

幼兒「不確定性」概念表現與影響因素之探討

陳埤淑*

臺南應用科技大學師資培育中心副教授

*通訊作者：陳埤淑
通訊地址：710 臺南市永康區中正路 529 號
E-mail：tg0002@mail.tute.edu.tw
投稿日期：2020 年 5 月
接受日期：2020 年 11 月

摘要

本研究探討幼兒「不確定性」概念的表現，以及其影響因素，本研究因加入重要的投入變項預估影響幼兒不確定性思維的因素，有別於過去的研究，只針對幼兒單一構念做評量。本研究設計 15 個作業調查及訪談 195 名 4 ~ 6 歲幼兒不確定性概念的發展與表現。結果發現幼兒對事件發生的可能性能做正確判斷，超過 64% 以上的幼兒能正確理解事件的發生的因果關係，並且超過 80% 的幼兒能說明自己判斷的理由。在猜測事件發生的可能性、比較兩事件發生的可能性及相關概念上，大部分的幼兒會使用數量大小做判斷，但幼兒欠缺對事件發生具有機會相等的概念。另外，研究也發現影響幼兒在不確定概念作業表現上，使用解題策略與口語能力皆為重要影響因素，幼兒在解題時會使用比較多、比較少等語彙做回應。至於，背景變項中有些變項對幼兒不確定性概念的各別概念表現上也有影響。

關鍵詞：不確定性、幼兒數學、機率思維

The Influencing Factors of the Concept of “Uncertainty” in Children

*Ching-Shu Chen**

Associate Professor, The Center for Teacher Education, Tainan University of Technology

*Corresponding author: Ching-Shu Chen

Address: No. 529, Zhongzheng Rd., YongKang Dist., Tainan City 710, Taiwan (R.O.C.)

E-mail: tg0002@mail.tute.edu.tw

Received: May, 2020

Accepted: November, 2020

Abstract

This study investigated the ability of young children to think about uncertainty in mathematics and what factors affected that ability. The study differed from previous studies, which focused on the evaluation of a single construct, in that the most important independent variables influencing thinking about uncertainty were added. The study adapted 15 tasks designed to survey and interview 195 young children aged 4–6 years, and the study investigated the ability of young children to think about uncertainty and the factors influencing their development of the ability. The findings indicated that 4–6-year-old children were already aware of the concept of uncertainty but lacked knowledge of equal chance. They could predict the possibility of events occurring, compare the likelihood of two events, and solve problems related to uncertainty using objective methods. Strategic and verbal abilities were the key factors influencing the ability of young children to analyze uncertainty. As for the background variables, some of the variables also have an impact on the performance of the concept of children’s uncertainty.

Keywords: *uncertainty, childhood mathematics, probability thinking*

壹、緒論

處在科技時代瞬息萬變的生活中充滿著不確定性，人們愈來愈需要在不確定的情境中做決定，通常人們會從不確定性情境中推論出規律，分辨出事件發生的確定性而做出正確的決定。一般對於「不確定性」(uncertainty/indeterminacy)有多種說法，有的認為不確定性不是現象，而是在脈絡中對所處情境的一種觀念(conception)，也就是指對未來事件無法做預估(Horvath & Lehrer, 1998)。「不確定性」本身就是一種變異，是隨機的，因為隨機的結果是無法確定下一個將發生的(Bryant & Nunes, 2012)。「不確定性」指事件結果的變異需要用機率來評估發生的機會，常被用來量化事件發生的可能性，而事件確定的程度用0到1之間的數值來表示(Bryant & Nunes, 2012; Nikiforidou & Pange, 2010; Oparnica, Sudžuković, & Zobenica, 2016)。基於上述，本研究界定不確定性，指事件的發生不會有必然可預期的結果，且是隨機發生的。

文獻建議從小培養幼兒具有不確定性概念很重要，不確定性概念在學童更早的年齡就應該介紹給他們(Shaughnessy, 1992)。由於幼兒從不同的管道接收廣泛的訊息，教育應支持他們對這些訊息做整理，建構出合用的資訊(Lehrer & English, 2018)。最近的研究指出經過許多適當設計和措施，確實能讓幼兒以數學的方式建構出他們對真實世界的詮釋，發展出推理能力，若再給予概念、資源及學習經驗，更能引導幼兒進入複雜的形式的推理，這是過去未曾發現的(English & Watters, 2005; Perry & Dockett, 2008)。由於學前教育「幼兒園教保活動課程大綱」強調數學應在生活中學習，從蒐集訊息、整理訊息到解決問題培養認知推理能

力(教育部, 2016)。幼兒在生活中蒐集與整理訊息的過程中，由成人設計合宜的情境與脈絡，能幫助他們面對不確定的訊息時能下正確判斷與決定，增進他們認知的推理能力。

過去對幼兒不確定性概念表現的研究，根據Piaget與Inhelder(1951/1975)提出六歲以前的幼兒尚未形成機會的概念，因為他們認為幼兒對機率的理理解與認知發展有關，幼兒處在前運思期，沒有明確的因果關係，無法形成機會的概念。例如，他們的實驗以一個袋子裝有六顆紅色彈珠及兩顆藍色彈珠，問幼兒從袋子中拿出一顆彈珠，最有可能拿到那一種顏色的彈珠，幼兒會以喜愛的顏色回應。得知，幼兒分不清因果及隨機的概念(Piaget & Inhelder, 1951/1975)。但是持不同看法的學者Yost、Siegel與Andrews(1962)認為皮亞傑(Jean Piaget)的實驗中問幼兒「最有可能」是在幼兒不明白的情境下做的實驗，他們用一組20位4.1~5.8歲的幼兒，以皮亞傑的實驗再做一次，另一組設計不以口語做決定的實驗，改成以非語文的方式施測幼兒，結果發現4~5歲幼兒觀察兩種情境可以正確地判斷及決定。另外，Davies(1965)設計彈珠的實驗，以兩個罐子分別裝不同比例的紅白彈珠(4/5及1/5)，要幼兒壓槓桿選球，若不要求口語說明，3歲幼兒表現出具有機率的概念，若要求語言說明，則6歲幼兒能做出適當的反應。得知，皮亞傑以認知發展來說明幼兒不確定性的表現，而持相反看法的學者認為口語能力會影響幼兒不確定性概念的表現。

相對的，Perry與Dockett(2008)強調幼兒會運用數學思考解決現實世界遇到的許多問題和數學問題，當他們長大以後會以早期的數學想法，做跳板發展出

更強的數學能力解決生活問題。「幼兒園教保活動課程大綱」強調幼兒學習數學的目的在培養幼兒核心素養，能運用感官知覺自己及生活環境的訊息，並理解訊息及其間的關係，運用舊經驗和既有知識，分析、整合及預測訊息做判斷（教育部，2016）。可知，幼兒若能從生活環境中發展出的數學能力解決問題，就能具有潛在的認知能力，主動地解決生活中面臨的問題。在幼兒園的課程中雖未有與這些直接相關的學習內容，但在活動中讓幼兒去整理資料時也會遇到不確定性的問題，需要幼兒分析、猜測與判斷。學者主張若要瞭解幼兒對不確定性概念的表現，必須使用幼兒能懂的知識與語言來評量，才能瞭解幼兒這方面的能力表現（Lehrer & English, 2018）。因此，本研究以幼兒能理解的知識與語言設計情境—不確定性概念作業，探討幼兒不確定性概念的發展，作為未來幼兒數學課程與教學的參考。

過去的研究對幼兒不確定性表現，雖不直接使用「不確定性」的語彙，而以「可能」、「機會」取代，但較多的文獻較偏向認知發展與語文表達來論述幼兒這方面的表現。本研究擬探討4~6歲幼兒不確定性概念的發展，因為這年齡層的幼兒以「自我為中心」，事件的結果常是以自己的看法決定，例如生活中參與遊戲或競賽，堅持贏家一定是自己，他們有輸不起的心態，若課程帶入「不確定」的概念，則有助於幼兒修正「自以為是」的看法，學習接受「機會」因素會影響事件發生的結果。故本研究透過「不確定性」概念的探究，設計不確定性的情境供幼兒猜測與推理，進一步瞭解是哪些因素影響幼兒「不確定性」概念的表現。因此，本研究擬探究幼兒不確定性概念表現為何？及哪些因素影響幼兒在不確定性作業上的表現？

一、研究目的

- (一) 探討4~6歲幼兒不確定性概念發展特性。
- (二) 探討影響幼兒不確定性概念表現的因素。

二、研究問題

- (一) 4~6歲的幼兒對事件發生的可能性如何做判斷？
- (二) 4~6歲的幼兒具有隨機與機會相等的概念？
- (三) 除口語、認知能力外，影響4~6歲幼兒不確定性概念表現的因素為何？

貳、文獻探討

一、幼兒不確定性概念發展特質與表現

(一) 幼兒不確定性概念發展特質

傳統理論支持7歲以上的幼兒具有不確定性概念（機率思維），但近來的研究強調4歲的幼兒已經具有這些概念且能發展出基本概念（Nikiforidou & Pange, 2010）。有關傳統的說法，最具有影響是Piaget與Inhelder（1951/1975）提出幼兒無法從可能的機會中分辨確定性，他們設計作業讓幼兒在隨機混合的元素或不同的分配下預測，結果發現幼兒欠缺對因果關係的理解，無法分辨必然的結果在可能的機會中做決定，因他們沒有邏輯思考能力，對實際結果在理解上有困難（Piaget & Inhelder, 1951/1975），也就是學童在建構機率概念上，根據Piaget與Inhelder的研究，認為這概念的最基本問題在於分辨隨機和必然的能力。

學者對此進一步的說明，認為幼兒在不確定性情境中對某些事件做比較時，

有的幼兒會分析這些事件發生的可能性，注意到及分辨出生活中某些事件或現象的結果具有不確定性，但有些幼兒相信事件發生的原因，會因個人的喜好或因為它是幸運的而形成，幼兒不太瞭解事件的結果是隨機產生的（張英傑、周美菊譯，2005）。由上述的說法得知，學者同意幼兒無法在不確定性的情境中做猜測及判斷。

另外，Kuzmak 與 Gelman（1986）研究相同議題時，將不同顏色彈珠排列在透明可見的管子裡，彈珠射出後讓幼兒猜測。研究者問幼兒「你知道那一種顏色彈珠會出現？」，大多數 4 歲的幼兒能正確回應，而 5 歲的幼兒更能做清楚的解釋；也有的學者認為應該提供幼兒學習機會，實施正式的教學才有助於他們面對不確定性訊息時做正確判斷（Fischbein & Gazit, 1984）。近來學者認為幼兒從資料的蒐集與分析中，能經驗到事件發生的可能性，並對未來做猜測，而發展出不確定概念（Lehrer & English, 2018; Moore, 1990）。幼兒在蒐集與分析資料中找到變異而建構事物的新屬性，找到解決問題的方法，學者們以統計的觀點，將不確定性視為一種變異，能從資料分析中找到不確定的因素。因此，教學應讓幼兒更有想像力，以及安排機會讓幼兒經驗各種可能性，在不確定事件發生時，學會發現事件變異現象，從事件多種的變異中做猜測，找出事件發生的類型（pattern）解決問題。因此，過去文獻探討幼兒是否有不確定性推論能力？反對與贊成的說法各有其支持理由，甚至，最近的理論認為提供經驗設計作業對幼兒施測，瞭解幼兒是否具有不確定性的概念？本研究也設計類似的作業瞭解幼兒不確定性概念的反應及表現，並且採用量化分析及觀察訪談方法，異於過去的研究只以質性觀察探討。

