

苗栗四縣客家話單字調半音轉換聲學分析

鄭明中

國立聯合大學
客家語言與傳播研究所
教授

摘要

本研究利用聲學分析苗栗四縣客家話六個單字調，參與者為12名以苗栗四縣客家話為母語的中年層發音人（男女各半）。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選取11個點測量基頻數值，隨後將基頻數值轉換為半音值（semitone [ST] value）。分析結果顯示，經半音值公式轉換的苗栗四縣客家話六個單字調的調值分別為[34, 31, 41, 55, 42, 55]，這個結果與運用T值公式轉換的結果差異不大。本研究發現，不論利用T值或ST值，傳統調查與聲學分析不一致之處均是低調域的單字調。有鑑於此，未來研究的重點應放在調值如何調整，從而使得低調域的單字調在傳統調查與聲學分析之間能趨於一致。

關鍵詞：半音、四縣、客家話、單字調、聲學



通訊作者：鄭明中，E-mail: mccheng@nuu.edu.tw

收稿日期：2020/04/08；修正日期：2020/06/19；接受日期：2020/09/30

[https://doi.org/10.6210/JNTNU.202103_66\(1\).0004](https://doi.org/10.6210/JNTNU.202103_66(1).0004)

壹、前言

臺灣的客家話以四縣客家話的說話人口最多，占全體客家說話人口的58.4%，¹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。臺灣各縣市都有四縣客家話的分布，但主要分布地以苗栗縣、桃園市、花蓮縣及基隆市為主，²其中又以苗栗縣使用四縣客家話的人口密度最高，比例達88.1%，³山線鄉鎮更是四縣客家話使用人口最主要的分布區，例如苗栗市、公館鄉、銅鑼鄉、頭屋鄉、造橋鄉、三義鄉、大湖鄉、獅潭鄉等。⁴有鑑於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（traditional survey），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，如表一所示。

表一 苗栗四縣客家話聲調的傳統調查及其調值描寫⁵

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]	
古國順（2005）	[24]	[11]	[31]	[55]	[32]	[55]	
教育部（2006）	[24]	[11]	[31]	[55]	[22]	[55]	
張屏生（2007） ⁶	[13]	[11]	[31]	[55]	[3]	[5]	
羅肇錦（2007）	[24]	[11]	[31]	[55]	[2]	[5]	
黃雯君（2009）	[24]	[11]	[31]	[55]	[2]	[5]	
楊政男、龔萬灶及徐清明 （2013）	[24]	[11]	[31]	[55]	[22]	[55]	
客家委員會（2015）	[24]	[11]	[31]	[55]	[2]	[5]	

¹ 參見客家委員會，《105年度全國客家人口暨語言基礎資料調查研究》（新北市：作者，2017），頁12。

² 參見羅肇錦，《臺灣客家族群史：語言篇》（南投市：臺灣省文獻委員會，2000）；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》（新北市：作者，2013）。

³ 參見客家委員會，《101至102年度臺灣客家民眾客語使用狀況調查研究》，頁76。

⁴ 參見羅肇錦，《臺灣的客家話》（臺北市：臺原出版社，1990）。

⁵ 本表中的入聲調調值描寫完全尊重原作者的標示，故而呈現出有些用一個數值，有些用兩個數值，有些有畫底線，有些則無的情形。

⁶ 張屏生的調查點為苗栗縣頭份鎮（現為頭份市）。依據羅肇錦的研究，居住於頭份鎮的客家人有部分說海陸客家話，故此地與苗栗縣南庄鄉一樣，是研究四海話的重要場域。參見張屏生，《台灣地區漢語方言

表一所列傳統調查或字辭（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，這種傳統方法的重要性從胡方（2018）所言即可確知：

漢語方言的語音研究是在高本漢（1915～1926）、趙元任（1928）開創的傳統的基礎上發展起來的。這個傳統是描寫主義的，科學與人文並重。研究者主要基於口耳之學的聽音辨音，記錄漢語方言材料，整理方言音系，釐清漢語方言的發展關係及地理分布特點。這一傳統的研究範式為我們瞭解漢語方言的基本面貌與特點提供了寶貴的第一手資料。⁷

簡言之，研究者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。⁸然而，目前在描寫聲調方面，「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」，因此聲調聲學分析正好可以突破傳統調查的侷限。⁹

相較於表一中眾多的傳統調查，表二則羅列了目前苗栗四縣客家話單字調僅有的幾筆聲學分析（acoustic analysis）文獻，表三則整理出這些聲學分析的研究方法比較。這些聲學分析均採石鋒（1990）的T值公式，¹⁰ $T_i = 5 \times [(\log P_i - \log P_L) / (\log P_H - \log P_L)]$ ，中間兩項聲學分析採用目前學界常用的PRAAT語音分析軟體，這四項聲學分析的參與人數都不同，從一人，到五人，最後到12人。參與研究的人數愈多，分析的結果將更為客觀；基頻曲線上的取樣點愈多，聲調形態與特點也將愈能精確地被描繪出來。

的語音和詞彙（冊一）：論述篇》（臺南市：開朗雜誌，2007）；羅肇錦等編纂，《重修苗栗縣志（卷6）：語言志》（苗栗縣：苗栗縣政府，2007），頁32；鄧盛有，《台灣四海話的研究》（碩士論文，國立新竹師範學院臺灣語言與語文教育研究所，2000）。

⁷ 參見胡方，〈漢語方言的實驗語音學研究旨趣〉，《方言》，4期（2018），頁385。

⁸ 參見游汝杰，《漢語方言學教程》（上海市：上海教育出版社，2004），頁55-57；游汝杰、鄒嘉彥，《社會語言學教程》（第二版）（上海市：復旦大學出版社，2011），頁4-8。

⁹ 參見朱曉農，〈基頻歸一化——如何處理聲調的隨機差異？〉，《語言科學》，3卷2期（總9期）（2004），頁3。

¹⁰ 參見石鋒，〈論五度值記調法〉，載於《語音學探微》，石鋒（編著）（北京市：北京大學出版社，1990），頁27-52。

表二 苗栗四縣客家話的聲學分析及其調值描寫

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
張月琴 (1995)	[35]	[31]	[51]	[55]	[52]	[55]
羅枝新 (2016)	[34]	[31]	[42]	[44]	[43]	[54]
鄭明中與翁杰 (2018)	[34]	[31]	[42]	[44]	[43]	[54]
Yu (2018)	[35]	[31]	[51]	[55]	[52]	[55]

表三 聲學分析研究方法比較¹¹

	張月琴 (1995)	羅枝新 (2016)	鄭明中與翁杰 (2018)
參與人數	男性一名	中年女性五名	中年男、女性各六名
語音分析軟體	UNICE	PRAAT	PRAAT
基頻轉換公式	石鋒的 T 值公式	石鋒的 T 值公式	石鋒的 T 值公式
研究概述	採用 UNICE 語音分析軟體在基頻曲線上平均抓取五個點 (含起迄點)，並提取每個樣本在這五個點的基頻數值，最後利用 T 值公式將基頻數值轉換為語言學上常用的聲調五度制。	採用 PRAAT 語音分析軟體在基頻曲線上平均抓取 11 個點 (含起迄點)，並提取每個樣本在這 11 點的基頻數值，之後運用 T 值公式，依據每位發音人的聲調格局，進行聲調五度制的轉換，最後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，並據以描寫各聲調的調值。	

Yu (2018) 則採用 WaveSurfer 語音分析軟體，¹²從聲學觀點探討苗栗四縣客家話單字調、陰平變調，以及在所有聲調兩字組配對中，前、後聲調對於彼此的順向與逆向的同化與異化作用影響。¹³該研究以 /so(k)/ 與 /ma(t)/ 攜帶苗栗四縣客家話的六個單字調作為研究字表，同時以 /tsu²⁴ ko²⁴/ 「豬哥」、/fa²⁴ pu⁵⁵/ 「花布」、/sa²⁴ sak⁵/ 「砂石」作為陰平變調的研究字表，並委請 12 位居住於苗栗的中年層發音人 (男女各半) 錄製語音資料，每個單字調均有 120 個有效樣本 (2 字 × 5 次 × 12 人)，陰平變調則有 139 個有效語音樣本，隨後亦透過 T 值公

¹¹ 張月琴 (1995) 的字表設計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。然而，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，卻未實際列出研究字表。羅枝新 (2016) 的發音字表為 CV (舒聲) 或 CVT (入聲) 音節，其中，C 以不送氣塞音為主，V 則為客家話的六個單元音 [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六個例字，並請發音人以固定的音強及語速每個字詞連續唸讀五次，最後截頭去尾取中間三次進行聲學分析。

¹² 參見 Kåre Sjölander, *The Snack Sound Toolkit* [Computer Program] (Stockholm, Sweden: KTH Center for Speech Technology, 2004).

