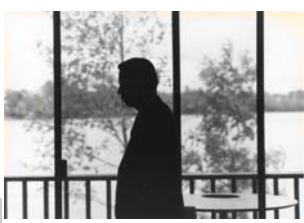


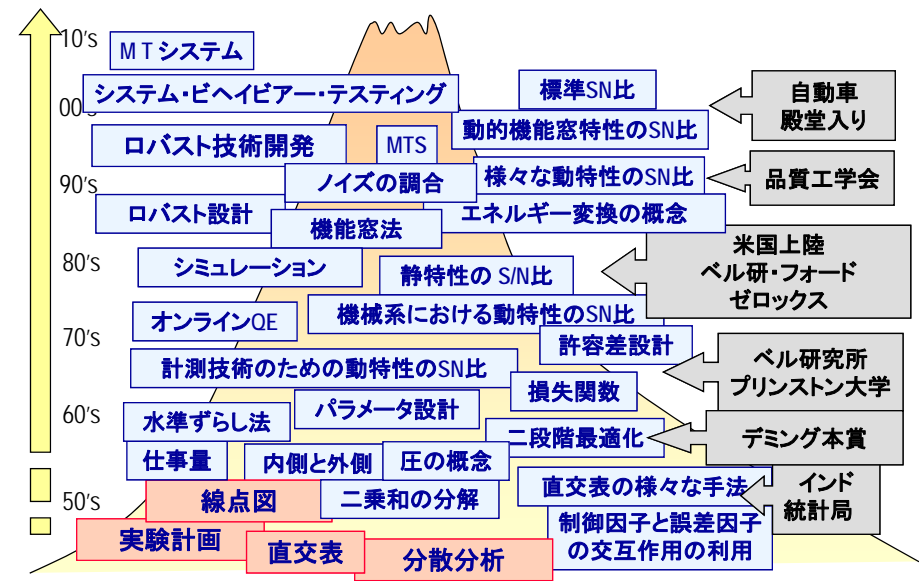
Dr. Genichi Taguchi タグチメソッドの変遷 エポックメイキング事例を通して...



統計数理研究所
Taguchi Memorial Symposium
2013年 5月13日(月)

Shin Taguchi (田口伸)
CTO, ASI Consulting Group LLC, President, American Supplier Institute, Inc.
Bingham Farm, Michigan USA
shin.taguchi@asiusa.com

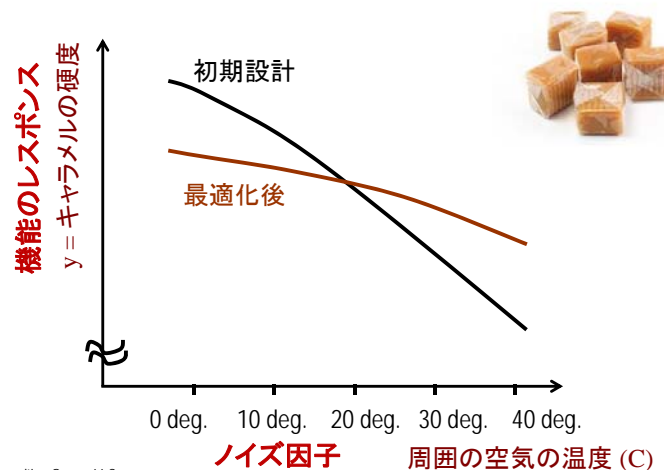
タグチメソッドの歴史



© 2010 ASI Consulting Group, LLC

1948 森永製菓 - キャラメル硬度の最適化

制御因子とノイズ因子の交互作用を利用する。



© 2010 ASI Consulting Group, LLC

1950年代の電気通信研究所(ECL)

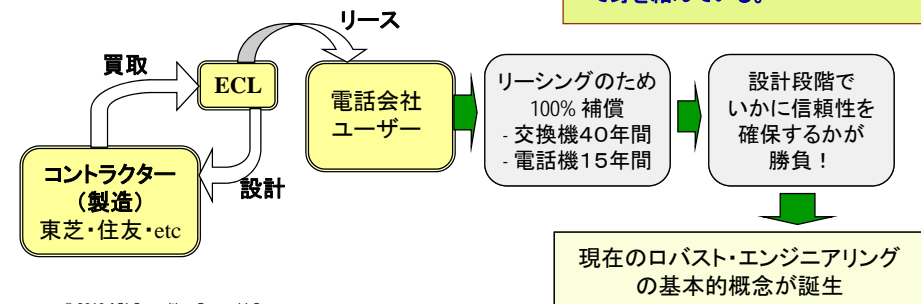
1950年電気通信研究所では、ベル研究所と競合してクロスバー交換機の開発を決める。ドクター・タグチはその年に入所。



