在外兼差的同學。其實，這有一點很重要，就是專注」（P_4_029），亦有師資生呼應「我個人也覺得會議中認真聽取同學的報告，對自己回家進行教案設計有事半功倍的效果」（P_4_035）。經過溝通與建議後，他們認為：

R_P_5_鈞_019：我嘗試老師的建議，在會議時先聽同學報告，回家再做我分配的工作，很多東西都不用再花時間去查詢，反而省下許多時間。

R_O_3_萱_027：我覺得會議時認真聽取同學的報告，真的獲益良多。

由上述現象觀之，研究者認為，當前師資生因個人需求而於課後打工以賺取學費的現象似乎已是常見，這導致許多師資生出現「習慣在學習過程中做作業」的情形。但是，這未必能提高學習成效。因此，研究者透過提醒與同儕經驗分享，使他們自行體悟「專注於當下的學習」是有益於學習成效，順利地化解外務繁忙的阻力。

二、以「平等」取代「學歷」

其次，面對大學部師資生畏懼與碩士班師資生對話的情形，研究者首先扮演「反駁者」的角色，企圖令大學部師資生看見「論點的強弱不在於學歷的高低，而在於論證的合理性」。

P_6_004：……鷹架理論，是由蘇俄的學者 Vygotsky 所提出的一個教學概念。這是說明……

P_6_005：等等！你們說「鷹架理論是由 Vygotsky 提出的」？

P_6_006：來！請大家回想一下，鷹架理論真的是 Vygotsky 提出的嗎？還是另有其人？

P_6_007：現在，請大家上網搜尋，告訴我答案，並說明為何你相信你所找到的答案。
……

P_6_029：這次經驗告訴我們，學長姐提出的觀點或看法，未必是完善的。因此，各位大學部同學，當你在聽取任何建議時，你必須時時抱持懷疑的態度，試圖反駁他的論點。當一個論點愈來愈強無可被駁倒時，這才是一個好的論點。

透過此歷程，大學部師資生意識到「原來研究所學長姐並非我想像中完全無懈可擊。我也可以嘗試從他們的論點中找到可提出不同想法的機會」（R_P_6_樺_012）。

如此，令師資生體認「社群中人人發言平等」的做法，在後續會議中看見「我發現他們之間有愈來愈多的對話，彼此沒有了界線，也沒有階級的問題」（Ob_O_3_21），解決「大學部師資生因自身學歷位階，認為自己無平等發言權重」的迷思，形成促進主體向目標靠近的助力。

三、以「回顧鏡」取代「反思」

從過往文獻(Howard, 2003; M. W. McLaughlin & Talbert, 2006)可知，反思有助於教師專業知能發展。因此，研究者嘗試請師資生以反思方式回顧過去的教學經驗，結果發現，「遺忘」阻撓了反思進行。活動理論提到，「回顧鏡」的運作是由研究者提供影帶或相關文件令參與者回顧過去並聚焦討論相關議題，有利參與者回憶並賦予事件意義(Engeström, 2008b, 2008c)。因此，研究者改用活動理論的「回顧鏡」策略，令師資生針對過去的事件聚焦討論，解決了「反思」在工具面向形成的「遺忘」阻力，而形成工具面向的助力。

C_1_025：我們在知覺課程轉化的第一週，曾經討論一份好的數學教案應該包含哪些項目，並且讓大家思考，這些項目先後順序的安排為何，你們還記得你們排的順序是甚麼嗎？

