

# 第一章 緒論

## 第一節 研究動機及重要性

幼兒所好奇及有疑慮的事物與現象包羅萬象，綜觀他們所問的問題，大都與科學有關（周淑惠，1997）。幼兒不僅在身體發展上已經預備好了，還充滿著動機來學習圍繞在他們周遭的一切（French, 2004）。倘若在此時，成人能夠依著幼兒的關注焦點，給予適當的幫助，不但可以滿足幼兒的好奇，解除疑慮，還可以提升他們的生活經驗。因此，如何幫助幼兒學習科學是父母及幼教工作者需要重視的課題。

幼兒教育中許多有關學習科學的觀點皆強調發展上適性（developmentally appropriate）的活動（Bredekamp & Copple, 1997），也就是提供幼兒機會去發展他們的科學認知理解（Hadjigeorgiou, 2001）。換言之，幫助幼兒學習科學需奠基在幼兒的認知發展及科學學習理論的基礎上。而大部分有關兒童認知發展及科學學習的研究及理論，都受到 Piaget 與 Vygotsky 論點的影響（Dai & Sternberg, 2004），藉由 Piaget 與 Vygotsky 的論點可以說明父母及幼兒園教師應如何幫助幼兒學習科學。

Piaget 與 Vygotsky 在教師或成人如何幫助幼兒學習科學的問題上有不同的論點。Piaget（1972）認為幼兒依照自己的步調，在操弄物體的經驗中，透過同化（assimilation）、調適（accommodation）、從不平衡達到平衡（equilibration）等歷程建構出自己的知識概念。兒童在學習某些知識概念之前，必須先發展成熟到一定的程度後才學的會。教學與發展兩者是分開的，任何外在的教學對幼兒的發展不會有任何影響。而 Vygotsky 強調成人的導引及教學的重要，兒童的學習在發展之前，若是沒有教學，幼兒不會有發展產生。他還認為幼兒獨自學習的成果不如成人協助的成果（Vygotsky, 1982）。

雖然 Piaget 及 Vygotsky 對幼兒的發展是否經由教學所引發的論點有所不同，但他們都認為幼兒學習的基礎應該建立在幼兒已有的能力上。雖然 Piaget（1973）認為幼兒唯有透過自由的探究及自動自發努力才可以真正學得知識，而 Vygotsky

(1982)則強調唯有靠兒童與環境中的他人互動以及和同儕互動才能促使幼兒學習，但是他們都同意運用觀察 (observation) 及模仿、複製 (copy) 是幼兒學習的條件。此外，雖然他們對使用語言幫助幼兒學習的時機有不同的觀點，但他們都接受透過語言學習知識概念是一種學習的管道。總結來說，根據 Piaget 與 Vygotsky 的觀點，父母及幼兒園教師幫助幼兒學習科學時，應以幼兒已有的能力為基礎，給予幼兒自由探索、操弄物體的機會，或是藉由與他人互動學習，在這些探索及互動中，幼兒會透過觀察或語言習得知識概念。基於 Piaget 和 Vygotsky 的論點，本研究將以「幼兒自行操弄」、「他人介入而給予幼兒觀察及語言習得的機會」的介入 (intervention) 方式協助幼兒學習科學知識，並進而說明在幼兒學習科學概念時，何種方式對幼兒較有益。

知識表徵 (knowledge representation) 反映了個體對外在訊息的理解及學習的情況 (Halford, 1993)。換言之，透過瞭解個體的知識表徵，即可以瞭解個體已具有的能力及知識概念。Piaget 與 Vygotsky 認為幼兒學習需奠基在其已具有的能力上，若父母及幼兒園教師能藉由幼兒所擁有的知識表徵將可以充分理解其所具有的能力及知識概念。因此，本研究即藉由知識表徵來說明幼兒所具有的能力及學習的情況。

表徵包含了內容及結構類型的兩種意義，一種意義指的是個體所擁有的知識，另一種意義則是指知識的形式 (format) 及結構 (structure) (Mandler, 1983)。許多研究都在探討幼兒所擁有的各種科學知識，舉凡生物、疾病、地球科學、物體運動、數量、時間...等 (Kister & Patterson, 1980; Case, Sandieson, & Dennis, 1986; Baillargeon, 1986; Gelman & Wellman, 1991; Starkey & Cooper, 1995; Wynn, 1992; Vosniadou & Brewer, 1992; Carey & Spelke, 1994; Samarapungavan, Vosniadou, & Brewer, 1996; Solomon & Cassimatis, 1999; 王幸雯, 2000; 鍾靜、鄧玉芬與鄭淑珍, 2003; 盧瑞青, 2004)。

在有關知識形式與結構方面，有 Brunner (1966) 及 Karmiloff-Smith (1994, 1997) 提出的觀點。Brunner 認為，任何知識都可以三種方法被表徵：行動 (action)

表徵、影像 (iconic) 表徵及符號 (symbolic) 表徵。三種表徵形式發展的順序最早出現的是行動表徵，隨著年齡增長而發展出影像表徵，最後發展出語言符號的表徵。而 Karmiloff-Smith 提出表徵有四種層次，從內隱層次 (implicit level) 至外顯層次 (explicit level)。不同層次有著不同的表徵形式，從一開始只有行為表現，到最後以語言表徵表現。Karmiloff-Smith 認為，個體的知識表徵唯有達到語言層次，才算是真正理解這個知識。

綜合上述兩位學者的觀點可知，表徵形式及結構是從行為表徵發展到語言表徵。透過 Karmiloff-Smith 的論點可知，個體依著表現出的行為與語言的不同顯現出其具有的表徵層次不同。換句話說，藉由幼兒的行為及語言的表現可以探知其對知識理解的程度。因此，在本研究中即透過幼兒的行為及語言表現的表徵層次，作為理解幼兒所擁有知識的工具。

但對父母及幼兒園教師來說，要能清楚的區分出 Karmiloff-Smith 如此細微變化的知識表徵層次實屬困難。Pine 與 Messer (1999) 更進一步發現了知識的理解程度分為七個不同的表徵層次。本篇論文研究者認為，若能將知識表徵層次簡化為使用外在的行為及語言表現來判斷，將可以讓父母及幼兒園教師很快的即能透過表徵層次瞭解個體所理解的知識概念程度。綜合 Karmiloff-Smith 及 Pine 與 Messer 的表徵層次內容，本篇論文研究者依著行為及語言的表現，將表徵層次歸類為：完整的行為的表現、部分的語言表現、完整的語言表現。隨著行為到語言，部分到完整，表徵層次逐漸的提高，當幼兒達到完整的語言表現顯示幼兒達到完全理解的程度。完整的行為層次相當於 Karmiloff-Smith 所提之內隱層次及 E1，Pine 與 Messer 所提之內隱層次、內隱過渡期、抽象的非語言層次及抽象的語言層次。部分的語言層次相當於 Pine 與 Messer 所提之外顯過渡期。完整的語言層次相當於 Karmiloff-Smith 所提之 E3，Pine 與 Messer 所提之 E3 及 E4。本研究將在研究中檢驗簡化後的表徵層次的發展性，進而使用簡化後的外在表現的表徵層次來說明幼兒的知識概念及學習狀況。

許多學者認為，為能理解科學，個體必須以問題解決的歷程來學習科學。因為所謂的理解科學不是指字彙背誦，而是會使用科學的概念去解決課堂中、實驗室中或生活中的問題 (Tobin, Tippins, & Gallard, 1994; Bruning, Schraw, & Ronning, 1999)。Chouinard (2007) 研究發現當幼兒發現問題時，他們會尋求解答，一旦問題獲得解答時，他們原有的知識狀態即會改變成為新的知識結構。由此可見，透過解決問題的歷程能夠幫助幼兒學得新的科學經驗或知識。基於此，本研究即以幼兒解決問題的歷程來說明幼兒科學知識的學習。

Piaget (1973) 提出個體真正學得知識才能足以讓其在生活中應付各種情況。Tobin 等人 (1994) 也認為理解科學是要能用科學的概念解決生活中的問題。因此，當幼兒成功的解決問題而習得科學經驗或知識後，他們必須能在類似的情境中把先前的經驗應用出來，才算是真正獲得學習，此種應用的能力稱為遷移 (transfer) 學習 (Perkins & Salomon, 1992)。因此，本研究進一步探討幼兒在解決科學問題的遷移表現，以說明幼兒科學學習的效果。

有關幼兒解決問題及遷移的歷程的研究顯示，年紀很小的嬰兒即具有解決問題的能力 (Lewis, Alessandri, & Sullivan, 1990)。隨著發展，兒童能解決的問題愈來愈複雜 (Fabricius, 1988)。在生活中，幼兒所遭遇到的科學問題，常常是需要問題解決者結合多方的訊息，往往都並非只是單純的考量一個因素 (one dimension) 就可以解決的簡單問題，他們遇到的問題常常是需要考量多個因素才能解決的複雜問題，如：瘦弟弟想跟胖哥哥玩蹺蹺板、找尋東西必須同時兼顧方向和位置的訊息...等。

隨著年齡的增加，幼兒處理訊息的認知容量 (capacity) 愈來愈大，幼兒大約在 5 歲時，即可以處理三個複雜關係 (ternary relations) 的訊息 (Wikdening, 1982; Halford, Wilson, & Phillips, 1998)。雖然 5 歲以下的幼兒已具有同時處理兩個訊息的認知容量，但卻無法解決需同時考量兩個因素的問題。當幼兒需同時考量多個訊息解決科學問題時，5 歲以上的幼兒才能同時考量兩個因素來解決問題 (Siegler, 1976; Karmiloff-Smith, 1997; Halford, Andrews, Dalton, Boag, & Zielinski, 2002)。

如此的結果引發本研究進一步探討是否藉由教學介入可以提升年齡較小幼兒解決需考量兩個因素的科學問題的能力。

在遷移學習部分，Halford (1993) 認為學習的遷移依賴著兩種主要的歷程：刺激相似性 (stimulus similarity) 的遷移及類比對應 (analogical mapping) 的遷移。刺激相似性的遷移立基於刺激的相似性上，相似性愈高，遷移產生的可能性愈大 (Siegler & Jenkins, 1989; Siegler & Shrager, 1984)。透過刺激相似性的比較，個體可以將先前解決問題的策略用至新的相似問題上，因此，解決策略即是一種根據刺激相似性的遷移。類比對應的遷移與個別刺激的相似性無關，但通常會建立在作業與作業結構的一些相似性上，受試者學得一套有組織的習慣，使他能很快的解決類似的問題的學習心向作業 (learning-set tasks) 就是典型的類比對應的遷移。

綜合幼兒遷移表現的研究結果顯示，2 歲以上的幼兒即能夠表現出遷移能力 (Brown & Kane, 1988; Brown, 1990; Freeman, 1996)。年齡較小的幼兒往往依據外表特徵的共同性，而不是較深層的關係特徵進行遷移。他們之所以會依賴著外表配對進行遷移，是因為他們沒有其他的知識基礎可以依賴。一旦幼兒真正理解了知識，他們就會出現深層結構的遷移 (Brown & Kane, 1988; Goswami & Brown, 1989)。

在解決需同時考量兩個因素問題的遷移表現方面，白玉玲 (2002) 針對 4、5 歲幼兒，使用顏色、形狀及物件三種關係對幼兒的類比推理表現的影響，結果顯示 5 歲比 4 歲幼兒更可以解決二個關係量的問題。雖然在幼兒解決問題的遷移表現上已有許多研究成果，但是在有關幼兒需同時考量兩個因素問題解決的遷移能力的研究不多，因此，本研究亦將探討幼兒在解決需同時考量兩個因素的科學概念問題的遷移表現。

