

# 信州発！“信” S N比の提案

2019年11月8日  
長野県品質工学研究会

# 1. SN比戦国時代

いろいろなSN比が定義されている。現在使われている主なSN比は、

- (1) タグチのSN比
    - ・ゼロ点比例のSN比(従来型)
    - ・標準SN比
  - (2) 関西品質工学研究会のエネルギー比型SN比
  - (3) 前田式SN比
- などがあり、どのSN比を使えばよいのか悩む。



エネルギー比型SN比  
前田式SN比

品質工学会誌 2010年vol.18 No.4  
品質工学会誌 2008年Vol.16 No.4



どのSN比を使えば  
いいんだ!?

(1) タグチのSN比

- ・ゼロ点比例のSN比(従来型)

$$\eta = 10 \log \frac{\frac{1}{2r}(S_{\beta} - V_e)}{V_N}$$

- ・標準SN比

ゼロ点比例のSN比は、信号の水準数が変わると、SN比の値が変わってしまう問題があった。そこで、分母の $V_N$ も $2r$ で割って基準化を行った。

$$\eta = 10 \log \frac{\frac{1}{2r}(S_{\beta} - V_e)}{\frac{1}{2r}V_N} = 10 \log \frac{S_{\beta} - V_e}{V_N}$$

$$\hat{\beta}^2 = \frac{1}{2r}(S_{\beta} - V_e) \approx 1$$

であるため、田口先生は簡易的には次式でもよいとしている。

$$\eta = 10 \log \frac{2r}{V_N}$$

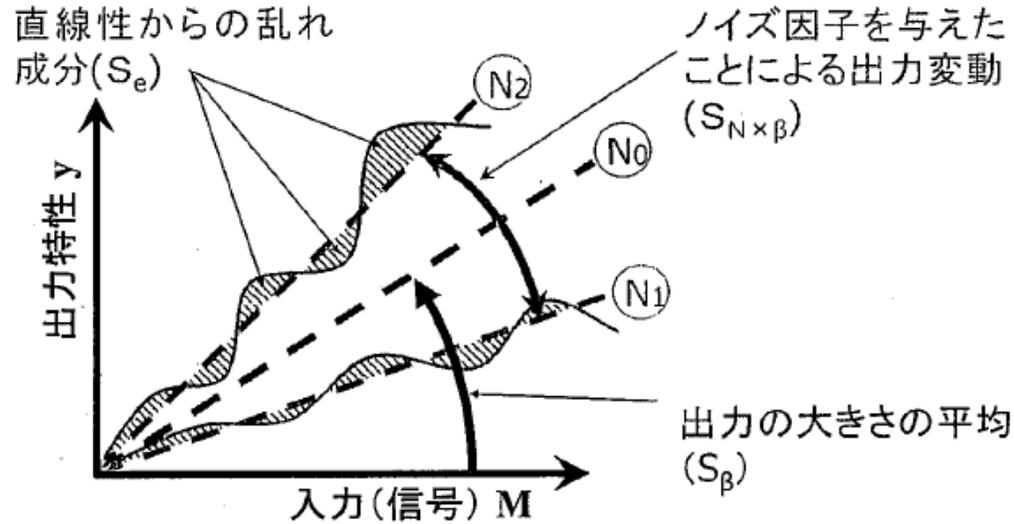
## (2) 関西品質工学研究会のエネルギー比型SN比

2014.12.5 長野県品質工学研究会  
実践交流大会 鶴田明三氏講演資料より



### 補足：これだけ！SN比の考え方

出力のうち、欲しい成分と欲しくない成分を分別する



欲しい成分:  $S_\beta$  欲しくない成分:  $S_{N \times \beta} + S_e$

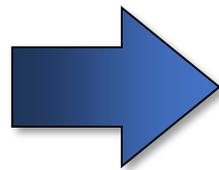
これまでのゼロ点比例式では、分子が $S$  (平方和) なので分母も平方和でないと比較するのは変である。そのため分母も平方和として比較できるようにしている。

(平方和 $S$ を使うのは自由度を説明しなくてもよいようにとのこと。)

この益の少ない補正をするためだけに、複雑な分解が必要  
タグチ型

$$\eta = 10 \log \frac{\frac{1}{nr} (S_\beta - V_e)}{V_N}$$

自由度の説明と理解に多大な労力



エネルギー比型

$$\eta = 10 \log \frac{S_\beta}{S_N} = \frac{S_\beta}{S_{N \times \beta} + S_e}$$

## 田口伸さんのSN比

$$\eta = 10 \log \frac{1}{V_N} (S_\beta) = 10 \log \frac{\beta^2}{V_N}$$

エネルギー比型と同じように、分子の $S_\beta$ から $V_e$ を引かない。

この理由として、「 $V_e$ は単なるランダム誤差だから物理的なノイズの効果である $V_N$ に比べて小さくなくてはならない。そうならなければノイズの戦略の検討が十分でないということである。また $V_e$ は $S_\beta$ に比べて1%とかそれ以下の場合がほとんどであるから $V_e$ を引くことはSN比の値は0.1dbも変わらない。

