

## 製品不具合の改善支援に関する研究

- ミシンによる縫い目不良を題材にした教材設計とその評価 -

早大・創造理工 ○村田 康一 日大生産工 渡邊 昭廣 日大生産工 若林 敬造  
日大生産工 小田部 明 早大・理工学術院 片山 博

### 1. 研究目的

製造業における品質保証活動の現状は、顧客からのクレーム情報に基づいている場合が多く、また、その対応に追われている企業では、費用の増大や信用の低下といった無駄やリスクが発生していることが散見される[2][6]。このことを解消するためには、製品に生じる不具合の原因を分析し、それを迅速に処置できるスキルを養成する仕組みが必要である。このような問題認識をふまえ、本論文においては、初学者が学びやすく、使いやすい原因解析法であるなぜなぜ分析[5]の訓練教材を、多くの人に馴染みのあるミシンに関する不具合解析を題材に開発し、その性能を確認することを目的とする。

### 2. 教材の開発

#### 2.1 教材に取り上げた題材

提案する訓練教材で取り上げる題材は、ミシンである。これは、2種類の糸を交差することにより、布に縫い目を形成していく本縫いという製法を用いた縫製機械である[1]。今回対象としたミシンの部品表(BOM: Bill of Materials)を図1及び図2に示す。図1に示されている機構のうち主要なものは、上糸供給機構と下糸供給機構からなる縫製機構であり、これに関係する部品55点は、ミシン全体の部品点数63点の87%を占めている。また、図2より、主要機構の一部である上糸供給機構には、上糸保持機構として、上糸設置機構、上糸巻取機構、上糸ガイド機構がある。このようにミシン全体のうち、設計の重点は、材料の供給に関連する

機構開発におかれている。

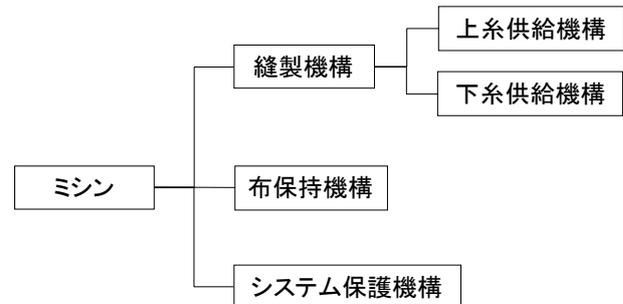


図1. ミシンのBOM

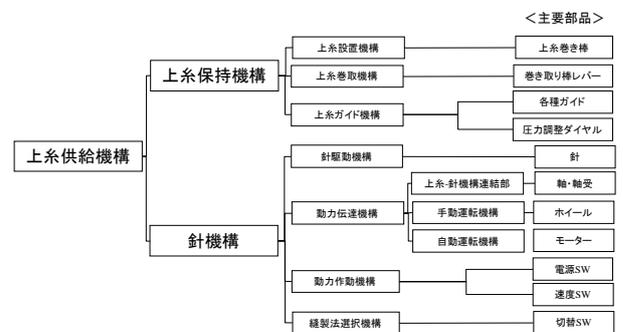


図2. ミシンの上糸供給機構のBOM

ミシンを訓練教材の題材に取り上げた理由として、次の3項目が挙げられる。

- 1) 誰もが知っている生活に根ざした製品である。
- 2) 製品の不具合に対する親密度が高い(簡単なトラブル処理の経験者は多い)。
- 3) 不具合の種類が多く、洗い出されている。

特に、最後の理由について考えると、ミシンにより提供される付加価値は、きれいな縫い目である。これに対して、ミシンの機械的な故障や不適切な利用により、表1に示すような、さまざまな縫い目不良が発生している。このように1つの事象に

Study on Kaizen Support of Product's Fuguai  
-Design of Teaching Materials on Seam Trouble by Sewing Machine and Their Evaluation-

Koichi MURATA, Akihiro WATANABE, Keizo WAKABAYASHI,  
Akira OTABE and Hiroshi KATAYAMA

対して、不具合の種類が多いことは、複眼的に1つの現象をとらえる視点を養うことを可能にする。また、訓練教材の開発における課題のバリエーション設定において、効率的であるといえる。

