

インパルス応答測定に及ぼすAD/DA変換器の  
非線形特性の影響の研究

10EC056 佐藤憲孝

### 目次

- ・研究目的
- ・発生する歪の確認
- ・歪の対策について
- ・測定結果
- ・まとめ

### 研究背景・目的

インパルス応答は系の特性を求めするために重要

問題点: 応答信号に**非線形歪**が含まれることがある

目的: 歪の発生原因の**確認と対策案の検討**

### 発生する歪の確認

DA変換後の信号の $F_s/2$ 以上の成分が原因で発生する歪[1]

混変調歪が発生 (a,b)

[1] TSPを用いた音響計測におけるPC用AD/DA変換システムの選定について、森勢、他、音講論(春)

### 混変調歪

2つ以上の周波数成分を非線形系に入力したときそれぞれの周波数の整数倍の**和と差**の周波数成分を持って発生する歪  
例えば2種類の周波数 $f_1, f_2$ を非線形系に入力した場合、 $f_1 + f_2, f_1 - f_2, 2f_1 + f_2, 2f_1 - f_2$ などの周波数で発生

混変調歪 ⇐ 測定信号 +  $F_s/2$ 以上の周波数成分

⇒  $F_s/2$ 以上の周波数成分の確認

### DA変換後の信号

同時に異なる周波数を入力⇒混変調歪が発生

### 混変調歪

入力信号の周波数を $f_1, f_2$ とすると、**和と差**の周波数成分  $|\pm nf_1 \pm mf_2|$  ( $n, m$  は0以上の整数)が発生

①主応答  
②高調波歪  
③混変調歪

混変調歪 ← 測定信号 +  $F_s/2$ 以上の周波数成分

対策として原因の $F_s/2$ 以上の成分を取り除く

6

### 混変調歪の対策

混変調歪 ← 測定信号 +  $F_s/2$ 以上の周波数成分

発生原因

DA変換器後のLPFが $F_s/2$ 以上の成分を減衰できていない

LPFの周波数特性

$F_s/2$ 以上の成分が発生

7

### 混変調歪の対策

LPFの周波数特性

周波数成分の**発生範囲**

周波数成分発生**の原因範囲**

原因範囲の成分を抑圧

作成したフィルタの周波数特性

フィルタ → DAC → LPF → AIF

$F_s/2$ の約0.9倍以上の成分を抑圧するフィルタを掛ける

8

### 測定条件

測定場所	無響室
使用AIF	Roland UA-101
サンプリング周波数	48 (kHz)
使用スピーカ	BOSE 101
スピーカ・マイク間距離	1 (m)
音圧	100 (dB)

接続図

測定信号 → フィルタ → DAC → AIF → ADC → 測定信号

9

### 測定結果

対策前 (a)の拡大 (b)の拡大

対策後 (c)の拡大 (d)の拡大

対策後では混変調波の発生が抑えられている

10

### まとめ

- 混変調歪の原因がDAC後段のLPFの特性によるものであることを確認した
- 対策として、LPFの阻止帯域を考慮したLPFをDA変換前に通すと混変調歪は発生しない
- DA変換前にLPFを通すことで混変調歪の発生を防ぐことができる

### 今後の課題

- 混変調歪が応答信号に与える影響の確認及び対策による改善度の検証

11