

# 温度快適化を目指す日射調節カーテン

宮城県仙台第三高等学校 普通科

## 要旨

私たちは「人々に快適な生活環境を提案する」ことを目的に、電力を多量に消費し、地球温暖化の原因となる二酸化炭素を排出するエアコンの使用を抑制しつつ、快適な生活環境を実現する方法について検討を行った。その一環として、カーテンの変更が快適な生活環境を得る一助になるのではないかと仮説を立て、カーテンが室内の温度変化に及ぼす影響を調べた。断熱効果の高い発泡スチロールを用いて部屋のモデルを作製し、カーテンの色および素材の違いによるモデル内部の温度変化を比較する実験を実施した。その結果、色ごとの光の吸収率や素材の物理的特性だけでなく赤外線領域における反射率や透過率など、多岐にわたる要因が室温に影響を与えることが確認された。このため、地球温暖化をはじめとする環境問題に配慮しつつ、快適な生活環境を得るための具体的な提案については一概に結論を導くことはできなかった。しかし、カーテンの性質の違いが室内の温度変化に影響を及ぼすことは明らかであり、電力に依存しない形で快適な生活環境を追求する可能性が示唆された。

## 1 背景・目的

私たちは探究活動を行うに当たり、まず大きな目的を「人々に快適な生活環境を提案する」ということとした。調査を進め、電気を使わずに温度管理の補助をする手立てを研究することで、快適な生活環境を提案しながら、日常生活で環境問題にアプローチすることも可能ではないかと考え本研究を行うことに決めた。

参考文献より、エアコンの使用台数が年間エネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量に強い相関を持つことがわかっている(図1・2)。また、日本が排出する温室効果ガスの内訳は二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が91.3%を占めており最も多く(図3)、日本の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量およそ9億6,400万tのうち、家庭部門の消費が1億5,800万tと16%を占めている。

エネルギー種別 CO<sub>2</sub>排出量<sup>1)</sup>

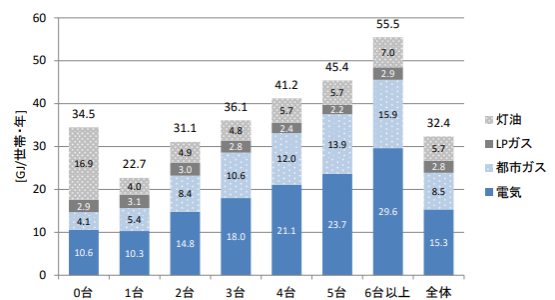


図2) エアコンの使用台数別世帯あたり年間エネルギー種別消費量<sup>1)</sup>

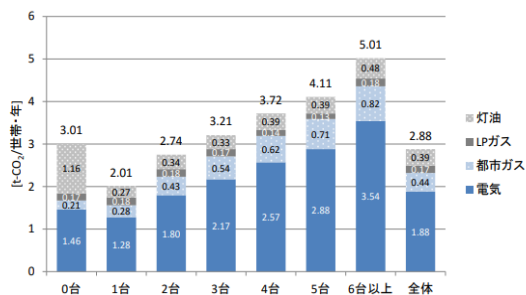


図1) エアコンの使用台数別世帯あたり年間CO<sub>2</sub>排出量<sup>1)</sup>

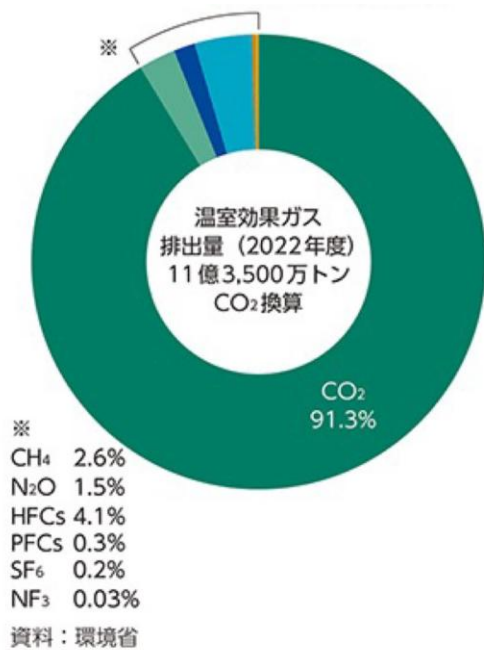


図 3) 日本の排出する温室効果ガスの内訳<sup>2)</sup>

## 2 先行研究・課題

先行研究である「カーテン等付属部材による開口部の断熱性および日射取得性の影響についての検討事業」<sup>3)</sup>では一般的なカーテンの設置で、暖房負荷は約 2%、冷房負荷は約 19% 抑えられることがわかっている。また、その実験において、カーテンの機能は北見から那覇まで 8 地域で有効であり、気候に著しく依るわけではないとされた。しかし、カーテン・カーテンボックス・リターン等の有無による冷暖房の負荷は研究されていたが、カーテンの種類による温度環境への影響は研究されていなかった。