¹³ 參見 Hsiu-Min Yu, "An Acoustic Study on Northern Sixian Hakka Lexical Tones in Isolation and in Context" (PhD diss., National Tsing Hua University, 2018), 10.

式將苗栗四縣客家話的單字調與陰平變調轉換為五度制聲調。

綜觀表一與表二，傳統調查與聲學分析的差異除了調值高低略有不同外，最顯著的差異在於陽平調與陰入調。就陽平調而論，傳統調查描寫為低平調[11]，但所有的聲學分析則均描寫為中降調[31]。再就陰入調而論，傳統調查的描寫都屬低調域，聲學分析的結果都屬高調域。事實上，這樣的分析結果也見於美濃四縣客家話。黃耀煌蒐集20位（男女各半）高雄美濃四縣客家話發音人的語料，¹⁴錄音字表的設計原則是每個聲調選取三個例字，這三個例字是由[p^h]聲母分別搭配[i, a, u]元音所構成，每個例字唸讀六次且全部用於基頻分析。該研究也採用PRAAT語音分析軟體在基頻曲線上平均擷取11個點，先測量這11個點的基頻數值，再利用T值公式將聲調標準化。該研究分析結果指出，美濃四縣客家話六個單字調分別為[32, 31, 42, 55, 53/43, 55]，其中，陽平調亦為中降調[31]，而非傳統調查的低平調[11]，陰入調為[53/43]，亦非低調域的聲調。由於表二中的四項苗栗四縣客家話單字調的聲學分析均採用T值公式，因此與傳統調查相較下，前述陽平調與陰入調的顯著差異是否肇因於使用相同的轉換公式呢？為了釐清這個問題，並考驗不同轉換公式的適切性，藉以瞭解這個問題是否是傳統調查與聲學分析之間的一個普遍性問題。本研究將採用半音（semitone）轉換公式來分析苗栗四縣客家話的單字調。半音轉換公式在「國際間」為聲調與語調的相關研究廣泛採用。例如，劉復在其《四聲實驗錄》中即以半音轉換公式對包含北京話在內的12處漢語方言聲調進行轉換。¹⁵趙元任亦使用半音轉換當時華語五度制聲調。¹⁶馮怡蓁與江文瑜、朱曉農、Stanford與龔露也分別運用半音來分析臺灣國語、上海話、水語、苗語的聲調。¹⁷張璟璋透過無錫與上海的吳語聲調比較16種基頻標準化公式，比較結果顯示，半音轉換公式相對較優。¹⁸總之，本研究將是運用半音轉換公式分析苗栗四縣客家話單字調的首度嘗試。

¹⁴ 參見黃耀煌，《客家話聲調的聲學研究》（碩士論文，國立高雄師範大學英語學系碩士班，2003）。

¹⁵ 參見劉復，《四聲實驗錄》（上海市：群益書社，1924）。這12處為北京、南京、武昌、長沙、成都、福州、廣州、潮州、江陰、江山、旌德、騰越（今騰衝）。

¹⁶ 參見Yuen-Ren Chao, "Tone, Intonation, Singsong, Chanting Recitative, Tonal Composition and Atonal Composition in Chinese," in *For Roman Jakobson*, ed. Morris Halle (The Hague, the Netherlands: Mouton, 1956), 53-59; Yuen-Ren Chao, *A Grammar of Spoken Chinese* (Berkeley, CA: University of California Press, 1968).

¹⁷ 參見Janice Fon and Wen-Yu Chiang, "What Does Chao Have to Say about Tone? – A Case Study of Taiwan Mandarin," *Journal of Chinese Linguistics* 27, no.1 (January 1999): 13-37; 朱曉農，《上海聲調實驗錄》（上海市：上海教育出版社，2005）；James N. Stanford, "A Sociotonic Analysis of Sui Dialect Contact," *Language Variation and Change* 20, no.3 (November 2008): 409-450; 龔露，《七百弄布努語聲調研究》（碩士論文，雲南師範大學，2018）。

¹⁸ Zhang (2018) 的吳語分析語料採集自無錫與上海中的六個地方，分別為無錫市區、無錫郊區的華庄、上海市區及三個上海郊區，每一地點的參與發音人共20名，並以男女、老青將這20名發音人分成四組，藉以考驗區域、性別、年齡等社會因素影響下的聲調變異。參見Jing-Wei Zhang, "A Comparison of Tone Normalization Methods for Language Variation Research," in *Proceedings of the 32nd Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation* (Hong Kong, China: Association of Computational Linguistics, 2018), 823-831.

貳、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，所以要儘可能多調查一些發音人。本研究的參與者為12位中年層發音人，依據性別分成兩組，每組六人，如表四所列。聲學語音學家Ladefoged提到，對一個語言進行聲學研究至少需要三至六人，因此每一群組六個人已符合聲學研究的人數要求。¹⁹

表四 所有發音人的基本資料

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：（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；（二）發音人從出生即居住於該地區，未曾長期在外居住；（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於2011年與客家委員會於2017年分別發布之全國客家人口基礎資料的調查研究報告，苗栗縣公館鄉的客家人口比例分別高達91.34%與88.96%。²⁰行政院客家委員會並以「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。²¹這兩份研究報告均提供相當具體、詳

¹⁹ 參見Peter Ladefoged, “Instrumental Techniques for Linguistic Phonetic Fieldwork,” in *The Handbook of Phonetic Sciences*, eds. William J. Hardcastle and John Laver (Cambridge, MA: Blackwell, 1997), 137-166.

