The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	アセットマネジメントにおけるデータ欠損補完と多元的劣化評価に関する研究
Author(s)	水谷, 大二郎
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/59616
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（水谷　大二郎）	
論文題名	アセットマネジメントにおけるデータ欠損補完と多元的劣化評価に関する研究

論文内容の要旨

本研究では，社会基盤施設のアセットマネジメントの主要な要素技術である統計的劣化予測手法において，既往の手法の大半がサンプル獲得バイアスが無く量的にも十分な点検データを用いる（データ欠損が無い）ことを想定している点に着目し，複数種類のデータを統合的に用いることにより点検データのデータ欠損を補完し，より高精度な劣化過程を推定するための方法論を，データ欠損メカニズムをMAR（Missing at Random）として捉え，潜在変数とマルコフ連鎖モンテカルロ（MCMC）法による多重代入法を用いて提案するとともに，4種類の統計的劣化予測モデルを開発し推定することにより，アセットマネジメントにおけるその有用性を示した．さらに，複数種類の劣化事象の点検データを用いてデータ欠損を補完する方法論を用いることにより，社会基盤施設の多元的劣化過程を推定することも可能であることを示した．

第1章では，社会基盤施設のアセットマネジメントの概要を説明し，既往研究のレビューを行うとともに，本研究の背景，動機，目的，構成を説明した．

第2章では，社会基盤施設の劣化状態を表す健全度の判定基準が供用期間中に変更され，判定基準変更前後の点検データの双方にサンプル獲得バイアスが存在する場合を対象に，それらの点検データを統合的に用いて1つの劣化過程を推定するための隠れマルコフ劣化ハザードモデルを開発し，潜在変数とMCMC法を用いた手法でデータ欠損を補完しながらモデルが推定可能であることを示した．

第3章では，点検データが量的に不足している場合を対象に，力学的劣化予測モデルの有する知見を加味し，統計的劣化予測を行うための劣化ハザードモデルを開発し，潜在変数とMCMC法を用いて，施設の初期時点からの経過年数の欠損を補完しながらモデルを推定可能であることを示した．同モデルは，従来，離散的な健全度で表現されていた社会基盤施設の劣化過程を連続量指標を用いて推定できるという利点も有する．

第4章では，複数種類の劣化事象における点検データを統合的に用いた多元的劣化過程モデルを開発し，潜在変数とMCMC法を用いてモデルの推定が可能であることを示し，データ欠損が生じている施設の異質性を事後的に補完可能であることを示した．同モデルの開発によって，社会基盤施設のアセットマネジメントにおける現実の意思決定過程に対して，より整合的な多元的劣化過程に関する情報を獲得することができ，それを用いて維持管理計画の立案が可能となることを示した．

第5章では，第4章の多元的劣化過程モデルに着想を得て，社会基盤施設の劣化速度，劣化加速度の双方の異質性の同時分布を用いた2次元混合ワイブル劣化ハザードモデルを開発し，潜在変数とMCMC法を用いた推定手法を提案した．これにより，劣化過程をより詳細に推定することが可能となるとともに，同モデルの推定結果も多元的劣化評価を通じた社会基盤施設の維持管理計画立案に有用となることを示した．

第6章では，以上の方法論を総括し，今後の課題についても言及した．

第2章から第5章において，潜在変数とMCMC法を用いた方法論を元にモデルの推定を可能としているが，それら各章で提案した劣化予測モデル自体のアセットマネジメントにおける工学的有用性は極めて高い点には留意されたい．また，第2章から第5章において，実在する社会基盤施設（第2章：高速道路トンネル照明灯具，第3章：高速道路舗装耐荷力，第4章：高速道路伸縮継手装置，第5章：高速道路照明機器）に対する適用事例を通じて，本研究で提案する方法論の有用性を実証的に議論した．

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（ 水谷　大二郎 ）		
論文審査担当者	（職）	氏　名
	主 査　准教授	貝戸　清之
	副 査　教授	土井　健司
	副 査　教授	鎌田　敏郎

論文審査の結果の要旨

本研究では、社会基盤施設のアセットマネジメントの主要な要素技術である統計的劣化予測手法において、既往の手法の大半がサンプル獲得バイアスが無く、量的にも十分な点検データを用いることを想定している点に着目して、複数種類のデータを統合的に用いることにより点検データのデータ欠損を補完し、より高精度な劣化過程を推定するための方法論を提案している。具体的には、潜在変数とマルコフ連鎖モンテカルロ（MCMC）法による多重代入法を用いた統計的劣化予測モデルと推定手法を開発し、実データを用いた適用事例を通して、アセットマネジメントにおける有用性を示している。さらに、複数種類の劣化事象の点検データを用いてデータ欠損を補完する方法論を用いることにより、社会基盤施設の多元的劣化過程を推定することも可能であることを示している。

第 1 章では、社会基盤施設のアセットマネジメントの概要を説明し、既往研究のレビューを行うとともに、本研究の背景、動機、目的、構成を説明している。

第 2 章では、社会基盤施設の劣化状態を表す健全度の判定基準が供用期間中に変更され、判定基準変更前後の点検データの双方にサンプル獲得バイアスが存在する場合を対象に、それらの点検データを統合的に用いて 1 つの劣化過程を推定するための隠れマルコフ劣化ハザードモデルを開発し、潜在変数と MCMC 法を用いた手法でデータ欠損を補完しながらモデルを推定することが可能であることを示している。さらに、実際の高速道路トンネル照明灯具を対象にした実証分析を行い、提案手法の有効性について考察を加えている。

第 3 章では、点検データが量的に不足している場合を対象に、力学的劣化予測モデルの有する知見を加味し、統計的劣化予測を行うための劣化ハザードモデルを開発し、潜在変数と MCMC 法を用いて、施設の初期時点からの経過年数の欠損を補完しながらモデルを推定することが可能であることを高速道路舗装の耐荷力評価への適用を通して示している。同モデルは、従来、離散的な健全度で表現されていた社会基盤施設の劣化過程を連続量指標を用いて推定できるという利点を有する。

第 4 章では、複数種類の劣化事象における点検データを統合的に用いた多元的劣化過程モデルを開発し、潜在変数と MCMC 法を用いてモデルの推定が可能であることを示し、データ欠損が生じている施設の異質性を事後的に補完可能であることを論じている。同モデルの開発によって、社会基盤施設のアセットマネジメントにおける意思決定過程に対して、より整合的な多元的劣化過程に関する情報を獲得することができ、それを用いて維持管理計画の立案が可能であることを示している。さらに、実際の高速道路伸縮継手装置への適用から提案手法の妥当性を論じている。

第 5 章では、第 4 章の多元的劣化過程モデルに着想を得て、社会基盤施設の劣化速度、劣化加速度の双方の異質性に関する同時分布を用いた 2 次元混合ワイブル劣化ハザードモデルを開発し、潜在変数と MCMC 法を用いた推定手法を提案している。これにより、劣化過程をより詳細に推定することが可能となるとともに、同モデルの推定結果も多元的劣化評価を通じた社会基盤施設の維持管理計画立案に有用であることを示している。

第 6 章では、以上の方法論を総括し、今後の課題についても言及している。

以上のように、本論文は社会基盤施設のアセットマネジメントにおける基幹技術である劣化予測手法の高度化に大きく寄与する研究であると判断できる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。