## 3 実験方法・結果

本研究では、断熱効果の高い発泡スチロールを部屋のモデルとし、カーテンが室内の温度変化に与える影響について、色・素材別に調べた。

### ○実験1

カーテンの色と室内の温度変化の相関に関する実験

#### ・材料

発泡スチロール  
(外径 38.5×33×26 肉厚 2.5)  
ThermoPro 温度計  
光源装置(白熱電球)  
カーテンを模した布

ただし、実験1ではカラーフェルト7色をカーテンを模した布として使用した。なお、カラーフェルトのおおよその色と写真から読み込んだ近似的の16進数カラー値は以下の通りである。

黒 141818  
白 C5CFE0  
赤 A32228  
桃 D99D94  
青 66A3D4  
黄 EAEA9F  
緑 84DBA5

#### ・方法

発泡スチロール側面に幅 20cm、高さ 15cm の窓孔を設け、これをカーテンを模した布で覆い、図4・5に示すように光源装置から光を照射した。内部の温度変化は発泡スチロール内窓孔からおおよそ 13cm の位置に設置した温度計により1分間隔で測定し、布を変更して同様の手順で繰り返し実験を実施した。

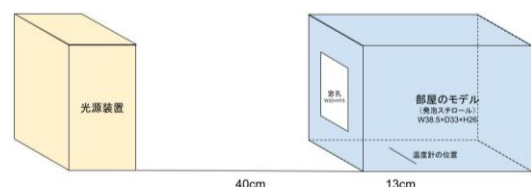


図4) 実験のイメージ



図5) 実験の様子(黒のカラーフェルト使用時)

#### ・結果

図6で示したように、温度変化の大きさは青＞緑＞黒＝白＞赤＞桃＝黄の順となった。また、黒色および白色の布では+0.50℃の地点で飽和し、それ以上の変化は観測されなかった。赤色では+0.40℃、桃色では+0.30の地点で同様に温度変化が停止した。なお、黄色の布では温度上昇が最も緩やかに浸透した。

カーテンの色の違いによる温度変化の比較

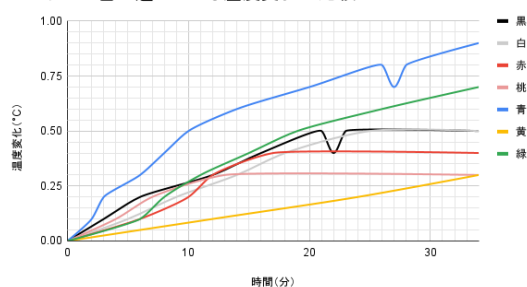


図6) カーテンの色の違いによる温度変化の比較

## ○実験2

カーテンの素材と室内の温度変化の相関に関する実験

材料および方法は実験1と同様とした。ただし、実験2では化学繊維であるポリエステルと自然繊維である綿をそれぞれ赤、青、黒の3色ずつカーテンを模した布として使用した。なお、ポリエステルは耐久性に優れており現代のカーテン繊維の主流である<sup>4)</sup>。一方、綿は丈夫で染色性に優れており肌触りの良さから広く利用されている<sup>5)</sup>。本実験では化学繊維と自然繊維の比較を目的とし、主にカーテンに使用されるこれら2種類の布を、同一色での比較が可能な3色を選定して実験を実施した。

## ・結果

青色においては、綿素材のほうが温度変化が大きい結果となった(図7)。一方、黒色および赤色ではポリエステル素材の方が温度変化が大きかった(図8・図9)。

素材による温度変化の比較(青)

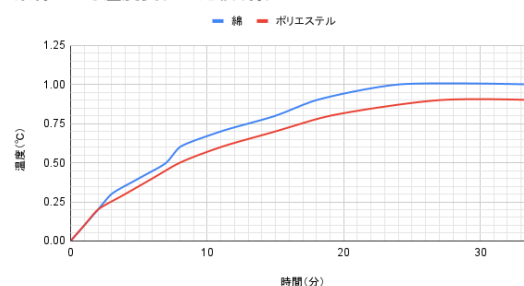


図7) 青色の布における素材による温度変化の比較

素材による温度変化の比較(黒)

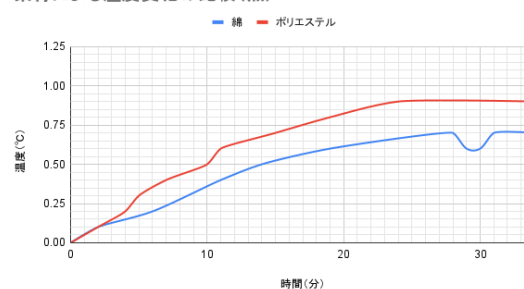


図8) 黒色の布における素材による温度変化の比較

素材による温度変化の比較(赤)

