

# 比較日本學生與華語為母語者 發華語帶鼻音韻母之聲學研究\*

鄭齊兒

國立臺灣師範大學華語文教學系

## 摘要

本研究以語音實驗方式，分析比較日本學生及華語母語者帶鼻音韻母的聲學特質。透過時長、共振峰值及鼻音化程度，比較兩語言組/an, aŋ, ən, əŋ, in, iŋ/相異處。元音圖顯示主要不同點為日本學生沒有因銜接鼻音語境而有同華語的協同發音現象（例[a]n 與[ɑ]ŋ 之分）；另外，日語本身的音拍鼻音同化規則並沒有被套用於華語的韻尾鼻音發音上，但相對較長的韻尾鼻音顯示日語音拍韻律結構作用於華語音節韻律結構上。文末提供依聲學資料結果而歸納出來的教學技巧。

**關鍵詞：**華語教學 日本學生 帶鼻音韻母 韻尾鼻音 韻律 鼻音化

## 1. 前言

本研究以語音實驗方式，測量分析華語母語者與日本學生在發華語帶鼻音韻母的聲學特徵，以供華語教師參考。近來，關於華語帶鼻音韻母的研究，已有不少語音學家用聲學資料佐證，華語的非高元音如/a, ə/對韻尾鼻音（nasal coda）/n, ŋ/有預期協同發音現象（anticipatory coarticulation）。低元音/a/的發音位置會隨著其後的鼻音的屬性而前後移動，形成[an]及[aŋ]的差別；央元音/ə/則是[ən]與[ɤŋ]之分，高元音/i/則不顯著（Mou 2006; Li 2008）。在感知實驗上也證明，受試者可依華語非高元音/a, ə/的發音位置，分辨出其後的鼻音為齒齶音的/n/或軟顎音的/ŋ/。Mou（2006）及 Li

---

\* 本論文在國立臺灣師範大學頂尖大學計畫經費支持下完成修改，特此感謝。作者並由衷感謝陳振宇教授、謝國平教授、許毅博士、李炯樂學弟，及本期刊三位匿名審查人給予之寶貴建議。

(2008) 的研究發現在英語裡並沒有如同華語這類型因韻尾鼻音發音位置，而前後移動非高元音的預期協同發音現象。

Mou (2006) 利用辨別音素的特徵 (distinctive phonetic feature) 來解釋華語裡的帶鼻音韻母的協同發音現象。Mou 推測由於華語的非高元音如 /a, ə/ 的本身的後音特徵 ([back]) 是未標的 (unspecified)，這未標的後音特徵可被利用來增強韻尾鼻音 /n, ŋ/ 的相異處，進一步協助聽者辨識。然而高元音 /i/ 後音特徵為有標 ([-back])，因此 /i/ 的後音特徵無法被利用來輔助強化其後 /n/ 與 /ŋ/ 的相異處。這也呼應 Mou 的感知研究，從高元音 /i/ 的發音位置來辨別韻尾鼻音為 /n/ 或 /ŋ/ 的正確率，明顯低於非高元音 /a, ə/。也就是說，由於協同發音，受試者可從非高元音 /a, ə/ 的發音位置，提早判斷其後的鼻音是 /n/ 或 /ŋ/；但若是高元音 /i/，受試者需等到元音 /i/ 結束，才能依韻尾鼻音本身的聲學特性，來辨別該韻尾鼻音是為齒齶音的 /n/ 或軟顎音的 /ŋ/。

Li (2008) 進一步認為華語不同程度的帶鼻音韻母協同發音作用，有可能與語言本身韻律結構有關。Li (2008) 觀察在美國大學就讀但母語為華語的學生，在發華語及英語的音節尾鼻音 /n, ŋ/ 上，是否有相異處。結果發現，比起發華語 /n, ŋ/ 的些許時長差 (如 sà/n/sàng, xìn/xìng, /ŋ/ 略長於 /n/)；華語為母語者，在英語 /n, ŋ/ 發音上，/ŋ/ 明顯長於 /n/ (如 sin/sing, son/song)。Li 解釋因為華語為音節等時語言 (syllable-timed language)，每個音節時長固定，不同於英語為重音等時語言 (stressed-time language)，每個音節時長比較有彈性些。而這些受試學生在說英語時利用時長來區分 /n, ŋ/，在說華語時利用移動帶鼻音韻母的發音前後位置來補足時長上的限制。

而在華語教學上，就日本學生的華語發音而言，因語音系統相異處而導致的日本腔，在帶鼻音韻母時的發音如 /an, aŋ, ən, əŋ/ 亦十分顯著 (簡淑芬 2008)。本文，以日本學生學習華語帶鼻音韻母為出發點，進行實驗。為了進一步了解日本學生是如何呈現華語帶鼻音韻母的，我們先由以下表一來了解華語和日語鼻音音素本質上的異同處。

表 1：華語及日語的鼻音分佈及發音位置

	聲母鼻音: <u>N</u> V (C)		韻尾鼻音: (C) V <u>N</u>			
	雙脣音	齒齶音	雙脣音	齒齶音	軟顎音	小舌音
華語	m	n		n	ŋ	
日語	m	n	m	n	ŋ	ɴ

由表 1 所示，華語的鼻音音素，依發音位置分有雙脣/m/，齒齶/n/及軟顎/ŋ/鼻音，日語又多了個小舌音/ɴ/。華語音節結構裡允許做為聲母的有/m, n/，允許做為韻尾的是/n, ŋ/鼻音。日語的韻尾鼻音平假名上一律用「ん」表示（羅馬拼音為‘n’），而實際上其發音因其後所跟隨的音素的發音位置而有如表一的四種韻尾鼻音（Tsujimura 2007, p.15）。這是日語音韻裡常見的音拍鼻音協同發音（*moraic nasal coarticulation*）或音拍鼻音同化（*moraic nasal assimilation*），如下 Tsujimura（2007, p.14）所例：

(1) a. ken made [kem made] (けんまで)

ticket even

b. ken desu [ken desu] (けんです)

ticket is

c. ken ga [ken ga] (けんが)

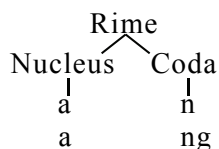
ticket Nom

例 (1) a 的/ken/其後跟的聲母的發音位置是雙脣的/m/，協同發音後的實際發音位置成[kem]。同樣的協同發音亦可見於例 (1) b 的[ken]，例 (1) c 的[ken]。若「ん」出現在停頓前，則發為小舌鼻音/ɴ/，如[ken]（券, けん）單獨音。

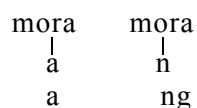
由於華語的韻尾鼻音沒有此協同發音規則，日本學生是如何發華語韻尾鼻音的呢？另外，日語為音拍等時語言（*mora-timed language*），利用音拍數分有長短音節。一般來說，日語長音節含有兩個音拍，短音節含有一音拍。如上例 (1) c 中 ken 為含兩音拍 (ke.n) 的長音節，而 ga 為含有一音拍的短音節。而音節等時的華語每一音節即為一拍。面對帶有韻尾鼻音的華語音節時，日本學生或許習慣延長韻尾鼻音，這種不同韻律結構的影響，也有可能是日本學生發華語帶鼻音韻母的問題點之一。

