

## ■ 適応ハウリング・キャンセラ向けの天井吊り／天井埋め込みマイクロホン・アレイの構成

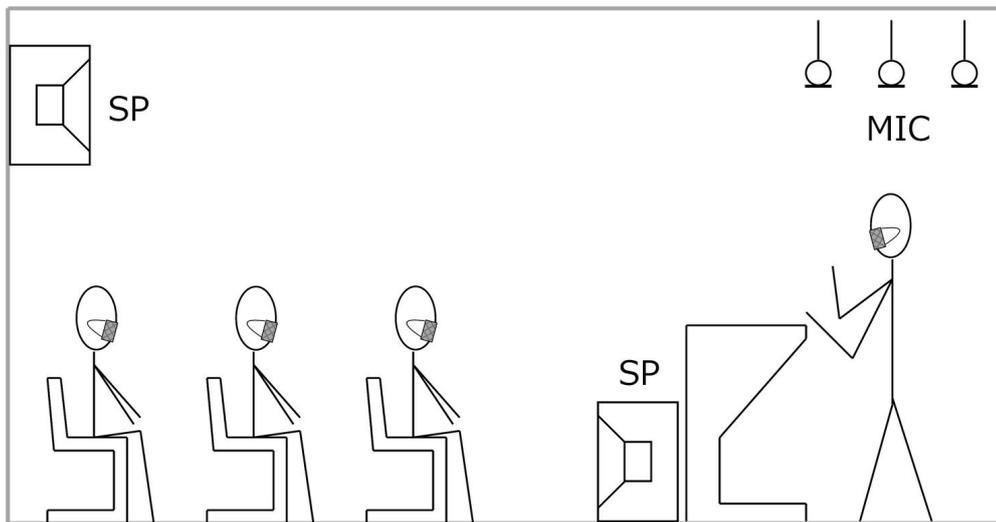
(有) ケプストラム

当社の開発したハウリング・キャンセラは容積が小さく拡散性の良くないダイニング・キッチンでの実験でもピーク利得15dBで安定動作しています。より広い学校の教室などであれば、天井吊り／天井埋め込み式のマイクを用いてもピーク利得8dB~10dBで実用レベルの性能が得られると見込まれます。

(ただし、暗騒音が十分に小さいという前提条件が付きます)

この場合、適切な指向性を有するマイクロホン・アレイを使えば安定動作、ハウリング抑圧特性向上に役立ちます。

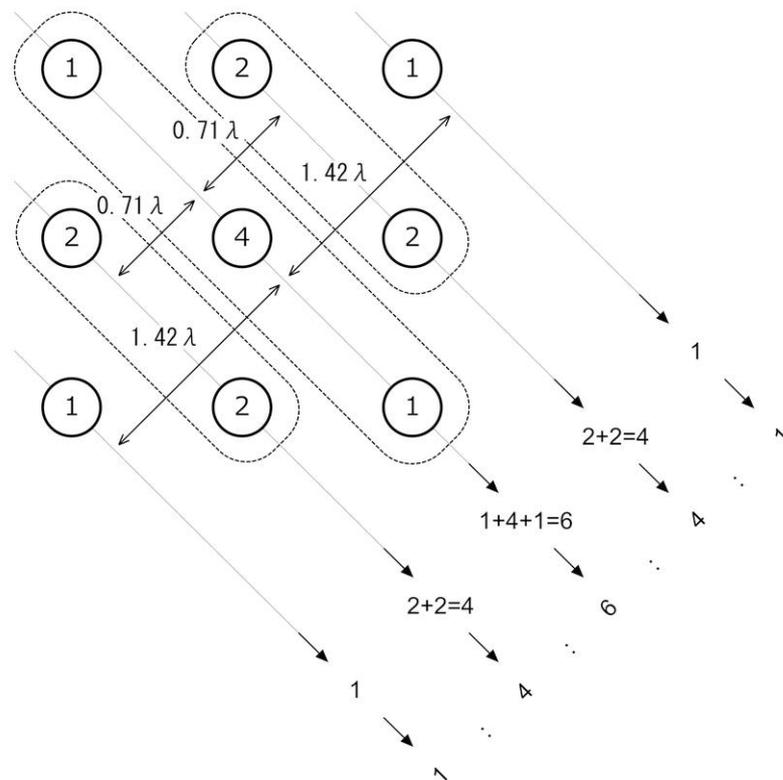
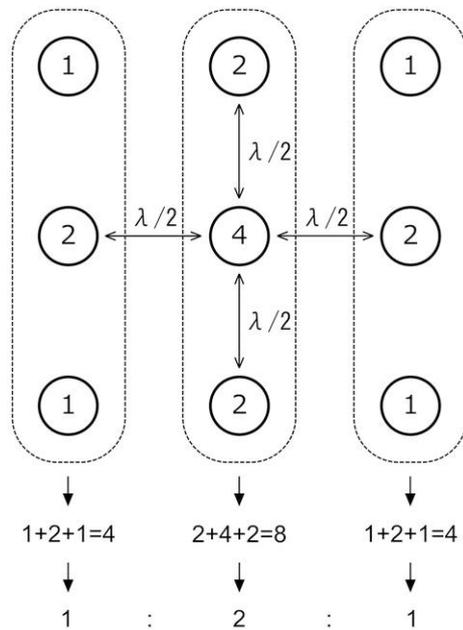
適応ハウリング・キャンセラ向けの天井吊り／天井埋め込み式のマイクロホン・アレイの構成をいくつか次ページ以降に示します。どれが最適かは今後、実験をおこなって評価する予定です。



天井吊りマイクロホン・アレイの使用例

1. 2次元二項アレイ (3 x 3 = 9素子)

