

組み込みソフトウエア開発のボトルネック解消によるリードタイム削減事例の紹介

設計システム技術センター 森 啓太

2022/10/6 三菱電機株式会社

三菱電機 静岡製作所 事業紹介



• エアコン、冷蔵庫の開発・製造拠点

従業員数:約2,000人 構内人員:約3,500人

敷地面積:206,246m²(東京ドーム4.6個分)

ルームエアコン





パッケージエアコン・温水暖房









冷蔵庫







• 業務用パッケージエアコン "室外機"ソフトウエア(S/W)開発



- 室外機 = エアコンの心臓
 - 冷媒制御(温める、冷やす)を実行



- ・ 昨年度は約20機種開発
 - 多種多様なラインナップ
 - 数多くの開発要求が発生

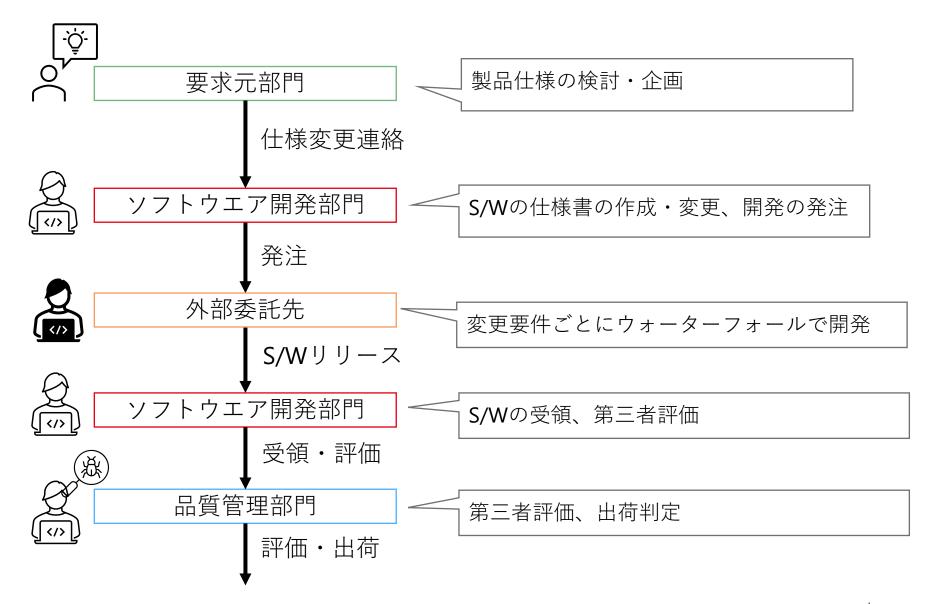


