

## 1. 背景

OPCM（Phase-Change Material、相変化材料）は相変化時にエネルギーの放出または吸収を行い、利用可能な程度の発熱または冷却を行うことができる物質の総称である。その利用先は住宅用、蓄熱用、コールドチェーン、電子機器分野で多く、近年では繊維関連での利活用も注目されている。

○従来、PCMの熱特性評価にはDSC（示差走査熱量測定）が広く用いられている。DSCはPCM単体の融解温度や潜熱量を高精度に評価可能であるが、繊維中に分散したPCMの実使用環境における温度応答（熱移動挙動）を直接評価することは困難である。特に、繊維製品ではPCMの含有量だけでなく、繊維構造、目付量、空隙率などが温度挙動に影響するため、材料単体評価とは異なる評価手法が必要となる。（表1）。

表1 PCM素材とPCM含有繊維の評価方法比較

|        | PCM素材評価       | PCM含有繊維評価           |
|--------|---------------|---------------------|
| 評価対象   | PCM単体         | PCM＋繊維構造            |
| 主手法    | DSC           | 温度応答試験              |
| 計測値の性質 | 材料固有          | 計測条件依存<br>(試験法が未整備) |
| 比較可能性  | あり<br>(DSC装置) | なし<br>(試験法が未整備)     |
| 製品訴求   | 原料性能          | 着用機能                |

## 3. 結果および考察

- 同一試料の繰返し測定において、**処理時間と温度推移との間に高い再現性が確認された。**（図4）。
- 23種類のテキスタイルサンプルで計測を行い、温度測定結果を解析することで、PCMテキスタイルが有する**温度緩衝能力と温度緩衝持続時間**を数値化した。
- 温度緩衝能力（蓄熱側）と温度緩衝持続時間（蓄熱側）とで**2次元プロット**した（図5）。
- PCM含有繊維の温度緩衝機能を「温度緩衝能力」と「持続時間」の2軸で定量化した。従来DSCでは評価困難であった「テキスタイル」としての温度応答特性を評価可能とする手法である。

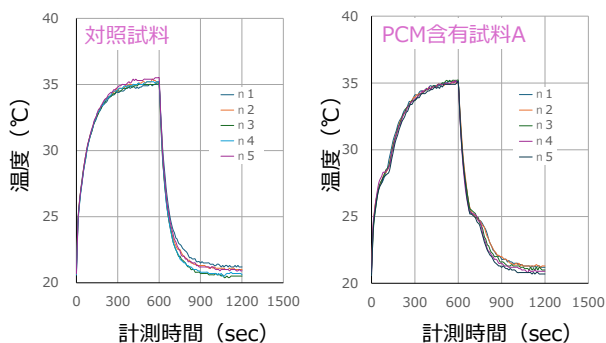


図4 対照試料・加工試料での再現性確認試験結果

温度緩衝機能と温度緩衝持続時間が優れたテキスタイルの領域

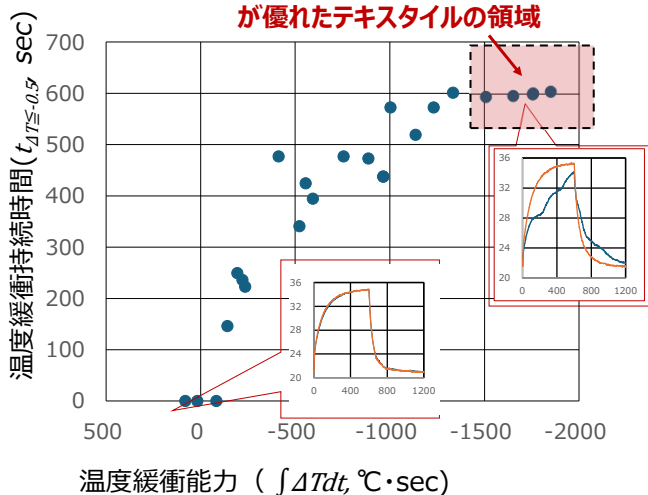


図5 23種サンプルでの評価結果

## 2. 材料および方法

- 1) 断熱材の上に設置した加工試料／未加工試料の上に、温度センサーを個別に設置する。36℃に設定した熱源（ホットプレート）を圧着（熱源の重さで圧着）し、加工試料／未加工試料の温度変化を同時に測定する。（図1）
- 2) 加工試料／未加工試料は圧着と同時に昇温するが、加工試料は未加工試料に比べ加温上昇度合いが弱く（図2）、この差を差分（図3）として算出する。
- 3) 差分データから、温度緩衝能力（ $\int \Delta T dt$ ）と温度緩衝持続時間（ $t_{\Delta T \leq -0.5}$ ）を算出する。

