

客語兒向語中聲調與元音的互動*

鄭明中

國立聯合大學

Language and Linguistics
17(5) 623–659
© The Author(s) 2016
Reprints and permissions:
sagepub.co.uk/journalsPermissions.nav
DOI: 10.1177/1606822X16637060
lin.sagepub.com



「兒向語」是一種成人對嬰兒說話時所採用的特殊語體，也是兒童語言習得早期最重要的語言輸入。兒向語中聲調與元音的語音表現已為大量文獻所關注，但是兩者之間的互動卻鮮少在兒向語研究中被論及，因此本研究將透過客語企圖對兒向語裡聲調與元音的互動進行分析。本研究採用 18 個雙音節詞為研究字詞，其中第一個音節為目標音節（6 個聲調+3 個元音）。本研究收集了 14 位說客語的母親的成人語與兒向語語音樣本，並利用 PRAAT 進行基頻與共振峰分析。本研究首先對兩種語體中聲調與元音的表現差異進行個別討論，接著討論兒向語中聲調與元音的互動關係。研究發現如下：第一，就聲調而言，與成人語相比，兒向語聲調在基頻均值、基頻全距、基頻輪廓及基頻斜率都有顯著的擴張，充分體現兒向語「語音強化」的特點。第二，就元音而言，與成人語相比，兒向語裡的元音空間格局下降，元音聲學距離縮短，元音空間面積也小幅縮小，這些與文獻上的記錄不同，只有元音時長的延長是顯著的。本研究認為這與聲調的影響有關。第三，元音的內在音高差異對兒向語裡的聲調影響並不明顯。第四，聲調差異對兒向語裡的元音空間格局及元音空間面積都存有明確的影響，而且影響元音的聲調特徵及作用力大小呈現固定的趨勢，即：舒／入＞高／非高＞平／曲。最後，本研究利用研究發現來闡釋兒向語與兒童聲調與元音習得的關係，及兒向語的非語言與語言層次互動問題。

關鍵詞：客語，兒向語，聲調，元音，基頻，共振峰

1. 前言

在語言習得的研究領域裡，對於「語言輸入」(input) 的探討一向都佔有極大的份量，因為語言輸入與語言發展有著密不可分的關係，缺少前者便不會有後者，然而不同理論學派對語言輸入的作用所持看法各有不同。¹ 例如，喬姆斯基 (Chomsky 1965, 1981) 的「天賦論」

* 本文為行政院國家科學委員會專題研究計畫「兒向語中聲調與音段的互動：以客語為例」的部分研究成果 (NSC 102-2410-H-239-003)。作者感謝本計畫的專任研究助理黃郁晴協助本文的語料收集、統計分析與圖表繪製。同時，作者也要向兩位匿名審查人致上最深的敬意與謝意，他們通讀全文並提出許多修正建議，使本文增加討論的深度與廣度。文中如再有誤，文責由作者自負。

¹ 語言習得理論約略可分成三個流派，即「先天論」、「後天環境論」與「交互作用論」。「交互作用論」統合了「先天論」與「後天環境論」，並強調言語互動 (verbal interaction) 在語言習得中的角色，其中又以「社會交往說」最為重要。關於各個流派的主張，及各流派底下所包含的語言習得理論，請參見李宇明 (2004) 第二章的整理與討論。

(nativism) 反駁行為主義強調後天語言環境對語言發展的決定性影響，主張人類與生俱來就有一種受遺傳因素決定的語言習得裝置 (Language Acquisition Device)，能幫助兒童在幾年內掌握複雜的語言。他更提出「刺激貧乏論」(the poverty of stimuli) 來支持他的論點，指出兒童在習得語言過程中所接觸到的語言輸入總是紊亂的、殘缺不全的 (degenerate)，且處處充滿言行錯誤 (performance errors)，因此僅依賴語言輸入不足以說明兒童如何內化整個語言（語法）系統。² 顯而易見的，這個學派強調語言習得是一種本能過程，並將語言輸入視為語言習得裝置的觸發語料 (trigger)，弱化了語言輸入的作用，也導致後續大量研究聚焦於兒童內在語言能力及共通語法的討論，忽略了後天語言環境的重要性 (Saxton 2009；李宇明 2004)。不過，這種觀點顯然未必完全正確，因為已有許多研究顯示，兒童所接觸的語言輸入有時並非如喬姆斯基所言那樣雜亂無章。舉例來說，Newport et al. (1977) 檢視一個含有 1500 句成人對兒童所說話語的語料庫，僅發現一例不合語法。Owens (2005) 也指出，成人語句中約有一半都是單詞句或簡短的陳述句，而且雖然兒童聽到大量不完整的句子，但絕大部分仍是符合語法的短語結構。由此可知，後天語言環境亦是語言習得的關鍵要素，與先天語言能力相輔相成缺一不可 (Bruner 1983)。再者，除先天與後天因素外，兒童語言發展更需要實際言語交流。李宇明 (2004:53) 指出，「兒童與成人語言交往的實踐，……，對兒童的語言發展起著決定性的作用」。換言之，縱然有語言能力及語言輸入，若沒有言語互動，語言習得便不會產生，這也說明為何電視、廣播、歌曲等非互動性輸入 (non-interactive input) 無法幫助兒童習得語言 (Saxton 2009:69-71)。有鑑於學界對語言輸入及言語互動的日益重視，從一九七〇年代起便有許多研究針對互動性的語言輸入進行重新審視，藉以增進對語言輸入本質的瞭解 (Soderstrom 2007)，而這當中又以「兒向語」(infant-directed speech, IDS) 最受關注，此即本研究所欲探索的主題。

本研究論述編排如下。第 2 節將概略性介紹兒向語及其功能，並回顧相關文獻，特別是語音部分，最後則敘明本研究的研究問題。第 3 節說明研究方法，包括參與者、錄音材料、及研究過程。第 4 節則為結果與討論，除呈現聲調與元音的個別情形外，並特別強調兒向語中聲調與元音之間的互動。第 5 節總結全文。

2. 兒向語

誠如第 1 節所述，從一九七〇年代起，學界開始對成人（尤其是母親）提供給兒童的語言輸入，即兒向語，進行廣泛且深入的探究，這是對喬姆斯基默視語言輸入的一種反動，Snow (1972) 便是這股研究潮流的濫觴。兒向語是一種成人與嬰孩進行言語互動時，自然採用的一種便於交流、易於理解的特殊說話語體 (register)，並且是兒童語言習得早期最主要的語言輸入來源。相較於成人之間的對話（即「成人語」；adult-directed speech, ADS），

² 關於兒童語法習得研究，可參閱 Guasti (2003) 的討論。

兒向語具有言語簡單化 (simplifying)、表達性識別化 (expressive-identifying) 及言語清晰化 (clarifying) 等特點 (Ferguson 1977)。此外，研究也指出，嬰孩對兒向語的喜好 (preference) 或敏感度 (sensitivity) 更甚於成人語，使其表現出更為積極的情感 (Cooper et al. 1997; Fernald 1985, 1993; Pegg et al. 1992; Werker & McLeod 1989; Werker et al. 1994)。

兒向語在非語言 (extra-linguistic) 及語言 (linguistic) 層面上具有特殊功用。從非語言角度來看，兒向語是一種愉悅言語 (happy speech)，它既可表達積極情感、傳遞溝通意圖、強化成人與嬰孩之間的親密關係與社會互動 (Cruttenden 1994; Falk 2004; Fernald 1989, 1992; Garnica 1977; Kitamura & Burnham 2003; Sachs 1977)，亦可吸引嬰孩的注意力，使其專注於對話中所使用的語言及其形式 (Cristiá 2009; Fernald & Mazzie 1991; Snow 1972)。就語言角度而言，兒向語是一種簡化言語 (simplified speech)，是成人為配合嬰孩的認知發展及語言能力而做出的一種順應性調整，這種簡化現象在各個語言層面裡均可觀察到。例如，兒向語的贅詞與重疊詞較多、實詞多功能詞少、具體概念詞較多 (Ferguson 1977; Phillips 1973; Snow 1972)。再如，兒向語的語速慢、語句短、語法簡單、句構明顯、語意簡明，而且對話主題與詞彙項目也大都侷限於嬰孩們當下的語境與具體事物，這些特徵有助於嬰孩對語言的學習與理解 (Bernstein Ratner 1986; Fisher & Tokura 1996; Kemler Nelson et al. 1989)。³

若從語音角度來看，兒向語是一種「清晰言語」(clear speech) 或「過度發音言語」(hyper-articulated speech)。⁴ 一般而言，兒向語中的語音區別性會擴張或誇大，語音範疇 (categories) 的對比顯著性會增加，語音的可學性 (learnability) 會因此提高 (Kuhl et al. 2008)，而且這種語音強化 (phonetic enhancement) 是跨語言共通的現象，已獲許多元音 (Andruski & Kuhl 1996; Andruski et al. 1999; Cristià & Seidl 2014; Englund & Behne 2005; Kuhl et al. 1997; Liu et al. 2003; Uther et al. 2007)、聲調及語調 (Cheng & Chang 2014; Grieser & Kuhl 1998; Kitamura et al. 2001; Liu et al. 2007; Xu 2008; 鄭明中 2013a) 及輔音 (Cheng 2014; Cristià 2009; Englund 2005; Englund & Behne 2005; Malsheen 1980; Sundberg 2001; Sundberg & Lacerda 1999; 鄭明中、郭淑珠 2013) 等相關研究證實，以下各舉兩個兒向語元音與聲調的研究做說明。⁵

³ 但也有些學者認為兒童無法僅透過這些簡化特徵來習得語言 (Gleitman et al. 1984; Newport et al. 1977; Pinker 1994; Scarborough & Wyckoff 1986; Trainor & Desjardins 2002)。

⁴ 一般而言，「清晰言語」是指對有理解困難的聽者（兒童、外國人、聽力受損的人、或是在吵雜環境裡的正常人）所說的較為清楚的言語 (Biersack et al. 2005; Bradlow & Bent 2002; Bradlow et al. 2003; Krause & Braida 2002; Payton et al. 1994; Picheny et al. 1985; Zeng & Liu 2006)。

⁵ 有位審查人提出一個問題。相對於語言的其他層面而言，語音與音韻是一個相當封閉的系統，應無「刺激貧乏」的問題，研究者對此提問有兩點說明。其一，作者提出 Chomsky 的「刺激貧乏」概念主要是為了導引出學界後續對於互動性語言輸入本質的重新檢視，特別是兒向語。其二，雖然語音與音韻的使用相對較多，所以在語音輸入上似乎沒有「刺激貧乏」的「量」的問題，但是人類所發出的語音也並非個個到位、音音分明。換言之，在「質」的面向上，人類的語音並非如想像般的那麼清晰可辨，特別是日常生活的對話中更是如此，到處充斥著語音上的發音不到位、簡化、弱化、重疊等紛亂現象，這些情況不利於嬰兒的語音習得。故而，兒向語語音研究的重點在於「質」的討論，亦即母親是如何呈現不同於成人語的兒向語語音，及兒向語中語音所伴隨的非語言作用。

Kuhl et al. (1997) 探討英語、俄語及瑞典語等語言內三個頂點元音 [i, a, u] 在兒向語及成人語之間的差異，結果顯示兒向語中的元音舌位較為極端、彼此之間的聲學距離較長，所佔的三角空間面積亦較大。Liu et al. (2003) 對比臺灣國語元音 [i, a, u] 在兒向語及成人語之間的差異，也發現前者中的元音因語音擴張而較後者清晰顯著，因而有益於嬰兒的元音區別表現。語音擴張亦見於兒向語中的聲調及語調。Kitamura et al. (2001) 探討泰語（聲調）及澳洲英語（語調）的音高變化，發現兩個語言的兒向語中均有音高提升的現象。Liu et al. (2007) 研究臺灣國語的四個聲調，發現兒向語裡各個聲調都有調形誇大、調值提升、調域變寬、聲調升降急遽及聲調差異擴大的情形，這些語音特點讓嬰兒更易區分不同的聲調，但是聲調的誇大並未造成聲調的扭曲 (tonal distortion)。Xu (2008) 研究粵語兒向語的六個舒聲調亦獲類似結論。⁶

綜上所述，元音與聲調在兒向語中的語音表現已有豐碩的研究成果。然而，綜觀既有的文獻後發現，還有兩個問題尚未獲得兒向語研究的關注。其一，大部分的研究都僅從聲調或元音的角度進行個別探討，對於聲調與元音之間的互動關係的探討則相當匱乏。一般而言，聲調與喉腔 (laryngeal cavity) 及聲帶振動頻率有關，而元音則與喉上腔 (supralaryngeal cavity) 及共振頻率（共振峰）關係密切。⁷ 表面上看起來兩者之間的關係似乎不大。然而，喉腔與喉上腔在發音時的互動關係已廣為文獻所關注（例如：Honda 1983, 1995；Ladefoged 1964；Lehiste 1970；Ohala & Eukel 1987；Rossi & Autesserre 1981；Sapir 1989；Torng 2000；Vilkman et al. 1989）。⁸ 而聲調與元音的互動便是這種關係中的重要一環。先就元音對聲調（音高）的影響來談，發出舌位高低不同的元音時，口腔結構 (lingual configuration) 也相對不同，所以會形成元音內在音高 (intrinsic pitch) 的差異。一般來說，高元音的音高較高，低元音的音高較低（Fischer-Jørgensen 1990；Lehiste 1970；Peterson & Barney 1952；Torng et al. 2001；童寶娟 2005），這是一種跨語言的語音傾向 (Whalen & Levitt 1995)，且其間的差異不致於太大，約介於 4 至 25Hz 之間 (Ohala 1973)。再就聲調對元音影響而論，這方面的影響程度就比較大些，不同類型的聲調會影響元音發音時的舌位變化 (Erickson et al. 2004; Han 1966; Hoole & Hu 2004; Hu 2004; Torng 2000; Zee 1980)。例如，Hu (2004) 發現，當元音出現在低短調或低升調時，會出現舌位後縮 (retraction) 的現象（即元音空間變化）。Erickson et al. (2004) 指出，聲調的高度 (tone height) 對元音的舌位有顯著影響，發低調時舌位會傾向於向後

⁶ 粵語（以廣州話為代表）共有九個單字調，分別為陰平 [55]、陽平 [21]、陰上 [35]、陽上 [13]、陰去 [33]、陽去 [22]、上陰入 [55]、下陰入 [33] 及陽入 [22]（詹伯慧 2002）。Xu (2008) 並未將入聲調列入考量。

⁷ 在聲譜圖上，元音由低頻到高頻有許多共振峰 (formant)，其中第一共振峰 (F_1) 及第二共振峰 (F_2) 最為重要，因為與元音發音時的舌位有對應關係存在。 F_1 與舌位高低成反比。低元音的 F_1 高，高元音的 F_1 低。 F_2 與舌位前後成正比。前元音的 F_2 較高，後元音的 F_2 較低。圓唇也會使共振峰下降，越是圓唇，共振峰頻率下降越多。Ladefoged (1993:196) 指出，圓唇在前元音的 F_3 下降比較明顯，在後元音則為 F_2 下降比較明顯。

⁸ 對於音高 (pitch) 與喉上腔發音的互動大都透過控制 F_0 的方式進行，而且以西方非聲調語言的文獻居多。對於聲調語言的探討相較下還是相當缺乏，而且結果頗不一致。例如，Zee (1980) 就指出，聲調對元音的影響的確存在，但不同說話者所呈現的變化卻不太相同。