（二）幼兒不確定性概念表現

依據過去文獻提出幼兒「不確定性」概念以階段性發展為主，從主觀判斷到客觀量化推論，學者 Jones、Langrall、Thornton 與 Mogill（1997）彙整過去大量的研究包括幼兒機率概念的探討與實驗，從事跨年級學童的機率思維研究（如 Falk, 1983; Fischbein, Nello, & Marino, 1991; Piaget & Inhelder, 1951/1975; Shaughnessy, 1992），發展出一套評量架構以及作業。他們發現學童會因為認知成熟度而呈現不同階段的表現，雖然跟過去的研究相似，但是他們提出學童在不確定性的情境中，有不同的猜測與決定。他們的架構包括四個構念：樣本空間（sample space）指事件發生的集合；事件機率（probability of an event）指事件發生的可能性；機率比較（probability comparisons）指比較兩個事件發生的可能性；條件機率（conditional probability）指在無法取代下事件發生的可能性。每一個構念都有四個思考（thinking）階段：從主觀到數的推理，也就是 1. 主觀階段、2. 轉換階段、3. 非正式的量的階段到 4. 數值解題四個階段。這四階段是連續的，但在連續中也有中斷的現象，會因學童的個別差異呈現發展停頓的現象，這個架構除可以呈現學童不同階段不確定性（機率）思維成熟度外，也可以引用來綜觀幼兒不同構念發展的程度。

雖然他們的實徵研究以小學生為對象，但他們為瞭解研究對象機率思考發展本質，在提出機率概念發展的架構時除條件機率外，樣本空間、事件機率及機率比較都是結合過去的研究發展作業，如他們的作業情境，仍採過去研究所使用的彈珠、轉盤作業（包括幼兒）探討研究對象對事件發生做猜測或比較機率概念的發展。研

究結果也修正樣本空間及條件機率概念發展中的階段 2「轉換階段」與階段 3「非正式的量的階段」。由於本研究對象未達到他們修正認知發展的程度，仍引用他們發展出來的架構瞭解幼兒不確定性概念的發展情形，同時，本研究也發展出 15 個作業探討幼兒不確定性概念的表現，而這 15 個作業的設計也參考 Jones 等人（1997）的作業及使用過去相關研究的作業。

有關幼兒不確定性概念（機率）的認知發展，Jones 等人（1997）將幼兒認知放在第一階段及第二階段。第一階段發展的特色：1. 事件機率：幼兒主觀判斷及預測最有可能與最不可能事件、分辨可能及不可能的事件，例如，研究者要求幼兒猜測從裝有 4 綠 3 紅 2 黃珠子的盒子拿珠子，問會拿到那一種顏色的珠子？幼兒回應：最有可能從上面拿到喜歡顏色的珠子，甚至在搖動盒子後，幼兒的回應還是一樣。2. 機率比較：在兩個不同樣本空間中，比較兩事件發生的可能性，通常他們會以主觀或數值判斷，例如，玩轉盤遊戲時，讓幼兒挑一個顏色再轉動轉盤，若指針落在所選擇的顏色，就得分錢。施測下來有的幼兒會選擇喜歡的顏色回應。到第一階段後期，他們設計兩個轉盤要幼兒選一個顏色，這時幼兒已不管另一個轉盤是否有他喜歡的紅色，反而會以面積大的顏色作為判斷指針的落點；但第一階段後期的特色是幼兒仍無法分辨「機率相等」，即指事件發生的機會相同或不相同。3. 條件機率：在不能取代的情況下，會分辨確定與不可能事件發生，例如，在上述裝珠子的盒子裡把紅色的珠子拿走了，讓幼兒猜測最有可能拿到什麼顏色的珠子？幼兒會說綠色珠子最有可能被拿到，因為它在最上面，但如果拿走紅色珠子，放入取代紅

色的珠子，幼兒仍堅持綠色最有可能被拿到，因為它在最上面，可見幼兒在條件機率概念發展上，仍停在主觀猜測的階段。

第二階段不確定性概念的發展有四個特色：1. 樣本空間：給三種顏色排列，幼兒能列出六種組合；2. 事件機率：也會以量化方式判斷及臆測最有可能與最不可能事件，但有可能轉變為主觀的判斷，例如，讓幼兒預測 4 綠 3 紅 2 黃的箱子裡猜測最有可能拿到那一種顏色的球，有時幼兒會說紅色機會最少，因為只有一個，他沒有覺察到情境改變（個人概念發展停頓）；3. 機率比較：會根據量化原則做機率的比較（可能無法正確量化）；會從機率不同的情況下判斷機會相等；4. 條件機率：在不能取代的情況下分辨有些事件機率的改變。

至於，在不確定性概念中兩個重要的概念，隨機概念與機會相等與不相等的概念，在幼兒的判斷作業上很重要。因為幼兒有隨機概念才能做正確的判斷，而隨機概念重要在於它是以機會出現相等為基礎，例如投骰子，必須明白骰子的六個面，每一面都有出現的機會，而且出現的機會相等。

有關幼兒的機會相等概念的發展，學者 Jones 等人（1997）與 Jones、Thornton、Langrall 與 Tarr（1999）認為對兩個事件發生的可能性做比較時，幼兒處在主觀的階段，他們不會區分事件發生的機會相等或不相等，而在過渡期時，幼兒會先以量化做推論，或以兩事件發生的可能性做比較，但也並不一定正確。之後，幼兒慢慢地開始能分辨「相等」和「不相等」的兩事件發生的可能性；到在非正式量化時期，幼兒就會使用量化推論事件出現的機會「相等」及「不相等」。可見，在

Jones 等人的研究中認為成熟因素會影響幼兒不確定性概念的表現，但有的學者認為理解隨機概念與機會相等的概念對幼兒來說有困難 (Bryant & Nunes, 2012)，也不認為在不確定性概念階段發展的後期，幼兒就能發展出這些概念，需等到 10 歲以後才會穩定 (Bryant & Nunes, 2012)。因此，這個議題值得本研究進一步探討。

二、影響幼兒不確定性判斷的因素

不確定性概念發展被視為一種認知能力。皮亞傑的認知理論 (Piaget & Inhelder, 1966/1969) 特別強調數理邏輯能力之發展。他們提出在認知過程中，人們主動地接受外界的事實，由嘗試錯誤或想像操縱外在的變化，一個完整的認知過程應該包含三項步驟：理解問題、建立假設及進行實驗 (Piaget & Inhelder, 1951/1975)。Piaget 與 Inhelder (1951/1975) 更提出幼兒因為邏輯思考能力有限，無法從事件發生的機會中做決定，而是需要從實際多次的觀察，確認實際機會分布的結果做判斷。但是，學者認為這不是幼兒能力的問題，而是皮亞傑的臆測作業太難，因為它涉及的不只是單一決定機率的能力，同時還要有高的語文 (high linguistic) 能力、記憶、後設認知 (meta-cognitive) (Bryant & Nunes, 2012) 等因素。又由於皮亞傑的認知結構理論 (Piaget & Inhelder, 1966/1969) 提到認知能力的表現會因人而異，且與文化背景，教育與經驗有關。更有學者提出還有其他因素會影響人們判斷事件發生可能性，而這些其他因素如社會文化及信念因素等 (Chassapis & Chatzivasileiou, 2008)。因此，影響幼兒在不確定性作業表現的不只有單一因素。因此，本研究提出除認知因素 (認知思考、解題策略、後設認知—

做決定風格) 外，還包括口語能力，以及其他的因素 (性別、年齡及家長教育程度) 是否影響幼兒不確定性概念的表現。以下就影響因素加以說明。

(一) 認知思考

認知思考指不確定性的思考推論能力。皮亞傑認知能力發展階段中，界定前具體運思期的年齡大約自 2 ~ 7 歲。這階段是語言、符號，或是內在思想的開始時期，幼兒的思考能力並不成熟 (Piaget & Inhelder, 1966/1969)。同時，由於這階段的幼兒將感官動作期所建立之實用智慧內化，很需要有具體操作的機會建立具體操作思考的能力。再者，Byrnes 與 Overtan (1986) 提出使用具體脈絡 (作業) 與命題式的情境，在其研究中讓一、三及五年級學童做不確定性事件的判斷，學童有觸及 (視覺) 物件的機會，研究發現具體脈絡作業有助於學童不確定性概念推論。由此，本研究使用具體情境讓幼兒對事件發生的可能性做猜測與判斷，以瞭解幼兒不確定性概念的表現。加上，在幼兒機率概念發展方面，Rapp 與 Wilkening (2005) 認為若給予幼兒學習機會就能提升他們不確定性推論能力，他們設計活動讓幼兒親自操作實驗，請幼兒預測球的落點以及對轉盤指針停下來的位置，將實驗過程記錄下來。研究發現透過操作及記錄，10 歲幼童能理解機率分配的現象。由於本研究的對象是 4 ~ 6 歲的幼兒，探究幼兒具有不確定性的概念更需要實作性作業，幫助幼兒將蘊藏的內化智慧—不確定性概念展現出來，並能從提問中得到回饋，協助他們做正確決定。故本研究除設計具體物件在施測中供幼兒觸摸外，也有視覺圖片協助幼兒判斷。

另外，有關認知思考表現，Polaki (2002) 提出幼兒機率思考階段論，認為幼兒在第一階段表現很主觀，幼童在預測最有可能／最不可能的事件，是根據主觀的判斷，例如讓他們猜測最有可能拿出哪一種顏色的球時，他們會以喜歡的顏色作為選球的依據。因此，本研究讓幼兒針對不確定性概念作業做回應時，調查幼兒是否也停留此階段上。第二階段由直觀轉換到非正式機率思維階段，幼兒很明顯地在這階段會依據量化做預測及判斷最大可能及最不可能的事件。第三階段非正式量化機率思維，幼兒主要是依據量化判斷，以數量作為非正式事件發生機會的可能性比較，且能很正確地預測最有可能與最不可能事件。第四階段機率思維，能有效做數的機率 (numerical probability) 比較。基於上述，幼兒不確定性認知思考不成熟時，會以直觀做判斷，當發展成熟時就會以量化及比例概念做推論。可知，Polaki (2002) 與 Jones 等人 (1997) 說法相近，在不確定性概念認知發展上，都提出階段論的看法，顯示幼兒不確定性概念隨著認知成熟而有不同的表現。

因此，本研究將以上述學者提出的看法對照 4 ~ 6 歲的幼兒在不確定性概念作業上的反應，擬進一步瞭解幼兒不確定性表現是否受認知思考影響，而有不同的表現？

(二) 解題策略

數學解題被視為一種思維、歸納、演繹與理解過程 (National Council of Teachers of Mathematics, 1989)。文獻提出隨著認知發展的增長，幼兒使用策略解題的能力也會提升。皮亞傑提出前具體運思期的幼兒尚未發展出能分辨必然與不確定性 (隨機) 之間的差別 (Piaget & Inhelder, 1966/1969)，幼兒仍認定隨機事件仍可

