

## 探討啟聰學校學生持有之科學家意象

林佳穎 \*

臺灣師範大學科教所  
博士候選人

邱美虹

臺灣師範大學科教所  
教授

林佳弘

中山大學教研所  
博士候選人

學生持有之科學家意象可能會影響他們對科學的態度，以及選讀科學相關科系與職業的意願。已有許多研究討論不同族群、性別與年齡的學生持有之科學家意象，但較少研究討論聽障學生持有之科學家意象。本研究認為可能是因為聽障學生的聽力受損，且溝通能力與閱讀能力受限，故使用問卷或晤談皆不易瞭解他們持有之科學家意象。Chambers 於 1983 年發展出「畫科學家測驗」，受試者僅需在圖畫紙上繪製出人像即可進行評估，故本研究使用畫科學家測驗以瞭解啟聰學校學生持有之科學家意象。本研究參考先前研究發展出「現代科學家檢核表」，並將 68 位啟聰學校高中生的繪圖資料進行檢核與分析。研究結果顯示啟聰學校高中生持有之科學家特徵最多為整潔乾淨、男科學家、中年以上與有好奇心，女科學家特徵與較多正面印象有正相關，男科學家特徵與較多刻板印象有正相關；啟聰學校高中生持有之科學家類型以刻板印象為最多，並發現學生畫出無關科學家的比例偏高；此外也發現女學生持有較正面的科學家意象，男學生持有較負面的科學家意象，不同年級學生持有之科學家意象無顯著差異。經由深度晤談發現啟聰學校高中生對科學較不感興趣，也認為自己較不適合學習科學。最後本研究建議教師在教導使用手語之啟聰學校高中生時，可以多提供關鍵字線索，以及教導學生自我監控之技巧；並能於教學中多融入女科學家故事、科學有益於社會之議題以及探究與實作活動，讓學生產生科學認同感，進而提升學生參與科學的可能性。

關鍵詞：科學家意象、畫科學家測驗、聽覺障礙學生

\* 本文以林佳穎為通訊作者 (jiaying0504@gmail.com)。

## 緒論

### 一、研究背景與動機

為關懷特殊族群的科學教育，使特殊教育與普通教育接軌，教育部（2003）頒布「科學教育白皮書」提及應給予身心障礙學生公平的教育機會。教育部接續於2014年與2018年頒布「十二年國民基本教育」與「十二年國民基本教育-特殊教育課程實施規範」，提及以成就每一個孩子為願景，並明定教師需依學生之需求與能力研發課程。由以上資料可知，臺灣之教育政策是期望能提供特殊學生適性與公平之教育機會，並期望教師能根據學生之需求研發課程。

本研究探討之目標族群為聽覺障礙學生，聽障生因聽覺器官構造缺損或功能異常，導致聽覺能力受到限制。許多國內外研究皆指出聽障生的學業能力低落（林寶貴、黃玉枝，1997；盧台華，1995；Cawthon, 2004；Kelly, 1995；Nunes & Moreno, 2002；Swanwick, Oddy, & Roper, 2005），Qi 與 Mitchell（2012）回顧1974年至2003年間美國高中聽障生學業能力相關研究，研究結果顯示高中聽障生之閱讀能力均低於4年級，數學解題能力約為6年級。而學習科學需具備一定的閱讀與計算能力，故對聽障生而言學習科學必然會有其困難度。近年來越來越多學者關注聽障學生的科學學習，也有越來越多學者提出聽障者學習科學的教學建議，期望能提供聽障者友善的學習環境與公平的學習機會（Easterbrooks & Stephenson, 2006；Mangrubang, 2004；Moores, Jathro, & Creech, 2001；Qi & Mitchell, 2012）。聽障生智力正常，故本研究認為聽障生應具備有學習科學之潛力，不應該剝奪聽障生學習科學之機會。Gormally 與 Marchut（2017）研究聽障大學生之科學認同感，研究結果顯示聽障學生持有刻板的科學家意象，

覺得自己與科學較無關聯，也因此較少選擇與科學相關之工作，故該研究提出應該要改變聽障生對科學家的刻板印象，才能提升聽障生對科學的認同感。先前研究較少從聽障生的角度去探討聽障生對科學或科學家的觀點看法是什麼？其對科學的態度是正面或是負面？故本研究認為如果能瞭解學生對科學持有之負面或刻板印象，在後續的教學現場中才能破除負面或刻板的科學家印象，進一步讓學生持正確且真實的科學家印象，進而產生科學認同感，此外也可以對症下藥提出可能的教學法與教學建議，幫助學生在未來生活中更親近科學。

但是聽障生因天生聽力受損而導致溝通能力與閱讀能力受限，故使用紙筆問卷或是口語晤談皆不容易完整評估聽障生持有的科學家意象。Chambers 於1983年研發出「畫科學家測驗」（Draw-a-Scientist-Test），受試者只需要於圖畫紙上繪製出人像即可進行評估，不需具有書寫或語言能力也可以進行測驗，故本研究認為此工具應可用於評量聽障學生持有之科學家意象。畫科學家測驗廣受研究者青睞，被廣泛地運用於評估不同文化與不同年齡之學生持有之科學家意象（Emvalotis & Koutsianou, 2018；Finson, 2003；Fung, 2002；Subramaniam, Esprivalo Harrell, & Wojnowski, 2013；Türkmen, 2008）。值得注意的是，有些研究指出學生會隨著年齡增長而持有較多的刻板印象（黃孝宗，2000；Miller, Nolla, Eagly, & Uttal, 2018；Fung, 2002），也有些研究指出男學生較多持有科學家刻板印象（Emvalotis & Koutsianou, 2018；She, 1998；Steinke et al., 2007）。基於以上研究結果，本研究選取「畫科學家測驗」為研究工具，以瞭解啟聰學校高中生所持有之科學家意象，並且探討不同性別與不同年齡的啟聰學校高中生所持有之科學家意象之異同，期待本研究能對聽障生的科學教育有所助益。

## 二、研究目的與問題

基於上述研究背景與動機，本研究目的在於探討啟聰學校高中生持有之科學家意象，以及瞭解不同性別與年級之啟聰學校高中生持有的科學家意象之異同。依據上述研究目的，提出本研究之待答問題如下：

- (一) 啟聰學校高中生所持有之科學家意象為何？
- (二) 不同性別的啟聰學校高中生持有之科學家意象為何？若有差異，差異何在？
- (三) 不同年級的啟聰學校高中生持有之科學家意象為何？若有差異，差異何在？
- (四) 進一步探討啟聰學校高中生對科學家的印象及對科學課程的態度和興趣為何？

## 文獻探討

### 一、聽障學生的學習特質與基本能力

教育部(2014)頒佈「身心障礙及資賦優異學生鑑定辦法」，該辦法定義聽覺障礙為聽覺器官之構造缺損或功能異常以致聽覺能力受到限制者，其優耳聽力大於25分貝，難以察覺低於25分貝之聲響。許多人認為聽障學生的聽力受損就如同近視一般，只要配戴助聽器即可恢復成一般人的聽力，但這其實是一種誤解，因為助聽器並不能完全修復聽障者聽力，聽障者所聽見的聲音依舊是有缺陷的聲音，就像文字亂碼一樣。所以聽障學生仍需在腦中進行解碼工作，才能大略知道其所聽到語言之意義為何，聽障者因為訊息理解具有障礙，降低了聽覺回饋而使得語言表達困難(林玉霞, 2015)。

關於聽障學生的學科能力之研究多為閱讀能力以及數學能力方面。閱讀能力方面，國內外許多研究皆顯示聽覺障礙學生的閱讀能力明顯比同儕低落，多數聽覺障礙學生於高

中畢業時，其閱讀能力仍未超過國小三與四年級的程度(張蓓莉, 1989; 林寶貴、黃玉枝, 1997; Holt, 1994; Kelly, 1995)。Luetke-Stalman 與 Nielson (2003) 研究指出美國經過30年來的教育改革，不放棄任何一位學生，但聽障學生的閱讀能力依舊無法超過國小三年級及四年級的程度。數學能力方面，也有許多研究顯示聽障學生的數學能力明顯低於同儕(盧台華, 1995; Cawthon, 2004; Kelly & Mousley, 2001; Nunes & Moreno, 2002; Swanwick, Oddy, & Roper, 2005)。張蓓莉(2006)研究發現聽覺障礙學生的數學成就明顯低於同儕，約落後在1.5年至4年之間。林寶貴與錡寶香(1991)研究指出聽障學生的數學能力雖然隨著年級有進步，但高三聽障學生的數學能力仍低於國小五年級之程度。Swanwick 等人(2005)分析1980年至2000年關於聽障學生數學能力之相關研究，分析結果顯示聽障學生的數學能力約落後一般學生2至3.5個年級。Qi 與 Mitchell (2012) 整理了1974年至2003年間研究美國聽障學生的「史丹福成就測驗」(Stanford Achievement Test, SAT10)之相關文獻，這些研究顯示出1974年至2003年間高中畢業的聽障生閱讀能力均低於4年級，數學解題能力約為6年級，數學計算能力最高可達7.5年級，值得注意的是聽障生之數學能力表現較閱讀能力好。

關於聽障生之科學能力之研究較為稀少，多為小樣本研究或單一學校之研究，這些研究也顯示聽障生的科學學業能力低於同儕之平均值(Qi & Mitchell, 2012; Vosganoff, Paatsch, & Toe, 2011)。因聽障生閱讀能力較為低落，故也有研究探討聽障生的閱讀能力與科學學習之關聯性，這些研究結果指出閱讀科學文本對聽障生具有極大挑戰，且閱讀和書寫能力皆與科學能力有相關性(Marschark et al., 2009; Vosganoff, Paatsch, & Toe, 2011)。Marschark 等人(2009)探討不同的科學文本呈現方式對

聽障大學生與一般大學生學習科學概念之影響，研究結果顯示聽障生從書本文字或是從手語影片中學習到的科學知識都比一般學生少，儘管聽障大學生可能認為他們瞭解手語勝於文字，但研究結果顯示聽障學生對手語的理解比他們想像的要少，對文字理解反而較好，因此該研究推論聽障學生在閱讀理解上所面臨的挑戰可能比之前研究假設更加複雜。

本研究之對象為啟聰學校學生，學生多為重度與極重度聽覺障礙之學生，校內師生溝通多使用雙語方式 - 中文文法手語與口語並用。中文文法手語是一套表達中文的手勢碼，在構詞上仿造中文序列的方式形成句子，多要求一個字對應一個手語。近年來許多研究指出使用手語者之理解監控能力與工作記憶能力相較於口語溝通者有其差異，因此造成聽障學生在學習上較有困難。理解監控研究方面，有研究指出聽障大學生學業成就低落的原因不單單只是閱讀能力不佳，聽障大學生的理解監控也不如一般大學生準確（Kelly, 1996；Marschark & Wauters, 2008；Napier & Barker, 2004），這些研究並認為對聽障生的學業成就而言，自我理解監控的影響力會較閱讀能力還大。Kelly（1996）研究指出聽障孩童在缺乏母語基礎情況下，容易導致詞彙和語法的理解較為低落，進而影響更高階層的推理和理解監控能力。Napier 與 Barker（2004）研究發現聽障大學生表示他們從未完全理解課堂的講義，且最多可遺失掉 50% 的內容，但大學生皆表示希望可以改善自身的理解能力。Marschark 與 Wauters（2008）指出缺乏早期、全面性和有效性的語言交流機會，可能會使許多聽障學生陷入雙重負擔（double burden）的情況，不僅阻礙了正式和非正式的教學，也可能使聽障學生較難理解他們缺少了多少東西，因此該研究認為聽障學生的閱讀過程中明顯缺乏理解力的監控。工作記憶研究部分，相關研究指出聽覺障礙生接收訊息之能力與一般人無異，但卻因為工作記

