資優教育季刊　民 109 年 8 月　第 153 期　第 15-28 頁
Doi: 10.6218/GEQ.202008_(153).15-28

高中資優生假設驗證能力之探究

梁文瀞
國立彰化師範大學附屬
高級工業職業學校
特殊教育教師

張靖卿 *
國立彰化師範大學
特殊教育學系
助理教授

詹孟琦
國立彰化師範大學
特殊教育學系
助理教授

摘　要

假設驗證 (hypothesis-testing) 是人們重要的認知能力，此能力與概念的形成、推理、問題解決，乃至於創造力都有密切關係。本研究旨在探討高中資賦優異學生與普通學生之假設驗證能力的差異。研究對象為 56 名中部地區之高中生，其中語文資優生 18 名、數理資優生 19 名及普通生 19 名。透過自編之假設驗證作業，比較語文資優生、數理資優生與普通生在數字作業和文字作業上的假設驗證能力表現，包括答對題數與六個表現變項（測試次數、案例數、總假設數、假設種類、不合理假設與測試策略），答對題數越多表示假設驗證能力越好。研究結果發現：三組學生在假設驗證的答對題數上沒有顯著差異；語文資優生在數字作業上的測試次數顯著多於普通生；數理資優生在數字作業上使用互包性測試策略的比率顯著多於普通生，在文字作業上產生的不合理假設比率顯著低於普通生，在數字作業的正例測試策略的使用比率顯著低於語文資優生和普通生。

關鍵詞：假設驗證、數理資優、語文資優

* 通訊作者：本文以張靖卿（chings2@seed.net.tw）

資優教育季刊　民 109 年 8 月　第 153 期　第 15-28 頁

Exploring the Hypothesis-Testing Abilities in Gifted High School Students

Wen-Ching Liang
Special Education Teacher,
The Affiliated Industrial Vocational High School of National Changhua University of Education

Ching-Ching Chang*
Assistant Professor,
Department of Special Education,
National Changhua University of Education

Meng-Chi Chan
Assistant Professor,
Department of Special Education,
National Changhua University of Education

Abstract

Hypothesis testing is an important cognitive ability to humans, which is highly related to concept formation, reasoning, problem solving as well as to creativity. The purpose of this study was to explore whether there were any differences in their ability to hypothesis testing between gifted and regular high school students. This study recruited 56 high school students from the middle region of Taiwan, including 18 students gifted in language and art, 19 students gifted in math and science, and 19 regular students. Using a self-made test with 12 hypothesis-testing tasks, the performances of the three groups in hypothesis testing were further analyzed. Research findings indicated that: (a) there were no differences in the number of correct items among the three groups; (b) when compared to the performance of regular students in numeral tasks, students gifted in language and art made more trials while students gifted in math and science more frequently used mutually embedded strategies; (c) students gifted in math and science used less positive testing strategies in numeral tasks than regular students and students gifted in language and art did, and had less unreasonable hypotheses in word tasks than regular students.

Keywords: hypothesis testing, giftedness in math and science, giftedness in language and art

* Corresponding Author: Ching-Ching Chang (chings2@seed.net.tw)

壹、前言

假設驗證 (hypothesis-testing) 是人們重要的認知能力，此能力與概念的形成、推理、問題解決，乃至於創造力都有密切關係 (Bruner, Goodnow, & Austin, 1956; Klahr & Dunbar, 1988; Simon & Lea, 1974; Torrance, 1988)。人們從小時候便有形成假設驗證的能力 (Wellman & Gelman, 1992)，在日常生活中，人們透過形成假設與修正假設的過程，發現事物的規律與法則，藉由歸納與推理的歷程，解決生活中的問題。

假設驗證的研究最早始於 Piaget 的認知發展觀點。Piaget (1952) 認為人們在面對生活周遭的環境時，會透過「同化」與「調適」的歷程，建構出個體本身的基模，讓個體處於平衡的狀態以適應環境。也就是說，當人們在面對一個不平衡的狀態時，會產生一個新的假設，若該假設得到肯定的回應，則人們會繼續保留這個假設；但若該假設產生否定的結果，則會選擇一個新的假設以重新考驗。在 Piaget 之後，Bruner 等人 (1956) 研究概念形成，他們操弄概念的屬性，以觀察受試者如何形成假設，而提出了「假設驗證說」，此理論在 70 年代之前十分盛行。Bruner 等人發現當受試者在從事概念學習的時候，不只進行假設驗證，也採取某些策略去發現概念，因此假設驗證的效率遠比嘗試錯誤 (trial and error) 高得多，而且可以減低記憶的負荷。之後，Wason 自 1960 年開始，設計一系列的作業來研究人們的假設驗證行為，包括：「2 - 4 - 6 作業」、「卡片選擇作業」與「THOG 作業」，其中「2 - 4 - 6 作業」又稱為「法則發現作業」，在作業中要求受試者設法發現形成「2 - 4 - 6」這組案例的法則，此作業為研究人們在假設驗證的過程中採取策略發現概念的重要方法。利用假設驗證，人們可以根據少數已知的事物而形成假設，加以驗證，再依據結果的回饋對假設進行修正，透過不斷的檢驗與修正中形成新的概念。近年來，在此方面的研究更進一步探討受試者的信心（吳明樺，1997；黃麗分，1998）。

