

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

女生科學學習的觀念雛形、認知歷程及社會影響的動態歷程研究—演繹邏輯思考的萌芽、學習、發展與兩性差異(第2年)

研究成果報告(完整版)

計畫類別：整合型
計畫編號：NSC 97-2511-S-033-005-MY2
執行期間：98年08月01日至99年07月31日
執行單位：中原大學心理學系

計畫主持人：林文瑛
共同主持人：王震武
計畫參與人員：碩士級-專任助理人員：林慧慈

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，1年後可公開查詢

中華民國 99 年 10 月 31 日

演繹邏輯思考的萌芽、學習、發展與兩性差異

(二年期整合計畫子計畫三之結案報告)

林文瑛 (中原大學心理學系)

王震武 (佛光大學心理學系)

史偉民 (佛光大學哲學系)

沈享民 (東吳大學哲學系)

本研究探討：(1) 兒童對基本的條件句推理可以掌握到什麼程度，(2) 兒童從實際生活經驗中獲知的「條件句為真的機率」是否會影響到他們的條件句推理，(3) 兒童對複雜的條件句推理可以掌握到什麼程度，(4) 成人對於假設語氣的推理表現是與語言有關還是與思考有關，(5) 成人對於大前提違反事實的推理表現與假設語氣的推理表現是否不同，等五個具體問題。結果發現：(1) 兒童在基本的條件句推理上，除了前件肯定之外表現皆比成人差。同時，兒童在基本條件句推理的表現上並沒有性別差異。(2) 操弄條件句的內容使其違反或符合經驗，則即使是符合經驗的條件句，兒童的表現仍然比成人差，同時也未發現性別差異。(3) 在條件句前提的否定形式中，後件加否定的推理形式顯然比前件加否定來得困難。不過若前後件的關係若涉及因果，則前件加否定的推理形式就會比後件加否定來得困難。然而，成人的整體表現優於兒童，且無論那個年齡層都未發現兩性差異。(4) 一般人在小前提符合事實的假設語氣情況下，其推理表現都顯著優於小前提違反事實的推理表現。同時，本研究進一步發現，(5) 在前件肯定的情況下，若結論是關於後件，那麼後件違反或符合事實表現有差異；而在後件肯定的情況下，若結論是關於前件，那麼前件違反或符合事實表現會有差異。整體而言，經驗會影響推理表現，因此無論操弄條件句的前件或後件，只要是違反經驗，就會顯得困難，因此，在科學思考的教學上，除了前後件的關係之外，要特別注意信念偏誤的影響。另外，在五個實驗中均未發現性別差異。

緒論

科學教育與科學思考

科學教育的目的不只是在教導科學知識，更重要的目標是，讓學生具備科學思考(scientific thinking)能力，以促進民主社會的進步 (Longbottom & Butler, 1999)。

這樣的說法並不是在誇大科學教育的重要性，事實上，所謂科學思考雖然主要指的是針對科學內容（例如，物理學中的「力」）、進行典型科學活動（例如，設計實驗）或形成特定科學假說（例如，「火星上是否有生物」）時所使用的推理歷程（Dunbar & Fugelsang, 2005），然而因為科學思考的內容事實上包含的盡是我們在進行非科學活動時也必須使用到的思考歷程，例如，演繹、歸納、類比、問題解決、因果推論等等，因此，如果希望民主社會中大多數的公民能夠具備獨立思考、理性判斷的能力，讓社會發展出能反省、能改變的內在體質，在科學教育中，科學思考的重要性可能比起科學知識還要來得重要。

當然，科學教育的另一個主要目的是在培養科學家，那麼培養學生具備科學家的思考方式自然也是科學教育的重要目標。Kuhn 認為科學家的思考方式就是能夠「整合理論與證據」（"the coordination of theories and evidence"）的思考能力（Kuhn, 1989, p. 674）。因為科學之所以為科學，就是所有的科學理論都必須面對任何具潛在可能性的證據之挑戰，同樣的，所有的科學「現象」都會有一個或多個理論想要解釋它。因此，科學教育的目標是要教導學生學習如何像科學家般發展出新理論，如何處理與自己的理論不一致的訊息，如何在兩個對立的理論中作選擇（Brewer & Mishra, 1998, p.744）。這種科學思考方式不僅是成為科學家的必要條件，而且能夠幫助我們在日常生活中懂得如何蒐集證據、評估證據，並產生理論來解釋這些證據（Crowley, Callanan, Jipson, Galco, Topping, & Shrager, 2001）。因此，即使最終學生沒有成為科學家，在知識爆炸的現代，真知識與假訊息到處漫流，科學思考方式顯然會有助於他們懂得如何判讀訊息，知道根據什麼作選擇，成為有效能的現代人。

由於成熟的科學心智或科學思考方式並非人所能自然發展出來，而是必須經過學習的歷程才能臻於成熟的（Evans, 2005；Kuhn, 1989），因此，要談科學教育，除了學科知識的學習歷程之外，從心理學的角度談探討科學思考的萌芽、學習與發展，自然也是十分重要而且有意義。

從兩性差異的角度看科學思考

此外，科學教育上一個令人矚目的爭議是：兩性在科學學習表現上的差異。國

外的調查顯示，無論是科學領域的工作，或是大學院校中科學領域的科系，女性所佔比例長久以來都顯著偏低（Devine, 1992；Meece, Parsons, Kaczlla, Goff, & Fetterman, 1982；Wilson & Boldizar, 1990），根據最近 OECD 的調查，儘管大部分 OECD 國家的大學中，超過半數是女生，然而獲得理工學位的女生只佔 30%（OECD, 2006）。同樣的，國內的統計資料也顯示，台灣高等教育中科技類科系的性別比例，1996 年為男生 66.35%、女生 33.65%，2006 年為男生 68.0%、女生 32.0%，十年來一直都是男生較佔優勢（教育部，2007）。這種科學表現上的差異，以往許多研究都著眼於兩性在物理、數學等相關學科能力（例如，Lauzon, 2001；Spencer, Steele, & Quinn, 1999）、認知能力（例如，Geiger & Litwiller, 2005；Robert & Savoie, 2006），或興趣、經驗上的差異（例如，Buldu, 2006；Hyde, Fennema, & Lamon, 1990；Johnson, 1987；Weinburgh, 1995），因此很容易陷入「先天—後天、生理—社會」的爭議。不過最近的研究顯示，兩性在基本認知能力上並無先天上的差異（Spelke, 2005），因此，兩性在科學學習表現上的差異除了可以從傳統的歷程（process）角度提出解釋外（Khan, 1999），顯然也可以從性別偏向（disposition）的角度來思考，例如，Miller 等人的研究有幾個有趣的發現：（1）同樣是主修理工，女生比男生更強調學科的人際層面（people-oriented aspects）；（2）在科學學門裡，女生最感興趣的是生物；（3）女生想學習科學的理由通常不是對科學感興趣，而是因為進入醫療領域須要科學背景；（4）女生認為科學家的生活方式沒有魅力，因此不想學科學（Miller, Blessing, & Schwartz, 2006）。

如果從這樣的角度來看男生優於算數推理（arithmetic reasoning）（Halpern, 1997；Hyde et al., 1990），而女生優於計算（computational skills）（Halpern, 2004）的性別偏向，則探討兩性在思考或認知上是否有性別偏向，以及此種思考偏向是否影響科學學習，從而是兩性在科學學習表現上出現差異的可能原因，自然是必要而且重要。本研究從一個有別於以往研究的角度，想要探討男女學生在科學表現上的差異是否與科學思考有關，特別是，如果研究顯示男生優於推理，則這種優勢能力是從什麼時候開始顯現的？又是什麼樣的認知因素造成這種差異？自然是值得深入探究的。例如，是否女生比較注意語文意涵，而男生比較注意規則，使得男生比較

容易掌握語文背後的邏輯規則？或者，是否女生比較注意因果關係，男生比較注意形式關係，也因此女生會出現比較多的因果偏誤？等等，這些都是值得檢驗的假說，也能夠為探討科學學習表現的兩性差異議題，提供一個新的研究方向，為兩性的科學教育注入新觀點。

科學思考與演繹邏輯思考

科學思考的內容究竟應該是什麼，從較巨觀的角度看，可以是問題解決、可以是假說檢定，也可以是因果推理、類比推論，或者是歸納推理等思考類別 (Dunbar & Fugelsang, 2005)；從微觀的角度看，則科學思考方式包含如何區辨理論與證據 (區辨哪些是個人主觀的看法，哪些是客觀的事實) (Kuhn, 1989)，以及更基礎的，區辨假說信念與偏好信念 (區辨哪些是與事實有關，因此可以用事實加以檢驗的信念；哪些是關於個人偏好的信念，無所謂真假對錯) (Flavell, Flavell, Green, & Moses, 1990) 等思考元素。所有這些心智活動，如果不是科學推理 (scientific reasoning) 的基礎，就是科學推理的一部份。同時，科學活動的主要目的若不是要產生理論，就是要評估理論，而無論是要形成假說，或要評估證據，所依賴的思考方式基本上都是推理 (reasoning)。以 Rips (1998) 的話來說，推理是產生特定信念或接受特定信念的推論 (inferring) 過程，也是信念間一種特別的關係——接受 (或拒絕) 一種信念使得另一信念被接受 (或被拒絕) "...a relation that holds when accepting (or rejecting) one or more beliefs causes others to be accepted (rejected)" (Rips, 1998, p.29)。根據這樣的分析，科學思考的本質就是推理歷程。

誠然，思考上的推理到底是總加起來只有一種，還是可分成幾類，依學者而有不同見解，有學者主張所謂推理，就是依據特定法則思考的基本而普遍性的歷程，有學者主張可分成演繹推理 (deductive reasoning) 與歸納推理 (inductive reasoning) 兩大類，但是也有學者認為推理可以分成多類，例如演繹、機率 (probabilistic)、類比 (analogical)、因果 (causal) 推理等等 (Rips, 1990, p.326)。由於本研究是從科學教育的角度出發，因此並不打算陷入推理定義或分類之爭議，而是從科學思考的本質出發，以 Popper (1962) 所定義的「科學推理」(scientific reasoning) 為基本立場，以演繹邏輯 (hypothetico-deductive method) (引自 Deloache, Miller., &

Pierroutsakos, 1998, p.836) 作為科學思考的核心內容，因為，對於許多思考心理學者而言，所謂推理指的就是演繹推理(“...deductive thinking...most often equated with reasoning”) (Manktelow, 1999, p.2)；而對於許多教育心理學者而言，課堂上要能有效進行科學教育，學生必須具備基本的演繹推理能力(O'Donnell, Reeve, Smith, 2007, p.296)。

原則上，演繹推理指的是，從已知的命題推出有效的結論 (valid conclusion)——不論這些已知的命題在事實上是真 (true) 是假 (false)。假如已知的命題 (稱為前提，premises) 為真，則透過有效的推理推得的結論亦必為真。相對來說，歸納推理不能從已知的前提推出有效的結論，只能從已知為真的前提推出可信的結論 (plausible conclusion)。一個可信的結論是一個相當可能為真的結論，卻不保證它必為真。簡單的說，有效的演繹推理幫助我們確定真相、判斷特定結論是否可信，而歸納推理則是用來增強或減弱我們對某特定結論的信心。對科學家而言，這兩類推理都是必要的，因此要探討科學思考的萌芽與發展，這兩種推理能力的發展歷程與發展機制，必然是最重要的主題，這也是本整合計畫中會有兩個研究分別探討這兩種推理歷程的發展之原因。

演繹邏輯思考的心理學研究

心理學四十多年來在演繹推理上的研究可謂汗牛充棟(參見 Evans, Newstead, & Byrne, 1993 的回顧)，然而，心理學家之所以如此重視演繹推理並非著眼於科學教育，而是因為幾乎大部分的認知科學家 (cognitive scientists) 都認為，演繹推理能力基本上就是人類智力的核心 (Evans, Handley, Harper, & Johnson-Laird, 1999)。儘管出發點不同，心理學家幾十年來在演繹推理方面的研究，對於我們理解科學思考的本質與歷程，依然提供了相當豐富的理論觀點與明晰的重點方向。

