

平成 2 0 年度戦略的基盤技術高度化支援事業  
「プロダクトライン開発手法による  
組込みソフトウェア設計情報連動管理システムの開発」

研究開発成果等報告書

平成 21 年 5 月

委託者 九州 経 済 産 業 局

受託者 財団法人福岡県産業・科学技術振興財団

## 目 次

第 1 章	研究開発の概要	1
1 - 1	研究開発の背景，研究の目的および目標	1
1 - 2	研究体制	5
1 - 3	研究成果の概要	9
1 - 4	当該プロジェクト連絡窓口	11
第 2 章	プロダクトライン方法論による再利用効率の高い資産モデル化手法の確立	12
2 - 1	研究開発の概略	12
2 - 2	研究成果のまとめ	12
第 3 章	設計資産連動モデル化データ記述方式の検証・改良	14
3 - 1	目的と目標	14
3 - 2	研究成果	14
3 - 3	研究成果のまとめ	15
第 4 章	FRM モデル記述方式管理システムの改良	16
4 - 1	目的と目標	16
4 - 2	研究成果	16
4 - 3	研究成果のまとめ	18
第 5 章	プロダクトライン方法論による設計資産データ管理システムの改良（設計資産検索 / 取り出し）	19
5 - 1	研究開発の概略	19
5 - 2	目的と目標	19
5 - 3	研究成果	19
5 - 4	研究成果のまとめ	20
第 6 章	プロダクトライン方法論による設計資産データ管理システムの改良（設計資産閲覧）	21
6 - 1	研究開発の概略	21
6 - 2	目的と目標	21
6 - 3	研究成果	22
第 7 章	検証報告	24
7 - 1	検証で使用したプロダクト	24
7 - 2	検証方法	24
7 - 3	MOOK によるコア資産開発への効果	25
第 8 章	研究の総括	27
8 - 1	本プロジェクトの総括	27
8 - 2	研究開発後の課題・事業化展開	27

# 第 1 章 研究開発の概要

株式会社ネットワーク応用技術研究所 R & D 部

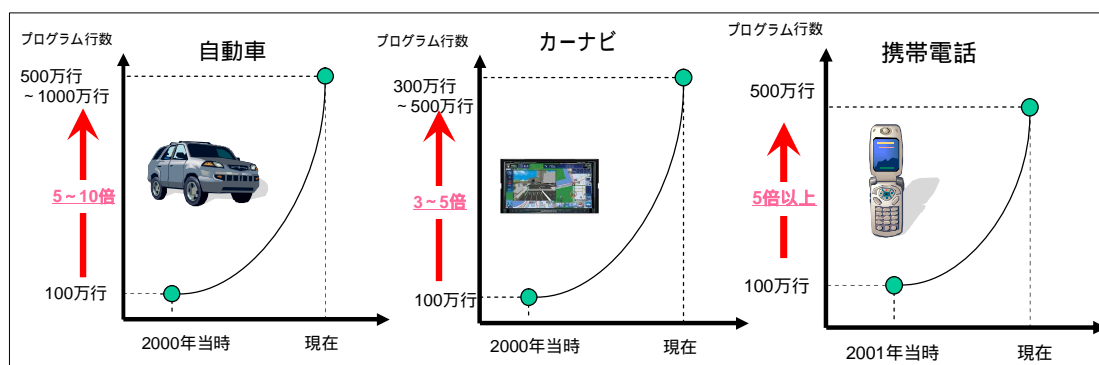
## 1 - 1 研究開発の背景，研究の目的および目標

我が国が得意とする情報家電、携帯電話、自動車等に使用される電子部品では、複合的な機能が必要であり、それら機能の実行は組み込みソフトウェアにて対応される。

組み込みソフトウェアで対応する利点としては下記 3 点が挙げられる。

- a) 複雑な機能の設計がハードウェアより容易
- b) 多様な製品モデル対応が可能
- c) 基本的にプログラマブルで修復コストが低い

しかし、近年のこれら製品の開発競争が激しく、極めて短期間で機能の向上並びに多様な製品モデルの開発が必要となっている。それに伴い組み込みソフトウェアの開発規模が劇的に増加し、この組み込みソフトウェア開発効率向上および生産性向上が重要なテーマとなっている。図 1 - 1 に開発規模増大の様子について示す。本研究では特に製品分野として、携帯電話、情報家電、自動車に着目する。



< 出典 > 経済産業省「IT投資の効率性の向上」

図 1 - 1 . 2000 年以降の組み込みソフトウェア開発規模増大

組み込みソフトウェアの問題は、短期間で大規模化していただくだけではなく、仕向け先の違い、あるいは他社動向や消費者の嗜好の変化にあわせて、同一種類の製品であっても多様なモデルの製品の開発、似て非なるものの開発が必要となっている。その際、追加機能を有する新しい製品モデルを出すたびにソフトウェアの変更が必要となる。組み込みソフトウェアの大規模化と製品モデル数の増大は、品質向上、機能向上（設計資産の管理）、ひいては生産性の向上（再利用）を難しくしており、これら問題の解決が強く望まれている。このような状況にある組み込み製品開発企業が、ユーザ要求に応じて、多様な情報家電や携帯電話、自動車（とくに電装部品）を短期間で、かつ高信頼性を有して開発できるようにするために、近年注目を浴びているプロダクトライン開発方法論に基づいた高度な再利用を実現するプロダクトライン開発支援ツールシステムを開発する。

## (1) 研究の目的

自動車、携帯、情報家電産業に於ける組み込みソフトウェア開発は、著しい規模増大、納期短縮等により困難な状況に置かれている。この状況の打開には既存設計資産を効果的に再利用することが必要である。そこで本研究では、プロダクトライン手法に基づく既存設計資産の再利用を可能にするため、設計資産データの記述形式、生成手法、管理方式を確立し、これらを統一的に扱う組み込みソフトウェア設計支援ツールを開発する。平成 20 年度において、平成 19 年度に開発したプロダクトライン方法論に基づく既存資産の再利用を可能にする開発システムの一次評価結果を反映した改良を行い、成果の実証を行うことを目標とする。

開発項目としては下記 4 つを取り上げる。

- 1) プロダクトライン方法論による再利用効率の高い資産モデル化手法の確立
- 2) 設計資産連動モデル化データ記述方式( H19 年度開発の方式、FRM モデル記述方式と以降略す ) の検証・改良
- 3) FRM モデル記述方式管理システムの改良( コア設計資産からの FRM モデル記述への情報抽出システム ) の改良
- 4) プロダクトライン方法論による設計資産データ管理システムの改良

以下の機能を実現する。

- (i) 本システムによる既存設計資産のコア資産化支援手法の検証・改良を目的とする。実際の各種設計資産をコア資産化する方式の検討を行い、その作成を支援するシステムを実現する。具体的には実際の設計資産から要求機能、シリーズによる仕様差異、ソフトウェアの結合度などの解析情報を元に再利用可能なコア資産を抽出するための支援情報を提供する機能を実現する。
- (ii) FRM モデル化を実際の各種設計資産データを適用して行い、各モデルでのデータ構造、内容、モデル粒度について検証し、モデル構造の最適化を行う。
- (iii) 上記( )の結果を踏まえて、最適化した FRM モデル記述形式に対応した設計資産データ管理システムの拡張を行い、各種既存設計システムにより作成された既存設計資産をより幅広く活用できる機能を実現する。
- (iv) H19 年度開発の設計資産管理システムを改良し、FRM モデルと設計資産の連携管理機能を実現し、前年度開発の FRM モデルを用いた設計資産閲覧システムを改良し、FRM モデルの検索および閲覧機能を実現する。

## (2) 実施内容

プロダクトライン方法論による再利用効率の高い資産モデル化手法の確

## 立（サブテーマ1）

### 【担当】

株式会社ネットワーク応用技術研究所  
財団法人福岡県産業・科学技術振興財団

FRM モデルを用いた設計資産管理により資産の再利用を効率化するためには、FRM モデルによる管理に適した資産の分類、分析を行った上で資産をモデル化することが求められる。また、FRM モデルにより管理された資産を用いて製品を開発するにあたっては、変化点の抽出支援、並びに管理が必要となる。本サブテーマでは、リバースエンジニアリング手法等、様々な分析方法を用いることにより、再利用効率の高い資産のモデル化手法の確立を目指す。

財団法人福岡県産業・科学技術振興財団が、実際の設計資産データを用いてコア資産化、FRM モデル化を行い、設計資産データ管理システムを利用して、機能仕様作成からコア資産の再利用までを実践する実証試験を執り行い、その効果を検証する。

