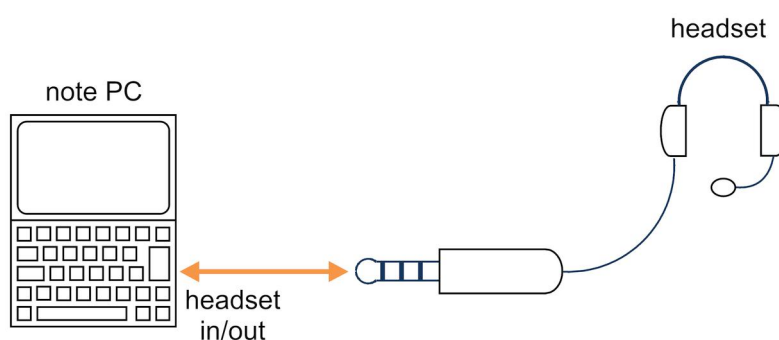


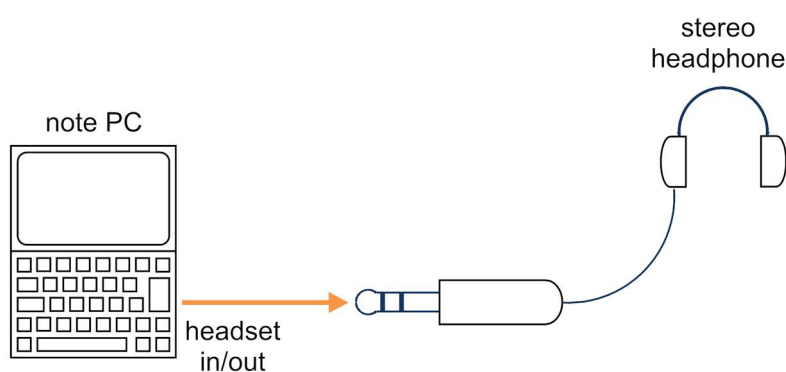
デスクトップ・パソコンは独立したマイク入力端子とライン出力／ヘッドホン出力端子を有していますが、現在市販されているほとんどのノートパソコンは入出力兼用の一つのヘッドセット端子しかついていません。ノートパソコンのヘッドセット端子の取り使いの注意点についてご説明します。

(ごくまれに、下記の記述と異なる仕様を持つノートパソコンがあることにご注意ください)

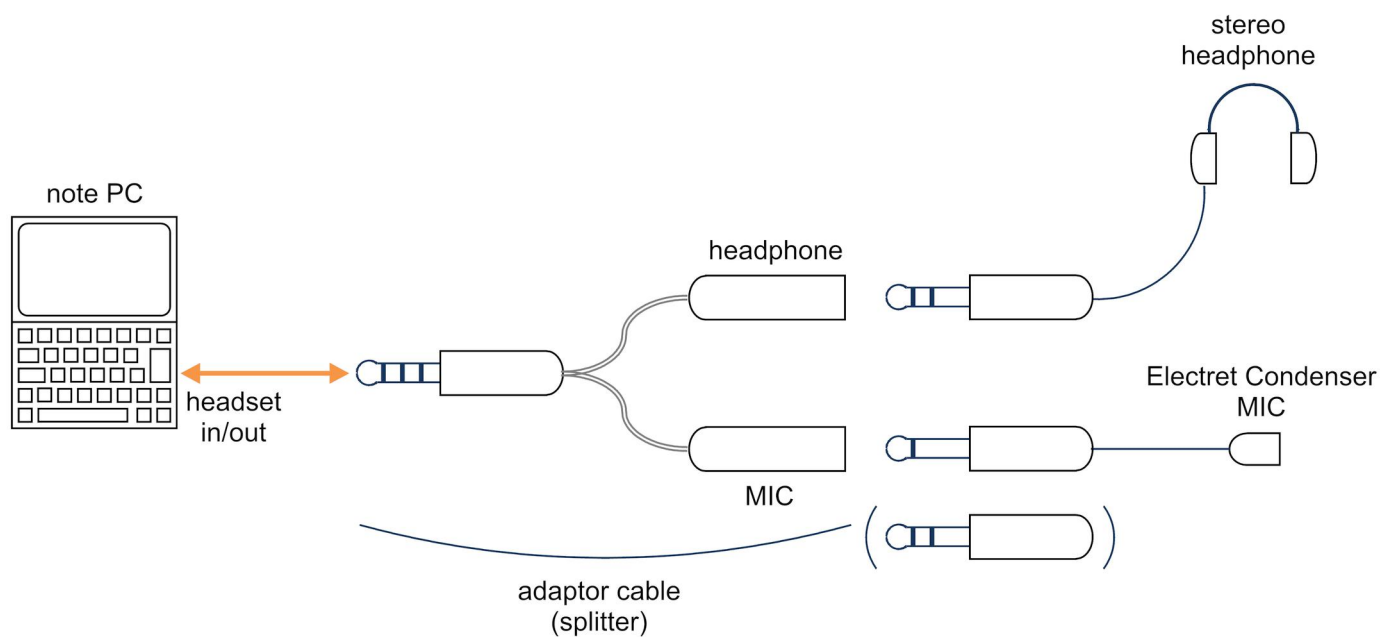
- ・ ヘッドセット端子は4極プラグを有するヘッドセット（マイク／ヘッドホン）の接続用です。
マイク入力にはエレクトレット・コンデンサ・マイクへの電源（2V～3V程度）供給機能も有します。



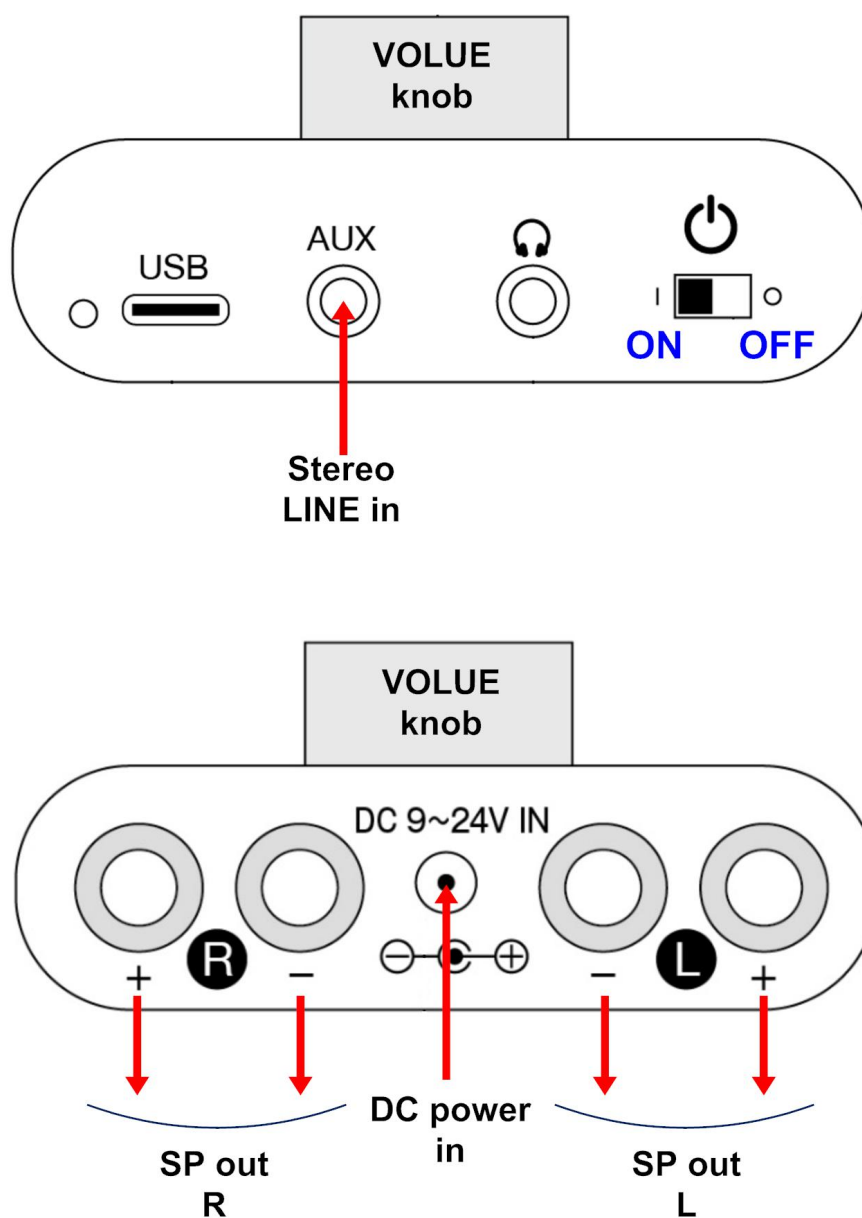
- ・ 3極ステレオ・プラグを挿入して出力端子として用いた場合は、ステレオ・ヘッドホン接続端子として利用することが出来ます。（ライン出力としても使用可能）
- ・ 4極プラグを用いたバランス接続ステレオ・ヘッドホンには対応していません。（コネクタ形状／サイズの変換アダプタを併用しても使用できません）



