

PCによるA/D変換時に発生するクリッピング歪について*

☆郡司龍和, 金田豊 (東京電機大・工)

1 はじめに

Windows PC を利用した音響計測は、その利便性・可搬性の高さから近年広く利用されている。しかし、Windows の付属ソフト (Windows ミキサやMME などのドライバ) を利用する場合、いくつかの注意が必要である[1][2]。このため、厳密な測定結果が求められる場合には、ASIO など、より計測に適したドライバの利用が望ましい[3]。

一方その反面、付属ソフトには

- ・サンプリング周波数が自由に設定可能
- ・PC 本体のマイクロホン端子が利用できる
- ・市販ソフトのデフォルト入力である場合が多い (MATLAB の wavrecord など)

といった利点もあるため、高い測定精度を求めない場合には、その手軽さから利用される事も多い。

本報告では、付属ソフトを利用する際の注意点の一つとして、入力信号に対するクリッピングレベルの変化に関する検討結果を報告する。

2 低レベルのクリッピング現象

A/D 変換の結果得られるデジタルデータには、再現できる振幅の限界値 (F_s : Full Scale) が存在する。 F_s を超えた振幅が入力されると、全て F_s (負値の場合は $-F_s$) に変換されるクリッピング現象が発生する(図 1)。クリッピングは、測定誤差の大きな要因となるため、その発生には注意が必要である。

通常は、録音波形の振幅が F_s に到達しているかどうかでクリッピング発生の判断基準となっているが、Windows 付属ソフトを用いてオーディオインターフェース(以下 AIF)でモノラル入力モノラル録音(図 2)を実行した場合において、クリッピング閾値が F_s の約 0.53 倍となる低レベルクリッピング現象 (図 3) が確認された。

3 原因と考えられるソフトウェア処理

低レベルクリッピング現象の原因として、

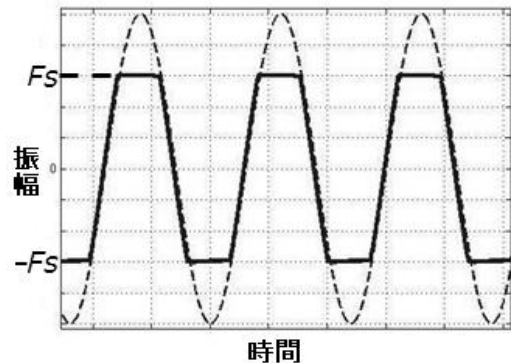


図 1 クリッピング
(破線：入力、実線：クリッピング波形)

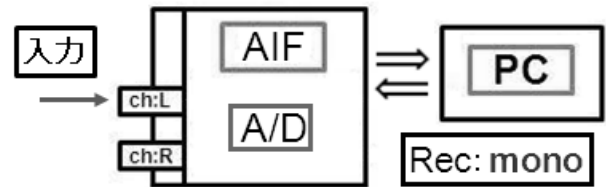


図 2 発生条件

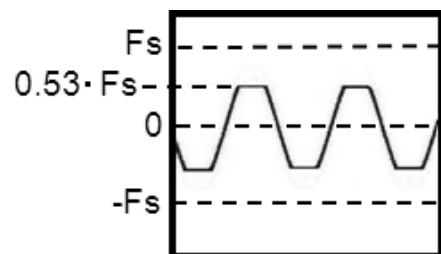


図 3 低レベルクリッピング現象

図 4 に示すような処理が Windows 付属ソフト内部で行われている事が考えられた。付属ソフトが想定する AD 入力は LR の 2 チャンネルであり、ステレオ録音を指定すると、それぞれのチャンネルの信号が AD されて PC に取り込まれる。一方、モノラル録音を指定すると、AD された LR の信号は、それぞれ 0.53 倍された後に加算される。その結果、振幅がクリッピングレベル F_s を超えた信号を Lch に入力してモノラル録音すれば、得られた信号は $0.53F_s$ でクリッピングした信号となる。

* A study on clipping distortion occurring with A/D conversion on PC, by GUNJI, Tatsuo and KANEDA, Yutaka (Tokyo Denki University).

