

従来法の陥りやすい懸念点、品質工学アレルギー	品質工学	参照
理想が描けない	理想を目的機能として最初に決める	p.2~3
付帯要求や品質特性を気にする	システムへの入力の100%出力を目指す →理想に近づける	p.4
特性値の目標値を目指す → ばらつきを抑える(管理幅を狭く)	ばらつき小さい条件→目標にチューニング	p.5~8
実機がないと評価しない	代替の実験系でも可	p.9
データを平均値にして評価する	全てのデータを用いて評価	p.10
温室状態でデータ取りする。顧客の使われ方を含む当該工程以外の要因を考慮しない。	いじわるの負荷をかけても特性がよい条件を求める	p.11
品質工学の教科書のSN比算出式が難しいと思い敬遠する	理想とするものがSN比が高くなる式に設定 外観目視評価を点数化してもSN比算出可能	p.12~13
当該工程のみしか考えない。2~3種類の条件(水準)を振る際に、狭い範囲でしか振らない	広く振らないと良し悪しは評価できない 得点が50点の試験問題が良い	p.14
直交表実験は、面倒なので実験しない	直交表実験は必ず情報が得られる	
直交表実験の各行の試行回数が少なくて大丈夫?と思う	各パラメータの組合せを変えて6回実験	p.15
利得がとれないと落ち込む。→失敗も重要な情報	利得が取れないのは、今回のパラメータには 寄与するものがないという情報が得られた	p.16
情報の蓄積ができていない	失敗情報、安定性を左右する因子の情報を ロバストエンジニアリング情報として蓄積	p.17
実験計画法でやればよい	実験計画法は、効果の寄与度しかみれない 品質工学は、安定性も併せて評価可能	p.18~21
品質工学の手順がわからない	一度やれば、直ぐ覚えます	p.22

品質工学では、機能性の設定が大事

品質特性を測ってはいけない

例題

チューブを接合する条件を設定する

基本機能は何か？

A 接合強度が高く接合できること

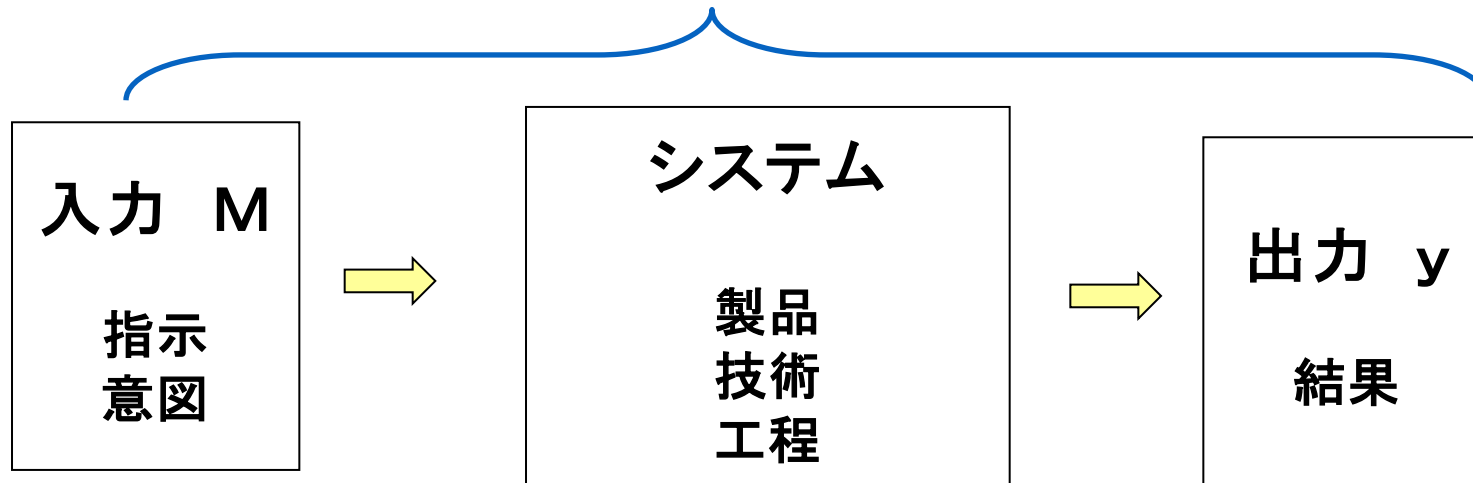
強度が強くても

正解 (B) 液が漏れなく流れること

流れなくては意味がない

①機能性

機能性設定が大事

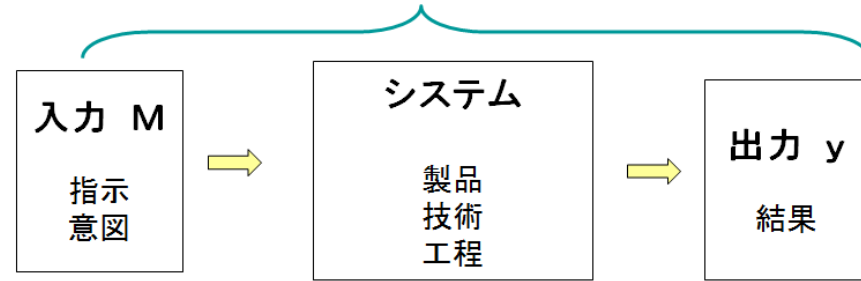


			品質特性
金型寸法、指示寸法	機械加工(成形、切削etc)	加工寸法	反り、バリ
電力	モーター	トルク、回転数	振動、騒音
踏む力	ブレーキ	制動距離	磨耗
エネルギー	電気メッキ	析出量	膜厚バラツキ
荷重	構造材	変位	強度

出力特性として測ってはいけない！！

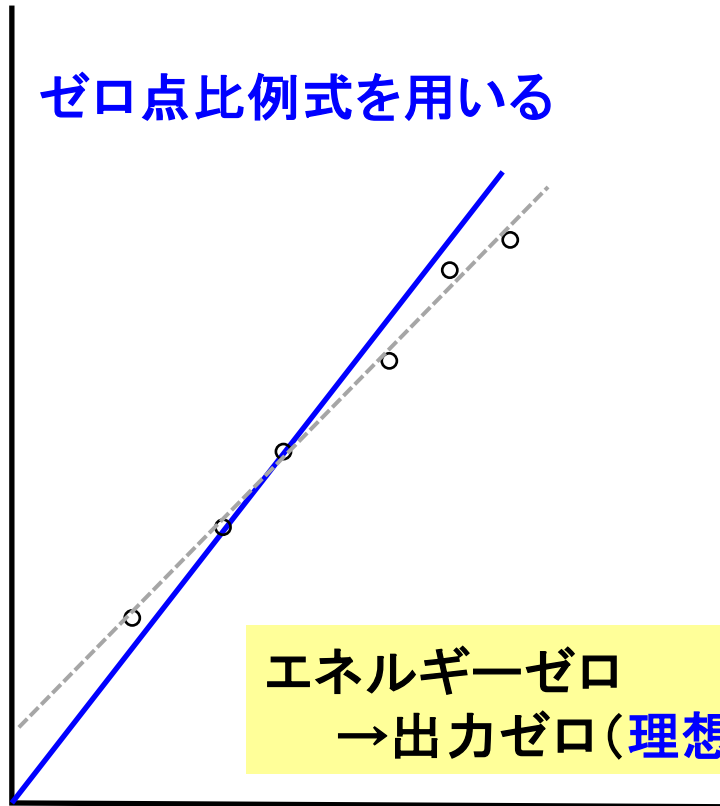
②評価法

品質工学では通常、**動特性**で評価する



出力
変位、回転数、析出量

ゼロ点比例式を用いる



入力:エネルギー(電力、荷重、熱量など)

金型寸法、指示寸法

電力

踏む力

エネルギー

荷重

機械加工(成形、切削etc)

