科學教育學刊
2005, 第十三卷第三期, 241-262

Chinese Journal of Science Education
2005, 13(3), 241-262

國小學生的生物腐化想法與科學教室環境知覺關係之研究

游淑媚[1]　林淑芳[2]
[1]國立台中師範學院自然科學教育學系所
[2]台中縣立東平國小

（投稿日期：民國 92 年 11 月 3 日，修訂日期：93 年 6 月 15 日，接受日期：93 年 11 月 15 日）

摘要：本研究目的在探討國小不同年級學生的生物腐化想法與科學教室環境知覺的關係。本研究應用「生物腐化診斷工具」以及「科學教室環境量表（WIHIC）」探討台灣中部地區小四、小六（學前）及小六（學後）共十二班學生於不同班級環境型式：「同儕互動積極」與「各層面發展均衡」中的生物腐化想法與科學教室環境知覺之相關情形。研究結果顯示：(1)各年級學生在不同班級環境型式中的生物腐化想法之分布趨勢有些差異。(2)各年級學生的生物腐化想法與科學教室環境知覺的顯著相關情形與班級環境型式有關。在「同儕互動積極」環境型式的小四學生持「自然因素」類型與「學生團結」教室環境知覺顯著相關；小六（學後）學生持「生物消費」類型與「學生團結」、「合作」、「教師支持」、「平等」及「工作取向」教室環境知覺顯著相關。在「各層面發展均衡」環境型式的小六（學前）學生持「物理因素」及「分解者生物因素」類型與「平等」及「工作取向」教室環境知覺顯著相關；小六（學後）學生持「分解者生物因素」類型與「學生參與」教室環境知覺顯著相關。最後，本研究對國小學生的生物腐化教學及未來研究提供相關建議。

關鍵詞：生物腐化、科學教室、想法、教室環境、環境知覺。

壹、緒論

一、研究背景、目的及重要性

生物腐化是生態學重要的科學概念之一，研究顯示學生對於生物腐化有不同於科學家的想法：國小四年級學生，無法解釋造成生物腐化的原因，持「自然因素」的觀點看待腐化現象（游淑媚, 2003; Yu & Lin, 2002）；而有些年級較大的國小學生以物理因子（水、光）解釋造成生物腐化的原因，將生物腐化視為「物理因素」造成的結果（游淑媚, 2003; Hogan & Fisherkeller, 1996; Leach, Driver, Scott, & Wood-Robinson, 1996; Yu & Lin, 2002）；還有學生將腐化視為因消費者生物因素造成的「生物消費」想法（游淑媚, 2003;

Reiner & Eilam, 2001; Yu & Lin, 2002）。若要藉由科學教學協助學生澄清並改變其生物腐化想法，除了瞭解學生所持有的各種生物腐化想法之外，這些想法與其科學教室環境之可能相關情形，是值得深入研究探討的。

科學教室是學生進行科學學習的環境之一，有關學生的科學教室環境知覺與學習成果（outcomes）間的關係研究，主要探討學生在教室中的學習過程或學習後表現，以及學生在什麼樣的科學教室環境中，會有較好的學習成果（李晏憲和張俊彥, 2004; 陳鴻明、張文華和張惠博, 2002; Beeth, 1993; 1998; 1999; Fraser, 1994; 1998; Huffman, Lawrenz & Minger, 1997; Lederman, 1984; Nolen, 2003; Parker & Rennie, 2002; Pizzini & Shepardson, 1992）；至於學生自持的科學想法與科學教室環境之相關研究則較少見。莊雪芳和鄭湧涇（2003）的研究建議，學生在教室中學習態度低落的可能的因素之一為學生在教室中持有的另有想法，值得進一步研究。楊榮祥和Fraser（1998）也建議應建立正向的教室環境，使學生容易建構知識。因此本研究所探討的學生自持的科學想法與其對科學教室環境知覺間的相關性，應有其重要性。

Duit 和 Treagust（2003）分析自西元 1970 年代至今的學生概念相關研究，發現以往學生概念相關研究，多聚焦在認知的向度，較少留意情意的向度。然而，學習者所處的教室環境，在學習活動中的參與情形，學習興趣以及小組學習等等都是概念學習重要的面向。Duit 和 Treagust 建議科學學習與教學應朝多面向的觀點，將認知與情意的領域合併在一起，來進行概念相關研究。因此，本研究探討的學生自持的科學想法與其對科學教室環境知覺間的相關性，對於學生概念相關研究提供另一向度的可參考性。

在探討學生於教室中的學習之際，應先了解學生帶進科學教室中或在教室中自行建構之科學想法（Alvermann & Phelps, 2002），方能與科學界定之概念相較，以獲知學生的學習成果。學生概念學習的過程遠比目前所瞭解的複雜的多，學生的生理、心智、社會文化、信念、情意等因素，都可能影響概念學習（Duit & Treagust, 2003; Venville, 2004）。因此，探討學生自持的科學想法與其對科學教室環境知覺相關之研究，為當前科學教育研究重要議題之一。

二、研究的目的與問題

本研究目的在探討國小不同年級學生的生物腐化想法與科學教室環境知覺的關係。本研究之待答問題如下：

(一)不同年級的國小學生在不同班級環境型式中，持有的生物腐化想法有何不同？

(二)不同年級的國小學生的生物腐化想法，與科學教室環境知覺的關係為何？

貳、文獻探討

一、生物腐化的相關研究

生物腐化的現象，包含分解者角色的參與使生物殘骸產生腐化；還有分解者分解功能的貢獻（Leach *et al.*, 1996; Wood-Robinson, 1995）。有關學生生物腐化想法的研究，有的在了解學生是否察覺生物腐化過程中有分解者角色之參與（Smith & Anderson, 1986）；或探討學生對分解者參與生物腐化過程中之分解功能（Sequeira & Freitas, 1986）；也有同時探討學生對生物腐化過程中的分解者角色與功能。研究的對象包含小學至高中學生，在小學階段較聚焦於小學生對分解者角色的想法（游淑媚, 2003; Yu & Lin, 2002）。本研究對象為國小四年級至六年級學生，主要探討小學生對生物腐化原因的想法，並從中了解

小學生能否察覺分解者角色。

在游淑媚（2003）及 Yu 和 Lin（2002）的研究發現我國有較多的國小四年級學生，無法解釋造成生物腐化的原因，持「自然因素」的觀點看待腐化現象。而有些年級較大的國小學生以物理因子（水、光）解釋造成生物腐化的原因，將生物腐化視為一種「物理因素」造成的結果，此與 Leach 等人（1996）以及 Hogan 和 Fisherkeller（1996）的研究結果相似；Hogan 和 Fisherkeller 發現五、六年級學生將腐化現象視為生物及物理因素的發生歷程，認為生物殘骸會慢慢消失，係因雨和風所造成的。另外，游淑媚（2003）、Leach 等人（1996）、Reiner 和 Eilam（2001），及 Yu 和 Lin（2002）的研究發現學生會持將腐化視為因消費者生物因素造成的想法；在游淑媚（2003）研究中稱為「生物消費」想法。

上述有關生物腐化的研究多在探討不同年級或某一年級的學生，對生物腐化的想法；有些研究會比較，隨著年級的增長，學生的想法表現之趨勢（游淑媚, 2003; Leach *et al.*, 1996; Yu & Lin, 2002）。可見在探討學生的生物腐化想法與科學教室環境間的關係時，年級因素是值得探討的變項。

二、科學教室環境

「科學教室」是學生在學校進行科學學習的環境之一，而學生對科學教室環境的知覺，亦就是學生對其科學教室環境的感受及看法（Huffman *et al.*, 1997）。因此科學教室環境量表，不但可以探測學習者對科學教室環境的感受（黃台珠, Aldridge, 和 Fraser, 1998）；也可以探知科學教室環境與學生的學習間的關聯（Huffman *et al.*, 1997; Lederman, 1984; Parker & Rennie, 2002; Pizzini & Shepardson, 1992）。

科學教室環境中的情意因素不容忽視；情意－可被視為人對環境（含人、事、物）的關係，所產生的感受，如 Moos 之主張（引自黃台珠等人, 1998），人類環境（human environments）可分成三種基本層面：(一)關係層面：人在環境中，人際關係的本質與強度；如教室環境量表（WIHIC）中的「學生團結」、「合作」、「教師支持」和「平等」等四個向度；此四個向度可以根據產生關係的角色，在本研究中再細分為「同儕關係」層面與「師生關係」層面，其中屬於「同儕關係」層面，是學生與同學間的相處關係，包括「學生團結」和「合作」兩個向度，「師生關係」層面，指學生與老師之間的關係，包括「教師支持」和「平等」兩個向度。(二)個人發展層面：指個人的成長與自我潛力的促進；如教室環境量表（WIHIC）中的「學生參與」、「探究」及「工作取向」等三向度則是此層面之向度。(三)系統的維持和改變層面：代表環境的秩序、明確的期望、控制的維持與對改變的反應。本研究採用的教室環境量表（WIHIC）中的七個向度皆不屬於此層面。在本研究中所採用的層面有(一)關係層面中的「同儕關係」層面、「師生關係」層面以及(二)「個人發展」層面。

