

臺灣與新加坡國小自然科教科書生命科學類插圖比較研究

楊宗榮¹、黃鴻博²

¹國立台中教育大學科學應用與推廣學系碩士班
台中縣豐原市翁子國小

²國立台中教育大學科學應用與推廣學系

¹rabit0915564069@yahoo.com.tw、²Haw@mail.ntcu.edu.tw

摘 要

教科書不僅是老師的教材來源，同時也是學生學習的有效素材。本研究採用內容分析法，以「插圖類型類目表」與「插圖概念類目表」為研究工具，針對臺灣康軒版與新加坡 Marshall Cavendish 版三～六年級國小自然教科書中生命科學相關插圖類型進行分析，藉此比較兩國在插圖使用上的差異，作為未來編寫教科書之參考。研究發現：兩國教科書表徵生命科學相關概念均使用大量「具象再現圖」，其中又以真實圖片居多。新加坡在中年級較為重視情境化教學，故使用較高比率的「情境裝飾圖」。兩國均使用較多插圖說明「動物構造與功能」、「植物構造與功能」、「繁殖及遺傳」這三個概念。兩國教科書均使用較大面積的複合圖，主要包括「生活史」與「繁殖構造」。

關鍵詞：自然教科書、插圖類型、生命科學概念

一、 研究背景與目的

國外相關的研究指出，美國中小學生平均一個上學日有 70% 的時間是在學校教室，其中 90~95% 的時間是用來和教科書產生互動，而花費在家庭作業的時間也有 90% 與教科書有關係 (Armstrong & Bray, 1986)。顯示教科書對學生的學習占有極重要的地位。對教師來說，教科書不僅是教師的教材來源，更是師生「教」與「學」的主要依據。而科學教科書更是經常傳達大量的信息，不僅會影響教師的課程安排，以及如何評鑑學生的作業；同時也是學生解釋或吸收訊息的主要來源 (Gloria, Eleanor, John, Elaine, Geofferey, Paul, & Andrew, 1993; Eugene, David, & Godrej, 1991)。

在 TIMSS 2007 report 中，台灣雖然取得第二名的成績，卻落後新加坡 20 分。新加坡在 TIMSS 2003 及 TIMSS 2007 兩次國際測驗中均取得第一，且成績領先台灣，深入分析後發現：台灣在物質科學部分居於領先，在「生命科學」部分卻落後新加坡。洪蘭 (2000) 曾對台灣國中小的科學教育提出疑問及建議：「生命科學對人每天生活上都關係，但是為什麼在中學以下並沒有很普及，生命科學教育應該從小做起，以培養一個正確的知識、正確的科學態度。」既然教科書為師生「教」與「學」的主要依據，那麼教科書中的何項元素對增進生命科學教學有幫助呢？

目前小學教科書，大部分含有印刷精美的圖畫；在這影像優勢的社會，影像對於狀況的傳達，比語言文字更為真實傳神，利用非言詞的照片、圖表等來增加認知或理解則日益普遍（陳俊宏、楊東民，2008）。而生命科學的內容廣泛，包含各種動植物的種類、型態、功能等，所以教學更需要仰賴圖片來輔助教學（張永達，1996）。Lilian 等人（2003）也指出圖片在高中生物教科書中扮演很重要的角色，會主導課程教學及學生學習；插圖所包含的標題、文字、圖片會影響學生如何建構解釋。陳明印（1998）認為對語文能力較低或先備知識較缺乏的學習者而言，設計過的插圖類型更能提供有助學習的理解與回憶。

在政府推行書包減重及簡化課程內容的教育政策下，目前台灣的國小教科書逐漸走向以圖像表徵的方式來呈現科學概念。因此，圖像表徵的功能、類型、策略、可理解性已然成為左右科學教科書品質的關鍵因素。不過，Mayer 等人（1995）指出，雖然大約三分之一到一半的科學教科書空間是專門插圖，但大多數教科書插圖似乎並沒有起到重要的教學功能。視覺化插圖的確可以扮演輔助文字的角色，補充強化文字敘述的不足之處，並可影響學習之認知結構，加強學習成效，但其缺點是表達知識的內容上可能會不正確、不完全或是所描繪出的抽象概念和實際上所應強調的抽象程度並不吻合；如果不考慮到插圖本身所具備的功能類型，只是一味的使用，反而會喪失插圖輔助文字內容的角色（傅武嫦，1995）。插圖類型依其類型不同，功能也有所不同，必須根據教學目標、教學材料及學生學習階段來調整使用方式，才能對學習者有所助益，

