

教育科學研究期刊 第六十三卷第三期  
2018 年，63 (3)，131-162  
doi:10.6209/JORIES.201809\_63(3).0005



## 共變推理遊戲：遊戲自我效能與後設認知 影響遊戲中的焦慮、興趣及表現之研究

洪榮昭

國立臺灣師範大學  
學習科學跨國頂尖研究中心

詹瓊華

國立臺灣師範大學  
工業教育系

### 摘要

在日常生活中碰到問題時，常是顧此失彼，造成問題解決不能一步到位而徒花心力，為了解決這種思考不周延的現象，本研究應用一款「NG 麵包遊戲」來檢測影響學生的遊戲焦慮、遊戲興趣、遊戲自我效能與後設認知間在共變推理遊戲中之相關。本研究以立意取樣方式，選取 138 位高一學生，每週進行 20 分鐘的 NG 麵包遊戲，連續實施六週，作為學習過程的一部分，學生必須完成線上問卷調查，包含遊戲實驗前的後設認知與遊戲自我效能等相關問卷，以及每次遊戲實驗後的遊戲焦慮、遊戲興趣等相關問卷調查，藉此以瞭解各變項間之相關。所得 119 份有效資料以 SPSS 22 與 AMOS 21 結構方程式進行資料分析與考驗，以瞭解高中學生情感因素間的相關性。本研究運用共變推理遊戲，以驗證各變項間之相關，研究結果顯示，後設認知、遊戲自我效能、遊戲興趣與遊戲焦慮皆呈現顯著負相關，遊戲自我效能與遊戲興趣呈現顯著正相關。結果證實，在特定的任務中提高玩家的遊戲自我效能，可減少遊戲焦慮進而支持玩家在競爭環境中的遊戲興趣。最終冀望本研究結果能提供教育工作者使用數位遊戲來訓練學生之可能性，以增強共變推理的能力。

**關鍵詞：**共變推理、後設認知、遊戲自我效能、遊戲焦慮、遊戲興趣

---

通訊作者：詹瓊華，E-mail: sofia897700081@gmail.com

收稿日期：2017/04/29；修正日期：2017/09/25、2018/01/31；接受日期：2018/02/06。

## 壹、前言

在現今的環境下，隨著新興科技技術的不斷發展，網際網路改變了我們的生活方式，教育工作者和教育系統對網路學習的運用也愈來愈熟悉，這是傳統教學改變的巨大機會（Thompson & McGill, 2014）。根據經濟合作暨發展組織（Organisation for Economic Co-operation and Development）調查，28 個國家中普遍有 20%~25% 的學生在學習中缺乏參與感（Drigas, Ioannidou, Kokkalia, & Lytras, 2014）。數 10 年來根據教育學者們的觀察，發現運用有趣的視頻遊戲是一個充滿契機的教育策略（Connolly, Boyle, MacArthur, Hainey, & Boyle, 2012; Steinkuehler, Squire, & Barab, 2012）。很多證據也都顯示，以數位遊戲輔助教學，能比傳統教學有更好的學習成效（Laffey, Espinosa, Moore, & Lodree, 2003）。在現在的教育環境中，以數位遊戲進行教學與學習的情況已愈來愈普及，利用數位遊戲可幫助研究人員在教育上有更多的瞭解，亦是調查各種教學條件的獨特工具及增加教學現場的成效性。

教育遊戲可從「學中玩」（learning for playing）或「玩中學」（learning by playing）兩個觀點來看（Hong, Hwang, Liu, Lin, & Chen, 2016）。根據 Moreno（2006）提出的多媒體學習認知情感理論（cognitive-affective theory of learning with media, CATLM），多媒體會影響學習方法的成效及提高認知和情感過程，並顯示情感和興趣是如何提高認知的處理，以促進情感的提升。而「玩中學」的遊戲較能激發學生的注意力，尤其是在競技遊戲中，學生更能增加好奇心（Webster, Trevino, & Ryan, 1993）、體驗樂趣、提升遊戲自我效能（self-efficacy）（Potosky, 2002）和挑戰自己最大的極限度（Csikszentmihalyi & Schneider, 2000; Hamari et al., 2016）。特別是大多數人參與的線上遊戲，是能促進學生動機和解決複雜問題能力發展的重要工具（Eseryel, Law, Ifenthaler, Ge, & Miller, 2014）。以往的研究發現，數位遊戲可以讓學習更加積極（Selfe, Hawisher, Van Ittersum, & Gee, 2016; Ke & Shute, 2015），研究中亦闡述可以運用電腦遊戲角色來提高學習的積極性和持久性，讓學習者在不同的教育遊戲中獲得知識與實踐（Ke & Shute, 2015; Vogel et al., 2006）。

在過去幾 10 年來因果推理一直是人類學習核心的研究話題（Boddez, De Houwer, & Beckers, 2017）。近年來，「因果學習」的相關研究大部分著重於單一因果推理的學習（Gopnik et al., 2004; Lagnado & Sloman, 2004, 2006; Rottman & Keil, 2012）。然而，生活或職場上有很多問題需仰賴共變推理能力，讓問題能徹底解決（Sloman & Lagnado, 2015），才不會導致頭痛醫頭、腳痛醫腳的現象。基本上，共變推理是基於知識應用的連結而將因果連繫在一起（Perales, Catena, Cándido, & Maldonado, 2017）；Madison、Carlson、Oehrtman 與 Tallman（2015）將共變推理定義為「在參與彼此相互改變之情境時，所必須相互調整的認知活動」。Koslowski（2012）提出，共變推理能克服科學或生活推理的狹隘觀點，在科學學習和日常思考中占有

重要地位。然而，如何透過教學方法或教學導向系統，將共變推理能力運用在學習活動中是教育的一大課題（Schaie, Dutta, & Willis, 1991）。臺灣的教學模式，較少有以促進學生共變推理的學習環境，因此，本研究藉由一款「NG 麵包遊戲」來讓學生進行共變思維的練習，並檢驗其認知與情意等學習變項間之相關。

遊戲設計的特點是以電腦視覺的空間為基礎，讓學習者能更深入認知訊息的處理過程進而增強他們的學習成效（Lin, Atkinson, Savenye, & Nelson, 2016）。研究發現，遊戲提供了嘗試錯誤的學習方式，在遊戲學習過程中，可提高知識或技能的學習（Vos, van der Meijden, & Denessen, 2011）。每個玩家在遊戲過程中所接收的訊息、採取行動的時間限制以及隨機的移動，都會影響玩家的每個決定。在遊戲中，玩家可在時間壓力下控制認知過程的狀態、評估不確定的結果，並同時選擇他們的行動（Gomila & Calvo, 2008）。而動態遊戲的功能情境可改善學生的共變推理能力（Köklü & Jakubowski, 2010），在遊戲過程中學生除了可以獲得樂趣，並能在反覆練習中推論因果關係及培養共變推理能力，讓遊戲學習獲得最佳的結果（Madison et al., 2015）。根據多媒體學習認知情感理論（Moreno, 2006），數位遊戲的設計會影響學生的認知和情感過程；在學習環境中，將教材重新設計並融入數位遊戲中，可讓學習者處在一個以激勵和情感目標為導向的學習環境（Adkins, 2011），本研究的重點在於檢驗學習者使用共變推理遊戲時，其認知和情感狀態之交互作用。

後設認知是認知過程和情感狀態的知識，是可以有意識地監督、規範知識的過程和情感狀態的能力（Hacker, 2017）。後設認知是「認知的認知」及「知錯能改」的能力，因此，學習者透過後設認知能夠明瞭自己所學的內容與知識，且能瞭解如何運用知識來解決問題。在此遊戲中，將後設認知視為是一種特質，學生能運用「知錯能改」的能力以減少錯誤並完成任務，後設認知的特質也會影響遊戲情感（Ackerman, Parush, Nassar, & Shtub, 2016）。因此，本研究欲探討在 NG 麵包遊戲中，學生運用共變思維時的後設認知與遊戲情感之相關性。

以動機特質而言，自我概念和自我效能是教育成果最重要的預測因子之一（Jansen, Scherer, & Schroeders, 2015）。由於自我效能主要是一個維持情感信念的獨特反應角色，會正向影響學習表現（Bandura, 1997）。自我效能是與自信、學習行為、學習成果及學習環境中相關的關鍵因素（Stankov, Lee, Luo, & Hogan, 2012），Jerusalem 與 Schwarzer（1992）強調自我效能在評價的過程中就像是一個導致結果的資源因素。遊戲自我效能是指個人能應對挑戰及控制信念的能力，高自我效能者具有戰略規劃、高績效、積極個性與持久性（Zimmerman, 2000）。因此，本研究欲探討在 NG 麵包遊戲中，學生運用共變思維時的遊戲自我效能與遊戲情感之相關性。

焦慮被認為是一種伴隨著恐懼和擔憂等不愉快的情緒狀態（Morris, Davis, & Hutchings, 1981）。Nicaise（1995）將競爭焦慮定義為個體的生理、認知和行為反應所激發的負面看法。當一個人感到焦慮時，生理系統會顯得激動，如心跳加快。同時，個人會感受到更多的擔心

和不足。當個人在競爭情境中經歷競爭焦慮時，這些身體和認知反應可能會導致負面的情緒和認知。Martens、Vealey 與 Burton (1990) 定義焦慮特質是個人在競爭狀態下的人格特質，指在一個環境下，相對穩定的性格，競爭是塑造群體在比賽中爭奪資源和獎勵相互作用的表現，這些都會導致情境焦慮，因此被認為是競爭焦慮。競爭焦慮被定義為一個人在經歷比賽之前或期間的緊張感 (Akca, 2011)。遊戲的表現受到競爭焦慮的影響 (Hwang, Hong, Cheng, Peng, & Wu, 2013)。因此，本研究欲探討在 NG 麵包遊戲中，學生運用共變思維時的遊戲焦慮。

