

2020 年臺灣國際科學展覽會 優勝作品專輯

- 作品編號** 130006
- 參展科別** 行為與社會科學
- 作品名稱** 文化與數學文本：眼動技術下不同民族學生的解題行為之探究(Culture meet mathematics in the context: Exploring different national students' problem-solving behavior by eye tracking technology)
- 得獎獎項** 大會獎：一等獎
出國正選代表
- 就讀學校** 嘉義縣私立協同高級中學
- 指導教師** 歐志昌、陳致澄
- 作者姓名** 陳炳宏
- 關鍵詞** 文化回應、眼動技術、數學解題

作者簡介



我是陳炳宏，嘉義縣協同高中三年級，對事物充滿好奇與探究，並喜歡閱讀小說與科普刊物，樂於寫作、電繪機械設計。

高一參與模聯、科展、FRC 澳洲國際賽。

高二至美國 SIU 高中求學。

返國後，參加演辯社，與物辯團隊於澳門參賽獲獎。

曾接觸原住民相關議題，並擔任原住民科學節志工和部落見學，透過大學研究團隊指導進行眼動儀研究。

摘要

臺灣通過《實驗教育三法》後，許多原住民族實驗教育學校如雨後春筍般成立。鑑於世界美國、加拿大、紐西蘭等國，對於原住民族教育政策提倡「文化回應課程與教學」之理念，本研究以「等差數列與級數」為核心概念，設計「鄒族文化內涵數學文本」與「漢民族文化內涵數學文本」，透過眼動儀技術及數學解題，邀請「都市原住民族學生」、「偏鄉原住民族學生」、「都市漢民族學生」、「偏鄉漢民族學生」等四群學生進行受試。實驗中，每一群學生均須完成「鄒族文化內涵數學文本」與「漢民族文化內涵數學文本」閱讀與解題。受試完畢後，本研究再針對學生所撰寫的數學解題文本與眼動儀相關數據，進行「整體之眼動指標」、「歷程分析之眼動指標」以及「數學問題的解題情形」等三類面向之分析。期望本研究所獲得的結果，也能夠回饋給未來原住民族實驗教育政策的制定或後續原住民族的相關研究上。

Abstract



After Taiwan passed the 《3 types of Experimental Education Act》, many Indigenous experimental education schools have sprung up. In view of United States, Canada, New Zealand and other countries, the concept of "Culturally Responsive Curriculum & Teaching" is advocated for the education policy of Indigenous. Firstly, this study will use the "arithmetic progression & arithmetic series" as the core concept to design the "Mathematical texts with Tou Nationality culture connotation" and "Mathematical texts with Han Nationality cultural connotation". Secondly, Exploring Four groups of students' different mathematics problem solving strategy through "Eye Tracking Technology" including Tou Nationality students and Han Nationality students. In this study, each group of students must complete reading and solving problems of the two "Mathematical Text with Cultural Connotation". After the completion of the test, the study will also focus on the mathematics problem-solving texts and eye tracker data written by the students, such as "the overall eye movement index", "the eye movement index of the course analysis" and "the problem solving situation of the mathematics problem". It is expected that the results obtained by this research can also be returned to the future development of the experimental education policy of the aborigines or the subsequent research on the aboriginal people.

壹、前言

一、研究動機

近年來，教育部（2014a）為了鼓勵教育創新與實驗，保障學生的學習權及家長的教育選擇權，遂頒布《實驗教育三法》，讓許多中、小學能夠依著不同的教育理念規劃學校經營及運作方式。根據《親子天下》2019年調查顯示，臺灣實施「實驗教育」的學校已超過200所。其中，依循《學校型態實驗教育實施條例》辦理原住民族實驗教育學校的中小學，已達17所（教育部統計處，2019）。而這些實施「原住民族實驗教育」的學校，卻面臨「師資人力不足」、「課程與教材規劃缺乏統整」以及「計畫及補助項目難以彈性調整」之困境（施玉權，2018）。其中，在課程及教材的研發上，即強調將「原住民族文化」融入，增加原住民族文化之回應。徐偉民（2004）也提到，「文化差異」往往是原住民族學生數學學習困難的主要原因之一。此「文化差異」即指原住民族學生缺乏在熟悉的文化情境中學習，說明「文化回應課程」（Culturally Responsive Curriculum）對於擁有不同文化背景學生的學習具有重要的影響。以原住民族文化作為腳本去重新建構相關的文化本位教材，逐漸成為當前各國對於原住民族教育的趨勢（王前龍，2015）。

反觀國際世界各國，蔡芬芳（2012）指出，紐西蘭從1990年起制訂許多政策，致力於保存毛利語言及文化工作，堪稱為一個好的原住民族教育政策。而「整體課程呈現毛利文化，但未放棄主流文化知識」便是其中一項成功的原因之一。由此可見，對於不同文化背景的學生，同時施以「文化回應文本」與「主流文化文本」是可行且必要的方式。再以美國對於印地安原住民族政策來說，周惠民與施正鋒（2011）指出，美國阿拉斯加 Fairbank 大學力推「文化回應課程」-《阿拉斯加偏遠地區革新方案》（Alaska rural systemic initiative, AKRSI）即是希望藉此重建原住民族知識體系，並發展與當地地區文化有關的課程與教材。因為，他們深信，讓學生沉浸於所屬文化中學習的沉浸式課程（immersion program），有助於學生同時習得相關知識，也能培養其對自身文化的認同感。

另外，由於我（第一作者）就讀的學校是位於阿里山山腳下，因此，我的同學中有一些是從阿里山公路沿線下來的鄒族人。我觀察他們在自修的時候，會經常畫一些像「」我不太瞭解其意義的圖案（後來查閱網路後，才知道這是鄒族的圖騰），鄒族同學說：「畫這些圖案能幫助他了解一些數學知識。例如： 代表「+ - -」所以得到「-」。我深深感覺，雖然他們的民族文化與我的漢民族文化不同，但是，他們對於他們自己的文化比較有感；而我也對我自己的漢民族文化比較有感。

綜合上述台灣當前教育改革的方向以及我從同學身上看到的現象，這讓我思考到「如果提供不同民族的學生屬於他們自己的閱讀教材，那麼每一位學生的學習成效是不是會改變？」的想法。於是，便燃起我對於本研究極大的興趣！於是，著手進行更深層的探討與研究。

二、研究重要性

(一) 文化與生活情境對學生數學學習的影響

林佩璇(2013)指出,近年來,許多學者受多元文化思潮的影響,認為學生在學業成績上的落差,不能完全認定是智力的影響。其實,學生的學習風格和學習準備度都會受到他所使用的語言以及他所接觸的文化所影響。還有,九年一貫數學學習領域課程綱要(教育部,2008)提到:「數學課程發展應以生活為中心,配合各階段學生身心與思考型態的發展歷程,提供適合學生能力與興趣的學習方式,以發展數學學習活動」。十二年國教課程綱要(教育部,2014)也提到:「『核心素養』是指個人為適應日常生活與面對未來,所必須具備的知識、能力與態度」;強調學習應關注知識、技能與生活的結合,透過實踐、力行而達成全人發展(鄭章華,2018)。由此可見,運用學生所接觸的生活情境與文化作為他們學習的教材,不僅能提升學生的興趣,也能夠讓學生體會所學的知識與生活的連結,感受數學學習應用在生活中的意義。

(二) 學生對於不同教材的閱讀行為

從理論的觀點來說, Park, Plass 與 Brünken (2014)指出:當學生接觸的教材對他們來說,是有意義的訊息時,學生就能有效地處理這些訊息,也就可以降低學習的認知負荷 (cognitive load),有助於理解學習內容。

從實際研究的觀點來說,賴孟龍(2019)指出:多數學生對於具有情境的學習材料會感到較有興趣,且學習效果也較高。國外研究也發現,教材的設計與編排方式對學生的學習影響甚大,設計良好的教材內容,可提升學生學習興趣,也可激發學生的思考能力(Morgan, 2014)。教材內容中圖例、圖示的呈現與文字(例如:圖例說明、文字解說、題目算式)的編排,也都是影響學習成效的重要因素(Janko & Peskova, 2013)。Peeck (1993)的研究更發現,教材的設計如果能夠吸引原住民族學生的注意力,就能降低原住民族學生的認知負荷,增進原住民族學生對教材閱讀理解的程度,也能提高學習的成效。

(三) 眼球追蹤技術作為認知測量工具的輔助

陳學志、彭淑玲、曾千芝與邱皓政(2008)指出:過去對於個體認知過程的探究,多是以放聲思考(Thinking Aloud)、晤談(Interview)、正確率(Accuracy Ratio)或是反應時間(Response Time)的方式進行解釋或推論,無法提供一個較科學且有效的認知測量。

近年來,眼球追蹤技術(eye-tracker)已被用來作為一項科技的工具,探討學習者的閱讀歷程或認知的行為(吳昭容,2019;Behnke,2016)。眼球追蹤技術的用途,主要在追蹤受試者注視一個特定的刺激材料時眼球的運動,紀錄這位受試者觀看這個刺激材料的過程中,所產生的各種眼動指標(例如:各關鍵區域的凝視點數量或總凝視時間...等),並進行後續分析(賴孟龍,2019)。上述眼動指標即顯示受試者在閱讀刺激材料時的「耗費心力程度」(總凝

視時間，total fixation durations, TFD)、「總凝視次數」(total fixation count)、「平均凝視時間」(average fixation durations) 為運用眼動儀器時，經常使用的相關數據。

因此，本研究嘗試運用「科學的眼睛-眼動追蹤技術」來偵測漢民族與鄒族的中學生，檢視這兩群民族文化迥異的學生，他們在先後閱讀具「鄒族文化內涵的數學文本」以及具「漢民族文化內涵的數學文本」並進行數學解題的歷程中，其閱讀歷程與解題行為是否有差異？相信本研究的結果，將能反饋給當前提倡「文化回應課程與教學」的原住民族實驗教育學校，作為未來推導此政策或學理的重要證據。也希望能與國際推行原住民族教育的國家（例如：美國、加拿大、紐西蘭...等國）進行比較，獲得符應全球觀點的視野。

三、研究問題

本研究希望讓漢民族與鄒族的中學生先後閱讀具「鄒族文化內涵」與具「漢民族文化內涵」的數學文本，並運用「科學的眼睛-眼動追蹤技術」，檢視這兩群民族文化迥異學生的閱讀歷程與解題行為。因此，本研究首先設計「鄒族文化內涵的數學文本」以及「漢民族文化內涵的數學文本」，文本中分別以鄒族文化與漢民族文化為情境脈絡，鋪陳以「等差數列與級數」概念的數學問題；再邀請「都市原住民族-自小生長在都市的鄒族原住民族學生」、「偏鄉原住民族-自小生長在部落的鄒族原住民族學生」、「都市漢民族-自小生長在都市的漢民族學生」、「偏鄉漢民族-自小生長在偏鄉的漢民族學生」等四群學生參與本研究的文本閱讀與數學解題。期待透過「眼動追蹤技術」的偵測，分析不同民族中學生在兩種不同文化內涵數學文本的閱讀歷程與解題表現，是否產生差異？藉此，來證實自己所認定「如果提供不同民族的學生屬於他們自己的閱讀教材，那麼每一位學生的學習成效將會不同」的假設。也期望本研究所獲得的結果，也能夠回饋給未來原住民族實驗教育政策的制定或後續原住民族的相關研究上。據此，條列本研究問題如下：

- (一) 不同民族學生在不同民族文化內涵文本閱讀後的解題正確率是否有差異？
- (二) 不同民族學生在不同民族文化內涵文本閱讀歷程中的耗費心力程度是否有差異？
- (三) 不同民族學生在不同民族文化內涵文本閱讀歷程中為理解文意的總凝視次數是否有差異？
- (四) 不同民族學生在不同民族文化內涵文本閱讀歷程中為理解文意的平均凝視時間是否有差異？

四、文獻回顧與名詞解釋

本研究希望讓漢民族與鄒族的中學生先後閱讀具「鄒族文化內涵」與具「漢民族文化內涵」的數學文本，並運用「科學的眼睛-眼動追蹤技術」，檢視這兩群民族文化迥異學生的閱讀歷程以及解題行為。以下，針對「鄒族文化與漢民族文化內涵」、「眼動追蹤技術-閱讀歷程」

與「解題行為」進行文獻回顧與名詞解釋：

(一) 鄒族文化與漢民族文化內涵

1. 鄒族文化內涵

陳枝烈(2017)指出，臺灣自 2015 年起即開始推動原住民族教育實驗學校的發展。其中，多數學生由鄒族學童組成的阿里山中小學，即於 107 學年度起辦理原住民族實驗教育，成為「鄒族實驗教育學校」代表學校之一。研究者整理阿里山中小學所建置的「鄒族文化架構與內涵」如下表 1 所示：

