

南華大學管理學院文化創意事業管理學系

碩士論文

Department of Cultural & Creative Enterprise Management

College of Management

Nanhua University

Master Thesis

國小教師評選多媒體教材因素研究—以環境教育多媒體為例  
A Study on the Factors of Elementary School Teachers' Selection  
of Multimedia Teaching Materials--Taking Environmental  
Education as an Example

朱玉卿

Yu-Qing Zhu

指導教授：黃昱凱 博士

洪林伯 博士

Advisor: Yu-Kai Huang, Ph.D.

Lin-Bao Hung, Ph.D.

中華民國 110 年 12 月

December 2021

南 華 大 學

文化創意事業管理學系

碩 士 學 位 論 文

國小教師評選多媒體教材因素研究 -以環境教育多媒體  
為例

A Study on the Factors of Elementary School Teachers'  
Selection of Multimedia Teaching Materials-Taking  
Environmental Education as an Example

研究生： 朱沁卿

經考試合格特此證明

口試委員： 呂明穎

黃昱凱

趙宗元

指導教授： 黃昱凱

指導教授： 洪子秋

系主任(所長)： 洪子秋

口試日期：中華民國 110 年 12 月 26 日

## 誌 謝

在教育圈已經執教多年，這次經由同事的引薦，有機會能再度回到校園充實自己，擴展視野，並且順利地完成論文寫作，特別要感謝指導教授黃昱凱博士，給予論文的研究方向、架構、方法、分析，等面向的指導。感謝碩士班導師洪林伯教授，系上楊聰仁教授，賴文儀教授，黃芳琪教授，趙家民教授…等文創系的任課老師們，在學習的路上你們所給予的協助，在課堂上你們總是傾囊相授所有的教學知識，因為有你們豐富的教學，以及有效的指導方法，讓我能順利的完成論文。也要感謝家中先生、公公和婆婆全力照顧兩個小孩，讓我無後顧之憂能夠重溫我的校園生活，也要感謝我的兩位好同事-蕭嘉樺和吳鎧奴，從彰化到嘉義的車程中，我們總是相互扶持、互相鼓勵。當然更要特別感謝趙家民教授和東吳大學呂明穎教授來當我的論文口考委員。

在此將此篇論文獻給所有曾經協助幫忙的朋友、同事，尤其是協助填寫專家問券的所有教職夥伴們，在論文即將完成的此時，心中除了感謝，還是感謝與祝福。希望藉由本文的多媒體教材研究，能帶給教師夥伴們在之後評選環境教育多媒體教材時一份參考依據，也能給之後製作環境教育多媒體教材教材的出版業者參考，以便創造出更多的符合教師所需要的多媒體教材，進而達到更良好的教學效果。

南華大學 文化創意事業管理研究所

朱玉卿 謹誌

中華民國 110 年 12 月

## 中文摘要

近幾十年來，全球各地方天災頻傳，因此從十九世紀開始，人們開始反省人類是否對地球太過毫無限制的使用資源、改變自然環境。有鑑於此，全球各國開始重視環境教育，而我國這個領土只有 36139 平方公里的海島，所能使用的自然資源相當有限，因此國民更應當對於環境教育更加重視。因此本研究目的是為建構個案國小教師評選環境教育多媒體教材之評選因素，藉由文獻蒐集、專家諮詢問卷，整理國小教師評選多媒體教材評選指標因素，共有三個構面、十二項評估準則，並利用層級分析法，對個案國小教師進行調查，分析其權重的優先順序，研究結果發現以「教材內容構面」權重 0.4429 最為重要，其次是「教材實用構面」權重 0.3555，「教材呈現方式構面」重要性偏低。

而在十二項評估準則的權重，以「操作方便有配合教材」、「內容趣味生動」、「符合生活經驗」、「動畫」、「內容符合年級程度」、「教材取得容易」、「是否配合課程內容」、「題材多元豐富」等八項最為重要，合計超過 80%，依據 20/80 法則，此八項為個案國小教師環境教育多媒體教材評選的關鍵因素。依據本研究結果，建議國小教師未來環境教育多媒體教材評選，可參考本研究所提出的評估因素為參考依據。

**關鍵詞：**多媒體教材、層級架構分析、數位串流、環境教育

## 英文摘要

Over the past few decades, the frequency of natural disasters has increased. Therefore, in the 19th century, people began to reflect on whether mankind was too unrestricted in the use of Earth's resources and changing the natural environment. Due to this, there was a global focus shift towards environmental education; since our nation exists on an island that is merely 36139 square kilometers with limited natural resources at our disposal, citizens should place more importance on environmental education. Thus, the purpose of this study is to construct evaluation factors for elementary school teachers in the selection of multimedia teaching materials for environmental education. A total of 3 facets and 12 evaluation criteria as indicators for evaluation in selecting multimedia teaching materials for environmental education were established through literature collection and expert-consulted questionnaires. Hierarchical analysis was utilized to investigate individual cases of elementary school teachers and analyze their weight according to the order of priority. The results of the study found that the “aspect of teaching materials“ was most important with a weight of 0.4429 followed by “aspect of practical teaching materials“ with a weight of 0.3555; the “aspect of teaching materials presentation“ was low in terms of importance.

Out of the 12 evaluation criteria, “easy operation with supporting teaching materials”, “interesting and lively content”, “fits with life experiences”, “animation”, “grade-appropriate content”, “easily obtainable teaching materials”, “coordination with class content”, and “rich and diverse subject” were the 8 most important criteria accounting for more than 80%. According to the 20/80 rule, the 8 criteria are critical factors for elementary school teachers when selecting and evaluating multimedia teaching materials for environmental education. Based on the results of this study, we

recommend that elementary school teachers evaluating and selecting environmental education multimedia teaching materials in the future may refer to the evaluation factors proposed by this study for reference.

**Keywords: Multimedia teaching materials, Hierarchical structure analysis, Digital streaming, Environmental education**



# 目錄

誌謝.....	I
中文摘要.....	II
英文摘要.....	III
目錄.....	V
圖目錄.....	VIII
表目錄.....	XI
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 研究流程.....	4
1.4 研究限制.....	5
第二章 文獻回顧.....	7
2.1 多媒體教材的相關研究.....	7
2.2 環境教育相關研究.....	10
2.3 多媒體教材呈現方式相關研究.....	11
2.4 文獻評析.....	13

<b>第三章 環境教育教材現況.....</b>	<b>15</b>
3.1 環境教育教材現況.....	15
3.1.1 教科書的演進.....	15
3.1.2 環境教育網路多媒體教材的介紹.....	20
3.1.3 多媒體教材的呈現方式.....	29
3.2 環境教育現況.....	31
3.3 環境教育多媒體教材現況.....	32
3.4 小結.....	37
<b>第四章 研究設計與分析.....</b>	<b>38</b>
4.1 問卷設計與樣本描述.....	38
4.2 一致性檢定.....	45
4.3 評估指標權重分析.....	45
4.3.1 評估構面權重分析.....	45
4.3.2 內容構面各評估準則權重分析.....	47
4.3.3 教材實用構面各評估準則權重分析.....	48
4.3.4 呈現方式構面各評估準則權重分析.....	50
4.4 整體構面評估準則權重分析.....	52
4.5 分群分析.....	54

4.5.1 評估構面分群分析.....	54
4.5.2 內容構面分群分析.....	56
4.5.3 實用構面分群分析.....	58
4.5.4 呈現方式構面分群分析.....	60
4.5.5 整體評估準則分群分析.....	62
4.6 評選指標因素討論.....	64
<b>第五章 結論與建議.....</b>	<b>69</b>
5.1 研究結論.....	69
5.2 研究建議.....	71
<b>參考文獻.....</b>	<b>75</b>

## 圖目錄

圖 1-1	本研究流程.....	5
圖 3-1	紙本教科書.....	15
圖 3-2	106 年電子書光碟.....	16
圖 3-3	行政院環境保護署網站.....	20
圖 3-4	行政院環境保護署影片專區.....	21
圖 3-5	行政院環境保護署環教活動.....	21
圖 3-6	環境報導網站.....	22
圖 3-7	環境資訊中心網頁.....	22
圖 3-8	生物多樣性的專欄.....	23
圖 3-9	「守護棲地，讓里山動物過聖誕」的教學內容.....	23
圖 3-10	臺灣自然影像頻道網頁.....	24
圖 3-11	歷年來教案檔案+影片.....	24
圖 3-12	行政院環保署影音平台.....	25
圖 3-13	台客劇場影音平台頁面.....	26
圖 3-14	環教宜定好影音平台頁面.....	26
圖 3-15	公共電視-我們的島影音平台.....	27
圖 3-16	探索頻道影音平台網頁.....	27
圖 3-17	國家地理頻道影音平台.....	28

圖 3-18	國家教育館教學影音網頁平台 .....	28
圖 3-19	出版商提供的 DVD 輔助教材 .....	33
圖 3-20	電子書呈現的頁面 .....	33
圖 3-21	南一 ONEBOX 使用頁面 .....	34
圖 3-22	翰林行動大師 .....	34
圖 3-23	康軒線上媒體盒 .....	34
圖 3-24	康軒 3D 立體教材 .....	35
圖 3-25	康軒擴增實境教材 .....	35
圖 3-26	學生戴上 VR 眼鏡上課，體驗土石流的現場環境 .....	36
圖 3-27	土石流的防災教材 .....	36
圖 3-28	環境教育和教材之交集 .....	37
圖 4-1	層級架構分析圖 .....	41
圖 4-2	AHP 評估構面 .....	46
圖 4-3	十二項評估準則的雷達圖 .....	53
圖 4-4	AHP 整體評估準則權重長條圖 .....	54
圖 4-5	評估構面分群分析 .....	56
圖 4-6	內容構面各評估準則分群分析 .....	57
圖 4-7	實用構面各評估準則分群分析 .....	60

圖 4-8 環境教育多媒體教材呈現方式構面各評估準則分群分析 ..... 62

圖 4-9 整體評估準則雷達圖分析 ..... 63

圖 4-10 整體評估準則分群堆疊橫條圖 ..... 65



## 表目錄

表 2-1 傳統教材與多媒體教材的比較 .....	8
表 3-1 紙本與電子教科書教學功能摘要比較.....	17
表 3-2 現今環境教育紙本教科書內容 .....	18
表 3-3 多媒體教材的優點.....	29
表 4-1 評估項目建構表 .....	40
表 4-2 AHP 問卷中有關準則評估的填寫範例 .....	44
表 4-3 受訪專家一覽表.....	44
表 4-4 AHP 各構面權重分析結果.....	46
表 4-5 內容構面各評估準則權重分析結果.....	47
表 4-6 教材實用流構面各評估準則權重分析結果.....	49
表 4-7 實用構面各評估準則分群分析 .....	50
表 4-8 整體評估準則權重分析 .....	52
表 4-9 評估構面分群分析.....	55
表 4-10 內容構面各評估準則分群分析.....	57
表 4-11 實用構面各評估準則分群分析.....	59
表 4-12 教材呈現方式構面各評估準則分群分析 .....	61
表 4-13 低中高年級教師的 12 項評估準則的權重計算 .....	63

表 4-14 低中高年級教師的 12 項評估準則的權重排序 ..... 64



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

在全球環境污染問題日益嚴重的背景下，人類活動對自然環境的影響越來越大，環境問題也對人類的生命和空間造成影響和威脅，開展環境教育是一項緊迫的任務。近九年來，環境教育作為一貫的重大課題納入學校課程，整體實施，但落實不一。(王順美，2004；張郁雯、沈少文，2012)，以自己本身所觀察到校園中實施環境教育課程，多數以聽演講為主，認為環境議題事不關己，因此，讓學生可以瞭解全球環境之變化，喚起學生的危機意識，意識到環境保育的重要性，解決環境上的問題，培養學生保護環境的態度，並化為實際行動實踐在生活中。民國一百年教育部推行十二年國民基本義務教育，其目標之一就是提升國民基本知能，培養現代公民素養，正確的環境價值觀更是培養現代公民素養不可或缺的一項基本知能(教育部，2011)。

在一部關於「環境教育」的紀錄片-正負 2 度 C，該紀錄片裡看到我們所居住的地球在這幾十年中曾經發生過很多次的天災，深覺在教育現場中「環境教育」的重要性，且大部分的學生對於環境保護的議題都覺得離自己非常的遙遠，尤其是在日常生活中，學生對於落實環保議題的意識都非常薄弱。而董家寧(2012)也提出：『學校的環境教育應是由小而大、由近而遠、由淺而深的推廣；由感受到欣賞、由認知到行動、由落實到習慣的一連串養成過程，成果才能根深蒂固』。因此，在現場的教師將是啟發孩子有環保意識的重要推動的一員，因此希望探討老師在教學現場的關於環境教育多媒體教材的決策因素的研究，從而讓老師對於環境多媒體教材的選擇上能夠更有目標方向。

董家寧(2012)提出曾經以「環保小天使」的為課程概念主軸，從先引起孩子對於環境保護的自我察覺開始，再帶著學生觀察生活週遭的環境現象，來學習正確的環保常識，最後配合親身體驗的環保行動，讓學生感受到環境保護的重要，藉此激

發學生萌生一股對環境保護的使命感，期待由此養成學生愛護環境的好習慣。而課程結束後，真的有部分學生會將課程內容繼續落實在日常生活中，由此可看出在教學現場教師對學生的影響力是正面有效的。

在教育現場也曾經讓孩子透過觀賞「正負 2 度 C」這部影片，希望讓孩子能瞭解地球氣候與人類之緊密關連，當氣候改變了，環境也隨之遭受破壞，而其幫兇正是人類，而受害的也是人類。原本觀賞前學生對於隨手關水關電一點感覺都沒有，認為這只是學校師長無聊的口號與管制，可是當影片一開始，從冰山崩落的影片到淹水的片段，孩子慢慢的就靜默了，學生的表情從嘻笑到嚴肅，因此在觀賞完這部片子後，學生較能體會生活在地球上的我們好像真的有危險了，即使是遠在天邊、好像和我們完全不相干的北極南極冰山，其溶解都能對台灣-我們生活成長的地方造成傷害，因此冰山溶解、海平面上升、動植物的瀕臨絕種，生存棲地受洪水威脅，不再是遙不可及的口號，如果人類一味的只想享受便利生活，卻永無止盡的破壞環境，也許第一批氣候難民就是臺灣自己了，其中影片中也有提到海面上升首當其衝就是臺灣。在以前人類都是要「征服大自然」的觀念，但現代的觀念要改成「與大自然和平共存」，所以如果學生能夠自動自發願意改變，從小紮根，長久以來一定對地球環境有明顯的改變。

我們必須面對這個問題和現象。如果我們不能改變主意並繼續破壞全球環境，那麼在不久，人類很可能會遭受自己的後果。近年來，人們對環境問題越來越感興趣，各種自然災害的發生給人類造成了極大的破壞和傷害。在觀賞完這部影片，學生都能體會到美麗的地球真的需要大家的保護，不能再毫無限制的破壞下去，每一個人都應讓盡一己之力，從本身做起，給地球上所有的生物一個能安居的環境。

現今全球環境變遷，環境問題層出不窮之時，我國的環教法已經於 2017 年 11 月 29 日重新修正，在這幾年的環教法的修行，將我國的環境教育推行到一個全國人民都必須要重視的地步，可說是將台灣環境教育推上了一個新的階段。

在現今的教育現場中教師使用多媒體教學早已屢見不鮮，在早期的教學現場，

教師常常是使用紙本教科書搭配著版書，就可以教書一輩子。但現今因應科技的發展，多媒體教學此刻正蓬勃發展地前進著，現今的教學重視的是拓展學生的學習視角，在教室裡就能幫助他們和地球村連結在一起，要達到這樣的目的，最重要的媒介即是多媒體的運用。透過多媒體的運用，不但讓教學過程更多元且豐富，也能引起學生的學習興趣、提升師生之間的互動，進而達到教學的目的。而且通過多媒體，也可以增加學生的學習動力，在教學過程中教師可以根據好的影片和動畫內容以此設計了課程內容，也通過訊息收集和教材整理來吸引學生的學習興趣。隨著各種科技發展，教育環境擁有更為廣闊的資源，教育方式也變得更多元化、即時化及互動化。現今的教師在教學的過程皆以學生為中心，祈許只要給教材內容，孩子也可以獨立學習。當教師打破傳統教學模式，嘗試觸發互動式教學，就可以利用現有技術，結合多種教學方式，創造創新教學方式。這樣的教學結構正在顛覆傳統式教學。因此在教授環境教育課程，如可以運用多媒體教學，或許更可以達到事半功倍的效果，也能更加推動環境教育的施行。

## 1.2 研究目的

綜上所述，本研究將以國小教師為研究對象，希望藉由文獻回顧、相關領域專家學者的深度訪談以及個案研究等工作來探討國小教師在評選環境教育多媒體教材的決策因素，除以層級架構分析法(AHP)建構環境教育多媒體教材的架構，並探討相對應之重要之準則權重，研究成果將有助於協助國小教師在選擇環境教育多媒體教材之參考依據。茲將本研究計畫之目的與內容分述如下：本研究採 AHP 研究方式，先根據文獻探討分析出國小教師在評選環境教育教育多媒體教材時會考慮的因素，再發放問卷給教育現場的專家。本研究目的如下：

1. 分析國小階段環境教育紙本教材和多媒體教材現況。
2. 依照教師教學需求，建構適合評估環境教育多媒體之指標項目。
3. 根據 AHP 專家問卷結果計算環境教育多媒體各項指標項目的權重值以及依此提出適合各年級多媒體教材的評選項目。

### 1.3 研究流程

層級架構分析法是常見用來進行企業評估風險或經營績效的常見方法，本文以國小教師為分析對象，經由層級架構分析法建構影響國小教師評選多媒體教材之評估因素，研究結果期能協助國小教師在環境教育上之參考依據。

近年來環境教育成為世界教育發展的趨勢，本研究首先透過相關文獻的回顧探討環境教育多媒體教材的現況與發展，從中整理出環境教育多媒體教材的面向及指標進行分析，再經過專家問卷、層級分析法的成對矩陣比較評比，計算彼此指標、面向關係的相對權重值，最後對研究數據進行討論與分析。本研究流程如圖 1-1 所示。

本文的研究流程由研究背景、問題分析、研究動機開始，經過擬定研究目的後行研究方法選擇與研究範圍的確定，由此形成論文的第一章「前言」；第二章為「文獻回顧」，探討與本研究有關之相關文章，藉由此分析步驟構成本文的 AHP 架構的評估基礎；第三章為構面分析，包含環境教育的內容、環境教育教材的實用程度、環境教材的呈現方式等；第四章是資料收集與分析，主要是說明根據文獻與訪談建構專家問卷，經過收集相關的數據資料後進行資料的敘述與分析；第五章則根據上述研究成果，提出研究發現，檢視研究目的並提出有關學術方面的「結論與建議」，以提供學術與出版業者之參考。

圖 1-1 說明本論文的研究流程，並簡單說明如下：

1. 首先確定研究動機與目的，在確定研究方向後，經由文獻回顧確定適當的研究方法。
2. 收集有關環境教育多媒體教材的相關研究文獻，並回顧有關層級架構分析的相關研究。
3. 根據訪談、文獻整理與田野調查發展層級架構與專家問卷。
4. 專家問卷發放、收集整理。

5.專家問卷的一致性檢定、AHP 分析與討論。

6.進行結論與建議的撰寫。



圖 1-1 本研究流程

## 1.4 研究限制

### 一、研究對象的限制

本研究旨在探討研究個案國小教師評選環境教育多媒體教材所考慮的因素。

本研究之研究範圍和限制如下。

1.對研究內容的範圍而言：本研究只對個案國小低中高年級教師教科書選用的

評選因素做調查，其他如教科書的編輯、審查的過程都不在本研究的探討範圍內。

2.對研究對象的範圍而言：本研究僅針對個案國小低中高年級教師（含兼任行政人員教師）為研究對象。

3.本研究以個案國小各領域教師為主，因此研究結論只能推論至個案國小，無法推論到彰化縣之其他國民小學。除此之外，可能影響到教科書的選用的人員，除了教師外，尚有教科書編輯者、審查者、和其他影響的選用人員如校長、家長，以及學生的看法皆不在本研究的範圍。

4.本研究只以個案國小各領域教師的問卷調查為主體，因該校是中型學校，各班學生眾多，眾多教師又皆兼任行政、導師等工作職，整日事務繁忙，僅能以問卷調查為主，無法安排深入訪談。