無論演繹或歸納推理都依賴某些或隱或顯的推論規則 (inference rules)，來進行推論、引導推論歷程、控制相關的推論機制 (Holland, Holyoak, Nisbett, & Thagard, 1986)。假如推論所依循的規則是正確的演繹邏輯法則，所得的推論便是演繹上有效 (deductively valid) 的推論。因此，正確的演繹推理是，「依循演繹邏輯法則，從前

提推出有效結論」的推理歷程。它的關鍵在於「演繹邏輯法則」。一個推論即使是從假的（false，與事實不符的）前提推出假的結論，只要它依循演繹邏輯法則，便是演繹上有效的（valid）推論。反過來說，即使前提與結論均為真（true，是事實），只要結論在邏輯上不蘊含於前提之中，它就是演繹上無效的（invalid）推論。因此，演繹推理講究的是推理的邏輯形式（logical form），而非前提與結論的真假。演繹邏輯法則表現於有效的邏輯推論形式中，而非個別前提與結論的關係中，也非前提與結論的內容中。

舉例來說，邏輯教科書上最典型的演繹推理範例，是如下的三段論式（syllogism）：「人皆會死（若 p 則 q），蘇格拉底是人（p），因此蘇格拉底會死（q）」，這個論題（argument）的結論是有效的，因為整個論題具有一個有效的推論的邏輯形式。如果我們用「神仙」來代替其中的「人」，用「壽星」來代替「蘇格拉底」，會得到下列論題：「神仙皆會死，壽星是神仙，因此壽星會死」，這論題所得到的結論雖然看似荒唐，卻依然是演繹上有效的論題，因為我們沒有改變論題的邏輯形式。

心智邏輯（mental logic）或心智模式（mental model）的爭議

演繹推理邏輯是一門專門的學問，自亞里斯多德以降，已經發展了兩千多年，成了一門嚴謹的知識體系，然而，至少有近十種以上的演繹推理規則是絕大多數人在未經特別訓練（未修邏輯課）的狀況下，就自然會使用的規則（Braine, Reiser, & Rumin, 1984，引自 Rips, 1990, p.331），因此有一派思考心理學者主張，人類有一套天然的心智邏輯（mental logic）可供應用（Braine, 1978, 1998；Braine & O'Brien, 1991；Braine, Reiser, & Rumin, 1984；Rips, 1983, 1994a），這一派學者被稱為「心智邏輯」論的擁護者。

「心智邏輯」的想法當然蘊含：一般人的思考大體上會遵循邏輯法則。可惜的是，更多的證據告訴我們，一般人對邏輯法則的掌握，其實是相當有限的，因而常出現系統性的錯誤（Evans, 1989）。一般人的推理不但受論題的邏輯形式之影響，也受論題的具體內容的影響。例如，針對「凡有馬達者皆須用油，汽車須用油，所以汽車有馬達」與「凡有馬達者皆須用油，喔普羅須用油，所以喔普羅有馬達」這兩

個論題，Markovits & Nantel (1989) 發現，在評估作業 (evaluation task) 中，相對而言，受試者比較可能評定前者是有效的推論，對後者則較無這種傾向。同樣的，在要求受試者根據這兩論題的前提自行推出結論的自行推論作業 (production task) 中，受試者也較可能推出如前者的結論。

顯然，這兩個論題具有完全相同的邏輯形式，都是一種無效推論的形式，他們的差異僅在於，「喔普羅」這個無意義的字眼取代了有意義的「汽車」。換句話說，「汽車」這個字的意義妨礙了受試者的推理。由於結論「汽車有馬達」符合我們平常對於「汽車」的信念，它是一個真的命題，卻因此讓我們傾向於相信它得自於「有效的」推論。反過來說，由於「喔普羅有馬達」的結論對一般人而言是一個無法斷定真假的命題，因此不會出現前述的思考偏誤。心理學家將一般人這種傾向於把符合既有信念的命題，視為邏輯上正確推論的結果之系統性偏誤現象，稱為「信念偏誤」(belief bias) (Evans, Barston, & Pollard, 1983; Markovits & Nantel, 1989; Oakhill & Johnson-Laird, 1985; Oakhill, Johnson-Laird, & Garnham, 1989; Revlin, Leirer, Yopp, & Yopp, 1980)。

信念偏誤的現象雖然讓人懷疑人是否真的擁有天生的心智邏輯，但是對心智邏輯論構成更大挑戰的，是許多研究顯示，人的推理能力到了成人還是相當有限，例如：(1) 人類的推理過程常違反某些邏輯法則 (Evans, 1977; Markovits, 1988; Wildman & Fletcher, 1977); (2) 在某些情況下，多數人沒有能力正確地評估邏輯推論的有效性 (Evans, 1977; Pollard & Evans, 1980); (3) 在完全抽象的論證中，多數人表現出十分貧乏的邏輯推理能力 (Wason, 1960, 1966, 1968; Wason & Johnson-Laird, 1972)。以 Peter Wason (1966) 有名的卡片選擇作業 (selection task) 為例，只有不到 10% 的大學生受試者翻閱了正確的卡片。

Peter Wason 原先認為這是一種肯定偏誤 (confirmation bias) (Wason & Johnson-Laird, 1972)，是一種傾向於尋找能肯定既有命題的偏差反應，這類反應由於不能用以否證既有命題，因此不構成對既有命題的檢驗。然而，有趣的是，雖然一般人在 Wason 的選擇作業上表現很差，但是同樣型態的推理作業，如果不是關於字母、偶數等抽象符號的推理，而是關於具體的、現實的或有意義的事物之推理，

就會有截然不同的表現。以 Johnson-Laird 等人 (Johnson-Laird, Legrenzi, & Legrenzi, 1972) 的實驗為例，實驗者要受試者假想自己是郵務人員，正在檢查郵件有沒有違反如下的郵務規則：「密封的信件必須貼足五元郵票。」這個作業與前述的四張卡片選擇作業有完全相同的形式，但是受試者在這個作業上的正確反應率卻達 81%，有趣的是，同一組受試者在前述的四張卡片選擇作業上，還是只有 15% 的正確率。同樣的，在另一個研究中，受試者須假想自己是警察，要檢查「必須年滿 19 歲才能喝酒」的規定有沒有被違反，在這個情況下，對於兩面各寫有年齡與飲料名稱的四張卡片，有 72% 的受試者做了正確反應；然而同一批受試者在 Wason 的「字母—數字」標準選擇作業中，竟然無人答對 (Griggs & Cox, 1982, 引自 Rips, 1994b, p.156)。

針對上述的研究結果，Cheng 與 Holyoak (1985) 提出實用推理基模 (pragmatic reasoning schemas) 理論來加以解釋。他們主張，我們會從某些情境的日常經驗中，歸納出抽象的知識結構 (也就是基模)，以便應用於類似的情境中，例如，從「許可」、「義務」、「因果關係」等情境的經驗中，歸納出許可基模 (permission schema)、義務基模 (obligation schema)、因果關係基模 (causation schema) 等抽象知識結構。這些基模都包含「在某類情境下達成某個目標」的行動準則。以許可基模為例，該基模適用於「在某些前提下才允許某種做法」的情境，例如，「允許信件密封」、「允許喝酒」等情境。

與實用推理基模論一樣，也否定人擁有心智邏輯的是「心理模式」論 (mental model theory) (Johnson-Laird, 1983; Johnson-Laird & Byrne, 1991; 最新的版本見 Johnson-Laird, 2005)。這一派的學者主張，未受邏輯訓練的人會 (而且只會) 就論題內容去進行推理。換句話說，推理是建基於推理者對命題語意內容的瞭解上。心理模式論假設，推理者會根據命題的語意設想符合這些語意的可能狀況，然後檢查這些可能狀況，看看能得出什麼暫時性結論。接著，他會進一步思索其他可能跟結論矛盾的狀況，如果想不出這種狀況，就認定暫時性結論是有效結論，否則，就認定它是無效的。

理論爭議的教育意涵

上述這些關於邏輯思考的理論爭議雖然一時之間尚無解決的跡象，卻能對科學教育產生啟發。因為，如果心智邏輯論者是對的，那麼我們要問的是，這些心智邏輯發展到科學啟蒙教育的前夕，是否已經成熟到可以接受科學教育？反過來說，如果實用推理基模論或心理模式論是對的，從科學教育的角度來看，我們更要問：小學低年級的兒童已經發展出哪些推理基模可供學習科學之用；或問：兒童的心理模式已經複雜到可以處理怎樣的科學思考？更重要的也許是：如果後兩者之一才是正確的理論，那麼我們的科學教育是不是該改變教育內容與方法，比如先教邏輯推理，再教科學知識；或配合兒童的思考模式，以心理模式式的推理型態來教導科學思考？所有這些都指出，釐清兒童學科學前的思考方式與能力，對於科學教育是極為重要的。

從發展的角度看演繹邏輯思考

從發展的觀點探討演繹推理的研究，首推 Piaget 學派 (Piaget, 1972; Inhelder & Piaget, 1958)，探討的重點主要是釐清演繹邏輯能力是否為形式運思期 (formal operational stage) 的關鍵思考特徵，他們相信，只有到了青少年期，進入形式運思期，才有可能真正掌握邏輯形式。具體運思期的兒童即使能夠推理，也只表現在具體內容的推理情境，對於與事實不一致的推理 (counterfactual reasoning) (Spellman, Kincannon, & Stose, 2005)，或抽象內容的推理問題 (Moshman, 1990; Overton, Ward, Black, Noveck, & O'Brien, 1987; Markovits, 1993)，就無法有穩定的推理表現。

Markovits 和他的同僚則在闡明推理機制上下功夫 (Markovits & Barouillet, 2002; Markovits, Fleury, Quinn, & Venet, 1998)，他們認為推理能力的發展和其他認知功能 (例如，訊息處理速度、工作記憶，以及長期記憶等等) 的發展有密切的關連。換句話說，兒童的推理表現主要決定於他們的語意記憶 (semantic memory) 與慣用條件式陳述 (familiar conditional statements) 的連結強度。他們以條件句作為主要的實驗材料，發現前件 (antecedent) 與後件 (consequent) 的連結強度對兒童視陳述為條件句 (conditional) (若...則...) 或雙條件句 (biconditional) (若且唯若...則...) 有決定性的影響。在經驗記憶中與後件相關的替代前件 (alternative antecedent) 越多，將條件句視為雙條件句的現象就會減少。反之，記憶中如果只有前件是唯一

與後件相關的事件，連結強度很強，就會成為後件的唯一原因。由於經驗記憶與知識會影響替代前件的形成，因此，隨著經驗的增多以及年齡的增長，這種因果偏誤（causal bias）會減少（Thompson, 1994, 2000）。

前面已經特別強調，演繹邏輯法則表現於有效的邏輯推論形式中，而非個別前提與結論的關係中，也非前提與結論的內容中。然而前述的研究結果卻顯示，兒童會特別關心前提與結論的關係，尤其是因果關係；也會特別注意內容或結論是否合乎既有的信念。因此，綜合上述相關研究，從發展的角度，我們可以得到如下的結論：（1）由於兒童對於前件與後件的語意理解會影響他們推論上的正確性，兒童在推理歷程中的信念偏誤會比成人明顯。（2）兒童對因果形式與非因果形式條件句之判斷會因經驗與知識而不同。（3）兒童對與事實相反的命題或抽象命題無法作正確的推理。不過更重要的是，（4）兒童必須經過正式的推理訓練才有可能真正掌握邏輯思考法則，減少偏誤。

