科學教育學刊
2008, 第十六卷第三期, 303-324

Chinese Journal of Science Education
2008, 16(3), 303-324

樣式結構與回饋對幼兒發現重複樣式的影響

吳昭容[1]　**嚴雅筑**[2]

[1]國立台灣師範大學　教育心理與輔導學系

[2]台北市私立幼學幼稚園

（投稿日期：民國 96 年 10 月 1 日，修訂日期：97 年 5 月 5 日，接受日期：97 年 5 月 15 日）

摘要：重複樣式意指一組元素的循環，例如紅、藍、紅、藍的串珠、四季、舞蹈、音樂等，數學教育學者認為樣式的經驗是學習代數的基礎。本研究採用橫排的色點要求幼兒預測下一色，隨即翻出答案作為回饋，並在材料上操弄單位長度和樣式複雜度兩個結構因素，以探究幼兒覺察與確認重複規律的歷程。參與者取樣自台北市三個幼稚園，4 歲半和 5 歲半的幼兒各 20 名。結果兩個年齡層幼兒單從題面掌握樣式的正確率相當，4 和 6 兩種長度對正確率的影響也不顯著，但複雜度明顯地影響表現。單位內無重複元素如 abcd，前後元素的關係單純，難度最低；單位內有相鄰的重複元素時，知覺的相似性法則會使 aabc 群組成類似 abc 的不重複樣式，減低知覺上的複雜度，但在答題過程又須分解 aa 為獨立元素，以正確預測下一個元素，故難度居中；單位內有不相鄰的重複元素會顯著較前二樣式困難，由於 abac 的重複元素其後續元素具不確定性，幼兒必須擴大比對的範圍，方能提高正確率。此外，兩個年齡層運用回饋的能力不同，回饋提升 4 歲半幼兒表現的幅度不及 5 歲半幼兒，三種複雜度的樣式發現均有進步，但以第三種複雜樣式–重複不相鄰提升的幅度最低，顯示單純的回饋無法大幅提升發現此類重複樣式的表現，發展單位化能力才是關鍵。

關鍵詞：重複樣式、複雜度、單位化、群組、回饋

壹、緒　論

「花開花謝」、「日升月落」表達了我們對自然界循環現象的觀察。自然科學與社會科學的一個重要目的就在尋找規律，包括各種現象的序列出現、變項的相關，或因果，例如：觀察天象以建立曆法、發現萬有引力、尋找動物或人類學習的本質。因為掌握了自然與社會的規律，形成了有效的預測，人們才得以預作準備和採取適宜的行動。而數學常是被用來確認或表徵其規律性的工具。Steen（1988）在《Science》的論文指出，因為電腦的發展與科際整合使數學產生了許

多新的方法、理論，與模型，因此數學的性質轉變成為「一門尋找樣式（pattern）的學科」。

美國數學教師協會（National Council of Teacher of Mathematics, [NCTM], 1989, 2000）也指出，K 至二年級的課程應提供學生辨識、描述、延拓，以及創造各種樣式的經驗，以發展代數推理的能力。雖然有不少研究（例如：Hargreaves, Threlfall, Frobisher, & Shorrocks-Taylor, 1999; Holzman, Pellegrino, & Glase, 1983; LeFevre & Bisanz, 1986）探討學生解決數列（sequence）的表現，但是由於數列需要數概念與運算能力，無法作為幼兒及早體會規律的素材，重複樣式（repeating pattern）可以提供這樣的經驗。

然而，鮮少研究探討幼兒解決不同重複樣式的表現，其認知歷程亦未見文獻，而瞭解幼兒的表現能使教師清楚何種樣式適合哪個年齡的幼兒，將利於教學實務上樣式活動的安排，且釐清認知機制可有助探討樣式活動何以是代數的前置經驗。此外，回饋對解題表現的影響，可以反映幼兒能否調適認知衝突以增進適應的能力，亦可提供我們有關教學活動安排上的資訊。基於文獻回顧與前導性研究的資料，本研究採用改變樣式的結構因素以探究幼兒解決重複樣式的認知歷程，其中樣式結構包括複雜度與單位長度兩個變因，並以大班和中班的幼兒為對象，同時也觀察回饋對錯誤修正的影響。

因此，本研究的問題為：

1. 樣式結構因素中的樣式複雜度是否影響幼兒重複樣式的發現？
2. 樣式結構因素中的單位長度是否影響幼兒重複樣式的發現？
3. 大班和中班幼兒在重複樣式的發現上有何差異？
4. 立即的回饋對幼兒重複樣式的發現有何影響？

一、樣式的意義與重要性

樣式一般被指為事物間隱藏的規律（regularity）與關係，中文翻譯包括圖案、花樣、式樣、典型、胚騰（李國偉, 1995/1996，頁 1; 曹亮吉, 2003）。發現樣式（pattern finding）則意指其中察覺與確認樣式的歷程。數學既然可視為一門發現樣式之工具，那麼數學教育的其中一個目的就在培養發現樣式的能力，也應該及早提供活動讓兒童經驗發現樣式。NCTM（1989, 2000）強調樣式經驗的重要性，國內九年一貫數學課程綱要也明確地加入了以往課程標準所沒有的樣式的議題（教育部, 2002），顯示樣式已然成為重要的數學教學材料。雖然「幼稚園課程標準」（教育部, 1987, p. 84）並沒有相關的規範，但在常識領域的數學教學方法裡也提到「從有規律的日常生活，及每週、每日幼稚園的主要活動，啟發幼兒對時間的關注與興趣」。

雖然樣式泛指有規律、有關連性的現象，其意義非常廣泛，不過數學教育的文獻把樣式的議題作了一些侷限。Owen（1995）曾指出有三類樣式，包括重複樣式、結構樣式（structural pattern）和數列。Copley（1998/2003）則提出有重複樣式與增長樣式（growing pattern），後者與 Owen 的數列在概念上相似。

重複樣式要點在於單位的循環（cycle），意指一系列特定向度的屬性，例如顏色、形狀、方向、大小、聲音、數字或其他元素的重複出現（Copley, 1998/2003; Owen, 1995）並形成一種可預測的型態，例如「紅–藍–紅–藍」的串珠。Threlfall（1999）曾指出循環不僅可以在單一向度上，也可以多個向度一起變化，例如「□○□ ○ □○□ ○ □○□ ○ □

○ □ ○ ▫ ○」，在大小向度上的變化是「小 小 大 小 大 大 小 大」之單位為8的循環，而在形狀向度上的變化則是「方 圓 方 圓 方 圓」之單位為2的循環，兩者組合成上例。除了前述一維的例子外，也有二維（如衣服上的花紋）或三維的（如樂高積木的組合）。

結構樣式則強調透過數學概念間的相互聯繫，形成對數字或數學概念的內在模式，例如「有哪幾種不同的方式可以組成5？從4+1 = 5，3+2 = 5，2+3 = 5，1+4 = 5之中，可以發現什麼樣式？」（Owen, 1995）。國小數學課程中的各種律則都屬這類的樣式，例如乘法的交換律與結合律、乘法對加法的分配律，以及等式的概念。結構樣式相關的數學內涵，通常被放在代數領域中。代數是對算術的歸納與掌握數量關係的工具，文獻中討論樣式發現的議題常討論到代數學習（English & Warren, 1998; Geer, 1992; Taylor-Cox, 2003），這正反映了結構樣式在代數領域中的角色。年級較低的學童通常容易陷入數數或計算的活動中，而不容易在諸多有系統的計算現象中觀察其間存在的結構，而這正是算術思維與代數思維中的重大差異（Kieran, 1992; Owen, 1995）。

數列（或是**增長樣式**）指的是由一個法則所產生的、非重複的一系列項目，例如等差數列、等比數列、巴斯卡三角形數、正方形數等（Hargreaves et al., 1999），或是每年呈指數增加的沙鼠數目（Owen, 1995）。筆者認為增長樣式較重複樣式來得困難，因為增長樣式各個項目具有數量意義，且其衍生項目的法則也必然隱含著運算，而重複樣式則即使有數字也可視為不具數量意義的符號，例如「1 3 5 1 3 5 1 3 …」這樣的重複樣式，即使轉換成為「紅黃藍紅黃藍紅黃…」也不影響其基本的結構，但「1 3 5 7 9…」這樣的增長樣式，是無法轉換成「紅黃藍綠紫…」這種不具數量意義的符號，因為後者不具有數量運算的法則，當然也就無法衍生出後續的項目。

Mosen, Graham, Pimm 與 Gowar（引自 Orton & Orton, 1999）曾指出「觀察」一個樣式是朝向一般化的第一步，之後必須「描述」以及「記錄」一個樣式，所以發現樣式可被視為學習代數的前置經驗。而重複樣式出現在許多日常事物中，例如四季、潮起－潮落、衣服的花紋、舞蹈、音樂、串珠等，其中有些是人造的，有些則是自然現象，常被當作學前幼兒的教學素材（周淑惠, 1999）。相對地，需要數量運算能力的增長樣式與察覺數量背後之關連性的結構樣式，則明顯地超乎幼兒的能力。如果我們要探究可能是代數基礎的樣式發現能力，觀察幼兒發現重複樣式的表現，應該是個恰當的起點。

