

テキスタイル評価におけるデータ管理と自動化手法の開発

Data handling and automation for textile evaluation process

材料技術部 繊維・高分子科 遠藤悠都 中島孝明 東瀬慎

当所では、テキスタイル評価に関する研究を行ってきたが、評価体制の効率化と体系化に課題があった。本研究では、生成AIを用いたデータ集計アプリケーションの開発、評価フォーマットの作成、ドレープ性試験の自動化ツールの開発に取り組んだ。データ集計と試験作業の自動化、画一的な評価体制の構築により、テキスタイル評価の効率化と体系化を図った。

Key words: テキスタイル評価、KES、ドレープ性試験、生成AI、自動化

1. 緒言

テキスタイル評価では、川端ら¹⁾のKES (Kawabata Evaluation System)をはじめとして、物性・機能性等の感性的なテキスタイルの性能を数値化し、客観的に評価する取り組みが行われてきた。当所においても、テキスタイルの設計条件、KES力学特性および物性・機能性の相互の関係性を探る研究²⁾を行ってきた。物性・機能性を発現する要素やメカニズムを解析して設計条件にフィードバックすることで、テキスタイルの性能を予測した設計を目指してきた。

しかし、テキスタイルには様々な評価項目が存在し、かつ多種のテキスタイルで測定を行う必要があるため、測定データの数も膨大になってしまう。従来、測定データは評価者が個別に集計・解析していたが、画一的なデータ整理や管理なしに膨大な数のデータを扱っていくことは難しい。

そこで本研究では、テキスタイル評価における測定データの体系的な整理・管理と、効率的な評価サイクルの構築を可能とするために、生成AIを使ったデータ集計アプリケーションの開発、画一的な評価フォーマットの整理およびマクロ機能を用いた試験の自動化ツールの開発に取り組んだ。

2. 実験

2. 1. データ集計アプリケーションの開発

2. 1. 1. 生成AIを使ったプログラム開発

生成AIを用いて、テキスタイル評価試験の測定データを集計するアプリケーションの開発を行った。生成AIとしてOpenAIが提供するChatGPT-4を用い、Pythonコードによるプログラミングを行い、データ集計を行うGUIアプリを開発した。各アプリのプログラム開発は図1のように、①生成AIに目的とする機能を持ったアプリのプログラムの記述を指示する、②生成されたプログラムからなるアプリを起動して指示通りに動作するかを確認する、③修正点や追加機能を検討する、

事業名「そだてる研究室事業」

というサイクルで行った。

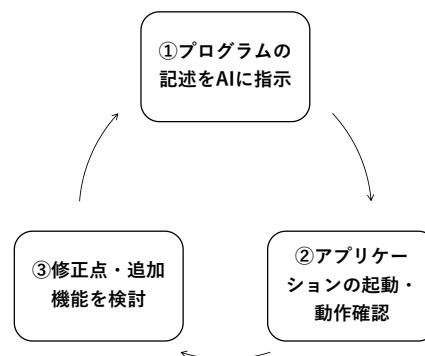


図1 生成AIを用いたプログラム開発フロー

2. 1. 2. 開発アプリの構成

開発したアプリの構成は図2のように、KESの5つの試験（引張、せん断、曲げ、圧縮、表面）の測定データを、①一つのファイルに連結する、②ファイルから特定の行および列の数値を抽出しデータベースへ追記する、③データベースから測定結果を読み込みデータベース中での分布を確認する、とした。

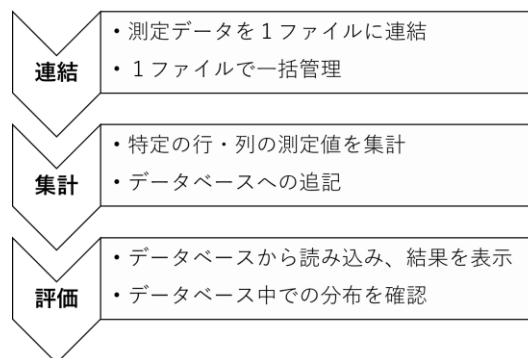


図2 開発したアプリケーションの構成

2. 2. 評価用フォーマットの作成

評価用フォーマットに使用する項目として、テキスタイル画像、設計条件、KES力学特性値、物性・機能性を選定した。選定した項目を整理し、一覧で表示する

スプレッドシート形式のファイルを作成した。

2. 3. ドレープ性試験の自動化

画像処理ソフト ImageJ のマクロ機能を用い、ドレープ性試験における面積計算を自動化する画像処理ツールを開発した。マクロの構成を図 3 に示す。撮影したカラー画像を 16bit のグレースケール変換後、粒子解析で対象物を検出し、二値化処理を行ってピクセル数から面積計算を行う構成である。

