

苗栗四縣客家話單字調研究： 傳統調查與聲學分析的比較

鄭明中*、翁杰**

摘 要

本研究利用聲學分析苗栗四縣客家話的六個單字調，並將聲學分析與傳統調查的結果相互比較以瞭解其間的差異。本研究的參與者為 12 名以苗栗四縣客家話為母語的中年層發音人，依據性別分成兩組，每組 6 人。本研究首先採集這些發音人的單字調，接著利用 PRAAT 測量基頻長度，並在基頻曲線上平均取 11 個點測量基頻數值。基頻數值隨後則依個人的聲調格局被轉換為聲調五度制 T 值，接著利用 T 值來計算每位發音人各個聲調的基頻均值（ F_0 mean）與基頻斜率（ F_0 slope）。研究結果顯示，傳統調查與聲學分析在苗栗四縣客家話的聲調描寫上有很大的差異。再者，性別因素在基頻均值上的差異顯著，但在基頻斜率上的差異並不明顯。最後，本研究企圖解釋傳統調查與聲學分析之間在調值描寫上的差異，並從社會語言學觀點針對聲調的性別差異提出說明。

關鍵詞：客家話、聲學、單字調、四縣、苗栗

* 國立聯合大學客家語言與傳播研究所教授。

** 國立聯合大學客家語言與傳播研究所碩士。

A Comparison between Traditional Survey and Acoustic Analysis of the Citation Tones in Miaoli Sixian Hakka

Cheng Ming-Chung

Professor, Institute of Hakka Language and Communication,
National United University

Wong Jie

Master, Institute of Hakka Language and Communication,
National United University

Abstract

This study explored six citation tones in Miaoli Sixian Hakka (MSH) in terms of acoustics, and compared the difference in tonal descriptions between acoustic analysis and traditional survey. Twelve middle-aged MSH native speakers participated in this study. According to their gender, they were evenly divided into two groups. This study recorded their citation tones, and used PRAAT to measure F_0 duration. The F_0 duration was evenly divided into ten sections, and the F_0 values of the eleven dividing points were extracted. The fetched F_0 values were then transformed into five-scale tonal T values, and the T values were utilized to calculate F_0 means and F_0 slopes of the target tones. Results showed that great difference existed in MSH tone descriptions between acoustic analysis and traditional survey. Also, there was a significant gender difference in F_0 mean of MSH citation tones, rather than in F_0 slopes. Eventually, this study attempted to explicate the descriptive tonal difference between acoustic analysis and traditional investigation, and to give sociolinguistic explanations for gender difference occurring in MSH citation tones.

Keywords: Hakka, acoustics, citation tone, Sixian, Miaoli

苗栗四縣客家話單字調研究： 傳統調查與聲學分析的比較*

鄭明中、翁杰

一、前言

臺灣的客家話中以四縣客家話的說話人口最多，佔全體客家說話人口的 56.1%（客家委員會，2013：2），因此四縣客家話是通行範圍最廣的客家話，亦為正式場合與傳播媒體中最主要使用的客家話。四縣客家話在臺灣各縣市都有分布，主要分布地以苗栗縣、桃園市、花蓮縣、基隆市為主（羅肇錦，2000；客家委員會，2013），其中又以苗栗縣使用四縣客家話的人口密度最高，縣內四縣客家話的使用人口比例為 88.1%（客家委員會，2013：76），山線鄉鎮更是四縣客家話使用人口最主要的分布區，如苗栗市、公館鄉、銅鑼鄉、頭屋鄉、造橋鄉、三義鄉、大湖鄉、獅潭鄉等（羅肇錦，1990）。苗栗四縣客家話在客家話中使用人口最多，使用範圍最廣，因此對於苗栗四縣客家話的傳統調查，不但時間較早，數量也較多，且以苗栗四縣客家話為編纂依據的字辭（詞）典數量也不少，本研究將部分文獻裡對於聲調的描寫進行整理，如【表 1】所示。

* 本文精簡版曾於桃園市客家事務局委託新生醫專所舉辦的「第八屆客家文化傳承與發展學術研討會」中宣讀（2017/05/20）。作者首先要感謝本研究的 12 位發音人所給予的協助，沒有你們的熱情參與，就絕不會有本篇論文的產出。作者更要向兩位匿名審查人致上最深的謝忱，他們不僅詳閱全文，更提出諸多富建設性、見解深入的意見，使得本文在結構、行文與內容上能更臻完善。文中若再有誤，文責由作者自負。

表 1 苗栗四縣客家話的單字調及其調值¹

相關文獻 \ 中古調類	陰平調	陽平調	上聲調	去聲調	陰入調	陽入調
余秀敏（1984）	[24]	[11]	[31]	[55]	[21]	[55]
羅肇錦（1990）	[24]	[11]	[31]	[55]	[32]	[5]
徐運德（1992）	[24]	[11]	[31]	[55]	[32]	[55]
董忠司（1996）	[24]	[11]	[31]	[55]	[32]	[55]
徐兆泉（2001）	[24]	[11]	[31]	[55]	[20]	[50]
龔萬灶（2003）	[24]	[11]	[31]	[55]	[22]	[55]
古國順（2005）	[24]	[11]	[31]	[55]	[32]	[55]
邱仲森（2005）	[24]	[11]	[31]	[55]	[2]	[5]
徐瑞珠（2005）	[13]	[11]	[31]	[55]	[3]	[5]
教育部（2006）	[24]	[11]	[31]	[55]	[22]	[55]
張屏生（2007） ²	[13]	[11]	[31]	[55]	[3]	[5]
黃雯君（2009）	[24]	[11]	[31]	[55]	[2]	[5]
羅肇錦（2007）	[24]	[11]	[31]	[55]	[2]	[5]
楊政男等（2013）	[24]	[11]	[31]	[55]	[22]	[55]
客家委員會（2015）	[24]	[11]	[31]	[55]	[2]	[5]

上表所列的傳統調查或字辭（詞）典，對於苗栗四縣客家話的聲調描寫整體看來相差不大。傳統調查係延續漢語聲韻學的傳統作法，針對目標方言之音韻系統進行調查、整理、歸納與覆核，藉此調查人便可迅速瞭解該方言的音韻系統。一般而言，調查人會邀請世居當地的幾位具代表性的發音人唸讀字表，再透過調查人以耳聽手記的方式進行記錄，最後由調查人歸納出該方言的音韻系統（游汝杰，2004：55-57；游汝杰、鄒嘉彥，2011：4-8）。³然而，誠如朱曉農（2004：3）所言，目前在描寫

¹ 楊時逢（1957：2）調查桃園客家方言時將客家話分成四縣腔與海陸腔兩類，其當時所調查的桃園四縣客家話與現在的苗栗四縣客家話在聲調上是一致的，都分成 6 個調類，調值依序為[24, 11, 31, 55, 22, 55]。

² 張屏生（2007）的調查點為苗栗縣頭份鎮（現為頭份市）。依據羅肇錦（2007：32），居住於頭份的客家人有部分說海陸客家話，因而此地也與苗栗縣南庄鄉一樣是研究四海話的重要場域（鄧盛有，2000）。一般而言，公認較為正統的苗栗四縣客家話分布於苗栗市、公館鄉、銅鑼鄉等山線地區。

³ 事實上，傳統調查的執行過程有其自身一套嚴格的操作原則。例如，中國社會科學院語言研究所（2006）出版的《方言調查字表（修訂本）》就建議在調查語音時要詳實登錄發音人的基本資料，基本原則是發音人最好是世居當地、老年層、未（長期）外出、口齒清晰、思維清晰者。語音調查過程亦須多人參較驗證，以及事後核實、增補等等程序來完成。對於漢語方言調查有興趣者，可自行

聲調方面「只能通過對基頻的感知——音高——來進行印象式描繪，因為語言調查人員在記錄聲調時都有一種難以一下確定的感覺」，因此聲調的聲學分析正好可補充傳統調查的侷限。就現況來看，與眾多的傳統調查與字辭（詞）典相比，針對苗栗四縣客家話單字調進行的聲學分析就顯得非常少，目前僅有張月琴（1995）與羅枝新（2016）兩筆。⁴這兩筆文獻針對苗栗四縣客家話單字調的聲學分析結果如【表 2】所示，入聲調均為短促調。再者，有別於傳統調查所呈現的高度一致性，兩項聲學分析的結果有些許差距，特別是在調值[5]的分布上。另外，就陽平調而言，傳統調查均為[11]，但是聲學分析均為[31]。

表 2 苗栗四縣客家話聲調的聲學

中古調類 相關文獻	陰平	陽平	上聲	去聲	陰入	陽入
張月琴（1995）	[35]	[31]	[51]	[55]	[52]	[55]
羅枝新（2016）	[34]	[31]	[42]	[44]	[43]	[54]

張月琴（1995）從聲學角度來分析苗栗四縣客家話的單字調及兩字組聲調組合。她邀請 1 位在苗栗銅鑼出生，且說苗栗四縣客家話的男性發音人唸讀一份含單字調及兩字組聲調組合的字表，字表設計方式是儘量採用發音方法相同的輔音（如送氣塞音、塞擦音）或主要元音及介音為高元音[i, u, j, w]的音節作為研究語料（然該研究僅陳述字表設計原則，並於該研究的附錄一呈現各個聲調的調值，但並未實際列出研究字表）。單字調部分，每個調類選取三個例字，每個例字請發音人放在承載句「我講 ____ 講三次。」中唸讀三次。她採用 UNICE 語音分析軟體將每個聲調樣本的調長均分為四等份，即在基頻曲線上平均抓取五個點，並提取這五個點的基礎頻

參閱詹伯慧（2006），裡頭對於方言調查的基礎，以及方言語音、詞彙、語法等各個層面的調查均有專章進行介紹。然而，作者在此必須強調，本研究所謂的傳統調查「主觀性」強並不是因此傳統調查沒有操作原則，而是傳統調查對於聲調調值的記錄採取「音位——音值相諧原則」（董忠司，2004），既是要相諧，就可能涉及刻意調整以求調位對比，本研究將於下文（三之（三））進行討論。相反地，聲學研就是強調將語音原原本本地呈現出來，把本來看不到的抽象聲調視覺化（visualization）。

⁴ 另外，黃耀煌（2003）也以聲學分析了南部四縣（美濃）客家話的單聲調與雙字連調，該研究的參與者共計 20 名，男女各半，其目的乃欲檢視性別因素對聲調之影響，但該研究最後對此議題並未進行探討，實為可惜。

率（基頻，fundamental frequency, F_0 ）數值，最後利用石鋒（1990）的音高標準化公式（如下所示），將基頻數值轉換為語言學上常用的聲調五度制。公式中 P_H 為最大音高值， P_L 為最小音高值， P_i 為各點所測得的音高值， T_i 為標準化後的聲調五度制數值。此公式運用了對數轉換，其優點在於計算方法簡單，也可使轉換數值更貼近人的聽覺感知（石鋒，2008）。

音高標準化公式

$$T_i = 5 \times \frac{\log_{10} P_i - \log_{10} P_L}{\log_{10} P_H - \log_{10} P_L}$$