二、兒童發現重複樣式的相關文獻

兒童發現重複樣式的文獻不多，其結果多半在於描述現象，對於內在的認知歷程著墨者甚少。有些研究透過觀察兒童製造一個重複的樣式，如串珠、圖畫等，來描述行為背後的基模型態（Athey, 1990, 引自 Garrick, Threlfall, & Orton, 1999）；有些則給一組材料，例如：□□■■■□□■■■□□■，並詢問一些問題，「下一個是什麼？」、「第23個是什麼？」、「第23個會出現在那個位置？」、「如果總共有25個，那麼■會出現過幾次？」（Straker, 1993, 引自 Threlfall, 1999），後面幾個問題相當倚重數量運算的能力。

1976年，Rustingian 在其未發表的博士論文（引自 Threlfell, 1999）中讓三至五歲幼兒完成重複樣式的作業，提出幼兒的重複樣式發展歷程有五個階段，並指出能正確完成與否在於其對序列前面出現的元素的參照程

度。1.完全不參考序列先前出現過的元素，只是一些新元素的隨機選擇；2.只重複最後一個元素，具固著（perseverance）傾向；3.雖然開始能夠參照先前出現過的元素，但卻是以任何順序為起點；4.對稱取向，複製與先前元素相顛倒的序列。5.從頭至尾確認先前出現過的元素，並產出一個嚴謹的連續樣式。延續類似的觀察，Threlfell（1999）以119名三至九歲的兒童，要求他們在一串空心圓圈上塗色以「作出一個好樣式（make a nice pattern）」，發現大部分三歲的兒童顯現出 Rustingian 所說的固著傾向，例如4個紅之後連著13個藍，接著又12個紅，亦即5個藍…。另外，60% 的受試者做出簡單的重複樣式，例如紅綠紅綠紅綠…，或是紅紅紅紅綠綠綠綠紅紅紅紅…，僅有6名兒童做出較為複雜的圖形，如紅紅紅藍藍黃紅紅紅藍藍黃…，或藍紅紅藍黃黃藍紅紅藍黃黃…。同時，在解釋自己所製作的樣式時，兒童可能以旋律法（rhythm）的方式唱誦「紅綠黃黃紅綠黃黃…這樣啊」，或是指出單位「一個紅、一個綠，和兩個黃」，或是鄰近法以記住相鄰元素間關係的一種程序。

Threlfel（1999）指出重複樣式相關的發展有兩條軸線，一是樣式的複雜度，另一是兒童以何種方式展現他對樣式的掌握，二者可說是獨立的。因為有些兒童用旋律法可以回答相當複雜的樣式，但若要他指出單位，則即使是很簡單的樣式也未必成功。但 Threlfell 的論文在第一條軸線上，並未對樣式複雜度提出具體的界定，在第二條軸線，也僅指出掌握單位比旋律法或鄰近法來得關鍵，但對三者均未清楚界說。另外，Threlfell 關心的主要是產生重複樣式的歷程，而 Garrick 等人（1999）研究顯示三歲半和四歲半幼兒自由產生樣式的能力較辨識或複製別人的樣式更早發展出來，筆者認為，如果我們想瞭解兒童發現重複樣式的認知歷程，在研究方法上就不宜讓兒童自由地製作自己喜歡的樣式，而必須適度要求兒童完成指定的作業，如此才能恰當地反映兒童的能力或概念。

三、樣式的結構因素

樣式複雜度一向是知覺心理學的重要議題，不論圖形的視知覺研究，或節奏、旋律的聽知覺研究都有非常多的文獻。視知覺文獻中研究系列（serial）的知覺與完成，以及圖形完好性（figural goodness）的議題（Simon, 1972; van der Helm, van Lier, & Leeuwenberg, 1992; van der Helm, & Leeuwenberg, 1996, 2004; van Leeuwen, 1991; Vitz & Todd, 1967, 1969），均有大量的理論與實徵研究討論如何計算樣式的複雜度。

van der Helm 等人（van der Helm et al., 1992; van der Helm, & Leeuwenberg, 1996, 2004）提出了視覺樣式編碼的模式（回顧與評論見 Olivers, Chater, & Watson, 2004; Wagemans, 1999），編碼法則包括重複（例如 aaaaa 可以編碼成5 × (a)）、對稱（如 abccba 可編碼成 S〔(a)(b)(c)〕）、變換（如 kakbkc 可編碼成〈(k)〉/〈(a)(b)(c)〉），可將原始的元素編碼成較大的單位。他們也發展數種計算複雜度的公式，與成人受試者的實際反應進行比較，其基本原則是個體要編碼不同的單位（例如前面數例中的(a)(b)(c)…）越多，圖形的複雜度就越高。不過他們的模式針對的是靜態的圖形，例如 abcdefabcd 既非重複也不對稱，單獨的 e 和 f 會使圖形變得不完美；但如果受試者將該圖視為一個有待完成的圖形，則應可編碼成2 ×〔(a)(b)(c)(d)(e)(f)〕，只是第二個 e 和 f 還未呈現，所以他們的分析不太能說明一個在圖形中尋找可能樣式的人的編碼方式。

另一群研究者（van Leeuwen, 1991; Vitz & Todd, 1967, 1969）提出的複雜度編碼方式，是假設在一次呈現一個元素（如 a-a-b-b-a-b…）的情況下，解題者逐次預測下一個元素，直至每一次預測都正確時的編碼方式。他們界定樣式為可由一個最短的單位透過重複而製造出整個系列，例如：aabbabaabbabaabbab…是一個樣式，因為可由重複 aabbab 而產生整個系列。他們提出「編成串」（coding-into-runs）的假設，認為編碼歷程會把連續的相同元素集結成「串」（run），例如在另一種元素之後的 a, aa, aaa…都是串，不同的元素會組成不同的串，所以 aaaabb 有兩串，aaaa 和 bb，記成 a^4b^2。Vitz 與 Todd（1967）採用機率觀點來分析樣式的複雜度，簡單樣式的每一種刺激元素情況，其後都只有一種反應元素，例如樣式 a^4b^2，其刺激元素與反應元素的組合必為（a → a）、（aa → a）、（aaa → a）、（aaaa → b）、（b → b）、（bb → a）；而非簡單樣式則指樣式中某些刺激元素之後的反應元素具不確定性，如 a^2bab，（a → 1/2 a、1/2b）、（aa → b）、（b → a）。他們計算機率的方式反映了知覺上的完形原則，也就是連續重複的元素在知覺上會被視為一組，例如 a^4b^2中 aaaa 會是一組，bb 是另一組，所以，一個 a 作為刺激元素時，所指的 a 必然是 aaaa 群組的第一個 a，而不會是其它位置的 a。另外，Vitz 與 Todd（1969）以上述架構衍生出樣式複雜度的指標，用以計算所有被編碼元素的不確定性之總和，主張要能完全預測出一個樣式所需要編碼的元素越多就反映複雜度越高。這些學者也以大學生為受試者檢驗前述的分析方式，結果顯示該分析方式可以有效地預測成人對樣式複雜度的評分或分類、記憶的正確率，以及所需要的學習次數，顯示這樣的複雜度計算方式對成人具有心理的實質性。

由於一維的重複樣式分析上較為單純，前述文獻也提供了一維樣式複雜度的計算方式，便於本文研究者分析或操弄不同複雜度的樣式，用以觀察幼兒的認知歷程。而 Vitz 與 Todd（1967, 1969）是以預測樣式作業作為複雜度計算的原則，這點比 van der Helm 等人（van der Helm, et al., 1992; van der Helm, & Leeuwenberg, 1996, 2004）採分析靜態樣式的方式計分來得更符合本研究探究樣式發現之認知歷程的目的。故本研究在設計不同複雜度的材料與討論研究結果時，是以 Vitz 與 Todd 的計算方式作為參照。

四、回饋的角色

不同年齡的兒童在許多方面會有差異，從教育的觀點我們特別好奇他們在學習力上的差異。促成學習的來源之一是預期（expectation）和回饋（feedback）的不一致，這樣的認知衝突（cognitive conflict）（Piaget, 1952）會迫使個體調整內在的知識結構。本文的興趣在於不同年齡的幼兒運用認知衝突以調整樣式發現的能力上是否會顯現差異，也就是當他預測重複樣式的下一個元素與實際上出現的答案不一致時，年齡較大的幼兒是否比較能調整他對樣式的推測。

