

國立臺灣師範大學理學院數學系

碩士論文

Department of Mathematics

College of Science

National Taiwan Normal University

Master's Thesis

中學數學職前教師對於科技融入數學教學活動的  
教學覺察力之探討



張茹涵

Chang, Ju-Han

指導教授：王婷瑩博士

Advisor: Wang, Ting-Ying, Ph.D.

中華民國一 一 〇 年 八 月

August 2021

## 謝辭

一本論文的呈現，得之不易。回首過去這兩年的碩士生活，我在研究這段路上雖然跌跌撞撞，卻並非舉步維艱，因為無論在學術上或者生活中都有著許多人的幫助，所以在此我想感謝曾幫助過自己的人們。

撰寫論文的這一年裡，特別感謝指導教授王婷瑩老師在書寫論文過程的協助與給予論文寫作方向的引導，讓我從一次又一次資料分析導致的亂眼迷心狀態中，可以迷途知返、找回初衷，老師就像是學習生涯的一盞明燈，以知識帶領著我進入數學教育的世界，因為有您的諄諄教誨才成就了現在的我，在此感謝我最尊敬的您，很幸運能夠遇見您，也很感謝老師願意當我的指導教授！

感謝口試委員鄭英豪老師以及謝佳叡老師，謝謝您們在口試過程裡給予我許多關於論文的寶貴、宏觀建議，使我的論文可以更趨良好與完善，老師們將自身豐富的學識不吝惜地與我分享，讓我眼界可以更為廣闊，在未來不管是撰寫報告或是進行研究時能夠從更多元的角度看待每句話、每個觀點！

感謝與我一同度過這段時光的碩士班同門，感謝泓元、秀宸、潔昀、怡伶、冠成、勝綱、郁柔，謝謝你們在我資料分析時所給予的協助，讓我不管是在進行資料彙整或是撰寫論文時都能更加流暢，這裡也特別感謝泓元和勝綱，謝謝你們在我最需要的時候所給予無償且無私的幫助，如果沒有你們我可能很難堅持下來完成這篇論文。也感謝啟台學長，在我研究的進行上，以過來人的身分給了我許多的建議，使我能更快速地進入寫論文的狀況、掌握難處進行突破。這一年中，很感謝有你們的陪伴與幫助，彼此討論、學習、進步的艱辛奮鬥歲月，我不會忘記的！

另外，感謝系上的老師們以及助教們在生活上的體諒與幫助，特別謝謝從大學開始就一直很關心自己的劉容真老師，可以當老師的助教協助教學工作真的是一件很幸福的事，雖然期間遇到疫情而導致上課與考試都不似從前方便，但可以一同面對並解決問題，是個非常令自己難忘的體驗。

最後，我要誠摯地感謝我的父母，謝謝您們為我打造了一座溫暖的避風港，謝謝您們願意默默地提供我穩定的生活條件，讓我可以不必為了經濟問題放棄完成論文的可能，並且在我撰寫論文的期間給予我心靈上的支持，讓我可以將論文裡的一字一句從腦海中付諸實現，並完成這項簡單卻也艱辛的論文工程，因為您們的鼓勵與包容，讓我可以毫無後顧之憂地在這論文之路堅定著前行。

謝謝一路上教導我、鼓勵我、肯定我及支持我的你們，學海無涯、世界寬闊，人生的路亦漫漫，我尚需要學習的事物依然無窮無盡，而我會銘記在過去幫助過我的人們，懷著感恩，並且鞭策自己不斷精進、不斷學習！

## 摘要

本研究的目的是為探討中學數學職前教師對於科技融入數學教學之教學覺察力。進一步的說明，研究者藉由職前教師關於一段科技融入數學教學活動的開放式問卷之填答內容，希望能更為深入了解經歷 108 課綱草案到正式上路的中學數學職前教師們對於科技融入數學教學之教學覺察力。

本研究利用開放式問卷收集研究資料，取樣方面採用便利性取樣，針對修習 107 學年度第一學期之數學教學實習（一）的 31 位職前教師進行問卷調查。問卷回收後針對職前教師問卷填寫內容進行「內容分析法」及「歸納分析法」之質性分析。本研究之研究架構主要參考 Jacob、Lamb 與 Philipp（2010）的理論框架，其中提及教師之教學覺察力分為「關注」、「詮釋」與「決策」等三項子能力，研究使用之開放式問卷根據此理論設計而成；而針對中學數學職前教師的回答內容則利用謝豐瑞（2012）所提出的二十個數學教學元素進行資料分析。

研究結果顯示針對職前教師的教學覺察力，在「關注」方面，多數職前教師認為科技融入的教學中教師對於科技媒體的展示十分重要，且在教師教學過程中會關注如何講解概念使課程更具彈性，並且強調學生在課堂中對於科技媒體的操作；在「詮釋」方面，職前教師對於教師的教學專業能力最為重視，認為如何連結科技產品中所涉及的數學概念，是會影響學生對於概念建立與延伸的學習，學生的部分則是認為科技融入的教學能夠提升學生課堂參與度，除此之外，多數的職前教師亦提及科技融入教學能夠讓學生對於實體的物件進行想像與臆測，進而在課堂中提供學生思考空間；在「決策」方面，職前教師對於教學上的決策與前兩面向有所關聯，教師的部分主要針對概念的講解以及科技媒體的展示、呈現，而在學生部分則是對於學生課堂參與和科技融入教學中如何使學生思考較為重視。

關鍵字：科技融入、教師專業覺察力、數學教學專業能力、數學師資培育、教學覺察力

# 目錄

## 章節目錄

<b>第壹章 緒論</b> .....	<b>1</b>
第一節 研究背景與動機 .....	1
第二節 研究目的暨問題 .....	2
第三節 名詞解釋 .....	3
<b>第貳章 文獻探討</b> .....	<b>4</b>
第一節 教師知能的相關研究 .....	4
第二節 教學覺察力的相關研究 .....	12
<b>第參章 研究方法</b> .....	<b>16</b>
第一節 研究架構 .....	16
第二節 研究設計 .....	18
第三節 研究樣本 .....	18
第四節 研究工具 .....	19
第五節 研究流程 .....	25
<b>第肆章 研究結果</b> .....	<b>26</b>
第一節 職前教師在覺察力之「關注(ATTENDING TO)」子能力的展現 .....	26
一、教師面向分析 .....	28
二、學生面向分析 .....	32
三、教材面向分析 .....	36
四、科技面向分析 .....	39
第二節 職前教師在覺察力之「詮釋(INTERPRETING)」子能力的表現 .....	41

一、教師面向分析 .....	42
二、學生面向分析 .....	45
三、教材面向分析 .....	48
四、科技面向分析 .....	51
第三節 職前教師在覺察力之「決策(DECISION MAKING)」子能力的呈現.....	53
一、教師面向分析 .....	54
二、學生面向分析 .....	56
三、教材面向分析 .....	58
四、科技面向分析 .....	61
第四節 職前教師對於教學覺察力之各項子能力間的連結.....	63
一、關注子能力與詮釋子能力之關聯.....	63
二、詮釋子能力與決策子能力之關聯.....	72
三、職前教師的教學覺察力之思考脈絡.....	77
<b>第五章 研究結論與建議.....</b>	<b>88</b>
第一節 研究結論.....	88
第二節 對未來研究的建議.....	91
第三節 研究限制.....	92
<b>參考文獻.....</b>	<b>93</b>

## 表次目錄

表 2-1 數學教學元素 (MATHEMATICS TEACHING COMPETENCE).....	8
表 3-1 二十個數學教學能力元素 (MATHEMATICS TEACHING COMPETENCE) (轉引自鄧聖懷, 2020) ....	23
表 3-2 八個數學教學概念心像面向 .....	23
表 3-3 分析架構.....	24
表 4-1 職前教師對教學影片中所關注數學教學事件的分布 .....	27
表 4-2 職前教師對數學教學事件給予的「詮釋」子能力之分布 .....	41
表 4-3 職前教師對數學教學事件給予的「決策」子能力之分布 .....	53
表 4-4 職前教師的回答.....	63
表 4-5 基於解釋所做之決策.....	75
表 4-1-1 關注子能力在教師面向的評價分布 .....	28
表 4-1-2 提及教師展示之職前教師回答.....	28
表 4-1-3 提及數學教學過程之職前教師回答.....	29
表 4-1-4 提及數學評量之職前教師回答.....	31
表 4-1-5 關注子能力在學生面向的評價分布.....	32
表 4-1-6 提及學生操作之職前教師回答.....	33
表 4-1-7 提及學生活動之職前教師回答.....	34
表 4-1-8 提及學生思考之職前教師回答.....	35
表 4-1-9 提及數學溝通之職前教師回答.....	35
表 4-1-10 關注子能力在教材面向的評價分布 .....	36
表 4-1-11 提及數學教材選擇與內容安排之職前教師回答.....	36
表 4-1-12 提及教學媒體搭配之職前教師回答.....	37
表 4-1-13 提及數學價值之職前教師回答.....	38
表 4-1-14 關注子能力在科技面向的評價分布 .....	39
表 4-1-15 提及科技設備數量之職前教師回答.....	39

表 4-1-16 提及科技軟體使用之職前教師回答.....	39
表 4-2-1 詮釋子能力在教師面向的數學教學元素分布.....	42
表 4-2-2 提及數學教學專業能力之職前教師回答.....	43
表 4-2-3 提及教學手法之職前教師回答.....	44
表 4-2-4 提及課堂經營之職前教師回答.....	45
表 4-2-5 詮釋子能力在學生面向的數學教學元素分布.....	45
表 4-2-6 提及學生認知之職前教師回答.....	46
表 4-2-7 提及學生參與和活動之職前教師回答.....	46
表 4-2-8 提及學生思考之職前教師回答.....	47
表 4-2-9 提及學習動機之職前教師回答.....	47
表 4-2-10 提及數學溝通之職前教師回答.....	48
表 4-2-11 詮釋子能力在教材面向的數學教學元素分布.....	48
表 4-2-12 提及數學教材選擇與內容安排之職前教師回答.....	49
表 4-2-13 提及引入活動之職前教師回答.....	50
表 4-2-14 提及數學價值之職前教師回答.....	50
表 4-2-15 提及教學媒體搭配之職前教師回答.....	51
表 4-2-16 詮釋子能力在科技面向的數學教學元素分布.....	51
表 4-2-17 提及科技產品使用習慣與方式之職前教師回答.....	51
表 4-2-18 提及科技軟體的使用之職前教師回答.....	51
表 4-3-1 決策子能力在教師面向的數學教學元素分布.....	54
表 4-3-2 提及數學教學專業能力之職前教師回答.....	54
表 4-3-3 提及課堂經營之職前教師回答.....	56
表 4-3-4 決策子能力在學生面向的數學教學元素分布.....	56
表 4-3-5 提及學生參與和活動之職前教師回答.....	57
表 4-3-6 提及學生思考之職前教師回答.....	57
表 4-3-7 提及學生認知之職前教師回答.....	57

表 4-3-8 提及數學溝通之職前教師回答.....	58
表 4-3-9 決策子能力在教材面向的數學教學元素分布.....	58
表 4-3-10 提及數學教材選擇與內容安排之職前教師回答.....	59
表 4-3-11 提及教學媒體搭配之職前教師回答.....	60
表 4-3-12 決策子能力在科技面向的數學教學元素分布.....	61
表 4-3-13 提及科技設備數量之職前教師回答.....	61
表 4-3-14 提及科技軟體的使用之職前教師回答.....	61
表 4-4-1 個案 1 職前教師的回答.....	65
表 4-4-2 個案 7 職前教師的回答.....	65
表 4-4-3 個案 2 職前教師的回答.....	67
表 4-4-4 個案 4 職前教師的回答.....	68
表 4-4-5 個案 24 職前教師的回答.....	69
表 4-4-6 個案 25 職前教師的回答.....	70
表 4-4-7 個案 10 職前教師的回答.....	70
表 4-4-8 個案 16 職前教師的回答.....	71
表 4-6-1 個案 1 職前教師的回答.....	77
表 4-6-2 個案 28 職前教師的回答.....	79
表 4-6-3 個案 12 職前教師的回答.....	80
表 4-6-4 個案 16 職前教師的回答.....	82
表 4-6-5 個案 18 職前教師的回答.....	83

## 圖次目錄

圖 2-1 教師教學所需要的數學知識 (MKT) 之架構.....	7
圖 2-2 科技的教學內容知識 (TPACK) .....	9
圖 2-3 科技的教學內容知識 (TPCK) (轉引自李佳蓉, 2017) .....	10
圖 2-4 數學教師從 PCK 到 TPACK 的發展過程圖 (轉引自李佳蓉, 2017) .....	11
圖 3-1 研究架構圖.....	16
圖 3-2 問卷施測流程.....	25
圖 4-1 職前教師關注與詮釋之連結(1).....	64
圖 4-2 職前教師關注與詮釋之連結(2).....	66
圖 4-3 職前教師關注與詮釋之連結(3).....	68
圖 4-4 職前教師詮釋與決策之連結(1).....	72
圖 4-5 職前教師詮釋與決策之連結(2).....	73
圖 4-6 職前教師詮釋與決策之連結(3).....	74
圖 4-7 教學覺察力之脈絡圖(1).....	77
圖 4-8 教學覺察力之脈絡圖(2).....	80
圖 4-9 教學覺察力之脈絡圖(3).....	83
圖 4-10 教學覺察力之脈絡圖(4).....	85
圖 4-11 教學覺察力之脈絡圖(5).....	86
圖 4-12 教學覺察力之脈絡圖(6).....	87
圖 4-7-1 個案 1 覺察力之脈絡圖.....	78
圖 4-7-2 個案 28 覺察力之脈絡圖.....	79
圖 4-8-1 個案 12 覺察力之脈絡圖.....	81
圖 4-8-2 個案 16 職前教師的回答.....	82
圖 4-9-1 個案 18 覺察力之脈絡圖.....	84

# 第壹章 緒論

## 第一節 研究背景與動機

這個日新月異的世代，人們為追求便捷的生活型態而發明了各式各樣的工具，而為了因應時代的快速變遷，有更多國家在數學教育上皆有愈來愈重視科技在數學這門學科的展現與融入。

在 2018 年 108 課綱正式上路前，各界對於此次的教育改革充滿了許多質疑，最具代表性的議題是教育現場將計算機融入正式課程以及考慮未來計算機進入大考的一事，然此次課綱將課堂中建議使用計算機修正為教科書中必須使用計算機，而為因應教改，我國的教科書內容編排上也進行與以往不同的調整，把科技融入教學和素養導向教學呈現在其中，並希望現場教師們能夠讓學生對於在學校所學之知識是可以在日常生活中非常有感的。

實習的時候，我曾於課堂中嘗試過利用科技來融入數學教學活動，在高中三角函數單元的教學中，自行設計了學習單並搭配電腦的 Geogebra 進行講解，但在教學過程中發現由於只有自己在臺上操作媒體做講解，而臺下的學生看著畫面回答我所拋出的問題，其實時間沒有過多久班上學生的集中力就逐漸下降，且填寫學習單的狀況不是很好；結束後讓我意識到應該要再讓學生有更多思考空間或是操作媒體的部分，也使我想起謝豐瑞老師在某場研習活動上提到的：「並不是我們學的數學沒有用，而是老師把數學教成沒有用。」

對於未來進入教育界的中學數學職前教師而言，與時代的變化接軌是非常需要被重視的，而我們該如何在未來教學中適切且順利地執行這樣的科技融入教學，是個值得令人探究的問題。因此，研究者想更進一步來探討這些經歷 108 課綱草案到正式上路的中學數學職前教師們對於科技融入數學教學之教學覺察力。

## 第二節 研究目的暨問題

根據上述動機，研擬以下研究目的與研究問題：

### 一、研究目的

探討中學數學職前教師對於科技融入數學教學之教學覺察力，採用 Jacob (2010) 之理論架構，從「關注」、「詮釋」、「決策」三項子能力加以了解職前教師覺察力之展現。

### 二、研究問題

根據上述研究目的，編列以下研究問題：

1. 關於科技融入數學教學的課堂，中學數學職前教師的「關注」涉及哪些數學教學元素？
2. 關於科技融入數學教學的課堂，中學數學職前教師的「詮釋」涉及哪些數學教學元素？
3. 關於科技融入數學教學的課堂，中學數學職前教師的「決策」涉及哪些數學教學元素？
4. 關於科技融入數學教學的課堂，中學數學職前教師之「關注」、「詮釋」、「決策」之間的連結情況為何？

### 第三節 名詞解釋

1. 科技工具與軟體：

科技工具或軟體，例如：手機與平板之照片編輯功能，電腦應用程式 PowerPoint 或 Word 中的圖片編修功能，非僅指展示給學生觀賞的功用。

2. 教學覺察力：

關於教師在教學時所關注到的教學事件、並針對關注之教學事件給予自己的詮釋，且在相同教學情況下，進而做出自己想要的教學決策的一種能力，係因本研究單指針對教學而引動的覺察力，在不引起誤會的情況下，簡稱覺察力。



## 第貳章 文獻探討

### 第一節 教師知能的相關研究

教學活動本身牽涉甚廣，然而，教師在其中所扮演的角色不單只是建立專業知識的傳遞者，更是在學校這個小型社會縮影裡的協調者。顯而易見地，教師除了必須在學生、家長、行政人員和教學知識之間進行斡旋，還要隨著時代不斷的演進與加速的發展、教育政策和時空背景也隨之改變，來調整自身觀點以及不斷充實專業知識與技能。由前所述之條件，並融合教師個人的特質、學習經驗和成長背景等等，成為一位具有獨特風格的教師。

每位教師數學課堂中的教學方法不會僅有一種模式，會順應不同的情形進行調整，所以針對教師的教學難以用單一的理論來詮釋，而教師在教學能力的傳承由於每位教師都有不同的個人特質，並無法單純地複製貼上，但是，我們依然會去預期一位教師在面臨某種特定的教學事件時的反應，換言之，我們會認為教師對於教學上的決策與行為是具有一定的可預測性，由此，本研究探討目前學術研究對教師知識結構所提出的部分結果，探索這些教師知識的成果與理論，並深入了解教師知識的本質與結構。

#### 一、教學知能

L. Shulman (1986) 認為完整的教師知識應包含：學科知識 (Subject Matter Content Knowledge)、學科教學知識 (Pedagogical Content Knowledge, 簡稱 PCK) 以及課程知識 (Curricular Content Knowledge)。但 Shulman 認為在教師知識審核中遺漏了一項重要的知識：「學科教學知識」，該類知識是學科內容 (content) 與教學法 (pedagogy) 的混合物，其所包含的內容，諸如：用以表徵或闡述學科內容使之能讓學生了解的各種方法、

使得某個主題的學習困難或簡單的因素為何、某年齡學生對於某個主題具備的先備知識是什麼、學生有哪些常見的迷思概念、破除學生迷思概念的策略等；並且認為此類知識屬於教師特有的知識領域，是一種「可教」的學科知識，其包含在各學科中。而後，Shulman（1987）提出了教師專業知識的一個分析架構，將教師專業知識分為七類，並指出其中的「學科教學知識」是學科教學專家必備的重要知識：

1. 學科內容知識；
2. 一般教學知識；
3. 課程知識；
4. 學科教學知識；
5. 學習者特性知識；
6. 教育情境知識；
7. 對教育目標與教育價值及其哲學和歷史背景的知識。

數學這門學科中，對於教師知識不管從教師自身的學科知識、教學能力以及課程編排都有許多學者進行相關的研究。如：Leinhardt 和 Smith（1985）從教師自身對於學科的知識以及教學的各項能力切入，他們認為數學教師教學認知面向可以分為兩大核心領域知識：教學結構知識（lesson structure），包含課堂教學設計與進行的流暢性、過程銜接的適易性，與清楚解釋教材內容等技術；以及學科知識（subject matter knowledge）包含概念性的理解、特定的演算操作、不同演算過程之間的連結、對學生錯誤類型的理解和課程演示。雖然當時該研究對於數學教師的知識結構上尚有爭議，但還是可以發現有些議題已然被提出與關注了。

除此之外，數學教學內容知識在實務面上受到相當的重視，美國的 National Council of Teacher of Mathematics（NCTM）（1991）在《Professional standards for teaching mathematics》一書裡將數學教師教學知識分成五個部分組成：

- （1）關於包含技術在內的教學材料與資源的知識（課程知識）；

- (2) 關於表達數學概念與過程的知識（學科教學知識）；
- (3) 關於教學策略及課堂知識模式的知識（一般性教學知識）；
- (4) 關於促進課堂交流和培養數學集體意識方法的知識；
- (5) 關於評量學生數學理解方法的知識。

由此可知，上述分類除了普遍提及的學科知識、學科教學知識與一般性教學知識外，還加入對於學生在數學課堂中的學習狀況進行探討，著重在學生參與、學生思考，以及學生認知理解的部分。

另外，有些學者較關注於數學教學內容知識的架構。Ball, Thames 與 Phelps(2008) 提出教師教學所需數學知識（mathematical knowledge for teaching，簡稱 MKT）的概念與架構，就內涵而言，它可以說是一種特殊形式的 PCK，但是卻更為強調在數學教學的專業知識上，其架構圖如圖 2-1 所示，架構中關於學科知識（subject matter knowledge）的部分，包含三類：一般的內容知識（common content knowledge，縮寫 CCK）、橫向的內容知識（horizon content knowledge，縮寫 HCK），以及專門的內容知識（specialized content knowledge，縮寫 SCK）；而關於教學內容知識（pedagogical content knowledge）的部分，包含三類：關於內容與學生的知識（knowledge of content and students，縮寫 KCS）、關於內容與教學的知識（knowledge of content and teaching，縮寫 KCT），以及關於內容與課程的知識（knowledge of content and curriculum，縮寫 KCC）。