圖片因其表徵及解釋功能常被用於生物教學（藍嘉淑，1999），故插圖為傳達生命科學概念的重要媒介。因此，本研究藉由分析臺灣與新加坡國小教科書的生命科學類插圖，試圖發現兩國使用插圖類型的差異，並找出插圖類型與生命科學概念的關連，做為未來教科書編寫及評鑑之參考。本研究主要探討以下兩個問題：

- （一）兩國國小自然教科書中生命科學類插圖的數量及年級分佈有何異同？
- （二）兩國會在何種生命科學概念上使用較多插圖？不同類型生命科學概念所搭配之插圖類型有何異同？

二、研究方法

本研究主要採用文獻分析、內容分析等方法，以分析台灣、新加坡之國小自然教科書中生命科學類插圖類型的使用方式。研究材料為新加坡 Marshall Cavendish 版國小 3~6 年級自然教科書（97 年版），共七冊（包含 3&4 Diversity、3&4 Cycles、3&4 Systems、5&6 Cycles、5&6 Systems、5&6 Interactions、5&6 Energy）；台灣康軒版國小 3~6 年級自然教科書（97 年版），共七冊（包含一、二、三、四、五、六、八冊）。兩國教科書均選用該國市佔率最高之版本。

為顧及學科知識特性與完整性，一般的教科書內容分析，皆以「課」、「章節」、「單元」為分析單位（曾靜瑩，2000）。但本研究主要以插圖為主要分析對象，故以「幅」作為分析單位。因為單元頁、附錄不屬於正式課程範圍，故只針對教科書內文部分予以分析。本研究的主要研究工具為：

- （一）「插圖類型類目表」（表 1）：係採用陳俊宏（2008）、陳黎枚（2003）及單文

經(1996)的插圖類型分類,綜合現行國小教科書的插圖類別,衍生出8種插圖分類形式。根據試分析結果,新增兩種插圖類型同時出現的「複合圖」,並將綜合圖中的「表」移除,不納入分析範圍,再新增一欄「其他」,共有10項插圖類型。在工具發展過程由研究者與另一位評分員先進行討論,檢驗此十種插圖類型的合適性,並針對不易評斷之圖片提出操作型定義的改善方向,以歸納共同認可之判定準則,修正出適合探討兩國國小自然教科書的插圖類型。兩人進行內容分析之相互同意度(P)=0.93,信度(R)=0.96,為有效的分類工具。一幅圖只歸類到一個類目之下;若出現多種插圖類型混合成一幅圖的情況,則歸類到複合圖,而無法歸類到任一類別的圖則歸類到其他。

表 1. 插圖類型類目表

類型	說明
象徵說明圖	與教材有關的圖片、照片,或是其他的圖像,將抽象的教學內容,以具象形式呈現。包含連續性的運動過程、突顯人類科技與生物構造的相關性、引導學生進行觀察記錄與飼養。
組織分類流程圖	將所必須學習的內容,所涵蓋的各個項目,有效地加以組織及分類。如機構組織、成長的過程、果實的發育、製造方法與程序,生物進化演進、生物在環境中相對應的生活位置(生物地圖、蟻窩分佈圖)。
機能構造解釋圖	將生物的機能、構造,使其圖形化,力求簡化並利用文字加以標識。或以框線標示重點特徵,並以文字說明之。
具象再現圖	使用照片或手繪的形式表現,具真實與具體,且切合學習者的經驗。包含照片、手繪圖及與教學內容相關的底圖。
構造剖面圖	將看不到的內部構造,以斷面的圖解形式表現。
綜合統計圖	儀表刻度,如羅盤、溫度計、鐘錶、重量計□等。統計圖包含數量比較之統計圖、比例顯示圖、變化或度數分布之統計圖。
情境裝飾圖	與教學內容無直接相關,目的在引發學生情意或吸引注意。
特徵強調圖	將特定的圖部分放大,以看到詳細的構造,或是利用電子顯微鏡放大的照片。突顯出細部特徵及內部組成,如:與身上的鱗片、果實內的種子、顯微鏡下的細菌。
複合圖	同時包含上述2種以上的圖,無法歸類為1種插圖類型。
其他	在上述分類之外