就華日音節結構而言，如下推測（2），華語學習者的日本學生可能韻尾鼻音視為一音拍，而前面的元音為一音拍，在音韻架構上比較獨立，因此元音位置可能比較不受到韻尾鼻音位置的影響。

（2）a. 華語



b. 日語



### 1.1 研究目的、問題及假設

本文的研究目的以語音實驗方式，分析日本學生華語帶鼻音韻母的發音，對照華語母語者的發音，以具體的聲學測量比較結果供華語教師做為教學參考。

本文的研究問題有三：

- （1）日語本身的音拍韻律結構是否會影響華語韻尾鼻音的時長？
- （2）日語本身的音拍鼻音同化規則是否會影響到華語韻尾鼻音的發音？
- （3）日本學生在發華語的帶鼻音韻母時，是否有同華語為母語者的協同發音現象？

本文提出的假設：在面對不熟悉的語境時，母語本身音段間協同發音規則（即日語的音拍鼻音同化），不容易被套用於正在學習中的外語發音上；同理，也較難掌握正在學習的外語中本身的協同發音規則（即華語帶鼻音韻母的協同發音），而有外國腔調的產生。

## 2. 研究方法

本實驗觀察由元音/a, ə, i/搭配/n, ŋ/的六個基本帶鼻音韻母 an, ang, en, eng, in, ing（注音符號分別為ㄢ、ㄣ、ㄣˊ、ㄣˊˊ、ㄣˇ、ㄣˇˊ），做為本研究的主要觀察起始點，再依日語的音拍鼻音同化規則，設計實驗語料。

## 2.1 語料設計

為了解日本學生在不同語境對華語韻尾鼻音的實際發音現象，實驗語料分有：一、主要測量音節的「單音節」語料；二、主要測量音節，加上其後聲母為不同發音位置的銜接音節的「雙音節」語料。

單音節語料有三個單元音/a, ə, i/，再分別搭配韻尾鼻音/n, ŋ/，形成 9 個單音節語料，見表二陰影處。其中，除了「登」/təŋ/之外，皆不帶聲母<sup>1</sup>。此 9 個單音節語料，再因其後銜接音節的聲母的發音位置的不同，雙脣、齒齦、軟顎，形成各含三個雙字詞，共  $9 \times 3 = 27$  個雙音節實驗語料。除了主要測量音節外，銜接音節及載承句（carrier sentence）皆無含鼻音音素，以避免對主要測量音節的干擾。

表 2：實驗語料

韻尾鼻音		Ø	/n/	/ŋ/
元音				
/i/		[i]	[in]	[iŋ]
	單	一	音	鷹
	雙脣	一 批 /p <sup>h</sup> /	音 波 /p/	鷹 派 /p <sup>h</sup> /
	齒齦	一 頭 /t <sup>h</sup> /	音 調 /t/	櫻 桃 /t <sup>h</sup> /
/ə/	軟顎	一 個 /k/	音 高 /k/	英 國 /k/
		[ə]	[ən]	[ɛŋ]
	單	額	恩	登
	雙脣	額 部 /p/	恩 報 /p/	登 報 /p/
/a/	齒齦	額 頭 /t <sup>h</sup> /	恩 德 /t/	登 台 /t <sup>h</sup> /
	軟顎	額 骨 /k/	恩 客 /k <sup>h</sup> /	登 高 /k/
		[a]	[an]	[aŋ]
	單	阿	安	昂
	雙脣	阿 伯 /p/	安 排 /p <sup>h</sup> /	昂 巴 /p/
	齒齦	阿 弟 /t/	安 泰 /t <sup>h</sup> /	昂 頭 /t <sup>h</sup> /
	軟顎	阿 姑 /k/	安 可 /k <sup>h</sup> /	昂 貴 /k/

<sup>1</sup> /əŋ/不能單獨為合法音節，因此加入一聲母/t/。筆者在考量語音分析的有效性、減少同音節聲母的干擾、及顧及語料平衡的原則下，儘可能地設計出具有意義的單詞及承載句，以利受試者錄音。

## 2.2 受試者及錄音程序

受試者有兩組：（1）華語母語者四名（男女各半），簡稱 CNM 組（Chinese Native Mandarin speakers）；（2）日語母語華語學習者 6 名（男女各半），簡稱 JLM 組（Japanese Learners of Mandarin）。CNM 組為在北海道大學就學，來自中國北方省份的中國留學生，而 JLM 組為北海道大學中國語中級課程的日本學生，對漢語拼音有相當程度的了解。10 位受試者平均年齡 24 歲，自稱沒有受過特殊發音訓練，亦無聽力及口語表達障礙。

單音節（9 個）及雙音節（27 個）皆置入載承句，單音節實驗語料的載承句為「我查『□』這個字」，雙音節實驗語料的載承句為「我查『□□』這個詞」。錄音語料混合了單雙音節的承載句，每句隨機出現三次。給受試者錄音時看的手卡上列有實驗句的漢字（簡體字、正體字皆列）及漢語拼音。正式錄音前，實驗者協助受試者熟悉實驗語料約 10 分鐘。正式錄音時，受試者各自依手卡上隨機順序，以正常語速念出實驗句。作者使用軟體 Audacity（Audacity Team 2012）及 Audio Technica Cardioid Condenser USB Microphone 於小型安靜的教室內錄音。每位受試者共錄  $9（單音節句）\times 3 + 27（雙音節句）\times 3 = 108$  句，平均每位約半小時左右完成錄音。

## 2.3 測量方式

### 2.3.1 主要測量音節的音素標示準則

作者使用語音軟體 Praat（Boersma & Weenink, 2012）進行語音標示及聲學測量。原則上，沒有含鼻音的實驗語料（Ø），以元音聲帶規律振動點始末標唯一測量區間。含鼻音的實驗語料，標有元音及鼻音兩測量區間。作者觀察元音及鼻音間振幅強弱對比（intensity），和鼻音特有的低頻共鳴（nasal murmur）為準則，儘可能客觀地標示出元音和鼻音的邊界，此邊界為元音測量區間末，鼻音測量區間始，鼻音測量區間至該音節結束。如下圖一為例，此例為 JLM 組的男性受試者 T「安泰」的第二次發音。

