

2024年度 修士学位請求論文

Make-up FLOW: 化粧工程の構造化手法の提案と
工程の活用による化粧支援手法に関する研究

明治大学大学院先端数理科学研究科
先端メディアサイエンス専攻

高野 沙也香

Master's Thesis

Make-up FLOW: Proposal of a method for structuring
the makeup process and research on a makeup
support method by utilizing the process

Frontier Media Science Program,
Graduate School of Advanced Mathematical Sciences,
Meiji University

Sayaka Takano

概要

化粧は日常的に行われているが、多くの人はTPOなどの生活場面に合わせて化粧を変えることから、ひとえに化粧と言ってもその工程は様々で複雑に分岐している。また化粧は、複雑な化粧の手順書が自身の頭の中にしか存在しないうえ、他者に教えてもらう機会が少ないことから、我流で化粧を行い、自身のメイクの腕前に自信がない人が多く存在する。

近年、他者の化粧法を知るツールとしてSNS上の化粧のチュートリアル動画が人気となっている。しかし、既存のキーワード検索では個人の化粧工程を考慮して動画を探索することは困難であり、動画を視聴しても自身の化粧工程と大きく異なり参考にしづらいことも多い。こうした問題は、化粧工程を工学的に扱えないことに起因する。

そこで本研究では、化粧工程の構造化手法としてフローチャートに着目し、化粧工程に特化したフローチャートを提案するとともに、構造化システム Make-up FLOW を実装する。そして、化粧フローチャートの活用により化粧法の取り入れ支援を実現し、メイクの腕前に対する自信の獲得に貢献することを目指す。

まず、フローチャートによる化粧工程の適切な表現形式について調査を行った。その結果、あらかじめ工程の選択肢を設定し、工程を表すノードには施術部位、使用するアイテム、アイテムのテクスチャの3つの情報を記載する必要があることが明らかとなった。本調査の結果をもとに、化粧工程の表現に特化したフローチャート形式を提案するとともに、構造化システム Make-up FLOW のプロトタイプシステムの実装を行った。システムの利用実験の結果、構造化により自身の化粧工程を俯瞰できることが示唆された。また、提案手法は汎用的な化粧フローチャートの作成手法として最低限の機能を有しており、化粧工程の表現手法の基礎の確立を確認することができた。

次に、化粧フローチャートをもとに他者間の化粧工程の類似度を算出する手法について検討を行った。なお、類似度算出手法としては標準化レーベンシュタイン距離と、N-gram 頻度に基づくコサイン類似度の2手法を採用した。その結果、レーベンシュタイン距離の方が全体的に類似度が高く、部位のみとアイテム・テクスチャの標準化レーベンシュタイン距離の和を用いることで、同一化粧ノードが多く、部位の流れと各部位の工程数

の分量が類似しているユーザのペアを得られることが明らかとなった。

そして、提案手法の化粧動画推薦への応用可能性を検証するため、美容系 YouTuber53名の103本の化粧のチュートリアル動画から化粧フローチャートデータセットを構築した。そのうえで化粧工程の類似度に基づいて、美容系 YouTuber の化粧動画をユーザへ推薦する実験を行った。その結果、化粧工程の前半部分のみを使用して算出したレーベンシュタイン距離に基づいて動画を推薦した場合に、動画の評価の高さとの間に弱い相関が見られた。しかし精度としては不十分であり、化粧工程の類似度のみに基づいて動画を推薦することの限界が示された。

最後に、提案手法の化粧工程取り入れ支援への応用可能性を検証するため、他者の化粧フローチャートまたは化粧動画を検索可能であり、なお且つ自身の化粧工程に取り入れ可能な仕組み Make-up FLOW 2.0 を提案した。システムを利用した実験の結果、施した化粧の満足度は高く、取り入れた多くの工程が効果的に作用したことが明らかとなった。また、化粧フローチャートの提示により、動画視聴前に自身にとっての動画の有益度を測定可能であり、視聴時にも自身の工程に基づいて情報を取捨選択し、参考になる情報を効率的に蓄積できることが示唆された。加えて、化粧工程の類似度の高さに基づいたソート機能が特に有効であり、従来の検索にはない動画に対する新たな興味を喚起する可能性が示された。

以上の実験より、化粧工程を工学的に扱うことで、ユーザにとって実践しやすく参考となる化粧情報を効率的に収集・蓄積できることが示唆された。この効果の継続により、メイクの腕前に対する自信の獲得への貢献が期待される。

Abstract

Makeup is a routine activity, but its processes vary widely and branch out in complex ways as individuals adjust their makeup to suit various life situations, such as time, place, and occasion (TPO). Despite this, detailed makeup procedures often exist only in the individual's mind, with few opportunities to learn from others. As a result, many people apply makeup in their way and lack confidence in their makeup skills.

Recently, makeup tutorial videos on social media have gained popularity as tools for learning from others' techniques. However, existing keyword-based search methods make it difficult to find videos that consider an individual's makeup process, and the processes presented in these videos often differ significantly from the viewer's routine, making them difficult to apply. These issues stem from the inability to engineer the makeup process.

In this study, I focus on flowcharts as a structuring method for makeup processes and propose a flowchart specialized for makeup processes. Additionally, I developed a system called Make-up FLOW to implement this structured approach. This study seeks to leverage makeup flowcharts to facilitate the adoption of new makeup techniques and enhance users' confidence in their makeup skills.

First, I examined the appropriate format for representing the makeup process in a flowchart. The results revealed the necessity of predefining selectable options. Additionally, I determined that nodes representing processes must include three key pieces of information: the face part, the item used, and the item's texture. Based on these findings, I proposed a flowchart format specialized for representing makeup processes, implemented a prototype system called Make-up FLOW, and conducted usage experiments. The results suggested that structuring gives users an overview of their makeup routines. Furthermore, the proposed method has minimal functionality as a general-purpose method for creating makeup flowcharts and has established the basis for representing makeup processes.

Next, I investigated a method for calculating the similarity of makeup processes between users based on makeup flowcharts. The similarity calculation methods utilized in this

study were the normalized Levenshtein distance and cosine similarity based on N-gram frequency. The analysis revealed that the Levenshtein distance has a higher overall similarity than the cosine similarity. Additionally, I found that using the sum of standardized Levenshtein distances for part and item/texture information allows for identifying pairs of users whose makeup nodes significantly overlap and whose sequence of parts and the distribution of steps per part are similar.

To verify the applicability of the proposed method for recommending makeup tutorial videos, I constructed a dataset of makeup flowcharts from 103 videos by 53 beauty YouTubers. I conducted an experiment that recommended makeup videos to users based on the similarity of their makeup processes. The results showed a weak correlation between the similarity scores and the video ratings when videos were recommended based on Levenshtein distances calculated using only the first half of the process. However, the overall recommendation accuracy was insufficient, highlighting the limitations of recommending videos based on the similarity of makeup processes.

Finally, to evaluate the applicability of the proposed method for supporting the adoption of a new makeup process, I proposed Make-up FLOW 2.0—a system enabling users to search for others' makeup flowcharts or tutorial videos based on process information and integrate them into their makeup routines. I developed a prototype system and experimented with makeup based on the makeup flowcharts created using the system. As a result, users found many incorporated processes effective when they performed makeup based on their created flowcharts. Sharing makeup flowcharts allows users to assess the usefulness of a video for their needs before viewing it. It can also selectively incorporate information based on their processes during viewing, enabling them to accumulate helpful knowledge efficiently. Additionally, the sorting function based on the similarity of makeup processes was particularly effective, indicating the possibility of stimulating new interest in videos not found in conventional searches.

The above experiments suggest that engineering the makeup process makes it possible to efficiently collect and store makeup information that is easy for users to implement and use as a reference. I expect the continuation of this effect to help individuals acquire confidence in their makeup skills.

目次

第1章	はじめに	1
1.1	日常的に行われている化粧	1
1.2	化粧法の学習の難しさ	2
1.3	化粧工程の特性とその構造化	3
1.4	本研究の目的	3
1.5	本稿の構成	4
第2章	関連研究	5
2.1	化粧のもつ効果に関する研究	5
2.2	化粧工程に関する研究	6
2.3	推薦による化粧支援に関する研究	7
2.4	その他の化粧支援に関する研究	8
2.5	美容系インフルエンサーの影響に関する研究	10
第3章	化粧工程に関する基礎調査	11
3.1	既存サービスを用いた化粧フローチャートの収集調査	11
3.2	化粧工程に関するアンケート調査	12
第4章	化粧フローチャート作成システム Make-up FLOW	16
4.1	システムの必要要件とデザイン	16
4.2	プロトタイプシステムの実装	17
4.3	利用方法	19
第5章	Make-up FLOW の利用実験	20
5.1	実験概要	20
5.2	化粧フローチャートの工程分析結果	20
5.3	システムの使用感に関するアンケート結果	21
5.4	考察	22

5.4.1	フローチャートについて	22
5.4.2	システムについて	23
第 6 章	化粧フローチャートの類似度分析手法の検討	24
6.1	女子大学生・大学院生のデータセット構築	24
6.1.1	構築したデータセット	24
6.1.2	アンケート結果	25
6.2	事前処理	25
6.3	標準化レーベンシュタイン距離	27
6.4	N-gram 頻度をもとにしたコサイン類似度	29
6.5	化粧工程の類似度算出における 2 手法の特性分析	30
6.6	文字列表記を活用した大学生・大学院生の化粧工程の特性分析	30
6.7	考察	32
6.7.1	2つの類似度算出手法の特性	32
6.7.2	女子大学生・大学院生の化粧工程の傾向分析結果	33
第 7 章	化粧工程の類似度に基づいた美容系 YouTuber の動画推薦実験	34
7.1	美容系 YouTuber のデータセット構築	34
7.1.1	美容系 YouTuber の化粧フローチャート作成概要	34
7.1.2	構築したデータセット	35
7.2	美容系 YouTuber の動画推薦実験	36
7.2.1	実験概要	36
7.2.2	結果	37
7.3	考察	40
第 8 章	化粧フローチャート共有システム Make-up FLOW 2.0	42
8.1	システムの必要要件とデザイン	42
8.1.1	化粧フローチャート作成機能	42
8.1.2	動画・フローチャートの検索・ソート機能	43
8.1.3	他者の化粧工程の取り入れ機能	43
8.2	プロトタイプシステムの実装	44
8.3	利用方法	46

第 9 章	Make-up FLOW 2.0 の利用実験	47
9.1	美容系 YouTuber のデータセット更新	47
9.2	実験概要	47
9.3	システム利用結果	49
9.3.1	検索・ソート機能	49
9.3.2	他者の工程の取り入れ機能	50
9.3.3	システムの利便性	52
9.4	化粧実践結果	53
9.5	考察	55
9.5.1	工程取り入れ機能の化粧法の習得支援効果	55
9.5.2	化粧フローチャートに基づく情報提示の効果	56
9.5.3	システム利用結果	57
9.5.4	化粧実践結果	58
第 10 章	総合考察と今後の展望	59
10.1	総合考察	59
10.2	制約と今後の展望	60
第 11 章	結論	62

第1章 はじめに

1.1 日常的に行われている化粧

顔は個人の印象形成や魅力の認識において重要な要素であり、その構造から人の全体的な印象および特定の部分の印象を形成することができる [1,2]。そして化粧には、顔の魅力度を高める効果があることから [3-6]、良い印象を演出するための手段として化粧をする女性は多く存在する。

実際に、2022年にポーラ文化研究所が2,000名の男女に対して行った、化粧の価値観に関するアンケート調査 [7]によると、女性にとってのメイクの位置付けは「人への印象を良くすること」が最多となっている。次いで「社会のマナー、礼儀に近いこと」が多く、化粧を社会との協調の一環とする人が多く存在していることがわかる。一方で、「コンプレックスや気になるところをカバー、ケアすること」や「気持ちを明るくする、楽しくすること」など外見的・内面的な効果も挙げられており、このように女性は様々な理由から日常的に化粧を行っている。

2021年にプレミアアンチエイジング株式会社が1,342名の会員に対して行った、コロナ禍での化粧に関する調査 [8]によると、化粧をする頻度が週に4日以上であるという回答が8割を占めている。外出頻度が減少したコロナ禍においても化粧は頻度高く行われており、マスクを外す機会が増える今後はより化粧頻度も高くなると考えられる。

また化粧は、男性の顔の魅力度を高めることも明らかになっており [9]、男性にも広がりを見せている。2022年にトレンドーズ株式会社が2,000名の男性に対して行ったメンズ美容に関する調査 [10]によると、化粧をしている男性の割合は14.6%に留まっている。しかし、メンズメイクが世間に受け入れられていると感じる人の割合は44.4%になっており、化粧は女性だけでなく男性が行っても良いという風潮に変化してきていることがわかる。実際に、2023年に株式会社インテージが男女52,500名の買い物データから推計した市場動向 [11]によると、男性化粧品の市場規模は2022年までの5年間でおよそ1.5倍にまで増加しており、今後更なる成長が見込まれている。

このように化粧は性別を問わず日常的に行われている。しかし多くの人は時間、場所、

場合（以下、TPOと呼ぶ）に合わせて使用するアイテムや化粧の手順を変えるなど工夫して化粧を行うため [7,12], ひとえに化粧といってもその工程は様々であり, 日々使い分けられている。

1.2 化粧法の学習の難しさ

化粧は, 工程数や化粧のアイテム数が多いにも関わらず, 複雑な化粧の手順書が個人の頭の中にしか存在せず, 他者に教えてもらう機会も少ない。実際に, 2016年に株式会社iDAが300名の女性に対して行ったメイクに関する調査 [13]によると, これまでにメイク方法を学んだことがない人は48.7%存在する。また, 学んだことがある人でもメイク雑誌から学ぶ人が最も多く, 人から直接学んだ機会がある人は33%に留まっている。

ここで近年, 他者の化粧法を知るツールとして, InstagramやYouTubeなどのSNSに投稿されている化粧のチュートリアル動画の人気の高まっている。実際に, 2020年に株式会社TesTeeが10代~30代の4,404名の女性に対して行った, コスメのEC利用に関する調査 [14]によると, コスメに関する情報入手場所としてSNSと回答した人が全年代において1位となっている。また, 美容プラットフォームアプリLIPSが1,954名のユーザーに対して行った, 美容情報の収集法に関する調査 [15]によると, 美容系YouTuberから発信される情報を最も参考にしてしているという回答が10~40代以上の全年代において最多となっている。またその理由として, 化粧品の具体的な使用方法や実際の使用感がわかることが挙げられている。このようにSNSを通して新しい化粧品や化粧法に関する情報を収集している人は多く存在する。

しかし, こうした方法では1本あたり約数十分間動画を見る必要があるうえ, 動画を最後まで視聴しても自身と化粧工程が大きく異なり参考にしづらいことも多い。また, 動画の概要欄に各工程の情報を記載している動画も存在するが, 化粧工程の順番や一致度を考慮して動画を探索可能な手法は現状存在しない。そのため, 膨大な化粧動画の中から自身と似た化粧工程をもつ動画を探すことは非常に困難となっている。

このように化粧は学習機会が少ないうえ, 学習意欲の高い人であってもSNSを通して自身の参考になる情報を見つけることは容易ではない。その結果, 化粧を我流で手探りに行わざるを得なくなり, 自身のメイクの腕前に自信が無い人が多く存在する [16,17]。実際に, 2021年にKajitaらが1,000名の女性に対して行った化粧の実態に関する調査 [18]によると, 自己流でベースメイクを施している人が76.8%で最多となっている。

1.3 化粧工程の特性とその構造化

こうした問題は、化粧工程を構造化および表現する方法がこれまで確立されておらず、工学的に扱えないことに起因している。そのため化粧工程を構造化して表現可能とし、他者との共有を可能としたうえで、共通点や相違点を容易に計算可能とすることが重要である。また化粧は、利用されるアイテム数が多いうえに化粧を施す先の違いも多いなど、様々な要素が複雑に絡み合っているため、構造化の際には工程間の関係性を適切に記述可能且つ計算可能な表現手法を用いる必要がある。

ここで、こうした複雑な工程の可視化手法としてフローチャートがあり、プログラミングのみならず料理や医療、教育分野の研究においても活用されている [19-21]。しかし化粧工程は、例えばチークを頬に塗った後に鼻に塗布するなど、同じアイテムを使用しても施す部位が異なれば別の工程となる。また、アイブロウのペンシルタイプを使用した後にパウダータイプをつけるなど、同じアイテムであっても形状が異なるものを重ねる場合がある。さらに、化粧工程はTPOや気合いなど状況に合わせて分岐するものであるうえ、その分岐条件も個人によって様々である。そのため、一般的なフローチャート作成サービスを用いて記述規則を統制した化粧工程のフローチャート（以下、化粧フローチャートと呼ぶ）を作成することは困難であると考えられる。

そこで本研究では、化粧工程を表すのに適切なフローチャートの形式を提案するとともに、その作成に特化したシステムを実装する。そして、システムを通して構造化した化粧工程情報を活用することで、化粧法の取り入れ支援を実現し、メイクの腕前に対する自信の獲得に貢献することを目指す。

1.4 本研究の目的

本研究は、自身に適した化粧情報を見つけることが難しく、我流で化粧を行うためにメイクの腕前に対して自信を持ちにくいという問題に着目し、化粧工程を活用した化粧情報の提示および化粧法の取り入れ支援手法の実現を目的とする。具体的には、化粧工程の類似度に基づく情報の提示や他者との工程の共有を通じて、ユーザーが実践しやすく参考となる化粧情報を効率的に見つけ、新しい化粧方法を学び、取り入れやすくすることを目指す。

本研究では、まず既存のフローチャート作成サービスを用いて化粧工程を構造化する基礎調査を実施することにより、化粧工程を表現するうえで適切なフローチャートを検討する。そして、調査結果に基づいて化粧フローチャートとして必要な要件を整理し、作

成に特化したプロトタイプシステム Make-up FLOW の実装を行い、化粧工程を工学的に扱えるようにする。また、実装したシステムの利用実験を行い、化粧フローチャートの規格の妥当性やシステムの使いやすさについて検証を行う。