- ・ 個別のマイクとヘッドホン／イヤホンを接続する場合は、4 極ヘッドセット端子用の分岐ケーブルを併用してください。マイク入力にはエレクトレット・コンデンサ・マイクへの電源（2V～3V程度）供給機能も有します。power module / battery box を併用したエレクトレット・コンデンサ・マイクも接続可能です。



- ・ パワーアンプ DCP100 は下図のような結線で使⽤します。 USB端子は⽤いません。
- ・ DCP100 はUSBオーディオ・デバイス (USB DAC) や Bluetoothオーディオ・デバイス (DAC) としての機能も有していますが、ANCKIT3ではライン⼊力のパワーアンプとして⽤います。
- ・ DCP100 の最⼤出力は 50W+50W です。 ANCKIT3付属ミニチュアダクトのスピーカ-の最⼤⼊力は約200mW (0.2W) 程度なので、ボリュームの上げすぎに注意してください。 ⽤⽤時は出力を完全に絞った状態から徐々に音量をあげてください。



(有) ケプストラム

ASIO対応USBオーディオ・デバイスの取り扱いについての、一般的な注意点を下記に記します。
メーカーによって製品の仕様が異なる場合もありますが、下記の内容は現在市販されている製品にほぼ共通するものです。

(1) マイク入力のファンタム電源（48V電源）設定

マイク入力のファンタム電源（48V）の設定スイッチは必ずOFFの状態で使用してください。
オーディオ・デバイスのマニュアルや本体の表示は「ファンタム電源」、「48V」、「+48V」等となっています。
このスイッチは外部48V電源で動作するマイクロホンへの電源供給をおこなうためのものです。
設定を誤ると非48V対応のマイクロホンを破損する可能性があります。

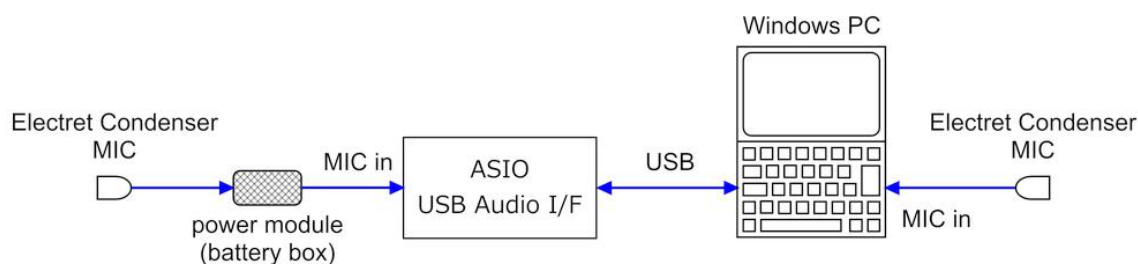
製品によっては、本体（ハードウェア）にスイッチがついておらず、デバイス・ドライバ側の設定で制御するものもあります。その場合は、製品の取り扱い説明書に従ってソフト的な設定でファンタム電源（48V）をOFFにしてください。

(2) マイク入力端子のパソコンとの違い

パソコンのマイク入力端子接続用のエレクトレット・コンデンサ・マイクロホンは外部電源（2V～3V程度）で動作します。パソコンの説明書等にはあまり詳しい説明が載っていませんが、パソコンのマイク入力端子（ヘッドセット接続端子）には外部電源動作エレクトレット・コンデンサ・マイクロホン向けの電源供給機能がついています。

一方、ASIO対応USBオーディオ・デバイスにはパソコン用の外部電源動作エレクトレット・コンデンサ・マイクロホン向けの電源（2V～3V程度）供給機能はついていません。（パソコン用マイクは48Vファンタム電源では動作しません）

パソコン用のマイクをASIO対応USBオーディオ・デバイスのマイク入力端子に接続するには、パワー・モジュール（power module / battery box）付属のものを用いる必要があります。



ANCKIT3付属のマイク（ダクト取付けマイク、タインピン・マイク）にはパワーモジュール（power module / battery box）が付属しています。

(3) 入力端子のライン／マイク／ギター／インストゥルメンタル切り替えスイッチ設定

入力端子のライン／マイク／ギター／インストゥルメンタル切り替えスイッチは入力インピーダンスや入力ゲインを切り替えるものです。

製品によって下記のようにスイッチが異なる機能を持っている場合がありますが、入力端子に接続する機器に応じて適切な設定をしてください。

- ・入力インピーダンスとゲインが切り替わるもの（ロー・インピーダンス／ロー・ゲインとハイ・インピーダンス／ハイ・ゲインの切り替え）
- ・入力ゲインのみが変化するもの
- ・入力インピーダンスのみが変化するもの

ロー・インピーダンス出力の機器をハイ・インピーダンス入力に接続しても問題はありません。

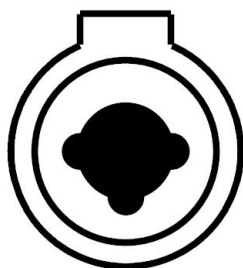
別に独立したアッテネータ（ATT）スイッチを持つ製品もありますが、入力信号レベルに応じて適切な設定をしてください。

(4) 入力端子のコンボ・ジャックの機能

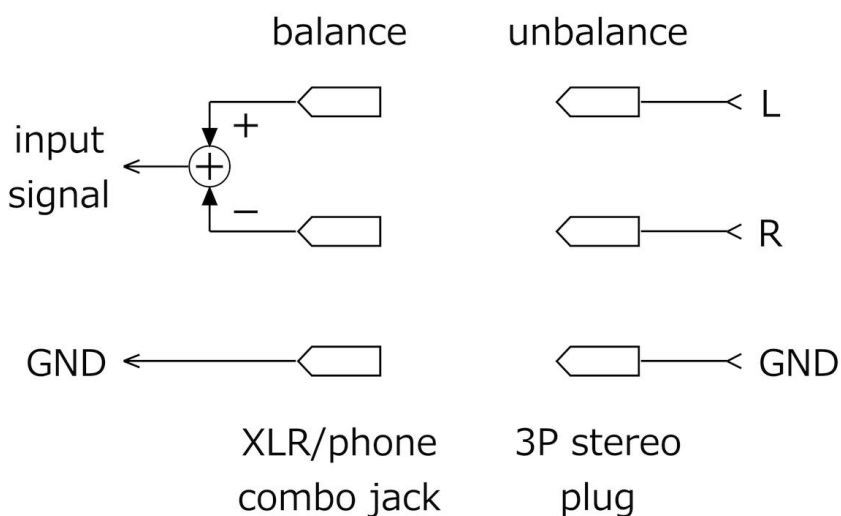
3つの突起付きの穴が開いている入力ジャックはXLRコネクタ（キャノン・コネクタ）／フォーン・ジャック（6.3mmジャック）兼用のコンボ・ジャックです。

ミニジャック（3.5mm）／フォーン・プラグ（6.3mm）変換アダプタを併用すれば、ミニ・プラグをコンボ・ジャックに接続可能です。ステレオのミニプラグを接続する場合、送り側の右チャンネル（R ch）の出力を完全に絞れば左チャンネル（L ch）の信号のみが入力されます。

