

FMEA 手法 テキスト

2003 年 12 月作成
2009 年 8 月一部(朱記部)訂正

西村経営支援事務所

<http://www.nsweb.biz/>

1. FMEAとは

FMEAとは「Failure Mode and Effect Analysis」の略号で、わが国では「故障モードと影響解析」といわれている。JISZ8115では「設計の不完全や潜在的な欠点を見出すために、構成要素の故障モード(形態)とその上位アイテム(システム)への影響を解析する技法」とされている。完成した製品やシステムに対してというより、これから開発しようとする製品や、システムの設計・改善に活用するものである。

新幹線"のぞみ号"は最新の技術を導入してつくったが、ボルトの脱落その他、色々と事故が起きていると報道されている。なぜ始めからよいものができなかったのか、お客が使っているうちに改良されてよくなったでは迷惑である。

「新しいものには必ず故障が潜在する」これがFMEAの哲学である。その故障は、いかにして起きるかという探求の仕方によって故障の可能性を追究し、さらに故障発生時の影響を解析して対策の要否を判断していくものである。

いいかえると、すべての部品は故障が起こるというように、悪いか良くないという方向に物事を考えて対処し、これを打ち消す方法であるといえる。さらに予測される故障について、どの程度のもまで処理すればよいかを定量化する。そのために対象部品ごとに、不良発生数予測、厳しさ、検知度の3アイテムについて予め基準を作って明確にしておくのである。

FMEA ⇒ 故障モードと影響解析

- ① FMEAとは、故障モードをもとに、システムを構成する機器あるいは部品がある故障を起こしとき、その故障がシステムにどのような影響を及ぼすかを解析し、大きな影響を及ぼす機器あるいは部品を摘出する方法である。
- ② 故障モードとは、断線、短絡、折損、摩耗、特性の劣化などの故障による形式をいうが、製造工程を対象にしたFMEAでは、エラーモードや不良モードが用いられる。
- ③ 故障又はエラーの影響度、発生頻度、致命度、おのおのの段階をスケール評価し、その積である危険度優先順位数が基準点以上のものの改善を検討する。
(例えば影響度、発生頻度、致命度、おのおのを10点満点で表わし、その積である危険度優先順位数が100点以上のものの改善を検討する。)

図1 FMEAとは

FMEAを用いると、

①製品の故障の対策

製品企画や設計時の段階で考えられる故障を書き出して、システムに影響を与えるものから事前に対策する。

②問題のありそうな工程の事前対策

作業工程(4M→作業員、機械設備、原材料、作業方法)での不良モードに活用して、新部品、新工程へ切り替える前に問題のありそうな工程の対策をすることで不良の絶滅をはかる。

つまりISO9000で言う予防処置である。

2. 適用の範囲

FMEA は、宇宙機器の信頼性を検討する手法としてアメリカで生まれた。今日 FMEA を多方面に活用しているのは日本である。

その日本の製品もかつては、「新製品は故障がある。品質のほぼ安定する半年経過後に買えば」とよくいわれたものだが、現在ではそのようなことはほとんど耳にしなくなった。

新しい仕事をするときは、必ず問題が起ると考え、予想できることは事前に解決しておくという考えで進めていく。

たとえば、つぎのものがある。

- ・ 製造工程の不良予防
- ・ 設備故障の予防
- ・ 検査システムの改善
- ・ 災害予防

部品メーカーや外注メーカーでは、以前は完成品メーカーや親会社から注文のあった部品づくりに努力するだけでよかったが、受け身の姿勢ではやっていけなくなった。現在では、中小企業といえども FMEA を取り入れ、信頼性確認まで行って、場合によっては親会社に対して改良提案を行うことが要請されるようになっている。

3. 種類と対象

設計・工程において起るであろうと予想される「品質問題の未然防止」を図るには、図 2 に示すように、設計および製造工程での FMEA を実施し、問題多発工程を抽出し検討する。