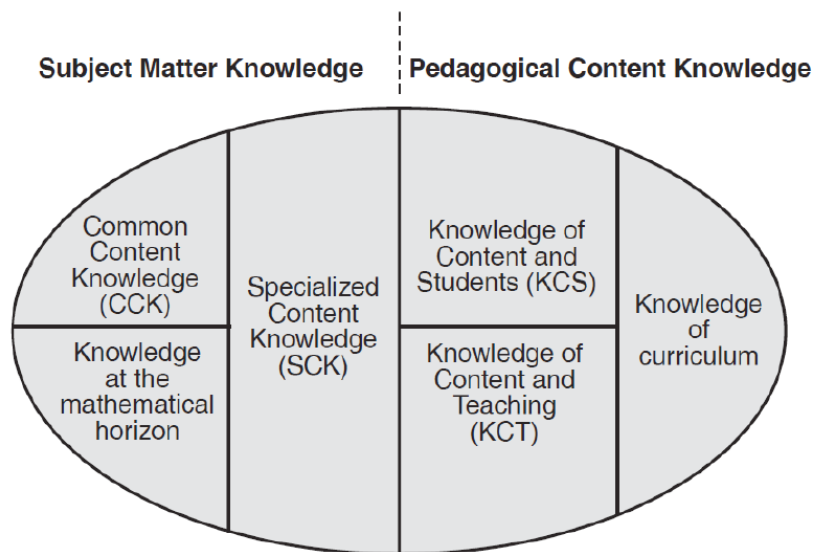


圖 2-1 教師教學所需要的數學知識 (MKT) 之架構

關於內容與學生的知識 (KCS) 是數學內容知識和學生學習相關知識，如：學生如何思考、理解、學習內容知識，兩者的交互作用而成，例：教師是否具備關於學生如何學習某特定內容、學生在學習特定內容的過程裡常見的迷思概念等方面的知識與能力。關於內容與教學的知識 (KCT) 是結合對數學的理解 (knowing about mathematics) 和對教學的理解 (knowing about teaching)，例如：教師關於安排教學材料順序、使用各種表徵的優缺點、例子在教學起始時的選用及考量其用以深化學生思考等方面的知識與能力。關於內容與課程的知識 (KCC) 主要參考 Shulman (1986) 的課程知識 (curricular knowledge)，包含教師對了解課程中不同主題間的連結、課程與其他學科的連結、課程的先後順序，以及教學上可選的替代課程 (curricular alternatives available for instruction) 等方面的知識與能力。可以發現該理論整合了許多前述提及的各種學科教學知識，包含學生的學習與思考、教學材料的選擇與編排以及教師自身對於數學知識的瞭解與掌握。而本研究將主要採以 MKT 中關於教學內容知識 (pedagogical content knowledge) 的部分並加以探討。

在國內亦有學者對於教學知能提出相關的架構，謝豐瑞（2009）提出發展數學教學能力（mathematics teaching competence，簡稱 MTC）之結構，其中強調採用「能力（competence）」一詞而不採用「知識(knowledge)」一詞，乃是認為前者才能更好詮釋所要描寫的各種與思考、推理、判斷、執行數學教學的運思（Hsieh, Lin, & Wang, 2012）。接著對於教學能力，謝豐瑞（2012）透過研究找出 20 項數學教學中的重要內容及議題，稱之為「數學教學元素(element)」，如表 2-1 數學教學元素，根據研究所得亦提出的教師在教學上的相關指標，將中學教師數學教學專業知能分為二十項指標。

表 2-1 數學教學元素 (Mathematics Teaching Competence)

數學教學元素	
1.數學知能	2.數學思考
3.數學語言	4.數學迷思概念
5.數學表徵	6.數學學習動機
7.數學評量	8.數學教材
9.數學課程	10.數學教學法
11.數學課堂經營	12.數學價值
13.數學態度	14.數學學習態度
15.數學教學過程	16.數學媒體教具
17.數學解題	18.數學認知理解
19.學生能力與狀況	20.數學專業知識

而謝佳叡（2014）提出教師數學教學概念心像由五個部分所組成，包括教學情境維度、教師教學決策、數學教學概念心像面向、一般情境與特殊情境的數學教學概念心像等，其中「數學教學概念心像面向」透過文獻以及數學教育專長學者討論分為八個面向：學生知能、學生情意、學生思考、學生參與、教學方法、教學表徵選擇、教學期望和數

學傳遞等，由此八個面向來做為對職前教師在數學教學概念心像的觀察點。

## 二、科技融入教學的理論模式

目前已被提出的科技融入教學之理論架構，多是基於 Shulman (1986, 1987) 的「學科教學知識(PCK)」，以探討教師在使用科技時，所應具備的專業知識(李佳蓉, 2017)。

Mishra 與 Koehler (2006) 提出 TPACK 模式，其架構圖如圖 2-2 所示，所包含三大基礎知識分別為：內容知識 (CK)、教學知識 (PK)、科技知識 (TK)。內容知識 (CK) 是與學科內容相關的事實、概念、理論等知識；教學知識 (PK) 為教學策略、學習方式、班級經營及評量等知識；科技知識 (TK) 包括使用多種科技軟體，並願意持續學習與採用新科技等的知識。

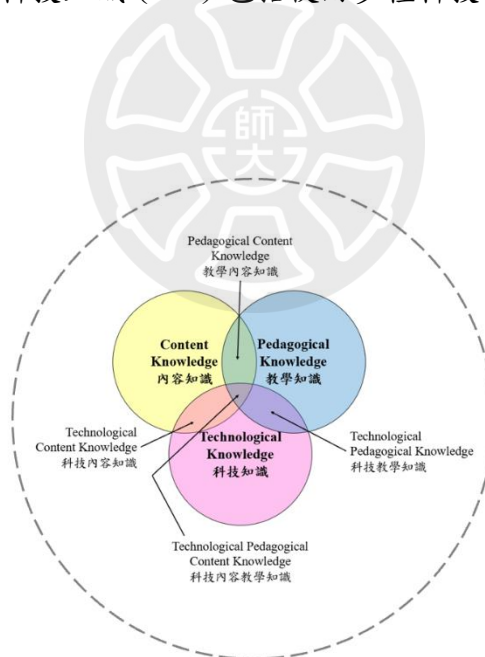


圖 2-2 科技的教學內容知識 (TPACK)

從上圖對於 TPACK 的架構來看，具備 TPACK 的教師，除了能夠掌握學生不易理解的概念或內容以外，還具備了解科技工具有何特質並且可以簡化或轉化內容，並將學科知識以及教學知識與對於科技工具的知識進行整合應用科技於教學之中。Mishra 與

Koehler 強調在教師知識的建立上，對於各個領域不以區分的觀點來看待，而是從統整 (integrated) 的觀點進行研究並討論，才能有效掌握科技融入教學的內涵，因為 TPACK 教學情境中，教師為了因應教學現場的需求，對於自身知識的進行「動態 (dynamic)」調整。而 TPACK 所傳達的知識之「統整觀」，在於任一知識領域的改變，例如：每一個新科技的使用，都將「迫使 (co-constrain)」教師去重新思索其他領域，如：教學策略及內容表徵的呈現方式。

之後 Angeli 與 Valanides (2008) 提出 TPCK 模式，其架構圖如圖 2-3 所示，基於 TPACK 的三大基礎知識提出教師對於科技融入教學之專業知識：內容、教學、科技，並額外納入兩項分別為：學習者 (learners) 與情境 (context) 共計五種類別的知識。其中，「學習者知識」是指對於學習者的特質與先備經驗的知識；「情境知識」泛指對於教室環境、教育的價值與目標、個人教學信念與哲學觀等的知識。相較於 TPACK 模式，可以發現 TPCK 模式格外重視情境因素。

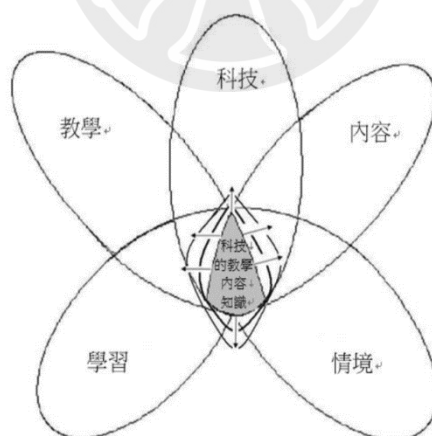


圖 2-3 科技的教學內容知識 (TPCK) (轉引自李佳蓉, 2017)

Angeli 與 Valanides (2008) 認為以教師知識建立為前提，還提到必須考慮個人的經驗與信念，經驗與信念是個人與複雜情境的互動下逐漸衍生而來，而個體知識也是在此情境下逐漸成形。當教師投入於科技融入教學的設計活動時，從中所獲得的經驗將會促

使知識的建立與改變，並進而把前述的各知識領域，加以轉化成一個獨特的 (unique)、個人體悟後的知識型態。由此可知，不同於 TAPCK 架構所提因應現場需求知識產生的動態的調整，而 TPACK 認為知識的建立是一個漸變移轉的過程，其所傳達的知識之「移轉觀」，在於認為教師知識是一個逐漸轉變的過程，並且需要教學經驗的累積以促成。

### 三、學科教學知識 (PCK) 到科技的教學內容知識 (TPACK) 的發展

Niess 等人 (2009) 觀察與分析數學教師從學科教學知識 (PCK) 到科技的教學內容知識 (TPACK) 的發展，並提出此發展是一個漸進式的過程，其發展過程圖如圖 2-4 所示，且可分為五個階段：認可、接受、適應、探索，與促進。

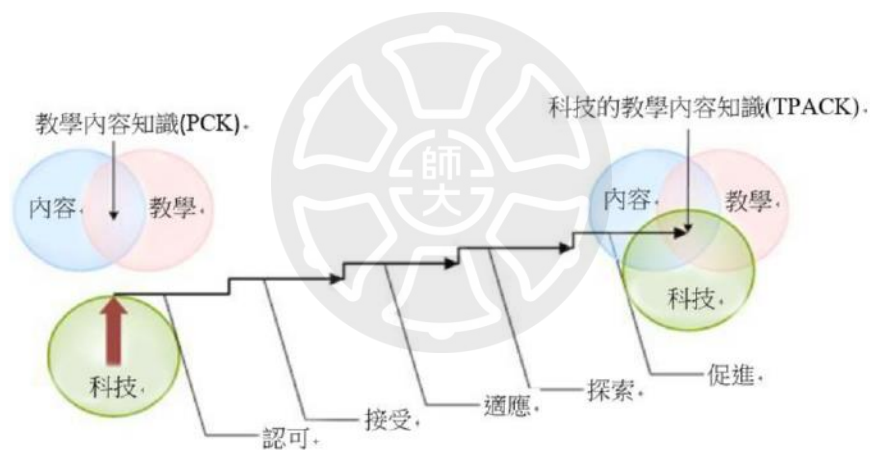


圖 2-4 數學教師從 PCK 到 TPACK 的發展過程圖 (轉引自李佳蓉, 2017)

## 第二節 教學覺察力的相關研究

本節將探討何謂專業覺察力與教師之間的關係以及相關理論，而從不少研究中可以發現，數學教育研究者日漸重視教師如何注意並理解兒童的數學思考，且根據這些理解進行教學（Ball & Cohen，1999；Sowder，2007）。Sherin（2001）把這樣能力稱作的「專業覺察力（professional noticing）」，其意思是教師注意並解釋教室互動中重要特徵的能力。

### 一、覺察力(Noticing)

「覺察力」是我們日常生活的一部分，例如：我們可能會注意到某位朋友的心情好不好、今天的天氣如何等等，覺察力同時也決定了我們的行為反應，像是：我們注意到今天的天氣是陰天，極可能會下雨，因此我們會攜帶雨具出門等等。身在訊息爆炸的課室環境中，教師到底關注些什麼？有可能是學習環境的布置、教學活動的安排或是學生課堂中的反應等。而背後又是什麼原因造成教師特別注意這些事物？這些都與教師的覺察力相關。然而，教學是一個複雜行為，教師每天必須處理極度複雜和快速的資訊，並且透過覺察力進而實行自己所做的教學決策。

數學教育中，Jacob、Lamb 與 Philipp（2010）提出教師若能注意到學生提出的觀念、學生的混淆及錯誤概念、學生的錯誤等，再根據學生的數學思考進行教學，才能有更好的教學效果，因此，專業注意到學生的數學思考對專業發展是很重要的（Kazemi & Hubbard，2008），也應該被視為一種專業知識（Ball & Cohen，1999）。

## 二、教師的專業覺察力

研究發現，教學影片提供機會讓教師回顧並反省學生行為背後的心理活動，因此有助於教師觀察並解釋兒童的思考 (Fennema et al., 1996)。但是觀看影片並不等於專業注意，近來對教師專業覺察力的研究，著重在探討數學教師如何在複雜的教室情境中注意到發生的事件 (Philipp, 2014)，並加以描述、解釋、與回應。

在注意的部分，Stokking、Leenders、de Jong 與 van Tartwijk (2003) 提到許多生手教師在開始教學工作時，發現自己無法處理複雜的教室環境，因為教室中發生的事件太多，他們無法聚焦在應該注意的事件上。而後，Star、Lynch 與 Perova (2011) 以及 Star 與 Strickland (2008) 認為對職前教師而言，將注意力轉移到教室中重要的教學事件是最重要的因素，因此他們著重在探討教師在教學活動中看到或知覺到哪些不同面向，又會忽略哪些面向。例如：Star 與 Strickland (2008) 發現剛開始接受師資培育訓練的職前教師往往無法引導注意力去注意教室中的重要特徵，他們會注意到教室中的班級經營或教師使用的教學方法，而比較不會去注意到教學內容、師生之間的溝通，以及教室環境，如：環境設備、學生的名字等。不過在經過一學期改進觀察技巧的訓練課程後，職前教師的觀察技巧有進步，比較能注意到之前未注意到的許多面向，像是教室環境，但觀察技巧仍不算好，特別是對數學內容的觀察，這可能是因為職前教師欠缺對數學內容的知識所造成。由此可知，除非經過訓練，否則職前教師似乎很難全面地注意到教學中的各個重要特徵。

在解釋的部分，Colestock & Sherin (2009) 以及 van Es & Sherin (2002, 2009) 說明了不只要關心教師在教室教學中看到什麼，還必須關心教師如何解釋這些所觀察到的事件。他們引用 Goodwin (1994) 所使用的專業視野 (professional vision) 一詞來界定專業覺察力，用以指稱教師注意並解釋教室互動中重要特徵的能力 (Sherin, 2001)。其背

後假設是：教師的期待與知識會影響他們所知覺的事件，因此了解教師的專業覺察力也必須包括瞭解教師如何解釋所知覺的事件。其中，van Es 與 Sherin (2002) 更提出了 Learning to Notice Framework，辨認出教師專業覺察力的歷程：(1) 注意 (noticing)：選擇性地注意到複雜的教室情境，過程主要是受知識引導去辨識教室中和「教與學」有關的情境與事件。(2) 知識為基礎的推理 (knowledge-based reasoning)：教師以自己對「教與學」的專業知識，去處理與解釋所注意到的教室事件的能力，據此教師的推理中就隱含著其對於教材、課程，與一般教學的知識。此外，Amador, J. (2014) 在專業覺察力的研究中提及有部分的職前教師在所關注到的教學事件與其給予關注的教學事件之詮釋兩者間的聯繫比較薄弱。

然而，Sherin、Jacobs 和 Philipp (2011) 指出注意包括兩個主要階段：(1) 在教學環境中參與 (Attending to) 特定事件；(2) 理解 (Making sense of) 教學環境中的事件。至於在「理解」的階段，有些學者，如 van Es 與 Sherin (2002) 將「理解(Making sense of)」視為單純地「解釋(interpreting)」而已；同時，亦有其他學者，像是 Jacob、Lamb 和 Philipp (2010) 則將「理解(Making sense of)」分為「解釋(interpreting)」和「決定如何回應(deciding how to respond)」兩部分的組成。

Jacob、Lamb 和 Philipp (2010) 的理論將「專業覺察力」(Professional Noticing) 定義為三階段的過程：教師「關注兒童的策略」(Attending to)、教師「解讀兒童的數學理解」(Interpreting) 和教師「根據孩子的理解決定如何回應」(Deciding) 並以此為依據來進行對在職教師的教學專業知識分析。在「關注兒童的策略」的方面，描述教師對感興趣的教學情境如何關注值得注意的地方；在「解讀兒童的數學理解」的方面，對教師如何將兒童的理解解釋為反映在教學策略；在「根據孩子的理解決定如何回應」的方面，教師在相同教學情況下決定如何回應學生。

還有，Jacob、Lamb 和 Philipp 也嘗試對決策的各種回應連結到關注和詮釋以進行三

者之間交互作用的探究，研究中作者以 Erickson 的例子嘗試進行連結：他認為教師的選擇性注意力（selective attention）取決於考慮下一步的教學步驟；而 Sangataga 的課程分析框架中則是理解教師的行為後，提出替代的教學策略完成相同的目標。然而，職前教師關於決策與其他兩項子能力（關注、詮釋）的連結，研究者從本研究所蒐集的受訪資料中發現相關的連結並不是特別顯著或是有明顯的關聯，但是卻能夠發現不少職前教師所做出之教學決策會來自於其對於教學事件的關注。

綜上所述，可以發現 Jacob、Lamb 與 Philipp（2010）和 Amador（2014）所提到的專業覺察力（Professional Noticing）以及 Sherin、Jacobs 與 Philipp（2011）討論的教師覺察力（Teacher Noticing），還有 Philipp、Jacobs 與 Sherin（2014）談及的覺察力（Noticing）等等，這些學者們雖然使用不同詞彙，但理論都是在描述一樣的概念，關於教師在教學時所關注到的教學事件、並針對關注之教學事件給予自己的詮釋，且在相同教學情況下，進而做出自己想要的教學決策的一種能力，而本研究中，將統稱這樣的能力為「教學覺察力」。此外，由以上文獻的探討，可以明白「教學覺察力」是能夠培養的，且許多學者的研究結果亦支持「長期觀看並討論教學影片會影響職前教師與在職教師觀察教室教學的專業覺察力，進而影響到教學」的這個論點。

本研究將採取 Jacob、Lamb 和 Philipp（2010）的理論為研究框架，而教學覺察力（noticing）在這裡會被定義為三階段的過程：「關注」、「詮釋」和「決策」，其中教師「關注」到的教學事件是會影響到其所「詮釋」之內容，而所「詮釋」的理由將影響教師在教學時欲採取的教學「決策」，當中「決策」除了可能與「詮釋」有所關聯外，亦有可能會被職前教師對於教學事件的「關注」而影響。

## 第參章 研究方法

本章將分為五節進行報導：第一節描述此研究之研究架構；第二節簡述研究設計；第三節說明研究樣本；第四節介紹研究工具之編制、內容及資料處理；第五節是研究流程。

### 第一節 研究架構

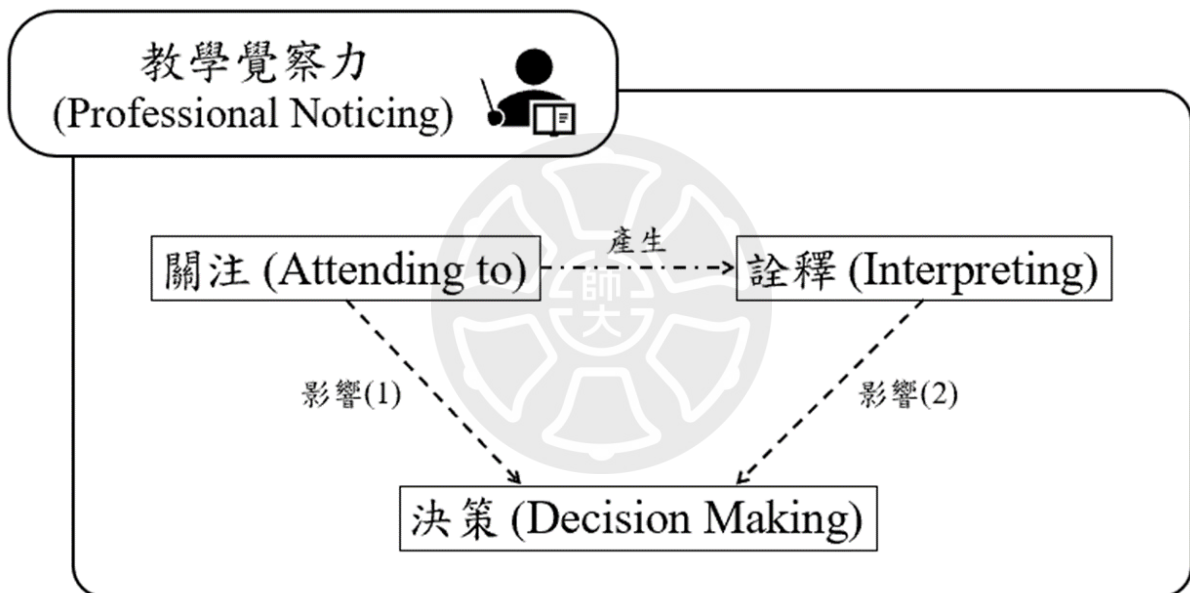


圖 3-1 研究架構圖

關於 圖 3-1 研究架構圖，詳細說明如下：

本研究目的在於「探討中學數學職前教師對於科技融入數學教學之教學覺察力」。為達此目的，研究者參考 Jacob、Lamb 與 Philipp (2010) 的理論框架，從「關注」、「詮釋」、「決策」三項子能力切入探討，其中「關注」是教師在觀賞科技融入數學教學影片中所關注的教學事件；「詮釋」是教師針對所關注到的教學事件所做出的解釋；「決策」是教師在相同教學情況下，所會採取的教學決定。

