

信頼性工学に基づいた施設・設備のLCC評価及び最適な周期 保全方式、パフォーマンスの評価・検討

株式会社ウェーブフロント

<http://www.wavefront.co.jp>

評価実施方法のご提案概要

故障情報が事前に収集されている／出来る事が前提となりますが以下の5つのステップに分けて分析を行う事で①LCC評価②コストミニマムとなる保全周期③保全方式の検討④設置環境による設備のパフォーマンス評価を行う事が可能です。

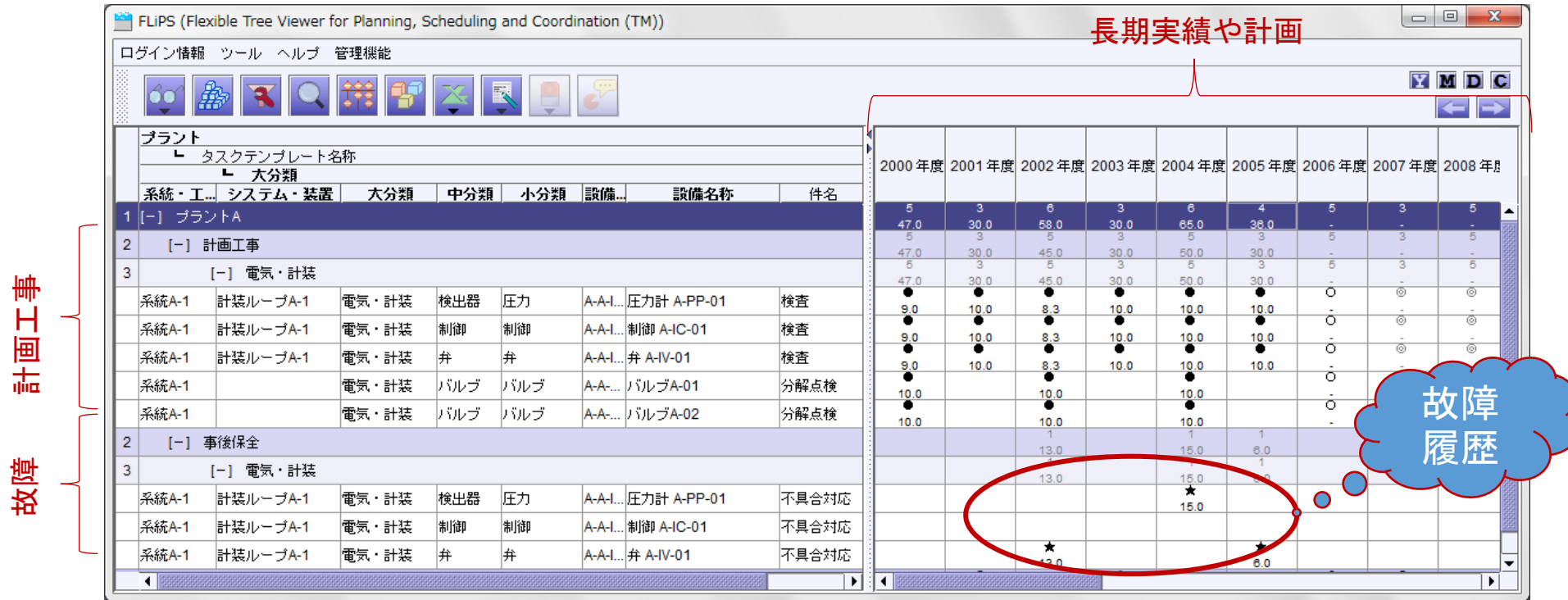
内容	事故情報に基づいた信頼性の評価	運用中の設備における信頼性評価	使用環境に応じた検討	新たな設備の保全方針検討	事故情報及び実績の管理
ツール	【RWB】 Weibull	【RWB】 RBD FMEA FaulTree+	【AWB】 AvSim RCMCost	【RWB】 FaultTree+ EventTree Hazop+	FLiPS
概要	集められた事故情報を元に設備の故障確率を算出すると共に数値モデル化、データベース化します (※1)	Weibullで算出した故障確率を元に現在運用中の信頼性を評価します。	環境に応じたメンテナンス周期や方法を前項で求めた信頼性評価に基づいて検討します。必要に応じてパフォーマンス評価も行います。	新たな設備を導入する際には信頼性の他、使用するシナリオ、安全性の観点も加えて方針を検討します。	前項までの評価結果及び事故情報を記憶し、周期の検討及びコストシミュレーターとしてデータを管理します。

※1: 設置環境の他、部材による違いも故障確率を算出する際に分類を行う事で検討可能です。

分析を行う前に... 故障情報の見える化

上段:ステータス(●:履歴、○:計画、◎:予定、★:故障履歴)

下段:実績コスト(万円)



計画工事
故障



保全業務が見える化したら...

- 計画的に検査や点検を実施しているのに、故障が発生している
⇒検査や点検の内容は正しいのか？
⇒検査や点検の周期（間隔）は正しいのか？
⇒下段に表示された実績コストは、適正なのか？



- 確認したい
- 適正化したい

故障情報に基づいた信頼性評価

- ・故障情報を元にしたワイブル分析及び評価
- ・ワイブル分析の結果を数値モデル化、データベース化

■ 故障履歴や試験の結果から、故障率を得る。

故障履歴や各種試験(完全データや定数打ち切りデータを含む)の結果から、故障率を得る。

情報源は、以下のとおり。

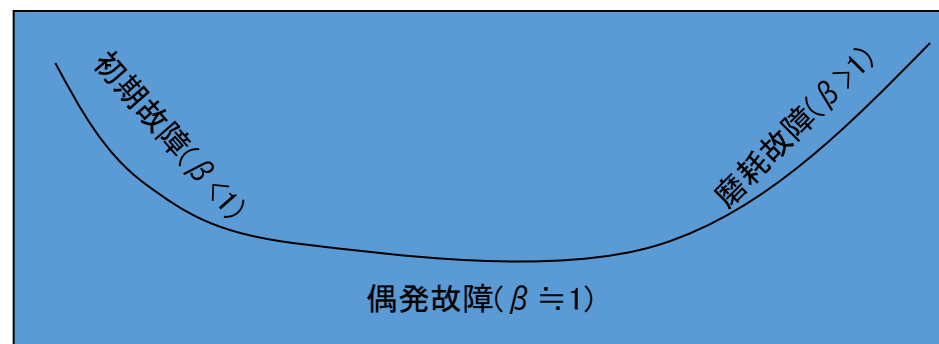
- 追跡調査; 出荷後からはじめて故障が発生するときまでの時間を個別にまとめる。
- 追跡調査の期間、故障が存在しない場合は、打ち切りデータとして利用する。

統計的には、21点以上、必要(有意な情報を得るためには、21点以上が必要)

ワイブル関数(3パラメータ)

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t - \gamma}{\eta}\right)^\beta\right]$$

F(t) : 時刻tでの故障確率
t : 時刻
 β : 形状パラメータ (形状母数)
 η : 特性寿命パラメータ
 γ : 位置パラメータ



バスタブ曲線

バスタブの場合は、2又は3フェーズワイブルで近似可能

ワイブル分析の実手順

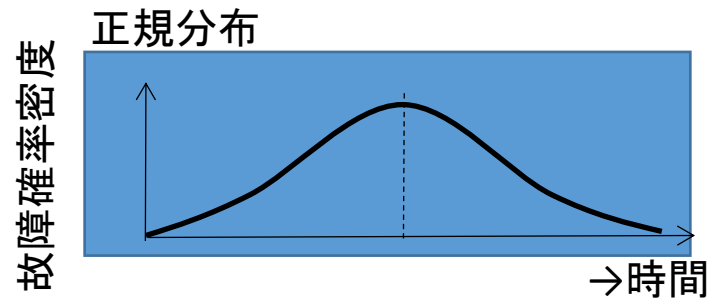
故障履歴がデータとして蓄積されている場合、機器の故障毎に確率分布を用いて故障率を表す。

