

製造・修理工程の効率化を目的とした不具合情報分析と製造・修理計画の 支援技術に関する研究（第2報）

曾賀野健一*、小西翔太†、鳥井勝彦†

A study on the defect information analysis and the support tools for the purpose of improving the efficiency of manufacturing and repair processes (II)

SOGANO Kenichi*, KONISHI Shota†, and TORII Katsuhiko†

製造現場では、過去の不具合履歴情報を活用しきれないため同じような不具合が発生し、製品の開発や修理期間の増大やコスト増加等、生産効率の低下が課題となっている。この課題を解決するため、昨年度は金型の試作工程で扱う帳票類の調査をふまえて、帳票等に記載のある全ての管理項目を一元的に把握可能なデータリストの整備を行い、ある不具合を対象にデータ分析と現場（熟練者）の見解を確認した。本年度は、同様の課題を抱える他の製造現場に技術の横展開を図るとともに、製造現場が抱える悩みの一つである不具合情報の管理手法に関して考察を行ったので報告する。

1. はじめに

製造現場では、過去に発生した不具合履歴情報を活用しきれないため同じような不具合が発生し、製品の製造や修理に要する期間が増大し、コストが増加する等生産効率の低下が課題となっている。

たとえば電動車いすの製造現場では、ユーザーから不具合の発生連絡を受けた際に、その原因究明と修理対応を行っている。しかし長年の業務を経て様々な帳票を作成・管理するようになり、情報が散在・埋没し、過去の不具合履歴情報を活用しきれない状態となった。帳票の中には、不具合の要因や対策に関する重要な情報が埋もれていることがあるが、各担当者の記述のしかたが異なっていたため、複数の不具合内容や要因を混在したり、簡素に記述しているものなど記述内容は多様であった。その結果、ある不具合に対してどのような要因が影響しているのか容易には捉えきれないという問題に至った。そこで本稿では、不具合の内容やその原因究明・対応に関して、後の不具合情報の分析に活用しやすい情報の管理手法を提案する。次に、この手法を用いて整備したデータリストを対象に、ある不具合の要因を探索するため因子分析技術を活用し、データの分布傾向を確認したので報告する。

2. 不具合情報の管理手法

2.1 現状と問題点

はじめに製造現場で扱う帳票や電子情報を調査した。帳票や電子情報内の管理項目には、電動車いすの型式、車番、返却品、担当者、不具合内容、原因究明・対応等

の情報が存在する。不具合内容とその原因究明・対応の項目に不具合の要因や対策に関する重要な情報が記述されている場合がある。たとえば、原因究明・対応に「リクライニング側アクチュエータの破損を確認した。バックシートフレームとリクライニング側ポテンションホルダの間に何か挟まっていたことで変形があり・・・（略）・・・リクライニングを大きく倒した時にバックパイプと干渉し、アクチュエータが破損・・・（略）・・・」のような記述がみられる。ただし、各担当者の記述の仕方により記述内容は多様であるため、ある不具合に対しどのような要因が影響しているのか捉えることは困難であった。

2.2 SSMを用いたデータの管理

そこで、不具合の内容とその原因究明・対応に関して後の不具合情報の分析に活用しやすい情報の管理が求められる。不具合の再発防止を目的として考案された手法に、SSM (Stress Strength Model) がある (図1)。これは、不具合の発生するメカニズムを知識構造化と呼ばれる考え方で把握し、知識の再利用性を高めようとする手

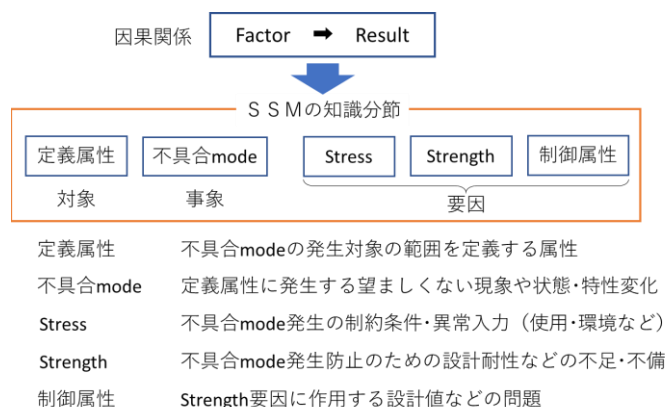


図1 SSMの概念 (知識構造化)

