

第貳章 文獻探討

本章主要是從國外的量化素養相關文獻中進行分析與探討，共分成五節：第一節為量化素養的簡史，第二節為量化素養的重要性，第三節為量化素養的意涵，第四節從各學者的觀點分析量化素養所應具備的技能，最後第五節，配合我國國情與課程，探討量化素養中所涵蓋的技能在我國的可行性。

第一節 量化素養的簡史

按照考古學的發現，數字在遠古時代便已經出現，甚至比文字的出現還要早，其實數字主要的功能是記事與溝通（歐陽絳譯，1997），而“數字”在古時候的文學上是比喻的功能大於測量的功能，例如：在陶淵明所寫的桃花源記一文中提到：復行數十步，忽逢桃花林。到底“數十步”是多遠？是需要在走多久呢？人們只能憑想像力和一些實際的經驗來猜測吧！直到中世紀，人們的社會型態愈來愈多元且複雜，例如：商人為了合理達成物品的買賣，或是藝術家為了表示精心創作的藝術品之價值（如：花了我十年才完成這幅畫），而需要一套標準的貨幣、長度和時間的度量，於是量化的方法逐漸興起（Steen, 2001），所以人們為了個人的生存與彼此的溝通，不得不試著用具體的數字去表示抽象的事物。

在美國被殖民時期，領導人 Franklin 和 Jefferson 提倡利用具體的數字去推動民主政治中的新政策，讓國人可以清楚的瞭解某政策的利與弊，有助於社會和國家的發展（Cohen, 1982，引自 Steen, 2001，就如同 Kelvin（胡作玄和劉明立譯，2000）曾經說過：

當你能用數字來表達你所說的事情時，就代表你已瞭解它；反之，如果你無法用數字表達時，那麼就是你對事物的認識還是膚淺的。

但當人們越來越仰賴量化的方法，且企圖透過量化方式來掌握自然、風險和一般日常生活時，也產生出一些問題，因為太過相信數字的力量，常把一些不可量化的事物量化，例如：用出生年月日來判斷一個人的人格特質（如：占星術），或用姓名筆畫來預測一個人今年的運勢（如：命理學）等，不當的將事物過度量化，以造成某些迷思，甚至是錯誤的決定（Steen, 2001）。

所以開始有學者注意到人們因不當使用數字而帶來的後果和影響，而出現 numeracy 這個概念，在英漢教育辭典（陳任廣和楊義明譯，1989）中指出：這個字是在克勞瑟報告（Crowther Report, 1959 年）中所創造出的新詞，與讀寫能力（literacy）並用，1982 年英國教育學家 Cockcroft 從克勞瑟報告中摘錄出一段與 Numeracy 有關的內容（引自 Watson, 2002）：

Numeracy 這個字是素養的鏡像（the mirror image of literacy），它一方面是指能用科學的方法（如：觀察、假設、實驗、證明）去研究現象，另一方面是指在現代生活中所需的量化思考，透過量化去瞭解所面臨問題的困難度及問題的型態，統計無知（statistical ignorance）和統計誤解（statistical fallacies）是非常普遍且危險的，就像文盲一樣。

同時，Cockcroft 也重新詮釋 numeracy 的意義，他認為 numeracy 有兩個意涵：一是指個人能使用數學技能，去面對日常生活的挑戰；另一個是指能正確判斷和了解數學語言所呈現出的訊息（如：在統計圖表中，數字所代表的意義）。

隨後在 1988 年 Paulos 出版 *Innumeracy* 一書，提出一般大眾對數字的迷思和錯誤的解讀，例如：某星期的天氣預報顯示星期六有 50% 降雨的機率，星期天有 50% 降雨的機率，則大多數的人會推論星期週末會降雨的機率是 100%。Tufte 在 1983、1990 和 1997 年出版三本與用圖表來呈現量化訊息有關的書籍，書名是 *The Visual Display of Quantitative Information*，於書中指出利用量的訊息在與人溝通時，是非常具體且具有相當的說服力，但也提醒人們要理性且正確的去解讀與數字有關的圖表資訊。

近十年來，各國的政府也察覺到隨著時代的變遷，國民具有正確使用數字的能力也越來越重要，於是在 1995 年 OECD 為了做跨國的素養、經濟和社會的比較，而將素養分成三部分：文章素養（Prose Literacy）、文件素養（Document Literacy）和量化素養（Quantitative Literacy），此時才正式出現量化素養這個名詞，在最近約五年，有些學者常將 numeracy 和量化素養互換使用，認為這兩個詞所代表的意義是一樣的，只是在英國或澳洲國家較喜歡用 numeracy 這個字（Steen, 1997, 1999, 2001; Wilkins, 2000）。Steen 也邀請各領域的學者一同來詮釋量化素養對現代人的意義和重要，並分別將各學者的意見整理於 *Why Numbers Count: Quantitative Literacy for Tomorrow's America*（1997）和 *Mathematics and Democracy: The Case for Quantitative Literacy*（2001）兩本書中，讓人們可以對量化素養的意涵與重要性有更深一層的思考。

