

JUSE-StatWorks/V5 の信頼性解析の新機能

(株) 日本科学技術研究所
数理事業部

1. JUSE-StatWorks/V5 での信頼性解析機能における新機能について

JUSE-StatWorks/V5 での信頼性解析機能における主な新機能は次の通りです；

No	機能・解析手法	新機能
1	共通	「変数の指定」ダイアログで、分析可能なデータタイプをイメージ図などにより明示し、変数の指定を適切に行えるようにしました。
2	確率紙	当てはめた直線を手動で調整できる機能を追加しました。
3	確率紙	廃棄率を考慮した解析や横軸を走行距離とする解析を行えるようにしました。
4	加速試験モデル	解析手法群「解析試験モデル」を新規に追加しました（解析手法「確率紙」の一機能であったものを、機能強化して解析手法として独立させました）。本解析手法群では、加速試験データから実使用状態での寿命の予測をおこなうことができます。
5	加速試験モデル	べき乗則モデルを追加しました。
6	加速試験モデル	寿命の指標として、任意のパーセント点を指定できるようにしました。
7	2 標本 K-S 検定	解析手法「2 標本 K-S 検定」を新規に追加しました。本解析手法では、2 つ母集団の分布（例えば、改善前後での故障分布）が同一かどうかを検定することができます。
8	CHM（コンポーネントアワーマップ）	信頼度に基づいて各セルを着色する機能を追加しました。
9	ストレス・ストレングス	解析手法「ストレス・ストレングス」を新規に追加しました。本解析手法では、ストレス・ストレングスモデルに基づき、市場での故障確率を予測することができます。

JUSE-StatWorks/V5 は、QC 七つ道具、工程分析、実験計画法、品質工学、多変量解析、時系列解析、信頼性解析などの解析機能で構成されます。特に、信頼性解析機能には

- ・ワイブル解析機能
→故障時間に分布をあてはめ、それに基づき故障確率の予測ができる
- ・市場データ解析機能
→市場での故障発生状況の確認や故障確率の予測ができる

などの機能が含まれます。

本資料では、JUSE-StatWorks/V5 の信頼性解析機能の代表的な機能（ワイブル解析機能、加速試験データ解析機能、市場データ解析機能、ストレス・ストレングスモデルの分析機能）とその新機能を簡単にご紹介します。



信頼性解析機能の
メニュー構成

2. ワイブル解析機能

ワイブル解析は、解析手法「確率紙」で行うことができます。

解析手法「確率紙」では、確率紙上への故障データのプロット、直線のあてはめによるパラメータの推定、指定した故障時間に対する故障確率の予測などを行うことができます。

(1) 分析手順

①分析データをワークシート上に入力します。

サンプル名	製品の寿命	故障時
a1	9.1	
a2	9.5	
a3	12.2	
a4	12.3	
a5	14.0	
a6	16.1	
a7	16.7	
a8	17.2	
a9	20.0	
a10	23.0	
a11		
a12		
a13		
a14		
a15		

