

# 博 士 論 文 概 要

## 論 文 題 目

プロダクトラインを用いたソフトウェア開発  
の工業化に関する研究

Research on Software Development Industrialization  
with Product Line Engineering

申 請 者

位野木	万里
Mari	Inoki

情報・ネットワーク専攻 ソフトウェア開発工学

2 0 0 7 年      1 1 月

ソフトウェア開発の生産性の向上、品質の安定、開発のリードタイムの短縮には、品質の保証されたソフトウェア部品を蓄積し、これらの再利用によりソフトウェアを開発することが有効である。再利用の対象は、プログラム、コンポーネント、フレームワーク等へと変化してきた。このような変化の中で、同一ドメインの製品開発に限定するものの、様々な種類の成果物を体系的に再利用の対象とすることで、再利用の効果を向上させるプロダクトライン型のアプローチが注目されている。プロダクトライン型の開発手法とは、カーネギーメロン大学の Software Engineering Institute の Clements らの研究グループによって提唱されたソフトウェア開発の工業化に関する考え方である。プロダクトライン型のソフトウェア開発では、製品開発のロードマップを描き、対象製品を開発するためのコアアセットと呼ばれるソフトウェア開発の資産をあらかじめ整備し、これらのコアアセットを利用し製品を開発する。

プロダクトライン型のソフトウェア開発の手法は、ソフトウェア開発ベンダーにおいて取組まれており、多くの成功事例が報告されている。しかし、複数のプロダクトラインを保持するソフトウェア開発ベンダーにおいては、次の課題があり、これらの解決方法は明らかにされていなかった。

課題 1：スコープ定義のための手法が不明確である。

プロダクトライン型ソフトウェア開発において、コアアセットの開発範囲を決定するスコープ定義は、プロダクトラインへの投資効果に影響を与える重要なタスクである。複数のプロダクトラインを有する企業は、スコープ定義の結果に基づき、投資先のプロダクトラインを適切に判断する必要がある。しかし、どのプロダクトラインに投資すべきかを定めるスコープ定義手法は、明らかになっていない。

課題 2：プロダクトラインの維持管理手法が不明確である。

プロダクトライン型の開発を最適な状態で継続するには、市場、技術、組織の変化に合わせて、コアアセットを進化させることが重要である。複数のプロダクトラインを保持する企業は、進化・改善にも相応のコストがかかるため、組織全体として、コアアセットの最適な進化を考慮する必要がある。しかしながら、現状ではプロダクトラインを最適に維持管理するための手法は、定義されていない。

課題 3：実事例に基づく具体的な進め方が不明確である。

プロダクトライン型のソフトウェア開発の事例は数多く報告されているが、組込み系のドメインが中心である。エンタープライズ系のアプリケーションシステムドメインの事例は少なく、実際の開発手順やコアアセットの具体的な構成要素が不明確である。

本研究では、次のアプローチによって上記課題を解決し、プロダクトラインを用いてソフトウェア開発を工業化する手法について考察する。

アプローチ 1：メトリクスに基づくスコープ定義手法を定義。

コアアセットの範囲を計測するメトリクスである、カバー率と対応度を定義し、これらのメトリクスによりコアアセットの状態を可視化し、プロダクトラインのスコープを定義する際に利用する。

カバー率とは、コアアセットがどの程度の成果物を備えているかという、コアアセットの充実の度合いを測るメトリクスとする。対応度とは、コアアセットの要素間の整合性の度合いを示す、質を測るメトリクスとする。

これらのメトリクスにより、開発者にしかわからなかったコアアセットの要素の品揃えや品質面の観点からスコープを可視化する。さらに、利用技術、製品特性、組織に固有の条件に依存せず、複数の異なるドメインのプロダクトラインを比較可能にすることで、組織全体でのプロダクトライン構築計画の最適化を支援する。

アプローチ 2：開発経験から抽出・形式化した改善パターンに基づくコアアセット改善手法の確立。

本研究では、プロダクトラインの進化のよりどころとなる標準を定義し、同標準に基づき、コアアセットと標準そのものを改善する手法を定義する。本手法の標準は、コアアセットの状態を計測するアプローチ 1 で示したメトリクス、コアアセットの状態のタイプ、継続的な改善を定義したプロセス、望ましい改善ノウハウを示した改善パターンから構成する。

コアアセットのタイプとは、コアアセットの状態を可視化したものである。タイプは、カバー率と対応度に基準値を設定し、その基準値の前後で 2 つの範囲を設定することで、4 つの状態に分類した。継続的な改善を定義したプロセスでは、Plan-Do-Check-Act (PDCA) サイクルの繰り返しによって、コアアセット及び、コアアセットの改善ノウハウを集約した標準そのものも改善する。改善パターンは、Harvest (収穫)、Detox (浄化)、Refactoring Core Assets (リファクタリング) の 3 つのパターンを定義し、プロダクトラインを改善する際の経験的に蓄積されたノウハウを可視化した。