* 情報技術部

† 株式会社今仙技術研究所

法である。そのため、知識の分節化を行い関係性を整理する。知識として不具合の対象、事象、発生条件、要因、対策といった情報を扱う。Stressには使用状況や環境に起因する要因を、Strengthには不具合発生に対して設計上の耐性を損なう情報を設定する。SSMを用いて不具合内容に記述されている情報から、不具合の対象と事象に関する知識を抽出し分節化を行い、原因究明・対応に記述されている情報から不具合の要因に関する知識を抽出し分節化を行った。たとえば、不具合の対象がシート、不具合の事象が「リクライニングまたはティルトが動作しない」、不具合の要因が「リクライニングポテンションの異常」のようにレコード単位で知識の分節化を行う方法によりデータリストを整備した(図2)。本稿では、「リクライニングまたはティルトが動作しない」という不具合を対象としてデータの分布傾向を確認した。この場合のレコードの件数は72件であった。

不具合の事象																				
ID	型式	販売店	車種	年式	高頻品	不具合内容	発生頻度	発生場所	発生状況	発生原因										
17342	EMO-930			2017	15	リクライニング機構の不具合。リクライニング時に異常な音が発生し、動作が停止した。	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17353	930			2018	1	バックシートフレームの交換。交換後、リクライニング時に異常な音が発生し、動作が停止した。	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17367	EMO-930			2018	1	リクライニング機構の不具合。リクライニング時に異常な音が発生し、動作が停止した。	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

図2 SSMを用いた知識の分節化

3. データ分析と考察

前章で整備したデータリストを用いて不具合要因のモデルを探索するため、データ分析を行った。分析は昨年と同様に調査分析に用いられる因子分析を採用した。分析では、統計解析ソフト JUSE-Stat Works/V4.0を用いた。共通因子の抽出方法は主因子法を用い、累積寄与率が60%以上のものを共通因子とした。因子負荷量は、因子軸の回転(Varimax Method)を考慮し、各共通因子に対し因子負荷量の大きさが概ね0.6以上となるものを採用した。分析結果を表1に示す。

共通因子は3つ抽出された。不具合群は、各共通因子において負の領域に分布する。「リクライニングまたはティルトが動作しない」という不具合が発生した場合に、分析により導かれた「リクライニングポテンションの異常」や「スライド連結部の不良」等が問題の発見につながりやすいことを示している。ただし、事象や要因に如何なる知識の分節化を行うかに関しては、現場での考え方や活用のしやすさが重要となる。たとえば不具合の

事象では「リクライニング中に突然大きな音が発生し動作しなくなった」、不具合の要因では「ポテンション外れにより角度が変化せず、リクライニング傾倒時バックパネル干渉、アクチュエータが破損した」のように使用状況、作業工程や設計上の問題に関する知識を詳細に設定することにより、トラブルシューティング、作業工程の改善、次の設計計画に反映させる等、業務の効率化や情報活用の範囲を一層広げることができるのではないかと考えている。

表1 観測変数の因子負荷量

観測変数	共通因子	観測変数	共通因子
X	F ₁	X	F ₂
リクライニング	-0.526	リクライニング	-0.619
ポテンションの異常		ポテンションの異常	
ティルト	-0.494	ティルト	-0.594
ポテンションの異常		アクチュエータの異常	
リンクパイプ不良	-0.263	ティルト	-0.371
		ポテンションの異常	
観測変数	共通因子		
X	F ₃		
スライド連結部の不良	-0.674	各共通因子について上位3件を掲載	
(椅子-B S F間)			
JC基板の故障	-0.392		
操作ボックス			
接続ハーネス不良	-0.224		

4. まとめ

本年度は、因子分析技術の横展開を図ることを目的として、電動車いすの製造現場を対象に、現場が抱える課題の一つであるデータ管理手法の提案を含めて不具合情報の分析を行った。データ管理手法の提案では、不具合情報の整理と再発防止を図ることを目的としてSSMという手法を提案した。この手法を用いて不具合の対象、事象、要因に関する知識の分節化を行い、データリストを整備した。このデータリストを用いて因子分析を行った結果、「リクライニングまたはティルトが動作しない」という不具合に対し、「リクライニングポテンションの異常」等の重要度の高い因子が導かれた。この因子は問題の発見につながる重要な要因と考えられる。

今後は、引き続き企業と協力し、製造現場で活用しやすい知識の分節化に関する検討を行う。この検討結果に基づいて、知識を活用し不具合の再発を防止するツールとデータベースの設計開発を行う予定である。

【謝辞】

本研究の一部は、公益財団法人遠藤斉治朗記念科学技術振興財団の研究助成金により実施しました。ここに深く感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 曾賀野ら, 岐阜県産業技術総合センター研究報告 No.3, pp103-104,2022