而在圖 3-1 中「產生」、「影響 (1)」、「影響 (2)」之意涵如下：

產生：

職前教師在觀賞的影片之教學活動時會注意到他們所關注的教學事件，而在教學活動中看到或知覺到面向是與他們個人的教學期待與教學知識息息相關的，會以自己對「教與學」的專業知識，去處理與解釋所注意到的數學教學事件。

影響 (1)：

職前教師在填答完問卷第一個問題（注意相關問項）時，會依據所觀賞的影片之教學活動會提出自己在教學時所欲選用的教學決策，無關職前教師個人對於影片中教師所採用教學手法的看法。

影響 (2)：

職前教師在填答完問卷第二個問題（解釋相關問項）後，來提出自己在教學時採用之教學決策是會依據所觀賞的影片之教學活動，以及對於影片中教師所採用教學手法的看法，前述兩項原因進而變化的。

## 第二節 研究設計

本研究之研究目的為——探討中學數學職前教師對於科技融入數學教學之教學覺察力。而本研究的定位屬於基礎性研究兼備應用性研究，透過本研究師資培育者或在職教師們可瞭解中學數學職前教師對於科技融入數學教學活動的看法，以及針於前述看法職前教師所展現的教學覺察力，得以此為依據作為日後教學安排之參考或是進行正式教學活動之調整與規劃。

本研究透過問卷調查的方式進行資料蒐集，此開放式問卷是依據 Jacob、Lamb 與 Philipp (2010) 的理論框架設計而成，研究流程包括：擬定研究主題與研究方向、問卷編製、問卷施測、回收問卷、資料分析，其中資料分析以質為主、量為輔。



## 第三節 研究樣本

本研究採取便利性取樣 (convenience sampling)，本研究的研究樣本為北部地區師範院校，107 學年度第一學期修習數學教學實習(一)課程的學生，共計 31 名學生。每人須填寫一份問卷，共回收 31 份。

無效樣本之判定：「整份問卷未填答者，或未同意授權研究使用」。本研究的每一份問卷，學生都有填答，故全部皆列為有效樣本，回收率 100%。

## 第四節 研究工具

### 一、教學影片

本研究採用臺灣師範大學數學教育中心（SDIME）所錄製的教學影片，教學單元為「縮放中心—縮放繪」（影片網址：<https://www.youtube.com/watch?v=eVAMJ9GUWhc>），影片特色是以「縮放中心可以是任意點」、「縮放中心與縮放圖所有對應點成一直線」與「放大縮小圖任意對應長度成比例」作為「縮放繪」活動的奠基。

#### 影片概述：

（課堂正式開始前，學生們皆是分組坐的，且已發放學習單。）

教師在一開始利用擬真情境來包裝數學概念——「縮放」進入課程。引入活動裡，教師先帶學生們閱讀學習單，再詢問其內容確認學生的狀況，教師配合故事情境使用學生熟悉的科技工具（手機）來演示貓咪圖形的放大，並問學生如何在有限制的條件（兩隻手指，只移動其中一隻）下才能使圖形放大且不變形，再走下臺讓學生嘗試操作（手機），並體驗貓咪圖形的變形過程，以及希望學生可以察覺手機的縮放中心。

然後，教師利用學習單給予的圖形讓學生用尺測量兩張不同大小貓咪圖形的任意同部位，且在黑板寫下與講解「縮放倍率」的概念，讓學生計算出實際數字，教師同時走下臺查看學生的情況並詢問答案後上臺做講解，之後拋出提問——手機上的縮放圖形就是真正的縮放圖嗎？

而根據提問內容教師改到電腦操作（配合投影與電腦的軟體操作），並利用學習單各種拉大貓咪圖形的方向讓學生們進行小組討論與嘗試。學生討論一段時間後，教師亦請學生上臺進行縮放貓咪圖形的各種方向試驗，並讓其餘的學生來觀察與思考，且教師

於過程中會根據學生的操作情形來提出疑問，同時也請學生們別被學習單上固定的方向迷惑。

討論一段時間後，教師利用電腦上的縮放圖形與學生的回答帶出沿著對角線放大圖形才是真正的縮放圖形，且比較錯誤圖形給學生觀察，再詢問學生所發現拉動不同方向的相異之處，並利用學生回答來引出相似形的基本概念。

## 二、針對研究問題之研究工具

本研究採開放式問卷蒐集資料，此份問卷是參考 Jacob、Lamb 與 Philipp (2010) 所提出的理論框架設計而成，且因所欲取得之資料難以藉由直接詢問的方式得知受訪者內在的思考，故在問卷的編制中，研究者針對研究問題一設計了問卷中的第一個問項「關於教學影片中科技融入的部分，請寫出至少三件你覺得做得好和做得不好的地方，並簡述影片中的情況。」來加以分析；而針對研究問題二設計了問卷中的第二個問項「關於教學影片中科技融入的部分，接續問題一，請說明你的理由。(為什麼你覺得影片中所觀察到的教學事件做得好和做得不好?)」來加以理解；最後，針對研究問題三設計了問卷中的第三個問項「關於教學影片中科技融入的部分，接續問題一及問題二，請說明你可能採取的不同做法。(對於你覺得做得好和做得不好的地方，你會不會改變做法？會的話，你會怎麼改?)。」來加以說明，由以上三個問項來探究受訪職前教師的教學覺察力。

### 三、資料分析與處理

關於職前教師在教學中所展現的教學專業覺察力，本研究以開放式的問題詢問職前教師，所得之資料乃職前教師本身所提供的文本，職前教師透過這些文字呈現其思維，本研究會針對所收集的資料進行內容分析，使資料能發展可運作的類別（classification）與編碼（coding scheme），藉由反覆閱讀與接觸職前教師們所提供的資料，將賦予其標籤並產生關連，再探究出這些職前教師對於科技融入數學教學活動之覺察力。

本研究參考謝豐瑞教授在《中學教師數學教學能力專業發展》研究計畫中所發展出的 20 個數學教學元素（如表 3-1）與謝佳叡（如表 3-2）的 8 個數學教學概念心像面向當作架構，經過整理與根據本研究所需之調整後的新框架（如表 3-3）以進行資料分析。其中分析標籤即是由 20 個數學教學元素、8 個數學教學概念心像並結合科技媒體特性與問卷資料進行歸納分析並整理。

以下研究者對於四個面向所額外提出之標籤進行說明：

## 1. 教師教學面向

### 教師展示：

本研究探討科技融入之教學，標籤增加職前教師注意到科技產品與教師呈現、展示的方式。

### 數學教學專業能力：

針對教師知能中對於數學教學的專業能力進行分析，並納入謝佳叡（2011）分類中的數學傳遞。

## 2. 學生學習面向

數學溝通：取自 20 項能力中數學語言部分，並結合與同儕討論、發表數學觀點。

## 3. 教材面向

引入活動：針對職前教師注意科技融入教學最初的教學引入活動。

## 4. 科技面向

科技設備數量：職前教師注意到科技融入教學提出科技產品數量的問題。

科技軟體之使用：職前教師注意、解釋與決策中對於科技軟體的使用方式。

科技產品使用習慣與方式：職前教師在解釋時提及科技產品使用的習慣。

表 3-1 二十個數學教學能力元素 (Mathematics Teaching Competence) (轉引自鄧聖懷, 2020)

1.	數學知能	(MTC-C, Mathematics Competence)
2.	數學思考	(MTC-T, Mathematical Thinking)
3.	數學語言	(MTC-L, Mathematics Language)
4.	數學迷思概念	(MTC-M, Mathematics Misconception)
5.	數學表徵	(MTC-R, Mathematical Representation)
6.	數學學習動機	(MTC-LM, Mathematics Learning Motivation)
7.	數學評量	(MTC-E, Mathematics Evaluation)
8.	數學教材	(MTC-TM, Mathematics Teaching Material)
9.	數學課程	(MTC-CR, Mathematics Curriculum)
10.	數學教學法	(MTC-TD, Mathematics Teaching Method)
11.	數學課堂經營	(MTC-CM, Mathematics Classroom Management)
12.	數學價值	(MTC-V, Mathematics Value)
13.	數學態度	(MTC-A, Mathematics Attitude)
14.	數學學習態度	(MTC-LA, Mathematics Learning Attitude)
15.	數學教學過程	(MTC-TP, Mathematics Teaching Process)
16.	數學媒體教具	(MTC-MA, Mathematics Media and Teaching Aids)
17.	數學解題	(MTC-PS, Mathematics Problem Solving)
18.	數學認知理解	(MTC-CU, Mathematics Cognition and Understanding)
19.	學生能力與狀況	(MTC-SAS, Student Ability and Situation)
20.	數學專業知識	(MTC-KFT, Mathematics Knowledge for Teaching)

表 3-2 八個數學教學概念心像面向

學生面向	學生知能
	學生情意
	學生思考
	學生參與
課堂教學面向	教學方法
	表徵選擇
	教學期望
數學內容教學知識面向	數學傳遞

表 3-3 分析架構

<p>1.教師教學面向</p>	<p>A<sub>1</sub> 教師展示</p> <p>A<sub>2</sub> 數學教學過程</p> <p>A<sub>3</sub> 數學評量</p> <p>A<sub>4</sub> 教學專業能力</p> <p>A<sub>5</sub> 教學手法</p> <p>A<sub>6</sub> 課堂經營</p> <p>A<sub>7</sub> 數學語言</p> <p>A<sub>8</sub> 數學迷思概念</p>
<p>2.學生學習面向</p>	<p>B<sub>1</sub> 學生操作</p> <p>B<sub>2</sub> 學生思考</p> <p>B<sub>3</sub> 學生認知</p> <p>B<sub>4</sub> 數學溝通</p> <p>B<sub>5</sub> 數學解題</p> <p>B<sub>6</sub> 數學態度</p> <p>B<sub>7</sub> 數學學習態度</p> <p>B<sub>8</sub> 數學學習動機</p> <p>B<sub>9</sub> 學生參與和活動</p>
<p>3.教材面向</p>	<p>C<sub>1</sub> 數學教材選擇與內容安排</p> <p>C<sub>2</sub> 教學媒體搭配</p> <p>C<sub>3</sub> 數學價值</p> <p>C<sub>4</sub> 引入活動</p>
<p>4.科技面向</p>	<p>D<sub>1</sub> 科技設備數量</p> <p>D<sub>2</sub> 科技軟體之使用</p> <p>D<sub>3</sub> 科技產品使用習慣與方式</p>

## 第五節 研究流程

研究過程主要包含三個階段：一、前置作業階段；二、問卷施測階段；三、資料分析與論文撰寫階段。

### 一、前置作業階段

1. 擬定研究主題與研究方向，並確定研究目的與研究問題。
2. 依據研究目的設計問卷架構與教學情境。
3. 選取樣本，並與教師確定施測時間。

### 二、問卷施測階段

與施測班級之授課教師討論施測時間，並於上課時間進行課本的聚焦閱讀、影片觀賞說明，而後發放問卷讓受測者填答問卷，施測時間結束後檢查是否全數全數填寫完成。



圖 3-2 問卷施測流程

### 三、資料分析與論文撰寫階段

將收集到的有效問卷進行內容分析與歸納分析處理，依據資料處理及整理得出的各種數據進行答題現象的描述與報導。

## 第肆章 研究結果

本研究根據教學覺察力 (Professional Noticing) 的框架，將調查結果進行以下四節報導，於第一節中，先報導職前教師在覺察力之「關注(Attending to)」子能力的展現；於第二節中，報導職前教師在覺察力之「詮釋(Interpreting)」子能力的表現；再於第三節中，報導職前教師在覺察力之「決策(Decision making)」子能力的呈現；最後，於第四節中，針對前三節所分析的研究結果，將職前教師對於教學覺察力中「關注(Attending to)」、「詮釋(Interpreting)」、「決策(Decision making)」三項子能力進行串聯。

### 第一節 職前教師在覺察力之「關注(Attending to)」子能力的展現

關於職前教師在「關注」這項子能力，本研究將利用請職前教師填答之研究問卷中的第一個問項「關於教學影片中科技融入的部分，請寫出至少三件你覺得做得好和做得不好的地方，並簡述影片中的情況。」來加以探究。

下表 4-1 呈現內容分析的結果，根據職前教師所填寫的內容進行分析之後，研究者發現有些數學教學元素並沒有出現，例如：數學語言、數學迷思概念、數學態度、數學學習態度、數學解題、學生能力與狀況、數學專業知識、教學期望等等，故在表格中就沒有特別列出，而有些數學教學元素則需要進一步拆分。其中，數學教學法這項元素在此部分，本研究中拆分成教師展示、學生操作、學生活動；且依據職前教師所填答的內容傾向，研究者發現可將有些數學教學元素歸類在一起，例如：數學教學過程、數學表徵、課堂經營，這三項數學教學元素根據填答狀況發現職前教師大多關注的是影片裡教師在教學中是怎麼經營課堂或如何利用表徵，因此，可以認為職前教師是以數學教學過程為主，數學表徵及課堂經營為輔，故將其他兩項數學教學元素歸類在數學教學過程這項元素之下。

表 4-1 職前教師對教學影片中所關注數學教學事件的分布

編號	數學教學能力	發生次數	比例
1-A	教師展示	28	90.3%
數學教學過程			
1-B	(教師操作、內容講解、課堂經營、提問、 數學表徵、教師站位)	30	96.8%
1-C	數學評量	6	19.4%
學生操作			
2-A	(學生上台操作電腦、教師利用科技工具與 學生互動)	23	74.2%
2-B	學生活動(試驗、做學習單、發表)	18	58.1%
2-C	學生思考	10	32.3%
2-D	數學溝通	8	25.8%
2-E	學習動機	1	3.2%
數學教材選擇與內容安排			
3-A	(科技結合學習單活動、科技結合之數學呈 現、教材內容選擇、教材內容安排)	29	93.5%
3-B	教學媒體搭配(平板、學習單、電腦、黑板)	12	38.7%
3-C	數學價值	6	19.4%
4-A	科技設備數量	6	19.4%
4-B	科技軟體使用	8	25.8%

以下本研究將根據所分析的職前教師之填寫內容來分為四大面向：教師、學生、教材、科技進行分類報導。

## 一、教師面向分析

表 4-1-1 關注子能力在教師面向的評價分布

編號	數學教學能力	發生次數	比例
1-A	教師展示	28	90.3%
1-B-1	數學教學過程之教師操作	11	35.5%
1-B-2	數學教學過程之內容講解	24	77.4%
1-B-3	數學教學過程之課堂經營	12	38.7%
1-B-4	數學教學過程之提問	4	12.9%
1-B-5	數學教學過程之數學表徵	3	9.7%
1-B-6	數學教學過程之教師站位	1	3.2%
1-C	數學評量	6	19.4%

從表 4-1-1 呈現職前教師的教師專業覺察力之「關注」這項子能力在教師面向中的內容分析結果，在此面向中，約有 90.3%的職前教師會特別提及「教師展示」。

表 4-1-2 提及教師展示之職前教師回答

#01010101	教師利用平板縮放給大家看(尋找貓貓項圈)
#02010103	教師用 PPT 搭配平板展示縮放給大家看
#03010204	教師在手機上一隻手指不動，只動另一隻手指給學生看
#04010206	教師用電腦拉不同方向能放大的地方給學生看，忽略 shift 鍵的功能
#07010102	教師在螢幕上實際做縮放過程給學生看
#08010103	教師在每一項操作給學生看完畢之後，會強調背後的數學意義
.....	.....

而由表 4-1-2，我們可以清楚看到有些職前教師提到「用平板展示給學生看」，有些職前教師則提到「利用電腦軟體來操作給學生觀察」，這些職前教師所提及的教師展示方面都是注重給學生看，之所以較為關注這個部分的原因，除了影片中的教師常常會利用手中的科技工具與學生互動外，研究者認為可能也是因為若利用這樣的教學手法，一為能吸引學生目光，二則可以藉由真正實際的操作讓學生對於生活中的數學有感。

以此推斷職前教師他們認為一段科技融入數學教學的過程中，教師操作科技產品給學生觀賞觀察是必須的，讓學生可以在教學中看到數學概念的應用，至少希望學生能夠藉由教師的操作來模仿並且學習如何使用科技產品，同時，研究者認為當科技產品此媒介介入一段數學教學中，教師應是有責任將所選用之科技工具相關於數學課程內容的部分來展現給學生看欣賞，並帶領學生去找生活裡的數學，以這個角度來看，研究分析所得高達 90.3%的比例是個較為切合的結果。

表 4-1-3 提及數學教學過程之職前教師回答

#02010204	教師解釋縮放倍率是 2 倍 or 1/2 倍時，只說「要符合定義」	(內容講解)
#08010103	教師在每一項操作給學生看完畢之後，會強調背後的數學意義	(內容講解)
#08010204	教師操作科技工具後並沒有解釋手機縮放(等比例)， 與在 word 上縮放(不一定等比例)的異同處	(內容講解)
#13010203	教師在講解縮放概念時沒有說明為何縮放圖形要成比例	(內容講解)
#24010103	教師在縮放圖形時，會強調任意地方都可以放大縮小	(內容講解)
#28010205	教學目標為縮放中心可為任意點，但教師僅詢問學生該以哪點為中心， 而後並未告訴學生其實哪點為縮放中心皆可以	(內容講解)
#09010206	教師在課堂一開始讓一位學生操作平板縮放圖形	(課堂經營)
#11010206	教師操作電腦後有位學生在臺下分享自己的做法， 不妨也請學生上臺實際操作看看	(課堂經營)

#24010101	教師在利用科技工具講解概念時 <u>會與學生互動、討論</u>	(課堂經營)
#03010204	教師在手機上 <u>一隻手指不動，只動另一隻手指給學生看</u> ， 並講解在縮放圖形時有縮放中心概念	(教師操作)
#09010204	教師在電腦上縮放時要 <u>朝什麼方向拉</u> ， 才能使學生對於將要學習的數學概念有感覺	(教師操作)
#12010206	老師上臺講拉兩個方向不一樣時，有 <u>操作電腦拉給學生看</u> ， 但兩次所做出的圖形並沒有留下無法讓學生進行比較	(教師操作)
#04010205	在學生用電腦放大圖片後， <u>教師直接詢問學生哪樣做才對</u>	(提問)
#12010101	教師課堂一開始並不直接示範而是先利用平板詢問學生要如何放大	(提問)
#24010102	教師使用電腦操作圖形放大時， 同時有 <u>輔助線(對角)</u> 可以使學生看得更清楚	(數學表徵)
#01010207	只有用一個平板演示放大、縮小， <u>教師該站在哪裡</u> 才能使學生們都能參與課堂	(教師站位)
.....	.....	

根據表 4-1 的呈現，有 96.8%的職前教師會關注到教師的「數學教學過程」，而由表 4-1-1，我們可以發現職前教師最注重的是科技融入數學教學的過程中在於教師對於數學概念之「內容講解」的情形，而其占比是當中最高為 77.4%，從表 4-1-3 可以知道職前教師所提及內容講解的部分大多都重視於教師操作科技工具時，是否有向學生清楚地解釋或詳細地說明其中所包含的數學內涵，他們可能認為因有外力介入（也就是我們的科技工具）一段數學教學之中，會使得教師能更有彈性地處理如何與學生解釋數學概念之內涵。

從表 4-1-1，可以看出職前教師其次關注的是「教師操作」這項數學教學元素占比約有 35.5%，根據表 4-1-3 可得知職前教師的回答與最開始所提到的「教師展示」此元素

不同的地方在於只是單純地讓學生看科技軟體是如何使用之外，此處的「教師操作」元素是指明在教學時能以操作搭配講解數學概念，讓學生得以在體會數學的同時，能夠更明白當中的數學概念之運用；而在表 4-1-1，與「教師操作」相當的是「課堂經營」這項數學教學元素占比約為 38.7%，由表 4-1-3，職前教師們指出影片中教師除了利用手邊的科技工具來示範給學生看外，還可以讓學生也有機會來操作科技工具，並且實際體驗數學概念的應用，他們認為既然科技產品介入這段數學教學中，若是能夠將課堂妥善經營，則能夠提升學生的學習氛圍，並促成一段有效的教學。

再來從表 4-1-1 的呈現，職前教師提及「提問」這項數學教學元素的占比約有 12.9%，依照表 4-1-3，此處的「提問」元素職前教師大多是指對於影片中教師所使用的教學手法，並說明利用如此的拋問技巧可以使學生能聚焦教學內容，且讓學生能思考要怎麼操作科技工具或是數學概念之應用是否正確；而在表 4-1-1，與「提問」相當的是「數學表徵」這項數學教學元素占比約為與 9.7%，在表 4-1-3 中這三位職前教師指出在講解的同時搭配科技軟體自己預先設計好的圖像表徵，並在操作時展示給學生看，可以讓學生看得更為清楚，且能在期間引導出不明顯的數學概念。

特別的是，有位職前教師關注到「數學教學過程」的「教師站位」這個教學元素，說道：「影片中教師只有用一個平板可以演示放大、縮小，那麼教師該站在教室哪裡才好？」(#01010205)，可以從中明白當教師展示科技工具的使用時，雖然手上的工具是可以方便教師在教室裡到處走動的，但若是沒有找到一個適合的地方，將可能使部分學生無法完整地參與課堂來學習。

表 4-1-4 提及數學評量之職前教師回答

#06010102	教師在學習單活動中讓學生動手測量，並點人回答測量結果
#16010205	教師教了很多數學概念，也教得很好，

但怎麼保證學生可以好好吸收所教授的內容

#20010207 教師如何能確定大部分學生都瞭解所教之數學概念

從表 4-1-1 呈現職前教師的教師專業覺察力之「關注」這項子能力在教師面向中的內容分析結果，約有 19.4%的職前教師會特別提及「數學評量」。根據表 4-1-4 職前教師所提及的數學評量之填答，大多是希望在一段科技融入數學的教學中，教師除了講解數學概念、搭配科技工具教學外，還可以對學生進行形成性評量，用以檢定他們的學習情況，並據此對教學安排進行適當的調整，因此，研究者認為雖然有外力介入教學活動中，但教師還是需要時時刻刻地掌握學生的學習情況，以這個角度來看，研究分析所得 19.4%的比例是個值得令人省思的結果。

## 二、學生面向分析

表 4-1-5 關注子能力在學生面向的評價分布

編號	數學教學能力	發生次數	比例
2-A-1	學生操作之學生上臺操作電腦	21	67.7%
2-A-2	學生操作之教師利用科技工具與學生互動	15	48.4%
2-B-1	學生活動之試驗	11	35.5%
2-B-2	學生活動之做學習單	9	29.0%
2-B-3	學生活動之發表	2	6.5%
2-C	學生思考	10	32.3%
2-D	數學溝通	8	25.8%
2-E	學習動機	1	3.2%

表 4-1-6 提及學生操作之職前教師回答

學生操作之「學生上臺操作電腦」	
#06020103	教師問完學生哪個方向拉動才對，就請學生上臺自己操作電腦拉拉看
#08020102	讓學生透過操作電腦軟體來了解從哪一條線拉比例才會正確
#11020103	即使臺上的學生在電腦操作時做錯，也會請全班一起想想正確做法
#19020102	讓學生上臺操作電腦軟體來拉動圖形放大，並任意選擇縮放中心
.....	.....
學生操作之「教師利用科技工具與學生互動」	
#08020101	教師在講解縮放中心時，利用手上的平板讓學生從平時熟悉的工具做操作
#22020101	教師講解數學概念時，會利用手機和電腦讓學生操作進行縮放
#28020206	教師請學生操作電腦延(2)的方向放大時，指示並不明確以致學生操作失誤
.....	.....