アプローチ 3：エンタープライズ系アプリケーションドメインに対する、実開発の経験から抽出・形式化した開発プロセス、コアアセットの参照モデルの定義。

プロダクトラインの実践経験からコアアセットの構築ノウハウを可視化し、組織内で共有するために、データ、ユースケース、フィーチャモデリング手法を融合し、論理設計モデルから物理設計モデルへの落とし込む手順を経験則としてま

とめる。

さらに、エンタープライズ系アプリケーションドメインを対象に、有用なコアアセットの要素を参照モデルとして定義する。参照モデルは次の要素を含む。

- (1) 要求定義モデル：上流工程の成果物である要求仕様に関するドメインモデルである。時間ブロックモデル、画面遷移モデル、ファイル処理モデルにより構成する。
- (2) 仕様再利用モデル：仕様を再利用した過去の実験を可視化したモデルである。熟練技術者の再利用のノウハウに相当する。
- (3) ドメインフレームワーク：ある特定の業種業務ドメイン向けのアプリケーションシステムを構築するための骨格のことである。ドメインフレームワークは、抽象クラスと具象クラスの集合であり、ホットスポットとフローズスポットから構成される。ホットスポットとは、あるドメインのアプリケーションシステム群の共通部分のことである。ホットスポットとは、アプリケーションシステムごとに異なる可変部分である。
- (4) アプリケーションフレームワーク：実装レベルのコアアセットの実現例である。エンタープライズ系アプリケーションドメインのアプリケーションシステムを構築する際に活用する。

上記アプローチに基づき、本論文は以下のように構成する。第1章において、本論文の背景ならびに目的、研究のアプローチを述べる。第2章において、本論文が対象とするソフトウェア開発技術であるプロダクトライン型のソフトウェア開発の定義と、本論文で提案する、プロダクトライン型開発によるソフトウェア工業化のための開発手法の基本概念を示す。

第3章から第6章は本論文の中核をなす、上記のアプローチ1～3に対応する要素技術について論じる。第3章は、アプローチ1に対応するスコープ定義手法について論じる。第4章では、アプローチ2に対応するプロダクトラインの改善と進化のためのパターンについて述べる。第5章と第6章は、アプローチ3に対応する、エンタープライズ系アプリケーションドメインにおけるプロダクトライン開発の実験則とコアアセットの参照モデルを示す。第5章には、プロダクトラインを構築するための手順に関する実験則を示す。第6章には、エンタープライズ系アプリケーションドメインのプロダクトライン構築事例から抽出した、コアアセットの構成要素の実現例について述べる。第7章では本研究の関連研究を示し、第8章にて本論文をまとめる。

## 早稲田大学 博士（工学） 学位申請 研究業績書

氏名 位野木 万里 印

(2007年 11月 現在)

種 類 別	題名、 発表・発行掲載誌名、 発表・発行年月、 連名者（申請者含む）
論文	<p><b>論文誌</b></p> <p>位野木万里，深澤良彰： ○プロダクトラインのスコープ定義におけるカバー率と対応度によるコアアセット可視化手法，情報処理学会論文誌（投稿中・条件付き採録）</p> <p>位野木万里，深澤良彰： ○プロダクトラインの開発と進化：パターン指向コアアセット改善手法，情報処理学会論文誌，Vol. 48，No. 8，2007年8月，pp. 2508 - 2521</p> <p>名取（位野木）万里，加賀谷聡，本位田真一： ○データ中心アプローチとユースケースに基づくオブジェクト指向フレームワーク構築手法，情報処理学会論文誌，Vol. 38，No. 3，1997年3月，pp. 634 - 656</p> <p>名取（位野木）万里，加賀谷聡，本位田真一： ○ドメイン分析に基づく仕様再利用手法，情報処理学会論文誌，Vol. 37，No. 3，1996年3月，pp. 393 - 408</p> <p><b>国際会議</b></p> <p>Mari Inoki and Yoshiaki Fukazawa： Core Asset Scoping Method: Product Line Positioning Based on Level of Coverage and Consistency, First International Workshop on Management and Economics of Software Product Lines(MESPUL07)，2007（投稿中）</p> <p>Mari Inoki and Yoshiaki Fukazawa： Software Product Line Evolution Method Based on Kaizen Approach, Proc. of the 2007 ACM Symposium on Applied Computing(SAC2007)，2007，pp. 1207 - 1214</p> <p>Mari Natori(Inoki)，Hiroshi Okano and Yuji Arikawa： A Framework for Constructing Business Application Software, Pre-Addendum Conference on Object-Oriented Programming, Systems, Languages, and Applications 1998 (OOPSLA'98)，1998，pp. 36-37</p> <p>Mari Natori(Inoki)，Akira Kagaya and Shinichi Honiden： Reuse of Design Processes Based on Domain Analysis, Proc. of Fourth International Conference on Software Reuse (ICSR'96)，1996，pp. 31 - 40</p>