次に、システムで得られた化粧フローチャートをもとに、他者間の化粧工程の類似度を算出する手法について検討を行う。そして、化粧工程の類似度に基づいて美容系 YouTuber の化粧動画をユーザへ推薦する実験を行い、提案手法の化粧動画推薦への応用可能性を検証する。

最後に、2つ目の応用方法として、他者の化粧工程を共有および自身の化粧フローチャートに取り入れ可能な仕組みを提案し、そのプロトタイプシステム Make-up FLOW 2.0 を実装する。システムを利用し、作成した化粧フローチャートに基づいて実際に化粧をする実験を通して、化粧工程取り入れ機能の化粧法の習得支援における効果の検証を行う。

1.5 本稿の構成

本稿は、本章を含む全 11 章から構成される。

まず本章で、化粧法の学習の難しさと化粧工程の重要性を述べ、本研究の目的を説明した。2章では本研究の関連研究について述べる。3章では、化粧工程の構造化要件を明らかにするため、化粧工程に関する基礎調査を行い、その調査結果について述べる。4章では、3章の結果に基づいた化粧工程の構造化手法の提案と、プロトタイプシステム Make-up FLOW の実装を行い、5章ではその利用実験を通してシステムの利便性や化粧工程の複雑さについて調査を行う。さらに6章では、化粧工程の類似度の化粧学習支援への応用を目指し、化粧フローチャートに基づいた、他者間の化粧工程の類似度算出手法について検討を行う。7章では6章で検討した手法をもとに、化粧工程の類似度に基づいた美容系 YouTuber の動画推薦実験を行い、その推薦効果を検証する。8章では、他者の化粧工程を共有および自身の化粧工程への取り入れ可能な仕組みの提案と、プロトタイプシステム Make-up FLOW 2.0 の実装を行い、9章ではシステムを利用した実験を通して化粧法の習得支援効果の検証を行う。10章では本研究の総合的な考察と今後の展望について述べ、最後に11章で本研究の結論を述べる。

第2章 関連研究

2.1 化粧のもつ効果に関する研究

化粧のもつ効果に関して様々な研究が行われている。Cashら [22] は、化粧をしていない時に比べて、化粧をしている時の方が自信および社交性が高まることを明らかにしている。宇山ら [23] は、化粧のもつポジティブな心理的效果として「積極性の向上」、「リラクゼーション」、「対外的な気分の高揚」、「対自的な気分の高揚」、「安心感の増加」などを挙げている。また Korichiら [24] は、女性にとっての化粧の心理的な機能を調査するために、70名の女性に対して自己評価アンケートおよび4つの心理測定テストを実施した。その結果、化粧にはネガティブな自己評価を低減するカモフラージュの機能と、ポジティブな自己評価を支え、促進させる誘惑の機能があることを示している。

化粧の外見的効果について分析した研究も多く存在する。九島ら [25] は、化粧が対人印象に及ぼす影響について調査するために、成熟性と性的二形性の2次元を使用して4つの印象の異なる顔刺激を作成した。作成した顔刺激それぞれに成熟・性別の特徴を踏まえた4種類のメイクを施し、異なる印象を与えることができるか検証を行った。その結果、メイクの違いによって異なる印象を与えることが可能であることを明らかにしている。Jonesら [26] は、顔の特徴間のコントラストにおける性差の有無について調査を行い、女性の目と口の明度コントラストが男性より高く、男性の眉の明度コントラストが女性より高いことを示している。また、女性の化粧が顔の特徴のコントラストに与える影響について調査を行ったところ、化粧により目と口の明度コントラストが増加し、性的二形性が強調された一方で、眉の明度コントラストは減少したことを明らかにしている。

Jonesら [27] は、化粧をすると顔の特徴が大きく見えるという仮説を検証するために、化粧をした顔写真と化粧をしていない顔写真の顔の特徴の大きさを平均的な基準顔と比較する実験を行った。その結果、目と眉は化粧をしている方が化粧をしていない時より一貫して大きく見えることを示している。Ikedaら [28] は、顔の肌の輝きが顔の魅力に与える影響について調査するために、3種類の肌の反射と3種類の反射の位置を組み合わせた7つの顔刺激を作成し、それぞれの推定年齢や印象について評価する実験を行った。そ

の結果、顔全体に輝きがある顔は、顔全体が脂っぽく光る顔やマットな顔よりも若く見えると評価されたことを明らかにしている。

Tagaiら [4] は、薄化粧と厚化粧が顔の魅力度と顔認識に及ぼす影響について調査し、薄化粧顔の魅力度が高く、すっぴん顔の魅力度が低いことを示している。また顔認識において、すっぴんや薄化粧顔は厚化粧顔よりも認識性能が高く、厚化粧顔は誤認識率が他の顔よりも高いことを明らかにしている。一方で Aguinaldoら [6] は、これまでの化粧による魅力度変化を検証する研究ではプロのメイクアップアーティストが化粧を施すことが多いのに対して、一般的な女性が化粧を施した場合の化粧の濃さが顔の魅力に及ぼす影響について調査を行った。その結果、薄化粧顔よりも厚化粧顔の魅力度と社会性が高いことを示している。なおこの結果は、プロのメイクアップアーティストが施した場合に、薄化粧の顔が最も魅力的と評価されるというこれまでの研究結果と異なっている。

このように化粧には心理的・外見的効果が存在することが明らかになっている。本研究では、化粧のポジティブな心理的効果の保護および外見的効果の維持のために、化粧フローチャートを用いて化粧法の習得支援手法を実現することを目標としている。

2.2 化粧工程に関する研究

化粧工程は、使用する化粧品の多さおよび個人の状況に応じた選択が多いことからとても複雑になっている。諸井ら [29] は、通学時の化粧で39の工程をそれぞれどの程度行うかについて、女子大学生に質問紙調査を行った。その結果、化粧工程が「外見的な変化を印象づけるアイメイクを中心とした化粧」、「自分の顔の欠点をカバーしたいという化粧」、「肌の健康状態などを保つためのケアのまとめり」の大きく3つに分類できることを示している。野尻ら [30] は、パーティーへの参加を想定した化粧工程とその所要時間について、成人女性に調査を行った。その結果、全実験協力者の化粧工程が下地、ファンデーション、アイブロウ、チーク、グロスまたは口紅という順番になり、化粧工程数が多いほど所要時間が増加することを明らかにしている。

また Regan [31] は、対象者の性別と魅力度が女性の化粧に与える影響について、実験協力者の対象に対する印象評価と、対象に会う前日と当日での化粧の評価を用いて調査を行った。その結果、魅力的な男性または女性に会う場合には化粧品使用レベルが増加し、化粧の仕方も変化した一方で、魅力的でない男性に会う場合には化粧品使用レベルが減少することがわかった。Gueguen [32] は、排卵期の女性の化粧と魅力度について、実験協力者への口頭質問およびプロのメイクアップアーティストによる評価を用いて調査を

行った。その結果、排卵期の女性は排卵期でない女性よりも化粧にかかる時間が有意に長く、化粧品使用レベルおよび化粧の魅力度が有意に高いことがわかった。

化粧工程の認識についても様々な研究が行われている。Truongら [33] は、ユーザが化粧動画を見ながらより手軽に化粧を実践できるように、化粧動画から階層的なチュートリアルを自動生成し、それを提示する混合メディアUIを提案している。このシステムでは、入力された化粧動画に対して、コンピュータビジョン技術と発話テキスト分析を組み合わせた手法を適用している。それにより細かいレベルの行動ステップを自動的に特定し、これらのステップを顔の部分ごとにグループ化して大まかなステップを形成することが可能である。安尾ら [34] は、化粧動画の特定工程を検索可能にする枠組みの実現を目指し、口コミサイトに投稿された化粧品レビュー文と化粧動画の発話文をもとに化粧語彙セットの構築を行った。レビュー文と発話文の語彙を分析した結果、データソースごとに異なる特徴的な情報を獲得可能であり、これらを併用することで化粧動画の検索精度が向上する可能性が示唆されたことを明らかにしている。また Albargiら [35] は、メイク初心者や視覚障がい者が化粧中の手の動きを学習・改善しやすくするために、手首に装着したセンサーから様々な化粧動作を検出する、化粧行為認識フレームワーク BeautyNet を提案している。このフレームワークでは、スマートウォッチに内蔵された加速度計とジャイロスコープから取得したデータを用いて、5つのメイク動作の検出を可能としている。

このようにある状況での化粧工程やその認識に関する研究は行われているが、分岐を含む化粧工程に関する調査や化粧工程の構造化および可視化はこれまで行われていない。また、こうした分析を行うための化粧データ共有基盤も確立されておらず、化粧工程を工学的に扱うことは困難である。

2.3 推薦による化粧支援に関する研究

化粧品や化粧法に関する推薦の研究は多岐に渡って行われている。Okudaら [36] は、使用感の似たユーザを見つけ出し、ユーザにとって真に有用なコスメアイテムを推薦するシステムの実現を目指し、クラスタリングを用いたユーザの類似度判定方式を提案している。Liuら [37] は、ユーザーに最適なヘアスタイルと化粧を自動的に推薦するシステム Beauty e-Experts を提案している。このシステムでは、ユーザーが顔の正面写真を入力すると、システムが顔の形・肌の色・目の形などの特徴を分析し、データベースからユーザーに最適なヘアスタイルと化粧法を推薦することが可能である。

Nguyenら [38] は、パーソナライズ化された化粧品推薦を行い、入力された素顔の画像

に対して、推薦された化粧品を使用した化粧効果を可視化するシステムを提案している。この研究では顔の特徴・属性、化粧の属性の関係を記述したモデルを学習させることで、最適な化粧品の属性を提案する化粧品推薦モデルを作成しており、このモデルによって入力された顔画像に対する化粧品推薦を実現している。Alashkar ら [39] は、ユーザの顔属性の自動分類を行い、指定された場面と化粧スタイルおよび顔属性に合った化粧を推薦し、その化粧をユーザの素顔画像に合成するシステムを提案している。なおこのシステムでは、推薦に使用している化粧顔データセットを更新・拡張することで、流行に合わせたメイクを推薦することが可能である。

また神武ら [40] は、個人の好みを反映した化粧を支援するために、ユーザの好みの顔画像と自身の顔画像から、好みの顔画像にユーザが近づくメイクアップシミュレーション画像と、その実現のための化粧品候補を推薦・提示するシステムを提案している。Chong ら [41] は、トランスジェンダーの個人が自身が認識されたい性別として他者に認識されること（パッシング）の支援を目的とした、仮想メイクアップシステム Flying Colors を提案している。このシステムでは、ユーザが入力した顔写真と性自認にもとづき、システム上の仮想メイクがパッシングにどの程度寄与しているかのフィードバックを提示することで、ユーザが自身に適したメイクを探索することを可能にしている。

このように所持している化粧品や顔形状から、自身に適した化粧品や化粧法を推薦する研究は行われているが、個人差の大きい化粧工程にもとづいた他者の化粧法の検索・推薦の研究はこれまで行われていない。

2.4 その他の化粧支援に関する研究

化粧の技能向上手法に関して様々な研究が行われている。高木ら [42] は、ユーザが自身の顔に行った化粧へのアドバイス機能を有した、3次元メイクアップアドバイスシステムを提案している。このシステムでは、メイクアップ処理画像とユーザの化粧顔画像を比較することで、改善すべき点を洗い出している。吉川ら [43] は、ベースメイクの技術向上支援を目的として、圧力センサを付けた手袋型のデバイスを用いてベースメイク中に肌にかかっている圧力を可視化し、適切な圧力を指示するシステムを提案している。

Kajita ら [18] は、リアルタイムでファンデーションの塗布状態を可視化することで、塗りムラを無くすシステムを提案している。また、機械学習によりファンデーションの塗布画像と素肌画像を 82.3% の精度で判別可能であることを明らかにしている。後続研究において Kajita ら [44] は、システムで塗りムラを表示するにあたって適切な可視化手

法について調査を行い、その結果、塗りムラの位置が相対的にわかりやすく華やかな印象の手法がユーザにとって最も好意的であることを示している。

また Nishimura ら [45] は、アイメイクのデザインを生成し、プロレベルのアーティスト的なアイメイクを独自に施すことができるシステム iMake を提案している。このシステムでは、ユーザが入力した画像の色や形をもとに、自動生成されたアイメイクデザインを転写シートに印刷することができる。そして、ユーザは転写シートをまぶたに貼ることで、簡単にアートメイクを施すことが可能である。Xiong ら [46] は、中国伝統オペラ出演者のメイク残りによる肌トラブルの解決を目的として、アイメイクの残留箇所を可視化するシステム EyeVis を提案している。このシステムでは、スマートフォンにつけたライトと拡大鏡レンズを通して取得した、目元部分の画像を HSV 色空間に変換し、アイメイクの顔料を検出することで残留箇所の可視化を可能としている。

化粧のバリエーション増加支援に関しても研究が行われている。Iwabuchi ら [47] は、ユーザの化粧動作を支援する電子ドレッサー Smart Makeup Mirror を提案している。このシステムには、顔を様々な角度から確認できる表示機能や、顔の特定部分を自動的にズームする機能などが搭載されており、全体のバランスを確認しながら化粧を施すことが容易になる。また、完成した化粧顔を日付ごとに保存できるメイクログ機能があり、化粧顔を友人と共有することで、自他の評価を通じて自身に合ったメイクスタイルを探求することができる。Nakagawa ら [48] は、自身の化粧に関するライフログを手軽に取得・共有できる Smart Makeup System を提案している。このシステムでは、RFID タグとリーダーを用いることで使用した化粧品のリストを取得し、自身の化粧顔画像と化粧品リストを手軽にデータベースに登録できる。また、登録した化粧品ベースで他者の化粧ログを検索・閲覧することが可能である。

また Honda ら [49] は、ユーザーの理想的な印象を叶えるための化粧法を提示するシステムの実現を目的として、顔の各部分の特徴が他者に与える印象について調査を行った。その結果、長い顔がかっこいい印象を与えるなど、複数の特徴と印象間に有意な相関が見られたことを明らかにしている。また、メイクにより顔の一部を修正することで他者に与える印象を変えられることが示唆されたことを示している。Treepong ら [50] は、ユーザのメイクの創造性を向上させることを目的として、インタラクティブなバーチャルメイクアップシステムを提案している。このシステムでは、化粧道具を当てた位置に対するリアルタイムプロジェクションにより、化粧が施されるようになっている。これにより、ユーザは実際に化粧品を顔に塗布することなく、様々なメイクを体験することがで

きる。また、自身の顔に施されたバーチャルメイクを様々な視点から俯瞰し、自身に合うメイクスタイルを見つけることが可能である。

このように化粧支援に関する研究は多岐に渡って行われている。本研究は化粧フローチャートの活用により化粧支援を目指すものであり、こうした研究にも応用可能であると考えられる。

2.5 美容系インフルエンサーの影響力に関する研究

美容系インフルエンサーの化粧動画が視聴者に及ぼす影響に関する研究は様々に行われている。Chen ら [51] は、美容系 YouTuber がインドネシアの女性消費者の動向や、地元の化粧品に対する購買意欲に与える影響について、美容系 YouTuber および美容系動画の女性視聴者への半構造化面接を通して調査を行った。その結果、美容系 YouTuber は視聴者と同じ消費者の立場であることから、テレビ出演者よりも信頼性・共感性が高いと認識されていたことを明らかにしている。また、美容系 YouTuber への信頼の高さが視聴者の購買意欲に大きな影響を与え、信頼度が高ければ企業からの依頼による宣伝であっても製品の購入に繋がることを示している。Rasmussen [52] は、美容系 YouTuber と視聴者間のパラソーシャルな相互作用の有無について検証するため、美容系動画の主な視聴者層である女子大学生に対して動画視聴実験を行った。その結果、両者の間にはパラソーシャルな相互作用が見られ、実験協力者の 88%以上が動画に登場した美容系 YouTuber を知識が豊富であり、信頼できると評価したことを示している。また、美容系 YouTuber のチャンネル登録者数が多いほど、動画内で紹介された商品を視聴者が購入する可能性が高いことを明らかにしている。Ding ら [53] は、美容系 Vlogger の口コミおよび広告が Weibo 利用者に与える影響について、Weibo 利用者の女性に対する半構造化面接による調査を行った。その結果、メイクへの関心が高い利用者ほど、Vlogger が提供する情報を有益か否か分類し、フォローする Vlogger を選定していることを明らかにしている。

このように美容系インフルエンサーの持つ影響力に関する研究は多数行われているが、彼らの化粧工程について分析・活用した研究はこれまで行われていない。

第3章 化粧工程に関する基礎調査

化粧工程の構造化のため、化粧工程のもつ特徴を明らかにする必要がある。ここでは、フローチャートに抵抗のない情報系の大学生および大学院生に、既存のフローチャート作成サービスを用いて化粧フローチャートを作成してもらうとともに、化粧に関するアンケート調査を行い、化粧工程について分析を行う。

3.1 既存サービスを用いた化粧フローチャートの収集調査

図形や矢印のテンプレートが複数用意されており、図形を組み合わせるだけで手軽にフローチャートを作成できる Web サービス draw.io [54] を使用して、化粧フローチャートの収集を行った。なお本調査は、化粧工程の複雑さを把握する目的から、工程数が比較的多いと考えられる女性を対象を絞って行った。調査協力者は、著者を含む 20 歳から 24 歳の情報系の大学生および大学院生 10 名であった。なお、本収集では依頼時点（2022 年 6 月頃）に普段行っていた化粧工程についてフローチャートで表すように指示し、調査協力者ごとに独立して作業を行ってもらった。

化粧フローチャートの作成には、化粧の特性を考慮し、一般的なフローチャートで用いる記号をもとにした開始・終了ノード、化粧ノード（化粧時に必ず行う化粧工程を意味する）、化粧分岐ノード（化粧時にやらない時がある化粧工程を意味する）を用いるようにした。また化粧は髪型や服と同様に、その日の予定に対する気合いの程度が化粧工程に影響すると考えられることから、化粧に対する気合いがある時とない時で分岐する気合い分岐ノードを作成し、計 5 種類のノードを使用するようにした。