108 年上路強調以核心素養為主軸之「十二年國民基本教育課程綱要」將「系統思考與解決問題」列為核心素養之重要面向之一（十二年國民基本教育課程綱要總綱，2014），因此學校應鼓勵學生探索與研究、獨立思考與解決問題。而 2020 年 7 月中華資優教育學會舉辦之資優教育學術研討會，更以「資優教育的未來想像」為題，並以「未來想像、系統思考與人才培育」作為大會專題演講主題，郭靜姿、王曼娜（2020）即指出因應工業 4.0 時代的來臨，教育 4.0 在 12 年國教推動下，要以培育富有博雅學識、具批判思考、創意及跨域的未來人才為要務，可見資優教育更應強調資優生高層次學習能力的發揮，並重視知識生產的培養，而概念形成與產生知識的過程，是透過新知識的獲得，進而修正信念或調整假設，其中所涉及的歷程即為假設的驗證與修正。故資優生的假設驗證能力值得探究。

「假設驗證」是概念知識學習與推理的內在歷程，Kirk、Gallagher 與 Anastasiow (2000) 指出資優學生較同齡普通生更能建立一個較複雜有用的知識架構，而且資優生在高層次認知或推理能力皆優於普通學生（吳昆壽，2009；Davis, Rimm, & Siegle, 2011），但其在假設驗證的表現上是否亦為如此？他們與普通生有何差異？過去的假設驗證相關研究較少以資優生為研究對象，根據林緯倫與連韻文（2001）研究結果發現，通過教育部「數學及自然科學資優生保送甄試」進入大學之數理優異學生，其在「2 - 4 - 6 作業」成功發現正確的預設法則之人數比率高於一般大學生，而且產生較多的交疊性假設，而在假設驗證的測試策略方面，兩組學生在反例測試策略的使用次數上沒有顯著差異，而數理優異學生較一般大學生更常使用雙假設測試策略，此有助於數理優異學生產生交疊性的假設，因此數理優異學生比一般大學生在測試表現作業上得到較高的成功率。連韻文更進一步指出，數理優異學生能較常使用

雙側假設測試策略的原因，與其擁有良好的工作記憶廣度有關（連韻文，1998，2000）。然而，此研究之對象並非為經由各縣市鑑輔會鑑定通過而接受正式資優教育之資優生，其研究結果是否能代表資優生真正的情形，意即資優生的假設驗證能力是否的確優於普通生，值得探究。

假設驗證是一種建構的歷程 (constructive prosess)，受試者必須自行產生假設來加以驗證，產生假設的來源之一為既有的知識（鄭昭明，2006；Fay & Klahr, 1996）。而資優生擁有廣泛的知識基礎，且能快速的吸收事實知識 (Clark, 2006; Gallagher & Gallagher, 1994)，然而不同學術性向的資優生各有其所擅長之領域，特定領域的背景知識是否會影響學生假設的產出與驗證的表現，亦即學術性向不同者在假設的產出與驗證的表現上是否相同，有待進行研究方能得知。

綜合前述，本研究主要目的為了解語文資優生、數理資優生與普通生在假設驗證能力與假設驗證表現之差異情形。待答問題如下：

（一）語文資優生、數理資優生與普通生在假設驗證之正確題數是否有差異？

（二）假設驗證表現變項中，與正確題數有正相關之變項為何？負相關之變項為何？無相關之變項為何？

（三）語文資優生、數理資優生與普通生在假設驗證之各表現變項上是否有差異？

貳、研究方法

本研究目的在瞭解高中階段之語文資優生、數理資優生和普通生在數字與文字作業上之假設驗證能力表現之差異情形，透過研究者自編的假設驗證能力作業來比較不同類別學生的表現。實驗研究的基本特徵之一為自變項 (independent variable)，它是實驗者感興趣的因素，有時被稱為操弄 (manipulated) 因素，而心理學有些研究要比較的受試者組在實驗開始前便以某種方式（如性別、智力）相互存在差別，此時自變項是被實驗者選出而非直接操弄得到的，因而被稱為受試者變項 (Goodwin, 1995)。本研究中的自變項是學生類別，即是一種受試者變項，包括高中數理資優生、高中語文資優生與高中普通生。而本研究之依變項主要為假設驗證能力表現，包括研究樣本在實驗材料上之答對的正確題數與六個表現變項，此部分將於之後的計分方式中進行說明。

一、研究樣本

Goodwin (1995) 指出在心理學研究時的抽樣方式包括：機率抽樣和非機率抽樣，機率抽樣如隨機抽樣，而非機率抽樣則如便利取樣，後者是研究者基於需要從滿足研究基本要求（以本研究而言，需要的是就讀於高中的數理資優生、語文資優生和普通生）的人群中徵集自願者，係因現實原因而被使用，例如：張碧芝、吳昭容（2009）探討方塊計數的表現因素研究即採用便利取樣的方式進行。在本研究中亦採用便利取樣方式，先選取設有數理資優班和語文資優班的學校，再徵求自願參與實驗的受試者。研究對象來自於就讀於中部地區的四所高中經各縣市鑑輔會鑑定通過之語文資優生、數理資優生與普通生，普通生為與資優生同校之非資優班學生。研究對象排除資料不全的樣本後，語文資優生為 18 人，數理資優生為 19 人，普通生為 19 人，共 56 人。

二、實驗材料

本研究的實驗材料為「假設驗證能力作業」，主要依據 Wason 自 1960 年開始所設計來研究人們的假設驗證行為的「2 - 4 - 6 作業」（又稱為「法則發現作業」）的方式，在作業中要求受試者設法發現形成「2 - 4 - 6」這組案例的法則，此作業後來成為研究人們在假設驗證的過程中採取策略發現概念的重要方法 (Wason, 1960, 1966; Wason & Brooks, 1979)，目的在評量個人之假設驗證能力，受試者需推論出研究者預設的法則。研究者參考專家學者

