

2015 年度博士後期課程(ソフトウェア情報学)論文

寒冷馴化を考慮した服装情報提示指標に関する研究

Research on Clothes Information Index
based on Cold Acclimation

岩手県立大学大学院
ソフトウェア情報学研究科

学籍番号 2362013002

氏名 中野 裕貴

研究指導教員 村山 優子 教授

村田 嘉利 教授

佐々木 淳 教授

概要

本研究は、寒さの慣れである寒冷馴化が服装に与える影響に関して調査した研究である。服装情報は、既存指標としてある、気象に基づく服装情報算出式により求められる。当該の算出式は、気象条件だけを基に服装情報を算出している。しかし、滞在先の気象の経験や現在の環境などを考慮しなければ最適な服装を決定できない。なぜなら、寒冷地や温暖地などの地域特有の寒さや暑さなどの環境によって服装が変化していくからである。本研究では、寒冷地の服装が既存指標に適合するか、調査した。既存指標として、clo 値を用いた。clo 値とは、着衣の断熱・保温性を示す指標である。気象条件から clo 値を求め、clo 値から服装情報を決定する手法が一般的に用いられる。調査結果として、寒冷地の冬期の服装が既存の指標に比べて、大きくかけ離れた結果となった。寒冷地の冬期では気温が低いにも関わらず、薄着であった。調査を分析し、寒さへの慣れの影響があることが判明した。生気象学では「寒冷馴化」と呼ばれるものである。寒冷馴化の影響を調査するために、通学年数、出身地域や交通手段などの質問項目を追加し、気象と服装の関係を調査した。調査結果として、寒さに慣れていない通学年数 1 年目の学生や、車に乗ることで寒さに我慢できるなどの交通手段の影響によって、服装が変化することが判明した。調査結果より、寒冷馴化の影響を考慮した新たな服装算出式を作成し、再度服装の実態調査をすることで式と実際の服装との適合を示した。既存の服装情報算出式より本研究の服装情報算出式と実際の服装との適合性が高いことから、寒冷馴化が服装に影響を与えていることが判明した。

Abstract

The purpose of this research is to investigate the effect of the cold acclimation on daily clothes wear. The clothes information is calculated based the weather information. However, the clothes information system cannot decide the suitable clothes information without user information, the user's environment and so on. The clothes changed by heat and the coldness of the area.

We conducted several experiments and analyses of the actual situation of clothes attributes through the year. As a result of the survey, subjects in the cold region wear light although the weather is very cold. This is because of the cold acclimation. Furthermore, we also conducted the survey to investigate the relationship between the actual clothes and the weather with user's information such as the location, user's familiarity of the new place, means of transportation and their daily active time.

As a result, in order to create the new index of clothing information, we should consider the location, user's familiarity of the new place, means of transport and daily active time. We create the new index with the cold acclimation and evaluate the index. We verified the effect of the cold acclimation on daily clothes wear in the evaluation part.

目次

第1章 はじめに	5
第2章 関連研究	7
2.1 災害情報システム	7
2.2 災害時救援情報共有システム Sahana	9
2.3 気象情報システム	10
2.4 服装推薦システム	12
2.5 生気象学	14
2.6 SET*算出式	15
2.7 本研究のスコープ	18
第3章 調査実験	20
3.1 予備調査	20
3.1.1 調査概要	20
3.1.2 分析	24
3.1.3 考察	27
3.2 寒冷馴化が及ぼす影響についての調査	28
3.2.1 調査概要	28
3.2.2 ユーザ調査	32
3.2.3 分析	32
3.2.4 インタビュー調査	35
3.2.5 考察	35
3.3 寒冷馴化の影響の検証のための調査	37
3.3.1 調査概要	37
3.3.2 ユーザ調査	37
3.3.3 分析	37
3.3.3.1 通学年数	38
3.3.3.2 出身地域	39
3.3.3.3 通学手段	39
3.3.3.4 送信時間	39
3.3.4 考察	42
3.4 寒冷地の clo 値と服装の調査	43
3.4.1 調査概要	43
3.4.2 ユーザ調査	44
3.4.3 分析	44
3.4.4 考察	46

3.5 寒冷地の clo 値と服装の検証のための調査	50
3.5.1 調査概要.....	50
3.5.2 ユーザ調査.....	50
3.5.3 分析.....	50
3.5.4 考察.....	53
3.6 春期と夏期の服装の調査	55
3.6.1 調査概要.....	55
3.6.2 ユーザ調査.....	55
3.6.3 分析.....	55
3.6.4 考察.....	57
3.7 clo 値を求める新たな式の算出	58
3.7.1 概要.....	58
3.7.2 手法と分析.....	58
第4章 評価	61
4.1 調査概要	61
4.2 ユーザ調査.....	62
4.2.1 分析.....	67
4.2.1.1 東北地方の分析と考察.....	67
4.2.1.2 東京と沖縄および九州地方の分析と考察	71
4.3 考察のまとめ	74
第5章 おわりに.....	75
5.1 今後の課題.....	75
謝辞	80

第1章 はじめに

気象に基づき、日々の服装を提示するための指標を作成することは必要不可欠である。なぜなら、事前に服装を適切に決定することが困難なためである。未来の気候と未来の気候に対する自身の感じ方を事前に判断するのは難しい。特に、未知の土地に行く場合、その土地の気候を経験したことがないため、服装の判断が困難となる。近年では、日々の服装を判断するために、服装を提示するサービスや研究がなされている。

服装を提示するサービスや研究では、clo 値[1]と呼ばれる値が一般的に利用されている。clo 値は、着衣の断熱・保温性を示す指標である。clo 値と気温、湿度や風速などの気象情報との間の快適性を算出する指標が、今日では利用される。気象情報から最適な clo 値が求め、気象条件に合った快適な服装が決めることが可能である。気象条件に最適な服装が算出できる。主な指標として標準新有効温度(Standard new effective temperature:SET*)[2] [3]が挙げられる。

clo 値は、服装の実態と適合するかについて調査と議論がされてきた。議論される内容としては、季節間で clo 値がどのように変化するか、SET*から得られる服装情報と実際の服装が適合するのかなどの点である。東京の服装の実態調査では、SET*から得られる服装情報と実際の服装は適合した。

しかし、服装の個人差に関しては、男女差や年齢差などの生理的要因のみが研究されてきた。また、男女別や年齢別に分けた服装の実態調査でも、依然として服装の個人差が大きい[4][5][6][7][8]。要因として、寒冷馴化や暑熱馴化[9][10]などが考えられる。寒冷馴化や暑熱馴化とは寒さや暑さへの慣れである。寒冷馴化や暑熱馴化が、日々の服装の選択に影響がある可能性がある。特に、寒さへの慣れの影響に関して、積雪のあるような寒冷地での服装の個人差と温暖地での服装の個人差は比較されていない。また、寒冷地で、SET*から求められる clo 値と実際の服装の clo 値の比較がされていない。

本研究は、寒さの慣れである寒冷馴化が服装に与える影響に関して調査した。まず、予備実験として、夏期に clo 値を用いた調査を実施し、服装の実態と既存の指標との適合性を確認した。次に、実態に合わせた正しい服装の指標を作成する上で、寒冷馴化を考慮する必要があると仮説を立て、検証した。まず、寒冷馴化の影響を調査するため、季節間、および地域別に服装の実態調査し、寒冷地の被験者にインタビュー調査する。インタビュー調査によって、服装の寒冷馴化の影響について仮説を立てる。次に、寒冷馴化の影響に関して、仮説の検証を実施した。また、寒冷馴化の影響を考慮した寒冷地における clo 値から服装を算出する定義がないため、clo 値と実際の服装の関係を調査した。寒冷地の岩手で実施した調査では、既存の調査と比べて、気温に対して clo 値が低い。すなわち、既存の clo 値から服装を増やす手法は利用できない。なぜなら、clo 値が上昇しないため、服装を加えて重ね着していく手法はとれないためである。岩手で

の調査では服装の内訳がないため、秋期の服装のままなのか、冬期の服装に変更しているのか定かではない。しかし、既存手法が使用できない以上、新たに調査し、服装の傾向を知る必要がある。上記の実験を秋期から冬期にかけ実施し、clo 値と服装の組み合わせを調査した。さらに、春期と夏期の服装調査を実施し、既存の指標と適合するのか、寒冷馴化の影響があるのか確認した。上記の調査をすべて踏まえて、寒冷馴化を考慮した新たな服装を算出する式を決定した。

本研究の当初の大きな目的は、災害時に利用できるサービスを提供することである。緊急時にも平常時にも利用されるサービスとして、気象に基づく服装情報を提供するサービスが考えられる。服装情報によって、気象情報の一部である災害情報を提供することが可能であり、平常時も服装情報をユーザが閲覧しに訪れる。服装情報は、災害時において、放射能に対して必要な防護服や、登山時の台風や大雪対策の服装情報提供などが可能である。また、災害時の備蓄用衣料としても側面もある。災害時の備蓄用衣料として最適な服装を求める研究を小柴ら[11]は行っている。このように、被災地域の課題として服装情報が存在する。本研究では、まず、平常時の服装情報を正しく算出することを目的とした研究である。今後、災害時などに対応する予定である。

本稿では、2章で災害情報システム、気象情報システムと服装推薦システム、およびclo 値の研究が実施されている生気象学[12][13]とSET*算出式について記す。3章では、服装の調査と分析および寒冷馴化を考慮した新たな服装算出式について述べる。4章では、寒冷馴化を考慮した新たな服装算出式に関して評価し、5章でまとめる。

第 2 章 関連研究

本章では、まず、災害情報システムに関して述べる。本研究は、災害情報システムの構築のために、始めた研究であるからである。既存の災害情報システムに対する、本研究の利点を述べる。次に、情報処理分野における気象情報システムおよび服装推薦システムに関して記す。そして、気象が人間に及ぼす直接的や間接的な影響を研究する生気象学に関して述べるとともに、SET*算出式に関して説明する。最後に、本研究のスコープとして、既存研究と本研究との違いをまとめる。

2.1 災害情報システム

災害情報共有システムでは、災害発生時の状況をより詳細に確認する手段が重要となるが、日常的に利用されていなければ利用されない。災害時におけるインターネット放送として、Fredrik ら[14][15]は、緊急事態の情報把握の手段にインターネット放送を用いることを提案している。当該研究の緊急事態とは、災害発生時を指し、火事や事故を事例として挙げている。システムとしては、既存のスマートフォンで放送可能なインターネット放送と、スマートフォンから取得した位置情報を Google Map で表示する Web サイトを用意する。緊急事態発生時には、消防士やレスキュー隊とオペレータが放送を通じて情報共有を行う。わかりやすい状況把握手段として、インターネット放送を用いている。しかし、利用者であるプロのレスキュー隊ですら、撮影機器の存在を忘れてしまうことが挙げられていた。すなわち、すぐに導入した機器は利用されない。本研究では、対象者を一般人としているため日常的な利用を行っていないと、緊急時には利用されない。災害の状況の効果的な可視化として、岩倉ら[16]は、地震の揺れの可視化を行っている。日本地図上に地震の揺れを 3D 表示するものである。また、村崎ら[17]は、災害情報の可視化と意思伝達を行うシステムを開発している。災害時の被害状況や救助の有無などが独自のユーザインタフェースから確認可能である。しかし、これらの災害に特化したシステムであると日常的に使用されないため、災害時に有効に活用されない。日常的に利用可能な気象情報の共有システムが必要である。

日常的に利用されないシステムが災害発生時に利用されない理由として、対脅威反応硬直性が挙げられる。対脅威反応硬直性に関しては、「緊急事態のための情報システム」[18]で述べられている。対脅威反応硬直性とは、緊急事態において、すでに学習している事柄や習慣化された行動をとってしまうことである。対脅威反応硬直性によって、緊急事態への対応が遅れてしまい、組織としての機能が低下してしまう。対脅威反応硬直性を緩和する方法として、常になじみのある災害情報共有システムを利用することが挙げられている。つまり、常に利用しているシステム

では適切な行動がとれるためである。

災害発生時に利用された情報共有システムとして SNS が挙げられる。現在の研究では、災害の状況を取得する手法として、災害発生時に SNS から情報を収集し、状況をつかむ研究が多い[19][20][21]。震災発生時には、Twitter や Facebook などの SNS が、コミュニケーション手段として利用された。特に Twitter の利用は、震災発生後に最大で 10 倍近くのツイートを記録した[22]。このように災害発生時には SNS が活用されることが知られているため、ツイートを分析して必要な情報を得る研究が多い。しかし、災害発生時に状況を把握するためのツイートが常に集まる保証がない。災害発生時には、警察署や消防署などの公的機関から公式の発表が行われることは少ないことが判明している[23]。公式発表を行うことが少ない理由として、緊急時にはそれ以外の重要な要件が重なるために利用しないことが挙げられていた。また、Web 上の掲示板の災害情報の内容に関する調査では、ジョークなどの情報が災害時でも興味を引くことがいわれている[24]。すなわち、災害の本質とは関係ない情報が集まってしまう。したがって、SNS のみを情報共有システムとして利用することは現実的ではない。

SNS に限らず、災害発生時にはリアルタイムな情報共有が重要となる。内田ら[25]は、災害情報ネットワークにおけるリアルタイム通信を可能とするネットワークを構築している。災害では、十分な帯域がとれないことから、特に遅延が問題となる。また、リアルタイムなコミュニケーションをとるためには、遅延に気をくばる必要がある。SNS の有無に関わらず、状況把握のための情報共有はリアルタイムに迅速に実施しなければならない。リアルタイム性を求める場合に、観測地点がなく災害情報を即時に伝えることが困難な場合がある。廣井ら[26]は、気象観測網を利用した、即時性の高い観測点以外の降水量推定と水害向け危険指標生成モデルを提案している。即時性の高い観測点以外の空白地域は、最近傍となる観測点での降雨に近いことから、最近傍の降水量データを用いて降水量を推定している。即時性を保ちつつ、日常的に利用され、即時に利用できるようなシステムの構築が必要となる。

以上より、日常的に利用できるシステム、かつ災害発生時には災害情報共有システムとして即時に利用できるシステム構築が必要である。本研究の気象に基づく服装情報の提示は、日常的に利用でき、災害時には被災地の気象情報を得る手段として利用できる。次節では災害情報システムとして、利用実績が高い Sahana について述べるととも、現状の災害情報システムの課題を述べる。

2.2 災害時救援情報共有システム Sahana

本節では、災害時救援情報共有システムである Sahana[27][28]について述べる。Sahana は、被災地内での活動に必要なさまざまな機能が利用できる、オープンソースのシステムである。

Sahana はスマトラ沖地震、四川大地震、ハイチ地震などで利用実績があり、災害支援に必要な被災状況、支援、避難所、物資、施設やボランティアなどの情報を共有することが可能である。

実環境での運用例として、吉野ら[29]は、東日本大震災における Sahana の運用と課題を述べている。運用実績例として、岩手県陸前高田市での運用と課題に関して記述している。ここでは、導入前と運用中の 2 つの場面での課題を挙げる。まず、導入時の課題として、日本語版への翻訳とシステムのデバック作業の必要があったことが挙げられる。上記の課題により、導入時期が大幅に遅れてしまった。東日本大震災の発生は 2013 年 3 月 11 日だが、導入時期は同年 6 月 1 日である。現在の Sahana では、日本語化が標準で行われており、システム自体も安定しているため、日本語翻訳やデバックによってシステムの設置が遅れることはない。また、導入時の課題として、すでに物資配布の一定の流れができている状態で、その仕組みを変えるようなシステム導入は難しいことがいわれている。つまり、災害発生時にすぐ導入を行うか、すでに利用されているシステムでないと利用が難しいことがいえる。次に、導入後の課題として、高齢者に利用してもらえなかったことや食料を物資支援要請の対象外としたために利便性が落ちてしまったことが挙げられている。つまり、システムをある程度稼働させてシステムに慣れさせることが必要である。また、利用者からのフィードバックを得て、システムを改善しておく必要性もある。

Sahana の導入は多くの課題を残したが、利用する利点も多い。まず、24 時間閲覧できることや生理用品などの口頭では伝えにくいことを要請できたことが利点として挙げられている。言い換えるなら、日常的に利用されていれば、災害時に災害情報共有システムとして Sahana が活躍可能である。本研究の服装情報を、Sahana に組み込み、日常利用してもらうことも考えられる。現状の、災害情報システムは平常時には利用されていないため、災害時に利用されない。本研究は、将来的には新たな災害情報システムを構築するために、服装情報を用いることを考えている。次節からは、現状の気象情報システムが気象をどのように見せているのかを述べるとともに、本研究における気象の見せ方の差異を記す。

2.3 気象情報システム

情報分野では、気象の専門家に対して、気象そのものを可視化する気象情報システムが研究されてきた。片山ら[30]は、気象画像のデータから専門家が必要とする気象情報を得ることが可能なデータベースの構築を行っている。専門家が必要とする気象情報とは、台風の移り変わりや特定日時と同様の雲のパターンなどである。気象情報を検索することによって、気象画像を取得することが可能である。しかし、気象の専門家にとどまらず、気象は日々の行動を決定する指針となるため、一般人に対しても有用である。よって、一般人に向けたより詳細な気象情報を提供する研究が必要である。

気象の提示対象が一般人となり、より詳細に様々なユーザに合った気象情報の提示が求められるようになった。より詳細に様々なユーザに合った気象情報を提示するため、Katarina ら[31]は気象情報共有システムを研究している。当該研究では、2008 年 10 月から 2011 年 4 月までの期間に気象情報の共有サービスを運用した。気象情報共有サービスでは、利用者が気象情報をテキストや写真データで送信することで、より詳細な気象情報が閲覧可能である。送信される気象情報は、雲の量、風の状態や地面の状態などである。525 人が利用登録を行い、700 以上の気象情報の送信が行われた。ユーザから気象情報を得ることで、特定地域の詳細な気象情報を得ることが可能である。

センサから得られた気象情報から可視化を行う研究も数多くなされている。高岡ら[32]は Live E!プロジェクト[33]の一環としてデジタル百葉箱を用いた気象可視化アプリケーションの開発を実施した。同様に、岡田ら[34]も Live E!を用いて、気象可視化のアプリケーションを開発している。当該研究は、Live E!による独自の気象観測を行っており、センシングデータから得た、気温、湿度や雨量などをグラフィカルに Google Map 上に表示している。本研究との違いは、可視化が直感的に理解できるものであるかである。センサから得られた気象情報から、気温、湿度や雨量などが地図上で数値として理解できるが、実際の状況が理解しにくい。その地域が、どの程度寒いのか暑いのか体感的なことがわかりづらい。本研究では、服装情報を提示することでユーザが直感的に理解しやすい気象の可視化を行う。

直感的に理解しやすい気象の可視化として、3D による気象の可視化が行われている。新井ら[35]は、気象情報を 3D で表示する可視化システムを構築した。3D 表示することで、台風、嵐や低気圧などの大まか全体像が判明する。元々は、航空用のシステムであり、気象状態を 3D 化することで航空機の運用に役立てるシステムであった。当該研究では、航空用のシステムを、一般や教育現場に利用しようという試みである。直感的な気象情報の取得は可能であるが、情報が大局的になりすぎてしまう。本研究では、情報を共有することで特定地域の情報を得ることが可能である。したがって、個人が特定地域の気象を直感的に理解することが可能である。

さらに、気象情報の可視化としては、菊池ら[36]は三次元仮想現実による雲の準リアルタイム

視覚化の研究を行っている。GMS-5(ひまわり 5 号)の雲画像を用いて、雲を三次元表示する。表示された 3D モデルは、独自開発したアプリケーションからアクセス可能である。当該研究では、アーカイブにあるデータへのアクセスは多いが、作成した雲の 3D モデルにはアクセスが少ないことが指摘されている。当該研究から、雲の直接的な視覚化を一般人が求めていることがいえる。本研究では、気象情報として服装情報を提示することで、一般の人が必要とする情報を提示できるものとする。

気象の可視化ではないが、膨大な気象情報の理解を自然に行う研究もなされている。仁科ら[37]は、情報を気配として伝える「アンビエントシステム」を利用した、音による天気情報の伝達を提案している。膨大な情報によって、ユーザに負担が掛からず、情報をストレスなく伝達することが可能となる。天気情報の音は、川や風などの自然の音や動物の鳴き声などである。当該システムは可視化ではないが、音による気象の自然な認識を目的としている。気象の音は、生活音や季節音であり、本研究と着眼点が近い。本研究では、音ではなく目に見える可視化を行う。

気象情報を用いて、一般に利用されるコンテンツを改善する研究もなされている。武ら[38]は天気変化を考慮した観光スケジュール群を算出するアルゴリズムを提案している。当該研究では、天気のよって左右される、観光における旅行者の満足度を最大にするアルゴリズムを提示する。観光スケジュールを決める場合に、天気情報は重要な要素となる。当該研究では、天気が確率的にしか予測できない場合におけるスケジュールの決定手法である。当該研究の観光案内のように、気象情報は、一般人の行動と密接な関係にある。一般人に対しても効果的に気象情報を提示すれば、日々の行動に役立てることが可能である。しかし、当該研究の場合も気象の情報は晴れか雨か曇りかの 3 つの状態であり、実際のどの程度の気象かは考慮していない。これは、気象庁が出す公式の気象情報が、このような一意の情報しか与えないためである。

今日では、さらにユーザが理解しやすい気象情報として、集めた気象情報をユーザが必要とする情報に処理して提供している。日本気象協会の tenki.jp[39]では、服装指標、洗濯指標やおでかけ指標など、気象そのものでなくユーザが必要とする情報に、気象情報を変換している。当該サービスの服装指標では、10 段階ごとに 0 から 100 までの服装の数値が提示されるシステムである。服装の指標提示サービスは、ほかにおしゃれ天気[40]や今日の重ね着[41]などが存在する。当該サービスらでは、服装指標の算出式が明示されていないが、世界の歩き方[42]では生気象学に則った服装の算出がなされている。生気象学に関しては、2 章 5 節で述べる。次節では、服装推薦システムに関して述べる。

2.4 服装推薦システム

日々の服装を提示するシステムとして、ファッションコーディネート支援システムが研究されてきた。佐藤ら[43]はファッションコーディネート支援システムとして、suGATALOGを提案している。suGATALOGでは、トップスとボトムスの服装の組み合わせをシミュレーションできる。トップスとボトムスは事前に鏡の前のカメラによって撮影される。撮影されたトップスとボトムスを、自由にPC上で組み合わせることで服装をシミュレーションする。当該研究の課題として、服装の推薦がないことが挙げられる。服装の推薦とは、自分が着るべき服装を勧めてくれるということである。当該研究では、服装をシミュレーションすることは可能だが、最終的に服装を自分で決定する。過去の服装情報やシチュエーションによって、服装をある程度、絞り込む必要がある。