以控制，有決定性的規則，若讓他們猜測事件發生的可能性時，他們以主觀判斷，認為紅色球最有可能拿到，因為它放在最上一面。皮亞傑再以兩個樣本的機會作業 (two-sample choice task) 測幼兒，發現若兩個作業數量相同，幼兒會使用估計數量的策略解題，若數量不同時則使用機率策略解題，8 歲的幼童有一半的人會運用機率策略解題 (Siegler, Strauss, & Levin, 1981)。另外，有的學者認為幼兒解題時不會依據比例 (ratios) 來判斷事件發生的可能性，因為理解比例是理解機率的基石 (Shaughnessy, 1992)。Piaget 與 Inhelder (1951/1975) 用相同比例的作業測試 7 歲以下的幼兒，一個袋子裝 3 顆黑色與 1 顆白色彈珠，另一個裝 6 顆黑色與 2 顆白色彈珠，讓幼兒決定那一個袋子最容易拿到黑色彈珠，發現很多的幼兒會認為後者比較有機會，這是因為幼童在解題策略中，無法應用比例對事件發生的可能性上做判斷 (Shaughnessy, 1992)。

Green (1984) 為探討幼兒使用何種解題策略，使用三個作業調查 56 名幼兒是否認識機率與不確定性的語言，包括圖表、隨機的表徵轉盤及皮亞傑的彈珠作業。Green 也選擇 6 個黑色與 2 個白色彈珠施測，結果發現幼兒使用計數的策略，而不是用比例策略。因此，Green 下結論認為理解不確定性 (機率) 比例概念很重要。另外，又發現一般幼兒在猜測時，比較不會用最不可能、確定或不可能的機率概念語言。但是 Fischbein 等人 (1991) 認為幼兒對事件的猜測，大多數會以大數量做比較，看那一個物件比較容易拿到，但幼兒還是無法考慮到比例的結構。另外，Fischbein 與 Grossman (1997) 再提出 6 歲的幼兒會用數量做比較，而 11 歲的幼童會以比例的方式做猜測，因為年齡不

同、認知基模也不同，使用的策略更不同。由於幼兒傾向使用數量的大小做預測，甚至有的教學研究也朝此方向努力。然而 Greer (2001) 認為用這種策略對發展不確定性（機率）概念的理解並沒有貢獻。雖然使用比例解題很重要，但有其他的學者另有看法，因在他們的研究中，發現 12 月的嬰兒對數量就有直覺理解的能力，稱為數感（subitizing）。雖然他們不是用比例概念解題，但比較兩物件判斷時，對事件發生的可能性已具有猜測判斷的能力，不必到 10 歲才具有這種能力，這又與皮亞傑的說法不同（Teglas, Giroto, Gonzale, & Bonatti, 2007）。

綜合上述的研究，得知依認知能力的不同，幼兒使用不同的解題策略。幼兒在解不確定性概念作業時，大都採用計數與大數量比較，即使不用比例策略也可以解題。因此，本研究除探討幼兒不確定性的推論上使用何種策略？也探討幼兒解題策略對不確定性概念的表現如何？

（三）後設認知—做決定風格

幼兒在不確定性脈絡中對事件發生的可能性做猜測下決定時，需要後認知能力。Flavell (1987) 把後設認知分成後設認知知識（metacognition knowledge），指個人認識自己的認知，包括瞭解自己的能力、任務的艱鉅以及完成任務的策略；後設認知監控的歷程（metacognition control processes）即在使用知識判斷的過程中調整認知達成目標（Schraw & Moshman, 1995）。因為在下決定後，仍需瞭解自己所做的決定是否正確？也是屬於後設認知監控的能力，而後設監控的能力有助於如何下正確的決定達成目標。Schraw 與 Moshman (1995) 也提出若增加幼兒程序性知識也可以提升他們的解題表現，在後設認知的部分，4 歲的幼兒能從正確或錯

誤的訊息中推理，而 6 歲的幼兒可以提出假定，在解題的過程中做監控及調整。然而，在調整認知的過程中，更會受到個人經驗、作業及影響而展現不同的決策風格（decision-making style）即在做決定時有其特有的模式（Mohammed & Schwall, 2009）。本研究探討幼兒在回應 15 題不確定概念作業的過程中是否有不同的做決定風格，而影響其表現？

（四）口語能力

Yost 等人 (1962) 認為口語能力對不確定性概念發展是有影響。因為他們認為在皮亞傑的研究過程中問幼兒「最有可能拿到……」，是讓幼兒在不明白情況下做回應。他們改變作業以非口語的方式施測幼兒，以 20 位 4.1 ~ 5.8 歲的幼兒分兩組做實驗，一組做皮亞傑的實驗，另一組設計做決定（decision making）的實驗，實驗中讓幼兒從盒子中拿出撲克牌，撲克牌的比例有三分之一及五分之一，讓幼兒選最喜歡及最不喜歡的顏色放在圍裙的口袋裡，兩天分二階段進行施測，答對的有獎品做增強。結果發現 4 ~ 5 歲幼兒觀察兩種情境都可以正確地做判斷及決定，只是他們不會用機率的詞彙回應，因為他們沒有學習過機率概念。

另外，Davies (1965) 設計了一個實驗，兩個罐子內含有彩色彈珠，一個有五分之一紅色彈珠和五分之四紅白色彈珠，另一個罐子裡有五分之一白色彈珠和五分之四紅色彈珠。兒童要壓槓桿選擇其一，如要取得紅色彈珠應該在哪一個罐子較有可能拿到？據她的研究發現若不要求口語說明，3 歲幼兒就有機率的概念；若要求用語言說明，則 6 歲幼兒能做適當反應，但也發現在 9 歲之前所有幼童未能解釋他們所理解的概念。上述的兩個實驗在強調幼兒不需口語能力也能解題，但後來的學

者認為口語能力對不確定性概念的理解有影響。

Fischbein 等人 (1991) 探討 684 名學童與青少年機率判斷的影響因素，發現會受到口語能力影響。Bryant 與 Nunes (2012) 提出在比較兩事件發生可能性當使用比例策略解題時，要會使用分數及比例語言 (language)，則有利解題；年幼的幼兒在猜測比較事件發生的機會時，若能用「相同、不一樣」、「較多」或「較少」的語言則有助於解題。再者，Tatsis、Kafoussi 與 Skoumpourdi (2008) 研究幼兒對事件發生的可能性做判斷時，探討幼兒是否瞭解事件發生的機會相等時，他們在教學實驗中，讓幼兒實作並討論，發現幼兒透過課堂中的討論與溝通能建立不確定性的概念，而且可以克服直觀的問題，更證實不確定性概念需要口語能力來協助理解。

從文獻資料得知口語能力確實會影響幼兒不確定概念的表現，而在這方面，由於本研究的幼兒未接受不確定性概念教學，也未學過不確定性相關的詞彙，透過一對一施測，過程中幼兒作業解題時的表現及完成作業後接受訪談時的回應，幼兒是否能用語言作說明，且能做適當反應，解釋他們所理解的概念。同時，在施測的過程中，施測者也會如皮亞傑的研究，在施測過程中問幼兒「最有可能拿到……」的語彙詢問幼兒，讓幼兒回應。一方面瞭解 4~6 歲的幼兒是否能受到「最有可能拿到……」的語彙影響幼兒的判斷，另一方面，瞭解幼兒在猜測比較事件發生的機會時，是否會用「相同、不一樣」，或「較多」或「較少」的語言幫助解題？本研究除探討幼兒不確定性概念的表現是否受到口語因素影響？也擬瞭解幼兒在接受施測時，是否會以口語做回應？而且會使用哪些語彙做回應？故本研究在設計量表時將

幼兒是否會對事件的可能性，說出判斷的理由？或者會使用相關詞（確定、不確定、可能）描述事件？或者會以生活經驗相關語詞作答，等相關因素列入調查。

(五) 其他因素

除了認知能力、解題策略及口語能力影響幼兒不確定性思維的表現外，是否也受其他的因素影響？本研究加入背景變項如年齡、性別、家長教育程度等因素探討。

1. 年齡

認知論學者主張認知能力會隨著個體的成熟度而發展，年齡大的孩童比年齡小的，更能有邏輯推理的能力，同時，在不確定性概念（機率）表現上，年長的孩童比年幼的更具有不確定性概念。由於 Piaget 與 Inhelder (1951/1975) 提出幼兒機會（不確定）概念發展有三個階段。第一階段在 7 歲以下的幼兒不會分辨必然事件與可能事件，幼兒不會有不確定性概念。他們認為 6 歲以前幼兒尚未形成事件機會的概念，因為在他們的認知發展中沒有明確的因果關係。他們測試幼兒時，讓幼兒試著在隨機的混合物 (mixture) 中找出次序，假如 A 與 B 兩事件，A 出現次數多，他們會預測 B 會跳出多次；同時也發現幼兒沒有比例概念；第二階段 8~14 歲，學童會分辨必然與可能的機率，但他們無法發展出有系統的方式列出全部的可能性 (a list of possibilities)。第三階段 14 歲以上，在這階段會有比例概念出現，能理解機率是有限的相對次數 (the limit of relative frequency)，也會發展出有效的方式作合併分析。因此，年齡因素會影響幼兒不確定性的表現。得知，前運思期的幼兒，無法對不確定性脈絡中事件發生的可能性做猜測。

然而，在 Walker、Bridgers 與 Gopnik (2016) 的研究中卻有不同的發現，他們

用不同年齡的幼兒做實驗，發現年幼的比年齡大的幼兒，更能正確地抽象推理。研究對象一組是 18～30 個月（1.5～2.5 歲）的幼兒，另一組是 36～48 個月（3～4 歲）的幼兒，實驗時給幼兒一對相同數量的積木及不同數量的一對積木，讓幼兒做猜測比較，結果發現年幼組的比年長組的幼兒，更能做抽象的推論，由於年長組的幼兒在做假設推理時，被既有的偏見影響，其正確推理不及年幼組。顯示幼兒不確定性因果關係的推論不受成熟因素的影響。由於本研究調查 4～6 歲的幼兒，探討這年齡層幼兒在不確定性概念作業的表現為何？瞭解幼兒在作業上的表現是否受到成熟因素（認知發展因素）的影響？因此，本研究將年齡放入幼兒不確定性表現的影響因素中討論。

2. 性別

Chapman (1975) 探討幼兒在理解機率概念作業的表現上，發現男生的分數明顯高於女生的分數。另外，在 Čadež 與 Škrbec (2011) 調查 623 名 4～8 歲的幼童有關機率概念的理解時，發現幼兒在分辨確定、可能及不可能的事件，以及比較兩事件發生的可能性上，顯示男女生的表現有些微差異，男生的表現比女生好。因此，本研究也將性別放入背景變項中，探討性別因素對幼兒不確定性概念表現的影響。

3. 家長教育程度

過去有關對幼兒學習成就表現的影響因素研究，發現家長因素會影響幼兒數學學習表現，如家長重視幼兒數概念學習，會在家裡設計與數概念相關的活動給幼兒練習，進而影響幼兒數能力及邏輯推理的表現 (Kleemans, Segers, & Verhoeven, 2011; Segers, Kleemans, & Verhoeven, 2015)。家庭文化會是影響幼兒表現的重要因素，而其中更發現家長教育程度會透過文化資本影響科學成就 (張芳全, 2009)。張芳