所設計之研究工具（吳明樺，1997；黃麗分，1998；Wason, 1960），在本研究中所使用的作業內容包含一題例題（即 Wason (1960) 研究假設驗證行為時所使用的作業題目「2, 4, 6」，並以 Wason 在該實驗中所訂定的「遞增數列」法則，做為例題的預設法則）與 12 題試題，試題的材料分為數字與文字兩種，每種材料各六題。之後請任教十年資歷以上的高中國文教師與數學教師， 進行題目與研究者預設法則的審查，並就教於相關學系之大學教授，請教授協助審閱作業的題目、施測方式與計分方式。此外，研究者請一位數理資優生與一位普通生進行預試，以了解指導語是否清楚明瞭，並估算完成整份作業的時間。

三、實施程序

（一）施測方式

研究者給予受試者一份題本後，依據指導語告知受試者本作業之目的與進行流程，並由例題開始先做練習。受試者皆被告知每一個題目是由研究者預設的法則所產生，而受試者的目的即是找出研究者預設的法則。首先，受試者先對題目形成初始假設，在紀錄紙上寫下猜測的法則，並提出一組案例來驗證此猜測的法則，而研究者會依據受試者所提出的案例是否符合研究者預設的法則來給予「是」或「否」的回饋，受試者可根據回饋修正其猜測的法則。若受試者非常肯定其猜測的法則是符合研究者所預設的，則寫下最後猜測的法則；若受試者尚未確認法則，則可以繼續進行假設驗證，最多有十次假設驗證的機會。研究者確定受試者確實了解作業進行的流程後即可從數字題第一題開始作答，待六題作答完畢後，接著再作答文字題。

（二）計分方式

各依變項除「正確題數」外，其餘皆依數字作業與文字作業分別計分，說明如下：

1. 正確題數：有三個分數，分別是數字作業正確題數、文字作業正確題數與全作業正確題數。數字作業與文字作業的正確題數，最小值為 0，最大值為 6；全作業正確題數最小值為 0，最大值為 12。
2. 測試次數：指每一個題目中所測試的次數，並將六題平均之。
3. 案例數：指每一個題目使用不重複的案例個數，並將六題的案例數平均之。
4. 總假設數：指受試者在每一個題目中，產生多少種不同的猜測法則，即初始假設、交疊性假設與互包性假設之和。分別計算數字作業與文字作業中，每一題的總假設數，並將六題平均之。
5. 假設種類：包括交疊性假設與互包性假設，交疊性假設是指受試者提出與舊的猜測法則不同觀點的法則；互包性假設是指受試者根據先前的猜測法則來擴大或縮小範圍。分別計算受試者在數字作業與文字作業中，產生交疊性假設與互包性假設的比率，總共四個分數。在作業過程中，出現該假設種類一次則計 1 次，每一種假設產生的次數除以該題的測試次數，並將六題平均之，所得之值介於 0 至 1 之間。
6. 不合理假設：指受試者提出不符合原題目的猜測法則，或受試者提出先前已經被證明為錯誤的法則，每出現該假設一次則計 1 次，分別計算數字作業部分與文字作業部分中，每一題出現不合理假設的次數除以該題的測試次數，並將六題平均之，所得之值介於 0 至 1 之間。
7. 測試策略：指在每一個題目中，出現該測試策略一次則計 1 次，計算時先將每一種策略的使用次數除以該題的測試次數，再將六題結果平均之，所得之值介於 0 至 1 之間。

參、研究結果與討論

研究結果先就語文資優生、數理資優生與普通生在假設驗證作業上的正確題數進行比較，接著進行正確題數與假設驗證表現變項之相關分析，再比較三組學生在六個表現變項上之差異，據以回答待答問題一至三。

一、不同類別學生假設驗證正確題數之差異分析

正確題數為假設驗證能力之指標，正確題數越多表示假設驗證能力越高；反之則表示假設驗證能力越低。本研究使用數字與文字假設驗證作業作為研究工具，每種作業各有六題，得分介於 0 至 6 分；全部作業共有 12 題，得分介於 0 至 12 分。不同類別學生在數字作業、文字作業與全作業的正確題數如表 1 所示。由表 1 中可知，無論是數字作業或文字作業，三組學生發現正確法則的題數均不到一半（3 題）。變異數分析結果顯示，不論是數字作業、文字作業或是全作業部分，不同類別的學生其假設驗證的正確題數皆未達顯著差異，表示語資生、數資生和普通生的發現法則能力並無不同。值得注意的是，數資生在數字作業上的假設驗證正確題數高於語資生，雖然各類學生在數字作業上的正確表現差異未達顯著水準，但非常接近臨界值。

研究結果發現無論是數字作業、文字作業或是全作業，不同類別學生成功發現預設法則的能力相差不大，此結果與林緯倫與連韻文（2001）的研究結果並不一致。研究者推測造成此差異之原因有二，其一為受試者的教育階段不同所致，林緯倫與連韻文的受試者為大學生，而本研究之受試者為高中生；此外，「2 - 4 - 6 作業」相關研究多為大學以上之受試者（吳明樺，1997；吳庭瑜，2000；黃麗分，1998；Adsit & London, 1997; Gorman & Gorman, 1984; Klahr & Dunbar, 1988; Klayman & Ha, 1989; Wason, 1960），資優生與普通生的假設驗證能力是否因教育階段不同而未表現出差異性，有待後續探究；其二為研究設計的不同，林緯倫與連韻文所使用的假設驗證作業僅一題「2, 4, 6」，且以各組成功發現法則的人數比率為其所稱的成功率；本研究作業題數共 12 題，且以成功發現法則的題數來衡量每位受試者假設驗證的正確率，兩份研究間對評量受試者的假設驗證能力之著眼點不同。

