

ISSN 2312-7716
DOI 10.6610/TJMT

第 37 卷第 1 期
二〇一六年四月
VOL. 37 NO. 1
April 2016

臺灣數學教師

Taiwan Journal of Mathematics Teachers



國立臺灣師範大學數學系
Department of Mathematics,
National Taiwan Normal University



台灣數學教育學會
Taiwan Association
for Mathematics Education

發行單位 | 國立臺灣師範大學數學系
台灣數學教育學會

編輯委員會

主編	林原宏	國立臺中教育大學數學教育學系
副主編	林碧珍	國立新竹教育大學數理教育研究所
	李源順	臺北市立大學數學系
編輯委員	林素微	國立臺南大學教育學系
(依姓氏筆劃排序)	徐偉民	國立屏東大學科普傳播學系
	秦爾聰	國立彰化師範大學科學教育研究所
	張淑怡	國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系
	張煥泉	苗栗縣頭份鎮信德國民小學
	陳嘉皇	國立臺中教育大學數學教育學系
	楊凱琳	國立臺灣師範大學數學系
	廖惠儀	高雄市大仁國民中學
	劉祥通	國立嘉義大學數理教育研究所
	鄭章華	國家教育研究院
	鍾靜	國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系

地址	臺北市汀州路四段 88 號國立臺灣師範大學數學系 《臺灣數學教師》
電話	886-2-7734-6576
傳真	886-2-2933-2342
電子郵件	tjmtedit@gmail.com
網址	http://tame.tw/forum.php?mod=forumdisplay&fid=74

附 啟

1. 本期刊自 2014 年 35 卷起每年出版二期。
2. 本期刊原名《台灣數學教師(電子)期刊》，自 2014 年 35 卷第 2 期起改名為《臺灣數學教師》。
3. 本期刊電子郵件由自 2015 年 36 卷第 1 期起改為 tjmtedit@gmail.com。

版權所有，轉載刊登本刊文章需先獲得本刊同意，翻印必究

主編的話

本期刊由國立臺灣師範大學數學系與台灣數學教育學會共同發行，本次發行第 37 卷第 1 期，為數學教育研究和教學實務交流的重要園地。本期刊接受各界數學教育研究與教學實務論文，由衷感謝數學教育夥伴共襄盛舉與支持鼓勵，讓數學教育的研究和教學分享，對數學教育現場產生影響，同時彰顯本期刊的重要和特色。

本期論文共有三篇，第一篇是蘇意雯所發表之〈「數學教學實習」課程規畫與實踐之研究〉，探討國小職前教師的數學教學實習課程安排，包括數學教學學理、教案設計與試教、教學觀摩和參與演講等學習過程，值得數學師資培育課程設計參考。第二篇是張琇如所發表之〈合作式數學學習的內、外在動機路徑分析〉，透過這篇國中數學教學的合作學習實驗研究，瞭解教學策略對於學生內在動機和外在動機的影響，這篇論文彰顯數學教學策略與學生動機的影響路徑與關聯。第三篇是庾嘉順所發表〈香港與上海小學數學教育管窺〉，這是一篇來自香港的論文，作者基於香港與上海兩地學生在 PISA 評量的不錯表現，比較香港和上海數學教材的特色，讀者可以細細品味這兩地的數學教材的編排設計思維，並和國內數學教材比較。上述這三篇的研究對象和議題各有不同，也說明數學教育的實務問題相當廣泛。

本期刊能順利出版完成，需衷心感謝兩位副主編及編輯委員會委員的協助，支持鼓勵本期刊的發展與規劃。也非常感謝所有審查委員細心審查論文以及編輯助理辛勞，方能維持本期刊品質，他們對於本期刊的奉獻，是令人敬佩的幕後英雄。尚祈各界先進能繼續支持本期刊，踴躍賜稿以期能擴大數學教育研究與實務交流。

《臺灣數學教師》主編

林原宏 謹誌

臺灣數學教師

第 37 卷 第 1 期

2005 年 3 月創刊

2016 年 4 月出刊

目錄

- | | |
|----------------------------|----|
| 「數學教學實習」課程規畫與實踐之研究
／蘇意雯 | 1 |
| 合作式數學學習的內、外在動機路徑分析
／張琇如 | 13 |
| 香港與上海小學數學教育管窺
／庾嘉順 | 31 |

Taiwan Journal of Mathematics Teachers

Vol. 37 No. 1

First Issue: March 2005

Current Issue: April 2016

CONTENTS

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Designing and Practicing of “Practicum of Mathematics Education” Curriculum
/Yi-Wen Su | 1 |
| The Path Analysis Model of Intrinsic and Extrinsic Motivation in Cooperative and Mathematical Learning Environment
/Hsiu-Ju Chang | 13 |
| Primary Mathematics Education between Hong Kong and Shanghai
/Jia-Shun Yu | 31 |

蘇意雯 (2016)。

「數學教學實習」課程規畫與實踐之研究。

臺灣數學教師, 37 (1), 1-12。

doi: 10.6610/TJMT.20151127.01

「數學教學實習」課程規畫與實踐之研究

蘇意雯¹

¹臺北市立大學數學系

本研究目的旨在探討針對「數學教學實習」課程，安排數學教學相關論文研討、教案設計與試教，教學觀摩以及國小現場實際教學，數學教育專家演講等課程活動之適切性。本研究採問卷調查法，研究發現，大部分學生對此課程規畫給予肯定，研究者也得到「在進行論文研討時，可以採用短講方式，訓練學生表達能力，讓學生能更精簡及統整地向同儕報告論文重點，並針對論文內容，對同學提問，也可以延伸至實際教學的經驗分享與討論，強調數學的基本概念，關注定義的釐清，和演算中常見錯誤的診斷與補救，讓學生能更有所得。」以及「與國小教師協商，增加教學觀摩之次數」，並「延長教學檢討之時間」等反思。

關鍵詞：師資培育；國小；數學教學實習

壹、緒論

一、研究動機與背景

高級中等以下學校及幼稚園教師資格檢定考試，在國民小學類科於民國 103 年起加考數學能力測驗，可見對於國小師資培育，數學能力的精進是不可或缺的。數學能力測驗包含普通數學及數學教材教法，也就是說一個有志將來從事教職的學生，必須利用大學期間，熟悉基礎數學知識以及數學教育相關理論並具有實作的能力。九年一貫及國家教育政策既有的理念，是「要把每一位學生都帶上來」。數學領域的課程綱要（教育部，2008）也提及，在數學教育裡，所強調的是每個學生都有權利要求受到良好的數學訓練，並充分認識重要的數學概念及提昇厚實數學能力。要想達到此目的，培育優良師資正是當務之急。歐用生（1996）以教育行政者的觀點，提出強化教師專業發展的六項途徑，其中第一項便是加強教師的職前教育。如何透過專業知識解決所面對實務問題的能力，是師資培育課程重要的教學目的（徐靜嫻，2013）。教學實習課程的主要目的之一是要讓修習該課程的學生，透過實作的歷程，能夠在教育的實際現場應用先前所學的教育相關知能，不但知道教育是什麼，更懂得如何實踐教育（蔡寬信、楊志穎，2013）。本校數學系有部份學生日後將從事數學教育相關工作，對於已經修完系上所安排的相關數學教育課程，即將於下學期去國小教學現場集中實習三週的大四學生，如何安排上學期之數學教學實習課程，讓學生能整合所學之數學教育相關理論，體驗實際教學現場狀況，並從中反思如何將所學之數學教育相關理論實施於現場教學之中，協助學生連結整合大學所學，是教授本課程之研究者想要了解的課題。

二、研究目的及問題

本研究旨在探討針對「數學教學實習」課程，安排數學教學相關論文研討、教案設計與試教，教學觀摩以及國小現場實際教學，數學教育專家演講等課程活動之適切性，因此研究問題為：學生對於「數學教學實習」課程安排之看法為何？

貳、文獻探討

師資培育課程裡，教學實習處於臨床實務階段，需要學生將理論和實務整合以解決面臨的教學問題。在知識層面，學生已修完大部分課程，具備足夠先備知識（徐靜嫻，2013）。九年一貫數學學習領域中相當強調必須培養「數學溝通能力」，所謂的溝通包括理解與表達兩種能力，數學溝通一方面要能了解別人以書寫、圖形，或口語中所傳遞的數學資訊，另一方面，也要能

以書寫、圖形，或口語的形式，運用精確的數學語言表達自己的意思（教育部，2008）。對於日後想要從事教職的師資生而言，在培養未來學生具備數學溝通能力之前，也應關注自身在此能力上的提升。

周春美和沈健華（2004）認為微試教提供教育學程學生將其學習成效轉換為實際教學能力的機會。此處的微試教所指的是指在同儕面前，進行 15 分鐘自選主題的教學活動。該研究發現，微試教對教育學程學生教學專業化概念發展，以教學法運用及教學技術為主。徐綺穗（2009）認為經由見習，實習學生觀摩到的教學實務面向比較多，可以達成學生廣泛班級經營知識成長的目的。在現場實地教學時，若能結合討論，鼓勵學生藉由對話來進行反思，可以發揮學生之間相互同理、支持的功效，使實習學生能保持正向的學習情緒與動機，另一方面也有助於概念的澄清，藉由腦力激盪來尋求解決問題的對策。

饒見維（1996）將教師劃分為職前師資培育階段（大一至大四）、初任教師導入階段（任教第一年至第四年），以及勝任教師精進階段（任教五至九年）與統整期（任教十年以上）。對於處於不同階段的教師，是否能規劃適當的專業發展活動，幫助教師逐漸邁向專業圓融的境界，正是有待關注的重點。在促進教師專業發展的維度上，反思是相當重要的一環（Jaworski, 1994；Zaslavsky & Leikin, 2004；李源順、林福來，2000；陳美玉，1999；饒見維，1996）。所謂的反思，Dewey（1933）認為包含在其中思考是起因於一個懷疑、猶豫、困惑、心理困難的狀態，以及是一個尋找、搜索、探尋的行動，以便找出能解決懷疑，澄清以及除去困惑的素材。此外，Dewey 也認為對於困惑加以解決的要求，是在反思的整個過程中一個不變以及引領的元素。Jaworski（1998）則認為當教師強調他們教學上困難的問題時，這種想法可以激發他們的教學，產生數學教學的發展。因為這些問題使得他們能夠「深入鑽研自身的目的，而且對於激發他們實作的個人理論也能更明顯的覺察」（p.4）。

教學實習課程通常可分為課室內外兩部分，前者包含教學相關理論與實際的講授、班級經營、教學計畫和教學活動設計、教學錄影帶之評析、相關教育工作者之經驗分享、以各領域為主軸的教學活動設計、模擬試教，至於後者則是參觀教學、至國小短期實習試教（王瑞堦，2006）。由以上之文獻探討，本課程規劃學生在系上研討數學教學相關論文，撰寫教案並安排試教活動，讓學生進行與國小學生數學溝通之模擬，也安排至國小教室觀摩現場教師教學並參加實習，讓學生能整合在系上所學，進行現場實地教學。

參、研究方法

一、研究設計

本論文之研究方法為問卷調查法，所使用之問卷為本校師資培育及職涯發展中心所開發之

4 臺灣數學教師

問卷，每階段的課程實施過後，由修課學生匿名填寫，回答與該次課程設計相關之問題。問卷內容包含封閉式問題及開放式問題，前者是為了方便研究者了解修課學生對該次課程實施之一般性看法。至於開放式問題又稱非限制性問題，各子題要求應答者按自己的語辭，做自由的反應（王文科、王智弘，2007）。本研究之封閉式問題設計分為非常同意、同意、尚可、不同意及非常不同意五種選項，藉以了解學生對該教學活動設計各面向之滿意度。之後的開放式問題主要是詢問學生對於該次課程活動之收穫及幫助，並請學生寫下對該次教學活動設計之建議。藉由問卷的填答，除了提供學生反思課程活動的機會，從學生對開放式問題的回應，教師可以更清楚了解學生的真實想法，也有利於教師於教學之後之反思改進。

二、研究對象

本論文之研究對象為「數學教學實習」課程之修課學生共 12 人。學生在修習本門課程之前，已經修過本系所開設之數學教育概論、數學課程研究、兒童數學概念發展、電腦在數學教育上的應用等數學教育相關課程。本門課程開設於數學系大四上學期，學生修習完本門課程之後，將於大四下學期修習國民小學教學實習課程。

三、研究策略

本課程規畫之教學策略為數學教學相關論文研討、教案設計與試教，教學觀摩以及國小現場實際教學，數學教育專家演講等課程活動，希望藉由學生的回饋資料，檢視這些策略之適切性。課程安排之詳細內容如表 1 所示。

表 1

「數學教學實習」課程規劃表

週次	課程內容	課堂活動
第 1 週	「數學教學實習」之課程目標、上課方式、活動實施注意事項及成績考核說明以及九年一貫數學學習領域課程綱要簡介。	(1)教師講述 (2)全班討論
第 2 週	數學教學相關論文研討。【《臺灣數學教師》期刊 http://tame.tw/forum.php?mod=forumdisplay&fid=74 教學相關論文研討】	(1)同學報告 (2)全班討論 (3)教師總結
第 3 週	數學教學相關論文研討。【《臺灣數學教師》期刊 http://tame.tw/forum.php?mod=forumdisplay&fid=74 教學相關論文研討】	(1)同學報告 (2)全班討論 (3)教師總結
第 4 週	數學教學相關論文研討。【《臺灣數學教師》期刊 http://tame.tw/forum.php?mod=forumdisplay&fid=74 教學相關論文研討】	(1)同學報告 (2)全班討論 (3)教師總結

表 1 (續)

第 5 週	國小數學課程「分數」單元解析	(1)教師引領 (2)全班討論 (3)教師總結
第 6 週	國小課程「分數」單元試教	(1)同學試教 (2)全班討論 (3)教師總結
第 7 週	數學教學相關論文研討。【《臺灣數學教師》期刊 http://tame.tw/forum.php?mod=forumdisplay&fid=74 教學相 關論文研討】	(1)同學報告 (2)全班討論 (3)教師總結
第 8 週	國小課程「分數」單元試教及「公里」單元解析	(1)同學試教 (2)全班討論 (3)教師總結及「公里」單元 解析
第 9 週	國小課程「分數」單元試教及修改試教教案討論	(1)同學試教 (2)全班討論 (3)教師總結
第 10 週	國小現場教學觀摩	觀摩國小教師教學
第 11 週	國小課程「公里」單元試教及修改試教教案討論	(1)同學試教 (2)全班討論 (3)教師總結
第 12 週	國小現場教學實習及討論	(1)教學實習 (2)分享討論
第 13 週	國小現場教學實習及討論	(1)教學實習 (2)分享討論
第 14 週	教學實習釋疑及數學教學相關論文研討【《臺灣數學教師》 期刊 http://tame.tw/forum.php?mod=forumdisplay&fid=74 教 學相關論文研討】	(1)同學報告 (2)全班討論 (3)教師總結
第 15 週	國小數學教學講座及討論 演講主題：國小教師甄試數學科教學應注意事項	(1)聆聽演講 (2)提問討論
第 16 週	國小數學教學講座及討論 演講主題：淺談小學數學課室觀課、議課~小學數學老師 經驗分享	(1)聆聽演講 (2)提問討論
第 17 週	國小數學教學講座及討論 演講主題：國小分數、小數及幾何教學之研討	(1)聆聽演講 (2)提問討論
第 18 週	國小數學教學講座及討論 演講主題：我的班級經營分享	(1)聆聽演講 (2)提問討論