綜合上述，父母及幼兒園教師可以藉由幼兒所擁有的知識表徵層次瞭解幼兒具有的能力及概念。在其能力基礎上，協助幼兒經由解決科學問題歷程學習知識，並能將學得的知識遷移至新情境中。而如何協助幼兒在這些歷程中學得知

識，分別有不同的研究在探討如何提升幼兒的知識表徵層次、解決問題及遷移的能力。

在提升知識表徵層次方面，Pine 與 Messer (2000) 及 Pine、Lufkin 與 Messer (2004) 利用平衡作業探討「行為示範」及「行為示範加語言說明」兩種不同的介入方式對 5 至 9 歲兒童知識表徵層次的影響。結果顯示，「行為示範加語言說明」可以促使表徵層次的進步，若是幼兒的知識表徵層次已在「可觸接到 (access) 語言」的層次，表徵層次較可能被改變，行為示範不足以促使表徵改變，但無法使幼兒的知識表徵達到完全理解的層次。另外，Pine 與 Messer (1998) 也發現，透過語言的討論，可以幫助處於非語言表徵層次的幼兒的表徵進步到比較外顯的層次。而 Pine 與 Messer (2003) 以每天講述平衡故事及給 5 歲兒童 10 分鐘自由遊玩天平玩具的方式，持續 5 天後發現，幼兒的知識表徵層次可以由原本只有行為層次提升至語言層次，但也無法使幼兒的知識表徵達到完全理解的層次。綜合來說，提升表徵層次的介入方式不外乎行為示範及語言說明兩種，其中以提供語言表徵的介入方式對提升幼兒的表徵層次的影響較大。

在解決問題方面，研究發現當幼兒無法成功解決需同時考量兩個因素問題時，透過提供熟悉 (familiar) 相關知識的經驗、教學 (instruction)、訓練 (training)、回饋 (feedback) 可以提升他們的能力 (Siegler, 1976; Halford, et. al, 2002; Pine & Messe, 2003)。且教學、訓練能導致幼兒的策略使用或表徵改變 (Siegler & Jenkins, 1989)。歸納各項研究所使用的教學介入方法，大致可分為兩種：用直接提示或是直接操作 (主試者直接操弄教具示範) 及使用語言解釋說明。

而在解決問題遷移方面，透過暗示、討論及教導布偶、教導類比 (instructional analogy) 與提醒 (reminder)、多個來源故事等方式鼓勵幼兒思考關係的相似性，及教導幼兒相關知識，可以幫助 3 歲幼兒進行類比遷移 (Brown & Kane, 1988; Brown, Kane, & Long, 1989)。另外，提供兩個來源故事、兩個來源故事加上原則的教學皆可以提高 5 歲幼兒的類比能力 (張麗芬, 1992)。白玉玲 (2002) 亦發現，當幼兒接觸相關經驗愈多，對幼兒解決多個關係量的類比推理能力愈有助益。

如先前所言，Piaget 與 Vygotsky 皆同意幼兒可以透過觀察及語言學得知知識概念。整體來說，上述研究驗證了使用行為示範及語言說明作為介入對幼兒的知識表徵層次、解決問題及遷移能力的影響。基於此觀點，本研究亦將行為示範及語言說明作為主要的教學介入方式。另外，除了前述兩種介入方式外，本研究依據 Piaget 的論點，個體透過操弄物體的經驗中建構自己的知識概念，因此，加入幼兒自行操作的教學介入方式。

而在有關提升表徵層次及解決需同時考量兩個因素問題的研究大都是以平衡作業進行，本研究將以其他科學概念探討不同的表徵層次是否需要不同的介入方式，以及教學介入對解決問題表現的影響。此外，提升幼兒遷移能力的研究大多以教導或提醒幼兒故事間的相似性為主，鮮少有研究探討透過教導幼兒與解決問題有關的知識，對幼兒遷移表現的影響。基於此，本研究將進一步探究不同教學介入對幼兒解決需同時考量兩個因素問題遷移表現的影響。根據許多研究所進行介入的程序是，一個因素一個因素說明（先說明 A 因素，再說明 B 因素）。本篇論文研究者認為，如此的方式只是分別提醒幼兒注意到兩個因素，幼兒還需要進一步將兩個因素做整合之後才能解決問題。因此，本研究欲進一步檢驗，若是在教學介入時以兩個因素交互整合的形式（結合 A、B 兩個因素一起說明），幼兒在解決需考量兩個因素科學問題的表現上是否會有不同的表現。

在眾多關於解決需同時考量兩因素問題的研究中，Halford 等人（2002）特別針對年紀較小的 2 歲幼兒進行探究。他們認為會影響幼兒是否能成功的解決需考量兩個因素問題，取決於是否具有知識及認知容量。在已知 2 歲幼兒具有處理兩個因素的認知容量後，他們讓幼兒熟悉天平上的重量及距離知識，結果發現如此的介入可以讓 2 歲幼兒學會考慮他們原本不會考慮到的因素。另外，在提升表徵層次的介入方法上，Pine 與 Messer（2000, 2003, 2004）在不同研究中使用了不同的介入持續時間進行研究，有主試者示範一次後立即測量表徵層次的改變，也有持續 5 天的介入之後才測量。但綜合這些研究結果卻發現相似的結果，顯示介入持續時間的多寡可能不是影響表徵層次提升的主要因素。

由於本研究要探討的研究對象為年齡較小（3歲）的幼兒，又加上本研究所使用的解決問題作業，會在幼兒進行解決問題之前確保幼兒已具有兩個因素的知識，也就是說，幼兒並非完全一無所知的進行問題的解決。此外，本研究主要在探討不同的教學介入對表徵層次轉變的影響，並非在探究介入持續時間對表徵層次轉變的影響，因此，本研究結合 Halford 等人的方式及 Pine 與 Messer（2000, 2004）中使用的「示範一次」方式進行研究，將可用於解決問題的知識講述或示範一次給幼兒，讓他們熟悉這些知識。

本研究利用柯華葳（2007）的「幼兒問題解決認知作業」做為主要測量幼兒解決需同時考量兩個因素問題能力的工具。「幼兒解決問題認知作業」適用於3至6歲幼兒，主要是以敘說故事，並佐以彩色圖片的呈現與故事有關的內容，詢問幼兒有關故事中的內容及解決方法。分別測量幼兒在蒐集訊息、分析整理訊息、解決問題及遷移各認知歷程的認知技能表現。「幼兒問題解決認知作業」共包含分別與數學及科學概念有關的6個問題故事，每個問題故事的呈現具有相同的結構，且各個故事可以單獨實施，彼此之間沒有相依的關係。本研究所欲探討的內容為幼兒的科學概念，因此只選取科學問題故事，主要的概念包括：運動力學概念、疾病概念及生物概念。



## 第二節 研究目的

綜合上述討論，根據相關論點及研究結果，本研究主要有二個研究目的，分別在兩個研究中探討，詳細的研究架構見圖 1-1。以下分別說明研究目的及各研究的內容：

一、探討不同年齡幼兒解決需同時考量兩個因素的科學問題及遷移的能力表現。

在研究一中，主要是透過大、中、小班幼兒在「幼兒問題解決認知作業」中經由蒐集訊息、分析整理訊息、解決問題及遷移的歷程，瞭解不同年齡幼兒在解決需同時考量兩個因素的運動力學、疾病及生物概念問題及解決問題的遷移能力，藉以比較各年齡幼兒的解決問題及遷移能力的表現。另外，本研究透過研究一的探討，選取幼兒解決問題表現較不佳的概念問題，以做為下一階段教學介入的設計。

二、探討不同教學介入對幼兒解決需同時考量兩個因素的科學問題及遷移表現的影響。

在研究二中，藉由知識表徵層次的轉變來說明當幼兒無法解決需同時考量兩個因素的問題時，透過行為示範、語言說明及自行操作的不同教學介入對幼兒解決問題的影響，並延續探討幼兒學得的知識是否能進一步遷移至兩個新目標故事（遷移故事一與遷移故事二）上。

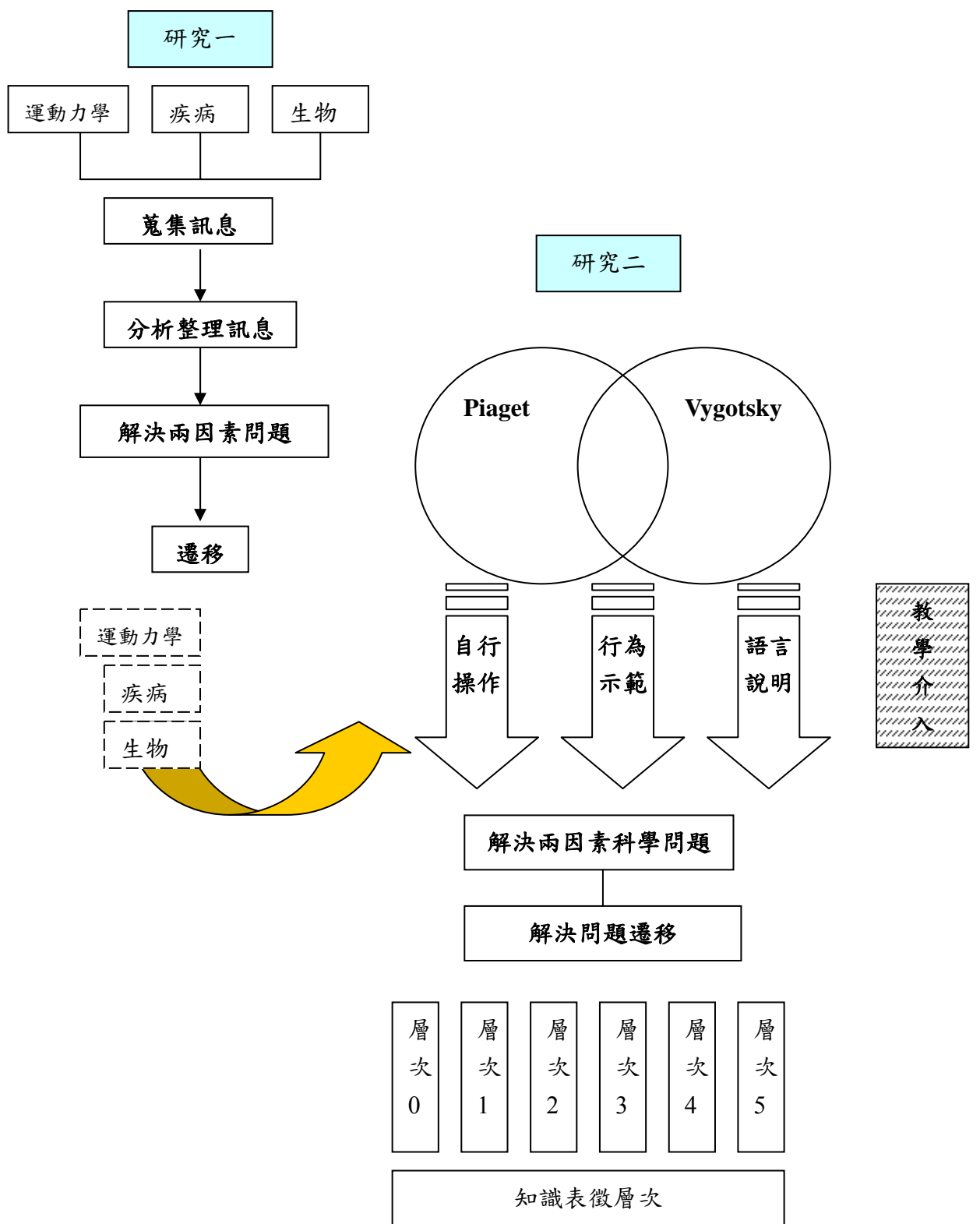


圖 1-1 研究架構圖

## 第二章 文獻探討

根據本研究欲探討之目的及內容，此部分將進行幼兒的認知發展、幼兒的知識表徵、幼兒問題解決能力及幼兒解決問題的遷移能力相關文獻之探討。以下分別就各部分說明之。

### 第一節 幼兒的認知發展

有關幼兒認知發展的理論，最常提到的就是 Piaget 及 Vygotsky。他們所提出的論點對幼兒教育有很大的影響（陳淑敏，1996）。有關「幼兒如何建構知識」以及「認知如何發展」出來的問題，他們都有不同的見解，也分別牽引出不同的幼兒教育觀點。Piaget 關心個體的發展，對於幼兒如何建構知識及發展有許多的著墨，他提出了「認知發展階段論」說明幼兒的認知發展歷程。而 Vygotsky 的論點則較著眼於人類發展的社會脈絡（social context），他透過「最近發展區（zone of proximal development, ZPD）」來說明兒童的發展。以下分別就各論點進行說明。

