

# CANCELLER KIT ハウリング・キャンセラ実験キット

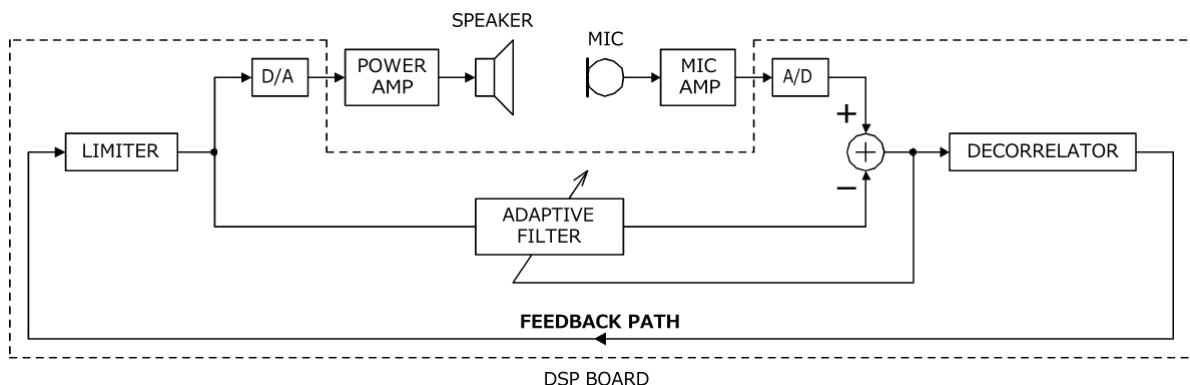
0dB以上の利得を有する拡声系でのハウリング抑圧実験が出来る世界唯一の実験キット！

## ■ 製品概要

- ・最新のハウリング抑圧研究の成果に基づくハウリング・キャンセラ実験キットです。どなたでも手軽に世界最先端のハウリング抑圧手法の実験、技術習得、デモンストレーションが出来ます。
- ・従来技術では不可能だった0dB以上の利得を有する拡声システムにおけるハウリング抑圧が可能です。
- ・補聴器、ハンドメガホン、拡声システム、アレイ・マイク併用拡声システムの4種類の構成に対応しています。
- ・付属のDSPハウリング・キャンセラのソースコードと高速で扱いやすいDSPプログラミング・ライブラリを用いてプログラム修正・改変、ユーザー独自の処理を追加しての実験も可能です。

## ■ CANCELLER KITで実験するハウリング・キャンセラ付き拡声システムの基本構成

- ・システム同定の形の適応システムの出力から入力にフィードバックがかかった構成になります。(下図参照)
- ・拡声システムの利得は、D/A入力端子からA/D出力端子までの利得として定義されます。拡声系の利得が広い周波数範囲で0dBを越えた状態でも、適応フィルタ (ADAPTIVE FILTER) によりハウリングを抑圧することが出来ます。(A/D・D/Aの分解能は同一、LIMITERとDECORRELATORの利得は0dB)
- ・ハウリング・キャンセラ付き拡声システムにおいては、音響系の信号経路 (スピーカ/マイク間) はフィードバック・パスではありません。スピーカ/マイク間の信号伝達を遮断しても、適応フィルタ (ADAPTIVE FILTER) を経由した閉じた信号経路が存在するため、システム全体の安定性を保証することは原理的に不可能です。したがって音響系が帰還システムのフィードバック・パスではないことは自明です。



## ■ 製品構成

- ・DSP ハウリング・キャンセラ・ソフトウェア (ソースコード付属)
- ・DSP プログラミング・ライブラリ (ソースコードは別売)
- ・DSP ボード TI (Texas Instruments) 社製 DSP 評価キット C6713 DSK (統合開発環境、Cコンパイラを含む)
- ・パワーアンプ内蔵スピーカ (出力 10W) YAMAHA MS101 III
- ・マイク audio-technica AT9904 (無指向性), audio-technica AT9913 (単一指向性), 2素子アレイ・マイク
- ・マイクアンプ audio-technica AT-MA2
- ・簡易型小型マイク・スタンド (アレイ・マイク用)、接続ケーブル、その他付属品
- ・取扱説明書

