科學教育學刊
2007, 第十五卷第四期, 417-437

Chinese Journal of Science Education
2007, 15(4), 417-437

幼兒影概念之探究

陳淑敏[1]　**張靜儀**[2]
[1]屏東教育大學　幼兒教育系
[2]大仁技術大學　幼兒保育系

（投稿日期：民國 95 年 8 月 28 日，修訂日期：96 年 1 月 23 日，接受日期：96 年 3 月 21 日）

摘要：本研究主要在探究幼兒的影概念。本研究從屏東市區兩所幼稚園以分層隨機抽樣的方式分別選取四歲與五歲幼兒各 16 人。每位幼兒接受兩次個別晤談。透過圖卡指認、口語解釋及實物操作製造影子，來蒐集質性與量化資料。本研究從光源與影子的關係、影子的濃淡、方向、大小、及形狀等多個向度去探究幼兒影概念。結果顯示五歲幼兒對影子的產生、方向、大小、及形狀已有某種程度的了解，而五歲幼兒在這些方面的了解都較四歲幼兒顯著為佳。

關鍵詞：幼兒、概念發展、影子

壹、研究緣起與目的

近年來，由於新儀器的發明與研究方法的改進，有關嬰幼兒概念發展的研究有了很大的突破，以前認為幼兒在某個年齡才能獲得的概念認知，近來提早一、二年，甚至數年被發現。例如：物體恆存（object permanence）概念，Piaget 指出嬰兒要到八個月之後才開始發展，但是 Baillargeon 使用不同的研究方法則發現三個月大嬰兒已具有此概念（cited in Baillargeon, 1993, p. 272）。

Spelke（1988, 1990, 1991）以習慣化法（habituation）針對嬰兒對物體（object）的知覺和了解進行了一系列的研究，她發現嬰兒知道物體是實體的（cohesive）、有界線（boundedness）、沒有它物碰觸是不會移動的。Spelke 的研究，讓我們看到嬰兒對物體已有某種程度的了解，亦即他們已有相當的物理知識

有關嬰兒數量概念的研究，也有驚人的成就。Wynn（1992）發現四、五個月大的嬰兒對於 2 的概念的合成和分解已有所了解。另外，有關幼兒生物概念的研究發現學前幼兒已開始能對生物與非生物加以分類，而且他們還能超越物體的外顯特徵，而從其本質去進行分類，似乎他們已能做某些抽象分類，並且對生物概念有隱含的理論（Gelman & Coley, 1991; Simons & Keil, 1995）。類似這樣的研究發現，如雨後春筍愈來愈多。這些研究結果大都顯示嬰幼兒的能力比我們所知道的高出許多。

早期的研究與最近的研究在方法上到底有什麼差異？對兒童概念發展的研究，Piaget 首開先河。Piaget 在嬰幼兒直覺物理之研究奠定了他知識發展論之基礎。對嬰兒直覺物理之研究，Piaget 大都是透過對嬰兒動作之觀察去加以推論。然而嬰兒受限於知覺和動作協調能力之不足，往往不能顯現他們真正的認知程度。例如，有研究者指出嬰兒在 Piaget 作業上的失敗，並非由於他們缺乏物體恆存概念，而是由於他們缺乏知覺與動作協調的能力（cited in Baillargeon, 1993, p. 270）。

對幼兒科學概念之研究，Piaget 則大都是透過幼兒的口語表達去推論。然而幼兒受限於語彙及語言的表達能力之不足，往往不能顯現他們真正的認知程度。此外，測驗的內容不一定貼近幼兒的生活情境。例如，Piaget 由三山作業推論幼兒是自我中心的，但是 Borke（1975）以貼近幼兒的生活情境之作業（以玩具消防車取代三山模型）複製該研究，卻發現幼兒能作空間的觀點取替。

近期的研究改採知覺測驗去測知嬰兒的認知能力，而以操作測驗以及幼兒比較熟悉的生活情境去測知幼兒的能力，因而讓嬰幼兒的能力得以提早顯現。所以要探究嬰幼兒的認知能力，有必要選擇適合嬰幼兒的評量方法，以使他們真正的能力能顯現出來。

自然界中，光無所不在，而有光通常就會有影子，所以光和影是經常可觀察到的現象。從近來研究嬰幼兒所表現的認知能力讓現代心理學者推論學習的本能是天生：打從嬰兒期開始，個體即透過生活經驗不斷地在學習。對於自然界無所不在的光和影，幼兒必然有所觀察，並形成個人的質樸理論。

國內外有關影概念的研究非常之多，但是絕大部分是以中學生為研究對象，以小學生為研究對象者亦不少，唯獨以幼稚園階段的兒童為研究對象者猶如鳳毛麟角。筆者認為最主要的原因可能還是幼兒的語言表達能力不足所造成施測的困難，讓科學教育研究者怯步。因此筆者擬以近來認知發展心理學的研究所使用知覺-動作作業去加以探究，期望透過這樣的研究方法能讓我們對幼兒的影知識有較清楚的了解。

有關幼兒影概念的研究，國內周淑惠（2003）以臨床晤談的方式探究幼稚園大班幼兒的影概念，她以所設計的情境要求幼兒預測在打開光源之前物體後面會發生什麼事，結果只有百分之二十一的幼兒能預測影子的產生。影子是日常生活中，經常可以觀察到的現象，為何在周淑惠（2003）的研究中只有五分之一的幼兒能預測影子的產生？是否是因為晤談的情境，幼兒只能以口語表達？若是如此，那麼換個方式，是否比較能評量到幼兒未能以口語表達而能以其他方式顯現的知識？還是她所設計的情境不夠多樣？若是如此，較多樣化的問題情境，是否較能讓幼兒的影知識顯現？

綜合上述，本研究擬設計多樣且生活化的問題情境，讓幼兒透過圖畫指認、動手操作及口語表達等方式，探究四歲與五歲幼兒的影概念，並比較此二個年齡層幼兒影概念之差異，期能對此二年齡幼兒的影概念有較為深入的了解。

貳、文獻探討

一、兒童直覺物理之探究

兒童透過生活經驗所形成對自然現象的看法，稱為直覺物理（intuitive physics）。前面所引 Spelke 對嬰兒物體知覺的研究，以及 Baillargeon 對嬰兒物體恆存概念的研究都是直覺物理。對嬰、幼兒直覺物理的研究都是透過他們天生的知覺-認知-動作能力進行施測，作業取材於日常生活中的事物（Anderson,

1991）。

有關幼兒直覺物理的研究，大都是透過知覺-動作作業進行施測，有時兼採臨床晤談。例如，Kaiser, McCloskey 和 Proffitt（1986）以四歲半至 12 歲兒童及大學生為對象，探究他們對於物體移動路線的了解。施測時，要求受試分別預測（畫出）小球從一支直管、C 型彎管和一支呈 540° 迴轉的螺旋型彎管吹出後可能的移動路線，預測完三個問題之後再請他們解釋。結果發現：所有的受試都正確地預測小球從直管飛出時是直線前進，而對於小球飛出彎管後的移動路線預測之正確率，隨著年齡呈 U 型曲線發展。四、五歲幼兒及大學生作出正確預測（畫出直線）的比例較小三與小四兒童高。雖然四、五歲幼兒作出正確預測的人數比率很高，但是他們的解釋卻很模糊，大多數人只是說「球是直直滾動的」。因此，Kaiser 等人又找來 24 個四、五歲幼兒，除了施予與前一個研究相同的作業之外。其中一個作業要求幼兒預測上了發條的玩具汽車在下列兩種情況下可能的移動路線：一是前輪打直，另一是前輪歪向某一個角度。結果發現：四、五歲幼兒能正確預測小球飛出彎管後的移動路線，並非由於他們不能畫出曲線或他們傾向於預測任何物體都是直線前進。

Hood（1995）以 2 至 4 歲幼兒為對象探究他們對萬有引力的了解。他所設計的問題情境是在一個透明的塑膠玻璃上方黏著三個中空的的短管，玻璃下方黏著三個容器與其上的短管相對應，再以不透明的軟管連接上方的短管與下方不在同行的容器（軟管可以抽出連接任一短管與下排的容器作不同的配對，軟管從一個增加到三個，以提高測試的難度）。施測時，由研究者或幼兒將小球放入某個短管（有些幼兒堅持要自己丟球），然後要求幼兒指出或找出小球所落入的容器（球丟入之後，有些幼兒會自己去找球）。結果發現：年齡愈小的幼兒愈傾向於認為物體是直線落下，而未考慮軟管的彎曲方向，隨著年齡的增長能正確找出小球掉落位置的人數愈多。