四、資料整理及分析

有關於資料之整理及分析，研究者經由回收之問卷資料，將量化的資料製成統計表，並描述與資料有關之事實。另外質性資料之部分，則於文中忠實呈現。

肆、研究結果

在本節中，研究者將依照數學教學相關論文研討、教案設計與試教，教學觀摩以及國小現場實際教學，數學教育專家演講等課程活動詳細作一闡述。

一、數學教學相關論文研討

有鑑於臺灣純學術研究的數學教育期刊都融入在科學教育期刊中，並沒有獨立出來，《臺灣數學教師》期刊之發刊理念主要是以推廣研究成果給現場教師為宗旨（林福來，2005），希望作為數學教育者溝通交流的平台，同時提供數學教師教學經驗與想法，以及數學教育研究者教學實驗或理念構想相關成果發表的園地（左台益，2014）。為了讓修課學生了解臺灣數學教育之各種面向，本課程安排了此期刊的論文研討，希望藉由其中的實務教學以及數學教育領域之研究，開拓學生之視野。而為強化學生之數學溝通能力，實施方式為每位學生就自己感興趣之議題，搜尋論文加以整理後報告，接著再由全班對於該篇論文進行討論。學生所蒐尋的論文主題包括了數學文字題的閱讀理解、弱勢學生的補救教學、分數表徵教學、方程式解題類型研究、線上Flash測驗評量、運用數常識解路徑問題、探究教學與數學焦慮相關研究，以及跨國教科書之比較研究等等。

在數學教學相關論文研討滿意度問卷調查表中，「我對同學的講述表達方式感到滿意」此問題同意和非常同意的比例合計為100%，在各項比例中為最高。在「同學的表達清楚明確」與「研討流程順暢」也有91.6%的比例，如表2所示。在質性回饋上，大部分的學生也都對此研討活動表示滿意，認為「增加理論方面的知識。」、「了解台灣與其他國家的數學發展。」、「了解很多種教學方法以及學生思維。」、「了解各方面的數學教學所運用的教學策略。」、「提升數學教學知能。」、「增進自己表達能力。」等收穫。

表 2

數學教學相關論文研討滿意度問卷調查表

	非常 同意	同意	尚可	不同意	非常 不同意
1. 數學教學相關論文研討活動能讓我感到很有興趣	25.0%	33.3%	41.7%	0.0%	0.0%
2. 同學的表達清楚明確	33.3%	58.3%	8.3%	0.0%	0.0%
3. 研討流程順暢	58.3%	33.3%	8.3%	0.0%	0.0%

表 2 (續)

4. 數學教學相關論文研討的活動內容實用豐富	41.7%	50.0%	8.3%	0.0%	0.0%
5. 我對同學的講述表達方式感到滿意	33.3%	66.7%	0.0%	0.0%	0.0%
6. 數學教學相關論文研討能增進我了解教學場域	41.7%	50.0%	8.3%	0.0%	0.0%
7. 數學教學相關論文研討對提升我的實務教學知能有所幫助	33.3%	41.7%	25.0%	0.0%	0.0%
8. 我對數學教學相關論文研討活動整體感到滿意	41.7%	50.0%	8.3%	0.0%	0.0%

二、教案設計與試教

本課程目標之一是讓學生能整合之前所修數學教育課程，規劃、準備及尋找課程資料及教具，進行教學設計，完成教案之撰寫。由於合作之國小所提供實習班級為三年級 10 個班和四年級 2 個班，因此隨著本研究課程活動之進行，學生也分別依照國小之進度，完成各自之「分數」教案及「公里」教案，並在班級試教過後，教學實習之前，將教案加以多次修正。在班級試教滿意度問卷調查表中，大部分學生皆表示滿意，其中對於「參加試教活動能增進我了解教學場域」的問題有 66.7% 的比例表示非常同意，佔各項的比例中為最高。而在「參加試教活動對提升我的實務教學知能有所幫助」也有 58.3% 表示非常同意，如表 3 所示。

從課程安排之質性調查回饋中，發現在班級進行試教活動的安排上，所有的修課學生都認為此活動能增進他們了解教學場域，大部份學生也對此活動整體感到滿意，從試教中體驗數學教學所需之相關知能。學生認為「可以從別人的眼中，知道自己的優缺點，進而加以改進。」、「能確切的修正自己在教案中，不足之處。」，以及「從教學現場中發現許多平常不會注意到的地方。」等正面回應。不過學生也提出「建議準備攝影機將試教過程錄下來。」，以及「可以先去自己班上觀摩一次老師的教學方式或是看一下學生的上課反應來設計課程會比較好。」等建議，這是日後在執行本課程時，教師可以先行安排之處。

表 3

班級試教滿意度問卷調查表

	非常 同意	同意	尚可	不同意	非常 不同意
--	----------	----	----	-----	-----------

表 3 (續)

1. 試教活動能讓我感到很有興趣	33.3%	41.7%	25.0%	0.0%	0.0%
2. 參加試教活動能增進我了解教學場域	66.7%	33.3%	0.0%	0.0%	0.0%
3. 參加試教活動對提升我的實務教學知能有所幫助	58.3%	33.3%	8.3%	0.0%	0.0%
4. 我對試教活動整體感到滿意	33.3%	58.3%	8.3%	0.0%	0.0%

三、教學觀摩

本課程規劃學生赴國小現場，觀摩國小教師教學，主要目的是希望藉由進入國小班級現場，學生能瞭解班級狀況及教師教學、帶班方式，有利於之後的教學實習。在教學觀摩滿意度問卷調查表中，全部同學皆對此教學觀摩活動的各項問題表示非常同意與同意，其中對於「**參加教學觀摩對提升我的實務教學知能有所幫助**」此項，有 83.3% 的比例表示非常同意，在各項的比例中最高。另外，對於「**主講人員主題表達清楚明確**」、「**授課流程順暢**」以及「**參加教學觀摩能增進我了解教學場域**」等項，表示非常同意的比例也有 75.0%，如表 4 所示。

表 4

教學觀摩滿意度問卷調查表

	非常 同意	同意	尚可	不同意	非常 不同意
1. 教學觀摩主題能讓我感到很有興趣	33.3%	66.7%	0.0%	0.0%	0.0%
2. 主講人員主題表達清楚明確	75.0%	25.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3. 授課流程順暢	75.0%	25.0%	0.0%	0.0%	0.0%
4. 教學觀摩內容實用豐富	50.0%	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5. 我對主講人員的講述表達方式感到滿意	66.7%	33.3%	0.0%	0.0%	0.0%
6. 參加教學觀摩能增進我了解教學場域	75.0%	25.0%	0.0%	0.0%	0.0%

表 4 (續)

7. 參加教學觀摩對提升我的實務教學知能有所幫助	83.3%	16.7%	0.0%	0.0%	0.0%
8. 我對教學觀摩整體感到滿意	66.7%	33.3%	0.0%	0.0%	0.0%

關於這項活動規劃，在質性回饋中全部同學都給予正面的肯定，主要是認為教學觀摩能讓他們更加了解教學現場，例如「了解學生大約程度，老師班級經營的模式。」、「看見老師如何和學生互動、轉折場、管理平時學生上課的情緒以及學生相處的默契、老師教學方式主動是如何。」、「最大的方向是給學生去思考、去討論、去發表。」等等。

四、數學教學實習活動

數學教學實習活動的安排，主要是讓同學體驗實際教學現場狀況，反思如何將所學之數學教育相關理論實施於現場教學之中，協助學生連結大學所學及體驗教學實際現場。數學教學實習活動進行之時間為週三上午三節課，在實習學生上課時，其餘學生就該生的教學展現填寫本校師培中心設計之觀課單，研究者並延請該班導師在實習學生上完課後之下課時間就該生之實習內容提出建議。之後全體學生利用第四節課，對於當天上午參加教學實習的同學之表現進行討論，提出建議。實習學生本身也就學校教師和修課同學所給予的意見，進行反思與調整。對於這項活動安排，從國小數學教學實習活動滿意度問卷調查表中可以發現，所有的修課同學咸認為內容實用豐富，能增進了解教學場域，對提升實務教學知能有所幫助，也對實習活動整體感到滿意，只有在「數學教學實習活動能讓我感到很有興趣」此項目中，16.6% 的比例表示尚可。非常同意「數學教學實習活動對提升我的實務教學知能有所幫助」的學生高達 91.7%，如表 5 所示。

表 5

國小數學教學實習活動滿意度問卷調查表

	非常同意	同意	尚可	不同意	非常不同意
1. 數學教學實習活動能讓我感到很有興趣	41.7%	41.7%	16.6%	0.0%	0.0%
2. 數學教學實習活動內容實用豐富	66.7%	33.3%	0.0%	0.0%	0.0%
3. 數學教學實習活動能增進我了解教學場域	83.3%	16.7%	0.0%	0.0%	0.0%

表 5 (續)

4. 數學教學實習活動對提升我的實務教學知能有所幫助	91.7%	8.3%	0.0%	0.0%	0.0%
5. 我對數學教學實習活動整體感到滿意	66.7%	33.3%	0.0%	0.0%	0.0%

學生也認為透過這樣的經驗，可以「對班級經營、教學的現場有多一點的認識。」、「訓練應變能力，對課程內容的掌握度。」、「教學目標的分析，實際現場的掌握。」，以及「老師針對我個人的教學提出建言，有效提升我的教學能力。」

五、專家演講

規劃專家演講的目的，主要是希望學生能了解到實際現場教學可能會面臨的狀況以及準備教檢、教甄應該要注意的事項。本課程安排了四場演講，主題分別為「國小教師甄試數學科教學應注意事項」、「淺談小學數學課室觀課、議課~小學數學老師經驗分享」、「國小分數、小數及幾何教學之研討」以及「我的班級經營分享」。在講座活動滿意度問卷調查表中，大部分學生皆對此講座活動的各項問題表示非常同意與同意。其中在「活動內容實用豐富」的問題中非常同意的比例為 72.7%，在各項目中的比例為最高。至於「我對講師的講述表達方式感到滿意」以及「演講流程順暢」的項目也有 68.0% 和 67.0% 的比例表示非常同意，如表 6 所示。

在質性回饋上，對於「之後若有講座活動，請問您最想聆聽的主題為何？」之開放性問題，學生也表達了日後想要聆聽寫教案的技巧、教檢相關、班級經營、親師互動與溝通、小學生錯誤解題之迷思概念等相關主題的意見。

表 6

講座活動滿意度問卷調查表

	非常 同意	同意	尚可	不同意	非常 不同意
1. 演講主題能讓我感到很有興趣	54.6%	28.7%	16.7%	0.0%	0.0%
2. 講師主題表達清楚明確	65.6%	28.8%	2.5%	3.1%	0.0%
3. 演講流程順暢	67.0%	26.7%	6.3%	0.0%	0.0%
4. 活動內容實用豐富	72.7%	18.6%	8.7%	0.0%	0.0%

表 6 (續)

5. 我對講師的講述表達方式感到滿意	68.0%	23.3%	5.6%	0.0%	3.1%
6. 參加本活動能增進我了解教學場域	64.7%	26.9%	8.4%	0.0%	0.0%
7. 參加本活動對提升我的實務教學知能有所幫助	64.7%	29.1%	3.1%	3.1%	0.0%
8. 我對本活動整體感到滿意	64.9%	28.9%	3.1%	0.0%	3.1%

伍、結論與反思

在本課程各項活動問卷調查表的共同選項裡，對於「活動能讓我感到有興趣」的回應中，教學觀摩活動在非常同意與同意的比例達 100%，而最低 58.3%則是在數學教學相關論文研討活動。在「能增進我了解教學場域」的選項中，非常同意與同意的比例在班級試教、教學觀摩與國小數學教學實習活動皆為 100%，而較低之數學教學相關論文研討活動及講座活動，也都達九成以上。在「對提升我的實務教學知能有所幫助」的選項中，非常同意與同意的比例在教學觀摩與國小數學教學實習活動皆為 100%，而最低 75%則在數學教學相關論文研討活動。在「對整體感到滿意」的選項中，非常同意與同意的比例在教學觀摩與國小數學教學實習活動最高，兩者皆達 100%，較低之數學教學相關論文研討活動及班級試教的活動，也都達九成以上。可見對於課程活動的安排，獲得多數學生正面之回饋，也就是從研究結果所獲得之結論如下：**大部分學生肯定「數學教學實習」課程之安排。**

在數學教學相關論文研討上，雖然大部分的學生都對此研討活動表示滿意，但是只有不到六成學生對此活動安排感興趣。研究者反思日後在進行研討時，可以採用短講方式，訓練學生表達能力，讓學生能更精簡及統整地向同儕報告論文重點，並針對論文內容，對同學提問，也可以延伸至實際教學的經驗分享與討論，強調數學的基本概念，關注定義的釐清，以及演算中常見錯誤的診斷與補救，讓學生能更有所得。此外在課程安排上也可與國小教師協商，增加教學觀摩之次數，並延長教學檢討之時間。

本研究針對「數學教學實習」課程，提出數學教學相關論文研討、教案設計與試教，教學觀摩以及國小現場實際教學，數學教育專家演講等課程活動安排，並檢視其適切性，希望藉由此次課程設計與數學教育先進分享，以收拋磚引玉之效，讓數學教師的職前訓練更為紮實且豐富。

參考文獻

- 王文科、王智弘 (2007)。教育研究法。臺北：五南。
- 王瑞堦 (2006)。教學實習課程中教學實際突破與省思之行動研究。國民教育研究學報, 16, 1-26。
- 左台益 (2014)。主編的話。臺灣數學教師, 35 (2)。
- 李源順、林福來 (2000)。數學教師的專業成長：教學多元化。師大學報科學教育類, 45 (1), 1-25。doi: 10.6300/JNTNU.2000.45(1).01
- 周春美、沈健華 (2004)。教育學程學生發展教學專業化概念之行動研究：以微試教為例。教育科學期刊, 4 (1), 52-77。
- 林福來 (2005)。台灣數學教師 (電子) 期刊序。台灣數學教師 (電子) 期刊, 1, 1。doi: 10.6610/ETJMT.20050301.01
- 徐綺穗 (2009)。學生反思內涵的分析及其對教學實習課程的啟示。教育研究與發展期刊, 5(1), 35-58。
- 徐靜嫻 (2013)。PBL 融入師資培育教學實習課程之個案研究。教育科學研究期刊, 58 (2), 91-121。doi: 10.3966/2073753X2013065802004
- 教育部 (2008)。國民中小學九年一貫課程綱要。臺北：作者。
- 陳美玉 (1999)。教師專業學習與發展。臺北：師大書苑。
- 蔡寬信、楊志穎 (2013)。透過專業發展學校落實職前「教學實習」課程。臺灣教育評論月刊, 2 (4), 56-62。
- 歐用生 (1996)。教師專業成長。臺北：師大書苑。
- 饒見維 (1996)。教師專業成長—理論與實務。臺北：五南。doi: 10.6199/NTULJ.1996.25.02.08
- Dewey, J. (1933). *How we think*. London: D.C. Heath and Co.
- Jaworski, B. (1994). *Investigating mathematics teaching: A constructivist enquiry*. London: Routledge Falmer.
- Jaworski, B. (1998). Mathematics teacher research: Process, practice and the development of teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 1, 3-31. doi: 10.1023/A:1009903013682
- Zaslavsky, O., & Leikin, R. (2004). Professional development of mathematics teacher educators: Growth through practice. *Journal of Mathematics teacher Education*, 7, 5-32. doi: 10.1023/B:JMTE.0000009971.13834.e1

