

## 曲面反射板を用いた集音補聴システム\*

☆御子柴智子, 及川靖広, 大内康裕, 山崎芳男 (早大理工)

### 1 まえがき

我々にとって音は重要なコミュニケーション手段である。一般に加齢とともに聴力は衰えていき、聞こえの支援が必要となる場合もある。また、日々の生活の中でも人間が耳で音を聞く際、所望の音が思ったより小さい時や、不明瞭であった時に片手を耳の後ろにかざして聞き返すことがある。一方、多くの補聴支援方法がすでに提案されているが、一昨年の震災では電池の消耗により動作させることができない等の問題が生じ、新たな代替手段が求められている[1]。

そこで、本研究では2次曲線の一種である放物線を曲面とする反射板を利用した集音補聴システムを考える。放物線反射板を用いるだけであり、電力を用いないパッシブな集音が可能である。今回、バンドノイズを用いて放物線反射板の音響フィルタとしての特徴を調べ、音圧上昇の効果を検討した。

### 2 曲面反射板

#### 2.1 放物線

放物線とは、重力のある場所で斜め上方向に物体を投げた際に物体が描く軌跡で、無限に続く鉛直な円錐曲線を斜め方向に切り取った際に現れる線である。図-1におけるy軸方向の無限遠から到来した音波はある一点(0, f) (焦点)に収束する。

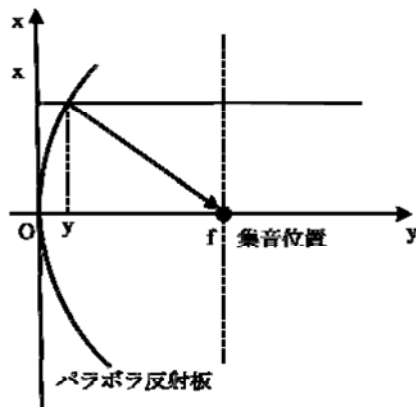


図-1 放物線の性質

#### 2.2 放物線反射板

本研究では先述の放物線の図形的特徴に着目して、耳や頭部に装着する放物線反射板を作成した。図-2に3Dプリンタで作成した放物線反射板を示す。焦点距離が頂点から20mmになる放物線をy軸で回転させたものを半分に切断したもので、材質はABS樹脂である。



図-2 放物線反射板

### 3 集音実験

#### 3.1 実験概要

反射板をダミーヘッド (Neumann KU-100) に装着して残響の少ない環境および残響の多い環境において以下の実験を行った。

まず、残響の少ない環境として本学55号館N棟地下1階マルチメディアスタジオを用いた。音源としてホワイトノイズ、ピンクノイズ、中心周波数50～4,000 Hzの1 Oct. バンドノイズを使用し、オーディオインターフェースにMOTU Ultra Lite mk3、スピーカーはYAMAHA MSP5 STUDIOを用いて、スピーカーとダミーヘッドの距離は3mとした。また残響の多い環境として本学55号館S棟6階オープンスペースを用いた。音源は上記に加え、女声を用いた。測定配置も上記と同様である。ダミーヘッドとスピーカーの距離は3mで、室温は25度であった。ダミーヘッドへの反射板装着の様子を図-3に示す。

\*Hearing Aid with Curved Surface Reflector, by Tomoko MIKOSHIBA, Yasuhiro OIKAWA, Yasuhiro OUCHI and Yoshio YAMASAKI (Waseda Univ.).