興趣可概念化為情感或情緒變量 (Ainley, Hidi, & Berndorff, 2002)，它被區分為個人興趣與情境興趣兩種型態 (Hidi, 2001; Hidi & Renninger, 2006)。個人興趣是指一個人重新從事某種活動時的持久性傾向，發展得比較慢；情境興趣則是受到特定網路環境刺激所引發的，指由環境刺激所觸發的心理狀態感，在個體知識或價值上會長期影響學習效能 (Hidi & Renninger, 2006)。當活動有趣時，學習狀態最好。先前的研究證實，喜好和享受等感覺可能會影響一個人的心理狀態，如「參與」感 (Roeser & Peck, 2009)。享受是指在活動中的樂趣體驗 (Ainley & Ainley, 2011)，被歸類為積極的活動，可聚焦情緒並與工作過程的想法和認知活動的成就有關。Sansone、Smith、Thoman 與 MacNamara (2012) 認為當個人在遊戲中產生興趣動機時，他們更可能堅持完成任務，並對他們所完成的活動感到滿足。在一個具有目標導向的競爭遊戲中，參與者對遊戲是否產生興趣的心理狀態都會影響他的學習成效 (Masicampo & Baumeister, 2011)。而 NG 麵包遊戲是具有目標導向的競爭遊戲，因此，本研究欲探討在 NG 麵包遊戲中，學生運用共變思維時的遊戲興趣。

綜合以上文獻彙整，引發本研究試圖以 NG 麵包遊戲探討遊戲焦慮、遊戲興趣、遊戲自我效能與後設認知之間的相關性，以確定此遊戲在情意發展的有效性。本研究運用的 NG 麵包遊戲是專為高中生所開發的，此遊戲設計具有高度的激勵和吸引力，讓學生可應用在烘焙課程中所學到的知識來解決問題，並驗證其情感變項間的關係，期望此遊戲能提升學生的學習興趣、增加學習效能，並能將遊戲中所學到的能力運用在實際的生活中，藉此將研究成果提供給未來研究者及教學者在教育環境中融入數位遊戲時之參考，以及提供改善未來的教學軟體設計與增進教學成效之適當建議。

## 貳、NG 麵包遊戲

NG 麵包遊戲 (<http://140.122.92.198/toast>) 是由五位具有 10 年烘焙教學經驗的專家，針對高中學生及研究情境所開發，經過五次的專家小組討論後所制定的，遊戲設計共有五種不同的麵包製作任務，學生在進入遊戲後，必須調整每種麵包製作時的七種要素，每個要素都有九個參數範圍可供選擇，直到所有參數的選擇都正確，才能成功過關。在 20 分鐘的遊戲過程中，並沒有規定五種麵包製作任務的完成順序，學生可自由選擇遊戲任務。

作為一個明確的問題解決遊戲，NG 麵包遊戲讓學生體會麵包製作的七個要素的數值，是可透過錯誤識別的收斂性來做修正，並可同步調整每個狀態，直到找到正確的參數才能過關。此遊戲雖是一個參數調整的模擬軟體，但在調整每個參數時卻必須有全面性的考量，因為每個參數的調整彼此都會牽一髮而動全身，此遊戲的特質是藉此來訓練學生的共變思考能力。在遊戲開始的狀態下，學生必須知道麵包製作的環境室溫是 26 度、發酵溫度是 38 度和濕度是 85%。基於專家小組討論確定特定變量的調整範圍，每個麵包製作的七個要素所需調整的參數是被假設並控制在一定的變量範圍內。因此，NG 麵包遊戲模擬麵包製作實務上所需要考量到的要素與數值及幫助學生能透過遊戲來掌握及學習烘焙的相關知識。

### 一、遊戲操作與規則說明

NG 麵包遊戲共有五種麵包製作任務，製作麵包時必須考慮到糖、水、酵母、最後發酵時間、烘烤溫度、烘烤時間及烤箱內的擺放位置等七個要素，遊戲操作說明如表 1 所示。NG 麵包遊戲電腦介面圖示依序為 NG 麵包製作的七種要素（如圖 1 所示）、輸入正確參數（如圖 2 所示）、依順序輸入麵包製作要素的參數（如圖 3 所示）、所有參數都輸入正確—挑戰成功（如圖 4 所示）、部分參數輸入不正確—挑戰失敗（如圖 5 所示）。研究者根據電腦紀錄可得知學生的表現與分數。

表 1  
遊戲操作說明

遊戲名稱	遊戲條件	說明
五種麵包製作任務	侍衛長的硬麵包 大臣的微焦吐司 首相的酸吐司 皇后的半熟吐司 國王的變型吐司	可依照自己的喜好選擇遊戲任務的進行順序
麵包製作的要素	糖、水、酵母、最後發酵時間、烘烤溫度、烘烤時間及烤箱內的擺放位置	每種麵包製作的要素都必須調整到正確的參數，才算是完成任務
麵包製作要素的參數	每種麵包製作的要素共有九個可供選擇的參數範圍	以電腦鍵盤之上、下鍵來控制及調整麵包製作要素的參數高低
遊戲時間	20分鐘	每次選擇的麵包製作任務，都必須在4分鐘內完成所有要素的參數之輸入，否則遊戲無法繼續進行，必須要回到遊戲首頁重新選擇任務後，遊戲才能繼續進行。受試者可在20分鐘內任意選擇不同麵包的製作任務
遊戲進行	遊戲以完成任務的方式進行	完成五種麵包的製作任務

(續)

表 1  
遊戲操作說明（續）

遊戲名稱	遊戲條件	說明
成功	所有要素的參數都必須正確	在每一種麵包製作任務中，有多組不同的參數組合，系統會給予即時回饋，當同組要素的參數正確時，遊戲介面會在各個答對的要素圖示中顯示獎牌圖案，當所有要素的參數組合都正確時，則為挑戰成功
失敗	七種要素中，只要其中一種要素的參數不正確即為挑戰失敗	當麵包製作的某個要素參數不正確時，遊戲介面會在各個要素的圖示下，以“FAILED”表示該要素的參數是錯誤的，只要有一個要素的參數不正確時，則為挑戰失敗



圖1. NG麵包製作的七種要素



圖2. 需在七種要素下方處輸入正確的參數



圖3. 需依順序輸入製作麵包要素的參數



圖4. 當輸入的參數都正確—挑戰成功



圖5. 當有部分輸入的參數不正確—挑戰失敗

## 二、遊戲範例

表 2 表示 NG 麵包遊戲中「皇后的半熟吐司」任務中的所有要素的參數選項，分別以第 4（黑底白字）、第 5（灰底黑字）、第 6（粗體字）等三組的組成參數來說明，並呈現可以挑戰成功的正確組成參數。以第 5 組（灰底黑字）的參數舉例說明：若選擇水的比例為 60%，則糖的比例為 10%、酵母的比例為 1.5%、發酵時間為 55 分鐘、烘烤時間為 29 分鐘、烘烤溫度為 145 度及烤箱內擺置的位置為 8 的參數組合（如表 3 所示）。如果學生改變糖的百分比，則所有麵包製作要素的參數都必須被調整，直到所有麵包製作要素的參數皆正確才能過關。

表 2

NG 麵包遊戲的正確答案參數（任務：皇后的半熟吐司）

參數 選項	水的比例 (%)	糖的比例 (%)	酵母的比例 (%)	發酵的時間 (mins)	烘烤時間 (mins)	烘烤溫度 (°C)	烤箱內擺放的 位置 <sup>a</sup>
1	52	6	0.7	43	27	130	1
2	54	7	0.9	46	29	145	2
3	56	8	1.1	49	31	160	3
4	58	9	1.3	52	33	175	4
5	60	10	1.5	55	35	190	5
6	62	11	1.7	58	37	205	6
7	64	12	1.9	61	39	220	7
8	66	13	2.1	64	41	235	8
9	68	14	2.3	67	43	250	9

註：表格內麵包製作要素的參數是以 NG 麵包遊戲電腦介面中的九個參數值之順序排列。

<sup>a</sup> 烤箱內擺放麵糰的塊數與擺放位置。

表 3

NG 麵包遊戲—烤箱內擺放的位置說明

烤箱內擺放的位置	烤箱內擺放的位置說明
1	一起擺放
2	分成兩塊擺放
3	分成三塊擺放
4	分成兩層上下擺放
5	分成三層上下擺放
6	分成四層上下擺放
7	隨意擺放
8	2*2擺放
9	3*3擺放

## 參、研究理論與假設

### 一、後設認知與遊戲焦慮

在競爭激烈的環境中，人們可以有意識體驗到的情緒焦慮狀態 (Nichols, 2012)。Hong、Hwang、Tai 與 Lin (2015) 將遊戲焦慮認可為競爭焦慮，因為遊戲焦慮會受到體質興奮、主觀不適和學習成就的預測影響。在這方面，遊戲焦慮水平會隨著遊戲時間的變化與不同遊戲場景的注意力刺激，而處於不同的水平。Eysenck、Derakshan、Santos 與 Calvo (2007) 研究發現，以目標為導向會刺激驅動任務，研究結果顯示後設認知與負向情緒呈現負相關。能夠有效運用認知策略來調節學習歷程的人，比較不會產生焦慮；而無法使用有效策略來準備考試的人，則容易在考試的過程中感到焦慮 (Elliot, McGregor, & Gable, 1999)。後設認知可以透過學習或教學給予有效的補救 (Kurtz & Borkowski, 1987)，並經由訓練和學習以增進後設認知的能力 (Flavell, 1979; Stewart & Tei, 1983)。本研究為瞭解在共變推理遊戲中，學生是否會因為其後設認知能力高時，而導致較少的遊戲焦慮，故提出以下假設：