羅枝新（2016）則是收集 5 位居住於苗栗市與公館鄉，說苗栗四縣客家話的中年層女性所發出的單字調與陰平變調作為研究語料。該研究的發音字表均為 CV（舒聲）或 CVT（入聲）音節，其中 C 以不送氣塞音為主，V 則為客家話的 6 個單元音 [i, e, a, o, u, i]，T 則為 [p, t, k] 三個入聲韻尾之一，每個聲調與陰平變調均含 6 個例字，並請發音人以固定的音強及語速每個字詞連續唸讀 5 次，最後截頭去尾取中間 3 次進行聲學分析，分析項目包含調長、調形與調值。她採用 PRAAT 語音分析軟體及鄭明中（2013，2014a，2014b）的分析方法，在調長上平均取 11 點（含起迄點），接著提取每個樣本在這 11 點上的基頻數值，最後也運用石鋒的音高標準化公式，依據每位發音人的聲調格局進行聲調五度制的轉換，並將所有發音人各個聲調的各點聲調五度制數值加以平均後繪製成聲調格局圖，並據此描寫各個聲調的調值。

張月琴（1995）與羅枝新（2016）均為苗栗四縣客家話的聲調聲學分析做出了相當的貢獻，當然其中也有一些不足。首先是發音人過少，張月琴（1995）僅採用 1 位男性發音人的語料進行個案分析，羅枝新（2016）採用 5 位中年層女性發音人的語料進行分析，同時也考量到分析時可能產生的人際差異，但就聲學研究而言，發音人的數量仍不多。其次，由【表 1】與【表 2】的比較可知，聲學分析與傳統調查的結果差異頗大，但兩筆聲學分析均未能對此差異提出任何解釋，特別是陽平調與陰入調。第三，兩筆聲學分析都僅針對單一性別進行探討，均未考量到性別因素的影響。有鑑於上述不足，本研究將透過更廣泛的取樣來研究苗栗四縣客家話的單字調，並加入社會語言學研究中最常見的「性別」變項（徐大明、陶紅印、謝天蔚，

1997：82；祝畹瑾，2013：81-85），希望對苗栗四縣客家話的聲調做出科學性的描寫與說明。

二、研究方法

（一）發音人

聲學研究的第一步即是尋找具有代表性的發音人來錄製語音資料。為了避免發音人在發音上的個人特徵成為該聲調的特徵，所以要儘可能調查多一些發音人。本研究的參與者為 12 位中年層發音人，依據性別分成 2 組，每組 6 人，如【表 3】所列。聲學語音學家 Ladefoged（1997）提到，對一個語言進行聲學研究至少需要 3 至 6 人，因此每一群組 6 個人已符合聲學研究的人數要求。

表 3 所有發音合作人的基本資料

性別	姓名	年齡	性別	姓名	年齡
男 1	陳○○	59	女 1	羅○○	53
男 2	黃○○	58	女 2	張○○	52
男 3	黃○○	58	女 3	周○○	52
男 4	黃○○	55	女 4	林○○	51
男 5	林○○	46	女 5	蘇○○	51
男 6	邱○○	43	女 6	范○○	49

這些發音人均選自苗栗縣公館鄉，男性發音人平均年齡為 53.2 歲，女性發音人平均年齡為 51.3 歲。此外，參與本研究的發音人必須符合下列的基本原則：第一，四縣客家話為家中常用語，日常生活對話亦使用四縣客家話作為溝通語言；第二，發音人從出生即居住於該地區，未曾長期在外居住；第三，發音人須口齒清晰，無言語、喉嚨或精神方面的病史。

另外，本研究的發音人均居住於苗栗縣公館鄉。依據行政院客家委員會（2011：35）對全國客家人口基礎資料進行的調查研究，苗栗縣公館鄉的客家人口比例高達

91.34%，該調查研究並以「客家人口密度」及「客家人口數」對被調查的 355 個鄉鎮市區進行二維分類，兩項指標均以高、中、低來劃分，公館鄉屬於 19 個高客家人口密度與高客家人口數的區域之一。有此可見，本研究所選取的發音人具有苗栗四縣客家話的代表性。

（二）發音字表

音節的有聲部分為聲調的承載段，特別是元音及其後方的有聲輔音（韻母）（Howie，1976；郭錦桴，1993；林茂燦，1995；朱曉農，2005a）。據此，本研究的單字調發音字表依下列原則設計：1、採用 CV 或 CV(X)（X = [u, n, ŋ, t, k]）音節為主。聲母部分排除鼻音、邊音、滑音等有聲輔音，因為發有聲輔音時聲帶震動，這會造成對聲調起點及聲調長度判斷上的困難。透過以上的控制，韻母將成為聲調的唯一載體。2、依陰平、陽平、上聲、去聲、陰入、陽入等調類排序，每個單字調選用生活中常用的 3 個例字。3、設計完成的字表，先請 2 位能說流利四縣客家話的發音人進行預試以確定字表的正確性。本研究最後所採用的研究字表如【表 4】所示。

表 4 苗栗四縣客家話單字調的發音字表

陰平[24]	陽平[11]	上聲[31]	去聲[55]	陰入[2]	陽入[5]
包 [pau]	頭 [t ^h eu]	板 [pan]	飯 [fan]	發 [fat]	石 [sak]
冰 [pen]	求 [k ^h iu]	洗 [se]	豆 [t ^h eu]	色 [set]	別 [p ^h et]
天 [t ^h ien]	糖 [t ^h oŋ]	手 [su]	順 [sun]	角 [kok]	食 [sit]

本研究在此也必須事先說明，字表例字所使用的韻腹元音儘量含蓋高、中、低元音，這是因為發出不同舌位高低的元音時，口腔結構也會相對不同，所以會形成元音內在音高（intrinsic pitch）差異，高元音的音高較高，低元音的音高較低（Lehiste，1970；Peterson & Barney，1952；童寶娟，2005）。這是一種跨語言普遍的語音傾向（Whalen & Levitt，1995），但其間的差異並不大，約介於 4 至 25Hz 之間（Ohala，1973），這樣細微的差異再經音高標準化之後（見下文（三）之 3），元音的內在音高差異所造成的影響將微乎其微。另外，雖然字表例字所使用的聲母有些不同，但是聲調主要承載於音節的有聲部分，本研究所採用的錄音方式有足夠時間讓發音人

發完每個例字（見下文（三）之 1），顯示各個聲調調長的特性，因此可將聲母不同對於聲調長度的影響降至最小。

（三）研究程序

1、語音錄製階段

正式錄音前，研究者先禮貌性拜訪每名發音人，在獲得發音人的同意後才進行後續的研究工作。此外，研究者將發音字詞表提供給發音人，讓他們可以先行熟悉研究所採用的字詞。另外，研究者也先行讓發音人們熟悉錄音筆，並說明錄音的進行方式及操作過程，使他們能以最自然的方式進行語音錄製，減少研究可能帶來的焦慮與不安。在拜訪結束前，研究者與發音人們約定正式錄音時間。本研究使用華碩筆記型電腦（型號：ASUS X55V），配備 2.4G Hz 中央處理器、6GB 記憶體及 64 位元作業系統，足夠本研究分析語音所需。本研究採用 SONY（PCM-M10）高品質專業級錄音筆，以不經壓縮的 96kHz/24bit 線性 PCM 格式進行錄音，如此便可以保留語音的真實性。

接下來進入正式錄音。為確保錄音品質，所有語料均在安靜的房間內錄製。錄音設備採固定式，將錄音筆定置於胸前離發音人嘴巴約 20 公分距離的位置，以避免語音強度過強或不足。錄音設備設置完成後，緊接著就請發音人以固定的音強和語速，將每個單字放在承載句「請說 ____。」中自然地唸讀出來，每個字（含承載句）連續唸讀 5 次，每一次間隔約半秒鐘。最後，本研究切取中間 3 次的單字進行基頻分析，因此每位發音人最後都有 54 個可供分析的語音樣本。

2、基頻數值與聲調長度測量階段⁵

本研究亦採用鄭明中（2013，2014a，2014b）的分析方法，利用 PRAAT 語音

⁵ 在談論聲調時有三個術語必須事先瞭解：基頻、音高與聲調（Yip，2002：5）。「基頻」是一個聲學上的術語，表示聲帶振動的頻率，單位為赫茲(Hz)。「音高」是一個感知上的術語，音高的高或低取決於聽話者對於基頻的感知。「聲調」則是一個語言學上的術語，視語言的不同，它可以用來區別字義或句意的不同。這些術語在本研究中交替使用。

分析軟體 (Boersma & Weenink, 2016) 及其腳本功能，對完成審音與切音的目標聲調進行基頻數值及聲調長度測量，並將整個測量結果輸出到 Microsoft Access 資料庫中，整個操作過程如下。首先，PRAAT 會先判讀每個語音樣本的基頻曲線的起點與終點的時間，這兩點的時間差即為聲調長度。其次，將起點與終點的時間差平均分成 10 等份，亦即在基頻曲線上取 11 點（含起終點），並分別量取這 11 個點的基頻數值。最後，為考驗相同測量者與不同測量者之間的測量信度（measurement reliability），研究者隨機取出十分之一的樣本，對基頻的起終點數值及長度進行重測，這兩項工作分別由第一作者及第二作者在三個星期內完成。重測結果顯示，兩種測量信度均呈現高度正相關，所得相關係數（Pearson's r ）均大於 0.85 ($p < .05$)。

3、基頻（音高）數值標準化階段

每位發音人的發音必定存有個人差異，因此不能用絕對基頻數值來直接做比較，須將個人所有測得的基頻數值先進行標準化（或稱「歸一化」），移除人際差異，濾掉個人特性，如此相互比較才具有語言學意義（Ross, 1993, 2016）。本研究同樣利用石鋒的音高標準化公式對每位發音人所測得的基頻數值進行聲調五度制轉換，公式中運用了對數轉換，其優點在於計算方法簡便，且可更貼近人的聽覺感知（石鋒，2008；朱曉農，2004，2005a）。標準化的計算程序是將每位發音人所測得的音高最大值、最小值及各點音高數值分別帶入公式，每位發音人的音高都可按照自己的聲調格局，轉換成語言學上常用的聲調五度制。石鋒（2006：18；2008）亦指出，「在聲調格局中，每一聲調所佔據的不是一條線，而是一條帶狀的聲學空間，聲調調形曲線不應只看成是一條線，而應該作為一條帶狀包絡的中線或主線」。另外，依據劉俐李（2006）的界域理論，五度制裡的每一度都允許一個 $[\pm 0.1]$ 的浮動調值，這是聲調的一個過渡、柔軟地帶，因此 T 值刻度與五度制空間的對應關係如【表 5】所示。

表 5 T 值與五度制的對應關係

T 值	$0 \leq T \leq 1.1$	$0.9 < T \leq 2.1$	$1.9 < T \leq 3.1$	$2.9 < T \leq 4.1$	$3.9 < T \leq 5$
五度制	1 度	2 度	3 度	4 度	5 度

4、聲學特徵計算階段

除了測量各個單字調的聲調長度（基頻長度， F_0 duration）外，本研究也以標準化後的聲調五度制數值，針對各個單字調計算以下兩個重要的聲調聲學特徵：基頻輪廓（ F_0 contour）、基頻均值（ F_0 mean）、基頻斜率（ F_0 slope）。這些基頻特徵是聲調感知的重要聲學參數，以下分點論述。