領域知識是否會影響假設驗證的能力？根據連韻文（2005）探討知識在發現法則的過程中對假設驗證的影響，該研究中的受試者分別為數學主修組與非數學主修組，並以數字與文字兩種材料讓受試者進行假設驗證，結果發現數學主修組的解題成功率 (20%) 低於非數學主修組 (60%)，而受試者在文字題的解題成功率則沒有差異，因此該研究認為知識在假設驗證的過程中是無助於法則的發現。不過先前研究所使用的文字材料為人名與地名（吳明樺，1997；連韻文，2005；Klayman & Ha, 1989），而本研究所使用的文字材料則是涉及國文領域的知識，本研究結果顯示不同類別學生在不同作業上成功發現預設法則的能力相差不大，因此本研究也進一步支持領域知識是無助於假設驗證法則發現的觀點。

二、正確題數與假設驗證表現變項之相關分析

為了解與假設驗證能力變項（正確題數）有關之表現變項為何，因此進行所有學生正確

表 1
不同類別學生在假設驗證能力作業之正確題數表現

	語文資優生 (n = 18)	數理資優生 (n = 19)	普通生 (n = 19)	F	p
	M (SD)	M (SD)	M (SD)		
數字作業	1.667(1.372)	2.842(1.425)	2.053(1.649)	3.015	.058
文字作業	2.833(1.543)	2.790(1.316)	2.263(1.408)	.934	.399
全作業	4.500(2.455)	5.632(2.166)	4.316(2.750)	1.574	.217

題數與表現變項之相關分析，其結果如表 2 所示。由表中可知，在進行數字作業的假設驗證時，受試者回答的正確題數越多，其測試次數、案例數和總假設數越多，所產生的互包性假設與所採用反例測試策略和互包性測試策略也越多，反之，其所產生的不合理假設與採用正例測試策略越少。至於在進行文字作業的假設驗證時，受試者回答的正確題數越多，其測試次數、案例數和總假設數越多，所產生的互包性假設與採用互包性測試策略也越多，反之，其所產生的不合理假設與採用正例測試策略越少。資優課程中重視學生的高層次思考，未來在進行探究思考教學時，可多引導學生進行這些假設與測試策略的討論，以提升思考能力。

三、不同類別學生在假設驗證表現變項上之差異分析

（一）測試次數

不同類別學生在數字作業與文字作業的測試次數如表 3 所示。由表 3 中可知，各類別學生在數字作業部分的測試次數平均皆超過一半（五次）；而在文字作業部分其平均次數則皆未達一半。

在數字作業部分，進行變異數分析之結果顯示，三組學生之間有顯著差異（$F(2, 53)$ =

表 2

正確題數與假設驗證表現變項之相關 (n = 56)

變項		數字作業		文字作業	
		r	*p*	*r*	*p*
測試次數		0.346**	.009	0.509**	.000
案例數		0.540**	.000	0.542**	.000
總假設數		0.440**	.001	0.461**	.000
假設種類	交疊性假設	-0.150	.269	0.056	.682
	互包性假設	0.388**	.003	0.352**	.008
不合理假設		-0.282*	.035	-0.349**	.008
測試策略	正例測試策略	-0.700**	.000	-0.360**	.006
	反例測試策略	0.474**	.000	0.111	.415
	交疊性測試策略	0.160	.239	0.063	.643
	互包性測試策略	0.503**	.000	0.410**	.002

** $p < .01$　* $p < .05$

表 3

不同類別學生數字作業與文字作業之測試次數表現

	語文資優生 (n = 18)	數理資優生 (n = 19)	普通生 (n = 19)	*F*	*p*	事後比較
	M (SD)	*M* (SD)	*M* (SD)			
數字作業	7.037(2.289)	6.658(1.715)	5.430(2.029)	3.235*	.047	語 > 普
文字作業	4.759(1.969)	4.281(1.648)	4.061(1.715)	.740	.482	

* $p < .05$

3.235, $p < .05$），以 Tukey HSD 事後比較分析，語資生 ($M = 7.037$, $SD = 2.289$) 之測試次數顯著多於普通生 ($M = 5.430$, $SD = 2.029$)，表示語資生比普通生使用更多的測試次數，語資生似乎較願意嘗試進行假設驗證，而普通生似乎較不願意進行多次的測試。在文字作業部分，進行變異數分析之結果顯示，三組學生之間無顯著差異（$F(2, 53) = .740$, $p > .05$），表示三組學生在文字作業部分所使用之測試次數沒有差異。

（二）案例數

由表 4 可知，在數字作業和文字作業的案例數進行變異數分析之結果顯示三組學生均未達顯著差異（數字：$F(2, 53) = 1.82$, $p > .05$；文字：$F(2, 53) = .21$, $p > .05$），表示無論是數字作業或是文字作業，三組學生產生的案例數沒有差別。

（三）總假設數

由表 5 中可知，無論是數字作業或文字作業，三組學生的總假設數均在一半（五次）以下。進行變異數分析之結果顯示三組學生在數字作業和文字作業均無顯著差異（數字：$F(2, 53) = 0.830$, $p > .05$；文字：$F(2, 53) = 1.125$, $p > .05$），表示無論是數字作業或是文字作業，三類學生所產生的總假設數均沒有差別。