当社空調冷熱事業成長のため、静岡製作所では、 製品開発リードタイムの半減が目標。

→室外機S/W開発でリードタイム半減を目指す。

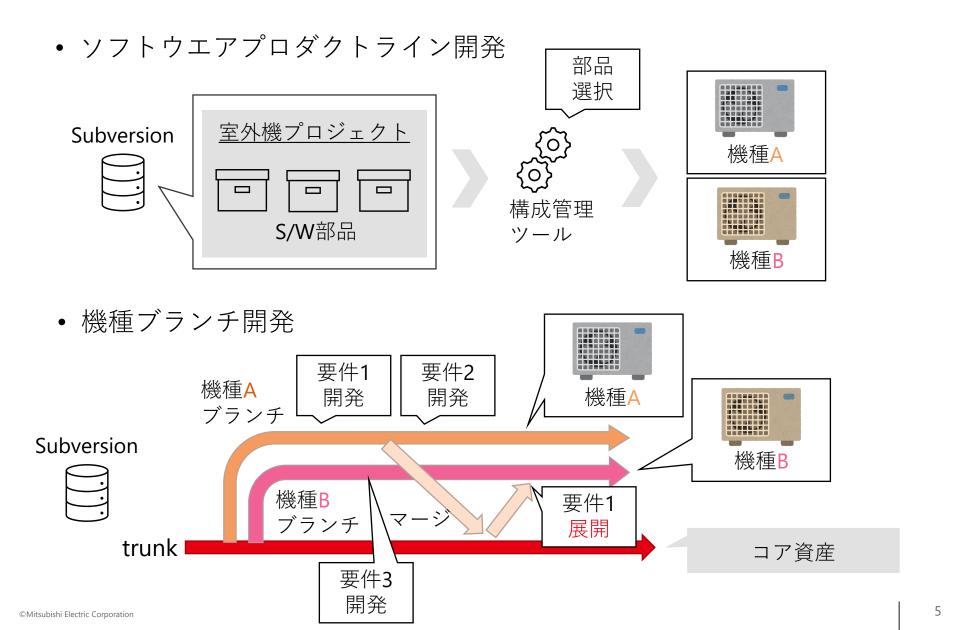
S/W開発の紹介:製品開発の流れ





S/W開発の紹介: S/W構成管理



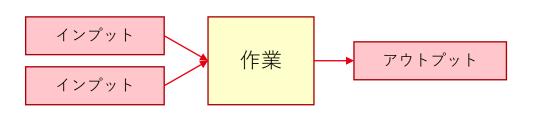


PFDによる改善ポイント(ムダ)の抽出(PFD: プロセスフローダイアグラム)



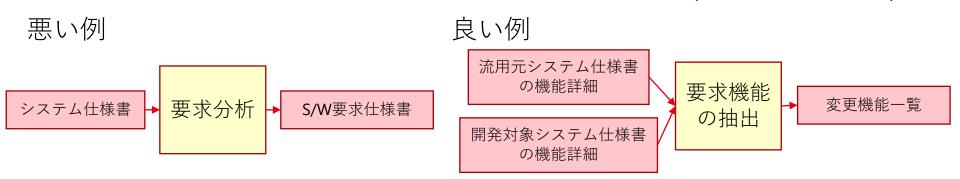
• 改善ポイント(ムダ)の抽出のため、PFD作成ワークショップを実施

①PFDによるプロセスの可視化





実際のPFD(模造紙と付箋で作成)