①故障履歴の整理

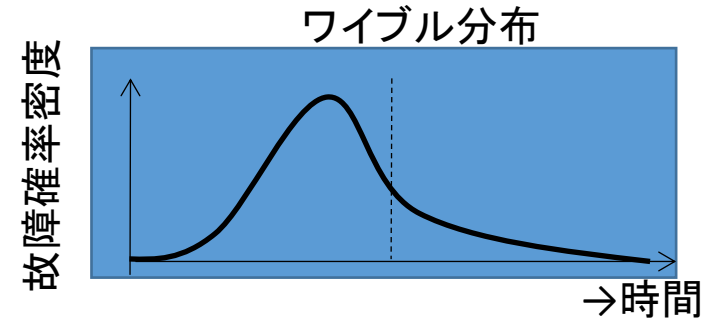
機器	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
機器1×				
機器2××			
機器3×			
機器4×		
機器5×
機器6×		
機器7×		
機器8×	

頻度	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
3					
2					
1					

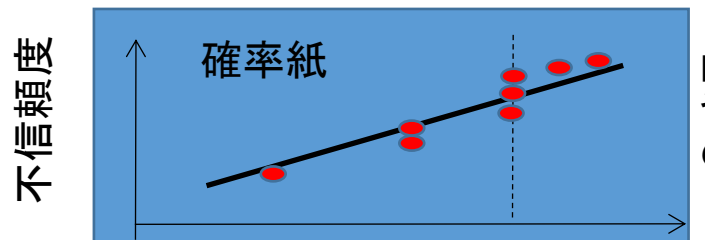
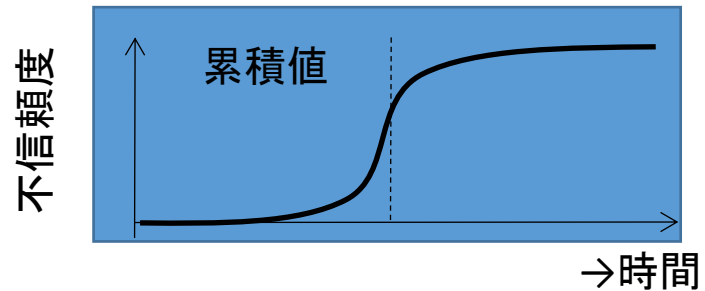
②正規分布への当てはめ



③ワイブル関数の適用



④故障率の算出



曲線が直線になるようXY座標を変換したものの(確率紙)

