

第3回 電気学会 栃木・群馬支所合同研究会 セッションB2 ETT12-39

2013. 2/28 @ 宇都宮大学 工学部 212教室

# 任意波形発生器を用いたA/D変換器テスト用 低歪み信号発生技術の実験検証

群馬大学大学院

情報通信システム第2 小林研究室

修士1年 安部文隆

# Outline

- 研究概要
- 低IMD3信号の生成
- 不要信号の除去
- まとめと今後の課題

# Outline

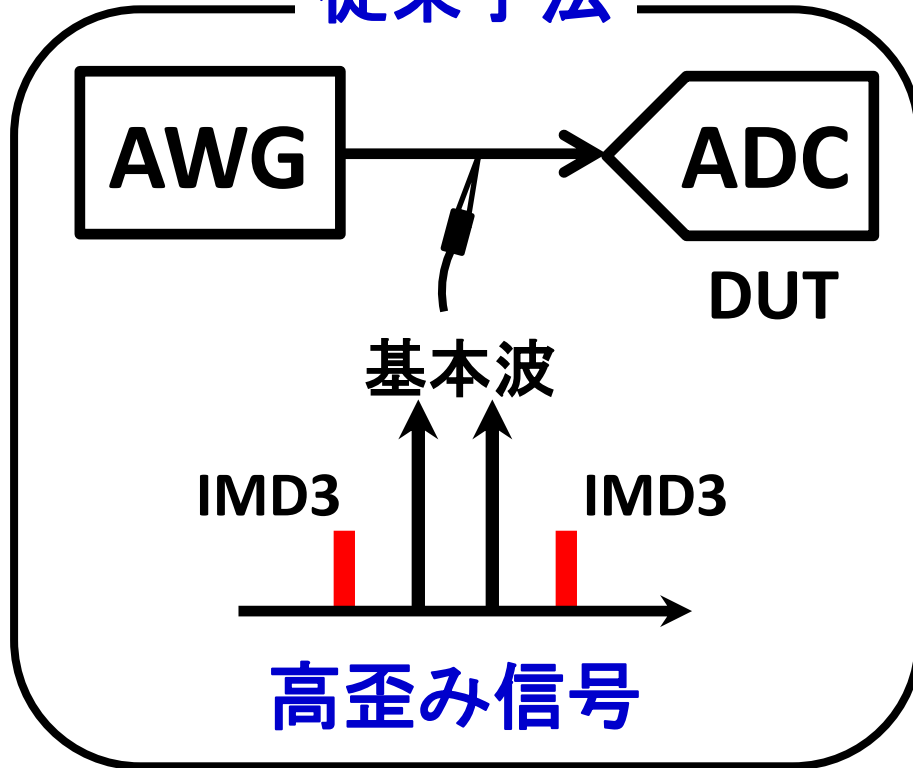
- 研究概要
- 低IMD3信号の生成
- 不要信号の除去
- まとめと今後の課題