第二節 量化素養的重要性

對量化素養的發展有概括的了解後，本節將探討量化素養的重要性。

在探討量化素養之前，先來談何謂“素養（literacy）”，1978年聯合國教科文組組織所出版的教育統計年鑑（UNESCO Statistical Yearbook, 1978，引自張芳全和余民寧，2002）提供世界許多國家在素養與文盲（illiteracy）界定，這些定義如下：

- 一、 一個人如果具有素養，他應在其日常生活中，具有讀及寫一段小文章的雙重能力；反之，文盲具有這些能力。
- 二、 一個人如果具有功能性的素養，他應有效率投入社區或團體的所有活動，同時可持續提高運用閱讀、寫作及計算的能力。

David (1994) 在 *Literacy: an introduction to the ecology of written language* 一書中整理五十年前人們對“素養”一詞所下的定義為：舉凡能夠幫助個人藉由各種形式的語言，如：聽、說、讀、寫等四方面，與他人從事有效的互動，就稱此人具備了基本的素養。

但隨著人類文明的進展和資訊數位化的來臨，對於人們應具備的素養要求也日益提升，在1943年後“素養”這個詞開始應用到其他領域中，只要見到在某專業名詞後，加上“素養”一詞，就可知道是一般大眾在日常生活中需具備該專業領域的最基本技能（Gal, 2002a），像是經濟素養（Economic Literacy）或電腦素養（Computer Literacy），若少了這些基本素養，輕則日常生活受到困擾；重則影響到個人的就業與生存問題。於是美國在1991年的國家素養法案（National Literacy Act, 引自 Gal, 2002b）中，重新詮釋“素養”的定義：「個人具備讀、寫、說、計算和問題解決的能力，以完成工作和社會所賦予的任務，達到個人的目標，並發展個人的知識和潛能。」並在1992年委託國家統計中心（National Center for

Education Statistic)和成人教育與素養部(Division of Adult Education and Literacy)
進行國家成人素養調查 (National Adult Literacy Survey, NALS)。

1994 年 OECD 為了發展出可評量一個人的素養之工具，且希望此評量工具發展成功後，可以提供每個國家使用，而進行跨國際成人素養的調查與評量，將先前對素養概括性的定義，轉換成下列三項具體的內容 (OECD, 1995)，以便進行評量。

- 一、文章素養 (Prose literacy) :是指能瞭解和運用訊息 (如：社論、新聞、短文和使用手冊等) 的知識和技能。例如：透過閱讀使用手冊，知道如何操作數位相機。
- 二、文件素養 (Document literacy) :是指能瞭解各種不同格式的表格或文件 (如：履歷表、各式證件的申請表、交通時刻表和地圖等) 的知識和技能。例如：能在申請借書證的表格中填入適當的資料。
- 三、量化素養 (Quantitative literacy) :是指具有單一或連續運算的能力，且能從資訊中解讀數字。例如：能結算旅遊所花費的金額、能清楚地整理收支簿中的帳目或能計算商品折扣後的金額等。

除了將素養分成三個具體的面向外，且分別將各素養所應包含的技能，用分層級的方式顯示出來 (OECD, 1995)，由於本研究是針對量化素養來探討，所以僅呈現量化素養的部分，如下所述：

(一) 層級一：

要求受試者計算單一且相當簡單的運算法則 (通常是加法)，其數值不是

直接提供給受試者，就是清楚地在文件中呈現，且受試者不需透過複雜的算式求出該數值，例如：由存摺上的各筆數目，求出該存款的總額。

(二) 層級二：

要求受試者在圖表或文章中找到需要的數值後，再做單一的數學運算(通常是加法或減法)回答問題，例如：利用報紙上摘錄下來的天氣圖，描述曼谷比漢城氣溫高幾度。

(三) 層級三：

此層級的任務是要求受試者，先找出隱藏在較複雜文件中的數值，通常有兩個或兩個以上，再透過單一但具有變化性的運算方式(乘法或除法)，求出該數值，例如：先請受試者閱讀四人份蕃茄炒蛋的菜單，此菜單是以表格方式呈現，要求受試者依照此菜單，計算出六人份的蕃茄炒蛋需要幾顆蛋。

(四) 層級四：

該層級的題目受不會再提供「共有多少」或「差多少」等關鍵性用詞，且受試者不易決定該使用哪種運算方式，例如：給受試者一個複利率的表格要求受試者計算投資 100 元，複利 6%，十年後將會得到多少錢？

(五) 層級五：

受試者從文章中重組和所求問題相關的訊息，或是根據背景知識來決定，所需要的數值或運算方式，再透過連續的數學運算，回答該層級的問題，例如：受試者先閱讀食物營養表，再從表中計算某食物的總脂肪熱量佔總熱量的百分比。

