

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 在多類型噪音環境下助聽器交越頻率調整策略對語音的影響 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 100-2221-E-168-007-  
執行期間：100年08月01日至101年07月31日  
執行單位：崑山科技大學電子工程系

計畫主持人：林俊宏

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：王中成  
碩士班研究生-兼任助理人員：廖紹傑  
大專生-兼任助理人員：陳彥廷

公開資訊：本計畫可公開查詢

中華民國 101 年 09 月 26 日

中文摘要：目前聽障的人口佔了身心障礙者百分之十，不論是先天或是後天造成，聽力損失帶給他們不論在工作上或是生活上都有極度不方便的地方，並且溝通不良與資訊不足導致他們不願意走入人群。過去助聽器的功能主要是以訊號放大為主，隨著科技的發展，助聽器的功能不斷增強，在雜訊消除與聽覺補償上都有很大的改善，噪音的音量大小一直影響著壓縮的技術，太大太小都有可能使聽障者感受到不舒服，有鑑於此，本計畫根據目前提供的 NAL-NL1 軟體來進行助聽器的調適，再以多種噪音進行能量分佈分析，進行重新調整交越頻率與壓縮比例等參數，我們預計修改助聽器訊號處理與模擬平台，並將壓縮過程提高到 8 個通道數，以五種類型的噪音加上不同的訊噪比，配合三百題雙字詞混淆題，進行訊噪比提升的比較實驗，語音辨識力評估，以及聲音感受度實驗，以探討噪音的能量分佈對於交越頻率的調整後對於語音的影響。

中文關鍵詞：助聽器、交越頻率、噪音、語音辨識力、聲音感受度

英文摘要：The population with hearing impairment at present has made up 10% of the disabled. Both innate and acquired hearing loss could bring extreme inconvenience at work or in living. Besides, with ill communication and incomplete information, these hearing impaired people are not willing to walk into the crowd. Previous hearing aids generally focused on amplifying signals. With the development of technology, the functions of hearing aids are increasing that both noise removal and hearing compensation are largely improved. The volume of noise has affected the technology of compression that too high and too low volume could cause hearing impaired people feeling uncomfortable. For this reason, present NAL-NL1 software is applied to tune the hearing aids, and with energy distribution analyses on various noises on our project, parameters like cross-over frequency and compression rate are re-tuned. It is estimated to modify the signal process and simulation platforms for hearing aids and increase the compression processes up to eight channels. Furthermore, with five types of noise and various signal-to-noise ratios as well as 300 two-word-nouns confusing questions, the comparative experiment on the improve

of signal-to-noise ratio, the evaluation of word recognition, and the experiment of sound perception are proceeded to discuss the effect of energy distribution of noise on voice after tuning the cross-over frequency.

英文關鍵詞： Hearing aids、cross-over frequency、noise、word recognition、sound perception

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

在多類型噪音環境下助聽器交越頻率調整策略

對語音的影響

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 100-2221-E-168 -007 -

執行期間：100/08/01 ~ 101/07/31

計畫主持人：林俊宏

共同主持人：

計畫參與人員：王中成、廖紹傑、陳彥廷

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國心得報告：

- 赴國外出差或研習心得報告
- 赴大陸地區出差或研習心得報告
- 出席國際學術會議心得報告
- 國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

中 華 民 國 101 年 10 月 30 日

# 目 錄

中文摘要:.....	II
英文摘要:.....	II
一、 前言:.....	4
二、 研究目的:.....	4
三、 研究方法:.....	5
四、 實驗設計:.....	5
4.1 真實語料挑選.....	5
4.2 主觀評估測試平台.....	5
五、 結果:.....	6
5.1、單頻純音添加對真實語音雙字詞之影響.....	6
5.2、聲音感受度實驗結果.....	8
六、 討論:.....	9
成果自評.....	9
參考文獻.....	9