## 早稲田大学 博士（工学） 学位申請 研究業績書

種 類 別	題名、 発表・発行掲載誌名、 発表・発行年月、 連名者（申請者含む）
	<p><b>査読付きシンポジウム</b></p> <p>位野木万里，橋本憲之，吉田和樹，深澤良彰： データ・ユースケース・フィーチャーモデルの統合によるプロダクトライン構築手法， ソフトウェア工学の基礎ワークショップ（FOSE2007），2007 年 11 月（掲載決定）</p> <p>位野木万里，深澤良彰： プロダクトラインの開発と進化：パターン活用手法の提案， ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム 2006（SES2006），2006 年 10 月，近代科学社，2006 年，ソフトウェアエンジニアリング最前線 2006，pp. 91 - 98</p> <p>位野木万里，深澤良彰： プロダクトライン型ソフトウェア開発におけるコアアセット設計手法， ソフトウェア工学の基礎ワークショップ（FOSE2005），2005 年 11 月，近代科学社，2005 年，ソフトウェア工学の基礎 XII，pp. 19 - 24</p> <p>名取（位野木）万里，本位田真一： オブジェクト指向フレームワーク利用手法の提案－フレームワーク構築プロセスの再利用，オブジェクト指向’97 シンポジウム，オブジェクト指向最前線 97，1997 年，pp. 100-107</p>
講演	<p><b>国際会議</b></p> <p>Mari Natori(Inoki) and Hiroshi Okano： How to Achieve Framework-Centric Software Construction for Business Applications， Object World ’99，Berlin，1999</p> <p><b>研究会</b></p> <p>位野木万里，橋本憲之，吉田和樹，深澤良彰： エンタープライズ系アプリケーションシステム向けプロダクトライン構築手法：プラクティスの適用，ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム 2007（SES2007），ポスターセッション，2007 年 8 月</p> <p>名取（位野木）万里，加賀谷聡，本位田真一： ドメイン分析に基づく仕様再利用手法， ソフトウェア開発のためのドメイン分析・モデリング技術シンポジウム， 情報処理学会，ソフトウェア工学研究会，1996 年 9 月，pp. 133 - 141</p> <p>位野木万里，松尾尚典，加賀谷聡： 事務処理ソフトウェア開発における要求定義・仕様再利用支援技術， 情報処理学会ソフトウェア工学研究会報告，103-14，1995 年，pp. 113 - 120</p> <p><b>全国大会</b></p> <p>鈴木教之，位野木万里： フィーチャモデリングとデータモデリングを統合したプロダクトライン開発手法， 情報処理学会第 69 回全国大会，5A-6，2007 年 3 月，pp. 1-183 - 184</p>

## 早稲田大学 博士（工学） 学位申請 研究業績書

種 類 別	題名、 発表・発行掲載誌名、 発表・発行年月、 連名者（申請者含む）
その他	<b>専門誌記事</b> 位野木万里： プロダクトライン型ソフトウェア開発，東芝レビュー，Vol.62，No.7，2007，pp.56－57  岩橋悟，手嶋雅隆，位野木万里： ソフトウェアのアセット化と再利用によるシリーズ製品開発の生産性向上， 東芝ソリューションテクニカルニュース，Vol.10，2007年，pp.10－11  山本純一，位野木万里，貫井春美，武藤潔： 変化に備えたアーキテクチャの策定指針， ITアーキテクト，Vol.2，IDG ジャパン，2005年，pp.22－33
	<b>登録特許</b> Mari Natori(Inoki) and Hiroshi Okano： Method for Constructing Business Application System and Computer-readable Storage Medium Having Stored Framework for Business Application System， Patent No. US 7140001 B1，Nov. 21，2006  Mari Natori(Inoki)，Hiroshi Okano and Seiichiro Tanaka： Method for Constructing Enterprise System， Patent No. US 6684383 B1，Jan. 27，2004  名取（位野木）万里： ソフトウェア仕様再利用支援装置， 国内登録特許，特許第3554056号，登録日2004年5月14日
	<b>シンポジウム・研究会</b> 位野木万里，山田広佳： Webアプリケーション開発における設計・仕様検証・テストプロセス， オブジェクト指向2003シンポジウム，2003年，pp.199-200  位野木万里，山田広佳： Webアプリケーション開発における設計・仕様検証・テストプロセスの提案， 情報処理学会，ソフトウェア工学研究会報告，2003-SE-143-(7)，2003年，pp.45－52
	<b>全国大会</b> 橋本憲之，位野木万里： リファクタリングパターンの適用・評価とフォワードエンジニアリングへの考察， 情報処理学会第69回全国大会，6A-5，2007年3月，pp.1-193－194  西澤実，位野木万里，吉田和樹： 意思決定モデルを用いた効率的なビジネスモデリング手法， 情報処理学会第67回全国大会，経営に貢献するIT，2005年3月，pp.4-611－614