表 1. 縫い目に関わる不良現象

不良項目	現象
1. 目飛び	縫い目が部分的に飛んでいる。
2. 縫い糸切れ	縫い糸が切れる。
3. 縫い糸のささくれ	縫い糸が毛羽立っている。
4. 縫い糸の片締まり	ジグザグ縫いの場合に、糸締まりが一方の側に片寄っている。
5. タオル目	縫い目の裏側に、縫い糸がループ状にあらわれる。
6. 縫い目の笑い	縫い目を強く開いた時、縫い糸があらわれて“はしご”状に見える。
7. 縫い目のふらつき	縫い目がまっすぐ縫われず、左右にふられて縫われている。
8. 縫い目曲がり	縫い目が曲がっている。
9. 縫い外れ	地縫いやステッチの縫い目が布端から外れている。
10. 送り歯さず	縫い目にそって、送り歯のあとが見える。

※参考文献[7]を参考に作成。

## 2.2 課題の構成

提案する教材を通して取り組む課題は、前節において説明したミシンの縫い目不良の中の1項目について、その原因をなぜなぜ分析を用いて分析することである。また、課題構成は、事前に与えられたミシンの基本情報に基づき、対象とする縫い目不良の原因の分析と改善を体験できるものとなっている。更に、これらの体験を通して、単なる方法論の習得にとどまらず、一般的な原因分析の成功条件を考察できるようにしている。以下、詳細を示す。

＜提案する訓練教材の課題構成[3][4]＞

- 1) ミシンの基本情報
- 2) ミシンの不具合解析
  - 課題1：縫い目ができる仕組みの理解
  - 課題2：なぜなぜ分析による不具合の解析
- 3) ミシンの不具合改善
  - 課題3：解決の優先順位が高い原因の対策検討
- 4) まとめ
  - 課題4：一般に、製品の不具合を解析するために必要な項目についての考察

第1項は、課題に取り組むために必要なミシンに関連する基本的な情報であり、図1や図2に示す製品構造(BOM情報)、分析する縫い目不良、正常な縫製プロセス等の資料が、訓練対象者に提供される。課題1は、前述の情報に基づいて、正しい縫い目の加工工程が理解できているかどうかを確認することが目的であり、上糸と下糸を用いて、どのように縫い目ができるかについて、文章により説明することを課題としている。課題2は、本教材の中心的な課題であり、縫い目不良の原因分析をなぜなぜ分析を用いて行うことが目的である。ここでは、なぜなぜ分析のワークシートと併せて、その進め方に関する情報が提供される。課題3は、課題2で抽出した原因の対策を考へることが目的である。課題4は、受講者がここまでの課題に対する取り組みから、一般的な原因分析の成功条件を考察することが目的である。

## 2.3 教材の評価指標

本稿では、教材の評価に際して、特に課題2の結果に着目し、(1)式及び(2)式を提案する。(1)式は、与えられた縫い目不良項目についてのなぜなぜ分析の結果、どれくらいの原因系列数を抽出したかを評価するための指標である。(2)式は、抽出した各系列について、どれくらい原因分析を進めることができたかを評価するための指標である。評価データは、課題2で提供されるなぜなぜ分析のワークシートによる縫い目不良の解析結果から得られる。以下に、「目飛び」(図3)に関する解析例(表2)についての計算内容を示す。表3より、分析した縫い目不良に関して、24件の原因が抽出されていることがわかる。また、このうち、「なぜ⑤」まで進んだ分析が15件、「なぜ④」まで進んだ分析が7件、「なぜ③」まで進んだ分析が2件である。以上より、抽出された原因系列数( $J_1$ )は24、分析の深度を表わす指標( $J_2$ )は $4.5=(5 \times 15 + 4 \times 7 + 3 \times 2) \div 24$ となる。与えられたワークシートに記述できる原因系列数は、最大25、また、1つの系列で最大5つの原因を記述できるので、この範囲内において、当該例は、十分な解析が行われている結果と捉えることができる。

<課題2の評価式>

$$J_1 = n \quad (1)$$

(抽出された原因系列数)

$$J_2 = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} \quad (2)$$

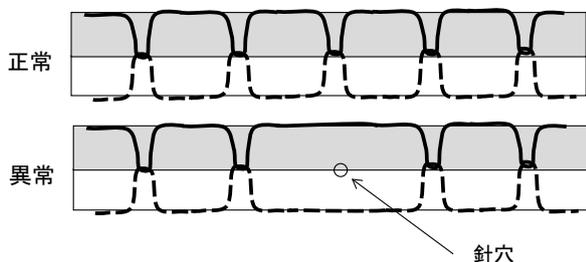
(分析の平均深度)

