NAIST-IS-MT0251124

修士論文

顔色分析によるパーソナルカラー診断システムの検討

柳川　由紀子

2004年 2月 6日

奈良先端科学技術大学院大学
情報科学研究科 情報処理学専攻

本論文は奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科に
修士 (工学) 授与の要件として提出した修士論文である。

柳川　由紀子

審査委員：　千原 國宏 教授
湊 小太郎 教授
眞鍋 佳嗣 助教授

顔色分析によるパーソナルカラー診断システムの検討*

柳川　由紀子

内容梗概

個性が主張される現代において似合う色を身に付け、自分をよく見せることは重要である。個人に似合う色を分析するシステムとしてパーソナルカラーシステムがある。パーソナルカラーシステムでは、人間の肌の色を 4 つのシーズンに分類し、シーズンごとに似合うとされる色がある。

本論文では、現在、診断士の感覚に頼っているパーソナルカラー診断を自動化するために必要なシーズンの決定手法について述べる。

まず、相関係数を用い診断対象者の肌の色のクラスタリングによるシーズンの決定手法を提案し、提案手法の出力結果と、診断士による診断結果の比較を行った。次に、主成分分析から求めた特徴空間に被験者のドレイピング時における顔色をマッピングし、その分布からシーズンを決定する手法を提案し、提案手法による結果と診断士による診断結果の比較を行った。

その結果、本手法は実際のパーソナルカラー診断に即しているとは言えないが、パーソナルカラーシステムのシーズン決定が可能であることが確認できた。また、ドレイピング時の顔色の変化にはシーズンごとに特徴が見られることが確認できたため、今後改良を加えることで本手法がパーソナルカラー診断に即したものになると考えられる。

キーワード

パーソナルカラー、顔色、分光反射率、主成分分析、相関係数

*奈良先端科学技術大学院大学　情報科学研究科　情報処理学専攻　修士論文，NAIST-IS-MT0251124, 2004 年 2 月 6 日.

Personal Color Check System by Skin Color Analysis *

Yukiko Yanagawa

Abstract

"Personal Color" is "the best fitting color for the person". Personal Color check finds out Personal Color from the person's skin, hair, and eye color through the work of draping etc.

The purpose of this research is to make automatic Personal Color advice system. This paper proposes two methods to find person's "Season" . One is the method of classification of person's skin color based on correlation coefficient. Another is the method of classification based on change of person's face color at draping using principal component analysis. Then, Two proposed methods are verified by comparing results of proposed method to checks by analyst.

Consequently , The proposed methods could not be showed the validity for checking the personal color . However, The results of analysis indicated that the changes of person's face color at draping have the features in each season.

Keywords:

Personal Color,Skin Color,Spectral Reflectance,PCA, Correlation Coefficient

*Master's Thesis, Department of Information Processing, Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology, NAIST-IS-MT0251124, February 6, 2004.

目 次

第 1 章　序章 **1**

1.1. はじめに 1

1.2. 本論文の構成 2

第 2 章　パーソナルカラーとその診断 **4**

2.1. パーソナルカラーとは 4

2.2. パーソナルカラー診断 8

2.3. パーソナルカラーの科学的な分析 11

2.4. 自動化するには 12

2.4.1　肌の色の計測 13

2.4.2　相関係数を用いた手法 13

2.4.3　主成分分析を用いた手法 15

2.5. まとめ 16

第 3 章　肌の色の相関係数による分類 **17**

3.1. 相関係数 17

3.2. 決定手法 18

3.2.1　肌色パッチとの比較 18

3.2.2　各シーズンの平均値との比較 18

3.3. 実験 20

3.4. 結果 21

3.5. まとめ 26

第 4 章　顔色変化の主成分分析による分類 **27**

4.1. 主成分分析 27

4.2. 決定方法 28
4.2.1 肌色特徴空間の構築 29
4.2.2 各シーズンの特徴 29
4.3. 実験 29
4.3.1 肌色特徴空間の構築 29
4.3.2 顔色の肌色特徴空間の対応づけ 30
4.3.3 シーズンの決定 30
4.4. 結果 32
4.5. まとめ 37

第 5 章 考察 **38**
5.1. 相関係数を用いた手法 38
5.1.1 肌色パッチとの比較 38
5.1.2 各シーズンの平均値との比較 39
5.2. 主成分分析を用いた手法 39
5.2.1 肌色特徴空間の構築 39
5.2.2 シーズンの決定結果 39
5.3. 全体的な考察 40

第 6 章 結論 **43**

謝辞 **45**

参考文献 **46**

付録 **47**

図 目 次

2.1 各シーズンの人に似合う色 7
2.2 アンダートーンのチェック 9
2.3 ドレイピングの様子 10
2.4 分光反射率の例 14
2.5 カラーチャート 14
2.6 計測システム 15

3.1 相関係数を用いたシーズンの決定手法 19
3.2 肌色パッチ 20
3.3 肌の色の計測の様子 21
3.4 肌色パッチの分光反射率曲線 22
3.5 各シーズンの平均値の分光反射率曲線 22
3.6 秋の被験者の分光反射率 23
3.7 春の被験者の分光反射率 23
3.8 夏の被験者の分光反射率 24
3.9 冬の被験者の分光反射率 24

4.1 計測に用いたドレイプ 31
4.2 肌色特徴空間 32
4.3 被験者 Q のドレイピング時における顔色の分光反射率曲線 34
4.4 被験者 Q のドレイピング時における顔色の分布 (肌色特徴空間) . . 34

表 目 次

2.1 肌の色を決定する 3 つの色素の特徴 5
2.2 各シーズンにおける肌の色の特徴 6
2.3 各シーズンの虹彩の特徴 10

3.1 診断士による診断結果と提案手法による結果 25

4.1 主成分分析結果 32
4.2 各シーズンの特徴正負分布 (青) 33
4.3 被験者 Q の正負分布 (青) 33
4.4 診断士による診断結果と各主成分の分布の一致数 35
4.5 全ての主成分の分布の一致数と提案手法による結果 36

5.1 ドレイプのシーズンごとの重心の正負分布 41

1 各シーズンの特徴正負分布 (黒) 47
2 各シーズンの特徴正負分布 (青) 47
3 各シーズンの特徴正負分布 (茶) 48
4 各シーズンの特徴正負分布 (緑) 48
5 各シーズンの特徴正負分布 (ピンク) 48
6 各シーズンの特徴正負分布 (紫) 49
7 各シーズンの特徴正負分布 (赤) 49
8 各シーズンの特徴正負分布 (白) 49
9 各シーズンの特徴正負分布 (黄) 50

第1章　序章

1.1. はじめに

私たちの周りには色があふれている。その中で、私たちは色を様々な手がかりにして生活を送っている。例えば食材を選ぶとき、新鮮、おいしそうといった印象を与える色の商品に手が伸びるだろう。逆に、食材を作る側、販売する側も着色料や照明を工夫して、新鮮、おいしそうに見えるように色を使って商品を演出したりする。また、信号の色のように色自体が重要な意味を持つものもある。さらに、美しい、醜いといった美的評価は、色による影響が大きいとされている。[8] 例えば、紅葉や雪景色を美しいと感じるのは、色のなすコントラストによるものだろう。一方、物だけではなく、私たち自身の印象にも色は大いに影響している。顔色や服の色を見て相手の健康状態、趣味などを推測することも多い。自分に似合った色を身につけることは、相手に自分の印象をよく見せるために重要であり、似合う色を身につけていればプラスイメージが強調され、似合わない色を身につけていれば、マイナスイメージが強調されてしまうことになる。

それでは、自分に似合う色はどうやって判断すればよいのだろうか。人間は、その人の持っている感性に基づいて似合う似合わないの判断をする。そこで、正しい判断を行えるようになるには、感性を磨けばよいということになるが、これはなかなか難しい。

カラーコーディネーター、カラーコンサルタントといわれるような色に関するアドバイザリーは専門的な訓練を受けて色に関する感性を磨き、適切な判断を行えるようになる。彼らのように、自分に似合う色をアドバイスしてくれるようなシステムが手軽に利用できれば、服選びや、髪の色を変えたりする際に便利であるし、色に対する感性を磨くこともできるのではないだろうか。

一方、人間と機械の関係は、コンピュータの出現によって大きく変わりつつある。最初、機械は人間の「力の代わり」を果たしてきた。やがてコンピュータの登場によって機械が「思考の代わり」を果たせるようになった。さらに近年では、コンピュータの発展とともにコンピュータが心の世界に足を踏み入れ、「感性の代わり」を果たすことを期待している。[4]

コンピュータは、今まで人間、動物などの知能を持つものでしかなしえなかった「癒す」「楽しませる」といった感性にかかわることを現実に行いはじめている。例えば、人間を癒すために作られたAIBOや、楽しませるために作られたコンピュータゲームなどである。

また、コンピュータは、感性によるアドバイスを研究のレベルにとどまらず実際の生活の中において行うようになってきた。デザイン画等の配色に関するアドバイスシステムがその例である。[1]

本研究では、コンピューターが自動的に似合う色のアドバイスを行うシステムの開発をテーマに取り組んでいる。本論文では、似合う色の診断法として実際に行われているものの一つである、パーソナルカラーシステムに注目している。パーソナルカラーシステムでは、人間の肌の色を4つのグループ に分類し、それぞれのグループごとに似合う色が定義されている。このため、診断対象者の肌の色がパーソナルカラーシステムにおいてどのグループに属するかを判断できれば、対象者に似合う色を自動的にアドバイスできると考える。そこで、本論文では、被験者の肌に対して色計測を行い、得られた色情報に基づいて肌の色を4つのグループに分類することを試みる。まず、グループごとに基準の肌色を設定し、相関係数を距離指標としてクラスタリングを行うことによって分類する。次に、ドレイピング時の顔色を主成分分析によって算出した特徴空間にマッピングさせたグループごとの分布の違いを基に分類する。

1.2. 本論文の構成

2章ではパーソナルカラーについての概念と用語について説明し、現在行われている診断士によるパーソナルカラー診断方法、先行研究を述べた後、自動化に

ついての方針を検討する。3 章では相関係数を距離指標として用い、診断対象者の肌の色をクラスタリングすることによって、属するグループを決定する手法を提案し、提案手法による出力結果と診断士による診断結果を比較する。4 章では主成分分析により求めた特徴空間に診断対象者のドレイピング時の顔色をマッピングさせ、グループごとの分布の特徴を基に属するグループを決定する手法を提案し、提案手法による出力結果と診断士による診断結果を比較する。5 章でこれら提案手法についての考察を述べ、6 章で結論を述べる。

第2章　パーソナルカラーとその診断

本章では、個人に似合う色の指標の一つであるパーソナルカラーシステムについて解説する。まず、2.1 節で、パーソナルカラーシステムの概要と用語について説明する。次に、2.2 節で、現在行われている診断士によるパーソナルカラー診断の方法を紹介し、2.3 節で、パーソナルカラーに関する科学的な分析について紹介する。最後に、2.4 節で、これらを踏まえて自動化に向けた方針を考察する。

