

## 第參章 研究方法

本章共分為五節，分別就研究設計、研究對象、研究工具開發之過程、研究步驟與過程和資料處理五部分做說明。

### 第一節 研究設計

本研究的研究目的是欲透過對量化素養相關的文獻探討後，進而發展出一個可以評量中學生量化素養的工具，因此本研究設計亦可分為兩部分，分別說明如下：

#### 一、文獻探討與整合：

閱讀大量與量化素養有關之資料，並請教國外量化素養方面的學者，試圖瞭解和整合出量化素養的意涵，並釐清量化素養、數學素養與統計素養三者之關係，因此這部分的研究設計是採用內容分析法，詮釋和探討中學生所應具備哪些量化素養，將整合出的量化素養文獻作為發展量化素養工具的基礎與根據，由原本概括性的瞭解到具體落實在開發量化素養的評量工具上，已在第貳章有詳細的探討。

#### 二、評量量化素養工具之開發：

在量化素養相關文獻之支持下，本研究另外採用問卷調查法發展出評量中學生量化素養的題本，此外還開發一份學生相關背景的問卷，藉此更進一步瞭解與中學生在量化素養表現上有關的因素。設計完量化素養的題本與問卷後，透過兩位專家指導與預試結果，建立工具之信效度，並進行多次的討論與修改，再進行正式施測，最後，將所收集到的資料作量的處理與分析，並於第肆章報導。

## 第二節 研究對象

由於本研究的目的是，想開發一個適合評量我國中學生量化素養的工具，並藉此瞭解中學生的量化素養，也就是當學生在接受完完整的國中教育後，所具備的量化素養為何，但由於此評量工具目前是處於效化的階段，所以初步選取台北縣市的高一學生為研究對象，而預試對象為台北市某公立高中，此班學生的程度為中等，有 45 人；而正式施測對象如表 3-2-1 所示，學生程度的高低是根據五位至少有五年以上高中教學經驗的教師，依照學生的聯考分數所分類而成。

先前已經聯絡好兩個低成就的女生班，但由於後來學校有其他考量的因素，因此無法進行施測，再試圖另找其他學校低成就的女生，也因校方行政作業上的原因，無法進行施測，因此缺少兩班低成就的女生樣本，僅以能配合本研究之學校為研究樣本。而在甲校方面，男女合班是第三類組，女生班是第一類組，男生班是第二類組，其他四所學校的高一學生皆未分組。

表 3-2-1 本研究正式施測對象

程度	學校	班級數	性別	人數
高程度	甲校 (位於台北市大安區)	1 班	男女	47 人
		1 班	男	39 人
		1 班	女	39 人
中程度	乙校 (位於台北市文山區)	1 班	男女	41 人
		1 班	男女	39 人
	丙校 (位於台北縣新店市)	1 班	男女	44 人
	丁校 (位於台北縣中和市)	2 班	男女	83 人
低程度	戊校 (位於台北縣新莊市)	2 班	男	78 人
總計	5 校	10 班		410 人

### 第三節 研究工具開發的過程

#### 一、進行文獻探討與開發評量工具前的準備：

從民國 91 年 4 月初至 91 年 11 月中旬約八個月的時間，每個星期與指導教授和三位科教所的研究生討論量化素養相關的文獻，大量的閱讀國外量化素養的文章，以確定量化素養的意涵與評量中學生量化素養時所要考慮的面向，但由於在國內沒有與量化素養有關之研究，且為了配合我國國情與瞭解量化素養在我國之可行性，先從每天每位國民幾乎都會接觸到的重要訊息來源的其中一項——報紙，開始著手調查，選一份報紙每天固定記錄有數字的圖表出現在報紙上的個數，從頭版、社會新聞版、國外新聞版、地方新聞版、財經新聞、家庭副刊版、體育新聞版至影劇娛樂版，各式的廣告版除外，統計一個月，發現每天平均會有 24 個有數字的圖表出現在新聞或文章內容中；同時也觀察電視上、捷運裡、公車上或路邊宣傳單中的廣告內容，也常常看到用數字與圖表來說服消費者購買，或是政府在推行某項政策的重要證據之一。

除此之外，考慮到國外量化素養之研究對象大都為成人，而本研究是想探討中學生的量化素養表現，於是自行設計一份問卷調查有教學經驗的各科中學教師，請他們思考並回答在國外文獻中所提到的量化素養之量化技能，在我國中學生學習其他學科時是否會使用到，結果顯示各科教師都認為這些量化技能，在學生學習該學科時幾乎都會用到，甚至是一些藝能科，例如：家政、工藝或體育課等，同時，也對國中課本進行調查，由民 83 年的版本到現今九年一貫版本，發現含有數字的圖表所佔的版面有趨多的現象。