假設 1：進行 NG 麵包遊戲時，學生的後設認知與遊戲焦慮呈現顯著負相關。

### 二、遊戲自我效能與遊戲焦慮

自我概念和自我效能是預測教育成果最重要的動機因子之一 (Jansen et al., 2015)，由於自我效能信念是特定任務，亦是一個維持情感狀態的主要獨特反應角色 (Bandura, 1997)。Ritchie 與 Williamon (2013) 提出自我效能信念可能會揭示學習者的學習方法。自我效能高的人會更有意願去參與任務及應對困難。由於學習效能受到個人特質和遊戲體驗的影響 (Law & Sun, 2012)，自我效能似乎與情境焦慮有關 (Suliman & Halabi, 2007)。除了智力能力之外，自我效能感和焦慮已被確定為決定學業成績的兩個主要因素 (Pajares, 1996; Richardson, Abraham, & Bond, 2012)；Hong 等 (2015) 的研究提出焦慮有助於學生的表現，他們往往在降低焦慮後對玩遊戲產生更大的興趣。研究結果證實自我效能與焦慮是有相關的 (Schönfeld, Brailovskaia, Bieda, Zhang, & Margraf, 2016)。Nie、Lau 與 Liao (2011) 調查新加坡九年級學生在數學和英語的學習經驗和動機研究中發現，當自我效能高時，焦慮較低；Hong 等 (2015) 在「一對一競爭環境中的自我效能與競爭焦慮和遊戲興趣之相關性」的研究結果發現 278 位五到六年級小學生，自我效能與競爭焦慮呈現負相關。以上研究均提出高水平的自我效能可以導致較低的焦慮，而提高自我效能可能會降低焦慮。除此之外，許多研究皆證實自我效能與遊戲焦慮呈負相關 (Hong et al., 2015; Hwang et al., 2013; Lan, Chen, Li, & Grant, 2015; Morony, Kleitman, Lee, & Stankov, 2013; Schönfeld et al., 2016)。在此研究中，將遊戲自我效能視為一種特質，不會隨著時間的推移而改變，以此探討遊戲自我效能與遊戲情意變化之相關。根據上

述觀點，本研究為瞭解在共變推理遊戲中，學生的遊戲自我效能與遊戲焦慮的相關，故提出以下假設：

假設 2：進行 NG 麵包遊戲時，學生的遊戲自我效能與遊戲焦慮呈現顯著負相關。

### 三、遊戲焦慮與遊戲興趣

Morris 等（1981）認為焦慮是一種經常伴隨著恐懼和擔憂等不愉快的情緒狀態，在成就目標中焦慮是重要的角色，在此壓力之下，可能會引起焦慮（Ree, French, MacLeod, & Locke, 2008）。競爭性的運動被視為是一個壓力源，會導致焦慮增加（McMorris, Sproule, Turner, & Hale, 2011）。Ehrman（1996）提出遊戲興趣可能會影響玩家的積極特質和遊戲挑戰所造成的焦慮感受，並導致兩者的波動。Hwang 等（2013）提出，在遊戲過程中具有中度到高度的焦慮，對玩家來說不只是一種心理狀態的激勵，也讓他們覺得有趣並會再玩。許多研究也發現，焦慮會影響遊戲興趣，如 Hong、Hwang、Hsu 與 Chen（2012）的「在線上遊戲中，學生的焦慮與興趣的相關性」、Hong 等（2015）的「一對一競爭環境中的自我效能與競爭焦慮和遊戲興趣之相關性」研究調查中皆證實，低水平的競爭焦慮有助於促進遊戲興趣，競爭焦慮水平愈高，情境興趣程度愈低，故透過提高玩家在參與競技遊戲前的學習意願，有助於增加遊戲興趣並減少競爭焦慮。Lan 等（2015）的「在虛擬世界中的語言學習」研究中也發現，遊戲趣味性與學生的競爭焦慮有負相關；Ainley（2012）也提出具有適度的興趣則焦慮較低。本研究為瞭解在共變推理遊戲中，學生的遊戲焦慮與遊戲興趣的相關，故提出以下假設：

假設 3：進行 NG 麵包遊戲時，學生的遊戲焦慮與遊戲興趣呈現顯著負相關。

### 四、遊戲自我效能與遊戲興趣

自我效能是對自己實現預期成果的能力信念（Bandura, 1997）。自我效能是指個人對互動的努力所設定的目標及選擇的情況（Berger & Karabenick, 2011）。在面對困難的任務時，自我效能感高者會大膽做出選擇，以朝向更高的目標；自我效能感低者，則會覺得自己的能力無法達成任務而選擇放棄，故自我效能感不同的人其感覺、思維和行為模式都會有所差異（Parker, Marsh, Ciarrochi, Marshall, & Abduljabbar, 2014）。因此，自我效能感高的人，會相信自己能處理好各種事物，在生活中會更積極、決斷，面對環境挑戰時更能採取恰當的行為舉動，所以自我效能可以作為生活中能否成功完成某一項特定任務成就的自信指標。

Hui 與 Bao（2013）提出，興趣可扮演一個選擇追求目標的指導角色，在學習過程中發揮重要的作用（Stern & West, 2014）。興趣是一個人的內在潛力，將內容和環境定位於感興趣的方向可為其發展做出貢獻（Renninger, Hidi, & Krapp, 2014）。數位遊戲可為學生提供一個內在的激勵和吸引力的學習環境，可以積極地影響學習（Meluso, Zheng, Spires, & Lester,

2012)。Renninger 與 Hidi (2015) 提出，通過動機的探索，興趣可以帶領個人有新的經驗，進而瞭解更多的主題或領域。自我效能、興趣和努力信念都是與動機相關的顯著因素 (Bandura, 1986; Blackwell, Trzesniewski, & Dweck, 2007; Renninger et al., 2014; Weiner, 2013)。Hong 等 (2015) 的「一對一競爭環境中的自我效能與競爭焦慮和遊戲興趣之相關性」研究調查發現，在特定任務中提高自我效能可支持玩家在競爭環境中玩遊戲的興趣。綜合以上文獻，本研究為瞭解在共變推理遊戲中，學生的遊戲自我效能與遊戲興趣的相關，故提出以下假設：

假設 4：進行 NG 麵包遊戲時，學生的遊戲自我效能與遊戲興趣之變化呈現顯著正相關。

## 肆、研究方法

### 一、研究模式

本研究根據研究動機、目的與相關文獻及運用 NG 麵包遊戲、採用電腦問卷量表調查與蒐集相關資料，以瞭解遊戲焦慮、遊戲興趣、遊戲自我效能與後設認知間的相關性。綜合文獻探討的彙整與實證支持，遊戲焦慮與後設認知、遊戲焦慮與遊戲自我效能、遊戲焦慮與遊戲興趣皆為負相關，而遊戲自我效能與遊戲興趣呈現正相關，根據以上論述，本研究建構出研究模式如圖 6 所示，以探討及驗證各個變項間之相關。在進行 NG 麵包遊戲前，學生被告知學習的目的以及遊戲的性質和規則，並在每星期課堂上進行此遊戲，每次 20 分鐘，連續實施六週，遊戲進行前後要求學生完成電腦線上問卷調查，藉此以蒐集學生在遊戲焦慮、遊戲興趣、遊戲自我效能及後設認知的資料，希望透過此實證資料的處理與分析來探討各變項的相關性。

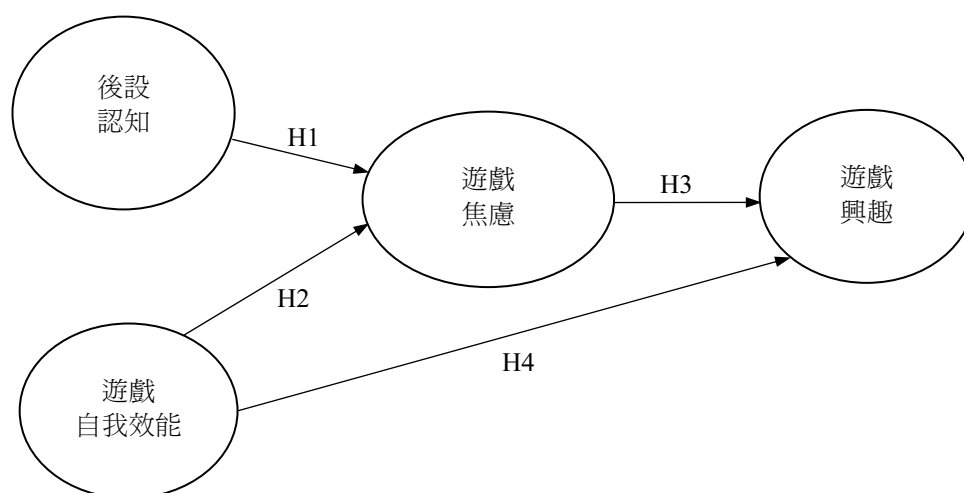


圖6. 研究模式

## 二、研究設計

從上述的說明得知，假定此共變推理遊戲的練習可促進並提供學生共變推理的學習與表現。然而，後設認知、遊戲自我效能、遊戲興趣與遊戲焦慮及遊戲自我效能與遊戲興趣的相關性都是需要被確認的。

### （一）研究過程和資料蒐集

本研究採用實驗教學設計之單一樣本團體（single group）來進行，在本研究中每個學生可使用一臺電腦，來進行每週每次 20 分鐘，共連續實施六週的 NG 麵包遊戲，在遊戲進行過程中，學生不能和其他同學討論或合作完成遊戲，研究者在實驗過程中鼓勵學生獨自進行遊戲並保持沉默。學生在遊戲前後必須上網填答各個構面之電腦問卷，所有填答的問卷結果都會被記錄下來，以藉此蒐集遊戲焦慮、遊戲興趣、遊戲自我效能及後設認知等相關資料，再根據資料進行分析與考驗，以瞭解各變項間之相關性。本研究共回收 119 份有效問卷，對於無法回收完整的數據，或許可以解釋為沒有提供激勵機制（Dillman, Smyth, & Christian, 2008）所導致。

### （二）受試者

本研究受試者為新北市某高中一年級學生，年齡在 16~18 歲之間（ $M=16.29$ ,  $SD=0.63$ ），共回收 119 份問卷，男生 47 人（39.5%），女生 72 人（60.5%）。

