

TOKYO 2019

# DISCOVERY SUMMIT

EXPLORING DATA  
INSPIRING INNOVATION



Statistical Discovery.™ From SAS.

# JMPによる 品質問題の解決 ～製造業の不良解析と信頼性予測～

---

東林コンサルティング  
代表 細島 章

# 製造業の品質問題

- 不良解析・歩留り改善はパーティション分析が強力
  - 歩留り悪化の原因や特性変動の原因の発見
  - 1変量・2変量の分析・多変量相関→パーティション分析
- 市場不良の将来予測で信頼性予測が威力を発揮
  - CHMデータ(コンポーネントアワーマップ, JMPではネバダ形式)
  - 統計モデルによる将来の返品リスクの予測
  - モデル適合性指標による客観性担保

⇒関係者や顧客の説得が容易

# パーティション分析 (Pat分析)

---

JAPAN

DISCOVERY  
SUMMIT

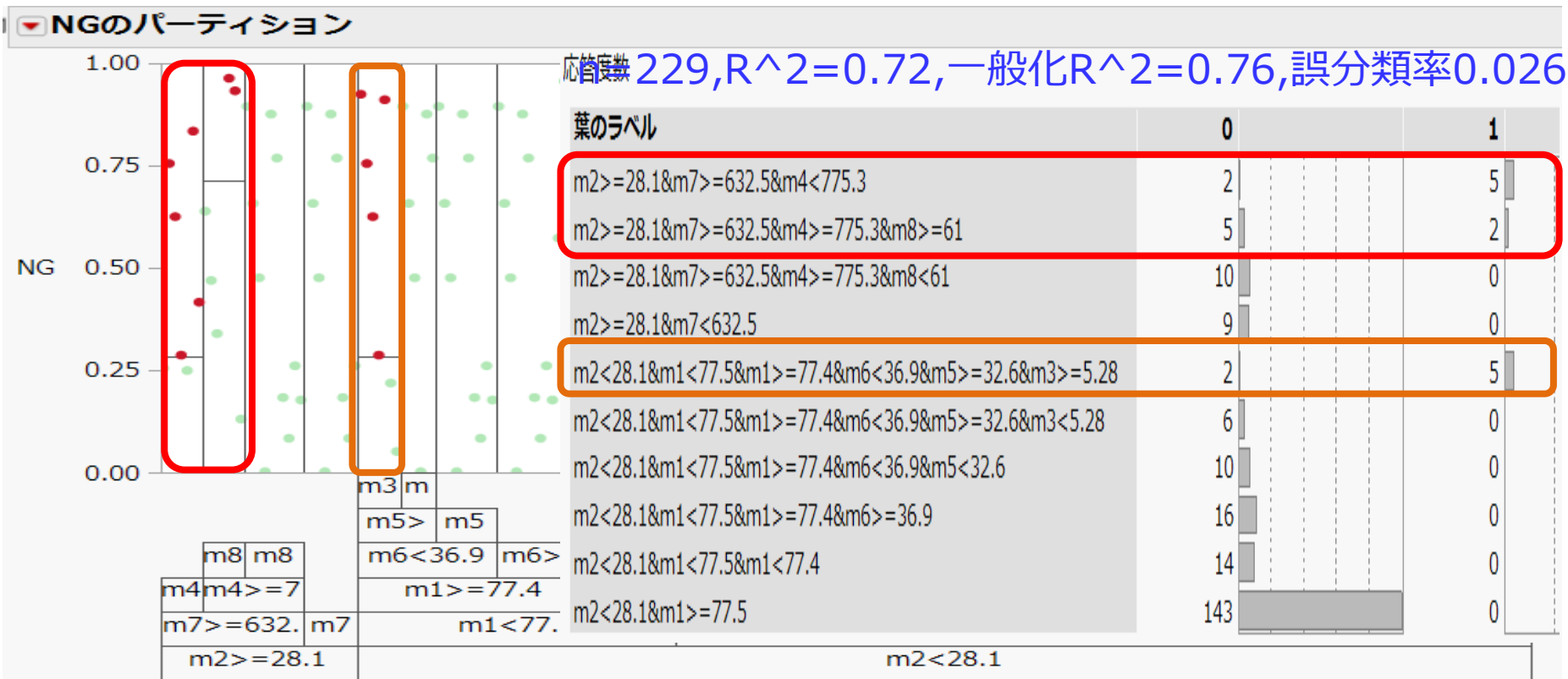
EXPLORING DATA  
INSPIRING INNOVATION

# Pat分析が効果を発揮した例

- 鋳造不良の原因究明
  - $n=229$ 、変数=15、誤分類率0.026
- 計測器の工程内不良の原因究明
  - $n=454k$ 、変数=9、 $R^2=0.25$
- 装置の異常予知
  - $n=1150$ 、変数=44、誤分類率0.003（検証）