本研究僅以研究者所服務彰化縣一所中型國小教師為主要研究對象，因此在進行結論運用時可能受限於文化背景、生長環境、學習經驗與教學對象年紀等條件不同而有所影響。但研究結果易受所在地區的特殊性或受試者的主觀因素而影響，因此未必能廣泛推論至其他教學情境。

## 二、研究方法的限制

本研究採用層級分析法進行研究，本研究首先透過相關文獻的回顧探討環境教育教材的現況與發展，從中整理出評選環境教育教材的面向及指標進行分析，再經過專家問卷的設計、層級分析法的成對矩陣比較評比，計算彼此構面之間的權重比例，或是面向關係的相對權重值，最後再對得到的研究數據進行討論與分析。但研究結果易受研究者本身能力、個人特質等主觀因素而影響，因此未必能廣泛推論至其他教學情境。

根據上述研究對象、研究方法的限制，因此本研究結果僅能於具有相同區域背景、年級、條件能力之研究對象及相同內容、性質研究作為參考，不宜過度解釋或運用至其他研究。

## 第二章 文獻回顧

本章將針對相關文獻加以分析研究，共分為四節，第一節為多媒體教材的相關研究，第二節為環境教育的意涵，第三節為多媒體教材呈現方式的相關研究，第四節為文獻評析。

### 2.1 多媒體教材的相關研究

張瓊文(2011)提到視覺教育在美國於 1908 年開始萌芽，經過六十幾年的發展，AIECP 於 1977 年將多媒體教育定義為“用系統整合人、思想、設備和程序的複雜過程”。從這個定義，我們可以理解多媒體教材融入教學，它不再只是單一的視聽設備的使用，而是課程設計者將教育的精神與多種媒體使用互相結合，通過充滿活力的視聽效果，將資訊傳達給學生，因此學生可以更容易地吸收資訊。

張瓊文(2011)指出『教材』就是指老師在教育現場所使用的輔助工具，大致上可以分兩種，一種是教學輔助工具，例如：教學海報、教具..等，而另一種是視聽輔助工具，例如動畫影片、VR 眼鏡..等。早期的學者大部分都認為「教材」是一種輔助的工具，單獨存在的話，不一定具有教學意義或教學價值，教學要有效果還是要以教師的傳授知識為主，但現今科技發達，多媒體教材的種類日新月異，現今的多媒體教材包括電子書籍、互動式電腦輔助教材、互動式電腦遊戲、互動式電腦音樂…等。在張瓊文(2011)的研究中也提到 Paske (1990) 提出『多媒體』就是結合了多種媒體，這些媒體包括聲音、影像、文字及圖形，透過不同的形式，將訊息傳達給學習者。而孫培真(2004)也提到數位多媒體教材是指數位學習的內容。廣義的說在網路上的所有課程教材都可以稱為數位教材。這種多媒體教材的呈現方式也就是在現今出版教科書業者所提供的素材內容，也是大多數教師在課堂上所會實際使用的多媒體教材的呈現方式。

在 2017 年行政院會同政務委員吳政忠、唐鳳協同相關部會，就前瞻基礎建設「數位建設」召開記者會。在記者會中，行政院發言人徐國勇表示，數位建設未來

將分 5 大主軸，總預算 456.6 億元，其中又以建構下世代科研與智慧學習環境的創新人才力預算最高，包括高中職以下 52,000 間教室「班班有電腦」建置。由此可知為了強化數位教學，教育部準備利用數位建設預算，將全國公立中等學校 84000 個教室，其中 52000 個教室電腦進行更新，同時將校園主幹線網路光纖化，並且提升教室的無線網路覆蓋率，預計 4 年投入經費 62 億元。4 年後校園主幹線網路光纖化比率，從目前 15%提高為 80%，教室無線網路覆蓋率提高到 95%。從那之後，大部分的教師在教育現場皆使用多媒體進行教學 是為了讓教學有事半功倍的效果。但如果只有文字與圖片的簡報，可能又過於平淡，所以有越來越多的多媒體教材加入影片。而根據過往的學習經驗，假如老師善用多媒體教材，在上課途中來這一段教學影片，對於學生的學習專注力也能有效提升，而且是專注在課程中，也能因此加深學生學習效果。陳明溥、吳鐵雄(1990)認為教師使用多媒體教學的原因，是因為每一種教學媒體都有其不同的特性，在教學過程中使用不同的多媒體來表達教學內容，可以讓學習者更清楚瞭解教學內容，以達到教學目標。

張霄亭、朱則剛(1998)認為『媒體應該是使用不同的資料、資源或設備，表達出教學者的教學內容』所以不管是什麼形式的教材內容，代表的就是教育，所有的教材應該都有其教育價值和教育意義。

由此可知，由於現今科技的發達，以及學校資訊設備的進步，目前的教學現場中所使用的教學教具和傳統教學方式所使用的教具是有著極大的差異，兩者之間的差異如下表：

表 2-1 傳統教材與多媒體教材的比較

	傳統教材	多媒體教材
範圍	較小，教科書或坊間紙本書籍	較多元，從硬體設備、軟體設備、視聽設備以及傳播媒體。
呈現方式	平面的	動態的
主動性	被動，大多是教師講授，教材為輔助角色。	較積極，有些教學內容可以透過「媒體」學習，甚至可以學生自主

表 2-2 傳統教材與多媒體教材的比較（續）

		學習，取代教師教學，教材具有積極、主動學習的教學意義。
教育價值	有教育價值，但教學比例佔比較輕。	任何教育媒體都具有教育價值，學習者可以直接接受媒體所傳達出的教學內容。而學習者也可以從教學媒體學習到知識內。

資料來源：張瓊文（2011），由研究者匯整。

綜合以上所知，使用多媒體教材融入教學已是必然的趨勢，現今的資訊科技化的教育學習，大多數的教學者在教學現場時會將多媒體教材融入教學，而教學者在設計製作教學方案時，也可以配合設計的教室佈置，加上適合的教學媒體，如此一來，相信對於達成的教學目標，會有著事半功倍的效果。如今已是全球資訊科技時代，現今的教學現場中教師會將多媒體教材融入教學，這樣不但可以大幅的提升教師專業技能，也可以使教師的教學內容更加有趣，當然對於教學內容的呈現也相當清楚。而眾多學者的研究也明白的顯示，當教師使用多媒體教學，更可以有效提高學習者的學習成效。例如：何慧君（2016）在資訊科技融入國中九年級環境教育之行動研究中，明確的提出透過資訊科技融入教學可以提升學生學習動機，也可以利用資訊融入環境教育課程來提升學生環境素養。蔡明芬（2016）在多媒體教材融入綜合活動學習滿意度與學習成效之研究中也發現在實施多媒體教材融入綜合活動課程，發現受試對象的「學習滿意度」、「實作評量」、「紙筆測驗」皆優於傳統示範教學的受試對象。因此從以上學者的研究中，都明確的知道當教師使用多媒體教材融入教學時，對學生學習成效的確有明顯的效果。

## 2.2 環境教育相關研究

在科技發達及工業迅速發展之下，地球遭受破壞，使得我們的生活環境面臨嚴重的問題。酸雨、空氣污染、水污染、過度開發、生態破壞、全球暖化等問題接踵

而來，環境災難的接連發生，讓人類不得不去正視環境問題，如果現在不保護我們的環境，未來將會造成不可彌補的傷害，因此環境教育的推動與實施有其必要性與急迫性。我國於民國九十九年公布環境教育法，法規中明確的規定高級中等以下學校之教師與學生，每年應該實施四小時以上的環境保護相關之課程或其他環境教育相關活動，其目的就是要藉由學校教育去培養學生的環境素養，以提升學生對環境保護的認知，藉此充實學生環境永續相關知識(環境教育法，2010)。吳鈴筑(2010)在發表國內外環境教育法研究中曾經提到我國環境教育法推動重點就是增進全民對環保概念及環境議題的知覺、運用媒體宣導以達到全民參與、提升政府行政執行效能、增進政府人員對環境教育的專業能力、提供各種機會讓全民參與，以及最重要的就是加強學校環境教育課程與培育環境教育人才等，最終就是要達到環境永續發展。

台灣地區地狹人稠，加上高度工業化的影響，環境受到相當程度的破壞，尤其是以空氣、土地和水污染最為嚴重，所以在我國推行環境教育勢必在行。在李蔓麗(2012)在國小學童環境教育之研究—以台中市龍津國小四年級為例的文章中也提到現行國小環境教育其執行困境在於執行人力的配置不足、財物的支援亦欠缺、環境教育回饋評估制度的建立不易等因素上。李慧慈(2012)在數位學習對國小環境教育學習成效之研究提到應用數位學習輔助國小六年級學童實施「環境教育」課程，並得到數位學習在「環境教育」課程中能有效提昇學習成效。羅晨涵(2017)也在國小環境教育輔導團教師對提升學生環境素養之教學策略調查研究中建議年紀越小的學童，必須讓學童親身體驗，以增進環境素養；等到年紀較大時，開始培養基本素養知識，將知識轉變為行動經驗，這樣可增加學童解決生活周遭環境問題的能力。而教師在課程當中使用實作、實驗等教學策略，一來可以培養學生的環境行動技能，二來也可以使用戶外教學，增進學生的環境行動經驗。

綜合以上文獻可以知道環境教育在國小階段是非常重要的啟蒙時期，而教師若應用數位學習或多媒體教學更可以引起學習者的學習興趣，進而引發學習者的

學習動機，也可以讓學習者將環境教育的內容徹底執行在日常生活中，進而達到環境教育的最終目的。

### 2.3 多媒體教材呈現方式相關研究

既然我們從文獻中已經知道環境教育在國小階段是非常重要的啟蒙時期，而教師若應用數位學習或多媒體教學更可以引起學習者的學習興趣，進而引發學習者的學習動機，也可以讓學習者將環境教育的內容徹底執行在日常生活中，進而達到環境教育的最終目的。因此接下來我們將探討各個學者使用不同的教學多媒體教材對學生是否造成的不同的教學結果。

第一種的環境教育多媒體教材的呈現方式為動畫。曹鴻誌(2019)在應用 AHP 層級分析法於台灣動畫產業之成功關鍵因素研究中也提到經過長時間的努力，台灣原創動畫近年來在動畫、漫畫與小說等作品數量在慢慢增長，因此可以看出動畫產業在台灣不可忽視的代表性跟未來性。因此可見動畫市場在台灣國人是越來越盛行，尤其是在教育現場也常常聽到學生們在課餘時間討論動畫的內容，如果能將動畫融入教學，相信對學生而言必然會提起高度的學習興趣。所以許婉禎(2012)在宮崎駿動畫中的環境教育意涵－國小三年級學生對動畫《崖上的波妞》之隱含環境教育之認知研究中發現運用《崖上的波妞》進行影片延伸教學，結果成效優於影片觀賞教學，而且在環境行動策略、環境認知和環境知覺皆達到顯著差異。陳冠銘(2015)在從休閒活動探討環境教育之行動研究-以小學生觀賞宮崎駿動畫電影為例中也提出了動畫電影融入環境教育教學的上課方式值得推廣，動畫電影融入教學的上課方式也能有效提昇學生的環境素養。綜合以上所知，使用動畫融入教學的確能引發學生的學習興趣。

第二種的環境教育多媒體教材的呈現方式為紀錄片。黃瑜萍(2015)在電影紀錄片融入生命教育教學對國小五年級學童之影響 一以新北市某國小為例的研究中提到多元的教學活動的確有助於提升學生的學習動機，繼而維持學生的學習提

興趣。而親身體驗的活動更加深學生學習印象，對於學習效果有明顯的提升，也提到學生對實驗課程表示非常喜歡並期待日後仍繼續上這樣的課程。足見只要使用多媒體教材融入教學，不管是動畫或紀錄片都能引起孩子的學習興趣，引發學生的學習動機，並讓學生的學習印象加深。

而近年來也有幾位學者真的不同的多媒體教材融入教學做不同的研究，使得國小教師在選擇環境教育多媒體教材是更加豐富且多樣化。例如 AI 機器人。陳詩涵（2019）在 AI 機器人輔助情緒繪本教學對幼兒情緒能力之影響的研究中明確指出跟與一般情緒繪本教學相較之下，AI 機器人輔助情緒繪本教學能大大的提升幼兒之情緒察覺與辨識、情緒理解、情緒表達、情緒調節能力。而朱元楷、梁至中、蔡孟蓉（2020）也提到教師對於機器人融入教學的態度強弱扮演著關鍵性的角色它可能會影響教師對於機器人相關知識的獲取，也可能影響教師將機器人融入教學、課程內容中的表現，最終還會直接造成教師完整將機器人整合於課堂中的知識表現與行為。此研究結果符合 Ertmer 等人（2012）與 Mustafina（2016）所提出，教師對於使用科技於教學之態度在教師的教學內容與教學策略中扮演舉足輕重的角色。因此本研究是針對國小教師在評選環境教育多媒體教材的因素，是因為教師在教學中扮演著舉足輕重的角色，他們對於不同的教學多媒體融入到教學的態度將會直接或間接的影響到教學效果。

另一種新興的環境教育多媒體教材的呈現方式則為擴增實境，米芳純（2013）早在 2013 年就在擴增實境應用於國中教學之研究—以自然與生活科技領域為例研究中提出利用擴增實境教學系統不但可以提升學生學習動機，將學生的學習態度轉為主動；對於教師教學方面，也可以直接彌補教材不足，提供更加多元的教學方式，因此對於將擴增實境融入教學中，教師以及學生都給予正面評價和積極肯定。近幾年來因為擴增實境越來越盛行，也有幾位學者陸陸續續提出相關研究。簡嘉莉（2020）在擴增實境應用於主題式環境教育學習之研究-以宜蘭縣 S 環境教育場所為例的研究結果指出在環境教育的課程中，運用擴增實境的教學方式，學習者的學

習動機及學習成效在不同性別及年齡上皆有顯著的提升，學習滿意度的部分，實驗組的學習滿意度，研究生大於大學生，性別上則無顯著差異，控制組的學習滿意度在不同性別、不同年齡上則無顯著差異。而同一年宋美慧（2020）也在擴增實境技術在行動學習上的應用與開發——以國小教材為例的研究中提到在使用擴增實境教材時國小中年級學生需要一點說明與熟悉操作過程，先經筆電測試後，再以平板和手機進行後續測試，結果顯示行動教學平台範例，可於國小無線網路環境下正常運作，依據學童的學習力與行動裝置的便利介面，配合適當的介面設計與教師說明，大部分的學生都可以在極短的時間內就能熟悉操作。由此可知因為資訊科技越來越先進，教師在選擇多媒體教材的呈現方式將更加豐富多樣化。

## 2.4 文獻評析

根據上述的文獻回顧可以知道，近年來有關多媒體教材相關的相關研究是廣泛受到矚目的課題，多媒體教學融入教學現場是國小教師必備的教學能力之一，然而現在網路資訊發達，網路上的環境教育教材越來越豐富多元，教師如何在眾多的多媒體教材中選擇出最適合教學現場教材是現在國小教師所需要考慮的，因此本研究希望利用層級分析法來探討現今國小教師在評選環境教育多媒體教材所考慮的因素，進而提出建議給國小教師、家長或甚至的出版商參考，因此從文獻探討中我們已經可以得知環境教育非常重要，從低年級學生應該開始建立環境教育的概念。在現今的教學現場中，使用多媒體教學是趨勢，越來越多的教師在教授環境教育的概念時會使用多媒體教材來引起學生的學習興趣，引發學生的學習動機，進而加深學生的學習印象。多媒體教材的呈現方式也是日新月異，與早期的紙本教科書所呈現的方式和教學效果相當不同，早期大多數的教師可使用出版商所提供的動畫或紀錄片等來融入教學，然而近年來大部分的國小教師會根據教材的內容到網路上尋找更是課程的動畫或紀錄片來融入教學，網路上也出現越來越豐富的教學媒體可供教育現場的教師使用。因為科技發達，出版商業者開始因應趨勢而提出不

同的多媒體教材的呈現方式，例如：配合 AI 機器人及擴增實境的相關教材，因此從文獻探討中也可以看出多媒體教材的呈現方式是越來越多元。根據這些文獻探討，研究者將與學校同事和專家學者討論出國小教師在評選環境教育多媒體教材的構面，將這些構面製作成相關問卷，詢問現場教學專家來做後續的相關研究。



## 第三章 環境教育教材現況

### 3.1 環境教育教材現況

#### 3.1.1 教科書的演進

教科書是教師進行教育的主要媒介，是大部分的學生獲得知識的主要來源（吳俊賢，2003）。蔡東鐘（2015）的研究中曾經提到『教科書是知識傳遞的媒介，教科書是教師賴以教學及評量的主要媒介，是學生獲取知識的主要來源（吳俊憲，2003）』，由此可知教科書仍是教學的主軸。但現今的教科書不斷的演進，從早期的紙本教科書，到中期紙本教科書搭配出版廠商所附的 DVD 影片資料，再近幾年的電子教科書，教科書的使用方式其實一直不斷推陳出新。以下將介紹紙本教科書和電子教科書，再介紹兩者的不同處，再從現在多媒體教材做介紹。

紙本教科書：對大部分的教師而言，紙本教科書就是課本。課本就是教師教學內容之一，教科書的使用除了教師還有學生，是教師教學及學生學習最直接的材料。一本好的課本，第一一定是要符合教育部的審定，按照現行的教育法規或教學大綱所編寫的。第二應該是結構完整，有明確的單元目錄，按照不同的章節或課文劃分，教科書內容適當，且圖文並茂，有引導性的思考問題或明確的解釋，讓教師有結構性的教學，學生有邏輯性的學習。



圖 3-1 紙本教科書

電子教科書:：在討論電子教科書之前，應先從電子書談起。凡是文字、圖片等資訊內容，透過電子多媒體的方式來傳遞、檢索、閱讀，即為電子書(唐真成 2003)。至於電子教科書，則是以上方式呈現的教科書。電子書和紙本書最大的不同是，電子書是透過各種類型的行動載具及特殊的閱讀軟體，來呈現閱讀材料，例如光碟型電子書 (DVD)、電子書閱讀器、用電腦透過網路下載的電子書、用手機下載的電子書等。

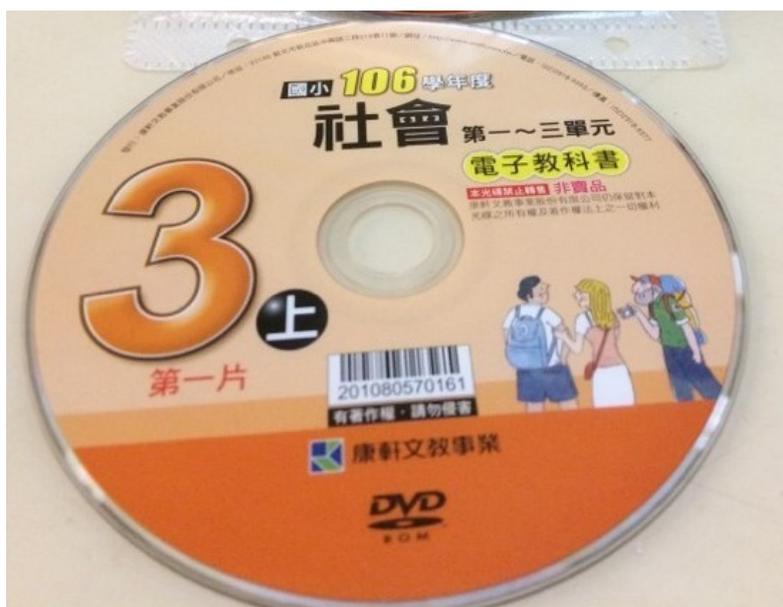


圖 3-2 106 年電子書光碟

雖然大部分的國小教師仍依賴著紙本教科書，但今年因為新冠肺炎疫情的關係，全國進入停課不停學的學習階段，全國教師開始進行遠距教學的教學模式，剎那間電子教科書似乎比紙本教科書來的方便許多。即使停課期間為避免群聚，學生來不及把紙本教科書帶回家中閱讀，在家裡也可以透過手機、平板或筆電，從網路中的電子教科書學習，那時各版本的出版商也緊急透過網路設置了網頁版的電子書，讓學生可以不受限於時間或空間來觀看紙本教科書的內容，甚至可以連結多媒體教材，也讓全國的教師透過網頁版的電子書對學生做遠距教學，因此從此事件之後，大部分的教師也認為電子教科書的使用是相對重要。在文獻中，有許多學者陸續針對教科書的演進都做過相關的研究，其中蔡東鐘 (2015) 在對紙質教材和

