

三~六歲幼兒因果推理的發展

莊麗娟

國立屏東教育大學幼兒教育學系

lichuan@mail.npue.edu.tw

摘 要

本研究旨在探測生命早期「因果推理」的發展，分成「法則的歸納」、「證據的推衍」與「問題的驗證」三個向度進行檢視。為了進一步瞭解此因果推理能力是否具有跨領域的關聯性，研究者另以「心智理論」作業，進行相關分析。研究結果顯示：(1) 3 歲幼兒已能從系列證據中，有效歸納出因果法則；(2) 3 歲幼兒已能依據因果法則，概略推衍出一系列的支持性證據；(3) 在聚焦性系列提問的引導下，3 歲幼兒亦能依據問題性質，有效形成驗證性的設計；(4) 因果推理具有跨領域的關聯性，其與心智理論間存有中度相關。整體而言，在因果推理上，幼兒已超越直覺層次，呈現出邏輯性的思維潛能。

關鍵詞：因果推理、假設、驗證

一、研究背景

(一)幼兒因果推理的潛能—能或不能？

幼兒的因果推理能力究竟如何？過去，發展心理學者假設年幼的孩子擁有極少的因果知識(Piaget, 1929)，認為嬰幼兒仍處於前因果時期，無法有效的作因果推理。然而，有別於上述觀點，另一研究脈絡，則以較創新、簡化的方式（如：減少變項數、降低先前信念的干擾、安排控制性或提示性問題），大膽探測幼兒的因果推理，結果發現：超越 Piaget 的評估，在 4 歲前，幼兒已完整建立因果推理的基本原則，甚至具有內在的天生結構，能作較抽象的推理 (Baillargeon, 2004; Gelman, 2003; Mandler, 2004)。此外，在涉及科學性探究的因果推理上，並發現：6 歲孩子已能從共變與非共變證據中形成假設 (Ruffman, Perner, Olson, & Doherty, 1993)，而 7、8 歲孩子則能決定有效的測試方式，進一步的驗證假設 (Sodian, Zaitchik, & Carey, 1991)。換言之，孩子已具因果推理的潛能。對照此保守與激進的觀點，研究者懷疑：幼兒在相對簡化的檢視情境中，所呈現的推理潛能，是否真如我們的想像？在對立觀點的爭議中，孩子的能與不能，真正的分際究竟如何？此疑點仍有待進一步澄清。

(二)幼兒因果推理的本質—直覺性或邏輯性？

Sobel, Tenenbaum 和 Gopnik (2004) 指出因果學習的機制分成四種層次，分別為：1. 學習聯結 (learning association)，類同動物在古典制約中之制約刺激與非制約刺激的聯結學習，此層次除了聯結外，並不理解真正的因果關係；2. 從聯結中推論因果關係 (inferring causal relations from association)，結合其他訊息，計算聯結強度，並轉換成因果強度；此層

次提供了因果推理與介入的基礎；3. 原理參數估計模式 (rational parameter estimation models)，基於共同發生事件的次數，估計因果參數，從一組資料評估因果關係的最大可能性，此層次已涉及機率的估算；4. 學習因果圖 (learning causal graphs)，基於條件機率，透過數學模式，抽象表徵各變項的因果結構，形成因果圖。據此觀之，推理的本質，可能是直覺性，也可能是邏輯性。前者主要是透過聯結模式，作因與果的配對；而後者則需考量多層面的條件訊息，形成機率的觀念，分析可能的因果。

雖然 Gopnik 等人 (2001)、Sobel 等人 (2004)、Schulz, Gopnik 和 Glymour (2004) 曾透過新奇的設計 (如：會發出音樂的盒子、齒輪組)，讓孩子從間接線索中，找到能讓盒子發聲的積木；或從齒輪組的轉動型態，找到造成轉動的齒輪。該類研究指稱 3~5 歲幼兒的推理，已超越直覺性的聯結模式，能估算機率或推估因果結構，呈現出「層次四」的學習機制。然而，此論點仍受質疑。Asgari-Targhi (2006) 即指出孩子並不易學會機率概念；McClelland 和 Thompson (2007) 亦指出，此類因果推理，仍然只是聯結模式的擴展，係依賴事件的共變性 (co-occurrence) 來進行判斷。

