



非ガウス形不規則信号のピーク値分布は信号の瞬時値、1階微分情報に加えて、2階微分情報をも必要とすることから、その導出は困難とされている。本研究室では、2階微分情報を必要とせず、振幅に関する展開係数に基づいたピーク値分布評価式の導出を試み、(6)式を公表している<sup>3)</sup>。

$$p_p(x, \varepsilon_1) = \left\{ (F_1(x) - xF_0(x))Q\left(\frac{x}{\varepsilon_1}\right) + \sqrt{1 - \varepsilon_1^2} e^{-\frac{1}{2}x^2} F_1(x)Q\left(-x\frac{\sqrt{1 - \varepsilon_1^2}}{\varepsilon_1}\right) + \frac{\varepsilon_1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}x^2/\varepsilon_1^2} F_0(x) \right\} / F_0(0) \quad (6)$$

ただし、 $H_n(x)$  はエルミート多項式を表し、 $F_1(x)$ 、 $F_0(x)$ 、 $Q(\alpha)$  は次式で定義される。

$$F_1(x) = \sum_{n=0}^{\infty} A_n H_{n+1}(x), \quad Q(\alpha) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\alpha}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}y^2} dy$$

$$F_0(x) = \sum_{n=0}^{\infty} A_n H_n(x)$$

また、騒音や振動の評価などでは、ピーク値の平均値  $\mu_p$  は原波形の  $L_{10}$  との対応関係を評価する上で重要となる場合がある。いま、考察対象とする不規則信号が狭帯域の場合、ピーク値の平均値は定義式に(6)式 ( $\varepsilon_1=0$ ) を代入することにより得られる ((7)式)。

$$\mu_p = \int_0^{\infty} x p_p(x) dx = \left\{ \frac{\sqrt{2\pi}}{2} + \sum_{n=1}^N A_n H_{n-1}(0) \right\} / \left\{ 1 + \sum_{n=1}^N A_n H_n(0) \right\} \quad (7)$$

更に、原波形の  $L_x$  評価量は以下の式について  $\Phi(\phi) = L_x = (100-x)/100$  を解くことにより求められる。

$$\Phi(\phi) = \int_{-\infty}^{\phi} P(y) dy = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\phi} \exp\left(-\frac{y^2}{2}\right) dy - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{\phi^2}{2}\right) \sum_{n=1}^{\infty} A_n H_{n-1}(\phi) \quad (8)$$

本手法を用いて、振幅制限の影響をとり除いた展開係数が求まる時、それらの値を(6)、(7)、(8)式に代入することで、振幅制限を受けた観測データからその影響を取り除いたピーク値分布、ピーク値の平均値、 $L_x$  評価量などの高レベル情報に関する統計量の算出が可能となる。

#### 4. 実験結果

本理論の正当性を確認するために、シミュレーション実験を行った。

まず、ガウス形不規則信号に本手法を適用し、振幅制限を受けた波形から平均値、標準偏差の推定を行った。結果を図1、図2に示す。何の処理も加えずに平均値、標準偏差を計算した結果(直接法)に比べ、本手法は振幅制限が大きくなっても誤差が大きく変化しないことから本手法の有効性を確認した。

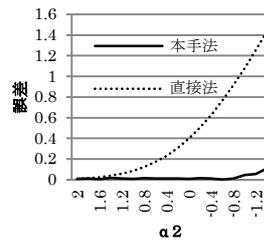


図1 平均値の推定

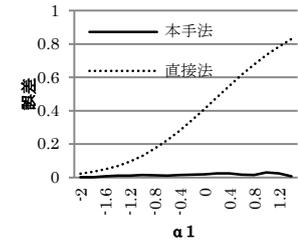


図2 標準偏差の推定

次に、正規化した非ガウス形のシミュレーション信号に人為的に下限レベル  $\alpha_1$  を0で振幅制限し、0以下のデータがない状態から、振幅分布の推定を行った。結果を図3に示す。展開係数を増すごとに元の分布の特徴を捉え、よく近似していることが伺える。

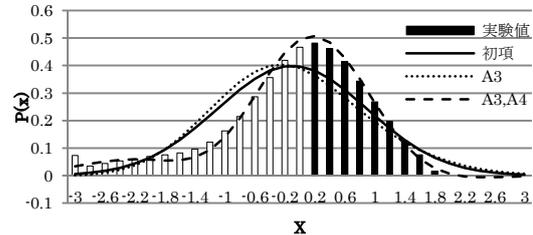


図3 振幅分布の推定

次に、シミュレーション信号に対して、上限レベル  $\alpha_2$  を0.6で人為的に振幅制限し、ピーク値分布の推定を行った。結果を図4に示す。本手法で求めた振幅制限の影響を軽減した展開係数を反映させることで、実験値に近い分布を示すことが分かり、高レベル情報が失われた観測波形からピーク値分布の推定が可能であることが確認できる。

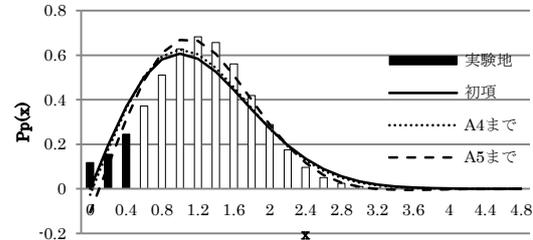


図4 ピーク値分布の推定

更に、上限レベル  $\alpha_2$  を0.4で人為的に振幅制限し、 $L_x$  評価量、ピーク値の平均値の推定を行った。結果を表1に示す。振幅制限を受けた観測データから検出不可能な  $L_x$  評価量などの推定が可能となった。

表1  $L_x$  評価量及びピーク値の平均値の推定

	$\mu$	$\sigma$	$L_5$	$L_{10}$	$L_{50}$	$\mu_p$
実験値	0.0	1.0	1.395	1.225	0.15	1.253
提案法	0.018	0.953	1.325	1.295	0.16	1.291

#### 参考文献

- 1) 江田卓永, 南原英生: 情報処理学会第65回全国大会, 1: 225-226(2003).
- 2) 谷田真, 南原英生: 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.7, 2377-2381(2007).
- 3) 中村大輔, 南原英生: 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.1, 375-380(2008).