從表 4-1 呈現職前教師的教師專業覺察力之「關注」這項子能力在學生面向中的內容分析結果，在此面向中，約有 74.2%的職前教師會特別提及「學生操作」。而此比例超過 70%，屬於中等偏高的結果，表示在這段科技融入數學教學的影片中，職前教師們認為讓學生實際操作科技工具，尤其是學生自己平常所熟悉的工具，減少在操作上產生的疑惑，進而促成一段有效教學。

由表 4-1-5，研究者將「學生操作」分成兩個維度來分析，一是「學生個人上臺操作電腦」占比有 67.7%，二則是「教師利用科技工具與學生互動」占比為 48.4%，第二個維度雖然是教師在課堂上使用的教學手法，但根據影片中教師所實施的情況與職前教師所關注的部分，可以推測都是較為偏重於學生可以在課堂裡實際操作科技工具來學習的部分。而從表 4-1-6，可以發現讓「學生上臺操作」略高於「教師走下臺用科技工具與學生互動」，研究者猜測可能是因為其他實際面的因素之影響，如：場域大小、時間控管、

教學進度等情形，使得影片中教師就算有合適的教學工具也無法與每個學生都有互動，所以職前教師也就較少關注到此情況；而多數職前教師亦說明如此請學生一同參與課堂活動的行為，是他們覺得對於科技融入教學有助益的。

表 4-1-7 提及學生活動之職前教師回答

學生活動之「試驗」	
#05020104	請學生上臺操作電腦軟體嘗試錯誤
#11020103	即使臺上的學生在電腦操作時做錯，也會請全班一起想想正確做法
#16020102	教師讓學生上臺操作電腦嘗試往不同方向去拉
.....	.....
學生活動之「做學習單」	
#30020103	讓學生做學習單利用尺去實證，從中知道對應邊比例關係
#31020102	讓學生量測學習單上的圖形比例推等比例線段
.....	.....
學生活動之「發表」	
#05020103	教師在嘗試正確的縮放圖形方向時，讓學生發表自己的想法
.....	.....

由表 4-1 呈現職前教師的教師專業覺察力之「關注」這項子能力在學生面向中的內容分析結果，在此面向約有 58.1% 的職前教師會特別提及「學生活動」。而從表 4-1-5，研究者依據教學影片及職前教師的填答內容，將其再細分成三個維度：「試驗」占比是 35.5%、「做學習單」占比是 29.0%、「發表」占比是 6.5%，職前教師在注意到學生活動時，以「試驗」與「做學習單」兩項比例較高，而這個情形可以看出職前教師即使是在學生活動的面向仍會注重教師與學生的互動，且從表 4-1-7 可以看出在試驗的部分，職前教師關注於學生試驗錯誤的部分，而學習單的填寫亦是關注教師對於學生活動所下的

指令；而主要以學生發表與教師互動較少的學生活動則較少數職前教師會注意。

表 4-1-8 提及學生思考之職前教師回答

#07020204	教師讓學生思考若把一根手指固定然後在手機縮放的時候要怎麼弄
#12020205	教師請學生思考拉圖片的不同位置哪個形狀會保持
.....	.....

從表 4-1-5，約有 32.3%的職前教師提及「學生思考」這項數學教學元素，再由表 4-1-8，可以發現這些職前教師都是說明利用所設計的教案與講解內容來使學生動腦思考，可以推測他們大多認為在科技融入數學教學過程裡所設計的數學教材與內容是可以讓學生們對於有實體的物件進行想像與臆測，並且搭配適當的拋問來推動學生的數學思考。

表 4-1-9 提及數學溝通之職前教師回答

#02020102	教師和學生一起討論圖形拉一拉是否相似
#11020102	教師不斷地請學生思考問題，也請他們勇於分享自己的想法
.....	.....

根據表 4-1-5，提到「數學溝通」這項數學教學元素的職前教師占比 25.8%，而從表 4-1-9 可以知道注重數學溝通的職前教師認為學生在數學溝通上，必須經由自己思考所得的想法，並且透過與同儕之間的對話來進行討論、修正與反思，逐步完善自己對於數學知識的建構，研究者認為在培養學生數學溝通的同時，可以同時建立學生在數學課堂上使用的數學語言進行溝通與互動，藉由與同儕分享彼此的想法，並勇於提出自己的詮釋與觀點亦可增加學生對於數學學習的信心，從編號#11020102 的個案所提的「勇於分享自己的想法」，與上述的說法不謀而合。

### 三、教材面向分析

表 4-1-10 關注子能力在教材面向的評價分布

編號	數學教學能力	發生次數	比例
3-A-1	數學教材選擇與內容安排之科技結合學習單活動	9	29.0%
3-A-2	數學教材選擇與內容安排之科技結合之數學呈現	23	74.2%
3-A-3	數學教材選擇與內容安排之教材內容選擇	4	12.9%
3-A-4	數學教材選擇與內容安排之教材內容安排	15	48.4%
3-B-1	教學媒體搭配之平板&電腦	5	16.1%
3-B-2	教學媒體搭配之學習單&電腦	3	9.7%
3-B-3	教學媒體搭配之黑板&電腦	4	12.9%
3-C	數學價值	6	19.4%

表 4-1-11 提及數學教材選擇與內容安排之職前教師回答

數學教材選擇與內容安排之「科技結合學習單活動」	
#10030101	教師利用 <u>故事包裝</u> 的方式並配合平板作引入
#30030103	<u>操作電腦軟體後搭配學習單</u> 用尺去實證，讓學生從中知道對應邊比例關係
.....	.....
數學教材選擇與內容安排之「科技結合之數學呈現」	
#03030101	教師用手機的縮放與截圖功能，讓學生感受到縮放圖形的數學概念應用
#09030101	<u>以手機放大圖形所需的動作</u> ，讓學生了解縮放中心及其可以是任意點之概念
#25030101	教師利用手指滑動手機，幫助學生建立縮放的概念，.....
.....	.....

### 數學教材選擇與內容安排之「教材內容選擇」

#03030205 教師只使用貓咪圖案做縮放

.....

.....

### 數學教材選擇與內容安排之「教材內容安排」

#06030206 教師在學習單設計拉動方向時，正確答案卻不在那幾個編號裡

#14030206 教師講解縮放圖形之數學概念時沒有提到角度的問題，定義可能不夠嚴謹

#29030103 教師利用網格背景使得縮放時的移動軌跡更為明確

#30030204 教師在比較兩圖形時，應放上未被裁切的圖比較好

.....

.....

在科技融入數學教學時，教師在課程的安排上會與以往有所不同，根據表 4-1-10，提到「科技結合之數學呈現」這項數學教學元素的職前教師占比 74.2%，而從表 4-1-11 可以發現職前教師在數學教學融入科技的前提之下，對於教材設計該如何呈現數學概念是更為注重的；而表 4-1-10 在「教材內容安排」這項數學教學元素所提及的職前教師約有 48.4%的比例在教材面向居次，從表 4-1-11 能了解這些職前教師除了重視數學概念之內涵在教材中呈現的完整性，像：定義嚴謹度等等之外，還會注意到科技融入教學後科技輔助教材的情形。

表 4-1-12 提及教學媒體搭配之職前教師回答

### 教學媒體搭配之「平板&電腦」

#19030203 滑動平板跟電腦操作沒有連結的感覺

.....

.....

### 教學媒體搭配之「學習單&電腦」

#01030103 讓學生動手量貓咪學習單→電腦上操作圖形放大縮小

.....

.....

---

**教學媒體搭配之「黑板&電腦」**

---

#04030103 教師在講解縮放倍率時，有搭配著黑板與電腦中圖片的操作

---

#20030208 教師在觀察操作電腦縮放圖形後的結論可以寫在黑板上

---

.....

.....

---

根據表 4-1，職前教師提到「教學媒體搭配」這項數學教學元素的占比為 38.7%，而從表 4-1-12 可以發現注意到此部分的職前教師們較為重視教學媒體之間的連結，以及數學概念在教學媒體是如何呈現、串聯，並提供更加完善的作用。

表 4-1-13 提及數學價值之職前教師回答

---

#08030101 教師在講解縮放中心時，利用手上的平板讓學生從平時熟悉的工具做操作

---

#14030101 教師利用日常生活所熟悉的平板滑動手指來縮放圖片給學生操作

---

.....

.....

---

特別的是，在教材面向中，表 4-1-10 提到「數學價值」這項數學教學元素的職前教師有 19.4%，而從表 4-1-13 這些職前教師說明選用的教材可以明顯表現出「數學價值」，並強調是從學生的「日常」下手，推測會注意到這樣的教材選擇是因為如此可以更貼近學生的認知，並使學生在學習數學的過程中能降低學生對於數學的防備心。

#### 四、科技面向分析

表 4-1-14 關注子能力在科技面向的評價分布

編號	數學教學能力	發生次數	比例
4-A	科技設備數量	6	19.4%
4-B	科技軟體使用	8	25.8%

表 4-1-15 提及科技設備數量之職前教師回答

#01040205	<u>只有用一個平板演示放大、縮小</u> ，教師該站在哪裡……
#08040206	<u>平板的部分只有班上少數學生能觀賞</u> ，建議投影
……	……

表 4-1-16 提及科技軟體使用之職前教師回答

#04040206	…… <u>拉不同方向能放大的地方給學生看</u> ，忽略 <u>電腦 shift 鍵的功能</u>
#06040104	教師在電腦軟體操作後有留下放大的痕跡讓學生可以作比較
……	……

從表 4-1-14 可以發現有 25.8% 的職前教師提及「科技軟體使用」這項數學教學元素，此研究分析說明在科技融入教學時，這些職前教師會比較關注於教師操作軟體的熟悉度與 3C 產品的使用問題，研究者認為這樣的現象是很值得探討。

整體而言，在「關注(Attending to)」這項子能力的四大面向中（教師、學生、教材與科技），這些職前教師最為注重的依序為：教師、教材、學生、科技。

然而，在教師面向中，職前教師又以關注「數學教學過程」與「教師展示」兩項數學教學元素為最多人，顯示職前教師在一段科技融入的教學中，最容易引起注意的部分為教師對於教學的呈現手法以及教學脈絡的編排，皆是針對教師在課程中對於數學教材的運用；再者，從學生面向中的「學生活動」則是觀察到職前教師除了關注課程的編排外，對於學生活動則是強調教師發起的活動與學生之間所產生的互動與活動，以上兩點可以推測出職前教師在教學活動與課程編排上所關注的部分皆是從教師的角度進行觀察與發想的，以及在學生面向中，職前教師對於「學生活動」的觀察也是著重於教師與學生間的互動，與教師面向所得的分析結果是有所呼應的。

還有，在次高的教材面向中，職前教師最關注的是「數學教材選擇與內容安排」這項數學教學元素，可以知道職前教師在觀察一段科技融入數學教學時，會著重在課程的安排上並且會希望根據科技媒體的屬性進行教材的搭配與使用。

## 第二節 職前教師在覺察力之「詮釋(Interpreting)」子能力的表現

關於職前教師在「詮釋」這項子能力，本研究將利用請職前教師填答之研究問卷中的第二個問項「關於教學影片中科技融入的部分，接續問題一，請說明你的理由。(為什麼你覺得影片中所觀察到的教學事件做得好和做得不好?)」來加以探究。

下表 4-2 呈現內容分析的結果，根據職前教師所填寫的內容進行分析之後，研究者發現有些數學教學元素並沒有出現，例如：數學語言、數學迷思概念、數學評量、數學態度、數學學習態度、數學解題、學生能力與狀況、數學專業知識、教學期望等等，故在表格中就沒有特別列出，而有些數學教學元素依照職前教師所給予之理由則需要進一步拆分，如：將教學手法這項元素自數學教學專業能力獨立出來。其中，數學教材這項元素在此部分，本研究中依據前教師所填答的內容傾向拆分成「數學教材選擇與內容安排」以及「引入活動」此兩項元素。

表 4-2 職前教師對數學教學事件給予的「詮釋」子能力之分布

編號	詮釋之關鍵字詞標籤	提及人數	比例
5-A	數學教學專業能力 (數學傳遞、講解、概念連結與延伸)	26	83.9%
5-B	教學手法 (表徵利用、提問、展示)	12	38.7%
5-C	課堂經營 (時間安排、彈性度)	18	58.1%
6-A	學生認知	15	48.4%
6-B	學生參與和活動	25	80.6%
6-C	學生思考	21	67.7%
6-D	學習動機	6	19.4%
6-E	數學溝通	3	9.7%

數學教材選擇與內容安排			
7-A	(連結與考慮數學概念、加入對照圖作比較、科技可留下操作痕跡、科技精緻實物表徵)	16	51.6%
7-B	引入活動(活動設計、方式)	18	58.1%
7-C	數學價值	6	19.4%
7-D	教學媒體搭配	2	6.5%
8-A	科技產品使用習慣與方式	10	32.3%
8-B	科技軟體的使用	6	19.4%

以下本研究將根據所分析的職前教師之填寫內容來分為四大面向：教師、學生、教材、科技進行分類報導。

## 一、教師面向分析

表 4-2-1 詮釋子能力在教師面向的數學教學元素分布

編號	數學教學能力	發生次數	比例
5-A-1	數學教學專業能力之數學傳遞	3	9.7%
5-A-2	數學教學專業能力之講解	23	74.2%
5-A-3	數學教學專業能力之概念連結與延伸	11	35.5%
5-B-1	教學手法之表徵利用	12	38.7%
5-B-2	教學手法之提問	1	3.2%
5-B-3	教學手法之展示	2	6.5%
5-C-1	課堂經營之時間安排	1	3.2%
5-C-2	課堂經營之彈性度	18	58.1%

表 4-2-2 提及數學教學專業能力之職前教師回答

數學教學專業能力之「數學傳遞」	
#16050205	科技融入能夠給出更多 data，學生真的可以 catch 到？ 老師能真的能 <u>掌握要點和傳遞給學生</u> 嗎？表達不清？指令不清？
.....	.....
數學教學專業能力之「講解」	
#01050206	...， <u>中心點是不是也可以放在別的地方演示、對應角是不是也一樣</u>
#05050206	教師沒有很 <u>明確說明為什麼拉(3)這個方向還是沒辦法保證相似形</u>
#07050205	因為有很多種選項讓學生選，然後學生選擇了正確的選項， 可是 <u>錯的選項就沒有運用到了</u>
#26050103	教師可以同時快速 <u>處理常見的錯誤，並引導學生到正確的方向</u>
.....	.....
數學教學專業能力之「概念連結與延伸」	
#03050206	因為圖形縮小也是 <u>要學習的重點</u>
#04050101	讓學生能了解 <u>縮放中心可以是任何點</u>
#07050204	學生回答了用斜的縮放，這樣可以幫助 <u>切入之後對角線跟長寬比的關連</u> ，...
.....	.....

從表 4-2 的顯示，有 83.9%的職前教師會在理由中提到教師的「數學教學專業能力」，而由表 4-2-1，我們可以發現職前教師對所關注到科技融入數學教學事件的理由多為教師在數學概念的「講解」部分，而其占比是當中最高為 74.2%，從表 4-2-2 可以知道職前教師所注重的多為是否有向學生清楚地解釋或詳細地說明其中所包含的數學內涵，他們可能認為在數學教學的過程中，教師是需要處理如何與學生解釋數學概念之內涵或是將有在課堂上帶出的數學內容明確地解釋給學生理解，因為會涉及到學生對於數學知識的建立以及概念的延伸，以這個角度來看，研究分析所得高於 70%的比例是個可預期的

結果。

而在表 4-2-1 的呈現，職前教師對所關注到科技融入數學教學事件的理由次多的為教師在數學概念的「概念連結與延伸」，其比例為 35.5%，根據表 4-2-2 可以知道這些職前教師對於概念的內涵、外延以及概念之間的連結是非常重視的。

表 4-2-3 提及教學手法之職前教師回答

#01050102	手指滑動平板這個 <u>動作</u> 很清晰的讓學生感覺到縮放的中心點可任意放	(表徵利用—動作)
#06050104	透過 <u>痕跡</u> 可以發現每個放大圖的對角線都在同一線上	(表徵利用—圖像)
#08050102	能藉由 <u>圖像</u> 立刻的表徵反應加深學生印象	(表徵利用—圖像)
#11050102	教師 <u>拋問</u> 使學生能思考並請人回答問題， 例：怎麼放大？固定一隻手指，另一隻呢？量 cat 哪裡？…	(提問)
#08050205	教師用 <u>滑鼠拉斜對角</u> 可能會拉的不精準	(展示)
.....	.....	

由表 4-2-1，能知道職前教師對所關注到科技融入數學教學事件的理由多為教師在數學概念的「表徵呈現與利用」，從上表（表 4-2-3）的案例中可以看到職前教師所關注的表徵為圖像與動作，尤其如編號#01050102 的個案所提到：「利用手指滑動平板並進行縮放的動作」，亦有許多職前教師提及。上述針對職前教師所關注的表徵類型可以根據 Bruner 所提出的表徵系統論（1966）將表徵分成三類：動作、圖像、符號，而其中動作表徵即是「藉由具體的行動以探索概念」，而在本研究中有許多職前教師皆有關注到手指滑動、縮放涉及動作表徵的教學事件。

研究者推測這些職前教師認為配合科技融入數學教學所利用「表徵」能讓學生更好

來觀察並輔助數學學習，使學生對於數學概念的應用有初步的瞭解甚至對於數學更有感覺、且能彈性地與學生解釋數學概念之內涵。

表 4-2-4 提及課堂經營之職前教師回答

#01050204	教師縮放圖形時，讓圖形不要變形，進度可以快一點點，…	(時間安排)
#01050207	分組活動時比較多學生自己動手量，個人思考的比較多	(彈性度)
#06050205	可以多找兩個想法不同的學生上臺用電腦做看看	(彈性度)
#18050103	教師不會直接用電腦拉給同學看， 會讓學生先思考「我能怎麼做」，不限制學生	(彈性度)
.....	.....	

根據表 4-2 的呈現，有 58.1% 的職前教師所給予的理由內容多與「課堂經營」有關，而對照表 4-2-1，這些職前教師也都是將課程的「彈性度」視為教學安排之要點，進一步由表 4-2-4 可以看出職前教師對所關注到科技融入數學教學事件的理由包含課程時間規畫以及適時提供學生活動（包含思考、上臺）等經營課堂要素，使得學生在教學活動中提升對於課堂的參與度。

## 二、學生面向分析

表 4-2-5 詮釋子能力在學生面向的數學教學元素分布

編號	數學教學能力	發生次數	比例
6-A	學生認知	15	48.4%
6-B	學生參與和活動	25	80.6%
6-C	學生思考	21	67.7%

6-D	學習動機	6	19.4%
6-E	數學溝通	3	9.7%

表 4-2-6 提及學生認知之職前教師回答

#01060104	因為拉不一樣的線邊長的比例不會同時拉到或是可以的時候， 學生可察覺需要每邊等比例拉長才可以
#03060103	因為能讓學生直接觀察到怎麼樣才可以放大
#27060101	因為可即時讓學生感受縮放的意思，而且從哪裡縮放都行
.....	.....

從表 4-2-5 的呈現中，約有 48.4% 的職前教師在所給予的理由內容會特別提及「學生認知」，此結果表示在一段科技融入數學教學過程，這些職前教師較為注重學生在建立數學知識前，對數學概念應用的感受，如表 4-2-6 中所隅舉的個案皆提到讓學生先藉由觀察並察覺當中的數學概念（如何縮放），以便後續引導學生將既有的經驗同化及順化成所要學習的新概念。

表 4-2-7 提及學生參與和活動之職前教師回答

#01060103	學生動手操作後，看到量出的比例後， 再看到比較大的圖跟小的圖比例有甚麼改變
#05060102	使學生可以實際參與課堂活動，增加學生的參與感
#06060205	可以多找兩個想法不同的學生上台做看看
#20060102	實際操作讓學生完成先讓學生自己探索
.....	.....