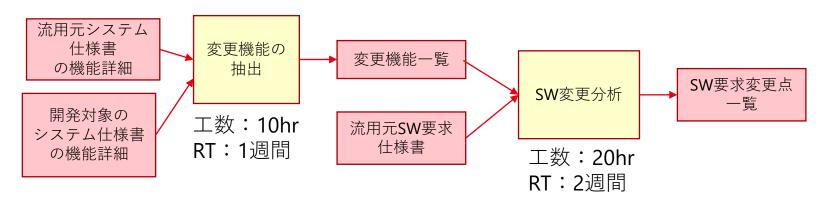
作業≠工程名。

標準プロセスにとらわれず、「実際に実施している作業」を抽出。

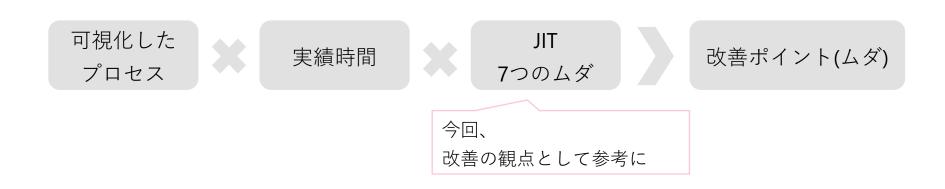
PFDによる改善ポイント(ムダ)の抽出



②各プロセスに工数とリードタイム(RT)を記載



③可視化したプロセス・成果物における改善ポイント(ムダ)の抽出



改善ポイント ~工数に対し期間が大きい作業~



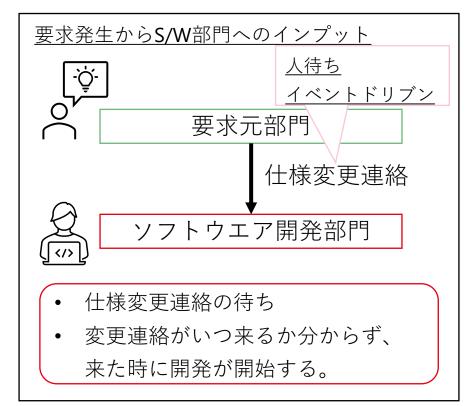


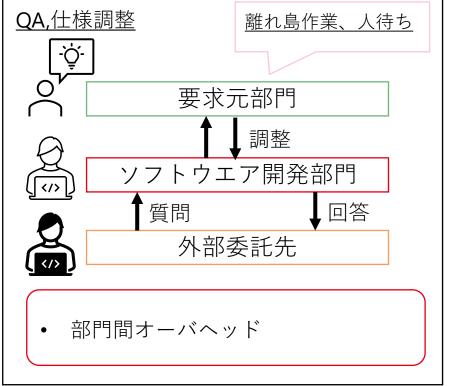
作業

工数:3hr RT:1週間

工数に対し期間が大きい作業

- ・手待ちのムダ
 - 人待ち、ツール待ち
- ・動作のムダ
 - 離れ島作業、訓練不足

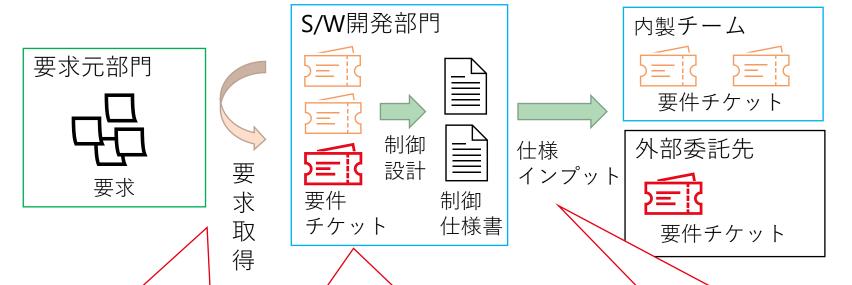




対策1-1:新プロセスの構築(要求処理)



• 要求受け取りとS/W開発を非同期にして、S/W開発を安定化



仕様変更連絡を待たず、要求の段 階で取得

→割り込み、待ちを制御

- ・アジャイルのスクラムを参考に、 要件をバックログ化(Redmine)
- ・優先度の高いものからS/W制御 仕様書を作成
- スプリントというタイムボックス周期で仕様インプット
- ・インプット会議を設け、外部委 託先にも参加してもらう
- →QAをその場で収集・回答