クロス・バー交換機システムの開発

	予算	人員	期間	結果
ベル研	50	5	7年	開発失敗
通研	1	1	6年	要求満たす

- 10年かかると言われたワイヤーリレーの開発を2年で完了
- ECLはタグチメソッドの基礎的なアイデアを応用。これが現在ロバスト・エンジニアリング (品質工学) として身を結んでいる。



© 2010 ASI Consulting Group, LLC

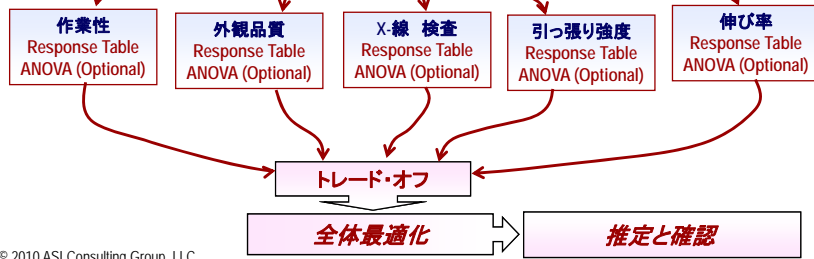
要求をデータとした L16 の実験計画

L16	A	G	A	G	H	H	B
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	2	2
3	1	1	2	2	2	2	2
4	1	1	2	2	2	1	1
5	1	2	1	1	2	2	2
6	1	2	1	1	2	2	1
7	1	2	2	2	1	1	1
8	1	2	2	2	1	1	2
9	2	1	1	1	2	2	2
10	2	1	1	1	2	2	1
11	2	1	2	2	1	1	2
12	2	1	2	2	1	1	1
13	2	2	1	1	2	2	2
14	2	2	1	1	2	2	1
15	2	2	2	2	1	1	2
16	2	2	2	2	1	1	1

1963 Bullet Train



勿論 現在ではこのやり方は奨励されない！
それは何故？



“アセスメント”と“バリデーション”の違いを認識することが一番重要！

まずは“Robust Assessment”最後に“Validate”

ただか数秒とか、2時間から1日で結果がでるテスト
絶対値は必要ない

絶対値を知りたい
時間がかかる

技術要素・設計概念の機能のロバストネスを評価する。

□ 開発された製品が様々な要求を満たしているかチェックするための試験。

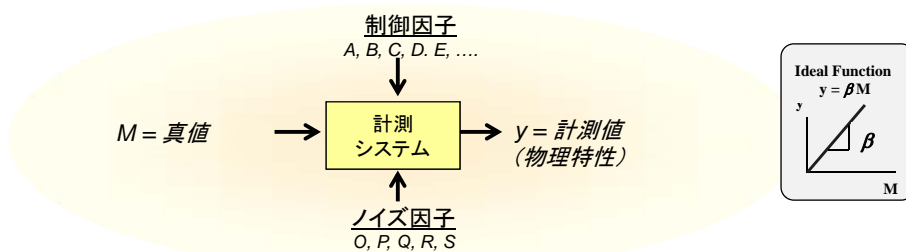
ノイズを振って理想機能を測り、SN比でロバストネスのアセスメントする。
(外側配置)