これらの改善結果を QC 工程表や製造管理標準へ残らず反映し量産以降を安定させなければならない。

(1) 設計の FMEA

設計品質を保証するためにその部品(コンポーネント)の起す故障が、製品の信頼性にどんな影響を与えるかを個々に故障モードを推定し、信頼性への影響度の大きいものについて対策し、その影響度を少なくしていくのである。

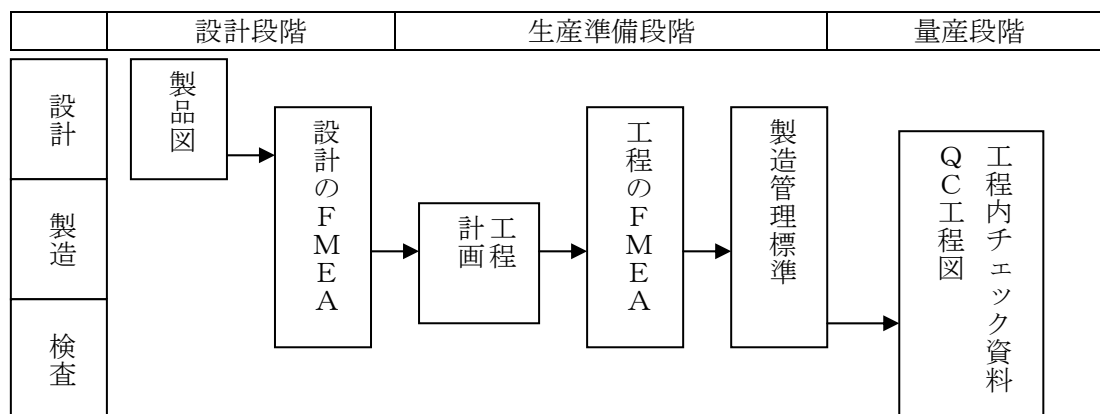


図 2 品質問題の未然防止

(2) 工程の FMEA

工程内での予見不良要因が品質に与える重要度を評価し、工程で作り込む品質の信頼性を高めていく方法である。

つまり、不良やバラツキを予測し、その影響を定量的に評価して対策の優先順位を決め、実行するという不良要因の排除である。

工程管理上、発生する不良を対処するには、FMEA を行って、

- ①不良品は受けとらない…検知度を上げる
- ②不良品は作らない……重要特性の特別管理、ポカヨケの推進、標準の充実と順守
- ③不良品は流さない……ポカヨケの推進

などに対応する。

そのために、工程での欠陥により発生する不良現象が、製品に対してどう影響するかを解析し、事前に問題点を予測、摘出し解決しようとする。そして、QC 工程表の作成、製造管理標準や工程内チェック資料に生かしていく。