モーター

ブレーキ

電気メッキ

構造材

加工寸法

トルク、回転数

制動距離

析出量

変位

品質特性

反り、バリ

振動、騒音

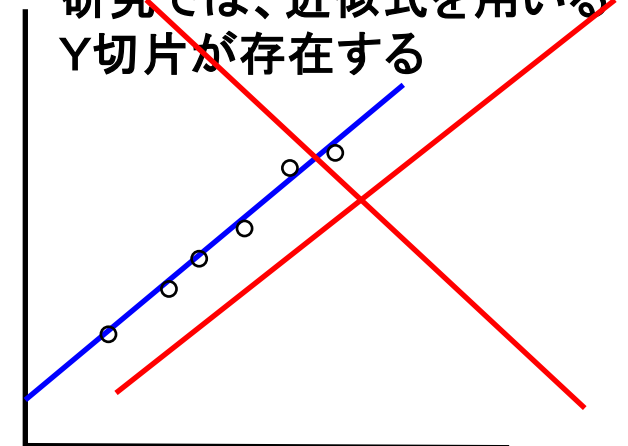
磨耗

膜厚バラツキ

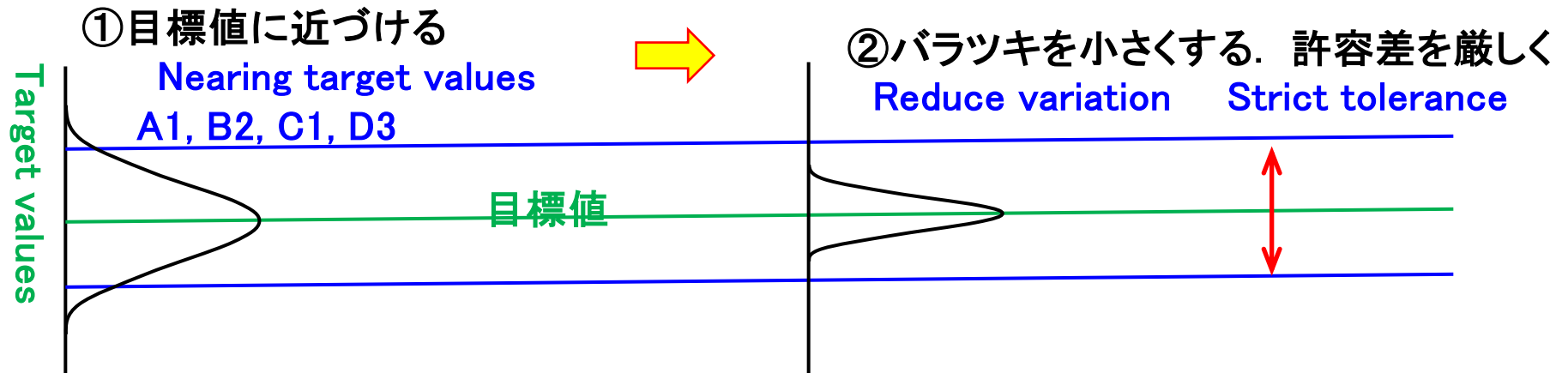
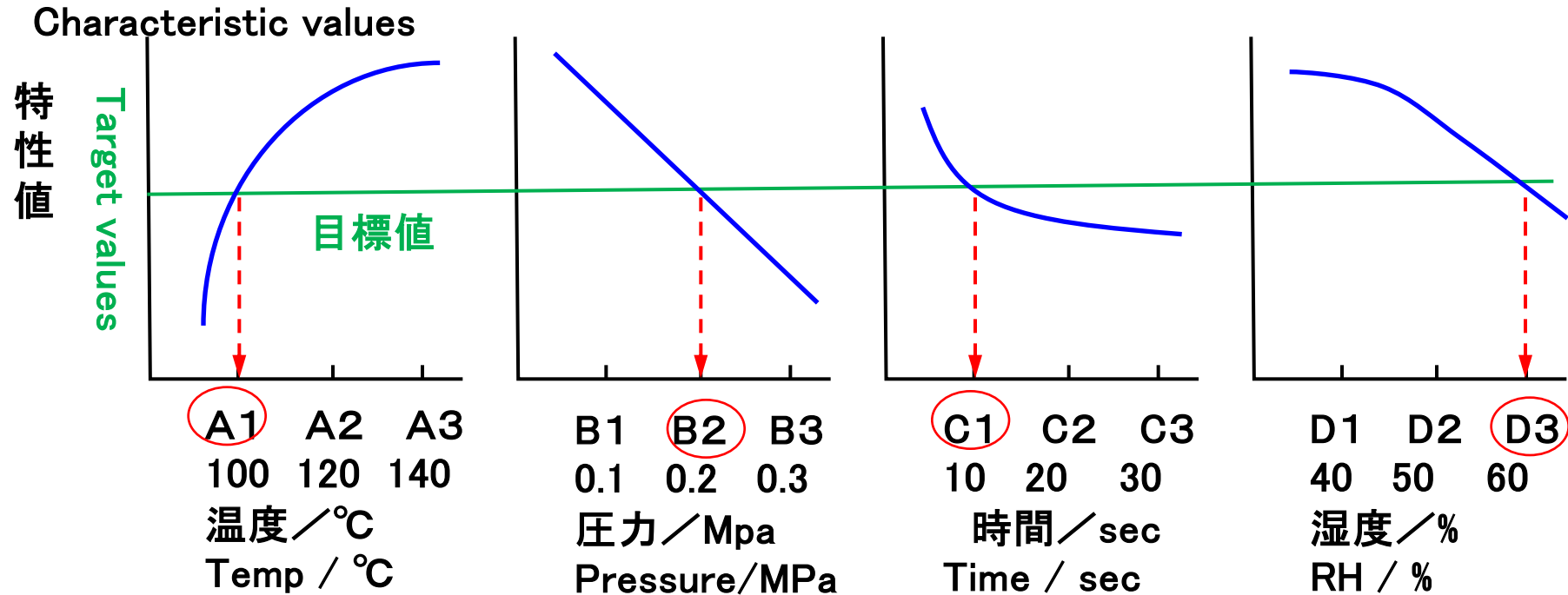
強度

