

國立交通大學

外國語文學系外國文學與語言學碩士班

碩士論文

華語學習者對華語聲調的聽覺感知與口語產出

The Perception and Production of Mandarin Tones

by L2 Learners

研究生：鄭鈴月 Ling-Yueh Cheng

指導教授：賴郁雯 博士 Dr. YuWen Lai

中華民國一零三年一月

華語學習者對華語聲調的聽覺感知與口語產出

The Perception and Production of Mandarin tones by L2 Learners

研究生：鄭詒月

Ling-Yueh Cheng

指導教授：賴郁雯 博士

Dr. YuWen Lai

國立交通大學

外國語文學系外國文學與語言學碩士班

碩士論文

Submitted to Department of Foreign Literatures and Linguistics

Graduate Institute of Foreign Literatures and Linguistics

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of

Master

In

Graduate Institute of Foreign Literatures and Linguistics

January 2014

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國一百零三年一月

# 華語學習者對華語聲調的聽覺感知與口語產出

學生：鄭鈴月

指導教授：賴郁雯博士

國立交通大學外國語文學系外國文學與語言學碩士班

## 摘要

本論文以雙字詞為基礎，探討就聲調、音節位置與音節結構層面，對華語學習者於聲調的聽覺感知與口語產出的影響。聽覺感知實驗，受試者針對標的音節的聲調進行標記。聲調主要效果，顯示學習者能清楚正確感知高平調與高降調，低降調為最難以正確感知，常與中升調相混。聲調環境部份，第一音節結果指出聲調環境差異於中升調的感知表現影響達顯著差異。其中，以「中升調後接低降調」最為困難。第二音節聲調環境結果指出「高降調接高平調」與「高降調接中升調」最難以正確感知。音節位置部份，結果顯示音節位置差異於中升調的感知表現有顯著差異，第一音節正確率高於第二音節。口語產出實驗部分，聲調主要效果，顯示低降調於正確產出與好壞程度表現較不理想。聲調環境部份，第一音節結果指出以「低降調接中升調」的正確產出最為困難。第二音節聲調環境結果則顯示「低降調接中升調」與「中升調接高降調」最為困難。音節結構部份，於好壞程度結果有顯著差異。CV 結構的口語產出好壞程度最為理想。總觀聽覺感知與口語產出結果，可將高平調與高降調分為高正確率組，中升調與低降調為低正確率組。偏誤分析結果顯示第一音節易與有共通聲學特質之聲調相互混淆（高平調與高降調，中升調與低降調）。第二音節結果，指出受基頻轉變期影響，各聲調之高偏誤率聲調均為中升調或低降調。

**關鍵字：**聲調、聽覺感知、口語產出、音節位置、音節結構、聲調環境

# The Perception and Production of Mandarin Tones by L2 Learners

Student : Ling-Yueh Cheng

Advisor : Dr. Yuwen Lai

Graduate Institute of Foreign Literatures & Linguistics

National Chiao Tung University

## Abstract

The present study uses disyllabic words to examine the effects of tone, syllable position, and syllable structure on Mandarin tonal perception and production of L2 learners. In perception experiment, subjects identifying auditory tonal stimuli using Mandarin tonal labels. The results of perception experiment showed that L2 learners had significant difficulty in identifying tone 3 and tone 2 while tone 1 and tone 4 showed high accuracy rate. The analysis of tonal context, in first syllable position, acoustic variations of tonal contexts had significant influence on perceiving tone 2 especially when tone 3 followed. In second syllable position, results indicated that the deviation was greater when tone 1 or tone 2 preceded by tone 4. It was also found that syllable position differences influences perceiving tone 2 and further revealed that L2 learners' sensitivity to tone 2 identifications was higher in first position than in second position. In production experiment, results indicated that tone 3 showed the lowest accuracy rate and goodness rate. Learners were significantly better in producing tones with CV structure words. In summary, results of perception and production can divide tone 1 and tone 4 into high accuracy rate group while tone 2 and tone 3 as low accuracy rate group. Error analysis of first syllable position revealed that L2 learners showed both perceptual and productive confusions of tone pairs with similar phonetic features (tone 1-tone 4, and tone 2-tone 3 pairs). By the influences of articulatory transition, the confusion of tone pairs in second position was tended to be tone 2 or tone 3.

**Keywords** : tone, tonal perception, tonal production, syllable position, syllable structure, tonal context

## 致 謝

在經歷許多之後，終於要為研究所生活畫下句點。

三年多的時間不算短，但時光荏苒，成為研究生彷彿只是昨日的事情一般，轉眼今日，已是畫下句點的日子了。寫論文的歷程，像是另一個人生的磨練。謝謝指導教授賴郁雯老師，不斷地以耐心予以我教導與訓練，讓我在各方面能更臻成熟，除更加了解語言學相關研究方法外，亦多少窺知於世相處之道。另外，感謝盧郁安老師，不遺餘力地給予我幫助，指正修改論文。接著，感謝一路走來曾經給予過我指導的劉辰生老師、林若望老師、潘荷仙老師、許慧娟老師以及竹教大的呂菁菁老師，謝謝你們讓我能夠學習到各語言學領域的不同知識。

接著，感謝育瑩與慧婷，每個研究室裡一起努力、歡笑的時光，總是令人感到溫暖。還有學長姐們（佳霖學姊、小蔓學姊、伊凡學姊、琬淇學姊與皓志學長），每一個相處的片段，不論是瘋狂、玩笑或是真摯的回憶，都使得這段日子更添色彩。另外，也要感謝所有的朋友們，一直給予幫助與關心，尤其是阿丁與小夫，在我需要幫助的時候，總是大力相助。也謝謝懿萱，不厭其煩地為我的問題解惑。

最後，感謝我的父母家人，沒有你們的支持，這一切無法完成。

謝謝大家！

# 目 錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
致謝.....	iii
目 錄.....	iv
表目錄.....	vi
圖目錄.....	vii
<b>一、緒論</b> .....	<b>1</b>
1.1 引言.....	1
1.2 論文架構.....	1
<b>二、文獻回顧</b> .....	<b>2</b>
2.1 華語聲調.....	2
2.2 華語聲調環境.....	4
2.3 華語學習者的聽覺感知.....	6
2.4 華語學習者的口語產出.....	9
2.5 華語學習者的聽覺感知與口語產出.....	12
2.6 本研究.....	13
<b>三、實驗方法</b> .....	<b>15</b>
3.1 參與者.....	15
3.1.1 受試者.....	15
3.1.2 聽覺感知實驗發音人.....	15
3.1.3 口語產出評分人.....	15
3.2 刺激項.....	16
3.3 實驗步驟.....	16
3.3.1 聽覺感知實驗 (Perception).....	16
3.3.2 口語產出實驗 (Production).....	19
<b>四、結果與討論</b> .....	<b>23</b>
4.1 聽覺感知.....	23
4.1.1 聲調、音節位置與音節結構.....	23
4.1.2 偏誤分析 (Error analysis).....	25
4.1.3 聲調環境 (tonal context).....	29
4.1.4 交互作用.....	35
4.1.5 各聲調的音節位置與音節結構分析結果.....	36

4.1.6	聽覺感知的綜合討論.....	39
4.2	口語產出 (Production) .....	41
4.2.1.	正確率分析結果 (DV=Accuracy rate) .....	41
4.2.1.1	聲調、音節位置與音節結構.....	41
4.2.1.2	偏誤分析.....	43
4.2.1.3	聲調環境(tonal context).....	46
4.2.1.4	交互作用.....	50
4.2.1.5	各聲調的音節位置與音節結構分析結果.....	51
4.2.2	好壞程度分析結果 (DV=Goodness rate) .....	53
4.2.2.1	聲調、音節位置與音節結構.....	53
4.2.2.2	交互作用 .....	56
4.2.2.3	各聲調的音節位置與音節結構分析結果 .....	56
4.2.3	口語產出的綜合討論 .....	59
4.3	聽覺感知與口語產出結果討論.....	61
	<b>參考文獻.....</b>	<b>63</b>
	<b>附表一.....</b>	<b>67</b>
	<b>附表二.....</b>	<b>68</b>



## 表目錄

表一	受試者相關資訊一.....	15
表二	聽覺感知實驗重複量數三因子變異數分析結果.....	23
表三	聽覺感知實驗重複量數二因子變異數分析結果-高平調.....	36
表四	聽覺感知實驗重複量數二因子變異數分析結果-中升調.....	36
表五	聽覺感知實驗重複量數二因子變異數分析結果-低降調.....	38
表六	聽覺感知實驗重複量數二因子變異數分析結果-高降調.....	38
表七	口語產出實驗的聽辨資料重複量數三因子變異數分析結果.....	41
表八	口語產出聽辨資料重複量數二因子變異數分析結果-高平調.....	51
表九	口語產出聽辨資料重複量數二因子變異數分析結果-中升調.....	51
表十	口語產出聽辨資料重複量數二因子變異數分析結果-低降調.....	52
表十一	口語產出聽辨資料重複量數二因子變異數分析結果-高降調.....	52
表十二	口語產出實驗的評分結果資料的重複量數三因子變異數分析結果.....	53
表十三	口語產出評分資料重複量數二因子變異數分析結果-高平調.....	56
表十四	口語產出評分資料重複量數二因子變異數分析結果-高平調.....	58
表十五	口語產出評分資料重複量數二因子變異數分析結果-低降調.....	58
表十六	口語產出評分資料重複量數二因子變異數分析結果-高降調.....	59



## 圖目錄

圖一	華語高平調、中升調、低降調與高降調的基頻走向示意圖.....	2
圖二	第一次與第二次實驗聲調正確率示意圖.....	10
圖三	發音人錄音時,透過電腦螢幕的看到的畫面.....	17
圖四	聽覺感知實驗中,受試者使用的作答方框.....	17
圖五	產出實驗刺激項畫面.....	19
圖六	聽覺感知實驗中各聲調的正確率示意圖.....	24
圖七	聽覺感知實驗高平調各音節位置的聲調偏誤表現結果.....	25
圖八	聽覺感知實驗中升調各音節位置的聲調偏誤表現結果.....	26
圖九	聽覺感知實驗低降調各音節位置的聲調偏誤結果.....	27
圖十	聽覺感知實驗高降調各音節位置的聲調偏誤結果.....	28
圖十一	聽覺感知第一音節聲調環境分析結果.....	29
圖十二	中升調於各聲調環境中的基頻表現.....	30
圖十三	中升調於「中升調後接中升調」與「中升調後接低降調」中 的基頻走向表現.....	31
圖十四	中升調於「中升調後接高平調」與「中升調後接高降調」中 的基頻走向表現.....	32
圖十五	聽覺感知第二音節聲調環境分析結果.....	33
圖十六	「高降調接中升調」之偏誤分析結果.....	35
圖十七	聽覺感知聲調與音節位置交互作用.....	35
圖十八	聽覺感知中升調各音節位置正確率結果.....	37
圖十九	口語產出各聲調聽辨的正確率結果.....	42
圖二十	口語產出實驗高平調各音節位置的聲調偏誤結果.....	43
圖二十一	口語產出實驗中升調各音節位置的聲調偏誤結果.....	44
圖二十二	口語產出實驗低降調各音節位置的聲調偏誤結果.....	44

圖二十三	口語產出實驗高降調各音節位置的聲調偏誤結果.....	45
圖二十四	口語產出第一音節聲調環境分析結果.....	46
圖二十五	「低降調接低降調」之偏誤分析結果.....	48
圖二十六	「低降調接中升調」之偏誤分析.....	48
圖二十七	「低降調接高降調」之偏誤分析.....	48
圖二十八	口語產出第二音節聲調環境分析結果.....	49
圖二十九	口語產出正確產出聲調與音節結構間交互作用結果.....	50
圖三十	口語產出各聲調好壞程度結果.....	54
圖三十一	口語產出各音節結構好壞程度結果.....	55
圖三十二	口語產出好壞程度聲調與音節結構交互作用結果.....	56
圖三十三	口語產出高平調各音節結構好壞程度表現.....	57



# 一、緒論

## 1.1 引言

華語學習人數於各地逐年增加，來台學習華語者亦為如此。華語屬於聲調語言(tonal language)，其他同屬於聲調語言的語言例如泰語、越南語等。華語中，一個字即代表一個音節，而音節在辨識像是聲調、重音等的超音段特質(suprasegmental properties)時，扮演著很重要的角色。另一特性為聲調高低變化的不同，會造成語義傳達上的差異。相反地，就非聲調語言(non-tonal language)而言，像是英語(English)、法語(French)，音調的高低大多用於表達情緒，並不因其高低不同而影響語義。因此，許多非聲調語言使用者在學習華語時，常感到困擾。

以往文獻針對各母語背景使用者於華語學習發展情形，大多著眼於口語產出的研究，聽覺感知的文獻則顯得較為少數。而且，其研究重點多以聲母、韻母及聲調表現為主。然而，影響聲調表現的因素眾多，諸如音長、聲調環境、音節位置或是音節結構等。過去針對台灣地區華語學習者，於各因素影響聲調表現的研究較為少有。因此，本論文著眼於探究聲調、音節位置與音節結構，對聲調的聽覺感知與口語產出的影響效應。藉此了解在台華語學習者，於聲調表現的特質與難處。

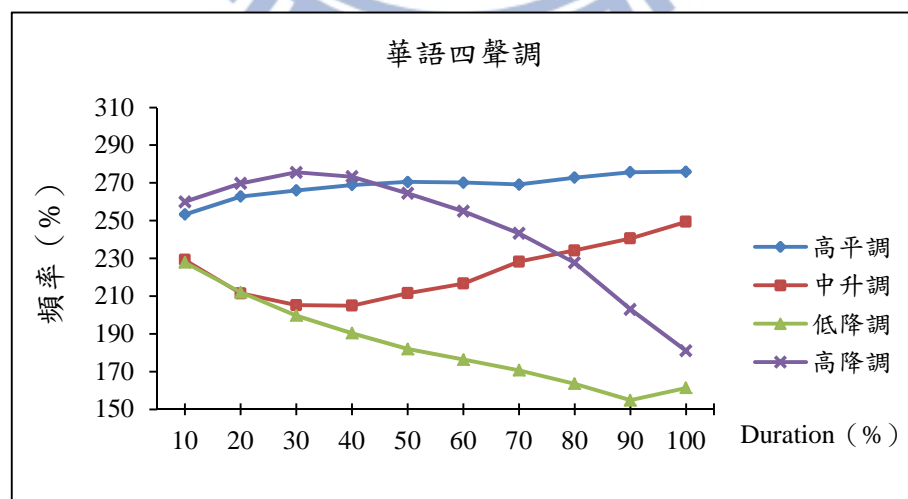
## 1.2 論文架構

除本章以外，本論文架構如下：第二章「文獻回顧」中，首先介紹華語聲調與聲調環境概念，其後回顧華語學習者於聽覺感知與口語產出的相關研究。第三章「實驗方法」說明本論文使用之實驗流程、受試者與資料分析。第四章「結果與討論」，除利用統計結果檢視各聲調、音節位置與音節結構差異於聲調表現的影響外，亦以 PRAAT(Boersma & Weenink, 2013) 進行聲學分析，合併探討各因素是否影響聲調的表現。最後，綜合聽覺感知與口語產出於聲調、音節位置與音節結構的結果，進行討論。

## 二、文獻回顧

### 2.1 華語聲調

華語中，每個音節搭配不同聲調傳達各種詞彙或語法意義 (Willam, 1967)。因此，對應到每個字的聲調也被稱為「詞調 (lexical tone)」。所謂的聲調 (tone)，屬於超音段 (suprasegmental) 的一環，無法單獨存在。在語音學上來說，聲調透過基頻表現，所謂基頻 (fundamental frequency, F0) 即說話時聲帶振動的基礎頻率，藉由基頻在時間向度上的高低起伏 (F0 height) 與不同的走向 (F0 contour) 形成各個相異的聲調。一般來說，帶有重要且明顯的聲調聲學訊息的音段，通常為母音 (Ye 和 Connine, 1999)、鼻音或滑音。現今華語除了輕聲調 (neutral tone) 外，另有高平調 (high-level tone, tone 1)、中升調 (mid-rising tone, tone 2)、低降調 (low falling-rising tone 或 low falling tone, tone 3) 以及高降調 (high-falling tone, tone 4) 四個主要聲調 (圖一)。輕聲調由於常用於短且弱化的音節，無法單獨存在使用，須接在一個字詞或語句尾端，發音短而急促，沒有明確的聲調走向，且其聲調高低 (F0 height) 與聲調走向 (F0 contour) 取決於前接字詞的聲調的走向 (Chao,1968)。因此，部份華語聲調理論傾向於不將其歸為一個真正的聲調。



圖一. 華語高平調、中升調、低降調與高降調的基頻走向示意圖。

此示意圖取自本研究發音人的/i/四個聲調表現。

音長(duration)經 normalized 處理。

四個主要聲調中，高平調與高降調屬基頻起調較高且相近的兩聲調。前者為基頻走向持平在高頻率範圍的聲調，後者基頻走向則由高起調頻率持續下降到至低頻率點。中升調與低降調的基頻起調範圍落在中間頻率範圍，且基頻走向變化均為經歷一段聲調下降期之後再度上揚。前者（即中升調）語尾基頻落在與高平調相近的高頻率範圍，而低降調則落在低頻率區域。關於低降調的基頻走向的說法，各方意見不同。一般來說，低降調的基頻走向為經歷一段降程後，再度上揚（Chao, 1968）。但除此之外，有文獻觀察到在一般口語產出對話使用情形中，低降調常常只降不升（Lin 和 W.J.C., 1985）。亦有研究指出當低降調位在高平調、中升調與高降調之前時，常只降不升（Liao, 1994；Xu, 1997；Duanmu, 2007）。

中升調與低降調在聲學上的相似性，不僅對於母語使用者來說，分辨兩者實有困難（Chuang 和 Hiki, 1972），對華語學習者來說，更為困擾（Kirilloff, 1969）。Huang（2002）針對十位華語母語使用者與十三位美語母語使用者於中升調與低降調語音差異的感知表現，以雙字詞進行 discrimination test。透過針對實驗結果的錯誤率與反應時間進行分析。當刺激項的組成為中升調與低降調相互組合時，華語母語使用者結果，顯示錯誤率最高反應時間也較長。在感知過程中，除以語音聲學訊息為依據外，受母語音韻系統中三聲連讀變調（Third tone sandhi）影響，中升調與低降調之間的聲學差異變小，導致兩聲調更易於相混。美語母語使用者的結果，亦指出高錯誤率與長反應時間。顯示不管語言背景為何，中升調與低降調的辨別易於相互混淆。

而區分兩者最關鍵的聲學線索為基頻再度上揚的基頻轉折時間點(turning point)與聲調起始頻率至基頻轉折時間點間的頻率差距 ( $\Delta F_0$ )（Shen 和 Lin, 1991；Moore 和 Jongman, 1997）。基頻轉折時間點部份，中升調轉折點離起調較近，亦即時間點較早；低降調部份則出現在中間後段部份，時間點較晚（Shen, 1990；Shih, 1997；Liu 和 Samuel, 2004；Jongman, Wang 和 Moore, 2006）。Moore & Jongman（1997）為研究華語中升調與低降調的差異性，找來七名年齡介於十九到三十歲的華語母語使用者進行口語產出實驗。

實驗分為三部份，第一部份請受試者念一段約四分鐘長的文章，第二部份為將由華語四個聲調單字詞兩兩搭配成對的組合刺激項帶入句子當中，請受試者逐句念出，最後，第三部份則為一個個念出在第二項實驗中使用過的單字詞。結果顯示低降調的聲調下降走勢維持期間較中升調為長，在聲調起調頻率至基頻轉折時間點間的頻率差距表現上，也呈現較大的差距。

華語四個聲調雖彼此相異，卻於聲學特質上依然有相似之處，如高平調與高降調的高起調、中升調與低降調兩者相似的基頻走向等。對於如何分辨中升調與低降調，過去文獻指出關鍵在於兩者於基頻轉折時間點與 $\Delta F_0$ 表現上的差異(Shen 和 Lin, 1991; Moore 和 Jongman, 1997)。前人研究亦發現低降調的基頻表現，因聲調環境 (tonal context) 的差異，而有所不同 (Chao, 1968; Lin 和 W.J.C., 1985; Liao, 1994; Xu, 1997; Duanmu, 2007)。