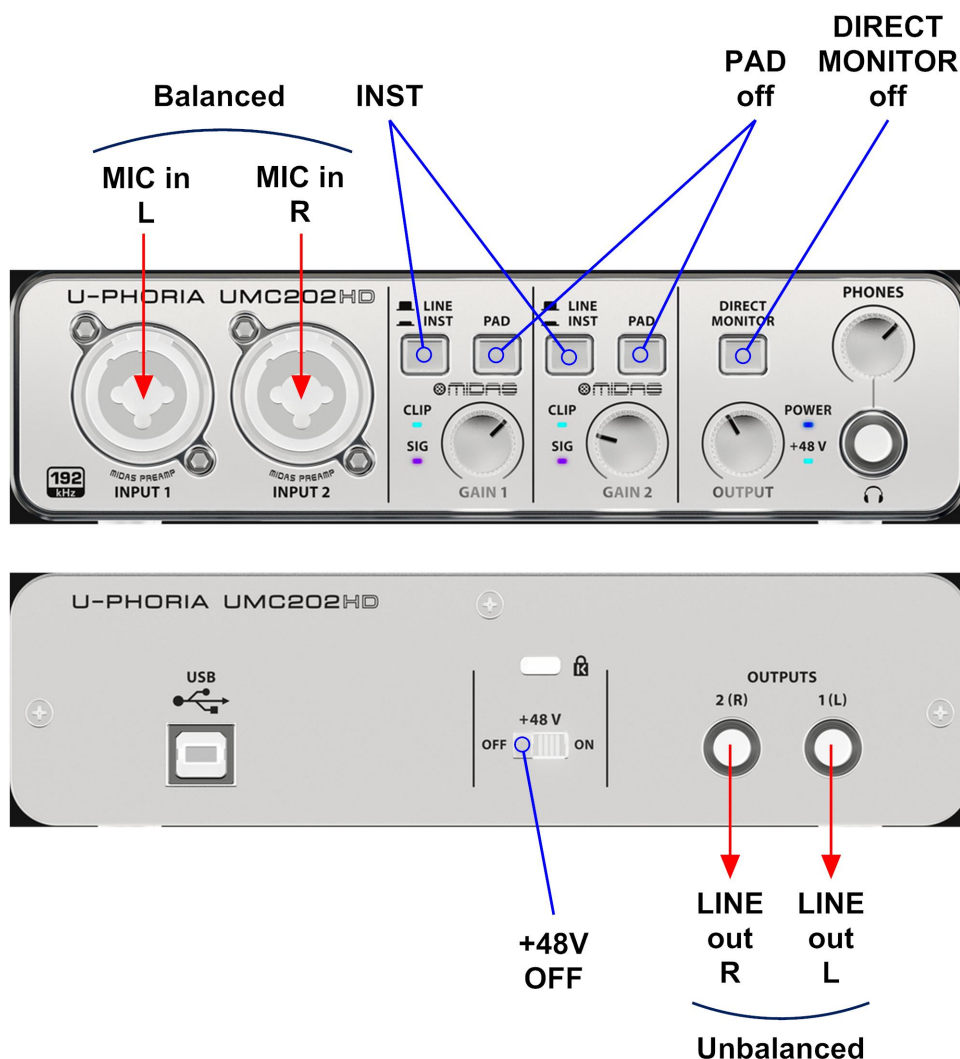
コンボ・ジャック



コンボ・ジャックに
3Pステレオ・プラグを
挿入したときの結線



- ・ USBオーディオデバイス UMC202HD は下図のようにセッティングしてください。
- ・ 入力端子は6.3mmフォン・ジャック／XLRコネクタ（キャノン・コネクタ）兼用のコンボ・ジャックです。バランス入力になっています。
- ・ 出力端子は6.3mmフォン・ジャック、アンバランス出力です。
- ・ ヘッドホン端子は6.3mmフォン・ジャック、ステレオ出力です。
- ・ 3.5mmミニプラグの接続には、添付のコネクタ変換アダプタを併用してください。
- ・ 入力端子の（非エレクトレット）コンデンサ・マイク用の+48Vファンタム電源供給機能はオフにして使用してください。
- ・ 入力端子にエレクトレット・コンデンサ・マイク（ECM）用の電源供給機能はありません。
（プラグイン・パワー非対応）
ECMを使用する場合は、電源アダプタ（電池ボックス）付属の製品を使用してください。（audio-technica AT9903等） 電源アダプタ付きのECMのモノラル・プラグを入力端子（バランス入力）に接続した場合は、アンバランス接続（擬似バランス接続）になります。
- ・ ANCKIT3付属ミニチュア・ダクトのマイクはマイク・ボックス側でECMへの電源供給をおこなっています。



- ・ ライン出力と入力を直結してループバック・テストをするときだけは、入力モードの設定は **INST** ではなく **LINE** にしてください。（バランス入力信号の片側がフローティングになるために雑音が入りますが、ANCKIT3 付属プログラムでの動作テストには問題ありません）

この説明書ではダクト消音の実験手順のみを解説しています。

各種機材使用にあたっての注意事項やUSBオーディオ・デバイスの設定／動作テスト、Windowsの環境設定、実験に使用するソフトウェア・ツールの設定等に関しては feedback ANC の取扱説明書にまとめてありますので、そちらをご覧ください。

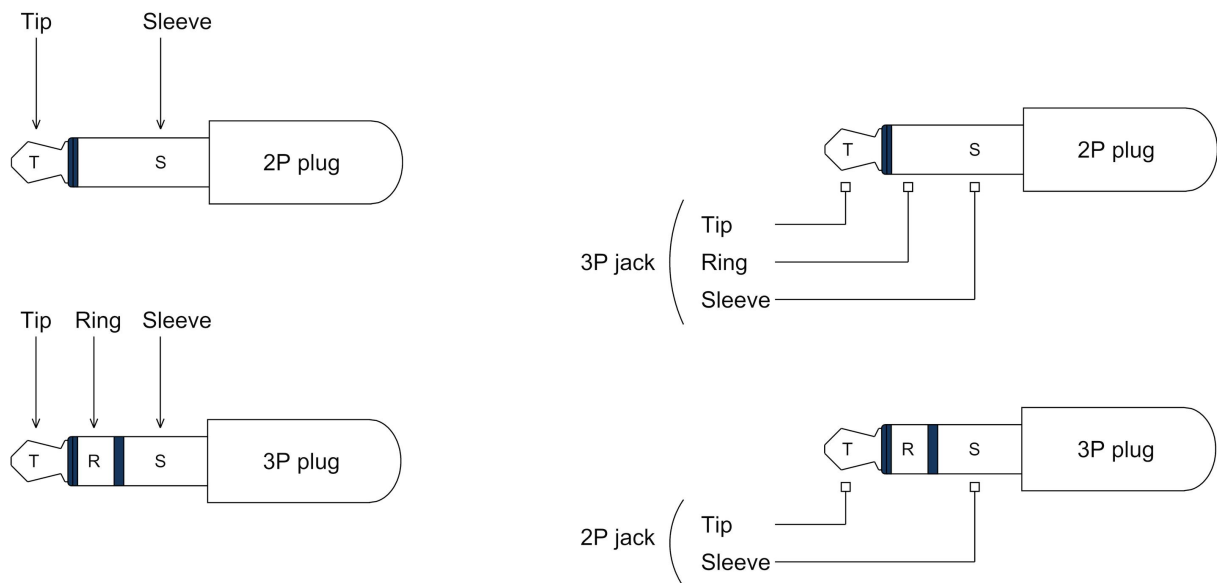
ダクト無しの周期性雑音消音実験（feedback ANC）をおこなって一通り消音が出来ることを確認できてから、ダクト消音実験をおこなってください。 その方がダクトを使用せずに簡便に各種機材の動作テストが出来ます。

	page
(1) 2P/3Pコネクタ（プラグ／ジャック）の取り扱いの一般的な注意点	2
(2) 実験用ミニチュア・ダクトの概要、取り扱いの注意事項	3
(3) 実験機材の結線	5
(4) ダクト消音実験（その1） duct_anc1	6
(5) ダクト消音実験（その2） duct_anc2	10
(6) ダクト消音実験（その3） duct_anc3	12
(7) 実サイズのダクトでの消音実験の方法	15

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
 dsp@cepstrum.co.jp
<https://www.cepstrum.co.jp>

(1) 2P/3Pコネクタ（プラグ／ジャック）の取り扱いの一般的な注意点

- ・実験にあたってANCKIT3付属のケーブル、アダプタを使用すれば問題は無いはずですが、一般的な2P/3Pコネクタ（プラグ／ジャック）使用にあたっての注意点を下記に示します。
- ・使用する機器の組み合わせによっては2P/3Pコネクタ、モノラル／ステレオ接続、バランス／アンバランス接続の混用になる場合があるので注意してください。
- ・2P/3Pプラグの一般的な端子名称は下図左のようになります。
2Pプラグはモノラル（SleeveがGND、Tipが信号）、3Pプラグはステレオ（SleeveがGND、Tipが左チャンネル、Ringが右チャンネル）になります。モノラル接続に3Pプラグ付きのケーブルを用いても問題はありません。
- ・2P/3Pプラグ／ジャックを混用すると、出力ショートや入力オープンが生ずる場合があるので注意してください。（下図右）



- ・通常3Pコネクタはステレオ接続に用いますが、バランス接続（モノラル）に用いる機器もあります。ANCKIT3のミニチュア・ダクトのマイク出力をバランス入力機器に接続した場合は、擬似バランス接続（実際はアンバランス）になります。ノイズの多い環境で非常に長いケーブルを用いたりするのでもなければ擬似バランス接続でも問題ありません。

（２）実験用ミニチュア・ダクトの概要、取り扱いの注意事項

- ・ダクト付属スピーカーは口径約50mmの小型のものです。 定格入力100mW～200mW程度なので大音量での実験は出来ません。 実験時の音量設定は控えめにしてください。
- ・ダクト付属マイクには小型のエレクトレット・コンデンサ・マイク（ECM）を使用しています。電源は電池ボックスから供給しますので、ECMへの電源供給機能の無い機器にも接続して使用出来ます。48Vファンタム電源には対応していませんので、ファンタム電源は供給しないでください。
（使用するUSBオーディオデバイスの48Vファンタム電源はOFFにしてください）
電池ボックスの使用電池はリチウム電池 CR2032 2ヶです。 （製品出荷時に電池実装済み）