Karmiloff-Smith（1997, p. 84-87）以自己對兒童平衡概念的研究，說明她所提出的表徵再表模式。研究中，要求 4~9 歲兒童將不同形狀的積木擺在小金屬塊上，並能維持平衡不墜。所提供的積木，其中一類是重量平均分布於整塊積木而重心在其中心點者，另一類雖然看起來和前一類積木一樣卻是一端灌了鉛，所以重心偏離了中心點者，還有一類則是在積木的一端上面黏了重物，所以重心也是偏離了中心點。如果只計算成功與失敗的次數，四歲與八歲兒童得分都比六歲兒童高。但是仔細分析他們的行為卻發現其中的差異，四、五歲幼兒拿起積木後直接將它移向支撐的金屬塊直到他感覺快要不平衡時即停止，六~七歲兒童則以每一塊積木的中心點作為擺放的考量，因此似乎無法將重量不平均的積木擺好，八~九歲兒童和四、五歲幼兒一樣成功地擺放了每一類型的積木。

有關直覺物理的研究以幼兒為研究對象者甚少，上述三個研究都是以知覺-動作作業去探究兒童的直覺物理，但第一個研究還要求兒童作解釋，但是他們發現幼兒所說明的理由相當模糊，因此再以其他的知覺-動作作業進一步去探究可能的原因，最後再整合幼兒在多個作業上的表現去作推論。所以若只以口語表達去探究幼兒的直覺物理，可能無法正確評量其真正的發展層次。

總之，國外有關兒童直覺物理的研究，近來大都使用知覺-動作作業，以臨床晤談的方式進行，透過這樣的測驗方式不僅可蒐集到非語言的認知成分，還可蒐集到有意識的

口語回答，不僅蒐集到量化資料，也可蒐集操作過程兒童行為的質性資料，整合量化與質性資料，應對兒童認知發展能做更深入的描述與分析。

二、兒童的影概念

最早，Piaget（1930, p. 180~194）以燈、物體與布幕設計簡單的晤談情境，要求 17 位五至九歲兒童預測影子的方向並解釋理由，他發現影概念的發展歷經四個階段。第一個階段，大約在五歲左右，兒童認為影子的產生是內在（從物體放射出來）與外在（來自於樹、夜晚、與角落等）因素的共同作用，所以無法預測影子投射的方向。第二階段，大約在六至七歲，兒童認為影子純粹是由物體所製造，是由物體所發射出來，但是沒有特定的方向，這個階段的兒童無法從光源的來向預測影子的方向。第三階段，大約在八歲左右，兒童能夠預測影子的方向，甚至會說沒有光和太陽時也會有影子，由此可知他們還是認為影子是由實體發射出來。第四階段，大約在九歲左右，兒童能正確解釋影子的發生。

Feher 和 Rice（1988）研究八至十四歲兒童的影概念，以臨床晤談的方式要求兒童解釋「影子是什麼？」、「晚上沒有燈光時是否會有影子？」、以及對研究者所製造的光和影現象作出解釋。他們將中心有一小圓孔的不透明板子置於布幕及由兩支 20 公分長的燈管所組成的十字型光源之間，再將兩個直徑分別為 1 公分與 20 公分的球體輪流置於布幕與光源之間。在打開光源之前先請兒童將可能見到的現象畫出來，打開光源之後，再請兒童以圖畫解釋所見。這 40 位兒童之中，大約只有四分之一清楚知道影子是光受到阻礙而產生。他們將所有受訪者對「影子是什麼？」的看法整理如表 1。

此外，在他們的研究中，大部分受訪兒童都認為黑暗中影子是看不見的，不過他們的理由可分為兩類：約半數兒童認為影子是由光製造出來，黑暗中無光，所以不會有影子，其他的兒童認為黑暗中影子仍然存在，只是我們看不見或者是藏在物體之中，直到光碰到物體才將它激發出來。

Guesne（2000）要求兒童解釋：「影子是什麼？」、「影子是如何形成的？」並且比較十歲、十一歲組和十三歲、十四歲組兒童的解釋，結果顯示：十歲、十一歲組的兒童在解釋影子成因時，大都只提到光源（例如：影子是暗光），而十三歲、十四歲組兒童比較多同時提到光源和障礙物。

王龍錫和林顯輝（1992）透過教室觀察、紙筆測驗、及臨床晤談研究小二學生的光和影概念，結果發現學生對影子形成的迷思概

表 1：兒童對「影子是什麼？」之解釋類型

類型	解釋實例	百分比
光被阻擋或偏離成影	影子是光不能穿過處，所以是黑的	27%
	影子是光被阻擋，不能到達處	
光對物作用成影	陽光很熱，光束打在你身上，影子就此跑出來	45%
	光打在物體，物體反射成影	
影子是映像	影子是你的映像	18%
影子即物體的像	影子是像你的像	10%
	影子是像你的黑白照片	

念有：(1)光照到物體就有影子；(2)影子是物體的本性，只要有光就可看到影子；(3)影子是太陽的相對產生物，只要有太陽就有影子；(4）影子是物體的一個映像；(5)影子是從太陽跑出來的。

郭美金（1995）整理過去對國小學童光學概念的研究，其中兒童對影子的先前概念有：(1)影子是一種反射；(2)影子是物體之再生；(3)影子是光激發物體所生；(4)影子是暗光。

唐明（2001）以團體紙筆測驗兼採部分訪談，研究國小五年級兒童對影子形成的看法，結果發現兒童對影子形成的迷思概念包括：光對物體作用產生影子、影子是物體的一部分、影子是物體的複製，具有和物體相同的形狀和紋路、影子的長短和物體的高低有關。

張靜儀（2000）與三位國小教師設計光概念訪談題綱，配合相關的圖片，在二年期間共對 65 位 4-6 年級的國小學童進行深度晤談，發現學童在影子部分之迷思概念有：(1)光源強弱會影響投影的大小和投影的遠近；(2)影子是一種反射、暗色光，是太陽的相對產物，只要有太陽就有影子；(3)光找到物體就有影子，所以影子的形狀與物體相同。

張靜儀和李采懷（2004）以圖畫情境的紙筆測驗方式，探究國小三至六年級學童之光迷思概念，研究顯示：學童有關影子形成的迷思概念有：「透明物沒有影子，或為深色黑影」、「影子是由物體反射陽光而生」、「黑暗中依然會有影子」等。

上述影概念的研究大都是以小學生或中學生為研究對象，而且大都以口語解釋或紙筆測驗探究他們對光和影關係的了解。

以學前幼兒為研究對象者只有周淑惠（2003）的研究，她以晤談法探究幼稚園大班幼兒的影概念，以所設計的情境要求幼兒預測在打開光源之前物體後面會發生什麼事，並在打開光源之後請幼兒解釋影子是如何生成。針對前一個問題，只有百分之二十一的幼兒預測會有影子出現，而針對後一個問題只有百分之三十的幼兒能作出合理的解釋。

周淑惠（2003）的研究提供我們對五歲幼兒的影概念有部分的了解，但是五歲幼兒口語表達能力不佳，只以簡單的兩個問題探究幼兒對影子形成原因的看法，且只要求幼兒以口語回答，是否能讓幼兒的影知識全部顯現值得進一步探究。對幼兒而言，晤談情境是不自然的情境，只以兩個問題要求幼兒回答，有可能幼兒心理尚未適應而晤談即已結束。再者，前述直覺物理的研究都顯示幼兒的知識有些會顯現在行動中，但不一定能以口語報告，因此要探究幼兒的物理知識不能只透過口語表達。

國外則有以幼兒為對象進行影概念教學的研究，Segal 和 Cosgrove（1993）觀察幼稚園五歲班實施光和影教學活動的情形（活動總共進行六次，每次半小時），並在活動結束之後與部分幼兒交談，結果發現：透過教學活動幼兒逐步深化並廣化對光和影的了解，起初他們只是專注在自己影子的形狀，而且只能以簡單的字詞加以形容，之後他們談到太陽以及其他光源在影子形成中所扮演的角色，最後他們是以較長較複雜的字句去描述他們的各種發現。

國外這個研究，也是以幼兒的口語表達評量幼兒的影概念，但研究者的描述卻無法清楚呈現幼兒的影概念。

學前幼兒的影概念究竟為何？他們對光和影的關係是否有所覺知？這些問題都還有待探究。本研究較廣泛且較深入地探究幼兒的影概念，不僅探究幼兒對影子形成原因

的了解，還探究幼兒對影子的認知、方向、濃淡、大小及形狀的了解，並且以較多樣化的工具（圖卡、實物）及測驗方式（操作、指認、口語表達）去探究幼兒的影概念，利用多種方法所蒐集的資料交叉比對，期能顯現四歲與五歲幼兒影概念的實際發展層次。

參、研究方法

本研究採臨床晤談，探究幼兒的影概念。臨床晤談分兩次進行，以研究者所設計的作業，包括：圖卡、實物與問題，讓幼兒指認、操作並要求作口語解釋。

第一次的臨床晤談參考 Osborne 和 Gilbert（1980a）的實例訪談技巧，以兩位研究者自製的圖卡（一張圖卡代表所測概念的正確實例，另一張代表該概念錯誤情境）請幼兒指認並加以解釋。