## 2.2 華語聲調環境

過去研究顯示聲調環境差異於各聲調表現造成影響，如低降調於一般情況下的先降後升，抑或是於高平調、中升調與高降調之前的只降不升。Xu (1997) 為研究前後音節形成的聲調環境 (tonal context)，於華語聲調表現的影響，對華語母語使用者進行了口語產出的實驗。受試者為八位於美國就讀研究所的男性華語母語使用者。刺激項設計分為單音節 (monosyllabic words) 字表、雙音節 (disyllabic words) 字表與雙音節句型字表三種。單音節字表的部份，以 CV 結構組成的 /ma/ 作為基礎字詞，搭配華語的四個聲調構成。雙音節字表亦以 /mama/ 為基礎，各音節搭配華語四個聲調後完成字表設計。雙音節句型字表部份，則將設計好的雙字詞帶入「我教 / 叫 \_\_\_\_ 連絡 / 練習」句型中，完成刺激項的設計。實驗分成三部份，依序為單音節字表，接著為雙音節字表，最後是雙音節句型字表。受試者須重複念出各字表六次，所有過程均全程錄音。

由於雙音節字表與雙音節句型字表的分析結果相同，僅以雙音節句型字表結果進行討論。實驗結果分為遺留效應（carryover effect）與預期效應（anticipatory effect）兩部份進行探討。

遺留效應結果部份，指出第一音節語尾基頻（pre-tonal offset）對於第二音節的基頻表現影響達顯著差異，但不影響其語尾基頻。顯示第二音節聲調基頻起調的高低，受到第一音節聲調的語尾基頻不同而各有所異。當兩音節聲調銜接的基頻調值（f0 value）差距越大時，兩聲調間的轉變期（articulatory transition）的變動越劇烈。

進一步觀察各聲調與第一音節語尾基頻間交互作用的結果，發現造成此項結果的主要原因在於遺留效應對高平調與中升調的影響達顯著差異。就各聲調結果來看，當高平調前接低降調或高降調時，由於低降調與高降調的語尾基頻較低，在進入高平調持平的基頻走向前，會先經歷一段基頻上揚的轉變期且其語尾基頻亦較其他聲調環境結果來得低。中升調結果部份，前導聲調為（preceding tone）高平調時，相較於前接低降調或是高降調，中升調聲調轉折的上揚時間點較晚。研究結果亦顯示遺留效應作用限於相鄰的聲調，無跨音節作用。此外，遺留效應容易作用在語尾基頻調值高的聲調（即高平調與中升調），且其聲調的起調視前導聲調的語尾基頻高低而定。換言之，當語尾基頻較低時（即低降調與高降調），不易受前導聲調的語尾基頻影響。

預期效應結果發現，主要效果方面，後續聲調（following tone）的起調高低對於其第一音節聲調基頻的影響達顯著差異（ $p < .005$ ）。結果指出當後續聲調為低起調時，會提高整體基頻走向。尤其，當第二音節為低降調時，提升第一音節聲調基頻走向的結果更為明顯。各聲調結果部份，當第一音節聲調為中升調與高降調時，其預期效應影響更為顯著。

於各聲調環境中，影響基頻表現的效應，主要有遺留效應與預期效應兩種。遺留效應影響後續聲調之基頻表現；預期效應則往前影響前導聲調之基頻走向。此外，兩聲調銜接調值差異愈大，其效應影響效過愈加顯著。除了聲調環境之外，過去研究結果亦指出許多影響聲調表現的因素，諸如母音的基頻特質(Shi 和 Zhang, 1987; Whalen 和 Levitt, 1995)、音節首子音的送氣與否(Xu. C. X 和 Xu. Y, 2003) 等等。

### 2.3 華語學習者的聽覺感知

除針對母語使用者探討其聲調表現外，亦有研究以華語學習者為對象，探究其於聲調的感知與產出表現。華語聲調聽覺感知，基頻高低起伏(F0 height)與基頻走向(F0 contour)為重要的依據(Gandour, 1984; Massaro, Cohen 和 Tseng, 1985; Moore 和 Jongman, 1997; Jongman, Wang 和 Moore, 2006)。母語為聲調語言使用者和非聲調語言使用者在聲調辨識時，有很大的不同之處。聲調語言母語使用者同時運用聲調高低起伏(F0 height)與聲調走向(F0 contour)進行辨識。相較於聲調語言母語使用者，就非聲調語言母語使用者而言，由於沒有相對的聲調概念。因此，較仰賴於利用聲調的高低起伏對聲調進行辨識(Gandour, 1983; Sun 和 Huang, 2012)。

#### 非聲調語言學習者 (non-tonal language speakers)

Yang 和 Chan (2010) 研究了不同學習階段的美國華語學習者，於不同句型環境中聲調的感知特徵。受試者以學習華語時間長度分為：半年、一年半與華語主修的碩博士生共三組，另一組為對照組的華語母語使用者。刺激項設計以語尾最後一個音節做為標的音節，疑問句(應聲問句(echo question)、是非問句(yes-no question)與陳述句(statement)，搭配華語四個聲調，共十二個刺激項。在聲調辨別實驗中，將各個句子的句尾音節單獨切音取出後，一一播放，並請受試者判斷其聲調為何，並將實驗結果進行統計分析。



研究結果發現，主要效果方面，受試者組別與句子類型皆達到顯著差異( $p < .05$ )，聲調部份也有接近顯著差異的結果。華語母語使用者與華語主修的碩博士生的聲調聽辨正確率明顯高於另外兩組的受試者；在句子類型的部份，取自陳述句語尾的聲調音節較容易被受試者辨別為正確聲調，其正確率由高至低依序為高降調、高平調、中升調與低降調。疑問句（應聲問句與是非問句）的結果則為高平調、高降調、低降調與中升調。就各個聲調間辨別的正確率來說，高平調與高降調都有很高的正確率，低降調的正確率則低於高平調、中升調與高降調。

聲調的偏誤分析（error analysis）方面，中升調容易被聽成低降調。作者綜合各項結果後，認為中升調與低降調在基頻走向上先降後升的相似性，以及華語學習者無法辨別中升調與低降調在起調上的差異性，皆為致使第二外語學習者混淆兩聲調的可能原因。此外，切音取自陳述句的低降調亦容易被感知成高降調。為探究低降調被聽成高降調的原因，分析整句的基頻之後，發現句尾的低降調只降不升是造成低降調被感知成高降調的原因之一。另一個可能的原因，則為華語學習者在口語產出低降調時，常常只降不升，且其起調比一般的低降調還要來得高，而高降調則是起調偏低，所以，造成在感知低降調時也聽成高降調。

Broselow, Hurting 和 Ringen (1987) 針對五十位英語母語使用者於聲調感知現象進行究因。實驗以 /ti/ 為基礎字，搭配各聲調組合成單字詞、雙字詞與三字詞進行聽辨 (identification)。單字詞結果方面顯示高降調的感知正確率結果最佳。雙字詞與三字詞的結果指出音節位置 (syllable position) 對低降調高降調的感知正確率造成影響，當其位於語尾位置時，感知正確率高於其他音節位置。Broselow et al. 針對實驗音檔進行聲學分析後，指出低降調於語尾位置的感知正確率較佳之原因。當低降調在非語尾位置 (non-final position) 時，則常常只降不升。而在語尾位置 (final position) 時，基頻後部有明顯的上揚表現，較接近典型的低降調基頻走向，因此利於正確感知。

關於高降調於音節位置表現的差異。由於，每個位置的基頻走向表現均一樣。因此 Broselow, Hurting 和 Ringen (1987) 認為造成此結果的原因在於自身母語系統的影響。高降調的基頻走向與英語陳述句(declarative)的語尾相似，因此，當高降調在語尾位置時，他們可以輕易且正確地進行感知。相反地，由於高降調的基頻走向不會出現在英語中非語尾位置，增加聽感上的困難度，致使正確率較低。此外，高降調於語尾位置時，易於錯誤感知為相同起調的高平調。在英語音韻系統中，high pitch 表示強調或是帶有重要語意訊息，因此，英語母語使用者習慣於感知 high pitch 部份。然而，會將高降調聽成高平調的原因在於他們僅感知了前面高起調的部份，忽略了後部降程的部份。亦即，當他們在感知高降調的前部高起調部份時，認為其基頻走向為本身的聲學特質。後部被忽略的降程部份，則認為是因為受各陳述句換句間，基頻下降的韻律結構影響，而導致產生的降程，並非原本自身的聲學特質。因此，當高降調為於語尾位置容易被錯誤感知為有同樣高起調的高平調。

### 聲調語言學習者 (tonal language speakers)

華語學習者母語背景的差異性，於華語聲調的表現可能各有所異。Wang (2006) 的實驗研究目的在於探討當學習者的母語背景為聲調語言或是 pitch accent 時，對於聲調的感知正確率是否有所助益。受試者的母語背景為苗族語 (Hmong, 屬聲調語言)、日語與英語。實驗刺激項使用不同音節結構 (V, CV, CVN, VN, CGV, CGVN ) 的四十個單字詞，搭配華語四個聲調。透過聽辨實驗取得正確率後，進行統計分析。結果指出日語與英語母語使用者對於聲調感知正確率的表現，兩組間沒有顯著差異，而苗族語母語使用者則明顯較差。作者認為造成其結果的原因在於苗族語母語使用者，自身母語的聲調系統對於華語聲調的學習造成干擾，影響其學習成效。So 和 Best (2010) 對未曾學習華語的三種不同母語背景受試者進行聲調感知實驗，以探究其特徵與偏誤現象。受試者為分別以廣東語、日語與英語為母語的使用者各十位，共三十位。刺激項使用 CV 結構的三個單字詞 ( /ti/、/tu/ 和 /ta/ )，搭配華語四個聲調。研究結果進行統計分析後，指出無論母語背景為何，中升調均為最難以正確感知的聲調。除此之外，英語母

語使用者對高降調的感知正確率較為不理想。偏誤分析結果部份發現，受試者易於將高平調與高降調、中升調與低降調及高平調與中升調相互混淆。作者歸究造成兩聲調相互混淆的原因在於兩聲調間的聲學相似性（例如：基頻起調與語尾基頻）。另外，結果亦發現受試者不易將高平調與低降調、中升調與高降調及低降調與高降調相互混淆。而兩聲調間的聲學相異性，則為受試者能區分兩聲調的因素。何平（1997）就其華語教學經驗提出日語母語使用者在學習聲調時，常將中升調與低降調、中升調與高降調、低降調與高降調相互混淆不清。

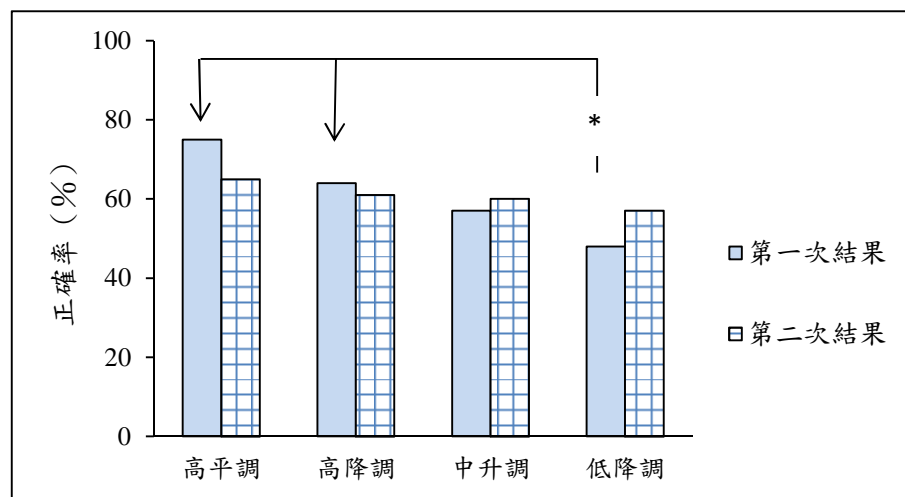
各項結果顯示無論學習者母語背景為何，於各聲調感知正確率表現，大致以高平調與高降調為高正確率的一組，中升調與低降調為低正確率組。偏誤結果顯示偏誤聲調組合間，有共同的聲學特質，如高平調與高降調的高起調，中升調與低降調的相似基頻走向。而受音節位置差異影響，當低降調與高降調位於語尾位置時，更利於正確感知。透過比對不同母語背景學習者的結果，研究其表現差異。指出同為聲調語言使用者，學習者易受自身母語系統干擾，降低學習成效。而非聲調語言母語使用者間的表現，則無差異。

## 2.4 華語學習者的口語產出

### 非聲調語言學習者（non-tonal language speakers）

Guo 和 Tao（2008）為了釐清華語學習者於聲調的學習發展是否相同，進行了兩次的實驗。受試者為十六位第一年華語學習的美語母語使用者。實驗程序分為兩部份，第一部份為受試者兩兩成對，進行時間長度為三分鐘的對話表演；第二部份則是針對台上表演者的對話內容提出問題並要求每位受試者全部至少須發問三個問題，其過程全程錄音錄影。為追蹤受試者聲調發展情況，施測時間分為兩次，第一次為秋季班，第二次為間隔六個月後的春季班。錄製好的影音資料經過文字轉寫後，進行聲調準確度的聽辨評分工作。除了筆者之外，另外還有一名華語母語使用者參與聲調的聽辨工作。聽辨工作分為兩部份，第一部份為以音檔中的聲調表現，有多接近母語使用者做為標準進行評分，

評分範圍為一到五分。接著，以聽辨結果將每位受試者的音檔分為三類：可接受的聲調表現 (acceptable tones)、表達不清的聲調表現 (indeterminate tones) 與無法接受的聲調表現 (unacceptable tones)。



圖二. 第一次與第二次實驗聲調正確率示意圖。

第一次實驗的結果 (圖二) 顯示四個聲調的正確率依序為：高平調 (75%)、高降調 (64%)、中升調 (57%)、低降調 (48%)。在聲調的多變量檢定 (Multivariate test) 結果中，高平調與低降調以及高降調與低降調之間的比對達到顯著差異 ( $p < .05$ )。這項結果顯示出高平調與高降調已有很高的聲調準確度表現，而低降調則有較低的準確度表現。第二次實驗的各聲調正確率結果：高平調 (65%)、高降調 (61%)、中升調 (60%) 與低降調 (57%)。多變量檢定的結果中，與第一次實驗結果截然不同，各聲調間無任何顯著差異。其結果表示此階段的華語學習者的各聲調準確度的表現差異，已漸趨微小。除此之外，也顯示出中升調與低降調在準確率上的表現，較第一次實驗結果來得高，高平調與高降調的準確率反而降低。作者認為其原因為對於華語學習者來說，高平調與高降調屬於容易掌握學習的兩個聲調，中升調與低降調屬較難精確掌握的兩個聲調，因此，在學習好如何準確表達高平調與高降調後，學習者容易放較多的心力在調整中升調與低降調的表達，進而提高正確率。總而言之，在聲調學習過程中，口語產出的表現發展不

一，高平調與高降調學習發展口語產出準確度優於中升調與低降調。

### 聲調語言學習者 (tonal language speakers)

蔡整瑩和曹文 (2002) 對二十二名泰語母語使用者進行了聲調的偏誤分析，欲藉由分析結果尋找其偏誤之原因與對策。刺激項採用五十個雙字詞與數個常用句。實驗中，受試者逐一念出各個雙字詞三次後，再將雙字詞拆開為單字詞形式，一一念出；常用句部份則採問答形式進行。各資料經過聽辨及 Winccil 語音軟體處理後，進行統計與偏誤分析。結果顯示高平調部份，整體基頻走向較低，常以自身母語系統中的中平調來口語產出華語高平調。作者探究其原因為根據 Abramson (1985) 實驗結果，發現泰語母語使用者在聽到高平調時，大多會感知為其母語中的高升調。在他們的認知裡，高起調是用於高升調，而非平調。而這或許是他們在發華語高平調時，會傾向於口語產出成自身母語中的中平調的原因一。中升調部份為起調過低，降升調則多為只降不升。高降調部份，除起調較低之外，音長 (duration) 亦較其他聲調來得長。作者認為造成音長較長的原因以泰語中降調音程最長為其一。而在泰語中，降調音節發得過於短促是種不禮貌的行為。因此，在口語產出華語的高降調時，也習慣將它拉長。此為另一個造成音長較長的原因。

吳門吉與胡明光 (2004) 對越南學生進行了華語聲調的偏誤分析 (Error analysis)，希望透過實驗結果，比對越南語聲調系統與華語聲調系統之間的異同，進而找出越南語使用者學習華語聲調時，口語產出偏誤的原因，並尋找對策。受試者為十二名越南語使用者，男女各半。刺激項設計分為七十八個單字詞與六十四個雙字詞。實驗中，受試者需依序念出刺激項，且全程錄音。資料分析部份，先將所有音檔以五度標記法進行聽辨轉寫，接著對照原始刺激項聲調，進行偏誤分析。

結果指出由於越南語中，並無全降調 (51 調)，因此對於越南語使用者來說，高降調的口語產出掌握不易，大多產出結果為起調較低或與平調相互混淆。此外，越南語中

亦無高平調，受試者容易以自身母語中的中平調（44 調）取代華語的高平調，造成起調過低的情形。中升調部份，易發成越南語中的高升調（45 調），導致起調過高。低降調部份為最難以掌控的聲調，原因在於其基頻上揚部份的掌握不易，又母語中低降調基頻上揚的部份，屬急速且短促。致使越南語使用者口語產出華語低降調時，常表現不佳，更甚者，只降不升。而此研究分析方法採以五度標記法，每位評分者標準可能有所不同，因而導致結果的差異。

## 2.5 華語學習者的聽覺感知與口語產出

Hussein 等（2011）針對德語母語使用者於聲調的聽覺感知與口語產出表現，進行正確率與偏誤分析研究。受試者為十三位德語母語使用者。刺激項使用十個雙字詞。聽覺感知實驗部份，須辨別各音檔中雙字詞的聲調為何。口語產出實驗中，受試者則須念出雙字詞，錄製成音檔後，進行聽辨處理。根據聽覺感知實驗結果，指出中升調為最難以正確感知的聲調，且易與低降調相互混淆。低降調亦顯示出低正確率的結果，且與高降調易於相混。高降調部份顯示出高正確率，為最容易正確感知的聲調。作者認為原因在於其基頻走向與德語中的重音音節相似，已存在於母語系統中，因此利於感知。口語產出結果與聽覺感知實驗結果相異，德語母語使用者能夠正確產出高平調、中升調與高降調。低降調的口語產出結果則最為不理想，最為困難。偏誤分析結果指出高平調與高降調、中升調與低降調常相互混淆。

Hao（2012）觀察了母語背景為聲調語言與非聲調語言的華語學習者，對於聲調的聽覺感知與口語產出的表現。受試者為十位英語母語使用者及九位廣東語母語使用者，學習華語時間長度介 2.5~4 年之間。刺激項設計分為單字詞與雙字詞兩部份，單字詞以 /jo/、/ma/、/wan/ 和 /ji/ 為基準字，搭配華語四個聲調；雙字詞刺激項部份，以 /wan.yi/ 與 /jo.ma/ 為基準字，各音節搭配以四個聲調。實驗分為聽辨（identification）、模仿（mimicry）與朗讀（reading）三部份。聽辨部份，受試者須標記聽到的音檔聲調為何（有答案紙，紙上列有各刺激項的拼音，先聽單字詞再聽雙字詞）。

模仿實驗中，受試者需覆頌聽到的音檔聲調（試著說出從音檔中聽到的字詞）。朗讀部份，受試者需念出看到的字詞。

研究結果指出，兩組受試者間表現無顯著差異 ( $p = .16$ )，無論是對於聲調的聽覺感知或是口語產出的正確率表現差異不大。顯示母語背景的差異性，不影響華語學習者於聲調正確率的表現。韻律環境 (prosodic context) 分析部份，以單字詞、雙字詞中的第一音節與第二音節為自變項進行分析。結果顯示單字詞有顯著較高的正確率 ( $p < .001$ )。此外，雙字詞的第一音節與第二音節的比較結果，指出音節位置差異不影響正確率表現。各聲調正確率表現部份，高平調與高降調為正確率高的一組，中升調與低降調則為正確率較低的一組，兩組間比較達顯著差異，各組內表現則無顯著差異。各聲調偏誤結果，指出中升調與低降調最為難以分辨與掌握，學習者易於將此兩聲調相互混淆。除此之外，有別於英語母語使用者，廣東語母語使用者亦於分辨高平調與高降調的層面，顯示出相當的困難度。