株式会社ネットワーク応用技術研究所は、設計資産の解析によりコア資産の組み合わせ条件、既存資産の差分情報、資産間の相互呼び出し関係等を取得し、設計資産からのコア資産作成を効率化する支援手法を実現する。これによりコア資産開発期間の新規開発比 1/2 への短縮を実現し、その検証を行う。

## 設計資産連動モデル化データ記述方式（H19 年度開発の方式、FRM モデル記述方式と以降略す）の検証・改良（サブテーマ2）

### 【担当】

国立大学法人 九州大学  
国立大学法人 熊本大学  
株式会社ネットワーク応用技術研究所

九州大学と熊本大学がフィチャモデルと開発資産の適切な関連づけを実現するため、H19 年度開発した FRM 記述形式についてプロダクトライン方法論に基づく観点から検証を行い、その結果に基づいて FRM モデルデータ構造、内容、粒度などの改良を行う。

ネットワーク応用技術研究所が、実際の設計データによる実証試験結果をもとに FRM モデルの有効性について検証し、九州大学、熊本大学による FRM モデル構造の改良と併せて、コア資産開発期間の新規開発比 1/2 への短縮を実現する改良モデル構造の検討と実装を行う。

## FRM モデル記述方式管理システム（コア設計資産からの FRM モデル記述への情報抽出システム）の改良（サブテーマ3）

### 【担当】

株式会社ネットワーク応用技術研究所  
マイクロコート株式会社

ネットワーク応用技術研究所が、H19年度成果であるFRMモデル記述方式管理システムに対し、実証試験において発生した問題を解消し、また にて改良されたFRMモデルに対応した管理機能の改良を施し、また にて検討された既存設計資産のコア資産化を支援するFRMモデルへの変換支援を実現する。

マイクロコート株式会社が、同FRMモデル記述方式管理システムに対し、既存設計資産のコア資産化支援を進めるための機能拡張として、リバース解析ツールの拡充による、モデル情報抽出支援の充実などを実現する。これらにより、既存設計資産の幅広い再利用を実現し、コア資産テスト工程の新規開発時同工程比1/2への短縮を実現するシステムを作成する。

#### プロダクトライン方法論による設計資産データ管理システムの改良

- 1 設計資産検索 / 取り出し (設計され蓄積された情報の構成管理) (サブテーマ4 - 1)

##### 【担当】

株式会社東陽テクニカ

株式会社ネットワーク応用技術研究所

東陽テクニカが、設計情報の世代管理及び検索を行う構成管理データベース技術を基にH19年度開発した設計資産管理システムの改良を進め、FRMモデルと設計資産の連携管理を可能にする。

ネットワーク応用技術研究所が、H19年度開発したリポジトリDBについて、 にて改良したFRMモデルの格納と活用を実現するため、管理方式の改良を進め、最終開発効率の新規開発比1/3への短縮を実現できる管理システムを構築する。

- 2 設計資産閲覧 (Webベースの閲覧) (サブテーマ4 - 2)

##### 【担当】

株式会社S R A西日本

S R A西日本が、プロダクトラインに基づく要求と関連する設計資産の閲覧を支援するため、Semantic Web技術などWebベース技術などを活用し、H19年度開発のFRMモデル及び設計資産閲覧システムを改良し、FRMモデルの検索および閲覧を可能にする。使いやすさにも重点を置き、さらに効率的な開発を実現し最終開発効率の新規開発比1/3への短縮を実現できる閲覧システムを実現する。

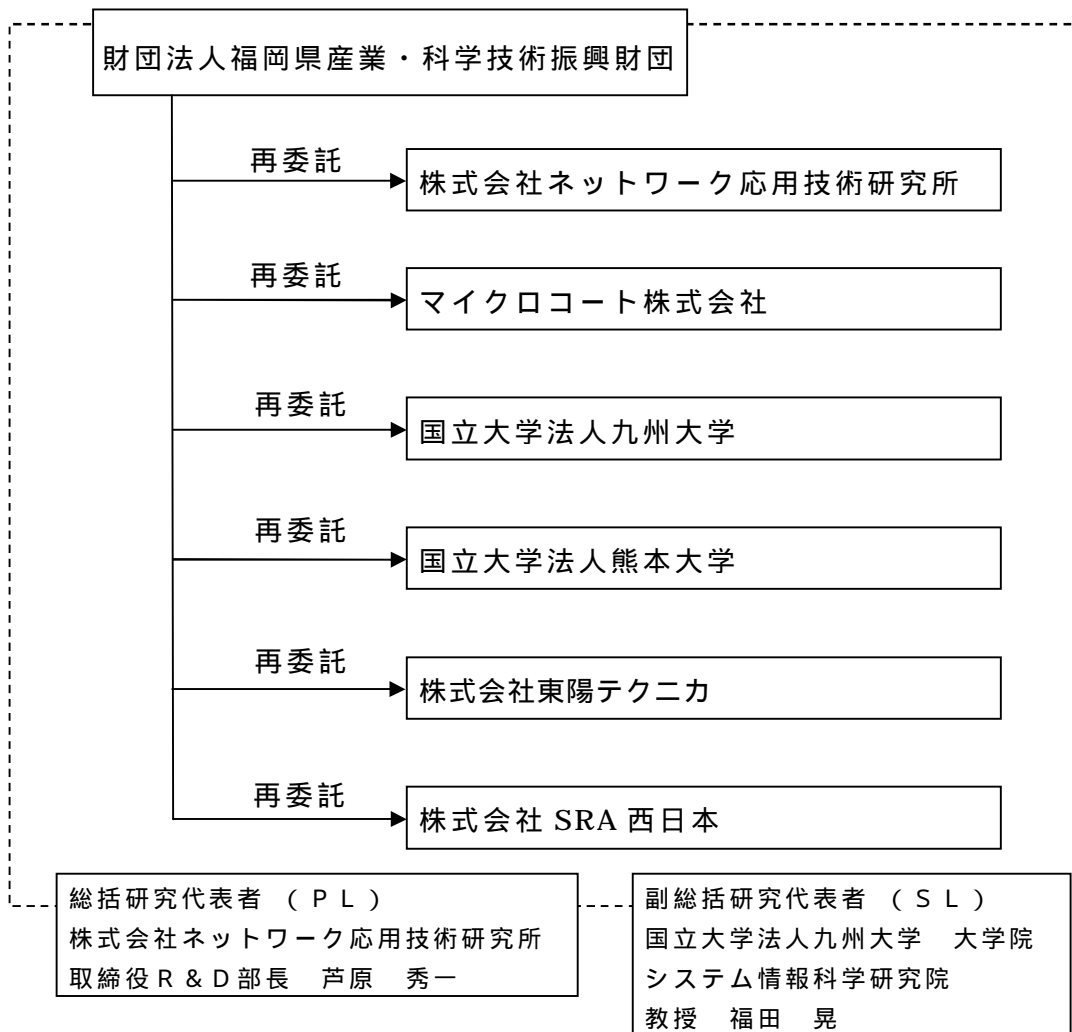
#### プロジェクトの管理・運営 (財団法人福岡県産業・科学技術振興財団) (サブテーマ4 - 3)