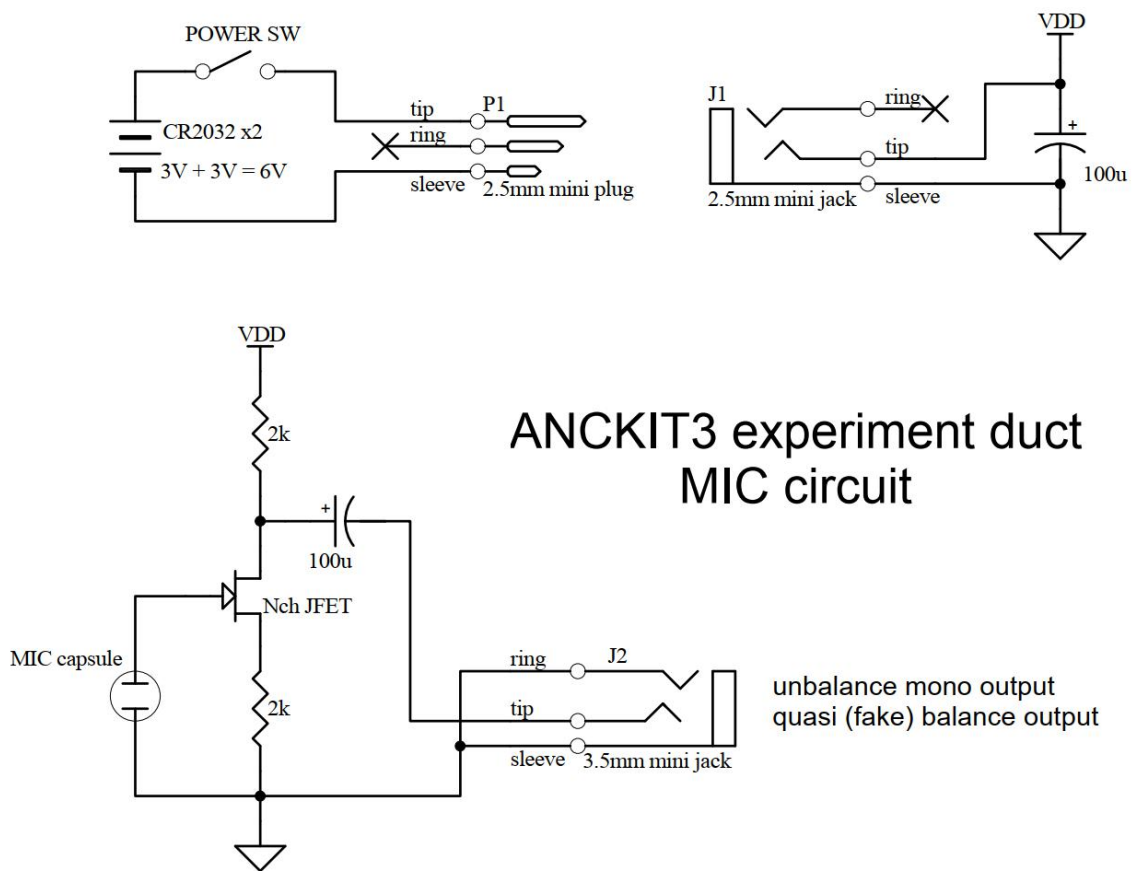


電池ボックス

電池交換はネジを外さなくてもロック式の蓋を開けるだけで出来ます

- ・ミニチュア・ダクトのマイク・ボックスにはコネクタ（ジャック）が2つついていますが、径2.5mmのもの（細）が電池ボックス接続用です。 径3.5mm（太）がマイク出力（モノラル）です。
- ・スピーカー・ボックス、マイク・ボックス、透明アクリル窓はすべてネジ止めなので、取り外して他の機材を取り付けることも可能です。 ダクト閉端（上流側）の透明アクリル板は木工用の接着剤で止めてあるだけなので、取り外してダクトを継ぎ足して延長することも出来ます。
- ・ダクト開口端（下流端）には外部騒音等の影響低減のために吸音材の切れ端を詰めてありますが、騒音の問題が無ければ取り外してしまってもかまいません。 穴を開けた吸音材を長いビスに引っ掛けてあるだけなので、ビスを抜いて取り外すことが出来ます。

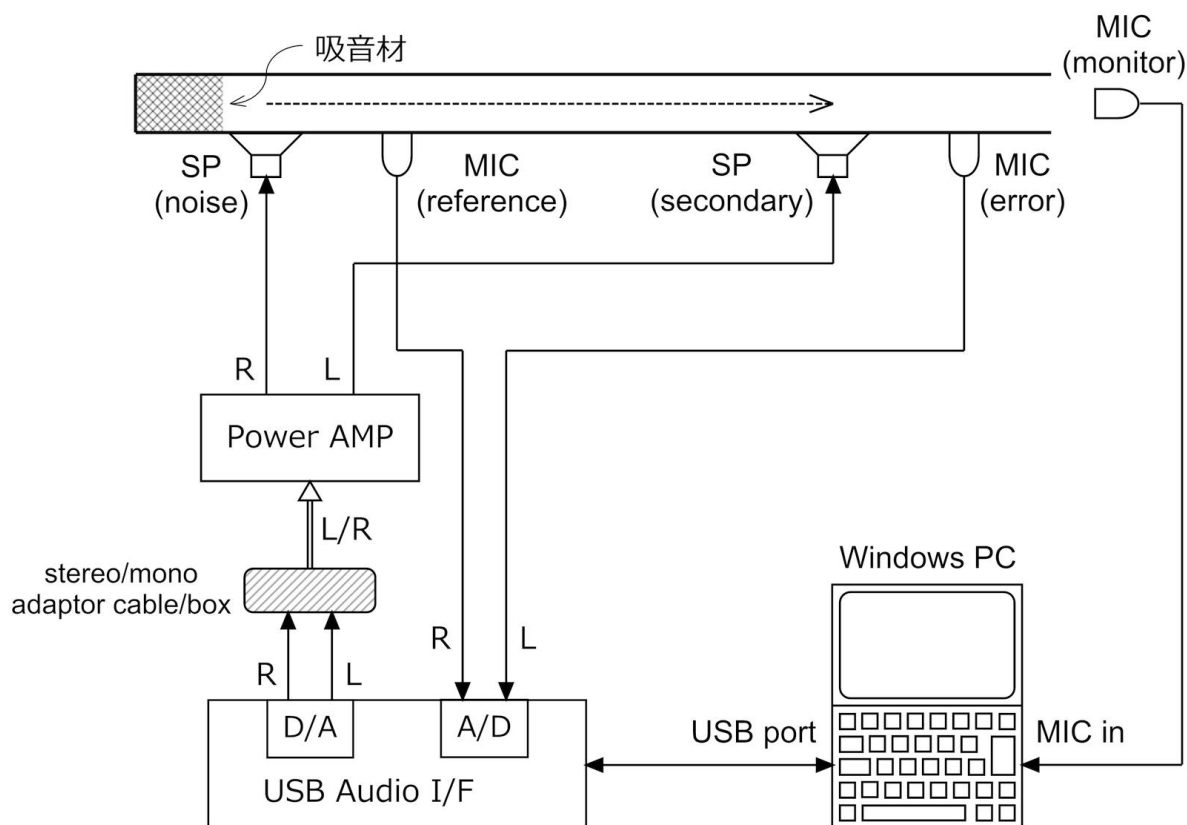
- ・ ミニチュア・ダクトのマイク・ボックス内の回路は下図のようになっています。
マイク出力はバランス入力の機器を使用した場合の擬似バランス接続にも対応しています。



- ・ マイクは市販のエレクトレット・コンデンサ・マイク（ECM）を改造して用いています。
大振幅信号入力時の歪低減のためにソース抵抗（2kΩ）を付加してあります。

(3) 実験機材の結線

- ・実験機材は下図のように結線してください。 左右チャンネル（L/R）の間違いなく接続してください。
- ・図面ではスピーカー／マイクをダクトの同じ側に取り付けてあるように描いていますが、実際には左右両側に振り分けて付けてあります。
- ・モニター用マイクはフリー・ソフトの WaveSpectra 等での消音状況の観測に用いてください。
PCの演算能力の問題等で消音動作に不都合が生じた場合は、モニター用マイク出力の観測には消音処理とは別のPCを用いてください。
- ・パワー・アンプのレベル設定ボリュームは最初は小さめにしてください。（ゲイン最大にはしないでください）
- ・下記図面には含まれていませんが、マイク・ボックスに電池ボックスを接続して電源スイッチをONにするのを忘れないでください。
- ・USBオーディオ・インターフェースの入力レベル／タイプ切り替えスイッチはライン入力ではなく、マイク／ギター等にしてください。（製品によって表記が異なります）
切り替えスイッチの無い製品は入力ボリュームのみでレベル設定をおこなってください。
- ・USBインターフェースのマイク入力に48Vファンタム電源供給機能がある場合は、48Vファンタム電源をOFFにしてください。



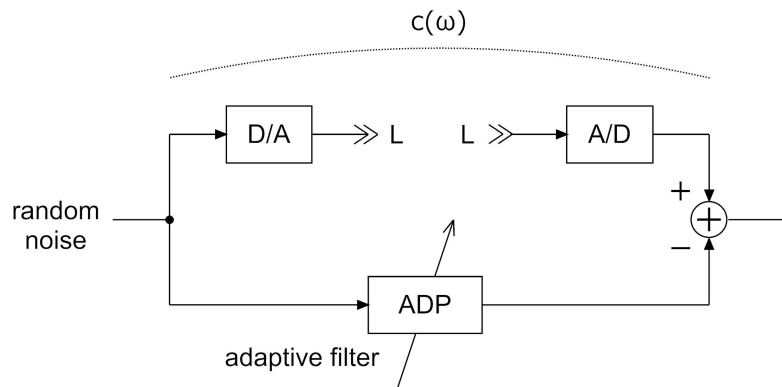
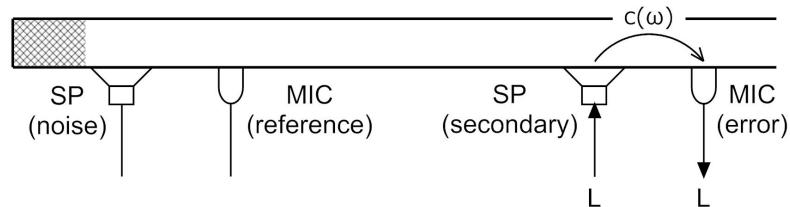
- ・上図では独立したマイク入力端子を持つPCにマイクを直結するように描いていますが、4極ヘッドセット・ジャックしかない機器（ノートPC、タブレット等）にマイクを接続する場合は分岐ケーブルを併用してください。（分岐ケーブルはANCKIT3に付属）
- ・エア・フローを流さない実験用ダクトではダクト消音というより、実質的には上流側を閉じた閉管の定在波抑圧実験の形になります。