#### 一、Piaget 的認知發展階段論

Piaget（1954）認為人類知識建構歷程，最初是由吸吮、抓取、凝視...等簡單的反射性動作開始，藉由這些簡單的反射性動作，個體可與外界產生互動，並利用適應上的同化及調適的歷程建構出複雜的知識。個體進行同化的歷程是指，個體所經歷的新經驗與其原本已存在的認知結構相似，所以個體會將此新的經驗納入原本的認知結構中。而個體進行的調適歷程則是指，當個體所經歷的新經驗與原本已存在的認知結構相違背時，個體會產生認知上的衝突，為了平衡此衝突，個體必須改變其原有的認知結構以結合新經驗。

Piaget（1972）提出兒童認知的發展具有階段式，及固定的發展順序的特色。每位兒童在發展認知的過程中，都須經歷不同的認知發展階段，各個階段都有其不同的特徵，和不同的認知結構，此外，各階段間還有其固定且不容改變的先後順序，一但個體發展至下一個階段，就不會再回到先前的認知發展階段。根據 Piaget 認知發展理論觀點，兒童的認知發展可分為四個階段：0 至 2 歲之感覺動

作期 (sensory-motor period)、2 至 7 歲之前運思期 (pre-operational period)、7 至 11 歲之具體運思期 (concrete operations period)，及 11 歲以上之形式運思期 (formal operations period)。而在這些發展階段中，Piaget 認為不論是訊息處理或是儲存都不具有領域特定性 (domain-specific) 的特質。他認為兒童的知識建構是一個領域全面性 (domain-general) 過程，即包含著運思 (operating) 表徵結構的領域全面性的改變。簡單來說，兒童只要發展到某個運思期，不論是那個領域，皆以相同的運思方式進行建構。鮮少會出現領域特定性的知識建構過程，之所以會出現領域特定性的情況，是因為個體只專注於某些個別的特定刺激 (inputs)，Piaget 認為就算個體發展出領域特定性的情況，對於發展的影響也不大。

Piaget (1973) 主張個體在神經機制成熟的基礎上，才可能使成功的運作邏輯運思 (logical operations)。這些邏輯運思的建構不是透過只有語言的練習，而是藉由在物體及實驗 (experimentation) 上行動 (action) 的練習建構而成。這些運思也不是由個體單獨建構而成，必須透過與他人合作及交換才能達成。

關於教育方面，Piaget (1973) 認為，傳統的學校教育提供給學生相當多的知識，且給予學生許多機會去練習將這些知識運用在不同的問題上。但這樣的學習只是記憶，會逐漸的被遺忘。Piaget 進一步提出，唯有透過自由的探究及自動自發的努力得到的知識，學生才可以保有這些知識。因為他們所學得的是足以讓其在生活中應付各種情況的方法。

Piaget (1973) 以數學教育作為例子說明其對教育的觀點。他認為，數學常被教導為只有透過抽象概念的語言才能觸接到的事實，甚至是使用包含許多工作符號 (working symbols) 的特殊語言。但重要的是，數學是在事物上練習的行動 (actions)，運思 (operations) 是許多行動，抽象概念並非是存在心智中唯一的種類。Piaget 進一步說明正規教育中的失敗原因是個體必須使用語言學習，而忽略了與自然的環境周遭真實及物質的行動。他主張智能教育的目標不應在如何重複或保留現成的 (ready-made) 事實，而是在個體自己冒著花費許多時間在實際

的 (real) 活動中不斷繞圈子 (roundabout) 的風險，學習精通這些事實。

Piaget (1973) 提出對幼兒教育的觀點。他認為教育應於幼兒園開始預備，從心理學觀點來看，4 至 6 歲幼兒 (甚至是 2 至 4 歲幼兒，雖然他們缺乏系統性的知識) 屬於預備運思期，此時期的幼兒無法處理可逆轉的 (reversible) 操弄 (如：加和減)，但是他們逐漸可以發現，當物體改變形狀時，這些物體的數量、物質、重量... 仍具有恆久不變的特質。此外，此時期的幼兒只具有部分的邏輯 (semilogic)，也就是能處理單面向的蘊含關係的變異 (one-way functional variations)，而無法聯結不同蘊含關係構成一個認知系統。

摒除此時期幼兒發展的限制，幼兒對建立關係 (relationships) 的企圖心是此時期幼兒為科學學習的預備條件。此預備條件在於觀察 (observation) 的運用。Piaget (1973) 認為，對日常生活中因果關係例子的描述、透過不同方式描述 (如：動作的模仿、語言描述、圖畫描述) 都是有效的觀察練習。

Ginsburg (1992) 根據 Piaget 的理論導引出幼兒學習及理解的幾項原則：

### 1. 學習及理解是主動的歷程

根據 Piaget 的論點，個體不會受到外在環境的壓迫而被動學習，學習也不是塑造 (shaping)。兒童在學習中是扮演主動的角色。他們會將環境中的事件同化及調適到自己的認知結構中。換句話說，幼兒的知識是由自己所建構的。個體要能充分的瞭解知識，必須靠自己不斷的重新發現 (rediscover)。

### 2. 認知的衝突 (conflict) 與平衡

Piaget 強調認知衝突引發平衡歷程，當兒童的認知結構與他所遇到的新事件產生適度的不一致時，他會尋求知識結構上的平衡，此時，其認知發展即得以提升。

### 3. 自我引導的 (self-directed) 學習

Piaget 認為，認知結構的發展是以自發性 (spontaneous) 且自我引導的方式進行。兒童依照他們自己的方式學習，所以他們引導了自己的認知發展過程 (course)，認知發展並非由教學 (instruction) 造成。

#### 4. 影響發展的因素

Piaget 認為個體的成熟、實際經驗 (physical experience)、邏輯數學經驗 (logic-mathematics experience)、社會經驗 (social experience) 及平衡是影響發展的因素。成熟即是指幼兒隨著年齡的增加，認知發展達到成熟，才能進階至下一個認知階段。實際經驗即是指透過知覺 (perceptual) 來學習，即是指對外在物體特質的感覺。Piaget 指出，個體有時透過與外在事物直接的知覺經驗來獲得知識。邏輯數學經驗是指個體從對自己的行為表現進行反思所獲得的學習。社會經驗主要是說明語言及同儕的影響。對 Piaget 來說，語言對思維 (thought) 來說扮演了次要的角色。因為兒童的思維是特殊的，與成人不同，他們所使用的語言也會有不同的意義，所以成人應避免僅以語言逐字述說，讓兒童僅透過聆聽來學習，如此會讓兒童易於產生錯誤的信念。另外，Piaget 也強調同儕互動促進認知發展的影響。同儕間觀點的交換及認知上的不一致，會提升兒童的認知發展。

綜合來說，Piaget 強調幼兒生理的發展及幼兒在生活中實際的建構經驗。幼兒唯有在生理成熟的情況下，才能展現出進階的認知能力。幼兒必須透過主動、自發的操弄生活中事物才能建構出知識概念，無法藉由語言的述說學習知識概念。

## 二、Vygotsky 的最近發展區

Vygotsky (1982) 以「最近發展區」來說明兒童的發展。他認為，兒童能夠複製一系列超過他本身能力的行為。當有成人導引時，藉由複製，兒童可以表現的比自己一個人獨自完成好。在成人引導及幫助之下所達到的程度與兒童獨自完成的程度之間的差異，即是「最近發展區」。

Vygotsky 不否認生理發展 (biological development) 的存在，但他認為人類的生理發展是經由社會及歷史發展所形塑出來。在特定的文化中，發展被視為是遍佈在人們日常生活活動中的文化傳統的發展。此文化傳統的發展會兒童的個體

發展中出現。Vygotsky (1983) 認為文化創造了行為的特定形式、改變了心智功能、在人類行為發展系統中建構新層次。

Vygotsky 不僅結合了認知發展與社會環境的關係，還定義了可以培育認知發展的社會因素。他認為，學習主要的特色就在於創造兒童的最近發展區，也就是說，學習喚醒了兒童的各種內在發展歷程。一旦這被喚醒的發展歷程開始內化 (internalized)，這些歷程即成為兒童發展成果的一部分。此發展歷程唯有靠兒童與環境中的他人互動以及和同儕互動才能運作。因此，Vygotsky 特別強調與他人的合作。透過能力技巧較佳的 (skilled) 他人 (成人或同儕) 適當、有組織的導引與教導可以增進兒童的認知發展 (instruction leads to development)。兒童的潛力是無限的，經由教學，兒童潛在能力的層次被提升至一個新的層次。若沒有教學，兒童就不會有發展，所以他人的教導是兒童發展歷程中重要的社會因素。Vygotsky 較強調重視成人的導引 (guidance)，因為成人能力較佳，也能根據兒童的能力狀況給予適當的幫助。

Vygotsky 非常強調語言，因為語言是傳播知識的重要媒介。透過說話活動 (speech activities)、字彙意義 (word meaning) 及符號 (signs) 使得在歷史社會中的個體得以學習及發展。因為說話具有與社會有互動、與社會聯結的特性，說話不僅只是表達已發展出的思維想法，思維想法常常會因為說話的轉化 (transform) 而重新建構，所以說話是高層次心智歷程發展的重要因素。社會互動不可能沒有符號和字彙意義，為了要與他人溝通，字彙意義的一般化 (generalization) 必須與階層或團體現象有關。

### 三、Piaget 與 Vygotsky 的比較

根據上述的文獻整理，可以歸納出兩位學者論點的不同之處。雖然 Piaget 與 Vygotsky 兩人都認同發展有兩個方向 (line)，但他們在兩個方向上所強調的比重不同。Piaget 認為大部分的發展是依據個體的發展定律而來，而 Vygotsky 則認為社會文化是造成發展的重要因素。因此，Piaget 相信認知發展得以提升是

