

# 修士論文概要書

Master's Thesis Summary

Date of submission: 01/07/2023

専攻名 (専門分野) Department	経営デザイン専攻	氏名 Name	石井 魁斗 ISHII KAITO	指導 教員 Advisor	棟近雅彦 印 Seal
研究指導名 Research guidance	品質マネジメント 研究	学籍番号 Student ID number	5221F001-5		
研究題目 Title	ユニットハウスの出荷後不具合の原因分析方法に関する研究 A Study on Analytical Methods for Causes of Defects Occurring in Shipment of Unit Houses				

## 1. 研究背景と研究目的

近年、顧客要求が複雑化され、様々な製品が開発されている。中でも居住空間については、様々なタイプが存在している。特に、ユニットハウスと呼ばれる箱型の建築物は、規格化されたシンプルな構造であるため、増築や移設が容易であり、多くの場面で利用されている。さらに、新型コロナウイルスの感染拡大による、新たな空間の追加や、既存の空間の拡張といった需要が高まり、それにともない、ユニットハウスの需要にも増加の傾向が見られる。

ユニットハウスの製造では、作業工程の多くを工場で行っており、現地での作業工程を減らし、短期間で建築が可能である。しかし、現地へのお荷に際し、部品の積み込み忘れや出荷数不足など、出荷後に建設現場から報告されるクレームである出荷後不具合の発生が課題となっている。

本研究では、出荷後不具合が発生する原因を体系的に整理し、不具合の原因分析方法を提案することを目的とする。なお、ユニットハウスの製造会社、A社を事例とする。

## 2. 従来研究と研究方法

### 2.1. 従来研究

出荷業務の不具合に関する研究として、秋田ら[1]の研究がある。秋田らは、自動車の部品を生産しているB社を事例として、検査業務の改善による不具合製品流出の撲滅と作業効率の向上を行った。

この研究では、検査ミスが発生する原因を、要素作業に含まれる「選ぶ作業」と、情報を一旦記憶し、それを用いて行う作業、つまり「情報の取り置き」がある作業と仮定して作業分析を行っている。しかし、それらの原因は経験則によって定められているため、実際の原因と一致しているかは不明である。

### 2.2. 研究方法

本研究では、出荷後不具合の内容を体系的に整理し、不具合の原因分析方法を提案する。まず、A社で実際に発生した出荷後不具合の事例をもとに、出荷後不具合の事象の内容を把握する。つぎに、A社の出荷業務の流れを把握するとともに、出荷後不具合の原因を調査する。そして、作業ミスと原因を体系的に整理し、その改善方法を検討する。さいごに、これまでに実施した原因分析の考え方を整理することで、不具合の原因分析方法を提案する。

なお、本研究では、出荷後不具合を「傷や汚れなどの外観品質不良を除いた、顧客の要求した製品と実際の製品で

仕様の異なるもの」と定義する。具体的には、部品の不足や種類の誤りを示す。

## 3. 出荷後不具合の原因分析と改善策立案

### 3.1. 出荷後不具合の事象把握

不具合低減のためには、どのような不具合事象が、どのような原因で発生したのか、を把握することが必要である。そこでまず、A社で作成された、不具合事例とその概要に関する記録シートを収集した。そして、記録シートをもとに、2021年10月から2022年3月までに発生した21件の不具合事例を調査し、どのような事象が発生しているのか確認した。表1にその結果を示す。

表1. 出荷後不具合の事象

分類	説明	件数	計
部品の個数に関する不具合	(部品の)抜け	部品が一つもない	13
	個数不足	部品は出荷したが、その個数が足りない	5
部品の種類に関する不具合	サイズ間違い	出荷した部品の大きさが異なる	2
	色間違い	部品の色が、顧客の要求したものと明らかに異なる	1

表1のように、出荷後不具合の事象としては、「(部品の)抜け」などの「部品の個数に関する不具合」と、「サイズ間違い」などの「部品の種類に関する不具合」があることがわかった。