憶不佳與較難將訊息進行有效的編碼，以致於學習受到很大的阻礙（劉秀丹，2009；Liu, Tseng, & Liu, 2008）。劉秀丹（2009）透過文獻、理論的整理與分析後發現，手語與口語的音韻迴路機制與效應是相似的，但因為手語與口語的溝通管道與性質有所不同，因此在工作記憶的表現上具有差異，特別是口語和手語在短期記憶的廣度上有明顯不同。Liu、Tseng 與 Liu（2008）以啟聰學校聾學生及聾成人為對象，比較他們對自然手語（指聾人之間溝通的自然語言）與中文文法手語的短期記憶廣度，該研究發現中文文法手語的詞長與句長都明顯較自然手語長，因此產生了字長效應，而可能增加聾人在工作記憶上的負荷，該研究並指出啟聰學校多強調以中文文法手語進行教學，很可能增加手語使用者的工作記憶的負荷，因此增加了學習上的困難。

## 二、畫科學家測驗

畫科學家測驗發展至今約有 50 年的歷史，早期研究者多透過問卷方式瞭解學生持有之科學家的意象與對於科學之態度（Krajovich & Smith, 1982；Mead & Metraux, 1957），但由於填寫問卷之受試者需要具備較高的讀寫能力，所以較不易使用在閱讀能力較差或是年紀較小，也較不易被廣泛使用。Chambers（1983）發展出畫科學家測驗（Draw-a-Scientist-Test），並認為此方法可以較快速與廣泛地使用於不同年齡的受試者，該研究分析 4807 位國小學童的繪畫資料，進而歸納出實驗衣、戴眼鏡、有鬍子（或禿頭）、研究象徵（科學儀器）、知識象徵（書籍與櫥櫃）、科技（高科技產品）、公式（或毒物標記）等 7 種常見的科學家意象，也歸納出一些可能具有重要意義的特徵，例如科學家與科學儀器的比例、危險的符號或標記、燈泡、地下室或地下實驗室、科學怪人等怪物形象以及保密的符號。

在 Chambers (1983) 研究之後，許多研究者開始探討不同性別與不同年齡者持有的科學家意象之異同，國外研究結果多指出男性、白人、老年人與在室內做化學工作等印象為常見之科學家刻板印象 (Emvalotis & Koutsianou, 2018; Finson, 2003; Fung, 2002; Meyer, Guenther, & Joubert, 2019; She, 1998; Türkmen, 2008)；國內部分，黃孝宗 (2000) 研究顯示學生具有刻板印象，且多畫出男科學家，並發現無學生畫出燈泡之特徵，約有 5% 之畫作為與科學家無關，顯示學生的科學家意象隨著時代改變了。洪文東與黃俊偉 (2008) 研究顯示學生所畫出的科學家性別與學生的性別有顯著的關，且具有穿實驗衣、戴眼鏡以及男性等刻板印象。也有一些研究討論性別與科學家刻板印象之間的關聯，這些研究發現男學生持有較刻板的科學家印象 (Emvalotis & Koutsianou, 2018; She, 1998; Steinke et al., 2007)，女生可能具有較開放的科學家印象 (She, 1998)。也有研究探討學生年齡與科學家刻板印象之相關性，但這些研究之結論並不盡相同，有些研究提出年齡較大會持有較刻板的科學印象 (黃孝宗, 2000; Fung, 2002; Miller, Nolla, Eagly, & Uttal, 2018)，有的反之 (She, 1998)，也有研究提出兩者無明顯相關 (Emvalotis & Koutsianou, 2018)。

有些研究則探討如何使用教學介入改變學生的科學家刻板印象，並且透過畫出較少刻板印象與畫出女性科學家之比例探討是否具有成效 (Bodzin & Gehringer, 2001; Bohrmann & Akerson, 2001; Finson, Beaver, & Cramond, 1995; Huber & Burton, 1995)，這些研究指出邀請女性科學家入班交流以及動手做科學活動可以改變學生的科學家意象，並建議教師可於科學課堂中導入更多真實的科學家形象及其活動，或是於教學中多融入科學史之內容，以幫助學生理解科學家真實與多元的面向 (鄭豔齡, 2013; Bodzin & Gehringer, 2001; Finson,

2003; Flick, 1990; McCarthy, 2015)。

### 三、畫科學家測驗檢核表

Finson、Beaver 與 Cramond (1995) 研發出畫科學家檢核表 (Draw-a-Scientist-Test Checklist, DAST-C)，此檢核表以 Chamber (1983) 及 Mead 與 Metraux (1957) 的研究為基礎，將學生可能持有之科學家形象特徵進行檢核與分類，檢核項目包含傳統刻板印象，如穿實驗衣、戴眼鏡、留鬍鬚、研究象徵、知識象徵、科技產物、科學符號；也提及另類刻板印象，如男科學家、危險標記、燈泡、科學怪人、白人、保密標記、實驗室內與中年以上，當受試者畫出之科學家具有檢核表之特徵時，即計 1 分，而受試者得分愈高，即表示愈具有科學家刻板印象。該研究使用檢核表將畫圖資料轉換成數據，以便進行統計分析，並認為使用畫科學家檢核表能夠提高畫作分析的可靠性。

Finson、Beaver 與 Cramond (1995) 提出科學家檢核表後，陸續有相關研究討論畫科學家測驗方法的限制與提出改良策略 (Farland Smith, 2012; Subramaniam, Esprivalo Harrell, & Wojnowski, 2013)。Subramaniam、Esprivalo Harrell 與 Wojnowski (2013) 提出概念框架 (conceptual framework) 理念，將受試者的圖畫分為正面的、刻板的、負面的和綜合的四種類型，該研究認為同時採用科學家檢核表與概念框架，可以更全方位瞭解受試者持有的科學家意象。近年有越來越多研究發現受試者畫出科學家檢核項目以外的特徵，因此提出可以增加檢核項目 (McCarthy, 2015; Türkmen, 2008)。Ferguson 與 Lezotte (2020) 分析 2003 年至 2018 年間發表的 30 篇科學家意象文獻，該研究發現常見的現代科學家刻板印象包括男性、中老年的、白人以及穿著實驗衣在室內工作，並建議將反社會、古怪、熱情、快樂、好奇、努力工作與聰明等項目添加到科

學家檢核表內，以獲得更全面的現代科學家意象。基於以上研究結果，本研究認為可將科學家檢核表分為正面印象、負面印象與刻板印象三大部分，其中正面印象可包含面帶笑容、享受工作、有同伴、聰明、衣著整潔、有好奇心、在室外工作與有益社會等 8 項；負面印象可包含行為瘋狂、形象髒亂、過度疲累、焦躁憤怒、危害社會、危險標記、科學怪人與保密標記等 8 項；刻板印象可包含穿實驗衣、戴眼鏡、留鬍鬚、研究象徵、知識象徵、科技產物、科學符號、男性、白人、燈泡、實驗室工作與中年以上等 12 項。

#### 四、科學家意象對科學學習之影響

人們對事物持有的意象 (image) 會影響他們對該事物的興趣，以及認為該事物是否值得去追求，因此持有的意象對人們的信與動具有極大的影響 (Head, 1985)。郭重吉與蔣佳玲 (1995) 研究指出科學家意象提供了學生對科學家的主觀印象，因此研究者能透過學生持有的科學家意象，瞭解學生持有科學家樣貌、科學家行為與科學哲學的信念，進而能瞭解學生對科學之態度 (attitudes toward science) 與對科學之興趣。學生對科學的態度常被視為是影響學生學習科學的重要原因，若學生認為科學是有益社會、科學很有趣以及科學可以提升國家競爭力時，會比較容易接納科學並從事科學相關活動 (Gibson & Chase, 2002; Simpson, Koballa, Oliver, & Crawley, 1994)，這些研究的向度大致可分為對科學家之態度、科學的社會意涵、對科學課程之態度以及對科學的焦慮或興趣等。反之，當學生對科學家持有刻板概念或是非真實的概念，容易讓學生對科學持有較負面的態度，影響學生不願意選擇科學相關科系或是從事科學相關職業 (Christidou, Bonoti, & Kontopoulou, 2016; Fung, 2002; Türkmen, 2008)。Gormally 與 Marchut (2017) 使用問卷調查 33 位聽障大學

生之科學認同感，並對 19 位大學生進行訪談，研究結果顯示聽障學生持有刻板的科學家意象，此種刻板印象會影響學生的科學認同感，覺得自己與科學較無關聯，特別喜愛能與聽障社群接觸之工作，並認為科學相關工作較少與人群接觸，因此該研究提出應該要改變聽障生對科學家的刻板印象，才能提升聽障生對科學的自我認同感。Gormally 與 Inghram (2021) 晤談 47 位聽障大學生，研究結果顯示聽障生持有科學家刻板印象，且女性與非科學專科學生更傾向於重視職業的利他性、公共性以及能否回饋於聽障社群，該研究建議教師從真實、完整與多元之角度介紹科學家的工作，以及於課堂中呈現科學家的歷史故事，並於課堂中分享科學家的工作能使社會受益，才能改變聽障學生對科學家的看法。也有研究討論造成科學家刻板印象之原因，呂紹海與巫俊明 (2008) 指出學生容易對科學家持有刻板印象，可能是因為教科書中通常較少或是以簡略的傳記資料呈現科學家意象，以及在有限的課堂時間中，多數教師可能會選擇將科學史相關課程列為選讀。基於以上資料，本研究認為可從對科學家之態度、科學的社會意涵、對科學課程之態度以及對科學的興趣等向度分析聽障學生之晤談資料，進而更深入的瞭解學生持有科學家意象以及對科學之想法。

## 研究方法

本研究採用 Chambers (1983) 「畫科學家測驗」為研究工具，讓啟聰學校高中生透過畫圖來表達自己對於科學家的想法，進而瞭解啟聰學校高中生持有之科學家的意象。並輔以半結構式晤談，期望透過晤談深入瞭解啟聰學校高中生對科學家之印象、科學的社會意涵、對科學課程之態度與對科學之興趣。

### 一、研究對象與場域

本研究場域為某啟聰學校，該校專收聽覺障礙學生，每班人數皆不超過 10 人。本研究對象為 102 學年度高中部一、二、三年級的學生，選取全校之高一 23 人（10 名女性和 13 名男性）、高二 21 人（7 名女性和 14 名男性）與高三 24 人（7 名女性和 17 名男性），共計 68 人作為施測對象。本研究受試學生中共有 20 名學生（29%）的畫作與科學家無關，故本研究主要分析與科學家相關的 48 位學生之繪畫資料。

本測驗時間為 102 學年度暑假，於暑假前於自然課堂中解釋今年的暑假作業為畫科學家測驗，晤談中使用口語、手語以及文字做解釋，請學生在暑假期間畫出心目中科學家的樣子，並於暑假後繳交。本研究並進行半結構式晤談，晤談時間為 20-30 分鐘，以深入瞭解啟聰學校高中生對科學家之想法與態度。本研究以學期自然總成績為依據，選取成績為班級前 25% 之兩名學生為高組學生，成績為班級後 25% 之兩名學生為低組學生，以及中組學生一名，共計 5 位學生（2 名女性和 3 名男性）為晤談對象，其智力介在標準分數 82-109 之間，皆配戴助聽器，晤談學生資料如表一。