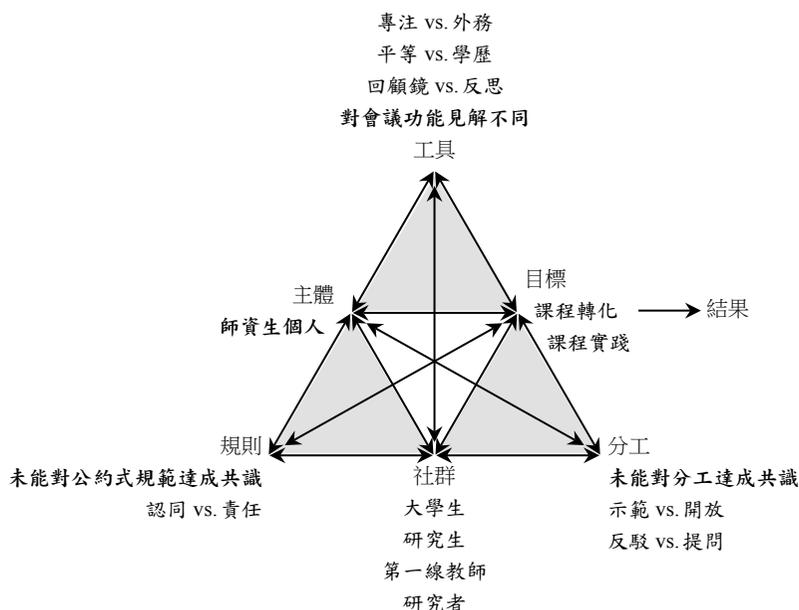
C_1_026：怎麼可能啦！〔開始翻閱筆記本〕

C_1_027：忘了？好，那我們來看當時的影帶！

透過此歷程，師資生認為「我覺得用錄影帶幫助我們回憶的方式，比自己去回憶來得容易，而且深刻」（R_C_3_裕_015），研究者亦看見「透過影帶幫助他們回憶，成效確實比單憑反思來得好」（Ob_C_3_42）。

總的來說，本研究在活動理論架構下分析師資生進行數學課程轉化活動所產生的擾動現象，結果發現，原先研究者依據活動理論所設定促進各面向間連結的中介物，都曾在課程轉化活動進行期間出現擾動現象：包括在分工面向上無法形成「拼圖式」合作完成課程轉化任務的共識；在規則面向上無法針對社群形塑之「公約式」規範達成共識；在工具面向上對會議的功能見解不同。接續，研究者深入理解擾動現象背後所衍生的阻力，進而思索化阻力為助力的策略。結果顯示：在分工面向上，研究者以「示範」取代「開放」，以「反駁」取代「提問」，以「盡力」取代「應付」，將阻力化為助力；在規則面向上，以「認同」取代「責任」，將阻力化為助力；在工具面向上，以「專注」取代「外務」，以「平等」取代「學歷」，以「回顧鏡」取代「反思」，將阻力化為助力。圖七為本研究進行數學課程轉化活動過程中，在各中介物所遇到的擾動、阻力與助力的繪圖。

圖七：師資生課程轉化活動的擾動現象、阻力與助力



結論與建議

本文透過活動理論架構，分析師資生參與數學課程轉化所形成的擾動現象，更進一步報導研究者如何將這些擾動現象所形成的阻力化為助力。結果顯示，本文所規劃希望促進師資生課程轉化的中介物都在過程中產生擾動現象，而研究者亦逐步將此擾動現象所衍生的阻力化為助力，使所有師資生多能順利將正式課程轉化為知覺課程、運作課程，進而完成課程轉化的目標。然而，師資生所完成的課程轉化教學活動設計，其完整性與精緻度仍須再建構相關判準，才能決斷。因此，建議未來可再從課程內涵建構相關準則，以檢視師資生的課程轉化成果。此外，活動理論指出，若要報導一個組織改變的軌跡，就得聚焦在組織中主體改變的脈絡。因為，組織會隨主體改變而改變（Engeström, 1987; Russell, 2002）。在本文中，研究者看見數學課程轉化學習社群與師資生個人間約束、衝突、協調進而融合（擾動、阻力與助力）的歷程，亦呈現促進此脈絡形成（如何化阻力為助力）的機制。

其次，本文對於促進社群運作的策略亦提供了較深層的理解。過去，許多研究（李源順、林福來，1998；林碧珍，2000；姚如芬，2006；陳彥廷，2014）探究促進數學教師學習社群運作因素及其有效性，亦有研究（Cobb et al., 1995; Yackel & Cobb, 1996）指出在社群中建立社會規約的重要性。本文進一步發現，當社群為參與的個體設定應遵守的規約時，個體似乎不會如預期般遵從，因為參與的個體對社群的擁有感

會因為權力、指派的氛圍而停滯（陳斐卿等，2013）。因此，本文報導研究者如何令個體對社群分工的理念、制定規則的用意和促進社群運作的工具形成共識並具有認同感，提升個體對社群的擁有感，是本文的貢獻之一。此外，過去已有相關研究（姚如芬，2006；陳彥廷，2014）分析教師進行社群合作或課程轉化所遭遇的困境，但是組合師資生形成學習社群進行數學課程轉化的研究並不多見。本文運用活動理論架構與方法，更結構性地報導此社群運作面向上的困境，是本文的貢獻之二。