退縮。⁹這是一般文獻（針對成人語）描寫的情況。在兒向語中，雖然已有研究表明，兒向語中的音高高低 (pitch height) 及音高輪廓 (pitch contour) 會對嬰兒的元音辨識產生影響 (Trainor & Desjardins 2002)。誇大的音高（特別是高平）會削弱嬰兒對元音的辨識，但是曲折的音高卻有助於嬰兒辨識元音。¹⁰然而，這種對元音辨識所產生的正負面影響是否也會體現在元音發音或元音空間上？這個問題值得深入探究。

其二，以往對漢語方言兒向語的研究（如國語、粵語）均以舒聲調為主，入聲調並未被列入考量，但舒（緩、長）入（促、短）聲調的發音過程明顯不同。例如，Liang (2005) 研究美濃客家話時就發現，入聲音節中的元音有向口腔中央移動的傾向。因此，這樣的差異是否也會造成兒向語中元音發音或元音空間上的變化呢？舒入調（或各個聲調）與元音之間的相關性又是如何？是否可以根據聲調的特徵（舒／促、高／非高、平／曲）為元音空間變化做進一步的系統性歸類？總之，聲調與元音的交互影響是肯定的，然而兒向語研究裡聲調與元音卻往往是分別進行，其間的互動議題幾無相關討論，因此目前對於兒向語中聲調與元音如何影響，以及影響程度為何一無所知，也因而無法釐清兩者之間的互動相關性為何，實為可惜。

有鑑於此，本研究欲透過客語的三個頂點元音 [i, a, u] 加上六個聲調，對上述問題進行實驗語音學探索。客語中有六個聲調恰好符合研究需求，不僅有高調與低調之分、平調 (level tone) 與曲折調 (contour tone) 之別，更有舒聲調 (non-checked tone) 與入聲調 (checked tone) 之異。因此，透過本研究的執行，不僅可以瞭解客語的聲調與元音在兒向語中的通盤表現，彌補客語在兒向語研究中的空白，更可以明確回答兒向語中元音對聲調及聲調對元音所形成的影響，深入解釋其間的相關性。

3. 研究方法

這一節將說明本研究所採用的研究方法，包括參與者、錄音材料及研究過程，以下分點論述。

⁹ Erickson et al. (2004) 的結論是有所不足的，因為該研究只涉及普通話的一個元音 [a] 及兩個聲調（高平、降升）。

¹⁰ Trainor & Desjardins (2002) 從諧波 (harmonics) 與共振峰能量交疊的角度來解釋元音辨識議題。先就共振峰而論，共振峰是觀察不同元音的重要聲學指標之一，其產生是因不同元音的不同共振腔形狀使元音的能量在不同頻率段獲得增強，而且共振頻率（發單元音時）是相對穩定的。再就諧波（或稱泛音、陪音）而論，它的產生、頻率與基礎頻率 (fundamental frequency, F_0) 有關。發音時，聲帶產生振動就會產生諧波，諧波有很多個 ($H_1 \sim H_n$)，其頻率分別為 F_0 的整數倍。諧波的平曲形態也與 F_0 相同。所以，當 F_0 為平調時，諧波也是平的，諧波與共振峰疊合的機會就比較小，但是當 F_0 為曲折調時，諧波便具有上下起伏，所以一定會與元音的共振峰產生交疊，使元音共振能量加強，增加元音辨識的成功率。另外，當 F_0 頻率越大，各諧波的間隔也會越大，因此也更不易與共振峰產生交疊，特別是當 F_0 既高又平時，這就說明為何高平調會削弱嬰兒對元音的辨識。

3.1 參與者

聲學研究的第一步即是尋找具有代表性的參與者。十四名說四縣客語的母親參與本項研究，他們的嬰兒年齡介於 6–26 個月之間（見〈附錄 1〉，其中介於 6–14 個月有 7 人，介於 20–26 個月有 7 人）。¹¹ 這些參與錄音的母親都是依循下列原則挑選而來。第一，本身及其配偶均為客家人，客語為家中常用語言，日常與其他客家人交談時亦以使用客語為主。第二，發音人都是苗栗當地人，本身都能說流利的客語。第三，媽媽必須沒有任何言語、喉嚨、精神治療方面的病史。

3.2 錄音材料

本研究的錄音材料包括十八個 $= X C_1 V_1 (C_2) C_3 (M) V_2 (V/C)$ 為結構的雙音節詞組（C：輔音、V：元音、M：介音）， C_2 只出現在入聲調中，為 [p, t, k] 三個塞音韻尾其中之一。每個詞組的第一個音節為本研究的目標字，該音節是由客語的 6 個聲調（陰平 [35]、陽平 [31]、上聲 [51]、去聲 [55]、陰入 [53]、陽入 [55]）與 3 個頂點元音 ([i, a, u]) 相互搭配而成，如 (1) 所示。¹²

¹¹ 有位審查人提到嬰兒年齡從 6–26 個月，跨距相當廣，從學語前的 (prelinguistic) 嬰兒到兩歲的學步小孩 (toddlers)，這樣的取樣似不符合兒向語會隨年齡變化而有順應性調整的說法。研究者對此問題有兩點說明。其一，本研究語料收集屬單次錄音而非長期性錄音，而單次錄音使得母親能更專注於錄音語料。其二，為檢視本研究的所收集的兒向語聲調與元音是否因嬰兒年齡增大而有所調整，本研究將這 14 名嬰孩分成兩組，即 6–14 個月與 20–26 個月，並利用單因子變異數分析檢視這兩組嬰孩之間的聲調與元音是否存有差異。統計結果顯示，聲調的基頻均值、基頻全距及基頻斜率均未達顯著差異水準 ($p > .05$)。同樣地，元音長度、元音聲學距離及元音空間面積也都未達統計上的顯著差異水準 ($p > .05$)。簡言之，兩組嬰孩在聲調與元音的各項聲學參數相當，由此可見本研究中嬰孩的年齡跨距並不影響聲調與元音的討論。

¹² 在此，客語所指為臺灣苗栗的四縣客語。本研究採用的調值描述是根據張月琴 (1995) 對苗栗四縣客語的聲學調查結果。另外，羅肇錦 (2007) 所描述的苗栗四縣客語的六個聲調的調值，分別為陰平 [24]、陽平 [11]、上聲 [31]、去聲 [55]、陰入 [2]、陽入 [5]。兩者之間的調值雖然有些差異，但是調形方面差距不大。另外，有位審查人提及，聲調的基頻與元音的共振峰會受相鄰輔音的影響而產生些微差異，但研究字表中的目標字的聲母與韻尾並不一致，可能對結果的推論造成影響。作者並非沒有發覺這個問題，而是有設計上困難。在設計雙音節字表時，依重要性有三個點須考量。客家話屬「前字變調」，所以第一優先考量點就是將後字聲調控制在陽平調，避免前字產生變調。次要的考量點就是所找出的雙字詞是否常用，能否以圖片或實物表示以方便母親與嬰兒互動時的實驗操作。至於最後一個考量點才是聲母與韻尾，韻尾雖有 [t, k] 兩個，但在連續語流中，這兩個入聲韻尾大都被發成喉塞音（鄭明中 2013a）。至於聲母的部分，作者翻遍所有客語字典，想要找到同一聲母配上三個元音及六個聲調，但這幾乎是不可能的事。即使有，則會出現很多冷僻少用的字詞，母親既不會唸讀，也不能以圖片或實物表示。基於以上困難，最後就只好使用不同的（無聲）聲母。雖然不同類別的聲母對於共振峰及基頻在開頭處會有一些影響，但對整體結果的影響應不致於太大。由於字表設計同時要考量前字不變調、三個元音、六個聲調、是否常用，還有配合客語音節的組合限制 (phonotactic constraints)，所以若要再對聲母進行全面控制是不可行的。

(1)	陰平	陽平	上聲	去聲	陰入	陽入
[i]	池塘 [pi ³⁵ tʰoŋ ³¹]	皮鞋 [pʰi ³¹ hai ³¹]	死鹹 [ci ⁵¹ ham ³¹]	剔頭 [tʰi ⁵⁵ tʰeu ³¹]	膝蓋 [tɕʰit ⁵³ tʰeu ³¹]	蝙蝠 [pʰit ⁵⁵ pʰo ³¹]
[a]	車牌 [tʂʰa ³⁵ pʰai ³¹]	茶壺 [tʂʰa ³¹ fu ³¹]	假錢 [ka ⁵¹ tɕʰien ³¹]	畫圖 [fa ⁵⁵ tʰu ³¹]	開水 [tsak ⁵³ tʂʰa ³¹]	石頭 [sak ⁵⁵ tʰeu ³¹]
[u]	豬腸 [tsu ³⁵ tʂʰoŋ ³¹]	葡萄 [pʰu ³¹ tʰo ³¹]	斧頭 [pu ⁵¹ tʰeu ³¹]	樹橋 [su ⁵⁵ kʰieu ³¹]	骨頭 [kut ⁵³ tʰeu ³¹]	毒蛇 [tuk ⁵⁵ sa ³¹]

爲了能更準確地界定及測量音高及共振峰數值，C₁ 與 C₃ 排除鼻音、滑音、邊音等有聲輔音，因爲有聲輔音發音時聲帶振動，這會對音高起終點的界定產生誤判，也會連帶使本研究中元音共振峰的測量出現問題。透過這樣的字詞設計，目標聲調將完全由 V₁ 韻核 (nucleus) 承載，同時也便於 PRAAT 語音分析軟體界定目標元音（即 V₁）所在（詳見 3.3.2 節說明）。另外，每個詞組的第二個字的單字調均控制爲陽平調 [31]。如此一來，除可以維持所有的目標字都處在相同語境之外，也可確保沒有變調產生。

3.3 研究過程

3.3.1 錄音

正式錄音前，研究者先禮貌性拜訪每名媽媽，並向其說明本研究欲觀察母親與嬰兒之間的互動情形，但並不告訴她們真正的研究意圖，在獲得母親們同意後才進行後續研究工作。此外，研究者將錄音材料提供給參與研究的母親們，使她們可以事先瞭解研究所採用的詞組。另外，研究者也先行讓母親們熟悉錄音筆、麥克風，並說明操作方式。這些作爲都是爲了使媽媽能以最自然的方式與嬰兒互動，減少研究可能帶來的焦慮與不安。另外，就樣本的收集方式而言，本研究以半自然的方式進行，雖然提供字表導引，但卻也可讓媽媽與嬰兒自然進行言語交流，這種方式產生的自然語流將更能反應出母嬰日常的言語交流。在拜訪結束前，研究者與母親們約定正式錄音時間。

爲有效控制錄音品質，本研究採用 SONY (PCM-M10) 高品質專業級錄音筆，透過不經過壓縮的 96KHz/24bit 脈衝編碼調變 (pulse-code modulation, PCM) 格式進行錄音，如此可以防止聲音因被壓縮後而在解壓縮還原的過程中產生失真。本研究使用鐵三角高音質小型單指向領夾式麥克風（型號：Audio-Technica AT9901），響應頻率爲 100–17KHz，靈敏度爲 -40dB。單指向麥克風的優點在於能將週遭雜音的影響降到最低，適合本研究對錄音品質的要求。

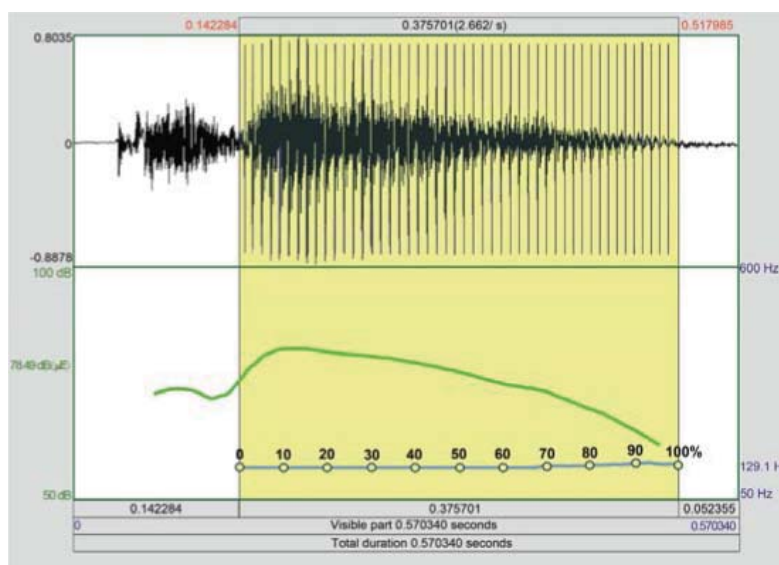
接下來即進入正式錄音。兩種語體的錄製均在安靜的房間內進行。兒向語部分，母親與嬰兒單獨在安靜的房間內，以他們平時最自然的方式進行言語互動 15–20 分鐘。爲幫助母親

們正確的說出目標字，研究者提供母親們與目標字相應的玩具或圖卡。成人語部分，研究者與母親們在錄製兒向語之前或之後（視情況而定），透過彼此的交談導引出目標字。完成兒向語與成人語的語料收集後，緊接著進行的是審音與切音工作。在排除字與字重疊、玩具噪音及嬰兒發出的聲音干擾情形之後，研究者挑選出適當的目標字音段。每位媽媽的每個目標字都選取 2 個清晰樣本，總計有 1,008 個有效樣本（18 目標音節×2 語體×2 樣本×14 人）。

3.3.2 基頻與共振峰的測量

本研究採用 PRAAT 語音分析軟體及其腳本 (script) 功能，對完成切音的目標字的聲調基頻及元音共振峰進行自動測量，並將測量結果輸出到 Microsoft Access 資料庫中。PRAAT 的分析設定採用系統預設值，音高觀測範圍為 75~500Hz，共振峰觀測範圍為 0~5.5KHz、頻寬 (bandwidth) 為 25 毫秒，PRAAT 使用手冊指出這樣的設定最適合分析女性的聲音及前三個共振峰。本研究整個分析步驟分點敘述如下：首先，PRAAT 會先判讀每個已經過篩選的語音樣本的基頻曲線的起點 (onset) 與終點 (offset)，並分別抓取這兩點的時間。這個動作，除了可以界定聲調的基頻曲線範圍之外，同時也可協助標明元音的位置，因為元音是聲調的承載段。接下來，將起點與終點的時間差平均分成 10 等分，即在基頻曲線上取 11 點（包含起終點），並透過 PRAAT 自動量取這 11 個點的基頻頻率值及共振峰頻率值，如 (2) 所示。最後，將各點所測得的基頻及共振峰數值全部匯入資料庫中，以便進行後續的處理、分析及繪圖。另外，本研究同時也取出十分之一的樣本進行人工檢測，分別檢測這些樣本在這 11 個取樣點上的基頻與共振峰數值，確定 PRAAT 測量到的基頻與共振峰數值與人工檢測的數值相當。

(2) 基頻曲線取點示意圖（圖形資料來源：本研究自繪）



3.3.3 基頻及共振峰標準化

由於每位媽媽的發音必定存有個人差異，因此無法直接拿絕對基頻與共振峰數值來進行比較，必須先將測得的基頻與共振峰進行標準化 (normalization) 之後，相互比較才具有語言學意義。就基頻而言，本研究利用 (3) 的公式對所有測得的基頻數值進行聲調五度制的標準化，公式中 P_H 為最大基頻值， P_L 為最小基頻值， P_i 為各點所測得的基頻數值， T_i 為標準化後的五度制聲調值。公式中運用了對數轉換，其優點在於可更貼近人的聽覺感知（石鋒 2008）。

