

# FMEAによる品質向上 (基礎編)

村田技術経営相談事務所

# 目次

1. FMEAについて
2. FMEAの基本事項
3. FMEA実施手順
4. 故障モード選定・評価・対策
5. FMEA実施マネジメント
6. FMEAと品質保証
7. FTAとFMEAの相違と関連
8. ETAと安全解析FMEA
9. FMEAの効果
10. 工程FMEA

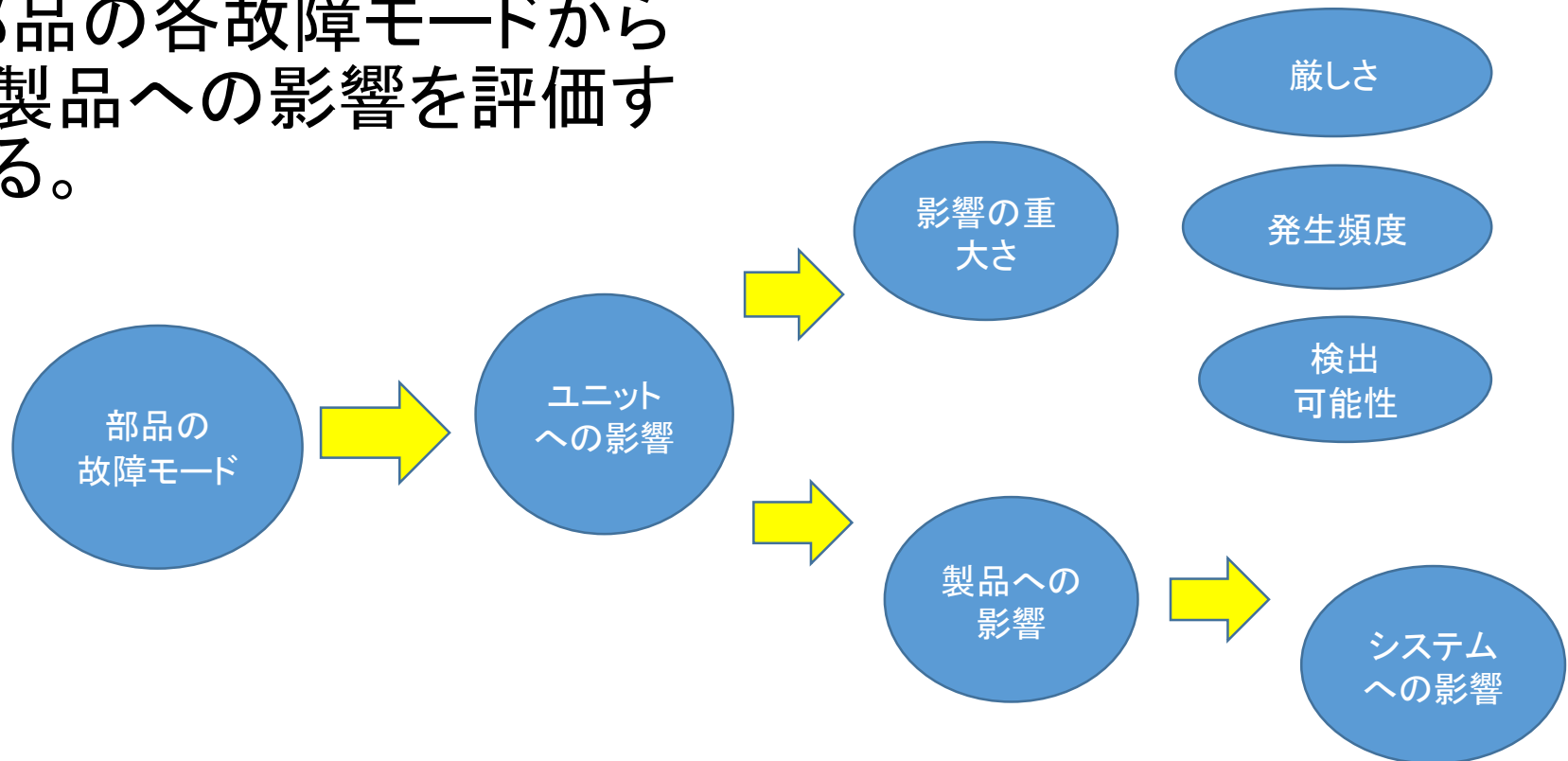
# 1. FMEAについて

# 1.1 FMEAとは

FMEA(Failure Mode and Effects Analysis)

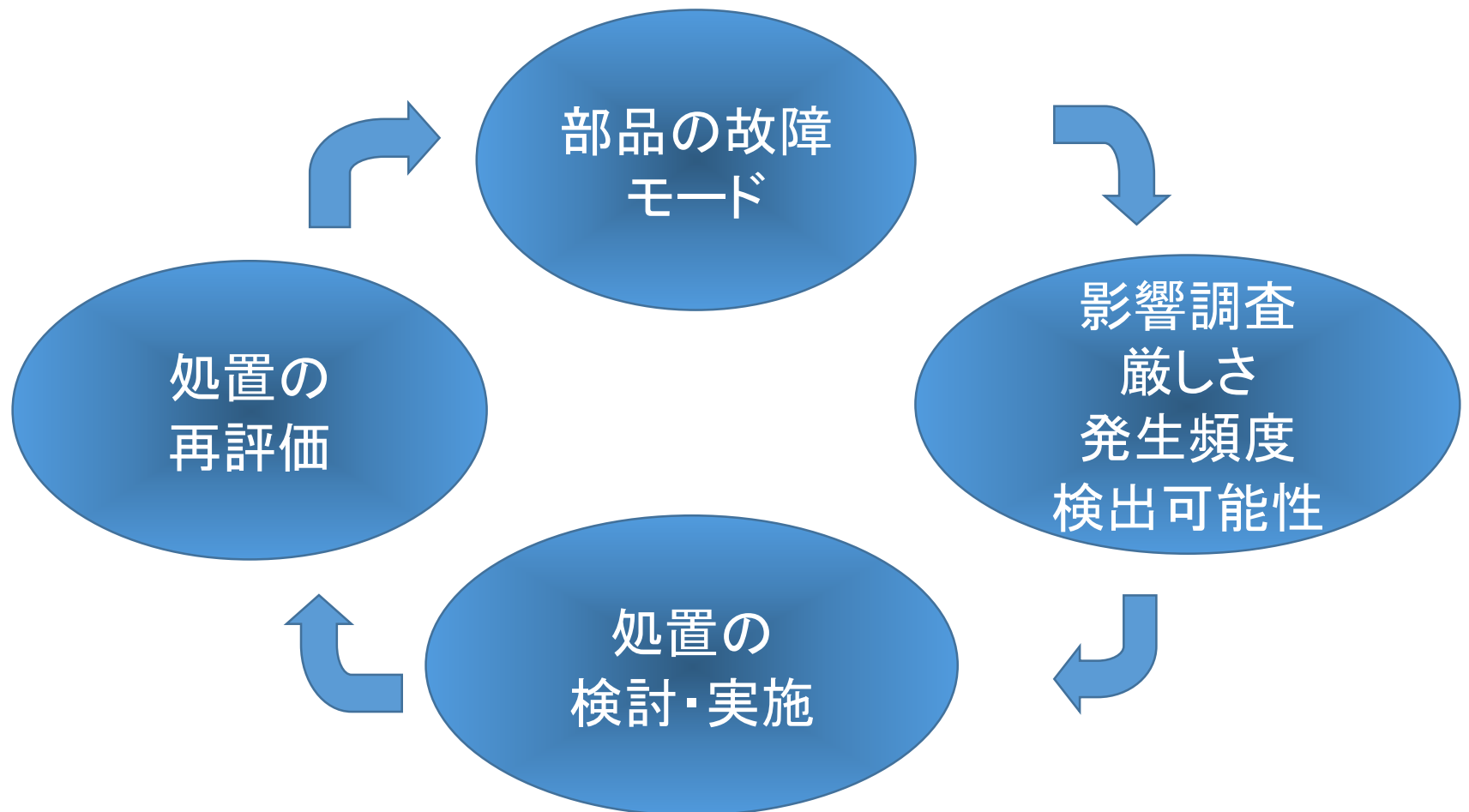
FMEAとは、故障の原因になりそうな事象を想定し、事前に対策して、顧客でのクレームゼロを目指すツール

