StatWorks®の新機能紹介「パラメータ設計」

(株)日本科学技術研修所 数理事業部 犬伏秀生

1. はじめに

弊社では,統計解析パッケージ StatWorks®の次期バージョンの発売を 2011 年度上期頃に予定しております. 開発・設計段階における設計パラメータの決定においては,"ロバストネス"を考慮することが一般的になって おり,製造業でのパラメータ設計(タグチメソッド)の活用はますます進んでおります.

このような状況を踏まえ、弊社では、開発・設計におきましてもより多くの方に StatWorks®をご活用頂けることを目指し、StatWorks®の次期バージョンで解析手法「パラメータ設計」の機能強化を行います.

本資料では、StatWorks®の次期バージョンにおける解析手法「パラメータ設計」の機能,及び、システム共通の機能強化内容をご紹介します.

なお、本資料の内容は予告なく変更される場合があります.ご了承下さい.

2. システム共通の主な機能強化ポイント

StatWorks®の次期バージョンでのシステム共通の主な機能強化項目をご紹介します.

(1) リボンコントロールの採用

(右図).

StatWorks®の次期バージョンでは、「リボンコントロール」を採用します.

リボンコントロールは、これまでのメニューバー、ツールバーに代わるユーザーインターフェースであり、 Microsoft Office2007・2010 でも採用されています. 今後、ソフトウェアの標準的なユーザーインターフェース になると考えられます.



なお, StatWorks®の次期バージョンでは, StatWorks®/V4.0 のツールボタンとメニューボタンは, リボンコン トロール上のボタンに統合します.



(2) グループ・タブによる解析結果の整理

StatWorks®の次期バージョンでは、1つの解析手法内で出力される解析結果を「グループ」と「タブ」という形で整理し、原則的に一つのウィンドウに出力します.

この解析結果のグループ・タブ化により、1つの解析手法では極力複数のウィンドウが出力されないようにしま す.これにより、迷うことなく目的の出力に辿り着けることを目指しています.

特に,1つの解析手法内で数多くの出力がなされる実験計画法関連,多変量解析関連の解析手法が対象となります.

JUSE Package Software _ =
プリークシート 編集(E) 手法(M) 手法(M) 手法(ME(M) Style ~ Styl
・ x*- この機能について ・ x* ・ 水準名称/番号 ・ いり替え ・ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
パラメーク設計 - □ × パラメーク設計 - □ × ダブ タブ 実験データ 制御因子 調素四子 信号因子 入出力図 SN比・感度
特性種類:ゼロ点比例式[田口4]] 内側計画:直交表[L18(2°1×3°7)] 誤差因子:調合[水準数2]
1 A1 B1 パラメーク設計 2 A1 B1 C2 パラメーク設計
3 A1 B1 C3 D3 4 A1 B2 C1 D1 5 A1 B2 C2 D2 6 A1 B2 C3 D3
7 A1 B3 C1 D2 8 A1 B3 C2 D3 9 A1 B3 C3 D1
10 A2 B1 C1 D3 11 A2 B1 C2 D1 構築
12 A2 B1 C3 D2 13 A2 B2 C1 D2 14 A2 B2 C2 D3 15 A2 B2 C3 D1
16 42 83 C1 D3 17 A2 B3 C2 D1 18 A2 B3 C3 D2 要因効果変 分散分析表 推定値・利得
・ 本画面では、観測データの入力を行います。 ・ 観測データの入力は、以下のいずれかの方法 の どたいではなどの他のアゴリアーションとのデー の Statifyseのアークシャーションとのデー の Statifyseのアークシャーションをのデー
17°4

(3) グラフの機能向上

StatWorks®の次期バージョンでは、出力される グラフに対し、下記の機能向上を施します.

グラフの精緻度向上

グラフの精緻度を向上し,見た目の綺麗さを向 上させます.

また,透過表示も可能となります(右図は,2 つの応答曲面(三次元表現)を透過表示を用いて 重ね合せた例となります).