(3) 音高標準化公式（石鋒 1990）

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

標準化的程序如下。首先，將每位母親成人語中所測得的基頻最大值、最小值及各點基頻數值分別帶入公式。如此，每位母親的成人語聲調都按照自身的聲調格局，轉換成語言學上常用的五度制。緊接著，每位母親的兒向語聲調則以她自身的成人語聲調格局作為轉換基礎。換言之，將成人語的基頻最大值、最小值，以及兒向語的各點基頻數值（即 P_i ）帶入 (3)。透過這樣的方式處理，兒向語與成人語的基頻轉換的立足點平等，有利於後續的相互比較。由於一般兒向語具有語音擴張、誇大的現象，所以轉換出來的結果會超出原先的五度制聲調框架。

就共振峰而言，本研究採用 (4) 的公式，將所有成人語與兒向語中所測量到的 F_1 及 F_2 數值轉換為相對應的巴克值 (Bark)，公式中 F_i 為共振峰數值， B_i 為巴克轉換值 (Bark-converted value)。巴克為一種聽覺量尺，是用以描述人耳對頻率敏感程度的單位，以此為共同單位來區辨不同的元音，可以減少因不同說話者的生理差異而產生的聲學變異性。

(4) 共振峰標準化公式 (Traunmüller 1990, 1997)

$$B_i = 26.81 / (1 + 1960 / F_i) - 0.53 \quad (B_i = B_1 \text{ or } B_2; F_i = F_1 \text{ or } F_2)$$

另外，本研究欲探討的聲學參數分成聲調（音高、基頻）與元音（共振峰）兩部分。在聲調部分，包括基頻輪廓 (F_0 contour)、基頻均值 (F_0 mean)、¹³ 基頻全距 (F_0 range)、¹⁴ 基頻斜率 (F_0 slope)。在元音部分，包括元音長度 (vowel duration)、元音聲學距離 (vowel acoustic

¹³ 將 11 個點標準化後的基頻數值進行平均，所得之均值即為基頻均值 (F_0 mean)。

¹⁴ 將 11 個點標準化後的基頻最大值減去最小值，所得之差值即為基頻全距 (F_0 range)。

distance)，與元音空間面積 (vowel space area)。元音部分的後兩項聲學參數的計算，是將標準化後的 B_1 (F_1 巴克轉換值) 與 B_2 (F_2 巴克轉換值) 代入 (5) 與 (6) 的計算公式來完成。

(5) 元音空間面積 (Liu et al. 2003)¹⁵

$$| ((B_1 i^*(B_2 a - B_2 u)) + (B_1 a^*(B_2 u - B_2 i)) + (B_1 u^*(B_2 i - B_2 a))) / 2 |$$

(6) 元音聲學距離 (一般線性距離公式)

$$\sqrt{(B_1 x - B_1 y)^2 + (B_2 x - B_2 y)^2} \quad (\text{其中 } x, y \text{ 可指 } [i, a, u])$$

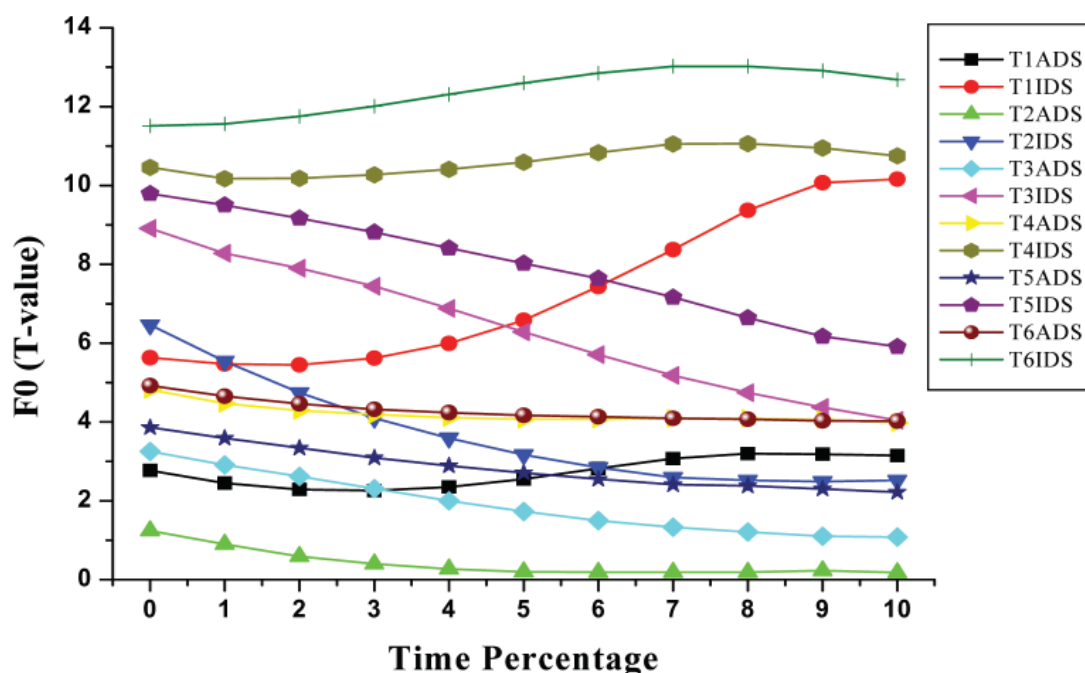
4. 結果與討論

本節將說明分析結果及相關討論，分成四個小節來進行。第一、二小節分別探討聲調與元音在兩種語體比較中的表現。第三、四小節則針對聲調與元音之間的互動，亦即對兒向語中元音對聲調，以及聲調對元音的影響進行說明。第五小節為綜合討論。

4.1 聲調在兩種語體中的表現差異

本小節將從兩種語體的比較看聲調的表現差異。〈附錄 2〉為每位母親的基頻標準化後的聲調平均值。(7) 為成人語與兒向語的聲調空間圖 (tone space)。顯而易見的，就聲調分布而言，客語的六個聲調在兒向語中均顯著高於成人語。

¹⁵ Liu et al. (2003) 原始公式採用 F_1 與 F_2 來計算，這裡改以轉換過後的 B_1 與 B_2 代替。

(7) 成人語與兒向語的聲調空間圖（不分元音）¹⁶

另外，基頻均值大幅提升，基頻全距也擴大，這可以從 (8) 與 (9) 中兒向語對成人語的比值（即兒成比）看出端倪。本研究也以語體（兒向語與成人語）為自變項，以基頻全距與基頻均值為依變項，利用個別的單因子變異數分析 (separate One-way ANOVAs) 分別針對各個聲調的基頻全距與基頻均值進行兩種語體之間的差異比較。統計結果顯示，不論是基頻均值或基頻全距，統計上均呈現（極端）顯著差異 ($p < .001$ 或 $p < .05$)，亦代表兒向語的各個聲調在基頻均值與基頻全距上均極為明顯地高於成人語裡的相應聲調。這些現象說明了兒向語的跨語言特質，即語音的擴張與誇大。

(8) 兩種語體的平均基頻均值/標準差（不分元音）

	陰平/ <i>SD</i>	陽平/ <i>SD</i>	上聲/ <i>SD</i>	去聲/ <i>SD</i>	陰入/ <i>SD</i>	陽入/ <i>SD</i>
成人語	2.98/0.56	0.44/0.22	1.92/0.34	4.24/0.23	2.82/0.23	4.28/0.24
兒向語	7.87/1.74	3.66/1.28	6.43/1.33	10.71/1.82	8.07/1.52	12.35/2.23
兒成比	2.64	8.36	3.36	2.53	2.86	2.88

¹⁶ 由於繪圖軟體無法顯示中文字型，因此客語六個聲調的調名分別以 T1（陰平）、T2（陽平）、T3（上聲）、T4（去聲）、T5（陰入）、T6（陽入）標示於圖中。

(9) 兩種語體的平均基頻全距/標準差（不分元音）

	陰平/ <i>SD</i>	陽平/ <i>SD</i>	上聲/ <i>SD</i>	去聲/ <i>SD</i>	陰入/ <i>SD</i>	陽入/ <i>SD</i>
成人語	1.15/0.50	1.27/0.70	2.28/0.70	0.90/0.25	1.81/0.53	1.01/0.30
兒向語	5.30/1.13	4.14/1.05	5.02/0.77	1.14/0.30	3.99/0.90	1.93/0.51
兒成比	4.61	3.26	2.21	1.27	2.21	1.90

再者，語音擴張也顯示於基頻輪廓，兒向語中聲調的升降幅度比成人語顯著，升者更升，降者更降，基頻斜率可用以說明這一點。本研究利用統計上的線性迴歸分析 (linear regression) (Zar 1984)，計算出每個聲調的平均斜率，如 (10) 所示。¹⁷ 在 (10) 裡，正值表上升趨勢，負值表下降趨勢，數值越大表示升降幅度越劇烈。就陰平、陽平、上聲、陰入等四個曲折調而言，兒向語的聲調斜率值明顯高於成人語許多，聲調升降幅度加劇。去聲與陽入兩個平調的斜率也由負轉正，呈現微幅上揚的態勢，但與其他聲調的巨幅升降相比仍為平調，所以不致於造成兒童在聲調區別上的混淆。¹⁸ 另外，上述結果也獲得統計分析的支持。本研究以語體為自變項，基頻斜率為依變項，透過個別的單因子變異數分析針對各個聲調裡的基頻斜率進行兩種語體之間的比較。結果指出，兒向語的各個聲調的基頻斜率明顯大於（升調或平調）或小於（降調）成人語裡各相應聲調的基頻斜率 ($p < .05$)。

(10) 兩種語體的平均基頻斜率/標準差（不分元音）

	陰平/ <i>SD</i>	陽平/ <i>SD</i>	上聲/ <i>SD</i>	去聲/ <i>SD</i>	陰入/ <i>SD</i>	陽入/ <i>SD</i>
成人語	0.087/0.06	-0.096/0.07	-0.241/0.07	-0.063/0.02	-0.167/0.06	-0.082/0.03
兒向語	0.594/0.13	-0.399/0.09	-0.506/0.09	0.085/0.04	-0.414/0.01	0.171/0.09

總之，兒向語在基頻全距、基頻均值、基頻輪廓，基頻斜率等聲學特徵上，不論是質的觀察或是量的分析，均呈現語音擴張或誇大的現象，但各個聲調仍然可以透過基頻全距、基頻均值、基頻輪廓，基頻斜率等聲學特徵中的兩個或兩個以上來維持彼此之間的區別，不會因為語音擴張產生聲調混淆 (Cheng & Chang 2014)。

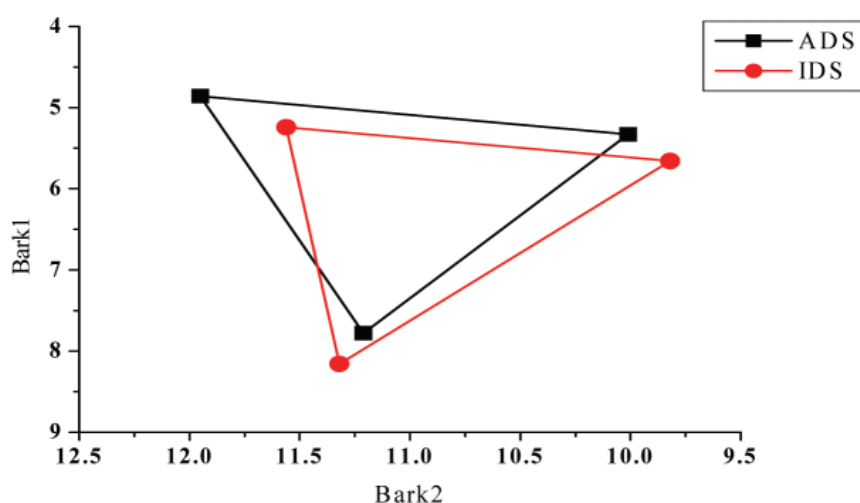
¹⁷ 基頻斜率計算方式是利用測量時所取出的 11 個點的標準化聲調數值（即 T 值），透過線性迴歸分析計算點與點之間共十個區段的斜率，相加後以求取每個聲調的平均斜率。所有母親的成人語與兒向語的聲調斜率值，請參見〈附錄 3〉。

¹⁸ 去聲與陽入在成人語中微幅下降，是屬於人類發音時能量自然耗弱 (declination) 的表現 (Yip 2002:9)，而這兩個聲調在兒向語中的微幅上升，則與跨語言、跨物種中利用高（升）調來表示「親密、愛暱」等情感因素有關 (Morton 1977; Ohala 1983, 1984, 1994; Scherer 1986; Trainor et al. 2000; 朱曉農 2004)。高調的作用使這兩個聲調上升，但升幅肯定不致於太大，因為大幅的變動會使原先的平調變成曲折調，可能進而與其他的曲折調太相近而造成聲調曲解混淆。相關議題的討論，亦可參閱 Kitamura et al. (2001) 與 Liu et al. (2007)。

4.2 元音在兩種語體中的表現差異

在說明聲調之後，緊接著要討論的是成人語與兒向語中元音的表現差異。〈附錄 4〉為每位母親的共振峰標準化後的平均值。¹⁹ 本研究將兩種語體所有元音的共振峰標準化，並以元音為單位將所得到的巴克值平均，在暫時不分聲調的情況下，將平均值繪製成元音空間圖 (vowel space)，如 (11) 所示。分聲調的情況將在 4.4 節討論。

(11) 成人語與兒向語的元音空間圖（不分聲調）



觀察 (11) 後可以發現，兒向語中 [i, a, u] 的舌位都比成人語來得低（且後，[a] 除外，較前），因而產生開口度較大的元音，這不同於以往文獻所指元音會往極端方向移動擴張（即前者更前，後者更後，低者更低），本研究認為這種兒向語元音空間格局的下移與聲調的影響有關，此點將於 4.4 節再進行深論。事實上，這種發現不僅見於本研究，Dodane & Al-Tamimi (2007) 在比較法語、英語、日語等三種具不同韻律結構的語言的兒向語時，同樣也發現這三個語言的兒向語都有元音空間格局下移，元音開口度變大的情況。²⁰ 開口度變大易形成響度較大的音，其實也不失為吸引嬰孩注意力的方式之一。再者，元音的分布本來就不是一個點而是一個空間，只要是落在這個空間中，均可被感知為該元音（Peterson & Barney 1952；石鋒 2002, 2008）。接下來，本研究將更進一步探討這兩種語體在（一）元音的高低維與前後維 (tongue height and advancement)、（二）元音長度、（三）元音聲學距離及（四）元音空間面積上的差異，以下分點進行論述。

¹⁹ 關於元音的聲學討論及轉換方式，可以參見孫銳欣 (2008)。

²⁰ 法語為音節合拍 (syllable-timed) 語言，英語為重音合拍 (stress-timed) 語言，日語為莫拉合拍 (mora-timed) 語言。Dodane & Al-Tamimi (2007) 是以每種語言各五位媽媽，透過對嬰孩唸讀一段故事的方式進行語料收集，所以其所採集的語料比 Kuhl et al. (1997) 更為自然。