對照此激進與保守的觀點，研究者懷疑：幼兒在一些持守樂觀看法的研究中所呈現的推理本質，是否真如學者們的詮釋一般？當孩子看到「盒子上同時放上 A、B 二積木時，機器會發出音樂；只放 A 積木時則否」，進而推測「B 積木是造成盒子發聲的關鍵積木」，是否真的是運用了 screening off 的思維策略？也許他們只是單純的運用排除法，並未完整考量到條件機率。若是如此，幼兒的因果推理，仍只停留在「直覺性」的層次。對於孩子能否作「邏輯性」思維，我們需要更多的研究證據。

(三)幼兒因果推理的內涵—法則的歸納、證據的推衍與問題的驗證？

因果推理能否用較關鍵性的向度來探測？目前，學者們對年幼孩子的因果推理，仍較偏向於從證據與假設之間的關聯性來著手，亦即檢視他們是否能從證據中形成假設 (或稱歸納法則)。為了探測此能力的表現層次，目前證據型態已延展出多種類型，例如：從單純至複雜 (變項增加至多個)、由直接至間接 (證據無法直接對應，需作轉換分析)、由外顯至內隱 (線索隱藏在物件之中，無法看見)。然而，為了層次性的探測幼兒的因果推理能力，我們應超越先前研究，在向度上作系統的擴展。1. 證據與法則之間，並非只是順向關聯，從法則反向推衍證據，應更能觸及深層的推理。事實上，依據因果法則推衍出支持此法則的系列證據，更需後設認知 (Klein, 1998)，因為孩子必須不斷的監控所推衍的多種證據之間是否矛盾？是否一致性的支持特定法則？目前，多數研究對於「證據的推衍」，均未明確的涉及。僅 Klein (1998) 曾透過圖卡道具，要求學齡兒童自行排列出能符合特定因果法則的系列證據，在「證據推衍能力」的探測上，有了較進一步的開發，只是該研究設計開放度過高，並不適用於幼兒。2. 問題的驗證，應是一種更具系統性的後設能力，Yeany (1986) 即指出設計驗證性實驗的能力，是科學探究中最為關鍵的整合性技能。雖然嚴密的系統性檢證能力，即使成人亦不成熟，但若能作層次性的設計，仍可能探測出幼兒在驗證能力上的潛能區間。其中 Sodian 等人 (1991) 曾以「單一測試即可產生結論」的簡化方式，針對 7、8 歲孩子進行探測，發現孩子已初具驗證能力，此研究在「問題驗證能力」的探測上，有明確的開發，只是施測的語文性引

導過多，試題的層次性較少，較不適用於幼兒。

基於上述，本研究調整早期研究設計，以更簡明、趣味的方式，以及較完整的向度（含法則的歸納、證據的推衍、問題的驗證）來檢視幼兒的因果推理，期澄清近年來發展心理學研究的疑點。研究者將年齡層往下延伸至 3 歲，並作逐年的檢視，以較明確分析生命早期因果推理的萌發與轉變。此外，為了檢視因果推理能力是否具有跨領域的關聯性，研究者另以心智理論（theory of mind），進行對照。歷年來，不少學者們認為：心智理論是一種領域特定的認知機制，不同於其他認知機制（Atran, 1998; Baron-Cohen, 1994; Leslie & Thaiss, 1992）。因此，若能對照這種性質殊異的領域，作相關分析，尤有助於檢視因果推理的跨領域關聯性。

二、研究目的

- (一)探討 3~6 歲幼兒的因果推理能力（含法則的歸納、證據的推衍、問題的驗證三者）。
- (二)探討因果推理能力的跨領域關聯性（因果推理與心智理論的相關）。

三、研究方法

(一) 研究樣本

本研究樣本來自高雄市公、私立各二所幼稚園。研究者在 3~6 歲每個年齡層中取樣 20 人，男女各半，合計 80 人。各年齡層的分齡分佈與平均值，分別為 3 歲組（3;0~3;4，平均 3;2）、4 歲組（4;0~4;4，平均 4;2）、5 歲組（5;0~5;4，平均 5;2）、6 歲組（6;0~6;3，平均 6;1）。全體樣本的家庭背景，多數為經商或民營機構基層員工（占 44%），文教或高科技人才者占 18%；家長學歷主要介於高職至專科之間（占 47%），碩士以上學歷者占 8%。

