ラク楽実践VR

- 手と足と頭を使え！ VR システムの作り方 -

第 19 回
パラメトリック・スピーカー・実験キット レポート

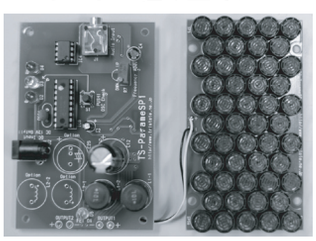
安藤英由樹（大阪大学）

1. はじめに

一般的なスピーカーは音源を中心に広がって音が伝搬する，一方で超音波スピーカーは通常の音波に比べて広がりが少なく指向性を持って音を発することができる．この指向性をさらに高めるために平面に複数個並べてパラメトリック・アレイを構成することで超指向性が得られる．さらにこの超音波を搬送波とする FM 変調によって可聴域周波数の音声によっても同様の効果が得られる．

超音波を利用した超指向性スピーカーはいくつかのメーカによって製品として販売されているがいずれも高価であった．本実験キットでは (トライステート社製，秋月電子にて購入可能．キット 1 式 \11,800，増設スピーカー基板キット一式 \8,000 (2009 年 11 月現在))，安価かつ，調整に計測器等の必要が無いように工夫されている．

2. キットの組み立てについて



組み立て後の制御基板（左）と
パラメトリック・スピーカー（右）

トライステート社のHP (http://www.tristate.ne.jp/parame.htm) にあるように，注意点は 50 個の超音波発振子の極性や，水平度についてである．極性を逆にすると，逆位相の音波によって出力が相殺されてしまう．また，水平に取り付けないと指向性が失われてしまう．キット完成後に発振周波数の調整が必要であるが，駆動に使用している PIC マイコンを周波数カウンタとして利用することで，別途測定器を準備する必要がないよう工夫されている．

3. 指向性を確認

通常のスピーカーと比べてパラメトリック・スピーカーの指向性が高いことを確認するために，図 1 のような環境において，徐々に距離を離していったときにどの程度減衰するか確認を行った．音源はホワイトノイズ (フリーソフト WaveGene V1.40) を使用し，距離はメジャーで計測，音圧レベルを多機能デジタルマルチメータ (METEX 社製 M-6000H マイクが内蔵され音圧の計測が可能) で計測した．その結果を表 1 に示す．

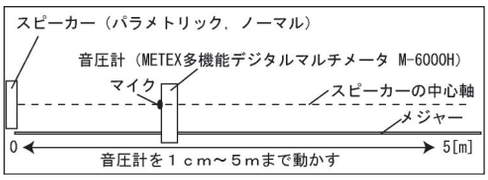


図 1　計測方法

通常のスピーカー (表1. NS) と比較して，パラメトリック・スピーカー (表 1. PS) は距離に対して減衰量が緩やかなことから，広がりが少ない，つまり指向性が高いことが見て取れる．

表 1　計測結果

距離[cm]	1	10	20	50	100	150	200	250	300	500
PS[dB]	101.1	103.2	102.2	102.7	92.7	81.2	60.3	53.6	44.1	40.1
NS[dB]	100.1	70.1	60.2	55.1	40.1	40.2	35.6	34.1	36.2	32.7

4. 応用例

筆者はパラメトリック・スピーカーをラジコンやロボットで用いられているサーボモータに取り付け，音の放射方向を動かす，Moving Ultrasonic Speaker : MUS を製作した (図2). これを閉じられた通路の天井に設置することで，あたかも音源が移動する感覚を演出する展示を行った．音声は子どもの笑い声やつぶやき，携帯の呼び出し音，鐘の音，サイレンやヘリコプター音など様々に流した．どこから音が聞こえてくるか分からない感じが不思議だと来場者はしきりに音源方向を探す行動をしていた．(日本科学未来館 3F メディアラボ内にて体験可能 (2010 年 2 月 8 日迄))

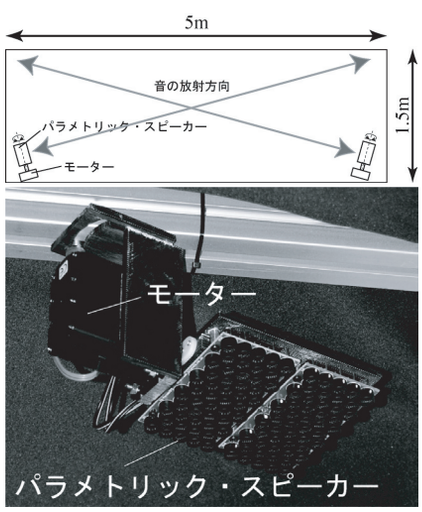


図 2　配置と固定の様子