服装を絞り込んで推薦する手法として、原田ら[44]の研究では、コーディネート可能な服装の組み合わせを提示する手法を提案している。コーディネート可能な服装の組み合わせは、過去の服装から算出される服装の組み合わせである。過去の服装から服装を算出する方法は2通りある。1つ目は、過去の全身の服装をデータとして蓄積しておき、置き換え可能な服装を過去の衣類と置き換えてしまう方法である。2つ目は、過去の服装から基点となる服装だけ固定し、それ以外の服装を組み合わせポリシーグラフによってすべて変更する方法である。アイテム組み合わせポリシーグラフとは、特定の服装を着たときにどの服装を組み合わせるかのグラフである。言い換えると、アイテム組み合わせポリシーグラフは、日々のコーディネーションのデータベースである。基点となる服装が決まれば、日々の服装に沿ったコーディネーションの一覧が取得できる。当該研究の課題、学習する手間がかかることである。アイテム組み合わせポリシーグラフを生成するためにはある程度の期間、服装情報をデータベースに蓄積しなければならない。また、ある程度学習すると、膨大な量の服装を推薦される。過去の情報が蓄積されるほど、提示される服装を多くなる。提示される服装を絞るため、ユーザが着用した服装の履歴や雑誌などの最新情報を組み合わせでロボット対話型で服装推薦を実施するシステム[45]が存在する。また、ユーザ情報に基づく使用目的に沿ったファッションコーディネート推薦[46][47]や服装の着用経験などユーザ情報を利用した服装推薦システム[48]なども存在する。しかし、ユーザ情報を含めても推薦される服装はまだ多い。提示される服装をさらに絞り込むためには、気象情報などの環境情報により提示する服装を切り替える必要がある。

Si-Jung[49]らの研究では、環境データによって服装を推薦するシステムを提案している。当該研究では、服にRFIDを貼り付けることで、自動的に現在の服装情報を取得する。また、取得した服装情報とともに、環境データを保存する。環境データとは、時間や気象情報などのデータである。服装と環境データを学習されていくことで、時間や気象条件が合致した時に、過去の服装情報を提示する。当該研究の課題として、服装を学習させなければならないことが挙げられ

る．学習にはある程度の期間が必要となる．さらに，未知の環境に対応できないことが挙げられる．過去に同様の環境を経験していなければ服装は，推薦されない．

現在の服装推薦システムでは，服装を学習する必要性があり，未知の環境には対応できない．未知の環境には対応できないということは，行ったことがない場所の服装を推薦できない．行ったことがない場所の服装の推薦は，旅行などのシチュエーションを考えたときに，絶対に必要である．なぜなら，旅行に行く際は，多くの服装を持っていくことが困難なため，事前に服装を知っておきたいためである．特に，**Si-Jung** の研究のように，気象条件を考慮した，未知の土地での服装推薦が重要であると考ええる．気象条件による人体への影響が，服装によって大きく変わるためである．気象条件によって，どのような服装が最適か，ある程度の指標が必要となる．次節で，気象から服装情報を算出する研究を行っている，生気象学について述べる．

2.5 生気象学

気象が人間に及ぼす直接的や間接的な影響を研究する生気象学といい、気象情報から服装情報を算出する研究もなされている。気象に基づく服装情報を算出のために、clo 値が用いられる。clo 値は、服装情報算出のための値として、一般的に利用される指標である。1 clo とは、気温 21℃、相対湿度 50%、気流 0.1m/s の室内で着席安静の状態にしている人が快適である服装を指す。温度、湿度や風速などの気象情報が分かれば、clo 値が判明し、服装を決定することができる。

clo 値を用いる主な服装と気象要因の快適性の指標として、SET*が挙げられる。SET*は気象要因の気温、湿度、風速と平均放射温度に加えて、clo 値と作業量によって求められる。SET*の値は、実施環境が仮想環境の気温で何度になるかを表す。仮想環境は、湿度 50%、風速 0.1m/s、平均放射温度が気温と同じ、作業量が椅子に座った状態で clo 値が 0.6 である。SET*から導き出された値は快適域が設定されている。算出された値が快適域に収まれば、快適であると感じているということである。快適域は、日本人の場合、SET*の値で 22℃から 26℃とされている[50]。SET*の快適域や clo 値に関しては、実環境の実際の服装との適合に関して調査が行われている。

実際の服装の clo 値と気温の関係に関して、田村ら[51]は大規模な街角観察による東京の住民の衣服調査を行った。対象人数は 1 万人以上、歩行者の衣服を推定し、気温と衣服の相関関係を調査している。本調査では、日平均気温と調査対象者の clo 値に関して、相関関係が強いことがいわれている。また、日平均気温と調査対象者の clo 値との関係は、SET*の快適域と一致した。しかし、東京のみの調査であるため、SET*との適合は疑問が残る。また、服装の個人差については、男女別に分けての調査のみである。

東京以外の地域の、実際の服装の clo 値と気温とは、沖縄[52]、岩手[53]や岐阜[54]などで実施させている。しかし、当該研究らも、地域を比較して調査していない。また、個人の服装の差についても、男女差のみを調査している。岩手の調査では、SET*から求められる clo 値と実際の服装の clo 値の比較がされていない。しかし、田村らの東京での調査と比較すると、冬期の clo 値が氷点下に近いにも関わらず低い。岩手のような冬期場に氷点下前後の気温である寒冷地の冬期の服装を調査し、SET*と比較することで、生理的要因以外の服装の個人差の要因が明らかになる可能性がある。

生理的要因以外の服装の個人差の要因として、寒冷馴化や暑熱馴化の影響[9][10]があるのではないかと考えられる。西村ら[55]は、季節性寒冷順応の影響について述べている。当該研究の季節性寒冷順応とは、寒さに対する慣れである。寒さへの慣れによって、気候に対してどのような生理的な反応があるか述べている。西村らは寒冷順応と述べているが、生気象学の辞典[9]では、寒冷馴化とされているため、本研究では寒冷馴化という用語を使用する。

日々の服装は、気象によって判断しているため、服装にも寒さへの慣れの影響があるかもしれない。しかし、最適な服装決定のために、寒さへの慣れなどを考慮する必要があるか明らかにさ

れていない。本研究では、利用者が求める真の服装情報の算出には、寒冷馴化を考慮する必要性があると仮定する。寒冷馴化の影響を明らかにすることで、適切な服装を提示する服装算出指標が作成できる。

2.6 SET*算出式

SET*の算出式に関して述べる。SET*の算出に関しては、Gagge らの論文[1][2][3]を用いるとともに、使用される用語の日本語表記に関して SET*委員会[56]や石井らの論文[57]を参考とした。SET*を算出するためには、6つの要素を利用する。6つの要素とは、気温、平均放射温度、湿度、風速、メタボリックレート(作業量)と clo 値を用いる。表 2.1 に、使用する 6 つの要因を記す。

SET*は標準環境における体感気温である。標準環境とは、平均放射温度を気温と同等とし、湿度を 50%、風速を 0.1m/s、メタボリックレート(作業量)を 1.0met、clo 値を 0.6clo とした環境である。メタボリックレート(作業量)1.0met とは、座っている状態を指す SET*は、現在の環境を上記の標準環境に置き換えたとき、気温がどの程度になるかを表す。表 2.2 に標準環境についてまとめる。

表 2.1 : 6 つの気象の要素

気温	TA(°C)
平均放射温度	TR(°C)
湿度	RH(%)
風速	AV(m/s)
作業量(メタボリックレート)	M(met)
clo 値	ICLO(clo)

表 2.2 : 標準環境下での 6 つの気象の要素

TA(°C):気温	x
TR(°C):平均放射温度	x(=TA)
RH(%):湿度	50%
AV(m/s):風速	0.1m/s
M(met):作業量	1.0met(座っている状態)
ICLO(clo):clo 値	0.6clo

SET*を算出する場合、皮膚面からの全熱損失を比べることで求めることができる。実在環境と標準環境における皮膚面から全熱損失量 HSK と HSKs が等しいと置いた方程式の、標準環境の室温 x の解が SET*の値となる。以下に式を示す。

$$f(x) = HSK - HSKs = 0 \quad (2.1)$$

HSK は人体の顕熱損失(DRY)と潜熱損失(ESK)によって求めることができる。(2.2)に式を示す。HSK は DRY と ESK を合算したものに等しい。顕熱とは温度変化による熱を表す。つまり、人体の顕熱損失とは皮膚温度である。潜熱は温度変化を伴わない熱を表す。つまり、人体の潜熱損失とは、汗からの熱損失を表す。

$$HSK = DRY + ESK \quad (2.2)$$

DRY は、総合熱伝導率(CTC), 着衣熱伝導効率(FCLE), 平均皮膚温度(TSK)および作用温度(T0)によって求めることができる。(2.3)の式を示す。

$$DRY = CTC * FCLE * (TSK - T0) \quad (2.3)$$

総合熱伝導率(CTC)は対流熱伝導率(ChC)と放射熱伝導率(ChR)を合算することで求められる。(2.4)に式を記す。

$$CTC = ChC + ChR \quad (2.4)$$

ChC は風速に基づく ChCV と作業量に基づく ChCA を比較し、大きいほうを採用する。(2.5)に ChCV の式を、(2.6)に ChCA の式を記す。

$$ChCV = 8.6 * AV^{0.53} \quad (2.5)$$

$$ChCA = 5.66 * (M - 0.85)^{0.39} \quad (2.6)$$

FCLE は、ICLE に基づき決定する。ICLE は ICLO に基づいて決定する。FCLE の算出式を(2.7)に、ICLE の算出式を(2.8)に示す。

$$FCLE = 1/(1 + 0.155 * CTC * ICLE) \quad (2.7)$$

$$ICLE = ICLO - (FACL - 1)/(0.155 * FACL * CTC) \quad (2.8)$$

$$FACL = 1 + 0.25 \quad (2.9)$$

T0 は(2.10)の式によって求まる.

$$T0 = (CHR \cdot TR + CHC \cdot TA) / CTC \quad (2.10)$$

次に, ESK を求める式を(2.11)に記す. ESK は, ぬれ面積率(WET), 対流熱伝導率(ChC), 着衣の透湿効率(FPCL), 平均皮膚温度による飽和水蒸気圧(PSSK)と水蒸気分圧(Pa)によって求まる.

$$ESK = WET \cdot 2.2 \cdot ChC \cdot FPCL \cdot (PSSK - Pa) \quad (2.11)$$

FPCL は, ICLE を用いて求まる. (2.12)に式を記す.

$$FPCL = 1 / (1 + 0.155 \cdot ChC \cdot ICLE) \quad (2.12)$$

PSSK は(2.13)(2.14)の式により求まる.

$$PSSK = PVP(TSK) \quad (2.13)$$

$$PVP(x) = \exp[18.668 \cdot 6 - 4030.183 / (x + 235)] \quad (2.14)$$

Pa は(15)の式により求まる.

$$Pa = PVP(TA) \quad (2.15)$$

TSK および WET は, 至上環境下において, 34 と 0.06 といわれている[60]. TSK は, 平均皮膚温度であるため, 普段我々が体温を測定する人体のコア温度と違い, 表面の皮膚の温度であるため, 34℃程度と低い. また, WET は, ぬれ面積率, つまり汗をかいている面積であるが, 至上環境下では 6%である. これは, 人体は一定の保湿があるためである.

SET*の標準環境下の快適域は, 日本人は 22℃から 26℃といわれている. SET*の TA に快適域の範囲の気温をいれ, clo 値を逆算することで, 最適な服装を決定することができる.

2.7 本研究のスコープ

情報処理分野の気象情報システムは、気象そのものを提示するものから、近年では、気象情報を処理した情報へと変わった。気象情報を処理した情報とは、服装の情報、洗濯の情報やお出かけの情報などである。気象学でも情報処理の重要性が説かれている[58]。海外では、Climate Informatics[59]が注目されている。Climate Informaticsにおいて、気候変動の脅威は、現代社会の最大の脅威と記述されており、機械学習（ならびにデータマイニングと統計）と気候科学の間のコラボレーションが重要であると述べている。古典的手法がとられてきた気象科学に対して情報処理を用いて、より確実な気象情報を予測・提供する必要があるといえる。本研究は、気象から服装情報を算出する気象情報処理を扱い、今まで変化がなかった服装情報の算出に着手する。生気象学では、clo 値に基づく、服装の指標の算出が行われ、近年では、clo 値と実際の気温との関係性が主に研究されている。近年の研究では、生理的要因を考慮し、男女別の調査や年齢別の調査が行われている。しかし、関連研究においても、生理的要因以外の服装の個人差の要因は述べられていない。本研究では、寒冷馴化の影響が服装にもあり、個人差が生まれているのではないかと仮定している。

本研究では、まず、夏期に予備調査を実施し、Web 調査のやり方や既存指標の適合性を明らかにした。次に、予備調査に基づき、寒冷馴化の影響を clo 値の算出と、clo 値から服装の決定、以上の2つに分けて、調査した。clo 値の算出における寒冷馴化の影響に関して、季節間および地域別に服装の実態と気温の関係を調査する。地域には寒冷地を入れ、SET*の値や服装の個人差について調査を実施する。当該調査では、寒冷地と温暖地で服装の個人差があるか調査する。また、寒冷地の被験者に、インタビュー調査を実施することで、寒冷馴化に関して仮説を立てる。次に、仮説に基づき、該当の季節と地域の被験者の服装の実態と気温の関係を再調査する。再調査では、仮説を検証するために、寒冷馴化の影響に関わるユーザ属性を被験者に回答してもらう。ユーザ属性とは、「寒さへの慣れ」を検証する場合、出身地域や滞在期間などである。ユーザ属性と服装の実態を調査し、仮説を検証する。寒冷馴化の影響を clo 値の算出に関して、寒冷地である岩手の冬期の clo 値が上がらないとすると、服装の傾向がどのようになるのか調査する。服装の傾向とは、単品衣類の組み合わせがどうなるかである。秋期と冬期の服装の傾向を調査するため、秋期と冬期とで同一の clo 値で、単品衣類の組み合わせがどのようになるのか調査する。田村らの知見[51]によると、12.5℃を下回るとコートやマフラーを着用し始める。clo 値が低いままで、つまり薄着の服装の場合でも、コートやマフラーなどの着用が見られるか調査する。本調査により、clo 値に基づく服装の定義が可能である。clo 値に基づく服装の定義付けは、clo 値が高くなると、単品衣類の組み合わせが増えるために困難となる。まずは、冬期の地域による違いを比較することで、clo 値と服装の関係が明確になる。さらに、冬期と秋期と同様に、夏期と春期に寒冷地で調査した結果をまとめる。夏期と春期の傾向が、田村らの知見と同様に、SET*の快適域が逸脱しな

いのか検証する。また、被服量に限界があるため、夏期の服装が 0.3clo 以下にならないという田村の知見と同様に傾向を見せるか検証する。既存の知見と比較し、逸脱するようであれば、寒冷馴化の影響に関して、夏期と春期でも分析する。調査結果を基に、寒冷馴化を考慮した新たな服装情報算出式の作成を実施する。寒冷馴化を考慮した服装情報算出式を評価し、寒冷馴化が服装に影響を与えているのか判断する。

第 3 章 調査実験

本章では、服装の実態調査と新たな服装情報算出式についてまとめる。

3.1 予備調査

本節では、夏期に実施した予備調査実験の概要と調査方法について述べる。Web 調査による clo 値の算出の評価や、どの既存指標を利用するか、既存指標との適合性をみることで議論する。

3.1.1 調査概要

本調査では、既存の指標と実際の服装に関して、寒冷地の夏期で調査を実施した。調査実験する上で、既存の服装情報の算出の式に関する調査と Web を介する服装情報の調査のためのシステム実装の 2 つを実施した。実装したシステムは、Web を介して現在の気象情報を取得し、服装情報の算出式を用いて服装情報に変換する。また、服装情報を被験者が入力することで服装情報から算出された服装情報と比較することが可能である。実験にあたり、調査のためのシステムを実装した。従来の従来の街角観察による衣類調査を用いなかった理由は 2 点ある。1 つ目として、Web を利用することで現在の気象情報を簡単に取得できることが挙げられる。従来の手法では、現在の気温をセンサから直接取得する必要性があった。2 つ目として、従来の街角観察による衣類調査では、細かな服装情報を得ることが困難であることが挙げられる。例えば、重ね着の枚数や肌着の種類などの情報を得ることができない。以上の点を考慮して、Web を用いたシステムを実装した。

既存の服装情報の算出方法に関して述べる。既存の服装情報の算出方法は、SET*による clo 値算出と clo 値と体感気温の関係の 2 つを用いた。clo 値とは ISO-9920[61]で定義されている国際的な服装の単位である。1clo を、湿度 50%、風速 0.1m/s、気温 21.2℃の大気中で、白人標準男子の快適状態を継続するのに必要な被服と定義している。1clo の服装を求める場合、個々の服装の clo 値を足すことで求めることができる。個々の服装と clo 値の関係を示す表の一部を表 3.1 に示す。約 1clo は、表 3.1 から求めると、靴下、パンツ、ジャケット、Y シャツ、半そでとジーンズの組み合わせである。実際の服装の clo 値を算出した後、田村らの研究と同様に、clo 値と気温の散布図に SET*の快適域を示した散布図を作成する。SET*の快適域から外れる季節や地域が存在するか確認する。また、SET*とは別に体感気温と clo 値の関係も調査する。clo 値と体感気温の関係を表 3.2 に示す。表 3.2 は、日本人男子学生の clo 値と気温に関して調査した奥窪ら[62]の研究をもとに作成した。clo 値は、0.3clo 以下がほぼ裸体になること、夏期季の服装が 0.5clo 程度で冬期季が 1clo 程度になることから 0.3clo、0.5clo と 1.0clo で区切る。また、表 2 の条件として、湿度 50%、風速 0.1m/s が加味される。この条件により、気象情報を取得しても気温から正確な clo 値をとることは困難になるため、湿度と風速を加味した体感気温を用いることとする。つ

まり、湿度 50%で風速 0.1m/s の体感気温を算出することで、気温、湿度と風速が判明すれば clo 値を求めることが可能となる。一般に用いられる湿度と風速を利用した体感気温の式である NET (net effective temperature)[63]を用いた。上記の式より求められる体感気温を表 2 中の右に示す。以上の 2 点から、服装情報を算出することが可能となる。2 つの既存指標を比べることで、今後利用する指標を決定するとともに、Web 調査によって clo 値の算出が可能であるか分析する。

実装したシステムのモデル図を図 3.1 に示す。被験者はまず、Web 上からシステムにアクセスする。Web サイトではユーザ登録を行う。ユーザ登録時には、年代(10 代～60 代以上)と性別を入力してもらう。ユーザ登録後は、任意の日に服装情報を提供する。服装情報を提供されたとき、被験者の位置情報をもとにシステムは気象情報を Web 上から取得する。今回、OpenWeatherMap[64]の API を利用して気象情報を取得している。取得した気象情報は、前節で求めた式から clo 値を算出しデータを保存しておく。

被験者は Web サイトの質問を投稿するページにアクセスすることで服装情報を提供できる。位置情報は自動的に取得され、変更がある場合は GoogleMap を用いて位置情報を変更することが可能である。被験者は、現在の天気に適した服装を選択する。つまり、現在被験者が来ている服装ではないということである。質問項目は 3 つからなり、上半身の衣類、重ね着の枚数と下半身の衣類を選択する。上半身の衣類は、半そでか長そでどうか、下半身の衣類は、半ズボンか長ズボンかを選択する。重ね着に関しては 1～5 まで数値を選択する。例えば、T シャツ 1 枚なら重ね着は 1 枚、T シャツと長袖なら 2 枚となる。すべての選択が完了したら、送信ボタンを押す。

本調査は 2014 年 7 月 25 日～8 月 8 日に実施し、被験者は岩手県立大学の男子学生 10 名(21 歳～24 歳)である。被験者は任意の日に服装情報をシステムに送信する。

表 3.1 : clo 値の一覧

着衣	clo 値
靴下	0.01
パンツ(トランクス)	0.1
半そで	0.1
長そで	0.16
Y シャツ	0.29
ジャケット	0.34
ジーンズ	0.24
ハーフパンツ	0.08

表 3.2 : clo 値と気温の関係

clo 値	気温(℃) (条件 : 湿度 50% 風速 0.1m/s)	体感気温(℃)
1.0	19.3	18.2
0.5	23.4	21.3
0.3	25.2	22.7

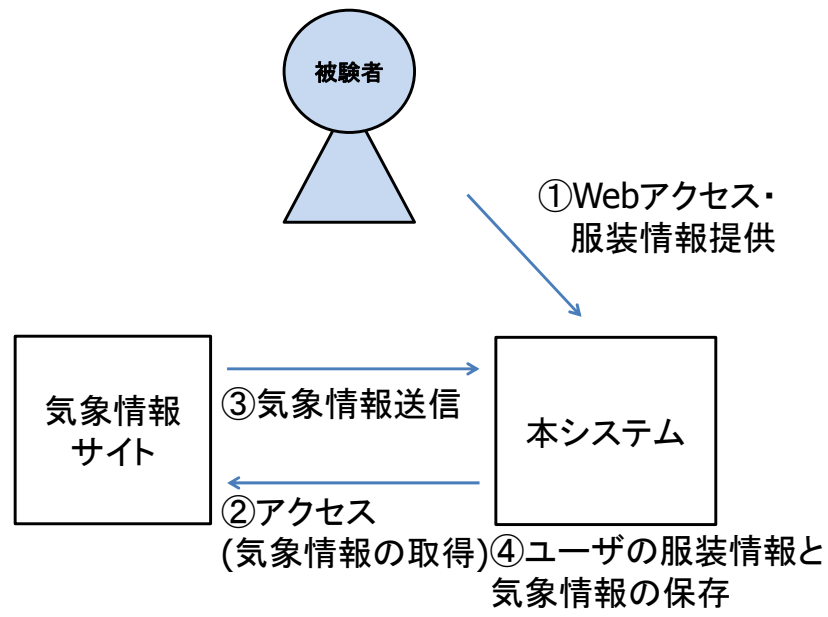


図 3.1 : システムモデル図

3.1.2 分析

図 3.2 に clo 値と気温の散布図に SET*の快適域を示した散布図を示す。0.3clo 以下の服装は裸同然のため、0.3clo を大きく下回らないのは、田村らの知見と同様である。また、SET*の快適域の上限が 0.3clo を上回る場合には、SET*の快適域に clo 値が収まる結果となった。clo 値と体感気温の関係は、データ 28 件のうち 18 件が気象情報から算出した服装情報と被験者の服装情報が一致しない結果となった。調査結果を表 3.3 に示す。表中の横が選択した服装の clo 値を表し、縦が体感気温を表す。22.7℃以上で幅広い服装が選ばれた。体感気温で clo 値を求める場合、18.3℃から 22.7℃という狭い範囲で、clo 値が変動するため、被験者の服装情報と一致しない場合が散見される。特に、夏期においては、22.7℃以上の体感気温がほとんどであるため、22.7℃以上に被験者が集中した。