靠個體的不平衡所驅使，而 Vygotsky 則認為，發展是在歷史脈絡（context）中文化增長（cultural improvement）的心理功能。

另外，雖然兩人都認同社會因素的影響，但 Piaget 認為有規則基礎的遊玩及觀點取替的發展大多是來自與同儕的互動，較少來自與成人的互動（引自 Tudge & Winterhoff, 1999），而 Vygotsky 卻較強調成人的導引對兒童的幫助。在語言的使用方面，Piaget 認為應避免讓幼兒透過語言述說來學習，而應以實物的操弄為主。Vygotsky 則非常強調語言，因為語言是傳播知識的重要媒介。

在教學、學習與發展關係的觀點上，Piaget 認為教學與發展兩者是分開的，分別為獨立的歷程，且兒童的發展必須在學習之前，即唯有在幼兒發展成熟後才能學習複雜的知識概念。而 Vygotsky 支持的觀點為，教學與發展是不可分的，唯有透過教學，才會產生結構的改變並導引發展，因此，兒童的學習在發展之前。

除了相異點外，其實 Piaget 與 Vygotsky 兩人在有關於發展的基本信念上有許多的共同點（Glassman, 1999）。最主要的共同點在於他們都認同發展有兩個方向，一為個體（ontogenetic）發展的自然定律，一為社會文化發展的動態影響。且兩人都相信發展是因為思維上的質的轉變而發生，而非量的增加所導致。此外，他們都認同個體發展的步調受到社會週遭環境所影響。

綜合來說，雖然 Piaget 及 Vygotsky 對幼兒的發展是不是經由教學所引發的論點有所不同，但他們都認為幼兒學習的基礎應該建立在幼兒已有的能力上。Piaget 提出個體發展至不同階段，其所具有的認知結構不同，同時也決定個體此時能夠習得的新觀念。Vygotsky 更是認為成人必須根據幼兒原有能力，給予其比原能力高一些的刺激，可以幫助幼兒發展出新的能力。

他們雖然對幼兒如何建構出知識的觀點不同，Piaget 認為幼兒唯有透過自由的探究及自動自發的努力得到的知識才可以真正學得這些知識。而 Vygotsky 則強調唯有靠兒童與環境中的他人互動以及和同儕互動才能促使幼兒學習。但是他們都同意運用觀察及模仿、複製是幼兒學習的基本條件。此外，雖然他們對使用語言幫助個體學習的時機有不同的觀點，Piaget 相信個體應先透過與自然周遭真



實事物的行動(action)，精通這些事實後才能對抽象的語言有所理解。而 Vygotsky 則認為說話活動不僅可以使幼兒與社會有互動、聯結、表達思維想法，還可以幫助個體因語言轉化而重新建構出新的思維。但是他們都接受透過語言學習知識概念是一種個體學習的管道。

綜合上述討論可以分別瞭解 Piaget 與 Vygotsky 對幼兒認知發展的觀點。對於幼兒教育者來說，依據不同的觀點，會有不同的介入幼兒學習的方式。依照 Piaget 的觀點，任何外在的教學對幼兒的發展皆沒有任何影響，除非幼兒自己成熟發展完成，幼兒才能有學習的效果，而此學習也必須是依照幼兒自己的步調，從不平衡與反思中建構而來。因此，教師的角色只是學習環境的提供者。而 Vygotsky 的觀點則是沒有教學，幼兒不會有發展產生。因此，教師的角色是知識經驗的提供者。總體來說，由 Piaget 與 Vygotsky 的觀點可知，幫助幼兒學習科學時，應注意幼兒已具有的能力，透過自由探索、操弄物體、或他人給予刺激可以幫助幼兒學習，幼兒透過觀察或語言學習知識概念。根據 Piaget 及 Vygotsky 的論點，本研究設計出不同的教學介入，包括行為示範、語言說明以及幼兒自行操作，並在幼兒已有的能力上探討這些教學介入對幼兒習得知識的影響。

## 第二節 幼兒的知識表徵

知識表徵被定義為個體反映外在環境的內在結構 (Halford, 1993)。知識表徵很重要，它是個體進行較高層次認知歷程的基礎，不論是推理或是問題解決都需要操弄知識表徵才能進行 (Goswami, 1998)。一般來說，表徵包含了內容及結構類型的兩種意義，一種意義指的是個體所擁有的知識，另一種意義則是指知識的形式 (format) 及結構 (structure)，也就是個體對世界的解釋和控制個體思想、行為的事實 (facts) 及程序 (procedures) 的儲存 (Mandler, 1983)。在幼兒表徵的兩種意義上，都分別有不同研究進行探究。

### 一、個體所擁有的知識

探討幼兒所擁有的知識內容是幼兒認知研究領域的重要議題。許多研究都在探討幼兒所擁有的科學知識，例如有關生物的知識 (如：Gelman & Wellman, 1991; Carey & Spelke, 1994)、有關疾病的知識 (如：Kister & Patterson, 1980; Solomon & Cassimatis, 1999)、有關地球、月球與太陽的知識 (如：Vosniadou & Brewer, 1992; Samarapungavan, et al., 1996)、有關物體運動的知識 (如：Baillargeon, 1986; 王幸雯, 2000; 盧瑞青, 2004)、有關數量的知識 (如：Starkey & Cooper, 1995; Wynn, 1992)、有關時間的知識 (如：Case, et al., 1986; 鍾靜、鄧玉芬與鄭淑珍, 2003) ... 等。

從上述的研究可以知道幼兒具有的知識。3 歲幼兒即具有區別有生命和沒生命生物的知識。可以將血液及骨骼視為生物均具有相同的內在特質，石頭、棉花和材料皆非為生物的內在特質。學前幼兒理解嬰兒會遺傳父母的內在特質，幼兒知道生物遺傳特質包括與父母相像，例如黑人父母會有黑人小孩，藍色眼睛的父母較可能擁有藍色眼睛的小孩。

4、5 歲學齡前兒童即具有生病是因為被傳染的知識。學齡前幼兒傾向會將傳染性概念過渡延伸至非傳染性疾病或意外傷害，幾乎所有的疾病都會傳染，且年紀較大的幼兒較少使用內在正義來理解病因。

6 歲左右的兒童不認為地球是圓的，而是平的、中空的、或長方形的。8 歲

至 10 歲以前的兒童知道地球是圓的，但仍相信地球實際上是平的。他們認為地面或海洋連接地球下方的太空，天空連接地球下方的太空。大約到 11、12 歲左右，兒童才認為地球是圓的，且物體放置於地球面的下端不會掉落，並具有重力概念。

6 個半月大的嬰兒在看到車子從坡道滑下時，會對車子與盒子之間撞擊產生期望。幼稚園大班幼兒觀察行車狀況可以正確判斷速度快慢。4-6 歲幼兒已具有木頭、石頭、塑膠、布、鐵、玻璃等物質材質及特性的知識。3 歲以前的幼兒不僅具有數字概念還具有計數能力。5 歲至 6 歲幼兒能具有描繪時刻、時間的連續性、時間量的知識。整體來說，學前幼兒已具有許多各種不同的科學知識。

## 二、知識的形式及結構

在有關知識形式與結構方面，有 Brunner (1966) 及 Karmiloff-Smith (1994, 1997) 的研究做探討。以下分別說明之。

### (一) Brunner 的知識形式及結構

Brunner 認為，任何知識都可以三種方法被表徵：行動表徵、影像表徵及符號表徵。行動表徵指的是適合達成某個結果的一組行動。影像表徵指的是一組總結 (summary) 的心像 (image) 或圖像 (graph)，這些心像或圖像可以代表著一個沒有完整解釋的概念。而符號表徵指的是一組符號或邏輯命題 (propositions)，這些命題來自一個支配形成與轉化命題的規則與定律的符號系統。

Brunner 使用兒童玩蹺蹺板的例子來說明這三種表徵的發展先後。年齡非常小的幼兒的行為可以清楚以平衡概念的原則為基礎，所以他可以獨自讓蹺蹺板運作。他知道為了讓一邊斜下去，他必須離中心點遠一點。年齡稍微長一點的幼兒，就可以利用砝碼在天平上運作，或是可以圖畫的方式表達出。最後，兒童不需要圖像的幫助，可以使用語言將平衡的概念描述出來，甚至以數學公式描述。各種表徵形式的困難度及使用會依著學習者的年齡及經驗背景而有不同的方式表現。

## (二) Karmiloff-Smith 的表徵形式及結構

Karmiloff-Smith 提出表徵的改變會歷經四種層次的變化，不同層次有著不同的表徵形式，且這些表徵的改變與年齡的發展無關，任何年齡層的人之知識表徵都包含這四種層次。Karmiloff-Smith 認為，個體的知識表徵唯有達到第四個層次，才算是真正理解這個知識。四個層次分別為：

1. 層次一—內隱 (implicit, I)：屬於程序層次 (procedural level)，因為在此層次中的表徵主要是為了要能分析及回應外在環境中的刺激，所以表徵是以程序的 (procedural-like) 形式呈現。在此層次中，新的表徵會被單獨儲存著，此時領域內或領域間的表徵連結尚未形成。Karmiloff-Smith 認為層次一所表徵的訊息還無法被個體的認知系統所運思，因為此層次的表徵屬於內隱層次，個體無法意識到這些表徵知識，所以在層次一的表徵所產生的行為相當不具彈性。Karmiloff-Smith 強調，此處所指的程序性表徵包括一組可以產生語言或解決問題方面的輸出行為，及此輸出行為的結果，與一般所論之程序性知識—知道如何做—意義不同。
2. 層次二—外顯 1 (explicit-1, E1)：隨著表徵再被重新表述 (redescription)，認知系統就開始具有彈性，Karmiloff-Smith 發現，一旦發生重新表述的情況，以及先前以程序形式表徵的知識被明確的意識到，且可以被運用時，幼兒就不會只受到外在訊息所驅使。此階層中，不需要拘泥的以層次一之程序形式呈現知識，表徵不再只是簡單的被用來回應外在刺激，在此層次中的知識可以清楚的被表徵，且可以被運用操弄 (manipulated)，所以若幼兒的表徵型態發展至此層次，他們就可以表現出裝扮遊戲 (pretend play) 或是錯誤信念 (false belief)。但是要強調的是，在此層次中，雖然可以運用操作表徵，但是這些表徵還無法被個體非常清楚的意識到，也無法使用語言將其描述出來。
3. 層次三—外顯 2 (explicit-2, E2)：在此層次中的知識的表徵與上一個層次 (E1) 之間有相似的表徵，但在層次三的表徵型態可以更清楚的被意

識觸接到，但仍無法使用語言將此表徵表達出來。

4. 層次四—外顯 3 (explicit-3, E3)：在此層次中知識是以跨系統 (cross-system) 的形式表徵，此表徵的形式與自然語言較為相近，所以易於將其轉化為溝通的形式。若是直接以語言的形式學習知識，此知識將可以立即的被儲存在此層次中。許多幼兒的學習多是來自與他人的語言互動，但是這些語言知識只是以語言碼 (code) 的編列到表徵系統中，但是還無法與相似、但被編為不同碼的知識相連結。例如：減法的數學原理 (語言) 無法和減法的演算法 (非語言) 相互連結，必須等到重新表述及表徵機制將兩者轉化為同一形式，兩者間才能相互使用。在此層次中，幼兒不但可以清楚的意識到知識表徵，還可以以語言清楚的將這些表徵描述出來。