Sigel（引自 Druyan, 2001）將 Piaget 所討論的認知衝突分成兩個個體內在事件的（internal-internal）、個體內在與外在事件的（internal-external），和兩個外在事件的（external-external）衝突三類，預期和回饋間的不一致屬於第二類。而回饋可以是社會性的、人際的，也可以是實徵的、物理的，Vygotsky（1978）探討的主要落在前者，認為個體從出生就無可避免地受社會互動的影響，而 Piaget 則重在後者，主張兒童基於自我中心的特性，具體運思期之前無法從別人的回饋中獲益。

Tudge, Winterhoff 與 Hogan（1996）採用 Siegler 經典的平衡桿作業，以前測將一部份6至9歲的受試者配對，使每個受試者在實驗處理階段分屬個人組、有同能力的伙伴、有能力較低的伙伴，以及有能力較高的伙伴四組，後三組與社會性回饋有關。另外，各組有2/3的受試者接受物理回饋，1/3則無。數天後第一次後測，再隔兩週第二次後測，目的在確認改變的穩定性，兩次後測均採個別施測。結果後測時接受物理回饋者顯著優於沒有的人，且有伙伴優於個人組只出現在沒有回饋的情境下。這些結果顯示就6-9歲的兒童而言，物理回饋比社會性回饋重要。

Druyan（2001）也採用平衡桿作業，以前後測實驗組對照組探討預測後的四類回饋對學前、三年級、五年級兒童的效用。視覺組是看到卡榫移開後的槓桿運動狀況；動作知覺組是要提起支點上的扣環，觀察並以肢體上經驗槓桿的運動；同儕組是兩名同年齡的兒童的討論，所以從彼此獲得的回饋不保證是正確的，時間也沒有控制；兒童/成人組則是由成人提供正確的回饋。前兩類回饋屬於物理性質的，後兩類則是社會性的。結果整體而言，學前兒童從物理回饋中比較能提升後測時的表現，尤以動作知覺組最能增進對距離向度注意；而學齡兒童則從社會性回饋獲益較多，尤其兒童/成人互動組最能促進學齡兒童協調重量與距離兩個向度，至於同儕組只對五年級有效。顯示對學前幼兒而言，物理回饋比社會性的人際互動有效。

上述文獻在學齡階段兒童適合物理或是社會性回饋的結論並不一致，但對本研究所欲探討的學前兒童而言，均顯示採用物理回饋應較適當。此外，本研究無意比較社會性回饋與物理回饋何者較適合幼兒，而社會性回饋不容易在實驗中控制得一致，故統一採用物理回饋。

貳、研究方法

本文將實驗中不同的物件稱為「元素」，一個可以預測或複製出整個系列的最小元素組合稱「單位」，而單位內的元素個數的多寡則稱「長度」，「零星元素」是完整重複樣式數次循環後多餘的部分，在單位內不只出現一次的元素稱「重複元素」。例如：aabcaabcaabca，這樣的序列中 aabc 是一個單位，長度為4，單位重複了三次後，有一個零星元素，a 在本樣式是重複元素。

為了探討幼兒發現樣式的認知歷程，必須操弄不同的試題特性使之能反映不同的認知難度，用以推論其內在的運作。研究者於2005年10月進行一次前導性研究，抽樣的兩位5歲半幼兒，與三位4歲半幼兒來自台北市中正區某私立幼稚園。其中一位幼兒在受測過程中一直無法專心，答案也很奇怪，故刪除其結果，僅分析其餘四位受試者的資料。

從有關樣式複雜度的文獻發現，所需運作的單位多寡會造成不同的認知負荷，所以單位長度越長其難度理應越高（研究問題二），而前後元素間配對的不確定性會增加判斷上的困難，所以樣式複雜度也應會影響正確率與錯誤答案的內容（研究問題一）。複雜度有三種水準，主要操弄的是單位內有無重複出現的元素，因為此一因素會改變前後元素間配對的不確定性，也因重複元素是相鄰的與不相鄰的在知覺上似乎不同，故前導性研究嘗試將複雜度分成(1)「無重複」是單位內全都是不重複的元素，例如綠、黃、藍、紅；(2)「重複且相鄰」是單位內有重複又相鄰出現的元素，例如紅、藍、紅、紅；(3)「重複不相鄰」則是單位內有重複出現的元素，但位置不相鄰，例如藍、紅、綠、藍。單位長度有兩種水準，(1)短單位為長度3或4，(2)長單位為長度6或7。

複雜度和單位長度直交組合成六個類型，每一類型各有兩題，並以不同色點代表不同元素。受試者仔細看卡片上色點的順序，回答「接下來會出現的是誰？」的問題。每講完一個答案，主試者會翻出捲在後面的答案，請受試者看看對不對，並持續進行數個循環。試題與結果見附錄。

大體上只要排除專注力較弱的兒童，4歲半與5歲半的幼兒應能完成本作業，色點作為材料也很恰當，複雜度與單位長度兩個變項之設計需要修改，理由說明於「二、作業與實驗設計」，而計分也有一些考量，說明於「五、計分與資料分析」。

一、受試者

本研究以台北市一所公立國小附設幼稚園與兩所私立幼稚園為便利取樣的來源。公幼位於信義區，幼兒來自中、高社經地位的家庭，父母的職業類型多樣，教學採用單元主題與角落，會使用坊間的教材，其中有類似本研究重複樣式的塗色練習題。文山區的甲私幼規模較大，幼兒來自各種社經地位的家庭，教學採單元主題，活動中曾經進行過類似本研究的重複樣式活動，但並未強調此一主題。中正區的乙私幼規模較小，幼兒的父母多從事文教工作，是個蒙特梭利的幼兒園，有許多跟排序相關的教具可供幼兒經驗，但沒有進行過重複樣式相關的活動。

受試者分4歲半和5歲半兩組，4歲半組是施測當時幼兒的生理年齡為4歲4個月至11個月，5歲半組則是5歲4個月至11個月。由前導性研究的經驗得知，少部分幼兒穩定度不足，可能無法完成施測，故先請帶班老師列出所有符合施測年齡、且穩定度足可受測的幼兒名單，再由研究者從名單中隨機挑選。公幼4歲半的受試者較少，僅取6名，故5歲半組也配合選擇6名。甲私幼規模較大，兩年齡層幼兒各抽9位，乙私幼則各5位，最後受測的幼兒4歲半組與5歲半組各20名，合計40名。所有取樣的幼兒均順利完成施測。

二、作業與實驗設計

研究材料是一維變化的色點，作業是要求幼兒根據題面上呈現的色點預測下一個顏色，當幼兒說出答案後，主試者會翻出捲在卡紙背面的色點作為回饋，接著請幼兒繼續預測。這樣的「預測–回饋」會持續6至17次，視試題樣式的單位長度而定（詳見材料）。

兩個結構變項–複雜度與單位長度，均為受試者內變項。複雜度如前文所述有三種水準：(1)「無重複」為單位內均為不重複的元素；(2)「重複且相鄰」指的是單位內有相同元素重複，且其位置相鄰；(3)「重複不相鄰」則單位內有相同元素重複，但位置不相鄰。由於前導性研究發現若單位最前與最後元素為同色，則序列中跨單位會出現同色相鄰的新組合，而混淆了複雜度中各種水準的界定，例如重複不相鄰的試題若設計成abca，則序列 abcaabcaabca 在跨單位上會出現同色相鄰的結構 aa。故正式試題對此加以控制，有重複元素的兩種複雜度都避免跨單位產生同色相鄰的狀態，亦即重複不相鄰不止在單位內，也在跨單位的序列中都不會出現同色相鄰的情況；而重複且相鄰則特指單位內有相同且相鄰的元素，跨單位時並不會額外出現頭尾同色相鄰的新組合。研究者預測修正後的三種複雜度從簡到難依序為無重複、重複且相鄰、重複不相鄰。

單位長度分(1)短單位與(2)長單位兩種水準。從附錄的前導性研究可粗略看出，長度3和4的短單位正確率有高於長度為6和7的長單位正確率的趨勢，但3、4之間看不出明顯的差異，6、7亦同。由於單位3很難設計出多種不同的結構，而單位7的顏色數量會較

多，增加區辨上的難度（例如橘和紅、藍和紫的區別），使得其困難可能僅是來自知覺上的區辨問題，或是僅因超出幼兒記憶廣度的限制（Cowan, 2000），而非樣式發現特有的認知困難，故將設計單純化為短單位為4，長單位為6。研究者預測單位長度越長會增加元素間組合上的機率變化，使得正確預測下一元素的表現下降，故長單位的正確率應比短單位低。

三、材料

試題經複雜度(3)和長度(2)的交叉組合成6個類型，每一類型各有2個題目，如表1所示。無重複樣式因為長度4和6在結構上只能有一種型態，不論紅黑橘藍或黃白橘綠，都同屬於 abcd 長度為4的無重複結構，所以另一題號分別採用長度3和7，這與其它四個類型總能控制長度確實為4和6略有差異。如果較短的單位會減低難度，較長的單位會增加難度，則無重複的四道試題平均後應與重複且相鄰、重複不相鄰的難度相近。