許多文獻已證實基頻輪廓是聽話人區分不同聲調主要是依據，例如普通話（Liu & Samuel, 2004；Xu, 1997）與廣東話（Gandour, 1981）。Tseng（1990）就已指出基頻格局（tone pattern）在國語聲調的產製和感知上扮演主要的角色。在本研究中，各個聲調的基頻輪廓是將所有（或男女兩性）發音人在各個聲調上的各個基頻取點標準化後的 T 值加總後平均，之後利用平均後所得的 11 個點的 T 值來繪製各個聲調的聲調格局圖。基頻均值亦為區分聲調的重要感知線索。已有文獻指出，基頻均值搭配基頻輪廓可以對泰語（Abramson, 1962）、普通話（Howie, 1976）、廣東話（Gandour, 1983）的聲調感知區別提供足夠的線索。舉 Khouw & Ciocca（2007）對廣東話聲調的感知研究為例，聽話者利用基頻斜率區分出廣東話的平調（[55]、[33]與[22]）與曲折調（[25]、[23]與[21]），也利用基頻斜率區分出升調（[25]與[23]）與降調（[21]）。在本研究中，基頻均值的計算是先將各個發音人在各個聲調基頻曲線上的 11 個基頻取點標準化後的 T 值加總後平均，之後再依聲調將所有（或男女兩性）發音人所得的基頻均值再次加總後平均，如此便可得出各個聲調的基頻均值。就基頻斜率而言，它是指單位時間內基頻變化的方向（平調、升調、降調）與強度（聲調升降的幅度）。先前研究已證實，基頻斜率在區別不同聲調的重要性，如廣東話（Gandour, 1981）與泰語（Gandour, 1979）。在本研究中，基頻斜率的計算方式是採用線性迴歸（linear regression）的方式，利用每位發音人每個聲調的 11 個點的 T 值求取相鄰兩點之間的最佳斜率值（Zar, 1996），透過這種方式便可以求取個別發音人各個聲調的基頻斜率，之後再將所有（或男女兩性）發音人各個聲調的基頻斜率再次加總後平均，如此便可求出各個聲調的基頻斜率。基頻斜率數值介於 1 與-1 之間，0 代表平調，正值代表升調，負值代表降調。斜率數值的大小代表升降幅度

的大小，數值越大，升降幅度越大，反之則越小。

5、統計與繪圖階段

我們利用 SPSS 16.0 進行數據統計分析。除了以一般的敘述統計計算出各個聲調的各項基頻參數的平均值，本研究也採用推論統計中的單因子變異數分析（One-way ANOVA）進行顯著性測試，並透過雪費法（Scheffé）進行多重事後檢定，來檢視苗栗四縣客家話裡各個聲調彼此之間在基頻均值與基頻斜率的差異。另外，本研究也利用 Microcal Origin 6.0 工程用繪圖軟體將單字調標準化後所得的 T 值繪製成聲調格局（空間）圖（即基頻輪廓）。

三、結果與討論

（一）聲調長度

本節將呈現苗栗四縣客家話單字調的調長分析結果，依據發音人的性別將分析結果分開整理，如【表 6】與【表 7】所示，從中可以看到，不論哪一種性別，各個調類的調長排序是一致的，即「陰平>去聲>陽平>上聲>陽入>陰入」，這個調類時長排序也見於羅枝新（2016：58），張月琴（1995）並未討論調長。由此可見，雖然各研究所採用的採音方式及同一調類的調長平均（絕對）值並不相同，但是調長的總體排序是一致的，充分體現語言是一個「異質有序」（an orderly heterogeneity）的系統（Weinreich, Lobov & Herzog, 1968），也呈現出客家話聲調長度的共性。另外，聲調長度已在本節中討論過，故下一節將僅呈現各聲調的聲調格局圖，並著重於基頻的標準化結果，因此聲調長度看起來似乎是一樣長，但事實上則不然，在此事先說明。

表 6 男性四縣客家話各個聲調調長平均及比例（單位：毫秒）

調類	陰平	陽平	上聲	去聲	陰入	陽入
調長	401	286	253	357	147	184
平均	277					
比例	1.48	1.05	0.93	1.32	0.54	0.68

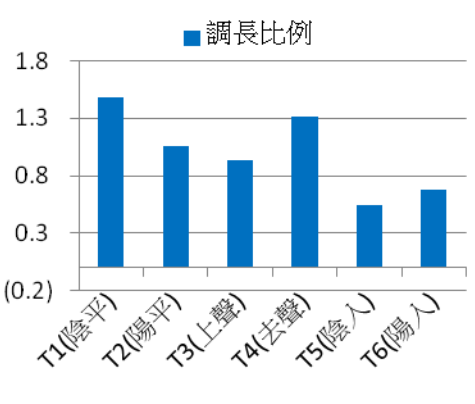
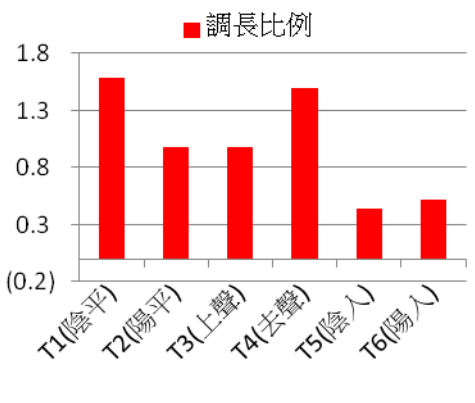


表 7 女性四縣客家話各個聲調調長平均及比例（單位：毫秒）

調類	陰平	陽平	上聲	去聲	陰入	陽入
調長	442	273	272	418	122	145
平均	279					
比例	1.59	0.98	0.98	1.50	0.44	0.52

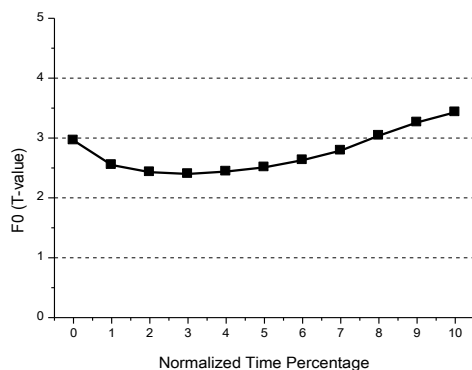


值得一提的是，在這個調長排序中，舒聲調比入聲調來得長是可以肯定的，然而其他四個舒聲調的調長長短似乎與調形相關。根據聲學分析的結果，陽平調與上聲調都是降調，上聲調下降的幅度（斜率）又大於陽平調（詳見下一節討論）。陰平調與去聲調則為上升調或平調。舉國語或普通話的四聲為例，在單唸的狀況下，上聲調[214]最長，去聲調[51]最短，陰平調[55]與陽平調[35]則居中（Tseng, 1990；周同春，2003：116；高永安，2014：50；鮑懷翹、林茂燦，2014：175）。若借鏡於國語或普通話，那麼客家話的陽平調與上聲調比陰平調與去聲調來得短就相當自然，因為客家話的陽平調與上聲調依據聲學分析的結果顯示都是降調，一般而言比升調

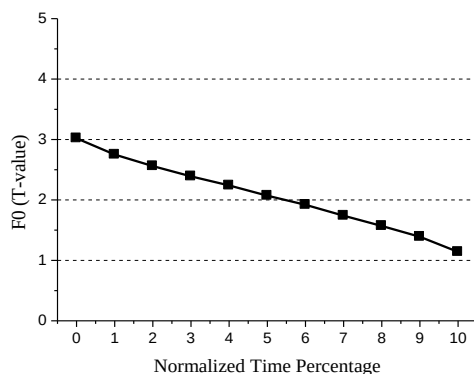
或平調來得短，但又比入聲調來得長。

(二) 苗栗四縣客家話單字調的分析結果

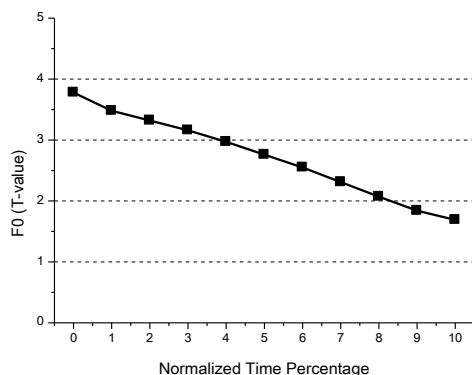
本節將呈現苗栗四縣客家話的單字調的分析結果，含基頻輪廓、基頻均值與基頻斜率。以下先呈現全體發音人六個單字調的分析結果，接著再依據性別因素針對六個單字調的分析結果進行討論。【圖 1】呈現全體發音人各個聲調的聲調格局圖，【表 8】則表列全體發音人各個聲調的平均基頻均值與基頻斜率。⁶請注意，調長部分已於前一節討論完畢，本節主要探討各個聲調的基頻輪廓、基頻均值與基頻斜率等聲學參數，這些參數的計算均與調長無關，故在此僅在入聲調加註短促調。



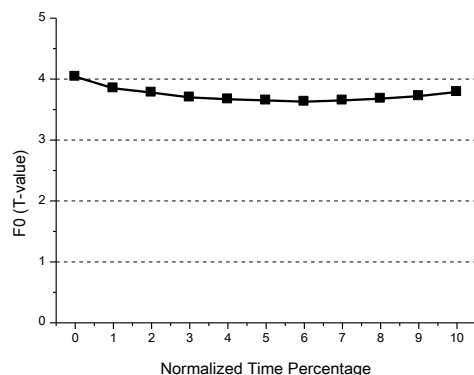
陰平調



陽平調

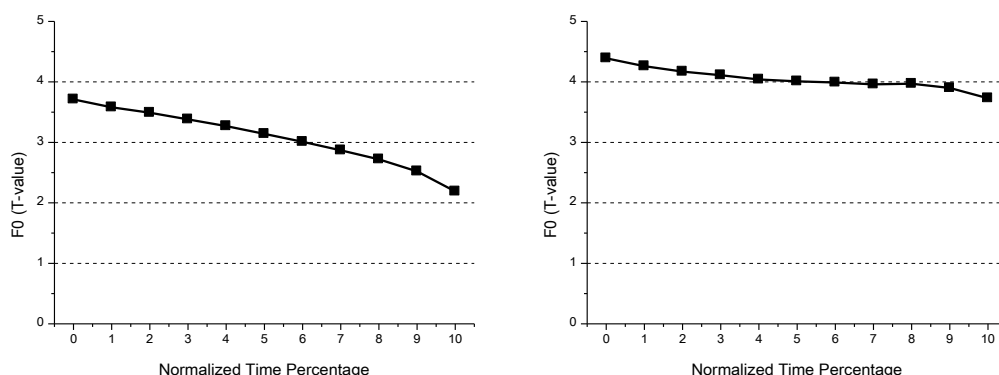


上聲調



去聲調

⁶ 男女發音人聲調轉換後的 T 值與各項基頻參數的數值請參見附錄。



陰入調 (短促調)

陽入調 (短促調)

圖 1 全體發音人各個聲調之聲調格局圖

表 8 全體發音人各個聲調的基頻均值與基頻斜率

基頻參數 \ 調類	陰平調	陽平調	上聲調	去聲調	陰入調	陽入調
基頻均值 (F_0 mean)	2.77	2.07	2.72	3.74	3.08	4.05
基頻斜率 (F_0 slope)	0.07	-0.18	-0.21	-0.02	-0.14	-0.05