（四）交疊性假設

交疊性假設是指受試者提出與舊假設不同觀點的新假設，根據表 6，變異數分析結果顯示，在數字作業部分不同類別學生有顯著差異（$F(2, 53) = 6.310$, $p < .05$），事後比較顯示，語文資優生與數理資優生產生交疊性假設的比率顯著低於普通生。在文字作業部分，不同類別學生亦有顯著差異（$F(2, 53) = 3.826$, $p < .05$），事後比較顯示，語文資優生產生交疊性假設的比率顯著高於數理資優生。

林緯倫與連韻文（2001）指出受試者是否能產出交疊性假設才是成功發現法則的關鍵因素。而本研究結果顯示，在數字作業部分，數資生產生的交疊性假設之比率少於語資生與普通生，但語資生與普通生正確答對的題數卻少於數資生；在文字作業部分，語資生所產生的交疊性假設之比率高於數資生，但語資生正確答對的題數卻與數資生無異。因此，影響成功發現法則的關鍵因素為何，是否與領域特性有關，仍需要後續研究討論的。

表 4

不同類別學生數字與文字假設驗證作業之案例數表現

	語文資優生 ($n = 18$)	數理資優生 ($n = 19$)	普通生 ($n = 19$)	F	p
	M (SD)	M (SD)	M (SD)		
數字作業	6.222(2.355)	6.544(1.840)	5.307(2.000)	1.820	.172
文字作業	4.389(2.019)	4.254(1.645)	4.009(1.741)	.212	.809

表 5

不同類別學生數字作業與文字作業之總假設數表現

	語文資優生 ($n = 18$)	數理資優生 ($n = 19$)	普通生 ($n = 19$)	F	p
	M (SD)	M (SD)	M (SD)		
數字作業	4.861(2.091)	5.368(1.767)	4.605(1.705)	.830	.442
文字作業	3.824(1.338)	3.290(1.268)	3.263(1.228)	1.125	.332

（五）互包性假設

由表 7 中可知，無論在數字或文字作業中，語資生、數資生與普通生所產生的互包性假設佔所有測試次數的三成至四成。無論是數字作業或是文字作業，產生互包性假設比率之變異數分析之結果均顯示無顯著差異（數字：$F(2, 53) = 2.136, p > .05$；文字：$F(2, 53) = .624, p > .05$），表示三組學生在數字作業和文字作業的互包性假設比率均沒有差別。此研究結果和林緯倫與連韻文（2001）的發現一致，該研究結果顯示，數理優異學生 ($M = 7.66$, $SD = 2.08$) 與一般大學生 ($M = 6.52$, $SD = 3.45$) 在 12 次測試中所產生互包性假設的次數無顯著差異。

（六）不合理假設

不合理假設是指受試者提出不符合原始案例的假設，或在假設驗證的過程中，提出已經被證明為錯誤之假設。由表 8 可知，變異數分析結果顯示在數字作業部分，不同類別學生未達顯著差異（$F(2, 53) = 2.603, p > .05$），表示三組學生在數字作業產生不合理假設之比率沒有差別。在文字作業部分，不同類別學生有顯著差異（$F(2, 53) = 3.508, p < .05$），進行事後比較發現，數資生 ($M = .025$, $SD =$

表 6

不同類別學生數字作業與文字作業之交疊性假設表現

	語文資優生 ($n = 18$)	數理資優生 ($n = 19$)	普通生 ($n = 19$)	F	p	事後比較
	M (SD)	M (SD)	M (SD)			
數字作業	.244(.095)	.215(.093)	.335(.131)	6.310*	.003	語 < 普 數 < 普
文字作業	.240(.114)	.151(.085)	.207(.096)	3.826*	.028	語 > 數

* $p < .05$

表 7

不同類別學生數字作業與文字作業之互包性假設表現

	語文資優生 ($n = 18$)	數理資優生 ($n = 19$)	普通生 ($n = 19$)	F	p
	M (SD)	M (SD)	M (SD)		
數字作業	.307(.165)	.400(.175)	.292(.181)	2.136	.128
文字作業	.300(.130)	.333(.127)	.285(.156)	.624	.540

表 8

不同類別學生數字作業與文字作業之不合理假設表現

	語文資優生 ($n = 18$)	數理資優生 ($n = 19$)	普通生 ($n = 19$)	F	p	事後比較
	M (SD)	M (SD)	M (SD)			
數字作業	.166(0.274)	.067(0.064)	.052(0.066)	2.603	.083	
文字作業	.043(0.058)	.025(0.041)	.080(0.088)	3.508*	.037	數 < 普

* $p < .05$

.041) 在不合理假設的比率顯著低於普通生 (M = .080, SD = .088)，表示在文字作業部分數資生所產生之不合理假設的比率少於普通生。

Mynatt、Doherty 與 Tweney (1977) 的研究結果發現大部分的受試者遇到證偽的案例時，大多數選擇忽略該案例而維持其原先的假設，因為若受試者推翻了目前的假設，可能會無法找出其他的假設，因此會緊抓住原先的假設，而忽略證偽案例。該研究結果可用來解釋本研究中不同類別學生在假設驗證中皆有不合理假設產生，其原因可能為無法產生其他更合適的假設，而先保守的以原本的假設進行驗證。此外，由本研究中不同類別學生的答對題數可知，多數受試者是具有假設驗證的能力，但在驗證的過程中，會出現些許思考不周全之處，如同 McNeill 與 Krajcik (2007) 的研究結果顯示，部分受試者面對龐大的資訊時，經常無法區別哪些是重要的，哪些是不重要的訊息，因而無法提出適合的案例來驗證其假設。