故障時間

②メニュー[確率紙]を選択します。

③故障時間を指定します。

④打ち切りがある場合は、総データ数を設定します。

⑤使用する確率紙を選択します。

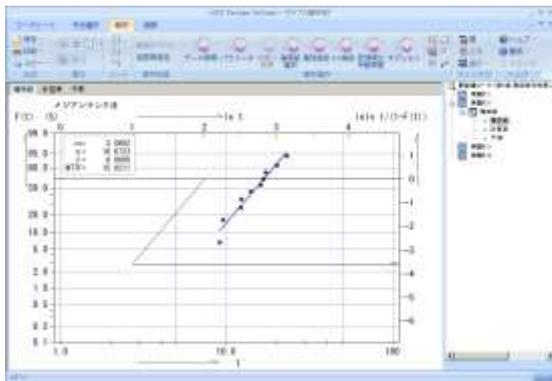
⑥分析結果画面が出力されます。

⑦「予測」タブでは、指定した故障時間に対する不信頼度、故障数の予測値を確認できます。

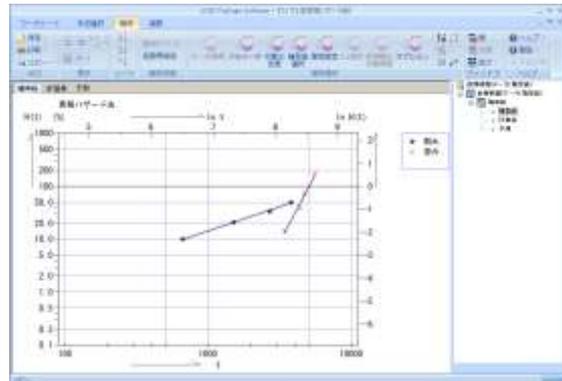
《V5での新機能》
信頼性解析のデータタイプが選択しやすくなりました。

《V5での新機能》
・当てはめた直線を手で調整できるようになりました。
直線の微調整をしたい場合に有効です。
・廃棄率や走行距離を考慮した解析ができるようになりました。

(2) 分析結果画面



確率紙（特性値型データ）



確率紙（故障モード型データ）

(3) 機能の特徴

(3-1) 分析可能なデータタイプ

解析手法「確率紙」で分析可能なデータタイプは次の通りです；

No	データタイプ	概要
1	特性値型	観測された故障時間を入力するデータタイプです。 StatWorks のワークシート上では、故障時間は量的変数に入力します。 分析では、故障時間が入力された変数を複数同時に指定できます。
2	特性値故障モード型	故障時間と故障モード（故障状態）がセットとなったデータタイプです。 StatWorks のワークシート上には、故障モードは質的変数として入力します。 特性値故障モード型データは、競合リスクモデル（複数の故障状態が独立して発生し、一番最初に発生した故障状態が故障する）を仮定した分析となります。
3	特性値層別型	故障時間と層別情報がセットとなったデータタイプです。 StatWorks のワークシート上では、層別変数は質的変数とします。 特性値層別型データは、故障時間を層毎に異なる変数に入力した場合（すなわち、特性値型で複数変数）と同じ分析となります。
4	区間度数型	観測は一定間隔で行い、各観測時点で観測間隔内に故障した件数が得られる場合のデータタイプです。 StatWorks のワークシート上では、観測時点、各観測時点での故障件数をそれぞれ異なる量的変数に入力します。 分析では、故障件数が入力された変数を複数同時に指定できます。 ※StatWorks の内部処理では、特性値型と区間度数型は単なる形式の違いと認識しており、確率紙上での回帰線のあてはめ等では、特性値型データと区間度数型データとは完全に同じ処理となります。
5	区間度数故障モード型	区間度数型データで、さらに故障モードを考慮した解析を行う場合のデータタイプです。
6	区間度数・分布考慮型	廃棄率を考慮した解析や横軸を走行距離とする解析を行う場合のデータタイプです。

観測時点	故障数	区間4
9.1		
9.5		
12.2		
12.3		
14.0		
16.1		
16.7		
17.2		
20.0		
23.0		

特性値型データ

故障時間	故障モード	区間4
660	割れ	
1500	割れ	
2700	割れ	
3400	歪み	
3800	割れ	
4200	正常打切	
4400	歪み	
4700	歪み	
5200	正常打切	
5800	歪み	

特性値故障モード型データ

故障時間	部品	区間4
28.4	部品A	
37.0	部品A	
41.6	部品A	
46.5	部品A	
48.9	部品A	
49.0	部品A	
55.7	部品A	
63.4	部品A	
64.5	部品A	
70.2	部品B	
4.0	部品B	
4.2	部品B	

特性値層別型データ

距離	故障数	区間4
0.8	7	
1.1	10	
1.4	13	
1.7	5	
2.1	2	
2.4	1	
-	-	
-	-	
-	-	
-	-	
-	-	
-	-	

区間度数型データ

距離	故障数	故障モード
0.8	3	モードFA
0.8	4	モードFB
1.1	4	モードFA
1.1	6	モードFB
1.4	11	モードFA
1.4	2	モードFB
1.7	3	モードFA
1.7	3	モードFB
2.1	1	モードFA
2.1	1	モードFB
2.4	0	モードFA
2.4	1	モードFB

