

Title	アーキテクチャ概念の拡張による製品の多種展開のための設計法に関する研究
Author(s)	澤井, 伽奈
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/72384">https://doi.org/10.18910/72384</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## 論文内容の要旨

氏名 ( 澤井伽奈 )

論文題名 アーキテクチャ概念の拡張による製品の多種展開のための設計法に関する研究

## 論文内容の要旨

本論文は、製品の多種展開を行うための包括的な設計法を提案することを目的として、製品の物理機能と実体構造のそれぞれを構成する要素間の概念的な対応関係を意味するアーキテクチャの概念を顧客要求、組立工程、プラットフォーム設計のそれぞれに向けて拡張することを考え、拡張の各方向性に対する設計法を構築するとともに、具体の例題への適用を通じてその有効性を示した。以下に、各章で得られた成果を示す。

第1章では、製品の多種展開を取り巻く状況を整理するとともに、本研究が考えるアーキテクチャの概念を示し、本研究の目的を述べた。

第2章では、過去から現在に至るまでの顧客要求の多様化と製品構造・生産プロセスの複雑化の動向について調査し、本論文で取り組む多種展開の設計において考えるべき多種展開を実現する上での課題と製品アーキテクチャの関係について明らかにし、多種展開のもとでの製品アーキテクチャのモジュール化の必要性とその意義について述べた。さらに、Design Structure Matrix (DSM) とDomain Mapping Matrix (DMM)により、異なる視点を包括した設計法を示し、それらに基づくアーキテクチャ設計の3方面への拡張の可能性と、その課題を明らかにした。

第3章では、アーキテクチャ設計を顧客要求へと拡張するために、その前提となる製品アーキテクチャ設計において考慮すべき顧客要求間の共起関係を、受注仕様表を対象として相関ルール分析を適用することにより明示化し、その共起関係を物理機能・実体構造の相互関係とともに記述したMulti Domain Matrix (MDM)を構成し、顧客要求を考慮したMDMのクラスタリング手法を構築した。あわせて、カスタマイゼーションを伴う多種展開品のための受注プロセス設計として、顧客要求DSMに記述されている顧客要求間の共起関係に基づく顧客要求DSMのパーティショニング手法を構築した。さらに、産業用三軸直交ロボットの例題を取り上げて構築した手法を適用し、その有効性を示した。

第4章では、アーキテクチャ設計を組立工程へと拡張するために、製品の組立工程の依存関係をDSMと組立工程DSMと顧客要求・物理機能・実体構造MDMを結ぶ実体構造-組立工程DMMの記述法を構築し、実体構造におけるモジュール構成との整合性を考慮した組立工程を設計するためのDMMでのモジュール集約化評価を連動させた組立工程DSMのパーティショニング手法を構築した。さらに、家庭用エアコンディショナーの例題に構築した手法を適用し、その妥当性と有効性を示した。

第5章では、製品群展開の基盤となるプラットフォームの設計について取り上げた。そのプラットフォーム最適設計手法を構築するにあたっては、製品の詳細が未定な設計の上流段階で性能への影響を把握するための簡易モデルの構築について検討を行い、先行研究の手法を拡張して個別製品の設計問題が多目的最適化問題として定式化される場合のプラットフォームの設計問題の数理モデルを構築するとともに、問題を解くための最適化計算法を構築した。さらに、産業用三軸直交ロボットについて、簡易モデルによる最適設計問題を構成し、プラットフォーム設計問題における各種のトレードオフ関係を明示化できることを示した。

第6章では、第3章から第5章で構築したアーキテクチャ設計法が、特定の生産方式により生産される製品種を前提として構築されたものであることを系統的に整理して論じ、その効果の普遍性については、さらなる検証が必要であることを述べた。その上で、幅広い製品種へと汎用可能な多種展開のための設計法を構成するためには、本論文で構築した設計法をモジュールの種類数と具体的内容の決定までを包括するように拡張する必要があることを述べ、その拡張を行う上での課題について、関連の研究動向を参照しながら論じた。

第7章では、2章から6章についての結論についてまとめた。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 澤 井 伽 奈 )			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	藤田 喜久雄
	副 査	教授	小林 英樹
	副 査	教授	榎本 俊之
	副 査	准教授	野間口 大

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、製品の多種展開をより総合的に進めるための包括的な設計法に関して、製品の物理機能と実体構造のそれぞれを構成する要素間の概念的な対応関係を意味するアーキテクチャの考え方を顧客要求、組立工程、プラットフォーム設計のそれぞれに向けて拡張した上で、各拡張に対する設計法を提案するとともに具体例への適用を通じて有効性を例示し、一連の成果を踏まえてアーキテクチャ概念を拡張することによる製品の多種展開のための設計法のさらなる展望を論じている。本研究で得られた主な成果は以下のとおりである。

第1章では、製品の多種展開にかかる状況を整理し、アーキテクチャ概念を示して、本研究の目的を述べている。

第2章では、まず、多品種少量生産に向けた製品の多種展開に潜む各種のトレードオフを俯瞰した後に、モジュール化を進める上でのアーキテクチャ設計の意義を論じている。続いて、Design Structure Matrix (DSM)や異なる視点からのDSMをDomain Mapping Matrix (DMM)により接続したMulti Domain Matrix (MDM)による設計法を示した上で、それらに基づくアーキテクチャ設計の考え方を広げるべき3つの可能性を挙げて、それぞれの課題を整理している。

第3章では、アーキテクチャ設計を顧客要求へと拡張するために、顧客要求における各種の項目間の共起関係を受注データの相関ルール分析により抽出し、その関係をDSMに表現した上で物理機能と実体構造についてのMDMに接続することにより、顧客要求をも加味するDSMのクラスタリング処理によるモジュール化設計法を提案している。あわせて、産業用ロボットの事例への適用を通じてその妥当性と有効性を論じている。

第4章では、アーキテクチャ設計を組立工程へと拡張するために、部品の組立における順序関係をDSMの依存関係として表す一方、そのDSMを実体構造のDSMに接続するDMMを実体構造でのモジュール性を組立工程に反映させるように定義し、前者のDSMのパーティショニングと後者のDMMでのモジュール集約化評価を連動させた計算による組立工程の設計法を提案している。あわせて、民生用エアコンの事例への適用を通じてその有効性と妥当性を論じている。

第5章では、プラットフォーム設計に関して、プラットフォームを構成するモジュール群を共通的に用いて展開される製品全体での性能の最悪値を最適化する数理計画問題に対して、産業用ロボットでのアーキテクチャ設計から導かれる実体構造に対して簡易モデルによる最適設計問題を構成し、遺伝的アルゴリズムによる設計解をもとにモジュール種類数と個別製品の最適性との関係を示して、アーキテクチャを具体へと展開する設計法の筋道を論じている。

第6章では、第2章から第5章の内容がそれぞれに特定の生産方式の特質に立脚していることを系統的に整理した上で、第2章で整理した製品の多種展開へのアーキテクチャ設計からの展開の可能性に対して、第3章と第4章の内容を定性的な検討を横断的に広めるものとして、第5章の内容を定性的な設計を定量的な設計に深めるものとして位置づけ、より広範な視点からの汎用的な設計法を構成していく上での課題を関連の研究動向を参照しながら論じている。

第7章では、2章から6章についての結論をまとめている。

以上のように、本論文は、製品の多種展開に関して、DSMに基づくアーキテクチャ設計法を起点として、それを拡張することによる3つの具体的な設計法を提案するとともに、さらなる拡張に向けた課題を論じており、包括的な設計法の確立に向けた基本的な考え方となることが期待できる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。