さらに言えば、ランダム変数の世界の統計学に対し、最適化のために技術的な課題であるノイズ因子の概念を入れた時点で $V_e$ を引く必要性はなくなったというのが筆者（田口伸氏）の考えである。また式としてこの方が美しい。」としている。

分子の $S_\beta$ から $V_e$ を引かない理由もほぼエネルギー比型の考えと同じである。

ただし、分母は $V_N$ のままなので、この式はタグチのゼロ点比例のSN比とエネルギー比型の中間に位置する。



(3) 前田式SN比

$$\eta = 10 \log \frac{S_\beta}{S_{N \times \beta} + S_e} = 10 \log \frac{S_\beta}{S_N}$$

エネルギー比型SN比と同じ式に見えるが、 $S_\beta$  ,  $S_{N \times \beta}$  ,  $S_e$  は次式による。

$$S_\beta = \beta^2(r_1 + r_2)$$

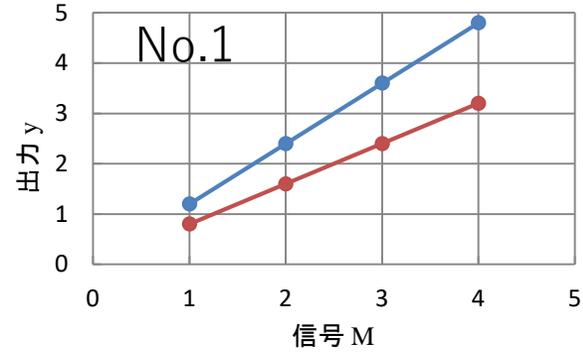
$$S_{N \times \beta} = \frac{1}{2} [(\beta_1 - \beta)^2 + (\beta_2 - \beta)^2](r_1 - r_2)$$

$$S_e = S_T - (\beta_1^2 r_1 + \beta_2^2 r_2)$$

有効除数 $r$ が2つあるのは、同じ信号でもノイズ( $N_1$  ,  $N_2$ )によって水準数が異なった場合に対応するためである。

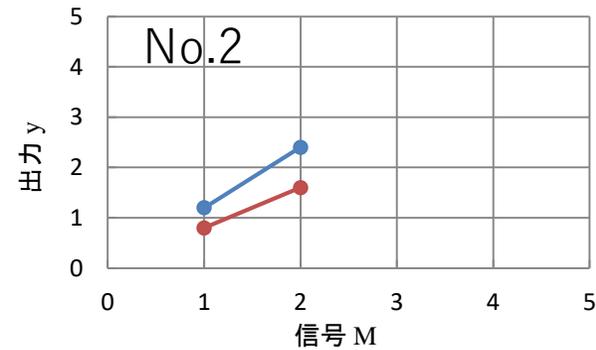
## 2. SN比の優位性の確認

SN比を求める場合，次のNo.1～No.3は同じSN比にならないといけない。  
それぞれの式でSN比を求めてみると，



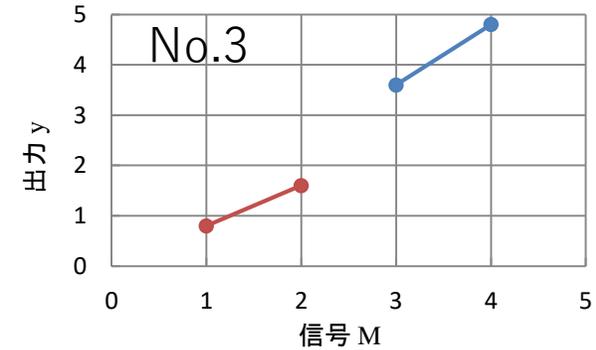
No.1

A	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	r	L	S <sub>T</sub>	S <sub>β</sub>	S <sub>N×β</sub>	S <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	V <sub>N</sub>	η	η <sub>ヒ</sub>	η <sub>E</sub>	η <sub>マ</sub>
	1	2	3	4												
N <sub>1</sub>	1.2	2.4	3.6	4.8	30	36	62.40	60.00	2.40	0.00	0.00	0.34	4.65	22.43	13.98	13.98
N <sub>2</sub>	0.8	1.6	2.4	3.2	30	24										



No.2

A	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	r	L	S <sub>T</sub>	S <sub>β</sub>	S <sub>N×β</sub>	S <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	V <sub>N</sub>	η	η <sub>ヒ</sub>	η <sub>E</sub>	η <sub>マ</sub>
	1	2	3	4												
N <sub>1</sub>	1.2	2.4			5	6	10.40	10.00	0.40	0.00	0.00	0.13	8.75	18.75	13.98	13.98
N <sub>2</sub>	0.8	1.6			5	4										