区間度数故障モード型データ

(3-2) 確率紙の種類

解析手法「確率紙」で選択できる確率紙の種類は次の通りです；

ワイブル確率紙, 正規確率紙, 対数正規確率紙, 極値 (最大) 確率紙, 極値 (最小) 確率紙

(3-3) 主なオプション機能

解析手法「確率紙」で利用可能な主なオプション機能は次の通りです；

No	オプション機能	概要
1	不信頼度の推定方法の変更	不信頼度 F の推定方法を変更できます。 指定可能な推定方法は、メジアンランク法、平均ランク法、累積試料ランク法、累積ハザード法、 Kaplan-Meier 法となります。 デフォルトの推定方法は、完全データ (全て故障したデータ) に対してはメジアンランク法、不完全データ (打切りがあるデータ) に対しては累積ハザード法です。
2	ずらし値 (- γ) の設定	ずらし値 (- γ) を設定できます。 例えば、観測開始時点と実際の使用開始時点との間にタイムラグがある場合などは、ずらし値 (- γ) を設定しないと確率紙上でプロットが直線上に並びません。
3	傾きの指定 (ワイブル確率紙の場合は、形状パラメータ m の指定)	指定した傾きを持つ直線をあてはめることができます。 ワイブル確率紙の場合は形状パラメータ m の指定となります。 特に、ワイブル確率紙で m=1 を指定すると、指数分布のあてはめとなります (すなわち、偶発故障であるとするモデルのあてはめになります)。
4	時点分割	分割位置 t (横軸の値) を指定すると、分割位置 t の前後で異なるパラメータを持つ分布を当てはめることができます。 ただし、時点分割が必要となる状況 (確率紙上でプロットが折れ曲がる状況) は、故障モードを考慮した解析や層別での解析が必要となる状況であることが少なくありませんので、ご注意ください。
5	回帰線の表示 / 非表示	回帰線の表示 / 非表示を指定できます。 デフォルトでは回帰線は常に表示されます。
6	回帰線の有効範囲・表示範囲の指定	パラメータの推定で使用する横軸 (故障時間) の範囲や回帰線を表示する範囲の指定ができます。 有効範囲の指定は、最初の故障データのばらつきが大きいのでパラメータの推定から除外したい場合などに有用です。表示範囲の指定は、分析データの範囲外の故障確率を確認したい (外挿による予測) 場合などに有用です。
7	回帰線の手動調整	当てはめた直線を手動で調整できます。 外れ値の影響を軽減した当てはめをしたい場合や、データの両端より中央付近を重視した当てはめをしたい場合などに有用です。



「オプション指定」ダイアログ
「推定法」タブ



「オプション指定」ダイアログ
「信頼区間」タブ



「回帰直線の手動調整」ダイアログ

3. 加速試験データ解析機能

加速試験データの分析は、解析手法群「加速試験モデル」で行うことができます。解析手法群「加速試験モデル」では、各ストレスレベルの分布の推定から実使用状態での寿命の予測までを一連の流れで分析できます。

※加速試験データ解析機能は、JUSE-StatWorks/V4.0、もしくは、JUSE-RAS1では解析手法「確率紙」の一機能でしたが、JUSE-StatWorks/V5では、べき乗則モデルの追加などの機能強化に伴い、独立した解析手法となりました。

(1) 分析手順

①分析データをワークシート上に入力します。

故障時間		ストレスレベル
18.69	4.25	
18.79	5.01	
11.20	5.08	
11.70	5.15	

②メニュー[原データから解析]を選択します。

③故障時間、ストレスレベルを指定します。

④打ち切り(定時、定数)がある場合は、総データ数を設定します。

⑤寿命の指標、解析モデルなどを指定します。

⑥分析結果画面が出力されます。まずは各ストレスレベルの故障時間が同時にプロットされた確率紙が表示されます。

⑦「加速試験モデル」グループの「プロット」タブで、ストレスレベルと寿命の指標との関係式(加速式)が得られます。

⑧「加速試験モデル」グループの「予測」タブで、実使用状態での寿命の指標の予測値を確認できます。

《V5での新機能》
新解析手法「加速試験モデル」で、各ストレスレベルの分布の推定から寿命の予測までを一連の流れで分析できるようになりました。

《V5での新機能》
・べき乗則モデルが扱えるようになりました。
・寿命の指標として任意のパーセント点が指定できるようになりました。より柔軟な解析が可能です。

(2) 機能の特徴

- ・解析モデルとして、「アレニウスモデル」、「べき乗則モデル」のどちらかを選択できます。
- ・分析で使用する寿命の指標を、10%点、MTTF、任意%点などから選択できます。
- ・確率紙上で、全てのストレスレベルで共通の傾きの直線をあてはめることができます。共通の傾きの算出においては、共通の傾きの求め方や使用するストレスレベルなどを指定できます。
- ・各ストレスレベルでの寿命の指標値を入力データとして分析することもできます。