## 二、研究工具

### （一）畫科學家測驗（Draw-A-Scientist-Test）

本研究採用 Chambers（1983）的「畫

科學家測驗」（Draw-A-Scientist-Test），讓學生畫出一位科學家，並包含科學家的個人特質與工作環境。因聽障學生閱讀理解能力較為低落，本研究於施測時除了用手語打出「科」「學」「家」三個字，也打出「從事科學研究的人」作為解釋，並再加上以板書寫出「科學家」三個字，以確定學生瞭解測驗之意義。

### （二）現代科學家檢核表（modern DAST-C, moDAST-C）

本研究參考 Finson、Beaver 與 Cramond（1995）、Subramaniam、Esprivalo Harrell 與 Wojnowski（2013）以及 Ferguson 與 Lezotte（2020）之研究，提出現代科學家類型檢核表如表二。本研究將科學家類型分為刻板印象、正面印象、負面印象以及不具科學家概念等 4 種類型，刻板印象檢核項目有 12 項，正面印象檢核項目有 8 項，負面印象檢核項目有 8 項，詳細檢核內容如表二。因許多研究將畫出女科學家或是非白人科學家等特徵，視為學生持有較真實的科學家意象（Emvalotis & Koutsianou, 2018；Finson, Beaver, & Cramond, 1995；Subramaniam, Esprivalo Harrell, & Wojnowski, 2013），故本研究認為女科學家與非白人科學家這 2 個特徵應屬重要之檢核項目，故將此 2 項特徵列

表一 晤談學生基本資料

學生代號	性別	聽損程度 (身障手冊)	智力 (TONI-3)	自然科 成績	溝通方式
H1	男	重度 (90 分貝以上)	102	高組	口語為主，口語清晰。
H2	女	中度 (70-89 分貝)	109	高組	口手語並用，口語較不清晰。
M1	男	重度 (90 分貝以上)	85	中組	口語為主，口語清晰。
L1	女	重度 (90 分貝以上)	82	低組	手語為主，較少口語。
L2	男	中度 (70-89 分貝)	80	低組	手語為主，較少口語。

表二 現代科學家檢核表

科學家意象	檢核內容	符合 <input type="checkbox"/>	不符 <input type="checkbox"/>	不確定 <input type="checkbox"/>	參考依據
正面印象	畫出科學家面帶笑容或開心等特徵。 畫出科學家享受工作之特徵。 畫出科學家有同伴一起工作之特徵。 畫出科學家聰明與優秀等特徵 （如以文字寫出聰明優秀或畫出科學家具 有較大比例的頭）。 畫出科學家衣著整潔或環境乾淨等特徵。 畫出科學家有好奇心或有創意等特徵 （如觀察、發現或探究等行為）。 畫出科學家在室外工作之特徵。 畫出科學家有益社會之特徵 （如研究有助於社會發展）。				1. Subramaniam, Esprivalo Harrell, & Wojnowski （2013） 2. Ferguson & Lezotte （2020）
負面印象	畫出科學家行為瘋狂。 畫出科學家形象髒亂。 畫出科學家過度疲累。 畫出科學家焦躁憤怒。 畫出科學家危害社會（如製作爆炸物 等）。 畫出危險標記（如禁止或危險等標記） 畫出科學怪人。 畫出保密標記（如機密或保密等標記）。				1. Finson, Beaver, & Cramond （1995） 2. Subramaniam, Esprivalo Harrell, & Wojnowski （2013） 3. Ferguson & Lezotte （2020）
刻板印象	畫出科學家穿實驗衣。 畫出科學家戴眼鏡。 畫出科學家留鬍鬚（或光頭）。 畫出研究象徵（如研究器材與設備等）。 畫出知識象徵（如書本、書與白板等）。 畫出科技產物（如高科技產品）。 畫出科學符號（如計算公式）。 畫出男科學家。 畫出白人科學家。 （文字標示白人科學家名稱或是畫出明顯 可判別的白人科學家）				Finson, Beaver, & Cramond （1995）

表二 現代科學家檢核表 (續)

科學家意象	檢核內容	符合	不符	不確定	參考依據
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	畫出燈泡。 畫出科學家在實驗室工作。 畫出年紀中年以上的科學家。				
不具科學家 概念	所畫的圖與科學家無明顯關係。				參考啟聰學校高中生之繪圖結果
其他印象	畫出女科學家。 畫出非白人科學家。 (文字標示非白人科學家名稱或是畫出明顯可判別的非白人科學家)				1. Finson, Beaver, & Cramond (1995) 2. Emvalotis & Koutsianou (2018) 3. Subramaniam, Esprivalo Harrell, & Wojnowski (2013)

入其他印象檢核表之項目。

### (三) 半結構式晤談

本研究透過半結構式晤談，以深入瞭解學生持有之科學家意象，晤談時間為 20-30 分鐘。晤談題目由兩位科學教育博士候選人進行專家審查，其中一位任教於啟聰學校 12 年，另一位亦為年資 12 年之國中自然科教師。兩位專家分別就內容的適當性與語句的合宜性進行討論，以建立專家效度。晤談問題分為四個大方向：

1. 請解釋你所畫的圖畫 (科學家在哪裡? 做什麼事情呢? 使用什麼器具呢?)
2. 你畫的科學家是男生 / 女生? 為什麼畫男生 / 女生科學家呢?
3. 你覺得科學對社會的影響為何?
4. 你喜歡科學嗎? 希望未來從事科學相關工作嗎?

## 三、資料分析

### (一) 現代科學家檢核表分析

本研究使用現代科學家檢核表 (modern DAST-C, moDAST-C) 進行三個向度之分析，包含各檢核項目之人次比例分析、科學家意象類型分析，以及不同性別與年級的學生之檢核表分數分析。本研究首先呈現各項檢核項目之人次比例，分析學生持有的科學家特徵，接著使用斯皮爾曼等級相關分析以瞭解男科學家特徵、女科學家特徵與其他檢核表項目之相關性，並使用費雪精確檢定分析男女學生之科學家檢核表項目之人次比例是否有差異。在科學家意象類型部分，本研究將學生畫作依檢核項目計分，學生畫作如符合該印象之檢核內容即計 1 分，不符合與不確定皆不計分。又因正面印象檢核項目有

8 項、負面印象檢核項目有 8 項和刻板印象檢核項目有 12 項，所以需將分數除以該印象之檢核項目數量即可換算出符合比率，符合比率最高的印象即為學生持有之科學家意象，例如某生畫作符合 4 項正面印象檢核項目、0 項負面印象檢核項目、3 項刻板印象檢核項目，則該生之得分為正面印象 4 分、負面印象 0 分、刻板印象 3 分，接著除以正面、負面與刻板印象之檢核項數（各為 8、8 與 12），即得正面印象、負面印象與刻板印象之符合比率分別為 50%、0% 和 25%，本研究則將該生持有之科學家意象歸類為正面印象。最後本研究使用 Kruskal-Wallis 檢定分析不同年級學生之檢核表分數，以及使用 Mann-Whitney U 檢定分析男女學生之科學家檢核表分數。

本現代科學家檢核表由兩位科學教育博士候選人進行專家審查，其中一位任教於啟聰學校 12 年，另一位亦為年資 12 年之國中自然科教師。檢核表內容部分，由兩位專家分別就檢核表內容的適當性與語句的合宜性進行討論，以建立專家效度。評分過程為了避免研究者的主觀因素，及求取在檢核上有更高的信度，本研究首先選取 5 份學生畫作進行檢核與評分，以確定兩位評分者檢核與評分之標準一致。在評分過程中，兩位評分者如有檢核結果之差異，會進行討論以達到共識。在評分者信 上，因為 評分者對項目檢核取得相當共 同，因此每一個檢核項目之一致性至少達到 92% 上，具有高度一致性。

## （二）晤談資料分析

本研究為半結構式晤談，晤談全程錄音並做筆記，晤談後將資料轉 成文字檔且進行編碼。編碼方式依序為資料種類、時間與學生代號。例如：I20130601\_SH1 表示在

2013 年 6 月 1 日晤談 H1 學生，I 表示晤談資料。本研究採質性描述分析，從「對科學家之印象」、「科學的社會意涵」、「對科學課程之態度」、「對科學之興趣」與「不同成就學生之科學家意象」5 個面向分析學生之晤談資料。

## 研究結果與討論

以下將從「啟聰學校高中生之科學家意象」、「不同性別的啟聰學校高中生之科學家意象」、「不同年級的啟聰學校高中生之科學家意象」與「進一步探討啟聰學校高中生對科學家的印象及對科學課程的態度和興趣」四部分做討論與分析。

### 一、啟聰學校高中生之科學家意象

#### （一）現代科學家檢核表項目分析

現代科學家意象檢核項目之統計表如表三，從表三可知整潔乾淨、男科學家、有好奇心與中年以上等四項是較多啟聰學校高中生所持有的科學家特徵；在刻板印象部分，前 5 高為科學家、中年以上、白人、研究象徵與留鬍鬚，本研究並發現無學生之圖畫提及保密標誌與燈泡；在正面印象部分，學生持有之前 3 高之特徵為整潔乾淨、好奇心與面帶笑容；在負面印象部分，學生持有之前 3 高之特徵為煩躁憤怒、過度疲累、行為瘋狂與科學怪人。本研究也發現僅有 5 位學生畫出非白人科學家，此結果顯示出即使學生處於黃種人為多數的環境，但多數學生依舊認為科學家應為白人，較少學生持有黃種人科學家意象。值得注意的是女學生（5 人，25%）較男學生（0 人，0%）畫出較高比例的女科學家，女科學家皆由女學生所畫，但是女學生（16 人，80%）也較男學生（18 人，