推理作業的問題——條件句推理

根據歷來的研究典範，可用以研究演繹推理的作業，可以是嚴謹的三段論式作業，也可以是隱含三段論式的日常推理作業；可以是抽象的條件句推理作業，也可以是情境作業（Manktelow, 1999）。然而，作業型態的選擇，自然是要隨研究目標而異，關鍵在於要研究的是怎樣的推理歷程。因為同一個推理作業，也許會涉及不同的思考歷程，不同型態的推理作業，也可能反映相同的推理歷程。以 Peter Wason（1966）有名的選擇作業（selection task）為例，由於這個作業要求受試者選擇幾張卡片加以翻閱，因此，在形式上，它是個選擇作業，或決策作業。然而，該作業的目的卻是要受試者評估某個具條件句形式的命題（「凡母音字母的背面必是偶數」，意即：「若為母音字母，則其背面為偶數。」）是否為真，因此，又是個邏輯作業。不過，近半世紀以來，在推理研究的領域裡，此一作業絕少被視為決策作業，幾乎完全被視為邏輯作業。這樣的現象導致的啟示顯然是，作業的型態不是關鍵，實驗者觀察的思考形態才是關鍵。

於是，對於關心科學教育的人而言，接下來的問題自然是：怎樣的推理形態才

是我們應該仔細觀察的推理形態？由於科學推理基本上是關於因果的推理，因此，科學思想上處理的命題大體上會有「若什麼因，則有什麼果」的條件句形式。而科學研究的工作，基本上也是「若理論 A 預測 B 成立，而 B 不成立，則 A 為假。」的條件句推論形式 (Popper, 1959)。這樣看來，要針對科學教育的需要去觀察兒童的演繹邏輯推理，應該優先觀察的自然就是條件句推理。

事實上，由於用以研究邏輯推理的論題型態，常可以轉換為真值上等值的其他邏輯形式，因此雖然演繹推理涵蓋許多不同的推理形式，他們有許多卻可以用條件句的推理來取代。比如說，「所有的狗都是動物，所有的吉娃娃都是狗，因此，所有的吉娃娃都是動物。」，此一論式是所謂的範疇三段論式 (categorical syllogism)，卻可以轉換成等值的條件句論式：「若一物是狗則它是動物，吉娃娃是狗，所以，吉娃娃是動物。」同樣的，條件句「若 p 則 q」，也可以翻成等值的「非 p 或 q」。據此，本研究的推理作業便以條件句作為標準形式。

兒童演繹推理上的幾個觀察重點

然而，本研究要觀察的卻不是：兒童是否擁有成熟的條件句推理能力？因為某些條件式推理連許多成年人都感困難。換句話說，他們與生俱來的心智邏輯可能尚未發展到那個地步；或者因為他們尚未發展出可用的實用推理基模；乃至於他們的工作記憶容量尚不夠大，不足以讓他們用心理模式去做條件式推理。因此，真正需要觀察的是：他們是不是擁有某種條件式推理或其他演繹推理能力的雛形？或者，他們是不是至少擁有這些推理能力所需的某些先備條件，讓他們得以在這個基礎上發展出演繹推理能力？以及，當他們運用這些雛形能力或先備條件進行推理時，會表現出哪些邏輯思考上的弱點？乃至於，這些邏輯思考上的弱點是否顯現了初步的性別思考偏向？

研究兒童演繹推理的方法問題

為了配合兒童的認知與語言基礎，在研究兒童演繹推理時，研究者通常會嘗試使用許多能引發動機，且容易理解的方式來呈現推理問題。以往的研究基本上有三種研究方式，第一種是將成人的三段論法直接套入兒童能理解的條件句文字型態

(written form)，例如，「假如這是九號教室，那麼這是四年級。這是九號教室，因此這是四年級。」然後問兒童這個結論是「一定對」、「一定不對」，還是「有可能對也有可能不對」(Shapiro & O'Brien, 1970)。第二種則是以具體情境為作業型態(task form)，例如，實驗者呈現一個玩具房屋給兒童看，上面有電燈、有開關，有電鈴，然後問兒童關於：「假如電燈亮，電鈴會響。」的推理條件句(Ennis, Findelstein, Smith, & Wilson, 1969)；或者實驗者跟兒童玩遊戲，說明遊戲規則是：「如果我畫紅珠珠，你就畫紅櫃臺。」然後問兒童，「我畫黃珠珠，你畫紅櫃臺，有沒有違反遊戲規則？」(Peel, 1967) (引自 Kuhn, 1977, p.344)。第三種則是綜合上述兩種方法，以情境輔助理解，推理問題還是用語言進行。例如，Inhelder 與 Piaget 的研究，他們給兒童五個紅色方形積木跟兩個藍色方形積木，然後看兒童能否理解下列論題是有效論證(Inhelder & Piaget, 1964)：

所有的紅色積木都是方形 (p, q)

藍色積木 (~p)

藍色積木是方形 (q)

至於兒童的反應方式，到底該用評估作業 (evaluation task)，還是自發性產出作業 (production task) 型態，也是必須考慮的問題。在標準演繹推理作業中，要判斷的是，不論前提的真假，根據前提，結論是否有效 (valid)。但是日常一般推理要判斷的通常是，若前提為真，結論是否「可能」，或是否「必然如此」(Evans et al., 1999)。因此在傳統研究中，無論要受試者評估結論的有效性，或要受試者回答有效結論為何，對兒童而言都不是自然的反應方式。

綜合上述三種問題呈現方式與兩種反應方式，Kuhn (1977)認為情境式的評估方式較自然，也較適合具體運思期的兒童。同時，由於兒童無法回答大量的紙筆題目，因此，Kuhn (1977) 也建議以口語描述配合圖片說明，然後要兒童就結論選擇「一定是這樣」、「不一定是這樣」或「一定不是這樣」作反應。基於上述研究分析，對於本研究預備觀察的低年級兒童而言，文字形式的實驗與實驗教材自然較不恰當。因此，基本上，本研究的研究方式將以圖畫配上口語描述，然後要求兒童以口語或行為作反應。

研究目標與假說

由於科學思考的基礎是演繹邏輯思考，本研究若是想要探討男女學生在科學表現上的差異是否與科學思考有關，自然必須先探討男女學生在國小入學時的推理能力之原初狀態為何，或觀察他們擁有哪些演繹思考的先備條件，以及會有的偏誤，然後逐步觀察其發展趨勢或發展偏向。而在觀察其發展趨勢之同時，也可以同時觀察推理能力表現與科學學習成就之關係。具體而言，本研究以條件句的理解及條件句推理作為演繹邏輯思考能力的指標，從發展與教育的觀點，探討四方面的主題：

(一) 從兒童入學時演繹思考方式的原初狀態，探討演繹思考能力的萌芽與發展歷程；(二) 釐清兩性在演繹思考能力上是否具有不同的特徵或發展趨勢；(三) 探討邏輯思考能力在科學學習上的角色；(四) 配合邏輯思考的發展，是否能發展出有效的思考教育課程或教材。

演繹思考不僅是科學思考的基礎，同時也是一般認知能力的基礎 (Stanovich, 1999)。演繹邏輯思考的規則其實並不複雜，困難的地方在於，演繹思考要求我們必須有效的進行一些意識層次的努力，將心智系統中內建的日常直覺性、實用性的推理歷程壓抑下去，排除既有的相關信念與知識對邏輯思考的干擾 (Evans, 2005)。這也是為什麼即使修過邏輯課，很多人在日常推理問題上還是會犯錯的原因。因此，演繹思考的訓練不能只著眼於邏輯學的知識體系，而必須同時從人類思考的特質以及理性的本質去思考。到目前為止，發展心理學的研究結果產生的主流觀點是：邏輯思考的發展是從基本到複雜，從具體到抽象，從經驗到規則的發展歷程。另一方面，思考心理學的研究則提供了許多錯誤推理的原因診斷，例如信念偏誤、因果偏誤等等。以這兩個領域的研究為基礎，應能發展出最切合兒童認知狀態與思考偏向的思考教育課程與教材。因此，本研究從發展與教育的觀點切入，進行實驗，觀察反應的發展趨勢以及思考教育的可能性。

上一年的研究成果

本研究系列上一年的研究 (NSC 96-2629-S-033-001) 目標主要有四：(1) 觀察兒童對基本的條件句推理，已經可以做到什麼地步？(2) 觀察兒童能否從有噪音的

訊息中找出訊息內容的基本邏輯形式？(3) 配合兒童邏輯思考的發展，進行思考教育課程的教材發展與實驗教學。(4) 觀察邏輯思考教學是否能促進邏輯思考？

以下就這些問題分別從發展角度、性別角度、教學角度敘述主要的研究結果：

一、發展角度：小一兒童在基本的條件句推理上，除了前件肯定外表現都比大學生差。小二兒童在噪音干擾實驗表現都比大學生差。而在基本的條件句推理上，小二學童不論有無噪音訊息，表現並無差異；大學生在前件否定的推理上顯著受噪音訊息的干擾，但在其他的條件句推理上則未顯示噪音訊息的干擾效應。二、性別角度：小一兒童在基本條件句推理上，除了前件肯定男生表現略好外，性別間並無顯著差異。大學生在基本條件句推理上，未顯示出任何性別差異。小二兒童在噪音訊息的條件句實驗上，未顯示出任何性別差異。噪音訊息的條件句實驗結果，在有噪音干擾的情況下，大學女生的表現比男生好。三、教學角度：邏輯思考的實驗教學在七週後雖未顯示出統計上顯著的教學效果，卻呈現出相當明顯的效果趨勢。前測與後測 1 與數學科成績的相關不顯著；後測 2 則與數學成績有顯著相關，這應是教學效果的另外指標。

研究成果

由於本研究是延續上年執行完畢的研究計畫，前一個研究案的研究對象為一年級兒童，進行了基本條件句的推理能力之基線前測，並以西遊記故事為題材，進行了一年的條件句推理思考教育，因此本研究計畫除了針對第一年的兒童繼續進行思考教學以及實驗觀察外，也設計了(1)變化條件句內容以及(2)操弄否定形式的複雜條件句，進行國小二年級、五年級，以及國中生、高中生、大學生的長期發展趨勢之觀察。

實驗一、基本條件句實驗與實驗教學

參與者

本研究今年的實驗教學部分是延續前一年的研究，因此，也以前一年的原班級（去年為一年級，今年為二年級）繼續進行基本條件句的實驗教學。實驗部分，除了延續去年的同年級對照組外，今年增加了五年級組，一方面可作為發展對照組，

一方面瞭解團體紙筆施測的可行性。各組參與者人數請參見表一。

表一 基本條件句實驗與實驗教學參與人數

		男生	女生	合計
二年級組	實驗教學組	18	14	32
	教學效果對照組	12	13	25
五年級組	發展對照組	16	16	32

實驗教學進行方式與教學材料

實驗教學是以講故事的方式進行，故事內容以西遊記為主軸，在故事進行中，配合故事內容加上基本條件句。

例如：「如果唐三藏念緊箍咒，孫悟空就會頭痛。」

以四種條件句形式問同學：

- 前件肯定—「現在唐三藏念了緊箍咒，所以孫悟空會頭痛嗎？」
- 前件否定—「現在唐三藏沒有念緊箍咒，所以孫悟空不會頭痛嗎？」
- 後件肯定—「現在孫悟空頭痛了，所以唐三藏念了緊箍咒了嗎？」
- 後件否定—「現在孫悟空頭沒有痛，所以唐三藏沒有念緊箍咒嗎？」

在故事內容之外，也以上一年的實驗材料以及新編的條件句進行教學，例如：「如果是玩具國的人，就都很快樂。」、「如果是農夫，就都很辛苦。」

實驗材料與實驗方法

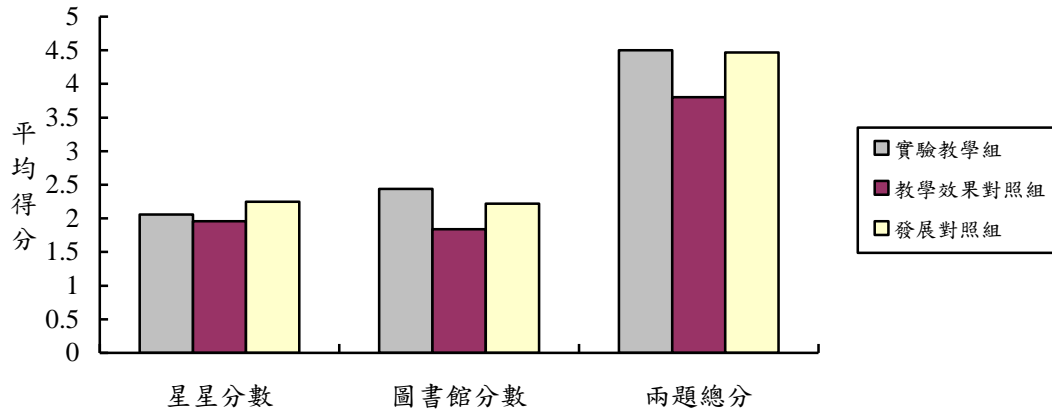
今年進行實驗教學進行中的第三次基本條件句實驗，本次的實驗是在實驗教學組進行教學十四週後進行，以檢測實驗教學的效果。本次實驗材料如下：