2.1. パーソナルカラーとは

パーソナルカラーとは文字通り「個人に似合う色」である。この色とは、衣服や周辺環境の色を指す。「似合う色」は人間に、下記のような影響を及ぼすと考えられている。[3]

1. 肌が明るくなる
2. 肌の透明感が増す
3. シミや皺などのトラブルを目立たなくする
4. 個人が持っている魅力が向上する

項目 1 から 3 までは、周辺環境の色が肌に映り込み、肌の色の見え方が変化することで起こる。周辺にある色によって、肌の見え方が項目 1 から 3 のように変化すれば似合う色で、反対に肌が暗く、くすんだように見えたり、シミ・皺などを目立たせるような色は、似合わない色と言うことができる。項目 4 は色の持つイメージ自体がその人の印象に影響を与えることで起きる。色の持つイメージが

その人の印象をプラスに強調すれば似合う色で、マイナスに作用すれば似合わない色である。

パーソナルカラーシステムは、色の映り込みの影響を考慮して似合う色を決定するために体系化された手法である。つまり、項目1から3のような影響をもたらす色をパーソナルカラーとして決定する手法である。

人間の肌の色は皮膚組織であるメラニン色素の量と分布状態、血色素であるヘモグロビン、皮膚に含まれるカロチンの量によって決まる。メラニン色素の量が多ければ黒くなり、血液の循環の善し悪しが肌の赤みを左右する。さらに、カロチンが黄みを与える。表2.1に各色素の特徴を示す。

表 2.1 肌の色を決定する3つの色素の特徴

メラニン	表皮に含まれる色素。シミ、そばかすの原因になる。肌の色を黒くする。
カロチン	表皮に含まれる色素。ニンジンなどに含まれる。肌の色を黄色くする。
ヘモグロビン	血色素。動脈では赤色、静脈では青色をしている。肌の色の赤みを左右する。

パーソナルカラーシステムでは、人間の肌の色を4つのグループに分類する4シーズン法が一般的に用いられる。人間の肌の色には基調となる色の概念が存在し、これはアンダートーンと呼ばれている。パーソナルカラーシステムでは、まずこのアンダートーンによる分類で、肌の色をウォーム系とクール系の2種類に分類する。黄みの成分が多い人はウォーム系の肌質であると言い、青みの成分の多い人はクール系の肌質であると言う。さらに、パーソナルカラーシステムでは、ウォーム系とクール系をそれぞれ2つに分類し、最終的に4つのグループに分ける。各グループはシーズンと呼ばれ、ウォーム系の2種類を春・秋、クール系の2種類を夏・冬のシーズンで表現する。ただし、各シーズンの持つイメージは必ずしも四季の各季節の持つ一般的なイメージと一致するわけではない。表2.2に各シーズンの肌の色の特徴を示す。図2.1に各シーズンごとに、シーズンに属する人にとって似合うとされている色を例示した図を示す。ウォーム系の人に似合

う色は黄みの強い色、クール系の人に似合う色は青みの強い色になっている。青みがかった肌の色の人は黄みの強い色を周辺に持ってくると顔色がくすんで不健康そうに見える。これは、絵の具の青色と黄色を混ぜるとくすんだ色になるのと同じ原理である。

表 2.2 各シーズンにおける肌の色の特徴

シーズン	アンダートーン	特徴
春	ウォーム	髪や瞳の色は明るめのブラウン、血色のよい肌の色 似合う色は鮮やかで暖かみのある色 (ビタミンカラー)
秋	ウォーム	髪や瞳の色はブラウン、色黒で小麦色の肌 似合う色は自然を感じさせる落ち着いた色 (アースカラー)
夏	クール	髪や瞳の色は黒、皮膚は薄く、色白 似合う色は白のベールを掛けたような、やわらかなシルキーな色 (パステルカラー)
冬	クール	髪や瞳の色は濃い目の黒、黄土色系の肌の色 似合う色は真冬の冷たい空気のようなクリアな色 (原色)

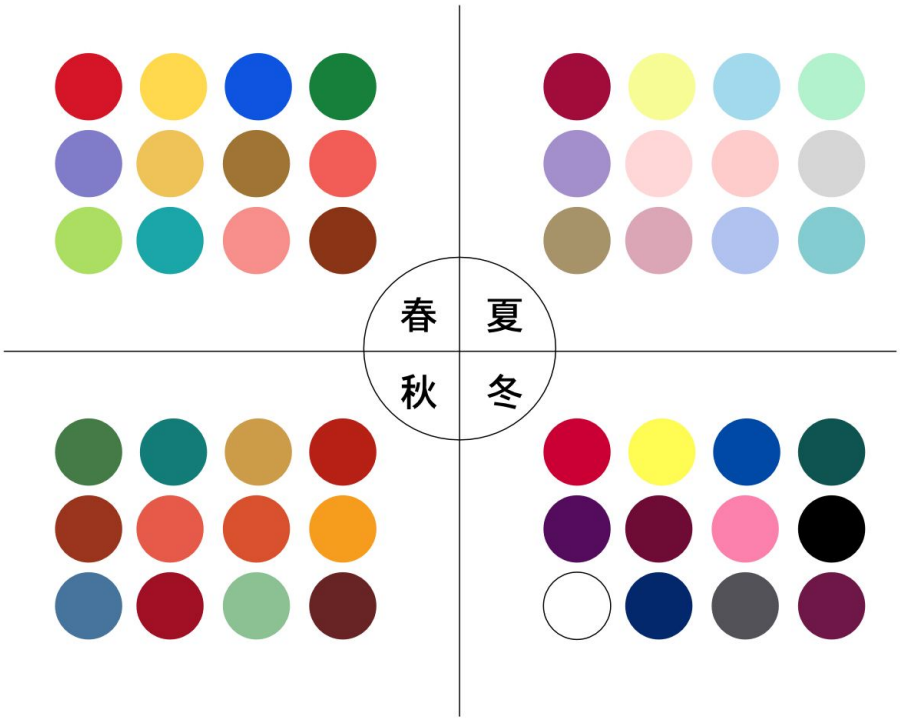

図 2.1 各シーズンの人に似合う色

2.2. パーソナルカラー診断

パーソナルカラー診断とはパーソナルカラーを決定し、メイクや服飾等のアドバイスを行うものである。パーソナルカラーは前節で述べたような観点から診断対象者の肌の色を分析することで決定する。診断には流派によっていくつかの違いはあるが、基本的に

1. アンダートーンのチェック
2. パーソナリティー・主観色のチェック
3. ドレイピング
4. 虹彩のチェック
5. メイク・服飾等のアドバイス

の順で行う。

パーソナルカラーは、項目1、3、4を行うことで決定する。パーソナルカラー診断では、似合う色とは太陽光の下で見たときの色である、と定義している。[6] このため、診断の際には大きな窓のある部屋で、補助的にデイライトを照明に用いて行う。

以下で各項目について詳しく説明する。

1. アンダートーンのチェック ウォーム系・クール系それぞれ3色づつの肌色パッチを用いて肌質のチェックを行う。肌色パッチにはファンデーションが用いられることが多い。図2.2のように腕の内側にそれぞれのファンデーションを塗る。しばらくすると、肌の色になじむファンデーションをぬった部分の血色がよく見える。なじまない色を塗った部分は徐々に肌の発疹が強調されたり血色が悪く見えたりする。なじんだ方をその人のアンダートーンとする。例えば、図2.2では、右腕の色がなじんだ色であり、アンダートーンはウォーム系である。

図 2.2 アンダートーンのチェック

2. **パーソナリティー・主観色のチェック** 性格と色には密接な関係がある。ここでは、その人の趣味や性格、好きな色をアンケートによってチェックする。この結果は、パーソナルカラーの決定に用いられることは無いが、服飾等のアドバイスに使われる。

3. **ドレイピング** 胸元にドレイプと呼ばれる布をあて顔色の変化を確かめる。色相ごとに各シーズンのドレイプを分類し、4 枚一組にして、胸にあてがい、布を一枚づつめくりながら顔色の変化を相対比較で調べていく。ドレイピングの様子を図 2.3 に示す。

   似あう色をあてれば、肌の透明感が増し、健康的な表情に見えたり、シミや皺が目立たなくなる。逆に、似あわない色をあてれば、肌のきめが粗く見えたり、表情が暗く、不健康な顔色に見えたりする。

   通常は、主にこのドレイピングでその人のパーソナルカラーを決定する。

4. **虹彩のチェック** 眼のデザイン（虹彩）は指紋と同じで生まれたときから一生変化することはない。虹彩には 4 つのシーズンを暗示する特徴が含まれている。各シーズンの特徴を表 2.3 に示す。

図 2.3 ドレイピングの様子

表 2.3 各シーズンの虹彩の特徴

春	瞳孔のまわりに”日輪”と呼ばれる黄色っぽい輪がある
夏	全体にひび割れたガラスのようにもやもやとした感じがする
秋	瞳孔のまわりに”アズテック・サン”と呼ばれるオレンジ色っぽい星状のギザギザがある
冬	瞳孔から虹彩の外側に向かって何本もスポーク (細い棒状の線) が走っている

5. **メイク・服飾等のアドバイス** 診断対象者が、診断によって決定したパーソナルカラーを生活の中で活かせるようにメイク・服飾等のアドバイスを行う。この際、項目 2 でチェックした性格や、好きな色を考慮したアドバイスを行う。

2.3. パーソナルカラーの科学的な分析

パーソナルカラーシステムは膨大な量の統計データに基づいてつくられたシステム [2] であるが、科学的な解明はまだ完全にはされていない。ここでは、前節までで述べたパーソナルカラーシステムの科学的な分析の先行研究について述べる。

ドレイプに関する研究 パーソナルカラー診断では、ドレイピングに重きを置いている。しかし、ドレイピングに用いられるドレイプは各流派・製作会社によって様々であるため、診断結果に影響する可能性がある。各ドレイプセットの測色調査結果がデータベース化され、一般に公開されるなど、ドレイプに関する研究がすすめられている [9]。大島らは各ドレイプセットの色の差を経験豊富な診断士の視感測色と測色計によるデータを用いた検討を行った。その結果、ドレイプには各シーズンごとの特徴が見られ、また、各ドレイプセットにおいての大きな色の違いは見られないため、改善の余地はあるが、どのドレイプセットを用いても、パーソナルカラーの決定は可能であると報告している [5]。

肌色の見え方と似合う色の関係を明らかにした研究 専門知識を持った診断士が判断する「似合う色」は、なぜ「似合う」と判断されているのかという判断要素がまだ明確でない。酒井らは診断士が判断した「似合う色」を専門知識を持たない人がどう判断するかを調査した。調査は、実際の診断で行われるドレイピングの方法を模し、4 枚の色相が等しく、シーズンの違うドレイプの内、どれが一番似合っているかを理由とともに答えさせることによって行った。調査の結果、診断士の判断と専門知識を持たない人の判断の間では似合う色は必ずしも一致しなかった。また、専門知識を持たない