張琇如 (2016)。
合作式數學學習的內、外在動機路徑分析。
臺灣數學教師，37 (1)，13-30。
doi: 10.6610/TJMT.20160126.01

合作式數學學習的內、外在動機路徑分析

張琇如¹

¹新北市樹林高中國中部教師

本研究目的旨在探討教學成敗的核心因素－學習者的內在動機與外在動機，透過在數學合作學習上的路徑分析，突顯學習者的動機在教學策略的重要性。實驗對象是國中一年級的學習者，學習內容則是在一元一次方程式的數學課程，課堂布置是在合作學習的情境中。本研究將探討教學策略的操弄影響學習的內在與外在動機之可能因素，瞭解在合作學習的情境中，有哪些構念可以激勵學習者的學習動機，並藉由構念間的路徑分析，希望提供教學者與學習者在教學上相關有效之激勵策略，企圖正面提升學生的學習動機，使學習者更樂於投入學習活動。

關鍵詞：內在動機；外在動機；合作學習；動機綜效；路徑分析模式

壹、緒論

一、研究動機與背景

在一般的教學與學習環境中，常常都是由教學者主導整個教學與學習的流程，在學習與教學效能上的考量，動機的引發往往透過教學者所設定目標的內在心理歷程而鋪設。然而，就當前的數學課程而言，普遍存在著學習者被動、消極、甚或無意願的態度參與著教學者所用心設計的數學課程。國科會新聞稿（2005）指出 TIMSS 2003 大型國際測試，我國學習數學自信指標（Index of Students' Self-Confidence in Learning Mathematics，簡稱 SCM），僅 41% 學生達高自信指標，低於國際平均百分比。根據臺灣 PISA 2012 結果報告，OECD 國家平均學習數學內在動機指標每一個單位的改變所造成的數學成績差異達 19 分。臺灣學生平均對於數學學習內在動機每改變一個單位，成績的差異幅度則高達 40 分，突顯數學內在動機對學習成就影響力。同時，師大數學教育中心為了學習數學準備不足之學生，希望藉由數學奠基活動模組開發，數學活動師培訓，好好玩數學研習營，數學義診師，並與數學輔導團、數學亮點基地學校結合，以利於奠立學習數學的意願與興趣，所以提出就是要學好數學（JUST DO MATH），以具體的協助學習數學準備不足之學生學習數學，期待每位學生都能成功的學習數學。由此可見，學習成效與教學的活動設計息息相關，相互影響。學習者參與的意願與態度，往往足以影響或主導教學與學習效能，由此引發學習者正向學習動機的意願、態度、維護與持續便相對的重要。在學習與教學效能上的考量，學習動機的引發單單透過教學者所設定目標與策略而鋪設，則學習效果就該與教學策略高度相關。然而，學習者的動機不全然可以藉由教師對教學的操弄而產生，再者學習動機的存在，往往與學習者本身的特質、技巧與相關的學習經驗不同而有所差異。其中，若學習者具有動機完成一項特定任務，這動機可能源自於學習者本的好奇、興趣或是由於對任務本身所帶來的成就感或喜悅所產生；但是，也有可能來自於老師、同儕、父母或相關學習的重要他人期許、壓力或相關的外在酬償而產生學習動機。所以，教學方式的改變，不足以代表教學效果的必然提升；相同的，學習方式的改變，自然也不代表學習成效的全然提升。再者，在大多數的合作學習情境中，學習者的動機與意願是成功與失敗的根本，也代表著良好合作學習的潛在資源。所以，本研究將檢視在合作學習課堂內，透過組間成就平等與組內適性組合的設計，在課堂中透過分組競賽，讓各組在得分策略與能力水準上產生交互作用。企圖激勵高成就的策略領導與教學主導，並激發低成就學生的學習與參與意願，提升相互倚賴與需求的縝密合作關係。換言之，透過組內的適性分組與組間的競爭壓力，自然地，讓組內共同形成最佳的得分策略為：1)高學習成就者，成為組內的重要教學者與得分策略的領導者；2)低學習成就者，成為組間競賽的最佳得分者，與得分策略的執行者。讓高成就者與低成就者在教與學的供需上，

更為積極而有效的結合，對於合作與參與的意願，也因此而大為提升並樂此不疲。這些互動關係是存在於教學者可操弄的部分，且為教學者所樂見，最後，再對這些因素的構念進行路徑分析，期待提供教學者可能而有效的動機激勵策略，正面提升學生的學習動機，使學習者更主動而有意願的投入於學習活動中。並提供教學者將原本熟悉關注於單一互動關係的結果導向，轉換拓展成為關注存在真實情境中多維度互動關係的過程導向。

貳、文獻探討與研究目的

一、合作學習

隨著合作學習的推廣，創造了以「分組合作學習」為基礎的環境。其主要目的在於改變長期以來，由教師單向式的講述、學生被動式的聽講，而轉變成「以學生為中心」的教學模式，讓學生積極主動參與學習，企圖提升教學與學習效能。在過去常見的合作學習法，如：共同學習法（Learning Together, LT）、小組遊戲競賽法（Team-Games-Tournaments, TGT）、團體探究法（Group Investigation, GI）、拼圖法（Jigsaw Procedure）、學生小組成就區分法（Student Teams Achievement Divisions, STAD）、小組加速學習法（Team Accelerated Instruction, TAI）...等等，而每種合作學習法均有其特點、教學流程與適用情境。隨著課程綱要與學習內容日漸的改變，教師也了解依靠傳統的合作學習法，不足以保證教學的成功。在大多數的合作學習情境中，學習者的動機與意願是成功與失敗的根本，也代表著合作學習的優勢潛在來源。儘管目前的合作學習已致力於改善教學與學習的互動程序與關係，然而教學中鮮有或沒有考慮多維度的互動關係（師與生；生與生；組與組；組內互動與組外互動；內在動機與外在動機）。所以，如何將原本關注的單一互動關係，轉換成為關注真實情境中，所存在的多維度的互動關係，將是合作教學情境中所要面臨的挑戰。所以 Strijbos 和 Fischer(2007)也建議，從結果導向(outcome-oriented, individual and group learning)到過程導向(process-oriented, interaction, motivation, and organization)的混和研究。學者們(Johnson and Johnson, 2002)強調整合、競爭與個別學習的結合，並提出合作基本元素，1)正面積極相互依賴(positive interdependence)包含籌償的參與(joint rewards)、支援的分配(divided resources)、與角色的互補(complementary roles)。2)個人化責任績效(Individual Accountability)在合作學習中，視組員為學習共同體，協助、支持與鼓勵特定組員完成任務。3)面對面的激勵互動(Face-To-Face Promotive Interaction)激勵互動的過程是指組員間的鼓勵與激勵，去完成群組的任務；4)小組合作技巧(interpersonal and small-groups skills)；5)團體歷程(group processing)。正面的相互依賴可以透過參與身分的認定(identity interdependence)與空間環境的設定(environmental interdependence)產生，文獻中卻未探討成員特質、激勵策略、得分策略與空間環境的研究，可以有助於增強組內成員正面、積

極的相互依賴。另一方面，文獻中指出，為確保每位組員有參與、增強和貢獻，避免搭便車（hitch-hike）的效應下，提出共同效能中仍應有獨顯個別效能的功能，以避免低估組員的貢獻，本實驗提供高成就低得分、低成就高得分的計分方式與空間環境的設定，試圖一方面藉由組長教導同組相對認知弱勢的組員，提升個人績效責任，同時藉由計分策略提升組員間的積極的角色互補、籌償參與、相互依賴的成就關係；高學習成就者→組內關鍵的教學者與策略的領導者。低學習成就者→組間競賽的最佳得分者與策略的執行者。讓高學習成就者願意與低學習成就者溝通，並挑戰自我的教學方式必需為低學習成就者所能了解的方式教學，讓低學習成就者有能力上台解題或講解，所以，高、低學習成就者在教、學與得分的供需上，成為互補的角色，可以更積極而有效的結合，對於合作與參與的意願大幅提升。此外，高、低學習成就者在籌償參與都扮演關鍵且重要的角色，在相互教學與競賽得分的依賴性有增無減，組間觀摩與競賽下，使得組內的關係更加緊密。其次，若能了解內在動機與外在動機的多維度互動關係，對於個人和群組合作具關鍵性的影響，將有助於未來合作活動的進行，並縮短合作互動的時程，提升合作學習的績效。

二、動機

學者(Deci, 1972)把動機分為外在動機(extrinsic motivation)和內在動機(intrinsic motivation)兩種。學者們(Amabile, Hill, Hennessey, & Tighe, 1994; Deci, 1971, 1975; Deci, Koestner & Ryan 1999; Gagne' & Deci, 2005; Ryan & Deci, 2000)認為內在動機是源自於對於工作或任務的喜愛沉溺與好奇。也就是內在動機是指個體在沒有外在獎賞(extrinsic reward)的情況下，個人仍能自願從事某一項工作或活動，並能從此項工作或活動中獲得滿足、喜悅、樂趣、勝任感或成就感，便是「內在動機」。學者 Amabile (1993)指出內在動機是個人從工作中產的內在價值。當個體由內在自發性的去找尋樂趣、興趣、好奇、滿意度或形成對自我任務的挑戰。另一個向度，外在動機則是當個體從事工作時，是為了去獲取在工作以外的目的，而非與工作相關的內容時，就是外在動機。所以內在動機是指個體自己由內在而發出的企圖；個體在某種活動過程中獲得滿足與喜悅感後，這種喜悅與滿足感會促使個體繼續或加強此種活動進行的內在動力，例如當個人解數學題時，發現解題的過程與解出問題的過程中，學習者會因解題而產生滿意和喜悅感，將更促使他繼續加深或加廣對數學解題的動力，由此內在動機是內發而外顯的，不是外在誘因的展現。布魯納主張教學過程應重視學生的內在動機。教師在引導學生的認知活動時，應使學生免於受到外在酬賞和獎賞的直接控制。學者 Deci 也提到外在動機會損害到內在動機。學習的過程可藉由外在的酬賞轉向內在的喜悅、滿足或挑戰，使學生養成自動自發的態度。使學習成為自我決定的導向，而非以外在酬賞或誘因為導向。布魯納(J.S. Bruner)在教學理論中，特別強調內在動機對教學及學習的影響；他認為內在動機包括好奇心、成就動機、認同感及互惠感。

好奇心：內在動機的初始值是個人一種心理滿足的感覺。學生的好奇心與興趣也是潛藏的創造力（Csikszentmihalyi, 1996; Amabile & Mueller, 2007），因此教師教學時，宜設計活潑而新奇課程，以引發學生的學習動機。從中獲得內心的喜悅，而非來自社會讚賞及外在的增強。認同感，是個體成為楷模或模仿的對象；讓學生思考，形成其價值意識，促進學習及認知。互惠感：是人與生俱來的與別人交往溝通的心理傾向；互惠感促進學生與人合作及溝通能力。此外學者Csikszentmihalyi（1975, 1978）提出心流（flow）指出當學習者深度的投入在工作中。Deci也指出自我決定與自我能力不能產生內在動機，除非個體對目標工作產生某種程度的興趣，喜歡再繼續做這些活動，便是得到內在酬賞。因此教師應重視學生的合作及互動的學習關係，以增進其學習效果。就內在動機而言，1)在挑戰性上，高學習成就者挑戰組內教學者與組間策略的領導者；低學習成就者，挑戰組內得分者與組間演示或解說者，也就是組間競賽的最佳得分者與策略的執行者。問卷試題為（1）我很願意專心去探索一個全新的數學問題。（2）我的喜歡嘗試解決複雜的數學問題。數學問題越是複雜，我越是喜歡去解決。（3）我會經常在上課時，動腦筋思考。我很願意挑戰自己，講解數學給同學聽。2)在喜悅上，高學習成就者從低學習成就者，能了解教學內容並嘗試演示與講解，得到因教學與領導策略的成功下，得到的肯定與喜悅。低學習成就者從學習中理解並嘗試演示與講解，得到因講解或演示數學給同學聽的成功下，得到的肯定與喜悅。問卷試題為（1）我希望了解自己可以有多棒在我的數學學習上。（2）我喜歡為了自己去學習數學。（3）對我來說，學習數學的關鍵是我喜歡數學。（4）對我來說，可以有一個自我表現數學能力的管道，是重要的。就外在動機而言，外在誘因的問卷試題有（1）我經常感受到同學給我的支持或鼓勵。（2）當我上台講解都會受到支持或鼓勵。（3）我喜歡自己的講解被認同。（4）我很願意幫助別人解決數學問題。（5）我喜歡上台解講數學問題。外在補償的問卷試題有（1）我通常上台講解都講對。（2）我跟同學在數學討論上的感情很親近。（2）我跟數學老師的互動很密切。（3）我常能感受到數學老師與同學對我的關心。（4）我上台講解是為了幫小組得分。

三、動機綜效（Motivational synergy）

動機綜效（Amabile, 1993）是指內在動機與外在動機的互動，個體在概念化的過程中，某些特定的外在動機會綜合內在動機形成特定的效果，尤以在高內動機的初始階段，動機綜效最容易顯現。而這樣的動機綜效可使個體有高層次的效能與滿意度。在教學與學習上，學習者的學習動機往往影響著學習效果，所以學習者的學習動機將成為影響教學成效的核心因素。缺乏學習動機的學習者在學習上，往往付出較少的心力在學習上呈現低投入、低效能、低滿意度，甚至呈現事不關己的漠視學習的冷漠，無感現象。由此，可能產生較差的學習效果。在另一面對動機被激發的學習者而言，則呈現創意、多產、高效能、高投入、高滿意度、持續力強的學

習狀況。由 Amabile, Hill, Hennessey, & Tighe (1994) 所開發的動機問卷，工作效能問卷 (Work Preference Inventory, WPI)，包含兩個內在動機的量表 (Challenge and Enjoyment) 與兩個外在動機的量表 (Recognition and Compensation)。又 Deci 和 Ryan (1985) 在自我決定論 (Self-Determination Theory, SDT) 中，提出不同形式的動機是建構在不同的理由和目標下以形塑出特定的行動，由這些學者提出點可推論內、外在動機可能存在著某種交互影響的關係，而外在動機並非一定對創造力有害 (Eisenberger and Cameron, 1996)。外在強加的力量可能減少內在興趣、降低工作品質 (Amabile 1985; Amabile, DeJong & Lepper, 1976; Amabile et al., 1994)。Amabile 等學者所發的工作效能量表是直接存取內在動機與外在動機。工作效能問卷主要是偵測內在動機與外在動機的個別差異。Amabile, Hill, Hennessey, & Tighe (1994) 工作效能量表下所欲偵測的主構念內在動機與外在動機構念，內在動機構念下的子構念為自我決定性 (選擇的偏好與自主性)、能力構念 (精通導向和挑戰喜好)、工作的投入 (工作專心投入與工作心流)、好奇心 (複雜度的喜好) 及興趣 (喜悅與有趣)。工作效能量表下所欲偵測的外在動機構念下的子構念有關價值衡量程度、再認知、關切競爭程度與金錢或有形的外在酬賞。也就是內在動機而言，主要的構念為偵測個體自我決定 (self-determination)、能力 (competence)、工作投入 (task involvement)、好奇心 (curiosity)、喜悅 (enjoyment) 和興趣 (interest)。而問卷中的外在動機主要偵測受試者的競爭力 (competition)、評價 (evaluation)、再認知 (recognition)、金錢 (money)、明確的獎賞 (tangible incentive) 或是相關的重要關係人的影響。高、低學習成就者在籌償參與都扮演關鍵且重要的角色，在相互教學與競賽得分的依賴性有增無減，組間觀摩與競賽下，使得組內的關係更加緊密。高、低學習成就者在教、學與得分的供需上，成為互補的角色，可以更積極而有效的結合，對於合作與參與的意願大幅提升，期待有利於內、外在動機的激發、互動與延續。