3 x 3 = 9素子の2次元二項アレイの配列は下図のようになります。  
 ○の中の数字は各素子(マイクロホン)の重み付けの係数です。  
 45° 斜め方向に対しても二項係数の重み付けとなること、下段の図からわかります。  
 ( $0.71\lambda = 0.5\sqrt{2} * \lambda$ 、 $1.42\lambda = \sqrt{2} * \lambda$ )

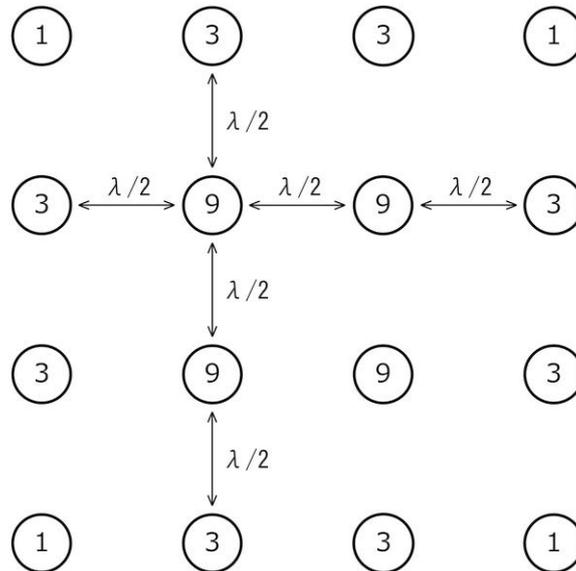


## 2. 2次元二項アレイ (4 x 4 = 16素子)

4 x 4 = 16素子の2次元二項アレイの配列は下図のようになります.

○の中の数字は各素子(マイクロホン)の重み付けの係数です.

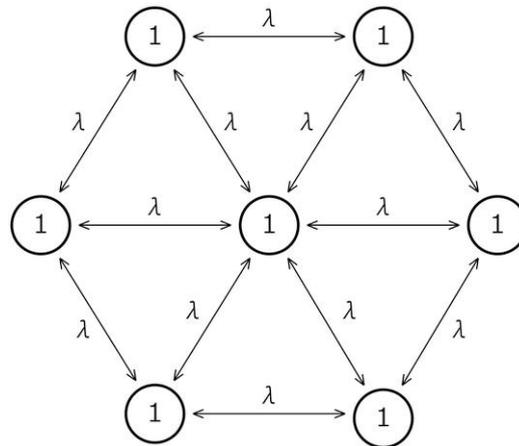
重み付け係数の比が最大で1:9と大きな値になるので、各マイクロホン素子の感度のバラつきにより理論どおりの特性が得られない可能性があります. どの程度の特性になるかは、実験で確認するしかありません.



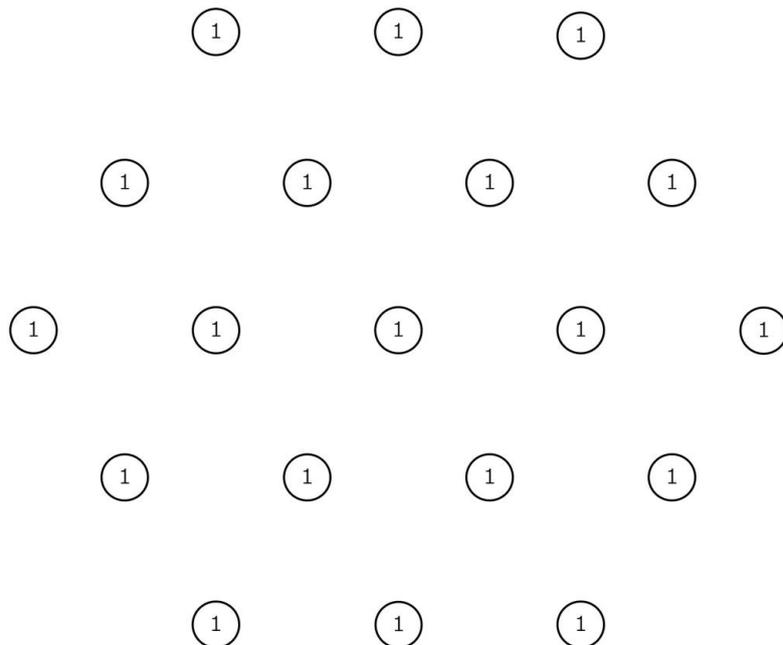
### 3. 六角形 2次元アレイ

2次元の場合、二項アレイ以外にも適応ハウリング・キャンセラに適した特性を期待できるものとして六角形配置のアレイがあります。六角形配置の2次元アレイは下図のようになります。○の中の数字は各素子（マイクロホン）の重み付けの係数です。

六角形アレイの良いところは特別に重み付けの係数をつける必要が無いことです。マイクアンプの回路が簡単になりますし、単純な加算回路でマイクのランダム・ノイズが低減されるので、廉価なエレクトレット・コンデンサ・マイクを用いるのに適しています。理論的にランダム・ノイズは7素子で  $1/\sqrt{7}=1/2.646=0.378$ 倍、19素子で  $1/\sqrt{19}=1/4.359=0.230$ 倍に小さくなります。サイドローブ等の特性は二項アレイの方が良いのですが、実環境での性能の優劣は実験してみないと分かりません。



7素子六角形マイクロホン・アレイ



19素子六角形マイクロホン・アレイ  
(素子間隔は $\lambda$ )

#### 4. 六角形 2 次元アレイの最適配置

今まで調べた六角形 2 次元アレイの資料では素子間隔が  $\lambda$  (1 波長) となっていたのですが、後から自分で良く考えてみると最適配置は素子間隔  $0.5774 \times \lambda$  になるのではないかと思います。  
(  $0.5/\cos(\pi/6) = 0.5774$  )