在科學教室環境中，同儕之間的互動與交流頻繁。已有研究提倡透過合作學習促進學生的科學學習成效（Jarvis, 1996），研究結果指出合作學習比強調競爭、個人發展，更易促使學生的學習態度與成果有正向的相關效果（Fraser, 1998）。本研究探討不同年級學生對同儕的知覺與其所持科學想法的關係--「同儕關係」層面。而教師在科學教室環境中與學生間的互動也與學生的學習相關，因此師生互動是教室環境研究探討的主要變項之一（Huffman *et al.*, 1997; Parker & Rennie, 2002）。一般探討學生對師生關係的知覺，多著重於教師行為與態度，像是支持、協助行

為（黃台珠等人, 1998; Parker & Rennie, 2002）。不同年級的學生對教師行為的知覺有差異（Stark & Gray, 1999）。本研究探討不同年級學生對教師的知覺與其所持科學想法的關係--「師生關係」層面。

透過學生的科學教室環境知覺可預測其在科學學習上的表現（Fraser, 1998）；科學學習表現可以是學生在科學教室環境中的學習參與和努力發展的情形，於黃台珠等人（1998）的科學教室環境量表中的「學生參與」、「探究」及「工作取向」向度，在探討學生在科學教室環境中，有關「個人發展」層面的感受。學生有較多的時間在教室中學習科學，因此對教室環境的知覺，包含同儕關係、師生關係與個人發展與其自持的科學想法應會有所關聯；所以本研究欲探討不同年級的學生之科學教室環境知覺與生物腐化想法的相關情形。

另外，在探討學生的科學教室環境知覺時，應考量環境的「分析單位」；Huffman 等人（1997）之研究指出過去探討教室環境的研究，多以「班級」作為分析單位，且該研究結果亦認同「同班級的不同學生應對其教室環境有類似知覺」的基本假定，顯示「班級」是一適宜分析科學教室環境的單位。然而考量本研究各班級之教室環境可能不同，故研究者先分析所有班級之環境型式（各班整體學生對環境之平均知覺），再進行類似大型班級的歸屬分類，形成本研究分析的「班級環境型式」（相似環境）。並透過班級環境型式分析學生的科學想法與環境知覺的關係。

國內的學者應用教室環境量表（WIHIC）進行的相關研究如下：(一)學生的科學學習與環境的關係。使用環境知覺的工具，探知學生對科學的態度與環境的關係（莊雪芳和鄭湧涇, 2003）。(二)利用環境量表了解學生的科學教室環境知覺。黃台珠等人（1998）研發科學教室環境量表，並利用來比較台灣與澳洲不同文化國家學生的環境知覺。李旻憲和張俊彥（2004）研發地球科學學習環境問卷，調查高一地球科學教室學習環境。(三)應用學生之環境知覺變化評估新課程或教學方法，陳鴻明等人（2002）以學生的環境知覺評估九年一貫課程下設計的教學模組之適用性。在這些研究中，尚未有應用教室環境工具探討學生的科學想法與環境知覺間的關係之研究。因此，有待進一步的研究。

三、學生的科學想法與科學教室環境

「教室環境」可視為一社會心理的情境，由許多內在及外在因素所影響（黃台珠等人, 1998）；在教室內的教學環境中，能看到的多是一些外顯行為，比如老師怎麼教、學生怎麼學；但是，除了考慮易顯的外表行為，一些比較深層的、情境的因素皆應考量，像是學生的理解、情感及思想（郭重吉, 1996）。Lewin 在 1936 年提出一個公式： B = F（P，E），表達人的行為會受到人（person）與環境（environment）因素的影響（引自黃台珠等人, 1998），因此學生表現的科學想法與教室環境之間是存有值得探討的關係；尤其學生的想法是經由個人自發性地建構（郭重吉, 1996），教室中人與人間的互動與學生建構科學想法有關。

學生的自我效能、控制信念、班級脈絡、個體目標、意圖、目的、期望、需求、和認知策略等都是概念學習的重要因素（Pintrich, Marx & Boyle, 1993; Sinatra, 2002; Sinatra & Pintrich, 2003）。「學習」是透過社會互動的過程，使個人的觀點得以拓展與變化，在教室環境中，學生彼此間的磋商（negotiate），架構起一個社群化、動態的教室學習歷程（classroom learning process）（Reiner & Eilam, 2001），此歷程也影響學生建構其科學想法。

所以在教室環境中，學生與學生之間的交流，老師與學生之間的交流，或是學生在教室中的參與表現情形，皆與學生表現的科學想法密不可分（Pintrich, et al., 1993; Venville, 2004; Venville & Treagust, 1998）。

學生在教室中表現的科學想法有兩種，一是學生在接受教學之前，其心智中已存在之想法，像是先存概念（prior conception）、對科學現象的質樸想法（naïve conception），在本研究中小四與小六（學前）學生因尚未在課堂中學習正式的生態概念，故其所持之生物腐化想法較屬於此種。另一種是學生在教室中自行建構的科學想法。Vygotsky 指出學生總是不斷地在進行想法改變，透過與老師或同學間的合作學習，再結合日常的想法與學校學習的科學想法，並且轉化成經驗的原料置於自己一致性的想法系統中（Howe, 1996; Schnotz & Preuß, 1999）；意即學生雖然會將自己的想法帶進科學教室中，但是透過教室環境中的學習活動交流，學生也會因此再建構自己的想法（Venville, 2004; Venville & Treagust, 1998）。

學生在科學教室中學習，應是常發生內在想法的思考演繹歷程。比方說：當科學教師呈現一個現象表徵、一個問題，讓學生透過活動、實驗方式從中學習。學生在與同學討論過程中，會進行一個演繹思考的歷程（Wandersee, Mintzes & Novak, 1994），運用推演或歸納的方式活化個人長期記憶中的舊知識（帶進教室中的想法），透過與師生互動、同儕互動或是個人發展，自行建構或接收其他訊息以同化一新想法（Venville, 2004）。She（1999）的研究是營造一個讓學生分組進行科學實驗的環境，從中觀察學生間的互動與學生之科學想法之討論的相關情形；Gilbert 和 Pope（1986）的早期研究，也是透過小團體討論歷程的教室環境中，觀察學生的想法變化。雖然這兩個研究皆提及，要利用「同儕」力量改變學生的想法需要花費時間，且與學生的互動技能相關；但至少可以發現，教室環境中常發生的「團體討論」便是一個學生思考演繹的歷程，因在此歷程中，學生的想法是在建構當中，像 Gilbert 和 Pope（1986）即發現有些學生的想法會有些微的改變。由上述討論，可以廣義推論，學生在教室環境中的學習歷程與其科學想法的表現有關。

不論是學生帶進科學教室中的想法，或是學生在科學教室中建構的想法，其實都與學生在科學教室中進行科學學習相關；而學生在教室中的科學學習亦與科學教室環境知覺相關（莊雪芳和鄭湧涇, 2003），包括教室中師生互動的關係、同儕互動的關係及個人的發展情形；而且，此三種層面又彼此相關。

雖然多數討論教室環境的研究會較著力於探討學生的學習態度與環境間的關係（莊雪芳和鄭湧涇, 2003; Kahle & Meece, 1994）；然而莊雪芳和鄭湧涇（2003）的研究建議，學生在教室中學習態度低落，可能與學生在教室中容易持有另有概念之學習有關，有待進一步探討。Beeth（1999）的研究提倡需有概念改變教學的學習環境。現有研究已指出小四學生、小六學前學生及小六學後學生的生物腐化想法不太相同（游淑媚, 2003; Yu & Lin, 2002）。楊榮祥和 Fraser（1998）建議應建立正向的教室環境，包括：建立好師生人際關係，使學生容易建構知識；視教室為共同建構知識的地方，鼓勵學生共同討論以建構知識，並能運用正確的科學概念。不過，學生在非正式生態單元的學習環境，也有可能形成或改變其先存概念。小四及小六學前的學生在其自然課教師所採用的不同的學習環境中，可能形成或改變其生物腐化先存概念。因此，了解小四學生、小六學前學生及小六學後學生的生物腐化想法與學生對科學

教室環境知覺的相關性是有必要的。

本研究目的在探討國小不同年級學生有哪些生物腐化想法與科學教室環境中的哪些向度較相關；學生的生物腐化想法與科學教室環境知覺間的相關情形，期能提供深入探討生物腐化想法成因的參考，或未來進行生態概念改變教學設計之依據。