# 本研究の目標

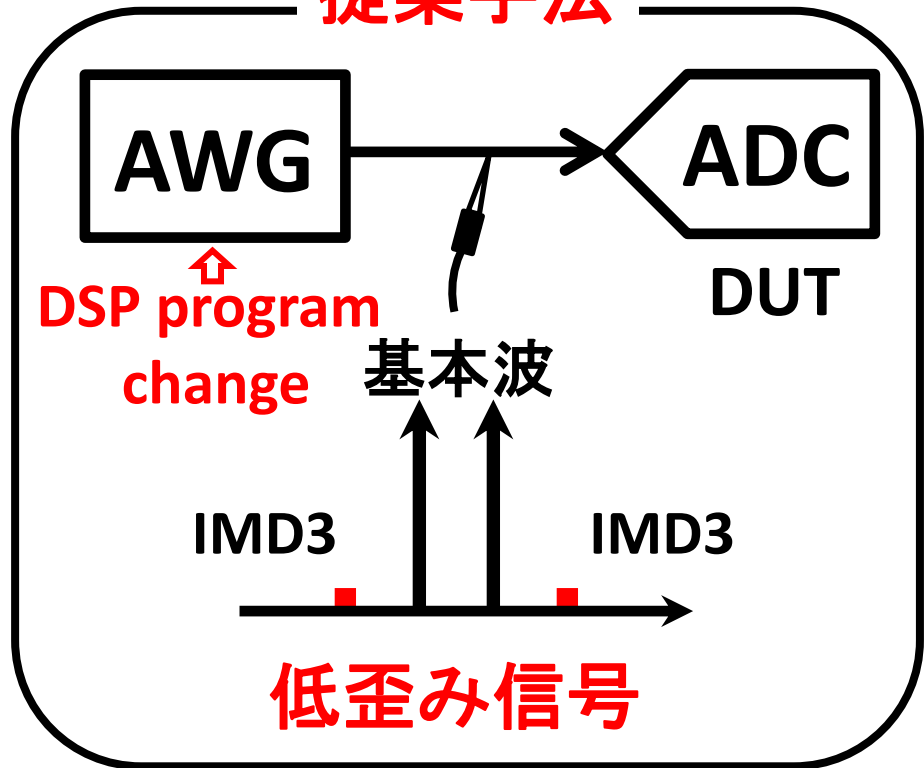
## ADC線形性評価用

任意波形発生器(AWG)を用いた低歪み信号の生成

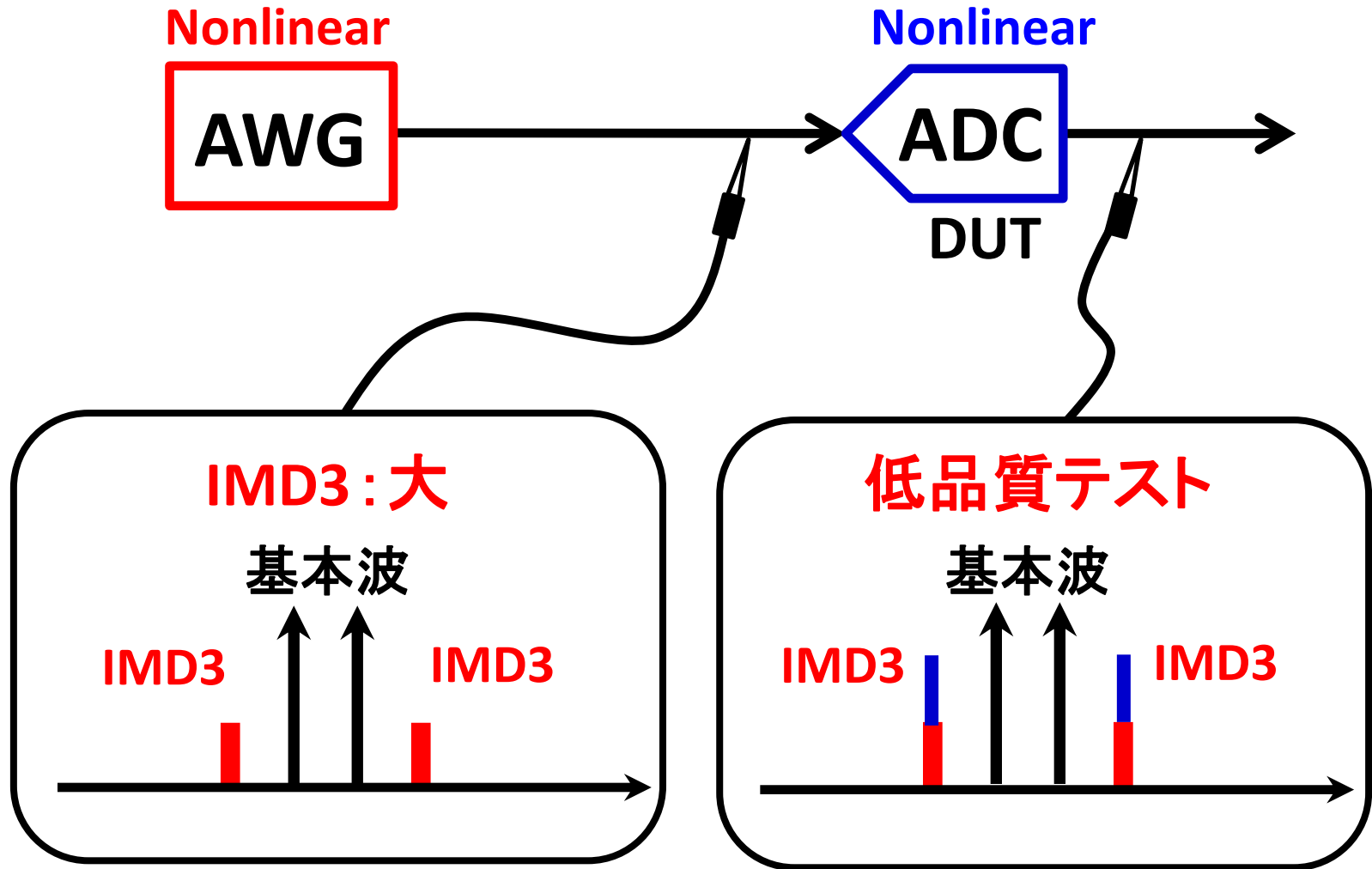
従来手法



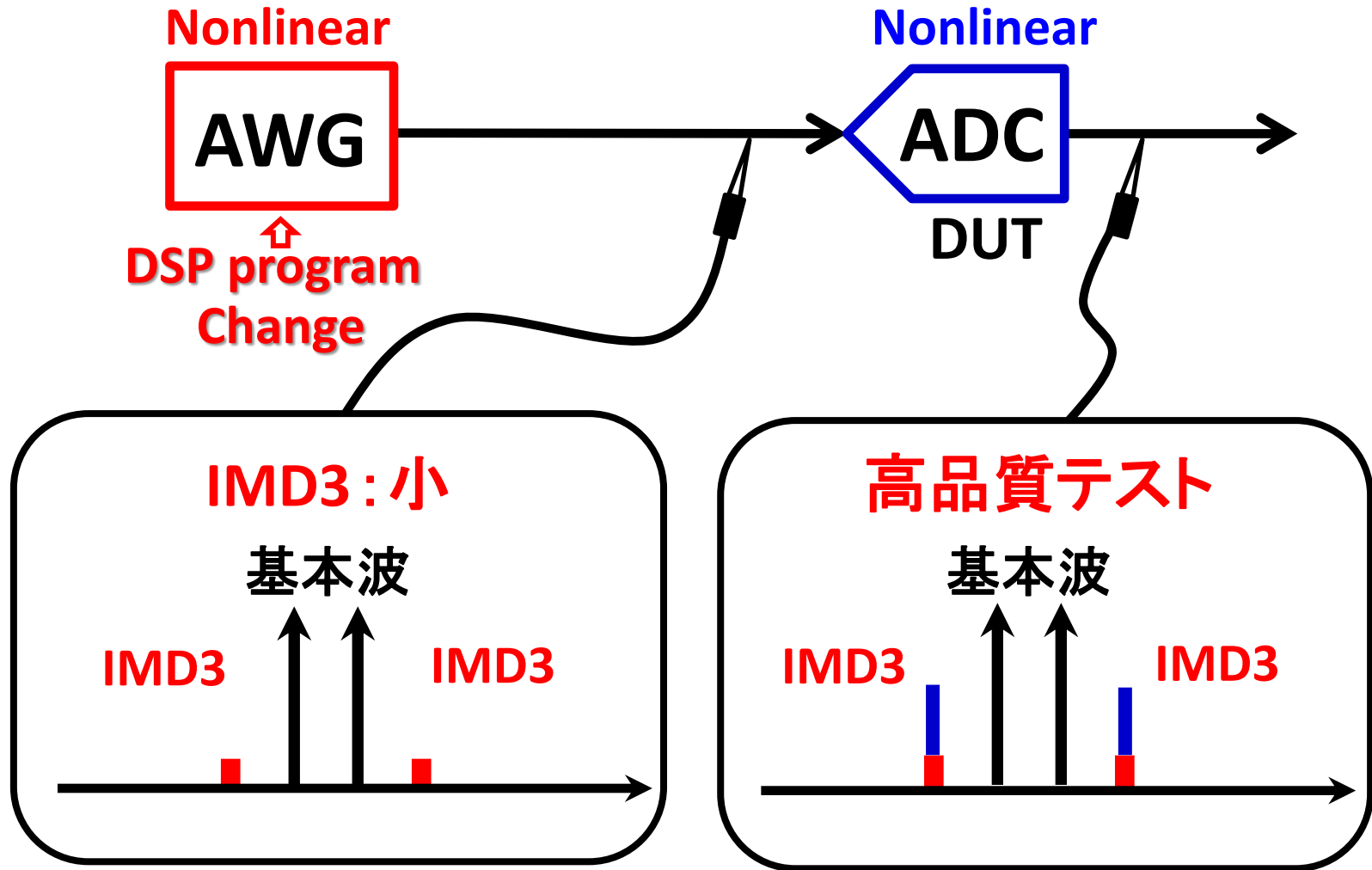
提案手法



# 従来手法によるAWGを用いたADC評価



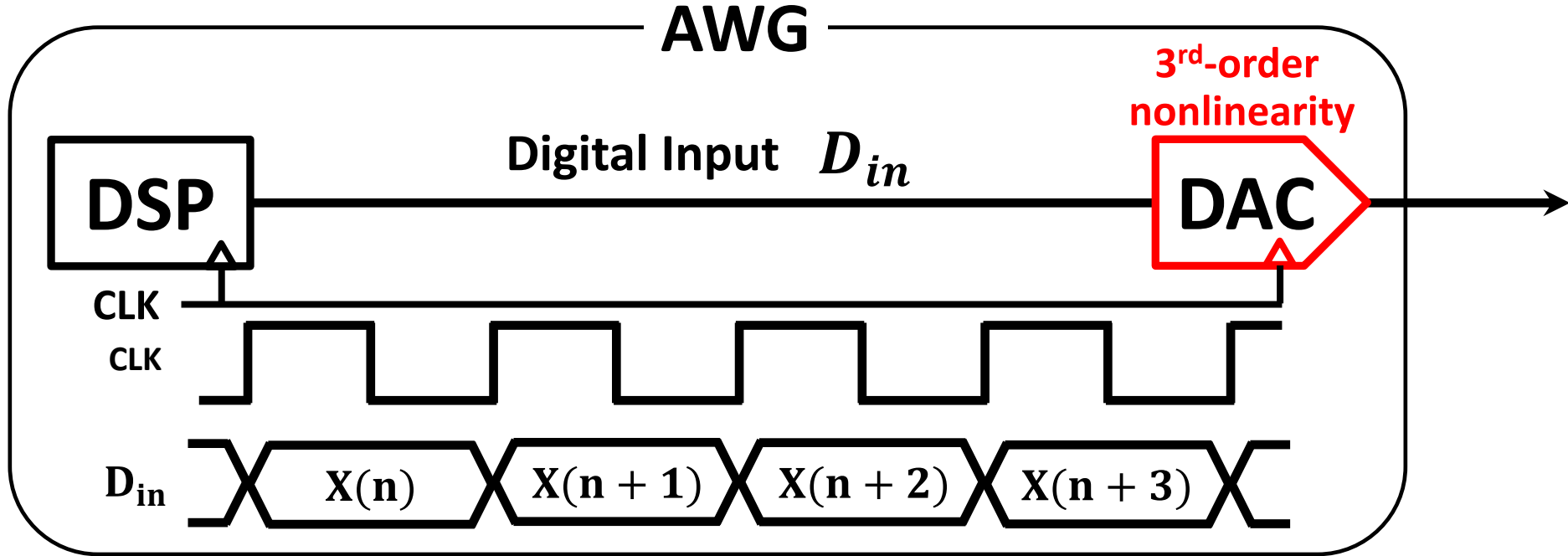
# 提案手法によるAWGを用いたADC評価



# Outline

- 研究概要
- **低IMD3信号発生技術**
- 実験結果
- まとめと今後の課題

# 従来信号発生手法

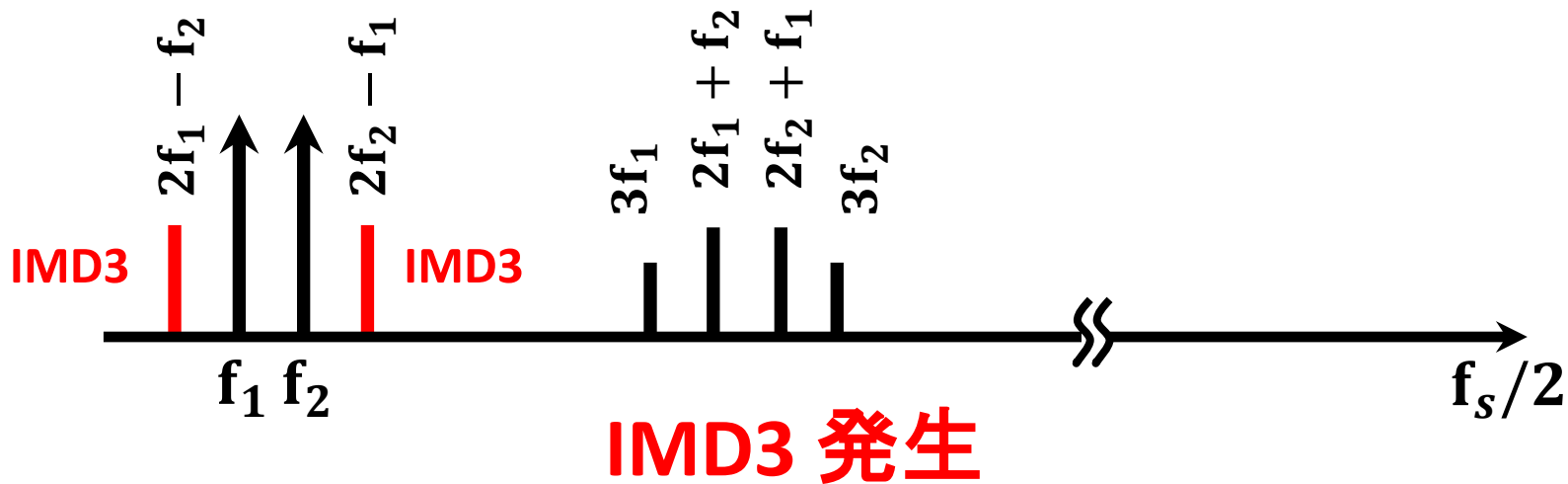
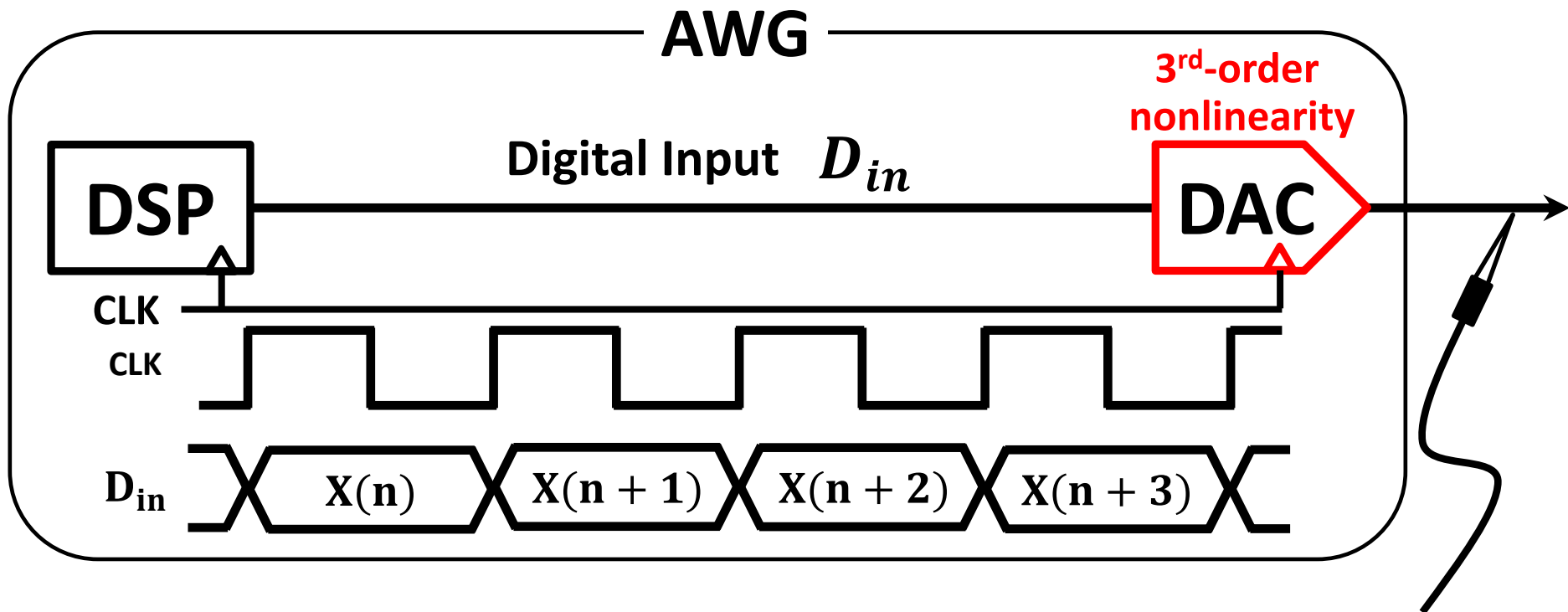