<使用記号>

$a_i$  : 原因系列  $i$  の分析回数 ( $i=1, \dots, n$ )

$n$  : 原因系列数

$i$  : 原因系列の添字



※灰色：上布、白色：下布、実線：上糸、点線：下糸

図3. 縫い目の断面図（「目飛び」の場合）

表2. 課題2の実施例（「目飛び」の場合）

不良項目	なぜ①	なぜ②	なぜ③	なぜ④	なぜ⑤
目飛び	ループがでない	上糸がおかしい	質が悪い	押付の必要がばらつく	-
	-	-	-	勢を芳が一様でない	-
	-	-	調子がばらつく	か付芳がおかしい	-
	-	-	-	圧力調整が不安定	-
	-	針の引き上げが不安定	上糸併給機構に不具合	糸牽動がばらつく	てんばり機構の故障
	-	-	-	-	布押えがたつく
	-	-	-	動力伝達がばらつく	上糸針運送部の故障
	-	-	-	-	ホイールの故障
	-	-	-	-	モーターの故障
	-	-	-	電源併給がばらつく	電源配線の不具合
	-	-	-	-	電池の充電不足
	-	-	布と針の組合せが悪い	縫値にたい針の組合せ	-
	ループに下糸が通らない	ループに刺刺が入らない	ループが小さい	布と針の組合せが悪い	縫値にたい針の組合せ
	-	-	-	針の引き上げが早い	-
	-	-	ループの向きが悪い	上糸の調子がばらつく	ねじれている
	-	-	-	-	か付芳がおかしい
	-	-	-	-	圧力調整が不安定
	-	-	針の引き上げと刺刺の通過のタイミングが合わない	-	-
	-	上糸が下糸をとれない	下糸が短い	ボビンからの糸給不足	ボビンの糸が不足
	-	-	-	-	ボビンの回転不足
	-	通った下糸がはずれる	通った下糸が短い	ボビンからの糸給不足	ボビンの糸が不足
	-	-	-	-	ボビンの回転不足
	-	-	通った下糸がねじれている	ボビンへの巻き方が悪い	-
	-	-	針の引き上げが早い	-	-
	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	

3. 教材の評価

本章では、第2章において提案した教材の性能を評価するために行った実験の概要、結果、及び今後の課題について述べる。

3.1 概要

実験目的は、開発した教材が、当分野の初学者である学生の訓練にとって、適切なものであるかを評価することである。116名の管理技術に関心のある大学生を被験者とし、表2及び図3に示す「目飛び」に関する解析例などを説明した後、表1に示す10種類の縫い目不良のうち「目飛び」以外の9種類の中から、いずれか1つの縫い目不良を選択してもらい、その解析に取り組んでいる。

3.2 結果

116名の分析結果のうち、なぜなぜ分析の利用の仕方が正しく行われている73名の結果を対象に考察を行う。図4より、被験者の解析結果は、平均的に最大原因系列数の半分程度が埋められるものとなっており、なぜなぜ分析初学者の解析結果として、妥当なものであるといえる。

他方、図5より、分析の深度( $J_2$ )の平均は4.2、標準偏差は0.6となっている。被験者に提供したワークシートには、1つの原因系列に対して、最大5つの原因を記述することが可能なため、その範囲内においては、十分な分析ができていたといえる。これより、提案した教材は、当分野の初学者が、原因を体系的に深く分析することを体験できるものと考えられる。

また、表3に示す $J_1$ 及び $J_2$ の不良項目別の評価結果より、例えば、2. 縫い糸切れ、4. 縫い糸の片締まりの $J_1$ の平均値は、それ以外の項目と比べて低く、不良項目別課題間の難易度にばらつきがある。今後、この要因を明らかにした上で、不良項目別課題を難易度で分類し、被験者の水準と照らし合わせながら、体系的に訓練教材を提供できるようにすることで、より体系的な訓練が提供できる。以上の実験結果に対する考察より、なぜなぜ分析を学ぶための訓練教材が、一定の水準で実現できているということがいえる。