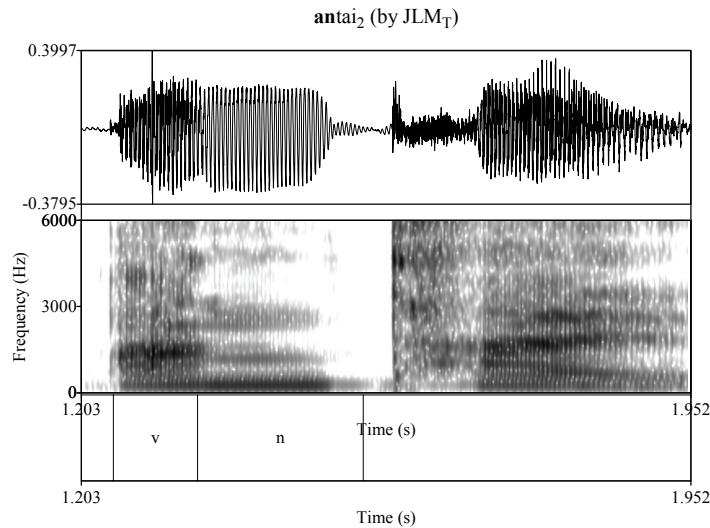


圖 1 主要測量音節之元音及鼻音區間標示例

### 2.3.2 聲學測量面向

元音區間及韻尾鼻音區間分開進行如下的聲學測量。韻尾鼻音區間只測量時長，而元音區間測量共振峰、鼻音化程度及時長三個面向。

在元音區間，首先依時序取四十個測量時間點，即元音始為第一點，元音末為第四十點。平均四十個測量點的共振峰值表該元音的發音位置：F1 均值、F2 均值及 F3 均值<sup>2</sup>。為有利比較各受試者的相對發音位置，由十位受試者語料測得的共振峰值皆已常態化過（Nearey 1989），以減少各發音人因口腔長度差所造成的差異。

接著，為觀察元音過渡至鼻音的共振峰走向，本實驗採第四十個測量點，即元音區間最終測量點該點的共振峰值來表示元音發音結束，並開始進行下個音素如韻尾鼻音/n/或/ŋ/的發音動作：F1 終值、F2 終值及 F3 終值。有不少研究已顯示（Lin & Yan 1994; Chen 2000; Mou 2006; Lai 2009），華語元音/a, ə, i/在銜接/n/的語境時，其 F2 終值大於銜接/ŋ/語境。因此本實驗以 F2 終值為主，觀察 CNM 與 JLM 是否有因銜接語境/n/或/ŋ/的不同而在

<sup>2</sup> 就元音的發音位置而言，在聲學上可用第一共振峰(F1)來表示舌位高低，也就是口開的大小；第二共振峰(F2)來表示舌位前後，也就是舌頭表面與口腔內部上顎形成的供氣流通過的最窄處。一般來說，F1 值愈高，舌位愈低；F2 值愈大，舌位愈前。

元音發音上有所區別。另外，再比較兩組間 F2 終值的差異程度（/n/語境減去/ŋ/語境）。

帶鼻音韻母的協同發音作用，除了可在元音的共振峰終值上觀察得到之外，亦可參考元音的鼻音化程度。帶鼻音韻母的鼻音化程度，通常高於不帶鼻音的韻母。本研究參考 Chen（1997）的演算法，依不同元音取特定諧波（harmonics）的振幅比求鼻音化程度。本研究從元音的中間點左右各取 0.025 秒形成 0.50 秒視窗長度（window-length）內，如圖二頻譜圖例，運算出表低元音/a/的鼻音化程度 A1-P0n 值<sup>3</sup>。高元音/i/取 A1-P1n 值，中元音/ə/則參考 A1-P0n 及 A1-P1n 兩值。原則上，A1-P0n 或 A1-P1n 值與元音裡的鼻音化程度成反比。

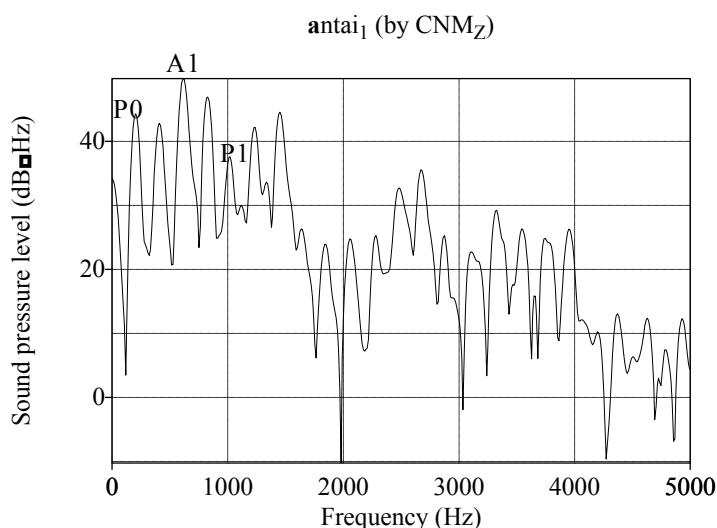


圖 2 元音/a/頻譜圖及 P0, A1, P1 例

<sup>3</sup> A1 是最靠近第一共振峰(F1)的最大諧波振幅。P0 與 P1 代表鼻腔產生的共鳴能量。P0 所在頻率略小於 F1，常為第一諧波(H1)或第二諧波(H2)，P1 所在頻率則是略高於 F1。由於鼻腔形狀是固定的，P0 及 P1 的頻率不會因母音不同而改變，是典型於低頻處代表鼻腔構造的自然共振頻率。低元音的 F1 值高，若有鼻音產生的話，P0 的頻率與 F1 可明顯區分開，不會重疊而錯誤地增強了 A1，因此可用 A1-P0(即 A1 減去 P0)來計算低元音的鼻音化程度，值愈小表鼻音化程度愈高。另外，高元音的 F1 低，與 P0 的頻率相近，難以確切分辨，因此參考下個鼻腔的自然共振峰振幅 P1(其頻率多在 1000 赫茲左右)。同樣地，對高元音而言，A1-P1 值愈低表鼻音化程度愈高。A1-P0n 及 A1-P1n 為 Chen(1997)考量了元音類型、韻尾鼻音協同發音及受試者變異(speaker variation)等對 A1-P0 及 A1-P1 進一步常態化過後的演算數值。



### 3. 結果及討論

CNM 與 JLM 的帶鼻音韻母的發音結果比較分時長（3.1）、元音共振峰值（3.2）及元音鼻音化程度（3.3），三個部分呈現。本文旨透過回答導言所提的三個研究問題，了解日本學生如何發華語帶鼻音韻母：

- （1）日語本身的音拍韻律結構是否會影響華語韻尾鼻音的時長？
- （2）日語本身的音拍鼻音同化規則是否會影響到華語韻尾鼻音的發音？
- （3）日本學生在發華語的帶鼻音韻母時，是否有同華語為母語者的協同發音現象？

#### 3.1 時長

首先，我們先比較 JLM 與 CNM 組的元音及韻尾鼻音時長。主要測量音節分別由單音節語料取得，及雙音節語料裡取得。由圖三觀察得知，單音節語料的平均音節時長（CNM: 337 微秒, JLM: 350 微秒）長於由雙音節語料取得的平均音節時長（CNM: 261 微秒, JLM: 277 微秒）。除了 CNM 的 /ən//əŋ/ 之外，平均韻尾鼻音時長/ŋ/大於/n/。

