

本当にそれでいいのか？

信頼性データ解析の誤りと諸課題への対応法

文教大学 関哲朗





ウォーミング・アップ

- 何故か，信頼性データ解析には「あり得ない」誤りがいっぱいあります
- なぜでしょう？
- これから紹介する私が目の当たりにした“ほんの一部の”事例は，笑って頂けないと困るものです
- しかし，ここにお集まりの皆さんは笑えても，皆さんの会社のどこかでは同じ間違いが横行しているかもしれませんよ



某素材メーカーの信頼性都市伝説

形状母数の値が大きいほど
信頼性は高い

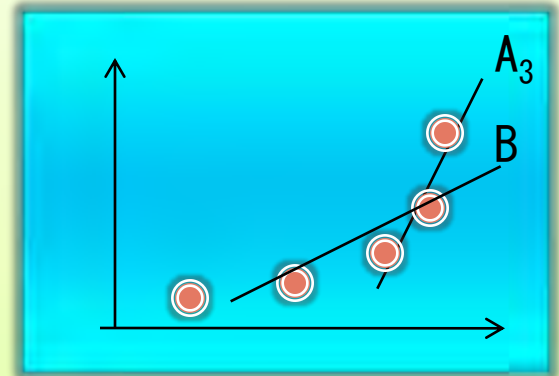
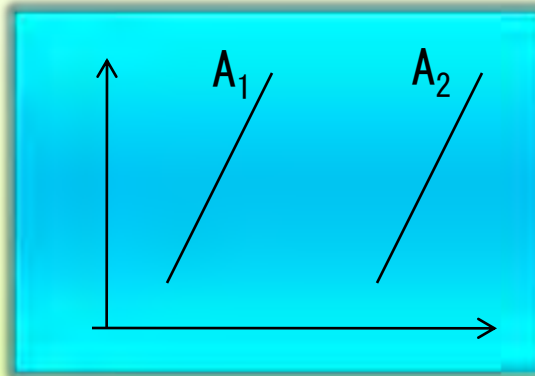
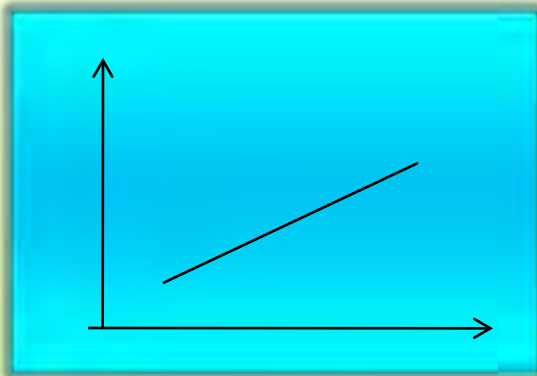


そんな馬鹿な？

- そもそも、形状母数 m は故障モードに依存するものです
あまり正確な表現ではありませんが、
 - $m < 1$ であれば、壊れ始めの初期に多数の故障が発生します
 - $m = 1$ であれば、稼働中のアイテムが壊れる割合は一定です
 - $m > 1$ であれば、時間の経過に従って壊れやすさが増加します
- 確かに m が大きいアイテムは、一定の時間までは壊れにくいように感じます（だから、「磨耗故障」）
- 教科書的には、 $m < 1$ であれば市場に対策が必要、 $m > 1$ であればメンテナンスの時期を見極めよとか言って、実は $m = 1$ が良いようにいうこともあります

究極の信頼性

- 昔から言われていることですが
 - あるアイテムが最高の信頼性を持つこととは、期待する任務期間が終わった瞬間、一瞬にして壊れることだ！





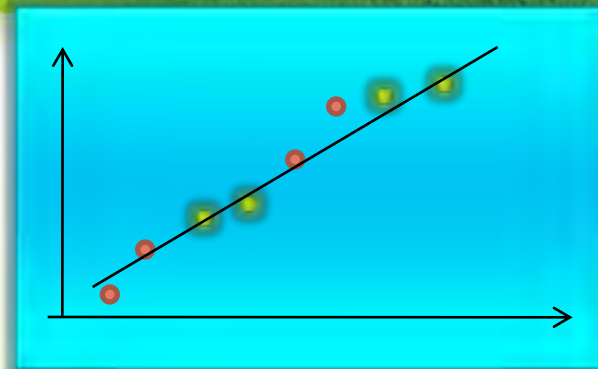
某大手家電メーカーの信頼性都市伝説

ワイブル・プロットが曲がっていた
ので上手く真ん中に線をひきました

そんな馬鹿な？

● 曲がっているのには、いろいろな理由があります

- 異常値 (abnormal value) が混入している
 - 外れ値 (outlier) が混入している
 - 初期に発生した不具合が出荷前に取り除かれている
 - 保証時間 (無故障期間) が存在する
 - 季節要因等が影響している
- その他、いろいろありますね