而參加 1994 年第一次國際成人素養調查(International Adult Literacy Survey, IALS) 的國家有加拿大、德國、荷蘭、波蘭、瑞典、瑞士和美國，評量對象為 16 到 64 歲的成人，將各國之量化素養的評量結果呈現於下表 2-2-1 (OECD, 1995)，發現除了波蘭以外，其餘各國皆在量化素養的層級三表現最好。詳細的調查結果可參考 OECD 在 1995 年 12 月出版的 *Literacy, Economy and Society : Results of the First International Adult Literacy Survey* 一書。

表 2-2-1 各國之量化素養的表現情形

層級 國家	層級一 (%)	層級二 (%)	層級三 (%)	層級四和五 (%)
加拿大	16.9	26.1	34.8	22.2
德國	6.7	26.6	43.2	23.5
荷蘭	10.3	25.5	44.3	19.9
波蘭	39.1	30.1	23.9	6.8
瑞典	6.6	18.6	39.0	35.8
瑞士 (法語)	12.9	24.5	42.2	20.4
瑞士 (德語)	14.2	26.2	40.7	19.0
美國	21.0	25.3	31.3	22.5

資料來源：OECD (1995) . *Literacy, Economy and Society : Results of the first international adult literacy survey*. Paris : Author.

綜合上述，許多先進的歐美國家已在多年前，開始注意到素養對一個國家各方面發展的重要性與影響力，而素養也不再僅限於單純的書寫和閱讀技能，為了適應數位化的生活，且能順利地在現今社會中求生存，一個有素養的人除了具備語文的讀寫能力外，更重要的是要能瞭解、解讀和處理生活中有關數量的訊息，並做為個人在作決定或判斷時的重要依據，如：每天都會出現在報紙上的降雨機率值、百貨公司週年慶時商品的折扣數或搭乘交通工具的時刻表等，處處都有數

字的蹤跡，好好利用它們，將會使人們的生活更便利。就像 Richardson 和 McCallum(2002)在 “ *The Third R in Literacy* ” 一文中所強調的：除了讀寫能力外，量化素養是第三個在素養中所必備的元素，所以量化素養是每一位現代公民，在二十一世紀中不可或缺的新素養，與一般素養中的閱讀和書寫能力一樣重要 (Hallett, 2001 ; Steen, 1999)。

第三節 量化素養的意涵

為了更進一步瞭解量化素養，本節分別以巨觀觀點和微觀觀點來探討量化素養的意涵：

一、巨觀觀點下量化素養的意涵：

整體而言，最早提出量化素養這個想法的學者是 Cockcroft(1982, 引自 Steen, 2001)，他認為量化素養的意涵是指個人能使用數學技能，去面對日常生活的挑戰，且能正確判斷和了解數學語言所呈現出的訊息，也就是量化素養意味著了解數字在生活中所扮演的角色，它提供人們可以看到數字背後的涵義，同時能透過足夠的訊息去了解和判斷社會議題的真相 (Porter, 1997)，例如：一般大眾能理性判斷民調數字在某事件中所表示的意義；而且量化素養是一種基本的思考能力，最重要的是要能利用它來解決日常生活或工作上的問題 (Cohen, 2001)。

再者，在 1997 年的 “ *Why Numbers count :Quantitative Literacy for Tomorrow’s America* ” 一書中，提到各種不同領域的學者對量化素養的看法，將其整理如下表 2-3-1：

表 2-3-1 各學者對量化素養的看法

學者	對量化素養的看法
Gina Kolata 新聞工作者 (接前頁)	除了代數和幾何外，量化素養也需要邏輯、資料分析和機率的輔助，它讓人們可以分析證據、閱讀圖表、了解邏輯的論點和發覺事物的矛盾之處，並評估風險，量化素養就是知道該如何推理和如何思考。
John Dossey 數學教育者	量化素養可以被定義成每一位公民所要具備的數學知識和技能，它包含應用數學的能力，如：測量、呈現資料、數字感，幾何圖形的變化，空間想像和機率，人們在日常生活中了解、預測和掌控一切事物的能力也包含在量化素養中。
F. James Rutherford 物理教育者	量化素養就是要求人們去了解數學的本質，和數學在科學探究過程及科技進步中所扮演的角色，用充分的數學概念去了解科學和技學，同時擁有足夠的量化技能去批判生活中的科學議題。
Henry Pollak 應用數學家	量化素養的核心理念就是能在生活和工作中，使用數學來解決問題，當一個有智慧的公民。
Peter Denning 資訊學者	量化的實踐就是要能處理數字、不確定性、錯誤的資料、實驗設計、產生模型和推論等問題。
George Cobb 統計學者	量化素養是一種發生在具有推理架構下的解釋活動，它包含一些抽象的規律和真實情境的物件，而在量化推理的過程中，需要有真實情境才有意義。
Arnold Packer 經濟學者	量化能力可以幫助現今的公民或父母解決工作和生活上的問題，而量化能力並不是指用代數和幾何解決問題的能力，而是指具有應變能力、處理資料的能力和組織能力等。
Gaenda Price 大學校長	量化素養是指了解日常生活所需的數學概念和技能，它包含計算、解釋、探究和應用數學概念來判斷生活中的事件。

資料來源：Steen, L. A. (Ed.) (1997). *Why Numbers Count: Quantitative Literacy for Tomorrow's America*. New York: College Entrance Examination Board.