図-3 放物線反射板装着の様子

### 3.2 スタジオでの実験結果

放物線反射板の装着の有無による音圧レベル上昇の様子を図-4 に示す。グラフ内の青い線が装着なしの場合、緑色の線が両耳装着した場合の音圧レベルである。

放物線反射板をダミーヘッドに装着すると、中心周波数 100 ~ 150 Hz の 1 Oct. バンドノイズを除き、全ての帯域において音圧レベルの上昇が見られた。特に、中心周波数が 650 Hz ~ 1575 Hz の箇所では装着するか否かで 6 dB 以上、500 ~ 2875 Hz および 3250 Hz ~ 4000 Hz の箇所では 3 dB 以上のレベル差が見られた。これより、放物線反射板を耳元に添えることで音声帯域の音圧レベルを増大できることがわかった。

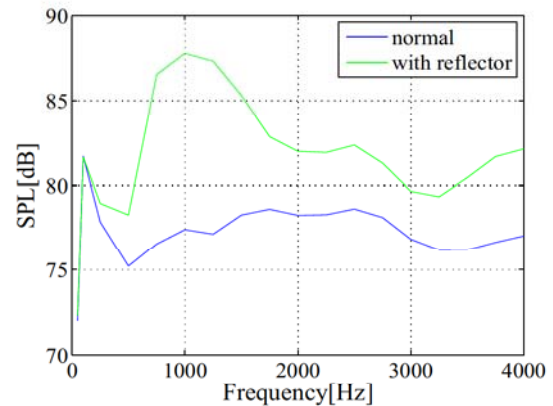
### 3.3 残響下での実験結果

スタジオと同様の実験を残響の多い空間においても行った。音圧レベルの比較を図-5 に示す。尚、この空間の残響時間は 1.2 秒である。装着の有無で中心周波数が 150 Hz の 1 Oct. バンドノイズを除き、全域で音圧レベルの増大が見られた。特に、中心周波数が 750 ~ 1,425 Hz の箇所では 6 dB 以上、675 ~ 2,875 Hz の箇所では 3 dB 以上のレベル差が見られた。これより、残響下においてもスタジオの測定結果と同様に放物線反射板の装着によって音声帯域の音圧レベルの増大が確認できた。

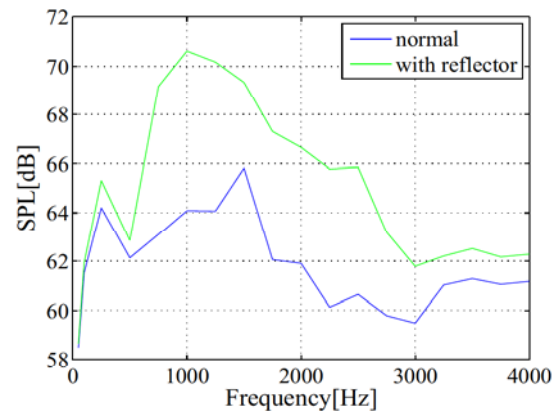
## 4 むすび

本研究では、電力を用いない集音補聴システムとして放物線の図形的性質に着目し、耳や頭部に装着する反射板を作成した。その結果、音声帯域の音圧レベルの増大を確認する

事ができた。今後、反射板形状の検討、最適化を加えるとともに、実環境での評価を加えていく所存である。

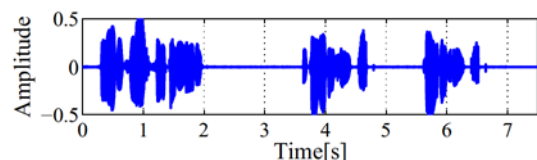


(A) スタジオにおける測定結果

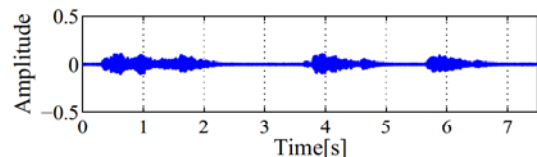


(B) 残響下における測定結果

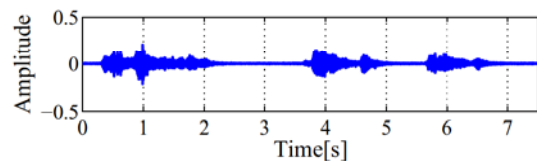
図-4 反射板の装着による音圧レベルの比較



(A) 元の音声信号



(B) 装着なし



(C) 装着あり

図-5 残響下における女声の増大の様子

### 参考文献

[1] 立入哉, “被災地での聴覚障害支援”, 建築音響研究会資料, AA2011-43, 2011