

玩井字棋遊戲與幼兒執行功能之相關

張麗芬

國立臺南大學幼兒教育學系 副教授

中文摘要

井字棋遊戲是幼兒園中常見的桌遊，它可以很簡單，也可以很複雜，而學前階段也正是執行功能快速發展的時期。本研究目的在探討幼兒玩井字棋遊戲能力的發展，以及由執行功能三個成分對幼兒玩井字棋遊戲能力的預測效果。本研究以 33 位大班及中班幼兒為研究對象，以「井字棋遊戲作業」測量幼兒玩井字棋遊戲的能力，以後向數字廣度作業、白天/晚上作業、及向度改變卡片分類作業測量幼兒執行功能的三個成分（工作記憶、抑制控制、與心向轉換）。結果發現，大班幼兒在「贏」題型及井字棋遊戲的整體表現顯著比中班幼兒好。其次，幼兒在「贏」題型及井字棋遊戲總分都與工作記憶及執行功能總分有顯著正相關；而且工作記憶可以預測幼兒在「贏」題型及井字棋遊戲的表現。

關鍵字：井字棋遊戲、執行功能

壹、緒論

一、研究背景與動機

幼兒喜歡玩各式各樣的遊戲，隨著年齡的成長，各式棋類遊戲也逐漸成為幼兒在益智區的選擇，井字棋遊戲 (Tic-Tac-Toe game) 就是一種。井字棋遊戲是由二位玩家輪流在 3x3 方格內畫上 X 或 O，最快把三個 X 或 O 連成一線的人就贏。井字棋遊戲很簡單，即使學前幼兒也會玩；但是它也可以很複雜，即使對 9 歲兒童都還有挑戰性 (DeVries & Fernie, 1990)。皮亞傑學派學者 (例如 Kamii、DeVries) 認為，像井字棋遊戲這種團體的盤面遊戲有趣、具挑戰性、能讓幼兒思考，且自己評定成功，所以幼兒都積極參與，因此可以成為促成兒童認知與社會情緒發展 (發展自律) 的工具 (DeVries, 1998; DeVries & Fernie, 1990; Kamii & DeVries, 1980)，也可以促進幼兒邏輯數理知識的發展 (Kamii & Housman, 2000)。

DeVries與Fernie (1990) 進一步探討幼兒玩井字棋遊戲的發展，發現兒童從以特異方式玩棋子、自我中心地玩，之後開始在競爭中與對手合作地玩；從簡單的進攻策略，到最後可以統整進攻與防守策略。後來，Crowley與Siegler (1993) 分析兒童玩井字棋遊戲的策略發現，大多數的幼兒園幼兒知道如何贏，小學一年級兒童了解贏的規則而且多數會使用阻擋策略，小學三年級兒童能使用贏及阻擋策略。兒童首先想要找一個可以讓自己贏的棋路 (move)，如果不可得，兒童就尋找一個可以阻擋對手贏的棋路；而如果既無法贏或阻擋，就把棋子下在任一格，如果對手又沒發現，那就可能在下一步贏棋。然而以往並沒有研究探討兒童玩井字棋遊戲需要哪些心智能力或技巧，而這正是本研究的目的。

執行功能 (executive function) 是與學習相關的一般性技巧，也是學前教育的基礎 (McClelland et al., 2007)，而學前階段正是執行功能發展的重要時期 (Bierman & Torres, 2016)。執行功能指的是一組認知技巧，它可以支持有意義、目標導向活動，讓我們能聚焦在相關訊息上、遵守規則、調節情緒反應等 (Best & Miller, 2010)。一般而言，執行功能至少包括三個相互關連的主要成分 (Diamond, 2013; Garon et al., 2008; Miyake et al., 2000)：工作記憶 (working memory；短期儲存並操弄有限訊息的能力。)、抑制控制 (inhibitory control；控制注意、壓抑衝動或優勢反應，以做出適當反應的能力。)、與心向轉換 (set shifting) 或認知彈性 (cognitive flexibility；彈性地在不同作業間轉換注意力，以及能彈性地運用規則改變或心向的能力)。

以往雖然有研究探討假裝遊戲與執行功能的關係 (Bierman & Torres, 2016)，但是很少有研究者探討規則性遊戲 (例如井字棋遊戲) 與執行功能的關係。本研究認為，兒童在玩井字棋遊戲時必須要記住自己的目標，提醒自己遵守遊戲規則，並隨時注意盤面上

的變化（工作記憶）；有時兒童也必需壓抑自己想要連成一直線的欲望，而作出更恰當的行為（例如先阻止對手連成一直線）（抑制控制）；所以兒童必須要能在「自己贏」與「阻擋對手」中因應情境變化而調整策略（心向轉換/認知彈性），才能達成自己的目標。因此本研究認為，玩井字棋遊戲的這些能力也都與執行功能的三種核心能力有相關，然而以往並沒有研究直接探討這兩者的關係。

不過，有一些實證研究的發現對這個想法提供了部分支持，例如，由於井字棋遊戲是一種規則性遊戲，研究發現兒童使用規則能力的發展與前額葉（prefrontal cortex）的發展有關（Bunge & Zelazo, 2006），而前額葉與執行功能的運作又有關（Wendelken et al., 2012）。井字棋遊戲也是一種策略性遊戲，Raijmakers 等人（Raijmakers et al., 2014）發現，5、6 歲兒童在玩策略性遊戲時，策略的使用與工作記憶有相關，所以 Raijmakers 等人推測玩策略性遊戲與執行功能中的計畫與抑制優勢反應應該也有相關，只是這個研究並未探討。井字棋遊戲也具有競爭性質，而研究發現，玩競爭性遊戲需要同時警覺構成的規則與對手玩遊戲的策略，因此也會與執行功能有關（Fizke et al., 2014）。

綜合以上，以往研究已經對於幼兒玩井字棋遊戲的能力與執行功能的關係提供部份實證支持，本研究將直接探討這兩者的關係，以增加對兒童玩井字棋遊戲所需要的心智能力的了解。明確而言，本研究的目的除了探討幼兒玩井字棋遊戲能力的發展之外，也直接探討幼兒玩井字棋遊戲的能力與執行功能三個成分的相關，以及執行功能各成分對幼兒玩井字棋遊戲能力的預測效果。本研究的發現可以了解幼兒在玩一些規則性遊戲時所需要的心智能力與技巧，在理論上，研究發現可以增加對規則性遊戲與執行功能關係的認識；在實務上也可以提供成人對幼兒的遊戲有更多了解，並對指導幼兒玩遊戲時的建議。

二、研究目的、待答問題與研究假設

由以上的研究動機與背景，本研究的目的在探討幼兒玩井字棋遊戲能力的發展，以及由執行功能三個成分對幼兒玩井字棋遊戲能力的預測效果。本研究的待答問題有：

- （一）大班與中班幼兒玩井字棋遊戲的能力是否有差異？
- （二）執行功能三個成分與幼兒玩井字棋遊戲能力的多元相關為何？其預測效果為何？及其解釋力是否差異？

根據研究問題，本研究假設：

- （一）大班與中班幼兒玩井字棋遊戲的能力有顯著差異。
- （二）執行功能的三個成分可以預測幼兒玩井字棋遊戲的表現。

貳、文獻探討

文獻探討部分先探討井字棋遊戲，其次是執行功能，最後探討幼兒玩井字棋遊戲與執行功能之關係。

一、井字棋遊戲

井字棋遊戲是個簡單的二人遊戲，二位玩家輪流在 3x3 方格內畫上 X 或 O，最快把三個 X 或 O 連成一線（直線、橫線或對角線都可以）的人就贏，如果雙方都無法連成一條線，就算平手。井字棋遊戲可以讓兒童學習空間推理（從盤面上尋找可以形成一直線的各種方式）、時間推理（先預想未來自己可以走的棋路）、去自我中心（思考對手可能的想法，學習考慮他人的觀點）、有關策略的推理（思考各種可能贏的策略）（DeVries & Fernie, 1990）。而且因為遊戲是二人輪流，所以兒童必須在動態且互動情境中作彈性思考，才能找到最適合的策略（Crowley & Siegler, 1993）。

