

○飯田一博 中村一啓(松下通信・MS 研)

## 1. はじめに

従来、音の正中面定位においては、頭部伝達関数(HRTF)の個人差により本人以外の HRTF では定位精度が低下することが知られている[1]。この問題を解決するために、HRTF の非個人化の研究が進められている。例えば、Middlebrooks[2,3]は受聴者間の HRTF の差を調整するスケールファクタを提案している。また、Møller ら[4]は受聴者間でロバストな定位精度が得られる代表的な被験者を選出し、その被験者の HRTF を用いることにより非個人化を試みている。

本研究では、Møller らの考え方を拡張し、被験者に本人と他人の正中面内 HRTF を用いた刺激を提示し、被験者間で安定した定位精度が得られる HRTF を方向毎に求めて、その定位精度と物理特性について考察する。

## 2. 音響心理実験

## 2.1 実験方法

無響室において ear-mic[5]を用いて男性9名(ここでは HRTF 提供者と呼ぶ)の正中面内7方向(正面0°~真後ろ180°まで30°間隔)の HRTF を測定した。実験に用いた音源信号は女声アナウンスで信号の継続時間は約2秒である。刺激は音源信号と9名の HRTF 7方向を畳込んだ63種類で、ear-speaker (AKG K1000)から被験者に提示した。その際、汎用 DSP ボードで ear-speaker - 外耳道入口(ear-mic)間伝達関数を補正した[5]。各刺激はランダムな順に5回提示した。提示音圧レベルは60dB(max, fast)である。被験者は HRTF 提供者9名の中の5名である。各被験者は本人と他人(8名)の HRTF を用いた刺激に対して知覚した仰角を回答する。回答方法はマッピング法で、実験は室内灯を消した試験室で行った。ただし、回答用に手元だけを照らす豆電球を点灯した。

## 2.2 実験結果

まず、本人の HRTF を用いた刺激の散布図の一例(被験者 TG)を Fig.1 に示す。回答が対角線付近に分布しており、本実験システムで精度よく正中面定位ができていたことがわかる。一方、Fig.2 は5名の被験者が9名の HRTF を用いた全ての刺激に対して回答した結果を示したものである。回答は対角線付近のみならず2次元平面上に広がって分布しており、前後誤判定も頻繁に発生している。従来の研究と同様、他人の HRTF を用いた刺激に対しては精度よい正中面定位はできていない。

ここで、いずれの被験者に対しても比較的高い精度で正中面定位ができるロバスト性のある HRTF を

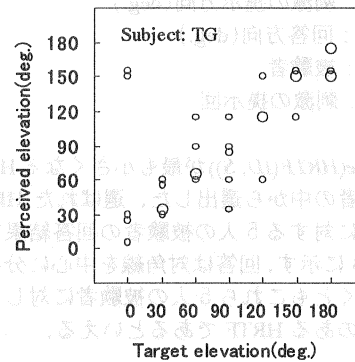


Fig.1 Responses to the stimuli generated from the subject's own HRTF.

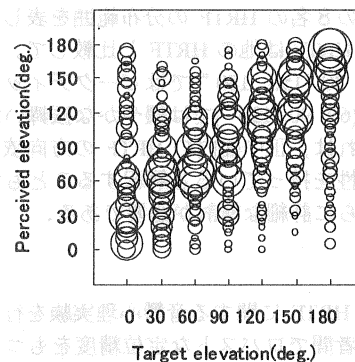


Fig.2 Responses to the stimuli generated from the subject's own and the other subjects' HRTF.

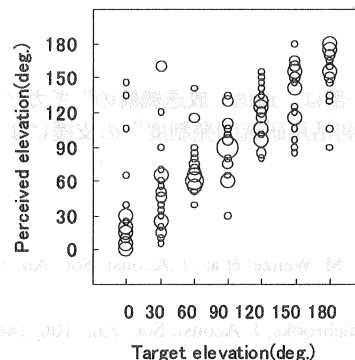


Fig.3 Responses to the stimuli generated from the selected HRTF.

\* A consideration on nonindividualization of HRTF in the median plane.