## ■ 対応 OS

実験には本キット以外に、DSP ボードの制御に用いる USB ポート付きの Windows パソコンが必要です。対応 OS は Windows2000, WindowsXP です。Windows7/8 には TI のフリー版の開発ツールまたは VirtualBox により対応可能です。(フリー版開発ツールのダウンロードには Texas Instruments の web でのユーザー登録が必要)

## ■ 価格

当社出荷価格 220 万円 (税込 237 万 6 千円) アカデミック・ディスカウント価格は当社までお問い合わせ下さい。

※ 本製品は当社の所有する知的財産権・工業所有権を販売、譲渡、ライセンスするものではありません。

※ 製品仕様、本資料に示した内容は予告無く変更する場合がありますのでご了承ください

## 開発元・販売元、製品についての問い合わせ先

有限会社ケプストラム

〒206-0021 東京都多摩市連光寺 2-33-1 TEL (042)357-0621 FAX (042)357-0622

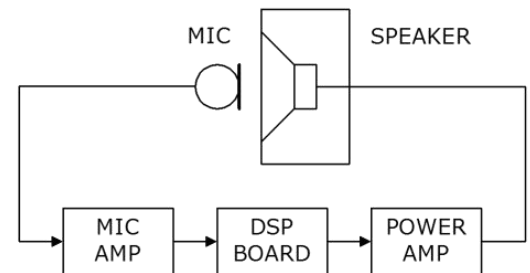
# CANCELLER KIT ハウリング・キャンセラ実験キット

## 実験可能なシステム構成

- ・ハウリング・キャンセラ実験キットで実験可能なシステム構成は以下の4種類です。
- ・いずれもDSPのソフトウェアは同一の構成のハウリング抑圧プログラムを用いますが、使用環境に応じて拡声システムの利得、適応フィルタのタップ長、ステップサイズ・パラメータ $\mu$ 等は容易に調整可能です。
- ・デコリレーション (decorrelation) 用の周波数シフト処理の周波数シフト量も任意に設定出来ます。
- ・プログラム中のパラメータ変更時はソースの再コンパイルが必要です。ハウリング抑圧プログラムのソースコードが付属しているので、その他の修正・改変・ユーザー独自の処理追加も自由におこなうことが出来ます。
- ・サンプリング周波数は8kHzです。補聴器、ハンドメガホンの構成では使用しているDSPの処理能力にまだ余裕があります。一般的な拡声システムの構成でサンプリング周波数8kHz以上にするには、TIのDSP Libraryを用いてブロック処理のプログラムに作り替える必要があります。(ブロック処理にすると処理遅延が増大します)
- ・下図ではスピーカとパワーアンプを別々に描いていますが、キットにはパワーアンプ内蔵スピーカ(出力10W)が付属しています。マイクは無指向性、単一指向性、アレイ・マイク(2素子)の3種類が付属しています。
- ・お手持ちのマイク、マイクアンプ、スピーカ、パワーアンプを接続しての実験も可能です。
- ・無響室でなくても、残響の少ない普通の部屋であれば実験可能です。無響室や聴覚心理の実験に使用するような残響時間の短い防音室であればより良好な実験結果が得られます。
- ・ハウリング抑圧実験実施にあたってのコンサルティング、技術指導も可能です。(有償)

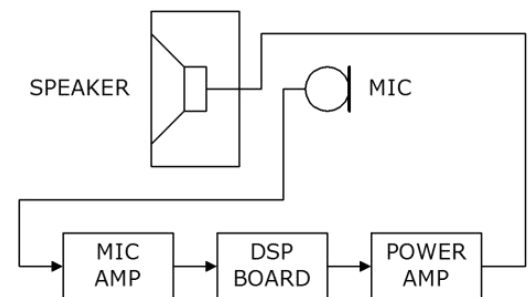
### [1] ハウリング・キャンセラ付き補聴器の構成

- ・スピーカ前面に密着してマイクを配置すると、補聴器を模擬した構成でのハウリング抑圧実験が可能です。
- ・大きなイベントホールの空いたオープン・フィッティング型の補聴器に相当する構成です。
- ・マイクにはキット付属の小型無指向性マイクを用います。
- ・音響系のインパルス・レスポンスが短く、残響の影響を受けにくいので普通の部屋でも安定してハウリングを抑圧可能です。