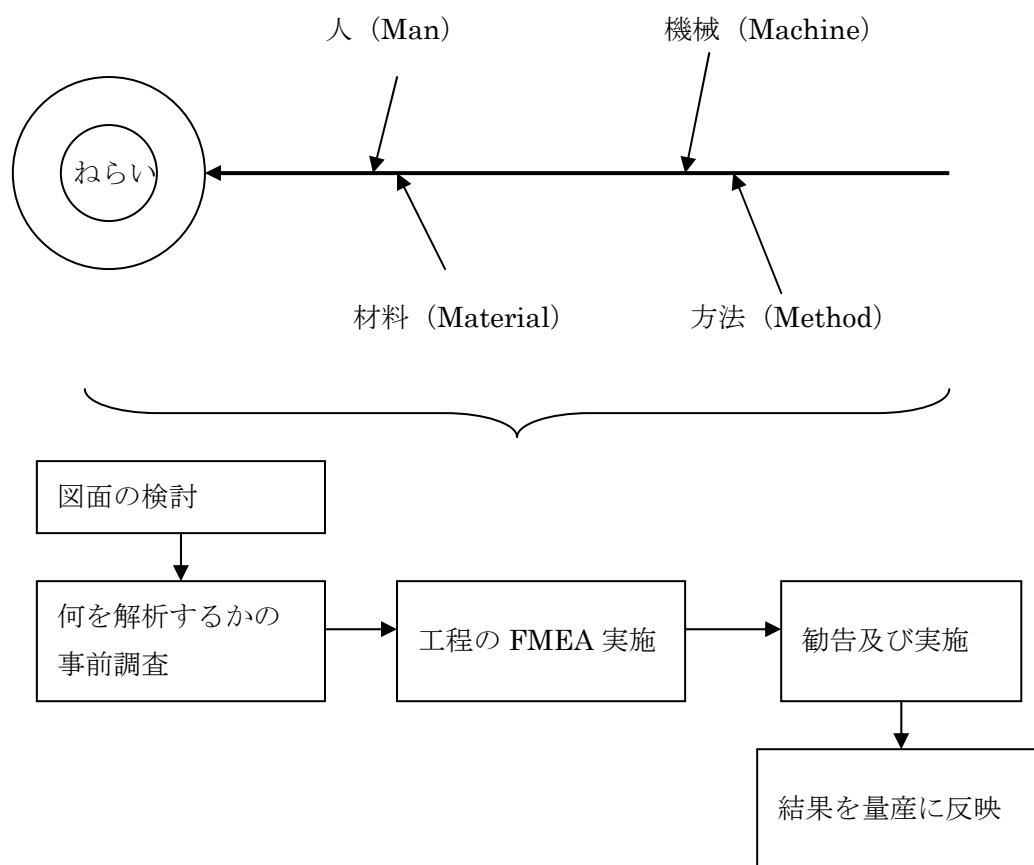


図 3 工程の FMEA の進め方

4. 工程の FMEA の実施手順

中小企業では、親会社や取引先からの、コンポーネントや部品発注がほとんどなので、ここでは工程の FMEA を図 3 に示す手順にしたがって説明することにする。

(1) 図面の検討

受領した単品図、組立図から機能、性能および使われ方、工法を検討し、FMEA 実施選定基準にもとづいて実施する。図 4 はその例であり、この例は条件点数の 8 点以上が、FMEA を実施することになっている。

FMEA 実施基準									
● 部品、工程、それぞれ評価点合計が 8 点以上の場合 FMEA を実施する。									
(部品)					(工程)				
項目	条件	点数	評価		項目	条件	点数	評価	
A	製造方法	従来通り	1		A	製造方法	従来通り	1	
		類似	2				類似	2	
		新規	5				新規	5	
B	製品構造	従来通り	1		B	型・治具	従来通り	1	
		類似	2				類似	2	
		新規	5				新規	5	
C	材 料	従来通り	1		C	異品・欠品の可能性	なし	1	
		類似	2				少しあり	2	
		新規	5				多い	5	
D	要求仕様 (使用条件)	従来通り	1		D	製造条件	従来通り	1	
		類似	2				やや厳しい	2	
		新規	5				厳しい	5	
合計点					合計点				
<p>注1. 新規：信頼性に関係のある構造、材料が従来機種と著しく異なっているもの。 類似：信頼性に関係のある構造、材料が従来機種と一部異なっているもの。 従来通り：信頼性に関係ある構造、材料が従来機種と同一のもの。</p> <p>注2. 製造条件の変更にはレイアウト変更、工程変更、取引先変更を含む。</p>									