出力特性として測ってはいけない！！

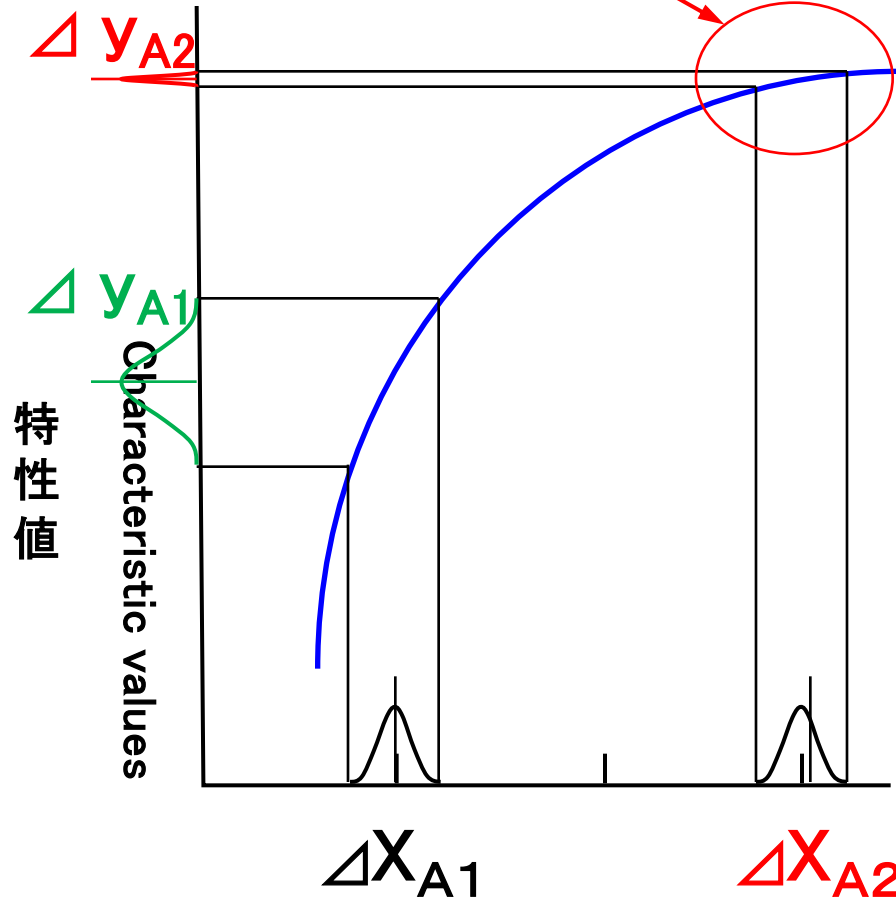
研究では、近似式を用いる
Y切片が存在する



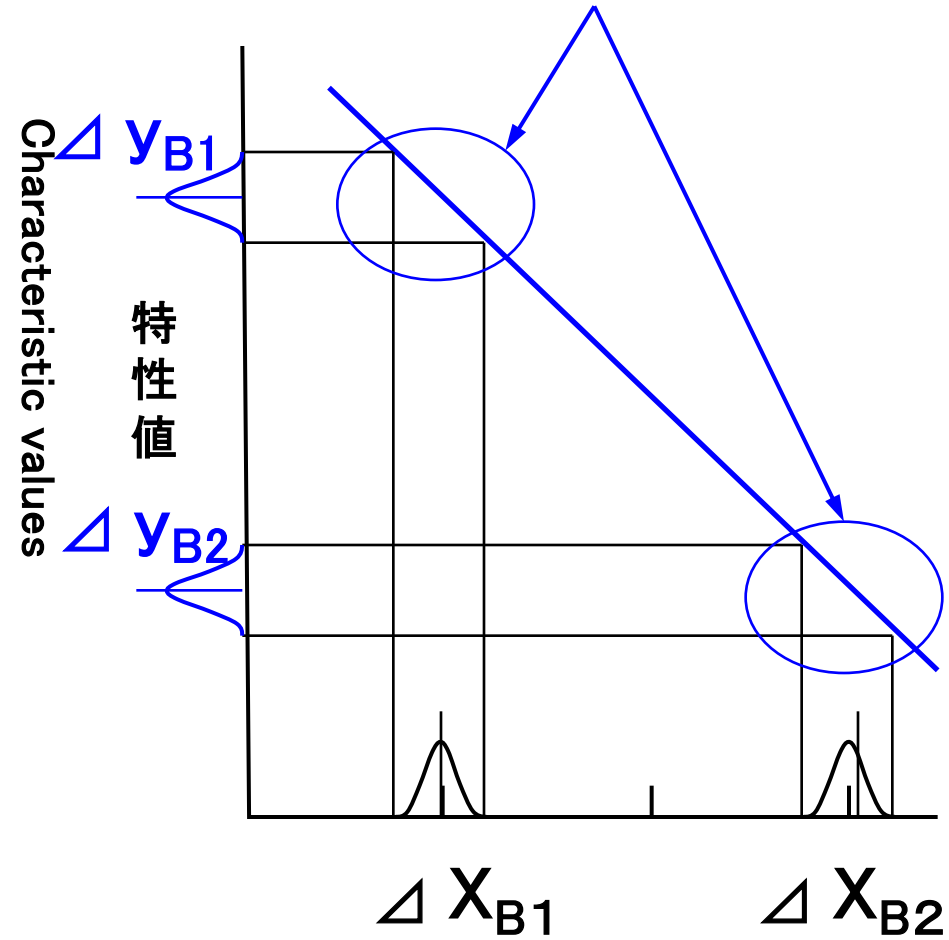
従来の2段階設計 Conventional 2-Stage Design



バラツキ小さい
Small Variation



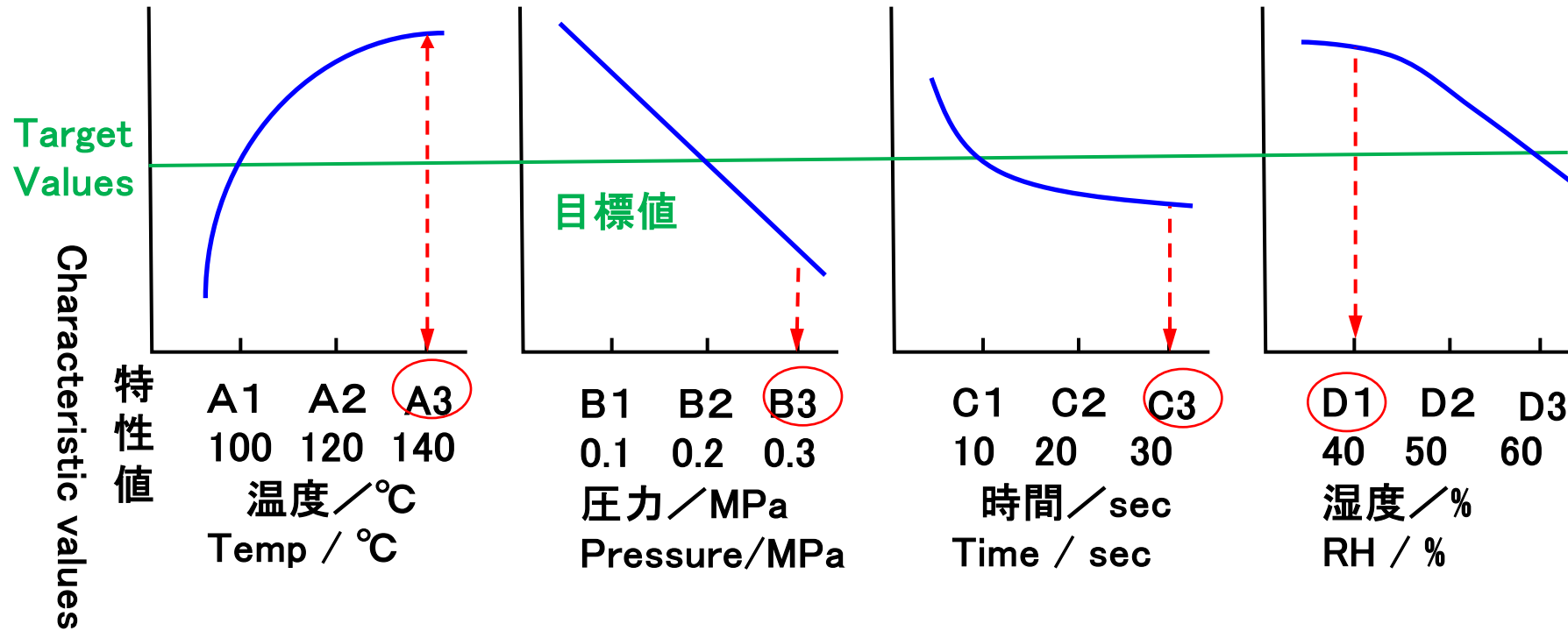
バラツキ同じ
Same Variation



$$\Delta X_{A1} = \Delta X_{A2} = \Delta X_{B1} = \Delta X_{B2}$$

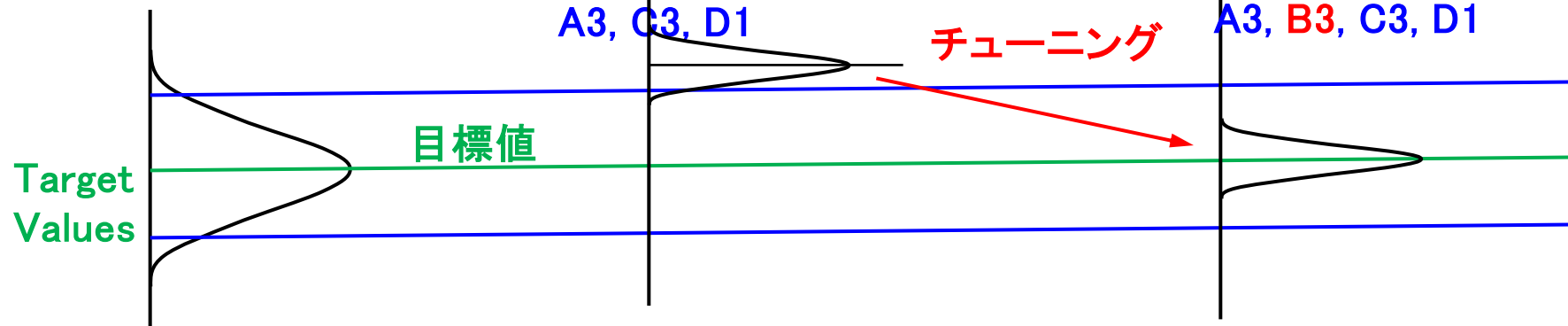
$$\Delta y_{A2} < \Delta y_{B1} = \Delta y_{B2} < \Delta y_{A1}$$