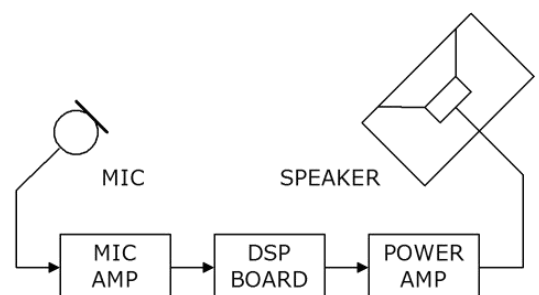
### [2] ハウリング・キャンセラ付きハンドメガホンの構成

- ・スピーカの背面に密着してマイクを配置すると、ハンドメガホン(通称トラメガ)を模擬した構成でのハウリング抑圧実験が可能です。
- ・マイクにはキット付属の小型無指向性マイクを用います。
- ・市販されているハンドメガホンとは異なり、スピーカにはホーンがありませんが、それでもウリングは発生せず、ごく小さい声でマイクに向かって喋っただけで大きな音に拡声されます。
- ・残響の影響を受けにくいので普通の部屋でも実験可能です。



### [3] ハウリング・キャンセラ付きの拡声システムの構成

- ・マイクとスピーカの距離を1m~3m程度に設定して、一般的な拡声システムの構成でのハウリング抑圧実験が可能です。
- ・インパルス・レスポンスの揺らぎの影響とソフトの対応可能なインパルス・レスポンス長の制約があるため、残響の少ない部屋で実験をおこなってください。無響室や防音室では大変安定した処理結果が得られます。
- ・マイクには小型無指向性マイク、または単一指向性マイクを用います。(両方ともキットに付属) マイクの特性によるハウリング抑圧性能の相違、マイク移動時のハウリング・キャンセラの挙動確認の実験が可能です。

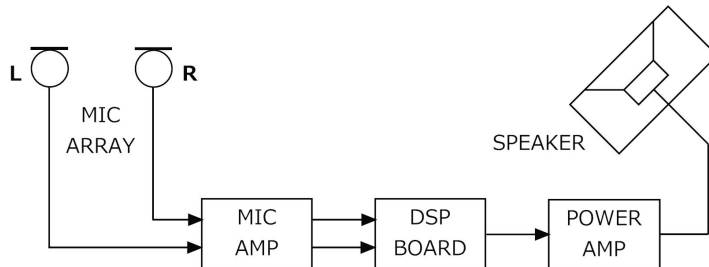
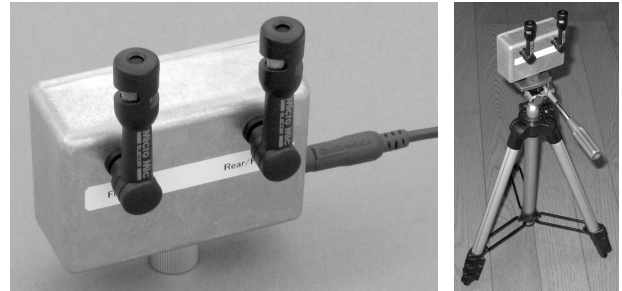


**[4] 適応マイクロホン・アレイを用いたハウリング・キャンセラ付きの拡声システムの構成**

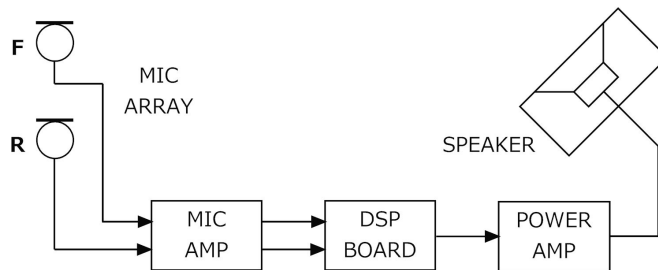
- ・ 2素子の適応マイクロホン・アレイを用いた、拡声システムの構成でのハウリング抑圧実験が可能です。マイクロホン・アレイを用いたハイエンドの補聴器にも相当する構成です。
- ・ マイクロホン・アレイにより、スピーカ方向に指向特性のヌルを形成します。素子数が少ないために任意方向への鋭い指向特性形成は出来ませんが、製品レベルに近い良好なハウリング抑圧特性と安定性を得ることが出来ます。マイクとスピーカ間の距離変動があっても安定に動作します。
- ・ 素子数が最小のわずか2素子であるために一部機能上の制約がありますが、アレイの効果は十分に実験で確認することが出来ます。
- ・ 一般的な素子を横に並べた直線型アレイと、素子を前後に配置した end-fire 型の両方の構成で実験が可能です。直線型アレイは8の字型／楕円型の指向特性、end-fire 型は単一指向性となります。(スピーカ、マイクの配置は下図参照)