当該プロジェクトを円滑に運営し、かつ目標を確実に達成できるように、プロジェクト全体の運営・管理を行う。

1 - 2 研究体制

(1) 研究組織及び管理体制

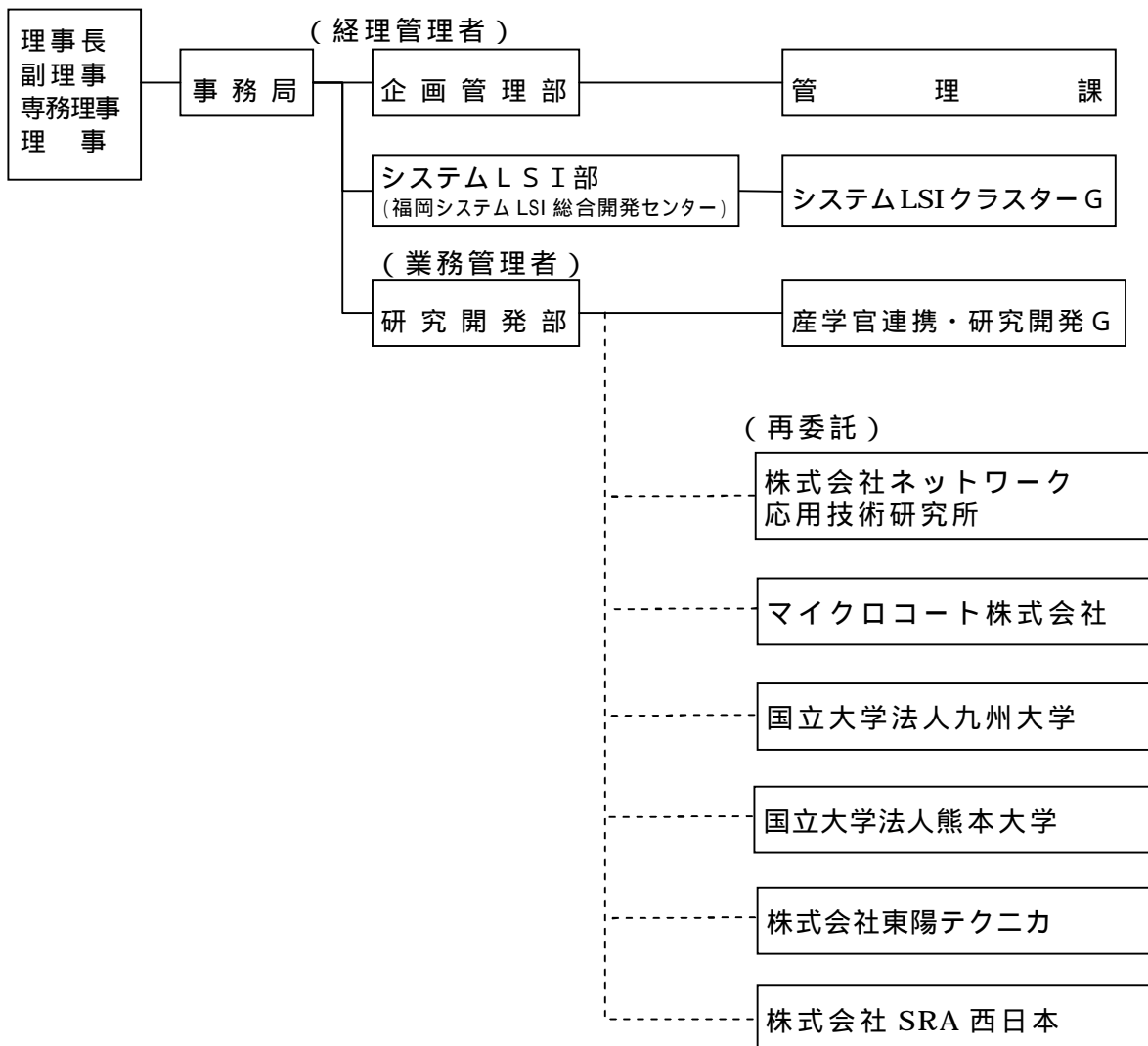
研究組織（全体）



管理体制

【事業管理者】

[財団法人福岡県産業・科学技術振興財団]



(2) 管理員及び研究員

【事業管理者】財団法人福岡県産業・科学技術振興財団

(a) 管理員

氏名	所属・役職
伊藤 文章	システムLSI部 部長
津留 真人	システムLSI部 科学技術コーディネータ
櫻谷 洋一	システムLSI部 主幹



野見山 修治	システムLSI部 研究員
米澤 英彦	システムLSI部 主任主事
河内 純子	システムLSI部 サブマネージャー
森部 広道	企画管理部 管理課長
大川内 洋介	企画管理部 事務主査
井上 雅之	企画管理部 主事

(b) 研究員

氏名	所属・役職
服部 勇祐	研究員
吉武 晃一	研究員
片平 典幸	研究員
井上 英樹	研究員

【再委託先】 研究員のみ

(a) 株式会社ネットワーク応用技術研究所

氏名	所属・役職
芦原 秀一	R&D部 部長
石垣 信一	システム開発部 部長
上野 英雄	ネットワークサービス開発部 部長
梶崎 紀貴	システム開発部 マネージャー
富永 浩之	ネットワークサービス推進室 室長
杉谷 浩	システム開発部 リーダー
平川 剛	R&D部 リーダー
渡邊 明彦	R&D部 マネージャー

(b) マイクロコート株式会社

氏名	所属・役職
那須 隆志	エンベデッドシステム部 取締役部長
西村 圭司	エンベデッドシステム部 シニアマネージャー
松尾 真二	エンベデッドシステム部 リーダ
小山 智巳	エンベデッドシステム部
田中 利薫	エンベデッドシステム部

(c) 国立大学法人 九州大学

氏名	所属・役職
福田 晃	システム情報科学研究所情報工学部門教授
中西 恒夫	システム情報科学研究所情報工学部門准教授

(d) 国立大学法人 熊本大学

氏名	所属・役職
北須賀 輝明	自然科学研究科情報電気電子工学専攻准教授

(e) 株式会社東陽テクニカ

氏名	所属・役職
二上 貴夫	ソフトウェア・システム研究部 部長
刀川 幸央	ソフトウェア・ソリューション 課長
岡野 喜久男	ソフトウェア・ソリューション 係長
北條 哲	ソフトウェア・ソリューション 主任

(f) 株式会社 SRA 西日本

氏名	所属・役職
黒木 譲司	本社システムサービス部 部長
副島 敏夫	本社システムサービス部 グループリーダー
平井 達矢	本社システムサービス部 研究員
松岡 優子	本社システムサービス部 研究員
スルスタ・ブライティブ・クマ-	本社システムサービス部 研究員

(3) 他からの指導・協力者名及び指導・協力事項

推進委員会委員

(a) 外部推進委員

氏名	所属・役職	備考
嶋田 敏雄	トヨタテクニカルディベロップメント株式会社 第2ソフトウェア開発部第25ソフトウェア開発室 室長	アドバイザー
福場 健司	キャッツ株式会社(本社:横浜市) マネージャー	アドバイザー
小磯 博司	キャッツ株式会社(本社:横浜市) マネージャー	アドバイザー

井上 郁	安川情報システム株式会社 組込ソリューション事業部第1開発部 部長	アドバイザー
佐藤 浩之	日本電気通信システム株式会社 組込システムソリューション事業部 第五開発グループ グループマネージャー	アドバイザー
酒井 郁子	ピースラッシュ株式会社 取締役 技術・教育担当	アドバイザー

(b) 内部推進委員

氏名	所属・役職	備考
芦原 秀一	株式会社ネットワーク応用技術研究所 R & D部長	P L
那須 隆志	マイクロコート株式会社 エンベデッドシステム部 取締役部長	
福田 晃	国立大学法人九州大学 システム情報科学研究院 情報工学部門 教授	S P L
北須賀 輝明	国立大学法人熊本大学 自然科学研究科情報電気電子工学専攻 准教授	
二上 貴夫	株式会社東陽テクニカ ソフトウェア・システム研究部 部長	
黒木 譲司	株式会社 SRA 西日本 本社システムサービス部 部長	
伊藤 文章	財団法人福岡県産業・科学技術振興財団 システムLSI部長	
津留 真人	財団法人福岡県産業・科学技術振興財団 科学技術コーディネータ	

1 - 3 研究成果の概要

平成 20 年度研究による研究成果を以下に示す。システム全体図を図 1 - 2 に示す。

プロダクトライン方法論による再利用効率の高い資産モデル化手法の確立では、設計資産の解析によりコア資産の組み合わせ条件、既存資産の差分情報、資産間の相互呼び出し関係等を取得し、設計資産からのコア資産作成を効率化する、設計情報連動管理システム(MOOK)を開発した。これにより、実際の設計資産データ車載ソフトウェアのなかでエンジン制御 ECU ( Electronic Control Unit ) を用いてコア資産化、FRM ( Feature, Relation, Material ) モデル化を行った。その効果として、コア資産開発期間の新規開発比( MOOK 不使用でのコア資産開発に対する MOOK 使用のコア資産開発)1/2 への短縮を実現できた。

設計資産連動モデル化データ記述方式( FRM モデル記述方式と以降略す ) の検証・改良では、設計情報の中で既存設計資産の管理に重点を置いたデータ記述方式として、フィーチャモデルと開発資産の適切な関連づけを実現するため、H19 年度開発した FRM モデル記述形式についてプロダクトライン方法論に基づ



1 - 4 当該プロジェクト連絡窓口

(財)福岡県産業・科学技術振興財団 システム L S I 部

(最寄り駅：西鉄バス 福岡タワー南口)