部品の各故障モードから製品への影響を評価する。



# 1. 2 FMEAの基本目的

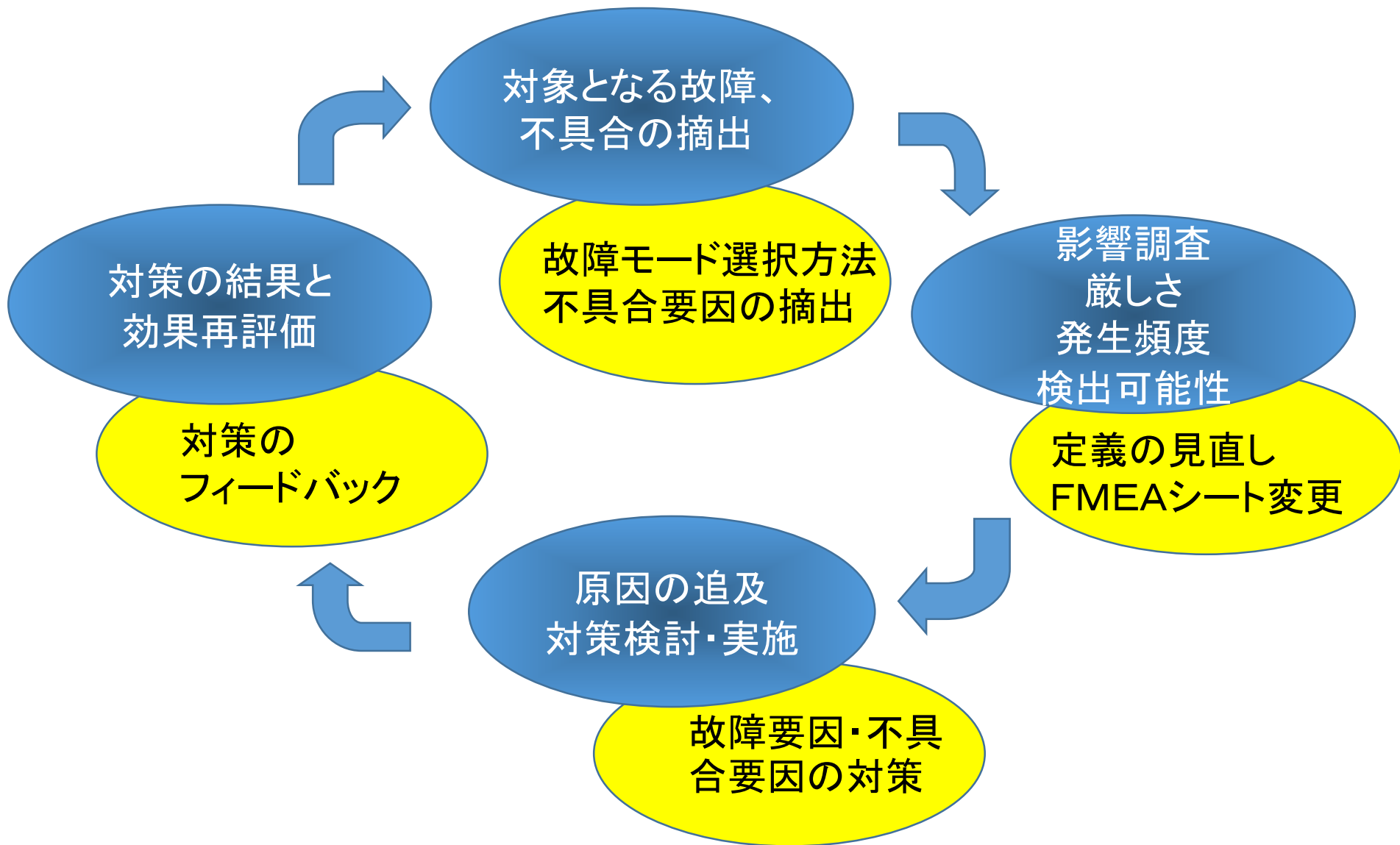
FMEAの基本目的は、  
故障モードを評価し、事前に対策をすること



# 1. 3 FMEAの利用応用目的

No	段階	利用目的
1	製品企画・開発・設計段階	製品に関する故障要因、故障モードの抽出と対策 製品の不具合、不良の作りこみ予防と対策 製品の機能の実現に想定される障害への対策 製品のライフサイクルに渡る信頼性に関する問題点の抽出
2	生産・量産製造段階	製造工程ごとの不良モード(設備、作業起因)の抽出と対策 構成品、部品の不良の抽出と対策 設備保全(改善)活動
3	検査・試験段階	想定される故障モードに対する検査・試験方法の確立 生産時の不良品の選別、抽出 部品、構成品の不良の抽出と対策
4	輸送・工事段階	運搬作業、輸送中のトラブル予防と対策 据え付け工事、現地調整でのトラブル予防と対策 工事中の危険要因の排除と安全確保
5	運用段階	安全な運用のため、危険の予知と防止 保全方法の確立 故障品の対策とフィードバック

# 1. 4 FMEAの応用と適用



## 2. FMEAの基本事項



# 2. 1 FMEAの基本事項

## FMEAに使用する基本的用語と定義

用語	定義
アイテム	部品、構成品、デバイス、装置、機能ユニット、機器、サブシステム、システムなどの総称またはいずれか
故障	アイテムが要求達成能力を失うこと
故障モード	アイテムの故障の起こり方
故障の致命度	故障の影響の厳しさと発生頻度又は他の特性との組み合わせ
システム	相互に関連ある、あるいは相互に作用しあう要素の集合
致命的故障	人身に障害を与えたり、資財に重大な損傷を与え、またはその他の容認できない結果に至ると評価される故障