(二)生命科學概念類目表:歸納教育部92年國小課程綱要中有關生命科學部分,並針對兩國教材進行試分析後,歸納出十項分類(包含生命的多樣性、恆定性與調節、生物對環境的反應、植物構造與功能、動物構造與功能、食物鏈、繁殖及遺傳、環境保護、生態保育、其他)(因篇幅有限,如有需要請參閱附錄)。計算其相互同意度(P)=0.81,信度(R)=0.89。將插圖依概念進行分類記次,一幅圖歸類到一個概念底下,不重複計次。因兩國頁數多有差異,故以所佔百分比進行比較。

三、 結果與討論

(一)新加坡版本有較多頁數與插圖數,臺灣版本之平均每頁插圖數較多。

所分析臺灣國小教科書版本中生命科學概念之版面計133頁、512張圖,而新加坡則有198頁、570張圖。以篇幅而言,新加坡使用較多的頁數及插圖。就版面配置來看,臺灣平均每頁使用3.85張插圖,新加坡平均每頁使用2.88張,臺灣單頁平均使用的插圖數量較多。

(二)兩國教科書單頁出現的插圖數,各年級均相當接近,只在六年級出現差異。

從圖 1 可看出，臺灣在各年段單頁所使用的插圖數略為一致，為 3.6 (圖/頁)，在六年級下降至 3.1 (圖/頁)。新加坡在三~五年級的圖頁比也相當一致，為 2.8 (圖/頁)，但六年級卻上升至 3.5 (圖/頁)。

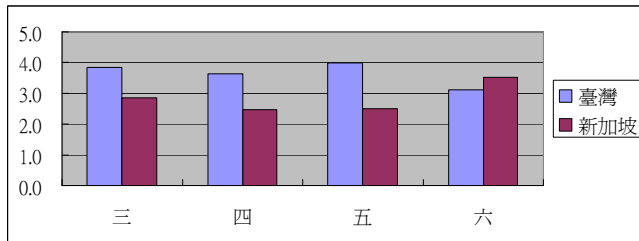


圖 1. 兩國國小教科書圖頁比直條圖

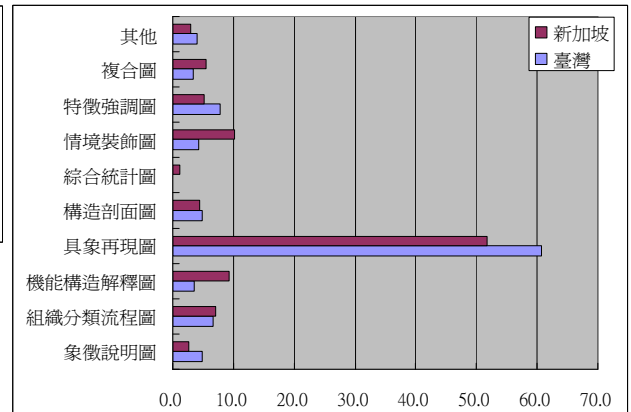


圖 2. 兩國國小教科書插圖類型比較橫條圖

(三) 兩國教科書均使用較高比率的具象再現圖，最少使用綜合統計圖。

從圖 2 可發現兩國最常使用「具象再現圖」來進行生命科學概念教學，比例均超過一半。「具象再現圖」包含真實照片及手繪圖，除了產出過程較容易，多位學者也認為越接近真實的圖片，越能增進學習的效果 (羅倫新、姚伊美, 1994; Alessi, 1988; Alessi & Trollip, 1991)。因此，對兩國來說，使用「具象再現圖」較能增進生命科學的教學效果。綜合統計圖在臺灣的使用率為 0，新加坡則是 1.2%，兩國均較少用綜合統計圖。

(四) 年級不同，學習內容改變，所搭配之插圖類型也有差異。

將比例最高的「具象再現圖」去除後，比較兩國各年級插圖使用率 (表 2)，發現臺灣在三年級使用最多「組織分類流程圖」，四年級使用最多「象徵說明圖」；而新加坡在三、四年級使用最多的是「情境裝飾圖」。與其教學內容相比較後發現，臺灣在三年級教到動植物的分類與繁殖，所以使用較多「組織分類流程圖」；而四年級時則教到如何觀察記錄、動物的運動方式與昆蟲的飼養方法..等較抽象的概念，故需要較多「象徵說明圖」來輔助教學。新加坡在三~四年級則是採用情境化的教學方式，使用大量的卡通人物來帶領學生進入教學情境；除了「情境裝飾圖」之外，新加坡在三年級使用較多「特徵強調圖」，主要用來放大動物的構造及進行細菌、真菌的教學；在四年級時使用較多「機能構造解釋圖」，用來輔助植物構造的教學。