### （三）測量問卷

本研究問卷內容為參考先前研究的問卷並經修改而成，每一個構面的原始項目在一階驗證性因素分析（confirmatory factor analysis, CFA）進行簡化，並使用 Likert 五點量表來計算分數，選項分別從非常不同意到非常同意等五個選項，讓學生自我評估完成作答，問卷的計分方式以 1~5 分來計分。基於認知情感的研究模式，本研究所採用之問卷如下：

#### 1. 後設認知測量問卷

本問卷參考及改編自 Schraw 與 Dennison（1994）的後設認知測量問卷（metacognition awareness inventory, MAI）模式，MAI 考察個人的監控、學習、調整策略、條件性知識、規劃、陳述性知識、信息管理策略和程序性知識的評價。本研究改編此問卷以期更符合研究需求，並藉由此問卷瞭解學生在進行 NG 麵包遊戲時的認知知識與認知調整之狀況。

#### 2. 遊戲自我效能測量問卷

本問卷參考及修正 Personal Efficacy Belief Scale（Riggs & Knight, 1994）測量遊戲自我效能任務之問卷，以瞭解學生在進行 NG 麵包遊戲時的自信與行為對應表現。

### 3. 遊戲焦慮測量問卷

本問卷使用最初由 Martens、Burton、Vealey、Bump 與 Smith (1990) 所編製，而後經由 Hwang 等 (2013) 進行修訂，問卷項目包含檢驗與進行數位遊戲學習時相關的焦慮程度，相當符合本研究之需求。

### 4. 遊戲興趣測量問卷

Hong、Hwang、Liu、Ho 與 Chen (2014) 提出興趣的三個核心要素：以喜歡、享受和沉浸，作為學習興趣的構面，並探討多媒體學習內容及興趣的變化趨勢的相關性。根據這一點，Hong 等人建構了參與遊戲時遊戲興趣的三種核心要素（喜歡、享受和沉浸）。本研究採用此遊戲興趣問卷來瞭解學生在進行 NG 麵包遊戲時的遊戲興趣。

## 伍、研究結果

本研究依照四個步驟進行資料處理與分析。依序是一階驗證性因素項目分析、信度與效度分析、模型適配度分析及路徑分析。依序說明如下：

### 一、一階驗證性因素項目分析

每一個問卷構面的原始項目在 CFA 進行簡化。根據簡約模型和殘餘獨立的原則，需要減少每個問卷構面的項目。表 4 顯示所有構面的卡方與自由度；卡方／自由度的值小於 5，GFI、AGFI 均 > 0.80 和 RMSEA < 0.08，則顯示每個構面都有良好的適配度 (Doll, Xia, & Torkzadeh, 1994; Hu & Bentler, 1999; MacCallum & Hong, 1997)。因此，後設認知從六個項目減為五個；遊戲自我效能從六個項目減為四個；遊戲焦慮從五個項目減為四個；遊戲興趣從十個項目減為四個。

表 4  
驗證性因素分析

測量指標	閾值	後設認知	遊戲自我效能	遊戲焦慮	遊戲興趣
$\chi^2$	—	5.55	2.54	1.00	1.79
$df$	—	5.00	2.00	2.00	2.00
$\chi^2/df$	<5	1.11	1.27	0.50	0.90
RMSEA	<0.08	0.03	0.05	0.00	0.00
GFI	>0.80	0.98	0.99	1.00	0.99
AGFI	>0.80	0.94	0.94	0.98	0.96

## 二、信度和效度分析

每個問卷構面的原始項目在 CFA 進行簡化後，再進行可靠性和有效性分析，如表 5 所示。

(一) 首先以獨立樣本  $t$  檢定對每個問卷項目的鑑別度進行檢驗。如果  $t$  值大於 3，表示鑑別度為顯著 (Green & Salkind, 2004)。由表 5 可得知，所有  $t$  值均大於 3 ( $p < 0.001$ )，表示此鑑別度達到顯著性。因此，所有建議的問卷項目都有識別力。(二) 內部經由構建體的複合可靠性 (composite reliability, CR) 檢驗，以確定問卷一致性 (Fornell & Larcker, 1981)。在本研究中所有 CR 值介於 0.80~0.84，超過了 0.70 的建議值 (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2009)，所有值皆符合可接受的複合信度。(三) 為了評價變量的內部一致性，使用 Cronbach's  $\alpha$  檢查問卷的內部可靠性。由表 5 結果得知，後設認知、遊戲自我效能、遊戲焦慮和遊戲興趣的  $\alpha$  值分別為 0.88、0.92、0.95 和 0.95。 $\alpha$  的所有值均大於 0.6，而整體問卷的可靠性係數為 0.93。Hair、Hult、Ringle 與 Sarstedt (2013)、Hancock 與 Mueller (2013) 均提出  $\alpha$  值高於 0.6 是可接受的水平，表示本研究的內部變量是可靠的 (Byrne, 2016)。(四) 本研究的收斂有效性通過驗證：1. 平均變異抽取量 (average variance extracted, AVE) 的值，經評估後設認知為 0.50，遊戲自我效能為 0.50，遊戲焦慮 0.56，遊戲興趣 0.56，AVE 值均大於 0.50 (Fornell & Larcker, 1981)；Fornell 與 Larcker (1981)、Bagozzi 與 Yi (1988) 都建議潛在變項的 AVE 最好能超過 0.50；2. 所有項目的因素負荷量 (factor loading, FL) 範圍介於 0.70~0.96 間，均顯著高於 0.6 (Hair et al., 2009)。表 5 顯示所有的條件得到滿足，所有因素負荷量均符合要求，表示是可以接受的收斂效度。(五) CFA 被廣泛應用於建立假設模型的構建效度 (Byrne, 2016)，表 5 顯示所有的鑑別度和有效性滿足所有必要的條件 (Hair et al., 2009)，表示所有問卷的構建效度是可以接受的。

表 5

驗證性分析 (收斂效度與組合信度)

項目	<i>M</i>	<i>SD</i>	FL	<i>t</i>
後設認知				
<i>M</i> =3.21, <i>SD</i> =0.79, CR=0.83, AVE=0.50, $\alpha$ =0.88				
1. 我會在回答問題前先考慮幾個可能的解決途徑	3.17	0.82	0.70	42.20
2. 在解決問題前，我會思考能用的到的方法和工具	3.27	0.77	0.84	46.33
3. 若問題解決失敗後，我會檢討所犯下的錯誤並減少再犯	3.28	0.75	0.84	47.75
4. 當我碰到很難的問題時，我會慢下來想清楚問題的關鍵點	3.27	0.77	0.79	46.57
5. 每次考試時，交卷前我會再重新確認自己的答案並做修正	3.04	0.83	0.70	40.10

(續)

表 5

驗證性分析（收斂效度與組合信度）（續）

項目	<i>M</i>	<i>SD</i>	FL	<i>t</i>
<b>遊戲自我效能</b>				
<i>M</i> =3.51, <i>SD</i> =0.94, <i>CR</i> =0.80, <i>AVE</i> =0.50, $\alpha$ =0.92				
1. 假如遊戲中有新的挑戰出現，我還是有辦法解決	3.49	0.99	0.81	38.41
2. 當碰到遊戲中的難題，我會找出更好突破關卡方式	3.50	0.92	0.90	41.58
3. 對我而言，遊戲中的困境，只要我努力想辦法就能夠克服	3.51	0.95	0.89	40.48
4. 在找到遊戲中的問題對策時，我會試試效果後再付出行動	3.52	0.88	0.85	43.57
<b>遊戲焦慮</b>				
<i>M</i> =3.80, <i>SD</i> =0.57, <i>CR</i> =0.83, <i>AVE</i> =0.56, $\alpha$ =0.95				
1. 當我進入遊戲時，我開始擔心我的選項是否正確	3.62	0.54	0.87	73.04
2. 當我進入遊戲時，我就開始緊張	3.90	0.56	0.95	76.31
3. 當我完成每過一關，我擔心有人比我成績更好	3.87	0.60	0.89	70.51
4. 當我進入遊戲時，我開始擔心做不完	3.83	0.60	0.94	69.80
<b>遊戲興趣</b>				
<i>M</i> =2.46, <i>SD</i> =0.80, <i>CR</i> =0.84, <i>AVE</i> =0.56, $\alpha$ =0.95				
1. 我很喜歡這次的 NG 麵包學習遊戲	2.45	0.77	0.94	34.67
2. 我覺得我完全投入 NG 麵包學習遊戲而忘了時間	2.46	0.85	0.84	31.54
3. 這次玩 NG 麵包學習遊戲，我覺得很好玩	2.47	0.81	0.96	33.23
4. 我很喜歡這次 NG 麵包學習遊戲的互動方式	2.44	0.75	0.92	35.41

### 三、模式適配度分析

本研究根據以往的文獻探討作為研究模式建構的基礎，因此為了驗證此模式，研究方法主要結合了路徑分析(如圖 7 所示)及因素分析(變數之間共同因素)並以結構方程式 AMOS 21 驗證研究假設模式與樣本資料之間的適配度。首先以整體模式的適配度來看，根據 Hair、Sarstedt、Ringle 與 Mena (2012) 絕對適配度指標中， $\chi^2$  愈小愈好，以卡方檢定值與其自由度比值來檢定模式適配度，其比值愈小愈好，較嚴謹的研究建議以不超過 3 為標準。表示此模式具有理想的適配度(邱皓政, 2011; Hair et al., 2012)，本研究結果顯示(如表 6 所示)卡方檢定值與其自由度比值為  $1.07 < 3$ 。此外，GFI 及 AGFI 分別為 0.9 及 0.86，高於建議門檻 0.80 以上，是可接受的(Arbuckle, 2003; Byrne, 2016; Hu & Bentler, 1999; Jöreskog & Sörbom, 1996)，表示此模式具有理想契合度，同時 RMSEA 值為 0.02，低於 0.08 以下為優良(Kline, 2015)，顯示此模式具有相當的理想性。本研究的 NFI=0.93、TLI=1.00、CFI=1.00，CFI > 0.90 表示此模式具有理想的適配度(Bentler, 2006; Hu & Bentler, 1999; Schumacker & Lomax, 2016)，根據 Hair 等(2009)所提出之理論，本研究模式的整體適配度為可接受程度。