表 1：鄒族文化架構與內涵

| 面向 | 細項 |
|----------|---------------------------|
| COU 文學 | 部落故事、神話故事、鄒語教學、創作文學、口傳文學 |
| 藝術樂舞 | 舞蹈、歌謠、樂器 |
| 美麗的 hosa | 部落遷徙與領域、婚姻規範與禁忌、生命禮俗、傳統祭儀 |
| 技藝之美 | 編織、建築、衣飾、童玩 |
| 山林傳奇鞣皮文化 | 狩獵、漁撈、分享、生態保育、揉皮技術 |
| 焚墾生活 | 農耕生活、飲食製作、小米文化 |

資料來源：阿里山國民中小學鄒族傳統文化知識架構圖

本研究將依據上表 1 所列的鄒族傳統文化知識內涵，思考可作為設計「鄒族文化內涵的數學文本」的細項，進而編製出「鄒族文化內涵的數學文本」的題幹，提供參與本研究的中學生閱讀與解題。

2. 漢民族文化內涵

依據行政院國情簡介中關於「土地與人民」(資料來源：<https://www.ey.gov.tw/state/99B2E89521FC31E1/2820610c-e97f-4d33-aa1e-e7b15222e45a>) 的論述提到：臺灣的住民是以漢人為最大族群(約占總人口數 97%)，另有 16 族的臺灣原住民(約占總人口數 2%)為，以及來自中國大陸的少數民族、大陸港澳配偶及外籍配偶(約占總人口數 1%)。因此，本研究所指「漢民族文化」是當前多數人所經驗之理念、制度與器物等三個層次的內容。以數學教材為例，則是指一般坊間所出版的教科書內容所涉及的文化內容(舉例如下圖 1)。

(2) 一包「酵母乳」有 5 瓶。下面有幾瓶「酵母乳」？

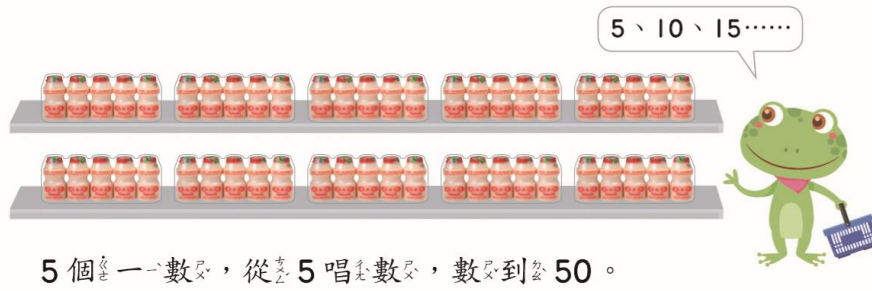


圖 1：教科書內容所涉及的漢民族文化內容

由上圖觀之，「酵母乳」是當代多數漢民族學生曾接觸的日常生活物品，但是，對於原住民族學生來說，則為較少接觸的物品。因此，這類以「多數漢民族學生所接觸過的物品」作為數學問題題幹中的情境或內涵的材料，本研究稱為「漢民族文化內涵的數學文本」題幹。

(二) 眼動追蹤技術-閱讀歷程

鑑於相關研究（陳學志、彭淑玲、曾千芝、邱皓政，2008）指出「放聲思考、晤談或反應時間的方式無法提供一個較科學且有效的認知測量」的觀點，Ifenthaler (2010)也提出，語言說明、文字書寫、畫圖、製作圖表或概念圖等不同外顯化的表徵方式，雖可以建構知識，但是，要透過外顯的再表徵來評估學習者內在運思與概念建構，卻可能因為溝通技巧不佳、使用不恰當的符號系統或使用不良善的工具，而導致再表徵產生偏差。而「測量眼球的運動」恰可提供認知研究的另一個可行的途徑。

吳昭容（2019）指出，「眼動追蹤技術」是建立在 Just 與 Carpenter 於 1976 年所提出的「心眼假說」(eye-mind hypothesis)理論基礎上。此理論認為，當受試者在閱讀教材時，受試者眼睛所注視的位置，正是其心智所在處理訊息的位置。因此，「眼動追蹤技術」所蒐集到的「眼球運動參數」(包括眼球的凝視行為、視線跳躍幅度...等)可用來解釋受試者在閱讀教材的心智運作行為意義（劉嘉茹、侯依伶，2011）。由於本研究所設計兩種不同「民族文化內涵」的數學文本中的數學問題題幹，多屬「圖文兼具」的特性，以下，研究者彙整有關閱讀有文有圖的圖文眼動研究，羅列常用的「眼球運動參數」以及其代表的意義如下表 2 所示：

表 2：有文有圖的圖文眼動研究常用之「眼球運動參數」及其意義

| 眼球運動參數類別 | | 眼球行為的意義 | 相關文獻 |
|----------|--|--|---|
| 凝視 | 總凝視時間 (total fixation durations, TFD) | 受試者處理閱讀材料所耗費心力的程度。總凝視時間越長，代表受試者花費較多心力和認知資源處理閱讀的訊息。 | 陳琪瑤、吳昭容 (2012) Hannus & Hyönä (1999) |
| | 總凝視次數 (total fixation count) | 認知負荷越高、難易度愈高的題目，總凝視次數越多。 | Lin & Lin (2014) |
| | 平均凝視時間 (average fixation durations) | | |

Just 與 Carpenter (1976)認為，當閱讀者觀看文本材料時，眼球的凝視行為（包括凝視位置、凝視時間、凝視序列）和認知處理模式有關連。其中，「凝視位置」的改變可以視為反應力的改變；而「視線跳躍幅度」可反映注意力的廣度，及個體內在的觀看策略。而 Inhoff 與 Radach (1998)認為，「總凝視時間」會受到文本結構影響，也被用來解釋學習者個別文字的語言處理。

由於本研究所設計的 2 種「文化內涵數學文本」中的數學問題多是「文字敘述加入圖片輔助說明」的類型，Carney 與 Levin (2002)認為，此類型的文本不僅可吸引讀者的注意力，同時也能提升閱讀動機和促進理解。Hegarty (1992)利用此類型的文本分析大學生閱讀滑輪系統時，透過「眼球移動順序」與「凝視位置」等眼動指標，發現「凝視位置」會在幾個「相關連續的圖區」以及「圖文」間來回移動，也有重新凝視的情形。這說明閱讀過程中，可能受限於「工作記憶容量」或「背景知識不足」等因素的影響，受試者必須來回檢視，同時對照圖文兩區的概念表徵，以達成閱讀理解進而進行數學解題。本研究將依據上述相關的「眼球運動參數」數據，分析參與本研究的受試者，他們分別在閱讀「鄒族文化內涵的數學文本」以及「漢民族文化內涵的數學文本」過程中的行為表現。

（三）解題行為

Polya (1945)指出，「數學解題」一直是數學教育所關注的焦點之一。美國數學教師學會 (NCTM, 2000)也提到，「解題」不僅是數學學習的目標，學生也可藉由「解題」達成數學學習。由此可見，關注學生「數學解題行為」的表現，是探討學生數學學習的重點之一。

由於本研究是讓參與本研究的中學生先後閱讀「鄒族文化內涵的數學文本」以及「漢民族文化內涵的數學文本」，在閱讀完文本中的每一道數學問題後，隨即以「心算」的方式計算出答案，並放聲說出學生所認為的正解。因此，本研究分析學生的「解題行為」，是以每位學生在 2 種不同「民族文化內涵的數學文本」中，針對每一道數學問題的解題答案是否正確進行探究。

貳、研究方法與過程

一、研究設計與方法

本研究的實施是將研究過程分為四大步驟（研究架構與流程如圖 1 所示）：1.決定參與本研究的學生所屬民族與人數；2.設計兩種文化內涵的數學文本；3.參與學生進行施測：閱讀兩種文化內涵數學文本，並進行解題（眼動追蹤技術偵測）；4.分析受試者所留下之「眼球運動參數」資料，並撰寫報告。依據上述研究四大步驟，茲提出本研究之架構與流程如圖 1 所示：

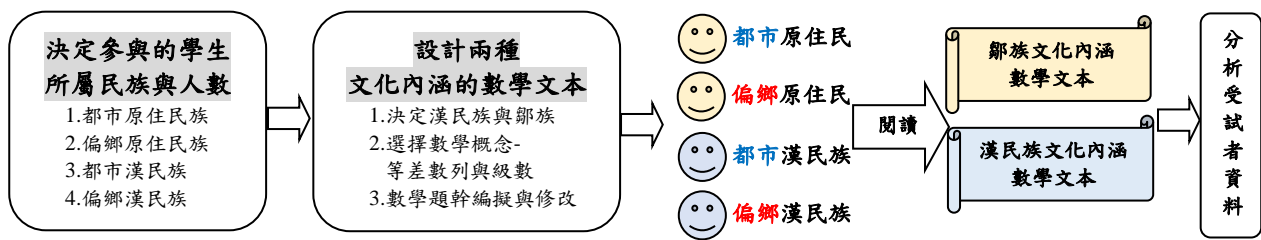


圖 1：研究架構與流程

二、研究實施

(一) 研究樣本與研究參與者：決定參與本研究的學生所屬民族

研究者搜尋「原住民族委員會」網站資料得知，目前臺灣共有原住民族 16 族。若以原住民族族群人數來看，似乎應選擇像阿美族、泰雅族這類人數較多的民族作為本研究原住民族的代表。但是，考量研究者之一的原住民族同學多屬（北）鄒族；以及指導老師所尋覓配合的大學研究團隊其多年來均涉略「（北）鄒族文化回應數學教材」研發等條件，本研究決定擇取（北）鄒族中學生（再分為都市原住民族學生與偏鄉原住民族學生）8 位及漢民族中學生（再分為都市漢民族學生與偏鄉漢民族學生）8 位，共 16 位中學生作為本研究的實驗對象。

本研究透過指導老師所尋覓配合的大學研究團隊協助，獲知（北）鄒族目前有達邦社與特富野社等二個部落。部落中的小學包括達邦社-

達邦國小（含里佳分校）、山美國小、新美國小；特富野社-來吉國小、阿里山中小學。部落裡的學生國小畢業後，便前往阿里山國中小（偏鄉部落學校）、私立輔仁中學（都市學校）等校就讀。因此，本研究是透過指導老師所尋覓配合的大學研究團隊協助，找到符合本研究所規劃「都市原住民族學生」、「偏鄉原住民族學生」、「都市漢民族學生」、「偏鄉漢民族學生」等條件之四群中學生（學生與家長所簽署之同意書舉隅如附件一所示）。故在研究對象的選擇，屬方便取樣（Convenience sampling）。

(二) 設計兩種文化內涵的數學文本

本研究為了比較「原住民族學生」與「漢民族學生」，是否在他們較熟悉的文化內涵數學文本情境中進行數學解題，其成效較佳？因此，分別以「漢民族文化」與「鄒族文化」作為數學問題的情境；再考量「鄒族的文化內涵」（包括 COU 文學、藝術樂舞、美麗的 hosa、技藝之美、山林傳奇鞣皮文化、焚壑生活等六個傳統文化面向，如圖 2）中蘊含那些數學概念？再進行數學問題的設計。

因此，決定以「等差數列與級數」作為本研究中學生數學解題的核心概念（對應十二年國教課綱之學習內容為「N-8-4 等差數列：等差數列；給定首項、公差計算等差數列的一般項。」以及「N-8-5 等差級數求和：等差級數求和公式；生活中相關的問題」。雖然「等差數列與級數」是 8 年級之概念，但是，學生在小學階段中，即學過「6-a-04 能利用常用的數量關係，

列出恰當的算式，進行解題，並檢驗解的合理性 (同 6-n-13)。」相關內容，因此，本研究所設計文本的數學題幹，是以國小學童應能推理而獲得的方向進行擬題，並非以國中階段的難度設計，以作為承先啟後之意。

關於兩種文化內涵的數學文本內容及數學問題茲說明如下：

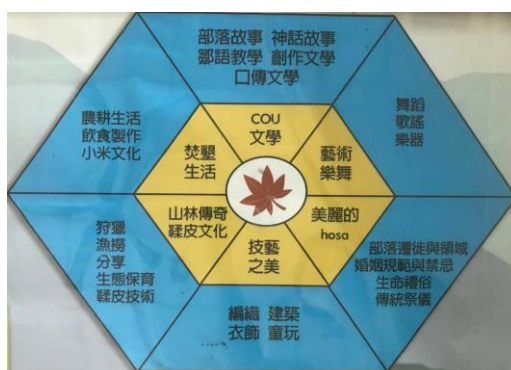




圖 2：鄒族傳統文化之面向 (資料來源：阿里山國民中小學鄒族傳統文化知識架構圖)

1. 漢民族文化內涵數學文本

關於漢民族文化內涵的數學文本中所羅列的數學問題，即是一般在教科書或坊間教材中較常見的數學問題。文本中包含 5 道數學問題。題幹內容與相關試題分析如下表 3 所示：