四、研究目的

研究目的旨在尋找合作式學習情境下，教學者可能、有效的動機激勵策略，探討學習者的內在動機與外在動機在數學合作學習上的路徑分析並呈現動機綜效。合作式學習因素下，所形塑的構念及各個構念間的路徑分析，提供因素與構念間以及構念與構念間的相關。所以本研究提出以下假設： H_1 ：緊張與壓力與以下三個構念 1) 興趣與喜歡，2) 感知理解能力，3) 努力與重要性，有負向顯著的影響。 H_2 ：內在挑戰對 1) 內在喜歡，2) 外在誘因，3) 外在補償有正向顯著的影響。 H_3 ：外在誘因對外在補償有正向顯著的影響。 H_4 ：外在誘因對內在喜歡有負向顯著的影響。

參、研究方法

本研究採用 PLS-SEM (partial least squares structural equation modeling)，分析潛在變項之間的因果模型 (causal model)。PLS 的特點有：1)能處理多個依變項與自變項；2)能處理共線性問題，在嚴重多重共線性的條件下進行迴歸建模；3)穩固韌性 (robust) 的處理干擾；4)投入反應變項對潛在變項有很強的預測能力；5)可以同時處理反應性指標 (reflective indicator) 和形成性指標 (formative indicator)；6)適用於小樣本，允許在樣本點個數少於變量個數的條件下進行迴歸建模；7)不受資料分配的限制。

本實驗的設計是透過參與身分的認定與空間環境的設定，企圖產生正面的相互依賴。實驗對象是國中一年級的學習者，班級學生 28 人，沒有預試的實施，雙層次 (組內與組間) 分組設計，在組內設計上，採取異質分組，一組 4 人 (組長，L_1、副組長，L_2、組員一，L_3、組員二，L_4，認知成就表現由高到低)，組內的互動小組主要分派原則以認知表現為主，以學習風格與討論方式為輔，嘗試進行適性分組，期待提昇小組互動的意願、耐性、熱誠與主動性，在組內設計的用意則是考量成員間溝通與互動的意願，所以將組長，L_1 與組員一，L_3 相鄰而坐，而非組長，L_1 與組員二，L_4，期待組內成員座位的分派是在較低的認知落差的狀況下，搭配形成溝通和討論的組內的互動小組。每組組內有 4 種得分機會，分別是 1~4 分 (組長_1 分、副組長_2 分、組員一_3 分、組員二_4 分)，其中**高成就低得分的計分方式**用意在以計分策略，激勵組內合作的意願、耐性、熱誠與主動性，亦即在認知與技能的競賽中，有情意關懷的培養；在組間設計上，依照認知表現將學習者分成四大區塊 (1~7, L_1；8~14, L_2；15~21, L_3；22~28, L_4)，每一區塊有七人，再依照 $0.6 \times \text{學習風格} + 0.4 \times \text{討論方式}$ ，進行四大區塊的成員配對成 7 組。如此分派下，各組間成員的認知表現接近相等，以符合組間競賽的公平性，而組內成員有著特定程度的相似性，期待促進組內成員的合作與討論。七組的位置排列成蝴蝶狀的雙八字型，如圖 1。在組間設計的用意上，一方面在與傳統長方形位置的擺設做出差異化設計，提升學習空間新鮮感；一方面利用座位的視角，提升學習互動的機會。利用座位的視角，不僅僅可以將學習空間聚焦於前方、中間位置，也利用座位的視角，提升組員觀察與學習各組活動的機會與空間，提高組間的觀察學習、競爭性與互動性。

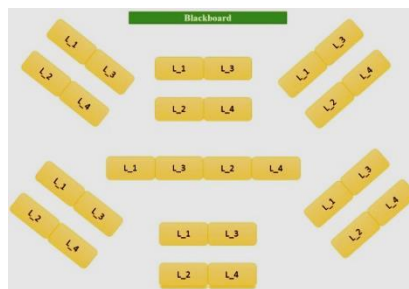


圖 1 分組合作教學中組內與組間的相對位置

學習內容則是在一元一次方程式的數學課程，課堂布置是在合作學習的情境中。學習者透過分組競賽，如圖 2 的一題各表，與圖 3 的派員解說自己構想的故事。

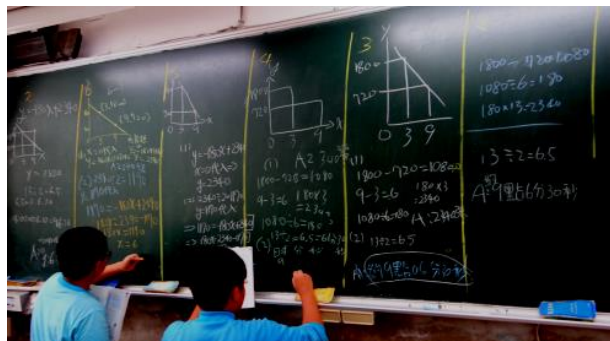


圖 2 學習者的一題各表



圖 3 組員解說自己構想的解題故事

本研究將探討影響合作學習下內在與外在動機的可能因素，瞭解在合作學習的情境中，有哪些構念可以激勵學習者的學習動機，並藉由構念間的路徑分析，希望提供教學者可能、有效的激勵策略，正面提升學生的學習動機，使學習者更加投入於學習活動。



圖 4 有效激勵策略，正面提升學生的學習動機

由此，我們不僅僅探討在合作式學習的情境下，有哪些可能影響內外動機的因素，我們也將探討在這些因素下，所形塑的構念及各個構念間的路徑分析，提供因素與構念間以及構念

與構念間的相關。期盼在路徑分析下，提供在教學上的建議，可以形塑成教學策略的參考。

實驗一：數學內在動機的量表

數學內在動機的量表是修改自 McAuley, Duncan, & Tammen (1989) 的 Intrinsic Motivation Inventory in a competitive sport setting, 這份問卷是引用 Intrinsic Motivation Inventory (IMI, 2015) 將原問卷改以運動項目的做驗證性因素分析的實證研究，本實驗的問卷雖將運動項目修改為數學的問卷但修改後也有良好的信、效度。

資料分析：問卷的的構念有 1)興趣與喜歡 (Interest-enjoyment); 2)感知理解能力 (Perceive competence); 3)努力與重要性 (Effort-importance); 4)緊張與壓力 (Tension-pressure);

表 1

數學內在動機的量表構念的信效度

	AVE	Composite Reliability	R Square	Cronbachs Alpha	Redundancy	Discriminant validity
努力與重要性	0.611261	0.860712	0.612293	0.783513	0.360591	0.781831823
感知理解能力	0.77919	0.94614	0.771753	0.928257	0.595424	0.882717395
緊張與壓力	0.873225	0.932318		0.855339		0.934465088
興趣與喜歡	0.706965	0.921997	0.626702	0.891916	0.434237	0.840812107

其中數學的內在動機，興趣與喜歡構念的 Cronbach's Alpha 值為 0.89；感知理解能力構念的 Cronbach's Alpha 值為 0.92；努力與重要性構念的 Cronbach's Alpha 值為 0.78 組合信度 0.86；緊張與壓力的構念的 Cronbach's Alpha 值為 0.77。在問卷效度上採用建構效度，包含收斂 (convergent) 效度與區別 (discriminant) 效度兩種 (Fornell and Larcker, 1981)。收斂效度的分析採用潛在變項組合信度 (composite reliability, CR)，建議值為 0.6 以上與潛在變項平均解釋變異量 (average variance extracted; AVE)，建議值為 0.5 以上；如表 1 顯示，本研究模式各個潛在變項的 CR 及 AVE 值皆在標準值以上，表示本研究具有良好的收斂效度。區別效度為構念的 AVE 值的平方根要大於與其他構面間的相關係數，不同概念間的相關係數應小於每一個概念的平均解釋變異量 (AVE) 之平方根 (Grant, 1989)，因此本研究之變項具有良好的區別效度。四個構念間的區別效度為興趣與喜歡構念的值為 0.84；感知理解能力構念的值為 0.88；努力與重要性構念的值為 0.78；緊張與壓力的構念的值為 0.93。

在表 2 我們呈現四個構念 (興趣與喜歡構念、感知理解能力構念、努力與重要性構念、緊張與壓力的構念) 的交叉負荷量 (Cross loading table)。其中，與構念相關的因素負荷量必須大

於其他構念的因素負荷量，表示具有量好的收斂效度（convergent validity）與區別效度（discriminant validity）。

表 2

因素與四個構念間的交叉負荷量表

	努力與重要性	興趣與喜歡	感知理解能力	緊張與壓力
EI1	0.66909	0.522929	0.509076	-0.420227
EI2	0.885031	0.771707	0.729062	-0.799192
EI3	0.871711	0.685277	0.708634	-0.609431
EI4	0.673945	0.48282	0.535321	-0.531993
IE1	0.801442	0.91905	0.80708	-0.74745
IE2	0.787406	0.947628	0.864207	-0.835747
IE3	0.602284	0.796345	0.718275	-0.617512
IE4	0.642656	0.881954	0.678482	-0.636941
IE5	0.49306	0.616575	0.442501	-0.386084
PC1	0.761326	0.76689	0.923283	-0.772887
PC2	0.780835	0.798965	0.907604	-0.867297
PC3	0.734055	0.857649	0.909181	-0.799834
PC4	0.712454	0.734532	0.898759	-0.813718
PC5	0.533609	0.594013	0.765099	-0.583513
TEN2	-0.783203	-0.818167	-0.826279	0.942616
TEN4	-0.673282	-0.652029	-0.815736	0.926243

由表 1 的 Cronbach's Alpha 與 Composite Reliability 的信度均在 0.7 以上，本問卷的信度屬於良好。由於本研究樣本不多，使用 PLS 則可不受變數分配型態及樣本數的限制，再以 bootstrap 反覆抽樣法（bootstrap resampling method）反覆抽取 5,000 個樣本做為參數估計與推論，具有良好的預測與解釋能力。

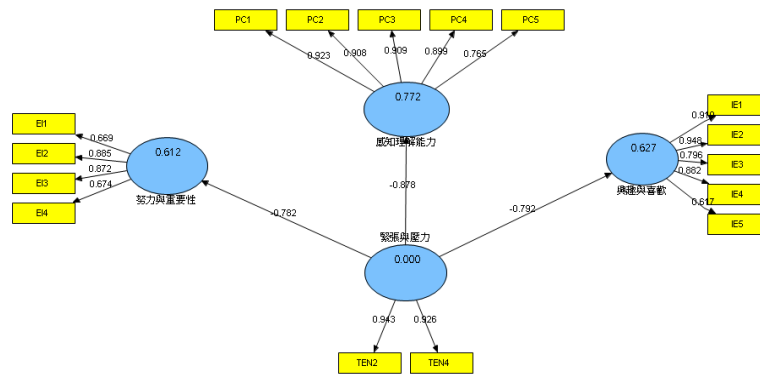


圖 5 緊張與壓力構念的路徑分析

在圖 5 所呈現的是四個構念，興趣與喜歡，感知理解能力，努力與重要性，緊張與壓力與緊張構念的路徑分析。圖 5 不僅顯示個指標因素與各構念的路徑關係，也提供緊張與壓力構念與其他三個構念（興趣與喜歡，感知理解能力，努力與重要性）間的關係均呈現高度的負面效果。各構念間的總效益（路徑係數）為緊張與壓力構念與努力重要性構念是-0.782492，t-value 是 19.5；緊張與壓力構念與感知理解能力構念是-0.878495，t-value 是 28.355；緊張與壓力構念與興趣與喜歡（內在動機）構念是-0.791645，t-value 是 16.930；路徑分析的顯著性都達到顯著水準。表示對這些學習者而言，興趣與喜歡，感知理解能力，努力與重要性都和緊張與壓力的關係都呈現負面的效果。

實驗二：數學內在與外在動機量表的綜效

我們參考 Amabile (1994) 等人的問卷，擬定了合作教學的內在與外在動機量表，本文所採用的合作學習內、外在動機量表是修改自教育部國民及學前教育署，委託國立臺北教育大學推動為期四年的「活化教學—分組合作學習的理念推廣與實踐方案」中的學生分組合作學習經驗問卷調查(後測, 2016)，問卷試題如附件一。其中的構念有 1)內在動機__興趣與喜歡(Enjoyment Motivation Scale)；2)內在動機__挑戰(Challenge Motivation Scale)，由任務本身所激發的挑戰心；3)外在動機__外在誘因(Outward Motivation Scale)，非任務本身所產生的價值因素或再認知；4)外在動機__補償作用(Compensation Motivation Scale)，報酬取向；表 3 中，數學的內在動機__興趣與喜歡構念的 Cronbach's Alpha 值為 0.86；內在動機__挑戰構念的 Cronbach's Alpha 值為 0.91；外在動機__補償構念的 Cronbach's Alpha 值為 0.72；外在動機__外在誘因構念的 Cronbach's Alpha 值為 0.74。四個構念間的區別效度為興趣與喜歡構念構念的值為 0.84；內在動機__挑戰構念的值為 0.83；外在動機__補償的值為 0.80；外在動機__外在誘因的構念的值為 0.706，如表 4。由表 3 的 Cronbach's Alpha 與 Composite Reliability 的信度均在 0.7 以上，本問卷的信度屬於良好。

表 3

內在動機_興趣與喜歡、挑戰、外在動機_外在酬賞、補償作用的信效度分析

	AVE	Composite Reliability	R Square	Cronbachs Alpha	Communality	Redundancy	Discriminant validity
內在喜歡	0.710447	0.907362	0.749105	0.863616	0.710447	0.529527	0.8428801
內在挑戰	0.705443	0.934519		0.91468	0.705443		0.8399062
外在補償	0.642842	0.842463	0.760585	0.722767	0.642841	0.368036	0.8017742
外在誘因	0.498463	0.831409	0.619285	0.747089	0.498463	0.305767	0.7060191

表 4 則呈現各因素與各構念間的因素負荷量。其中，與構念相關的因素負荷量必須大於其他構念的因素負荷量，表示具有量好的收斂效度 (convergent validity) 與區別效度 (discriminant validity)。解釋力則內在動機_興趣與喜歡為 0.749；外在動機_補償構念為 0.760；外在動機_外在誘因構念為 0.619。

表 4

呈現各因素與各構念間的因素負荷量

	外在補償	外在誘因	內在喜歡	內在挑戰
EC1	0.689117	0.490326	0.344714	0.486825
EC3	0.872264	0.734187	0.57598	0.690346
EC5	0.832345	0.705411	0.680719	0.782454
EO1	0.681134	0.765787	0.568527	0.658426
EO2	0.528053	0.617387	0.230614	0.438221
EO3	0.587244	0.678764	0.391901	0.560694
EO5	0.590666	0.781845	0.482433	0.57984
EO6	0.48129	0.672843	0.64644	0.510285
IC1	0.534429	0.602629	0.770508	0.743608
IC2	0.730767	0.710279	0.833566	0.890439
IC3	0.75707	0.658032	0.77044	0.907024
IC4	0.702971	0.631378	0.730262	0.896351
IC5	0.809452	0.774133	0.611414	0.743045
IC6	0.615546	0.554201	0.621982	0.841767