（一）兒童玩井字棋遊戲的發展階段

DeVries與 Fernie（1990）透過訪談兒童有關玩井字棋遊戲相關問題的方式，探討兒童玩井字棋遊戲的發展階段，結果發現兒童玩井字棋遊戲的能力可以分成五個發展階段：

1. 階段0動作與個人玩耍（3歲以下）：兒童以特異方式玩棋子（例如堆疊、丟或拿來扮演），兒童不知道遊戲規則，而是以自己的方式玩棋子。

2. 階段I自我中心地玩（3、4歲）：兒童從對手的外在行為注意到某些遊戲規則，但是無法完全遵照規則來玩。這個階段可以再分為二個次階段：(1)階段IA模仿遊戲的型式：兒童知道也嘗試遵守遊戲規則，但是有時會違反規則，有時則不太了解何謂「一直線」。(2)階段IB一致地輪流玩：兒童了解何謂「一直線」的意思，也建立了輪流玩的順序，但是還不了解遊戲的競爭性質，不太在意誰先連成一直線。

3. 階段II在開始的競爭中合作（5、6歲）：兒童了解玩的雙方有相反的意圖，但是不太了解別人的意圖。這階段也可以分為二個次階段：(1)階段IIA有競爭的態度（4、5歲）：兒童想要贏，知道三個O或X連成一直線就贏，也了解玩的雙方有相反的意圖。(2)階段IIB有時會阻擋（5、6歲）：競爭性態度開始出現，現在兒童有時會看出可以透過阻斷對手連成直線的方式來阻擋對手贏。不過，此時的兒童仍比較關心進攻，所以並不一定會在需要時使用阻擋。

4. 階段III用簡單的進攻策略來考慮防守：這階段可以分為二個次階段：(1)階段IIIA需要時經常出現阻擋（5至8歲）：兒童可以同時考慮進攻與防守，並隨著情境選擇最適合

的策略。(2)階段IIIB知道先連成一直線的人贏：兒童統整井字棋遊戲的空間、時間、及社會面向，知道先連成一直線的人贏，所以在知道對手贏了之後，很少會繼續走下一步，也知道只有一個人會贏。

5. 階段IV統整進階的進攻與防守策略(7歲以上)：兒童可以規劃形成二條直線的棋步(兩條線策略)，這樣，對手即使在下一步阻擋了一條直線，他還有第二條直線以確保可以贏。(1) 階段IVA設計兩線策略(7歲以上)：一開始兒童只是偶爾發現可以使用兩線策略的時機，但是兒童若太投入設計兩線策略，可能會讓他疏於必要的阻擋或漏失贏棋的契機。(2) 階段IVB隨著情境的需求在設計兩線策略與阻擋之間轉換(11歲以上)：兒童彈性地隨著情境的需求在設計兩線策略與阻擋之間轉換，最後統整進攻與防守策略作出最好的決定。

(二) 兒童玩井字棋遊戲策略之研究

Crowley 與 Siegler (1993, 實驗一) 考驗成人與幼兒園(73個月)、小學一年級、小學三年級兒童獲得井字棋遊戲規則的順序，結果發現，大多數幼兒園幼兒知道如何贏，大約半數知道如何阻擋。全部的小學一年級兒童了解贏的規則，而且大多數會使用阻擋策略，少數可以使用兩線策略。所有小學三年級兒童會使用贏及阻擋策略，多數可以使用兩線策略。此外，Crowley 與 Siegler 也發現，兒童獲得井字棋遊戲策略的順序是由贏策略(win)到阻擋策略(block)，再到兩線策略(fork；製造一個能連成二條直線的機會，讓對手無法同時阻擋)，最後是阻擋兩線策略(block fork，阻擋對手可能的兩線策略)。而且這些規則是一個接著一個的出現，而不是同時出現使用許多不同的規則，出現的順序正如 Crowley 與 Siegler 的預期。此外，Crowley 與 Siegler 在實驗二也發現，幼兒會因為情境的改變而調整使用的策略，當情境要求使用防守時，幼兒比較可能使用阻擋規則；而當情境要求使用進攻時，幼兒比較不可能使用阻擋規則。之後 Kamii 與 Nagahiro (2008) 用比較簡化方式探討4至7歲幼兒玩井字棋遊戲的發展階段後也有類似發現，幼兒是先嘗試贏的棋步，之後嘗試去阻擋對手，最後再依情境的需要採取贏或阻擋的做法。

綜合以上文獻，井字棋遊戲是一種規則性的遊戲，玩的人必須遵守遊戲規則；它也是一種策略性遊戲，如果想要贏，玩的人必須思考使用策略；它也是一種競爭性遊戲，玩的雙方都想要贏。

二、執行功能

學前時期是發展執行功能基礎的重要時期(Bierman & Torres, 2016; Carlson, 2005)，而執行功能在學前時期的快速發展，也提供了幼兒進入正式學校學習的神經科學基礎。研究發現，學前時期的執行功能各成分與幼兒的語文及數學能力有相關(黃靜瑤、張麗

芬, 2016; Chang, 2019; McClelland et al., 2007), 執行功能也與幼兒的社會技巧(Benavides-Nieto et al., 2017)、社會能力(Razza & Blair, 2009)有正相關, 執行功能也可以促進兒童的社會情緒發展(Riggs et al., 2006), 甚至影響兒童日常生活中的社會能力與社會互動(Ciairano et al., 2007)。這些發現使得幼兒的執行功能成為近來研究的熱門主題。

執行功能指的是一組認知技巧, 它可以支持有意義、目標導向活動, 讓個體能聚焦在相關訊息上、遵守規則、調節情緒反應等(Best & Miller, 2010)。雖然以往研究者對執行功能的用詞及精確定義並沒有共識, 但是研究者一般同意, 執行功能這個廣泛的架構涵蓋許多相互關連的功能, 其中至少包括三個主要成分(Diamond, 2013; Garon et al., 2008; Miyake et al., 2000): 工作記憶(或更新, updating)、抑制控制、及心向轉換(或認知彈性)。

執行功能在學前時期發展快速(Bierman & Torres, 2016; Carlson, 2005), 特別是在 3 至 6 歲之間(Best & Miller, 2010; Garon et al., 2008), 之後, 執行功能在兒童期仍會持續成長(Diamond, 2006)。Garon 等人(2008)的統整模式指出, 執行功能三個成分的基本型式在出生至 3 歲期間出現, 而在 3 至 6 歲期間, 幼兒會出現一些重要成就, 包括在心裡記憶並操弄訊息、使用心裡記憶的規則抑制反應、及彈性地反應並分配注意力, 這使得 3 至 6 歲幼兒可以發展更複雜的技巧。以下說明執行功能這三個成分的意義與發展。

(一) 工作記憶

工作記憶是指在心裡短暫保留訊息, 並隨時更新, 同時也能操弄這些訊息的能力(Baddeley & Hitch, 1974)。Garon 等人(2008)將工作記憶分為二種:(1)簡單工作記憶: 只牽涉到在心裡短暫保留訊息的歷程, 可以用延宕反應(delayed response)、數字/單字廣度(digit/word span; 依序記憶一串數字或單字)、柯西方塊(Corsi block span)等作業來測量。(2)複雜工作記憶: 在心裡記住訊息並更新/操弄訊息的歷程, 可以使用的測量作業有: 後向數字廣度(backward digit span; 依相反順序記憶一串數字或單字)、後向柯西方塊(backward Corsi block span)、靜止鍋(stationary pots; 依序翻開數個鍋子, 以找到所藏的貼紙, 翻過的不可以再翻)、旋轉鍋(spinning pots)等(Carlson, 2005; Garon et al., 2008)。