ツール上でのワイブル分析のイメージ

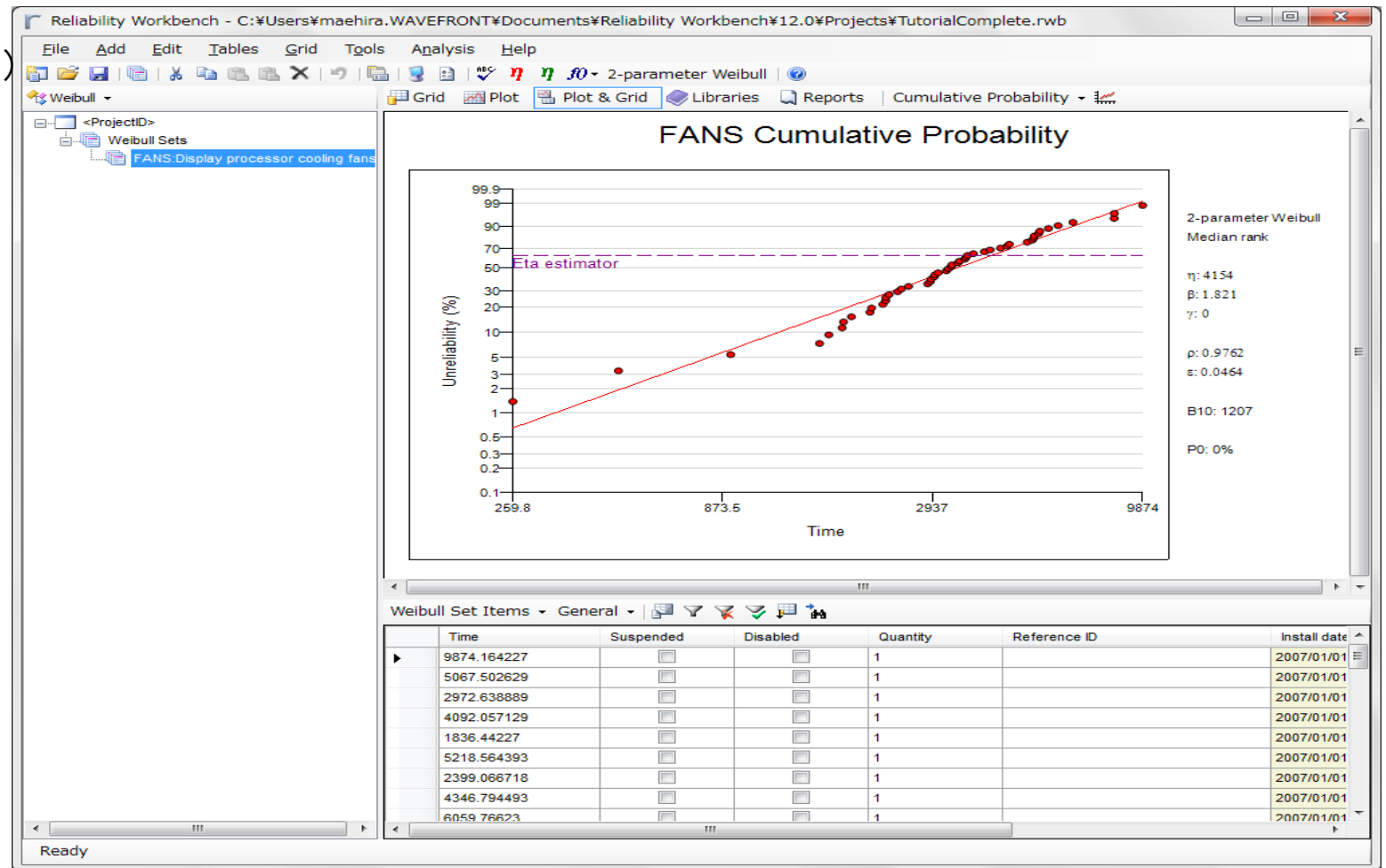
ワイブル分析実施例

1. 故障情報のインポート(打切り情報含む)(※1)
2. パラメタの算出
(β :形状, η :特性寿命)
3. B-Life算出

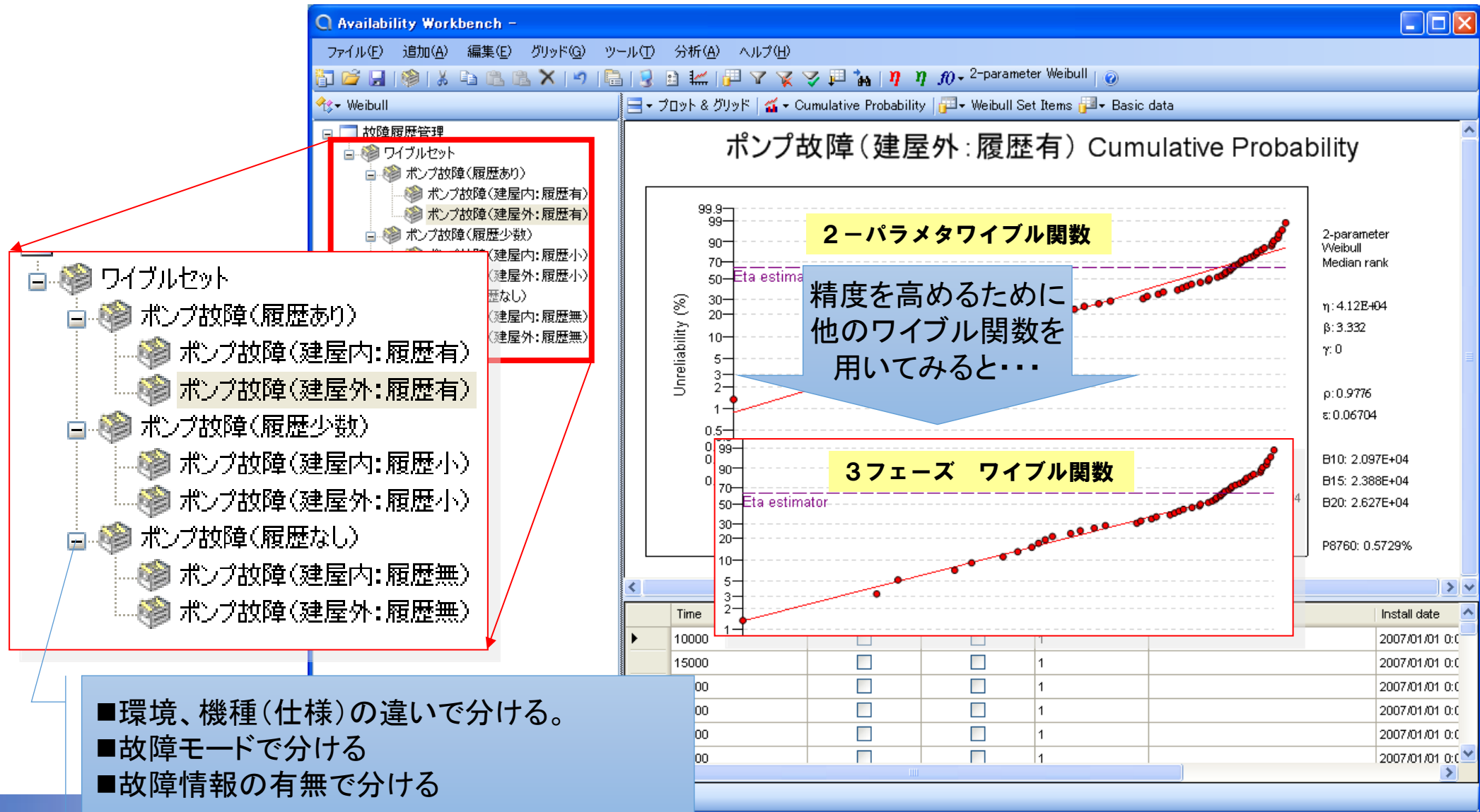
※1:データが少ない場合
→ ワイベイズ法

統計処理上の留意点

- ・以下の状態でグループ化する必要有
 - ・環境(シビア \leftrightarrow マイルド)
 - ・負荷の状態(高 \leftrightarrow 低)
 - ・使用頻度(高 \leftrightarrow 低) など



保守性を考慮したワイブル分析

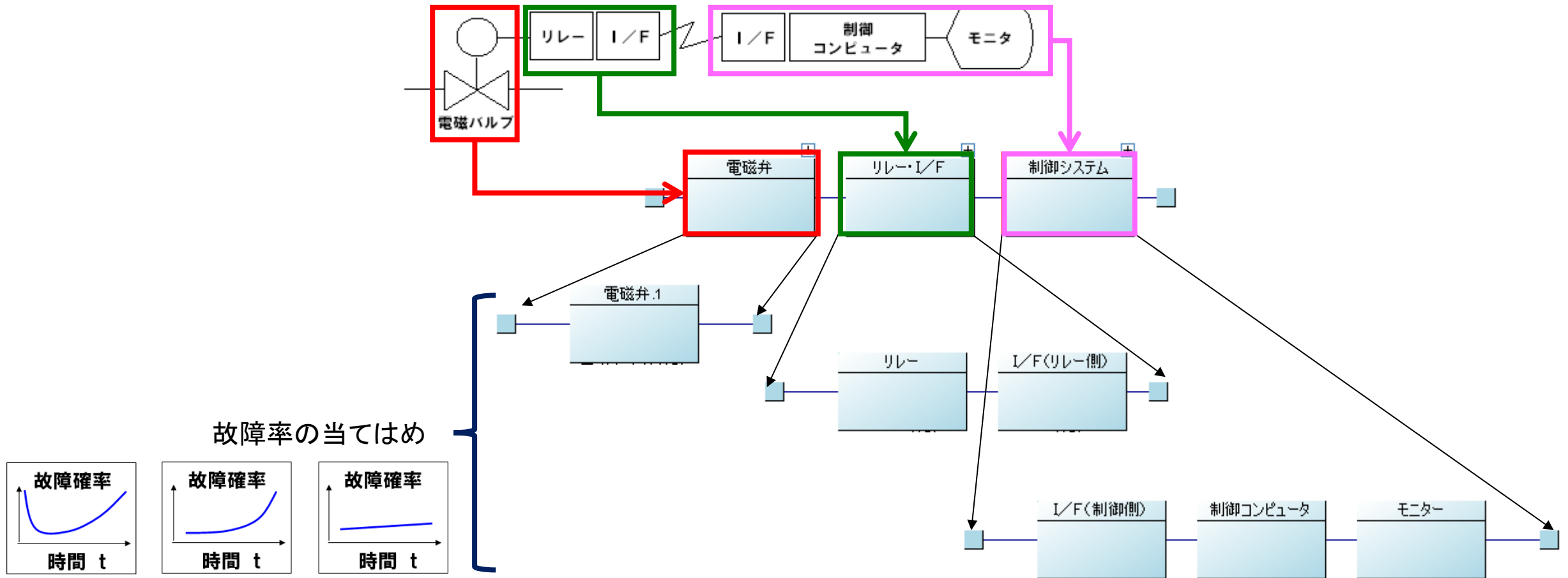


運用中の設備における信頼性評価

- ・信頼性ブロック図(RBD)による設備、装置全体の故障率算出
- ・FMEA/FMECAを使用した定性的リスク評価及びアクション、セーフガードの洗い出し
- ・FaultTreeを使用したリスク評価及びシステムの脆弱性、安全性評価

システム全体の故障率を求める: RBD

設備、装置毎に管理している部品単位まで分解しブロック図を作成。設備、装置の管理単位に故障率を当てはめ設備、装置全体の故障率等を算出する。



定性的なリスク評価とアクションの洗い出し: FMEA/FMECA

FMEA/FMECAを活用し、定性的に機器の故障とその影響を見る。

① **厳しさ(S) x 頻度 (O) x 検知のしやすさ (D) ⇒ RPN (Risk Priority Number)**

RPNを下げるための検討を実施 (推奨処置 、 アクション)
アクション実施後の RPN を再度評価

② **厳しさ(S) x 頻度 (O) x 検知のしやすさ (D) ⇒ RPN (Risk Priority Number)**

FMEA 故障モード		機能	故障モード	システムへの影響	原因	①				推奨処置	アクション	②				改善率
表示順	Parent	Description	Effects (immediate)	Causes	Pri se rai	Pr oc rai	Pro de rai	Proc RPN rank	Recommended Action(s)	Actions Taken	Pri re:	Pr oc re:	Pro de re:	Proc RPN resu	Process RPN improver	
F10	電源	電源不良	システム停止 機会損失		10	3	10	300	2重化	2重化の実施	10	1	1	10	96.67	
F20	CPUボード	演算不良	システム停止 機会損失		10	1	7	70		起動・停止の実施 と起動時のCPUチェ ック	10	1	3	30	57.14	
F30	メモリーボード	アクセス不可	データロス(データ欠落) 許容できない性能不足		8	2	10	160		メモリーチェック	8	2	2	32	80	
F40	メモリーボード	転送不良	データロス(データ欠落) 許容できない性能不足		8	5	10	400		メモリーチェック	8	5	2	80	80	
F50	表示プロセッサ	オーバーヒート	許容できない性能不足		8	2	5	80			2	1	1	2	97.5	
F60	表示プロセッサ	性能不足	許容できない性能不足		8	2	5	80			2	1	1	2	97.5	

