

氏名 林 健吾

学位の種類 博士（ソフトウェア工学）

学位記番号 理博甲第2号

学位授与の日付 平成30年3月21日

論文題名 ソフトウェアプロダクトラインのアジャイル開発
方法論に関する研究

審査委員 主査 (教授) 野呂 昌満
(教授) 阿草 清滋
(教授) 青山 幹雄
(教授) 佐伯 元司 (東京工業大学)

1. 論文の内容の要旨

本論文は、ソフトウェア工学において、多様なソフトウェア製品を開発するためのプロダクトラインソフトウェア工学と俊敏な開発を実現するためのアジャイル開発という2つの技術領域の融合に関する研究である。

従来、多様な製品を効率よく開発する技術体系としてプロダクトラインソフトウェア工学(以下、**PLSE**と略記)が研究され、組込みシステムを中心に実際の製品開発に適用されてきた。一方、市場への新製品の迅速な提供や不確定性への適応を目的として、開発単位を細粒度に分割して反復型プロセスで開発するアジャイル開発が独立して研究され、企業情報システムを中心に実際の開発へ適用されてきた。しかし、この二つの技術体系は一般に独立しており、その融合についての試みはあったが、体系的な融合についての研究は課題であった。

本論文では、**PLSE**における複数のプロダクトラインを対象として、複数のプロダクトラインに横断的な可変性に着目することにより、アジャイル開発における細粒度で反復して開発するモデルが**PLSE**へ適切に融合できるプロセスの構造を発見している。これに基づき、開発プロセス、アーキテクチャ、可変性の制御の3つの技術的側面から開発体系を提案している。さらに、この開発体系を顧客要求に基づき制御し、ビジネス戦略との整合を実現するポートフォリオマネジメントの概念を導入している。提案方法を実際の自動車ソフトウェア製品の開発へ適用し、提案方法の妥当性、有効性を示している。

本論文は12章から構成されている。

第1章で本論文の全体を述べ、第2章で研究課題を定義している。第3章では関連研究のサーベイとレビューを述べている。このレビューに基づき、第4章で研究課題を解決するための主たるアイデアとそれに基づく解決のフレームワークを述べている。このフレームワークに基づき、具体的な成果が第5章から第7章で述べられている。第5章では、**PLSE**のためのアジャイル開発方法とそれを管理するポートフォリオマネジメントの方法を提案し、第6章ではプロダクトラインの可変性のモデル化と構造分析の方法を提案している。さらに、第7章で、**PLSE**の開発を実現するプロダクトアーキテクチャとその上での可変性の管理方法を提案している。続いて、第8章で、本研究を実際の自動車ソフトウェアの**PLSE**へ適用した内容と経験を報告し、第9章でその評価を行っている。第10章で、本研究の意義を関連する先行研究と比較し考察している。第11章で今後の課題を述べ、最後に第12章で本論文のまとめを述べている。

本論文の主要な技術的成果は第4章から第7章で述べられている。

第4章では、提案方法へ至る着眼点と提案方法のフレームワークを示している。このフレームワークはビジネス領域とテクノロジー領域から成る。ビジネスにおけるソフトウェアプロダクトライン(**SPL**と略記)の製品戦略を実現する**SPL**ポートフォリオマネジメントを起点として、それをテクノロジー領域の開発プロセスとアーキテクチャによって実現するアプローチをとっている。テクノロジー領域の主たる技術として、2層イテレーションプロセスモデル、可変性のモジュール化、開発順序制約の解析方法を提案して

いる。

この中で、2層イテレーションプロセスモデルはマルチプロダクトラインの複数アプリケーションを並行開発するための新しい開発プロセスモデルとして提案したものである。マルチプロダクトラインの複数のアプリケーションの間では可変性に共通性があるという性質を発見したことがこの開発プロセスの根拠となっている。この性質に着目して、同一の可変性を実現する機能を細粒度で、かつ、反復して開発するプロセスによって開発負荷の平準化、ならびに、フィードバックによる開発者の学習促進がもたらす生産性向上が期待できる。さらに、この反復開発プロセスをプロジェクトにわたって繰り返すことにより、2層のイテレーションプロセスモデルとして提案している。

第5章では、第4章で提案した2層イテレーションプロセスモデルにおいて実行されるプロセスを資産として定義する方法とその実行を管理するためのポートフォリオマネジメントの方法を提案している。

第6章では、第4章で提案したフレームワークの中で、可変性を扱う方法を提案している。まず、マルチプロダクトラインに横断的な可変性を分析可能とするため、先行研究であるOVM (Orthogonal Variability Model)を拡張した可変性の表現方法を提案している。この表現方法に基づき、特に、相互依存している可変性を分析し、表現する方法を提案している。さらに、この分析に基づき、可変性の依存関係に基づく開発の順序性制約を解析し、独立して開発可能な機能を特定する方法を提案している。

第7章では、第4章から第6までの開発を実現するためのアプリケーションの構造について検討を行っている。特に、第6で提案した可変性の分析方法に基づき、可変性をモジュール化するリファクタリング方法を提案している。

さらに、第8章では、本研究の成果を2015年から2017年にわたり、実際の自動車ソフトウェア開発へ適用した結果を報告している。第9章では、この適用において収集した開発データに対して、プロセス資産の反復性、マルチプロダクトライン開発の管理性、バリューストリームの速度、テスト負荷の平準性、などの多面的評価尺度に基づき評価を行い、提案方法の効果を明らかにしている。第9章で、本論文の主たる提案技術をそれぞれ、先行研究と比較考察し、本論文で提案しているマルチプロダクトラインのアジャイル開発方法論が有効な新しい開発方法論であると結論づけられている。

2. 論文審査の結果の要旨

本論文は、従来、個別の研究分野とされてきたプロダクトラインソフトウェア工学(PLSE)とアジャイル開発を統合した、新しいディシプリンを提案し、それを実現するために、プロセス、アーキテクチャ、マネジメントの3つの技術領域において解決方法を提案し、さらに、提案方法を実際の自動車ソフトウェアプロダクトライン開発に適用して効果を示している。これらの成果はソフトウェア工学の発展に貢献する内容と言える。具体的には、次の3つの点で貢献すると言える。

- (1) 従来、個別に研究されてきたプロダクトラインソフトウェア工学とアジャイル開発の2領域を統合した新たな技術領域を創出していること。
- (2) プロダクトラインソフトウェアのアジャイル開発を実現する開発方法論を、プロセス、アーキテクチャ、マネジメントにわたる包括的技術体系として提案していること。
- (3) 提案開発方法論を実際の自動車ソフトウェアプロダクトライン開発に適用し、多面的な評価尺度を設定してデータを収集し、その効果を定量的に評価していること。

平成 30 年 2 月 24 日

主査 (教授) 野呂 昌満

(教授) 阿草 清滋

(教授) 青山 幹雄

(教授) 佐伯 元司 (東京工業大学)