また、被験者の服装を分析した結果、服装を絶対に変えない人は 10 名のうち 8 名であり、大多数が服装を変更しない。該当被験者のうちの 1 人のデータを表 3.4 に示す。該当被験者のように、どのような気温、湿度や温度に対しても服装を変更しない被験者がほとんどである。一方、服装を変える被験者は、前日の服装から大きく服装を変更せず、重ね着などで小さく対応することが結果から判明した。該当被験者のうちの 1 人のデータを表 3.5 に示す。該当被験者は、夏期の時期に寒い日が到来しても、半そでから長そでに変更することはなく重ね着で対応している。この傾向は、もう一人の服装を変更する被験者にも同じことがいえた。

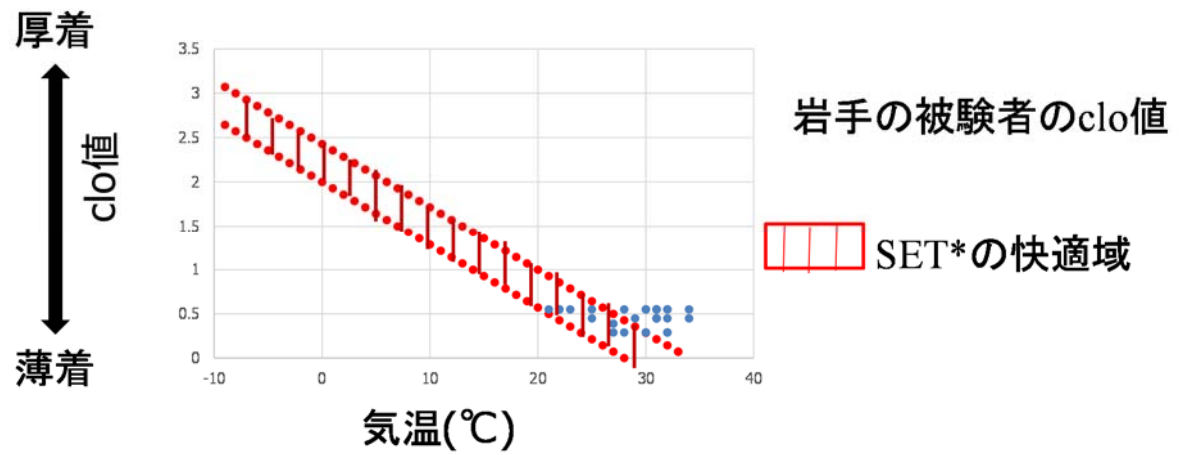


図 3.2 : 岩手の夏期の服装の clo 値と気温

表 3.3 : 選択した服装の clo 値と体感気温

	～0.3clo	～0.5clo	～1.0clo
22.7℃以上 (～0.3clo)	5 名	6 名	8 名
21.3℃以上 (0.5clo～0.3clo)	1 名	1 名	1 名
18.3℃以上 (1.0clo～0.5clo)	0 名	0 名	4 名
18.3℃未満 (～1.0clo)	0 名	0 名	2 名
合計	6 名	7 名	15 名

表 3.4 : 服装を絶対に変えない被験者

温度℃	湿度%	風速 m/s	体感気温℃	上半身の衣類	重ね着	下半身の衣類	clo 値
21	94	5	13	半そで	2	長ズボン	0.55
23	99	1	20	半そで	2	長ズボン	0.55
30	66	5	24	半そで	2	長ズボン	0.55

表 3.5 : 服装を変える被験者

温度℃	湿度%	風速 m/s	体感気温℃	上半身の衣類	重ね着	下半身の衣類	clo 値
29	74	1	25	半そで	1	長ズボン	0.45
21	94	5	13	半そで	2	長ズボン	0.55
34	56	3	28	半そで	1	長ズボン	0.45

3.1.3 考察

clo 値と気温の散布図に SET*の快適域を示した散布図による調査では、既存の結果と同じように、0.3clo を大きく下回るにはならないことや SET*の快適域の上限が 0.3clo 以上になる場合には、SET*の快適域に clo 値が収まる結果になった。体感気温と clo 値の関係を用いた場合、夏期においては、22.7℃以上の体感気温がほとんどであるため、22.7℃以上に被験者が集中した。たとえば、冬期に調査した場合、体感気温 18.3℃未満がほとんどであることが予想され、細かな clo 値の決定が難しくなる。本調査以降は、SET*による clo 値の算出を利用して、実際の服装の clo 値との比較を実施する。

また、服装には個人差があり、服装を絶対変えない被験者や重ね着によって夏期に対応するなどの結果がでた。個人差がどのような要因によって発生するのか、ユーザ情報によって分類わけするなどの必要性がある。ユーザ情報は男女差などの生理的要因によるものもあれば、心理的要因によって発生するものもある。例えば、生気象学では、心理的要因、気象以外の周りの風景や音などのによって被験者の生理的状況が変化するというものがある[65]。建築の外部空間における温熱感が、温冷感・快適感・暖涼感等の人体の心理反応に与える影響を研究したものもある[66]。次節以降の調査では、寒冷地の秋期から冬期にかけて服装の実態調査を実施し、他の地域と比較することで、生理的要因や心理的要因など、地域特有の要因を抽出することを目指す。特に、寒冷地では、他の地域より寒さが厳しいという特徴がある。本研究では、寒さへの慣れ、寒冷馴化に着目して調査を実施する。本調査より、Web 調査を用いて、clo 値と気温の散布図に SET*の快適域との適合性を調査することが可能であるといえた。次節以降は、Web 調査を用いて、服装の実態調査を実施し、SET*と比較していく。

3.2 寒冷馴化が及ぼす影響についての調査

本節では、服装の寒冷馴化の影響の調査について述べる。調査概要を記すとともに、実施したユーザ調査と分析、およびインタビュー調査について述べる。

3.2.1 調査概要

調査の目的は、服装の寒冷馴化の影響について調査することである。服装の寒冷馴化の影響を調査するにあたり、寒冷地の被験者にインタビューを実施する。インタビューの前段階として、服装の実態調査を行い、服装の個人差が寒冷地と温暖地で存在するか調査する。インタビュー調査では、寒冷地の被験者に、「日々の服装をどのように決定しているか」についてインタビューする。インタビュー結果から、寒冷馴化の影響について分析を実施する。

服装の実態調査は、日本の気候区分より寒冷地と温暖地となる地域の比較および秋期と冬期の季節の比較を行う。服装の実態調査では、被験者の服装を clo 値として算出する。clo 値は、関連研究と同様に、単品衣類の clo 値の和をもって、被験者の服装の clo 値とする。単品衣類の clo 値は、田村らの調査と同様に、ISO-9920[61]の単品衣類の clo 値と花田らの研究[67]の単品衣類の clo 値で同一衣類の clo 値の平均を用いる。表 3.6 に衣類と clo 値の表を記載する。本調査は、男性や女性の幅広い服装に対応した。被験者には期間内に任意の日に、服装情報を送信してもらう。地域別、季節別に被験者の服装の clo 値の分散を比較する。clo 値の分散が高ければ、服装の個人差が大きい。そして、気温を基に SET*から算出される日本人の快適域にはいる clo 値と、実際の服装の clo 値の対応を調査する。最後に、寒冷馴化に関して、服装の個人差の大きい季節の寒冷地の被験者に、インタビューする。

調査対象者は、大学生を対象とした。大学生は、もっとも自由に服装が選択できるといわれている[68]。なぜなら、社会人は、スーツの着用の義務から社会的制約がある可能性がある。また、高校生以下は学生服の着用の義務の可能性がある。寒冷馴化が及ぼす影響に関する傾向をつかむ最初の調査として、大学生が適切であると考え。4章の評価では、様々な年齢の被験者を対象とする。

調査における被験者数に関して述べる。岩手県の大学生すべてを母数とした場合、総数は約 2 万人である。有意水準 95%で目標誤差 5%において 382 名の被験者が必要となる。しかし、服装や温熱感に関する調査の論文における被験者数はさほど多くない。老人の体温調節に関して調査した論文[69]では被験者は 30 名である。消火活動中の消防隊員の心身機能について述べた論文[70]では被験者は 16 名である。以上より、本研究では、寒冷馴化が及ぼす影響に関する傾向をつかむため、10 名～30 名程度の被験者による調査を実施する。第 4 章の評価では、大規模な調査を行い、妥当性に関して検証する。

実験にあたり、調査のためのシステムを実装した。従来の街角観察による服装調査や紙ベースのアンケート調査を用いなかった理由は2点ある。1つ目として、Webを利用することで現在の気象情報を簡単に取得できることが挙げられる。従来の手法では、現在の気温をセンサから直接取得する必要性があった。2つ目として、紙ベースのアンケート調査では、様々な地域の服装調査を行うことが困難である。紙ベースでは特定地域に赴かなければ調査ができないためである。以上の点を考慮し、Webサイト上で服装調査を実施できるシステムを実装した。

被験者はまず、Web上からシステムにアクセスし、ユーザ登録を行う。ユーザ登録時には、年齢、性別、現在住んでいる場所を選択する。現在住んでいる場所は、都道府県を選択する。ユーザ登録後は、服装情報送信ページから服装情報を提供する。被験者の調査期間内、任意の日に服装情報を送信する。被験者へは、毎日12時に実験協力のメールを送信する。服装情報を提供されたとき、被験者の位置情報を基に、気象情報をWeb上から取得する。今回、OpenWeatherMap[64]のAPIを利用して気象情報を取得している。気象情報は、気温、湿度、風速、降水量や積雪量などである。

被験者はWebサイトの質問を投稿するページにアクセスすることで服装情報を提供できる。位置情報は自動的に取得され、変更がある場合はGoogleMapを用いて位置情報を変更することが可能である。位置情報を決定した後、現在の天気に適した服装を選択する。重ね着に関しては、服ごとに1～5まで数値を選択する。また、コメント欄を設け、意見などがある場合にはコメントを入力してもらう。すべての選択が完了したら、送信ボタンを押す。

表 3.6 : 単品衣類と clo 値の表

単品衣類	clo 値
靴下	0.01
ブリーフ	0.02
トランクス	0.05
ショーツ	0.02
ズロース	0.05
ガードル	0.04
ブラジャー	0.03
スリッパ	0.17
ペチコート	0.13
キャミソール	0.09
パンティストッキング	0.04
タイツ	0.09
ランニング	0.06
Tシャツ(半そで)	0.10
Tシャツ(長そで)	0.15
Yシャツ(半そで)	0.24
Yシャツ(長そで)	0.33
セーター(長そで)	0.25
タートルネックセーター	0.37
ポロシャツ	0.17
ベスト	0.13
カーディガン	0.23
ジャケット	0.34
ジャンパー	0.37
コート	0.36
ロングジャンパー	0.69
ロングコート	0.65
スウェット(上)	0.36
スーツ(上)	0.45
パーカー	0.36

トレーナー	0.36
ブラウス(袖なし)	0.15
ブラウス(半そで)	0.15
ブラウス(長そで)	0.22
ワンピース(半そで)	0.28
ワンピース(長そで)	0.48
ハーフパンツ	0.08
ジーンズ(長ズボン)	0.24
チノパン(長ズボン)	0.22
スウェット(下)	0.28
スーツ(下)	0.22
スカート(夏用・セミタイト・ミニ)	0.11
スカート(夏用・セミタイト・丈 67:ひざ下)	0.17
スカート(合冬・セミタイト・丈 70:ひざ下)	0.19
スカート(合冬・スリム・丈 71:ひざ下)	0.28
スカート(合冬・フレアー・丈 71:ひざ下)	0.23
スカート(合冬・ギャザー・丈 71:ひざ下)	0.19
スカート(合冬・キュロット・丈 71:ひざ下)	0.21
スカート(合冬・セミタイト・丈 95:ロング)	0.34
ニット帽	0.01
マフラー	0.20
手袋	0.15
一般靴	0.03
サンダル	0.00
ブーツ	0.05

3.2.2 ユーザ調査

本調査は2014年10月、11月、12月に実施した。10月に寒冷地の秋期の服装を調査した。11月に温暖地の秋期の服装調査した。12月に寒冷地と温暖地の冬期の服装を調査した。10月の調査では、被験者は岩手県立大学の男子学生9名(ソフトウェア情報学部生9名)で、年齢は18歳～24歳である。調査期間は2014年10月17日(金)～31日(金)で、総有効回答データ数は44である。11月の調査では、被験者は関東の男子学生10名(東京在住3名、千葉在住1名、静岡在住2名、神奈川4名)で、年齢は18歳～22歳である。調査期間は2014年11月5日(水)～13日(木)で、総有効回答データ数は31である。12月の調査では、被験者は岩手県立大学の学生35名(ソフトウェア情報学部生33名、総合政策学部1名、看護学部1名)と日本の気候区分より温暖地となる日本の南の地域の学生12名(東京在住4名、神奈川在住2名、長崎在住1名、静岡在住1名、愛知在住1名、埼玉在住1名、千葉在住2名)で、年齢は18歳～22歳である。調査期間は2014年12月10日(水)～23日(火)で、総有効回答データ数はそれぞれ、165、45である。

3.2.3 分析

田村らの研究と同様に、寒冷地の秋期と冬期と温暖地の秋期と冬期の clo 値と気温の散布図に SET*の快適域を示した散布図を作成する。まずは、SET*の快適域から外れる季節や地域が存在するか確認する。次に、寒冷地の秋期と冬期と温暖地の秋期と冬期の服装に個人差があるか調査する。服装の個人差とは各被験者の clo 値のばらつきによって判明する。つまり、各被験者の clo 値がばらつくということは、個々の服装が違うということを示す。ただし、気温が高ければ clo 値が低くなり薄着になること、気温が高ければ clo 値が高くなり厚着になるので、各被験者の clo 値はばらつく。そこで、任意の気温内における各被験者の clo 値がばらつくとすれば、気温によらず服装に個人差があるといえる。つまり、服装の個人差があるということは、任意の気温における被験者の clo 値の分散が高いということである。上記の計算式について、以下の述べる。まず、任意の気温における被験者の clo 値の平均を求める。

$$m = \sum_{i=1}^n c_i / n \quad (3.1)$$

c_i は任意の気温における任意の被験者の clo 値であり、 n は任意の気温における被験者の総数である。次に、任意の気温における被験者の clo 値の分散を求める。

$$v_t = \sum_{i=1}^n (c_i - m)^2 / n \quad (3.2)$$

任意の季節において服装の個人差は、上記の任意の気温における被験者の clo 値の分散によって判明する。ただし、季節内で気温は変動する。最高気温と最低気温の間のすべての気温における被験者の clo 値の分散の平均を求めることで、季節内で平均してどの程度服装のばらつきがあ

るのが求められる．平均が高い場合には季節内で個人差があるといえる．上記の計算式を以下に示す．

$$\sum_{t_{min}}^{t_{max}} v_t / (t_{max} - t_{min} + 1) \quad (3.3)$$

t_{min} は季節内の最低気温， t_{max} は季節内の最高気温を指す．寒冷地の秋期では最低気温 1°C で最高気温 21°C であり ($1 \leq t \leq 21$)，冬期では最低気温が -5°C で最高気温 4°C である ($-5 \leq t \leq 4$)．温暖地の秋期では最低気温 11°C で最高気温 21°C であり ($11 \leq t \leq 21$)，冬期では最低気温 -1°C で最高気温 12°C である ($-1 \leq t \leq 12$)．算出した平均を，地域ごと各季節で， t 検定によって比較し，有意な差があれば，任意の地域の任意の季節における服装の個人差がある．

図 3.3 に寒冷地の秋期と冬期の服装の clo 値と気温の散布図，図 3.4 に温暖地の秋期と冬期の服装の clo 値と気温の散布図を記す．図中に SET* の快適域を加えている．田村らの研究と同様に温暖地では，SET* から算出される快適な clo 値と気温の範囲と実際の服装と気温の範囲とは適合した．しかし，寒冷地と温暖地を比較すると，冬期において寒冷地では SET* と適合しない．また，寒冷地の秋期のすべての気温における被験者の clo 値の分散の平均は，0.026 である．また，冬期は 0.073 である．温暖地の秋期のすべての気温における被験者の clo 値の分散の平均は，0.031 である．また，冬期は 0.050 である． t 検定の結果，寒冷地の秋期と冬期にはすべての気温における被験者の clo 値の分散の平均に 5% 水準で有意な差があった．次項のインタビュー調査では，寒冷地の冬期の被験者にインタビューを行う．

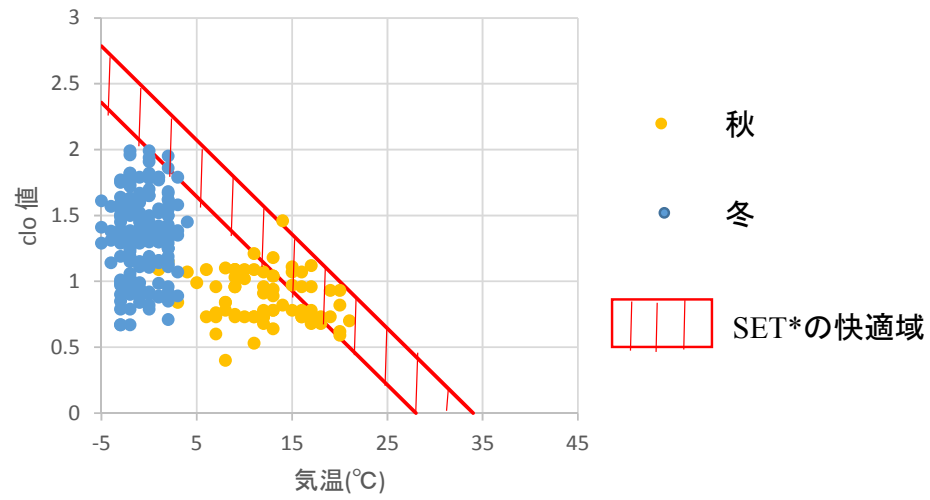


図 3.3：寒冷地の秋期と冬期の服装の clo 値と気温

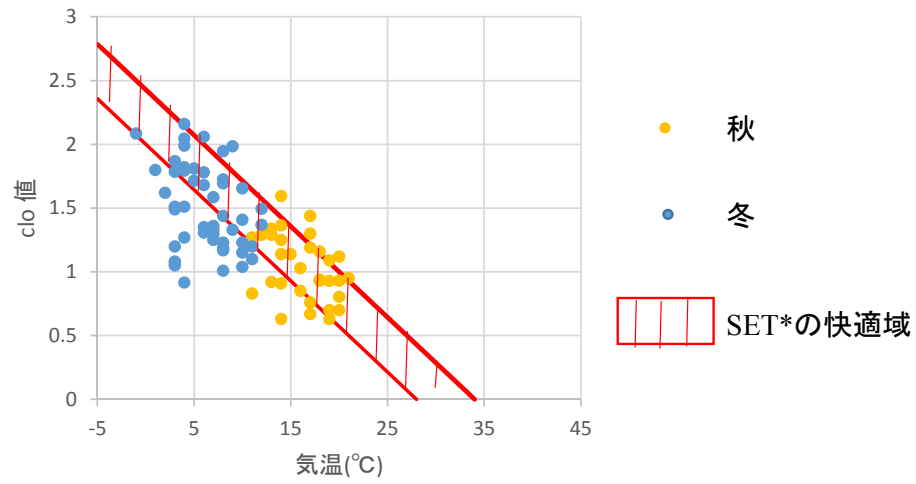


図 3.4：温暖地の秋期と冬期の服装の clo 値と気温

3.2.4 インタビュー調査

寒冷地の冬期の服装に関して、被験者にインタビューを実施した。回答者は、12月の調査に参加した岩手県立大学の男子学生12名(ソフトウェア情報学部生12名)で、年齢は18歳~24歳である。被験者のインタビュー内容は、「日々の服装をどのように決定しているか」である。インタビュー調査結果から、寒さへの慣れと寒さへの我慢の要因が挙げられた。

寒さへの慣れに関して、「服装を日々よく変更する」との声が、通学年数1年目の学生からあった。通学年数1年目の学生は未知の環境であるために、服装を変更して気温に適した服装の調整を行っている可能性がある。すなわち、寒さへ慣れていないため、自身に最適な服装になるように日々服装を変更しているということである。また、被験者が高学年であるほど、「寒さになれてしまった」との声があった。さらに、岩手県外出身の学生から「前の場所より寒い」との声が上がった。よって、寒さへの慣れに関しては、通学年数と出身地域の差が考えられる。

寒さへの我慢に関して、被験者の声で「車で通学しているので、駐車場から大学までの短期間の寒さは我慢できる」との声から判明した。つまり、寒さへの我慢とは通学手段によって、外気とどの程度触れるかによって被験者間で差があるのではないかと推測できる。

3.2.5 考察

SET*の快適域は、寒冷地の冬期の被験者の clo 値と気温の関係から大きく外れた。つまり、SET*の指標では厚着をしなければいけないとでているが、被験者は薄着をしている。すなわち、寒さへの慣れがあるか、もしくは、我慢しているかのいずれかであると推測できる。また、寒冷地の冬期の

服装の個人差が秋期比べて有意に大きかった。寒冷地の冬期の clo 値の分散が 0.073、標準偏差は 0.27clo であり、長そでのセーターや Y シャツの単品 clo 値に匹敵する。よって、特に冬期には、寒さへの慣れや我慢に対して個人差があるのではないかと推測できる。

インタビュー調査から寒さへの慣れと寒さへの我慢の要因が挙げられた。寒さへの慣れとして通学年数と出身地域の影響が挙げられた。通学年数が短いほど、服装が厚着になり、服装を日々頻繁に変更するのではないかと推測できる。また、出身地域の影響によって、寒さに我慢ができないことや、寒さに慣れている可能性がある。寒さへの我慢は、通学手段の影響が挙げられた。通学手段によって、外気とどの程度触れるかによって寒さに我慢できるかどうかが決まる可能性がある。

通学年数、出身地域や通学手段が、寒冷馴化の影響と関係しているのではないかと推測を立てた。仮説を検証するため、次節で調査を実施する。寒さへの慣れを調査するため、被験者への質問項目として、大学への通学年数と出身地域を入力してもらう。さらに、通学年数と日々の服装の変更の関係を調査するため、被験者には連続した日数服装情報の送信をお願いする。また、

寒さへの我慢について調査するため、通学手段を入力してもらう。次節で、ユーザの属性情報として、通学年数、出身地域と通学手段をあげ、寒冷馴化の影響の検証を実施する。

3.3 寒冷馴化の影響の検証のための調査

本節では、寒冷馴化の影響の検証のための調査を実施する。調査概要を記すとともに、実施したユーザ調査と分析について述べる。

3.3.1 調査概要

本調査は、前節の調査の結果から、冬期の寒冷地の服装の個人差に関して、寒冷馴化の影響があるのか検証する。寒冷馴化の要因を調査するため、被験者には、前節の調査の条件に加えて、通学年数、出身地域と通学手段に関して新たに入力してもらう。