Karmiloff-Smith 提出，基本上，知識表徵的發展會從層次一至層次四依序發展出來。但有時表徵的發展又並非只有單一的順序，只有起始表徵型態皆為內隱表徵 (I)，最後完成的表徵形式為個體可意識，且能用語言描繪出的情況 (E3) 的限定。知識表徵發展的順序可以有列幾種情況： $I \rightarrow E1 \rightarrow E2 \rightarrow E3$  (分為四個階層)、 $I \rightarrow E1 \rightarrow E2$  或  $I \rightarrow E1 \rightarrow E3$  (分為三個階層)， $I \rightarrow E1$ 、 $I \rightarrow E2$  或  $I \rightarrow E3$  (分為二個階層)。

綜合上述兩位學者的觀點可知，表徵形式及結構是從行為表徵發展到語言表徵。透過 Karmiloff-Smith 的觀點進一步瞭解，個體的表徵形式從行為發展到語言具有不同的表徵層次，在不同層次中有不同的行為及語言表現。換句話說，藉由幼兒的行為及語言的表現可以探知其對知識理解的程度，當幼兒只表現行為時，表示幼兒對此概念已有些理解，但尚未到完全理解的程度，直到使用語言說出時，表示幼兒已全然理解使知識概念。因此，在本研究中即透過幼兒的行為及語言表現的表徵層次，作為理解幼兒具有的能力及理解情況的工具。

在表徵層次內容方面，經由 Karmiloff-Smith 的層次可以知道，個體一開始即具有平衡概念的知識，只是此時的個體意識上觸接不到這個知識，但是透過個體的行為表現可以看出其具有此知識，但尚未達到概念的理解。之後，個體逐漸意識到知識，但此時仍無法使用語言述說出此概念。直到最後將此知識概念化為溝通的形式，才是真正理解了這個概念。

Pine 與 Messer (1999) 沿用 Karmiloff-Smith 的「平衡作業」，並使用大量的樣本進行研究，進一步結果發現七個不同的表徵層次，分別為：內隱層次(Level 1)、內隱過渡期(implicit transition)、抽象的非語言層次(abstraction non-verbal)、抽象的語言層次(abstraction verbal)、外顯過渡期(explicit transition)、外顯 E3(explicit E3) 及外顯 E4。層次中的內容大致與 Karmiloff-Smith 相似，只是更細微的說明個體知識理解程度。

透過這些不同知識表徵層次確實可以清楚的理解個體不同的知識理解程度及複雜度，以及知識理解細微的變化。雖然如此，但要能清楚的區分出這些層次實屬困難，且不同知識概念，個體的行為及語言表現內容不同，會有不同判定表徵層次的標準。本篇論文研究者認為，若能將此知識表徵層次簡化為使用外在的行為與語言表現來判斷，將可以讓使用者很快的即能透過表徵層次瞭解個體所理解的知識概念程度。綜合 Karmiloff-Smith 及 Pine 與 Messer 的表徵層次內容，依著行為及語言的表現，將表徵層次內容的變化簡化為從表徵層次外在表現來看，完整的行為的表現、部分語言表現、完整的語言表現。隨著行為到語言，部分到完整，表徵層次逐漸的提高，當幼兒達到完整的語言表現顯示幼兒達到完全理解的程度。

完整的行為層次相當於 Karmiloff-Smith 所提之內隱層次及 E1，Pine 與 Messer 所提之內隱層次、內隱過渡期、抽象的非語言層次及抽象的語言層次。部分的語言層次相當於 Pine 與 Messer 所提之外顯過渡期。完整的語言層次相當於 Karmiloff-Smith 所提之 E3，Pine 與 Messer 所提之 E3 及 E4。本研究將使用此外在表現的表徵層次來說明幼兒的知識概念及學習狀況。

### 三、幼兒知識表徵的改變

從 Brunner 及 Karmiloff-Smith 的論點可以知道，表徵形式與結構從行為到語言是有先後的分別。Karmiloff-Smith 進一步認為，唯有發展到語言表徵層次，個體才是真正的理解和擁有知識。基於此論點，有些研究開始探討如何協助幼兒提升表徵層次的問題。

由於語言表徵是最高的一個層次，因此有些研究者就開始思考：若是直接給予個體語言形式的刺激，是否可以幫助幼兒很快的學得知識？Karmiloff-Smith (1997) 認為，若是個體直接以語言的形式學習知識，此知識可以立即被儲存在 E3 這個層次中，但此知識只能獨立被儲存，將使得這些以語言形式儲存的知識表徵無法與其他相似的知識做連結。

Pine與Messe (2003) 針對25位平均5歲10個月兒童，每天利用圖片故事作業敘說有關平衡概念的故事，然後進行預測作業，讓幼兒預測如何讓平衡桿平衡，最後再給幼兒10分鐘的自由遊玩 (free play) 平衡桿玩具，探討兒童在5天持續學習的情況下其表徵層次的改變情形。結果他們發現，大部分5歲幼兒在持續學習的情況下，他們的知識表徵層次皆有提升。但進一步看這些幼兒的表徵層次進步情況，大部分的幼兒在第一天的表徵層次處於第一個層次—內隱層次 (32%) 及第三個層次—抽象的非語言層次<sup>1</sup> (32%)。無論先前處於哪一個層次，經過5天的學習後，20%的幼兒進步至第四個層次—抽象的語言層次<sup>2</sup>，44%的幼兒進步至第五個層次—外顯過渡層次<sup>3</sup>。只有8%的幼兒可以達到外顯E3 (Karmiloff-Smith 所提及的E3層次) 及8%的幼兒達到完全理解的最高層次—外顯E4。簡單來說，透過教學介入，幼兒的知識表徵層次可以由原本只有行為層次提升至語言層次，

---

<sup>1</sup>抽象的非語言層次：兒童在此層次會把所有的平衡桿都被以中心點放置在支點上，但沒有任何解釋，只能說出不對稱的橫桿放在中心點上，無法達到平衡。此層次相對應為 Karmiloff-Smith 所提之 E1 層次。

<sup>2</sup>抽象的語言層次：兒童在此層次無法給予解釋說明，但兒童會有一個「中心點理論 (centre theory)」，如：你必須在把它放在中間。雖然此行為和 Karmiloff-Smith 所提之 E1 相似，但 Karmiloff-Smith 沒有提到此層次的兒童能夠談論中心點理論。

<sup>3</sup>外顯過渡層次：此層次的兒童可以使對稱或不對稱的橫桿達到平衡，也可以說出策略，但無法說明重量與距離間的關係。Karmiloff-Smith 沒有提到此層次。

但無法達到完整的理解層次。

Pine 與 Messer (2000) 和 Pine 等人 (2004) 皆利用平衡作業探討不同介入的方式對 5 至 9 歲兒童表徵層次轉變的影響。他們採用兩種介入方式，一種為兒童只是觀察成人示範 (observe only)，另一種為兒童觀察成人示範外，還要自己解釋 (self-generated explanations)，說明他們看到了什麼 (observe and explain)。在只有觀察的情況中，主試者告訴兒童：「現在我要讓一些桿子保持平衡，我要你仔細的看我怎麼做，之後也會換你來做做看。」主試者示範如何將對稱及不對稱的平衡桿在支點上保持平衡，不過兒童沒有被要求給予評論或真的嘗試將桿子保持平衡。

在觀察及解釋的情況中，主試者告訴兒童：「現在我要讓一些桿子保持平衡，我要你仔細的看我怎麼做，然後告訴我如何讓每一個桿子保持平衡。之後也會換你來做做看。」主試者示範如何將對稱及不對稱的桿子在支點上保持平衡，並要兒童說出怎麼做到的，但不要求兒童給予評論或真的嘗試將桿子保持平衡。然後利用兒童在表徵層次的轉變來說明兒童在介入後的進步情況。經由前、後測的進步與否進行檢驗，結果顯示兩種介入方式都會促進兒童的表徵層次進步，但比較起來，觀察及解釋情況中的兒童表徵層次進步的較多。

Pine 與 Messer (2000) 進一步發現，若是幼兒的知識表徵層次已在「可觸接到語言，但還未能說出來」的層次（如：抽象的語言層次），表徵層次較可能被改變。單單觀察成人示範解決平衡作業的正確方法，對許多兒童來說，這是不足以提升他們的進步。

Pine 與 Messer (1998) 探討同儕討論是否對處於不同表徵層次的 5 至 7 歲兒童的影響。他們發現，當幼兒處於抽象的非語言層次，在團體中聆聽他人觀點和必須說出自己對問題的理解無法幫助他們的表徵進步到比較外顯的層次。



綜合上述的研究結果可知，知識表徵層次是可以透過介入而有所改變，無論是成人的行為示範或是幼兒的語言解釋都可以協助幼兒提升表徵層次。當個體的知識理解層次處於「可觸接到語言，但還未能說出來」時，表徵層次最有可能改變，從內隱層次提升至外顯層次，其中尤以語言介入造成的效果較多。

本研究依著上述相關的研究，採用「行為示範」、「語言說明」及「行為示範加語言說明」作為教學介入的方式。在語言說明方面，因為本研究採用 Piaget 與 Vygotsky 所討論的介入幼兒學習的語言，以探討成人提供語言說明對幼兒學習的影響，所以在本研究中的語言說明不是幼兒自己解釋，而是以主試者說明為主。另外，上述的研究皆是以平衡作業為主，本研究將以其他科學概念探討不同的表徵層次是否需要不同的介入方式。

### 第三節 幼兒問題解決能力

一個問題解決的條件包括：一個目標、一個或多個立即達成目標的阻礙、一個或多個策略可以用來解決問題、其他資源（知識、其他人等）會影響使用那個策略，及問題解決結果的評估。簡單來說，問題解決的基本要件是目標、阻礙、克服阻礙的策略及結果的評估。問題解決能力是生活中重要的能力，因此瞭解幼兒的問題解決能力是許多發展心理學家所關心的議題。在幼兒問題解決能力方面，本研究將探討幼兒問題解決能力的發展、幼兒解決需考量二個因素問題能力的發展及提升幼兒解決需考量二個因素問題能力的方法。

#### 一、幼兒問題解決能力的發展

研究發現年齡很小的嬰兒即具備解決問題的能力。Lewis 等人（1990）利用拉槓桿的作業觀察 2 至 8 個月嬰兒所表現的行為，結果發現，縱使是 2 個月大的嬰兒，也會受到目標所驅使而出現目標導向的行為。此外，在不同解決策略中做選擇的表現也出現在發展的早期。Willats 與 Fabricius（1993）以 18 個月大嬰兒進行研究，觀察他們選擇拉哪一條布以獲得想要的玩具。總共有三條布，和三個一樣的玩具，但其中兩條布的玩具不在布上，只有一條布上才坐著玩具，如此拉了布才會得到玩具。結果發現，嬰兒表現出不同的掃瞄（scanning）及伸手拿的策略，包括同時拉兩塊布及不論是在成功或是失敗之後會改變策略，尤其是在第一次失敗之後，嬰兒比較會出現同時拉兩塊布的策略。嬰兒在這作業中使用不同的策略可以說明發展早期的問題解決能力。

隨著發展，兒童能解決的問題愈來愈複雜。兒童問題解決能力的發展可以說是克服在解決問題時的認知限制的過程。隨著受到的認知限制愈少，兒童愈能較有效、有系統的解決問題。根據相關文獻，兒童問題解決能力的發展可以從「兒童所擁有的解題策略」、「兒童擁有的資源（如：知識、表徵工具等）」、「兒童計畫及安排解決方法的能力」及「問題解決所發生的社會文化」四方面來探討。以下分別說明：