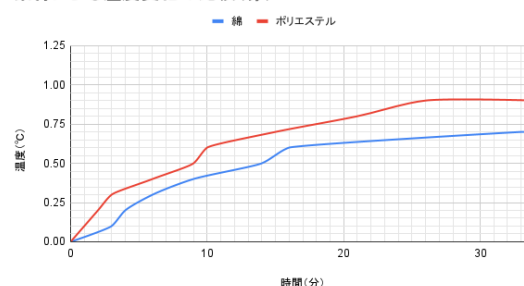


図9) 赤色の布における素材による温度変化の比較

## 4 考察

実験1の結果より、青色については、赤色から赤外線領域の光を吸収するため、温度変化が大きくなったと考えられる。黒色は一般的に最も吸収率が高い色であるが、顔料の種類によっては日射反射率が高いことが知られており<sup>6)</sup>、本実験で使用した黒色フェルトの染料は赤外線の反射率が高く、温度上昇が抑制された可能性がある。また、白色、青色、緑色を使用した場合には、図10で示すように発泡スチロール内部が比較的明るく、多くの光、特に赤外線が透過・拡散

され、内部に熱が蓄積された結果、予想以上に温度が上昇した可能性が考えられる。黄色については、白熱電球の主成分である赤色光および赤外線を反射するため、温度変化が最も緩やかであったと推察される。なお、途中で温度変化が停止した色については、フェルトが吸収した光から発生する熱量と、フェルトおよび発泡スチロール内部の空気から外部へ放出される熱量が等しくなったことが考えられる。

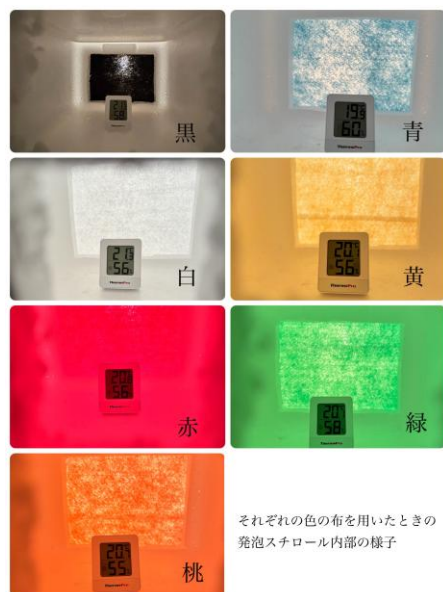


図10) それぞれの色の布を用いたときの発泡スチロール内部の様子

実験2より、ポリエステルは赤色や黒色といった一般的に熱吸収性の高い色と組み合わせることで、表面温度が急激に上昇する傾向が認められた。この傾向は参考文献<sup>7)</sup>において指摘されているポリエステルの高い断熱性、保温性と整合的であると考えられる。また、綿は熱伝導率が高いことから、発泡スチロール内部が比較的明るくなった青色を用いた実験では温度上昇がポリエステルよりも大きくなったのではないかと考えた。

## 5 まとめ

本研究より、カーテンによる室内の温度変化は単純な「色の持つ光の吸収率」だけでなく、染料の赤外線反射・透過性や素材の熱的特性といった複数の要因が複雑に関係していること

が示唆された。そのため、本来の目的である「人々に快適な生活環境を提案する」ことまでは至らなかったが、カーテンの色や素材といった違いが確かに生活環境に影響しており、カーテン等を意識して変えてみることで、快適な生活環境を得ることも可能だということは明らかにできた。具体策は明示・断言できないが、地球温暖化等の環境問題に配慮しながらも快適な生活環境をそれぞれが追い求めても良いのではないだろうか。

## 参考文献

- 1) 環境省「家庭部門のCO2排出実態統計調査 資料編(確報値)」2020 年  
<https://www.env.go.jp/content/900446971.pdf>
- 2) 環境省「環境・循環型社会・生物多様性白書」2024 年  
<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/r06/html/hj24020101.html>
- 3) 一般社団法人 環境共生住宅推進協議会「カーテン等付属部材による開口部の断熱性及び日射取得性の影響についての検討事業」2022 年  
[https://www.kkj.or.jp/contents/build\\_hojyoyigyo/report/R03\\_passivetool\\_report.pdf](https://www.kkj.or.jp/contents/build_hojyoyigyo/report/R03_passivetool_report.pdf)
- 4) インテリアハウス窓「カーテンの生地について」<https://www.i-koike.jp/cloth/>
- 5) カーペット&ラグの大型専門店びっくりカーペット「よくわかる！カーテン生地の素材辞典【全11種類】リネン・コットン天然素材が人気」2020 年  
<https://bicklycarpet.co.jp/column/curtain/20200515-01/>
- 6) 櫻田将至 福澤公夫 沼尾達弥 稲垣照美「可視光線および近赤外線領域において顔料の種類が塗膜の日射反射特性に及ぼす影響」2009 年 Journal of the Society of Materials Science, Japan, Vol. 58, No. 1, pp. 62-68, Jan. 2009
- 7) Kothari, V. K. (2012). "Thermal Insulation and Comfort Properties of Textile Materials." Textile Progress, 44(2), 87-176.

## abstract

To help with temperature management without using electricity for a comfortable environment, we paid attention to the curtain's color. Therefore, using a model of a room, examine the color of the curtains and the temperature change in the room. According to this experiment, the temperature changes and the speed at which temperature reaches maximum depends on the color of curtains. In other words, each color absorbs heat differently. For this reason we recommend paying attention to the curtains for an eco-friendly and comfortable life.