就元音的高低維與前後維而言，本研究採取獨立樣本 t 檢定，考驗每位母親自身所發出的兒向語與成人語元音（巴克值）在高低維、前後維上的差異，發現 [i] 的高低維 ($p < .05$)、前後維 ($p < .05$)，[a] 的高低維 ($p < .05$)、前後維 ($p < .05$)，及 [u] 的高低維 ($p < .05$) 均達統計上的顯著差異水準。簡言之，與成人語相比，兒向語的 [i] 舌位更低更後，[a] 舌位更低更前，[u] 舌位更低，因此造成整個元音空間格局下移。這樣的結果也說明了兩方面的事實。一方面，兒向語中的元音並非一定是完全往外擴張的，這其實反應了人類發音時的生理限制。[i] 為前高元音，只要在不造成元音辨識困難的條件下，向下往後的變化空間自然較為寬廣。[a] 為中低元音，一般來說變動性（或稱游移性）較高，[a] 在兒向語中向下往前的移動變化，可以增加語音的開口度、響度等，有助於兒童較早習得 [a]。²¹ 然而，[u] 為後高元音，因為舌位分布在口腔後部，所以相對於 [i] 與 [a] 來說，舌位向後移動的空間就相當受限，然而向下移動的空間就頗為寬廣。²² 更有趣的是，這三個元音在兒向語中的分布差異，似乎正巧呼應跨語言中元音的習得順序 ([a] > [i] > [u])，這個問題將在 4.5 節再行說明。另一方面，誠如石鋒 (2006, 2008) 所指，元音的空間分布並不是一個點，而是一個區間，最典型的例子非 Peterson & Barney (1952) 對於英語元音分布的研究莫屬。因此，雖然兒向語中三個頂點元音所形成的元音空間格局是下降的，但只要元音的分布不脫離屬於自己的合理分布空間，元音彼此之間的區辨是不會出現問題的。再者，目前單就兒向語裡的三個元音在 B_1 與 B_2 的兩兩元音相互比較上均已達到統計上的顯著差異水準（全部 $p < .05$ ）。換言之，兒向語裡的三個元音之間可以透過頻譜特徵（共振峰）成功區別彼此。

接下來，就兩種語體的元音長度及元音聲學距離來看，其計算結果如 (12) 與 (13) 所示。先從 (12) 談起，不論從哪一個元音來看，兒向語的元音長度明顯長於成人語的元音長度，而且增長比例顯著，充分展現出兒向語在音段上會呈現延長的特點。然而，就元音聲學距離來看，情況則略有不同。(13) 顯示，兒向語在 [i-a] 與 [i-u] 之間的聲學距離反而比成人語來得小，只有在 [u-a] 的距離有擴張，但程度上似乎也不大。

(12) 兩種語體的平均元音長度及其標準差（不分聲調，單位為 ms）²³

	[i]長度/ <i>SD</i>	[a]長度/ <i>SD</i>	[u]長度/ <i>SD</i>
成人語	85.5/23.5	106.5/27.8	91.9/20.5
兒向語	161.3/34	183/33.2	166/37.5
兒成比	1.89	1.72	1.81

²¹ [a] 的高游移性亦可從「配列限制」(phonotactic constraints) 觀察到。就客語而言，[a] 可與 [-i, -u, -m, -n, -ŋ, -p, -t, -k] 等韻尾相結合，但 [i, e, o, u, ɿ] 等元音與這些韻尾相結合時，就多少呈現出結合限制，例如 [i, e, ɿ] 不可與韻尾 [k, ŋ] 結合。換言之，唯有具高游移性，[a] 才允許出現在這麼多樣的語境。關於客語韻母的配列限制，請參見古國順 (2005) 及鍾榮富 (2004) 第六章的討論。

²² 對於客家話元音空間格局的討論，可參見 Cheng (2012)。

²³ 全體母親的成人語與兒向語各個聲調中的元音長度平均值，請參見〈附錄 5〉。

(13) 兩種語體的平均元音聲學距離及其標準差（不分聲調）

	[i-a] 聲學距離/ <i>SD</i>	[i-u] 聲學距離/ <i>SD</i>	[u-a] 聲學距離/ <i>SD</i>
成人語	3.05/0.38	2.02/0.59	2.76/0.59
兒向語	2.95/0.49	1.82/0.43	2.97/0.63
兒成比	0.97	0.90	1.08

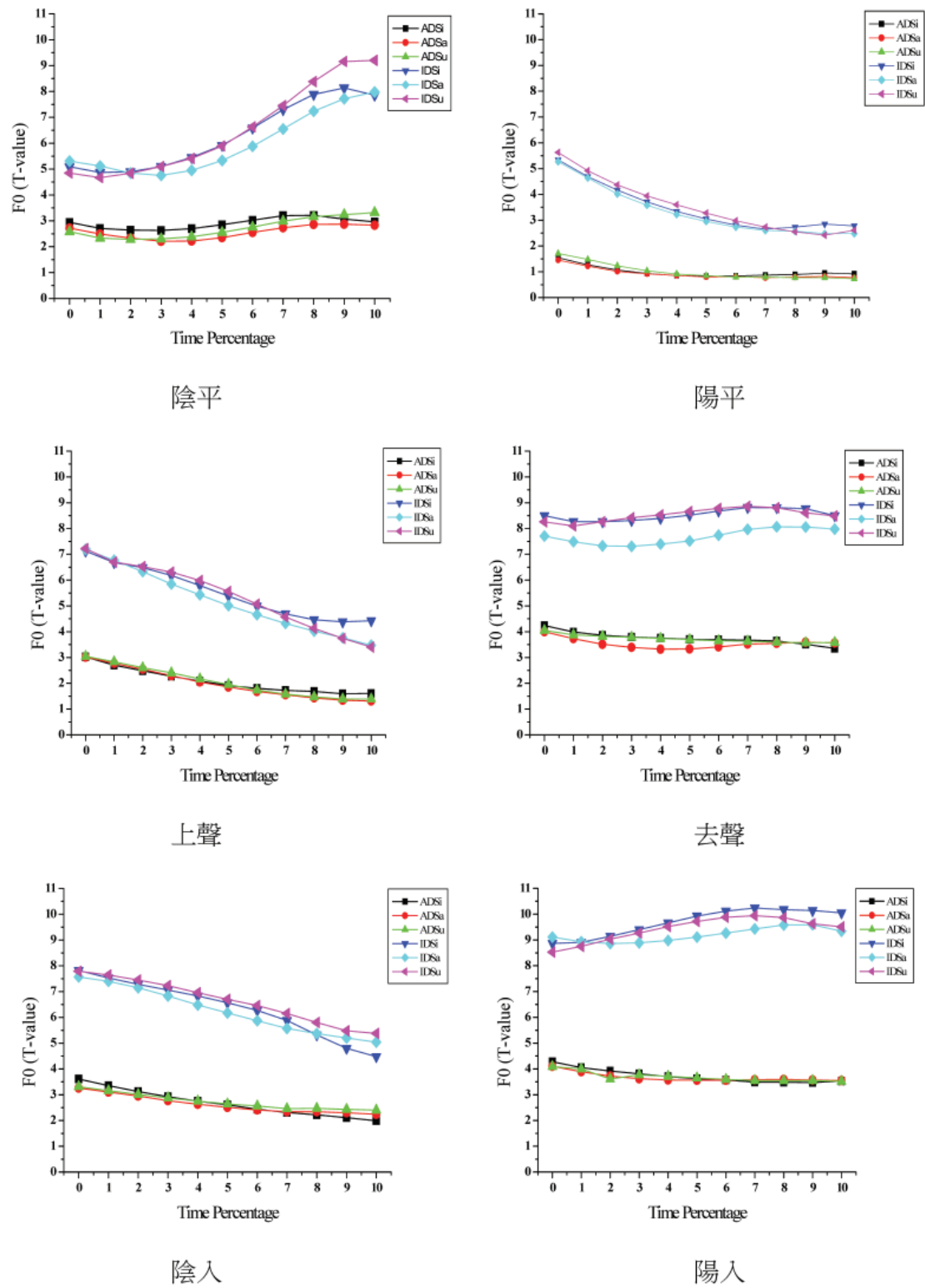
再就元音空間面積而言，在此將巴克值代入 (5) 的公式中，計算每位母親每個聲調下三個頂點元音所構成的元音空間，隨後加總並求取平均。計算結果顯示，兒向語與成人語分別為 2.658 和 2.814（單位為 Bark^2 ），兒成比為 0.9446。本研究也以語體為自變項，元音空間面積為依變項，利用單因子變異數分析考驗兩種語體之間的元音空間面積差異，結果達顯著差異 ($p < .05$)。簡言之，不論從質的觀察或量的分析，結果均顯示兒向語的元音空間面積是小於成人語的元音空間面積，這亦與文獻說法不盡相同，但元音空間縮小似乎與入聲調、高調有關，這個問題將在 4.4 節進行說明。

總體而言，在本研究所討論的元音聲學參數裡頭，兒向語只有在元音長度上頭明顯長於成人語，在元音聲學距離與元音空間面積部分是小於成人語，且元音空間格局也是比成人語降低。Englund (2005) 曾言，兒向語中時長特徵 (temporal cue) 比頻譜特徵 (spectral cue) 來得重要，更有助於語音習得。對於這個說法，本研究有一點不同的看法。事實上，以客語而言，元音的區別完全是依頻譜特徵（即 F_1 與 F_2 ）的不同，音長並非客語元音的區別性特徵，然而在 F_1 與 F_2 已能完全區別兒向語中的元音時，時長的特徵就變得尤為重要，更能吸引嬰兒的注意力。此外，若將元音與聲調相比，則呈現出一個有趣的發現。在聲調上，所有的聲學參數都呈現語音強化 (phonetic enhancement)，而在元音上，語音強化卻僅止於元音長度的延長，其他參數都不顯著或是縮小。這似乎顯示聲調與元音在兒向語裡彼此競爭，而聲調在這場競爭中獲得主導性的地位，這與聲調具有傳遞親密情感的功用不無關係，這一點將留待 4.5 節再行說明。

4.3 兒向語中元音對聲調的影響

目前本研究還是停留在兩種語體的聲調與元音的個別探討上，以下本研究將進一步比較聲調與元音之間的互動。首先從兒向語中元音對聲調的影響談起，(14) 列出兩種語體中客語的六個聲調出現在不同元音時所形成的聲調空間圖。

(14) 客語的各個聲調出現在不同元音時的聲調空間圖



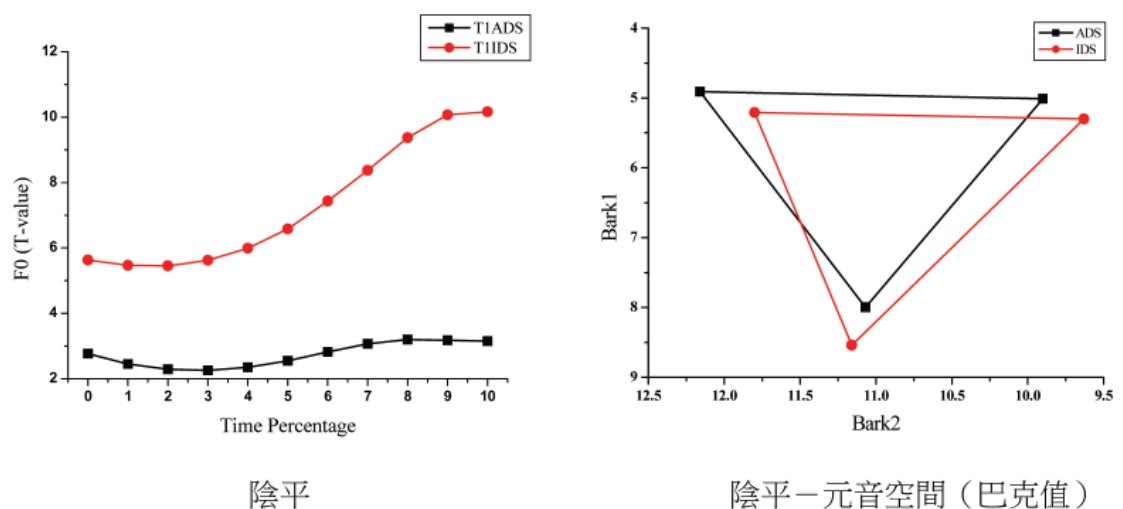
直觀上，不論元音為何，(14) 中的兒向語聲調都比成人語聲調顯得誇大擴張。再者，如第 2 節文獻探討所述，元音本身就有內在音高差異，高元音的音高較高，低元音的音高較低 (Lehiste 1970; Peterson & Barney 1952)，但這樣的差異是否會對兒向語的聲調產生影響當時並不可知。然而，目前從 (14) 來看，元音的內在音高差異對於聲調的影響程度似乎有限。

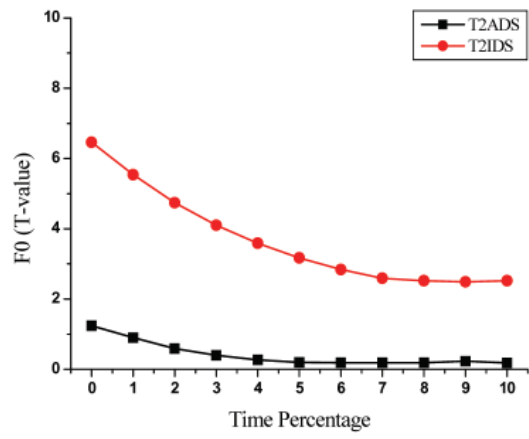
先從成人語談起，成人語中的六個聲調，不論與哪個元音一起出現，聲調曲線都基本上重合，沒有太多的偏離現象。本研究也以元音為自變項，以基頻均值、基頻全距及基頻斜率為依變項，利用單因子變異數分析針對每個聲調分別進行考驗，結果並沒有顯著差異產生 ($p > .05$)，即元音不同並不會造成成人語各個聲調的基頻均值、基頻全距及基頻斜率的差異。再就兒向語來說，雖然由 [i, a, u] 所形成的三條聲調曲線有些微分開，但程度上並不大，僅有 [a] 造成的陰平與去聲的聲調曲線稍低一些，但調形還是一樣，且差距不大。同樣地，本研究以單因子變異數分析，分別針對兒向語裡各個聲調在不同元音的條件下的基頻均值、基頻全距及基頻斜率進行考驗，結果顯示除了去聲調 [a] 的基頻均值與 [i, u] 有顯著差異外，其他部分皆無顯著差別產生 ($p > .05$)。總之，不論是從圖形的觀察或是統計的分析，兩種語體裡的不同元音對各個聲調的影響程度均不大。

4.4 兒向語中聲調對元音的影響

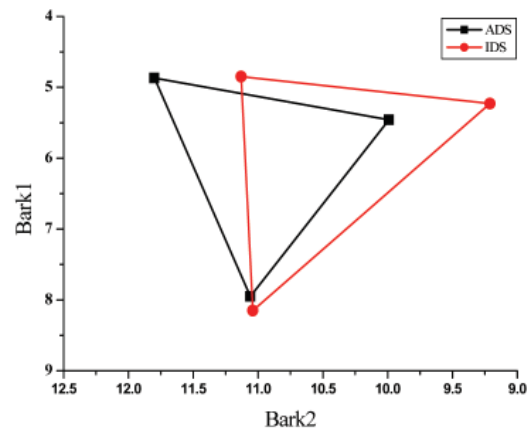
上一小節談完了元音對聲調的影響後發現，兒向語（及成人語）中元音對聲調的影響程度不大，那廣聲調對元音的影響呢？現在就來談談聲調對元音的影響，事實上這也是本研究最有趣的地方。為了便於交互檢視，現在將每個聲調空間圖，及與之相應的元音空間圖左右並置，如 (15) 所示。