## 従来信号

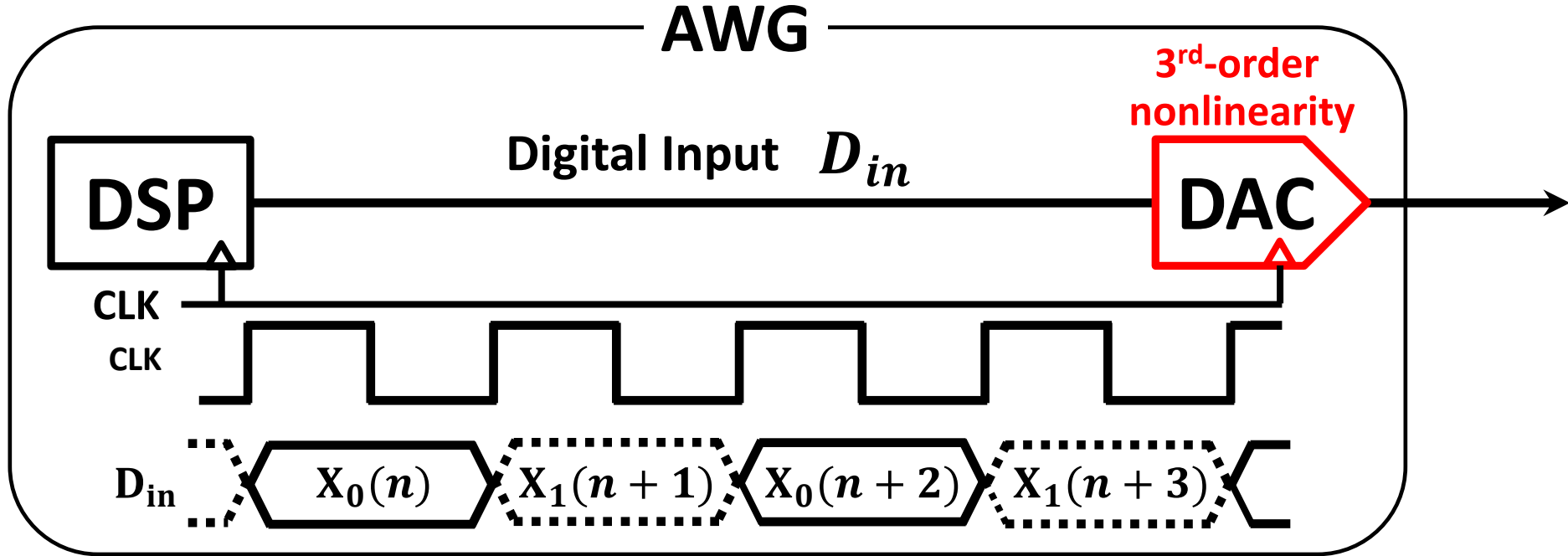
$$X(n) = A \cdot \cos(2\pi f_1 n T_s) + A \cdot \cos(2\pi f_2 n T_s)$$



# 従来信号のAWG出力



# 提案信号発生手法

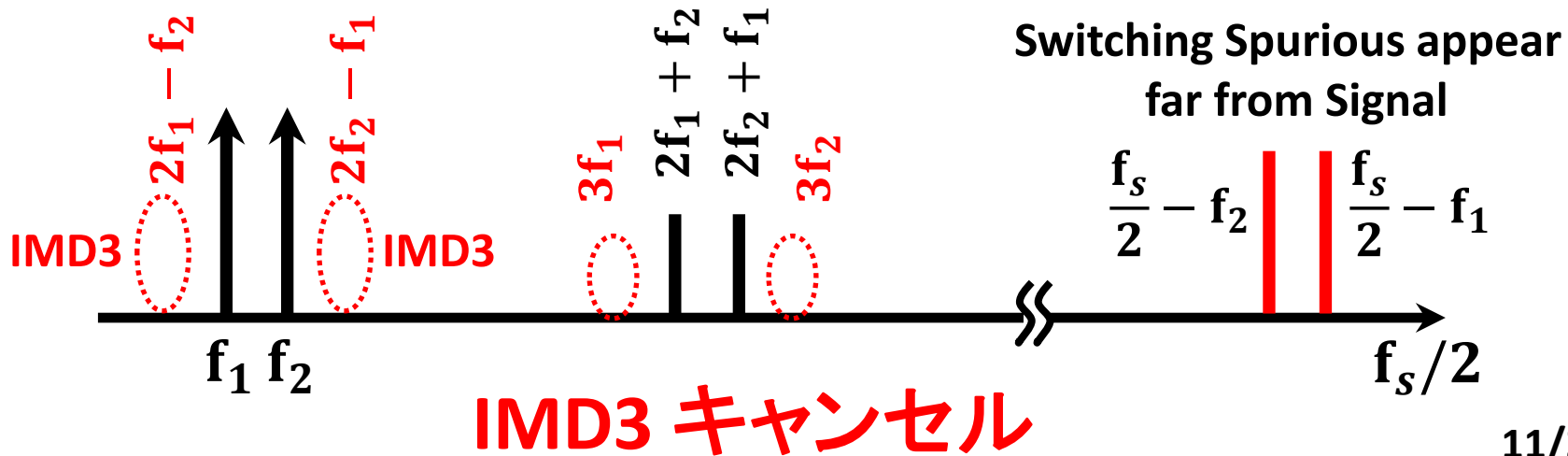
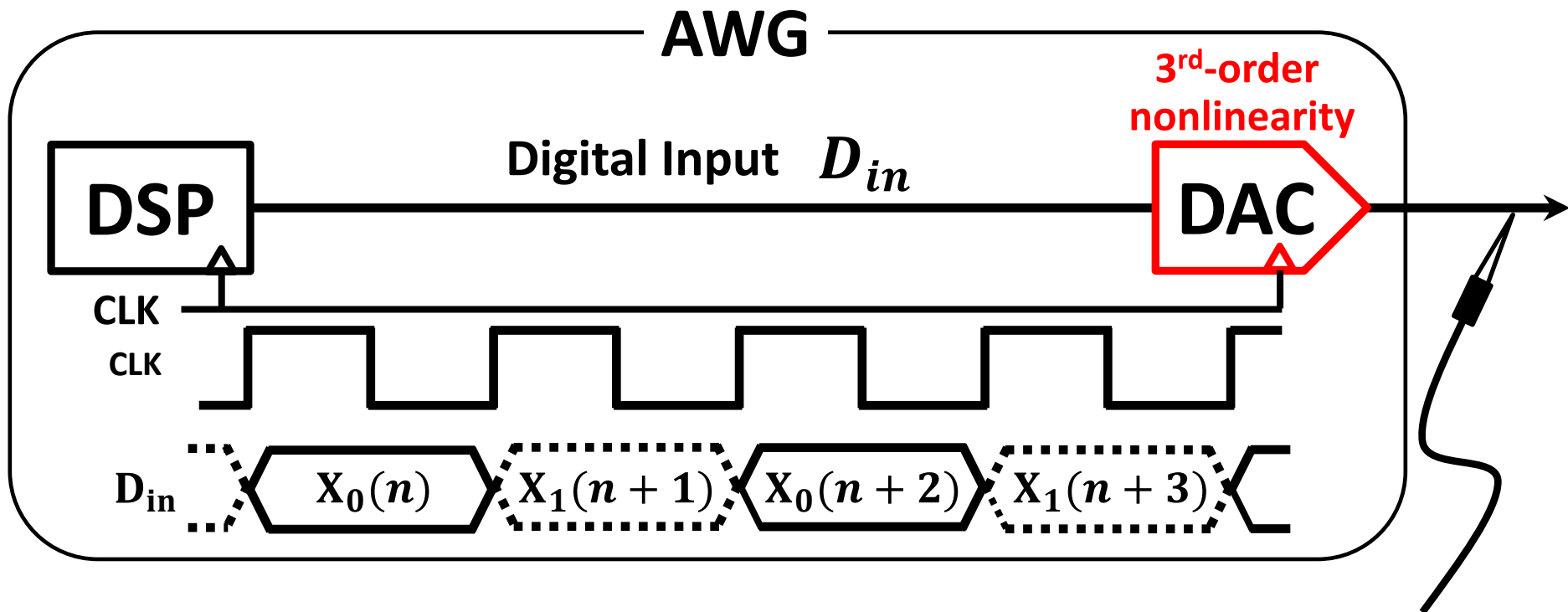


## 位相差切り替え信号

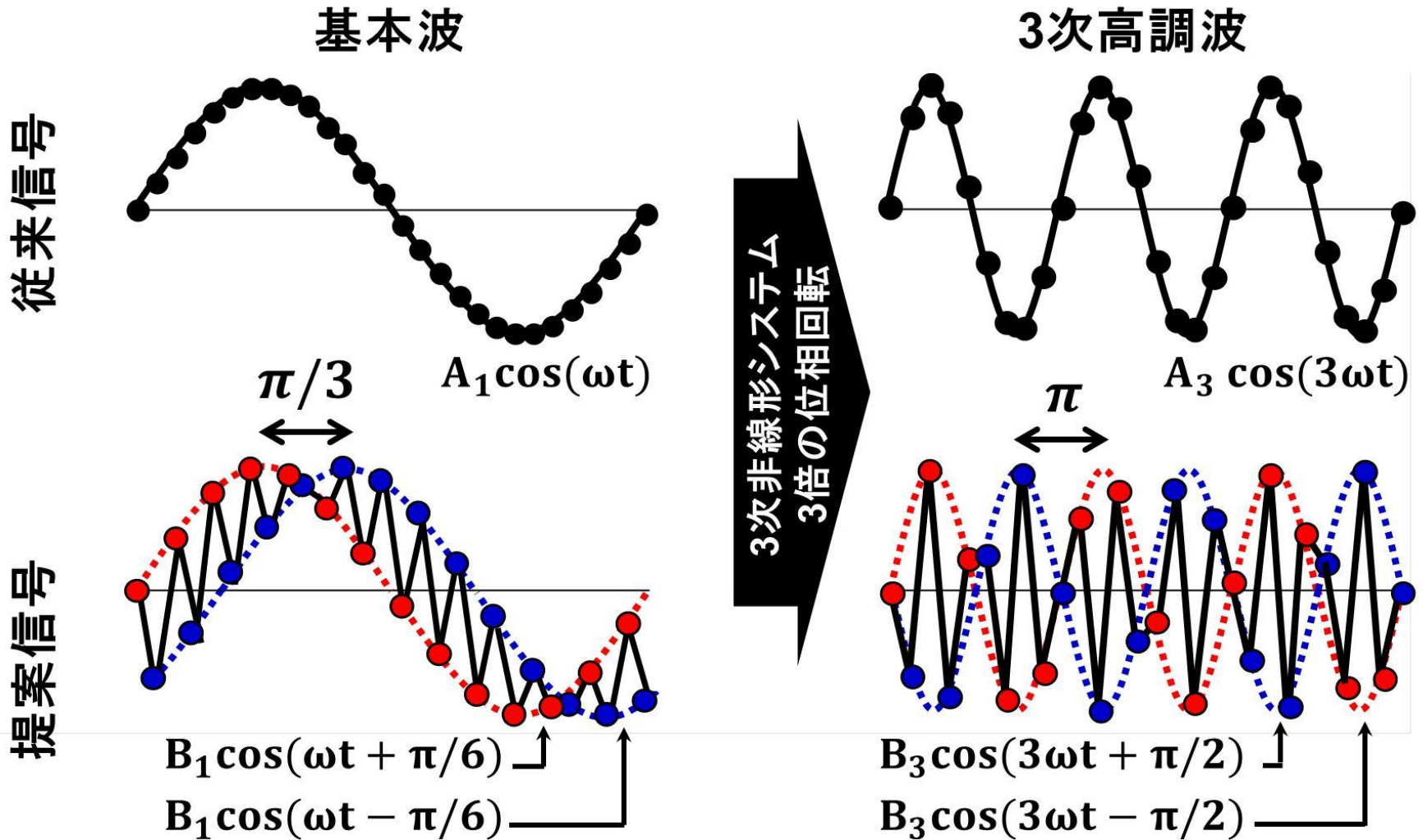
$$X_0 = B \cdot \cos(2\pi f_1(2n-1)T_s) + B \cdot \cos\left(2\pi f_2(2n-1)T_s + \frac{\pi}{3}\right)$$