表三 現代科學家意象檢核項目之統計表

檢核項目	總人數 人數 (%)	年級			性別	
		高一 人數 (%)	高二 人數 (%)	高三 人數 (%)	男 人數 (%)	女 人數 (%)
<b>刻板印象</b>						
男科學家	34 (71)	14 (88)	10 (63)	10 (63)	18 (64)	16 (80)
中年以上	24 (50)	9 (56)	8 (50)	7 (44)	13 (46)	11 (55)
白人	22 (48)	10 (63)	6 (38)	6 (38)	13 (46)	9 (45)
研究象徵	20 (42)	6 (38)	10 (63)	4 (25)	11 (39)	9 (45)
留鬍鬚	19 (40)	9 (56)	7 (44)	3 (19)	9 (32)	10 (50)
實驗室內	17 (35)	7 (44)	7 (44)	3 (19)	8 (29)	9 (45)
穿實驗衣	15 (31)	5 (31)	7 (44)	3 (19)	8 (29)	7 (35)
戴眼鏡	11 (23)	3 (19)	5 (31)	3 (19)	4 (14)	7 (35)
科技產物	10 (21)	2 (13)	4 (25)	4 (25)	5 (18)	5 (25)
科學符號	4 (8)	3 (19)	1 (6)	0 (0)	1 (4)	3 (15)
知識象徵	4 (8)	1 (6)	2 (13)	1 (6)	2 (10)	2 (7)
燈泡	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<b>正面印象</b>						
整潔乾淨	46 (96)	15 (94)	16 (100)	15 (94)	26 (93)	20 (100)
好奇心	24 (50)	8 (50)	10 (63)	6 (38)	12 (43)	12 (60)
面帶笑容	15 (31)	5 (31)	5 (31)	5 (31)	6 (21)	9 (45)
享受工作	13 (27)	4 (25)	5 (31)	4 (25)	4 (14)	9 (45)
有同伴	11 (23)	1 (6)	5 (31)	5 (31)	3 (11)	8 (40)
聰明優秀	9 (19)	5 (31)	3 (19)	1 (6)	3 (11)	6 (30)
在室外	8 (17)	2 (13)	5 (31)	1 (6)	4 (14)	4 (20)
有益社會	2 (4)	1 (6)	0 (0)	1 (6)	0 (0)	2 (10)
<b>負面印象</b>						
躁憤怒	6 (13)	2 (13)	3 (19)	1 (6)	5 (18)	1 (5)
過度疲累	4 (8)	2 (13)	1 (6)	1 (6)	4 (14)	0 (0)
行為瘋狂	4 (8)	1 (6)	0 (0)	3 (19)	4 (14)	0 (0)
科學怪人	4 (8)	1 (6)	0 (0)	3 (19)	4 (14)	0 (0)
危害社會	3 (6)	0 (0)	1 (6)	2 (13)	3 (11)	0 (0)
形象髒亂	2 (4)	1 (6)	0 (0)	1 (6)	2 (7)	0 (0)
危險標示	2 (4)	2 (13)	0 (0)	0 (0)	2 (7)	0 (0)
保密標記	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<b>其他印象</b>						
女科學家	5 (10)	0 (0)	5 (31)	1 (6)	0 (0)	5 (25)
非白人科學家	5 (10)	2 (13)	3 (19)	0 (0)	0 (0)	5 (25)

註：1. 本表格僅分析畫圖內容與科學相關之 48 位學生資料。

2. 一、二、三年級皆為 16 人，男生 28 人，女生 20 人。

64%) 畫出高比例的男科學家，不過有 9 名學生 (8 男 1 女) 的圖畫無法判斷性別，故推論因為有 8 位男學生畫性別難以判斷的科學家，使得男生整體畫出的男性科學家比例降低。雖然啟聰學校高中生持有之刻板印象與先前研究有部分相同，但也發現學生持有整潔乾淨與有好奇心等等與以往不同的科學家特徵，故本研究推論隨著時代的演變可能產生了新的科學家特徵 (Ferguson & Lezotte, 2020; McCarthy, 2015; Türkmen, 2008)，因此需要更多的檢核項目才能更全面的瞭解現代的科學家意象。

為瞭解本研究與國內黃孝宗 (2000)、洪文東與黃俊偉 (2008) 研究之異同，本研究整理出國內科學家意象研究之比較表如表四，又因各研究使用之檢核項目不同，故本表僅列出相同檢核項目之結果。由表四可知三個研究皆顯示有高於 70% 學生畫作具有男性科學家特徵，顯示學生多持有男性科學家的印象，並發現三個研究之科學怪人與保密標示的比例皆較低。本研究發現啟聰學校高中生畫作中具有研究象徵之比例明顯較其他兩個研究低，本研究推論可能是因為多數聽障生較為不親近科學，所以即便能畫出科學家樣貌，但較不理解科學家從事的工作與使用的研究器材，故畫作中較少畫出研究器材與設備。本研究也發現啟聰學校高中生畫作中具有留鬍鬚特徵之比例明顯較其他兩個研究高，本研究推論可能是因為聽障生對科學家具有較刻板印象，故多認為科學家為蓄鬍鬚男性。

本研究進一步以斯皮爾曼等級相關分析以瞭解男科學家特徵、女科學家特徵與其他檢核表項目之相關性，分析結果指出男科學家與戴眼鏡 ( $r=.35, p<.05$ )、留鬍鬚 ( $r=.52, p<.01$ ) 和中年以上 ( $r=.64, p<.01$ ) 這三

項刻板印象有正相關；女科學家與有同伴 ( $r=.46, p<.01$ )、非白人科學家 ( $r=.55, p<.01$ ) 及享受工作 ( $r=.41, p<.01$ ) 等三項正面印象有正相關，並且和實驗室內 ( $r=.32, p<.05$ ) 一項刻板印象有正相關，由以上結果可知女科學家特徵與較多正面印象有顯著正相關，男科學家特徵與較多刻板印象有顯著正相關。關於不同性別與不同年級生之科學家意象分析將於下節討論之。

## (二) 啟聰學校高中生持有之科學家類型分析

為瞭解學生持有之科學家意象的類型，本研究使用現代科學家檢核表將學生畫作依檢核項目計分，並將畫出與科學家無關畫作歸類為不具科學家印象。分析結果顯示學生持有之科學家意象最多為刻板印象 (23 人，34%)，接續為正面印象 (22 人，32%)、不具科學家印象 (20 人，29%)，以及負面印象 (3 人，4%)。圖一為刻板印象之科學家意象圖示，該學生畫出一個蓄鬍鬚的老年男性，並於圖畫上方標記愛因斯坦，此圖畫符合刻板檢核項目之男性科學家、白人、中年以上以及有鬍鬚等特徵，且無明顯之正面與負面之特徵。圖二為正面印象之科學家意象，該生畫出科學家衣著整潔、面帶微笑地在戶外進行月相觀察，即使在夜晚也持續不懈地研究，但難以從圖中判別人種，故此圖畫符合正面檢核項目之整潔乾淨、具有好奇心、面帶笑容、享受工作以及在室外等正面特徵，雖該圖也符合男科學家與研究象徵 (望遠鏡) 等刻板印象特徵，但正面印象是符合比率最高的印象。圖三為不具科學家概念之圖示，這些學生所畫的圖與科學家無明顯關係，例如：畫出卡通人物、動物或建築物等等。圖四為負面印象之科學家意象圖示，該生畫出科學家衣服髒舊、露出鼻毛、雙眼紅腫地站在桌上，並手持冒煙爆炸物

表四 國內科學家意象研究之比較表

檢核項目	本研究 人數比例 (%)	黃孝宗 (2000) 研究 人數比例 (%)	洪文東、黃俊偉 (2008) 研究 人數比例 (%)
男科學家	71	93.5	79.7
研究象徵	42	85.5	92.9
留鬍鬚	40	5.9	8.4
實驗室內	35	75.3	24.7
穿實驗衣	31	5.4	46.1
戴眼鏡	23	15.7	43.5
科學怪人	4	6.9	3.2
保密標示	0	0.3	0

品，但難以判斷人種，故此圖畫符合負面檢核項目之形象髒亂、過度疲累、行為瘋狂與危害社會等負面特徵，雖此圖也符合男科學家、研究象徵（實驗器材）與知識象徵（黑板與科學符號）等刻板印象特徵，但負面印象是符合比率最高的印象。

本研究發現雖然啟聰學校高中生持有最多的科學家印象為刻板印象，但正面印象與刻板印象之人數相近，此顯示出科學家刻板印象是普遍存在於不同族群之中，且學生對科學家的印象會也較傾向於正面。值得注意的是本研究也發現高達三成的學生畫出無關科學家之圖畫，特別是男學生近四成畫出與科學家無關之圖畫。先前研究顯示僅有低於5%受試者會畫出與科學家無關之畫作（黃孝宗，2000；鄭豔齡，2013），這些畫作常常會被當成是無效資料而捨棄掉，所以先前研究很少討論與分析與科學家無關之畫作。但本研究發現畫出無關科學家之數量遠遠高於先前之研究，故無法當成無效資料而捨棄不予討論。先前研究也指出透過學生持有的科學家意象可以瞭解學生持有科學的樣貌、

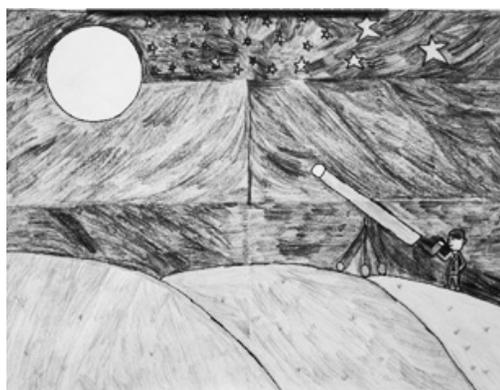
科學家行為與科學哲學的信念（郭重吉、蔣佳玲，1995），故本研究推論這些學生應該對科學也是較不具概念。本研究認為高比例學生不具科學家概念之原因，可能是因為教科書中常以簡略的傳記資料呈現科學家意象，多數教師可能會將科學史相關課程列為選讀（呂紹海、巫俊明，2008），以及聽障生之課程可因學生需求調整，將課程內容簡化或減量，導致學生較少機會接觸科學家相關知識。因本研究對象為啟聰學校學生，許多研究指出使用手語者之理解監控能力與工作記憶能力會較一般人落後，使其較難理解與監控他們在學習過程中遺失了多少知識（劉秀丹，2009；Liu, Tseng, & Liu, 2008；Kelly, 1996；Marschark & Wauters, 2008；Napier & Barker, 2004），所以即便於課堂上或測驗中使用口語、手語與文字，聽障學生之知識理解與吸收仍具有困難。

## 二、不同性別的啟聰學校高中生之科學家意象分析

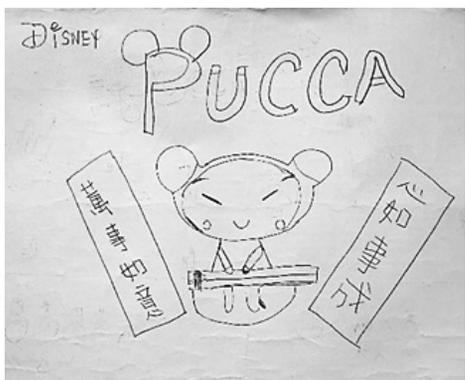
由表三資料可知，男學生較多持有整潔



圖一 刻板印象之科學家意象圖示。



圖二 正面印象之科學家意象圖示。



圖三 不具科學家概念圖示。



圖四 負面印象之科學家意象之圖示。

乾淨、男科學家、中年以上與白人等特徵；女學生較多持有整潔乾淨、男科學家與好奇心等特徵。刻板印象部分，男學生較多持有男科學家、白人與中年以上等特徵；女學生較多持有為男科學家、中年以上與留鬍鬚等特徵。正面印象部分，男學生較多持有印象為整齊清潔、好奇心與面帶笑容等特徵；女學生較多持有印象為整齊清潔、好奇心、面帶笑容與享受工作等特徵。負面印象部分，男學生較多持有特徵為煩躁憤怒、過度疲累、行為瘋狂與科學怪人；女學生較多持有特徵為煩躁憤怒。

本研究以費雪精確檢定分析不同性別學生之科學家檢核表項目之人次比例是否有差

異，研究結果顯示女學生有 4 項檢核項目之人次比 與男學生相較有顯著差異，分別為女科學家 ( $\chi^2(1) = 7.65, p < .01$ )、非白人科學家 ( $\chi^2(1) = 7.65, p < .01$ )、享受工作 ( $\chi^2(1) = 5.46, p < .05$ ) 與有同伴 ( $\chi^2(1) = 5.55, p < .05$ )。許多研究將畫出女科學家或非白人科學家等特徵，視為學生持有較真實的科學家意象 (Bodzin & Gehringer, 2001; Bohrmann & Akerson, 2001; Emvalotis & Koutsianou, 2018; Finson, Beaver, & Cramond, 1995; Subramaniam, Esprivalo Harrell, & Wojnowski, 2013)，研究結果顯示女科學家皆由女學生所畫出，並發現女科學家與正面印象有較高的相關性，因此本研究