表 4 (續)

IE1	0.455645	0.409956	0.828048	0.656248
IE2	0.680869	0.674994	0.906772	0.821564
IE3	0.645977	0.643635	0.820561	0.713586
IE4	0.518297	0.526186	0.812754	0.713354

研究採用 PLS 分析。因為樣本數不多，以 bootstrap 反覆抽樣法(bootstrap resampling method) 反覆抽取 5,000 個樣本做為參數估計與推論。PLS 模型的分析與詮釋有二個步驟，第一個步驟是檢驗測量模型的信效度，第二個步驟檢測結構模型的路徑係數的顯著性與預測能力。在測量模型方面有五個條件， 1)各別因素負荷量必須大於 0.5； 2)內部一致性，組合信度 (composite reliability)與 Cronbach’s alpha 必須大於 0.7； 3)平均變異萃取量(average variance extracted, AVE) 須大於 0.5； 4)每個構面 AVE 的平方根必須大於與其他構面的相關係數；各因素與各構念間的因素負荷量均大於 0.5，且大於其他構念的因數負荷量。其中，構念相關的因素負荷量大於其他構念的因素負荷量，表示具有良好的收斂效度 (convergent validity) 與區別效度 (discriminant validity)。5)該因素負荷量必須大於其他因素負荷量，即表示測量具有很好的收斂效度與區別效度。

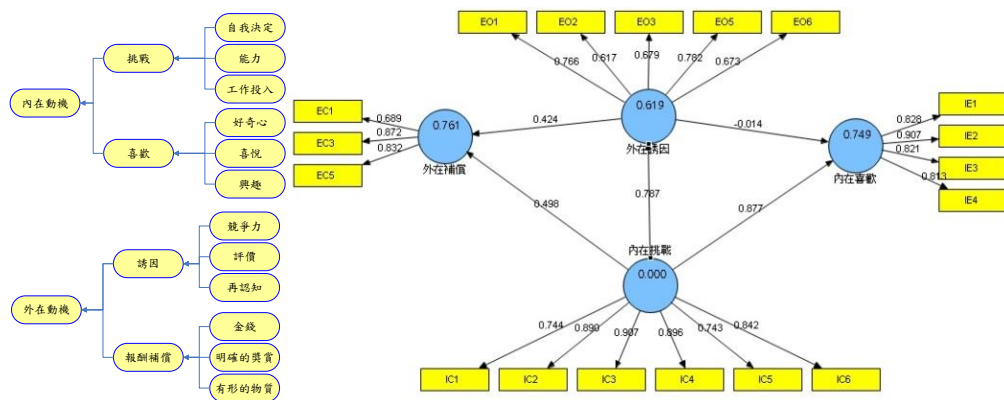


圖 6 內在動機_興趣與喜歡、內在動機_挑戰、外在動機_外在酬賞、外在動機_誘因作用構念間的路徑分析

圖 6 中顯示實驗在合作學習下內在動機的挑戰構念對內在喜歡、外在補償與外在誘因都有顯著的影響，其中對內在喜好構念與外在誘因構念有較多的影響。表示內在挑戰的構念與內在興趣或喜歡有顯著的高度相關，表示學習者對數學具有高度的挑戰力者，對內在的喜愛程度也就越高。其次內在挑戰的構念與外在誘因也有著顯著的高相關，顯示在外在誘因與內在挑戰有互相影響的可能，表示在合作是學習的情境下，分組競賽加分、獎品或是個別加分機制下，對本身富有挑戰意願的學習者會有相當大的影響力。換句話，教學者面對這類型的學習者，在動

機的啟發維持上，可以採用競賽的策略，對學習上可能會有助益。另一方面，在圖 6 中我們也可以看到外在誘因與內在喜歡的維度呈現不顯著的負相關，這和學者（Amabile 1985; Amabile et al., 1976; Amabile et al., 1994）提出外在動機會破壞內在動機的說法接近。在路徑的顯著性分析內外動機的路徑顯著性分析，顯示出內在動機__挑戰與外在動機__外在酬賞的路徑係數達到顯著，呈現出內、外動機的動機綜效；其次，內在動機__興趣與喜歡、內在動機__挑戰的路徑係數達到顯著；外在動機__外在誘因與外在動機__補償作用的的路徑係數達到顯著。而內在挑戰（我會經常在上課時動腦筋思考；我很願意講解給同學聽；）與外在酬償（我幫助別人解決數學問題很有成就；我喜歡上台解講數學問題；我跟同學在數學討論上的感情很親近；我跟數學老師的互動很密切；我常能感受到數學老師對我的關心。）有顯著的影響，表示動機的引起、維持，並導引到學習行為上，可以適當地採用的教學策略，可能讓學習表現更好。研究限制：實驗教學時，仍未能解決的問題為（1）當學習者有多數無意願參與或是不被約數時，此時教學效果並不理想。可行方式 1)加入協同教學者，如具影響與約束力的導師，將大幅改善秩序面增加教學成效。2)增強外在酬賞如糖果或口頭肯定……等。3)從降低起始的教學門檻增強內在挑戰意願。問題（2）當排座位成為拒絕的理由時 1)直接以原長方形座位，依照分組就位。2)先排好組員就定位的先加分。3)輔以網頁 ClassDoJo 進行學習者的群組與個別的行為獎懲發佈，藉以即時與累積各組與個別表現，並提供親師的觀察與溝通的平台。

肆、結論

本文提供在合作學習的情境中，探討學習者的內在動機與外在動機的相互影響。激發學習者的動機是希望指引起學生、維持，並導引學習活動，往往趨向教師所設定目標的教學歷程。根據實驗顯示：1.緊張與壓力與三個構念 1)興趣與喜歡，2)感知理解能力，3)努力與重要性，有負向顯著的影響。2.內在挑戰對 1)內在喜歡，2) 外在誘因，3)外在補償有正向顯著的影響。3.外在誘因對外在補償有正向顯著的影響。4.外在誘因對內在喜歡有負向顯著的影響。由實徵發現緊張與壓力對學習者的興趣與喜歡、感知理解能力與努力與重要性會有顯著的負面影響。例如在做數學時感到受挫折或不能對學習感到滿意，將有損於學習興趣，降低努力與理解的程度。而學習內在動機屬於學習者的心理性動機，若是受外在環境因素影響而形成的，則為外在動機；若受本身內在需求、興趣、喜歡或享受而產生的話，則視為內在動機。內在動機是在沒有外在獎賞（extrinsic reward）的情況下，個人仍能自願從事某一項工作或活動，並能從此項工作或活動中獲得滿足、喜悅、樂趣、勝任感或成就感。外在動機則是為了去獲取一種工作以外的目的，而非與工作相關的內容時產生的動機。而就動機綜效而言，內在動機與外在動機存在於學習者的學習過程中，兩者兼具可能只是成分與比例不同。根據分析，若能提升學習者內在動機的挑戰心，則對內在喜歡、外在補償與外在誘因都有顯著的正面影響。在合作學習下，面

對較傾向受外在人為或情境因素影響的學生與重內在動機的學生，教學者則應著重在學習者可以在教學活動中提供適度學習情境的操弄，讓學習者獲得滿足、喜悅、樂趣、勝任感或成就感與嘗試採用外在誘因與內在挑戰有互相影響的可能，進行分組或個人的競賽，對本身富有挑戰意願的學習者會有相當大的影響力。本實驗提供高成就低得分、低成就高得分的計分方式與空間環境的設定，企圖提升學生的合作及互動的學習關係。在遊戲規則下，大家共同認知的最佳得分人員為三號與四號成員，如此，一方面藉由組長教導同組相對認知弱勢的組員，提升個人績效責任，同時藉由計分策略提升組員間的積極的角色互補、籌償參與、相互依賴的成就關係；高學習成就者，組內關鍵的教學者與策略的領導者，並且讓高學習成就者有機會教學相長。低學習成就者，組間競賽的最佳得分者與策略的執行者，並在組內成員的引領期盼下，恢復學習的責任感與企圖心，而在完成任務的當下自然也增強學習者的自信心與挑戰心，有助於提升學習動機。讓高學習成就者願意與低學習成就者溝通，並挑戰自我的教學方式必需為低學習成就者所能了解的方式教學，讓低學習成就者有能力上台解題或講解，所以，高、低學習成就者在教、學與得分的供需上，成為制度下互補的角色，可以更積極而有效的結合，對於合作與參與的意願大幅提升。此外，高、低學習成就者在籌償參與都扮演關鍵且重要的角色，在相互教學與競賽得分的依賴性有增無減，組間觀摩與競賽下，使得組內的關係更加緊密。如此可能大大提升教學的整體效能，也相對地減輕教學者的負荷。而可能面臨的問題是高學習成就者無意願指導，只願意獨善其身時，會在分組時，加入低學習成就但具有高度學習動機的成員，將能主動與高學習成就者討論並搶答。當低學習成就者無意願時，則會給予較簡易的問題，指定上台或回答，使其也能獲得肯定。在本實驗情境設計中，藉由分組設計除了強調組間均質、合作、競爭，並藉由位置空間的格局建立組間的視覺聚焦、效能比較與互教互學的訊息空間。在組內則藉由分組設計控制組員與組長間的認知差異、學習風格與討論問傾向，企圖降低組內成員間的認知與學習落差，並透過計分策略提升組內組員間的正面積極的相互依賴、籌償的參與、支援的分配（知識、能力、技巧、得分）、與角色的互補。強化個人化責任績效，視組員為學習共同體，協助、支持與鼓勵特定組員完成任務，企圖激勵組內面對面的互動，合作去完成群組的任務；強化小組經營積極地合作情境與團體多元互動的歷程，提升在合作學習中的個人動機與團體動力營造多元積極的學習空間過程中，同時也融入同儕教學的力量，顯著提升教學與學習的效果。

參考文獻

- 國科會新聞稿，2005，近年來我國中、小學生數理科表現升？或降？—國際數學與科學教育成就趨勢調查結果—**科學教育月刊**，第 276 期，頁 58-64。
- 臺灣 PISA 國家研究中心主編（2015）。**臺灣 PISA 2012 結果報告**。心理出版社。
- 學生分組合作學習經驗問卷調查（後測）（2016）。2016 年 1 月 24 日，**教室教學的春天_透過合作學習創建學習共同體**，取自 <http://www.coop.ntue.edu.tw/questionnaire.php>。

- Amabile, T. M., DeJong, W., & Lepper, M. (1976). Effects of externally imposed deadlines on subsequent intrinsic motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 34, 92–98. doi: 10.1037//0022-3514.34.1.92
- Amabile, T. M. (1985). Motivation and creativity: Effects of motivational orientation on creative writers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48, 393–399. doi: 10.1037/0022-3514.48.2.393
- Amabile, T. M. (1993). Motivational synergy: Toward new conceptualizations of intrinsic and extrinsic motivation in the workplace. *Human Resource Management Review*, 3, 185–201. doi: 10.1016/1053-4822(93)90012-S
- Amabile, T. M., Hill, K. G., Hennessey, B. A., & Tighe, E. M. (1994). The Work Preference Inventory: Assessing intrinsic and extrinsic motivational orientations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 66: 950–967. doi: 10.1037//0022-3514.66.5.950
- Amabile, T. M., & Mueller, J. S. (2007). Studying creativity, its processes, and its antecedents: An exploration of the componential theory of creativity. In J. Zhou & C. Shalley (Eds.), *Handbook of organizational creativity*: 31–62. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Csikszentmihalyi, Mihaly (1975). *Beyond Boredom and Anxiety: Experiencing Flow in Work and Play*, San Francisco: Jossey-Bass.
- Csikszentmihalyi, Mihaly (1978) *Intrinsic Rewards and Emergent Motivation in The Hidden Costs of Reward: New Perspectives on the Psychology of Human Motivation* eds Lepper, Mark R;Greene, David, Erlbaum: Hillsdale: NY 205-216.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention*. New York, NY: Harper Perennial.
- Deci, E. L. (1971). Effects of externally mediated rewards on intrinsic motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 18, 105–115. doi: 10.1037/h0030644
- Deci, E. L. (1972) Intrinsic motivation, extrinsic reinforcement, and inequity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 22, 113-120. doi: 10.1037/h0032355
- Deci, E. L. (1975). *Intrinsic motivation*. New York: Plenum. doi: 10.1007/978-1-4613-4446-9_3
- Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological Bulletin*, 125, 627– 668. doi: 10.1037//0033-2909.125.6.627
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum. doi: 10.1007/978-1-4899-2271-7
- Eisenberger, R., & Cameron, J. (1996). Detrimental effects of reward: Reality or myth? *American Psychologist*, 51, 1153–1166. doi:10.1037/0003-066X.51.11.1153
- Gagne´, M., & Deci, E. L. (2005). Self-determination theory and work motivation. *Journal of Organizational Behavior*, 26, 331–362. doi: 10.1002/job.322
- Grant, R. A. (1989), “Building and Testing a Causal Models of an Information Technology’s Impact,” *Proceeding of the Tenth ICIS, Boston, MA*, 173. dio: 10.1145/75034.75050
- Fornell, C. R. & Larcker, F. F. (1981), “Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error,” *Journal of Marketing Research*, 18, 39-51. doi: 10.2307/3151312

- McAuley, E., Duncan, T., & Tammen, V. V. (1989). Psychometric properties of the Intrinsic Motivation Inventory in a competitive sport setting: A confirmatory factor analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60, 48-58. doi: 10.1080/02701367.1989.10607413
- Johnson, D. W. and Johnson, R. T. (2002) Learning Together and Alone: Overview and Meta-analysis, *Asia Pacific Journal of Education*, 22:1, 95 — 105. doi: 10.1080/0218879020220110
- OECD (2010) . PISA 2012 Mathematics Framework. OECD, Paris. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/46961598.pdf>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54-67. doi: 10.1006/ceps.1999.1020
- Strijbos, J. W., Fischer, F. (2007). Methodological challenges for collaborative learning research. *Learning and Instruction*, 17, 389-393. doi: 10.1016/j.learninstruc.2007.03.004
- Intrinsic Motivation Inventory (IMI), Retrieved October 4, 2015, <http://www.selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory/>.