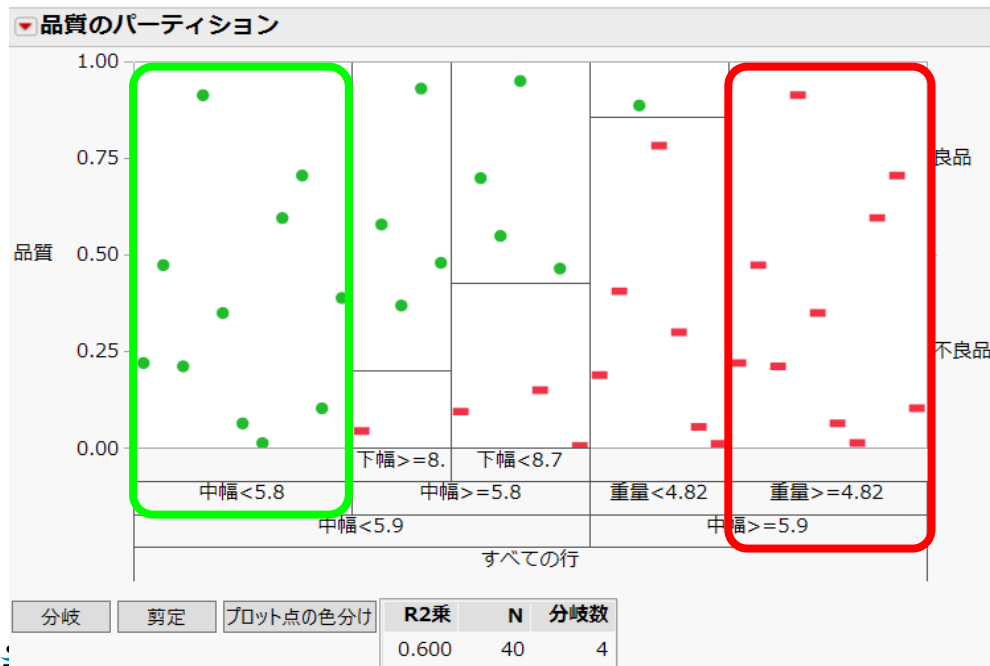
# 不良条件が特定できる

- 不良条件と良品条件の層別→重点対応が可能



# 電子部品の良品(不良品)発生条件の発見(N=40)

- 良品：中幅 < 5.8 のとき
- 不良品：中幅 > 5.9 & 重量 ≥ 4.82 のとき
- 誤判定数はロジスティック回帰分析と同じ

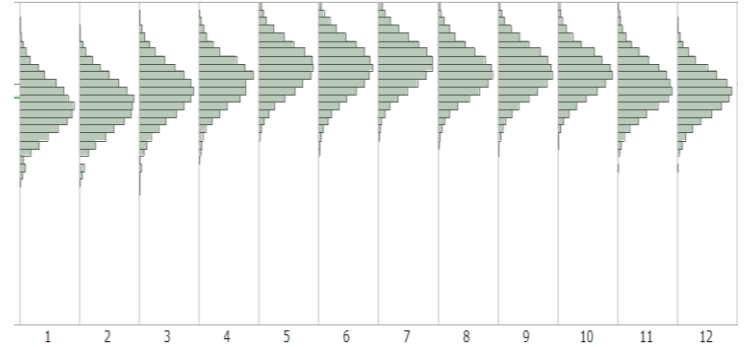


		高さ	重量	上幅	中幅	下幅	品質
5							
	1	16.13	4.71	8.3	5.8	8.7	不良品
	2	16.17	4.83	8.2	6.2	8.7	不良品
	3	16.24	4.84	8.3	6	8.9	不良品
	4	16	4.54	8	5.7	8	良品
	5	15.85	5.07	7.9	6	8.7	不良品
	6	15.74	4.11	7.8	5.6	8.1	良品
	7	15.83	4.44	8.3	5.9	8.4	不良品
	8	16.31	5.2	8.2	6.1	9.1	不良品
	9	15.77	4.49	8.5	5.8	8.6	良品
	10	15.58	4.58	8.8	5.8	8.6	良品
	11	16.19	4.4	8.2	5.8	8.8	良品
	12	16.04	4.24	8.4	5.6	8.5	良品
	13	16.03	4.47	8.3	5.8	8.6	不良品
	14	16.2	4.9	8.3	5.9	8.4	不良品
	15	15.71	4.33	8.5	5.5	8.5	良品
	16	15.88	4.44	7.9	5.8	8.5	良品
	17	16.26	5.04	8.8	6.2	9.2	不良品
	18	16.14	4.52	8.2	5.6	8.3	良品
	19	15.99	4.88	8.6	5.7	8.8	良品
	20	16.7	4.83	8.2	5.8	8.7	良品
	21	15.62	4.64	8.3	6	8.6	不良品
	22	15.54	4.52	8.1	5.6	8.5	良品
	23	15.94	4.87	8	6.2	8.3	不良品
	24	15.43	4.52	8.2	6.4	8.8	不良品
	25	15.65	4.4	8	5.9	8.5	不良品