No.3

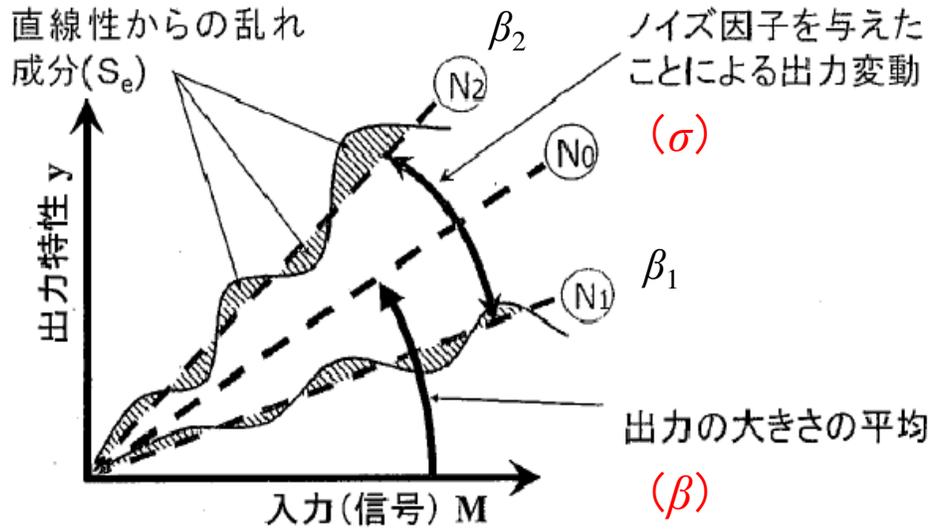
A	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	r	L	S <sub>T</sub>	S <sub>β</sub>	S <sub>N×β</sub>	S <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	V <sub>N</sub>	η	η <sub>ヒ</sub>	η <sub>E</sub>	η <sub>マ</sub>
	1	2	3	4												
N <sub>1</sub>			3.6	4.8	25	30	39.20	38.53	0.67	0.00	0.00	0.22	7.62	22.39	17.62	13.98
N <sub>2</sub>	0.8	1.6			5	4										

すべてのSN比が同じになる前田式が最もよいことがわかる。ただ，計算式が複雑でわかりにくい。もっと初心者でも理解しやすい方法はないものか？

η 従来のSN比  
η<sub>ヒ</sub> 標準SN比  
η<sub>E</sub> エネルギー比型SN比  
η<sub>マ</sub> 前田式SN比

### 3. 信州発！”信”SN比

原点に戻ってSN比を単純に  $\eta = 10\log\frac{\beta^2}{\sigma^2}$  として、 $\beta$  を  $\beta_1$  と  $\beta_2$  の平均、 $\sigma$  を  $\beta$  と  $\beta_1$ 、 $\beta$  と  $\beta_2$  の差の平均として求めた。



$$\eta = 10\log\frac{\beta^2}{\sigma^2} = 10\log\frac{\left(\frac{\beta_1+\beta_2}{2}\right)^2}{\left(\frac{\beta_1-\beta_2}{2}\right)^2} = 10\log\frac{(\beta_1+\beta_2)^2}{(\beta_1-\beta_2)^2}$$

→ 傾き  $\beta$  と、ノイズによる影響  $\sigma$  の比としているだけ

信州発！”信”SN比での評価結果

No.1

A	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	r	L	$\beta$	$\eta_{\text{信}}$
	1	2	3	4				
N <sub>1</sub>	1.2	2.4	3.6	4.8	30	36	1.20	13.98
N <sub>2</sub>	0.8	1.6	2.4	3.2	30	24	0.80	

No.2

A	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	r	L	$\beta$	$\eta_{\text{信}}$
	1	2	3	4				
N <sub>1</sub>	1.2	2.4			5	6	1.20	13.98
N <sub>2</sub>	0.8	1.6			5	4	0.80	

No.3

A	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	r	L	$\beta$	$\eta_{\text{信}}$
	1	2	3	4				
N <sub>1</sub>			3.6	4.8	25	30	1.20	13.98
N <sub>2</sub>	0.8	1.6			5	4	0.80	

2乗和の分解をしないので直線性からの乱れなど ( $S_e$ ) は評価できないが, SN比はすべてのデータで同じになり, 均等に評価されていることがわかる。

→ 従来のSN比, エネルギー比型SN比, 前田式SN比ともに  $S_e$  まで分解するが, 結局分母で  $S_{N \times \beta}$  と足して  $S_N$  としているので,  $S_e$  が求まっても大きな意味はない。

これが最も簡単で, 初心者にもわかりやすいSN比ではないだろうか。  
しかも, タグチの考えそのもの!



長野県品質工学研究会では, このSN比の式を使っていきたい。