叁、研究方法

本研究目的在探討國小階段不同年級學生的生物腐化想法與科學教室環境知覺的關係。先根據科學教室環境量表（WIHIC）分析研究班級之教室環境型式，探討於不同班級環境型式中的學生，持生物腐化想法之分布趨勢；再採積差相關分析不同年級學生持生物腐化想法與科學教室環境知覺之相關情形;並佐以晤談資料探討學生的生物腐化想法與科學教室環境知覺的關係。

一、研究對象

本研究對象為台灣中部地區小四、小六（學前）及小六（學後）學生，有效樣本總計 338 人（合計小四學生 69 人，小六（學前）學生 129 人，小六（學後）學生 140 人）。研究班級取自中部地區縣市各五校共十二班。本研究整理所有研究班級之 WIHIC 量表資料，作類似大型班級的歸類處理，以學生的 WIHIC 量表中七向度施測結果，先分成「同儕關係」、「師生關係」及「個人發展」三層面。根據「同儕關係」層面、「師生關係」層面以及「個人發展」層面等各層面的向度之班級平均感受值之相對高低，將研究班級歸類成「同儕互動積極」及「各層面發展均衡」兩種班級環境型式。其中小四學生只有兩班與本研究的班級環境型式相符。樣本分布見表 1。

表 1：研究樣本之人數分布表（量化部分）

	研究班級之環境型式		
年級	同儕互動積極	各層面發展均衡	小計
小四	39	30	69
小六（學前）	65	64	129
小六（學後）	118	22	140
總計	222	116	338

本研究之質性晤談個案為台灣中部地區，鄰近市區的一所小學，已學習過生態概念的六年級學生。經施測四個班級後，先根據 WIHIC 施測結果分析之班級環境型式，再參酌學生的生物腐化想法；由「同儕互動積極」及「各層面發展均衡」兩個環境型式的班級中，各取樣 5 名學生，總計 10 名晤談個案。

二、研究工具

(一)科學教室環境量表（WIHIC）

科學教室環境知覺以黃台珠等人（1998）研發之科學教室環境量表（WIHIC）來評測。內容分成七個向度，包含學生在科學教室環境中對學生團結、合作、教師支持、平等、學生參與、探究、工作取向之感受；每個向度又包含 8 題試題，各試題為李克特氏五點量表，得分範圍為 56~280 分。各向度的名稱及說明如下：

1. 學生團結（student cohesiveness, SC），學生與同學間友好感情。
2. 合作（cooperation, C），學生與同儕在學習時的合作關係。
3. 教師支持（teacher support, TS），教師對學生提供幫助、友善行為。
4. 平等（equity, E），教師是否平等對待學生。
5. 學生參與（student involvement, SI），學生樂於參加科學學習活動。

6. 探究（investigation, I），學生探究的技能與過程，並用以解決科學問題。
7. 工作取向（task orientation, TO），學生對科學課業活動與達成預期活動的重視。

WIHIC 量表主要探測國中學生對於科學教室環境之感受（黃台珠等人, 1998）；為使 WIHIC 量表適於施測本研究對象之國小學生，配合小學學習情境，將原量表之「理化、生物課」一詞更改為「自然課」。於國小四至六年級施測十五班共 416 人，進行「自然課」WIHIC 工具之效、信度考驗。

國小部分各分量表之內部一致性信度為 0.87~0.92，高於原工具之信度 0.85~0.90（黃台珠等人, 1998）；顯示該工具在修改課程名詞敘述後，適用於國小年段施測。分量表間的相關值平均所計算之區別效度值介於 0.56~0.67，略高於原工具之效度值 0.41~0.58，顯示國小學生對每一分量表之知覺差距較小。信效度考驗結果理想，是一個可信的研究工具。

(二)生物腐化想法雙層診斷工具

生物腐化想法以游淑媚（2002）研發之中、小學學生生態概念的雙層診斷工具國小題本中，有關國小學生對造成「生物腐化現象」原因的想法題目來評測。雙層診斷工具的第一層主要在評測科學事實，第二層評測事實背後的理由。生物腐化想法雙層診斷工具概念命題詳見游淑媚（2003），本工具在研發歷程中已經專家效度考驗；並於國小四至六年級施測共 272 人，進行工具之重測信度及內部一致性信度之考驗，重測信度值 0.863，內部一致性信度值 0.66。該研究歷經質性晤談、開放性問卷之資料分析並比對雙層診斷工具之施測結果，形成小學生的「自然因素」、「生物消費」、「物理因素」及「分解者生物因素」四項想法（游淑媚, 2003）。

生物腐化現象的四項生物腐化想法說明如下：

1.「自然因素」想法：代表小學生無法提出理由說明生物腐化現象產生的原因，僅認為生物腐化是種自然發生的現象。
2.「生物消費」想法：小學生認為生物腐化現象的產生是因為被小動物吃得爛爛的原因，且甚至將微生物當成像蟲之類的小動物。
3.「物理因素」想法：小學生認為生物腐化可能是被一些自然的物理因子（像：光、水或空氣）影響所造成的現象。
4.「分解者生物因素」想法：學生能察覺因為有種與消費者角色不同的「生物」參與，才能致使生物殘骸發生腐化的現象。

(三)晤談工具

本研究採半結構方式進行晤談，目的在探測學生的生物腐化想法與科學教室環境知覺的相關性。工具包含三部份：

1. 對科學教室環境之描述
   (1)說說看上自然課時與班上同學間的互動情形？還有你的感受？
   (2)說說看上自然課時對自然老師教學態度的感受？與你學習有關嗎？
   (3)說說看上自然課時你的參與表現？對自然課業的處理與感受？
2. 談談自己的生物腐化想法

說說看你選擇此答案（雙層診斷工具施測結果）的想法？

3. 談談自己的生物腐化想法與上自然課的相關

剛才提到的想法曾在上自然課時討論、發生過嗎？是什麼情形？

三、研究過程

本研究根據研究對象於分解者概念之雙

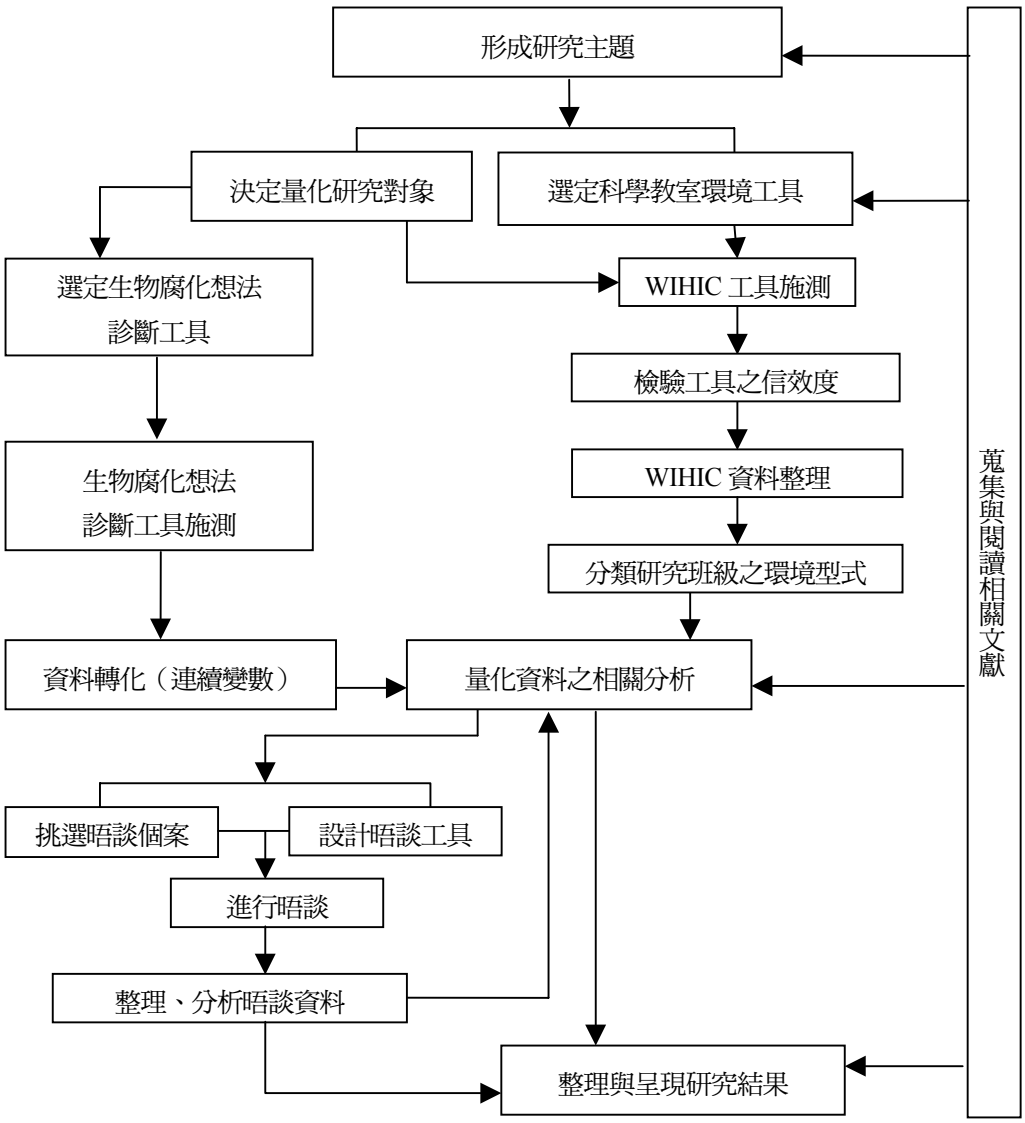


圖 1：研究流程

層診斷工具的施測資料，亦即學生的「自然因素」、「生物消費」、「物理因素」及「分解者生物因素」想法。再以國小各年級群組，將上述四項想法，分別與 WIHIC 的施測資料中「學生團結」、「合作」、「教師支持」、「平等」、「學生參與」、「探究」及「工作取向」七項向度進行