電子教材的教育功能的討論中，發現『此兩類教材在物理特性、情感因素、媒體設計、資訊連結、使用方式、閱讀工具等方面都有不同的特點，但重點是教科書設計中都是力求實現知識傳遞的功能，縮小學習者的理解差距』，因此當研究者將電子教科書與紙本教科書中的知識做搭配時，其實是增加了電子教科書在課程呈現和媒體設計方面的多樣性。相比之下，紙本教科書的靜態呈現感覺就較為單調，所以大部分的學者都認為即使紙本教科書容易閱讀也較為親民，也難以阻止教科書的逐步數位化。以下針對傳統教科書和電子教科書的特點做比較。

表 3-1 紙本與電子教科書教學功能摘要比較

功能	傳統教科書	電子教科書
物理特性	使用者可直接感受到課本的厚度、光澤、觸感和顏色…等	具有經濟性、環保性、接近性和功能性。
情感因素	直接接觸實物的感情	比較偏向機械式的操作
媒體設計	書本獨白，無法和使用者做互動	數位多媒體的人工智慧，可直接和使用者做互動。
資訊連結	無法直接連結外在的資訊	可透過網路社群和他人做連結，直接互動。
使用方式	需要實體空間，運送成本。	只要有設備，可以走到那用到那。
閱讀工具	直接翻閱。	需要使用其他的設備或行動載具。

資料來源：蔡東鐘(2015)

自從 1996 年教科書從統編制變為審定本後，學校教師擁有相當大的課程設計權，但有許多教師仍然將課本視為課程主軸，教科書仍然被廣泛用於直接教育（楊雲龍，許慶紅，2007），因此你可以看到課本在學校教育中起著至關重要的作用。羅玉潔（2014）在國小教科書內容涵蓋環境教育概念的分布狀況分析的研究中提到『所有領域教科書涵蓋的環教概念，其中涵蓋次數較多的前 4 個領域依序為社會、自然與生活科技、綜合活動及健康與體育，占全部概念總數的 75%以上』由此可

以看到關於環境教育議題是分布在不同領域的不同單元中，因此以往教師在遇到相關環教議題時，往往只能依靠教科書中所給的內容做延伸，而在教科書中對於環境教育議題所提供的內容是稍嫌不足的。以下將用圖片做關於環境教育紙本教科書的介紹。

表 3-2 現今環境教育紙本教科書內容

科目	圖檔+說明
生活 防震 小達人	 <p>圖片搭配文字，用卡通圖案引起學生學習興趣。</p>
生活 防震 小達人	 <p>用實際地震災害的照片搭配文字內容。</p>

生活  
資源  
回收



用文字加卡通圖案提到學校的資源回收場，帶入環保議題。

自然  
空氣



在空氣單元，用文字搭配圖案提到「空氣污染」的環境教育議題

自然  
節約  
能源



在教科書中用實際圖片+圖案+文字提到節約能源的環境教育議題。

由以上圖片可知，大部分的低年級紙本教科書都是文字搭配圖案呈現教材內容，而中高年級對於環境教育議題較為深入，教科書就開始以實際照片搭配圖案和文字說明，藉此學生可以更加與實際生活環境作連結。

### 3.1.2 環境教育網路多媒體教材的介紹

為了讓學生對環境教育更有認知，部分教師在引導環境的議題時，也會直接搭配網路上的多媒體教材做教學內容的加深加廣。而政府及坊間也因為環保意識抬頭，新媒體崛起，而陸陸續續出現了幾個專門喚起民眾環保意識的影音頻道，也因此讓教師可以有更多的線上資源可使用。以下對於幾個重要的網路平台做介紹。

#### 1. 行政院環保署環境教育終身學習網: <https://elearn.epa.gov.tw/>

在環境終身學習網中，有許多跟國內有關的環境教育影片可供需要的民眾自己觀看，而網站中的部分影片甚至可讓公務人員觀看後獲得公務人員的環境教育時數，在現在疫情時代，可以讓全民在家也能學習環境教育的議題。當然網站裡也提供了許多環境教育的活動，有些甚至是免費參加的，對全民而言真是一個非常棒的學習網站，當然對教師而言也可提供相當多關於環境教育的輔助教材。



行政院環境保護署  
環境教育終身學習網

帳號:   
密碼:   
登入

忘記帳號/密碼  
註冊個人帳號  
QRCode掃描  
建立個人條碼

個人學習紀錄  
學習資訊

網站內容查詢  
請輸入關鍵字 查詢

新上架影片

- 向海致敬-海陸聯合地震海嘯觀測  
環境教育時數1小時
- 臺北食農正好行  
環境教育時數0.5小時
- 映像巖露  
環境教育時數0.5小時

客服專區

電話:  
(02)6630-9988#434  
(02)6630-9988#109  
(02)6630-9988#130

時間:  
週一至週五  
上午08:30~12:00  
下午13:30~17:30

信箱:  
[epaelearn@gmail.com](mailto:epaelearn@gmail.com)

圖 3-3 行政院環境保護署網站

\*無法觀看影片或無法取得時數，請按此。



環境教育時數  
公務人員時數

**生命週期評估與工業生態**

資源出處:環保署毒物及化學物質局

看完本影片可獲得環境教育時數1小時，完成學後評量可獲得公務人員時數1小時

生命週期評估(LCA)適合運用於綠色化學，除了可以評估個別綠色製程與產品的環境衝擊之外，更可以評估既有製程/產品與改進之綠色製程/產品之衝擊比較，以評定應用綠色化學之環境效益。工業生態是一整合性之永續的科學，其之原則及作法與綠色化學之原則有諸多不謀而合之處，兩者可以相輔相成。

[點我觀看](#)

---



環境教育時數

**2021綠動生命劇會愛地球**

資源出處:環保署

看完本影片可獲得環境教育時數0.5小時，本片無公務人員時數

隨著社會的進步、經濟與工業的發展，環境的污染愈趨嚴重，如何在經濟發展與環境保護、生態永續中取得平衡，是每個世代共同面臨的課題，透過「109年環保戲劇競賽」兩區冠軍影片，認識環境議題，讓環保行動融入日常，打造眾人更美好的生活。

[點我觀看](#)

---



環境教育時數

**微觀墾丁 首部曲 死亡**

資源出處:墾丁國家公園管理處

看完本影片可獲得環境教育時數0.5小時，本片無公務人員時數

極高的生物多樣性，也象徵著到處充滿了掠食者 墾丁的神秘小宇宙，是一個生命的戰場，每個小生命都為生存奮戰著..... 生命喜悅誕生，也將走過死亡的幽谷 首風不起，唯有努力生存

圖 3-4 行政院環境保護署影片專區

活動名稱	期別	班別	學習機關(構)	學習費用	時數	活動起始日期	報名截止日期
111年五結鄉植樹節暨親子活動	1	基礎	宜蘭縣五結鄉公所	0元	4	1110312	1110311
環境教育線上數位學習	1	基礎	彰化縣-縣立秀水	0元	4	1110101	1111130
環境教育攀樹體驗	1	基礎	桃園市立龍岡國	0元	8	1101231	1101231
環境教育講座	1	基礎	桃園市立龍岡國	0元	2	1101231	1101231
環境教育災害防救演練	1	基礎	桃園市立龍岡國	0元	1	1101231	1101231
環境教育-觸口自然教育中心參訪活動	1	基礎	雲林縣元長鄉元	0元	5	1101230	1101230
2021嬉遊~戲曲DIY-戀練風情	28	基礎	台灣戲劇館	0元	1	1101211	1101211
2021嬉遊~戲曲DIY-戀練風情	29	基礎	台灣戲劇館	0元	1	1101211	1101211
2021嬉遊~戲曲DIY-戀練風情	27	基礎	台灣戲劇館	0元	1	1101211	1101211
110年海洋與人的邂逅—12月份濕地生態環境體驗教育	112	基礎	社團法人彰化縣	0元	2	1101205	1101125
【線上課程】輕鬆學會！健康施肥的技術與科學 - 樹木營養生態理論	7	基礎	社團法人台灣綠	3000	5	1101204	1101231
環教-幼兒部校外教學活動(110上)	7	基礎	特殊學校文山特	0元	6	1101203	1101202
當地人文環境探索	1	基礎	澎湖縣縣立中正	0元	6	1101126	1101122
那些海龜教我們的塑-海濱工作室	1	基礎	桃園市立大成國	0元	2	1101126	1101126
種樹活動-打造都市生態林	6	基礎	社團法人高雄市	0元	2	1101125	1101123

圖 3-5 行政院環境保護署環教活動

## 2.環境報導：<http://shuchuan7.blogspot.com/>

是由獨立記者，自行創立「環境報導」部落格，致力於環境新聞深度報導。裡面會針對國內最新的環境議題做深入的解說，其中此網站最大的便利性就是針對環境議題做不同層次的分類，使閱讀者可以迅速的找到自己所需要的內容，對教師而言也是相當方便，但缺點就是內容較為艱深，文字較為艱澀，因此對於國小學生而言，可能需要教師多加引導。



圖 3-6 環境報導網站

3.環境資訊中心：<http://e-info.org.tw/>

《環境資訊中心》是由「社團法人台灣環境資訊協會」成立的非營利網路媒體，自 2000 年起，開始致力於提供全面的國內外環境報導，期許能替海洋、山林以及土地發聲。在環境資訊中心網站裡，可以根據不同的分類找到所需要的環教資訊，尤其在「生物多樣性」的此分類中，提供了非常多適合國小教師在引導相關環境教育議題時可使用的動畫影片、相關教學內容，內容中使用的文字淺顯易懂，圖片相當童趣，可以引起學生的學習興趣。



圖 3-7 環境資訊中心網頁



圖 3-8 生物多样性的專欄



「雪花隨風飄、花鹿在奔跑，聖誕老公公，駕著美麗雪橇～ 經過了原野，渡過了小橋...」  
 途經麥寮工業區上空，一陣霧霾撲面而來，不習慣空氣污染的聖誕老公公與馴鹿，一不小心掉落到草叢中。

圖 3-9 「守護棲地，讓里山動物過聖誕」的教學內容

#### 4.台灣自然影像頻道 <http://green.ngo.org.tw>

這是由社團法人台灣環境資訊協會所建立的一個自然之窗-臺灣影音平台，裡面收錄很多由民眾或政府機關團體所拍攝或創作的自然影片，有真實記錄臺灣自然環境的影片，也有以動畫呈現。更結合國中小教師合作自然影音教學推廣計畫，網站中收錄歷年來的教案內容和影片連結，讓國中小教師在使用上更加方便。



圖 3-10 臺灣自然影像頻道網頁



圖 3-11 歷年來教案檔案+影片

目前全世界最多用戶的影音平台就是近幾年來最流行的 youtube，youtube 在 2017 年一整年臺灣突破百萬訂閱的頻道成長到九個，由此可以看出，youtube 影片

在臺灣人的使用中佔一部份的比例，而隨著科技的發展，觀看 youtube 影片的人也從成年人逐漸下降到青少年甚至是國小生，因此很多自由創作者也把自己所拍攝的影片放在 youtube 上，以吸引更多的人觀看，其中也有幾個是跟環境教育相關的創作平台，因此下面將介紹幾個較為完善的影音平台：

1. 行政院環保署：是中華民國環境保護事務的最高主管機關。在此頻道中依照不同的環境教育議題將相關的影音分類，讓教師可以根據自己所需要的議題來使用。裡面不只有動畫影片、環保微電影、還有關於環境教育的記錄片…等。

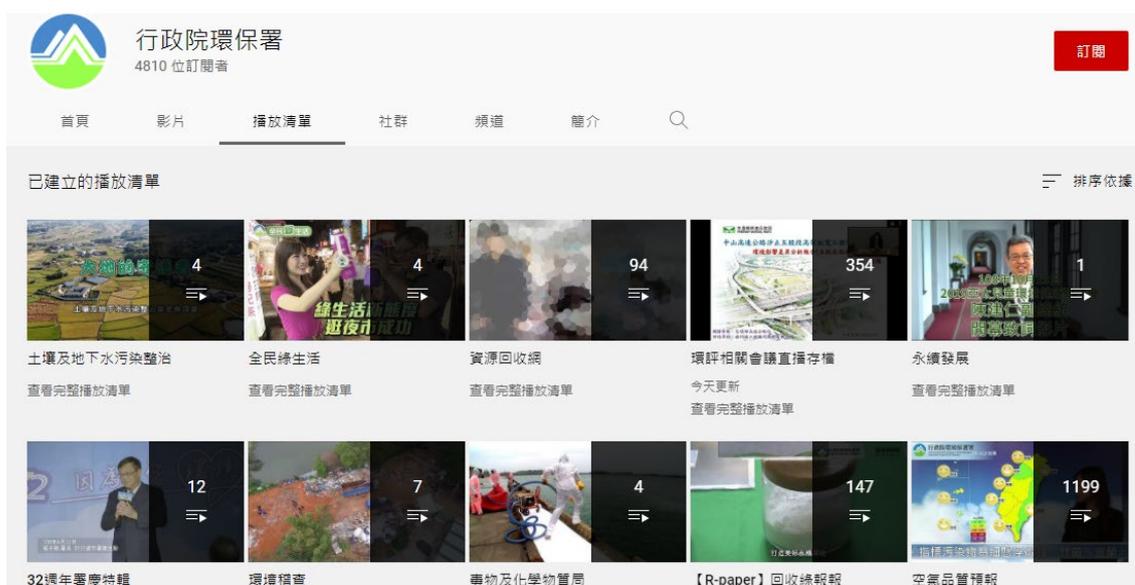


圖 3-12 行政院環保署影音平台

2. 台客劇場：是一個由製作人林冠廷自行創建的 YouTube 科普頻道。裡面所探討的主題多以台灣生活議題為主軸，例如：環境問題、生活實驗、教育議題、社會教化意義…等。其中對環境議題大多以環保為出發點，探討著臺灣的垃圾污染、資源回收…等環境教育議題，也會舉辦淨灘活動，號召很多國人一起響應環境保護運動，以引起國人對環境教育的重視。

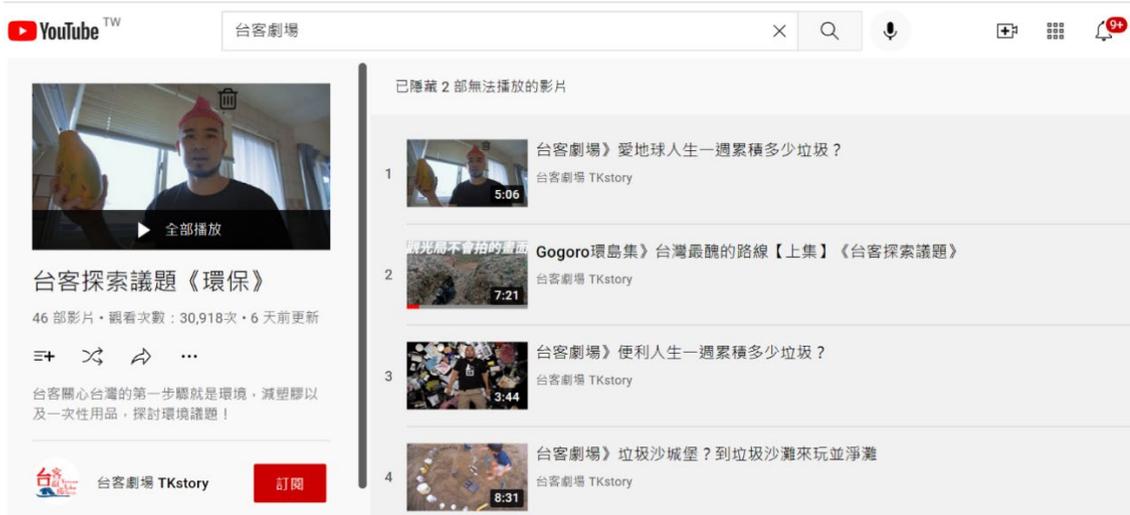


圖 3-13 台客劇場影音平台頁面

3. 環教宜定好：頻道內主要介紹宜蘭縣內重要的環教設施場所，也會把宜蘭縣政府所推廣的環境教育影片或舉辦的環保戲劇比賽的影片在網路上呈現，其中環境保護宣導影片主要以動畫方式呈現。



圖 3-14 環教宜定好影音平台頁面

4. 公共電視-我們的島：在此影音平台提供的是由公共電視所拍攝的「我們的島」影片，每一集都帶著觀眾去探索在臺灣的環境現況，將島上最美麗、最醜、最令人感動或最令人傷心的影像直接呈現在觀眾眼前。裡面的影片都是最真實臺灣環境的現況，從不同觀點去引起觀看者對環境的反省。

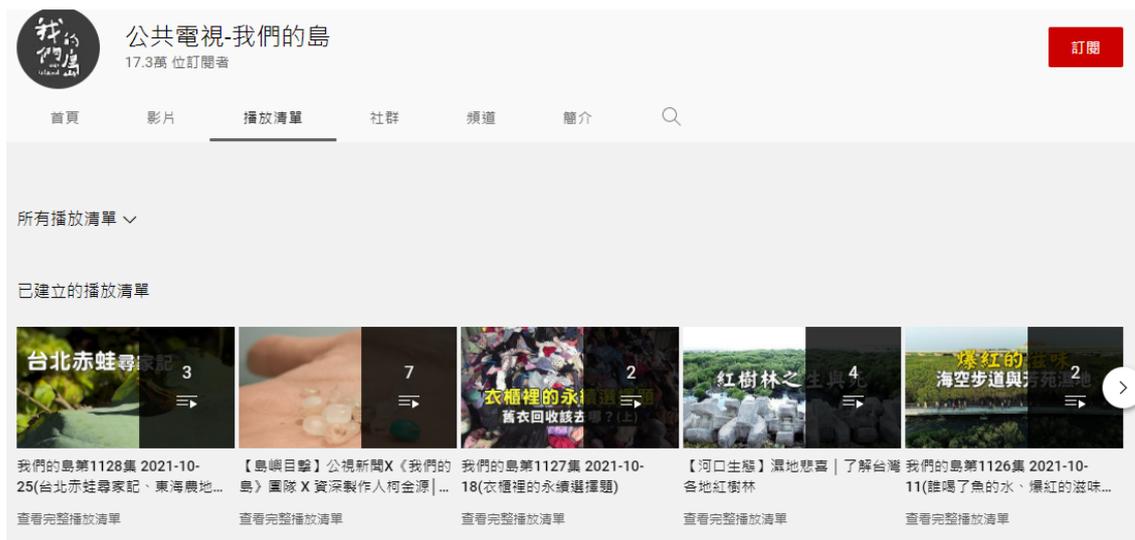


圖 3-15 公共電視-我們的島影音平台

5. 探索頻道：探索頻道由美國探索傳播公司於西元 1985 年創立。探索頻道主要播放科普、科技、歷史、考古和自然紀錄片。雖然探索頻道在全球主要國家和地區都可以使用，但探索頻道使用字幕和配音為每個地區設置了不同的版本。其中每年的世界地球日，探索頻道都會推出相關的環境教育影片，影片內容不限於臺灣地區，而是推及至全世界所面臨的環境議題，因此教師在引導學生認識世界地球日時可以這系列的影片來啟發孩子的環保意識。



圖 3-16 探索頻道影音平台網頁

6. 國家地理頻道：這個旗艦頻道播放由國家地理和其他公司製作的非小說類節目。與歷史和探索頻道一樣，國家地理頻道也播放關於自然、科學、文化和歷史的紀錄片，以及真人秀和偽科學娛樂節目。國家地理頻道在世界地球日時，也會

推出相關的環保影片，也會舉辦相關的活動，例如：世界地球日環保大使、世界地球日路跑等。



圖 3-17 國家地理頻道影音平台

7. 國家教育資料館：教育部有一個教育資料庫，裡面蒐集了很多教材，老師們可以針對自己有需求的主題進行搜尋後使用。



圖 3-18 國家教育館教學影音網頁平台

這些影音平台也都讓教師在選擇環境教育教材更多樣性，另外也比紙本教科書的內容來得加深、加廣、更加符合在地化，相信也是讓教師在選擇環境教育多媒體教材時更加彈性。以下表格將列舉多媒體教材的優點。