（七）正例測試策略

正例測試策略是指受試者提出符合假設的案例。不同類別學生在數字作業與文字作業的正例測試策略如表 9 所示，無論在數字或文字作業中，語資生、數資生與普通生使用正例測試策略約為七成至八成左右。變異數分析結果顯示，在數字作業部分，不同類別學生有顯著差異（$F(2, 53) = 4.120$, $p < .05$），事後比較結果顯示，數資生 (M = .672, SD = .168) 使用正例測試策略的比率顯著少於語資生 (M = .788, SD = .129)，也顯著少於普通生 (M = .784, SD = .117)，表示數資生比起語資生與普通生，較少使用正例測試策略。此研究結果和林緯倫與連韻文（2001）的發現類似，數資生在測試中所使用的正例測試策略次數顯著少於一般大學生。在文字作業部分則無顯著差異（$F(2, 53) = 1.183$, $p > .05$），三組學生在文字作業部分使用正例測試策略的比率沒有差別。

（八）反例測試策略

反例測試策略是指受試者提出不符合假設的案例，由表 10 中可知，無論在數字或文字作業中，語資生、數資生與普通生所使用的反例測試策略皆不到一成。變異數分析結果顯示，無論是數字作業或是文字作業，使用反例測試策略的比率均無顯著差異（數字：$F(2, 53)$

表 9

不同類別學生數字作業與文字作業之正例測試策略表現

	語文資優生 (n = 18)	數理資優生 (n = 19)	普通生 (n = 19)	F	p	事後比較
	M (SD)	M (SD)	M (SD)			
數字作業	.788(.129)	.672(.168)	.784(.117)	4.120*	.022	數 < 語 數 < 普
文字作業	.846(.087)	.814(.119)	.865(.102)	1.183	.314	

* $p < .05$

表 10

不同類別學生數字作業與文字作業之反例測試策略表現

	語文資優生 (n = 18)	數理資優生 (n = 19)	普通生 (n = 19)	F	p
	M (SD)	M (SD)	M (SD)		
數字作業	.007(.012)	.061(.119)	.035(.063)	2.184	.123
文字作業	.013(.028)	.060(.097)	.031(.048)	2.434	.097

= 2.184, p> .05；文字：F(2,53) = 2.434, p > .05），表示不同類別學生在數字作業和文字作業的反例測試策略的比率均沒有差別。此結果和過去研究（林緯倫、連韻文，2001）的發現一致，數理優異學生與一般大學生在測試中所使用反例測試策略的次數無顯著差異。

（九）交疊性測試策略

交疊性測試策略是指同時測試兩個假設，且兩個假設間有互相包含的關係。由表 11 中可知，無論在數字作業或文字作業部分，不同類別學生所產生之交疊性測試策略皆不到一成。變異數分析結果顯示，無論是數字作業或是文字作業，不同類別的學生使用交疊性測試策略的比率均無顯示差異（數字：F(2, 53) = 1.178, p > .05；文字：F(2, 53) = 2.288, p > .05）。

本研究發現無論在數字作業或文字作業中，三組學生產生交疊性測試策略的比率沒有差異。此與林緯倫和連韻文（2001）的發現不一致，該研究結果顯示，數資生在 12 次測試中使用交疊性測試策略的次數顯著多於一般大學生。推測此兩份研究結果有所差異，可能的原因為實驗設計所規定的測試次數不同所致，因為人們產生交疊性假設原本就是一件很困難的事情 (Doherty, Mynatt, Tweney, & Schiavo, 1979; Legrenzi, Girotto, & Johnson-Laird, 1993)，在本研究中，研究者只規定測試次數最多為十次，但並沒有要求受試者每一題必須要測試達十次，因此可能影響受試者產生交疊性假設的機會，進而降低其使用交疊性測試策略的比率。

（十）互包性測試策略

互包性測試策略是指可同時測試兩個假設，且兩個假設間有互相包含的關係。由表 12 中可知，無論在數字或文字作業中，數資生與語資生使用互包性測試策略之比率皆多於普通生。變異數分析結果顯示，在數字作業部分不同類別學生有顯著差異（F(2, 53) = 5.920, p < .05），事後比較顯示，數資生 (M = .190, SD = .117) 使用互包性測試策略的比率顯著高於普通生 (M = .082, SD = .063)，表示數資生使用互包性測試策略的比率多於普通生，此研究結果和過去研究（林緯倫、連韻文，2001）的發現相似，數理優異學生所使用的互包性測

表 11
不同類別學生數字作業與文字作業之交疊性測試策略表現

	語文資優生 (n = 18)	數理資優生 (n = 19)	普通生 (n = 19)	F	p
	M (SD)	M (SD)	M (SD)		
數字作業	.078(.359)	.076(.036)	.100(.065)	1.178	.316
文字作業	.055(.041)	.027(.041)	.035(.042)	2.288	.111

表 12
不同類別學生數字作業與文字作業之互包性測試策略表現

	語文資優生 (n = 18)	數理資優生 (n = 19)	普通生 (n = 19)	F	p	事後比較
	M (SD)	M (SD)	M (SD)			
數字作業	.127(.105)	.190(.117)	.082(.063)	5.920*	.005	數 > 普
文字作業	.080(.079)	.106(.079)	.063(.044)	1.822	.172	

* p < .05

試策略次數顯著多於一般大學生。然而在文字作業部分則無此現象，不同類別學生使用互包性測試策略的比率並無顯著差異（$F(2, 53) = 1.822, p > .05$）。