而表 4-2-5 的呈現中，約有 80.6% 的職前教師其對於教學事件所給的理由多為「學

生參與和活動」，此比例超過 80%，屬於偏高的結果，表示在這段科技融入數學教學，職前教師們認為將科技融入數學教學是可以有效提升學生對於數學課堂的「參與度」，讓學生不再只是數學課堂上的客人，而是自己數學知識操作上的主人，使學生們可以在數學課中參與活動並習得數學概念，進而促成一段有效教學。

表 4-2-8 提及學生思考之職前教師回答

#02060102	可以讓學生思考，並利用前面的結論，算是複習
#04060102	學生能從中發現錯誤並思考如何修正
#21060102	可以讓學生去思考怎麼拉、怎麼縮放圖形
.....	.....

根據表 4-2-5 的有 67.7%的職前教師所給予的理由涉及「學生思考」的部分，再從表 4-2-8 的個案舉例中，可以發現在科技融入數學教學中，這些職前教師認為教師在過程裡所設計的數學教材與內容具有讓學生們對實體物件想像與臆測、結合先前的知識以及從錯誤中學習等對於思考活動的功能。

表 4-2-9 提及學習動機之職前教師回答

#05060101	結合學生的生活經驗，利用學生非常熟悉的手法來引入縮放的概念，並增加學生的興趣和信心
.....	.....

在表 4-2-5 中，約有 19.4%的職前教師在理由中提及了「學習動機」，而於學習動機方面從表 4-2-9 中編號#05060101 的個案中可以看出，該職前教師認為藉由學生所熟悉的方式引入數學概念，針對學生在數學學習上有著建立信心與興趣的功能，足以提升學生對於數學的學習動機。

表 4-2-10 提及數學溝通之職前教師回答

#05060103	不侷限學生的思考， <u>鼓勵學生表達</u>
.....	.....

特別的是，在表 4-2-5 裡有 9.7%的職前教師在理由中提到「數學溝通」這項教學元素，根據表 4-2-10 可以知道這些職前教師是希望學生可以在數學課堂中，通過口頭或書寫的形式與其他同學交流自己的思維結果，如此的做法除了能培養學生在數學上的溝通能力之外，還能藉由學習傾聽其他同學對於數學的看法也使學生有機會去發展自己在數學上的理解。

### 三、教材面向分析

表 4-2-11 詮釋子能力在教材面向的數學教學元素分布

編號	數學教學能力	發生次數	比例
7-A-1	數學教材選擇與內容安排之連結與考慮數學概念	6	19.4%
7-A-2	數學教材選擇與內容安排之加入對照圖作比較	4	12.9%
7-A-3	數學教材選擇與內容安排之科技可留下操作痕跡	5	16.1%
7-A-4	數學教材選擇與內容安排之科技精緻實物表徵	2	6.5%
7-B-1	引入活動之活動設計	14	45.2%
7-B-2	引入活動之方式	6	19.4%
7-C	數學價值	6	19.4%
7-D	教學媒體搭配	2	6.5%

表 4-2-12 提及數學教材選擇與內容安排之職前教師回答

數學教材選擇與內容安排之「連結與考慮數學概念」	
#21070208	貓咪圖案的放大活動，看不太出相似的鋪陳
#28070104	減少變數以聚焦， <u>引入縮放中心之概念</u>
.....	.....
數學教材選擇與內容安排之「加入對照圖作比較」	
#04070205	缺乏與原圖的對照圖
.....	.....
數學教材選擇與內容安排之「科技可留下操作痕跡」	
#06070104	透過 <u>痕跡</u> 可以發現每個放大圖的對角線都在同一線上
#25070102	結合縮放中心與對應角相等的感覺， <u>運用輔助格</u> 可以更清晰，...
.....	.....
數學教材選擇與內容安排之「科技精緻實物表徵」	
#09070102	<u>格子點</u> 能讓學生一目了然的知道圖形目前的長寬
.....	.....

從表 4-2 的顯示，有 51.6%的職前教師會在理由中提到教師的「數學教材選擇與內容安排」，而由表 4-2-11，我們可以發現職前教師對所關注到科技融入數學教學事件的理由多為教材要「連結與考慮數學概念」，從表 4-2-12 中可以看出職前教師認為在使用科技融入教學時需要注重教材之間如何與數學概念進行連結，如編號#21070208 的個案提到貓咪圖案的活動與數學概念的鋪陳與連結並不明顯，可以推測是該職前教師認為在科技融入教學中需要注重科技媒體與數學概念之間的連結。

表 4-2-13 提及引入活動之職前教師回答

#01070101	<u>尋找的活動引入</u> 到學生需要使用「縮放」	(活動設計)
#05070101	<u>結合學生的生活經驗，利用學生非常熟悉的手法來引入縮放</u> 的概念，…	(活動設計)
#11070101	平常大家很常使用手機，卻少注意到螢幕的縮放， <u>藉由活動讓學生知道生活中也藏著很多數學</u>	(活動設計)
#03070101	這是學生 <u>平常很熟悉的操作</u>	(方式)
.....	.....	

除此之外，表 4-2 中可以看出約有 58.1%的職前教師在理由上特別指出教師在課程「引入活動」的部分，當科技融入數學教學時，教師對於課程內容的安排上更可以創新思考去利用能讓學生感興趣的題材來使學生可以參與課堂，而研究者從中挑選幾個個案如表 4-2-13 所示，可以發現職前教師對於引入活動皆提到與生活的連結以及熟悉的操作，藉由結合學生日常接觸的事物作為教學活動的引入。

表 4-2-14 提及數學價值之職前教師回答

#04070101	手機放大圖片 <u>切合生活</u>
#28070101	因為學生可以自然體會 <u>數學價值</u>
.....	.....

根據表 4-2 所示，在「數學價值」的部分占有 19.4%的比例，而數學價值的類別與型態是非常多樣化的，研究者從中取出幾個案例如上表 4-2-14，就兩位個案的陳述可以觀察到他們認為在科技融入的教學中的數學價值來自於與生活的密切關聯以及在自然的環境中接觸並學習數學，讓學生從中感受數學的價值。

表 4-2-15 提及教學媒體搭配之職前教師回答

#07070102	因為如果 <u>只是用學習單</u> 去讓學生思考，學生可能會想不到， 如果用 <u>電腦動手弄弄看</u> ，學生可能就比較有感覺
.....	.....

#### 四、科技面向分析

表 4-2-16 詮釋子能力在科技面向的數學教學元素分布

編號	數學教學能力	發生次數	比例
8-A	科技產品使用習慣與方式	10	32.3%
8-B	科技軟體的使用	6	19.4%

表 4-2-17 提及科技產品使用習慣與方式之職前教師回答

#03080204	<u>平常使用手機時很少這樣操作</u>
#09080204	在 <u>手機上</u> 時，水平拉、垂直拉、斜著拉都能縮放，但到 <u>電腦上</u> 卻不行； 手機上的縮放中心並不固定，但在電腦上的縮放中心卻沒提到
#18080205	<u>手機</u> 需要用兩隻手指頭去縮放且怎麼拉圖片的方式都沒有影響， 但 <u>電腦上</u> 只需要一個游標且拉的方式會影響圖片放大形狀
.....	.....

表 4-2-18 提及科技軟體的使用之職前教師回答

#01080205	有的學生會知道 <u>shift 鍵</u> 可以維持原比例，覺得老師多此一舉
#08080206	<u>Shift 鍵</u> 按住，圖片往哪拉都一樣
.....	.....

從表 4-2-16 可以發現有 32.3% 的職前教師對所關注到科技融入數學教學事件的理由會提及教師在教學過程中對於想呈現的數學概念之應用會利用一些比較不自然的操作方式，如：在手機放大圖片時，固定一隻手指頭，只動另一隻手指頭來進行活動用以講解要學習的數學概念，可能會使學生感到很不習慣；還有，教師對於科技產品軟體的使用情況亦會影響學生學習情況，舉例來說，教師對於 3C 軟體的熟悉度將可能會使學生對教師的認同感低落，或是會因此而影響學生的學習意願。

整體而言，在「詮釋(Interpreting)」這項子能力的四大面向中（教師、學生、教材與科技），這些職前教師最為注重的依序為：教師、學生、教材、科技。

首先，在教師面向中，職前教師又以關注「數學教學專業能力」這項數學教學元素為最多人，顯示職前教師在一段科技融入的教學中，最容易引起其注意的數學教學事件進而做出解釋的部分為教師對於教學內容的講解，可以認為職前教師在科技融入的教學中最容易關注的部分為教師教學的面向，而這當中又以針對教師數學專業能力中講解數學概念提出解釋，看出職前教師對於教師數學傳遞的數學教學能力為其最注重的元素。

再者，於次高的學生面向中，職前教師最關注的是「學生參與和活動」這項數學教學元素，結合在教材面向與科技面向的資料分析顯示，職前教師在關注並解釋學生參與和活動時，會認為在一段科技融入的教學中要選擇學生熟悉且合適的媒體配合教學中的引入活動，藉由科技媒體配合引入活動讓學生有親自參與操作和互動的機會，提升學生在課堂的參與度。從以上論述，研究者認為職前教師除了會關注並針對教師數學教學的專業能力進行解釋外，還會對於教師在課堂中所設計的引入活動與教材及媒體的搭配進行觀察並做出相對應的詮釋。

### 第三節 職前教師

#### 在覺察力之「決策(Decision making)」子能力的呈現

關於職前教師在「決策」這項子能力，本研究將利用請職前教師填答之研究問卷中的第三個問項「關於教學影片中科技融入的部分，接續問題一及問題二，請說明你可能採取的不同做法。(對於你覺得做得好和做得不好的地方，你會不會改變做法？會的話，你會怎麼改?)。」來加以探究。

下表 4-3 呈現內容分析的結果，根據職前教師所填寫的內容進行分析之後，研究者發現有些數學教學元素並沒有出現，例如：數學語言、學習動機、數學態度、數學學習態度、學生能力與狀況、數學專業知識、教學期望等等，故在表格中就沒有特別列出。

表 4-3 職前教師對數學教學事件給予的「決策」子能力之分布

編號	決策之關鍵字詞標籤	提及人數	比例
	數學教學專業能力		
9-A	(講解、提問、概念連結與延伸、 統整及其他教學手法運用)	24	77.4%
9-B	課堂經營(時間安排、彈性度、分組)	13	41.9%
10-A	學生參與和活動(上臺操作及示範、試驗)	14	45.2%
10-B	學生思考	13	41.9%
10-C	學生認知	16	51.6%
10-D	數學溝通(小組討論與分享、發言)	7	22.6%
	數學教材選擇與內容安排		
11-A	(圖案之選擇、教材考慮概念相關、	20	64.5%

加入可對照之內容、教材統整、科技精緻教材)			
11-B	教學媒體搭配 (板書並用、配合投影)	13	41.9%
12-A	科技設備數量	5	16.1%
12-B	科技軟體的使用	8	25.8%

以下本研究將根據所分析的職前教師之填寫內容來分為四大面向：教師、學生、教材、科技進行分類報導。

## 一、教師面向分析

表 4-3-1 決策子能力在教師面向的數學教學元素分布

編號	數學教學能力	發生次數	比例
9-A-1	數學教學專業能力之講解	16	51.6%
9-A-2	數學教學專業能力之提問	5	16.1%
9-A-3	數學教學專業能力之概念連結與延伸	6	19.4%
9-A-4	教學手法之統整及其他教學手法運用	12	38.7%
9-A-5	數學教學專業能力之數學表徵	9	29.0%
9-B-1	課堂經營之時間安排	2	6.5%
9-B-2	課堂經營之彈性度	11	35.5%
9-B-3	課堂經營之分組	3	9.7%

表 4-3-2 提及數學教學專業能力之職前教師回答

#04090206	教師一開始先說清楚 shift 鍵的功用， 再問如果不用 shift 鍵有沒有其他方法可以等比例放大	(講解)
#05090206	可以先拉比較明顯的錯誤圖形讓學生觀察和思考，	(講解)

	之後再告訴學生「對角線」方向的重要，或請發現問題的學生表達想法	
#24090103	不只是在平板上任意放大數個點並用 <u>一句話帶過</u>	(講解)
#01090101	可能會加入如果圖形變形了，可以 <u>找到一樣的圖案嗎?</u>	(提問)
#05090103	可以 <u>多問幾個學生的想法</u> ，並將回答記錄在黑板上，...	(提問)
#03090206	在情景設計中可以加入一些要縮小圖形的元素	(概念連結與延伸)
#01090205	資源許可的狀態下，可能每組有一臺可以同步操作， 或是教師把平板拿到每一組操作同時作出提問	(統整及其他教學手法運用)
#20090207	在學生操作時下去巡視或由程度好的同學協助	(統整及其他教學手法運用)
#02090103	可以把 PPT 的圖形加上格線，學生會更好了解「倍率」	(數學表徵)
#18090206	可能先要學生在使用 word 或 PPT 的時候，會有背景圖案或插圖， 當想放大或縮小時，點圖片就會跑出一個框框~	(數學表徵)
.....	.....	

從表 4-3 的顯示，有 77.4%的職前教師會在自己所採取的決策中提到教師的「數學教學專業能力」，而由表 4-3-1，我們可以發現職前教師較重視教師在概念的「講解」部分，其占比為 51.6%，在上表（表 4-3-2）中，編號#04090206 的個案提到「說清楚對於按鍵功能的講解」，以及編號#24090103 的個案提到「講解用一句話帶過」，可以推測職前教師在自己進行教學決策時會希望在講述數學內容時所用的語言要精準，包含對於科技媒體的使用及操作、數學概念的統整與解釋等，皆是職前教師在進行教學決策時對於「講解」面向所會考量的部分。

除了「數學教學專業能力」中的「講解」外，亦有部分教師提及「統整與其他教學手法運用」以及「數學表徵」。從表 4-3-2 中提及「統整與其他教學手法運用」的個案，職前教師在做教學決策時會考量媒體的操作並教學手法進行運用，包含將媒體與教學上的提問做出結合或是藉由巡視以確認學生在操作媒體上的順利與否；而在「數學表徵」

的方面，可以發現職前教師注重在媒體如何呈現表徵的方式，例如：編號#02090103 的個案提及的格線，是媒體中呈現表徵獨有的形式，可以見得職前教師在科技融入教學中會將媒體與表徵之間的連結和呈現納入自己的教學決策考量。

表 4-3-3 提及課堂經營之職前教師回答

#20090103	學生活動要給定時間避免花太多時間	(時間安排)
#05090205	盡量讓每組都能有一臺平板，增加學生參與課堂活動的機會	(彈性度)
#05090207	多請 2~3 個學生上臺試試看，不但可以增加學生參與機會，…	(彈性度)
#16090206	分組時考慮進去！ 比較有經驗的 2~3 個搭配 2~1 個沒使用過科技產品的學生	(分組)
.....	.....	

由表 4-3-1，我們可以發現職前教師會在自己所採取的決策中提到較重視教師在課堂中的「彈性度」，其占比為 35.5%，根據表 4-3-3 可以知道這些職前教師提及「彈性度」的個案，職前教師在做教學決策時會考量如何因時、地制宜所設計的教學活動，包含增加讓學生參與課堂活動的機會等。

## 二、學生面向分析

表 4-3-4 決策子能力在學生面向的數學教學元素分布

編號	數學教學能力	發生次數	比例
10-A-1	學生參與和活動之上臺操作及示範	13	41.9%
10-A-2	學生參與和活動之試驗	8	25.8%
10-B	學生思考	13	41.9%
10-C	學生認知	16	51.6%

10-D-1	數學溝通之小組討論與分享	3	9.7%
10-D-2	數學溝通之發言	4	12.9%

表 4-3-5 提及學生參與和活動之職前教師回答

#04100102	多找兩位 <u>學生上臺</u> ，讓學生感受到更多方向縮放的不同	(上臺操作及示範)
#06100205	先問幾個學生他們的答案，再找兩三個 <u>答案不同的人去操作</u>	(試驗)
#07100205	<u>錯誤的選項也要去探討</u> ，拉拉看給學生觀察	(試驗)
.....	.....	

表 4-3-6 提及學生思考之職前教師回答

#05100103	可以多問幾個 <u>學生的想法</u> ，並將回答記錄在黑板上，...
#21100208	去觀察長度、角度 (ex: 貓咪手的「夾角」) 來引導學生思考
#25100205	先讓學生模糊的操作並找到放大的方向比較好，不要限制學生的思考
.....	.....

從表 4-3-4 的顯示，有 41.9% 的職前教師會在自己所採取的決策中提到「學生參與和活動之上臺操作及示範」以及「學生思考」，而由表 4-3-5 與表 4-3-6，我們可以發現職前教師在做出教學決策時會注重於在教學活動中，學生操作科技工具與其對於數學思考的部分，根據上表（表 4-3-6），編號#25100205 的個案提到「讓學生模糊的操作並找到放大的方向比較好，不要限制學生的思考」，由此可知職前教師在科技融入教學中會將學生與科技工具間的互動和學生在探索活動中所進行的思考納入自己的教學決策考量。

表 4-3-7 提及學生認知之職前教師回答

#03100102	不使用貓咪圖案，用其他特別的多邊形，讓學生更好 <u>感覺縮放情形</u>
-----------	---------------------------------------

#08100102	用圖形疊疊看的方式，讓學生 <u>感受不同之處</u>
	先說明等比例縮放時任一點（縮放後）與原點連線會通過縮放中心，
#27100205	否則，可以再移不會的位置時誇張一點，讓學生 <u>直接感受</u>
	如：往(1)的方向拉，很容易看出圖形不合比例
.....	.....

表 4-3-8 提及數學溝通之職前教師回答

	將平板發給每一位學生 or 手機自行操作，
#02100101	<u>小組討論、分享</u> （畢竟平常滑手機放大方式都不同）（小組討論與分享）
#05100206	<u>請發現問題的學生表達想法</u> （發言）
.....	.....

根據表 4-3 所示，在「數學溝通」的部分占有 22.6%的比例，而職前教師們所提供的決策內容會希望學生能夠主動在課堂中上臺發表自己的看法，試著讓學生可以藉由科技工具來進行完善數學溝通，並且勇於分享自己對於數學概念與科技工具之間的連結所得的思想。

### 三、教材面向分析

表 4-3-9 決策子能力在教材面向的數學教學元素分布

編號	數學教學能力	發生次數	比例
11-A-1	數學教材選擇與內容安排之圖案選擇	1	3.2%
11-A-2	數學教材選擇與內容安排之教材考慮概念相關	11	35.5%
11-A-3	數學教材選擇與內容安排之加入可對照內容	5	16.1%

11-A-4	數學教材選擇與內容安排之教材統整	5	16.1%
11-A-5	數學教材選擇與內容安排之科技精緻教材	6	19.4%
11-B-1	教學媒體搭配之板書並用	5	16.1%
11-B-2	教學媒體搭配之配合投影	8	25.8%

表 4-3-10 提及數學教材選擇與內容安排之職前教師回答

數學教材選擇與內容安排之「圖案選擇」	
#03110102	不使用 <u>貓咪圖案</u> ， <u>用其他特別的多邊形</u>
.....	.....
數學教材選擇與內容安排之「教材考慮概念相關」	
#01110101	可能會加入 <u>如果圖形變形了，可以找到一樣的圖案嗎？</u> 因為放大縮小的過程比例固定
#03110206	在情景設計中可以加入 <u>一些要縮小圖形的元素</u>
#18110205	可以先用電腦做縮放，因為是任意拉且放大後的形狀會變形， 進而發現有 <u>某些特定點會使其放大後不變形，提出長寬比不變</u> ， 再到平板上縮放，因為平板上縮放就有 <u>內建固定長寬比的功能</u> ， 然後推出食指動、拇指不動的活動
.....	.....
數學教材選擇與內容安排之「加入可對照內容」	
#04110205	可以有 <u>原圖相對照</u> ，更有兩者不同的感覺
#21110103	可以再有「 <u>對比圖</u> 」，更好觀察，...
.....	.....
數學教材選擇與內容安排之「教材統整」	
#06110206	把 <u>正確的答案編在學習單裡</u> ，至少會有學生是會的
.....	.....

## 數學教材選擇與內容安排之「科技精緻教材」

#01110206 在拉放的時候，旁邊加上拉放時的比例

.....

.....

從表 4-3 所示，在「數學教材選擇與內容安排」的部分占有 64.5%的比例，而職前教師們當科技融入數學教學時所提供的決策內容會針對課程內容的設計與安排上，希望在教學時所呈現的教案其數學概念必須注重完整性，尤其針對舉例的部分職前教師認為需要顧及全面性，不能只有單一示例，比如：影片中的教學內容為利用縮放圖形的活動來建立相似形之概念，而片中教師教著重在放大圖形的地方。由於相似形不只有放大才是相似這個原因，多數職前教師會提出增加縮小圖形的題材放到教學內容，如同上面所提涉及數學概念的舉例時，顧及例子是否足夠全面，用以完整數學概念的一段教學。

表 4-3-11 提及教學媒體搭配之職前教師回答

#05110103	可以多問幾個學生的想法，並將回答記錄在黑板上，...	(板書並用)
#29110205	建議可將重要的特性寫在黑板上	(板書並用)
#10110103	把平板畫面同時投影到螢幕	(配合投影)
#23110206	把手機畫面同步電腦上	(配合投影)
.....	.....	

根據表 4-3 的呈現，有 41.9%的職前教師會在自己所採取的決策中提到「教學媒體搭配」，而從表 4-3-11 裡的編號#05110103 與編號#29110205 兩個案的回答中可以看出，在其對於科技融入教學中的決策仍會搭配板書的使用，在教學媒體的選擇與呈現上不僅止於兩者之一，而是提供學生多樣的教學媒體呈現數學概念；而編號#10110103 與編號#23110206 此兩個案則是認為教學媒體的呈現可以相互轉換，由於手機畫面相較於電腦或螢幕可能有較多侷限，其所作出的教學決策就是，配合其他教學媒體的同步呈現。

#### 四、科技面向分析

表 4-3-12 決策子能力在科技面向的數學教學元素分布

編號	數學教學能力	發生次數	比例
12-A	科技設備數量	5	16.1%
12-B	科技軟體的使用	8	25.8%

表 4-3-13 提及科技設備數量之職前教師回答

#12120205	希望可以 <u>一組一臺電腦</u> ，小組操作
#29120207	<u>每人拿平板</u> →每個人自己嘗試 無法每人拿平板→多放同學上臺嘗試並記錄結果
.....	.....