表 3-3 多媒體教材的優點

優點	解釋
可不受空間時間的限制	多媒體教材搭配著不同的設備，可讓學生隨時隨地就可觀看學習，不必侷限在教室裡或是上課時間才能進行學習。學習時間較為彈性，也不在因為距離的因素而阻隔了學習的機會，尤其是這一年來因為疫情的關係，學生必須採取遠距教學的方式學習，多媒體教材更適於遠距教學的模式。
可降低學習成本	多媒體教材搭配不同的呈現方式，例如：擴增實境，讓學習者不必侷限在教室裡，或是實際到達現場才能進行學習，可節省龐大的交通費、講義費以及交通所需花費的時間。
內容更加即時可靠	線上學習的資訊可以隨時更新及保存，讓資訊更加精準化，也可與國際接軌，及時傳達最新資訊給學生。
教材更多樣化	多媒體教材可使用文字、圖片、影音、動畫、紀錄片或擴增實境的方式呈現，讓教材的內容更加豐富多樣化，且可即時連結網路，提供所需要的補充教材，增加學生學習的深度。
適性教學	多媒體教材的提供可以讓教師根據學生的學習能力和程度來調整學生的學習進度，而學生於課後，也可以搭配設備針對自己較為不足或是有興趣的議題多加研究，讓教師和學生在學習上可以更加自主。
學習社群	教師也可透過學習社群，和其他地區的教師進行合作學習，於教學前可共同討論課程內容，互相解答疑惑，交流意見和分享不同的看法，如此教學見長，在教師的教學模式上和以前是大大的不同。

資料來源：尹玫君（1995）、陳景章（2003）、楊淑如（2002）、溫明正（2000）、蔡振昆（2001）、羅綸新（2002）研究，由本研究歸納整理。

### 3.1.3 多媒體教材的呈現方式

在多媒體教材中，呈現的方式非常多樣，在教學現場教師可以根據教室的設備和學習者的能力選擇在教學中易於被學習者所吸收的呈現方式，以下而教師在教室中的教學主體仍以教科書為主，而教科書是出版業者重要的出版品之一，因此為了讓教師可以使用自家的教科書，很多出版業者因應科技的進步推出了不同呈現方式，因此以下先針對多媒體教材的呈現方式作說明後，於 3.3 再介紹不同出版業者的不同多媒體教材。

1. 動畫是通過以特定頻率連續拍攝一系列多個靜態立體圖像並以一定速度播放。它是一種肉眼產生的視覺殘像，是一種作品及其電影技術的錯覺，誤解了圖片或物體（圖片）正在移動。
2. 紀錄片是一種記錄事實或的電影，一部紀錄片可能沒有主角，而是記錄實際的人事物或是發生的事實，大部分在紀錄片上呈現的影片會跟真實的情況是一致的。前幾年有幾部有名的環境紀錄片如：看見臺灣或是正負 2 度 C，裡面都是在記錄臺灣真實的環境狀況。
3. AI 機器人：機器人融入教學在教育中的特點是它不是教育的主體，而是一種支持。它充當助手、學生伴侶、環境或智能設備，發揮普通教材無法實現的智能作用。
4. 擴增實境：是一種將現實世界的物件與計算機生成的虛擬圖像或對象相結合的技術。AR 允許用戶使用 2D 或 3D 虛擬對象，與現實世界環境結合，可以藉由 AR 體驗與環境的互動。AR 可以產生一種逼真的體驗，不但能提升教學的效果，也有助於提升學生的學習專注力和學習動機。雖然 AR 科技已不算新穎，但其有相當高的發展潛力。而近年來虛擬技術開始融入教育現場中，較廣為人知的是應用虛擬實境的情境式學習，而將此技術與現實結合的擴增實境技術是屬於虛擬實境技術的一種延伸，比起完全由電腦生成的虛擬實境，是相對容易在一般學習環境中實施的技術。

### 3.2 環境教育現況

教育部電子報（2021）曾經發表一篇文章，裡面提到 110 年 6 月 5 日是世界環境日，也是我國「環境教育法」施行正式滿 10 週年，這一年來臺灣面臨 COVID-19 疫情的發生，生活變得不方便，我們應該趁此重新檢討人與生態環境相互依附的關係，針對全球化永續發展思維，我們應該想一想如何該透過教育系統重建環境教育的思維，以便因應氣候變遷而面臨到的危機，我們更應該建構一套完善的防災系統，使我們能有效應對接下來的各種環境挑戰和行動。

現階段我國教育已經進入十二年國民基本教育，而十二年國教的課綱中也納入了十九項重大議題，其中環境議題是從九年一貫課程一直延續到十二年國教都是被教育部所重視的重大議題之一，由此可見教育部希望全臺不同階段的教育都應該運用不同的教育方法將環境議題融入各領域課程，小至幼兒園，大至全國國民的基本素養，這樣才能培養出具備對環境友善及擁有永續發展思維的公民。在《十二年國教課程綱要總綱》中的「實施要點」也明白列出八大領域課程設計應適切融入十九項議題，而十九項議題中就有包含環境這項重要議題，因此現階段的學校與教師應該透過正式課程實施環境議題教育，以培養學生當遇到環境問題時所需要的批判思考以及解決問題的能力，進而全面提升學生對於環境議題的責任感與行動力，來達到實踐「永續發展」的核心價值。

何昕家、陳鳳涵（2018）在「探究十二年國教環境教育議題教科書與教師融入教學現狀」一文中就提到而現今的環境教育教材融入各領域狀況，以國語文、自然與生活科技、社會、綜合活動四領域為最多融入，而其餘領域則是較少融入。由此可知我國現今的環境教育仍是以不同環教議題分佈在不同科目為主，較難把環境教育當成一門科目去教導，但十二年國教除了將議題融入各領域以外，還著重於各校應該有自己的校本課程或是特色課程，因此在某些學校也開始發展有關於環境教育的特色課程，例如：新北市三峽區五寮國民小學因為國小位於北橫支線的中繼

點，在豪大雨或梅雨季節社區常有土石流災害，因此在 108 年的環境教育課程中便針對不同年級的學生發展出因應土石流災害的環境教育課程，除了在學校實施以外，更走入當地社區和社區結合發展出不同的體驗活動，讓學生可以從活動中認知到環境教育的重要性。另外彰化縣文德國小也配合學校的生態發展，讓教師自編教材，匯整成一本屬於學校的環境教育課本-蝶鷹犬的守護者，課本內容也是針對當地的環境的特色課程，教材內容是不同階段的學生能力而有不同的學習內容。像今年桃園市八德區的霄里國小更和黑松教育基金會合作環境教育特色課程，霄里國小因地理位置的關係，多年來努力推動埤塘課程，今年在學校更引入過濾系統，在校內種植對埤塘有益的水生植物，讓師生一起合作改變埤塘的生態環境。從以上例子可知，不管是什麼樣的教育政策，各級學校都正在努力推的環境教育，以培養具有環境素養的公民。

### 3.3 環境教育多媒體教材現況

綜合以上所述，我們可以知道從早期的紙本教科書到現在的十二年國教，針對環境教育的實施，除了教科書以外，近幾年更加入了輔助教科書的環境教育多媒體教材，因此此節將針對現階段環境教育多媒體教材做說明。

現在的環境教育內容非常豐富，各式各樣的議題都會在不同科目的教科書出現，而教師在教學現場使用的工具也非常多樣，從紙本教科書到影音，從習作到課後評量，從室內到戶外，因此為了提高不同教學工具的使用頻率，現今的出版業者早期曾經在教師手冊上標註數位教學資源連結，而近幾年由於科技的發達，環境教育的主軸也從紙本教材到實際體驗，有鑑於此各家出版業者更進一步配合學校設備狀況，將教學資源的內容轉換為教學資源 VCD 和 DVD 等不同格式，進而到網路式的電子書，甚至使用行動載具便可讓學生在教室裡觀看到立體，有親臨現場或實際體驗的教材也如慢慢的出現了。以下就環境教育多媒體教材做詳細介紹。



圖 3-19 出版商提供的 DVD 輔助教材

而接下來就有電子書，電子書就是將紙本教科書投影到數位黑板上，搭配影音平台，給學生更深刻的環境教育內容。



圖 3-20 電子書呈現的頁面

近幾年為了環保，各版本的廠商皆建立多種線上資源平台，滿足各式教學需求。例如：南一 onebox，【康軒雲】，以及翰林行動大師，讓教師有源源不絕的教學媒材，隨時點，隨時用！且各版本皆有全新線上媒體盒，讓教師快速下載備課資源，即時又環保！



圖 3-21 南一 onebox 使用頁面



圖 3-22 翰林行動大師



圖 3-23 康軒線上媒體盒

某些教科書廠商甚至推出了 AR，將學習資訊與題目建立在環景影像中，讓學生及教師不出教室也能透過 AR 環景影像，學生也彷彿身歷其境！例如：康軒出版商近來配合社會或自然科目推出擴增實境教科書，相信更可以引起學生的學習興趣，也能讓教師在上課時更加方便。

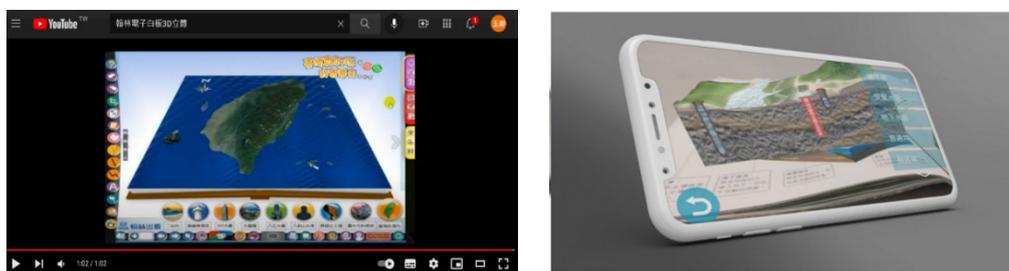


圖 3-24 康軒 3D 立體教材



圖 3-25 康軒擴增實境教材

從這可知，教材的種種變化都是適應教學現場需求，以求建構更完整的教學支援體系，來有效提升教學成效。長久以來，多媒體教材的使用，較著重於虛擬的「聽與看」互動方式，若要與實際情境相結合，仍有一段距離。於是近幾年來，出版業者推陳出新，把多媒體教材和最新的擴增實境技術作結合，有些可以從手機上秀出 3D 立體圖，有些更和虛擬實境做結合，讓學生戴上 VR 眼鏡就可以身歷其境，例如：國立暨南國際大學團隊在幾年前曾經以南投縣陳有蘭溪沿岸地景為背景，研發出適合國中、小學生使用的土石流防災教材，並結合 VR 科技，讓使用的小朋友可以實際體驗到土石流現場感，進而引起孩子對於水土保持議題的重視！



圖 3-26 學生戴上 VR 眼鏡上課，體驗土石流的現場環境



圖 3-27 土石流的防災教材  
資料來源：記者佟振國／南投報導

### 3.4 小結

在教學現場中，教師所仰賴的教材主要是出版商所出版的教科書，而教科書也是各大出版商極為重要的出版品，因此出版商對於教科書所搭配的輔助教材一直不斷的推陳出新，為的就是要讓教師在使用上更加方便。在 3.1 小節所提到的紙本教科書，雖然是教師在教學現場的主要媒介，但其比較偏是書本獨白，無法與外在資訊作連結，且需要實體空間，尤其是環境教育遍布在各個領域中，因此需要的教科書本數較多。而電子教科書或是搭配的多媒體教材則相對紙本而言叫環保、經濟，符合環教的初衷，且不受空間時間的限制，降低學習成本，可以利用新的科技，讓學生不需到達現場就可實地體驗，且教材多樣化，可配合教科書的內容給學生更深更廣的教學經驗，因此更符合現在所需要的教學模式。

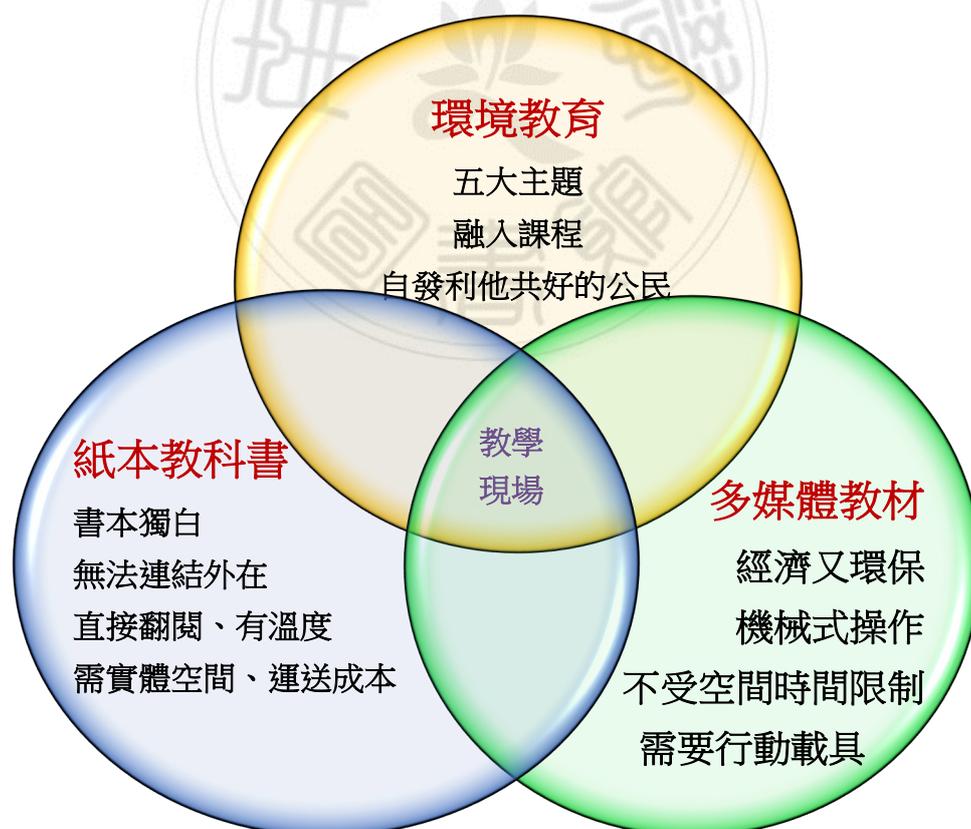


圖 3-28 環境教育和教材之交集

## 第四章 研究設計與分析

本章共分為四節，第一節說明 AHP 專家問卷的內涵，第二節則是分析各評估構面的一致性檢定，第三節的內容是 AHP 分析的結果分析，第四節則是進行分群分析與討論，第五節則提出管理意涵。

### 4.1 問卷設計與樣本描述

所謂的層級架構分析就是在面對複雜的決策問題時，經由專家訪談、腦力激盪、研究者的經驗、觀察、田野調查以及文獻回顧等不同的方式，建構出評估該研究體系的層級架構圖，也就是說層級架構分析法的架構是由上而下分為兩層，並建構出上層的「決策構面」與下層的「決策準則」進而形成一種層級化的結構。

有關評估一個環境教育教材的方式很多，本研究針對國小教師評選環境教育多媒體教材因素的構面做探討。根據相關文獻、現場教學經驗、學校同事討論以及學者黃昱凱等人的看法整理出影響國小教師評選環境多媒體教材決策因素評估構面與準則，如圖 4.1 與表 4.1 所示。根據圖 4.1 可以知道本文所建構的三個構面分別「內容構面」、「實用構面」、「呈現方式構面」等三個構面，分別簡單說明如下：

本研究依據文獻分析結果，初步彙整出國小教師選擇環境教育多媒體教材評選因素，共有三個層級構面與十二項評估準則，分別說明如下。

1. 「教材內容」構面：包含重要事實，概念，選材要多元並符合時代潮流與社會發展。

(1) 符合生活經驗：課程教材內容能貼近學生的在地文化，從學生的在地環境中設計，以符合學生的生活經驗。

(2) 題材多元豐富：課程內容多元化，符合環境教育議題的不同面向。

(3) 內容趣味生動：教材內容活潑有趣，能引起學生的學習興趣。

(4) 內容符合年級程度：針對不同的低中高年級，教材內容可以符合學生的年級程度，並能銜接年級之間的差異。

2. 「教材實用」構面：包含教材容易使用，可以讓教師取得容易以及在教學上有搭配的輔助教材，也能和環境教育的教科書內容切合。

(1) 教材取得容易：能夠容易得到所需要的教材，而不需經過繁瑣的步驟，例如：註冊帳號、申請會員…等。

(2) 主題分類清楚：教材的設計能夠根據環境教育議題、配合年級…等作不同的分類選項，讓教師易於找到他所需要的教材。

(3) 有配合教材：環境教育教材有搭配影片、學習單…等輔助教材，教師可於課餘時間讓學生使用，可檢閱學生的學習效果。

(4) 是否配合課程內容：因為環境教育的議題分佈在不同領域的科目中，每個科目所提到的環境議題都不同，因此如果環境教育多媒體教材有切合課程內容，教師在使用上會較為方便。

3. 「教材呈現方式」構面：教學內容結合文字、聲音、音樂、圖片、影像、動畫等多媒體能力，讓教學設計者獲得許多呈現教學內容的利器。

(1) 動畫：教材內容以動畫呈現，例如宮崎駿的魔法公主…等動畫長片。大部分的學生初次接觸多媒體時皆以動畫為主，動畫對學生而言是較淺顯易懂的呈現方式。

(2) 紀錄片：教材內容以紀錄片呈現，例如正負 2 度 C、看見臺灣…等紀錄片，紀錄片中真實的呈現環境所面臨到的困境或實際發生的事情。真實的紀錄片能引起學生的對環境保育的關注。

(3) AI 機器人：教材內容以 AI 機器人述說故事內容或播放故事內容呈現。機器人融入教學在教育現場中較多的意義存在為互動層面上，學生面對的不再是冷冰冰的硬體設備，而是可和學生做情感連結的機器人。

(4) 擴增實境：教材內容以 3D 或擴增實境呈現，甚至可以讓學生戴上 VR 體驗環境現，讓學生不必走出教室也能有身歷其境的感覺。

表 4-1 評估項目建構表

主要構面	評估準則	參考依據
A 教材內容構面	A1 符合生活經驗	任家蕙(2014)
	A2 題材多元豐富	蔣昌杰(2016)
	A3 內容趣味生動	葉惠美 (2019)
	A4 內容符合年級程度	張秣蓁(2020) 與專家教師討論
B 教材實用構面	B1 教材取得容易	葉惠美 (2019)
	B2 主題分類清楚	方淑貞 (2013)
	B3 有配合教材	陳秀惠 (2013)
	B4 是否配合課程內容	張秣蓁(2020) 與專家教師討論
C 教材呈現方式構面	C1 動畫	許婉禎 (2012)
	C2 紀錄片	曹鴻誌 (2019)
	C3 AI 機器人	陳冠銘 (2015)
	C4 擴增實境	黃瑜萍 (2015)
		陳詩涵 (2019)
		米芳純 (2013)
		朱元楷、梁至中
		蔡孟蓉 (2020)
		簡嘉莉 (2020)
		宋美慧 (2020)