第二個控制是題面上提供兩個完整單位，以便受試者有較充分的訊息。在兩個完整單位後各題會有不同數量的零星元素，以免受試者發現第一個答案一定剛好是題面上的第一個元素，只要一路順著題面上的元素報告就對。

表 1：實驗材料的樣式複雜度、單位長度與題號

複雜度	長度	
	短	長
無重複	題號 1：abc	題號 3：abcdef
	題號 2：abcd	題號 4：abcdefg
重複且相鄰	題號 5：aabc	題號 7：aabcdd
	題號 6：abcc	題號 8：abbccd
重複不相鄰	題號 9：abcb	題號 11：abcbdc
	題號 10：abac	題號 12：abacdb

第三個控制是色點發音相近的元素必須錯開，例如紅和黃就不會前後相連出現。

最後，為了增加試題取樣的廣度，且為避免特定的顏色組合與特定樣式結構產生混淆，因此每一題號均設計三道由不同顏色組合而成的試題，以題號5 aabc 為例，三種顏色組合分別為：「藍、藍、紅、綠」、「粉紅、粉紅、黑、黃」、「綠、綠、白、黃」。同一題號的三道放在同一個信封袋中，12種試題分別置於12個同樣大小、不透明的信封袋裡，題庫共36題。

試題是以色點貼紙貼在寬度為7公分的長方形卡紙上，橫排呈現。每一色點直徑為1.6公分，色點間隔0.3公分。回饋的色點以相同間隔接在題面之後，並向背後捲起，使受試者在回饋前無法看到。回饋的色點數至少為單位長度的兩倍，故短單位的回饋色點在6至11個之間，長單位的回饋色點為12至17之間。

四、施測程序

施測前有兩道練習題，題面為「藍紅藍紅」與「藍藍紅藍藍紅」。主試者說明『我要請你來玩一個遊戲，你要注意看這一張卡片上的顏色，要從頭開始看它的順序，然後告訴我接下來出現的會是誰？等你說完以後，我會把答案翻出來，再看看對不對』，幼兒隨即進行練習，回答後，主試者就翻出回饋色點，次數與正式試題相同，為單位長度的兩倍。由於所有40位幼兒兩道練習都是一開始就完全正確，沒有幼兒需要主試者示範。

通過練習就進入正式施測。指導語為『接下來我們要玩的遊戲跟剛剛的很像，但是題目會有點不一樣，你要注意看完之後，告訴我答案』。施測時由受試者從12袋信封中抽取一袋，再從袋中抽出一張卡紙作答，所以試題施測順序是隨機的，且每一題的題目也是由受試者

隨機從三題中抽取其一。每題進行「預測–回饋」的次數和捲在後面的回饋元素數相同。為了不增加其它類型的回饋，過程中主試者不做任何語言上的糾正或輔助。15-20分鐘可完成施測。

本研究的主試者除第二作者外，尚有一位完成施測訓練的教育心理與諮商學系研究生。施測期間為2006年2月19日至3月10日。

五、計分與資料分析

計分部分首先將幼兒每一次的答案轉錄為對錯兩種狀況，但考量幼兒可以在有限的顏色選項中猜測，故本研究採用較為嚴格的標準–一題的答案至少連續答對一個單位以上。幼兒在一系列的「預測–回饋」中可被界定出三種反應。第一種是從第一個答案到題目結束全部都對；第二種是並沒有全部答對，但在結束前出現過連續正確回答至少一個單位長度，代表幼兒能在回饋後修正自己對樣式的預測，例如，有一幼兒在「綠、橘、黃、橘、綠、橘、黃、橘、綠、橘」試題中，他回答為「綠、橘、綠、橘、黃、橘、綠、橘、黃、橘」（錯誤為畫底線的綠色），雖然在答題過程中有一個出錯，但之後能答對至少一個單位。第三種為該題自始至終無法正確地回答出一個完整單位，代表幼兒無法掌握樣式，例如在「黃、黃、綠、白、粉紅、粉紅、黃、黃、綠、白、粉紅、粉紅、黃」試題中，幼兒的答案為「綠、粉紅、白、粉紅、白、綠、粉紅、綠、粉紅、藍、黃」。

我們從前述三種反應定出兩種正確率。「完全正確率」是以細格內第一種反應題數除以總題數，由於第一種反應的幼兒從頭至尾都沒有犯錯，代表題面所提供的序列已足可讓幼兒掌握樣式了，回饋基本上並未提供超出幼兒所掌握的。「最終正確率」是以細格內第一和二種反應的題數除以總題數，用以代表不論過程，至少幼兒在最後有掌握到樣式的比率。對於回饋的指標，則以細格中第二和第三種反應的總數為分母，分子則為第二種反應數，用以代表該幼兒在無法一開始就掌握樣式的情況下，能因回饋而修正的比率，稱個別修正率。

資料分析部分，依變項有三：完全正確率、最終正確率，和個別修正率，均採變異數分析（ANOVA），需作事後比較時則採Fisher's 最小顯著差異法（LSD）。

參、結果與討論

一、年齡、複雜度、長度對兩種正確率的影響

以完全正確率和最終正確率為依變項，進行年齡（2）× 複雜度（3）× 長度（2）的三因子變異數分析，結果如圖1和2，變異數摘要表見表2及表3。

幼兒從題面就能掌握樣式的表現僅受複雜度主要效果的影響，F（2, 76）= 84.01，MSE = .08，p < .00。事後比較的結果是，重複不相鄰的平均正確率（.23）顯著比重複且相鄰（.70）、無重複（.81）來得低（採 LSD 的事後比較，ps < .00），後二者的差異亦達顯著（p < .05）。至於年齡與單位長度都沒有顯著影響，所有交互作用均不顯著。

如果不論過程，幼兒最終可以掌握樣式的正確率則在題目複雜度的主要效果達顯著，F（2, 76）= 46.51，MSE = .07，p < .00，以及三因子交互作用達顯著，F（2, 76）= 3.41，MSE = .06，p < .05，以下分別進行各項單純主要效果與事後比較。

在5歲半幼兒的資料中，複雜度與長度的二因子變異數分析僅複雜度達顯著，F（2, 38）= 33.50，MSE = .07，p < .00，事後比較顯示重複不相鄰的最終正確率（.55）明顯比

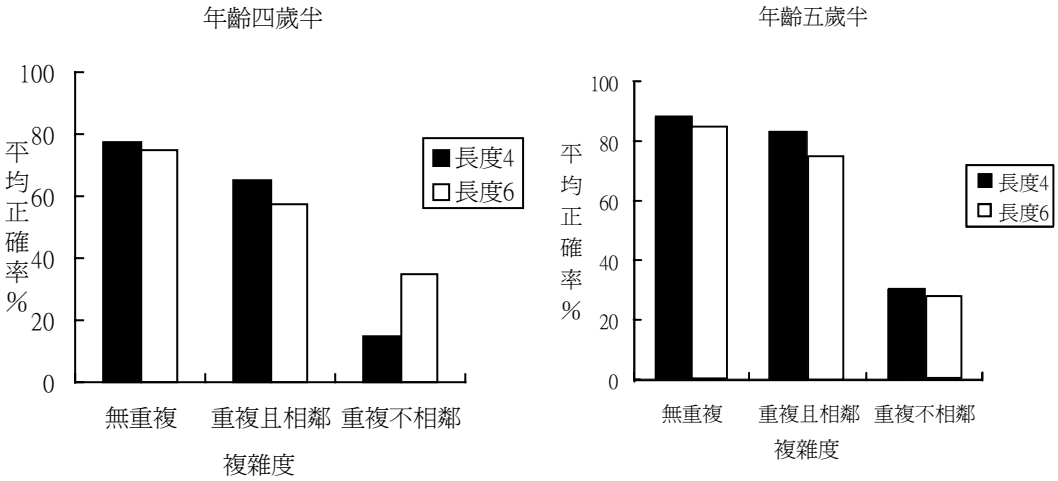

圖 1：兩年齡層在三種複雜度與兩種單位長度下的完全正確率

表 2：完全正確率之三因子變異數摘要表

變異來源	*SS*	*df*	*MS*	*F*
受試者間	10.93	39		
年齡	0.65	1	0.65	2.41
誤差項	10.28	38	0.27	
受試者內	28.71	200		
複雜度	13.18	2	6.59	84.01***
複雜度*年齡	0.19	2	0.10	1.21
誤差項	5.96	76	0.08	
長度	0.00	1	0.00	0.01
長度*年齡	0.08	1	0.08	0.98
誤差項	3.29	38	0.09	
複雜度*長度	0.28	2	0.14	1.90
複雜度*長度*年齡	0.17	2	0.08	1.16
誤差項	5.55	76	0.07	
全體	39.64	239		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