□ 何か見逃していないか、とことんチェック。

Government Research Institute for Metrology

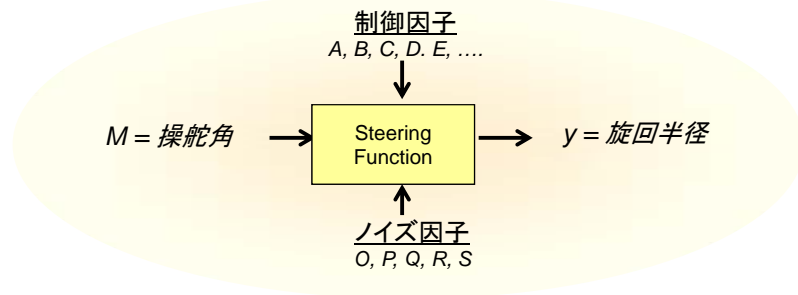
計測機能の理想機能

2段階最適化



2段階最適化
 Step-1: S/Nの最大化
 Step-2: β を1.000に調整

機械系における最初の理想機能によるSN比



現在では横加速度を出力にする。
速度も信号にして、ダブル信号とする。

コストと品質、

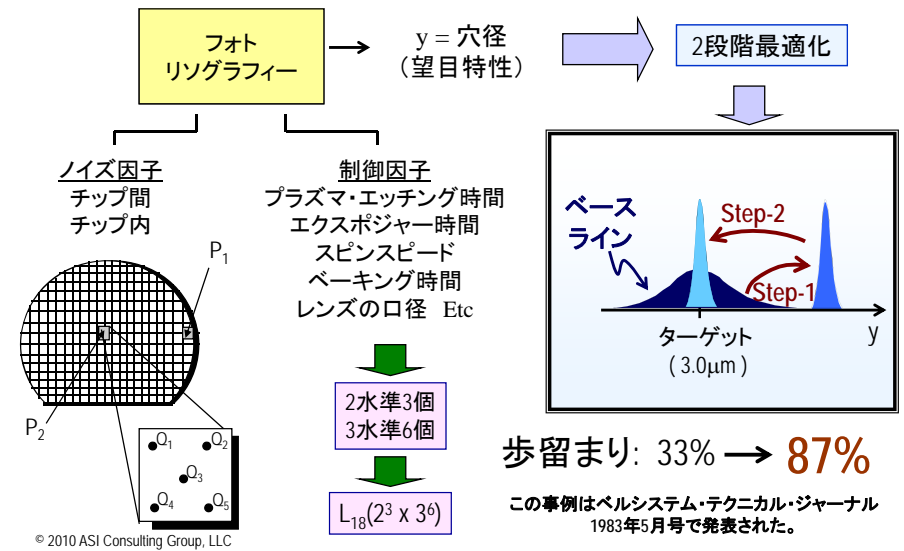
どちらが重要？

勿論コスト！！
それは家族のほうが車より大事だから・・・。

品質はコストダウンの最良の戦略！！

1980年ベル研究所における256Kチップのフォトリソグラフィー

2段階最適化



1980's ゼロックスの紙送り機構

機能窓特性

モグラ叩き からの脱却

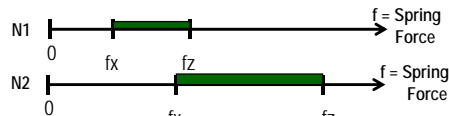
1時間できるロバストネスのアセスメント

ノイズの調合

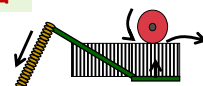
Control Factors	A	B	C	D	E	F	G	H
Result-1	1	1	1	1	1	1	1	1
Result-2	1	1	2	2	2	2	2	2
Result-3	1	1	3	3	3	3	3	3
Result-4	1	2	1	1	2	2	3	3
Result-5	1	2	2	2	3	3	1	1
Result-6	1	2	3	3	1	1	2	2
Result-7	1	3	1	1	2	2	2	2
Result-8	1	3	2	2	1	3	1	1
Result-9	1	3	3	3	2	2	2	2
Result-10	2	1	1	3	3	2	2	1
Result-11	2	1	2	1	1	3	3	2
Result-12	2	1	3	2	1	1	3	2
Result-13	2	2	1	2	3	1	3	2
Result-14	2	2	2	3	1	2	3	2
Result-15	2	2	3	1	2	3	2	1
Result-16	2	3	1	3	2	2	2	1
Result-17	2	3	2	1	3	1	2	3
Result-18	2	3	3	2	1	2	2	1

ロバストネスのアセスメント (外側配置)

機能窓特性



fx = 3枚続けて1枚ずつ送る最小ばね力
fz = 重送などを始める最小ばね力



2段階最適化
Step-1: 窓の最大化
Step-2: ばね力調整

Noise Compounding

N1 = ミスフィードしやすいノイズ条件 = ツルツルで重い紙 + 磨耗したローラー + 高湿度
N2 = 重送しやすいノイズ条件 = 粗い表面で軽い紙 + 新しいローラー + 低湿度

