

シミュレーションと実験結果の不一致やバラつきを解析し、
優れた製品を開発する！

CAE 活用のための 不確かさの定量化

ガウス過程回帰と実験計画法を用いた
サロゲートモデリング

著者：豊則 有擴

仕様：A5判・並製・印刷版モノクロ / 電子版一部カラー・
本文 244 頁

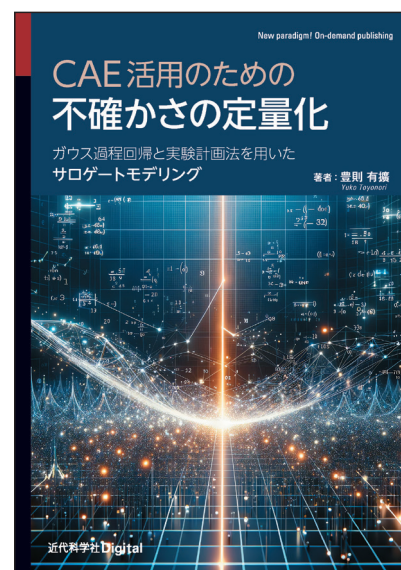
印刷版・電子版価格：3,000 円（税抜）

ISBN（カバー付き単行本）978-4-7649-0714-0 C3041

ISBN（POD）978-4-7649-6088-6 C3041

発行：近代科学社 Digital

発売：近代科学社



内容紹介

モノ作りの現場では、

A 氏「B さんの設計した新製品の件でご相談です。実は出荷検査で 5% もの不適合が発生しています。」

B 氏「何度もシミュレーションで確認したので信じられない。検査方法に問題があるのでは？」

A 氏「検査に使用している測定器は定期的に校正しているので問題ないのですが？」

B 氏「・・・」

このような意見の対立が起こることがあります。こういった問題に対する解決アプローチが本書のテーマである「不確かさの定量化」です。

本書では、不確かさのモデル化に必要な「機械学習」、「ガウス過程回帰」や「実験計画法」について数学的な背景を紹介した後、不確かさの定量化を支援する商用ソリューション SmartUQ を紹介します。

読者各位が抱える問題の解決とモノ作りプロセスの効率化や健全化に本書が少しでも貢献できれば幸いです。

近代科学社 Digital

<https://www.kindaikagaku.co.jp/kdd/>

近代科学社 Digital は、株式会社近代科学社が推進する 21 世紀型の理工系出版レーベルです。デジタルパワーを積極活用することで、オンデマンド型のスピーディで持続可能な出版モデルを提案します。

全国の書店・ネット書店にてお求めいただけます。お取り扱い店は以下のウェブページをご覧ください。

https://www.kindaikagaku.co.jp/book_list/detail/9784764960886/



お問い合わせ先

株式会社近代科学社

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町 1-105

神保町三井ビルディング

電子メール：contact@kindaikagaku.co.jp

豊則 有擴 (とよのり ゆうこう)

計測エンジニアリングシステム株式会社 顧問

1972年：京都大学工学部数理工学科 卒業

株式会社横河電機製作所 (現：横河電機株式会社) 入社

2009年：横河電機株式会社 定年退職

2013年：現職

目次

第1章 実験とシミュレーションの役割

- 1.1 実験とシミュレーションの位置付け
- 1.2 演繹的アプローチと帰納的アプローチ
- 1.3 サロゲートモデル
- 1.4 現実空間の知見・データの活用
- 1.5 記号と記法

第2章 機械学習

- 2.1 機械学習とは
 - 2.2 機械学習の具体例
 - 2.3 機械学習の分類
 - 2.4 多項式による曲線フィッティング
 - 2.5 汎化性能と交差検証
- コラム：特徴抽出

第3章 不確かさと確率分布

- 3.1 不確かさとは
 - 3.2 誤差
 - 3.3 ばらつきとかたより
 - 3.4 測定値の分布
 - 3.5 確率分布
 - 3.6 正規分布
 - 3.7 多変量正規分布
 - 3.8 再訪：最小二乗法
 - 3.9 まとめ
- コラム：中心極限定理

第4章 線形回帰モデル

- 4.1 単回帰・重回帰
 - 4.2 線形回帰
 - 4.3 線形回帰の簡単な例
 - 4.4 線形回帰モデルの課題
- コラム：単語と特徴ベクトル

第5章 ガウス過程からガウス過程回帰へ

- 5.1 ベイズ推定の双対表現
 - 5.2 ガウス過程
 - 5.3 ガウス過程回帰の導出
 - 5.4 ガウス過程回帰の課題
- コラム：ガウス過程回帰とニューラルネットワーク

第6章 ハイパーパラメータの学習

- 6.1 ハイパーパラメータの特性
- 6.2 最尤推定のナイーブなアプローチ
- 6.3 ハイパーパラメータの最適化
- 6.4 MCMC 法
- 6.5 勾配を利用した様々な最適化問題
- 6.6 制約なし問題

- 6.7 制約付き問題
 - 6.8 制約付き問題の具体例
- コラム：勾配法による最適化

第7章 ガウス過程の計算パッケージ

- 7.1 利用可能なガウス過程の計算パッケージ
 - 7.2 ガウス過程回帰モデルのハイパーパラメータの最適化問題
 - 7.3 GPML
 - 7.4 GPy
 - 7.5 GPy の様々な使用例
 - 7.6 GPy による実装例：男子 100m 走世界記録
 - 7.7 まとめ
- コラム：教師データの正規化と標準化

第8章 実験計画法と V&V プロセス

- 8.1 実験計画法とは
 - 8.2 直交表
 - 8.3 ラテン超方格サンプリング
 - 8.4 ガウス過程回帰とサロゲートモデル
 - 8.5 考察：誤差の伝搬
 - 8.6 現実の問題：実験とシミュレーション
 - 8.7 品質保証活動と V&V プロセス
 - 8.8 実験結果とシミュレーション結果との妥当性確認
- コラム：様々な V&V プロセスに関する標準規格

第9章 不確かさの定量化のための統合化ソリューション

- 9.1 SmartUQ とは
- 9.2 鉄製ブラケットの軽量化と疲労強度
- 9.3 NACA 翼型：航空機の翼の形状の最適化
- 9.4 おわりに

付録 A ベクトルと行列に関する公式

- A.1 行列の積, 転置, トレース
- A.2 逆行列
- A.3 微分
- A.4 行列式
- A.5 固有値, 固有ベクトル
- A.6 実対称行列の定値性

付録 B 正規分布と多変量正規分布に関する公式

- B.1 正規分布
- B.2 多変量正規分布

付録 C 非線形計画に関する公式

- C.1 ベクトル微分演算子
- C.2 凸関数と凸集合