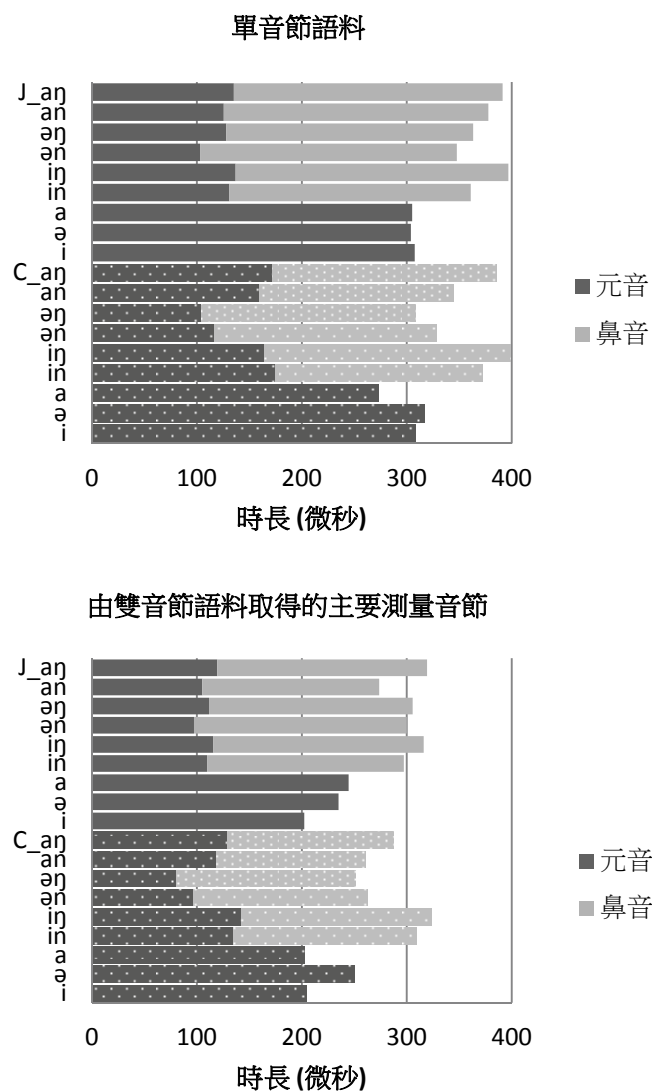


圖 3 主要測量音節時長

(上取自單音節語料，下取自雙音節語料，點狀長條表 CNM 組)

表 3 為比較單、雙音節內的韻尾鼻音時長的統計結果。樣本數是從設計的 36 個語料中，先平均每位受試者對該三次覆誦語料，再依受試者平均，依語言別進行統計。統計結果支持 JLM 的 /n//ŋ/發音明顯長於 CNM 組，由圖 4 可更清楚得知。

表 3：雙樣本 t 檢定（Welch） CNM 及 JLM 的鼻音時長（微秒）

	鼻音	語言組	平均值	樣本數	標準差	t 值	自由度	p 值
單	/n/	CNM	197.6	12	40.3	2.7	26.0	$p < 0.01^{**}$
		JLM	242.2	18	46.8			
	/ŋ/	CNM	217.2	12	44.9	2.0	21.3	$p = 0.05$
		JLM	250.3	18	39.1			
雙	/n/	CNM	161.1	36	32.7	3.4	80.4	$p < 0.01^{**}$
		JLM	186.2	54	36.3			
	/ŋ/	CNM	169.7	36	33.5	3.4	86.3	$p < 0.001^{***}$
		JLM	198.1	54	44.0			

圖 4 為所有語料的鼻音長度依語言（CNM, JLM）及鼻音（/n, ŋ/）分，整體而言，JLM 的韻尾鼻音皆長於 CNM 的韻尾鼻音時長，而/ŋ/又長於/n/。這有可能為母語日語音拍等時結構的影響，回答了研究問題一：即「日語本身的音拍韻律結構會影響華語韻尾鼻音的時長」。

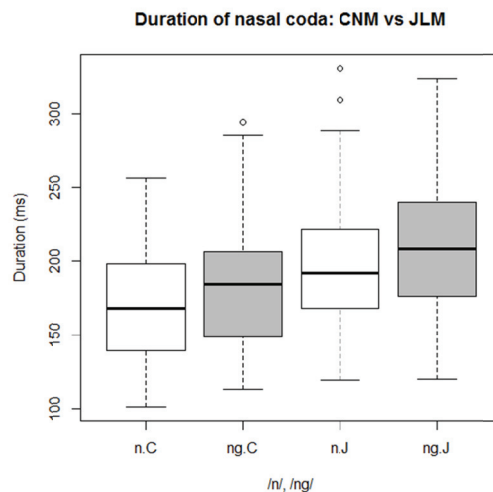


圖 4 單獨比較 CNM 組和 JLM 的韻尾鼻音/n/及/ŋ/時長

為再進一步觀察韻尾鼻音後的第二音節不同的聲母發音位置是否會影響該鼻音時長，表四採雙音節語料裡的主要測量音節，依語言及鼻音別分 4 組（CNM:/n/, CNM:/ŋ/, JLM:/n/, JLM:/ŋ/）各自進行重覆測量單因子變異數分析（One-way repeated measures ANOVA）。各組統計分析的自變項為第二音節的聲母發音位置（雙脣、齒齦及軟顎），依變項為韻尾鼻音時長。統計

結果皆無顯著影響。在 JLM:/n/及 JLM:/ŋ/方面，表示日語本身的音拍鼻音同化作用，似乎沒有作用於華語的韻尾鼻音發音時長上（研究問題二）。

表 4：重覆測量單因子變異數分析

自變項：第二音節的聲母發音位置（雙脣、齒齦及軟顎）；依變項：鼻音時長（微秒）

鼻音	語言組	雙脣	齒齦	軟顎	F 值	p 值
/n/	CNM	165.0	162.9	155.4	$F_{(2,6)} = 1.09$	$p = 0.39$
	JLM	186.9	181.8	189.8	$F_{(2,10)} = 0.35$	$p = 0.71$
/ŋ/	CNM	173.1	163.1	173.0	$F_{(2,6)} = 1.23$	$p = 0.35$
	JLM	205.1	183.8	205.2	$F_{(2,10)} = 2.56$	$p = 0.12$

### 3.2 元音共振峰值

#### 3.2.1 元音圖

接著比較 CNM 與 JLM 的元音圖，觀察其元音發音與後接語境  $V\bar{N}+CV$ （ $\bar{N}$ : /n/或/ŋ/,  $\bar{C}$ : 雙脣、齒齦及軟顎音）的關係。CNM 與 JLM 依元音別/a, ə, i/各有三張元音圖（圖 5 至 7）。每張元音圖上有 7 條線，含該元音出現的六種觀測語境，加上做參考基準用無含任何鼻音（Ø）的單元音音節（用圓圈示）。每條線起始值為該語境母音的平均值，箭頭表元音結束，即進入鼻音前的最終測量值。粗線表韻尾鼻音/n/，細線則為/ŋ/。鼻音後跟的第二音節聲母發音位置則以顏色顯示，黑色表鼻音後無第二音節聲母（即單音節語料），藍色表鼻音後接的聲母為雙脣音，綠色表齒齦音，紅色為軟顎音<sup>4</sup>。