- 「如果星星是紅色，那麼它比比地球大。」
- 「如果小明去圖書館，那麼他就會帶筆記本。」

實驗方法則是要求參與者分別對兩種實驗材料的四種論題形式（前件肯定、前件否定、後件肯定以及後件否定）作口頭回答，答案有四種選項，分別為「一定這樣」、「一定不是這樣」、「不一定是這樣」、以及「不知道」。本實驗採用個別施測的方式進行。

實驗結果與教學效果

如果正答者得 1 分，未正答者不給分，則平均得分結果（參見圖一）的 t 檢定顯示，「實驗教學組」（二年級）與「教學效果對照組」（二年級）出現顯著差異（ $p = .05$ ），但是「實驗教學組」（二年級）與「發展對照組」（五年級）卻沒有達到顯著差異。



圖一 「實驗教學組、教學效果對照組、發展對照組」在兩個條件句的反應總分

教學效果的部份，可由實驗教學組今年與前年的實驗結果放在一起比較而得知，前測與三次後測的正答平均分數列於表二，表三則是後測減前測的 t 檢定。表三顯示，實驗教學組在三個階段皆有進步，在進行十四週之後，開始出現統計上顯著的差異。

表二 實驗教學組前測與三次後測的正答平均分數

	前測		後測 1		後測 2		後測 3	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
實驗組	4.06	1.48	4.38	1.29	4.38	1.47	4.50	1.67
控制組	4.30	1.77	4.15	.77	3.88	.77	3.80	1.16

表三 教學效果的檢定

	後測 1 減前測的差異	後測 2 減前測的差異	後測 3 減前測的差異
教學效果	.975	1.404	2.482*

* $p < .05$

教學效果的另一個指標是條件句推理能力與數學成績的相關，從表四可以看

出，數學成績與條件句推理能力的相關從前測的無相關到第三次後測的 $r=.694$ 之高相關，顯然，條件句推理能力的增進應該有助於數學成績的提升，當然，反之亦然。至於推理能力與國語的相關也隨著教學進行而提升，一直維持在中等相關，顯見推理能力的提升事實上是有助於所有的學習活動。

表四 實驗教學組條件句推理與數學成績及國語成績之相關

	前測分數	後測 1 分數	後測 2 分數	後測 3 分數
數學成績	.004	-.073	.321*	.694**
國語成績			.296*	.436*

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

實驗二、內容效果實驗

參與者：參與者人數、性別與實驗設計分組見表五。

表五 內容效果實驗參與者人數、性別與實驗設計分組

	內容符合組			內容違反組		
	男生	女生	合計	男生	女生	合計
小二	20	24	44	23	22	45
小五	26	22	48	26	23	49
國二	25	20	45	21	22	43
高二	30	28	58	30	35	65
大學以上	20	22	42	22	23	45
總計	121	116	237	122	125	247

實驗材料與實驗方法

本實驗操弄條件句的前項與後項之關係，使其符合或不符合「類別變項（事實、因果、無關）」，而類別變項為受試者內變項。本實驗與基本條件句實驗相同，要求參與者分別對每種實驗材料的四種論題形式作口頭回答。其中，除了國小二年級採用個別施測，其他年齡層皆採用團體施測的方式進行。實驗材料列於表六。

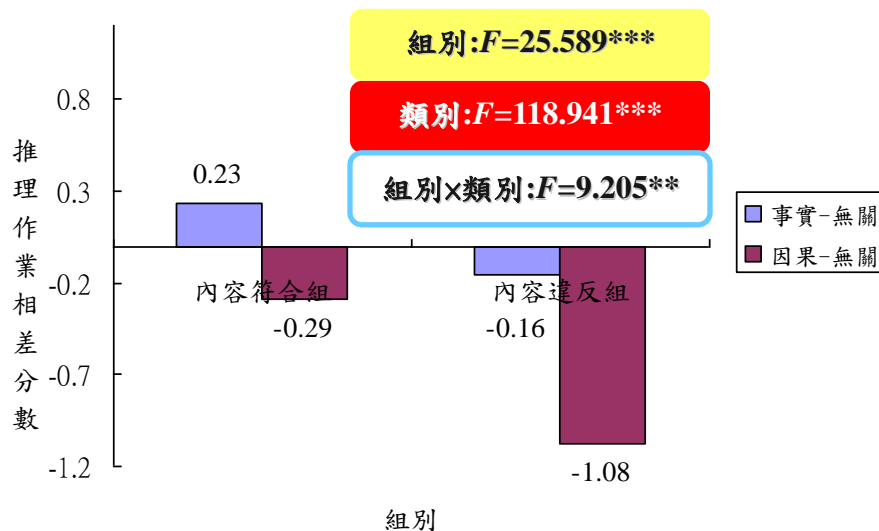
表六 檢驗內容效果之實驗材料

	內容符合組	內容違反組
事實	如果唱國歌，小朋友就會立正。 如果是國慶日，就會放煙火。	如果是塑膠的，就會很重。 如果是桌子，就會走路。

因果	如果小明走路上學，就會遲到。 如果幫助別人，就會得到獎狀。	如果很多人講話，教室就會很安靜。 如果天氣很熱，小花就會穿毛衣。
無關	如果大毛喝茶，就會戴帽子。 如果弟弟哭了，小狗就會去喝水。	

實驗結果

內容符合組的表現比內容違反組好，而且無論在哪一組中，事實的條件句表現也比因果的條件句好（參見圖二）。根據表七，在內容符合的情況下，類別變項與年齡變項沒有交互作用，但在內容違反的情況下，類別變項與年齡變項出現交互作用（ $F = 3.08, p < .01$ ）。同時，在本實驗中，從小二到大學的任何一組年齡組均沒有得到顯著的性別差異（參見表八）。



圖二 內容效果實驗

表七 內容效果實驗中，類別變項與年齡變項的主要效果與交互作用之F值

內容符合組			內容違反組		
類別	年齡	類別 x 年齡	類別	年齡	類別 x 年齡
15.66***	46.00***	1.08	69.24***	50.83***	3.08**

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

表八 內容效果實驗中，性別變項與類別變項的主要效果與交互作用之F值

內容符合組	內容違反組
-------	-------

	性別	類別	性別 x 類別	性別	類別	性別 x 類別
小二	.03	3.67**	.04	.62	6.86	1.28
小五	.02	.35	1.61	1.04	9.04***	.79
國中	.01	4.69**	4.09**	.37	7.53**	.56
高中	.02	3.55**	.57	1.89	52.98***	2.44
大學以上	.69	10.69	.59	.42	14.69***	.09

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

實驗三、複雜條件句實驗

參與者：參與者人數、性別與實驗設計分組見表九。

表九 複雜條件句實驗參與者人數、性別與實驗設計分組

	前件加否定組			後件加否定組		
	男生	女生	合計	男生	女生	合計
小二	20	23	43	20	23	43
小五	20	26	46	26	20	46
國二	26	22	48	24	24	48
高二	38	25	63	20	38	58
大學以上	23	23	46	18	19	37
總計	127	119	246	108	124	232

實驗材料與實驗方法

本實驗操弄兩個變項：(1) 否定形式：條件句的前件或後件以否定句形式呈現，(2) 類別變項：前項與後項之關係為符合事實、符合因果或無相關，此變項為受試者內變項。本實驗的實驗方法皆與實驗二內容效果實驗相同。本實驗之實驗材料列於表十。

表十 檢驗複雜條件句之實驗材料

	前件加否定組	後件加否定組
事實	如果不放假，學校就會有很多人。 如果不上學，小明就會睡到飽。	如果放假，小明就不會上學。 如果是和尚，就會沒頭髮。
因果	如果不玩泥巴，手就會很乾淨。 如果肚子不痛，就會吃飯。	如果停電了，電燈就不會亮。 如果下雨，小花就不會去散步。
無關	如果不是木頭做的，就會是紅色的。	如果積木是圓形的，就不會是藍色的。

如果母雞不生蛋，老鼠就會搬家。

如果電腦壞了，小貓就不會睡覺。

實驗結果

整體而言，對於條件句前提的否定形式，後件加否定顯得比前件加否定來得困難（表十一）。至於前件與後件的關係（符合因果、符合事實，或無關）之類別變項，則是在前件加否定組中，因果關係顯得比較困難，而在後件加否定中則顯得較容易。各年齡層的表现比較中，高二組無論是在哪一組別、哪一關係類別的條件句表現都比其他年齡層好。然而，無論那個年齡層，兩性之間皆無差異（表十二）。

表十一 複雜條件句實驗中，前件加否定組與後件加否定組在三種不同關係條件句表現之差異

	前件加否定組		後件加否定組		前件加否定組與後件加否定組 表現差異	
	平均數	標準差	平均數	標準差	t	顯著性 (雙尾)
事實	3.35	1.82	4.07	1.76	-4.42***	.000
因果	2.56	1.76	4.09	1.8	-9.44***	.000
無關	3.09	1.78	3.89	1.76	-4.96***	.000

*** $p < .001$

表十二 複雜條件句實驗中，性別變項與類別變項的主要效果與交互作用之F值

		前件加否定		後件加否定		性別	類別	性別*類別
		平均數	標準差	平均數	標準差			
小二	男	6.7	3.92	7.65	4.33	.014	1.402	.028
	女	6.43	4.48	7.70	4.47			
小五	男	8.40	4.39	10.00	4.45	.002	2.040	.143 ($P=.15$)
	女	8.77	4.25	9.70	3.6			
二國	男	8.35	3.44	12.17	3.85	.188	22.234***	.143

高二	女	8.95	2.65	12.21	4.44	1.030	41.95***	1.562
	男	11.45	4.44	15.25	3.27			
	女	9.80	4.74	15.42	2.67			
大學以上	男	8.65	7.40	13.94	6.04	1.312	14.639***	.102
	女	10.52	4.70	15.00	4.27			

*** $p < .001$

實驗四、條件句假設語氣實驗

由於日常語言中，一般的假設語氣都是只講小前提，大前提均是以自明之理，隱而不提。例如，我們會說：「如果我是小鳥，我就會飛。」（小前提）卻不會刻意去提「如果是小鳥就會飛。」的大前提。本實驗想檢驗若將大前提外顯化，並操弄小前提的描述使其符合或違反事實，則其對邏輯推理的影響為何。

參與者：大學生共 509 人（C 大 377 人，F 大 132 人），人數版本分配請參見表十三。

表十三 條件句假設語氣實驗參與者人數版本分配表

	版本一	版本二	版本三	版本四	合計
大學生人數	101	132	149	127	509

實驗材料與實驗方法

實驗材料列於表十四，總共有四種外顯大前提，每個大前提之後，分成小前提符合事實或違反事實的四種論題形式。為了避免對照效果，本實驗分成四種版本進行（表十五）。本實驗採團體施測方式進行。

表十四 檢驗假設語氣之實驗材料

論題形式	小前提符合事實	小前提違反事實
大前提：	如果是鳥，那麼它就會飛。	
前件肯定	現在假設麻雀是鳥， 那麼麻雀會飛嗎？	現在假設青蛙是鳥， 那麼青蛙會飛嗎？
前件否定	現在假設青蛙不是鳥，	現在假設麻雀不是鳥，