(二)研究工具

本研究工具分成「因果推理作業」與「心智理論作業」兩大部分。「因果推理作業」含「法則的歸納」、「證據的推衍」、「問題的驗證」等三向度，分別檢視幼兒是否能從一系列的展示事例中，歸納出因果法則？是否能依據因果法則，有效推衍出一系列的支持性證據？是否能依據待解決問題，形成具有驗證性的設計？「心智理論作業」則含「錯誤信念」、「欺騙」、「外表／真實」等三向度。分別檢視幼兒是否能理解在未預期移位下（假造證據，將線索移位），不同角色的信念差異？是否能偽造證據來誤導他人的判斷？是否能超越外表的干擾，辨明事物內在的真實本質？

本工具在初步編製後，共預試二次（每次 4 名幼兒，3~6 歲各 1 人），並於呈現類別、順序、提示語、分析型態上，請益科學教育學者 2 人、認知心理學與評量學者 1 人、幼兒發展學者 1 人，及資深幼教師 2 人，多次修訂以至定稿。其架構與內涵，見表 1、2。

表 1 三~六歲幼兒「因果推理作業」之架構與內涵

向度	具體內容	施測方式
一、法則的歸納		
(一)直接證據	分析重點： 是否能從完整可直接比對的展示事例中，找到因果法則？ 試題內容： 1. 共變（含單變項及雙變項），共 2 題，分別為花與昏倒、飛機與飛行高度。 2. 非共變（含單變項及雙變項），共 2 題，分別為食物與胖、狗與奔跑速度。 呈現型態：程式動畫為主，圖片為輔。	1. 前導暖身，請幼兒當偵探 2. 動畫呈現 4 個展示事例 3. 呈現測試題，提供 3 個選項，讓幼兒推測可能結果。 (1)會..？ (2)不會..？ (3)都有可能？
(二)間接證據	分析重點： 是否能從不完整需經轉換的展示事例中，找到因果法則？ 試題內容： 主題為「花與昏倒」 1. 唯一可能（screening off），1 題。 2. 非唯一可能（backward blocking），1 題。 呈現型態：程式動畫為主，圖片為輔。	1. 前導暖身，請幼兒當偵探 2. 動畫呈現 2 個展示事例（每一展示含 2 種花色） 3. 呈現測試題，提供 3 個選項，讓幼兒推測可能結果。 (1)會昏倒？ (2)不會昏倒？ (3)都有可能？
二、證據的推衍		
(一)因果性法則	分析重點： 是否能對因果法則，有效推衍出一系列的支持性證據，形成關鍵變項與效果之間的共變關係？ 試題內容： 主題為「放風箏」 1. 單變項（箏尾長度），1 題。 2. 雙變項（箏尾長度、箏面形狀），1 題。 呈現型態： 圖卡並配合實際操作。	1. 前導暖身，說明活動方式 2. 告知法則 「長尾巴的風箏一定飛的高」 3. 呈現 4 個風箏，出現順序隨機。 4. 請幼兒排列至背景圖合宜高度。
(二)非因果性法則	分析重點： 是否能對非因果法則，有效推衍出一系列的支持性證據，形成關鍵變項與效果間的非共變關係？ 試題內容（同上） 呈現型態（同上）	1. 前導暖身，說明活動方式。 2. 告知法則 (1)簡約用語 「長尾巴的風箏不一定飛的高」 (2)明確用語 「...有時飛的高，有時飛的低」 3. 呈現 4 個風箏，出現順序隨機。 4. 請幼兒排列至背景圖合宜高度。
三、問題的驗證		
(一)包容性	分析重點： 是否能找到某關鍵因素來「包含所有的可能性」。 試題內容： 餵食作業（feed task） 1. 明顯線索（長嘴鳥與短嘴鳥），1 題。 2. 隱微線索（高狗與矮狗），1 題。 呈現型態：程式動畫為主，圖片為輔。	1. 前導暖身，動畫介紹鳥嘴長度與狗高度，並確認幼兒已熟知。 2. 動畫呈現測試事例，讓幼兒決定食物應放在哪裡？淺洞或深度？低處或高處？才能讓動物都吃得到。

(二)排除性

分析重點：

是否能形成具有驗證性的設計？找到某關鍵因素來「過濾出唯一的可能性」。

試題內容：

查明作業(find out task)