<sup>4</sup> 圖 5 至 7 的色彩顯示，請見線上 <http://ucl.academia.edu/CCHENG>

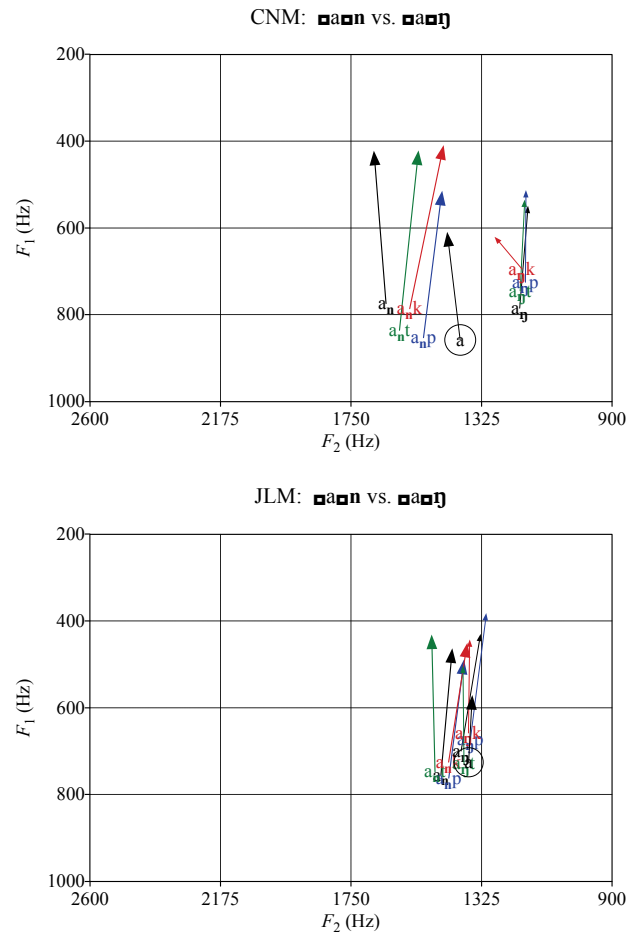


圖 5 /a/n vs. /a/ŋ 元音圖（上為 CNM 組，下為 JLM 組）

首先，比較 CNM 與 JLM 的元音/a/分別在不同語境時的發音表現。CNM 的元音/a/位置會因其後的鼻音發音位置而前後移動（F<sub>2</sub>），也就是語音上已知的 [a]n 與[a]ŋ 協同發音。另外，CNM 的/a/元音在銜接/n/語境時，開閉口大小幅度大於/ŋ/語境；而 JLM 的元音/a/在/n/及/ŋ/語境時的發音位置，不管前後或上下皆不如 CNM 元音/a/即能明顯區分出/n/或/ŋ/。

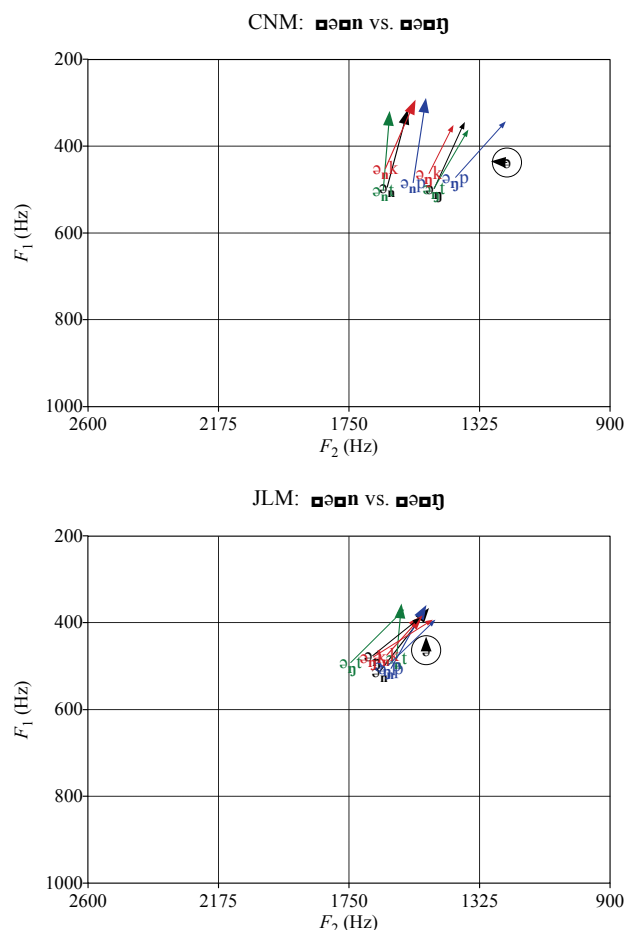


圖 6 /ə/n vs. /ə/ŋ 元音圖（上為 CNM 組，下為 JLM 組）

接著，比較 CNM 與 JLM 的元音/ə/分別在不同語境時的發音表現。CNM 及 JLM 兩組的單元音/ə/皆偏後（圓圈處），若後銜接韻尾鼻音，元音發音位置整體往前移動。在此也可觀察到 CNM 對元音/ə/的協同發音作用，但不如/a/在銜接韻尾鼻音語境時明顯。有些研究華語語音學者把發音偏後的/ə/ŋ，註釋為[ɻ]ŋ（亦如表 2 實驗語料標音示）。JLM 同圖 5/a/語境發音位置群集，沒有明顯前後區別出[ə]n 與[ɻ]ŋ 發音位置的不同。

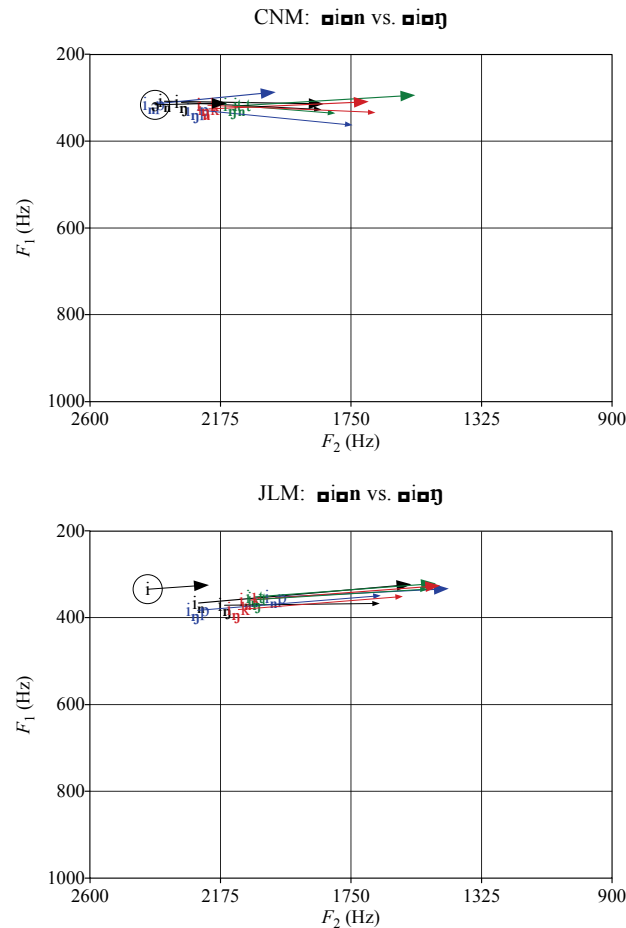


圖 7 /i/n vs. /i/ŋ 元音圖（上為 CNM 組，下為 JLM 組）

在高元音/i/方面，除了 CNM 在韻尾鼻音語境時的整體元音/i/發音些許偏前之外，CNM 與 JLM 單就 F1 及 F2 舌位移動面向大致類似，表示 JLM 在這語境的發音較接近 CNM 的表現。此結果再次顯示華語的帶鼻音韻母協同發音作用的確只作用於非高元音上（圖 5/a/及圖 6/a/），而高元音/i/的發音位置已經非常前面了，因而不能再更往前移動增強聽者對後銜齒齶音/n/的感知。