## 2. 2 FMEAの基本種類

- 設計FMEA

- 製品の問題を発見
- 製品を故障させるにはどのようにするのか

- 工程FMEA

- 製品の製造上の問題点明確化
- 製造工程の故障は製品、工程の効率  
安全性にどのような影響を与えるのか

## 2. 3 故障モードとは

- 設計FMEA

- 製品設計上の不具合
- 製品の機能不全の原因

- 工程FMEA

- 製造工程上の不具合

## 2.4 基本ワークシート

基本ワークシート

アイテム	機能	故障モード	推定原因	故障の影響	検知方法	故障等級	記事

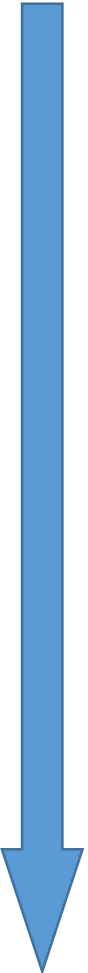
  

解析対象	対象機能	故障	原因	システムへの影響	影響度合
------	------	----	----	----------	------

ワークシートはFMEAの焦点、対象、実施場面、使い勝手、簡便性により項目の追加、省略が可能、バラエティは豊富。

### 3. FMEAの実施手順

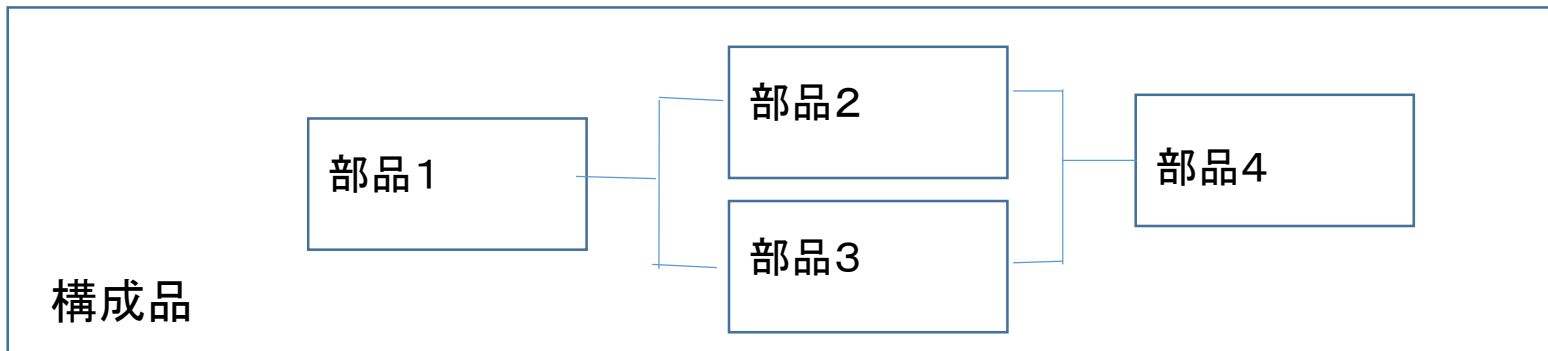
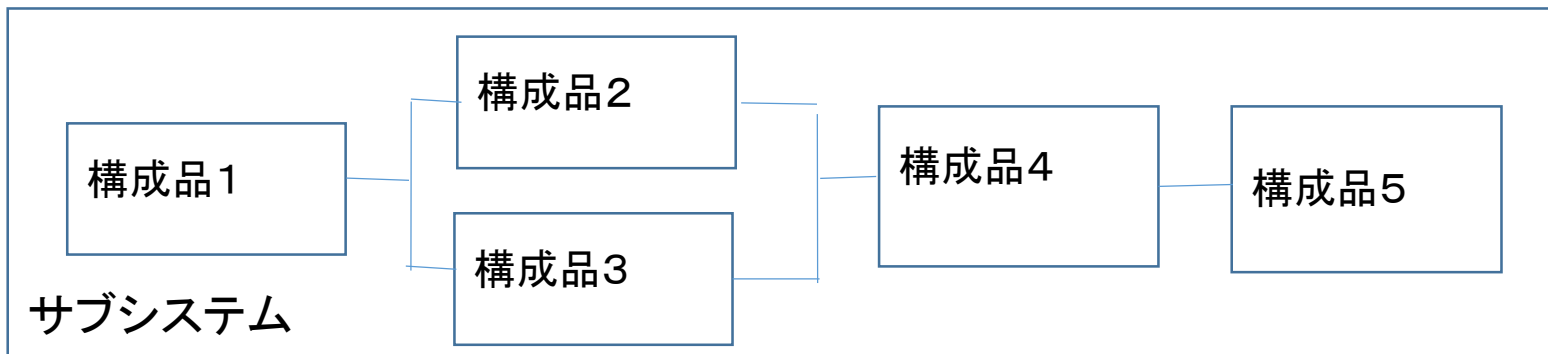
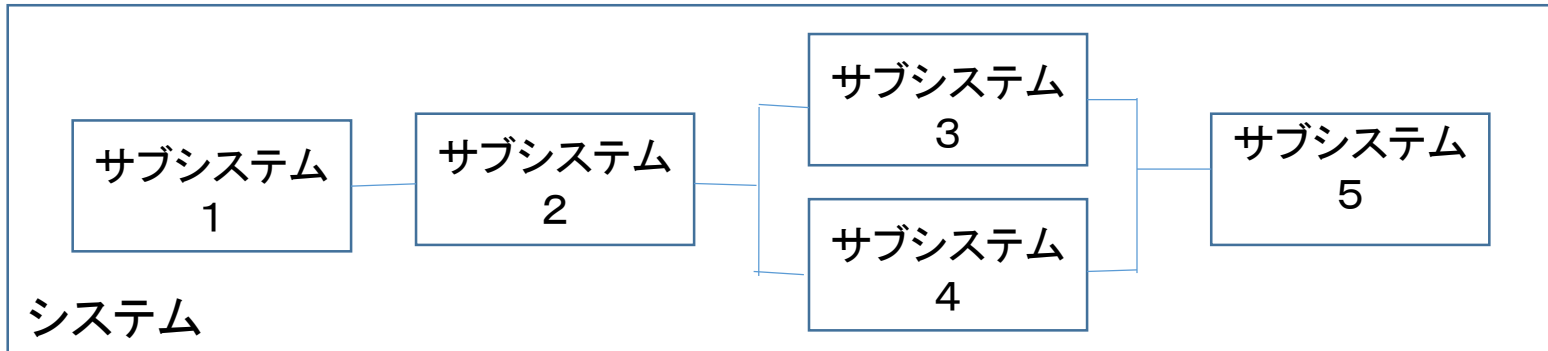
# 3. 1 FMEAの基本実施手順

- 
- ① システムの機能確認
  - ② 対象部位(システム、サブシステム、構成品)の選定
  - ③ 対象部位のブロック図作成
  - ④ 故障モード選定
  - ⑤ 故障モード評価実施
  - ⑥ 設計変更の要否検討
  - ⑦ 設計変更(対策実施)