重複且相鄰（.98）與無重複（.96）來得低，後兩者則無差異。4歲半幼兒的情況類似，F（2, 38）= 15.10，MSE = .07，p < .00，重複且不相鄰（.53）明顯比重複且相鄰（.78）與無重複（.83）來得困難，後兩者則無差異。可以看出，5歲半幼兒在重複且相鄰與無重複兩種較容易的最終正確率幾近全對，但4歲半幼兒則還有約20% 的錯誤率。

在無重複試題下，年齡與長度兩個因子都不顯著，因為所有細格的最終正確率均很高（.80至.98）；在重複且相鄰的試題下，僅年齡達顯著差異，5歲半幼兒的最終正確率（.98）比4歲半（.78）來得高；在重複不相鄰的試題下，則僅長度與年齡的交互作用達顯著，F（1, 38）= 4.22，MSE = .11，p < .05，5歲半幼兒在短單位的最終正確率（.63）較長單位（.48）來得高，而4歲半幼兒則相反，在短單位的最終正確率（.45）較長單位（.60）來得低。

在短單位的試題下，複雜度和年齡的效果僅複雜度達顯著，F（2, 76）= 26.08，MSE = .06，p < .000，其中重複不相鄰的最終正確率（.54）顯著較重複且相鄰（.86）和無重複（.91）來得低；在長單位的試題下，除了複雜度達顯著，F（2, 76）= 25.68，MSE = .06，p < .00之外，二因子交互作用亦達顯著，F（2, 76）= 5.53，MSE = .06，p < .01，再進一步進行單純單純主要效果與事後比較發現，5歲半幼兒在三個複雜度試題上有顯著差異，F（2, 38）= 29.79，MSE = .06，p < .00，其

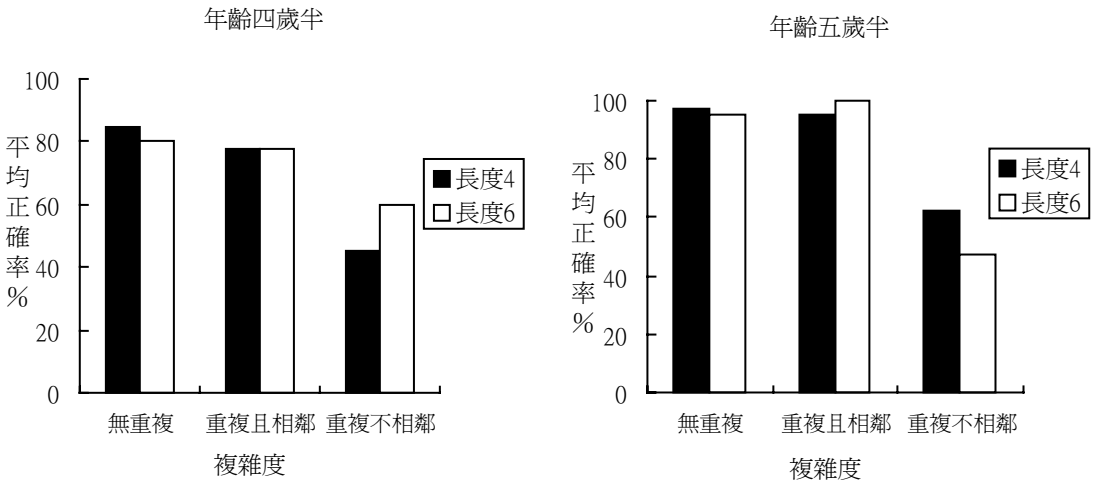

圖 2：兩年齡層在三種複雜度與兩種單位長度下的最終正確率

表 3：最終正確率之三因子變異數摘要表

變異來源	*SS*	*df*	*MS*	*F*
受試者間	11.79	39		
年齡	0.88	1	.88	3.05
誤差項	10.92	38	.29	
受試者內	19.13	200		
複雜度	6.43	2	3.22	46.51***
複雜度*年齡	0.32	2	0.16	2.28
誤差項	5.25	76	0.07	
長度	0.00	1	0.00	0.02
長度*年齡	.08	1	0.08	1.35
誤差項	2.37	38	0.06	
複雜度*長度	0.04	2	0.02	0.35
複雜度*長度*年齡	0.38	2	0.19	3.41*
誤差項	4.25	76	0.06	
全體	30.92	239		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

中重複不相鄰的最終正確率（.48）顯著較重複且相鄰（1.00）和無重複（.95）來得低；而4歲半幼兒在三個複雜度試題上也是達顯著差異，$F(2, 38) = 3.57$，$MSE = .07$，$p < .05$，其中重複不相鄰的最終正確率（.60）比無重複（.80）來得低，但與重複且相鄰（.78）則無顯著差異。至於在三種複雜度下的年齡效果，則僅在重複且相鄰的試題中5歲半幼兒最終正確率（1.00）較4歲半（.78）來得高，$F(1, 39) = 8.60$，$MSE = .06$，$p < .01$，其餘均未達顯著差異。

最終正確率三因子交互作用達顯著的現象不易解釋，也就是三種複雜度與兩年齡層的六種組合下，其中五種組合都是短單位正確率較長單位高或無差異，這符合常情，但4歲半幼兒在重複不相鄰樣式下卻是短單位的最終正確率（.45）較長單位（.60）來得低，則很難有個合理的解釋，研究者認為此一現象可能僅為本次資料的隨機現象。

整體而言，完全正確率的結果顯示，5歲半和4歲半幼兒在只觀察題面就正確掌握樣式的比率大致相當，均僅受到複雜度的影響。最簡單的是無重複，其次為重複且相鄰，最困難的重複不相鄰正確率不到1/4。最終正確率則包括一開始就正確的以及回饋訂正後能完成一個完整單位的反應，影響因素包括樣式複雜度和年齡。與完全正確率不同的是，無重複和重複且相鄰二種複雜度的正確率相當，而重複不相鄰顯著低於前二者；另

一個不同是，5歲半比4歲半幼兒在重複且相鄰有更高的最終正確率，而其它兩類試題的差異則仍是不顯著。

二、回饋的效果

本研究分析回饋的效果必須採用較為迂迴的方法。之所以不能直接以前述第二種（一開始沒答對，但最終能掌握至少一個單位的）反應佔總題數的比率作為回饋是否有效的指標，是因為該比率混雜了兩種因素，一是回饋是否有效，另一則是第一種反應（僅觀察題面就完全作對）的多寡，當題目難度不高，很多受試者都可以答對時，第二種反應在細格內的比率也會較低，所以低比率可能代表回饋在該題無用，或是題目很簡單不需要回饋。故，本研究採用底下兩種方式討論回饋的效果。

「團體修正率」是以1減去團體資料的「完全正確率」作為分母，分子是第二種反應的比率，此一修正率代表無法一開始就掌握樣式的反應中有多少比率可在回饋後修正。不過，此種回饋的分析方式是利用團體平均的數據加以計算，無法進行統計分析。結果呈現於表4。

表 4：兩種年齡在三種複雜度與兩種單位長度下的團體修正率（%）

複雜度	5 歲半	4 歲半	平均
長			
無重複	90.0	77.5	83.8
重複且相鄰	87.5	67.5	77.5
重複不相鄰	37.5	47.5	42.5
小計	71.7	64.2	68.0
短			
無重複	92.5	81.3	86.9
重複且相鄰	88.8	71.3	80.1
重複不相鄰	46.3	30.0	38.2
小計	75.9	60.9	68.4

表4顯示，在無重複和重複且相鄰二種複雜度中，回饋有類似的效果，5歲半幼兒可以透過回饋訂正答案至幾近完全正確的水準，而4歲半幼兒在該二類題目的正確率也在回饋後提升，但仍距離完全正確有一段差距，顯示回饋對大班幼兒的提升效果較佳。兩個年齡層在最困難的重複不相鄰類型上的提升比率差不多，且修正率均不及50%，距離全對的水準還非常遠。長單位和短單位的差異不大，僅兩年齡幼兒在重複不相鄰的兩種單位長度下，修正率有不同的趨勢。也就是5歲半幼兒在重複不相鄰短單位的修正率較長單位高，但4歲半幼兒卻相反，此一交互作用的現象在最終正確率的分析中也出現過。

另一種分析回饋效果的方式，是僅以有犯錯的人為對象，統計最後有修正的比率，本研究稱為「個別修正率」。其分母是每位受測者細格內第二和三種反應的題數和，分子則為細格中第二種反應的次數（即回饋後有修正的題數）。以個別受試者為計分的單位，其優點是可以進行統計分析，不過，由於分母不可以是0，故個別修正率必須考慮怎樣處理才不會刪去過多的受試者。無重複試題難度較低，若納入分析，40位幼兒會被刪到只剩15位。故僅保留重複且相鄰與重複不相鄰兩種試題；再者，之前的分析顯示長度此一因子的效果並不顯著，為使細格題數增加，以減少刪去受試者的比率，同時使個別修正率的分數更為接近連續變數的性質，故最後決定合併兩種長度的試題，使每一細格總題數為4題。