觀察以上各研究結果發現，不論學習者本身母語背景為語調語言或聲調語言，就聽覺感知與口語產出而言，聲調正確率均以高平調與高降調為正確率高的一組，中升調與低降調為正確率低的一組。其中，以低降調為最難以掌握的聲調。聲調間的偏誤情形亦有共同點，學習者易於將中升調與低降調相互混淆。顯示出學習者對於兩聲調間的差異掌握不易。除此之外，有別於語調語言母語使用者，母語背景為聲調語言的學習者，也出現將高平調與高降調混淆不清的偏誤情形。

## 2.6 本研究

從文獻回顧，可窺知過去已有針對華語學習者對於聲調感知或產出正確率的研究。亦可得知影響學習者於聲調表現差異的可能因素，諸如社交因素 (social factors)、聲學線索相關性、聲調環境、音節位置或母語背景等。各聲調表現層面而言，一般認為高平調與高降調均能有高正確率表現結果，中升調與低降調則較為不理想，且顯示出一定程

度的困難。就音節位置於華語學習者對聲調表現的影響效應，文獻較少且說法不一。以同為英語母語使用者結果而言，Broselow, Hurting 和 Ringen (1987) 研究指出音節位置差異，對低降調與高降調感知正確率的影響效應達顯著差異。而 Hao (2012) 研究則顯示音節位置差異，並不影響聲調的聽覺感知與口語產出。就母語背景差異結果而論，一般發現非聲調語言使用者間，表現無差異 (Wang, 2006)。Hao (2012) 研究更顯示聲調語言與非聲調語言背景兩類學習者間，聲調表現無差異。以母語背景而言，當第二語言系統與自身母語系統有相似之處時，有利於第二語言學習，如高降調之基頻走向與英語、德語中陳述句語尾韻律結構相似。因此，有利提升此類學習者於高降調的感知正確率 (Broselow, Hurting 和 Ringen, 1987; Hussein 等, 2011)。過去研究結果亦指出非聲調語言母語使用者間，於華語聲調感知與產出正確率的表現無差異 (Wang, 2006; Hao, 2012) 針對音節結構於聲調感知與產出影響效應的文獻研究，則更為少有。

因此，本研究將以非聲調語言使用者為主要受試者，就聲調、音節位置與音節結構，對華語學習者於聲調的聽覺感知與口語產出的表現進行了解。聽覺感知部份著重於針對正確感知的探討。口語產出部份，除研究其正確產出結果外，更進一步討論正確產出後，其表現的好壞程度。希望藉由探究音節位置的先後、結構的差異與其前後聲調組合的語音環境，是否會對華語聲調的各項表現造成影響，又或者聲調間的表現有何異同之處，以進一步找出其原因。預期各聲調結果，不論於聽覺感知或口語產出表現方面，均以容易學習掌握的高平調與高降調最為理想，中升調與低降調則因其聲學上的相似性，使得學習者易於相互混淆。音節位置，由於第二音節位置已屬最後一個音節，一般而言，音長較第一音節來得長，較能完整表現基頻。因此，預期以語尾位置表現較佳。音節結構，相較於其他結構，CV 結構組成最簡單且為各語言中均有的音節結構，為自身母語中已有的結構，有利於學習。因此預期 CV 結構結果表現最佳。



### 三、實驗方法

本實驗主要分為聽覺感知與口語產出兩部份，兩實驗使用完全相同的刺激項。共有十位受試者、一位發音人與四位評分者（rater）參與本實驗。所有受試者必須同時參加聽覺感知與口語產出實驗。

#### 3.1 參與者

##### 3.1.1 受試者

受試者為十名學習華語的時間長度介於一年到四年之間在台居住一年以上的華語學習者，三男七女，對於華語聲調有基本的聽覺感知與口語產出能力，且沒有任何聽覺感知與口語產出相關的障礙，其年齡介於二十到四十四歲之間，平均年齡為 28 歲。除了其中一位受試者的母語是與華語同為聲調語言的越南語之外，其餘受試者的母語皆為非聲調語言，其第一語言背景請見表一。

表一．受試者相關資訊一覽表

Subject	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
性別	女	女	男	女	女	女	男	女	女	男
年齡	22	25	29	31	40	22	22	23	44	20
母語	韓語	印尼語	土耳其語	英語	日語	北印度語	北印度語	德語	日語	越南語
學華語幾年	3	3	3	1	4	1	3	1	2	1.5

##### 3.1.2 聽覺感知實驗發音人

發音人為一位二十五歲女性的華語母語使用者，從小在華語環境中長大，不會說閩南語和客家話，沒有聽覺感知或是口語產出相關的障礙。

##### 3.1.3 口語產出評分人

口語產出實驗的評分者為四名沒有聽覺感知相關障礙且受過語言學相關訓練的華語母語使用者，年齡介於三十二到二十七歲之間，平均年齡為 29.3 歲。

## 3.2 刺激項

實驗選用六十四個不重複且真實存在於華語裡的雙字詞。標的音節搭配任一聲調音節後，每個聲調有四種組合方式（例：高平調+高平調（欺壓），高平調+中升調（巴黎），高平調+低降調（擱淺）與高平調+高降調（撲面）等等。），又華語有四個聲調，共有十六種聲調組合方式（四個聲調 x 四個聲調）。另外，每個音節依結構細分為 CV、CVN、CGV 與 CGVN 四種（C=consonant 子音；V=vowel 母音；N=nasal 鼻音；G=glide 滑音）。聲調組合搭配標的音節結構後，選出六十四個不同的刺激項（十六種聲調組合 x 四種標的音節結構），完整刺激項見附表一。

## 3.3 實驗步驟

每個實驗在進入正式實驗之前，都會進行十二題練習題的練習，其流程與正式實驗相同，確認受試者清楚流程後，才進入正式實驗。實驗進行順序依序為聽覺感知 A 實驗（標的音節=第一音節）→聽覺感知 B 實驗（標的音節=第二音節）→口語產出實驗，完成所有實驗流程約需耗費四十分鐘，以下分節介紹兩實驗之程序。

### 3.3.1 聽覺感知實驗（Perception）

#### 刺激項錄製

聽覺感知實驗用刺激項錄音部份，使用錄音器材（H4N Handy Recorder（200m））和麥克風（Loz Shure SM57 Dynamic）收音。刺激項呈現的部份，為了避免母語使用者對於中文字聲調認知上的差異，在刺激項中文字的右側都標上了注音符號，並要求發音人必須依照所標的注音符號，正確且清楚地念出刺激項（圖三）。錄音時，發音人坐在電腦前，距離螢幕三十公分，麥克風與發音人嘴巴距離五公分，所有刺激項利用 Paradigm 軟體（Perception Research Systems, 2007）透過電腦螢幕播放，每三秒切換一個刺激項，並以隨機的方式重複播放三次。所有錄製音檔皆透過 PRAAT 聲學分析軟體（Boersma & Weenink, 2013）進行一個雙字詞一個音檔的切音處理，每個刺激項音檔時間長大約為兩秒。

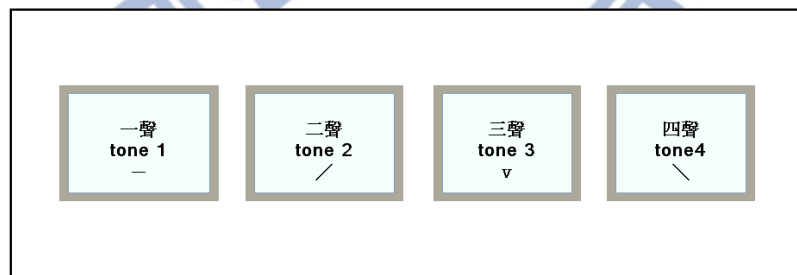


圖三. 發音人錄音時，透過電腦螢幕的看到的畫面。

## 感知實驗程序

### A 實驗（標的音節為第一音節）

受試者使用頭戴式耳機麥克風（Microsoft headset LX-3000），螢幕距離受試者三十公分，使用 Paradigm 將所有刺激項音檔透過耳機隨機撥放三次，每次播放一個雙字詞刺激項音檔，受試者在聽到音檔之後，對第一音節的聲調進行聽辨，接著利用滑鼠左鍵點選螢幕上標有各個聲調的四個方框（圖四）進行作答，作答時間長度不做限制，受試者作答完後，間隔兩百毫秒（200ms）隨即進入下一題。B 實驗與 A 實驗兩者實驗流程相同，唯獨在 B 實驗中，受試者則須辨別聽到的雙字詞中，第二音節的聲調為何。



圖四. 聽覺感知實驗中，受試者使用的作答方框。螢幕上共有四個方框，四個方框採一聲、二聲、三聲與四聲依序橫向排列，為使受試者能以習慣的聲調標記作答，每個方框標有各個聲調的中文、英文與漢語拼音的聲調標記。

## A 與 B 實驗的資料分析

A 實驗資料分析部份，主要針對音節結構與聲調環境進行分類。音節結構部份，各受試者所有資料依聲調分為高平調、中升調、低降調與高降調四類，各聲調資料中，依音節結構細分為 CV、CVN、CGV 與 CGVN 四類後，採計各音節結構的正確筆數，並計算其正確率。聲調環境部份，各聲調資料，依銜接聲調環境細分為高平調、中升調、低降調與高降調四類後，計算其錯誤率。B 實驗資料分類與計算方式和 A 實驗資料處理方式相同。

## 聲調、音節位置與結構的感知分析

聽覺感知的資料分析總共進行了一個重複量數三因子變異數分析結果(3-way repeated measure ANOVA)。此部份，將資料彙整後，進行一個依變項 (DV, dependent variable) 為正確率，自變項 (IV, independent variable) 為聲調 (高平調、中升調、低降調與高降調)、音節位置(第一音節位置與第二音節位置)與音節結構(CV、CVN、CGV 與 CGVN) 於聲調正確感知影響程度的統計分析。

四個重複量數二因子變異數分析 (2-way repeated measure ANOVA) 部份，為了檢視單一聲調內音節位置與音節結構，對於各聲調感知正確率的影響效應，各聲調資料自成一類，分別進行依變項為正確率，自變項為音節位置與音節結構的重複量數二因子變異數分析。

八個重複量數單因子變異數分析 (one-way repeated measure ANOVA) 的部份，A 實驗 (標的音節 = 第一音節) 資料彙整後，四個聲調單獨進行重複量數單因子變異數分析，B 實驗資料部份亦然。目的在於針對單一聲調內，聲調環境於聲調感知錯誤率的影響進行分析。各聲調資料分別進行依變項為錯誤率，自變項為其銜接聲調 (高平調、中升調、低降調與高降調) 的重複量數單因子變異數分析。

### 3.3.2 口語產出實驗 (Production)

#### 受試者實驗程序

受試者戴上頭戴式耳機麥克風後，將麥克風調整至距離受試者約五公分遠，電腦螢幕距離受試者三十公分，利用 Paradigm 透過電腦螢幕隨機呈現所有刺激項三次。刺激項中，每個中文字右側標有注音符號 (Bopomofo)，下方標有漢語拼音 (圖五，刺激項呈現與圖一相同，僅在下方標記漢語拼音)。每次撥放一個雙字詞，受試者看到刺激項後，必須對著麥克風清楚地說出所看到的刺激項，每個刺激項停留三秒，刺激間隔 (interstimulus interval, ISI) 約兩百毫秒之後進入下一個刺激項。



圖五 . 產出實驗刺激項畫面。

#### 口語產出實驗的聽辨與評分

此部份細分為聲調聽辨與評分兩部份。請來四位沒有聽覺障礙的華語母語使用者進行聽辨與評分工作。先標記辨識所聽到的刺激項的聲調，再評分資料音檔的聲調準確度，評分範圍為一到七分，一分最不理想，七分最好、最接近母語使用者的聲調發音。

利用 PRAAT 聲學軟體，將各個受試者音檔切音，一個刺激項 (雙字詞) 為一個音檔，並就標的音節所在位置進行分類歸檔後，放入 Paradigm，依標的音節所在位置不同分為標的音節為第一音節的 R1 實驗檔與標的音節為第二音節的 R2 實驗檔。

R1 部份，聽辨（Accuracy rate）與評分（Goodness rate）的流程為評分者戴上耳機調整好音量後，透過耳機先聽到一分與七分評分標準的示範音檔，接著進入十二題練習題的練習，練習題流程與正式聽辨評分流程相同。評分者在不知道原始刺激項的情況下，聽到音檔後，須先辨別第一音節聽起來像是華語聲調的第幾聲，並以滑鼠左鍵點選螢幕上標有各個聲調的四個方框進行標記，然後根據判斷出的聲調，做出評分，點選螢幕上標有一到七分的七個方框作答，方框採依序橫向排列，最左邊為一分，最右邊為七分，評分完畢後，隨即進入下一題，所有資料音檔不重複撥放。R2 流程與 R1 相同，唯獨 R2 部份須針對第二音節進行聽辨與評分。

### **口語產出實驗資料分析**

口語產出的資料分析，共進行了兩個重複量數三因子變異數分析、八個重複量數二因子變異數分析與八個重複量數單因子變異數分析。重複量數三因子變異數分析與重複量數二因子變異數分析資料分析，根據依變項的不同，劃分為兩類，一為評分者聽辨結果的正確率（Accuracy rate），另一個則為評分者評分的結果積分（Goodness rate）。重複量數單因子變異數分析部份，則以依變項為聽辨結果之正確率進行分析。

### **聽辨結果資料分析（Accuracy rate）**

主要針對音節位置、音節結構與聲調環境進行資料分析。音節位置與音節結構部份，將各評分者的結果資料依聲調分為四大類，各聲調內資料根據音節位置劃分為第一標的音節與第二標的音節兩類，再依音節結構細分成四類，統計四位評分者的總正確筆數，計算其正確率。聲調環境資料處理部份，將以標的音節（第一音節與第二音節）為基準分類後的資料，進一步依銜接聲調環境分為四類（高平調、中升調、低降調與高降調），計算其正確率。聽辨結果的資料計算方式，採計所有評分者回答的聲調答案與標的刺激項聲調一致的總筆數，將其視為正確筆數，並計算正確率。

## 聲調、音節位置與結構的聽辨結果分析

一個重複量數三因子變異數分析部份，進行了一個依變項(DV, dependent variable)為正確率，自變項(IV, independent variable)為聲調(高平調、中升調、低降調與高降調)、音節位置(第一音節位置與第二音節位置)與音節結構(CV、CVN、CGV 與 CGVN)於聲調的口語產出正確率之影響程度的統計分析。

重複量數二因子變異數分析，主要針對單一聲調內音節位置與音節結構於聲調的口語產出正確率的影響效應進行檢視。各聲調資料自成一類，分別進行以正確率為依變項，音節位置與音節結構為自變項的重複量數二因子變異數分析，結果共四個。

四個重複量數單因子變異數分析的部份，目的在於觀察各標的聲調與其銜接聲調形成的聲調環境，對於標的聲調的口語產出錯誤率的影響程度。各聲調於各音節位置(第一音節與第二音節)分別單獨進行以錯誤率為依變項，銜接聲調(高平調、中升調、低降調與高降調)為自變項的重複量數單因子變異數分析，結果共八個。

## 評分結果資料分析 (Goodness rate)

評分結果資料分類方式與聽辨結果資料的相同。評分結果資料的計算方式的部份，先將各評分者的評分結果換算成標準分數(Z-score)後，僅計算視為正確筆數的積分，統計出每位評分者的總積分後，採其四位評分者積分總和的平均數為最終分數。

## 聲調、音節位置與結構的評分結果分析

一個重複量數三因子變異數分析的部份，進行了一個以最終分數為依變項，以聲調、音節位置與音節結構為自變項的統計分析。目的在於針對聲調、音節位置與音節結構於聲調的口語產出好壞程度的影響效應進行檢視。

四個重複量數二因子變異數分析，主要針對單一聲調內音節位置與音節結構於聲調的口語產出好壞程度的影響效應進行檢視。各聲調單獨進行以最終積分為依變項，音節位置與音節結構為自變項的統計分析。





## 四、 結果與討論

本章節分為聽覺感知的實驗結果 (4.1) 與口語產出結果 (4.2) 兩部份進行探討。

### 4.1 聽覺感知

首先 (4.1.1)，指出各主要效果 (聲調、音節位置與音節結構) 之分析結果並予以討論。接著，進一步討論以聲調為自變項的偏誤分析 (4.1.2) 與聲調環境 (4.1.3) 分析之結果。4.1.4 及 4.1.5 章節部份，指出交互作用及其衍生後續分析之結果，並根據其結果進行探討。

#### 4.1.1 聲調、音節位置與音節結構

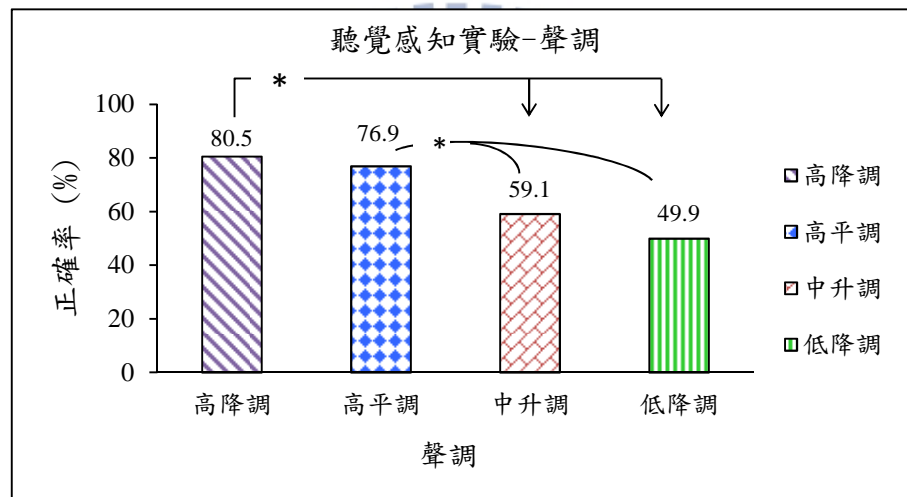
針對聲調、音節位置與音節結構對於聲調的聽覺感知影響效應進行探討。此部份依變項為正確率，主要效果為聲調、音節位置與音節結構。基於本研究受試者背景不一，又感知到聽辨作答的過程可能因人而異。因此，另外進行了以母語背景為共變異數，正確率為依變數，聲調、音節位置與音節結構為自變數的線性混合模式分析 (linear mixed model)。顯示與重複量數三因子變異數分析結果一致，故以下僅顯示重複量數三因子變異數分析結果。

表二. 聽覺感知實驗重複量數三因子變異數分析結果 (\*\* $p < .01$ ; \* $p < .05$ )

主要效果與交互作用	F 值	顯著性(p 值)
聲調	$F(3, 27) = 14.084$	$p = .000^{**}$
音節位置	$F(1, 9) = .081$	$p = .783$
音節結構	$F(3, 27) = 2.345$	$p = .095$
聲調 x 音節位置	$F(3, 27) = 2.994$	$p = .048^{*}$
聲調 x 音節結構	$F(9, 81) = 1.471$	$p = .173$
音節位置 x 音節結構	$F(3, 27) = .920$	$p = .444$
聲調 x 音節位置 x 音節結構	$F(9, 81) = .784$	$p = .631$

預期聲調主要效果部份，高平調與高降調為易於正確感知的高正確率組，中升調與低降調為低正確率組。音節位置則以第二音節表現較佳。音節結構部份，以已存在於母語系統中的 CV 結構感知正確率較其他結構理想。

結果顯示（表二），主要效果（main effect）中，聲調的結果達顯著差異，音節位置與音節結構則皆不達顯著差異。四個聲調的正確率由高至低依序為高降調（80.5%）、高平調（76.9%）、中升調（59.7%）最後是低降調（49.9%）（圖六）。