相關分析，以形成本研究結果。另外本研究於 92 年五月期間選取不同上述研究對象之個案進行質性晤談，以輔佐量化之研究資料。研究流程見圖 1。

四、資料整理與分析

(一)資料整理

研究整理的量化資料包含分解者概念之雙層診斷工具的施測資料；以及學生於 WIHIC

表 2：科學教室環境量表之架構分析與範例說明

	分量表名稱	範 例 說 明	題數
同儕關係層面	學生團結（SC）	我和班上同學能建立友誼。	16
	合作（C）	我會和同學合作完成老師所指定的功課。	
師生關係層面	教師支持（TS）	當我在功課上有問題時老師會幫助我。	16
	平等（E）	在班上我的發言機會和其他同學的一樣多。	
個人發展層面	學生參與（SI）	在班上討論時我會發表我的看法。	24
	探究（I）	我用實驗活動來驗證我的想法。	
	工作取向（TO）	在班上我會盡力完成被交代的事。	
總題數			56

量表之施測資料。說明於下：

1. 生物腐化想法施測資料的轉化

研究根據學生在生物腐化想法雙層診斷工具的作答結果，學生的生物腐化想法原是屬於名義變數，例如：國小資料中的作答組合「23」表示「物理因素」類型。本研究為分析學生持有的各項想法與對教室環境各向度知覺的相關，將上述的名義變項進行轉化處理。從原一筆名義變項轉化出多筆連續變項；方法是依每項想法建立新變數，因此新建立四筆連續變項，代表四項想法。每筆新變項代表每種想法的分數；例如：於原名義變項資料中，屬於「物理因素」則評為「1 分」，其他資料皆評為「0 分」。結果計算的分數即代表「物理因素」的新一筆連續變項。

2. 科學教室環境量表之資料處理

WIHIC 量表共有七個向度，各包含 8 題試題；研究將施測資料作變數計數（8 題試題分數總合）方式處理，形成 7 個連續變數。基於「同班級的不同學生應對其學習環境有類似知覺」的基本假定（Huffman *et al.*, 1997），科學教室環境的「分析單位」不應存有過大的差異性；且考量各班級人數差距過大（有些較偏遠地區的學校班級之人數過少）。因此本研究採整理所有研究班級之 WIHIC 量表資料，作類似大型班級的歸類處理，以學生的 WIHIC 量表中「學生團結」、「合作」、「教師支持」、「平等」、「學生參與」、「探究」及「工作取向」七向度施測結果，先分成「同儕關係」、「師生關係」及「個人發展」三層面（見表 2）。

根據「同儕關係」層面、「師生關係」層面以及「個人發展」層面分析本研究各班級環境，再根據「同儕關係」層面、「師生關係」層面以及「個人發展」層面等各層面的向度之班級平均感受值之相對高低，將所有研究班級歸類成「同儕互動積極」及「各層面發展均衡」兩種班級環境型式。「同儕關係」層面的各向度班級平均得分較「師生關係」層面以及「個人發展」層面的各向度班級平均得分相差都高出兩分的班級稱為「同儕互動積極」班級環境型式。同儕、師生關係與個人發展三層面的各向度班級平均得分相差都低於兩分的班級稱為「各層面發展均衡」班級環境型式（見表 3）。

(二)資料分析

本研究資料之分析包含不同班級環境型式中，學生的生物腐化想法之資料分析；以及學生的生物腐化想法與科學教室環境知覺之相關分析。

1. 學生於不同班級環境型式中的生物腐化想法之資料分析

此階段先比較在不同班級環境型式中的學生持四項生物腐化想法之分布趨勢；再描

表 3：班級科學教室環境型式

	科學教室環境型式	
班級代號	同儕互動積極	各層面發展均衡
小學四年級	Lp4	Sp4
	Sbp6	Lbp6
小六（學前）	Fbp6	Ybp6
	Dbp6	
	Lap6	Yap6
小六（學後）	Sap6	
	Fap6	
	Dap6	
班級數	8	4

註：表中代號為研究班級的代號；第一個字母為學校名稱代號，b 代表學習生態概念前，a 代表學習生態概念後，p 代表國小，數字代表年級。

述於不同班級環境型式中的不同年級學生，持四項生物腐化想法之分布趨勢。

2. 學生的生物腐化想法與科學教室環境知覺之相關資料分析

研究者根據轉化之生物腐化想法資料，有四項連續變項；各與學生對科學教室環境七項向度的知覺，共計七個連續變項，分別進行皮爾森積差相關相關分析。本研究採各變項進行統計考驗，訂定統計考驗力為 0.05 顯著水準。

3. 學生的晤談資料整理與分析

本研究採半結構方式進行晤談，晤談目的主要在輔佐量化結果。研究的量化結果主要是學生的生物腐化想法類型，以及科學教室環境知覺間的相關情形，所以晤談資料主要分析學生的生物腐化想法與科學教室環境知覺的相關性。

肆、研究結果與討論

本研究目的在了解國小不同年級學生的生物腐化想法與科學教室環境知覺之關係。先比較於不同環境型式中的學生所持的生物腐化想法，以了解班級環境型式與學生的科學想法之關係；再採相關分析探討不同年級學生的「自然因素」、「生物消費」、「物理因素」及「分解者生物因素」想法各與教室環境之「學生團結」、「合作」、「教師支持」、「平等」、「學生參與」、「探究」及「工作取向」知覺的相關情形，並佐以質性晤談資料相互比較。

一、班級環境型式與學生的生物腐化想法

本研究在探討學生的科學教室環境知覺與科學想法之關係時，以相似的「班級環境型式」作為分析單位，進行研究討論。比較於不同班級環境型式中，不同年級學生持之生物腐化想法的分布情形。

(一)學生於不同班級環境型式中，生物腐化想法的分布情形

比較於「同儕互動積極」與「各層面發展均衡」環境的學生，持有的想法之分布情形。結果發現（見圖 2），兩種環境的學生持生物腐化想法之分布趨勢頗為接近，皆是「自然因素」的比例最低，「分解者生物因素」的比例最高；且「物理因素」的比例亦都高於「生物消費」。

由圖 2 可發現不同環境的學生對腐化現象持「生物消費」的想法，具有蠻接近的比例；可見國小學生不管是在何種科學教室環境學習，認為生物腐化是因為被消費者食用而產生的現象的學生佔有相當的比例。