推論女學生可能較男學生持有較真實與較正面的科學家意象。

本研究採用 Mann-Whitney U 檢定分析不同性別學生之科學家意象檢核表分數，表五為男女之科學家檢核表分數分析表。由表五資料可知女學生的科學家刻板印象分數較男學生高，但男女學生的科學家刻板印象分數於統計上並無顯著差異 ( $Z=1.41, p=.16$ )；女學生的科學家正面印象分數較男學生高，且男女學生的科學家正面印象分數於統計上具有顯著差異 ( $Z=3.27, p<.001$ )；男學生的科學家負面印象分數較女學生高，且男女學生的科學家負面印象分數於統計上具有顯著差異 ( $Z=2.57, p<.05$ )。以上結果顯示，男女生之科學家刻板印象無顯著差異，但女學生較男學生持有較正面的科學家印象 (She, 1998)，男學生較女學生持有較負面之科學家印象。

### 三、不同年級的啟聰學校高中生之科學家意象分析

由表三資料可知高一學生較多持有整潔乾淨、男科學家與白人等特徵；高二學生較多持有整潔乾淨、男科學家與研究象徵等特徵；高三學生較多持有整潔乾淨、男科學家與中年以上等特徵。刻板印象部分，高一學生較多持有男科學家、白人、留鬍鬚與中年以上等特徵；高二學生較多持有為研究象徵、男科學家與中年以上等特徵；高三學生較多持有男科學家、中年以上、研究象徵與科技產物等特徵。正面印象部分，高一學生較多持有整齊清潔、好奇心、面帶笑容與聰明優秀等特徵；高二學生較多持有整齊清潔與好奇心等特徵；高三學生較多持有整齊清潔、好奇心、面帶笑容與有同伴等特徵。負面印象部分，高一學生較多持有特徵為煩躁憤怒、過度疲累與危險標記；高二學生較多持有特徵為煩躁憤怒與危險標記；高三學生較多持有特徵為行為瘋狂與科學怪人。

本研究並採用 Kruskal-Wallis 檢定分析不同年級學生之科學家意象檢核表分數，表六為各年級之科學家檢核表分數分析表。由

表五 男女之科學家檢核表分數分析表

組別	平均數 (標準差)	Z	p
<b>刻板印象</b>			
男生組	3.46 (2.46)	1.41	.16
女生組	4.70 (2.89)		
<b>正面印象</b>			
男生組	2.07 (1.56)	3.27	<.001
女生組	3.50 (1.47)		
<b>負面印象</b>			
男生組	1.00 (1.28)	2.57	<.05
女生組	0.20 (0.52)		

註：1. 總人數 48 人，男生 28 人，女生 20 人。

2. 刻板印象滿分為 12 分，正面印象滿分為 8 分，負面印象滿分為 8 分。

表六 各年級之科學家檢核表分數分析表

組別	平均數 (標準差)	<i>H</i>	<i>p</i>
<b>刻板印象</b>			
高一組	4.63 (2.92)	3.00	.22
高二組	4.31 (2.80)		
高三組	3.00 (2.16)		
<b>正面印象</b>			
高一組	2.56 (1.36)	0.47	.79
高二組	3.06 (1.84)		
高三組	2.38 (1.78)		
<b>負面印象</b>			
高一組	0.69 (1.20)	1.56	.46
高二組	0.75 (1.00)		
高三組	0.63 (1.20)		

註：1. 總人數 48 人，各組皆為 16 人。

2. 刻板印象滿分為 12 分，正面印象滿分為 8 分，負面印象滿分為 8 分。

表六可知高一學生為持有科學家刻板印象分數最高的年級，高二學生次之，高三學生最低，且三者於統計上無顯著差異；持有科學家正面印象分數最高的是高二學生，高三學生次之，高一學生最低，且三者於統計上也無顯著差異；持有科學家負面印象分數最高的學生為高二，高三學生次之，高一學生最低，且三者於統計上也無顯著差異。以上結果顯示，不同年級學生持有之科學家意象皆無顯著差異 (Emvalotis & Koutsianou, 2018)，並未有隨年紀增長而越具有刻板印象之趨勢。

#### 四、進一步探討啟聰學校高中生對科學家的印象及對科學課程的態度和興趣

本節將透過半結構式晤談以進一步瞭解

學生持有之科學家意象。首先使用現代科學家檢核表分析 5 位晤談對象之圖畫，得知學生持有之科學家意象類型如下：H1 與 H2 為高組學生，持有的科學家意象為刻板印象；M1 為中組學生，持有的科學家意象為負面印象；L1 與 L2 為低組學生，且不具科學家概念。接續，本節將從「對科學家之印象」、「科學的社會意涵」、「對科學課程之態度」、「對科學之興趣」以及「科學家意象與學習成就之關聯」等向度進行討論。

##### (一) 對科學家之印象

###### 1. 刻板印象與負面印象

H2 晤談中提及研究象徵 (藥劑)、知識象徵 (書本)、科技產物 (機器人)、男科學家與中年以上等刻板印象，「他從書上學到知識，自己畫圖片設計機器人，綠色的藥做一做會變成悠遊卡刷卡或是金融卡，

很特別的東西，可以使用」(I20130604\_SH2)。H1 也提及實驗衣、在實驗室內、光頭、男科學家與中年以上等多項刻板印象，「他研究的衣服都穿白色的，他是光頭，年紀有點大，是老人」(I20130604\_H1)。這些印象極為符合 Chambers 於 1983 年提出的科學家刻板印象，顯示 H2 與 H1 兩位學生持有之科學家印象較為傳統刻板，與本研究使用之現代科學家檢核表檢核之結果相同，顯示本檢核表有其可信度。

M1 認為科學家較為瘋狂、衛生習慣不好、時常睡眠不足以及發明的產物被使用於戰爭等多項負面特質，顯示出 M1 對科學家持有較負面的印象，也與檢核表檢核之結果相同，顯示本檢核表有其可信度，摘要如下：

「畫出鼻毛是因為他衛生不好，他一直在研究，好幾個小時沒有睡覺，他一直跑來跑去，弄到鞋子都壞了，藥水噴到衣服，衣服都髒掉了，科學家收入比較不穩。科學家太執著於研究沒有去了解社會，太瘋狂的去做研究，沒有想清楚他發明這個東西的目的是什麼，有人會利用他做戰爭的東西，逼他做很多事情，所以科學家有很多苦衷，科學家會扯上政治關係，最後他又收錢，因為他沒有資金的援助」(I20130530\_SM1)。

## 2. 不具科學家概念

本研究接續晤談兩位畫出與科學家無關畫作之學生，L1 和 L2 兩位學生皆表示理解本測驗是要畫出一位科學家，但自己並不瞭解「科學家」所代表的意思，顯示出 L1 和 L2 較不具有科學家概念，與檢核表檢核之結果相同，顯示本檢核表有其可信度。L1 認為科學家會自己煮飯和照顧自己，並認為「科學」的意思是設計畫畫，科學家的「家」的

意思是住家，覺得科學家和 Pucca 卡通人物很像，但其實自己並不確定科學家的意思：

「(科學家) 她自己煮飯，吃東西，科學家的家是住家的意思，科學家和圖畫中的 Pucca (手上拿筷子) 很像，她會工作，也會溜走去親男生，科學很難解釋(沉默不語)，國中有學過自然科學，自然科學是畫畫和設計」(I20130530\_SL1)。

另一位學生 L2 畫出一台跑車，他表示知道科學家和跑車是不同的，但是自己不瞭解科學家代表的意義，因此就畫出自己喜歡的跑車，「我知道科學家和跑車不同，我不知道科學是什麼(沉默)，不知道科學是什麼(沉默)，我喜歡跑車就畫了跑車」(I20130530\_SL2)。

以上結果可知學生對於畫科學家測驗的施測解釋僅有部分理解，且對於自然課的授課內容之吸收程度也有限。由 L1 的解釋可知該生錯誤理解文法手語中的「科學家」之涵義，此結果與 Marschark 等人(2009) 研究發現相符，顯示聽障學生對手語的理解是有局限性的，學生對手語的理解或許不如自己預期的好；此外本結果也與 Kelly(1996)、Napier 與 Barker(2004) 以及 Marschark 與 Wauters(2008) 研究結果相似，顯示出學生並未監控到自己理解上的缺漏，以致在學習過程中遺失多訊息而不自覺。

## 3. 性別刻板印象

本研究並晤談學生畫男科學家之原因。M1 認為社會上具有刻板印象，多數人認為女性較不適合當科學家，自己也認同男性科學家比較多，晤談摘要如下：

「很多人都覺得很多女生不適合做科學家，因為女生比較適合做家庭主婦，因為社會需要女生去做比較輕鬆，

不會像科學家的工作。像女生會做警察的工作，我理解，可是社會上會有刻板印象，我覺得男性科學家比較多」(I20130530\_SM1)。

H2 表示畫男科學家是因為書本上看過男科學家，自己覺得男女都可以當科學家，晤談摘要如下：

「(男科學家)以前有畫過，在書裡面看過的圖片，科學家可以是男生也可以是女生」(I20130604\_SH2)。

H1 也表示網路上看到較多男科學家，自己雖覺得男女生都可以當科學家，但是較常看到男科學家，晤談摘要如下：

「在(網路)找科學家的時候大部分是男生，有一部分女生，可是女生比較難畫，…科學家有男生也有女生，因為人人平等。每個人都有自由要學什麼，都有夢想要去做什麼，不應該被限制的」(I20130604\_SH1)。

由以上結果可知，一位學生認為男性較適合當科學家，兩位學生雖然瞭解社會上有女科學家存在，科學家可以是男生也可以是女生，但是從書籍或網路所接收到的科學家相關訊息，仍是男性科學家較多，因此影響了他們畫科學家的選擇。由以上結果可知雖然三位學生皆畫出男性科學家，但搭配晤談後發現兩位學生並未持有性別刻板印象，故本研究認為除紙筆的繪圖方式收集學生資料外，仍需搭配透過晤談方能確實瞭解學生是否具有性別刻板印象。

## (二) 科學的社會意涵

在科學的社會意涵部分，將著重於討論科學對社會之影響。晤談結果發現 L1 和 L2 皆不瞭解科學意涵，也無法回答科學的社會意涵。以 L1 為例，「科學很難解釋(沉默不語)，自然科學是畫畫和設計」

(I20130530\_SL1)。M1 則認為科學產物可能會危害社會，因為科學產物可能會被不當的使用，「比如說他(科學家)製造出來的東西，用在建設方面的時候，不小心把別人炸死，人民就說禁止再製造」(I20130530\_SM1)。H1 認為科學對社會可能有好處也可能有壞處，「農藥，化學農藥對身體不好，(科學)可以對社會有好處也可以有壞處，像那個複製人，會影響社會，複製人沒什麼好處的，你如果複製一樣的人，不是就濫用人權」(I20130604\_SH1)。H2 提及科學可以幫助環境變乾淨，對社會有益，「有機器人幫忙，自動幫忙清潔，這些機器人幫忙整理家裡，讓家裡變乾淨」(I20130604\_SH2)。