²⁰ 參見行政院客家委員會，《99年至100年全國客家人口基礎資料調查研究》（臺北市：作者，2011），頁35；客家委員會，《105年度全國客家人口暨語言基礎資料調查研究》，頁34。

²¹ 參見行政院客家委員會，《99年至100年全國客家人口基礎資料調查研究》。

實的統計數據資料。由此可見，本研究選取的發音人具苗栗四縣客家話的代表性。²²

二、發音字表

音節的有聲部分為聲調承載段，特別是元音及其後方的有聲輔音（韻母）。²³據此，本研究的單字調發音字表依下列原則設計：（一）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，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。（二）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三個例字。（三）設計完成的字表，先請兩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五所示。

表五 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可能涵蓋高、中、低元音，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。²⁴這是一種跨語言的語音傾向，²⁵但其間差異並不大，高、低元音的音高差異約介於 4~25 Hz 之間。²⁶這樣細微的差異再經基頻標準化後，元音內在音高差異之影響將微乎其微。另外，雖然字表例字所使用的聲

²² 有關臺灣的客家話，乃至於閩南話及南島語言的語言分布，參見洪惟仁，《臺灣語言的分類與分區：理論與方法》（臺北市：前衛出版社，2019）。

²³ 參見John Marshall Howie, *Acoustical Studies of Mandarin Vowels and Tones* (Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1976)；郭錦桴，《漢語聲調語調闡要與探索》（北京市：北京語言學院出版社，1993）；林茂燦，〈北京話聲調分布區的知覺感知〉，《聲學學報》，20卷6期（1995），頁437-445；朱曉農，《上海聲調實驗錄》。

²⁴ 參見Bruce Connell, “Tone Languages and the Universality of Intrinsic F₀: Evidence from Africa,” *Journal of Phonetics* 30, no.1 (January 2002): 101-129；Eli Fisher-Jørgensen, “Intrinsic F₀ in Tense and Lax Vowels with Special Reference to German,” *Phonetica* 47 (November 1990): 99-140；Ilse Lehiste, *Suprasegmentals* (Cambridge, MA: MIT Press, 1970)；Gorden E. Peterson and Harold L. Barney, “Control Methods Used in a Study of the Vowels,” *Journal of the Acoustical Society of America* 24, no.2 (March 1952): 175-184。

²⁵ 參見Douglas H. Whalen and Andrea G. Levitt, “The Universality of Intrinsic F₀ of Vowels,” *Journal of Phonetics* 23 (July 1995): 349-366。

²⁶ 參見J. John Ohala, “Explanation for the Intrinsic Pitch of Vowels,” in *Monthly Internal Memorandum, Phonology Laboratory* (Berkeley, CA: University of California at Berkeley, 1973), 9-26。

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的時間讓發音人發完每個例字，顯示各個聲調的特性，因此聲母不同對於聲調長度的影響可降至最小。

三、研究程序

(一) 語音錄製階段

正式錄音前，研究者先禮貌性地拜訪每位發音人，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96K Hz/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）連續唸讀五次，每一次間隔約半秒鐘。最後，本研究切取中間三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（3次×18個單字）。

(二) 基頻數值與聲調長度測量階段

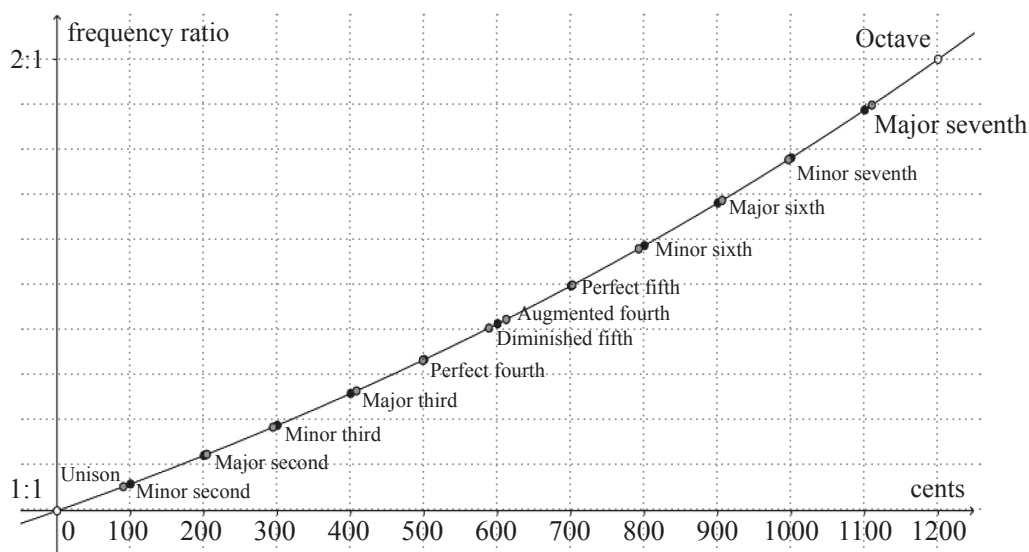
本研究利用PRAAT語音分析軟體及其腳本功能，²⁷對完成審音與切音的目標聲調進行基頻數值及聲調長度測量，並將整個測量結果輸出到Microsoft Access資料庫中，整個執行過程如下。首先，PRAAT會先判讀每個語音樣本之基頻曲線的起點與終點時間，這兩點的時間差即為聲調長度。其次，將起點與終點的時間差平均分成10等分，亦即在基頻曲線上取11點（含起終點），並分別量取這11個點的基頻數值。最後，為考驗相同測量者與不同測量者之間的測量信度（measurement reliability），研究者隨機取出十分之一的樣本，對基頻的起終點數值進行重測，這兩項工作分別由研究者及一位熟悉語音分析工作的研究助理在3個星期內

²⁷ 參見Paul Boersma and David Weenink, *Praat: Doing Phonetics by Computer* (Version 6019) [Computer software] (Amsterdam, the Netherlands: Institute of Phonetic Sciences, University of Amsterdam, 2016).

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 ($p < .05$)。

（三）基頻數值標準化階段

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直接比較，必須將個人所有測得的基頻數值先進行標準化，移除人際差異，濾掉個人特性，如此相互比較，方具語言學意義。²⁸本研究將利用半音轉換公式完成聲調標準化工作。欲瞭解「半音」必須先從「音程」（octave）說起。「音程」或「倍頻程」是一種樂理上的概念，也是音樂中用以計算音高頻率的度量單位。音樂裡的音每高八度，音高頻率就會增加一倍，而將這個音程平均分成12等份（即「十二平均律」）就會得到12個半音，圖示如圖一。



圖一 十二平均律概念示意圖²⁹

半音轉換公式內容為 $ST_i = 39.86 \times \log(P_i \div P_L)$ ，³⁰其中， P_i 為各個取樣點的基頻數

²⁸ 參見Phil Rose, "Considerations in the Normalization of the Fundamental Frequency of Linguistic Tone," *Speech Communication* 6, no.4 (December 1987): 343-351; Phil Rose, "A Linguistic-phonetic Acoustic Analysis of Shanghai Tones," *Australian Journal of Linguistics* 13, no.2 (August 1993): 185-220; Phil Rose, "Comparing Normalisation Strategies for Citation Tone F0 in Four Chinese Dialects," in *Proceedings Sixteenth Australasian International Conference on Speech Science and Technology*, eds. Christopher Carignan and Michael D. Tyler (Parramatta, Australia: The Australasian on Speech Science and Technology Association, 2016), 221-224.

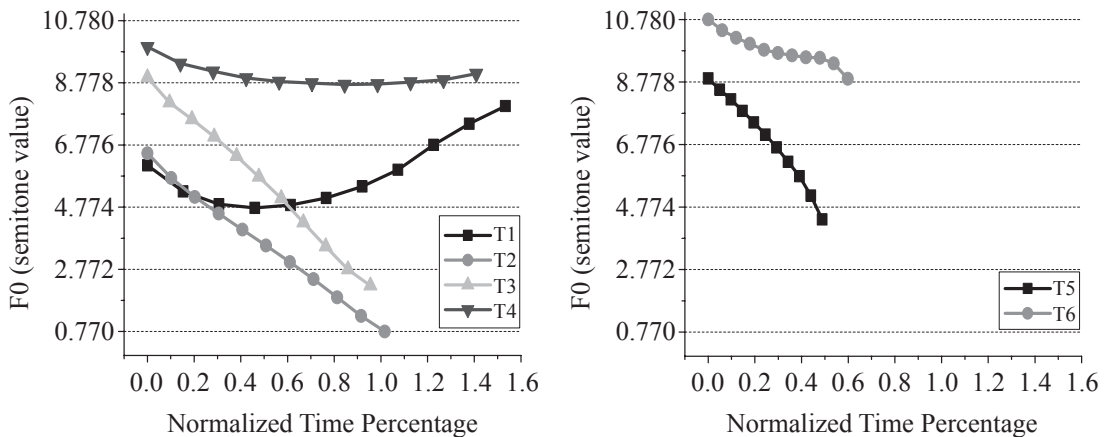
²⁹ 參見巴赫·《平均律鋼琴曲集》（長春市：時代文藝出版社，2000）。

³⁰ 參見Ronald J. Baken and Robert F. Orlikoff, *Clinical Measurement of Speech and Voice* (San Diego, CA: Singular, 2000), 148; Alison Behrman, *Speech and Voice Science*, 2nd ed. (San Diego, CA: Plural Publishing, 2013), 34;