● 真ん中に引けばいいと言うのは、特別な場合を除けば間違いです

- 異常値 (多くは測定ミス, 記入ミス) は修正すべきですし, 外れ値は, 環境の違い (多くは尺度母数 η に影響があり) は層別すべきですし, 故障モードの違い (形状母数 m に影響あり) はランダム打切として扱うべきものです
- 初期に発生した不具合が取り除かれていたり, 保証時間が存在する場合には, ワイブル解析に先立って位置母数 γ を推定し, 観測値を調整しなければなりません
- 季節変動が認められる場合には, 変動のサイクルを意識した解析が必要です. 長期にわたる大きなトレンドを見ようとする場合には, 「真ん中で引いてみた」というのもあり得るかもしれません

● とはいうものの

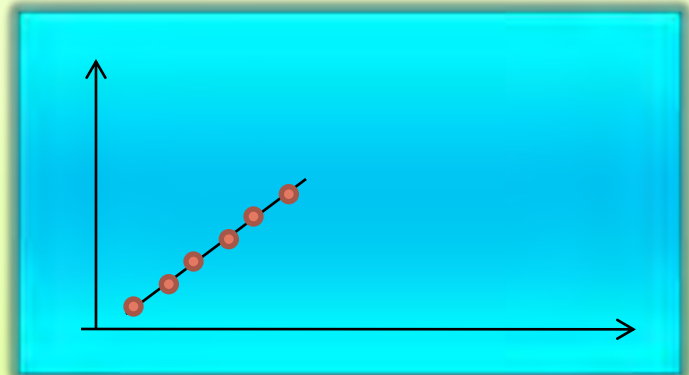
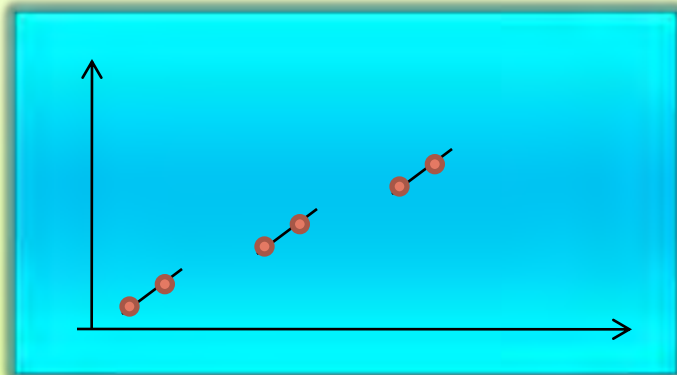
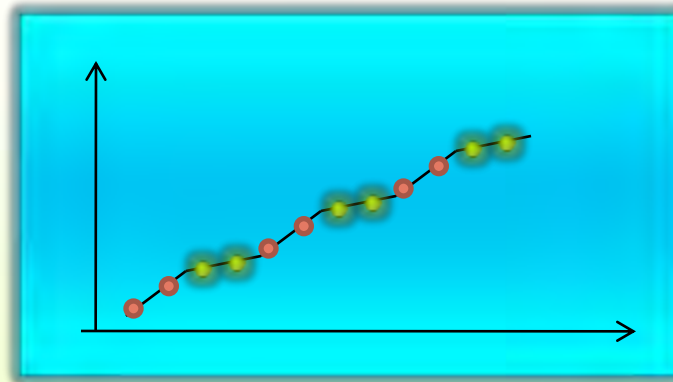
- 対象のアイテムの性質, 解析したいと考える不具合の部位, 時間データなのか故障数なのか, 劣化量なのか, といったことも考慮しながら対応を考えなくてははいけません



2つに分けてみた



- 某大手家電メーカーで実際にあった誤りです





某大手精密機器メーカーの信頼性都市伝説

ワイブルプロットなんて古くさい方法より、最尤法で計算してください



そんな馬鹿な？

● 確かに最尤推定法 (MLE) は優秀です

- 統計的にも非常に優れた性質をもっています (難しいことは、別の機会に勉強してください)