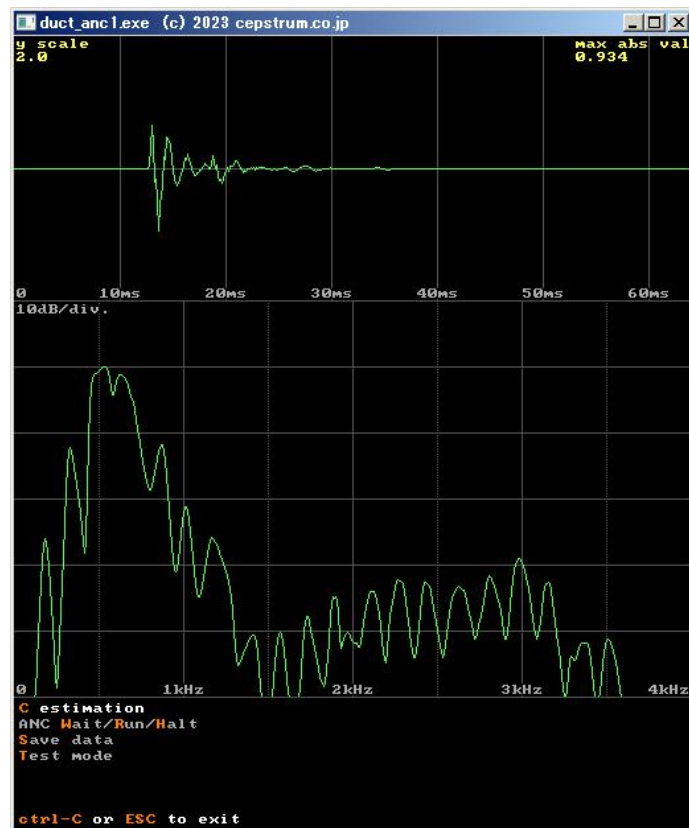
(4) ダクト消音実験 (その1) duct_anc1

- ・プログラム duct_anc1 を用いた実験は、プログラム内部で発生させた周期性雑音の消音実験になります。このプログラムでは reference MIC (右チャンネル) は使用しません。

1. プログラム start_duct_anc1.bat を実行してください。 ANCプログラム本体の duct_anc1.exe が起動されます。(duct_anc1.exe を直接実行しないでください)
起動後ただちに二次経路 (secondary path) $c(\omega)$ の伝達特性測定が始まります。
適応フィルタのステップサイズ・パラメータ μ の設定が小さめになっているので、おおむね収束するまで 2~3分待ってください。
プログラムに表示される上段のグラフは適応フィルタ係数 (インパルス・レスポンス)、下段はFFTで求めた周波数特性です。

信号レベル設定は適応フィルタが概ね収束したところで、画面右上の「max abs val」の値が 0.5~1.5 程度となることを目安にしてください。 定格入力100mW~200mW程度の小型のスピーカーを用いているので、スピーカーからの再生音 (トレーニング用ノイズ) の音量をあまり上げすぎないでください。

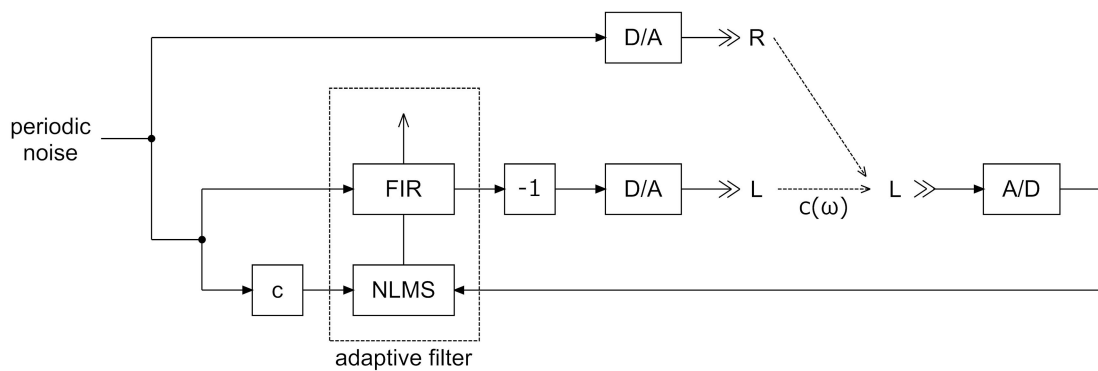
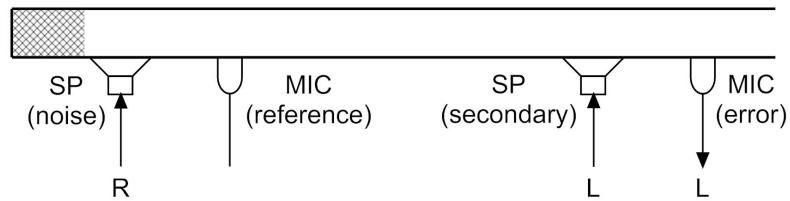


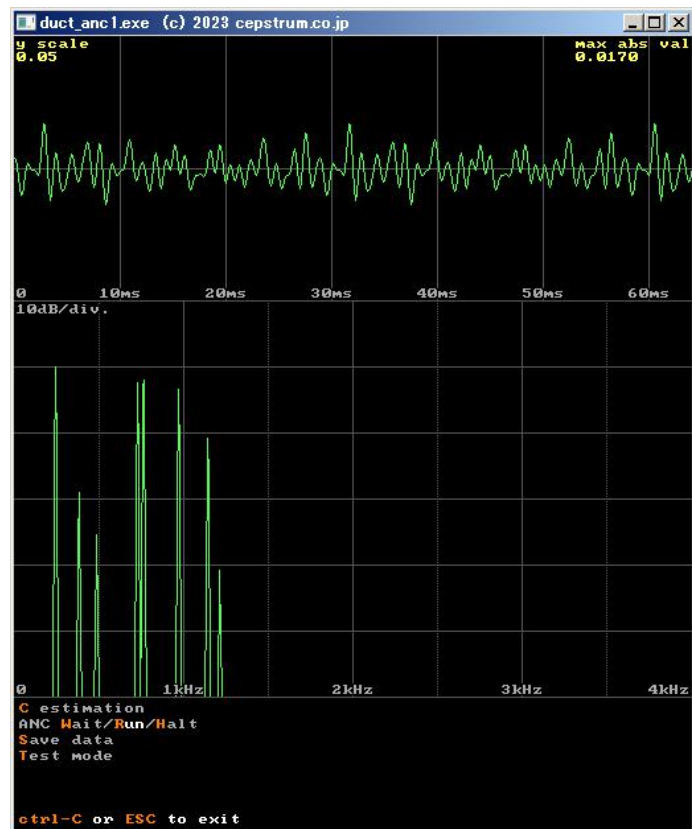


C estimation
二次経路 (secondary path) $c(\omega)$ 測定中画面

適応フィルタが概ね収束したところで、画面右上の「max abs val」の値が 0.5～1.5 程度となることを目安に信号レベルを設定してください。
定格入力100mW～200mW程度の小型のスピーカーを用いているので、スピーカーからの再生音（トレーニング用ノイズ）の音量をあまり上げすぎないでください。

2. 二次経路測定の実験フィルタがおおむね収束したところで、「W」 (Wait) キーを押して待機状態にしてください。(ANCの消音動作はまだ始まりません)
3. 「R」 (ANC Run) キーを押すとANCの消音動作が始まります。
 USBオーディオ・デバイスのヘッドホン端子に接続したイヤホン／ヘッドホンでも消音状況を耳で確認できます。
 適応フィルタが収束して十分な消音効果が得られたところで、「S」キー (Save data) を押せば適応フィルタ係数をファイルにセーブすることが出来ます。(ファイル名は日付の入った名前になります)