	那麼青蛙會飛嗎？	那麼麻雀會飛嗎？
後件肯定	現在假設麻雀會飛， 那麼麻雀是鳥嗎？	現在假設青蛙會飛， 那麼青蛙是鳥嗎？
後件否定	現在假設青蛙不會飛， 那麼青蛙是鳥嗎？	現在假設麻雀不會飛， 那麼麻雀是鳥嗎？
大前提： 如果是汽車，那麼它就會有輪子。		
前件肯定	現在假設大卡車是汽車， 那麼大卡車有輪子嗎？	現在假設纜車是汽車， 那麼纜車有輪子嗎？
前件否定	現在假設纜車不是汽車， 那麼纜車有輪子嗎？	現在假設大卡車不是汽車， 那麼大卡車有輪子嗎？
後件肯定	現在假設大卡車有輪子， 那麼大卡車是汽車嗎？	現在假設纜車有輪子， 那麼纜車是汽車嗎？
後件否定	現在假設纜車沒有輪子， 那麼纜車是汽車嗎？	現在假設大卡車沒有輪子， 那麼大卡車是汽車嗎？
大前提： 如果是植物，那麼它就會行光合作用。		
前件肯定	現在假設仙人掌是植物， 那麼仙人掌會行光合作用嗎？	現在假設貴賓狗是植物， 那麼貴賓狗會行光合作用嗎？
前件否定	現在假設貴賓狗不是植物， 那麼貴賓狗會行光合作用嗎？	現在假設仙人掌不是植物， 那麼仙人掌會行光合作用嗎？
後件肯定	現在假設仙人掌會行光合作 用， 那麼仙人掌是植物嗎？	現在假設貴賓狗會行光合作 用， 那麼貴賓狗是植物嗎？
後件否定	現在假設貴賓狗不會行光合作 用， 那麼貴賓狗是植物嗎？	現在假設仙人掌不會行光合作 用， 那麼仙人掌是植物嗎？
大前提： 如果是魚，那麼它就會活在水裡。		
前件肯定	現在假設熱帶魚是魚， 那麼熱帶魚會活在水裡嗎？	現在假設雞是魚， 那麼雞會活在水裡嗎？
前件否定	現在假設雞不是魚， 那麼雞會活在水裡嗎？	現在假設熱帶魚不是魚， 那麼熱帶魚會活在水裡嗎？
後件肯定	現在假設熱帶魚會活在水裡， 那麼熱帶魚是魚嗎？	現在假設雞會活在水裡， 那麼雞是魚嗎？
後件否定	現在假設雞不會活在水裡， 那麼雞是魚嗎？	現在假設熱帶魚不會活在水 裡， 那麼熱帶魚是魚嗎？

表十五 檢驗假設語氣之實驗問卷版本編排

	第一版	第二版	第三版	第四版
第一題	1A 前肯符合事實	2A 前肯符合事實	3A 前肯符合事實	4A 前肯符合事實

第二題	2A 前否違反事實	3A 前否違反事實	4A 前否違反事實	1A 前否違反事實
第三題	3A 後肯符合事實	4A 後肯符合事實	1A 後肯符合事實	2A 後肯符合事實
第四題	4A 後否違反事實	1A 後否違反事實	2A 後否違反事實	3A 後否違反事實
第五題	1B 前肯違反事實	2B 前肯違反事實	3B 前肯違反事實	4B 前肯違反事實
第六題	2B 前否符合事實	3B 前否符合事實	4B 前否符合事實	1B 前否符合事實
第七題	3B 後肯違反事實	4B 後肯違反事實	1B 後肯違反事實	2B 後肯違反事實
第八題	4B 後否符合事實	1B 後否符合事實	2B 後否符合事實	3B 後否符合事實

註：1A=假設麻雀；1B=假設青蛙。2A=假設大卡車；2B=假設纜車。3A=假設仙人掌；3B=假設貴賓

狗。4A=假設熱帶魚；4B=假設雞。

實驗結果

由表十六可知，在不區分四種邏輯推理形式時，一般人在小前提符合事實的情況下 ($M=2.46, SD=0.92$)，其答題表現顯著的優於小前提違反事實 ($M=2.10, SD=1.22$) 的情況 ($t=7.691, p<.000$)。然而，小前提是否違反事實的反應，與論題是否有效有交互作用 (表十七)：在有效論證的論證形式下 (前件肯定與後件否定)，參與者在小前提符合事實的條件句判斷上，比違反事實的判斷好 ($M=1.68$ vs. $M=1.24$)；反過來說，在無效論證的論證形式下 (前件否定與後件肯定)，參與者在小前提違反事實的條件句判斷上，比符合事實的判斷好 ($M=0.87$ vs. $M=0.78$) (圖三與表十八)。

表十六 受試者對於小前提為符合或違反事實的得分差異

得分	小前提符合事實		小前提違反事實		兩組之差異	
	平均數	標準差	平均數	標準差	t 值	顯著性(雙尾)
	2.46	.92	2.10	1.22	7.691***	.000

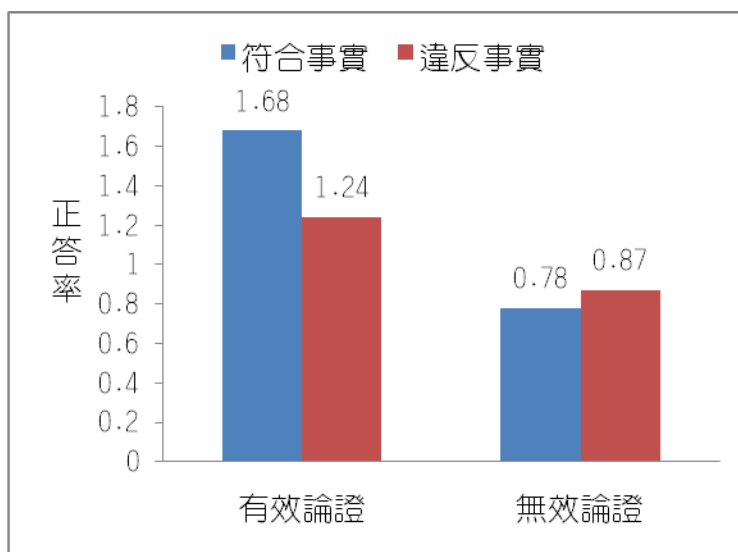
N=509，得分 (0-4)，*** $p<.000$ 。

表十七 參與者對於邏輯推理有效無效與小前提符合違反事實之效果

變異來源	SS	df	MS	F
組間				
有效無效 (A 主要效果)	204.97	1	204.97	267.65***
符合違反 (B 主要效果)	16.27	1	16.27	59.15***
有效無效*符合違反 (交互作用)	35.81	1	35.81	134.54***
組內				
受試者間 S	454.83	508	.90	
殘差 (AxS)	389.03	508	.77	

殘差 (BxS)	139.74	508	.28
殘差 (ABxS)	135.19	508	.27
全體 Total	1375.84	508	

N=509, 得分 (0-2), *** $p < .000$ 。



圖三 受試者在邏輯推理有效無效與小前提是否違反事實之反應平均數

表十八 參與者在邏輯推理有無效與小前提符合違反之平均數

	符合事實	違反事實
	平均數 (標準差)	
有效論證	1.68 (.515)	1.24 (.729)
無效論證	0.78 (.853)	0.87 (.824)

N=509, 得分 (0-2)

所謂「假設語氣」基本上是與事實相反的說法，而且是關於大前提的前件的說法，例如，「如果我是小鳥，我就會飛」，是關於大前提「如果是小鳥，就會飛」的「如果是小鳥」的部分。然而，假設語氣應該也可以是關於後件的假設，也就是關於後件的違反事實，例如，「如果我會飛」。究竟小前提的假設語氣與關於大前提的前件或後件會不會影響參與者邏輯推理的表現？分析結果顯示，前件或後件的違反事實，有主要效果 ($F = 49.46$, $df = 1$, $p < .000$)，同時，小前提是關於大前提的前件或後件的論述，以及此陳述是否違反事實有交互作用 ($F = 24.44$, $df = 1$, $p < .0001$)。由圖四可觀察到，在小前提的假設是關於大前提的前件之論證形式下，

參與者在小前提的假設是符合事實的條件句判斷上，比違反事實的判斷好 ($M = 1.26$ vs. $M = 1.19$)；然而，在小前提的假設是關於大前提的後件時，參與者在小前提符合事實的條件句判斷上，也比違反事實的判斷好 ($M = 1.19$ vs. $M = 0.91$) (表二十)。因此，可見當人們在從事涉及假設語氣的邏輯推理作業時，顯然只著重小前提的假設是否符合事實，即視其推理結論是否為真。若結論為真，人們的邏輯推理表現就會較好，這樣的表現就類同於典型的 Belief Bias。

表十九 大前提的前件或後件與小前提符合或違反事實之效果

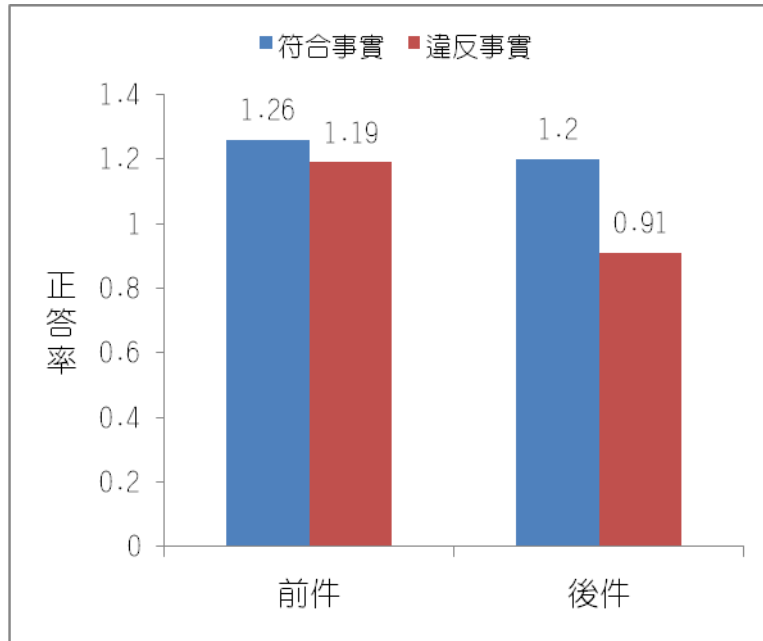
變異來源	SS	df	MS	F
組間				
前件後件 (A 主要效果)	14.19	1	14.19	49.46 ^{***}
符合違反 (B 主要效果)	16.27	1	16.27	59.15 ^{***}
前件後件*符合違反 (交互作用)	6.84	1	6.84	24.44 ^{***}
組內				
受試者間 S	454.83	508	.90	
殘差 (AxS)	145.81	508	.29	
殘差 (BxS)	139.74	508	.28	
殘差 (ABxS)	142.16	508	.28	
全體 Total	907.14	508		

N=509，得分 (0-2)，*** $p < .0001$ 。

表二十 參與者在大前提前件或後件與小前提符合或違反事實之平均數

	符合事實	違反事實
	平均數 (標準差)	
前件	1.26 (.590)	1.19 (.689)
後件	1.20 (.576)	0.91 (.763)

N=509，得分 (0-2)



圖四 參與者在大前提前件或後件與小前提符合或違反事實之平均數

表二十一 參與者對於邏輯推理前件後件與小前提符合違反事實之之單純主要效果分析摘要表

單純主要效果內容	SS	df	MS	F
A 前件後件				
符合	.66	1	.66	1.16
違反	20.37	1	20.37	35.74***
誤差 (A+AB*block)	287.97	508	.57	
B 符合違反				
前件	1.01	1	1.01	1.84
後件	22.10	1	22.10	40.18***
誤差 (B+AB*block)	281.90	508	.55	

*** $p < .000$ 。

表二十二 參與者在四種邏輯規則下符合違反之差異 (McNemar 檢定)