# 計測器特性の変動原因の究明

- 原因は季節変動

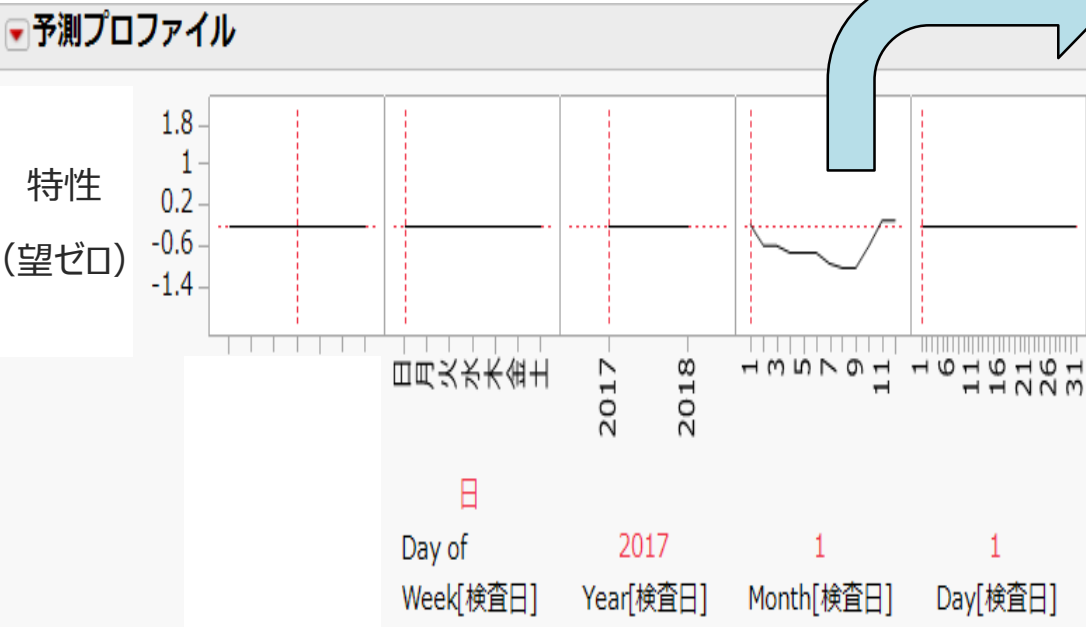
月と特性の2変量の関係



Turkey-KramerのHSD検定

差の順位レポート

水準	- 水準	差	差の標準誤差	下側信頼限界	上側信頼限界	p値
1	8	0.8163696	0.0043440	0.8021732	0.8305659	<.0001*
1	7	0.7547315	0.0040106	0.7416246	0.7678384	<.0001*
12	8	0.6983225	0.0040968	0.6849338	0.7117111	<.0001*
1	9	0.6517188	0.0043739	0.6374248	0.6660128	<.0001*
12	7	0.6366844	0.0037415	0.6244569	0.6489118	<.0001*
2	8	0.6331752	0.0040597	0.6199080	0.6464425	<.0001*





# Pat分析の特徴

## ■ 長所

- 交互作用が検出できる(現実世界には交互作用)
- 重回帰分析のようにモデルを必要としない
- 層別分類の明解性→強い説得力

## ■ 短所 (不得手なデータ)

- 行数が少ないデータ、配合系データ
- 例:セメントの粒径異常分析(粒径30以下は正常)

	ロットNO	大気温度	大気湿度	焼成温度	炉回転数	鉄分	水分	粒径
1	1	28.7	86	1560	21	0.5	2.3	21
2	2	35.2	79	1547	18	0.3	1.8	27
3	3	25.5	69	1543	16	0.4	1.8	30
4	4	31.2	85	1572	25	0.3	1.9	18
5	5	24.2	73	1564	21	0.4	2.4	20
6	6	23	55	1576	24	0.2	2.1	17
7	7	25.7	75	1573	22	0.3	1.8	18
8	8	27.1	83	1543	20	0.2	1.5	28
9	9	25.5	81	1538	25	0.3	1.9	30
10	10	23.4	68	1567	24	0.4	2.7	19
11	11	19.4	55	1610	21	0.2	2.3	14
12	12	21.7	59	1605	19	0.3	2.4	15
13	13	26.8	74	1548	16	0.2	1.7	27
14	14	29.4	85	1568	17	0.3	1.4	21
15	15	34.4	94	1523	14	0.2	2.3	51
16	16	36.2	91	1516	13	0.3	1.5	70
17	17	32.1	85	1517	15	0.4	1.3	65
18	18	29.7	79	1534	19	0.2	1.8	35