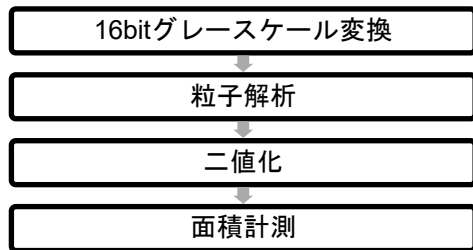


図 3 面積自動計算ツールのフロー図

3. 結果と考察

3. 1. データ集計アプリケーションの開発

生成 AI を用いて開発した 3 つのアプリケーションをそれぞれ図 4、図 5 および図 6 に示す。

図 4 は、ファイル連結アプリの GUI 画面を示している。KES 力学特性の測定結果として出力される CSV ファイルを一括で横方向に結合し、1 つの CSV ファイルとして保存することができるアプリである。ファイル名をサンプル名等で統一することで、同一テキストスタイルの結果のみをフィルタリングして選択することができる。このアプリは、次に示す集計アプリに使用するデータの事前処理をするものである。

図 5 は、数値集計アプリの GUI 画面を示している。これは、ファイル中から測定結果の数値 (KES の場合 LT, WT, RT 等) を抽出して集計し、その平均値を自動で算出するアプリである。図中の右側に経緯それぞれで算出された数値の平均値が表示され、集計結果の確認ができる。また、集計値を特定のファイルに追記する機能を備えており、テキストスタイル毎の特性値をデータベースとして保存し、一括管理することが可能である。これにより、データ集計が容易となり、解析に使用する特性値を短時間で得ることが可能となった。

図 6 は、分布評価アプリの GUI 画面の一部を示している。データベースファイルに蓄積した測定データから参照したいテキストスタイルを選択すると、測定結果の数値、データベース中での順位および偏差値を表示することができる。偏差値はカラースケールしたバーでも表示しており、バーが短く赤色に近いほど数値が低く、バーが長く青紫色に近いほど数値が高くなるように調整し、色と長さの視覚的な違いとして表現した。

17 つある KES 力学特性値から、特徴となる特性値が一目でわかるようになり、テキストスタイル評価の判断材料としての活用が期待できる。

本研究ではプログラムのコード記述をすべて生成 AI に実行させたが、この方法でのプログラム開発で目的に合ったアプリの開発が十分可能であると分かった。



図 4 ファイル連結アプリの GUI 画面

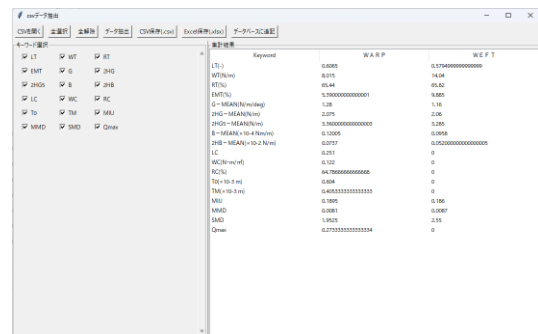


図 5 数値集計アプリの GUI 画面

	LT	WT(N/m)	RT(%)	EMT(%)
WARP	0.607 5位 / 9 偏差値 48.8	8.015 7位 / 9 偏差値 43.3	65.440 3位 / 9 偏差値 56.7	5.390 8位 / 9 偏差値 42.8
WEFT	0.579 5位 / 9 偏差値 46.9	14.040 8位 / 9 偏差値 41.3	65.820 2位 / 9 偏差値 58.4	9.885 8位 / 9 偏差値 40.2