### 3.2. 出荷業務内容の把握

出荷後不具合の原因を把握する準備として、出荷後不具合の発生に関連する作業内容の把握が必要である。そこで、A社へのヒアリングや実際の作業現場を観察することで、出荷業務の調査を行った。また、調査した業務内容をフローとして整理した。

出荷後不具合の低減を行うには、その不具合を生じさせた根本的な原因の把握が必要になる。また、ある作業内でのエラーは、前段階の作業内でのエラーに起因することも考えられる。そこで、部品を組立・出荷するという狭い意味での出荷業務のみでなく、顧客要求の把握から建設現場に届けるまでの広い意味での出荷業務の流れを把握した。

### 3.3. 不具合事例の調査

3.2節の結果をふまえて、3.1節と同様の21件の不具合事例に対して、出荷業務を担当する作業員へのヒアリング調査を行うことで原因を把握した。以下に調査概要を示す。

対象者：A社の出荷作業の担当者と品質管理担当者  
調査方法：ヒアリング  
調査内容：  
○出荷後不具合が発生した案件における正しい状況と実際の状況は何か。

○該当部品の組立・出荷作業はどのように実施するのか。また、作業実施の際に難しいと感じる部分はあるか。

上記の作業実施の難しさについては、必要に応じて作業内容を観察して推測し、不具合原因を把握した。以下に、21事例のうち一つの事例に対する調査内容を示す。

調査事例：No.1 内階段ササラスステップのサイズ間違い  
 事例概要：内階段を出荷する際、本来は、内階段のサイズに合った特注品の「ササラスステップ」を出荷するはずであった。しかし、実際には、汎用品の部品を出荷した。  
 調査結果：本来出荷するはずの正しい部品と間違えた部品には、サイズが少し異なるという違いのみしなく、見た目が類似していたため、部品選択の判断を間違えやすい。また、塗装時に部品情報が記載された紙を外してしまうため、部品の選択を作業者の判断で行うことになるため、間違えやすい。

### 3.4. 作業ミスと原因の類型化

3.3節で得られた結果を整理するため、出荷後不具合の作業ミスと原因について類型化を行った。まず、出荷後不具合の作業ミスからエラーモードを抽出した。その結果を表2に示す。

表2. 出荷後不具合を起こすエラーモードの類型化結果

エラーモード	内容	件数	計
抜け	必要な作業の全部あるいは一部を抜かしてしまう間違い	6	25
選択間違い	部品の選択を誤る間違い	5	
認識間違い	情報を誤って認識する間違い	12	
見逃し	情報の存在に気づかない間違い	2	

表2では、エラーモードごとの内容とその件数を示している。エラーモードとしては、作業の全部や一部を抜かす「抜け」や、部品の選択を誤る「選択間違い」などがあつた。なお、3.3節の調査では、1事例に複数の作業ミスが考えられるものがいくつかあつた。そのため、表2の件数の合計は25となっている。

つぎに、表2で整理した作業ミスが発生した状況において、作業方法にどのような難しさがあつたかという観点で原因の抽出を行った。そして、抽出した原因をエラー要因として類型化した。表3にその結果を示す。

表3. 出荷後不具合のエラー要因の類型化結果

エラー要因	内容	件数	計
逸脱の日常化	多くの場合、正しいやり方で行われなくてもミスにつながりやすいため、効率的なやり方がやがて日常的に行われるようになり、結果としてミスを起こしやすくなる	3	22
記憶への依存	事前に得た情報を一定時間記憶して、時間と共に記憶が薄れ、ミスを起こしやすくなる	2	
出現頻度の低い情報	あまり出現しない情報であるため、その情報が出現した時にミスを起こしやすくなる	1	
知識・記憶のバイアス	情報を認識する際に、既に持っている知識や記憶が影響を与えミスを起こしやすくなる	2	
情報の表示方法	記載された情報の文字、表現、レイアウトなどが分かりづらく、ミスを起こしやすくなる	7	
外見の類似	対象物の色、大きさ、形状などが似ておりミスを起こしやすくなる	3	
モノの散在	必要なモノが別々の場所にある、もしくは見つけづらい場所にあるミスを起こしやすくなる	4	