後に以下のような動特性も登場



2段階最適化

Step-1: S/Nの最大化
Step-2: βの調整

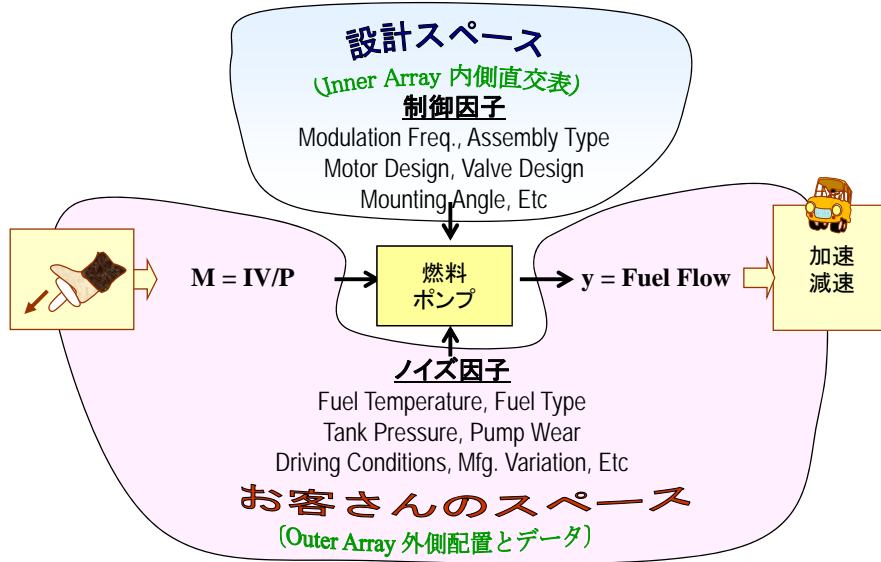
1988 ASI Symposium のテーマ:

TO GET "QUALITY", DON'T MEASURE "QUALITY"



TO GET "QUALITY", MEASURE "FUNCTION" AND OPTIMIZE FOR ROBUSTNESS!!

燃料ポンプのP-ダイアグラム

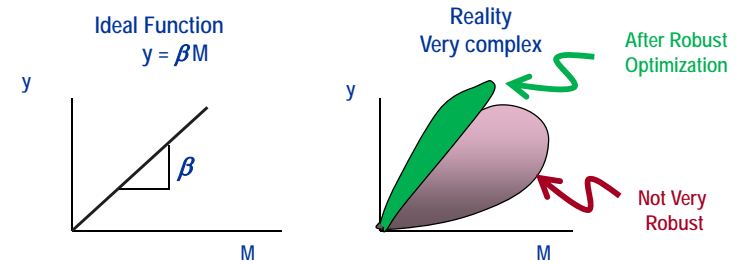


1993 Fuel Pump by Ford Ideal Function

I=Current
V=Voltage
P=Pressure

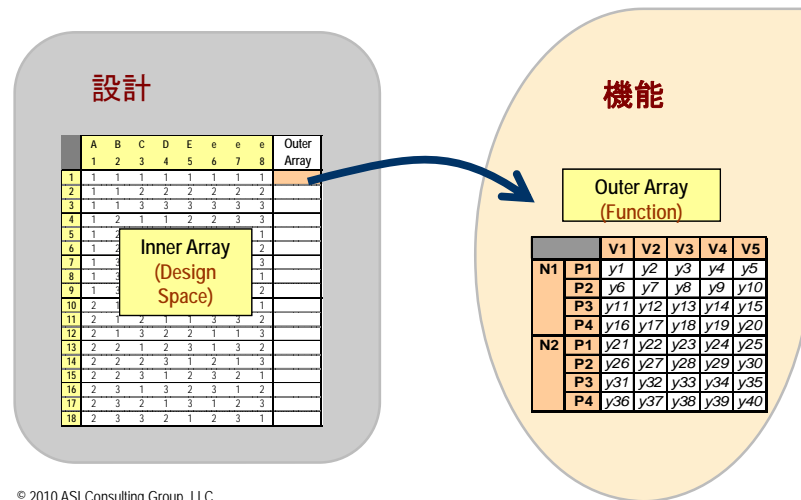
Input Signal: $M = \frac{IV}{P}$

Output Response: $y = \text{Fuel Flow}$



Control Factors → Inner Array Signal & Noise Factors → Outer Array

Do you really care about your customers?