臺灣在五年級時採用較多「其他」類型的插圖，新加坡則採用較多「構造剖面圖」；兩國均在六年級採用較多「組織分類流程圖」。與教科書內容比較後發現，臺灣在五年級進行種子傳播與動物防禦機制教學，以疊圖的方式，將兩張圖疊在一起，試圖呈現一種動態變化，所以將之歸類到「其他」。新加坡在五年級教到動物的內部構造與呼吸系統，故採用較多「構造剖面圖」來呈現內部器官運作的情形。雖然兩國在六年級均使用較多「組織分類流程圖」，所應用的教學內容卻有所差異，臺灣用來說明水質檢測步驟；新加坡則用來說明碳循環、植物生活史..等概念。

表 2.兩國各年級插圖類型比較表

國別 年級	臺灣				新加坡			
	三	四	五	六	三	四	五	六
象徵說明圖	1.8%	2.1%	0.8%	0.2%	0.7%	0.4%	0.5%	1.1%
組織分類流程圖	4.3%	0%	1.4%	1.0%	0.9%	0.4%	1.6%	4.2%
機能構造解釋圖	2.9%	0.4%	0.2%	0%	2.3%	2.5%	2.3%	2.3%
具象再現圖	20.1%	17.6%	16.0%	7.0%	17.0%	7.4%	7.9%	19.5%
構造剖面圖	2.1%	1.2%	1.6%	0%	0%	1.4%	2.6%	0.4%
綜合統計圖	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.4%	0.9%
情境裝飾圖	1.2%	1.4%	1.0%	0.8%	4.6%	3.9%	0.9%	0.9%
特徵強調圖	3.9%	1.4%	2.0%	0.6%	3.3%	0.7%	0.7%	0.4%
複合圖	0%	0.8%	2.0%	0.2%	0.2%	1.6%	2.3%	1.4%
其他	0.4%	0.8%	2.3%	0%	0.2%	0.2%	1.9%	0.7%

(五) 兩國均重視「動植物構造與功能」及「繁殖與遺傳」概念；但新加坡國小生命科學概念數比臺灣多。

依概念將插圖分類後，計算單一類型與插圖總數的比率，得到圖 3。發現兩國均在「動物構造與功能」使用最多插圖，再來是「植物構造與功能」及「繁殖及遺傳」。新加坡國小教科書包含較多的生命科學概念。例如「食物鏈」的概念，新加坡在國小階段已出現 3.2% 的使用率，臺灣則是在國中才會出現這樣的概念。另外，新加坡有高達 22.3% 的插圖使用率落在「其他」，深入分析其內容，扣除「情境裝飾圖」後，發現其生命科學概念還包含「分類的基礎」、「生物與非生物的定義」、「真菌與細菌」、「呼吸作用」、「光合作用」、「能量的傳遞」、「生態系」、「溫室效應對生態的影響」等八項。臺灣及新加坡的「其他」類型均包含「植物的應用」概念。因為概念數比臺灣多，所以新加坡教科書的篇幅也比臺灣多。

(六) 兩國均採用大量「具象再現圖」進行動物概念教學。臺灣偏向使用單純插圖類型輔助教學；新加坡傾向使用多種插圖類型來教動物概念。

台灣與新加坡分別使用 181 張與 143 張插圖進行「動物構造與功能」概念教學。將使用張數與使用總數換算成使用率（圖 4），發現兩國均大量使用「具象再現圖」，除「具象再現圖」外；臺灣傾向使用「象徵說明圖」（21%），而新加坡則傾向使用「複合圖」（11.2%）、「構造剖面圖」（9.1%）、「機能構造解釋圖」（9.1%）來配合教學。表示臺灣較傾向使用單純插圖類型來教學，而新加坡則傾向使用多元化插圖類型來傳達概念。