表3のように、出荷後不具合のエラー要因としては、効率的なやり方を日常的に実施してしまう「逸脱の日常化」や、必要なモノが別々の場所にある「モノの散在」などがあつた。なお、25の作業ミスのうち、3つは調査時に原因を特定できなかったため、表3では22件となっている。

### 3.5. 改善策の立案

3.3節で調査した事例のうち、A社との打ち合わせにより重点的に改善すべきと考えられた2事例に対して、改善策の検討を行った。その際、中條ら[2]、尾崎ら[3]が整理したエラーブルーフ化の実現方法が適用可能かという視点で検討した。表4に、検討した改善策を示す。

表4. 検討した改善策

改善対象事例	改善策の概要	参考としたエラーブルーフ化の実現方法
No.14 面格子の取付金具の出荷漏れ	外注業者に、面格子と面格子用の金具を同じ段ボールで納品してもらう	均一化
No.1 内階段ササラスステップのサイズ間違い	特注品の内階段に対して、案件名が記載されたマグネットシートを取り付ける 部品の保管場所の地面に、案件ごとのスペースの目印をつける	情報の可視化 作業空間の適正化

表4では、各事例に対する改善策の概要と、参考としたエラーブルーフ化の実現方法を示している。また、改善策を導入した後の作業方法を検討することで、より実現可能性の高い改善策を検討した。

## 4. 出荷後不具合原因分析方法の提案

### 4.1. 出荷業務モデルの検討

3章で行った原因分析の考え方を整理することで、効率的な原因分析方法の提案を行う。まず、出荷後不具合のエラーモードを効率的に把握する方法を検討した。エラーモードを効率的に把握するには、出荷業務全体のうち出荷後不具合に繋がる作業ミスが起こり得る工程のみを調査すればよいと考えられる。そこで、3.2節と3.4節の結果をふまえて、作業ミスが起こり得る「帳票作成」や「在庫管理」などのみを調査することとした。また、各工程を、「情報の取得」「必要なモノの準備」「作業の実施」という3段階の流れとして捉えることとした。図1に、上記の検討をもとに作成した出荷業務モデルを示す。

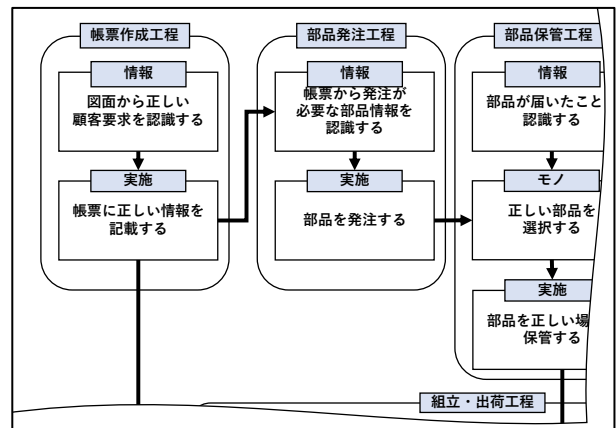


図1. 出荷業務モデル(一部)

図1のように、帳票を作成する「帳票作成工程」や、部品を組立・出荷する「組立・出荷工程」など6つの工程からなるモデルを作成した。これによって、出荷後不具合のエラーモードを把握する際に捉えるべき作業工程や、「情報」「モノ」「実施」から成る作業段階を明らかにすることができた。ここで、本研究では出荷業務を「顧客要求の認識から、部品を現地に届けるまでに行う作業」と定義することとする。