由以上結論可知，學生認為科學對社會的影響較為分歧，並非如先前研究指出學生多會認為科學對社會是具有正面的影響(黃孝宗，2000；Subramaniam, Esprivalo Harrell, & Wojnowski, 2013)，學生反而提及不當使用科學對社會造成傷害。

## (三) 對科學課程之態度

本節透過晤談以瞭解學生對科學課程之態度。晤談 L1 和 L2 發現兩人皆表示國中上過自然課，但不理解上課教學的內容。以 L1 為例，「國中有教過自然科學，但很難懂(沉默)」(I20130604\_SL1)；當問及喜歡自然課與否時，兩人皆沉默不語。本研究也發現 M1 認為科學課程無聊且過於學術，上課時常常背公式與解題，所以不喜歡科學與數學課程，晤談摘要如下：

「科學這個東西，數學很深很麻煩，會搞得自己很累，理化一直在教化學公式，一直在教我們算算算，沒有其他的，很無聊也很煩躁，很無聊的東西，不喜歡」(I20130530\_SM1)。

H2 認為科學課程要學習很多新知，覺得很難懂，也覺得沒有用處，晤談摘要如下：

「以前國小還好，四年級學習到很多新的自然知識，上國中後學習化學，但是很奇怪的，覺得（化學）很難也看不懂，覺得沒有用，不知道那是什麼東西。我覺得科學包含很多很多，像是太陽系，有一些星星和飛船，科學是想要知道很多東西，像是很多像星星的知識，要常常吸收知識」（I20130604\_SH2）。

H1 覺得科學有些部份很困難，有些部份容易，認為自己可以多方嘗試，晤談摘要如下：

「科學有部分很難，有的很有趣，可以去試試看，有的簡單有的難，覺得要背化學的名稱例如 Al 元素，還有背公式比較難，但是可以去試試看，化學和自然科學裡有很多算式，覺得有點難，要仔細算，要有一點信心，再去試試，就會有成就感」（I20130604\_SH1）。

本研究發現 H1 對於實驗課程有很深的印象，覺得做實驗成功會很有成就感，但做實驗時比較危險所以要小心，晤談摘要如下：

國一自然老師常常去做實驗，可以吸收很多知識，國二就換老師，化學老師，老師很久才只一次去做實驗，只有一次而已，國二到國三只有一次，我記得國二去做一次，我印象深刻，（老師）說要細心做實驗，要有耐心，我們做實驗成功之後很有成就感，我覺得做實驗比較危險，做的時候要小心，不要隨便亂做。三年級就沒有做實驗了，只有國一有（做實驗），因為國二國三化學比較嚴格，要求我們成績要好一點，但是他很有耐心教我們，解釋很有耐心

（I20130604\_SH1）。

由以上結果可知學生多覺得科學課程很難理解，上課內容太學術且太多計算，課程無聊且對自己是無用的。值得注意的是有一位學生提及對實驗課印象深刻，覺得實驗成功會很有成就感，故本研究推論學生雖然對於科學課程較不具有興趣，但對於實驗課程的興趣應該會比較高。

#### （四）對科學之興趣

本節透過晤談以瞭解學生對科學之興趣。晤談結果發現 L1 和 L2 兩人不瞭解科學意涵，覺得科學很難懂，以 L1 為例，「科學很難解釋（沉默不語），國中有教過自然科學，但很難懂（沉默）」（I20130530\_SL1）。也發現 M1 與 H2 提及科學家要數學很好且很聰明，覺得自己不適合學習科學，例如 M1 表示，「我的理化成績沒有那麼好，地科成績比較好，生物也還不錯，太學術課的比較不喜歡，像數學還有理化都不喜歡，我覺得科學家數學要很好，我不適合學習科學」（I20130530\_SM1）；例如 H2 表示，「我覺得科學家要很聰明、很努力、很有創意。我對科學的興趣一般般，我覺得我好像不適合學科學」（I20130604\_SH2）。另一位 H1 則認為自己可以多方嘗試，也要有信心去學習科學，雖然自己對科學具有一些興趣，但是對其他學科興趣更高，摘要如下：

「我對科學有一點興趣，但是對歷史比較有興趣，因為我常常看書，看過考古相關的書籍，可以去檢查去看看古蹟，挖挖東西，我對這個比較有興趣，裡面也有一些化學的部分。我特別喜歡埃及，還有希臘文化，埃及很神祕，金字塔我覺得很酷」（I20130604\_SH1）。

本研究結果和 Gormally 與 Marchut (2017)

和 Gormally 與 Inghram (2021) 研究結果相似，皆發現較多聽障生覺得自己與科學較無關聯，對科學課程較不感興趣，且認為自己不適合學習科學。

### (五) 科學家意象與學習成就之關聯

本節著重於討論學業成就與科學家意象之關聯，表七為科學家意象與學習成就之關聯表。科學家意象類型部分，高組兩位學生持有的科學家意象為刻板印象；一位中組學生持有的科學家意象為負面印象，兩位低組學生皆不具科學家意象概念。性別刻板印象部分，一位中組學生認為男性較適合當科學家，應具有性別刻板印象；兩位高組學生認為科學家可以是男生也可以女生，但是在書籍或網路中呈現出較多男性科學家形象，因此他們選擇畫男科學家。科學之社會意涵部分，一位中組學生認為科學對社會有危害；一位高組學生認為科學對社會可能有好處也可能有壞處，另一位高組學生提及科學對社會有益。對科學課程之態度部分，四位學生覺得科學很難理解，另一位高組學生認為

自己可以多方嘗試，且特別提及喜歡實驗課程。對科學之興趣部分，四位學生皆認為自己對科學較不感興趣，認為自己較不適合學習科學，另一位高組學生表示對科學持有一點興趣。從以上資料可知高成就之學生傾向持有較為正面的科學家印象，也因此會較勇於學習科學；中成就之學生傾向持有較為負面的科學家印象；低成就之學生則多不具有科學家意象。

## 結論與建議

本研究將從「啟聰學校高中生所持有之科學家意象」、「不同性別與年級之學生持有之科學家意象」及「進一步瞭解啟聰學校高中生對科學家的印象及對科學課程的態度和興趣」三方面總結本研究之結論，並提出未來教學與研究之建議。

### 一、結論

#### (一) 啟聰學校高中生所持有之科學家意象

表七 科學家意象與學習成就之關聯表

學生代號	自然科成績	科學家意象類型	性別刻板印象	科學之社會意涵	科學課程之態度	對科學之興趣
H1	高組	刻板印象	男女皆可當科學家	有好有壞	勇於嘗試，喜歡實驗課	有點興趣
H2	高組	刻板印象	男女皆可當科學家	有益處	覺得困難	無興趣
M1	中組	負面印象	男性適合當科學家	危害社會	覺得困難	無興趣
L1	低組	不具科學家概念	不具科學家概念	不瞭解科學意涵	覺得困難	無興趣
L2	低組	不具科學家概念	不具科學家概念	不瞭解科學意涵	覺得困難	無興趣

本研究發現啟聰學校高中生較多持有之科學家特徵是整潔乾淨、男科學家、中年以上與有好奇心。刻板印象部分，較多學生畫出男科學家、中年以上、白人、研究象徵與留鬍鬚之特徵，且無提及保密標誌與燈泡；正面印象部分，較多學生畫出整潔乾淨、好奇心與面帶笑容等特徵；負面印象部分，較多學生畫出煩躁憤怒、過度疲累、行為瘋狂與科學怪人等特徵；本研究並發現女科學家特徵與科學家正面印象有較高的相關性，男科學家特徵與科學家刻板印象有較高的相關性。啟聰學校高中生較多畫出男科學家、中年以上、白人、研究象徵與留鬍鬚等刻板印象之結果與先前研究相符合，但也發現高比例學生的畫作提及整潔乾淨與有好奇心等等與以往不同的科學家印象，本研究推論隨著時代的演變可能產生新的科學家特徵（Ferguson & Lezotte, 2020；McCarthy, 2015；Türkmen, 2008），因此需要更多元的檢核項目才能更全面地瞭解現代學生的科學家意象。本研究與國內黃孝宗（2000）和洪文東與黃俊偉（2008）研究比較後發現，三個研究皆顯示學生多持有男性科學家印象，且本研究畫出研究象徵之比例明顯較其他兩個研究低，畫出留鬍鬚特徵之比例明顯較其他兩個研究高。本研究分析學生持有之科學家類型結果發現，最多學生持有刻板印象，接續為正面印象、不具科學家印象以及負面印象，值得注意的是有近三成的學生畫出與科學家無關之畫作，此比例遠高於先前研究結果（黃孝宗，2000；鄭豔齡，2013），其原因很值得在未來研究做相關探討。

### （二）不同性別與年級之啟聰學校高中生持有之科學家意象

本研究發現「不同年級之學生持有之科學家意象」並無顯著差別，且無隨著年紀

增長而較有刻板印象，但「不同性別的啟聰學校高中持有之科學家意象」有所不同，女學生有4項檢核項目之人次比與男學生相較有顯著差異，分別為女科學家、非白人科學家、享受工作與有同伴，也發現女學生之科學家正面印象檢核表分數明顯高於男學生，男學生之科學家負面印象檢核表分數明顯高於女學生。並發現女科學家皆由女學生所畫，因許多研究將畫出女科學家或是非白人科學家等特徵，視為學生持有較真實的科學家意象（Bodzin & Gehringer, 2001；Bohrmann & Akerson, 2001；Emvalotis & Koutsianou, 2018；Finson, Beaver, & Cramond, 1995；Subramaniam, Esprivalo Harrell, & Wojnowski, 2013），故推論女學生可能較男學生持有較真實與較正面的科學家意象。

### （三）進一步瞭解啟聰學校高中生對科學家的印象及對科學課程的態度和興趣

本研究透過深度晤談以瞭解啟聰學校高中生對科學家的印象及對科學課程的態度和興趣。研究發現5位個案學生持有之科學家意象與使用現代科學家檢核表檢核之結果相符，顯示出本檢核表應具有其可信度。值得注意的是，本研究發現畫出與科學家無關畫作之學生，也對科學較不具概念，並且錯誤理解科學家三個字的意義。我們認為可能因為啟聰學校學生多依賴手語溝通，而使用手語者之理解監控能力與工作記憶能力與一般人有落差，使得聽障學生較難理解與監控在學習過程中遺失了多少知識（劉秀丹，2009；Liu, Tseng, & Liu, 2008；Kelly, 1996；Marschark & Wauters, 2008；Napier & Barker, 2004），因此錯誤理解科學家的涵義。此外，雖然有三位學生畫出男科學家，但搭配晤談後發現兩位學生並未持

有性別刻板印象，故本研究認為仍需搭配晤談，方能確實瞭解學生是否具有性別刻板印象。「科學對社會的意涵」部分，發現學生認為科學對社會之影響較為分歧，並非如先前研究指出學生多認為科學對社會具有正面的影響（黃孝宗，2000；Subramaniam, Esprivalo Harrell, & Wojnowski, 2013），學生反而提及不當使用科學對社會造成傷害。「對科學課程之態度」部分，多數學生皆覺得科學課程很難理解，覺得上課的內容太學術和無聊，但是有學生提及對實驗課印象深刻；「對科學之興趣」部分，多數學生覺得自己與科學較無關聯，對科學課程較不感興趣，且認為自己不適合學習科學。「科學家意象與學習成就之關聯」部分，高成就學生較傾向持有較正面的科學家印象，中成就學生較傾向於持有較負面的科學家印象，低成就學生則較不具有科學家意象。許多研究指出當學生對科學家持有刻板概念或是非真實的概念，則容易對科學持有較負面的態度，進而不願意學習科學或是從事科學相關職業（Christidou, Bonoti, & Kontopoulou, 2016；Fung, 2002；Türkmen, 2008）；如果學生認為科學是有益社會或科學很有趣，則較容易從事科學相關活動（Simpson, Koballa, Oliver, & Crawley, 1994；Gibson & Chase, 2002）。因此，我們認為本研究結果對聽障科學教育敲響了一個警鐘，提醒我們應該要重新檢視聽障生的科學教育，並且在推動過程中投入更多資源。