## 3. 2 FMEAの実施準備

- ① システムの機能確認
- ② 対象部位(システム、サブシステム、構成品)の選定
- ③ 対象部位のブロック図作成

# 3. 3 機能ブロック図分解





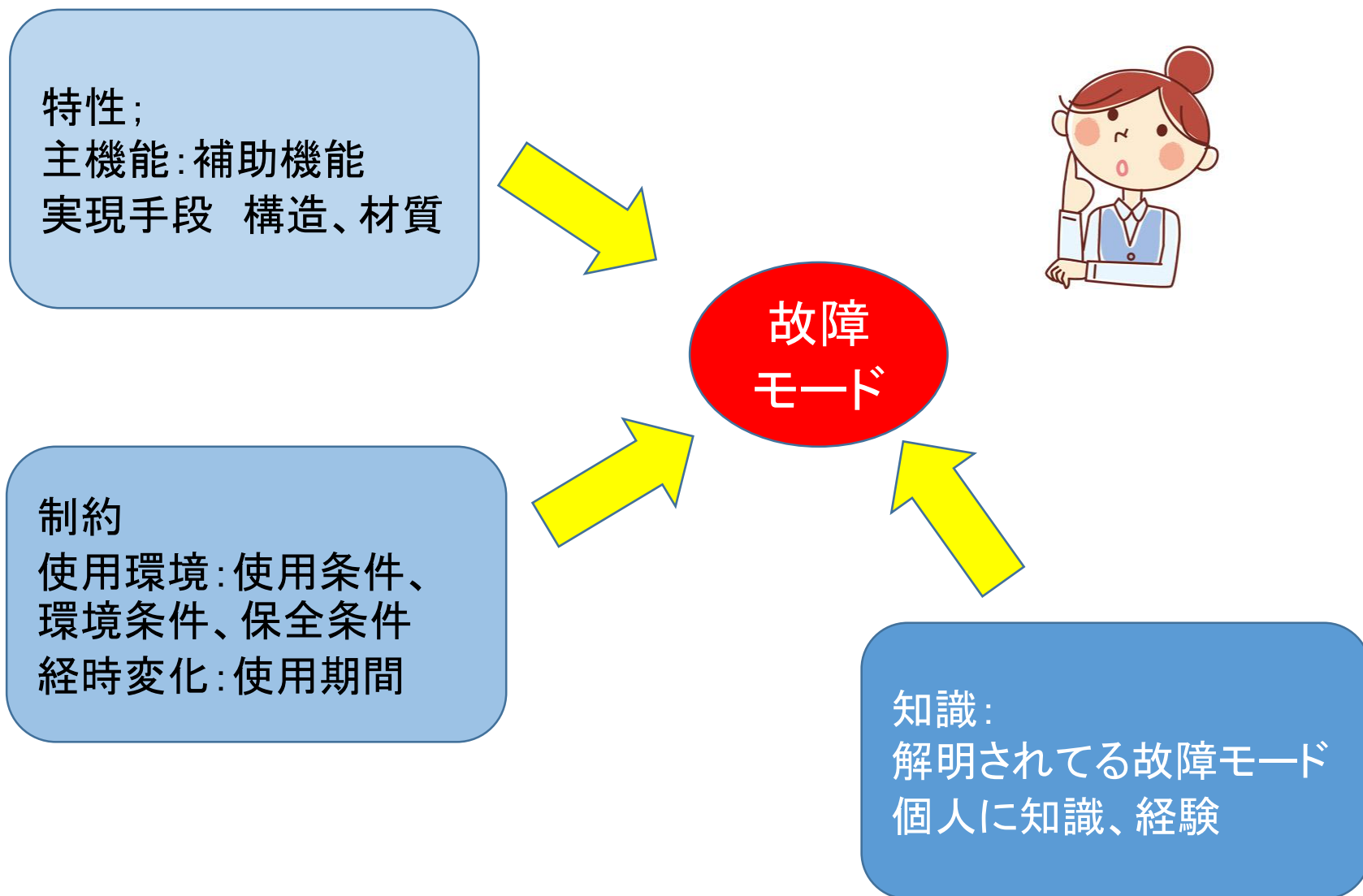
# 3. 4 FMEAの対象機種選定

FMEAの対象：対象機種

- ① 新技術、新部品、新材料などの採用部分が多いか
- ② 顧客に対して重要品質保証指定項目の数が多いか
- ③ 信頼性上問題となる可能性のある商品か否か

## 4. 故障モード選定・評価・対策

# 4.1 故障モードの選定



## 4. 2 故障モードの予測

### 故障モード予測のための注目点

- ① 新規設計部分、新規適用条件のある部分
- ② 設計変更した部分
- ③ インタフェース部分
- ④ 使用条件、環境条件の変化
- ⑤ 類似製品の過去の障害事例

### 故障モード予測のための思考プロセス

- ① 対象物の特性（機能、動作原理、構造、材質）
- ② 制約事項（使用環境、使用条件、経時変化）
- ③ 知見（これまでの故障モード、故障メカニズム）

# 4.3 故障モード分類

分類の観点	分類	内容	具体例
故障の性質	機械的故障モード	機械的性質の変化による故障モード	変形、破損、摩耗、キズ、脱落、つまり、もれ
	電気・磁氣的故障モード	電氣的・磁氣的性質の変化による故障モード	ショート、ドリフト、マイグレーション、R値変動、高抵抗
	化学的故障モード	化学的性質の変化による故障モード	腐食、変質、酸化、溶解、劣化、焼損、爆発
故障の発生部位	モノ自体の故障モード	対象物のそれ自体が持つ固有の故障モード	破損、摩耗、割れ、変形、断線、折損、切断
	モノとモノの間の故障モード	対象物の中で隣接するモノとモノの間で生じる故障モード	脱落、ズレ、付着、固着、外れ、巻き込み
故障の発生状況	初期不良モード	設計品質の問題、製造品質のバラツキが大きい場合に生じる故障モード	大きすぎ、小さすぎ、孔過大、材料欠陥、取付不良、紙付き、巻数不良
	通常劣化故障モード	通常時間経過と使用環境によって生じる故障モード	酸化、変色、劣化、摩耗、汚れ、電極はがれ
	突発的異常ストレス故障モード	突発的な異常ストレスによって生じる故障モード	折損、破損、変形、割れ、断線、短絡、焼損

## 4.4 故障モード評価

故障モードへの対応優先順位を決めるため  
故障モードの致命度を評価する。

- ◆ 厳しさ (故障の影響の大きさ)
- ◆ 発生頻度 (故障の起こりやすさ)
- ◆ 検出可能性 (故障の見つけやすさ)