パラメータ設計の2段階設計 2-Stage Parameter Design



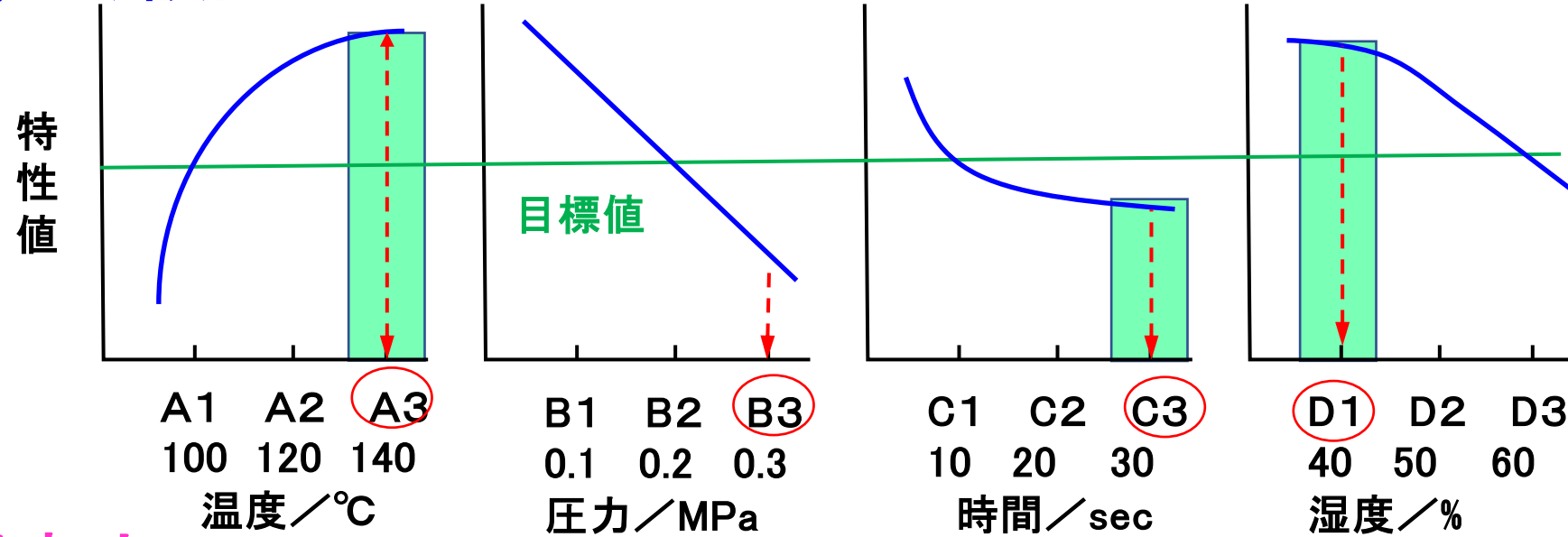
①バラツキの最小化
Variation Minimalization

②目標値への調整
Adjust to target values



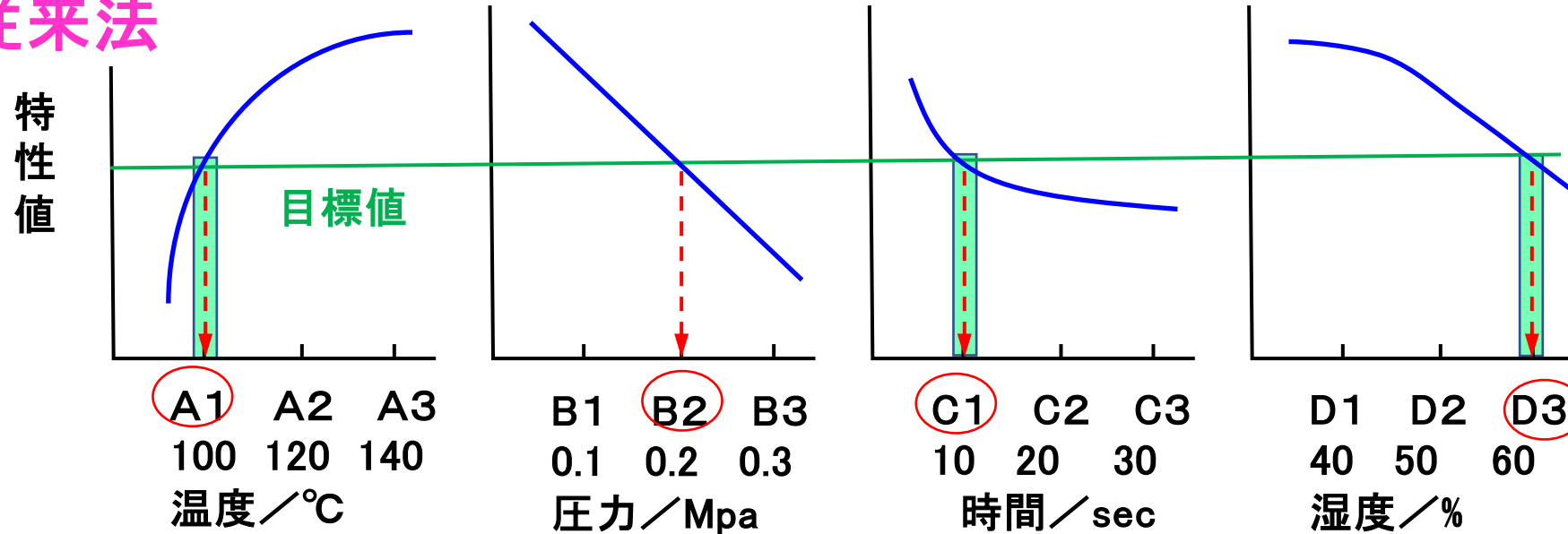
パラメータ設計

Q. どちらを採用しますか？



パラメータの
管理幅が広い

従来法

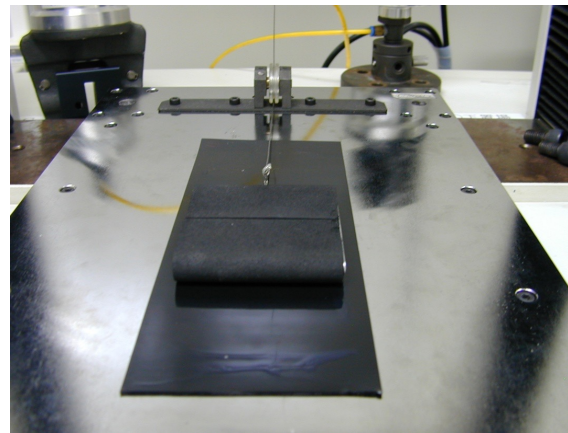
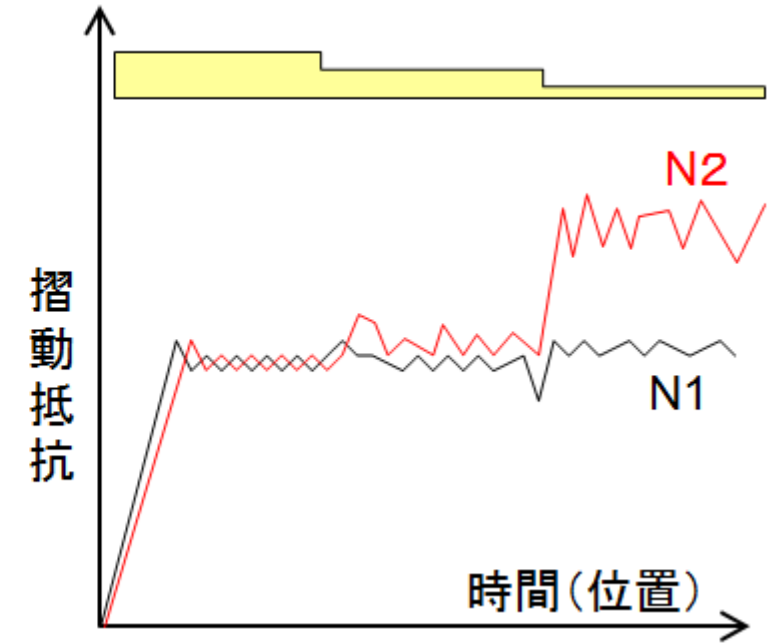
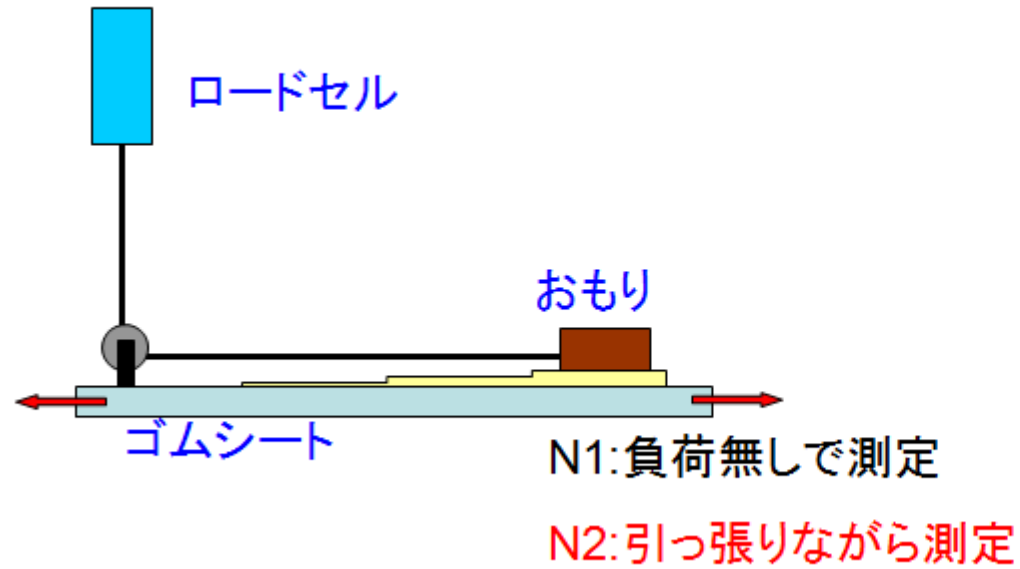


評価方法： 塗布膜と同様の素材をシートにして評価する

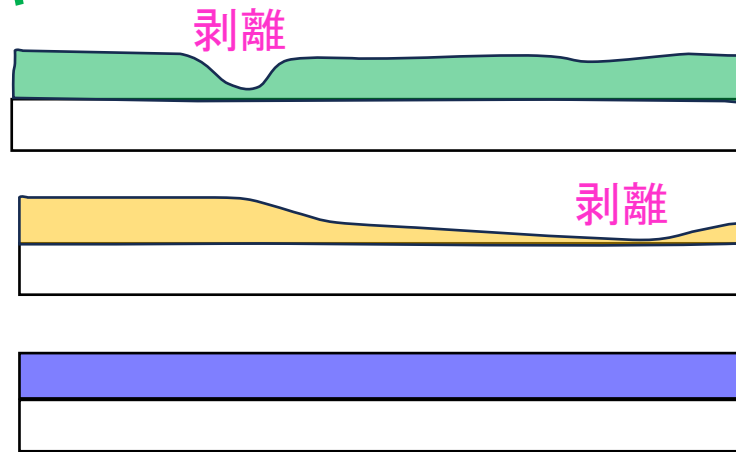
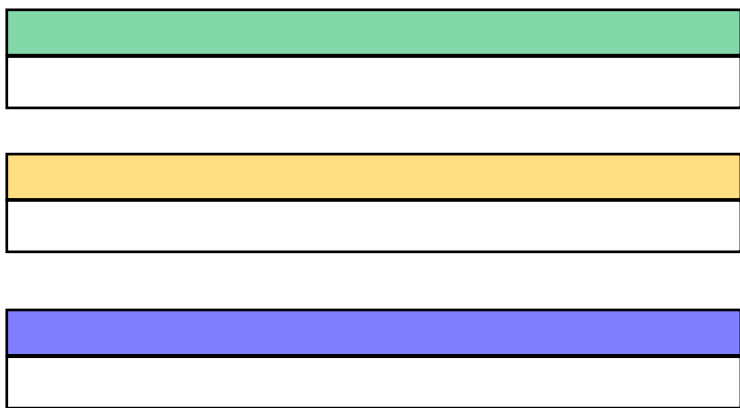
1回目の実験内容① オートグラフ(挿抜試験機)で、摩擦力を測定