(15) 客語各個聲調的聲調空間圖及其相應的元音空間圖

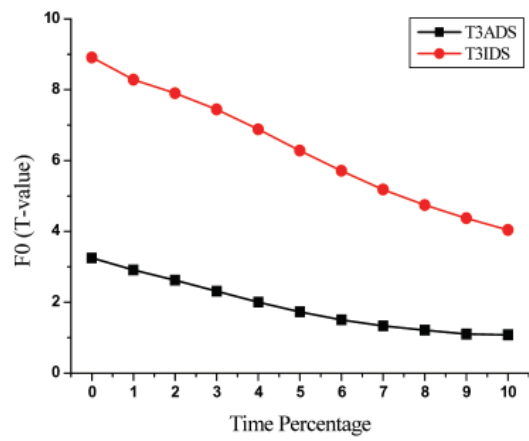




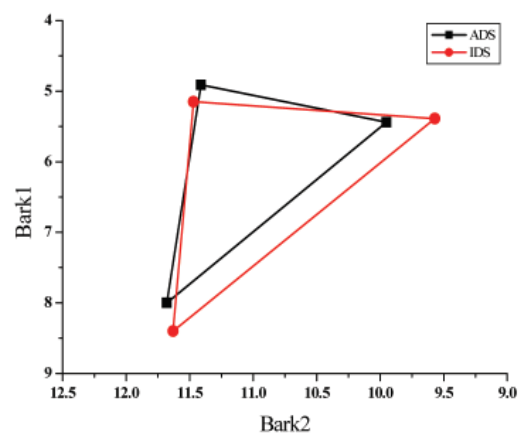
陽平



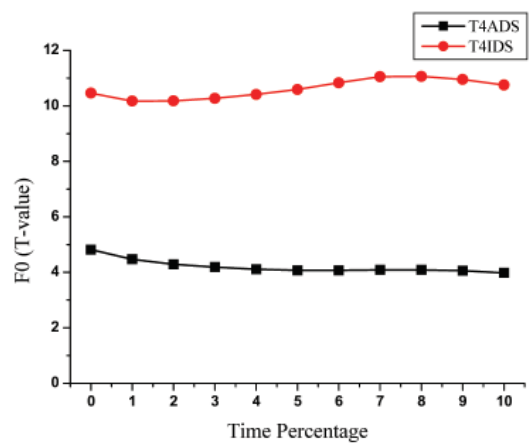
陽平—元音空間（巴克值）



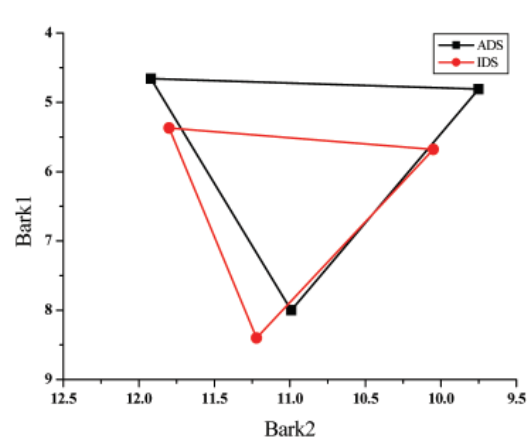
上聲



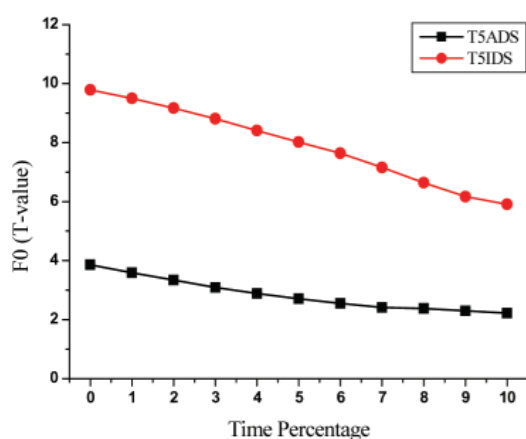
上聲—元音空間（巴克值）



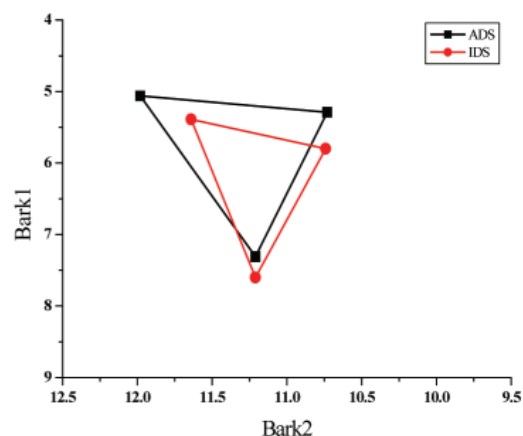
去聲



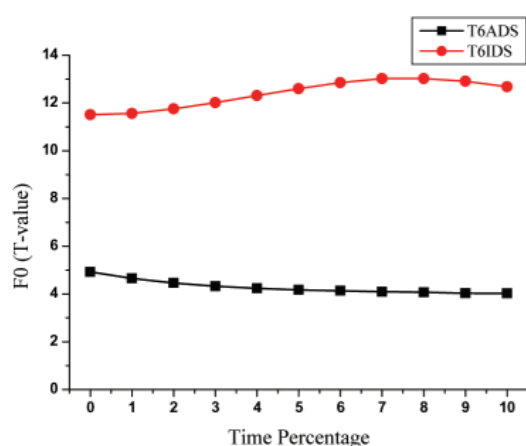
去聲—元音空間（巴克值）



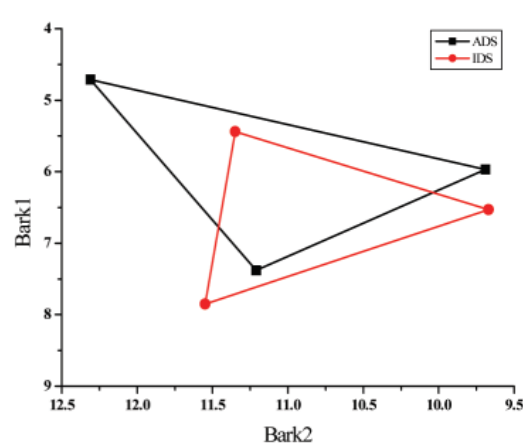
陰入



陰入—元音空間（巴克值）



陽入



陽入—元音空間（巴克值）

觀察 (15) 後顯示了一個共通現象，兒向語中所有聲調下的元音空間都比成人語來得低與（或）後，沒有任何一個如文獻所描述完全往外擴張。再者，就元音空間面積而言，本研究將相同聲調下每位母親的三個頂點元音所構成的元音空間面積加總平均，並求取兒成比。結果顯示聲調對元音確實有影響，不同聲調中的兒成比呈現出不同的縮放趨勢，如 (16) 所示。在陰平、陽平、上聲中，兒成比大於 1，表示空間擴大；在去聲、陰入、陽入中，兒成比小於 1，表示空間縮小。總體來看，元音空間面積越大，其變異程度也越大。此外，本研究也以聲調為自變項，兩種語體的元音空間面積為依變項，利用單因子變異數分析考驗兩種語體的元音空間面積是否呈現顯著差異，統計結果也整理於 (16) 當中。

(16) 兩種語體的平均元音空間面積、標準差及統計差異（分聲調）

	陰平/ <i>SD</i>	陽平/ <i>SD</i>	上聲/ <i>SD</i>	去聲/ <i>SD</i>	陰入/ <i>SD</i>	陽入/ <i>SD</i>
兒向語	3.31/1.1	3.19/1.31	3.10/1.19	3.03/1.32	1.26/0.49	2.06/0.74
成人語	3.24/0.98	2.76/0.82	2.44/0.77	3.71/1.31	1.63/0.57	3.11/0.82
兒成比	1.021	1.158	1.270	0.818	0.768	0.664
兩種語體 有無差異	無 $p > .05$	無 $p > .05$	無 $p > .05$	無 $p > .05$	有 $p < .05$	有 $p < .05$

進一步觀察 (15) 與 (16) 則有相當有趣的發現。就元音空間變形及元音面積縮放而言，聲調與元音之間傾向於呈現一種對應關係，而決定這種關係的關鍵因素則在於聲調的舒／入、高／非高，及平／曲等特徵。當聲調為入聲調、高調、平調時，元音空間變形程度大，元音空間面積縮小；當聲調為舒聲調、低調、曲折調時，元音空間變形程度小，元音空間面積放大。本研究將之整理於 (17)。再者，這些聲調特徵對元音的影響力也有大小之分，即舒／入 > 高／非高 > 平／曲。以下，本研究將利用 (17) 回頭來檢視說明 (15) 與 (16)。

(17) 元音空間變形程度：	大	→	小
元音面積縮放比例：	縮小	→	放大
聲調特徵：	入聲調		舒聲調
	高調、平調		非高調、曲折調

首先從元音空間的縮放談起。若將 (16) 中的縮放比例由小到大排列，則依序為陽入[高平] < 陰入[中平] < 去聲[高平] < 陰平[中升] < 陽平[低平] < 上聲[中降]（在[]內為聲調的高低、平曲特徵）。觀察這個排序後可發現，聲調的舒入是影響元音空間縮放的最主要因素，通則是：「兒向語的元音空間面積在入聲調中會比在成人語來得小，但在舒聲調中則比成人語來得大」，這個通則也可由 (16) 裡的兩種語體的差異性統計而獲得支持，入聲調中兒向語的元音空間面積明顯小於成人語的元音空間面積，但舒聲調中兩種語體的元音空間面積在統計上則無差異。據此可以瞭解，之前的文獻在未考量舒入聲調的情況下，一概主張元音空間擴大的說法是有欠妥適的。事實上，已有客語或閩南語的聲學研究 (Cheng 2012; Hsieh 2010; Liang 2005) 指出，當（成人語）元音出現在入聲調中，由於入聲發音短促，所以會產生發音不到位 (articulatory undershooting)，元音出現央化 (centralization) 而往元音聲學空間的中間方向聚合，這種情形就類似於英語中非重音節的元音弱化 (vowel reduction) (Kent & Netsell 1971; Ladefoged 2006; Lass 1996:215)。因此，兒向語的元音空間面積在入聲調中的縮小表現，實際上是一種符合自然語音產製的現象。倘若元音空間面積真如文獻所言一般地擴大，這反而會與上述的入聲產製過程產生發音衝突。事實上，若廣義地來解釋兒向語中所謂的「語音誇大」，其實應該是指「大者更大，小者更小」，如此語音的對比性方能增加。按這

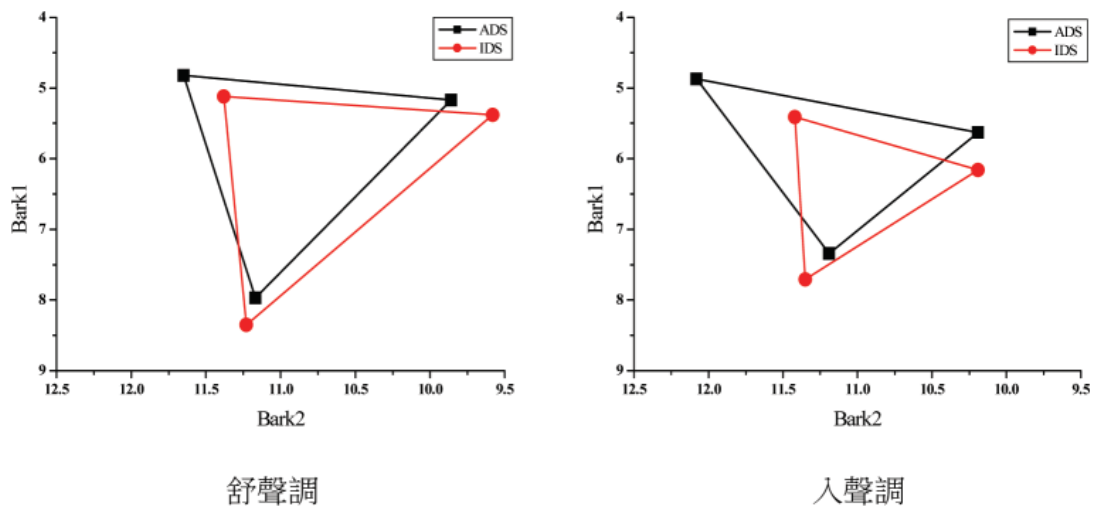
個定義，兒向語的元音空間面積在舒聲調中比成人語大，在入聲調中比成人語小就顯得十分有道理。

然而，就上述的通則而言，去聲似乎是個例外，它是舒聲調，但元音空間面積卻是縮小的，然而這似乎與高調有關。本研究注意到，在上面的排序中，不論是就舒聲或是入聲而論，高調中的兒成比都比非高調的來得小。Trainor & Desjardins (2002) 指出，高調有礙於嬰兒對元音的辨識。若換個角度從元音空間面積來談，面積縮小也代表元音之間的距離相對變近了，界線變得較模糊，自然可能引起元音辨識問題。此外，入聲與高調對於縮小元音空間的作用力明顯不同，前者強於後者，這可由 (16) 中所顯示的元音空間面積的差異性觀察到，而且當兩者相疊加時還會有加乘效果。這種現象可透過對陽入、陰入、去聲三個聲調的觀察比較得知。陰入的元音空間縮小程度比去聲大，說明入聲的作用力道強於高調。由於陽入同時是入聲與高調，所以元音空間縮小的程度最大。此外，聲調的平曲對元音空間面積亦有影響，但作用力似乎沒有聲調的舒入、高／非高那麼樣顯著。由於客語入聲無曲折調，這裡僅能從舒聲來進行說明。除陰平外，舒聲曲折調比舒聲平調有更大程度的元音空間擴大。同時，Trainor & Desjardins (2002) 也指出，曲折調有利於嬰兒對元音的辨識。由以上的討論可以清楚得知，兒向語中聲調與元音確實存在著明顯的對應關係，而對元音空間面積產生影響的聲調特徵，其作用力由大到小的排序為：舒／入 > 高／非高 > 平／曲。換個角度從辨識率來想，這個作用力可能就要倒過來：平／曲 > 高／非高 > 舒／入。

現在，本研究要來檢視上述聲調對元音的影響因素及其作用力大小，是否依然適用於元音空間變形的議題上。「空間變形」在此指的是兒向語與成人語相比，元音空間格局及元音相對位置的改變程度。本研究將 (15) 裡六個聲調的元音空間變形程度，以目測方式由大到小進行排列，依序約略為：陽入[高平] > 陰入[中平] > 去聲[高平] > 陽平[低平] > 陰平[中升] > 上聲[中降]，其中前二位是入聲調，其餘為舒聲調。²⁴ 可以看出，這個排序與元音空間面積縮放的排序，差別僅在於陰平與陽平的順序，其餘均一致。很明顯的，聲調的舒入仍是造成元音空間變形的最主要因素。為了更清楚說明聲調舒入對元音空間所造成的影響，本研究將舒、入調的元音空間分別作圖，如 (18) 所示。很明顯的，與成人語相比，兒向語舒入調中的元音空間都向下往後移動，但入聲對元音彼此之間的相對位置分布所造成的變形影響則較舒聲來得大。