1. 明顯線索(長嘴鳥與短嘴鳥)，4 題。

2. 隱微線索(高狗與矮狗)，4 題。

呈現型態：程式動畫為主，圖片為輔。

1. 前導暖身，動畫介紹鳥嘴長度與狗高度，並確認幼兒已熟知。

2. 動畫呈現測試事例。

(1)讓幼兒決定食物應放在哪裡？淺洞或深度？低處或高處？才能知道晚上是哪種動物來過。

(2)作系列性提問

A 非決定性證據：

(食物在淺洞或低處，食物不見了)

B 決定性證據：

(食物在深洞或高處，食物不見了)

(食物在深洞或高處，食物還在)

讓幼兒推測是哪種動物來過？

表 2 三~六歲幼兒「心智理論作業」之架構與內涵

向度	具體內容	施測方式
一、錯誤信念	分析重點： 是否能理解在未預期移位下(將線索移位偽造)，不同角色的信念差異，辨明其間的真實信念與錯誤信念？ 試題內容： 1. 因果性(花與昏倒)，1 題。 2. 非因果性(食物與胖)，1 題。	呈現型態：程式動畫 1. 幼兒在場→ 動畫呈現 4 個真實的展示事例 2. 將線索偽造移位→ A 玩偶出現 3. 詢問幼兒： (1)A 玩偶會認為是哪種顏色的花(食物)讓人昏倒(發胖)？(錯誤信念) (2)實際上是哪種顏色的花(食物)讓人昏倒(發胖)？(真實信念)
二、欺騙	分析重點： 是否能偽造證據來誤導他人的判斷？ 試題內容： 1. 因果性(食物與胖)，1 題。 2. 非因果性(花與昏倒)，1 題。	呈現型態：圖卡 1. 幼兒在場→ 4 個真實的靜態展示事例 2. 請幼兒偽造下列證據，來誤導 B 玩偶。 (1)吃藍色的食物會變胖 (2)紅花不一定能讓人昏倒
三、外表／真實	分析重點： 是否能超越外表的干擾，辨明事物內在的真實本質？ 試題內容： 1. 尋找，1 題。 2. 鑑定，1 題。	呈現型態： 實物模型(海洋造型藍色遮色片) 圖卡(白、黃、藍、綠、黑色的鯊魚) 1. 讓白、綠、黑鯊魚在藍色透明遮片的內外游動，讓幼兒明顯看到魚顏色的變化。 2. 將魚全部游入遮色片內，請幼兒找到與遮色片外相同顏色的魚(尋找) 3. 將遮色片內的魚排列，請幼兒說明每隻魚看起來的顏色與真正的顏色(鑑定)

(三)實施程序、方法與資料分析

本研究實施程序、方法與資料分析，見表 3。

表 3 實施程序、方式與資料分析法

實施程序	方式	資料分析
(一) 樣本擇取	3~6 歲每年齡層擇取 20 人(均勻含高、中、低智商)，全體共 80 人；並調查家庭背景資料(家長職業與教育程度)。	1. WPPSI-R 之分數統計，計算平均數與標準差。 2. 家庭背景資料百分比統計
(二) 概念檢視	分 5~6 次完成。每次約 15~20 分鐘。必要時，由幼兒教師陪同，協助溝通語意。此概念檢視之要點為： 1. 施測中隨時檢視幼兒在試題間的推理法則是否一致？一旦出現矛盾點，需進行不同時點的確認，以取得較真實的訊息。 2. 必要時，配合幼兒反應，置換試題選項，以取得額外的訊息，探測其可能的推理機制。 3. 以數位錄影及筆記作詳實紀錄。	1. 統計分析： 二因子變異數分析。 2. 描述分析： 由研究者及二名資深教師進行資料的詮釋分析，並由科學教育與幼兒認知發展學者鑑定，含(1)認知發展的侷限(2)概念萌發的跡象(3)思考機制的歸納等三者。評分者一致性.92~.96。

四、研究發現

(一)3~6 歲幼兒的因果推理能力

1. 「法則的歸納」：本研究發現，幼兒對於系列性證據已能初步歸納因果法則。首先，在「直接證據」上，無論是共變或非共變情境，幼兒已能辨明某一特定因素是否具有關鍵性的影響力？答對率已達.85 以上，及至 6 歲時，此推理能力大致成熟。其次，在「間接證據」上，幼兒的表現則較為歧異，在「唯一可能」的情境中，孩子的表現尚佳，各年齡答對率介於.80~1.00 之間，頗能有效推測造成某特定結果的關鍵因素；然而在「非唯一可能」的情境下，孩子們則呈現「證據不足即作武斷推論」的傾向，答對率明顯銳減，答對率僅介於.10~.45 之間，即使 6 歲幼兒，仍有超過半數的孩子，未能周密思考各種可能性，偏執的認定某因素的影響力。