〒814 -0001 福岡県福岡市早良区百道浜 3 -8 -33

福岡システム LSI 総合開発センター

## 第2章 プロダクトライン方法論による再利用効率の高い資産モデル化手法の確立

財団法人福岡県産業・科学技術振興財団  
株式会社ネットワーク応用技術研究所 R & D部

本章では、サブテーマ1「プロダクトライン方法論による再利用効率の高い資産モデル化手法の確立」について述べる。

### 2 - 1 研究開発の概略

#### (1) 研究開発の方針

本研究においては、各種静的解析ツールを用いてリバースエンジニアリングを行い、コア資産導出までの手法の確立を目指す。

本サブテーマについては、既存設計資産を管理可能な情報として抽出する機能および、既存設計資産からコア資産導出に有効な情報の取得、及びコア資産導出に至るまでの手法を確立することを目標としている。また、本年度のモデルの拡張にともないより多くの情報をソースコードから取得する。また、変化点情報を抽出し、より細かくソースコード間の関連性が分かるような開発を行う。

#### (2) 開発フェーズ

本年度の開発フェーズは大きく下記の二つに分けられる。

##### 変化点情報の取得(フェーズ1)

ソースコードのコンパイルに際して、ユーザはさまざまなコンパイルオプションの設定が可能である。これらのオプションにより、完成するプログラムの機能が大きく変化する。本年度はこのコンパイルオプションを変化点とみなし、それら情報の取得をめざした。

##### 資産情報の抽象化処理(フェーズ2)

静的解析ツールによるソースコードの解析、及びその結果のマテリアルモデルへのコンバートを行う。またソースコード以外のファイル等についてもコア資産とみなし、その情報をマテリアルモデルとして登録可能とした。

### 2 - 2 研究成果のまとめ

今回開発したリバース支援機能の概要を図2 - 1に示す。平成20年度は、前年度の機能を拡張させ、より多くの情報の取り込み処理を実装した。さらに、シンボル間の関連性と変化点情報の取得することにより、ソースコード修正にともなう影響範囲などがより、スムーズに取得できるようになった。このことによりフィーチャからソースコード、各種ドキュメント間の関連性が見通しがよくなり、フィーチャの選択に伴い、どのような資産が必要になるのか、変更にともなう影響範囲の把

握が容易となった。

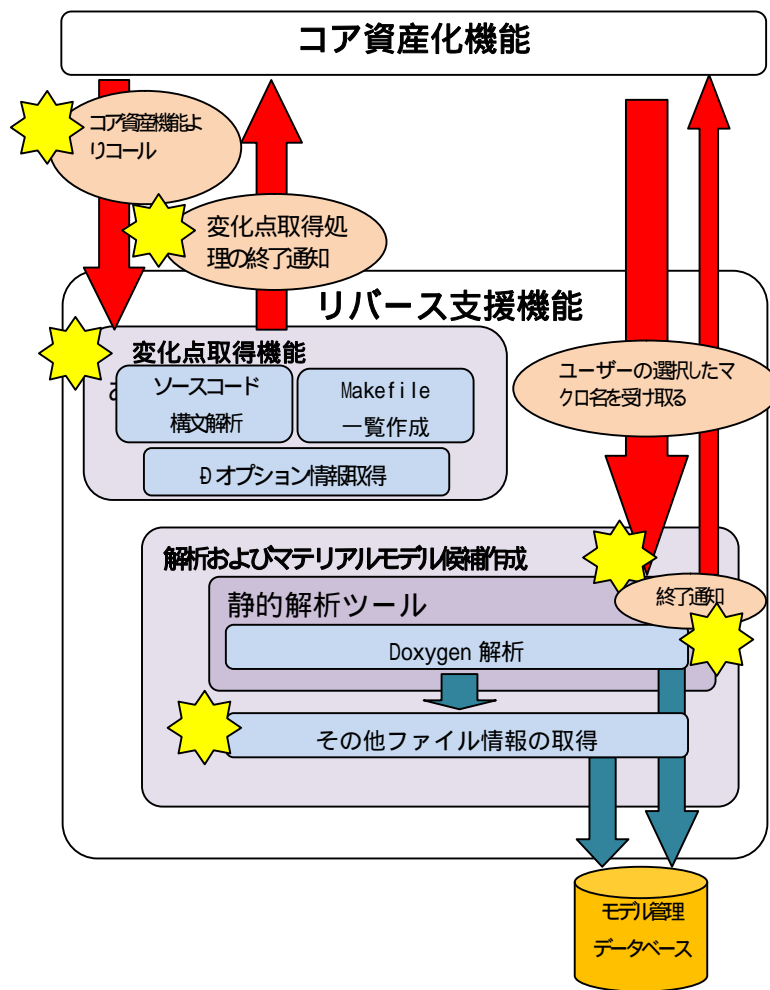


図 2 - 1 . リバース支援機能の処理

### 第 3 章 設計資産連動モデル化データ記述方式の検証・改良

国立大学法人九州大学 大学院システム情報科学研究所

国立大学法人熊本大学 大学院自然科学研究科

株式会社ネットワーク応用技術研究所 R & D 部

本章では、サブテーマ 2 「設計資産連動モデル化データ記述方式」について述べる。

#### 3 - 1 目的と目標

##### ( 1 ) 本サブテーマの目的と目標

本開発の目的は、プロダクトライン手法の導入により、設計資産の再利用促進により組み込みソフトウェアの設計開発期間を短縮することである。本サブテーマでは、昨年度開発した FRM モデルの検証結果に基づき、FRM モデルデータ構造の改良を行うことにより、プロダクトライン手法導入を支援することを目的とする。

本サブテーマの目標として、モデル管理記述の改良を掲げる。

なお、4 章にて本 FRM モデル記述方式を利用した管理システムを作成し、プロダクトライン開発（ボトムアップ/トップダウン）を行い、いずれにも適用可能であることを確認する。

また、プロジェクト全体の成果目標については、本モデル管理手法及びモデル管理システムを用いた実証実験において設定し、検証する。

#### 3 - 2 研究成果

##### ( 1 ) モデル変更の概要

昨年度の開発した設計資産管理モデルである FRM モデルに対して表 3 - 1 の変更を行った。

表 3 - 1 . FRM モデル変更概要

モデル要素	変更点	備考
フィーチャモデル(F)	変更なし	モデリングツールとして pure::variants を使用
マテリアルセットモデル(M)	RAS モデルを参考に改良	
リレーションモデル(R)	マテリアル～フィーチャ間の関連付け方法を見直し マテリアルセットモデル改良への対応	