4. 市場データ解析機能

JUSE-StatWorks/V5には、市場故障データの解析を目的とした機能があります；

No	解析手法	概要
1	CHM (コンポーネントアワーマップ)	市場での故障発生状況を一目で把握することができる機能です。 製造年月×故障発生年月、もしくは、製造年月×稼働月数の二元表上に故障発生数を*印で表示します(故障割合、不信頼度に応じた着色も可能です)。 各製造月の生産台数を入力することにより、行高さを生産台数に比例させることができ、各セルの故障割合の比較を視覚的に行うことができます。
2	ワイブル型市場データ解析	製造月が複数月にわたることにより稼働月数によってハザード値を求める時の分母(残存数)が変わる状況に対応したワイブル解析(確率紙)の機能です。 CHMの分析結果画面から直接起動することもできます。

(1) 分析手順

①分析データをワークシート上に入力します。

製造年月日	故障年月日	各製造月の生産台数
2006/10/01	2007/07/03	3839
2006/10/01	2007/12/06	6639
2006/11/01	2007/03/28	1354
2006/11/01	2008/10/18	2255
2006/11/01	2007/05/24	3943
2006/11/01	2007/06/13	4106
2007/01/01	2007/08/30	5477
2007/01/01	2007/11/03	5017
2007/02/01	2007/12/09	7074
2007/03/01	2008/01/02	3520
2007/04/01	2007/11/06	319
2007/04/01	2008/06/11	1000
2007/06/01	2008/06/21	570