以個別修正率為依變項，進行年齡（2）× 複雜度（2）的二因子變異數分析，刪除有任一細格無法計算個別修正率的13位幼兒，結果如圖3，變異數摘要表見表5。有效資料為5歲半幼兒12位，4歲半幼兒為15位，

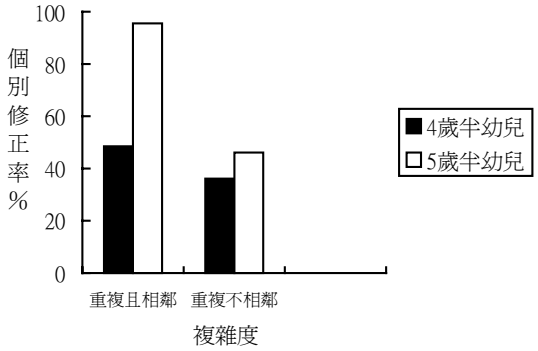

圖 3：兩年齡層在兩種複雜度下回饋效果的個別修正率

表 5：個別修正率之二因子變異數摘要表

變異來源	*SS*	*df*	*MS*	*F*
受試者間	5.15	26		
年齡	1.02	1	1.02	6.15*
誤差項	4.13	25	0.17	
受試者內	4.92	27		
複雜度	1.15	1	1.15	8.77**
複雜度*年齡	0.50	1	0.50	3.82
誤差項	3.27	25	0.13	
全體	10.07	53		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

結果是重複且相鄰的個別修正率（.69）顯著高於重複不相鄰（.41），F（1, 25）= 8.77，MSE = 0.13，$p < .01$；5歲半幼兒的個別修正率（.69）顯著較4歲半幼兒（.41）來得大，F（1, 25）= 6.15，MSE = 0.17，$p < .05$；兩個自變項的交互作用為 F(1, 25)= 3.82，MSE = 0.13，p = .06，接近邊緣顯著，顯示5歲半幼兒在重複且相鄰的試題上修正率（.93）接近顯著地較其它三種情況（.46, .44, .36）高。

由於個別修正率的統計會刪掉約三分之一的受試者，這些受試者在可計算個別修正率的細格上的表現可能與目前留在資料中的幼兒不盡相同，不過，在比較表2的團體修正率和圖3的個別修正率可發現，兩種指標同樣顯示5歲半幼兒比4歲半幼兒更能因回饋而修正錯誤，且在不同複雜度樣式中，重複不相鄰是最不容易從回饋中獲益的樣式類型，顯示單純的回饋不能有效促進兒童發現此樣式，尚且需要其它類型的協助，本文將在後文討論。相對地，無重複和重複且相鄰則可因回饋而修正了大部分的錯誤。

三、錯誤型態分析與行為觀察

錯誤答案的分析顯示，幼兒很少回答題面上沒有的顏色，40位受試者中只有3位曾出現此類錯誤，其中兩位僅各有一題，另一位則有三題。顯示多數幼兒瞭解本作業是利用題面上已呈現的元素預測循環出現的規律，所以，答案會來自題面上出現過的元素。此一資料同時也說明了本研究所採用的嚴格計分方式是必要的，幼兒即使未能掌握樣式，單次答案也可能因元素有限而有不低的猜測率。

幼兒常見的錯誤有二，一是重複題目序列中的第一色或最後一色，例如「紅-藍-黃-紅-藍-黃-紅＿＿」，幼兒回答「紅」，這與Rustingian（引自 Threlfall, 1999）所發現的固著傾向一致；另一種錯誤是「對照錯誤」，例如「藍-藍-紅-綠-藍-藍-紅-綠-藍＿＿」，幼兒會從前面找藍點來對應，但藍點後的色點可能是紅點，也可能是另一個藍點，而幼兒作了錯誤的選擇。其它類型的錯誤則比較少見，例如「紅-藍-黃-紅-藍-黃-紅＿＿」答以「黃」，或「藍-藍-紅-綠-藍-藍-紅-綠-藍＿＿」回答「綠」的情況很少；更稀少的錯誤是回答了題面上未曾出現的顏色，如前所述僅有三位幼兒各出現1至3次。

施測過程中，從幼兒的外顯行為可發現有三種發現重複樣式的策略，一是40位受試者中有6位幼兒明顯出現如 Threlfall（1999）所提的旋律法，多為4歲半的幼兒，5歲半的

幼兒則傾向默唸，行為觀察上不易確認。二是一開始就唸出群組方式，例如『兩個紅、一個綠』，其答案大多是錯的。三是以兩隻手的指頭分別比對前後單位的顏色，5歲半的兒童較常見。

當回饋不同於受試者的答案時，有幾位5歲半幼兒出現了較明顯行為，包括大動作地比對前後的色點，隨後作答時態度顯得更為謹慎，而4歲半幼兒在答錯時，可被外顯觀察到的傾向以情緒反應較多，幾位幼兒在答錯時顯得緊張或猶豫，有的會用手指摸一摸試題卡片，有的是搓腿、拉扯褲子，這顯示年紀較大的幼兒對於回饋指出了的錯誤，能用比較有效率的方式回應。不過前述有關行為觀察僅能在部分有明確外顯表現的幼兒身上看到，其結果僅供參考。

最後，本作業的施測程序與難度應是恰當的，40位幼兒都能正確無誤地完成兩題示範題，且所有受試者都能順利完成施測。施測時，不論5歲半或者4歲半幼兒都有人迫不及待的向研究者表示『我要自己抽』，由於有部分試題較具挑戰性，5歲半幼兒較4歲半幼兒更能修正自己的錯誤，所以興趣與滿足度也較高。

肆、結論與建議

本研究四個待答問題的結論是，樣式複雜度會影響樣式發現的正確率，且會與回饋產生交互作用；單位長度在本研究所使用的單位4和6的範圍內，沒有明顯的影響；年齡單獨對樣式發現的正確率沒有影響，但與回饋有交互作用，5歲半比4歲半幼兒更能從回饋中獲益。

一、樣式複雜度中的機率與知覺因素

樣式複雜度明顯地影響幼兒發現重複樣式的正確率，單位內無重複元素的樣式最為簡單，幼兒光從題面即能掌握樣式的比率約有80%，其次為單位內有重複且相鄰的元素，正確率為70%，最難的是單位內有重複元素但不相鄰的樣式，正確率不到25%。

van Leeuwen（1991）、Vitz 與 Todd（1967, 1969）等人從樣式的刺激元素與反應元素間配對的機率來計算樣式的複雜度，本研究所使用的重複且相鄰與無重複的樣式在 Vitz 等人的歸類均屬於簡單樣式，亦即前後元素間的配對都是唯一的，但從本研究的完全正確率資料顯示，重複且相鄰的難度較無重複樣式來得高，顯示對幼兒而言，知覺相似性所造成的群組效果與純粹的機率問題，對樣式發現的難度分別有不同的貢獻。

以 abcd 的無重複樣式為例，序列最後不論是哪個元素，若要預測下一個元素，受試者只需往前尋找相同元素，報告出該元素之後的色點即為正確答案，所以受試者只需具備前後比對單一元素的能力即可。若以 aabc 的重複且相鄰樣式為例，因知覺的相似法則（principle of similarity）會使 aa 群組成一個大單位，使該樣式在知覺上形同 abc 的無重複樣式，前後比對也可只針對單一的顏色群組；但當序列最後一色為 a 時，受試者必須進一步分析這是第一個還是第二個 a，方能決定答案應該是 a 還是 b，所以知覺與解題的過程中，受試者必須在群組與分解的過程中來回轉換，故會比無重複樣式更為困難些。

至於 abac 的重複不相鄰試題的困難，就如同 Vitz 等人的分析，主要來自前後元素間配對的不確定性，最後一個元素為 a，則往前找到的另一個 a，其後的元素有兩種狀況，除非受試者放大比對的單位，以最後三個元素（例如 aba）作為比對的參照，此時才能確保所找到的下一色點為正確答案，如能如

此則可說該童已經具備「單位化」的概念與技能了。

從幼兒的錯誤答案也支持上述的論述，例如，在 aabc 的重複且相鄰樣式中，最容易犯錯是在最後一個元素為 a、而答案非 a 即 b 的狀態，此時幼兒很少錯誤地回答 c；而在 abac 的重複不相鄰樣式中，最容易犯錯的也是最後一個元素為 a、而答案非 b 即 c 的狀態，此時幼兒也很少錯誤地回答 a。