值， P_L 為最小基頻數值， ST_i 為各個取樣點標準化後的半音值。在本研究裡，半音標準化過程是先測得每位發音人發出之所有聲調中的基頻最小值以及各個聲調各取樣點基頻數值，並將之帶入半音轉換公式中，如此，每位發音人的基頻將轉換為相應的半音值，最後再將每位發音人各個聲調各個取樣點的半音值加總後平均，即每個聲調會得到11個取樣點的半音值。本研究將利用Microcal Origin 6.0工程用繪圖軟體將單字調標準化後各個聲調所得的半音值繪製成聲調格局圖。

參、結果與討論

附錄一為所有男、女性發音人所發出之各個聲調各個取樣點的平均基頻數值及半音值。附錄二與附錄三分別為每位男、女發音人自身所發出之各個聲調各個取樣點的平均基頻數值。本節將不分性別，呈現透過半音值所繪出的苗栗四縣客家話單字調的聲調格局圖，如圖二所示，從中可以判斷苗栗四縣客家話六個單字調的調值分別為[34, 31, 41, 55, 42, 55]。



圖二 全體發音人各個聲調之聲調格局圖

註：T1= 陰平；T2= 陽平；T3= 上聲；T4= 去聲；T5= 陰入；T6= 陽入。

另外，本研究也將傳統調查與聲學分析針對苗栗四縣客家話單字調的調值描寫表列於表六，其中傳統調查以客家委員會為代表。³¹如前所述，以往針對苗栗四縣客家話聲調之聲學研究均採T值公式，³²這些分析面臨著共同問題，即陽平調與陰入調的調值描寫與傳統調查對

Fon and Chiang, "What Does Chao Have to Say about Tone? – A Case Study of Taiwan Mandarin," 13-37.

³¹ 參見客家委員會，《客語能力認證基本詞彙中級、中高級暨語料選粹》（新北市：作者，2015）。

³² 參見張月琴，〈從聲學角度來描述台灣苗栗四縣客家話的聲調系統〉，載於曹逢甫、蔡美慧（主編），《臺灣客家語論文集》（臺北市：文鶴出版有限公司，1995），頁95-112；羅枝新，〈臺灣越南新住民

於相應聲調的描寫相差甚遠（陽平調：[11] vs. [31]；陰入調：[2] vs. [43/52]）。

本研究則採取半音公式將基頻數值轉換為半音值，再將半音值以線性「等比」模式平均轉換為五度制聲調。由表六觀之，不管是採用T值，或是半音值，對於陽平調與陰入調的描寫並無改變，仍為[31]與[42]。另，就去聲調與陽入調而言，調值描寫均達到[5]。須注意的是，陽入調的[5]均比去聲調的[5]來得高，充分反映入聲調產製時因聲帶拉緊導致振動加快的發音生理事實。陰入調[42]呈現驟降的態勢，或許可以理解為入聲調因為發音短促，所以陰入調在有限的時間內來不及完全降至低調域。然而，陽平調[31]的下降態勢相對和緩，傳統調查將之描寫為[11]，實不容易解釋其間的差異，因為陽平調並非一開始驟降而後持平。

表六 傳統調查與聲學分析的比較

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	
客家委員會（2015）	[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]	
鄭明中與翁杰（2018）	[34]	[31]	[42]	[44]	[43]	[54]	
Yu（2018）	[35]	[31]	[51]	[55]	[52]	[55]	
本研究	[34]	[31]	[41]	[55]	[42]	[55]	

至目前為止，大部分有關漢語聲調的聲學分析均採用線性「等比」模式，將基頻轉換後的結果平均化為五度制聲調。馮怡蓁與江文瑜認為目前學界所廣泛使用的線性「等比」聲調五度制模式並非趙元任所提聲調五度制之原意。³³趙元任對於聲調五度制與音樂音階（musical scale）的對應關係於1956年與1968年先後提出兩種看法。³⁴在深入說明之前，先來瞭解鋼琴琴鍵與十二平均律的對應，如圖三所示，其中，「中央C」（Central C）為西洋音樂術語，代表五線譜大譜表正中間的音值，其頻率值約為261Hz。

客家話聲調之聲學分析：個案研究》（碩士論文，國立聯合大學客家語言與傳播研究所，2016）；鄭明中、翁杰，〈苗栗四縣客家話單字調研究：傳統調查與聲學分析的比較〉，《成大中文學報》，61期（2018），頁179-216；Yu, “An Acoustic Study on Northern Sixian Hakka Lexical Tones in Isolation and in Context”.

³³ Fon與Chiang（1999）旨在探討臺灣國語四個聲調的基頻數據如何，與Chao（1956, 1968）的半音模式相互對應，她們提出轉換公式以描寫臺灣國語的聲調，最後將臺灣國語的四個單字調分別描寫為[44, 323, 312, 42]，這個結果不同於北京普通話單字調的[55, 35, 214, 51]。她們認為臺灣國語受到臺灣閩南語深度影響，而閩南語的調域偏低（Lin & Repp, 1989），故臺灣國語的調高（tone height）只要分成四度就已足矣。鄧丹、石鋒與呂士楠（2006）透過聲學分析了普通話與臺灣國語聲調，結果亦呈現臺灣國語在聲調調值上明顯低於普通話，他們也認為這種情況肇因於臺灣國語受到臺灣閩南語的影響。

³⁴ 參見Chao, “Tone, Intonation, Singsong, Chanting Recitative, Tonal Composition and Atonal Composition in Chinese,” 53-59；Chao, *A Grammar of Spoken Chinese*.

算公式， $Scale \# = [(N/2)+1]$ ，³⁸其中，N代表由 $ST_i = 39.86 \times \log(P_i \div P_L)$ 公式所求得之半音值，除以2是為了將半音間距縮小，加1代表聲調最小都會有一度。事實上，當時對於聲調五度制的概念仍停留在聲調五度制裡的每一度均是由一條線所形成，但後期眾多聲調研究顯示，聲調的聽覺範疇感知不是以聲調主線為感知基礎，而應是具有選擇性和概括性的，不同聲調都有各自的音高範圍，也正因如此，部分聲調之間就存在感知範疇邊界的問題，例如普通話的陰平調與陽平調³⁹或陽平調與上聲調。⁴⁰石鋒指出，「在聲調格局中，每一聲調所占據的不是一條線，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」。⁴¹本研究運用此換算公式轉換各個聲調的半音值，如表七的 ST^M ，並據以繪製圖五的聲調格局圖。