誤差因子： 過酷な状態を想定する

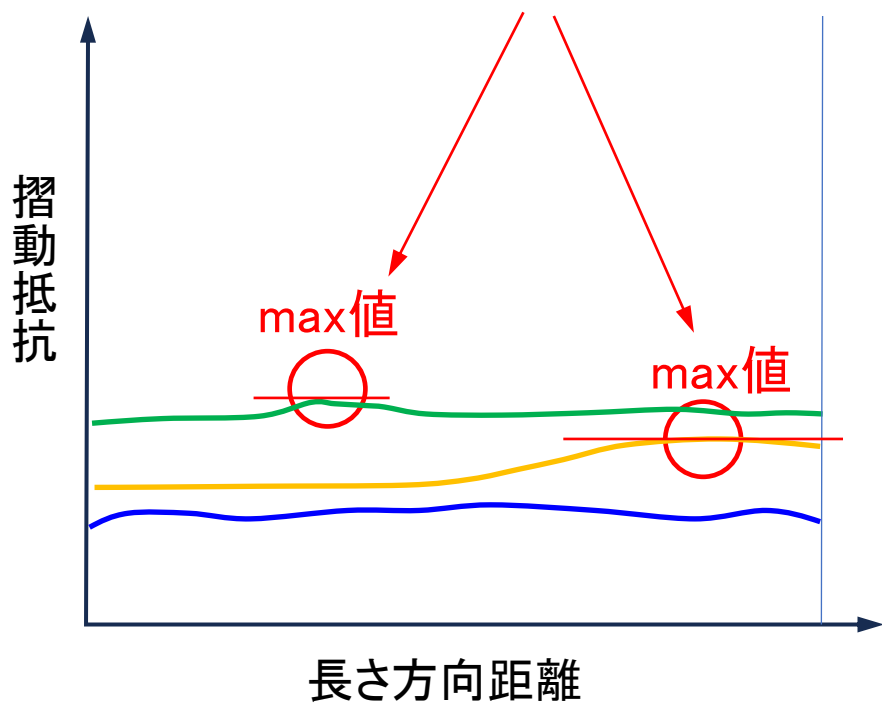
代替試験でも
評価可能



データの取り扱い

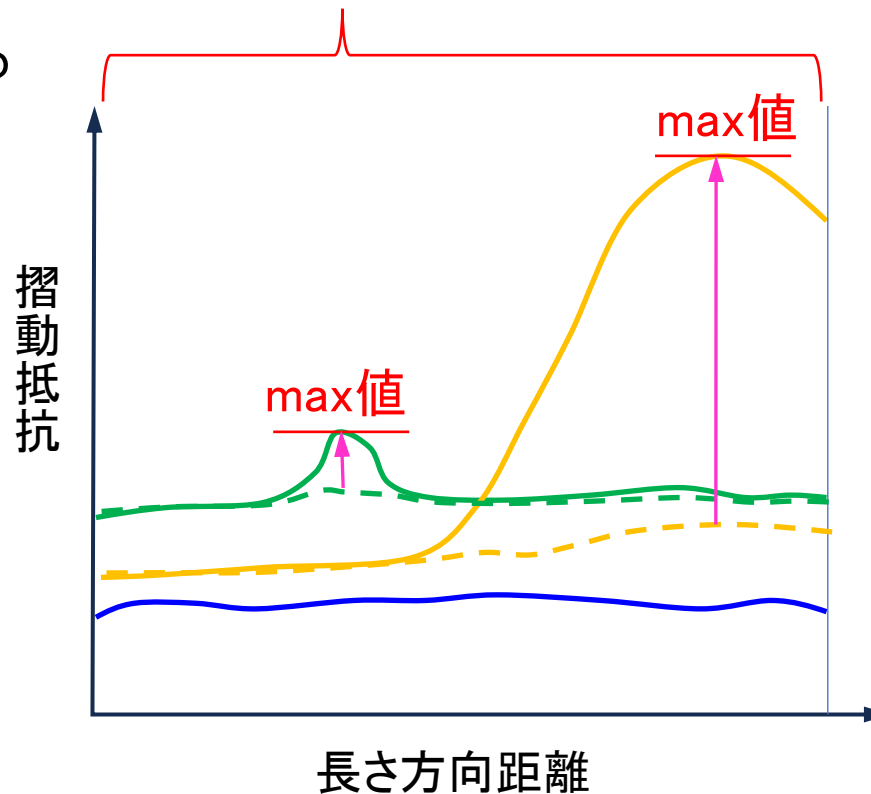


通常は、このようなmax値や特異点を計測して評価する



負荷
→

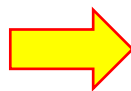
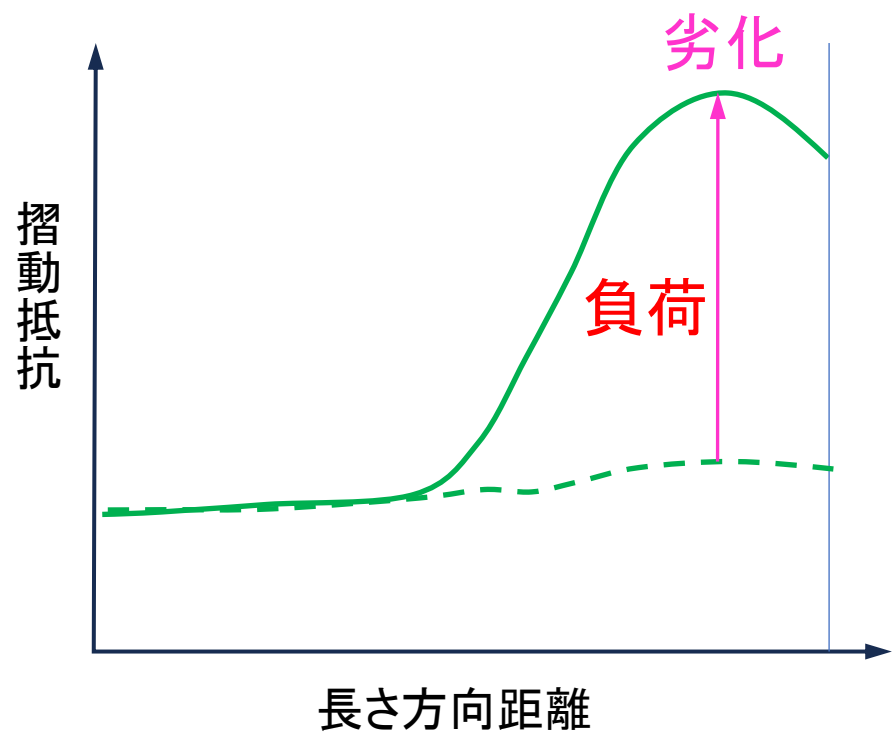
データは全てのポイントを用いる → 得られる情報