但是，活動理論的分析方式亦有其弱點，因為活動理論強調中介物在活動進行中產生促動個體朝向日標前進的功能，可說是「計畫－行動－反思」的循環歷程。這需要規劃者擁有深厚的運作經驗，方能從活動進行中看見三個中介物面向出現的擾動現象，理出造成阻力的內涵，並提出相應的策略以化為助力。雖然研究者近年來在引領師資生進行數學課程理解與轉化已有一些經驗，得以在本文中抽絲剝繭出促進師資生數學課程轉化的阻力，並找到化阻力為助力的策略，但在進行資料分析時，研究者只摘錄部分師資生的會議對話語料、觀察日誌與反思心得等作佐證，或許尚未全面報導師資生所面臨的阻力和研究者所提出的策略，建議未來研究可思考加入問卷調查，或許能以數據更全面地分析策略對整體師資生轉化數學課程能力的助益。本文又透過「不同資料三角校正」，期望達到研究的信度考驗，但這亦可能落入主觀抉擇片段現象的偏見。建議後續研究可邀請「不同眼睛——具不同經驗背景的研究者」一同審視活動進行的歷程，對於促進師資生數學課程轉化，是否有新的「工具」？是否需再增定其它規則？在分工上是否有新的內涵？期能看見活動進行的多重真實樣貌。

參考文獻

- 王千倖（2003）。〈以「網路同儕教學」建構「網路學習社群」之行動研究〉。《師大學報：科學教育類》，第48卷第1期，頁119-141。
- 江佳惠（2001）。《以幾何面積為類比物教授國一代數乘法公式之研究》（未出版碩士論文）。國立彰化師範大學，彰化，台灣。
- 吳金聰（1999）。《應用數學新課程教學理念於三年級小數教學之研究》（未出版碩士論文）。國立屏東師範學院，屏東，台灣。
- 吳滋莉（2011）。《數學教學案例討論如何支持國小教師轉化教科書之研究》（未出版碩士論文）。國立新竹教育大學，新竹，台灣。
- 李源順、林福來（1998）。〈校內數學教師專業發展的互動模式〉。《師大學報：科學教育類》，第43卷第2期，頁1-23。
- 李源順、林福來、藍珍梅、王品心、鄭雙慧、洪思雅（2010）。〈國小四年級數學教學錄影研究〉。《科學教育學刊》，第18卷第1期，頁63-84。