改善ポイント ~工数に対し期間が大きい作業~



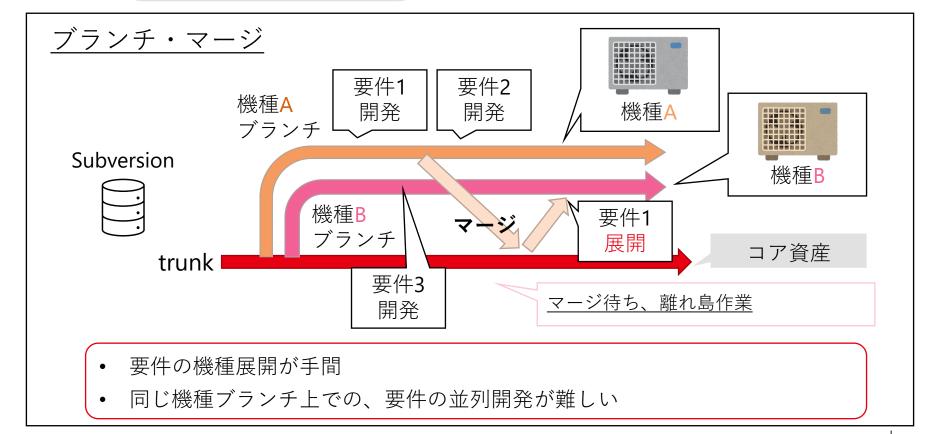


作業

工数:3hr RT:1週間

工数に対し期間が大きい作業

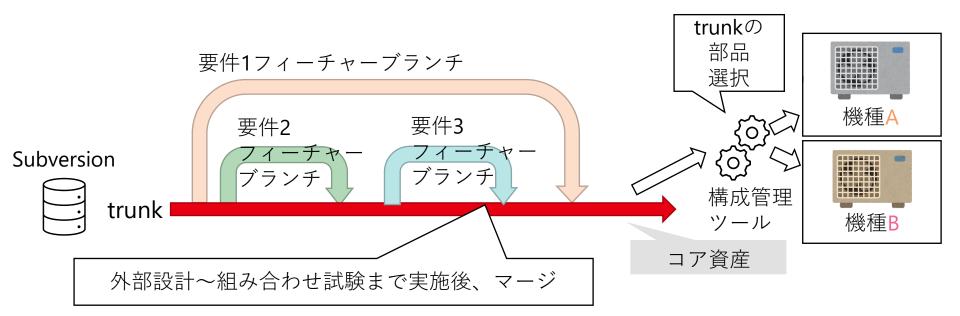
- ・手待ちのムダ
 - 人待ち、ツール待ち
- ・動作のムダ
 - 離れ島作業、訓練不足



対策1-2: 新プロセスの構築(ブランチ戦略)



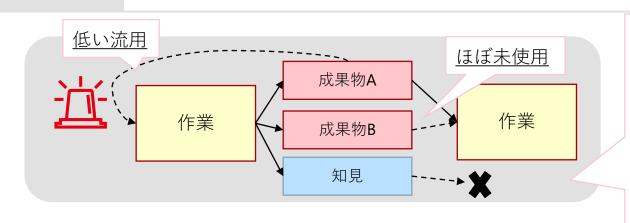
• Githubフローを参考に、並列開発を考慮した戦略に変更



- フィーチャーブランチで作業する
 - → 競合を気にせず並列に要件を処理する
- trunkから部品選択する
 - → 別機種で開発した要件の、機種ブランチへの取り込み作業を削減

改善ポイント ~もったいない成果物~





もったいない成果物

- ・加工そのもののムダ
 - 今までの惰性で作業
 - 流用性が低く、似た物を量産
- ・作りすぎのムダ
 - 余分な機能

変更点重視の外部設計書



変更設計書

- ・変更要件ごとに作成
- ・同等の変更が起きたときのみ、流用可

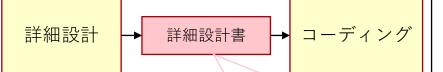


- ・変更関数のリストアップ
- ・影響のチェックリスト作成

影響調査リスト

- ほぼ使い捨て
- 変更点以外の全体設計の知見が残らない (アップデートしたいけど、できない)

詳細設計書(関数ごと)