収集した 10 名の化粧フローチャートから、その工程数や分岐数について分析を行った。10 名の化粧フローチャートの統計量を表 1 に示す。

まず、1 回の化粧における工程数は分岐の選択によって異なることから、各協力者の工程数の最大・最小およびその差を求めた。その結果、工程数の最大は 24 工程、最小は 1 工程となり、個人の化粧における最大の工程数の平均は 16 工程となった。なお、工程数が 1 工程の場合の化粧工程は日焼け止めのみであった。

表 1: 10名の化粧フローチャートの統計量

	最小	最大	平均	標準偏差
最小工程数	1	15	7.3	3.8
最大工程数	10	24	16.0	3.9
工程数の差	4	19	8.7	4.1
分岐数	2	16	7.3	3.7
ルート数	4	1,056	240.8	358.0

次に、化粧フローチャート内の分岐数とルート数を求めたところ、分岐数の最大は16個、ルート数の最大は1,056通りとなった。化粧分岐ノードの平均使用個数は5.8個となり、個人の中で気合い条件以外の分岐条件が存在することがわかった。

また、10名の化粧フローチャートの化粧ノードおよび化粧分岐ノードに着目すると、調査協力者によって工程の分け方や工程名の表記が異なっていることがわかった。実際に工程の記述において、ある調査協力者は使用するアイテムのテクスチャが変わるごとに眉の化粧工程を分けていたのに対して、別の調査協力者はアイブロウと1工程でまとめていた。また工程名の表記において、フェイスパウダーとパウダー、眉マスカラとアイブロウマスカラ、アイシャドウ下地とアイシャドウベース、アイライナーとアイラインなど様々な表記揺れが見られるうえ、その詳細度についても違いが生じていた。

3.2 化粧工程に関するアンケート調査

draw.io [54] を用いて化粧フローチャートを収集したが、実験者側で指定したノードや記述規則が化粧フローチャートを作成するのに適切であったかは不明である。そこで適切な記述規則を決定するために、化粧工程に関するアンケート調査を行った。なお本調査は、3.1節と同様に化粧工程が比較的多いと考えられる女性を対象を絞って行った。回答者は20歳から25歳の大学生および大学院生25名であった。

アンケートの設問内容の一部を表2に、その調査結果を図1~9に示す。なお、本調査は全16問あり、Q4~8は化粧工程の表現形式と工程忘れの関係に関する質問であった。図1は回答者の化粧頻度を表しており、この結果より全員が週に1度以上化粧をしていることがわかった。図2・3は化粧をする時に忘れる工程の有無とその内容を示したものである。図2・3より、76%が化粧をする時に忘れる工程があり、特にハイライトやフェイスパウダーなどが多く忘れられていることがわかった。

図4より、最も工程数が多いメイク部位として、回答者の60%よりアイメイクがあげら

れていた。図5は普段の化粧工程および使用する商品を変えるかどうかの回答をまとめたものであり、いずれも76%が変えると回答していた。また図6は化粧工程および使用する商品を変えるきっかけの回答をまとめたものであり、全8条件があげられ、上位には行き先や会う相手の違い、化粧にかけられる時間の長さがあげられていた。なお、図6の「気分」以外の7項目は、著者が事前に同一研究室の女子大学生・大学院生12名に対して行った予備調査に基づき設定した項目である。

また図7は回答者の化粧歴を表しており、4~6年が最も多く、次いで1~3年が多いことから高校生や大学生の時に化粧を始めた人が多いことがわかった。図8は化粧に対する好感度を表しており、化粧をやや好きである人が最も多いのに対して、次点でどちらでもないが多く挙げられており、やや嫌いという回答も一部見られた。図9は化粧をする理由に関する回答をまとめたものであり、顔が華やかになる・綺麗になる、気分が上がるなどの化粧を好んで行っている回答が多く挙げられていた。一方で、「外に出るときは化粧するものという価値観が世の中にあるため」などのマナーとして化粧を行っているなどの回答も見られた。

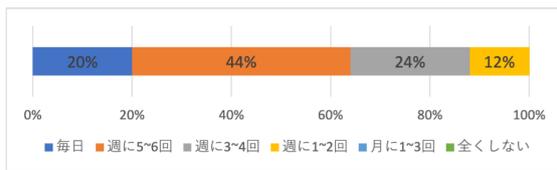


図 1: 化粧頻度

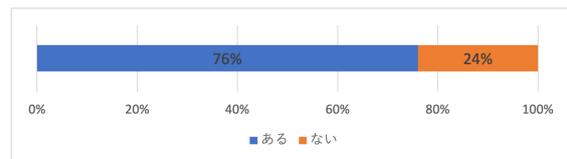


図 2: 化粧をする時忘れる工程の有無

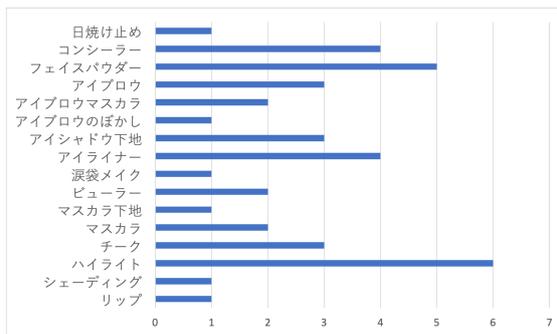


図 3: 化粧をする時忘れる工程の内容

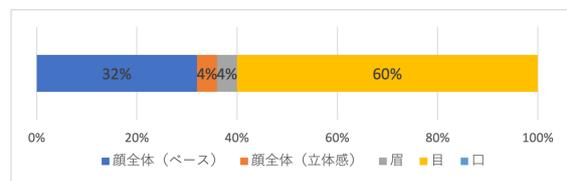


図 4: 最も工程数が多い部位

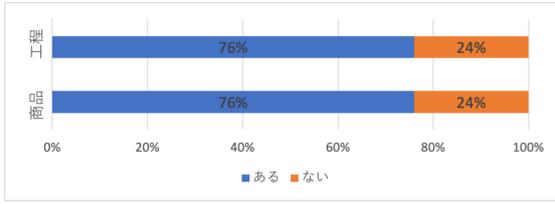


図 5: 化粧工程と商品を変えることの有無

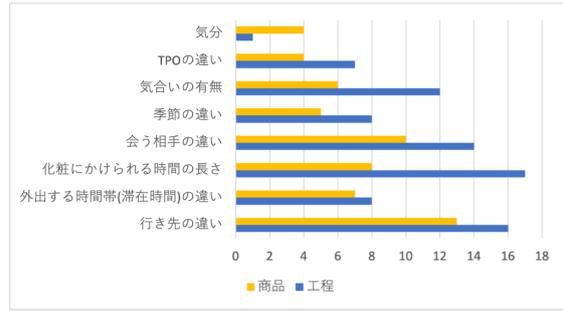


図 6: 化粧工程と商品を変えるきっかけ

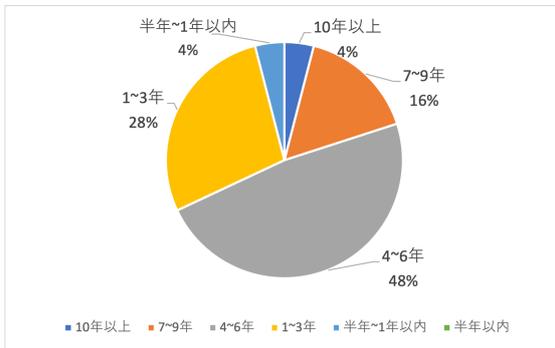


図 7: 化粧歴

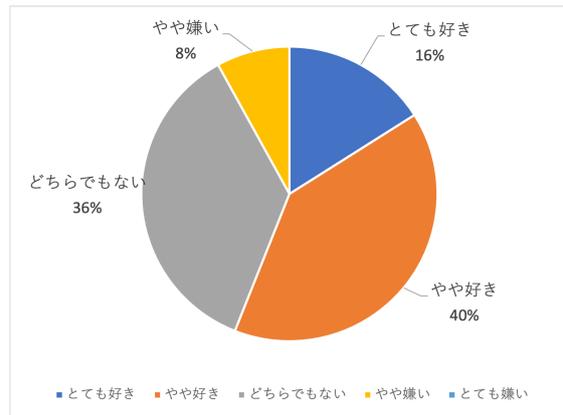


図 8: 化粧への好感

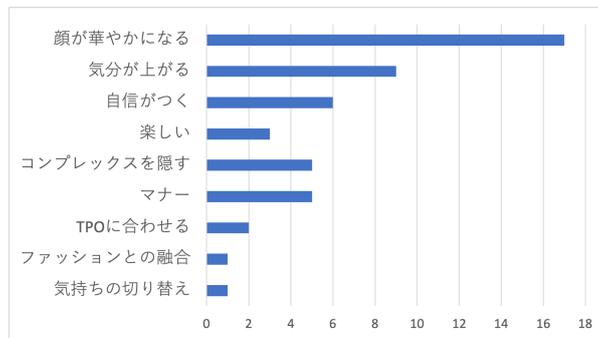


図 9: 化粧をする理由

表 2: アンケートの設問内容の一部

番号	項目	回答形式
Q1	普段、どれくらいの頻度で化粧をしますか？	6 択 (毎日, 週に 5~6 回, 週に 3~4 回, 週に 1~2 回, 月に 1~3 回, 全くしない)
Q2	化粧をする時に, つい忘れてしまう工程がありますか？	2 択 (ある, ない)
Q3	Q2 において「ある」と回答した方は, その工程を教えてください (複数回答可)	自由記述
Q9	自分の化粧において, 部位ごとに見た時に 工程数が最も多い場所はどれですか？	6 択 (眉, 目, 口, 顔全体 (下地・ ファンデーション・コンシーラー), 顔全体 (ハイライト・シェーディング), その他)
Q10	普段の化粧から 工程を変えることがありますか？	2 択 (ある, ない)
Q11	Q10 において「ある」と回答した方は, そのきっかけを教えてください (複数回答可)	8 択 (気合いの有無, 会う相手の違い, 季節の違い, TPO の違い, 行き先の違い, 外出する時間帯 (滞在時間) の違い, 化粧にかけられる時間の長さ, その他)
Q12	普段の化粧と使う商品の種類を 変えることがありますか？	2 択 (ある, ない)
Q13	Q12 において「ある」と回答した方は, そのきっかけを教えてください (複数回答可)	8 択 (気合いの有無, 会う相手の違い, 季節の違い, TPO の違い, 行き先の違い, 外出する時間帯 (滞在時間) の違い, 化粧にかけられる時間の長さ, その他)
Q14	あなたの化粧歴はどれくらいですか？	6 択 (10 年以上, 7~9 年, 4~6 年, 1~3 年, 半年~1 年以内, 半年以内)
Q15	あなたは化粧をするのが好きですか？	5 択 (とても好き, やや好き, どちらでもない, やや嫌い, とても嫌い)
Q16	あなたが化粧をする理由は何ですか？ (複数回答可)	自由記述

第4章 化粧フローチャート作成システム

Make-up FLOW

3章での調査結果をもとに、化粧フローチャートの要件を整理し、化粧フローチャート作成に特化したシステム Make-up FLOW を提案およびそのプロトタイプシステムを実装する。

4.1 システムの必要要件とデザイン

調査協力者によって、化粧フローチャートの工程の分け方や工程名の表記が異なっている場合が見られた。このような表記のブレは、化粧フローチャートの分析や化粧支援における利用時に問題になるため、あらかじめ実験者側で設定できる工程を定めておき、システムにおいてユーザは定められた化粧品リストの中から工程を選択する方式が望ましいと考えられる。

同様に、同じアイテムを別の部位に塗布したり、同じアイテムでテクスチャが異なるものを重ねて塗布したりする場合が見られた。アイテム名の表示だけでは同じアイテムを使用している工程を区別しにくいことから、工程を表すノードにはアイテム名とともに、施術部位、アイテムのテクスチャも記述する必要があると考えられる。

次に、工程の分岐理由として8条件があげられた。ここで、8条件をシステムの方岐理由として採用すると、化粧フローチャート作成時の分岐理由の選択が困難になる。そこで、件数の多かった「行き先の違い」、「会う相手の違い」、「化粧にかけられる時間の長さ」、「外出時間の長さ」、「季節の違い」を選定した。そのうえで「行き先の違い」と「会う相手の違い」は組み合わせによってその日の化粧に対する気合いの程度を決定づけると考えられるため、それらの複合条件として「気合いの有無」を設定し、計4条件を分岐理由として採用した。なお、7票得たTPOの違いはその分岐理由が個人に依存しすぎるうえユーザインタフェースが複雑になりすぎることで、また時・場所・場面を総合して加味することで、その日の化粧に対する気合いの程度が決定づけられると考えられることから、気合いの有無に統合することとした。加えて、分岐の選択肢を3つ以上に設定し

た場合、ユーザが化粧フローチャートを作成する際に化粧工程の分岐の選択が困難になると考えたため、システムでは各分岐条件の選択肢は2択とした。

また協力者数名より、「化粧フローチャート作成時に、入れ忘れた工程があることに気づいて工程を後に追加することを数回繰り返した」というコメントが得られた。この原因として、図形だけの画面では自身の化粧工程が想像しにくかったことが考えられる。そのため、追加された工程に応じて化粧が施されていく顔のイラストを提示し、自身の普段の化粧状況を想像しやすくする必要がある。

4.2 プロトタイプシステムの実装

4.1節をふまえて化粧フローチャートをWeb上で作成できるプロトタイプシステム Make-up FLOW を実装した(図10)。なお図10は、システムの化粧フローチャート作成画面を示しており、後述でのシステム説明のためエリアごとに水色の枠線で区切り、番号を表示している。

本システムで使用するノードは表3のように決定した。化粧ノードでは施術部位を表したイラストおよび使用するアイテム名を表示し、アイテムのテクスチャが複数あるものには括弧内にテクスチャ名も表示した。なお化粧ノードの要素は、図10の③のエリアにあるプルダウンメニューで選択できるように実装した。また選択できるアイテムとして、化粧品の大手総合情報サイトである@cosme [55]の化粧品アイテムカテゴリを参考にして、計30工程を設定した。さらに分岐ノードでは分岐条件名のみを表示した。

ここで化粧にかけられる時間が短い時には、長い時の工程から意図的に数工程を飛ばすことが考えられる。そこで、「化粧にかけられる時間の長さ」の条件は分岐ノードとして設定せずに、意図的に飛ばす工程を選択する方式にした。また各ノードから出せるエッジの本数について、分岐ノードは2本、それ以外のノードは1本と設定した。なお分岐ノードのエッジには、設置する順番によって、気合い分岐ノードには「あり/なし」、季節分岐ノードには「夏/冬」、外出時間分岐ノードには「長い/短い」というラベルを設定した。

また、自身の日々の化粧を想像しやすくするために、工程の追加に伴って化粧効果が可視化される顔のイラスト(図11)を図10の②のエリアに表示した。

表 3: 化粧フローチャートで使用するノード一覧

ノード名	形状
開始・終了ノード	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; text-align: center;">メイク開始</div> <div style="border: 1px solid pink; padding: 5px; text-align: center;">メイク終了</div> </div>
化粧ノード	日焼け止め(無色)
分岐ノード	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto; transform: rotate(45deg);"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto; transform: rotate(45deg);"></div> </div> <p style="text-align: center;">気合い 季節 外出時間</p>

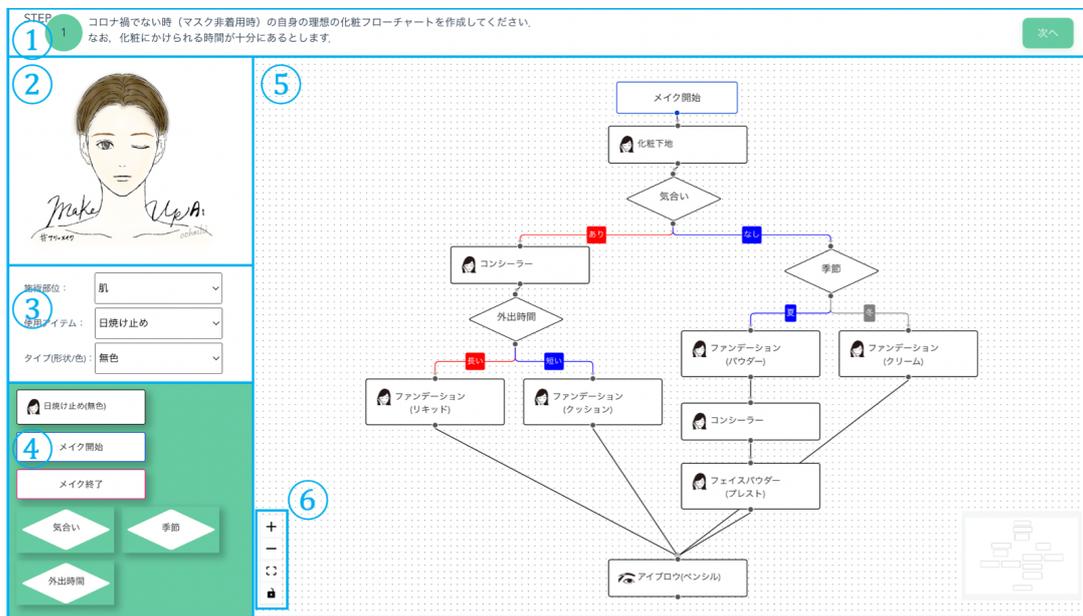


図 10: Make-up FLOW の化粧フローチャート作成画面



図 11: 化粧工程の追加にともなう顔イラストの変化

4.3 利用方法

以下に、本システムの画面をエリアごとに番号分けした図10を用いて、本システムの操作手順を説明する。

まずユーザは追加したい工程の施術部位、使用するアイテム、アイテムのテクスチャを③のエリアにあるプルダウンメニューからそれぞれ選択する。次に、選択した工程を表す化粧ノードが④のエリアに作成されるため、ユーザはそこから化粧ノードや分岐ノードを⑤のエリアに向かってドラッグ&ドロップすることでノードを追加する。最後に、⑤のエリアにおいて追加したノード間のエッジを繋ぎ、これらの手順を繰り返すことで化粧フローチャートを作成する。なお、化粧フローチャートにおいて、化粧にかけられる時間の長さに応じてスキップする工程があるが、その点については分岐で処理するのではなく、「化粧にかけられる時間が短い状況」で意図的に飛ばす工程をクリックして選択可能としている。