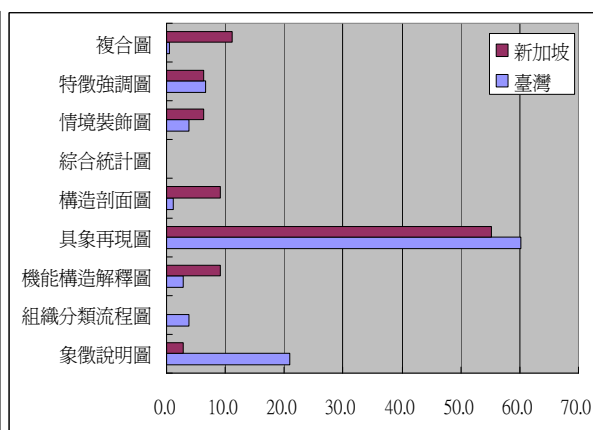
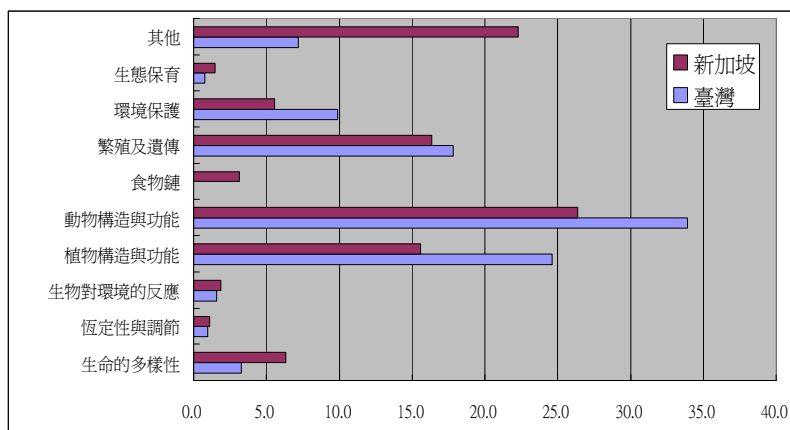


圖 3. 兩國國小生命科學概念插圖比較橫條圖

圖 4. 兩國進行動物概念教學之插圖比較

(七) 兩國均主要以「具象再現圖」進行植物概念教學。新加坡為配合學生年齡，採用較多「情境裝飾圖」搭配植物概念。

臺灣與新加坡分別使用 195 張及 107 張插圖進行「植物構造與功能」教學，其中仍以「具象再現圖」使用率最高，將之去除後，再以剩下的插圖類型來比較(圖 5)，發現臺灣傾向使用「構造剖面圖」(10.8%)、「組織分類流程圖」(10.3%)、「象徵說明圖」(9.7%)來教植物概念；新加坡則是使用「情境裝飾圖」(11.2%)、「機能構造解釋圖」(10.3%)、「複合圖」(8.4%)來輔助教學。顯示兩國在植物概念教學上，所使用的插圖類型差異頗大。新加坡採用較多「情境裝飾圖」設計教學情境，因其植物概念教學主要落在三~四年級，而臺灣則是分布在三、五年級，採螺旋式加深概念的方式來教學。