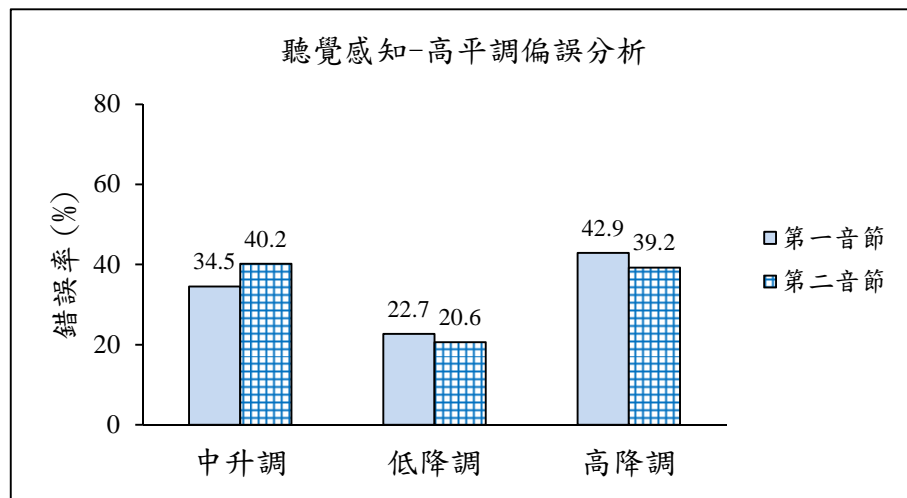
圖六. 聽覺感知實驗中各聲調的正確率示意圖。正確率由高至低依序排列。  
\*：兩聲調間結果達顯著差異。

從聲調的結果發現，以正確率來說，高平調與高降調有極高的正確率，而中升調與低降調卻相反地有著較低正確率的表現。各聲調間聽覺感知正確率的比較，高平調與中升調（ $p = .011$ ）、高平調與低降調（ $p = .003$ ）、高降調與中升調（ $p = .005$ ）以及高降調與低降調（ $p = .002$ ）之間的正確率表現達顯著差異。結果與預期相符，大致可將高平調（80.5%）與高降調（76.9%）分為正確率高的一組，中升調（59.1%）與低降調（49.9%）為正確率低的一組，其結果也和過去文獻研究的發現一致（Yang 和 Chan, 2010；Hao, 2012）。高平調與高降調基頻表現易於掌握學習，因此利於學習者正確感知。中升調與低降調則以其基頻走向較為難以掌握，學習困難，降低正確率。

#### 4.1.2 偏誤分析 (Error analysis)

主要針對各聲調於各音節位置的聲調的誤答情形進行討論。預期各偏誤聲調間，有共通的聲學特質。高平調與高降調因兩者同為高起調，而易於相混。中升調與低降調則因基頻走向相似，兩者差異掌握不易，而易於混淆。

##### 高平調 (Tone 1)

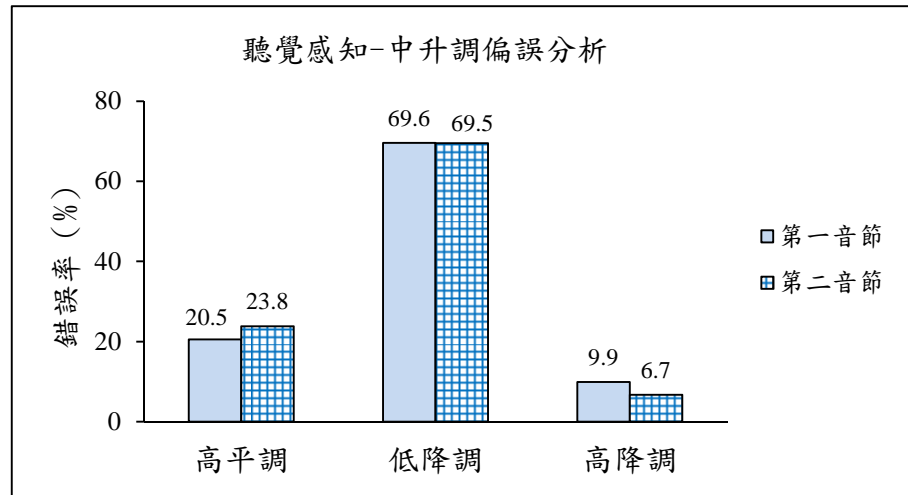


圖七. 聽覺感知實驗高平調各音節位置的聲調偏誤表現結果。

高平調於第一音節位置的偏誤分析結果 (圖七) 顯示誤答為高降調的偏誤率最高 (42.9%)、其次為中升調(34.5%)，最低為低降調 (22.7%)。位於第一音節的高平調在聽覺感知上最易與起調相近的高降調混淆，和低降調之間的感知則有明確的界線。

第二音節的分析結果依序為中升調 (40.2%)、高降調 (39.2%) 與低降調(20.6%)。與預期不同，第二音節易於錯誤感知為中升調。推論原因為第一音節與第二音節聲調轉換之間，基頻走向經歷一段轉變期 (articulatory transition) 後，再度調整起調為高平調。而聽覺感知為一段連續行為，且聲調間的感知範疇界線模糊，受轉變期影響，受試者在聽辨第二音節的高平調時，將轉變期一起列入，聽成先降後升的聲調走向是導致當高平調位於第二音節時，相較於第一音節容易被聽成高降調，更容易被聽成中升調的原因。

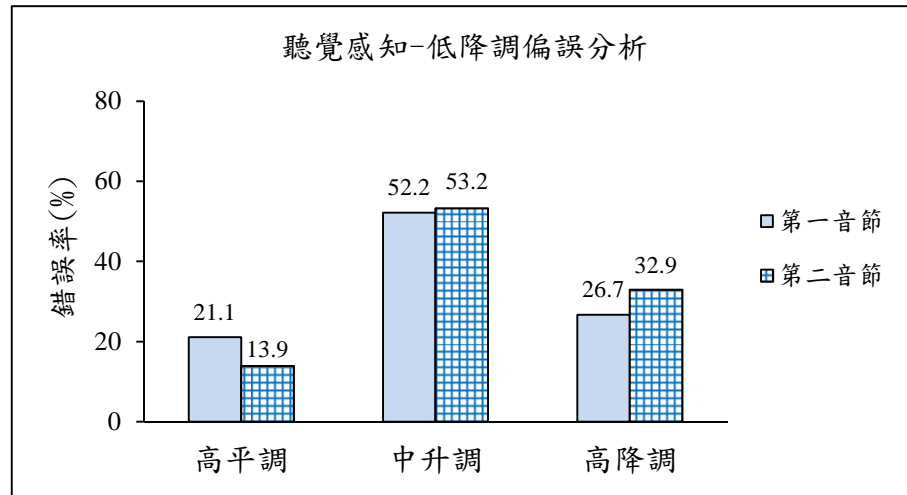
## 中升調 (Tone 2)



圖八. 聽覺感知實驗中升調各音節位置的聲調偏誤表現結果。

中升調的感知偏誤分析結果(圖八)第一音節位置偏誤率由高至低依序為低降調(69.6%)、高平調(20.5%)最低為高降調(9.9%)。第二音節位置結果則為低降調(69.5%)、高平調(23.8%)與高降調(6.7%)。一如預期與前人研究相符(Yang 和 Chan, 2010; So 和 Best, 2010; 何平, 1997; Hussein 等, 2011; Hao, 2012), 結果指出中升調在兩音節位置偏誤表現上的一致傾向, 最易錯誤感知為低降調。其原因在於感知中升調時, 華語學習者易將中升調與有相同先降後升基頻走向的低降調相互混淆, 對於兩聲調於起調、基頻轉折時間點與 $\Delta F_0$ 的差異掌握不清。而高平調及高降調和中升調間, 有著相異的聲調起調與走向, 因此與中升調在聽覺感知上有明確的界線, 不易相混。

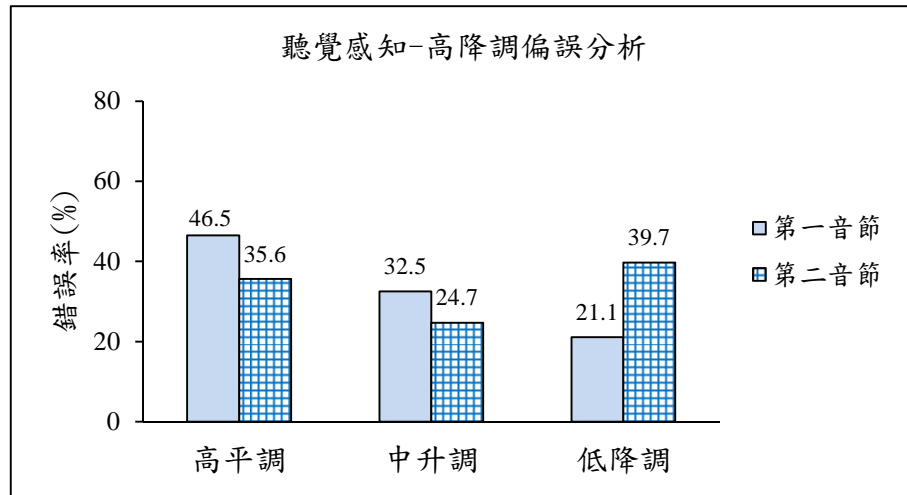
### 低降調 (Tone 3)



圖九. 聽覺感知實驗低降調各音節位置的聲調偏誤結果。

低降調第一音節位置的感知偏誤分析結果(圖九)為中升調(52.2%)最高、高降調(26.7%)最後為高平調(21.1%)最低。第二音節位置結果與第一音節相同，依序為中升調(53.2%)、高降調(32.9%)與高平調(13.9%)。無論音節位置為何，低降調均最易於與有相似基頻走向的中升調相互混淆。

## 高降調 (Tone 4)



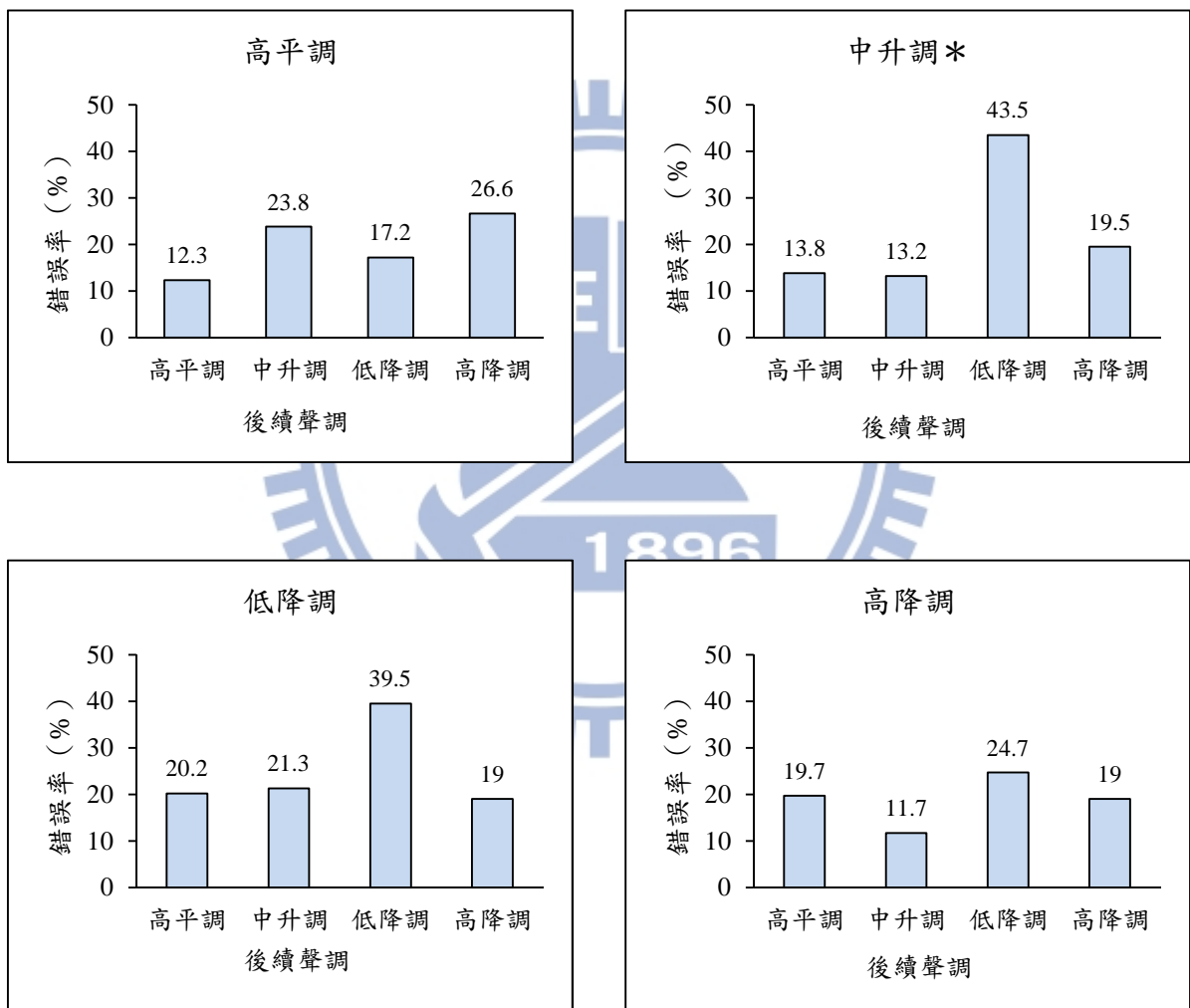
圖十. 聽覺感知實驗高降調各音節位置的聲調偏誤結果。

高降調結果(圖十)指出第一音節偏誤率由高至低依序為高平調(46.5%)、中升調(32.5%)與低降調(21.1%)。顯示第一音節易與有相近起調的高平調相互混淆。第二音節結果為低降調(39.7%)最高,接著為高平調(35.6%)與中升調(24.7%)。不同於 So 和 Best (2010) 的研究結果,本研究結果顯示當高降調位於第二音節時,易錯感知為低降調。So 和 Best (2010) 研究指出高降調不易與低降調相互混淆,而其原因在於兩聲調間的聲學相異性。但其實兩聲調間存有共通的聲學相似性。Jongman, Wang, Moore 和 Sereno (2006) 指出高降調與低降調有聲學的相似性,即兩者基頻走向均經歷一段下降期。再者,過去文獻亦指出學習者在進行低降調的口語產出時,常有只降不升的情形 (Yang 和 Chan, 2010; 吳門吉和胡明光, 2004)。歸結以上,高降調於第二音節易錯誤感知為低降調的原因,除受聲調轉變期影響外,亦有聲學相似性與學習者受其學習成效影響。

### 4.1.3 聲調環境 (tonal context)

以錯誤率為依變項，銜接聲調（高平調、中升調、低降調與高降調）為自變項進行八個重複量數單因子變異數分析（one-way repeated measure ANOVA）。此部份針對標的音節與其接續聲調形成的聲調環境（tonal context）於聽覺感知的影響進行探討。

#### 第一音節聽覺感知聲調環境分析結果

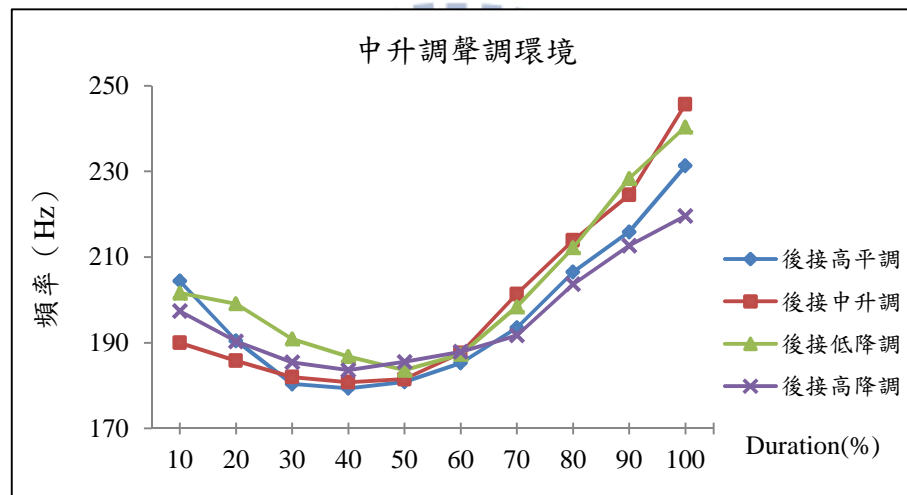


圖十一. 聽覺感知第一音節聲調環境分析結果。

\*：於統計分析結果中，達顯著差異之聲調。

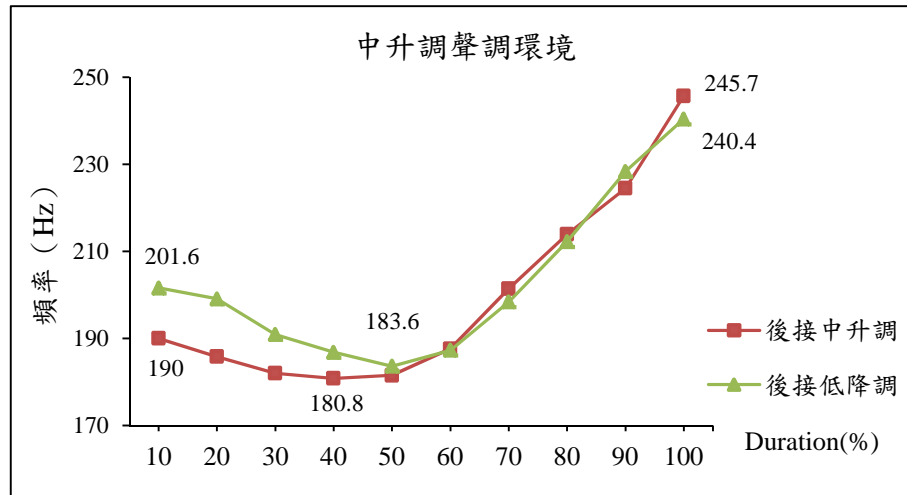
結果指出，當標的音節為第一音節（圖十一），後續聲調（following tone）對高平調、低降調與高降調於聽覺感知的錯誤率不造成影響，即不論後續聲調為何，各聲調環境組合間錯誤率表現差異不大。

反觀中升調，後續聲調對於其感知的錯誤率的影響達到顯著差異[F (3,27) = 4.003, p = .018]，錯誤率由高至低依序為低降調（43.5%）、高降調（19.5%）、高平調（13.8%）最低為中升調（13.2%）。



圖十二. 中升調於各聲調環境中的基頻表現。(標的音節 = 第一音節)  
 此基頻表現示意圖，取自感知實驗中發話人錄製的音檔，  
 即受試者於實驗中聽到的刺激項。  
 各基頻音長 (duration) 經過 normalized 處理。

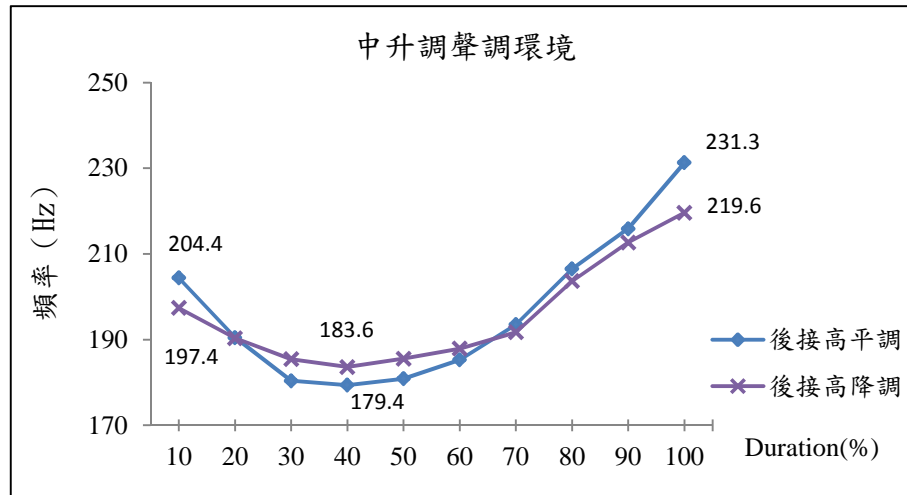




圖十三. 中升調於「中升調後接中升調」與「中升調後接低降調」中的基頻走向表現。

進一步比較中升調各環境組合間的錯誤率，指出「中升調後接中升調」與「中升調後接低降調」兩者的結果達顯著差異 ( $p = .050$ )。其原因在於當中升調後接中升調時，受到第二音節後續升調起調與基頻走向影響，位於第一音節的中升調基頻走向順勢上揚，降低正確感知中升調的困難度。而當中升調後接低降調時，受到低降調的低起調的影響，位於第一音節的中升調基頻走向上揚部份較不顯著，進而提升正確感知中升調的困難度。比較兩聲調環境之中升調語尾基頻後（圖十三），發現當中升調後接中升調時，第一音節中升調的語尾基頻（245.7 Hz）高於「中升調後接低降調」（240.4 Hz）環境組合。

