

# AIに基づく製品信頼性の予測解析

～複雑な機能喪失故障のモデリングと予測推論のデータサイエンス～

経営研究科 経営専門職専攻

○教授 貝瀬 徹

## キーワード

機械学習, 深層学習, 情報量規準, ベイズ推論, マルコフ・チェイン・モンテカルロ

## 研究概要

アイテムの信頼性評価を行う場合、フィールドでのデータを用いた統計解析が基本となっています。この場合、アイテムの信頼性に関する母集団を想定し、この母集団の故障モデルを寿命に関する確率分布として扱われます。具体的には、ワイブル分布を用いた解析が多くの信頼性評価において用いられています。このような方法は、対象としているアイテムの全体に関する評価を行っていることとなりますが、実際の故障は使用状況での環境に影響されます。すなわち、故障するまでの使用環境の状態は個々のアイテムごとに経緯が異なるため、信頼性評価ではこのような動的因子の影響を考慮することが必要となるのです。近年では、使用状況のモニタリング技術が発展していることから、動的因子を積極的に活用することで保全性や信頼性の把握が図られています。

本報告では、動的因子を考慮した故障時間データに基づく信頼性解析を扱います。ここでは、ワイブル分布に基づく階層ベイズモデルを構成し、尺度パラメータの事前分布にはボルツマンマシン型のエネルギー関数を用いたガンマ分布を用います。さらに、ワイブル分布の形状パラメータにもガンマ分布による事前分布を想定します。このようなことから、故障における動的因子の情報および事前知識を解析に取り入れる方法を提案します。これら方法は、ベイズ統計学に基づく機械学習の応用を意味しており、特に深層学習の組み込みを与えています。さらに、動的因子と故障との関係を扱う階層ベイズモデルのパラメータを得られたデータに基づいて推定し、これらのパラメータを階層ベイズモデルに代入することで、シミュレーションによる故障診断が可能となります。このような解析は、動的因子と故障の因果を確率的に与えることになり、故障発生の予測を意味します。なお、ここで提案する方法論は、R言語による統計解析ソフトを用いて計算しています。このソフトは、フリーとして知られており、インストールが容易に行えます。

## アピールポイント

アイテムの使用状況をモニタリングすることで、不具合や故障の診断あるいは予測を行うことが求められています。最近では、機械学習やAIといった方法論がこのような分野でも注目されています。フィールドでのアイテムは複雑な負荷を伴う環境変化の下で使用されており、故障現象にはこのような負荷の経緯による影響が考えられます。また、開発部署等での経験および専門知識の共有情報により故障特性の予測も可能であると想定できます。本報告では、これらの情報を動的因子および協調知識と定義し、このような情報を考慮した事前分布の構成を提案しています。特に、ここでは深層学習のモデル構成を事前分に組み込む方法を用いています。また、周辺尤度のラプラス近似とMCMC(Markov chain Monte Carlo)法によるベイズ計算推論を用いることで、パラメータの値をデータから求める推定方法を構成しています。さらに、種々のモデルと推定方法を統一的に比較するために情報量規準 EIC の適用を提案しています。