邏輯推理規則	違反事實		p 值
	答對	答錯	
前件肯定符合事實	答對	358 (70.3)	.000
	答錯	26 (5.1)	
前件否定符合事實	答對	139 (27.3)	.001
	答錯	44 (8.6)	
後件肯定符合事實	答對	141 (27.7)	.005

	答錯	42 (8.3)	253 (79.7)	
後件否定符合事實	答對	212 (41.7)	33 (6.5)	.000
	答錯	187 (36.7)	77 (15.1)	

實驗五、大前提違反或符合事實的假設語氣實驗

在前述實驗四的假設語氣中的內隱化大前提基本上都是符合事實經驗的陳述，研究者將之外顯化後，操弄關於前件或後件的條件句內容。本研究則是操弄大前提的前件或後件，讓其符合或違反事實，來檢驗這樣的操弄是否影響參與者的邏輯推理表現。

參與者：大學生共 253 人 (C 大學 121 人, F 大學 132 人), 人數版本分配請參見表二十三。

表二十三 大前提違反事實實驗參與者人數一覽表

	版本一	版本二	版本三	版本四	合計
大學生人數	64	61	64	64	253

實驗材料與實驗方法

本實驗操弄大前提描述符合或違反事實，檢驗其對於邏輯推理作業的影響。本實驗要求參與者分別對每種實驗材料的四種論題形式作回答，並採用團體施測的方式進行。實驗材料列於表二十四。而版本編排列於表二十五。

表二十四 大前提違反事實之實驗材料

- 「如果雪是白(黑)色的，那麼石頭就是硬(軟)的。」
1. **如果雪是白色的，那麼石頭就是硬的。**(前符後符)
 - 現在假設雪是白色的，那麼石頭是硬的嗎？(前件肯定)
 - 現在假設石頭是硬的，那麼雪是白色的嗎？(後件肯定)
 2. **如果雪是黑色的，那麼石頭就是硬的。**(前違後符)
 - 現在假設雪是黑色的，那麼石頭是硬的嗎？(前件肯定)
 - 現在假設石頭是硬的，那麼雪是黑色的嗎？(後件肯定)
 3. **如果雪是白色的，那麼石頭就是軟的。**(前符後違)
 - 現在假設雪是白色的，那麼石頭是軟的嗎？(前件肯定)
 - 現在假設石頭是軟的，那麼雪是白色的嗎？(後件肯定)
 4. **如果雪是黑色的，那麼石頭就是軟的。**(前違後違)
 - 現在假設雪是黑色的，那麼石頭是軟的嗎？(前件肯定)

-
- 現在假設石頭是軟的，那麼雪是黑色的嗎？（後件肯定）
- 「如果太陽從東（西）邊出來，那麼地球就是圓（平）的。」
1. 如果太陽從東邊出來，那麼地球就是圓的。（前符後符）
 - 現在假設太陽從東邊出來，那麼地球是圓的嗎？（前件肯定）
 - 現在假設地球是圓的，那麼太陽從東邊出來嗎？（後件肯定）
 2. 如果太陽從西邊出來，那麼地球就是圓的。（前違後符）
 - 現在假設太陽從西邊出來，那麼地球是圓的嗎？（前件肯定）
 - 現在假設地球是圓的，那麼太陽從西邊出來嗎？（後件肯定）
 3. 如果太陽從東邊出來，那麼地球就是平的。（前符後違）
 - 現在假設太陽從東邊出來，那麼地球是平的嗎？（前件肯定）
 - 現在假設地球是平的，那麼太陽從東邊出來嗎？（後件肯定）
 4. 如果太陽從西邊出來，那麼地球就是平的。（前違後違）
 - 現在假設太陽從西邊出來，那麼地球是平的嗎？（前件肯定）
 - 現在假設地球是平的，那麼太陽從西邊出來嗎？（後件肯定）
- 「如果火是熱（冰）的，那麼公雞就有翅膀（會下蛋）。」
1. 如果火是熱的，那麼公雞就有翅膀。（前符後符）
 - 現在假設火是熱的，那麼公雞有翅膀嗎？（前件肯定）
 - 現在假設公雞有翅膀，那麼火是熱的嗎？（後件肯定）
 2. 如果火是冰的，那麼公雞就有翅膀。（前違後符）
 - 現在假設火是冰的，那麼公雞有翅膀嗎？（前件肯定）
 - 現在假設公雞有翅膀，那麼火是冰的嗎？（後件肯定）
 3. 如果火是熱的，那麼公雞就會下蛋。（前符後違）
 - 現在假設火是熱的，那麼公雞會下蛋嗎？（前件肯定）
 - 現在假設公雞會下蛋，那麼火是熱的嗎？（後件肯定）
 4. 如果火是冰的，那麼公雞就會下蛋。（前違後違）
 - 現在假設火是冰的，那麼公雞會下蛋嗎？（前件肯定）
 - 現在假設公雞會下蛋，那麼火是冰的嗎？（後件肯定）
- 「如果輪胎是圓（方）的，那麼海水就是鹹（甜）的。」
1. 如果輪胎是圓的，那麼海水就是鹹的。（前符後符）
 - 現在假設輪胎是圓的，那麼海水是鹹的嗎？（前件肯定）
 - 現在假設海水是鹹的，那麼輪胎是圓的嗎？（後件肯定）
 2. 如果輪胎是方的，那麼海水就是鹹的。（前違後符）
 - 現在假設輪胎是方的，那麼海水是鹹的嗎？（前件肯定）
 - 現在假設海水是鹹的，那麼輪胎是方的嗎？（後件肯定）
 3. 如果輪胎是圓的，那麼海水就是甜的。（前符後違）
 - 現在假設輪胎是圓的，那麼海水是甜的嗎？（前件肯定）
 - 現在假設海水是甜的，那麼輪胎是圓的嗎？（後件肯定）
 4. 如果輪胎是方的，那麼海水就是甜的。（前違後違）
 - 現在假設輪胎是方的，那麼海水是甜的嗎？（前件肯定）
 - 現在假設海水是甜的，那麼輪胎是方的嗎？（後件肯定）
-

表二十五 大前提違反事實之實驗問卷版本編排

	第一版	第二版	第三版	第四版
第一題	1 前符後符前肯	2 前符後符前肯	3 前符後符前肯	4 前符後符前肯
第二題	2 前違後符前肯	3 前違後符前肯	4 前違後符前肯	1 前違後符前肯
第三題	3 前符後違前肯	4 前符後違前肯	1 前符後違前肯	2 前符後違前肯
第四題	4 前違後違前肯	1 前違後違前肯	2 前違後違前肯	3 前違後違前肯
第五題	1 前符後符後肯	2 前符後符後肯	3 前符後符後肯	4 前符後符後肯
第六題	2 前符後違後肯	3 前符後違後肯	4 前符後違後肯	1 前符後違後肯
第七題	3 前違後符後肯	4 前違後符後肯	1 前違後符後肯	2 前違後符後肯
第八題	4 前違後違後肯	1 前違後違後肯	2 前違後違後肯	3 前違後違後肯

實驗結果

將實驗五各條件句的所有反應人數依照各版本的八個題目分別整理如表二十六之後，由於本實驗主要想觀察大前提的前件與後件的符合與違反事實對於推理正確性的影響，因此，研究者將案例中的「前件符合/後件符合」與「前件符合/後件違反」皆視為「前件符合組」，另將「前件違反/後件符合」與「前件違反/後件違反」視為「前件違反組」；同樣的，關於後件亦分出「後件符合組」與「後件違反組」，再進行「前件符合組」與「前件違反組」的卡方檢定，以及「後件符合組」與「後件違反組」的卡方檢定。如此，共統計出 16 組卡方檢定（4 個條件句，2 個推理形式，2 組配對）列於表二十七，其中共有 5 組達統計上的顯著，如表二十八所示。

表二十六 大前提違反事實之實驗邏輯題目與版本的卡方檢定

前件肯定 雪和石頭	版本				合計	
	前符後符	前符後違	前違後符	前違後違		
答對	54	48	58	38	198	
對錯	答錯	10	16	6	23	55
合計	64	64	64	61	253	
$X^2(3)=16.70, p=.001$						
後件肯定 雪和石頭	版本				合計	
	前符後符	前符後違	前違後符	前違後違		
答對	41	38	33	28	140	
對錯	答錯	23	26	31	33	113
合計	64	64	64	61	253	
$X^2(3)=4.96, p=.175$						
前件肯定	版本				合計	

太陽和地球		前符後符	前符後違	前違後符	前違後違	
對錯	答對	53	47	52	48	200
	答錯	8	17	12	16	53
	合計	61	64	64	64	253
$X^2(3)=4.30, p=.231$						
後件肯定 太陽和地球		版本				合計
		前符後符	前符後違	前違後符	前違後違	
對錯	答對	24	35	38	39	136
	答錯	37	29	26	25	117
	合計	61	64	64	64	253
$X^2(3)=7.26, p=.064$						
前件肯定 火和公雞		版本				合計
		前符後符	前符後違	前違後符	前違後違	
對錯	答對	56	46	54	52	208
	答錯	8	18	7	12	45
	合計	64	64	61	64	253
$X^2(3)=7.60, p=.055$						
後件肯定 火和公雞		版本				合計
		前符後符	前符後違	前違後符	前違後違	
對錯	答對	36	24	37	39	136
	答錯	28	37	27	25	117
	合計	64	61	64	64	253
$X^2(3)=7.01, p=.072$						
前件肯定 輪胎和海水		版本				合計
		前符後符	前符後違	前違後符	前違後違	
對錯	答對	52	39	58	47	196
	答錯	12	22	6	17	57
	合計	64	61	64	64	253
$X^2(3)=13.87, p=.003$						
後件肯定 輪胎和海水		版本				合計
		前符後符	前符後違	前違後符	前違後違	
對錯	答對	36	33	25	39	133
	答錯	28	31	36	25	120
	合計	64	64	61	64	253
$X^2(3)=5.46, p=.141$						

表二十七 大前提違反事實之實驗前件後件卡方檢定

條件句	推理形式	組別	p 值
雪和石頭	前件肯定	後件符合 VS. 後件違反	.000

雪和石頭	後件肯定	前件符合 VS. 前件違反	.039
太陽和地球	後件肯定	前件符合 VS. 前件違反	.039
火和公雞	前件肯定	後件符合 VS. 後件違反	.017
輪胎和海水	前件肯定	後件符合 VS. 後件違反	.001

表二十八 大前提違反事實之實驗前件符合組與違反組，後件符合組與違反組的卡方檢定

條件句：如果雪是白（黑）色的，那麼石頭就是硬（軟）的。

前件肯定		組別		合計
		前件符合	前件違反	
對錯	答對	102 (40.3%)	96 (37.9%)	198 (78.3%)
	答錯	26 (10.3%)	29 (11.5%)	55 (21.7%)
	合計	128 (50.6%)	125 (49.4%)	253

$X^2=.310$; $p=.578 > .05$

前件肯定		組別		合計
		後件符合	後件違反	
對錯	答對	112 (44.3%)	86 (34.0%)	198 (78.3%)
	答錯	16 (6.3%)	39 (15.4%)	55 (21.7%)
	合計	128 (50.6%)	125 (49.4%)	253

$X^2=12.999^{***}$; $p=.000 < .001$

後件肯定		組別		合計
		前件符合	前件違反	
對錯	答對	79 (31.2%)	61 (24.1%)	140 (55.3%)
	答錯	49 (19.4%)	64 (25.3%)	113 (44.7%)
	合計	128 (50.6%)	125 (49.4%)	253

$X^2=4.270^*$; $p=.039 < .05$

後件肯定		組別		合計
		後件符合	後件違反	
對錯	答對	74 (29.2%)	66 (26.1%)	140 (55.3%)
	答錯	54 (21.3%)	59 (23.3%)	113 (44.7%)
	合計	128 (50.6%)	125 (49.4%)	253