肆、結論與建議

一、結論

（一）不同類別學生在假設驗證的正確題數無明顯差異。

（二）在進行數字作業的假設驗證時，受試者回答的正確題數越多，其測試次數、案例數和總假設數越多，所產生的互包性假設與所採用反例測試策略和互包性測試策略也越多；在進行文字作業的假設驗證時，受試者回答的正確題數越多，其測試次數、案例數和總假設數越多，所產生的互包性假設與採用互包性測試策略也越多。

（三）語文資優生在數字作業上的測試次數顯著多於普通生；數理資優生在數字作業上使用互包性測試策略的比率顯著多於普通生，在文字作業上產生的不合理假設比率顯著低於普通生，在數字作業的正例測試策略的使用比率顯著低於語文資優生和普通生。

二、建議

（一）培養學生主動探索問題和蒐集證據的能力

Pearsall、Skipper 與 Mintzes (1997) 指出學生以主動的、深層的訊息處理過程可以建構出良好的知識結構。而現今的學校教育強調知識的學習，但卻忽略教導學生如何主動且深層的處理訊息、探索問題。而探索問題的核心，就是藉由資料的重整，洞察出新的規律 (Bruner, 1961)。本研究發現高中資優學生在假設驗證的正確題數上與普通學生間並無明顯差異，而其原因如前討論可能有二：因教育階段不同而未表現出差異性，或是因為研究設計在依變項上之計分方式不同所致，除待後續更多研究釐清之外，依據鄭碧雲（1990）普查國中資優生的科學過程技能之研究結果，對資優生而言，「確認可驗證的假說」是最為困難的部分，而根據 Lin、Chen、Chang 與 Chang (2017) 研究指出在學習上主動與同儕進行互動以及貢獻知識者比習慣於被動接受知識者有更好的科學理解和學習效果。此外，Wang 與 Tasi (2019) 針對八、十、十二年級學生的科學知識和學習動機研究指出，隨著教育階段的提升，學生對於科學的學習更具有理解、應用和創新等建構主義的成長觀點，而有更多機會接觸科學的經驗和知識，也會提高科學學習動機。因此，在教學上可以善用討論、引導學生進行互動與主動探索問題、蒐集資料或證據，並從中看出或歸納出規律或結論的能力，以提升學生的科學探究等之高層思考能力。

（二）改善學生思考技巧以提升假設驗證能力

本研究發現，語文資優生、數理資優生與普通生三組學生在假設驗證能力方面無顯著差異。但數理資優生在假設驗證表現中會使用多元的測試策略，也較不會驟下結論，意即數理資優生相較其他兩類學生有展現出較好的假設驗證過程。反之，語文資優生與普通生常單純使用正例測試策略，且語文資優生與普通生在最後的猜測法則與先前的回饋結果呈現相矛盾之情形，可看出這兩組學生較難善用策略來驗證法則，且沒有透過歸納就提出其假設。依據臺灣參加 2015 年 PISA 在科學的能力向度表現顯示，臺灣學生在「解釋科學現象」排名第三，「評量及設計科學探究」排名第七，「解讀科學數據及舉證科學證據」排名第四（科技部，2016），其結果亦顯示學校應該要更著重在辨識科學議題、設計科學探究和科學舉證等能力上的培養。未來在資優教育課程中，尤其在 108 課綱中的強調之科學探究課程，更應多引導學生進行這些假設與測試策略的討論，以提升思考能力的品質。

參考文獻

十二年國民基本教育課程綱要總綱（2014）。中華民國一零三年十一月二十八日教育部臺教授國部字第 1030135678A 號令訂定發布。

吳明樺（1997）。**合作學習、解釋行為及發問架構提示對歸納推理表現之影響**（未出版之碩士論文）。國立交通大學，新竹。2020 年 11 月 24 日，取自 https://hdl.handle.net/11296/wy4jng

吳庭瑜（2000）。**電腦輔助系統角色與解釋對歸納推理技能的影響**（未出版之碩士論文）。國立交通大學，新竹。2020 年 11 月 24 日，取自 https://hdl.handle.net/11296/e78cyv

吳昆壽（2009）。**資優教育概論**。臺北：心理。

林緯倫、連韻文（2001）。如何能發現隱藏的規則？從科學資優生表現的特色，探索提升規則發現能力的方法。**科學教育月刊，9**，299-322。doi: 10.6173/CJSE.2001.0903.05

科技部（2016）。**科技部與教育部聯合記者會新聞資料——PISA 2015 臺灣學生的表現**。2020 年 11 月 24 日，取自 http://www.most.gov.tw/folksonomy/detail?l=ch&article_uid=57b7c383-4064-4300-b481-1a6231dfac3e&menu_id=9aa56881-8df0-4eb6-a5a7-32a2f72826ff

張碧芝、吳昭容（2009）。影響六年級學生立方體計數表現的因素——空間定位與視覺化的角色。**教育心理學報，41**(1)，125-146。 doi: 10.6251/BEP.20081212

連韻文（1998）。科學資優生哪裡資優？以假設驗證能力為例。載於中華資優教育學會（編），**資優教育二十五週年研討會論文專輯**（135-147 頁）。臺北：中華資優教育學會。

連韻文（2000）。**科學資優生語文能力之探討：科學資優生語文推理能力分析**。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告（編號 NSC 89-2511-S-002-004），未出版。

連韻文（2005）。**什麼因素影響創意想法的產出：探討知識與認知抑制對新角度假設產生的影響**。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告（編號 NSC 93-2511-S-002-007），未出版。