最後，從圖 5 至圖 7 整體觀察第二音節聲母的發音位置對元音的影響，CNM 及 JLM 兩組元音的發音始末似乎沒有受到第二音節聲母發音位置的影響而產生一致性的位移型態。這現象間接支持 3.1 章節的時長結果，日語本

身的音拍鼻音同化作用，從元音發音結束點來看，似乎也沒有作用於華語韻尾鼻音上（研究問題二）。

從 CNM 與 JLM 的元音圖比較中，我們可以明確地回答研究問題三：即「日本學生發帶鼻音韻母時，並沒有同華語為母語者帶鼻音韻母協同發音作用。」而華語教師所觀察 JLM 發華語帶鼻音韻母/an, aŋ, ən, əŋ/的日本腔問題，似乎是由於元音舌位前後沒有隨後語境/n, ŋ/移動，及偏長的韻尾鼻音發音所致。

### 3.2.2 比較後銜接語境為/n/或/ŋ/的元音共振峰差異值

把 3.2.1 的元音圖量化並納入 F3，下圖 8 分別為元音/a, ə, i/在語境後為/n/時減去語境後為/ŋ/時的共振峰平均及結束值的差異圖。圖 8「/a/n 減/a/ŋ」顯示，CNM 組/n/減去/ŋ/時在 F2 均終值差異皆明顯大於 JLM 組（單尾 t 檢定比較不同語言組 CNM 及 JLM，結果 F2 均值： $p < 0.001$ ，F2 終值： $p < 0.01$ ），表示 CNM 在發元音/a/時即區別了韻尾鼻音為/n, ŋ/的不同發音位置；此外，其 F1 均終值差比較呈現/n/語境的/a/口閉合動作略大於/ŋ/語境。JLM 的元音/a/開口大小幅度在後接/n/或/ŋ/語境時不如 CNM 明顯（F1 終值： $p < 0.05$ ）。另外，在 F3 方面值得注意的是不管是 CNM 或是 JLM，/a/後接語境若為/ŋ/的話，其 F3 的平均及結束值皆小於/n/。在 Chen（2000）的研究結果中，後接語境為/n/時其元音/a/的 F3 均終值皆大於/ŋ/。本實驗的 F3 差異值與 Chen（2000）所測量的呈相反方向。



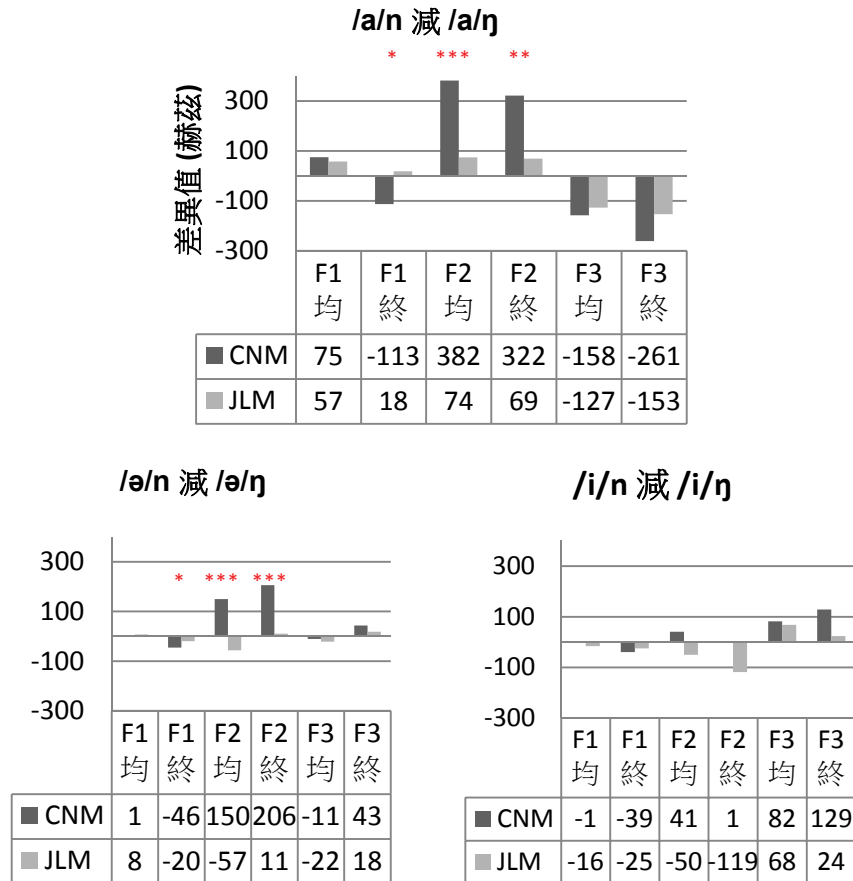


圖 8 元音共振峰 (/a, ə, i/) 於語境/n,η/差異值

圖 8 的「/ə/n 減 /ə/η」亦可觀察到類似如「/a/n 減 /a/η」現象，但程度較輕微些。CNM 及 JLM 的 t 檢定呈現顯著的共振峰差異值，分別有 F2 均值 ( $p < 0.001$ )，F2 終值 ( $p < 0.001$ ) 及 F1 終值 ( $p < 0.05$ )。

最後，討論圖 8 的「/i/n 減 /i/η」。之前在元音圖時，提及 CNM 及 JLM 兩組在發元音/i/及預備尾隨鼻音/n/或/η/的發音時，在舌位前後 (F2) 高低 (F1) 移動變化類似，而從 F3，我們可另外看出兩語言組在元音/i/的 F3 差值時可略分出尾隨鼻音為/n/或/η/，即元音/i/在/n/語境時，F3 均終差略大於/η/語境，這與 Lin & Yan (1994) 所觀察的 F3 終值/i/n>/i/η 方向一致。但整體來說，本實驗/i/元音組所觀察到的 6 個共振峰差值皆不大 (100