一方、調査した工程の中には、「必要なモノの準備」が

ない工程がいくつかあった。図1では、そのような工程において「必要なモノの準備」を記載していない。

#### 4.2. 観点リストの検討

つぎに、出荷後不具合の原因を効率的に把握する方法を検討した。ここでは、表3で整理したエラー要因を把握しやすくするための質問項目を検討することとした。たとえば、「出現頻度の低い情報」というエラー要因は、「一般的でない顧客要求情報があったか」という質問を考えることで把握しやすくなると考えられる。上記のような検討を踏まえて、表3の結果から質問項目を検討し、観点リストとして整理した。その結果を、表5に示す。

表5. 観点リスト(一部)

作業段階	質問項目
情報	情報はどのように取得したか
	情報源の確認はいつどのように行ったか(逸脱の日常化、記憶への依存、知識・記憶のバイアス)
	一般的ではない顧客要求情報があったか(出現頻度の低い情報)
	情報の記載方法にわかりにくい部分はあったか(情報の表示方法)
	正しい情報を取得することが難しかった理由は何か
モノ	モノはどのように準備したか
	モノの名前は何か
	外見の似たモノがあったか(外見の類似)

出荷後不具合を起こしたエラーモードに対して、表5で示した質問項目を検討することで、出荷後不具合の原因を把握しやすくなると考えられる。

#### 4.3. 出荷後不具合調査用紙の検討

3章では、出荷後不具合がどのような経緯で発生したのかを把握するために、作業員へのヒアリング調査によって不具合情報を取得した。しかし、不具合の原因分析を実施するためには、あらかじめ不具合情報を取得してある状態が理想的である。また、作業員による不具合発生状況の記憶は、時間が経つにつれて薄まると考えられる。そこで、不具合発生を認識した時に記録すべき調査用紙を検討した。結果を図2に示す。

不具合調査用紙			
基礎情報			
ハウスサイズ		建て方日	
連棟数		ハウス高さ	
特注の有無			
不具合概要			
実施すべきこと		間違ったこと	
部品名		部品名	
部品の個数・量		部品の個数・量	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">                     実際には                 </div>			
実際の流れ			
作業工程	作業段階		
帳票作成工程	情報		
	実施		
部品発注工程	情報		

図2. 不具合調査用紙(一部)

図2のように、原因分析を実施するために必要な情報を調査・記録可能な用紙を検討した。たとえば、「不具合概要」では「部品名」や「部品の個数・量」など、本来すべきだった正しい出荷の内容と実際に行った作業内容を記入することとしている。これにより、出荷後不具合がどのような事象であったかを明らかにすることができる。また、「業務の流れ」では、出荷業務モデルで表した作業工程や段階ごとに、実際に行った作業の流れを記入することとし

ている。これにより、原因を特定するために必要な情報を記載できるようにした。

#### 4.4. 原因分析方法の提案

4.3節までの検討を踏まえて、出荷後不具合の原因分析方法を以下のように提案する。

##### Step0. 不具合情報の収集

不具合調査用紙を用いて、不具合発生時の情報を調査・記録する。以降のStepでは、Step0.で得た情報をもとに分析を行う。

##### Step1. 不具合状況の把握

###### Step1.1. 不具合事象の把握

不具合の事象内容を参考に、その不具合がどのような事象であるか把握する。

###### Step1.2. 出荷業務モデルを用いた最初の作業ミスの発生箇所と内容の把握

出荷業務モデルを用いて、最初に発生した作業ミスがどの作業工程であるか、また作業工程内でどの作業段階であるか把握する。そして、エラーモードを参考にその作業ミスがどのような内容であったか把握する。