所以本研究在幼兒表現上發現與文獻上成人受試者最大的差異是在重複且相鄰的樣式，對於成人而言知覺重組與分解的切換可能已自動化，故其難度與無重複樣式一樣，但對幼兒而言，知覺上的組織與分解是耗費心力的，兩者的難度還是有所差異。從學習活動安排的角度看來，提供重複也相鄰的樣式給幼兒解題，應可促進他們在知覺組織能力與策略的發展。

至於前導性研究中發現單位最前與最後元素相同、使得跨單位會形成新組合的樣式，是本研究刻意排除的樣式類型，但顯然地這類樣式會產生特殊的認知歷程，未來可納入探討。

二、單位長度對樣式發現的影響

不論從機率或知覺的認知負荷觀點（Olivers et al., 2004; Vitz & Todd, 1967, 1969）都應預測單位越長的樣式其正確率越低，然而，本研究操弄單位長度為4與6兩種，結果大部分情況下單位4和6沒有差異，唯一符合短單位會比長單位容易之預期的，只在重複不相鄰試題下5歲半幼兒的最終正確率，顯示在此長度差異有限的狀態下並不會產生樣式發現上的差異。

樣式單位中的元素個數越多，使得工作記憶中要儲存的項目越多，其作業表現會較差是合理的預期，但並不是樣式發現歷程特有的，任何作業只要超過認知負荷都會發生解題上的困難。本研究選擇單位長度時，將長單位限定為6，是不希望其困難純粹來自超過幼兒的認知負荷。如果單位長度都在幼兒可以應付的範圍內，而越長的單位仍會比較短的單位產生更多的錯誤，則或許可提供樣式發現歷程特有的訊息。

不過，就本研究的資料並未顯現單位長度的效果，其中一種解釋是同樣在幼兒認知所能負荷的單位長度下，較多元素並沒有比較少元素的樣式來得困難。另一種解釋則是本研究試題操弄上存在某些混淆變項，雖然直至目前本文作者仍未發現明顯的設計缺陷，但三因子交互作用出現了無法有效解釋的反常現象，即三種複雜度與兩年齡層的六種組合下，其中五種組合都是短單位正確率較長單位高或無差異，但4歲半幼兒在重複不相鄰樣式下卻是短單位的最終正確率（.45）較長單位（.60）來得低，本文作者對此無法提出合理的解釋，目前僅能視為本次資料的隨機現象。未來研究有必要增加單位長度的水準數，例如操弄單位長度4、6、8、10，以重新檢驗單位長度對於樣式發現歷程的影響。

三、年齡對樣式發現的影響

從圖1和2的結果顯示，年齡不影響從題面就能掌握樣式的正確率，在經過回饋後最終可以掌握樣式的比率也僅在重複且相鄰的試題中有所差異，其餘兩種複雜度的試題，5歲半與4歲半的表現差不多。不過，最終正確率與年齡交互作用上的差異，正顯示了幼兒運用回饋的能力不同，下一節將討論5歲半比4歲半幼兒更能因應回饋而提高其正確率。

四、回饋對樣式發現的影響

從團體與個別修正率均可發現，回饋會

因不同複雜度與不同年齡而有不一樣的效果，但與單位長度無關。就不同複雜度的團體修正率看來，無重複樣式最簡單，回饋後約85% 的錯誤可被修正；重複且相鄰次之，也有約80% 的錯誤可被修正；重複不相鄰最困難，回饋後仍僅約40% 的錯誤得以修正。就兩個年齡而言，5歲半的團體修正率（73.8%）較4歲半的（62.6%）約多10%。而在個別修正率的年齡（2）與複雜度（2）統計考驗中則顯示，5歲半幼兒在重複且相鄰的修正比率顯著較其它三種情況來得高。另外，最終正確率和完全正確率之間的差異也反映了相同的回饋效果。

搭配三種複雜度樣式的正確率，我們可以說，單位內無重複元素的樣式發現對四、五歲半的幼兒並不困難，即使有少部分的錯誤，也幾乎可在翻出回饋後修正後續的回答。單位內有相鄰的重複元素，幼兒必須在知覺群組與解題分析中來回切換，較容易產生錯誤，但若有錯誤，也如同無重複樣式一般可在回饋後被修正，尤其5歲半幼兒更明顯地比4歲半幼兒具備從回饋獲益的能力。而單位內有不相鄰的重複元素，比對的過程中因為前後組合具不確定性，有相當高的犯錯機率，而且對兩個年齡層的幼兒來說，回饋雖有部分效益，但仍有超過一半的錯誤無法從中獲得改善。

綜合前面的討論，我們認為發現重複不相鄰的樣式必須具備單位化能力，也就是前後比對的不只是一個元素，而是同時比對至少一個單位。而這樣的能力在單純地要求幼兒回答「下一個顏色是什麼」以及附加回饋的作業下，兩個年齡層的幼兒發展單位化能力的狀態都尚有限制。

幼兒需要什麼樣的協助才能發展發現重複不相鄰樣式的能力呢？未來研究可以從兩個方向著手。一是社會性回饋，另一是單位化作業的經驗。本研究嚴格限制主試者僅能提供物理回饋，如果再加上社會性互動或改以社會性回饋，幼兒能否因此提高發現重複不相鄰樣式的表現呢？這是一個可以探究的方向。再者，我們也另外進行了一些測試（徐千惠, 2006），要求二年級學生對展示的重複樣式進行單位化的切割，擺放數個竹籤使能將樣式切成一組一組相同的組合，發現有此經驗的學生會顯著提高「下一色」作業的表現。發展單位化能力的作業必須讓兒童看到，一系列長長的樣式其實是可以被分成一小組、一小組的，且每一小組是由同樣的組合所構成的，這種對於系列元素進行切割與前後比對的作業，應是進一步促進樣式發現能力發展的方式。不過，對於二年級兒童有效的方式，不見得適用於幼兒。要求幼兒切割單位是否過難？或者切割單位的作業經驗是否會提升發現重複不相鄰樣式的表現？均尚待研究。

五、在幼兒教育上的應用

Garrick 等人（1999）曾質疑英國的學校課程與評量規準（School Curriculum and assessment Authority）對課程安排，隱含了幼兒發展辨識與複製樣式的能力是在產生樣式之前，但 Garrick 等人用三歲半和四歲半的幼兒進行的研究，卻顯示相反的發展順序。本研究雖未直接探討辨識與產生樣式的發展順序，但四歲半和五歲半兒童的表現顯示，相同長度的樣式會有相當不同的發現難度，無重複樣式可達百分之八九十的正確率，而重複不相鄰樣式卻低至百分之二三十。此一結果說明中班和大班的幼兒，仍有部分發現樣式的能力亟待發展。

從結論可以得知，無重複樣式的發現只需一對一的元素比對能力，而幼兒多半能順利完成。重複且相鄰的樣式發現則需要多加

鍛鍊對知覺群組的分解能力，而這樣的能力可經由即時提供答案作為回饋就能提升。最為困難的重複不相鄰樣式則需要在每次比對時同時考量一連串的元素關係，亦即單位化的能力，回饋對發展此種能力是有侷限的。幼兒為何需要發展能發現重複不相鄰樣式的能力呢？因為三種樣式中只有此類樣式會迫使幼兒發展單位化的能力，而單位化能力正是發現所有重複樣式的關鍵能力，也是樣式所以能作為代數的前置經驗的理由之一。

另一方面，樣式發現也具有適應生活的功能，察覺日常生活的規律性，能使環境顯得可被預測。很多有經驗的父母或保母都主張要讓幼兒的生活規律化，因為環境是可預測的就能使幼兒覺得安全，也減少照顧者必須隨時叮嚀下一步行動的叨唸。生活中隨處都有重複樣式，每天的行動幾乎可說是稍有變化的重複樣式，起床、刷牙、吃早餐、上學上班…晚餐、遊戲、刷牙、睡覺；有時一個樣式中會因重複出現的元素而擾亂了我們的判斷，而我們的研究也顯示，這類單位內有不相鄰的重複元素（午睡和晚間的睡覺）的確是較為困難的樣式。本研究採用呈現於卡片上的色點為素材，其屬性是視覺的、平面的、一維的，研究所發現的現象能否推論到其它幼兒生活的表現上，舉凡非視覺的、非平面的，甚至二或三維的素材，都還有待進一步探究。

安排幼兒教育的原則之一是活動要適切，本研究「預測下一個元素」的作業有如猜謎遊戲，且四、五歲的幼兒已經具備發現樣式的基本能力，對於單位內無重複或有相鄰重複元素的樣式，幼兒或可直接由題面所提供的資料就發現樣式，或可透過回饋而發現。因為能勝任作業要求，故參與的幼兒都樂此不疲。家長與教師可以變換各種不同的視覺、聽覺、動作的元素，也可以改變單位的複雜度與長度，使得尋找樣式的活動維持新鮮有趣。至於對更為複雜樣式的發現能力，是該由社會性回饋或從其它類型經驗提供促進發展的鷹架？此一議題不僅在學術研究尚有待探討，從教育的觀點也甚具意義。