調査対象者は、前節の調査と同様に大学生を対象とした。調査のためのシステムは予備調査と同様である。被験者は、前節の調査と同様に、Web 上からシステムにアクセスし、ユーザ登録を行い、服装情報を送信する。被験者には調査期間内の服装を、毎日送信することをお願いした。なぜなら、日々の服装が変化するグループと変化しないグループに分けて分析する場合があるためである。2つのグループを分けて調査する理由は、通学年数が少ない被験者が、日々の服装を変化させるかどうかを検証するためである。有効回答は、被験者の日々の服装の clo 値の分散を求めるために、2日以上服装情報を送信した被験者とした。

前節の調査の被験者からの意見より、選択可能な服装として新たにヒートテックとヒートテックエクストリーム(極暖)を加えた。ヒートテックの clo 値はユニクロ社の公式発表[71]から、0.17clo とした。ヒートテックエクストリーム(極暖)は、ユニクロ社の公式発表[72]から、ヒートテックの 1.5 倍とし、0.255clo とした。

3.3.2 ユーザ調査

本調査は1月に実施した。1月の調査では、有効回答被験者は岩手県立大学の男子大学生 38 名(ソフトウェア情報

学部生 36 名, 社会福祉学部 2 名)で、年齢は 18 歳~24 歳である。有効回答被験者とは、2 日以上、服装情報を送信した被験者である。調査期間は 2015 年 1 月 26 日(月)~30 日(金)で、総有効回答データ数は 141 である。

3.3.3 分析

寒さへの慣れに関して、通学年数と出身地域で分析した結果を述べる。また、寒さへの我慢に関して、通学手段によって分析した結果を記す。さらに、上記以外に判明した知見に関するものも述べる。

3.3.3.1 通学年数

寒さへの慣れを検証するため、通学年数 1 年目の被験者が日々服装を変更するか調査した。日々の服装を変更するということは、送信された clo 値のデータにばらつきがあるということである。まず、通学年数 1 年目の任意の被験者の clo 値の分散を求める。以下に計算式を示す。上記の分散を求めるため、通学年数 1 年目の任意の被験者の clo 値の平均を求める。

$$s_n = \sum_{i=1}^d c_i / d \quad (3.4)$$

c_i は任意の被験者の clo 値であり、 d は被験者の送信したデータの総数である。次に、通学年数 1 年目の任意の被験者の clo 値の分散を求める。

$$v_n = \sum_{i=1}^d (c_i - s_n)^2 / d \quad (3.5)$$

通学年数 1 年目のすべての被験者が日々服装を変更しているかは、通学年数 1 年目の被験者の clo 値の分散の平均が高ければ、日々変更しているといえる。以下に、計算式を示す。

$$\sum_{i=1}^t v_n / t \quad (3.6)$$

t は通学年数 1 年目の総被験者を表す。同様に(3.4)から(3.6)より、通学年数 1 年目以外の被験者の clo 値の分散の平均を求めることができる。通学年数 1 年目の被験者の clo 値の分散の平均が、それ以外の被験者より高ければ、通学年数 1 年目の被験者は日々服装を変更するといえる。通学年数 1 年目の被験者の clo 値の分散の平均と、そのほかの被験者の clo 値の分散の平均に有意な差あるか t 検定で確認した。また、通学年数ごとに日々の服装を変更する被験者がどの程度いるか調査した。日々の服装を変更する被験者とは、調査期間内の日々の服装の clo 値の標準偏差が 0.1clo 以上ある被験者とした。0.1clo は、半そで T シャツ 1 枚分に相当する。0.1clo は、被験者の男女差について調査するときも差があるとされる[73]。また、通学 1 年目の被験者は寒さになれていないため、厚着をするのかどうかを確認する。通学 1 年目の被験者が厚着をするのかどうかは、通学年数 1 年目の被験者とその他の被験者での調査期間内の平均 clo 値、最小 clo 値と最大 clo 値の平均に有意な差があるか t 検定で確認した。平均 clo 値、最小 clo 値と最大 clo 値の 3 つで比較するのは、日々の服装を変更する被験者を考慮したためである。日々の服装を変更している場合、平均 clo 値だけでは厚着かどうか判明しない。最大 clo 値をみることで、どの程度まで厚着をするのかがわかる。最小 clo 値をみることで、どの程度まで薄着をするのかわかることができる。

分析結果として、通学年数 1 年目の被験者の clo 値の分散の平均とその他の被験者の clo 値の分散の平均に 5%水準で有意な差があった。通学年数 1 年目の被験者がほかの被験者に比べ、日々服装を変更するといえる。表 3.7 に通学年数ごとの日々の服装を変更する被験者の人数と割合を示す。通学年数 1 年目の被験者の 80%以上が日々の服装を変更する。また、通学年数 1 年目の被験者の最大 clo 値の平均が、通学年数 1 年目以外の被験者の最大 clo 値の平均に対して 5%水準で有意な差があった。最小 clo 値と平均 clo 値では、5%水準で有意な差はない。

3.3.3.2 出身地域

寒さへの慣れを検証するため、出身地域が寒冷地以外の被験者が日々服装を変更するか調査した。4.3.1 の(4)から(6)の計算式から、出身地域が寒冷地の被験者の clo 値の分散の平均を求める。同様に、出身地域が寒冷地以外の被験者の clo 値の分散の平均を求める。出身地域が寒冷地の被験者の clo 値の分散の平均と出身地域が寒冷地以外の被験者の clo 値の分散の平均に有意な差あるか、t 検定で確認した。また、日々の服装を変更する被験者の中に、出身地域が寒冷地と寒冷地以外の被験者がどの程度いるか調査した。また、出身地域が寒冷地以外の被験者の人数を述べ、そのうちの日々の服装を変化する人の割合を述べる。

分析結果として、出身地域が寒冷地の被験者の clo 値の分散の平均と出身地域が寒冷地以外の被験者の clo 値の分散の平均に 5%水準で有意な差はない。出身地域が寒冷地以外の被験者が日々服装を変更するわけではない。また、表 3.8 に日々の服装を変更する被験者の中で、出身地域が寒冷地の被験者と温暖地の被験者の人数と割合を示す。日々の服装を変更する被験者に、温暖地出身者が多いわけではない。出身地域が寒冷地以外の被験者の人数は延べ 10 人いる。したがって、表 3 より、寒冷地出身者で日々の服装を変更する被験者は、10 人中 5 人で 50%である。

3.3.3.3 通学手段

寒さへの我慢を調査するため、通学手段が車の被験者と車でない被験者で服装に差があるか調査した。通学手段が車の被験者と車でない被験者の clo 値の平均に有意差があるか t 検定で確認した。また、日々の服装を変えないグループで厚着のグループと薄着のグループにわけ、薄着のグループの通学手段を調査する。日々の服装を変えないグループのみで分析した理由は、日々の服装が変化するグループでは厚着か薄着か判別が難しいためである。薄着のグループを調査した理由は、寒さへの我慢を調査するためである。薄着のグループとは、日々の服装の平均 clo 値が、日々の服装を変えないグループの日々の服装の平均 clo 値の平均より低いグループである。

通学手段が車の被験者と車でない被験者の clo 値の平均に 5%水準で有意差があった。通学手段が車の被験者と車でない被験者で服装に差あるといえる。また、表 3.9 に日々の服装を変えないグループの被験者の日々の服装の平均 clo 値と交通手段を示す。赤線を境に、上が薄着のグループで、下が厚着のグループである。薄着のグループの中で、60%の被験者の交通手段が車である。また、車が交通手段の被験者はすべて薄着のグループであった。

3.3.3.4 送信時間

日々の服装の変化について分析した結果、日々の服装を変更する被験者の送信時間と clo 値の相関係数が 0.49 であった。相関係数に、5%水準で有意差がある。昼に送信する被験者ほど clo 値が低く、夜に送信する被験者ほど clo 値が高い。すなわち、昼に送信する被験者ほど薄着で、夜に送信する被験者ほど厚着である。夜の気温が寒いために送信時間が遅いほど厚着の傾向が出ている可能性がある。調査期間中の、昼の最高気温と夜の最低気温について OpenWeatherMap の API から取得した結果を表 4 に示す。昼は日の出から日の入りまで、夜は日の入りから日の出までの

期間とする．表 3.10 より，夜より昼の気温が低い場合もあり，夜に気温が低いので厚着であるわけではない．

表 3.7：通学年数と日々の服装を変更する被験者の割合

通学年数	日々の服装を変更する被験者の割合
1 年	89%(9 人中 8 人)
2 年	33%(6 人中 2 人)
3 年	45%(11 人中 5 人)
4 年	43%(7 人中 3 人)
5 年	0%(2 人中 0 人)
6 年	33%(3 人中 1 人)

表 3.8：日々の服装を変更する被験者の中で寒冷地出身者と温暖地出身者の人数の割合

寒冷地出身の被験者	温暖地出身の被験者
76%(21 人中 16 人)	24%(21 人中 5 人)

表 3.9 : 日々の服装を変えない薄着の被験者の平均 clo 値と交通手段

被験者の調査期間内の平均 clo 値	交通手段
1.01	車
1.10	自転車
1.20	バスと自転車
1.21	車
1.31	電車と徒歩
1.33	バイク
1.37	車
1.38	車
1.39	車
1.42	徒歩
1.47	自転車
1.48	バス
1.49	電車・徒歩
1.56	自転車
1.59	バス
1.65	自転車
1.77	徒歩

表 3.10 : 調査期間中の気温

日時	昼の最高気温(℃)	夜の最低気温(℃)
2015 年 1 月 26 日	5	-6
2015 年 1 月 27 日	4	-3
2015 年 1 月 28 日	-4	-7
2015 年 1 月 29 日	-2	-7
2015 年 1 月 30 日	0	-2

3.3.4 考察

「寒さへの慣れ」に関して、通学年数が 1 年目の大学生は服装を日々調整していることが判明した。また、通学年数が 1 年目の大学生は、期間中の最大 clo 値がほかの被験者より高い。表 1 より、通学年数 2 年目から服装を変更する被験者は半分以下になることから、1 年たつと寒さに慣れてくることがわかる。旅行などで行く先が未知の環境になる場合は、慣れるまでは現状の指標に合わせた服装を提示するのがよいと考えられる。見知った場所では、寒冷地では現状の clo 値より低い値でも問題がなさそうである。

「寒さへの我慢」は、交通手段が車だった場合に、外気に触れる機会がすくないために、我慢できるといえる。今回は大学生のみを対象としたため、車が最も外気に触れる機会が少なかった。外出する機会がないときは、薄着でもいいことになりそうである。

それ以外の分析で、昼に送信する被験者ほど薄着で、夜に送信する被験者ほど厚着であった。これは昼より夜が寒いために、夜に厚着なわけではない。ユーザが夜まで活動する場合は、昼より厚着にする必要性がありそうである。

本調査結果を用いて、3 章 7 節で新たな clo 値算出式を求める。次節では、寒冷地の clo 値と服装の関係についての調査を述べる。

3.4 寒冷地の clo 値と服装の調査

本節では、秋期から冬期における、寒冷地と温暖地の clo 値と服装の調査について述べる。調査概要を記すとともに、実施したユーザ調査と分析について記す。

3.4.1 調査概要

調査の目的は、寒冷地の冬期の衣類の着用率を調査することである。上記を基に、服装の組み合わせを分析する。服装の実態調査は、日本の気候区分より寒冷地と温暖地となる地域の比較および秋期と冬期の季節の比較を行う。服装の実態調査では、被験者の服装を clo 値として算出する。clo 値は、関連研究と同様に、単品衣類の clo 値の和をもって、被験者の服装の clo 値とする。単品衣類の clo 値は、丸田らの調査[74]と同様に、ISO-9920[61]の単品衣類の clo 値と花田らの研究[67]の単品衣類の clo 値を用いる。同一衣類がある場合は、当該衣類の clo 値の平均を用いる。被験者が選択する単品衣類は、下着、上半身の衣類、下半身の衣類、履物である。下着はブリーフやトランクスなど、上半身の衣類は T シャツや Y シャツなど、下半身の衣類はジーンズやチノパンなどである。また、小物はマフラーや手袋など、履物はブーツやサンダルなどである。被験者には期間内に任意の日に、服装情報を送信してもらう。気温を基に SET*から算出される快適域と、実際の服装の clo 値を比較する。快適域は、報告されている SET*の快適域の最大範囲である 22℃～28℃とした。調査対象者は、大学生を対象とした。大学生は、もっとも自由に服装が選択できるといわれている[68]。なぜなら、社会人は、スーツの着用の義務から社会的制約があり、高校生以下は学生服の着用の義務の可能性がある。

実験にあたり、調査のためのシステムを実装した。従来の街角観察による服装調査や紙ベースのアンケート調査を用いなかった理由は 2 点ある。1 つ目として、Web を利用することで現在の気象情報を簡単に取得できることが挙げられる。従来の手法では、現在の気温をセンサから直接取得する必要性があった。2 つ目として、紙ベースのアンケート調査では、様々な地域の服装調査を行うことが困難である。紙ベースでは特定地域に赴かなければ調査ができないためである。以上の点を考慮し、Web サイト上で服装調査を実施できるシステムを実装した。被験者はまず、Web 上からシステムにアクセスし、ユーザ登録を行う。ユーザ登録時には、年齢、性別、現在住んでいる場所を選択する。現在住んでいる場所は、都道府県を選択する。ユーザ登録後は、服装情報送信ページから服装情報を提供する。被験者の調査期間内、任意の日に服装情報を送信する。被験者へは、毎日 12 時に実験協力のメールを送信する。服装情報を提供されたとき、被験者の位置情報を基に、気象情報を Web 上から取得する。今回、OpenWeatherMap[64]の API を利用して気象情報を取得している。気象情報は、気温、湿度、風速、降水量や積雪量などである。

被験者は Web サイトの質問を投稿するページにアクセスすることで服装情報を提供できる。位置情報は自動的に取得され、変更がある場合は GoogleMap を用いて位置情報を変更することが可能である。位置情報を決定した後、現在の天気に適した服装を選択する。同一衣類の重ね着に関しては、衣類ごとに 1~5 まで数値を重ね着枚数として選択できる。また、コメント欄を設け、意見などがある場合にはコメントを入力してもらう。すべての選択が完了したら、送信ボタンを押す。

3.4.2 ユーザ調査

本調査は 2014 年 10 月~12 月に実施した。10 月に寒冷地の秋期の服装、11 月に温暖地の秋期の服装調査した。12 月に寒冷地と温暖地の冬期の服装を調査した。10 月の調査では、被験者は岩手県立大学の学生 9 名(ソフトウェア情報学部生 9 名)で、年齢は 18 歳~24 歳である。調査期間は 2014 年 10 月 17 日(金)~31 日(金)で、総有効回答データ数は 44 である。11 月の調査では、被験者は関東の学生 10 名(東京在住 3 名、千葉在住 1 名、静岡在住 2 名、神奈川在住 4 名)で、年齢は 18 歳~22 歳である。調査期間は 2014 年 11 月 5 日(水)~13 日(木)で、総有効回答データ数は 31 である。12 月の調査では、被験者は岩手県立大学の学生 35 名(ソフトウェア情報学部生 33 名、総合政策学部 1 名、看護学部 1 名)と関東の学生 12 名(東京在住 4 名、神奈川在住 2 名、長崎在住 1 名、静岡在住 1 名、愛知在住 1 名、埼玉在住 1 名、千葉在住 2 名)で、年齢は 18 歳~22 歳である。調査期間は 2014 年 12 月 10 日(水)~23 日(火)で、総有効回答データ数はそれぞれ、165、45 である。

3.4.3 分析

前節より、寒冷地の冬期の clo 値は SET*の快適域より低い。そして、寒冷地の冬期の clo 値はばらつきが大きいことが判明している。前節の分析結果から、寒冷地の冬期の単品衣類の着用率を調査するにあたり、2 つのグループに分けて分析する。寒冷地の冬期において、秋期と clo 値が同じ冬期の clo 値の範囲と、それ以外の範囲のグループの 2 つに分ける。まずは、秋期と clo 値が同じ冬期の clo 値の範囲で、冬期と秋期の服装の単品衣類の着用率の変動をみる。同一 clo 値で、冬期と秋期の服装の差異を見つけるためである。つまり、寒冷地の冬期では秋期と同じ服装なのか、冬期の服装をするのか、という点である。次に、それ以外の範囲、秋期以上の clo 値、かつ SET*の快適域より低い clo 値の単品衣類の着用率について分析する。当該分析では、丸田らの研究と同様の傾向かみるために、コート類と小物類の着用率を求める。丸田らの研究と同様の傾向とは、冬期になると冬期の服装であるコート類や小物類を着用するという点である。コート類とは、コート、ジャンパーとロングコートの 3 つの服装である。すくなくともひとつでも着用すれば、冬期の上半身の衣類を着たことになる。小物類は、マフラーとニット帽と手袋である。少なくともひとつ着用すれば、冬期の小物を着用したことになる。以上のようにして、2 グループの

分析を実施する。

まず、秋期と clo 値が同じ冬期の clo 値の範囲を求め、冬期と秋期の着用率の変動を表にまとめる。表に記載する単品衣類には、3つの基準がある。1つ目は、冬期の服装として丸田らが述べている単品衣類である。冬期の服装は、冬期になると着用率が秋期に比べて顕著に大きくなる。当該単品衣類は、ジャンパー、コート、マフラー、手袋、ニット帽である。2つ目は、秋期にない単品衣類で冬期には出現する単品衣類、もしくは、冬期にない単品衣類で秋期には出現する単品衣類である。存在するならば、冬期だけの服装や秋期だけの服装が判明する。3つ目は、秋期から冬期の着用率の変動が 10%以上の単品衣類である。10%以上としたのは、丸田らの研究で 10%以上の着用率の衣類をまとめており、10%以下は誤差と判断できるためである。以上、3つの条件を基に、秋期と clo 値が同じ冬期の clo 値の範囲での、単品衣類の着用率の変動を求める。図 1 において、 $0.67\text{clo} \sim 1.46\text{clo}$ までの範囲が秋期と冬期で、同一 clo 値が存在する区間である。表 3.10 は、当該区間内で、3つの条件を基にした寒冷地の秋期と冬期の着衣率である。1つ目の条件は、ジャンパー、コート、ロングコート、マフラー、手袋、ニット帽が当てはまる。2つ目の条件に当てはまるのは、コート、ロングコート、マフラー、手袋、ニット帽である。すべて、1つ目の条件と同じ単品衣類である。3つ目の条件は、コート、手袋、マフラー、T シャツ(長そで)、トレーナー、セーター(長そで)と Y シャツ(長そで)で当てはまる。3つ目の条件のみに当てはまるのは、T シャツ(長そで)、トレーナー、セーター(長そで)と Y シャツ(長そで)である。

コートは、冬期には 40%近くの着用率であった。秋期から冬期にかけて着用率が 10%以上上昇する衣類は、手袋、マフラー、T シャツ(長そで)とセーター(長そで)とである。秋期から冬期にかけて着用率が 10%以上低下する衣類は、トレーナーと Y シャツ(長そで)である。コート、マフラー、セーター(長そで)と Y シャツ(長そで)の傾向は、丸田らの研究[74]と同様に結果であった。手袋、T シャツ(長そで)と Y シャツ(長そで)の結果は、丸田らの研究にはない傾向である。

次に、上記のグループ以外の分析を行う。上記のグループ以外は、秋期の clo 値よりは高いが、SET*の快適域よりは clo 値が低いグループである。表 3.12 にコート類の着用率と小物類の着用率を示す。コート類の着用率とは、コート、ロングコートとジャンパーの 3 つのうち、1 つでも着用している割合である。冬期の小物類とは、マフラー、手袋とニット帽である。コート類の着用率と同様に、3 つのうち 1 つでも着用している割合を示す。コート類の着用率は 96.7%で、小物類の着用率は、77.0%であった。すなわち、寒冷地の冬期であっても秋期の clo 値以上であれば、大多数の被験者は、コート類と小物類を 1 つは着用する。

最後に、重ね着の枚数について調査する。秋期と clo 値が同じ冬期の clo 値の範囲である $0.67\text{clo} \sim 1.46\text{clo}$ の重ね着の枚数を分析する。また、 1.46clo を超える clo 値の範囲での重ね着の平均枚数に関して分析する。表 3.13 に $0.67\text{clo} \sim 1.46\text{clo}$ の重ね着の平均枚数を示す。 $0.67\text{clo} \sim 1.46\text{clo}$ の重ね着の平均枚数は、3.36 枚と 3.12 枚である。 1.46clo 以上で、重ね着の平均枚数は、 3.64clo で

あった。丸田らの研究では、秋期では 3.2 枚、冬期で 4.4 枚である。したがって、冬期では 1 枚強、本研究と差がある。

3.4.4 考察

寒冷地における冬期の clo 値は、SET*の値から大幅にずれる結果となった。この傾向は、13℃以下から顕著になる。寒冷地では寒さへの慣れなどが考えられ、服装が薄着になる傾向にあると考えられる。結果として、clo 値が低く算出された。冬期の clo 値と秋期と clo 値が同一 clo 値になる区間は、0.67clo～1.46clo となった。1.clo 程度が秋期の服装といわれる。寒冷地では、秋期に対して、冬期に clo 値上昇するのではなく、秋期と同程度の clo 値の被験者が多かった。しかし、単品衣類の着用に着目すると、冬期の服装になることが判明した。冬期の服装とは、冬期にのみ着用される衣類であるコート、手袋、マフラーである。秋期には、コート、手袋、マフラーの着用者はいない。また、Tシャツ(長そで)、セーター(長そで)の着用者が上昇し、トレーナーと Yシャツ(長そで)の着用者は低下した。セーター(長そで)の上昇と Yシャツ(長そで)の低下は、丸田らの研究[74]も同じ傾向がでた。冬期になり、Yシャツ(長そで)をやめてセーター(長そで)に衣替えしているといえる。また、冬期において重ね着が 1 枚以上少ない。

寒冷地の冬期の服装の着用率をまとめる。そのために、冬期の clo 値と秋期と clo 値が同一 clo 値になる区間である 0.67clo～1.46clo のコート類と小物類の着用率を分析する。1.46clo 以上では、コート類と小物類を 1 つずつ着用していた。0.67clo～1.46clo では、表 1 の傾向から、4 つのパターンが考えられる。1 つ目は、コート類と小物類を 1 つずつ着用しているパターンである。2 つ目は、コート類は着用しているパターンである。3 つ目は、小物類は着用しているパターンである。4 つ目は、秋期の服装のままでコート類も小物類もいずれも着用していないパターンである。表 4 に、寒冷地の冬期で 0.67clo～1.46clo のコート類と小物類の着用パターンとパターンごとの割合を示す。表 4 より、0.67clo～1.46clo ではコート類のみの着用がもっとも多くみられた。また、コート類と小物類の両方とも身に着ける割合が最も低い。

