3種類の歩数計の評価（第46話～48話）

歩数計の機能

技術者の視点　エネルギーの観点

人間の振動エネルギー　→　歩数計の振動エネルギー

お客様の視点

計測器の視点　計測器の評価法は、真値に対する計測結果

入力	→	出力
真値		計測結果
歩いた数		カウントされた数

誤差因子は？　どういう時に計測しているか？

- ・遅刻しそうだから走る
- ・忍び足

歩いていないのにカウントされないケースは？

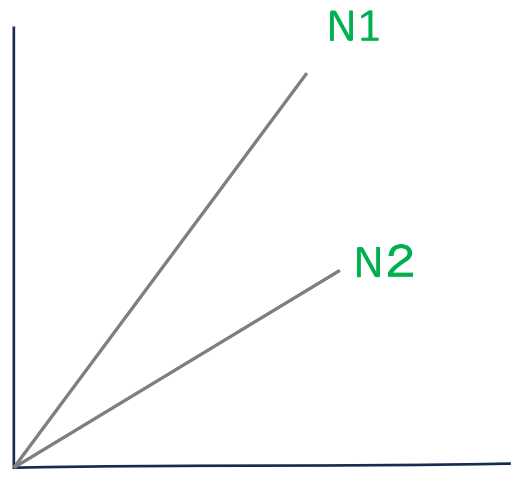
- ・電車や車の振動
- ・貧乏ゆすり

傾向がわかれば誤差の調合

N1	N2
多くカウントする	少なくカウント
・走る	・忍び足
・大股	・小股
・腰の横	・胸の前

傾向が不明な場合

直交表に割り付けて傾向を調べる



動特性で調べる

N1:階段、早歩き、腰横に携帯
N2:平地、ゆっくり、腰前に携帯

安価な歩数計

		信号因子[歩]		
		40	70	100
誤差因子	N1	40	68	95
	N2	25	56	80

中級の歩数計

		信号因子[歩]		
		40	70	100
誤差因子	N1	43	76	110
	N2	40	78	99

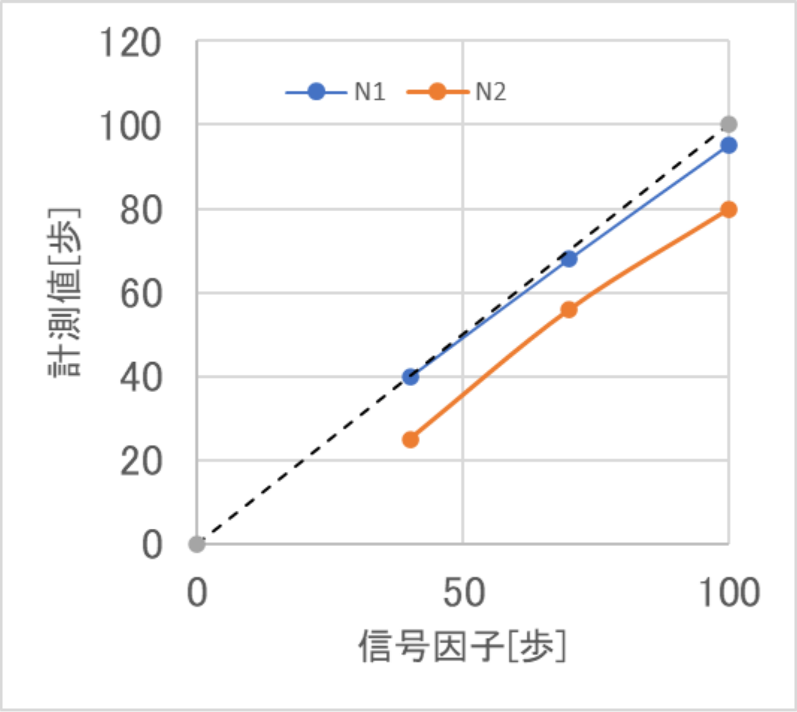