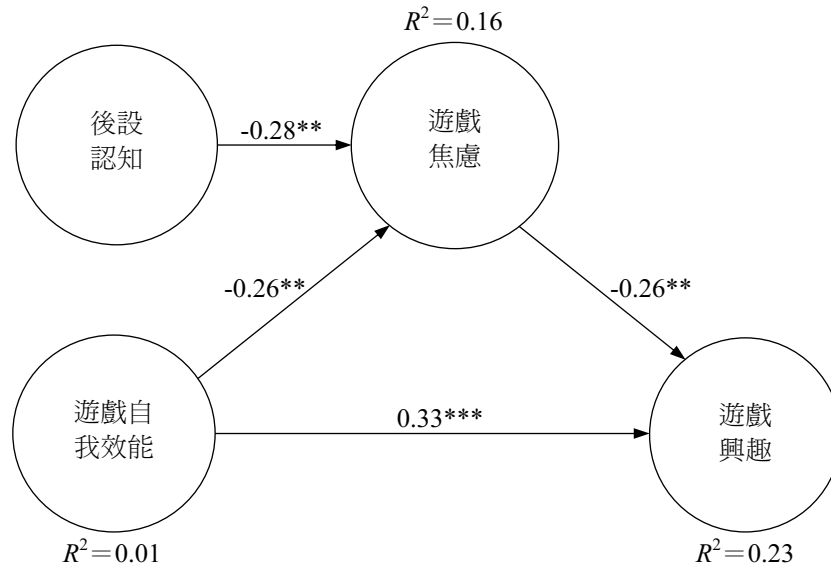


圖7. 驗證研究模式  
 \*\* $p < 0.01$ . \*\*\* $p < 0.001$ .

表 6  
 模型適配度指標

二階驗證 因素模式	$\chi^2$	$df$	$\chi^2/df$	GFI	AGFI	RMSEA	NFI	CFI	TLI
	122.94	115	1.07	0.90	0.86	0.02	0.93	1.00	1.00
建議值	愈小 愈好	愈大 愈好	< 5	> 0.80	> 0.80	< 0.08	> 0.90	> 0.90	> 0.90

#### 四、路徑分析

直接效果與間接效果以拔靴法 (bootstrapping) 估計及統計推論所得結果 (如表 7 所示)。在直接效果方面，後設認知與遊戲焦慮呈負相關 ( $\beta = -0.28, t = -2.82, p < 0.01$ )；遊戲焦慮與遊戲興趣呈負相關 ( $\beta = -0.26, t = -2.83, p < 0.01$ )；遊戲自我效能與遊戲焦慮呈負相關 ( $\beta = -0.26, t = -2.70, p < 0.01$ )；遊戲自我效能與遊戲興趣呈正相關 ( $\beta = 0.33, t = 3.53, p < 0.001$ )。每一個信賴區間均無包含 0，顯示直接效果是存在於研究模式中，代表變項之間具有影響力。

表 7

直接／間接效應分析

	後設認知		遊戲自我效能		遊戲焦慮	
	$\beta$	95% CI	$\beta$	95% CI	$\beta$	95% CI
直接效果						
遊戲焦慮	-0.28**	[-0.42, -0.07]	-0.25***	[-0.26, -0.03]	—	—
遊戲自我效能	—	—	—	—	—	—
遊戲興趣	—	—	0.33***	[0.11, 0.51]	-0.26**	[-0.72, -0.04]
間接效果						
遊戲焦慮	—	—	—	—	—	—
遊戲興趣	-0.07**	[-0.09, -0.38]	0.07***	[0.01, 0.14]	—	—

\*\* $p < 0.01$ . \*\*\* $p < 0.001$ .

在間接效果方面，後設認知與遊戲焦慮在遊戲興趣為-0.07，信賴區間為[-0.09, -0.38]，遊戲自我效能與遊戲焦慮在遊戲興趣為0.07 ( $p < 0.001$ )，信賴區間為[0.01, 0.14]，每一個信賴區間均無包含0，顯示遊戲自我效能與遊戲興趣、後設認知與遊戲興趣皆有中介效果—遊戲焦慮存在。

根據表 7 拔靴法的分析結果，假設模式中的路徑關係（如圖 7 所示），顯示研究假設 1~4 是被支持的。除此之外，路徑關係結果的解釋力是被驗證的，遊戲自我效能和後設認知對遊戲焦慮的解釋力為 16%；遊戲自我效能和遊戲焦慮對遊戲興趣的解釋力為 23%，這些值符合 Hair 等（2013）所提出  $> 10\%$  的建議值。因此，從此結果得出結論，本研究中的變項具有合適的預測力（Hair et al., 2012）。

## 陸、討論

本研究藉由 NG 麵包遊戲讓學生學習問題解決的共變推理能力，並驗證情感變項間的相關性，D'Mello（2013）認為，情感狀態對學習是有益的。本研究調查學生的遊戲焦慮、遊戲興趣、遊戲自我效能及後設認知間的相關性，並將整體研究結果推論後得到四個結論，茲分述如下：

### 一、進行 NG 麵包遊戲時，學生的後設認知與遊戲焦慮呈現顯著負相關

本研究與 Elliot 等（1999）提出能運用有效的認知策略來調節學習歷程者，較不會產生焦慮；而無法使用有效策略來準備考試者，則容易在考試的過程中感到焦慮的結論相同。在競爭激烈的環境中，人們可以感受到情緒焦慮的狀態（Nichols, 2012）。學生在進入 NG 麵包遊

戲後，在有限的時間內，必須嘗試挑戰不同的關卡，因此會歷經與體驗各種不同的挑戰與樂趣階段，並尋求問題解決的策略及學習知識和技能。學生在 NG 麵包遊戲中，必須有耐心地調整每個麵包製作要素的參數，只要有一種要素的參數不正確，則無法過關，在這樣的情境中，學生需要有耐心地在錯誤中學習。遊戲中必須同時在緊迫、有限的設定時間內完成遊戲任務並與同儕競爭，因此會產生遊戲焦慮。後設認知會影響學生對任務的理解；後設認知水平高的學生往往會監控他們對任務的理解並使用適當的策略來讓困難變小（Snow, Burns, & Griffin, 1998）。Gonzalez（2016）的研究比較六年級與八年級學生，發現具有較高的後設認知、自我效能感和參與意識的學生，焦慮程度較低。本研究結果顯示，後設認知高的學生，遊戲焦慮低；反之，後設認知低的學生，遊戲焦慮高。因此，本研究結果獲得前述的研究結論所支持，學生的後設認知與遊戲焦慮呈現顯著負相關。

## 二、進行 NG 麵包遊戲時，學生的遊戲自我效能與遊戲焦慮呈現顯著負相關

競爭焦慮是個人在比賽過程中感覺緊張的經驗（Akca, 2011），會影響及損害學生的工作記憶，對學生的學習表現會產生負面的影響（Morony et al., 2013; Schunk, 2012）。Law 與 Sun（2012）認為學習效能受到遊戲體驗和個人特質的影響，自我效能似乎與情境焦慮有關（Suliman & Halabi, 2007）。本研究結果與 Hong 等（2015）的「一對一競爭環境中的自我效能與競爭焦慮和遊戲興趣之相關性」、Nie 等（2011）研究數學、英文的學習經驗及 Schönfeld 等（2016）的研究皆發現，自我效能與競爭焦慮呈現負相關，自我效能低者則焦慮高，以及提高學生的自我效能可降低焦慮等驗證支持。除此之外，自我概念和自我效能是預測教育成果最重要的動機因子之一（Jansen et al., 2015），因此，學習效能受到個人特質與遊戲體驗的影響。而 NG 麵包遊戲是一款共變推理的挑戰遊戲，遊戲中提供虛擬的麵包製作方式來讓學生練習共變推理能力，使學生在解決問題時能夠思考的更周全，並能將所學應用在真實生活的情境中。正如 Hamari 等（2016）的研究結果顯示，自我效能高者比較能持續不斷地進行學習及挑戰遊戲，且能認同並從遊戲中學習，因此，使遊戲難度下降而降低焦慮。本研究結果呼應前述的研究，學生的遊戲自我效能與遊戲焦慮呈現顯著負相關，研究結果獲得支持。

## 三、進行 NG 麵包遊戲時，學生的遊戲焦慮與遊戲興趣呈現顯著負相關

Ainley（2012）指出高水平的競爭焦慮症狀會導致個體心理與身體的威脅而產生低成就表現。遊戲興趣在目標導向遊戲中起著重要的作用，但在目標成就壓力下可能會引起焦慮（Ree et al., 2008）。Hong 等（2012）的「在線上遊戲中，學生的焦慮與興趣之相關性」及 Hong 等（2015）的「一對一競爭環境中的自我效能與競爭焦慮和遊戲興趣的相關性」研究的結果皆顯示，焦慮與遊戲興趣呈現負相關，低水平的競爭焦慮有助於促進遊戲興趣，高水平的競爭焦慮則會降低遊戲興趣。適度的興趣會使焦慮較低。Bonus、Peebles、Mares 與 Sarmiento（2017）對 399 位美國 18~75 歲成年人進行的研究發現，神奇寶貝（Pokémon Go）的擴充實境遊戲與

各種積極反應都有關，對於高度焦慮的參與者，在遊戲表現出較弱的積極度。Hong 等（2016）的研究結果證實經由提高玩家在遊戲的學習意願，有助於增加遊戲興趣並減少競爭焦慮。Stern 與 West（2014）提出增加與持續興趣意圖以降低焦慮產生。本研究結果顯示符合前述之研究結論，學生的遊戲焦慮與遊戲興趣呈顯著負相關。