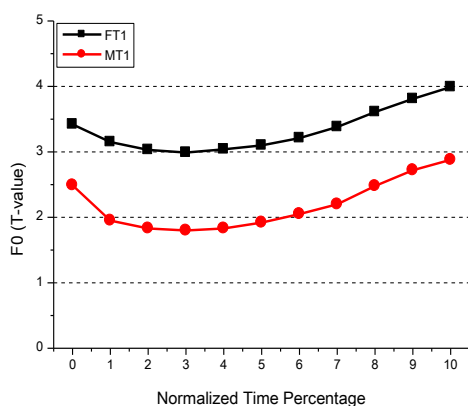
就【圖 1】的聲調格局圖而論，陰平調是一個先降後升的調，但由於降的部分全都落在[3]的區間內，升的部分大部分也在[3]的區間中，最後 3 個點才真正進入到[4]的區間，所以是一中升調[34]。再者，陰平調整體的基頻斜率並不高（0.07），這是因為陰平調的基頻曲線前半部下降所導致，若將下降趨勢的前 4 點去除即可反應陰平調上升的特質。陽平調與上聲調都是降調，調值分別記為[31]與[42]。⁷去聲調則是一個平調，雖然最前端略為下降，但除了第 1 個點外，其餘的取樣點都落在[4]的區間，故將去聲調記為[44]。陰入調與陽入調都是短促調，調值分別記為[43]與[54]。

接下來以個別的單因子變異數分析，對【表 8】裡六個聲調的各項基頻參數進

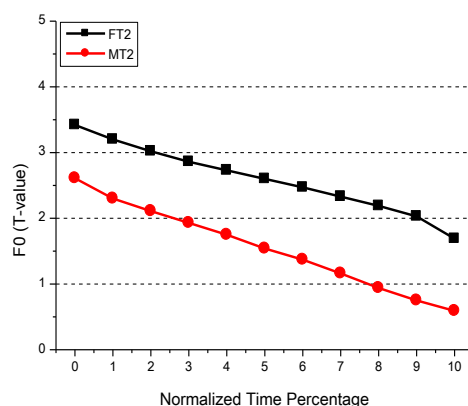
⁷ 讀者心裡可能有疑惑產生，即陽平調的最後一個點的 T 值為[1.14]，即便扣除[0.1]的浮動界域到[1.04]，仍未進入[1]的空間，因此將陽平調描寫為[31]是否合理。關於這個問題，這一條陽平調聲調曲線是由男女發音人合併計算的結果。如果把性別分開，男性的陽平調確實進入到[1]的空間，女性則沒有進入到[1]的空間，但男女性所發出的陽平調的調形相同，因此這是性別差異所造成（請見下一節的深入討論），且平均後最後一個 T 值點已趨近於[1]，據此本研究仍將陽平調描寫為[31]。

行差異分析，結果顯示六個聲調整體上在各項基頻參數，都達到統計上的顯著差異水準。就基頻均值而言，統計結果為 $F(5, 66) = 12.247, p < .05$ ，續以雪費法進行多重事後檢定後發現，在 15 種聲調兩兩配對比較中，有 9 種聲調組合無法透過基頻均值而獲得感知區別，這部分將在 3.3 節中進行討論。就基頻斜率來說，統計結果為 $F(5, 66) = 64.322, p < .05$ ，雪費法事後檢定顯示在 15 種聲調兩兩配對比較中，只有陽平與上聲、陽平與陰入、去聲與陽入等 3 種未達顯著差異。由此可見，基頻斜率可以區別絕大部分的聲調配對，即便在本研究中基頻均值僅能區分 6 種聲調配對。事實上，聲調的區別尚須考慮到調長問題，例如所有的舒聲調均能透過調長差異與入聲調產生感知區別。

接著，【圖 2】呈現「性別」因素作用下的苗栗四縣客家話六個單字調的聲調格局圖，從中可以發現「性別」因素對於聲調影響是相當明顯的。兩性的所有聲調曲線的升降態勢都非常一致，但女性各個聲調的聲調曲線位置都高於男性，顯示出性別差異。在基頻均值上，女性均顯著大於男性 ($F(1, 70) = 14.082, p < .05$)。在基頻斜率上，兩性在各個單字調的調形上相當，所以均未達統計上的顯著差異水準 ($F(1, 70) = 1.488, p > .05$)。



陰平調



陽平調

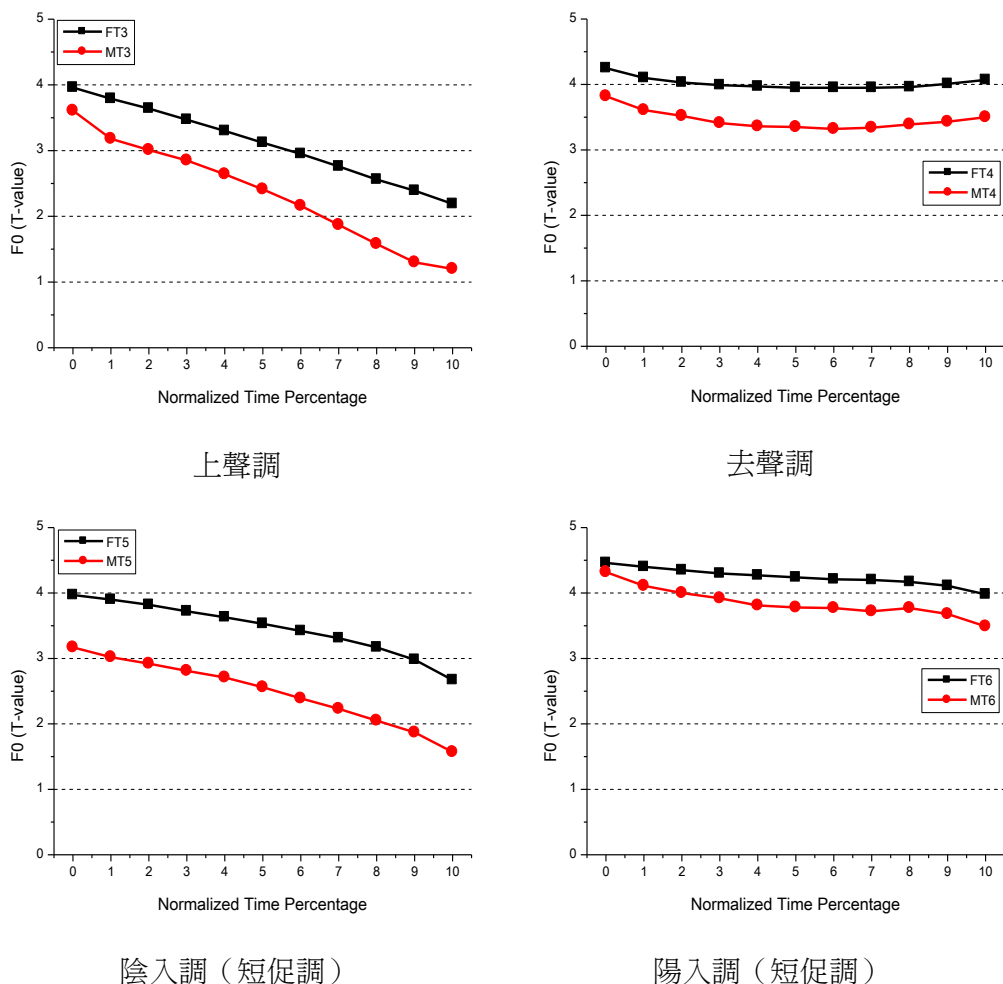


圖 2 男 (M) 女 (F) 發音人各個聲調之聲調格局圖

(三) 綜合討論

本節將針對上方所呈現的結果進行討論，首先就是要比較傳統調查與聲學分析的差異結果，我們將兩種研究模式的結果表列如【表 9】。由於傳統調查結果大同小異，在此僅舉羅肇錦（2007）對於苗栗四縣客家話單字調的聲調描寫作為代表。另外，三項聲學分析中，本研究與羅枝新（2016）幾乎完全相同，但與張月琴（1995）則有些許差異，主要是在調值[5]的分布上。

表 9 傳統調查與聲學分析苗栗四縣客家話單字調的結果比較

相關文獻 \ 中古調類	陰平調	陽平調	上聲調	去聲調	陰入調	陽入調
羅肇錦（2007）	[24]	[11]	[31]	[55]	[2]	[5]
張月琴（1995）	[35]	[31]	[51]	[55]	[52]	[55]
羅枝新（2016）	[34]	[31]	[42]	[44]	[43]	[54]
本研究	[34]	[31]	[42]	[44]	[43]	[54]

本研究的主要目的在於比較苗栗四縣客家話單字調的傳統調查與聲學分析的結果，在這部分本研究的貢獻相當明確，具體陳述如下。觀察【表 9】後可以清楚發現，三項聲學分析的相似性頗高，但傳統調查與聲學分析的結果確實差異相當大，三項聲學分析均顯示差異最大的就屬陽平調，傳統調查一致將陽平調描寫為低平調[11]，但聲學分析的結果卻為中降調[31]，調形與調值都改變了，這種情況不僅出現於本研究，黃耀煌（2003）對美濃四縣客家話的陽平調、鄭明中（2014a）對卓蘭饒平客家話的陰平調、黃有富（2001）與葉嘉忻（Yeh，2015）比較桃園海陸客家話陽去調與陰去調等研究都有相同的發現，即聲學分析為[31]但傳統調查卻記錄為[11]。鍾榮富（2004：149）亦曾說明四縣客家話的陽平調有點下降，但是否應標記為降調有待進一步聲學研究。本研究的聲學分析則證實了這個結果，並同時凸顯這個從未被討論過的議題點，而且本研究認為這個現象是傳統調查在描寫聲調時出現衝突所引發。例如，美濃四縣客家話與卓蘭饒平客家話的上聲調均為[31]，如果再將陽平調記錄為[31]，這樣便會形成同一客家話裡同時存在兩個[31]調，在聲調區別或語言教學上會造成困擾，因此即便聲學分析顯示陽平調是[31]，但傳統調查仍因上述考量而將之記錄為[11]，這樣的記音係依據「音位—音值相諧原則」而來，既是相諧，就可能產生刻意的調整，特別是低調類的聲調，最典型的例子就是下方本研究將要說明的楊時逢（1957，1971）對於桃園海陸與美濃四縣客家話的聲調記錄。⁸另外，Lin & Repp（1989）曾對閩南話聲調感知進行研究，探討基頻高度（pitch height，分「高、中、低」）與基頻移動（pitch movement，分「升、降」）對於聲調感知的影響，

⁸ 另外，張月琴（1995）與羅枝新（2016）同時分析了苗栗四縣客家話的陰平變調。兩項聲學分析所得的結果分別為[31]與[32]，但傳統調查仍將苗栗四縣客家話的陰平變調的調值記錄為[11]。

研究結果顯示受試者在感知低調類聲調時特別會產生聲調感知問題。然而，客家話聲調感知議題迄今鮮少受到研究關注，這是後續客家話聲調研究應關注的重要主題，特別是陽平調與陰入調這兩個低調類聲調的感知。⁹