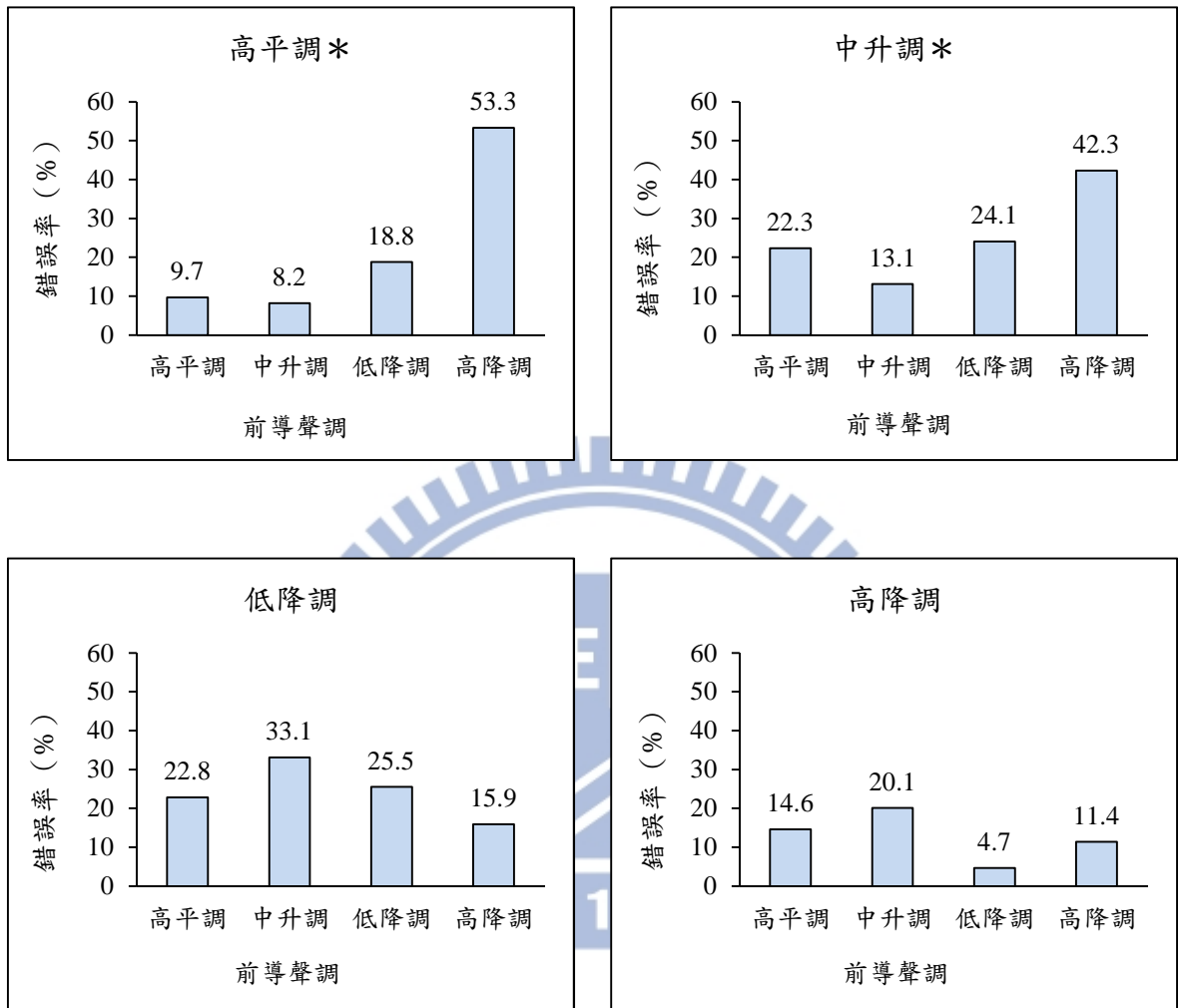
再者，於「中升調後接低降調」聲調環境中，中升調的基頻轉折時間點(turning point)晚於「中升調後接中升調」。Xu 和 Wang (2001) 研究發現，當中升調後接低降調時，中升調基頻上揚部份，在急速上升至語尾基頻後，隨即下降進入低降調。除此之外，觀察兩者間中升調起調與基頻轉折時間點間的頻率差距 ( $\Delta F_0$ ) 表現，顯示「中升調後接中升調」(9.2 Hz) 頻率差距小於「中升調後接低降調」(18 Hz) 之結果。因此，歸結以上原因，造成「中升調後接中升調」與「中升調後接低降調」兩者於聲調感知的錯誤率比較結果達顯著差異。



圖十四. 中升調於「中升調後接高平調」與「中升調後接高降調」中的基頻走向表現。

此外，根據結果（圖十四），當中升調後接高平調與高降調時，於音節交界（syllable boundary）處，語尾基頻雖均低於「中升調後接低降調」之結果，卻不影響其聽覺感知正確率的表現。其原因在於當「中升調後接高平調」時，受第二音節高平調的高起調與其基頻走向影響，基頻走向持續順勢上揚後，進入第二音節高平調持平的基頻走向。而當「中升調後接高降調」時，過了兩音節交界（syllable boundary）後，基頻走向持續上升，於第二音節出現最高基頻點後（Peak delay, Xu 和 Wang, 2001），基頻走向即開始下降。在兩聲調環境中，聽覺感知上均經歷一段上揚期，提升正確感知第一音節中升調的正確率。因此，即便第一音節中升調語尾基頻低於其他聲調環境組合，仍不影響其正確率之表現。

## 第二音節聽覺感知聲調環境分析結果



圖十五. 聽覺感知第二音節聲調環境分析結果。

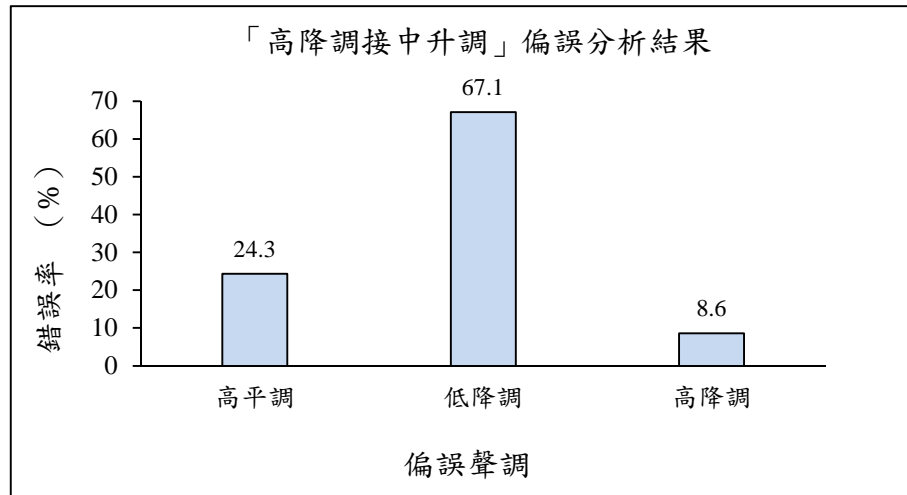
標的音節為第二音節的分析結果(圖十五), 高平調 $[F(3, 27) = 9.236, p = .000]$ 與中升調 $[F(3, 27) = 6.014, p = .003]$ 之結果則達顯著差異。而前導聲調 (preceding tone) 對低降調與高降調於感知的錯誤率的影響, 則均不達顯著差異,

高平調與其前導聲調組合錯誤率由高至低依序為高降調(53.3%)、低降調(18.8%)、高平調(9.7%)與中升調(8.2%)。深入比較高平調與各聲調組合間錯誤率表現的差異, 結果顯示「高降調接高平調」與「高平調接高平調」( $p = .007$ )、「中升調接高平調」( $p = .006$ )

及「低降調接高平調」( $p = .029$ )之間於錯誤率的表現皆達到顯著差異。「高平調接高平調」、「中升調接高平調」與「低降調接高平調」的兩音節間，第一音節語尾聲調與第二音節起調相近，屬調值相近的聲調環境組合，利於聽覺感知 (Xu, 1994)。相較之下，當高降調位於第一音節時，其語尾基頻與第二音節之高平調的起調差異甚大，增加高平調正確感知的困難度。此外，「高降調接高平調」的聲調環境中，第二音節的高平調受到第一音節高降調語尾基頻影響降低其起調 (lowering carryover effect, Xu, 1997; Xu 和 Wang, 2001)。觀察感知實驗錄音檔後，亦發現各環境高平調之起調，以「高降調接高平調」起調為所有環境中最低，因此增加正確感知的困難度。

中升調與前導聲調組合的錯誤率為高降調 (42.3%) 最高、低降調 (24.1%)、高平調 (22.3%) 與中升調 (13.1%) 最低。各環境組合間錯誤率表現的比較結果指出「高降調接中升調」與「中升調接中升調」( $p = .016$ )及「低降調接中升調」( $p = .027$ )達顯著差異。

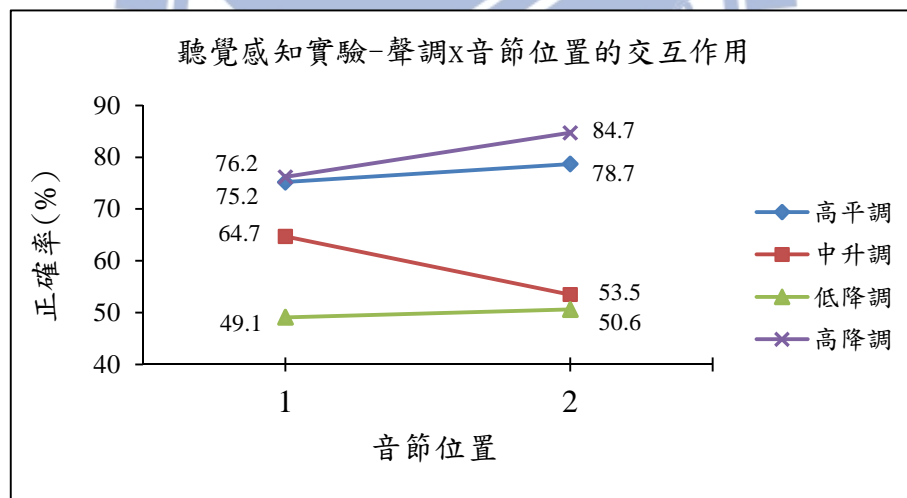
就華語學習者而言，中升調前接高降調形成的雙字詞聲調環境，增加正確感知中升調的難度。原因在於觀察音檔中升調此音節位置基頻表現後，發現經歷一段高降調的聲調基頻降程後，受到遺留效應影響 (carryover effect)，高降調語尾基頻 (F0 offset) 降低後續中升調之起調，其起調亦為此部份所有中升調聲調環境中最低者。此外，緊接著的中升調基頻走向為先降後升，聽覺上度過一段相當長的下降期。造成華語學習者易將第二音節中升調誤聽為基頻走向下降期較長的低降調，進而增加此部份聽覺感知的錯誤率 (圖十六)。而中升調前接中升調的為最容易正確感知的聲調環境組合。



圖十六. 「高降調接中升調」之偏誤分析結果。

以中升調為標的聲調，當中升調位於第二音節位置，其前導聲調為高降調時，受試者將中升調錯誤感知為各聲調的比例結果。

#### 4.1.4 交互作用



圖十七. 聽覺感知聲調與音節位置交互作用。

在主要效果間的交互作用（interaction）部份，除聲調與音節位置表現達顯著差異 [F(3,27)=2.994, p= .048] 之外（圖十七），其餘均不達顯著差異。高平調、低降調與高降調的第一個音節位置聲調聽辨正確率較第二音節位置低，而中升調則是第一音節的聽覺感知正確率高於第二音節。一般預期第一音節的正確率表現較第二音節得低，其原因在

於相較於第一音節，感知第二音節聲調時，透過第一音節的語音接收，從中擷取第一音節的結尾聲調基頻及接續的第二音節之起調，得以推測第二音節的聲調為何。但根據此研究結果，中升調有著與其他聲調截然不同的表現。

#### 4.1.5 各聲調的音節位置與音節結構分析結果

此部份，以正確率為依變項，針對個別聲調檢驗音節位置與音節結構的主要效果，以及音節位置與音節結構之間的交互作用。

##### 高平調

表三. 聽覺感知實驗重複量數二因子變異數分析結果-高平調

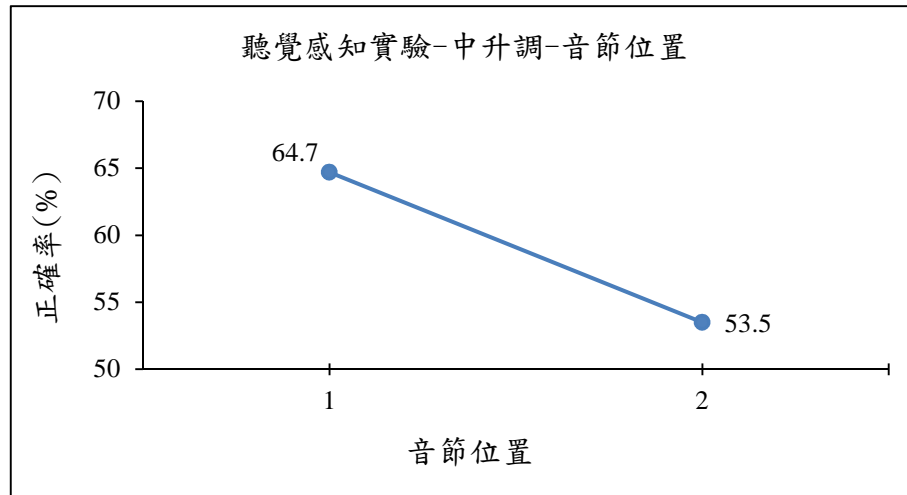
主要效果與交互作用	F 值	顯著性(p 值)
音節位置	$F(1, 9) = 1.059$	$p = .330$
音節結構	$F(3, 27) = 2.295$	$p = .444$
音節位置 x 音節結構	$F(3, 27) = .747$	$p = .631$

主要效果中，音節位置與音節結構的結果均不達顯著差異，顯示出高平調在兩個音節位置與四個音節結構的聽覺感知正確率結果相近。交互作用亦無顯著差異表現。

##### 中升調

表四. 聽覺感知實驗重複量數二因子變異數分析結果-中升調

主要效果與交互作用	F 值	顯著性(p 值)
音節位置	$F(1, 9) = 15.926$	$p = .003^{**}$
音節結構	$F(3, 27) = .483$	$p = .697$
音節位置 x 音節結構	$F(3, 27) = .760$	$p = .526$



圖十八. 聽覺感知中升調各音節位置正確率結果。

中升調的結果中（表四），音節位置結果達顯著差異，音節結構及兩者間的交互作用則無顯著差異。結果（圖十八）指出中升調在兩個音節位置的正確率表現上，第一音節(64.7%)顯著高於第二音節（53.5%）。

當中升調位於第一音節位置時，聽覺感知正確率顯著高於第二音節。根據中升調與低降調於偏誤分析之結果，發現不論音節位置為何，中升調均易誤聽成低降調，低降調則皆易誤判為中升調，兩聲調相互混淆。觀察中升調於第二音節的聲調環境之結果，顯示有別於第一音節聲調環境結果，「高降調接中升調」環境組合錯誤率呈顯著差異。當中升調位於「高降調接中升調」聲調環境中時，易受高降調的遺留效應影響，而增加其誤答為低降調的錯誤率。另外，中升調於第二音節位置時，易與低降調相互混淆。根據結果推論，此兩者為中升調於第二音節位置感知正確率表現結果較第一音節不理想之原因。

## 低降調

表五. 聽覺感知實驗重複量數二因子變異數分析結果-低降調

主要效果與交互作用	F 值	顯著性(p 值)
音節位置	$F(1, 9) = .046$	$p = .835$
音節結構	$F(3, 27) = 2.353$	$p = .094$
音節位置 x 音節結構	$F(3, 27) = .758$	$p = .527$

結果顯示音節位置、音節結構及其交互作用均不達顯著差異。

## 高降調

表六. 聽覺感知實驗重複量數二因子變異數分析結果-高降調

主要效果與交互作用	F 值	顯著性(p 值)
音節位置	$F(1, 9) = 3.492$	$p = .094$
音節結構	$F(3, 27) = .729$	$p = .544$
音節位置 x 音節結構	$F(3, 27) = 1.134$	$p = .353$

高降調的各項結果均未達顯著差異，在各音節位置與音節結構的聲調感知正確率，彼此間有著相似的表现。

就高平調、低降調與高降調來說，主要效果及兩者之間交互作用的結果均不達顯著差異。中升調部份，則在音節位置的統計結果達到顯著差異[ $F(1,9)=15.926, p=.033$ ] (圖十八)。



#### 4.1.6 聽覺感知的綜合討論

綜合觀察上述各項結果，聲調主要效果的結果方面，依其正確率將高平調與高降調歸為高正確率組，華語學習者能清楚且正確感知這兩個聲調；另將中升調與低降調歸為低正確率組，學習者於聽覺感知層面，易於將此兩聲調相互混淆分辨不清。

第一音節位置各聲調偏誤率表現，符合預期，高平調誤答為高降調的偏誤率最高，高降調最易誤答為高平調，而中升調易誤聽成低降調，低降調易誤聽成中升調。此結果與單一聲調正確率高低分組相呼應，正確率高的高平調與高降調之間易於相互混淆，正確率低的中升調與低降調亦是如此。高平調與高降調因兩聲調之起調相近，造成兩聲調在感知上易於相互混淆。中升調與低降調有相同的基頻走向，兩者間最大的差異在於聲調經歷一段下降期後再度上揚的基頻轉折時間點 (turning point) 以及其聲調起始頻率至轉折時間點的頻率差距 ( $\Delta F_0$ )。對於華語學習者來說，這兩點聲學差異性的掌握不易與相同的基頻走向是造成中升調與低降調兩聲調就聽覺感知上相互混淆的原因。第二音節位置各聲調高偏誤率之聲調集中於中升調與低降調兩聲調，高平調與低降調易誤感知為中升調，中升調與高降調則以低降調的偏誤率最高。此部份除主要受到聲調轉換間轉變期影響外，各偏誤聲調間亦有共通性。

第一音節與第二音節的聲調偏誤分析結果有著相當的差異，第一音節各聲調與其高偏誤率之聲調間存有共通的聲學特性 (例：高平調與高降調的高起調、中升調與低降調的相似基頻走向)。第二音節的結果卻非如此，普遍易於誤聽為中升調與低降調，聽覺感知為一連續不間斷之行為，當兩聲調於同一詞組內，受到第一音節聲調轉換至第二音節聲調之間基頻轉變的轉變期 (articulatory transition) 的影響，華語學習者在第二音節的偏誤表現集中於中升調與低降調。

聲調環境表現的部份，第一音節結果指出聲調環境差異於中升調的感知正確率影響達顯著差異。其中，以「中升調接低降調」結果最為不佳。Xu (1997) 研究結果指出受

預期效應影響，當後續聲調（following tone）為低降調時，會提高第一音節聲調的基頻走向。而從圖十二亦可觀察出此現象，相較於當後續聲調為高起調的高平調與高降調，後續聲調為低起調的低降調時，第一音節的中升調的後段基頻走向較高。第二音節的結果，指出高平調與中升調結果達顯著差異。兩聲調結果均顯示當前導聲調（preceding tone）為高降調時，感知的表現最為不理想與困難。此項結果與 Xu（1997）於聲調環境的研究相呼應。其研究指出遺留效應對高平調與中升調的基頻走向表現的影響達顯著差異。顯示聲調環境不僅影響標的聲調的基頻走向表現，亦影響其正確感知的結果表現。

音節位置分析結果，與預期不同，顯示和 Hao（2012）一致的結果，音節位置差異不影響整體聲調的感知正確率表現。高平調、低降調與高降調於第一音節與第二音節的聲調感知正確率表現並無太大差異。唯獨從聲調與音節位置的交互作用結果，發現中升調第一音節感知正確率顯著高於第二音節，且達顯著差異。對於華語學習者來說，高平調與高降調的基頻走向為單一持平與直接下降，相較於中升調與低降調先降後升的基頻走向，屬容易學習與掌握的聲調，所以不論在第一音節或第二音節都有很高的正確率。低降調的情形則相反，不論在那個音節位置都容易與基頻走向相同的中升調相互混淆，使得正確率偏低，結果不達顯著差異，為華語學習在聽覺感知上最為困難的聲調。中升調部份，除原本於各音節位置均易與低降調相互混淆外，於第二音節位置聲調環境中，受前導聲調高降調影響，降低起調，提升錯誤率，亦為致使第二音節位置感知正確率低於第一音節之因素。