#### 四、進行 NG 麵包遊戲時，學生的遊戲自我效能與遊戲興趣呈現顯著正相關

自我效能是個人對自己能否獲得成功的信念，且能對自身的活動訂定目標、積極地投入，並引導自我朝設定的目標前進（Bandura, 1986; Blackwell et al., 2007; Renninger, 2010; Weiner, 2013）。有關遊戲自我效能與遊戲興趣相關之研究，Liew 與 Tan（2016）以多媒體學習認知情感理論（Moreno, 2006）為框架假設在多媒體學習過程中是由學習者的心情所介導的，結果發現積極的心情能促進多媒體學習的認知情感作用，並提升學習成效。Glynn 與 Webster（1993）的研究發現，遊戲興趣與自我效能呈現正相關、Hong 等（2015）「一對一競爭環境中的自我效能與競爭焦慮和遊戲興趣之相關性」研究也得到相同的驗證。在 NG 麵包遊戲設計中，運用卡通圖案的介面引起學生對遊戲產生動機與興趣，並引發學生參與及激發學習動機，使學生能自行訂定目標且積極參與遊戲，進而完成任務。NG 麵包遊戲是一個需要不斷透過練習以解決問題及進行共變思考來達到任務的遊戲，對於學生而言，是一個很大的挑戰。本研究結果呼應前人之研究結論，學生的遊戲自我效能與遊戲興趣呈現顯著正相關。

## 柒、結論與建議

### 一、結論

在本研究中，NG 麵包遊戲可提供麵包製作過程的模擬，在面臨問題與挑戰時，學生不得不基於他們對科學知識的理解而找出答案。在此遊戲進行中，學生透過麵包製作程序及過關模擬的便利性，在不斷重複的訓練中讓他們能夠從錯誤中學習、在過程中探索、思考和做出決定，透過整合遊戲過程中所遇到的問題並加以解決進而能實踐共變推理。新手玩家傾向於使用反覆試驗的思維，但不知道如何修改其過程，而專家玩家使用更多的類比思維，並以智力來解決問題（Hong & Liu, 2003）。研究者希望學生能從試錯階段的新手玩家晉升為專家玩家，NG 麵包遊戲模擬麵包製作的程序而能讓學生反覆練習，並能透過遊戲的即時回饋來讓學生找到答案，簡單的即時回饋與較少的刺激亦可讓學生有更多的思考空間，進而提升思考能力。若學生能喜歡、享受及沉浸在共變推理遊戲中，並理解此過程是有用的，就能從新手玩家變成專家玩家，進而在學習或生活上挑戰目標。因此，共變推理可增進思考的周延性，如此一來便能減少頭痛醫頭、腳痛醫腳的問題解決方式，藉此以提升學習及生活品質。

## 二、貢獻

根據本研究結果提出兩個主要的貢獻：(一) 本研究提出共變推理的學習是一項重要的特質。先前的研究結果顯示，以個人實踐為主的解釋推理限制，本研究證實共變推理可嵌入遊戲學習，並從情意面探討個體情感因素的差異；(二) 先前的研究證實了在悅趣式的學習中，後設認知可增強對錯誤的識別和調整後設認知學習理解的重要性。過去研究證實，後設認知會影響學生對任務的理解；後設認知高者會監控自我的理解和使用適當的策略而使困難降低 (Snow et al., 1998)。研究證實，以此方式進行相關研究，會比以往僅提供成就相關因素來得更有意義。此類遊戲設計可運用在其他專業性的課程中，有效地訓練學生問題解決及培養共變推理的能力。

## 三、研究限制與建議

Moreno (2006) 提出的多媒體學習的認知情感理論，包含了一些認知假設及認知情感過程的調節變量。例如，當學生具有較高的認知靈活性和較低的認知負荷時，可能更易引發或抑制學習的情緒。此部分可在未來再做進一步之鑑定，並在數位遊戲學習的認知與情感關係上加入不同的因素來探討。

由於此類遊戲設計必須經過複雜的程序及經費的支持，因此，建議未來可專為學生設計以共變推理能力為主的遊戲，並將研究時程延長為 12 週，在後設認知方面可做遊戲歷程之記錄，並於電腦後臺檢驗學生每次遊戲時調整的參數，以此檢驗後設認知的差異。本研究是從情意面向來做研究，將來可再檢視行為與認知面向，並加入性別、學習成就等變項及融入激勵計畫與增加遊戲練習時間，以驗證影響遊戲興趣與遊戲焦慮之其他變項；將來也可採用同質、異質性分組，以及針對遊戲興趣與遊戲焦慮之時間序列變化做分析，以讓未來研究能更加完整。另外，建議數位遊戲學習設計者將來能開發以解決實務問題為主的遊戲，使教學者能運用此類數位遊戲學習進行教學，以提供教師與學生實質上的幫助。

## 誌謝

本研究獲得教育部補助國立臺灣師範大學學習科學跨國頂尖研究中心之高等教育深耕計畫的經費支持，特此致謝。[This work was financially supported by the “Institute for Research Excellence in Learning Sciences” of National Taiwan Normal University (NTNU) from The Featured Areas Research Center Program within the framework of the Higher Education Sprout Project by the Ministry of Education (MOE) in Taiwan.]

## 參考文獻

### 一、中文文獻

邱皓政 (2011)。結構方程模式：LISREL/SIMPLIS 原理與應用 (二版)。臺北市：雙葉書廊。  
【Chiou, H. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling with LISREL/SIMPLIS* (2nd ed.). Taipei, Taiwan: Yeh Yeh Book Gallery.】

### 二、外文文獻

- Ackerman, R., Parush, A., Nassar, F., & Shtub, A. (2016). Metacognition and system usability: Incorporating metacognitive research paradigm into usability testing. *Computers in Human Behavior, 54*, 101-113. doi:10.1016/j.chb.2015.07.041
- Adkins, S. S. (2011). *The worldwide market for self-paced eLearning products and services: 2010-2015 forecast and analysis*. Monroe, WA: Ambient Insight Research.
- Ainley, M. (2012). Students' interest and engagement in classroom activities. In S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of research on student engagement* (pp. 283-302). Singapore: Springer. doi:10.1007/978-1-4614-2018-7\_13
- Ainley, M., & Ainley, J. (2011). A cultural perspective on the structure of student interest in science. *International Journal of Science Education, 33*(1), 51-71. doi:10.1080/09500693.2010.518640
- Ainley, M., Hidi, S., & Berndorff, D. (2002). Interest, learning and the psychological processes that mediate their relationship. *Journal of Educational Psychology, 94*(3), 545-561. doi:10.1037/0022-0663.94.3.545
- Akca, F. (2011). The relationship between test anxiety and learned helplessness. *Social Behavior and Personality: An International Journal, 39*(1), 101-112. doi:10.2224/sbp.2011.39.1.101
- Arbuckle, J. (2003). *AMOS 5.0 update to the AMOS user's guide*. Chicago, IL: Marketing Department, SPSS.
- Bandura, A. (1986). The explanatory and predictive scope of self-efficacy theory. *Journal of Social and Clinical Psychology, 4*(3), 359-373. doi:10.1521/jscp.1986.4.3.359
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York, NY: W. H. Freeman.
- Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the Academy of Marketing Science, 16*(1), 74-94. doi:10.1177/009207038801600107
- Bentler, P. M. (2006). *EQS 6 structural equations program manual*. Encino, CA: Multivariate Software.
- Berger, J.-L., & Karabenick, S. A. (2011). Motivation and students' use of learning strategies:

- Evidence of unidirectional effects in mathematics classrooms. *Learning and Instruction*, 21(3), 416-428. doi:10.1016/j.learninstruc.2010.06.002
- Blackwell, L. S., Trzesniewski, K. H., & Dweck, C. S. (2007). Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: A longitudinal study and an intervention. *Child Development*, 78(1), 246-263. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.00995.x
- Boddez, Y., De Houwer, J., & Beckers, T. (2017). The inferential reasoning theory of causal learning: Towards a multi-process propositional account. In M. R. Waldmann (Ed.), *The Oxford handbook of causal reasoning* (pp. 53-64). Oxford, UK: Oxford University Press. doi:10.1093/oxfordhb/9780199399550.013.7
- Bonus, J. A., Peebles, A., Mares, M.-L., & Sarmiento, I. G. (2017). Look on the bright side (of media effects): Pokémon Go as a catalyst for positive life experiences. *Media Psychology*, 21(2), 1-25. doi:10.1080/15213269.2017.1305280
- Byrne, B. M. (2016). *Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming* (3rd ed.). London, UK: Routledge.
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661-686. doi:10.1016/j.compedu.2012.03.004
- Csikszentmihalyi, M., & Schneider, B. (2000). *Becoming adult: How teenagers prepare for the world of work*. New York, NY: Basic Books.
- Dillman, D. A., Smyth, J. D., & Christian, L. M. (2008). *Internet, mail, and mixed-mode surveys: The tailored design method*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- D'Mello, S. (2013). A selective meta-analysis on the relative incidence of discrete affective states during learning with technology. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 1082-1099. doi:10.1037/a0032674
- Doll, W. J., Xia, W., & Torkzadeh, G. (1994). A confirmatory factor analysis of the end-user computing satisfaction instrument. *MIS Quarterly*, 18(4), 453-461. doi:10.2307/249524
- Drigas, A. S., Ioannidou, R.-E., Kokkalia, G., & Lytras, M. D. (2014). ICTs, mobile learning and social media to enhance learning for attention difficulties. *Journal of Universal Computer Science*, 20(10), 1499-1510.
- Ehrman, M. (1996). An exploration of adult language learner motivation, self-efficacy and anxiety. In R. L. Oxford (Ed.), *Language learning motivation: Pathways to the new century* (pp. 81-103). Honolulu, HI: University of Hawaii Press.
- Elliot, A. J., McGregor, H. A., & Gable, S. (1999). Achievement goals, study strategies, and exam