FaultTree+を活用したリスク評価: FaultTree+

FaultTreeにてリスク評価を実施。カットセット分析の結果、不信頼度(信頼度)や重要度、リスク増加価値を計算し、重要度の大きい故障の追跡が可能となる。

Results Summary

Selection

Gate Consequence Risk

Gate ID	Description
MEM & DIS	Memory Unit Display Processor
POWER	Power Supply
SYSTEM	

Results

Summary Importance Cut sets Correla

No.	Q Importance	Minimal cut set
1	0.3759	CPU
2	0.3578	MEM & DIS*
3	0.263	POW,POW_BAK
4	0.003321	MST

Results

Summary Importance Cut sets Correlation Appearance

Event ID	Fussell-Vesely	Birnbaum	Barlow-Proschan	Sequential	Risk Reduction W.	Risk Achievemen_
CPU	0.3759	1	0.2886	0	1.602	1.035
MEM & DIS*	0.3578	1	0.5488	0	1.557	1.053
POW	0.263	0.8	0.08077	0.08077	1.357	1.066
POW_BAK	0.263	0.8	0.08077	0.08077	1.357	1.066
MST					1.003	1.408

カットセットのトレース
リスクの高いところは、どこ？
を可視化

ファッセルベズレイ重要度(FV)
重要度を定量的に比較可能

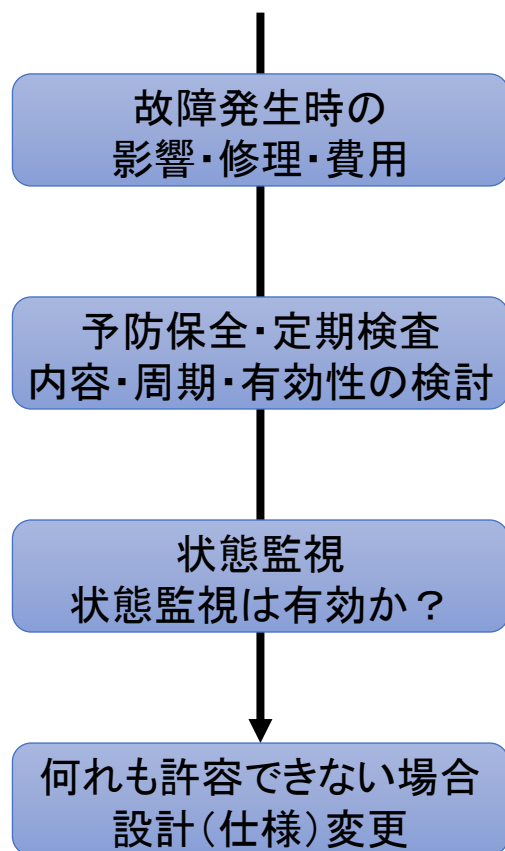
リスク増加価値(RAW)
影響度合いを比較可能

使用環境に応じた検討

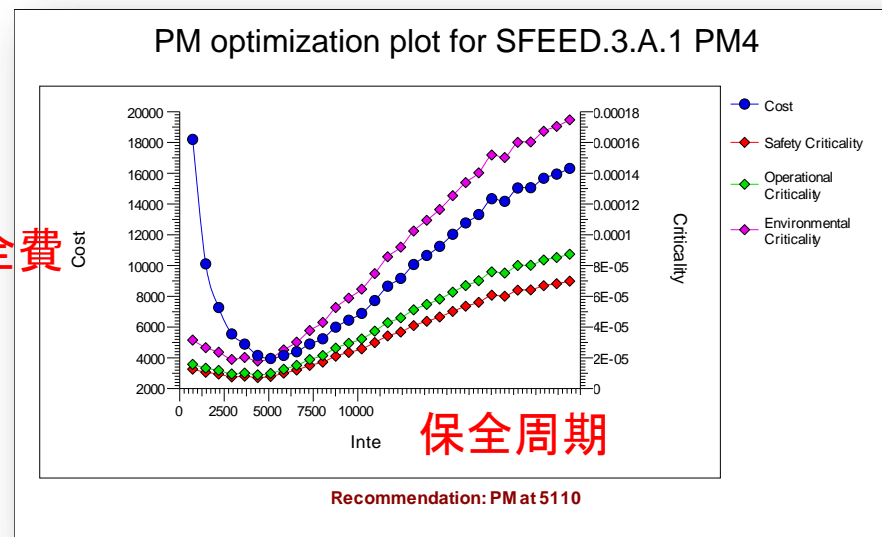
- ・前項までの信頼性評価結果を元にした最適な保全コスト、周期の検討
- ・保全パラメータを考慮し、稼働率の違いを計算

■ 検討手順

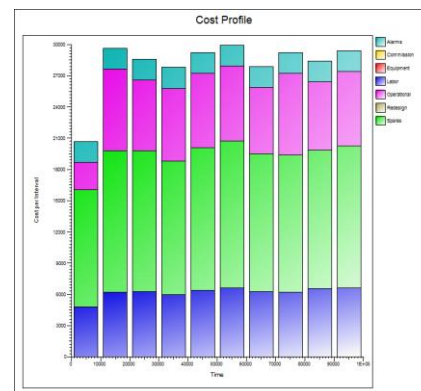
前項までで使用した信頼性評価結果をベースに以下のような手順で検討を行います。



コストミニマムとなる保全周期のシミュレーション



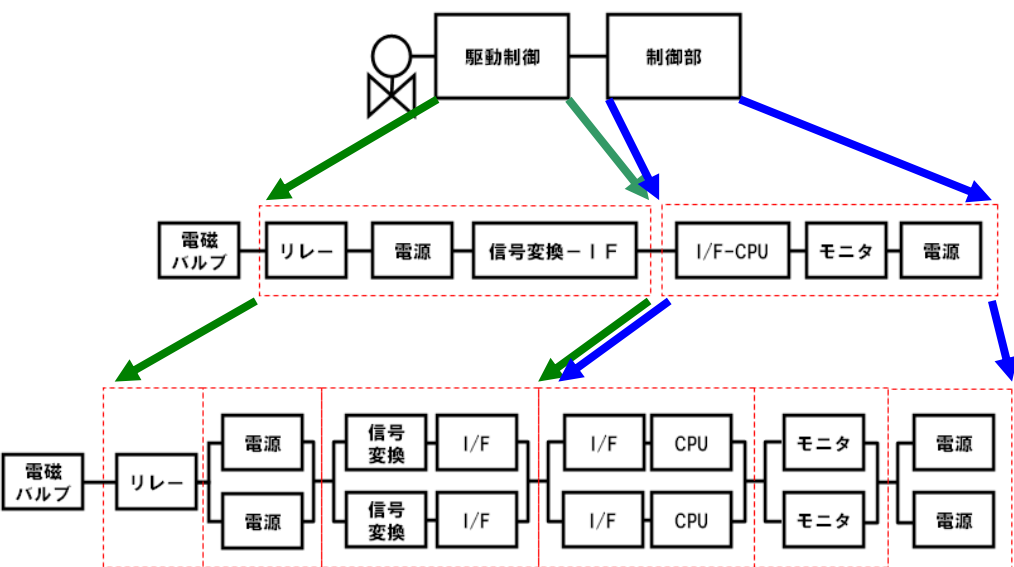
同様に、不稼働率を最小化する保全周期を求めることができます。合わせて、本保全項目に対するコスト試算可能。