### (一) 兒童所擁有的解題策略

問題解決策略可以分為兩類，一類為橫跨所有領域的策略，稱為少許知識的方法 (knowledge-lean method)，嘗試與錯誤 (trial-and-error)、方法一目的分析 (means-end analysis)，及爬山 (hill-climbing) 都屬於少許知識方法的問題解決策略。另一類只適用於特定領域的策略，稱為知識密集的方法

(knowledge-intensive method)。探討兒童在特定內容領域中如何解決問題的研究，例如；辨別時間 (Siegler & McGilly, 1989)、數保留 (Siegler, 1995) 都屬於知識密集的解決方法。

研究顯示即是使年紀小的幼兒也會利用少許知識的方法來解決問題 (Lewis, et al., 1990; Willats, 1990)。「嘗試與錯誤」的問題解決策略是指在解決問題時，使用所有可能的解決方法直到問題解決為止。Lewis 等人 (1990) 的研究中，2 月個大嬰兒不斷拉槓桿以呈現彩色圖案的结果就是「嘗試與錯誤」的問題解決策略。「方法一目的分析」的問題解決策略是最典型的少許知識的解決策略。問題解決者使用此策略需要評估目前狀況及目標之間的差異，進而減少兩者間差異。Willats(1990)研究發現 9 個月大嬰兒會拉布以得到在布尾端且手拿不到的玩具。嬰兒做出此行為表示其有方法一分析問題解決能力。「爬山」是較簡單的問題解決策略，只需要問題解決者由目前的狀況朝著想要的目標思考即可，也就是說，問題解決者需要選擇一些策略以愈接近想要達成的目標，就好像是在爬山一樣，不停的選擇通往頂端的路徑。在遇到不熟悉的問題時，幼兒通常會使用爬山這個問題解決的策略。Klahr (1985) 研究發現 4 至 6 歲幼兒在進行猜謎作業時，皆會傾向偏好使用爬山這種策略。

因為知識密集的解決問題策略需利用領域特定的知識，無法推論到所有的領域中。無論是成人或是幼兒的研究結果都發現，在不同的概念領域中的問題解決表現能力皆不相同 (Bjorklund, Muir-Broadbent, & Schneider, 1990)，許多有關兒童使用知識密集策略來解決問題的研究都集中在探討兒童在特定內容領域中如何解決問題，例如：因果推理 (Schultz, Fisher, Pratt, & Rulf, 1986)、平衡概念

(Siegler & Chen, 2002)。

除了上述探討兒童策略使用的研究外，許多研究也進行如何提升兒童問題解決能力的探究。Siegler (1995) 利用三種給予回饋 (feedback) 狀況，探討給予訓練是否可以幫助沒有通過數保留作業的 5 歲幼兒解決數保留的問題。第一種狀況為受試幼兒在解決問題後，只會接收到做對或做錯的回饋，沒有其他說明。第二種狀況為受試幼兒在解決問題後，會接收到對錯的回饋，還被要求說明他們的理由。第三種狀況為受試幼兒解決問題後，會接收到對錯的回饋，還被要求說明實驗者的理由。結果發現第三種狀況中，幼兒被要求說明實驗者給予對的回饋之理由，在解決數保留問題上有較多的進步。另有研究結果發現，幼兒能成功經由訓練而改變使用的策略，常常能導致往後的策略使用或表徵改變 (Siegler & Jenkins, 1989; Karmiloff-Smith, 1992)。

#### (二) 兒童擁有的資源 (如：知識、表徵工具等)

特定領域的專業知識可以克服解決問題時思考的限制，對成人及兒童皆有幫助 (Debouche, Miller, & Pierroutsakos, 1998)。Miller 與 Paredes (1996) 認為符號系統 (例如：數字、書寫系統) 的精熟是能否在問題解決中被使用的先決條件，且符號系統的結構 (structure of symbol systems) 會影響兒童學習這些符號系統的困難度。縱使幼兒已經習得了這些符號系統之後，系統結構仍會持續影響問題解決的歷程。符號的組織可以澄清或是混淆問題的根本概念。

#### (三) 兒童計畫及安排解決方法能力的發展

計畫如何解決問題與監控和修正解決歷程本身就是一個困難的問題。問題解決的計畫和管理是問題解決歷程中一個較複雜的面向，且常常隨著問題的複雜度及不熟悉性的增加而減少。Debouche 等人 (1998) 整理各個研究結果後認為，影響幼兒計畫及監控問題解決的能力的因素包括面臨問題的熟悉性 (familiarity) 及複雜性 (complexity)、面臨問題的性質 (例如常常主動參與的活動) 及解決問題的目的 (例如強調正確性或速度)。

至少要到 5 歲，幼兒才有能力報告日常生活中重複出現行為的計畫，例如

在早上拿出衣服來穿 (Kreitler & Kreitler, 1987)。但是當面對較困難的問題時，兒童就會出現計畫的困難 (Friedman, Scholnick, & Cocking, 1987)。不過無法計畫困難問題不只侷限於兒童，有時專業的成人也會出現困難 (Pitt, 1983)。

研究顯示幼兒在 5 歲之後才能在較複雜的問題解決中表現出計畫及監控的能力 (Fabricius, 1988)。Hudson、Shapiro 與 Sosa (1995) 研究發現，3 歲幼兒即可以在熟悉的活動上產生一個計畫。Gardner 與 Rogoff (1990) 探討 4 至 9 歲幼兒在解決迷宮問題時，不同目標對其表現的影響。結果發現在面對非常困難的迷宮問題、或被要求重視正確性時，無論是年幼或是年長的幼兒都能完整安排及計畫路線。但是當面臨較簡單的問題、或是被要求正確性及速度時，所有的幼兒皆無法完整的計畫、執行和修正錯誤。

#### (四) 問題解決所發生的社會文化

此部分的研究主要在探討幼兒尋求他人幫忙來解決問題。Mosier 與 Rogoff (1994) 研究發現，6 個月大的嬰兒會企圖利用媽媽來達到他想要的結果。父母也會幼兒的問題解決搭建鷹架，當父母涉入 2 歲半幼兒的問題解決過程中，可以增加這個幼兒往後解決問題的成功率及有較佳的遷移能力 (Pacifci & Bearison, 1991)。研究發現，4 歲幼兒的母親會在澄清解決問題的程序及規則上協助幼兒，但 8 歲兒童的母親則會在解決問題策略上提供較多的協助 (Gauvain, 1992)。

綜合上述各項研究顯示可以得知，學前幼兒不論在解題策略、知識、表徵工具等資源、計畫及安排解決方法的問題解決能力上都在不斷的發展及進步，且隨著發展，兒童能解決的問題愈來愈複雜。不論是成人或是幼兒，在解決不同概念的問題會有不同的表現。但以上的研究都是在探討幼兒只需考量一個因素即可以解決的問題，接下來本研究將進一步說明幼兒需同時考量兩個因素才能解決問題的能力發展。

## 二、幼兒解決需同時考量二個因素問題能力的發展

在日常生活中，人們所遭遇到的問題，常常是需要結合考量多方的 (multidimensional) 訊息，往往都並非只是單純的考量一個因素就可以解決的簡單問題。在處理多方訊息的能力上，Halford等人 (1998) 提出關係複雜理論 (relational complexity theories) 來說明兒童的能力發展。他們以處理關係複雜度來解釋發展階段，這裡所說的複雜度是指同時可以處理關係的數量。例如：X在「X比Y大」的關係中代表了一個變異的來源或是一個面向。處理一個單一關係比處理兩個、三個關係還要簡單。Halford等人 (1998) 認為，能夠處理複雜關係的能力和經驗有關，不過他們也發現，隨著兒童的發展，兒童能理解處理物體間關係也會愈來愈複雜。幼兒大約在1歲半時即可以處理單一關係 (unary relations)，大約到2歲時才可以處理兩個關係 (binary relations) 的複雜度，5歲幼兒可以處理三個複雜關係 (ternary relations)，直到11歲之後，兒童才有能力處理四個複雜關係 (quaternary relations)。另外，Wikdening (1982) 也針對幼兒處理科學訊息的認知容量進行研究。他利用包含時間、距離及速度三個因素的訊息，檢驗5歲幼兒、10歲兒童及成人連結三種訊息的能力，結果發現5歲幼兒的認知容量可以同時處理時間、距離及速度三個因素。

雖然年齡小的幼兒已具有同時處理多種訊息的認知容量，但卻無法解決需同時考量兩個因素的問題。有關幼兒在解決問題時如何結合兩個訊息的著名研究典範為天平作業 (balance scale task)。這個作業即是測量幼兒結合重量及距離兩個訊息解決問題的能力，主要是利用一個平衡點在中點的天平，這天平的兩端等長，且可以在距離中心點不同的位置放上砝碼。幼兒的工作即是在結合砝碼被放置的位置 (與中心點間隔的距離) 及放置砝碼重量預測天平的哪一端會下降或是兩端一樣。

Siegler (1976) 即使用這樣的作業進行研究。他利用兩邊分別有四根相等距離、放置砝碼支點的天平，並分別在天平的兩邊操弄不同重量及距離，以產生有

關平衡問題(即相同數量的砝碼放在左右兩端相同支點位置上)、重量問題(如：天平左端的第一個支點上放置 2 個砝碼，右端的第一個支點上放置 1 個砝碼)、距離問題(如：天平左端的第一個支點上放置 3 個砝碼，右端的第二個支點上放置 3 個砝碼)、重量衝突問題(conflict-weight, 如：天平左端的第三個支點上放置 2 個砝碼及在第二個支點上放置 2 個砝碼，右端的第四個支點上放置 2 個砝碼)、距離衝突問題(conflict-distance, 如：天平左端的第一個支點上放置 2 個砝碼及在第二個支點上放置 3 個砝碼，右端的第三個支點上放置 3 個砝碼)及平衡衝突問題(conflict-balance, 如：天平左端的第二個支點上放置 3 個砝碼，右端的第一個支點上放置 6 個砝碼)，讓 5 歲至 17 歲實驗參與者預測哪一邊會落下或兩邊一樣，並詢問他們為什麼做這樣的預測，以瞭解他們使用的策略。結果發現，平衡概念的發展是隨著一系列複雜度漸增的作業特定性(task-specific)策略而漸趨完整。換句話說，兒童能使用的策略愈複雜，兒童的平衡概念發展就愈完整。根據 Siegler 的研究發現，兒童進行平衡作業的策略有四種：

- (一) 策略一：只考慮支點兩邊的重量數。假如兩邊的重量相等，兒童就可以預測平衡，不然就只是會預測比較重的那一邊會往下。
- (二) 策略二：會先考慮兩邊的重量是否一致，假如沒有一樣重的話，兒童會預測比較重的會往下。但是若是兩邊一樣重，兒童就會開始考慮重量及與支點的距離。若是重量相等，有一邊距離支點較遠，兒童會預測那一邊往下。
- (三) 策略三：可以同時考慮重量和距離。假如重量和距離都相等，兒童會說這天平會平衡。若是距離相等，一邊比較重，兒童會說重的那一方往下。若是重量相等，有一邊距離支點較遠，兒童會回答距離較遠的一方往下。
- (四) 策略四：在各種情況下都可以有正確的表現。但此時的兒童與使用策略三的不同，使用此策略的兒童已經可以進階理解力距的概念。