第二次臨床晤談，也以兩位研究者所共同設計的影概念作業，提供幼兒操作，並請其說明理由。

本研究所使用的臨床晤談之特點有：(一)所設計的問題情境與使用的圖卡、物品或材料都儘量貼近兒童的生活經驗；(二)臨床晤談採用圖畫指認、實物操作，以及口頭解釋等多樣化的方式實施。

本研究採用上述工具之理由：(一)過去的研究發現問題情境貼近兒童的生活經驗，較能讓兒童較高的發展層次顯現出來；(二) Osborne 和 Gilbert（1980a）指出實例訪談技巧兼具趣味、彈性及適用年齡層廣泛等優點；(三)對於口語表達能力不足的幼兒，知覺或動作作業可能比較適合評量其概念發展層次；(四)採用實例訪談技巧及以知覺或動作作業進行臨床晤談，可同時蒐集到量化與質性資料，較能對影概念發展有較深入的分析；(五)採用多元評量方式蒐集資料，並整合這些資料分析，對幼兒的影概念發展較能作詳實與客觀的描述。

一、研究對象

本研究從屏東市選取較大型的公、私立幼稚園各一所，以分層隨機抽樣的方法抽取四與五歲幼兒，每個年齡層各 16 人（男女各半）。四歲與五歲的平均年齡，分別是 54.81 個月（SD = 3.33）月與 66.06 個月（SD = 3.47）。幼兒家庭背景，家長多數是經商（占 33.3%），軍、公、教共占 33.2%，農、工各占 10.4%；家長學歷以高中、專科與大學居多（占 83.4%），碩士學歷占 9.5%。

二、研究工具與晤談表的編製與修訂

本研究使用的晤談工具有二：影概念圖卡與影概念實作。這兩個研究工具，皆由具有物理背景的科學教育者，及具有認知心理學背景的幼兒教育學者共同設計。

此二影概念晤談作業的設計與內容如下：

(一)影概念圖卡與晤談作業：本研究工具之設計部分參考 Osborne 和 Gilbert（1980a, 1980b）的實例訪談技巧製作圖卡。Osborne 和 Gilbert（1980a, 1980b）的實例訪談技巧所製作的圖卡，是以每一張圖卡包含代表所測概念的實例和不代表該概念的情境。本研究則在每一個問題皆呈現一張正確與一張錯誤的圖卡。影子圖卡的繪製有些是截取網路圖卡（人或物體的照片），或自己拍攝的影子照片。接著，使用 PhotoImpact8 電腦軟體或繪出影子，或將影子調整到最適合的角度或色調，以增加圖卡中影子的真實性。然後以彩色印表機列印出來。這些圖卡分別在評量影子色調的濃淡、形狀、

方向、大小、人工光源與影子的發生及物體的透明度與影子關係。除了影子方向有兩個題目之外，其餘都各為一題。

(二)影概念實作與晤談作業：以不透明的黑色壓克力板做成長 61 公分，寬 35.5 公分，高 34 公分一面有開口的實驗箱。實驗箱的一面，設置可以插入燈泡的燈座及插頭。另外，蒐集生活中常用的物品，例如手電筒、蠟燭、燈泡、打火機、硬紙板、玻璃紙、透明物體、不透明物體等，讓幼兒根據研究者的提問，製造出各種影子。本次晤談的問題包括作出影子（1 題）、影子的形狀（2 題）、方向（2 題）、大小的變化（1 題）、濃淡的變化（1 題）、物體的透明度與影子關係（1 題）。

兩位研究者根據所擬施測的影概念，共同設計影概念圖卡及晤談問題。接著由第一位研究者，選取六位幼兒（男女各半，每個年齡 2 位）進行預試。然後根據預試結果，修訂圖卡內容與問題的意義及用詞。最後，根據預試時兒童答對每一問題的比例，確定題目的難易度，將題目分成兩半，每一半大致都由易而難排列。

影概念圖卡正式施測時，晤談的題本分成兩種，甲卷前半部的題目剛好是乙卷的後半部，半數受試使用甲卷晤談，另一半則使用乙卷。這是為了避免最初幾題受試尚未進入狀況或最後幾題受試已經分心，而影響這幾題的作答，所以使用對抗平衡設計。

影概念實作與晤談作業也是由兩位研究者共同設計。接著進行預試，預試也是由第一位研究者主持，以接受前一個晤談測驗預試的幼兒進行預試。研究者再根據預試結果，修訂晤談問題的內容、用詞，以及調整問題順序、實驗箱放置的位置與高度、主試者及幼兒站立的位置。

三、研究實施程序

第一次臨床晤談，使用影概念圖卡，由第一位研究者主持，研究助理負責記錄與錄影。幼兒坐在主試者的左邊，呈 90° 面向主試者。第一題是暖身活動，主試者先呈現一張彩色的影子圖卡（一位男孩在晴天戶外時的圖卡），並指著圖卡，詢問幼兒：「在這張圖中，你看到什麼？」若幼兒主動提到「影子」，則呈現另一張景物相同但影子濃度很淡的圖卡，詢問幼兒：「這兩張圖中，哪一張的影子是對的？」。幼兒回答之後，再詢問理由。若幼兒沒有提到影子，主試者就指著圖卡中的影子，詢問幼兒：「這是什麼？」若幼兒說出：「影子」，則呈現第二張類似的圖卡。若幼兒未說出：「影子」，主試者會告訴幼兒：「這是影子」，再呈現第二張圖卡。

之後每一題，主試者都同時呈現兩張圖卡在幼兒面前，詢問幼兒：「哪一張圖卡的影子是正確的？」，俟幼兒回答後，再詢問理由。在放置圖卡時，研究者會將正確圖卡隨機放在左邊或右邊，以避免幼兒偏向選擇某個位置的圖卡，影響答題的正確性。這個測驗每位幼兒平均大約進行 12 分鐘。

第二次臨床晤談，實驗箱及所提供製造影子的物品都放置在幼兒站立時可以自由拿取與操作的高度。由第一位研究者負責施測，研究助理負責錄影。主試者首先詢問幼兒所提供的物品名稱與用途，以及哪些物品可以製造影子。接著，請幼兒利用所提供的物品製造一個影子。大部分幼兒，都非常喜歡這個操作式作業。這個測驗每位幼兒平均大約進行 12 分鐘。

兩次晤談時間，相隔約三週。這期間，這兩個幼稚園都沒有進行過與影概念有關的

教學活動。兩次晤談的地點相同，都利用幼稚園的空教室。第二次晤談時則放下窗簾，使教室保持黑暗，以利於使用人造光源製造影子。

四、資料處理與分析

第一次的圖卡測驗，幼兒若選擇正確圖卡即評定為 1，錯誤則評定為 0。至於幼兒對答案所作的解釋，是由兩位具有幼教經驗的幼教系研究生，根據錄影與錄音，將幼兒答題的理由，轉成逐字稿，並與現場記錄加以核對。研究者根據所有的答題理由，訂出評定層次，幼兒未回答、不知道、說出毫不相干的理由、或語意不明，評定為層次 1，所回答的理由愈接近正確的理由層次愈高。在大部分題項，幼兒所提理由都可分為 3 個層次，少數題項則只能分為 2 個層次。之後，研究者訓練研究助理如何評定，再由研究助理分別評定所有幼兒答題理由的層次，評分者在各題評定等級的一致性為 .82~.94。

第二次測驗，是由兩位究助理，根據錄影光碟，記錄幼兒實際操作情形，記錄的重點包括幼兒選擇使用的物體與光源、擺放物體與光源的位置、操作光源的動作（例如，將手電筒向前移動靠近物體）、以及幼兒的話語。研究者根據這些記錄，訂定幼兒操作行為的評分標準。然後，研究者訓練助理如何評分，再由研究助理分別將所有幼兒的操作行為評定等級，評分者在各題評定等級的一致性為 .87~1.00。

肆、結果與討論

本研究依據幼兒思考的特質（較多使用影像表徵與動作表徵），採用圖卡與實物操作多種方式，並使用多種素材，從光源的種類、物體的透明與否、影子的形狀、濃淡、大小、方向各個向度，以臨床晤談的方式，廣泛且深入地探究幼兒的影概念，如表 2 所示。再將不同測驗方式所得的資料，相互比較分析，期能對幼兒的影概念有全盤且深入的了解。以下分別從幼兒對影子的認知、方向、色調濃淡、大小、形狀的了解進行分析。

一、幼兒對「影子」的認知

幼兒對生活週遭常見的影子是否有所知

表 2：四歲與五歲幼兒影概念測驗之內涵

向度	具體內容	施測方式	
		圖卡選擇與口語解釋	實物操作
光源的認知	對自然光源的認知（太陽、月亮）	v	
	對人造光源的認知（燈泡、手電筒、蠟燭、打火機）	v	v
影子方向	自然光源與影子投射方向	v	
	人工光源與影子投射方向	v	v
影子濃淡	光源強弱與影子濃淡	v	v
	物體與光源之距離	v	v
	透明物體對不透明物體	v	v
影子大小	物體大小	v	
	物體與光源之距離	v	v
影子形狀	物體形狀	v	v