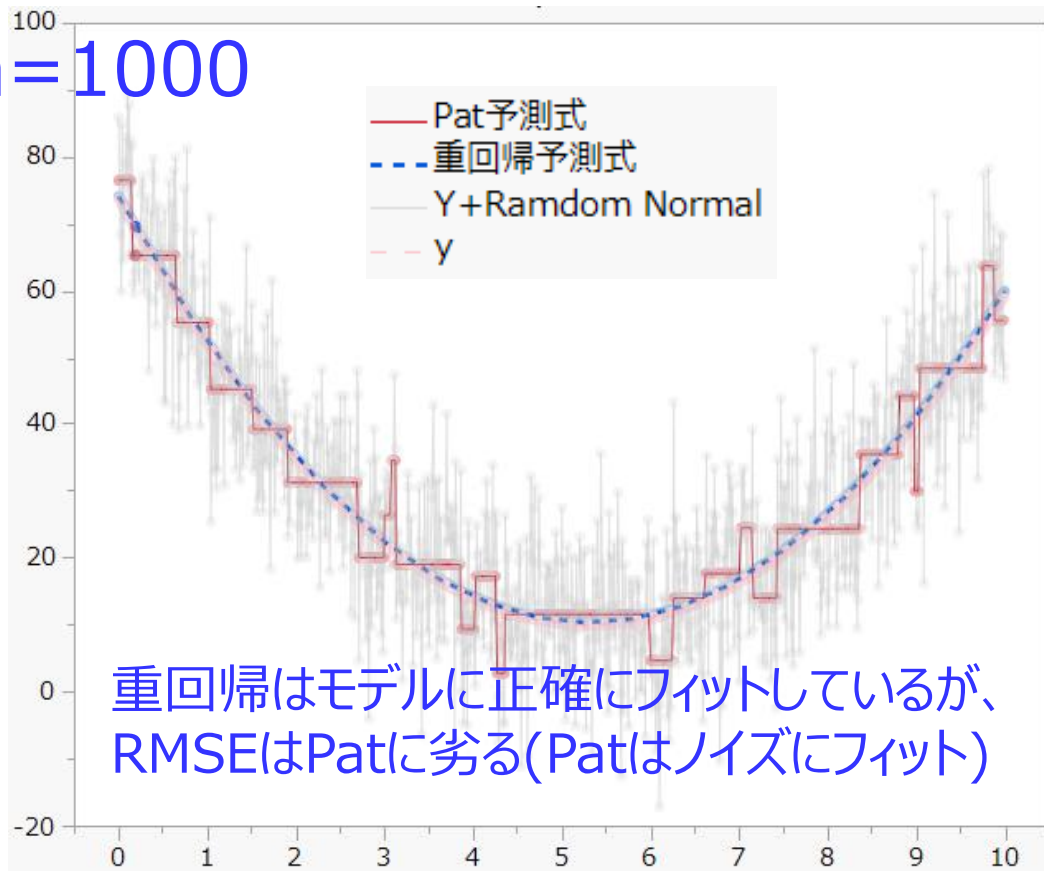
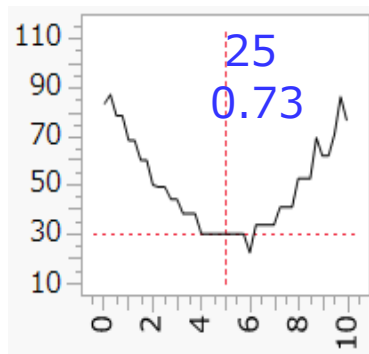
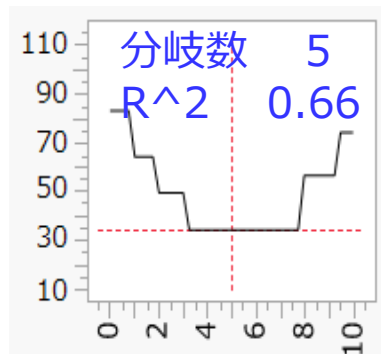
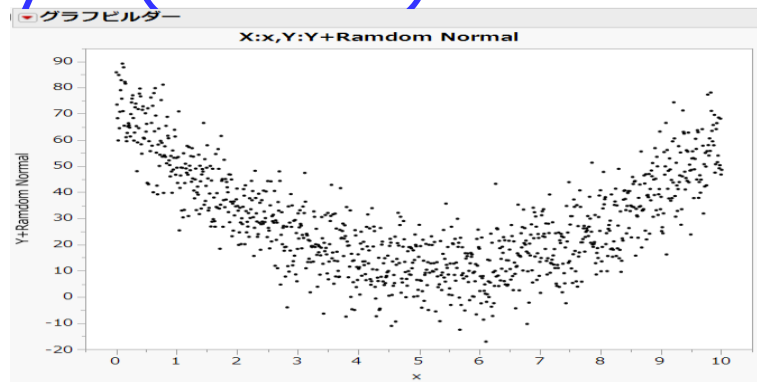
出所:「タグチメソッドの応用と数理」森 輝雄

項	分岐数	平方和	割合
焼成温度	2	3287.61111	1.0000
大気温度	0	0	0.0000
大気湿度	0	0	0.0000
炉回転数	0	0	0.0000
鉄分	0	0	0.0000
水分	0	0	0.0000

要因	対数値	P値
焼成温度	6.993	0.00000
大気湿度*焼成温度	5.665	0.00000
水分	3.600	0.00025
鉄分	3.479	0.00033
焼成温度*炉回転数	2.901	0.00126
大気湿度*鉄分	1.391	0.04064