## ( 2 ) FRM モデル改良内容

本サブテーマでは、プロダクトラインに基づくモデル管理記述として、FRM(フィーチャ・リレーション・マテリアルセット)モデルを改良した。

FRMモデルの模式図を図3 - 1 に示す。

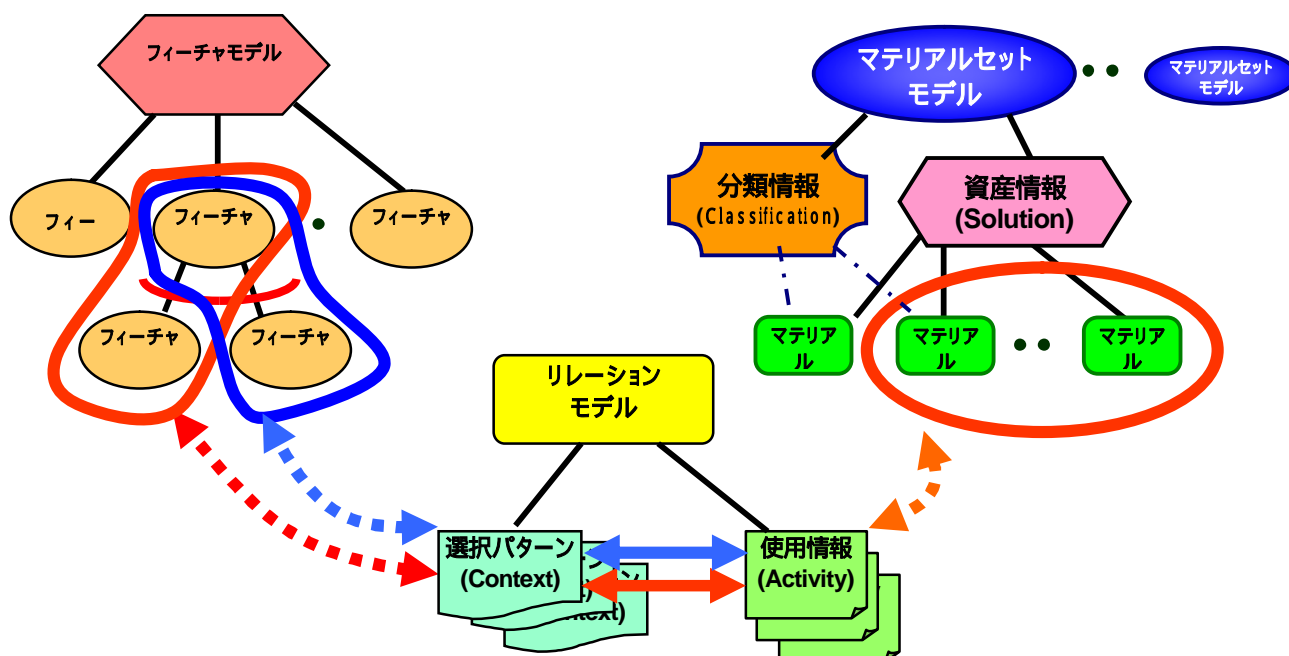


図3 - 1 . FRM モデル模式図

本モデルはその名が示すとおり、要求分析をモデル化したフィーチャモデルと、設計資産を抽象化しモデル化したマテリアルセットモデル、フィーチャモデルとマテリアルセットモデルを紐づけるリレーション（関連性）モデルの3モデルからなる。今回、昨年度の課題を元に、RAS(Reusable Asset Specification)を参考にして、FRMモデルの改良を行った。

### 3 - 3 研究成果のまとめ

#### ( 1 ) 研究成果まとめ

本サブテーマでは、トップダウン、ボトムアップ両面からのプロダクトライン開発手法導入を実現するため開発したFRMモデルの改良を行った。

改良したFRMモデル管理により、再利用効率の向上、ひいては製品開発全体の効率化をもたらす。特に今回対象としたボトムアップ方式によるプロダクトライン開発手法導入により、多くの設計資産を抱える開発現場にとって有効となる。

## 第4章 FRMモデル記述方式管理システムの改良

株式会社ネットワーク応用技術研究所 R & D部

マイクロコート株式会社 エンベデッドシステム部

本章では、サブテーマ3「FRMモデル記述方式管理システムの改良」について述べる。

### 4-1 目的と目標

#### (1) 本サブテーマの目的と目標

本開発の目的は、プロダクトライン手法の導入により、設計資産の再利用促進により組み込みソフトウェアの設計開発期間を短縮することである。本サブテーマでは、3章で改良した資産モデル管理手法を用いたモデル管理システムを確立することにより、プロダクトライン手法導入を支援することを目的とする。

本サブテーマの目的は、4-3-(1)に示すプロダクトライン手法の導入支援である。本サブテーマの目標として、改良したモデル管理システムを使用し、プロダクトラインの開発手法である「トップダウン開発」及び「ボトムアップ開発」を適用し、当ツールで対応できることを確認することを目標とする。

### 4-2 研究成果

プロダクトライン開発手法による実現する手段として、2-4-(1), 2-4-(2)に示すFRMモデルを提示した。本開発では、モデル管理手法の効率化及びモデル記述の妥当性を確認するために、FRMモデルに基づく設計情報連動管理システムを作成した。

今回開発したFRMモデル記述方式管理システムのシステム構成を図4-1に示す。

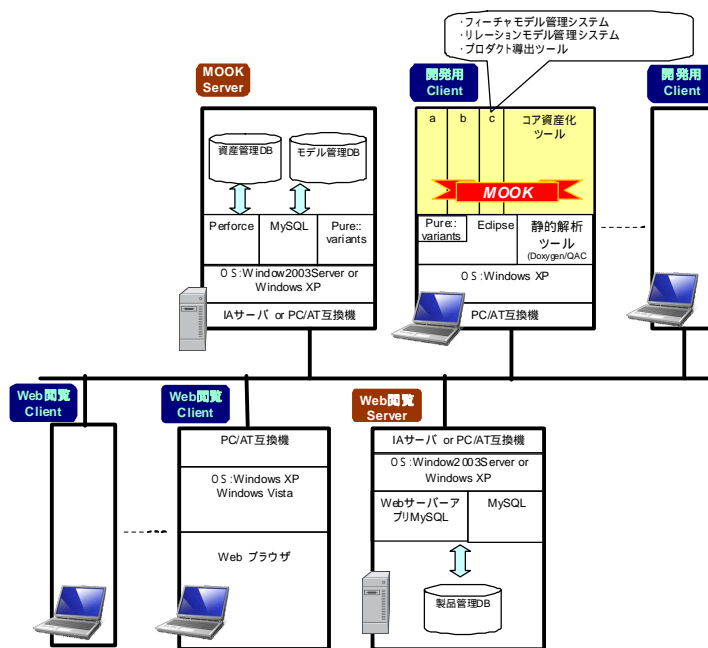


図4-1 設計情報連動管理システム構成

( 2 ) FRM モデル管理システム

本サブテーマでは、フィーチャモデル管理システム、リレーション管理システム、マテリアルモデル管理システム、およびリポジトリ DB を作成した。それぞれのシステム概要を表 4 - 1 に挙げる。また図 4 - 2 , 図 4 - 3 にプロダクトラインの利用シーンにおける MOOK の適用箇所を当てはめた図を示す。

表 4 - 1 . MOOK のシステム一覧

機能名	機能概要
1 フィーチャモデル管理	フィーチャモデルの新規作成/変更/削除を行う機能。
2 リレーションモデル管理	フィーチャとマテリアルモデルの対応を設定する機能。
3 マテリアルモデル管理	マテリアルモデルを管理する機能で、以下の機能を持つ。 (a) マテリアルモデル新規作成 (b) マテリアルモデル属性指定/変更 (c) 対応マテリアル選択 (d) 対応マテリアル変更
4 コア資産化支援	既存設計資産を元にコア資産を生成する際の支援を行う機能。
5 プロダクト導出支援	選択したフィーチャ対応のマテリアルを抽出する機能。

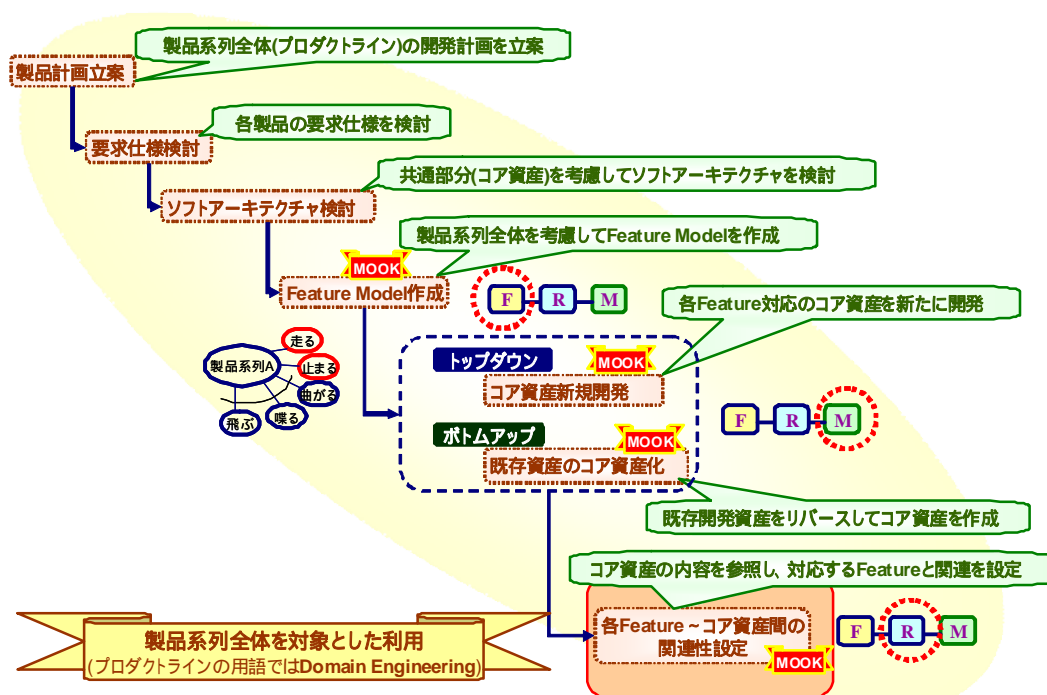


図 4 - 2 . プロダクトライン開発手法導入後の工程と MOOK 利用シーン (製品系列全体を対象とした利用)