表 3.12, 表 3.13, 表 4.14 を踏まえて、表 4.15 に寒冷地の冬期の着用衣類パターンを示す。表 3.13 の結果から、clo 値が 1.46clo を超えた場合は、コート類と小物類を 1 つずつ着用する。1.46clo 以上において、ほぼ当てはまることからコート類と小物類を 1 つずつ着用するパターンが一番多いと思われる。また、表 3.10 から、0.67clo～1.46clo でコート類の着用が最も多かったことから、コート類のみを着用するパターンが次に有力である。コート類も小物類もなにもないパターンに関しては、秋期に近い日付の場合、秋期の服装をする場合も考えられる。すなわち、冬期の時期がくれば減っていくのではかと考えられる。冬期になっても、秋期の服装は不可解であるため、時期を置いてさらなる検証をする必要がある。表 3.13 の知見から、寒冷地では冬期においても上半身の衣類の枚数は増えていない。上半身の衣類の枚数は 3 枚強である。コート類を含めて 3 枚

の上半身衣類を着用すると考えられる。

上記の結果に対して，1月にさらに調査を行い，同様の傾向がみられるのか検証する．特に，コート類も小物類もなにもないパターンが減るかどうかを確認する．次節で，当該検証について述べる．

表 3.11 : 秋期と冬期の寒冷地の単品衣類の着用率

単品衣類の 名前	秋期の着用率(%)	冬期の着用率(%)
コート	0	39.8
ロングコート	0	2.9
ジャンパー	4.5	12.6
手袋	0	24.3
マフラー	0	20.4
ニット帽	0	4.9
Tシャツ (長そで)	47.7	73.8
セーター (長そで)	4.4	15.5
トレーナー	22.7	6.8
Yシャツ(長そで)	52.3	39.8

表 3.12 : 秋期と冬期の寒冷地の単品衣類の着用率

	冬期の着用率(%)
コート類	96.7
小物類	77.0

表 3.13 : 秋期と冬期の重ね着の枚数の比較

	秋期の平均重ね着枚数(枚)	冬期の平均重ね着枚数(枚)
0.67clo～1.46clo	2.84	3.12
1.46clo 以上		3.64

表 3.14 : 寒冷地の冬期で 0.67clo～1.46clo でのコート類と小物類の着用パターン

	割合 (%)
コート類と小物類を少なくとも 1 つずつ	13.5
コート類を少なくとも 1 つ	41.3
小物類を少なくとも 1 つ	19.2
コート類も小物類も着用しない	26.0

表 3.15 : 寒冷地の冬期の着用衣類パターン

	着用衣類
パターン①	コート類 +小物類 +上半身の衣類 2 枚
パターン②	コート類 +上半身の衣類 2 枚
パターン③	小物類 +上半身の衣類 3 枚
パターン④	秋期の服装 (コート類や小物類を身に着けない)

3.5 寒冷地の clo 値と服装の検証のための調査

本節では、前節の調査を検証する。検証概要を記すとともに、実施したユーザ調査と分析について述べる。

3.5.1 調査概要

本調査は、前節の調査の検証をする。調査対象者は、前節の調査と同様に大学生を対象とした。調査のためのシステムは予備調査と同様である。被験者は、前節の調査と同様に、Web 上からシステムにアクセスし、ユーザ登録を行い、服装情報を送信する。

選択可能な服装として新たにヒートテックを加えた。ヒートテックの clo 値はユニクロ社の公式発表[71]から、 0.17clo とした。ヒートテックの clo 値は 0.17clo なので、T シャツ(長そで)の 0.15clo とほぼ同じである。要望のあった被験者は、T シャツ(長そで)を選択したうえで、ヒートテックがほしいとの要望であった。つまり、前回の調査で、ヒートテックを選択できなかったのが clo 値が大きすぎた、というようなことはない。また、本検証では、ヒートテックを T シャツ(長そで)として扱い、単品衣類の着用率の誤差をなくす。また、ヒートテックに加えて、ヒートテックエクストリーム(極暖)を加えた。ヒートテックエクストリーム(極暖)は、ユニクロ社の公式発表[72]から、ヒートテックの 1.5 倍とし、 0.255clo とした。

3.5.2 ユーザ調査

本調査は 1 月に実施した。1 月の調査では、有効回答被験者は岩手県立大学の男子大学生 37 名(ソフトウェア情報学部生 36 名、社会福祉学部 2 名)で、年齢は 18 歳～24 歳である。調査期間は 2015 年 1 月 26 日(月)～30 日(金)で、総有効回答データ数は 141 である。

3.5.3 分析

12 月と 1 月で clo 値と単品衣類の関係が、同様の傾向としてでるか調査した。まずは、気温と clo 値に差があるか調べる。調査期間内の気温と clo 値の平均をだし、表にまとめる。また、平均に対して t 検定を実施し、有意な差があるか調査する。

日別平均気温と clo 値を表 3.16 に示す。調査期間内の気温の平均は、12 月に -0.68 、1 月に 0.01 である。また、clo 値の平均は、12 月に 1.36 、1 月に 1.45 である。12 月と 1 月の気温に対して t 検定を実施したところ、5%水準で有意な差はなかった。同様に、12 月と 1 月の clo 値に対して t 検定を実施したところ、5%水準で有意な差はなかった。

12 月と 1 月の気温と clo 値に差がなかったので、次に、単品衣類の着用率を比較する。前節と同様に、条件として、clo 値が 0.67clo ～ 1.46clo までの範囲である。単品衣類は、前節の調査で明らかになった、コート、ロングコート、手袋、マフラー、ニット帽、T シャツ (長そで)、セータ

ー(長そで), トレーナーと Y シャツ(長そで)の着用率である. また, 新規に 10%以上の変化があった単品衣類があれば, 示す. 該当の単品衣類の着用率を表にまとめ, 比較する.

12 月と 1 月の単品衣類の着用率の調査結果を表 3.17 に示す. 12 月と比較したときに, 着衣量の変化として, コート, Y シャツ(長そで)は 10%以上着衣率が増加した. Y シャツ(長そで)は秋期の水準に戻った. また, T シャツ(長そで)の着衣率は 20%以上低下し, 秋期と同じ水準に戻った. ロングコート, 手袋, マフラー, ニット帽, セーター(長そで), トレーナーの着衣率が増加しているが, 10%以内の増加である.

表 3.18 に 12 月と 1 月における, 0.67clo~1.46clo の重ね着の平均枚数を示す. 0.67clo~1.46clo の重ね着の平均枚数は, 3.12 枚と 3.08 枚である. t 検定を行った結果, 5%水準で有意な差はなかった. 表 3.19 に 1 月のコート類の着用率と小物類の着用率を示す. コート類の着用率は 91.1%で, 小物類は 79.7%であった. ほぼ 12 月と同様で, 非常に高い着用率である.

表 3.16 : 12 月と 1 月の調査での寒冷地の日別平均気温と clo 値の平均

	12 月	1 月
気温(℃)	-0.68	0.01
clo 値	1.36	1.45

表 3.17 : 12 月と 1 月の調査での寒冷地の単品衣類の着用率

単品衣類の名称	12 月の着用率(%)	1 月の着用率(%)
コート	39.8	49.4
ロングコート	2.9	5.7
手袋	24.3	27.6
マフラー	20.4	20.7
ニット帽	4.9	5.7
T シャツ (長そで)	73.8	50.6
セーター (長そで)	15.5	18.4
トレーナー	6.8	12.6
Y シャツ(長そで)	39.8	50.8

表 3.18 : 寒冷地の 1 月の重ね着の枚数の比較

	12 月の平均重ね着枚数(枚)	1 月の平均重ね着枚数(枚)
0.67clo~1.46clo	3.12	3.08
1.46clo 以上		3.79

3.5.4 考察

12月と1月に気温とclo値に、有意な差はなかったが、clo値は0.09の増加であった。clo値が増加した1つの要因として、コートの増加が影響しているのではないかと考えられる。Tシャツ(長そで)とYシャツ(長そで)が秋期と同程度に変化した。したがって、Tシャツ(長そで)とYシャツ(長そで)が秋期と冬期の季節変化に関係するとは断定できない。気温に変化がなかったが、コートが増加したことにより、時間経過によってコートの着用率が上昇したといえる。ただし、clo値が大幅に変化するようなことはなかった。また、12月と1月の寒冷地で重ね着枚数にも変化はなかった。

以上より、寒冷地の冬期の服装として、重ね着枚数は3枚程度であるが、コートおよび、マフラーと手袋の着用があることが判明した。clo値は、秋期に近いclo値がでる場合がある。しかし、服装の種類は冬期の服装であった。コートは冬期の期間が進むと着用者が増える。コート以外の2枚の単品衣類に関しては、好みによって変化するのではないかと考えられる。ただし、秋期に比べて、セーターの着用が秋期より好まれる。

表3.20に、1月の寒冷地の冬期で0.67clo~1.46cloでのコート類と小物類の着用パターンとパターンごとの割合を示す。1月に比べて、コート類と小物類を少なくとも1つずつ着用する割合以外はすべて、割合が減少した。表7と合わせて考えると、コートの着用率が上がったためであると考えられる。寒冷地では、コートの着用率が気温やclo値と関係なく増えたことから、冬期になるにつれて冬期の服装が浸透していくことが考えられる。さらに、表3.19と合わせて考えると、表3.16のパターン①がさらにおすすめできる服装となった。

表3.15のパターン④である、コート類も小物類も着用しないパターンは、表3.20より減少こそしたが存在する。データを詳細に調査したところ、パターン④に当てはまる16データ中、被験者2人によって半分のデータが送信されていた。つまり、特定の被験者は、気温やclo値に関係なく常に秋期の服装である可能性がある。つまり、年中薄着である。当該の事例はさらに調査し、特定に被験者の属性が判明すれば、常に薄着の被験者に適切な服装を提示することが可能かもしれない。

表 3.19 : 1 月の寒冷地の 1.46clo 以上のコート類と小物類の着用率

	冬期の着用率(%)
コート類	91.1
小物類	79.7

表 3.20 : 寒冷地の 1 月の 0.67clo~1.46clo でのコート類と小物類の着用パターン

	冬期の着用率(%)
コート類と小物類を 少なくとも 1 つずつ	33.3
コート類を少なくとも 1 つ	39.1
小物類を少なくとも 1 つ	9.2
コート類も小物類も着用しない	18.4

以上より，寒冷地で被験者の服装のパターンとして，表 3.15 の 4 つが考えられ，パターン①のコート類+小物類+上半身の衣類 2 枚が一番おすすめできる．また，パターン④は特殊な事例の可能性があるので，調査と検証が今後必要である．

3.6 春期と夏期の服装の調査

本節では、春期と夏期の服装を調査について述べる。

3.6.1 調査概要

調査の目的は、寒冷地の春期と夏期の服装と clo 値を明らかにし、寒冷馴化の影響があるか分析する。寒冷馴化の影響があるかは、丸田ら[74]の既存の研究と差異があるか調査することで明らかにする。同様の結果が出た場合には、寒冷馴化の影響はないといえる。夏期の調査は、3章1節においても実施しているが、服装の数を増やし、被験者を増加させ、より正確なデータをとる。服装の実態調査は、日本の気候区分より寒冷地となる地域の春期と夏期の季節の服装調査を実施する。服装の実態調査では、被験者の服装を clo 値として算出する。clo 値は3章3節と同様に求める。被験者には期間内に任意の日に、服装情報を送信してもらう。気温、服装および SET*との関係をプロットし、丸田らの研究と比較する。調査対象者は、大学生を対象とした。システム構成は、3章3節と同様である。

3.6.2 ユーザ調査

本調査は5月および7月に実施した。5月の調査では、有効回答被験者は岩手県立大学の大学生25名(ソフトウェア情報学部生25名)で、年齢は18歳～24歳である。調査期間は2015年5月18日(月)～29日(金)で、総有効回答データ数は99である。7月の調査では、有効回答被験者は岩手県立大学の大学生11名(ソフトウェア情報学部生11名)で、年齢は18歳～24歳である。調査期間は2015年7月20日(月)～31日(金)で、総有効回答データ数は57である。

3.6.3 分析

田村らの研究と同様に、寒冷地の春期と夏期の散布図に SET*の快適域を示した散布図を作成する。まずは、SET*の快適域から外れる場合が存在するか確認する。次に、夏期において、既存の知見と同様に、0.3clo 未満の場合に SET*の快適域から外れるか分析する。

寒冷地の春期の調査結果を図3.5、夏期の調査結果を図3.6に示す。図3.5より、春期の調査では、被験者でばらつきがあるものの、比較的 SET*の快適域に従うことが判明した。図3.6より、夏期の調査では0.3clo 未満の被験者がいない。すなわち、0.3clo が被服量限界である。気温が高くなれば、0.3clo 以下が快適な服装となるが、裸同然となってしまうため、clo 値は0.3clo 程度の服装に留まる。0.3clo 程度の服装は、半そで T シャツ、半ズボン、下着および靴下の服装と同程度である。

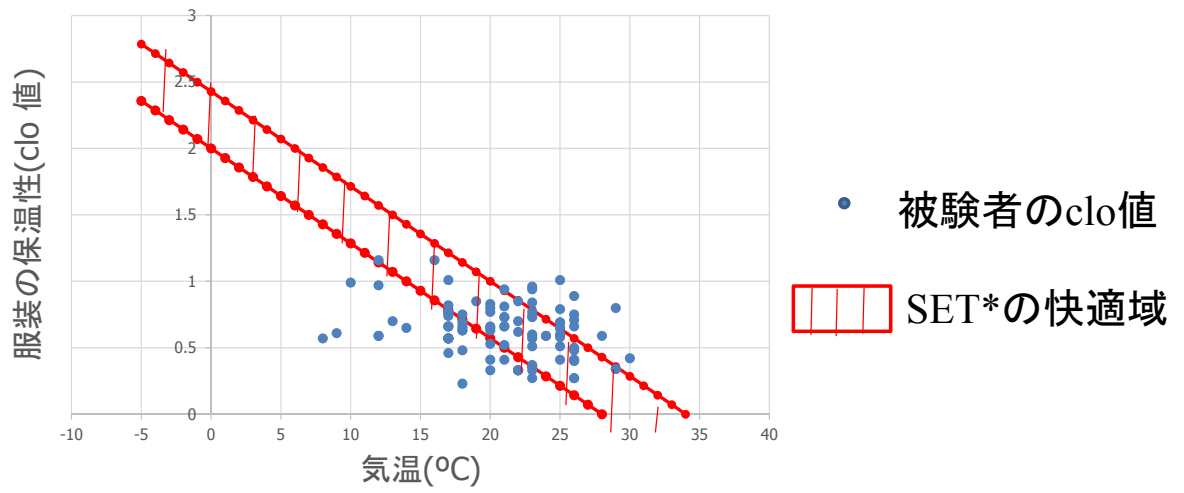


図 3.5 : 寒冷地の春期の服装の clo 値と気温

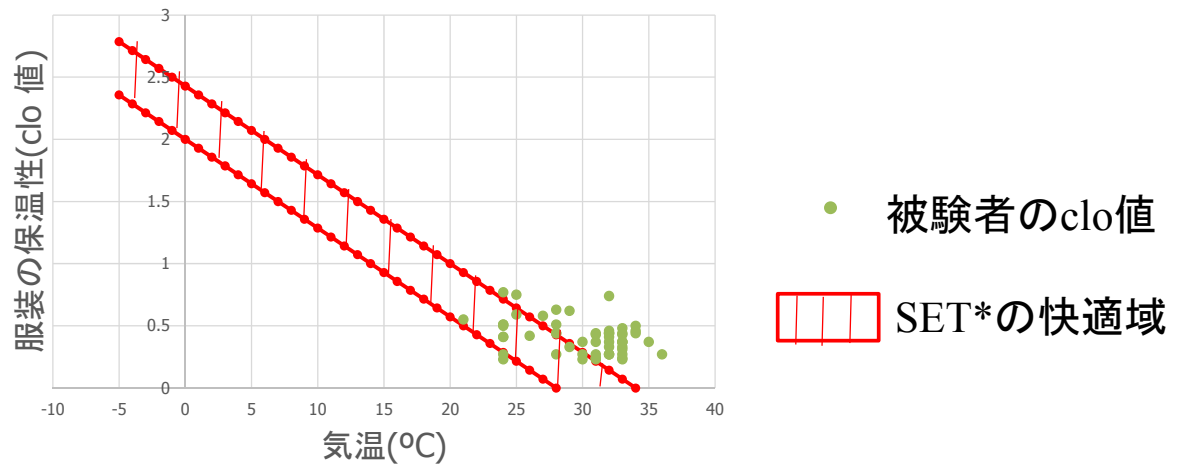


図 3.6 : 寒冷地の夏期の服装の clo 値と気温

3.6.4 考察

春期と夏期ともに、既存の研究の知見と同じ結果がでた。すなわち、丸田らの調査では、温暖地である東京で実施していたため、寒冷地も温暖地も春期と夏期には同じ服装の傾向にあるといえる。しかし、春期の調査では、被験者のばらつきが多く、秋期と冬期と同様に寒冷馴化の影響がある可能性がある。今後は、さらに春期の服装を分析し、寒冷馴化の影響があるが分析する。また、春期と秋期とを比較し、同程度の温度で服装がどのように変化するのか調査・分析する。春期は一般的に向暖期にあたり、暖かい気温に移行していく。秋期は、逆に向寒期にあたり、寒い方向に移行していく。春期と秋期を比較した時に、同じ気温でも薄着、厚着といった違いがでる可能性がある。服装情報を提示する場合には、向暖期や向寒期なのかを考慮する必要があるかもしれない。

3.7 clo 値を求める新たな式の算出

本節では、3 章 3 節のデータに基づく clo 値を求める新たな式の策定に関して述べる。

3.7.1 概要

目的は、既存の SET* から求められる clo 値を補正し、寒冷馴化を考慮した寒冷地にあった clo 値を決定することである。本式の策定には、3 章 3 節の寒冷地の冬期の調査結果を用いる。寒冷地の秋期に関しては 3 章 3 節、寒冷地の春期と夏期に関しては 3 章 6 節より調査結果がでていますが、春期、夏期と秋期の clo 値の算出に関しては、本章では議論せず今後の課題とする。次節から、3 章 3 節の分析と考察を利用して、式の策定を実施する

3.7.2 手法と分析

分析手法について述べる。既存の SET* を修正する場合、今井ら[75]は既存の SET* と実環境で測定した服装と環境がどの程度離れているか調査し、差分を補正值として SET* を修正している。当該研究は車室内空間における SET* の算出を実施している。補正值を求める手法として、回帰分析を利用する。既存指標から回帰直線によって補正值を求める手法は、不快指標を補正する場合[75]など、気象に関係した指標の補正に利用される。本研究も、寒冷地の clo 値を算出するために、SET* の快適域と実際の環境がどの程度離れているか分析し、回帰直線によって補正值を求め、SET* から求められる clo 値の補正值とする。寒冷地の冬期の clo 値の算出に関して述べる。冬期の clo 値は、通学年数、交通手段と送信時間が影響を与えていることが判明している。まず、寒冷地の冬期の clo 値の分散が大きくなっている要因である、通学年数と交通手段に関して分析する。交通手段に関しては、車に乗っている被験者は寒さに我慢できることが判明している。車に乗っている被験者の平均 clo 値は、 1.28clo であり、車を利用していない被験者より clo 値が低い。まず、車を利用する被験者は、固定値として 1.28clo とする。次に、通学年数が 1 年目の被験者は、そのほかの被験者より服装を頻繁に変え、かつ服装を変更する場合は、ほかの被験者より厚着である。つまり、調査期間内の最大 clo 値が非常に高く、個々の調査期間内の最大 clo 値の全被験者の平均は、 1.8clo である。通学年数 1 年目、つまりその土地にきた経験のないユーザは、 1.8clo の固定値とする。通学年数 1 年以上で、車を利用していない被験者をそのほかの被験者とする。そのほかの被験者は、送信時間によって clo 値が変わることが、3 章 3 節より判明している。つまり、時刻によって、服装を変更しているということである。時刻による補正をかける前に、SET* から求められる clo 値と 3 章 3 節で実施した調査とがどの程度離れているのかを分析する。分析する部分を図 3.7 に示す。前章の冬期で調査結果は、気温がすべて 5°C 未満であったため、 5°C 未満を対象として分析を実施する。①の部分が補正すべき差分を表す。気温が 5°C 未満のとき、気温と clo 値は、相関係数 -0.64 、 5% 水準で有意であった。回帰分析を利用して、補正值の値に関して気温を含めて算出したところ、式(3.7)が求められた。

$$-0.77 + 0.048t \quad (3.7)$$

t は気温を指し、 $t < 5$ である。既存の SET* から求められる clo 値から上記補正値を加えることで 5°C 以下の、基準となる clo 値を求めることが可能である。図 3.7 の①の下に赤線に該当する場所である。さらに、送信時間、つまり時刻との相関があることが、3 章 3 節で判明しているため、①の値に補正をかける。式(3.7)と同様に、回帰分析によって、時刻で補正すべき値を算出する。(3.8)に式を示す。

$$\text{式(3.7)} + (T - 14) * 0.03 \quad (3.8)$$

T は時刻を指し、 $10 < T < 23$ である。10 時から 23 時の値までなのは、調査によって送信してもらった時間帯が 10 時から 23 時であるためである。すなわち、深夜や早朝に関しては、調査を実施しなければ正確な値は算出できない。

式(3.9)に気温と時刻、すべてを考慮した式を示す。

$$(\text{既存の SET* から求められる clo 値}) + (0.77 + 0.048t) + (T - 14) * 0.03 \quad (3.9)$$

$$t (\text{気温} (^{\circ}\text{C})) < 5$$

$$10 \leq T (\text{時刻}) \leq 23$$

上記、式(3.9)および交通手段が車である被験者は固定 clo 値 1.28、通学年数が 1 年目の被験者は固定 clo 値 1.8 が 5°C 以下の気温における寒冷地の clo 値の算出方法である。