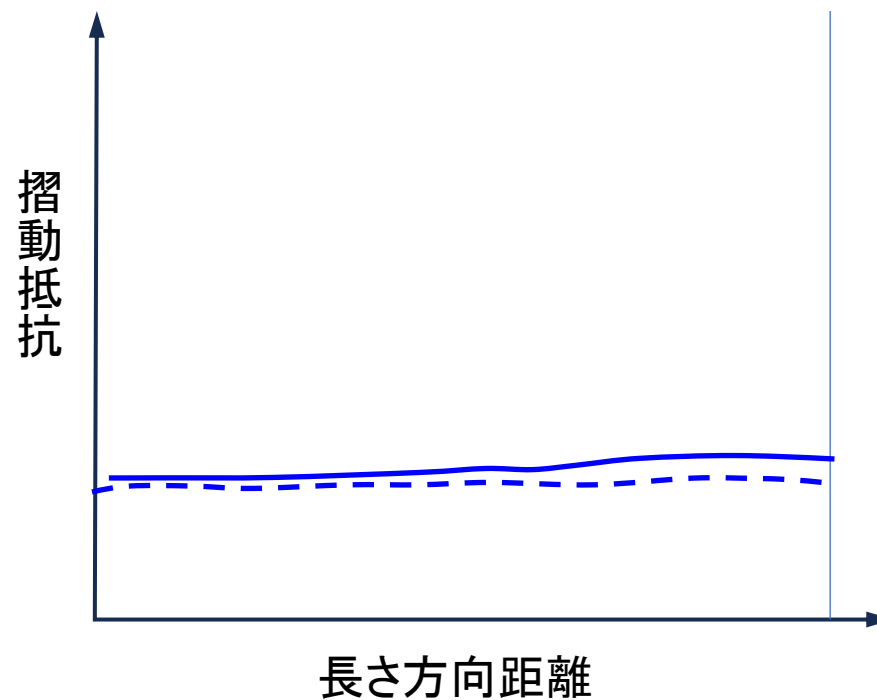
- ・位置
- ・形状
- ・劣化状況
など

負荷(いじわる条件)かけても劣化しない最適条件を見つける
誤差因子

現行条件



最適条件



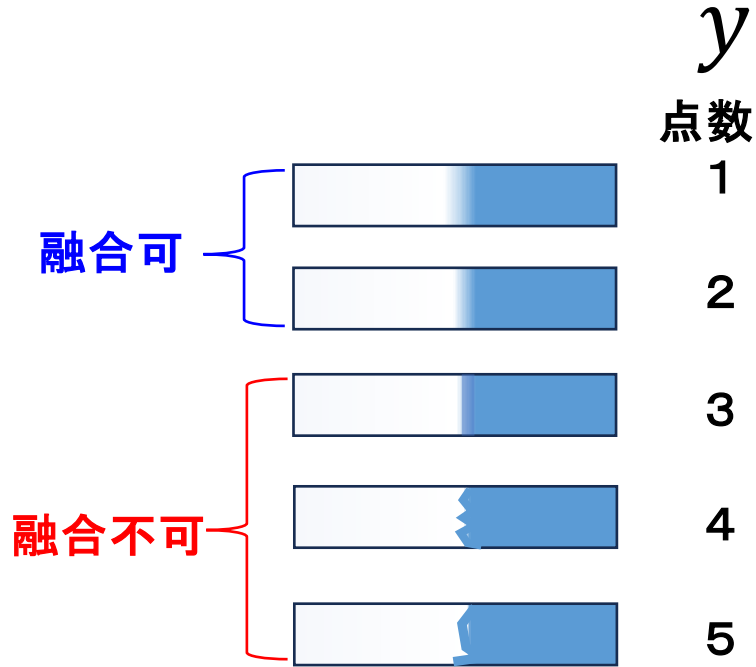
特性値が定量値でない場合の評価法 その1

計算式

$$S_T = y^2$$

$$V_T = \frac{S_T}{1}$$

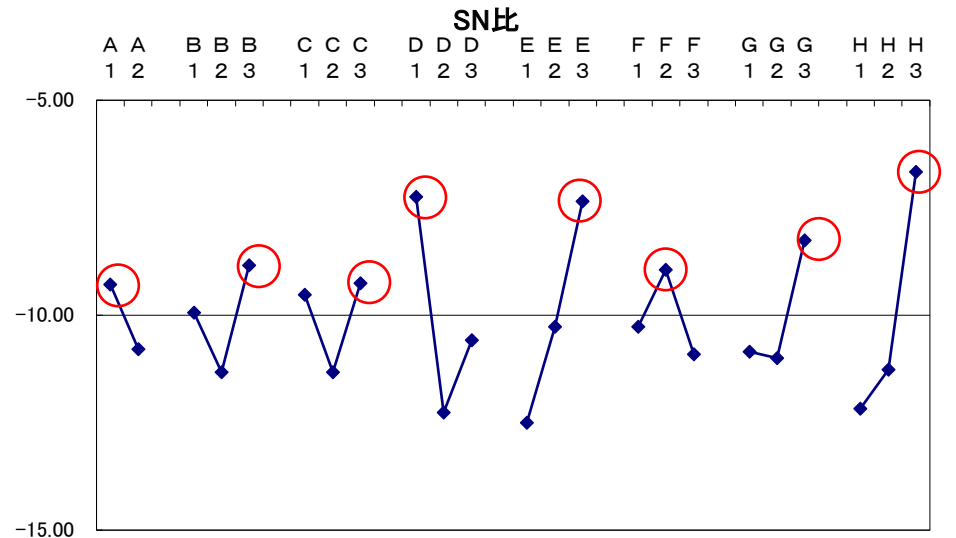
$$\text{SN比} \quad \eta = 10 \log \frac{1}{V_T}$$



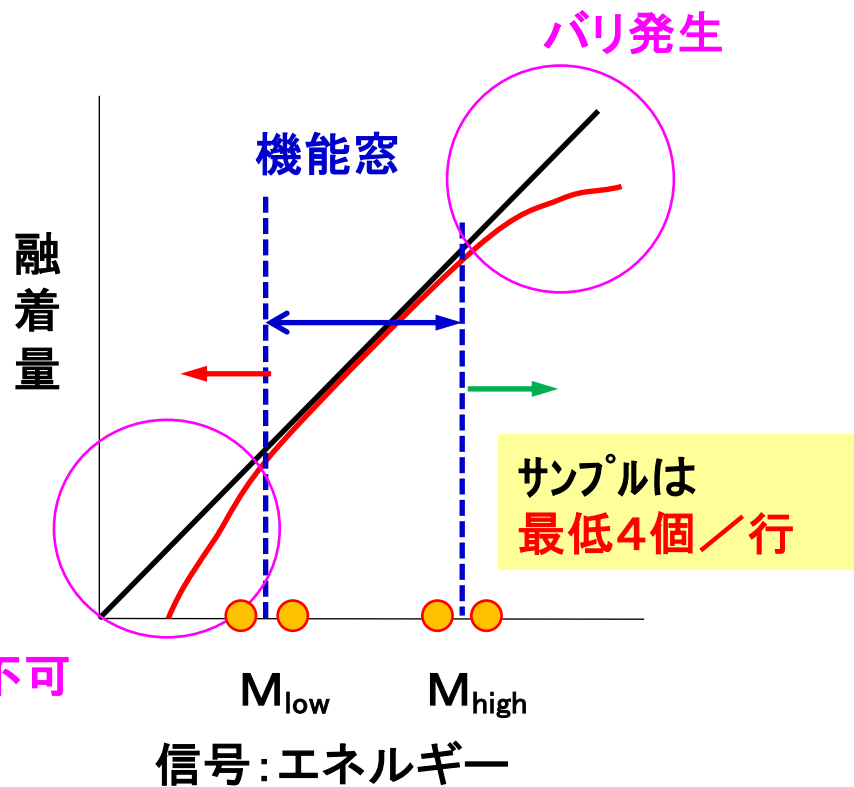
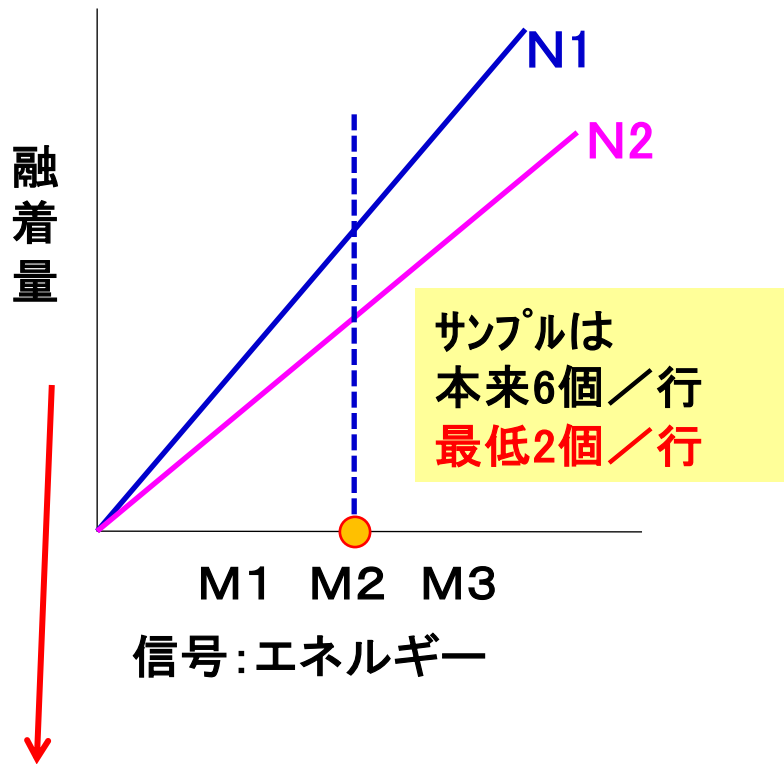
制御因子		水準		
		1	2	3
A	押しつけ圧力[MPa]	5	10	
B	ヒータ位置[mm]	6.5	8.5	10.5
C	時間[sec]	0	1	1.5
D	冷却時間[sec]	0.5	2	4
E	保持時間[sec]	2	9	15
F	加熱パワー[W]	0.01	0.05	0.1
G	加熱位置[mm]	1	5	10
H	制御位置[mm]	10	12	16