## 4.2 口語產出 (Production)

口語產出的結果，分為聽辨 (Accuracy rate) 與評分 (Goodness rate) 兩部份。將先指出聽辨資料分析的結果與討論 (4.2.1)，接著為評分資料分析的結果與討論 (4.2.2)。

### 4.2.1. 正確率分析結果 (DV=Accuracy rate)

本章節將指出各主要效果 (聲調、音節位置與音節結構) 之分析結果，並以其於聲調口語產出的正確產出之影響層面，加以進行討論 (4.2.1.1)。接著，以聲調為依變項進行偏誤分析 (4.2.1.2) 與聲調環境 (4.2.1.3) 調查。4.2.1.4 及 4.2.1.5 章節部份，指出交互作用及其衍生後續分析之結果，並根據其結果進行探討。

#### 4.2.1.1 聲調、音節位置與音節結構

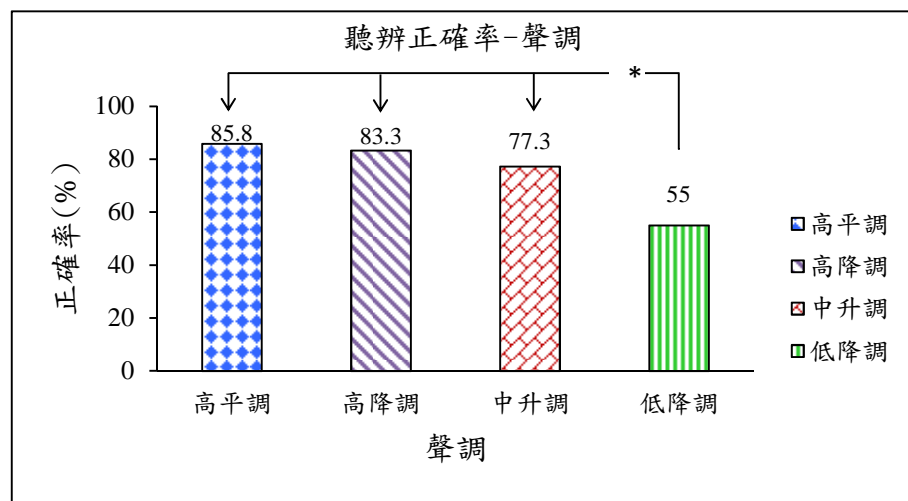
此部份以依變項 (DV) 為正確率，主要效果為聲調、音節位置與音節結構。探究聲調、音節位置與音節結構對於聲調口語產出的正確產出的影響效應。

表七. 口語產出實驗的聽辨資料重複量數三因子變異數分析結果。

主要效果與交互作用	F 值	顯著性(p 值)
聲調	F(3, 27) = 9.809	p = .000 **
音節位置	F(1, 9) = 1.738	p = .220
音節結構	F(3, 27) = .871	p = .468
聲調 x 音節位置	F(3, 27) = 1.616	p = .209
聲調 x 音節結構	F(9, 81) = 2.321	p = .022 *
音節位置 x 音節結構	F(3, 27) = .724	p = .547
聲調 x 音節位置 x 音節結構	F(9, 81) = .645	p = .755

預期聲調正確產出結果以在學習發展上較好的高平調與高降調最為理想，中升調、低降調不佳。音節位置，則以能有較長音長表現基頻的第二音節為佳。音節結構部份，以結構組成最簡單且已存在於學習者母語中的 CV 最為理想。

主要效果中（表七），聲調的部份，達到顯著差異，音節位置與音節結構結果則無顯著差異。四個聲調的正確率由高至低依序為高平調（85.8%）、高降調（83.3%）、中升調（77.3%）與低降調（55%）（圖十九）。



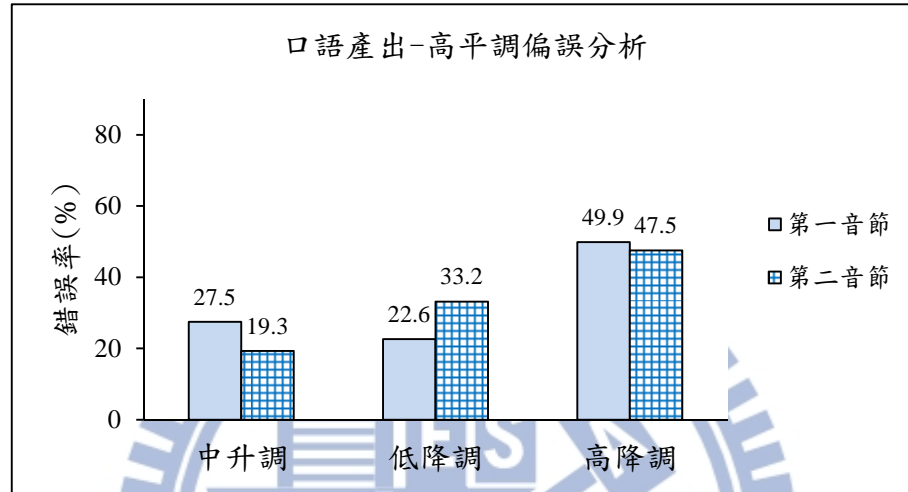
圖十九. 口語產出各聲調聽辨的正確率結果。

各聲調間聽辨正確率的比較結果（圖十九）指出高平調、中升調與低降調間表現未達顯著差異，而低降調與高平調（ $p=.006$ ）、中升調（ $p=.006$ ）以及高降調（ $p=.005$ ）之間的比較皆有顯著的不同。就其結果將高平調、中升調與高降調歸為高正確率組，低降調為低正確率組，顯示出與 Hussein 等(2011)一致的結果。華語學習者能夠正確產出高平調、中升調與高降調。反之，低降調的正確傳達最為困難。根據聲調正確率結果，指出低降調與中升調間比較結果達顯著差異。顯示華語學習者於口語產出方面能夠區分中升調與低降調間 $\Delta F0$ 與轉折時間點（turning point）的差異。

#### 4.2.1.2 偏誤分析 (Error analysis)

結果預期產出偏誤聲調間，有共同的聲學特性。高平調與高降調音其起調相近而易於相混；中升調與低降調易於因其基頻走向相似，且兩者差異掌握不易，而相互混淆。

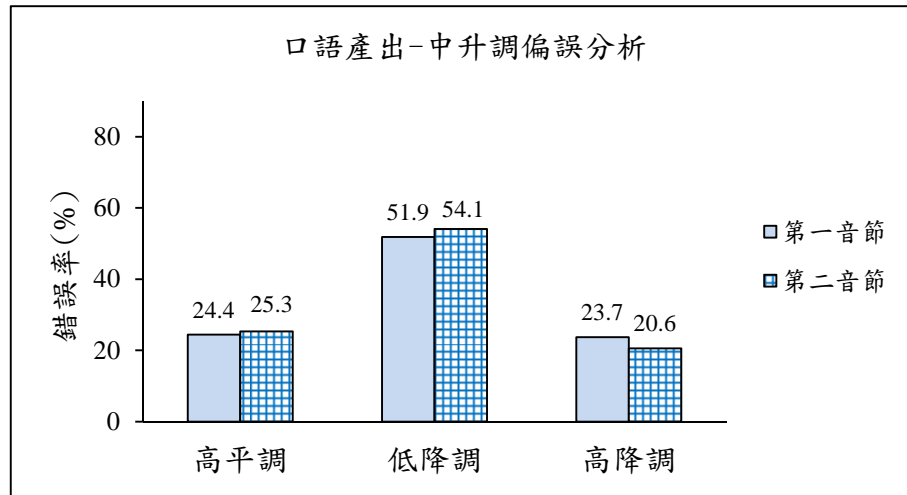
#### 高平調 (Tone 1)



圖二十. 口語產出實驗高平調各音節位置的聲調偏誤結果。

高平調口語產出於第一音節的偏誤率 (圖二十) 由高至低依序為高降調 (49.9%)、中升調 (27.5%) 與低降調 (22.6%)。第二音節偏誤率則為高降調 (47.5%) 最高、低降調 (33.2%) 最低者為中升調 (19.3%)。顯示華語學習者進行高平調的口語產出時，不論其音節位置為何，均易錯誤口語產出為有相同起調的高降調。

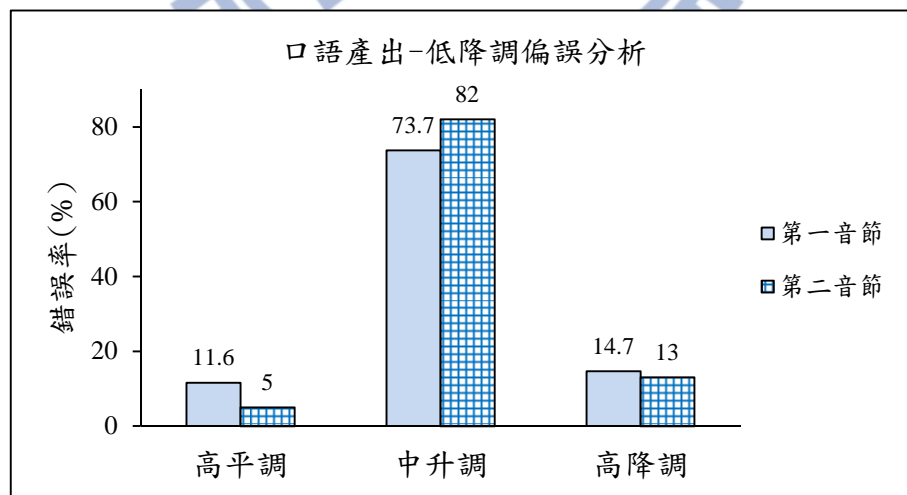
## 中升調 (Tone 2)



圖二十一. 口語產出實驗中升調各音節位置的聲調偏誤結果。

中升調口語產出偏誤分析結果(圖二十一)顯示第一音節以低降調偏誤率(51.9%)最高,其次為高平調(24.4%),高降調最低(23.7%),而第二音節偏誤分析結果部份,有著與第一音節一致的結果。指出中升調於口語產出時,最易與低降調相混淆。

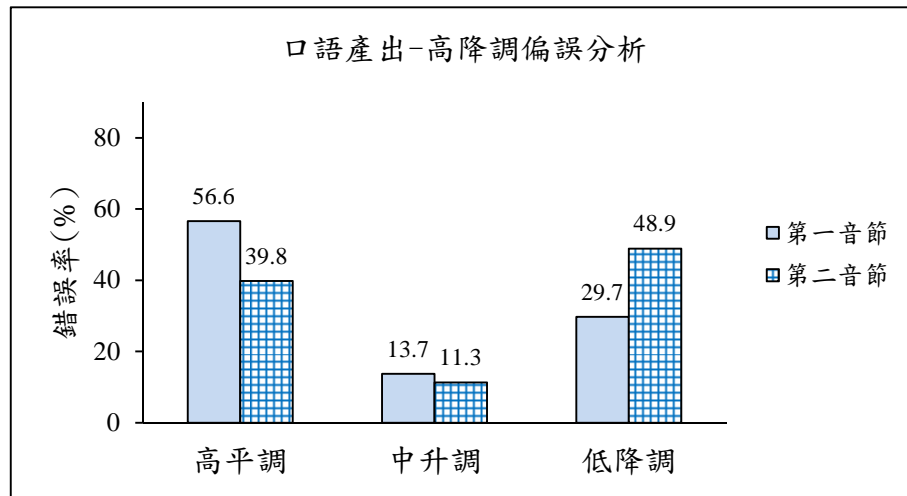
## 低降調 (Tone 3)



圖二十二. 口語產出實驗低降調各音節位置的聲調偏誤結果。

低降調口語產出於第一音節的偏誤率（圖二十二）由高至低為中升調（73.7%）、高降調（14.7%）與高平調（11.6%），第二音節的偏誤率表現亦呈現相同的結果，中升調（82%）最高、高降調（13%）其次，高平調（5%）最低。顯示出不論音節位置為何，低降調均易錯誤口語產出為有相似基頻走向的中升調。

### 高降調（Tone 4）



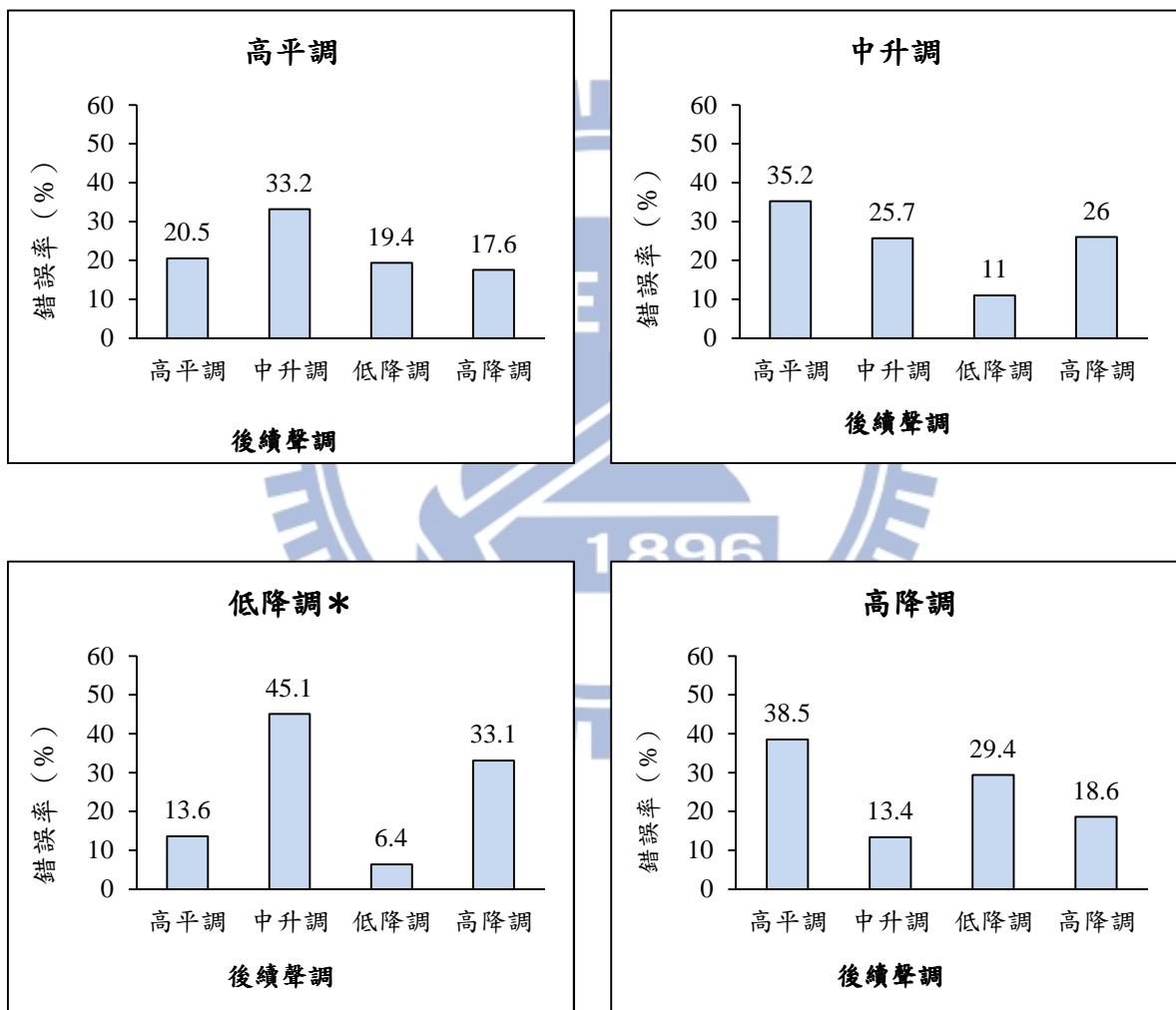
圖二十三. 口語產出實驗高降調各音節位置的聲調偏誤結果。

高降調於第一音節的偏誤率結果(圖二十三)為高平調(56.6%)最高、低降調(29.7%)居次與中升調(13.7%)最低。第二音節部份偏誤率則依序為低降調(48.9%)、高平調(39.8%)及中升調(11.3%)。當高降調位於第一音節時，易錯誤口語產出為有相同起調的高平調；位於第二音節時，則易於錯誤口語產出為低降調。易於錯誤口語產出為低降調的原因，除許多華語學習者在產出低降調時，常起調較一般低降調來得高且只降不升之外，高降調的口語產出亦有起調偏低的情形(Yang 和 Chan, 2010; 吳門吉與胡明光, 2004)。基於以上原因，學習者會出現進行口語產出時，將兩者相互混淆之情形。造成當高降調於第二音節時，容易錯誤口語產出為低降調。

### 4.2.1.3 聲調環境 (tonal context)

此部份以錯誤率為依變項，銜接聲調（高平調、中升調、低降調與高降調）為自變項進行四個重複量數單因子變異數分析（one-way repeated measure ANOVA）。主要探討聲調環境於標的音節聲調的正確產出的影響效應。

#### 第一音節口語產出聲調環境分析結果



圖二十四. 口語產出第一音節聲調環境分析結果。

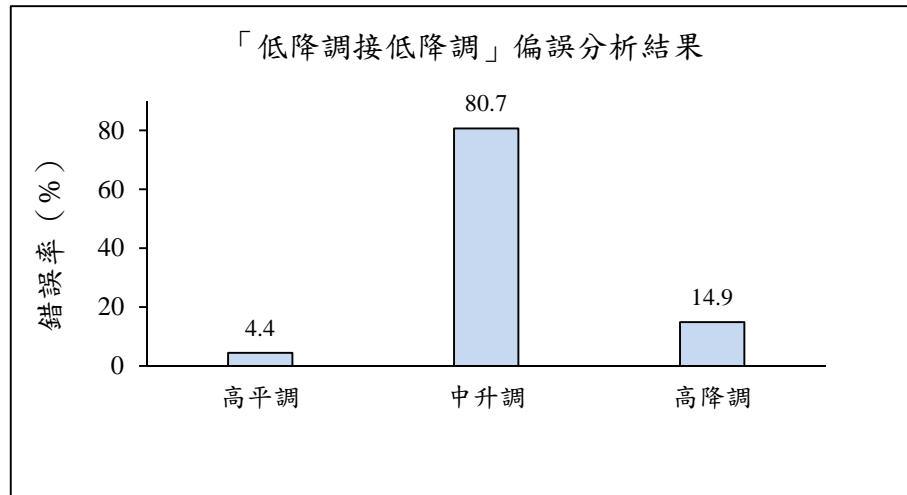
「低降調接低降調」環境中，因應華語三聲連續變調情形，第一音節低降調產出為中升調者，亦視為正確者。



結果指出當標的音節位於第一音節時（圖二十四），後續聲調對於高平調、中升調、高降調口語產出的正確傳達的影響不達顯著差異。不論後續聲調為何，其表現彼此間差異不大。低降調的分析結果，則達顯著差異[F(3,27)= 6.165, p= .002]。

低降調與其後續聲調組合錯誤率由高至低依序為中升調(45.1%)、高降調(33.1%)、高平調(13.6%)與低降調(6.4%)。進一步觀察低降調各聲調環境組合間之錯誤率表現差異，結果指出「低降調接中升調」與「低降調接高平調」(p = .006)、「低降調接低降調」(p = .004)間的錯誤率表現達顯著差異。而「低降調接高降調」與「低降調接低降調」間的比較結果亦達顯著差異(p = .020)。