其他單字調均屬調形相同（升調、平調、降調），但調值上出現些微差異（如陰平、去聲、陽入），其中又以上聲調與陰入調的調值差異最大。傳統調查將上聲調記錄為中降調[31]，但聲學分析的結果為[42]，張月琴（1995）甚至將上聲調記錄為高降調[51]。就陰入調而言，傳統調查記錄為中降短調[32]，但聲學分析的結果為短調[43]，張月琴（1995）卻將陰入調記錄為高降短調[52]。值得注意的是，聲學分析的結果在調形上呈現一致性，但在調值上有些許差異，尤其是有關調值[5]的記錄。本研究與羅枝新（2016）均僅有陽入調的調值達到[5]，然而張月琴（1995）卻有上聲、去聲、陰入、陽入等四個單字調的調值都達到[5]。這四個單字調的描述都含有[5]將會混淆舒、入聲調在音高上的界線。事實上，發入聲調時由於受到入聲韻尾[-p, -t, -k]的影響，聲帶緊縮，發音急促，所以發入聲調所產生的音高會比發相對的舒聲調來得高一些。例如，傳統調查均將苗栗四縣客家話的去聲調與陽入調描寫為[55]（但調長上有區別），但以聲學來分析去聲調一般只會到調值[44]，陽入調的調值才會到達[5]，由此可見本研究有別於張月琴（1995）與黃耀煌（2003）¹⁰，能更具體反應發音時的客觀生理事實。這種情況也呼應了袁家驊（2001：151）對梅縣客家話聲調

⁹ 有位審查人提及陽平調與上聲調在本研究的聲學分析中都屬降調，兩者之間的差異並不是那麼大，但客家人對於這兩個調的區別卻都不成問題，那是否代表聲學分析有誤呢？其實不然，聲調感知是一個非常複雜的問題，涉及的因素相當多，例如振幅（強度）、基頻斜率、發聲類型、諧波變化等（孔江平，2015：66-68）。再者，孔江平（2015：66）亦指出，「感知是人的大腦對語音音調的綜合判斷，由於每個人的母語不同，音位系統也不同，這個系統所感知到的聲調變化與提取出來的基頻並不完全相同」。由此可知，調查人的記音與實驗分析的結果可能是不同的，特別是不同母語的調查人去調查同一方言時，這種相異情況出現的機會就越大。基頻斜率是影響聲調感知的關鍵因素，對聲調感知的貢獻相當大，本研究裡的陽平調與上聲調是可以透過基頻斜率彼此相互區別，只是這樣的感知區別過程是在人腦中運作的，這是人類的語言本能（language instinct），即便是客家人本身也說不出所以然。目前鮮少研究針對客家話聲調感進行探索，但國語或普通話的聲調感知研究則不勝枚舉，特別是在華語為第二語言的聲調感知（教學）研究上頭，對此議題感興趣的讀者，可以參閱朱虹（2017）、鮑懷翹、林茂燦（2014：185-196）、高云峰（2004）、張月琴、石磊（2000）、榮蓉（2013）等。

¹⁰ 黃耀煌（2003）對南部四縣（美濃）客家話六個單字調的分析結果為[32, 31, 42, 55, 53/43, 55]。

的描寫，同時亦與呂建國（2006）、張玉敏（Cheung，2011）對於梅縣客家話聲調的聲學實驗分析相符。

梅縣話的聲調分為平、上、去、入四類，平聲和入聲各分陰陽。陰平的調值比北京的要低些。陽平的調值各家記錄不同，有人標作微升的低調，可是根據一般經驗，是個低平調，甚至微降，近似廣州話的陽平。入聲的音節比較短促，按照音高或調形，陰入相當於（客家話）陽平，陽入相當於（客家話）陰平而略高。¹¹

傳統調查與聲學分析確實呈現出不少差異，然而是什麼原因造成這些差異？鄭明中（2014a）就曾對這個問題提出過說明。語音學與音韻學本為一體的兩面，但從 Trubetzkoy（1939）將前者定義為「言語行為的語音研究」，將後者定義為「語音系統的語音研究」，兩者便開始分道揚鑣（王嘉齡，1996）。聲學語音學強調研究語音的物理屬性（如頻率、振幅等），因此即便語音的實際差異不是那麼大，但只要能在心理聲學（psychoacoustic）層面形成語音區別即可。音韻學強調的是語音的系統性，是以建立能彼此相互區別的音韻系統為主要目標。因此，傳統調查可能會衡量全局來調整語音的實際差異以求構成音位或調位對比，即運用「音位—音值相諧原則」（董忠司，2004），這個音位學的基本觀點對於語音學研究自有其貢獻，但卻不若聲學研究可以直接反應「語音產製」（speech production）。「音位—音值相諧原則」運用的最佳例子即楊時逢先生對於桃園楊梅海陸客家話與高雄美濃客家話的調查。楊時逢（1957：7）調查桃園楊梅海陸客家話時，對於陰去調與陽去調的聽覺描寫一開始分別是[21]與[22]，後來因為求其簡化而擴大兩者之間的差異，最後將陰去調記錄為[31]。同時，楊時逢（1971：415）在調查高雄美濃四縣客家話的陽平調時也遇到同樣的情況，他指出「嚴格的來說它（指陽平調）單讀時調值有一點像低降的趨勢，是由半低降到最低的降調 21：它的時間很平均，現在寬式調號一律用低平調」，所

¹¹ 梅縣客家話六個聲調（陰平、陽平、上聲、去聲、陰入、陽入）的調值，各家記錄如下：袁家驊（2001：149）記錄為[44, 11, 31, 52/42, 21/1, 4/5]，謝永昌（1994：10）與北京大學中國語言文學系語言學教研室（2003：27）記錄為[44, 11, 31, 52, 1, 5]，黃雪貞（1997）與溫昌衍（2006：42）記錄為[44, 11, 31, 53, 1, 5]。呂建國（2006）透過聲學實驗分析梅縣客家話的六個單字調，分析結果為[44, 21, 31, 52, 31, 5]，其中陽平調與上聲調的差別也不大。由此可知，傳統調查與聲學分析有其差異存在，聲學分析更容易顯示出聲調的細微差異與變化。

以楊先生最後將美濃四縣客家話的陽平調記為[11]。如果把楊時逢（1957）與楊時逢（1971）拿來比較，則能凸顯人為記音在調位調值調整上的主觀性，亦即在楊先生的聽感上同樣都為低降調[21]，但桃園海陸客家話的陰去調記為[31]，而美濃四縣客家話陽平調卻記為[11]。楊先生的做法不啻為是傳統調查調位調整的最佳展現。再以本研究目前的聲學分析結果來談，上聲[42]與去聲[44]在傳統方言學調查裡就分別被描寫為[31]與[55]，而陰入[43]與陽入[54]則分別變成[3]與[5]，這些做法都是擴大聲學差異以求調位對比。另外，對於陰入調與陽入調的聲學分析顯示，這兩個調的聲學差異並不如傳統調查對這兩個調的調值描寫來得大，除本研究外，這種情況已獲許多聲學研究的證實（Liu，2007；鄭明中，2013，2014a，2014b；徐麗蘭，2015；羅枝新，2016）。

本研究的分析結果顯示出「性別」因素對於聲調的影響。從聲調空間圖中的基頻曲線可以清楚看出，女性的基頻曲線的位置都比男性的基頻曲線來得高。性別不同所造成的語言差異是社會語言學研究長久以來關注的重要議題，特別是語言變異學派（蘇席瑤，2012）。性別不同會在語音、詞彙、語法、語用、話題等各個層面上產生差異（Coates，2004；Eckert，1996；Lakoff，1975；Tannen，1990；Wodak & Benke，1998）。例如，在男女言語表達上，女性說話時態度會較男性認真、按規矩，特別是在越正式的場合與語體（如本研究的實驗錄音）。客家話在語音層面上的差異也見於苗栗四縣客家話的元音格局（vowel pattern）（Cheng，2012），苗栗四縣客家話的塞音濁音起始時間（voice onset time）（Cheng，2013）與東勢客家話的聲調高度（tonal height）（徐麗蘭，2015）。然而，讀者心中難免產生一個疑惑，在【表 5】中男女兩性各聲調的音高曲線雖然調形頗為一致，但男女兩性之間在部分標準化音高曲線的位置差異似乎有些大，這是否代表音高標準化公式沒有作用或計算錯誤？事實不然，作者對此有以下幾點說明。

第一，男女兩性由於口腔大小與聲帶型態（聲帶厚薄、口道長短）不同，所以男女兩性所產生的音域範圍也不相同，一般而言女性在絕對基頻數值上會高於男性（Rose，1987；Simpson，2009；Traunmüller & Eriksson，1995；林燾、王理嘉，2013：124），即女性的音域範疇大於男性的音域範疇。例如，本研究 12 位發音人絕對基頻

數值如【表 10】所示，從中可以發現男女兩性在低音域部分是相差不多的，但在高音域部分的差異則相當大。在最小值相當的條件之下，女性的基頻經標準化後的音高曲線比男性高是可以肯定的，因為她們所發出的基頻普遍比男性來得高，轉換出來的 T 值比較大（這部分資料請參閱附錄），比較偏聲調格局圖的上方。

表 10 本研究男女性發音人基頻最大及最小數值（單位：赫茲）

	男1	男2	男3	男4	男5	男6	女1	女2	女3	女4	女5	女6
最大值	147	155	191	168	222	186	271	239	241	260	227	236
最小值	76	84	85	76	83	89	78	78	80	76	77	76

第二，音高標準化的功能是用來弭平人際之間的音高差異而非性別差異，因此一旦原始語料已有性別差異存在，性別差異還是會被保留下來，不會因為音高標準化而產生改變，只是差異會因為標準化而縮小，但也不可能產生完全相同或重疊的音高曲線。第三，如果進行音高標準化之後，所有社會因素（如性別、年齡、社經地位、教育程度、居住區域等）所造成的音高差異都被消除了，那麼該公式也不可取，因為社會語音學（sociophonetics）的研究就是希望結合聲學與社會語言學來瞭解語言在社會因素上的差異，探求造成差異的可能原因（Di Paolo & Yaeger-Dror, 2010；鄭明中、張月珍，2016：139）。第四，如前所述，語體（speech register）越是正式時，性別差異越是明顯，因此男女兩性在音高曲線位置上的差異可視為是錄音環境所造成，女性發音時刻意誇大因而拉抬音高，從【表 9】即可清楚觀察到，某種程度上可以代表女性對於語言實驗的態度。特別有意思的是，兩性之間的調值差異在低調類比在高調類（去聲調、陽入調）來得顯著，這是因為受到聲調五度制框架的限制，高調提升的空間受到限制，但低調則有較大的向上提升空間。第五，聲學分析所顯示的性別差異或許是造成傳統調查記音不一致的原因之一。理由在於參與傳統調查的發音人兩性都可能有，但因人數少而無法分性別進行討論，也因此最後調查人只能對所收錄的語料進行統整性的感知記錄，然而聲學分析則可以直觀地顯示出其間的差異。綜上所述，雖然【表 5】裡男女各個聲調的音高曲線出現位置差異，但是這樣的性別差異卻是本研究所收錄語料經聲學分析之後的實際反應，因為所有聲調的音高調形（pitch contour）都極為相似，這也表示女性所發出的聲調