人が「似合う」という判断をする理由は各シーズンごとに特徴が見られたと報告している [7]。

各シーズンごとの肌色の計測に関する研究 パーソナルカラーシステムでは、肌の色によって診断対象者を 4 つのシーズンに分類している。したがって、各シーズンの肌の色には特徴が見られ、肌の色の計測値からシーズンの分類が可能であると考えられる。門田らはパーソナルカラーを診断するにあたって肌色を計測するのに適した場所の特定、肌の色とドレイプ色の関係等に関する研究を行った。肌の色の計測値を基に各シーズンの特定は可能であり、計測に適した場所は耳の後ろであるという結果を報告している [10]。

これらの先行研究から、異なる流派のパーソナルカラーシステムが用いているドレイプセット間には大きな差は無く、診断にどのドレイプセットを用いても、診断結果に影響しないと言える。また、4 つのシーズンへの分類も肌の色の計測から可能であることが示されている。パーソナルカラー診断では、ドレイピング時の顔色の変化をみることによってシーズンの決定を行っているため、もし、ドレイピング時の顔色の変化が一定であるならば、自動診断により、シーズンの決定が可能であると考えられる。酒井らの研究は、ドレイピング時の顔色の変化が一定であることを示唆しているため、診断の自動化は可能であると考えられる。

2.4. 自動化するには

前節までで、パーソナルカラーとその診断について紹介し、パーソナルカラーシステムの科学的な分析について述べた。

2.3 節で述べた通り、肌の色の計測値からパーソナルカラーシステムの 4 つのシーズンへの分類は可能であると考えられる。また、パーソナルカラー診断におけるドレイピング時の顔色の変化を見ることによって、診断の自動化が可能であると考えられる。そこで、本論文では、パーソナルカラー診断を自動化するにあたって、シーズンの決定を診断対象者の肌の色と、ドレイピング時の顔色の計測値から行えると考え、2 つの手法を提案する。

2.4.1 肌の色の計測

提案する 2 つの手法では、診断対象者の肌の色の計測値を用いてシーズンの決定を行う。ここでは、肌の色の計測方法について説明する。現在、一般的な色の計測値の取得方法として、カメラによる RGB 値の取得があげられる。しかし、本論文では、肌色という RGB 色空間においては大変微小な領域での変化を扱わなければならず、RGB 色空間では情報量が不足していると考えられる。

そこで、本研究では、色の計測値として分光反射率を用いることを考えた。光がある物体に当たると、その一部の波長は物体に吸収される。そして、その残りの波長が反射、または透過して、私たちの眼に色としての感覚を引き起こす。すなわち、私たちが感じている色は、その物を照らしている、すべての波長を含んだ白い光の一部の波長がその物で吸収され分光分布を変えられた結果である。分光反射率とは、波長別に入射光に対する反射光の割合であり、分光反射率をグラフに表した分光反射率曲線はその物の色を表している。また、分光反射率は光源情報に左右されないため、本論文で用いる計測値に適している。分光反射率曲線の例を図 2.4 に示す。例では、図 2.5 の各色の分光反射率曲線を示している。

本論文では、分光分布を取得するために、図 2.6 のような肌の色計測システムを構築した。照明にデイライトを用い、分光分布の計測には非接触分光放射計 SR-3(TOPCON) を用いた。白い壁の前に診断対象者が座る椅子を置き、その前 1.5m 程のところに計測機器を診断対象者に向けて置いた。計測機器にはノート型パーソナルコンピュータがつながれており、計測された値はパーソナルコンピュータに保存される。また、計測のタイミングはパーソナルコンピュータ上で制御する。焦点距離と計測位置は手動で設定する。本論文では、本システムを用いて診断対象者の顔の肌の色を計測し、400nm から 700nm までの 10nm 間隔、31 点の分光分布を取得した。

2.4.2 相関係数を用いた手法

パーソナルカラーシステムでは、人間の肌の色を基に４つのシーズンへの分類を行っている。本論文では、肌の色の計測値はシーズンごとの特徴を持つと考え、

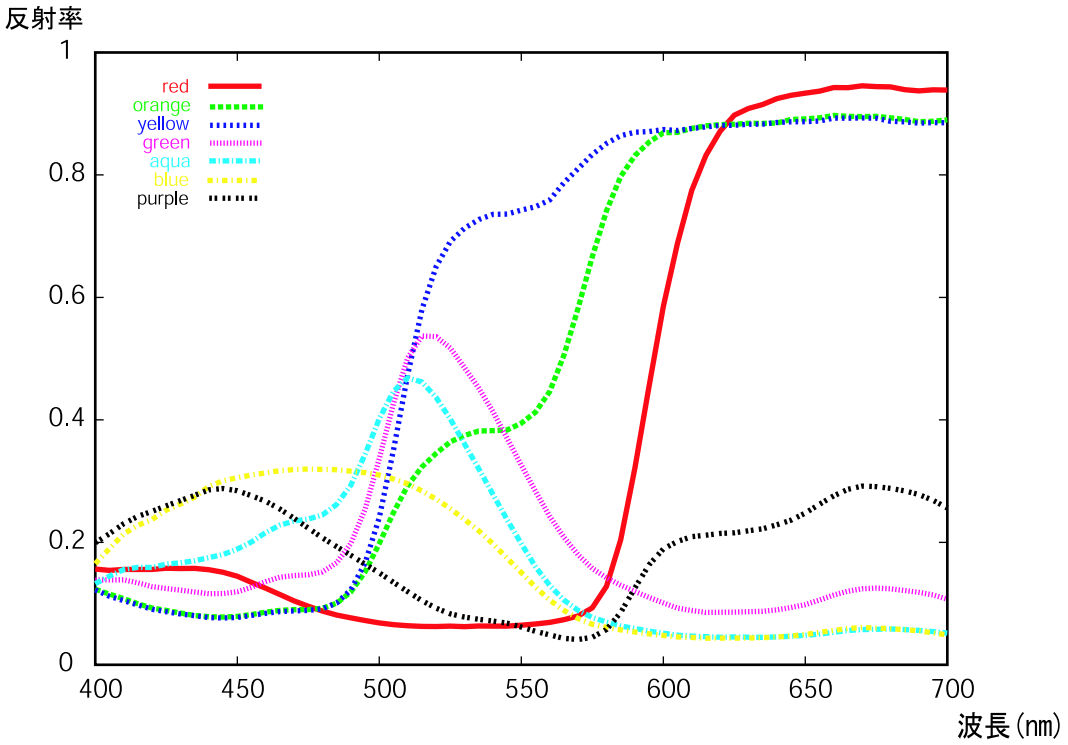

図 2.4 分光反射率の例

図 2.5 カラーチャート

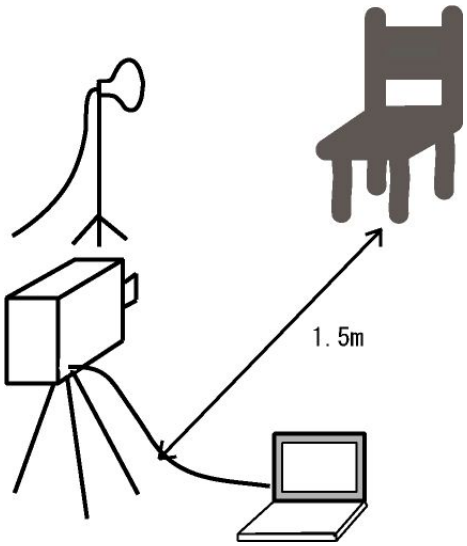

図 2.6 計測システム

各シーズンを代表する特徴的な肌色と診断対象者の肌の色を比較することによってシーズンの決定が可能であると考えた。そこで、各シーズンの特徴的な肌色を基準にし、距離指数に相関係数を用いて肌の色をクラスタリングすることで、シーズンの決定を行う。

2.4.3 主成分分析を用いた手法

実際のパーソナルカラー診断においては、ドレイピング時の顔色の変化に着目することによってシーズン決定を行う。もし、ドレイピング時の顔色の変化が一定であるならば、シーズンの決定が可能であると考えた。そこで、主成分分析により求めた特徴空間にドレイピング時の顔色をマッピングして、各シーズンの顔色の分布の特徴を基にシーズンの特定を行う。

2.5. まとめ

本章では、パーソナルカラーの概要と従来行われてきた診断方法の紹介、および、先行研究と自動化の方針について述べた。

次章以降では、本章で述べた自動化の方針に基づき行った分析について報告する。3 章では、相関係数を用いてシーズンの決定を行った結果について報告し、4 章では、主成分分析を用いてシーズンの決定を行った結果について報告する。

第3章　肌の色の相関係数による分類

本章では、距離指標に相関係数を用い、肌の色をクラスタリングすることでシーズンを決定する手法を提案し、提案手法の検証・考察を行う。まず、3.1 節で、相関係数について説明する。次に、3.2 節で、シーズンの決定手法を提案し、3.3 節で、提案手法の出力結果と診断士による診断結果を比較する実験を行う。最後に 3.4 節で、実験の結果と考察を行う。

3.1. 相関係数

2 つの変数がどれぐらい強く関係しているかを知りたいときに用いられる尺度に相関係数がある。

相関係数とは、2 つの変数間の関係を表す係数であり、-1 から $+1$ までの値をとる。対になった変数 (x, y) を x-y 平面に点として表した図（散布図）を描くと２つの変数間の相関が分かりやすい。「x が増加すれば y も増加する」と言う場合、を正の相関があるといい、逆に「x が増加すれば y は減少する」と言う場合には負の相関があるという。相関係数が-1 になる時は完全な負の相関、0 になる時は無相関、1 になる時は完全な正の相関を意味する。

変数 x と y の対からなる標本 $(x_i, y_i)(i = 1, 2, \ldots, n)$ が与えられた場合, 相関係数 r は下記のように定義される。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})(y_i - \overline{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2 \sum_{i=1}^{n}(y_i - \overline{y})^2}} \tag{3.1}$$

相関係数の絶対値が 1 に近ければ 2 変数間の相関は強くなる。

相関係数は 1 次元信号の類似度を見るのに適している。本手法では、分光反射率の分布の類似度を比較したいので、相関係数を距離指標に用いる。

3.2. 決定手法

パーソナルカラーシステムでは、各シーズンの肌の色には特徴があるとされ、その特徴を基に診断対象者のシーズンを決定している。故に、各シーズンの特徴を持つ肌色と診断対象者の肌の色を比較することによってシーズンの決定が行えると考えられる。本論文では、シーズンごとに用意した基準の肌色を用い、計測した診断対象者の肌の色がどの基準の肌色に一番近いかを比較することでシーズンの決定を行う手法を提案する。比較に用いる距離指標には相関係数を用いた。

提案手法の手順を図 3.1 に示す。まず、診断対象者の肌の色を計測し、分光反射率を算出する。次に、算出した分光反射率と基準の肌色の分光反射率との相関係数をそれぞれ求め、最も正の相関が強い肌色を選び出す。最後に、この基準の肌色が属すシーズンを診断対象者のシーズンに決定する。基準の肌色として肌色パッチと各シーズンの平均値の 2 種類を用意した。

3.2.1 肌色パッチとの比較

実際のパーソナルカラー診断では、ウォーム系・クール系それぞれの色の肌色パッチを用いてアンダートーンのチェックを行う。肌の色に最も近い色の肌色パッチが属するアンダートーンをその人のアンダートーンとして決定する。この肌質のチェックは人間の視覚によって行う。故に、本手法においても肌色パッチの色と診断対象者の肌の色の比較によってアンダートーンの決定が行えると考えた。そこで、実際の診断で用いられる図 3.2 のような肌色パッチの分光反射率を用意した。