表 4-3-14 提及科技軟體的使用之職前教師回答

#03120204	改用 <u>ggb 或 word 的圖形縮放</u> 代替
#18120206	可能先要學生在 <u>使用 word 或 PPT 的時候，會有背景圖案或插圖</u> ， <u>當想放大或縮小時，點圖片就會跑出一個框框~</u>
.....	.....

在表 4-3 的顯示，有 25.8%的職前教師會在自己所採取的決策中提到「科技軟體的使用」，在科技融入數學教學的同時，職前教師們他們所提供的決策內容會希望學生在課堂活動裡是可以實際操作去體會數學概念的應用，但由於技術上的問題，教師可能會遇到學校提供資源問題，若是教師能夠克服這個問題將可以創造一個舒適的數學學習環境。

整體而言，在「決策(Decision making)」這項子能力的四大面向中（教師、學生、教材與科技），這些職前教師最為注重的依序為：教師、教材、學生、科技。

在教師面向中，職前教師又以關注「數學教學專業能力」這項數學教學元素為最多人，顯示職前教師在一段科技融入的教學中進行決策，最多人考量的部分為教師對於教學內容的理解以及工具的使用，進而編排課程的內容進行講解，包括對於科技工具中的數學進行講解或是對於數學內容使用多個舉例進行教學等；其次，在教材面向的「數學教材選擇與內容安排」中亦可以看到職前教師對於科技融入教學中教材的選擇、課程內容編排都有所注重，從舉例的方向至教材本身對於學生學習上的助益皆有所注意；再者，從學生面向中的「學生認知」與「學生思考」的比例偏高則是說明了職前教師對於科技融入教學進行決策時，會根據其教學對於學生認知的發展並注重引發學生內在的思考、發現數學，特別的是，不少職前教師認為在使用科技融入的教學中，學生上臺演示或是親自操作是其在進行教學決策時重要的考量之一。

## 第四節 職前教師對於教學覺察力之各項子能力間的連結

本節將依據受訪職前教師所提供的文本資料進行報導，並從多數職前教師在教學覺察力之三項子能力中所敘述之教學元素來逐步連結與分析，以探究職前教師「關注」、「詮釋」、「決策」此三項子能力的連結上有何思維。

以下分為三個部分進行探討，第一個部分是「關注」子能力與「詮釋」子能力的關聯；第二個部分是「詮釋」子能力與「決策」子能力的關聯；第三個部分是職前教師的教學覺察力之思考脈絡。第一部分與第二部分輔以職前教師於問卷中計次提及最多之教學元素以圖示搭配前三節採用之編號進行說明；第三部分則輔以個案進行職前教師的教學覺察力脈絡之探討。

### 一、關注子能力與詮釋子能力之關聯

本部分將探討職前教師關於教學覺察力之「關注」和「詮釋」兩項子能力的連結上有何思維，研究者根據職前教師回答裡計次比例中最高的三個教學元素進行報導，並輔以個案進行分析說明，其中個案報導的部分會依據職前教師的回答整理成表 4-4 的形式，進而針對其所提供的文本資料進行分析報導。

表 4-4 職前教師的回答

個案 編號	關注	所 <u>關注</u> 到的教學事件
	Attending to	<u>對應的數學教學能力</u>
	詮釋	個人 <u>詮釋</u> 事件的理由
	Interpreting	<u>關鍵字詞對應的標籤</u>

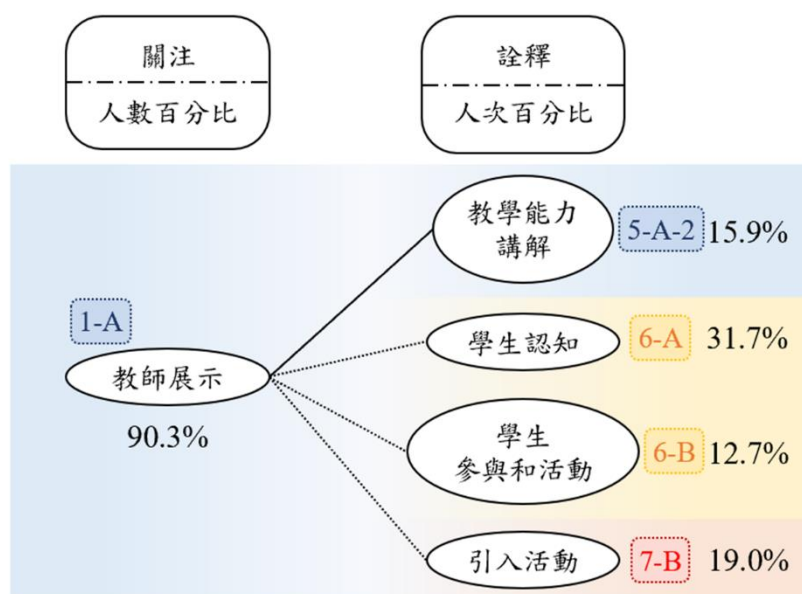


圖 4-1 職前教師關注與詮釋之連結(1)

在關注子能力的「教師展示」中，有 63 人次職前教師對於這段科技融入的教學影片注意到的數學教學事件所對應的詮釋子能力之呈現，最多是在「學生認知」，次多是「引入活動」，第三是「數學教學專業能力的講解」，第四是「學生參與和活動」，雖然這些職前教師注意到同樣的元素（教師展示），但可以從回答中發現他們背後所詮釋的角度不同。

根據圖 4-1 顯示，有 31.7%職前教師的回答認為教師展示科技媒體會影響「學生認知」的形成；除此之外，亦有 12.7%的回答認為教師展示的時候應要考量學生於課堂中的「活動和參與」；亦有部分回答（19%）則是以教材的角度出發，對於教師進行科技媒體的展示作為課程的「引入活動」；而有 15.9%則是從教師展示科技媒體的過程中看出教師對於教學能力中「講解」的關聯。可以發現，職前教師對於教師科技媒體的展示大多會從教師、學生、教材等不同的面向進行詮釋。

表 4-4-1 個案 1 職前教師的回答

01	關注 Attending to	動手量貓咪學習單→電腦上放大縮小
		<u>教師展示</u> ；
		<u>學生操作</u> 、 <u>學生活動</u> ；
	<u>數學教材選擇與內容安排</u> 、 <u>教學媒體搭配</u>	
詮釋 Interpreting	因為拉不一樣的線邊長的比例不會同時拉到或是可以的時候， 學生可察覺需每邊等比例拉長才可以	
	<u>學生認知</u>	

這位職前教師在「關注」的部分提到了「教師在電腦上縮放圖形給學生觀察」之教師展示，連結到其所給「詮釋」的部分所講述「學生可察覺到比例關係概念」之學生認知，配合教師設計學習單活動（教學媒體）的數學教材內容安排，讓學生在學習過程中，可以自行進行運思，並透過對數學物件的操弄，以建構知能。根據杜威（Dewey，1859~1952）的「自然主義的經驗論」，重視「做中學(learning by doing)」的教育理論，認為學習的成就來自於學習者與環境間的互動，只有在互動中所產生的知識，對學習者才有意義，研究者認為該名職前教師針對教師所關注的教學事件並從學生認知的角度進行解釋與該理論有所呼應。

表 4-4-2 個案 7 職前教師的回答

07	關注 Attending to	在螢幕上實際做縮放給學生看
		<u>教師展示</u>
	詮釋 Interpreting	因為如果只是用學習單去讓學生思考，學生可能會想不到， 如果用電腦動手弄弄看，學生可能就比較有感覺
		<u>學生認知</u> 、 <u>學生思考</u> ； <u>教學媒體搭配</u> ； <u>科技軟體的使用</u>

這位職前教師在「關注」的部分說明了「教師在螢幕上實際做縮放給學生看」之教師展示，連結到其所給「詮釋」的部分所講述「讓學生不單只是憑空想像要學習的數學概念」，指出透過「教學媒體的搭配」，讓學生能經由視覺，見到數學概念的呈現、對應的操作，在腦中對數學概念及其應用產生連結，是考量到學生認知與學生思考的情形。與個案 1 從學生認知的角度去解釋其在數學教學中所觀察到教師如何進行展示相同外，還額外強調科技媒體的運用與搭配可以讓刺激學生的思考並影響認知的形成。

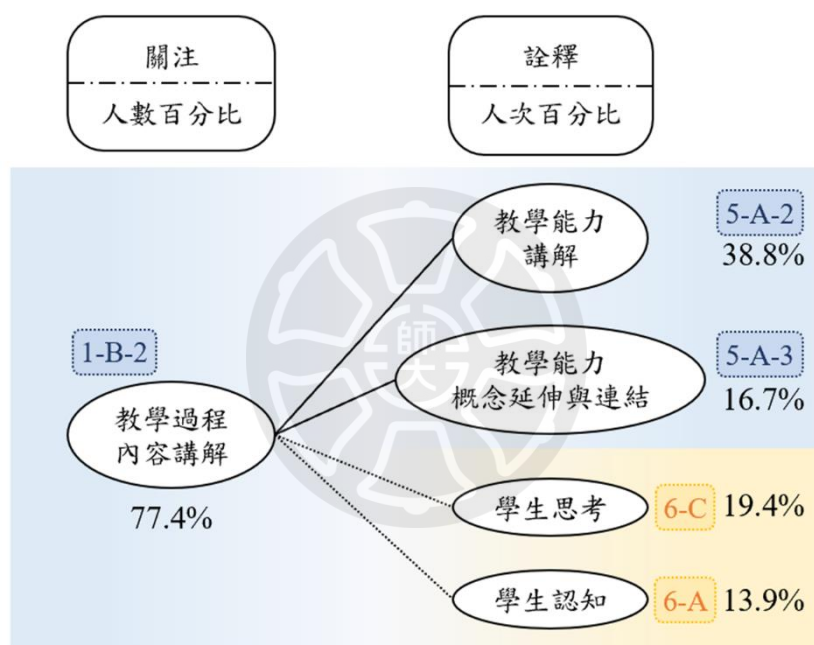


圖 4-2 職前教師關注與詮釋之連結(2)

在關注子能力的「教學過程之內容講解」中，有 36 人次職前教師對於這段科技融入的教學影片注意到的數學教學事件所對應的詮釋子能力之呈現，最多是在「數學教學專業能力的講解」，次多是「學生思考」，第三是「數學教學專業能力的概念連結與延伸」，第四是「學生認知」，雖然這些職前教師注意到同樣的元素（教學過程之內容講解），但可以從回答中發現他們背後所詮釋的角度不同。

根據圖 4-2 顯示，職前教師的回答有 38.8%是從「教師講解」發想，提及在課堂中教師對於所教授之數學概念的語言精準度，其認為在科技融入的教學中，教師需要將媒體操作中所產生的數學透過教師的講解精準地將數學概念傳達給學生；有 19.4%是以「學生思考」的角度切入，他們認為教師在數學內容講解時，應顧及學生對於數學概念了解與學生的思考歷程，而與教師講解的不同之處是，提及此項的職前教師認為在一段科技融入的教學中，科技的使用的過程中應該要考慮學生對於科技媒體與數學概念之間數學思考的脈絡以及歷程進行；另外，有 16.7%是根據「概念延伸與連結」來釋意，在他們的觀點中，教師教授數學概念時，可以透過科技來提出較完善的數學概念，像是縮放圖形必須再提縮小圖形的部分；而有 13.9%是自「學生認知」出發，這些職前教師認為，教師必須考量到學生形成數學思維的先備知識。

表 4-4-3 個案 2 職前教師的回答

02	關注	解釋是 2 倍 or 1/2 倍，"只說要符合定義"
	Attending to	<u>數學教學過程</u>
	詮釋	因為學生不知道比較的對象
	Interpreting	<u>學生認知</u>

這位職前教師在「關注」的部分提及「教師在解釋是 2 倍 or 1/2 倍，"只說要符合定義"」之數學教學過程，連結到其所給「詮釋」的部分所填答的「學生會不明白所比較的對象」，考量到學生認知的形成，由此可知，這位職前教師的理想教學應該要配合學生的身心發展，在數學教學的過程中除了口述以外還需要藉由明確的參照對象或數學物件引導學生進行思考，並考量學生的認知發展進行教學活動。

表 4-4-4 個案 4 職前教師的回答

04	關注	用電腦讓圖片放大的部分，只有讓一個學生去拉
	Attending to	<u>數學教學過程</u> ； <u>學生操作</u>
	詮釋	這樣其他學生較無法比較拉其他方向的結果
	Interpreting	<u>課堂經營</u> ； <u>學生參與</u> 、 <u>學生思考</u>

這位職前教師在「關注」的部分提到了「教師在用電腦讓圖片放大的部分，只有讓一個學生去拉」當中涉及數學教學過程以及學生操作，連結到其所給「詮釋」的部分所講述「將使其他學生無法比較概念之非例」，該職前教師在數學教學事件中所關注的面向是數學教學的過程中學生對於科技媒體的操作以及參與的狀況，進而從課堂經營的方面考量全體學生於課程參與和思考可能較為不足。

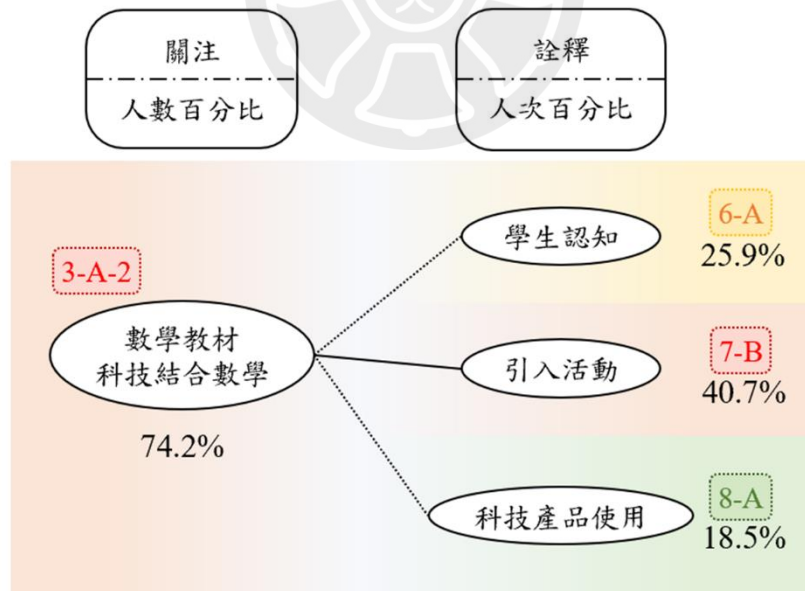


圖 4-3 職前教師關注與詮釋之連結(3)

在關注子能力的「數學教材選擇與內容安排的科技結合之數學呈現」中，有 27 人次職前教師對於這段科技融入的教學影片注意到的數學教學事件所對應的詮釋子能力

之呈現，最多是在「引入活動」，次多是「學生認知」，第三是「科技產品使用習慣與方式」，雖然這些職前教師注意到同樣的元素（數學教材選擇與內容安排的科技結合之數學呈現），但可以從回答中發現他們背後所詮釋的角度不同。

根據圖 4-3 顯示，職前教師的回答中對於數學教材中數學與科技的結合有 40.7%關注科技媒體作為一段科技融入教學中「引入活動」的媒介，並藉由科技工具進行教學；而有 25.9%認為在科技融入的教學中，使用科技媒體與數學教材進行結合時，學生可以藉由觀察或是拉動來發現數學概念，並以此發展其「數學認知」；另外，有 18.5%的回答認為在使用科技媒體與數學概念進行結合時，需要注意「科技工具本身使用上的各項功能以及限制」，並關注其中與數學概念的結合與連結。以上可以發現，職前教師關注科技媒體與數學的結合主要在作為引入活動的媒介，而當中又有部分職前教師會從學生認知發展以及工具本身的特性進行思考。

表 4-4-5 個案 24 職前教師的回答

24	關注	投影幕放大時有輔助線（對角）
	Attending to	<b>數學教學過程；數學教材</b>
	詮釋	讓學生了解到不是任意斜拉都是縮放
	Interpreting	<b>教學手法；學生思考；學生認知</b>

這位職前教師在「關注」的部分提到了「投影幕放大時有輔助線（對角）」之數學教材設計，提出數學教學的過程中數學教材的使用與課程的結合，連結到其所給「詮釋」的部分所提，教師可以考慮到學生在腦海所形成的認知過程並透過教學手法（利用圖像表徵）進而提供學生思考的機會。整體而言，該職前教師所關注並解釋的部分為針對數學教材的在課堂中如何使用或以何種手法呈現可以為學生帶來數學上的認知與思考。

表 4-4-6 個案 25 職前教師的回答

25	關注 Attending to	用手指滑動手機，建立縮放的概念，並強調一隻手指固定，另一隻手指拉動，建立縮放中心的概念
		<b>教師展示、數學教學過程；數學教材選擇</b>
	詮釋 Interpreting	利用日常生活常見的手機來操作，學生會相對熟悉，並於無形之中建立縮放與縮放中心的概念，與生活作結合
		<b>引入活動；科技產品使用習慣與方式</b>

這位職前教師在「關注」的部分說明了教師「用手指滑動手機，建立縮放的概念」，顯示其所關注到的教學事件為教師在教學中配合教材進行數學概念的展示，並連結到其所給「詮釋」的部分，則是從教材與科技產品的使用進行解釋，認為教師在選擇教材進行展示數學概念作為引入活動時，若配合學生日常常見的科技產品進行使用可以在數學的教學中與學生的生活經驗有所連結。

然而，除了職前教師回答裡計次比例中最高的三個教學元素外，研究者亦發現在「關注」子能力中提及教師面向與教材面向的教學元素也有不少職前教師與「詮釋」子能力的學生面向之教學元素進行連結，以下所挑選的兩個個案與多數職前教師所提的最為相似，故特別在此進行報導。

表 4-4-7 個案 10 職前教師的回答

10	關注 Attending to	電腦與學習單連結
		<b>數學教材選擇、教學媒體搭配</b>
	詮釋 Interpreting	不止上台操作的學生可以參與
		<b>課堂經營；學生參與和活動</b>

這位職前教師在「關注」的部分從教材以及科技的面向進行切入，提到「教師將電腦與學習單作連結」之教學媒體搭配，連結到其所給「詮釋」的部分所講述內容，該職前教師認為的如此可增加「學生的活動參與」，在課堂經營的部分將教學因應現場狀況進行調整，搭配其他的教學媒體以增加課程的彈性度提升學生於課程中的參與感。

表 4-4-8 個案 16 職前教師的回答

16	關注	剛開始比較 easy，但後面越來越難，大家都有跟上？(失焦)
	Attending to	<u>數學教學過程</u>
	詮釋	有學生沒跟上的話，課堂參與的動機會降低
	Interpreting	<u>學生參與和活動</u> 、 <u>學習動機</u>

這位職前教師在「關注」的部分提及「教師在課程內容的安排上剛開始比較容易，但後面越來越難，學生的學習情況」，連結到其所給「詮釋」的部分是從學生學習的角度切入來注意教師教學的過程，而不是從教師教學的角度切入至學生學習，並考量到「學生若沒跟上進度，學生參與的動機會降低」的情況，推測該職前教師對於科技融入的數學教學主要會依據學生學習的狀況、動機來編排課程的內容並依照教學現場狀況對於課程進行調整以確認是否都有跟上進度或是課程是否有失焦的情形。

## 二、詮釋子能力與決策子能力之關聯

從第三節的分析來看，可以發現大多數的職前教師們的決策依據會針對教師的教學過程、學生的數學學習、教材的處理、科技工具的問題等四方面，來提出自己的想法以及可能採取的做法，而每項決策多與前面這些職前教師給的詮釋有所相關，並以此為依據而做出決定。此部分將探究職前教師關於教學覺察力之「詮釋」和「決策」兩項子能力的連結上有何思維，研究者根據職前教師所提供的文本進行資料分析，並從其在詮釋子能力與決策子能力所敘述之教學元素之回答裡計次比例中最高的三個教學元素來逐步連結與分析。

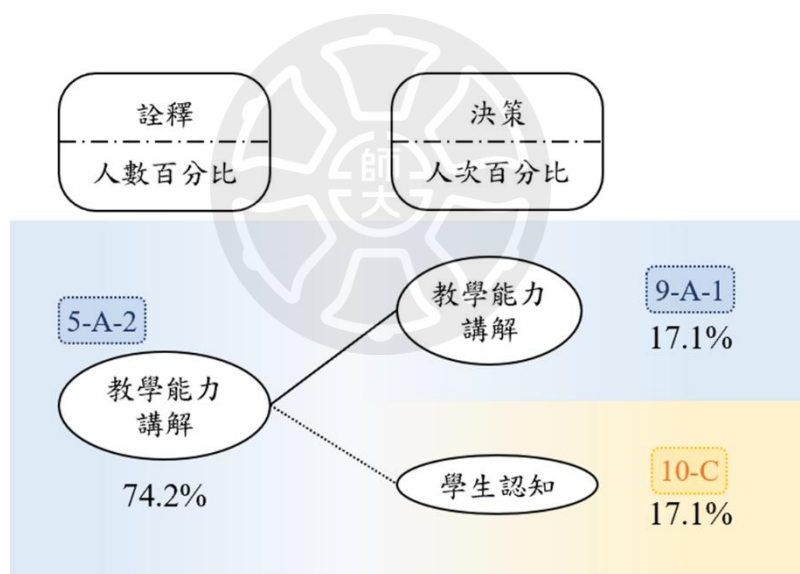


圖 4-4 職前教師詮釋與決策之連結(1)