$X^2=.643$; $p=.423 > .05$

條件句：如果太陽從東（西）邊出來，那麼地球就是圓（平）的。

前件肯定		組別		合計
		前件符合	前件違反	
對錯	答對	100 (39.5%)	100 (39.5%)	200 (79.1%)
	答錯	25 (9.9%)	28 (11.1%)	53 (20.9%)
	合計	125 (49.4%)	128 (50.6%)	253

$X^2=.134 ; p=.714 > .05$				
前件肯定		組別		
		後件符合	後件違反	合計
對錯	答對	105 (41.5%)	95 (37.5%)	200 (79.1%)
	答錯	20 (7.9%)	33 (13.0%)	53 (20.9%)
	合計	125 (49.4%)	128 (50.6%)	253
$X^2=3.654 ; p=.056 > .05$				
後件肯定		組別		
		前件符合	前件違反	合計
對錯	答對	59 (23.3%)	77 (30.4%)	136 (53.8%)
	答錯	66 (26.1%)	51 (20.2%)	117 (46.2%)
	合計	125 (49.4%)	128 (50.6%)	253
$X^2=4.270^* ; p=.039 < .05$				
後件肯定		組別		
		後件符合	後件違反	合計
對錯	答對	62 (24.5%)	74 (29.2%)	136 (53.8%)
	答錯	63 (24.9%)	54 (21.3%)	117 (46.2%)
	合計	125 (49.4%)	128 (50.6%)	253
$X^2=1.716 ; p=.190 > .05$				

條件句：如果火是熱（冰）的，那麼公雞就有翅膀（會下蛋）。

$X^2=1.130 ; p=.288 > .05$				
前件肯定		組別		
		前件符合	前件違反	合計
對錯	答對	102 (40.3%)	106 (41.9%)	208 (82.2%)
	答錯	26 (10.3%)	19 (7.55%)	45 (17.8%)
	合計	128 (50.6%)	125 (49.4%)	253
前件肯定		組別		
		後件符合	後件違反	合計
對錯	答對	110 (43.5%)	98 (38.7%)	208 (82.2%)
	答錯	15 (5.9%)	30 (11.9%)	45 (17.8%)
	合計	125 (49.4%)	128 (50.6%)	253
$X^2=5.658^* ; p=.017 < .05$				
後件肯定		組別		
		前件符合	前件違反	合計
對錯	答對	60 (23.7%)	76 (30.0%)	136 (53.8%)
	答錯	65 (25.7%)	52 (20.6%)	117 (46.2%)
	合計	125 (49.4%)	128 (50.6%)	253
$X^2=3.292 ; p=.070 > .05$				

後件肯定		組別		
		後件符合	後件違反	合計
對錯	答對	73 (28.9%)	63 (24.9%)	136 (53.8%)
	答錯	55 (21.7%)	62 (24.5%)	117 (46.2%)
	合計	128 (50.6%)	125 (49.4%)	253
$X^2=1.119$; $p=.290 > .05$				

條件句：如果輪胎是圓（方）的，那麼海水就是鹹（甜）的。

前件肯定		組別		
		前件符合	前件違反	合計
對錯	答對	91 (36.0%)	105 (41.5%)	196 (77.5%)
	答錯	34 (13.4%)	23 (9.1%)	57 (22.5%)
	合計	125 (49.4%)	128 (50.6%)	253
$X^2=3.088$; $p=.079 > .05$				

前件肯定		組別		
		後件符合	後件違反	合計
對錯	答對	110 (43.5%)	86 (34.0%)	196 (77.5%)
	答錯	18 (7.1%)	39 (15.4%)	57 (22.5%)
	合計	128 (50.6%)	125 (49.4%)	253
$X^2=10.642^{**}$; $p=.001 < .01$				

後件肯定		組別		
		前件符合	前件違反	合計
對錯	答對	69 (27.3%)	64 (25.3%)	133 (52.6%)
	答錯	59 (23.3%)	61 (24.1%)	120 (47.4%)
	合計	128 (50.6%)	125 (49.4%)	253
$X^2=.186$; $p=.666 > .05$				

後件肯定		組別		
		後件符合	後件違反	合計
對錯	答對	61 (24.1%)	72 (28.5%)	133 (52.6%)
	答錯	64 (25.3%)	56 (22.1%)	120 (47.4%)
	合計	125 (49.4%)	128 (50.6%)	253
$X^2=1.408$; $p=.235 > .05$				

仔細檢視表二十八，可以觀察到，關鍵在於結論到底是關於前件或者後件，關於前件的結論，那麼前件違反事實就會影響對結論的判斷，如果是關於後件的結論，那麼後件違反事實就會影響對結論的判斷。也就是說，在前件肯定的情況下，若結論是關於後件，那麼後件違反或符合事實就會有影響；而在後件肯定的情況下，若

結論是關於前件，那麼前件違反或符合事實會有影響。

也就是說，若是肯定的條件句（前件肯定或後件肯定），因為涉及結論的問題，結論若是違反事實就會出現問題；反之，如果是否定的條件句（前件否定或後件否定），則結論是否違反事實便顯得不明顯或不確定。因為否定就會使結果更複雜（例：如果雪不是黑的，究竟是符合事實或違反事實），所以涉及否定就看不出差異。

Belief bias 的影響顯然是在於結論（不符合信念就容易犯錯），本實驗的研究結果也是關於結論才会有影響（無論符合或違反，只要是關於結論就會有影響，只要不是關於結論就沒有影響）。Belief bias 的限制是出現於結論，和結論無關的邏輯判斷影響比較小，或者不影響，和結論有關就會帶來影響。

參考文獻

- 教育部 (2007)。教育類性別統計指標。教育部統計處彙編，網址：
http://www.edu.tw/EDU_WEB/EDU_MGT/STATISTICS/EDU7220001/gender/index1.htm。
- Braine, M. D. S. (1978). On the relation between the natural logic of reasoning and standard logic. *Psychological Review*, 85, 1-21.
- Braine, M. D. S. (1998). Steps towards a mental predicate logic. In M. D. S. Braine, & D. P. O'Brien (Eds.), *Mental logic*. (pp. 273-331). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Braine, M. D. S., & O'Brien, D. P. (1991). A theory of If: A lexical entry, reasoning program, and pragmatic principles. *Psychological Review*, 98, 182-203.
- Braine, M. D. S., Reiser, B. J., & Rumin, B. (1984). Some empirical justification for a theory of natural propositional logic. In G. H. Bower (ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (vol. 18). New York: Academic Press.
- Brewer, W. F., & Mishra, P. (1998). Science. In W. Bechtel and G. Graham (Eds.), *A companion to cognitive science* (pp. 734-743). Malden, Massachusetts: Blackwell.
- Buldu, M. (2006). Young children's perceptions of scientists: A preliminary study. *Educational Research*, 48, 121-132.
- Cheng, P. W., & Holyoak, K. J. (1985) Pragmatic reasoning schemas. *Cognitive Psychology*, 17, 391-416.
- Crowley, K., Callanan, M. A., Jipson, J. L., Galco, J., Topping, K., & Shrager, J. (2001). Shared scientific thinking in everyday parent-child activity. *Science Education*, 85, 712-732.
- DeLoache, J.S., Miller, K. F., & Pierroutsakos, S. L. (1998). Reasoning and problem solving. In D. Kuhn & R. S. Siegler (Eds.), *Handbook of child psychology: Vol. 2. Cognition, perception and language* (pp. 801-850). New York: Wiley.
- Devine, F. (1992). Gender segregation in the engineering and science professions: A case of continuity and change. *Work, Employment & Society*, 6, 557-575.
- Dunbar, K., & Fugelsang, J. (2005). Scientific thinking and reasoning. In K. J. Holyoak & R. G. Morrison (Eds.), *The Cambridge handbook of thinking and reasoning* (Ch.29,

- pp. 795-725). New York: Cambridge University Press.
- Ennis, R., Findelstein, M., Smith, E., & Wilson, N. (1969). *Conditional logic and children*. Ithaca: N. Y.: Connell Critical Thinking Readiness Project.
- Evans, J. St. B. T. (1977) Linguistic factors in reasoning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 29, 297-306.
- Evans, J. St. B. T. (1989). *Bias in human reasoning: Causes and consequences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Evans, J. St. B. T. (2005). Deductive reasoning. In K. J. Holyoak & R. G. Morrison (Eds.), *The Cambridge handbook of thinking and reasoning* (Ch.8, pp. 169-184). New York: Cambridge University Press.
- Evans, J. St. B. T., Barston, J. L., & Pollard, R. (1983). On the conflict between logic and belief in syllogistic reasoning. *Memory & Cognition*, 11, 295-306.
- Evans, J. St. B. T., Handley, S. J., Harper, C. N., & Johnson-Laird, P. N. (1999). Reasoning about necessity and possibility: A test of the mental model theory of deduction. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25, 1495-1513.
- Evans, J. St. B. T., Newstead, S. E., & Byrne, R. M. J. (1993). *Human reasoning: The psychology of deduction*. Hove, England: Erlbaum.
- Flavell, J. H., Flavell, E. R., Green, F. L., & Moses, L. J. (1990). Young children's understanding of fact beliefs versus value beliefs. *Child Development*, 61, 915-928.
- Griggs, R. A., & Cox, J. R. (1982). The elusive thematic-materials effect in Wason's selection task. *British Journal of Experimental Psychology*, 73, 407-420.
- Geiger, J. F., & Litwiller, R. M. (2005). Spatial working memory and gender differences in science. *Journal of Instructional Psychology*, 32, 49-57.
- Halpern, D. E. (1997). Sex differences in intelligence: Implications for education. *American Psychologists*, 52, 1091-1102.
- Halpern, D. E. (2004). A cognitive process taxonomy for sex differences in cognitive abilities. *Current Directions in Psychological Science*, 13, 135-139.
- Holland, J. H., Holyoak, K. J., Nisbett, R. E., & Thagard, P. R. (1986). *Induction: Processes of inference, learning and discovery*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hyde, J. S., Fennema, E., & Lamon, S. (1990). Gender differences in mathematics

- performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 107, 139-155.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. New York: Basic Books.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1964). *The early growth of logic in the child: Classification and seriation*. London: Routledge & Kagan Paul.
- Johnson, S. (1987). Gender differences in science: parallels in interest, experience and performance. *International Journal of Science Education*, 9, 467-481.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Johnson-Laird, P. N., & Byrne, R. (1991). *Deduction*. Hove, England: Erlbaum.
- Johnson-Laird, P. N. (2005). Mental models and thought. In K. J. Holyoak & R. G. Morrison (Eds.). *The Cambridge handbook of thinking and reasoning* (pp. 185-208). New York: Cambridge University Press.
- Johnson-Laird, P. N., Legrenzi, P., & Legrenzi, M. S. (1972). Reasoning and a sense of reality. *British Journal of Psychology*, 63, 395-400.
- Klaczynski, P. A., Schuneman, M. J. & Daniel, D. B. (2004). Theories of conditional reasoning: A developmental examination of competing hypotheses. *Developmental Psychology*, 40, 559-571.
- Khan, F. A. (1999). The social context of learning mathematics: Stepping beyond the cognitive framework. *Mind, Culture, and Activity*, 6, 304-313.
- Kuhn, D., & Angelev, J. (1976). An experimental study of the development of formal operational thought. *Child Development*, 47, 697-706.
- Kuhn, D. & Brannock, J. (1977). Development of the isolation of variables scheme in experimental and "natural experiment" contexts. *Developmental Psychology*, 13, 9-14.
- Kuhn, D. (1977). Conditional reasoning in children. *Developmental Psychology*, 13, 342-353.
- Kuhn, D. (1989). Children and adults as intuitive scientists. *Psychological Review*, 96, 674-689.
- Lauzon, D. (2001). Gender differences in large scale, quantitative assessments of mathematics and science achievement. Paper Prepared for the Statistics Canada-John