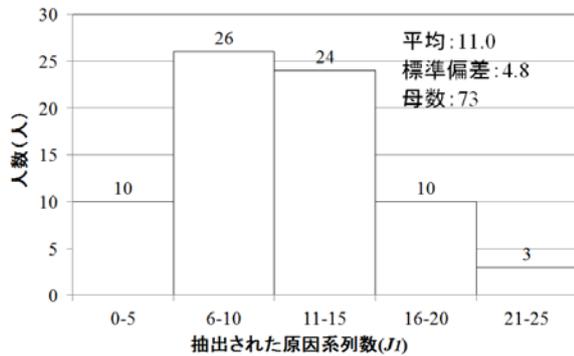


図 4. 抽出された原因系列数( $J_1$ )による結果

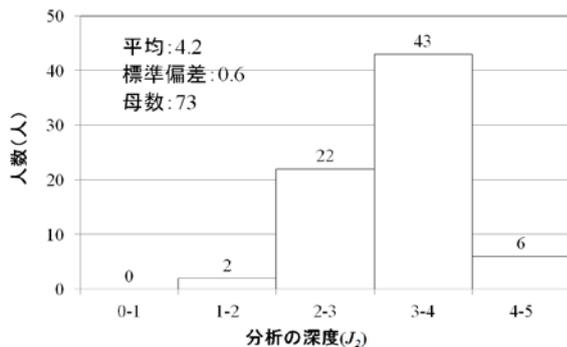


図 5. 分析の進度( $J_2$ )による結果

表 3. 縫い目不良別の結果

不良項目	n	系列数( $J_1$ )		分析の進度( $J_2$ )	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差
2. 縫い糸切れ	6	9.0	6.7	4.2	0.5
3. 縫い糸のささくれ	6	11.8	2.4	4.4	0.9
4. 縫い糸の片縮まり	11	9.4	2.3	4.4	0.4
5. タオル目	8	12.4	4.1	4.0	0.5
6. 縫い目の笑い	9	11.1	7.3	4.5	0.7
7. 縫い目のふらつき	7	10.0	1.0	3.7	0.2
8. 縫い目曲がり	8	13.0	6.3	3.9	0.6
9. 縫い外れ	7	12.7	3.7	4.3	0.6
10. 送り歯きず	11	10.4	5.2	4.2	0.6

### 3.3 今後の課題

本論文では、ミシンをなぜなぜ分析訓練教材の題材例とした。このように、訓練を受ける人にとって、理解が容易な製品は、他にも多数ある。今後、教材のバリエーションを充実させるために、本稿で提案した訓練教材の構成を、他の製品に応用することが考えられるが、この点については、別稿に譲る。このような課題に対して取り組みを行い、提案した教材を改善・発展させ、将来的に、実務家の訓練に応用し、その有効性を確認する。更に、実務において不具合の可能性に気がついた場合

に、原因分析が行えるワークシートの開発と、その有効性検証が課題となる。

## 4. 結論

本論文においては、ミシンの不具合解析を題材に、なぜなぜ分析の訓練教材を開発した。また、管理技術に関心を持つ大学生を対象に、その適用実験を行うことにより、本教材が、当分野初学者の教育に有効であることの足がかりを得た。今後の課題として、提案した教材構成の適用を、ミシン以外の製品に広げることにより、教材バリエーションを充実させること等が考えられる。

## 参考文献

- [1] 鎌田佳伸, “ミシン縫製の科学”, *縫製と工業*, Vol. 60, No. 2, 2004.
- [2] 木村吉文, *TPMCB シリーズ No. 44 図説 TPM ステージ別展開 ステージ別: ありたい姿の見える化*, JIPM ソリューション, 2009.
- [3] 村田康一, 片山博, 渡邊昭廣, 若林敬造, 小田部明, “材料供給機構設計における品質保証支援に関する研究: ミシンを題材にしたなぜなぜ分析訓練教材の開発と評価”, *一般社団法人日本ロジスティクスシステム学会第 15 回全国大会予稿集: ロジスティクスイノベーション*, pp. 33-38, 文化ファッション大学院大学, 東京, 2012 年 6 月 2-3 日.
- [4] 村田康一, 片山博, 渡邊昭廣, 若林敬造, 小田部明, 唐澤豊, “不具合改善のための学生用なぜなぜ分析訓練教材の開発: 製品サプライチェーンにおける設計と保全支援に関する研究”, *一般社団法人日本ロジスティクスシステム学会誌*, Vol. 12, No. 1, 8 pages, (in press).
- [5] なぜなぜ分析研究会, *真の原因をつかめ! 「なぜなぜ分析」習得の 7 ステップ*, JIPM ソリューション, 2009.
- [6] 日本能率協会コンサルティング (編), *第 1 回「品質保証実態調査」報告書サマリー版~ 2010 年データ追加版~*, 2011.
- [7] ユニチカガーメンテック (編), *実践アパレルハンドブック*, 繊維社, 2003.