在詮釋子能力的「數學教學專業能力的講解」中，有 35 人次職前教師在這段科技融入的教學影片針對關注到的數學教學事件而解釋所對應的決策子能力之呈現，最多是在「數學教學專業能力的講解」，次多是「學生認知」，雖然這些職前教師關注到同樣的元素（數學教學專業能力的講解），但可以從回答中發現他們背後所詮釋的角度不同。

根據圖 4-4 顯示，在職前教師對於教師數學教學專業能力之講解的詮釋中，有 17.1% 的職前教師回答在其進行科技融入的教學中的「講解」方式、編排與其在解釋面向中所闡述的內容有所關聯；而另有 17.1% 的職前教師回答是在教學時顧及「學生認知」，來自於其在詮釋部分中對於教師講解的評斷與解釋。

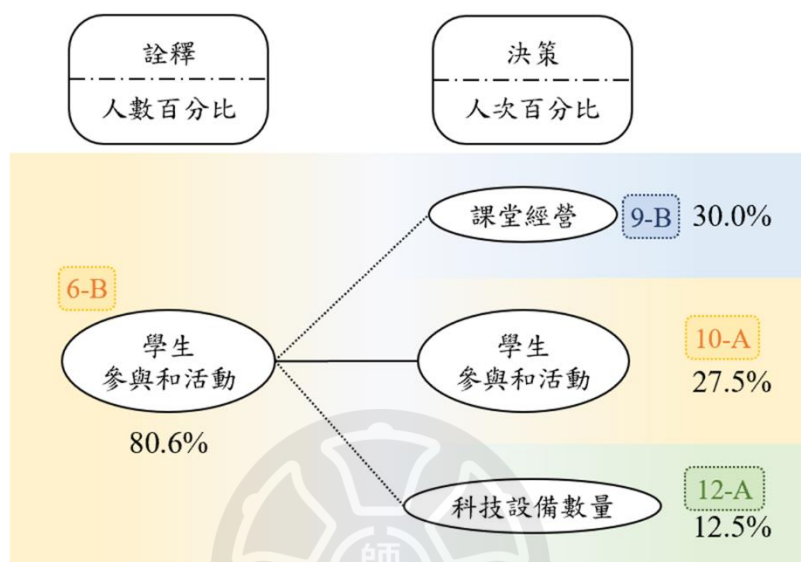


圖 4-5 職前教師詮釋與決策之連結(2)

在詮釋子能力的「學生參與和活動」中，有 40 人次職前教師在這段科技融入的教學影片針對關注到的數學教學事件而解釋所對應的決策子能力之呈現，最多是在「數學教學專業能力的課堂經營」，次多是「學生參與和活動」，第三是「科技設備數量」，雖然這些職前教師關注到同樣的元素（學生參與和活動），但可以從回答中發現他們背後所詮釋的角度不同。

根據圖 4-5 顯示，職前教師有 30.0% 的回答對於學生參與活動時，其所作出之決策與「課堂經營」有所相關；另外，有 27.5% 的職前教師對於科技融入的教學中的決策也是讓學生參與媒體的操作、演示透過這些活動進而提升學生在課程當中的「參與度」；最後，有 12.5% 的職前教師回答提到在決策中希望讓學生參與活動的同時還尚需考量「科技設備」的預備數量再進行教學活動的編排。

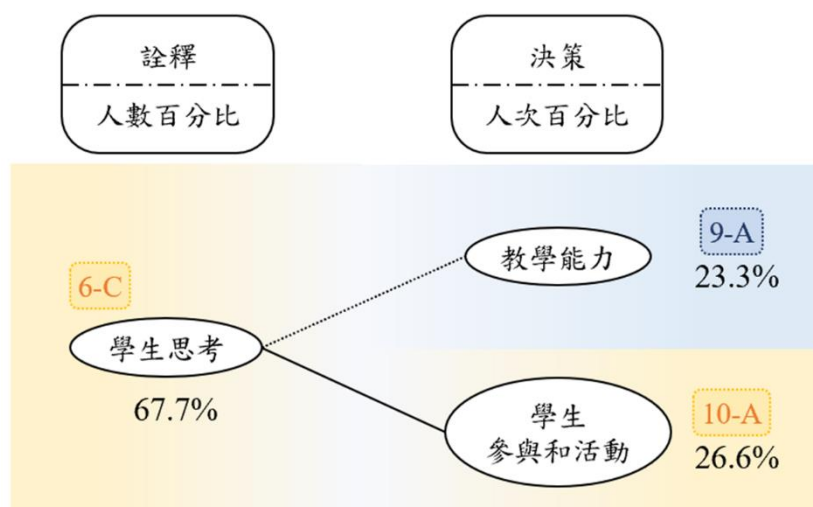


圖 4-6 職前教師詮釋與決策之連結(3)

在詮釋子能力的「學生思考」中，有 30 人次職前教師在這段科技融入的教學影片針對關注到的數學教學事件而解釋所對應的決策子能力之呈現，最多是在「數學教學專業能力」，次多是「學生參與和活動」，雖然這些職前教師關注到同樣的元素(學生思考)，但可以從回答中發現他們背後所詮釋的角度不同。

根據圖 4-6 顯示，職前教師的回答有 26.6%提及「學生參與和活動」，這些職前教師說明在科技融入數學教學中的決策基於可以讓學生思考數學，並且會讓學生透過媒體的操作、演示，進而完善學生對於數學概念的建立；另外，有 23.3%的職前教師所做出之決策與「教師數學教學專業能力」有所相關，而再將數學教學專業能力進行細分可以發現最多人次提到的是「統整以及其他教學手法」，由此看出職前教師基於學生思考的詮釋，會在進行決策時將課程的內容進行統整，便於讓學生將整個教學進行連結與思考。

值得一提的是，這些職前教師說明了在數學教學前「如何設計好教材」，以及教師於「教學過程中所做的講解」等此兩方面較有感觸，接著提出一些認為可以做得更好的方法，以下表 4-5 根據職前教師的回答整理並歸納，進行報導。

表 4-5 基於解釋所做之決策

編號	解釋	決策
1	教師講解過程中，須解釋清楚數學概念的內涵，以及考慮概念的外延及反例。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 提問：如果圖案變形了，可以找到一樣的圖案嗎？</li> <li>◆ 在選用圖形上，會考慮使用特殊多邊形</li> <li>◆ 在引入的擬真故事中會增加需要縮小圖片的情境</li> <li>◆ 使用非例讓學生進行思考，並解釋兩者的不同之處</li> <li>◆ 講解數學概念時語言要精準</li> </ul>
2	教師對於科技工具之操作不熟悉以及選用的科技工具使用習慣不自然。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 先了解電腦上按鍵與軟體的功能，並對學生進行說明</li> <li>◆ 改用 GeoGebra 或是 Word 的圖片縮放功能</li> </ul>
3	教學活動讓學生可以自行探索	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 要注意時間問題</li> </ul>
4	學生對於單一圖形沒有對照，將無法更好理解數學概念。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 在設計教材時，多加對照圖讓學生可以同時比較</li> </ul>
5	教學媒體的搭配，將使學生能更為清楚觀察。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 利用科技軟體精緻化教材，使學生能更好觀察</li> </ul>

6	教材設計侷限學生的想法。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 更改教材內容，讓學生使用科技工具進行活動試驗</li> <li>◆ 嘗試開放性問題，在學習單上避免出现選擇題給學生</li> </ul>
7	學習資源的不足，將無法讓全部的學生參與課堂活動。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 提供每一組一台平板給學生使用</li> <li>◆ 多找幾位學生上台操作電腦</li> <li>◆ 多詢問幾位學生的想法並記錄在黑板上</li> <li>◆ 利用投影機，將手機操作畫面投影給學生觀察</li> </ul>

從「設計好的教材」有關的回答中，可以看出職前教師在一段科技融入的數學教學中，對於教材的設計不僅止於學習單的調整，亦有科技媒體操作上的設計。在科技媒體操作的部分，例如：編號 2 提到可以改變所選用的軟體進行展示或功能操作；或是編號 6 說明可以讓學生操作科技工具自己進行試驗。而在學習單編排的部分則是提及增加對照圖、特殊多邊形的舉例，認為在學習單上舉例的多樣性也是職前教師在進行教材設計時會注重的部分。

然而，「教學過程中所做的講解」相關的回答裡，可以看到如編號 1 講述可以使用提問，以及非例提供學生思考並進行的解釋；而編號 2 則是提到對於科技工具的操作說明也是在科技融入教學中需要在講解中納入考量的部分。上述可以看出職前教師在科技融入的數學教學中對於內容的講解除了於教學中的數學講解部分，也會顧及科技工具本身的特性、功能的講解。

### 三、職前教師的教學覺察力之思考脈絡

本部分將整合職前教師於「關注」、「詮釋」與「決策」三項子能力之間的關聯，根據研究架構圖來分析且報導數個相關個案並進一步探討其教學覺察力之思考脈絡，藉以了解職前教師的教學覺察力中的「關注」、「詮釋」，及「決策」三項子能力間的交互作用。

根據 Jacob、Lamb 與 Philipp (2010) 的理論框架，教師對於一堂數學課所關注到的教學事件，且針對這個教學事件做出自己的詮釋，並以此而做出自己會採取的教學決策，如下圖 4-7 教學覺察力之脈絡圖。

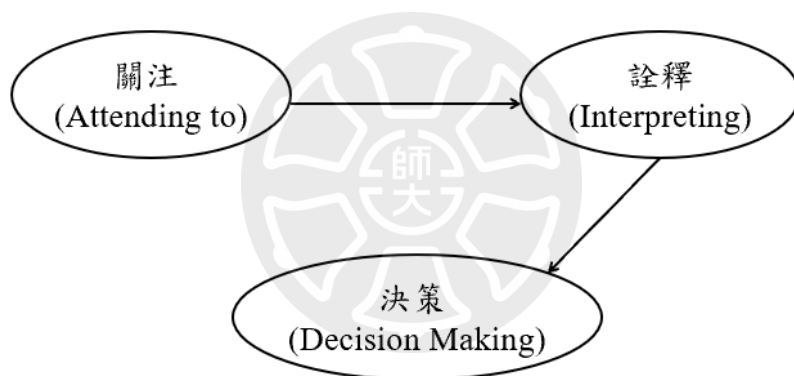


圖 4-7 教學覺察力之脈絡圖(1)

表 4-6-1 個案 1 職前教師的回答

01	關注 Attending to	利用平板縮放給大家看(尋找貓貓項圈)
	詮釋 Interpreting	尋找的活動引入到學生需要使用"縮放"
	決策 Decision Making	可能會加入如果圖形變形了，可以找到一樣的圖案嗎? 因為放大縮小的過程比例固定

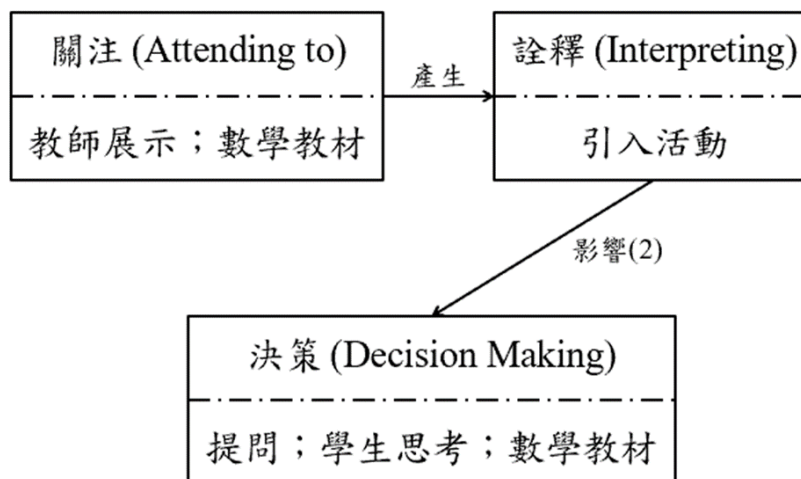


圖 4-7-1 個案 1 覺察力之脈絡圖

針對個案 1 的其中一項回答可以發現，該職前教師關注到的一項教學事件為「教師使用科技媒體（平板）進行展示給學生看」，並且設計相關的活動以及運用教材進行教學的搭配，再從其對於該教學事件的詮釋中可以看出職前教師對於科技融入的教學過程使用平板進行引入活動，可以讓學生從媒體與教材的操作活動裡培養問題解決的能力「需要使用縮放」；最後根據其所做出的教學決策可以發現，職前教師在科技融入的教學中所做的決策基於其在詮釋中提到學生藉由活動培養數學（需求性）外，還會針對教材進行變化來激發學生的思考，綜上可以推得圖 4-7-1 的脈絡圖，而該職前教師其所採取之教學決策來自於其對於關注的教學活動之詮釋並進一步提出相關課程的變化，主要為學生面向與教材面向的連結與相互影響。

表 4-6-2 個案 28 職前教師的回答

28	關注 Attending to	教學目標為縮放中心可為任意點， 但僅問學生該以哪點為中心時並未告訴學生其實哪點皆行
	詮釋 Interpreting	學生可能以為本部分重點為要找接近金牌處放大， 未與數學概念連結
	決策 Decision Making	最後跟學生總結，並將結論寫黑板

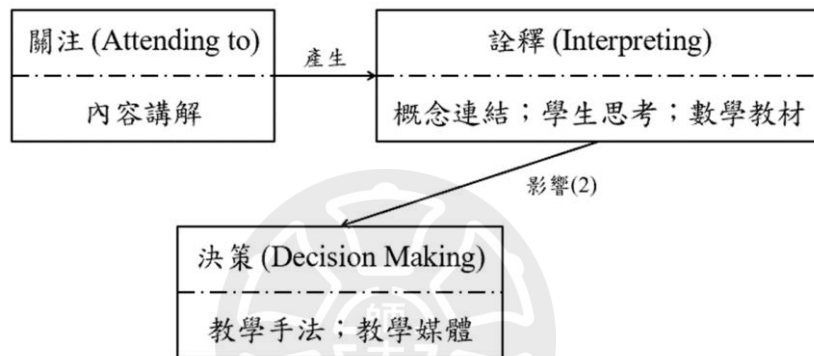


圖 4-7-2 個案 28 覺察力之脈絡圖

針對個案 28 的其中一項回答可以發現，該職前教師關注到的一項教學事件為「教學目標之一為縮放中心可為任意點」，並且同時提及「但僅問學生該以哪點為中心時並未告訴學生其實哪點皆行」，再從其對於該教學事件的詮釋所述「學生可能以為本部分重點為要找接近金牌處放大，未與數學概念連結」，可以明顯看出該職前教師對於科技融入的教學中如何將科技媒體的功能與數學概念作連結較為重視，且在講解的同時還需要考慮學生腦中的思維是否能理解教師的講解；最後，根據其所做出的教學決策可以發現，職前教師在科技融入的教學中所做的決策基於其在解釋提到「與數學概念做連結」而其採取的做法為「最後跟學生總結，並將結論寫黑板」，可以看出該職前教師首先針對其關注到課堂中教師在內容講解的部分，且從學生以及教材的面向切入提出相關的詮釋，並根據其所作的詮釋進而應用於教學決策之中，綜上可以推得圖 4-7-2 的脈絡圖，而該

職前教師其所採取之教學決策來自於其對於關注的教學事件之詮釋，並進一步提出自己於科技融入的課程中所做的變化主要從教師以及其他教學媒體著手，主要是由學生面向來影響決策中教師面向與教材面向。

根據 Jacob、Lamb 與 Philipp (2010) 的理論框架，教師對於一堂數學課所關注到的教學事件，且針對這個教學事件做出自己的詮釋，但從所蒐集到的受訪資料中，研究者發現，部分職前教師並不會依照自己所提供之詮釋來決定自身欲施行的教學策略，而是考慮所關注到的教學事件以此為相同教學條件下來做出自己所會採取的教學決策，如下圖 4-8 教學覺察力之脈絡圖。

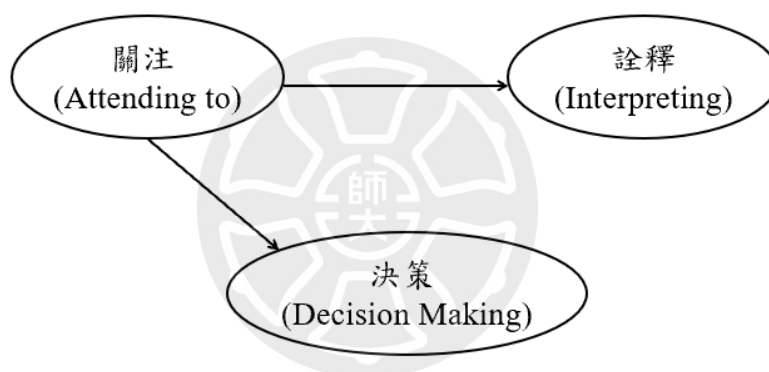


圖 4-8 教學覺察力之脈絡圖(2)

表 4-6-3 個案 12 職前教師的回答

12	關注 Attending to	拉不同位子圖片的地方， 請同學猜測哪個形狀會保持
	詮釋 Interpreting	學生憑空想像
	決策 Decision Making	希望可以一組一台電腦，小組操作

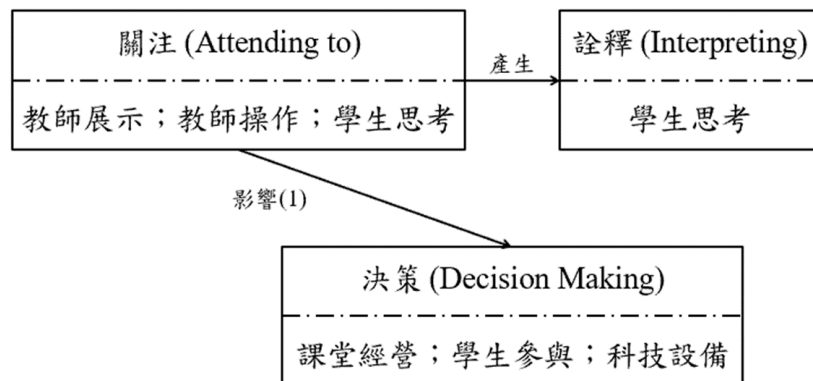


圖 4-8-1 個案 12 覺察力之脈絡圖

針對個案 12 的其中一項回答可以發現，該職前教師關注到的一項教學事件為「教師使用科技媒體（電腦）將圖片往不同方向拉動」，並且拋問給學生「猜測哪個形狀會保持」，再從其對於該教學事件的詮釋中可以看出職前教師對於科技融入的教學過程裡利用電腦進行教學活動，但由回答的「學生憑空思考」可以發現這名職前教師更注重「學生思考」的建立；最後，該職前教師所做出之教學決策說明「希望可以一組一臺電腦，小組操作」，主要是與其所關注的教學事件「教師使用科技媒體（電腦）操作」有關聯，認為教師在進行展示的同時，可以提供學生同時操作的機會增加學生的課堂參與度，而其針對教學事件的詮釋則較無太大相關，由上可以看出該職前教師於此項回答中的覺察力脈絡圖（圖 4-8-1），其教學決策的影響主要來自於關注的教學事件中教師的操作並於決策中增加學生親自操作參與的機會，而非來自於教學事件的詮釋。

表 4-6-4 個案 16 職前教師的回答

16	關注 Attending to	剛開始比較 easy，但後面越來越難， 大家都有跟上？(失焦)
	詮釋 Interpreting	有學生沒跟上的話，課堂參與的動機會降低
	決策 Decision Making	直接難易度抓好，中 or 中下，靠小組的力量！

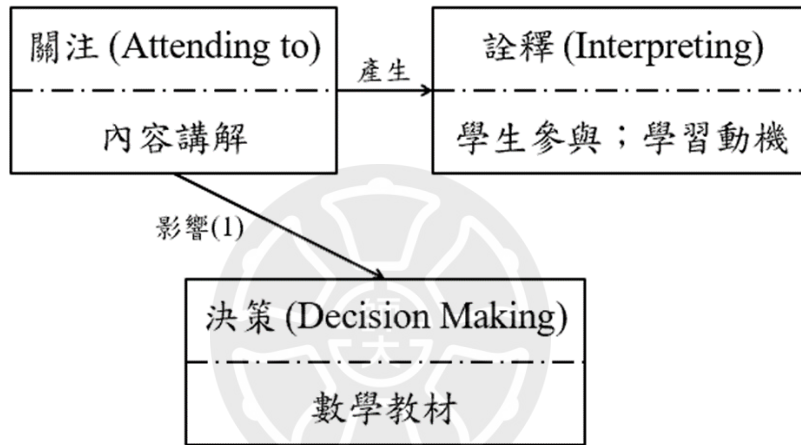


圖 4-8-2 個案 16 職前教師的回答

針對個案 16 的其中一項回答可以發現，該職前教師關注到的一項教學事件為「課程剛開始比較 easy，但後面課程內容越來越難，大家都有跟上教學步調？」，再從其對於該教學事件的詮釋中「有學生沒跟上的話，課堂參與的動機會降低」可以看出該位職前教師對於數學內容的講解關注的重點主要為學生學習上與課程之間的步調與學習動機之間的關係；最後，該職前教師所做出之教學決策說明「直接難易度抓好，中 or 中下，靠小組的力量！」，和其所關注的教學事件「教師對教材的內容設計與安排」為主要的關聯，這位職前教師的切入點在於教師所設計的課程內容與學生的理解能力是否相符合，而對於其在詮釋中所提的學習動機則較無相關，「學生參與」的部分在詮釋中是針對個人的參與，而決策中則是提及小組活動，較無明顯的關聯，以上可以看出該職前教師