覺？晴天太陽下，影子非常明顯，幼兒是否知覺？夜間在月光下或燈光下較常見到的淡影，幼兒是否知覺？表 3 呈現四歲與五歲幼兒對這些現象的覺知。

(一)對白天影子的覺知

第一次臨床晤談時，研究者曾利用圖卡，請幼兒說出其中的內容（晴天戶外，一位男童和他的影子）。有些幼兒主動提到影子，有些幼兒則在主試者指著影子問：「這是什麼？」之後才回答，另有些幼兒則回答：「不知道」。不論四歲與五歲，都已有相當高比例的幼兒對白天影子有所覺知且能說出「影子」一詞（見表 3）。以卡方考驗四歲與五歲幼兒對白天影子覺知之差異，得到 $\chi^2 = .82$，$p > .05$，顯示此二年齡能覺知白天影子的人數比例並無顯著差異。

(二)對夜間影子的覺知

幼兒知覺到白天會有影子，他們是否也知覺到夜間可能會有影子？四歲與五歲幼兒認為夜間會有影子者，也都超過半數（見表 3）。以卡方考驗四歲與五歲幼兒認為夜間會有影子的人數差異，得到 $\chi^2 = .13$，$p > .05$，顯示不同年齡幼兒認為夜間是否會有影子的人數比例並沒有顯著差異。然後以 Mann-whitney U 比較各年齡幼兒所作的解釋之差異，得到 $U = 115$，$p > .05$，顯示不同年齡幼兒所作的解釋之層次也沒有顯著差異。認為晚上會有影子且能清楚說明理由者，都指出是因為有月亮或燈光的緣故。認為晚上不會有影子且能清楚說明理由者，則指出是因為晚上暗暗的或沒有太陽的緣故，這些幼兒認為太陽是影子產生的要素，而忽略了人造光源也能製造影子。不同年齡幼兒所提理由層次的人數與比例如表 4。

(三)幼兒能否利用人造光源作出影子？

在研究者要求幼兒以所提供的物品製造影子之後，四歲幼兒只有 37.5% 的人能夠以人造光源作出影子，而五歲幼兒則有 81.3%（見表 3）。以卡方進行年齡的比較，得到 $\chi^2 = 6.35$，$p < .05$，顯示五歲幼兒能作出影子者比四歲幼兒顯著為多。

綜合圖卡與操作測驗可發現，有些幼兒雖然知覺到影子現象，但是只知覺到陽光所造成的影子，而不知道夜間也會有影子。圖卡測驗的影子有大半是發生在白天戶外，這是過去有關影子的研究較少呈現的現象，過去的研究大都是以人造光源去評量兒童的影子概念，雖然本研究補足了過去研究在這方面之不足，但是圖卡測驗是讓幼兒從所提供的圖卡去作選擇，從有些年齡較小的幼兒在

表 3：四歲與五歲幼兒對影子的覺知

	對白天影子的覺知	對夜間影子的覺知	能製造影子
4 歲	12 人（75%）	10 人（62.5%）	6 人（37.5%）
5 歲	14 人（87.5%）	9 人（56.3%）	13 人（81.3%）

表 4：四歲與五歲幼兒認為夜間是否有影子的理由

	有影子		無影子	
	未說明或語焉不詳	月亮或燈光	未說明或語焉不詳	無太陽、暗暗的
4 歲	3 人（18.8%）	7 人（43.8%）	0 人	6 人（37.5%）
5 歲	1 人（6.3%）	8 人（50%）	2 人（12.5%）	5 人（31.3%）

圖卡測驗完全無法說明理由推測，有些幼兒可能並無任何概念，只是任選其中一張圖卡作為正確答案。

然而，幼兒不能清楚說明理由，也可能是因為表達能力不佳。所以讓幼兒再透過實際操作去製造影子，將幼兒在這兩種測驗的反應，加以比較可更深入了解幼兒對影現象的了解，另一方面則能觀察到幼兒在操作中概念可能會有的變化。

在操作測驗無法製造出影子的三位五歲幼兒，在圖卡測驗都認為夜間不會有影子，其中兩位的理由是沒有太陽或暗暗的，另一位則未能說明理由。反觀，成功製造出影子的 13 位五歲幼兒中，認為夜間會有影子的有 8 位，理由是有燈光（4 位）、有月亮（4 位），認為夜間不會有影子的有 5 位，理由是沒有太陽或暗暗的（3 位），還有 2 位不能清楚說明理由。

至於能成功製造影子的 6 位四歲幼兒中，認為夜間會有影子的有 5 位，理由是有燈光（1 位）、有月亮（2 位），暗暗的（1 位）、走路時會有影子（1 位），認為夜間不會有影子的有 1 位，理由是亮亮的才會有。未能製造出影子的 10 位四歲幼兒中，認為夜間會有影子的有 5 位，理由是有燈光（3 位）、有月亮（1 位）、有黑雲（1 位），認為夜間不會有影子的也有 5 位，理由是暗暗的（5 位）。

對照此二年齡幼兒在此二測驗的表現發現，認為有燈光或月亮在夜間就會產生影子的五歲幼兒（8 位）都能在操作測驗製造出影子，但是持相同觀點的四歲幼兒（7 位）卻只有不到半數（3 位）能製造出影子。這是否是因為五歲幼兒比較了解光和影子的關係，而四歲幼兒比較是在述說生活經驗。同樣的，認為夜間暗暗的或沒有太陽所以不會有影子的五歲幼兒（5 位），卻有六成（3 位）製造出影子，而持相同觀點的四歲幼兒（6 位），卻只有 16.7%（1 位）能製造出影子。這是否是幼兒所說的話語雖同，但隱含的意義不同？

二、光源來向與影子投射方向

大部分四與五歲幼兒對影子現象有所覺知，但是他們是否覺察光源來向與影子投射方向之關係？為回答這個問題，本研究分別以圖卡與實物操作測試幼兒。圖卡測驗有二題項，操作測驗有兩題（每一題包括四個方向），幼兒在這些題項正確反應之人數與比例如表 5 與表 6。

圖卡測驗用來評量這個概念的題目有兩題，其中一題是並排的三個人在晴天戶外時影子的投射方向，四歲與五歲幼兒正確反應的人數比例相當高（見表 5）。以 Mann-whitney U 進行年齡的比較，得到 $U = 80$，$p < .05$，顯示不同年齡幼兒對三人並列時影子方向的反應層級有顯著差異，五歲幼兒反應之正確性顯著高於四歲幼兒。然後比較各年齡幼兒所作解釋之差異，得到 $U = 11.25$，$p < .01$，顯示四歲與五歲幼兒所提理由的層級有顯著差異，五歲幼兒所提理由的層級顯著高於四歲幼兒。幼兒所提理由的最高層級是「三個人的影子應該方向一樣」（見表 5）。

表 5：四歲與五歲幼兒在圖卡測驗影子投射方向正確反應的人數與比例

	三人並排站立		三人成三角形分散站立	
	選對圖卡	影子方向應一致	選對圖卡	影子方向應一致
4 歲	8 人（50.0%）	2 人（13%）	4 人（25.0%）	0 人（0%）
5 歲	14 人（87.5%）	10 人（63%）	9 人（56.3%）	5 人（31.3%）

表 6：四歲與五歲幼兒在操作測驗影子投射方向正確反應的人數與比例

	預測				操作			
	前	下	左	右	前	下	左	右
4 歲	5 人	5 人	4 人	5 人	3 人	3 人	4 人	3 人
	（31.3%）	（31.3%）	（25%）	（31.3%）	（18.8%）	（18.8%）	（25%）	（18.8%）
5 歲	13 人	12 人	13 人	13 人	12 人	12 人	11 人	11 人
	（81.25%）	（75%）	（81.25%）	（81.25%）	（75%）	（75%）	（68.8%）	（68.8%）

用來測量影子方向概念的另一題是晴天戶外時，分散在三角點站立的三人之影子，以 Mann-whitney U 比較四歲與五歲幼兒反應的層級，得到 $U = 88$，$p > .05$，顯示不同年齡幼兒對分散站立的三人，影子方向的反應層級並沒有顯著差異。然後比較各年齡幼兒所作解釋之差異，得到 $U = 88$，$p < .05$，顯示不同年齡幼兒所說明的理由有顯著差異，五歲幼兒所提理由的層級顯著高於四歲幼兒。四歲與五歲幼兒說明影子方向應該一致的人數與比例見表 5。

從這兩個題項的反應可見，五歲幼兒對光源與影子方向的了解顯然比四歲幼兒為佳。雖然在其中一個題項，五歲幼兒選擇圖卡的正確性並不比四歲幼兒顯著為高，但是在這兩個題項他們所提理由的層次均顯著高於四歲幼兒。從某些五歲幼兒所說明的理由推測他們對光源來向與影子投射方向，已有某種層度的了解。