- Deutsch Institute--WRNET Conference on Empirical Issues in Canadian Education, Ottawa, November 23-24, 2001.
- Liu, I. (2005). Conditional reasoning and conditionalization. *Journal of Experimental Psychology*, 29, 694-709.
- Liu, I., Lo, K., & Wu, J. (1996). A probabilistic interpretation of "if-then". *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 828-844.
- Longbottom, J. E., & Butler, P. H. (1999). Why teach science? Setting rational goals for science education. *Science Education*, 83, 473-492.
- Manktelow, K. (1999). Reasoning and thinking: A four-way introduction. In K. Manktelow, *Reasoning and thinking* (Ch.1, pp.1-12). East Sussex, UK: Psychology Press.
- Markovits, H. (1988) Conditional reasoning, representation, empirical evidence on a concrete task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40A, 483-495.
- Markovits, H., & Nantel, G. (1989). The belief-bias effect in the production and evaluation of logical conclusions. *Memory & Cognition*, 17, 11-17.
- Markovits, H. (1993). The development of conditional reasoning: A Piagetian reformulation of the theory of mental models. *Merrill-Palmer Quarterly*, 39, 133-160.
- Markovits, H., & Barrouillet, P. (2002). The development of conditional reasoning: A mental model account. *Developmental Review*, 22, 5-36.
- Markovits, H. Fleury, M-L., Quinn, S., & Venet, M. (1998). Conditional reasoning and the structure of semantic memory. *Child Development*, 64, 742-755.
- Meece, J. L., Parsons, J. E., Kaczala, C.J., Goff, S. B., & Fetterman, R. (1982). Sex differences in math achievements: Toward a model of academic choice. *Psychological Bulletin*, 91, 324-348.
- Miller, P. H., Blessing, J. S., & Schwartz, S. (2006). Gender differences in high-school students' views about science. *International Journal of Science Education*, 28, 363-381.
- Moshman, D. (1990). The development of metalogical understanding. In W. F. Overton (Ed.), *Reasoning, necessity, and logic: Developmental perspectives* (pp. 205-225). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Oakhill, J. V., & Johnson-Laird, P. N. (1985). The effects of belief on the spontaneous

- production of syllogistic conclusions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37A, 553-569.
- Oakhill, J., Johnson-Laird, P. N., & Garnham, A. (1989). Believability and syllogistic reasoning. *Cognition*, 31, 117-140.
- O'Donnell, A. M., Reeve, J., Smith, J. K. (2007). *Educational psychology*. John Wiley & Sons.
- OECD (Organization for Economic Co-operation and Development)(2006). Women in scientific careers: Unleashing the potential. OECD Publishing.
- Overton, W. F., Ward, S. L., Black, J., Noveck, I. A., & O'Brien, D. P. (1987). Form and content in the development of deductive reasoning. *Developmental Psychology*, 23, 22-30.
- Piaget, J. (1972). Intellectual evolution from adolescence to adulthood. *Human Development*, 15, 1-12.
- Peel, E. (1967). A method for investigating children's understanding of certain logical connectives used in binary propositional thinking. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 20, 81-92.
- Pollard, P., & Evans, J. St. B. T. (1980). The influence of logic on conditional reasoning performance. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 605-624.
- Platt, J. R. (1964). Strong inference. *Science*, 146, 347-353.
- Popper, K. R. (1959). *The logic of scientific discovery*. London: Hutchinson.
- Revlin, R., Leirer, V. O., Yopp, H., & Yopp, R. (1980). The belief bias effect in formal reasoning: The influence of knowledge on logic. *Memory & Cognition*, 8, 584-592.
- Rips, L. J. (1983). Cognitive processes in propositional reasoning. *Psychological Review*, 102, 90, 38-71.
- Rips, L. J. (1990). Reasoning. *Annual Review of Psychology*, 41, 321-353.
- Rips, L. J. (1994a). *The psychology of proof*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Rips, L. J. (1994b). Deduction and its cognitive basis. In R. J. Sternberg (Ed.), *Thinking and problem solving* (pp. 149-178). San Diego, California: Academic Press.
- Rips, L. J. (1998). Reasoning. In W. Bechtel and G. Graham (Eds.), *A companion to cognitive science* (pp. 299-305). Malden, Massachusetts: Blackwell.
- Robert, M., & Savoie, N. (2006). Are there gender differences in verbal and visuospatial

- working-memory resources? *European Journal of Cognitive Psychology*, 18, 378-397
- Shapiro, B., & O'Brien, T. Logical thinking in children ages six through thirteen. *Child Development*, 41, 823-829.
- Spelke, E. S. (2005). Sex differences in intrinsic aptitude for mathematics and science?: A critical review. *American Psychologist*, 60, 950-958.
- Spellman, B. A., Kincannon, A. P., & Stose, S. (2005). The relation between counterfactual and causal reasoning. In D. R. Mandel, E. J. Hilton, & P. Catellani (Eds.), *The psychology of counterfactual thinking* (Ch. 2, pp. 28-43). New York: Routledge.
- Spencer, S. J., Steele, C. M., & Quinn, D. M. (1999). Stereotype threat and women's math performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, 35, 4-28.
- Stanovich, K. E. (1999). *Who is rational? Studies of individual differences in reasoning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Thompson, V. A. (1994). Interpretational factors in conditional reasoning. *Memory & Cognition*, 22, 742-758.
- Thompson, V. A. (2000). The task-specific nature of domain-general reasoning. *Cognition*, 76, 209-268.
- Wason, P. C. (1960) On the failure to eliminate hypotheses in a conceptual task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, 129-140.
- Wason, P. C. (1966) Reasoning. In B. M. Foss (ed.) *New Horizons in Psychology*, vol 1. Harmondsworth: Penguin.
- Wason, P. C. (1968) Reasoning about a rule. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 20, 273-281.
- Wason, P. C., & Johnson-Laird, P. N. (1972) *Psychology of Reasoning: Structure and Content*. London: Batsford.
- Weinburgh, M. (1995). Gender differences in student attitudes toward science: A meta-analysis of the literature from 1970-1991. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 387-398.
- Wildman, T. M., & Fletcher, H. J. (1977) Developmental increases and decreases in solutions of conditional syllogism problems. *Developmental Psychology*, 13, 630-636.

Wilson, K. L., & Boldizar, J. P. (1990). Gender segregation in higher education: Effects of aspirations, mathematics achievements, and income. *Sociology of Education*, 63, 62-74.

國科會補助專題研究計畫項下出席國際學術會議心得報告

日期：98年12月30日

計畫編號	NSC 97-2511-S-033-005-MY2		
計畫名稱	女生科學學習的觀念雛形、認知歷程及社會影響的動態歷程研究--演繹邏輯思考的萌芽、學習、發展與兩性差異(第2年)		
出國人員姓名	林文瑛	服務機構及職稱	中原大學心理學系教授兼心理科學研究中心主任
會議時間	98年11月21日至 98年11月30日	會議地點	大陸武漢大學
會議名稱	(中文)大陸武漢大學心理學系之發展學術訪問及交流研討會		
發表論文題目	(中文)台灣發展心理學的發展趨勢		

一、參加會議經過

此次會議是本系與武漢大學心理系經過多年互訪與交流之後，最有規模的一次互動與研究交流。本系一共有六位教師(郭主任、譚偉象老師、孫蓓如老師、洪福建老師、李怡真老師，及本人)，四位學生(兩位大學部、兩位研究生)參與，而武漢大學心理系的老師十二位(含博士後研究員)及全系學生均參與，在十天的訪問期間，有充分的討論與交流機會，建立了日後加深加廣的教學與研究層面上的合作機會。

二、與會心得

由於這次本系教師參與的老師人數多、領域廣，因此，除了召開「首屆海峽兩岸學術回顧與展望研討會」，讓兩系教師有機會報告兩岸的發展現況並交換意見外，武漢大學也安排了許多團體參訪的對象，讓我們對大陸的心理學教育發展現況有較廣泛的接觸；招待我們去參觀當地的文史景點，在輕鬆的氣氛中，增進對彼此研究的瞭解；此外，他們也根據個別老師的研究興趣，安排了許多個別化的行程，讓每一位參與的老師均在見聞及學術上收穫豐碩。

三、考察參觀活動(無是項活動者略)

團體方面有：武漢大學、華中師範大學、河南心理師協會

個人方面有：武大附小、武大附中、第二十九高中

四、建議

武漢大學是大陸的重點學校，由於以往系上老師的努力建立了相當深厚的合作基礎，如果能夠以兩系的合作為基礎，提升至校的層級，由學校支持讓兩系的互訪與交流，相信會有更實質的合作成效出現。

五、攜回資料名稱及內容

「首屆海峽兩岸學術回顧與展望研討會」論文摘要

六、其他

無

國科會補助專題研究計畫項下出席國際學術會議心得報告

日期：99年08月16日

計畫編號	NSC 97-2511-S-033-005-MY2		
計畫名稱	女生科學學習的觀念雛形、認知歷程及社會影響的動態歷程研究--演繹邏輯思考的萌芽、學習、發展與兩性差異(第2年)		
出國人員姓名	林文瑛	服務機構及職稱	中原大學心理學系教授兼心理科學研究中心主任
會議時間	99年07月07日至 99年07月16日	會議地點	澳洲墨爾本(Australia/Melbourne)
會議名稱	(中文)第二十屆跨文化心理學年會(IACCP)以及第二十七屆應用心理學年會(IACP) (英文)20 th Congress of International Association of Cross-Cultural Psychology (IACCP) & 27th International Congress of Applied Psychology (ICAP)		
發表論文題目	(中文) 1.能力的差異是否影響人們對於冷酷特質之人的喜愛：由社會情境、性別與相對地位檢驗其互動效果。2.思考上的「尋求解釋」心向——但求言之成理與局部統整的心向 (英文) 1. Competence makes a difference: Examining the interactive effects of social contexts, gender, and relative status on our liking towards a cold person. 2. Thinking biases in searching for explanation: Plausibility effect and local coherence.		

一、參加會議經過

跨文化心理學會 IACCP 是在墨爾本大學舉行，由於應用心理學會 (ICAP) 是全世界規模最大的學會之一，跨文化心理學會算是應用心理學會的衛星年會，但是參與的會員也有來自全世界各地將近四百人共襄盛舉。應用心理學會每四年舉辦一次，今年是已是第 27 屆，總共有來自 67 個國家的 3400 餘位與會者，有 3223 篇論文報告，然而，儘管會議規模龐大，會議進行卻井然有序，主題分類明確，演講會場安排得宜，各項服務資訊也十分有效率，讓與會者在寬廣的會議場內，能夠按照自己的興趣，在舒適的環境，聽到想聽的演講或論文發表，也有機會與同行學者溝通，算是十分成功的大型會議。

二、與會心得

IACCP 的參與者對於文化的議題較感興趣，ICAP 的參與者對應用議題較感興趣，但是這兩個會議都在演講主題的關連性上十分費心安排，提供參與者特定主題的多樣研究成果與多元觀點，也

因此每個發表會場的討論均十分熱烈而深入。顯然，事前議題與講者的規劃、分類是會議成功的必要條件。不過，ICAP 嘗試的電子海報形式，並不成功。顯然，會議形式的創新也須要更仔細的規劃與經驗累積。

三、考察參觀活動(無是項活動者略)

墨爾本大學

四、建議

目前的趨勢是，越是重要或熱門的學會，註冊費越高。兩個大會的註冊費都很貴，IACCP 要美金 665，ICAP 要美金 925，單是註冊費就要台幣五萬多元，如果加上機票、生活費，所費不貲，因此對於大會提供須要另行收費的工作坊、表演或藝文交流，就很難負擔，必須割愛，對於專程去參加會議的人而言，不無遺憾。因此，建議在補助金額的核定上，是否能依據會議性質做彈性調整，不以金額，而以補助特定會議的註冊費與機票、特定等級住宿費，實報實銷。

五、攜回資料名稱及內容

大會會議手冊與光碟

六、其他

無

無衍生研發成果推廣資料

97 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：林文瑛		計畫編號：97-2511-S-033-005-MY2					
計畫名稱：女生科學學習的觀念雛形、認知歷程及社會影響的動態歷程研究--演繹邏輯思考的萌芽、學習、發展與兩性差異							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	4	4	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	2	2	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	2	2	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	2	2	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>無</p>
--	----------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）