図 4 FMEA 実施基準例

(2) 事前調査と故障モードの整理

FMEA を展開する前に、一定期間、類似部品の工程内不良などを調べて、問題多発工程を抽出し、何を解析するのかわかしておく (図 5)。

過去のデータを調べる

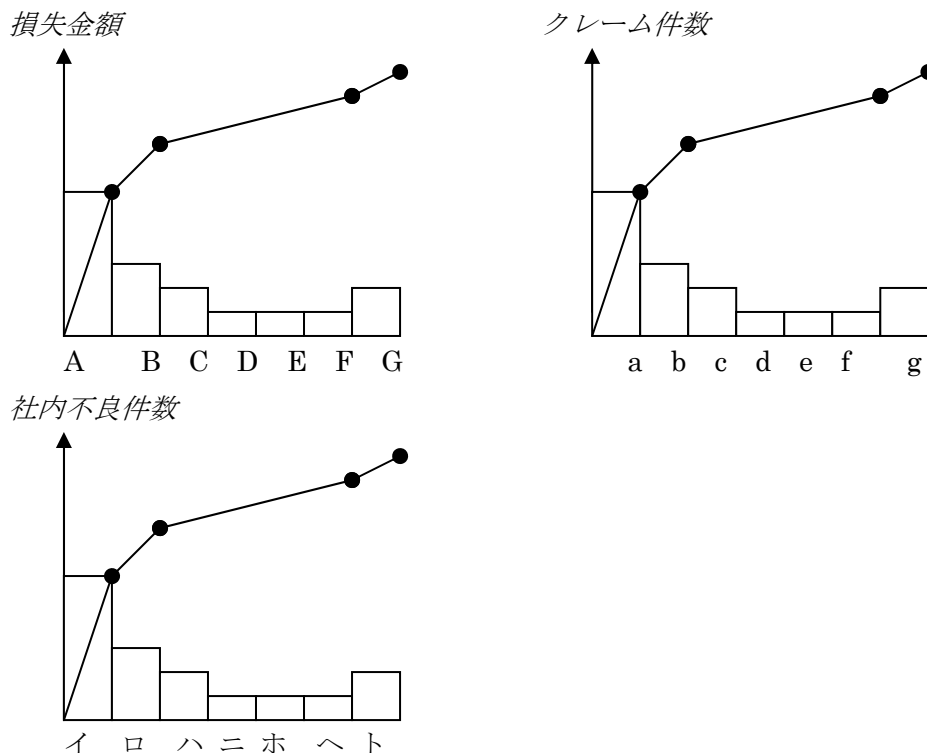


図 5 類似部品の実施調査

調査結果に基づき、考えられる故障モードを整理しておく (表 1、表 2)。

表 1 一般的な故障モード (予見される不良項目) の例

工程	予見される不良項目
全般	異品、欠品、作業忘れ、作業ミス、キズ、よごれ
鋳造	型ずれ、割れ、砂残り、鋳肌、予肉、欠肉、成分
切断	未加工、半加工、加工ずれ、異材、ばり、カエリ、仕上げ
プレス成形	凹凸、ひずみ、しわ、割れ、ズレ
溶接	位置ズレ、ビードズレ、ひずみ、集成ズレ、誤組み、スキ
プレスチック成形	ショートショット、ウエルランド、クラック、ソリ、ひけ、変形、白化 抜け不良、異材料、色違い、シボ流れ
塗装	スケ、タレ、ブツ、色村、色違い、キズ、剥離、塗膜
組立	誤組み、変形、合い、沿い、位置ズレ、ゆるみ

表 2 ヒューマンエラー（ポカミス）のエラーモード

製造作業におけるエラーモードの例

	エラーモード
作業要素を間違えるミス	抜け、回数間違い、順序間違い、実施時間間違い 禁止事項の実施
外部情報の受け取りに関するミス	選び違い、数え違い、認識間違い、危険の見落とし 位置間違い、方向間違い、量的間違い 保持間違い
動作に関するミス	不正確な動作、不確実な保持動作、不十分な回避動作

エラーモードの発生要因

錯覚	<ul style="list-style-type: none"> ・ 表示、配色 ・ 作業順序 ・ 作業の中途打ち切り ・ 部品の配列 ・ 作業の単純性
疲労	<ul style="list-style-type: none"> ・ 作業域 ・ 作業環境（照明、換気、騒音など）
作業のやりにくさ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 装置の配列 ・ 作業手順 ・ 治工具の狂い ・ 部品の配列 ・ 作業域
眠気	<ul style="list-style-type: none"> ・ 作業の単純性 ・ 作業環境（騒音、温度など）