<u>コーディングと同程度の詳細設計書</u>

→詳細設計書の作りこみ過ぎ、手戻り工数大

- 詳細設計書の作りこみ過ぎ
- 設計の過程で得られた知見が残せない

172

対策2:設計書の体系見直し@外部設計



Before

変更設計書

要求仕様・変更目的

S/W変更部位

S/W変更内容

影響調査

試験設計



After

機能設計書

全体構成図

機能実現のS/W制御仕様

S/W部品・フォルダ構成

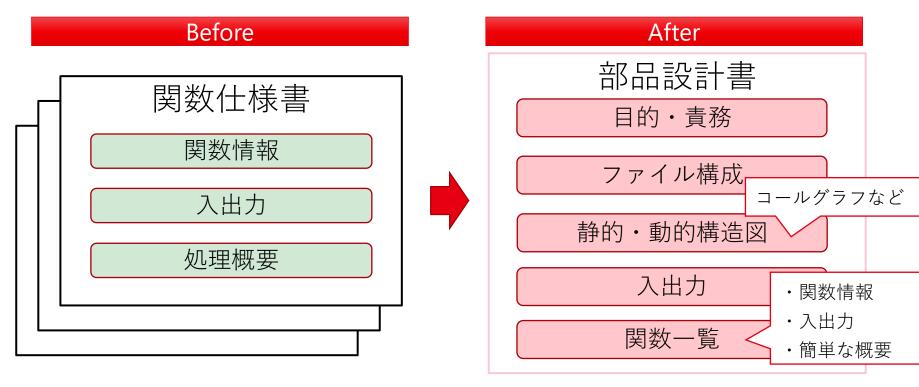
影響調査

試験設計

外部設計	変更設計書	機能設計書
単位	変更箇所	機能全体
再利用	△ ※変更内容が同じ場合	
作成工数	変更内容に応じて、小〜大※変更の度、毎回発生	新規作成時は、大。再利用時は、小 ※蓄積が増えれば、ヒット率も高くなる
環境	Excel ※文書コピーは困難	AsciiDoc ※コピーやマージが容易

対策2:設計書の体系見直し@内部設計

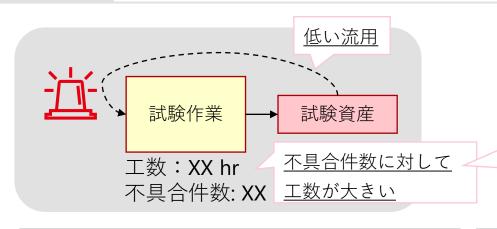




内部設計	関数仕様書	部品設計書
単位	関数	ソフトウエア部品
再利用	○※同じ関数なら	○※部品単位なのでヒット率は高くなる
作成工数	構成:一 関数:小~大	構成:新規は大、再利用時は、小 関数:小〜大(詳細な記述は控えるルール)
環境	Excel ※文書コピーは困難	AsciiDoc ※コピーやマージが容易

改善ポイント ~不具合件数と試験工数~

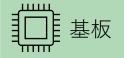




不具合件数に対して工数が大きい

- 加工そのもののムダ
 - 今までの惰性で作業
 - 流用性が低く、似た物を量産

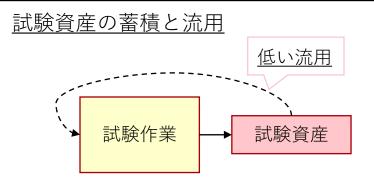
組み合わせ試験



基板で実施

- ・実時間で試験
- ・環境のセットアップ必要
- →工数がかかりがち
- ・シミュレータがあるのに 使っていない

• 不具合件数が少ないが、工数が大きい状況



- 単体試験ケースは作っているものの、再 利用ヒット率が低い
- それぞれの部門で別の試験ツールを使っ ている

5-9 対策3: 試験の見直し



組み合わせ試験でのシミュレータ活用 + 試験資産の蓄積

- 空調機を模擬するシミュレータを活用し、実機レスで試験
- エクセルの試験仕様書を試験資産として蓄積

基板の50倍の速度で実行可能

→基板での試験から効率化

(基板試験は第三者試験で必ず実施)

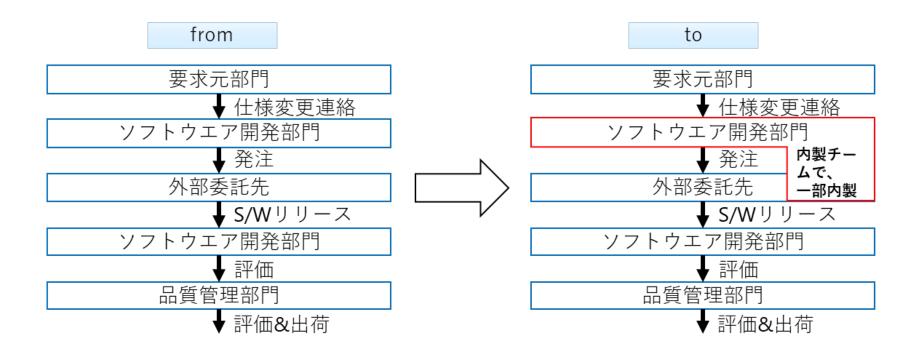
単体試験ツールの統一化 + 試験資産の蓄積

- 内製の単体試験ツールに、外注先含め、統一
- 変更関数のC1カバレッジ100%の試験仕様書を作成することをルール化
- エクセルの単体試験仕様書を試験資産として蓄積