(二)於不同班級環境型式中，不同年級的學生生物腐化想法的分布情形

以下將再分析於不同環境型式中，不同年級的學生，持有的生物腐化想法之分布趨勢（見圖 3）。

1. 小四、小六（學前）及小六（學後）學生在各環境型式中的生物腐化想法之分布趨勢：

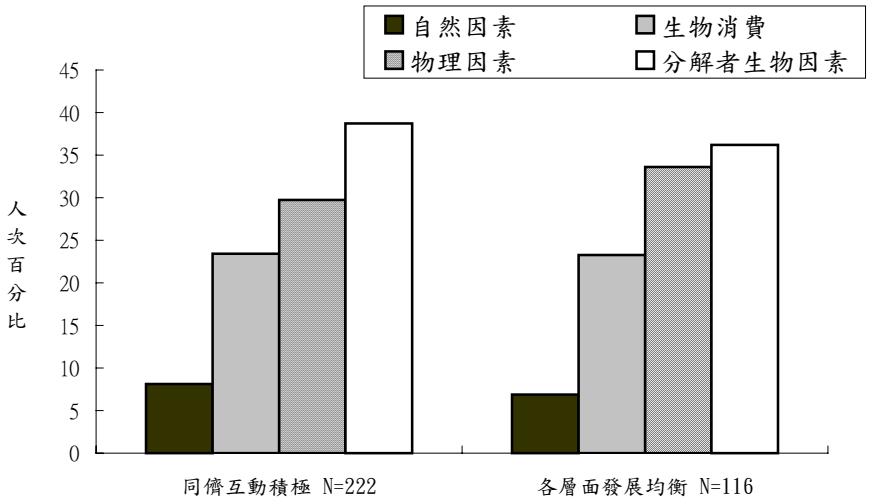


圖 2：各環境型式的學生之生物腐化想法分布趨勢

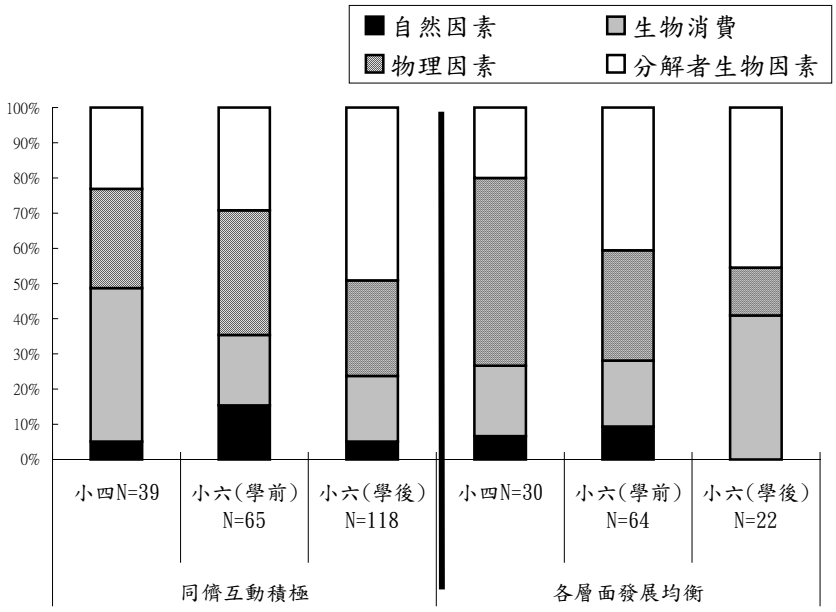


圖 3：各環境型式中不同年級學生的生物腐化想法分布趨勢

(1)小四學生在不同環境型式中的生物腐化想法趨勢有些差距，但多表現「分解者生物因素」想法之比例較少。較有差距的是在「同儕互動積極」環境中，「生物消費」比例較多；但在「各層面發展均衡」中，則是持「物理因素」的比例較多。

(2)小六（學前）學生在「同儕互動積極」與「各層面發展均衡」環境中皆表現「自然因素」與「生物消費」想法的比例較少；但在「同儕互動積極」環境中，「物理因素」有較多的比例，

在「各層面發展均衡」環境中則是「分解者生物因素」想法的比例較多。

(3)小六（學後）學生在「同儕互動積極」與「各層面發展均衡」環境中皆表現「分解者生物因素」想法的比例最多；至於其他較有差異的想法，在「同儕互動積極」環境中，是「物理因素」的比例較多，在「各層面發展均衡」環境中，則是「生物消費」想法有較多的比例。另外，此環境中的學生並沒有人持「自然因素」想法。

2. 比較不同班級環境型式中，小四、小六（學前）及小六（學後）學生持各項生物腐化想法之分布趨勢：

(1)在「同儕互動積極」環境型式中，小六（學前）與小六（學後）學生持「物理因素」及「生物消費」想法的比例頗為接近。小四學生持「生物消費」想法的比例皆比小六（學前）與小六（學後）學生多。

(2)在「各層面發展均衡」環境型式中，小六（學前）學生持「物理因素」想法的比例比小六（學後）學生多，而「生物消費」想法則比小六（學後）學生少。小四學生持「物理因素」想法的比例皆比小六（學前）與小六（學後）學生多。

游淑媚（2003）、Leach 等人（1996）以及 Yu 和 Lin（2002）的研究皆指出隨著年級的增長，學生較能察覺分解者角色參與生物腐化現象。本研究亦發現即使不同班級環境型式，年級最大的小六（學後）學生持「分解者生物因素」想法的比例皆高於另兩個年級學生。本研究透過班級環境型式之分析亦發現尚未學習生態概念的小六（學前）學生在「各層面發展均衡」環境中，持「分解者生物因素」想法的比例會較高，且與小六（學後）學生的比例差距也明顯較小。

本研究中討論無法察覺分解者角色的想法有「自然因素」、「物理因素」及「生物消費」；其中「自然因素」類型之比例在不同環境中皆顯示較低的比例，且多為尚未學習生態概念的小四學生及小六（學前）學生，此亦與游淑媚（2003）、Leach 等人（1996）以及 Yu 和 Lin（2002）的研究相似。此外，在本研究中發現，不同年級學生持有「物理因素」及「生物消費」的比例會因環境型式不同而有所差距。此部分尚未在相關的研究中發現。本研究進一步分析不同環境型式中學生的每項想法與科學教室環境知覺的相關情形。

二、學生的生物腐化想法與科學教室環境知覺

本研究採積差相關方式分析國小學生持「自然因素」、「生物消費」、「物理因素」及「分解者生物因素」想法與教室環境的「學生團結」、「合作」、「教師支持」、「平等」、「學生參與」、「探究」及「工作取向」各向度知覺的相關情形。

表 4 顯示在「生物消費」及「分解者生物因素」想法有顯著相關情形，學生持「生物消費」類型與「合作」、「平等」及「工作取向」向度知覺顯著負相關；而學生持「分解者生物因素」類型與「平等」及「工作取向」向度知覺有顯著相關情形。研究再分析不同年級學生持各項想法與科學教室環境各向度知覺的相關情形呈現於表 5。

由表 4 得知全部學生僅在「生物消費」與「分解者生物因素」兩項想法有顯著相關；然而進一步分析不同年級學生的想法與環境知覺相關，可發現更多的顯著相關，且不同年級的顯著相關是在不同的想法（見表 5）。小四學生的顯著相關在「自然因素」及「物

表 4：國小學生的想法與環境知覺之相關值

環境知覺 / 想法	N	同儕關係層面		師生關係層面		個人發展層面		
		SC	C	TS	E	SI	I	TO
全部學生	**338**							
自然因素		0.003	0.061	0.000	0.001	-0.024	-0.010	0.068
生物消費		-0.067	**-0.136***	-0.034	**-0.143***	-0.043	-0.040	**-0.117***
物理因素		-0.006	-0.011	0.044	0.031	-0.045	-0.053	-0.057
分解者生物因素		0.055	0.103	-0.025	**0.119***	0.104	0.086	**0.119***

註：SC 表示同學親和，C 表示合作，TS 表示教師支持，E 表示平等，SI 表示學生參與，I 表示探究，TO 表示任務取向。*表示 $p < .05$。

表 5：不同年級的國小學生之想法與環境知覺之關係

	N	同儕關係層面		師生關係層面		個人發展層面		
		SC	C	TS	E	SI	I	TO
小四學生	**69**							
自然因素		**-0.336***	-0.123	-0.177	-0.130	-0.200	-0.219	-0.045
生物消費		0.081	-0.115	0.153	-0.028	0.118	-0.023	-0.066
物理因素		0.016	0.118	0.082	**0.325***	0.053	0.094	0.012
分解者生物因素		0.033	0.054	-0.102	-0.146	-0.032	-0.032	0.079
小六（學前）學生	**129**							
自然因素		0.106	0.102	-0.006	-0.004	0.012	-0.008	0.110
生物消費		-0.078	-0.079	-0.055	-0.097	-0.038	-0.036	-0.010
物理因素		-0.070	-0.142	-0.101	-0.138	-0.082	-0.161	**-0.223***
分解者生物因素		0.043	0.101	0.144	**0.232***	0.143	**0.233***	0.137
小六（學後）學生	**140**							
自然因素		0.095	0.075	0.122	0.072	0.031	0.060	0.046
生物消費		-0.164	**-0.201***	-0.163	**-0.262***	-0.156	-0.079	**-0.235***
物理因素		0.056	0.014	0.144	0.019	-0.080	-0.061	0.030
分解者生物因素		0.076	**0.172***	-0.079	0.165	0.157	0.077	0.164

註：SC 表示同學親和，C 表示合作，TS 表示教師支持，E 表示平等，SI 表示學生參與，I 表示探究，TO 表示任務取向。*表示 $p < .05$。

理因素」想法；小六（學前）學生的顯著相關在「物理因素」及「分解者生物因素」想法；而小六（學後）學生的顯著相關在「生物消費」及「分解者生物因素」想法。分項說明如下，且配合班級環境型式與質性資料相較討論：