作業が全て終了したら、①のエリアにある終わるボタンを押すことで化粧フローチャートのデータがデータベースに送信される。

第5章 Make-up FLOWの利用実験

5.1 実験概要

Make-up FLOW が汎用的な化粧フローチャートを作成する手法として適当であるか、またシステムの使いやすさを検証するため、化粧フローチャートを作成する実験を行った。実験協力者は3.1節において化粧フローチャート作成に協力してくれた10名のうち、22歳から24歳の情報系の女子大学生および大学院生8名である。実験では、本システムの利用方法について説明したページをサイト上に設け、説明ページを読んだうえでPC上のシステムを用いて化粧フローチャートを作成するように依頼した。

実験では、まず4.1節で設定した4条件のうち「気合いの有無」、「季節の違い」、「外出時間の長さの違い」の3条件を考慮した一連の化粧フローチャートを作成してもらった。その際には「化粧にかけられる時間が十分にある状況」を想定して作成してもらい、後ほど化粧にかけられる時間が短い時に飛ばす工程を選択してもらうこととした。

なお制限時間は設けずに、コロナ禍以前の化粧に関する化粧フローチャートを作成してもらった。また実験後には、本システムの使用に関するアンケートに回答してもらった。

5.2 化粧フローチャートの工程分析結果

実験において作成してもらった化粧フローチャートには、ノード間がエッジで繋がれていない、気合い分岐ノードの分岐先に同じ分岐ノードを再度配置しているなどフローチャートの記述規則に合わないものも存在していた。そのため、各実験協力者に工程の意図を確認し、記述規則に合うように修正した。

8名の化粧フローチャートの統計量を表4に示す。まず、工程数の最大は23工程、最小は1工程となり、個人の化粧における最大の工程数の平均は18.9工程となった。次に、分岐数の最大は19個、ルート数の最大は16通りとなった。

最大工程数・工程数の差・分岐数・ルート数ともに最多である実験協力者の化粧フローチャートを付録A、異なる分岐ノードを連続して組み合わせた数が最多である実験協力者の化粧フローチャートを付録Bに示す。付録Aでは全ての分岐条件が1回以上使用さ

表 4: 8 名の化粧フローチャートの統計量

	最小	最大	平均	標準偏差
最小工程数	1	11	6.5	3.4
最大工程数	15	23	18.9	2.6
工程数の差	7	16	12.1	2.9
分岐数	3	19	8.9	5.2
ルート数	3	16	5.8	4.0

れており、付録 B では序盤において条件の組み合わせが多く見られ、当該実験協力者がベースメイクを重視していることがわかった。また、付録 A・B ともに特に気合い条件と化粧にかけられる時間の長さ条件を多用していることがわかった。ここで、両条件は全実験協力者が使用しており、その平均使用個数はそれぞれ 3.3 個と 4.1 個であった。これらは他の分岐条件よりも使用個数が多く、化粧工程の分岐選択において重要な条件であることがわかった。

5.3 システムの使用感に関するアンケート結果

本システムの良かった点として、「アイテムの形状の選択肢が元々あったのでとてもやりやすかった」、「フローチャートの操作が感覚的でわかりやすかった」など、実験協力者 5 名より操作のわかりやすさが挙げられた。また、実験協力者 2 名より「使用アイテムの項目を見られることで、いつもどんな工程を踏んでいるのか思い出しやすかったです」などシステムの利用による工程の思い出しやすさ、5 名より「顔の画像が変化することで、あとなにが足りないのかが分かりやすかった」、「左上のイラストのお姉さんがどんどん可愛くなって楽しかったです」などイラストの変化が挙げられていた。

一方、本システムに追加・改善してほしい機能として、Undo や Redo 機能 (3 名)、化粧ノードや分岐ノードの設定を自身でできる機能 (3 名)、エッジの繋ぎ直し (2 名) などが望まれた。また追加してほしい化粧項目では、リップクリームのテクスチャ、アイプチ、ファンデーション塗布時に使用するアイテムの種類などが各 1 名よりあげられた。

本システムを使用しての感想としては、「前回作った時とは工程が変わっているのをこのシステムを使ったことによって気づいた」、「フローチャートを作ることで自分の化粧方法はもっと良い方法があるのではないか? と思った」、「自分の化粧を見直すことができるいい機会だった」など、自身の化粧工程に対する気づきに関するコメントが実験協力者 5 名から得られた。また、実験協力者 3 名が操作のわかりやすさ、2 名がフローチャー

ト作成の面白さについて述べており、結果として実験協力者全員からポジティブな感想が得られた。一方で、実験協力者 2 名より、「フローチャートを作る時点で入れ忘れていたものがあった、途中で差し込むことができなかつたところだけ少しやりづらさを感じました」など作成途中での修正の難しさが挙げられていた。加えて、実験協力者 1 名より「割と TPO によって化粧を変えるタイプなので、その TPO を選択できるようにできたら嬉しかったです」という分岐条件の改善に関する感想も得られた。

5.4 考察

5.4.1 フローチャートについて

化粧工程のフローチャート化に対する感想として、実験協力者の 8 名中 5 名が構造化により自身の化粧工程の変化に気づいたこと、また現在の自身の化粧法よりも良い化粧法があるのではないかと考えたことを挙げていた。加えて実験協力者 1 名より、「これまで自分には忘れていた工程はないと思っていたけど、フローチャート化したことで無意識に忘れていた工程があることに気づけた。それに、実験後から工程の順番を意識して化粧をするようになった」という感想が得られた。このことから、化粧工程の構造化により自身の化粧工程の俯瞰が可能となり、以前の化粧工程との変化や改善点の発見に繋がったと考えられる。

一方、フローチャートに追加してほしい機能として、実験協力者 2 名より分岐条件の追加や、分岐理由を自由に設定できる機能が望まれていた。そのため、現状の条件設定ではユーザの化粧工程を表せていない部分があり、分岐条件や理由を増やした場合には、化粧ノードの位置の変化や追加が発生することが予想され、化粧工程をより正確に表現できるようになることが考えられる。また追加してほしい化粧項目として、アイテムの他のテクスチャやアイプチ、塗布時に使用するアイテムなどが望まれていた。

以上のことより、現状の化粧フローチャートではユーザ自身の化粧工程を完全に表すことはできていない可能性がある。しかし、2024 年 1 月時点において本システムを用いて作成された化粧フローチャートは 200 件を超えており、これまでに大きな問題なく多様な化粧工程を表現できている。そのため、提案した Make-up FLOW は汎用的な化粧フローチャート作成における最低限の機能を有しており、化粧工程の表現手法の基礎を確立できたと考えられる。しかし今後自由記述の化粧ノードや分岐ノードを追加することで、より汎用性の高い化粧フローチャートを作成できるように改善する必要がある。

5.4.2 システムについて

本システムを使用した感想として、システムの操作がわかりやすかったことや、自身の化粧工程を可視化できたことが面白かったなどポジティブなものが多く得られた。ここで、実験協力者 5 名が本システムを使用して化粧フローチャートを作ることは簡単だったと評価しており、実験協力者全員が本システムの操作がわかりやすかったと評価していた。これらの結果より、システムの使いやすさは十分なものであると考えられる。

また、化粧のイラストに対する感想として、実験協力者 5 名より「左上のイラストのお姉さんがどんどん可愛くなって楽しかったです」や「顔の画像が変化することで、あとなにが足りないのかがわかりやすかったです」などポジティブなもの得到了。これにより、ユーザは化粧のイラストを好意的に捉え、追加した化粧工程の進捗を見る目安としてイラストを使用していたことが考えられる。

一方、本システムにおける改善点として、誤った操作を取り消す Undo 機能が搭載されていないことが挙げられていた。そのため今後は、Undo・Redo のような操作の修正ができる機能を実装する必要がある。

加えて Make-up FLOW で作成された化粧フローチャートにおいて、エッジの繋ぎ忘れや分岐ノードの誤配置が数件見られた。この原因として、分岐の繋ぎ忘れなどをシステム上で確認できなかったことが原因として考えられる。そのため今後は、システム上で分岐ルートを判定し、接続が切れている部分を明示したり、同じ分岐ノードを置けないように設定したりするなどの対策をする必要がある。

以上のような改善点を反映したシステムを使用し、多数の化粧フローチャートを収集し分析することで、化粧工程の特性をより詳細に明らかにすることができるだけでなく、他者間の化粧工程の類似度算出や化粧フローチャートの共有により化粧のバリエーション増加を支援することが可能であると考えられる。

第6章 化粧フローチャートの類似度分析手法の検討

化粧工程の類似度に基づく情報の提示を実現するために、4章で実装したシステムで収集した化粧フローチャートをもとに他者間の化粧工程の類似度を算出する手法について検討を行う。

6.1 女子大学生・大学院生のデータセット構築

他者間の化粧工程の類似度を分析するために、Make-up FLOW を利用して化粧フローチャートデータセットを構築した。協力者は19歳から25歳の女子大学生・大学院生34名である。協力者には、本システムの利用方法について説明したページを読んだうえで、PC上のプロトタイプシステムを用いて化粧フローチャートを作成するように依頼した。なお作成に制限時間は設けなかった。

ここで、2021年にGMOリサーチ&AI株式会社が2,000名の会員に対して行った、コロナ禍での化粧に関する調査 [56] によると、マスク着用時の化粧では部分メイクのみ行うという回答が48.4%で最多であり、マスク非着用時と同じ化粧をしている人は全体の11%に留まっている。調査時点（2023年6月）は、新型コロナウイルス感染症が2類感染症から5類感染症へと移行した時期であったため、状況指定をせず現在の化粧工程のフローチャートを作成してもらった場合、人によりマスクの有無による工程の違いが発生する可能性がある。そのため、マスクを外す機会がある場合の現在の自身の化粧に関する化粧フローチャートを作成してもらった。

また化粧フローチャート作成後には、自身の化粧観や本システムの使用感に関するアンケートに回答してもらった。

6.1.1 構築したデータセット

データセットの統計量を表5に示す。表5より、最大工程数およびルート数の標準偏差が大きいことから、協力者によって化粧工程に大きく差が生じていることがわかる。

表 5: 34 名の化粧フローチャートの統計量

	最小	最大	平均	標準偏差
最小工程数	1	16	7.1	3.7
最大工程数	5	29	16.0	5.7
分岐数	0	13	6.6	3.5
ルート数	1	22	5.7	4.1

6.1.2 アンケート結果

化粧に関するアンケートの結果、全協力者が週に1度以上化粧を行っており、70.6%の協力者が化粧をすることが好きであることがわかった。化粧をすることが好きと回答した協力者にその理由を聞いたところ、「化粧をすると自信が持てるようになる気がして、テンションが上がるから」や「化粧をすることでその日のやる気が出るから」などの回答が得られた。

システムの使用感については、「非常に操作がわかりやすく且つ、画面が見やすいシステムだと思いました」や「自分が毎日何気なく行っているメイクがこんなにたくさんの工程に分かれていることが可視化されたのが面白いと思いました」といった好意的な意見が見られた。一方で、「矢印を消すのに矢印が細くて選択に苦労した」や「分岐してから、同じ工程を辿るときに、統合できるようにしてほしい」などシステムの改善要望にまつわる意見も存在していた。

6.2 事前処理

6.1 節で構築した化粧フローチャートデータセットを用いて、ユーザ間の化粧工程の類似度分析を行う。なお類似度の算出にあたり、化粧工程の類似は系列情報の類似と置き換えることが可能であるため、標準化レーベンシュタイン距離と N-gram 頻度に基づくコサイン類似度という文字列による類似度を利用する。そのため、化粧フローチャートが含む1つの化粧ルートを1つの文字列で表現し、この文字列の類似度から化粧工程の類似度を算出することとした。

ここで、ある1つの化粧ルートを文字列に変換する方法としては、化粧ノードに含まれる部位・アイテム・テクスチャをその組み合わせからなる文字列として表現する方法（この場合は3文字となる）と、組み合わせを1文字として表現する方法とが考えられる。そこで、それぞれの化粧ノードを文字で表現する具体的な手順を以下に示す。

1. 化粧ノードのもつ部位・アイテム・テクスチャの情報を、それぞれアルファベット・ひらがな・数字で置き換える（例えば、肌・ファンデーション・リキッドの場合、「A う 2」で表される）。これを複合表記とする。また、化粧ノードを表す3文字を一意の1文字に変換を行う。これを置換表記とする。
2. 1つの化粧ルートが辿る工程順に、化粧ノードの文字列を並べ連結させる。

なお、部位は肌や眉などの5種類をA~Eで表し、アイテムはファンデーションやアイシャドウなどの30種類を小文字や濁音を含めたあ~たのひらがなで表している。また、テクスチャはリキッドやパウダーなどの最大7種類を0~6の数字で表している。上記の手順をもとに化粧ルートを複合表記による文字列に変換した例が図12である。

ここで Make-up FLOW では、気合いの有無を分岐ノードとして設定しており、実際に化粧フローチャートデータセットでは82.4%のユーザが気合い分岐ノードを使用していた。そのため、全化粧ルートを用いて類似度計算を行った場合、あるユーザの気合いがある場合のルートと他のユーザの気合いが無い場合のルートが類似している化粧工程として算出される可能性がある。今回、ユーザにとって有益な化粧の類似は、最も気合いがあるものであると考えられる。そこで本分析では、気合いがある場合の最大工程数の化粧ルートに関する類似に着目する。なお、気合い分岐ノードを使用していないユーザに

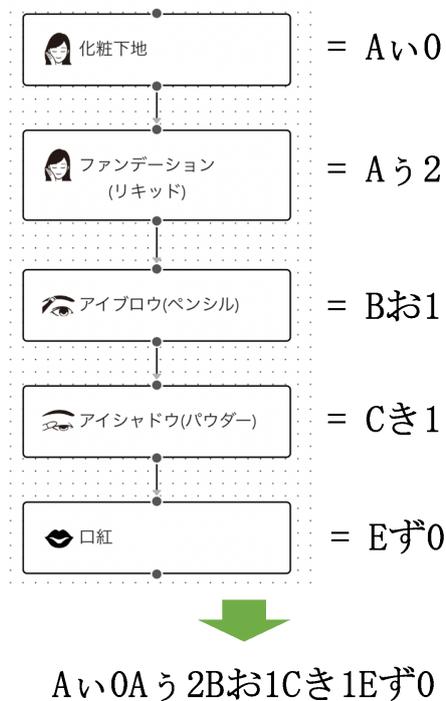


図 12: 化粧ルートを複合表記の文字列に置き換えた例

については、そのユーザの全化粧ルートの中で最も工程数が多い 1 ルートを分析に用いた。

6.3 標準化レーベンシュタイン距離

一般的なレーベンシュタイン距離では、ユーザ間の工程数の差が距離に反映されてしまうため、文字列の長さを考慮した標準化レーベンシュタイン距離を用いて比較分析を行う。ここで、置換表記で表した化粧ルートを用いて標準化レーベンシュタイン距離を算出すると、部位・アイテム・テクスチャの全ての情報が異なる化粧ノードと、1つだけ情報が異なる化粧ノードとが同じ編集距離で計算され、元の 3 つの情報の近さが考慮されない。そこで本分析では、複合表記による文字列を利用して標準化レーベンシュタイン距離を算出することとした。また、部位・アイテム・テクスチャの全ての情報を利用したものと、このうち 1 つ以上の情報を用いたものそれぞれについて分析を行う。なお、以降の図表において部位のみを Part、アイテムのみを Item、テクスチャのみを Texture、全てを All と表す。

部位のみ、アイテムのみ、テクスチャのみ、部位・アイテム、アイテム・テクスチャ、全情報のそれぞれによる、標準化レーベンシュタイン距離の統計量を表 6 に示す。また、このうち 1 つの情報のみを用いたものの分布のグラフを図 13、2 つ以上の情報を用いたものの分布のグラフを図 14 に示す。

表 6 より全項目において大きな差はないが、図 13 より、部位のみとテクスチャのみは満遍なく綺麗な山型を描いて分布しているのに対して、アイテムのみは 0.5 以上に偏って分布していることがわかる。ここで、テクスチャはアイテムによって選択肢の数および内容が異なっており、テクスチャの順番の重要性は低いことから、テクスチャはアイテムと合わせて距離を求めることが適切であると考えられる。また図 14 より、部位と他の情報を組み合わせたレーベンシュタイン距離では、他の情報が大きく影響し、全体的に距離が長くなっていることがわかる。

表 6: 各情報を用いた標準化レーベンシュタイン距離の統計量

	最小値	最大値	平均	標準偏差
Part	0.10	0.86	0.50	0.017
Item	0.33	1.00	0.72	0.012
Texture	0.22	0.84	0.54	0.011
Part & Item	0.28	0.93	0.63	0.011
Item & Texture	0.33	0.90	0.66	0.008
All	0.30	0.87	0.62	0.009

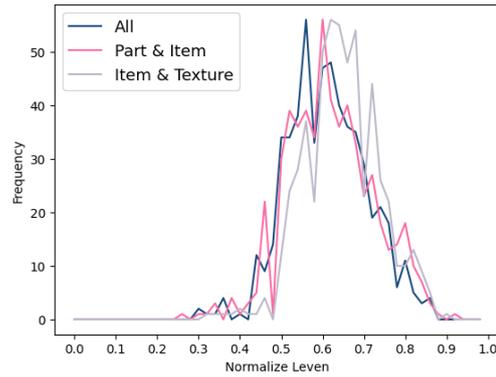
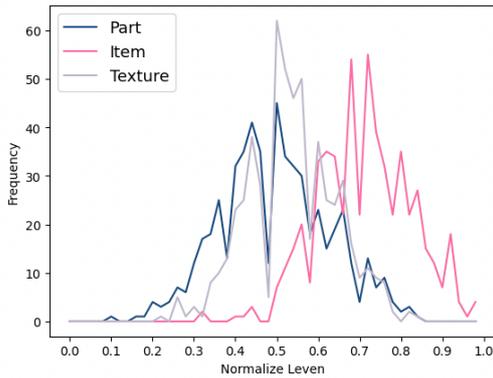