## 中文摘要:!

目前聽障的人口佔了身心障礙者百分之十，不論是先天或是後天造成，聽力損失帶給他們不論在工作上或是生活上都有極度不方便的地方，並且溝通不良與資訊不足導致他們不願意走入人群。過去助聽器的功能主要是以訊號放大為主，隨著科技的發展，助聽器的功能不斷增強，在雜訊消除與聽覺補償上都有很大的改善，噪音的音量大小一直影響著壓縮的技術，太大太小都有可能使聽障者感受到不舒服，有鑑於此，本計畫根據目前提供的 NAL-NL1 軟體來進行助聽器的調適，再以多種噪音進行能量分佈分析，進行重新調整交越頻率與壓縮比例等參數，我們預計修改助聽器訊號處理與模擬平台，並將壓縮過程提高到 8 個通道數，以五種類型的噪音加上不同的訊噪比，配合三百題雙字詞混淆題，進行訊噪比提升的比較實驗，語音辨識力評估，以及聲音感受度實驗，以探討噪音的能量分佈對於交越頻率的調整後對於語音的影響。

## 英文摘要:

The population with hearing impairment at present has made up 10% of the disabled. Both innate and acquired hearing loss could bring extreme inconvenience at work or in living. Besides, with ill communication and incomplete information, these hearing impaired people are not willing to walk into the crowd. Previous hearing aids generally focused on amplifying signals. With the development of technology, the functions of hearing aids are increasing that both noise removal and hearing compensation are largely improved. The volume of noise has affected the technology of compression that too high and too low volume could cause hearing impaired people feeling uncomfortable. For this reason, present NAL-NL1 software is applied to tune the hearing aids, and with energy distribution analyses on various noises on our project, parameters like cross-over frequency and compression rate are re-tuned. It is estimated to modify the signal process and simulation platforms for hearing aids and increase the compression processes up to eight channels. Furthermore, with five types of noise and various signal-to-noise ratios as well as 300 two-word-nouns confusing questions, the comparative experiment on the improve of signal-to-noise ratio, the evaluation of word recognition, and the experiment of sound perception are proceeded to discuss the effect of energy distribution of noise on voice after tuning the cross-over frequency.

## 一、 前言:

當前之數位化助聽器的噪音抑制功能是利用額外的核心處理，分割作法之主要原因在於預防運算錯誤、降低耗能與同步進行，而本研究預想利用助聽器自身參數設定的調整，以同樣達成噪音抑制的能力為前提，並評估此種作法之可行性與其實質效益。延續第一年研究結果(在多類型噪音環境下進行交越頻率設定以提供即時助聽器參數調變之研究)，利用交越頻率調整壓縮頻道範圍，在純音實驗中已初步確定適當的交越頻率設置，確實擁有噪音抑制的能力。因此，在本年度實驗將利用真實語音的添加，歸納出交越頻率設置的準則，並利用人耳感受實驗觀察此準則運用下的語音表現情況。

## 二、 研究目的:

根據計畫第一年(在多類型噪音環境下進行交越頻率設定以提供即時助聽器參數調變之研究)之實驗結果驗證，本研究利用圖 2.1 訊號處理流程與實際助聽器參數燒錄平台所設計之助聽器數位模擬平台，其訊號處理流程與其表現結果的趨勢正確性。且由於平台將訊號數位化處理，達成快速模擬多樣化的情境設置，並量測其訊噪比提升效益。本研究目的亦在於觀察此訊噪比提升效益之趨勢，推導出最符合該狀態情境之交越頻率設置方式。