- 本を読みたい方は阿部俊一先生の「システム信頼性解析法」がお勧めです。もちろん「やさしい信頼性データ解析」もよろしくお願ひします

- 特に、偏り修正済み (サンプルサイズに従った係数ができているので、普通に求めた最尤解にかければ良いだけ) は、少数データでもとても良い性質を示します

- 最良線形不偏推定量 (BLUE) も良いですし、思いの外にモーメント推定量 (いろいろありますが、簡単なものは算術平均や標準偏差など) も良い結果を示す場合もあります

● 何が問題か？

- 最尤推定法は、データの「素性」が見えないのです

- 答えだけが出てきてしまいます

- 異常値や外れ値が混入していても、保証時間が存在していても、お構いなく答えが出てきます

- 最尤推定法でワイブル分布の位置母数 γ を推定することは難しい

- 打切りデータの解析に弱いのです

- 急激に精度が落ちていきます

- 現在のところ、データの「素性」が見えて、打切りデータにも比較的頑健に推定できる方法は、確率紙です

- 「気にしなければならぬ」異常値、外れ値の混入が見てわかります

- 面倒くさいですが、めんどろな部分はソフトウェアの支援で回避できます

- ワイブル分布の位置母数 γ を、実用的に推定できる唯一の手法です



99%

● 某大手建設会社で言われたことです

● うちは「メジアン・ランク法」に決まってるんです。

何故って？だって、うちは99%が欲しいんですから

● 確かにメジアンランクは、同じ順位の不信頼度（縦軸のプロット位置）が大きく出ます

平均ランク $i/(n+1)$	メジアンランク $(i-0.3)/(n+0.4)$	対称ランク $(i-0.5)/n$
$n=i=20 \quad \doteq 0.95$	$\doteq 0.97$ (数表0.966)	$\doteq 0.98$

● 信頼性データ解析で何が欲しいのですか？

● 報告書を作りたいだけですか？

● 例えば、信頼性データ解析の場で、分布への適合度をみるための「コルモゴロフ・スミルノフ検定」は意味のあるものでしょうか？

● 基本的な手法の適用に間違いはありませんか？

● 本当に「あなたのデータ」にあった解析方法が選択されていますか？

● 実は手法が整備されていない解析対象ではありませんか？



事例研究会

- 「信頼性データ解析事例研究会」
- 信頼性データ解析に関する日常の課題を取り上げる
- 1業種1社，機密保持を前提に，実データに基づく検討を行う
- 結果をStatWorksの新機能に反映することを考察する



見所

研究会の成果を「十分に」デフォルメして発表していただきます。結果が所属企業の実態を表しているわけではありません。問題の所在，問題解決の考え方に注目してください

● **ワイブル分析を用いた信頼性寿命予測への提案～サンプルサイズの影響が小さい高精度予測方法～**

● 清水さん（パナソニック・セミコンダクター社）

● 誰もが疑問に感じているところをシミュレーションで解析しています。適用対象に加速試験を想定していること、「精度」の尺度に「平均」だけではなく、「ばらつき」を明示的に持ち込んでいるところで実務への応用が考慮されています

● **ワイブル解析に基づく地中配電機器の最適な巡視周期の検討**

● 鈴木さん（東京電力）

● フィールドデータ解析に起こりうる多くの典型的課題を網羅したような検討です。一般には信頼性データ解析を計画する段階で考慮すべきと「教科書的」には扱うところですが、現実に過去の来歴があり、長期にわたって保守を含む稼働をしてきたアイテム、広範囲にかつ異なる条件の下で稼働を続けるアイテムの解析法として実務的アプローチが展開されています

● **StatWorksを活用した保証修理情報解析手順の考察**

● 嶋村さん（日野自動車）

● ソフトウェア支援の下で如何にフィールドデータ解析を行うかを総合的に検討しています。特に「走行距離」（一般には稼働時間のばらつき）を考慮した解析法の考察は、大変参考になると思います。信頼性データ解析を行う場で考慮しなければならない一要因に注目してください

● **季節変動考慮したワイブル解析法の考察**

● 長谷さん（日科技研）

● まだ検討の途中ですが、季節変動を考慮しなければならない解析は多数存在しているはずですが、少なくとも無視してはいけない課題の存在，問題解決へのアプローチ法などに注目してください



FIN

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>