表七 苗栗四縣客家話各個聲調的半音轉換值。

	陰平調		陽平調		上聲調		去聲調		陰入調		陽入調	
	ST	ST^M	ST	ST^M	ST	ST^M	ST	ST^M	ST	ST^M	ST	ST^M
P0	6.12	4.06	6.51	4.26	8.95	5.48	9.94	5.97	8.89	5.45	10.78	6.39
P10	5.28	3.64	5.71	3.86	8.14	5.07	9.40	5.70	8.53	5.27	10.43	6.22
P20	4.87	3.44	5.10	3.55	7.60	4.80	9.15	5.58	8.22	5.11	10.19	6.10
P30	4.75	3.38	4.57	3.29	7.04	4.52	8.93	5.47	7.85	4.93	10.00	6.00
P40	4.84	3.42	4.05	3.03	6.42	4.21	8.82	5.41	7.48	4.74	9.81	5.91
P50	5.07	3.54	3.54	2.77	5.75	3.88	8.77	5.39	7.09	4.55	9.70	5.85
P60	5.44	3.72	3.01	2.51	5.06	3.53	8.72	5.36	6.68	4.34	9.63	5.82
P70	5.98	3.99	2.46	2.23	4.28	3.14	8.74	5.37	6.22	4.11	9.57	5.79
P80	6.78	4.39	1.87	1.94	3.51	2.76	8.80	5.40	5.76	3.88	9.55	5.78
P90	7.46	4.73	1.27	1.64	2.77	2.39	8.87	5.44	5.14	3.57	9.37	5.69
P100	8.03	5.02	0.77	1.39	2.25	2.13	9.07	5.54	4.38	3.19	8.88	5.44

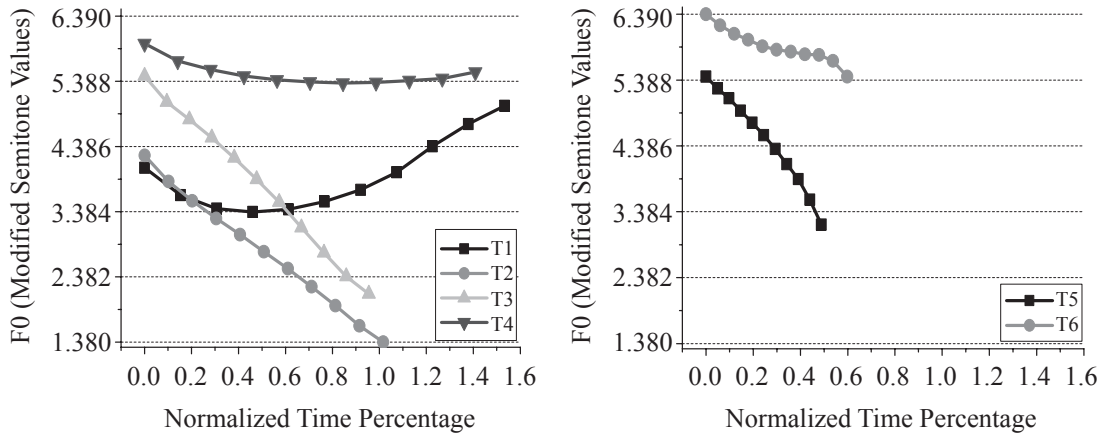
註：本表述值採四捨五入到小數點第二位。

³⁸ 參見Fon and Chiang, "What Does Chao Have to Say about Tone? – A Case Study of Taiwan Mandarin," 17; Chao, "Tone, Intonation, Singsong, Chanting Recitative, Tonal Composition and Atonal Composition in Chinese," 53-59.

³⁹ 參見高云峰，《聲調感知研究》（博士論文，上海師範大學，2004）；榮蓉，《漢語普通話聲調的聽感格局》（博士論文，南開大學，2013）。

⁴⁰ 參見王韞佳、李美京，〈調型和調階對陽平和上聲知覺的作用〉，《心理學報》，42卷9期（2010），頁899-908；吳君如，《普通話陽平與上聲的感知空間研究》（碩士論文，北京大學中國語言文學系，2011）。

⁴¹ 參見石鋒，〈實驗音系學與漢語語音分析〉，《南開語言學刊》，8期（2006），頁18；石鋒，《語音格局：語音學與音系學的交會點》（北京市：商務印書館，2008），頁104。



圖五 全體發音人各個聲調之聲調格局圖（半音轉換值）

註：T1= 陰平；T2= 陽平；T3= 上聲；T4= 去聲；T5= 陰入；T6= 陽入。

觀察換算結果可以發現，圖五根本上是圖二的等比例縮小版，調形與調值完全沒有更動，苗栗四縣客家話單字調調值仍舊是[34, 31, 41, 55, 42, 55]。異言之，即使透過 $[(N/2)+1]$ 的調整，調整後的半音值仍無法反映傳統調查對於苗栗四縣客家話陽平調與陰入調的描寫。事實上，劉季蓉亦曾採用石鋒的T值公式和馮怡蓁與江文瑜的半音公式分析東勢客家話單字調。⁴²表八列出東勢客家話單字調的傳統調查描寫與聲學分析結果。

表八 東勢客家話單字調及其調值描寫

相關文獻	陰平	陽平	上聲	去聲	陰入	陽入	
董忠司（1994）	[33]	[113]	[31]	[53]	[32]	[5]	
江敏華（1998）	[33]	[113]	[31]	[53]	[31]	[5]	
張屏生（1998）	[33]	[11]	[31]	[53]	[3]	[5]	
江俊龍（2003）	[33]	[113]	[31]	[52]	[2]	[5]	
徐登志、劉玉蕉及張瑞玲（2005）	[33]	[113]	[31]	[52]	[2]	[5]	
鍾榮富（2007）	[33]	[13]	[31]	[51]	[3]	[5]	
Ji-Rong Liu（2007）	T 值：	[33]	[312]	[41]	[52]	[43]	[54]
	ST 值：	[33]	[313]	[31]	[53]	[3]	[4]
鄭明中（2014）	T 值：	[33]	[23]	[41]	[52]	[42]	[54]

劉季蓉對於東勢客家話單字調的分析顯示，不論是T值或ST值，對於傳統調查中屬低

⁴² 參見Ji-Rong Liu, “Tonal Representations and Coarticulation in Ta-pu Hakka” (MA thesis, National Taiwan University, 2007); 石鋒, 〈論五度值記調法〉, 頁27-52; Fon and Chiang, “What Does Chao Have to Say about Tone? – A Case Study of Taiwan Mandarin,” 13-37.

調域的陽平調與陰入調均無法正確描寫，⁴³這與分析苗栗四縣客家話單字調所面臨的困境相同。此外，鄭明中也利用T值公式分析10名東勢客家話發音人（男女各半）所發的單字調。⁴⁴有意思的是，若將兩人的T值公式分析結果相互比較，可以發現陽平調以外的其他單字調差異不大。陽平調由一個降升調[312]⁴⁵變成一個純粹升調[23]。⁴⁶很明顯地，後者更符合傳統調查對於東勢客家話陽平調的描寫。值得注意的是，劉季蓉的T值與半音值分析中的陽平調，起始值都是[3]，這個[3]就是一個有趣的現象。⁴⁷因為發出低調時，是從一個基頻中間預設值開始，這是一種生理限制所形成的語音特徵。⁴⁸例如，普通話的上聲調[214]在他看起來應標示為²[14]，其中[2]即為此調起始的語音特徵，所占的時間很短。若依此理，則劉季蓉的T值與半音值分析中的陽平調應分別標示為³[12]與³[13]，如此，陽平調即為低升調而非降升調。

總之，本研究也必須承認，聲調聲學表現與聲調調值描寫及調位歸納有些許不同，後者必須考量多方面的因素。「五度值的得出主要是通過人耳辨認聲調，每一個人的聽辨能力不同，所以對同一個調類不同的人就可能得出不同的調值。可以說，五度制記調的方法從根本上來講並不是對聲調的客觀記錄，而是一種主觀感知。這是五度標調法自身具有的缺陷。分辨調值的各個調級有時做不到客觀地記錄，最好借助於語音實驗，把定性的描寫變成定量的研究。」⁴⁹由此可見，音系學概念與物理參數也並非機械式的對應，如何平衡這兩個面向肯定是未來研究的重點方向。⁵⁰

肆、結語

本研究比較傳統調查與聲學分析在苗栗四縣客家話單字調的調值描寫，發現兩種模式在陽平調與陰入調的描寫差異相當大。歷來對於苗栗四縣客家話單字調的聲學分析均是基於T值公式而來。有鑑於此，本研究則利用ST值公式，一方面欲瞭解苗栗四縣客家話在ST值公式下的轉換結果，二方面也想知道陽平調與陰入調的描寫差異是否可以成功消弭。本研究分析結果顯示，運用ST值公式轉換後的陽平調與陰入調調值同樣與傳統調查的調值描寫有著很大

⁴³ 參見Liu, “Tonal Representations and Coarticulation in Ta-pu Hakka”.