²⁴ 其實，在陰入與去聲裡，元音空間格局及元音相對位置的改變可說是相當的，只是改變方向略有不同，一個（陰入）是縮小變形，另一個（去聲）是下移變形，所以兩者似乎可以歸為同一等級。如將陰入與去聲歸為同一等級，以下的討論結果仍不受影響，因為程度最高的還是陽入，整體比較之下，入聲的作用力仍大於高調。

(18) 成人語與兒向語舒入聲調的元音空間圖



此外，再從排序上觀察，同為入聲調或舒聲調，高調對元音空間變形的影響更甚於非高調（例如：陽入 vs. 陰入；去聲 vs. 陰平或上聲）。再者，聲調的平曲在這個部分的影響更明顯，舒聲曲折調（陰平、上聲）裡的元音空間與元音分布，相對於舒聲平調（去聲、陽平）都來得穩定，但聲調平／曲的影響程度仍小於聲調的舒／入、高／非高。

4.5 綜合討論

綜合上述的結果，不同於兒向語中元音對聲調的影響並不明顯，兒向語中聲調對元音確實有明顯的影響存在。不論是對元音空間變形或元音空間面積縮放，影響元音的聲調特徵及作用力大小都呈現固定的趨勢，即：舒／入 > 高／非高 > 平／曲。目前為止，本研究清楚表明兒向語中聲調對元音的影響，並列出聲調特徵對元音影響的通則及其作用程度大小，這是兒向語文獻從未探討過的議題，當然也成為本研究最主要的貢獻之一。另外，本研究在 4.2 與 4.4 節中也論及兩個尚待討論的問題：（一）跨語言元音的習得順序與（二）聲調傳遞親密情感的功用。本研究的結果與這兩個部分既有的研究成果息息相關，以下將從本研究的發現反向對這兩項問題進行說明。

第一個問題與兒童聲調及元音習得有關。本研究在前言部分曾經談過，兒向語是兒童語言習得早期最重要的語言輸入。然而，即使有這樣的認知，學界對於聯結兒向語與兒童聲調及元音習得之間的直接討論仍不多見，大都停留在兒向語的誇大簡約特徵有助於兒童語言習得的間接推論上，本研究正巧可以對兩者進行些微的統合。先就聲調與元音的習得順序來談，大量有關漢語方言兒童語音習得的觀察研究（Li & Thompson 1978；Liu 2011；李崑等 2000；李宇明 2004；楊蓓 2002；溫寶瑩 2008）表明，兒童對於聲調的習得早於元音，本研

究的成果亦支持這樣的觀察。²⁵ 在兒向語中，聲調的分布格局大幅提升，每一項經統計考驗的聲學特徵均大幅擴張，因此增加了聲調彼此之間的語音顯著性 (saliency) 與對比性 (contrastivity)，幫助兒童更易區別不同聲調。反觀，元音的分布格局並非完全往外擴張，而是整體下降，而且除了元音時長外，其他與元音相關的聲學特徵都不顯著或甚至縮小，這肯定會對兒童元音習得造成一定程度的困難，特別是 [i] 與 [u]。這也說明了為何聲調的習得整體上會早於元音。再來，單就元音的習得順序而言，本研究也為跨語言裡嬰孩習得低元音 ([a]) 比高元音 ([i, u]) 來得早與高低對立 ([a-i], [a-u]) 比前後對立 ([i-u]) 來得早 (Jakobson 1968) 提供了一個從兒向語出發的詮釋面向。²⁶ 溫寶瑩 (2008) 對於兒童普通話的元音習得也有相同的發現 ([a] > [i] > [u])。更明確地說，對 [a] 而言，分布格局下降是一件好事，因為開口度及響度都更大，在兒向語中的顯著性也因此增加，但對 [i] 與 [u] 而言，情況就不是如此了。下降的分布格局使得高元音的發音位置降低（如前所言，兩種語體達顯著差異，但還在元音分布的合理空間），相對地就易與高元音 [高] 的特徵相衝突，因而造成兒童在元音範疇上的混淆，在這樣的基礎上習得起來自然相對晚些。此外，Cheng (2013b) 亦曾探討客語兒童的元音習得，該研究除支持 [a] > [i] > [u] 這三個元音的跨語言習得順序外，同時也發現 [a, i, u] 在入聲中比在舒聲中約晚一年才被兒童真正習得。很明顯地，本研究也為這種情形提供了合理的證據，因為兒向語入聲中的元音呈現央化現象，元音空間變形程度較大，元音空間面積縮小，因此元音彼此之間的界線就較為模糊，顯著性及對比性便相對減弱。

第二個問題與兒向語的主要運作層面有關。眾所皆知，兒向語在非語言與語言層面上具有特殊功能。雖然這兩個層面彼此相關而非各自獨立，但是哪一個層面才是最主要呢？這個議題在文獻裡尚處於未定論階段，兩個層面都各有擁護者。²⁷ 支持前者的認為兒向語是一種愉悅言語 (happy speech)，可以吸引嬰兒的注意力，傳遞積極情感與溝通意圖，並強化照護者與嬰兒之間的關係 (Fernald 1989, 1992; Fernald & Simon 1984; Stern et al. 1982; Uther et al. 2007)。支持後者的認為兒向語是一種清晰言語 (clear speech)，可使語言範疇的對比變得更顯著，幫助嬰兒更易習得語言 (Englund 2005; Englund & Behne 2005; Kitamura et al. 2001; Liu et al. 2003; Liu et al. 2007; Sundberg 2001)。很顯然地，本研究的結果支持前者，因為與成人語相比，僅聲調有明顯的誇大，元音的發音位置及空間面積的擴張並不明顯，甚至是縮小。這種聲調與元音有別的情況與兒向語的情感因素有關。一般而言，語音與語意之間的關係是任意的，但用高調表示親密似乎是一種跨語言、跨物種的手段 (Morton 1977; Ohala 1983; Scherer 1986; Trainor et al. 1997)，這使得母親（或照顧者）使用提高的音高來傳達親密愛暱，但元音就沒有這樣的作用。根據 Scherer (2003)，言語中情感的表達通常可透過增加強

²⁵ 當然，也有研究認為若從較嚴格的標準來檢視，聲調習得未必比音段習得來得容易，請參見李行德 (1997) 的討論。

²⁶ 關於兒童元音習得的理論，以及漢語兒童元音習得的討論（如元音習得順序、元音取代策略等），可參閱 Cheng (2013b)、溫寶瑩 (2008)，及其後所列之參考文獻。

²⁷ 關於這個層次議題的相關文獻的整理及討論，請參見 Cristì (2009) 第四章。

度、提升絕對音高及擴張音域，有時也會伴隨著高頻區能量或說話速率的增加。由此可知，兒向語是一種情感性的語體，因為它通常具有較高的音高 (Grieser & Kuhl 1988; Stern et al. 1983) 及較大的音高波動 (pitch excursion) (Golinkoff & Ames 1979; Shute & Wheldall 1999)。另外，嬰兒的聽覺系統對高調的感知接收也較早成熟 (Leibold & Werner 2007; Schneider & Trehub 1992)，這除了說明為什麼嬰兒對兒向語表現得較為喜好或敏感，較易為其所吸引，也說明了為何母親們傾向在兒向語中使用高調，即便它有損於嬰兒對元音的發音與辨識。²⁸ 聲調的這方面特質可用來解釋為何在聲調與元音的競爭中，元音處於相對較為弱勢的地位。事實上，親暱與情感的表達才是兒向語的主要的決定因素，例如有研究顯示嬰兒對於帶有情感的成人語的喜好更甚於不帶情感的兒向語 (Singh et al. 2002)，由此可知母親（或照顧者）更強調的是兒向語的情感傳達的非語言功能 (Papoušek & Hwang 1991; Schaeffler 2006)，高調僅是協助兒向語傳遞情感的工具，甚至為了利用高調來情感傳遞，不惜以降低元音的顯著性、阻礙元音的辨識作為犧牲（即「顧此失彼」），以化解聲調與元音之間的衝突，這一切都是為了兒向語的非語言層面所需。²⁹

5. 結語

本研究首先個別探討聲調與元音在成人語與兒向語的表現差異，發現兒向語中聲調與元音的表現有別，兒向語的「語音強化」現象充分體現於聲調之上，元音反而在與聲調互動當中被犧牲掉了，僅剩下元音顯著延長。另外，本研究更對以往兒向語研究文獻中鮮少被關注的聲調與元音互動議題進行探索，企圖釐清兒向語中聲調與元音的互動關係。研究結果清楚顯示，元音的內在音高差異對聲調的影響程度不大，反倒是聲調對元音確實存有相當明確的影響趨勢，且影響元音的聲調特徵及作用力大小都是固定的，即：舒／入＞高／非高＞平／曲。因此，未來對於聲調語言兒向語的元音進行相關研究的同時，勢必也須將這些聲調因素列入考量，而不能一切通盤視之，如此方能獲得更細緻的觀察與更全面的解釋。此外，本研究也透過研究成果反過來對兒童語音習得及兒向語的層次問題進行闡述，為兒向語研究與這些議題之間做出連結。

²⁸ Fernald & Kuhl (1987) 也指出，嬰兒對兒向語的喜好主要是由兒向語的音高特徵所引導，而非強度或長度特徵。此外，即使語言的音高使用不同（語調 vs. 聲調），但是嬰兒對於兒向語音高特徵的喜好是跨語言的。例如，分別拿粵語與英語的成人語與兒向語給說英語及粵語的嬰兒聽，嬰兒們都對對方語言的兒向語展現出較大的喜愛 (Werker et al. 1994)。

²⁹ 事實上，本研究認為會有「顧此失彼」現象出現的原因，除了高調可以傳遞情感之外，跟語料的收集方式與地點可能不無關係。據初步的觀察，目前發現元音有誇大擴張的研究，如 Kuhl et al. (1997)、Liu et al. (2003) 等大都沒有對錄音場所進行交待，但猜想是在語音研究室中進行。然而，發現與之相異的兒向語元音研究，如 Dodane & Al-Tamimi (2007)、Englund & Behne (2005) 及本研究等，大都利用自然方式（讀故事或換尿布時的對話）或在家中採集。或許，後續的研究可以將不同的語料收集方式列入考量。

〈附錄 1〉參與母親的背景資料

受試母親 (編號)	嬰孩年齡 (月)	母親職業	受試母親 (編號)	嬰孩年齡 (月)	母親職業
01	14	教師	08	20	銀行職員
02	13	營業員	09	22	教師
03	9	教師	10	24	教師
04	6	教師	11	26	教師
05	15	美容師	12	22	教師
06	6	教師	13	25	家庭主婦
07	10	教師	14	24	家庭主婦

〈附錄 2〉全體母親的成人語與兒向語各個聲調的音高標準化 (T 值) 平均值

【成人語】

聲調	時間百分點 (%)											Mn
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
陰平	2.77	2.45	2.29	2.26	2.35	2.55	2.82	3.07	3.20	3.18	3.15	2.74
陽平	1.24	0.90	0.59	0.40	0.27	0.20	0.19	0.19	0.19	0.23	0.18	0.42
上聲	3.25	2.91	2.62	2.31	2.00	1.73	1.50	1.33	1.21	1.10	1.08	1.91
去聲	4.82	4.47	4.29	4.19	4.11	4.07	4.07	4.09	4.09	4.06	3.98	4.20
陰入	3.86	3.59	3.34	3.09	2.89	2.71	2.55	2.41	2.38	2.30	2.22	2.85
陽入	4.92	4.65	4.46	4.32	4.24	4.17	4.13	4.09	4.07	4.03	4.02	4.28

【兒向語】

聲調	時間百分點 (%)											Mn
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
陰平	5.63	5.47	5.45	5.62	5.99	6.58	7.43	8.37	9.37	10.07	10.16	7.29
陽平	6.46	5.54	4.74	4.10	3.59	3.17	2.84	2.59	2.52	2.49	2.52	3.69
上聲	8.91	8.28	7.90	7.44	6.88	6.28	5.71	5.18	4.74	4.37	4.04	6.34
去聲	10.46	10.17	10.18	10.27	10.41	10.59	10.83	11.05	11.06	10.95	10.75	10.61
陰入	9.79	9.50	9.17	8.81	8.41	8.02	7.64	7.16	6.64	6.17	5.91	7.93
陽入	11.51	11.56	11.75	12.01	12.31	12.60	12.85	13.02	13.02	12.91	12.68	12.38

〈附錄 3〉全體母親的成人語與兒向語各個聲調的斜率平均值

(一) 曲折調 (contour tone)

聲調	陰平 (T1)		陽平 (T2)		上聲 (T3)		陰入 (T5)	
編號	成人語	兒向語	成人語	兒向語	成人語	兒向語	成人語	兒向語
1	0.01	0.23	-0.10	-0.31	-0.21	-0.40	-0.17	-0.27
2	0.14	0.51	-0.15	-0.30	-0.24	-0.40	-0.15	-0.36
3	0.09	0.67	-0.10	-0.36	-0.18	-0.60	-0.21	-0.47
4	0.09	0.73	-0.17	-0.44	-0.20	-0.40	-0.13	-0.28
5	0.12	0.87	-0.11	-0.45	-0.35	-0.54	-0.33	-0.55
6	0.17	0.87	-0.01	-0.65	-0.33	-0.48	-0.13	-0.52
7	0.13	0.39	-0.02	-0.37	-0.18	-0.50	-0.15	-0.43
8	0.12	0.77	-0.22	-0.36	-0.25	-0.48	-0.18	-0.35
9	0.14	0.70	0.03	-0.39	-0.34	-0.50	-0.16	-0.36
10	-0.07	0.79	-0.09	-0.41	-0.25	-0.57	-0.19	-0.58
11	0.03	0.11	-0.02	-0.39	-0.11	-0.42	-0.15	-0.33
12	0.06	0.71	-0.13	-0.49	-0.17	-0.48	-0.04	-0.47
13	0.10	0.50	-0.07	-0.34	-0.28	-0.70	-0.16	-0.35
14	0.09	0.46	-0.18	-0.33	-0.29	-0.62	-0.19	-0.48

(二) 平調 (level tone)

聲調	去聲 (T4)		陽入 (T6)	
編號	成人語	兒向語	成人語	兒向語
1	-0.05	0.07	-0.09	0.10
2	-0.09	0.09	-0.06	0.09
3	-0.09	0.03	-0.06	0.12
4	-0.07	0.09	-0.05	0.20
5	-0.05	0.08	-0.13	0.35
6	-0.09	0.08	-0.06	0.15
7	-0.06	0.14	-0.10	0.07
8	-0.04	0.00	-0.12	0.05
9	-0.08	0.10	-0.05	0.25

聲調	去聲 (T4)		陽入 (T6)	
編號	成人語	兒向語	成人語	兒向語
10	-0.07	0.08	-0.11	0.23
11	-0.06	0.04	-0.09	0.10
12	-0.07	0.15	-0.08	0.31
13	-0.02	0.14	-0.05	0.13
14	-0.04	0.10	-0.10	0.24