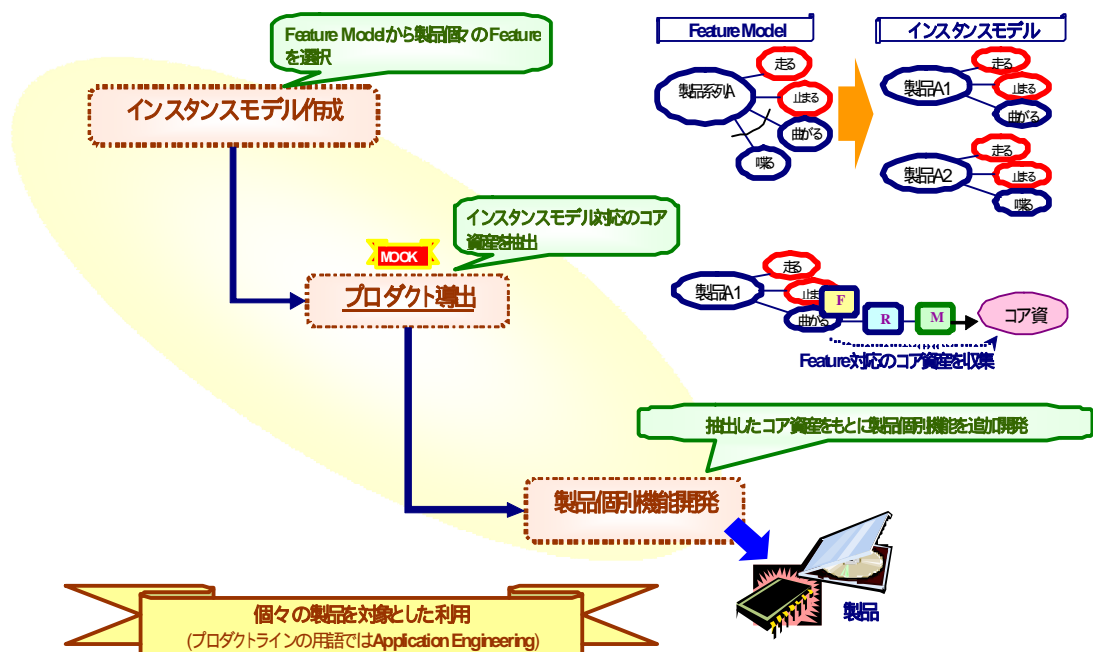


図 4 - 3 . プロダクトライン開発手法導入後の工程と M00K 利用シーン  
(個々の製品を対象とした利用)

#### 4 - 3 研究成果のまとめ

本サブテーマでは、トップダウン、ボトムアップ両面からのプロダクトライン開発手法導入を実現するため、改良した FRM モデルに対応したモデル管理システムを作成した。

改良された FRM モデル管理により、再利用効率の向上、ひいては製品開発全体の効率化をもたらす。特に今回対象としたボトムアップ方式によるプロダクトライン開発手法導入により、多くの設計資産を抱える開発現場にとって有効となる。

## 第5章 プロダクトライン方法論による設計資産データ管理システムの改良 (設計資産検索/取り出し)

株式会社東陽テクニカ ソフトウェア・ソリューション  
株式会社ネットワーク応用技術研究所 R & D部

本章では、サブテーマ4-1「プロダクトライン方法論による設計資産データ管理システムの改良 設計資産検索/取り出し(設計され蓄積された情報の構成管理)」について述べる。

### 5-1 研究開発の概略

設計情報の世代管理及び検索を行う構成管理データベース技術を基に設計資産データベースを開発した。

本研究では、FRM モデルを記述することで設計資産管理とフィーチャモデル管理を切り分けする。本テーマで開発される設計資産データベースを使用することで、フィーチャモデルと切り離された設計資産に対して、フィーチャモデルの世代に依存せずに機能追加、不具合修正を行うことが可能となる。

この研究で作成されるアウトプットは次のとおりである。

1. 設計資産データベースのリポジトリの構築
2. マテリアルモデル管理ツールからのアクセス用に、マテリアルモデル管理ツール向け API の開発
3. リファイン支援の方法論の開発
4. 同時並行開発のアクセス用に、導出プロダクト生成向け API の開発

設計資産データベースには PERFORCE を使用する。以降の記述では PERFORCE で使用している技術用語を使用する。

### 5-2 目的と目標

フィーチャモデルの世代情報とマテリアルモデルの変更情報とを連携する。  
関連した設計、実装、テスト、レビュー情報のトレーサビリティを確立する。  
マテリアルモデル別にコア設計資産の変更管理を行うことにより、フィーチャモデルに依存しないコア設計資産の品質向上を行う。

### 5-3 研究成果

図5-1のようなマテリアルモデルごとの階層構造として設計資産データベースを構築した。このデータベースを運用するためのワークフローを確立した。

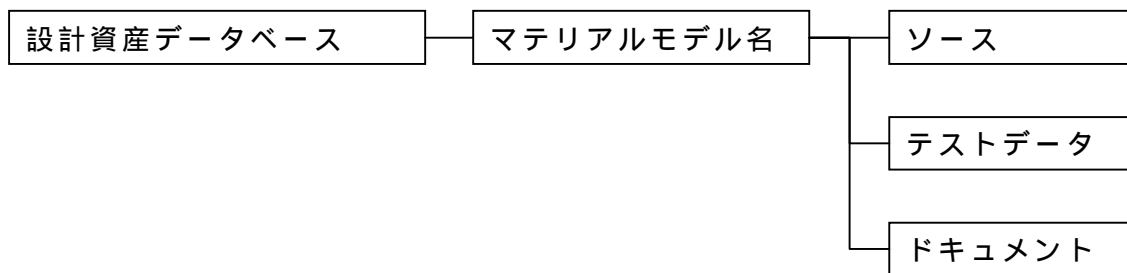


図 5 - 1 . 設計資産データベースの構造

#### 5 - 4 研究成果のまとめ

構成管理ツール PERFORCE を使用して、MOOK システムで使用するコア資産管理のデータベースを構築した。プロダクトラインで重要となるトップダウンとボトムダウンの両方のプロセスに対応する機能の実装を完了した。

## 第6章 プロダクトライン方法論による設計資産データ管理システムの改良 (設計資産閲覧)

株式会社 S R A 西日本 本社ビジネス本部 システムサービス部

本章では、サブテーマ4-2「プロダクトライン方法論による設計資産データ管理システムの改良 設計資産閲覧 (Web ベースの閲覧)」について述べる。

### 6-1 研究開発の概略

本システムではプロダクトラインに基づく設計資産情報および FRM モデルを介して結び付けられた実際の設計資産を効率良く利用するための Web ベース技術を活用した閲覧機能を提供する。図6-1に設計資産閲覧機能の概要を示す。

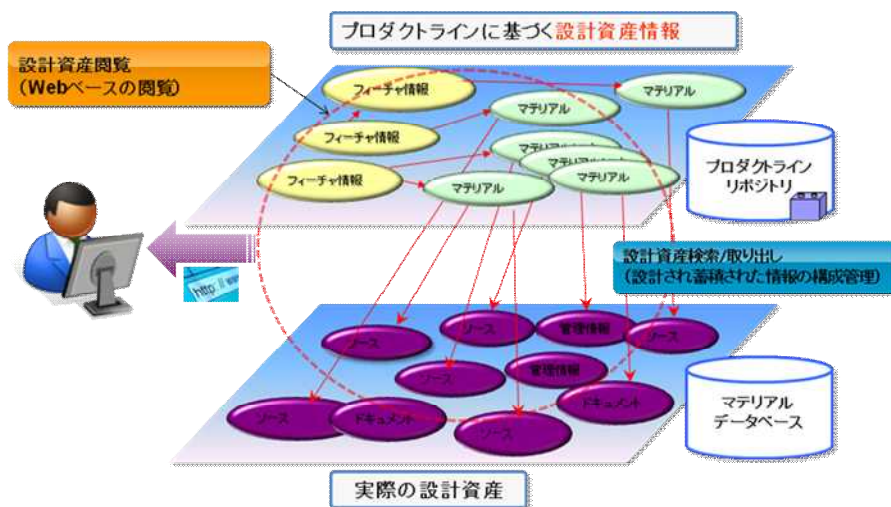


図6-1 設計資産閲覧の概要

前年度においてはプロダクトラインリポジトリに格納されたフィーチャ情報、マテリアル、実際の設計資産をシームレスにWeb画面上に表現し、利用者の色々な検索ニーズに対応できる機能を実装し、またこのようなシステムには不可欠な管理機能についても実装を行なった。