② レイアウト変更機能追加

グラフが表示された画面においてレイアウト変 更モードに切り替えると、グラフのレイアウトや サイズを自由に変更できます.



3. 解析手法「パラメータ設計」の機能紹介

3. 1. 概要

3. 1. 1. 主要な機能強化内容

解析手法「パラメータ設計」に関する StatWorks®の次期バージョンでの主な機能強化内容は下記の通りです;

- 画面構成・機能構成の整理
 - ✓ 分析結果画面をグループ・タブで整理
 - ✓ 設定ダイアログの数を減らすなど、分析手順を簡易化
 - ✓ Excel上のデータをコピー&ペーストにより直ぐに解析可能
- 要因効果図の機能強化
 - ✓ 「要因効果図」画面上に最適条件・現行条件の推定値,及び,利得を表示
 - ✓ 各因子の最適水準,現行水準を要因効果図上で設定可能
- 非線形の標準 SN 比に対応

3. 1. 2. 解析可能な設定内容

StatWorks®の次期バージョンの解析手法「パラメータ設計」では、下表の設定内容で解析を行うことができます. 下表中の太字下線箇所が StatWorks®/V4.0 からの追加機能となります.

No	設	定項目		設定内容
1	内側のわりつけ	計画種類	直交表	<u>L4(2^3)</u> , L8(2^7), L9(3^4), L12(2^11),
				L16(2^15), L18(2^1 \times 3^7), L18(6^1 \times 3^6),
				L27(3^13), L32(2^31), L36(2^11 \times 3^12),
				<u>L36(2^3 \times 3^13)</u> , <u>L54(2^1 \times 3^25)</u> ,
				L64(2^63), L81(3^40)
			要因配置	<u>1~4因子</u>
2	SN 比・感度	特性の種類	静特性	望目特性,望小特性,望大特性, <mark>機能窓法</mark> ,
				<u>デジタルの SN 比</u>
			動特性	ゼロ点比例式,一次式, 非線形の標準 SN 比 ,
				動的機能窓法
			その他	SN 比計算後データ (SN 比), SN 比計算後デ
				ータ (SN 比・感度)
3		SN 比の種類	田口のSN比	, <u>エネルギー比型 SN 比</u>
4		オプション	Ve を引かない	ヽ, <u>感度として傾きβ・平均値 m を使用</u>
5	外側のわりつけ	誤差因子のわりつけ	誤差因子の	2~20水準
			調合	
			直交表	選択可能な直交表は内側直交表と同じ
			要因配置	1~4因子
6		信号因子の水準数	全ての実験 N	lo で等しい, 実験 No によって異なる
7		信号因子の水準値	全ての実験 N	Io で等しい, 実験 No によって異なる
8	標準条件		<u>わりつけた誤</u>	差条件に標準条件が含まれる,平均値を標準条
			<u>件の出力とす</u>	<u>る,標準条件の出力を値で指定する</u>

3. 2. 出力画面(ゼロ点比例式の場合)

StatWorks®の次期バージョンの解析手法「パラメータ設計」における,ゼロ点比例式の場合の出力画面をご紹介します.

3. 2. 1. グループ・タブ構成

ゼロ点比例式の場合の分析結果画面のグループ・タブ構成は下記のようになります(グループ・タブ構成は特 性の種類によって変わります).

					19	ラメータ設計	1						パラメータ設計
開新データ	効果・推定	1. Warry 10, 200, 644, 14						解析データ	の果・推定				
実験データ	制御因子	誤差因子	信号因子	入出力図	SN比·感度	計算過程		要因効果図	要因効果表	分散分析表	推定値・利得)	

3. 2. 2. 分析手順と出力画面との対応

ゼロ点比例式の場合の分析手順と出力画面との対応は下記のようになります.



3. 2. 3. 主要な出力画面例

ここでは、『入門 タグチメソッド』 立林和夫著,日科技連,p.81-87 に記載された事例データ(冷却シス テムの機能性の改善)を用いて,StatWorks®の次期バージョンの解析手法「パラメータ設計」の出力画面例をご 紹介します.