By K. IIDA and K. NAKAMURA (Multimedia Solution Labs., Matsushita Comm. Ind. Co., Ltd)

選出するために、各 HRTF に対する全被験者の平均  
定位誤差  $e(HRTF(ID, S))$  を式(1)により求めた。

$$e(HRTF(ID, S)) = |S_{j,k} - R_{j,k}| \quad (1)$$

ここで、

- $ID$  : HRTF 提供者
- $S$  : 刺激の提示方向(deg.)
- $R$  : 回答方向(deg.)
- $j$  : 被験者
- $k$  : 刺激の提示回

方向毎に  $e(HRTF(ID, S))$  が最も小さくなる HRTF を  
9 人の提供者の中から選出した。選ばれた HRTF を  
用いた刺激に対する 5 人の被験者の回答結果を抜き  
出して Fig.3 に示す。回答は対角線を中心に分布して  
おり、少なくともこれら 5 人の被験者に対しては、  
ロバスト性のある HRTF であるといえる。

### 3. 被験者間でロバストな HRTF

心理実験に用いた HRTF を Fig.4 に示す。図中、実  
線は選ばれたロバストな HRTF である。網掛け部分  
はそれ以外の 8 名の HRTF の分布範囲を表している。  
選出された HRTF は他の HRTF と比較して、前方お  
よび後方(0, 30, 150, 180°)ではピークディップが激  
しく、上方(60, 90, 120°)では緩やかな振舞いが観  
察できる。これは、正中面内の HRTF の方向依存性を  
強調した特性を持っていると解釈することもできる  
が、今後さらに詳細な検討が必要である。

### 4. まとめ

非個人化 HRTF に関する音響心理実験を行い、本  
実験の被験者間でロバストな定位精度をもつ HRTF  
を選出した。さらに、その定位精度と物理特性につ  
いて考察した。今後、今回選出された HRTF の他の  
受聴者への適用性と詳細な物理特性の分析を進める  
予定である。

### 謝辞

本研究の一部は、通信・放送機構の”ギガビットネ  
ットワーク利活用研究開発制度”の支援によって行  
われた。

### 文献

- [1] 例えば E. M. Wenzel et al., J. Acoust. Soc. Am. 94, 111-123(1993)
- [2] J. C. Middlebrooks, J. Acoust. Soc. Am. 106, 1480-1492 (1999)
- [3] J. C. Middlebrooks, J. Acoust. Soc. Am. 106, 1493-1510 (1999)
- [4] H. Møller et al., J. Acoust. ACUSTICA, 82, S215(1996)
- [5] 飯田他, 音講論, 1-2-1(2000,9)

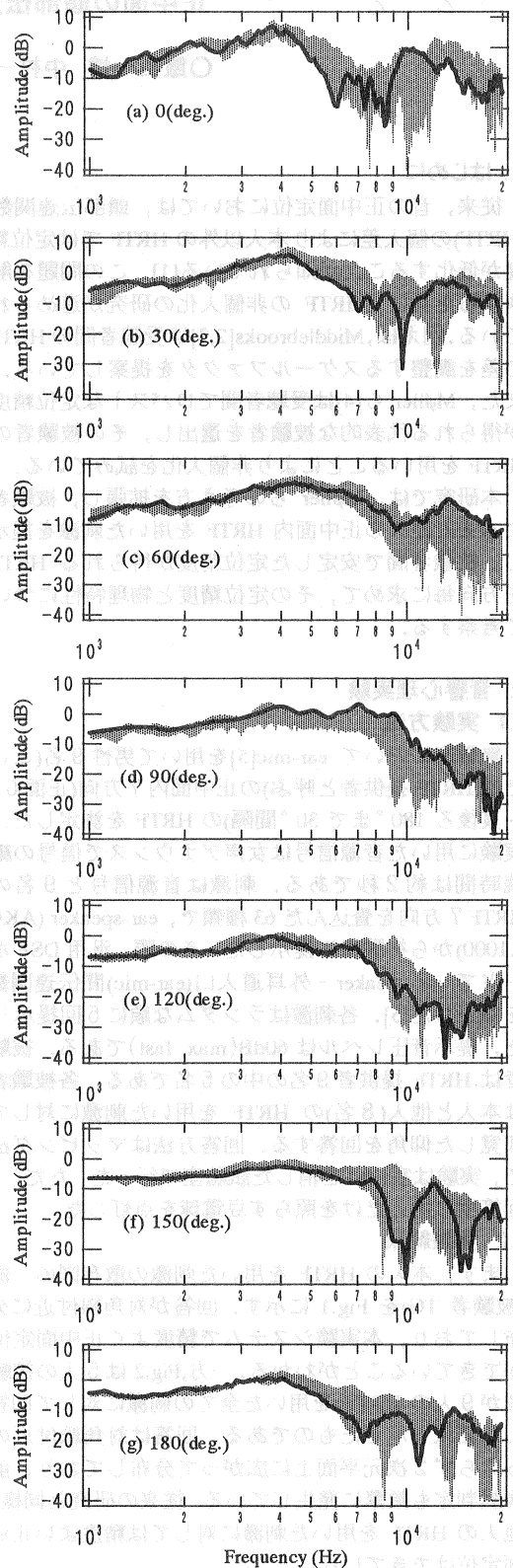


Fig.4 Selected nonindividualized HRTF (left ear)  
by the psychoacoustical experiment. Shaded area  
denotes the range of HRTF of all the participants.