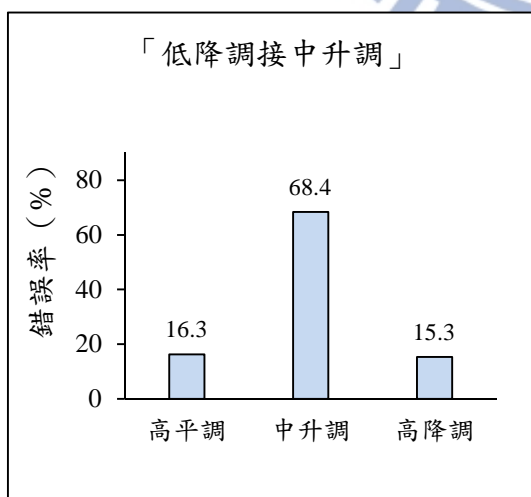
當低降調後接高平調與低降調時，低降調最容易正確傳達。就「低降調接高平調」而言，第一音節低降調語尾基頻與後續升調高平調之起調(tonal onset)兩者調值相近，屬於調值相近組合(compatible context)，又高平調的基頻走向為最容易掌握的持平走向。因此有利學習者的正確產出。以「低降調接低降調」而言，受預期效應影響(anticipatory effect)，當後續聲調為低起調的低降調，提高的第一音節的基頻走向，使得第一音節低降調多容易產生變調情形。華語中，存在著三聲連讀變調(Mandarin third tone sandhi)的現象，即當「低降調後接低降調」時，第一音節低降調會變調為中升調(Shih, 1997; Yip, 2002)。就現今華語而言，「低降調接低降調」口語產出為「中升調接低降調」實屬一般正常現象。觀察學習者於此環境中的口語產出情形，結果指出大多產出情形為將第一音節低降調產出為中升調(圖二十五)。顯示學習者身處如此語言環境中，自然受到影響，將原本的「低降調接低降調」變調口語產出成「中升調接低降調」，有接近母語使用者的變調表現。



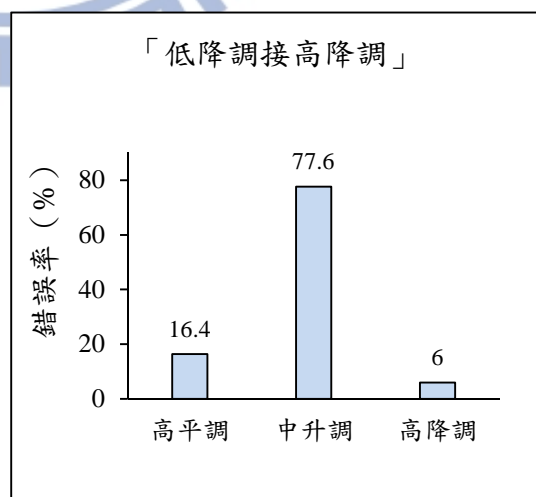
圖二十五. 「低降調接低降調」之偏誤分析結果。

以第一音節低降調為標的音節，且後續聲調為低降調時，受試者口語產出各聲調的比例結果。

探究造成「低降調接中升調」最為難以正確產出之原因。除低降調與中升調易於相混外，第一音節低降調受第二音節中升調上揚的基頻走向影響，提升第一音節低降調基頻走向，產出為中升調。各學習者於此環境聲調錯誤產出情形，亦多偏誤為中升調（圖二十六）。「低降調接高降調」則受第二音節高降調的高起調影響，使得低降調後部基頻走向升高，易錯誤產出為中升調（圖二十七）。

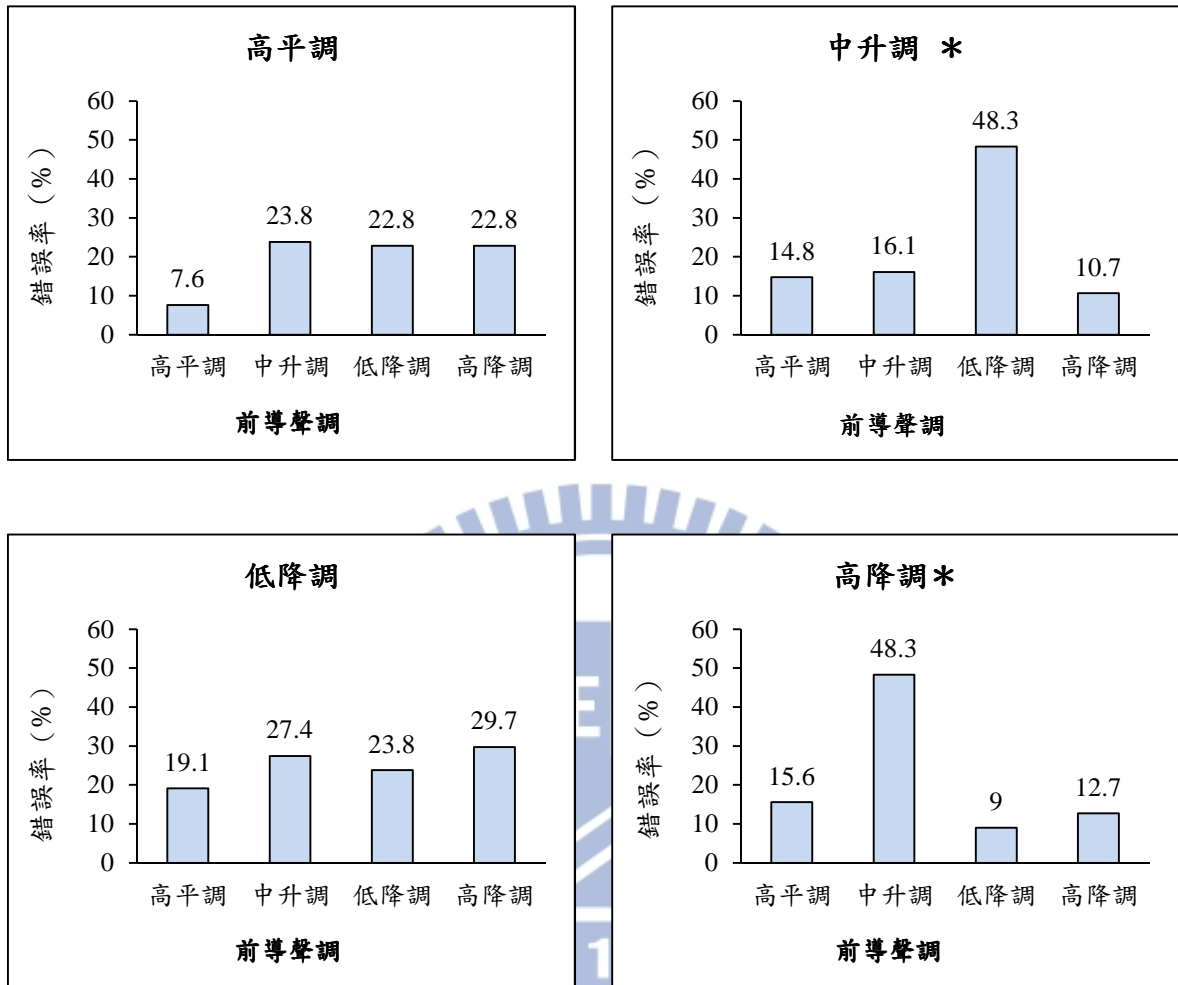


圖二十六. 「低降調接中升調」之偏誤分析。



圖二十七. 「低降調接高降調」之偏誤分析。

## 第二音節口語產出聲調環境分析結果



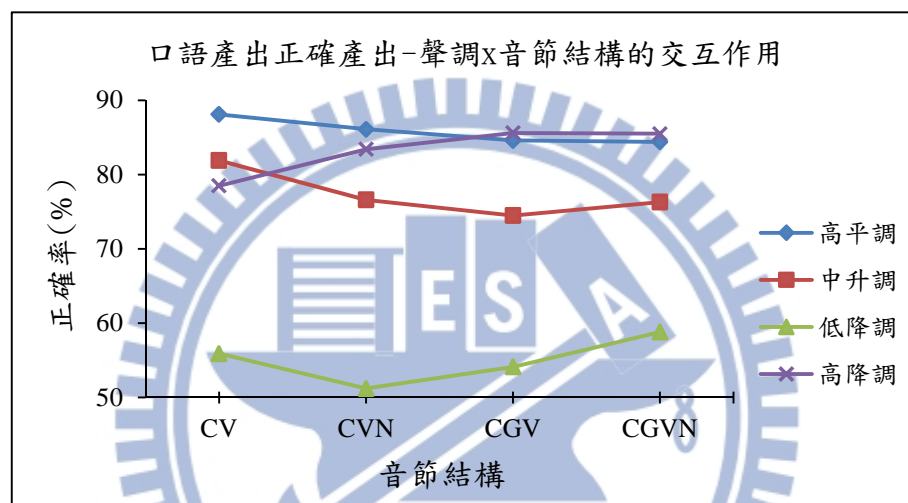
圖二十八. 口語產出第二音節聲調環境分析結果。

根據結果，當標的音節位於第二音節時（圖二十八），前導聲調於高平調與低降調的正確產出的影響不達顯著差異，各種聲調環境組合的錯誤率結果差異極微小。中升調 [ $F(3,27)= 6.173, p= .002$ ]及高降調 [ $F(3,27)= 7.980, p= .001$ ]的結果則達顯著差異。

中升調與其前導聲調組合錯誤率由高至低依序為低降調(48.3%)、中升調(16.2%)、高平調(14.8%)及高降調(10.7%)。各聲調環境組合間錯誤率的差異比較結果顯示「低降調接中升調」與「高平調接中升調」( $p = .042$ )、「中升調接中升調」( $p = .019$ )及「高降調接中升調」( $p = .011$ )之間的錯誤率表現達顯著差異。

高降調與其前導聲調組合錯誤率以中升調（48.3%）最高、高平調（15.6%）居次，接著為高降調（12.7%）及低降調（9%）。高降調各聲調環境組合間錯誤率表現差異的比較結果顯示「中升調接高降調」與「高平調接高降調」（ $p = .037$ ）、「高降調接高降調」（ $p = .014$ ）及「低降調接高降調」（ $p = .006$ ）達顯著差異。

#### 4.2.1.4 交互作用



圖二十九. 口語產出正確產出聲調與音節結構間交互作用結果。

各主要效果的交互作用中，聲調與音節結構的交互作用結果達到顯著差異 [ $F(9, 81) = 2.321, p = .022$ ]（圖二十九）。高平調、中升調與低降調於音節結構的聲調口語構音正確率有相似的走向，CV 結構正確率高。然而，高降調於 CV 結構的口語產出正確率結果最低。

#### 4.2.1.5 各聲調的音節位置與音節結構分析結果

##### 高平調 (Tone 1)

表八. 口語產出聽辨資料重複量數二因子變異數分析結果-高平調。

主要效果與交互作用	F 值	顯著性(p 值)
音節位置	$F(1, 9) = 1.345$	$p = .276$
音節結構	$F(3, 27) = .996$	$p = .410$
音節位置 x 音節結構	$F(3, 27) = 1.822$	$p = .167$

各結果皆不達顯著差異。顯示高平調於各音節位置與結構的口語產出正確率表現彼此間差異微小。

##### 中升調 (Tone 2)

表九. 口語產出聽辨資料重複量數二因子變異數分析結果-中升調。

主要效果與交互作用	F 值	顯著性(p 值)
音節位置	$F(1, 9) = 4.984$	$p = .052$
音節結構	$F(3, 27) = 2.230$	$p = .108$
音節位置 x 音節結構	$F(3, 27) = .254$	$p = .858$

(表十)音節位置在主要效果檢測當中，結果接近顯著差異 $[F(1,9)=4.984, p= .052]$ ，第二音節聲調口語產出正確率高於第一音節，指出當中升調位於第二音節時，華語學習者較容易正確傳達。

### 低降調 (Tone 3)

表十. 口語產出聽辨資料重複量數二因子變異數分析結果-低降調。

主要效果與交互作用	F 值	顯著性(p 值)
音節位置	$F(1, 9) = .648$	$p = .442$
音節結構	$F(3, 27) = 2.526$	$p = .079$
音節位置 x 音節結構	$F(3, 27) = .074$	$p = .974$

此部份無論於音節位置或音節結構的主要效果檢測或兩者間交互作用的檢測結果均無顯著差異。顯示中升調的口語產出正確傳達部份，不因音節位置與結構差異而影響。

### 高降調 (Tone 4)

表十一. 口語產出聽辨資料重複量數二因子變異數分析結果-高降調。

主要效果與交互作用	F 值	顯著性(p 值)
音節位置	$F(1, 9) = 2.190$	$p = .173$
音節結構	$F(3, 27) = 1.845$	$p = .163$
音節位置 x 音節結構	$F(3, 27) = .241$	$p = .867$

高降調於此音節位置、音節結構及兩者間交互作用的結果均無顯著差異。

## 4.2.2 好壞程度分析結果 (DV=Goodness rate)

本章節將指出各主要效果（聲調、音節位置與音節結構）之分析結果，進而依其結果，針對華語學習者於聲調口語產出表現的好壞程度進行討論(4.2.2.1)。4.2.1.2 及 4.2.1.3 章節部份，指出交互作用及其衍生後續分析之結果，並根據其結果進行探討。

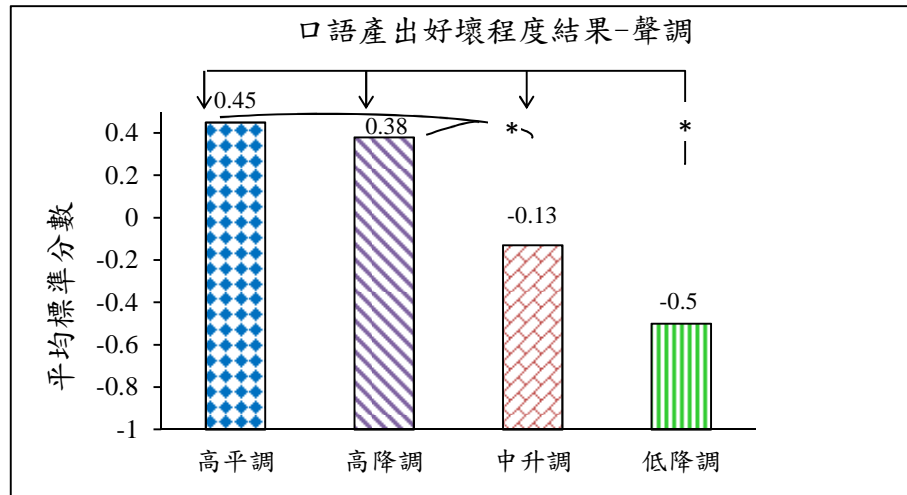
### 4.2.2.1 聲調、音節位置與音節結構

此部份以依變項 (DV) 為評分的平均標準分數，主要效果為聲調、音節位置與音節結構，探究聲調、音節位置與音節結構對於聲調口語產出好壞程度的影響效應。

表十二. 口語產出實驗的評分結果資料的重複量數三因子變異數分析結果。

主要效果與交互作用	F 值	顯著性(p 值)
聲調	F(3, 27) = 14.917	p = .000**
音節位置	F(1, 9) = .422	p = .532
音節結構	F(3, 27) = .889	p = .014*
聲調 x 音節位置	F(3, 27) = 2.717	p = .064
聲調 x 音節結構	F(9, 81) = 3.720	p = .032 *
音節位置 x 音節結構	F(3, 27) = 1.528	p = .230
聲調 x 音節位置 x 音節結構	F(9, 81) = .648	p = .753

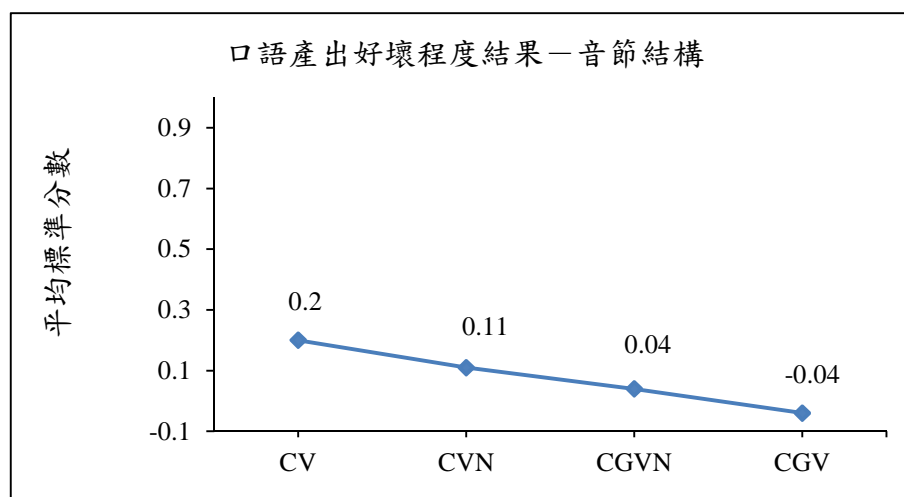
主要效果中 (表十二)，在聲調的統計結果中達顯著差異，各聲調標準分數(Z-score) (圖二十八) 為高平調 (0.45)、高降調 (0.38)、中升調 (-0.13) 與低降調 (-0.5)。音節位置結果無顯著差異。音節結構結果亦達顯著差異。



圖三十. 口語產出各聲調好壞程度的結果。

在各聲調的標準分數相互比較中（圖三十），除了高平調與高降調之間沒有顯著差異之外，其餘聲調的相互比較都有明顯的差距。中升調與高平調（ $p = .006$ ）、高降調（ $p = .002$ ）和低降調與高平調（ $p = .001$ ）、中升調（ $p = .003$ ）及高降調（ $p = .001$ ）結果均達顯著差異。顯示出四個聲調中，華語學習者的高平調與高降調的口語產出好壞程度表現最佳，最接近台灣母語使用者，接著為中升調，低降調最不理想，為口語產出中好壞程度較不理想的聲調。



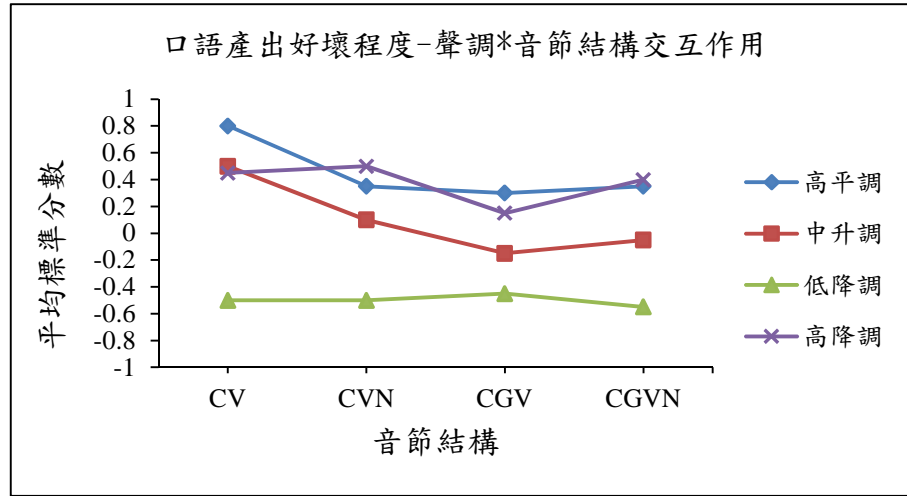


圖三十一. 口語產出各音節結構好壞程度結果。

各音節結構標準分數(Z-score) (圖三十一) 由高至低為 CV (0.2)、CVN (0.11)、CGVN (0.04) 與 CGV (-0.04)。以各聲調結果來說，CV 結構的口語產出表現較佳，也較接近母語使用者。相反地，CGV 結構與 CGVN 結構於口語產出表現上，則較為不理想。

各結構間比較結果顯示 CV 與 CGV ( $p = .020$ )、CGVN ( $p = .033$ ) 達顯著差異。過去研究指出 CV 結構為各語言中皆有的音節結構 (Clements, 1990; Blevins, 1995; Carlisle, 2001)。CV 結構已存在於各學習者的母語系統中，為學習者所熟悉的音節結構。另外，以各音節結構的複雜程度的觀點切入，CV 為最簡單的結構，CGV 與 CGVN 結構較為複雜。CGV 與 CGVN 結構中的滑音，聲學性質與母音相近，為可能帶有聲學訊息的音段，進而增加口語產出的困難度。因此，在進行聲調的口語產出時，CV 結構於口語產出好壞程度的表現較其它結構的結果來得理想。