郭靜姿、王曼娜（2020）。全球疫動，資優教育的未來趨勢。載於郭靜姿、于曉平（編），**2020 年資優教育學術研討會論文集：資優匯聚、放眼未來**（3-13 頁）。臺北：中華資優教育學會。

黃麗分（1998）。**假設檢定策略的學習與遷移效果**（未出版之博士論文）。國立交通大學，新竹。2020 年 11 月 24 日，取自 https://hdl.handle.net/11296/8he938

鄭昭明（2006）。**認知心理學——理論與實踐**。臺北：桂冠。

鄭碧雲（1990）。**國中資賦優異學生科學過程技能與其相關因素之研究**（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學，彰化。2020 年 11 月 24 日，取自 https://hdl.handle.net/11296/ww5596

Adsit, D. J., & London, M. (1997). Effects of hypothesis generation on hypothesis testing in rule-discovery tasks. *Journal of General Psychology, 124*(1), 19-34. doi: 10.1080/00221309709595505

Bruner, J. S., Goodnow, J. J., & Austin, G. A. (1956). *A study of thinking*. New York, NY: Wiley.

Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review, 31*, 21-32."

Clark, B. (2006). *Growing up gifted: Developing the potential of children at home and at school* (7th ed.). Columbus, OH: Merrill/Prentice Hall.

Davis, G.A., Rimm, S. B., Siegle, D. (2011). *Education of the gifted and talented* (6th ed.). Boston, MA: Allyn & Bacon.

Doherty, M. E., Mynatt, C. R., Tweney, R. D., & Schiavo, M. D. (1979). Pseudodiagnosticity. *Acta Psychologica, 43*, 11-21. doi: 10.1016/0001-6918(79)90017-9

Fay, A., & Klahr, D. (1996). Knowing about guessing and guessing about knowing: Preschoolers' understanding of indeterminacy. *Child Development, 67*, 689-716. doi: 10.2307/1131841

Gallagher, J. J., & Gallagher, S. A. (1994). *Teaching the gifted child* (4th ed.). Boston, MA: Allyn & Bacon.

Goodwin, J. C. (1995). *Research in psychology: Methods and design*. New York, NY: Wiley.

Gorman, M. E., & Gorman, M. E. (1984). A comparison of disconfirmatory, confirmatory and control strategies on Wason's 2 - 4 - 6 task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 36*, 629-648. doi: 10.1080/14640748408402183

Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual Space search during scientific reasoning. *Cognitive Science, 12*, 1-55. doi: 10.1207/s15516709cog1201_1

Klayman, J., & Ha, Y. W. (1989). Hypothesis testing in rule discovery: Strategy, structure, and content. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 15*, 596-604. doi: 10.1037/0278-7393.15.4.596

Kirk, S. A., Gallagher, J. J., & Anastasiow, N. J. (2000). *Educating exceptional children*. Boston, MA: Houghton Mifflin.

Legrenzi, P., Girotto, V., & Johnson-Laird, P. N. (1993). Focussing in reasoning and decision-making. *Cognition, 49*, 37-66. doi: 10.1016/0010-0277(93)90035-T

Lin, Y. T., Chen, M. P., Chang, C. H., & Chang, P. C. (2017). Exploring the peer interaction effects on learning achievement in a social learning platform based on social network analysis. *International Journal of Distance Education Technologies, 15*(3), 65-85. doi: 10.4018/IJDET.2017070105

McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2007). Middle school students' use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations. In M. C. Lovett & P. Shah (Eds.), *Carnegie Mellon symposia on cognition: Thinking with data* (pp. 233-265). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Mynatt, C. R., Doherty, M. E., & Tweney, R. D. (1977). Confirmation bias in a simulated research environment: An experimental study of scientific inference. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 29*, 85-95. doi: 10.1080/00335557743000053

Pearsall, N. R., Skipper, J. E. J., & Mintzes, J. J.(1997). Knowledge restructuring in the life sciences: A longitudinal study of conceptual change in biology. *Science Educaion, 81*, 193-215. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(199704)81:2<193::AID-SCE5>3.0.CO;2-A

Piaget, J. (1952). *The child's conception of number*. London, England: Routledge and Kegan Paul.

Simon, H. A., & Lea, G. (1974). Problem solving and rule induction: A unified view. In L. W. Gregg (Ed.), *Knowledge and cognition* (pp. 105-128). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Torrance, E. P. (1988). The nature of creativity as manifest in its testing. In R. J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity* (pp. 43-75). Cambridge, England: Cambridge University.

Wang, Y. L., & Tsai, C. C. (2019). Grade level differences in high school students' conceptions of and motives for learning science. *Research in Science Education, 49*(5), 1213-1229. doi: 10.1007/s11165-017-9651-1

Wason, P. C. (1960). On the failure to eliminate hypotheses in a conceptual task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 12*, 129-140. doi: 10.1080/17470216008416717

Wason, P. C. (1966). Reasoning. In B. M. Foss (Ed.), *New horizons in psychology* (pp. 135-151). Harmondsworth, Middlesex, England: Penguin.

Wason, P. C., & Brooks, P. G. (1979). THOG: The anatomy of a problem. *Psychological Research, 41*, 79-90. doi: 10.1007/BF00309425

Wellman, H. M., & Gelman, S. A. (1992). Cognitive development: Foundational theories in core domains. *Annual Review of Psychology, 43*, 337-375. doi: 10.1146/annurev.ps.43.020192.002005