冷却シス	冷却システムの機能性の改善(『入門 タグチメソッド』 立林和夫著,日科技連, p.81-87)								
内側計画種類	i種類 L18								
制御因子	内側直交表にわりつけ	けたパラメー	ータと水準は	以下の通り((▽:現行水	準);			
	パラメータ	,	第1水準	第2水準	第3水準				
	A 遮へい板		なし▽	あり	_				
	B 外装と吸気部の	距離	$20 \bigtriangledown$	40	60				
	C 吸気部と熱源の	距離	$110 \bigtriangledown$	60	40				
	D 開口部の高さ		$30 \bigtriangledown$	15	0				
	E 排気ダクトの高	さ	$30 \bigtriangledown$	15	0				
	F 熱源上部の穴径		大▽	中	なし				
	G 熱源下部の穴径		なし▽	中	大				
	 H 熱源と排気ダク 	トの距離	$60 \bigtriangledown$	50	40				
誤差因子	外側にわりつけた誤差	É因子と水 準	隼は以下の通	り;					
	誤差因子		第1	水準	笌	第2水準			
	N 排気口の障害物	の有無	N1 排気口	に障害なし	N2 排気	低口に障害あり			
信号因子	外側にわりつけた信号	号因子と水準	售値は以下のi	通り;					
(入力)	信号因子	第1水準	第2水準	第3水準					
	モータ電圧 V								
特性値(出力)	値(出力) 熱源位置の風速								
入出力関係式	当力関係式 ゼロ点比例式 (熱源位置の風速 y= β×モータ電圧 V)								

(1)「パラメータ設計の設定」ダイアログ

メニュー「パラメータ設計」を選択すると、「パラメータ設計の設定」ダイアログが表示されます.「パラメー タ設計の設定」ダイアログでは、内側計画種類、SN比、外側わりつけなどの分析に関する各種設定を行います.

ラメータ設計の設定	
内側計画種類 ● 直交表 種類: L18(2^1×3^7) ▼ ● 要因配置(1~4因子) 因子数: 2 ▼	SN比: 態度 特性の種類: 動特性 ゼロ点比例式 SN比の種類 の田口のSN比 の田口のSN比 のエネルギー比型SN比 SN比: 悠度の定義式(参考) SN比: 10 log $\frac{(S_{\beta} - V_{e})/r}{V_{N}}$ 感度: 10 log $\frac{(S_{\beta} - V_{e})}{r}$
 誤差因子の詞合(2~20水準) 水準数: 2 ▼ ○ 直交表 推想: ↓4(2^3) ▼ ○ 要因配置(1~4因子) 因子数: 2 ▼ 	信号因子の水準数・水準値 水準数 ・ 全ての実験№で等しい(2~20水準) 水準数: 3 ・ 実験№によって異なる ・ 水準値 ・ 全ての実験№で等しい ・ 実験№にこよって異なる
	OK **>セル ^ルプ

(2)「実験データ」タブ

「実験データ」タブには、「パラメータ設計の設定」ダイアログの設定内容に基づいて作成された計画表が出力 されます.この計画表に解析対象データを入力します.