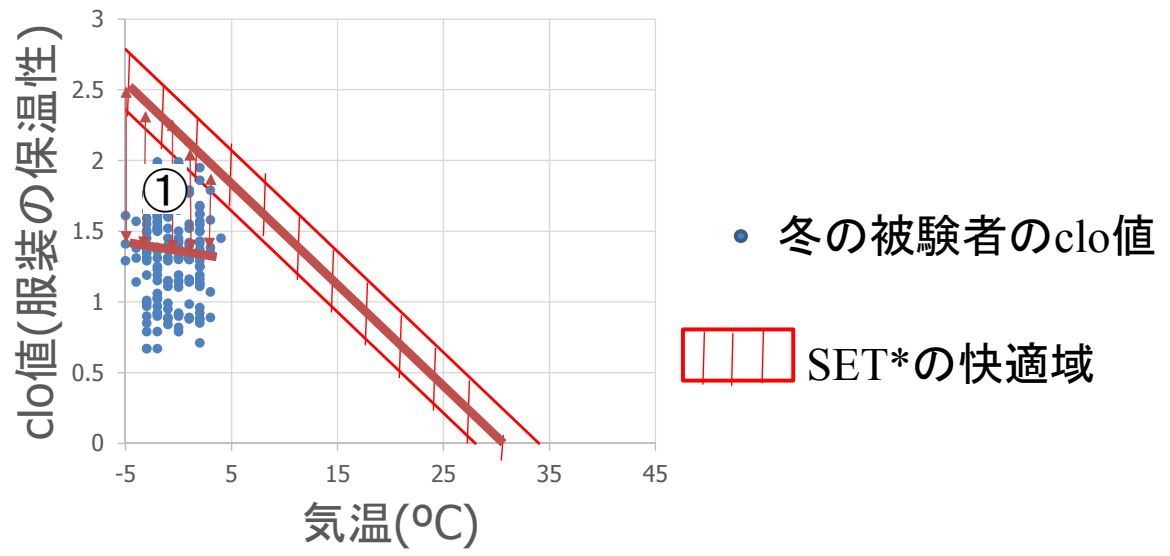


図 3.7 : 寒冷地の 5°C未満の clo 値と気温

第 4 章 評価

本章では、前章に作成した式の評価を行う。

4.1 調査概要

評価の目的は、前章の決定した寒冷地に対する新たな clo 値の算出式に関する評価である。前章の式では、交通手段、通学年数を考慮し、交通手段が車の被験者には固定 clo 値 1.28、通学年数 1 年目以内の被験者には固定値 1.8clo を設定した。本章では、通学年数 1 年目の被験者は、新しい土地に慣れていない被験者として捉え、在住年数 1 年目の被験者と定義する。また、交通手段が乗用者以外、かつ在住年数 1 年以上の被験者に関しては、SET*から算出される clo 値に補正をかけた。補正は、気温による補正と時刻による補正の 2 つである。評価では、寒冷地である東北地方の服装情報と気象情報を集め、交通手段と在住年数で被験者を分類する。分類は、交通手段が車、在住年数が 1 年目、交通手段が車以外で在住年数が 1 年目以上の被験者の 3 つである。3 つの分類に対して、それぞれ、固定値と前章の式が当てはまるのか分析する。また、東京と九州および沖縄の服装情報と気象情報を集め、既存の調査結果と比較する。

調査には、Yahoo!クラウドソーシング[78]を利用した。Yahoo!クラウドソーシングは、Yahoo! JAPAN ユーザーが企業や大学のアンケートに答えるものである。Yahoo! JAPAN ユーザは、任意でアンケートを選択し答えることで、少額の報酬がもらえる。Yahoo!クラウドソーシングは、被験者属性の偏りを制御することはできないが、広範囲に多くの被験者のデータを取得することが可能である。

本アンケートでは、各時間帯における服装の実態調査を実施している。各時間帯における服装を調査した理由は、時刻による補正をかけるため、被験者に明確に質問項目として設けた。各時間帯の定義は、気象庁の 1 日の時間細分図[79]より、朝を 6 時から 9 時、昼を 10 時から 14 時、夕方を 15 時から 18 時、夜を 19 時から 24 時とした。アンケート回答者は、昨日の朝から夜までの 4 つの時間帯における外出時の服装を回答する。選択可能な服装は、3 章 4 節と同様に、ISO-9920[61]の単品衣類の clo 値と花田らの研究[67]の単品衣類を用いる。そして、ヒートテックとヒートテックエクストリーム(極暖)を加えている。ヒートテックの clo 値はユニクロ社の公式発表[71]から、 0.17clo である。また、ヒートテックエクストリーム(極暖)は、ユニクロ社の公式発表[72]から、ヒートテックの 1.5 倍とし、 0.255clo である。

服装に加えて、年齢、性別、出身地域、在住地域、在住年数、外出先への交通手段を回答する。出身地域と在住地域は市区町村まで記入し、外出先への交通手段は徒歩、自転車、自動二輪および原付自転車、電車、バス、乗用車から選択する。気象情報は、気象庁の過去の気象データから取得する。3 章の調査では、OpenWeatherMap を利用したが、Yahoo!クラウドソーシングでは利用不可能なため、気象庁の過去のデータを利用した。OpenWeatherMap では、気象庁の気象データを利用しているため、3 章の調査結果と本調査は比較可能である。

4.2 ユーザ調査

本調査は、2015 年 12 月 21 日(月)～2015 年 12 月 27 日(日)および、2016 年 1 月 18 日(月)～2015 年 1 月 26 日(日)に実施した。12 月の調査では、岩手、東京と九州地方および沖縄在住の被験者を対象に調査を実施した。1 月の調査では、東北地方在住の被験者を対象に調査を実施した。

総回答数は、東北地方で 361 件、東京で 454 件、九州および沖縄地方で 312 件である。有効回答件数は、東北地方で 325 件、東京で 327 件、九州および沖縄地方で 260 件である。以下に、被験者の内訳を述べる。まず、県別の被験者数を記す。東北地方の県別の被験者数を図 4.1、九州地方および沖縄の県別の被験者を図 4.2 に示す。東北地方は、岩手県 90 名、青森県 34 名、宮城県 91 名、秋田県 36 名、山形県 27 名、福島県 47 名である。九州地方および沖縄は、福岡県 108 名、長崎県 20 名、大分県 20 名、佐賀県 13 名、宮崎県 20 名、熊本県 30 名、鹿児島県 20 名、沖縄県 29 名である。次に、性別ごとの被験者数を記す。東北地方の性別ごとの被験者数を図 4.3、東京の性別ごとの被験者数を図 4.4、九州地方および沖縄の性別ごとの被験者数を図 4.5 に示す。東北地方の性別ごとの被験者数は、女性 172 名、男性 153 名、東京の性別ごとの被験者数は、女性 166 名、男性 161 名、九州地方および沖縄の被験者数は、女性 150 名、男性 110 名である。世代ごとの被験者数を記す。東北地方の世代別の被験者数を図 4.6、東京の世代別の被験者数を図 4.7、九州地方および沖縄の世代別の被験者数を図 4.8 に示す。東北地方の世代別の被験者数は、10 代 5 名、20 代 35 名、30 代 136 名、40 代 103 名、50 代 42 名、60 代以上 4 名である。東京の世代別の被験者数は、10 代 4 名、20 代 49 名、30 代 108 名、40 代 124 名、50 代 36 名、60 代以上 6 名である。九州地方および沖縄の被験者数は、10 代 3 名、20 代 36 名、30 代 100 名、40 代 91 名、50 代 25 名、60 代以上 5 名である。最後に、東北地方の評価のための 3 つの分類ごとの被験者数を記す。東北地方の評価のための 3 つの分類ごとの被験者数の図 4.9 に示す。東北地方の、交通手段が車の被験者数は 251 名、在住年数が 1 年目の被験者数は 15 名、それ以外の被験者数は 59 名である。

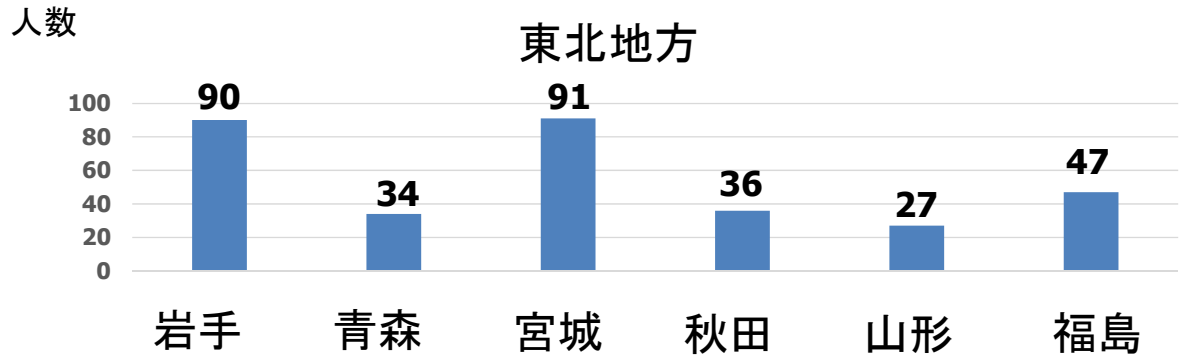


図 4.1：東北地方の県別の被験者数

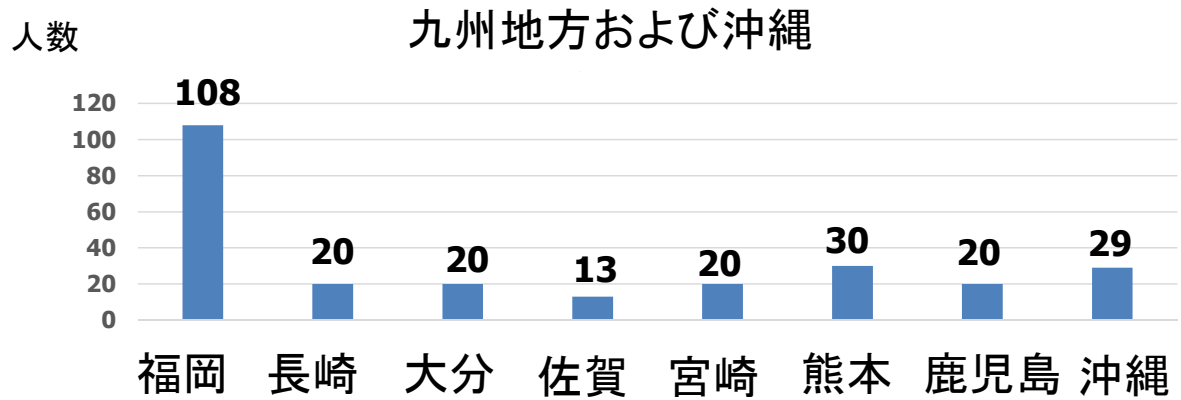


図 4.2：九州地方および沖縄の県別の被験者数

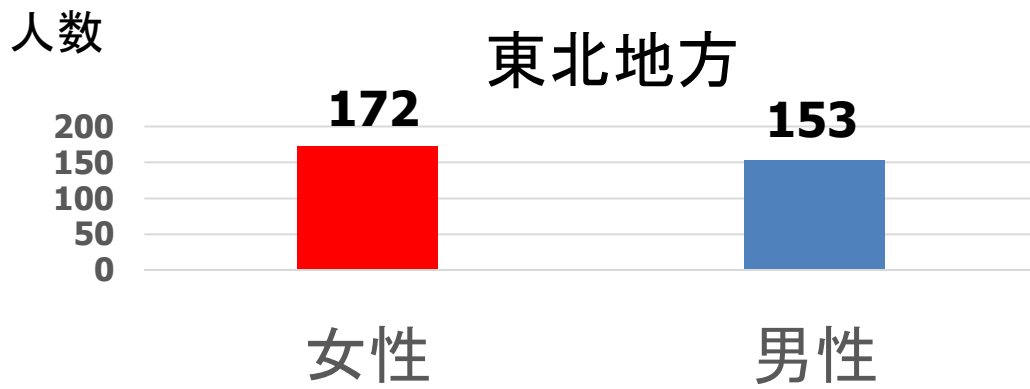


図 4.3 : 東北地方の性別と被験者数

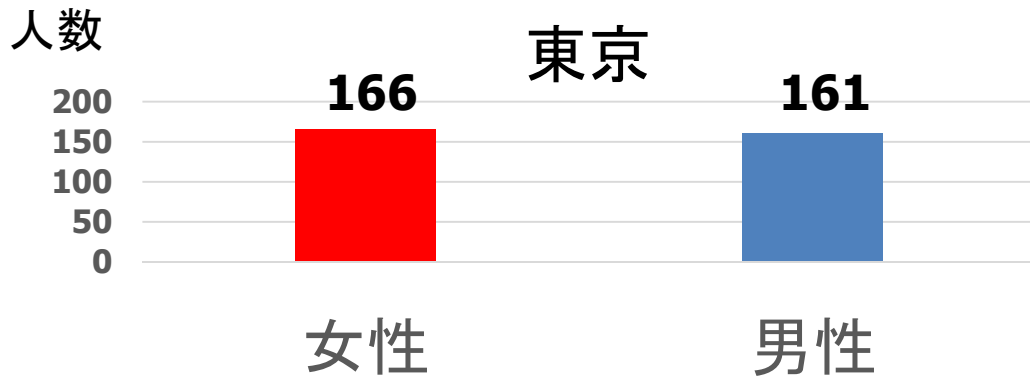


図 4.4 : 東京の性別と被験者数

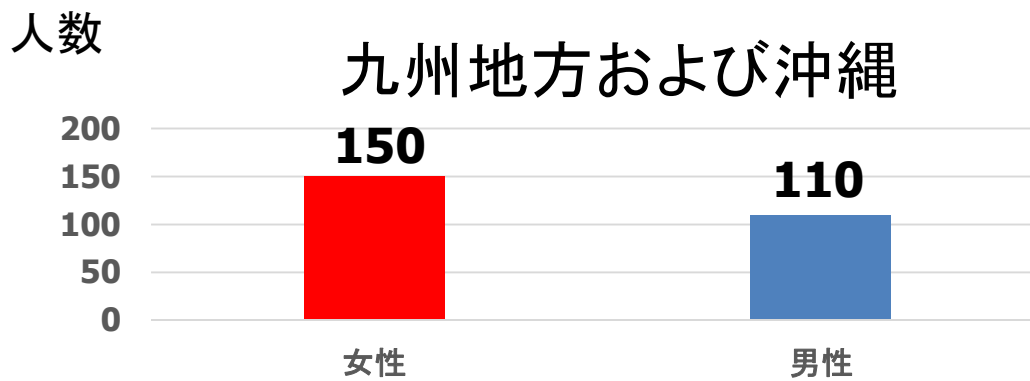


図 4.5 : 九州地方および沖縄地方の性別と被験者数

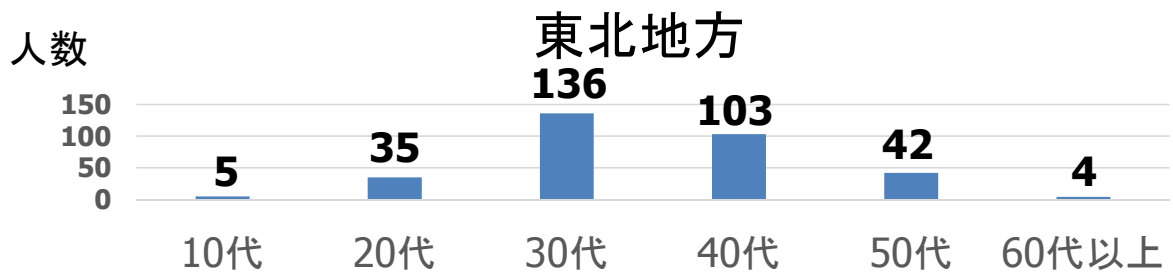


図 4.6：東北地方の世代別の被験者数

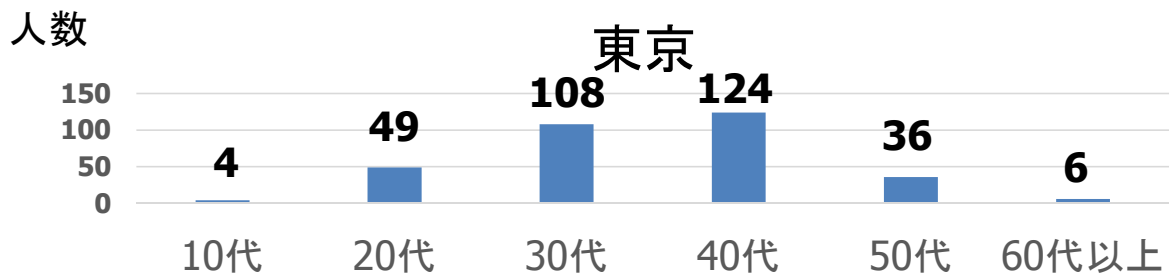


図 4.7：東京の世代別の被験者数

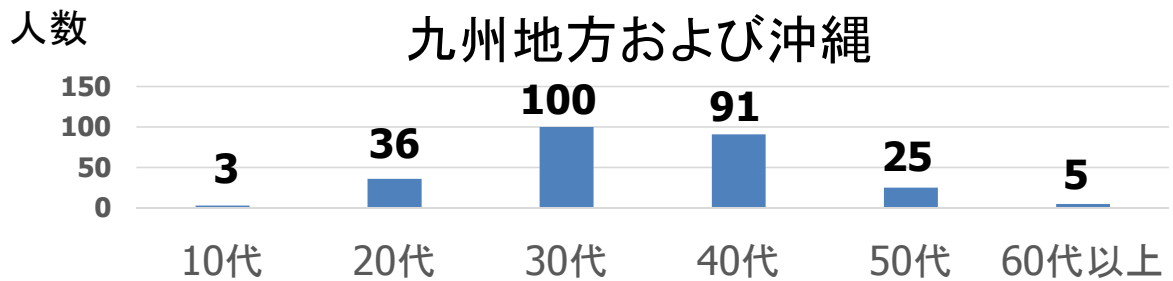


図 4.8：九州地方および沖縄の被験者数

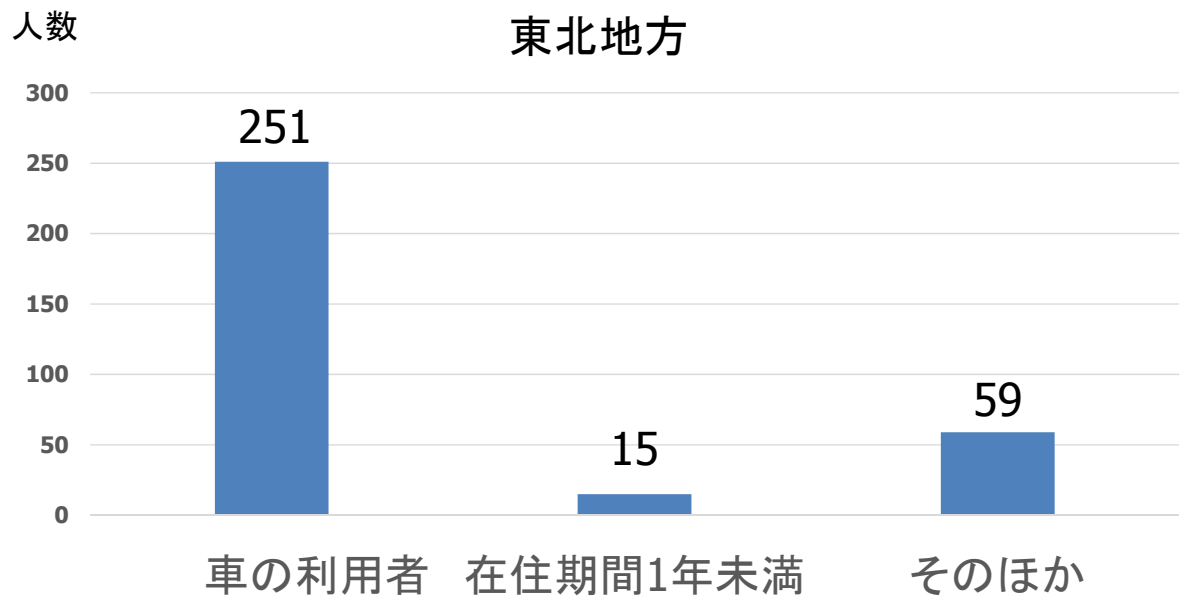


図 4.9 : 東北地方の評価のための 3 つの分類ごとの被験者数

4.2.1 分析

東北地方の分析と評価結果を述べる．また、東京と九州地方および沖縄の分析と評価結果を述べる．

4.2.1.1 東北地方の分析と考察

まず、東北地方の被験者の clo 値と気温の散布図が、3 章 2 節の分析と寒冷地の冬期の散布図と同様の結果がでるか分析する．同様の傾向がみられれば、3 章 2 節の分析と同様に冬期の寒冷地に個人差が大きいことがいえる．同様の傾向とは、SET*の快適域を下回り、ばらつきが大きいという傾向である．図 4.10 が、東北地方の clo 値と気温の散布図に SET*の快適域を示した図である．3 章 2 節の分析で利用した図 3.3 と同様に、SET*の快適域を下回り、ばらつきが大きい傾向がみられた．つまり、個人差が大きいことが 3 章 2 節の調査同様にみられた．

次に、交通手段が車である被験者、在住年数が 1 年以内の被験者、交通手段が車でなく、かつ在住年数が 1 年以上であるそのほかの被験者の 3 つの分類わけした分析・評価した結果を述べる．ただし、在住年数 1 年以内の被験者数が 15 名と少ないため、今回分析が困難であると判断し、評価を実施していない．交通手段が車である被験者と、そのほかの被験者の 2 つに関する分析と調査結果を述べる．

そのほかの被験者について述べる．そのほかの被験者とは、交通手段が車でなく、かつ在住年数が 1 年以上の被験者である．そのほかの被験者に対しては、前章で新たな clo 値の算出式を作成した．したがって、既存指標である SET*から算出される clo 値と新たな式から算出される clo 値を比較する．比較に関しては、実際の clo 値と算出された clo 値に有意な差があるか求める．当該比較手法は、藏澄ら[80]が人体の体表面積算出式の適合性を比較するときに用いた手法と同様である．有意な差がある場合は、式を見直さなければならないとみなされる．既存指標において調査における服装の clo 値と有意な差があり、新指標において調査における服装の clo 値と有意な差がない場合は、新指標の適合性が高いといえる．表 4.1 は、各時間帯におけるその他の被験者の clo 値と既存指標から求められる clo 値と新しい式から算出される clo 値を求めたものである．朝の時間帯においては、新たな式では朝 10 時以降としているため、比較対象からは外した．昼、夕、夜の各時間帯において、本調査の clo 値と既存指標の clo 値には、t 検定を用いた検定において 5%水準で有意な差があったが、本調査の clo 値と新たな式から算出される clo 値には、t 検定を用いた検定において有意な差はなかった．結果として、既存指標の clo 値に対して、本研究の新たな式から算出される clo 値は適合性が高いことが判明した．また、朝、昼、夕、夜の各時間帯の本調査の clo 値が、t 検定を用いた検定においてそれぞれ有意な差があったことから、時刻によって clo 値に変化があるといえる．したがって、気温と時刻による補正を加えた新たな式が有用であることが判明した．