診断で用いられる肌色パッチはシーズンごとの分類が無く、アンダートーンごとの分類であるため提案手法の結果はアンダートーンが決定されることになる。

3.2.2 各シーズンの平均値との比較

パーソナルカラーシステムでは、人の肌の色で 4 つのシーズンに分類を行う。また、4 つのシーズンの肌の色に特徴があることが確認されている [10]。故に、各

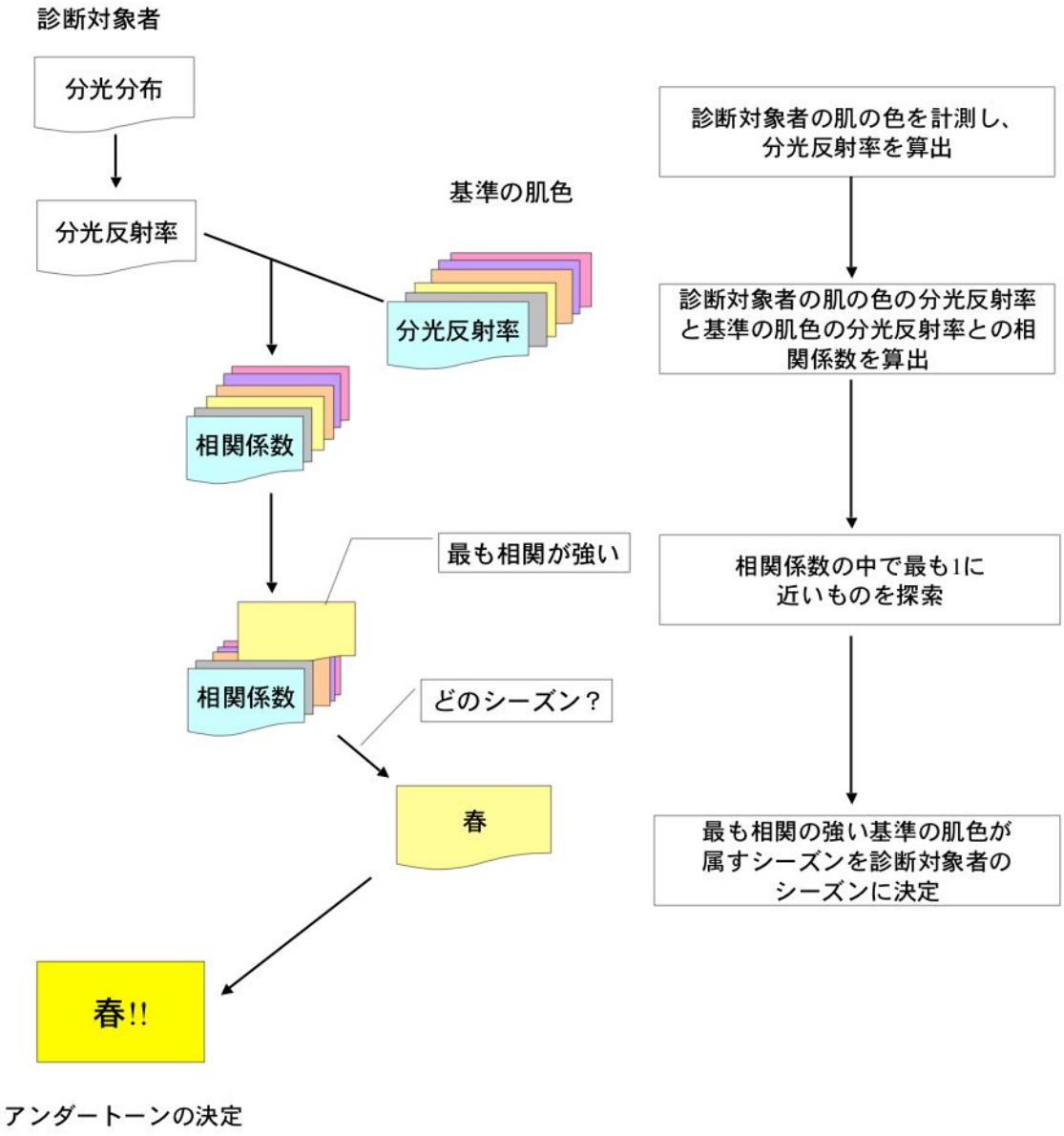

図 3.1 相関係数を用いたシーズンの決定手法

図 3.2 肌色パッチ

シーズンの特徴的な肌色と、診断対象者の肌の色との比較によって、シーズンの決定が行えると考えた。

そこで、基準の肌色に各シーズンの肌の色の平均分光反射率を用意し、比較に用いた。

3.3. 実験

被験者に対して提案手法を用いてシーズンの決定を行った。また、出力結果と実際に診断士が診断したシーズンを比較した。

被験者は 28 名 (内女性 21 名) である。

肌の色の計測 2.4.1 節で構築したシステムを用いて被験者に対して肌の色の計測を行った。被験者には着ている服が肌の色に影響を与えないように胸元に白色の布を装着してもらい、頬の分光分布を測定した。

計測の様子を図 3.3 に示す。

診断士による診断 比較に用いるため、被験者に診断士によるパーソナルカラーの診断を受けてもらった。診断を行った診断士は診断に 8 年の経験を持つ、1 名である。

図 3.3 肌の色の計測の様子

提案手法によるシーズンの決定 3.2 節で述べた提案手法を用いてシーズンを決定した。

3.4. 結果

基準の肌色に用いるために計測した、肌色パッチと各シーズン代表者の肌の色の分光反射率を図 3.4、3.5 に示す。また、計測した被験者の分光反射率をシーズンごとにまとめたものを図 3.6、3.7、3.8、3.9 に示す。

肌色パッチの分光反射率の分布と人の肌の色の分光反射率の分布は大きく異なることがわかる。また、肌の色の分光反射率の分布にはシーズンごとにいくつかの特徴が表れている。診断士による診断結果と提案手法による結果を被験者ごとにまとめたものを表 3.1 に示す。

表 3.1 より、肌色パッチとの比較では、すべての被験者において図 3.2 中の番号が 6 番のパッチとの相関が最も強いという結果がでた。これは、用いた肌色パッチが印刷物であることが原因であると思われる。