操作測驗先請幼兒從光源來向預測影子投射的方向，研究者持手電筒對準物體（但未打開光源），變換四個方向，請幼兒預測影子的方位（前、下、右、左），四歲幼兒在這四個方位能正確預測的人數比例都很低，而五歲幼兒則相當高，都在 80% 以上（見表 6）。不同年齡在四個方向被評定的等級分別以 Mann-whitney U 進行差異比較，得到的 U 分別是 $Uf = 64$，$p < .01$；$Ub = 69.5$，$p < .01$；$Ur = 56$，$p < .01$；$Ul = 64$，$p < .01$，顯示不同年齡幼兒在預測影子的四個方位的反應層級都呈現顯著差異。再以 Friedman two-way analysis of variance by ranks 比較全體幼兒在四個方位影子之預測是否有差異，得到 $\chi^2 = 2$，$p > .05$，顯示全體幼兒在四個方位預測的表現相當一致。

幼兒對影子投射方向的預測是不是只是隨便猜測？幼兒的預測與實際的操作行為是否一致？先以 Friedman Test 比較全體幼兒在實際製造四個不同方位影子之表現是否有差異，得到 $\chi^2 = 1.29$，$p > .05$，顯示全體幼兒在製造四個方位影子之表現也相當一致。因此，將預測四個方位影子與實際製造四個方位影子的題項分別加總，再以 Wilcoxon Signed Ranks Test 比較所有幼兒在操作前之預測與實際操作的行為，得到 $Z = -1.84$，$p > .05$，顯示大部分幼兒所預測的影子投射方向與實際操作行為並無差異，只有極少數幼兒雖然正確預測影子投射方向，但卻無法製造出該方位的影子。

全體幼兒在圖卡測驗對影子投射方向的反應與操作測驗的表現是否一致？以 Friedman Test 比較圖卡測驗並排幼兒的影子方向之反應與操作測驗的預測與實作之表現，得到 $\chi^2 = 5.69$，$p > .05$，顯示全體幼兒在圖卡測驗與操作測驗的預測與實作之表現都沒有顯著差異。

同樣以 Friedman Test 比較圖卡測驗分散站立的三個人之影子方向之反應與操作測驗

的預測與實作之表現，得到 $\chi^2 = 17.49$，$p < .01$。接著以 Wilcoxon Signed Ranks Test 進行事後比較，控制全體 $\alpha = .05$，總共進行三個事後比較，所以各個比較控制在 .0167 水準。結果顯示全體幼兒在操作測驗之預測四個不同方位影子之表現顯著優於圖卡測驗三人影子方向之反應（$Z = -3.44$，$p < .0167$），而在實際製造四個不同方位影子之表現也顯著優於圖卡測驗三人影子方向之反應($Z = -3.86$，$p < .0167$)，顯示全體幼兒在圖卡測驗分散站立幼兒之影子方向之反應較操作測驗的預測與實作之表現都顯著為差。

幼兒在並排站立的圖卡表現較佳，而在分散站立的圖卡表現較差，很可能是將並列的三人視為一整體，所以影子方向相同，而將分散站立的三人視為三個不同的個體，所以影子方向不同，也可能是忽略該圖卡的情景是在白天太陽下，所以會以為此三人的影子是由不同光源照射而發生。

三、影子濃淡

本研究從下列三方面探討幼兒對影子濃淡的認知：光源強弱、物體是否透明、及物體與光源的距離。四歲與五歲幼兒對影子濃淡正確反應的人數與比例見表 7，幼兒所提出的理由見表 8。

(一)光源強弱

晴天與陰天光線強弱不同，影子的濃淡亦隨之變化，幼兒是否知覺？四歲與五歲幼兒對晴天影子濃淡反應之差異，以 Mann-whitney U 進行比較，得到 $U = 104$，$p > .05$，顯示不同年齡幼兒對晴天影子反應的層級並沒有顯著差異。接著，比較四歲與五歲幼兒所作的解釋之差異，得到 $U = 99$，$p > .05$，顯示不同年齡幼兒所提出的理由也沒有顯著差異。四歲與五歲幼兒未回答、不知道、說出毫不相干的理由、或語意不明的人數與比例分別是 11 人（68.8%）與 8 人（50.0%），部分幼兒則認為所有的影子都是黑色的濃影，只有極少數的五歲幼兒明白指出晴天時影子應是黑色的（見表 8）。

至於陰天，幼兒選擇錯誤圖卡（濃影而非淡影）的人數比例都很高（見表 7）。四歲與五歲幼兒對影子濃淡反應之層級差異，以

表 7：四歲與五歲幼兒對影子濃淡正確反應的人數與比例

	光源強弱		物體是否透明		光源與物體之距離		
	晴天	陰天	透明		遠近對比	遠	近
	圖卡		圖卡	操作	圖卡	操作	
4 歲	10 人（62.5%）	4 人（25%）	4 人（25%）	2 人（12.5%）	7 人（43.8%）	0 人（0%）	0 人（0%）
5 歲	13 人（81.3%）	8 人（50%）	5 人（31.3%）	4 人（25%）	3 人（18.8%）	1 人（6.3%）	3 人（18.8%）

表 8：四歲與五歲幼兒對晴天與陰天影子濃淡之解釋

	晴天		陰天		
	影子都是黑色	晴天影子是黑色	影子應是黑色	沒有影子	影子比較白
4 歲	5 人（31.3%）	0 人（0%）	3 人（18.8%）	1 人（6.3%）	1 人（6.3%）
5 歲	6 人（37.5%）	2 人（12.5%）	6 人（37.5%）	5 人（31.3%）	2 人（12.5%）

Mann-whitney U 進行比較，得到 U = 96.00，$p > .05$，顯示不同年齡幼兒對陰天影子之反應並沒有顯著差異。然後比較各年齡幼兒所提出的解題理由之差異，得到 $U = 65.5$，$p < .01$，顯示不同年齡幼兒所提出理由之差異達到顯著水準。四歲與五歲幼兒選擇正確圖卡而認為陰天沒有影子的人數分別是 1 人與 5 人（圖卡上有淡影，但這些幼兒卻視而不見），認為陰天影子比較白的人數與比例分別是 1 人與 2 人。選擇錯誤圖卡（烏雲密佈的陰天，卻選濃影，而非淡影），並且清楚說明影子應是黑色，而非淡色者分別有 3 人（占答錯人數的 25%）與 6 人（占答錯人數的 75%）。

以 Wilcoxon Signed Ranks Test 比較全體幼兒在晴天與陰天的反應，得到 $Z = -2.67$，$p < .01$，顯示全體幼兒在晴天與陰天的反應有顯著差異，在晴天正確反應者顯著較多。

對照幼兒在晴天與陰天的反應，晴天選對圖卡者較多，四歲有半數以上，五歲則有 81.3%。然而陰天正確反應的人數比例四歲降至 25%，而五歲降至 50%。陰天選對圖卡的人數陡降主要是因為，很多幼兒認為不論晴陰影子都是黑色的濃影。有相當比例的幼兒對自然現象的觀察似乎不夠準確，有些幼兒認為陰天仍然會有濃影（四歲 18.8%、五歲 37.5%），有些幼兒卻認為陰天沒有影子（4 歲有 6.3%、5 歲有 31.3%）。陰天因為陽光較弱，週遭天色較暗，相對地影子的色調也會變得比較淡，所以比較不容易察覺，幼兒對自然現象的觀察似乎只注意到現象較為明顯的部分，而未注意到較不明顯的部分。影子是光線被阻擋而產生，所以不論強弱，只要有光線就會有影子，所以認為陰天沒有影子，似乎對光和影關係的了解仍有不足。

(二)物體是否透明

透明與不透明物體的影子，色調濃淡不同，透明物體的影子色調較淡。四歲與五歲在圖卡測驗上對物體透明與否及其影子差異反應之層級，以 Mann-whitney U 進行年齡的比較，得到 U = 120，$p > .05$，顯示不同年齡幼兒對透明與不透明物體的影子反應之層級並沒有顯著差異。不同年齡幼兒正確選擇透明物體影子之人數與比例見表 7。然後比較不同年齡幼兒所提出的解題理由之差異，得到 U = 120，$p > .05$，顯示不同年齡幼兒所提出的理由層級並沒有差異。四歲與五歲幼兒未回答、不知道、說出毫不相干的理由、或語意不明的比例分別是 12 人（75%）與 11 人（68.8%），認為不論物體是否透明，影子都應該是黑色的人數與比例分別是 4 人（25%）與 5 人（31.3%）。所有選擇正確圖卡的幼兒卻都未能清楚說明理由。

幼兒能否從所提供的物品中選取透明的物體作出淡影？不同年齡幼兒在這題被評定的等級以 Mann-whitney U 進行差異比較，得到 U = 114，$p > .05$，顯示四歲與五歲作出淡影的表現層級並無顯著差異。四歲與五歲幼兒只選擇透明物體作出淡影的人數分別是 1 人與 0 人，嘗試數次才作出淡影的人數與比例分別是 1 人（6.3%）與 4 人（25%）（見表 7）。