$$X_1 = B \cdot \cos\left(2\pi f_1(2n)T_s + \frac{\pi}{3}\right) + B \cdot \cos(2\pi f_2(2n)T_s)$$

# 提案信号のAWG出力



# 低歪み信号発生原理\_Ex: 単一正弦波



位相差が与えられた2信号を  
1サンプリング点毎に切り替える

非線形程度を同定せずに  
キャンセル可能

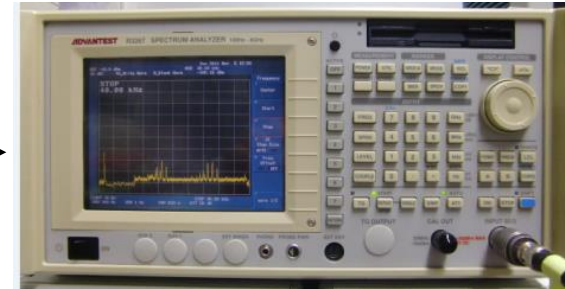
# 測定条件

**AWG**



**Agilent 33220A**

**Spectrum analyzer**



**ADVANTEST R3267**

**Signal**



Frequency characteristic	1 $\mu$ Hz~6MHz
Amplitude Resolution	14bits
Maximum Sampling Rate	50MSa/s

Frequency band	100Hz~8GHz
RBW	10Hz~30MHz

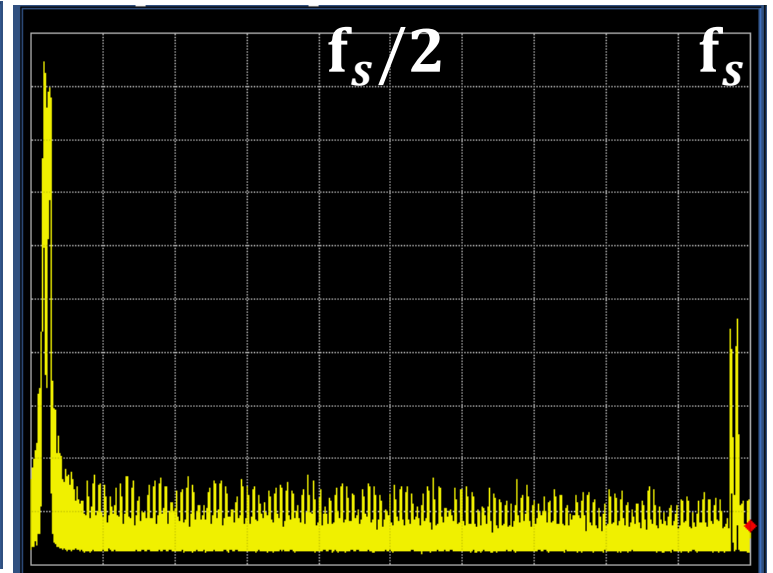
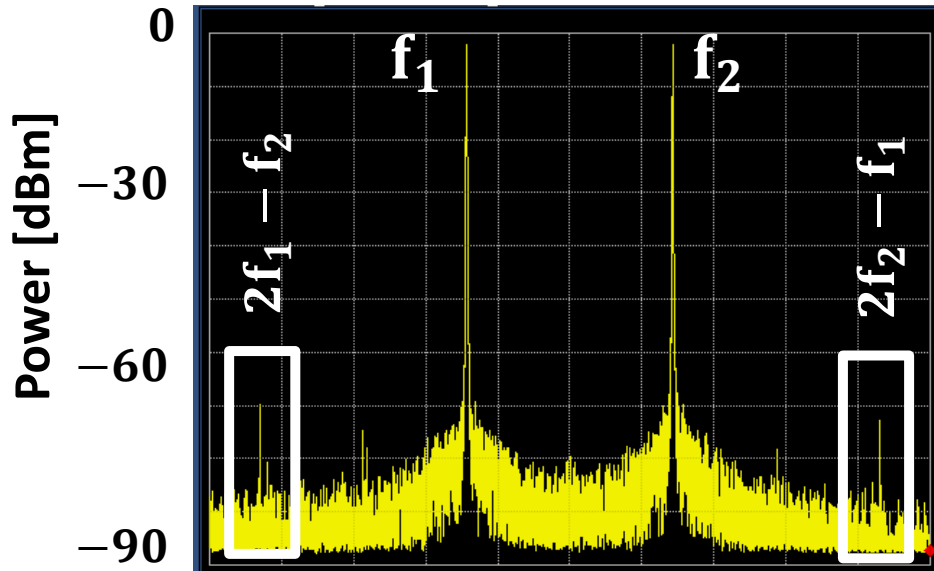
※ RBW : Resolution Band Width

## Test Signal

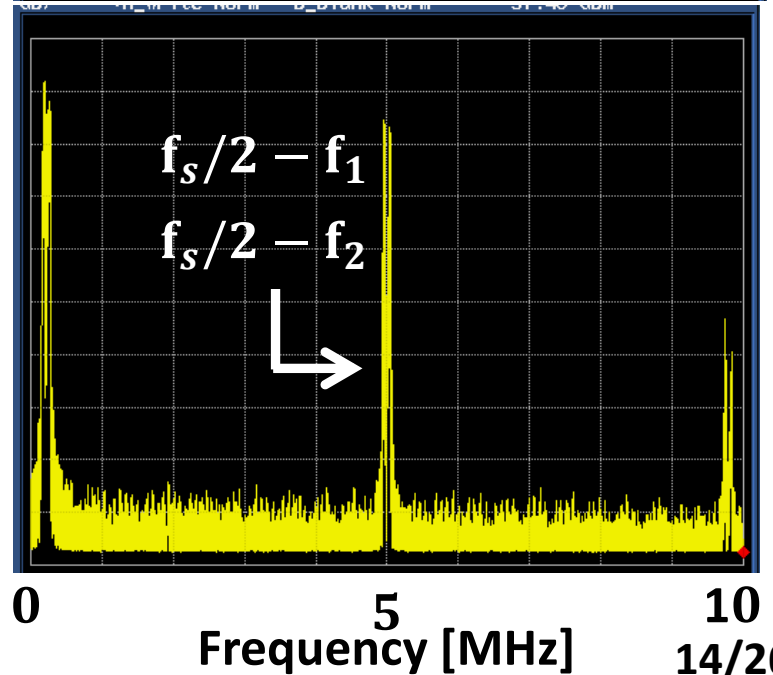
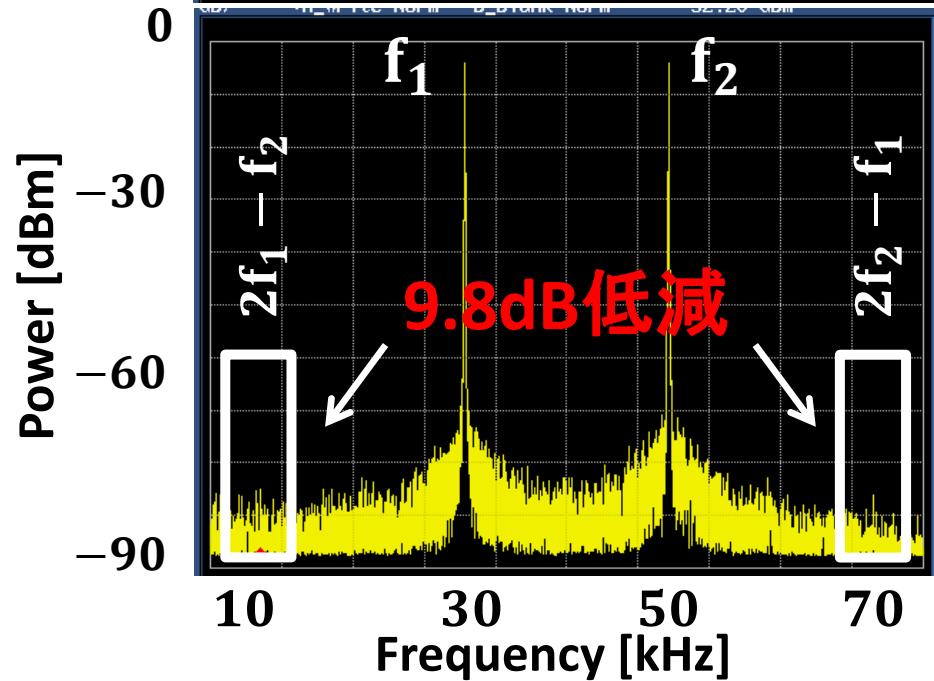
Two-tone Signal	30kHz , 50kHz
Sampling rate	10MSa/s
Input Voltage	1.8Vpp
Offset	0