キット付属アレイ・マイク (2素子)

カメラ用三脚への取り付け穴が底部にあります。  
 写真右の三脚はキット付属のものではありません。  
 (キットには小型の簡易三脚が付属します)



直線型アレイ (2素子) でのハウリング抑圧実験のシステム構成  
 マイクロホン・アレイの指向特性は前後方向の8の字型／楕円型



end-fire 型アレイ (2素子) でのハウリング抑圧実験のシステム構成  
 マイクロホン・アレイの指向特性は単一指向性

## CANCELLER KIT ハウリング・キャンセラ実験キット

### 付属DSPプログラミング・ライブラリ関数リスト (TI製浮動小数点DSP TMS320C6713用)

- ・ハウリング・キャンセラで用いるものを中心にまとめた信号処理用の関数ライブラリです。
- ・すべて浮動小数点演算をおこなっています。フィルタ処理の関数は1サンプルずつ逐次処理をおこなっていて、処理遅延が大きくなるブロック処理はしていません。
- ・使用環境はメモリモデル=Nearモデル、エンディアン=Littleエンディアンです。
- ・関数を呼び出す側では、特別なpragma指定等が不要なので手軽に使用可能です。
- ・TI (Texas Instruments) のDSP Library, FastRTS Library等には依存していません。
- ・cfastlib 高速演算ライブラリは上記の制約のもとで、出来る限りの最適化により処理を高速化しています。
- ・TIのDSP Libraryと比較すると、所要clock数は多くなるものの、低処理遅延で使用上の制約条件が少なく、ハウリング・キャンセラやエコー・キャンセラの実験に適しています。(LMS関数にバグはありません)
- ・ライブラリのソースコードは別売です。

〈注〉 所要clock数はフィルタのタップ長1タップあたり、またはデータ長1サンプルあたりの演算に必要なclock数の概算の値です。(性能保証値ではありません) 使用条件により所要clock数は変化します。

#### ■ cfastlib 高速演算ライブラリ

機能	関数名	所要 <sup>①</sup> clock数
FIRフィルタ	fir (任意タップ長)	3.5
LMS アルゴリズム (係数更新演算)	lms (任意タップ長)	4
	(タップ長固定) lms256, lms512, lms768, lms1024, lms2048, lms3072, lms4096 lms500, lms1000, lms1500, lms2000, lms2500, lms3000, lms4000	3
射影アルゴリズム用FIRフィルタ	afir (任意タップ長)	3.5
射影アルゴリズム (係数更新演算)	affine (任意タップ長、二次)	5
ベクトル内積	vecprd (任意データ長)	2.5
パワー計算	calcpwr (任意データ長)	1
ディレイ	delay (シフトレジスタ方式)	1.5
	ringdelay (リングバッファ方式)	—

#### ■ cfilterlib フィルタ・ライブラリ

機能	関数名
DC除去用 IIR HPF	dc_cut
ハム除去用 ノッチフィルタ	notch50fs8k (ノッチ周波数 50Hz @fs=8kHz) notch60fs8k (ノッチ周波数 60Hz @fs=8kHz)
ヒルベルト変換	hilbert6 (6次)
IIR フィルタ対	hilbert8 (8次)

#### ■ cfftlib FFT ライブラリ

機能	関数名
FFT/IFFT	fft
TSP (Time Stretched Pulse) 生成	gen_tsp gen_conv_tsp

ヒルベルト変換 IIR フィルタは周波数シフト処理用、TSP 生成関数は音響系の伝達特性測定用です。

- ※ 本製品は当社の所有する知的財産権・工業所有権を販売、譲渡、ライセンスするものではありません。
- ※ 製品仕様、本資料に示した内容は予告無く変更する場合がありますのでご了承ください

#### 開発元・販売元、製品についての問い合わせ先

有限会社ケプストラム

〒206-0021 東京都多摩市連光寺 2-33-1 TEL (042)357-0621 FAX (042)357-0622

2015.11.9