## 二、建議

### （一）可多採用現代科學家檢核表來檢核學生持有之科學家意象

近年來越來越多研究指出現代學生所畫出的科學家特徵與過往不同，並建議使用

更多元的檢核項目來瞭解學生持有之科學家意象（Farland Smith, 2012；Subramaniam, Esprivalo Harrell, & Wojnowski, 2013）。本研究參考先前研究提出「現代科學家檢核表」，除了能提供更全面的檢核項目，也可以協助研究者將學生之科學家意象分為四類。研究結果發現「現代科學家檢核表」具有可信度，且能更全面的瞭解學生持有之科學家意象，故建議未來研究者可以多採用「現代科學家檢核表」檢核學生持有之科學家意象。

### （二）教學上宜使用關鍵字，培養學生自我監控力

本研究發現近三成學生畫出與科學家無關之圖畫，顯示這些學生即使學習過自然科學相關課程，但學生對科學家之概念依舊一知半解。許多研究指出使用手語者之理解監控能力與工作記憶能力與一般人有落差，使得聽障學生在學習上較有困難。（劉秀丹，2009；Liu, Tseng, & Liu, 2008；Kelly, 1996；Marschark & Wauters, 2008；Napier & Barker, 2004），且 Marschark 等人（2009）研究顯示聽障學生對手語的理解比他們認知的要少，對文字理解反而表現較好，因此本研究建議在教導使用手語之聽障學生時，如有重要概念需講解時，除了使用手語解釋之外，更應於黑板或白板上以書寫關鍵字提示之，並能時時確認學生的學習狀況，此外也要培養學生自我監控之能力，教導學生透過作筆記、放聲思考或自我提問等方法來監控自己的學習狀況。

### （三）融入女科學家故事、科學益於社會之議題與探究與實作活動

許多研究指出在科學課程與教學中融入科學史與科學家故事等內容，可幫助學生理解科學家真實與多元的面向（鄭豔齡，2013；Bodzin & Gehringer, 2001；Finson,

2003；Flick, 1990；McCarthy, 2015），因本研究發現女科學家特徵與正面印象有較高的相關性，故本研究建議可透過介紹女性科學家的生平事蹟、研究歷程與貢獻，以增進學生對科學家之正面印象。Gormally 與 Inghram（2021）研究指出聽障學生傾向選擇利他性、公共性及能回饋於聽障社群之工作，故本研究建議在課堂中提供科學家的工作能使社區受益之案例，才能較有效地改變聽障學生對科學家的看法。本研究也從晤談發現有學生提及實驗課很有趣，覺得做實驗很有成就感，故本研究建議教師在課堂中可以多融入探究與實作活動，以期提升學生的科學興趣與科學學習成就。

#### （四）對未來研究之建議

本研究初步進行啟聰學校高中生之科學家意象研究，建議後續可進行較深入之研究，以瞭解聽障生持有科學家刻板印象之原因。本研究主要使用畫科學家測驗以瞭解學生之科學家意象，建議未來也可以使用簡單問卷或增加晤談人數，以蒐集更多的質性與量化資料，以期更全面瞭解聽障生之科學家意象。本研究並建議研究者未來可研發提升聽障生瞭解真實科學家意象之課程，進行更多的實證性研究，建立更為完整之研究證據，以瞭解教學介入對聽障生持有之科學家意象之影響。

### 三、研究限制

最後，由於本研究是針對啟聰學校高中生持有之科學家意象進行研究，因聽障生樣本數稀少，不易取得大樣本資料，此為本研究主要之限制。同時，因本研究資料為 102 學年度所蒐集，近年教育界已推動課程調整，故本研究結果不宜過度推論。又因為對象限為啟聰學校高中生，也不宜過度推論至

一般學校之聽障學生。

## 參考文獻

- 呂紹海、巫俊明（2008）：國小「自然與生活科技」教科書中科學史內容之分析。新竹教育大學教育學報，25（2），1-31。[Lu, Shao-Hi, & Wu, Chun-Ming (2008). Analyzing the Historical Content of Elementary Science and Technology Textbooks. *Educational Journal of NHCUE*, 25(2), 1-31.]  
<http://doi.org/10.7044/NHCUEA.200812.0001>
- 林玉霞（2015）：聽覺障礙者之教育。載於王文科主編：特殊教育導論（第二版）（155-196 頁）。臺北：五南。  
 [Lin, Yu-Hsia (2015). Education for the hearing impaired. In Wang, Wen-Ke (Ed.), *Introduction to special education* (2<sup>nd</sup> ed.) (pp. 155-196). Taipei, Taiwan: Wu-Nan.]
- 林寶貴、黃玉枝（1997）：聽障學生國語文能力及錯誤類型之分析。特殊教育研究學刊，15，109-129。[Lin, Bao-Guey, & Huang, Yu-Chih (1997). An Analysis On The Hearing Impaired Students' Chinese Language Abilities And Its Error Patterns. *Bulletin of Special Education*, 15, 109-129.]
- 林寶貴、錡寶香（1991）：高職階段聽覺障礙學生國語文與數學能力之研究。特殊教育研究學刊，7，109-127。[Lin, Bao-Guey, & Chi, Pao-Hsaing (1991). A Study on the Ability of Chinese Language and Mathematics of the Hearing Impaired Students in Senior Vocational School. *Bulletin of Special Education*, 7, 109-127.]
- 洪文東、黃俊偉（2008）：國小學童對科學

- 家的意象調查研究：以屏東縣某國小學童為例。美和技術學院學報，27（2），21-47。[Hung, Wen-Tung, & Huang, Chun-Wei (2008). A Survey Study of Elementary School Students' Images of Scientists: An Example of Elementary School Students in Pingtung County. *Journal of Meiho Institute of Technology*, 27(2), 21-47.]  
<http://doi.org/10.7067/JMHIT.200809.0021>
- 張蓓莉（1989）：聽覺障礙學生之語言能力研究。特殊教育研究學刊，5，165-204。[Chang, Bey-Lih (1989). A Study On Language Ability Of Hearing-impaired Students. *Bulletin of Special Education*, 5, 165-204.]
- 張蓓莉（2006）：啟動建構學習的教學方式對數學低成就聽覺障礙學生二步驟四則運算文字題的教學效果。特殊教育研究學刊，30，75-94。[Chang, Bey-Lih (2006). The Effects of “Heuristic Constructivism Instruction” on Mathematical Word Problems Solving Performance of Low-achieving, Hearing Impaired Students. *Bulletin of Special Education*, 30, 75-94.]  
<http://doi.org/10.6172/BSE200603.3001004>
- 教育部（2003）：科學教育白皮書。臺北：教育部。[Ministry of Education (2003). *White paper on creative education*. Taipei, Taiwan: Ministry of Education.]
- 教育部（2014）：十二年國民基本教育實施計畫。臺北：教育部。[Ministry of Education (2014). *Implementation Scheme for 12-year Basic Education*. Taipei, Taiwan: Ministry of Education.]
- 教育部（2018）：十二年國民基本教育－特殊教育課程實施規範。臺北：教育部。[Ministry of Education (2018). *Special Education Curriculum Implementation Specification*. Taipei, Taiwan: Ministry of Education.]
- 郭重吉、蔣佳玲（1995）：評析學生對科學家的形象之相關研究。科學教育月刊，179，2-27。[Guo, Chorng-Jee, & Chiang, Chia-Ling (1995). A Commentary on the related research of students' image of scientists. *Science Education Monthly*, 179, 2-27.]
- 黃孝宗（2000）：高雄縣大寮國小學童科學家意象之研究（未出版）。臺東師範學院教育研究所碩士論文，臺東。[Huang, Hsiao-tsung (2000). *A Study on the Students' Images of Scientists in Taliao Elementary School Kaohsiung County*. Unpublished master's thesis, National Taitung Teachers College, Taitung.]
- 劉秀丹（2009）：手語和口語工作記憶機制之異同分析。台灣聽力語言學會雜誌，23，31-47。[Liu, Hsiu-Tan (2009). A Comparison on Working Memory Mechanism between Sign Language and Spoken Language. *Journal of the Speech-Language-Hearing Association of Taiwan*, 23, 31-47.]  
<http://doi.org/10.6143/JSLHAT.2009.07.03>
- 鄭豔齡（2013）：探討不同科學家介紹課程對七年級學生科學家意象與對科學的態度之影響（未出版）。國立彰化師範大學生物學系研究所碩士論文，彰化。[Cheng, Yen-Ling (2013). *Investigating the impact of two different curriculum designs for introducing scientists on seventh graders' images of scientist and attitudes*

- toward science. Unpublished master's thesis, National Changhua University of Education, Changhua.]
- 台華 (1995) : 殘障資優學生身心特質之研究。特殊教育研究學刊, 13, 203-219。[Lu, Tai-Hwa (1995). A Study of the Characteristics in the Gifted Handicapped Students. *Bulletin of Special Education*, 13, 203-219.]
- Allen, J. M., Muragishi, G. A., Smith, J. L., Thoman, D. B., & Brown, E. R. (2015). To grab and to hold: Cultivating communal goals to overcome cultural and structural barriers in first-generation college students' science interest. *Translational Issues in Psychological Science*, 1(4), 331-341.  
<http://doi.org/10.1037/tps0000046>
- Bodzin, A., & Gehringer, M. (2001). Breaking science stereotypes. *Science and Children*, 38(4), 36-41.
- Bohrmann, M. L., & Akerson, V. L. (2001). A teacher's reflections on her actions to improve her female students' self-efficacy toward science. *Journal of Elementary Science Education*, 13(2), 41-55.  
<http://doi.org/10.1007/BF03176219>
- Brown, E. R., Thoman, D. B., Smith, J. L., & Diekman, A. B. (2015). Closing the communal gap: The importance of communal affordances in science career motivation. *Journal of Applied Social Psychology*, 45(12), 662-673.  
<http://doi.org/10.1111/jasp.12327>
- Cawthon, S. W. (2004). Schools for the deaf and the no child left behind act. *American Annals of the Deaf*, 149(4), 314-323.  
<http://doi.org/10.1353/aad.2005.0002>
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test. *Science Education*, 67(2), 255-265.  
<http://doi.org/10.1002/sce.3730670213>
- Christidou, V., Bonoti, F., & Kontopoulou, A. (2016). American and Greek children's visual images of scientists. *Science & Education*, 25(5-6), 497-522.  
<http://doi.org/10.1007/s11191-016-9832-8>
- Easterbrooks, S. R., & Stephenson, B. (2006). An examination of twenty literacy, science, and mathematics practices used to educate students who are deaf or hard of hearing. *American Annals of the Deaf*, 151(4), 385-397.  
<http://doi.org/10.1353/aad.2006.0043>
- Emvalotis, A., & Koutsianou, A. (2018). Greek primary school students' images of scientists and their work: has anything changed? *Research in Science & Technological Education*, 36(1), 69-85.  
<http://doi.org/10.1080/02635143.2017.1366899>
- Farland Smith, D. (2012). Development and field test of the modified Draw A Scientist test and the Draw A Scientist rubric. *School Science and Mathematics*, 112(2), 109-116.  
<http://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00124.x>
- Ferguson, S. L., & Lezotte, S. M. (2020). Exploring the state of science stereotypes: Systematic review and meta analysis of the Draw A Scientist Checklist. *School Science and Mathematics*, 120(1), 55-65.  
<http://doi.org/10.1111/ssm.12382>
- Finson, K. D. (2003). Applicability of the DAST-C