点数yが小さいほどSN比が高い

外観目視の評価でも
最適条件は得られる



特性値が定量値でない場合の評価法 その2



融着量をどう評価するか？

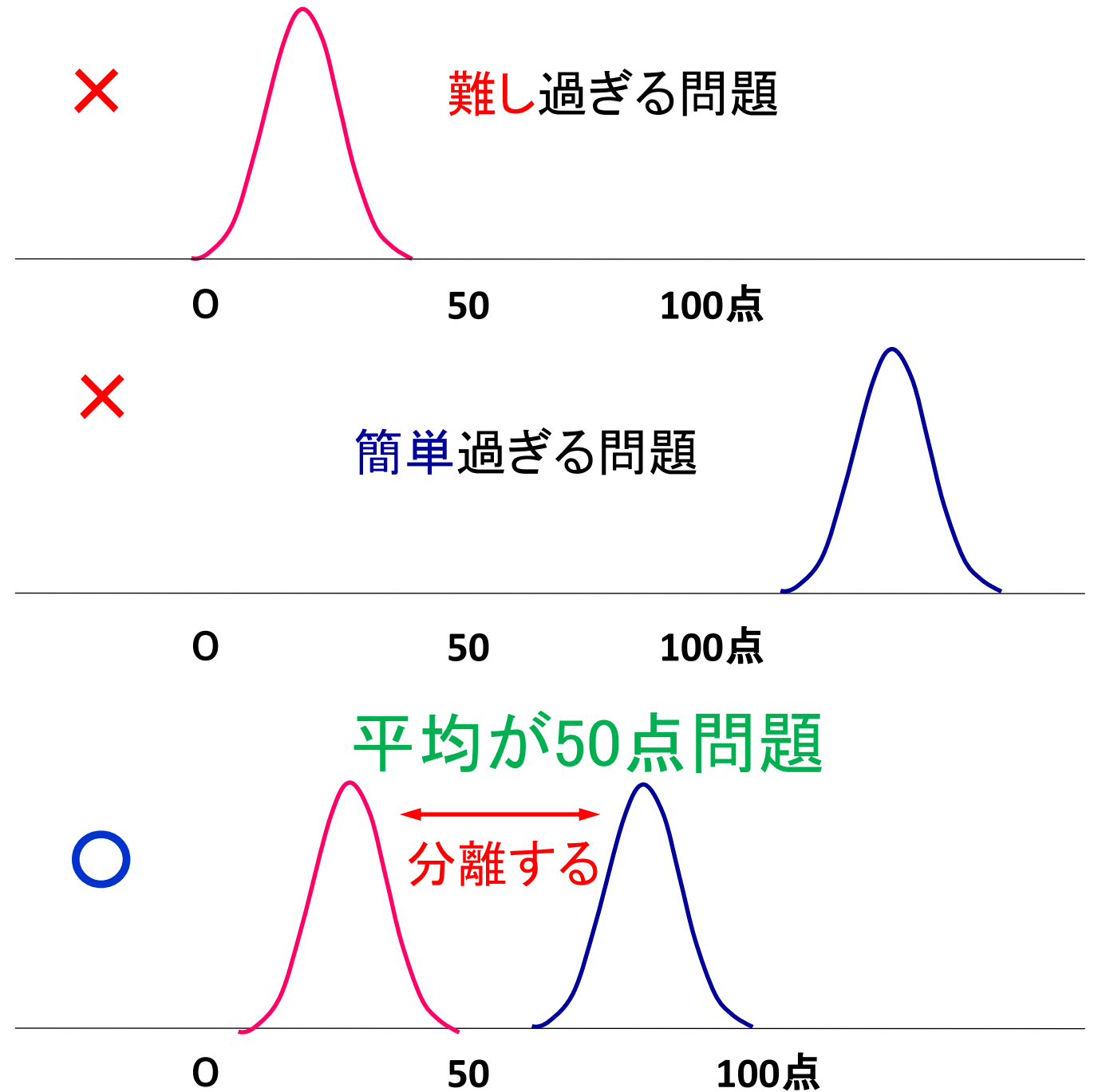
→代用特性(外観点数あるいは引張試験で測る)

SN比

$$\eta = 10 \log \frac{M_{high}}{M_{low}}$$

L18直交表実験の半分が測定結果×でもOK
むしろ、その方が好ましい

L	A	B	C	D	E	F	G	H	SN比
1									○
2									○
3									×
4									×
5									○
6									×
7									×
8									○
9									×
10									○
11									○
12									×
13									×
14									○
15									×
16									○
17									○
18									×



実験1行につき1回しか実験していないが大丈夫？という疑問

各制御因子の水準毎のSN比を算出

実験No.	制御因子								SN比 (db)
	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	64.8
2	1	1	2	2	2	2	2	2	66.3
3	1	1	3	3	3	3	3	3	69.7
4	1	2	1	1	2	2	3	3	64.9
5	1	2	2	2	3	3	1	1	73.1
6	1	2	3	3	1	1	2	2	62.4
7	1	3	1	2	1	3	2	3	67.3
8	1	3	2	3	2	1	3	1	62.8
9	1	3	3	1	3	2	1	2	66.4
10	2	1	1	3	3	2	2	1	67.1
11	2	1	2	1	1	3	3	2	68.3
12	2	1	3	2	2	1	1	3	54.2
13	2	2	1	2	3	1	3	2	74.5
14	2	2	2	3	1	2	1	3	64.5
15	2	2	3	1	2	3	2	1	69.6
16	2	3	1	3	2	3	1	2	70.4
17	2	3	2	1	3	1	2	3	65.4
18	2	3	3	2	1	2	3	1	66.9

9つのデータの平均値

因子	1	2	3	4
A	66.410	66.792	-	66.601
B	65.073	68.182	66.548	66.601
C	68.178	66.758	64.868	66.601
D	66.581	67.068	66.154	66.601
E	65.709	64.712	69.382	66.601
F	64.016	66.036	69.751	66.601
G	65.579	66.377	67.847	66.601
H	67.403	68.062	64.339	66.601
全体平均				66.601

6つのデータの平均値

全て同じになっている
ことをチェック

制御因子		18-7			18-8			18-9						
塗布条件	表面温度(°C)	105	115.5	123										
	回転数(rpm)				180	360	540							
	塗布量(mL)	0.2	0.3	0.4				0.2	0.3	0.4				
	塗布速度(mL/s)													
	塗布時間(sec)	1	1.5	2	1	1.5	2							
	塗布エア一流量(L/min)				13.5	15	16.5	13.5	15	16.5				
	塗布角度(°)							7	10	13				
	塗布距離(mm)	65	75	85										
	塗布位置中心				第1ピーク	第2ピーク	第3ピーク							
	吸引ダクト位置(前後)	前	後											
	吸引ダクト位置(上下)				下	中								
	塗布後ブロー時間(sec)							0.5	1	2				
重合条件	重合温度(°C)				120	140	160							
	重合時間(min)	15	30	45										
	塗布後投入までの時間(min)							1分以内	3~6	10~13				
湯洗条件	湯洗温度(°C)	105.5	115.5	123	利得が3以下のため、18-8の実験に用いたパラメータ及び水準は寄与が少ないという情報になる									
	湯洗時間(min)													
	湯洗回数(回)												2	3
	湯洗重量比(部品:水)													
	湯洗水比(mL/個)	30	70	150										
乾燥条件	乾燥温度(°C)				50	65	80							
	乾燥時間(h)							2	24	48				
洗浄滅菌	洗浄滅菌の有無							あり	なし					
確認実験		最適	最悪	利得	最適	最悪	利得	最適	最悪	利得				
		-10.97	-20.30	9.33	-11.32	-13.11	1.79	-10.13	-20.76	10.64				

ロバストエンジニアリング情報

工程	溶液調整
制御因子	溶存酸素
固定する優先順位	2 / 10
許容差	溶存酸素濃度 0~1ppm
工程概念図	<p>要因効果図</p> <p>利得 15.4db 21.9db 6.5db</p> <p>品質損失 41.70 29.33 円/個</p> <p>コスト 0.056 0.002 円/個</p> <p>サイクルタイム 影響なし</p>
評価	

変化させると品質不安定になるため、固定する因子の順位

この場合は、因子10個の内の2番目に重要な因子

SN比に与える影響度とその効果(利得)

品質損失(製品出荷後あるいは工程不良)

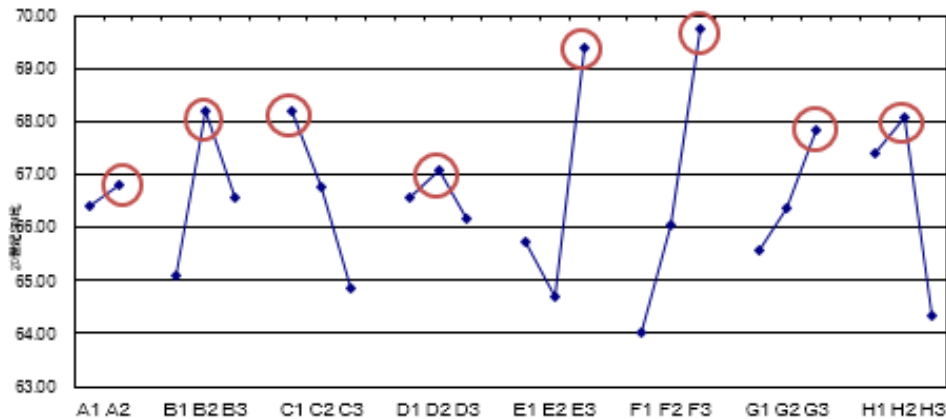
コスト

実験計画法よりも品質工学(許容差設計含む)を選定したい理由」

		直交表	評価するもの	メリット、デメリット	適用
実験計画法		使用	特性値	<ul style="list-style-type: none"> ・交互(交絡)作用が直交表のどの列に反映されるかを知っておく必要がある ・特性値に影響を及ぼす因子を探し出すことはできるが安定性までは評価できない ・解析は分散分析を用いるので、定性的な評価になる ・最適条件を設定できない 	スクリーニング
品質工学	許容差設計	使用	特性値	許容幅が設定可能	スクリーニング 安定性
		使用	SN比	<ul style="list-style-type: none"> ・交互作用が出難い決められた直交表(L12、L18及びL36)を用いる ・要因効果図より、最適条件を設定し、確認実験で検証できる ・先にSN比で評価し、許容差設計で各パラメータの許容幅を設定できる 	

