

機械システム調査開発

1-D-1

遠赤外線機能による繊維製品の温熱快適性 向上に関する戦略策定報告書

令和2年3月

一般財団法人 機械システム振興協会

委託先 一般社団法人 遠赤外線協会

序

現在、ソサエティ 5.0 やコネクティッド・インダストリーなどが議論されており、我が国の技術・経済社会は大きな変革期を迎えております。こうした中で、新技術や新システムを社会に導入するためには、技術を検討するだけでなく、経済社会の変革のあり方を検討し、イノベーションのための戦略を策定することが重要です。こうした戦略を策定するため、一般財団法人機械システム振興協会では、平成 26 年度から、外部の関係組織の皆様とともに「イノベーション戦略策定事業」を進めてきました。

この事業の一環として、昨年度プロジェクトに引き続き、一般社団法人遠赤外線協会に委託して、「遠赤外線機能による繊維製品の温熱快適性向上に関する戦略策定」のプロジェクトを実施しました。これは、セラミックス材料を練り込んだ繊維を用いて温熱快適性を高めた寝具、衣料製品を開発し、市場に導入するために、それら繊維製品の遠赤外線放射の標準的測定法を開発するとともに、その測定法の普及を通じた繊維産業のイノベーション戦略を策定するものです。

この中で、多様な分野の関係者とともに弊協会も参加して議論・検討を行いました。また、弊協会に設置しております「機械システム開発委員会」（委員長：東大名誉教授 大場 善次郎 氏）の指導・助言を受けました。

この成果が、機械システムによる経済・社会の変革に寄与することとなれば幸いです。

令和 2 年 3 月

一般財団法人機械システム振興協会

はじめに

我が国の遠赤外線技術の応用範囲は、加熱系の加熱乾燥や食品加工、室内冷暖房から保温繊維系の衣料・寝具や美容・健康・宝飾類まで広がっています。そのような中、遠赤外線協会は、非営利の一般社団法人として赤外線関連産業の振興と消費者保護活動という協会設立の目的に照らして事業活動を進めております。

平成30年度に当協会では、一般財団法人機械システム振興協会から「寝具及び衣料製品の遠赤外線放射測定手法に関する戦略策定」事業の委託を受け、当協会に戦略策定委員会を設置し、この問題に関する解決手段とその活用戦略をとりまとめました。

繊維製品の快適性要求レベルは高度化しており、製品の高付加価値化による国際競争力向上が重要になっています。寝具や衣料においては、温熱快適性を高めた繊維製品を消費者にPRするため明確な科学的根拠が必要ですが、空気層を多く有する機能繊維製品の遠赤外線放射性能の測定手法が確立されていませんでした。従来実現できなかった厚みを有する製品の遠赤外線放射を計測する世界初の装置を開発し、遠赤外線機能製品の普及や利用拡大を検討していただきました。

令和元年度は「遠赤外線機能による繊維製品の温熱快適性向上に関する戦略策定」として継続して委託を受け、当協会に戦略策定委員会(委員長:文化学園大学名誉教授 田村照子)を設置し、市場動向調査を実施し遠赤外線繊維製品の普及拡大策を提案するとともに、昨年度の測定装置の残課題を解決し、新遠赤外線放射測定法を検討していただきました。

この2年間の事業成果は、遠赤外線利用による繊維製品開発や市場での認知度アップに活用され、新測定法が今後、認定基準作成の基礎に繋がってくるものと考えます。

本報告が今後、遠赤外線技術を利用した温熱快適性繊維分野の産業の復活にいくらかでも貢献できれば幸いです。

令和2年3月

一般社団法人 遠赤外線協会

目 次

序

はじめに

1. 事業の目的	1
2. 事業の実施体制	2
3. 事業の内容	5

第1章 戦略策定の背景

1.1 現代社会における温熱快適性繊維製品訴求の意義と本事業策定の関係について	6
1.1.1 日本の繊維産業における快適繊維製品開発の重要性	6
1.1.2 機能性・快適性の定義・種類と温熱快適性	6
1.1.3 現代社会における本事業推進の意義	8
1.2 温熱快適性繊維市場の市場動向と分析	10
1.2.1 温熱快適性繊維産業の市場規模と動向調査	10
1.2.2 ヒアリング・アンケート調査	13
1.2.3 ヒアリング・アンケート結果の考察とまとめ	20
1.3 温熱機能繊維製品の評価・測定方法の現状と課題	22
1.3.1 繊維集合体における熱移動（伝導・対流・放射）	22
1.3.2 温熱機能繊維製品の評価・測定方法の現状と課題	24
1.3.3 表示・クレームに見る消費者及び検査機関の要望	25