⁴⁴ 參見鄭明中，〈東勢客家話單字調的實驗研究〉，《臺中教育大學學報：人文藝術類》，28卷2期（2014），頁1-25。

⁴⁵ 參見鄭明中，〈東勢客家話單字調的實驗研究〉，頁1-25。

⁴⁶ 參見鄭明中，〈東勢客家話單字調的實驗研究〉，頁1-25。

⁴⁷ 參見鄭明中，〈東勢客家話單字調的實驗研究〉，頁1-25。

⁴⁸ 參見朱曉農，〈降調的種類〉，《語言研究》，2期（2012），頁1-16。

⁴⁹ 參見馮青青，〈漢語聲調標調法述評〉，《唐山師範學院學報》，36卷3期（2014），頁54。

⁵⁰ 參見朱曉農、鄒曉玲，〈清濁同調還是送氣分調——在音節學和類型學普適理論中安排湘語白倉話的聲調事實〉，《南方語言學》，12輯（2017），頁1-11；胡方，〈漢語方言的實驗語音學研究旨趣〉，頁385-400。

的差異，其他單字調則大同小異，相同的情況也出現在東勢客家話單字調的聲學分析。本研究也發現，這些聲學分析與傳統調查不一致之處均係屬低調域之單字調。因此，未來研究的重點應放在如何調整，使得低調域的單字調在傳統調查與聲學分析之間能趨於一致。這個發現也給了想運用聲學分析驗證漢語方言聲調的專家學者們一個值得思考的重要面向。

誌謝

本文為108年度國立聯合大學「高等教育深耕計畫」補助校級特色研究計畫「苗栗四縣客家話單字調半音轉換的聲學分析」的研究成果（研究計畫補助編號：CSP007）。本文的分析語料取自鄭明中與翁杰，〈苗栗四縣客家話單字調研究：傳統調查與聲學分析的比較〉，《成大中文學報》，61期（2018），頁179-216。因此，前半部的部分文字係基於該篇論文修改而來，後半部則為前述研究計畫的結果呈現，特予聲明。作者欲向兩位匿名審查人致上最深謝意，他們通讀本文並提出修正建議，使得本文能更臻完善。

參考文獻

- 巴赫，《平均律鋼琴曲集》，長春市：時代文藝出版社，2000。
- 王韞佳、李美京，〈調型和調階對陽平和上聲知覺的作用〉，《心理學報》，42卷9期（2010），頁899-908。<https://doi.org/10.3724/SP.J.1041.2010.00899>。
- 古國順，〈臺灣客語的音韻系統〉，載於《臺灣客家概論》，古國順（主編），頁117-161，臺北市：五南，2005。
- 石鋒，〈實驗音系學與漢語語音分析〉，《南開語言學刊》，8期（2006），頁10-25。
- 石鋒，〈論五度值記調法〉，載於《語音學探微》，石鋒（編著），頁27-52，北京市：北京大學出版社，1990。
- 石鋒，《語音格局：語音學與音系學的交會點》，北京市：商務印書館，2008。
- 朱曉農，〈降調的種類〉，《語言研究》，2期（2012），頁1-16。
- 朱曉農，〈基頻歸一化——如何處理聲調的隨機差異？〉，《語言科學》，3卷2期（總9期）（2004），頁3-19。
- 朱曉農，《上海聲調實驗錄》，上海市：上海教育出版社，2005。
- 朱曉農、鄒曉玲，〈清濁同調還是送氣分調——在音節學和類型學普適理論中安排湘語白倉話的聲調事實〉，《南方語言學》，12輯（2017），頁1-11。
- 江俊龍，《兩岸大埔客家話研究》，博士論文，國立中正大學中國文學系研究所，2003。
- 江敏華，《臺中縣東勢客語音韻研究》，碩士論文，臺灣大學中國文學系研究所，1998。
- 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》，臺北市：作者，2011。
- 余秀敏，《苗栗客家語音韻研究》，碩士論文，輔仁大學語言學研究所，1984。
- 吳君如，《普通話陽平與上聲的感知空間研究》，碩士論文，北京大學中國語言文學系，2011。
- 林茂燦，〈北京話聲調分布區的知覺感知〉，《聲學學報》，20卷6期（1995），頁437-445。
- 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》，新北市：作者，2013。
- 客家委員會，《105年度全國客家人口暨語言基礎資料調查研究》，新北市：作者，2017。
- 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》，新北市：作者，2015。
- 洪惟仁，《臺灣語言的分類與分區：理論與方法》，臺北市：前衛出版社，2019。
- 胡方，〈漢語方言的實驗語音學研究旨趣〉，《方言》，4期（2018），頁385-400。

- 孫朝平，〈關於十二平均律音分與頻率的換算〉，《樂器》，3期（2017），頁22-23。
- 徐登志、劉玉蕉、張瑞玲編纂，《臺灣客語大埔音詞典》，臺中縣：文學街出版社，2005。
- 徐運德，《客家話·語音篇：客家話四縣與海陸的比較》，苗栗縣：中原週刊社，1992。
- 高云峰，《聲調感知研究》，博士論文，上海師範大學，2004。
- 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〉，載於曹逢甫、蔡美慧（主編），頁95-112，《臺灣客家語論文集》，臺北市：文鶴出版有限公司，1995。
- 張屏生，〈東勢客家話的超陰平聲調變化〉，《聲韻論叢》，8輯（1998），頁461-478。
- 張屏生，《台灣地區漢語方言的語音和詞彙（冊一）：論述篇》，臺南市：開朗雜誌，2007。
- 教育部，《臺灣客家語線上常用詞辭典》，臺北市：作者，2006。
- 郭錦桴，《漢語聲調語調闡要與探索》，北京市：北京語言學院出版社，1993。
- 游汝杰，《漢語方言學教程》，上海市：上海教育出版社，2004。
- 游汝杰、鄒嘉彥，《社會語言學教程》（第二版），上海市：復旦大學出版社，2011。
- 馮青青，〈漢語聲調標調法述評〉，《唐山師範學院學報》，36卷3期（2014），頁54-58。
- 黃雯君，〈臺灣四縣、海陸客家話音韻比較〉，載於《客家方言研究》，李如龍、鄧曉華（主編），頁261-281，福州市：福州人民出版社，2009。
- 黃耀煌，《客家話聲調的聲學研究》，碩士論文，國立高雄師範大學英語學系碩士班，2003。
- 楊政男、龔萬灶、徐清明編撰，《客語辭典》，苗栗市：作者，2013。
- 董忠司，〈東勢客家語音系統略述及其音標方案〉，載於《客家語研討會論文集》，曹逢甫、蔡美慧（主編），頁19-1-19-17，新竹市：國立清華大學，1994。
- 董忠司，〈臺灣地區客家語簡述〉，載於《「台灣客家語概論」講授資料彙編》，董忠司（主編），頁247-272，臺北市：臺灣語文學會，1996。
- 榮蓉，《漢語普通話聲調的聽感格局》，博士論文，南開大學，2013。
- 劉復，《四聲實驗錄》，上海市：群益書社，1924。
- 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卷6期（2006），頁536-541。<https://doi.org/10.3321/j.issn:0371-0025.2006.06.011>。
- 鄧盛有，《台灣四海話的研究》，碩士論文，國立新竹師範學院臺灣語言與語文教育研究所，2000。
- 鄭明中，〈東勢客家話單字調的實驗研究〉，《臺中教育大學學報：人文藝術類》，28卷2期（2014），頁1-25。
- 鄭明中、翁杰，〈苗栗四縣客家話單字調研究：傳統調查與聲學分析的比較〉，《成大中文學報》，61期（2018），頁179-216。