但由於本研究在國內是初步發展，如果無法解決或不確定的量化素養相關問題時，就寫電子郵件請教量化素養方面的外國學者，大多數學者十分熱心皆有回

信（請參見附錄一），給了許多寶貴的意見。

## 二、研究工具之開發：

民國 91 年 11 月下旬至 92 年 4 月中旬約有六個月的時間，透過國外量化素養之文獻與學者們的意見，統計出量化素養中所應具備的量化技能（如：表 2-4-1），將最多學者所認為的前四個量化技能（解釋資料、估算、測量和不確定性）列入發展題目的考量，並依照量化技能與日常生活情境（衣食住行育樂）建立起雙向細目表，開始針對雙向細目表中的空格設計題目，由量化素養的文獻中得知，量化素養無法脫離情境而單獨存在，於是在進行文獻探討的同時，也一邊從周遭大量收集在日常生活中與數字（量）圖表和量化技能有關的資訊，例如：食物包裝上的營養表、每個月的藝文表、人體的保健訊息、大賣場中的折價券、公車時刻表、手機通話費或郵資表等，並考慮哪些情境是中學生在生活中會遇到的，將其融入設計題目中，為避免因為加入情境敘述的緣故，使題目變的很冗長，於是參考 TIMSS 與國中數學科基本學力測驗之語句表達和題目呈現方式，將題目盡量濃縮在三行左右。

每設計 6 至 10 題就馬上到圖書館或公園，找一兩位國三或高一學生進行施測與訪談，了解各題目的可讀性，再將施測與訪談結果與指導教授和同學們討論，並對有問題的題目進行修改，修改後再找中學生施測與訪談，此過程不斷重複，且朝題目多元呈現的方向設計，如下圖 3-3-1 所示：

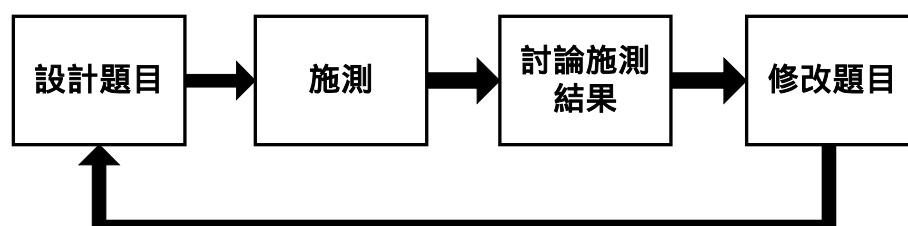


圖 3-3-1 發展題目之過程

在發展題目的期間，指導教授建議應再多發展一個量化素養的能力指標，以更具體了解中學生在量化素養的表現，亦作為設計題目時，進一步的指引，研究者以指導教授所提出的能力指標作為基礎，在不斷的與指導教授和同學討論之後，發展出初步的量化素養能力指標如下所示：