危険度 = 厳しさ × 発生頻度

リスク優先数(RPN) =  
厳しさ × 発生頻度 × 検出可能性

## 4.5 優先度評価

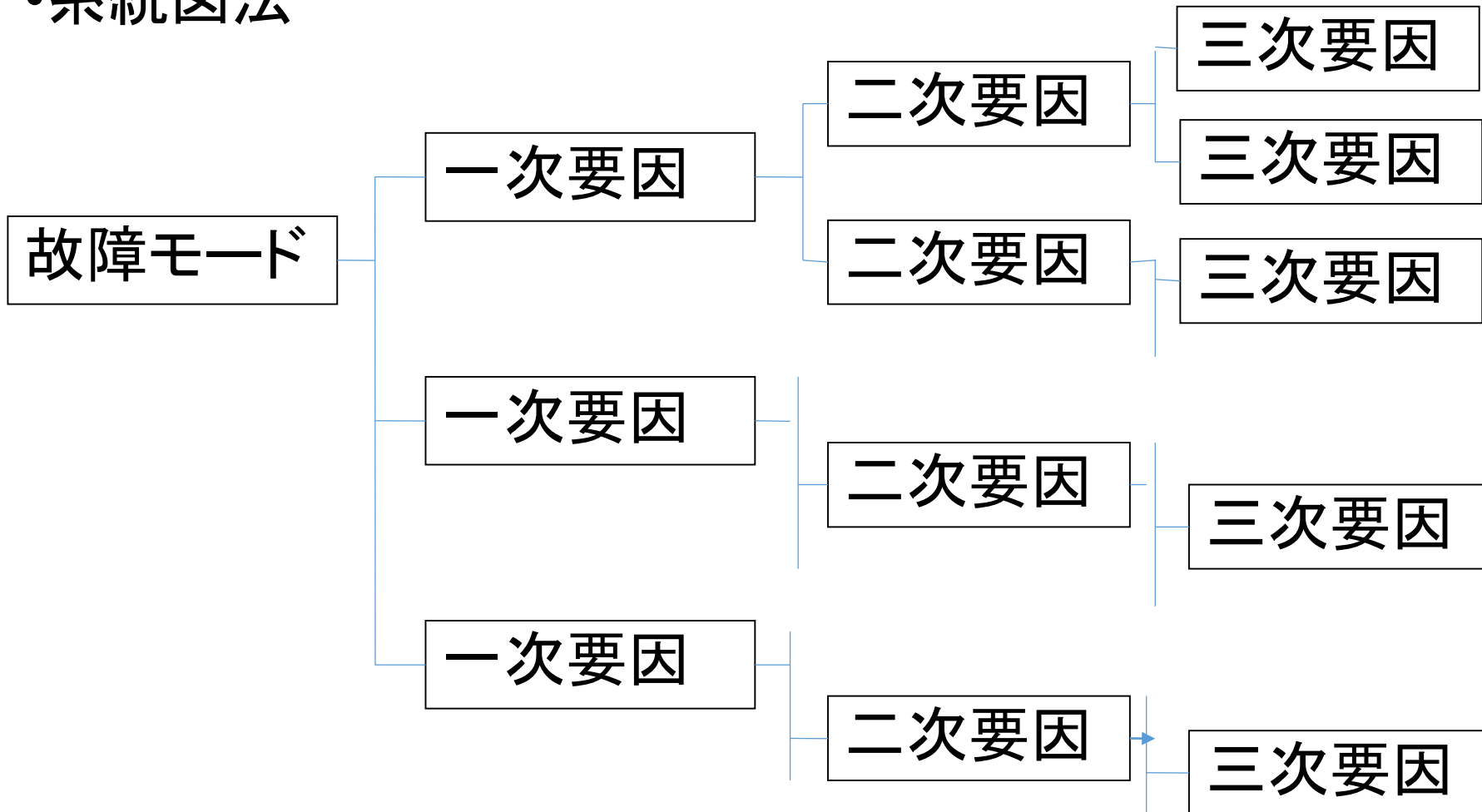
• リスク優先数 (RPN) =  
厳しさ × 発生頻度 × 検出可能性

• 本致命度指数

$$C_r = \sum_{n=1}^j (\alpha \cdot K_E \cdot K_A \cdot \lambda_G \cdot t \cdot \beta \cdot 10^6)$$

# 4.6 故障モード対策

- 故障モードから発生原因の展開
- 系統図法





# 5. FMEA実施マネジメント

# 5. 1 設計FMEAの時期とDR

製品企画

製品設計

機能FMEA

詳細設計

詳細FMEA

システム設計  
基本設計 機能設計

基本設計仕様書  
(製品仕様)

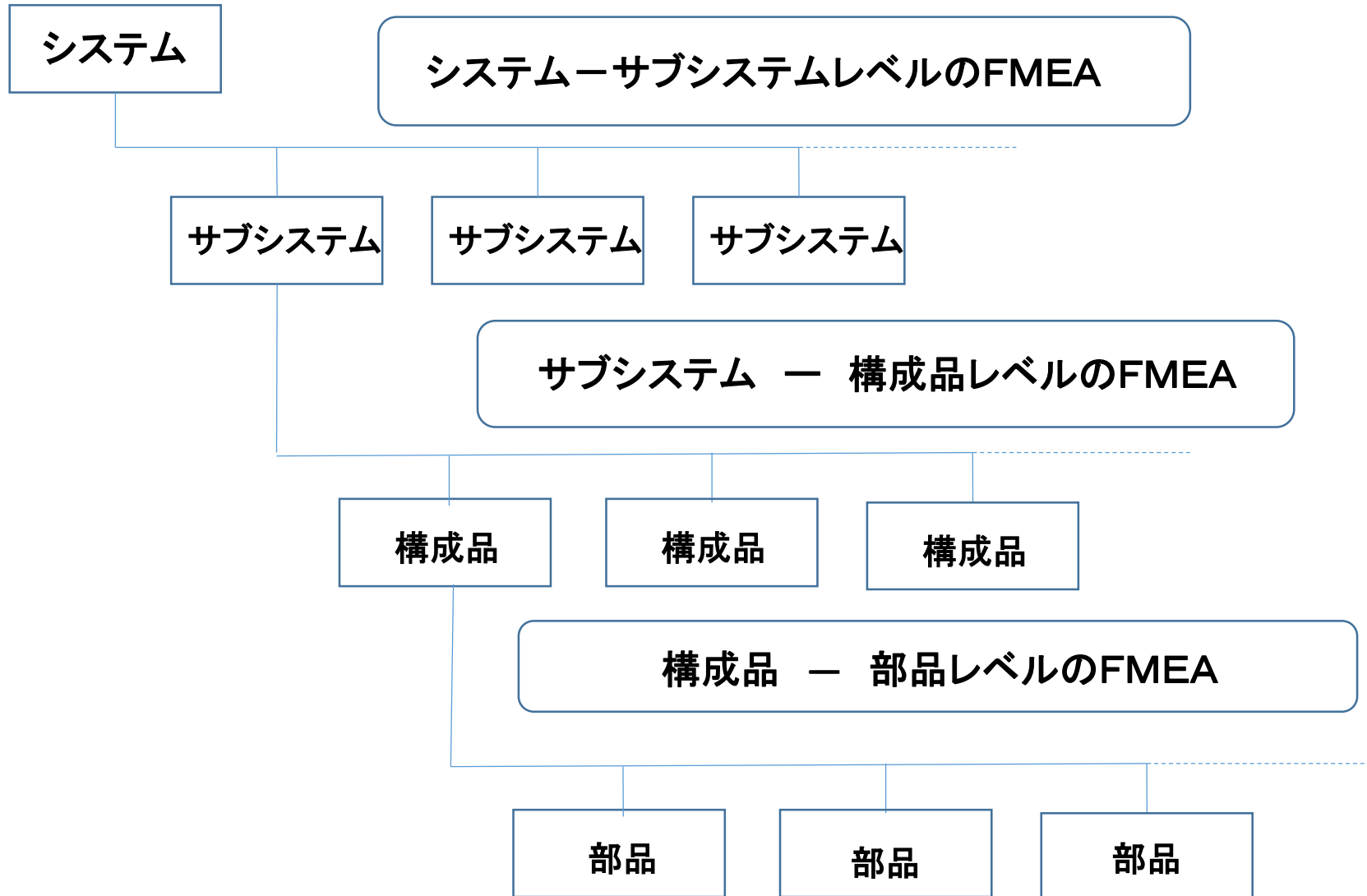
DR(基本設計)

使用部品、構造設計、  
条件、インタフェース

詳細設計仕様書  
(部品図、組立図  
製品規格、製作図面)