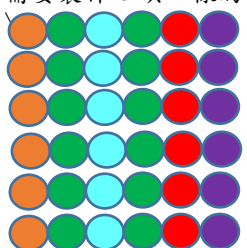






表 3：漢民族文化內涵數學文本中的數學問題分析



| 題號 | 數學題幹 | 試題分析 |
|----|--|---|
| 1 | 請觀察 5、5、5、5、5、... 這個數列， ① 請問這個數列的第 6 項是_____； ② 寫出這整個數列的每一個數字的和為_____。 | 等差數列的首項=5，公差 d=0。 求第 6 項。 求等差數列的各項總和。 |
| 2 | 請觀察 2、5、8、11、14、... 這個數列， 寫出這個數列 14 的下一個數字是_____ | 等差數列的首項=2，公差 d=3。 求第 6 項。 |
| 3 | 在 1 和 13 之間插入 3 個數， 使得這些數之間相鄰兩項的差相同， 請問：插入的第 2 個數是_____ | 建構 1、a、b、c、13 形成等差數列 求 b=? |
| 4 | 小澄在 101 大樓看到一個特別的電梯， 這電梯只停 1、6、11、16... 等樓層，  每 5 層樓停 1 次， 小澄目前在第 21 樓層， 乘坐這電梯往上， 連停 3 次之後， 小澄會出現在第_____樓層。 | 等差數列的首項=1，公差 d=5。 由任意一數「21」為起始數，求該項後第 3 項。 |
| 5 | 小佳去超市買東西， 發現店員正在飲料區放置飲料， 擺放的樣子如下圖有 4 層，  如果他想依照這樣的方式再多放 1 層， 請問這樣擺放的飲料共會有_____瓶。 | 求等差級數 1+2+3+4+5 的和。 |

2. 鄒族文化內涵數學文本

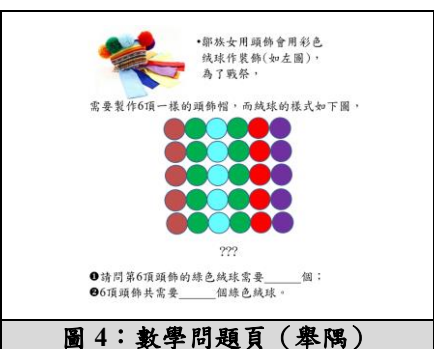
關於鄒族文化內涵的數學文本中所羅列的數學問題，即是以鄒族的傳統文化作為數學問題的情境，再以「等差數列與級數」為主要核心數學概念。文本中包含 5 道數學問題。題幹內容與相關試題分析如下表 4 所示：

表 4：鄒族文化內涵數學文本中的數學問題分析

| 題號 | 數學題幹 | 試題分析 |
|------|---|--|
| 1 | <p>鄒族女用頭飾會用彩色絨球作裝飾(如右圖)，</p>  <p>為了戰祭，需要製作 6 頂一樣的頭飾帽，而絨球的樣式如下圖，</p>  <p>① 請問第 6 頂頭飾的綠色絨球需要_____個； ② 6 頂頭飾共需要_____個綠色絨球。</p> | <p>1. 以「技藝之美-衣飾」文化內涵作為問題情境。 2. 觀察頭飾絨球顏色的規律，並作答。 3. 計算求解。</p> |
| 2, 3 | <p>圖中是茶山部落一隅，牆上最下面出現的是鄒族很常用的圖騰，請回答下列兩個問題：</p>  <p>① 第 1 個是紅色正立△、 第 2 個是藍色倒立▽ 第 3 個是黑色正立△(如右圖)， 以此類推，有規律地出現， 請問第 14 個圖是_____色_____立△。</p>  <p>② 若依照上題次序(如下圖)，</p>  <p>在各一個紅色正立△及藍色倒立△間加入 18 個圖騰， 請問第 16 個圖是_____色_____立△。</p> | <p>1. 以「技藝之美-圖騰」文化內涵作為問題情境。 2. 觀察圖騰「顏色與方向」的規律，並作答。 3. 在任意兩項中插入 18 項，求其中一項。</p> |
| 4 | <p>小橋在鄒族祭典看到一個特別的圖騰，這圖騰的紅色會出現在第 2、5、8、...層圖，</p>    <p>她想嘗試這個圖騰的織法，已知目前她已織到第 17 層，請問再連織 2 次紅色後，這個紅色會出現在圖騰中的第_____層。</p> | <p>1. 以「技藝之美-圖騰」文化內涵作為問題情境。 2. 已知紅色出現的層圖形成 2、5、8、...等差數列，求「17」之後兩項。</p> |

| | | |
|---|---|--|
| 5 | <p>鄒族族人會利用竹子、山棕等自然資源，製作像竹背簍(如左圖)等各種生活用具。</p>  <p>已知竹背簍某一面最下層竹編有 5 個洞、下往上數第 2 層有 6 個洞、第 3 層有 7 個洞、...，請問美麗的鄒族姑娘編到第 6 層後共有幾個洞？</p>  | <p>1.以「山林傳奇鞣皮文化-漁撈」文化內涵作為問題情境。 2.從 5、6、7、...等差數列，推出第 6 項的值，並計算出前 6 項的總和。</p> |
|---|---|--|

本研究為了以「**眼動追蹤技術**」檢視參與本研究的 16 位中學生他們在閱讀 2 種「不同文化內涵數學文本」並進行數學解題的過程與結果，會先行將設計好的「鄒族文化內涵的數學文本」以及「漢民族文化內涵的數學文本」等 2 種文本製作成「PowerPoint」檔案形式。其中，包含「飄移校正頁 (drift correction) (參見圖 2)」、「作答說明頁 (參見圖 3)」以及「數學問題頁 (參見圖 4)」等三類頁面。

| | | |
|---------------------------------------|--|--|
| <p>下一頁有一個十字 請看<u>十字的中心5秒鐘</u></p> | <p>請閱讀下一頁的問題情境 <u>讀完解題之後請說「我已經完成了」</u> 進入下一頁</p> |  |
| 圖 2：飄移校正頁 | 圖 3：作答說明頁 | 圖 4：數學問題頁（舉隅） |

(三) 參與學生進行施測

接著，本研究陸續邀請參與本研究受測的「都市原住民族學生」、「偏鄉原住民族學生」、「都市漢民族學生」、「偏鄉漢民族學生」等四群 16 位中學生進行受測。實驗採個別施測，主要目的在蒐集受試者閱讀「2 種不同文化內涵數學文本」過程中的「**眼球運動歷程之凝視資訊**」。以下，首先說明「眼動儀簡介」；接續，說明「施測流程」：

1. 眼動儀簡介

本研究是使用 SR Research 公司所生產的「the EyeLink 1000 Desktop Mount」型號眼動儀 (參見圖 5)，記錄受試者右眼的眼動「凝視」(fixation)資料。該眼動儀是利用紅外線偵測瞳孔位置及角膜反射的原理追蹤眼球運動。EyeLink 系統不但準確，而且能在極小的延遲下立即收集到毫秒的短暫眼動資料。此外，該眼動儀也具有高解析度、低噪音、穩定、快速、多用途的優點，能在完全不干擾受試者的環境下自然、立即且安全的收集到受試者的眼動資料。

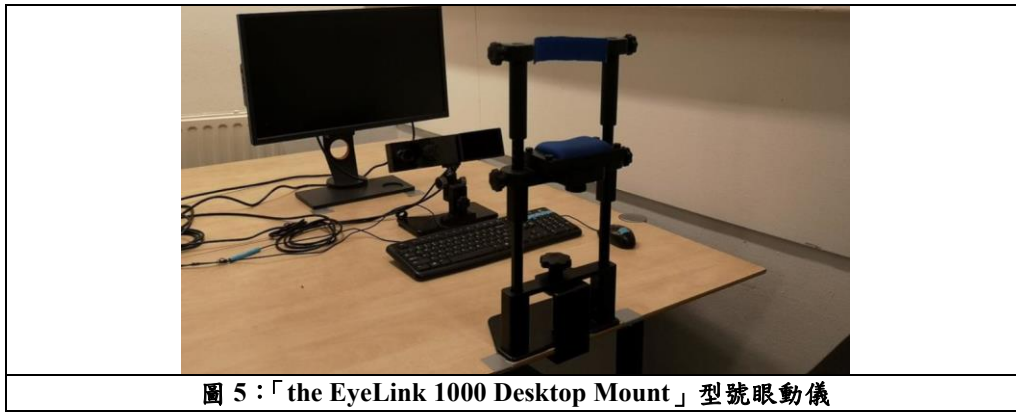


圖 5：「the EyeLink 1000 Desktop Mount」型號眼動儀

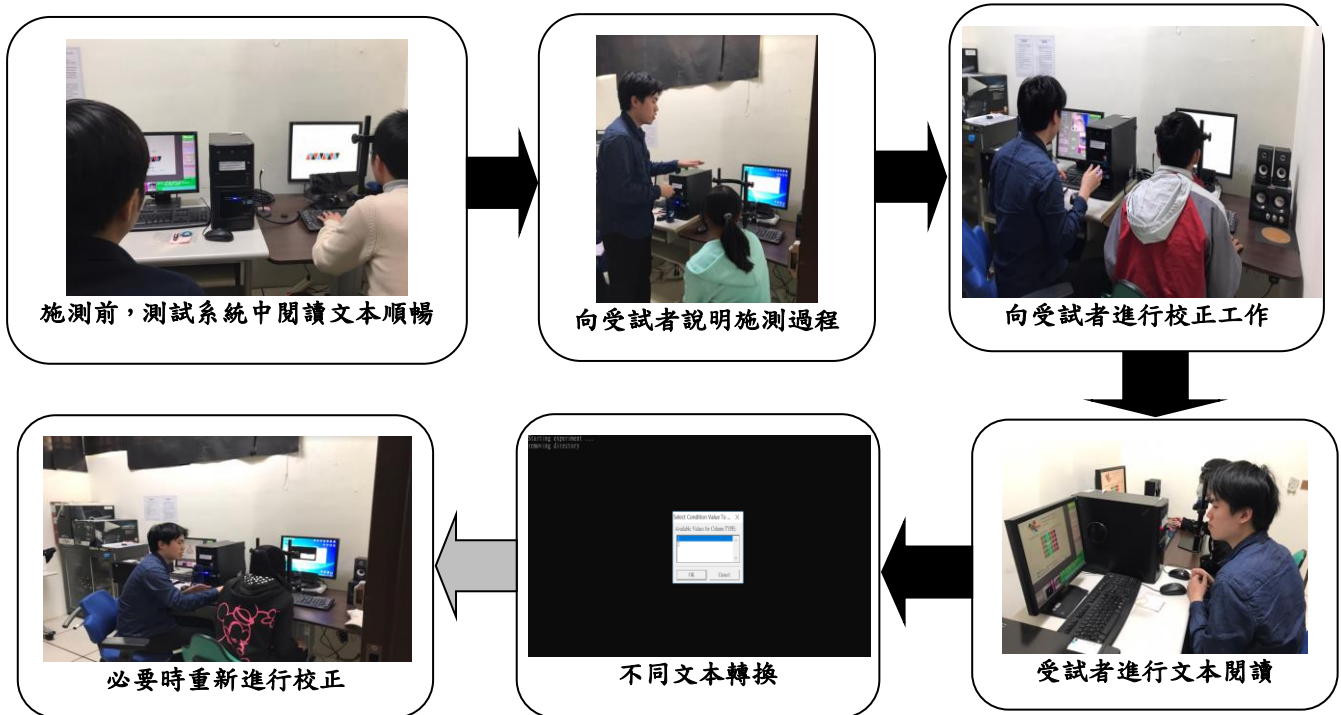
(1) 硬體

SR Research 公司所生產的眼動儀 (the EyeLink 1000 eye tracker)，有高速攝影機，利用紅外線照明，波長是 890nm，鏡頭規格為 35mm，每分鐘擷取 500 張圖片。眼動偵測準確度是 0.5° 。瞳孔偵測模式為圓形，解析度是瞳孔直徑的 0.2%。眼動儀與眼睛水平距離維持約 60 cm。主控端電腦一台 (the Host PC)，2GB RAM, 80GB HD，搭配 EyeLink 1000 主機軟體。ROM - DOS 即時操作系統。被控端電腦一台 (the Display PC)，以網路線 (ethernet link) 連接二台電腦，搭配 24 吋 LED 型顯示器，可視區域寬 53 cm × 高 30cm，螢幕解析度設定為 1024 (pixels) × 768 (pixels)，外接穩定電源並使用無線滑鼠 (參考網頁 http://human.kyst.com.tw/products_detail.php?bgid=36&bid=&gid=44)。

(2) 軟體

主機 ROM - DOS 即時操作系統，實驗刺激呈現程式以 SR Research 公司內建的螢幕錄影軟體編譯，並用此軟體在 Windows 7 64bit 環境下執行實驗及記錄數據。data viewer 系統眼動資料瀏覽及初步分析軟體做更進一步資料收集及分析。

2.施測流程



實驗進行前，研究者會向受試者說明實驗進行的流程，讓受試者熟悉實驗的情境。在實驗正式開始時，研究者會為受試者先做「九點校正工作」校正和校正的驗證（參見下圖 6 與圖 7）；接著，在呈現數學問題頁面前，會再出現一頁「凝視點」頁面，除了提醒受試者注意之外，也可讓研究者確認眼睛凝視的準確度，如果受試者偏移凝視點太遠，則必須重做校正。