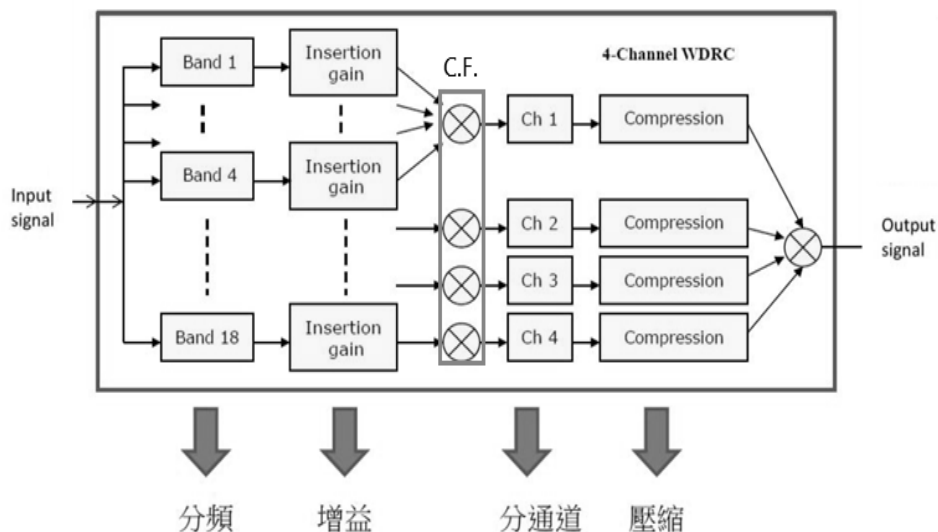


圖 2.1 助聽器訊號處理的流程

於此同時，本研究所運用之準則即訊噪比提升效益，乃是於噪音消除演算法或相關資料傳輸之研究中常被作為評判優劣標準的數值之一。而第一年研究計畫中試圖探討交越頻率設計對於噪音抑制是否擁有實際影響性，根據其實驗結果證實此假設確實成立，因此於本年度計畫中，將更進一步整理出於各頻率噪音情況下，擁有最佳訊噪比提升效益之交越頻率設計位置，並以添加真實語音之方式，增加將本策略應用於實際層面之可靠性與趨近該策略於實際表現之狀況。

另外，本研究之另一重點在於本策略所制定之交越頻率設定位置，是否會影響聽障者對於原聲音的感知情況，因此在過去的文獻研究[1]對於聲音的感知度實驗建議評估五種項目:語音清晰度(Clarity)、語音扭曲失真(Distortion)、背景噪音大小(Background Noise)、整體音量適中(Loudness)與整體表現(Overall)，藉由人耳主觀認知來讓各受測者選擇其所喜愛之

聲音，於本研究實驗亦將沿用此模式進行主觀評估測試平台之設計。

### 三、 研究方法:

研究中參考現有之助聽器平台，運用 LabVIEW 軟體所設計之數位平台，於實驗中若需針對各細部參數進行調整設計，其結果將帶有更多不確定性，亦讓後續策略歸納無所適從。因此，為求可變因素的降低與交越頻率參數設計之可行性，本研究之參數設計將參考國內文獻研究結果[2]，將壓縮部分的時間參數調整至擁有最佳聽辨力的快速壓縮模式。壓縮比部分，在寬頻動態範圍壓縮類的助聽器中，壓縮比通常設定在 1.5:1 至 3:1 的範圍內[3]，因此，為表現出可接受範圍內的最明顯差異量，我們將壓縮頻道之壓縮比設定在 3:1，而未壓縮頻道之壓縮比則設定在約 1.67:1。

### 四、 實驗設計:

#### 4.1 真實語料挑選

本實驗中，字詞的選擇是根據陽明大學聽語工程實驗室所提出詞表，其字詞來源根據「中央研究院漢語平衡語料庫第 3.0 版」與「國民小學兒童常用字詞彙資料庫」，以基因演算法是根據音素、音調平衡與字詞常用度為條件所挑選出之具有同質性的混淆字詞表[4]。於初步實驗中藉由與助聽器分頻模式相同的 1/3 八度音頻之頻譜分析後發現，語料的頻譜分布主要分為三大類：一為低頻區間能量分布較為集中且明顯高於其他頻段；其次為高頻與低頻分布較為明顯突出；最後為相對之下高、中、低頻能量分布較為平均。並以其所占比例挑出五個字詞作為代表，分別為「木馬」、「尼姑」、「瓦斯」、「地名」、「浴室」，其中「木馬」與「尼姑」屬於第一類於聲音能量集中於低頻部分，「地名」與「浴室」屬於第二類聲音能量集中於低頻與高頻部分，「瓦斯」屬於第三類聲音能量分布相對較於平均。