接著以 Wilcoxon Signed Ranks Test 比較全體幼兒在圖卡測驗與操作測驗的表現，得到 $Z = -.535$，$p > .05$，顯示無論透過圖卡或實作，幼兒所表現對於透明物體影子之了解並無顯著差異。

選擇正確圖卡，又能在操作測驗選取透明物體製造出淡影者僅有 2 位五歲幼兒，但此 2 人都是經過嘗試幾次後才作出，且皆未能在圖卡測驗清楚說明理由。從圖卡實驗已發現很多幼兒都認為影子是黑色的。因此，大部分幼兒根本不會想到可以選取透明物體做出淡影。

(三)光源與物體之距離

影子的大小及濃淡隨著物體與光源距離而有不同，距離光源近者比距離光源遠者影子較大且色調較淡。圖卡上有兩位身高相近的幼兒，一位離光源較遠，另一位較近。四歲與五歲幼兒對物體與光源距離與影子大小及濃淡之關係反應的正確性，以 Mann-whitney U 進行年齡的比較，得到 U = 96，$p > .05$，顯示不同年齡幼兒對物體與光源距離與影子大小及濃淡關係之反應層級沒有顯著差異。雖然此二年齡選擇正確圖卡的人數沒有顯著差異，但是四歲幼兒選擇正確圖卡的人數比例卻比五歲高。究竟是四歲幼兒在這方面的認知比五歲佳，還是他們是隨機選擇？

比較此二年齡幼兒所作解釋之差異或許可以得到答案。以 Mann-whitney U 比較解題理由，得到 U = 88，$p < .05$，顯示此二年齡所提出的理由有顯著差異。全體四歲幼兒都是未回答、不知道、說出毫不相干的理由、或語意不明，而五歲幼兒未回答、不知道、說出毫不相干的理由、或語意不明的比例也很高（68.8%），只有 5 個五歲幼兒（31.1%）能清楚說明理由，但他們都是選擇錯誤圖卡者，他們都認為影子不可能那麼大。幼兒似乎只注意到影子的大小而未注意到影子的濃淡。

研究者選取一積木，請幼兒製造影子，再請幼兒依指示將影子的色調變濃或變淡。不同年齡幼兒在使影子變濃這題的表現等級以 Mann-whitney U 進行差異比較，得到 U = 120.5，$p > .05$，顯示四歲與五歲幼兒使影子變濃的能力並無顯著差異。能夠立刻使影子變濃者僅五歲 1 人。

不同年齡幼兒在使影子變淡這題被評定的等級以 Mann-whitney U 進行差異比較，得到 U = 104，$p > .05$，顯示四歲與五歲使影子變淡的能力並無顯著差異。只有兩位五歲幼兒能夠立刻將影子變淡，另有 1 位五歲幼兒經過嘗試之後也能作出。

在使影子變濃或變淡這個項目，幼兒幾乎都無法正確作出，絕大部分幼兒顯然不能了解光源與物體的距離與影子濃淡的關係。只有一位五歲幼兒既能使影子變濃，也可以使影子變淡。另有一位幼兒在嘗試使影子變濃不成功之後，可能是透過操作察覺到如何可使影子變淡，所以能應研究者的要求，立即使影子變淡。還有一位則是在嘗試多次之後，才能使影子變淡。這三位幼兒使影子變濃或變淡的的操作方式有所不同，其中兩位幼兒是向前或向後移動手電筒，另一位幼兒則是將積木向前或向後移動，使影子的濃淡產生變化。

接著，以 Friedman Test 比較全部幼兒在圖卡測驗及操作測驗距離與影子濃淡之反應，得到 $\chi^2 = 8.67$，$p < .05$，顯示幼兒在圖卡測驗及操作測驗的表現有顯著差異，能正確選擇圖卡的幼兒比能夠實際操作使影子變濃與變淡者顯著為多。

對照幼兒在圖卡測驗與操作測驗的表現，或許比較能了解幼兒對物體與光源距離與影子濃淡關係之認知。少數能夠選擇正確圖卡的幼兒，都不能清楚說明理由，且絕大部分都不能在操作測驗使影子變濃及變淡。只有 1 位五歲幼兒似乎能了解物體與光源距離與影子濃淡之關係，這位幼兒既能選擇正確圖卡，又能在操作測驗使影子變濃及變淡，雖然這位幼兒並未在選出正確圖卡時清楚說明理由。

從幾近半數的四歲幼兒能夠選擇正確圖卡，但卻不能清楚解釋理由，而在操作測驗又不能使影子變濃或變淡，推測四歲幼兒對物體與光源距離與影子濃淡之關係並不了解。

四、影子大小

關於影子的大小是從下列兩方面去探

究：物體大小、物體與光源的距離。四歲與五歲幼兒在這方面正確反應的人數與比例如表 9。

(一)與光源距離相同而高矮不同的二人影子的大小

晴天站在戶外但高度不同的兩個人，其影子之大小應有所不同，幼兒是否察覺及了解？以 Mann-whitney U 比較四歲與五歲幼兒的反應，得到 U = 96，$p > .05$，顯示不同年齡幼兒對影子大小反應的層級並沒有顯著差異。然後比較各年齡幼兒所提出的解題理由之差異，得到 U = 54.5，$p < .01$，顯示不同年齡幼兒所提出的理由有顯著差異。四歲幼兒未回答、不知道、說出毫不相干的理由、或語意不明的人數比例顯著高於五歲幼兒，而能清楚說明大人影子比較大，小孩影子比較小的人數比例，顯著低於五歲幼兒。四歲與五歲幼兒能清楚說明理由的人數與比例見表 9。

(二)影子變大或變小

研究者選取一積木，請幼兒製造影子，再請幼兒依指示將影子變大或變小。不同年齡幼兒在使影子變大這題被評定的等級以 Mann-whitney U 進行差異比較，得到 U = 105，$p > .05$，顯示四歲與五歲幼兒使影子變大的能力並無顯著差異。四歲與五歲幼兒能夠立刻使影子變大的人數比例分別是 2 人（12.5%）與 4 人（25%），嘗試了一些時間才將影子變大者，僅五歲 1 人（見表 9）。

至於使影子變小，不同年齡幼兒在這題被評定的等級以 Mann-whitney U 進行差異比較，得到 U = 96.5，$p > .05$，顯示四歲與五歲幼兒使影子變小的能力並無顯著差異。四歲與五歲幼兒能夠立刻將影子變小的人數與比例分別是 1 人（6.3%）與 4 人（25%），嘗試了一些時間才使影子變小者僅五歲 1 人。

接著，以 Friedman Test 比較全部幼兒在圖卡測驗及操作測驗距離與影子大小之反應，得到 $\chi^2 = 10.09$，$p < .01$，顯示幼兒在圖卡測驗與操作測驗的表現有顯著差異。接著以 Wilcoxon Signed Ranks Test 作事後比較，控制全體 $\alpha = .05$，總共進行三個事後比較，所以各個比較控制在 .0167 水準。結果使影子變小之表現較圖卡測驗顯著為差（$Z = -2.40$，$p < .0167$)。

在操作測驗既能使影子變大又能使影子變小的幼兒，五歲的有 5 位（31.3%），四歲的有 1 位，而這 6 位幼兒在圖卡測驗也都是選擇正確圖卡，且所提的理由都被評定為較高層次（其中 5 人被評為最高層次，另 1 人被評為次高層次）。從這 6 位幼兒的表現推測，他們不但對物體大小與影子大小的關係有所了解，也知道物體與光源之距離與影子大小之關係。

五、影子形狀

圖卡測驗是以動物圖形及其影子作對應。操作測驗，則是選擇本研究所提供的人

表 9：四歲與五歲幼兒在影子大小正確反應的人數與比例

	高度不同的兩個人（與光源距離相同）		一個物體（改變與光源距離）	
	圖卡		操作	
	選擇	最高層次理由	變大	變小
4 歲	9 人（56.3%）	1 人（6.3%）	2 人（12.5%）	1 人（6.3%）
5 歲	13 人（81.3%）	10 人（62.5%）	5 人（31.3%）	5 人（31.3%）

工光源及不同形狀的紙板或立體積木製造影子，幼兒大都選擇立體積木。在製造方形影子時有些幼兒選擇正方體，有些選擇長方體，而在製造圓形影子時，有些選擇圓球體，有些選擇圓柱體。選擇圓柱體的幼兒，有些製造出長方形影子，但無法製造圓形影子。