- 周珮儀 (2005)。〈我國教科書研究的分析：1979-2004〉。《課程與教學季刊》，第 8 卷第 4 期，頁 91-116。
- 林孟郁、鍾武龍、張月霞、李哲迪、陳穎儀 (2013)。〈高中教師在創新科學課程專業學習社群中的發展歷程〉。《科學教育學刊》，第 21 卷第 1 期，頁 75-96。doi: 10.6173/CJSE.2013.2101.04
- 林郁婷 (2010)。《以活動理論檢視三位中學英語教師對於資訊融入教學的理念與實踐》(未出版碩士論文)。國立交通大學，新竹，台灣。
- 林碧珍 (2000)。〈在職教師數學教學專業發展方案的協同行動研究〉。《新竹師院學報》，第 13 期，頁 115-147。
- 林碧珍、蔡文煥 (2007)。〈數學領域實習輔導教師專業標準指標的發展與建立之初探〉。《新竹教育大學教育學報》，第 24 卷第 2 期，頁 61-91。
- 姚如芬 (2006)。〈成長團體之「成長」——小學教師數學教學專業之探究〉。《科學教育學刊》，第 14 卷第 3 期，頁 309-331。
- 姚如芬、郭重吉、柳賢 (1999)。〈從教學研究實作中學習教學——以數學科職前教師為例〉。《科學教育》，第 9 期，頁 1-20。
- 唐昇志 (2002)。《以活動理論為架構分析網路主題式學習活動》(未出版碩士論文)。國立花蓮師範學院，花蓮，台灣。
- 徐慶宏 (2006)。《國小社會學習領域教師課程轉化之研究——以苗栗縣五年級教師為例》(未出版碩士論文)。國立新竹教育大學，新竹，台灣。
- 翁愉雅 (2009)。《真實情境融入國小數學課程設計的轉化與實施之行動研究》(未出版碩士論文)。國立台北教育大學，台北，台灣。
- 高博銓 (2009)。〈學校教師學習社群發展的個案研究〉。《師資培育與教師專業發展期刊》，第 2 卷第 1 期，頁 61-74。
- 張宇樑 (2014)。〈運用專業成長活動促進高職教師探究教學知覺轉變之個案研究〉。《科學教育學刊》，第 22 卷第 4 期，頁 363-388。doi: 10.6173/CJSE.2014.2204.02
- 張欣儀 (2001)。《生活領域中社會課程轉化之研究——以兩位九年一貫課程試辦小學之教師為例》。國立台北師範學院，台北，台灣。
- 張英傑、張素宜 (2008)。〈小寶貝，我把數學變簡單了！——從情境學習理論談數學課程設計〉。《科學教育月刊》，第 313 期，頁 9-17。
- 張媛甯、郭重明 (2009)。〈教與學的學術研究——教師專業發展的新取徑〉。《師資培育與教師專業發展期刊》，第 2 卷第 2 期，頁 21-38。
- 許德田、張英傑 (2004)。〈二位國小實習教師數學專業發展之研究〉。《國立台北師範學院學報》，第 17 卷第 1 期，頁 25-55。
- 陳佩英、曾正宜 (2011)。〈探析專業學習社群的展化學習經驗與課程創新行動——活動理論取徑〉。《教育研究集刊》，第 57 輯第 2 期，頁 39-84。
- 陳佩英、焦傳金 (2009)。〈分散式領導與專業學習社群之建構：一所高中教學創新計畫的個案研究〉。《教育科學研究期刊》，第 54 卷第 1 期，頁 55-86。
- 陳彥廷 (2012)。〈非同步網路數學教學案例討論之互動歷程研究〉。《教育科學研究期刊》，第 57 卷第 1 期，頁 79-111。doi: 10.3966/2073753X2012035701004

- 陳彥廷 (2014)。〈課程轉化實作促進國小師培生對數學課程理解之研究〉。《當代教育研究季刊》，第 22 卷第 4 期，頁 1-54。doi: 10.6151/CERQ.2014.2204.01
- 陳柏宇、許瑛珺、吳慧珍、許瑋琇 (2011)。〈GIS 融入環境議題的拼圖式合作學習環境對高中生決策能力和水資源概念的影響〉。《科學教育研究與發展季刊》，第 62 期，頁 33-73。
- 陳斐卿、林盈秀、蕭述三 (2013)。〈教師合作設計課程的困難——活動理論觀點〉。《教育實踐與研究》，第 26 卷第 1 期，頁 63-94。
- 黃志賢、林福來 (2008)。〈利用活動理論分析台灣泰雅族國中生的數學學習並設計教學活動〉。《科學教育學刊》，第 16 卷第 2 期，頁 147-169。
- 葉信宏 (2002)。《教案編修之行動研究：以九年一貫一年級數學學習領域為例》(未出版碩士論文)。國立屏東師範學院，屏東，台灣。
- 葉靜宜 (2007)。《打破層級觀點看國小教師課程轉化之個案研究》(未出版碩士論文)。國立台北教育大學，台北，台灣。
- 劉天民 (1993)。《高雄地區國一學生整數與分數四則運算錯誤類型之分析研究》(未出版碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄，台灣。
- 劉美慧 (2003)。〈多元文化課程轉化：三個不同文化脈絡之個案研究〉。《教育研究資訊》，第 11 卷第 5 期，頁 3-28。
- 蔡清田、陳延興 (2013)。〈國民核心素養之課程轉化〉。《課程與教學季刊》，第 16 卷第 3 期，頁 59-78。
- 盧雪梅 (2004)。〈從技術面談九年一貫課程能力指標建構：美國學習標準建構的啟示〉。《教育研究資訊》，第 12 卷第 2 期，頁 3-34。
- Aronson, E., Blaney, N., Stepin, C., Sikes, J., & Snapp, M. (1978). *The jigsaw classroom*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Artut, P. D., & Tarim, K. (2007). The effectiveness of Jigsaw II on prospective elementary school teachers. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 35(2), 129-141. doi: 10.1080/13598660701268551
- Barab, S., Schatz, S., & Scheckler, R. (2004). Using activity theory to conceptualize online community and using online community to conceptualize activity theory. *Mind, Culture, and Activity*, 11(1), 25-47. doi: 10.1207/s15327884mca1101_3
- Barth, R. S. (1988). School: A community of leaders. In A. Lieberman (Ed.), *Building a professional culture in schools* (pp. 128-147). New York, NY: Teachers College Press.
- Cobb, P., Yackel, E., & Wood, T. (1995). The teaching experiment classroom. In P. Cobb & H. Bauersfeld (Eds.), *The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures* (pp. 17-24). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Cockett, M. (1986). The Alternative Curriculum Strategies Project. In D. Hustler, A. Cassidy, & E. C. Cuff (Eds.), *Action research in classrooms and schools* (pp. 183-186). London, England: Allen & Unwin.
- DuFour, R. (2004). What is a professional learning community? *Educational Leadership*, 61(8), 6-11.

- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki, Finland: Orienta-Konsultit.
- Engeström, Y. (2001). Expansive learning at work: Toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133–156. doi: 10.1080/13639080020028747
- Engeström, Y. (2008a). Crossing boundaries in teacher teams. In Y. Engeström, *From teams to knots: Activity-theoretical studies of collaboration and learning at work* (pp. 86–117). New York, NY: Cambridge University Press.
- Engeström, Y. (2008b). Disturbance management and masking in a television production team. In Y. Engeström, *From teams to knots: Activity-theoretical studies of collaboration and learning at work* (pp. 22–47). New York, NY: Cambridge University Press.
- Engeström, Y. (2008c). From design experiments to formative interventions. In G. Kanselaar, J. van Merriënboer, P. Kirschner, & T. de Jong (Eds.), *Proceedings of the 8th international conference of the learning sciences* (Vol. 1, pp. 3–24). Utrecht, the Netherlands: International Society of the Learning Sciences.
- Geijsel, F., & Meijers, F. (2005). Identity learning: The core process of educational change. *Educational Studies*, 31(4), 419–430. doi: 10.1080/03055690500237488
- Goodlad, J. I. (1979). The scope of curriculum field. In J. I. Goodlad (Ed.), *Curriculum inquiry* (pp. 58–64). New York, NY: McGraw-Hill.
- Grossman, P., Wineburg, S., & Woolworth, S. (2001). Toward a theory of teacher community. *Teachers College Record*, 103(6), 942–1012.
- Hardman, J. (2005). Activity theory as a framework for understanding teachers' perceptions of computer usage at a primary school level in South Africa. *South African Journal of Education*, 25(4), 258–265.
- Hart, K. M. (Ed.). (1981). *Children's understanding of mathematics: 11–16*. London, England: John Murray.
- Hord, S. M. (2004). Professional learning communities: An overview. In S. M. Hord (Ed.), *Learning together, leading together: Changing schools through professional learning communities* (pp. 5–14). New York, NY: Teachers College Press.
- Howard, T. C. (2003). Culturally relevant pedagogy: Ingredients for critical teacher reflection. *Theory into Practice*, 42(3), 195–202. doi: 10.1207/s15430421tip4203_5
- Jonassen, D. H., & Land, S. M. (2000). *Theoretical foundations of learning environments*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Jurasaitė-Harbison, E. (2005). Reconstructing teachers' professional identity in a research discourse: A professional development opportunity in an informal setting. *TRAMES*, 9(2), 159–176.
- Kuutti, K. (1996). Activity theory as a potential framework for human-computer interaction research. In B. A. Nardi (Ed.), *Context and consciousness: Activity theory and human-computer interaction* (pp. 17–44). Cambridge, MA: MIT Press.