#### 4.2 主觀評估測試平台

主觀評量方法可分為分析波形圖、頻譜圖與聆聽聲音。本研究中，透過一測試平台讓受測者聆聽處理後聲音，讓其根據個人喜好選擇幾項問題。其目的在於探討本策略在於不同環境下聽覺對於表現聲音的各種表現感知度。聲音感受度實驗平台如圖 4.1，華語選擇乃根據華語四種聲調，兩個單字共計 16 種聲調特性，並從詞表中挑選出二個符合的字詞，編成各計 32 個雙字詞的 9 個詞表。並參考文獻建議[1]，評估下列四項問題：字詞音量、扭曲失真、語音清晰度、整體感受。





圖 4.1 聲音感受度實驗平台

## 五、 結果:

### 5.1、單頻純音添加對真實語音雙字詞之影響!

本實驗將利用先前依據頻譜分析方式所選取的之五個字詞，並依據此五個字詞之反應，歸納出擁有最佳效益的交越頻率設計，並平均各字詞效益表現以表示之。

下圖 5.1 至圖 5.4 為挑選的五字詞於各訊噪比情況下，對於添加各主頻純音訊號(即 X 軸所示)時，其所設定之最佳效益表現的交越頻率設定方式與其效益提升值。圖中 CF1 為設定該壓縮頻道的最低頻率點，圖中 CF2 為設定該壓縮頻道的最高頻率點；若該對應主頻噪音僅有 CF1 即為壓縮 Channel 1，意即該壓縮頻道僅能設定的最高頻率點；圖中若僅有 CF2 即為壓縮 Channel 2，意即該壓縮頻道僅能設定的最低頻率點。