(一)小四學生的「自然因素」想法與環境的「學生團結」知覺顯著負相關；尤其是在「同儕互動積極」環境中的小四學生持此想法與「學生團結」顯著相關。

表 5 呈現小四學生持「自然因素」的想法與「學生團結」知覺呈 -0.336 顯著負相關。

在 Yu 和 Lin（2002）的研究分析，將「自然因素」想法視為個人的直覺經驗，學生會直覺認為腐化就是代表東西壞掉了，就像生活中的食品放久「自然」就腐壞。這樣的想法較多源自學生個人的生活經驗（游淑媚, 2003; Leach *et al.*, 1996），而研究結果顯示，持此想法的學生與學生團結感受成顯著負相關。

在圖 3 中發現小四學生在「同儕互動積極」及「各層面發展均衡」兩種環境中持「自然因素」想法的比例頗為接近，其中在「各層面發展均衡」環境中的比例略高於「同儕互動積極」環境。本研究再依不同環境型式進行相關分析，呈現於表 6。於同儕關係較密切的「同儕互動積極」環境中，小四學生的「學生團結」知覺與「自然因素」類型有 -0.400 顯著負相關。綜合文獻討論（游淑媚, 2003; Leach *et al.*, 1996; Yu & Lin, 2002）與研究檢驗結果，顯示持有此容易源自個人的生活經驗想法的小四學生與同儕互動之間，具顯著負相關。

(二)小六（學前）學生的「物理因素」想法與環境的「工作取向」知覺有顯著負相關，尤其在「各層面發展均衡」環境。

在兩種環境型式中的小六（學前）學生皆比小六（學後）學生有較高的比例持「物理因素」想法；經相關分析，發現小六（學前）學生的「物理因素」想法與「工作取向」知覺有 -0.223 顯著負相關（見表 5）。雖然，小六（學前）學生尚未學習生態概念，但已學習微生物概念（黴菌）；小六（學前）學生應具有於科學教室中的微生物學習經驗。

人的行為表現會受到「人」與「環境」因素的影響（Lewin, 引自黃台珠等人, 1998）；而在教室的「環境」中包含了同儕、師生及個人的要素，學生在教室的學習歷程中，環境中的學業及社交互動，是與個人自發性地建構科學想法相關（郭重吉, 1996）。所以學生的「工作取向」知覺越高，表示其對科學課業的重視與投入；當教室中的互動能正向引導學生建立較正確的科學想法，便易改變學生的另有想法（Beeth, 1999）。經不同環境型式分析，發現學生在「各層面發展均衡」環境中，此想法與「工作取向」知覺

表 6：小四學生之「自然因素」想法與環境各向度知覺之相關值

		同儕關係層面		師生關係層面		個人發展層面		
環境型式	N	SC	C	TS	E	SI	I	TO
同儕互動積極	**39**	**-0.400***	-0.202	-0.200	-0.167	-0.209	-0.182	-0.033
各層面發展均衡	**30**	-0.266	-0.050	-0.134	-0.085	-0.200	-0.282	-0.054

註：SC 表示同學親和，C 表示合作，TS 表示教師支持，E 表示平等，SI 表示學生參與，I 表示探究，TO 表示任務取向。*表示 $p < .05$。

表 7：小六（學前）學生之「物理因素」想法與環境知覺的相關值

		同儕關係層面		師生關係層面		個人發展層面		
環境型式	N	SC	C	TS	E	SI	I	TO
同儕互動積極	**65**	0.025	-0.046	-0.001	-0.004	0.105	-0.087	-0.149
各層面發展均衡	**64**	-0.130	-0.227	-0.196	**-0.266***	-0.242	-0.240	**-0.294***

註：SC 表示同學親和，C 表示合作，TS 表示教師支持，E 表示平等，SI 表示學生參與，I 表示探究，TO 表示任務取向。*表示 $p < .05$。

達 -0.294 顯著負相關（見表 7）。

(三)小六（學前）學生的「分解者生物因素」想法與環境之「平等」及「探究」知覺顯著正相關，尤其在「各層面發展均衡」環境。

相關分析發現小六（學前）學生的「分解者生物因素」想法與環境的「探究」及「平等」知覺顯著正相關。游淑媚（2003）研究中的小六（學前）學生持此想法的比例低於小六（學後）學生；本研究則發現持此想法的小六（學前）學生與環境的「探究」及「平等」知覺有 0.233 與 0.232 顯著相關(見表 5)。之前環境型式分析即發現（見圖 3），於「各層面發展均衡」環境中的小六（學前）學生持「分解者生物因素」想法的比例有較其他環境高的趨勢。經各環境型式之相關分析，亦發現「各層面發展均衡」環境中的小六（學前）學生持「分解者生物因素」想法與環境之「平等」、「學生參與」、「探究」及「工作取向」顯著的正相關；且在此環境的學生持此想法，與「探究」及「平等」知覺有較高的顯著相關，相關值達 0.316~0.402(見表 8)，可見學生持此想法與學生所處的班級環境特色有關。

(四)小六（學後）學生的「生物消費」想法與環境的「平等」、「工作取向」及「合作」知覺有顯著負相關，尤其在「同儕互動積極」環境中，與「平等」知覺負相關。

小六（學後）學生雖具有生態概念的學習經驗，仍有些學生持「生物消費」的想法（見圖 3）(游淑媚, 2003)；本研究進一步探討此想法與科學教室環境各向度知覺的相關情形。結果顯示學生的「生物消費」想法與教室環境的「合作」、「平等」及「任務導向」皆有顯著負相關（見表 5）。

由圖 3 發現，在「各層面發展均衡」環境的小六（學後）學生，有較高的比例在「生物消費」的想法，但在「同儕互動積極」的環境，學生反而較少持有「生物消費」的想法；因此研究再自「各層面發展均衡」與「同儕互動積極」環境，分別探討學生持此想法與環境各向度知覺的相關情形。

在同儕關係較良好的環境，已學習生態概念的學生，持「生物消費」想法的比例會降低（見圖 3），顯示學習過生態概念的小六學生持「生物消費」想法與同儕關係相關。經檢驗結果發現在「同儕互動積極」環境中，持此想法的小六（學後）學生，與教室環境的「學生團結」、「合作」、「工作取向」、「教師支持」與「平等」知覺有顯著負相關（見表 9）。

在「各層面發展均衡」環境中，小六（學後）學生持「生物消費」想法的比例則較高。下例個案 inv6601g 來自「各層面發展均衡」環境，個案表示與同學間的「合作」對他的學習態度與投入有很大的關係，尤其是同儕不合作的情形將使他不想學習。此位學生的「生物消費」想法是源自個人的生活經驗（帶進教室中的想法）。

S：在上自然課時，同學一起討論，就會影響我的想法，這個會比老師說的還要重要，雖然老師說的也會有一點點改變我的想法。...可是像我們在上課做實驗、活動時，女生就會很容易因為一點小事，就吵架，就很不高興；一個人在那邊生氣，不願意和我們一起做、一起討論；那我也很不高興，就會也不想做，不想再繼續討論。. ...像這樣的內容（指生物腐化原因），上自然課我們好像沒有討論到，我說的是我自己的想法，我曾在家看過螞蟻在分解蟑螂的屍體，好恐怖，但是我沒有看完。（各層面發展均衡之班級環境 inv6601g，920513）

結合量化與質性資料，相關分析發現「各層面發展均衡」環境的學生持「生物消費」

表 8：小六（學前）學生之「分解者生物因素」想法與環境知覺的相關值

		同儕關係層面		師生關係層面		個人發展層面		
環境型式	N	SC	C	TS	E	SI	I	TO
同儕互動積極	**65**	-0.169	-0.052	0.044	0.044	0.002	0.116	-0.028
各層面發展均衡	**64**	0.199	0.244	0.227	**0.402***	**0.257***	**0.316***	**0.269***

註：SC 表示同學親和，C 表示合作，TS 表示教師支持，E 表示平等，SI 表示學生參與，I 表示探究，TO 表示任務取向。*表示 $p < .05$。

表 9：小六（學後）學生之「生物消費」想法與環境知覺的相關值

		同儕關係層面		師生關係層面		個人發展層面		
環境型式	N	SC	C	TS	E	SI	I	TO
同儕互動積極	**118**	**-0.192***	**-0.214***	**-0.196***	**-0.311***	-0.134	-0.072	**-0.284***
各層面發展均衡	**22**	-0.060	-0.117	-0.101	-0.084	-0.354	-0.168	-0.052

註：SC 表示同學親和，C 表示合作，TS 表示教師支持，E 表示平等，SI 表示學生參與，I 表示探究，TO 表示任務取向。*表示 $p < .05$。

想法，與該環境各向度皆未有顯著相關的情形；而質性晤談則發現，學生顯然對同學的依賴會勝於老師的教學，因此上述個案表示同學間並沒有討論到相關生物腐化現象的知識，所以自己連結其他的相關經驗（生活中看過…）表現其對分解者角色的想法。