高級の歩数計

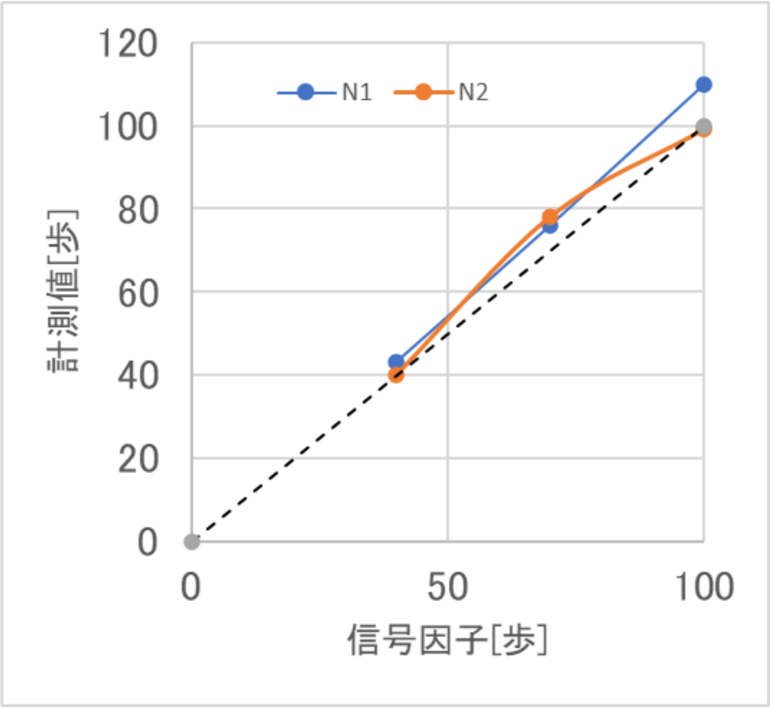
		信号因子[歩]		
		40	70	100
誤差因子	N1	40	70	101
	N2	40	69	98

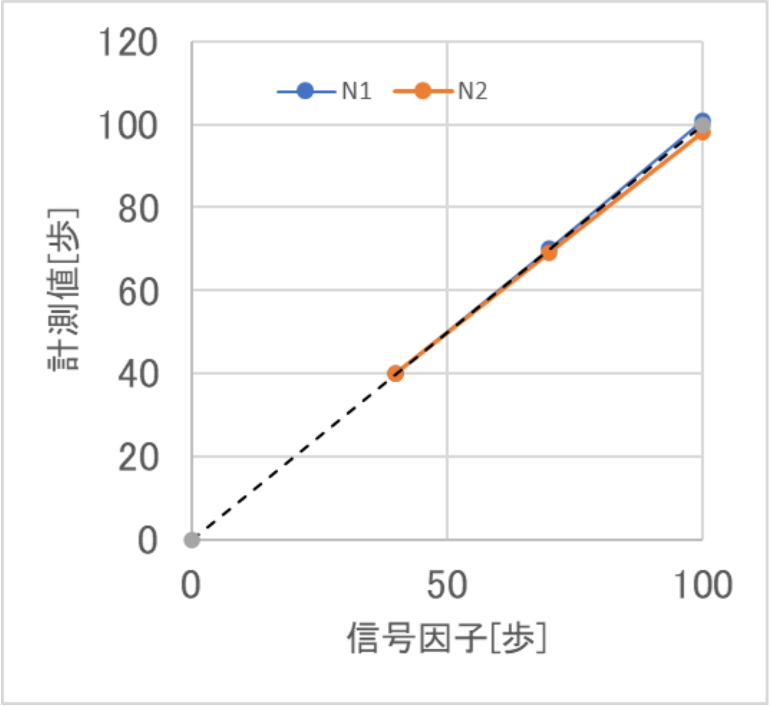
生データのグラフ見てあやしい点がないかチェックする

①誤差因子の傾向が信号によって変わらない

②線を延ばした時に原点を通過するか？







		信号因子		
		M_1	M_2	M_3
誤差因子	N1	y_1	y_2	y_3
	N2	y_4	y_5	y_6

有効除数:信号因子Mのトータルの大きさ

線形式:　誤差因子ごとの効果の大きさ

自由度:データが自由に動ける数
固定されていない数
２乗の数

比例項:平均的な傾きの効果の大kさ

誤差変動:平均的な誤差因子による変化の大きさ

誤差分散:　データ1つあたりの誤差の大きさ

未知の誤差e

既知と未知の誤差変動e+N

有効除数　$r = M_1{}^2 + M_2{}^2 + M_3{}^2$

全変動　$S_T = y_1{}^2 + y_2{}^2 + y_3{}^2 + y_4{}^2 + y_5{}^2 + y_6{}^2 \quad (f_T = 6)$