### 6-2 目的と目標

本年度の目標とその目的は下記の通りである。

#### (1) 新しいFRMモデルへの対応

本システムではMOOKで管理されるフィーチャモデル情報およびリソース情報へのインタフェースを有しているが、本年度においてその管理方法や体系が改善されるのに伴い本システムもそれに対応できるように変更を行う。

## (2) キーワード検索機能の拡充

前年度実装したキーワード検索について、利用者の使い勝手の向上の為に、入力時のリアルタイムな事前候補表示を実現する。

## (3) プロジェクトを指定した検索機能（製品一覧）

本システムの新しい機能として、その企業の製品一覧とそれに利用されているフィーチャを表示できる機能を追加する。

の3点に着目し構築を行なった。

## 6 - 3 研究成果

### 1) 検索機能 - ディレクトリ型検索機能

検索機能の1つのスタイルとして、あらかじめカテゴリライズされた階層のメニューを利用者自身がたどることにより該当のものを検索する「ディレクトリ型検索」を、新しいFRMモデルに対応できるよう改良した。検索画面のサンプルを図6 - 2に示す。



図6 - 2 . フィーチャのマッピング機能

### 2) 検索機能 - キーワードによる検索機能

この機能は利用者のキーワード入力により検索を行い、該当するフィーチャおよび木構造のそれに連なる下部フィーチャへのリンクを表示させる。

これは複数のフィーチャをカテゴリライズする為の柔軟なインタフェースを利用者に与え、また利用者の習熟度によっては目的のフィーチャ、マテリアルなどへ最短の道筋を与えることとなる。

### 3) 製品一覧

推進委員会での意見を基に、その企業で生産している製品群を説明文、画像とともに登録。詳細画面にはその製品に使われているフィーチャを一覧で表示することができ、ディレクトリ検索と同様、その後フィーチャの詳細までたどることが可能な機能を実装した。製品一覧画面のサンプルを図6 - 3に示す。





図 6 - 3 .「製品一覧」画面

#### 4) アクセスコントロール

本システムはシステム利用者の管理機能として下記の機能を実装している。

- ・ 利用者の登録、一覧（ユーザ ID の付与、名前、権限の登録）
- ・ パスワードの管理（パスワードの付与、変更）
- ・ ログインおよび利用者毎の簡単な権限の設定  
（管理者と一般の区分により実行できる機能を制限）

#### 5) 表示項目カスタマイズ

「ディレクトリ型検索機能」におけるカテゴリを作成する機能、および「製品一覧」の製品を登録する機能であり、本システムを利用する個人および団体、組織などで使いやすい独自のカテゴリやその企業が生産する製品の「製品一覧」を作成し、それに紐づけてフィチャーを分類することが可能となる。図 6 - 4 にサンプル画面を示す。



図 6 - 4 .「新規カテゴリの追加」画面

## 第7章 検証報告

財団法人福岡県産業・科学技術振興財団  
株式会社ネットワーク応用技術研究所 R & D 部

本章では、本研究開発の検証報告及び、検証によって得られた課題について述べる。  
本研究開発では、1章でも述べたように以下の目標が設定されていた。

- 開発工数の新規開発比 1/3
- コア資産開発工数の新規開発比 1/2

これらの目標を達成できたか否かの判断を行うために、それぞれ以下の観点からの検証を行った。

- プロダクトライン開発の効果を調べることで開発工数の新規開発比 1/3 の達成確認
- MOOK によるプロダクトライン開発の効果を調べることで、コア資産開発工数の新規開発比 1/2 達成確認

### 7 - 1 検証で使ったプロダクト

本プロダクト開発における検証には自動車のエンジンで用いられる ECU を題材に行った。ECU は対象とする車種、機能などによって異なり、種類が多く、派生製品開発を行う機会が多いと考えたためである。

### 7 - 2 検証方法

本節では、プロダクトライン開発の効果を調べるために、プロダクトライン開発手法によって開発される派生製品と、従来開発手法によって開発される派生製品の工数を比較する。検証のために表 7 - 1 に示される開発手法の異なる 5 製品を開発した。

表 7 - 1 . 検証のために作成されたプロダクト

プロダクト	開発手法
	従来手法による新規開発
	プロダクトライン開発（トップダウン開発）
	プロダクトライン開発（ボトムアップ開発）
	プロダクトライン開発による再利用開発 （ をもとに派生製品を開発（「2巡目」と呼ぶ））
	従来手法による既存資産再利用による開発

これらのプロダクトを以下の工程で開発し、開発工数を計測する。

これらのうち、プロダクトライン開発と従来開発の工数比較のために、  
、  
、  
で示される製品の開発工数をグラフ化して比較したものが図 7 - 1 である。

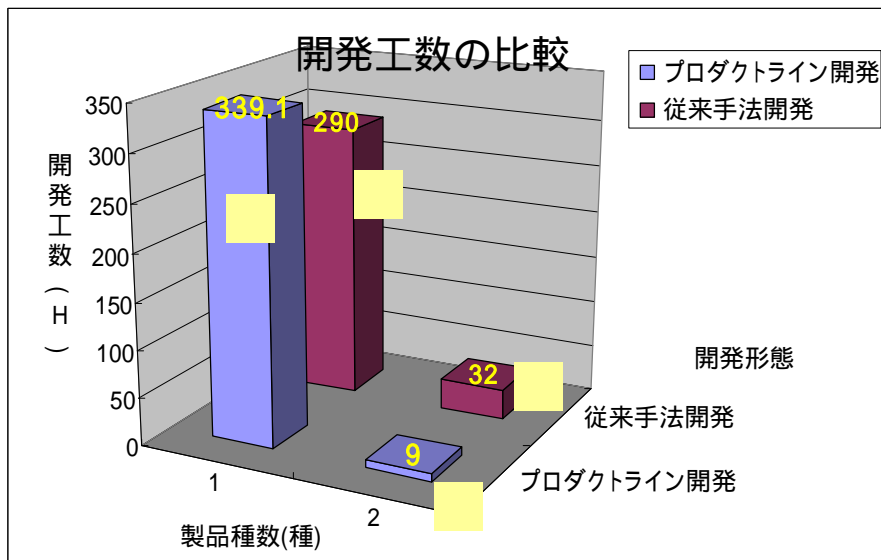


図 7 - 1 . 従来開発とプロダクトライン開発の開発工数の比較

と を比較すると、プロダクトライン開発の派生製品の工数が従来開発によるものに比べ 1/3 となっていることが分かる。また、派生製品種数による開発工数の比較を図 7 - 2 に示した。

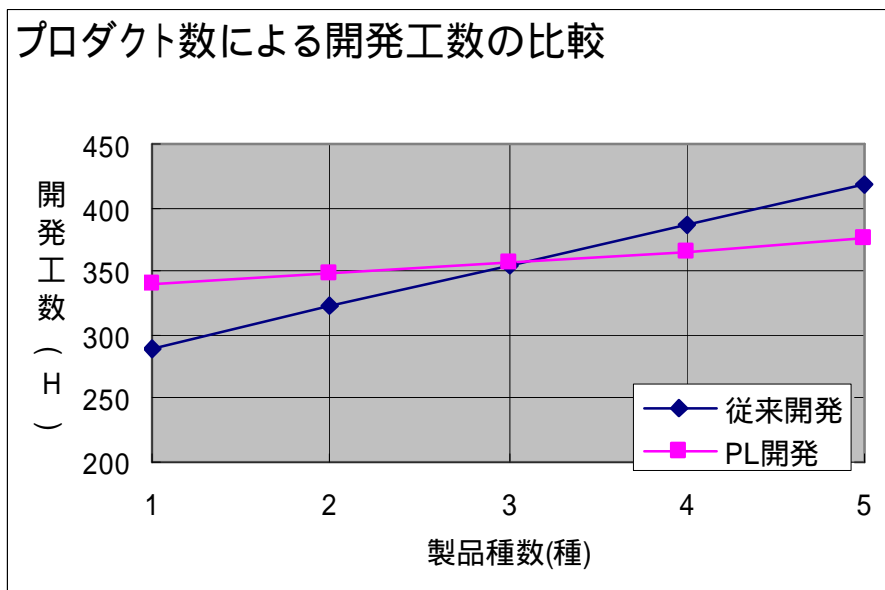


図 7 - 2 . 製品種数による開発工数の比較

これは、 と および、 と の工数を基にした、派生製品種数増加による開発工数の予想値であるが、これによると 3 製品で開発工数が並び、以降はプロダクトライン開発が有利となる結果が予測される。この数値はプロダクトライン開発の効果として示している数値よりも良い数値であり、プロダクトライン開発の開発工数に改善傾向が見られるということになる。