10年間のコストの例(左図)

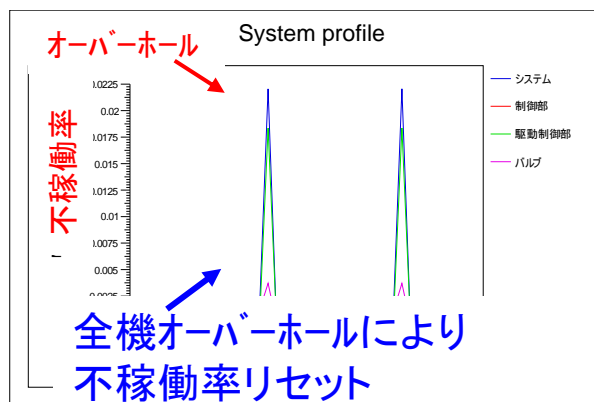
- ・状態監視(アラートに基づく)費用
- ・予備品費用
- ・オペレーション費用
- ・定期保全の人件費
- ・突発工事の人件費

システムを信頼性ブロック図で表現

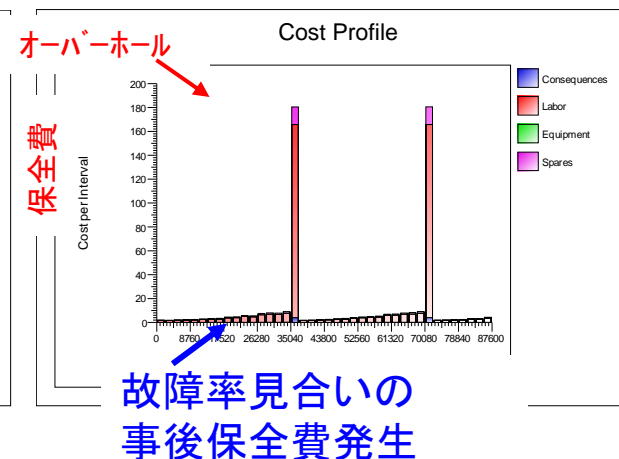


末端の各機器に劣化曲線(不信頼度)を与える時、システム全体のLCCをシミュレーションする。

システムプロファイル



保全費プロファイル



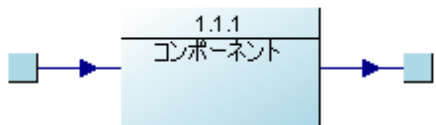
費用
 ・人件費
 ・資材費
 ・その他

末端の機器に与える情報

- ・劣化曲線(平均でも、ワイブル分布でもよい)
- ・保全項目
 - ・更新と周期(費用)
 - ・定期検査と周期(費用)
 - ・突発修理(費用)
- ・(必要人員)
- ・(予備品)
- ・(オペレーション費用)
- ・(故障によるリスクへの寄与度)

※()は、設定してもしなくても良い。

単純なモデルでの**保全パラメータの違い**による評価結果の例

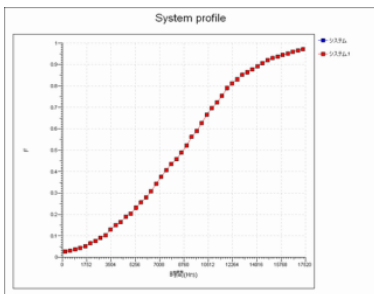


故障モデル1
 MTTF=8760
 MTTR=1.25
 Am=0.9999
 R=0.0232
 W=1.605

内容

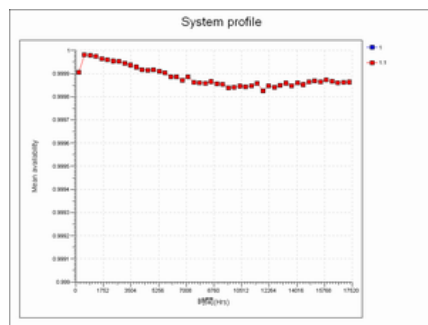
コンポーネント数: 1

保全方式を変更する場合の稼働率の違いを試算

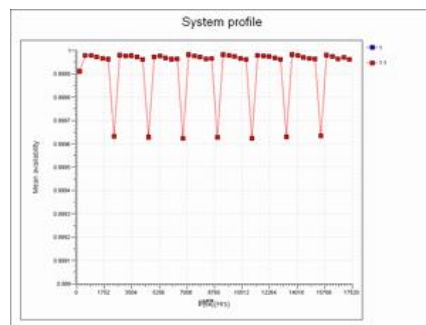


対象コンポーネント
 固有の故障率

なにもしない
 壊れたら修理



壊れたら修理
 3ヶ月周期で予防保全
 保全実施にて初期状態と同じ
 (Good as New)
 予防保全中は、システム停止

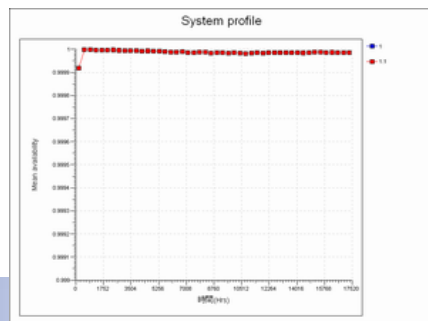


壊れたら修理
 3ヶ月周期で検査
 検査はシステムをとめない
 (オンストリーム検査)
 検査後の劣化度は、0.5

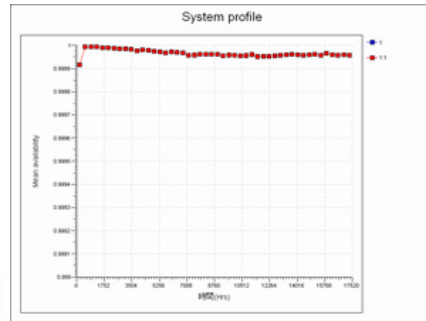


検出装置は、特定の故障モードのみに対応していないか

壊れたら修理
 検出装置(モニタリング装置)
 あり(検出確率1.0)



壊れたら修理
 検出装置(モニタリング装置)
 あり(検出確率0.8)



稼働率は、MTTRにより変わる。

事後保全: 故障発生⇒手配⇒修理

予防保全: 前もって計画

検査: 検査+もしもの場合を考え修理の準備

検出装置: アラート発生後、どれだけかかるか
 もしくは、故障前に予知できるか。

いずれも許容できなければ、設計変更。

メンテナンス周期、コストの適正化のイメージ①

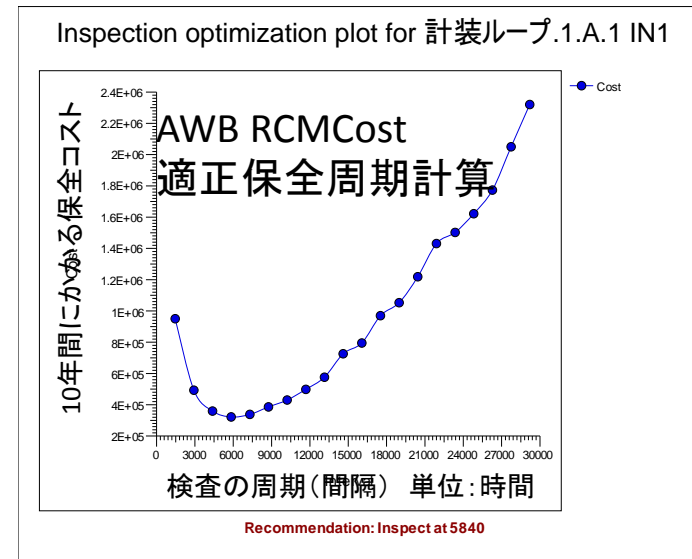
- ①現状では、1年周期(間隔)で検査を実施している場合を仮定
- ②AWB RCMCost※によると
10年間の保全コストを最小化するためには、5840時間(約8ヶ月)ごとに検査を実施することを奨励
- ③検証のために、1年周期と8ヶ月周期での10年間の保全コストを比較検討