線形式　$L_1 = M_1 \times y_1 + M_2 \times y_2 + M_3 \times y_3$
$L_2 = M_1 \times y_4 + M_2 \times y_5 + M_3 \times y_6$

比例項の変動　$S_\beta = \frac{(L_1+L_2)^2}{2r} \quad (f_\beta = 1)$

誤差変動　$S_{N\times\beta} = \frac{L_1{}^2+L_2{}^2}{r} - S_\beta \quad (f_{N\times\beta} = 1)$

$S_{N\times\beta} = \frac{L_1{}^2+L_2{}^2}{r} - S_\beta$

自由度$f_{N\times\beta} = 2-1 = 1$

誤差変動(e)　$S_e = S_T - S_\beta - S_{N\times\beta} \quad (f_e = f_T - f_\beta - f_{N\times\beta} = 4)$

誤差分散(e)　$V_e = \frac{S_e}{f_e}$

誤差変動(e+N)　$S_N = S_T - S_\beta \quad (f_N = f_T - f_\beta = 5)$

誤差分散(e+N)　$V_N = \frac{S_N}{f_N} \quad = \sigma^2$

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

感度　$S = 10log\frac{1}{2r}(S_\beta - V_e) = 10log\beta^2$

勾配　$\beta = \frac{L_1+L_2}{2r}$

安価な歩数計

		信号因子[歩]		
		40	70	100
誤差因子	N1	40	68	95
	N2	25	56	80

有効除数	r	16,500
全変動	S_T	25,410
線形式	L1	15,860
	L2	12,920
比例項の変動	S_β	25,100
誤差変動	$S_{N\times\beta}$	261.93
誤差変動e	Se	48.42
誤差分散e	Ve	12.11
誤差変動e+N	S_N	310.35
誤差分散e+N	V_N	62.07
SN比	η	−19.12
感度	S	−1.19
勾配	β	0.87

中級の歩数計

		信号因子[歩]		
		40	70	100
誤差因子	N1	43	76	110
	N2	40	78	99

有効除数	r	16,500
全変動	S_T	37,210
線形式	L1	18,040
	L2	16,960
比例項の変動	S_β	37,121
誤差変動	$S_{N\times\beta}$	35.35
誤差変動e	Se	53.44
誤差分散e	Ve	13.36
誤差変動e+N	S_N	88.79
誤差分散e+N	V_N	17.76
SN比	η	−11.98
感度	S	0.51
勾配	β	1.06

高級の歩数計

		信号因子[歩]		
		40	70	100
誤差因子	N1	40	70	101
	N2	40	69	98

有効除数	r	16,500
全変動	S_T	32,666
線形式	L1	16,600
	L2	16,230
比例項の変動	S_β	32,661
誤差変動	$S_{N\times\beta}$	4.15
誤差変動e	Se	0.98
誤差分散e	Ve	0.24
誤差変動e+N	S_N	5.12
誤差分散e+N	V_N	1.02
SN比	η	−0.15
感度	S	−0.04
勾配	β	0.99