- to the images of scientists drawn by students of different racial groups. *Journal of Elementary Science Education*, 15(1), 15-26.  
<http://doi.org/10.1007/BF03174741>
- Finson, K. D., Beaver, J. B., & Cramond, B. L. (1995). Development and field test of a checklist for the Draw A Scientist Test. *School Science and Mathematics*, 95(4), 195-205.  
<http://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1995.tb15762.x>
- Flick, L. (1990). Scientist in Residence Program Improving Children's Image of Science. *School Science and Mathematics*, 90(3), 204-214.  
<http://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1990.tb15536.x>
- Fung, Y. Y. (2002). A comparative study of primary and secondary school students' images of scientists. *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 199-213.  
<http://doi.org/10.1080/0263514022000030453>
- Gibson, H. L., & Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, 86(5), 693-705.  
<http://doi.org/10.1002/sce.10039>
- Gormally, C. L., & Marchut, A. (2017). " Science Is Not My Thing": Exploring Deaf Non-Science Majors' Science Identities. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 20(1), 1-15.  
<http://doi.org/10.14448/jsesd.08.0001>
- Gormally, C., & Inghram, R. (2021). Goggles and White Lab Coats: Students' Perspectives on Scientists and the Continued Need to Challenge Stereotypes. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 22(1), 1-11.  
<http://doi.org/10.1128/jmbe.v22i1.2273>
- Head, J. (1985). *The Personal Response to Science*. NY: Cambridge University Press.
- Huber, R. A., & Burton, G. M. (1995). What do students think scientists look like? *School Science and Mathematics*, 95(7), 371-376.  
<http://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1995.tb15804.x>
- Holt, J. A. (1994). Classroom attributes and achievement test scores for deaf and hard of hearing students. *American Annals of the Deaf*, 139(4), 430-437.  
<http://doi.org/10.1353/aad.2012.0274>
- Kelly, L. (1996). The interaction of syntactic competence and vocabulary during reading by deaf students. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 1(1), 75-90.  
<http://doi.org/10.1093/oxfordjournals.deafed.a014283>
- Kelly, L. P. (1995). Processing of bottom-up and top-down information by skilled and average deaf readers and implications for whole language instruction. *Exceptional Children*, 61(4), 318-334.  
<http://doi.org/10.1177/001440299506100402>
- Kelly, R. R., & Mousley, K. (2001). Solving word problems: More than reading issues for deaf students. *American Annals of the Deaf*, 146(3), 251-262.  
<http://doi.org/10.1353/aad.2012.0088>
- Krajcovich, J. G., & Smith, J. K. (1982). The development of the image of science and scientists scale. *Journal of Research in*

- Science Teaching*, 19(1), 39-44.  
<http://doi.org/10.1002/tea.3660190106>
- Liu, H. T., Tseng, C. H., & Liu, C. J. (2008). A comparison of Taiwanese Sign Language and Manually Coded Chinese: Word length and Short-Term Memory capacity. In A. Botinis (Ed.), *International Speech Communication Association Tutorial and Research Workshop on Experimental Linguistics* (pp. 141-144). Athen Greece: University of Athen press.  
<http://doi.org/10.36505/ExLing-2008/02/0036/000095>
- Luetke-Stahlman, B., & Nielsen, D. C. (2003). The contribution of phonological awareness and receptive and expressive English to the reading ability of deaf students with varying degrees of exposure to accurate English. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 8(4), 464-484.  
<http://doi.org/10.1093/deafed/eng028>
- Mangrubang, F. R. (2004). Preparing elementary education majors to teach science using an inquiry-based approach: The Full Option Science System. *American Annals of the Deaf*, 149(3), 290-303.  
<http://doi.org/10.1353/aad.2004.0028>
- Marschark, M., & Wauters, L. (2008). Language comprehension and learning by deaf students. In M. Marschark & P. C. Hauser (Eds.), *Perspectives on deafness. Deaf cognition: Foundations and outcomes* (pp. 309-350). Oxford, England: Oxford University Press.  
<http://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195368673.003.0012>
- Marschark, M., Sapere, P., Convertino, C. M., Mayer, C., Wauters, L., & Sarchet, T. (2009). Are deaf students' reading challenges really about reading? *American Annals of the Deaf*, 154(4), 357-370.  
<http://doi.org/10.1353/aad.0.0111>
- McCarthy, D. (2015). Teacher candidates' perceptions of scientists: Images and attributes. *Educational Review*, 67(4), 389-413.  
<http://doi.org/10.1080/00131911.2014.974510>
- Mead, M., & Metraux, R. (1957). Image of the scientist among high-school students. *Science*, 126(3270), 384-390.  
<http://doi.org/10.1126/science.126.3270.384>
- Meyer, C., Guenther, L., & Joubert, M. (2019). The draw-a-scientist test in an African context: Comparing students' (stereotypical) images of scientists across university faculties. *Research in Science & Technological Education*, 37(1), 1-14.  
<http://doi.org/10.1080/02635143.2018.1447455>
- Miller, D. I., Nolla, K. M., Eagly, A. H., & Uttal, D. H. (2018). The development of children's gender science stereotypes: a meta analysis of 5 decades of US draw a scientist studies. *Child Development*, 89(6), 1943-1955.  
<http://doi.org/10.1111/cdev.13039>
- Moores, D. F., Jatho, J., & Creech, B. (2001). Issues and trends in instruction and deafness: American Annals of the Deaf 1996 to 2000. *American Annals of the Deaf*, 146(2), 71-76.  
<http://doi.org/10.1353/aad.2012.0548>
- Napier, J., & Barker, R. (2004). Accessing university education: Perceptions, preferences, and expectations for interpreting by deaf students. *Journal of Deaf Studies*

- and Deaf Education*, 9(2), 228-238.  
<http://doi.org/10.1093/deafed/enh024>
- Nunes, T., & Moreno, C. (2002). An intervention program for promoting deaf pupils' achievement in mathematics. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 7(2), 120-133.  
<http://doi.org/10.1093/deafed/7.2.120>
- Qi, S., & Mitchell, R. E. (2012). Large-scale academic achievement testing of deaf and hard-of-hearing students: Past, present, and future. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 17(1), 1-18.  
<http://doi.org/10.1093/deafed/enr028>
- Schibeci, R. A., & Sorensen, I. (1983). Elementary school children's perceptions of scientists. *School Science and Mathematics*, 83(1), 14-20.  
<http://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1983.tb10087.x>
- She, H. C. (1998). Interaction between different gender students interaction and teacher in junior high school biology classes. *Proceedings of the National Science Council: Part D, Mathematics, Science, and Technology Education*, 8(1), 16-21.
- Simpson, R. D., Koballa, T. R., Oliver, J. S., & Crawley, F. E. (1994). Research on the affective dimension of science learning. In D. White (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 211-235). New York: Macmillan.
- Subramaniam, K., Esprivalo Harrell, P., & Wojnowski, D. (2013). Analyzing prospective teachers' images of scientists using positive, negative and stereotypical images of scientists. *Research in Science & Technological Education*, 31(1), 66-89.  
<http://doi.org/10.1080/02635143.2012.742883>
- Steinke, J., Lapinski, M. K., Crocker, N., Zietsman-Thomas, A., Williams, Y., Evergreen, S. H., & Kuchibhotla, S. (2007). Assessing media influences on middle school-aged children's perceptions of women in science using the Draw-A-Scientist Test (DAST). *Science Communication*, 29(1), 35-64.  
<http://doi.org/10.1177/1075547007306508>
- Swanwick, R., Oddy, A., & Roper, T. (2005). Mathematics and deaf children: an exploration of barriers to success. *Deafness & Education International*, 7(1), 1-21.  
<http://doi.org/10.1179/146431505790560446>
- Thomas, M. D., Henley, T. B., & Snell, C. M. (2006). The draw a scientist test: A different population and a somewhat different story. *College Student Journal*, 40(1), 140-149.
- Türkmen, H. (2008). Turkish Primary Students' Perceptions about Scientist and What Factors Affecting the Image of the scientists. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(1), 55-61.  
<http://doi.org/10.12973/ejmste/75306>
- Vosganoff, D., Paatsch, L. E., & Toe, D. M. (2011). The mathematical and science skills of students who are deaf or hard of hearing educated in inclusive settings. *Deafness & Education International*, 13(2), 70-88.  
<http://doi.org/10.1179/1557069X11Y.0000000004>

收稿日期：2020.12.09

接受日期：2021.05.31

## Images of Scientists Held by High School Students With Hearing Impairment

Jia-Ying Lin\*

Ph. D. Candidates,  
Graduate Institute of Science  
Education,  
National Taiwan Normal  
University

Mei-Hung Chiu

Professor,  
Graduate Institute of Science  
Education,  
National Taiwan Normal  
University

Jia-Hong Lin

Ph. D. Candidates,  
Institute of Education,  
National Sun Yat-sen  
University

### ABSTRACT

**Purpose:** Students' images of scientists may affect their attitudes toward science and their willingness to choose science-related fields for majors or careers. Although many studies have investigated the images of scientists held by students of different ethnic groups, genders, and ages, few studies have discussed the images of scientists held by students with hearing impairment. Due to hearing loss, students with hearing impairment have poorer communication and reading abilities. Understanding such students' images of science and scientists through questionnaires or oral interviews alone is not easy. The purpose of this research was to understand the images of scientists held by students with hearing impairment. **Methods:** Chambers developed the Draw-a-Scientist Test (DAST) in 1983, where students draw an image of a scientist on drawing paper for evaluation. We used the DAST to understand the images of scientists held by students with hearing impairment. **Results/Findings:** We developed the Modern DAST Checklist based on previous research and analyzed the data from drawings by 68 senior high school students from a local hearing-impaired school. The results revealed that the attributes perceived of scientists held by the students with hearing impairment included neatness or cleanliness, male sex, middle-age or older, and curiosity. Female scientist sex was positively correlated with more positive impressions, and male scientist sex was positively correlated with stereotypes of scientists. The students tended to have stereotypical images of scientists, and a high percentage of students drew pictures of unrelated scientists. In addition, we discovered that female students held more positive

images of scientists, and male students held more negative images of scientists. We observed no significant differences in the images of scientists held by students in different grades. Through in-depth interviews, we learned that the students were uninterested in science and believed that they were not suitable for learning science. **Conclusions/Implications:** Our findings reveal the images of scientists held by students with hearing impairment and the gender-related differences in such images. Overall, we suggest that, when teaching students who use sign language for learning, teachers provide keyword clues and teach students self-monitoring. Teachers can also tell more stories about female scientists than they typically share, discuss scientific issues that are beneficial to society, and implement more practical activities in classrooms to increase students' sense of scientific identity and enhance the possibility of students participating in science. This study proposed follow-up research directions and practical applications as well as provided suggestions for future related activities.

Keywords: Draw-a-Scientist Test, scientist image, students with hearing impairment