①現状の検査周期(青枠部分)

プラント										2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	
タスクテンプレート名称																	
大分類																	
グル...	グル...	系統・工程	システム・装置	...	中分類	設備名称	件名	周期	周期						
1 [-] プラントA										4	4	5	4	5	5	4	
2 [-] 計画工事										4	4	4	4	4	4	4	
3 [-] 電気・計装										4	4	4	4	4	4	4	
4	親	系統A-1	計装ループA-1	...					検査	1	年	●	●	●	●	●	○
4	子	系統A-1	計装ループA-1	...	検出器	...	圧力計 A-PP-01		検査			●	●	●	●	●	○
4	子	系統A-1	計装ループA-1	...	制御	...	制御 A-IC-01		検査			●	●	●	●	●	○
4	子	系統A-1	計装ループA-1	...	弁	弁	弁 A-IV-01		検査			●	●	●	●	●	○
2 [-] 事後保全																	
3 [-] 電気・計装												1			1		
	単	系統A-1	計装ループA-1	...	検出器	...	圧力計 A-PP-01		不具合...					★			
	単	系統A-1	計装ループA-1	...	制御	...	制御 A-IC-01		不具合...				★				
	単	系統A-1	計装ループA-1	...	弁	弁	弁 A-IV-01		不具合...					★			

②コストを最小化する検査の周期(間隔)の計算

Recommendation: Inspect at 5840



※AWB: Availability Workbench RCMCost Module:
RCM (Reliability Centered Maintenance: 信頼性中心保全)で
提唱されたスキームに基づく保全戦略策定支援機能

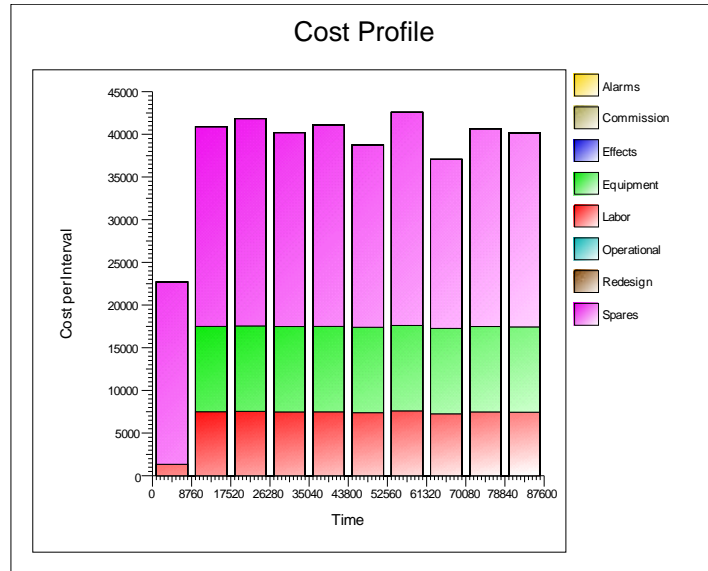
メンテナンス周期、コストの適正化のイメージ②

③ 1年周期(現状)と8ヶ月周期(奨励値)での保全コストを比較検討

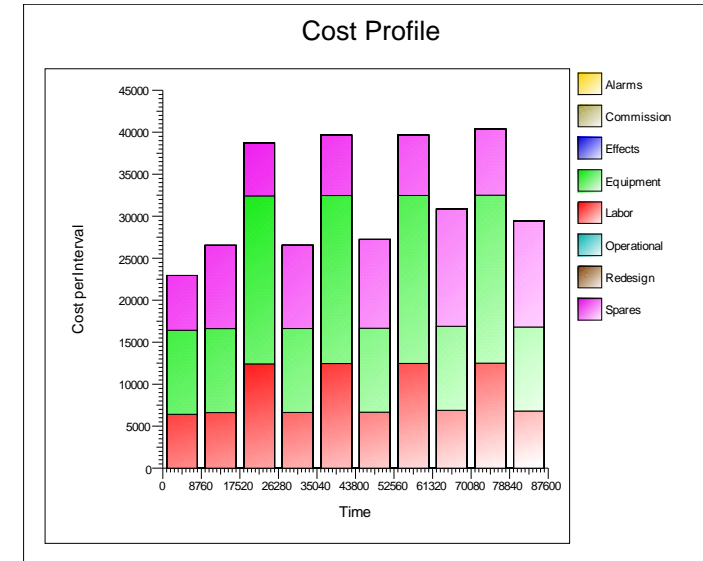
AWB RCMCost※

10年間で必要となる保全コストをシミュレーション。保全コストには、定期的実施する検査や故障時の対応で必要となる人件費、資材費(予備品)およびその他(工具レンタルや足場などの費用)を含む。

1年周期(現状)で検査を実施する場合の10年間の費用



8ヶ月周期(奨励値)で検査を実施する場合の10年間の費用



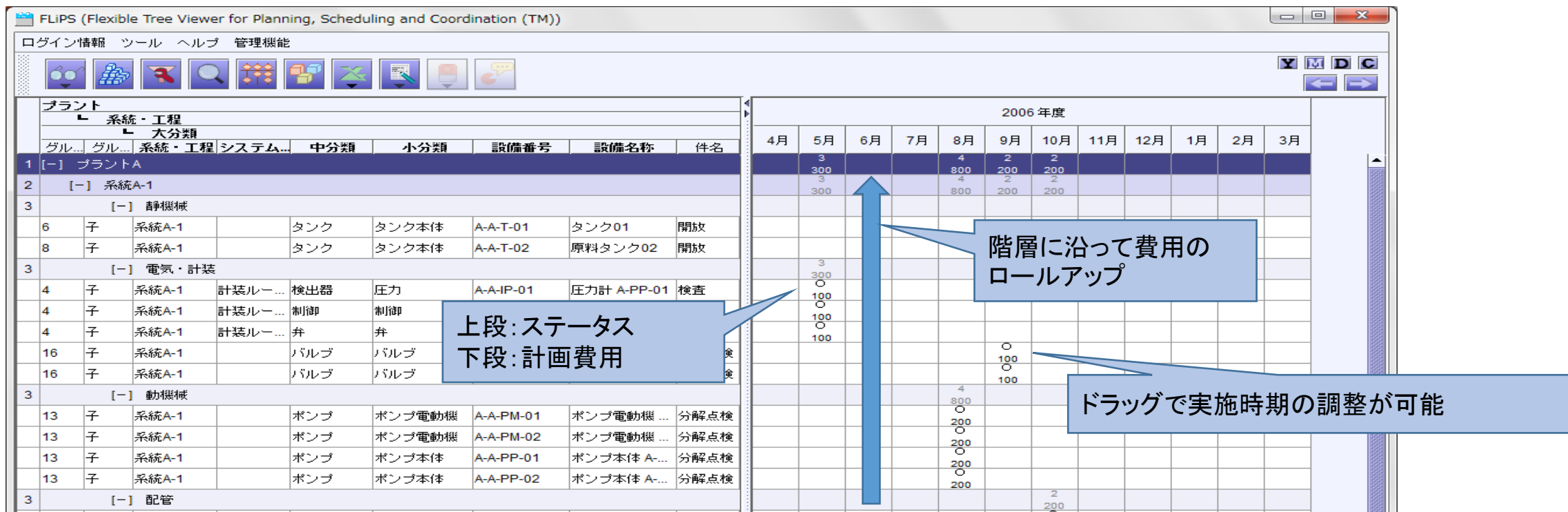
- ・10年間で必要となる保全コストを 左(1年周期)と右(8ヶ月周期)で相対的に比較。
- ・8ヶ月周期の必要コストのほうが少ないことを確認。
⇒ 検査周期を短くすることで、故障対応費用抑制 ⇒ その分が全体のコストにも効いている。