- Leont'ev, A. N. (1981). *Problems of the development of the mind*. Moscow, Russia: Progress.
- Males, L. M., Otten, S., & Herbel-Eisenmann, B. A. (2010). Challenges of critical collegueship: Examining and reflecting on mathematics teacher study group interactions. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13(6), 459–471. doi: 10.1007/s10857-010-9156-6
- McLaughlin, M. W., & Talbert, J. E. (2006). *Building school-based teacher learning communities: Professional strategies to improve student achievement*. New York, NY: Teachers College Press.
- McLaughlin, T. H. (2003). Teaching as a practice and a community of practice: The limits of commonality and the demands of diversity. *Journal of Philosophy of Education*, 37(2), 339–352. doi: 10.1111/1467-9752.00330
- 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. doi: 10.1007/s10972-008-9104-9
- Menges, R. J., & Weimer, M. (Eds.). (1996). *Teaching on solid ground: Using scholarship to improve practice*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Pata, K., & Sarapuu, T. (2001). Application of cooperative learning environment in developing students' environmental decision-making skills. In C. Montgomerie & J. Viteli (Eds.), *World conference on educational multimedia, hypermedia and telecommunications: Proceedings* (pp. 1456–1458). Norfolk, VA: Association for the Advancement of Computing in Education.
- Pugh, K. J., Linnenbrink-Garcia, L., Koskey, K. L. K., Stewart, V. C., & Manzey, C. (2010). Motivation, learning, and transformative experience: A study of deep engagement in science. *Science Education*, 94(1), 1–28. doi: 10.1002/sc.20344
- Resnick, L. B., Nesher, P., Leonard, F., Magone, M., Omanson, S., & Peled, I. (1989). Conceptual bases of arithmetic errors: The case of decimal fractions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(1), 8–27. doi: 10.2307/749095
- Roberts, S. M., & Pruitt, E. Z. (2003). *Schools as professional learning communities: Collaborative activities and strategies for professional development*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Russell, D. R. (2002). Looking beyond the interface: Activity theory and distributed learning. In M. R. Lea & K. Nicoll (Eds.), *Distributed learning: Social and cultural approaches to practice* (pp. 64–82). London, England: RoutledgeFalmer.
- Sannino, A. (2008). From talk to action: Experiencing interlocution in developmental interventions. *Mind, Culture, and Activity*, 15(3), 234–257. doi: 10.1080/10749030802186769
- Shkedi, A. (2009). From curriculum guide to classroom practice: Teachers' narratives of curriculum application. *Journal of Curriculum Studies*, 41(6), 833–854. doi: 10.1080/00220270902927030
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Vygotsky, L. S. (1997). Analysis of higher mental functions. In R. W. Rieber (Ed.), *The collected works of L. S. Vygotsky. Volume 4: The history of the development of higher mental functions* (pp. 65–82). New York, NY: Plenum Press.
- Wood, D. R. (2007). Professional learning communities: Teachers, knowledge, and knowing. *Theory into Practice, 46*(4), 281–290. doi: 10.1080/00405840701593865
- Yackel, E., & Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education, 27*(4), 458–477. doi: 10.2307/749877
- Yamagata-Lynch, L. C., & Haudenschild, M. (2009). Using activity systems analysis to identify inner contradictions in teacher professional development. *Teaching and Teacher Education, 25*(3), 507–517. doi: 10.1016/j.tate.2008.09.014

**A Study of the Resisting and Assisting Factors to the Mathematics Curriculum
Transformation for Elementary School Pre-service Teachers —
Drawing on Activity Theory**

Yen-Ting CHEN

Abstract

This study drew on Activity Theory to study the “mathematics curriculum transformation learning community” established by 14 elementary school pre-service teachers. It focused on studying the disturbance phenomenon experienced from the three mediating artefacts — division of labor, rules, and instruments — during the process of the mathematics curriculum transformation, the resistances caused by the disturbances, and the formation of assisting strategies in response to the resistances. The researcher analyzed data collected from dialogic corpora of meetings, field observation data, curriculum teaching plan, and reflective data. Three disturbance phenomena in operation of the learning community were found: (a) from the “division of labor” perspective, members of the learning community were unsuccessful in cooperating as a “jigsaw” to reach consensus on how to complete the curriculum transformation task; (b) from the “rules” perspective, members were unable to reach consensus on establishing a “conventional” norm for the learning community; (c) from the “instruments” perspective, members were diverged on the “function” of meeting. The researcher further analyzed the varying resistances aroused by the three different disturbances, and looked for ways to turn a stumbling block into a stepping stone: in the “division of labor” perspective, substituting “demonstration” for “liberty,” “refutation” for “questions,” “persistence” for “negligence”; in the “rules” perspective, substituting “identification” for “responsibility”; in the “instruments” perspective, substituting “concentration” for “distraction,” “equality” for “prejudice,” and “mirror” for “reflection” — ultimately turning resistances into assistances.

Keywords: mediating artefact; Activity Theory; elementary school pre-service teachers; curriculum transformation; disturbance