	; =							JUSE Pag	ckage Softwa	are - [/(5x)	划设計]					_ = >
J	ワークシー	- h 🛛 🕯	編集(E) =	手法(M)	手法機能(M)										Style - 🕜 💷 🗖 🗄
<mark>☞ レイアウト</mark> ッ初期化	~ to	り直し	パ゚レット 標準	L	¥	a 🗙				指定した低	▼ 桁数	00. 0.* 0.* 00.				
⇒ 元に厚	_ 実す		実¥ ▼ 1 p	- <u>*</u> - C	• • 4 p •	🛃 M8	ミゴシック	- 11	- <u>d</u> -	補助線	- CBS :		₽ ^A Z ₽ ^Z A			
	レイアウト					ጋ° ዐ/\° ティ			5	目盛		አቃብሎ				
																አ፲ューワィンドワ
解析データ	効果・打	能定														💡 実験データ
-	h.)						~)									
実験テー	多制制	凶子 副	長老凶子 1	言亏因于 .	人出力図	SNEE · 280	き 計算ル	创作呈								
特性種類	:ゼロ点比	:例式[田[コのSNEE] F	内側計画:ŭ	直交表[L18)	(2^1×3^7)] 誤差因-	子:調合[水	(準要約2]	1	LNO	1	Lwo			
宇宙An	遮へいれ	外装と	0 吸気部/	□	排気 友 /	熱源上音	執順下音	熱源とも	N1	N2	MZ N1	N2	MD N1	N2		
1	なし	20	110	30	30	大	なし	60	0.120	0.090	0.31	0.260	0.440	0.410		
2	なし	20	60	15	15	中	中	50	0.180	0.150	0.28	0.230	0.440	0.320		
3	なし	20	40	0	0	なし	大	40	0.360	0.310	1.20	0.960	1.560	1.460		
4	なし	40	110	30	15	中	大	40	0.250	0.220	0.77	0.660	1.240	1.200		
5	なし	40	60	15	0	なし	なし	60	0.240	0.190	0.84	0.730	1.260	1.080		
6	なし	40	40	0	30	大	中	50	0.230	0.200	0.79	0.670	1.240	1.020		
7	なし	60	110	15	30	なし	中	40	0.130	0.080	0.14	0.340	0.300	0.560		
8	なし	60	60	0	15	大	大	60	0.230	0.190	0.57	0.260	0.910	0.560		
9	なし	60	40	30	0	中	なし	50	0.240	0.190	0.86	0.680	1.320	1.120		
10	あり	20	110	0	0	中	中	60	0.260	0.170	0.86	0.670	1.300	0.980		
11	あり	20	60	30	30	なし	大	50	0.060	0.040	0.23	0.280	0.370	0.270		
12	あり	20	40	15	15	大	なし	40	0.360	0.340	1.14	1.040	1.700	1.580		
13	あり	40	110	15	0	大	大	50	0.210	0.120	0.77	0.600	1.180	1.040		
14	あり	40	60	0	30	中	なし	40	0.310	0.300	1.12	0.930	1.660	1.420		
15	あり	40	40	30	15	なし	中	60	0.100	0.040	0.33	0.240	0.560	0.470		
16	あり	60	110	U	15	なし	なし	50	0.280	0.230	1.10	0.820	1.660	1.240		
17	あり	60	60	30	U	大	Ψ	40	0.270	0.230	0.83	0.720	1.300	1.080		
18	<i>1</i> 159	60	40	15	30	Ψ	ズ	មប	0.280	0.190	0.76	0.570	1.060	0./10		
・本画面 ・観測デ ①Exce ②Stat ③値を	では、観測 ータの入ナ 1などの他の Worksのワ・ キーボード	データの 11ま、以下 のアブリ・ ークシー 「で入力す	入力を行い 「のいずれか ケーション」 ト上のデータ 「る・	ます. の方法で行 Lのデータを マを読み込む	います. ニピー&ベ 	ーストで貼	り付ける.								*	メニュー りインド・り
τ [*] λ																

(3)「入出力図」タブ

「入出力図」タブには、実験 No 毎の入力値と出力値との関係をグラフで示します.このグラフより、外れ値や SN 比・感度の改善見込みの確認などを行うことができます.なお、本タブは動特性の場合のみ表示されます.