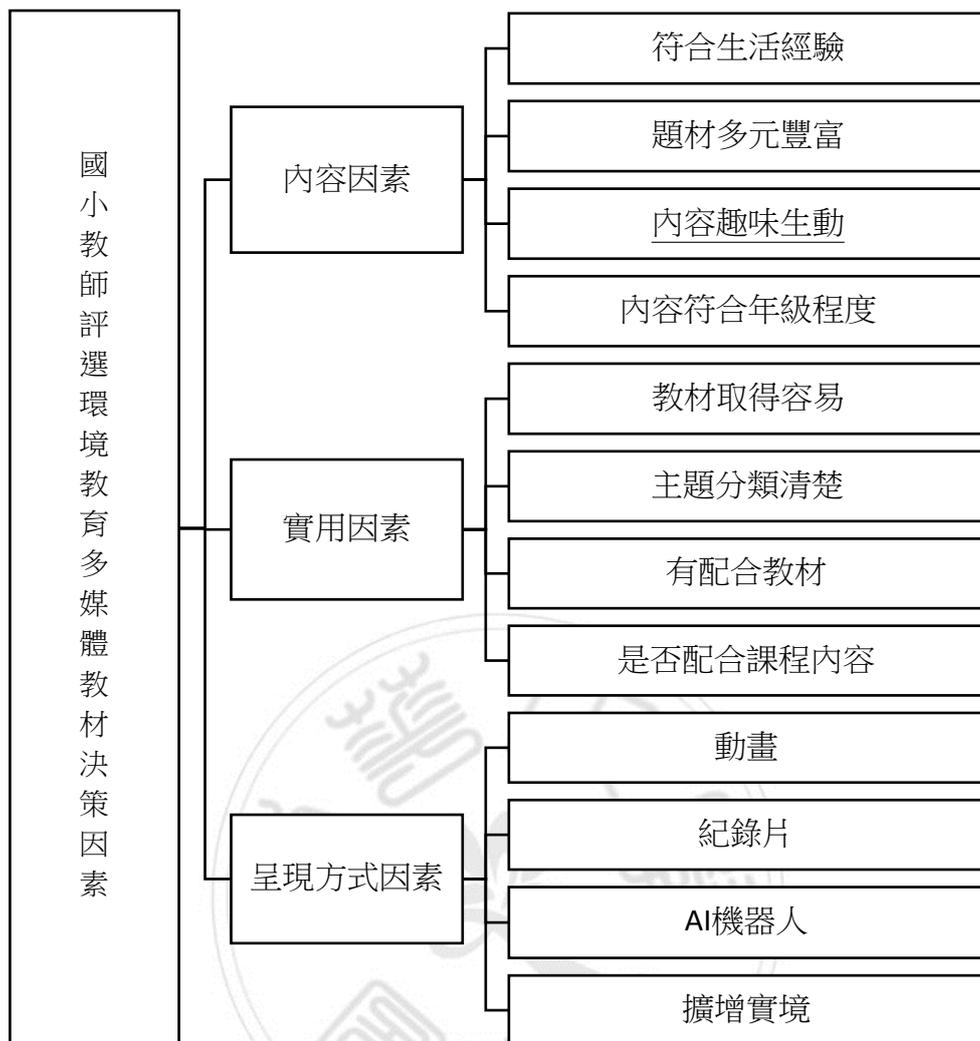


圖 4-1 層級架構分析圖

底下分別根據表 4.1 與圖 4.1 來說明本研究所發展的 AHP 評估模型中，各構面以及評估準則的內涵，首先說明「內容構面」，有關內容構面與準則的內涵設計是參考任家葳(2014)、蔣昌杰(2016)、葉惠美(2019)、張秝蓁(2020)以及和專家教師討論後等文獻後彙整而來。早期在教學現場中，教師為主導者，主要的教學媒介以統編版的教科書為主，這時的教師只講述教科書的內容，到了開放為審定版教科書後，教師可以選擇適合學生的教科書，教科書內容也趨向活潑多樣化，因此不管是以前或現在，都可以看出教材內容構面是教師在教學現場非常重要的教學媒介，而教科書為出版社中重要的出版品，因此在內容構面方面，本文參考上述文獻後，提出底下四個評估準則，分別是：

- ✓ (A1) 符合生活經驗→課程教材內容能貼近學生的在地文化，從學生的在地文化中設計，以符合學生的生活經驗。
- ✓ (A2) 題材多元豐富→課程內容多元化，符合環境教育議題的不同面向。
- ✓ (A3) 內容趣味生動：→教材內容活潑有趣，能引起學生的學習興趣。
- ✓ (A4) 內容符合年級程度→，針對不同的低中高年級，教材內容可以符合學生的年級程度，並能銜接年級之間的差異。

其次是有關「實用構面」，與易用性構面有關的準則的內涵設計是參考葉惠美（2019）、方淑貞（2013）、陳秀惠（2013）、張秝蓁(2020)與專家教師討論等文獻後彙整而來。本研究針對實用性構面的評估準則發展出下面的三項，分別是：

- ✓ (B1) 教材取得容易→能夠容易得到所需要的教材，而不需經過繁瑣的步驟，例如：註冊帳號、申請會員…
- ✓ (B2) 主題分類清楚→教材的設計能夠根據環境教育議題、配合年級…等作不同的分類選項，讓教師易於找到他所需要的教材
- ✓ (B3) 有配合教材→環境教育教材有搭配的影片、學習單…等輔助教材，教師可於課餘時間讓學生使用，可檢閱學生的學習效果
- ✓ (B4)因為環境教育的議題分佈在不同領域的科目中，每個科目所提到的環境議題都不同，因此如果環境教育多媒體教材有切合課程內容，教師在使用上會較為方便是否配合課程內容。

最後本文說明最後一項構面「教材呈現方式構面」的內涵，有關教材呈現方式構面的相關準則內涵則是參考許婉禎（2012）、曹鴻誌（2019）、陳冠銘（2015）、黃瑜萍（2015）、陳詩涵（2019）、米芳純（2013）朱元楷、梁至中

(2020)、蔡孟蓉(2020)、簡嘉莉(2020)、宋美慧(2020)等文獻後彙整而來。

有關呈現方式構面的三項評估準則分別是：

- ✓ (C1) 動畫→教材內容以動畫呈現，例如宮崎駿的魔法公主…等動畫長片。大部分的學生初次接觸多媒體時皆以動畫為主，動畫對學生而言是較淺顯易懂的呈現方式
- ✓ (C2) 紀錄片→教材內容以紀錄片呈現，例如正負 2 度 C、看見臺灣…等紀錄片，紀錄片中真實的呈現環境所面臨到的困境或實際發生的事情。真實的紀錄片能引起學生的對環境保育的關注
- ✓ (C3) AI 機器人→教材內容以 AI 機器人述說故事內容或播放故事內容呈現。機器人融入教學在教育現場中較多的意義存在為互動層面上，學生面對的不再是冷冰冰的硬體設備，而是可和學生做情感連結的機器人，
- ✓ (C4) 擴增實境→教材內容以 3D 或擴增實境呈現，甚至可以讓學生戴上 VR 體驗環境現，讓學生不必走出教室也能有身歷其境的感覺。

根據 Satty 的建議，AHP 問卷中有關準則評估是以兩兩層對比較而來的，若研究人員建構出四個評估構面，比如這四個構面是 A、B、C 與 D，則需進行六次的兩兩成對比較，分別是「A 對 B」、「A 對 C」、「A 對 D」、「B 對 C」、「B 對 D」與「C 對 D」，根據這六次的比較所得的數據進行下一步驟的計算。表 4.2 說明本文在專家問卷設計中，有關 AHP 問卷中有關準則評估的填寫範例，為了協助專家在進行兩兩成對比較時，盡量避免受訪專家因為過多的構面評估，出現沒有一致的現象(比如 A 大於 B，B 大於 C，那麼 A 應該大於 C，而非 C 大於 A)，因此學者黃昱凱 (2015)建議不要超過五個構面。此外，黃昱凱也建議在 AHP 專家問卷設計中先請專家進行兩兩成對比較前，會先請專家填寫如下面的表單，讓後續的填寫得以更有效率的方式進行。

“請先針對 A、B、C 與 D 的重要度填上您的意見：\_\_\_ > \_\_\_ > \_\_\_ > \_\_\_ ”

表 4-2 AHP 問卷中有關準則評估的填寫範例

準則 A	準則 A 較重要 ← 一樣重要 → 準則 B								準則 B	
	較重要									
	9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	
(A)內容構面		※								(B)實用構面

本文選擇低年級、中年級、高年級以等三個不同階段教師專家進行資料收集，

表 4.3 說明本研究受訪專家的基本資料。

表 4-3 受訪專家一覽表

編號	性別	年齡	學歷	職稱	任教年段	任教年資
1	女	51 歲以上	大學	正式教師	低年級	21 年以上
2	女	31-40 歲	研究所	正式教師	低年級	11-20 年
3	女	41-50 歲	研究所	代理教師	低年級	11-20 年
4	女	41-50 歲	研究所	正式教師	低年級	21 年以上
5	女	31-40 歲	研究所	代理教師	低年級	10 年以下
6	女	31-40 歲	大學	代理教師	低年級	11-20 年
7	女	31-40 歲	研究所	代理教師	中年級	10 年以下
8	男	31-40 歲	研究所	代理教師	中年級	10 年以下
9	女	41-50 歲	研究所	正式教師	中年級	11-20 年
10	女	51 歲以上	研究所	正式教師	中年級	21 年以上
11	女	31-40 歲	研究所	正式教師	中年級	11-20 年
12	女	31-40 歲	大學	代理教師	中年級	10 年以下
13	女	31-40 歲	大學	正式教師	中年級	10 年以下
14	女	41-50 歲	研究所	正式教師	中年級	21 年以上
15	女	41-50 歲	研究所	正式教師	高年級	21 年以上

16	女	41-50 歲	研究所	正式教師	高年級	11-20 年
17	女	31-40 歲	研究所	正式教師	高年級	11-20 年
18	女	51 歲以上	大學	科任教師	高年級	11-20 年
19	男	41-50 歲	研究所	正式教師	高年級	11-20 年
20	男	31-40 歲	研究所	正式教師	高年級	11-20 年
21	男	31-40 歲	研究所	代理教師	高年級	10 年以下
22	男	31-40 歲	研究所	正式教師	高年級	11-20 年
23	男	31-40 歲	研究所	正式教師	高年級	11-20 年

## 4.2 一致性檢定

在 AHP 的資料分析與計算過程中，是先針對每個準則屬性進行操作型的定義說明，然後再設計專家問卷進行專家意見的收集，而這些意見將會以兩兩相比的方式，在 1-9 尺度下讓決策者或各領域的專家填寫其看法，最後根據問卷調查所得到的資訊內容，進一步建立該構面群的兩兩比較分析之成對比較矩陣  $A$ 。接下來就是針對所得到的比較矩陣  $A$  進行特徵向量及特徵值的計算，來求取各層級要素間相對權重，最後將所計算得到的成對比較矩陣  $A$  利用特徵向量的理論基礎來計算出特徵向量與特徵值，最後求得各評估構面或準則間的相對權重。相關的公式計算可以參考吳寶春（2019）在應用層級架構分析技術評估臺灣圖書經銷商的經營效率的研究。

## 4.3 評估指標權重分析

### 4.3.1 評估構面權重分析

在資料收集方面，本研究將專家分為三群，分別是低年級老師、中年級老師以及高年級老師，每群並選定有相關領域有實際教學經驗的專家擔任受訪對象。資料收集後首先進行 AHP 評估構面的計算。根據表 4.1 的說明可以知道，本文所建構的評估構面包含「內容構面」、「實用構面」、「呈現方式構面」等三項，評估構面的

架構圖如圖 4.2 所示，根據 4.2 節所描述的公式(1)可以計算出這四項的兩兩成對評估矩陣的結果，如下矩陣所示：

$$A = \begin{bmatrix} 1.0000 & 1.3123 & 2.0869 \\ 0.7620 & 1.0000 & 1.8551 \\ 0.4791 & 0.5390 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

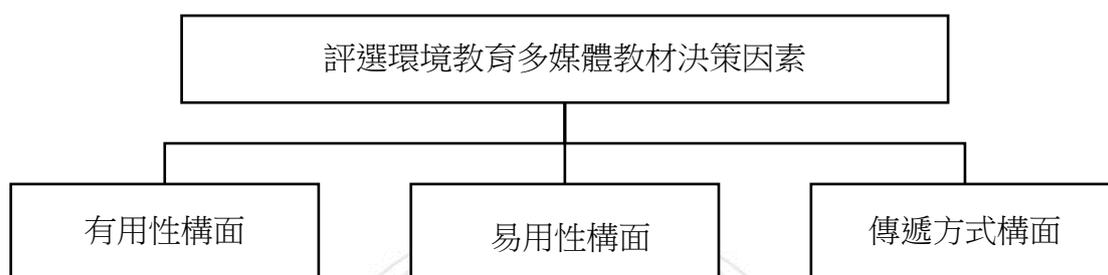


圖 4-2 AHP 評估構面

進一步根據 4.2 節所描述的公式(10)~公式(12)可以得到一致性指標 (Consistence Index, C.I.)與一致性比例(Consistence Ratio, C.R.)的數值，藉由這兩個指標可以評估我們所收集的專家問卷是否合乎一致性的檢定。根據所收集的資料計算的結果， $\lambda_{\max}=3.003$ ，進而得到 C.I.=0.001 與 C.R.=0.002，這些指標都符合 Saaty 所建議小於 0.1 之條件，因此可以確定本文所收集之專家問卷的數量資料均符合一致性檢定的標準，而表 4.5 則說明本文 AHP 各構面權重分析結果。由表 4.5 可以發現，有用性構面是影響教師選擇環境教育多媒體教材最重要的構面，其權重值為 0.443，其次分別是易用性構面(0.355)，最後是傳遞方式構面(0.202)，這三項構面的權重值相加會等於 1。

表 4-4 AHP 各構面權重分析結果

構面	有用性構面	易用性構面	傳遞方式構面
相對權重	0.443	0.355	0.202
排序	1	2	3

### 4.3.2 內容構面各評估準則權重分析

底下來本文分別針對各構面的不同評估準則進行權重討論與計算，首先分析「內容構面」的部分，根據表 4.1 的說明可以知道，本文所建構有關「內容構面」的評估準則包含「符合生活經驗」、「題材多元豐富」、「內容趣味生動」以及「內容符合年級程度」等四項評估準則，根據 4.2 節所描述的公式(1)可以計算出這三項評估準則的兩兩成對評估矩陣，如底下矩陣所示：

$$A = \begin{bmatrix} 1.000 & 2.025 & 0.988 & 1.367 \\ 0.494 & 1.000 & 0.432 & 0.929 \\ 1.011 & 2.314 & 1.000 & 1.945 \\ 0.732 & 1.076 & 0.514 & 1.000 \end{bmatrix}$$

進一步根據 4.2 節所描述的公式(10)~公式(12)可以得到一致性指標 (Consistence Index, C.I.)與一致性比例(Consistence Ratio, C.R.)的數值，藉由這兩個指標可以評估我們所收集的專家問卷是否合乎一致性的檢定。根據所收集的資料計算的結果， $\lambda_{\max}=4.0005$ ，進而得到 C.I.=0.005 與 C.R.=0.006，這些指標都符合 Saaty 所建議小於 0.1 之條件，因此可以確定本文所收集之專家問卷的數量資料，在內容構面上符合一致性檢定的標準，而表 4.6 則說明本文 AHP 各構面權重分析結果。由表 4.6 可以發現，在內容構面方面，「內容趣味生動」是最重要的評估準則，其權重值為 0.346，其次分別是「符合生活經驗」(0.306)以及「符合年級程度」(0.190)，最後才是「題材多元豐富」(0.158)，這四項評估準則的權重值相加會等於 1。

表 4-5 內容構面各評估準則權重分析結果

構面	符合生活經驗	題材多元豐富	內容趣味生動	符合年級程度
相對權重	0.306	0.158	0.346	0.190
排序	2	4	1	3

為了方便讀者理解各評估準則內涵並協助讀者閱讀，茲將這四項評估準則的

內涵根據權重值的大小依序條列並說明如下：

- ✓ 第一重要：(A3) 內容趣味生動→現今的學生日常生活中充斥著影音媒體，所以教師認為環境教育的內容有趣味且生動較能提高孩子的學習興趣。
- ✓ 第二重要：(A2) 符合生活經驗→當教材內容能夠符合學生生活經驗，更仍提高學生的熟悉度與長期記憶、運用生活中的例子作為教材，使學習內容與現實生活融合為一體。
- ✓ 第三重要：(A4)符合年級程度→因學生的先備知識不同，認知能力也相對不同，而環境教育的範圍相當廣泛，所以同一套教材並不能適用於不同年級的學生，因此教師認為教材內容符合年級程度也有相當比例。
- ✓ 第四重要：(A2) 題材多元豐富→在教授課程時，大部分的教師皆認為教授時間相當不足，因此題材過於多元豐富更會造成教師有太多內容想教卻因時間不足未能確實完成課程，相當可惜!

#### 4.3.3 教材實用構面各評估準則權重分析

接下來本文針對實用構面的不同評估準則進行權重計算與討論，本節分析「實用構面」的部分，根據表 4.1 的說明可以知道，本文所建構有關「實用構面」的評估構面包含「教材取得容易」、「主題分類清楚」、「是否配合課程內容」以及「有配合教材」等四項評估準則，根據 4.2 節所描述的公式(1)可以計算出這三項評估準則的兩兩成對評估矩陣，如底下矩陣所示：

$$A = \begin{bmatrix} 1.0000 & 1.6610 & 0.4934 & 0.8440 \\ 0.6020 & 1.0000 & 0.4182 & 0.6527 \\ 2.0264 & 2.3911 & 1.0000 & 2.6420 \\ 1.1847 & 1.5319 & 0.3784 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

進一步根據 4.2 節所描述的公式(10)~公式(12)可以得到一致性指標(Consistence Index, C.I.)與一致性比例(Consistence Ratio, C.R.)的數值，藉由這兩個指標可以評估我們所收集的專家問卷是否合乎一致性的檢定。根據所收集的資料計算的結果，

$\lambda_{\max}=4.041$ ，進而得到 C.I.=0.014 與 C.R.=0.015，這些指標都符合 Saaty 所建議小

於 0.1 之條件，因此可以確定本文所收集之專家問卷的數量資料，在易用構面上符合一致性檢定的標準，而表 4.6 則說明本文 AHP 各構面權重分析結果。

表 4-6 教材實用流構面各評估準則權重分析結果

構面	教材取得容易	主題分類清楚	有配合教材	配合課程內容
相對權重	0.210	0.146	0.434	0.210
排序	2	4	1	2

由表 4.6 可以發現，在教材實用構面方面，「有配合教材」是最重要的評估準則，其權重值為 0.434，其次分別是「教材取得容易」(0.210)、「配合課程內容」(0.210)，最後為「主題分類清楚」(0.146)，這四項評估準則的權重值相加會等於 1。為方便讀者理解各評估準則內涵並協助讀者閱讀，茲將這四項評估準則的內涵根據權重值的大小依序條列並說明如下：

- ✓ 第一重要：(B3)有配合教材→在教學現場，除了老師直接教學以外，最能檢驗學生是否有學習效果就是需要搭配教材來讓學生作答，因此在課餘時間老師常常要花時間來備課或是做輔助教材，如果多媒體教材能夠設計相關教材直接讓老師使用或稍作修改輔助，相信對很多老師而言是一大吸引力，因此絕大部分老師都會希望多媒體教材有輔助教材可以直接使用。
- ✓ 第二重要：(B1)教材取得容易→就如同上面所述，老師在課餘時間需要備課或製作相關輔助教材，那麼在找尋環境教育課程的教材時，如果需要登入會員或執行相關認證才能使用的話，對於某些老師而言是較不方便且花費時間，因此有部分老師認為教材取得容易也於教學而言也是相當重要。
- ✓ 第三重要：(B4)配合課程內容→環境教育議題的相當多元化，小到從日常生活中環境的保護、地球資源的謹慎使用，大到整個地球的生態變化...等都屬於環境教育的議題，所以當多媒體教材如果能夠配合教科書的課程內容對老師而言是更能直接將環境教育多媒體教材融入教學中，因此在部分老師的認知裡，這個構面也是相當重要。

- ✓ 第四重要：(B2)主題分類清楚→這個構面比較偏向使用者的使用方式，如果一個環境教育多媒體教材的網站能夠讓使用者清楚地找到他所需要的教材時，相信對所以在教育現場的教師而言會更願意針對環境教育的議題做深入的教學。

#### 4.3.4 呈現方式構面各評估準則權重分析

接下來針對呈現方式構面的不同評估準則進行權重計算與討論，本節分析「呈現方式構面」的部分，根據表 4.1 的說明可以知道，本文所建構有關「呈現方式構面」的評估構面包含「動畫」、「紀錄片」、「AI 機器人」以及「擴增實境」等四項評估準則，根據 4.2 節所描述的公式(1)可以計算出這四項評估準則的兩兩成對評估矩陣，如底下矩陣所示：

$$A = \begin{bmatrix} 1.0000 & 3.9265 & 4.6070 & 2.4336 \\ 0.2546 & 1.0000 & 0.9854 & 0.9744 \\ 0.2170 & 1.0262 & 1.0965 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

根據可以得到一致性指標(Consistence Index, C.I.)與一致性比例(Consistence Ratio, C.R.)的數值，藉由這兩個指標可以評估我們所收集的專家問卷是否合乎一致性的檢定。根據所收集的資料計算的結果， $\lambda_{\max}=4.034$ ，進而得到 C.I.=0.011 與 C.R.=0.013，這些指標都符合 Saaty 所建議小於 0.1 之條件，因此可確定本文所收集之專家問卷的數量資料，在商流構面符合一致性檢定的標準，而表 4.7 則說明本文 AHP 各構面權重分析結果。