交通手段が乗用者である被験者について述べる．各時間帯におけるその他の被験者の clo 値と既存指標から求められる clo 値と本研究の車を利用する被験者の固定 clo 値 1.28 を記した表を表 4.2 を示す．そのほかの被験者の比較手法と同様に、t 検定を用いて、既存指標と本研究の固定 clo 値 1.28 に有意差がある分析した．結果として、既存指標と本研究の固定 clo 値のどちらと

も、t 検定において、5%水準で有意な差があった。したがって、既存指標に関して適合性が低い
 が、同様に本研究の固定 clo 値 1.28 も適合性が低いことが判明した。1.28 の固定 clo 値に関し
 ては適合性が低かったが、3 章 3 節の調査結果では、ほかの被験者に比べ低い clo 値がでてい
 ることが判明している。そこで、そのほかの被験者と交通手段が車である被験者を比較し、交通手段
 が車の被験者の服装が薄着、つまり clo 値が低い確認する。t 検定を用いて、そのほかの被験者
 と交通手段が車である被験者の本調査の clo 値に、各時間帯において 5%水準で有意な差がある
 か検定した。検定の結果、各時間帯において、そのほかの被験者の本調査の clo 値と交通手段が
 車である被験者の本調査の clo 値は、5%水準で有意な差があった。さらに、表 4.1 と表 4.2 で、
 交通手段が乗用者である被験者の本調査の clo 値は、そのほかの被験者の本調査の clo 値に対し
 て、各時間帯すべてにおいて低い。したがって、交通手段が車である被験者の本調査の clo 値
 は、そのほかの被験者の本調査の clo 値に対して差があり、低いことがいえる。前章の式策定で
 は、そのほかの被験者より clo 値が低いため、固定 clo 値 1.28 を与えた。しかし、そのほかの被
 験者に策定した式に対して、補正値を加えて、車を利用する被験者により低い clo 値を与える手
 法のほうが妥当ではないかと考える。妥当性を検証するため、乗用者を利用する被験者が、時刻
 により clo 値が変わる、つまり服装を変更するか分析する。t-検定を用いて、各時間帯において
 5%水準で有意な差があるか検定した。結果として、どの時刻に関しても、5%水準で有意な差が
 あった。つまり、そのほかの被験者と同様に、車の被験者も、時刻により服装を変更している。
 まとめると、車を利用する被験者の clo 値は、そのほかの被験者よりも clo 値は低く、時刻によ
 って clo 値が変わることが判明した。通手段が乗用者である被験者の本調査の clo 値とそのほか
 の被験者の本調査の clo 値は、朝の時間帯に 1.6、昼の時間帯に 1.3、夕方の時間帯に 1.1、夜に
 時間帯に 1.7、clo 値に差がある。4 つの時間帯を平均すると、1.43 の差がある。式(3.9)に対
 して、 1.43clo を減らした値が車を利用する被験者の clo 値ではないかと考える。本節の車に対す
 る新たな clo 値算出式は、妥当性を改めて評価する必要がある。

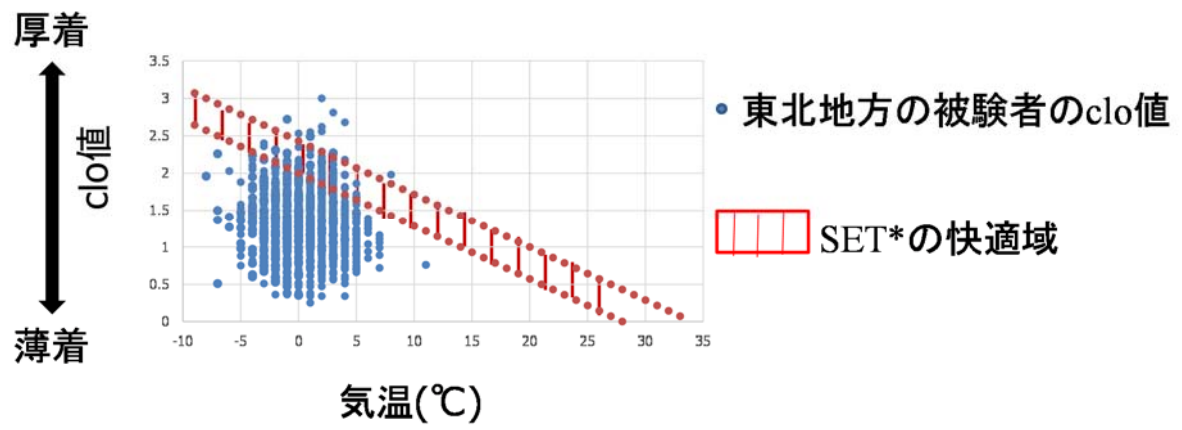


図 4.10 : 東北地方の冬期の clo 値と気温

表 4.1：東北地方のその他の被験者の各時間帯の clo 値

	朝の時間帯 (6 時～9 時)	昼の時間帯 (10 時～14 時)	夕方の時間帯 (15 時～18 時)	夜の時間帯 (19 時～24 時)
本調査 (clo 値)	平均：1.45 分散：0.13	平均：1.35 分散：0.12	平均：1.45 分散：0.17	平均：1.55 分散：0.19
既存指標 (clo 値)	平均：2.27 分散：0.02	平均：2.03 分散：0.02	平均：2.11 分散：0.11	平均：2.18 分散：0.02
本研究 (clo 値)		平均：1.33 分散：0.00	平均：1.51 分散：0.00	平均：1.63 分散：0.00

表 4.2：東北地方の交通手段が車の被験者の各時間帯の clo 値

	朝の時間帯 (6 時～9 時)	昼の時間帯 (10 時～14 時)	夕方の時間帯 (15 時～18 時)	夜の時間帯 (19 時～24 時)
本調査 (clo 値)	平均：1.29 分散：0.16	平均：1.22 分散：0.15	平均：1.34 分散：0.20	平均：1.38 分散：0.2
既存指標 (clo 値)	平均：2.30 分散：0.02	平均：2.05 分散：0.02	平均：2.13 分散：0.02	平均：2.21 分散：0.03
本研究 (clo 値)		1.28	1.28	1.28

4.2.1.2 東京と沖縄および九州地方の分析と考察

東京と沖縄および九州地方の clo 値と気温の散布図を示す．図 4.11 が東京，図 4.12 が九州地方および沖縄の clo 値と気温の散布図に SET*の快適域を示した図である．東京の SET*の快適域に適合する clo 値は 31%，九州地方および沖縄に適合する clo 値は 32%である．丸田ら[74]の東京での調査結果と本調査結果は異なり，ばらつきが大きく，SET*の快適域に適合しなかった．同様に，九州地方および沖縄も SET*の快適域に適合していない．前章の東京での調査結果では，丸田らの東京での調査結果と一致していたが，被験者数を増加させた本調査では異なる結果となった．東京の調査結果，九州地方および沖縄の調査結果，両者とも SET*の快適域に対して，clo 値は大きくばらつき，高い場合も低い場合も散見される．

表 4.2 と表 4.3 は，東京と九州地方および沖縄の各時間帯における被験者の clo 値と既存指標から求められる clo 値である．t 検定を用いて 5%水準で有意差があるか分析したところ，各時間帯において被験者の clo 値と既存指標から求められる clo 値に有意な差があった．したがって，既存指標の適合性が低いと判明した．

本調査結果により，被験者数が増加したことで clo 値のばらつきが増加したことから，被験者の属性などにより，ばらつきが発生しているのではないかと考える．被験者属性に焦点を当てて，既存指標の適合性に関して再度調査と分析をする必要があると思われる．また，服装の種類の多様化が進んでおり，より保温性が高いものが着用される場合が考えられる．被験者に対して，より細かな服装を聞くとともに，被服面積や素材などの要素を考慮した調査が必要であると考えられる．

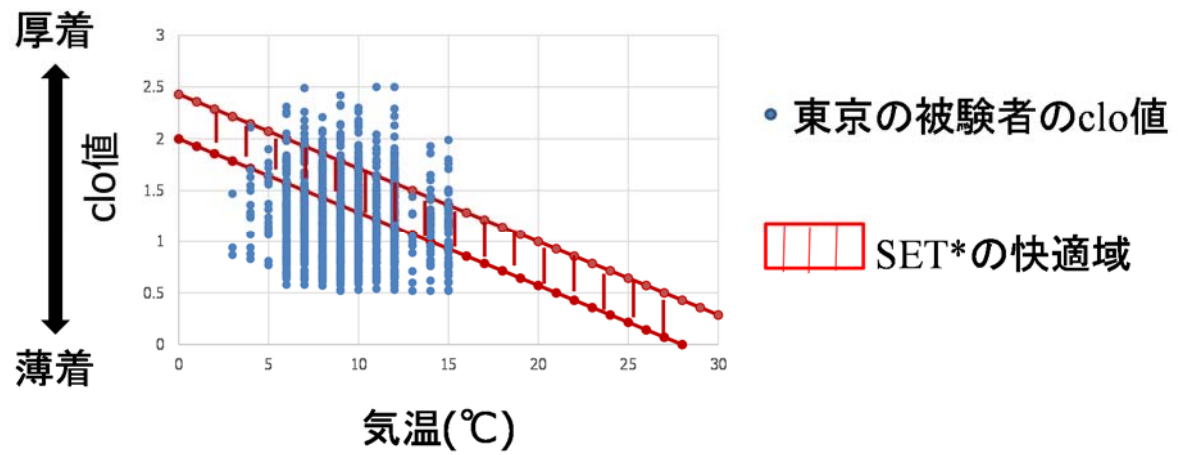


図 4.11：東京の冬期の clo 値と気温

表 4.3：東京の各時間帯の clo 値と気温

	朝の時間帯 (6 時～9 時)	昼の時間帯 (10 時～14 時)	夕方の時間帯 (15 時～18 時)	夜の時間帯 (19 時～24 時)
本調査 (clo 値)	平均：1.25 分散：0.14	平均：1.15 分散：0.13	平均：1.25 分散：0.15	平均：1.33 分散：0.18
既存指標 (clo 値)	平均：1.68 分散：0.09	平均：1.39 分散：0.07	平均：1.49 分散：0.05	平均：1.59 分散：0.06

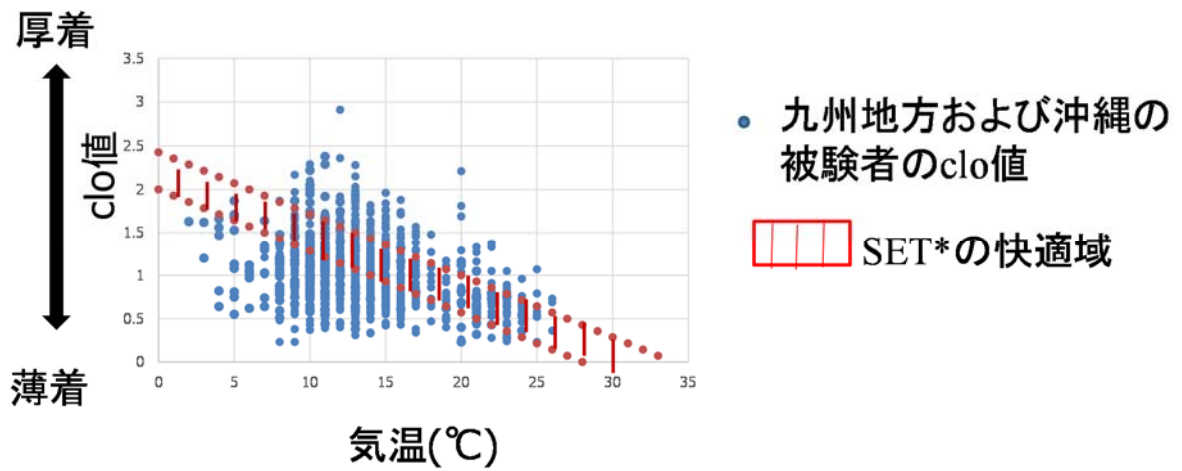


図 4.12：九州地方および沖縄の冬期の clo 値と気温

表 4.4：九州地方および沖縄の各時間帯の clo 値と気温

	朝の時間帯 (6 時～9 時)	昼の時間帯 (10 時～14 時)	夕方の時間帯 (15 時～18 時)	夜の時間帯 (19 時～24 時)
本調査 (clo 値)	平均：1.08 分散：0.13	平均：0.95 分散：0.11	平均：1.04 分散：0.15	平均：1.14 分散：0.17
既存指標 (clo 値)	平均：1.42 分散：0.02	平均：1.13 分散：0.03	平均：1.17 分散：0.02	平均：1.28 分散：0.01

4.3 考察のまとめ

交通手段が車でなく、かつ在住年数が1年以上の被験者に対する clo 値を求める新たな算出式に関して、既存指標より適合性が高いことが判明した。このことから、寒冷地に対する気温と時刻を用いた補正値をかける新たな clo 値の算出式が有用であることが判明した。また、車を利用する被験者に対する式の評価では、固定値 1.28clo は適合性が低いことが判明した。しかし、そのほかの被験者に対してすべての時間帯で clo 値に 5%水準で有意な差があるため、寒冷馴化の影響で、clo 値がそのほかの被験者より低くなっていることが本評価でも判明した。したがって、clo 値に関して、寒冷馴化を考慮する必要があるといえる。寒冷馴化の影響によって、寒冷地では、車の利用者は clo 値が低い、つまり服装が薄着になっているといえる。また、在住年数1年未満の被験者の総数が15名とすくなかったため分析ができなかった。今後は、定期的に調査を実施することや、在住年数1年未満であることが確実な新入生や短中期的旅行者に対して調査を実施する必要があると感じた。

新たな課題として、東京、九州地方や沖縄の被験者の clo 値のばらつきが大きいことが判明した。被験者属性を分類わけした、細かな分析が必要であるとともに、服装の個人差に関して分析していく必要がある。

第5章 おわりに

本研究では、気象に基づく服装情報算出のための、寒冷馴化の影響についての調査と検証を実施した。寒冷馴化の影響の調査により、寒冷馴化の影響を考慮した服装情報の算出が必要であることが判明した。上記の調査の分析より、寒冷地にいることによる寒さへの慣れや、移動手段によって外気に触れる機会が少ないとき寒さに対して我慢できることが判明した。また、気温によらず、昼に対して夜の服装は厚着になることがわかった。さらに、寒冷馴化を考慮した寒冷地の冬期における新たな服装指標を作成し、評価した。評価結果より、寒冷馴化の服装は影響を受け、寒冷馴化を考慮した服装情報の算出が必要であることが判明した。今後の課題を、次節より述べる。

5.1 今後の課題

今後の課題の1つ目として、 5°C 以上の気温時の clo 値を決定する必要がある。まずは、寒冷地において、既存の知見と同様となった春期と夏期の clo 値の算出式について述べる。春期の clo 値と気温は図 3.5、夏期の clo 値と気温は図 3.6 を基にしている。図 3.5 から 17°C 以上では、既存の SET*の指標に従い、図 3.6 から 0.3clo を下回る場合には、0.3clo に固定する。それぞれ、図 5.1 と図 5.2 に図示する。次に、寒冷地の秋期の clo 値の算出式について述べる。図 3.3 より、秋期の期間を 5°C から 17°C とした。秋期の期間である 5°C から 17°C は被験者少ないため、はっきり述べることは難しいが、1.0clo で一定に推移するのではないかとと思われる。図 5.3 に図示する。上記の分析の評価を、春期から秋期に実施する必要がある。

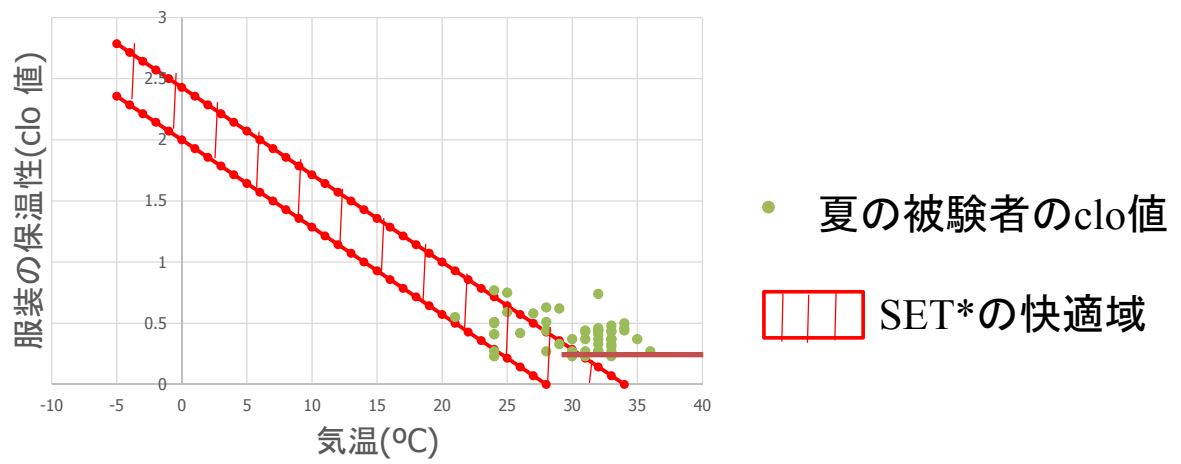


図 5.1 : 夏期の被験者の clo 値と予想される推移

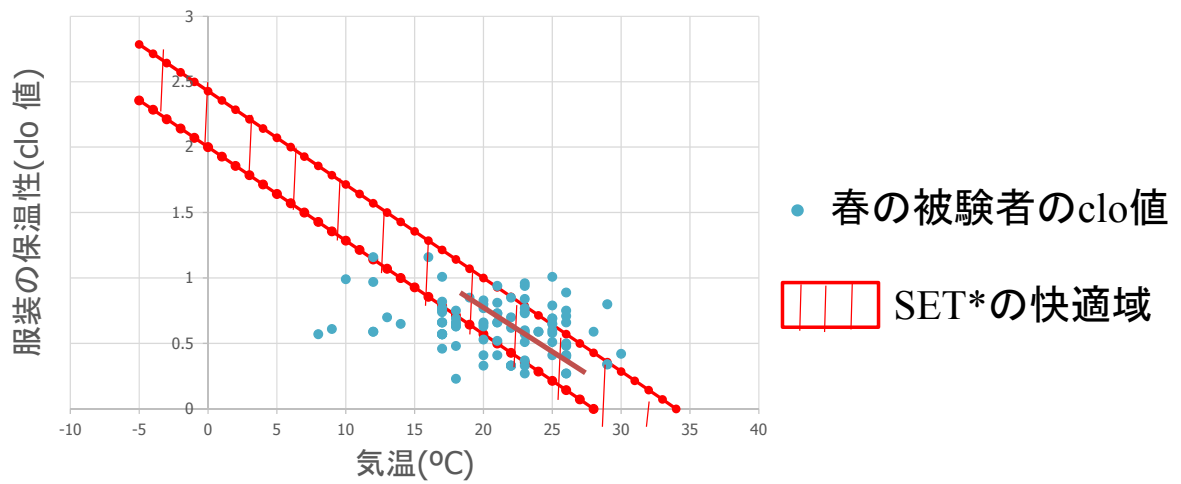


図 5.2 : 春期の被験者の clo 値と予想される推移

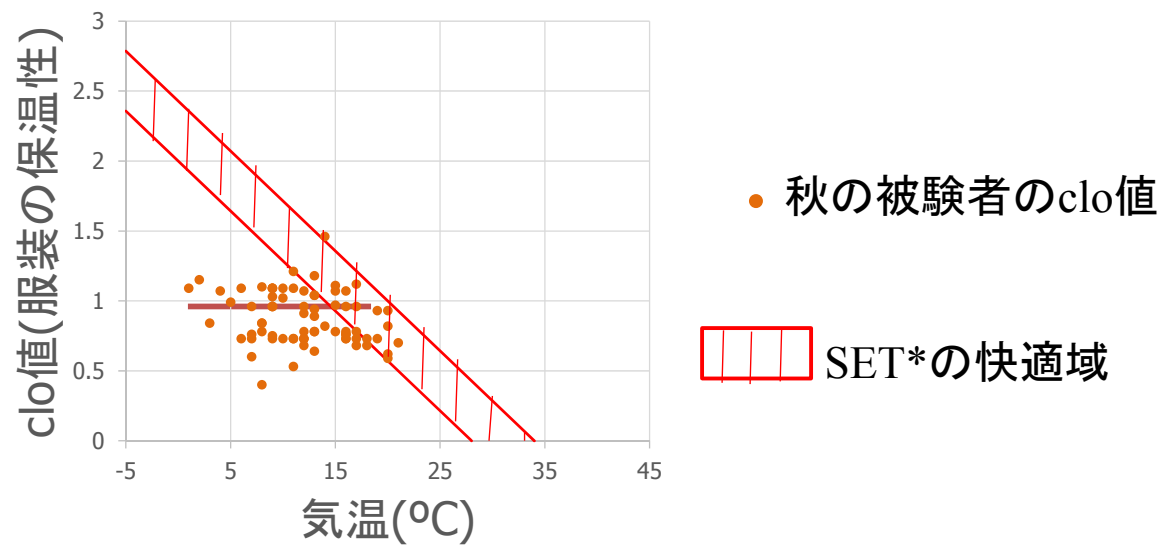


図 5.3 : 秋期の被験者の clo 値と予想される推移

今後の課題の 2 つ目として、春期と秋期の同一気温における服装の違いを調査する必要性があるということが挙げられる。図 5.4 は、岩手における春期と秋期の clo 値と気温の散布図である。例えば、17℃における clo 値は、春期の被験者 10 名の平均 clo 値は 0.677，秋期の被験者 10 名の平均 clo 値は 0.894 である。このように、同一気温においても、春期と秋期で異なる。寒冷馴化の影響を含めた、春期と秋期の服装の調査と分析が必要である。