在平衡作業中所使用的策略，是隨著年齡增加而發展出來。大部分 5 歲的兒童使用策略一，大部分 8~10 歲的兒童使用策略二或策略三，12~14 歲兒童及成人使用策略三；少部分的成人才會使用策略四。

Karmiloff-Smith (1997) 利用與 Siegler 同樣的作業，進行 4~9 歲兒童平衡概念理解的研究。與 Siegler 不同的是使用的實驗材料，Karmiloff-Smith 使用一些外觀相同，但設計不同的木棒。有些是以中心點為對稱點的木棒；一些是在木棒一端鑲入一塊鉛片的木棒；以及一些黏上一些木塊或另一個木條，但中心點不是對稱點的木棒，然後讓幼兒操弄，將這些木棒平衡的放在支點上。結果發現，4 歲和 8 歲的兒童表現比 6 歲兒童佳。進一步分析發現，兒童大約在 4 或 5 歲時，在沒有任何意識理解如何做的情況下，成功的讓各種情況的天平達到平衡。Karmiloff-Smith 認為這是因為這時候兒童的表徵處於內隱層次。而 6 歲、7 歲兒童堅持以中心點來平衡所有的木棒，所以表現比較差。因為此時幼兒的表徵處於層次 E1，將「所有的事物在中心點可以達到平衡」視為一個策略或理論，並將其推論到不同的情況，所以，此時兒童常會出現錯誤的表現。直到 8、9 歲之後，經歷不斷的表徵再表歷程，最後才形成完整的平衡概念。

Halford 等人 (2002) 使用與 Siegler 同樣的實驗材料及操弄，並簡化了一些程序 (包括天平上的左右支點只有 3 個、題目較少)，讓 2、4、5、6 歲幼兒預測哪一邊會落下或兩邊會一樣。結果顯示，在固定距離或重量不變的情況 (即 Siegler 研究中的距離及重量問題) 下，2 歲及 4 歲幼兒皆可以成功的解決包含兩個關係的平衡問題，而 5 歲及 6 歲幼兒可以成功解決重量及距離都不固定時 (即 Siegler 研究中的重量衝突及距離衝突問題) 的平衡問題。

除了平衡作業外，柯華葳 (2007) 發展了包含各種數學、科學概念問題，適合 3 至 6 歲幼兒進行的「幼兒解決問題認知作業」。此作業是將時間、空間、運動力學、生物、疾病及數量等概念編製與幼兒日常生活的經驗有關的故事，藉由幫助故事中主角解決其所遇到問題來展現幼兒解決兩個因素問題的能力。幼兒聆



聽故事時，佐以彩色圖片的呈現與故事有關的內容。時間概念是有關時間定錨點（即中午之前或之後）及時間週期（即每天同一時間）兩種訊息的問題，空間概念是有關方向及位置兩種訊息的問題，運動力學是有關坡度與接觸面質地兩種訊息的問題，生物概念是有關生命有無及遺傳兩種訊息的問題，疾病概念是有關內在正義（immanent justice）<sup>4</sup>及傳染兩種訊息的問題，數量概念則是有關於數及量兩種訊息的問題。

「幼兒解決問題認知作業」是以蒐集訊息、分析整理訊息、解決問題及解決類似問題的遷移四個認知歷程呈現。作業的進行方式是實驗者講述完一段故事後，提出有關蒐集訊息及分析整理訊息的問題要幼兒回答，當幼兒回答後，接著進入問題解決歷程，當幼兒成功的解決了問題後，才進入最後遷移的歷程。遷移能力的問題是一個不同情境，但需要幼兒考量的兩個因素與先前故事相同的新故事。在所有歷程中，幼兒所需進行的工作是以語言或在圖片上指出的方式回答問題。

蒐集訊息歷程是指幼兒藉由感官、工具及記錄等活動獲得訊息；分析整理訊息歷程則是幼兒比較蒐集到的訊息異同、歸納共同的特性，推論可能出現的情況或接下來的變化。解決問題歷程則是設立解題目標、提出解決方法、評估解決方法的可行性並執行之並進行對執行結果的評估。當結果未能滿足原先的解題目標，重新蒐集和分析整理訊息以達成目標。在面對一個類似的問題時，藉由先前成功解決問題的方法解決目前的問題，或應用所習得的問題解決策略於日常生活中，即為解決類似問題的遷移歷程。

為了避免幼兒無法成功解決問題解決是因為訊息未能蒐集或分析完全，此作業特別在前兩個歷程中加入提示的工作，即當幼兒未能成功的完成蒐集訊息及分析整理訊息時，實驗者必須直接提示幼兒正確的訊息，然後再問一次問題，確認幼兒確實蒐集或分析整理到訊息。所謂提示即是指直接告訴幼兒答案。提示的

---

<sup>4</sup> 內在正義是指幼兒傾向以他人行為的好壞來判斷其是否會生病，例如：壞孩子才會生病，乖孩子不會生病。

目的主要在避免幼兒因為非解決問題能力以外的因素影響其解決問題的表現，如：沒有蒐集到訊息而導致無法解決問題。

另外，有關幼兒解決需考量二個因素問題能力方面的研究，除了上述有關幼兒發展方面的研究外，還有一些學者針對「當幼兒無法同時考量兩個因素來解決問題時，他們會先考量兩個因素中的哪一個因素」的問題進行討論。從Siegler（1976）的研究結果可以看出，在處理平衡問題方面，當幼兒未能同時考量兩個因素時，通常只會考量「重量」因素。Siegler（1981）進一步研究發現，「重量」是首先被考量的因素，而Surber與Gzesh（1984）針對幼稚園幼兒至大學生進行平衡作業的研究，結果發現「距離」是首先被考量的因素。Halford等人（2002）進行相同的研究發現，縱使2、3歲幼兒已經可以處理距離的訊息，他們仍是以「重量」作為首先考量的因素。Halford等人（2002）認為，幼兒會偏重考量哪一個因素是因為學習經驗的關係，但Normandeau、Larivée、Roulin與Longeot（2001）則認為問題中比較突出的因素（salient aspect）會首先被考量。Karmiloff-Smith（1994）認為兒童在進行平衡作業時，會將焦點放在「重量」上，是因為「重量」是實驗者較明顯的操弄所導致。

綜合上述研究可知，2歲幼兒可以處理包含兩個關係的訊息，5歲幼兒即可以處理三個關係的訊息。而在解決需考量兩個因素的問題方面，對於幼兒幾歲開始可以同時考量兩個因素來解決問題，各研究仍未有一致的結果。Siegler及Karmiloff-Smith的研究結果皆顯示，幼兒大概到8、9歲才能同時考量重量及距離兩個因素來解決平衡問題。但Halford等人的研究結果卻發現，大約5歲的幼兒就可以成功解決需考量兩個因素的平衡或是其他科學知識的問題。此外，研究的結果也顯示，幼兒在處理兩個因素問題時，會特別偏重考量其中的一個較為突顯的因素。

根據相關研究的結果，對於幼兒何時開始可以處理同時考量兩個因素問題，尚未有定論，且大多研究都以平衡概念作業為主。因此，本研究將進一步利用不同的科學概念探討幼兒解決需同時考量兩個因素問題的能力。

### 三、提升解決需同時考量二個因素問題能力的教學介入

雖然根據上述的研究可知，年紀較小的學前幼兒幾乎無法完成解決兩個因素的問題。但卻有研究發現，透過一些方法可以提升幼兒的能力。Pine與Messe (2003) 針對平均5歲10個月兒童，每天利用圖片故事作業敘說有關平衡概念的故事，然後進行預測作業，讓幼兒預測如何讓平衡桿平衡，最後再給幼兒10分鐘的時間自由遊玩平衡桿玩具，探討兒童在持續5天學習的情況下其表徵層次的改變情形。結果他們發現，大部分5歲幼兒在持續學習的情況下，他們的知識表徵層次皆有提升，顯示他們解決需同時考量兩個因素問題的能力提升。

Pine與Messer (2000) 和 Pine等人 (2004) 同樣利用平衡作業，針對5至9歲兒童，採用兩種介入方式：觀察成人示範及觀察成人示範外，還要解釋他們看到了什麼。示範的程序中，主試者分別示範將三個不同狀況（一個對稱、一個左右兩邊放的重量不同、一個左右兩端重量不同但從外觀上看不出來的桿子）的橫桿平衡的放在支點上。結果顯示兩種介入方式都會促進兒童的表徵層次進步，但比較起來，觀察及解釋情況中的兒童表徵層次進步的較多，表徵層次提升顯示解決需同時考量兩個因素問題的能力提升。

Halford等人 (2002) 探討距離及重量的知識對2歲幼兒解決平衡問題的影響。他們認為影響幼兒是否能成功的解決需考量兩個因素問題，取決於是否具有知識及認知容量。在已知2歲幼兒具有處理兩個因素的認知容量後，讓幼兒熟悉重量及距離在天平上的影響效果，研究者示範並且使用適合幼兒的語言解釋每一邊放置不同重量的影響，然後再示範和述說不同距離的影響。結果發現，藉由這樣的介入可以讓2歲幼兒學會考慮他們原本不會考慮到的因素。

Siegler (1976) 的研究結果顯示，給予5歲幼兒做對或做錯的回饋及示範教導，可以幫助幼兒在使用規則的階層上更進一步。在受到回饋及教導後，兒童會登錄 (encode) 未在他們先前預測規則中因素，因此，使用策略一（只以重量做為預測基礎）的兒童，因為回饋和教導的提問導引而登錄了距離因素，往往比那

些沒有登錄距離因素的兒童較能學得策略二（以距離作為預測基礎）。

根據上述研究的結果顯示，使用故事述說、自由遊玩、觀察示範、熟悉相關知識的經驗及給予回饋的方式，可以讓幼兒無論是在知識表徵層次、考量因素及策略使用上有所提升。由於Halford等人（2002）特別針對年紀較小的2歲幼兒進行探究。加上Pine與Messer雖然在不同研究中使用了不同的介入持續時間進行研究，但在比較之後卻發現相似的結果，顯示介入持續時間的多寡可能不是影響表徵層次提升的主要因素。

由於本研究要探討的研究對象為年齡較小（3歲）的幼兒，又加上本研究所使用的解決問題作業，會在幼兒進行解決問題之前確保幼兒已具有兩個因素的知識，也就是說，幼兒並非完全一無所知的進行問題的解決。因此，本研究結合Halford等人的方式及Pine與Messer（2000, 2004）中使用的「示範一次」方式進行研究，將可用於解決問題的知識講述或示範一次給幼兒，讓他們熟悉這些知識。

綜合來說，透過教學或是訓練等介入可以協助幼兒解決需同時考慮兩個因素的平衡問題。但相關研究皆是以幼兒在平衡作業上的表現為主，因此，本研究將進一步探討不同介入的方式對幼兒在其他的科學概念表現的影響。另外，在Halford等人的研究中，分別讓幼兒一個因素一個因素的經驗熟悉。本篇論文研究者認為，如此的方式只是分別提醒幼兒注意到兩個因素，幼兒還需要進一步整合兩個因素之後才能解決問題，故本研究欲進一步檢驗，若是在教學階段以結合兩個因素的形式提醒幼兒，幼兒在解決考量兩個因素科學問題的表現上是否會有不同的表現。

#### 第四節 幼兒解決問題能力的遷移

學習的遷移的發生在一個情境脈絡中或一組教材上的學習影響在另一個情境脈絡或相關教材上的學習表現。在教育上，遷移是一個重要的概念，教育的最終目標即是學習達到遷移（Perkins & Salomon, 1992）。