表 4-7 實用構面各評估準則分群分析

構面	動畫	紀錄片	AI 機器人	擴增實境
相對權重	0.538	0.148	0.140	0.174
排序	1	3	4	2

由表 4.7 可以發現，在呈現方式構面方面，「動畫」是最重要的評估準則，其權重值為 0.538，其次分別是「擴增實境」(0.174)「紀錄片」(0.148)以及「AI 機器人」(0.140)，這四項評估準則的權重值相加會等於 1。為方便讀者理解各評估準則

內涵並協助讀者閱讀，茲將這三項評估準則的內涵根據權重值的大小依序條列並說明如下：

- ✓ 第一重要：(C1)動畫→從文獻裡面可以看出環境教育的觀念從小紮根，對於概念的形成或實踐於生活中的行為是有較大的學習效果。針對低年級的學生而言，動畫是一個非常入門且對教材內容好吸收的一種呈現方式。而在教育現場的教師而言，環境教育多媒體教材如果以動畫呈現，會比較簡潔易懂，較不沉悶，對很多教師而言這是一個相當親民的教材呈現方式。
- ✓ 第二重要：(C4)擴增實境→科技日新月異，老師也是一直不斷的求新求變，希望能給學生最好的課程內或或教學方式，因此坊間的教科書廠商也會跟著最新科技而推出相對的多媒體教材，希望能吸引教師在評選教科書版本時能夠選擇自己。因此有部分出版社推出擴增實境的多媒體教材，部分老師使用後發現學生對於這類的多媒體教材有濃厚的學習興趣，教學效果也相當不錯，因此未來應該有越來越多教師希望課程中能夠使用此類的多媒體教材。而我們所教授的環境教育，如果能夠讓學生透過擴增實境體驗環境教育的重要性，相信對學生在環境教育概念的行程會更加直接，例如研究者就曾經在教育現場的環境教育宣導時讓學生可以利用擴增實境實際體驗土石流的可怕，使用過後的學生都覺得印象深刻，因此從這個教學經驗中就可以得知將擴增實境這個多媒體教材的呈現方式融入教學是相當可行且有學習效果的。
- ✓ 第三重要：(C2)紀錄片→其實多年以前的一部紀錄片-正負 2 度 C 曾經引起國人高度的關切，在那之後有越來越多有關環境教育紀錄片如雨後春筍般一直出現。為什麼紀錄片會引起國人的高度討論呢?因為這是真實記錄的日常生活，當人們看到真實的畫面時，很容易會將情境帶入到自己的日常生活中，絕大部分的學生都會非常震撼，因此當教師在討論較深入的環境教育議題時，有部分的老師會藉由紀錄片的呈現方式來讓學生加深學習引象，

藉由真實且震撼的畫面讓學生對於環境教育的議題能夠更貼近生活，因此紀錄片也是一個相當好的呈現方式。

- ✓ 第四重要：(C3)AI 機器人→人工智慧發展日新月異，在文獻裡也曾經有學者提到多媒體教材如果以 AI 機器人呈現時，會有較佳的教學效果。但實際的教育現場，AI 機器人並不是那麼的普及，有時候可能全校才有一台 AI 機器人，或是某些學校並沒有 AI 機器人，因此大部分的教師都認為雖然 AI 機器人輔助教學有其學習效果存在，但並不是那麼主要的呈現方式。

#### 4.4 整體構面評估準則權重分析

前述各節分別針對構面以及各構面的評估準則進行分析，本節則以整體評估準則共 12 個準則進行分析，分析方式是將每個準則的權重乘上該準則所屬構面的權重後，可以得到整體 12 項評估準則的權重值，分析與排序的結果詳如表 4.8 以及圖 4.3 所示。

表 4-8 整體評估準則權重分析

構面	評估準則	權重	排序	整體權重	整體排序
內容構面 (0.4429)	(A1) 符合生活經驗	0.306	2	0.13535	3
	(A2) 題材多元豐富	0.158	4	0.07008	8
	(A3) 內容趣味生動	0.346	1	0.15336	2
	(A4) 內容符合年級程度	0.190	3	0.08412	5
實用構面 (0.3554)	(B1) 教材取得容易	0.210	2	0.07461	6
	(B2) 主題分類清楚	0.146	4	0.05211	9
	(B3) 有配合教材	0.434	1	0.15414	1
	(B4) 是否配合課程內容	0.210	2	0.07451	7
呈現方式 構面	(C1) 動畫	0.538	1	0.10850	4
	(C2) 紀錄片	0.148	3	0.02976	11

(0.2017)	(C3) AI 機器人	0.140	4	0.02836	12
	(C4) VR 體驗	0.174	2	0.03511	10

圖 4.3 是十二項評估準則的雷達圖，底下進一步以「(B3) 有配合教材」為例，該評估準則是屬於「實用」構面，而實用構面的權重值是 0.3554，「(B3) 操作方便有配合教材」在實用構面下的準則權重值為 0.4337，在實用構面下排名第一重要的準則，而其整體權重值是，其計算方式是將  $0.3554 \times 0.4337$  而得，因此可以得到「(B3) 有配合教材」的評估準則是考慮整體 12 項評估準則後得到排名第 1 名的結果。

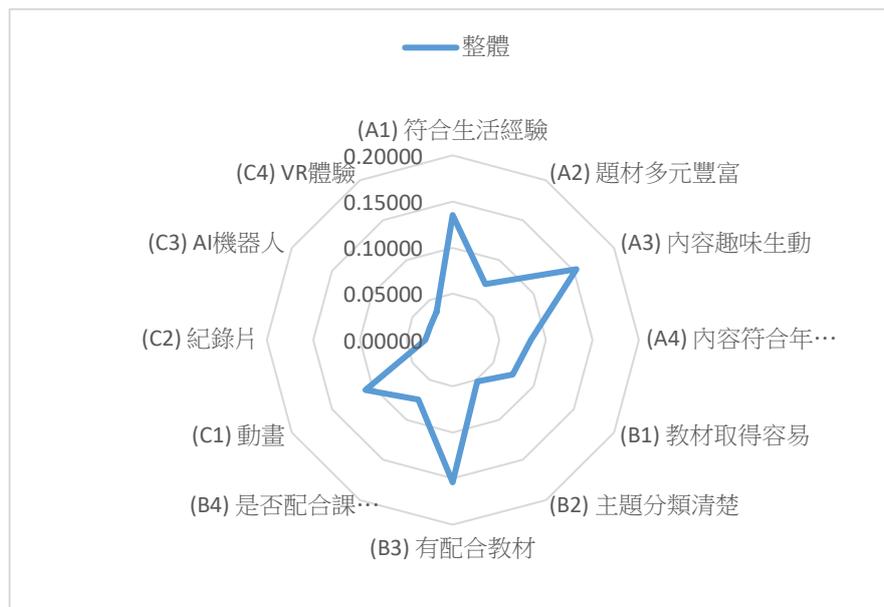


圖 4-3 十二項評估準則的雷達圖

若根據 80/20 法則來進一步計算這十二項評估準則，經由表 4.8 與圖 4.4 可以發現底下 8 個準則的權重相加已經超過 80%，其中，內容構面的「符合生活經驗」、「內容趣味生動」、「內容符合年級程度」這三項構面都屬於 80/20 法則中被登錄到較為重要的準則，顯示內容構面是國小教師在評選環境教育多媒體教材的評估準則中最為重要的項目，底下列出其他 8 個評估準則依序如下：

- ✓ (B3)有配合教材
- ✓ (A3)內容趣味生動
- ✓ (A1)符合生活經驗

- ✓ (C1) 動畫
- ✓ (A4) 內容符合年級程度
- ✓ (B1) 教材取得容易
- ✓ (B4) 是否配合課程內容
- ✓ (A2) 題材多元豐富

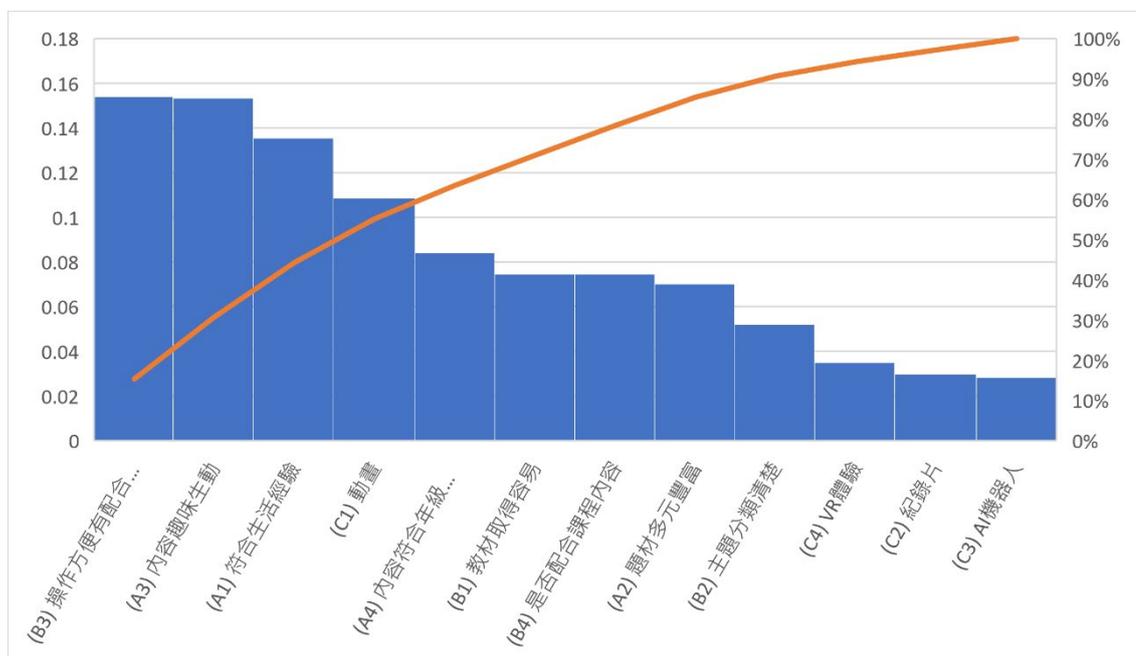


圖 4-4 AHP 整體評估準則權重長條圖

## 4.5 分群分析

### 4.5.1 評估構面分群分析

本節的分析是根據專家的不同領域進行分群，根據不同領域的專家分別進行 AHP 各構面的權重計算，並依據分析的結果比較不同領域專家對於構面權重看法的異同。本文共有 23 位專家，分別來自教授一、二年級的 6 位低年級教師、教授三、四年級的 8 位中年級教師以及教授五、六年級的 9 位高年級教師等。

表 4.9 與圖 4.5 說明本研究所建構之 AHP 評估構面的分群分析結果，由表 4.9 可以知道不同年級的教師有不同的看法，低中年級的教師都認為內容構面是第一重要的構面、而高年級教師則認為實用構面才是第一重要的構面，值得一提的是，低中高年級的教師都認為就環境教育多媒體教材而言，最後評選的因素是呈現方

式構面。底下列出不同領域的專家對於第一順位～第三順位的排序：

- ✓ 低年級教師：內容→實用→呈現方式
- ✓ 中年級教師：內容→實用→呈現方式
- ✓ 高年級教師：實用→內容→呈現方式

表 4-9 評估構面分群分析

	低年級	中年級	高年級
第一順位	內容 (0.4518)	內容 (0.4743)	實用 (0.4182)
第二順位	實用 (0.3715)	實用 (0.2777)	內容 (0.4007)
第三順位	呈現方式 (0.1767)	呈現方式 (0.2480)	呈現方式 (0.1811)

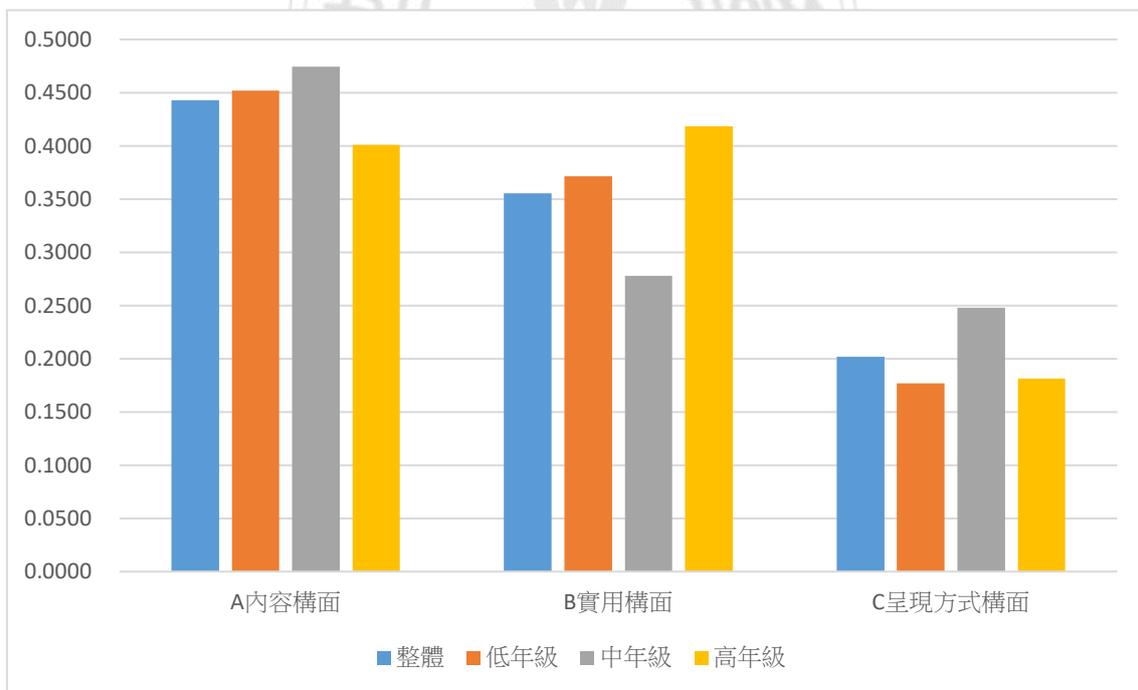


圖 4-5 評估構面分群分析

#### 4.5.2 內容構面分群分析

由於不同年級的教師對於評選環境教育多媒體教材的看法可能會有不同的結

果，因此本節開始將會根據受訪教師的領域分為三群，分別是低年級教師(6 名)、中年級教師 (8 名)與高年級教師(9 名)等領域分為三群，進行各構面準則的分群分析，本節首先針對物內容構面各準則進行分群分析，分析的結果詳如表 4.10 與圖 4.6 所示。

在本研究所建構之評選環境教育多媒體教材的 AHP 評估構面中，有關內容構面的各評估準則的分群分析結果，由表 4.10 可以知道不同年級的教師看法確有不同。低年級和中年級的教師都認為「(A3) 內容趣味生動」這一項是最重要的評估指標、而高年級的教師則認為「(A1) 符合生活經驗」才是第一重要的構面，根據這樣的分析可以知道，不同年級的教師的看法明顯不同。

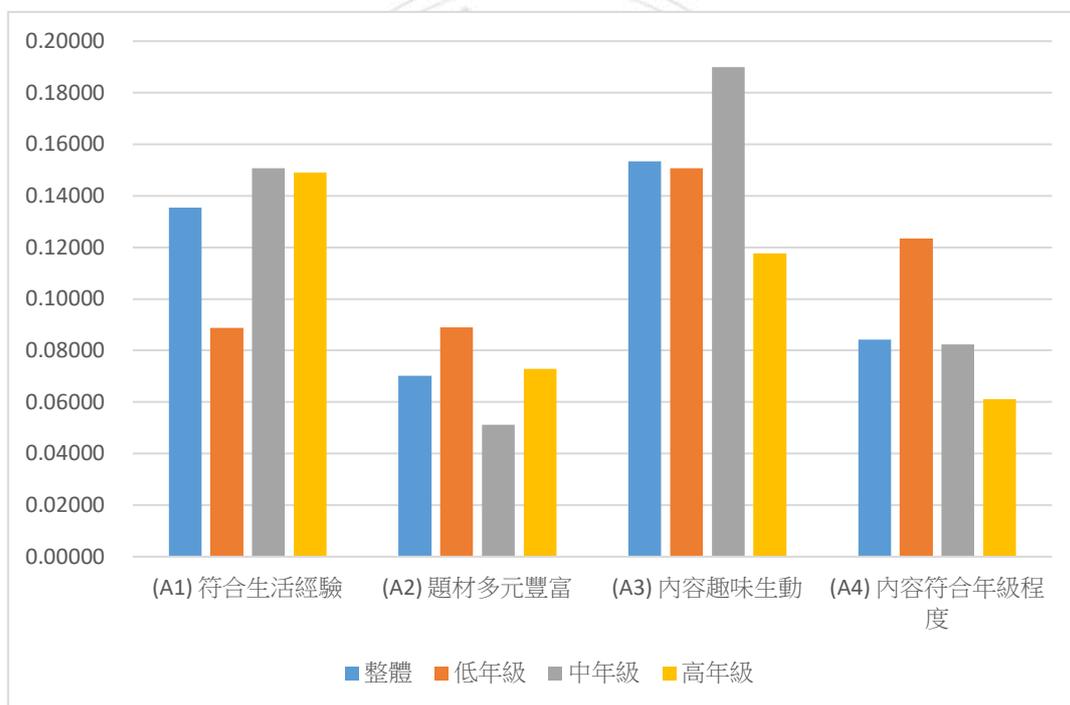


圖 4-6 內容構面各評估準則分群分析

底下列出不同年級的教師對於內容構面評估準則的排序：

- ✓ 低年級教師：(A3) 內容趣味生動→ (A4) 內容符合年級程度→ (A2) 題材多元豐富 → (A1) 符合生活經驗
- ✓ 中年級教師：(A3) 內容趣味生動→ (A1) 符合生活經驗→ (A4) 內容符合年級程度→ (A2) 題材多元豐富

- ✓ 高年級教師：(A1) 符合生活經驗→(A3) 內容趣味生動→(A2) 題材多元豐富→(A4) 內容符合年級程度

表 4-10 內容構面各評估準則分群分析

順位	低年級教師	中年級教師	高年級教師
第一	(A3) 內容趣味生動 (0.3336)	(A3) 內容趣味生動 (0.4005)	(A1) 符合生活經驗 (0.3721)
第二	(A4) 內容符合年級程度 (0.2731)	(A1) 符合生活經驗 (0.3171)	(A3) 內容趣味生動 (0.2936)
第三	(A2) 題材多元豐富 (0.1968)	(A4) 內容符合年級程度 (0.1736)	(A2) 題材多元豐富 (0.1818)
第四	(A1) 符合生活經驗 (0.1965)	(A2) 題材多元豐富 (0.1081)	(A4) 內容符合年級程度 (0.1525)

#### 4.5.3 實用構面分群分析

表 4.11 與圖 4.7 說明本研究所建構之 AHP 評估構面中，有關實用構面的各評估準則的分群分析結果，由表 4.11 可以知道「(B3) 有配合教材」這項評估指標獲得低中高年級教師一致性的肯定，被認為是最重要的準則，排名第一，尤其是低年級教師更給予到 0.564 的高分，檢視該評估準則的內涵為：「有相關課程的學習單或成就測驗」，說明對於教師而言，有課程相關的輔助教材可以節省老師備課的時間，因此在老師評選多媒體教材實是非常重要因素之一。

雖然低中高年級都認為(B3) 有配合教材是最重要的評選因素，但在評選教材的第二重要因素，低年級教師和其他中高年級有所差異。低年級教師認為「(B4) 是否配合課程內容」這項因素為第二重要，但中高年級教師確認為第二重要評選因

素為 (B1) 教材取得容易，有可能是因為中高年級教師要上較多的整天課，相對低年級老師而言備課時間較為不足，但其實「(B4) 是否配合課程內容」這項評選因素在低年級教師是屬於第三重要，因此根據這樣的分析可以知道，可以知道「(B4) 是否配合課程內容」這個評選多媒體教材的因素在低中高年級教師中都是相對重要的因素。而三個年級教師的第四重要的評選因素皆是「(B2) 主題分類清楚」，由此可以看見教師對於教材的主題分類是否清楚較不在意，有可能是現今教師在尋找多媒體教材的資訊時大多都是藉由關鍵字搜尋，或是由出版社廠商提供，因此大多都能直接找到所需的相關課程教材。