各シーズン平均値データとの比較では、すべての被験者において一意にシーズ

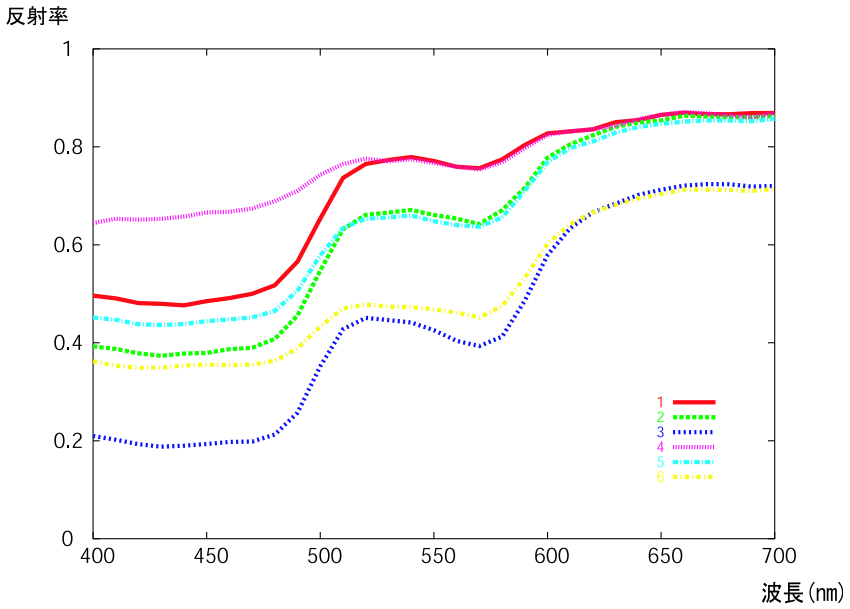

図 3.4 肌色パッチの分光反射率曲線

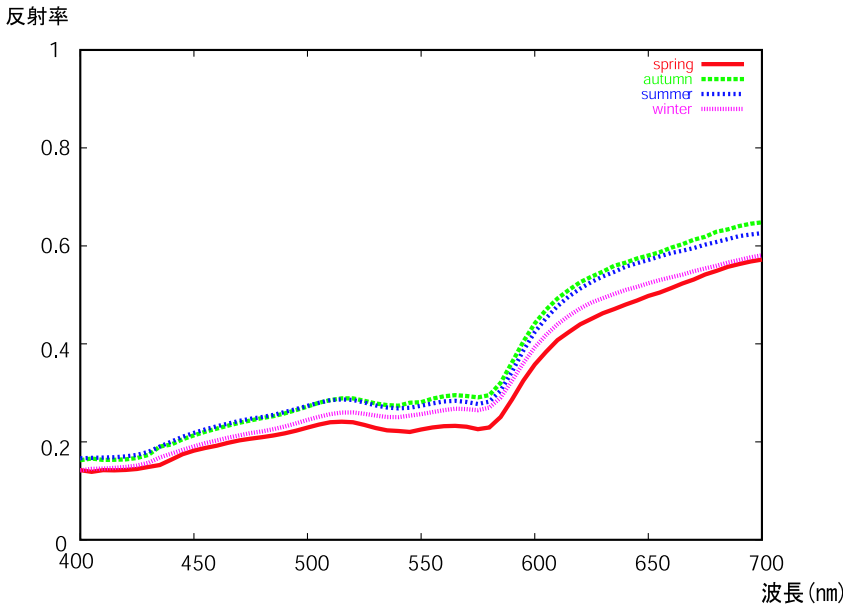

図 3.5 各シーズンの平均値の分光反射率曲線

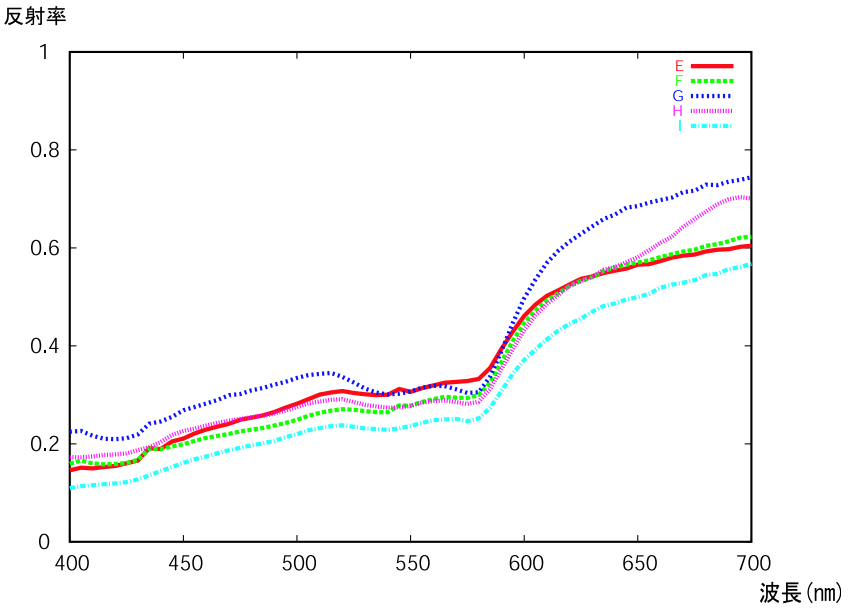

図 3.6 秋の被験者の分光反射率

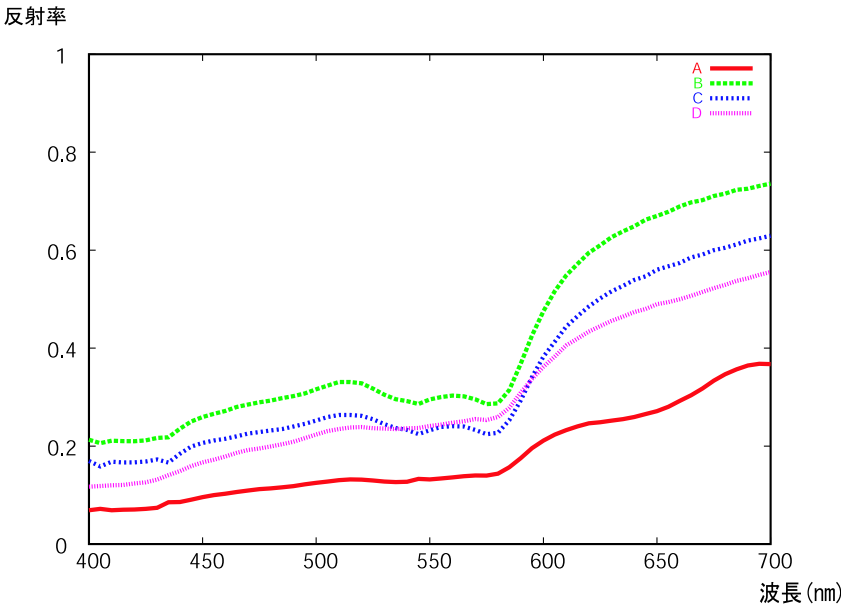

図 3.7 春の被験者の分光反射率

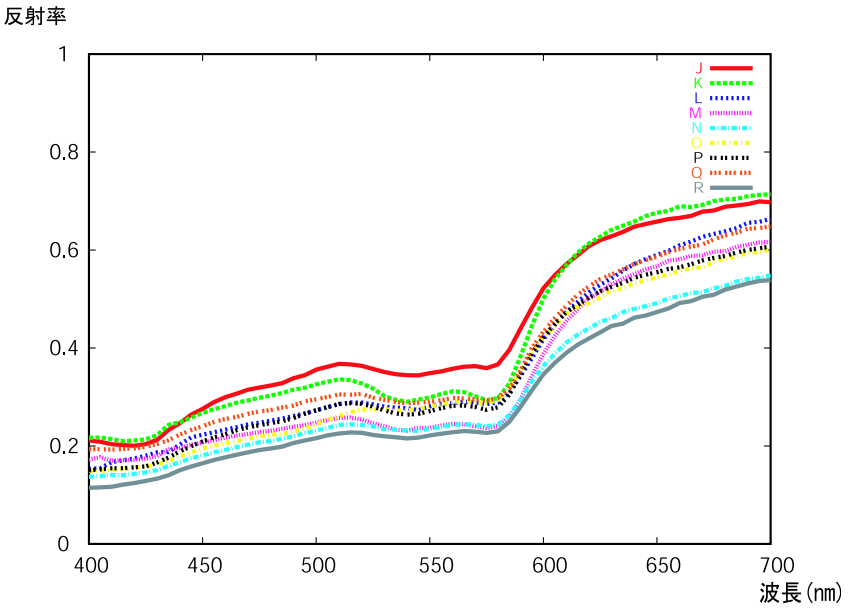

図 3.8　夏の被験者の分光反射率

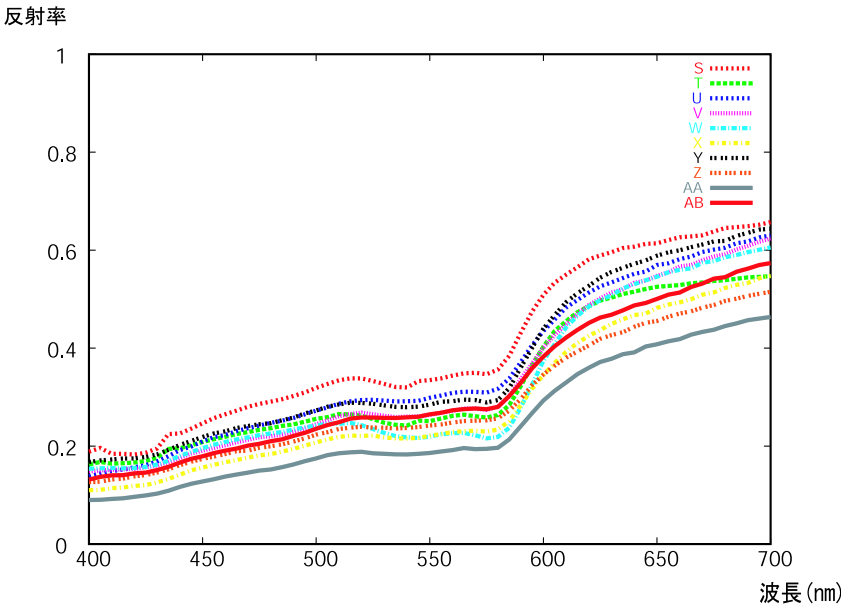

図 3.9　冬の被験者の分光反射率

表 3.1 診断士による診断結果と提案手法による結果

	診断士による診断結果		提案手法による結果	
	シーズン	アンダートーン	肌色パッチ	平均値
A	春	ウォーム	ウォーム	春
B	春	ウォーム	ウォーム	春
C	春	ウォーム	ウォーム	春
D	春	ウォーム	ウォーム	冬
E	秋	ウォーム	ウォーム	冬
F	秋	ウォーム	ウォーム	冬
G	秋	ウォーム	ウォーム	春
H	秋	ウォーム	ウォーム	春
I	秋	ウォーム	ウォーム	冬
J	夏	クール	ウォーム	冬
K	夏	クール	ウォーム	夏
L	夏	クール	ウォーム	春
M	夏	クール	ウォーム	春
N	夏	クール	ウォーム	夏
O	夏	クール	ウォーム	冬
P	夏	クール	ウォーム	秋
Q	夏	クール	ウォーム	夏
R	夏	クール	ウォーム	秋
S	冬	クール	ウォーム	冬
T	冬	クール	ウォーム	夏
U	冬	クール	ウォーム	冬
V	冬	クール	ウォーム	冬
W	冬	クール	ウォーム	春
X	冬	クール	ウォーム	冬
Y	冬	クール	ウォーム	冬
Z	冬	クール	ウォーム	冬
AA	冬	クール	ウォーム	冬
AB	冬	クール	ウォーム	冬

ンが決定している。また、28 名中 14 名の被験者において提案手法の結果と診断士の診断結果が一致した。本手法を用いると、パーソナルカラーシステムにおけるシーズンの決定が行える。しかし、その結果は実際に行われるパーソナルカラー診断の結果に即しているとは言えない。

3.5. まとめ

本章では、パーソナルカラー診断自動化のための相関係数による肌の色の分光反射率を用いたシーズンの決定手法を提案した。また、被験者 28 名に対して提案手法を用いてシーズンの決定を行い、診断士の診断結果と比較した。肌色パッチを用いる方法では、全ての被験者において 1 つのパッチと相関が強いと言う結果が得られた。また、各シーズン代表者データを用いる方法では、すべての被験者に対して一意にシーズンの決定ができ、28 名中 14 名の被験者に置いて提案手法の結果と診断士の結果が一致すると結果が得られた。本手法を用いると、実際に行われるパーソナルカラー診断の結果に即しているとは言えないが、パーソナルカラーシステムにおけるシーズンの決定が行える。

第4章　顔色変化の主成分分析による分類

本章では、ドレイピング時における顔色変化には、診断対象者のシーズンごとに特徴を持つと仮定し、この特徴に基づいてシーズンを決定する手法を提案し、提案手法の検証・考察を行う。まず、4.1 節で、顔色変化をとらえるために用いた主成分分析について説明する。次に、4.2 節で、シーズンを決定するための手法を提案し、4.3 節で提案手法出力結果と診断士による診断結果を比較する実験を行う。最後に、4.4 節で結果を述べる。

4.1. 主成分分析

主成分分析は総合的な指標を統計的に設定し、変数間の関係を把握するための手法であり、データの特徴を主成分を用いて表すことにより、情報の損失を最小限に抑えながらデータの低次元化を行なう手法である

主成分分析とは、P 個の変数 $x_p(p = 1, 2, \cdots, P)$ の持つ情報を、情報の損失を最小限に抑えながら、x_p の一次結合として与えられるお互いに独立な $M(MP)$ 個の主成分 (総合的指標)z_m

$$z_m = \sum_{p=1}^{P} w_{pm} x_p (m = 1, 2, \cdots, M) \tag{4.1}$$

を用いて表現する手法である。z_m は第 m 主成分と呼ばれ、その結合係数 $w_{pm}(p = 1, 2, \cdots, P; m = 1, 2, \cdots, M)$ は以下の条件を満足するように決定される。

1. 第 1 主成分の分散は $x_p(p = 1, 2, \cdots, P)$ のあらゆる一次式の持つ分散の中で最大

2. 第 m 主成分の分散は $z_{m'}(m' = 1, 2, \cdots, m-1)$ の全てと無相関な 1 次式の持つ分散の中で最大

3. 結合係数 w_{pm} について

$$\sum_{p=1}^{P} w_{pm}^2 \quad = \quad 1(m = 1, 2, \cdots, M) \tag{4.2}$$

が成立する

各主成分が元のデータに含まれる特徴をどの程度表現しているのか、あるいは何個の主成分を採用すれば元のデータに含まれる特徴を知る指標として、寄与率および累積寄与率がある。寄与率 C_m、累積寄与率 P_m は固有値 λ_m を用いて

$$C_m = \frac{\lambda_m}{\sum_{p=1}^{P} \lambda_p} = \frac{\lambda_m}{tr(V)} \tag{4.3}$$

$$P_m = \sum_{i=1}^{m} C_i = \frac{\sum_{i=1}^{m} \lambda_i}{tr(V)} \tag{4.4}$$

で表される。

4.2. 決定方法

実際のパーソナルカラー診断では、胸元にドレイプと呼ばれる布をあて、顔色変化を見ることでシーズンを決定する。故に、ドレイピング時における顔色変化を見ることによって診断対象者のシーズンの決定が可能であると考えられる。本章では、ドレイピング時における顔色変化のシーズンごとの特徴分布を基にしたシーズンの決定手法を提案する。まず、あらかじめ顔色の変化を的確にとらえるための肌色特徴空間を構築しておく。次に、診断対象者のドレイピング時の顔色を計測し分光反射率を算出する。算出した分光反射率を構築した肌色特徴空間へマッピングさせる。マッピングした顔色の重心を算出し、重心を原点とした時に各軸において各ドレイプを装着時の顔色が正負どちらにくるかを算出する。最後に、診断対象者と各シーズンの特徴的なこの各ドレイプ装着時における顔色の正負分布を比較し、もっとも分布が一致する数の多いシーズンを診断対象者のシーズンとする。