附件一

編號	內、外在動機構念	代碼	合作學習問卷試題
1	內在動機_挑戰	IC1	我上課時很願意也很能專心。
2	內在動機_挑戰	IC2	我的學習數學的效果要很好。
3	內在動機_挑戰	IC3	我對這數學的學習能力很有信心。
4	內在動機_挑戰	IC4	我會經常在上課時動腦筋思考。
5	內在動機_挑戰	IC5	我很願意講解給同學聽
6	內在動機_挑戰	IC6	我願意主動尋求同學的協助或是問題。
7	內在動機_喜歡	IE1	上數學課很有趣。
8	內在動機_喜歡	IE2	我會主動投入很多的時間學習。
9	內在動機_喜歡	IE3	我樂意參與老師要我們進行的活動。
10	內在動機_喜歡	IE4	我很喜歡上數學課。
11	內在動機_喜歡	IE5	我就是喜歡上台講解
12	外在動機_外在酬償	EO1	我很願意幫助別人解決數學問題。
13	外在動機_外在酬償	EO2	我喜歡上台解講數學問題
14	外在動機_外在酬償	EO3	我跟同學在數學討論上的感情很親近。
15	外在動機_外在酬償	EO4	我跟數學老師的互動很密切。
16	外在動機_外在酬償	EO5	我常能感受到數學老師對我的關心。
17	外在動機_補償	EC1	我經常感受到同學給我的支持或鼓勵。
18	外在動機_補償	EO2	我通常上台講解都講對
19	外在動機_補償	EC3	當我上台講解都會支持或鼓勵。
20	外在動機_補償	EC4	我上台講解是為了幫小組得分。
21	外在動機_補償	EC5	我喜歡自己的講解被認同

庾嘉順 (2016)。
香港與上海小學數學教育管窺。
臺灣數學教師，37 (1)，31-45。
doi: 10.6610/TJMT.20160311.01

香港與上海小學數學教育管窺

庾嘉順¹

¹香港教育學院教育碩士

PISA 是針對接近完成基礎教育的 15 歲學生進行的學生能力國際評估計劃，旨在測試學生們是否能掌握參與社會所需要的知識與技能。基礎教育階段的評估與小學學習階段息息相關，筆者希望通過比較小學數學課程從而嘗試進行分析。值得一提的是香港在 PISA 中一直保持領先地位，而上海在 2009 年及 2012 年的 PISA 中獨占鰲頭。為此，筆者對香港《廿一世紀現代數學》小學數學教材與《上海教育出版社》小學數學教材進行比較，從而希望窺探出香港與上海數學教育的奧秘。

關鍵詞：PISA；上海；小學數學；香港

壹、有關 PISA 的背景

一、何為 PISA

PISA (Programme for International Student Assessment) (國際學生評估項目) 是一項由經濟合作與發展組織 (Organization for Economic Co-operation and Development, OECD) 統籌的學生能力國際評估計劃。主要對接近完成基礎教育的 15 歲學生進行評估，測試學生們能否掌握參與社會所需要的知識與技能 (經濟合作與發展組織, 1997)。

二、PISA 的評估內容與評估方式

第一次 PISA 評估於 2000 年首次舉辦，此後每三年舉行一次。PISA 會在各個國家中抽取 4500 到 10000 名初三與高一為主的 15 歲學生擔任調查對象，以測試學生是否能夠掌握社會所需的知識與技能。因此，試題著重於應用及情境化。受測學生必須靈活運用科學知識與認知技能，針對情境化的問題自行建構答案，因此能深入檢視學生的基礎素養 (經濟合作與發展組織, 1997)。

三、PISA 的評估結果——香港穩中上揚和上海的崛起

香港在過往數次國際學生評估項目 (PISA) 測試中，成績表現優異並且穩定。在 2012 年 PISA 中，香港排行分別為數學第三、科學第二、閱讀第二。香港的尖子 (高成績的) 學生跟成績稍遜 (低成績的) 的學生的得分差距，較各地的平均差距為小，意味著香港學生間的教育得益相對勻稱，較接近教育成效均等的情況 (HKPISA Centre, 2005)。

而上海 2009 年首次參加 PISA 就獨占鰲頭，並且在 2012 年再度蟬聯寶座，其在閱讀、數學和科學方面均佔優勢，引起廣泛關注。但是，有研究人員發現，上海學生在閱讀方面雖然排列第一，但是也揭露了不太會讀圖、讀表等非連續性文本，不善於自己選擇、判斷、反思閱讀材料的重點、難點等問題，這些都與學生自主學習機會偏少有一定關係 (羅陽佳, 2011)。

Snapshot of performance in mathematics, reading and science

Countries/economies with a mean performance/share of top performers above the OECD average
 Countries/economies with a share of low achievers below the OECD average
 Countries/economies with a mean performance/share of low achievers/share of top performers not statistically significantly different from the OECD average
 Countries/economies with a mean performance/share of top performers below the OECD average
 Countries/economies with a share of low achievers above the OECD average

	Mathematics				Reading		Science	
	Mean score in PISA 2012	Share of low achievers in mathematics (Below Level 2)	Share of top performers in mathematics (Level 5 or 6)	Annualised change in score points	Mean score in PISA 2012	Annualised change in score points	Mean score in PISA 2012	Annualised change in score points
OECD average	494	23.0	12.6	-0.3	496	0.3	501	0.5
Shanghai-China	613	3.8	55.4	4.2	570	4.6	580	1.8
Singapore	573	8.3	40.0	3.8	542	5.4	551	3.3
Hong Kong-China	561	8.5	33.7	1.3	545	2.3	555	2.1
Chinese Taipei	560	12.8	37.2	1.7	523	4.5	523	-1.5
Korea	554	9.1	30.9	1.1	536	0.9	538	2.6
Macao-China	538	10.8	24.3	1.0	509	0.8	521	1.6
Japan	536	11.1	23.7	0.4	538	1.5	547	2.6
Liechtenstein	535	14.1	24.8	0.3	516	1.3	525	0.4
Switzerland	531	12.4	21.4	0.6	509	1.0	515	0.6
Netherlands	523	14.8	19.3	-1.6	511	-0.1	522	-0.5
Estonia	521	10.5	14.6	0.9	516	2.4	541	1.5
Finland	519	12.3	15.3	-2.8	524	-1.7	545	-3.0
Canada	518	13.8	16.4	-1.4	523	-0.9	525	-1.5
Poland	518	14.4	16.7	2.6	518	2.8	526	4.6
Belgium	515	19.0	19.5	-1.6	509	0.1	505	-0.9
Germany	514	17.7	17.5	1.4	508	1.8	524	1.4
Viet Nam	511	14.2	13.3	m	508	m	528	m
Austria	506	18.7	14.3	0.0	490	-0.2	506	-0.8
Australia	504	19.7	14.8	-2.2	512	-1.4	521	-0.9
Ireland	501	16.9	10.7	-0.6	523	-0.9	522	2.3
Slovenia	501	20.1	13.7	-0.6	481	-2.2	514	-0.8
Denmark	500	16.8	10.0	-1.8	496	0.1	498	0.4
New Zealand	500	22.6	15.0	-2.5	512	-1.1	516	-2.5

圖 1 PISA 2012 Result Overview

貳、香港《廿一世紀現代數學》與《上海教育出版社》小學數學的比較分析

一、教材與對象的選取原因

在對比香港與上海的數學課程異同時，筆者為什麼會選擇比較教材而不是比較課程指引呢？其一是教師以教材為本教導學生；其二是比較教材更為直接；其三是教師教授教材知識影響學生 PISA 表現。

PISA 測試是在各個國家或地區中抽取 15 歲學生擔任調查對象，由於小學階段的學習對 PISA 測試的表現息息相關、極為影響，為此在對比香港與上海的數學課程異同時，筆者選擇小學教材進行對比。

二、香港《廿一世紀現代數學》和《上海教育出版社》小學數學的使用背景

香港教育局（Education Bureau）所列的《適用書目表》中，小學數學教材有十六種，其中中文版本有十種。在這十種根據 2002 年數學課程指引編寫而成的小學數學教材中，筆者隨機選取常見的《廿一世紀現代數學》作為香港小學數學教材的代表進行比較分析。

上海作為中國內地一個教育走在前線的地區，上海並不是採用國內普遍使用的《人民教育

出版社》小學數學教材，而是採用《上海教育出版社》小學數學教材，簡稱《滬教版》。

因此，《上海教育出版社》小學數學就被用作上海小學數學教材的代表進行比較分析。

三、二者教學目標的比較

筆者認為，二者教材的目標是建基於二者的課程標準。

根據香港課程發展議會在 2002 年發表的《基礎教育課程指引》，現時香港基礎教育目的在於提高學生的反思優勢，使他們能夠發揮所長。香港基礎教育一直被批評為過份着重背誦（即所謂「填鴨式教育」），使變得缺乏競爭力。因此，教統局希望透過課程改革，從根本改善學生的素質。教育局制定的政策強調學生「學會學習」的能力。為達到使學生能夠養成學會學習的能力，政府在前述的課程指引內提出了「九種共通能力」及「四個關鍵項目」兩種概念。

《廿一世紀現代數學》教材目標在於在各單元提供不同形式的學習活動，提升學生的數學能力。運用「思考站」培養學生的思考與分析能力；運用「數學與生活」向學生提供與課題相關及切合生活應用的學習內容，讓學生活用數學；運用「進階學習堂」向學生提供增潤學習內容，從而擴闊學習領域。

• **課堂學習** 各單元提供不同形式的學習活動，提升學生的數學能力：









-  **重要練習** —— 配合學習重點提供多元化的練習，讓學生清楚掌握所學。
-  **思考站** —— 培養學生的思考及分析能力。
-  **知多一點點** —— 提供有趣的課外小知識，增加學習趣味。
-  **數學與生活** —— 提供與課題相關及切合生活應用的學習內容，讓學生活用數學。
-  **進階學習堂** —— 加強訓練學生的邏輯思維、推理及分析能力，學習運用不同策略及所學知識來解決難題。
-  **進階學習堂** —— 提供增潤學習內容，進一步探討與課題相關的知識，擴闊學習領域。
-  **學習小總結** —— 記錄各單元的學習重點，作為階段性的學習總結，並以  **概念收測評** 檢視學生對相關數學概念的掌握。

圖 2 《廿一世紀現代數學》之教材目標

2001 年中華人民共和國教育部頒發的《基礎教育課程改革綱要（試行）》中明確提出：國家課程標準是教材編寫、教學、評估和考試命題的依據，是國家管理和評價課程的基礎。教育部提出三維目標的要求，三維目標包括「知識與技能」、「過程與方法」以及「情感、態度與價值觀」三個方面。

《上海教育出版社》的小學數學教材目標在於為學生學習數學提供豐富的數學知識；認數和計算相結合、穿插教學，使學生逐步形成數概念，達到計算熟練；安排「用數學」的內容，培養學生初步的應用意識和用數學解決問題的能力；使學生在實踐活動中體驗數學與日程生活

的密切意義。

四、二者課程的總體設置比較

(一) 二者總體教學內容分析

筆筆者通過比較《廿一世紀現代數學》和《上海教育出版社》小學數學的總體教學內容發現，《廿一世紀現代數學》的內容根據 2000 年《數學教育學習領域——數學課程指引》刪減了不少內容，其中包括圓面積、利息以及正負數等內容，教材知識結構相對寬鬆，知識點相對較少。而《上海教育出版社》小學數學仍然保留圓面積等教學內容，教學內容比較多，知識結構比較緊湊。但是總體說來，二者教材內容差別並不明顯。

《廿一世紀現代數學》內容要求較低，整數的筆算，加減計算一般不超過五位數，乘法計算最多是兩位數乘三位數，而除法的除數一般是兩位。《廿一世紀現代數學》的法則、性質和定律都是描述性質的，並沒有嚴格的定義（陳松坡，2001）。但是其相當重視估算，不僅對一些大數目進行估算，而且把估算融入計算、幾何當中。另外，其教授了比較多的幾何圖形知識，例如鶴型和繡曲綫等。鶴形，在台灣稱作鳶形，在中國內地稱為箏形，是一種兩對鄰邊相等的四邊形；而繡曲綫的教學是為了讓學生欣賞及製作其圖樣。《廿一世紀現代數學》在教學內容上相對較少，編排較為寬鬆，學生在學習過程中有更多的觀察、探索機會，也有更多的時間進行吸收。而對於掌握程度較好的學生，可以學習更多的增潤內容，從而更好地利用時間。

《上海教育出版社》小學數學對四則運算的強度較大，對具體計算能力的要求較高，其教授了更多的立體幾何知識，例如圓柱體體積等。《上海教育出版社》小學數學對於法則和定義比較嚴謹。《上海教育出版社》小學數學在教學內容上相對較多，編排亦相對緊湊，學生在小學階段的學習內容較多，對於掌握程度較弱的學生會有較大的負擔。

表 1 《廿一世紀現代數學》與《上海教育出版社》教學內容對照

表 1.1 數

課題	《廿一世紀現代數學》	《上海教育出版社》
1 正比例	刪去	六年級下冊
2 反比例	刪去	六年級下冊
3 除法：除數三個位，被除數四個位	刪去	不作獨立教授
4 因數分解、指數記數法	刪去	不作獨立教授
5 正負數	刪去	五年級下冊
6 最小公倍數(因數分解、短除法)	刪去	不作獨立教授

表 1.1 (續)

7	最大公因數(因數分解、短除法)	刪去	不作獨立教授
8	利息	刪去	六年級上冊

表 1.2 圖形與空間

課題	《廿一世紀現代數學》	《上海教育出版社》
1 簡易測量	刪去	不作獨立教授
2 量角器的使用、度	刪去	四年級上冊
3 垂直線	新增	四年級下冊
4 認識柱體、錐體和球體的不同截面	新增	不作獨立教授
5 角(二)：銳角、鈍角	新增	四年級上冊
6 密鋪	改為增潤	沒有
7 旋轉對稱	改為增潤	六年級上冊

表 1.3 代數

課題	《廿一世紀現代數學》	《上海教育出版社》
1 簡易方程式：同類項運算	刪去	五年級下冊

(二) 二者選取教學內容的考慮因素與啟示

筆者發現，《廿一世紀現代數學》和《上海教育出版社》在選取教學內容時都充分考慮到了所取內容的必要性、學生的身心發展程度和學生的知識體系。二者在選取教學內容時都考慮到了教學內容的必要性，將不必要在小學階段學習的內容進行了刪減。對於學習內容加大了彈性，讓學有餘力的學生接受增潤項目的學習。另外，也新增了一些被認為是需要掌握的學習內容。二者在選取教學內容時也考慮到了學生的身心發展程度，循序漸進地以螺旋式的編排方式進行設置課程。再者，教材內容的編排亦考慮到了整個義務教育階段的教學體系，讓教學內容更好地銜接。

筆者認為《上海教育出版社》小學數學的教學內容較多，知識體系比較緊湊，但是教材編排尚欠缺彈性，對於所有學生都是同一套標準。如果對不同掌握程度的學生進行個性化教學，這樣或能讓學生發揮更大潛能。

五、二者課程安排順序情況分析

(一) 表內乘法的編排體系

《廿一世紀現代數學》將乘法的學習放在二年級上學期的後半部份(2上B)中開展,無獨有偶,《上海教育出版社》小學數學也將表內乘法的學習置於二年級上學期。這樣的課程編排符合了學生的身心發展特點,適應了學生的認知水平並且與數學知識的邏輯順序。

值得注意的是,無論是《廿一世紀現代數學》還是《上海教育出版社》小學數學,表內乘法的學習都與中國內地慣用的人民教育出版社小學數學的慣常教學順序相異。在人民教育出版社小學數學教材中,表內乘法的學習是按照自然數的順序依次講述 2、3、4、……8、9 的乘法口訣。在《廿一世紀現代數學》中,表內乘法的學習順序是 2、5、10、4、8、3、6、7、9。而在《上海教育出版社》小學數學中,表內乘法學習的編排順序則為 4、8、5、2、10、9、6、7、3。

筆者比較二者在表內乘法學習的章節中,《廿一世紀現代數學》在表內乘法學習之中加入報時這個單元,這樣的教學可以讓初接觸乘法的學生在一定的乘法學習後有所緩衝以及放鬆,然後再投入下一段的乘法學習中。而在《上海教育出版社》小學數學中,在表內乘法教學內容的編排中添加了除法的元素,讓學生瞭解到乘法與除法的關係,學生因而在學習表內乘法的同時也可以同時掌握除法的知識。同時學習乘法和除法的這種教材編排是比較少見的,而《上海教育出版社》的這種大膽創新對其在 2009 年 PISA 數學素養方面以 600 分居於首位或許產生了一定的正面影響。