# 2次曲線の予測：Pat vs 重回帰

$$y = (1.5x - 8)^2 + 10 \quad n = 1000$$



# 信頼性予測

---

# 信頼性予測の基になるデータ

- CHM(コンポーネントアワーマップ)【JMPではネバダ形式】
- データ：サンプルデータSmall Production(Y軸：生産数、 X軸：返品数)

販売数	販売月	08/20 09	09/20 09	10/20 09	11/20 09	12/20 09	01/20 10	02/20 10
2550	07/2009	11	13	25	24	33	18	55
2600	08/2009	0	8	19	30	30	29	29
2650	09/2009	0	0	14	18	25	26	27
2700	10/2009	0	0	0	13	17	34	33
2750	11/2009	0	0	0	0	12	21	29
2800	12/2009	0	0	0	0	0	6	16
2850	01/2010	0	0	0	0	0	0	17

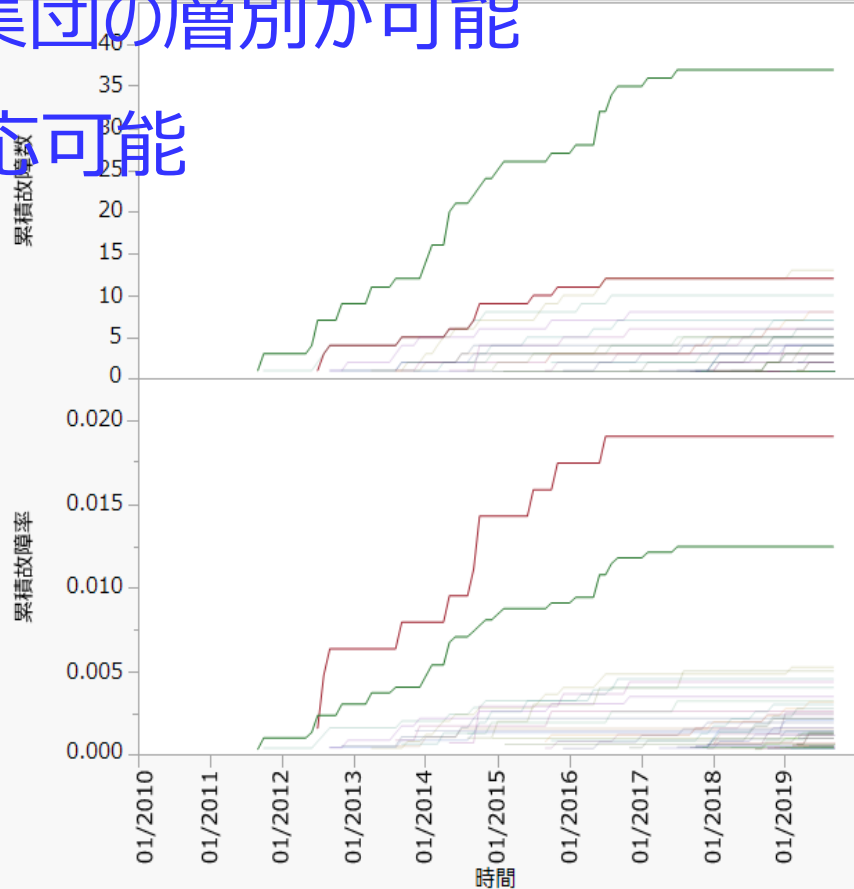
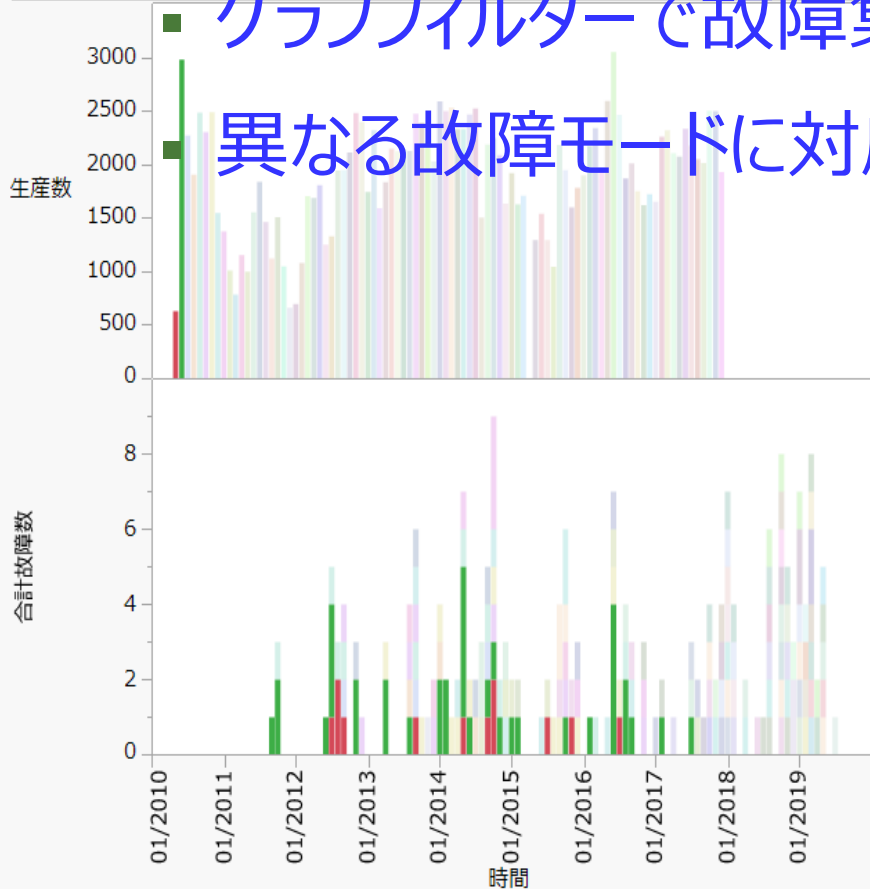
# JMP(信頼性予測)でできること