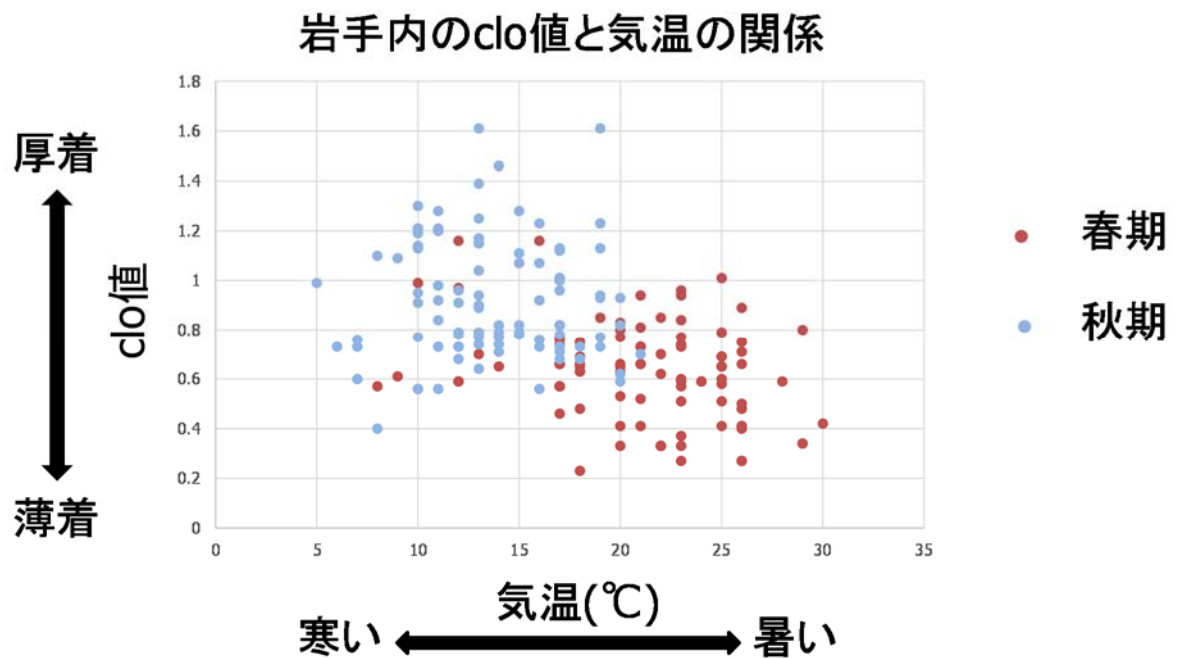


図 5.4：岩手県内の春期と秋期の clo 値と気温の比較

今後の課題の3つ目として、非線形数式の適応が挙げられる。3章および4章では、線形回帰分析を利用して、新たなclo値の算出式を作成し、評価した。しかし、図3.7より、非常にclo値のばらつきが大きく、線形回帰分析による式の作成のみでいいのか疑問が残る。評価では、新たなclo値の算出式の適合性は高かったが、新たな要因、様々な地域への適応など、今後の展開を考えたときに、線形回帰直線以外の手法も考慮する必要があると考える。例えば、局所最小2乗法を利用することが考えられる。山口ら[81]の風環境の予測では、局所最小2乗法を利用した非線形風況予測モデルにより、予測誤差が低減した。今後、いくつかの手法の比較検討が必要であると考えられる。

今後の課題の4つ目として、新たな服装指標を用いたシステムの服装の提示をどのように実施するかが挙げられる。新たな服装指標に寒冷馴化の影響を考慮するために、利用者の交通手段や活動時間が必要となる。利用者が初めに入力を行うのか、交通手段や活動時間別にいくつかの服装を提示するのがよいのか検討する必要性がある。前者の場合、入力の煩わしさはあるが、一意に決まる。後者の場合は、被験者が目移りしてしまう可能性はあるが、入力の煩わしさはない。

本研究の当初の大きな目的は、災害時に利用することである。気象情報を服装情報として提供することで、平常時でも緊急時でも利用できる、気象情報システムとして構築することが可能である。以下に、災害時での利用や、セーフティやセキュリティに関する本研究の立ち位置を述べる。本研究の今後の展望として、今後は激しい気象条件における安全な服装情報を提供する、安全への対策を実施することを考えている。激しい気象条件とは、登山における台風や大雪などを想定する。激しい気象条件における安全な服装情報とは、登山などで激しい気象条件でも安全な装備を提供することである。激しい気象は、災害に含まれる。昨今、特に注意が払われるのが、放射能による汚染である。放射能の汚染を防ぐためには防護服が必要となる。服装は、災害時の物理的なセキュリティといえる。災害における、セーフティやセキュリティを高めるような服装情報システムの構築も今後考えている。また、気象情報が正しくないと命にかかわる危険がある。気象情報として、服装情報が提供されるときに、登山や観光地で正しい服装をしなければ命の危険に関わる場合もある。服装情報をこのような気象の危機管理の1つとして捉えることができ、将来的に正しい情報を提供する、セキュリティを考慮したヒューリスティックな情報を提供する場としていくことを考えている。

以上より、本研究では、寒冷馴化の影響を考慮した服装情報を算出が必要であることはいえしたが、1年間を通した分析を継続して実施し、より汎用的なclo値算出のための式の作成と評価が必要であることが課題として挙げられる。また、システムの作成と災害への対応が課題として挙げられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり，本論文をご審査いただき，ご指導を賜りました岩手県立大学ソフトウェア情報学部の村山優子教授ならびに村田嘉利教授，佐々木淳教授に心より感謝申し上げます。村山優子教授には，修士課程の頃より 5 年間にもわたり，進路や研究の指導，相談を受けていただくだけでなく，様々な学会発表の機会を与えていただきました。村田嘉利教授には，時に厳しく時に優しく，研究において多くの助言をいただきました。学会でお会いした時は，気さくに声をかけていただいたことが印象に残っております。佐々木淳教授には，服装の研究をしていらっしゃる他学部の先生をご紹介いただき，大変感謝しております。幅広い見識で，研究に関するご助言をいただきました。

また，研究のご指導を賜りました岩手県立大学ソフトウェア情報学部コミュニケーション学講座の齊藤義仰准教授，西岡大講師に心より感謝申し上げます。齊藤准教授には，システム実装や，評価方法について多大なアドバイスとご指導をいただきました。西岡講師には，研究面での指導に加え，私生活での相談や，学会等での場の振る舞い方等大学生としての態度をご指導いただきました。

日ごろより多くの助言をいただき，同時に精神的な支えとなって下さった岩手県立大学ソフトウェア情報学部コミュニケーション学講座の学生，OB の皆様にこの場を借りて感謝いたします。特に，英語の添削から研究の相談まで，様々な面で支えてくださりました Nor Athiyah Binti Abdullah 氏に感謝の意を表します。また，調査の実施にあたり協力をいただいた，被験者の皆様に謹んで感謝の意を表します。

最後に，10 年にも及ぶ長い学生生活をあらゆる面で支えてくれた家族に，心より感謝いたします。

参考文献

- [1] Gagge, A. P.; Burton, A. C.; Bazett, H. C: A Practical System of Units for the Description of the Heat Exchange of Man with His Environment, *Science*, Vol.94, Issue 2445, pp. 428-430 (1941).
- [2] Gagge, A. P.; Stolwijk, J. A. J. and Nishi, Y: An effective temperature scale based on a simple model of human physiological regulatory response, *ASHRAE Transactions*, Vol.77, pp. 247-262 (1971).
- [3] Gagge, A. P.; Burton, A. C.; Bazett, H. C: A standard predictive index of human response to the thermal environment, *Science*, *ASHRAE Transactions*, Vol.92, pp. 709-731 (1986)
- [4] 宮沢モリエ, 五十嵐由利子, 岩重博文, 榊原典子, 水野由美, 久保博子, 磯田憲生, 梁瀬度子: 高齢者の温熱環境に関する実態調査 (第 1 報): 高齢者の居住環境と冷暖房に関する特徴, *日本家政学会誌*, Vol.46, No.5, pp.447-454 (1995)
- [5] 星野元紀, H.B.リジャル: 着衣量に関する研究 その 8 渋谷駅ハチ公前における熱的快適性と着衣量の実態調査, *日本建築学会大会学術講演梗概集 2014(環境工学 II)*, pp.475-476 (2014).
- [6] 吳僖京, 田村照子, 廣川妙子: 高齢女性の衣服設計に向けた衣生活調査, *日本感性工学会論文誌*, 12(2), pp.335-341 (2013).
- [7] 田中友理, 片山 裕里, 式井愼一, 楠亀 弘一, 久保 博子: 冬期における温熱的快適性に関する研究: その 1: 男女差・午前午後による生理心理反応について, *人間・生活環境系シンポジウム報告集 38*, pp.277-280 (2014).
- [8] 富田明美, 加藤千穂: 屋外における高齢女子の着衣実態と温熱感に関する研究, *椋山女学園大学研究論集 自然科学篇 38*, pp.9-19 (2007).
- [9] 日本生気象学会: 生気象学の辞典, pp.162-165, 朝倉書店 (1992)
- [10] 中村泰人: 「生気象学」への期待—暑熱適応の展開—, *日本生気象学会雑誌*, Vol.Suppl.(0), pp.33-34 (2012).
- [11] 小柴朋子, 吉川可奈, 田村照子: 災害時備蓄用救援衣料の提案とその評価, *人間・生活環境系シンポジウム報告集 34*, pp.121-122 (2010)
- [12] 日本生気象学会,
<http://seikishou.jp/>,
(参照 2016-03-11)
- [13] 田村照子: 日本生気象学会 50 年を振り返って—衣服領域の視点から—, *日本生気象学会雑誌*, Vol.Suppl.(0), pp.9-11 (2012).
- [14] Fredrik Bergstrand and Jonas Landgren: Visual reporting in time-critical work: exploring video use in emergency response, *MobileHCI '11 Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, pp. 415-424 (2011)

- [15] Fredrik Bergstrand and Jonas Landgren: Information Sharing Using Live Video in Emergency Response Work, Conference on Information Systems for Crisis Response and Management, 6 (3/4) pp. 295-301 (2009).
- [16] 岩倉寛幸, 木村朝子, 柴田史久, 田村秀行: 地震による揺れの効果的可視化方法, 電子情報通信学会, 327(2007).
- [17] 村崎大輔, 藁科光徳, 小池英之, 荒川淳平, 上田真史, 竹内郁雄: 災害情報可視化システムの開発, 日本地震工学会論文集, 9(2), pp.88-101(2009).
- [18] 村山優子: 緊急事態のための情報システムー多様な危機発生事例から探る課題と展望ー, 近代科学社(2014)
- [19] Liza Potts, Joyce Seitzinger, Dave Jones and Angela Harrison: Tweeting disaster: hashtag constructions and collisions, Proceedings of the 29th ACM international conference on Design of communication, pp.235-240 (2011)
- [20] Vieweg, Sarah, Hughes, Amanda L., Starbird, Kate and Palen, Leysia: Microblogging During Two Natural Hazards Events: What Twitter May Contribute to Situational Awareness, Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 1079--1088 (2010)
- [21] Cameron, Mark A., Power, Robert, Robinson, Bella and Yin, Jie: Emergency Situation Awareness from Twitter for Crisis Management, Proceedings of the 21st International Conference Companion on World Wide Web, pp. 695--698 (2012)
- [22] 震災時における Twitter の利用状況について,
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h23/html/nc143c00.html>
(参照 2016-03-11).
- [23] Hughes, Amanda L., St. Denis, Lise A. A., Palen, Leysia and Anderson, Kenneth M.: Online public communications by police & fire services during the 2012 Hurricane Sandy, Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems CHI '14, pp. 1505--1514 (2014)
- [24] Leavitt, Alex and Clark, Joshua A. : Upvoting hurricane Sandy: event-based news production processes on a social news site
- [25] 内田法彦, 中村大輔, 旭秀晶, 五十嵐亮裕, 及川聡, 高畑一夫, 柴田義孝: リアルタイム通信を可能とする防災・災害情報ネットワーク, 情報処理学会研究報告. マルチメディア通信と分散処理研究会報告 2002(54), pp.115-120, (2002)
- [26] 廣井慧, 妙中雄三, 中山雅哉, 横山仁, 中谷剛, 三隅良平, 砂原秀樹: 気象観測網を活用した水害向け危険指標生成モデルの提案とその評価, 電子情報通信学会論文誌. B, 通信 J96-B(10), pp.1198-1205, (2013)
- [27] Sahana, <http://sahanafoundation.org/>
(参照 2016-03-11).
- [28] Careem, M., De Silva, C., De Silva, R., Raschid, L. and Weerawarana, S.: Sahana: Overview of a Disaster Management System, Information and Automation 2006, ICIA 2006, pp. 361-366 (2006)

- [29] 吉野太郎, fuga : 東日本大震災における災害時救援情報共有 システム Sahana(サハナ)の運用と評価, デジタルプラクティス 3(3), pp.177-183(2012)
- [30] 片山幸治,小西修: 知識発見支援のための気象画像データベースの構築, 日本家政学会誌. データベース, Vol.40, No.5, pp.69-78 (1999).
- [31] Katarina Elevant: Who Wants to "Share Weather"? The Impacts of Off-Line Interactions on Online Behavior, 47th Hawaii International Conference (HICSS), pp. 1884-1893 (2014).
- [32] 高岡詠子, 村上稔典: デジタル百葉箱を用いた気象可視化アプリケーションの開発, 電子情報通信学会技術研究報告. USN, ユビキタス・センサネットワーク, 108(138), pp.33-38(2008).
- [33] Live E!プロジェクト, <http://www.live-e.org>, (参照 2016-03-11).
- [34] 岡田拓也, 今井正和: Live E! データ可視化アプリケーションの開発, 電子情報通信学会技術研究報告. IA, インターネットアーキテクチャ, 109(351), pp.79-84(2009).
- [35] 新井直樹, 瀬之口敦: 気象情報の見える化の試み: 気象情報可視化ツール Wvis の開発と可視化事例, 天気, 58(9), pp.835-839(2011).
- [36] 谷誠, 菊池時夫: GMS-5 衛星画像と気象記録の統合データベース構築の試み. 高知大学理学部紀要 情報科学, 24, pp.115-122 (2003).
- [37] 仁科圭三郎, 上岡英史: 音を用いた気象情報に関するアンビエントシステム, 電子情報通信学会技術研究報告. MoMuC, モバイルマルチメディア通信, 109(441), pp.19-24 (2010).
- [38] 武兵, 村田佳洋, 柴田直樹, 安本慶一, 伊藤実: 天気変化を考慮した観光スケジュール群の探索アルゴリズム, 情報処理学会研究報告, 数理モデル化と問題解決研究報告, (3), pp.1-6 (2009).
- [39] 日本気象協会 tenki.jp , <http://www.tenki.jp/> (参照 2016-03-11).
- [40] おしゃれ天気,
<https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.co.recruit.mtl.osharetenki&hl=ja>,
(参照 2016-03-11)
- [41] 今日の重ね着,
<http://higashi-dance-network.appspot.com/kasanegi/>,
(参照 2016-03-11).
- [42] 世界の歩き方, <http://www.arukikata.co.jp/>,
(参照 2016-03-11).
- [43] 佐藤彩夏期, 渡邊恵太, 安村通晃: 姿を利用したファッションコーディネート支援システム suGATALOG の提案と評価, 情報処理学会論文誌 53(4), pp.1277-1284 (2012)
- [44] 原田史子, 岡本友紀子, 島川博光: アイテム組み合わせポリシーを考慮した協調フィルタリングによる服装コーディネート支援, 全国大会講演論文集 第 71 回平成 21 年(1), pp.1-477-1-478, (2009)

- [45] 清水葵, 鈴木優, 上田博唯: ロボット対話型服装推薦システムにおける, 研究報告エンタテインメントコンピューティング (EC) 2013-EC-28(2), pp.1-6, (2013)
- [46] 趙瑩, 荒木健治: ユーザ情報に基づくファッションコーディネート推薦システム, 電子情報通信学会技術研究報告. LOIS, ライフインテリジェンスとオフィス情報システム 111(383), pp.13-18, (2012)
- [47] 桂慶介, 加藤桃子, 島川博光: TPO にふさわしくユーザが望む印象を与える服装の推薦, 情報科学技術フォーラム講演論文集 14(4), pp.445-446, (2015)
- [48] 福田未央, 仲谷善雄: 服の着用経験に基づき服自身がコーディネートを推薦するシステム, 全国大会講演論文集 2011(1), pp.161-163, (2011)
- [49] Si-Jung Kim: Integration of environmental contexts and personal factors for coordinating garments: an environmental user interface paradigm to enrich user interactions, Proceedings of the 47th Annual Southeast Regional Conference, No. 59, pp.59:1--59:6 (2014).
- [50] 深井一夫, 齊藤純二, 後藤滋, 伊藤宏: 標準新有効温度(SET*)と日本人の温熱感覚に関する実験的研究: 第2報-冬期および夏期における温熱感覚の比較, 空気調和・衛生工学論文集, No.51, pp.139-147 (2009).
- [51] 田村照子: 気候と衣服, 日本生気象学会雑誌, Vol.49, No.2, pp.61-70(2012)
- [52] 仲松亮, 堤純一郎, 新川亮樹, 安井文男, 斎藤基之, 石井昭夫: 亜熱帯沖縄における温熱感覚調整要素としての着衣量の実態調査, 日本建築学会環境系論文集 (570), pp.21-27 (2003).
- [53] 菅原正子: 寒冷地の住宅環境と衣服着装の快適性に関する研究(第3報): 季節別に見た短大生の衣服着装実態(その1), 岩手県立大学盛岡短期大学部研究論集 7, pp.15-20 (2005).
- [54] 渡部幸樹, リジナル, 中谷岳史: 岐阜の住宅における熱的快適性に関する実態調査: その12 着衣量の検討, 日本建築学会関東支部研究報告集, 82(II), pp.161-164 (2012).
- [55] 西村貴孝, 本井碧, 二里洋輔, 綿貫茂喜: 季節性寒冷順応が寒冷暴露時の生理反応に与える影響, 日本生理人類学会誌, Vol.17, No.3, pp.109-115 (2012).
- [56] SET*委員会 報告書(PMV, SET*, clo に関する研究報告-温熱指標等研究委員会報告書) [in Japanese], Journal of human and living environment 12(特別), pp.75-99 (2005)
- [57] 石井 昭夫, 岩本 静男, 山下 盛久: ASHRAE 標準新有効温度 SET*算出に関する基礎的検討: 広範な適用を考慮して [in Japanese], Symposium on Man-Thermal Environment System 13, pp.66-69, (1989)
- [58] 堀之内 武: 気象学における情報処理, 日本気象学会機関紙「天気」, Vol.54, No.11, pp.941-944, (2007)
- [59] Climate Informatics,
<http://www.climateinformatics.org/>,
(参照 2016-03-11).
- [60] 日本における体感気候分布の表現方法に関する研究 [in Japanese], Reports of the science of living 35, pp 133-138 (1987)
- [61] ISO 9920: Ergonomics of the thermal environment - Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble (1995)

- [62] 奥窪朝子: 着衣量との関係からみた快適環境温度・個人要因を踏まえた快適条件の設定-, 大阪教育大学家政学研究会, 25, pp.25-38(1982)
- [63] Li PW, Chan ST: Application of a weather stress index for alerting the public to stressful weather in Hong Kong, Meteorological Applications 7, pp.369-375(2000)
- [64] OpenWeatherMap, <http://openweathermap.org/>,
(参照 2016-03-11).
- [65] 伴野明, 山本修平: 心理的要因による体感温度への影響の数値評価法, 電気学会論文誌E, 133(6), pp.190-198(2013)
- [66] 梅村茂樹, 堀越哲美, 土川忠浩, 藤井貴文, MA KYI KTI LAY: 建築外部空間に形成される温熱環境が人体心理反応に及ぼす影響, 東海支部研究報告集 (31), pp.353-356(1993)
- [67] 花田嘉代子: 快適な温熱環境のメカニズム・豊かな生活空間をめざして-, pp.139-147, 空気調和・衛生工学会 (2006).
- [68] 内野 昌恵: 小学6年生児童の実例研究: 埼玉県A小学校の事例…着装の実態と意識, 文化女子大学紀要 服装学・造形学研究 (33), pp.17-26(2002).
- [69] 村田 成子, 入来 正躬: 冷老人の体温・皮膚感覚点分布頻度に及ぼす加齢の影響, 日本老年医学会雑誌, Vol.11 No.3, pp.157-163 (1974).
- [70] 橋本 好弘, 森谷 きよし, 大塚 吉則: 暑熱環境が消火活動時の隊員の心身機能に及ぼす影響, 日本生気象学会雑誌, Vol.45, No.4, pp.131-139 (2008).
- [71] ユニクロ: 進化を続けるユニクロのヒートテック,
http://www.uniqlo.com/jp/corp/pressrelease/2014/09/092411_ht.html
(参照 2016-03-11).
- [72] ユニクロ: 「ヒートテック」・「ウルトラライトダウン」の優れた機能性について,
http://www.fastretailing.com/jp/ir/library/pdf/presen120926_uld.pdf,
(参照 2016-03-11).
- [73] 榎本ヒカル, 池田耕一, 東賢一, 栃原 裕: 「クールビズ」導入オフィスにおける勤務者の温熱環境評価, 労働安全衛生研究 2(1), pp.5-10(2009).
- [74] 丸田直美, 田村照子: 歩行者の外観に基づく clo 値推定の試み・定点観測結果を用いて-, 日本生気象学会雑誌 46(4), pp.149-158, (2009)
- [75] 今井 健二郎, 片岡 拓也, 増田 貴文, 稲田 智洋: 車室内温熱環境の新評価手法の開発, JSAE Transactions 43(2), pp.281-286, (2012)
- [76] 松尾 律子, 東修 三: 不快指数に風速の効果を導入するための補正式について,
The scientific reports of the Kyoto Prefectural University. Natural science living science and welfare science 19, pp.45-50, (1968)
- [77] 松尾 律子, 東修 三: 不快指数に風速の効果を導入するための補正式について,
The scientific reports of the Kyoto Prefectural University. Natural science, living science and welfare science 19, pp.45-50, (1968)
- [78] Yahoo!クラウドソーシング,
<http://crowdsourcing.yahoo.co.jp/>
(参照 2016-03-11)

- [79] 気象庁：1日の時間細分図,
http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/saibun.html,
(参照 2016-03-11)
- [80] 藏澄 美仁, 土川 忠浩, 角谷 孝一郎, 鳥居 孝行, 松原 斎樹, 堀越 哲美: 人体の体表面積算出式の適合性の評価, 日本生気象学会雑誌 39(4), pp.101-106, (2002)
- [81] 山口 敦: 気象シミュレーションと数値流体解析を利用した風環境の予測, 理論応用力学講演会 講演論文集 61(0), pp.64-65, (2012)

研究業績

査読付き論文

- 1 中野裕貴, 齊藤義仰, 西岡大, 村山優子:気象に基づく服装情報算出のための寒冷馴化に関する調査, 情報処理学会論文誌, Vol.56, No.12, pp.2265 - 2274 (2015)

国際会議

- 1 Yuki Nakano, Yoshia Saito, Yuko Murayama:An Implementation of a Still Picture Internet Broadcasting System with Audience-oriented QoS Control for Smartphones and PCs Audience, The 1st IEEE International Workshop on Consumer Devices and Systems. Held in conjunction with COMPSAC, pp.523-527(2013)
- 2 Yuki Nakano, Yoshia Saito, Yuko Murayama:Still Picture Internet Broadcasting System with Dynamic Picture Quality Adjustment based on Audience Requests for Smartphone Broadcaster, ICONS 2014, The Ninth International Conference on Systems, pp.102-105(2014)
- 3 Yuki Nakano, Yoshia Saito, Dai Nishioka, Yuko Murayama:A Study on the Clothes Recommendation for a Cold Region of Japan, 49th Hawaii International Conference on System Sciences(HICSS-49), pp.436 - 443 (2016)