		單元一 乘法(2、4、5、8和10)	
13	乘法的認識		4
14	2的乘法		8
15	5和10的乘法		11
16	4和8的乘法		16
	學習小總結		21
		單元二 報時	
17	報時		22
18	一天的時間		31
	學習小總結		37
	綜合複習(三)		38
		單元四 乘法(0、1、3、6、7和9)	
20	3和6的乘法		47
21	7和9的乘法	 進階學習室	52
22	奇妙的0和1		57
	學習小總結		61

圖3 表內乘法的編排。引自「《廿一世紀現代數學》2上B」。


第二單元	第三單元
1. 从加到乘	1. 做有余数的除法
2. 倍	2. 快乐的节日
3. 4 的乘法	3. 9 的乘、除法
4. 2、4、8 的乘法之间的关系	4. 掷骰子，做除法
5. 游乐场统计图	5. 6 的乘除法
6. 8 的乘法	6. 分拆为乘与加
7. 几倍	7. 3、6、9 的乘法之间的关系
8. 用乘法口诀求商	8. 游乐场统计图
9. 乘法引入	9. “九九”——乘法口诀表
10. 5 的乘法	10. 7 的乘除法
11. 看图编乘法题	11. 几张长椅
12. 分一分与除法	12. 有余数的除法
13. 盒子是空的——被除数为零	13. 乘一乘、填一填
14. 2 的乘法	14. 3 的乘、除法
15. 10 的乘法	

圖 4 表內乘法的編排。引自「《上海教育出版社》小學數學二年級上冊」。

筆者再對《廿一世紀現代數學》和《上海教育出版社》小學數學的表內乘法的編排體系進行深入比較分析。《廿一世紀現代數學》將表內乘法的學習進行統整，將 5 和 10 的乘法編在一起，又將 3 和 6 的乘法編在一起。因為 5、10 和 3、6 各自存在倍數關係，通過學習 5 的乘法進而更好地學習 10 的乘法，通過學習 3 的乘法進而更好地學習 6 的乘法。這樣的學習可以讓學生更好地知道 10 的乘法是 5 的乘法的兩倍，6 的乘法是 3 的乘法的兩倍。學生在經歷探究 5 和 10、3 和 6 乘法之間的關係過程，從而培養學生觀察、探究能力。相似地，《上海教育出版社》小學數學將 2、4、8 的乘法編在一起，將 3、6、9 的乘法編在一起，可以讓學生不再是簡單硬背乘法口訣表，而是讓學生在學習的過程中培養觀察、探索的能力，這是新課程標準下所倡導的教學方法。


經過比較分析，《廿一世紀現代數學》和《上海教育出版社》小學數學都將表內乘法的學習統整起來進行學習，擺脫了只是硬背乘法口訣表的短處，讓學生在學習中能夠培養其觀察和探索的能力。這種表內乘法的學習方法或許對上海和香港在 2009 年 PISA 數學素養中分別摘得冠軍和季軍寶座產生了不可輕視的作用。

1 共有手指多少隻？



1個5是5	5的1倍是5	$5 \times 1 = 5$
2個5是10	5的2倍是10	$5 \times 2 = 10$
3個5是		$5 \times 3 = \square$
4個5是		$5 \times 4 = \square$
5個5是		$5 \times 5 = \square$
6個5是		$5 \times 6 = \square$
7個5是		$5 \times 7 = \square$
8個5是		$5 \times 8 = \square$
9個5是		$5 \times 9 = \square$
10個5是		$5 \times 10 = \square$


2 共有珠子多少粒？



1個10是10	$10 \times 1 = 10$
2個10是20	$10 \times 2 = 20$
3個10是	$10 \times 3 = \square$
4個10是	$10 \times 4 = \square$
5個10是	$10 \times 5 = \square$
6個10是	$10 \times 6 = \square$
7個10是	$10 \times 7 = \square$
8個10是	$10 \times 8 = \square$
9個10是	$10 \times 9 = \square$
10個10是	$10 \times 10 = \square$

1 數搖鈴


1串有3個搖鈴，2串有6個搖鈴，3串有……



1個3是3	$3 \times 1 = 3$
2個3是6	$3 \times 2 = 6$
3個3是	$3 \times 3 = \square$
4個3是	$3 \times 4 = \square$
5個3是	$3 \times 5 = \square$
6個3是	$3 \times 6 = \square$
7個3是	$3 \times 7 = \square$
8個3是	$3 \times 8 = \square$
9個3是	$3 \times 9 = \square$
10個3是	$3 \times 10 = \square$

2 小螞蟥

1隻螞蟥有6隻腳，2隻螞蟥有12隻腳，3隻螞蟥有……



1個6是6	$6 \times 1 = 6$
2個6是12	$6 \times 2 = 12$
3個6是	$6 \times 3 = \square$
4個6是	$6 \times 4 = \square$
5個6是	$6 \times 5 = \square$
6個6是	$6 \times 6 = \square$
7個6是	$6 \times 7 = \square$
8個6是	$6 \times 8 = \square$
9個6是	$6 \times 9 = \square$
10個6是	$6 \times 10 = \square$

圖5 表內乘法學習次序。引自「《廿一世紀現代數學》2上B」。

另外，筆者注意到《廿一世紀現代數學》教材中並沒有要求學生背誦「九九——乘法口訣表」。雖然《上海教育出版社》小學數學的表內乘法學習也不是按照自然數順序設置的，但是教材中也保留有「九九——乘法口訣表」的這一模塊，說明了《上海教育出版社》小學數學在保留原有記憶背誦的部份外，開始注重學生的觀察與探索能力。

(二) 小數乘法和小數除法

筆者通觀《廿一世紀現代數學》和《上海教育出版社》小學數學的教材，發現二者在課程安排順序情況上差別較大的還有小數乘法和小數除法的學習。

表 2

小數乘法和小數除法的學習階段

	《廿一世紀現代數學》	《上海教育出版社》
小數乘法	五下 A 單元三	五年級上冊第二單元 1
小數除法	六上 A 單元一	五年級上冊第二單元 5

《廿一世紀現代數學》將小數乘法和小數除法的學習設置在小學課程偏後面的位置，小數乘法設置在五年級下學期，小數除法則設置在六年級上學期。香港小學數學課程指引在 2000 年刪減了一些內容，教材比較有彈性，從而使學生有更多的時間去學習和掌握所學內容，所以《廿一世紀現代數學》可以將小數乘法和除法放在小學課程偏後面的位置。值得注意的是，《廿一世紀現代數學》在小數乘法和小數除法的學習之間加入了分數和簡易方程等知識單元，發現其採取間隔式的設置模式，這樣可以讓學生有充分的時間理解和掌握小數乘法的學習，其後再學習小數除法。

從上表中可知，《上海教育出版社》小學數學不但把小數乘法和除法的學習安排在五年級上學期，而且小數乘法和小數除法的學習是相連接的，完成小數乘法的學習後緊接小數除法的學習，其間不加入其它學習單元。這樣的編排方式比較緊湊，教材的編寫注意到知識結構的嚴密性，對培養學生的邏輯思維能力和建立較完整的知識體系是有利的。筆者試著分析《上海教育出版社》小學數學將小數乘法和小數除法設置在五年級上學期的主要原因，一是因為學生在四年級下學期已經充分學習了小數的定義和小數加減法，學生在知識系統上已經可以接受小數乘除法的學習；二是因為小學階段還有較多重要知識要學習，為此要將小數乘法和除法在五年級上學期教授完畢。

六、二者設置情境的分析

在本次比較分析時，教材情境生活化是《廿一世紀現代數學》和《上海教育出版社》小學數學都越來越著重的一個方面。教材情境生活化是因為問題的解決來自學生的生活又回到學生的生活。解決實際問題有助於發展學生的實踐能力，讓小學生用原有的知識、技能和方法遷移到課程情境中解決新的問題。筆者發現《上海教育出版社》小學數學在教材情境設置上越來越生活化和趣味化，情境緊貼生活的好處是學生能夠將學到的知識學以致用。教師在教學中運用生動有趣的情境為全體學生積極主動地參與創設了良好的學習氛圍。《上海教育出版社》小學數學會在每條題目中設置旅遊、參觀和購物等等的背景，以使學生在做練習時猶如親臨其境。

無獨有偶，《廿一世紀現代數學》的生活化情境設置更令筆者拍手稱讚，其教材情境不僅貼近生活，而且每條習題是同在一個大背景下，使得每條題目自身有背景，習題之間也有聯繫，這樣的教材設置會讓學生感覺教材情境更有連貫性。下面例子以「逛年宵」為背景，每條習題

都是在「逛年宵」的背景下展開，會讓學生覺得情境設置生動真實，就像設身處地地解決問題一樣。

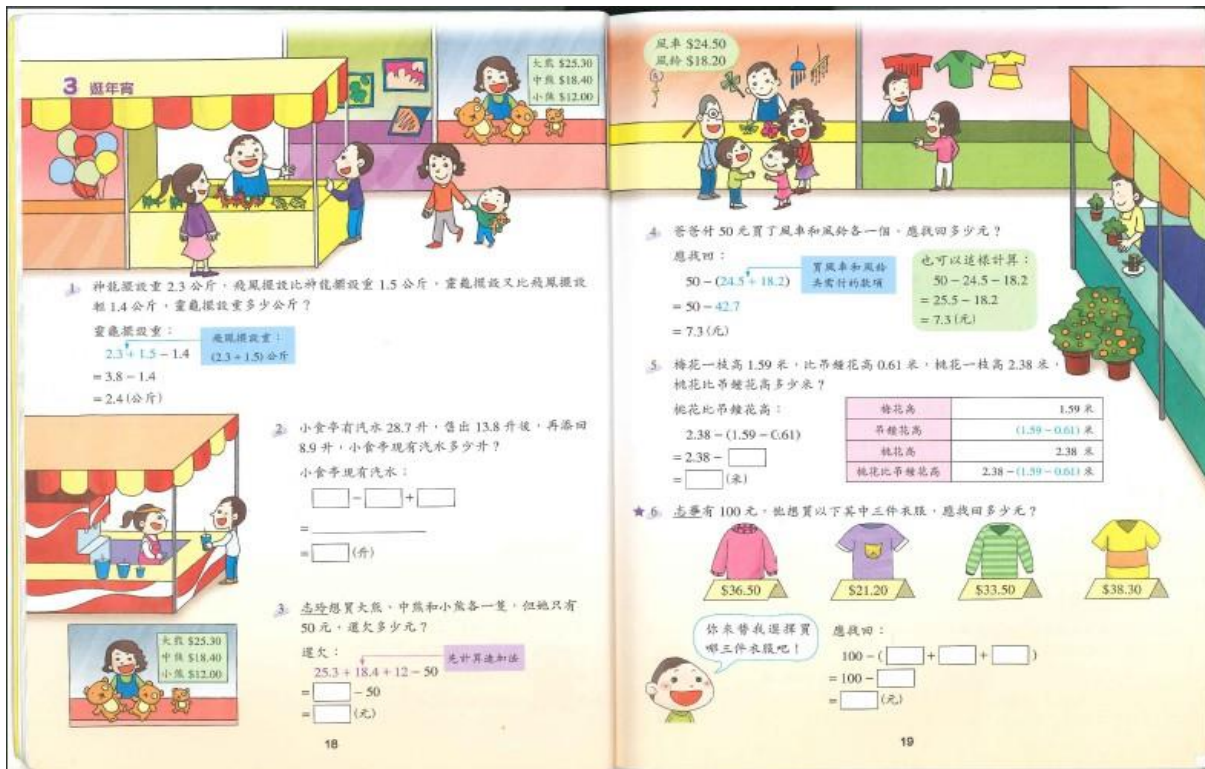


圖 6 教學情境——逛年宵。引自「《廿一世紀現代數學》5 下 A」。

七、二者教學方法的異同

(一) 乘法

筆者注意到筆算乘法的學習在《廿一世紀現代數學》和《上海教育出版社》小學數學二者教材中有所不同。在筆算一位數乘一位數、一位數乘多位數乘法時，乘的方法和順序沒有區別。二者教材都採取「先乘個位，後乘十位，再乘百位」的方法進行筆算。而在筆算多位數乘多位數時，二者則存在明顯不同。《廿一世紀現代數學》在教授多位數乘法時，採用從高位元到低位元的順序進行筆算。而《上海教育出版社》小學數學則採用從低位元到高位元的順序進行筆算。兩種乘法順序無本質差異，但是掌握從高位乘起的方法對估算更為有利。另外，從高位乘起的計算教學算理容易理解，且與筆算除法的試商可以保持一致，有利於學生除法筆算能力的提高，筆算與估算相結合，有利於培養學生數的意識（陳松坡，2001）。

2 郵票簿

1



郵票簿有 12 頁，每頁可存放郵票 16 枚，共可存放郵票多少枚？

共可存放郵票：

$$16 \times 12 = 192 \text{ (枚)}$$

10 頁可存放 160 枚，
多 2 頁可多存放 32 枚。
12 頁共可存放 192 枚。

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 12 \\ \hline 160 \\ 32 \\ \hline 192 \end{array}$$

16×10
 16×2

圖 7 兩位數乘兩位數。引自「《廿一世紀現代數學》4 上 A」。

2. 筆算乘法



1 套 12 本，
每本 24 元。

一共要付
多少錢？

$$24 \times 12 = \underline{\quad}$$

小刚这样算：

$$\begin{aligned} 24 \times 10 &= 240 \\ 24 \times 2 &= 48 \\ 240 + 48 &= 288 \end{aligned}$$

小红这样算：

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 12 \\ \hline 48 \cdots \cdots 24 \times 2 \text{ 的积} \\ 240 \cdots \cdots 24 \times 10 \text{ 的积} \\ \hline 288 \end{array}$$

(个位的 0 不写)

圖 8 兩位數乘兩位數。引自「《上海教育出版社》小學數學三年級下冊」。

(二) 簡易方程

在簡易方程的學習單元，《廿一世紀現代數學》和《上海教育出版社》小學數學也存在顯著差別。

《廿一世紀現代數學》在簡易方程的教學上，無論是含有加法、減法或是含有乘法、除法的方程，都是採用「保持天秤兩邊平衡的原則」進行學習的。這樣的教學方法比較整齊劃一，

學生比較容易理解和掌握。解含有加法（或減法）的方程時，只需在方程的兩邊同時減去（或加上）適當的數，使左邊只含有代數符號。解含有乘法（或除法）的方程時，只需在方程的兩邊同時除以（或乘以）適當的數，使左邊只含有代數符號。這樣對於比較簡單的方程處理起來比較容易，但是對於比較複雜的方程就會比較重複繁瑣。

2 解方程(含有加法的)
求方程中未知數(即代數符號)的值的過程,稱為解方程,而求得的數值,稱為方程的解。
看看這個方程： $y+3=21$
 $y+3=21$
所以， $y=18$
 $y+3-3=21-3$
 $y=18$
就像天平一樣：
在方程的兩邊同時減去相同的數，方程左右兩邊的值仍然相等。

3 解方程(含有減法的)
 $a-2=7$
 $a-2=7$
所以， $a=9$
 $a-2+2=7+2$
 $a=9$
在方程的兩邊同時加上相同的數，方程左右兩邊的值仍然相等。

1 解方程(含有乘法的)
看看這個方程： $2k=8$
 $2 \times 4=8$
所以， $k=4$
 $\frac{2k}{2}=\frac{8}{2}$
 $k=4$
在方程的兩邊同時除以相同的不等於0的數，方程左右兩邊的值仍然相等。