### 1. 量化資料的特性

1.1 能察覺到在日常生活中有許多量化的資料。

例如：電話號碼或物品的製造日期等。

1.2 知道可以透過量化資料來解決或處理問題。

例如：根據商品折扣數的多寡，而決定購買的時機。

1.3 能察覺到生活中有些量化資料是具有隨機的特性，沒有一定的規則可尋。

例如：孕婦生男孩或女孩的情形。

### 2. 量化資料的產生

2.1 能透過估算的方法產生量化資料。

例如：大約再走 10 分鐘就到目的地。

2.2 能透過測量的方式產生量化資料。

例如：這堆水果重 2 斤。

2.3 能透過一些大眾媒體（如：報章雜誌或網際網路等）收集到現成的量化資料。

例如：火車時刻表、遊樂場開放的時間與門票費等。

### 3. 處理量化資料的過程

3.1 能將量化資料整理成多維表格。

例如：各球隊的勝負情形。

3.2 能計算出量化資料的相關統計量（如：百分比或平均值）。

例如：計算出平均一年花費在購買書籍的費用。

3.3 能將量化資料整理成統計圖表（如：將原始資料整理成長條圖、或將表格

中的資料整理成折線圖等)。

### 3.4 能應用電算器處理量化資料。

例如：利用電腦軟體輔助畫出適當的統計圖表。

## 4. 量化資料的詮釋

### 4.1 能解讀生活中常見的表格。

### 4.2 能解讀生活中常見的統計圖（如：長條圖或折線圖）。

### 4.3 能知道量化資料中的基本統計量（如：眾數）所代表的意義。

### 4.4 能留意到有些可能隱藏的因素，會影響量化資料的詮釋。

例如：由醫學上的報告可知抽煙是引起肺癌的頭號殺手，但並非所有抽煙的人，都會罹患肺癌，可能還有其他的因素

### 4.5 能客觀且合理的詮釋量化資料，不做過度的推論。

例如：根據市場調查，買牛奶的人有 80% 的比例會買麵包，但不可斷然推論買牛奶的人會買麵包。

## 5. 量化資料的評估

### 5.1 能判斷量化資料的品質，且不被誤導。

例如：調查某候選人的民意支持度時，不應只報導特定區域的調查結果。

### 5.2 能發現量化資料的極端值。

例如：將所有數值加總後求平均值，和捨棄極端值所求出的平均數是不一樣的。

## 6. 量化資料的溝通

### 6.1 能視量化資料的種類，用適當的方式呈現或報導調查結果。

例如：用折線圖表示這個月的氣溫高低。

### 6.2 能正確的呈現或報導量化資料，不去誤導讀者。

例如：在報導某新藥物時，不應只呈現出有利消費者的部分，而是要將所有可能的情形，甚至是副作用，一併報導出來，使讀者有知的權利。

但由於本評量工具施測方式為筆試，且題型皆為單一選擇題，所以有些量化素養的能力指標無法有效編製於題本中，如：能力指標 1.1（能察覺到在日常生活中有許多量化的資料）和 3.4（能應用電算器處理量化資料）；又有些量化素養能力指標的概念是中學生尚未在正式的數學課程中學習到的，所以亦不列入題目中，因此將未出題的量化素養能力指標之原因說明如下表 3-3-1：

表 3-3-1 未出題的量化素養能力指標分析表

未出題的量化素養能力指標	未出題的原因
1.1、1.2、2.3、3.4、6.1、6.2	本研究之評量工具為單一選擇題，所以對此六項能力指標較不具有有效的評量
4.5、4.6、5.1、5.2	本評量工具施測的對象為高一生，所以未在正式的數學課程中學習到“推論統計”的概念，因此不適合將這四項能力指標列入評量工具中

再者，根據量化素養的量化技能、量化素養的能力指標、實踐量化素養的情境和以不同方式呈現量化素養的題目四個面向，重新建立出兩個雙向細目表（表 3-3-2 和表 3-3-3），並根據這兩個雙向細目表從原先五、六十題的題目中，挑選出或再修改題目，組成一份有 31 小題的量化素養題本（請參見附錄二）整個工具開發的構思於下圖 3-3-2。因為此評量工具在國內為初次發展，還需不斷地修正改進，但由於研究時間有限，且有些概念不容易或無法設計出合適的紙筆測驗題目，例如：量化技能之一**測量**和能力指標 3.1 **能將量化資料整理成多維表格**之評量方式，可能需要實作評量來輔助，以確實了解中學生在這方面的表現，所以目前是發展出三十一題題目，並未設計出表 3-3-2 中所有的題目，也因此表 3-3-2 的格子中有空白的地方。