- 鍾榮富，〈台灣客家語言地圖及網站〉，臺北市：行政院客家委員會專題研究計畫結案報告，2007。
- 羅枝新，〈臺灣越南新住民客家話聲調之聲學分析：個案研究〉，碩士論文，國立聯合大學客家語言與傳播研究所，2016。
- 羅肇錦等編纂，〈重修苗栗縣志（卷6）：語言志〉，苗栗縣：苗栗縣政府，2007。
- 羅肇錦，〈臺灣的客家話〉，臺北市：臺原出版社，1990。
- 羅肇錦，〈臺灣客家族群史：語言篇〉，南投市：臺灣省文獻委員會，2000。
- 龔露，〈七百弄布努語聲調研究〉，碩士論文，雲南師範大學，2018。
- Baken, Ronald J., and Robert F. Orlikoff. *Clinical Measurement of Speech and Voice*. San Diego, CA: Singular, 2000.
- Behrman, Alison. *Speech and Voice Science*. 2nd ed. San Diego, CA: Plural Publishing, 2013.
- Boersma, Paul and David Weenink. *Praat: Doing Phonetics by Computer* (Version 6019) [Computer software]. Amsterdam, the Netherlands: Institute of Phonetic Sciences, University of Amsterdam, 2016.
- Chao, Yuen-Ren. *A Grammar of Spoken Chinese*. Berkeley, CA: University of California Press, 1968.
- Chao, Yuen-Ren. "Tone, Intonation, Singsong, Chanting Recitative, Tonal Composition and Atonal Composition in Chinese." In *For Roman Jakobson*, edited by Morris Halle, 52-59. The Hague, the Netherlands: Mouton, 1956.
- Connell, Bruce. "Tone Languages and the Universality of Intrinsic F_0 : Evidence from Africa." *Journal of Phonetics* 30, no.1 (January 2002): 101-129. <https://doi.org/10.1006/jpho.2001.0156>.
- Fisher-Jørgensen, Eli. "Intrinsic F_0 in Tense and Lax Vowels with Special Reference to German." *Phonetica* 47 (November 1990): 99-140. <https://doi.org/10.1159/000261858>.
- Fon, Janice, and Wen-Yu Chiang. "What Does Chao Have to Say about Tone? – A Case Study of Taiwan Mandarin." *Journal of Chinese Linguistics* 27, no.1 (January 1999): 13-37.
- Howie, John Marshall. *Acoustical Studies of Mandarin Vowels and Tones*. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1976.
- Ladefoged, Peter. "Instrumental Techniques for Linguistic Phonetic Fieldwork." In *The Handbook of Phonetic Sciences*, edited by William J. Hardcastle and John Laver, 137-166. Cambridge, MA: Blackwell, 1997.
- Lehiste, Ilse. *Suprasegmentals*. Cambridge, MA: MIT Press, 1970.
- Lin, Hwei-bing, and Bruno Repp. "Cues to the Perception of Taiwanese Tones." *Language and Speech* 32, no. 1 (January 1989): 25-44. <https://doi.org/10.1177/002383098903200102>.

- Liu, Ji-Rong. "Tonal Representations and Coarticulation in Ta-pu Hakka." MA thesis, National Taiwan University, 2007.
- Ohala, J. John. "Explanation for the Intrinsic Pitch of Vowels." In *Monthly Internal Memorandum, Phonology Laboratory*. Berkeley, CA: University of California at Berkeley, 1973.
- Peterson, Gordon E., and Harold L. Barney. "Control Methods Used in a Study of the Vowels." *Journal of the Acoustical Society of America* 24, no.2 (March 1952): 175-184. <https://doi.org/10.1121/1.1906875>.
- Rose, Phil. "A Linguistic-phonetic Acoustic Analysis of Shanghai Tones." *Australian Journal of Linguistics* 13, no.2 (August 1993): 185-220. <https://doi.org/10.1080/07268609308599495>.
- Rose, Phil. "Comparing Normalisation Strategies for Citation Tone F0 in Four Chinese Dialects." In *Proceedings Sixteenth Australasian International Conference on Speech Science and Technology*, edited by Christopher Carignan and Michael D. Tyler, 221-224. Parramatta, Australia: The Australasian on Speech Science and Technology Association, 2016.
- Rose, Phil. "Considerations in the Normalization of the Fundamental Frequency of Linguistic Tone." *Speech Communication* 6, no.4 (December 1987): 343-351. [https://doi.org/10.1016/0167-6393\(87\)90009-4](https://doi.org/10.1016/0167-6393(87)90009-4).
- Sjölander, Kåre. *The Snack Sound Toolkit* [Computer Program]. Stockholm, Sweden: KTH Center for Speech Technology, 2004.
- Stanford, James N. "A Sociotoneic Analysis of Sui Dialect Contact." *Language Variation and Change* 20, no.3 (November 2008): 409-450. <https://doi.org/10.1017/S0954394508000161>.
- Whalen, Douglas H., and Andrea G. Levitt. "The Universality of Intrinsic F₀ of Vowels." *Journal of Phonetics* 23 (July 1995): 349-366. [https://doi.org/10.1016/S0095-4470\(95\)80165-0](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(95)80165-0).
- Yu, Hsiu-Min. "An Acoustic Study on Northern Sixian Hakka Lexical Tones in Isolation and in Context." PhD diss., National Tsing Hua University, 2018.
- Zhang, Jing-Wei. "A Comparison of Tone Normalization Methods for Language Variation Research." In *Proceedings of the 32nd Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation*, 823-831. Hong Kong: Association of Computational Linguistics, 2018.

附錄一、所有發音人之平均基頻數值與半音值

(A) 男、女發音人各個聲調取樣點的基頻數值

	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	119	176	122	175	144	199	150	214	144	200	157	225
P10	113	165	117	167	137	191	145	207	140	197	153	222
P20	110	161	114	159	133	184	144	203	137	193	151	219
P30	110	159	112	153	129	177	141	202	134	189	149	217
P40	110	160	109	148	125	170	140	201	131	184	147	215
P50	112	163	105	144	121	163	141	199	129	180	146	214
P60	113	167	102	140	116	157	140	200	125	176	146	213
P70	116	174	99	135	111	150	140	200	122	171	145	212
P80	120	185	95	131	106	143	141	200	119	166	146	210
P90	123	194	93	125	101	137	141	203	115	159	145	208
P100	127	202	91	118	99	132	142	205	110	150	142	201