由上表 2-3-1 可知，每位學者對量化素養的看法不盡相同，有些聚焦在個人使用量化工具的能力上，有些則聚焦在了解及認識量化技能在日常生活中所扮演的角色；再者，有些強調基本技能（如：處理數字），有些則強調較高層次的思考（如：數學判斷），但整體而言，大都認為量化素養需在真實情境中實踐，才能發揮它的作用。

隨著時代的變遷，學者們對量化素養的意涵也有些許改變，像 Steen 等人（2001）在 *Mathematics and Democracy: The Case for Quantitative Literacy* 一書中提到，電腦時代前只強調讀、寫和計算的能力，但隨著電腦科技時代的來臨，應再加入符號和圖表的解讀及表達能力，於是重新整理和詮釋，概括的提出量化素養應包含的十種面向：

（一）對使用數學的信心（Confidence with Mathematics）：

個人能有信心地使用量化的步驟，如：透過心算去解釋和檢查資料。

（二）文化欣賞（Cultural Appreciation）：

了解數學的本質和歷史，以及它在科學探究和科技發展中所扮演的角色。

（三）解釋資料（Interpreting Data）：

推理資料、閱讀圖表、導出推論、辨認錯誤的來源，且需以真實資料為中心，有別於傳統數學以公式為中心。

（四）邏輯思考（Logical Thinking）：

能分析證據，小心地推理、了解論點、懷疑假設、察覺錯誤和評估風險。

（五）做決定（Making Decisions）：

用數學去做決定和解決日常生活的問題，個人要養成這個習慣，數學不是只是在數學教室中做做而已，它在生活中可是和說話、閱讀一樣是個有利的工具。

(六) 情境中的數學 (Mathematics in Context) :

能在特定的情境中，使用數學工具，使它變得有意義。

(七) 數字感 (Number Sense) :

能瞭解數字所代表的意義，並且有準確的直覺和有信心的估算。

(八) 實踐技能 (Practical Skills) :

在工作或生活中，知道如何解決量的問題，且能使用基本數學的技能於各種情況下。

(九) 先備知識 (Prerequisite Knowledge) :

具備使用代數、幾何和統計工具的能力，作為學習其他學科的先備知識。

(十) 符號感 (Symbol Sense) :

能自然地使用代數符號，並能輕鬆地閱讀和了解數學符號的意義。

由上述可知量化素養是一個大集合，包含技能、知識、信念、性向、心智習慣、溝通和解決問題的能力外，它還有一個很重要的特點，就是量化素養無法脫離情境而單獨存在，一旦抽離出“情境”，數字就變的沒有意義了，所以量化素養是蘊含在每個人的食、衣、住、行、育樂等生活中，讓人們可以有效地處理日常生活和工作上與量有關的事物(International Life Skills Survey, 2000; 引自 Steen, 2001)。

二、微觀觀點下量化素養的意涵：

既然量化素養是處理日常生活中與量有關的事物，那當然與數學和統計脫離不了關係，且兩者皆在量化素養中扮演著重要的角色 (Bernhardt, 1999)，所以緊接著就要問量化素養與數學素養、統計素養的關係為何？再者，量化素養與學校數學又有何關係？研究者在與 Steen 和 Jerry 兩位學著透過電子郵件 (請參見附錄一) 討論這些問題時，發現它們都是見人見智且不易回答的問題，研究者試著將不同學者對量化素養的看法整理分析如下：

(一) 量化素養與數學素養、統計素養的關係：

1. 量化素養與數學素養的關係：針對這個問題，分別有兩派學者有不同的看法，如下所述：

(1) 量化素養是數學素養的一部份：

量化素養是數學素養的第一個層次，量化素養不像數學素養那麼艱深，它是數學素養的基礎，而且數學素養不僅只在處理數字和算術的問題 (Lewis & Lacampagne, 1997；引自 Forman, 1997；Bernhardt, 1999)，而有些學者則認為是用語上的問題，不管是數學素養或是量化素養都應包含更廣的問題解決，因為在一般工作和生活中所遇到的問題，都是真實的、無法預測的和沒有一定規則的，與在學校所處理的數學應用問題不同 (Shroll, 1999)。