- performance: A mediational analysis. *Journal of Educational Psychology*, 91(3), 549-563. doi:10.1037/0022-0663.91.3.549
- Eseryel, D., Law, V., Ifenthaler, D., Ge, X., & Miller, R. B. (2014). An investigation of the interrelationships between motivation, engagement, and complex problem solving in game-based learning. *Educational Technology & Society*, 17(1), 42-53.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336-353. doi:10.1037/1528-3542.7.2.336
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911. doi:10.1037/0003-066X.34.10.906
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50. doi:10.2307/3151312
- Glynn, M. A., & Webster, J. (1993). Refining the nomological net of the adult playfulness scale: Personality, motivational, and attitudinal correlates for highly intelligent adults. *Psychological Reports*, 72(3), 1023-1026. doi:10.2466/pr0.1993.72.3.1023
- Gopnik, A., Glymour, C., Sobel, D. M., Schulz, L. E., Kushnir, T., & Danks, D. (2004). A theory of causal learning in children: Causal maps and Bayes nets. *Psychological Review*, 111(1), 3-32. doi:10.1037/0033-295X.111.1.3
- Gomila, T., & Calvo, P. (2008). Directions for an embodied cognitive science: Toward an integrated approach. In T. Gomila & P. Calvo (Eds.), *Handbook of cognitive science: An embodied approach* (pp. 1-25). Singapore: Elsevier. doi:10.1016/B978-0-08-046616-3.00001-3
- Gonzalez, B. C. D. (2016). *Learn 2 learn: A metacognition intervention for improving academic performance and motivation on middle school-aged students*. Retrieved from <http://digitalrepository.trincoll.edu/theses/597>
- Green, S. B., & Salkind, N. J. (2004). *Using SPSS for Windows and Macintosh: Analyzing and understanding data* (4th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Hacker, D. J. (2017). The role of metacognition in learning via serious games. In R. Zheng & M. K. Gardner (Eds.), *Handbook of research on serious game for educational application* (pp. 19-40). Hershey, PA: Information Science Research. doi:10.4018/978-1-5225-0513-6.ch002
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2009). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2013). *A primer on partial least squares structural equation modeling*. Thousand Oaks, CA: Sage.

- Hair, J. F., Sarstedt, M., Ringle, C. M., & Mena, J. A. (2012). An assessment of the use of partial least squares structural equation modeling in marketing research. *Journal of the Academy of Marketing Science*, *40*(3), 414-433. doi:10.1007/s11747-011-0261-6
- Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, *54*, 170-179. doi:10.1016/j.chb.2015.07.045
- Hancock, G. R., & Mueller, R. O. (Eds.). (2013). *Structural equation modeling: A second course* (2nd ed.). Charlotte, NC: Information Age.
- Hidi, S. (2001). Interest, reading, and learning: Theoretical and practical considerations. *Educational Psychology Review*, *13*(3), 191-209. doi:10.1023/A:1016667621114
- Hidi, S., & Renninger, A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, *41*(2), 111-127. doi:10.1207/s15326985ep4102\_4
- Hong, J.-C., & Liu, M.-C. (2003). A study on thinking strategy between experts and novices of computer games. *Computers in Human Behavior*, *19*(2), 245-258. doi:10.1016/S0747-5632(02)00013-4
- Hong, J.-C., Hwang, M.-Y., Hsu, T.-F., & Chen, Y.-J. (2012). The relations between students' anxiety and interest in playing an online game. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, *11*(2), 255-263.
- Hong, J.-C., Hwang, M.-Y., Liu, M.-C., Ho, H.-Y., & Chen, Y.-L. (2014). Using a "prediction-observation-explanation" inquiry model to enhance student interest and intention to continue science learning predicted by their internet cognitive failure. *Computers & Education*, *72*, 110-120. doi:10.1016/j.compedu.2013.10.004
- Hong, J.-C., Hwang, M.-Y., Liu, Y.-T., Lin, P.-H., & Chen, Y.-L. (2016). The role of pre-game learning attitude in the prediction to competitive anxiety, perceived utility of pre-game learning of game, and gameplay interest. *Interactive Learning Environments*, *24*(1), 239-251. doi:10.1080/10494820.2013.841263
- Hong, J.-C., Hwang, M.-Y., Tai, K.-H., & Lin, P.-C. (2015). Self-efficacy relevant to competitive anxiety and gameplay interest in the one-on-one competition setting. *Educational Technology Research and Development*, *63*(5), 791-807. doi:10.1007/s11423-015-9389-2
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, *6*(1), 1-55. doi:10.1080/10705519909540118

- Hui, E. C. M., & Bao, H. (2013). The logic behind conflicts in land acquisitions in contemporary China: A framework based upon game theory. *Land Use Policy*, *30*(1), 373-380. doi:10.1016/j.landusepol.2012.04.001
- Hwang, M.-Y., Hong, J.-C., Cheng, H.-Y., Peng, Y.-C., & Wu, N.-C. (2013). Gender differences in cognitive load and competition anxiety affect 6th grade students' attitude toward playing and intention to play at a sequential or synchronous game. *Computers and Education*, *60*(1), 254-263. doi:10.1016/j.compedu.2012.06.014
- Jansen, M., Scherer, R., & Schroeders, U. (2015). Students' self-concept and self-efficacy in the sciences: Differential relations to antecedents and educational outcomes. *Contemporary Educational Psychology*, *41*, 13-24. doi:10.1016/j.cedpsych.2014.11.002
- Jerusalem, M., & Schwarzer, R. (1992). Self-efficacy as a resource factor in stress appraisal processes. In R. Schwarzer (Ed.), *Self-efficacy: Thought control of action* (pp. 195-213). Washington, DC: Hemisphere.
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1996). *LISREL 8: User's reference guide*. Uppsala, Sweden: Scientific Software International.
- Ke, F., & Shute, V. (2015). Design of game-based stealth assessment and learning support. In C. S. Loh, Y. Sheng, & D. Ifenthaler (Eds.), *Serious games analytics* (pp. 301-318). New York, NY: Springer. doi:10.1007/978-3-319-05834-4\_13
- Kline, R. B. (2015). *Principles and practice of structural equation modeling* (4th ed.). New York, NY: Guilford Press.
- Köklü, Ö., & Jakubowski, E. (2010). From interpretations to graphical representations: A case study investigation of covariational reasoning. *Eurasian Journal of Educational Research*, *40*, 151-170.
- Koslowski, B. (2012). Scientific reasoning: Explanation, confirmation bias, and scientific practice. In G. J. Feist & M. E. Gorman (Eds.), *Handbook of the psychology of science* (pp. 151-192). New York, NY: Springer.
- Kurtz, B. E., & Borkowski, J. G. (1987). Development of strategic skills in impulsive and reflective children: A longitudinal study of metacognition. *Journal of Experimental Child Psychology*, *43*(1), 129-148. doi:10.1016/0022-0965(87)90055-5
- Laffey, J. M., Espinosa, L., Moore, J., & Lodree, A. (2003). Supporting learning and behavior of at-risk young children: Computers in urban education. *Journal of Research on Technology in Education*, *35*(4), 423-440. doi:10.1080/15391523.2003.10782394
- Lagnado, D. A., & Sloman, S. A. (2004). The advantage of timely intervention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *30*(4), 856-876. doi:10.1037/0278-7393.30.4.856

- Lagnado, D. A., & Sloman, S. A. (2006). Time as a guide to cause. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32(3), 451-460. doi:10.1037/0278-7393.32.3.451
- Lan, Y.-J., Chen, N.-S., Li, P., & Grant, S. (2015). Embodied cognition and language learning in virtual environments. *Educational Technology Research and Development*, 63(5), 639-644. doi:10.1007/s11423-015-9401-x
- Law, E. L.-C., & Sun, X. (2012). Evaluating user experience of adaptive digital educational games with activity theory. *International Journal of Human Computer Studies*, 70(7), 478-497. doi:10.1016/j.ijhcs.2012.01.007
- Liew, T. W., & Tan, S.-M. (2016). The effects of positive and negative mood on cognition and motivation in multimedia learning environment. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(2), 104-115.
- Lin, L., Atkinson, R. K., Savenye, W. C., & Nelson, B. C. (2016). Effects of visual cues and self-explanation prompts: Empirical evidence in a multimedia environment. *Interactive Learning Environments*, 24(4), 799-813. doi:10.1080/10494820.2014.924531
- MacCallum, R. C., & Hong, S. (1997). Power analysis in covariance structure modeling using GFI and AGFI. *Multivariate Behavioral Research*, 32(2), 193-210. doi:10.1207/s15327906mbr3202\_5
- Madison, B. L., Carlson, M., Oehrtman, M., & Tallman, M. (2015). Conceptual pre-calculus: Strengthening students' quantitative and covariational reasoning. *Mathematics Teacher*, 109(1), 54-59. doi:10.5951/mathteacher.109.1.0054
- Masicampo, E. J., & Baumeister, R. F. (2011). Unfulfilled goals interfere with tasks that require executive functions. *Journal of Experimental Social Psychology*, 47(2), 300-311. doi:10.1016/j.jesp.2010.10.011
- Martens, R., Burton, D., Vealey, R. S., Bump, L. A., & Smith, D. E. (1990). Development and validation of the competitive state anxiety inventory-2. In R. Martens, R. S. Vealey, & D. Burton (Eds.), *Competitive anxiety in sport* (pp. 117-190). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Martens, R., Vealey, R. S., & Burton, D. (1990). *Competitive anxiety in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- McMorris, T., Sproule, J., Turner, A., & Hale, B. J. (2011). Acute, intermediate intensity exercise, and speed and accuracy in working memory tasks: A meta-analytical comparison of effects. *Physiology and Behavior*, 102(3-4), 421-428. doi:10.1016/j.physbeh.2010.12.007
- Meluso, A., Zheng, M., Spires, H. A., & Lester, J. (2012). Enhancing 5th graders' science content knowledge and self-efficacy through game-based learning. *Computers & Education*, 59(2), 497-504. doi:10.1016/j.compedu.2011.12.019