##### Step2. 原因分析

###### Step2.1. 標準的な作業方法の把握

Step1.2.を踏まえて作業ミスが発生した作業工程、作業段階における標準的な作業方法を把握する。

###### Step2.2. 観点リストを用いた原因の把握

エラー要因と観点リストとして整理した質問項目を参考に、作業方法の問題点を原因として把握する。

##### Step3. 改善策立案

従来研究[2][3]によって整理されたエラープルーフ化の実現方法を参考に、作業方法の変更に関する改善策を立案する。

また、上記の原因分析を実施するために使用する分析用紙を検討した。結果を図3に示す。

分析用紙			
基礎情報			
ハウスサイズ		建て方日	
連棟数		ハウス高さ	
特注の有無			
不具合の事象把握(表1を参考に不具合がどのような事象であるか記入)			
事象内容			
作業ミス内容の把握(表2を参考に最初に発生したと考えられる作業ミス内容を記入)			
作業工程	作業段階	作業ミス内容	
表1. 不具合の事象例			
事象		説明	
(部品の)抜け		部品が一つもない	

図3. 分析用紙(一部)

図3の分析用紙では、「不具合の事象把握」のように、上記で示した分析の結果を記載する項目を作成している。また、3、4章で作成した図表も記載している。図3の分析用紙を用いることで、上記で示した原因分析をより効率的に実施できるようになると考えられる。

#### 5. 検証

##### 5.1. 原因分析方法の有用性の検証

4.4節で示した原因分析方法の有用性を検証するため、

3章で分析した21件とは異なる3件の不具合事例を分析した。その後、A社の品質管理担当者に提案方法を説明し、提案方法を用いて、同様の不具合事例3件を分析してもらい、その結果を比較した。なお、この検証内では、自身の分析内容を正解と仮定し、結果の比較を行った。

その結果、原因の把握では、作業方法の問題点を原因として捉えられることがわかった。また、改善策立案についても作業方法を変更する改善策を立案できることが確認できた。しかし、「作業ミスの発生箇所とその内容」の分析内容においては、「情報」の作業ミスを「モノ」の作業ミスと捉える誤りがあった。

また、同じ品質管理担当者に対して提案方法を用いて分析した結果のヒアリング調査を行った。その結果、類型化結果を用いることで事象や作業ミス内容の特定は容易になったが、原因把握においては観点リストの質問項目をあまり参考にしていなかったことがわかった。

以上から、作業方法を変更する改善策を立案できるようになったという点では有用性があるといえる。しかし、改善策立案に至る過程にて、作業ミス内容を正確に捉えることが難しいことと、観点リストの有用性が低く、作業方法の問題を原因として捉えられるかは分析者に依存しているという二つの問題点があると考えられる。

## 5.2. 観点リストの修正

5.1節にて明らかになった問題点のうち、観点リストに対する問題点の改善を検討した。観点リストを改善するため、まずA社で使用されている帳票などを参考に「情報」「モノ」「実施」を構成する要素を検討した。そして、それぞれを構成する要素とエラー要因の対応関係を推測し、その結果を質問項目とすることで、新たな観点リストを作成した。新たに作成した観点リストを、表6に示す。

表 6. 修正後の観点リスト(一部)

作業段階	分類	質問項目	対応するエラー要因
情報	組立・出荷されるユニットハウス	ユニットハウスの種類(色、サイズ、製品名、連棟数、階数、高さ)は出現頻度の低い情報であったか	出現頻度の低い情報
	組立・出荷する部品	組立・出荷する部品の種類(部品名、サイズ、色、数量、特注(特別な指示)、組立場所、組立・出荷方法)を標準的でない方法(省略された方法)で判断・認識したか	逸脱の日常化
		作業の前や直後に組立・出荷する部品の種類(部品名、サイズ、色、数量、特注(特別な指示)、組立場所、組立・出荷方法)を帳票などで確認せず、自分の記憶に頼って判断・認識したか	記憶への依存
		組立・出荷する部品の種類(部品名、サイズ、色、数量、特注(特別な指示)、組立場所、組立・出荷方法)は出現頻度の低い情報であったか	出現頻度の低い情報
組立・出荷する部品の種類(部品名、サイズ、色、数量、特注(特別な指示)、組立場所、組立・出荷方法)を、過去の類似知識・記憶のバイアス			