図 13: 1つの情報を用いた標準化レーベンシュタイン距離の分布のグラフ
 図 14: 複数の情報を用いた標準化レーベンシュタイン距離の分布のグラフ

そこで、部位のみの標準化レーベンシュタイン距離とアイテム・テクスチャの標準化レーベンシュタイン距離をそれぞれ計算し、その和を求めた。部位とアイテム・テクスチャの標準化レーベンシュタイン距離の和の最小値は0.52，最大値は1.71であった。そのヒストグラムを図15に示す。全情報による標準化レーベンシュタイン距離において0.5未満のペア数は44個であるのに対して、部位とアイテム・テクスチャの標準化レーベンシュタイン距離の和において1.0未満のペア数は107個と増加しており、アイテムおよびテクスチャの影響を抑えられていることがわかった。

部位とアイテム・テクスチャの標準化レーベンシュタイン距離の和が最小のペアの化粧フローチャートを付録Cに示す。付録Cより、両者が使用している化粧ノードは過半数が一致しており、また部位の順番および各部位にかける工程の分量もおおむね同じであることがわかる。

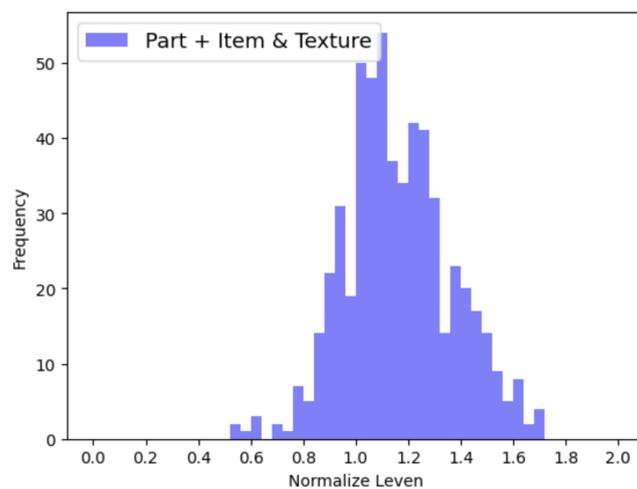


図 15: 部位とアイテム・テクスチャにおける標準化レーベンシュタイン距離の和のヒストグラム

6.4 N-gram 頻度をもとにしたコサイン類似度

N-gram を用いるにあたって、1つの化粧ノードを一意的に 1 文字で表す必要がある。そこで化粧ノードを置換表記で表した文字列を分析に用いることとした。

全情報による 3-gram 頻度と 2-gram 頻度それぞれをもとにしたコサイン類似度の分布のグラフを図 16 に示す。図 16 より、3-gram ではほとんどのペアにおいて類似度が 0.0 であるのに対して、2-gram では 0.1~0.3 の分布が増加していることがわかる。また、類似度の最大値においても 3-gram では 0.39 であるのに対して、2-gram では 0.49 となり、約 0.1 増加していた。これにより、化粧工程において他者と 3 工程連続で一致している数はとても少ないことがわかった。

2-gram 頻度におけるコサイン類似度が最大のペアの化粧フローチャートを付録 D に示す。付録 D より、両者の化粧ノードの過半数が同一であり、その内アイシャドウ（パウダー）からコームまで 8 工程連続で一致していることがわかる。また、部位の移動順もおおむね一致しており、これらの結果より 2-gram を用いることが適切であると考えられる。

6.3 節と同様に、各情報の影響を調べるため、単一情報における 2-gram 頻度をもとにしたコサイン類似度を算出し、分布を求めた（図 17）。図 17 より、アイテムのみは 0.2 以下に多く分布しているのに対して、部位のみ、テクスチャのみは 0.7 以上に多く分布していることがわかる。ここで化粧では、アイシャドウをした後にアイライナーを引くなど同じ部位に連続して化粧を施すことが多くあり、またパウダーチークを施した後にハイライトパウダーを施すなど同じテクスチャのものを連続して使用する場合もある。そのため、部位とテクスチャは単体で N-gram 頻度を算出すると類似度が高くなる傾向にあり、N-gram においては全情報を用いて分析することが適切であると考えられる。

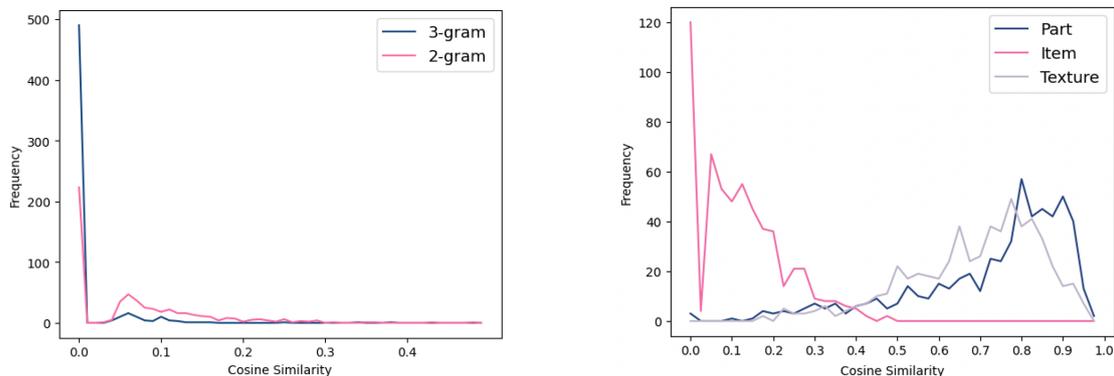


図 16: 全情報の 3-gram と 2-gram 頻度をもとにした コサイン類似度の分布のグラフ
 図 17: 3 種類の 2-gram 頻度をもとにした コサイン類似度の分布のグラフ

6.5 化粧工程の類似度算出における 2 手法の特性分析

6.3 節の部位とアイテム・テクスチャの標準化レーベンシュタイン距離の和と、6.4 節の全情報による 2-gram 頻度をもとにしたコサイン類似度のそれぞれの手法における類似度の評価ポイントについて分析を行う。

各手法における類似度が上位 3 位以内のペアの各手法における類似度の順位と、それぞれの化粧工程の特徴を表 7 に示す。なお、以降の表において標準化レーベンシュタイン距離の和を Leven, 2-gram 頻度をもとにしたコサイン類似度を 2-gram と表す。表 7 より、標準化レーベンシュタイン距離が短い化粧工程は、同一化粧ノードが過半数存在し、部位の流れや各部位にかける工程の分量がおおむね一致していることがわかる。一方、2-gram 頻度をもとにしたコサイン類似度が高い化粧工程は、連続して一致している箇所が多数存在していることが読み取れる。

表 7: 類似度が高いペアの 2 手法における順位

分類	Leven	2-gram	特徴
両手法で高類似度	3 位	1 位	<ul style="list-style-type: none"> ・同一化粧ノードが過半数存在する ・部位の流れがおおむね一致している ・各部位の工程の分量がおおむね一致している ・7 工程以上連続で一致している箇所がある
	6 位	2 位	<ul style="list-style-type: none"> ・同一化粧ノードが過半数存在する ・部位の流れがほぼ一致している ・各部位の工程の分量がおおむね一致している
Leven のみ高類似度	2 位	133 位	<ul style="list-style-type: none"> ・同一化粧ノードが過半数存在する ・部位の流れがほぼ一致している ・各部位の工程の分量がおおむね一致している ・工程の連続一致箇所は 1 ヶ所のみ
2-gram のみ高類似度	108 位	3 位	<ul style="list-style-type: none"> ・同一化粧ノードが半数以下 ・部位の流れがやや一致している ・各部位の工程の分量は異なる ・6 工程連続で一致している箇所がある

6.6 文字列表記を活用した大学生・大学院生の化粧工程の特性分析

化粧フローチャートを用いて、実験協力者である大学生・大学院生の化粧工程の特性について分析を行う。ここで、1 つの化粧フローチャートには複数の分岐が含まれるため、1 つの化粧ルートは複数の分岐条件の組合せからなる。そこで、大学生・大学院生の化粧における全体的な共通点を見つけるため、分岐条件で絞らず工程数が最大・最小のルー

トを用いて分析を行う。各実験協力者の最大・最小ルートを抽出し、各ルートを文字列に変換した。

最大・最小ルートにおいて使用しているアイテム・テクスチャについて分析を行った。まず、実験協力者ごとの各ルートの文字列からアルファベットを取り除き、先頭から2文字ずつ区切ることで、各ルートで使用しているアイテム・テクスチャの組合せとその頻度を全て算出した。次に、最大・最小のルートごとに全実験協力者のアイテム・テクスチャの全組合せとその頻度を求めた。最後に最大・最小のルートごとに各アイテム・テクスチャの組合せの TF-IDF を求め、値が 0.25 以上のものを抽出した。最小工程数の TF-IDF の上位 5 つを表 8、最大工程数の TF-IDF の上位 5 つを表 9 に示す。これらの表より、最小工程数のルートでは化粧下地やアイブロウペンシルなど素顔を整える工程を行っている一方で、最大工程数のルートではビューラーやシェーディングパウダーなど顔の印象を華やげる工程を行っていることがわかった。

また、最大・最小ルートにおける施術部位の移動順について分析を行った。まず、実験協力者ごとの各ルートの文字列からアルファベットのみを抽出し、そのアルファベット列から同一アルファベットの連続を除き、その 3-gram とその頻度を全て算出した。例えば、AABACCCCEE は連続一致を除くと ABACE となり、その 3-gram は「ABA, BAC, ACE」となる。次に、最大・最小のルートごとに全実験協力者の 3-gram の組合せとその頻度を求めた。最後に、最大・最小のルートごとに各 3-gram の組合せの TF-IDF を算出した。その結果、最小工程数では眉・目・口という基本的な化粧の流れを辿っているのに対し、最大工程数では目・肌・口、眉・目・肌というハイライトやシェーディングなどの立体感を演出する工程が入る流れが見られた。これにより、大学生・大学院生の化粧は状況によって工程が大きく異なることがわかった。

表 8: 最小工程数における使用しているアイテム・テクスチャの TF-IDF の上位 5 位

順位	工程名	値
1 位	口紅	0.37
2 位	化粧下地	0.33
2 位	パウダーアイシャドウ	0.33
4 位	ルースフェイスパウダー	0.29
4 位	アイブロウペンシル	0.29

表 9: 最大工程数における使用しているアイテム・テクスチャの TF-IDF の上位 5 位

順位	工程名	値
1 位	パウダーアイシャドウ	0.31
2 位	口紅	0.29
3 位	ビューラー	0.27
4 位	コンシーラー	0.26
5 位	シェーディングパウダー	0.25

6.7 考察

6.7.1 2つの類似度算出手法の特徴

6.3 節より，部位とアイテム・テクスチャの標準化レーベンシュタイン距離の和では，同一化粧ノードの数や部位の流れ，各部位にかける工程の分量において類似した化粧工程のペアを取得できることがわかった．また6.4 節より，全情報による 2-gram 頻度をもとにしたコサイン類似度では，化粧ノードが連続して一致している数において類似した化粧工程のペアを得られることが示された．

ここで，各手法においてユーザが自身の化粧工程と類似度が高いとして示された他者の化粧フローチャートを参考にする場合を考える．標準化レーベンシュタイン距離が短い化粧工程では，化粧中の部位の移動順および各部位にかける工程数の分量が類似していることから，化粧時間をほぼ変えることなく，自身がすぐに取り入れ可能な工程について知ることができる．実際に，標準化レーベンシュタイン距離のみ類似度が高い2つの化粧フローチャートでは，片方のユーザはアイメイクとしてアイシャドウ・ビューラー・マスカラをしていたのに対して，もう一方のユーザはアイシャドウ・アイライナー・マスカラをして目の工程を終えていた．前者のユーザはまつ毛をしっかりとあげ目の縦の長さを大きく見せることをしていたが，後者のユーザは同一の工程数でマスカラを用いてまつ毛をあげ，アイライナーを用いて目の横幅を拡張し，全体的に目を大きくする効果を得ていた．このように，標準化レーベンシュタイン距離が短い化粧フローチャートからは，自身と他者の工程を比較し，すぐに取り入れ可能な化粧工程の変更部分について知ることができる．

一方，コサイン類似度が高い化粧フローチャートを参考にする場合は，部分的に工程が連続して一致していることから，より効果的または効率的な工程順の入れ替え方について知ることができると期待される．実際にコサイン類似度のみにおいて類似度が高く，ベースメイクにおいて4連続で化粧ノードが一致している2つの化粧フローチャートでは，一方のユーザは化粧の序盤にハイライトなどの立体感を演出する工程を行っているのに対して，もう一方のユーザは化粧の終盤にそれらの工程を行っていた．前者のユーザは，メイク効果のわかりやすい目の工程を行う前に，自身の顔をよく見ながら立体感を出したい部分に化粧を施していたのに対して，後者のユーザはポイントメイクを施した後に化粧顔全体のバランスを見ながらそれらの工程を行っていた．このように，コサイン類似度が高い化粧フローチャートからは，自身と他者の工程を比較し，より効果的または効率的に化粧を施せる工程順の入れ替え方法について知ることができる．そのた

め、ユーザは自身の目的に合わせて、それぞれの手法において類似度を算出した他者の化粧工程を参照することが適切であると考えられる。

6.7.2 女子大学生・大学院生の化粧工程の傾向分析結果

6.6 節より、最小工程数のルートではベースメイクなど素顔を整える工程を行っており、最大工程数のルートでは顔のパーツを大きく見せたり、顔に立体感をもたせたりするなど顔の印象を華やかにする工程を行っていることがわかった。ここで、リビングくらし HOW 研究所が 708 名の女性に対して行ったメイクについてのアンケート調査 [16] によると、「何の工程をすればすっぴんではなくメイクをしたことになるか」という質問に対して、ファンデーションを塗る、眉を描く、口紅をつけるという回答が上位 3 位を占めており、本分析における最小工程数の結果と一致していた。そのため、最小工程数のルートではすっぴんと見えないようにするための最低限の基本的な工程を行っていると考えられる。一方、最大工程数のルートは化粧フローチャートにおいて採用している 4 条件のうち、気合いがあり、外出時間が長く、化粧時間が十分にある状況が多いと考えられる。そのため、基本的な工程の他に自身の顔をより魅力的に見せるための工程を追加で行っていると考えられる。

なお、今回の実験協力者は情報系の女子大学生・大学院生に限定していた。そのため、同年代であっても美容の専門学生や美容系 YouTuber など美容に対する興味・知識量が異なる場合や、社会人としてすでに働いている場合は違う傾向が見られる可能性があり、同様に異なる年代・性別では新たな傾向が見られることが予測される。そのため、今後は本サービスを広く展開し、幅広く化粧フローチャートを収集することで、化粧工程の特性をより詳細に明らかにする必要がある。

第7章 化粧工程の類似度に基づいた美容系 YouTuberの動画推薦実験

化粧は日々繰り返し行う行為であることから、動画などから新しい化粧法を取り入れる場合には自身と似た化粧工程の方が取り入れやすい。しかし、現状化粧工程の類似度に基づいて化粧動画を推薦するサービスはなく、自身に類似した動画を探すには視聴によって確認するしかない。そこで本章では、化粧工程の類似度に基づいた化粧動画推薦の実現可能性の検証を目的として、6章で検討した手法により算出した化粧工程の類似度に基づいて、ユーザに美容系 YouTuber の化粧のチュートリアル動画を推薦する実験を行う。また、実験結果から動画推薦に適した類似度算出や推薦手法について検討を行う。

7.1 美容系 YouTuber のデータセット構築

7.1.1 美容系 YouTuber の化粧フローチャート作成概要

化粧フローチャートの類似度に基づき、他者の化粧動画を推薦することが可能かどうかを検証するために、Make-up FLOW を利用して美容系 YouTuber の化粧のチュートリアル動画をフローチャート化する。ここで、化粧動画の推薦サービスを実現する際には、化粧動画を自動的に分析しフローチャートを自動生成することを目指す。本実験は推薦に利用可能かを検証するものであるため手作業でフローチャート化を行う。

まず、一定の人気をもつ美容系 YouTuber の動画をフローチャート化するため、チャンネル登録者数が5万人以上の YouTuber を対象とした。なお、多様な化粧工程を収集するため、美容関連の動画を定期的に投稿している YouTuber であれば、本業が別の職業であっても美容系 YouTuber と見なした。

データセット構築の協力者は著者を含む大学生・大学院生4名である。協力者は5・6章の実験において Make-up FLOW を複数回利用したことがあり、化粧動画を視聴しながら PC 上のプロトタイプシステムを用いてフローチャートを作成するように依頼した。なお作成時には、1人の美容系 YouTuber につき2つのジャンル（日常用のメイク・特別なメイク）に当てはまるメイク動画から、動画1本につき1つの化粧フローチャートを書

き出すように指示をした。各ジャンルの動画のキーワード例は以下の通りである。

- 日常用のメイク：毎日、時短
- 特別なメイク：盛れる、映える、モテる、詐欺、女子会、ディズニー、ライブ、パーティー

ここで、化粧工程は月日の経過と共に変わりやすく、それに伴って個人の化粧顔の雰囲気も変わりやすいため、何年も前の化粧動画を推薦した場合、現在の化粧動画が思っていたものと異なり、参考にならないと考える可能性がある。そのため、全ての動画の投稿時期は過去1年以内のものとした。

また、美容系 YouTuber の使用するアイテムは一般人よりも多様であり、4.2節で Make-up FLOW に設定した5つの施術部位、30個のアイテム、6種類のテクスチャではその工程を表現しきれないことが考えられる。そこで本実験では、従来の Make-up FLOW に自由記述でアイテム・テクスチャを設定できる機能を追加したシステムを使用することとした。