- グラフフィルターによる不良発生状況の把握
- 適合する不良発生モデルの選択
  - DS(Defective Subpopulation)故障モードが有用
- ハザードプロファイルで故障モードを判定
- 将来の返品数・累積返品数を予測

# 故障発生状況の可視化

観測データ

グラフフィルターで故障集団の層別が可能  
異なる故障モードに対応可能



グラフフィルタ

バッチ

05/2010

06/2010

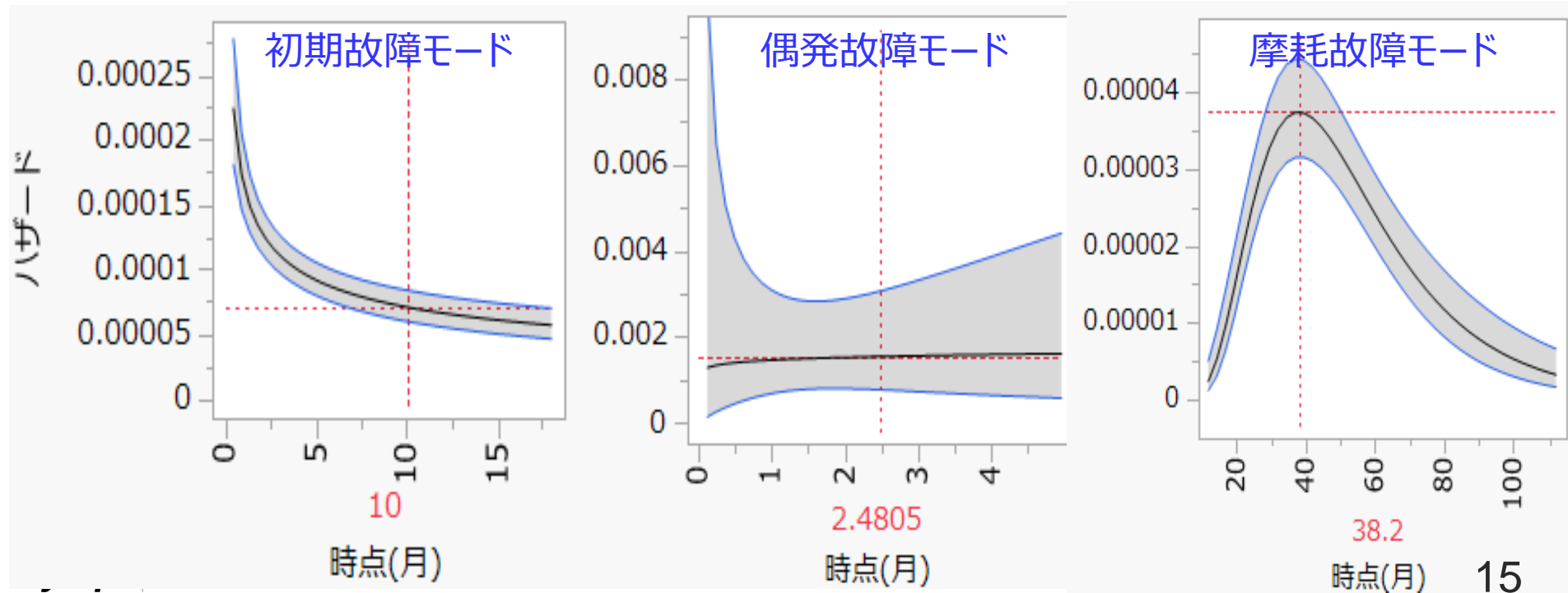
07/2010

08/2010

09/2010