### 7 - 3 MOOK によるコア資産開発への効果

本節では、MOOK を利用することによるコア資産開発への効果を調べるために、MOOK で支援する工程と手作業で行った工数を比較した。これらの作業を行った時間を計測し、比較したグラフを図 7 - 3 に示す。

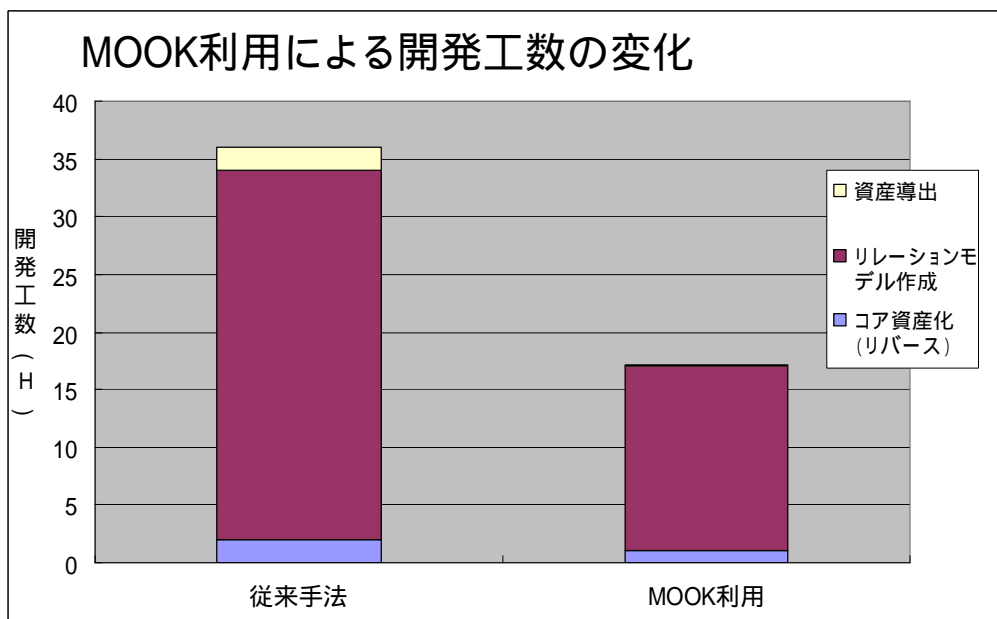


図 7 - 3 . MOOK 利用による開発工数の変化

これを見ると MOOK を利用したプロダクトライン開発を行うことにより、コア資産開発の工数を 1/2 にすることができたことがわかる。さらに、リレーションモデル作成に大きな効果が見えた。これは、MOOK の有するフィーチャ閲覧、マテリアル検索および、リレーションモデル作成機能の支援の効果があったことを示している。

MOOK はこのオーバーヘッドを小さくすることにより、プロダクトライン開発の導入障壁を下げることを実現したと言え、さらに、リレーションモデル作成部分の改善によってこの導入障壁をさらに下げることができる可能性を示している。

## 第 8 章 研究の総括

株式会社ネットワーク応用技術研究所 R & D 部

### 8 - 1 本プロジェクトの総括

プロダクトライン開発手法導入障壁（課題）は 3 つあり、

設計資産のデータ形式が様々あり、データの関連を取りにくい。このためデータ形式の共通化を図り連動管理ができる形式にする。

多量にある既存設計情報は実績のあるデータであり、これを再利用可能にすることにより品質の向上、試験工数の短縮が実現できる。

再利用設計資産の関連、活用、追跡を容易にするために、全設計情報の一元管理を図る。

これに対して、以下の成果を得た。

- 1) 設計データから管理のためのデータ形式を考案して、実際の設計データから抽出したデータによる管理方式を導入した、二層管理としての FRM 管理モデルを導入した。このモデルを採用する FRM モデル管理システムにより、再利用効率の向上、ひいては製品開発全体の効率化ができる。
- 2) 既存設計資産からリバースして、コア資産化する機能を有する組込みソフトウェア設計情報連動管理システム（MOOK）の開発を行った。特に本開発で採用したボトムアップ方式によるプロダクトライン開発手法導入ができることにより、多くの設計資産を抱える開発現場にとって有効とできた。

また、リバースエンジニアリングのツールである Doxygen を使用して、設計資産であるソースコードの抽象化処理を実装した。このことにより、フィーチャから設計資産であるソースコードまでの関連性を抽象化したかたちで、管理することができるようにした。このことにより、プロダクトライン開発手法において将来的にフィーチャの複雑な構成や、その変更に対してもソースコードとの関連性が確保される。また新規プロダクト開発における、過去資産の有効活用が容易となる。

- 3) 一元的に Web から FRM モデルを参照・検索する機能を開発した。これにより、開発設計者だけでなく、マネジメントからみた製品開発管理ができるようになる。再利用できるコア資産、新規に開発しなければならないコア資産が検索、閲覧できるようにした。閲覧システムでは検索機能としてディレクトリ型検索機能、キーワードによる検索機能、アクセスコントロール（ログイン、利用者登録、一覧、パスワード管理、権限設定）、表示項目カスタマイズを完成させた。
- 4) 車載ソフトウェア関係を始めとする各種実践的設計情報を使用する実証試験により、プロダクトライン方法論に基づく設計資産管理システムを使用することにより、派生機種の開発期間比（従来手法開発における派生製品開発に対する MOOK 使用によるプロダクトライン開発における派生製品開発）1 / 3 を達成し、その有用性が確認された。及び最終目標である新規開発比（MOOK 不使用でのコア資産開発に対する MOOK 使用のコア資産開発）1 / 2、テスト工程 1 / 2 実現の見通しを得た。

### 8 - 2 研究開発後の課題・事業化展開

本プロジェクトにおけるビジネス化の取り組みとして下記の活動を行った。

#### ( 1 ) 特許出願

支援システム、モデル生成装置、表示装置、支援方法、および製造方法  
2008 年 3 月 19 日に出願した。特願 2 0 0 8 - 0 7 0 6 8 7

## (2) 学会発表

つぎの2件につき発表した。海外発表も準備中である。

服部，平川，芦原，中西，北須賀，田頭，福田，『RAS を用いたソフトウェアプロダクトライン開発資産表現』，組込みシステムシンポジウム 2008 (ESS2008)，pp.71-77，2008 年 10 月。

服部，平川，芦原，中西，北須賀，田頭，福田：RAS を用いたソフトウェアプロダクトライン開発資産表現，信学技報(ソフトウェアサイエンス)，Vol.108，No.242，SS2008-23，pp.7-12，2008 年 10 月。

## (3) イベント広報

広報として表 8 - 1 のイベントにて本プロジェクトを紹介した。

表 8 - 1 . イベント参加・出品リスト

	イベント名	時 期	場 所
1	新連携 / モノ作り中小企業全国フォーラム	2008 年 8 月 5 日 ~ 6 日	東京
2	第 10 回 組込みシステム技術に関する サマールワークショップ(SWEST10)	2008 年 9 月 4 日 ~ 5 日	浜松
3	組込みシステムシンポジウム (ESS2008)	2008 年 10 月 29 日 ~ 31 日	東京
4	九州・国際テクノフェア ICT コンバージェンス 2008	2008 年 10 月 8 日 ~ 9 日	北九州 (小倉)
5	ものづくりフェア 2008	2008 年 10 月 23 日 ~ 25 日	福岡
6	組込みシステム産学官連携技術交流会 in 熊本	2008 年 11 月 13 日 ~ 14 日	熊本

さらに 技術評論社の「組込みプレス」 2009 年 2 月の Vol.14 にて記事掲載。

「九州でのプロダクトライン開発の取り組み」

## (4) ビジネス化にむけた取り組み

ビジネス化に向けて、以下の3点を推進中である。

### 既成ツールベンダ様との連携

当プロジェクト開発中システムの一部機能を、既成ツールとの連携により成果のビジネス化を推進。

### 開発現場での試用/検証

九州組込みソフトウェアコンソーシアム(QUEST)の加盟企業様での開発現場での試用/検証中。

普及推進をはかるため、「九州プロダクトライン推進部会」を設立した。

(2008 年 11 月)