7.1.2 構築したデータセット

53名の美容系 YouTuber の化粧のチュートリアル動画から、計103個の化粧フローチャートを作成した。53名の平均チャンネル登録者数は70.6万人であった。なお、その内3名の美容系 YouTuber は過去1年以内に特別なメイクジャンルに該当する動画を投稿していなかったため、各ジャンルの化粧フローチャートの数は日常用のメイクが53個、特別なメイクが50個となっている。

6.1節において構築した女子大学生・大学院生34名と、美容系 YouTuber の化粧フローチャートにおける最大工程数ルートの統計量を表10に、その分布のグラフを図18に示す。表10および図18より、美容系 YouTuberの方が一般女子大学生らよりも工程数が多いことがわかる。また、標準偏差が大きいことから美容系 YouTuber のデータセットの方が多様な化粧工程を収集できていると考えられる。

ここで、協力者2名より「あるアイテムを鼻に塗り、肌塗り、その後付け足しで再度鼻に塗った時にそこまで工程にするべきなのか困った」というコメントがあった。このように付け足しで塗布する状況は6.1節のフローチャートでは見られず、化粧動画特有のものであると考えられる。しかし、この状況を全てフローチャート化すると、類似度の算出においてノイズとなる可能性がある。そのため、将来的に化粧動画を自動的にフローチャート化するには、同じアイテムで塗布している箇所を取得し、その塗布している部位をまとめて工程とする必要があると考えられる。

表 10: 女子大学生ら 34 名と美容系 YouTuber 53 名の最大工程数ルートの統計量

	最小値	最大値	平均	標準偏差
女子大学生ら	5	29	16.0	5.7
美容系 YouTuber	9	42	19.5	6.5

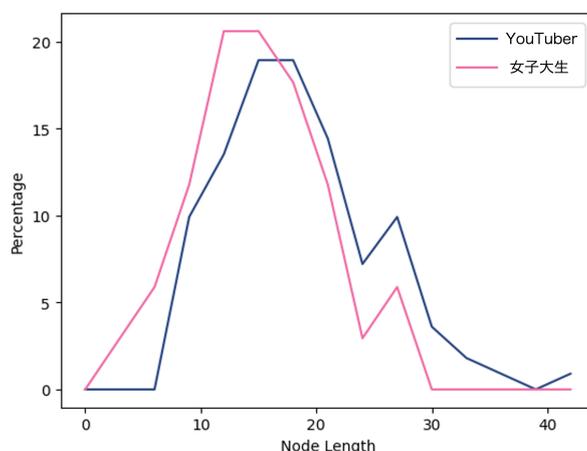


図 18: 女子大学生ら 34 名と美容系 YouTuber 53 名の最大工程数の分布のグラフ

7.2 美容系 YouTuber の動画推薦実験

7.2.1 実験概要

類似度算出手法の他者に対する化粧工程推薦への応用可能性を検証するため、実験協力者と美容系 YouTuber の化粧フローチャートの類似度を分析し、その類似度にもとづいて美容系 YouTuber の動画を推薦・視聴する実験を行った。実験では、5.1 および 6.1 節と同様に、事前に実験協力者に現在の自身の化粧フローチャートを作成するように依頼した。その後、作成された化粧フローチャートと美容系 YouTuber の化粧フローチャート間の類似度を標準化レーベンシュタイン距離と、N-gram 頻度に基づくコサイン類似度との 2 手法により算出した。各手法での類似度の中央値を求めたところ、標準化レーベンシュタイン距離が 1.20、N-gram 頻度に基づくコサイン類似度が 0.05 であった。

ここで、標準化レーベンシュタイン距離は部位のみと、アイテムとテキストの距離の和を求めていることから、それぞれの距離が半分以下である 1.00 が短いと考えられる。反対に、中央値より大きいものは距離がやや長いと見なした。一方で、N-gram 頻度に基づくコサイン類似度は最大値が 0.50 であるものの、その分布のほとんどは 0.05 以下に偏っていることから、0.20 以上を類似度が高いとして考え、0.05 以上 0.06 未満を類似度がやや

低いとして見なした。上記の分類に基づいて、各類似度算出手法において類似度が高いものとやや低い動画をそれぞれ2本ずつ選定し、計8本の動画を推薦し視聴してもらった。

1本の動画を視聴するごとに動画に関するアンケートに回答してもらい、全ての動画を視聴した後には実験協力者自身に関するアンケートに回答してもらった。動画に関するアンケートの内容を表11に示す。実験協力者は21歳から24歳の大学生および大学院生5名であった。

表11: 動画に関するアンケート項目

番号	項目	回答形式
Q1	この動画を過去に見たことがありますか？	2択（はい、いいえ）
Q2	この美容系 YouTuber の他の動画を過去に見たことがありますか？	2択（はい、いいえ）
Q3	この動画はどの程度参考になりましたか？	5段階（1: 全く参考にならなかった～5: とても参考になった）
Q4	Q3の回答の理由を教えてください	自由記述
Q5	この動画で紹介されていたテクニックで自身のメイクに取り入れたいと思ったものはありましたか？	2択（はい、いいえ）
Q6	Q5において「はい」と回答した方は、そのテクニックを教えてください	自由記述
Q7	この動画で紹介されていた化粧工程は、自身の化粧工程と似ていると思いませんか？	5段階（1: 全く似ていない～5: とても似ている）
Q8	Q7で「1・2」を回答した方は、自身の化粧工程と似ていないと思った点を教えてください	自由記述
Q9	Q7で「4・5」を回答した方は、自身の化粧工程と似ていると思った点を教えてください	自由記述
Q10	動画を見た感想を教えてください	自由記述

7.2.2 結果

2種類の類似度算出手法のどちらがより動画の推薦に適した手法であるかを検証するため、各手法の類似度の高さと動画に対するアンケートの評価値間の関係を分析する。

実験協力者ごとに美容系 YouTuber の動画103本との類似度を算出し、その類似度の高さ順に順位を定めた。その結果を図19に示す。なお以降の図表において、標準化レーベンシュタイン距離の結果を Leven, N-gram 頻度にもとづくコサイン類似度の結果を N-gram と表す。図19より、各実験協力者に推薦した8本の動画の順位の分布にばらつきが生じていることがわかる。そのため、類似度とアンケートの評価値の関係性についてスピア

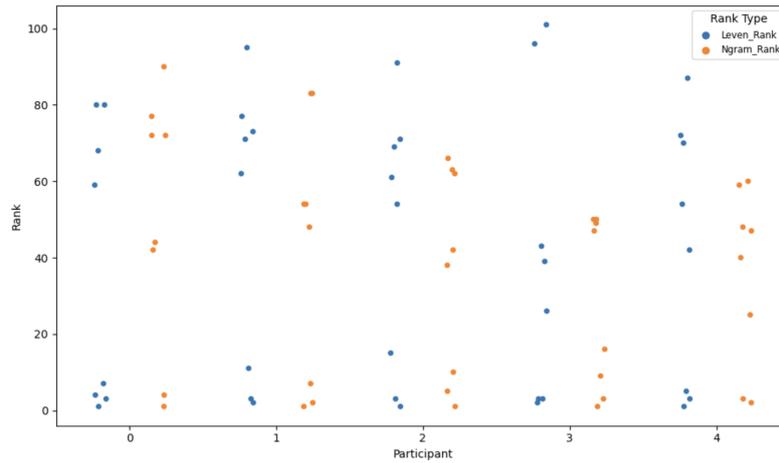


図 19: 実験協力者ごとの動画の類似度における順位の分布

表 12: アンケートの評価項目ごとの各類似度算出手法におけるスピアマンの相関係数

評価項目	Leven	N-gram
動画が参考になった程度	0.12	-0.11
紹介されたテクニックを取り入れる意欲の有無	-0.10	-0.09
動画と自身の化粧工程の主観的な類似度	0.27	0.11

マンの相関係数を算出することとした。

分析には、アンケートから得られた3つの評価値（動画が参考になった程度、紹介されたテクニックを取り入れる意欲の有無、動画と自身の化粧工程の主観的な類似度）を用いた。ここで、実験協力者の化粧フローチャートには分岐ノードが含まれているが、ほとんどの美容系 YouTuber の化粧フローチャートは1つのルートのみで構成されている。そのため、類似度を算出する際には、実験協力者の最大工程数のルートを用いることとした。まず、アンケートの評価値ごとにスピアマンの相関係数を算出した結果を表 12 に示す。表 12 より、全ての評価値と類似度算出手法間において無相関であることがわかる。

次に、3つの評価値の値を加重平均し、その値に基づいて8本の動画を1位～8位まで順位付けしてスピアマンの相関係数を算出した。各類似度算出手法について相関係数が最大となる重みを算出したところ、標準化レーベンシュタイン距離では動画の参考度に0.1、テクニックの取り入れ意欲に0.4、工程の主観類似度に0.5の重みを割り当てた際に0.26という弱い相関が示された。一方、N-gram 頻度に基づくコサイン類似度では動画の参考度に0.0、テクニックの取り入れ意欲に0.5、工程の主観類似度に0.5の重みを割り当てた際の相関係数は0.08であり、いずれの場合にも無相関であった。

ここで、化粧工程の前半はベースメイクや眉メイクなどの基本的な工程であり、色んな

人に共通して参考になる点が多くなっている。一方で、後半はアイメイクやリップメイクなど、多様な色味を使って様々な雰囲気演出できる工程であり、視聴者によって好みがわかれやすい。そのため、これまでは化粧ルート全体を用いて類似度の算出を行っていたが、化粧工程の前半と後半に分けて類似度を算出したうえでスピアマンの相関係数を算出することが適当であると考えられる。

化粧工程の前半と後半それぞれの類似度において相関係数が最大となる重みを算出した結果を表13に示す。なお、括弧内の数字は3つの評価値の重み付けを表しており、順に動画が参考になった程度、紹介されたテクニックを取り入れる意欲の有無、動画と自身の化粧工程の主観的な類似度の重みを意味する。表13より、前半の工程を用いて標準化レーベンシュタイン距離を算出した場合にやや弱い相関があり、その評価値の重み付けも動画の参考度が最も高く直感的であることがわかる。一方、N-gram 頻度に基づくコサイン類似度では一貫して無相関であった。

表13において相関係数が最大値の場合の、実験協力者ごとのスピアマンの相関係数を表14に示す。表14より、標準化レーベンシュタイン距離において0.88と強い相関を示す実験協力者がいる一方で、N-gram 頻度に基づくコサイン類似度では無相関が多いことがわかる。また、標準化レーベンシュタイン距離において強い相関を示した実験協力者Eと、美容系 YouTuber の化粧フローチャートを付録E、両手法において負の相関を示した実験協力者Cと美容系 YouTuber の化粧フローチャートを付録Fに示す。なお、付録E・Fともに両手法において類似度が高いものであり、付録Eはアンケート評価も高いが、付録Fは評価が低くなっている。付録Eより、ベースメイクから眉、鼻・目という流れが概ね一致しており、使用しているアイテムの種類も類似していることがわかる。また付録Fより、前半の工程が特に一致しており、使用しているアイテムも概ね同じであることがわかる。ここで、実験協力者Cより付録Fの動画に対する評価の理由として、「特に新しい知識がなかった。この人の元が良すぎる」と述べられていた。

表 13: 工程の前半・後半における各類似度算出手法のスピアマンの相関係数
(括弧内の数字は動画が参考になった程度、紹介されたテクニックを取り入れる意欲の有無、
動画と自身の化粧工程の主観的な類似度の重みを意味する)

	Leven	N-gram
前半の工程	0.38 (0.6 : 0.2 : 0.2)	0.17 (0.0 : 0.7 : 0.3)
後半の工程	0.21 (0.1 : 0.7 : 0.2)	0.02 (0.5 : 0.5 : 0.0)

表 14: 各実験協力者の工程の前半における類似度算出手法ごとのスパマンの相関係数

	A	B	C	D	E
Leven	0.32	0.64	-0.07	0.12	0.88
N-gram	0.49	0.31	-0.18	0.07	0.16

7.3 考察

7.2.2 項より、両類似度算出手法ともに評価値との相関が弱く、特に N-gram 頻度に基づくコサイン類似度は類似度算出手法として適切ではないことがわかる。また、化粧工程のルートを前半・後半に分けて相関を算出した結果、標準化レーベンシュタイン距離では相関がやや強まったものの、N-gram 頻度に基づくコサイン類似度では一貫して相関が無いままであった。このことから、ユーザへの動画推薦に用いる類似度算出手法としては標準化レーベンシュタイン距離の方が適切であると考えられる。

ここで、実験協力者より動画が参考にならなかったと判断した理由として、「わかっていることとか、自分には合わないこととかをお話しされていたため」や「普段の自分の工程が割と似ているので、どこかテクニックを学ぶという感じではなかった」などが挙げられた。一方、参考になったと評価した理由として、「自分が使ったことのないアイテムばかりで使ってみたいと思った」や「工程はすごく似ている訳ではないけど、うまくメイクをするコツ（鏡を下にもつなど）がかなり細かく説明されていたから」などが述べられた。

ある美容系 YouTuber の動画を見るか否かの判断には、その美容系 YouTuber への信頼が重要であり、Ding ら [53] は美容系 YouTuber への信頼性が、彼女たちの化粧に関する専門性や外見のレベルに関係していることを明らかにしている。また、Rasmussen [52] は人気の美容系 YouTuber に共通する特徴として、プロ仕様の音響や照明を備えていることを指摘している。以上より、化粧工程の類似度以外の複数の要因が、化粧動画の参考度の評価に影響を与えていると考えられる。そのため、化粧工程の類似度のみで推薦を行ったことが全体的な相関が弱く表れた要因である可能性があり、将来的には YouTube 上の化粧動画を自動で分析し、ユーザのニーズを満たし、なお且つ化粧工程の類似度が高い動画を推薦することが最適であると考えられる。

一方で、化粧工程の類似度のもう 1 つの活用方法として、工程情報を活用した検索やソート機能が考えられる。既存の YouTube 検索機能では単体のアイテムや商品に基づいて検索をすることはできるが、動画のタイトルや概要欄に記載される情報の詳細さに依存しているうえ、連続した複数工程が一致する動画のような複雑な検索は困難である。そ

のため、化粧工程の情報を活用することで美容系 YouTuber が提供する情報量に左右されず、複雑な工程の検索をすることが可能となる。また、検索で絞り込んだ動画を化粧工程の類似度順にソートすることで、ユーザのニーズを満たし、実践しやすい動画を見つけやすくなると考えられる。

第8章 化粧フローチャート共有システム

Make-up FLOW 2.0

5章の実験において、化粧工程の構造化により自身の工程の俯瞰が可能になることが示唆され、また複数の実験協力者より他者の化粧フローチャートを見ることで化粧法の学習に繋がりたいという意見が得られた。

そこで本章では、化粧工程の更なる活用方法として化粧工程のフローチャート化自体の効果に着目し、一般人と美容系 YouTuber 両方の化粧フローチャートを閲覧可能であり、なお且つ他者の工程を自身のフローチャートに取り入れ可能な仕組みを提案する。そして、そのプロトタイプシステム Make-up FLOW 2.0 の実装を行う。

8.1 システムの必要要件とデザイン

8.1.1 化粧フローチャート作成機能

一般人・美容系 YouTuber 双方のフローチャートを共有するシステムであることから、その化粧工程は実に多様であることが考えられる。5章の実験において、従来の選択肢では化粧工程を完全に表現しきれていないことが示唆された。そのため、システムでは美容系 YouTuber の動画に含まれる工程をベースとして、従来の選択肢を見直す必要があると考えられる。

Make-up FLOW ではノードとエッジが正しく接続されているかを判定しておらず、5章の実験においてエッジの接続忘れが複数見られた。そのため、システムではフローチャート保存時にエッジの接続判定を行い、エッジが正しく接続されていないまたは未接続のノードがあればアラートする必要があると考えられる。

また、Make-up FLOW ではユーザがシステム使用時に日常的に行っている化粧工程を登録することを目的としていたため、フローチャートとユーザ ID、作成日時のみを記録していた。しかし、そのデータ構造では、デートやライブなど特別な日のみ行う工程など多様な化粧工程を登録し、場面に合わせてフローチャートを使い分けることが困難である。さらに、システムでは他者とフローチャートを共有する機能を設けることから、提示

されたフローチャートがどのようなテーマ・目的に基づいて作成されたものか明示することが重要であると考えられる。そのため、システムでは一般ユーザが化粧フローチャートを作成する際に、タイトルとタグを自由に設定可能とし、作成したフローチャートと共に提示する必要があると考えられる。

8.1.2 動画・フローチャートの検索・ソート機能

一般人と美容系 YouTuber 両方の化粧フローチャートを閲覧可能とするため、その中から自身に適した情報を見つけるのに検索機能が必要である。ここで、YouTube などの SNS では主にキーワードやタグの一致度に基づいた検索機能を搭載している。しかし、この手法ではインフルエンサーが記載する情報に検索精度が大きく左右される。また、化粧工程の順番やその一致度を考慮した検索をすることは困難であり、興味を持った動画を見ても自身と化粧工程が大きく異なり参考にしづらい場合が多くある。そのため、システムでは特定の化粧工程や流れを含むデータを絞り込むアイテム検索機能と、化粧工程の類似度に基づいて検索結果をソートできる類似度ソート機能を実装する必要があると考えられる。

8.1.3 他者の化粧工程の取り入れ機能

化粧動画を通して実践したい化粧法を見つけた際には、動画をお気に入りリストに保管し、動画を再生しながら化粧をすることが一般的である。しかし、インフルエンサーとユーザの顔の特徴や、期待する効果などが完全に一致することは稀であるため、ユーザは動画の一部分を自身の工程に取り入れることが多い。その結果、この手法では自身が動画のどの部分を実践したいと思ったか、またその工程を自身の化粧のどこに取り入れたいと思ったかを記録することができず、ユーザの記憶力に頼ることになる。