於此項回答中的覺察力脈絡圖（圖 4-8-2），其教學決策的影響主要來自於關注的教學事件，而教學事件的詮釋對於教學決策的影響則較無相關。

根據 Jacob、Lamb 與 Philipp（2010）的理論框架，教師對於一堂數學課所關注到的教學事件，且針對這個教學事件做出自己的詮釋，並以此而做出自己會採取的教學決策；而於部分職前教師的回答中，可以發現其所採取的教學策略不僅僅是與其所詮釋的內容有所關聯，有的職前教師所採取的教學策略亦與其所關注到的教學事件有關，如下圖 4-9 教學覺察力之脈絡圖。

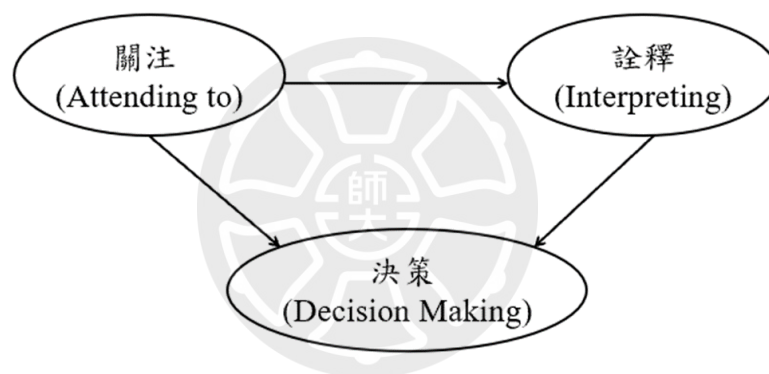


圖 4-9 教學覺察力之脈絡圖(3)

表 4-6-5 個案 18 職前教師的回答

18	關注 Attending to	手機換到電腦上面的差異
	詮釋 Interpreting	手機需要用兩隻手指頭去縮放且怎麼拉它的方式沒有影響，但電腦上只需要一個游標，而且拉圖的方式會影響放大的形狀

	<p style="text-align: center;">決策 Decision Making</p>	<p>我覺得可以先用電腦拉縮放，因為是任意拉，且放大後的形狀會變形，進而發現有某些特定點會使圖形放大後不變形，提出長寬比不變，再到平板上縮放，因為平板上縮放就有內建固定長寬比的功能，再推出食指動拇指不動的活動</p>
--	---	--

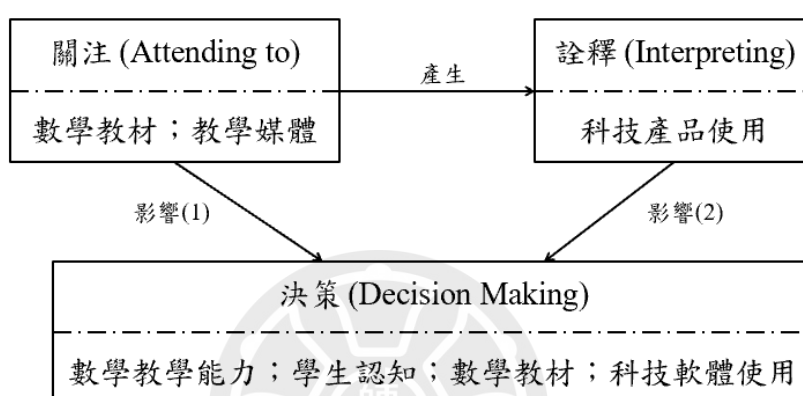


圖 4-9-1 個案 18 覺察力之脈絡圖

針對個案 18 的其中一項回答可以發現，該職前教師關注到的一項教學事件為「手機換到電腦上面的差異」，再從其對於該教學事件的詮釋中「手機需要用兩隻手指頭去縮放且怎麼拉它的方式沒有影響，但電腦上只需要一個游標，而且拉圖的方式會影響放大的形狀」可以看出該位職前教師對於數學教材與教學媒體搭配的關注重點主要為課程內容安排與所提的「科技產品之使用」有相關；最後，該職前教師所做出之教學決策說明「可以先用電腦拉縮放，因為是任意拉，且放大後的形狀會變形，進而發現有某些特定點會使圖形放大後不變形，提出長寬比不變，再到平板上縮放，因為平板上縮放就有內建固定長寬比的功能，再推出食指動拇指不動的活動」，和其所關注的兩個教學元素「數學教材」與「教學媒體搭配」進行連結，可以發現這位職前教師的切入點在於教師所安排的課程內容與學生的認知是否相符合，並說明教師的教學專業能

力也會對於課程退進產生影響，以上可以看出該職前教師於此項回答中的覺察力脈絡圖（圖 4-9-1），其教學決策的影響分別來自於所關注的教學事件以及對教學事件的詮釋。

根據 Jacob、Lamb 與 Philipp（2010）的理論框架，教師對於一堂數學課所關注到的教學事件，且針對這個教學事件做出自己的詮釋，並以此而做出自己會採取的教學決策，然而，Amador, J.（2014）提及有部分的職前教師在所關注到的教學事件與其給予關注的教學事件之詮釋兩者間的聯繫比較薄弱，如下圖 4-10 教學覺察力之脈絡圖。

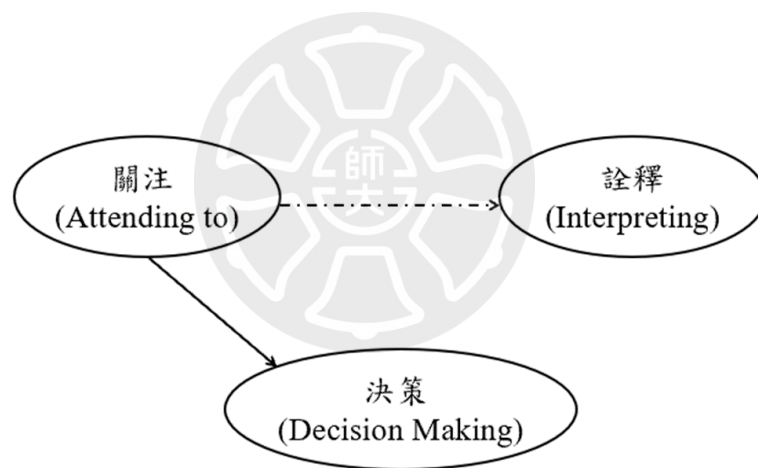


圖 4-10 教學覺察力之脈絡圖(4)

在本研究中並無發現有任何職前教師有相關的覺察力脈絡的回答。

根據 Jacob、Lamb 與 Philipp (2010) 的理論框架做出的變形，教師對於一堂數學課所關注到的教學事件，且針對這個教學事件做出自己的詮釋，但教師所做出的詮釋卻與其所採取的教學決策並無關聯。，如下圖 4-11 教學覺察力之脈絡圖。

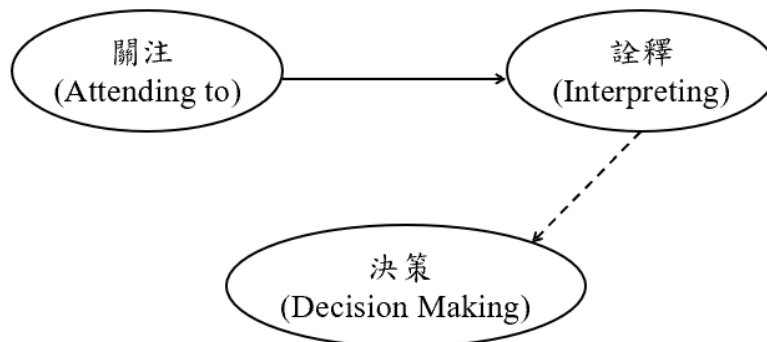


圖 4-11 教學覺察力之脈絡圖(5)

在本研究中並無發現有任何職前教師有相關的覺察力脈絡的回答。

根據 Jacob、Lamb 與 Philipp (2010) 的理論框架，以及 Amador, J. (2014) 提及有部分的職前教師在所關注到的教學事件與其給予關注的教學事件之詮釋兩者間的聯繫比較薄弱所做出的變形：教師對於一堂數學課所關注到的教學事件、與對這個教學事件做出自己的詮釋、和所做出自己會採取的教學決策，此三者皆無關聯，如下圖 4-12 教學覺察力之脈絡圖。

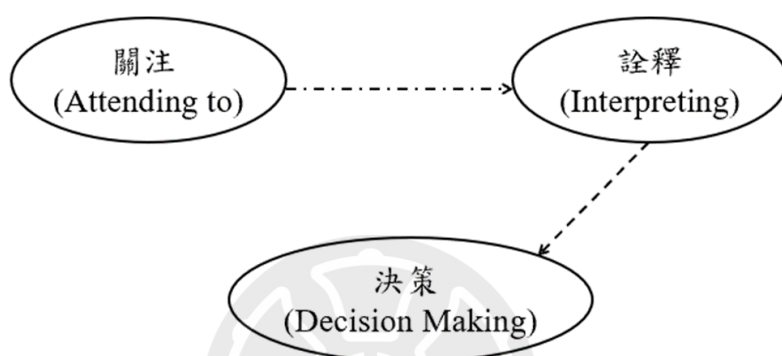


圖 4-12 教學覺察力之脈絡圖(6)

在本研究中並無發現有任何職前教師有相關的覺察力脈絡的回答。

## 第五章 研究結論與建議

本章分成三節：第一節為研究結論針對研究結果進行整理以回應各研究問題；第二節為對未來研究的建議，根據結論針對未來研究做出建議以及未來可行的研究方向；第三節為研究限制。

### 第一節 研究結論

#### 一、職前教師於科技融入教學所關注到的教學事件

對於職前教師於一段科技融入的教學中會觀察到什麼教學事件，可以從研究結果中的「關注(Attending to)」子能力進行統整。

研究結果中表明，職前教師主要從教師的角度關注到教學事件，並且當中以「教師展示」與「數學教學過程」為最主要觀察的數學教學能力元素，而在「教師展示」中的教學事件包含教師操作科技媒體供學生觀察等；而「數學教學過程」的教學事件包含教師對於數學概念之內容講解、教師在教學時以操作搭配講解數學概念、教師經營課堂等；亦有部分的教師會從教材的角度關注到教學事件，包含教材設計該如何結合科技呈現數學概念、科技輔助教材等等。

除此之外，研究者還觀察到職前教師對於科技融入教學中「學生活動」的關注，主要是從教師所發起的活動提供學生在課堂間參與並且互動，從中可以發現職前教師對於教學中的活動布置以及編排主要是從教師的角度進行觀察。

## 二、職前教師所關注到的教學事件其涉及之詮釋

在研究結果第二節的「詮釋(Interpreting)」子能力的四大面向中，可以發現職前教師對於其關注到的教學事件進行解釋時主要切入的面向主要以「教師」與「學生」為主，教師面向中可以發現職前教師對於一段科技融入的數學教學所注意到的教學事件中的詮釋會主要針對教師內容上的講解，除了要求教師在傳遞數學概念時語言上的精準，還會希望教師在使用科技媒體的同時也要講解科技工具的功能與數學概念的關聯。而從學生面向中則可以發現職前教師在教學事件中，亦會關注學生於課堂中的參與或是活動上的參與，尤其是在使用科技工具的教學中，每位學生是否有親自操作或是提供學生思考的空間都是職前教師所關注教學事件時會提及的詮釋。

## 三、職前教師在科技融入教學採取之教學決策

對於職前教師在一段科技融入的教學中針對關注到的數學教學事件而詮釋所採取之決策，可以從研究結果第三節中的「決策(Decision making)」子能力進行統整。

研究結果中表明，職前教師在一段科技融入的教學中主要從教師的角度進行教學決策，並且當中以「講解」與「教學手法」為最主要提及的數學教學能力元素，而在「講解」中的決策包含教師對於教學內容的理解以及工具的使用，進而編排課程的內容進行講解，如：對於科技工具中的數學進行講解或是對於數學內容使用多個舉例進行教學等等；而「教學手法」的決策裡會考量媒體的操作並教學手法進行運用，包含將媒體與教學上的提問做出結合或是藉由巡視以確認學生在操作媒體上的順利與否；亦有部分的教師會從教材的角度來提供決策內容，像是：在教學時所呈現的教案其數學概念必須注重完整性，尤其針對舉例的部分職前教師認為需要顧及全面性，不能只有單一示例。

此外，研究者還觀察到不少職前教師認為在使用科技融入的教學中，學生上臺演示或是親自操作是其在進行教學決策時重要的考量之一。

#### 四、職前教師對於科技融入數學教學之教學覺察力各子能力間的連結情況

##### 「關注」與「詮釋」之關聯：

對於職前教師所關注的教學事件與其進行詮釋的連結，可以發現同樣的教學事件，每位職前教師所解釋與詮釋的角度並不相同，切入的面向也會有所差異，有些從學生面向切入而有些則是從教材、教師的角度進行詮釋。研究結果的第四節中與本研究主要探討之科技融入教學相關的教學事件為：

##### 1. 關注教師科技媒體展示的理由

在關注到教師進行科技媒體的展示時，職前教師注意的切入點會從教師、學生與教材面向進行詮釋。對於科技媒體的展示，最主要為學生認知的角度進行詮釋，職前教師認為在展示科技媒體時應考量學生認知的形成；其他亦有職前教師從教材角度解釋，其注意到該教學事件則是由於教師在引入活動時採用科技媒體進行教學。

##### 2. 關注數學教材中科技與數學結合的理由

有不少職前教師在科技融入教學的課程會關注到教師所提供的教材中數學與科技的結合，而讓職前教師注意到的理由以及詮釋，有一部分的職前教師主要觀察的教學事件是引入活動中科技與數學的結合，對於引入活動中拉動圖片以及縮放會進行觀察並做出詮釋，而有部分的職前教師則是以學生認知的角度切入進行觀察，提出科技與數學的結合不僅在舉例、說明都要根據學生的認知進行編排，舉例要全面、講解要更加清晰等。

## 「詮釋」與「決策」之關聯：

對於職前教師所關注的教學事件給的詮釋與其欲採取的教學決策的連結，可以發現多數職前教師說明了在數學教學前「如何設計好教材」，以及教師於「教學過程中所做的講解」兩方面有較多的感觸，進而提出自己的意見與看法。研究結果的第四節中與本研究主要探討之科技融入教學相關的教學決策為：

### 1. 「設計好的教材」的相關決策

職前教師提出在一段科技融入的數學教學中，對於教材的設計不僅止於學習單的調整，亦有科技媒體操作上的設計。

### 2. 「教學過程中所做的講解」的相關決策

職前教師在科技融入的數學教學中對於內容的講解除了於教學中的數學講解部分，也會顧及科技工具本身的特性、功能的講解。

## 第二節 對未來研究的建議

可以針對填答問卷的職前教師進行深入的訪談，藉以探訪其內在複雜的覺察力脈絡，亦可透過本研究得出之結論並結合更多文獻的探究，發展出結構式的問卷進行量化資料的收集。又或是針對同類型的研究方式，除了問卷收集職前的文字回應外，也可以透過深度的訪談，藉以蒐集更為完整的研究資料用以探究教師之覺察力。

### 第三節 研究限制

本研究存在包含研究者能力、研究者的經歷、研究時間、研究議題的本質與取樣方式在內等各種限制與不完善之處，以下將針對本研究之限制進行說明。

本研究目的在於「探討中學數學職前教師對於科技融入數學教學之教學覺察力」，而透過問卷調查的方式來探究職前教師所展現的教學覺察力，但職前教師是否真能將自己腦海中所思所想完整地反應在文字，在研究的侷限下，我們只能假定他們所呈現的文字或各項回應已能給予某種程度的表達。

此外，教學問題並非是單一變數的問題，必須考量多元的面向，包含內容的多寡、教材的難易度、學生的程度、教學預計採用的方法等等，再者，因本研究之研究對象為便利性取樣，僅針對一所大學中的職前教師進行探討，無法類推到全體職前教師之教學專業覺察力。

## 參考文獻

### 英文部分：

- Amador, J. (2014). Professional noticing practices of novice mathematics teacher educators. *International Journal of Science and Mathematics Education*, published online. doi: 10.1007/s10763-014-9570-9
- Angeli, C., & Valanides, N. (2008). TPCK in pre-service teacher education: Preparing primary education students to teach with technology. *Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New York City, NY*. Retrieved September 21, 2016, from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.5467&rep=rep1&type=pdf>
- 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.
- Goodwin, C. (1994). Professional vision. *American Anthropologist*, 96(3), 606-633.
- Hsieh, F.-J. (2012). Indicators of professional mathematics teaching competence at the secondary school level. *Secondary Education*. September 2012.
- Hsieh, F.-J., Lin, P.-J., & Wang, T.-Y. (2012). Mathematics related teaching competence of Taiwanese primary future teachers: Evidence from the TEDS-M. *ZDM — The International Journal on Mathematics Education*, 44(3), 277-292. doi: 10.1007/s11858-011-0377-7
- Jacobs, V. R., Lamb, L. L., & Philipp, R. A. (2010). Professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal for research in mathematics education*, 169-202.
- Leinhardt, G., & Smith, D. (1985). Expertise in mathematics instruction: Subject matter knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 77(3), 247-271.

- Mishra, P., & Koehler, M., J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- National Council of Teacher of Mathematics (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, VA: Author.
- Niess, M. L., Ronau, R. N., Shafer, K. G., Driskell, S. O., Harper, S. R., Johnston, C., ...Kersaint, G. (2009). Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1),4-24.
- Philipp, R. A., Jacobs, V. R., & Sherin, M. G. (2014). Noticing of mathematics teachers. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education* (p. 465-466). Netherlands: Springer.
- Sherin, M. G., Jacobs, V. R., & Philipp, R. A. (2011). Situating the study of teacher noticing. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes* (pp. 3-13). New York: Taylor and Francis.
- Shulman, L. S. (1986a). Those who understanding: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 5(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1986b). Paradigms and research programs in the study of teaching: A contemporary. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (p.3-36). New York: Macmillan.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundation of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Star, J. R., & Strickland, S. K. (2008). Learning to observe: Using video to improve preservice mathematics teachers' ability to notice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(2), 107-125. doi: 10.1007/ s10857-007-9063-7

- Star, J. R., Lynch, K., & Perova, N. (2011). Using video to improve preservice mathematics teachers's abilities to attend to classroom features. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes* (pp. 117-133). New York: Routledge.
- van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2002). Learning to notice: Scaffolding new teachers' interpretations of classroom interactions. *Journal of technology and teacher education*, *10*(4), 571-596.



## 中文部分：

李佳蓉 (2017)。從知識移轉觀論 TPACK 之不足。臺灣教育評論月刊，6(1)。頁 141-148。

林勇吉 (2017)。真的只有教師知識和信念嗎？數學教師覺察力：從另一個觀點來看待教師的專業能力。科學教育月刊，402，頁 2-15。

鄧聖懷 (2020) 中學數學職前教師對於科技融入數學教學活動的觀點與對特徵的辨識情形探討 (國立臺灣師範大學數學系碩士論文)。取自

<https://etds.lib.ntnu.edu.tw/thesis/detail/2d7b4fa8c1690d646ae30e02597f5ce5/>

謝佳叡 (2014)。中學數學實習教師之數學教學概念心像探究。(國立臺灣師範大學數學系博士論文)。取自

<https://etds.lib.ntnu.edu.tw/thesis/detail/10bb806db202073f64a9f04ec9d5cb15/>

謝豐瑞 (2007) 數學教學能力面向 (Mathematics Teaching Competence)。國科會專題研究計畫。

# 附錄一、施測問卷

姓名：\_\_\_\_\_

組別：\_\_\_\_\_

一、關於教學影片中科技融入的部分，請寫出至少三件你覺得做得好和做得不好的地方，並說明你的理由，以及可能採取的不同做法。

做得好的地方		
做得好的地方(簡述影片中的情況)	覺得好的理由	可能採取的不同作法
1.	為什麼？	<input type="checkbox"/> 會改變 <input type="checkbox"/> 不會改變 我會這樣改：
2.	為什麼？	<input type="checkbox"/> 會改變 <input type="checkbox"/> 不會改變 我會這樣改：
3.	為什麼？	<input type="checkbox"/> 會改變 <input type="checkbox"/> 不會改變 我會這樣改：
4.	為什麼？	<input type="checkbox"/> 會改變 <input type="checkbox"/> 不會改變 我會這樣改：
5.	為什麼？	<input type="checkbox"/> 會改變 <input type="checkbox"/> 不會改變 我會這樣改：

做得不好的地方		
做得不好的地方(簡述影片中的情況)	覺得不好的理由	可能採取的不同作法
1.	為什麼？	我會這樣改：
2.	為什麼？	我會這樣改：
3.	為什麼？	我會這樣改：
4.	為什麼？	我會這樣改：
5.	為什麼？	我會這樣改：

二、關於教學影片中的其他部分，請寫出還有哪些你覺得做得好和做得不好的地方，並說明你的理由，以及可能採取的不同做法。

簡述影片中的情況	評論與理由	可能採取的不同作法
1.	<input type="checkbox"/> 做得好 為什麼？ <input type="checkbox"/> 做得不好	<input type="checkbox"/> 會改變 <input type="checkbox"/> 不會改變 我會這樣改：
2.	<input type="checkbox"/> 做得好 為什麼？ <input type="checkbox"/> 做得不好	<input type="checkbox"/> 會改變 <input type="checkbox"/> 不會改變 我會這樣改：
3.	為什麼？	<input type="checkbox"/> 會改變 <input type="checkbox"/> 不會改變 我會這樣改：
4.	為什麼？	<input type="checkbox"/> 會改變 <input type="checkbox"/> 不會改變 我會這樣改：
5.	為什麼？	<input type="checkbox"/> 會改變 <input type="checkbox"/> 不會改變 我會這樣改：