全 (2018) 探討影響中學生數學成就的家庭背景因素，發現家長教育程度愈高，學生學習成就愈好。同時，學者也提出社會文化因素如信念、家庭因素等也會影響到幼兒機率的表現 (Chassapis & Chatzivasileiou, 2008)；Fischbein (1975) 提到社會文化對機率表現的影響，如家境好幼兒的機率表現好 (Greer, 2001)。基於上述的研究，當本研究探討影響幼兒不確定性概念表現時，也將背景變項加入家長教育程度，瞭解此變項是否影響幼兒不確定性概念表現。

因此，本研究歸納過去的文獻，除瞭解幼兒不確定性概念發展外，也進一步探討影響幼兒不確定性概念表現的因素，將背景變項納入性別、年齡及家長教育程度等因素，年齡因素主要是在探討認知發展成熟度對幼兒不確定性概念的影響；觀察變項則納入認知能力、解題策略、口語能力及做決定風格等因素，以瞭解那些因素能預測幼兒不確定性的概念的表現（在事件機率、機率比較及條件機率）。

參、研究設計與實施

一、研究方法

本研究以調查訪談的方式探討幼兒不確定概念發展及影響表現的因素。研究對象來自南部三所幼兒園中班（95 名）、大班（100 名）的幼兒，以 195 名 4～6 歲的幼兒為施測對象，男生 98 名以及女生 97 名。在施測的過程中，以訪談瞭解幼兒在調查過程中所做的反應。因而，本研究除有量化資料外，也包含質性的描述性資料。

二、研究架構

本研究架構如圖 1。圖中的投入變項包括性別、年齡、家長教育程度、認知思考、解題策略及做決定的風格。本研究的結果變項包括幼兒在事件機率（事件發生

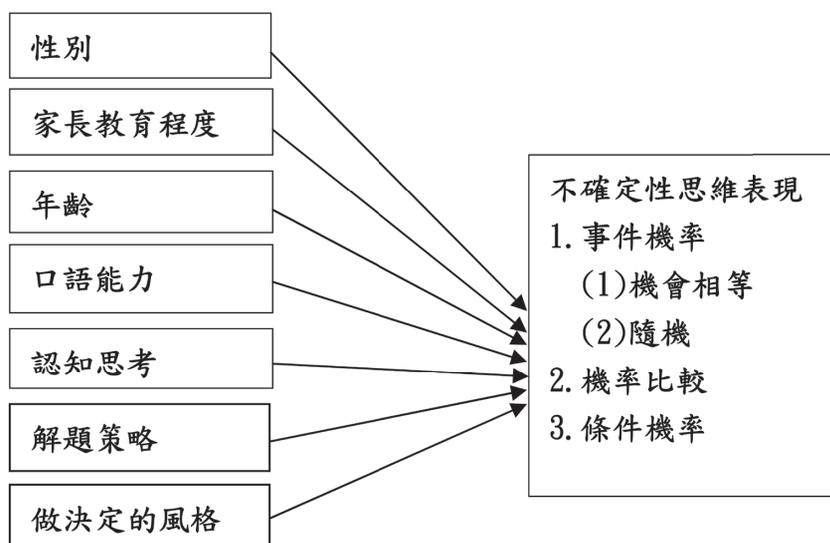


圖 1 研究架構

的可能性)、機率比較(比較兩事件發生的可能性)及條件機率(在不可取代下事件發生的可能性)的表現,同時,也評量幼兒判斷事件發生的可能性,對機會相等及隨機概念。因此,本研究不確定性概念的表現指幼兒在不確定性概念作業上三個構念(包括機會相等及隨機概念)的表現。研究架構是一個預期性的概念,運用箭號表示預期的結果。

三、研究工具

為瞭解幼兒不確定性概念的表現,本研究設計研究工具探討投入變項與結果變項之間的關係,研究工具包括 15 個「不確定性概念」作業,以及訪談觀察量表,量表內容包含相關題目如解題策略、口語能力、做決定風格以及背景變項等。

(一) 不確定性概念作業

1. 作業設計參照與內容

由於過去學者提出應設計作業探討幼童認知能力表現。Byrnes 與 Overtan (1986) 發現具體脈絡作業有助於學童不確定性概念推論,且主張使用具體脈絡

(作業)與命題式情境,讓他們有觸及(視覺)物件的機會做不確定性事件的判斷。因此,本研究設計 15 個「不確定性概念」作業,使用具體情境讓幼兒對事件發生可能性做猜測與判斷,以瞭解他們不確定性概念的表現。作業的內容包括三個構念:事件機率指對事件發生的可能性做猜測、機率比較指比較兩個事件發生的可能性,預測出哪一個事件最有可能發生;條件機率指在無法取代條件下,幼兒能判斷事件發生的可能性。同時也將與事件機率相關的概念,如機會相等及隨機概念等納入探討。下列說明本研究作業的設計參照、內容與評分方式及幼兒回應作業的偏誤,也將資料整理及呈現在表格中。

(1) 事件機率

A. 事件發生可能性

作業 1: 5 顆紅球: 1 顆綠球

作業 2: 5 顆紅球: 4 顆綠球

作業 3: 8 顆紅糖果: 4 顆綠糖果

以兩組顏色做參照,參考 Piaget 與 Inhelder (1951/1975) 研究設計而來。本

研究施測時，袋子裝彩色球，先讓幼兒看袋子及袋子中的球，並提供有關袋子中兩種不同數量顏色球的圖片（如圖 2），再請幼兒閉上眼睛伸手進袋子摸球，摸完球之後問幼兒，等他睜開眼睛看著圖時，施測者問幼兒：「袋子有兩種顏色的球，你伸手去拿，最有可能拿到那一種顏色的球？」幼兒回答後，施測者繼續問：「你怎麼知道的，為什麼？」幼兒回應的偏誤，會以喜歡的顏色作為最有可能拿到球的依據。

B. 機會相等

作業 4：5 顆紅色糖果：5 顆綠色糖果

參照 Jones 等人（1997）的作業設計。長方體的紙盒子放兩種顏色的糖果（糖果紙包紙黏土），讓幼兒看完之後，請幼兒閉上眼睛用手去拿糖果，拿好之後放下，再請幼兒張開眼，並問幼兒：「最有可能拿到那一種顏色的糖果？」之後，再問：「為什麼？」幼兒回應偏誤會以喜歡的糖果做判斷。

作業 12：1/2 紅色：1/2 黃色木製轉盤

作業設計主要參照 Tatsis 等人（2008）的作業而來。施測者拿木製轉盤讓幼兒先轉動，然後再由施測者轉動轉盤，問幼兒：「轉盤停下來之後，轉盤上的指針最有可能停在那一個顏色上面？」幼兒的偏誤在以喜歡的顏色決定指針的落點處。



圖 2 評事件機率作業

C. 隨機概念

作業 5：4 顆黃珠：2 顆藍珠

作業 6：2 顆黃珠：6 顆藍珠

參考 Piaget 與 Inhelder（1951/1975）彈珠作業及 Jones 等人（1997）的作業。施測時，將彈珠（直徑 5 公分）放在盒子裡，搖動盒子後問幼兒：「閉上眼睛，伸手去拿彈珠，最有可能拿到那一種顏色的彈珠？」幼兒睜開眼睛仍可以看到盒子裡面的彈珠。幼兒偏誤認為彈珠的位置是固定不動。

作業 7：5 條紅色魚：2 條藍色魚

作業 8：4 條藍色魚：2 條紅色魚

兩個魚缸裝魚分別裝不同數量的藍色小丑魚及紅色金魚，備有小的撈魚網，施測時強調魚在魚缸裡面游來游去，問：「用網子去撈魚，最有可能撈到那一種顏色的魚？」幼兒的偏誤認為魚是游到某個位置就停止不動。

D. 最大數量

作業 13：1/3 紅：2/3 黃木製轉盤

作業 14：2/3 紅：1/3 黃木製轉盤

參考 Jones 等人（1997）的作業以及參考 Tatsis 等人（2008）研究設計而來。拿木製轉盤讓幼兒轉動，再由施測者拿轉盤轉動之後，問：「幼兒轉盤上的指針最有可能停在那一個顏色上面？」並問：「為什麼？」幼兒偏誤會以喜歡的顏色判斷指針停留的位置。

(2) 機率比較

作業 9：4 顆蘋果：2 顆橘子（1 號袋）

作業 10：2 顆蘋果：6 顆橘子（2 號袋）

作業 11：1 號袋（4：2）：2 號袋（2：6）

作業參考 Kafoussi（2004）作業與 Jones 等人（1997）的作業設計而來。施測時，

袋子裝有蘋果及橘子，先讓幼兒看及摸袋子中的水果，並提供給幼兒印在袋子裡裝有不同數量水果的圖片，再請幼兒閉上眼睛，伸手進袋子摸水果，摸完之後，幼兒看袋子裝水果圖片，問幼兒：「袋子有兩種水果，你伸手去拿，最有可能拿到那一種水果？」幼兒回答後，施測者繼續問：「你怎麼知道的，為什麼？」作業 11 的施測時，拿作業 9 及作業 10 的袋子，問幼兒：「要從這兩袋裡面拿蘋果，你認為從哪一個袋子最有可能拿到蘋果？」再問：「為什麼？」幼兒的偏誤會以自己喜歡吃的水果作為判斷的依據，若呈現幼兒不喜歡的水果，不影響做判斷，因為幼兒會說：「我比較喜歡蘋果，橘子媽媽喜歡比較甜」。

不確定性概念作業施測內涵請見表 1，機率比較作業的設計，在作業設計上與事件機率的作業 1~3 所評的概念有相似之處，但機率比較施測目的不同。機率事件作業 1~3 的內容物有不同顏色及不同數量的球，讓幼兒做猜測判斷，而機率比較的作業 9、10 主要測幼兒對兩事件發生的可能性做比較，作業內容物是由不同種類、不同數量的水果且水果顏色又不同，機率比較不確定性的變異，比事件機率高低。

表 1
不確定性概念作業施測內涵

構念	題號
1. 機率事件	
(1) 事件發生可能性	1、2、3
(2) 機會相等	4、12
(3) 隨機概念	5、6、7、8
(4) 最大數量	13、14
2. 機率比較	9、10、11
3. 條件機率	15

(3) 條件機率

作業 15：5 顆黑球：4 顆白球

參考 Jones 等人 (1997) 的作業設計而來。評量方式比照事件機率的方式，袋子放 5 顆黑球與 4 顆白球，施測過程中，先讓幼兒看袋子裡面的球，然後再讓幼兒看圖片瞭解袋子裡面球的顏色與數量，並告知幼兒黑球拿起來之後，不再放回去，問：「伸手下去拿球最有可能拿到那一種顏色的球？」幼兒的偏誤會忘記黑球的數量會減少。

本研究在施測時會使用具體物件讓幼兒操作，表 2 羅列施測使用的物件、物品數及裝物品的容器。

2. 信、效度

信度建立上，本研究的 15 個「不確定性概念」作業信度經過預試，以項目分析篩選出合適的作業。原設計有 18 個作業，預試時抽取三所幼兒園各 20 名幼兒，共 60 名為施測對象，施測結果經項目分析後，刪掉三個（機率事件）作業，得到 α 係數為 .70。