相關分析發現在「同儕互動積極」環境中，持「生物消費」想法與「教師支持」及「平等」的知覺有顯著相關。量化資料顯示在同儕關係突顯的環境學習生態概念時，對「教師支持」與「平等」感受與學生持「生物消費」的想法負相關。在「各層面發展均衡」環境中（個人發展層面較不低落），持「生物消費」想法則與「教師支持」及「平等」的知覺沒有顯著相關。但是研究的質性晤談資料卻發現，於「各層面發展均衡」環境的晤談個案表示其「生物消費」想法與師生關係有相關的情形。由下例晤談內容，便能了解為何學生即使重視師生關係，但卻仍持此想法的情形：

S：上課時老師如果沒有鼓勵我，我可能會認為我做的是很普通的，沒有再更好一點，我也會變得沒有信心，老師的公平態度也會影響我..的信心吧！那我的學習心情就不好，就會影響我學習科學知識。...我會有這樣的想法（指生物腐化原因）和我上自然課的時候有關，因為自然老師講說動物或是人的屍體死掉的時候嘛，就會有分解者來把他分解掉；所以我就會想說分解者就是像蟲這種小動物；而且這個答案不是只有老師說的，像題目這個例子，我們上自然課的時候也有討論過，我和同學討論時，也是會有這樣的想法，大家的想法都是一樣的。（各層面發展均衡之班級環境 inv6605b，920520）

從 inv6605b 個案的談話可發現他對師生關係的重視，以及他對科學教室之教室環境的鮮明介紹（師生與同儕間的交流）；而且這名個案又表現他會有生物消費的想法，是因為老師說的話，然後結合自己的看法，並且再和同學討論，形成他對分解者角色的看法。此質性資料，有項值得令科學教師注意的是，一個認真上課，喜歡與同學討論的學生，仍出現與科學概念有差距的想法；可見，學生是持有自己的想法在教室中的學習，教師應適時的留意學生在學習的過程中，所自行建

構的科學想法。建議未來可朝此方向進行進一步的相關研究。

(五)小六（學後）學生持「分解者生物因素」的想法與環境的「合作」知覺顯著的正相關；而在「各層面發展均衡」環境中，小六（學後）學生持此想法與環境的「學生參與」知覺顯著正相關。

已學習過生態概念的小六（學後）學生是比其他兩個年級的學生易持較符合科學界定的「分解者生物因素」想法(游淑媚, 2003)，因此本研究探討學生持此想法與科學教室環境知覺的相關性，以提供科學教師了解，如何在教學過程中適時利用環境知覺促進學生理解科學概念。

表 5 呈現小六（學後）學生的「分解者生物因素」想法，與「合作」知覺成顯著正相關。之前的各環境型式分析（圖 3），發現在「同儕互動積極」與「各層面發展均衡」環境中的小六（學後）學生持「分解者生物因素」想法的分布趨勢相似，經相關分析，此兩環境型式中的小六（學後）學生持「分解者生物因素」想法，與「合作」知覺皆無顯著相關；卻發現在「各層面發展均衡」環境的小六（學後）學生的「分解者生物因素」想法，與「學生參與」知覺有 0.430 顯著正相關（見表 10）。

總結本研究結果，發現不同環境型式的學生，持有的生物腐化想法的分布趨勢相差不大。不同環境型式的小四學生中持「自然因素」想法較無法提出理由解釋生物腐化現象，此想法與「學生團結」知覺有顯著相關。而不同環境型式的小六（學前）學生持「物理因素」的想法之比例較有差距，此與「工作取向」知覺有顯著負相關。不同環境型式的小六（學後）學生持「生物消費」想法的比例有差距，在「同儕互動積極」的環境與教室環境的「學生團結」、「合作」、「工作取向」、「教師支持」與「平等」知覺顯著負相關。

伍、結論與建議

本研究採用相關研究法，目的在探討國小不同年級學生的生物腐化想法，與科學教室環境知覺之關係。先比較在不同班級環境型式的學生，持有的生物腐化想法之分布趨勢，再分別了解不同年級學生，有哪些生物腐化想法在不同的班級環境型式中較有差異，並藉此發現，討論這些想法與環境各向度知覺的相關分析。

一、結論

本研究主要結論如下：

(一)在「同儕互動積極」與「各層面發展均衡」的班級環境型式中，國小學生之「自然因素」、「生物消費」、「物理因素」及「分解者生物因素」想法的分布趨勢大同小異。小六（學前）與小六（學後）學生的「生物消費」和「物理因素」想法，在不同環境中

表 10：小六（學後）學生之「分解者生物因素」想法與環境知覺的相關值

		同儕關係層面		師生關係層面		個人發展層面		
環境型式	N	SC	C	TS	E	SI	I	TO
同儕互動積極	118	0.039	0.164	-0.110	0.149	0.107	0.031	0.160
各層面發展均衡	22	0.234	0.204	0.118	0.254	**0.430***	0.297	0.180

註：SC 表示同學親和，C 表示合作，TS 表示教師支持，E 表示平等，SI 表示學生參與，I 表示探究，TO 表示任務取向。*表示 $p < .05$。

的分布比例較有差異。

(二)國小各年級學生的生物腐化想法與環境各向度知覺的相關情形，以小六（學後）學生的顯著相關情形較小四及小六（學前）多，小四學生的顯著相關較少。

(三)小四學生的顯著相關在「自然因素」想法與小六（學前）及小六（學後）較不同。持「分解者生物因素」想法的小六（學前）與小六（學後）學生皆具顯著相關，相同的是在「各層面發展均衡」環境中，與「學生參與」向度有顯著相關；不同的是此想法的小六（學前）學生與「平等」、「探究」及「工作取向」亦具顯著相關。

(四)各年級學生的想法與科學教室環境知覺的顯著相關情形與班級環境型式有關。在「同儕互動積極」環境型式的小四學生持「自然因素」類型與「學生團結」教室環境知覺顯著相關；小六（學後）學生持「生物消費」類型與「學生團結」、「合作」、「教師支持」、「平等」及「工作取向」教室環境知覺顯著相關。在「各層面發展均衡」環境型式的小六（學前）學生持「物理因素」及「分解者生物因素」類型與「平等」及「工作取向」教室環境知覺顯著相關；小六（學後）學生持「分解者生物因素」類型與「學生參與」教室環境知覺顯著相關。

二、建議

根據本研究的結果與討論，對生物腐化的教學與未來研究提供幾點建議。

(一)科學教學

本研究發現小四學生的「自然因素」想法，與環境的「學生團結」知覺有顯著負相關；而小六（學前）學生持「物理因素」（未能將已學習的微生物概念與腐化現象連結）的想法是與環境的「工作取向」知覺具有負相關；小六（學後）學生持「生物消費」想法與「學生團結」、「合作」、「教師支持」、「平等」及「工作取向」教室環境知覺顯著相關。。因此研究建議：

1. 對於小四學生，科學教師可利用其在同儕關係層面的高度知覺，探知其學習前的想法；並可藉由同儕互動的機會，讓學生討論相關的課題，以引發其產生可解釋腐化現象的想法。
2. 對於未學習生態概念的小六學生，教師應利用學生對科學課業的重視（工作取向知覺），讓相關生物腐化的主題融於科學課題中，提供學生處理課業的機會表現生物腐化的想法；藉此教師便能了解學生學習前的想法，且獲得學生對微生物的認知，作為之後生態概念教學的參考。
3. 對於學習生態概念的小六學生，科學教師應利用學生對「學生團結」、「合作」、「教師支持」、「平等」及「工作取向」教室環境知覺，探知其生物腐化之「生物消費」想法；進而協助學生生物腐化概念的學習。

(二)未來研究

1. 學生對科學教室環境的「平等」及「工作取向」知覺與生物腐化想法有較多顯著相關，因此建議未來研究可針對此兩向度，深入探討環境知覺與學生的生物腐化想法間的相關因素，藉以了解學生的腐化概念成因，或是探討學生自持的想法是否與其在教室中的學習態度與成果相關。
2. 本研究以不同的「班級環境型式」分析，不但發現不同年級學生在不同環境中，

持有的想法分布趨勢有些差異，而且在不同環境型式中，學生的想法與環境知覺之相關情形也有些不同。因此建議未來研究，可採質性研究方式，選擇不同的班級環境型式，探討學生的想法與學生想法的可能因素。

3. 已學習生態概念的小六學生持「生物消費」想法與教室環境知覺有較多的顯著相關。因此建議未來研究者可針對持「生物消費」想法的學生，以質性研究方式深入探討學生將分解者定位成消費者角色的「想法」，與學習的教室環境間（包含學生與教師間互動、同儕互動）的實質影響因素。