(2) 量化素養與數學素養不同：

Raizen 和 Stage (1999) 認為量化素養與數學素養不同，因為量化素養的技能包含合理的估算各種量(包含長度、面積和體積的測量)，並且找到較好的近似值，還有發展空間感和方向感，同時也要能了解圖表與資料間的關係，而且最重要的是它們都與有意義的情境有關，這是傳統的學校數學所不會強調的；同時，由 Jerry 的回信中得知，量化素養是一般學校與生活所需的技能，而數學素養則是為了某些專業的職業作準備，例如：程式設計師或工程師等，所以量化素養與數學素養是不一樣的，兩者的不同處如下表 2-3-2：

表 2-3-2 量化素養與數學素養的不同處

量化素養	數學素養
以一般人的角度來看	以數學家的角度來看

<p>聚焦於現代公民，在面對如此多的訊息時，所應具備的處理能力</p> <p>以數字和時代潮流為主</p> <p>強調使用數學和邏輯的工具，去解決日常生活中的問題</p>	<p>提供學生了解“數學”這門學科，其中充滿代數和幾何的語言</p> <p>以符號為主</p> <p>強調傳統數學工具和字彙的使用</p>
---	---

資料來源：Steen, L. A. (2000) . Reading, writing, and numeracy. *Liberal Education*, 86(2) 和 Steen, L. A.(Ed.) 2001). *Mathematics and Democracy : The Case for Quantitative Literacy* .The National Council on Education and the Disciplines (NCED) Press.

2. 量化素養與統計素養的關係：針對此問題，亦可分成兩個觀點來探討：

(1) 量化素養中有一部份是統計素養：

Gal (2002a) 在 “*Adult’s Statistical Literacy : Meanings , Components, Responsibilities.* ” 這篇文章一開始就指出：統計素養是量化素養中一個必備的元素。而且量化素養中不應只有加、減、乘、除和一些基本的數字運算，還需包含一些統計和機率的知識，所以量化素養中有一部分是統計素養是合理的 (Forman, 1997 ; Steen, 1999 ; Wilson, 1999)。

(2) 量化素養就是統計素養：

由 Jerry 在回信中提到，二十年前的統計教學是很形式化的，有很多的公式，且沒有真實的資料，多數偏重計算，大多數的學生不了解也不喜歡這門課，所以才會用 “ 量化素養 “ 來代替統計素養，此時量化素養就是透過實際操作 (hands-on) 的方式來處理機率和統計的方法，有別於過去傳統的公式法 (Jerry, 2002)。為此美國數學教師學會 (National Council of Teachers of Mathematics, NCTM) 和美國統計學會 (American Statistical Association, ASA) 還共同編寫出一系列量化素養的教材，一共有五本，

分別是探索資料 (*Exploring Data*)、探索機率 (*Exploring Probability*)、模擬的技巧 (*The Art and Techniques of Simulation*)、從樣本中探索資料 (*Exploring Surveys and Information from Samples*) 和探索測量 (*Exploring Measurements*)，這五本書所要強調的就是讓中學生透過實際動手操作 (hands-on) 的方式來處理機率和統計的方法，跟傳統用公式法來學習統計和機率有很大的不同，因此有些學者會認為量化素養就是統計素養。

綜合各學者的看法，本研究者認為量化素養除了部分的數學素養和統計素養外，最重要的是量化素養可以使每個人順利安然的在日常生活和工作上生存，即使當需要獨自一人面對問題時，也能透過量化素養成功的解決問題，如：自己搭乘交通工具時，能讀懂時刻表，或是可以求出折扣後商品的價錢，再自己決定是否要購買。

(二) 量化素養與學校數學的關係：

由文獻中可知，量化素養和學校數學兩者所強調的面向是不同的，量化素養是強調使用數學工具去解決一般生活上的問題；而學校數學是強調傳統的數學語言和工具。以“標準差”這個數學概念為例，在量化素養中，是要了解標準差在不同情境中所代表的意義，並知道該如何使用它來解決實際的問題；相對地，在學校數學中，是要知道如何求標準差，或知道標準差公式的由來。所以兩者是有許些差異的，可參見下表 2-3-3：

表 2-3-3 量化素養和學校數學的不同處

學者	量化素養	學校數學
----	------	------

Steen (2001)	日常生活所必需的 強調使用數學工具去解決 一般生活上的問題 問題來源：真實世界的資料 解決方式：不明確地步驟和 程序，以基礎數學為主	學習其他學科所必需的 強調傳統的數學語言和工具 問題來源：單純化的數字 解決方式：有一定的步驟和 方法，須複雜的抽象概念
Hallett (2001)	依附著真實情境 透過量化的角度看每個情境 重視情境中的數學	抽離真實情境 透過一些普遍的原理看整個 內容 重視數學的原理
Manaster (2001)	以推理證明為中心 以了解數系為目的 研究“數字”本身	以估計為中心 目的是應用數系於真實情境中 透過數字去了解真實情況， 而測量是量化素養的第一步
Cohen (2001)	是一種具體的能力，應用於 真實情境中	是一種抽象的和正式學科的 學習
Ewell (2001)	量化素養和學校數學兩者最大的不同是在於“素養”一詞，量化 素養是依賴著真實的情境而存在，通常在使用時，不會意識到：「喔！ 這是數學！」而有不同的思考模式	

資料來源：Steen, L. A. (Ed.)(2001) . *Mathematics and Democracy : The Case for Quantitative Literacy* . The National Council on Education and the Disciplines (NCED) Press.