第2章 遠赤外線放射測定装置及び測定法の改善

2.1 遠赤外線放射測定装置及び測定法の改善の要点	28
2.2 窓材の変更	29
2.3 擬似黒体の放射率算出とその方法	31
2.3.1 昨年度における擬似黒体の放射率算出の概要	31
2.3.2 温度と放射輝度の関係に関する黒体を用いた理論的検討	31
2.3.3 JISR1801 に準拠した放射輝度の測定法	32
2.3.4 黒体炉と試料台の温度変動	32
2.3.5 従来装置の黒体炉と試料台による放射率の決定法	34
2.3.6 選定した擬似黒体の放射率の決定	35
2.3.7 擬似黒体の放射率の算出	35
2.4 三連測定法の開発	37
2.4.1 三連測定法の開発の意義	37

2.4.2	放射スポット	37
2.4.3	三連用試料ホルダー	38
2.4.4	三連測定用基準板	39
2.4.5	アルミ箔部分の放射輝度換算率と擬似黒体部分の放射輝度換算率	39
2.4.6	三連による測定法と放射率の算出法	41
2.4.7	三連による繰り返し測定のためにつき	43
2.4.8	SiC 試料を用いた三連測定法の検証	44
2.5	大気環境と窒素環境	45
2.5.1	窒素環境の構築及び大気と窒素の環境による差異	45
2.5.2	サンプルによる大気環境と窒素環境の比較	49
2.6	新装置の開発に関する成果と残された課題	50
2.6.1	成果	50
2.6.2	残された課題	51
第3章	新装置による測定結果	52
3.1	測定の目的	52
3.2	測定試料の種類	52
3.3	多孔性繊維集合体を試料とした測定結果	54
3.3.1	高密度(繊維の体積分率)と放射特性	54
3.3.2	多孔性繊維集合体サンプルの放射特性の測定結果	56
3.4	第3章のまとめ	60
第4章	遠赤外線利用による繊維製品の温熱快適性向上戦略	61
4.1	遠赤外線繊維製品の市場拡大のための課題	61
4.2	新測定法普及と利用拡大への対応	62
4.2.1	新測定法の意義	62
4.2.2	関連産業の製品利用(開発・販売)	62
4.2.3	新測定法の標準化への展望	63
4.3	認定制度のあり方	63
4.3.1	従来の認定制度	63
4.3.2	新たな認定制度のあり方	64
4.4	市場拡大に向けたイノベーション戦略	65
4.4.1	市場(流通・消費者)への認知度向上戦略	65
4.4.2	研究開発拠点整備と商品拡大戦略	65
4.5	温熱快適性向上と繊維業界の発展に向けて	67
4.5.1	高機能繊維の開発は我が国繊維産業の重要課題	67

4.5.2 今後の繊維業界の発展に向けた展望	67
参考資料:衣服の快適性について	69
A-1 ヒトの体温調節と温熱快適性	69
A-1-1 温熱快適性の条件	69
A-1-2 自律性体温調節	69
A-1-3 行動性体温調節	70
A-2 人間-環境間の熱収支	70
A-2-1 代謝による産熱	70
A-2-2 人体から環境への熱放散	71
A-3 体感温度・体感温熱指数	72
A-3-1 PMV に基づく気温と着衣の快適クロ値の関係	72
A-3-2 SET*に基づく気温と着衣の快適クロ値の関係	73
A-3-3 Mecheel と Umbach による着衣の快適域予測	74
A-4 衣服の温熱快適性に関わる要因	75
A-5 衣服の温熱快適性の評価方法	75
A-5-1 人体反応による評価法	75
A-5-2 物理特性による評価法	76
A-5-2-1 衣服の保温力を表す単位—クロ値	76
A-5-2-2 熱水分共存系における繊維製品の温熱特性評価法	76
あとがき	78