在圖卡選擇的表現，以 Mann-whitney U 比較四歲與五歲幼兒對影子形狀的反應，得到 $U = 112$，$p > .05$，顯示不同年齡幼兒在影子形狀的反應層級並沒有顯著差異，由於影子形狀與實物極為近似，四歲與五歲幼兒正確反應的人數比例都很高（如表 10）。然後比較各年齡幼兒所提出的解題理由之差異，得到 $U = 83$，$p < .05$，顯示不同年齡幼兒所提出的理由有顯著差異。四歲與五歲幼兒未回答、不知道、說出毫不相干的理由、或語意不明的人數比例分別是 4 人（25%）與 2 人（12.5%），將實物與相同形狀的影子加以配對的人數比例分別是 5 人（31.3%）與 1 人（6.3%），而能清楚說明影子形狀應反映實物形狀的比例分別是 7 人（43.8%）與 13 人（81.3%）。

然後，比較不同年齡幼兒製造方形與圓形影子的表現以 Mann-whitney U 進行差異比較，分別得到 $U_1 = 64$，$p < .01$，$U_2 = 48$, $p < .01$，顯示不同年齡正確製造影子形狀的能力有顯著差異，五歲幼兒製造方形與圓形影子的能力都顯著地優於四歲幼兒。

接著以 Friedman Test 比較全部幼兒在圖卡測驗及操作測驗製造方形與圓形影子表現之差異，得到 $\chi^2 = 22.29$，$p < .01$，顯示全體幼兒在這三個題項的表現有顯著差異。進一步以 Wilcoxon Signed Ranks Test 進行事後比較，控制全體 $\alpha = .05$，總共進行三個事後比較，所以各個比較控制在 .0167 水準。結果圖卡測驗優於操作測驗製造方形影子之表現（$Z = -3.16$，$p < .0167$），且圖卡測驗優於操作測驗製造圓形影子之表現（$Z = -3.74$，$p < .0167$）。

為何有些幼兒（四歲居多）能選擇正確圖卡，但卻不能製造不同形狀的影子？很可能是因為在圖卡測驗幼兒是將形狀相似的加以配對，而不是真正了解影子的形狀應反映實物，另一個更重要的原因是很多四歲幼兒不知道如何以人工光源製造影子，所以無法應研究者之要求製造各種形狀的影子。還有少數幼兒，在製造圓形影子時，是以光源照射在圓柱體的柱狀，因而無法製造出圓形影子。

伍、綜合討論

本研究透過圖卡選擇、口語解釋及實物操作等多種方法，從光源與影子的關係、影子的方向、濃淡、大小及形狀等多個向度去探究四歲與五歲幼兒的影概念，以期對此二年齡幼兒的影概念有全面又深入的了解。

四歲與五歲幼兒，大部分認為在太陽下會有影子，也有相當比例（56.3%）的五歲幼兒認為夜間有光源時會產生影子，但也有 25% 幼兒認為夜間因為暗暗的或沒有太陽，所以不會有影子。顯然本研究中已有相當比

表 10：四歲與五歲幼兒在影子形狀正確反應的人數與比例

	圖卡		操作	
	選擇	最高層次理由	方形	圓形
4 歲	14 人（87.5%）	7 人（43.8%）	6 人（37.5%）	3 人（18.8）
5 歲	16 人（100%）	13 人（81.3%）	14 人（87.5%）	13 人（81.3%）

例的五歲幼兒對影子成因已有某種程度的了解。Piaget（1930）發現，甚至八歲左右的兒童還會說沒有光和太陽時也會有影子。推測研究結果之所以不同可能是樣本人數與選取方法不同所致。Piaget 只以五至十歲共十七個兒童進行個別晤談，樣本的取得既非經由隨機抽樣，而人數又太少，在樣本不具代表性之下，研究結果自不宜推論至所有同齡兒童。

Feher 和 Rice（1988）以八至十四歲兒童所作的研究，發現大部分受訪兒童都認為黑暗中影子是看不見的，不過他們的理由可分為兩類：約半數兒童認為影子是由光製造出來，黑暗中無光，所以不會有影子，其他兒童則認為黑暗中影子仍然存在，只是我們看不見或者是藏在物體之中，直到光碰到物體才將它激發出來。

張靜儀和李采懷（2004）也發現 27.9% 的國小三至六年級學童認為黑暗中依然有影子，只因地面是黑黑的所以無法分辨。本研究中的幼兒並未有如此的反應，或許是四歲與五歲幼兒處於直覺思考階段，對自然現象以其觀察所見作直接推理，而未觀察到的現象就認為並不存在。

幼兒能否了解影子是如何產生？過去的研究大都請兒童就「影子是什麼？」、「影子如何形成？」的問題，作口語的解釋（Feher & Rice, 1988; Guesne, 2000; Piaget, 1930）。本研究並未如過去的研究只請幼兒對影子成因作口語解釋，而是要求幼兒以所提供的物品製造影子。在製造影子時有些幼兒只選取光源（手電筒、蠟燭、燈泡或打火機），有些則只選取物體，有些雖然選取了光源與物體，但卻未能將光源對準物體，因此都未能製造出影子。不過從百分之八十的五歲幼兒與百分之三十七的四歲幼兒能從所提供的人造光源與物品製造影子，推測這些幼兒對影子是如何產生應有某種程度的認知。本研究結果與過去之研究並不一致，Guesne（2000）發現十歲、十一歲組的兒童在解釋影子成因時，大都只提到光源（例如：影子是暗光），而十三歲、十四歲組兒童比較多同時提到光源和障礙物。推測研究結果之所以不同主要是因為是施測方法不同，過去研究只從兒童的口語解釋推測其影概念，本研究則從幼兒在圖卡選擇、口語解釋及實物操作等多個測驗的表現去探究其影概念，透過不同方法所蒐集的資料交叉比較，對幼兒影概念的了解比較客觀且深入。

至於光源來向與影子投射方向，本研究發現有相當比例的五歲幼兒對此已有某種程度的了解。綜合幼兒在圖卡測驗與操作測驗的表現，可見超過 60% 的五歲幼兒對光源來向與影子方向之關係已有某種程度了解，他們知道在太陽下並排站立的人，影子應該投射在同一方向，也能從光源來向預測影子投射方向，並且操作出來。有些（31.3%）不但知道太陽下並排站立的人，影子是投射在同一方向，也知道在太陽下站在不同方位的人，影子也是投射在同一方向，還能從光源來向預測影子投射方向，並且操作出來。這些五歲幼兒顯然對光源來向與影子方向之關係已有相當的了解。相對地，對光源來向與影子方向之關係有些了解的四歲幼兒只有極少數，而能相當了解者則無。

本研究結果與 Piaget 的發現並不一致，Piaget（1930）發現處於影概念發展第一階段的五歲兒童無法預測影子投射的方向，而處於第二階段的六至七歲兒童也無法從光源的來向預測影子的方向。然而本研究中有將近 60% 的五歲幼兒能夠從光源來向預測單一物體影子投射的方向，也知道不同物體在同一光源下不論並排或在不同方位所產生的影子方向應該是一致的。推測本研究結果與

Piaget 的之所以不同，主要是因為施測方法不同所致。Piaget 是以很多「為什麼…？」的問題，詢問幼兒影子產生的原因，對於語言表達能力尚未充分發展的六歲以下幼兒，要回答「為什麼？」的問題，非常困難。

從幼兒語言發展的研究發現，對疑問句的理解，以「什麼時候」、「怎樣」、「為什麼」最後發展，四歲或四歲半方能有 40% 到 60% 的正確率，而其中尤以對「為什麼？」的理解正確率最低（引自靳洪剛, 1994, p. 133）。再者，幼兒對語句的理解，先於語句的製造（李丹和劉金花, 1989, p. 294），所以四或五歲幼兒縱使了解 Piaget 的問話，也可能因為語言表達能力不足而無法充分表達他們對影概念的了解。本研究透過圖卡選擇、口語解釋及實際操作等多種方法，讓幼兒能力得以充分表現，因而能發現有相當比例的五歲幼兒能夠從光源來向預測影子投射方向。近二十年來幼兒各方面的認知能力，之所以能提早被發現，主要就是施測方法的改變。因為幼兒受到對「為什麼？」的問題理解之限制，再加上語言表達之困難，純粹只從幼兒對「為什麼？」的解釋，去推測幼兒對影概念的了解，很可能低估幼兒的認知能力。這是 Piaget 的研究及理論，近年來一直受到批評的主要原因。

至於對影子濃淡的了解，可從光源強弱、物體透明與否及物體與光源的距離來討論。在光源投射在透明物體或是光度減弱，而產生淡影時，絕大部分的四歲與五歲幼兒都少有察覺。因為物體與光源距離的改變而造成影子濃淡的變化，四歲與五歲幼兒亦少有察覺。或許只有在影子色調較濃時才注意到它的存在，而對於較不明顯的淡影比較不能覺察。大部分四歲與五歲幼兒認為影子應該是黑色的濃影。

幼兒對週遭事物或現象的覺知，似乎集中在物體或現象較為顯著的一面，較不顯著的部份或向度顯然就被幼兒忽略，或甚至曲解原來所見，Piaget 曾經提到學前幼兒的思考常常集中注意在事物較為顯著的一面，從本研究中大部分幼兒只注意到濃影而未注意到淡影再度支持 Piaget 的觀點。張靜儀和李采懷（2004）針對國小三至六年級學童所作的研究，也發現有幾近兩成的學生認為透明物體的影子也是黑色的濃影。或許如訊息處理取向的研究發現「人們對訊息的處理是選擇性的注意」，因此比較容易注意到較為明顯的黑色濃影，對於較不明顯的淡影則易忽視。