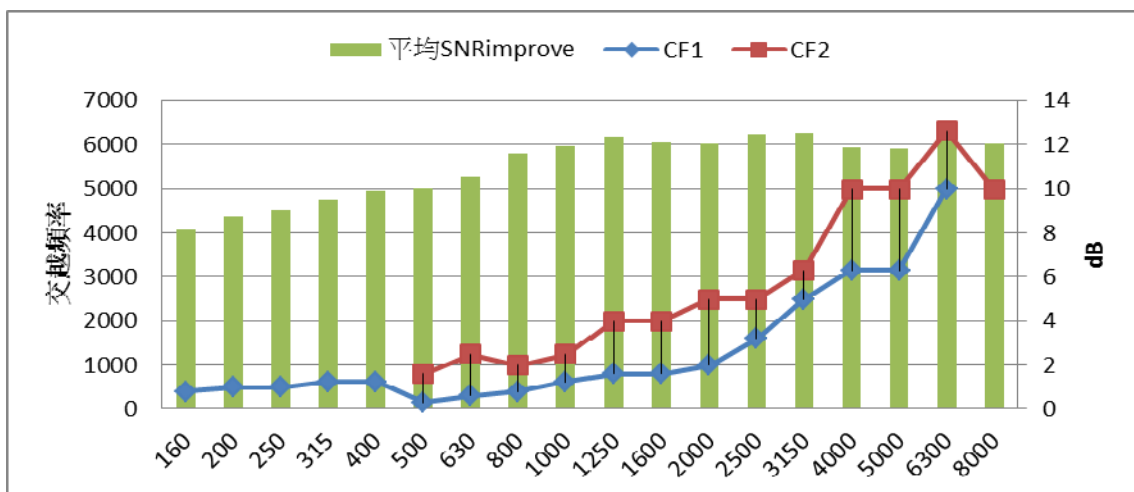


圖 5.1 訊噪比為-15dB 時，各頻帶訊號之最佳交越頻率設定情況

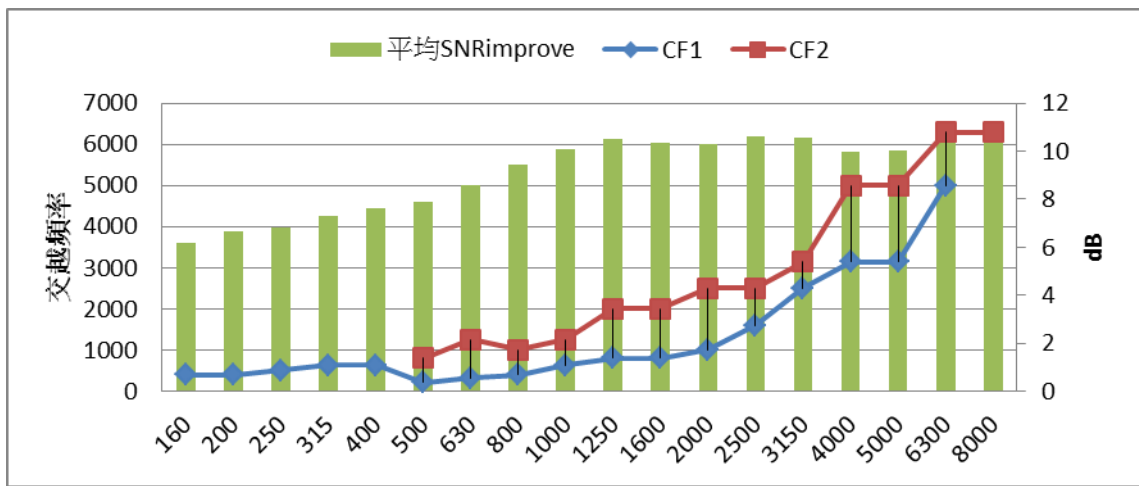


圖 5.2 訊噪比為-10dB 時，各頻帶訊號之最佳交越頻率設定情況

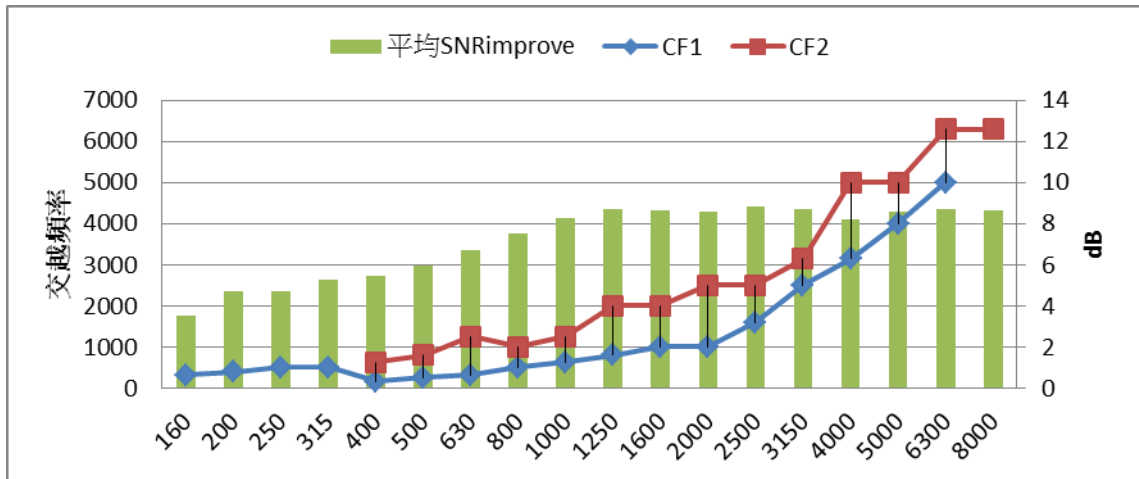


圖 5.3 訊噪比為-5dB 時，各頻帶訊號之最佳交越頻率設定情況

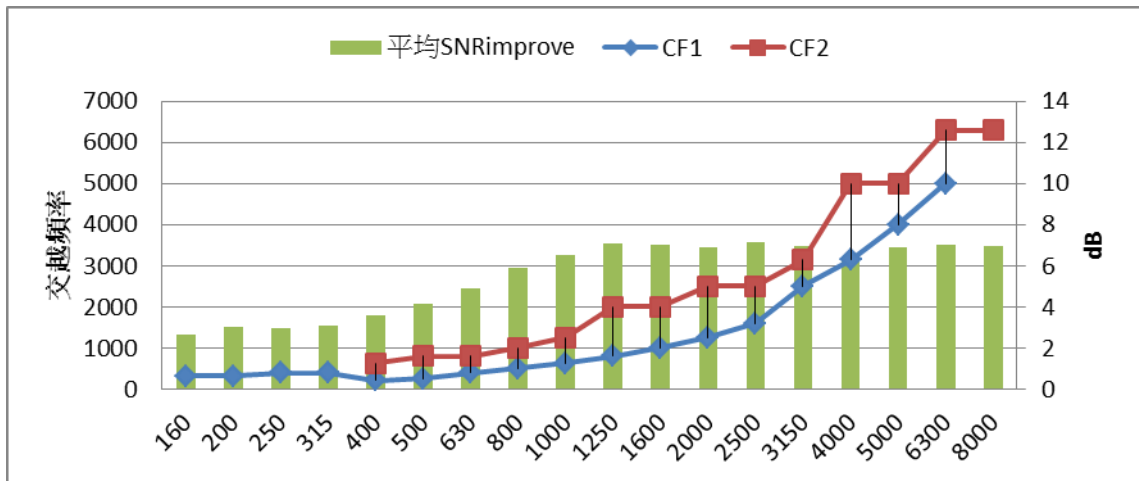


圖 5.4 訊噪比為 0dB 時，各頻帶訊號之最佳交越頻率設定情況

根據單頻音添加的實驗結果，在訊噪比從-15~5dB 時可以發現，整體的最佳交越頻率設定範圍越趨縮小，並隨著訊噪比提高此範圍亦往噪音頻率集中，效益亦趨下降。且其共同點在於添加音頻若屬低頻時，其整體效益提升亦不高。將此交越頻率的設定範圍使用在不同語料、相同噪音分布的情況，並根據該字詞重新尋找最佳交越頻率設定，兩者所得之訊噪比提升差異不到 1dB，且範圍差距亦不到一個頻寬，因此確定此策略可運用於詞庫中各字詞。

但是當訊噪比設定大於 5dB 之後，交越頻率設定開始彰顯出語音訊號能量分布的重要度，在訊噪比設定為 10dB 以上時，面對同樣噪音，不同語料間交越頻率設定之差距均大於

兩個頻帶範圍，因此無法訂定出適用於各語料的交越頻率設計方式，且其效益趨於負提升，脫離本實驗利用噪音分布特性，調整交越頻率的目的，下圖 5.5 情況為輸入訊噪比 15dB 時各語料之最佳交越頻率設定狀況。