5-10 対策4: 内製環境の構築



- 元々は、内製の割合が低く、S/W開発の試行錯誤がやりにくい状態
- **S/W内製チーム**をソフトウエア開発部門に作成



改善効果~制御設計~



• "要求取得"から、設計者への"仕様インプット"までの改善

指標	20年度 (改善前比)	21年度
制御仕様書 内部作成件数	5.35倍 (改善前比)	5.4倍 (改善前比)
制御仕様書 内部作成率	96.4%	100%
仕様確認件数	0.4倍 (改善前比)	0.41倍 (改善前比)
インプットリードタイム (開始〜仕様インプット)	1.87倍 (改善前比)	0.58倍 (改善前比)

- 制御仕様書の内部作成率100%
- 仕様確認件数を削減
- リードタタイムを短縮

6-1

改善効果~S/W設計~



• "仕様インプット"から"S/Wリリース"までの改善

指標	20年度	21年度
機能設計書蓄積数	蓄積開始	增加
機能設計書再利用率	1%	12.3%
部品設計書蓄積数	蓄積開始	増加
部品設計書再利用率	1%	7.9%
実装リードタイム (外部設計〜組試)	0.44倍 (改善前比)	0.32倍 (改善前比)
開発リードタイム (仕様インプット〜リリース)	0.61倍 (改善前比)	0.64倍 (改善前比)

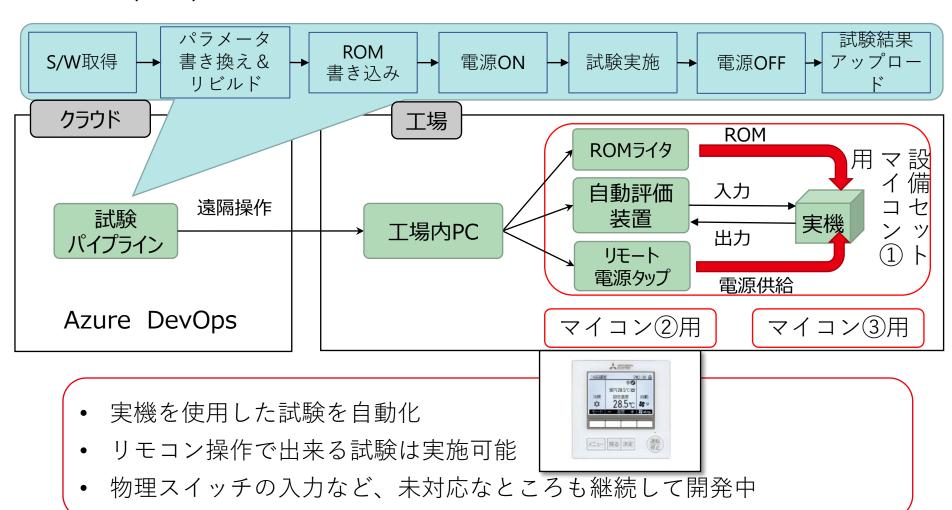
- 設計書の蓄積の開始と、再利用率の増加
- 各種リードタタイムを短縮

6-2

その他改善事例紹介 ~自動評価装置~



• 実機(基板)試験を自動化するパイプラインを構築





- 20年度、21年度に室外機S/Wプロジェクトの改善を実施
- S/W開発に関するリードタイム削減に成功
- 成果が認められ、改善策が正式なやり方となった



要求元部門の声

- 従来と比べて開発が早くなった
- 入れたい仕様変更を断られることがなくなった
- 三菱電機内部で先行開発ができるようになって非常に良くなった

