

品質工学ツールAdvance/JIANTの販売開始について

松澤 邦裕* 佐藤 甫* 小池 晋太郎* 山下 貴志*

Start of sales of Quality Engineering Tool Advance/JIANT

Kunihiro Matsuzawa*, Hajime Sato*, Shintaro Koike* and Takashi Yamashita*

アドバンスソフトは、JAXA（宇宙航空研究開発機構）で開発されている品質工学ツール「JIANT^{[1][2]} (JAXA Integrator for Analysis Tools)」を「品質工学ツール Advance/JIANT」と称し、2023年4月より販売を開始した^[3]。JIANTの特長として、品質工学とセットベース設計の二つの手法を融合し発展させており、多水準直交表を用いた網羅的な計算を行うことで、非線形 CAE においても高精度なロバスト設計解を得ることができる。セットベース設計では、制約条件を満たすようにパラメータ成立範囲を算出することで、個々の設計における機能や部品などの性能を保証しながら、段階的な試行錯誤をすることが可能である。本稿では、品質工学ツール Advance/JIANT を紹介する。

Keywords: 品質工学、ロバスト設計、セットベース設計、機械学習、ベイズ最適化

1. はじめに

近年、製品や技術に求められる機能が高度化・多様化・低コスト化し、ライフサイクルが短縮化する中で、製品開発のフロントローディングを実現するために、モデルベース開発（以下 MBD）を活用することで、その後の試作と検証の効率化が行われている。その延長線として、ここ 10 年以内に「モデル流通」の時代が実現すると考えられている^{[4][5]}。その時代においては、モデル流通による「ものづくり」が世界標準となっているということは間違いなく、流れには乗り遅れることはできない。しかし、産業構造全体の問題として、現時点における各社のモデルベース開発への取り組み方や、モデル流通への考え方の違いが多様であり、足並みが揃っていないわけではない。モデル流通の普及に対する一番の問題点は、機密情報やノウハウの塊である「モデル」を簡単に、他社には渡すことができない、という点である。解決のためには、モデルをリバースエンジニアリングができないようにして、機密情報を隠ぺいする技術を確立する必要がある。また、公開可能な諸元

情報や、実測データなどから、実用的なモデルとして、再構築する方法の確立も必要である。

一方で、ロバスト性や安全性の高い製品開発では、品質工学的手法を導入することで、安定性を評価し、ロバスト性の高い製品開発が可能となることが期待されている。また、セットベース設計という手法では、制約条件を満たすようにパラメータ成立範囲を算出することができ、個々の設計における機能や部品などの性能を保証しながら、段階的な試行錯誤をすることが可能となる。このセットベース設計で得られるパラメータ成立範囲が、まさしくモデルを隠ぺいした状態での比較可能な設計解であり、モデル流通の普及に一役買うことができると考えている。またコストの評価も可能である。

自動車、航空機、宇宙機や建築建設土木などあらゆるものづくり、製造設計の分野で利用可能なツールである。

2. 品質工学とセットベース設計

2.1. 品質工学

品質工学とは、製品のばらつき、運用のばらつき、等に対して耐性を持つように技術開発・新製品開発を効率的に行う開発技法である。考案者の

*アドバンスソフト株式会社 第5事業部

5th Computational Science and Engineering Group, AdvanceSoft Corporation

田口玄一氏の名を冠してタグチメソッドと呼ばれる。実験計画法にロバスト性という概念を持ち込み、それを実現する道筋を示した。

2.2. ロバスト設計

ロバスト設計とは、設計におけるロバスト性を実現するため最適化手法であり、設計パラメータ（制御因子）を最適化することによって、ばらつきの原因（誤差因子）に対して影響を受けにくい設計を実現する手法である。いろいろな設計パラメータに対して、誤差因子によって揺さぶりをかけて、最も安定な設計条件を見つける、というのが基本的な考え方である。また、設計パラメータのいろいろな組合せ条件を「直交表」に則って実験することで、試行回数的大幅削減により実験効率の向上を図っている。

2.3. セットベース設計

従来の企業が採用している、製品開発の構想段階で設計パラメータを決めてしまい、製品全体の試作・検証・修正を繰り返すことで開発のゴールを目指す方法は「ポイントベース設計」と呼ばれる。一見、製品の実体を伴うため、開発日程が早まると考えがちであるが、一度問題が出ると、問題が複雑に絡み合っていて、一つを治せば別の問題が新たに出るなど、いわゆるモグラたたき状態になりやすい。

一方で、セットベース設計は、ミシガン大学のウォード・アレン博士らが提唱した設計変数、性能を範囲集合で表現し、多くの性能の範囲共通集合を満足するように、設計変数の範囲集合を絞り込む設計手法である。ターゲットとする製品の各機能や各性能などを、部分的に細かく検証しながら、未知の知識を積み上げていき、個々の部品やユニットの必要な技術、必要な条件を満たすことを確認し、それらを統合することで製品開発を進める方法である。