4.2.1 肌色特徴空間の構築

各シーズンの特徴を推定するには、顔色の変化が的確に、また、分かりやすくとらえられることが不可欠である。そこで、ドレイピング時の顔色の変化が的確にとらえられるように3次元の肌色特徴空間を構築する。肌色特徴空間は、一般的な日本人の肌の色が基準になるように、様々な日本人の肌の色の分光反射率から主成分分析によって求める。

4.2.2 各シーズンの特徴

ドレイピング時の顔色変化によってシーズンが決定されるのであれば、各シーズンのドレイプごとの顔色変化に特徴があるのではないかと考えた。そこで、ドレイプ装着時の顔色分布の重心を算出し、この重心を原点とした時に各ドレイプ装着時の顔色が軸ごとに正負どちらに推移するかに各シーズンの特徴が現れると考えた。比較に用いる各シーズンの特徴正負分布は、同じ日に顔色の計測を行った被験者13名(春3名、秋4名、夏4名、冬2名)より算出したものを用意した。算出方法は、シーズンごとに各ドレイプ装着時の顔色の重心からの距離を平均し、この平均値の正負を分布の値とした。

4.3. 実験

被験者に対して提案手法を用いてシーズンの決定を行った。また、出力結果と実際に診断士が診断したシーズンを比較した。

4.3.1 肌色特徴空間の構築

4.2.1節で説明した方法を用いて肌色特徴空間の構築を行った。被験者は性別年齢が様々な45名である。

肌の色の計測

2.4.1 節で構築したシステムを用いて被験者に対して肌の色の計測を行った。被験者には着ている服が肌の色に影響を与えないように胸元に白色の布を装着してもらい、頬・鼻の頭、額の分光分布の計測を行った。

主成分分析

計測した分光分布から算出した 45 名分の分光反射率を主成分分析にかけて、第 3 主成分までを用いた肌色特徴空間を構築した。

4.3.2 顔色の肌色特徴空間の対応づけ

4.2 節で述べたように、ドレイピング時における顔色の肌色特徴空間への対応付けを行った。被験者は 28 名 (内女性 21 名) である。

肌の色の計測

2.4.1 節で構築したシステムを用いて被験者にたいしてドレイピング時の顔色の計測を行った。被験者には着ている服が肌の色に影響を与えないように胸元に白色の布を装着してもらい、春 9 色・夏 9 色・秋 8 色・冬 10 色のドレイプをそれぞれ胸元に装着し頬の分光分布を測定した。用いたドレイプを図 4.1 に示す。

4.3.3 シーズンの決定

4.2 節で述べた提案手法を用いてシーズンを決定した。

診断士による診断

比較に用いるため、被験者に診断士によるパーソナルカラーの診断を受けてもらった。診断を行った診断士は 8 年の経験を持つ 1 名である。

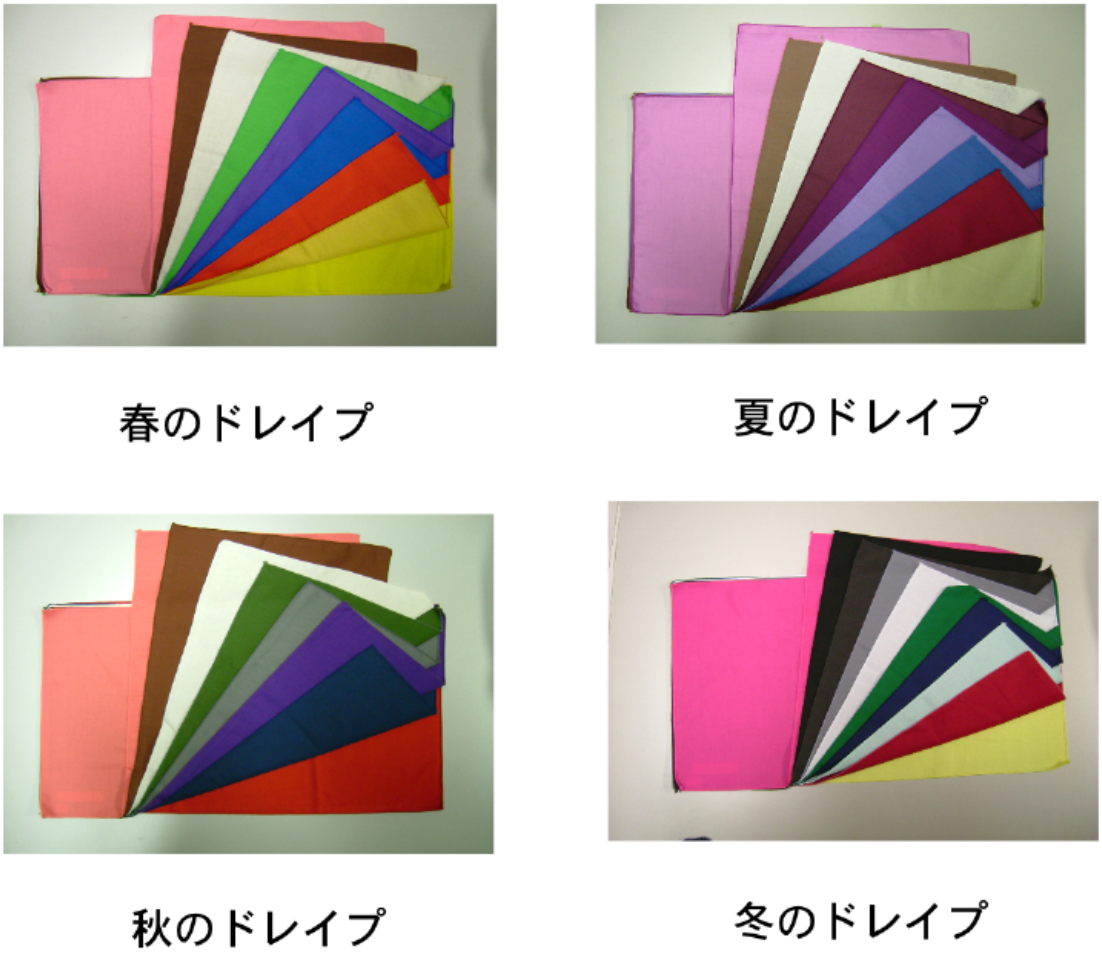

図 4.1 計測に用いたドレイプ

4.4. 結果

主成分分析を用いて構築した肌色特徴空間を図 4.2 に示す。また、第 3 主成分までの寄与率と累積寄与率を表 4.1 に示す。

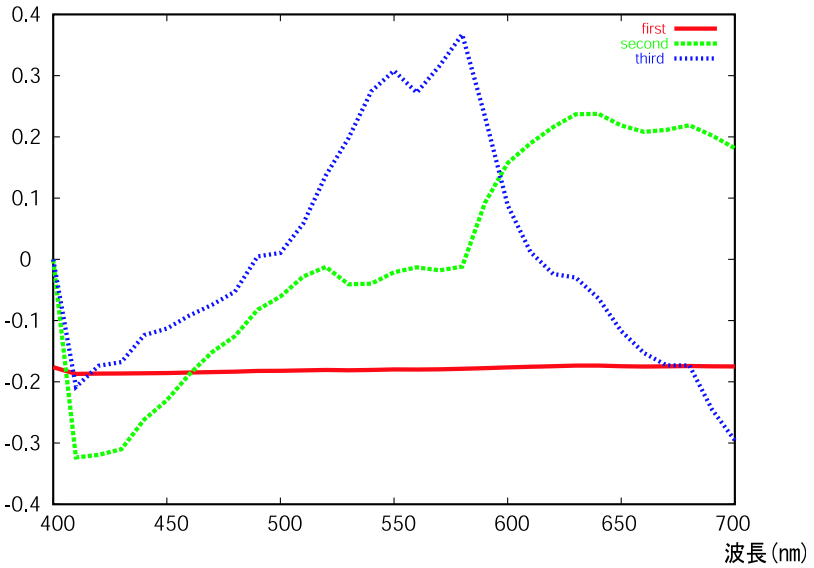

図 4.2 肌色特徴空間

表 4.1 主成分分析結果

主成分	寄与率	累積寄与率
1	0.977	0.977
2	0.014	0.992
3	0.004	0.995

表 4.1 より、第 3 主成分までの累積寄与率が 95% を越えている。よって、第 3 主成分までを用いることで、肌の色の特徴を表した色空間の作成が可能であると言える。

比較に用いた各シーズンの特徴正負分布のうちドレイプの色相が青のものを表 4.2 に示す。また、全てのドレイプの正負分布を付録に示した。表 4.2 より、特徴

正負分布の等しくなるシーズンは存在せず、各シーズンの特徴を表していることがわかる。

表 4.2 各シーズンの特徴正負分布 (青)

	第一主成分				第二主成分				第三主成分			
ドレープ ID	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬
blue-spring	負	負	負	負	負	正	負	負	負	負	正	負
blue-summer	負	負	正	負	負	正	負	負	負	負	負	正
blue-autumn	負	正	正	負	負	正	負	負	負	負	正	負
blue-winter1	正	正	正	正	負	負	負	負	正	負	正	負
blue-winter2	負	負	負	負	負	正	負	負	負	正	正	正

計測した被験者 Q のドレイピング時における顔色の分光反射率曲線を図 4.3 に示す。被験者 Q のドレイピング時における顔色の分光反射率を肌色特徴空間に対応付けたものを図 4.4 に示す。被験者 Q の重心を原点とした時の各ドレイプ装着時の正負分布のうち色相が青のものを表 4.3 に示す。なお、被験者 Q の診断士による診断結果は「夏」である。

表 4.3 被験者 Q の正負分布 (青)

ドレープ ID	第一主成分	第二主成分	第三主成分
blue-spring	正	正	負
blue-summer	正	正	負
blue-autumn	正	負	負
blue-winter1	正	負	正
blue-winter2	負	正	正

診断士による診断結果と各主成分の分布の一致数を被験者ごとにまとめたものを表 4.4 に示す。診断士による診断結果と全ての主成分においての各被験者の正負分布と各シーズンの特徴正負分布が一致した数、提案手法による出力結果をまとめたものを表 4.5 に示す。