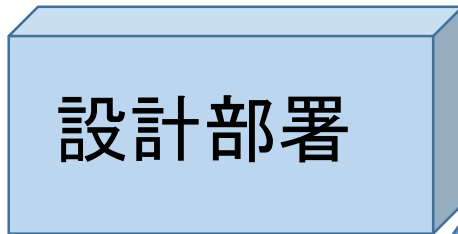
DR(詳細設計)

# 5.2 FMEAの対象部位

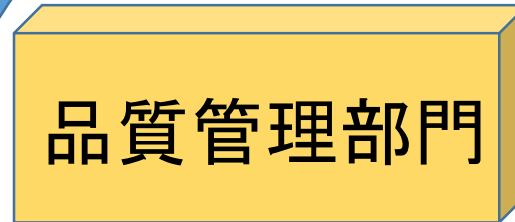


# 5.3 FMEAの担当

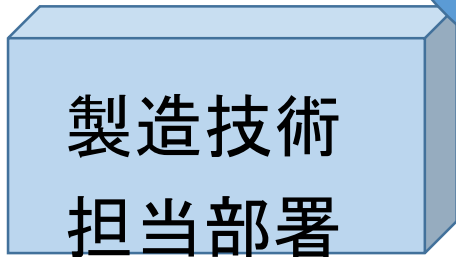
設計FMEA



サポート



工程FMEA



## 6. FMEAと品質保証

# 6.1 FMEAと品質保証

QC工程図＋FMEA

FMEAの実施結果をQC工程表に取り入れ、  
不良モードを見据えた点検項目と管理項目の設定

## 6.2 品質保証強化策

- 現象・原因データのマトリックス解析
- T型マトリックスによる工程FMEAの利用
- T型マトリックス解析とFMEA

# 7. FTAとFMEAの相違と関連

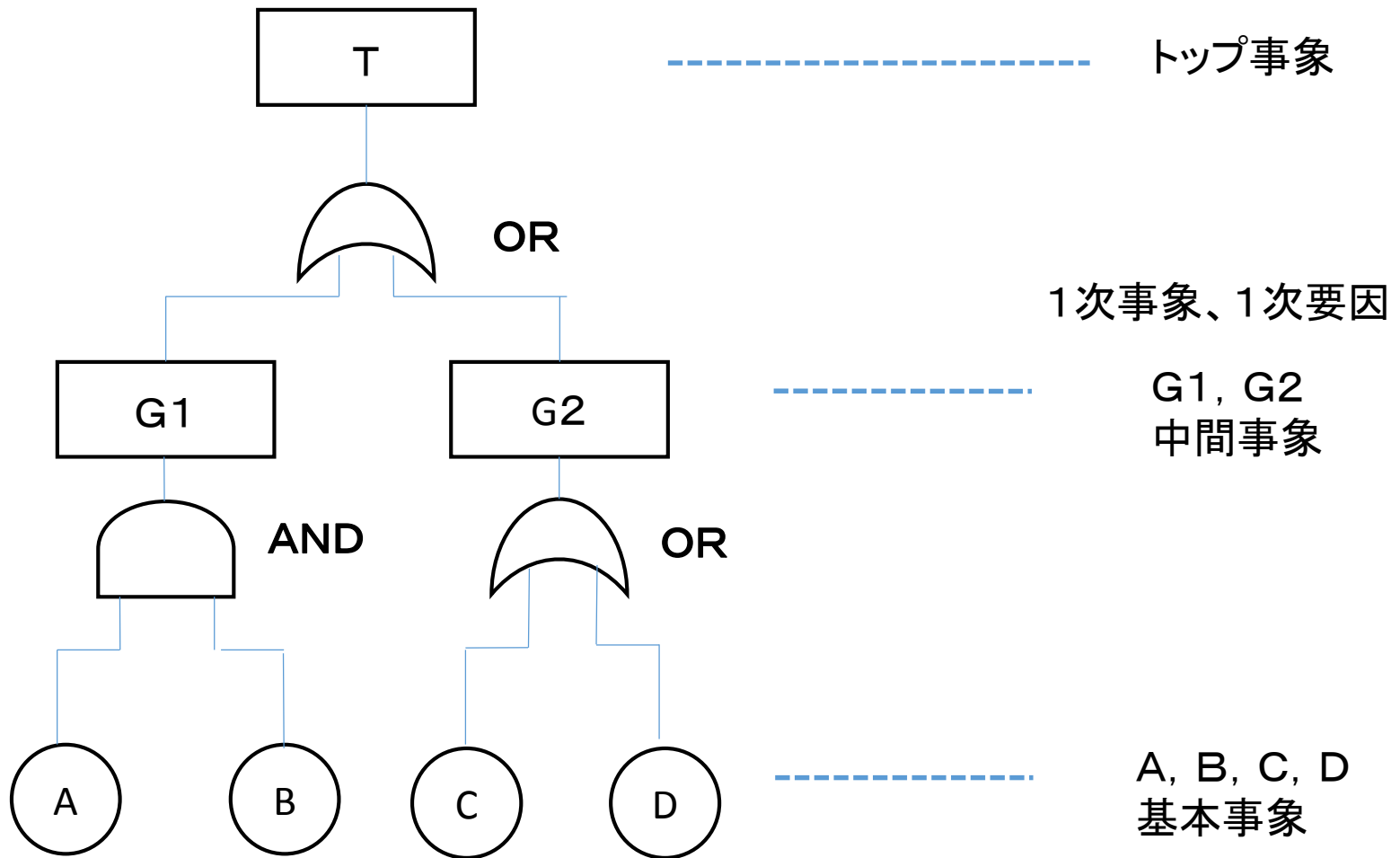


# 7.1 FTAとは

FTA (Fault Tree Analysis)