#### 4.2.2.2 交互作用



圖三十二. 口語產出好壞程度聲調與音節結構交互作用結果。

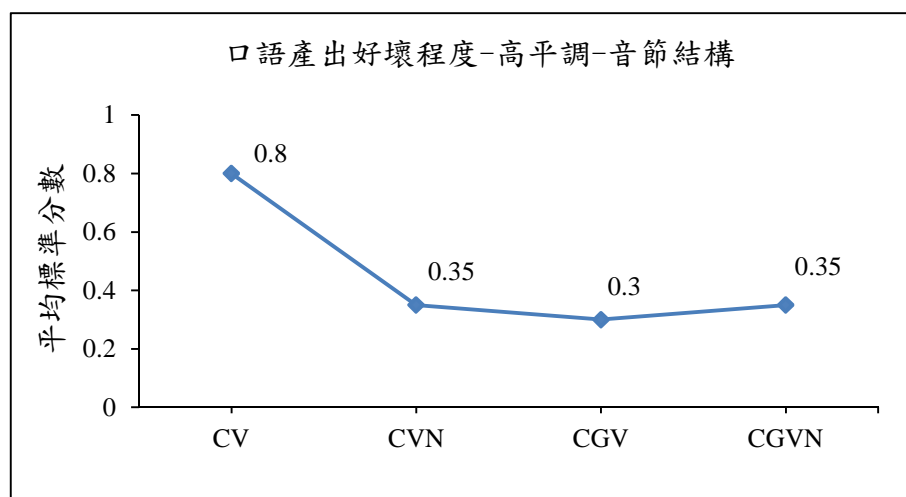
在主要效果間的交互作用結果中，聲調與音節結構的交互作用結果達到顯著差異 [F(9,81)= 2.181, p=.032] (圖三十二)。

#### 4.2.2.3 各聲調的音節位置與音節結構分析結果

##### 高平調 (Tone 1)

表十三. 口語產出評分資料重複量數二因子變異數分析結果-高平調。

主要效果與交互作用	F 值	顯著性(p 值)
音節位置	F(1, 9) = 1.558	p = .239
音節結構	F(3, 27) = 6.319	p = .002*
音節位置 x 音節結構	F(3, 27) = 1.345	p = .281



圖三十三. 口語產出高平調各音節結構好壞程度表現。

此部份(表十三)結果顯示音節位置的差異,不影響高平調於口語產出的好壞程度表現。音節結構結果部份則達顯著差異 $[F(3, 27)=6.319, p=.002]$ (圖三十三), CV 結構最高(0.8)、CVN (0.35)、CGVN (0.35)、CGV (0.3) 最低。顯示高平調於 CV 結構的口語產出結果與台灣母語使用者最相近也最為理想, CGV 結構的口語產出結果最為困難與不理想。各結構相互比較結果顯示 CV 與 CVN( $p=.001$ )、CGV( $p=.004$ )、CGVN ( $p=.004$ ) 間的表現有顯著差異。推論 CV 結構表現最佳且與其他結構達顯著差異的原因。以各音節結構的複雜程度來看,相較其他各結構, CV 結構最為簡單,學習者最容易掌握。此外,亦針對高平調各刺激項部份進行詞頻(word frequency)檢視,推論由於高詞頻刺激項為較易於學習與生活中出現之雙字詞,熟悉度較高,可能為提升好壞程度表現的原因之一。然而,根據檢視結果,發現高詞頻之刺激項並未有較佳的好壞程度表現。亦即,詞頻高低應不為致使高平調於音節結構表現差異之原因。

## 中升調 (Tone 2)

表十四. 口語產出評分資料重複量數二因子變異數分析結果-高平調。

主要效果與交互作用	F 值	顯著性(p 值)
音節位置	$F(1, 9) = 3.857$	$p = .081$
音節結構	$F(3, 27) = 1.707$	$p = .189$
音節位置 x 音節結構	$F(3, 27) = .310$	$p = .818$

各項結果均無顯著差異。顯示中升調於各個音節位置與結構的口語產出好壞程度表現均一，彼此間無太大差異。

## 低降調 (Tone 3)

表十五. 口語產出評分資料重複量數二因子變異數分析結果-低降調。

主要效果與交互作用	F 值	顯著性(p 值)
音節位置	$F(1, 9) = 2.472$	$p = .150$
音節結構	$F(3, 27) = .217$	$p = .884$
音節位置 x 音節結構	$F(3, 27) = .494$	$p = .689$

結果均無顯著差異。低降調於各音節位置與音節結構的口語產出好壞程度表現結果差異不大，不因音節位置與音節結構有異而有顯著不同。

## 高降調 (Tone 4)

表十六. 口語產出評分資料重複量數二因子變異數分析結果-高降調。

主要效果與交互作用	F 值	顯著性(p 值)
音節位置	F(1, 9) = 1.066	p = .329
音節結構	F(3, 27) = 2.462	p = .084
音節位置 x 音節結構	F(3, 27) = .346	p = .792

各項結果均無顯著差異。顯示音節位置與結構的差異，不影響高降調於口語產出好壞程度的結果表現。

### 4.2.3 口語產出的綜合討論

根據以上結果，就聲調主要效果之結果而言，無論是口語產出的正確產出（聽辨分析結果）或好壞程度（評分結果，標準分數）均有顯著差異。符合預期，結果與前人研究一致（Guo 和 Tao, 2008；吳門吉和胡明光, 2004；Hussein 等, 2011；Hao, 2012）。學習者能夠正確產出高平調、高降調與中升調，且均有較理想的好壞程度表現。低降調則為最難以正確產出的聲調，其好壞程度表現結果與台灣母語使用者的低降調表現的差異甚大。

依聲調正確率、偏誤分析的結果發現，第一音節易與有相似聲學特性的聲調相互混淆。有相近起調的高平調與高降調兩聲調於第一音節易於相互混淆，中升調與低降調亦是如此，因其基頻走向的相似性而易於相混。而第二音節偏誤分析結果，除高平調易錯誤口語產出為高降調外，其餘聲調則普遍容易錯誤口語產出為中升調與低降調。顯示偏誤聲調間除有共通的聲學特性外，亦受到前導聲調語尾基頻的影響。

雖然，依偏誤分析結果，可歸結出低降調與中升調兩者有相互混淆的情形。但進一步觀察「低降調接中升調」與「低降調接低降調」兩者於聲調環境錯誤率的表現，結果達顯著差異。此外，聲調正確率之中升調與低降調兩者比較結果為顯著差異。歸結以上結果後，顯示中升調與低降調雖有相同的基頻走向，但學習者於口語產出方面，能夠掌握中升調與低降調之間的差異，且能正確產出中升調，唯獨於低降調仍屬掌握不易，常與中升調相互混淆。

另外，過去研究指出（吳門吉和胡明光, 2004；Hao, 2012）當華語學習者的母語為聲調語言時，不同於非聲調語言使用者，學習者易於將高平調與高降調相互混淆。進一步觀察本研究中，越南語使用者的口語產出的偏誤情形。結果和前人研究結果相呼應，顯示不論音節位置為何，越南語使用者均易將高平調錯誤口語產出為高降調，高降調亦易於與高平調相混。

音節位置主要效果部份，與預期的第二音節表現較好不同，結果顯示與 Hao(2012) 一致。口語產出的正確產出與好壞程度結果均無顯著差異。Hao (2012) 研究結果指出在雙字詞中，音節位置的差異不影響聲調的正確率表現。根據本研究結果顯示音節位置的差異，不僅對影響學習者於口語產出的正確產出的表現，不造成顯著影響，亦不影響其好壞程度的表現。

音節結構結果，顯示於聲調的正確產出部份，彼此間差異不大，結構差異不對聲調的正確產出造成影響。然而，雖然音節結構不影響聲調口語產出的正確產出表現，卻於口語產出好壞程度的表現，有顯著差異。如同預期，結果指出 CV 結構於好壞程度表現最佳，CVN 居次，接著以 CGV 與 CGVN 結構結果最為不理想。推論其原因與音節結構的複雜程度有關，CV 結構最為簡單，因此表現最佳。此外，如前人研究所言，第一語言系統與第二語言有共同相似之處時，有利於學習成效（Broselow, Hurting 和 Ringen, 1987；Hussein 等, 2011）。CV 結構為所有語言中均有的音節結構，對於學習者來說，為

最易於表現的結構。歸結以上原因致使 CV 結構於口語產出的好壞程度表現最佳。

此外，音節結構差異於高平調的口語產出好壞程度的結果達顯著差異，亦顯示出 CV 結構表現最佳的結果。探討，不同於其他聲調，僅有高平調於音節結構結果達顯著差異之原因。根據口語產出的聲調主要效果結果（圖十九、二十八），顯示學習者已能正確掌握高平調的口語產出，且其結果最為接近台灣母語使用者。在能夠掌握高平調的基頻表現後，將其重點進一步放在音節結構表現層面。結構的複雜程度影響其好壞程度結果，結構組成越簡單，結果越理想。

#### 4.3 聽覺感知與口語產出結果討論

以聲調主要效果的正確率來看，不論是在聽覺感知或是口語產出層面，結果表現符合預期，與前人研究相符（Yang 和 Chan, 2010；Guo 和 Tao, 2008；Hussein 等, 2011；Hao, 2012），均指出以高平調與高降調最為準確，接著為中升調與低降調。顯示就聽覺感知與口語產出兩層面而言，高平調與高降調為最容易掌握與表現的聲調，中升調居次，低降調最為困難。然而，進一步觀察之結果，指出兩者仍有些許不同之處。就聽覺感知而言，學習者在感知中升調與低降調時，仍易於將兩者相互混淆，無法清楚掌握兩聲調於 $\Delta F_0$ 與基頻轉折時間點間的差異。相反地，於口語產出而言，結果與 Hussein 等(2011)一致。學習者在口語產出中升調與低降調時，能夠掌握兩聲調間的差異，正確產出中升調，唯獨對低降調產出的掌握，仍屬不理想。

在偏誤分析的結果方面，聽覺感知與口語產出亦有著相似的結果，第一音節的偏誤表現與各聲調的正確結果相呼應，且彼此間有共通的聲學特質，高正確率的高平調與高降調，因兩者起調的相同而易於相互混淆，較低正確率的中升調與低降調，則因其相同的基頻走向而相混。顯示無論於聽覺感知或是口語產出層面，第一音節偏誤表現傾向與有共同聲學特質的聲調相互混淆。第二音節的偏誤分析結果，則異於第一音節之結果。

各聲調高偏誤率聲調均為中升調與低降調，推測其原因為聲調之間基頻轉變的轉變期影響華語學習者於聽覺感知及口語產出的結果。

音節位置主要效果的表現上，除中升調於聽覺感知中的結果達顯著差異外，口語產出部份則均無顯著差異。聽覺感知中升調結果方面，指出有別於其他聲調於音節位置正確率的表現，當中升調位於第一音節時，其聲調感知的正確率比第二音節來得高。其原因為對於學習者來說，易與低降調相互混淆為聽覺感知上的為難處之一。除此之外，位於第二音節的中升調，當前導聲調為高降調時，聽覺感知過程經歷一段下降期，增加正確感知的困難度。因此，致使中升調於第二音節感知正確率表現較為不佳。

音節結構結果方面，指出音節結構的差異，僅對聲調口語產出的好壞程度造成顯著差異，以結構複雜度最低且存在於母語系統中，有利於學習掌握的 CV 結構最佳。顯示無論音節結構為何，均不於聲調的正確感知和正確產出造成影響。

由於本研究受試者僅以非聲調語言母語為主要基準（除一名越南語受試者外，其受試者各項結果表現與非語調語言學習者一致），探討在台華語學習者於聲調的表現特徵，未進一步針對特定語言使用者進行研究。因此，無法詳細探究聲調的聽覺感知與口語產出關連性。但 Liberman & Mattingly (1985) 認為語言學習的聽覺感知與口語產出兩者間有相關性。Williams, L. (1979) 亦指出第二外語學習過程為一個先是聽覺感知影響口語產出，口語產出做出修正後，進一步提升聽覺感知敏銳度的循環。本研究中，聽覺感知與口語產出的各項結果，顯示兩者之間有著些許相同的結果。未來，可將母語背景進一步限制於特定語言，進一步探究兩者間的關係與對華語學習的影響特徵。



## 參考文獻

- 何平, (1997):〈談對日本學生的初級華語語音教學〉,《語言教學與研究》,3期,49-50
- 蔡整瑩、曹文, (2002):〈泰國學生漢語語音偏誤分析〉,《世界漢語教學》,60:86-92
- 吳門吉、胡明光, (2004):〈越南學生漢語聲調偏誤溯源〉,《世界漢語教學》,68:81-87
- Abramson, A. S. (1985) The Thai Tone Space, Proceedings of the 18<sup>th</sup> International Conference on Sino-Tibetan Languages and Linguistics (Bangkok)
- Blevins, J. (1995). The syllable in phonological theory. The handbook of phonological theory, ed. by John A. Goldsmith, 206-44.
- Boersma, Paul & Weenink, David (2013). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 5.3.58, retrieved 17 November 2013 from <http://www.praat.org/>
- Broselow, E., Hurtig, R. R., & Ringen, C. (1987). The perception of second language prosody. Interlanguage phonology: The acquisition of a second language sound system, 350-364.
- Carlisle, R. S. (2001). Syllable structure universals and second language acquisition. IJES, International Journal of English Studies, 1(1), 1-19.
- Chao, Y. R. (1968). A grammar of spoken Chinese. University of California Pr.
- Chuang, C. K., & Hiki, S. (1972). Acoustical features and perceptual cues of the four tones of standard colloquial Chinese. The Journal of the Acoustical Society of America, 52, 146.
- Clements, G. (1990). The role of the sonority cycle in core syllabification. Papers in Laboratory Phonology I, edited by John Kingston & Mary Beckmann, 283-333.
- Gandour, J. (1983). Tone perception in Far Eastern languages. Journal of Phonetics, 11(2), 149-175.
- Gandour, J. (1984). Tone Dissimilarity Judgments by Chinese Listeners. Journal of Chinese Linguistics, 12(2), 235-61.
- Guo, L., & Tao, L. (2008, April). Tone Production in Mandarin Chinese By American Students: A Case Study. In Proceedings of The 20th North American Conference on Chinese Linguistics (Vol. 1, p. 123).

- Hao, Y. C. (2012). Second language acquisition of Mandarin Chinese tones by tonal and non-tonal language speakers. *Journal of Phonetics*, 40(2), 269-279.
- Huang, T. (2001). The interplay of perception and phonology in tone 3 sandhi in Chinese Putonghua. *WORKING PAPERS IN LINGUISTICS-OHIO STATE UNIVERSITY DEPARTMENT OF LINGUISTICS*, 23-42.
- Hussein, H., Do, H. S., Mixdorff, H., Ding, H., Gao, Q., Hu, G., ... & Chao, Z. (2011, August). Mandarin tone perception and production by German learners. In *Proc. of SLaTE Workshop on Speech and Language Technology in Education*, Venice, Italy.
- Jongman, A., Wang, Y., Moore, C. B., & Sereno, J. A. (2006). Perception and production of Mandarin Chinese tones. *Handbook of Chinese Psycholinguistics*.
- Kiriloff, C. O. N. S. T. A. N. T. I. N. E. (1969). On the auditory perception of tones in Mandarin. *Phonetica*, 20(2-4), 63-67.
- Liao, R. (1994). *Pitch contour formation in Mandarin Chinese: a study of tone and intonation* (Doctoral dissertation, Ohio State University).
- Liberman, A. M., & Mattingly, I. G. (1985). The motor theory of speech perception revised. *Cognition*, 21(1), 1-36.
- Lin, W. C. (1985). Teaching Mandarin tones to adult English speakers: Analysis of difficulties with suggested remedies. *RELC Journal*, 16(2), 31-47.
- Liu, S., & Samuel, A. G. (2004). Perception of Mandarin lexical tones when F0 information is neutralized. *Language and Speech*, 47(2), 109-138.
- Massaro, D. W., & Cohen, M. M. (1985). The evaluation and integration of pitch height and pitch contour in lexical tone perception in Mandarin Chinese. *Journal of Chinese Linguistics*, 13(2).
- Moore, C. B., & Jongman, A. (1997). Speaker normalization in the perception of Mandarin Chinese tones. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 102, 1864.
- Perception Research Systems. 2007. Paradigm, Retrieved from <http://www.paradigmexperiments.com>
- San, D. (2007). *The phonology of standard Chinese*. Oxford University Press.

- Shen, X. S. (1990). Tonal coarticulation in Mandarin. *Journal of Phonetics*, 18(2), 281-95.
- Shen, X. S., & Lin, M. (1991). A perceptual study of Mandarin tones 2 and 3. *Language and speech*, 34(2), 145-156.
- Shi, B., & Zhang, J. (1987). Vowel intrinsic pitch in Standard Chinese. In *Proceedings of the 11th international congress of phonetic sciences* (pp. 142-145).
- Shih, C. (1997). Mandarin third tone sandhi and prosodic structure. *LINGUISTIC MODELS*, 20, 81-124.
- So, C. K., & Best, C. T. (2010). Cross-language perception of non-native tonal contrasts: Effects of native phonological and phonetic influences. *Language and speech*, 53(2), 273-293.
- Sun, K. C., & Huang, T. (2012). A cross-linguistic study of Taiwanese tone perception by Taiwanese and English listeners. *Journal of East Asian Linguistics*, 21(3), 305-327.
- SY, W. (1967). Phonological features of tone. *International Journal of American Linguistics*, 93-105.
- Wang, X. (2006). Perception of L2 tones: L1 lexical tone experience may not help. In *Proceedings of the Third International Conference on Speech Prosody* (pp. 85-88).
- Whalen, D. H., & Levitt, A. G. (1995). The universality of intrinsic F<sub>0</sub> of vowels. *Journal of Phonetics*, 23(3), 349-366.
- Williams, L. (1979). The modification of speech perception and production in second-language learning. *Perception & Psychophysics*, 26(2), 95-104.
- Xu, Y. (1994). Production and perception of coarticulated tones. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 95, 2240.
- Xu, Y. (1997). Contextual tonal variations in Mandarin. *Journal of Phonetics*, 25(1), 61-83.
- Xu, Y. (1998). Consistency of tone-syllable alignment across different syllable structures and speaking rates. *Phonetica*, 55(4), 179-203.
- Xu, Y., & Emily Wang, Q. (2001). Pitch targets and their realization: Evidence from Mandarin Chinese. *Speech communication*, 33(4), 319-337.
- Xu, Y., & Liu, F. (2002). Segmentation of glides with tonal alignment as reference. *Focus*, 120(140), 160.

Xu, C. X., & Xu, Y. (2003). Effects of consonant aspiration on Mandarin tones. *Journal of the International Phonetic Association*, 33(02), 165-181.

Yang, C., & Chan, M. K. (2010). The perception of Mandarin Chinese tones and intonation by American learners. *Journal of Chinese Language Teachers Association*, 45(1), 7-36.

Ye, Y., & Connine, C. M. (1999). Processing spoken Chinese: The role of tone information. *Language and Cognitive Processes*, 14(5-6), 609-630.

Yip, M. (2002). *Tone*. Cambridge University Press



附表一

標的音節 (Target syllable) = 第一音節 (總共: 64, 16/聲調)

標的音節結構	2 <sup>nd</sup> σ	高平調	中升調	低降調	高降調
	1 <sup>st</sup> σ				
CV	高平調	欺壓	巴黎	擱淺	撲面
CVN		分班	蜿蜒	甘苦	辛辣
CGV		撇脫	漂流	多久	脫白
CGVN		尖端	先前	偏遠	顛頓
CV	中升調	皮膚	狐狸	鼻骨	急進
CVN		顛預	蟠桃	林肯	攔路
CGV		描花	國民	調解	回教
CGVN		駢肩	還錢	全臉	年鑑
CV	低降調	喜歡	可憐	補角	法律
CVN		滿心	膽寒	版本	反叛
CGV		假托	酒席	鬼臉	巧妙
CGVN		點滴	緩頰	碾米	緬甸
CV	高降調	故居	戲言	壁虎	立刻
CVN		萬千	嘆息	飯碗	混沌
CGV		畫分	對聯	瞥扭	廓落
CGVN		間接	幻覺	欠款	片段

標的音節 = 第二音節 (總共: 64, 16/聲調)

標的音節結構	2 <sup>nd</sup> σ	高平調	中升調	低降調	高降調
	1 <sup>st</sup> σ				
CV	高平調	欺壓	巴黎	甘苦	辛辣
CVN		分班	蜿蜒	偏遠	顛頓
CGV		撇脫	漂流	多久	脫臼
CGVN		尖端	先前	擱淺	撲面
CV	中升調	皮膚	狐狸	鼻骨	攔路
CVN		顛預	國民	林肯	急進
CGV		描花	蟠桃	調解	回教
CGVN		駢肩	還錢	全臉	年鑑
CV	低降調	點滴	酒席	碾米	法律
CVN		滿心	膽寒	版本	反叛
CGV		假托	緩頰	補角	巧妙
CGVN		喜歡	可憐	鬼臉	緬甸
CV	高降調	故居	嘆息	壁虎	立刻
CVN		劃分	戲言	飯碗	混沌
CGV		間接	幻覺	警扭	廓落
CGVN		萬千	對聯	欠款	片段