4 実験

図4の結果を確認するため、表1に示す5つの条件において、モノラル録音とステレオ録音を試行した。

①は振幅 A がフルスケール F_s 以下の信号を Lch のみに入力した場合である。この時のステレオ録音信号は、 Lch が振幅 A の信号、 Rch が無信号となった。これに対して、モノラル信号の振幅は $0.53A$ となった。これより、モノラル録音の場合には Lch の入力信号の振幅が 0.53 倍で録音される事が分かった。同様に、 Rch のみに入力した②の結果より、モノラル録音では Rch も 0.53 倍される事が分かる。

③では、 Lch と Rch に同一の信号を入力した。この時のモノラル録音の振幅は、ステレオ録音時と比べて $0.53 \times 2 = 1.06$ 倍となった。以上より、モノラル録音を指定すると Lch と Rch に入力した信号を 0.53 倍して加算する事が分かる。

④では、 Lch にフルスケール F_s を超える振幅の信号を入力した。その結果、ステレオ録音結果は最大振幅が F_s でクリッピングされた信号になったが、モノラル録音では図3のように $0.53F_s$ でクリッピングされた波形が録音された。これは、 A/D 変換時に F_s でクリッピングされた信号が、 0.53 倍される事で発生すると考えられる。

⑤では、 LR 両チャンネルに F_s を超える同一の信号を入力した。モノラル録音では、振幅が $0.53 \times 2 \times F_s$ となるのではなく、 F_s でクリッピングされた信号となった。

最後に、 Lch のみに入力して、ステレオ録音信号と、モノラル録音信号の量子化幅を調べた結果、両社は一致していた。これと⑤の結果から、図4の加算後に、データビット数による再量子化が行われていると考えられる。

5 まとめ

Windows 付属ソフトによる低レベルクリッピング現象を報告した。低レベルのクリッピングは見逃す事も多いので、回避することが望ましい。本検討の結果に基づけば、Windows ソフトを用いてモノラル録音をする場合

1) ステレオ録音を行った後、片チャンネルを取り出す(欠点：録音した時点ではデータ量が倍になる)

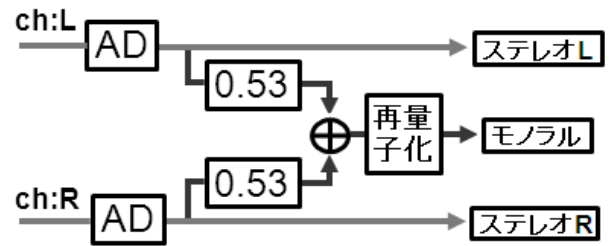


図4：原因と考えられるソフトウェア処理

表1：入力条件と録音信号の振幅

	入力条件		録音された信号の振幅	
	ch	振幅	ステレオ録音	モノラル録音
①	L	$A < F_s$	A	$0.53 \times A$
	R	0	0	
②	L	0	0	$0.53 \times A$
	R	$A < F_s$	A	
③	L	$A < F_s$	A	$0.53 \times 2 \times A$
	R	$A < F_s$	A	
④	L	$A > F_s$	F_s	$0.53 \times F_s$
	R	0	0	
⑤	L	$A > F_s$	F_s	F_s
	R	$A > F_s$	F_s	

2) LR 入力端子に同一信号を入力する(欠点：量子化雑音が 6 dB 程度上昇する)などの対策が考えられる。

参考文献

- [1]守谷、他「PCにおけるAD・DA同時動作の問題点」音講論集, pp.607-608 (2003.9).
- [2]志賀、他「オーディオインターフェースのDA変換器におけるクリッピング歪について」音講論集, pp. 653-654 (2010.9).
- [3]佐藤 「はじめてのインパルス応答計測」音学誌, 67, 4, pp.155-162 (2011).