表6に示すように、たとえば「ユニットハウスの種類(色、サイズ、製品名、連棟数、階数、高さ)は出現頻度の低い情報であったか」というような質問項目を作成した。このように、具体的な質問項目に変更したことで有用性の高い観点リストになったと考えられる。

## 6. 考察

人が作業を実施する上で、作業ミスを0に抑えることは難しい。また、新製品の開発や加工に用いる設備の変更などによる作業方法の変化は、何度も発生しうることである。さらに、それによって、従来までは発生しなかった未知の不具合が発生することも予想される。したがって、不具合の低減を実施するには、継続的な改善活動が必要となる。

それに対して本研究では、過去の不具合事例をふまえた事象や作業ミスなどの類型化結果や、出荷業務モデルなど

のツールを用いた原因分析方法を提案した。また提案した原因分析方法をA社の社員に実際に使用してもらったことで、一部の問題点はあるものの、作業方法を変更する改善策の立案が可能で、また新たに発生した不具合も分析可能であることを確認できた。したがって、本研究で提案した原因分析方法を活用することで、継続的な改善活動を実施できるようになると考えられる。

出荷後不具合の低減を考える際には、出荷作業でのミスのみに着目することが多い。実際に、秋田ら[1]や、A社の社員は、出荷作業のみに着目していた。しかし、出荷後不具合を効率的に低減するには、不具合発生に至った最初の作業ミスを防ぐことが重要と考えられる。これに対して、本研究では、モノを出荷する出荷工程と、出荷工程の作業ミス発生に影響を与える工程である、帳票作成工程や部品発注工程など、6つの工程から成る出荷業務モデルを検討した。それによって、出荷業務の工程間の関係性が明確になり、出荷作業での作業ミスのみでなく、最初の作業ミスを捉えやすくすることができたと考えられる。

5章で検証を行った結果、提案した原因分析方法には、「情報」の作業ミスを「モノ」の作業ミスと捉えてしまうという問題点が見られた。これは、分析者が「何らかのモノの出荷を忘れた」という事象をそのまま作業ミスであると捉え、「モノ」の作業ミスと判断したと考えられる。またこのような分析の誤りはしばしば発生することが予想される。ここで、提案した原因分析方法には、「人でなく作業方法の問題点を捉え、作業方法に対する改善策を検討できるようにする」という目的がある。そして、作業ミス内容を正しく分析できなくても、作業方法に対する改善策を検討することは可能である。しかし、「情報」と「モノ」の作業ミスでは打つべき改善策の性質が異なると考えられる。そして、「情報」の作業ミスを「モノ」と捉えた場合には、発想できる改善策が絞られることとなる。そのため、「情報」と「モノ」の違いを認識し作業ミスを正しく分析することは、より多くの改善策を発想するという点で重要である。この点については本研究で有効な分析方法を検討できておらず、今後の課題である。

## 7. 結論と今後の課題

本研究では、A社を事例として出荷後不具合が発生する原因を体系的に整理した。また、不具合の原因分析方法を提案した。

今後の課題としては、修正した観点リストの有用性を検証することや、作業ミスを正しく分析する方法を検討することが挙げられる。

## 参考文献

- [1]秋田かおる, 増渕哲夫(2005): “出荷検査業務における検査ミスの撲滅と作業の効率化”, IE Review, Vol.46, No.2, pp.71-74
- [2]中條武志, 久米均(1985): “作業のフルブルーフ化に関する研究—製造におけるフルブルーフ化の方法(1)—”, 品質, Vol.15, No.4, pp.78-87
- [3]尾崎郁雄, 棟近雅彦(2005): “エラーブルーフを活用した与薬事故低減に関する研究”, 病院管理, Vol.42, No.3, pp.121-133