並沒有錯誤，只是比男性略高而已，相差均在 1 度以內。

最後，誠如本研究在前文「聲學特徵計算階段」小節所述，基頻均值與基頻斜率為重要的聲調感知特徵。然而，由於基頻均值並無法成功區別大部分的聲調組合，所以讀者心裡也可能會產生疑惑：所有聲調是否都能成功地彼此區別？先前的統計分析結果顯示，不論是基頻均值 ($F(5, 66) = 12.247, p < .05$) 或是基頻斜率 ($F(5, 66) = 64.322, p < .05$) 均達統計上的顯著差異。我們利用雪費法進行多重事後檢定的結果整理如【表 11】，其中若某一聲調配對在某一基頻特徵上可以區別（即有顯著差異）則得 1 分，若兩個基頻特徵均能區別某個聲調配對，則得 2 分。

表 11 苗栗四縣客家話聲調配對在基頻均值及斜率的區別統計（不分性別）

中古調類	陰平	陽平	上聲	去聲	陰入	陽入
陰平		1	1	1	1	2
陽平	1		1	2	1	2
上聲	1	1		2	1	2
去聲	1	2	2		1	0
陰入	1	1	1	1		1
陽入	2	2	2	0	1	

觀察【表 11】後發現，大多數的聲調配對都可透過一個以上的聲學特徵來達到彼此之間的區分，最主要的就是基頻斜率。¹²從【表 11】裡可以看到，雖然陽平調與上聲調同為降調，但彼此亦可透過基頻斜率而獲得區別。誠如孔江平（2015：66-67）所言，「聲調曲線的斜率對聽感很重要，就是說頻率和時長之間有一個這樣的比例關係，用斜率表示，它直接影響到對聲調的感知。在實際語流中，聲調有可能是曲折調，這樣在一個音節中就有兩個斜率，聲調感知變得更複雜，……，這說明斜率對聲調感知的貢獻非常大。」我們也特別注意到，【表 11】裡有一組個聲調配對無法透過這兩個基頻參數來彼此相互區別（即數字為 0），但這一組聲調組合可以透過基頻長度（調長）來達到區辨。我們以獨立樣本 t 檢定（Independent t -test）來考驗去

¹² 細心的讀者可能會問，聲調的原始長度是否會影響到基頻斜率的計算？基頻斜率是依據將調長 11 點平均後的各點 T 值作為計算基礎，因此在基頻（T 值）與調長（10 等份）均已被標準化的情況下，原始聲調長度並不會影響各個聲調的聲調斜率計算。然而，原始調長在聲調的感知區別上仍扮演極為重要的角色，例如四縣客家話中所有舒聲調與入聲調的區別。

聲與陽入的聲調配對，結果顯示達統計上的顯著差異 ($p < .05$)。¹³事實上，就如同輕聲與非輕聲的區別，舒入聲調最主要的區別就在聲調長度。¹⁴總結來說，苗栗四縣客家話的六個單字調可以透過基頻長度、均值、斜率達到彼此區別，不會產生感知上的混淆。這樣的結果也說明聲調的感知區別是相對的，且人們在感知聲調時有能力區分種種不同基頻變化（鮑懷翹、林茂燦，2014：137-138）。最後，就如本研究「聲學特徵計算階段」一節中指出，已有眾多文獻說明基頻均值與基頻斜率是重要的聲調感知特徵，然而【表 11】裡達到統計上顯著差異的聲調配對是否能真正代表聽話者真實的語音感知？由於研究場域與設備的限制，本研究僅能分析語音產製（speech production），未能測試語音感知（speech perception），然而大部分聲調配對的區別是不證自明的（如舒入調的配對、高低調的配對、升降調的配對等）。當然，本研究也建議後續相關研究建立兩者之間的連結，一方面使得聲調區別的結果更為客觀，二方面亦可藉此來探討聲調產製與聲調感知之間是否存在著不對稱性（production-perception asymmetry）。再者，本研究限於時間因素僅侷限於個別單詞的單字調分析，後續研究宜深入分析不同語體對於單字調的影響（例如，唸雙字詞、讀句子、說故事、或隨意談話等），並與單字詞的單字調進行比較，如此方能更全面

¹³ 在本研究中，去聲調與陽入調經聲學分析後的調值分別為[44]與[54]，但兩者在基頻斜率上並沒有差異。讀者或許會問，既然兩者沒有差異，那麼傳統調查將這兩個聲調標為[55]與[55]也是一個相當好的做法，畢竟兩個聲調的調長已有差異，調高一致並不影響聲調區別。然而，對聲調採取聲學分析的作用主要在於能夠更精確地反應各個聲調之間的細微差異。雖然去聲調與陽入調在基頻斜率上沒有顯著差異，某種程度上代表傳統調查將這兩個聲調描寫為平調的適當性，但是陽入調由於發音短促，故在調高上明顯高於去聲調，這種情況可見於聲調格局圖與基頻均值（F₀ mean），這部分便是傳統調查所無法明確說明的細微差異，因此可以說去聲調與陽入調既存有共性也存有個性。在此另外舉一個例子做說明，傳統調查將國語與普通話的陰平調均記為[55]，然而根據鄧丹、石鋒、呂士楠（2006）對普通話與臺灣國語的聲調進行的聲學分析與對比，普通話的陰平調是[55]，而臺灣國語因受到閩南語的影響，其陰平調則是[44]，兩者之間的差異也只有透過聲學分析方能查覺，人耳很難感知到其間的細微差異。因此，本研究在此必須強調，傳統調查與聲學分析各有其優缺點，兩者可以相輔相成，如何運用則端視研究目的決定。

¹⁴ 吳宗濟、林茂燦（1989：235）也指出，輕聲音節的時長明顯較短，雖然能量上會減少，但其強度並不一定減小。另外，林燾（1990）採用聲學實驗方式研究輕聲，結果顯示輕聲音節的主要特點是時長縮短，音高與音強並不是那麼重要。另外，高永安（2014：61）指出，入聲與輕聲音節雖然在長度上相當，但其間仍有區別。發輕聲音節時，發音器官維持在放鬆的狀態，所以主要元音有央化的趨勢。

瞭解四縣客家話單字調在不同語體中的變化。

四、結語

漢語方言的聲調豐富，因此對於聲調調形與調值的確定往往是田野調查中最困難的工作。¹⁵作為漢語方言的一份子，客家話自當無法致身其外。因此，本研究從聲學觀點分析苗栗四縣客家話的單字調，進而與傳統調查結果相互比較，發現兩種研究模式在苗栗四縣客家話聲調研究上的一些差異，其中差異最大者當屬調形與調值都不同於傳統調查的陽平調與陰入聲，其他單字調的調形相同調值有異，本研究也說明了這種差異產生的原因。羅安源（2006：31）指出，「耳聽感應調形與實驗模擬調形往往是不能絕對地、絲毫不差地相吻合的，原因是人的聽覺只管聲調的相對高低度，……，而精確的實驗模擬能夠顯示人耳所忽略的細節」。孔江平（2015：67）也說到，「自從劉復先生發表了《四聲實驗錄》之後，人們就開始利用聲學分析的方法研究聲調。在聽不準的情況下，有了聲學參數的支持，大大提高了聲調描寫的準確性」。有鑑於此，透過實驗語音學的分析，可以較為正確地體現出聲調的調值，再搭配傳統調查對於「音位—音值相諧原則」的運用，便可將調查音值妥適地音位化，並作為方言調查資料整理的後續記錄，以供後續音位分析使用。因此，實驗語音學與音韻學之間彼此相得益彰，適以相成，也能更進一步呼應 20 世紀末期 Ladefoged（1982）所提出的「語言的語音學」（linguistic phonetics）與 Ohala（1991）所提出的「整合音系學」（integrative phonology）的主張（宮齊，2002；石鋒，2006）。

現代語音研究應以實驗做為輔助，如此方能「揭露」一些傳統調查所無法觀察或解釋到的問題。本研究的主要貢獻在於三個方面：其一，是指出傳統調查與聲學分析在描寫苗栗四縣客家話聲調上的差異（例如，陽平調到底是低平調或中降調、陰入調是否真的是處在低調域等）；其二，是以更多發音人的語料分析結果來深入解

¹⁵ 有關漢語方言及中國少數民族語言的聲調討論，請參閱羅安源（2006）與高永安（2014）。

釋前人所沒有論及的議題，為往後四縣客家話聲調的聲學研究打下更厚實的基礎；其三是為苗栗四縣客家話的聲調系統提供了堅實的數據基礎。然而，本研究在此也必須特別強調，傳統口耳之學的功用主要在於對聲調進行「宏觀」的描寫（如調類分化或合併、調位對比等），而實驗語音學的功用主要在於「微觀」描寫聲調差異與探究聲調變異，並可做為傳統調查的輔助工具，兩種研究方法都不可偏廢。¹⁶因此，傳統調查與聲學分析各有所長，相輔相成，沒有彼此排擠的問題（朱曉農，2005b；錢瑤、高云峰，2000）。

¹⁶ 實驗語音學可以從微觀的角度來探究方言接觸所產生的聲調合併，這是傳統調查較無法做到的分析。例如，貝先明（2015）運用聲調格局的方式研究湘語、贛語的聲調接觸，利用聲學來分析接觸中的方言的聲調表現，結果發現接觸中的混合方言的聲調與湘語、贛語的聲調有一定的相似性，呈現出過渡性。又如，鄭明中（2013）也利用聲學分析與聲調格局來說明卓蘭四縣客家話的聲調呈現出往東勢客家話聲調方向變異的趨勢，兩種客家話在地緣上接近而產生相互的影響。另外，劉新中、譚潔瑩、梁嘉瑩（2016）對於新疆木壘話聲調的實驗語音學分析也给出了一些重要的啟示。聲調的實驗語音學研究除了可以解決共時平面上聲調的實際讀音之外，亦可透過聲的實驗語音學分析，將古今聲調演變與當今聲調系統相互連結，藉以確定各調類的名稱與調類歸併的問題。

附錄：T 值與各項基頻數值

(A) 男、女發音人各個聲調取樣點的 T 值

	陰平調		陽平調		上聲調		去聲調		陰入調		陽入調	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
P0	2.49	3.42	2.61	3.42	3.61	3.96	3.82	4.25	3.17	3.97	4.32	4.46
P10	1.95	3.15	2.30	3.20	3.18	3.79	3.61	4.10	3.02	3.90	4.11	4.40
P20	1.83	3.03	2.11	3.02	3.01	3.64	3.52	4.03	2.92	3.82	4.00	4.35
P30	1.80	2.99	1.93	2.86	2.85	3.47	3.41	3.99	2.81	3.72	3.92	4.30
P40	1.83	3.04	1.75	2.73	2.64	3.30	3.36	3.97	2.71	3.63	3.81	4.27
P50	1.92	3.10	1.54	2.60	2.41	3.12	3.35	3.95	2.56	3.53	3.78	4.24
P60	2.05	3.21	1.37	2.47	2.16	2.95	3.32	3.95	2.39	3.42	3.77	4.21
P70	2.20	3.38	1.16	2.33	1.87	2.76	3.34	3.95	2.23	3.31	3.72	4.20
P80	2.48	3.61	0.94	2.19	1.58	2.56	3.39	3.96	2.05	3.17	3.77	4.17
P90	2.72	3.81	0.75	2.03	1.30	2.39	3.43	4.01	1.87	2.98	3.68	4.11
P100	2.88	3.99	0.59	1.69	1.20	2.19	3.50	4.07	1.57	2.67	3.49	3.98