所以量化素養是要能在真實的情境中發揮作用，與學校數學是有些許不同的，學校數學較少讓學生去思考數字背後的意義，當學生基本的計算能力

熟練到某種程度時，就緊接著教下一個單元，很少提供學生，將所學的數學概念與日常生活結合，而這也是各國近年來在數學教育課程中所努力的目標之一（Schneider, 2001；Schoenfeld, 2001；Steen, 2001；Usiskin, 2001）。Schoenfeld（2001）更進一步地指出，量化素養和學校數學有些重疊的部分，而學校數學是最適合開始培養學生量化素養的地方，Usiskin（2001）更具體提出在學校數學中，培養學生量化素養的五點建議：

1. 少花時間在教小的整數上：

大多數的國小一年級學生可以從 1 數到 100，但在數學課本常偏重 20 以下的數字運算，使學生較難實踐於真實的情況中，應配合真實情境，讓學生有機會練習大整數的運算。

2. 了解運算符號在其他數系的意義比在整數重要：

通常學校數學會以整數的運算來解釋運算符號的意義，如：減號就是“拿走”，乘號就是“一直重複地加”、、、等，但這種解釋有時無法使用在真實情境中，例如：氣溫從 30 度下降到 25 度，是“拿走”5 度嗎？而乘號就是“一直重複地加”的解釋，也無法用在 9.25×12.417 上，所以應將運算符號放入真實情境中，使它們所代表的意義更明確，也更適當。

3. 在課程中使用電腦和電算機：

每天在報紙上所出現的數據和表格，如：天氣預測表、各項投資分析表、民意調查表和各種運動競賽的勝算預測等，皆是在電腦或電算機中完成的，這些龐大和複雜的資料，有時須一再地重複分析和使用，而電腦和電算機可以輔助人們完成這些工作，所以在數學課程中，應培養學生使用這些科技工具的能力。

4. 將測量、機率及統計和算術整合在一起

學校數學很少將百分比、分數或小數的觀念，連結到機率的情境中，而學統計時，也較少提到母群體和樣本的測量關係，應將這些主題統整在一起，給學生一個完整的概念。

5. 不要使用不適當的情境當成題目

學校數學常會用一些與真實情境不符的事件當成題目，不僅沒有意義，且還會造成學生的困擾，不知該如何回答問題，所以在設計題目時，應盡量與真實情境相符。

第四節 量化素養中所應具備的技能

由於本研究其中一個研究目的，是要試圖編制一套可以測出中學生量化素養的評量工具，除了先於上一節探討量化素養的意涵外，更需要具體地掌握量化素養中應具備的技能，因此本節將整理各學者對量化素養所應具備的技能之看法，作為本研究者日後發展量化素養評量工具的重要依據。

Rutherford (1997) 認為在科學中會用的量化素養之技能有：**數字與量**、**測量**（如：透過溫度計量出燒杯中水的溫度）、**關係**（如：將實驗數據描點於直角座標系中，且透過描出的圖形觀察兩變數間的關係）、**不確定性**（如：將不確定性應用於天氣預報中）、**批判性的技能**（如：知道科學現象的因果關係）。

Steen 在回信中提到：中學裡所需的量化素養技能有：**資料分析**、**基礎機率**、**比例和測量**；Forman (1997) 透過訪談的方式，收集到九位數學家與數學教育者對量化素養的看法，他們也提供有關量化素養的題目，其中包含的概念有**機率**、**平均數**、**單位換算與百分比**。

Dossey (1997) 在 “ *Defining and Measuring Quantitative Literacy* ” 一文中 , 將量化素養的技能分成六個面向去評量 , 分別為**資料表徵與解釋** (Data representation and interpretation)、**數字感和運算** (Number and operation sense)、**測量** (Measurement)、**變數和關係** (Variables and relations)、**幾何圖形和視覺空間** (Geometric shapes and spatial visualization)、**機會** (Chance)。

為了能客觀發展出評量我國中學生的量化素養工具,本研究者由量化素養之相關文獻中,挑選出文章內有提及量化素養的意涵與量化素養所應具備的量化技能之文章,總共有 22 篇文章,資料如下:

1. Briggs, W. L. (2001) . What mathematics should All college students know ?
2. Burrill, G. (1990) .Statistics and Probability.
- 3 CUPM (1995) .A Report to the CUPM- from the quantitative literacy and service course subcommittees.
4. Denning, P. J. (1997) .Quantitative Practices.
5. Dossey, J. A. (1997) .Defining and Measuring Quantitative Literacy.
6. HRDC (2001) . Essential Skills Profiles.
7. Forman, S. L. (1997) Through Mathematicians' Eyes.
8. Gal, I. (2002) .Systemic Needs in Adult Numeracy.
9. Hu-Dehart, E. (1999) . Interviews about Quantitative Literacy.
10. Jerry, M. (2002) .請參見附錄一。
11. Kolata, G. (1997) .Understanding the News.
12. MAA (1998) .Appenix B: A Topical Listing.
13. OECD (Ed.)(1995) .*Literacy, Economy and Society : Results of the first international adult literacy survey.*

14. Paulos, P. (1999) . Interviews about Quantitative Literacy .
15. Raizen, S. (1999) . Interviews about Quantitative Literacy .
16. Rutherford, F. J. (1997) .Thinking Quantitatively About Science.
17. Richardson, R. M.& McCallum, W. G. (2002) .The Third R in Literacy.
18. Stage, E. (1999) . Interviews about Quantitative Literacy .
19. Steen, L. A. (1989) .Quantitative literacy for college students.
20. Steen, L. A. (1999) . Numeracy: The New Literacy for a Data-Drenched Society.
21. Steen, L. A. (Ed.)(2001) . *Mathematics and Democracy : The Case for Quantitative Literacy* .
22. Wilson, S. (1999) . Interviews about Quantitative Literacy .

再者，根據各學者或團體在文獻中所提出量化素養應具備的量化技能整理統計如下表 2-4-1，由表 2-4-1 得知大多數的學者或團體認為量化素養中的量化技能應包含：解釋資料（包含解讀圖表和能應用基本統計量的概念）、估算、測量和解決日常生活中不確定性的問題四項，本研究也將此四項列作為開發評量中學生量化素養工具的主要依據。

表 2-4-1 統計各學者對量化素養所應具備的技能

量化素養中應具備的技能	學者或團體	總計
解釋資料(包含能用圖表來表徵量化資料或能理解基本統計量,如:平均數、眾數或百分比等)	Steen(1989, 1999, 2001), MAA (Mathematical Association of America, 1998) , CUPM (Committee on the Undergraduate Program in Mathematics , 1995) , Burrill (1990), Richardson & McCallum(2002), Dossey (1997) , Hu-Dehart(1999), Raizen (1999), Briggs(2001), Jerry(2002), Wilson (1999),Kolata(1997), Paulos (1999),Forman(1997), HRDC(Human Resources Development Canada, 2001)	16
估算	Steen(1989, 1999, 2001), Raizen (1999), Stage (1999), Briggs(2001), Rutherford (1997), MAA (Mathematical Association of America, 1998) , OECD(1995) ,CUPM (Committee on the Undergraduate Program in Mathematics , 1995)	8
測量	Steen(1989, 1999), MAA (Mathematical Association of America, 1998) , CUPM (Committee on the Undergraduate Program in Mathematics, 1995) , HRDC(Human Resources Development Canada, 2001), Dossey (1997) , Hu-Dehart(1999), Rutherford (1997), OECD(1995)	9
不確定性	Steen(1999), Dossey (1997) , Jerry(2002) , Forman(1997), Rutherford (1997) MAA (Mathematical Association of America, 1998) , Kolata(1997) ,Denning(1997)	8
整數運算	HRDC(Human Resources Development Canada, 2001)	1
分數運算	Steen(1989), HRDC(Human Resources Development Canada, 2001)	2
小數運算	Steen(1989), MAA (Mathematical Association of America, 1998)	2

(接前頁)

單位換算	Briggs(2001), MAA (Mathematical Association of America, 1998)	2
心算	Steen(1999, 2001)	1
線性方程式 (一元一次和二元一次方程式)	Steen(1989), MAA (Mathematical Association of America, 1998) , HRDC(Human Resources Development Canada, 2001)	3
畢氏定理之應用	Steen(1989) ,MAA (Mathematical Association of America, 1998)	2
用樣本推論母體	Burrill(1990), HRDC(Human Resources Development Canada, 2001)	2
使用量化證據去推論	Steen(1999, 2001), Kolata(1997)	2
擁有數字感	Briggs(2001), Dossey(1997) ,Gal(2002b)	3
了解數學的本質 (如：數學在科學探究過程及科技進步中所扮演的角色)	Rutherford (1997)	1
使用數學來解決問題	幾乎提倡量化素養之學者皆有提到	很多