〈附錄 4〉全體母親的成人語與兒向語元音共振峰標準化（巴克值）平均值

語體	聲調	[i]-F ₂	[i]-F ₁	[a]-F ₂	[a]-F ₁	[u]-F ₂	[u]-F ₁
成人語	陰平 (T1)	12.16	4.91	11.07	8.00	9.90	5.01
成人語	陽平 (T2)	11.80	4.87	11.06	7.95	9.99	5.46
成人語	上聲 (T3)	11.41	4.91	11.68	8.00	9.95	5.44
成人語	去聲 (T4)	11.92	4.66	10.99	8.00	9.75	4.81
成人語	陰入 (T5)	11.98	5.06	11.21	7.31	10.73	5.29
成人語	陽入 (T6)	12.40	4.72	11.23	7.39	9.73	5.99
兒向語	陰平 (T1)	11.80	5.21	11.16	8.54	9.63	5.30
兒向語	陽平 (T2)	11.13	4.85	11.04	8.15	9.21	5.23
兒向語	上聲 (T3)	11.47	5.15	11.63	8.40	9.57	5.39
兒向語	去聲 (T4)	11.80	5.37	11.22	8.40	10.05	5.68
兒向語	陰入 (T5)	11.64	5.39	11.21	7.60	10.74	5.80
兒向語	陽入 (T6)	11.50	5.48	11.63	7.89	9.71	6.55

〈附錄 5〉全體母親的成人語與兒向語各個聲調中的元音長度平均值（單位 ms）

語體	聲調	[i]	[a]	[u]
成人語	陰平 (T1)	116	126	119
成人語	陽平 (T2)	72	104	73
成人語	上聲 (T3)	103	109	106
成人語	去聲 (T4)	101	160	114
成人語	陰入 (T5)	45	66	64
成人語	陽入 (T6)	76	74	76

語體	聲調	[i]	[a]	[u]
兒向語	陰平 (T1)	217	232	248
兒向語	陽平 (T2)	206	209	196
兒向語	上聲 (T3)	184	212	171
兒向語	去聲 (T4)	176	223	193
兒向語	陰入 (T5)	74	108	81
兒向語	陽入 (T6)	111	114	107

引用文獻

- Andruski, Jean E., & Patricia K. Kuhl. 1996. The acoustic structure of vowels in mothers' speech to infants and adults. *Proceedings of the Fourth International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP 96)*, Vol. 3, ed. by H. Timothy Bunnell & William Idsardi, 1545–1548.
- Andruski, Jean E., Patricia K. Kuhl, & Akiko Hayashi. 1999. Point vowels in Japanese mothers' speech to infants and adults. *Journal of the Acoustical Society of America* 105.2:1095–1096.
- Bernstein Ratner, Nan. 1986. Durational cues which mark clause boundaries in mother-child speech. *Journal of Phonetics* 14.2:303–309.
- Biersack, Sonja, Vera Kempe, & Lorna Knapton. 2005. Fine-tuning speech registers: a comparison of the prosodic features of child-directed and foreigner-directed speech. *Proceedings of the 6th Interspeech 2005 and 9th European Conference on Speech Communication and Technology (Eurospeech)*, 2401–2404. Red Hook: Curran Associates, Inc.
- Bradlow, Ann R., & Tessa Bent. 2002. The clear speech effect for non-native listeners. *Journal of the Acoustical Society of America* 112.1:272–284.
- Bradlow, Ann R., Nina Kraus, & Erin Hayes. 2003. Speaking clearly for children with learning disabilities: sentence perception in noise. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 46.1:80–97.
- Bruner, Jerome S. 1983. *Child's Talk: Learning to Use Language*. New York: W. W. Norton.
- Chang, Yueh-Chin (張月琴). 1995. Cong shengxue jiaodu lai miaoshu Taiwan Miaoli Sixian Kejiyahua de shengdiao xitong 從聲學角度來描述台灣苗栗四縣客家話的聲調系統 [The tonal system of Taiwan Hakka: an acoustic investigation]. *Taiwan Kejiayu Lunwenji 台灣客家語論文集 [Papers from the 1994 Conference on Language Teaching and Linguistics in Taiwan: Hakka]*, ed. by Feng-fu Tsao & Mei-hui Tsai, 95–112. Taipei: Crane.
- Cheng, Ming-chung. 2012. An acoustic analysis of the vowel pattern in Taiwan Sixian Hakka. *Journal of Hakka Studies* 5.2:1–36.

- Cheng, Ming-chung (鄭明中). 2013a. Keyu erxiangyu shuru shengdiao duibi fenxi 客語兒向語舒入聲調對比分析 [A contrastive analysis of checked and unchecked tones in Hakka infant-directed speech]. *Si yu Yan* 思與言 [Thought and Words] 51.3:67–98.
- Cheng, Ming-chung. 2013b. Vowel acquisition by children of Sixian Hakka. *Journal of Language and Literature Studies* 24:127–193.
- Cheng, Ming-chung. 2014. Exploration of the phonetic difference in stops between Hakka infant-directed speech and adult-directed speech. *Concentric: Studies in Linguistics* 40.1:1–35.
- Cheng, Ming-chung (鄭明中), & Shu-chu Kuo (郭淑珠). 2013. Dongshi Dapu Kejiahua erxiangyu yu chengrenyu cayin de shengxue bijiao: jiantan dui Huayuwen jiaoxue yanjiu de qishi 東勢大埔客家話兒向語與成人語擦音的聲學比較：兼談對華語文教學研究的啓示 [An acoustic comparison of the fricatives in infant-directed speech and adult-directed speech of Dongshi Hakka and its inspirations to the study of Chinese teaching and learning]. *Journal of Chinese Language Teaching* 10.4:1–45.
- Cheng, Ming-chung, & Kuo-chih Chang. 2014. Tones in Hakka infant-directed speech: an acoustic perspective. *Language and Linguistics* 15.3:341–390.
- Chomsky, Noam. 1965. *Aspects of the Theory of Syntax*. Cambridge: MIT Press.
- Chomsky, Noam. 1981. *Lectures on Government and Binding*. Dordrecht: Foris.
- Chung, Raung-fu (鍾榮富). 2004. *Taiwan Kejia Yuyin Daolun* 台灣客家語音導論 [The Segmental Phonology of Hakka in Taiwan]. Taipei: Wunan.
- Cooper, Robin P., Jane Abraham, Sheryl Berman, & Margaret Staska. 1997. The development of infants' preference for motherese. *Infant Behavior and Development* 20.4:477–488.
- Cristià, Alejandrina. 2009. *Individual Variation in Infant Speech Processing: Implications for Language Acquisition Theories*. West Lafayette: Purdue University dissertation.
- Cristià, Alejandrina, & Amanda Seidl. 2014. The hyperarticulation hypothesis of infant-directed speech. *Journal of Child Language* 41.4:913–934.
- Cruttenden, Alan. 1994. Phonetic and prosodic aspects in baby talk. *Input and Interaction in Language Acquisition*, ed. by Clare Gallaway & Brian J. Richards, 135–152. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
- Dodane, Christelle, & Jaleleddin Al-Tamimi. 2007. An acoustic comparison of vowel systems in adult-directed speech and child-directed speech: evidence from French, English and Japanese. *Proceedings of the 16th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS XVI)*, ed. by Jürgen Trouvain & William J. Barry, 1573–1576. Saarbrücken: Saarland University.
- Englund, Kjellrun T. 2005. Voice onset time in infant directed speech over the first six months. *First Language* 25.2:219–234.
- Englund, Kjellrun T., & Dawn M. Behne. 2005. Infant directed speech in natural interaction—Norwegian vowel quantity and quality. *Journal of Psycholinguistic Research* 34.3:259–280.

- Erickson, Donna, Ray Iwata, Mitsuaki Endo, & Akinori Fujino. 2004. Effect of tone height on jaw and tongue articulation in Mandarin Chinese. Paper presented at the International Symposium on Tonal Aspects of Languages: With Emphasis on Tone Languages, March 28–30, 2004. Beijing: Institute of Linguistics, Chinese Academy of Social Sciences.
- Falk, Dean. 2004. Prelinguistic evolution in early hominins: whence motherese? *Behavioral and Brain Sciences* 27.4:491–503.
- Ferguson, Charles A. 1977. Baby talk as a simplified register. *Talking to Children: Language Input and Acquisition*, ed. by Catherine E. Snow & Charles A. Ferguson, 209–235. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
- Fernald, Anne. 1985. Four-month-old infants prefer to listen to motherese. *Infant Behavior and Development* 8.2:181–195.
- Fernald, Anne. 1989. Intonation and communicative intent in mothers' speech to infants: is the melody the message? *Child Development* 60.6:1497–1510.
- Fernald, Anne. 1992. Human maternal vocalizations as biologically relevant signals: an evolutionary perspective. *The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the Generation of Culture*, ed. by Jerome H. Barkow, Leda Cosmides & John Tooby, 391–428. New York: Oxford University Press.
- Fernald, Anne. 1993. Approval and disapproval: infant responsiveness to vocal affect in familiar and unfamiliar language. *Child Development* 64.3:657–674.
- Fernald, Anne, & Thomas Simon. 1984. Expanded intonation contours in mothers' speech to newborns. *Developmental Psychology* 20.1:104–113.
- Fernald, Anne, & Patricia Kuhl. 1987. Acoustic determinants of infant preference for motherese speech. *Infant Behavior and Development* 10.3:279–293.
- Fernald, Anne, & Claudia Mazzie. 1991. Prosody and focus in speech to infants and adults. *Developmental Psychology* 27.2:209–221.
- Fischer-Jørgensen, Eli. 1990. Intrinsic F₀ in tense and lax vowels with special reference to German. *Phonetica* 47.3–4:99–140.
- Fisher, Cynthia L., & Hisayo Tokura. 1996. Acoustic cues to grammatical structure in infant-directed speech: cross-linguistic evidence. *Child Development* 67.6:3192–3218.
- Garnica, Olga K. 1977. Some prosodic and paralinguistic features of speech to young children. *Talking to Children: Language Input and Acquisition*, ed. by Catherine E. Snow & Charles A. Ferguson, 63–88. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
- Gleitman, Lila R., Elissa L. Newport, & Henry Gleitman. 1984. The current status of the motherese hypothesis. *Journal of Child Language* 11.1:43–79.
- Golinkoff, Roberta Michnick, & Gail Johnson Ames. 1979. A comparison of fathers' and mothers' speech with their young children. *Child Development* 50.1:28–32.

- Grieser, DiAnne L., & Patricia K. Kuhl. 1988. Maternal speech to infants in a tonal language: support for universal prosodic features in motherese. *Developmental Psychology* 24.1:14–20.
- Guasti, Maria Teresa. 2003. *Language Acquisition: The Growth of Grammar*. Cambridge: MIT Press.
- Han, Mieko S. 1966. *Vietnamese Vowels*. Los Angeles: Acoustic Phonetics Research Laboratory, University of Southern California.
- Honda, Kiyoshi. 1983. Relationship between pitch control and vowel articulation. *Vocal Fold Physiology: Contemporary Research and Clinical Issues*, ed. by Diane M. Bless & James H. Abbs, 286–297. San Diego: College-Hill Press.
- Honda, Kiyoshi. 1995. Laryngeal and extra-laryngeal mechanisms of F_0 control. *Producing Speech: Contemporary Issues*, ed. by Fredericka Bell-Berti & Lawrence J. Raphael, 215–232. New York: American Institute of Physics.
- Hoole, Philip, & Fang Hu. 2004. Tone-vowel interaction in Standard Chinese. Paper presented at the International Symposium on Tonal Aspects of Languages: With Emphasis on Tone Languages, March 28–30, 2004. Beijing: Institute of Linguistics, Chinese Academy of Social Sciences.
- Hsieh, Feng-fan. 2010. Rhyme phonotactics in Taiwanese: a dispersion-theoretic perspective. *Proceedings of the 22nd North American Conference on Chinese Linguistics (NACCL-22) and the 18th International Conference on Chinese Linguistics (IACL-18)*, ed. by Lauren Eby Clemens & Chi-Ming Louis Liu, 316–330. Cambridge: Harvard University.
- Hu, Fang. 2004. Tonal effect on vowel articulation in a tone language. Paper presented at the International Symposium on Tonal Aspects of Languages: With Emphasis on Tone Languages, March 28–30, 2004. Beijing: Institute of Linguistics, Chinese Academy of Social Sciences.
- Jakobson, Roman. 1968. *Child Language, Aphasia, and Phonological Universals*. The Hague: Mouton.
- Kemler Nelson, Deborah G., Kathy Hirsh-Pasek, Peter W. Jusczyk, & Kimberly Wright Cassidy. 1989. How the prosodic cues in motherese might assist language learning. *Journal of Child Language* 16.1:55–68.
- Kent, Ray D., & Ronald Netsell. 1971. Effects of stress contrasts on certain articulatory parameters. *Phonetica* 24.1:23–44.
- Kitamura, Christine, & Denis Burnham. 2003. Pitch and communicative intent in mother's speech: adjustments for age and sex in the first year. *Infancy* 4.1:85–110.
- Kitamura, Christine, C. Thanavishuth, Denis Burnham, & S. Luksaneeyanawin. 2001. Universality and specificity in infant-directed speech: pitch modifications as a function of infant age and sex in a tonal and non-tonal language. *Infant Behavior and Development* 24.4:372–392.
- Krause, Jean C., & Louis D. Braida. 2002. Investigating alternative forms of clear speech: the effects of speaking rate and speaking mode on intelligibility. *Journal of the Acoustical Society of America* 112.5:2165–2172.

- Ku, Kuo-shun (古國順). 2005. Taiwan Keyu de yinyun xitong 台灣客語的音韻系統 [Phonological systems of the Hakka varieties in Taiwan]. *Taiwan Keyu Gailun* 台灣客語概論 [An Introduction to Hakka in Taiwan], ed. by Kuo-shun Ku, 117–161. Taipei: Wunan.
- Kuhl, Patricia K., Jean E. Andruski, Inna A. Chistovich, Ludmilla A. Chistovich, Elena V. Kozhevnikova, Viktoria L. Ryskina, Elvira I. Stolyarova, Ulla Sundberg, & Francisco Lacerda. 1997. Cross-language analysis of phonetic units in language addressed to infants. *Science* 277:684–686.
- Kuhl, Patricia K., Barbara T. Conboy, Sharon Coffey-Corina, Denise Padden, Maritza Rivera-Gaxiola, & Tobey Nelson. 2008. Phonetic learning as a pathway to language: new data and native language magnet theory expanded (NLM-e). *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 363:979–1000.
- Ladefoged, Peter. 1964. *A Phonetic Study of West African Languages*. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
- Ladefoged, Peter. 1993. *A Course in Phonetics* (2nd edition). New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Ladefoged, Peter. 2006. *A Course in Phonetics* (5th edition). Boston: Thomson Higher Education.
- Lass, Norman J. (ed.) 1996. *Principles of Experimental Phonetics*. St. Louis: Mosby.
- Lee, Thomas Hun-Tak (李行德). 1997. Yuyan fazhan lilun yu Hanyu ertong yuyan 語言發展理論與漢語兒童語言 [Theoretical issues in language development and Chinese child language]. *Xiandai Waiyu* 現代外語 [Modern Foreign Languages] 1997.4:58–91.
- Lehiste, Ilse. 1970. *Suprasegmentals*. Cambridge: MIT Press.
- Leibold, Lori J., & Lynne A. Werner. 2007. Infant auditory sensitivity to pure tones and frequency-modulated tones. *Infancy* 12.2:225–233.
- Li, Charles N., & Sandra A. Thompson. 1978. The acquisition of tone. *Tone: A Linguistic Survey*, ed. by Victoria A. Fromkin, 271–284. New York: Academic Press.
- Li, Wei (李巍), Hua Zhu (祝華), Barbara Dodd, Tao Jiang (姜濤), Danling Peng (彭聘齡), & Hua Shu (舒華). 2000. Shuo Putonghua ertong de yuyin xide 說普通話兒童的語音習得 [Phonological acquisition of Putonghua-speaking children]. *Acta Psychologica Sinica* 32.2:170–176.
- Li, Yuming (李宇明). 2004. *Ertong Yuyan de Fazhan* 兒童語言的發展 [Child Language Development] (2nd edition). Wuhan: Huazhong Normal University Press.
- Liang, Chiou-wen. 2005. *The Acoustic Characteristics of Hakka Consonants and Vowels*. Kaohsiung: National Kaohsiung Normal University MA thesis.
- Liu, Huei-Mei, Patricia K. Kuhl, & Feng-Ming Tsao. 2003. An association between mothers' speech clarity and infants' speech discrimination skills. *Developmental Science* 6.3:F1–F10.
- Liu, Huei-Mei, Feng-Ming Tsao, & Patricia K. Kuhl. 2007. Acoustic analysis of lexical tone in Mandarin infant-directed speech. *Developmental Psychology* 43.4:912–917.
- Liu, Yeu-Ting. 2011. *Focus on form* as a pedagogical framework for fostering a native-like Mandarin tonal identification system. *Language and Linguistics* 12.3:627–667.