事故情報及び実績の管理

FLiPS: 保全カレンダーシステム 活用イメージ

- 保全状況の見える化
見える化を実施することで、対策(処方箋)が打てる。
- 計画工事、事後保全、突発など設備維持管理で発生するさまざまな保全状況を介して設備の状態を推定する。
- メータ値を保全カレンダーに含むことで、運転状況と保全作業を重ね合わせて評価。
- メータ値に基づく次回作業時期の推定(CBMの実施)

計画保全(年度計画と調整)



- ・設備台帳、保全項目の管理
- ・保全周期の管理

- ・年度計画の調整
 - 実施時期の調整
 - 見積もり費用の反映
 - 発注単位でグループ化
- ・実績の報告

計画保全(予算と実績の管理)

FLIPS (Flexible Tree Viewer for Planning, Scheduling and Coordination (TM))

ログイン情報 ツール ヘルプ 管理機能

プラント

系統・工程

大分類

ダ... ダ... 系統・工程 システム... 中分類 小分類 設備番号 設備名称 件名

	2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年
1 [-] プラントA	5100	10300	900	500	900	300	1500	300	1300
2 [-] 系統A-1	5080	11800	850	500	900	300	1500	300	1300
3 [-] 静機械	5080	300	850	500	900	300	-	-	-
6 子 系統A-1	4000	-	-	-	-	-	-	-	-
8 子 系統A-1	4000	-	-	-	-	-	-	-	-
3 [-] 電気・計装	2000	-	-	-	-	-	-	-	-
4 子 系統A-1	500	300	-	-	-	-	300	300	500
4 子 系統A-1	470	300	-	-	-	-	-	-	-
4 子 系統A-1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4 子 系統A-1	90	100	83	100	100	100	-	-	-
4 子 系統A-1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
16 子 系統A-1	90	100	83	100	100	100	-	-	-
16 子 系統A-1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3 [-] 動機械	100	-	-	-	-	-	-	-	-
13 子 系統A-1	400	-	-	-	-	-	800	-	800
13 子 系統A-1	360	-	-	-	-	-	200	-	200
13 子 系統A-1	100	-	-	-	-	-	200	-	200
13 子 系統A-1	90	-	-	-	-	-	200	-	200
13 子 系統A-1	100	-	-	-	-	-	200	-	200
3 [-] 配管	90	-	-	-	-	-	-	-	-
	200	-	-	200	-	-	200	-	-
	250	-	-	200	-	-	-	-	-

上段: 計画費用
下段: 実績費用

階層に沿って費用のロールアップ

ドラッグで実施時期の調整が可能

- ・設備台帳、保全項目の管理
- ・保全周期の管理

- ・表示項目の変更可能
数値情報(費用、人工、計測値など)の表示が可能
- ・階層に沿って数値のロールアップ
- ・数値を見ながら山積み/山崩しが可能

計画保全 (情報の切り口を変える)

FLiPS (Flexible Tree Viewer for Planning, Scheduling and Coordination (TM))

ログイン情報 ツール ヘルプ 管理機能

13 5100 13 5100 2 4000 2000 2000 5 500

2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年
13	4	9	5	9	3	11	3	9

**保全計画作成者向
設備構成に基く管理
・設備構成管理に基き情報を参照**

FLiPS (Flexible Tree Viewer for Planning, Scheduling and Coordination (TM))

ログイン情報 ツール ヘルプ 管理機能

13 5100 13 5100 2 4000 2000 2000 3 300 100 100 100

2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年
13	4	9	5	9	3	11	3	9
5100	10300	900	500	900	300	1500	300	1300
13	3	9	5	9	3	11	3	9
5100	300	900	500	900	300	1500	300	1300
2								
4000								
2000								
2000								
3								
300								
100								
100								
100								
100								

**発注管理業務者向
工事内容に基く管理
・工事発注を意識した情報の参照**

グループ化(工事発注などの管理)→明細(子タスクや子イベント)の表示

FLIPS (Flexible Tree Viewer for Planning, Scheduling and Coordination (TM))

ログイン情報 ツール ヘルプ 管理機能

プラント										2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2	
ダ...	ダ...	シス...	ロケ...	大分類	中分類	小分類	件名	周期	周期														
1	[+]	プラントA								192	8	14	8	13	6	15	4	12	7	16	4		
1	[-]	プラントB								5100	10300	900	500	900	300	1100	300	900	500	4900	300		
2	[-]	系統B-1								3	17	2300	6	12	2	7	12	4	15	1100			
25	親	計装ル...	電気・計装				検査	1	回														
25	子	計装ル...	電気・計装	検出器	圧力		検査																
25	子	計装ル...	電気・計装	制御	制御		検査																
25	子	計装ル...	電気・計装	弁	弁		検査																
27	親	タン...	静機械	タンク	タンク...		開放	8	回		2000												
27	子	タン...	静機械	タンク	タンク...		開放																
29	親	タン...	静機械	タンク	タンク...		開放	9	回														
29	子	タン...	静機械	タンク	タンク...		開放																
34	親		動機械	ポンプ			分解																
34	子		動機械	ポンプ	ポンプ...		分解																
34	子		動機械	ポンプ	ポンプ...		分解																
34	子		動機械	ポンプ	ポンプ...		分解																
34	子		動機械	ポンプ	ポンプ...		分解																

工事の情報(親)

工事の明細(子)

- ・工事の明細(子イベント)の追加/削除
- ・親子イベント間での費用の按分や積上げ
- ・工事の情報(親イベント)による計画調整や実施管理
 - 親の予定変更により子も一括で日付の変更
 - 親のステータス変更により子のステータス一括変更
 - 子のステータスは、個別での変更も可能

日常保全や巡回点検の管理

The screenshot shows the FLiPS software interface with a tree view on the left and a data table on the right. The tree view is organized into three main sections:

- 運転計画 (運転に関するイベントの管理)**: Includes tasks like 'オーバーホール (定期修理・検査)' and 'コジェネ発電機'.
- 計測値の管理**: Includes tasks like '計測値管理' and 'コジェネ発電機'.
- 日常保全や点検管理**: Includes tasks like '日常点検' and 'コジェネ発電機'.

The data table on the right shows the 2000年度 (2000 Fiscal Year) data for various tasks. The columns represent months from April to March. The rows represent different tasks, with some having numerical values and others having status indicators like '済' (Completed) or 'C'.