在效度上，由 4 位專家經三次討論後，給予建議並修改作業而成。第一次討論有關作業評量的架構，建議本研究「不確定性概念」作業宜對照 Jones 等人 (1997) 評量架構發展，作業重點以三個構念為主，包括事件機率、比較機率及條件機率，不包含「樣本空間」，因為幼兒園只能給予研究者有限的時間施測，而樣本空間需要幼兒列出並組織事件發生的結果，才能瞭解幼兒的表現。因此，決定由研究者從事實驗教學時再蒐集資料呈現。第二次討論建議宜蒐集過去與三個構念有關的作業，加以修改應用。第三次討論針對幼兒對作業的反應集中在幼兒構念的表現，而且作業應依照預試結果做討論及修改，在

表 2
不確定性概念作業物件內容

作業	物件	容器／物件	備註
作業 1	5 顆紅球、1 顆綠球	袋子	
作業 2	5 顆紅球、4 顆綠球	袋子	
作業 3	8 顆紅色糖果、4 顆綠色糖果	盒子	
作業 4	5 顆紅色糖果、5 顆綠色糖果	盒子	
作業 5	4 顆黃色珠子、2 顆藍色珠子	盒子	
作業 6	2 顆黃色珠子、6 顆藍色珠子	盒子	
作業 7	5 條紅色魚、2 條藍色魚	玻璃缸	
作業 8	4 條藍色魚、2 條紅色魚	玻璃缸	
作業 9	4 顆蘋果、2 顆橘子	袋子 (1)	
作業 10	2 顆蘋果、6 顆橘子	袋子 (2)	
作業 11	袋子 (1)：袋子 (2)	袋子	
作業 12	1/2 紅色、1/2 黃色	轉盤	
作業 13	1/3 紅、2/3 黃	轉盤	
作業 14	2/3 紅、1/3 黃	轉盤	
作業 15	5 顆黑球、4 顆白球	袋子	條件：黑球拿走後不再放，白球拿走後放回

刪除不合適的作業後，決定採用 15 個作業對幼兒施測。第三次討論也確認施測對象及時間的合適性，決定每位幼兒接受施測及訪談的時間平均 15 分鐘左右。

3. 評量方式

施測過程中，會提供實物給幼兒操作及觸摸，如袋子裝彩色球或水果模型（塑膠）讓幼兒看之後再觸摸後，並提供圖片讓他們瞭解袋子裝的球數及球的顏色（水果數量與種類），後再施測，例如作業 1，如圖 2。實施 15 個作業評量過程中，除了記錄幼兒的回應是否正確之外，也問幼兒猜測、選擇或做決定的理由。如幼兒做猜測事件機率時使用的策略，記錄是以數量的多或少做判斷；或以喜歡的顏色（主觀）說明他們最有可能拿到何種顏色的球；或說不知道，指幼兒不會回應。因本研究界定「不確定性概念表現」的定義指幼兒在「不確定性概念」作業上分數的表

現，施測結果的計分，答對得 1 分，答錯得 0 分。

(二) 訪談觀察量表

1. 量表內容

本研究各訪談觀察量表，如表 3 所示，表中包含變項及說明測量的內容、編碼與計分方式。

訪談觀察量表包含投入背景變項有性別、家長教育程度、年齡，觀察變項有口語、認知思考、解題策略及做決定風格。每一個觀察變項包含有三個觀察問題，見表 3。如解題策略列出三種：(1) 不會以物件的位置決定答案、(2) 會點數物件作答、(3) 會比較物件的數量，以大數量決定事件出現的機會大小。

2. 評分

觀察變項計分，由 0~5 分表示被觀察行為（表現）的反應程度。此量表共 12 題，採用 5 點計分，評分標準以幼兒行為反應

表 3
變項的測量

變項	說明	編碼與計分
性別	幼兒的性別	編：男生為 1；女生為 2
家長教育程度	家長接受教育的程度	編：小學 6；國中 9；高中職 12；大專以上 16；碩士 18；博士 22
年齡	受訪者實際年齡幾歲	以實際年齡計分，如 4.7
口語能力	1. 會說明對事件做判斷的理由 2. 會使用相關詞（確定、不確定、可能）描述事件 3. 會以生活經驗相關詞作答	0~5 分，愈高分表現愈好 同上 同上
認知思考	1. 會用手觸摸物件才作答（具體） 2. 不以個人喜好（顏色、好吃）作答 3. 作答後會要求回饋。如問「對嗎？」	0~5 分，愈高分表現愈好 同上 同上
解題策略	1. 不會以物件的位置決定答案 2. 會點數物件作答 3. 會比較物件的數量，以大數量決定事件出現的機會大小	0~5 分，愈高分表現愈好 同上 同上
做決定風格	1. 會看物件內容再作答 2. 會經思考後對事件做判斷 3. 作答後會再校正答案	0~5 分，愈高分表現愈好 同上 同上

為主。0 分指不反應、不理會施測者的訪問；1 分指引起幼兒注意；2 分指幼兒對作業持續的注意；3 分指幼兒準備付諸行動；4 分指回應不完整；5 分指正確回應。另外，反向題則從 5~0 分。舉例說明，如幼兒會以物件的位置決定答案，0 分表示不回應；1 分指看物件一下；2 分會多看一下物件；3 分準備解決策略；4 分指回應但不考慮位置；5 分如以數量多少做回應。

3. 評分信度

施測者共三位，包括研究者及另兩位為研究助理，研究助理接受一年訓練熟悉施測程序。為瞭解三位施測者的評分是否一致？三位施測者在預試時，同時施測二十名受試者，共同評分。之後，將三個人的各變項評分結果，求出平均數，再用積差相關求出相關係數，所得求出相關係數 .89 以上。

四、蒐集資料與分析

「不確定性概念」作業調查時，採一

對一的方式，一方面讓幼兒對不確定作業做回應，並訪談幼兒做決定的理由，一方面也記錄幼兒回應作業的表現，如對「不確定性」概念的回應正確則給一分，答錯以零分計。觀察變項則依反應程度計 0~5 分。家長教育程度編碼教育程度，各階段教育分別以 6、9、12、14、16、18 與 22 轉換，分別國小畢業、國中畢業、高中職畢業、專科畢業、大學畢業、碩士、博士學位。例如，教育程度要轉換年數，如高中職轉為 12。有關質性資料的分析，指將施測過程中幼兒的回應錄音及做紀錄，除比對相關的相似性外，再將資料編碼，如幼兒的解題策略上，解題策略分主觀判斷，如以喜歡的顏色做猜測；或客觀的以數量多少做判斷。蒐集調查與訪問資料之後，再將資料做統計分析，統計分析使用項目分析以及迴歸分析。

五、資料處理

本研究運用描述統計及迴歸分析做資料處理。運用描述統計的平均數與標準

差，瞭解不確定概念的結果變項，以及瞭解幼兒背景變項的分配。迴歸分析則用來檢定各變項對不確定性概念理解與思維之預估，其中包括回應作業做判斷的策略、年齡、性別（女生、男生）、父母教育程度與認知思考等變項。在資料處理上使用 SPSS V.19.0 for Windows 統計套裝軟體進行資料分析。質性資料則以訪談幼兒及觀察評量時，記錄幼兒對作業的回應情形。

肆、結果與討論

一、幼兒不確定概念表現

本研究施測幼兒不確定性概念的表現，以多元迴歸分析 15 個作業的反應之後，整個模式達到顯著水準， $F = 28.99$ ($p < .001$)，代表本研究所建立的模式在投入的變項中，使用策略達到統計顯著水準 ($p < .001$)，其 β 值為 .68，數據的意義就整體而言，幼兒愈會使用策略解題在不確定性概念表現上愈好。由於投入變項的 VIF 值都低於 10，可見投入變項之間並沒有明顯的多元共線性問題。整體模型的預測力為 50.3%，見表 4。

就整體而言，預測幼兒不確定性概念的表現，統計分析結果見表 4 ~ 表 6 得知幼兒使用策略會影響到不確定性概念的表現。有的變項在個別構念的預估上達到顯著差異，仍具有影響力，以下就個別構念及相關概念的表現加以說明。

二、幼兒在不確定概念各個變項的表現

(一) 事件機率

幼兒對事件發生可能性的理解，經過分析之後，在投入變項模式中的口語、策略、風格都是重要因素，其中使用策略影響事件機率的重大因素，其達到統計顯著水準 ($p < .01$)， β 值為 .47，口語能力達到 .01 的顯著水準。上述意義是愈會使用策略解題及做決定的風格的幼兒，他們在機率事件的表現愈好。另外，也顯示口語能力對事件發生的可能性推斷，有正面助益。且做決定的風格達到統計顯著水準 .001。至於，投入變項的 VIF 值都低於 10，可見投入變項之間並沒有明顯的多元共線性問題。整體模型的預測力為 36% (表 7)。

從表 7 數據得知，在幼兒不確定概念

表 4
預測變項對幼兒不確定性思維能力的迴歸分析摘要

變項	<i>b</i>	<i>SE</i>	β	VIF
常數	4.09*	1.66		
年齡	-0.05	0.27	-.01	1.12
教育	0.08	0.06	.07	1.09
性別	0.24	0.33	.04	1.02
口語	-0.10	0.06	-.09	1.22
認知	0.03	0.06	.03	1.25
策略	0.42***	0.03	.68**	1.22
風格	0.12	0.07	.10	1.52
Adj- R^2		0.50		
<i>F</i> 值		28.99***		

* $p < .05$ ，** $p < 01$ ，*** $p < .001$ 。

表 5
觀察變項描述統計

變項名稱	最小	最大	平均數	標準差
口語 1	0	5	4.01	1.52
口語 2	0	5	0.69	1.36
口語 3	0	5	1.38	1.95
認知思考 1	0	5	2.69	2.23
認知思考 2	0	5	3.70	2.08
認知思考 3	0	5	0.32	1.09
解題策略 1	0	5	2.75	2.27
解題策略 2	0	5	2.94	2.19
解題策略 3	0	5	3.21	2.02
作決定風格 1	0	5	4.11	1.50
作決定風格 2	0	5	4.04	1.30
作決定風格 3	0	5	0.13	0.72

註：N = 195。

表 6
不確定性概念作業評量結果變項描述統計

變項名稱	最小	最大	平均數	標準差
機率事件 1	0	1	0.64	0.48
機率事件 2	0	1	0.69	0.46
機率事件 3	0	1	0.82	0.39
機會相等 4	0	1	0.19	0.40
隨機概念 5	0	1	0.76	0.43
隨機概念 6	0	1	0.85	0.36
隨機概念 7	0	1	0.84	0.37
隨機概念 8	0	1	0.78	0.41
機率比較 9	0	1	0.58	0.49
機率比較 10	0	1	0.58	0.50
機率比較 11	0	1	0.56	0.50
機會相等 12	0	1	0.17	0.38
最大數量 13	0	1	0.74	0.44
最大數量 14	0	1	0.79	0.41
條件機率 15	0	1	0.69	0.46