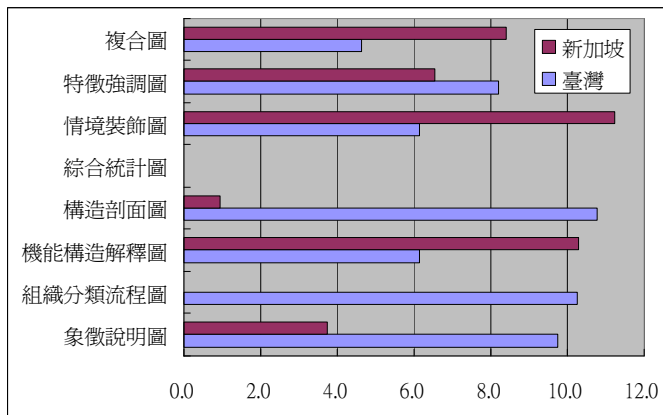


圖 5. 兩國植物概念插圖類型比較

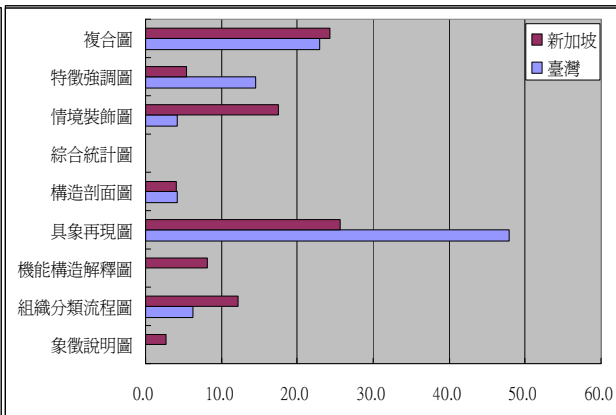


圖 6. 兩國繁殖及遺傳概念插圖類型比較

(八) 兩國均使用「複合圖」統整「生活史」與「繁殖構造」概念。

臺灣與新加坡分別採用 48 張、74 張插圖進行「繁殖及遺傳」教學。除「具象再現圖」外，新加坡與臺灣均使用大量的複合圖來輔助教學(圖 6)。而兩國所採用的複合圖也相當一致，多是混合「組織分類流程圖」與「構造剖面圖」，主要目的是為了同時傳達「生活史」與「繁殖構造」兩種概念。臺灣主要在五年級進行「繁殖及遺傳」教學，適合利用「複合圖」一次性統整多項概念。而新加坡則將「繁殖及遺傳」概念分散在四、五年級，此項策略應與其國小四年級將進行全國性分班考試的政策有關。

四、 結論

教科書插圖的運用與教學概念、學生程度、國家教育政策均有關聯，故插圖選用時，應依其類型與功能，搭配合適概念，才能達到教學效果。

本研究發現如下：1. 臺灣的圖頁比較新加坡來得高，約為 3.85 (圖/頁)。2. 兩國均傾向使用「具象再現圖」來輔助生命科學概念之教學，其中又以真實圖片居多。3. 兩國均較少使用綜合統計圖來教生命科學概念。4. 伴隨著年級及主要概念改變，教科書內的插圖類型也隨之變化。臺灣依照三~六年級的順序，主要插圖類型依序為「組織分類流程圖」、「象徵說明圖」、「其他」、「組織分類流程」；新加坡依照三~六年級的順序，主要插圖類型依序為「情境裝飾圖」、「情境裝飾圖」、「構造剖面圖」、「組織分類流程」；新加坡在中年級較為重視情境化教學，故使用較高比率的「情境裝飾圖」。5. 兩國均在「動物構造與功能」、「植物構造與功能」、「繁殖及遺傳」這三個概念使用較多的插圖來輔助教學，顯示此三個概念為國小階段相當重要的生命科學概念。6. 在插圖類型的使用上，

臺灣使用少數插圖類型，較為單純；而新加坡則使用多種插圖類型來增加學習的多元性。7.兩國均在高年級使用較多「複合圖」，內含較多生命科學概念。兩國均傾向使用較大面積的複合圖，主要包括「生活史」與「繁殖構造」。而其中較為不同的是新加坡教科書出現較多顯微照片與合成特效，讓版面配置更為專業及美觀。

參考文獻

- 洪蘭 (2000)。生命科學的普及和教育。載於東吳大學主編，2000 *生命科學教育：兩岸三地生命科學教育研討會論文集* (頁 166-169)。臺北市：東吳。
- 陳黎枚 (2002)。國小自然科學教科書圖解設計類型之研究。未出版碩士論文，雲林科技大學，雲林縣。
- 陳俊宏、楊東民 (2008)。視覺傳達設計概論=*Introduction to visual communication design*。台北市：全華。
- 單文經 (1996)。插畫的種類與設計原則。 *教學科技與媒體*，28，30-37。
- 羅倫新、姚伊美 (1994)。電腦繪圖與其應用。 *視聽教育雙月刊*，35 (5)，15-21。
- Alessi, S.M. (1988). Fidelity in the design of instructional simulations. *Journal of Computer Based Instruction*, 15(2), 40-47.
- Alessi, S.M. & Trollip, S.R. (1991). Incorporating Computers Effectively into Classrooms. *Computer-Based Instruction: Methods and Development*.
- Armstrong, J. & Bray, J. (1986). How can we improve textbook? (ERIC Document Reproduction Service No. ED 292208) .
- Singapore Ministry of Education (2008) . Science Syllabus Primary.
- Chiappetta, E. L., Sethna, G. H., & Fillman, D. A. (1993). Do middle school life science textbooks provide a balance of scientific literacy themes? *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7), 787-797.
- Meyer, L. A., Crummey, L., & Greer, E. A. (1988). Elementary science textbooks: Their contents, text characteristics, and comprehensibility. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(6), 435-463.