當光源與大小不同的兩個物體距離相同，影子的大小應與實物的成正比。雖然四歲與五歲幼兒對這題的反應並無顯著差異，不過五歲幼兒能清楚說明影子大小應反映實物大小者顯著較多。然而，同一個物體影子的大小會隨著與光源距離之不同而產生變化，大部分四歲與五歲幼兒對此現象似乎少有察覺。不過也有一位四歲幼兒及五位五歲幼兒，不但能清楚說明影子大小應反映實物大小，而且能透過操作使同一個物體的影子變大與變小。由此推測這些幼兒不但對物體大小與影子大小的關係有所了解，也對物體與光源的距離與影子大小的關係有某種程度的了解。

影子的形狀應與物體的形狀近似，在圖卡測驗上，不論四歲與五歲幼兒幾乎都能作正確的選擇，然而從幼兒的解釋推測有些似乎是將實物與影子配對，而非真正了解那就是實物的影子。從五歲幼兒能實際製造出方形與圓形影子者，比四歲幼兒顯著為多，推測五歲幼兒對物體與影子形狀關係的了解較四歲顯著為佳。大部分五歲幼兒（81.3%）都知道影子形狀反映物體的形狀。唐明（2001）以小五學童，及張靜儀和李采懷（2004）以國小三至六年級學童所作的研

究，都發現兒童對此已有了解。

陸、結論與建議

本研究透過圖卡指認與解釋，以及實際操作兩種評量方法，並從影概念的多個向度（包括：不同光源、影子的濃淡、形狀、大小、方向）去探究四歲與五歲幼兒的影概念。綜合從此二方法及多個向度所得結果，可以推論五歲幼兒對影子的產生、形狀、大小、方向有某種程度的了解，而五歲幼兒在這些方面的了解都較四歲幼兒顯著為佳。

過去有關影概念的研究都未針對五歲以下兒童加以探究，Piaget（1930）也是針對五歲及更長的兒童加以探究，而將兒童影概念的發展分為四個階段。由於 Piaget 未訪談五歲以下兒童，所以只粗略地將五歲及更年幼兒童都歸為第一階段。從本研究結果可知，若要將影概念的發展分成不同的階段，則五歲及其以下年齡應該可再細分為不同階段，而四歲與五歲幼兒應該屬於不同的階段。不過，近來認知學者都主張認知的發展是逐漸累進，而非階段性的進程。而從本研究所呈現的量化數據，亦即幼兒在影概念各向度作業通過的百分比，也很難斷然將四歲與五歲幼兒的影概念作階段性的畫分，但從此二年齡層幼兒在影子的產生、形狀、大小與方向等向度表現的顯著差異，確實可看出有較多的五歲幼兒在這些方面的認知顯然較四歲幼兒為佳。

本研究發現有相當比例的五歲幼兒在影子的產生、形狀、大小與方向等已有某種程度認知，相較於過去的研究，本研究中的五歲幼兒似乎表現了較佳的能力。究其原因可能是過去的研究大都根據受試的口語解釋推測其影概念，且所選取的樣本人數既少又非隨機抽取，樣本的代表性較為不足。近來有關幼兒認知能力的研究，已不再只根據幼兒的口語解釋，而同時透過對幼兒操作行為的觀察，因而能讓幼兒的認知能力提早被發現，本研究亦發現同時以多種方法去探究比較能呈現幼兒真實的認知能力。建議往後對於語言表達能力不佳的年幼兒童之研究宜使用多種方法，尤其是包含非語言表達的操作測試。

誌　　謝

本研究感謝國科會提供經費補助（NSC 94-2413-H-153-004），本校教育心理與輔導學系張麗麗老師協助統計處理，助理許秋霜協助繪圖與整理資料，范玟綺協助整理資料。

參考文獻

1. 王龍錫和林顯輝（1992）：**國小學童光與視覺之概念發展研究**。行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告：屏東師範學院自然科學教育系（NSC 81-0111-S-153-01-N）。
2. 李丹和劉金花（1989）：**兒童發展**。台北市：五南圖書出版公司。
3. 邱韻如（1998）：**成影概念的成長與學習**。台北市：國立台灣師範大學博士論文（未出版）。
4. 周淑惠（2003）：幼兒之光、影概念研究。**新竹師院學報**, **16**, 133-154。
5. 唐明（2001）：**國小五年級學童光概念及相關迷思概念之研究**。台北市：台北市立師範學院數理教育研究所碩士論文（未出版）。
6. 郭美金（1995）：學童光學概念認知模式及概念改變之教學。**嘉師學報**, **9**, 481-538。
7. 張靜儀（2000）：**國小學童物理科學迷思概念研究 (I)：光部分與聲音部分**。行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告（NSC 89-2511-S-153-015）。
8. 張靜儀和李采懷（2004）：國小中、高年級

學童光迷思概念與相關因素探究。**屏東師院學報**, **20**, 315-354。

9. 靳洪剛（1994）：**語言發展心理學**。台北市：五南圖書出版公司。
10. Anderson, N. (1991). Contributions to information integration theory: Vol III: Developmental. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
11. Baillargeon, R. (1993). The object concept revisited: New direction in the investigation of infants' physical knowledge. In C. Granrud (Ed.), *Visual perception and cognition in infancy*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
12. Borke, H. (1975). Piaget's mountains revisited: Changes in egocentric landscape. *Developmental Psychology, 11*, 240-243.
13. Feher, E., & Rice, K. (1988). Shadows and anti-images: Children's conceptions of light and vision. II. *Science Education, 72*(5), 637-647.
14. Gelman, S., & Coley, J. (1991). Language and categorization: The acquisition of natural kind terms. In S. Gelman, & J. Byrnes (Eds.), *Perspectives on language and thought: Interrelations in development*. Cambridge: Cambridge University Press.
15. Guesne, E. (2000). Light. In R. Driver, E. Guesene, & A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science*. Buckingham: Open University Press.
16. Hood, B. (1995). Gravity rules for 2- to 4-year olds? *Cognitive Development, 10*, 577-598.
17. Kaiser, M., McCloskey, M., & Proffitt, D. (1986). Development of intuitive theories of motion: Curvilinear motion in the absence of external forces. *Developmental Psychology, 22*(1), 67-71.
18. Karmiloff-Smith, A. (1997). *Beyond modularity*. Cambridge, MA: MIT Press.
19. Marasculio, L. A., & McSweeney, M. (1977). *Nonparametric and distribution-free methods for the social science*. Monterey, CA: Brooks/Cole.
20. Osborne, R., & Gilbert, J. (1980a). A technique for exploring students' views of the world. *Physics Education, 15*, 376-379.
21. Osborne, R., & Gilbert, J. (1980b). A method for investigating concept understanding in science. *European Journal of Science Education, 2*(3), 311-321.
22. Piaget, J. (1930). *The child's conception of physical causality*. Totowa, NJ: Littlefield.
23. Piaget, J. (1974). *Understanding causality*. New York: Norton. (Original article published in French in 1971).
24. Segal, G., & Cosgrove, M. (1993). "The sun is sleeping now": Early learning about light and shadows. *Research in Science Education, 23*, 176-285.
25. Simons, D., & Keil, F. (1995). An abstract to concrete shift in the development of biological thought: The insides story, *Cognition, 56*, 129-163.
26. Spelke, E. (1988). Where perceiving ends and thinking begins: The apprehension of objects in infancy. In A. Yonas (Ed.), *Perceptual development in infancy*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
27. Spelke, E. (1990). Principles of object perception. *Cognitive Science, 14*, 29-56.
28. Spelke, E. (1991). Physical knowledge in infancy: Reflections on Piaget's theory. In S. Carey, & R. Gelman (Eds.), *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
29. Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants. *Nature, 358*, 749-750.

Young Children's Ideas about Shadow

Shu-Min Chen[1] and Ching-Yi Chang[2]

[1]Department of Early Childhood Education,
National Pingtung University of Education
[2]Department of Early Childhood Care & Education, Tajen University

Abstract

The purpose of this study was to examine young children's views about shadow. Sixteen four-year-olds and sixteen five-year-olds were randomly selected from two kindergartens. Each child was interviewed twice individually. Data were collected by a mixture of pictures pointing, verbal explanation, and manipulation, and were analyzed both quantitatively and qualitatively. This work focused on five facets of children's ideas about shadow: ideas about the source of light, shadow orientation, shadow shape, shadow size, and shadow intensity. The five-year-olds performed significantly better on shadow production, production of shadow shape, and production of shadow size, and gave more reasonable explanations than did the four-year-olds.

Key words: Conceptual Development, Shadow, Young Children