底下列出低年級教師、中年級教師和高年級教師等三個不同領域的專家對於環境教育多媒體教材實用構面各評估準則的排序：

- ✓ 低年級教師：(B3) 有配合教材→(B4) 是否配合課程內容→(B1) 教材取得容易→(B2) 主題分類清楚
- ✓ 中年級教師：(B3) 有配合教材→(B1) 教材取得容易→(B4) 是否配合課程內容→(B2) 主題分類清楚
- ✓ 高年級教師：(B3) 有配合教材→(B1) 教材取得容易→(B4) 是否配合課程內容→(B2) 主題分類清楚

表 4-11 實用構面各評估準則分群分析

順位	低年級教師	中年級教師	高年級教師
第一	(B3) 有配合教材 (0.5645)	(B3) 有配合教材 (0.3472)	(B3) 有配合教材 (0.4160)
第二	(B4) 是否配合課程內容 (0.1699)	(B1) 教材取得容易 (0.2588)	(B1) 教材取得容易 (0.2185)
第三	(B1) 教材取得容易 (0.1437)	(B4) 是否配合課程內容 (0.2300)	(B4) 是否配合課程內容 (0.2182)
第四	(B2) 主題分類清楚 (0.1220)	(B2) 主題分類清楚 (0.1639)	(B2) 主題分類清楚 (0.1472)

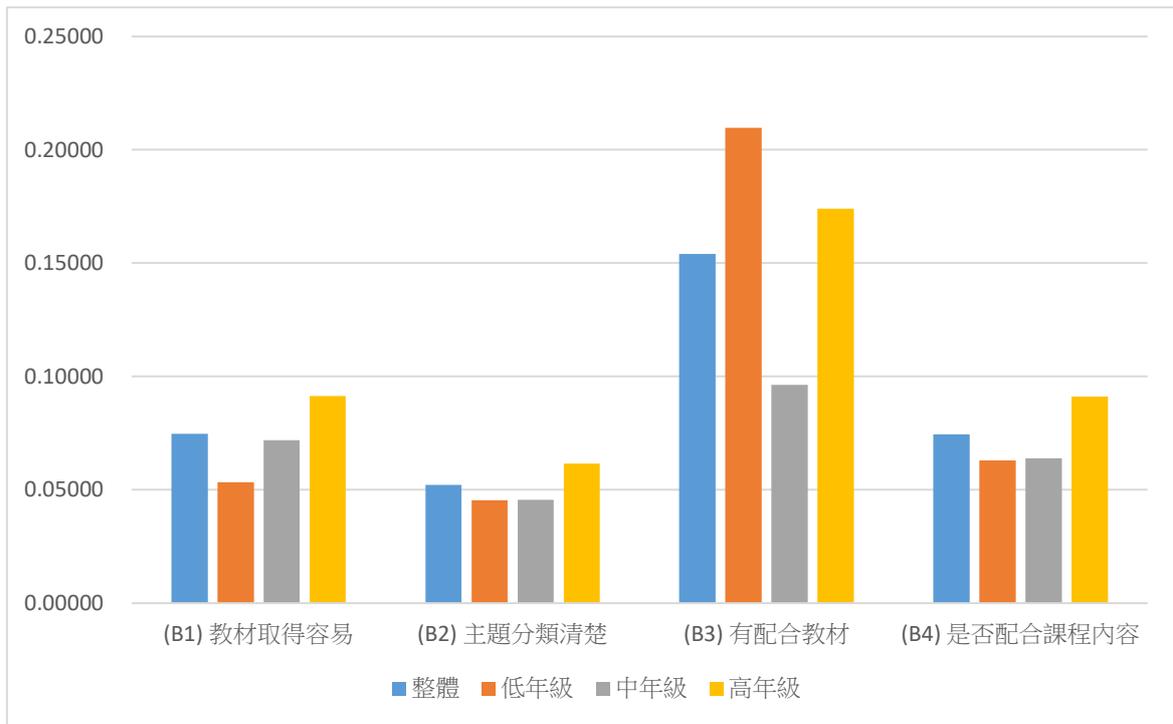


圖 4-7 實用構面各評估準則分群分析

#### 4.5.4 呈現方式構面分群分析

表 4.12 與圖 4.8 說明本研究所建構之 AHP 評估構面中，有關多媒體教材呈現方式構面的各評估準則的分群分析結果，由表 4.12 可以知道不同年級的教師對於環境教育多媒體教材的呈現方式也略有差異的看法也十分分歧，不同年級教師對於第一順位的看法一致，這三群的教師共 23 人均表示「(C1) 動畫」這項評估指標是呈現方式構面中最重要準則，排名第一，且其權重值均超過 0.5 的高分，其中在低年級教師更是超過 0.6 以上的高分，顯示在低年級教學中，動畫的呈現方式是最常使用的選項，且教學效果也叫好。在第二順位方面，不同年級的教師則有不同的看法，低年級和高年級教師認為「(C4) 擴增實境體驗」這一項是第二重要的評估指標，但是中年級教師則表示「(C2) 紀錄片」才是第二重要的構面，但「(C2) 紀錄片」卻是低年級教師的第四重要評估指標。研究者認為可能跟教學的對象有一定的關係，因為低年級學生的心智年齡稍嫌幼稚，所以環境教育多媒體教材以紀錄片的呈現方式來融入教學，對低年級學生而言難免有些艱澀難懂。而在中年級的教師認為紀錄片可能更能引起學生的同理心，以達到最佳的教學效果。而低年級和高年

級教師都認為多媒體教材的呈現方式第二重要的是「(C4)擴增實境」，應該是就如研究者之前提到，這是屬於現今較為流行的科技，目前有越來越多的廠商會在多媒體教材中納入這項技術，且編排相關教材，讓教師可以方便使用，因此才會認為這是第二重要的評估準則，連中年級教師也認為是第三重要的準則。至於「(C3)AI 機器人」在不同年級的教師中，都屬於第四重要或是第三重要的準則，應該是由於 AI 機器人在現階段的國小教室中並不普及，就如之前所說，可能全校才有一台 AI 機器人或某些學校甚至沒有這樣的資源，因此對於不同年級的教師都屬於較難取得的多媒體教材的呈現方式。但看了構面分析，可以看出大部分的教師對於多媒體教材的呈現方式還是以淺顯簡懂以及坊間最多人使用的動畫，此一準則的分數不管在哪一個年級都遠遠高於其他準則，這也是我們可以再深入討論的部分。

底下列出低年級教師、中年級教師和高年級教師對於環境教育多媒體教材呈現方式構面各評估準則的排序：

- ✓ 低年級教師：(C1) 動畫 → (C4) 擴增實境體驗 → (C3) AI 機器人 → (C2) 紀錄片
- ✓ 中年級教師：(C1) 動畫 → (C2) 紀錄片 → (C4) 擴增實境體驗 → (C3) AI 機器人
- ✓ 高年級教師：(C1) 動畫 → (C4) 擴增實境體驗 → (C2) 紀錄片 → (C3) AI 機器人

表 4-12 教材呈現方式構面各評估準則分群分析

順位	低年級	中年級	高年級
第一	(C1) 動畫 (0.6039)	(C1) 動畫 (0.51397)	(C1) 動畫 (0.5055)
第二	(C4) 擴增實境體驗 (0.1681)	(C2) 紀錄片 (0.17054)	(C4) 擴增實境體驗 (0.1926)
第三	(C3) AI 機器人 (0.1246)	(C4) 擴增實境體驗 (0.16175)	(C2) 紀錄片 (0.1636)
第四	(C2) 紀錄片 (0.1035)	(C3) AI 機器人 (0.15374)	(C3) AI 機器人 (0.1383)

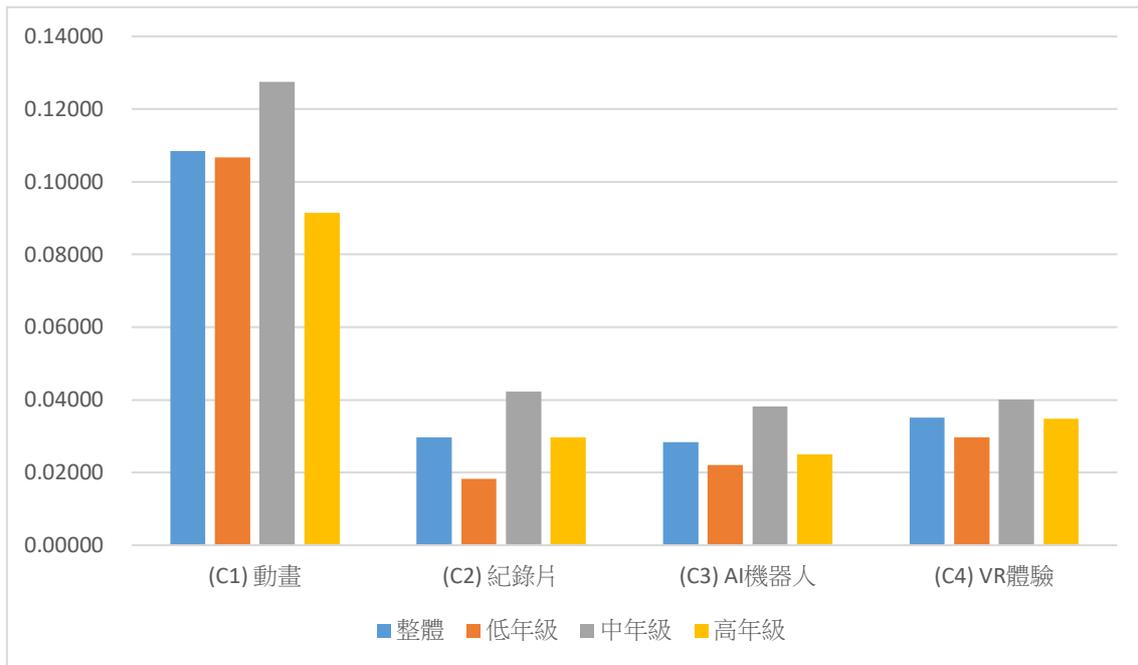


圖 4-8 環境教育多媒體教材呈現方式構面各評估準則分群分析

#### 4.5.5 整體評估準則分群分析

本節根據三群不同年級教師的意見，分別計算 12 個評估構面，除了進行權重計算外，也進一步以雷達圖(Radar Chart)的方式呈現，雷達圖適用於多維數據的比較與分析，一般建議為度至少四維以上，分析結果詳如圖 4.9 與表 4.13。

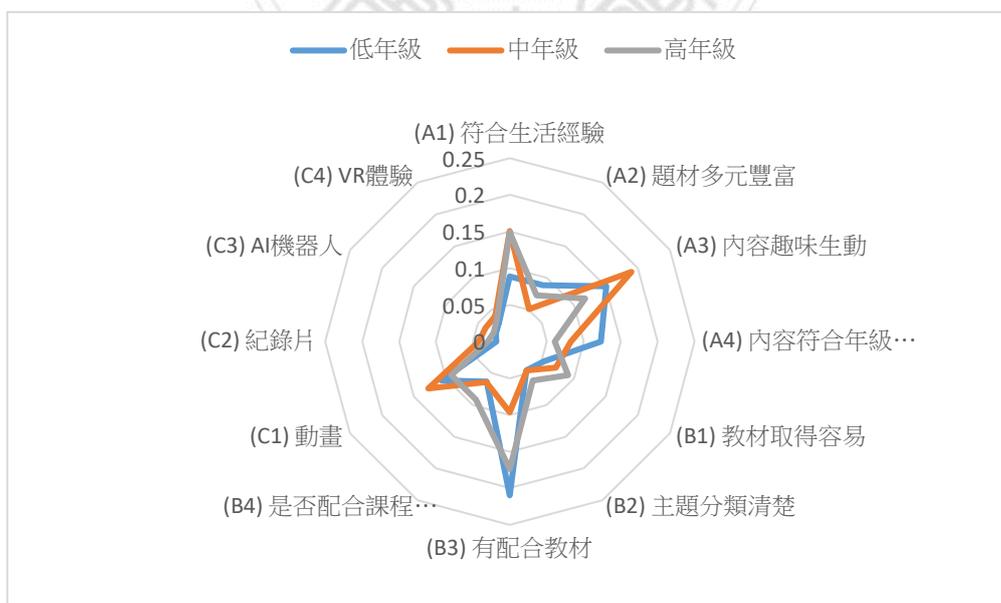


圖 4-9 整體評估準則雷達圖分析

而表 4.14 是將 12 項評估指標分別根據不同年級的教師所排序後的結果。由表

4.14 的資訊可知道，「(B3)操作方便有配合教材」是低年級教師在評選環境教育多媒體教材時最重要的評估準則，而中年級教師是認為「(A3)內容趣味生動」是最重要的評估準則，至於高年級教師也是認為「(B3)操作方便有配合教材」是教師在評選環境教育多媒體教材最重要的評估準則，由這些分析可以知道「(B3)操作方便有配合教材」、「(A3)內容趣味生動」、「(A1)符合生活經驗」、「(C1)動畫」等幾項指標是所有領域專家都被列入前六項重要的評估指標，相關指標順序如下所示：

- ✓ 低年級教師：(B3)操作方便有配合教材→(A3)內容趣味生動→(A4)內容符合年級程度→(C1)動畫→(A2)題材多元豐富→(A1)符合生活經驗
- ✓ 中年級教師：(A3)內容趣味生動→(A1)符合生活經驗→(C1)動畫→(B3)操作方便有配合教材→(A4)內容符合年級程度→(B1)教材取得容易
- ✓ 高年級教師：(B3)操作方便有配合教材→(A1)符合生活經驗→(A3)內容趣味生動→(C1)動畫→(B1)教材取得容易→(B4)是否配合課程內容

表 4-13 低中高年級教師的 12 項評估準則的權重計算

評估準則	低年級	中年級	高年級
(A1) 符合生活經驗	0.08877	0.15072	0.14910
(A2) 題材多元豐富	0.08893	0.05129	0.07283
(A3) 內容趣味生動	0.15074	0.18994	0.11764
(A4) 內容符合年級程度	0.12338	0.08236	0.06108
(B1) 教材取得容易	0.05336	0.07187	0.09139
(B2) 主題分類清楚	0.04532	0.04552	0.06158
(B3) 有配合教材	0.20968	0.09640	0.17398

(B4) 是否配合課程內容	0.06310	0.06387	0.09127
(C1) 動畫	0.10671	0.12748	0.09156
(C2) 紀錄片	0.01829	0.04230	0.02963
(C3) AI 機器人	0.02202	0.03813	0.02506
(C4) 擴增實境體驗	0.02970	0.04012	0.03489

表 4-14 低中高年級教師的 12 項評估準則的權重排序

低年級教師	中年級教師	高年級教師
(B3) 有配合教材	(A3) 內容趣味生動	(B3) 操作方便有配合教材
(A3) 內容趣味生動	(A1) 符合生活經驗	(A1) 符合生活經驗
(A4) 內容符合年級程度	(C1) 動畫	(A3) 內容趣味生動
(C1) 動畫	(B3) 操作方便有配合教材	(C1) 動畫
(A2) 題材多元豐富	(A4) 內容符合年級程度	(B1) 教材取得容易
(A1) 符合生活經驗	(B1) 教材取得容易	(B4) 是否配合課程內容
(B4) 是否配合課程內容	(B4) 是否配合課程內容	(A2) 題材多元豐富
(B1) 教材取得容易	(A2) 題材多元豐富	(B2) 主題分類清楚
(B2) 主題分類清楚	(B2) 主題分類清楚	(A4) 內容符合年級程度
(C4) VR 體驗	(C2) 紀錄片	(C4) VR 體驗
(C3) AI 機器人	(C4) VR 體驗	(C2) 紀錄片
(C2) 紀錄片	(C3) AI 機器人	(C3) AI 機器人

#### 4.6 評選指標因素討論

根據環教法第 18 條規定，學校需指定人員推廣環境教育，此處學校所指的是「各級學校」，因此從國小到大學都必須要有環境教育指定人員推廣環境教育。但依照環境教育法第 19 條規定機關、公營事業機構、高級中等以下學校及政府捐助基金累計超過百分之五十之財團法人，每年應訂定環境教育計畫，推展環境教育，

所有員工、教師、學生均應參加四小時以上環境教育。因此學校內的所有工作人員，從校長到主任，從教師到學生每年都應該要有四小時的環境教育。從這裡可以得知，環境教育在我國的教育中是非常重要的。從九年一貫到十二年國教的課程綱要中均有提到應將「環境教育」這個議題融入不同領域的課程設計中，因此可以知道將環境教育融入教學是非常重要的。

本文根據不同年級的教師進行有效問卷的資料收集與分析，AHP 分群分析的結果詳如圖 4.10 所示。根據圖 4.10 整體評估準則分群堆疊橫條圖的分析結果，若我們以 80/20 法則的觀念來探討這低中高不同年級的專業教師對 12 項評估準則重要度看法，可以發現這低中高不同年級的專業教師認為最重要的前 5 項評估準則的累積權重值都已經超過 0.8 分，也就是說這五項評估準則的重要程度已經可以解釋所有 12 項評估準則的 80% 以上(因為所有 12 項的評估準則累積權重值為 1)。

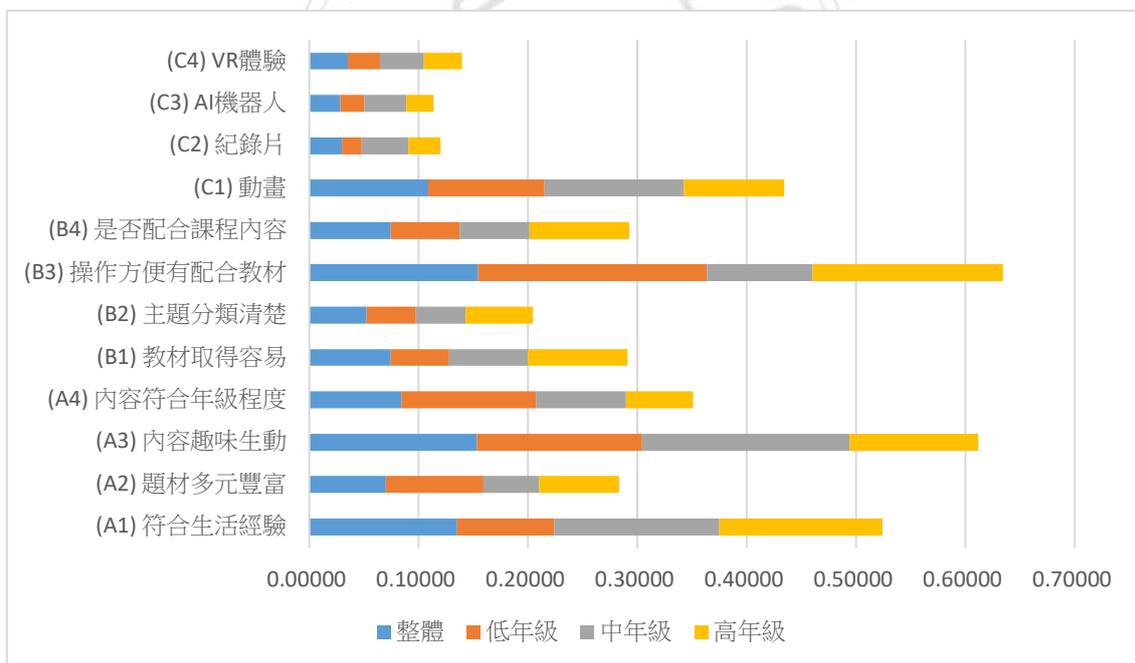


圖 4-10 整體評估準則分群堆疊橫條圖

底下分別說明不同群體專家意見中，屬於 80/20 法則的重要評估準則：

- ✓ 低年級教師：(B3) 有配合教材→(A3) 內容趣味生動→(A4) 內容符合年級程度→(C1) 動畫→(A2) 題材多元豐富→(A1) 符合生活經驗→(B4) 是否配合課程內容。值得注意的是，前五項的準則權重值累積就已經達到

0.6794，超過所有權重值相加的六成。

- ✓ 中年級教師：(B3) 有配合教材→(A3) 內容趣味生動→(A4) 內容符合年級程度→(C1) 動畫→(A2) 題材多元豐富→(A1) 符合生活經驗→(B4) 是否配合課程內容。值得注意的是，前五項的準則權重值累積就已經達到 0.6794，超過所有權重值相加的六成。
- ✓ 高年級教師：(B3) 有配合教材→(A1) 符合生活經驗→(A3) 內容趣味生動→(C1) 動畫→(B1) 教材取得容易→(B4) 是否配合課程內容→(A2) 題材多元豐富→(B2) 主題分類清楚。值得注意的是，前五項的準則權重值累積就已經達到 0.6237，大於所有權重值相加的六成。