Halford（1993）認為學習的遷移依賴著兩種主要的歷程：刺激相似性及類比對應。刺激相似性的遷移立基於刺激的相似性上。是否能產生刺激相似的遷移端視訓練階段與遷移作業中的刺激相似程度，相似性愈高，學習遷移產生的可能性愈大。但 Halford 認為有時刺激的相似度過高也可能導致負向的遷移（negative transfer），例如：新刺激與舊刺激相似，但是新刺激的反應需求與舊刺激反應不同時，就會產生負向的遷移。在較高層次的認知歷程中，遷移往往依賴著適當策略的取得，策略可以遷移至表面上與舊情況不同的新情境中。因此，解決策略即是一種根據刺激相似性的遷移。

類比對應的遷移不受限於刺激的相似性，但通常會建立在作業（task）與作業的共同結構上。學習心向作業（learning-set tasks）就是典型的類比對應的遷移，即受試者學得一套有組織的習慣，使他能很快的解決類似的問題。因此，作業的類比需抽取出不同作業中的共同結構，然後將其遷移至新的作業上。Gentner（1983）也認為，類比是從「來源至目標」的結構保存對應（structure-preserving map）。

遷移發生在作業間具有相同條件（identical elements）的情況下（Thorndike, 1913）。Brown 與 Kane（1988）認為所謂相同是指相同程度的外表特徵（surface features），換句話說，如果兩個情況共同擁有一個根本的深層結構，但外表不相同，遷移就不會發生。然而，如果兩個情況有共同的外表條件（如：物理上或知覺上的相似），遷移的發生就是必然的結果。當兩個情況間共有一個原則（principle），兩個情況間是否出現遷移，則視此原則的隱密程度而定。遷移並非自動產生，而是靠個體是否頓悟（insight）出此原則而定。

## 一、幼兒解決問題遷移能力的發展

Brown (1990) 認為，7 歲以下的幼兒傾向以知覺上的相似性 (perceptual similarity) 作為基礎，進行類比、分類、或是字詞定義。也就是說，年紀小的幼兒是以外表特徵來觸發適當的知識。兒童往往依據作業環境中的共同外表特徵，而不是較深層的關係特徵進行遷移 (Brown & Kane, 1988)。年齡愈小的幼兒，愈是會以相似性作為遷移的依據 (Gentner & Toupin, 1986)。Holyoak (1985) 認為，只有當個體比較兩個故事時，兩個故事間的相似性才會對遷移有所幫助。

不過也有學者發現，學前幼兒並非完全依靠著外表特徵進行遷移，他們之所以會依賴著外表配對進行遷移，是因為他們沒有其他的知識基礎可以依賴 (Brown & Kane, 1988)。Brown (1990) 使用動作上的因果關係使用方法 (如：淋濕、剪)，針對 1 至 3 歲幼兒學習與遷移的研究。結果發現，當遷移的內容是幼兒不熟悉時，他們往往會根據外表做為遷移的基礎。當他們能夠觸接到特定知識時，即使年紀很小的幼兒都能夠依據深層結構原則為基礎表現出遷移。Goswami 與 Brown (1989) 研究發現當 3 歲幼兒擁有相關知識時，他們可以成功完成類比推理作業。綜合上述可知，外表特徵的相似性及是否擁有特定知識都會影響幼兒的遷移表現。

除了探討相似性及特定知識影響了幼兒遷移表現的研究外，許多研究在探討幼兒不同的遷移能力。Goswami (1998) 認為幼兒的類比能力包含項目類比 (item analogies) 及問題類比 (problem analogies)。項目類比指的是幼兒能將項目 A 及項目 B 兩者間的關係對應到第三的項目 C，並能選出符合其條件的項目 D。Goswami 與 Brown (1990) 即使用項目類比 (如：鳥：鳥巢：：狗：?) 測量 3、4 歲幼兒的類比能力。幼兒必須完成居住的對應，如：鳥居住在鳥巢中，狗應該居住哪裡？他們研究發現幼兒至少到 4 歲才能完成這樣的類比。但若是項目類比的對應是根據因果關係的話 (如：巧克力：融化的巧克力：：雪人：融化的雪人)，3 歲幼兒就可以完成這樣的類比。Freeman (1996) 使用真實的物體及模型探討 2 歲幼兒有關因果關係的項目類比能力，結果發現 2 歲幼兒可以完成項目類比。

問題類比則是指幼兒可以將先前解決問題（來源故事）的經驗對應到新的問題（標的故事）上。要能完成問題類比作業，兒童必須注意到類比的關係及正確的表現出二個問題間相對應的關係。Brown 與 Kane（1988）探討 3 至 5 歲學前幼兒是否能從例子（examples）中抽取出規則而產生遷移能力。他們使用三組故事，每組有兩個故事，都需要用相同的方法解決問題。他們先講述來源故事給幼兒聽，並要幼兒解決故事中的問題（必須使用工具才能解決，如：把兩個輪胎疊起來，然後站到上面去），若是幼兒無法解決，主試者會告訴他們解決方法，然後，講述目標故事，並要幼兒解決故事中的問題（使用相同的方式，如：把兩捆稻草疊在一起，然後站到上面去）。結果發現，3 歲幼兒就會出現遷移的表現。

Brown 等人（1989）針對 3 至 10 歲幼兒，使用 Holyoak、Junn 與 Billman（1984）的故事<sup>5</sup>作為來源故事，然後再講述另二個相似的目標故事，探討幼兒的問題類比的能力。兩個故事包括：小白兔要如何在時間內將復活節的蛋送至河的對岸，以及農夫要怎樣把採收下來的櫻桃越過一棵很大很大的樹，放到牽引機（tractor）裡。這三個故事間有不同的目標，但遇到的困難都相同，解決的方法都是把紙或毛毯捲起來成一個管子。他們主要是在探討幼兒是否能注意到先後兩個問題的一致性，及是否能類比相同的解決方法。結果發現 3 歲幼兒就會出現遷移的表現。另外，比較三個故事的表現，來源故事對所有的幼兒來說都較困難，Brown 等人認為，不是因為幼兒沒有注意到問題間的類比，而可能是因為解決方法需要有想像成分的緣故。

---

<sup>5</sup>在 Holyoak 等人研究中的故事為：一個精靈要從一個地方搬到另一個地方，但是在他要把珍貴珠寶一起搬去新家時，他不知道要怎麼把這些珠寶搬過去而不會讓這些珠寶摔壞，精靈想啊想，結果他想到將魔毯捲成一個長長的管子，可以接通兩個地方，然後將珍貴的珠寶放入管子中就可以直接從舊家搬至新家了。

## 二、提升幼兒解決問題遷移能力的教學介入

除了探討幼兒的類比能力外，許多研究亦進行如何提升幼兒類比能力的探討。Brown 與 Kane (1988) 透過一系列的研究，操弄了暗示、討論、教導布偶等讓幼兒反思的方式，探討不同方式對 3 至 5 歲學前幼兒學習遷移的影響。暗示是告知幼兒兩個故事的問題相同。討論是指在幼兒解決第二個問題後，問幼兒這兩個問題之間有多像。教導布偶是指要求幼兒教導布偶如何解決問題。結果顯示，暗示、討論及教導布偶等方式鼓勵幼兒思考關係的相似性，可以幫助 3 歲幼兒進行類比遷移，而 4 歲幼兒不用鼓勵幼兒思考相似性時，他們也可以完成類比遷移。Brown 與 Kane 也發現當 4 歲幼兒只要經驗過一組類比遷移的問題，就可以理解出解決問題原則，而 3 歲幼兒要經驗兩組問題後，才能抓到解決問題的原則。另外，此研究還發現，幼兒的遷移表現具有領域特定性的特性。3 歲幼兒在生物主題上的遷移表現比工具使用的主題還要好。Brown 與 Kane 認為，可能是因為幼兒認為生物主題比較有趣的關係。

Brown 與 Kane 另外教導幼兒與問題有關的生物知識，探討 3 歲幼兒的遷移表現。結果顯示，3 歲幼兒在擁有知識後，可以表現出較佳的遷移。因此，Brown 與 Kane 根據此結果認為，幼兒是因為缺乏知識才會依據外型相似度進行遷移。

Brown 等人 (1989) 操弄兩種方式：教導類比與提醒，探討不同方式對 3 至 10 歲幼兒學習遷移的影響。教導類比的情況是指當幼兒無法解決第一個問題時，告訴幼兒先解決另一個比較簡單的問題，這個簡單問題可以幫助幼兒解決第一個問題。提醒情況是指當幼兒無法解決第一個問題時，告訴幼兒先解決另一個比較簡單的問題，解決完簡單問題後再回來解決第一個問題。結果發現接受教導類比情況的幼兒表現比提醒情況的幼兒好。教導類比可幫助 3 歲幼兒表現遷移。

張麗芬 (1992) 針對 5 歲幼兒進行不同教學策略對幼兒類比推理的影響。她操弄了提供兩個來源故事、兩個來源故事加上分析目標結構、兩個來源故事加上相似性討論及兩個來源故事加上原則的教學方式。其中，提供兩個來源故事是指唸讀兩個內容包含故事主角如何解決問題的故事給幼兒聽。分析目標結構是指



在幼兒聽完兩個來源故事後，向幼兒分析兩個個故事的目標結構（如：國王想要做什麼事？為什麼國王…？……後來國王想了什麼辦法…？）。相似性討論是指在幼兒聽完兩個來源故事後，問幼兒這兩個故事有什麼不一樣的地方？若幼兒說不完整，主試者補充說明。原則的教學是指在幼兒聽完兩個來源故事後，告訴幼兒這兩個故事都在說……，但是他們都沒有辦法……，所以都用……方法解決。結果顯示，提供兩個來源故事、兩個來源故事加上原則的教學皆可以提高 5 歲幼兒的類比能力。

### 三、幼兒解決需同時考量二個因素問題遷移能力的發展

在解決需同時考量兩個因素問題的遷移表現方面，白玉玲（2002）針對 4、5 歲幼兒，使用顏色、形狀及物件三種關係對幼兒的類比推理表現的影響，結果顯示 5 歲比 4 歲幼兒更可以類比解決二個關係量的問題，而三個關係量的問題對 4、5 歲幼兒來說可能都過於困難。關係量會影響幼兒類比的表現，二個關係量的問題比三個關係量的問題簡單。白玉玲進一步利用單一經驗或多重經驗來探討其對 4、5 歲幼兒類比推理的影響。結果顯示，幼兒接觸的經驗愈多，對幼兒的類比推理能力愈有助益。

從上述的討論可知，3 歲幼兒即可以進行問題解決的遷移，大約在 5 歲之後，幼兒才能進行需同時考量兩個因素的解決問題遷移。而外表的相似性是年齡小的幼兒產生遷移的主要因素，若幼兒具有知識，也會提升遷移的表現。另外，透過讓幼兒理解來源故事及目標故事間的相似性，可以提升幼兒的遷移能力。

總體來說，有關幼兒同時考量兩個因素問題解決的遷移能力的研究不多，且提升幼兒遷移能力的研究大多以教導或提醒幼兒故事間的相似性為主，鮮少有研究提及若是透過不同的介入方式，提供幼兒應具備知識的相關經驗，對幼兒遷移表現的影響。基於此，本研究將進一步探究透過教導幼兒知識及探討故事間的相似性對幼兒解決需同時考量兩個因素問題的遷移表現的影響。