



Title	ソフトウェアプロダクトライン適用事例に基づくソフトウェア資産の再利用性に関する研究
Author(s)	長峯, 基
Citation	大阪大学, 2022, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/88139
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 （ 長 峯 基 ）	
論文題名	ソフトウェアプロダクトライン適用事例に基づくソフトウェア資産の再利用性に関する研究
論文内容の要旨 近年、家電製品や空調機、カーナビ等の組込みソフトウェアは、製品の高機能化や多様なユーザニーズへの対応のため、開発規模が年々増加している。 一方で、これらのソフトウェアの開発は、新規開発から保守（派生）開発へとシフトしており、生産性を高めるため、ソフトウェアの再利用が重要な課題となっている。 ソフトウェアを体系立てて再利用するための手法の一つにソフトウェアプロダクトラインエンジニアリングがある。ソフトウェアプロダクトラインエンジニアリングとは、ある製品群において、共通かつ管理された機能を共有するソフトウェア・システム群を活用して体系的な再利用をする開発手法のことである。 ソフトウェアプロダクトラインエンジニアリングは、多くの企業での実践事例が報告されている。 しかしながら、これらの報告事例は、導入直後の実績であることが多く、長期的に見た時の経過や活動のメンテナンスについての観点からの評価が抜けており、実際にソフトウェアプロダクトラインエンジニアリングを適用したい組織が必要とする情報が欠けている。 実際に、多品種小変更型開発の特徴を有する空調機（室外機）においてソフトウェアプロダクトラインエンジニアリングを導入した場合、①上流工程からの体系的な再利用を促すプロセス定義が不十分な場合、コア資産の再利用/開発の判断が誤りやすい、②仕様差異を生み出す特徴（フィーチャ）の増加に対して構成選択が難しくなる、③並行開発時の構成管理（ブランチ・マージ）が不十分な場合、コア資産が維持できない、の大きく3つの課題があることを自らの経験より特定している。 本論文では、空調機（室外機）におけるソフトウェアプロダクトラインエンジニアリング導入時の取組みおよび導入直後の実績を議論の前提として述べ、その後、継続的なソフトウェアプロダクトラインエンジニアリングの実践において、ソフトウェア資産を効果的に再利用するための上記3つの課題について、改善事例および改善前後の定量データをもとに議論する。 1つ目の課題である「上流工程からの体系的な再利用を促すプロセス定義が不十分な場合、コア資産の再利用/開発の判断が誤りやすい」については、コア資産管理のアプローチ（プロアクティブ型/リアクティブ型）を研究テーマとし、コア資産保守・製品導出プロセスを改善した。リアクティブなコア資産開発をベースとしたプロセスの見直しによって、類似部品発生率を66.7%抑制し、コア資産の再利用率向上に寄与することができた。 また、2つ目の課題である「仕様差異を生み出す特徴（フィーチャ）の増加に対して構成選択が難しくなる」については、可変性管理（可変性の記述法と構成手段）を研究テーマとし、要求仕様書における可変性の記述方法と、ソフトウェアにおける可変性の実現手段の見直しを図っている。本改善によって、仕様共通率を約2.5倍、構成決定パラメータ数を56%低減し、構成決定を容易化できた。 最後に、3つ目の課題である「並行開発時の構成管理（ブランチ・マージ）が不十分な場合、コア資産が維持できない」については、マージの衝突回避とコア資産の品質保証をテーマに、開発開始時にコア資産のマージ計画を立てるプロセスと、マージ時に将来適用する製品への組込みと評価をあらかじめ実施するマージ試験の2つのプロセスを追加している。本改善手法の導入によって、マージコスト比率を61%削減、コア資産の派生0本を維持できている。 コア資産管理、可変性管理、構成管理（ブランチ・マージ）の3つの管理プロセスを改善した結果、多品種小変更型開発の特徴を有するソフトウェア開発において、コア資産の再利用率を向上させることができた。 これらの取組み結果を踏まえ、多品種小変更型の組込みソフトウェア開発を対象としたSPLEフレームワークを提案する。本フレームワークは、多品種小変更型開発におけるSPLE実践時の課題に対応したもので、①リアクティブなコア資産開発と後続するアプリケーション開発における製品導出の仕組み、②ソフトウェアを解さない製品部門からもわかりやすい可変性記述と、要求仕様書から直接的にソフトウェアの構成選択が可能な仕組み、③マージの衝突回避とコア資産の他製品展開を促す仕組みを有するブランチ・マージプロセス、から構成される。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (長 峯 基)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	井上 克郎
	副 査	教授	楠本 真二
	副 査	教授	長原 一

論文審査の結果の要旨

本学位論文を審査担当者間で精査した結果、以下に述べる内容を確認した。

本学位論文は、多品種小変更型開発を対象に、ソフトウェアプロダクトライン適用事例に基づき、ソフトウェア資産の再利用性に関して3つの研究を行い、定量的なエビデンスに基づく比較検証を実施した。

1つ目は、学位論文の3章で示すように、ソフトウェアプロダクトラインエンジニアリングにおけるコア資産保守・製品導出手法について研究した。多品種小変更型開発においては、コア資産が劣化しやすいという問題に対し、開発ロードマップからアプリケーション開発を1つの幹開発と複数の枝開発に分離し、幹開発の中で、個別製品の開発を行いつつ後続する枝開発のバリエーションを吸収可能なソフトウェア部品とそのソフトウェア部品と関連付けた要求仕様書マスタを作成、枝開発の中でその要求仕様書マスタからのカスタマイズとソフトウェア部品の組立てを実現するプロセスを提案し、導入前後で比較検証を行った。このプロセスにより類似部品の発生を抑制することができた。

2つ目は、4章で示すように、ソフトウェアプロダクトラインエンジニアリングにおける可変性管理について研究した。多品種小変更型開発においては、ソフトウェアを解さない製品部門が開発の要求元であることが多く、フィーチャの増加に対して構成決定が難しくなるという問題が生じやすい。そこで、要求仕様書に製品-機能マトリクスとデータ仕様書を導入することで、可変性記述の一覧性と可読性を向上させるとともに、これら可変性記述から製品ソフトウェアへの実装・選択方法を仕様設計時点で明確にし、かつビルドへ直結する構成手段を提案した。本手法によって、仕様の共通化を促進しつつ、製品ソフトウェアの構成決定を容易化することができた。

3つ目は、5章で示すように、ソフトウェアプロダクトラインエンジニアリングにおけるブランチ・マージについて研究した。多品種小変更型開発においては、並行開発が多くマージの衝突が起こりやすいという特徴がある。このため、製品部門が自部門の製品開発を最適化しようとしてコア資産の固有化（製品特化）が進む、他製品からの変更がマージされたコア資産の品質を懸念して利用を控える、という問題が生じやすい。本問題に対し、アプリケーション開発開始時に開発予定のソフトウェア部品のブランチ状況を確認しマージ計画を検討すること（部品開発計画策定）、開発終了後に将来の製品適用を見据え変更したソフトウェア部品を使用する他製品系列の動作保証を行うこと（マージ試験）をプロセスに組み込む提案を行い、比較検証を実施した。本プロセスの導入によって変更の累積とコア資産の派生を抑止することに成功している。

これら3つの研究で得られた知見から、多品種小変更型組込みソフトウェア開発向けの開発フレームワークを提案している。

本論文で得られた知見は、ソフトウェアプロダクトラインを導入しようとする企業や技術者、ソフトウェアの再利用手法についての研究者にとって非常に役立つものである。よって、博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。