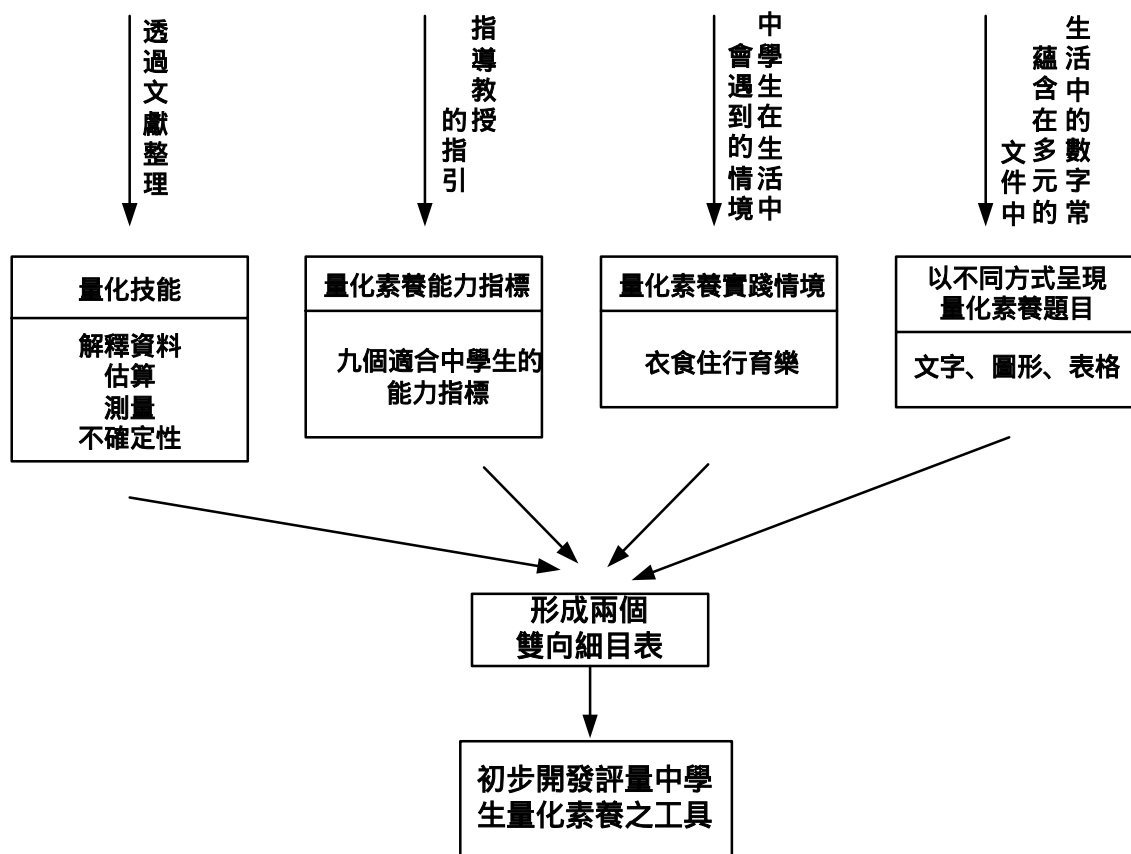


圖 3-3-2 量化素養評量工具之開發構思

表 3-3-2 量化素養能力指標與量化技能之雙項細目表

能力 指標	1.3	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	總計 題數
技能										
估算		1,5,14, 22		23	17(b)					6
測量			3,7,11		9	25				5
解決不確 定性的問 題	2,8,13, 21						26(b)	24		6
解釋資料				20(a)	6,10 15(b) 16	17(a)	4,12 15(a) 26(a)	18(b) 19	18(a) 20(b)	14
總計題數	4	4	3	2	6	2	5	3	2	31

表 3-3-3 設計量化素養評量工具所考慮的情境與題目呈現方式之雙項細目表

情境 呈現 方式	衣	食	住	行	育樂	總計題數
文字	10	2,8,14	20(b)	5,23	17(b),21,22 15(b)	11
圖形	3,18(a)(b)	11	7	24	1,13,17(a) 19	10
表格	26(a)(b)	4,9	20(a),25	12	6,15(a),16	10
總計題數	6	6	4	4	11	31

在量化素養題本中，各題目所涵蓋的內容如下表 3-3-4，施測內容之第一碼為量化素養的能力指標，第二碼為量化技能，第三碼為量化素養實踐的情境，最後一碼為題目呈現的方式。

表 3-3-4 本量化素養題本之施測內容

題號	施測內容	題號	施測內容
1	2.1, 估算, 育樂, 圖形	16	3.2, 解釋資料, 育樂, 表格
2	1.3, 不確定性, 食, 文字	17(a)	3.3, 解釋資料, 育樂, 圖形
3	2.2, 測量, 衣, 圖形	17(b)	3.2, 估算, 育樂, 文字
4	4.1, 解釋資料, 食, 表格	18(a)	4.3, 解釋資料, 衣, 圖形
5	2.1, 估算, 行, 文字	18(b)	4.2, 解釋資料, 衣, 圖形
6	3.2, 解釋資料, 育樂, 表格	19	4.2, 解釋資料, 育樂, 圖形
7	2.2, 測量, 住, 圖形	20(a)	3.1, 解釋資料, 住, 表格
8	1.3, 不確定性, 食, 文字	20(b)	4.3, 解釋資料, 住, 文字
9	3.2, 測量, 食, 表格	21	1.3, 不確定性, 育樂, 文字
10	3.2, 解釋資料, 衣, 文字	22	2.1, 估算, 育樂, 文字

(接前頁)