# ハザードプロファイル

- 摩耗故障のリスク最大時期を予測できる
- 故障モードが判定できる

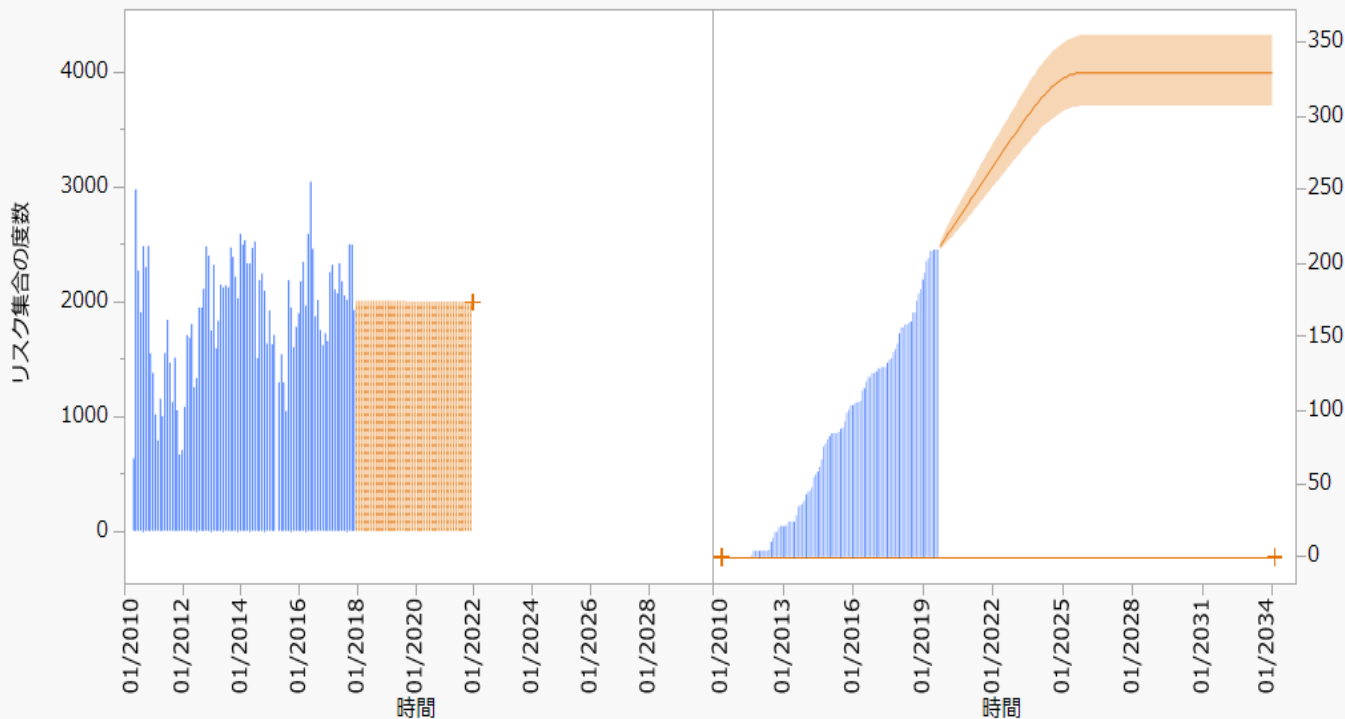


# 将来の返品予測

- 保証期間内の返品を予測できる
- 信頼区間

▼ 予測

過去および将来のリスク集合



契約期間

契約期間の使用

4

年

分布の選択

DS 対数正規

予測の種類

各時点の度数

累積度数

区間

区間の表示



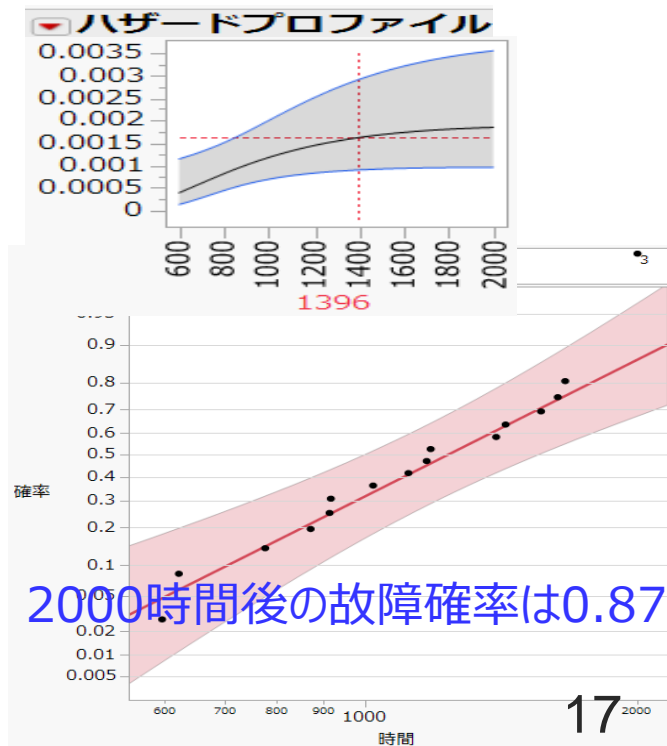
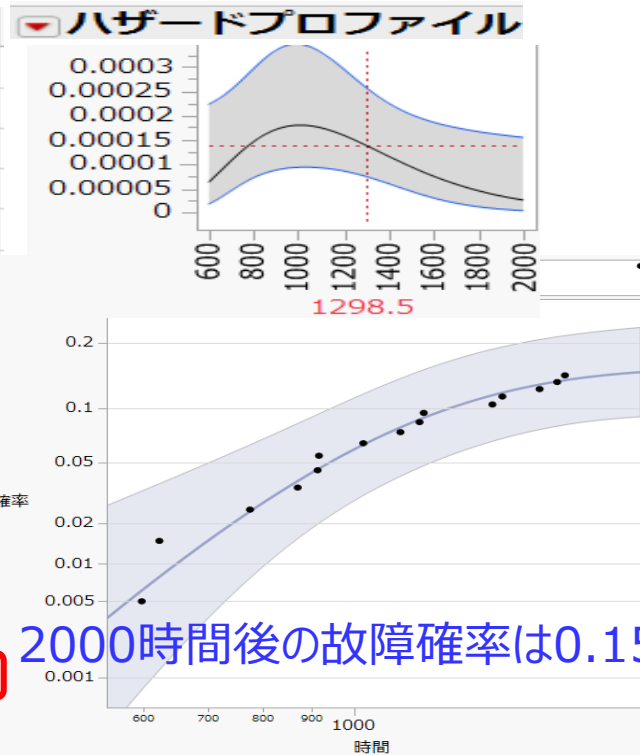
# DSモデル例