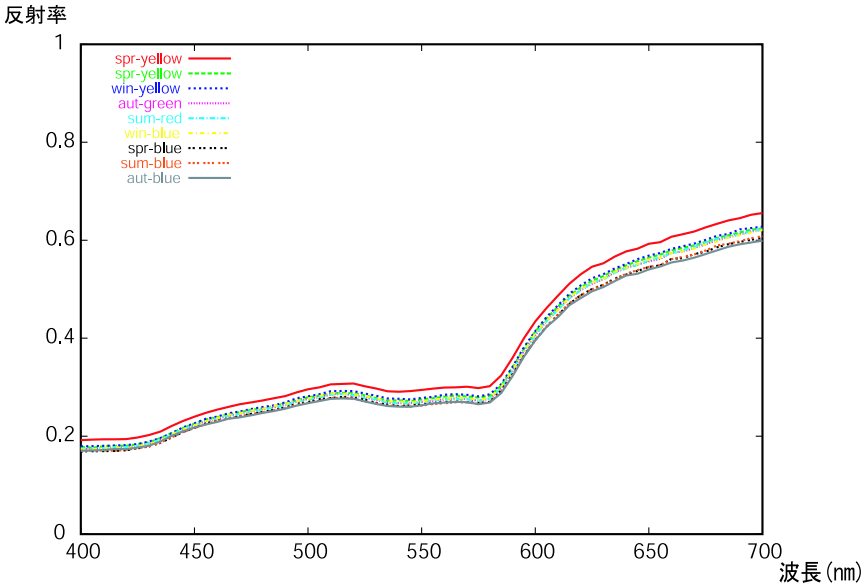

図 4.3 被験者 Q のドレイピング時における顔色の分光反射率曲線

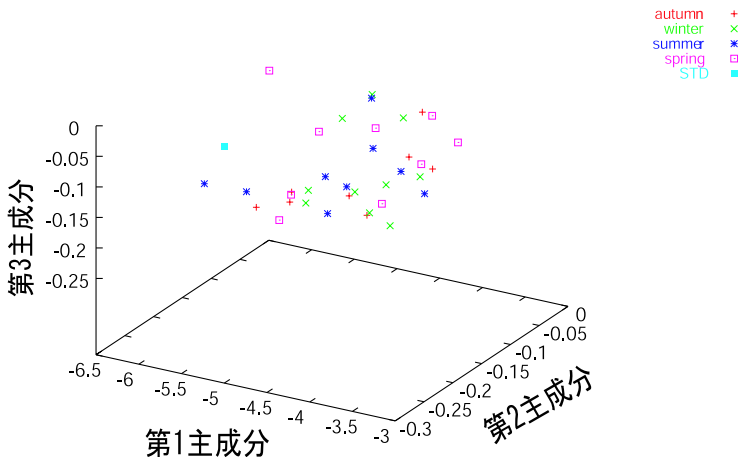

図 4.4 被験者 Q のドレイピング時における顔色の分布 (肌色特徴空間)

表 4.4 診断士による診断結果と各主成分の分布の一致数

	診断士による診断結果	第一主成分				第二主成分				第三主成分			
		春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬
A	春	30	25	25	22	28	28	27	22	26	23	27	20
B	春	24	23	25	24	33	21	19	27	18	27	19	24
C	春	36	31	27	22	29	17	22	29	25	16	22	13
D	春	15	16	12	17	20	18	18	18	17	18	18	15
E	秋	16	19	17	18	18	22	18	22	15	26	18	25
F	秋	34	33	25	20	25	31	22	21	23	28	22	21
G	秋	18	23	23	18	23	25	22	25	19	24	22	19
H	秋	33	32	28	25	24	32	24	18	27	24	24	17
I	秋	18	15	15	12	17	17	22	19	23	18	22	11
J	夏	27	28	30	21	28	24	26	24	13	24	26	25
K	夏	17	18	22	19	26	22	27	26	24	23	27	22
L	夏	23	22	22	27	29	17	23	27	16	25	23	28
M	夏	28	27	29	18	26	22	22	26	17	14	22	13
N	夏	16	19	21	26	20	14	19	24	12	17	19	18
O	夏	25	26	20	17	22	28	15	20	24	19	15	18
P	夏	22	17	23	20	22	28	19	20	22	19	19	16
Q	夏	16	21	23	24	29	29	28	23	23	26	28	23
R	夏	10	7	13	20	21	11	24	25	19	20	24	21
S	冬	28	23	23	24	17	13	19	25	8	21	19	28
T	冬	17	20	20	27	20	24	23	26	24	23	23	26
U	冬	22	19	23	22	26	22	15	18	14	17	15	24
V	冬	27	24	26	21	29	23	21	27	22	19	21	18
W	冬	28	27	27	24	28	20	18	24	19	12	18	15
X	冬	14	11	13	14	16	10	20	20	19	24	20	31
Y	冬	7	10	14	11	14	12	18	16	23	16	18	19
Z	冬	25	22	18	23	30	24	24	26	19	20	24	19
AA	冬	15	12	14	13	19	11	21	19	16	21	21	18
AB	冬	22	23	23	20	20	18	17	24	20	19	17	20

表 4.5 全ての主成分の分布の一致数と提案手法による結果

	診断士による					提案手法
	診断結果	春	秋	夏	冬	による結果
A	春	84	76	79	64	春
B	春	75	71	63	75	春冬
C	春	90	64	71	64	春
D	春	52	52	48	50	春秋
E	秋	49	67	53	65	秋
F	秋	82	92	69	62	秋
G	秋	60	72	67	62	秋
H	秋	84	88	76	60	秋
I	秋	58	50	59	42	夏
J	夏	68	76	82	70	夏
K	夏	67	63	76	67	夏
L	夏	68	64	68	82	冬
M	夏	71	63	73	57	夏
N	夏	48	50	59	68	冬
O	夏	71	73	50	55	秋
P	夏	66	64	61	56	春
Q	夏	68	76	79	70	夏
R	夏	50	38	61	66	冬
S	冬	53	57	61	77	冬
T	冬	61	67	66	79	冬
U	冬	62	58	53	64	冬
V	冬	78	66	68	66	春
W	冬	75	59	63	63	春
X	冬	49	45	53	65	冬
Y	冬	44	38	50	46	夏
Z	冬	74	66	66	68	春
AA	冬	50	44	56	50	夏
AB	冬	62	60	57	64	冬

表 4.5 より、２８名中２６名の被験者において一意にシーズンの決定が行えた。また、28 名中 15 名の被験者において提案手法の結果と診断士の診断結果が一致した。

4.5. まとめ

本章では、パーソナルカラー診断自動化のためのシーズンの決定手法として主成分分析をもちいた顔色変化による手法を提案した。また、被験者 28 名に対し提案手法を用いてシーズンの決定を行い、診断士の診断結果と提案手法による結果を比較した。28 名中 26 名の被験者において一意にシーズンの決定が行え、28 名中 15 名の被験者において提案手法の結果と診断士の診断結果が一致するという結果が得られた。本手法を用いると、実際に行われるパーソナルカラー診断の結果に即しているとは言えないが、パーソナルカラーシステムにおけるシーズンの決定が行える。

第5章　考察

3 章では、相関係数を用いた肌の色によるシーズンの決定手法を提案し、被験者に対して提案手法を用いてシーズンの決定を行った結果を述べた。また、4 章では、主成分分析を用いた顔色変化によるシーズンの決定手法を提案し、被験者に対して提案手法を用いてシーズンの決定を行った結果を述べた。本章では、これらの結果に対する考察を述べる。まず、5.1 節で相関係数を用いた決定手法に対する考察を述べ、次に 5.2 節で主成分分析を用いた決定手法に対する考察を述べる。最後に、5.3 節で、全体的な考察を述べる。

5.1. 相関係数を用いた手法

5.1.1 肌色パッチとの比較

すべての被験者において図 3.2 中の番号が 6 番のパッチとの相関が最も強いという結果がでた。これは、用いた肌色パッチが印刷物であることが大きく関係していると思われる。分光反射率は素材の違いが分布に大きく影響する。図 3.4 の肌色パッチの分光反射率曲線と図 3.6、3.7、3.8、3.9 の被験者の分光反射率曲線を見比べると分かるように、人間の視覚では同じような色だと判断された色でも、分光反射率曲線では全然違う。このように、分光反射率を用いて色の相関を比べることを考えた場合、素材の違うものを比較対象に用いるのは不適切である。よって、提案手法において肌色パッチと比較する方法はアンダートーンの決定に有効でないと言える。

5.1.2 各シーズンの平均値との比較

各シーズン平均値データとの比較では、28 名の被験者すべてにおいて一意にシーズンの決定が行え、28 名中 14 名の被験者において提案手法の結果と診断士の診断結果が一致した。本手法をもちいれば、パーソナルカラーシステムのシーズンの決定が行えるが、その結果は実際のパーソナルカラー診断に即しているとは言えない。図 3.7 に示す分光反射率を見れば分かるように、各シーズンの肌の色にはいくつかのパターンが存在する。今後、被験者数を増やし、パーターンを明確にし、このパターンごとの分類を試みることによって、パーソナルカラー診断に即したシーズンの決定が可能になると考えられる。

5.2. 主成分分析を用いた手法

5.2.1 肌色特徴空間の構築

表 4.1 より、第 3 主成分までの累積寄与率が 95% を越えているため、第 3 主成分までを用いれば情報量の損失が少なく人の肌の色データの復元に十分であると考えられる。しかし、現在ドレイピングによる顔色の変化は分光反射率の分布の中でどこが変化しているのか分かっていない。よって、分光反射率の分布データを主成分分析より求めた肌色特徴空間にマッピングさせた時に情報量の損失が大きいと的確な変化がとらえられない可能性がある。現在、用いている肌色特徴空間は人の肌の色データの復元には十分であることが分かっているが、ドレイプを二次光源とした顔色データ復元に十分であるとは限らない。今回、人の肌の色を基準としてシーズンの決定手法を提案したが、今後、より正確にドレイピング時の顔色を的確にとらえる肌色特徴空間の検討が必要であることも考えられる。

5.2.2 シーズンの決定結果

28 名中 26 名の被験者においてシーズンの決定が一意に行え、15 名の被験者において提案手法の結果と診断士の診断結果が一致した。表 4.4 に示すとおり、各

主成分ごとの数の比較では各被験者のシーズンは診断士の結果と異なるが、全ての主成分の結果を足しあわせることによって 28 名中 15 名の被験者において提案手法の結果と診断士の診断結果が一致した。この結果から、各シーズンの特徴は一つの指標では見れないのではないかと判断される。

第三主成分までの全ての特徴を加味することで各シーズンの特徴を見ることが出来ると考えられる。

2 名の被験者においてシーズンの決定が行えなかった。これは、単純に一致数を数えているだけなのでその数が等しくなったからである。各主成分の特徴を加味してシーズンの決定を行う方法をとることで、シーズンの決定は一意に行えるようになると考えられる。

また、表 5.1 に示すとおり、ドレイプのシーズンごとに平均値を求め、その重心を原点とした時の正負の分布を見ると、アンダートーンによってどちらかに偏ると言う結果が得られている。この結果からも、ドレイピング時の顔色の変化にはシーズンごとに特徴があるということが示唆されている。よって、今後、シーズンごとの特徴分布を作成する際のサンプル数を増やすことによってシーズンの特徴が明確化されれば、実際のパーソナルカラー診断の結果に即したシーズンの決定が行えるようになると思われる。