②メニュー[CHM (コンポーネントアワーマップ)]を選択します。

③製造年月日, 故障年月日を指定します。

④分析結果が出力されます。

⑤ツールボタン「縦軸設定」を押し、各製造月の生産台数を入力します。

⑥行高さが生産台数に比例したCHMが出力されます。

②メニュー[ワイブル型市場データ解析]を選択します。

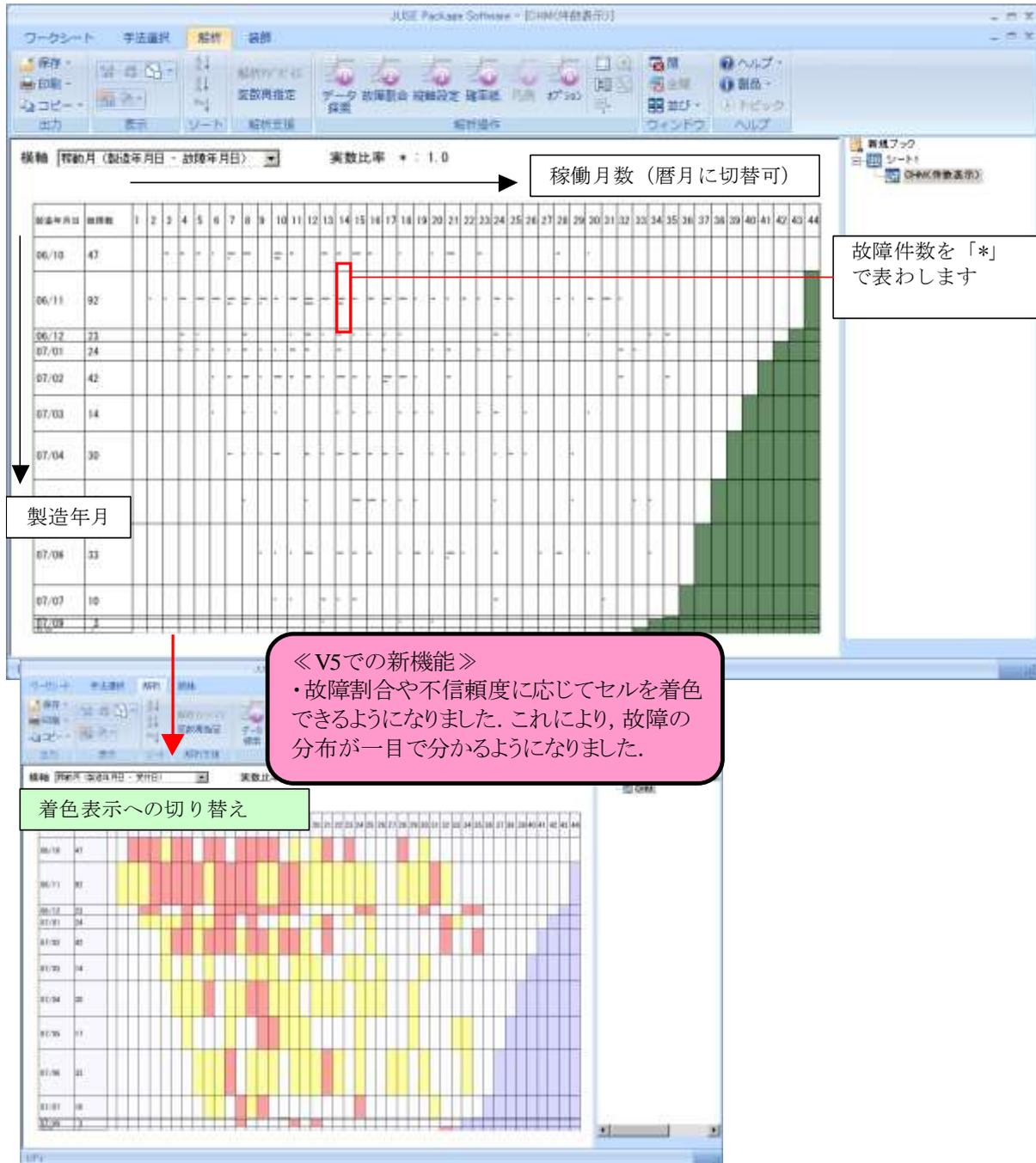
③製造年月日, 故障年月日を指定します。

④各製造月の生産台数を入力します。

⑤確率紙の種類を指定します。

⑥分析結果が出力されます。

(2) 分析結果画面 (CHM)



(3) 機能の特徴

- ・製造年月×稼働月数・故障発生年月で集計済みのデータ（クロス表型データ）を入力データとして分析を行うこともできます。
- ・解析手法「CHM（コンポーネントアワーマップ）」では、故障割合、もしくは、信頼度に応じてセルを着色表示することができます（着色の区分数や基準値はユーザーが設定可能）。
- ・解析手法「CHM（コンポーネントアワーマップ）」の分析結果画面から、解析手法「ワイブル型市場データ解析」の分析結果画面を直接表示させることができます。
- ・解析手法「ワイブル型市場データ解析」では、ずらし値（ γ ）の設定や形状パラメータ m の指定など、解析手法「確率紙」と同様のオプション機能を利用できます。

5. ストレス・ストレングスモデルの分析機能

解析手法「ストレス・ストレングス」で、ストレス・ストレングスモデルの分析を行うことができます。
ストレス・ストレングスモデルは、部品の強度（ストレングス）と市場でかかる負荷（ストレス）から、市場での故障確率を予測することが目的の分析モデルです。

※解析手法「ストレス・ストレングス」は V5 で新規に追加された解析手法です。

(1) 分析手順

《V5での新機能》
新規に解析手法「ストレス・ストレングス」を追加しました。部品の強度と市場での付加から、市場での故障確率を予測できるようになりました。

①メニュー[ストレス・ストレングス]を選択します。

②ストレスとストレングスの分布を設定します。

③分析結果が出力されます。

(2) 分析結果画面

ストレングスの分布のパラメータ (μ , もしくは, η) と故障確率との関係を表わします。
グラフ中の垂直線は設定されたパラメータの値、水平線は現在の設定の下での故障確率を表します。

ストレングスの分布

ストレスの分布

(3) 機能の特徴

- ・ストレス、ストレングスの分布として、正規分布、ワイブル分布を指定できます。
- ・分析結果画面の左側のグラフより、分布のパラメータ (μ , もしくは, η) が変化したときの故障確率を確認することができます。
- ・目標とする故障確率を指定することにより、故障確率が指定した値となるストレングスの分布を表示させることができます。

6. その他

解析手法「2 標本 K-S 検定」を新規に追加しました。2 つの母集団の比較が可能です。

《V5での新機能》2標本K-S検定により、例えば改善前後での故障分布が同一かどうかを比較できるようになりました。

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ください <http://www.i-juse.co.jp/statistics/jirei/>

■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 <http://www.i-juse.co.jp/statistics/support/contact.html>