- Moreno, R. (2006). Does the modality principle hold for different media? A test of the method-affects-learning hypothesis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(3), 149-158. doi:10.1111/j.1365-2729.2006.00170.x
- Morony, S., Kleitman, S., Lee, Y. P., & Stankov, L. (2013). Predicting achievement: Confidence vs. self-efficacy, anxiety, and self-concept in Confucian and European countries. *International Journal of Educational Research*, 58, 79-96. doi:10.1016/j.ijer.2012.11.002
- Morris, L. W., Davis, M. A., & Hutchings, C. H. (1981). Cognitive and emotional components of anxiety: Literature review and a revised worry-emotionality scale. *Journal of Educational Psychology*, 73(4), 541-555. doi:10.1037/0022-0663.73.4.541
- Nicaise, M. (1995). Treating test anxiety: A review of three approaches. *Teacher Education and Practice*, 11(1), 65-81.
- Nichols, B. S. (2012). The development, validation, and implications of a measure of consumer competitive arousal (CCAr). *Journal of Economic Psychology*, 33(1), 192-205. doi:10.1016/j.joep.2011.10.002
- Nie, Y., Lau, S., & Liao, A. K. (2011). Role of academic self-efficacy in moderating the relation between task importance and test anxiety. *Learning and Individual Differences*, 21(6), 736-741. doi:10.1016/j.lindif.2011.09.005
- Pajares, F. (1996). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of Educational Research*, 66(4), 543-578. doi:10.3102/00346543066004543
- Parker, P. D., Marsh, H. W., Ciarrochi, J., Marshall, S., & Abduljabbar, A. S. (2014). Juxtaposing math self-efficacy and self-concept as predictors of long-term achievement outcomes. *Educational Psychology*, 34(1), 29-48. doi:10.1080/01443410.2013.797339
- Perales, J. C., Catena, A., Cándido, A., & Maldonado, A. (2017). Rules of causal judgment: Mapping statistical information onto causal beliefs. In M. R. Waldmann (Ed.), *The Oxford handbook of causal reasoning* (pp. 29-51). Oxford, UK: Oxford University Press. doi:10.1093/oxfordhb/9780199399550.013.6
- Potosky, D. (2002). A field study of computer efficacy beliefs as an outcome of training: The role of computer playfulness, computer knowledge, and performance during training. *Computers in Human Behavior*, 18(3), 241-255. doi:10.1016/S0747-5632(01)00050-4
- Ree, M. J., French, D., MacLeod, C., & Locke, V. (2008). Distinguishing cognitive and somatic dimensions of state and trait anxiety: Development and validation of the State-Trait Inventory for Cognitive and Somatic Anxiety (STICSA). *Behavioural and Cognitive Psychotherapy*, 36(3), 313-332. doi:10.1017/S1352465808004232

- Renninger, K. A. (2010). Working with and cultivating the development of interest, self-efficacy, and self-regulation. In D. D. Preiss & R. J. Sternberg (Eds.), *Innovations in educational psychology: Perspectives on learning, teaching and human development* (pp. 107-138). New York, NY: Springer.
- Renninger, K. A., & Hidi, S. E. (2015). *The power of interest for motivation and engagement*. New York, NY: Routledge. doi:10.4324/9781315771045
- Renninger, A., Hidi, S. E., & Krapp, A. (Eds.). (2014). *The role of interest in learning and development*. Hove, UK: Psychology Press.
- Richardson, M., Abraham, C., & Bond, R. (2012). Psychological correlates of university students' academic performance: A systematic review and meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *138*(2), 353-387. doi:10.1037/a0026838
- Riggs, M. L., & Knight, P. A. (1994). The impact of perceived group success-failure on motivational beliefs and attitudes: A causal model. *Journal of Applied Psychology*, *79*(5), 755-766. doi:10.1037/0021-9010.79.5.755
- Ritchie, L., & Williamon, A. (2013). Measuring musical self-regulation: Linking processes, skills, and beliefs. *Journal of Education and Training Studies*, *1*(1), 106-117. doi:10.11114/jets.v1i1.81
- Roeser, R. W., & Peck, S. C. (2009). An education in awareness: Self, motivation, and self-regulated learning in contemplative perspective. *Educational Psychologist*, *44*(2), 119-136. doi:10.1080/00461520902832376
- Rottman, B. M., & Keil, F. C. (2012). Causal structure learning over time: Observations and interventions. *Cognitive Psychology*, *64*(1-2), 93-125. doi:10.1016/j.cogpsych.2011.10.003
- Sansone, C., Smith, J. L., Thoman, D. B., & MacNamara, A. (2012). Regulating interest when learning online: Potential motivation and performance trade-offs. *The Internet and Higher Education*, *15*(3), 141-149. doi:10.1016/j.iheduc.2011.10.004
- Schaie, K. W., Dutta, R., & Willis, S. L. (1991). Relationship between rigidity-flexibility and cognitive abilities in adulthood. *Psychology and Aging*, *6*(3), 371-383. doi:10.1037/0882-7974.6.3.371
- Schönfeld, P., Brailovskaia, J., Bieda, A., Zhang, X. C., & Margraf, J. (2016). The effects of daily stress on positive and negative mental health: Mediation through self-efficacy. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, *16*(1), 1-10. doi:10.1016/j.ijchp.2015.08.005
- Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, *19*(4), 460-475. doi:10.1006/ceps.1994.1033
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2016). *A beginner's guide to structural equation modeling* (4th

- ed.). New York, NY: Routledge.
- Schunk, D. H. (2012). *Learning theories: An educational perspective* (6th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Selfe, C. L., Hawisher, G. E., Van Ittersum, D., & Gee, J. P. (2016). *Gaming lives in the twenty-first century*. New York, NY: Palgrave Macmillan. doi:10.1057/9780230601765
- Sloman, S. A., & Lagnado, D. (2015). Causality in thought. *Annual Review of Psychology*, 66, 223-247. doi:10.1146/annurev-psych-010814-015135
- Snow, C. E., Burns, M. S., & Griffin, P. (1998). *Preventing reading difficulties in young children*. Committee on the Prevention of Reading Difficulties in Young Children, National Research Council. Washington, DC: National Academy Press. doi:10.17226/6023
- Stankov, L., Lee, J., Luo, W., & Hogan, D. J. (2012). Confidence: A better predictor of academic achievement than self-efficacy, self-concept and anxiety? *Learning and Individual Differences*, 22(6), 747-758. doi:10.1016/j.lindif.2012.05.013
- Steinkuehler, C., Squire, K., & Barab, S. (Eds.). (2012). *Games, learning, and society: Learning and meaning in the digital age*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139031127.006
- Stewart, O., & Tei, E. (1983). Some implications of metacognition for reading instruction. *Journal of Reading*, 27(1), 36-43.
- Stern, C., & West, T. V. (2014). Circumventing anxiety during interpersonal encounters to promote interest in contact: An implementation intention approach. *Journal of Experimental Social Psychology*, 50, 82-93. doi:10.1016/j.jesp.2013.09.008
- Suliman, W. A., & Halabi, J. (2007). Critical thinking, self-esteem, and state anxiety of nursing students. *Nurse Education Today*, 27(2), 162-168. doi:10.1016/j.nedt.2006.04.008
- Thompson, N., & McGill, T. J. (2014). The application of affective computing technology to e-Learning. In M. Thomas (Ed.), *Pedagogical considerations and opportunities for teaching and learning on the Web* (pp. 109-128). Hershey, PA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-4666-4611-7.ch007
- Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer gaming and interactive simulations for learning: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34(3), 229-243. doi:10.2190/FLHV-K4WA-WPVQ-HOYM
- Vos, N., van der Meijden, H., & Denessen, E. (2011). Effects of constructing versus playing an educational game on student motivation and deep learning strategy use. *Computers & Education*, 56(1), 127-137. doi:10.1016/j.compedu.2010.08.013

- Webster, J., Trevino, L. K., & Ryan, L. (1993). The dimensionality and correlates of flow in human-computer interactions. *Computers in Human Behavior*, 9(4), 411-426. doi:10.1016/0747-5632(93)90032-N
- Weiner, B. (2013). *Human motivation*. Hove, UK: Psychology Press.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13-39). San Diego, CA: Academic Press. doi:10.1016/B978-012109890-2/50031-7

Journal of Research in Education Sciences  
2018, 63(3), 131-162  
doi:10.6209/JORIES.201809\_63(3).0005

# Game Performance in Covariation Reasoning: The Correlates Between Gameplay Self-Efficacy, and Metacognition Reflected Gameplay Anxiety and Gameplay Interest

Jon-Chao Hong

The Advanced Center for the Study of Learning Sciences,  
National Taiwan Normal University

Chiung-Hua Chan

Department of Industrial Education,  
National Taiwan Normal University

## Abstract

For studying cause-effect relationships, a monoapproach is preferred. However, to account for the complex nature of reality, practicing covariation thinking is necessary. For exploring how cognitive-affective factors play a crucial role in the ability to practice covariation reasoning, this study collected data from senior high school students aged 16-17 years and 138 students were invited to practice that game 20 minutes for 6 times. As part of their studying process, the students were required to complete online questionnaires. The questionnaire related to metacognition and gameplay self-efficacy were delivered before this experiment, questionnaires related to gameplay anxiety and gameplay interest were given after each trial of game playing. Path analysis of data from 119 effective responses was performed using SPSS (version 22) and structural equation modeling-AMOS (version 21). The results demonstrated that gameplay self-efficacy, gameplay interest, and metacognition in learning “NG Bread” was negatively correlated to gameplay anxiety, but gameplay self-efficacy was positively related to gameplay interest. Furthermore, the result indicated that enhancing gameplay self-efficacy in a specific task may reduce players’ anxiety and encourage interest in playing the game in a competitive setting. The implication of this study may encourage educators to use this digital game for improving covariation reasoning of their students.

**Keywords:** covariation reasoning, gameplay anxiety, gameplay interest, gameplay self-efficacy, metacognition

---

Corresponding Author: Chiung-Hua Chan, E-mail: sofia897700081@gmail.com

Manuscript received: Apr. 29, 2017; Revised: Sep. 25, 2017, Jan. 31, 2018; Accepted: Feb. 6, 2018.