誌　謝

本研究的完成承蒙行政院國家科學委員會經費補助（計畫編號 NSC 90-2511-S-142-006），感謝黃台珠教授同意使用 WIHIC 工具，並感謝研究小組成員的協助，參與本研究之中、小學校長、老師與學生的支持與配合，使本研究得以順利完成。本文在投稿過程中，復蒙主編與審稿委員提供許多寶貴的意見與建議，均此誌謝。

參考文獻

1. 李旻憲與張俊彥（2004）：地球科學教室學習環境問卷之研發與初探。科學教育學刊, **12**(4), 421-443。
2. 郭重吉（1996）：從建構主義談數理師資培育的革新。科學發展月刊, **24**(7), 555-562。
3. 陳鴻明、張文華和張惠博（2002）：試行自然與生活科技教學模組下學生知覺的教室社會心理環境之研究。師大學報：科學教育類, **47**(2), 83-104。
4. 黃台珠，Aldridge, J. M. 和 Fraser, B. J.（1998）：台灣和西澳科學科學教室環境的跨國研究：結合質性與量的研究方法。科學教育學刊, **6**(4), 343-362。
5. 莊雪芳和鄭湧涇（2003）：對生物學的態度與學習環境。科學教育學刊, **11**(2), 171-194。
6. 游淑媚（2003）：中、小學學生對生物腐化原因的想法類型。師大學報：科學教育類, **48**(2), 165-196。
7. 游淑媚（2002）：科學概念學習研究（II）－生物科－子計畫七：中、小學學生生態概念研究（II）國科會專題研究計畫成果精簡報告，國立台中師範學院自然科學教育系所。計畫編號：NSC 90-2511-S-142-006。
8. 楊榮祥和 Fraser, B. J.（1998）：台灣和西澳科學科學教室環境的合作研究：研究架構、方法及對台灣科學教育的啟思。科學教育學刊, **6**(4), 325-342。
9. Alvermann, D. E., & Phelps, S. F. (2002). *Content reading and literacy: Succeeding in today's diverse classroom* (3rd ed). Boston: Allyn and Bacon.
10. Beeth, M. E. (1999). Learning goals in an exemplary science teacher's practice: Cognitive and social factors in teaching for conceptual change. *Science Education*, *83*(6), 738-760.
11. Beeth, M. E. (1998). Teaching science in fifth grade: Instructional goals that support conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, *35*(10), 1091-1101.
12. Beeth, M. E. (1993). Classroom environment and conceptual change instruction. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta, Georgia, U. S. A. (ERIC Document Reproduction Services No. ED 407 270)
13. Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual

change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, *25*(6), 671-688.

14. Fraser, B. J. (1994). Research on classroom and school climate. In Gabel, D. (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 493-541). New York: Macmillan.
15. Fraser, B. J. (1998). Science learning environments: Assessment, effects and determinants. In B. J. Fraser, & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of science education* (pp. 527-564). Boston: Kluwer Academic.
16. Gilbert, J. K., & Pope, M. L. (1986). Small group discussions about conceptions in science: A case study. *Research in Science and Technological Education*, *4*(1), 61-76.
17. Hogan, K. & Fisherkeller, J. (1996). Representing students' thinking about nutrient cycling in ecosystems: Bidimensional coding of a complex topic. *Journal of Research in Science Teaching*, *33*(9), 941-970.
18. Howe, A. C. (1996). Development of science concepts within a Vygotskian framework. *Science Education*, *80*(1), 35-51.
19. Huffman, D., Lawrenz, M., & Minger, M. (1997). Within-class analysis of ninth-grade science students' perceptions of the learning environment. *Journal of Research in Science Teaching*, *34*(8), 791-804.
20. Jarvis, T. (1996). Examining and extending young children's view of science and scientists. In L. H. Parker, L. J. Rennie & B. J. Fraser (Eds.), *Gender, science, and mathematics: shortening the shadow* (p. 37). Boston: Kluwer Academic.
21. Kahle, J. B., & Meece, J. (1994). Research on gender issues in the classroom. In D. L. Gabel (Eds.), *Handbook of research in science teaching and learning* (pp. 542-554). New York: Macmillan Publishing.
22. Leach, J., Driver, R., Scott, P., & Wood-Robinson, C. (1996). Children's ideas about ecology 2: Ideas found in children aged 5-16 about the cycling of matter. *International Journal of Science Education*, *18*(1), 19-34.
23. Lederman, N. (1984). Delineating classroom variables related to students' conceptions of the nature of science. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for research in science teaching, Atlanta. (ERIC Document Reproduction Services No. ED 243 699)
24. Nolen, S. B. (2003). Learning environment, motivation, and achievement in high school science. *Journal of Research in Science Teaching*, *40*(4), 347-368.
25. Parker, L. H., & Rennie, L. F. (2002). Teachers' implementation of gender-inclusive instructional strategies in single-sex and mixed-sex science classrooms. *International Journal of Science Education*, *24*(9), 881-897.
26. Pintrich, P. R., Marx, R. W., & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivation beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, *63*, 167-199.
27. Pizzini, E. L., & Shepardson, D. P. (1992). A comparison of classroom dynamics of a problem-solving and traditional laboratory model of instruction using path analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, *29*(3), 243-258.
28. Reiner, M., & Eilam, B. (2001). Conceptual classroom environment – a system view of learning. *International Journal of Science Edu-*

cation, *23*(6), 551-568.

29. Schnotz, W., & Preuß, A. (1999). Task-Dependent construction of mental as a basis for conceptual change. In W. Schnotz, S. Vosniadou, & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 193-196). New York: Pergamon.
30. Sequeira, M., & Freitas, M. (1986). *Death and decomposition of living organisms: children's alternative frameworks.* Paper presented at the Annual Meeting of the Association for Teacher Education in Europe, Toulouse, France.
31. Sinatra, G. M. (2002). Motivational, social, and contextual aspects of conceptual change: A commentary. In M. Limo´n & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 187-197). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
32. Sinatra, G. M., & Pintrich, P. R. (Eds.). (2003). *Intentional conceptual change*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
33. She, H. C. (1999). Students' knowledge construction in small groups in the seventh grade biology laboratory: Verbal communication and physical engagement. *International Journal of Science Education*, *21*(10), 1051-1066.
34. Smith, E. L., & Anderson, C. W. (1986). *Alternative student conceptions of matter cycling in ecosystems.* Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA.
35. Stark, R., & Gray, D. (1999). Gender preferences in learning science. *International Journal of Science Education*, *21*(6), 633-643.
36. Venville, G. (2004). Young children learning about living things: A case study of conceptual change from ontological and social perspectives. *Journal of Research on Science Teaching*, *41*(5), 449-480.
37. Venville, G., & Treagust, D. F. (1998). Exploring conceptual change in genetics using a multidimensional interpretive framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 1031-1055.
38. Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., & Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D. L. Gabel (Eds.), *Handbook of research on science teaching and learning.* New York: Macmillan Publishing Company.
39. Wood-Robinson, C. (1995). Children's biology ideas: Knowledge about ecology, inheritance, and evolution. In S. M. Glynn, & R. Duit (Eds.), *Learning science in the schools; Research reforming practice.* New Jersey: Laurence Erlbaum.
40. Yu, S. M., & Lin, S. F. (2002, April). *Children's conceptions about decay*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. New Orleans, LA, U. S. A.

Elementary Students' Conceptions of Decay and Perceptions of Science Classroom Environment

Shu-Mey Yu[1] and Sue-Fun Lin[2]

[1]Graduate Institute of Science Education, National Taichung Teacher College

[2]Donge-Pening Elementary School, Taichung County

Abstract

The purpose of this study was to determine the correlation between conceptions of decay and perceptions of science classroom environment in different grades of elementary students. This study employed the conceptions of decay diagnostic instrument and What is Happening in This Class (WIHIC) to investigate grade 4-6 elementary students' conceptions of decay and perceptions of science classroom environment in the classroom environment of 'positive peer interaction' and 'balanced development' in middle Taiwan. Students' conceptions of decay were analyzed in different classroom environments. Pearson's product-moment correlation was used. Results indicated that: (1) the distribution of students' conceptions of decay in different classroom environments was different. (2) In the 'positive peer interaction' classroom environment fourth graders' conceptions of 'natural phenomena' had a significant correlation with 'student cohesiveness'. For sixth graders who had been studying the concept of ecology the conception of 'being eaten by animals' was significantly correlated with 'student cohesiveness', 'cooperation', 'teacher support', 'equity', and 'task orientation'. In the 'balanced development' classroom environment sixth graders who hadn't studied the concept of ecology the conception of 'physical factors' and 'decompose' was significantly correlated with 'equity', and 'task orientation'. For sixth graders who had been studied the concept of ecology the conception of 'decompose' was significantly correlated with 'student involvement'. Implications of these results for both teaching and research in conceptions of decay were discussed.

Key words: Decay, Science Classroom, Conceptions, Classroom Environment, Perceptions of Environment.