3. JIANT

3.1. JIANT の特長

JAXA（宇宙航空研究開発機構）安全・信頼推進

部では、2015 年より、品質工学の考えを改良し、CAE ツール（シミュレーションツール）と連携して利用可能な品質工学ツール「JIANT (JAXA Integrator for Analysis Tools)」を開発した。JIANT は、ロバスト設計という「わかりにくく/効果の高く/地味な」業務に対し、導入時の技術障壁を減らすことを目的としたツールである。JIANT の特長を次のように挙げる。

- 品質工学とセットベース設計の二つの手法を融合・発展させたツールであり、多水準直交表を用いた網羅的な計算を行うことで、非線形 CAE において高精度なロバスト設計解を算出することが可能である。
- セットベース設計により、必要な制約条件を満たすように機能や部品の個々の設計パラメータの成立範囲を算出することが可能である。
- JIANT 上で、PCDA サイクルに則り、条件の絞り込みと実行を繰り返し行うことで、パラメータ成立範囲が求められる。
- 前処理ツール (Pre) と可視化ツール (Post) を分離することで、機密情報やノウハウの塊である「モデル」を隠ぺいして、Post 側の結果データのみを持ち寄り、異なる設計領域にまたがったパラメータ設計が可能となる。また、他分野間での情報共有が進むことが期待できる。
- 可視化ツール上に、機械学習によるパラメータ範囲の絞り込みを補助する指標を表示し、経験がなければ難しいロバスト設計解の導出をサポートする。
- 連携するソフトウェアの入出力・実行制御に対して柔軟に対応できるように、あえてインターフェイスを作り込んでおらず、カスタマイズ可能である。
- ものづくりにおける縦割り・タコつぼを打破し、他部署や他社間の「すり合わせ」を改善し、フロントローディングの更なる向上が期待される。

3.2. JIANT の利用

3.2.1. 環境構築

JIANT では、現状の業務で使用しているシミュ

レーションソフトウェアをそのまま使用できるように、ツール定義体フォルダにポンといれて、Excel ベースで条件設定を行うことで、バッチから動作させることを指針としている。このツール定義体を一度作ってしまえば、そのシミュレーションソフトウェア上で動作する別のモデルに対しても流用が可能となる。また、デバッグを考慮して、データベースは使用せず、データはすべてジョブ毎のフォルダで管理している。

3.2.2. 前処理ツール (Pre)



図 1 JIANT-Pre 画面

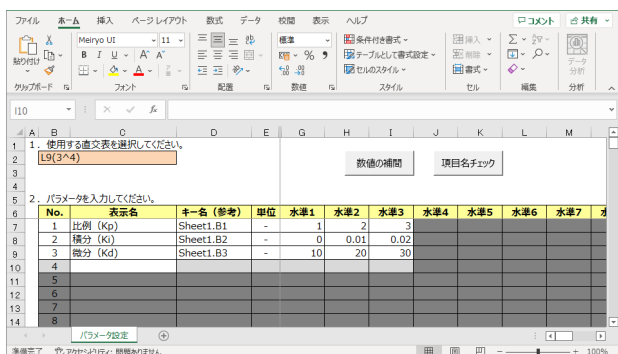


図 2 Excel による直交表の編集

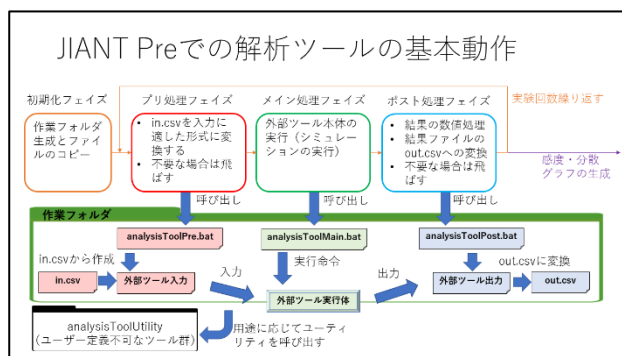


図 3 JIANT-Pre での解析ツールの基本動作

JIANT の前処理ツール (Pre) の画面を図 1 に示す。図 2 は、Excel による直交表の編集画面であ

り、多水準直交表による入力データの作成を行う。図 1 の画面から、シミュレーションの実行開始・制御や実行結果の回収が行われる。図 3 に前処理ツールでの解析ツールの基本動作の流れを示す。

3.2.3. 可視化ツール (Post)