11	2.2, 測量, 食, 圖形	23	3.1, 估算, 行, 文字
12	4.1, 解釋資料, 行, 表格	24	4.2, 不確定性, 行, 圖形
13	1.3, 不確定性, 育樂, 圖形	25	3.3, 測量, 住, 表格
14	2.1, 估算, 食, 文字	26(a)	4.1, 解釋資料, 衣, 表格
15(a)	4.1, 解釋資料, 育樂, 表格	26(b)	4.1, 不確定性, 衣, 表格
15(b)	3.2, 解釋資料, 育樂, 文字		

為了更進一步瞭解中學生的量化素養表現,於是設計一份中學生對量化技能的問題卷(參見附錄三),其內容包含:學生在校的數學表現、學生對本量化素養題本的看法、及學生對四個量化技能(估算、測量、解釋資料、不確定性)的態度。

將發展好的量化素養題本請兩位專家建立專家效度後,找一班高一學生進行預試,預試之結果如下表 3-3-5,由表 3-3-5 可知量化素養題本中的第 9、10、13、14、15(b)、22、24 和 25 題之答對率未達到 0.7。

表 3-3-5 預試之答對率

題號	答對率	題號	答對率	題號	答對率	題號	答對率
1	0.80	9	0.58	16	0.82	21	0.91
2	0.82	10	0.62	17(a)	0.91	22	0.67
3	0.93	11	1.00	17(b)	0.96	23	0.93
4	0.91	12	0.96	18(a)	1.00	24	0.09
5	0.71	13	0.64	18(b)	0.98	25	0.64
6	0.87	14	0.42	19	0.93	26(a)	0.98
7	0.96	15(a)	0.96	20(a)	0.98	26(b)	0.91
8	0.96	15(b)	0.67	20(b)	0.96		

根據預試結果，與兩位專家進行討論，探討題意是否不清或學生真的缺乏此量化技能，於是經過教授指導和部分學生的反應，將以下題目做修正：

- (一) 第 14 題：有學生反應不知 10 號客人是否已經領到餐點，所以將題目修正為現在是 10 號客人領餐。
- (二) 第 24 題：此題的答對率只有 0.09，為了怕學生未注意到沒有手機的人之百分比，於是補上陰影作為強調。
- (三) 第 25 題：有不少學生選第三個選項，因為他們認為第四選項的折線圖未標出幸運草每星期生長的高度，所以並非最適合。於是將折線圖上的點一一標上所代表的數值。

最後，再進行正式施測，本研究工具是採專家效度，信度是採用 Kuder-Richardson 20 = 0.63，有些偏低，但由於此評量工具為初步發展，所以日後仍不斷進行修正與施測，礙於研究時間有限，僅呈現目前工具開發的情形。

## 第四節 研究步驟與過程

### 階段一：準備工作

本階段研究者的主要工作是收集國外有關量化素養的文獻，再進而對量化素養的意涵作較深入的探討，以作為發展評量量化素養工具的重要依據。

### 階段二：評量中學生量化素養工具的發展

透過相關文獻的支持，研究者依照表 3-3-2 和表 3-3-3 的雙向細目表，編製出評量工具，再請國內兩位專家修改，以建立評量工具的專家效度，初步確定評

量工具後，再進行預試。

### 階段三：評量工具正式施測階段

正式施測的詳細情形如表 3-4-1。施測過程是首先由研究者將題本第一頁的指導語說明一次，再詢問學生對測驗進行的方式是否問題，如果沒有的話，就請開始作答，並在學生做完題本後，請學生填寫基本問卷。

表 3-4-1 本研究的施測方式、對象、人數與時間

目的	研究工具名稱	施測方式	施測對象	施測人數	施測時間
探討中學生的量化素養表現	中學生的量化素養評量工具（附錄二）	紙筆測驗	高一學生	410 人	40 分鐘
了解影響中學生量化素養表現之情形	中學生對於量化技能的問卷（附錄三）	填寫問卷	高一學生	410 人	8 分鐘

## 第五節 資料處理

本研究的資料處理主要是分成兩部分，一是採用內容分析法對國外量化素養之相關文獻作探討，詮釋和統計出中學生的量化素養應具備哪些技能，再以整合出的量化素養文獻，作為發展評量中學生量化素養工具之根據。

另一部份主要是以量的分析為主，觀察本研究樣本中的中學生，在自行編製的量化素養題本與問卷之答題表現，分別採用描述性統計、試題分析（包括題目之鑑別度、相關係數分析與答對率）與兩獨立樣本 t 檢定，希望能瞭解中學生在量化素養各方面的表現，並藉由問卷更進一步瞭解影響其表現的因素。