2. 「證據的推衍」：本研究發現，相較於前一向度(法則的歸納)，幼兒在本向度(證據的推衍)的答對率明顯較低。易言之，此二向度之因果推理，雖然都著力於分析證據與法則之間的關聯性，但對幼兒而言，由一而多(一法則而至多證據)似乎比由多而一(多證據而至一法則)，更具挑戰性。在「證據的推衍」上，幼兒對「因果性法則」與「非因果性法則」的答對率明顯有別，前者答對率為 1.00，而後者則介於.10~.35 之間。在「因果性法則」中(即：長尾巴的風箏**一定**飛得高)，所有孩子均能有效的將 2 個長尾巴風箏排在高處，2 個短尾巴風箏排在低處，建構變項與效果間一致的共變關係。然而，在「非因果性法則」中(即：長尾巴的風箏**不一定**飛得高)，仍有半數以上的孩子維持這種排法，無視於「不一定」這個詞彙。此類固著現象愈年幼者愈易發生(3 歲組 80%有此傾向)，及至 6 歲仍未完全改善。再者，「非因果性法則」的另一種強勢錯誤，係以反向方式來呈現證據，這些幼兒當聽到「不一定飛的高」時，隨即將所有的長尾巴風箏都移到低處。施測現場看來，孩子對於非一致性的情況，顯得極為侷促，在運思與執行上，的確發生如晚近心智理論(theory of mind)學者所稱：「較無法抑制衝動，處理衝突性的線索」(Simpson, Riggs, & Simon, 2004)。

3.「問題的驗證」：本研究發現，幼兒在「包容性(餵食作業)」與「排除性(查明作業)」的答對率明顯有別，前者答對率為幾近 1.00，而後者則介於.50~.90 之間。在「包容性」中，除了極少數 3 歲幼兒外，所有孩子均能有效的推知，若想要餵食，應該將食物放在淺洞裡（長嘴鳥與短嘴鳥題），放在低處（高狗與矮狗），才能讓動物們都吃得到。然而，在「排除性」中，約有 1/3 以上的 3~5 歲幼兒維持這種推理，認為若想查出到底晚上是哪一種動物來過，還是應該將食物放在淺洞與低處，未能主動覺查此安排，一旦食物被吃掉了，仍無法查出真相（長嘴鳥或短嘴鳥都有可能；高狗或矮狗都有可能）。此類固著現象愈年幼者愈易發生（3 歲組 50%有此傾向），及至 6 歲時才明顯改善。易言之，在 5 歲以前，孩子們較無法主動思考多重可能性，敏銳的找到關鍵點來設計測試性的情境。此結果擴展 Sodian 等人（1991）的研究，更明確探測出此類推理的萌發年齡。然而，在經由系列提問的提示下（含非決定性與決定性證據的推理，而後讓幼兒重新思考「排除性」問題，孩子的答對率明顯提昇（初步推理為.40~1.00；再次推理為.80~1.00），即使是 3 歲幼兒亦有.80 以上的答對率，此現象似乎說明，幼兒在「問題的驗證」的推理中，其思考的侷限主要並不在於他們無法推理，而在於他們無力於同時作大量的思考。當循序提問時，無形中提供孩子思考的步驟，同時亦降低運思的訊息量，使其工作記憶的負荷大幅減輕，因此即使僅是單純提問（未給予提示或回饋），孩子對現象的辨明與多重可能性的鑑知，立即顯得精準。

(二)因果推理能力的跨領域關聯性

本研究發現，各類心智理論作業與因果推理間確實存有關聯性，唯隨著推理類別的不同，相關值頗有變異。其中，以「欺騙」（偽造證據）最具關聯性，相關值甚至高達.76；分析其原因，可能在於「欺騙作業」含有較多的後設認知成分，其中，除了需有效辨明證據所呈現出來的法則關係外，亦需較後設性的構思不同證據所呈現出來的可能效果，才能有效偽造證據來誤導他人的判斷，基此，其與因果推理作業才呈現較高度的關聯性。綜言之，因果推理與心智理論間呈現相關，實則顯示此因果推理能力具有跨領域的關聯性。（註：本論文節錄自 95-97 國科會三年期研究專案）

五、參考資料（限於篇幅，略）