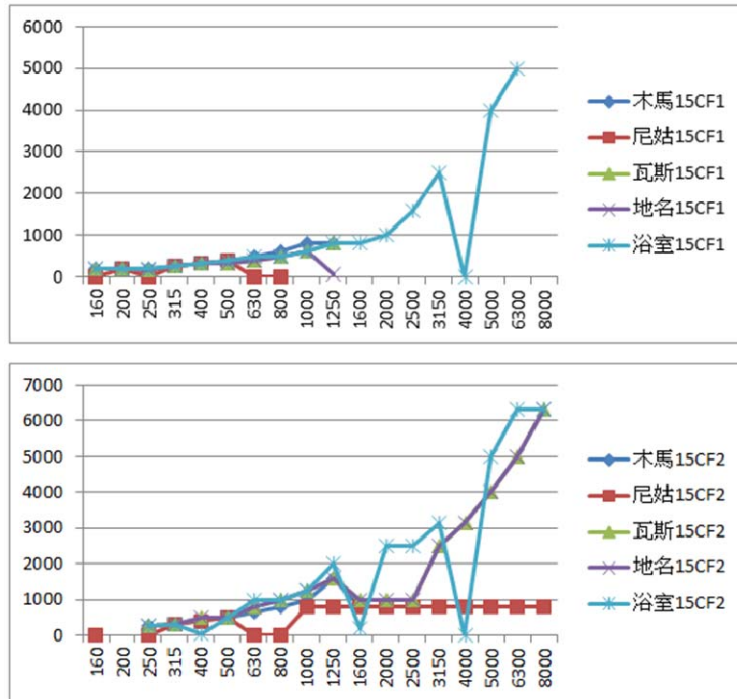


圖 5.5 輸入 SNR 為 15dB，各語料交越頻率設定情況

## 5.2、聲音感受度實驗結果！

本實驗以七位聽力正常者為受測者，於電腦上進行聲音感受度實驗，並探討策略對於聲音表現的影響情況。於實驗開始前雖已告知各受測者各問題選項於評估時所應考慮的要點因素為何，但於實驗結果中每位受測者對於個人所認定的感受度結果還是會有所差異，但觀察各詞表之得分情況確實有一定的趨勢，最終得出下圖 5.6，以整體總平均情況表示其得分分布情況。

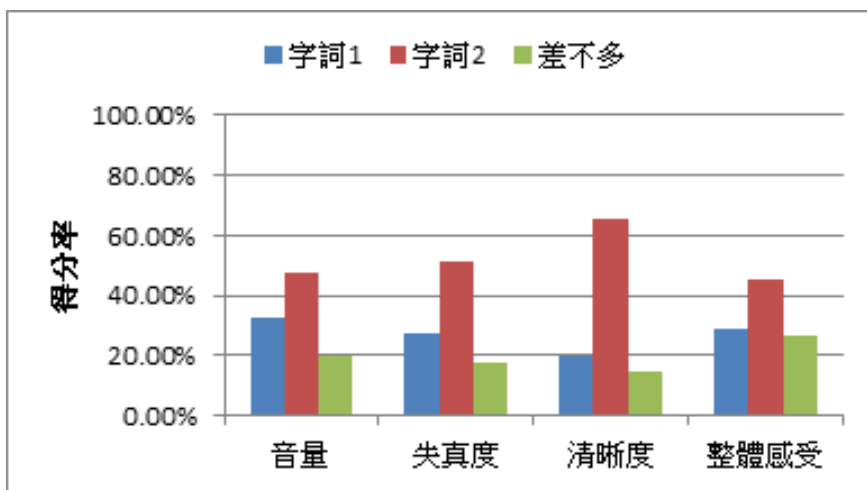


圖 5.6 聲音感受度實驗整體平均表現

## 六、 討論:

在文獻中[5]，多數針對助聽器所提出的噪音消除演算法均是利用以麥克風收錄音訊，利用語音與噪音的特性分離出不需要的雜訊，再消除不必要的雜訊達到噪音消除之效果，因此多數的噪音消除演算法的展現效益會隨著輸入訊噪比的提升，訊號分離的成效亦會有所增加。