そのため、システムでは他者の工程を自身の化粧工程に組み込むことができる機能を追加する必要がある。具体的には、他者の工程の一部分を自身の化粧フローチャートにドラッグ&ドロップで組み込み可能とすることで、参考にしたい情報を手軽に記録可能であると考えられる。

他者の化粧工程を自身の工程に取り入れる際には、複数の情報を閲覧し見比べたうえで、自身がより良いと思ったものを採用することが考えられる。そこで、他者の工程の取り込み画面では、エッジの接続判定を行わずに一時的な保存を可能とする必要がある。またフローチャート作成画面では、どのような工程を取り入れたいと思ったのか比較可

能とするため、取り込んだノードごとに動画を確認できるようにする必要があると考えられる。

8.2 プロトタイプシステムの実装

8.1 節をふまえ、Make-up FLOW 2.0 のプロトタイプシステムを実装した。

ここで、将来的に本システムでは一般人と美容系 YouTuber 両方の化粧フローチャートを表示することを想定している。しかし、美容系 YouTuber のフローチャートは化粧動画という非常に有用な情報が含まれているため、化粧の完成系などがわからない一般人のフローチャートは、美容系 YouTuber に対して著しく注目度が低下する。一般人のフローチャートが注目される状況に、「乾燥肌の人が多く使っている工程」などユーザ情報とフローチャート間の統計に基づいた提示が考えられる。しかし、Make-up FLOW で収集したデータにはユーザの年齢や肌質などの個人情報が含まれておらず、また累計ユーザ数も 34 名と少ない。そこでプロトタイプシステムでは、美容系 YouTuber の化粧フローチャートおよび化粧動画のみを提示する形式とした。

本システムは主に 3 つの画面から構成される (図 20~24)。まず、フローチャート作成画面 (図 20) では、7.1 節で構築したデータセットに含まれる工程をもとに、工程の初期選択肢として 11 種類の施術部位、114 個のアイテム・テクスチャの組合せを設定し、ノードごとにセレクトボックスで選択可能とした。なお、1 つのノードにつき施術部位は複数選択可能とし、アイテム・テクスチャの組合せは 1 つのみとした。

次に、トップ画面では動画一覧を表示する画面 (図 21) と、フローチャート一覧を表示する画面 (図 22) を設置した。動画一覧提示画面では、YouTube を参考にして動画情報を表示し、フローチャート一覧提示画面では、メイクの内容で色分けされたフローチャートおよび動画情報を表示した。また、ノードのホバーに応じて、該当の工程に紐づいて

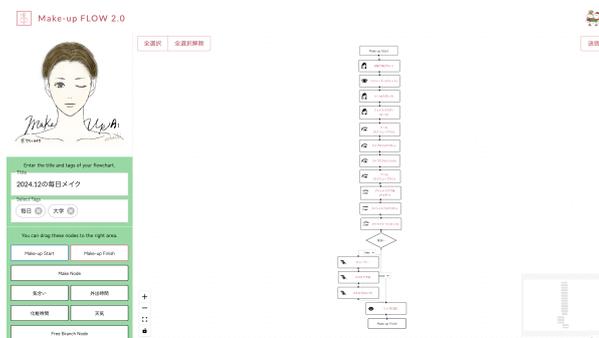


図 20: フローチャート作成画面



図 21: トップ画面（動画一覧提示画面）

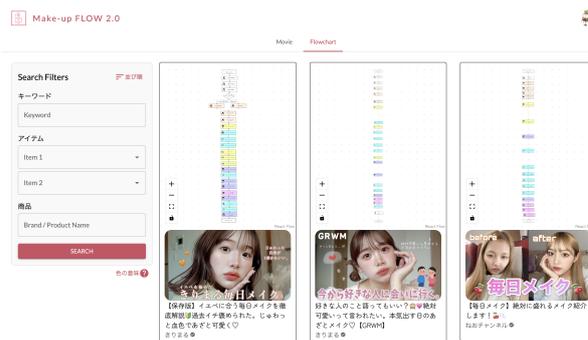


図 22: トップ画面（フローチャート一覧提示画面）



図 23: 動画視聴画面（初期状態）



図 24: 動画視聴画面（化粧工程の取り入れ時）

いる商品情報を追加提示するようにした。

そして、検索およびソートが可能とする検索パネルを両画面に設置した。キーワード検索では、動画のタイトル・タグ・説明のいずれかにキーワードが含まれている動画を絞り込むようにした。アイテム検索では、選択されたアイテム・テクスチャの組合せが、化粧工程に含まれる動画を絞り込むようにした。なお、アイテム検索では最大2つのアイテムを選択可能とし、2つのアイテムを選択した場合には、そのアイテムが2連続で使用されている動画のみを表示した。また商品検索では、動画で使用されている商品一覧にブランド名や商品名が含まれている動画を絞り込むようにした。

ソート機能は、検索結果の関連度が高い順に並び替えた関連度順、ユーザの化粧工程との類似度が高い順に並び替えた類似度（高い順）、反対に類似度が低い順に並び替えた類似度（低い順）の3つのモードを設けた。なお、7章の実験から、類似度算出には標準化レーベンシュタイン距離を用い、毎度ユーザの最新のフローチャートとの類似度に基づいてソートするようにした。

動画視聴画面（図 23）では美容系 YouTuber の動画とそのフローチャートを左右に提示した。また工程の取り入れ時には、自身のフローチャートを右側に提示して取り入れや編集を可能とした（図 24）。なお、取り込み元のフローチャートが美容系 YouTuber のも

のである場合、9.1 節でノードに紐づけた商品情報と秒数情報の他に、動画 ID も自身のフローチャートに引き継ぐようにした。

8.3 利用方法

本システムの操作手順を以下に説明する。

まずユーザは初回ログイン後、マイページ画面から新規のフローチャート作成画面へ移動し、自身の化粧工程のフローチャートを作成する。次に、ユーザはトップ画面において自由に検索・ソートなどを行い、自身が興味を持った動画またはフローチャートがあれば動画視聴画面へと遷移する。

動画視聴画面では、ユーザが気になった工程のノードをダブルクリックすることで、該当の動画部分を迅速に確認することができる。そして、取り入れたい工程を見つけた場合、または自身の工程を編集したいと思った場合には、自身のフローチャートを選択・表示し、ドラッグ&ドロップで取り入れるまたは自由に編集を行うことが可能である。なお工程の取り入れ時には、あるノードを選択してドラッグ&ドロップした際にはそのノードのみをコピーし、Shift キーを押しながら範囲選択してドラッグ&ドロップした場合には、範囲内にある全てのノードおよびエッジをコピーすることが可能である。

第9章 Make-up FLOW 2.0の利用実験

本章では、8章で提案した Make-up FLOW 2.0 の利便性や、工程取り入れ機能の化粧法の習得支援における効果の検証を目的として、システムの利用実験および化粧実践実験を行う。

9.1 美容系 YouTuber のデータセット更新

7.1 節で構築した美容系 YouTuber のデータセットでは、各ノードに施術部位やアイテムの情報だけを付与していた。しかし、美容系 YouTuber の化粧フローチャートを共有するにあたって、各工程に使用している具体的な商品名や動画内での秒数情報を紐づけることで、自身に適した情報をより見つけやすくなると考えられる。また Make-up FLOW 2.0 では選択可能な施術部位、アイテム・テクスチャの組合せを従来のシステムよりも大幅に増加させたことから、以前のデータのままだでは新システムでの利用に支障が生じる可能性がある。

そこで、提案システムの実装に先立ち、7.1 節で作成した美容系 YouTuber のフローチャートを新しいデータに更新し、商品情報および動画の秒数情報を付与するデータ更新の作業を行った。なお、データセットの 103 本の動画のうち 1 本が投稿者によって非公開に設定されたことから、102 本の動画のフローチャートに対してデータ更新を行うこととした。データ更新には専用のシステムを作成し、システムを用いて手作業で内容を編集するようにした。データセット更新の協力者は女子大学生・大学院生 5 名であった。

9.2 実験概要

提案システムの利便性と、工程取り入れ機能の化粧法の習得支援における効果を検証するため、システムを利用した実験を行った。実験協力者は 21 歳から 25 歳の女子大学生および大学院生 4 名である。

本実験はシステム利用実験と化粧実践実験の 2 つにわかれており、システム利用実験を実施してから別日に化粧実践実験を行うようにした。システム利用実験では、まず普

段の化粧情報の学習に関するアンケートに回答してもらった。次に、システムのフローチャート作成画面の機能について説明したうえで、実験協力者にテーマに合わせた化粧フローチャートを作成するように依頼した。

化粧のテーマは、大学の登校時など日常的に行う化粧と、ライブやデートなど特別な時に行う化粧の主に2つに分けられる。日常的に行う化粧は、個人の化粧経験を通して洗練された工程である場合が多く、それを変化させるにはシステムの長期利用が必要であると考えられる。一方で、特別な時に行う化粧は、特別な場面に合わせて柔軟に新しい工程を取り入れる場合が多いため、本実験では特別な時に行う化粧をテーマとした。また、特別な場面の中でもライブやデートなどは必ずしも全員にとって特別なテーマであるとは限らない。そのため、人生で限りある機会であり、なお且つ全員が経験するイベントである大学の卒業式をテーマとして設定した。具体的なテーマは以下の通りである。

- 午前中に日本武道館で行われる大学の卒業式に、袴を着用して参加する
- 卒業式後は学科ごとに集合して卒業証書授与式に参加し、その後私服に着替えて友人たちと食事に出かける
- 一日を通して晴天であり、雨の心配が無く、また写真を撮る機会がとても多くある

フローチャート作成後、システム操作について説明を行い、60分間自由にシステムを利用して「卒業式に実際に行いたい化粧工程のフローチャート」を完成させるように指示した。なお、最終的に作成したフローチャートの工程で後日実際に化粧を行ってもらうことを説明し、工程の入れ忘れが無いように教示した。また、システム利用後は完成したフローチャートについて半構造化インタビューを行い、システムの使用に関する事後アンケートにも回答してもらった。半構造化インタビューでの設問内容の一部を表15に示す。

システム利用実験実施後、別日に実験協力者個人で化粧実践実験を行ってもらった。化粧実践実験ではまず、システム上で作成した化粧フローチャートを見ながら、工程に忠実に化粧をするように指示した。なお、フローチャートに登録されている工程で、実験協力者が該当のアイテムを所持していない場合は、ノードに登録されている商品または同一タイプのアイテムを著者が用意し、渡したアイテムを使用するように依頼した。さらに、フローチャートに入れ忘れた工程は絶対に実施しないように指示した。また、化粧中には録画をして化粧時の様子について記録してもらい、化粧終了後には施した化粧に対する事後アンケートに回答してもらった。

表 15: システム利用実験での半構造化インタビュー設問項目

番号	項目
Q1	テーマを聞いて何を意識しましたか？
Q2	作成したフローチャートのポイントを教えてください
Q3	自身の化粧工程の中で他者の工程を取り入れる位置や方法を考えることは簡単でしたか？
Q4	取り入れた各工程の意図を教えてください
Q5	システムを使用して自身の化粧工程について気づいたことはありますか？
Q6	自身の化粧工程に入れ忘れた工程はありますか？
Q7	検索・ソート機能をどのように使っていましたか？
Q8	システムを使用する中で欲しかった機能はありますか？
Q9	完成したフローチャートの中で現在自身が所持していないアイテムはありますか？

9.3 システム利用結果

事前アンケートの結果を表 16 に示す。表 16 より、実験協力者 4 人の化粧情報や化粧動画の閲覧頻度は大きく異なることがわかる。そのため、以降は個人ごとにシステム利用結果を分析することとした。

表 16: システム利用実験での事前アンケート結果

設問概要	A	B	C	D
SNS で化粧情報を見る頻度	毎日	半年に 1~5 日	週 3~4 日	週 3~4 日
SNS で化粧動画を見る頻度	毎日	半年に 1~5 日	月 1~3 日	週 1~2 日
YouTube で化粧動画を見る頻度	週に 4~6 本	半年に 1~3 本	月に 1~3 本	月に 1~3 本
化粧動画の内容の取り入れ経験	ある	ある	ある	ある
化粧動画の手順の取り入れ経験	ある	ある	ある	ある

9.3.1 検索・ソート機能

全実験協力者の総検索回数は 74 回であった。各実験協力者のソートの利用回数を表 17 に示す。ソート機能は、著者の説明不足により機能を知らなかった実験協力者 B を除いて、全 63 回の検索のうち類似度（高い順）が 44 回、関連度順が 19 回使用されており、類似度（低い順）は 1 度も使用されていなかった。以降では、半構造化インタビュー結果とシステムの操作ログについて分析を行う。

実験協力者 A は検索・ソートの使用に関して、以下の 2 点を挙げた。1 つ目はチークを重ねて使用したかったことから、アイテム検索でチークを 2 連続で使用している動画を検索したことである。2 つ目は類似度ソート機能を使用して、類似しているという興味か

表 17: 各実験協力者のソート利用回数

項目	A	B	C	D
総検索数	32	11	16	15
関連度順利用数	19	11	0	0
類似度（高い順）利用数	13	0	16	15
類似度（低い順）利用数	0	0	0	0

表 18: 各実験協力者の動画・フローチャート表示
利用回数

項目	A	B	C	D
総検索数	32	11	16	15
動画一覧表示数	17	6	15	14
フローチャート一覧表示数	15	5	1	1

ら普段は視聴しない美容系 YouTuber の動画も視聴したことである。また、購入を検討していたアイテムで検索し、フローチャート一覧画面でデパートコスメ（主に百貨店で販売されている高価格帯の化粧品）ではなく、プチプライス（低価格帯）の商品を使用している動画を視聴したことを明かした。実際にチークを連続で使用している動画の検索が 8 回、フローチャート一覧画面での探索は 15 回行われていた（表 18）。

ここで、操作ログより「milk touch」や「ミルクタッチ」という商品検索が複数回行われていた。意図を尋ねたところ、お気に入りの商品を使用している動画を探したが、同ブランドの別アイテムを使用している動画が表示され、目的の動画が見つからなかったという回答を得られた。

実験協力者 B は、あえて検索機能を使用せずにフローチャート一覧画面を表示し、これまで自身が意識したことの無かった、ハイライトなどの立体感メイクが含まれている動画を視聴していたことを明かした。実際に項目未設定で 4 回検索を行っており、またフローチャート一覧画面で 5 回探索を行っていた（表 18）。意図を尋ねたところ、「アイテムや商品にこだわりが無かったことから、アイテムは単一での検索を行い、商品検索は行わなかった」という回答を得られた。

実験協力者 C はソートについて、自身の化粧とあまりに異なる動画は参考にしづらいと考えることから、類似度（高い順）を主に使用していたことを挙げた。実際に全 16 回の検索全てが類似度（高い順）で行われていた。同様に実験協力者 D は、検索目的が無く、工程が似ている人の自身と異なる部分を取り入れようと思ったことから、類似度（高い順）でソートをしていたと述べた。実際に、全 15 回の検索で検索機能は 1 度も使用されておらず、全てが類似度（高い順）でソートされていた。

9.3.2 他者の工程の取り入れ機能

各実験協力者の動画視聴本数や工程取り込み回数を表 19 に示す。全実験協力者の総視聴動画数は 40 本であった。システムでは他者の工程を自身のフローチャートに組み込む

表 19: 各実験協力者の動画視聴・取り込み回数

項目	A	B	C	D
総視聴動画数	10	6	12	12
取り込み操作を行った動画数	3	6	6	10
取り込み操作を行った工程数	6	17	13	23
最終的に追加した工程数	4	11	10	14

ために、単一ノードの取り込みと、複数のノードおよびエッジの取り込み機能を設けていた。その結果、40本中25本の動画で工程の取り込みが行われ、単一ノードは59回、複数要素は1回のみ取り込みが行われていた。

半構造化インタビューにおいて、他者の工程を取り込むことの難しさについて尋ねたところ、全実験協力者より難しくなかったという回答を得た。特に実験協力者A・Dより、「自身の中で①は②の後に行うなどの基準があり、その基準をもとに取り込むかどうかを決めていたため難しいと感じなかった」という回答を得た。一方で実験協力者Cより、「普段行わない工程を取り入れる際に順番に迷った」という回答を得た。以降では、半構造化インタビュー結果とシステム操作ログについて分析を行う。

実験協力者Aはテーマに対して、隠したい部分をカバーし、写真写りが良く長時間持つようなメイクを意識したと述べた。そしてシステムを利用して、アクセスした15本の動画のうち10本を視聴し、3本の動画から6工程の取り込み操作を行った。最終的には、シミを隠す、写真写りを良くするなどの目的でコンシーラー（パレット）やチーク（パウダー）など計4工程を追加した。また実験協力者Aは、初回のフローチャート作成時にコンシーラーを鼻とくまに塗布するノードを設置していた。しかし、その工程を置き換えたノードにはくまのみが登録されており、鼻に塗布する工程を入れ忘れたことを明かした。

実験協力者Bは、気合いを入れた普段より丁寧なメイクを意識し、システムでは視聴した6本の動画から計17工程を追加した。最終的には、グリッター（パウダー）やシェーディング（パウダー）など計11工程を追加した（付録G）。工程の選定について、メイクをする状況を想定して、動画を見たときに説明が参考になる工程や、自身が所持しているアイテムで再現可能な工程を主に追加したと述べた。実際に、複数動画の工程を一時的に追加し、フローチャート作成画面で動画を見ながら最終的なノードを決定する様子が確認された（図25）。