(B) 男、女發音人各個聲調取樣點的半音值

	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	5.20	7.03	6.07	6.94	8.74	9.15	9.37	10.51	8.54	9.23	10.26	11.29
P10	4.64	5.91	5.35	6.06	7.81	8.46	8.84	9.96	8.10	8.95	9.80	11.06
P20	4.28	5.45	4.90	5.29	7.35	7.84	8.61	9.68	7.78	8.65	9.54	10.83
P30	4.23	5.27	4.48	4.65	6.91	7.17	8.36	9.50	7.46	8.23	9.35	10.64
P40	4.29	5.38	4.02	4.08	6.36	6.48	8.25	9.39	7.11	7.84	9.12	10.49
P50	4.48	5.66	3.49	3.58	5.76	5.74	8.24	9.29	6.75	7.43	9.03	10.36
P60	4.76	6.12	2.98	3.04	5.09	5.02	8.14	9.29	6.32	7.03	8.98	10.28
P70	5.09	6.86	2.49	2.43	4.33	4.23	8.19	9.29	5.93	6.51	8.91	10.22
P80	5.72	7.83	1.87	1.87	3.57	3.44	8.30	9.30	5.50	6.01	9.00	10.09
P90	6.22	8.70	1.37	1.16	2.83	2.71	8.31	9.42	4.99	5.28	8.86	9.87
P100	6.64	9.41	1.02	0.51	2.51	1.98	8.49	9.64	4.14	4.62	8.44	9.32

附錄二、男性發音人各個聲調所有取樣點之平均基頻數值 (單位：Hz)

男 1	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
陰平調	80	79	78	78	78	79	80	82	87	90	91
陽平調	90	85	83	82	81	80	79	79	78	78	76
上聲調	91	83	83	83	83	82	81	80	80	79	80
去聲調	90	88	87	86	85	84	83	84	86	88	89
陰入調	82	81	81	81	81	80	79	79	78	77	76
陽入調	105	100	99	97	97	96	97	95	95	93	88

男 2	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
陰平調	116	112	110	110	112	115	117	120	123	127	129
陽平調	116	110	109	108	106	104	101	99	96	93	90
上聲調	139	132	128	124	120	117	113	109	105	101	98
去聲調	143	139	136	136	136	134	134	135	136	136	138
陰入調	138	134	132	130	127	125	123	120	117	112	107
陽入調	143	140	138	137	137	137	136	135	134	135	133

男 3	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
陰平調	123	120	117	117	117	118	120	120	121	121	122
陽平調	121	118	113	108	105	102	101	100	98	98	98
上聲調	158	146	139	134	130	126	123	120	117	115	118
去聲調	163	156	153	151	149	147	145	145	145	144	148
陰入調	145	141	136	132	128	125	122	120	120	122	118
陽入調	167	162	158	156	155	154	154	155	157	158	155

男 4	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
陰平調	119	114	110	109	110	111	112	114	117	118	120
陽平調	126	122	118	113	108	102	97	92	89	86	87
上聲調	145	144	140	135	128	122	115	108	101	95	92
去聲調	149	145	143	141	140	138	137	136	136	135	136
陰入調	150	148	146	144	141	138	133	129	124	119	113
陽入調	155	153	151	149	148	146	144	142	140	136	133

男 5	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
陰平調	136	134	131	129	127	127	128	130	134	138	139
陽平調	144	138	136	134	130	126	122	116	108	102	99
上聲調	174	164	160	157	151	144	136	128	120	112	109
去聲調	192	183	182	172	171	180	181	181	181	179	178
陰入調	180	171	168	165	162	158	153	149	145	137	128
陽入調	193	186	183	182	171	170	169	170	177	176	174

男 6	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
陰平調	125	117	116	117	118	119	123	127	136	146	159
陽平調	136	131	127	124	121	117	112	108	103	98	94
上聲調	156	151	147	143	138	132	126	118	110	104	98
去聲調	163	161	160	161	161	161	160	161	162	163	164
陰入調	166	163	158	153	149	145	141	136	130	125	115
陽入調	178	176	174	173	172	173	173	174	174	173	169

註：以上各個聲調各個取樣點的基頻數值均為九個樣本（3字 × 3次）的平均。

附錄三、女性發音人各個聲調所有取樣點之平均基頻數值 (單位：Hz)

女 1	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
陰平調	180	173	171	171	170	173	178	192	211	224	230
陽平調	177	170	164	158	151	148	142	136	129	119	112
上聲調	206	201	192	184	177	169	162	154	146	137	128
去聲調	228	223	220	218	218	217	218	217	215	215	218
陰入調	211	209	206	202	199	194	190	185	179	171	162
陽入調	248	248	245	243	241	239	237	235	233	230	224

女 2	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
陰平調	162	146	141	141	141	144	149	156	167	177	187
陽平調	156	149	145	140	135	130	126	122	120	115	107
上聲調	187	178	173	168	163	156	149	141	133	126	122
去聲調	214	203	201	201	200	201	202	202	202	205	208
陰入調	194	191	188	186	183	180	175	170	166	159	153
陽入調	225	225	223	220	218	217	216	215	214	211	207

女 3	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
陰平調	176	164	158	156	156	160	165	173	181	187	191
陽平調	171	161	156	153	150	147	144	139	135	129	122
上聲調	188	180	175	169	164	160	155	149	144	138	123
去聲調	207	196	194	191	188	186	186	185	186	187	188
陰入調	191	186	181	176	172	168	165	160	156	151	142
陽入調	230	224	219	217	216	215	215	215	213	211	207

女 4	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
陰平調	168	159	155	152	160	162	167	175	185	194	203
陽平調	186	180	167	159	152	146	141	137	132	128	125
上聲調	202	197	189	183	177	170	162	154	146	140	137
去聲調	218	221	219	218	218	217	219	222	225	227	229
陰入調	210	208	204	198	193	189	185	179	174	166	159
陽入調	227	226	223	221	220	220	219	219	219	216	201

女 5	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
陰平調	195	188	183	180	179	180	183	185	191	200	206
陽平調	191	182	174	166	160	155	150	145	140	135	134
上聲調	215	208	200	190	179	169	162	154	148	145	147
去聲調	212	206	199	195	194	193	192	191	190	194	195
陰入調	201	198	196	189	182	175	169	163	156	146	144
陽入調	215	211	210	205	201	197	195	193	190	186	178

女 6	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
陰平調	175	161	157	155	155	157	160	165	172	182	195
陽平調	170	157	149	144	142	139	135	130	127	126	125
上聲調	195	183	177	170	162	155	149	145	140	136	132
去聲調	204	190	187	186	185	182	181	182	183	187	193
陰入調	191	187	184	180	177	174	171	167	164	161	158
陽入調	205	199	196	195	194	193	193	193	192	191	189

註：以上各個聲調各個取樣點的基頻數值均為九個樣本（3字 × 3次）的平均。

Acoustic Analysis of the Citation Tones in Miaoli Sixian Hakka: Based on Semitone Transformation Formula

Ming-Chung Cheng

Institute of Hakka Language and Communication
National United University
Professor

Abstract

This study acoustically explored six citation tones in Miaoli Sixian Hakka (MSH) in terms of semitone transformation formula. Twelve middle-aged MSH native speakers participated in this study. First, this study recorded the citation tones of these MSH native speakers; then, PRAAT was used to measure F_0 duration. The F_0 duration was averagely divided into 10 portions, and the F_0 values of the 11 points were extracted. The extracted F_0 values were then transformed into semitone values. Using the formula, the tonal values of the six citation tones in MSH were [34, 31, 41, 55, 42, 55], similar to those obtained using the T-value transformation formula. This study found that the descriptive discrepancy between traditional survey and acoustic analysis lies in the citation tones in the low-tone register. Therefore, future studies should emphasize the modulation of tonal values to match acoustic analysis with traditional survey.

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

Corresponding Author: Ming-Chung Cheng, E-mail: mccheng@nuu.edu.tw

Manuscript received: Apr. 8, 2020; Revised: Jun. 19, 2020; Accepted: Sep. 30, 2020

[https://doi.org/10.6210/JNTNU.202103_66\(1\).0004](https://doi.org/10.6210/JNTNU.202103_66(1).0004)