ANC Run
周期性雑音の消音実行中画面

4. プログラムの終了はctrl-C（「ctrl」＋「C」）、または「ESC」キー入力です。

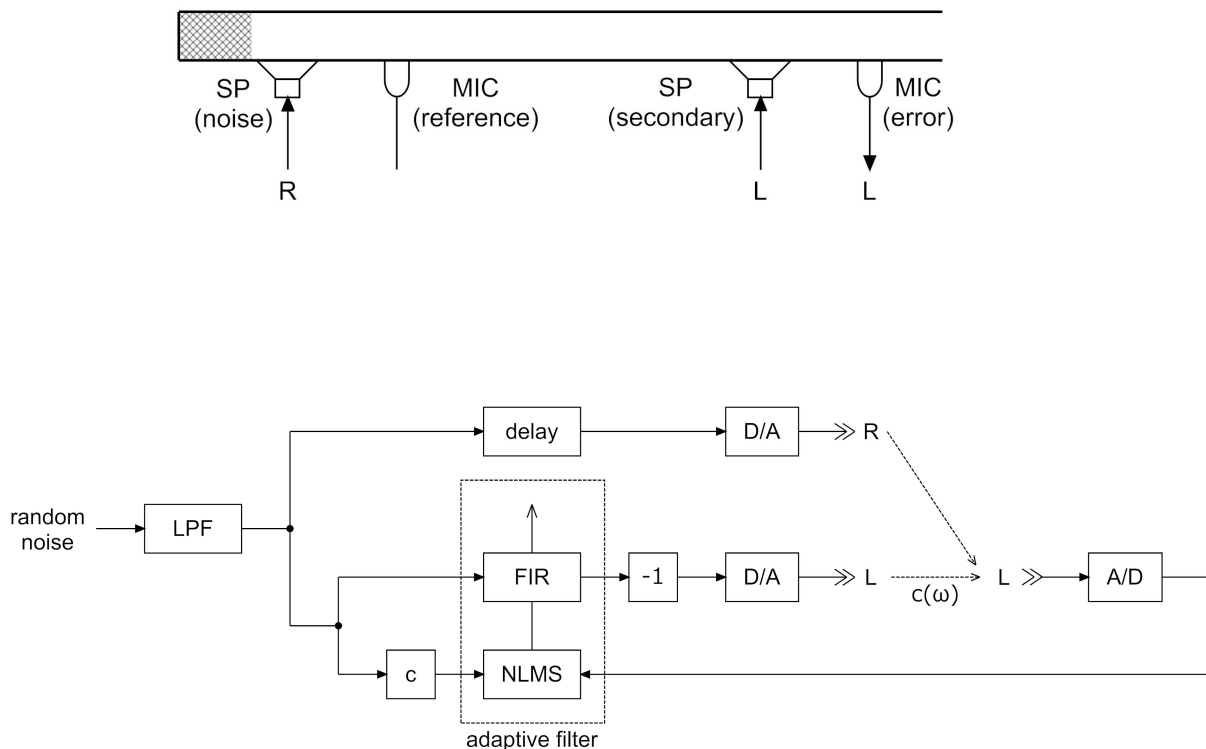
(5) ダクト消音実験 (その2) duct_anc2

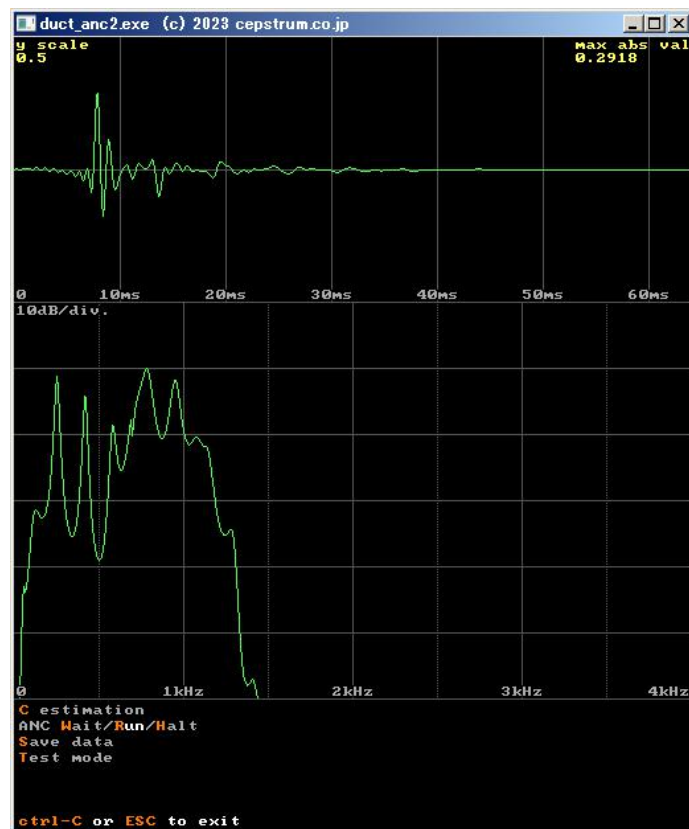
- ・プログラム duct_anc2 を用いた実験は、プログラム内部で発生させたランダム・ノイズの消音実験になります。プログラム duct_anc1 に対して modeling delay を追加したもので、ランダム・ノイズの消音が可能です。(適応フィルタの経路の遅延の影響がキャンセルされます)

1. プログラム start_duct_anc2.bat を実行してください。ANCプログラム本体の duct_anc2.exe が起動されます。(duct_anc2.exe を直接実行しないでください)
起動後ただちに二次経路 (secondary path) $c(\omega)$ の伝達特性測定が始まります。
適応フィルタのステップサイズ・パラメータ μ の設定が小さめになっているので、おおむね収束するまで 2~3 分待ってください。
プログラムに表示される上段のグラフは適応フィルタ係数 (インパルス・レスポンス)、下段はFFTで求めた周波数特性です。

信号レベル設定は適応フィルタが概ね収束したところで、画面右上の「max abs val」の値が 0.5~1.5 程度となることを目安にしてください。定格入力100mW~200mW程度の小型のスピーカーを用いているので、スピーカーからの再生音 (トレーニング用ノイズ) の音量をあまり上げすぎないでください。

2. 二次経路測定の適応フィルタがおおむね収束したところで、「W」 (Wait) キーを押して待機状態にしてください。(ANCの消音動作はまだ始まりません)
3. 「R」 (ANC Run) キーを押すとANCの消音動作が始まります。
USBオーディオ・デバイスのヘッドホン端子に接続したイヤホン/ヘッドホンでも消音状況を耳で確認できます。
適応フィルタが収束して十分な消音効果が得られたところで、「S」キー (Save data) を押せば適応フィルタ係数をファイルにセーブすることが出来ます。(ファイル名は日付の入った名前になります)





ANC Run
ランダム・ノイズの消音実行中画面

4. プログラムの終了はctrl-C (「ctrl」 + 「C」)、または「ESC」キー入力です。

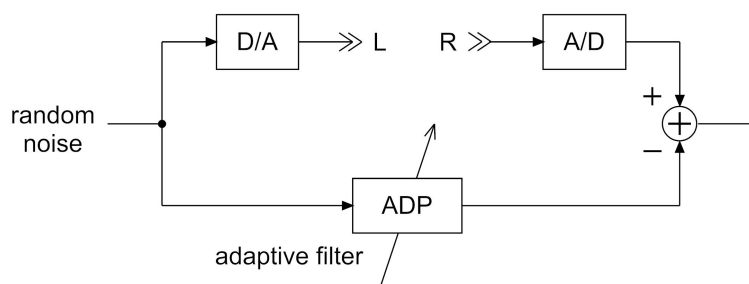
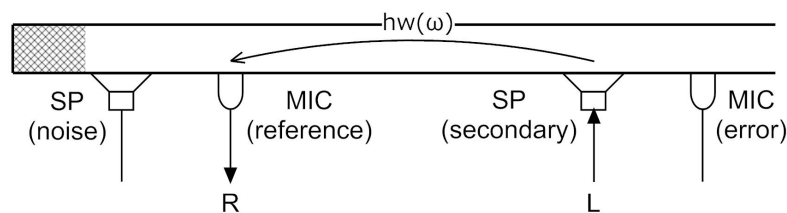
(6) ダクト消音実験 (その3) duct_anc3

- ・プログラム duct_anc3 を用いた実験は、プログラム内部で発生させた周期性雑音の消音実験になりますが、外部からの任意の周期性雑音消音も可能です。
コネクタの結線を変更して、パワーアンプの右チャンネルに入力してスピーカーから再生した任意の周期性雑音の消音が出来ます。