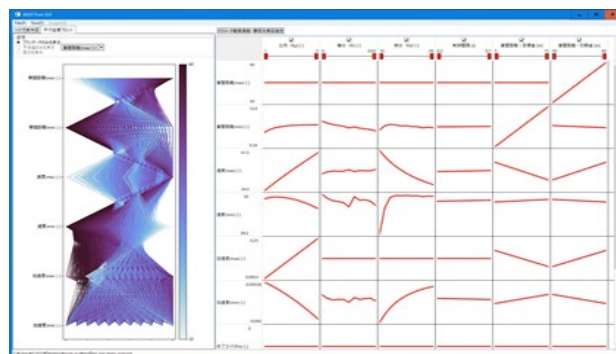


図 4 JIANT-Post 画面

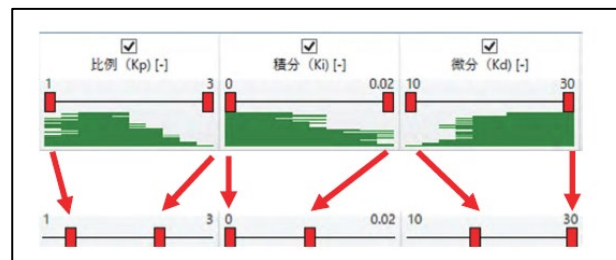


図 5 機械学習による解析の補助

JIANT の可視化ツール (Post) の画面を図 4 に示す。並行座標プロット (画面左) と要因効果図 (画面右) を表示している。(画面左) には三次元散布図の表示も可能である。図 5 に示す機能は、要因効果図を補間し、各応答パラメータに対する設計パラメータのロバスト範囲を推定・提案する機能である。より上部に存在する緑線の範囲は、制約条件を満たす精度がより高いことを示す。より下部に存在する緑線の範囲は、精度は低くなるが体積を優先した範囲を示している。機械学習アルゴリズムの一つである GBDT (Gradient Boosting Decision Tree) とベイズ最適化を用いて、設計変数の半・自動絞り込みを実現している。この推定を参考として、次の設計サイクルの水準の範囲を絞り込むことが可能となる。また、入力パラメータの範囲を変更することで、変更した状況で得られる要因効果図を推定し、重ねてプロットする機能を持つ。

4. 販売・受託解析・受託開発に向けて

本製品の主要な販売先・受託先としては、国内の自動車関連、建設関連、産業用ロボット、機械、材料、製薬メーカー等や、国内の大学などの教育機関等を対象に考えている。アドバンスソフトは2002年の創業以来、スーパーコンピュータとデジタルエンジニアリングの活用を念頭に事業拡大を続けており、長年お取引いただいている設計部門の顧客ユーザー様に対し、「品質工学ツール Advance/JIANT」の新規導入や既存製品からの置き換えのアプローチを行う。またアドバンスソフトが開発・販売している各種 CAE ソフトウェア（流体、構造、音響、電波・電磁波など）と連携したパッケージ販売や受託解析や、他社の商用ソフトウェアなど、実行制御対象となるシミュレータとのインターフェイス連携の開発サポートを行う。特に導入当初における環境構築や計算実行、入出力データ作成などのサポートのみならず、既存シミュレーション業務との共存を目指し、技術障壁を減らして、徐々に浸透していくように導入企業へのサポートを手厚く行う。

5. まとめ

アドバンスソフトは、「品質工学ツール Advance/JIANT」を、2023年4月より販売を開始した。

「品質工学ツール Advance/JIANT」の詳細や価格等に関するお問い合わせを心よりお待ちしております。

謝辞

品質工学ツール「JIANT」の開発者である国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）安全・信頼性推進部 技術開発グループ 技術領域主幹角 有司様には、品質工学、並びにセットベース設計のご指導や議論を通じて、多くの知識や示唆をいただきましたことを感謝いたします。

「品質工学ツール Advance/JIANT」は、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）より許著作物（プログラム）実施許諾を受けたものです。（登録番号：PJ0277）

参考文献

- [1] <https://aerospacebiz.jaxa.jp/mission-assurance-support/knowledge01/>
- [2] 【オンラインセミナー】品質工学セミナー(2022/4/19)
<https://www.advancesoft.jp/seminar/technology/4344/>
- [3] 【オンラインセミナー】品質工学活用セミナー(2023/2/7)
<https://www.advancesoft.jp/seminar/11364/>
- [4] 加藤廣ら: MBD を起点としたモデル流通事業への展開, アドバンスシミュレーション, 第 28 号, P141 177 (2020)
- [5] 松澤邦裕ら: AI 活用によるモデルベース開発への取り組み, アドバンスシミュレーション, 第 28 号, P60 63 (2020)

※ 技術情報誌アドバンスシミュレーションは、アドバンスソフト株式会社 ホームページのシミュレーション図書館から、PDF ファイル（カラー版）がダウンロードできます。（ダウンロードしていただくには、アドバンス/シミュレーションフォーラム会員登録が必要です。）