(3) ワークシート評価基準の決定

だれでもワークシートがあれば、取りかかれるよう工夫したワークシートを用意する。

図 6 はその例でやり方のポイントを表示した。これは手引書などを参考に、自社に適したフォームを作り取りかかるとを勧めたい(表 1、表 2、図 6 参照)。

FMEA ワークシート

部品番号		開始年月日		印	印
部品名称		完了年月日			
		改訂年月日			

部品又は工程の名称	部品又は工程の機能	不良予見項目 (故障モード)	不良発生時の影響	不良発生要因	評価			合計 (対策優先順位)	勧告及び処置状況	処置後の再評価				
					不良発生予測	不良の厳しさ	不良検知度			不良発生予測	不良の厳しさ	不良検知度	対策優先順位	評価
	要素作業を分解してからスタート	考えられる不良項目を書き出す	どのような不良現象として出現するかを考える	いかにして不良を起こし得るかという原因を書く(4Mについて考えてみる)	決められた基準により評価する		N	対策は Why でアイデアをまとめる。	結果の確認					

(工程の FMEA の場合)

典型的な不良予見項目例を参照する

点数	不良の発生予測	不良の厳しさ	不良検知度
10			
8	週1回ありそう	クレームで信用失墜	ユーザーまで行ってしまう
5	月1回ありそう	手直し費大	納入先でわかる
3	殆どなし	すぐなおる	出検時わかる
1			

不良発生予測、不良の厳しさ、不良検知度を各々10点満点で表し、その積が100点以上のものを優先的に対策する。

図6 FMEA ワークシートの評価基準例

(4) FMEA の実施

解析グループの設計の FMEA は設計を主体に生産技術、品質保証の担当で編成し、工程の FMEA の場合は生産技術を主体に、製造、検査、品質保証担当で編成し実施する。そのステップは図 7 に示す通りである。