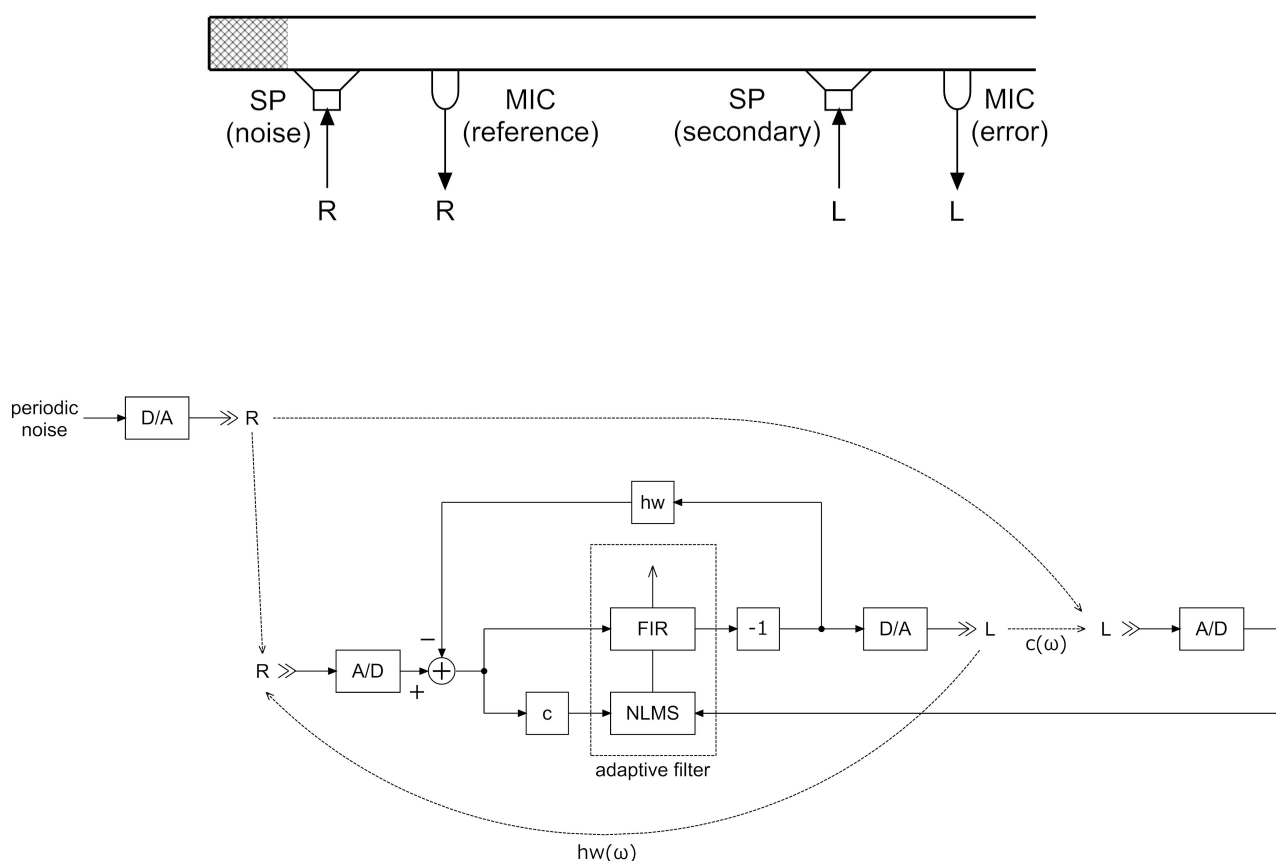
1. プログラム start_duct_anc3.bat を実行してください。 ANCプログラム本体の duct_anc3.exe が起動されます。(duct_anc3.exe を直接実行しないでください)
起動後ただちに二次経路 (secondary path) $c(\omega)$ の伝達特性測定が始まります。
適応フィルタのステップサイズ・パラメータ μ の設定が小さめになっているので、収束するまで2~3分待ってください。
プログラムに表示される上段のグラフは適応フィルタ係数 (インパルス・レスポンス)、下段はFFTで求めた周波数特性です。

信号レベル設定は適応フィルタが概ね収束したところで、画面右上の「max abs val」の値が 0.5~1.5 程度となることを目安にしてください。 定格入力100mW~200mW程度の小型のスピーカーを用いているので、スピーカーからの再生音 (トレーニング用ノイズ) の音量をあまり上げすぎないでください。

2. 二次経路測定の適応フィルタがおおむね収束したところで、「F」 (Feedback (hw) estimation) キーを押してハウリング防止用フィルタのためのフィードバック経路の伝達特性測定をおこなってください。
適応フィルタのステップサイズ・パラメータ μ の設定が小さめになっているので、おおむね収束するまで2~3分待ってください。

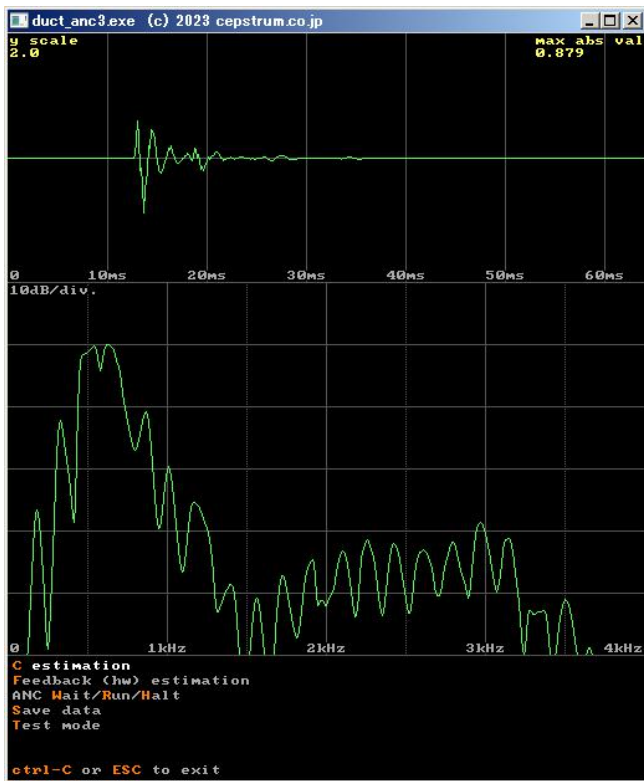


3. フィードバック経路測定の適応フィルタがおおむね収束したところで、「W」 (Wait) キーを押して待機状態にしてください。 (ANCの消音動作はまだ始まりません)
4. 「R」 (ANC Run) キーを押すとANCの消音動作が始まります。
 USBオーディオ・デバイスのヘッドホン端子に接続したイヤホン／ヘッドホンでも消音状況を耳で確認できます。
 適応フィルタが収束して十分な消音効果が得られたところで、「S」 キー (Save data) を押せば適応フィルタ係数をファイルにセーブすることが出来ます。 (ファイル名は日付の入った名前になります)

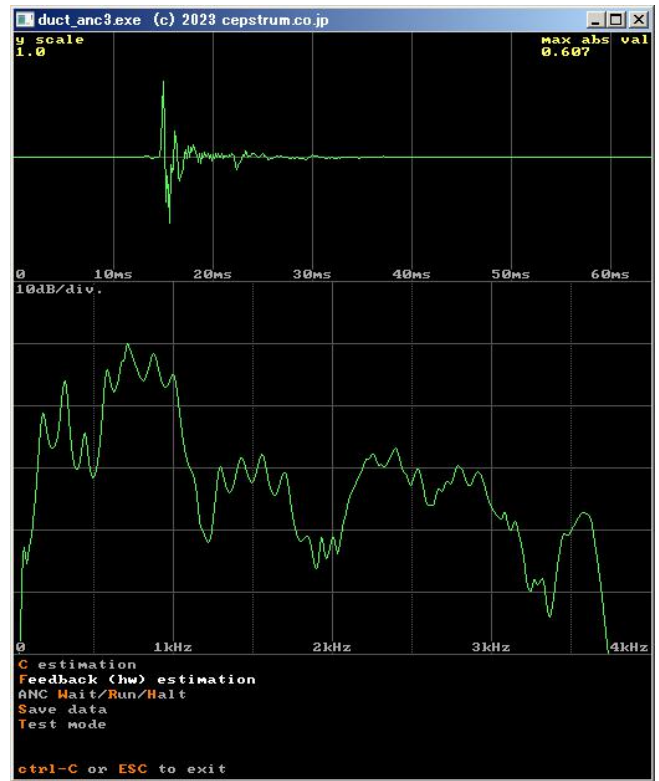


上記のブロック・ダイアグラムでは消音対象の周期性雑音をプログラム内部で生成してD/A出力しています。 ケーブル接続を変えてファンクション・ジェネレータや他のパソコンのオーディオ出力をパワーアンプの右チャンネル入力に接続して、スピーカーから再生した任意の周期性雑音の消音実験も可能です。

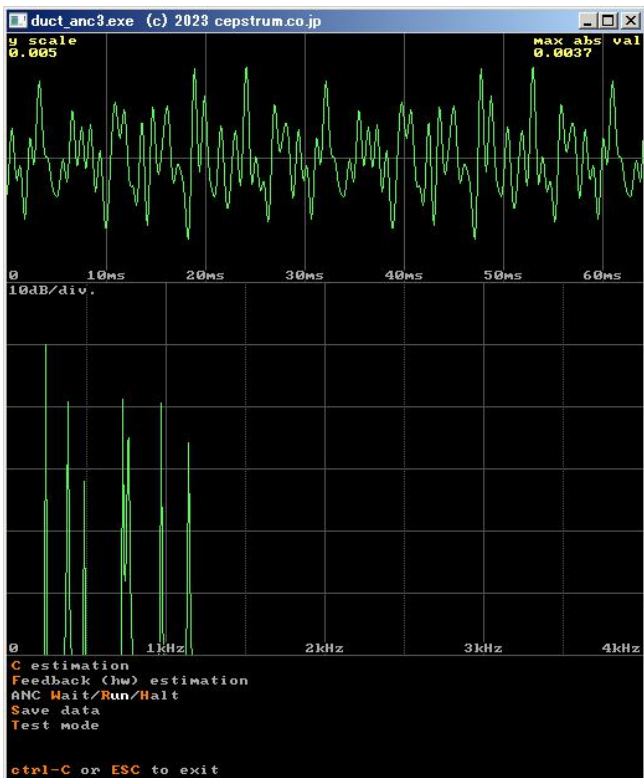
十分な長さを持つダクトを用いれば、dcut_anc3 はそのままランダム・ノイズの消音プログラムになります。



