

[TR472817]

[背反・異種の多性能を同時に実現する設計解を求める手法]

[石川 晴雄]

[電気通信大学]

学習の目的

- [学習の目的 1]
表題の手法に関する必要性および産業界の現状について学びます。
- [学習の目的 2]
表題の手法に関してスピーカーが提案している新たな考え方や具体的手法およびこれまでの適用事例について学びます。
- [学習の目的 3]
新手法を実現したソフトウェアの実演状況が学べます。
- [学習の目的 4]
人間の知力では達成しきれない反性・異種性を含む多くの性能の同時満足解が論理的に得られることが学べ、結果的に新手法によって製品開発の工数削減、低期間化、低コスト化が可能であることが学べます。

説明

[製品開発において多目的性能を同時に実現する設計手法がいかに必要か]

部品から機器に至るまで製品は本来的に実現すべき多性能を目標として有していると考えるのが一般的でしょう。象徴的な例でいえば、通常のエアコンは暖房、冷房、除湿などの複数性能を有しています。ただ日本も含めて産業がある程度成熟している場合は、新製品といっても既製品の一部の機能のアップ、あるいは追加にとどまることが非常に多いようです。本来的にはそのような場合であっても一部機能の変更は多機能に影響与えると考えるのが本筋でしょうが、既成機能を変更しないことを前提に追加する一部機能の変更・追加だけに注目すると多機能(多目的)設計ではなくなる可能性もあります。

しかし、このような修正設計のような考え方では、いわゆるイノベーション的な製品開発には結びつかないと思われますし、ある意味、このことが日本の産業界の課題であるとの指摘もあります。

また、単機能だけの製品で競合相手企業と競争する時代は終焉して、いかに多数の機能を製品に持たせ、その機能の豊かさで勝負する状況になっています。例えば、卑近な製品の例として、「髭剃り」を考えれば、切れ味とその寿命、コスト、持ちやすさ、静粛性、バッテリーの寿命などの多くの機能が求められています。

しかも、例えば、官能的な機能の場合はユーザの嗜好性の変化が速い場合があり、それにいかに早く追随、あるいは先取りするかという課題もあり、製品開発のスピード感も重要な要素になっています。

つまり製品の機能の多性能化に対応するための工数、コストを出来るだけかけずに製品開発を行うかという点が重要になります。この意味でも多目的性能の「同時実現」が必須の条件になると思います。以上の内容について説明します。

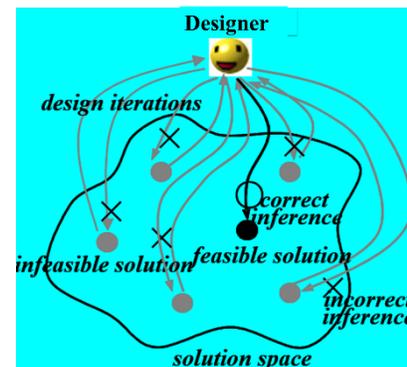
[多目的性能を同時に実現する設計手法の現状はどうであるか]

多目的性能の同時実現に関する設計手法の現状として、次の代表的な3手法について内容の概略と特徴について説明をします。1)すり合わせ手法、2)数理的最適化手法、3)連成計算法

[CAE 手法の基本データ構成単位から見た課題]

現在の産業界や学問研究の分野ではいわゆる CAE 手法の使用が主流となっています。CAE 手法における解探索の基本データ構成はポイント値であり、CAE に基づく設計をポイントベース設計といいます。多目的設計におけるポイントベース設計の手法としての方法および特徴と限界について説明します。

右図は CAE に基づくポイント解の繰り返し探索の様子を示しています。

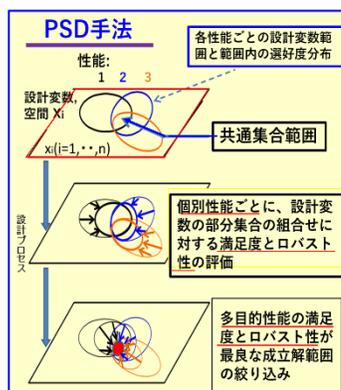


CAE に基づくポイントベース設計

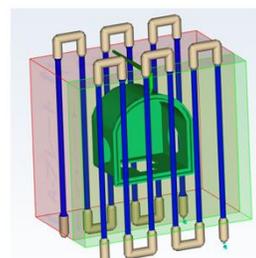
[背反・異種の多性能を同時に実現する設計解を求める手法]

この内容はスピーカーが提案している手法です。選好度を考慮したセットベース設計手法 (PSD 手法) といいます。その概要は以下になります。

設計における解探索の理念としては最適化が一般的だといわれています。最適化という語句は実際には数理的な意味だけではなく、経験的な意味でも用いられています。一方で、品質工学では望大特性や望小特性等といった範囲内の満足特性を充足性として表現します。つまり目標を以上、以下等といった範囲で設定しています。多目的性能のそれぞれに目標範囲があって、各性能に対する共通因子としての設計変数の範囲として各目標範囲を充足する共通集合範囲があれば、その範囲は各性能の満足範囲になります。しかし各目標性能と設計変数の関係性には望大、望小等の特性



選好度を考慮したセットベース設計手法



多目的設計の一例
(金型の冷却管設計)

に違いがありますので、共通集合範囲内であっても各性能に対する満足度は異なる分布をしています。このことを考慮して、どの性能に対しても均等的(平均值的)に高い満足度を示す部分集合を探索する必要があります。それを可能するために範囲内に選好度という関数を導入する手法を提案しているのが「選好度を考慮したセットベース設計手法」です。クラスにおいてその手法の概念や具体的手順について説明します。

[範囲ベースの新設計手法(PSD)手法の適用例]

スピーカーが提案している新設計手法(PSD 手法)の適用例を紹介します。多少詳しく説明する適用例は Autodesk 社の Mold Flow ソフトを利用した金型の冷却管設計です。その他の構造系(自動車用マフラー、フロントサイドフレームメンバ、吸音・遮音材、乗り心地設計等)、電子系(電磁ノイズ対策設計等)、制御系設計(構造系と制御系の同時設計等)への適用例についても簡単に説明します。

[新設計手法用ソフトウェアの実演]

多目的性能の同時満足化を可能とする複数設計変数解を求めるソフトウェア(PSD ソルバー)の実演を構造系の簡単な例題で紹介します。この実演によって、人間の知力では達成しきれない数性能以上で相反性・異種性を含む多くの性能の同時満足解が論理的に得られることが体感でき、結果的に新手法によって製品開発の工数削減、低期間化、低コスト化が可能であることが学べます。ただし、今回の実演の例題は PSD ソルバーの手順の理解を分かりやすくするために 2 性能 2 設計変数の課題を使用します。

スピーカーの経歴

現在、電気通信大学に勤務し、最近の 10 年余は設計工学に関する教育、研究に従事しています。特にここ数年は、企業における開発設計部門との共同研究遂行のために特任教員として活動中です。活動内容は企業の製品開発で常に課題になる相反・異種性能をいかに低コストで、工数をかけずに解決するかに関する設計手法の共同研究です。

設計手法に関する論文は多数ありますが、著書としては、多目的最適化設計ーセットベース設計手法による多目的満足化ー(コロ社)、セットベース設計, 実践ガイド(森北出版)などがあります。

(連絡先: ishikawa@mce.uec.ac.jp)