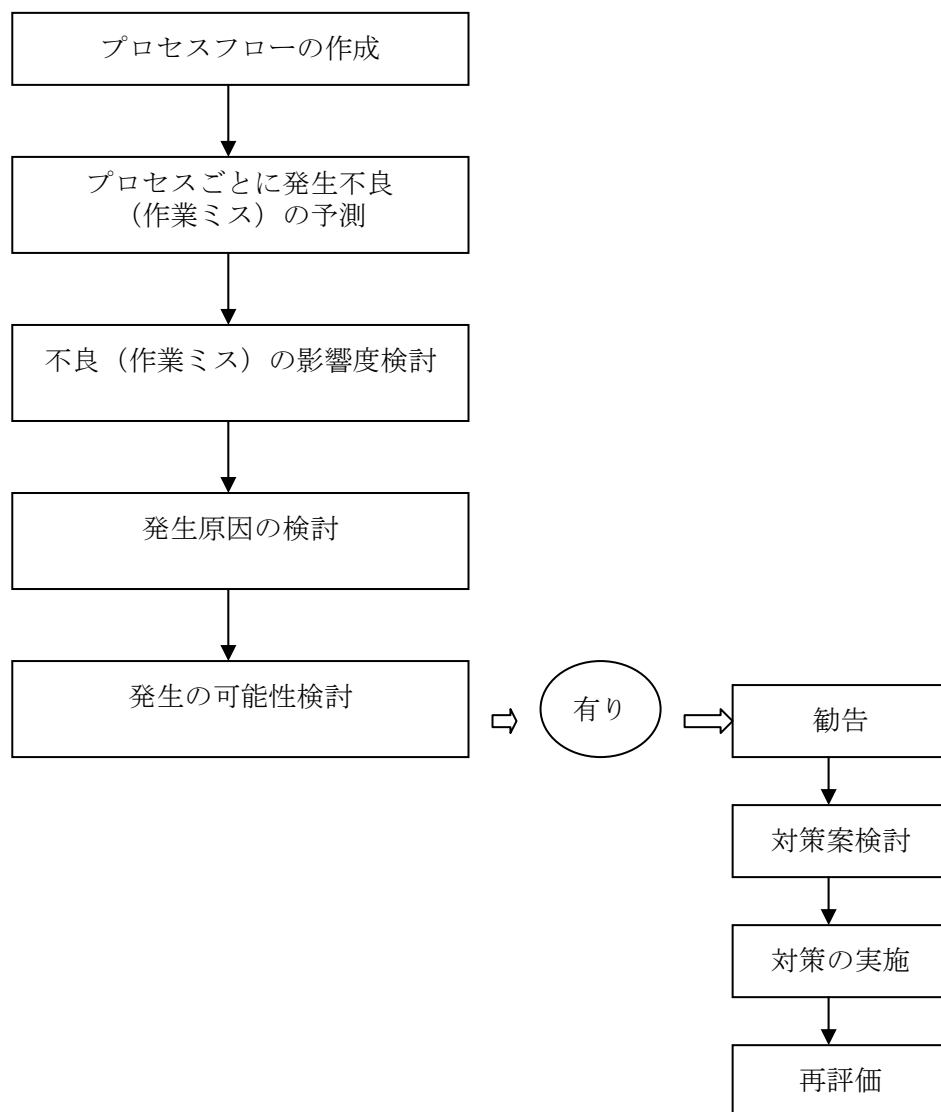


図 7 FMEA の実施

工程の FMEA は試行段階と量産本工程段階と 2 回実施するのがよいであろう。まず、試行段階では、図面、部品および製造工程を見て、過去の経験と技術により、量産時に発生すると思われる製造チョンゴあるいは問題点を工程ごとに摘出する。

量産本工程段階では、ワークシートによりその不良の発生の可能性を検討して、不良の厳しさ(損失費用の大きさ)、検知度を予測し、その結果により対探優先順位数を決定する。

「FMEA 手法」

つぎの項目については、不良発生要因排除のため十分に検討を行う。

- ・ 重要品質特性の品質が確保できる工程、工法か(4M)。
- ・ 過去の不具合対策が織り込まれているか。
- ・ 工程能力は十分あるか、バラツキは発生しないか。
- ・ ポカヨケが織り込まれているか、落ちはないか。

メンバーの選定とリーダーの運営の仕方が成果を左右する。このグループは勧告を行うだけでなく、勧告の主旨にしたがって、処置が適切であったかどうかのフォローも行うのである。

(5) 勧告および処置

不良発生数予測、厳しさ、検知度の積である「対策優先順位」が、100 点以上のものを優先的に対策するよう勧告する。勧告内容には経済性も加味して、設計変更を要するもの、工程改善を要するもの、信頼性試験を要するものに大別できる。この場合、相手まかせの勧告ではなく、どのような設計変更をすべきなのか、あるいはどの工程をどのように改善すべきなのか、本質を見極めた上で具体的な勧告を行わねばならない。

勧告を受けた部署では、勧告を素直に受けて、製品の場合は破壊までのテストやいじわるテストなどで信頼性を確認する。合わせ品質は客先立合いで実施する。工程の場合は、問題工程の改善、不良発生の高い工程に検討を加え、作りやすさを 4M について、具体的な洗い直しを行うべきである。

対策処置後、評価をやり直し、70 点以下になるように。特に不良が厳しそうなのは 50 点以下とすべきである(図 8)。

アクション (◎が大事な項目)

人 (Man) : ○ 教育・訓練 ◎ 重要工程の作業員固定 休暇のため、ピンチヒッターとなる人も、普段から多能工訓練をする。	機械・設備 (Machine) : ○ 精度アップ ◎ ポカよけ ○ 工程能力把握 ◎ 日常点検の系統化
材料 (Material) : ◎ 受入管理強化 ○ 購入先変更 ○ 設計変更	方法 (Method) : ◎ 監査体制強化 ○ ポカよけ ○ 自主検査、順次点検 ○ 源流管理

