

氏 名	服部 由季夫
学 位 の 種 類	博士（造形）
学 位 記 番 号	博第 46 号
学 位 授 与 日	2024 年 9 月 30 日
学位授与の要件	学位規則第 3 条第 1 項第 3 号該当
論 文 題 目	暑熱下の影響を低減する児童用帽子の提案
審 査 委 員	主査 武蔵野美術大学 教授 北 徹朗
	副査 武蔵野美術大学 教授 白石 学
	副査 武蔵野美術大学 教授 中原 俊三郎
	副査 武蔵野美術大学 教授 青沼 裕之

内 容 の 要 旨

本研究では、主に小学校で用いられている体育用帽子（赤白帽）について、暑熱の影響を受けにくい色、素材、形状の検証・提案をすることを目的とした。

近年、地球温暖化が進み突発的な猛暑が課題とされる中、学校体育授業の範疇において中学校や高等学校よりも「小学校」における熱中症の発症数が多いとされている。先行研究を概観すると、その改善策の 1 つとして、着衣や帽子の色や素材、形状の工夫で暑熱の影響を低減できる可能性が示唆されてきた。しかしながら、これらの先行研究の多くは人工暑熱環境下において着衣や帽子の素材や形状について検討が行われているものの、いずれも古い研究であり、ここ数年の猛烈な暑さを想定した知見ではない。また、着衣の色については、日射反射率や日射吸収率などの基礎データから、濃い色が高温になりやすい（赤帽が高温になりやすい）ことはある程度の予測はできるものの、子どもの着衣や赤白帽に着目した研究は行われていない。

そこで、本研究では、赤白帽の問題点を明らかにし、その解決策の糸口となり得る提案することを目指した。具体的には、熱を溜め難い、従来の赤白帽に代わる新しい児童用帽子の開発・提案を目的とすることであった。

まず第 1 章では、社会的背景を踏まえて先行研究の整理をし、本研究の問題意識を明確にした。第 2 章では直射日光下での赤白帽など児童用帽子の表面温度について色と素材別に検証した。素材別ではポリエステル 100% 製帽子の表面温度が最も低かった。色については、素材を問わず、赤の表面温度上昇が顕著となり、観察開始後 5 分くらいから赤と白の間には、表面温度に約 10 度の差が生じ、その後も差は縮まることなく、表面温度の上昇が続いた。赤および白以外の色では、青、水色、緑、濃紺、エンジにおいては表面

温度が高く、赤よりも高い(60℃を超える)ことが観察された。逆に、黄色やピンクでは、白と同程度の低い表面温度で推移していた。最も温度を上げなかった白に対する他色との比較においては、黄、ピンクの平均表面温度については有意差は認められなかったが、それら以外の色については統計学的有意差が認められた。この知見を受け、第3章では、帽子の明度と表面温度との関係について調べたところ、表面温度と明度との間に強い相関が認められた。各色でマンセル値を計測したところ、明度が7以上の色(白、黄、桃)が蓄熱し難いことが明らかになった。具体的には、「色」と「表面温度」の間に極めて強い相関($r=-0.94$, $p<0.001$)が認められた。先行研究(表色値と衣服の日射透過率, 日射反射率, 日射吸収率の関係)で示される結果とも一致するものであったが、本研究では児童用帽子のマンセル値に関する表面温度との相関を検証し、色を規定する明度、彩度、色彩のうち、明度と温度が強く関連していることを新たに明確にした。第4章では、実際に被験者が運動している時の帽子内温湿度について検証した。観察の結果、いずれも赤の帽子内温度が顕著に高温になることが明らかとなった。第2章で論じたマネキン観察実験と同様に、赤の帽子内温度の方が高いレベルで推移していた。実施日によって被検者が被る帽子の色を変えたが、いずれにおいても白よりも赤の方が高かったが、湿度においては今回得られたデータからは、その関連性を見極めることができなかった。第5章では、これまでの研究成果を踏まえて、小学生の子どもを持つ保護者に対するアンケート調査を実施した。着衣や帽子の「素材」、「色」、「形状」への配慮について尋ねたところ、「色」への意識が低く特に「帽子の色」については盲点となっていた。他方、筆者らの研究成果を示し「赤白帽は可能な限り高温にならない安全な色や素材に改めるべきか」を尋ねたところ、70.2%の保護者が「改めるべき」(「大変そう思う」と「そう思う」の合計)と回答した。このことから、保護者の知識や理解が不足していることがうかがえた。消費者の立場から新しい帽子を実際に社会実装に繋げていく上で、当事者(子ども)よりも保護者の意識・認識は極めて重要である。第6章では、これまでの章で得られた知見を結集し、実験用のプロトタイプを作成した。人工暑熱環境下での実験の結果、3センチ四方の小窓を施した帽子内温度が最も低く抑えられた。ここまでの章で検証した結果からは、素材はポリエステル製、色はマンセル値が7以上、形状は3cm角の窓が27個程度が適切であると考えられる。第7章において児童用の暑さに強い「新しい児童用帽子」を提案した。第6章で明らかになった暑熱下の影響を低減する児童用帽子の条件に加えて、先行研究の知見も考慮した新しい帽子として、『ポリエステル製(または綿ポリ製)』『マンセル値が7以上のピンクまたは黄または薄い赤』、そして『換気用の3cm四方の小窓が27個程度施されている』形状の児童用帽子の有用性を提案した。

最後に、本研究の限界として、湿度低減に対する検討が不十分であることが挙げられる。先行研究でも、湿度評価には個体差が大きくその難しさが報告されてきたが、本研究(第4章)においても同様で、帽子のタイプと湿度低減に関する傾向を掴むことが困難であった。この点については今後の課題である。