註：N = 195。1 ~ 15 為不確定性概念作業題數。

的發展中，口語的表達能力是一個重要因素，因為施測的過程中，當幼兒回應後，再進一步讓幼兒說明理由時，大多數的幼兒會對他們所做的回應說明理由，例如施

測者問幼兒：「從袋子中最有可能拿到那一種顏色的球？」幼兒回答：「紅色的球！」再問他為什麼會拿到紅色的球？他的理由是：「因為紅色的比較多」、或「因

表 7
預測變項對幼兒事件機率思維能力的迴歸分析摘要

變項	<i>b</i>	<i>SE</i>	β	VIF
常數	1.11	0.77		
年齡	0.17	0.13	.08	1.12
教育	-0.02	0.03	-.03	1.09
性別	0.23	0.16	.11	1.02
口語	-0.08**	0.03	-.18**	1.22
認知	0.02	0.03	.05	1.25
策略	0.12**	0.03	.47**	1.22
風格	0.10***	0.04	.20***	1.52
Adj- <i>R</i> ²		0.36		
<i>F</i> 值		15.25***		

** $p < .01$ ，*** $p < .001$ 。

為它上面比較好拿！」經統計有 80% 幼兒會說明理由，但不到 15% 的幼兒做判斷時會用「確定或不確定」；但有 28% 的幼兒在描述何以自己猜測最有可能拿到目標物的理由，是因為生活中就有的現象，如家裡有很多紅球。顯然，幼兒已有能力對猜測做合理的解釋。

根據 Piaget 與 Inhelder (1951/1975) 提出 6 歲以前的幼兒尚未形成機會的概念，沒有明確的因果關係，無法形成機會的概念。然而，本研究對象是 4 ~ 6 歲的幼兒，他們對事件發生的可能性能做正確判斷，而且超過 64% 以上的幼兒回應正確，顯示大部分的幼兒已理解事件的發生的因果關係，並且超過 80% 的幼兒能說明自己做判斷的理由。另外，就解題策略而言，大部分的幼兒使用數量來決定事件發生的可能性，而且大多數的幼兒會以數量大小決定事件發生的可能性，且都解題成功。但也有 2.25% 的幼兒的解題策略仍會以物件的位置對事件發生的可能性做判斷（見表 5），推論年幼的幼兒在不確定性概念的發展上，尚處於主觀的判斷階段，瞭解幼兒不確定性概念的發展，如

Jones 等人 (1997) 研究發現幼兒會因個別差異呈現發展停頓的現象。

(二) 隨機概念

幼兒猜測事件發生的可能性做判斷時，是否具有隨機概念？過去文獻提到幼兒欠缺隨機概念，因為幼兒不瞭解事件發生跟機會有關 (Piaget & Inhelder, 1951/1975)。幼兒隨機概念在整個迴歸方程式分析的數據達到顯著水準， $F = 5.98$ ($p < .01$)，而在投入變項中的口語、策略、做決定風格都是重要因素，其中使用策略對隨機概念理解的預測為關鍵因素，因為在投入變項中以使用策略達到統計顯著水準 ($p < .001$)，其 β 值為 .33，口語能力也達到 .05 的顯著水準。顯然，幼兒愈會使用策略解題在隨機概念上表現就愈好。同時，也顯示幼兒口語能力對事件發生機會的推斷有正面助益。另外，在做決定風格上，也達到統計顯著水準 ($p < .05$)。由於投入變項的 VIF 值都低於 10，可見投入變項之間沒有明顯的多元共線性問題。整體模型的預測力為 18.3% (表 8)。

Bryant 與 Nunes (2012) 認為幼兒要具有隨機概念是有不可能的，Jones 等人

(1997)也認為幼兒要具有隨機概念是有困難的，但本研究調查的結果是4~6歲大多數的幼兒在四個隨機概念作業的表現平均達81%，能做正確的回應。顯示大多數的幼兒知道事件發生不一定有必然的現象存在。其中，他們使用的策略、口語能力及做決定的風格會影響到幼兒隨機概念的表現。例如，在策略使用中，幼兒「不會以物件的位置決定答案」（正確率80%），又如在隨機概念作業中，幼兒瞭解魚缸中魚是游動的，不會在固定位置撈到想要的紅色魚或藍色魚。而少數在作業上回應錯誤的幼兒，若喜歡金魚會說：「紅色的魚在中間，最有可能撈到」或者「藍色的魚在最上面，最有可能撈到」。所以，幼兒在不確定性概念作業表現上能正確的推理，因為他們還是以客觀數量多少做判斷。

(三) 機率比較

幼兒在比較兩個事件發生的可能性上，受到那些因素影響正確的猜測？經過統計分析之後，整個迴歸方程式達到顯著水準， $F = 21.24$ ($p < .01$)。在投入變項中模式中的年齡、家長教育程度、策略是

顯著影響因素，其中策略是最重要。在投入變項中使用策略達到統計顯著水準 ($p < .001$)，其 β 值為.68，顯示幼兒愈會使用策略解題，他們在機率比較上表現愈好。另外，年齡與家長教育程度對兩個事件發生的可能性作推斷上也有正面助益，影響力達到統計顯著水準 ($p < .05$)。而在投入變項的VIF值都低於10，可見投入變項之間沒有明顯的多元共線性問題。整體模型的預測力為44.3% (表9)。

表9的資料顯示，幼兒對比較兩事件發生的可能性做猜測時，會受到使用策略影響。研究資料顯示，幼兒判斷時，會以大數量作為比較兩事件發生可能性的依據，在比較時，幼兒從兩個袋子中以拿到蘋果機會的大小作猜測 (平均數3.21)，他們會先看蘋果的數量是不是比橘子多？以選擇數量多的為最有可能拿到的標準。依照Jones等人(1997)機率概念發展的架構分析，發現本研究的幼兒在機率比較表現上，已達到他們所列的第二階段以上。Jones等人認為第二階段的幼兒會根據量化原則做機率比較，雖然他們可能無法正確量化。但是本研究的幼兒卻會用大數量做

表8
預測變項對幼兒隨機概念理解的迴歸分析摘要

變項	<i>b</i>	<i>SE</i>	β	VIF
常數	1.29**	0.47		
年齡	-0.09	0.08	-.08	1.12
教育	0.06	0.02	.02	1.09
性別	0.18	0.10	.13	1.02
口語	-0.04*	0.02	-.16*	1.22
認知	-0.01	0.02	-.03	1.25
策略	0.04***	0.01	.33***	1.22
風格	0.04*	0.02	.17*	1.52
Adj- R^2		1.83		
<i>F</i> 值		5.98**		

* $p < .05$ ，** $p < .01$ ，*** $p < .001$ 。

表 9
預測變項對幼兒比較機率能力表現的迴歸分析摘要

變項	<i>b</i>	<i>SE</i>	β	VIF
常數	1.14	0.72		
年齡	-0.28*	0.12	-.14*	1.12
教育	0.07*	0.03	.14*	1.09
性別	-0.02	0.14	-.01	1.02
口語	0.02	0.03	.04	1.22
認知	-0.02	0.02	-.06	1.25
策略	0.17***	0.02	.68***	1.22
風格	-0.03	0.03	-.05	1.52
Adj- <i>R</i> ²		0.44		
<i>F</i> 值		21.24***		

* $p < .05$, *** $p < .001$ 。

機率比較。另外，比較兩事件發生可能性做猜測及下判斷時，發現年齡與家長教育程度會影響幼兒在這個作業上的表現，其影響達顯著性 ($p < .05$)。

(四) 機會相等

過去的文獻如 Jones 等人 (1997, 1999) 認為幼兒對事件的發生沒有機會相等的概念，經過分析之後，整個迴歸方程式達到顯著水準， $F = 6.19$ ($p < .001$)。在投入變項中模式中，口語及策略對機會相等判斷是重要變項，尤其以策略最重要。在投入變項中以使用策略達到統計顯著水準 ($p < .001$)，其 β 值為 .34。上述意義是指幼兒愈會使用策略解題，在機會相等概念的理解上表現愈好，顯示年齡對理解事件發生機會相等有正面助益，也達到 .05 顯著水準。在投入變項的 VIF 值都低於 10，可見投入變項之間並沒有明顯的多元共線性問題。整體模型的預測力為 18.8% (表 10)。

幼兒在理解機會相等的作業 (4、12 題) 上表現最弱，幼兒在這概念表現得分低，其中影響因素以解題策略和年齡是關鍵。幼兒在機會相等作業上的表現不如其

他作業。本研究以不同顏色糖果 5 : 5 相等數量，問幼兒最有可能拿到那一種顏色的糖果時？幼兒回應大都說：「不知道！」而且他們凝視這個作業的時間會比其他的作業久，有時需要施測者再三地問幼兒才做決定，顯示幼兒無法正確地回應。另外，在評量的過程中，幼兒在這個作業的解題上會出現，無從判斷那一種顏色的糖果最有可能被拿到，他們不會說「一樣多！」顯示欠缺機會相等的概念。

再者，幼兒在描述統計 (表 6) 所得的數據，答對的平均數只有 0.19，而在另一個測相同概念的作業上，兩種顏色相等面積的轉盤上，問幼兒指針停下來時，會指向哪一個顏色時，幼兒答對的平均數只有 0.17。發現幼兒在等量與等比例的面積作業上，大部分的幼兒都無法對機會相等的作業作正確判斷。顯然，幼兒對事件發生具有機會相等的理解，是有困難的。

對照學者 Jones 等人 (1997, 1999) 說法，認為對兩個事件發生的可能性作比較時，幼兒處在主觀的階段，他們不會區分事件發生的機會相等或不相等，而在過渡期時，幼兒會先以量化推論，或以兩事件

表 10
預測變項對幼兒理解機會相等表現的迴歸分析摘要

變項	<i>b</i>	<i>SE</i>	β	VIF
常數	-0.22	0.38		
年齡	0.13*	0.06	.15*	1.12
教育	-0.01	0.02	-.06	1.09
性別	0.08	0.08	.07	1.02
口語	-0.01	0.01	-.06	1.22
認知	0.01	0.01	.05	1.25
策略	0.04***	0.01	.34***	1.22
風格	-0.02	0.02	.08	1.52
Adj- <i>R</i> ²		0.19		
<i>F</i> 值		6.19***		

* $p < .05$, *** $p < .001$ 。

發生的可能性比較，但也並不一定正確。之後，幼兒慢慢的開始能分辨「相等」和「不相等」的兩事件發生的可能性；到非正式量化時期，幼兒就會使用量化推論「相等」及「不相等」的事件機會。然而，本研究幼兒在事件機率表現上，平均數達 0.64 以上（見表 6），而在機率比較的作業表現平均數也達 0.56 以上，顯示大多數的幼兒都能量化的方式判斷事件發生的可能性。加上，隨機概念與機會相等概念的發展是相關的，幼兒隨機概念的施測所得的平均分數都能達到 0.78 以上，但幼兒的隨機概念的表現上卻勝過判斷機會相等概念的表現，而且兩者之間分數的差距很大。

（五）條件機率

幼兒在不可取代下，對事件發生的可能性作猜測，經過分析之後，整個迴歸方程式沒有達到顯著水準， $F = 0.86$ ($p > .05$)。整體模型預測力 3.1%，模式不適應，也沒有預測的變項（表 11）。