評価



1. 対策処置後、評価をやり直し、70 点以下になるようにしよう。
2. 不良が厳しいものは、検知度が 50 点以下になるようにしよう。

図 8 アクションと評価

(6) 結果を量産に反映

織り込むべき項目例はつぎの通り。

①製品の機能が織り込まれているか、バラツキは発生しないか。

②どこで何をチェックするのか。

重要工程の作業者の訓練や固定化するか認定化する。日常点検の系統化、工程内自主検査は作業標準に織り込むなど。

③製造工程へポカヨケが設置されているか。

機械設備の精度アップや間違っていたらわかるか、間違ってもワーク(加工対象物)が治具や機械に取り付かないこと。

④設計変更の提案

問題点処理票または設計変更依頼書により関連部署に依頼する。

5. 実施例

ある部品組立の FMEA の実施と対応例を図 9 の例にしたがって説明しよう。

1) FMEA 実施可否検討

設計図面をもとに実施対象選定基準で、図 4 に従い FMEA の実施可否の検討を行った。この部品は、製品が 9 点、工程が 10 点であるので、チームを作り、FMEA を実施することとなった。

2) 現状分析

FMEA の展開を前に、類似品で 1 ヶ月間工程内不良実績をとり、図 5 のようにまとめた。参考までに不良率は 1.5%であった。

3) 工程の FMEA 実施

図 6 のワークシート例にもとづき、2 日間、生産技術、製造、品質管理(検査)の 4 名で行った。実施結果は図 9 の左半分である。

4) 勧告

FMEA 実施結果、危険優先順位数 100 を超えるもの 15 件(社内 12、取引先 3 件)の勧告を行った。客先には社内担当部署より設計変更依頼を行った。

5) 対策・処置

客先での図面変更、社内では工程見直し、新規の型・治工具手配に反映させることができたのである。図 9 の右半分はその一例である。

その結果、品質面はいうに及ばず工数低減にもつながったのである。

FMEA ワークシート

部品番号	12345-678
部品名称	○○○○

開始年月日	H10.10.15
完了年月日	H10.10.31
改訂年月日	

印	印
---	---

部品又は工程 の名称	部品又は工程 の機能	不良予見 項目 (故障モード)	不良発生時の影 響	不良発生要因	評 価			合計 (対策優先順位)	勧告及び処置状況	処置後の再評価				
					不良発生予測	不良の 厳しさ	不良検知度			不良発生予測	不良の 厳しさ	不良検知度	対策優先 順位	評価
9 エアア ウトレ ットの 組み付 け	所定の 位置に 所定の ものを 確実に 組み付 ける	6.1 他機種 のものを間違 ってつける	6.1.1 納入先で組 立できない	1.混成ライン作業	3	3	3	27	1と3 					
			6.1.2 見栄えが悪い	2.置き場の4S不備	3	3	3	27						
			6.2.3 機能しない	3.取り付けピッチ が同じ	3	3	3	27						
		6.2 左用と 右用を間違っ てつける	6.2.1 ラインスト ップ	1.上下左右どの向 きでも取り付く	5	5	8	200	1.取り付け座面の高さ を変えることにより、取 り付け損ないを防止 2.組立部品の置き方を 改善。つまり右手で右 側、左手で左側を取り付 ける	3	3	3	27	組立で検 知度が良 くなった
6.2.2 換気不良	2.置き場の4S不備	5	5	5	125									
	3.作業者に注意せ よだけでは無理	5	5	5	125									
6.3 上下逆 に取り付ける	6.2に同じ	6.2に同じ												

図9 工程の FMEA 実施例

「FMEA 手法」

(プロセス)

(予見不良項目)

(エラーモード)
(不良発生時の影響)

工程 FMEA ワークシート

品名：

日付：
担当部署：

No	工程名 (プロセス名)	工程の機能	エラーモード (不良予見項目)	エラー (不良) の影響	エラー (不良) の原因	評価点			重要 度 点 数	対策の 着眼点	対策内容	期限	担 当
						発 生 度	影 響 度	検 出 度					