図 6 分布評価アプリの GUI 画面の一部

3. 2. 評価用フォーマットの作成

作成したテキストスタイル評価フォーマットを図 7 に示す。テキストスタイルの外観画像、設計条件 (糸織度や密度、組織等)、KES 力学特性および物性・機能性を一つのデータシート上に整理し、画一的な評価のためのフォーマットを作成した。データの形式を統一することで、テキストスタイル間での比較が容易となり、テキストスタイル選定時の資料としても活用することができる。また、このデータを実物のテキストスタイルと併せて管理することで、設計条件の記録や製品の品質保証のためのバックデータとして運用することも可能である。

設計条件		目付 [g/m ²]		厚さ [mm]	
経糸織度 [d]	緯糸織度 [d]	160.4	0.456		
234.2	245.7				
経糸密度 [/cm]	緯糸密度 [/cm]				
30.5	28.9				

KES		WT [N/m]		RT [%]		EMT [%]	
引強	LT	WT [N/m]	RT [%]	EMT [%]			
タテ	0.508	6.52	66.94	5.27			
ヨコ	0.529	11.96	65.79	9.24			
せん断	G [N/m/deg.]	2HG [N/m]	2HG5 [N/m]				
タテ	0.735	0.63	1.36				
ヨコ	0.72	0.80	1.45				
曲げ	B [10 ⁻⁴ Nm/m]	2HB [10 ⁻⁴ N/m]					
タテ	0.0782	0.0312					
ヨコ	0.0555	0.0166					
圧縮	LC	WC [Nm/m ²]	RC [%]				
	0.271	0.105	66.06				
表面	MIU	MMD	SMD [um]				
タテ	0.151	0.0127	1.98				
ヨコ	0.154	0.0095	2.74				

物性・機能性			
透気度 [cm ² /cm ² /s]	保温率 [%]	qmax [W/m ²]	乾燥速度 [mL/h]
13.5	12.8	0.17	0.34
ドレープ係数			
0.11			

図7 テキスタイル評価フォーマットの例

3. 3. ドレープ性試験の自動化

画像処理ソフト ImageJ のマクロ機能を用いて、ドレープ性試験における面積計算を自動化する画像処理ツールを開発した。図3のフローにより、撮影したドレープ形状画像を 16bit のグレースケールに変換する。次に、粒子解析を行い、画像中から 5000 ピクセル以上、円形度 0.4 以上の粒子を検出し対象の輪郭を抽出する。その後、輪郭内部を黒、背景を白で二値化処理を行い、黒のピクセル数を計測することで、面積を算出する構成とした。

図8に画像処理前後のドレープ形状画像を示す。開発したマクロによる画像処理でドレープ形状を正確に捉えていることがわかる。

従来、ドレープ画像の面積算出は、対象物の輪郭を多数の点で指定し、多角形として面積を算出していたが、これはPCの画面上でのマウスクリックによって手作業で指定していたため、画像1枚当たり15分以上の時間がかかり、得られる数値の正確性についても作業員依存となっていた。

開発したマクロを図8のドレープ画像に実行して得られたドレープ係数は0.334となり、手作業で行った0.332と同等の値が得られている。0.002とわずかに差があるが、これは目視による輪郭の判別や手作業での点の取り方では誤差が生じてしまうためと考えられる。

開発したマクロ機能を活用することで、画像1枚当たり1分程度で面積を計算できるようになり、ドレープ性試験の大幅な効率化と正確性の向上が可能となった。



図8 画像処理前後のドレープ形状画像

4. 結言

生成AIを用いたプログラム開発により、試験データの集計を自動化するアプリの開発を行った。データの集計と簡易的な統計処理評価により、テキスタイル評価の効率化とデータベース化体制の構築を図った。生成AIによるプログラム開発で目的に合わせたアプリケーション開発が十分可能であると分かった。

また、評価フォーマットの作成により、テキスタイル評価における画一的なデータ整理・管理を可能とした。画像処理ソフトのマクロ機能の活用により、ドレープ性試験の面積計算を自動化するツールを開発し、試験の効率化と正確性向上が可能となった。

参考文献

- 1) 川端季雄. 風合い計量のための、布の力学特性のキャラクターゼーション、およびその計測システムについて. 繊維機械学会誌, 1973, 26巻, 10号, p. 721-728.
- 2) 中島孝明, 中村和由, 小林慶祐, 石井瑞樹, 大竹翔太, 遠藤悠都. 編織物の物性評価データベースと予測システムの構築(第3報). 令和6年度福島県ハイテクプラザ研究報告書, 2025.