

機械システム調査開発

30-D-4

寝具及び衣料製品の遠赤外線放射測定手法 に関する戦略策定報告書

平成31年3月31日

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、いわゆる第4次産業革命のイノベーションを、あらゆる産業や社会生活に取り入れることが我が国の大きな課題になっており、そのためには新しい技術を生み出すだけでなく、新技術を活用した経済・社会システムの革新が重要になっています。

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」を進めており、平成30年度は、その5年目を迎えました。本事業は、新技術・新システムを社会に円滑に導入するために、革新的・先進的技術を基にした具体的なイノベーション戦略づくりを行う制度ですが、そのために、構想段階において多様な関係者が自由闊達な議論を行うこととしております。

「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」は、上記事業の一環として、寝具、衣料製品における温熱快適性向上及び遠赤外線放射測定法の確立のための戦略策定を行うことを目指し、一般社団法人遠赤外線協会に委託して実施しました。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）のご指導・ご助言を受けました。

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。

平成31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。

しかしながら、目に見えない電磁波である遠赤外線を利用するため、市場には「遠赤外線効果」を謳う製品が溢れています。必ずしもその効果を確認した製品ばかりとは限らず、協会への問い合わせや国民生活センターへ相談が常態化している状況であります。

特に、日本の繊維産業は少子高齢化で国内生産ではコスト高となり、高機能高付加価値化による差別化しか生き残る道がない上に、マーケットには海外の製品流入などありとあらゆる方向の商品が増えています。また、市場の消費者はより高度な快適性を求めるものの、消費者自身は何が良いかも分からないのが現状です。

そのため、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（委員長：西川柊技術顧問 中村 勤氏）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たのがこの報告書であります。

本委員会は、委員としてこの分野の企業や専門家、測定機関に参加頂き、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開発と遠赤外線放射による温熱快適性がもたらす市場戦略を立案していただきました。

本報告が今後、遠赤外線技術を活用した温熱機能分野の繊維産業の復活にいくらかでも貢献できれば幸いです。

平成31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	1
3. 事業の内容	4

第1章 戦略策定の背景	5
-------------	---

1.1 寝具及び衣料分野での温熱機能製品の市場動向	5
1.1.1 寝具及び衣料分野での温熱機能製品の動向	5
(1) 寝具の市場動向	5
(2) 肌着・防寒衣料（インナー・アウター）・アパレルの市場動向	7
(3) 健康・スポーツウェアの市場動向	8
(4) サポーターなどの市場動向	9
(5) 測定機関の立場からの市場動向	10
1.1.2 消費者の声及び検査・測定機関の状況	11
1.2 温熱機能製品の具体例と課題	14
1.2.1 繊維集合体の熱移動	14
1.2.2 温熱快適性機能保温繊維を使用した具体例	15
1.2.3 消極的保温素材（空隙率利用の保温繊維）	15
1.2.4 積極的保温素材	16
(1) 電磁波エネルギー変換型保温性繊維素材	16
(2) 物理化学的エネルギー変換型保温素材	17
(3) 電気エネルギー変換利用	18
1.3 海外での高機能織物市場	19
1.4 遠赤外線製品評価の課題と遠赤外線製品の普及に向けて	21

第2章 遠赤外線放射測定法及び新測定装置の開発	23
-------------------------	----

2.1 現状の遠赤外線放射測定法	25
2.2 測定対象とする試料	27
2.3 遠赤外線を測定するために必要な条件	27
2.4 新装置（恒温気密容器）の開発	31
2.4.1 新装置の測定条件と測定概要	31
2.4.2 恒温気密容器	31

2.4.2.1	構造	31
2.4.3	恒温気密容器の特性	34
2.4.4	新装置の特徴と効用	39
第3章	新装置活用の事例研究	40
3.1	多孔性繊維集合体試料の構成要因が放射特性に及ぼす影響について	40
3.1.1	多孔性繊維集合体試料	40
3.1.2	多孔性試料の厚みが新装置で計測する放射に与える影響	41
(1)	低密度ポリウレタンスポンジ（低PU）を積層して、枚数を変えて比較	41
(2)	中密度多孔質スポンジ（中PU）を数枚積層して、厚さ（枚数）の影響比較	44
3.1.3	多孔性試料の密度が新装置で計測する放射に与える影響	44
(1)	多孔質試料の密度の効果	44
(2)	装置内環境の影響	45
3.2	多孔性繊維集合体試料の遠赤加工の有無が放射特性に及ぼす影響について	47
3.2.1	固綿素材の場合	47
3.2.2	編布試料の遠赤加工の有無が放射特性に及ぼす影響について	48
3.3	まとめ	51
3.3.1	多孔性スポンジ試料の放射に厚みが放射に与える影響	51
3.3.2	多孔性スポンジ試料の放射にスポンジの密度が放射に与える影響	51
3.3.3	装置内環境の影響（ポリウレタンスポンジ(赤・水色)の2mmで実施)	51
3.3.4	多孔性繊維集合体試料の遠赤加工の有無が放射特性に及ぼす影響	51
第4章	新測定法による今後の展開	52
4.1	新測定法（装置）の普及	52
4.1.1	測定機関利用の展望（ラウンドロビン試験）	52
4.1.2	寝具及び衣料製品など適応製品の拡大	52
4.2	協会の認定基準への現状	53
4.2.1	遠赤外線認定制度の現状	53
4.2.2	認定基準の展望	53
4.3	新放射率測定法の標準化への展望	54
4.3.1	遠赤外線関連JISの現状（JIS R 1801/1803など）	54
4.3.2	新測定法による標準化への展望	55
4.3.3	新測定法による評価法の展望	55
第5章	衣服の快適性について	56
5.1	快適性研究の意義	56

5.1.1	現代社会における衣服の機能性・快適性訴求の重要性	56
5.1.2	快適性とは？快適性研究の意義は？	56
5.1.3	快適性の種類	57
5.2	ヒトの体温調節と温熱快適性	58
5.2.1	温熱快適性の条件	58
5.2.2	自律性体温調節	59
5.2.3	行動性体温調節	59
5.3	人間 - 環境間の熱収支	59
5.3.1	代謝による産熱	59
5.3.2	人体から環境への熱放散	60
5.4	体感温度・体感温熱指数	61
5.4.1	PMVに基づく気温と着衣の快適クロ値の関係	61
5.4.2	SET*に基づく気温と着衣の快適クロ値の関係	62
5.4.3	Mecheel と Umbach による着衣の快適域予測	64
5.5	衣服の温熱快適性に関わる要因	65
5.5.1	布地の温熱特性	65
5.5.2	衣服の形状と着方	66
5.5.3	湿潤の影響	66
5.6	衣服の温熱快適性の評価方法	67
5.6.1	人体反応による評価法	67
5.6.2	繊維製品の物理特性評価方法	68
5.6.3	衣服の保温力を表す単位—クロ値	68
第6章	高機能繊維分野のイノベーション戦略の策定と展開	70
6.1	繊維業界発展の方向性と企業戦略における標準化の重要性	70
6.2	温熱快適性と遠赤外線放射測定手法に関するイノベーション戦略	73
あとがき		77