致　謝

本研究由國家科學委員會（計畫編號 NSC 94-2521-S152-009）贊助，並蒙黃金蘭、周淑惠兩位教授提供建議，特此致謝。

參考文獻

1. 李國偉（1996）：序。在 L. Stewart（著），**大自然的數學遊戲**（葉李華譯）。台北：天下。（原著出版於 1995 年）
2. 周淑惠（1999）：**幼兒數學新論–教材教法**。台北：心理。
3. 徐千惠（2006）：**國小二年級學童發現重複樣式之認知歷程研究**。國立台北師範學院教育心理與諮商學系碩士論文。
4. 曹亮吉（2003）：**阿草的數學聖杯**。台北：天下遠見。
5. 教育部（1987）：**幼稚園課程標準**。台北：教育部。
6. 教育部（2002）：**國民中小學九年一貫課程暫行綱要**（線上資料）。2005 年 11 月 25 日取自 http://teach.eje.edu.tw/9CC/temporary/temporary-left.htm。
7. Copley, J. V.（2003）：**幼兒數學教材教法**（何雪芳，陳彥文譯）。台北：華騰。（原著出版於 1998 年）
8. Cowan, N. (2000). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Science*,

24, 87-185.

9. Druyan, S. (2001). A comparison of four types of cognitive conflict and their effect on cognitive development. *International Journal of Behavioral Development*, *25*(3), 226-236.
10. English, L. D., & Warren, E. A. (1998). Introducing the variable through pattern exploration. *The Mathematics Teacher*, *91*(2), 166-171.
11. Garrick, R., Threlfall, J., & Orton, A. (1999). Pattern in the nursery. In A. Orton (Ed.), *Pattern in the teaching and learning of mathematics* (pp. 1-17). London: Cassell.
12. Geer, C. P. (1992). Exploring patterns, relations, and functions. *The Arithmetic Teacher*, *39*(9), 19-21.
13. Hargreaves, M., Threlfall, J., Frobisher, L, & Shorrocks-Taylor, D. (1999). Children's strategies with linear and quadratic sequences. In A. Orton (Ed.), *Pattern in the teaching and learning of mathematics* (pp. 67-83). London: Cassell.
14. Holzman, T. G., Pellegrino, J. W., & Glaser, R. (1983). Cognitive variables in series completion. *Journal of Educational Psychology*, *75*(4), 603-618.
15. Kieran, C. (1992). The learning and teaching of school algebra. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the NCTM* (pp. 390-419). New York: Macmillan.
16. LeFevre, J. A., & Bisanz, J. (1986). A cognitive analysis of number-series problems: Sources of individual differences in performance. *Memory & Cognition*, *14*(4), 287-298.
17. National Council of Teacher of Mathematics (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
18. National Council of Teacher of Mathematics (2000). *The principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
19. Olivers, C. N. L., Chater, N., & Watson, D. G. (2004). Holography does not account for goodness: A critique of van der Helm and Leeuwenberg. *Psychological Review*, *111*(1), 242-260.
20. Orton, A., & Orton, J. (1999). Pattern and approach to algebra. In A. Orton (Ed.), *Pattern in the teaching and learning of mathematics* (pp. 104-120). London: Cassell.
21. Owen, A. (1995). In search of the unknown: A review of primary algebra. In J. Anghileri (Ed.), *Children's mathematical thinking in the primary years: Perspectives on children's learning*. London: Cassell.
22. Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. New York: International University Press.
23. Simon, H. A. (1972). Complexity and the representation of patterned sequences of symbols. *Psychological Review*, *79*(5), 369-382.
24. Steen, L. A. (1988). The science of patterns. Science, *240*(4852), 611-616.
25. Taylor-Cox, J. (2003). Algebra in the early years? *Young Children*, *58*(1), 14-21.
26. Threlfall, J. (1999). Repeating patterns in the early primary years. In A. Orton (Ed.), *Pattern in the teaching and learning of mathematics* (pp. 18-30). London: Cassell.
27. Tudge, J. R. H., Winterhoff, P. A., & Hogan, D. M. (1996). The cognitive consequences of collaborative problem solving with and without feedback. *Child Development*, *67*, 2892-2909.
28. van der Helm, P. A., van Lier, R. J., & Leeuwenberg, E. L. J. (1992). Serial pattern complexity: Irregularity and hierarchy. *Perception*,

21, 517-544.

29. van der Helm, P. A., & Leeuwenberg, E. L. J. (1996). Goodness of visual regularities: A non-transformational approach. *Psychological Review*, *103*(3), 429-456.
30. van der Helm, P. A., & Leeuwenberg, E. L. J. (2004). Holographic goodness is not that bad: Reply to Olivers, Chater, and Watson. *Psychological Review*, *111*(1), 261-273.
31. van Leeuwen, C. (1991). Testing organization preferences in serial pattern learning. *The Journal of General Psychology*, *118*(2), 139-145.
32. Vitz, P. C., & Todds, T. C. (1967). A model of learning for simple repeating binary pattern. *Journal of Experimental Psychology*, *75*(1), 108-117.
33. Vitz, P. C., & Todd, T. C. (1969). A coded element model of the perceptual processing of sequential stimuli. *Psychological Review*, *76*(5), 433-449.
34. Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society. Cambridge, MA: Harvard University Press.
35. Wagemans, J. (1999). Toward a better approach to goodness: Comments on van der Helm and Leeuwenberg (1996). *Psychological Review*, *106*(3), 610-621.

附錄　前導性研究的試題結構與兩種正確人數（率）

樣式	單位	第一色 正確人數	（平均正確率）	完整單位 正確人數	（平均正確率）
短					
無重複	abc	3	（.88）	3	（.88）
	abcd	4		4	
重複且相鄰	abaa	3	（.63）	3	（.50）
	aaba	2		1	
重複不相鄰	aba	3	（.75）	2	（.50）
	abca	3		2	
長					
無重複	abcdef	3	（.75）	3	（.75）
	abcdefg	3		3	
重複且相鄰	aabcca	2	（.50）	1	（.25）
	aabcbaa	2		1	
重複不相鄰	abcdca	2	（.63）	1	（.50）
	abcbdba	3		3	

The Effects of Pattern Structure and Feedback on Repeating Pattern Finding in Kindergarten Students

Choa-Jung Wu[1] and Ya-Chu Yen[2]

[1]Department of Educational Psychology and Counseling,
National Taiwan Normal University
[2]The Youth Kindergarten

Abstract

This research is aimed to analyze the influence of both structural factors and age on the kindergarten students' finding of repeating patterns and the variance of such influences in terms of immediate feedback. The repeating pattern is a series of repeat occurrences of specific parameters such as "Red-Blue-Red-Blue" beads, four seasons, high and low tide, patterns on clothes, dancing and music. The repeat patterns finding is the perception and confirmation of repeat orders. The structural factors of both unit-length and complexity have been maneuvered in the experiment, the former included *4-and-6-unit* and the later have been classified as "*repeat and adjacent*", "*repeat and NOT adjacent*" and "*NO repetition*" according to complexity. The objectives of this research have been grouped as *4.5-and-5.5 year-olds* and the total number of students was 20 per group and 40 overall. The result of accuracy analysis indicated that the performance of the two groups was almost identical and the influence of unit-length on accuracy rate was not clear, whereas the complexity of pattern had the greatest influence on the performance of these children. The accuracy rate of "*repeat and NOT adjacent*" was much lower than the other two types. Since the sequence of repeating element of "abac" is unstable, the uniting ability is most needed for child to discover such repeat patterns. With the type of "*repeat and adjacent*" represented as the law of similarity, while the repetition of "aa" is simpler to identified within "aabc", they must be treated as individual element in the process of answering. The child's ability to perceive was continuously examined through the two processes. The "*NO repetition*" type is consequently the simplest type with pure elements. The accuracy rate over the performance of perception in the group of 4.5- year-old-child will be upgraded with the intervention of feedback, but it's not as good as the upgrading in 5.5s. The influence of feedback on different levels of complexity have indicated the following: the "*NO repetition*" type have been upgraded to full accuracy, the "*repeat and NOT adjacent*" type have shown greatest upgrading in accuracy and the accuracy rate was almost identical with "*NO repetition*" type after modification, and while the average accuracy rate of "*repeat and NOT adjacent*" type haas also been also upgraded after feedback. The range of upgrading was comparatively small within three types. Although the rhythm method may be regarded as an alternative strategy for children to discover patterns through observation, it can not be

seen as a measurable unit of perception. Finally, the researchers analyzed the participant's history for answering empirical questions and provided frequent suggestions for research related to curriculum studies for kindergarten students.

Key words: Feedback, Complexity, Repeating pattern, Unitization, Grouping