	SN比[db]	価格[円]
安価	-19.12	100
中級	-11.98	1000
高級	-0.15	2000

損失 $L = k(y-m)^2$

y: 機能特性

m:目標値

k:比例定数

Δ_0: 目標値からのズレ

$L = A_0 \quad y = m - \Delta_0$を代入して

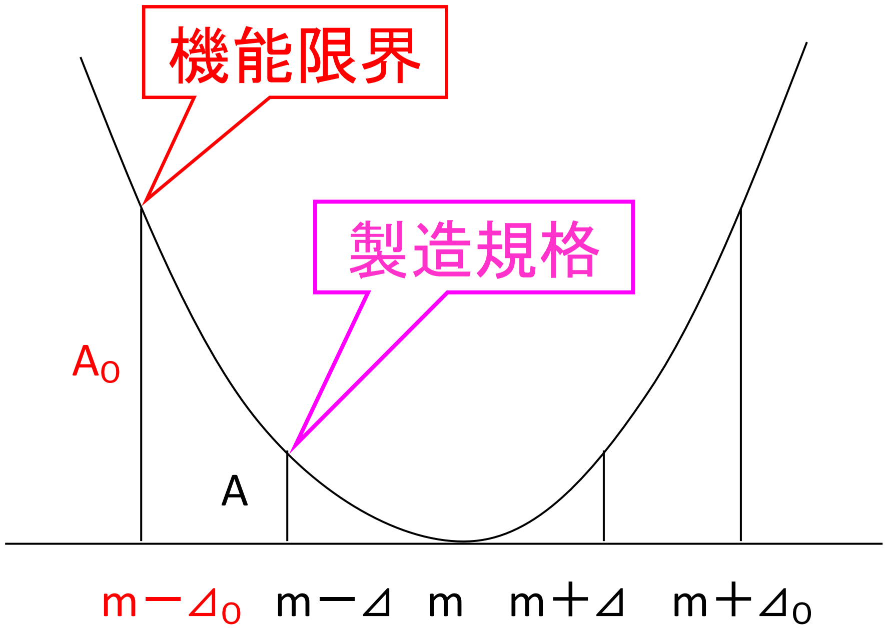
$A_0 = k\,{\Delta_0}^2$

$L = \frac{A_0}{{\Delta_0}^2}(y-m)^2$

$L = \frac{A_0}{{\Delta_0}^2} V_T = \frac{A_0}{{\Delta_0}^2}\sigma^2$

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

$V_T = \frac{(y_{1-m})^2+(y_{2-m})^2+(y_{3-m})^2+\cdots+(y_{n-m})^2}{n}$



目標値からのズレΔ_0

半分致死量(Lethal Dose 50 LD50)

ある規格値を超えたときに50%の人がクレームを言い始める

↓

100±5歩　レンジで10%の誤差まで許せる

機能限界の損失　A_0 =本体価格＋1000円

↑

対応費用:人件費、送料など

	SN比[db]	本体価格[円]	損失L[円]
安価	-19.1	100	2,731
中級	-12.0	1000	1,421
高級	-0.2	2000	123

損失関数は、部品の選定や材料選定などにも使える

安価な歩数計

		信号因子[歩]		
		40	70	100
誤差因子	N1	40	68	95
	N2	25	56	80

中級の歩数計

		信号因子[歩]		
		40	70	100
誤差因子	N1	43	76	110
	N2	40	78	99

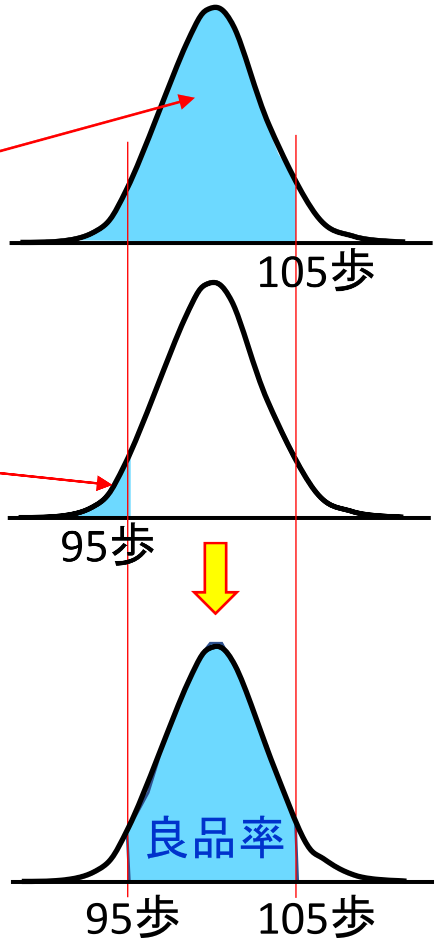
高級の歩数計

		信号因子[歩]		
		40	70	100
誤差因子	N1	40	70	101
	N2	40	69	98

$$\sigma = \sqrt{V_N}$$

	平均[歩]	標準偏差[歩]	良品率[%]
安価	87.5	7.9	16
中級	104.5	4.2	54
高級	99.5	1.0	100

良品率=NORM.DIST(105,平均値,標準偏差,TRUE)−NORM.DIST(95,平均値,標準偏差,TRUE)



出荷時の品質だけでなく、使用時の品質も考えること

	SN比[db]	本体価格[円]	損失L[円]	合計金額[円]	良品率[%]
安価	-19.1	100	2,731	2,831	16
中級	-12.0	1000	1,421	2,421	54
高級	-0.2	2000	123	**2,123**	**100**