審 査 結 果 の 要 旨

< 1. 審査会の経過 >

2024 年 8 月 20 日（火）9 時 00 分より服部由季夫氏（以下、申請者）の博士論文審査会を開催した。審査会のタイムスケジュールは以下であった。

- ①公聴会：申請者による論文概要の説明・質疑応答（約 50 分）
- ②審査委員 4 名による口頭試問（約 30 分）
- ③申請者の退室後、可否判定審議（約 10 分）

< 2. 博士論文の構成 >

本研究は、暑熱下の影響を低減する児童用帽子の提案を目的とし、下記の章立てで提出された。

- ・第 1 章：本研究の背景と問題意識
- ・第 2 章：児童用帽子の表面温度変化—マネキンによる検証—
- ・第 3 章：帽子の表面温度と色の明度との関連の検証
- ・第 4 章：児童の運動中における赤白帽の外側と内側の温湿度—2 名の被験者を用いた検証—
- ・第 5 章：赤白帽に対する保護者の意識
- ・第 6 章：暑熱環境下における蓄熱の低減を目指した児童用帽子の開発
- ・第 7 章：まとめと提言

< 3. 審査経過と結論 >

本研究論文は、2023 年 6 月 15 日の造形研究科委員会にて予備論文審査に付託することが決定し、2023 年 8 月 21 日に本学鷹の台キャンパスにて予備論文審査会が開催された。予備論文審査の概要は以下の通りであった。

近年、熱中症搬送者が急増していることや、学校教育活動（授業）中の熱中症発症は小学校が突出しているなどの背景からも、時宜に適った社会的意義のある研究であることがまず高く評価された。しかしながら、研究の問題意識に対する問題解決の対象・方法が曖昧であり、焦点がはっきりしない部分が散見された。但し、これらをカバーする具体的なデータを申請者は既に保有している（実験等により収集済である）ことや、必要な追加実験等についても見通しが示されているため、博士論文としてまとめられることが可能であろうと評された。

続いて、2024 年 5 月末日期限で本論文審査の申請がなされ、2024 年 8 月 20 日に本学鷹の台キャンパスにて公聴会と最終審査が行われた。本審査概要は以下の通りであった。

予備論文審査で指摘された講評内容、問題点については基本的に修正された。また、マネキンを用いた基礎データ収集、ヒトでの検証、マンセル値と蓄熱の関係性、蓄熱し難い

帽子の形状・素材・色の組み合わせの検証、社会実装を見据えた保護者への意識調査など、多くのデータを収集し論理的に最終提言が示されており、実社会にすぐに貢献できる可能性のある、価値ある研究であると評された。

博士論文審査委員 4 名による口頭試問を行ったところ、申請者は本論文に関する質疑、ならびに、今後の研究課題や展開についても適切に回答した。審議の結果、審査員は全員一致で服部由季夫氏に博士（造形）の学位を授与するに値するとの結論に至った。

<目次>

第 1 章 本研究の背景と問題意識

- 1-0 本研究の目的と方向性
- 1-1 深刻さが増す地球温暖化：世界平均より高い日本の気温上昇
- 1-2 近年の日本における突発的猛暑日頻発の現状
- 1-3 近年の日本における熱中症発症の状況
- 1-4 近年の日本における子どもの熱中症発症状況
- 1-5 WBGT 値を用いた活動基準と政府の動向
- 1-6 着衣による暑熱低減策に関する先行研究
- 1-7 なぜ帽子を研究対象とするのか
- 1-8 本論文の構成
- 参考文献

第 2 章 児童用帽子の表面温度変化—マネキンによる検証—

- 2-1 実験の目的
- 2-2 実験の方法
- 2-3 実験当日の環境
- 2-4 実験の結果
- 2-4-1 暑熱環境下における児童用帽子表面温度の色別経時的変化
- 2-4-2 暑熱環境下における赤白帽表面温度の素材別比較
- 2-5 この章のまとめ
- 参考文献

第 3 章 帽子の表面温度と色の明度との関連の検証

- 3-1 マンセル値と帽子表面温度との関係
- 3-2 この章のまとめ
- 参考文献

第 4 章 児童の運動中における赤白帽の外側と内側の温湿度

—2 名の被験者を用いた検証—

- 4-1 実験検証の背景と目的
- 4-2 実験の方法

4-3 実験の結果

4-4 この章のまとめ

参考文献

第5章 赤白帽に対する保護者の意識

5-1 本章（保護者の意識を明らかにすること）の意図

5-2 「保護者の意識」に関する先行研究と本章の意義

5-3 調査の目的と方法

5-4 調査の結果

5-4-1 子どもの熱中症対策全般について

5-4-2 子どもの熱中症対策における「着衣」について

5-4-3 子どもの熱中症対策における「帽子」について

5-4-4 最新の研究知見に対する保護者の見解

5-5 この章のまとめ

参考文献

第6章 暑熱環境下における蓄熱の低減を目指した児童用帽子の開発

6-1 これまでの章（第1章～第5章）の研究結果から導かれた形状の原案

6-2 実験用プロトタイプ作成のためのイメージ図

6-3 プロトタイプを用いた実証実験

6-4 実験の環境・手順

6-5 実験の対象

6-6 実験の結果

6-7 新しい児童用帽子の条件

参考文献

第7章 まとめと提言

7-1 暑さに強い「新しい児童用帽子」の提案

7-2 本研究の総括

7-3 今後の課題と本研究の限界

以上