

# インパルス応答測定用純白色擬似雑音の波形包絡改善の検討

Study of waveform envelope improvement in pure white noise for impulse response measurement.

森健太郎 金田豊  
Kentaro Mori Yutaka Kaneda

東京電機大学大学院 工学研究科  
Graduate School of Engineering, Tokyo Denki University

## 1. はじめに

M 系列などの離散白色擬似雑音を用いたインパルス応答測定では、風や D/A, A/D 変換器間のサンプリングクロックずれによる時間軸伸縮が発生すると測定結果に誤差を生じる。この誤差は従来の離散白色擬似雑音が、離散周波数の上(Fig.1 の○印)だけで白色であって、これを複素補間して周波数分解能を上げた振幅スペクトル(Fig.1 の青実線)が白色から変動することに起因する。

この問題に対し筆者らは、周波数分解能を上げて白色性を保つ離散純白色擬似雑音を提案し、測定系の時間軸変動に対する頑健性を確認した[1]。しかし、純白色擬似雑音の時間波形は Fig.2 のように両端の振幅が小さくなっていた。この信号の波高率(信号の最大値/信号の実効値)は従来用いられている白色擬似雑音と比較して大きくなっているため、インパルス応答測定結果の S/N 比が低下するという問題点がある。本報告ではこの問題に対し、純白色擬似雑音の振幅包絡を一定にし、波高率を低減する手法について検討した。

## 2. 一定振幅を持つ純白色擬似雑音の生成アルゴリズム

Fig.3 に従い、アルゴリズムを説明する。

- ① 原信号として、長さ  $L$  の離散白色擬似雑音  $w(n)$  ( $n$ : 離散時間)を用意し、 $w(n)$  に十分な長さのゼロを付加して DFT を行う。
- ② DFT して得られた振幅スペクトルは  $w(n)$  の  $L$  点のスペクトルを複素補間したものになっており、Fig.1 青線のように振幅スペクトルは一定値から変動する。そこで、振幅スペクトルを Fig.1 赤線のように強制的に一定値へと変換し白色化を行う。
- ③ 白色化処理を行った周波数スペクトルを逆 DFT して時間波形に戻すと、原信号長  $L$  以降に非ゼロの成分が発生して信号長が増大する。そこで、原信号長で時間波形を切り取り信号長の修正を行う。
- ④ 原信号長で切り取った時間波形は Fig.2 のように両端の振幅が小さな形になっている。そこで、振幅値が全信号長において一定になるように、振幅包絡の逆数を時間波形に乘算することで振幅補正を行う。ただし、振幅補正を 1 ループ毎に行うと時間波形が不自然に変形してしまうため(原因不明)、今回は 5 ループ毎に振幅補正を行った。
- ⑤ 指定ループ回数(今回は 100 回)に到達したところで処理を終了し、純白色擬似雑音が生成される。

## 3. 処理結果

本処理を用いて生成された純白色擬似雑音の時間波形と複素補間を行った振幅スペクトルを Fig.4(a),(b)に示す。時間波形は Fig.2 に示した従来の純白色擬似雑音と比較して全信号長において一定となっている。また Fig.4(b)の振幅スペクトルも  $\pm 1\text{dB}$  程度の変動はあるが、ほぼ白色性が保たれている。波高率を算出すると原信号の波高率は 4.18、純白色擬似雑音の波高率は 4.15 とほぼ同一の値であった。また、振幅補正を行わなかった場合の波高率(Fig.2 に相当)は 5.67 あった。これより、振幅補正を行う提案法は、従来の純白色擬似雑音の欠点であった高波高率による測定結果の SN 比の低下の問題を解決できた。

## 4. まとめ

本報告では、純白色擬似雑音波形の振幅包絡を一定とし、波高率を低下させる方法を提案した。

**謝辞** 本研究の一部は JSPS 科研費 15H02728 の助成を受けたものです。

### 参考文献

- [1] 森, 他, 音講論集(秋), 627-628(2015)

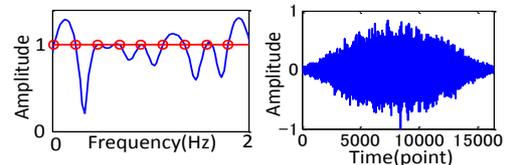


Fig.1 離散白色擬似雑音の離散スペクトル(一部)と補間結果

Fig.2 純白色擬似雑音の時間波形

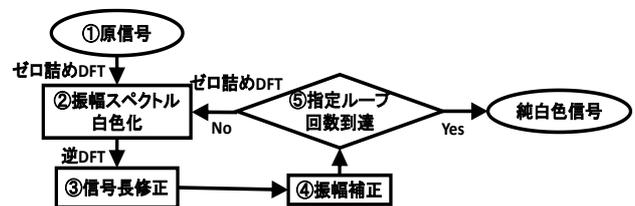


Fig.3 提案アルゴリズム

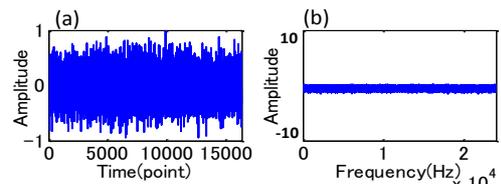


Fig.4 振幅補正を行った純白色擬似雑音の (a)時間波形と (b)補間を行った振幅スペクトル