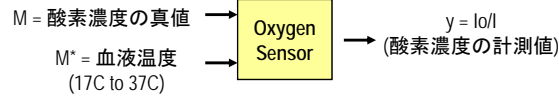
ノイズが大問題

→ ノイズに対する対策は4種類しかない！

- I. 無視する。
- II. ノイズそのものを制御する。
Example: 標準化、管理図による工程管理、ポカヨケ、従来の品質保証活動、許容差設計 Etc.
- III. ノイズの影響を補正する。
Example: フィードバック制御、アダプティブ制御、エンジン・コントロール、ABS、Etc.
- IV. ノイズの影響を最小化
Example: **ロバストな設計概念の創造**
ロバストネスの最適化(パラメータ設計)

1993 3Mの酸素センサー

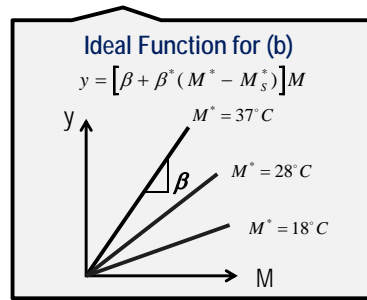
理想機能と補正の機能の同時最適化



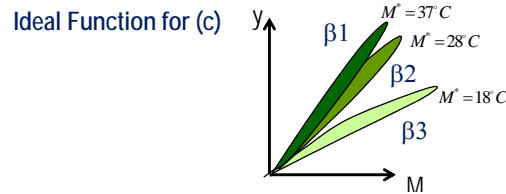
(a) M^* をノイズとする

(b) M^* は信号因子

補正ができる上に温度の影響の物理が解っている

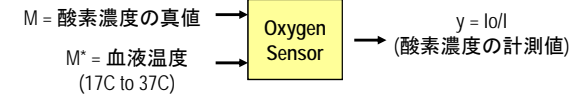


(c) M^* は標示因子 補正ができるが温度の影響の物理は不明だが、各温度における β がわかれば補正のためのルックアップテーブルを作成できる。



1993 3Mの酸素センサー

理想機能と補正の機能の同時最適化



$M^* =$ 血液温度が標示因子の場合のSN比

外側の計測機能のデータ

	M1	M2	M3	M4
M*1 N1	y1	y2	y3	y4
N2	y5	y6	y7	y8
M*2 N1	y9	y10	y11	y12
N2	y13	y14	y15	y16
M*3 N1	y17	y18	y19	y20
N2	y21	y22	y23	y24

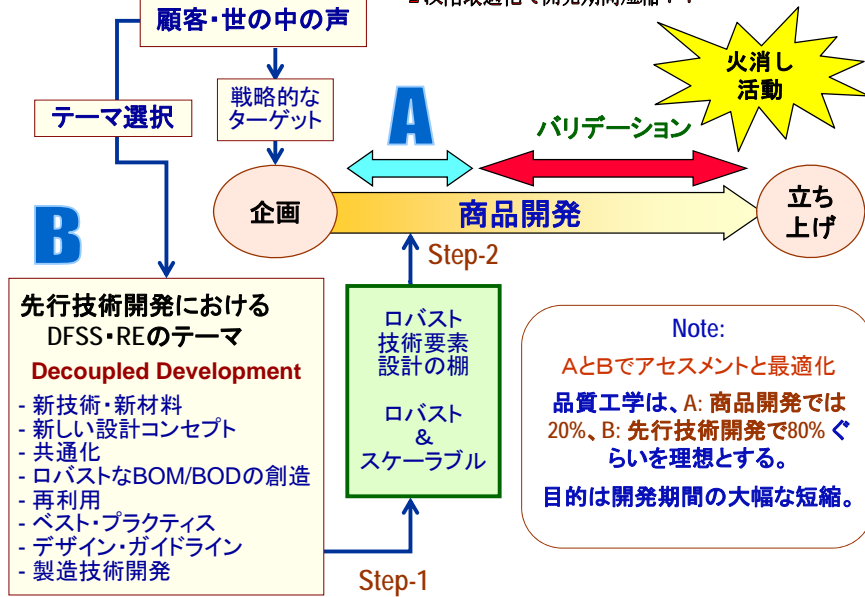
$$S_T = \sum_{i=1}^{24} y_i^2 \text{ の分解}$$

Source	f	S	
β	1	S_β	→ 最大化
$\beta \times M^*$	2	$S_{\beta \times M^*}$	→ 無視
Noise	21	S_{noise}	→ 最小化
Total	24	ST	

$$\sigma_{Noise}^2 = \frac{S_T - S_\beta - S_{\beta \times M^*}}{21} \rightarrow S/N = 10 \log \frac{\beta^2}{\sigma_{Noise}^2}$$

RE as Corporate Strategy !

2段階最適化で開発期間短縮!!



皆さんに盛り上げていただき
 父は素晴らしい人生をおくることができました。
 父にかわりお礼を申し上げます。

ありがとうございました。

ご静聴ありがとうございました。