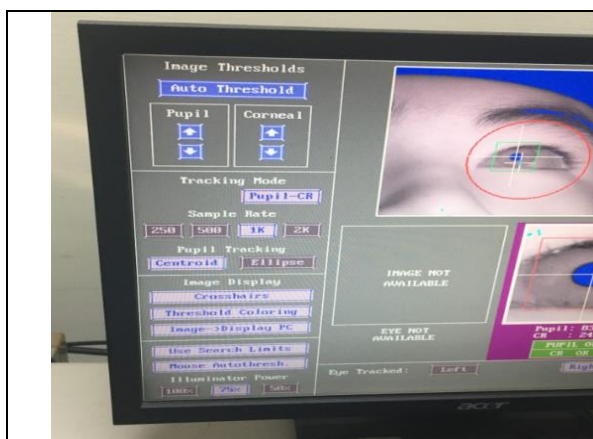


圖 6：研究者為受試者進行校正與校正的驗證 I



圖 7：研究者為受試者進行校正與校正的驗證 II

在「凝視點」頁面之後，「數學問題」頁面即會呈現，受試者則以自己習慣的閱讀速率進行題幹閱讀，閱讀完畢或理解題意後，受試者會口頭回答說出該數學問題的答案，並由研究者按鍵結束此「數學問題」頁面的呈現。接著，就是下一題「數學問題」的「凝視點」頁面，再接續呈現下一題「數學問題」的頁面。當蒐集完所有受試者的資料後，即結束眼動實驗的階段。

(四) 分析受試者資料

在研究進行的過程中，研究者會以「筆記」的方式，記錄每一位受試者在每一題「數學問題」頁面所回答的答案；而眼動儀也會錄下每一位受試者在每一題「數學問題」頁面的「**眼球運動參數**」資料。研究者再透過這些資料，依據本研究所提出的問題，分析受試者在閱讀本研究所提供之「2種文化內涵數學文本」之眼動資料與數學解題的結果。本研究分析資料的類別包括「**數學問題的解題正確率**」以及「**眼球運動歷程之凝視資訊**」等二個類別。以下，茲逐項說明這二類資料分析的內涵：

1. 數學問題的解題正確率

首先，本研究將逐題呈現每位學生在「2種文化內涵數學文本」中每一道數學問題的解題情形（標記每一位學生在每道問題是否正確）；再由全體學生在「每一道數學問題」與「每一種文化內涵數學文本」的正確率，做後續的分析與說明。

2. 眼球運動歷程之凝視資訊

為了回應研究問題二~四，本研究讓參與本研究的受試者閱讀「2種文化內涵數學文本」前，針對每一頁「數學問題」頁面定義「**關鍵區域**」(area of interest, 簡稱 AOI) (舉例如下圖 8~10)，以利後續計算每一個 AOI 內的凝視點數量、凝視時間，產出並詮釋後續相關量化資料。



柯華葳、陳明蕾、廖家寧(2005)指出，考量視神經資訊觸接的限制，依照一般眼動資料常用的判準，須排除 100 毫秒以下的「**凝視位置**」資料。其次，「**凝視時間**」是純文本或圖文閱讀研究經常使用的眼動指標，故本研究整體閱讀歷程的分析，主要以「**凝視時間**」為依變項，並以「**圖區總凝視時間**」佔整體比率，作為分析「**圖文閱讀比重**」的指標之一。

為了探討參與本研究的中學生，他們在閱讀「2種文化內涵數學文本」過程中的「**耗費心力程度**」、「**總凝視次數**」、「**平均凝視時間**」等眼動表現，研究者以相關「**眼球運動參數**」(研究問題之變項與眼球運動參數間的對應詳見表 5) 呈現的相關數據進行說明與比較。

表 5：本研究運用「眼球運動參數」回答研究問題之對應關係

| 研究問題 | 眼球運動參數 |
|---|--------|
| 探究不同民族學生在不同民族文化內涵文本閱讀歷程中的 耗費心力程度 是否有差異？ | 總凝視時間 |
| 探究不同民族學生在不同民族文化內涵文本閱讀歷程中為理解文意的 總凝視次數 是否有差異？ | 總凝視次數 |
| 探究不同民族學生在不同民族文化內涵文本閱讀歷程中為理解文意的 平均凝視時間 是否有差異？ | 平均凝視時間 |

參、研究結果與討論

以下，茲依序以相關資訊與文字，回應並說明本研究所設定之研究問題。

一、學生在「2種文化內涵數學文本」數學問題的解題正確率比較與分析

以下，首先以表 5 呈現每位參與受測學生在「2種文化內涵數學文本」中每一道數學問題的解題情形（標記每一位學生在每道問題是否回答正確）；接著，再針對表 6 中所的數據與訊息進行說明。

表 6：受試者在「2種文化內涵數學文本」中每一道數學問題的解題正確率

| | 鄒族文化內涵數學文本 | | | | | 鄒文本 正確率 | 漢民族文化內涵數學文本 | | | | | 漢文本 正確率 | 整體 正確率 | |
|-----------|---|-------|-------|-------|-------|------------|-------------|-------|-------|-------|-------|------------|-----------|--------------------------|
| | 第 1 題 | 第 2 題 | 第 3 題 | 第 4 題 | 第 5 題 | | 第 1 題 | 第 2 題 | 第 3 題 | 第 4 題 | 第 5 題 | | | |
| 偏鄉 原住民 | 111 | ◎ | ※ | ◎ | ※ | ◎ | 60% | ※ | ◎ | ※ | ※ | ※ | 20% | 鄒文本 65% 漢文本 55% |
| | 113 | ◎ | ※ | ※ | ※ | ◎ | 40% | ◎ | ◎ | ※ | ※ | ◎ | 60% | |
| | 114 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | 100% | ※ | ◎ | ※ | ◎ | ※ | 40% | |
| | 115 | ◎ | ※ | ◎ | ※ | ◎ | 60% | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | 100% | |
| 偏鄉 漢民族 | 121 | ※ | ◎ | ◎ | ※ | ◎ | 60% | ◎ | ◎ | ※ | ◎ | ※ | 60% | 鄒文本 60% 漢文本 50% |
| | 122 | ◎ | ◎ | ◎ | ※ | ※ | 60% | ※ | ◎ | ※ | ◎ | ※ | 40% | |
| | 123 | ◎ | ◎ | ◎ | ※ | ◎ | 80% | ※ | ◎ | ※ | ※ | ◎ | 40% | |
| | 124 | ※ | ◎ | ◎ | ※ | ※ | 40% | ※ | ◎ | ◎ | ◎ | ※ | 60% | |
| 都市 原住民 | 211 | ※ | ◎ | ◎ | ※ | ※ | 40% | ※ | ◎ | ※ | ※ | ◎ | 40% | 鄒文本 45% 漢文本 65% |
| | 212 | ※ | ◎ | ※ | ※ | ◎ | 40% | ◎ | ◎ | ※ | ◎ | ◎ | 80% | |
| | 213 | ◎ | ◎ | ※ | ◎ | ◎ | 80% | ※ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | 80% | |
| | 214 | ※ | ◎ | ※ | ※ | ※ | 20% | ※ | ◎ | ※ | ◎ | ◎ | 60% | |
| 都市 漢民族 | 221 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | 100% | ※ | ◎ | ※ | ◎ | ◎ | 60% | 鄒文本 60% 漢文本 70% |
| | 222 | ※ | ◎ | ※ | ◎ | ◎ | 60% | ◎ | ◎ | ※ | ◎ | ◎ | 80% | |
| | 223 | ◎ | ※ | ◎ | ※ | ◎ | 60% | ◎ | ◎ | ※ | ※ | ◎ | 60% | |
| | 224 | ※ | ※ | ◎ | ※ | ※ | 20% | ※ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | 80% | |
| 正確率 | | 53% | 65% | 65% | 24% | 65% | | 41% | 100% | 24% | 65% | 65% | | |
| 備註 | 1.「◎」表示學生在該數學問題「答題正確」；反之，「※」表示學生在該數學問題「答題錯誤」。 | | | | | | | | | | | | | |

(一)「偏鄉原住民族」學生在「2種文化內涵數學文本」的解題正確率呈現不同樣貌的結果

由上表 6「偏鄉原住民」欄位中，4 位學生在「2種文化內涵數學文本」的解題正確率觀之，有 2 位（50%）學生在「鄒族文化內涵數學文本」中的解題正確率高於在「漢民族文化內涵數學文本」中的解題正確率；有 2 位（50%）學生在「漢民族文化內涵數學文本」中的

解題正確率高於在「鄒族文化內涵數學文本」中的解題正確率。

整體而言，全體「偏鄉原住民」學生在「鄒族文化內涵數學文本」中的解題正確率高於「漢民族文化內涵數學文本」中的解題正確率（65% > 55%），此現象顯示「偏鄉原住民」學生因數學文本具鄒族文化內涵而在解題正確率上表現較佳（參見下圖 12）。

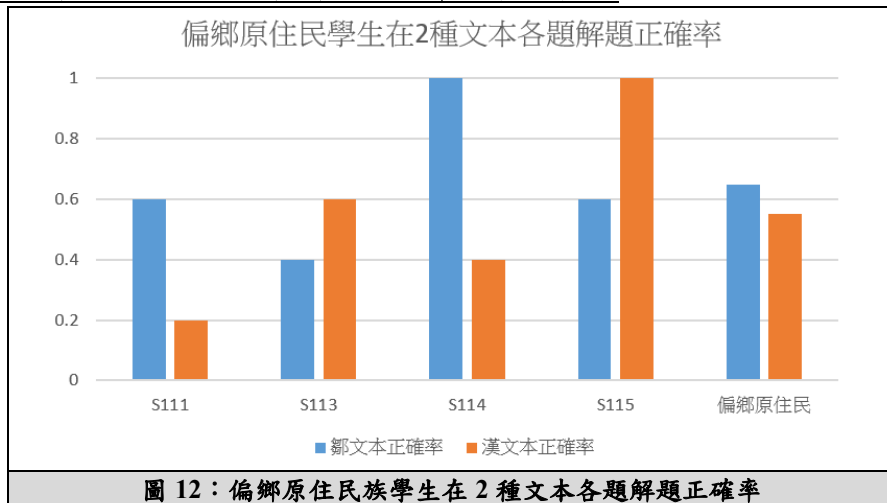


圖 12：偏鄉原住民族學生在 2 種文本各題解題正確率

(二)「偏鄉漢民族」學生在具有圖示的「鄒族文化內涵數學文本」解題正確率表現較佳

由上表 6「偏鄉漢民族」欄位中，4 位學生在「2 種文化內涵數學文本」的解題正確率觀之，有 3 位（75%）學生在「鄒族文化內涵數學文本」中的解題正確率高於在「漢民族文化內涵數學文本」中的解題正確率；僅有 1 位（25%）學生在「漢民族文化內涵數學文本」中的解題正確率高於在「鄒族文化內涵數學文本」中的解題正確率。此結果反駁本研究初始之「漢民族學生在漢民族文化內涵數學文本的解題表現較佳」假設。

整體而言，全體「偏鄉漢民族」學生在「鄒族文化內涵數學文本」中的解題正確率為 60%，高於「漢民族文化內涵數學文本」中的解題正確率（50%）。此現象顯示「偏鄉漢民族」學生在具有「圖示」的「鄒族文化內涵數學文本」解題正確率表現較佳（參見下圖 13）。

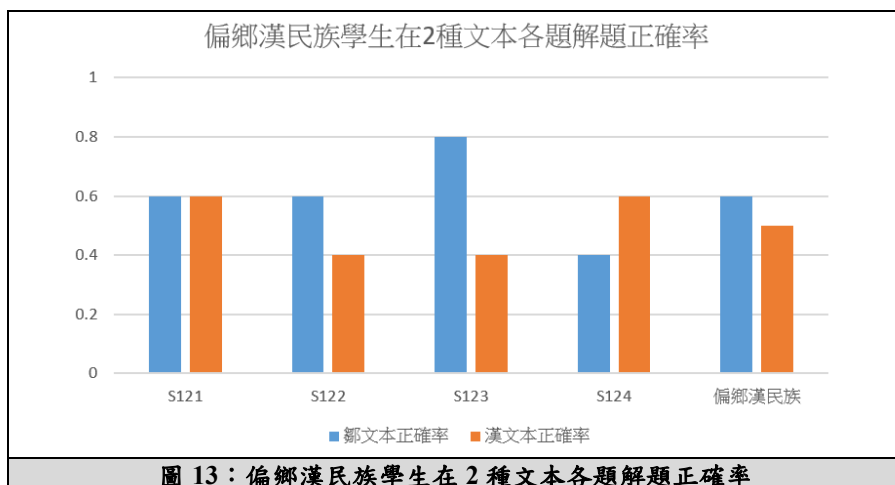


圖 13：偏鄉漢民族學生在 2 種文本各題解題正確率

(三)「都市原住民族」學生在「漢民族文化內涵數學文本」的解題正確率表現較佳

由上表 6「都市原住民族」欄位中，4 位學生在「2 種文化內涵數學文本」的解題正確率觀之，有 2 位（50%）學生在「漢民族文化內涵數學文本」中的解題正確率高於在「鄒族文化內涵數學文本」中的解題正確率；有 2 位（50%）學生在「2 種文化內涵數學文本」的解題正確率相同。此結果反駁本研究初始之「鄒族學生在鄒族文化內涵數學文本的解題表現較佳」假設。