簡單工作記憶在嬰兒 6 個月大開始發展, 例如嬰兒能在心中維持物體表徵一段時間(Pelphrey & Reznick, 2002)。而複雜工作記憶能力的發展比單純儲存訊息的發展更晚, 大約在嬰兒後期(約 15 個月時)開始, 然後持續到整個學前時期(Alloway et al., 2004)。例如兒童依相反順序記住的物件數目在 3 至 5 歲之間有進步, 從記住 1.58 個物件到 2.88 個物件(Carlson, 2005; Carlson et al., 2002)。

(二) 抑制控制

抑制控制指能夠控制自己的注意力、行為、思考、及/或情緒，忽視一個強而有力的先前傾向或外部誘惑，以便能做出適當或需要的行為 (Diamond, 2013)。抑制控制也可以分為二種 (Diamond, 2013; Garon et al., 2008)：(1)簡單的行為抑制 (behavioral inhibition)：只需壓抑、延宕、或停止一個優勢或自動化反應。以往研究者開發了許多適合用來測量學前幼兒反應抑制的作業 (Carlson, 2005; Garon et al., 2008)，例如不可以派典 (“don't” paradigm；要求幼兒不可以觸摸吸引人的玩具)、延宕滿足派典 (delay of gratification paradigm)、物品拿取作業 (object retrieval task；克服自動化反應)。(2)複雜的行為抑制或干擾控制 (interference control)：不只需要在心理保留一個規則並根據這個規則作反應 (工作記憶)，同時還需要抑制一個優勢反應 (抑制控制)。許多這類測量作業都需要在心裡記住一條規則，偵測到優勢或次優勢反應之間的衝突，並增加由上而下的控制，例如熊/龍作業 (bear/dragon task)、*「老師說」* 作業 (Simon says tasks)、開始/停止 (go/no-go tasks)。有些作業則需要抑制一個較強烈的優勢反應 (Carlson et al., 2004)，例如史篤普式作業 (Stroop-like tasks)、相反分類作業 (reverse categorization task)、草/雪作業 (grass/snow task)、白天/晚上作業 (day-night task)、少即是多作業 (less is more; Carlson et al., 2005)、手部遊戲 (hand game)、及敲-輕拍作業 (knock-tap; Hughes, 1998)。

研究發現，簡單的行為抑制在 2 歲多時出現，並在 2 至 3、4 歲時有顯著進步 (Posner & Rothbart, 2007)。而複雜的行為抑制則在學前快速發展，特別是 3 至 6 歲之間 (Best & Miller, 2010; Garon et al., 2008)，主要是與前額葉的快速成熟有關 (Casey et al., 2005)。研究顯示，幼兒的抑制控制能力在 3 至 4 歲時發展最快，而 5 至 6 歲時達到頂峰 (Carlson, 2005)。例如雖然 3 歲幼兒知道規則 (例如看到月亮的圖要說「白天」)，但經常無法遵守規則，而 4 歲幼兒就沒這個問題 (Zelazo et al., 1996)。4 歲幼兒可以通過許多抑制控制作業，但在 5 至 8 歲間仍持續發展，特別是在需結合抑制控制與工作記憶的作業 (Carlson, 2005)。

(三) 心向轉換

心向轉換指彈性地不同反應、刺激特徵、心向、策略、或任務間轉換注意力，以及能彈性地運用規則改變或心向的能力 (Müller & Kerns, 2015)。適用於學前幼兒的心向轉換作業有反應選擇作業 (response selection tasks)、空間反轉作業 (spatial reversal tasks)、顏色反轉作業 (color reversal; Carlson, 2005; Carlson et al., 2004)、及物品反轉作業 (object reversal task)。最受注意的心向轉換作業就是向度改變卡片分類作業 (Dimensional Change Card Sort task, DCCS; Hongwanishkul et al., 2005; Zelazo, 2006)，兒童要根據顏色或形狀二個向度將一堆卡片分類為二堆，在分類期間會要求幼兒改變分類的規則 (例如先根據顏色分類，之後再改為根據形狀分類)，看幼兒能否彈性轉換分類的規則。

針對向度改變卡片分類作業的研究發現，彈性的規則使用在 3 至 5 歲之間有很大進步 (Hongwanishkul et al., 2005)，3 歲幼兒雖然能說出轉換後的規則，卻常常仍舊依照之

前的舊規則作分類，而 4 歲幼兒就能在不同規則間彈性轉換（Carlson & Moses, 2001; Zelazo et al., 2003）。

綜合以上文獻，執行功能的三個成分在幼兒的發展中扮演重要角色，雖然執行功能很早就開始發展，但是最重要的發展改變出現在 3 至 6 歲的學前階段。

三、幼兒玩井字棋遊戲與執行功能之關係

以往未有探討幼兒玩井字棋遊戲與執行功能關係的研究，但是因為井字棋遊戲是一種規則性遊戲、策略性遊戲，也是一種競爭性遊戲，因此可以從這三方面來分析。

（一）從規則性遊戲來看

Savina (2014) 認為，遊戲可以促進自我調節歷程（self-regulation processes），其理論基礎來自 Vygotsky 的理論。研究也支持以上看法，幼兒自發的想像性遊戲與執行功能有正相關（Berk & Meyers, 2013），4 歲幼兒的假裝遊戲可以促進執行功能的發展（Carlson et al., 2014）。相較於假裝遊戲，有規則的遊戲比較有結構，更需要認知能力與自我調節（Reid, 2001）。有規則的遊戲讓兒童能去集中化，並考慮他人的觀點（Kamii & Housman, 2000），而且兒童需要把規則記在工作記憶中，以及依據口語或非口語訊號的指示做特定行動或不行動，因此推測與執行功能有相關。

由於井字棋遊戲是一種規則性遊戲，研究發現兒童使用規則能力的發展與前額葉的發展有關（Bunge & Zelazo, 2006），而前額葉與執行功能的運作又有相關（Wendelken et al., 2012）。此外，訓練研究也支持玩規則性遊戲能促進幼兒執行功能的發展，例如 Tominey 與 McClelland (2011) 對 4 歲幼兒進行一個團體的介入方案，以了解方案對幼兒自我調節能力的效果。方案內容是利用團體方式進行有規則的遊戲，全部的遊戲都需要幼兒注意聽教師指令，並將規則記在工作記憶中；其中有些遊戲還需要幼兒對特定指令進行抑制或引發某些反應（例如看到綠燈時走動，看到紅燈要停止），另有些遊戲則需要幼兒隨著音樂的速度調整自己的動作（例如聽到音樂時跳舞，音樂停就保持不動）。研究結果雖然沒有發現介入方案對自我調節能力有全面性的顯著成效，但是卻發現介入方案對那些在前測中自我調節能力低的幼兒特別有效。不過這個研究只測量幼兒行為上的抑制控制能力，而不是測量全部的執行功能。而另一個研究中，Savina 與 Oganezova (2012; 引自 Savina, 2014) 探討玩規則性遊戲對 6、7 歲幼兒抑制控制與工作記憶的效果，研究結果發現，玩規則性遊戲的兩組實驗組幼兒的抑制控制及工作記憶都優於控制組幼兒。