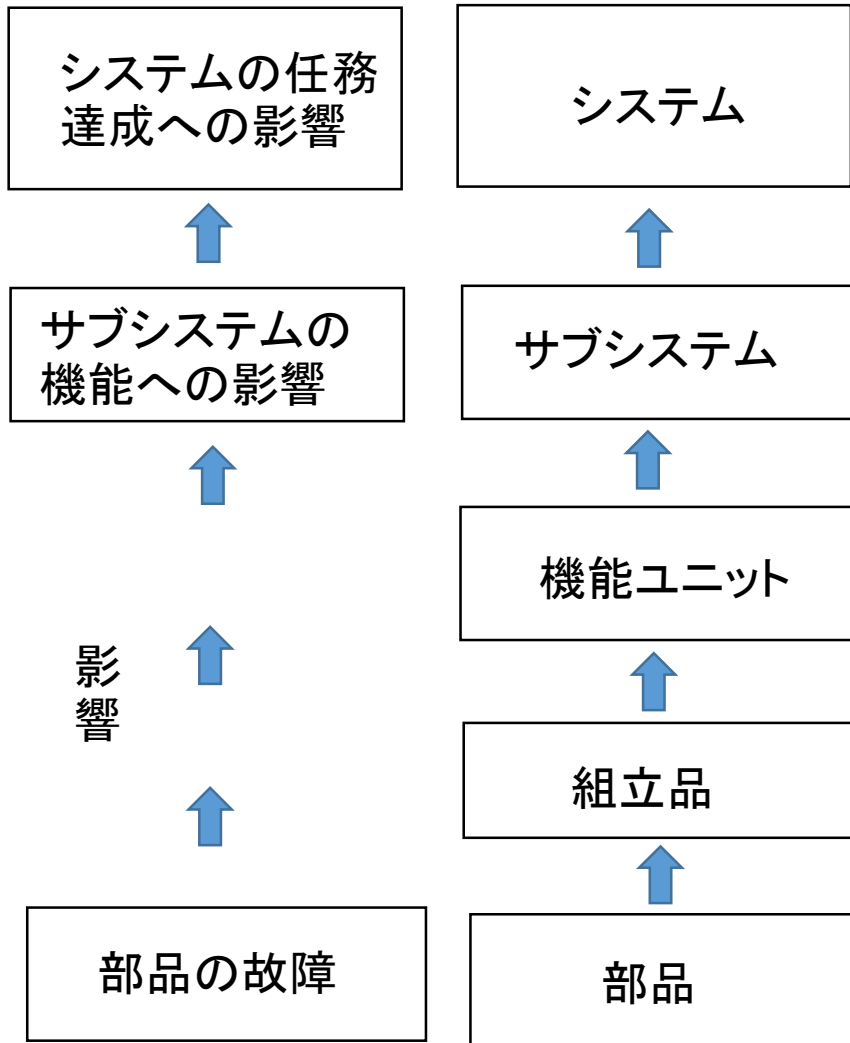
最終機能レベルの故障をトップ事象として  
トップダウン的に原因を探索する。

# 7.2 FTA実施例

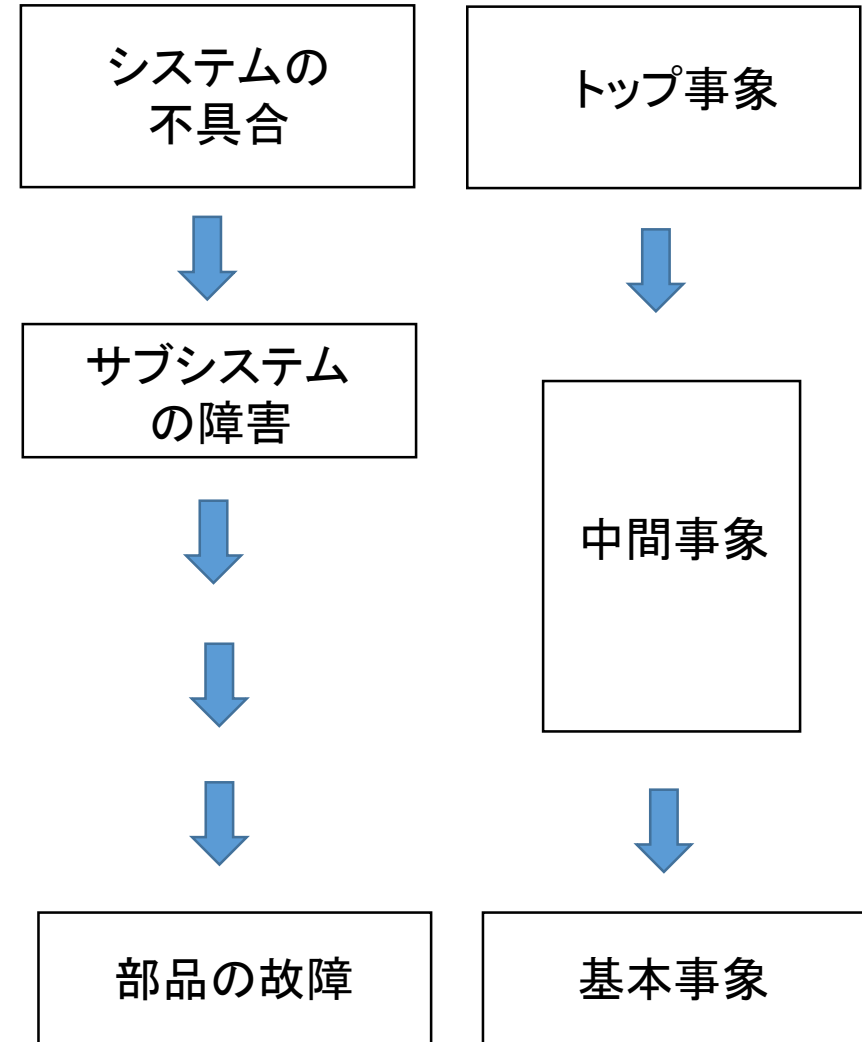


# 7.3 FTAと解析アプローチの違い

## FEMAアプローチ



## FTA解析手法



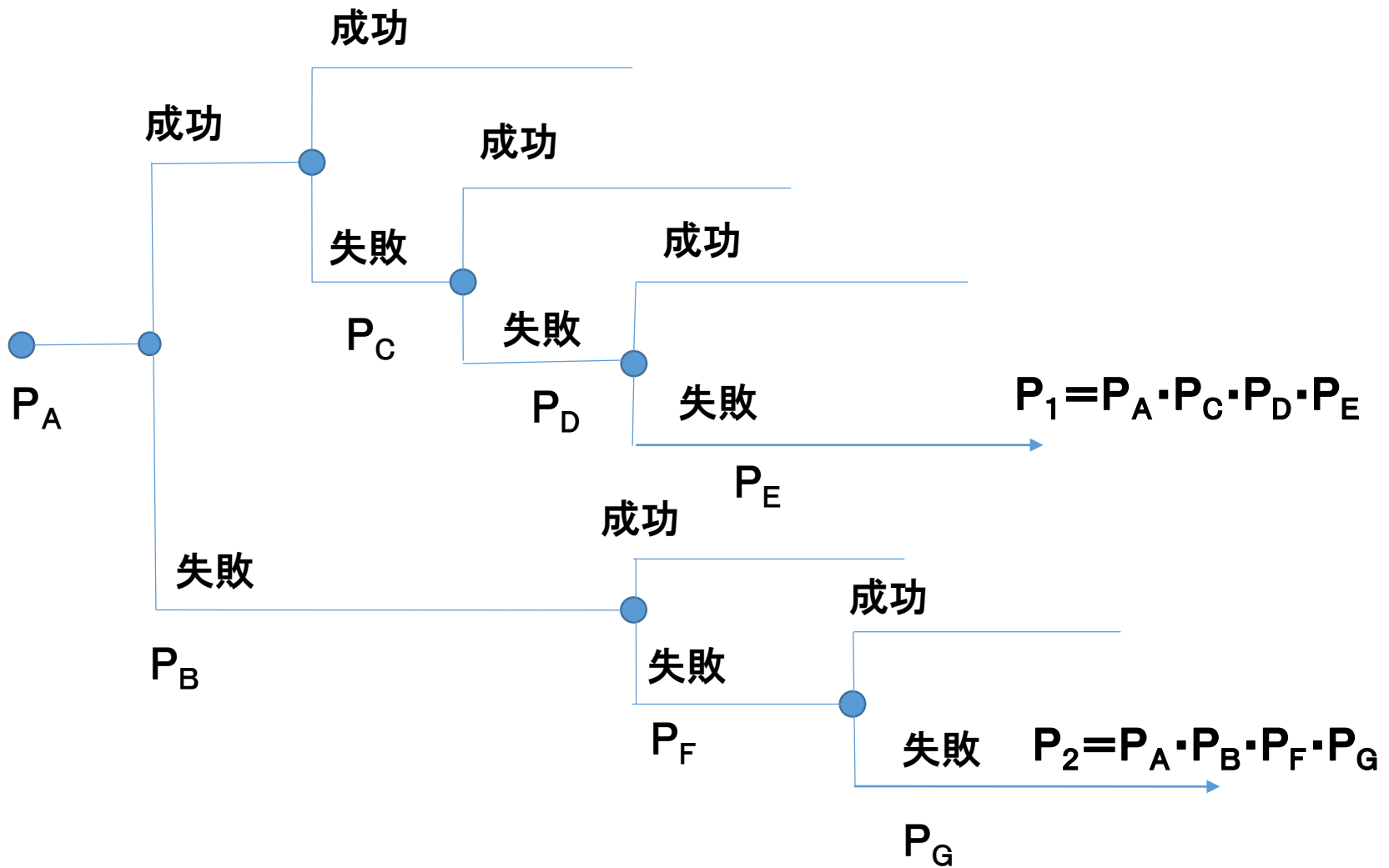
## 8. ETAと安全解析FMEA

# 8.1 ETAとは

ETA (Event Tree Analysis)