整體而言，全體「都市原住民族」學生在「漢民族文化內涵數學文本」中的解題正確率為 65%，高於「鄒族文化內涵數學文本」中的解題正確率（45%）。此現象顯示「鄒族文化內涵數學文本」並未因為文化內涵屬於「都市原住民族」學生，而使「都市原住民族」學生解題正確率表現較佳（參見下圖 14）。

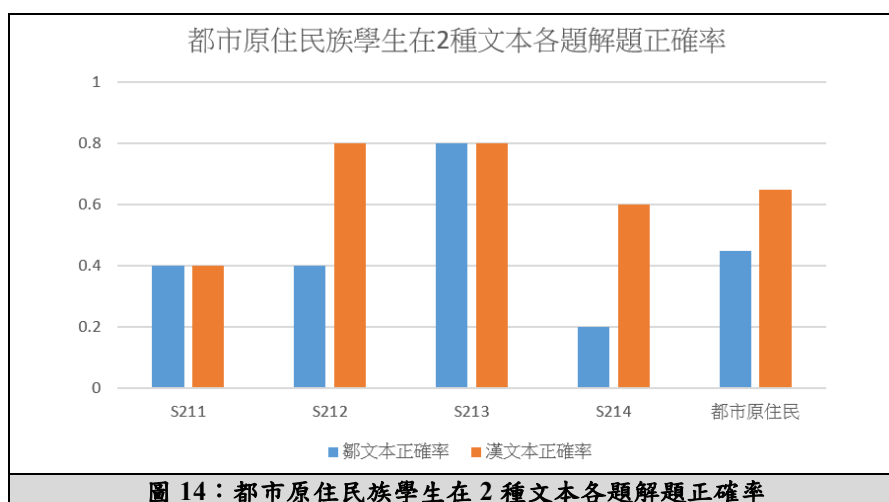


圖 14：都市原住民族學生在 2 種文本各題解題正確率

(四)「都市漢民族」學生在「漢民族文化內涵數學文本」的解題正確率表現較佳

由上表 6「都市漢民族」欄位中，4 位學生在「2 種文化內涵數學文本」的解題正確率觀之，有 2 位（50%）學生在「漢民族文化內涵數學文本」中的解題正確率高於在「鄒族文化內涵數學文本」中的解題正確率；有 1 位（25%）學生在「2 種文化內涵數學文本」的解題正確率相同；僅有 1 位（25%）學生在「鄒族文化內涵數學文本」的解題正確率高於在「漢民族文化內涵數學文本」中的解題正確率。

整體來說，「都市漢民族」學生在「漢民族文化內涵數學文本」的解題正確率表現較佳。此結果支持本研究初始之「漢族學生在漢民族文化內涵數學文本的解題表現較佳」假設（參見下圖 15）。

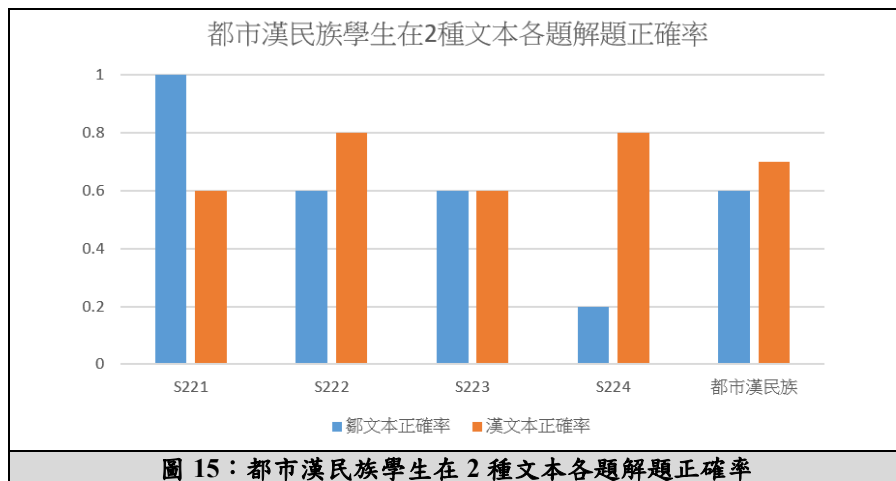


圖 15：都市漢民族學生在 2 種文本各題解題正確率

(五)「都市」學生在「漢民族文化內涵數學文本」的解題正確率表現較佳

綜合來說，無論是「都市原住民族」學生或是「都市漢民族」學生，他們在「漢民族文化內涵數學文本」的解題正確率（都市原住民：65%，都市漢民族：70%）都高於「鄒族文化內涵數學文本」的解題正確率（都市原住民：45%，都市漢民族：60%）。此現象顯示「文化回應」為本的評量文本，對於「小時即離開部落在都市中求學」的原住民族學生來說，其影響力可能弱化了（參見下圖 16）。

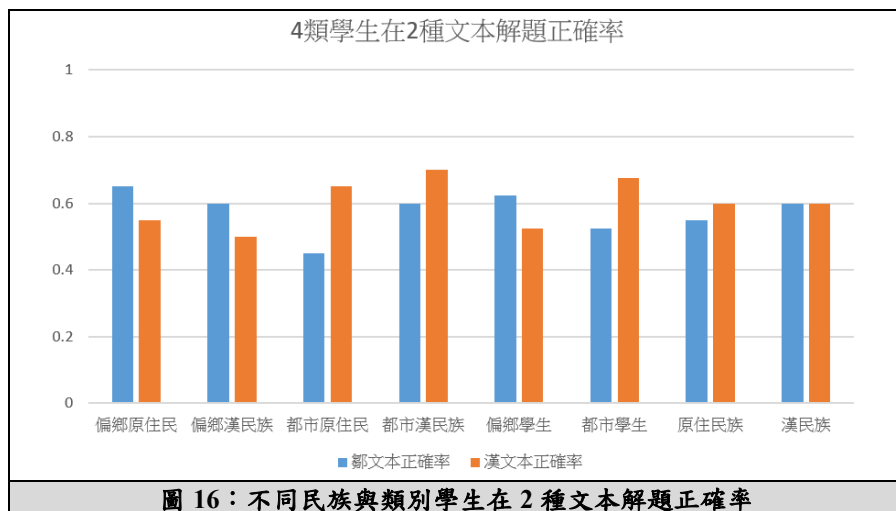


圖 16：不同民族與類別學生在 2 種文本解題正確率

【討論】

為了進一步探究不同民族與類別學生在 2 種文本的「解題正確率」是否達顯著性差異，本研究以「獨立樣本 t 檢定」(Independent Sample t test)統計方法檢視「偏鄉學生 v.s. 都市學生」、「原住民族學生 v.s. 漢民族學生」在 2 種不同文化內涵文本的「解題正確率」是否存在差異？再以「單因子變異數分析」(Single Factor ANOVA)統計方法檢視「偏鄉原住民、偏鄉漢民族、都市原住民與都市漢民族」等四類學生在 2 種不同文化內涵文本的「解題正確率」是否存在差異？相關數據資料整理如下表 7 所示：

表 7：各類別學生在 2 種文本解題正確率的差異比較分析

| 文本 | 統計數據 | 偏鄉原住民 | 偏鄉漢民族 | 都市原住民 | 都市漢民族 | 偏鄉學生 | 都市學生 | 原住民族 | 漢民族 |
|----------------|-------|------------|-------|-------|-------|--------------|------|-------------|------|
| 鄒族 文化 文本 | 平均數 | .650 | .600 | .450 | .600 | .625 | .525 | .550 | .600 |
| | 標準差 | .251 | .163 | .251 | .726 | .198 | .281 | .256 | .239 |
| | F/t 值 | F 值 = .462 | | | | t 值 = .821 | | t 值 = -.403 | |
| | p 值 | p 值 = .714 | | | | p 值 = .425 | | p 值 = .693 | |
| 漢族 文化 文本 | 平均數 | .550 | .500 | .650 | .700 | .525 | .675 | .605 | .605 |
| | 標準差 | .341 | .115 | .191 | .115 | .237 | .148 | .261 | .151 |
| | F/t 值 | F 值 = .741 | | | | t 值 = -1.541 | | t 值 = .000 | |
| | p 值 | p 值 = .548 | | | | p 值 = .152 | | p 值 = 1 | |

針對上表 7 之數據，研究者提出以下總結：

1. 「偏鄉原住民、偏鄉漢民族、都市原住民與都市漢民族」等四類學生在 2 種不同文化內涵文本的「解題正確率」未達顯著性差異（鄒文本：p=.714，漢文本：p=.548）。
2. 「偏鄉學生與都市學生」等二類學生在 2 種不同文化內涵文本的「解題正確率」未達顯著性差異（鄒文本：p=.425，漢文本：p=.152）。
3. 「原住民族學生與漢民族學生」等二類學生在 2 種不同文化內涵文本的「解題正確率」未達顯著性差異（鄒文本：p=.693，漢文本：p=1）。

接續，本研究再以「解題時間」此變項，探討不同民族與類別學生在 2 種文本的「解題時間」是否達顯著性差異？本研究以「獨立樣本 t 檢定」(Independent Sample t test)統計方法檢視「偏鄉學生 v.s. 都市學生」、「原住民族學生 v.s. 漢民族學生」在 2 種不同文化內涵文本的「解題時間」是否存有差異？再以「單因子變異數分析」(Single Factor ANOVA)統計方法檢視「偏鄉原住民、偏鄉漢民族、都市原住民與都市漢民族」等四類學生在 2 種不同文化內涵文本的「解題時間」是否存有差異？相關數據資料整理如下表 8 所示：

表 8：各類別學生在 2 種文本解題時間（單位：秒）的差異比較分析

| 文本 | 統計數據 | 偏鄉原住民 | 偏鄉漢民族 | 都市原住民 | 都市漢民族 | 偏鄉學生 | 都市學生 | 原住民族 | 漢民族 |
|----------------|-------|-------------|---------|---------|---------|-------------|---------|--------------|---------|
| 鄒族 文化 文本 | 平均數 | 286.523 | 339.086 | 229.955 | 236.555 | 312.804 | 233.255 | 258.239 | 287.820 |
| | 標準差 | 84.694 | 150.641 | 40.744 | 76.484 | 116.572 | 56.842 | 68.556 | 123.435 |
| | F/t 值 | F 值 = 1.103 | | | | t 值 = 1.735 | | t 值 = -0.593 | |
| | p 值 | p 值 = .386 | | | | p 值 = .105 | | p 值 = .563 | |
| 漢族 文化 文本 | 平均數 | 223.840 | 203.250 | 151.983 | 153.109 | 213.545 | 152.546 | 187.912 | 178.179 |
| | 標準差 | 55.144 | 49.006 | 22.250 | 44.125 | 49.534 | 32.357 | 54.687 | 50.814 |
| | F/t 值 | F 值 = 2.661 | | | | t 值 = 2.916 | | t 值 = .369 | |
| | p 值 | p 值 = .096 | | | | p 值 = .011* | | p 值 = .718 | |
| 2 種 文本 | 平均數 | 510.363 | 542.336 | 381.938 | 389.664 | 526.349 | 385.801 | 446.151 | 466.000 |
| | 標準差 | 134.100 | 183.439 | 61.172 | 112.305 | 149.734 | 83.822 | 118.418 | 162.746 |
| | F/t 值 | F 值 = 1.592 | | | | t 值 = 2.317 | | t 值 = -0.279 | |
| | p 值 | p 值 = .243 | | | | p 值 = .036* | | p 值 = .784 | |

針對上表 8 之數據，研究者提出以下總結：

1. 「偏鄉原住民、偏鄉漢民族、都市原住民與都市漢民族」等四類學生在 2 種不同文化內涵

- 文本的「解題時間」未達顯著性差異（鄒文本： $p=.386$ ，漢文本： $p=.096$ ，2種文本： $.243$ ）。
2. 「偏鄉學生與都市學生」等二類學生在「鄒族文化內涵文本」的「解題時間」未達顯著性差異（ $p=.105$ ）；但是，這二類學生在「漢民族文化內涵文本」的「解題時間」達顯著性差異（ $p=.011^*$ ）；並且，這二類學生在「2種文化內涵文本」的「解題時間」亦達顯著性差異（ $p=.036^*$ ）。
3. 「原住民族學生與漢民族學生」等二類學生在2種不同文化內涵文本的「解題時間」未達顯著性差異（鄒文本： $p=.563$ ，漢文本： $p=.718$ ，2種文本： $.784$ ）。