（二）從策略性遊戲來看

井字棋遊戲是講究策略的遊戲，Crowley與Siegler（1993）認為，在下棋情境下個人需彈性地改變個人的目標與策略，以便彈性地適應環境的變化；但是在過程中，個人也不能忘了自己的目標。在這種情形下，有時無法立即滿足個人需求，而是必須在立即反應與長程目標間取得平衡。井字棋遊戲就是一個玩家的潛在目標有衝突的遊戲，所謂「目標有衝突」是指每個人都想贏，不想輸，而如果聚焦在其中一個目標，就有可能忽略另一個目標，使得這兩個目標之間有衝突。因此對尚處於自我中心階段的幼兒而言，要同時注意這兩個目標推測應該有相當困難，兒童的困難在於要同時滿足進攻與防守的目標。Crowley與Siegler指出，因為有許多因素會影響輸贏（例如了解對手的技巧、在某種情境中贏或不輸的目標哪個比較重要、以及誰先開始下），所以兒童的策略就需要隨情境而調整，兒童若要贏就要統整這兩個目標。

實證研究（Raijmakers et al., 2014）發現，在控制兒童的年齡與其他能力之後，5、6歲幼兒在玩策略性遊戲時，策略的使用與工作記憶有相關，這可能是因為玩策略性遊戲中有許多認知負荷，因此兒童需要在工作記憶中同時記憶並處理許多訊息。Raijmakers等人進一步推測玩策略性與執行功能應該也有相關，因為策略性遊戲也需要計畫與抑制優勢反應，只是這個研究並未進行探討。

Barrow 等人（Barrow et al., 2015）發現，在接受 10 週認知遊戲（對心智產生挑戰的遊戲，遊戲是結構化的、互動的、有清楚的規則、且規則愈來愈困難）介入之後，雖然接受介入的高危險群 4、5 歲幼兒沒有提高選擇性注意及反應抑制的能力，但是幼兒有比好的認知彈性。

（三）從競爭性遊戲來看

井字棋遊戲是合作的遊戲，Huyder 與 Nilsen（2012）發現，執行功能與幼兒在競爭情境中的社會行為無關，但是抑制控制可以抑制在合作情境中的不當或不適合的行為。另一個研究也發現，抑制控制能力與幼兒的合作行為有正相關（Ciairano et al., 2007）。

井字棋遊戲也是一種競爭性遊戲，玩遊戲的兒童需要訂定和遵守遊戲規則，而想贏的欲望也會讓兒童深思，不衝動行事，減少自我中心與計畫贏的策略（Kamii & DeVries, 1980）。研究指出，參與競爭性的遊戲，兒童不只需要專注在自己的目的上（要贏），也需要了解對手的觀點（對手也想贏，而這與自己的目的是有衝突的）（Priewasser et al., 2013），也就是，個人需要抑制個人的目的，同時了解對手的目的（Fizke et al., 2014）。

神經造影研究也發現，在合作與競爭性的社會遊戲中，與執行功能有相關的大腦區域會被活化，而在自己一人的獨自作業中則無此現象，這可能是在合作與競爭性情境中需要比較多注意及執行功能資源去監控自己與對手的行為（Decety et al., 2004）。

綜合以上文獻，井字棋遊戲是有規則的遊戲，需要認知能力與自我調節能力的支持；井字棋遊戲也是策略性遊戲，需要隨情境而調整策略，也需要計畫與抑制優勢反應。本研究推測，幼兒玩井字棋遊戲的能力應該與執行功能的三個成分有相關，只是究竟會與

哪個成分有最有相關，本研究尚無法作成假設。

參、研究方法

一、研究對象

本研究採用方便取樣，對臺南市國小附設幼兒園的二個班級發出家長同意書，選取有家長同意的大班及中班共 34 位幼兒為研究對象，但是其中一位幼兒一直無法進入研究狀況，因此刪除。總計有 33 位幼兒參與研究，其中大班 20 位，中班 13 位。大班幼兒年齡在 63 至 74 月之間，平均 70.10 個月 ($SD=3.75$ 月)；中班幼兒年齡在 53 至 62 月之間，平均 57.46 個月 ($SD=2.93$ 月)。考慮研究對象必須要會玩井字棋遊戲，因此參考老師意見，排除特殊幼兒及語言能力不佳幼兒。此外，由於需要測量幼兒玩井字棋遊戲的能力，因此施測者會先利用自由遊戲時間，先為個別幼兒進行教學，確認幼兒會玩井字棋遊戲。

二、研究工具

本研究使用的研究工具說明如下。

(一) 井字棋遊戲作業

本研究參考 Crowley 與 Siegler (1993) 的材料，發展出「井字棋遊戲作業」測量幼兒玩井字棋遊戲的能力，原先的作業包含 24 個未完成的棋局為題目，題目依 Crowley 與 Siegler 所發現的策略分為四種題型：贏、阻擋、兩線、及阻擋兩線，每種策略各有 6 題。研究者將題目初稿編製完成後，先請一位幼教師及一位任教幼保科系教師先就題目內容及施測指導語是否適當進行專家審查。之後以中、大班幼兒（共 11 位）進行預試，結果發現有二題使用阻擋策略題目的正確答案會無法區分幼兒是使用贏策略或阻擋策略，因此作修改。此外，由於幼兒幾乎無法回答阻擋兩線策略的題目，也無法在這類型題目中說出合理理由，因此正式施測時刪去阻擋兩線題型的 6 題，所以正式施測時只有 18 題，範例見表 1。解決題目所用的策略說明如下，(1)贏策略：幼兒會把 X 下在可以讓三個 X 連成一直線的地方。(2)阻擋策略：當幼兒發現二個 O 快要連成一直線時，選擇把 X 下在阻擋二個 O 連成一直線的地方。(3)兩線策略：幼兒發現自己有機會規劃形成二條直線的棋路（兩條線策略），所以選擇把 X 下在可以讓二條 X 連成一直線的地方。

施測時利用幼兒園的安靜空間，採個別施測方式。施測者請幼兒玩一個很像以前玩過的井字棋遊戲，只是有些 O 和 X 已經畫上去，請幼兒決定拿 X 棋的人下一步應該下

在哪裡才有可能贏，當幼兒決定後就詢問幼兒的理由，理由中需說出自己下一步的功能及/或對手可能的下一步。施測過程約 15 分鐘，而且全程錄影。

幼兒若答對一題且說出合理的理由（幼兒的理由中需說出自己下一步的功能及/或對手可能的下一步）就得到 2 分；如果只是答對題目或答對題目但答案不合理（例如，只說出自己下的一步之後，如果再下哪一步就會贏，但是無法考慮接下來是換對手下棋。），就得 1 分，最高 36 分。

表 1

「井字棋遊戲作業」的題型與題目範例

題型	題號	題目									
贏	1	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td>O</td><td></td></tr><tr><td>O</td><td></td><td></td></tr><tr><td>X</td><td>X</td><td>★</td></tr></table>		O		O			X	X	★
			O								
		O									
X	X	★									
阻擋	7	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>X</td><td></td><td>O</td></tr><tr><td></td><td></td><td>★</td></tr><tr><td></td><td>X</td><td>O</td></tr></table>	X		O			★		X	O
		X		O							
				★							
	X	O									
兩線	13	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>O</td><td>X</td><td>O</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>★</td><td>X</td></tr></table>	O	X	O					★	X
		O	X	O							
	★	X									

註：★表示正確答案

（二）測量執行功能

1. 後向數字廣度作業（backwards digit span task）

本研究使用後向數字記憶廣度作業測量幼兒的複雜工作記憶。施測方法參考 Gathercole 等人（Gathercole et al., 2004）的做法，施測者以每秒一個的速度念出一串不相關的數字，請受試者依數字串的倒反順序回答出正確的數字。每一回合有 4 題相同的回憶數字量，如果正確回答出其中 3 題就增加一個數字並進入下一回合，總共有五回合，第一回合從 2 個數字開始，範例題目見表 2。工作記憶分數是以幼兒所能正確複述的最多數字的個數代表，得分愈高代表工作記憶能力越好。Gathercole 等人（2004）測得 5 至 7 歲幼兒的再測信度是 .62。