赫茲左右），表示/in, iŋ/發音接近。t 檢定並無顯示 CNM 與 JLM 在任一差值上有顯著性的不同。

這小節的數據除了量化前一小節元音圖不同語言組的差別之外，我們另外觀察到了 F3 在帶鼻音韻母/an, aŋ/及/in, iŋ/的差異性。一般來說，F3 低值常伴隨著嘟脣（lip protrusion）、捲舌（retroflexion）及壓縮喉腔（constriction in laryngeal cavity）等發音動作。圖 8「/a/n 減 /a/ŋ」低元音/a/的 F3 值在/n/語境小於/ŋ/語境，表示比起/a/ŋ，受試者有可能在發/a/n 時，開口幅度大，連帶造成舌根與喉腔形成較小的腔室，即在喉腔有較多緊壓的感覺；而在發/a/ŋ 時，除了嘴開較小，加上舌體於後舌根再往上於軟顎處成阻，這動作可能連帶鬆開了些許喉部的緊縮感。反之，圖 8「/i/n 減 /i/ŋ」高元音/i/F3 值在/n/語境大於/ŋ/語境，由於高元音/i/本身偏前發音位置，受試者在元音/i/結束，續發/i/n 或/i/ŋ 的韻尾鼻音時，舌尖都得往後，而/i/n 的舌體往後需求程度略小於/i/ŋ，因而對喉部造成大緊縮感也小些，而有較大的 F3 值。先前提過，本實驗圖 8「/a/n 減 /a/ŋ」F3 值的結果與 Chen（2000）成相反方向，即在 Chen（2000）的研究中，低元音/a/F3 值在/n/語境是大於/ŋ/語境的。由於 Chen（2000）的語料只來自一名男性受試者的錄音，筆者期待未來研究能再加大語料以利進一步了解/a/n 減 /a/ŋ 的 F3 確切表徵如何。

### 3.3 鼻音化程度

圖 9 為元音鼻音化程度的比較圖。Ø 為後無銜接任何韻尾鼻音元音的 A1-P0n 或 A1-P1n 值，可做為元音鼻音化程度的比較參考點，該值愈大表鼻音化音程度愈小（以 Y 軸上的箭頭表示）。除了 CNM 組裡的 a（A1-P0n），其它元音/a/及/i/及 JLM 全，都顯示帶韻尾鼻音/n, ŋ/的元音有較多的鼻音化程度（即較小的 A1-P0n 或 A1-P1n 值）。可能的解釋原因是，在 3.2.1 的元音圖裡已呈現，特別是在/a/n 與/a/ŋ 語境（圖 5），JLM 並沒有因華語帶鼻音韻母的協同發音作用而明顯改變元音的發音位置，而 CNM 以元音/a/的發音位置即可區別銜接語境為何，而減少提前仰賴以鼻音化音程度區別不帶鼻音的/a/或帶鼻音韻母/an, aŋ/的重要性。這結果似乎也或多或少支持筆者本身感覺到的日本學生與華語為母語者的不同處，在低元音/a/的表現上特別顯著。即 JLM 在發華語帶鼻音韻母/an, aŋ/除略長的韻尾鼻音時長，缺少元鼻音間的協同發音，另在鼻化音程度上有些許不同的表現。

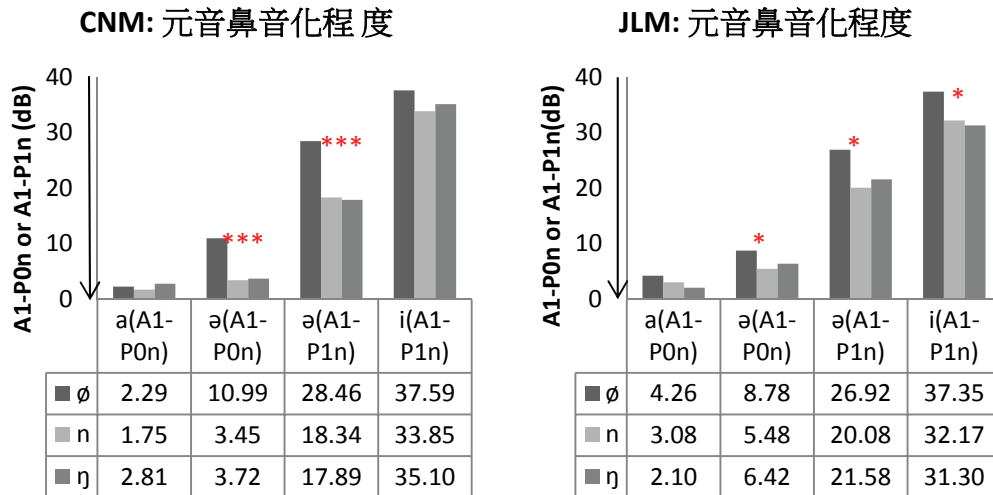


圖 9 元音/a, ə, i/依在無銜接鼻音 (∅)、銜接鼻音/n/或/ŋ/的鼻音化程度 (左為 CNM 組, 右為 JLM 組)

統計分析依語言 (CNM, JLM)、元音的鼻音化測量方式 (a (A1-P0n), ə (A1-P0n), ɐ (A1-P1n), i (A1-P0i)) 及銜接語境 (∅, n, ŋ) 分 8 組, 各自進行重覆測量單因子變異數分析。統計分析的自變項為銜接語境, 受試者為隨機變數, 依變項為鼻音化測量值。統計有顯著性結果以\*標示於圖 9 上。首先, CNM 組在/a/的鼻化音程度會依後銜接鼻音有無而不同, 而銜接的鼻音是/n/或/ŋ/, 其鼻化音程度在/a/上相當。值得注意的在元音圖裡沒有呈現元鼻音間協同發音作用的/i/語境組, 在鼻音化程度上亦沒有特別顯著性的差別。在 JLM 組方面, 除了/a/語境, 其它的/a, i/語境皆有明顯的依元音銜接鼻音有無而有鼻音化程度的區別, 而類似 CNM 組, 銜接的鼻音是/n/或/ŋ/, 其鼻音化程度在元音上的表現相當。

從元音鼻音化結果得知, 就華語帶鼻音韻母的協同發音現象而言, CNM 及 JLM 於元音/a/能顯著呈現後銜接語境有無含鼻音, 但該鼻音化程度在銜接鼻音為/n/或/ŋ/上沒有顯著差別。

#### 4. 結語

本研究透過聲學數據, 實際呈現日本學生在華語帶鼻音韻母的發音上與華語為母語者的不同處。本文對所提出三個研究問題回答如下。

(1) 日語本身的音拍韻律結構是否會影響華語韻尾鼻音的時長？

是。由韻尾鼻音時長（圖 3、圖 4 及表 3）得知，不管是單音節尾的鼻音或居雙音節中的鼻音，日本學生在華語韻尾鼻音的發音，比起華語為母語者，都有偏長發音的現象。

(2) 日語本身的音拍鼻音同化規則是否會影響到華語韻尾鼻音的發音？

不會。由韻尾鼻音時長的統計結果（表 4）及元音圖（圖 5 至圖 7）得知，日語本身的音拍鼻音同化規則沒有被套用於華語韻尾鼻音的發音上。表四統計結果呈現第二音節聲母的發音位置與第一音節尾的鼻音時長沒有顯著關係。圖 5 至圖 7，利用不同顏色表第二音節聲母不同的發音位置也顯示，第二音節聲母並沒有對元音結束點有預期發音作用而產生一致性的位移現象。

(3) 日本學生在發華語的帶鼻音韻母時，是否有同華語為母語者的協同發音現象？

沒有。比較兩語言組的元音圖（圖 5 至圖 7）特別是在非高元音/a/（圖 5）及/ə/（圖 6），日本學生並沒有同華語為母語者的帶鼻音韻母協同發音現象。共振峰值（圖 8）也呈現，兩語言組的明顯差異除顯示表元音前後 F2 值外，也於表口開大小（高低）的 F1 值上。即華語為母語者始發/a/n 語境時，口開預備動作便明顯低於始發/a/ŋ 語境。日本學生也沒有這類型協同發音動作。而就鼻化音程度而言（圖 9），對於非低元音/ə, i/，雖然兩組皆會因該元音後銜接有鼻音而先降低軟顎，但此先行的鼻音化程度不能區分出銜接鼻音為/n/或/ŋ/。