データ出所:

Example 9.5 Applied Reliability A., Paul; Tobias. CRC Press 2012

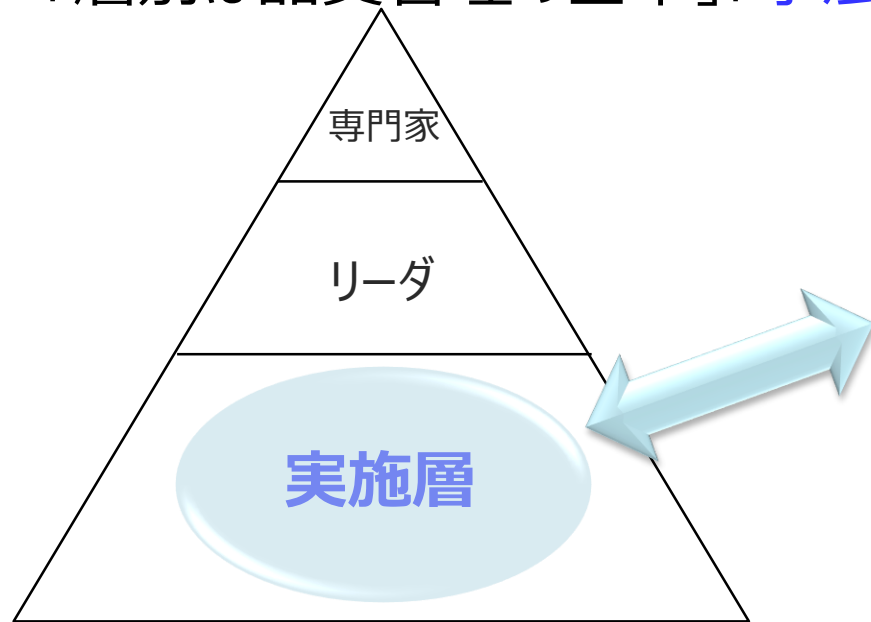
- DS対数正規モデルの適合事例 (中央)
- 16行目を85→3と変更すると対数正規分布が適合する (右)

	時間	度数	打ち切り
1	597	1	0
2	623	1	0
3	776	1	0
4	871	1	0
5	914	1	0
6	917	1	0
7	1021	1	0
8	1117	1	0
9	1170	1	0
10	1182	1	0
11	1396	1	0
12	1430	1	0
13	1565	1	0
14	1633	1	0
15	1664	1	0
16	2000	85	1



# まとめ 製造業の品質力

- 実施層の問題解決能力が品質力の鍵
- 現場問題の解決は1変量・2変量・パーティション分析が有効
- 「層別は品質管理の基本」「手法の階層性を意識した教育」(椿)



- 1変量の分析
  - 2変量の分析
  - パティション分析
  - 信頼性予測
- 層別手法

# 参考文献

- 「やさしい信頼性データ解析」 塩見弘・関哲朗ほか 日科技連出版 2005
- Applied Reliability 3<sup>rd</sup>. A., Paul; Tobias. CRC Press 2012
- Classification and Regression Trees, Bob Stine Dept of Statistics, Wharton School([http://www-stat.wharton.upenn.edu/~stine/mich/DM\\_07.pdf](http://www-stat.wharton.upenn.edu/~stine/mich/DM_07.pdf))
- Interactive Data Mining and Design of Experiments: the JMP® Partition and Custom Design Platforms, March 2006

TOKYO 2019

# DISCOVERY SUMMIT

EXPLORING DATA  
INSPIRING INNOVATION

ご清聴ありがとうございました



Statistical Discovery.™ From SAS.