○**温度緩衝能力（ $\int \Delta T dt$ ）**：温度差の時間積分値（ $\int \Delta T dt$ ）は、試料が外部熱源からの熱流入をどれだけ抑制したかを表す指標であり、本試験条件（昇温過程）においては、主としてPCMの融解に伴う熱吸収（蓄熱挙動）の総量を反映する。なお、 $\Delta T$ は、加工試料温度から未加工試料温度を差し引いた値として定義した。

$$\int \Delta T dt = \int_0^{600\text{sec}} \Delta T(t) dt$$

○**温度緩衝持続時間（ $t_{\Delta T \leq -0.5}$ ）**：加工試料と未加工試料の間で、 $-0.5^\circ\text{C}$ 以下の温度差が実現する時間と定義した。温度緩衝能力に加え、能力持続時間の指標とした。

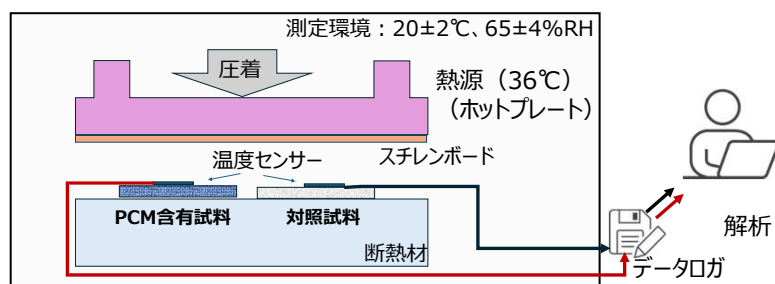


図1 装置構成とデータフローの概略

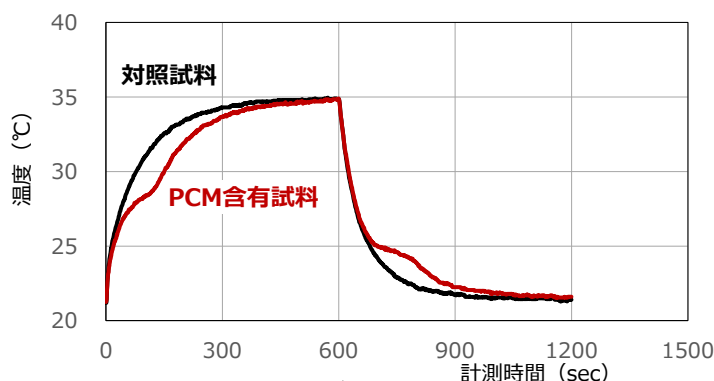


図2 測定結果

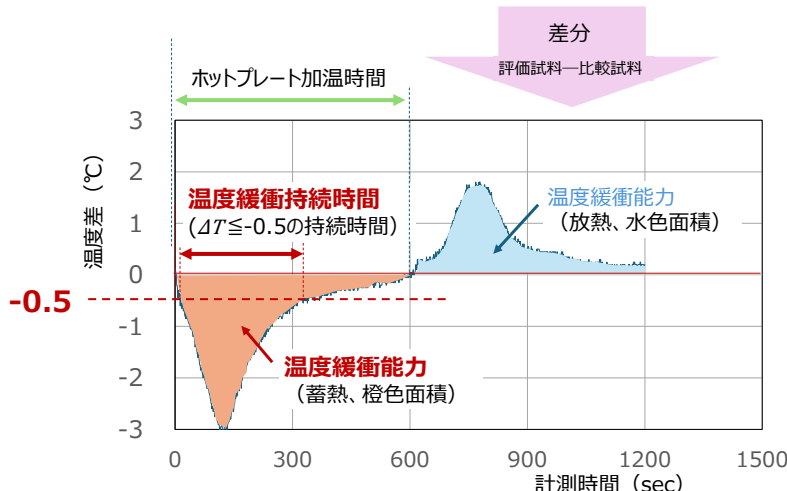


図3 データ解析方法

## 4. 今後の課題

本研究では、既報において $1^\circ\text{C}$ 未満の温度差が知覚可能とされている知見を参考に、 $\Delta T \leq -0.5^\circ\text{C}$ を温度緩和持続時間の指標として設定した。しかし、この値とテキスタイル接触時の体感的な冷感との対応については現時点では十分ではなく、今後の検討課題である。今後、文献調査に加えて、官能試験を実施し、本評価指標と体感との相関を検証する予定である。