2. 白天/晚上作業（day-night task）

白天/晚上作業是由 Gerstadt 等人（Gerstadt et al., 1994）所設計，目的在測量幼兒的抑制控制能力。幼兒需要去抑制作出真正反應（優勢反應），而去啟動一個相反（衝突）但適當的反應。例如聽到「白天」時指出「晚上」圖片，聽到「晚上」時指出「白天」

圖片。研究發現，這個作業對3.5至4.5歲幼兒相當困難，而對6至7歲幼兒則相當簡單（Gerstadt et al., 1994）。

施測時先確認幼兒能根據背景或圖案辨認「白天」及「晚上」這二張圖片，接著由施測者說出「白天」或「晚上」，幼兒則需要在聽到「白天」時指出「晚上」圖片，聽到「晚上」時指出「白天」圖片。題目共有 12 題，「白天」或「晚上」隨機出現。

計分方式是根據幼兒的反應計分，如果幼兒指認錯誤圖片，得到 0 分。如果一開始幼兒指錯，但後來自我訂正，最後指認正確，則得到 1 分。如果幼兒很快指認正確圖片，則得到 2 分。總分在 0 至 24 分之間，分數愈高表示幼兒的抑制控制能力愈好。以 4 至 5 歲幼兒為對象的研究發現，這項作業的再測信度為.84（Thorell & Wählstedt, 2006）。

表 2

後向數字廣度作業題目範例

	題目	答案	工作記憶得分
第一回合	6 1	1 6	2
第二回合	6 3 5	5 3 6	3
第三回合	2 6 1 9	9 1 6 2	4

3. 向度改變卡片分類作業（DCCS）

本研究採用 Zelazo（2006）的「向度改變卡片分類作業」測量幼兒彈性使用規則的心向轉換能力。此作業的施測材料依難度分為兩種：(1)標準版：材料為顏色（紅、藍）及形狀（愛心、星星）不同的四種卡片：紅色愛心、藍色愛心、紅色星星、藍色星星共 12 張，這四種卡片穿插，相同卡片不連續出現。(2)邊框版：材料為顏色（紅、藍）、形狀（愛心、星星）不同的四種卡片共 12 張，其中半數有邊框，半數沒有邊框。

施測時，請幼兒依照施測者指示，依顏色規則或形狀規則分類卡片到二個不同的盒子（盒子上各貼一張紅色愛心及藍色星星的圖）。作業先從標準版開始，先進行轉換前階段（pre-switch phase），請幼兒依某一特徵（例如顏色）分類 6 張卡片，幼兒如果有分類錯誤則不算通過。接著再進行轉換後階段（post-switch phase），請幼兒再依另一種特徵（例如形狀）分類 6 張卡片。如果幼兒能正確分類 6 張中的 5 張，則算通過轉換後階段。之後再進行更困難的邊框版，請幼兒根據卡片邊框的有/無進行依據顏色/形狀分類 12 張卡片（例如有邊框的卡片就依形狀分類，而無邊框的卡片就依照顏色分類）。邊框版的通過標準是 12 張中能正確分類 9 張以上。施測也是以個別方式進行，整個施測的時間大約 10 分鐘，全程錄影並錄音，以方便事後核對資料。

計分方式則根據 Zelazo（2006）的方法，Zelazo 建議如果同一研究中使用標準版與邊框版，計分方式為：如果幼兒未能通過標準版轉換前階段的分類，得 0 分。如果幼兒能通過標準版轉換前階段的分類，但未能通過標準版轉換後階段的分類，得 1 分。如果幼兒能通過標準版轉換前階段及轉換後階段的分類，但未能通過邊框版的分類，得 2 分。

如果幼兒能通過標準版轉換前階段及轉換後階段的分類，也能通過邊框版的分類，則得 3 分。分數愈高表示幼兒的心向轉換能力愈好。以 3 至 5 歲幼兒為對象的研究發現，DCCS 的 Cronbach α 值為.94 (Purpura et al., 2017)。

三、資料分析

本研究蒐集幼兒在「井字棋遊戲作業」及三個執行功能成分作業的得分，之後將執行功能三個成分分數的 z 分數相加代表整體執行功能能力。之後以 SPSS 20.0 套裝軟體進行以下統計分析以考驗假設。

(一) 檢驗假設一

以 t 考驗檢驗假設一，比較大班與中班幼兒在「井字棋遊戲作業」分數的差異。

(二) 檢驗假設二

先以皮爾森積差相關檢驗「井字棋遊戲作業」與執行功能三成分（工作記憶、抑制控制、及轉換能力）的得分及整體執行功能之間的相關。之後將執行功能的三個成分列為預測變項，以多元迴歸分析了解執行功能三個成分對幼兒玩井字棋遊戲能力的預測效果。

肆、研究結果與討論

本研究目的在探討幼兒玩井字棋遊戲能力的發展，以及由執行功能三個成分對幼兒玩井字棋遊戲能力的預測效果。經測量大班及中班幼兒玩井字棋遊戲的能力與執行功能能力之後，得到以下結果。

一、幼兒玩井字棋遊戲能力的發展

不同年齡幼兒在執行功能與玩井字棋遊戲能力的平均數 t 考驗結果列於表 3，由表中可以看出，大班及中班幼兒在工作記憶、抑制控制、及心向轉換平均數的差異皆未達到顯著水準，這表示大班及中班幼兒在工作記憶、抑制控制、及心向轉換能力並沒有不同。

由表 3 也可以看出，大班及中班幼兒在「贏」題型分數 ($t=3.04, p<.01$) 及井字棋遊戲總分 ($t=2.46, p<.05$) 平均數的差異有達到顯著水準，但是在「阻擋」及「兩線」題型

平均數的差異並沒有達到顯著水準。從平均數可以看出，大班幼兒在「贏」題型分數（11.05>6.85）及井字棋遊戲總分（15.45>10.54）顯著比中班幼兒高，他們也能對所下的棋路說出合理的理由。但是在較困難的「阻擋」及「兩線」題型中，大班及中班幼兒的表現並無差異，可能是因為幼兒在這兩種題型的答對率都很低造成。

表 3

幼兒執行功能與井字棋遊戲分數的描述性統計及 *t* 檢定分析表 (N=33)

變項	N	最低分	最高分	平均數	標準差	<i>t</i>
執行功能						
工作記憶						
大班	20	0	4	2.40	.98	1.78
中班	13	0	4	1.46	1.51	
總計	33	0	4	1.97	1.26	
抑制控制						
大班	20	8	24	20.45	4.06	.95
中班	13	0	23	18.77	6.17	
總計	33	0	24	19.79	4.97	
心向轉換						
大班	20	0	3	2.30	.73	.28
中班	13	1	3	2.23	.60	
總計	33	0	3	2.27	.764	
井字棋遊戲能力						
贏						
大班	20	0	12	11.05	2.70	3.04**
中班	13	0	12	6.85	4.49	
總計	33	0	12	9.39	4.03	
阻擋						
大班	20	0	12	3.50	4.32	1.54
中班	13	0	5	1.85	1.68	
總計	33	0	12	2.85	3.58	
兩線						
大班	20	0	3	.90	1.07	-1.18
中班	13	0	10	1.85	2.76	
總計	33	0	10	1.27	1.94	
總分						
大班	20	5	24	15.45	5.22	2.46*
中班	13	3	23	10.54	6.16	
總計	33	3	26	13.52	6.03	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

由於幼兒主要答對的題型是「贏」題型，因此將幼兒在這種題型所使用的策略進行分析，結果列於表 4。由表中可以看出，絕大多數的大班幼兒（113 次，94.17%）能說明是使用贏策略，但是只有 55.13%（43 次）的中班幼兒能說明是使用贏策略，其次則使用其他策略（32 次，41.10%）。