# 観測スペクトル @1.8Vp-p

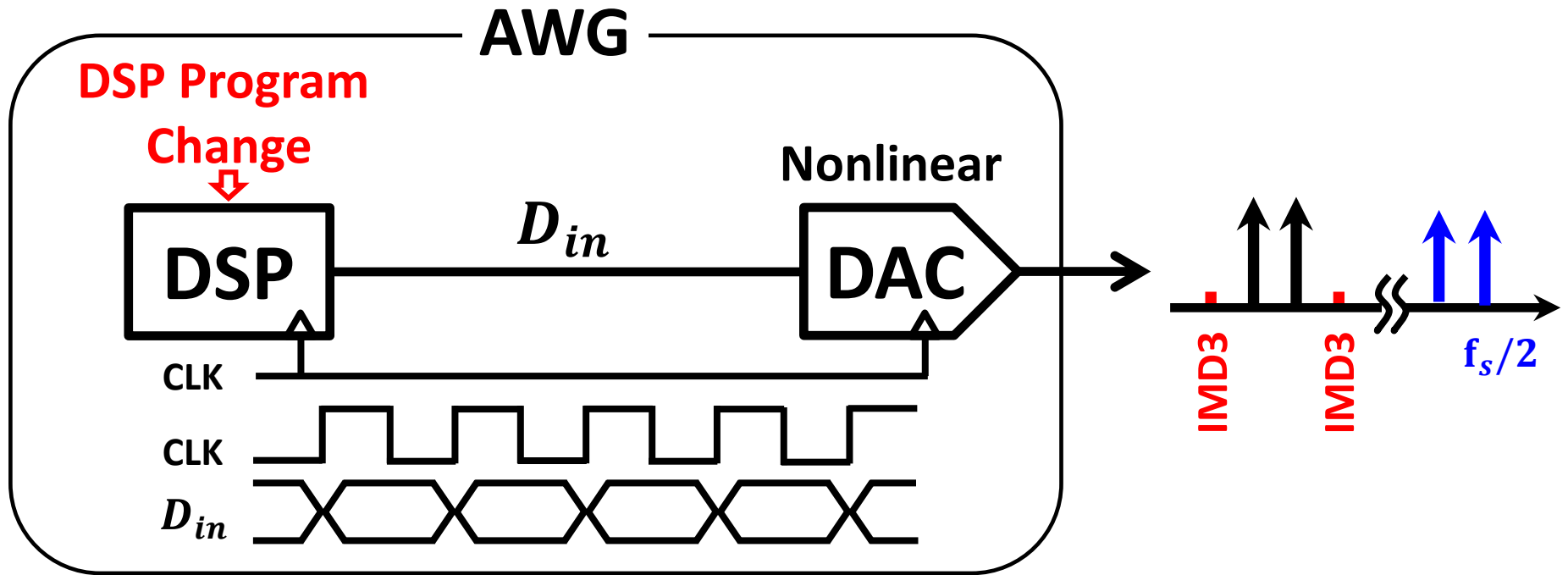
従来信号



位相差切り替え信号



# 提案2トーン信号発生手法の特徴



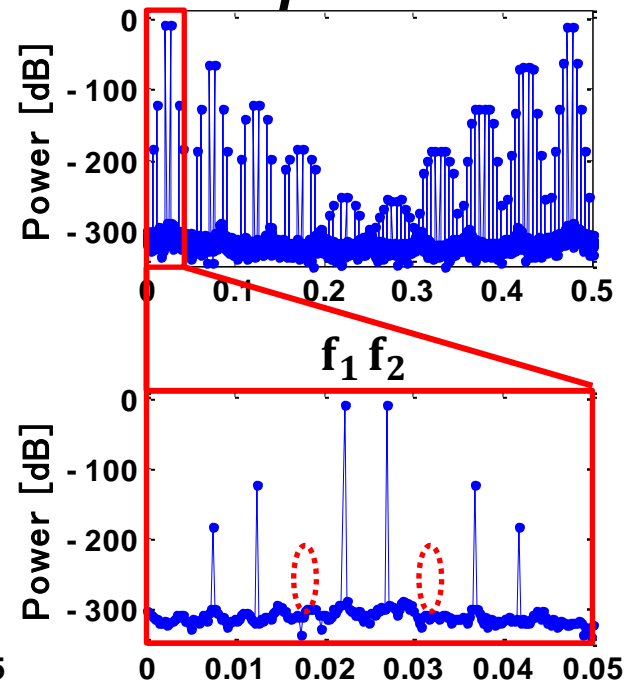
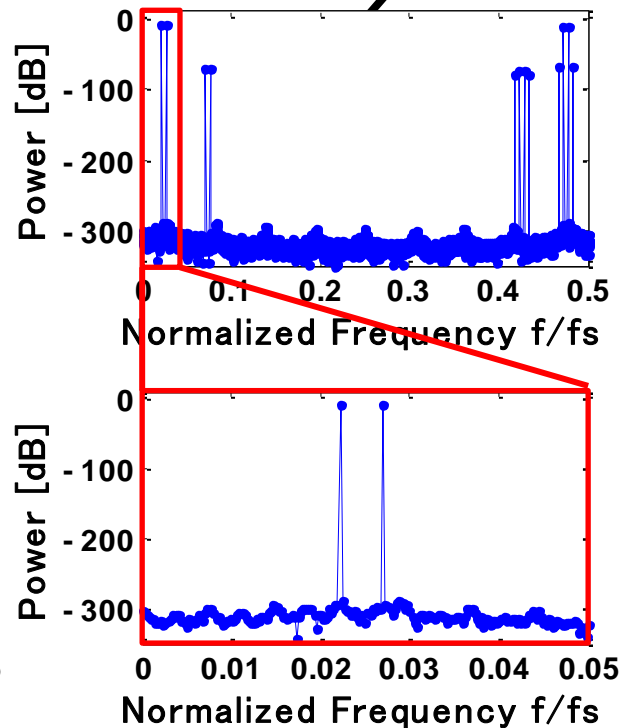
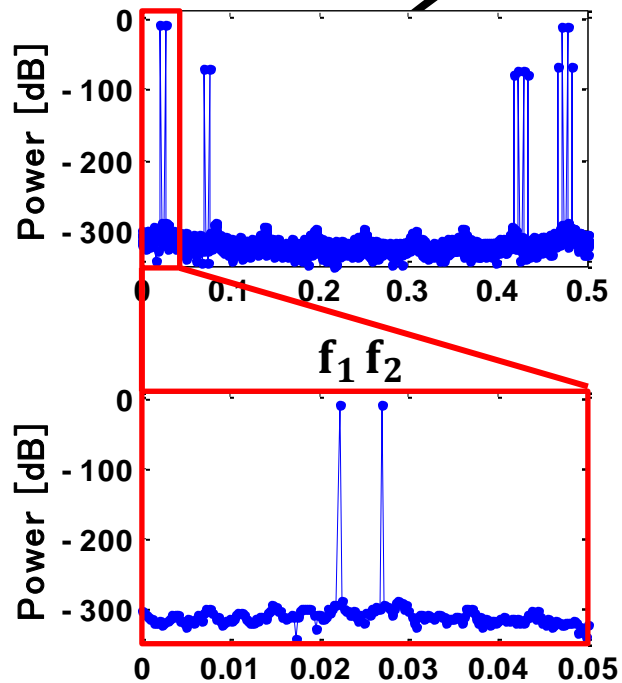
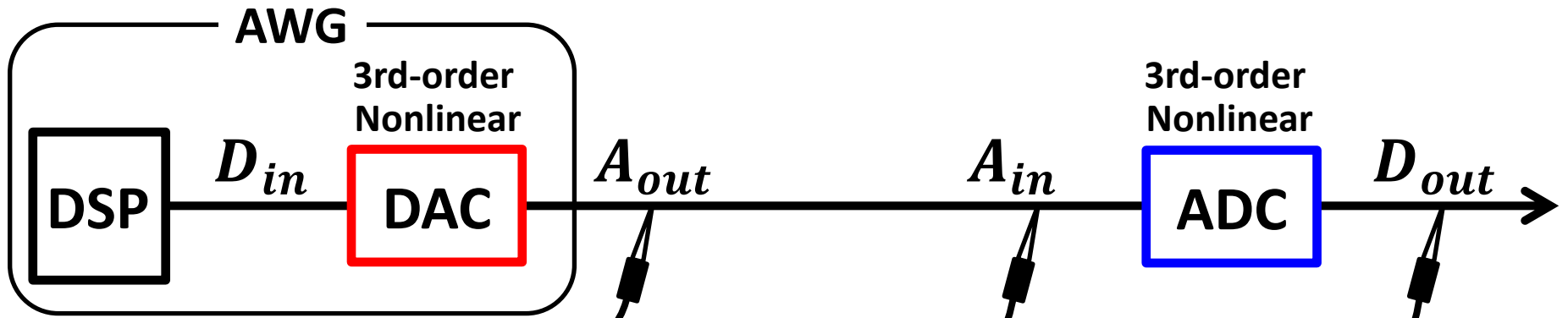
- ハードウェアの変更が不要
- DACの非線形性を同定する必要がない
- IMD3を低減
- ナイキスト周波数近傍にスプリアス発生