(4)「SN 比・感度」タブ

```
「SN比・感度」タブには、実験データから算出された SN比、感度が並列表示されます.
```

	ج) :	Ŧ						JUSE P	ackage Softw	are - DRƏ:	メータ設計]						-	= x
	<u></u> ?	クシート	編集(E)	手法(M)	手法機能	(M)										Style	0	- = x
保存	→ 印刷 ・ 出力	」)〕〕〕〕 ● 貼付 → 切取	この機能 解析アドノ 変数再推 解オ	またついて ドイス 定 行支援	編集 初期	2 部化 オプシ 手法	<mark>。 水準</mark> ヨン ミメニュー	■名称/番号	機能説明	し 切り替え ・ ウ	★ 閉じる 副全て閉じる ヨ並べる ▼ インドウ	目次	キーワート [*] で検索	● 日科技研 ホ- ● 製品 號*-M ヘルプ	·(^°-シ*) (°-シ*) 製品 情報			
																X21-94>	ト*9 - 感曲	×
解析デー	久 文	効果・推定														A sure	121.74	
実験デ	-& Ì	制御因子	誤差因子	信号因子	入出力図	SN比・感謝	【】計算	過程										
特性種類	見: ゼロ	コ点比例式[田口のSN比] 内側計画	: 直交表[L1	3(2^1×3^7))	**	e late dat to a	louble	l rett rate								
<u>美</u> 款N) 遮へ	へいれ 外表	<u>そこめ</u> 922 元 110	部2 第日音	192 (1953、シン)	、熱源上部	深い原 F 都 ティー	「無効尿とす	3 0NEC 4 175	感度	0.1							
2	なし	, 20	60	30	15			50	-12 773	-35.8	101							
3	なし	20	40	0	0	なし	*	40	-5.994	-23.9	44							
4	なし	, 40	110	30	15	ф Ф	六 大	40	1.756	-26.2	94							
5	なし	, 40	60	15	0	なし	なし	60	-4.806	-26.3	58							
6	なし	, 40	40	0	30	大	中	50	-5.350	-26.7	41							
7	なし	, 60	110	15	30	なし	中	40	-15.926	-35.4	107							
8	なし	, 60	60	0	15	大	大	60	-14.448	-30.6	68							
9	なし	, 60	40	30	0	中	なし	50	-5.349	-26.1	47							
10	あり	20	110	0	0	中	<u>ф</u>	60	-8.816	-26.5	77							
11	あり	20	60	30	30	なし	大 <u></u>	50	-11.398	-37.2	39							
12	あり	20	40	15	15	<u>.</u>	なし	40	-1.080	-23.4	11							
13	のり エロ	/ 4U	110	15	0		入 た1	50	-5.5/1	-21.0	50							
14	のシ	/ 40	40	20	15	+ tel	78.U ml	40	-4.919	-23.8	173							
16	あり	40 1 60	40	0	15	ねし かし	エカレ	50	-9 134	-24 5	38							
17	あり	60	60	30	0	*	ф	40	-4.894	-26.2	48							
18	あり	60	40	15	30		, 大	60	-11.987	-28.4	11							
		1																
・太雨	面では	(管出され)	-SNH-L 成1	音を確認する	ことができま	F T .												
	ш (18)	, <u>ar</u> uuc10	COMPLY AND	≫ ⊂ Meteror 9 fo		~												
															_			
																X21-	ንィント"り	
ν 7 *1																		

(5)「要因効果図」タブ

「要因効果図」タブには,要因効果図が表示されます.また,最適条件や現行条件を要因効果図上で指定でき, それらの条件に対する推定値と利得も表示されます.



4. おわりに

本資料では、StatWorks®の次期バージョンの解析手法「パラメータ設計」の機能、および、システム共通の機 能強化内容をご紹介しました.

StatWorks®の次期バージョンでは、新規機能の追加だけではなく、既存機能につきましても使い易いように改良し、ユーザーの方の StatWorks®の更なる活用に繋げていければと考えております.

今後とも StatWorks®をご活用いただけますよう宜しくお願い申し上げます.