(B) 所有發音人的基頻長度 (F₀ duration) (單位：毫秒)

發音人	陰平調	陽平調	上聲調	去聲調	陰入調	陽入調
男 01	303	236	233	261	121	165
男 02	482	374	281	427	167	222
男 03	200	160	174	224	107	118
男 04	467	281	244	326	114	151
男 05	424	355	305	450	216	262
男 06	528	311	280	452	158	184
女 01	537	313	312	579	160	130
女 02	471	191	213	416	71	104
女 03	496	336	288	418	178	140
女 04	418	263	258	435	123	204
女 05	323	245	290	283	96	168
女 06	407	291	271	376	105	127

(C) 所有發音人的基頻均值 (F₀ mean)

發音人	陰平調	陽平調	上聲調	去聲調	陰入調	陽入調
男 01	1.08	0.77	0.95	1.55	0.56	2.94
男 02	2.66	1.57	2.59	3.95	3.12	3.95

男 03	2.15	1.37	2.61	3.50	2.55	3.81
男 04	2.55	1.89	2.82	3.83	3.57	4.07
男 05	2.35	1.96	2.64	3.90	3.18	3.80
男 06	2.40	1.72	2.46	4.03	3.19	4.53
女 01	2.80	1.97	2.43	3.30	2.87	3.58
女 02	3.05	2.29	2.99	4.28	3.63	4.57
女 03	3.37	2.71	3.06	3.92	3.34	4.51
女 04	3.23	2.73	3.21	4.33	3.66	4.30
女 05	4.12	3.27	3.73	4.33	3.65	4.36
女 06	3.45	2.60	3.20	3.97	3.65	4.15

(D) 所有發音人的基頻斜率 (F_0 slope)

發音人	陰平調	陽平調	上聲調	去聲調	陰入調	陽入調
男 01	0.092	-0.166	-0.116	-0.014	-0.087	-0.147
男 02	0.120	-0.190	-0.283	-0.024	-0.191	-0.051
男 03	0.009	-0.133	-0.175	-0.058	-0.123	-0.030
男 04	0.027	-0.263	-0.311	-0.057	-0.179	-0.091
男 05	0.016	-0.191	-0.239	-0.012	-0.155	-0.049
男 06	0.170	-0.244	-0.313	0.007	-0.234	-0.017
女 01	0.092	-0.143	-0.155	-0.013	-0.083	-0.030
女 02	0.091	-0.160	-0.194	-0.003	-0.104	-0.035
女 03	0.060	-0.133	-0.171	-0.035	-0.127	-0.036
女 04	0.109	-0.163	-0.167	0.018	-0.111	-0.033
女 05	0.031	-0.166	-0.200	-0.035	-0.209	-0.080
女 06	0.058	-0.168	-0.171	-0.018	-0.083	-0.026

徵引文獻

一、原典文獻

中國社會科學院語言研究所編：《方言調查字表》，北京：商務印書館，2006。

北京大學中國語言文學系語言學教研室編：《漢語方音字匯》，北京：語文出版社，2003。

客家委員會：《客語能力認證基本詞彙中級、中高級暨語料選粹》，新北：客家委員會，2015。

教育部：《臺灣客家語線上常用詞辭典》，臺北：教育部，2006。

*黃雪貞：《梅縣方言詞典》，南京：江蘇教育出版社，1997。

謝永昌：《梅縣客家方言志》，廣州：暨南大學出版社，1994。

羅肇錦：《重修苗栗縣志：語言志》，苗栗：苗栗縣政府，2007。

二、近人論著

*孔江平：《實驗語音學基礎教程》，北京：北京大學出版社，2015。

王嘉齡：〈語音學與音系學的趨同傾向〉，《外語教學與研究》106（1996.4），頁29-33+80。

*古國順：〈臺灣客語的音韻系統〉，收入古國順主編：《臺灣客家概論》，臺北：五南圖書出版有限公司，2005，頁117-161。

石鋒：〈論五度值記調法〉，收入石鋒編著：《語音學探微》，北京：北京大學出版社，1990，頁27-52。

石鋒：〈實驗音系學與漢語語音分析〉，《南開語言學刊》8（2006.12），頁10-25+164。

石鋒：《語音格局：語音學與音系學的交匯點》，北京：商務印書館，2008。

朱虹：〈漢語聲調範圍化感知研究述評〉，《英語廣場》77（2017.5），頁33-34。

*朱曉農：〈基頻歸一化——如何處理聲調的隨機差異？〉，《語言科學》3：2（2004.3），頁3-19。

*朱曉農：《上海聲調實驗錄》，上海：上海教育出版社，2005a。

朱曉農：〈實驗語音學和漢語語音研究〉，收入劉丹青主編：《語言學前沿與漢語研究》，上海：上海教育出版社，2005b，頁 253-275。

行政院客家委員會：《99 年至 100 年全國客家人口基礎資料調查研究》，臺北：行政院客家委員會，2011。

余秀敏：《苗栗客家語音韻研究》，臺北：輔仁大學語言學研究所碩士論文，1984。

吳宗濟、林茂燦主編：《實驗語音學概要》，北京：高等教育出版社，1989。

呂建國：〈梅縣客家方言單字調與連讀變調實驗分析〉，《嘉應學院學報（哲學社會科學）》24：4（2006.8），頁 31-36。

* 貝先明：〈方言接觸中的聲調表現〉，《中國語言學報》43：1A（2015.6），頁 34-53。

周同春：《漢語語音學》，北京：北京師範大學出版社，2003。

林茂燦：〈北京話聲調分佈區的知覺研究〉，《聲學學報》20：6（1995.11），頁 437-445。

林燾：〈探討北京話輕音性質的初步實驗〉，收入林燾編著：《語音探索集稿》，北京：北京語言學院出版社，1990，頁 71-92。

林燾、王理嘉：《語音學教程（增訂版）》，北京：北京大學出版社，2013。

邱仲森：《台灣苗栗與廣東興寧客家話比較研究》，新竹：國立新竹師範學院臺灣語言與語文教育研究所碩士論文，2005。

客家委員會：《101 至 102 年度臺灣客家民眾客語使用狀況調查研究》，新北：客家委員會，2013。

宮齊：〈語音學與音系學的若干接面〉，《暨南學報（哲學社會科學版）》24：6（2002.11），頁 94-99。

徐大明、陶紅印、謝天蔚：《當代社會語言學》，北京：中國社會科學出版社，1997。

徐兆泉：《臺灣客家話辭典》，臺北：南天書局，2001。

徐瑞珠：《苗栗卓蘭客家話研究》，高雄：國立高雄師範大學臺灣語言及教學研究所碩士論文，2005。

徐運德：《客家話・語音篇：客家話四縣與海陸的比較》，苗栗：中原週刊社，1992。

徐麗蘭：《從聲學觀點探討東勢客家話的單字調與連續變調》，苗栗：國立聯合大

學客家語言與傳播研究所碩士論文，2015。

祝曉瑾主編：《新編社會語言學概論》，北京：北京大學出版社，2013。

袁家驊：《漢語方言概要》，北京：語文出版社，2001。

高云峰：《聲調感知研究》，上海：上海師範大學人文學院語言研究所博士論文，2004。

高永安：《聲調》，北京：商務印書館，2014。

*張月琴：〈從聲學角度來描述台灣苗栗四縣客家話的聲調系統〉，收入曹逢甫、蔡美慧主編：《臺灣客家語論文集》，臺北：文鶴出版有限公司，1995，頁 95-112。

張月琴、石磊：〈台灣華語聲調範疇感知〉，《清華學報》30：1（2000.3），頁 51-65。

張屏生：《台灣地區漢語方言的語音和詞彙（冊一）【論述篇】》，臺南：開朗雜誌，2007。

*郭錦桴：《漢語聲調語調闡要與探索》，北京：北京語言學院出版社，1993。

游汝杰：《漢語方言學教程》，上海：上海教育出版社，2004。

游汝杰、鄒嘉彥：《社會語言學教程》，上海：復旦大學出版社，2011。

童寶娟：〈漢語元音的構音位置與內在頻率〉，《中華民國聽力語言學會雜誌》18、19 合刊（2005.11），頁 57-66。

黃有富：《海陸客家話去聲調研究》，新竹：國立新竹師範學院臺灣語言與語文教育研究所碩士論文，2001。

黃雯君：〈臺灣四縣、海陸客家話音韻比較〉，收入李如龍、鄧曉華主編：《客家方言研究》，福州：福州人民出版社，2009，頁 261-281。

黃耀煌：《客家話聲調的聲學研究》，高雄：國立高雄師範大學英語學系碩士論文，2003。

楊政男、龔萬灶、徐清明：《客語辭典》，苗栗：自印，2013。

楊時逢：《臺灣桃園客家方言》，臺北：中央研究院歷史語言研究所，1957。

楊時逢：〈臺灣美濃客家方言〉，《中央研究院歷史語言研究所集刊》42：3（1971.6），頁 405-465。

溫昌衍：《客家方言》，廣州：華南理工大學出版社，2006。

- 董忠司：〈臺灣地區客家語簡述〉，收入董忠司主編：《臺灣客家語概論講授資料彙編》，臺北：臺灣語文學會，1996，頁 247-272。
- 董忠司：〈建立更完備的語言調查——臺灣（閩南）語語句調查之我見〉，發表於「語言、文獻與調查學術研討會」，新竹：國立新竹師範學院臺灣語言與語文教育研究所，2004.5.28。
- * 詹伯慧：《漢語方言及方言調查》，武漢：湖北教育出版社，2006。
- 榮蓉：《漢語普通話聲調的聽感研究》，天津：南開大學語言學及應用語言學博士論文，2013。
- 劉俐李：〈基頻歸一與調系調整的方言實驗〉，發表於「第七屆中國語音學學術會議暨語音學前沿問題國際論壇」，北京：北京大學，2006.10.20-22。
- 劉新中、譚潔瑩、梁嘉瑩：〈基於全部字表數據的蘭銀官話新疆木壘話的聲調實驗研究〉，《昌吉學院學報》2（2016.5），頁 49-53。
- 鄧丹、石鋒、呂士楠：〈普通話與臺灣國語聲調的對比分析〉，《聲學學報》31：6（2006.11），頁 536-541。
- 鄧盛有：《臺灣四海話的研究》，新竹：國立新竹師範學院臺灣語言與語文教育研究所碩士論文，2000。
- * 鄭明中：〈卓蘭鎮四縣客家話單字調之聲學分析〉，《臺灣語文研究》8：1（2013.3），頁 63-92。
- 鄭明中：〈從實驗語音學觀點探討卓蘭鎮饒平客家話的聲調〉，《臺北教育大學語文集刊》25（2014a.3），頁 103-161。
- 鄭明中：〈東勢客家話單字調的實驗研究〉，《國立臺中教育大學學報（人文藝術類）》28：2（2014b.12），頁 1-25。
- 鄭明中、張月珍：〈東勢客家話舌葉音聲母的共時變異：社會語音學觀點〉，《國立臺北教育大學語文集刊》29（2016.4），頁 129-189。
- 錢瑤、高云峰：〈關於確定聲調調形與調值方法的討論〉，《上海師範大學學報（社會科學版）》29：4（2000.4），頁 49-55。
- * 鮑懷翹、林茂燦編：《實驗語音學概要（增訂版）》，北京：北京大學出版社，2014。

*鍾榮富：《臺灣客家語音導論》，臺北：五南圖書出版公司，2004。

*羅安源：《中國語言聲調概覽》，北京：民族出版社，2006。

羅枝新：《臺灣越南新住民客家話聲調之聲學分析：個案研究》，苗栗：國立聯合大學客家語言與傳播研究所碩士論文，2016。

羅肇錦：《臺灣的客家話》，臺北：臺原出版社，1990。

羅肇錦：《臺灣客家族群史：語言篇》，南投：臺灣省文獻委員會，2000。

蘇席瑤：〈語言與性別研究：文獻回顧〉，《師大學報：語言與文學類》57:1(2012.3)，頁 129-149。

龔萬灶：《客話實用手冊》，苗栗：自印，2003。

Abramson, Arthur S., *The Vowels and Tones of Standard Thai: Acoustical Measurements and Experiments* (Bloomington: Indiana University Research Center in Anthropology, Folklore and Linguistics, 1962).