# Outline

- 研究概要
- 低IMD3信号の生成
- **不要信号の除去**
- まとめと今後の課題

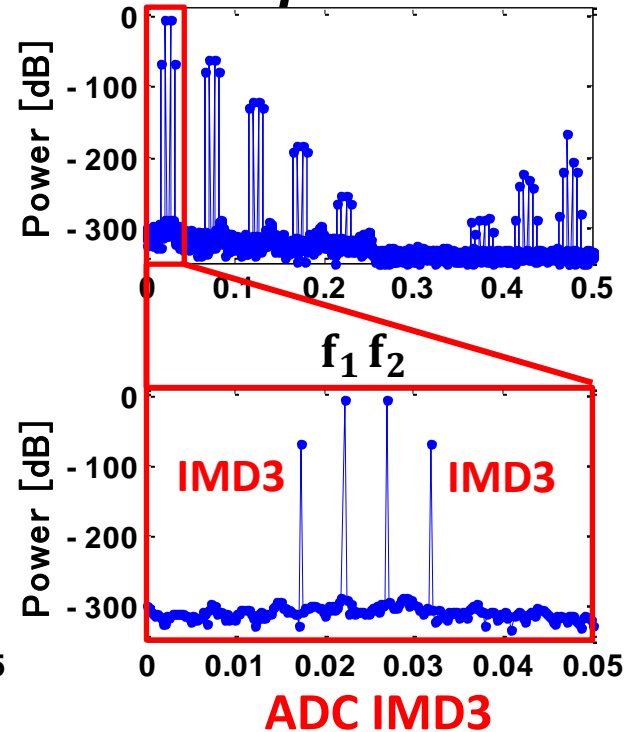
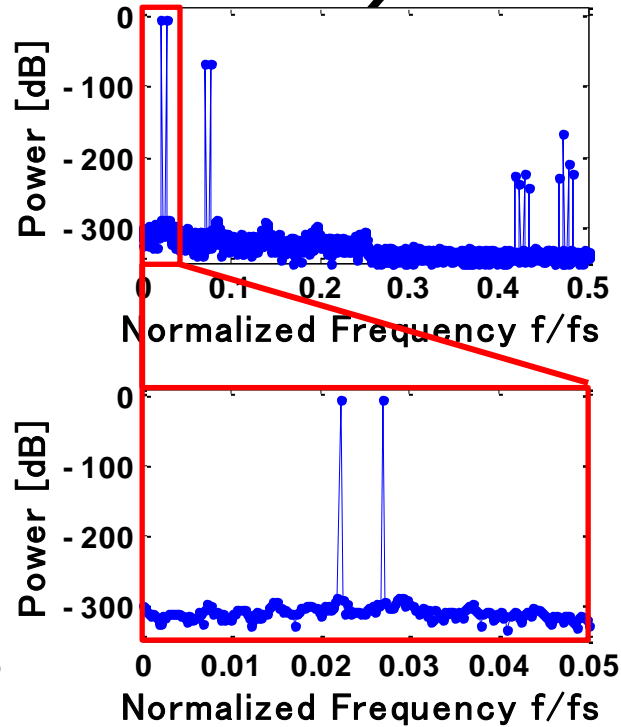
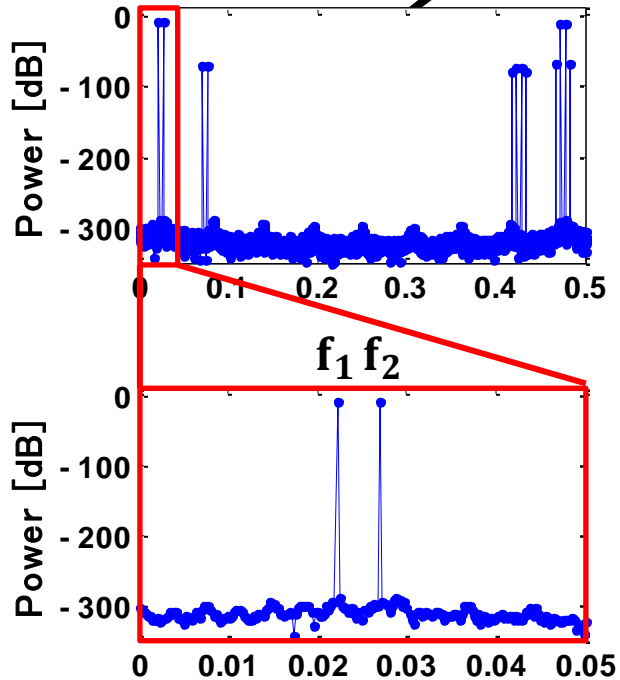
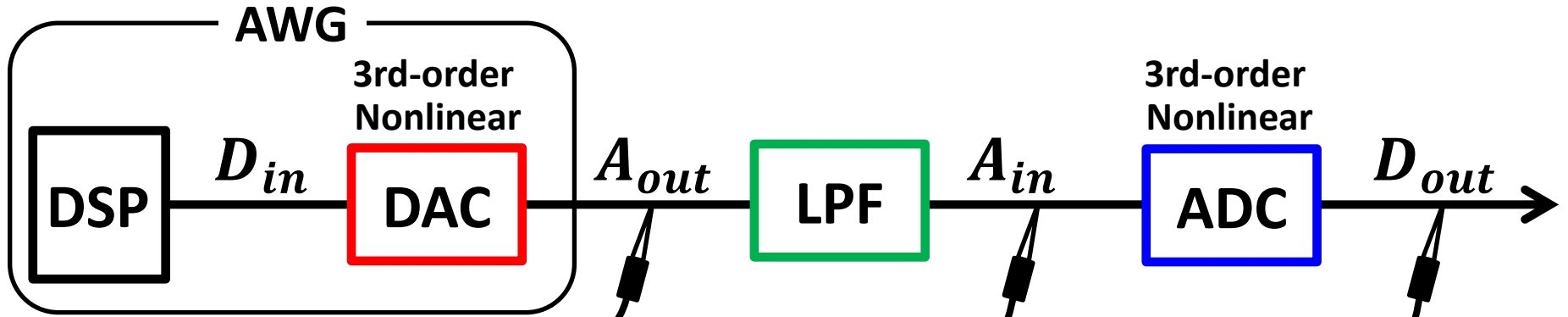