以上回答似乎支持本文導言時提出的假設：在面對不熟悉的語境時，母語本身音段間協同發音規則（即日語的音拍鼻音同化），較不容易套用至正在學習中的外語發音上；同理，也較難掌握正在學習的外語中本身的協同發音規則（即華語帶鼻音韻母的協同發音）。原因可能是，要執行一語言的協同發音規則，除了對語境要有相當程度的熟稔度，知道何時何處可協同發音之外，發音者對發音部位及相對時長有精準掌握。這對已習慣本身母語的協同發音規則的外語學習者來說並不容易。筆者相信藉由本研究的對日本學生及華語為母語者帶鼻音韻母的發音具體呈現，將能大大提昇日本學生的學習成效，發音教學重點最後歸納如下。

華語老師在教日本學生韻尾鼻音時，除了一般常強調的利用舌尖/n/或舌根/ŋ/，在口腔裡的不同處形成氣流阻礙之外，建議跟學生說明，特別是利用漢語拼音教學時，元音標示用同樣 a 的含鼻音韻母 an（ㄢ）及 ang（ㄤ），a 的實際發音位置依韻尾鼻音不同而有兩種發音方式。例如，華語教師可把本研究圖 5 的比較圖給學生看，再特別加強練習舌體的前後差異性來區別 an 及 ang。如發 an 時，一開始舌體便置前，嘴巴開大，結束合口時，利用下巴大動作快些把舌尖頂到上齦處，以減短鼻音的時長。發 ang 時，一開始舌體便置後，嘴巴微開即可，重點在於結時舌根直接往上抬至軟顎，縮短鼻音的時長。同理可用於 en（ㄣ）及 eng（ㄥ）的發音訓練上。至於在 in（ㄣ）及 ing（ㄥ）組，因為舌尖在發完高元音/i/皆往後移動，從 F3 終值的差異中得知，教師可教導學生感覺喉腔的壓縮程度來練習，比起 in，發 ing 的 ng 時舌頭更往後移動感覺到喉腔緊束度。

最後，本研究為初步實驗分析所得，希望能作為華語教師在指導日本學生帶鼻音韻母之參考。然本文受試者人數仍有不足，期待日後能加大受試者人數及其它國籍學生類別，以提供更客觀及有系統的研究資料。另外，就外語的協同發音規則與本身母語音韻規則間的相互關係，本研究也期待日後能就該方面於語言習得及教學理論做進一步的延伸發展，以作為未來教學策略及學術研究發展的基礎。

## 引用文獻

- Audacity Team. 2012. Audacity [Computer program]. Version 2.0.2, Accessed Online, September 1, 2012. <http://audacity.sourceforge.net/>
- Boersma, Paul, and David Weenink. 2012. Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 5.3.23, Accessed Online, August 19, 2012. <http://www.praat.org/>
- Chen, Marilyn Y. 1997. Acoustic correlates of English and French nasalized vowels, *Journal of the Acoustical Society of America* 102.4: 2360-2370.
- Chen, Marilyn Y. 2000. Acoustic analysis of simple vowels preceding a nasal in Standard Chinese. *Journal of Phonetics* 28: 43-67.

- Lai, Yi-hsiu. 2009. Acoustic correlates of Mandarin nasal codas and their contribution to perceptual saliency. *Concentric: Studies in Linguistics* 35.2: 143-166.
- Li, Ya. 2008. An acoustically based contrastive study of L1 and L2 nasal coda production. *Proceedings of the 2008 annual conference of the Canadian Linguistic Association*.
- Mou, Xiaomin. 2006. *Nasal Codas in Standard Chinese: A Study in the Framework of the Distinctive Feature Theory*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology Ph.D. dissertation..
- Nearey, Terrance M. 1989. Static, dynamic, and relational properties in vowel perception. *Journal of the Acoustical Society of America* 85: 2088-2113.
- Tsujimura, Natsuko. 2007. *An Introduction to Japanese Linguistics* (2<sup>nd</sup> ed.). Malden, Mass: Blackwell.
- 林茂燦、顏景助. 1994. 〈普通話帶鼻尾零聲母音節中的協同發音〉,《應用聲學》, 01 期, 12-20。[Lin, Maocan, and Jingzhu Yan. 1994. Coarticulation in the zero-initial syllable with nasal ending in Standard Chinese. *Applied Acoustics* 13.1: 12-20]
- 簡淑芬. 2008. 〈政大華語文中心零起點學生的偏誤現象〉。臺北：國立政治大學華語文教學中心。[Jian, Shufen. 2008. The study of language errors for Chinese beginners at Chinese Language Center in National Chengchi University. Taipei: Chinese Language Center in National Chengchi University]

[審查：2012.11.26 修改：2013.5.7 接受：2013.5.8]

鄭齊兒

Chierh CHENG

10610 台北市大安區和平東路一段 162 號

No. 162, Section 1, Heping East Road, Taipei 10610, Taiwan

chierh.cheng@gmail.com

**An Acoustic Comparison of the Pronunciation of Vowels  
with a Nasal Coda Spoken by Japanese Learners of  
Mandarin and Native Mandarin Speakers<sup>\*</sup>**

**Chierh CHENG**

**Department of Chinese as a Second Language  
National Taiwan Normal University**

**Abstract**

In this research, the acoustic features of Mandarin vowels /a, ə, i/ followed by nasal coda /n, ŋ/ pronounced by Japanese Learners of Mandarin (JLM) and Chinese Native Mandarin speakers (CNM) are compared. Acoustic measurements of interest include duration, formant trajectories and degrees of nasalization. The most pronounced differences are (1) JLM did not shift the non-high vowels along with the nasal coda, whereas, CNM demonstrated a significant anticipatory coarticulation between non-high vowels and the nasal coda (for example, [a]n vs. [a]ŋ); (2) JLM did not apply the moraic nasal assimilation of Japanese to the pronunciation of Mandarin final nasal; (3) the relative duration of nasal codas pronounced by JLM is longer, indicating the rhythmic influence of Japanese (mora-timed language) on the pronunciation of Mandarin (syllable-timed language). The findings elucidate the JLM pronunciation of Mandarin vowels with nasal codas in a quantitative manner, which can be of use to Japanese learners of Mandarin and teachers alike.

---

<sup>\*</sup> Preparation of this paper was supported by “Aim for the Top University Plan” of the National Taiwan Normal University and the Ministry of Education, Taiwan, R.O.C. The author would like to thank Prof. Jenn-Yeu Chen, Prof. Kwock-Ping Tse, Dr. Yi Xu, Albert Lee and the three anonymous reviewers for their valuable comments and suggestions to improve the quality of this paper.

華語文教學研究

**Keywords:** Teaching Chinese Mandarin, Japanese learners, Mandarin vowels  
with a nasal coda, rhythm, nasalization