

**Abstract.** This paper proposes a design method for product families taking into account their modularity. The product family means a group of products in whose several parts are commonly used. Due to the rapid change of users' needs in market, manufacturers are expected to change their fundamental production policy from mass production to sustainable one to follow the diverse range of users' needs. Thus, many manufacturing companies are reducing the overhead cost for manufacturing by positively using common modules and parts in different products in order to strengthen their competitiveness in market. However, in modular design of product families, elements that should be considered are in a broader range and more complicated than those for a single product. Therefore, it is required for the modular design of product families to evaluate the optimality by concerning the multiple products. Hence, only a few researches on the design optimization of product families have been carried out. Moreover, they have not been taken into account the uncertainties in the market. Since the product family is a group of products in which several modules are implemented in common, we first formulate several properties that are common or similar in different products, introduce an index of the optimality, and propose a design method for product families based on the modularity taking into account their uncertainties. Then, we verify the effectiveness of the proposed method by a numerical simulation in an application as an aircraft design. The optimization problem is a nonlinear programming problem. We performed a numerical simulation based on the proposal method, the result would imply that the method can provide useful information for a decision-making in modular design by.

**論文要旨** 近年の製造業では、市場ニーズの変化により少品種大量生産から、多品種少量生産への転換が求められるようになってきた。そこで、多くの企業においては、多様な顧客ニーズに迅速に対応し、市場でのコスト競争力を高めるために、異なる製品間でモジュールや部品の共通化・共有化を行うモジュール化が注目を集めてきた。最近では国内外の組立型製造業を始めとした様々な業界において、製品のモジュール化の動きが進展し、製品内容や企業間関係など、モジュール化によって製品の製造を取り巻く環境が大きく変化してきた。

製品のモジュール設計は、異なる複数の製品間で既存のモジュールを共通化する事により製品系列の展開を行う方式で、製品に多様性を持たせるのに有用な手段である。一方、部品の共通化による複数製品の同時開発は、その目的や製品そのものの構造の変化により、様々な観点からの最適性を同時に評価しなくてはならず、評価内容が多岐に渡るため、モジュール化の効果を定量的に把握することが困難になる。

そこで本論文では、モジュール性を考慮した複数製品の同時設計最適化に関する一般的な枠組みを整理し、製品の類似性や共通性の定式化や最適性指標の導入を行い、さらに製品を取り巻く様々な不確実性を考慮可能なモデルを提案する。特に、異なる製品間の共通性や類似性の定式化、および最適性指標の導入に焦点をあてる。

1章では、自動車業界における取り組み事例について分析し、モジュール化のメリットとデメリットを明らかにする。

2章ではモジュール設計の重要性について述べる。モジュール設計とモジュール最適化の関係について分析を行い、モジュール最適化の問題点を明確にし、本論文で提案するモジュール設計法の基本方針について示す。

3章ではモジュール最適化モデルの導出を行い、それがあある種の非線形計画問題で表されることを示す。その上で従来法の問題点を挙げる。

4章ではその問題点を解決するために不確実性を考慮したモデルの提案を行い、その影響度を解析する。

5章では、不確実性を考慮した最適化モデルについて数値実験を行い、提案法の有効性を確認する。最後に6章で本論文のまとめを行う。