再者，本研究比對「2種文化內涵文本」的「問題結構」，其中，「2種文化內涵文本」的「第5題」除了數學核心概念相同外，也同屬「有圖有文」的數學問題。因此，研究者又以「解題正確率」此變項，探討不同民族與類別學生在2種文本的「解題正確率」是否達顯著性差異？

表 9：各類別學生在文本中第 5 題解題正確率的差異比較分析

| 文本 | 統計數據 | 偏鄉原住民 | 偏鄉漢民族 | 都市原住民 | 都市漢民族 | 偏鄉學生 | 都市學生 | 原住民族 | 漢民族 |
|-----------|-------|---------------------------------|-------|-------|-------|------------|-------|-----------|-------|
| 鄒族文化文本第5題 | 平均數 | 1 | 0.50 | 0.50 | 0.75 | .75 | .63 | 0.75 | 0.63 |
| | 標準差 | 0.000 | 0.577 | 0.577 | 0.500 | 0.463 | 0.518 | 0.463 | 0.518 |
| | F/t 值 | F 值=1.000 | | | | t 值=0.509 | | t 值=0.509 | |
| | p 值 | p 值=0.426 | | | | p 值=0.619 | | p 值=0.619 | |
| 漢族文化文本第5題 | 平均數 | 0.50 | 0.25 | 1.00 | 1.00 | 0.38 | 1 | 0.75 | 0.63 |
| | 標準差 | 0.577 | 0.500 | 0.000 | 0.000 | 0.518 | 0.000 | 0.463 | 0.518 |
| | F/t 值 | F 值=3.857 | | | | t 值=-3.416 | | t 值=0.509 | |
| | p 值 | (3)>(1) (4)>(1) p 值=.038* | | | | p 值=.011* | | p 值=0.619 | |

針對上表 9 之數據，研究者提出以下總結：

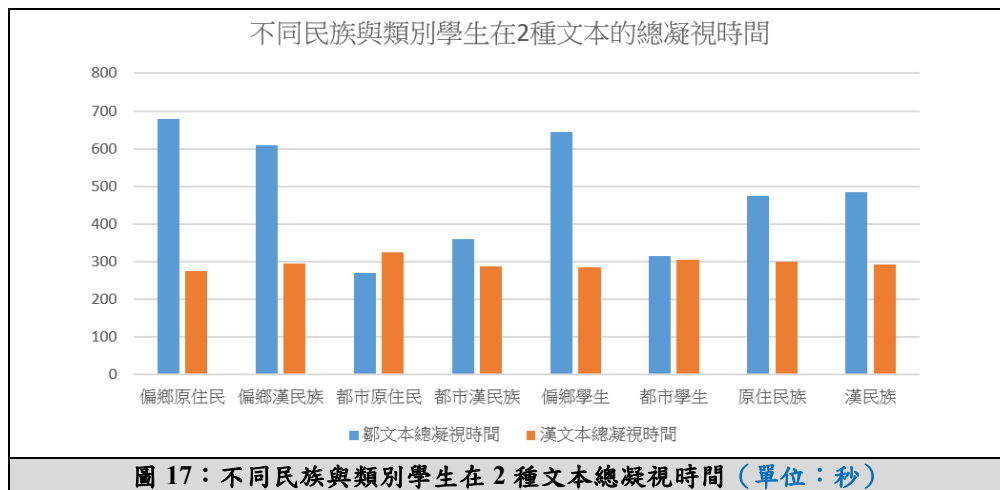
- 「偏鄉原住民、偏鄉漢民族、都市原住民與都市漢民族」等四類學生在「鄒族文化內涵文本」的第 5 題「解題正確率」未達顯著性差異（ $p=.426$ ）；但是，這四類學生在「漢民族文化內涵文本」的「解題正確率」達顯著性差異（ $p=.038^*$ ）。
- 「偏鄉學生與都市學生」等二類學生在「鄒族文化內涵文本」的第 5 題「解題正確率」未達顯著性差異（ $p=.619$ ）；但是，這二類學生在「漢民族文化內涵文本」的「解題正確率」達顯著性差異（ $p=.011^*$ ）。
- 「原住民族學生與漢民族學生」等二類學生在2種不同文化內涵文本的第 5 題「解題正確率」未達顯著性差異（鄒文本： $p=.619$ ，漢文本： $p=.619$ ）。

二、中學生在閱讀「2種文化內涵數學文本」過程中的眼球運動歷程之分析

過去，關於使用眼動追蹤儀器的研究 (Henderson & Hollingworth, 1999; Duchowski, 2003) 指出，「凝視時間」與「凝視次數」是最常被探討的眼動指標。本研究為了依序回應研究問題二~四，分別以「總凝視時間」、「總凝視次數」與「平均凝視時間」等數據進行分析與詮釋如下：

(一) 學生在「2種文化內涵數學文本」閱讀歷程的耗費心力程度比較與分析

相關研究 (陳琪瑤、吳昭容, 2012; Hannus & Hyönä, 1999) 指出，「總凝視時間」代表受試者處理閱讀材料所耗費心力的程度。總凝視時間越長，代表受試者花費較多心力和認知資源處理閱讀的訊息。因此，本研究以描述性統計方式呈現不同民族與類別學生在「2種文化內涵數學文本」的「總凝視時間」結果如下圖 17 所示：



針對上圖 17，研究者提出以下總結：

1. 「偏鄉原住民、偏鄉漢民族與都市漢民族」等三類學生在「鄒族文化內涵文本」的「耗費心力程度」皆高於「漢民族文化內涵文本」。
2. 「偏鄉學生與都市學生」等二類學生在「鄒族文化內涵文本」的「耗費心力程度」皆高於「漢民族文化內涵文本」。
3. 「原住民族學生與漢民族學生」等二類學生在「鄒族文化內涵文本」的「耗費心力程度」皆高於「漢民族文化內涵文本」。

【討論】

本研究再以「總凝視時間」此變項，探討不同民族與類別學生在 2 種文本的「總凝視時間」是否達顯著性差異？本研究以「獨立樣本 t 檢定」 (Independent Sample t test) 統計方法檢視「偏鄉學生 v.s. 都市學生」、「原住民族學生 v.s. 漢民族學生」在 2 種不同文化內涵文本的「總凝視時間」是否存有差異？再以「單因子變異數分析」 (Single Factor ANOVA) 統計方法

檢視「偏鄉原住民、偏鄉漢民族、都市原住民與都市漢民族」等四類學生在 2 種不同文化內涵文本的「總凝視時間」是否存有差異？相關數據資料整理如下表 9 所示：

表 9：各類別學生在 2 種文本的總凝視時間（單位：秒）差異比較分析

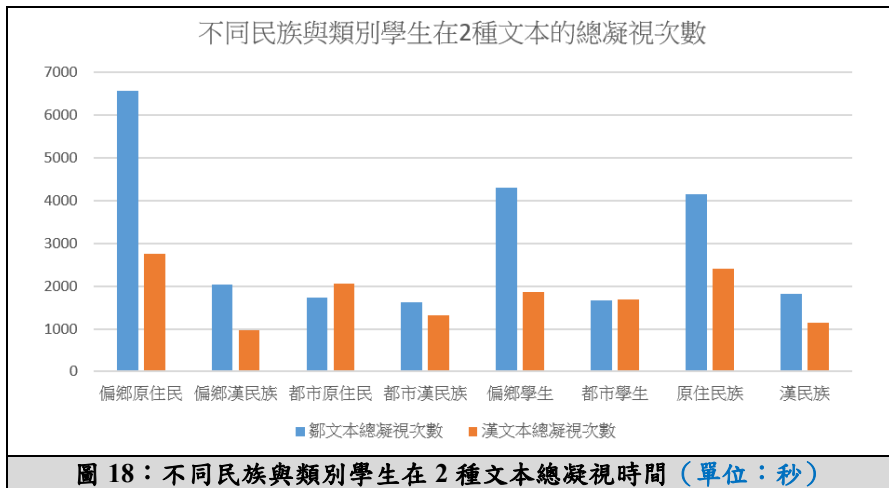
| 文本 | 統計數據 | 偏鄉原住民 | 偏鄉漢民族 | 都市原住民 | 都市漢民族 | 偏鄉學生 | 都市學生 | 原住民族 | 漢民族 |
|--------|-------|-----------|---------|---------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 鄒族文化文本 | 平均數 | 679.007 | 609.175 | 270.411 | 359.272 | 644.091 | 314.841 | 474.709 | 484.223 |
| | 標準差 | 366.144 | 367.422 | 223.068 | 245.042 | 341.621 | 222.071 | 355.641 | 318.487 |
| | F/t 值 | F 值=1.616 | | | | t 值=2.286 | | t 值=-0.056 | |
| | p 值 | p 值=.238 | | | | p 值=.038* | | p 值=.956 | |
| 漢族文化文本 | 平均數 | 275.160 | 294.900 | 324.022 | 288.596 | 285.030 | 306.309 | 299.591 | 291.748 |
| | 標準差 | 127.050 | 134.196 | 172.684 | 83.240 | 121.438 | 126.917 | 142.758 | 103.435 |
| | F/t 值 | F 值=0.096 | | | | t 值=-0.343 | | t 值=0.126 | |
| | p 值 | p 值=.961 | | | | p 值=.737 | | p 值=.902 | |
| 2 種文本 | 平均數 | 954.168 | 904.075 | 594.434 | 647.868 | 929.121 | 621.151 | 774.301 | 775.971 |
| | 標準差 | 245.859 | 353.827 | 380.307 | 270.346 | 283.332 | 306.797 | 353.363 | 322.075 |
| | F/t 值 | F 值=1.290 | | | | t 值=2.086 | | t 值=-0.010 | |
| | p 值 | p 值=.323 | | | | p 值=.056 | | p 值=.992 | |

Lin 與 Lin (2014)選了三種眼動指標（總凝視時間、凝視次數和 AOI 進出次數）藉此分析其研究中文本閱讀的相關內容。他們發現：認知負荷越高的題目，凝視總時間越長、凝視次數和進出次數越多。由上表 9，研究者提出以下總結：

1. 「偏鄉原住民、偏鄉漢民族、都市原住民與都市漢民族」等四類學生在 2 種不同文化內涵文本的「總凝視時間」未達顯著性差異（鄒文本： $p=.238$ ，漢文本： $p=.961$ ，2 種文本： $.323$ ）。
2. 「偏鄉學生與都市學生」等二類學生在「鄒族文化內涵文本」的「總凝視時間」達顯著性差異（ $p=.038^*$ ）；但是，這二類學生在「漢民族文化內涵文本」的「總凝視時間」未達顯著性差異（ $p=.737$ ）；並且，這二類學生在「2 種文化內涵文本」的「總凝視時間」亦未達顯著性差異（ $p=.056$ ）。
3. 「原住民族學生與漢民族學生」等二類學生在 2 種不同文化內涵文本的「總凝視時間」未達顯著性差異（鄒文本： $p=.956$ ，漢文本： $p=.902$ ，2 種文本： $.992$ ）。

（二）學生在「2 種文化內涵數學文本」閱讀歷程的總凝視次數比較與分析

本研究以描述性統計方式呈現不同民族與類別學生在「2 種文化內涵數學文本」的「總凝視時間」結果如下圖 18 所示：



針對上圖 18，研究者提出以下總結：

1. 「偏鄉原住民、偏鄉漢民族與都市漢民族」等三類學生在「鄒族文化內涵文本」的「總凝視次數」皆高於「漢民族文化內涵文本」。
2. 「偏鄉學生」在「鄒族文化內涵文本」的「總凝視次數」高於「漢民族文化內涵文本」。
3. 「原住民族學生與漢民族學生」等二類學生在「鄒族文化內涵文本」的「總凝視次數」高於「漢民族文化內涵文本」。