資料顯示，在條件機率在不能取代的情況下，能分辨確定與不可能事件發生。在這個作業的表現上，幼兒在不可取代下

對事件發生的可能性下判斷，顯示沒有預測力的變項。

在學理上幼兒不具有條件機率的推論能力，但幼兒在這一個作業的平均數達 0.69（表 6）。若將此結果對照 Jones 等人（1997）不確定性架構兩階段的分析，他們認為第一階的幼兒在條件機率概念發展上，仍停在主觀猜測的階段，而在第二階段時，幼兒能在不能取代的情況下分辨有些事件機率的改變。本研究幼兒的表現顯示有超過一半的幼兒能做條件機率推測，能分辨有些事件機率的改變。但由於本研究的作業無預測力，說明此現象除幼兒欠缺條件機率推理能力外，同時因施測時是由觀察者記錄結果，非當事者填寫，也有可能由此現象產生。未來評量幼兒條件機率的表現，可以設計多個不同形式作業，做進一步探討，以瞭解這階段幼兒條件機率概念的發展情形。

三、綜合討論

（一）幼兒口語能力影響不確定性概念表現

有關幼兒口語能力影響不確定性的表

表 11
預測變項對幼兒條件機率的表現迴歸分析摘要

變項	<i>b</i>	<i>SE</i>	β	VIF
常數	0.84*	0.32		
年齡	-0.07	0.05	-.10	1.12
教育	0.01	0.01	.07	1.09
性別	-0.02	0.07	-.02	1.02
口語	-0.01	0.01	-.08	1.22
認知	-0.01	0.01	-.06	1.25
策略	0.01	0.01	.12	1.22
風格	0.02	0.02	.10	1.52
Adj- <i>R</i> ²			-0.01	
<i>F</i> 值			0.86	

**p* < .05。

現，從資料分析中發現口語能力對判斷事件可能性、事件隨機發生及事件發生的公平機會等都有預測力。大多數的幼兒「會說明對事件做判斷的理由」。幼兒在這一題的表現平均數為 4.01；至於第二題有關口語問題，觀察幼兒描述事件是否會「使用機率相關詞彙如，確定、不確定、可能」，從表 5 的資料得知，幼兒在這方面的表現平均數只有 0.69，幼兒不太會使用不確定性的詞彙，對不確定性的事件發生作推論，符合 Green (1984) 所提的幼兒比較不會用這些詞彙做猜測，原因在於幼兒未上過相關的課不熟悉專門術語，但學者認為在做機率推論時很重要。至於，大部分的幼兒在判斷事件發生的可能性時，會說因為「比較多」可以拿到球、糖果、蘋果等，這與 Fischbein 等人 (1991) 提及幼兒在猜測比較事件時，若能用較多、較少的語言，有助於解題，而本研究的幼兒會用這些語詞說明他們對事件發生可能性做判斷的依據。

再看幼兒在回應作業時，是否會「對不確定性事發生可能性主觀判斷做說明」，

例如，如因為我家有、我姐姐喜歡，這題的平均數 1.38。然而，文獻提到後天環境提升幼兒不確定性概念發展，可以透過討論學會使用相關的不確定性語詞，而提升幼兒的不確定性概念 (Tatsis et al., 2008)，而在一對一訪談時，發現高教育程度家長的幼兒會使用「機率」語詞回應問題，可見後天的學習環境會影響不確定性概念表現，再者，本研究對象回應訪談時會說「不可能」及「可能」的語詞回應，大部分的幼兒能說明自己如何猜測，也發現能主觀判斷的幼兒較為少數，這與文獻提到具體運思前期的幼兒做主觀推論的說法 (Piaget & Inhelder, 1951/1975) 顯然不同。

(二) 使用策略的影響

使用策略會影響幼兒在「不確定性」事件判斷的表現上，調查幼兒會不會以物件的位置決定事件發生的可能性？例如，問幼兒從袋子裡面最有可能拿到那一種顏色的球？幼兒回應時說：「因為在上面，所以我拿得到」，解題策略的平均數 2.75；而在使用點數物件判斷的平均數 2.94；其中大多數的幼兒會以大數量判斷事件發

生的可能性，其平均數 3.21。顯示，幼兒大都會使用數量解題。然而，過去的文獻提到使用數量大小來決定事件出現的機會，這種策略在嬰兒時期就會了，因為他們早就有數感會以「數量多少」做事件發生的判斷，不必使用計數或比例策略解題（Teglas et al., 2007）。因此，幼兒在不確定性的作業的表現上，對事件機率、機率比較、隨機概念、機會相等大多使用大數量的策略解題，也影響他們在不確定性概念上的表現。

另外，有關認知思考表現，Polaki（2002）在幼兒機率思考階段論中，指出幼兒處在第三階段非正式量化機率思維時，能很正確地預測最有可能與最不可能事件，主要是依據量化判斷及以數量做非正式事件發生機會的可能性比較，而從本研究幼兒在不確定性概念作業的表現上得知，本研究對象的不確定性概念已發展到第三階段。雖然 Greer（2001）認為用這種策略對發展不確定性（機率）概念的理解並沒有貢獻，但因為不同年齡的幼兒有不同的認知基模，使用的策略也不同，當幼兒傾向使用數量大小做預測，對他們而言，這種策略有助於他們解題，而且是有效的方法。

（三）年齡與性別的影響

有關背景變項對不確定性概念表現的影響。根據資料分析幼兒在猜測時，會受到認知發展的成熟度影響，如問幼兒轉盤指針會落在哪一個顏色上？即猜測哪一個顏色的勝算大時，答案是轉盤的指針會指向面積比例大的顏色。大部分的幼兒都能做正確的猜測，平均數達 0.74，至於，年齡變項是否影響幼兒不確定性概念的表現，調查結果在比較機率及機會相等上發現有差異。因為幼兒判斷事件發生的可能性時，不論是計數策略或用大數量原則，

都能正確解題。如上述文獻所提，幼兒早就有數量大小的概念。

本研究對象是 4 ~ 6 歲的幼兒，從幼兒在不確定性概念作業的表現上可以反駁皮亞傑研究所提出的結論：6 歲以下的幼兒沒有因果關係的概念，且他們不會判斷不確定性事件的發生。然而，綜合研究統計分析資料顯示，本研究對象的表現已超越皮亞傑研究所發現的，若單以幼兒認知發展的成熟度（年齡）來說明影響幼兒不確定性概念的表現，其年齡並不是影響幼兒不確定性概念表現的單一因素。

至於，性別因素在各結果變項的表現上卻未達顯著水準。顯示在不確定概念的表現，無論男女幼兒的表現沒有顯著差異。

（四）家長教育程度影響幼兒表現

對於幼兒不確定性的表現，發現家長教育程度在機率比較上具有預測力，見表 9。資料分析顯示家長教育程度影響幼兒機率比較的表現，達到顯著水準。本研究家長的教育程度介於高中與大學之間（81%），只有少數碩士班以上（見表 3）。而在進行訪談時，家長教育程度高的幼兒在本研究的作業正確回應的分數得滿分，符應文獻所提家長的教育程度透過文化資本影響幼兒不確定性概念表現，而文獻也提到學童的社會文化因素的會影響數學成就（張芳全，2018）。

（五）認知思考的影響

認知思考指幼兒對作業的反應是以何種方式來回應，由於 4 ~ 6 歲幼兒的學習需要具體操作為主，且主觀性強，無法獨立判斷。過去的研究為要瞭解幼兒的機率思維，都會以作業讓幼兒操作後再回應。本研究在不確定性的作業施測時，預備實物讓幼兒先觸摸之後再猜測。從表 5 的資

料得知，幼兒在評量過程中傾向用手去觸摸物件之後再猜測 ($M = 2.69$)，呈現前具體運思期認知發展的特色；在「不受個人喜好（顏色、好吃）作答」反應的平均數 3.70；「作答後會要求回饋，如問『對嗎？』」的平均數是 0.32。由此發現本研究大多數的幼兒已跳脫第一階段主觀判斷，不會以喜歡的顏色回應。

做決定風格是幼兒在作業上一種後設認知能力的表現，即幼兒對事件結果做猜測後的態度。在後設認知的表現上，幼兒是有目標地回應，他們會先審視作業內容之後才回應 ($M = 4.11$)，同時，會經過思考後下判斷，並且理解自己如何在各個作業下正確的決定，只是幼兒在回應評量作業之後，較少會修正自己的決定。有的幼兒「會經思考後對事件做判斷」平均數 4.04，但比較少的幼兒「作答後，會再校正答案」，自我調整表現只有平均數 0.13。因此，幼兒在不確定性概念特色會先審視作業內容，以及思考正確後再下判斷。在後設認知的部分，Schraw 與 Moshman (1995) 提出 4 歲的幼兒能從正確或錯誤的訊息中做推理，而 6 歲的幼兒可以提出假定，在解題的過程中作監控及調整，且在調整認知的過程中，更會受到個人經驗、作業影響，展現不同的決策風格，決策風格指在做決定時有其特有的模式 (Mohammed & Schwall, 2009)。得知，本研究的幼兒在不確定概念作業的表現上，其決定風格顯示會以後設認知監控能力作判斷，但自我調整能力不足。

綜合上述，過去研究認為幼兒的認知概念欠缺因果關係，無法理解「不確定性」概念。但本研究設計作業探討幼兒不確定性思維表現，卻發現即使是中班的幼兒也具有不確定性概念，能對作業回應，雖然不是全部的幼兒，但大多數的幼兒能

正確完成作業解題，並且在隨機概念上有相同的表現，只是在機會相等概念的表現上幼兒理解仍有困難；在解題上即使幼兒沒有比例概念，只能用比較數量的大小做正確的判斷。至於，探討那些因素會影響幼兒的「不確定性」推論表現，從資料分析中得知，口語能力、使用策略是影響表現的重要因素。在背景變項方面，從資料得知年齡與家長的教育程度會影響幼兒的不確定性推測表現，至於，性別對幼兒「不確定性」概念表現的影響則不明顯。

伍、結論與建議

一、結論

本研究目的在探討幼兒不確定性概念發展以及影響因素。回應研究目的一，從資料分析中發現 4~6 歲的幼兒已具有不確定性概念，有超過一半的幼兒能在不確定性的脈絡中，對事件發生的可能性做正確的預測與判斷。這與早期皮亞傑研究的發現不同，皮亞傑的實驗證實幼兒不具有不確定性概念，而本研究設計不確定性概念作業調查 195 名 4~6 歲的幼兒，發現大多數幼兒有不確定性概念以及相關的概念，如事件隨機發生，比較兩事件發生的可能性。大部分的幼兒能以客觀數量的多寡判斷事件發生的可能性，比較不受主觀概念如個人的喜好（顏色、水果）影響判斷。

至於，影響幼兒不確定性概念表現的因素，其中幼兒的口語能力、使用策略解題為影響幼兒不確定性表現的主要因素。再以認知發展而言，過去的理論認為只有在形式運思期的學童才能具有不確定性概念，而幼兒不具此概念，但根據本研究發現不論大、中班的幼兒在作業的表現上並沒有差異，只有在策略的運用上，大班的幼兒比小班的幼兒更知道用數量判斷。至