2 解方程(含有除法的)
 $\frac{r}{2}=8$
 $16 \div 2=8$
所以， $r=16$
 $\frac{r}{2} \times 2=8 \times 2$
 $r=16$
在方程的兩邊同時乘以相同的數，方程左右兩邊的值仍然相等。

圖9 簡易方程（一）。引自「《廿一世紀現代數學》5下B」。

而在《上海教育出版社》小學數學中，雖然也有強調「保持天秤兩邊平衡的原則」進行解方程，但是更為常用的教學方法是運用四則混算的法則去進行解方程。例如一個加數+另一個加數=和；一個加數=和-另一個加數；另一個加數=和-一個加數。再舉一個例子，被減數-減數=差；減數=被減數-差；被減數=減數+差。運用四則混算的法則去進行解方程，更有利於學生掌握四則混算技巧，不僅對簡答的方程容易解答，對於稍複雜的解方程也能迎刃而解。

因此，筆者認為簡易方程的單元可以先教導學生「保持天秤兩邊平衡的原則」去進行解簡易方程，但是同時也向學生介紹運用四則運算法則解方程的方法。運用「保持天秤兩邊平衡的原則」解方程比較直觀，運用四則運算法則解方程可以更好地掌握四則運算的技巧和更便捷地解決稍複雜的方程。

八、二者教學方法的異同

在《廿一世紀現代數學》中，在適當的學習階段後，各冊提供「綜合練習」，讓學生融會不同範疇所學，解決數學問題。另外，在小學三年級以及小學六年級B冊，提供以數學科全港性

系統評估 (Territory-wide System Assessment, 簡稱 TSA) 模式編寫的「階段綜合複習」, 讓學生更有效地複習第一及第二學習階段的主要知識。

在《上海教育出版社》小學數學中, 為配合地區每個單元後進行單元測試, 各冊在每個單元後提供「單元複習」, 在每冊最後階段提供「總複習」, 讓學生對每冊教材有一個整體的回顧。

參、香港與上海在 PISA 下的優勢與改進

筆者通過比較分析二者教材, 認為二者在教學內容和教學方法上各有特色。

《廿一世紀現代數學》課程編排較為寬鬆, 讓學生在學習中進行觀察和探究, 有足夠的時間讓學生消化吸收所學知識。另外, 教材為掌握程度較好的學生提供「增潤項目」, 以讓學生發揮所長。《廿一世紀現代數學》根據 2000 年《數學教育學習領域: 數學課程指引》進行修改多個單元, 為使學生能夠學習到必要的知識。《廿一世紀現代數學》強調數學學習的情境性, 數學學習應該活學活用。

《上海教育出版社》小學數學知識結構編排緊湊嚴密, 四則運算要求較高, 對於精確計算比較有利。《上海教育出版社》小學數學在吸收了傳統教學的優點之餘, 又加強了對學生觀察和探索能力的培養。另外, 解簡易方程也運用到了四則運算法則。

香港在 2009 年第四次國際學生評估項目 (PISA) 測試中數學素養上獲得第三的優異成績, 而上海更在該次測試數學素養上摘得季冠。回顧過往數次 PISA 測試, 香港在數學素養上披金戴銀, 而上海在模擬測試中也二度奪冠。筆者認為, 香港與上海在往後的 PISA 測試中獲得勝算的概率都很高。

值得引起關注的是, 香港與上海在閱讀素養上閱讀非連續性文本表現比連續性文本差。非連續性文本包括表和圖, 香港與上海需要在數學教材中加入相應的讀表與讀圖的章節, 讓學生加強讀表與讀圖的能力。

香港在具體計算上, 教材要求比較低一點, 應該加強四則運算的強度, 以讓學生獲得更強的計算能力。上海應加強估算的練習, 讓學生獲得終身受用的能力。另外, 上海應該向香港學習, 繼續加強數學學習的情境性, 讓學生活學活用。

肆、結語

筆者通過比較《廿一世紀現代數學》和《上海教育出版社》小學數學, 分析了二者在教學目標、教學內容、教學方法以及評估方法上的異同, 並分析香港與上海在 PISA 中的優勢與不足, 進而提出可供借鑒之處。筆者在此衷心祝願香港與上海數學課程能夠邁向更高一個里程, 在往

後的 PISA 測試中獲得優異成績。

參考文獻

- 羅陽佳 (2011.03.17)。上海學生 PISA 測試排名「全球第一」引發教育思考，中國教育報。
- 陳松坡 (2001)。香港版和人教版小學教材比較管窺，*教學研究*，29-30。
- 香港課程發展議會 (2002)。基礎教育課程指引。香港：政府印務局。
- 香港課程發展議會 (2000)。數學教育學習領域：數學課程指引。香港：政府印務局。
- 中華人民共和國教育部 (2001)。基礎教育課程改革綱要 (試行)。北京：中華人民共和國教育部。
- 香港教育局 (2016)。適用書目表。香港：政府印務局。
- 經濟合作與發展組織 (1997)。學生能力國際評估計劃，經濟合作與發展組織。
- Ho, S. C. (Ed.). (2005). *The second HKPISA report PISA 2003 executive summary: Monitoring the quality and equality of education in Hong Kong from an international perspective from PISA 2000 to PISA 2003*. Hong Kong: HKPISA Centre, The Chinese University of Hong Kong.

《臺灣數學教師》稿約

2013.09.27 編審委員會會議通過

2014.09.04 編審委員會會議修訂通過

2015.05.24 編輯委員會會議修訂通過

- 壹、《臺灣數學教師》（原名為《台灣數學教師(電子)期刊》）（Taiwan Journal of Mathematics Teachers）（以下簡稱本刊）是國立臺灣師範大學數學系及台灣數學教育學會共同發行之期刊，內容以出版數學教育領域相關議題的原創性論文為宗旨。本刊徵求符合宗旨之教學實務文稿，內容包含探討數學教學策略、學生迷思概念之教學引導、數學教育課程、教材與教法等實務經驗分享、研究問題評析、數學教育之構想、書評、論文批判、數學教學與應用性研究、數學教育研究趨勢介紹、專題演講講稿、數學學習評量、電子媒材設計、數學教師專業發展及其他數學教育相關議題等內容。
- 貳、本刊每年發行兩期，分別於四月、十月出刊，並採電子方式發行。全年徵稿，隨收隨審。
- 參、本刊所刊之文稿須為原創性的教學實務文章，即未曾投遞或以全論文形式刊登於其他期刊、研討會彙編或書籍。若文稿在送審後自行撤稿，或出現一稿多投、修正稿回覆逾期、侵犯著作權等違反學術倫理等情況，將依下列規則處理：
- 一、來稿一經送審，不得撤稿。因特殊理由而提出撤稿申請者，案送主編決定；非特殊理由而自行撤稿者，一年內將不再接受該作者的投稿。
 - 二、若文稿被發現一稿多投、侵犯著作權或違反學術倫理等情況，除文稿隨即被拒絕刊登外，一切責任由作者自負，且本刊於三年內不接受該作者來稿，並視情節嚴重程度求償。
 - 三、作者應於發出文稿修正通知的三週內回傳修正稿及修正回覆說明書，逾期視同撤稿。若有特殊情況請先與本刊聯絡。
- 肆、未經本刊同意，已獲本刊接受之文章不得再於他處發表。投遞本刊之文稿須經編審委員會送請專家學者審查通過後予以刊登，被刊登文章之著作財產權歸國立臺灣師範大學數學系及台灣數學教育學會共同擁有，文責由作者自負。
- 伍、文稿請以中文撰寫，以8,000字為原則（包含摘要、文章全文、圖表、附註、參考文獻、附錄等）。文稿的呈現請使用單行間距之12級字新細明體或Times New Roman字體，以橫書方式於A4規格紙張上，文稿上下左右各留2.5公分空白，並以Microsoft Word 98以上之繁體中文文書軟體處理。

陸、文稿格式請參考《臺灣數學教育期刊》論文撰寫體例的說明或已發行之文稿，若有需要引用英文文獻以及數學符號、公式等請參考APA第六版出版手冊。交遞稿件時需注意下列事項：

一、提交投稿基本資料表

(一) 文稿基本資料。

(二) 通訊作者之姓名、服務單位、職稱、通訊地址、聯絡電話和電子郵件地址。

一位以上作者時，非通訊作者只需填寫姓名、服務單位和職稱。

(三) 任職機構及單位：請寫正式名稱，分別就每位作者寫明所屬系所或單位。

(四) 頁首短題（running head）：以不超過15個字為原則。

(五) 作者註（author note）：說明與本篇研究相關的資訊。

二、提交已簽署的《臺灣數學教師》著作財產權讓與同意書。

三、文稿除正文外，還需包含中文摘要，摘要請獨立一頁呈現，並置於正文之前。

摘要頁內容包括論文題目（粗體20級字、置中）、摘要（不分段，限500字以內）、與關鍵詞（以五個為上限，並依筆畫順序由少到多排列）。

四、若為修正稿，遞交修正的文稿上請以色字標示修改處，並需提交「修正回覆說明書」，依審查意見逐項說明修改內容或提出答辯。作者應於發出文稿修正通知的三週內回傳修正稿及修正回覆說明書，若有特殊情況請先與本刊聯絡。

柒、文稿以電子郵件方式投遞，包括作者基本資料表、著作財產權讓與同意書與全文共三份資料。作者應負論文排版完成後的校對之責，編輯委員僅負責格式上之校對。

捌、投稿電子郵箱：tjmtedit@gmail.com

《臺灣數學教師》投稿基本資料表

篇名	(中文)		
	(英文)		
總字數	稿件全文 (含中英文摘要、正文、參考文獻、附錄等) 共_____字。		
關鍵詞 (最多五個)	(中文)		
	(英文)		
頁首短題 (running head)	(請以不超過15個中文字或40個英文字元為原則。)		
通訊作者資料	姓名	(中文)	(英文)
	職稱		
	服務單位 (或就讀校系)	(中文)	
		(英文)	
	E-mail		
	通訊地址		
	電話	辦公室：() 分機	
行動電話：			
如為共同著作，請詳填以下共同著作人欄位，非共同著作則不需填寫。(以下欄位不敷填寫時請自行增加)			
共同著作人	姓名	服務單位 (或就讀校系)	職稱
第一作者 (<input type="checkbox"/> 通訊作者)	(中文)	(中文)	
	(英文)	(英文)	
第二作者 (<input type="checkbox"/> 通訊作者)	(中文)	(中文)	
	(英文)	(英文)	
第三作者 (<input type="checkbox"/> 通訊作者)	(中文)	(中文)	
	(英文)	(英文)	
作者註 (可複選)	<input type="checkbox"/> 本篇論文為碩、博士論文改寫，指導教授為_____。 <input type="checkbox"/> 本篇論文曾於_____發表。 <input type="checkbox"/> 本篇論文獲科技部補助，計劃編號：_____。		
1.茲保證本論文符合研究倫理。 2.茲保證所填基本資料正確，文稿未曾以任何方式出版或發行，且無一稿多投、違反學術倫理，或違反著作權相關法令等事情。 3.茲瞭解並同意貴刊著作權授權規範，並保證有權依此規範進行相關授權。 4.茲保證文稿已經所有作者同意投稿至《臺灣數學教師》。 填表人：_____ 填表日期：_____年_____月_____日			

《臺灣數學教師》著作財產權讓與同意書

茲同意投稿至國立臺灣師範大學數學系與台灣數學教育學會共同發行的《臺灣數學教師》之一文，名稱為：

立書人聲明及保證本著作為從未出版之原創性著作，所引用之文字、圖表及照片均符合著作權法及相關學術倫理規範，如果本著作之內容有使用他人以具有著作權之資料，皆已獲得著作權所有者之（書面）同意，並於本著作中註明其來源出處。著作人並擔保本著作未含有毀謗或不法之內容，且絕未侵害他人之智慧財產權，並同意無償授權國立臺灣師範大學數學系與台灣數學教育學會於本著作通過審查後，以論文集、期刊、網路電子資料庫等各種不同方法形式，不限地域、時間、次數及內容利用本著作，並得進行格式之變更，且得將本著作透過各種公開傳輸方式供公眾檢索、瀏覽、下載、傳輸及列印等各項服務。國立臺灣師範大學數學系與台灣數學教育學會並得再授權他人行使上述發行之權利。惟著作人保有下列之權利：

- 1.本著作相關之商標權及專利權。
- 2.本著作之全部或部份著作人教學用之重製權。
- 3.出版後，本著作之全部或部份用於著作人之書中或論文集中之使用權。
- 4.本著作用於著作人受僱機關內部分送之重製權或推銷用之使用權。
- 5.本著作及其所含資料之公開口述權。

著作人同意上述任何情形下之重製品應註明著作財產權所屬，以及引自《臺灣數學教師》。

如果本著作為二人以上之共同著作，下列簽署之著作人已通知其他共同著作人本同意書之條款，並經各共同著作人全體同意，且獲得授權代為簽署本同意書。如果本著作係著作人於受僱期間為雇用機構所作，而著作權為讓機構所有，則該機構亦同意上述條款，並在下面簽署。

本著作之著作財產權係屬（請勾選一項）

- 著作人所有
 著作人之僱用機構所有

立同意書人（著作人或僱用機構代表人）簽章：_____

著作人姓名或僱用機構名稱：_____

（正楷書寫）

中華民國 年 月 日

Publisher | Department of Mathematics, National Taiwan Normal University
Taiwan Association for Mathematics Education

Editorial Board

Chief Editor | Yuan-Horng Lin (Department of Mathematics Education,
National Taichung University of Education)

Vice Chief Editor | Pi-Jen Lin (Graduate Institute of Mathematics and Science Education,
National Hsinchu University of Education)

Editorial Panel | Yuan-Shun Lee (Department of Mathematics, University of Taipei)

Su-Wei Lin (Department of Education ,
National University of Tainan)

Wei-Min Hsu (Department of Science Communication,
National Pingtung University)

Erh-Tsung Chin (Graduate Institute of Science Education,
National Changhua University of Education)

Shu-Yi Chang (Department of Mathematics Education and Information Education,
National Taipei University of Education)

Huan-Chuan Chang (Sinde Elementary School, Toufen, Miaoli)

Chia-Huang Chen (Department of Mathematics Education,
National Taichung University of Education)

Kai-Lin Yang (Department of Mathematics, National Taiwan Normal University)

Hui-I Liao (Tai-jen Junior High School, Kaohsiung City)

Shiang-Tung Liu (Graduate school of Math and Science Education ,
National Chiayi University)

Chang-Hua Chen (National Academy for Educational Research)

Jing Chung (Department of Mathematics Education and Information Education,
National Taipei University of Education)

Address | No.88 Sec. 4, Ting-Chou Rd., Taipei City, Taiwan, R.O.C.
Department of Mathematics, National Taiwan Normal University
"Taiwan Journal of Mathematics Teachers"

TEL | 886-2-7734-6576

FAX | 886-2-2933-2342

E-mail | tjmteedit@gmail.com

Website | <http://tame.tw/forum.php?mod=forumdisplay&fid=74>

1 「數學教學實習」課程規畫與實踐之研究

/ 蘇意雯

Designing and Practicing of “Practicum of Mathematics Education” Curriculum

/ Yi-Wen Su

13 合作式數學學習的內、外在動機路徑分析

/ 張琇如

The Path Analysis Model of Intrinsic and Extrinsic Motivation in Cooperative and Mathematical Learning Environment

/ Hsiu-Ju Chang

31 香港與上海小學數學教育管窺

/ 庾嘉順

Primary Mathematics Education between Hong Kong and Shanghai

/ Jia-Shun Yu