# LPF不使用時の提案信号によるADCテスト

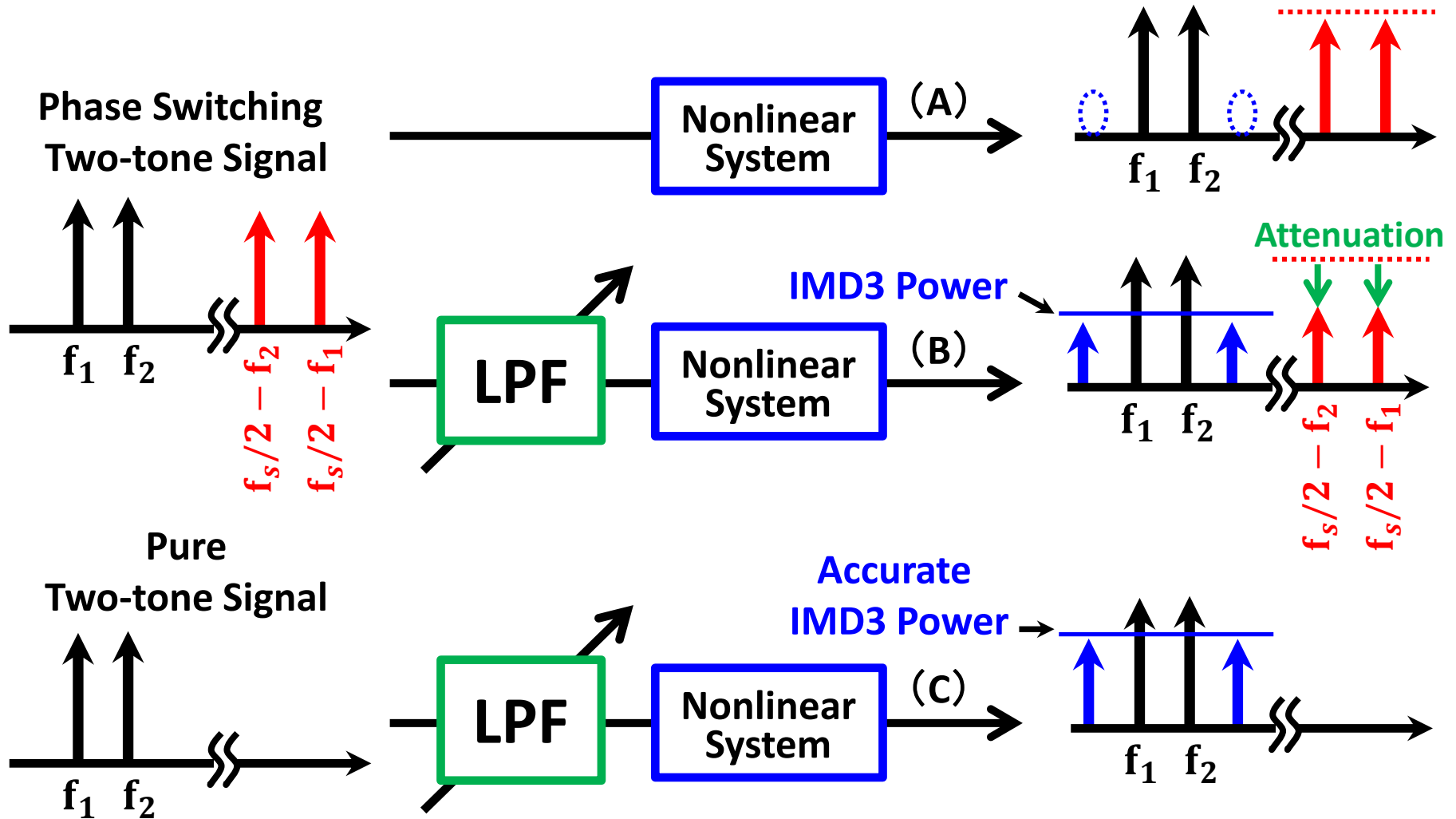


Cannot measure

# LPF使用時の提案信号によるADCテスト

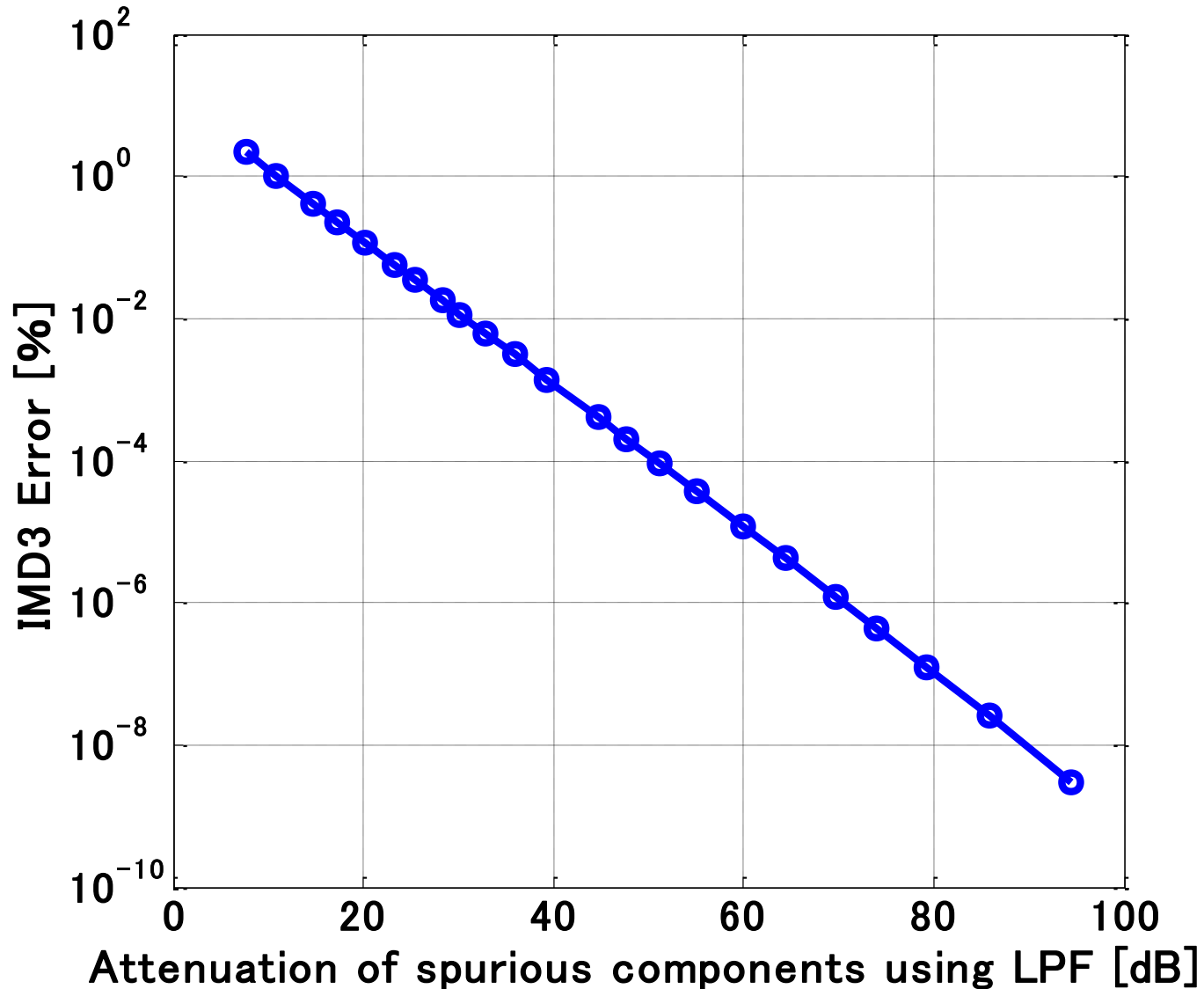


# ADCのIMD3誤差検出モデル

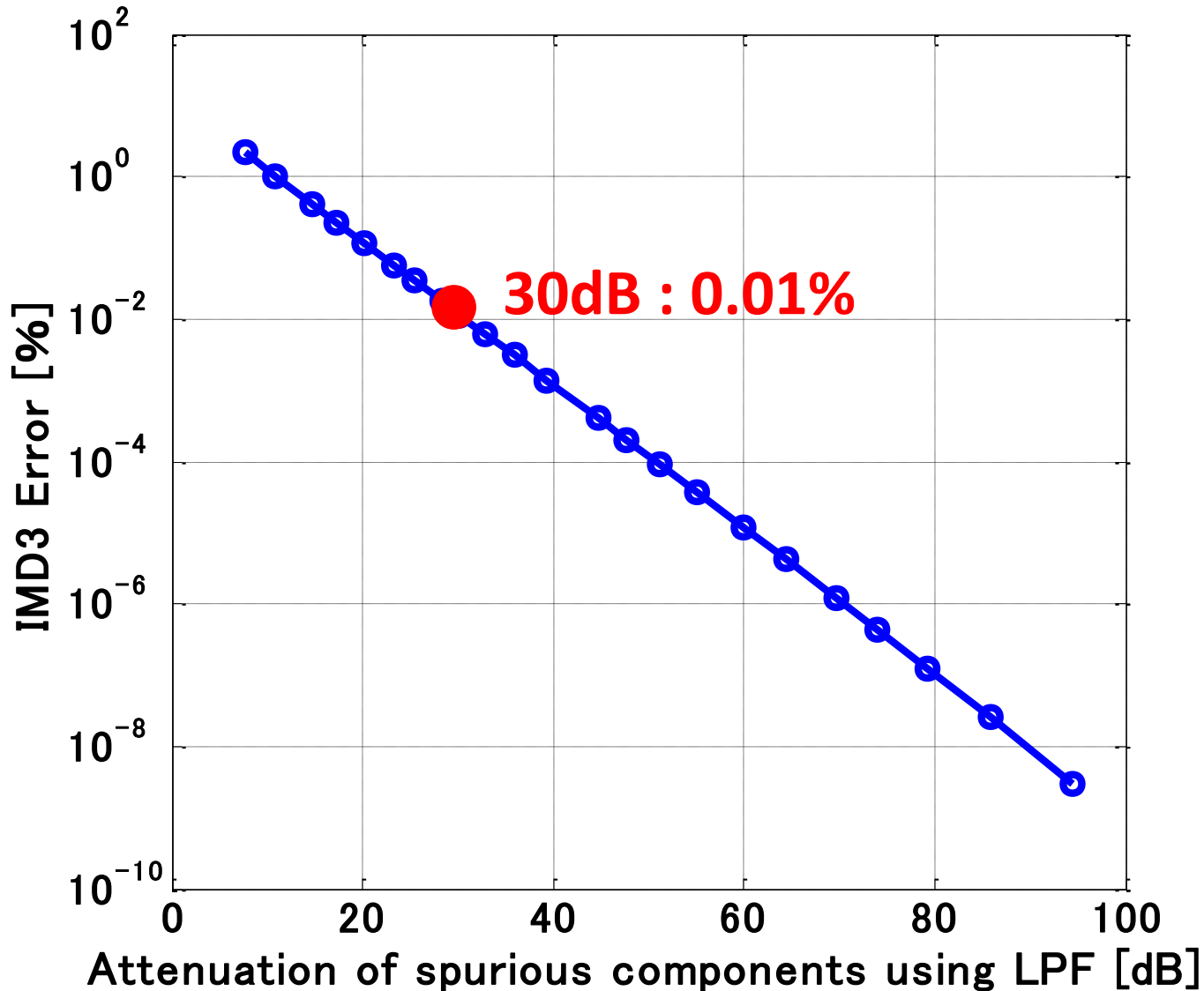


Comparing IMD3(B) and IMD3(C)

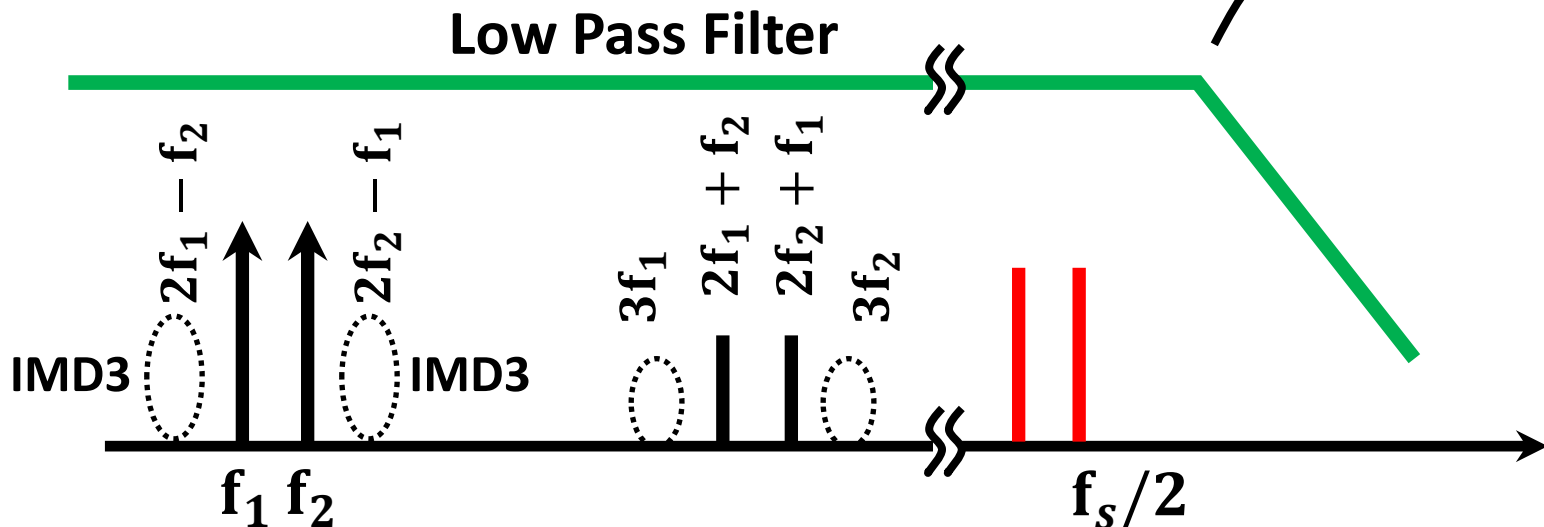
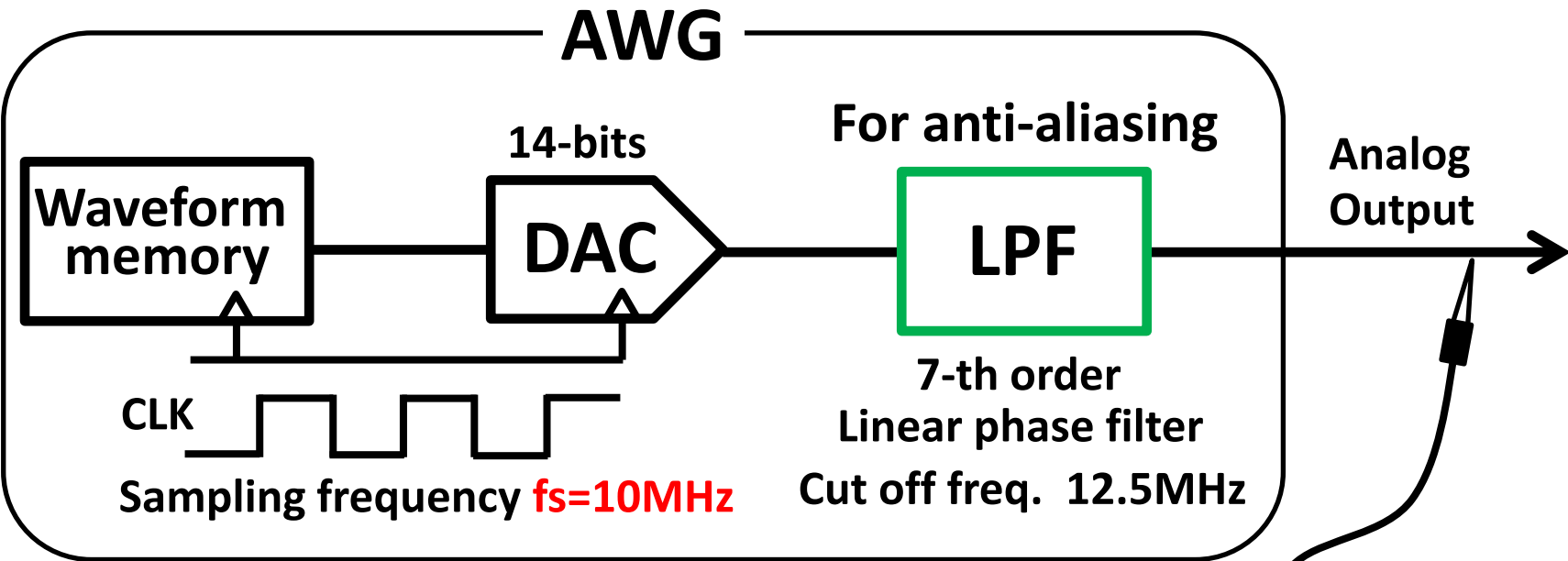
# 不要信号の低減量とIMD3誤差の相関