本文主要使用的方法為層級架構分析法針對國小教師在評選環境教育多媒體教材的評選因素進行分析，根據本文分析的結果發現，底下提出三點加以討論。

#### 分析議題一：較為重要的構面-內容生動有趣

從文獻裡可以知道很多學者都認為環境教育概念的形成跟教育息息相關，且在研究中也提到低年級是建構環境教育概念的好時機，因此低年級教師在評選環境教育多媒體教的評選指標相對重要。根據本文分群分析的研究結果發現，低年級教師對於環境教育多媒體教材的評估準則中，認為最重要的前五項準則依序分別是「(B3) 操作方便有配合教材」、「(A3) 內容趣味生動」、「(A4) 內容符合年級程度」、「(C1) 動畫」以及「(A2) 題材多元豐富」，這五項的準則權重值累積就已經達到 0.6469。進一步分析有三項是屬於內容構面，也就是「教材內容」，顯示低年級教師對於評選環境教育多媒體教材的內容能力的要求較為高，而「(A3) 內容趣味生動」也是中年級教師比較重視的。由於中年級教師往往要跟低年級教師的課程銜接，且兩個年級的學生在國小階段都屬於年級較小的時候，因此兩個年級的教師都認為教材內容生動有趣較能引起學生的學習興趣，所以低中年級若要達到良好的課程銜接的話，內容構面將是重要的評選指標。但其實在高年級教師的分析中，此因素也是第二重要的，由此可以不管在國小階段的哪一個年級，課程內容生動有趣都是

教師在評選課程時較為重要的因素。

#### 分析議題二：各年級的教師看法相似

本研究將受訪專家分為低年級教師、中年級教師以及高年級教師等三類，分群分析的結果顯示不同年級的教師都很重要的三項評估準則分別是：(A3) 內容趣味生動、(B3) 有配合教材以及(C1) 動畫等三項，但在前四重要的評估因素中，中高年級教師認為(A1) 符合生活經驗也相當重要，但低年級教師卻認為是「(A4) 內容符合年級程度」這項評估因素。由此可以知道低年級教師對於環境教育多媒體教材選擇的評估因素認為要符合年級程度較符合生活經驗重要，在研究者的教學經驗中，猜測有可能是因為低年級學生的基本能力較為不足，若課程內容不符合年級程度的話，可能無法達到教師所需要的教學效果。而「符合年級程度」這項評估因素只是中年級教師的第五重要因素，跟低年級教師相比而言，中年級教師普遍認為課程與生活經驗貼近應是引入教學課程的第一步驟，接下來應該要配合年級程度，有所提升課程教材的內容。而學生升上高年級普遍對課堂參與較不熟絡，因此對高年級教師而言，「(A3) 內容趣味生動」這項評估因素又成為首選。

#### 討論議題三：呈現方式構面的評估因素

在環境教育多媒體教材呈現方式構面中，只有「(C1) 動畫」這個評估因素成為前六重要的因素之一，這是一個有趣的現象。雖然在環境教育多媒體教材的呈現方式有四種，或是更多種我們尚未討論到的因素，但對國小教師而言，還是以動畫為首選，除了是學生的年齡較小以外，有可能是在國小教師的教學經驗中，動畫這個呈現方式是最常出現的選擇項目，也顯現國小教師大多數認為以動畫的方式呈現環境教育的概念對學生而言是淺顯易懂，有趣生動且容易引起學習興趣，進而達到教學效果的。而且在呈現方式構面中，其他三個呈現方式的評估分數都大致差異不大，更可以意識到在國小階段教師在評選多媒體教材時還是習慣以動畫的呈現方式，對於其他呈現方式較不會主動去選擇，即使近年來出版業者的教材已經有相當多的不同呈現方式，這個議題真的可以值得去深入探討。

由上述的分析可以發現，不同年級的教師在評選環境教育多媒體教材的評估準則時，「(A3) 內容趣味生動」、「(A1) 符合生活經驗」是前幾重要的評估指標，顯現國小教師在評選多媒體教材依然以內容構面為主，而實用構面中較為重要的評選因素則為「(B3) 有配合教材」，而呈現方式構面中仍以「(C1) 動畫」為主要的評選指標。因為在教學過程中，教科書是出版社重要的出版品之一，因此搭配教科書的多媒體教材對出版商而言也是很重要的，所以這些由國小教師所評選出的多媒體教材的評選指標可以提供給教科書的廠商作日後出版教科書的依據。



## 第五章 結論與建議

根據美國新聞網站 The daily beast 報導，地球因為受到氣候變遷影響，世界各地發生森林大火、乾旱、淹水等極端氣候事件將會越來越頻繁，導致部分動物棲地消失，逃往人類居住範圍或畜牧地區，增加人類接觸病原體的機會，例如：馬來西亞的立百病毒、愛滋病、豬流感、SARS，直到近期的新冠肺炎等。而刺絡針醫學期刊更指出，今日出生的小孩將因氣候變遷遭受嚴重的生存危機，若人類仍維持現在的生活方式，下一代將在更熱、比工業革命前的溫度高出攝氏 4 度的環境生存，屆時將面臨糧食短缺、飲用水安全、空氣污染等問題，或可能因為極端高溫、劇烈風暴或疾病增加生活支出與心理負擔，因此環境教育已是刻不容緩的行動了。而多數的研究都顯示出於國小階段的學生建構環境教育概念，會達到越好的學習效果。因此本研究的目的是在於國小教師評選環境教育多媒體教材要因之分析，除了藉由文獻分析與專家訪談環境教育多媒體教材之層級架構(AHP)問卷與分析外，並以低年級教師、中年級教師與高年級教師等三群專家為例，經由建構層級分析架構來進行評選環境教育多媒體教材。底下分別說明本文研究的結論與建議。

### 5.1 研究結論

由於教師在教育的階段扮演其啟蒙的角色，而環境教育的議題在不同階段的國家教育計畫的實施中皆扮演重要的議題之一，因此在本文以國小教師評選環境教育多媒體教材為分析議題，並收集低年級教師、中年級教師與高年級的專家意見為資料收集的對象，底下根據本研究目的分別說明主要的研究結果條列如下：

目的—：分析國小階段環境教育紙本教材和多媒體教材現況。

1. 紙本教科書：大部分的低年級紙本教科書都是文字搭配圖案呈現教材內容，而中高年級對於環境教育議題較為深入，教科書就開始以實際照片搭配圖案和文字說明，藉此學生可以更加與實際生活環境作連結。
2. 多媒體教材：現階段教師多以電子書為主要的教學媒介，電子書就是將紙本

教科書投影到數位黑板上，搭配影音平台，給學生更深刻的環境教育內容。各家出版業者更進一步配合學校設備狀況，將教學資源的內容轉換為使用行動載具便可讓學生在教室裡觀看到立體教材，讓學生更有親臨現場或實際體驗的感覺，甚至近幾年來，出版業者推陳出新，把多媒體教材和最新的擴增實境技術做結合，例如：讓學生戴上 VR 眼鏡就可以身歷其境。

目的二：依照教師教學需求，建構適合評估環境教育多媒體之指標項目。

- 1.根據文獻分析建構評選環境多媒體教材的構面，有關評估多媒體教材的的三個構面分別「教材內容構面」、「教材實用性構面」、「教材呈現方式構面」三個構面。
- 2.有關教材內容構面的評估準則分別是：「(A1) 符合生活經驗」、「(A2) 題材多元豐富」、「(A3) 內容趣味生動」、「(A4) 內容符合年級程度」等四項。
- 3.有關教材實用性構面的評估準則分別是：「(B1) 教材取得容易」、「(B2) 主題分類清楚」、「(B3) 操作方便有配合教材」、「(B4) 是否配合課程內容」等四項。
- 4.有關教材呈現方式構面的評估準則分別是：「(C1) 動畫」、「(C2) 紀錄片」、「(C3) AI 機器人」、「(C4)擴增實境體驗」等四項。

目的三：根據 AHP 專家問卷結果計算環境教育多媒體各項指標因子的權重值以及依此提出適合各年級多媒體教材的評選因素。

1. 在主要構面中，(A) 內容構面是影響教師選擇環境教育多媒體教材最重要的構面，其權重值為 0.443，其次分別是 (B) 實用構面(0.355)，最後是 (C) 呈現方式構面(0.202)
2. 在內容構面方面，「(A3) 內容趣味生動」是最重要的評估準則，其權重值為 0.346，其次分別是「(A1) 符合生活經驗」(0.306)以及「(A4) 符合年級程度(0.190)」，最後才是「(A2) 題材多元豐富」(0.158)。
- 3.在教材實用構面方面，「(B3) 有配合教材」是最重要的評估準則，其權重值

為 0.440，其次分別是「(B1) 教材取得容易」(0.210)、「(B4) 配合課程內容」(0.210)，最後為「(B1) 主題分類清楚」(0.147)。

4. 在呈現方式構面方面，「(C1)動畫」是最重要的評估準則，其權重值為 0.538，其次分別是「(C4)擴增實境」(0.174)「(C2)記錄片」(0.148)以及「(C3)AI 機器人」(0.141)
5. 低年級教師認為評選環境教育多媒體教材最重要的三項評估準則分別是：「(B3) 有配合教材」、「(A3) 內容趣味生動」以及「(A4) 內容符合年級程度」等三項。
6. 中年級教師認為評選環境教育多媒體教材最重要的三項評估準則分別是：「(A3) 內容趣味生動」、「(A1) 符合生活經驗」以及「(C1)動畫」等三項。
7. 高年級教師認為評估評選環境教育多媒體教材最重要的三項評估準則分別是：「(B3) 有配合教材」、「(A1) 符合生活經驗」以及「(A3) 內容趣味生動」等三項。

## 5.2 研究建議

目前已知地球是現存宇宙環境中，唯一擁有生命現象的環境。我們人類是目前地球的環境中自然的生物，因此人類對於地球上的環境資源與環境生態，有自然的權利與義務去永續經營。而國內在推行環境教育中，不斷有學者指出，環境教育以學校教育來推行效果最佳，尤其是中小學階段。但中小學階段，國內外學者皆指出教科書是直接影響教育品質與方向的主要因素之一。因此底下根據研究結果分別針對實務與後續研究的建議，並說明如下：

### ■ 在實務的建議方面：

1. 「教材內容」構面是國小教師認為最重要的構面，因為不管課程搭配的輔助教材多麼實用，或是多媒體的呈現方式是引起學生的學習動機，在國小教師的教學歷程中，教材的內容才是教師最主要要傳達給學生的學習主軸，而十二項的評估準

則中，則以 (B3)有配合教材所佔比例最重，和教師們討論後發現，教學現場步調是相當緊湊的，若課程已有相關的配合教材，可以節省老師在製作輔助教材的時間，相對也可以多些時間專注在教學上。第二重要則是內容生動有趣，在教學的過程中，若教材內容生動有趣會引起學生較大的關注，進而專注的學習上，也會獲得較高的學習成效。再來則是符合生活經驗，因為在 2011 年，中小學國際教育白皮書(教育部，2012)中就提到中小學國際教育應從認識自我文化為起點，培養在地的認同意識再藉由學習外語、文化及全球議題，產生具有主體性的國家意識，希望中小學學生在體驗跨國文化時能激發文化比較與反思的能力，包容、尊重不同族群及其文化，養成良好的國際素養，成為具有責任感的全球公民。因此現場教師也順應教育政策，多年來致力推行在地化教育，認為學生應從認識自己的家鄉開始拓展到國家再到國際，因此教材內容符合生活經驗也跟教育政策不謀而合。第四重要就是教材的呈現方式以貼近學生程度，較淺顯易懂的動畫呈現方式，也可看出在國小階段因學生屬性，大部分的教師仍認為動畫較能引起學生的學習動機，這個從出版商業者所提供的輔助教材也能看出端倪，現場教師所遇到的教科書輔助教材也多以動畫為媒介，尤其是年級越低的教科書，連紙本教科書的呈現也多用卡通圖案來引入，因此這四項準則的確是國小教師現階段和實際教學現場所需要的多媒體教材首選因素。

2.對於國小教師評選環境教育多媒體教材中，不同年級的學生能力不同，因此在評選因素上會略有不同，因此低年級教師和中年級教師皆認為內容構面是評選環境教育多媒體教材時最重要的評估構面，在其他的評估次準則中，也大多以內容構面的中的評估準則為優先考量，例如：「符合生活經驗」、「內容趣味生動」、「題材多元豐富」..等。但在高年級教師卻認為教材實用構面也相當重要，是因為大部分高年級學生已經稍微具備「自學」的能力，因此部分學生可自行觀看教科書的內容來學習，在此階段教師認為教材若有相關的輔助教材可提供孩子對教科書的內容作深入的探討、延伸，對學生的學習成效較有幫助，因此在高年級教師的問卷中，明顯的得到教材實用構面略高於內容構面。因此建議日後國小教師在評選環境教

育多媒體教材時，可以「教材內容」及「教材實用」為主要評選準則。至於多媒體教材的呈現方式因素還是採取學生較為淺顯易懂的動畫方式即可。

■ 在後續研究的建議方面：

1.在研究範圍上，本文以專家意見為主要的資料收集方式，但是發現不同年級的教師所評選的因素差異性不大，建議後續研究者可以擴及到國民教育不同階段的教師，例如：國中、高中、高職...等，根據不同階段的教師進行分析，確認在不同年級教師選擇的因素是否也會有所不同。

2.在研究方法上，本文主要的教育專家以研究所所處的鄉鎮國小為研究對象，並未擴及到其他縣市，因此所求得之各構面及評估準則之權重是否適用於其他地區，有待後續研究者探討；再者本研究採取層級架構分析法，因此無法對所有影響國小教師評選環境教育多媒體教材的因素作一一探討，因此建議後續研究者可採用其他方式再做深入探討。

## 參考文獻

### 一、博碩士論文部分：

1. 尹玫君、劉蓁蓁（1997），遠距教學理論與文獻之探討。初等教育學報，10，p.21~80。
2. 米芳純（2013），擴增實境應用於國中教學之研究－以自然與生活科技領域為例，國立臺東大學美術產業碩士論文，未出版。
3. 朱元楷、梁至中、蔡孟蓉（2020），將機器人融入教學的態度、信念、動機及與機器人教學內容知識間的關係，數位學習科技期刊，12卷2期，P75-97。
4. 任家葳（2014），學生參與多媒體教材評選之研究：以YouTube影片為例，國立東華大學教育行政與管理學系論文，未出版。
5. 何玉月（2020），多媒體教學態度、心理依附與其行為意向之研究-以雲林縣公立與代用國中理化教師為例，吳鳳科技大學應用數位媒體研究所碩士學位論文，未出版。
6. 何慧君（2016），資訊科技融入國中九年級環境教育之行動研究，國立高雄師範大學教育學系論文，未出版。
7. 何昕家、陳鳳涵（2018），探究十二年國教環境教育議題教科書與教師融入教學現狀，環境教育學刊 第十八期，P1-26。
8. 李蔓麗（2012），國小學童環境教育之研究－以台中市龍津國小四年級為例，南華大學國際暨大陸事務學系公共政策研究碩士論文，未出版。
9. 李慧慈（2012），數位學習對國小環境教育學習成效之研究提到應用數位學習輔助國小六年級學童實施「環境教育」課程，國立彰化師範大學資訊管理學系所碩士論文，未出版。
10. 宋美慧（2020），擴增實境技術在行動學習上的應用與開發－以國小教材為例，醒吾科技大學資訊科技應用系碩士論文，未出版。

11. 吳鈴筑 (2010), 國內外環境教育法研究之比較, 國立臺灣師範大學環境教育研究所碩士論文, 未出版。
12. 唐真成 (2002), 電子書出版的未來, 佛光人文社會學院未來學研究所碩士論文, 未出版。
13. 許婉禎 (2012), 宮崎駿動畫中的環境教育意涵—國小三年級學生對動畫《崖上的波妞》中 隱含環境教育之認知研究, 大葉大學工學院碩士在職專班碩士論文, 未出版。
14. 張霄亭、朱則剛 (1998), 教學媒體, 台北: 五南。
15. 張瓊文(2011), 數位多媒體教學對國中生歷史學習成就之探討, 稻江科技暨管理學院動畫與遊戲設計學系碩士學位論文, 未出版。
16. 張春炎、楊樺、葉欣誠 (2019), 院線環境紀錄片作為環境教育影片的反思與分析: 以《±2°C》、《看見台灣》為例, 環境教育研究, 第十五卷, 第二期, 45-79 頁。
17. 張秣蓁(2020), 應用層級分析法於自閉症學童之多媒體教學工具評選, 開南大學資訊學院碩士論文, 未出版。
18. 張自立 辛懷梓 羅玉潔 (2014) 國小教科書內容涵蓋環境教育概念的分布狀況分析, 東海教育評論 2014.2.53-78。
19. 邱鴻麟 (2012), 資訊技融入國小環境教育課程之教學歷程研究, 國立臺灣師範大學環境教育研究所碩士論文, 未出版。
20. 曹鴻誌 (2019), 應用AHP層級分析法於台灣動畫產業之成功關鍵因素, 淡江大學資訊傳播學系碩士論文, 未出版。
21. 教育部(2014), 十二年國民基本教育課程綱要總綱。
22. 教育部(2001), 中小學資訊教育總藍圖。
23. 教育部 (2012), 中小學國際教育白皮書。
24. 開卷有益-教科書回顧與前瞻, 國家教育研究院主編, 高等教育出版社。

25. 黃瑜萍 (2015), 電影紀錄片融入生命教育教學對國小五年級學童之影響 — 以新北市某國小為例, 國立臺北教育大學社會與區域發展學系碩士論文, 未出版。
26. 楊宏達(2016), 線上多媒體輔助教學網頁教材之製作研究-以能源為例, 國立臺中教育大學教育測驗統計研究所碩士論文, 未出版。
27. 楊淑如 (2020), 線上學習融入英語課程之個案研究, 南臺科技大學應用英語系碩士論文, 未出版。
28. 楊坤芳 (2011), 環境教育的重要性, 亞洲高齡全人健康及產業發展期刊 ; 1 期 (2011/12/01) , P162 - 171。
29. 溫明正 (2002), 我國國民小學教學軟體應用與相關措施調查研究, 國立台北師範學院國民教育研究所碩士論文, 未出版。
30. 董家寧(2012), 環保小天使—保護地球從小扎根, 新北市教育電子報第 56 期, 新北市。
31. 陳冠銘 (2015), 從休閒活動探討環境教育之行動研究-以小學生觀賞宮崎駿動畫電影為例, 國立臺東大學師範學院休閒事業管理碩士論文, 未出版。
32. 陳詩涵 (2019), AI機器人輔助情緒繪本教學對幼兒情緒能力之影響, 國立屏東大學幼兒教育學系碩士論文, 未出版。
33. 陳英蘭 (2006), 運用資訊科技進行科學故事融入自然與生活科技領域教學之行動研究, 國立新竹教育大學人資處應用科學系教學碩士論文, 未出版, 新竹。
34. 蔡明芬 (2014), 多媒體教材融入綜合活動學習滿意度與學習成效之研究-以繩結教學為例, 吳鳳科技大學應用數位媒體碩士論文, 未出版。
35. 蔡東鐘 (2015), 電子教科書與傳統教科書對學習影響分析 , 教科書研究第八卷 第二期(2015 年 8 月), 39-72。
36. 蔣昌杰 (2016), 利用層級分析法評選國中理化多媒體教材之研究, 育達科技大學資訊管理所碩士論文, 未出版。

37. 簡嘉莉 (2020), 擴增實境應用於主題式環境教育學習之研究-以宜蘭縣S環境教育場所為例, 佛光大學管理學系碩士論文, 未出版。
38. 羅晨涵 (2017), 國小環境教育輔導團教師對提升學生環境素養之教學策略調查, 國立台中教育大學科學教育與應用環境教育及管理碩士論文, 未出版。
39. 國家教育研究院(2018), 十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等議題融入說明手冊。
40. 國立暨南國立大學 (2021), 暨大總務長陳啟東等教師團隊研發土石流防災教材。取自 <https://www.gazette.ncnu.edu.tw/node/385> (瀏覽日期: 2021年9月20日)