		2000年度											
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1	[-] オーバーホール (定期修理・検査)												
2	[-] コジェネ発電機												
	DM-OV-...				25								
	DM-OV-...				●								
1	[-] 計測値管理												
2	[-] コジェネ発電機												
	CBM-001	済 720	済 744	済 100 済 1250	済 0	済 744	済 720 済 1354	済 744	済 720	済 744			
	CBM-002												
	CBM-002												
	CBM-004												
1	[-] 日常点検												
2	[-] コジェネ発電機												
	DM-01	済		済		済	済	済	済	済	C	A	
	DM-02	済		済		済	済	済	済	済	C	A	
	DM-03	済		済		済		済		済		A	
	DM-04		済										
	DM-05	済						済			C		
	DM-10	2	2	2		2	2	3	2	2	2	2	
	DM-11	2	2	2		2	2	3	2	2	2	2	
	DM-12	4	2	4		4	4	5	4	4	5	4	
	DM-20	済		済		済	済	済	済	済	A	A	
	DM-30	済						済			A		

・日常点検計画化と実績の管理

・計画一括作成と調整
→休日の考慮

打合せなどのイベントの記録

FLiPS (Flexible Tree Viewer for Planning, Scheduling and Coordination (TM))

ログイン情報 ツール ヘルプ 管理者メニュー

Y M D

← →

サイト							2009年度								
エリア							4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
タスク台帳区分															
表示順	大分類	中分類	番号	名称	タスク台帳区分	件名									
1	[-] WFビル管理														
2	[-] ウェーブ21ビル														
3	[-] 契約														
10	ビル		WAVE#21	ウェーブ21ビル	契約	契約管理									
20	エントランス		WAVE#21-ENT...	エントランス	契約	清掃契約									
30	汚水処理		WAVE#21-1F-T#1	トイレ#1 ウェーブ#2...	契約	検査・洗浄契約									
40	汚水処理		WAVE#21-1F-T#2	トイレ#2 ウェーブ#2...	契約	検査・洗浄契約									
3	[+] 検査														
3	[+] 洗浄														
3	[-] 打合せ等														
30	ビル		WAVE#21	ウェーブ21ビル	打合せ等	打合せ等	●	●		●	●				
3	[+] 定期検査														
3	[+] 定期修理														
3	[-] 点検・整備														
290	エレベータ		WAVE#21-EL#1	エレベータ#1 ウェ...	点検・整備	保守・点検									
300	エレベータ		WAVE#21-EL#2	エレベータ#2 ウェ...	点検・整備	保守・点検									
310	エスカレータ		WAVE#21-ES#11	エスカレータ 1-2 #1 ...	点検・整備	保守・点検									
320	エスカレータ		WAVE#21-ES#12	エスカレータ 1-2 #2 ...	点検・整備	保守・点検									
330	エスカレータ		WAVE#21-ES#14	エスカレータ 1-2 #4 ...	点検・整備	保守・点検									
340	自動ドア		WAVE#21-AD01	自動ドア#1 ウェーブ...	点検・整備	保守・点検									
350	自動ドア		WAVE#21-AD02	自動ドア#2 ウェーブ...	点検・整備	自動ドア 点検...									
360	発電機		WAVE#21-CGS...	コージェネ・システム#1	点検・整備	点検・整備									

- ・契約や打合せの記録
- ・議事録は添付

故障や不具合の管理

FLiPS (Flexible Tree Viewer for Planning, Scheduling and Coordination (TM))

ログイン情報 ツール ヘルプ 管理機能

Y M D C

プラント

大分類

タスクテンプレート名称

グル...	グル...	系統・...	システム・...	ロケーショ...	大分類	中分類	小分類	設備...	設備名称	件名
1	[-]	プラントA								
2	[+]	建屋								
2	[+]	静機械								
2	[-]	電気・計装								
3	[-]	計画工事								
4	親	系統A-1	計装ループA...		電気・計装					検査
4	子	系統A-1	計装ループA...		電気・計装	検出器	圧力	A-A-I...	圧力計 A-PP-01	検査
4	子	系統A-1	計装ループA...		電気・計装	制御	制御	A-A-I...	制御 A-IC-01	検査
4	子	系統A-1	計装ループA...		電気・計装	弁	弁	A-A-I...	弁 A-IV-01	検査
16	親	系統A-1			電気・計装	バルブ	バルブ			分解点検
16	子	系統A-1			電気・計装	バルブ	バルブ	A-A-...	バルブA-01	分解点検
16	子	系統A-1			電気・計装	バルブ	バルブ	A-A-...	バルブA-02	分解点検
3	[-]	事後保全								
	単	系統A-1	計装ループA...		電気・計装	検出器	圧力	A-A-I...	圧力計 A-PP-01	不具合...
	単	系統A-1	計装ループA...		電気・計装	制御	制御	A-A-I...	制御 A-IC-01	不具合...
	単	系統A-1	計装ループA...		電気・計装	弁	弁	A-A-I...	弁 A-IV-01	不具合...
2	[-]	動機械								
3	[+]	計画工事								
3	[+]	事後保全								
2	[+]	配管								
1	[+]	プラントB								

2000年度 2001年度 2002年度 2003年度 2004年度 2005年度 2006年度 2007年度 21

19	6	14	8	13	6	15	4
	2						
4	-						
7	4	8	4	8	5	7	4
7	4	7	4	7	4	7	4
●	●	●	●	●	●	○	◎
-	-	-	-	-	-	○	◎
-	-	-	-	-	-	○	◎
-	-	-	-	-	-	○	◎
-	-	-	-	-	-	○	◎
-	-	-	-	-	-	○	◎
-	-	-	-	-	-	○	◎
-	-	-	-	-	-	○	◎
-	-	1		1	1		
				★			
				5.5			
		★			★		
		3.1			3.4		
5	6		1	5		5	
5	5			5		5	
		1				1	
		3.2				7.6	
3						3	
-						-	
	17		6	12	2	7	12
-						-	

計画保全

事後保全(故障や不具合の管理)

故障や不具合情報
 ・状況、処置の記録
 ・評価(原因、恒久対策)の記録

信頼性工学の手法と組み合わせることで
 計画保全実施内容の適格性や健全性を評価
 (信頼性工学との併用は後述)

保全根拠評価

FLiPS (Flexible Tree Viewer for Planning, Scheduling and Coordination (TM))

ログイン情報 ツール ヘルプ 管理機能

システム・装置	中分類	設備名称	件名	故障モード	影響	システム...	推定さ...	厳しさ (S) 説明	S...	起こりやす...	O...	検知のしやす...	D...	RPN...	奨励...	セーフガード	
1 [-] 信頼性評価																	
2 [-] プラントA																	
計装ループA-1	検出器	A...	圧力計 ...	信頼性評価(FMEA)	値ズレ	誤動作	系統停止	詰り	軽故障、放置すれば重...	3	非常に稀	1	分解点検で発...	3	9	点検	モニタリング
計装ループA-1	制御	A...	制御 A-I...	信頼性評価(FMEA)	誤動作	弁の誤動作	系統停止		軽故障、放置すれば重...	3	頻度低	2	検出困難	4	24	冗長化	冗長化モニタ...
計装ループA-1	弁	A...	弁 A-IV...	信頼性評価(FMEA)	詰り	動作しない	系統停止	不純物	軽故障、放置すれば重...	3	非常に稀	1	検出困難	4	12	点検	点検回数増短...
2 [-] プラントB																	
計装ループB-1	検出器	B...	圧力計 ...	信頼性評価(FMEA)	値ズレ	誤動作	系統停止	詰り	軽故障、放置すれば重...	3	非常に稀	1	分解点検で発...	3	9	点検	モニタリング
計装ループB-1	制御	B...	制御 B-I...	信頼性評価(FMEA)	誤動作	弁の誤動作	系統停止		軽故障、放置すれば重...	3	非常に稀	1	検出困難	4	12	冗長化	冗長化モニタ...
計装ループB-1	弁	B...	弁 B-IV...	信頼性評価(FMEA)	詰り	動作しない	系統停止	不純物	軽故障、放置すれば重...	3	非常に稀	1	検出困難	4	12	点検	点検回数増短...

上図の例は、システムに対するFMEAの実施記録の例

- 各故障モードに対して、厳しさ(S)、故障の起こりやすさ(O)、検出の容易さ(D)を評価し、リスクプライオリティナンバー(RPN)を算出($RPN \leftarrow S * O * D$)
- RPNの高いものに対して、セーフガードを検討
- セーフガードには、構成の変更、管理方式の検討、保全周期が含まれる。
- 検討結果を踏まえ、計画保全の保全項目や保全周期を変更する。