5.3. 全体的な考察

本論文では、提案手法の結果は実際のパーソナルカラー診断の結果に即したものではなかった。その原因として

1. 1 人の被験者に対する計測が 1 回である
2. 被験者数が少ない
3. 教師データとして用いた診断士の結果が 1 人の診断士から得たものである
4. 用いたドレイプセットが 1 つであること

があげられる。

表 5.1 ドレイプのシーズンごとの重心の正負分布

	第一主成分				第二主成分				第三主成分			
	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬
A	負	負	正	正	正	正	負	正	負	負	正	負
B	負	負	正	正	負	正	負	負	負	負	正	正
C	負	負	正	正	負	正	負	正	負	負	正	正
D	負	負	正	正	正	正	負	負	正	正	負	負
E	負	負	正	正	正	正	負	負	正	負	負	正
F	負	負	正	正	正	正	負	負	正	負	負	負
G	負	負	正	正	正	負	負	負	負	負	正	正
H	負	負	正	正	負	正	負	正	正	正	正	負
I	負	正	正	正	正	正	負	負	正	正	負	負
J	負	負	正	正	負	負	正	正	正	正	負	負
K	正	負	正	正	負	負	正	正	負	負	正	正
L	負	負	正	正	負	正	負	正	負	負	正	正
M	負	負	正	正	負	負	正	正	負	正	負	正
N	正	負	正	負	負	負	負	正	負	正	正	正
O	負	負	正	正	正	正	負	負	正	正	負	負
P	負	負	正	正	正	負	正	負	正	正	負	負
Q	負	負	正	正	負	負	正	正	負	負	負	正
R	負	負	正	正	正	正	負	負	負	負	正	負
S	負	負	正	正	正	正	負	負	負	負	負	正
T	負	負	正	正	負	負	正	正	正	正	負	正
U	負	負	正	正	正	正	負	負	正	正	負	負
V	負	負	正	正	負	正	負	負	正	正	負	負
R	負	正	正	正	負	負	負	正	負	負	正	正
X	負	正	正	負	正	正	負	負	負	負	正	正
Y	負	負	正	正	正	正	負	負	正	正	負	正
Z	負	負	正	正	負	負	正	正	正	正	負	負
AA	正	正	負	負	正	正	正	負	正	負	負	正
AB	正	負	正	負	正	正	負	負	正	正	負	負

項目 1 は、計測ミスにより結果が変わってくるからである。また、本論文では計測に非接触型の分光放射計を用いた。これは、ドレイピング時の顔色を計測するために、接触型では顔色変化が計測出来ないためであるが、非接触型での計測には光源の影響を完全に取り除くことができないという欠点がある。ドレイピング時における顔色の計測には不向きだが、肌の色の計測には接触型の分光放射計を用いることで安定した計測ができると考えられる。項目 2 は、被験者数が少ないと十分な統計が得られないため比較基準の作成に影響するからである。項目 3、4 は、パーソナルカラー診断にはいくつかの流派が存在し、流派によって診断結果に違いが見られる可能性があるためである。

今後、これらの原因を改善することによって、実際のパーソナルカラー診断に即したシーズンの決定が可能であると考えられる。

第6章　結論

本論文では、パーソナルカラー診断を自動化するにあたり、二つのシーズン決定手法を提案した。

まず、相関係数を用い、診断対象者の肌の色をクラスタリングする手法を提案し、実際に被験者に対してシーズンの決定を行った。その結果、実際のパーソナルカラー診断に即したものではなかったが、すべての被験者に対して一意にシーズンの決定が行えた。また、この結果はパーソナルカラー診断におけるシーズンの決定が診断対象者の肌の色を基に行われていることを裏付けており、改良を行えば実際のパーソナルカラー診断に即したシーズンの決定も可能であることが示唆された。

次に、主成分分析を用いて作成した肌色特徴空間にドレイピング時の顔色をマッピングさせ、その分布と各シーズンの特徴分布を比較することによってシーズンを決定する手法を提案し、実際に被験者に対してシーズンの決定を行った。その結果、実際のパーソナルカラー診断に即したものではなかったが、ほとんどの被験者に対して一意にシーズンの決定が行えた。

また、ドレイピング時の顔色変化はシーズンごとによって特徴を持つことを裏づけており、改良を行えば実際のパーソナルカラー診断に即したシーズンの決定も可能であることが示唆された。

本論文では、実際のパーソナルカラー診断に即したシーズンの決定手法の確立は出来なかったが、5章で述べたような改良を加えていくことで、確立出来ると考えられる。

本手法が確立すれば、現在、人の感覚だけに頼り、行われているパーソナルカラー診断において診断士がいないところでも手軽に診断ができるようになる。服飾・メイク等で色を迷った時、その場で手軽にアドバイスが受けれるようになり、

パーソナルカラーをもっと身近に有効活用できるようになると考えられる。

　また、本システムを用いることによって診断士の育成にも利用できると考えられ、パーソナルカラーシステムがより身近なものになると考えられる。

謝辞

本研究を行うにあたり、研究環境を提供していただき、適切なご助言を賜りました奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 千原 國宏 教授に深い感謝の意を表します。

また、副指導教官としてご助言をいただきました情報科学研究科 湊 小太郎 教授に御礼申し上げます。

副指導教官として研究の具体的な問題に関してご指導していただきました情報科学研究科 眞鍋 佳嗣 助教授に感謝致します。

研究に関する助言だけでなく、身近な疑問・問題等を解決していただいた、情報科学研究科 安室 善弘　井村 誠孝 両助手 増田 泰 研究員　佐々木 博史 研究員 末永 貴俊研究員に感謝致します。

また、日頃より、大変お世話になりました川本桂子秘書に感謝致します。

診断士として実験に協力くださいました、岡 千衣 氏並びに、被験者として協力していただきました大阪保健福祉専門学校 健康福祉科の皆さまに厚く御礼申し上げます。

最後に、実験の協力等さまざまな形で多大なご協力を頂きました、像情報処理学講座の皆さまに感謝致します。

参考文献

[1] Color co-ordinate system.
http://www.ke.ics.saitama-u.ac.jp/matunaga/ColorCoodinateSystem/.

[2] Color me a season.
http://www.colormeaseason.com/.

[3] 色が似合うって？
http://www.i-alice.jp/what2.html.

[4] 井口征士, 猪田克美, 小林重順, 田辺新一, 長田典子, and 中村敏枝. **感性情報処理**. オーム社, 1994.

[5] 遠山令子, 大島未有希, 門田真乍子, 村上三次郎, and 鈴木恒男. パーソナルカラーリストが使用するカラードレープの色彩に関する調査報告-視感測色と計測計とによる検討-. **日本色彩学会誌**, 23:94–95, 1999.

[6] 桶村久美子. **似あう色がわかる本** *Version2*. 中経出版, 2002.

[7] 酒井英樹, 鈴木夏生, 佐藤昌子, and 松田博子. パーソナルカラーにおける肌色の見えと似あう色の関係. **日本色彩学会誌**, 27:90–91, 2003.

[8] 東京商工会議所. **カラーコーディネーションの基礎**. 中央経済社, 2001.

[9] 日本色彩学会パーソナルカラー研究会. ドレープ調査資料データベース, 2001.

[10] 門田佳子, 田所愛子, and 門田真乍子. 肌色の計測によるパーソナルカラーの設計方法　-その 1:ウォーム系とクール系-. **日本色彩学会誌**, 19:86–87, 1995.

付録

表 1 各シーズンの特徴正負分布 (黒)

ドレープ ID	第一主成分				第二主成分				第三主成分			
	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬
black - winter1	正	正	正	負	負	負	負	負	正	負	正	負
black - winter2	正	正	正	負	負	負	負	負	正	負	正	負
black - winter3	正	正	正	正	負	負	負	負	正	正	負	負

表 2 各シーズンの特徴正負分布 (青)

ドレープ ID	第一主成分				第二主成分				第三主成分			
	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬
blue - spring	負	負	負	負	負	正	負	負	負	負	正	負
blue - summer	負	負	正	負	負	正	負	負	負	負	負	正
blue - autumn	負	正	正	負	負	正	負	負	負	負	正	負
blue - winter1	正	正	正	正	負	負	負	負	正	負	正	負
blue - winter2	負	負	負	負	負	正	負	負	負	正	正	正

表 3 各シーズンの特徴正負分布 (茶)

ドレープ ID	第一主成分				第二主成分				第三主成分			
	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬
green - spring	正	正	正	正	負	負	負	負	正	正	正	正
green - autumn1	負	負	負	負	正	正	正	正	負	負	負	負
green - autumn2	正	正	負	負	正	負	正	負	正	正	正	正
green - winter	負	正	正	正	負	負	負	負	正	正	正	正

表 4 各シーズンの特徴正負分布 (緑)

ドレープ ID	第一主成分				第二主成分				第三主成分			
	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬
black - winter1	正	正	正	負	負	負	負	負	正	負	正	負
black - winter2	正	正	正	負	負	負	負	負	正	負	正	負
black - winter3	正	正	正	正	負	負	負	負	正	正	負	負

表 5 各シーズンの特徴正負分布 (ピンク)

ドレープ ID	第一主成分				第二主成分				第三主成分			
	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬
pink - spring	負	負	負	正	正	正	正	負	正	負	負	正
pink - summer	正	正	負	負	正	負	正	正	負	負	負	負
pink - autumn	負	正	負	正	正	正	正	正	負	負	負	正
pink - winter	正	正	正	負	正	正	正	正	負	負	正	負

表 6 各シーズンの特徴正負分布 (紫)

ドレープ ID	第一主成分				第二主成分				第三主成分			
	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬
purple - spring	正	正	正	負	負	負	負	正	正	負	正	負
purple - summer1	正	正	負	負	負	負	負	負	負	負	負	負
purple - summer2	正	正	正	正	負	負	負	負	正	負	負	負
purple - summer3	正	正	正	負	負	負	正	正	正	負	正	正
purple - autumn	正	正	正	正	負	負	負	正	正	正	正	負

表 7 各シーズンの特徴正負分布 (赤)

ドレープ ID	第一主成分				第二主成分				第三主成分			
	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬
red - spring	正	正	負	正	正	負	正	正	正	負	負	負
red - summer	負	負	負	負	正	正	正	正	負	負	負	負
red - autumn	正	正	負	正	正	負	正	正	正	負	負	正
red - winter	負	負	正	正	負	正	正	正	正	正	負	負

表 8 各シーズンの特徴正負分布 (白)

ドレープ ID	第一主成分				第二主成分				第三主成分			
	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬
white - spring	負	正	負	負	正	負	負	正	正	正	正	正
white - summer	負	負	負	正	正	正	負	負	負	正	正	正
white - autumn	負	正	負	負	正	負	正	負	正	正	正	正
white - winter	負	負	負	負	負	正	負	負	正	正	正	正

表 9 各シーズンの特徴正負分布 (黄)

ドレープ ID	第一主成分				第二主成分				第三主成分			
	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬	春	秋	夏	冬
yellow - spring1	負	負	負	負	正	正	正	正	負	正	正	正
yellow - spring2	負	負	負	負	正	正	正	正	負	正	正	正
yellow - summer	正	正	正	負	正	負	負	正	正	正	正	負
yellow - winter	負	負	負	負	正	正	正	正	負	正	負	正