第五節 量化素養在我國之可行性

「拼經濟」已是目前全球各國發展的趨勢，而「拼經濟」的基礎在於卓越的教育品質（盧雪梅，2002），教育品質好，國民的素養就高，就可帶動整個國家的競爭力，而由之前的文獻探討可知，有許多先進國家認為現代國民不應只具有單一素養（讀寫能力），應再加入量化素養，且以消除「數盲」為其中的一個教育目標（National Research Council, 1989），同時，也具體地探討量化素養應包含的量化技能，例如有：解釋資料、估算、測量和解決不確定性問題等，但這四個基本技能是否也是我國所應重視的課題之一？

現今的數學課程，必須著重在如何教導學生能學以致用，將課堂上所學的數學知識，用在解決日夕萬變的生活問題上。以國內現行的九年一貫數學科課程目標來探討，有以下六項：

- 一、掌握數、量、形的概念與關係。
- 二、培養日常所需的數學素養。
- 三、發展形成數學問題與解決數學問題的能力。
- 四、發展以數學作為明確表達、理性溝通工具的能力。
- 五、培養數學的批判分析能力。
- 六、培養欣賞數學的能力。

由上述可知，九年一貫數學科的課程亦強調要將數學與學生的生活結合，並想增進學生的數學素養，提高其生活品質，以期能立足於未來的社會中。但在此課程綱要中並未具體指出何謂“數學素養”？是指所有數學課程中的內容呢？或是學生離開學校後，應具備的數學技能呢？

孫霞繡等人於民國 79 年，對國內報章雜誌（包含一般新聞、經濟新聞和科技新聞）出現的數學知識做調查，結果發現如下表 2-5-1 所示：

表 2-5-1 報章雜誌中數學概念出現次數表

數學知識	出現次數	數學知識	出現次數
百分比	265	多項式	0
單位換算	66	一元二次方程式	0
四則運算	141	垂直	2
分數小數	81	平行	0
因數倍數	49	全等與相似	0
絕對值	0	推理幾何與證明	0
近似值	78	三角形的性質	2
平方立方根	2	圓的性質	2
一元一次方程式	0	二次函數	3
二元一次方程式	0	三角函數	6
一元一次不等式	0	等差數列級數	1
二元一次不等式	0	等比數列級數	3
平面直角座標	20	比例	50
立體圖形	3	機率統計與 資料整理	163
時間	7	面積	9
指數	6	利率	11

註：對於定期出現的同型資料（例如股價指數），只紀錄一次

資料來源：孫繡霞和許桂敏（1990）：國民對數學基本素養調查研究。（國科會研究報告，計畫編號：NSC78-0111-S001-002-B）

由表 2-5-1 可知出現次數最多的前六名分別為：百分比、機率統計與資料整理、四則運算、分數小數、近似值與單位換算。陳順宇（1993）更進一步調查國中教師、高中教師與大學教師認為中學生（國中和高中）最迫切需要的統計補充教材為何？結果如下表 2-5-2：

表 2-5-2 各教師認為中學生最迫切需要的統計補充教材調查表

內容 \ 對象	國中教師	高中教師	大學教師	合計
統計試題題庫	32	18	1	51
日常生活統計圖表	70	14	26	110
統計教學錄影帶	37	17	14	68
電腦統計軟體使用	19	6	5	30
未答	22	3	5	30
合計	180	58	51	289

資料來源：陳順宇（1993）：中學統計課程之研究（I）（國科會研究報告，計畫編號：NSC82-0111-S006-003）

由表 2-5-2 可知大多數教師認為學生應加強閱讀日常生活統計圖表的能力，因為人人都會接觸到統計圖表所帶來的資訊，因此，如何看的懂？看的明白？不會被數字欺騙？就是人們所必須具備的常識（鄒聖馨，2000）。

而在估算與測量方面，也有國內學者認為是中學生應具備的基本數學技能，如：譚寧君（1996）認為：數學科未來的教學趨勢應重「估算」輕「精算」，因為科技的快速發展，精算的工作逐漸由電算器所取代，故辨別計算結果的正確與否及容忍可能誤差等將是未來數學教學的重心。再者，謝新傳（2002）於“知識

經濟與數學教育”一文中指出：人類會發明「測量」，並且把身體部位的尺寸當作度量單位就是一種創新，教師應當讓學生去了解，為什麼人要去測量和如何去測量物體的大小等課題。

綜合上述，由國內的部分文獻顯示，以及面對先進國家重視量化素養的同時，我國似乎應調整部分教育重點，除了制訂理想的課程目標外，應更進一步考慮外在的社會需求，具體的將學生的基本謀生技能落實於正式的數學課程中，也因國內目前缺乏一套評量中學生量化素養的工具，使得我們無從掌握和瞭解中學生在離開教育系統之後，其能力是否足以適應日新月異的社會生活，因此本研究試著發展一份評量中學生量化素養的工具，以期作為參考。