於，其他因素如年齡及家長的教育程度在不確定性概念中，發現它只有在各別機率概念的表現上才有影響。

二、建議

(一) 提升幼兒解題策略

幼兒已有解不確定性作業題的能力，也得知幼兒已發展出數量比較的策略，由於他們的推理方式是以大數量做事件發生可能性的判斷，而這些能力可能早就具有，未來的研究應提升幼兒不確定性概念解題策略的能力，可以朝向設計活動透過觀察與實驗，使用簡單的比例概念讓幼兒練習猜測與驗證，強化幼兒不確定性概念理解與機率邏輯推理的能力。

(二) 設計活動加強口語能力

因為口語能力是重要的判斷事件發生的預測因素之一，加上幼兒已具有不確定性的概念，但因為他們不會解釋所做的猜測，未來教學研究宜提供課堂討論及溝通的機會，幫助幼兒使用不確定性的語彙如可能、不可能、確定、不確定，讓幼兒學習練習做猜測，並在互動的社群中學習表達對猜測事件發生可能性的看法。

(三) 作業內容應與幼兒生活經驗連結

非正式的教學經驗有助於幼兒不確定性概念的理解。加上不確定性對幼兒而言較難以理解，可以透過生活中的議題如登革熱、腸病毒的發生作為討論的議題，讓幼兒練習事件發生可能性做推測。又根據研究資料顯示幼兒仍無法理解事件發生的機會相等，主要在數量相同下猜測事件出現的相等機會，但幼兒需要實際經驗練習做判斷，故成人可以利用幼兒生活經驗與實際例子，引導猜測那些事件要有相等出現的機會，如猜拳。

(四) 往下延伸研究樣本

由於本研究的對象以4~6歲為主，而文獻提到很小的幼兒已有不確定性的概念，若樣本可以往下延伸，將能在瞭解幼兒不確定性概念發展的全貌。幼兒在解題策略應用上，使用大數量做事件發生勝算的決定，而早期對嬰幼兒數量比較的研究多強調嬰兒已有比例概念。因此，幼兒在不確定性情境中是依據他們已有的心智能力判斷，而非來自成熟因素。若研究對象向下延伸探討，更能解釋年齡的變項預估不確定性概念的表現占有多少影響。

(五) 擴大家長教育因素探討

過去的文獻中提到社會文化因素對幼兒不確定性表現有影響，本研究在家長的教育程度上，對幼兒不確定性的表現有正面影響，未來可以針對這變項做進一步探討，瞭解不同教育程度的家長如何運用文化資材影響幼兒不確定性概念的表現。

參考文獻

- 教育部(2016)。《幼兒園教保活動課程大綱》。臺北市：教育部。
- [Ministry of Education. (2016). *Curriculum outlines for preschool care-taking activities*. Taipei: Author.]
- 張芳全(2009)。家長教育程度與科學成就之關係：文化資本、補習時間與學習興趣為中介的分析。《教育研究與發展期刊》，5(4)，39-76。
- [Chang, F.-C. (2009). The relation between parents' education and science achievement: The intermediary of cultural capital, gram time, and students interesting study. *Journal of Educational Research and Development*, 5(4), 39-76.]

- 張芳全 (2018)。學生因素、國家發展與數學成就之多層次研究。《教育政策論壇》，21(3)，101-142。doi:10.3966/156082982018082103004
- [Chang, F.-C. (2018). Students' factors, nation development, and mathematics achievement by using hierarchical linear modeling. *Educational Policy Forum*, 21(3), 101-142. doi:10.3966/156082982018082103004]
- 張英傑、周美菊 (譯) (2005)。中小學數學科教材教法 (原作者: J. A. Van de Walle)。臺北市: 五南。(原著出版年: 2003)
- [Van de Walle, J. A. (2005). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (Y.-J. Zhang & M.-J. Zhou Trans.). Taipei: Wu-nan. (Original work published 2003)]
- Bryant, P., & Nunes, T. (2012). *Children's understanding of probability: A literature review* (summary report). London, UK: The Nuffield Foundation.
- Byrnes, J. P., & Overton, W. F. (1986). Reasoning about certainty and uncertainty in concrete, causal, and propositional contexts. *Developmental Psychology*, 22, 793-799. doi:10.1037/0012-1649.22.6.793
- Čadež, T. H., & Škrbec, M. (2011). Understanding the concepts in probability of pre-school and early school children. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 7, 263-279. doi:10.12973/ejmste/75203
- Chapman, R. H. (1975). The development of children's understanding of proportions. *Child Development*, 46, 141-148. doi:10.2307/1128842
- Chassapis, D., & Chatzivasileiou, E. (2008). Soci-cultural influence on children's conceptions of chance and probability. In J. F. Matos, P. Valero, & K. Yasukawa (Eds.), *Proceedings of the Fifth International Mathematics Education and Society Conference* (pp. 197-206). Lisbon, Portugal: Department of Education, Learning and Philosophy, Aalborg University.
- Davies, C. M. (1965). Development of the probability concept in children. *Child Development*, 36, 779-788. doi:10.2307/1126923
- English, L. D., & Watters, J. J. (2005). Mathematical modelling in the early school years. *Mathematics Education Research Journal*, 16(3), 58-79. doi:10.1007/BF03217401
- Falk, R. (1983). Children's choice behaviour in probabilistic situations. In D. R. Grey, P. Holmes, V. Barnett, & G. M. Constable (Eds.), *Proceedings of the First International Conference on Teaching Statistics* (Vol. 2, pp. 714-716). Sheffield, UK: Organising Committee of the First International Conference on Teaching Statistics.
- Fischbein, E. (1975). *The intuitive sources of probabilistic thinking in children*. Dordrecht, Holland: D. Reidel.
- Fischbein, E., & Gazit, A. (1984). Does the teaching of probability improve probabilistic intuitions? *Educational Studies in Mathematics*, 1, 1-24. doi:10.1007/BF00380436
- Fischbein, E., & Grossman, A. (1997). Schemata and intuitions in combinatorial reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 34, 27-47. doi:10.1023/A:1002914202652
- Fischbein, E., Nello, M. S., & Marino, M. S. (1991). Factors affecting probabilistic judgements in children and adolescents. *Educational Studies in Mathematics*, 22, 523-549. doi:10.1007/BF00312714
- Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. In F. E. Weinert & R. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 21-29). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Green, M. (1984). Cognitive stage differences

- in types of speaker uncertainty markers. *Language and Speech*, 27, 323-331. doi:10.1177/002383098402700403
- Greer, B. (2001). Understanding probabilistic thinking: The legacy of Efraim Fischbein. *Educational Studies in Mathematics*, 45, 15-33. doi:10.1023/A:1013801623755
- Horvath, J. K., & Lehrer, R. (1998). A model-based perspective on the development of children's understanding of chance and uncertainty. In S. P. LaJoie (Ed.), *Reflections on statistics: Learning, teaching, and assessment in grades K-12* (pp. 121-148). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Jones, G. A., Langrall, C. W., Thornton, C. A., & Mogill, A. T. (1997). A framework for assessing and nurturing young children's thinking in probability. *Educational Studies in Mathematics*, 32, 101-125. doi:10.1023/A:1002981520728
- Jones, G. A., Thornton, C. A., Langrall, C. W., & Tarr, J. A. (1999). Understanding students' probabilistic reasoning. In L. V. Stiff & F. R. Curcio (Eds.), *Developing mathematical analyzing in grades K-12: 1999 year book* (pp. 146-155). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Kafoussi, S. (2004). Can kindergarten children be successfully involved in probability? *Statistics Education Research Journal*, 3(1), 29-39.
- Kleemans, T., Segers, E., & Verhoeven, L. (2011). Precursors to numeracy in kindergartners with specific language impairment. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 2901-2908. doi:10.1016/j.ridd.2011.05.013
- Kuzmak, S. D., & Gelman, R. (1986). Young children's understanding of random phenomena. *Child Development*, 57, 559-566. doi:10.2307/1130336
- Lehrer, R., & English, L. (2018). Introducing children to modeling variability. In B.-Z. Dani, K. Makar, & J. Garfield (Eds.), *International handbook of research in statistics education* (pp. 229-260). Cham, Switzerland: Springer.
- Mohammed, S., & Schwall, A. (2009). Individual differences and decision making: What we know and where we go from here. *International Review of Industrial and Organizational Psychology*, 24, 249-312. doi:10.1002/9780470745267.ch8
- Moore, D. S. (1990). Uncertainty. In National Research Council (Ed.), *On the shoulders of giants: New approaches to numeracy* (pp. 95-138). Washington, DC: The National Academy Press.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Nikiforidou, N., & Pange, J. (2010). The notions of chance and probabilities in preschoolers. *Early Childhood Education Journal*, 38, 305-311. doi:10.1007/s10643-010-0417-x
- Oparnica, L., Sudžuković, S., & Zobenica, M. (2016, November). *Probability in primary school*. Paper presented at Education and the social challenges at the beginning of the 21st century conference, University of Novi Sad, Faculty of Education, Sombor, Republika Srbija.
- Perry, B., & Dockett, S. (2008). Young children's access to powerful mathematical ideas. In L. D. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* (2nd ed., pp. 75-108). New York, NY: Routledge.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1969). *The psychology of the child* (H. Weaver, Trans.). New York, NY: Basic Books. (Original work published 1966)
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1975). *The origin of the idea of chance in children* (L. Leake, Trans.). London, UK: Routledge & Kegan Paul. (Original work published 1951)
- Polaki, M. V. (2002). Using instruction to identify key features of Basotho Elementary students' growth in probabilistic thinking. *Mathematical Thinking and Learning*, 4, 285-313. doi:10.1207/S15327833MTL0404_01
- Rapp, A. F., & Wilkening, F. (2005). Children's recognition of the usefulness of a record: Distinguishing deterministic and probabilistic events. *European Journal of*

- Developmental Psychology*, 2, 344-363.
doi:10.1080/17405620500157920
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review*, 7, 351-371. doi:10.1007/BF02212307
- Segers, E., Kleemans, T., & Verhoeven, L. (2015). Role of parent literacy and numeracy expectations and activities in predicting early numeracy skills. *Mathematical Thinking and Learning*, 17, 219-236.
- Shaughnessy, J. M. (1992). Research in probability and statistics: Reflections and directions. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 465-494). New York, NY: Macmillan.
- Siegler, R. S., Strauss, S., & Levin, I. (1981). Developmental sequences within and between concepts. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 46(2), 1-84. doi:10.2307/1165995
- Tatsis, K., Kafoussi, S., & Skoumpourdi, C. (2008). Kindergarten children discussing the fairness of probabilistic games: The creation of a primary discursive community. *Early Childhood Education Journal*, 36, 221-226. doi:10.1007/s10643-008-0283-y
- Teglas, E., Girotto, V., Gonzalez, M., & Bonatti, L. L. (2007). Intuitions of probabilities shape expectations about the future at 12 months and beyond. *Proceedings of the National Academy of Science*, 104, 19156-19159. doi:10.1073/pnas.0700271104
- Walker, C. M., Bridgers, S., & Gopnik, A. (2016). The early emergence and puzzling decline of relational reasoning: Effects of knowledge and search on inferring abstract concepts. *Cognition*, 156, 30-40. doi:10.1016/j.cognition.2016.07.008
- Yost, P. A., Siegel, A. E., & Anderews, J. M. (1962). Nonverbal probability judgments by young children. *Child Development*, 33, 769-780. doi:10.2307/1126888