接續，本研究呈現各民族與類別學生在「鄒族文化內涵文本」的「眼球凝視圖」如下圖 19~22 所示：

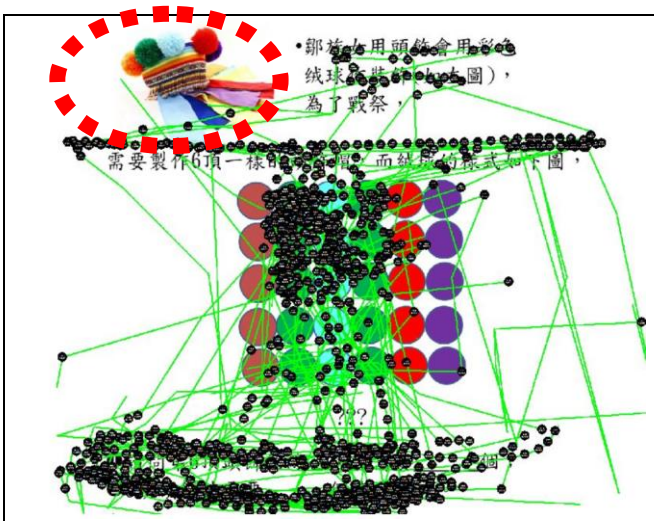


圖 19：偏鄉漢民族學生「眼球凝視圖」-少聚焦圖例

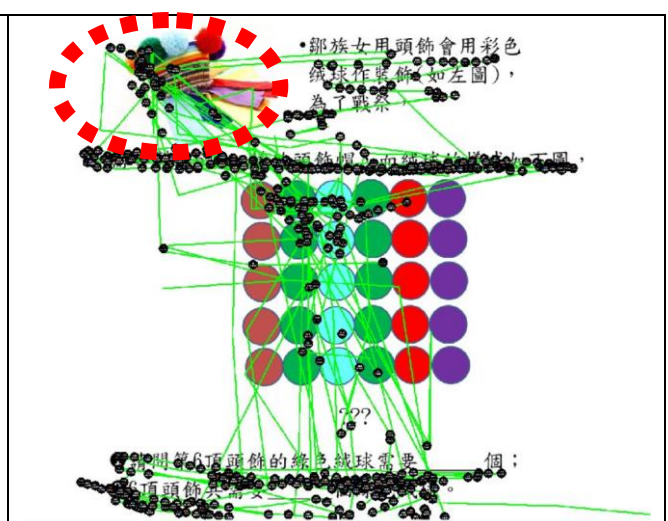
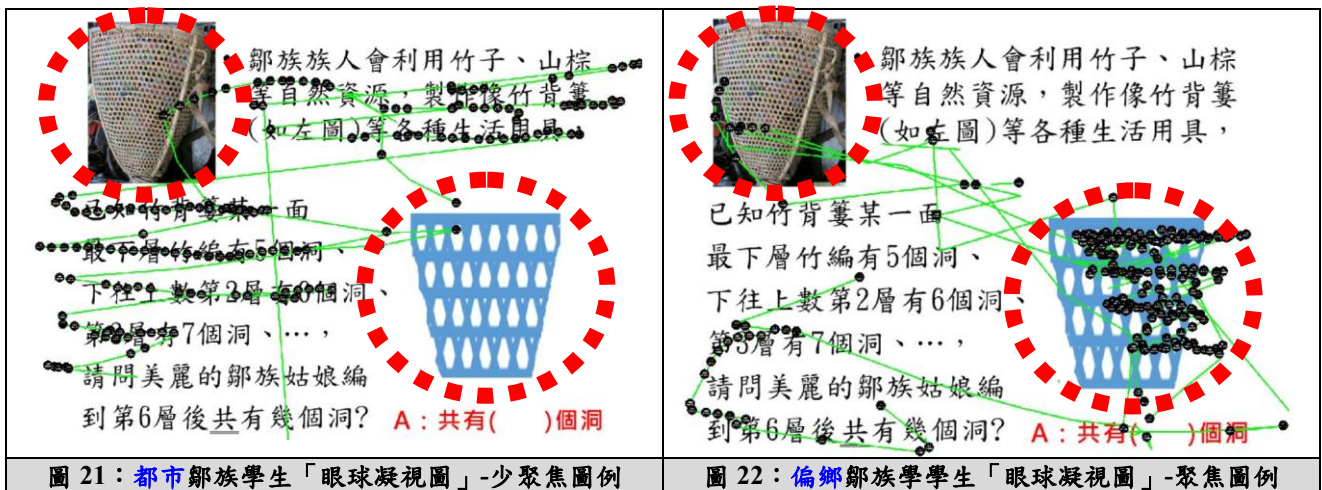


圖 20：偏鄉鄒族學生「眼球凝視圖」-聚焦圖例



【討論】

本研究再以「總凝視次數」此變項，探討不同民族與類別學生在 2 種文本的「總凝視次數」是否達顯著性差異？本研究以「獨立樣本 t 檢定」(Independent Sample t test)統計方法檢視「偏鄉學生 v.s. 都市學生」、「原住民族學生 v.s. 漢民族學生」在 2 種不同文化內涵文本的「總凝視次數」是否存有差異？再以「單因子變異數分析」(Single Factor ANOVA)統計方法檢視「偏鄉原住民、偏鄉漢民族、都市原住民與都市漢民族」等四類學生在 2 種不同文化內涵文本的「總凝視次數」是否存有差異？相關數據資料整理如下表 10 所示：

表 10：各類別學生在 2 種文本的總凝視次數差異比較分析

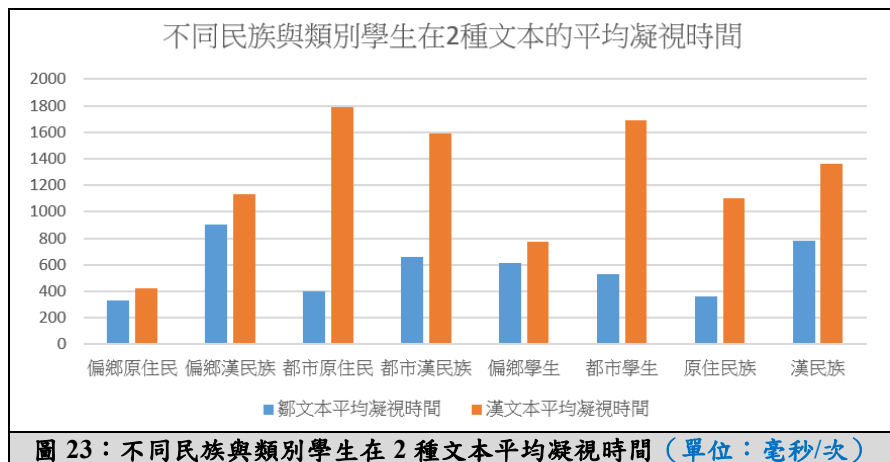
| 文本 | 統計數據 | 偏鄉原住民 (1) | 偏鄉漢民族 (2) | 都市原住民 (3) | 都市漢民族 (4) | 偏鄉學生 | 都市學生 | 原住民族 | 漢民族 |
|----------------|-------|--|--------------|--------------|--------------|-------------|----------|-------------|----------|
| 鄒族 文化 文本 | 平均數 | 6564.500 | 2032.250 | 1723.250 | 1620.250 | 4298.375 | 1671.750 | 4143.875 | 1826.250 |
| | 標準差 | 3033.426 | 1196.303 | 1064.616 | 1020.742 | 3228.910 | 967.115 | 3335.537 | 1052.795 |
| | F/t 值 | F 值=7.152 | | | | t 值=2.204 | | t 值=1.874 | |
| | p 值 | (1)>(2) (1)>(3) (1)>(4) p 值 = .005** | | | | p 值 = .045* | | p 值 = .082 | |
| 漢族 文化 文本 | 平均數 | 2748.000 | 973.000 | 2050.000 | 1325.000 | 1860.500 | 1687.500 | 2399.000 | 1149.000 |
| | 標準差 | 1395.901 | 396.386 | 1254.736 | 350.113 | 1342.611 | 936.717 | 1284.140 | 394.047 |
| | F/t 值 | F 值=2.620 | | | | t 值 = .299 | | t 值=2.632 | |
| | p 值 | p 值 = .099 | | | | p 值 = .769 | | p 值 = .020* | |
| 2 種 文本 | 平均數 | 9312.500 | 3005.250 | 3773.250 | 2945.250 | 6158.875 | 3359.250 | 6542.875 | 2975.250 |
| | 標準差 | 1771.684 | 1002.824 | 2123.011 | 1063.837 | 3625.236 | 1616.342 | 3470.379 | 957.632 |
| | F/t 值 | F 值=15.303 | | | | t 值=1.995 | | t 值=2.803 | |
| | p 值 | (1)>(2) (1)>(3) (1)>(4) p 值 = .000*** | | | | p 值 = .066 | | p 值 = .014* | |

Lin 與 Lin (2014)選了三種眼動指標（總凝視時間、凝視次數和 AOI 進出次數）藉此分析其研究中文本閱讀的相關內容。他們發現：認知負荷越高的題目，總凝視時間越長、凝視次數和進出次數越多。由上表 10，研究者提出以下總結：

1. 「偏鄉原住民、偏鄉漢民族、都市原住民與都市漢民族」等四類學生在「鄒族文化內涵文本」以及「2種不同文化內涵文本」的「總凝視次數」達顯著性差異（鄒文本： $p=.005^{**}$ ，2種文本： $.000^{***}$ ）；但是，這四類學生在「漢民族文化內涵文本」的「總凝視次數」未達顯著性差異（ $p=.099$ ）。
2. 「偏鄉學生與都市學生」等二類學生在「鄒族文化內涵文本」的「總凝視次數」達顯著性差異（ $p=.045^*$ ）；但是，這二類學生在「漢民族文化內涵文本」的「總凝視次數」未達顯著性差異（ $p=.769$ ）；並且，這二類學生在「2種文化內涵文本」的「總凝視次數」亦未達顯著性差異（ $p=.066$ ）。
3. 「原住民族學生與漢民族學生」等二類學生在「鄒族文化內涵文本」的「總凝視次數」未達顯著性差異（ $p=.082$ ）；但是，在「漢民族文化內涵文本」以及「2種不同文化內涵文本」的「總凝視次數」達顯著性差異（漢文本： $p=.020^*$ ，2種文本： $.014^*$ ）。

（三）學生在「2種文化內涵數學文本」閱讀歷程的平均凝視時間比較與分析

本研究以描述性統計方式呈現不同民族與類別學生在「2種文化內涵數學文本」的「平均凝視時間」結果如下圖 23 所示：



針對上圖 23，研究者提出以下總結：

1. 「偏鄉原住民、偏鄉漢民族、都市原住民與都市漢民族」等四類學生在「漢族文化內涵文本」的「平均凝視時間」皆高於「鄒族文化內涵文本」。
2. 「偏鄉學生與都市學生」等二類學生在「漢民族文化內涵文本」的「平均凝視時間」高於「鄒族文化內涵文本」。
3. 「原住民族學生與漢民族學生」等二類學生在「漢民族文化內涵文本」的「平均凝視時間」高於「鄒族文化內涵文本」。

【討論】

本研究再以「平均凝視時間」此變項，探討不同民族與類別學生在 2 種文本的「平均凝視時間」是否達顯著性差異？本研究以「獨立樣本 t 檢定」(Independent Sample t test)統計方法檢視「偏鄉學生 v.s. 都市學生」、「原住民族學生 v.s. 漢民族學生」在 2 種不同文化內涵文本的「平均凝視時間」是否存有差異？再以「單因子變異數分析」(Single Factor ANOVA)統計方法檢視「偏鄉原住民、偏鄉漢民族、都市原住民與都市漢民族」等四類學生在 2 種不同文化內涵文本的「平均凝視時間」是否存有差異？相關數據資料整理如下表 11 所示：

表 11：各類別學生在 2 種文本的平均凝視時間（總凝視時間/總凝視次數）差異比較分析

| 文本 | 統計數據 | 偏鄉原住民 (1) | 偏鄉漢民族 (2) | 都市原住民 (3) | 都市漢民族 (4) | 偏鄉學生 | 都市學生 | 原住民族 | 漢民族 |
|----------------|-------|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------|----------|------------|----------|
| 鄒族 文化 文本 | 平均數 | 331.463 | 901.440 | 396.828 | 658.188 | 616.451 | 527.508 | 364.145 | 779.814 |
| | 標準差 | 137.532 | 221.159 | 316.798 | 336.374 | 349.126 | 333.197 | 228.778 | 293.870 |
| | F/t 值 | F 值=3.877 | | | | t 值=.0521 | | t 值=-3.157 | |
| | p 值 | (2)>(1) (2)>(3) p 值=.038* | | | | p 值=.610 | | p 值=.007** | |
| 漢族 文化 文本 | 平均數 | 423.916 | 1131.374 | 1788.538 | 1590.308 | 777.645 | 1689.423 | 1106.227 | 1360.841 |
| | 標準差 | 363.024 | 551.947 | 1247.983 | 897.278 | 574.492 | 1011.808 | 1120.722 | 731.974 |
| | F/t 值 | F 值=2.098 | | | | t 值=-2.216 | | t 值=-0.538 | |
| | p 值 | p 值=.154 | | | | p 值=.044* | | p 值=.599 | |
| 2 種 文本 | 平均數 | 755.380 | 2032.814 | 2185.366 | 2248.496 | 1394.097 | 2216.931 | 1470.373 | 2140.655 |
| | 標準差 | 316.509 | 686.923 | 1380.648 | 819.522 | 843.445 | 1051.623 | 1201.714 | 709.474 |
| | F/t 值 | F 值=2.531 | | | | t 值=-1.726 | | t 值=-1.359 | |
| | p 值 | p 值=.106 | | | | p 值=.106 | | p 值=.196 | |
| 備註 | | 單位：mm (毫秒/次) | | | | | | | |