C estimation



Feedback (hw) estimation

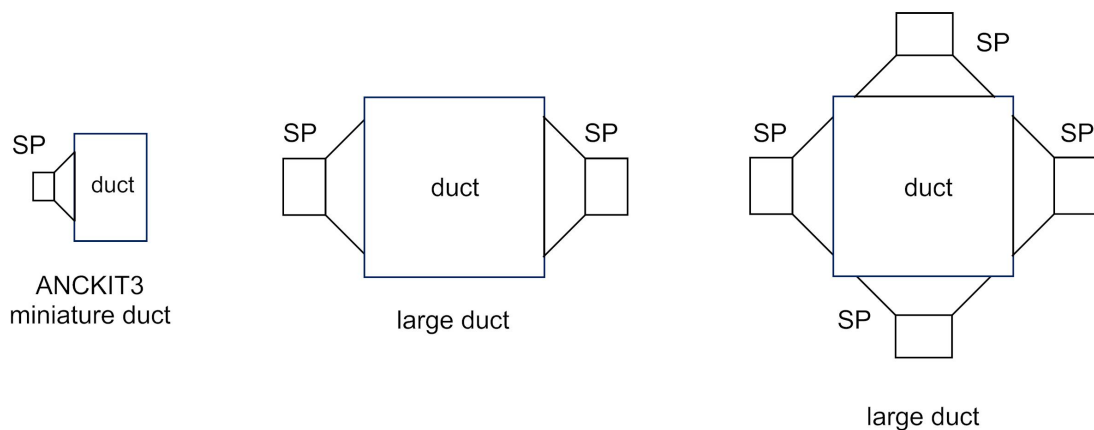


ANC Run

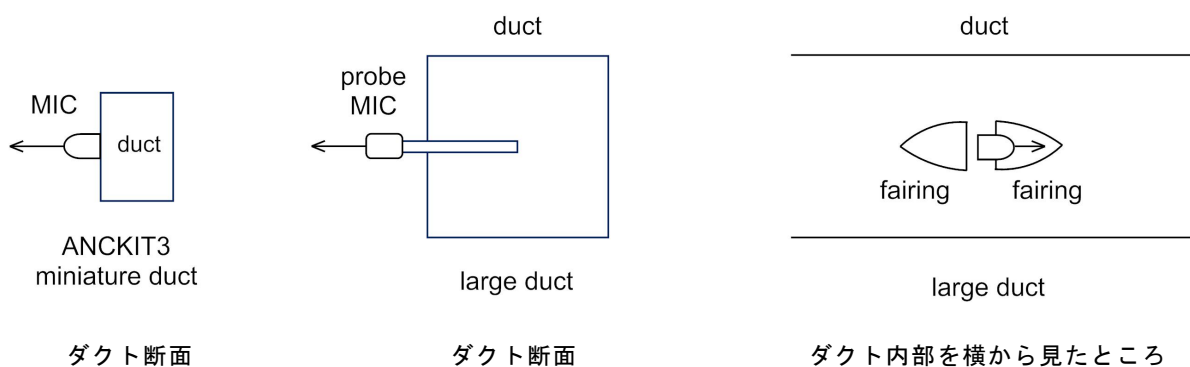
5. プログラムの終了はctrl-C (「ctrl」 + 「C」)、または「ESC」キー入力です。

(7) 実サイズのダクトでの消音実験の方法

- ・プログラム duct_anc3 はそのまま十分な長さを持つ実サイズのダクトの消音に用いることができます。
プログラム側の適応フィルタの経路の遅延（A/D・D/Aの変換遅延、サンプリング周波数変換処理の遅延等を含む）よりもダクトの音響経路の遅延が長ければランダム・ノイズの消音ができます。
- ・プログラム duct_anc3 のUSBオーディオ・デバイス（A/D・D/A）のサンプリング周波数は48kHzですが、プログラム内部でソフト的なサンプリング周波数変換をおこなって、消音動作はサンプリング周波数8kHzで処理しています。そのためサンプリング周波数変換の処理遅延も付加されます。
- ・サンプリング周波数変換をおこなわずに48kHzで消音処理をおこなえば、より短いダクトでのランダム雑音消音が可能です。（ソースの一部修正のみで対応出来ます）
- ・ANCKIT3付属の実験用ミニチュア・ダクトはスピーカーを一つだけしか取り付けていませんが、実サイズの消音ではダクト内に効率的に平面波の音場が形成されるように、複数のスピーカー（2ヶ／4ヶ）を対称的に取り付ける必要があります。



- ・ANCKIT3では実験用ミニチュア・ダクトの内壁にマイクを取り付けていますが、実サイズのダクト消音システムでは径の細いプローブ・マイクや乱流発生を防ぐフェアリング内にマイクを配置した事例があります。



- ・ダクト消音実験プログラムは FreeBASIC で記述しています。
ソース・プログラム名は duct_anc*.bas です。
FreeBASIC用の開発環境 FbEdit のプロジェクト・ファイルは duct_anc*.fbp です。
- ・消音プログラムはWindowsのGUIプログラムですが、キーボードからのコマンド入力のみで操作をおこないます。
マウスは使いません。
- ・ASIO対応USB接続オーディオ・デバイスはサンプリング周波数48kHzで動作しますが、プログラム内部のANCの処理はサンプリング周波数8kHzでおこなっています。
- ・ASIO対応オーディオ・デバイスのアクセスにはオーディオ録音・再生用のオープンソースのライブラリ PortAudio を用いています。
- ・適応フィルタを用いているプログラムなので、パラメータを変更して動作特性を調整しなければならないような箇所はあまりありません。設定変更出来るのはステップサイズ・パラメータ μ (MU/mu) とフィルタ長 (タップ長)、テスト信号レベル程度です。
- ・パラメータ変更可能箇所の #define 文はソース duct_anc*.bas の最初の部分にまとめてあります。
(下記リストの例は duct_and3.bas)
下記以外に修正を考えられる箇所としては消音対象の雑音の生成処理部分があります。

```
#define C_MU          0.000003      ' c (secondary path) estimation mu
#define HW_MU          0.000003      ' hw (howling path) estimation mu
#define LMS_MU          0.0000003      ' ANC mu
#define C_LEN          400           ' c estimation filter length
#define HW_LEN          400           ' hw estimation filter length
#define LMS_LEN          1024         ' ANC filter length
#define NOISE_LEVEL      0.05         ' c estimation test signal (random noise) level
#define TEST_SIGNAL_LEVEL 0.3         ' periodic test signal level
#define POWER_BETA       0.9995      ' NLMS power calculation IIR LPF parameter
```

- ・ダクト無しの周期性雑音消音プログラム fb_anc1.exe/fb_anc1.bas とは異なり、動作安定化のためのローパス・フィルタ付加等はおこなっていません。信号経路にはフィードバックがかかっていないため、特別な付加処理無しで安定に動作します。
- ・ASIO対応オーディオ・デバイスはサンプリング周波数48kHzで動作しますが、オーディオ・デバイスとプログラム間のA/D・D/Aデータのやり取りは6サンプル単位でのブロックI/Oでおこなっています。
fs=48kHzの6サンプルのA/Dデータをサンプリング周波数変換して、fs=8kHzのデータ1サンプルに変換します。
D/Aデータは逆の1サンプル→6サンプルの変換をおこなっています。
- ・プログラム内部の処理としては直接48kHz⇔8kHzの変換をするのではなく、48kHz⇔16kHz、16kHz⇔8kHzの2段階に分けてサンプリング周波数変換しています。
- ・サンプリング周波数変換、ANCの処理は関数 callbackfunc() 内でおこなっています。
callbackfunc() はfs=48kHzでの6サンプルのデータのブロック入出力のたびに実行されます。(動作周波数8kHz)
- ・callbackfunc() 内のANCの処理をおこなっている部分は下記の2つのコメント行の間の部分です。

```
'----- ////////////// ANC main routine start //////////////
[コメント行の間の部分がANCの処理]
'----- ////////////// ANC main routine end //////////////
```

- ・ソースのmain関数に相当する部分は無限ループで callbackfunc() からのデータ受け取り、FFT演算、グラフ描画、キー入力のスキャン等をおこなっているだけです。

- ・ソースの修正、ビルド（再コンパイル）するには FreeBASIC 本体と開発環境の FbEdit が必要ですが、どちらもCD/DVDのディレクトリ freebasic_installer に収録してあります。
- ・FreeBASIC は gcc を中間コード生成に用いるような構成になっているので、FreeBASIC をインストールすると gcc のファイルの一部もインストールされます。
- ・拡張子.7zのファイルの展開処理が出来ない場合は、圧縮・解凍ソフトの 7zip を使用してください。7zip も同じディレクトリに収録してあります。
- ・プログラムのソースとビルド、実行に必要なライブラリ・ファイル等はCD/DVDのディレクトリ freebasic_build_source に収録してあります。 ディレクトリごとSSD/HDDにコピーして用いてください。（ディレクトリ／ファイルに書き込み不可の属性がついていたら、はずしてください）
- ・開発環境 FbEdit のインストール／設定後にプロジェクト・ファイル duct_anc*.fbp をマウスでクリックすれば FbEdit が起動してソース duct_anc*.bas の編集、ビルド作業が可能です。
ビルド（コンパイル）実行は FbEdit のメニューより Make → Compile です。
- ・ビルドして出来た実行プログラム dcut_anc*.exe の起動にはバッチプログラム start_duct_anc*.bas を用いてください。（直接 fb_anc1.exe を起動しないでください）
start_duct_anc*.bas は一行だけのバッチで、fb_anc1.exe にリアルタイム（最優先）の優先度をつけて起動します。 start_duct_anc1.bas の内容は下記の通りです。

```
start /realtime duct_anc1.exe
```