- Lo, Seogim (羅肇錦). 2007. *Chongxiu Miaoli Xianzhi: Yuyanzhi* 重修苗栗縣志：語言志 [Reedited Recordings of Miaoli County: Language]. Miaoli: Miaoli County Government.
- Malsheen, Bathsheba J. 1980. Two hypotheses for phonetic clarification in the speech of mothers to children. *Child Phonology*, Vol. 2, ed. by Grace H. Yeni-Komshian, James F. Kavanagh & Charles A. Ferguson, 173–184. New York: Academic Press.
- Morton, Eugene S. 1977. On occurrence and significance of motivation-structural rules in some bird and mammal sounds. *American Naturalist* 111:855–869.
- Newport, Elissa L., Henry Gleitman, & Lila R. Gleitman. 1977. Mother, I'd rather do it myself: some effects and non-effects of maternal speech style. *Talking to Children: Language Input and Acquisition*, ed. by Catherine E. Snow & Charles A. Ferguson, 109–150. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
- Ohala, John J. 1973. Explanation for the intrinsic pitch of vowels. *Monthly Internal Memorandum, Phonology Laboratory*, 9–26. Berkeley: University of California at Berkeley.
- Ohala, John J. 1983. Cross-language use of pitch: an ethological view. *Phonetica* 40.1:1–18.
- Ohala, John J. 1984. An ethological perspective on common cross-language utilization of F_0 of voice. *Phonetica* 41.1:1–16.
- Ohala, John J. 1994. The frequency code underlies the sound-symbolic use of voice pitch. *Sound Symbolism*, ed. by Leanne Hinton, Johanna Nichols & John J. Ohala, 325–347. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
- Ohala, John J., & Brian W. Eukel. 1987. Explaining the intrinsic pitch of vowels. In *Honor of Ilse Lehiste*, ed. by Robert Channon & Linda Shockey, 207–215. Dordrecht: Foris.
- Owens, Robert E. 2005. *Language Development: An Introduction* (6th edition). Boston: Pearson.
- Papoušek, Mechthild, & Shu-Fen C. Hwang. 1991. Tone and intonation in Mandarin babytalk to presyllabic infants: comparison with registers of adult conversation and foreign language instruction. *Applied Psycholinguistics* 12.4:481–504.
- Payton, Karen L., R. M. Uchanski, & Louis D. Braid. 1994. Intelligibility of conversational and clear speech in noise and reverberation for listeners with normal and impaired hearing. *Journal of the Acoustical Society of America* 95.3:1581–1592.
- Pegg, Judith E., Janet F. Werker, & Peter J. McLeod. 1992. Preference for infant-directed over adult-directed speech: evidence from 7-week-old infants. *Infant Behavior and Development* 15.3:325–345.
- Peterson, Gordon E., & Harold L. Barney. 1952. Control methods used in a study of the vowels. *Journal of the Acoustical Society of America* 24.2:175–184.
- Phillips, Juliet R. 1973. Syntax and vocabulary of mothers' speech to young children: age and sex comparisons. *Child Development* 44.1:182–185.
- Picheny, Michael A., Nathaniel I. Durlach, & Louis D. Braid. 1985. Speaking clearly for the hard of hearing I: Intelligibility differences between clear and conversational speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 28.1:96–103.

- Pinker, Steven. 1994. *The Language Instinct*. New York: William Morrow and Company.
- Rossi, Mario, & Denis Autesserre. 1981. Movements of the hyoid and the larynx and the intrinsic frequency of vowels. *Journal of Phonetics* 9:233–249.
- Sachs, Jacqueline. 1977. The adaptive significance of linguistic input to prelinguistic infants. *Talking to Children: Language Input and Acquisition*, ed. by Catherine E. Snow & Charles A. Ferguson, 51–61. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
- Sapir, Shimon. 1989. The intrinsic pitch of vowels: theoretical, physiological, and clinical considerations. *Journal of Voice* 3.1:44–51.
- Saxton, Matthew. 2009. The inevitability of child directed speech. *Language Acquisition*, ed. by Susan H. Foster-Cohen, 62–86. New York: Palgrave Macmillan.
- Scarborough, Hollis, & Janet Wyckoff. 1986. Mother, I'd still rather do it myself: some further non-effects of 'motherese'. *Journal of Child Language* 13.2:431–437.
- Schaeffler, Sonja. 2006. *Are Affective Speakers Effective Speakers? Exploring the Link between the Vocal Expression of Positive Emotions and Communicative Effectiveness*. Stirling: University of Stirling dissertation.
- Scherer, Klaus R. 1986. Vocal affect expression: a review and a model for future research. *Psychological Bulletin* 99.2:143–165.
- Scherer, Klaus R. 2003. Vocal communication of emotion: a review of research paradigms. *Speech Communication* 40.1–2:227–256.
- Schneider, Bruce A., & Sandra E. Trehub. 1992. Sources of developmental change in auditory sensitivity. *Developmental Psychoacoustics*, ed. by Lynne A. Werner & Edwin W. Rubel, 3–46. Washington, D.C.: American Psychological Association.
- Shi, Feng (石鋒). 1990. *Yuyinxue Tanwei 語音學探微 [Exploring Phonetics]*. Beijing: Peking University Press.
- Shi, Feng (石鋒). 2002. Beijinghua de yuanyin geju 北京話的元音格局 [The vowel pattern of Beijing Mandarin]. *Nankai Yuyan Xuekan 南開語言學刊 [Nankai Linguistics]* 1:30–36. Tianjin: Nankai University Press.
- Shi, Feng (石鋒). 2006. Shiyin yinxixue yu Hanyu yuyin fenxi 實驗音系學與漢語語音分析 [Experimental phonology and the analysis of Chinese phonology]. *Nankai Yuyan Xuekan 南開語言學刊 [Nankai Linguistics]* 8:10–25. Tianjin: Nankai University Press.
- Shi, Feng (石鋒). 2008. *Yuyin Geju: Yuyinxue yu Yinxixue de Jiaohuidian 語音格局：語音學與音系學的交匯點 [The Pattern of Sounds: An Integration of Phonetics and Phonology]*. Beijing: The Commercial Press.
- Shute, Brenda, & Kevin Wheldall. 1999. Fundamental frequency and temporal modifications in the speech of British fathers to their children. *Educational Psychology* 19.2:221–233.
- Singh, Leher, James L. Morgan, & Catherine T. Best. 2002. Infants' listening preferences: baby talk or happy talk? *Infancy* 3.3:365–394.

- Snow, Catherine E. 1972. Mother's speech to children learning language. *Child Development* 43.2:549–565.
- Soderstrom, Melanie. 2007. Beyond babytalk: re-evaluating the nature and content of speech input to preverbal infants. *Developmental Review* 27.4:501–532.
- Stern, Daniel N., Susan Spieker, & Kristine MacKain. 1982. Intonation contours as signals in maternal speech to prelinguistic infants. *Developmental Psychology* 18.5:727–735.
- Stern, Daniel N., Susan Spieker, R. K. Barnett, & Kristine MacKain. 1983. The prosody of maternal speech: infant age and context related changes. *Journal of Child Language* 10.1:1–15.
- Sun, Ruixin (孫銳欣). 2008. *Yuanyin de Shiyan yu Jisuan Yanjiu* 元音的實驗與計算研究 [Study of the Experiments and Calculations of Vowels]. Shanghai: Fudan University dissertation.
- Sundberg, Ulla. 2001. Consonant specification in infant-directed speech. Some preliminary results from a study of voice onset time in speech to one-year-olds. *Working Papers* 49:148–151. Lund: Department of Linguistics, Lund University.
- Sundberg, Ulla, & Francisco Lacerda. 1999. Voice onset time in speech to infants and adults. *Phonetica* 56.3–4:186–199.
- Torng, Pao-chuan. 2000. *Supralaryngeal Articulator Movements and Laryngeal Control in Mandarin Chinese Tonal Production*. Urbana-Champaign: University of Illinois at Urbana-Champaign dissertation.
- Torng, Pao-chuan (童寶娟). 2005. Hanyu yuanyin de gouyin weizhi yu neizai pinlü 漢語元音的構音位置與內在頻率 [Articulator position and intrinsic pitch in Mandarin vowels]. *Speech-Language-Hearing Association of the Republic of China* 18–19:57–66.
- Torng, Pao-chuan, Pascal H. H. M. van Lieshout, & P. J. Alfonso. 2001. Articulator position and laryngeal control in Mandarin vowels. *Speech Motor Control in Normal and Disordered Speech*, ed. by Ben Maassen, Wouter Hulstijn, Ray D. Kent, Herman Peters & Pascal van Lieshout, 82–85. Oxford & New York: Oxford University Press.
- Trainor, Laurel J., Elissa D. Clark, Anita Huntley, & Beth A. Adams. 1997. The acoustic basis of preferences for infant-directed singing. *Infant Behavior and Development* 20.3:383–396.
- Trainor, Laurel J., Caren M. Austin, & Renée N. Desjardins. 2000. Is infant-directed speech prosody a result of the vocal expression of emotion? *Psychological Science* 11.3:188–195.
- Trainor, Laurel J., & Renée N. Desjardins. 2002. Pitch characteristics of infant-directed speech affect infants' ability to discriminate vowels. *Psychonomic Bulletin & Review* 9.2:335–340.
- Trautmüller, Hartmut. 1990. Analytical expressions for the tonotopic sensory scale. *Journal of the Acoustical Society of America* 88.1:97–100.
- Trautmüller, Hartmut. 1997. Auditory scales of frequency representation. Available online: <http://www.ling.su.se/staff/hartmut/bark.htm>
- Uther, Maria, Monja A. Knoll, & Denis Burnham. 2007. Do you speak E-NG-L-I-SH? A comparison of foreigner- and infant-directed speech. *Speech Communication* 49.1:2–7.

- Vilkman, Erkki, Olli Aaltonen, Ilkka Raimo, Pekka Arajärvi, & H. Okasanen. 1989. Articulatory hyoid-laryngeal changes vs. cricothyroid muscle activity in the control of intrinsic F_0 of vowels. *Journal of Phonetics* 17.3:193–203.
- Wen, Baoying (溫寶瑩). 2008. *Hanyu Putonghua de Yuanyin Xide* 漢語普通話的元音習得 [Acquisition of the Vowels in Standard Chinese]. Tianjin: Nankai University Press.
- Werker, Janet F., & Peter J. McLeod. 1989. Infant preference for both male and female infant-directed talk: a developmental study of attentional and affective responsiveness. *Canadian Journal of Psychology* 43.2:230–246.
- Werker, Janet F., Judith E. Pegg, & Peter J. McLeod. 1994. A cross-language investigation of infant preference for infant-directed communication. *Infant Behavior and Development* 17.3:323–333.
- Whalen, Douglas H., & Andrea G. Levitt. 1995. The universality of intrinsic F_0 of vowels. *Journal of Phonetics* 23.3:349–366.
- Xu, Nan. 2008. *Tones and Vowels in Cantonese Infant-Directed Speech: Hyperarticulation during the First 12 Months of Infancy*. Sydney: University of Western Sydney dissertation.
- Yang, Bei (楊蓓). 2002. *Shanghai Ertong de Shanghaihua Yinxi Xide* 上海兒童的上海話音系習得 [Phonological Acquisition by Children of the Shanghai Wu]. Shanghai: Fudan University dissertation.
- Yip, Moira. 2002. *Tone*. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
- Zar, Jerrold H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Zee, Eric. 1980. Tone and vowel quality. *Journal of Phonetics* 8.3:247–258.
- Zeng, Fan-Gang, & Sheng Liu. 2006. Speech perception in individuals with auditory neuropathy. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 49.2:367–380.
- Zhan, Bohui (詹伯慧). (ed.) 2002. *Guangdong Yue Fangyan Gaiyao* 廣東粵方言概要 [An Outline of Yue Dialects in Guangdong]. Guangzhou: Ji'nan University Press.
- Zhu, Xiaonong (朱曉農). 2004. Qinmi yu gaodiao: dui xiaochengdiao, nüguoyin, meimei deng yuyan xianxiang de shengwuxue jieshi 親密與高調：對小稱調、女國音、美眉等語言現象的生物學解釋 [Intimacy and high tone]. *Dangdai Yuyanxue* 當代語言學 [Contemporary Linguistics] 2004.3:193–222.

[Received 2 September 2013; revised 25 June 2014; accepted 6 July 2015]

Institute of Hakka Language and Communication
National United University
2 Lien-da Road
Miaoli 360, Taiwan
mccheng@nuu.edu.tw

Interaction between Tones and Vowels in Hakka Infant-Directed Speech

Ming-chung Cheng

National United University

Infant-directed speech (IDS) is the most significant speech input in early child language acquisition. A body of literature has explored the phonetic characteristics of tones and vowels in IDS, but little attention is paid to the interaction between tone and vowel in IDS. Thus, based on Hakka, this study attempts to investigate the interaction between tone and vowel, with an examination of phonetic manifestations of tones and vowels in Hakka IDS. Fourteen mother-infant dyads joined this study. They interacted with their infants and the researcher naturally at homes. These speeches were recorded as IDS and adult-directed speech (ADS). Speech stimuli used in this study contained 18 disyllabic phrases, in which the first syllables were the targets. For each ADS/IDS, the first two clear tokens of each target syllable were segmented for acoustic analysis of the values of fundamental frequency (F_0) and the first two formants (F_1 and F_2) by PRAAT. After that, these F_0 , F_1 and F_2 values were normalized for further analysis. Research results pointed out the following findings. First, compared with ADS, IDS displayed phonetically expanded tones in terms of F_0 mean, F_0 range, F_0 contour and F_0 slope. Second, compared with ADS, IDS displayed significant vowel lengthening. However, different from related literature, the study showed downward-moving vowel triangles, reduced vowel space areas and shortened cross-vowel acoustic distances. Third, the intrinsic pitch difference of vowels did not affect the tones in IDS. Fourth, tones displayed definite effects upon vowel triangles and vowel space areas. The tonal features constituted an affecting hierarchy: [non-checked/checked] > [high/non-high] > [level/contour]. Finally, the findings from this study were extended further to some related issues in IDS, such as how IDS is linked to child tone/vowel acquisition, what is the relation between intimacy and high tone, and which dimension, paralinguistic or linguistic, is of primary significance in IDS.

Key words: Hakka, infant-directed speech, tone, vowel, fundamental frequency, formant