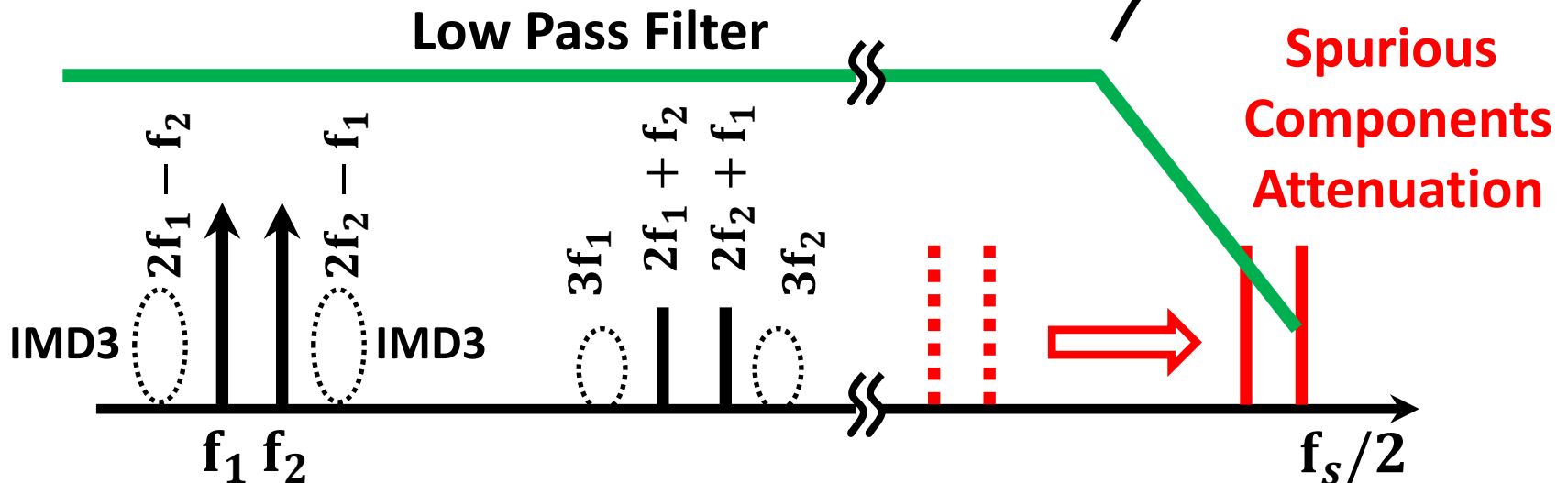
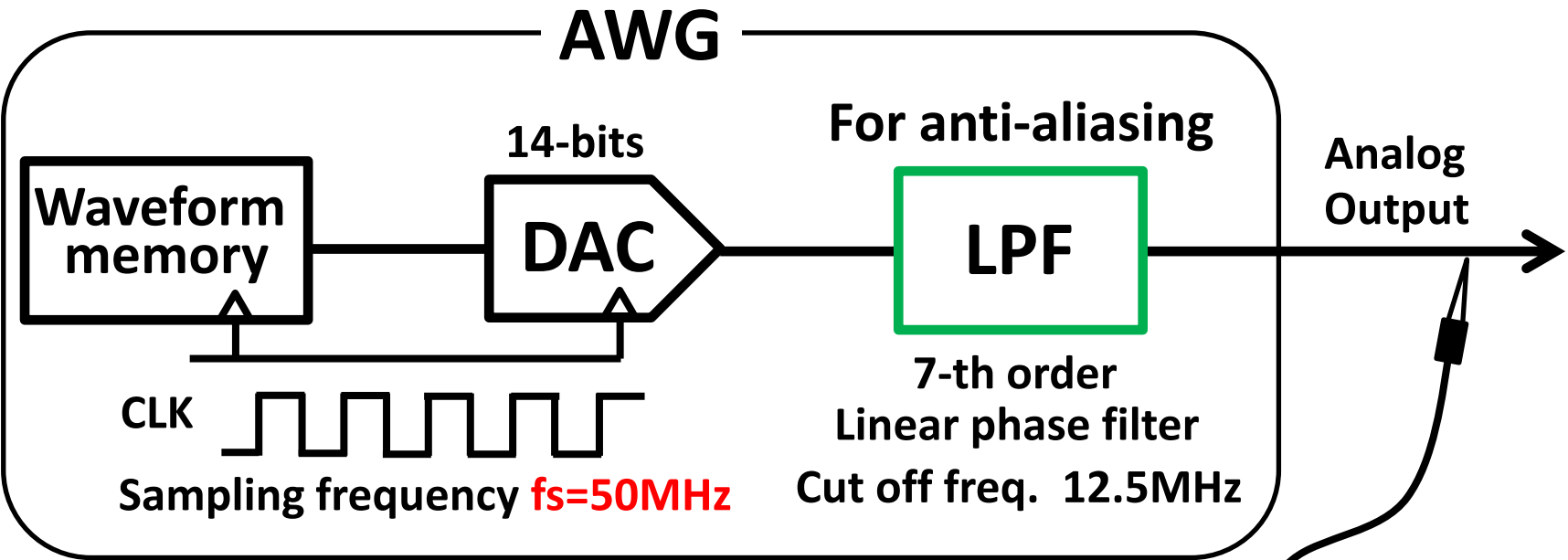
# 不要信号の低減量とIMD3誤差の相関



# AWG内蔵LPFによるスプリアス除去



# AWG内蔵LPFによるスプリアス除去

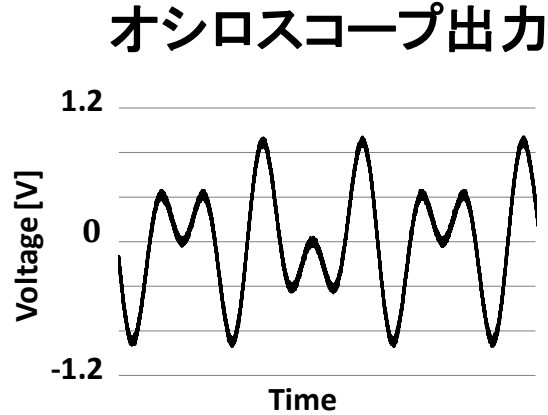
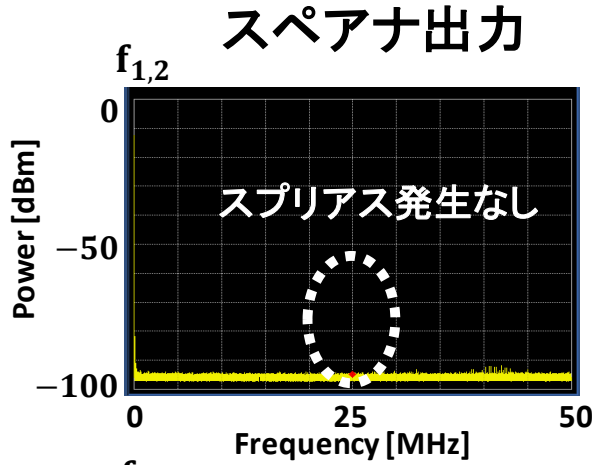


# AWG内蔵LPFによるスプリアスの低減

従来信号

A=0.9V

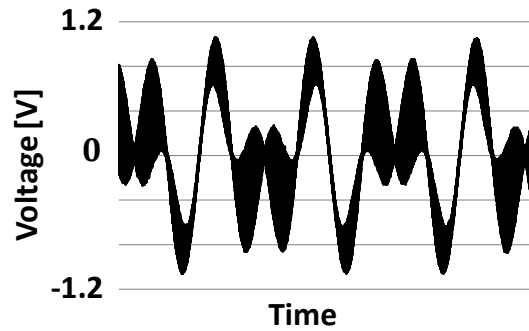
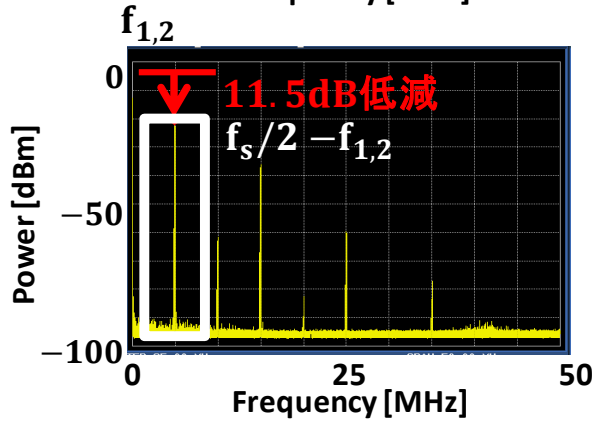
$f_s=50\text{MHz}$



位相差切り替え信号

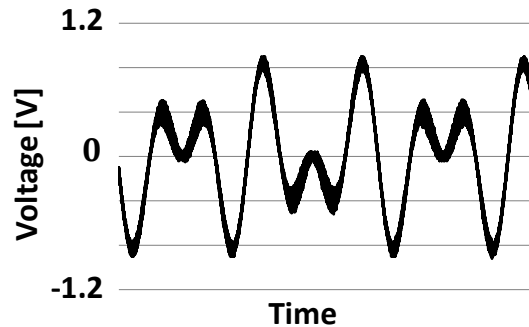
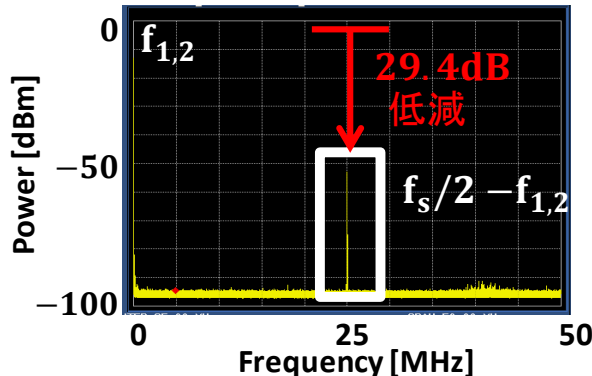
B=1.04V

$f_s=10\text{MHz}$



B=1.04V

$f_s=50\text{MHz}$





# Outline

- 研究概要
- 低IMD3信号の生成
- 不要信号の除去
- まとめと今後の課題

# まとめと今後の課題

- ADCテスト用低歪み信号発生技術の検討
  - DSPプログラムの変更のみで対応可能
  - AWGの非線形性の同定が不要
  - 実機により低減効果を確認
- DSPプログラム変更の影響を検討
  - スプリアスがナイキスト周波数近傍に発生
  - スプリアス@ナイキスト周波数近傍を30dB低減
    - ⇒ ADCのIMD3検出時の誤差:0.01%
  - 実機にてスプリアスの低減、時間波形の平滑化を確認
- 提案手法によるADCの評価を現在検討中

# Q&A

Q1 その方式は実際にAWGで実装できますか？

A1 はい。

Q2 IMD3 Error の縦軸はおかしくないか？

A2 IMD3 評価時の誤差の意味です。