Boersma, Paul & David Weenink, *Praat: Doing Phonetics by Computer (Version 6019)* (Amsterdam: Institute of Phonetic Sciences, University of Amsterdam, 2016).

Cheung Yuk Man, “Vowels and Tones in Meixian Hakka: An Acoustic and Perceptual Study” (Ph.D. Diss., City University of Hong Kong, 2011).

Chiu-Yu, Tseng, *An Acoustic Phonetic Study on Tones in Mandarin Chinese* (Taipei: Institute of History and Philology, Academia Sinica, 1990).

Coates Jennifer, *Women, Men and Language: A Sociolinguistic Account of Gender Differences in Language* (London: Pearson Longman, 2004).

Di Paolo Marianna & Malcah Yaeger-Dror, *Sociophonetics: A Student's Guide* (New York: Routledge, 2010).

Eckert Penelope, “The Whole Woman: Sex and Gender Differences in Variation” in *The Matrix of Language: Contemporary Linguistic Anthropology*, ed. Boulder Donald Brennis & Ronald Macaulay (CO: Westview Press, 1996), pp. 116-137.

Gandour Jack, “Perceptual Dimensions of Tone: Thai” in *Southeast Asian Linguistic Studies* 3 (1979), pp. 277-300.

Gandour Jack, “Perceptual Dimensions of Tone: Evidence from Cantonese” in *Journal of Chinese Linguistics* 9 (1981), pp. 20-36.

- Gandour Jack, "Tone Perception in far Eastern Languages" in *Journal of Phonetics* 11 (1983), pp. 149-175.
- Howie John Marshall, *Acoustical Studies of Mandarin Vowels and Tones* (Cambridge: Cambridge University Press, 1976).
- Hwei-Bing, Lin & Bruno Repp, "Cues to the Perception of Taiwanese Tones" in *Language and Speech* 32(1) (1989), pp. 25-44.
- Jia-Hsin, Yeh, "Speech Processing of Hai-lu Hakka Falling Tones and Tone Sandhi" (Ph.D. Diss., Michigan State University, 2015).
- Ji-Rong, Liu, "Tonal Representations and Coarticulation in Ta-pu Hakka" (Master Thesis., Institute of Linguistics, National Taiwan University, 2017).
- Khouw Edward & Valter Ciocca, "Perceptual Correlates of Cantonese Tones" in *Journal of Phonetics* 35(2007), pp. 104-117.
- Ladefoged Peter, *A Course in Phonetics* (2nd ed.) (New York: Harcourt Brace Javanovich, 1982).
- Ladefoged Peter, "Instrumental Techniques for Linguistic Phonetic Fieldwork" in *The Handbook of Phonetic Sciences*, ed. William J. Hardcastle & John Laver (Cambridge: Blackwell, 1997), pp. 137-166.
- Lakoff Robin, *Language and Women's Place* (New York: Harper and Row, 1975).
- Lehiste Ilse, *Suprasegmentals* (Cambridge: MIT Press, 1970).
- Ming-Chung, Cheng, "An Acoustic Analysis of the Vowel Pattern in Taiwan Sixian Hakka," *Journal of Hakka Studies* 5(2) (2012), pp. 1-36.
- Ming-Chung, Cheng, "Voice Onset Time of Syllable-initial Stops in Sixian Hakka: Isolated Syllables," *Journal of National Taiwan Normal University: Linguistics and Literature* 58(2) (2013), pp. 193-227.
- Ohala J. John, *Explanation for the Intrinsic Pitch of Vowels. Monthly Internal Memorandum, Phonology Laboratory* (Berkeley: University of California, 1973), pp. 9-26.
- Ohala John J, "The Integration of Phonetics and Phonology" in *Proceedings of the Twelfth International Congress on Phonetic Sciences*, Vol. 1 (1991), pp. 1-16.
- Peterson Gordon E. & Harold L. Barney, "Control Methods Used in a Study of the

- Vowels” in *Journal of the Acoustical Society of America* 24 (1952), pp. 118-127.
- Rose Phil, “Considerations in the Normalization of the Fundamental Frequency of Linguistic Tone” in *Speech Communication* 6 (1987), pp. 343-351.
- Ross, Phil, “A Linguistic-phonetic Acoustic Analysis of Shanghai Tones” in *Australian Journal of Linguistics* 13 (1993), pp. 185-220.
- Ross Phil, “Comparing Normalization Strategies for Citation tone F₀ in Three Chinese Dialects” in *Proceedings Sixteenth Australasian International Conference on Speech Science and Technology*, ed. Christopher Carignan & Michael D. Tyler (Australia: The Australasian on Speech Science and Technology Association, 2016), pp. 221-224.
- Simpson Adrian P., “Phonetic Differences between Male and Female Speech” in *Language and Linguistic Compass* 3(2) (2009), pp. 621-640.
- Si-Yun, Liu, & Arthur G. Samuel, “Perception of Mandarin Lexical Tones when F₀ Information is Neutralized” in *Language and Speech* 47 (2004), pp. 109-138.
- Tannen Deborah, *You Just Don't Understand: Women and Men in Conversation* (New York: Harper Collins Publishers Inc., 1990).
- Trautmüller Hartmut & Anders Eriksson, “The Frequency Ranges of the Voice Fundamental in the Speech of Male and Female Adults” Manuscript: http://www.ling.su.se/staff/hartmut/f0_m&f.pdf (1995).
- Trubetzkoy Nikolai S., *Grundzuge der Phonologie* [Principles of Phonology] trans. by C. Baltaxe (Berkeley and Los Angeles: University of California, 1969).
- Weinreich Uriel, William Lobov & Marvin I. Herzog, “Empirical Foundations for a Theory of Language Change” in *Directions for Historical Linguistics: A Symposium*, ed. Winfred P. Lehmann and Yakov Malkiel (Austin: University of Texas Press, 1968), pp. 95-188.
- Whalen Douglas H & Andrea G. Levitt, “The Universality of Intrinsic F₀ of Vowels” in *Journal of Phonetics* 17 (1995), pp. 193-203.
- Wodak Ruth & Benke Gertraud, “Gender as a Sociolinguistic Variable” in *The Handbook of Sociolinguistics*, ed. Florian Coulmas (Cambridge: Blackwell, 1998), pp. 127-149.

Xu Yi, “Contextual Tonal Variations in Mandarin” in *Journal of Phonetics* 25 (1997), pp. 61-83.

Yip Moira, *Tone* (Cambridge: Cambridge University Press, 2002).

Zar Jerrold H., *Biostatistical Analysis* (Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1996).

(說明：書目前標示*號者，已列入 Selected Bibliography)

Selected Bibliography

- Bao Huai Qiao & Lin Mao Can, *Shi Yan Yu Yin Xue Gai Yao (Zeng Ding Ban)* [An Outline of Experimental Phonetics (A Revise Version)], (Beijing: Peking University Press, 2014).
- Bei Xian Ming, “Fan Yan Jie Chu Zhong de Sheng Diao Biao Xian” [The Tone Pattern in Dialect Contact], in *Zhong Guo Yu Yan Xue Bao* [Journal of Chinese Linguistics] Vol. 43.1A (Jan, 2015), pp. 34-53.
- Chang Yueh Chin, “Cong Sheng Xue Jiao Du Lai Miao Shu Tai Wan Miao Li Si Xian Ke Jia Hua de Sheng Diao Xi Tong” [An Acoustic Description of the Tonal System of Miaoli Sixian Hakka in Taiwan], adopted in Tsao Feng Fu & Tsai Mei Hui, *Tai Wan Ke Jia Hua Lun Wen Ji* [Proceedings of Taiwan Hakka], (Taipei: Crane Publishing, 1995), pp. 95-112.
- Cheng Ming Chung, “Zhuo Lan Zhen Si Xian Ke Jia Hua Sheng Diao Zhi Sheng Xue Fen Xi” [An Acoustic Analysis of the Tones of Sixian Hakka in Zhuolan Township], in *Tai Wan Yu Wen Yan Jiu* [Journal of Taiwan Languages and Literature] Vol 8.1 (March, 2013), pp. 63-92.
- Chung Ruang-Fu, *Tai Wan Ke Jia Yu Yin Diao Lun* [An Introduction to Phonetics and Phonology of Taiwan Hakka], (Taipei: Wu-Nan Book Inc., 2004).
- Gu Guo Shun, “Tai Wan Ke Yu De Yin Yun Xi Tong” [The Phonological System of Taiwan Hakka] adopted in Gu Guo Shun, *Tai Wan Ke Jia Gai Lun* [An Introduction to Taiwan Hakka], (Taipei: Wu-Nan Book Inc., 2005), pp. 117-161.
- Huang Xue Zhen, *Mei Xian Fang Yan Ci Dian* [A Dictionary of the Meixian Dialect], (Nanjing: Jiangsu Education Press, 1997).
- Kong Jiang Ping, *Shi Yan Yu Yin Xue Ji Chu Jiao Cheng* [An Elementary Course in Experimental Phonetics], (Beijing: Peking University Press, 2015).
- Kuo Jin Fu, *Han Yu Sheng Diao Yu Diao Chan Yao Yu Tan Suo* [An Explanation and Exploration of Tones and Intonations in Chinese], (Beijing: Beijing Language and Culture University Press, 1993).
- Luo An Yuan, *Zhong Guo Yu Yan Sheng Diao Gai Lun* [An Outline of Tones in Chinese

Languages], (Beijing: Publishing House of Minority Nationalities, 2006).

Zhan Bo Hui, *Han Yu Fang Yan Yu Fang Yan Diao Cha* [Chinese Dialects and Dialect Survey], (Wuhan: Hubei Education Press, 2006).

Zhu Xiao Nong, “Ji Pin Gui Yi Hua: Ru He Chu Li Sheng Diao De Sui Ji Cha Yi” [F0 Normalization: How to Deal With Between-Speaker Tonal Variations?], in *Yu Yan Ke Xue* [Linguistic Sciences] Vol. 3.2 (March, 2004), pp. 3-19.

Zhu Xiao Nong, *Shang Hai Sheng Diao Shi Yan Lu* [An Experimental Study of Shanghai Tones], (Shanghai: Shanghai Education Press, 2005a).