由上表 11，研究者提出以下總結：

1. 「偏鄉原住民、偏鄉漢民族、都市原住民與都市漢民族」等四類學生在「鄒族文化內涵文本」的「平均凝視時間」達顯著性差異 (p=.038*)；但是，這四類學生在「漢民族文化內涵文本」與「2 種文化內涵文本」的「平均凝視時間」未達顯著性差異（漢文本：p=.154，2 種文本：.106）。
2. 「偏鄉學生與都市學生」等二類學生在「漢民族文化內涵文本」的「平均凝視時間」達顯著性差異 (p=.044*)；但是，這二類學生在「鄒族文化內涵文本」與「2 種文化內涵文本」的「平均凝視時間」未達顯著性差異（鄒文本：p=.610，2 種文本：.106）。
3. 「原住民族學生與漢民族學生」等二類學生在「鄒族文化內涵文本」的「平均凝視時間」達顯著性差異 (p=.007**)；但是，在「漢民族文化內涵文本」以及「2 種不同文化內涵文本」的「平均凝視時間」未達顯著性差異（漢文本：p=.0599，，2 種文本：.196）。

肆、結論與未來展望

根據本研究之結果與後續討論，茲提出本研究之結論如下：

一、關於不同民族與類別學生在 2 種文本的「解題正確率」部分

- (一)「偏鄉漢民族」學生在具有圖示的「鄒族文化內涵數學文本」解題正確率表現較佳。
- (二)「都市原住民族」與「都市漢民族」學生在「漢民族文化內涵數學文本」的解題正確率表現較佳。換言之，「都市學生」在「漢民族文化內涵數學文本」的解題正確率表現較佳。

二、關於不同民族與類別學生在閱讀 2 種文本的「眼球運動歷程」部分

- (一)多數類別（偏鄉原住民、偏鄉漢民族與都市漢民族）學生在「鄒族文化內涵文本」的「總凝視時間」皆高於「漢民族文化內涵文本」。其中，又以「偏鄉學生與都市學生」等二類學生在「鄒族文化內涵文本」的「總凝視時間」達顯著性差異。
- (二)多數類別（偏鄉原住民、偏鄉漢民族與都市漢民族）學生在「鄒族文化內涵文本」的「總凝視次數」皆高於「漢民族文化內涵文本」，且達顯著性差異。
- (三)四個類別（偏鄉原住民、偏鄉漢民族、都市原住民與都市漢民族）學生在「漢族文化內涵文本」的「平均凝視時間」皆高於「鄒族文化內涵文本」，且達顯著性差異。

上述結論顯示，當學生面對數學問題屬於「漢民族文化內涵文本」（也就是傳統教科書問題）時，「都市學生」在解題正確率的表現上優於「偏鄉學生」；當學生面對數學問題屬於「鄒族文化內涵文本」（也就是非傳統教科書問題）時，多數類別學生在「總凝視時間」、「總凝視次數」與「平均凝視時間」皆較高，顯示「鄒族文化內涵文本」的認知負荷量較高。

最後，本研究提出未來展望如下：

本研究期望獲致的研究結果，能反饋給當前提倡「文化回應課程與教學」的原住民族實驗教育學校，作為未來推導此政策或學理的重要證據。也希望能與國際推行原住民族教育的國家（例如：美國、加拿大、紐西蘭...等國）進行比較，獲得符應全球觀點的視野。

參考文獻

中文文獻

- 王前龍 (2015)。現階段原住民族課程政策發展之多元文化課程轉化評析。**課程研究**，10 (1)，13-34。
- 柯華葳、陳明蕾、廖家寧 (2005)。詞頻、詞彙類型與眼球運動型態：來自篇章閱讀的證據。**中華心理學刊**，47 (4)，381-398。
- 林宥雯、吳昭容 (2016)。從眼動型態探討閱讀幾何文本的視覺化與推理歷程。**教育學刊**，47 (2)，41-77。
- 林佩璇 (2013)。回應文化差異的特色課程發展。**教育人力與專業發展**，30 (6)，17-28。
- 周惠民、施正鋒 (2011)。**我國原住民族教育之回顧與展望**。載於吳清基、吳清山、溫明麗等主編，**我國百年教育回顧與展望**。臺北市：國家教育研究院。
- 吳昭容 (2019)。眼球追蹤技術在幾何教育的應用與限制。**臺灣數學教育期刊**，6 (2)，1-25
- 施玉權 (2018)。原住民族實驗教育學校及專班之推動與困境。**臺灣教育評論月刊**，7 (1)，107-112。
- 徐偉民 (2004)。**一位國小教師教學實踐的歷程：以批判民族誌為方法的教學革新** (未出版之博士論文)。國立高雄師範大學教育系，高雄市。
- 教育部 (2008)。**國民中小學九年一貫課程綱要數學領域**。臺北市：作者。
- 教育部 (2014a)。**實驗教育三法**。臺北市：作者。
- 教育部 (2014b)。**十二年國民基本教育課程綱要總綱**。臺北市：作者。
- 教育部統計處 (2019)。**107 學年度原住民族教育概況分析**。臺北市：作者。
- 陳枝烈 (2017)。**原住民族教育實驗學校發展現況**。論文擷取自 <https://reurl.cc/W4R977>，擷取日期：2019 年 12 月 30 日。
- 陳琪瑤、吳昭容 (2012)。幾何證明文本閱讀的眼動研究：圖文比重及圖示著色效果。**教育實踐與研究**，25 (2)，35-66。
- 陳學志、彭淑玲、曾千芝、邱皓政 (2008)。藉由眼動追蹤儀器探討平均掃視幅度大小與創造力之關係。**教育心理學報**，39，127-149。
- 蔡芬芳 (2012)。紐西蘭毛利人的主權。**台灣原住民族研究學報**，2 (4)，65-86。
- 劉嘉茹、侯依伶 (2011)。以眼動追蹤技術探討先備知識對科學圖形理解的影響。**教育心理學報**，43，227-250。
- 鄭章華 (2018)。淺論十二年國教數學素養導向教學。**臺灣教育雙月刊**，709，83-91。
- 賴孟龍 (2019)。排灣族學生閱讀自編民族數學教材之初探：來自眼動型態的分析。**原住民族科學教育研究通訊**，165，1-12。

西文文獻

- Alqassab, M., Strijbos, J. W., & Ufer, S. (2018). The impact of peer solution quality on peer-feedback provision on geometry proofs: Evidence from eye-movement analysis. *Learning and Instruction, 58*, 182-192.
- Behnke, Y. (2016). How textbook design may influence learning with geography textbooks. *Nordidactica: Journal of Humanities and Social Science Education, (2016: 1)*, 38-62.
- Carney, R. N., & Levin, J. R. (2002). Pictorial illustrations still improve students' learning from text. *Educational Psychology Review, 14*(1), 5-26.
- Hannus, M., & Hyönä, J. (1999). Utilization of illustrations during learning of science textbook passages among low- and high-ability children. *Contemporary Educational Psychology, 24*(2), 95-123.
- Hegarty, M., & Just, M. A. (1993). Constructing mental models of machines from text and diagrams. *Journal of Memory and Language, 32*(6), 717-742.
- Ifenthaler, D. (2010). Relational, structural, and semantic analysis of graphical representations and concept maps. *Educational Technology Research and Development, 58*(1), 81-97.
- Inhoff, A. W., & Radach, R. (1998). Definition and computation of oculomotor measures in the study of cognitive processes. In G. Underwood (Ed.), *Eye guidance in reading and scene perception* (pp. 29-53). Oxford, UK: Elsevier Science.
- Janko, T., & Peskova, K. (2013). Analyzing the types of visuals in textbooks of geography and German language: Considering the instructional functioning of photographs. *Anthropologist, 16*(1-2), 363-372.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1976). Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology, 8*, 441-480.
- Lin, J. J. H., & Lin, S. S. J. (2014). Cognitive load for configuration comprehension in computer supported geometry problem solving: An eye movement perspective. *International Journal of Science and Mathematics Education, 12*(3), 605-627.
- Liu, C. J., & Shen, M. H. (2011). The influence of different representations on solving concentration problems at elementary school. *Journal of Science Education and Technology, 20*, 621-629.
- Morgan, K. E. (2014). Decoding the visual grammar of selected South African history textbooks. *Journal of Educational Media, Memory, and Society, 6*(1), 59-78.
- Park, B., Plass, J. L., & Brünken, R. (2014). Cognitive and affective processes in multimedia learning. *Learning and Instruction, 29*, 125-127.
- Peeck, J. (1993). Increasing picture effects in learning from illustrated text. *Learning and Instruction, 3*(3), 227-238.
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

附件一：學生與家長所簽署之同意書

「原住民對於數學文化文本研究」家長同意書

貴家長您好：

本校與 _____ 合作，進行「原住民對於數學文化文本研究」，將原住民的文化製成數學題目，藉由測驗了解原住民學生對於自己文化放在數學題目的反應。測驗時電腦內有眼動儀，用以監控學生的思考模式，施測結果可提供學校作為教學參考，但學生的真實姓名及個人資料不會出現在報告上。近期施測，施測時間約莫

「原住民對於數學文化文本研究」家長同意書

_____年 _____班 _____號 姓名：_____

同意子弟參加「原住民對於數學文化文本研究」測驗

不同意

此致

_____中學

家長簽名: _____

108年11月____日

附件二：研究參與者知情同意書

研究參與者知情同意書

親愛的少年夥伴:

您好!我們很誠摯的邀請您協助我們進行有關數學解題的相關研究。請您能在評估下列資訊後，考慮是否同意協助我們的研究。您也可以提出所想到的任何問題，讓我們能夠更妥善地思考:

◆ **研究名稱：**

文化與數學交織文本：眼動技術下不同民族學生的解題行為之探究

◆ **研究指導教授：**

聯絡電話: _____ , E-mail: _____

◆ **我們的研究內容是為了瞭解你在進行數學解題時，不同文化數學文本對你的影響。**

◆ **這個研究將會怎麼進行呢?**

如果您有意願參與，得到家長同意後，我們將會進行下面的安排：

【一】**時間及地點：**在徵得學校、教師及您的同意後，我們會利用非上課時間，在教室請您協助閱讀兩種數學文本然後進行數學解題。

【二】**參與方式：**我們的研究團隊將會請您協助閱讀具「鄒族文化內涵的數學文本」以及具「漢民族文化內涵的數學文本」，然後進行數學解題。請您幫忙我們進行數學解題，解題過程中需要配合眼動儀器進行，時間約需 30 分鐘。

【三】**您所填答的所有資料將受到妥善保密!**

➤ **您提供的資料將被如何使用?：**

1. 未來研究成果呈現時，您的真實姓名及個人資料不會出現在報告上。
2. 如果您或您的家長對這個研究的結果，感到興趣，我們會在研究成果完成後，提供 pdf 檔供您參考。

請於研究成果完成後，E-mail 給我 pdf 檔

聯絡用 E-mail：_____

感謝您耐心閱讀上述資訊，您可以依照自己的意願，決定是否參與我們的研究。!

簽署欄：我有意願參與這個研究…… 簽名：_____

日期：2019 年 11 月 _____ 日



研習證明

(105) CRB-IRB 研習證書第 004 號

茲證明



於中華民國 105 年 12 月 9 日參加科技部原住民族科學教育計畫推動辦公室、人體研究計畫諮詢取得原住民族同意與約定商業利益及其應用辦法專管中心與佛教慈濟醫療財團法人花蓮慈濟醫院研究倫理委員會合辦之「原住民族人體研究倫理研習會」課程，共計接受 6 小時之研究倫理訓練。

特此證明

佛教慈濟醫療財團法人花蓮慈濟醫院
研究倫理委員會



中華民國一〇五年十二月九日



測驗及格證明

(105)CR-1-103 贈字第 004 號

茲證明



通過於中華民國 105 年 12 月 9 日參加科技部原住民族科學教育計畫推動辦公室、人體研究計畫諮詢取得原住民族同意與約定商業利益及其應用辦法專管中心與佛教慈濟醫療財團法人花蓮慈濟醫院研究倫理委員會合辦之「原住民族人體研究倫理研習會」課程，通過認證考試完成 1 小時之研究倫理訓練。

特此證明

佛教慈濟醫療財團法人花蓮慈濟醫院
研究倫理委員會



中華民國一〇五年十二月九日

【評語】 130006

本研究利用眼動技術，探討文化與城鄉因素，在閱讀漢文化與鄒族文化的數學問本的解題正確率，並以眼睛凝視的總時間，凝視次數，以及平均地凝視時間等指標來反映認知負荷量。研究議題非常新穎，試題設計的考量也都很謹慎。若能針對以下問題進行改善，可以成為非常好的作品。

1. 增加樣本數，希望各組至少可以有 6-8 位學生。
2. 統計分析的部分，應該採用多因子的 Three-way ANOVA，可以直接回答文化，城鄉，與文本三個變項間的關係。
3. 眼動測量的部分，目前平均的單次凝視時間有些長達 900 毫秒以上，此數值並不合理，可能跟眼動系統如何定義單一凝視點的算則以及如何去除誤差值有關，建議跟系統使用與算則定義者進行討論，或請教其他熟悉眼動測量技術的老師。
4. 受試者為中學生，且有原住民，須取得 IRB。