5. 実験計画法関連機能の機能強化項目一覧(予定)

No	解析手法(群)	機能強化項目
1	直交表実験のため	・擬水準法,多水準作成法を用いた計画表を出力できるようにする.
	の計画	
2	直交配列表	・分析結果画面をグループ、タブにより整理する.
	要因配置実験	・解析手法「直交配列表」、「要因配置実験」の画面構成(グループ・タブ構成)は
		原則的に共通化し, 使い易くする.
3		・「推定値」タブに、個々のデータの予測区間(下限値、上限値)を新規に出力する.
		 「推定値プロット」タブの推定値プロット上に個々のデータの予測区間をバーで表示
		する.
4	多元配置分散分析	・「データプロット」タブを新規に追加する.
5	直交配列表	・擬水準法、多水準作成法を用いた計画表に対する実験データを解析できるように
		する.

(1)要因配置実験・直交配列表

(2) 応答曲面法

L

(Δ)	心骨四间位	
No	解析手法 (群)	機能強化項目
1	応答曲面法のための 計画	・「計画の拡張」機能を追加する.
2		・「D・最適計画」,「計画の拡張」機能で,質的因子を含む交互作用項,3次以上の交 互作用項をモデルに取り込むことができるようにする.
3		・「D-最適計画」,「計画の拡張」機能で,計画作成アルゴリズムを乱数を使用したア ルゴリズムに変更する.
4		・「D-最適計画」,「計画の拡張」機能の「実験の計画」画面に CN 値(計画行列の相関係数行列の固有値の最大値と最小値の比)を出力する.
5		・「D・最適計画」,「計画の拡張」機能に,実験回数を評価する機能を追加する.
6	1 特性の最適化 多特性の最適化	・分析結果画面をグループ,タブにより整理する. ・解析手法「1 特性の最適化」,「多特性の最適化」の画面構成(グループ・タブ構成)は原則的に共通化し,使い易くする.
7		・「変数の指定」ダイアログにおいて,質的因子を含む交互作用項,3次以上の交互 作用項を作成し,モデルに取り込むことができるようにする.
8		・水準のコード化,項目化機能(1次項をコード化した上で,1次項,2乗項,交互 作用項の水準範囲を揃える機能)を追加する.
9		・「分散分析表」タブに要因「2次効果」(Curvature)を表示する(ただし,特定の 条件を満たす計画の場合のみ).
10		・応答曲面を三次元で表示する機能を追加する.
11		・「最適化グラ7」タブのダウンヒルシンプレックス法による最適化機能において、複数の探索開始点を指定できるようにする.
12		・「最適化ガラフ」タブに、各特性に対する個々のデータの予測区間をバーで表示する. ・「予測」タブに、各特性に対する個々のデータの予測区間を出力する.

(3) 品質設計 (タグチメソッド)

No	解析手法 (群)	機能強化項目
1	パラメータ設計	・特性の種類として「機能窓法」,「デジタルの SN 比」,「非線形の標準 SN 比」,
		「動的機能窓法」を新規に追加する
2		・内側計画の種類に,要因配置(1~4因子),直交表L4,L54(2^1×3^25),L36(2^3
		×3^13)を追加する.
3		・分析結果画面をグループ、タブにより整理する.
4		・信号因子の水準数や水準値が実験 No によって異なる場合にも対応する.
5		・エネルギー比型 SN 比に対応する.
6		・動特性の場合,「入出力図」タブに実験 No 毎の入出力図(横軸 : 入力値, 縦軸 :
		出力値)を新規に出力する.
(4)	その他	
No		燃む命化百日

No	解析手法(群)	機能強化項目
1	ロバスト最適化	・解析手法「ロバスト最適化」を追加する.
2	効果プロット	・解析手法「効果プロット」で出力するグラフを見易く改良する.

掲載されている著作物の著作権については、制作した当事者に帰属します.

著作者の許可なく営利・非営利・イントラネットを問わず,本著作物の複製・ 転用・販売等を禁止します.

所属および役職等は、公開当時のものです.

■公開資料ページ 弊社ウェブページで各種資料をご覧いただけます <u>http://www.i-juse.co.jp/statistics/jirei/</u>

■お問い合わせ先 (株)日科技研 数理事業部 パッケージサポート係 <u>http:/www.i-juse.co.jp/statistics/support/contact.html</u>