表 4

幼兒在「贏」題型所使用的各種策略次數分析

	贏策略	阻擋策略	兩線策略	其他	總計
大班(N=20)	113(94.17) ^a	0	2(1.67)	5(4.17)	120
中班(N=13)	43(55.13)	3(3.85)	0	32(41.10)	78
總計	156	3	2	37	198

^a：次數(%)

二、執行功能三個成分對幼兒玩井字棋遊戲能力的預測力

表 5 先列出幼兒玩井字棋遊戲能力與執行功能各成分及總分的相關，由表中可以看出，幼兒在「贏」題型的分數與執行功能成分中的工作記憶的正相關有達到顯著水準（ $r=.684, p<.01$ ）；而且幼兒在井字棋遊戲的總分也與工作記憶的正相關有達到顯著水準（ $r=.553, p<.01$ ）。這表示，當幼兒的工作記憶分數愈高，則他們解決「贏」題型題目及井字棋遊戲的整體表現也愈高。

因此本研究進一步以執行功能三個成分作為預測變項對幼兒玩「贏」題型遊戲能力進行多元迴歸分析，為避免執行功能的三個成分之間有高度相關的多元共線性會對多元迴歸分析造成不良影響，因此表 6 先呈現這三個成分之間的相關。由表中可以看出，執行功能的三個成分之間的相關皆不高，應可避免多元共線性的問題。

以執行功能三個成分作為預測變項對幼兒玩「贏」題型遊戲能力進行多元迴歸分析（見表 7），結果發現，整體的迴歸有達到顯著， $F(3, 29)=8.590, p<.01, R^2=.471$ ，表示執行功能三個成分可以解釋幼兒玩「贏」題型分數變異的 47.1%。針對三個預測變項對幼兒玩「贏」題型遊戲能力的預測力差異，經分析發現，只有工作記憶〔 $\beta=.666, t(29)=4.502, p<.01$ 〕能顯著預測幼兒玩「贏」題型的表現；其他抑制控制〔 $\beta=.041, t(29)=.279, p>.05$ 〕及心向轉換〔 $\beta=.036, t(29)=.258, p>.05$ 〕都是不顯著預測變項。

本研究另以執行功能三個成分作為預測變項對幼兒玩井字棋遊戲總分進行多元迴歸分析（見表 7），結果發現，整體的迴歸有達到顯著， $F(3, 29)=4.668, p<.01, R^2=.326$ ，表示執行功能三個成分可以解釋幼兒玩井字棋遊戲分數變異的 32.6%。針對三個預測變項對幼兒玩井字棋遊戲總分的預測力差異，經分析發現，只有工作記憶〔 $\beta=.536, t(29)=3.214, p<.01$ 〕能顯著預測幼兒玩井字棋遊戲的能力；其他抑制控制〔 $\beta=.012, t(29)=-.069, p>.05$ 〕及心向轉換〔 $\beta=.144, t(29)=.927, p>.05$ 〕都是不顯著預測變項。

表 5
玩井字棋遊戲能力與執行功能各成份的相關 (N=33)

	工作記憶	抑制控制	心向轉換
井字棋遊戲			
贏	.684**	.291	.086
阻擋	.206	.005	.302
兩線	-.086	.000	-.154
總分	.553**	.198	.187

** $p < .01$

表 6
執行功能各成份的相關 (N=33)

	工作記憶	抑制控制	心向轉換
工作記憶			
抑制控制	.382*		
心向轉換	.083	-.131	

* $p < .05$

表 7
執行功能三成分對幼兒在「贏」題型分數及井字棋遊戲總分的多元迴歸分析摘要表

	<i>B</i>	<i>SE</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>R</i> ²
效標變項：「贏」題型分數								
整體模式						8.590	.000	.471
預測變項								
工作記憶	2.125	.472	.666	4.502	.000			
抑制控制	.034	.120	.041	.279	.783			
心向轉換	.213	.824	.036	.258	.798			
效標變項：井字棋遊戲總分								
整體模式						4.668	.000	.326
預測變項								
工作記憶	2.560	.797	.536	3.214	.003			
抑制控制	.014	.203	.012	.069	.945			
心向轉換	1.289	1.390	.144	.927	.362			

三、研究討論

本研究目的在探討幼兒玩井字棋遊戲能力的發展，以及由執行功能三個成分對幼兒玩井字棋遊戲能力的預測效果。研究結果發現，大班幼兒在「贏」題型及玩井字棋遊戲總分的表現顯著比中班幼兒好。其次，幼兒在「贏」題型及玩井字棋遊戲總分與工作記憶及執行功能總分有顯著正相關；而且工作記憶可以預測幼兒在「贏」題型及玩井字棋遊戲總分的表現。以下對本研究的結果進行討論。

（一）幼兒玩井字棋遊戲能力的發展

本研究發現，大班幼兒在「贏」題型及井字棋遊戲總分的表現顯著比中班幼兒好，研究發現部分支持假設一。大班幼兒在「贏」題型的分數已接近滿分，這表示幼兒想要贏，不只能判斷正確棋路，也能說明合理的理由，例如「因為這邊連一排。」或「因為這樣子就連一條線。」，而也有半數中班幼兒（55.13%）能說出合理理由。但是大班及中班幼兒在「阻擋」及「兩線」題型的表現並無差異，事實上大班及中班幼兒在這兩種題型的分數都很低。這個結果支持 DeVries 與 Fernie（1990）的發現，即中、大班幼兒大致在井字棋遊戲的發展階段II「在開始的競爭中合作」，幼兒知道三個 X 連成一直線才能贏的規則，也能把 X 下在正確位置以便可以贏。不過幼兒仍然比較關心自己的進攻以連成一直線，只有偶爾才會出現阻擋對手，以致在大多數「阻擋」類型題目中，還是繼續使用贏策略，所以在這種類型題目的表現普遍不佳。這可能與學前幼兒認知上的限制有關，例如幼兒仍然很自我中心，欠缺去集中化的思考，去預想對手下一步棋會怎麼走及空間上有哪些可能性，然後採取一個行動讓對方無法成功。也可能是幼兒尚未發展出競爭性態度，只知道如何才會贏，但不一定知道如何阻擋對手（Crowley & Siegler, 1993，實驗一；Kamii & Nagahiro, 2008），缺少想贏的內在動機讓幼兒無法思考最好的策略（Kamii & Housman, 2000）。除了幼兒本身認知的限制之外，幼兒的在家庭或幼兒園中接觸策略性盤面遊戲的經驗也可能與玩井字棋遊戲能力有相關，但是本研究並未測量幼兒先前的井字棋遊戲經驗。

（二）執行功能三個成分對幼兒玩井字棋遊戲的預測

本研究發現，執行功能的各成分中，只有工作記憶（以後向記憶廣度測量）與井字棋遊戲中的「贏」題型及井字棋遊戲總分有顯著正相關，而且工作記憶可以預測幼兒在「贏」題型及井字棋遊戲的整體表現，這個結果部分支持假設二。因為井字棋遊戲是一種有規則的遊戲，以往研究（Kamii & Housman, 2000）認為，有規則的遊戲需要兒童把規則記在工作記憶中，並依據指示做特定行動或不行動，本研究結果支持以上看法。本研究結果也部分支持實驗研究的結果（Savina & Oganezova, 2012；引自 Savina, 2014），該研究發現，玩規則性遊戲的幼兒有較佳的抑制控制及工作記憶。由於玩井字棋遊戲也

需要使用策略，而以往研究也發現策略的使用與工作記憶有相關(Raijmakers et al., 2014)，本研究也有類似發現，可能是玩策略性遊戲會對兒童造成許多認知負荷，兒童需要在工作記憶中同時記憶並處理許多訊息（例如記住規則，研究棋子的位置、計畫下一步怎麼走），再決定最佳棋路，因此很需要工作記憶的認知技巧。