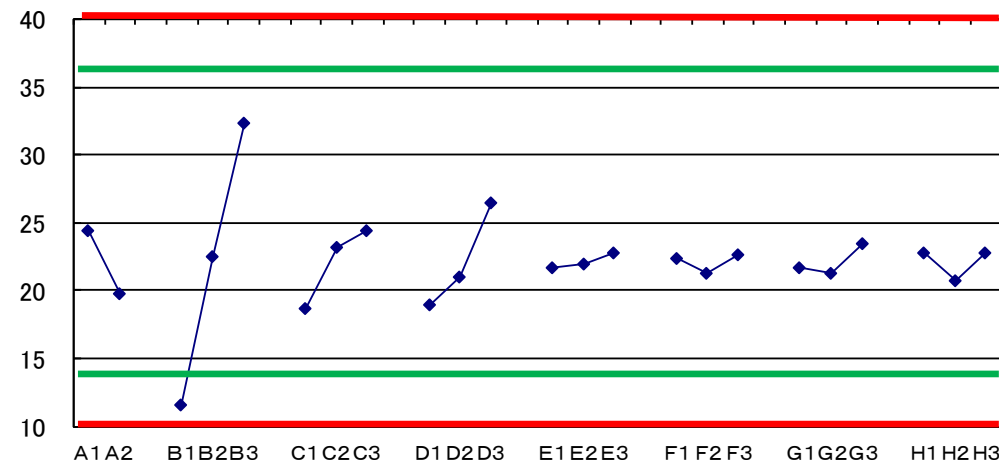
品質工学

S
N
比



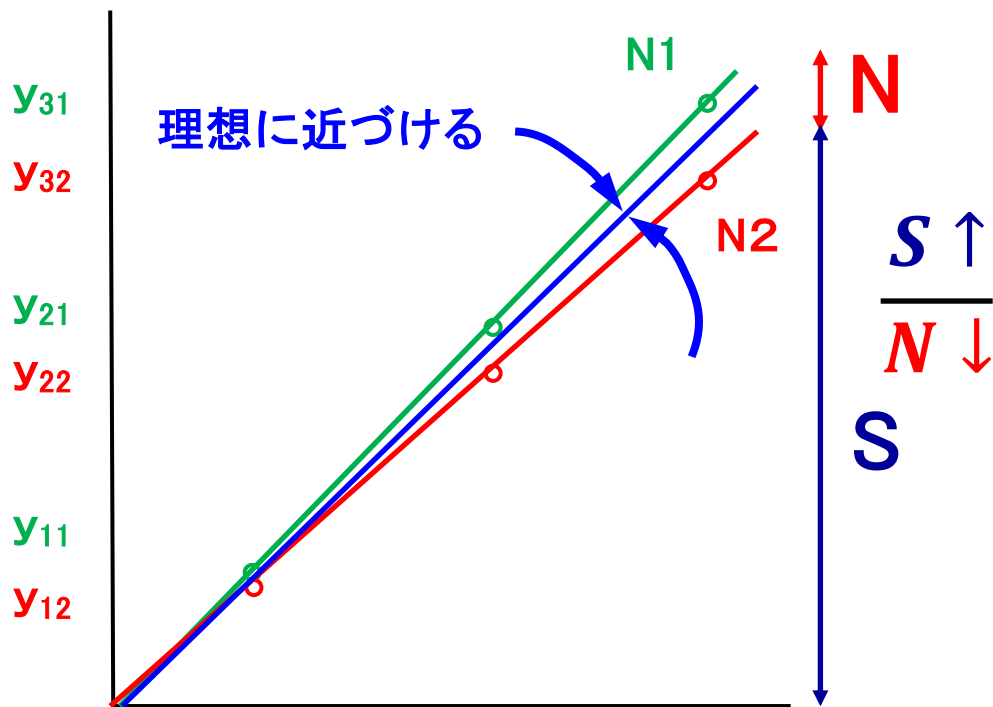
許容差設計

嵌合強度 / N



理想に近づける

嵌合強度



信号因子: 嵌合圧力



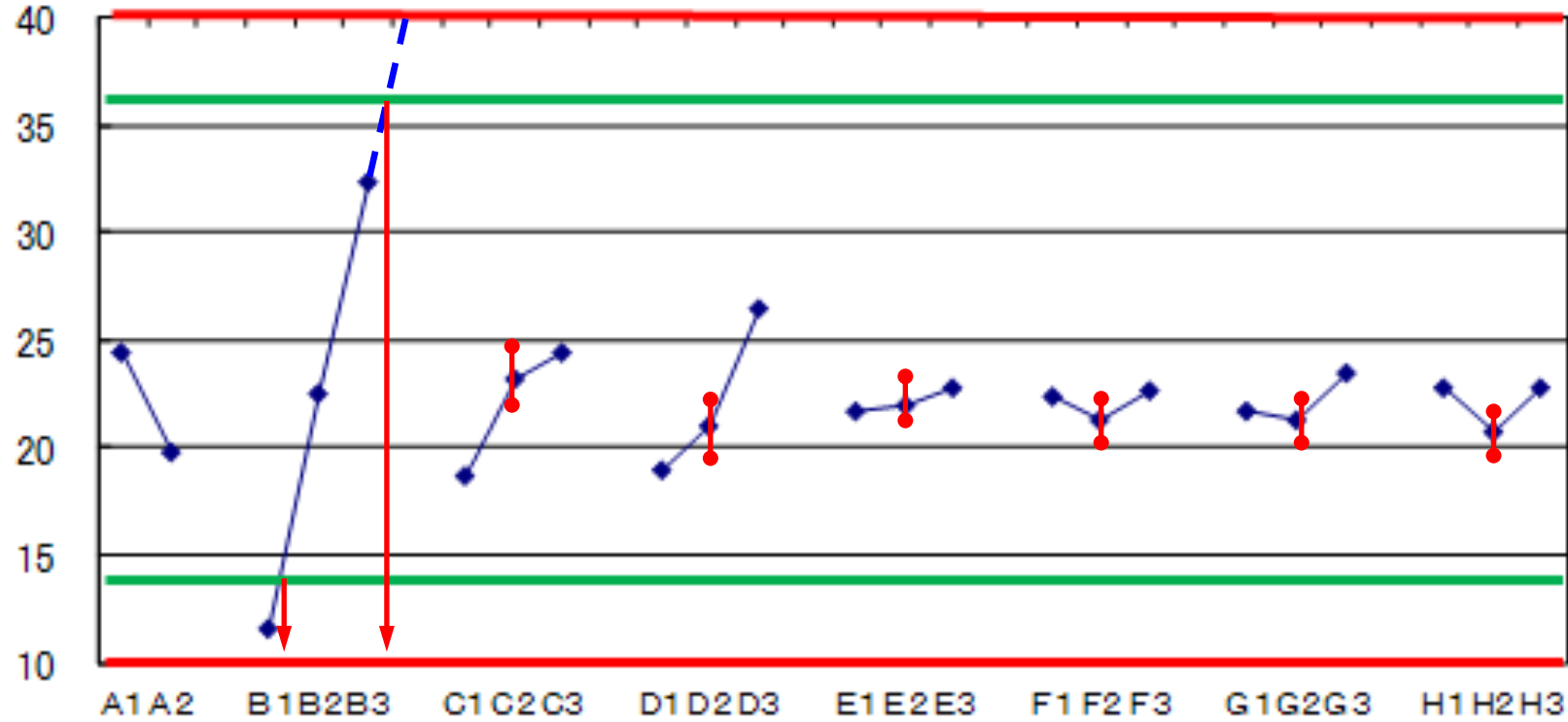
0.1 0.2 0.3

B
嵌合
圧力

制御因子	水準		
	1	2	3
治具の高さ(mm)	ワッシャー1個	ワッシャー2個	
嵌合圧力 (Mpa)	0.1	0.2	0.3
スピコン上	1	5	8
スピコン下	1	5	8
SUS板からシリンダー下死点(mm)	50	52	54
ワーク位置 スペーサー幅(mm)	0	5	10
嵌合保持時間(sec)	0.5	1	3
シリンダスイッチ位置下端から(mm)	5	22	45

許容差設計

嵌合強度
/ N



0.1 0.2 0.3

B
嵌合
压力

品質工学の手順

重要

- 機能を明確にする
- 評価方法を決める
- 誤差因子が重要
- データの取り扱い
- SN比の算出式をどう決めるか？
- 品質機能展開表を作成し、制御因子を選定し、直交表に割り付ける
- 直交表実験
- 効果要因図作成後、確認実験を実施する
- ロバストエンジニアリング情報