初期のトラブル事象からスタート  
中間事象を確率的に評価し、  
最終事象の発生阻止を検討

# 8.2 ETA实施例



## 8.3 ETAとFMEAの併用

FMEA + ETA → 安全解析型FMEA

中間事象でソフトウェアエラーや  
ヒューマンエラーを考慮

初期事象から製品への影響に至るまでを  
故障モードの進行、変容に合わせて安全面の  
対応ふくめ詳細に影響解析

## 9. FMEAの効果



# 9.1 FMEAの定性的効果

- システムに起こりうる重大な故障を事前に突き止めることができる。
- 優先して実施すべき是正事項が分かる
- 是正処置をとることで起こりうる故障を防ぐ
- 設計の見直しによりノウハウの蓄積ができる
- 信頼性の評価、予測、改善が可能になる。

## 9.2 FMEAの定量的効果

- アイテムの件数削減(生産性向上)
- 設計変更件数削減(質の向上)
- 標準項目案件の増加(質の向上)
- 設計不良再発防止
- 工程不良の削減
- 市場クレームの減少

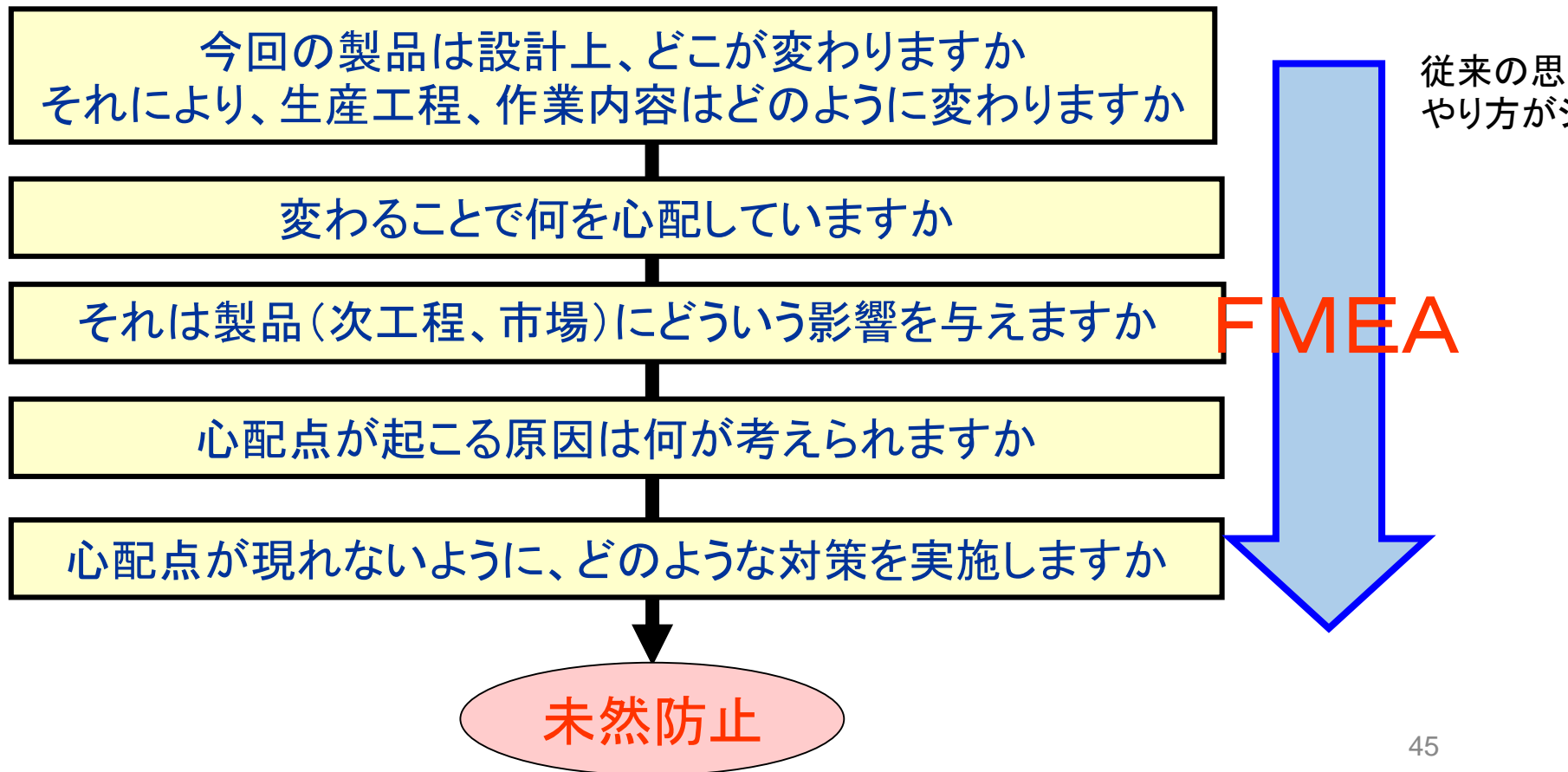
## 9.3 FMEAのシステムの効果

- システムの信頼性向上
- 大規模システムへの拡張
- システム設計効率の向上

# 10. 工程FMEA

# 10.1 工程FMEAとは

生産準備段階における未然防止は、従来から生産技術／製造担当者の頭の中で行われてきた。この活動を一連のパターン化されたプロセスによって組織的かつ適切なタイミングで実施し、経緯をわかりやすい書式で記録(文書化)することで、外部から理解しやすく、より良い改善を行っていくための基盤となる。



# 10. 2 工程FMEA実施のポイント

- (1) 工程全体をフローチャートや作業内容で記載し、  
その中で従来との変更点を明らかにする。  
(変えたところ、変わったところ = 不具合発生リスク高い)
- (2) 変更点(=心配な箇所)に対して、重点的に実施する。  
<変えていないところは、再発防止を心がける>
- (3) 適切なタイミングで、適切な実践メンバーによって取り組む。  
“叡知を結集する”
- (4) 未然防止(=事前に行う)の考え方を十分理解する。  
試作をやって不具合を見つけるのではなく、試作は大丈夫と  
いうこと確認する場と考える。

# 引用文献:

FMEAの基礎(第2版)  
Robin E MxDermott他  
日本規格協会

FMEA実践ガイド  
大津 亘  
日本規格協会