雖然以往研究者(Raijmakers et al., 2014)推測玩策略性遊戲時，兒童也需要計畫與抑制優勢反應，所以這類遊戲應該與執行功能也有相關，只是 Raijmakers 等人的研究並未進行探討。本研究則直接探討幼兒執行功能與幼兒玩井字棋遊戲能力的相關，但是結果並未發現幼兒玩井字棋遊戲的能力與執行功能的另二個成分——抑制控制與心向轉換——有相關，這與 Barrow 等人(2015)的發現不同，該訓練研究發現，接受認知遊戲（對心智產生挑戰的遊戲）介入後，幼兒有比較好的心向轉換，但是幼兒的反應抑制能力並沒有提高。Priewasser 等人(Priewasser et al., 2013)及 Fizke 等人(2014)也發現，參與競爭性遊戲時需要抑制個人的目的並聚焦去了解對手的目的。但是本研究並沒有相同發現，推測原因可能有三個，首先，解決「阻擋」及「兩線」題型需要幼兒了解對手的目的或彈性地在進攻與阻擋中轉換，但是幼兒在這二種類型題目中答對的題數都不多，以致並不需要使用到抑制控制與心向轉換，因此無法顯現與抑制控制及心向轉換的相關。其次，測量井字棋遊戲能力的作業是使用未完成的棋局為題目，幼兒的對手並不明顯（並不像真正遊戲中有個「真實」的對手），可能因此讓幼兒只注意到自己如何贏，未能注意到競爭對手的目的。最後，本研究的研究對象來自於大、中班混齡班級，幼兒之間可能有許多機會可以互相學習或模仿，以致不同年齡幼兒的執行功能分數的變異程度也不大。

雖然本研究發現玩井字棋遊戲與幼兒的工作記憶有相關，但是本研究仍有以下限制，首先，因為很少幼兒能答對「阻擋」及「兩線」兩種題型的題目，致使幼兒在玩井字棋遊戲的表現變異不大，如果能選擇會玩井字棋遊戲、且具有相當遊戲經驗的幼兒為對象，可能比較能看出玩井字棋遊戲與幼兒執行功能的相關。其次，由於本研究未控制幼兒玩盤面遊戲的經驗，也未將幼兒玩盤面遊戲的經驗納入分析，可能無法完整了解中、大班幼兒玩井字棋遊戲能力的差異。最後，本研究的受試者人數仍不多，特別是中班幼兒人數只有 13 位，這限制了研究結果的類推。

伍、研究結論與建議

一、研究結論

本研究目的在探討幼兒玩井字棋遊戲能力的發展，以及由執行功能三個成分對幼兒玩井字棋遊戲能力的預測效果，研究結果如下。

（一）幼兒玩井字棋遊戲能力的發展

大班幼兒在「贏」題型及井字棋遊戲總分的表現顯著比中班幼兒好，多數大班幼兒及半數中班幼兒能使用贏策略，但是很少幼兒能使用阻擋與兩線策略，幼兒大致在井字棋遊戲的發展階段II在開始的競爭中合作。

（二）執行功能三個成分對幼兒玩井字棋遊戲能力的預測效果

幼兒在「贏」題型及玩井字棋遊戲總分與工作記憶及執行功能總分都有顯著正相關；而且工作記憶可以預測幼兒在「贏」題型及井字棋遊戲的整體表現；而抑制控制與心向轉換並無法預測幼兒在井字棋遊戲的表現。

二、研究建議

（一）實務上的建議

遊戲是幼兒喜歡的活動，也是幼兒的學習方式，執行功能又與幼兒的學業學習有相關。本研究現幼兒玩井字棋遊戲與執行功能有正相關，因此建議幼教師及家長可以在日常生活中多與幼兒玩這種有規則、有策略的遊戲，因為玩這類型遊戲需要使用許多認知技巧，成人的支持可以鷹架幼兒進行這類有意義且目標導向的活動。

（二）未來研究的建議

1.本研究採用未完成的棋局為題目，測量幼兒玩井字棋遊戲的能力，發現幼兒不能如真正棋局般注意到競爭對手的目的，可能因此限制了幼兒玩井字棋遊戲的能力。未來研究可以考慮使用真實情境方式測量，可能比較適合幼兒。

2.本研究的研究對象來自於大、中班混齡班級，幼兒之間可能有許多機會可以互相學習或模仿，可能因此使得執行功能的年齡差異不明顯。建議未來研究者如果需要比較不同年齡的差異時，最好使用分齡班級幼兒，而且增加各年齡層人數。也可以把研究對象的年齡往上延伸至小學低年級，應該可以更了解兒童玩井字棋遊戲的發展趨勢。

3.測量執行功能各成分的作業有許多種，本研究只使用後向數字廣度作業、白天/晚上作業、及向度改變卡片分類作業測量工作記憶、抑制控制、及心向轉換這三種成分，未來研究者可以考慮使用其他作業測量執行功能。

4.基本上本研究還是相關研究，雖然發現幼兒的執行功能與玩井字棋遊戲能力有相關，也能預測幼兒玩井字棋遊戲的表現，但是無法澄清因果關係。建議未來研究者可以進行訓練研究，以澄清兩者間的因果關係。

5.由於本研究中的幼兒大多只能回答「贏」題型的題目，因此難以看出玩其他類型

題目的能力與幼兒執行功能的相關，未來研究可以擴大研究對象的年齡層，或選擇會玩井字棋遊戲、且具有相當遊戲經驗的幼兒為對象，比較能看出玩井字棋遊戲與幼兒執行功能的相關。

致謝

本文為科技部委託專題研究計畫(計畫編號: MOST 108-2410-H-024-011-)之成果，本文的完成要感謝科技部經費補助及匿名審查委員所提供的修改建議。

參考文獻

一、中文部分

黃瀟瑤、張麗芬 (2016)。學前幼兒工作記憶與加法運算能力之相關。《兒童與教育研究》，11，137-175。

二、西文部分

- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C., & Adams, A. M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87(2), 85-106.
- Baddeley, A., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. A. Bower (Ed.), *Psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 647–667). Academic Press.
- Barrow, M. I., Jaques, R. L., Ponischil, K., Lengua, L. J., & Bunge, S. A. (2015, July 31). *Improved cognitive flexibility after a structured play intervention with a high-risk sample of preschoolers*.
https://www.researchgate.net/publication/271832197_Improved_cognitive_flexibility_after_a_structured_play_intervention_with_a_high-risk_sample_of_preschoolers
- Benavides-Nieto, A., Romero-López, M., Quesada-Conde, A. B., & Corredor, G. A. (2017). Basic executive functions in early childhood education and their relationship with social competence. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 237, 471-478.
- Berk, L. E., & Meyers, A. B. (2013). The role of make-believe play in the development of executive function: Status of research and future directions. *American Journal of Play*, 6(1), 98-110.

- Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child Development, 81*, 1641–1660.
- Bierman, K. L., & Torres, M. (2016). Promoting the development of executive functions through early education and prevention programs. In J. A. Griffin, P. McCardle, & L. S. Freund (Eds.), *Executive function in preschool-age children: Integrating measurement, neurodevelopment, and translational research* (pp. 299–326). American Psychological Association.
- Bunge, S. A., & Zelazo, P. D. (2006). A brain-based account of the development of rule use in childhood. *Current Directions in Psychological Science, 15*(3), 118-121.
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology, 28*, 595–616.
- Carlson, S. M., Davis, A. C., & Leach, J. G. (2005). Less is more: Executive function and symbolic representation in preschool children. *Psychological Science, 16*(8), 609-616.
- Carlson, S. M., Mandell, D., & Williams, L. (2004). Executive function and theory of mind: Stability and prediction from ages 2 to 3. *Developmental Psychology, 40*, 1105–1122.
- Carlson, S., & Moses, L. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development, 72*, 1032–1053.
- Carlson, S. M., Moses, L. J., & Breton, C. (2002). How specific is the relation between executive function and theory of mind? Contributions of inhibitory control and working memory. *Infant and Child Development, 11*(2), 73-92.
- Carlson, S. M., White, R. E., & Davis-Unger, A. C. (2014). Evidence for a relation between executive function and pretense representation in preschool children. *Cognitive Development, 29*, 1-16.
- Casey, B., Tottenham, N., Liston, C. & Durston, S. (2005). Imaging the developing brain: What have we learned about cognitive development? *Trends in Cognitive Science, 9*, 104–110.
- Chang, L.-F. (2019). The relations between preschoolers' working memory and mathematical competence. 載於范光中主編「**2019 第二十屆太平洋地區幼兒教育研究學會 PECERA 國際學術研討會論文集**」(頁 143-154)。財團法人毛毛蟲兒童哲學基金會。
- Ciairano, S., Visu-Petra, L., & Settanni, M. (2007). Executive inhibitory control and cooperative behavior during early school years: A follow-up study. *Journal of Abnormal Child Psychology, 35*(3), 335-345.
- Crowley, K., & Siegler, R. S. (1993). Flexible strategy use in young children's Tic-Tat-Toe. *Cognitive Science, 17*, 531-561.
- Decety, J., Jackson, P. L., Sommerville, J. A., Chaminade, T., & Meltzoff, A. N. (2004). The neural bases of cooperation and competition: an fMRI investigation. *Neuroimage, 23*(2), 744-751.
- DeVries, R. (1998). *Moral and intellectual development through play: How to promote children's development through playing group games*. <http://www.uni.edu/coe/regentsctr/moral.html>, 27.

- DeVries, R., & Fernie, D. (1990). Stages in children's play of Tic Tac Toe. *Journal of Research in Childhood Education*, 4(2), 98-111.
- Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. In E. Bialystock & F. I. M. Craik (Eds.), *Lifespan cognition: Mechanisms of change* (pp. 70–95). Oxford University Press.
- Diamond, A. (2013). Executive function. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168.
- Fizke, E., Barthel, D., Peters, T., & Rakoczy, H. (2014). Executive function plays a role in coordinating different perspectives, particularly when one's own perspective is involved. *Cognition*, 130(3), 315-334.
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134, 31–60.
- Gerstadt, C. L., Hong, Y. J., & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: performance of children 3½–7 years old on a stroop-like day-night test. *Cognition*, 53(2), 129-153.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, 40, 177–190.
- Hongwanishkul, D., Happaney, K. R., Lee, W. S., & Zelazo, P. D. (2005). Assessment of hot and cool executive function in young children: Age-related changes and individual differences. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 617-644.
- Hughes, C. (1998). Executive function in preschoolers: Links with theory of mind and verbal ability. *British Journal of Developmental Psychology*, 16, 233–253.
- Huyder, V., & Nilsen, E. S. (2012). A dyadic data analysis of executive functioning and children's socially competent behaviours. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 33(4), 197-208.
- Kamii, C. & DeVries, R. (1980). *Group games in early education: Implications of Piaget's theory*. NAEYC.
- Kamii, C., & Housman, L. B. (2000). *Young children reinvent arithmetic: Implications of Piaget's theory*. Teachers College Press.
- Kamii, C., & Nagahiro, M. (2008). The educational value of Tic-Tac-Toe for four-to six-year-olds. *Teaching Children Mathematics*, 14(9), 523-527.
- McClelland, M. M., Cameron, C. E., Connor, C. M., Farris, C. L., Jewkes, A. M., & Morrison, F. J. (2007). Links between behavioral regulation and preschoolers' literacy, vocabulary, and math skills. *Developmental Psychology*, 43, 947-959.
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
- Müller, U. & Kerns, K. (2015). The development of executive function. In L. Liben & U. Müller (Eds.), *Handbook of children psychology and developmental science* (Vol. 2: Cognitive processes, pp.571-623). John Wiley & Sons.

- Pelphrey, K., & Reznick, J. (2002). Working memory in infancy. *Advances in Child Development and Behavior*, 31, 173–227.
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annual Review of Psychology*, 58, 1–23.
- Priewasser, B., Roessler, J., & Perner, J. (2013). Competition as rational action: Why young children cannot appreciate competitive games. *Journal of Experimental Child Psychology*, 116, 545–559.
- Purpura, D. J., Schmitt, S. A., & Ganley, C. M. (2017). Foundations of mathematics and literacy: The role of executive functioning components. *Journal of Experimental Child Psychology*, 153, 15–34.
- Raijmakers, M. E., Mandell, D. J., van Es, S. E., & Counihan, M. (2014). Children's strategy use when playing strategic games. *Synthese*, 191(3), 355–370.
- Razza, R. A., & Blair, C. (2009). Associations among false-belief understanding, executive function, and social competence: A longitudinal analysis. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 30(3), 332–343.
- Reid, S. E. (2001). The psychology of play and games. In C. Schaefer & S. E. Reid (Eds.), *Game play: Therapeutic use of childhood games* (pp. 1–36). John Wiley & Sons.
- Riggs, N. R., Jahromi, L. B., Razza, R. P., Dillworth-Bart, J. E., & Mueller, U. (2006). Executive function and the promotion of social–emotional competence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 27(4), 300–309.
- Savina, E. (2014). Does play promote self-regulation in children? *Early Child Development and Care*, 184(11), 1692–1705.
- Thorell, L. B., & Wählstedt, C. (2006). Executive functioning deficits in relation to symptoms of ADHD and/or ODD in preschool children. *Infant and Child Development*, 15(5), 503–518.
- Tominey, S. L., & McClelland, M. M. (2011). Red light, purple light: Findings from a randomized trial using circle time games to improve behavioral self-regulation in preschool. *Early Education & Development*, 22(3), 489–519.
- Wendelken, C., Munakata, Y., Baym, C., Souza, M., & Bunge, S. A. (2012). Flexible rule use: Common neural substrates in children and adults. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2(3), 329–339.
- Zelazo, P. D. (2006). The Dimensional Change Card Sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols*, 1, 297–301.
- Zelazo, P. D., Frye, D., & Rapus, T. (1996). An age-related dissociation between knowing rules and using them. *Cognitive Development*, 11(1), 37–63.
- Zelazo, P. D., Müller, U., Frye, D., & Marcovitch, S. (2003). The development of executive function: Cognitive complexity and control—revised. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68(3), 93–119.

投稿日期：2021 年 04 月 23 日
修正日期：2022 年 02 月 22 日
接受日期：2022 年 03 月 04 日

Relating Playing Tic-Tac-Toe Game to Executive Function in Young Children

Li-Fen Chang

Associate Professor, Department of Early Childhood Education,
National University of Tainan

ABSTRACT

Tic-tac-toe, with varying levels of complexity, is a common board game employed in kindergartens. Executive function rapidly develops during preschool years. This study investigated the development of young children's performance while playing Tic-Tac-Toe game and the predictive effects of three components of executive function on children's performance to play the game. The performance of 33 senior and junior preschoolers in terms of Tic-Tac-Toe game performance, working memory, inhibitory control, and set shifting was assessed using a Tic-Tac-Toe game task, backwards digit span task, day-night task, and Dimensional Change Card Sort task. The results revealed that senior preschoolers outperformed junior preschoolers in the Win type of game and in Tic-Tac-Toe game. Moreover, the performance of young children in the Win type of game and Tic-Tac-Toe game was related to their working memory and executive function. Furthermore, working memory predicted the young children's performance in the Win type of game and in Tic-Tac-Toe game.

Keywords: Tic-Tac-Toe game, executive function