而本研究中所提出的策略方式，其訊號處理的方式是透過整體訊號的能量達到壓縮門檻後，將超過門檻的能量根據壓縮比例設定進行壓縮，進而降低訊號輸出音量。因此，當噪音能量大於訊號能量時，被壓縮的能量亦多屬噪音，間接縮短噪音與訊號間的能量差距，降低噪音掩蔽的影響，進而在聽覺達到噪音抑制與語音清晰增加的功能，所以當噪音能量大於訊號能量時，本策略方式的效益表現亦有所提升。且經由人耳主觀語音評估之聲音感受度實驗可得知，在圖 5.6 的得分表現中，本研究所提出之策略無論在音量、失真度、清晰度或整體感受上，均優於原本無處理的輸入音。

## 成果自評!

本計畫所提出以噪音能量分布為設計基準之交越頻率設計策略，在訊號模擬實驗中已呈現出一定的成效，在經過人耳聽覺感受度實驗觀察本策略之實際表現，結果竟與訊號模擬實驗之趨勢不謀而合。回歸本論文研究之目的說明：(一) 交越頻率設計的優劣是否會因不同的噪音能量分布而有所不同？根據實驗結果，此答案是肯定的。而且不僅如此，交越頻率設計的優劣也會因語音能量分布而有所限制。(二) 針對噪音能量分布所設計之交越頻率，其抑制噪音的效益表現如何？根據結果針對噪音抑制的效益結果，本策略在輸入訊噪比為最低-15dB 的情況，擁有最高提升效益約為 10dB，如此效益表現幾乎可比與一般的噪音消除演算法，且其效益隨輸入訊噪比而提升的趨勢，確實間接符合原先預想要提升於噪音環境下可聽閾值的想法。(三) 此種以噪音能量分布為基準的交越頻率設計方式，對於人耳聽覺上是否也有變化？根據客觀語音評估方式於聲音感受度的實驗中，本研究所提出的策略，除了有效的降低了噪音對聲音的掩蔽影響，讓語音在噪音環境下的清晰度上呈現了高度的提升效果，並且在於失真度對於聲音辨識力的影響微乎其微。因此綜觀以上實驗，我們認定在特定的噪音環境下，針對噪音能量分布作為交越頻率設定基準，雖然能夠提升聲音的感受度，但是同時也必須考量語音能量的分布才能有更好的語音表現。

## 參考文獻!

- [1] 余依依，“在噪音環境下助聽器之交越頻率設定對華語語音的影響”國立陽明大學，碩士論文，2006
- [2] 曾雪靜，“助聽器壓縮潛時對於漢語語音和聲調聽辨力的影響”國立台北護理學院，碩士論文，2006
- [3] Harvey Dillion.(2001): “Hearing Aids: Basic Characteristics of a Compressor”

(Thieme),pp.165

[4] 蔣耀宇，“華語雙字詞語音辨識力測驗之設計與評估”國立陽明大學，碩士論文，2005

[5] 鍾譯賢，“助聽器的噪音消除演算法”國立交通大學，碩士論文，2009

無研發成果推廣資料

100 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：林俊宏		計畫編號：100-2221-E-168-007-					
計畫名稱：在多類型噪音環境下助聽器交越頻率調整策略對語音的影響							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	1	1	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	2	2	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>無</p>
--	----------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	



# 國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表  未發表之文稿  撰寫中  無

專利： 已獲得  申請中  無

技轉： 已技轉  洽談中  無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本計畫主要以助聽器的內部參數根據噪音的型態做調整，經過訊號處理分析與實際人耳測試，顯示這些調整的策略是可以設計的方向，雖然絕大部分學者認為調整這些參數對於實際的辨識效果並無很大的影響，但就個人經驗來講，只要有進步或是有部分提升，就是在這領域有很大的貢獻度，畢竟多少助聽器的技術已開發到某個階段，要有提升的突破實際上在文獻上也不多見，我們期望從多個角度去探討，如本計畫是以環境的影響來思維，只要有提升的效果，未嘗不是件樂觀的事，本計畫預計整理部分資料去投遞期刊，未來也將進一步實現晶片載入測試！