実験協力者Cは崩れにくく、マット寄りのメイクを意識し、視聴した12本の動画のうち6本で計13工程を取り入れた。最終的には、涙袋をぷっくりと見せる、唇の血流を良

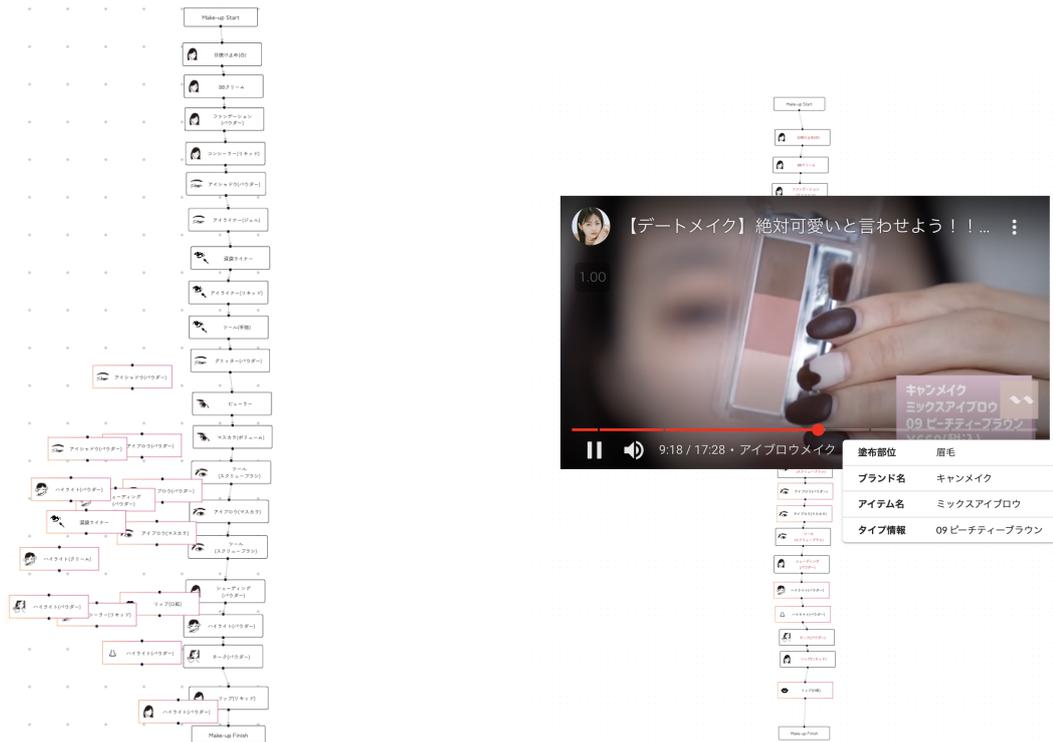


図 25: 実験協力者 B の途中経過のフローチャート（左）とフローチャート作成画面での編集の様子（右）

くするなどの目的でコンシーラー（ペンシル）やリップ（プランパー）など計 10 工程（8 種類）を追加した。

実験協力者 D は持ちがよく崩れにくく、盛れるメイクを意識し、視聴した 12 本の動画のうち 10 本から計 23 工程を取り込んだ。最終的には、マスカラ（ロング）やシェーディング（スティック）、メイクキープミストなど計 14 工程を、ベースメイクを含む全てのメイクカテゴリーにわたって追加した（付録 H）。各工程の意図については、綺麗に仕上がる、メイクの持ちが良い、工程の流れが効率的など様々な目的で追加したと述べた。また、実際にメイクをすることはあまり意識せず、自身がやってみたいと思う工程を詰め込んだ理想のフローチャートを作成したと回答した。実際に、実験協力者 B と同様に複数の動画から工程を追加・選定する作業を行っていたが、追加工程数は全実験協力者の中で最多であった。

9.3.3 システムの利便性

システム利用実験では事後アンケートにおいて、システムの利便性について評価してもらった。その結果、全ての評価項目において高い評価を得た。これは実験協力者と著者が同一研究室に所属しているため、関係の深さから高評価になったことが考えられる。

一方で、実験協力者 A より「帰ってからも Youtube の検索で、こうやって検索できたらいいのになって思いました」という感想を得た。そのため、後述する数値の絶対的な信憑性は不確かであるが、システムはある程度の利便性を有していると考えられる。以上を踏まえ、事後アンケートにおける評価結果について以降に示す。

システムの使いやすさおよび操作のわかりやすさを5段階（1: とても低い～5: とても高い）で評価してもらった。その結果、いずれも全実験協力者から5点の評価を得た。また、化粧フローチャート作成や動画・フローチャート検索の簡単さについても平均4.75点という高い評価を得られた。

次に、検索機能の満足度について5段階評価（1: 非常に不満～5: 非常に満足）を実施したところ、実験協力者 A・B は5点、実験協力者 C・D は4点と評価した。高評価の理由として、実験協力者 A・B はアイテム検索の利便性を挙げた。一方で、実験協力者 C は「動画数が少ないからか、検索ワードとあまり一致しないときもあったのでさらに動画数が増えたらより自分の理想に近い検索になりそうだなと思いました」と述べた。

またソート機能の満足度について、ソート機能を知らなかった実験協力者 B を除き、3名全員から5点の評価を得た。高評価の理由として、「普段見ていない人の動画でも、似てるんだったら見てみようかなという興味に繋がった」、「類似度の高い順にソートしたら自分のフローチャートに似た動画がたくさん出てきたので取り入れやすくて良かったなと感じました」という回答を得た。さらに実験協力者 A は、「類似度（高い順）で見つけた美容系 YouTuber の別の動画を家に帰ってからも視聴した」と述べた。

9.4 化粧実践結果

化粧実践実験では、フローチャートを見ながら化粧を行うという、普段とは異なる状況での化粧を依頼した。そのため、フローチャートを見ながら化粧をすることの難しさについて5段階評価（1: とても難しい～5: とても簡単）を実施した結果、実験協力者 C から5点、その他の協力者からは4点の評価を得た。評価理由について、実験協力者 A は「フローチャートを見ながら化粧をする習慣が無いから、慣れたら楽だと思った」と回答した。また実験協力者 B は「普段あまり化粧品の種類を意識していないので、画像が無いと何を登録したのか分からなくなる時があった。動画のどの部分までを参考にしたのかを忘れていた箇所があった」と意見した。以降では、化粧事後アンケートと化粧動画の発話内容について分析を行う。

実験協力者 A は、施したメイクの満足度について5段階評価（1: 非常に不満～5: 非常

に満足)で5点と評価し、くまを隠せたことでいつもより顔が濃くなり、着物に合うメイクができたと述べた。化粧の良かった点として、チークを広く入れたことなど3点を挙げた。実際に化粧動画より、フローチャートを活用することで工程忘れが無くなる点への肯定的なコメントが得られた。また、取り入れたコンシーラーを使用し、「結構綺麗に目の下が明るくなったのではないかと思う。すごいな」と感嘆する様子が見られた。一方で改善点として、アイシャドウ下地をファンデーションの前に塗るべきだった点を挙げた。この2工程は当初のフローチャートにも含まれていたが、システムの利用を通して工程の順番について検討する様子が見られた。

実験協力者Bは化粧満足度を4点とし、「普段しない方法を取り入れて、見た目の印象が変わり、気分転換になった」と述べた。化粧の良かった点として、グリッターにより目元が明るい印象になったことや、シェーディングの違和感が小さかったことなど4点を挙げた。実際に、化粧時にもこれらの工程について「これ採用とさせていただく流れかもしれない」などと納得する様子が見られた。

一方で、アイシャドウとアイブローを動画のように塗れなかったこと、涙袋ライナーをうまく塗れなかったことを課題として挙げた。前者の継続意欲は低かったが、後者には「色味や自分の塗り方を変えたらうまく塗れると思うから行いたい」として今後も行う意欲を見せた。また、涙袋ライナーの工程では「この人の動画さっきシェーディングは割と相性良かった気がするのに(今の動画は合わない)」と発言する様子が見られた。加えて、異なる美容系 YouTuber の工程を2連続で行った際に、偶然どちらも同じ部位にアイテムを塗布しており、重ねるべきか困惑する様子が見られた。

実験協力者Cは化粧満足度を5点とし、フローチャートを見ながらメイクをすることで、通常の工程も取り入れた工程も忘れずにできたと述べた。化粧の良かった点として、リップランパーによる唇の乾燥防止などの4点を挙げた。一方で、「暗めのリップオイルを塗ったことで華やかさがなくなり、卒業式というコンセプトに合わなくなった」と課題を指摘し、今後について「もう少し鮮やかな色を使用したい」と述べた。また、取り入れたコンシーラーの塗布後にアイシャドウを重ねる工程を追加することを挙げた。

実験協力者Dは化粧満足度を5点とし、「いつもより盛れているし、毎回やりたいと思う工程が多かった!」と述べた。化粧の良かった点として、束感まつげで印象が良くなったことや、ミストを3回使用したことで肌の乾燥を防げたことなど4点を挙げた。実際に化粧時には、束間まつげの作成に苦戦しながらも、「時間があれば毎日やりたい」と工程の習得に意欲を見せた。一方で、「目の間付近につけたスティックシャドウがかなり

強調されていた」ことを課題とし、「塗り方や濃さを調整しながらまたやりたい」と述べた。また、美容系 YouTuber との鼻の高さの違いによるシェーディングの難しさを指摘していた。

9.5 考察

9.5.1 工程取り入れ機能の化粧法の習得支援効果

化粧動画より、全実験協力者が取り込んだ 39 工程のうち 31 工程が効果的に作用していることがわかった。特に、実験協力者が普段行っていない工程を取り入れ・実践した場合に、その効果を実感して喜ぶ様子が見られた。また、施したメイクの満足度も平均 4.75 点と高く、メイクの良かった点として取り入れた工程の効果が多く挙げられていた。

一方で実験協力者 B・D のように、美容系 YouTuber の技術を自身の顔で再現しようとしても上手く作用しないケースが見られた。自身にとって効果的でなく、今後行わないと回答された工程では、美容系 YouTuber と使用している道具の違いによる再現性の問題や、顔立ちの違いから塗り方が適合しないと判断される様子が見られた。一方、今後も行いたいと回答された工程では、初めは塗り方やその効果に困惑したものの、その後の工程でリカバリーできた様子が確認された。

これらの結果から、取り入れが上手くいかない工程には、骨格や顔のパーツの形状などによる絶対的な相性と、前後の工程との相対的な相性の 2 種類の原因があると考えられる。実際に実験協力者 D より、取り入れた工程によって通常の工程が不要になったという発言を得た。そのため、今後は顔型に基づいた動画の絞り込み機能を加えるとともに、取り入れたい工程と同じ工程をもつ動画や、取り入れたい工程の前後 1 工程と同じ流れを行っている動画の提示機能を追加することで、有用な工程情報をさらに見つけやすくなると考えられる。

また実験協力者 B より、同じ美容系 YouTuber の化粧であっても、工程によって相性の良いものと悪いものがあるケースが見られた。現状のフローチャート作成画面には工程の追加・削除機能のみが搭載されている。しかし、長期的に多数の動画から工程を追加・削除することを想定した場合、相性の良くない工程を削除するだけでなく、その工程にフラグを付け、自身にとって相性の良い工程と悪い工程を区別できる仕組みが必要であると考えられる。このようなフラグ機能を導入することで、ユーザ個人に相性の良い工程を推薦可能となるだけでなく、システム全体でデータを蓄積することで顔型などに基

づいて統計的に相性の良い工程を推薦でき、より自身に適した工程情報を見つけることができると考えられる。

9.5.2 化粧フローチャートに基づく情報提示の効果

本システムの特徴である、化粧フローチャートに基づいた情報提示の効果について考察を行う。

9.3.1 項より、実験協力者 A はフローチャート一覧画面において、使用している商品の価格帯を把握して動画を選定していたことがわかった。現状 SNS では、ユーザが購入を検討している特定の商品がある場合や、美容系インフルエンサーがプチプライスの化粧品のみで動画を投稿している場合には、商品名やプチプラ（プチプライスの略称）などのキーワードで目的の動画を探すことが可能である。しかし、化粧動画の一部でプチプライスの商品を使用している場合、その検索精度は動画タイトルなどに大きく左右され、見つからない場合も多く存在する。そのため、動画情報と共にフローチャートを提示する本手法は、「プチプライスのコンシーラーを購入するのに参考になる動画が見たい」などといった、ユーザの細かいニーズを満たす動画を見つけるのに役立つ可能性があると考えられる。

また実験協力者 B は、アイテムや商品にこだわりが無く、検索回数が全実験協力者の中で最も少なかった。一方で、フローチャート一覧画面において、自身が普段行わない工程を行っている動画に興味を見出していた。このように動画視聴前に動画中の各メイク工程の割合を視覚的に知ることができるのは、フローチャート提示の強みであると考えられる。また本手法は、化粧初心者や化粧にこだわりが無いユーザにとって、真似するハードルの高い動画かどうか、自身の参考になる情報が含まれているかどうかなど、化粧動画の視聴を決める良い判断材料になる可能性がある。

ソート機能を使用した実験協力者 3 名より、類似度（高い順）によるソートが高評価を獲得し、類似度（高い順）を用いることで参考になる動画を見つけやすくなることが示唆された。実際に実験協力者 D は、検索機能を使用せず、類似度（高い順）で並び替えた状態で動画を選んでおり、その結果全実験協力者の中で最も工程を取り入れていた。また実験協力者 A は、類似度（高い順）で見つけた美容系 YouTuber の動画を帰宅後にも視聴していた。化粧工程の類似度に基づいて動画を並び替える手法は、化粧工程を構造化し、その類似度を計算可能とする本フローチャート手法の特徴である。このことより、フローチャートの共有によって従来の検索では見つけれなかった、または興味を持た

なかった動画に出会い、新たな興味を引き出す可能性があることが示唆された。

システムの良かった点について、実験協力者 A より「なにげなく動画を見ているときよりも、取り入れることを考えるから、より参考になる」との回答を得た。また、実験協力者 D より「自分のメイクを俯瞰して見られるので、おおよその流れを把握しやすかったし、アップデートもしやすかった」という回答を得られた。本システムでは、動画のフローチャートの横に自身のフローチャートを表示しながら動画を視聴でき、参考にしたい工程は自身のフローチャートに取り入れて保存することができる。そのため、自身の工程と見比べながら情報の取捨選択を行うことが可能であり、これもフローチャート共有の効果の 1 つであると考えられる。

9.5.3 システム利用結果

9.3.1 項より、特定のブランドの商品が含まれている動画を見つけられないケースが見られた。実際にシステムの検索機能では、アイテム検索と商品検索による絞り込みを別々に行っており、特定の商品をもとに絞り込むことは現状困難である。そのため今後は、特定のアイテムで検索できる機能を設ける必要がある。

また実験協力者 C は検索機能について、「動画数が少なく検索ワードとあまり一致しないときもあった」とコメントしている。実際にシステムで扱っている動画は 102 本と限られており、検索機能を十分に活用できていない可能性がある。そのため、今後は化粧品動画からフローチャートを自動生成する手法を検討し、動画数を柔軟に増加できる仕組みの構築が必要である。

9.3.2 項より、自身の工程を他者のノードで置き換えた際に、元の工程の情報が欠落する場面が見られた。本システムでは、動画とノード情報の一貫性を保つために、取り入れた他者のノードをユーザが編集できないように設定している。一方で実験協力者 C より、自身の登録した工程にも動画を設定したいという要望が寄せられた。このことより、自身の工程に美容系 YouTuber の動画や商品情報を結び付けられるようにすることで、登録忘れの防止や、より有用な化粧品フローチャートの作成が可能になると考えられる。

9.3.3 項より、システムはある程度の利便性を有しており、また検索・ソート機能も概ね良い満足度を得ていることがわかった。特にソート機能については、使用した 3 名全員から高評価を得ており、その全員が類似度（高い順）に対して好意的な意見を寄せていた。7 章の実験では、化粧品工程の類似度の高さや動画評価の高さとの間には相関は見られなかった。しかし、検索機能と組み合わせて類似度（高い順）で動画をソートして表

示する手法は、有益な情報提示手法である可能性が示唆された。

一方で、類似度（低い順）でソートを行った実験協力者は存在しなかった。本システムでは、ユーザと異なる化粧工程を行う美容系 YouTuber の動画も、新たな視点を提供する可能性があるとして、類似度（低い順）でのソート機能を設置している。しかし、本実験では卒業式という人生で数少ないイベントをテーマとしていたため、失敗のリスクを避け、普段の工程をベースに盛れるメイクにアップデートする目的で、類似度（高い順）のソートが選ばれたと考えられる。そのため、テーマを日常的なメイクのアップデートなどに変更して実験を行った場合には、類似度（低い順）でソートを行う可能性があると考えられる。

9.5.4 化粧実践結果

9.4 節より、フローチャートを見ながら化粧をする難しさについて、やや高い評価が得られた一方で、この手法には慣れが必要であることが示された。ここで唯一 5 点と評価した実験協力者 C は、美容系 YouTuber の動画を視聴せず、工程の順番を確認しながら基本的に自分の手法で化粧を行っていた。

一方で他の実験協力者は、動画を見ながら化粧をする場面が複数見られ、工程に忠実に化粧を行うことを意識したことから化粧のしづらさを感じたと考えられる。実際に実験協力者 A より、絶対にこの工程で化粧をすると決められると窮屈に感じたと言意を得た。本実験では条件統制のため、フローチャートに忠実に化粧をするように指示していたが、本来のシステム使用状況ではフローチャートは化粧時の補助的な情報提示を目的としている。そのため、実際の使用場面ではこのような窮屈さは緩和されると考えられる。

また実験協力者 B より、登録した工程の内容や動画の参考にしたい箇所を忘れてしまう場合が見られた。現状のシステムでは、ユーザの工程に商品情報を登録する機能が無く、美容系 YouTuber の工程についても動画の開始秒数のみが紐づけられるに留まっている。そのため、今後はユーザの工程にも商品情報を登録可能とし、動画の参考にしたい部分の開始・終了地点も記録可能とすることで、化粧時におけるフローチャートの利便性をさらに向上させられることが期待される。

第10章 総合考察と今後の展望

10.1 総合考察

本研究では「化粧工程の類似度に基づく情報の提示や他者との工程の共有を通じて、ユーザーが実践しやすく参考となる化粧情報を効率的に見つけ、新しい化粧方法を学び、取り入れやすくすること」を目指している。本節では、これまでに行った実験を通してその目標を達成できたかについて確認を行う。

まず、5章では Make-up FLOW が汎用的な化粧フローチャート作成手法として適当であるかについて検証する実験を行った。その結果、提案手法は汎用的な化粧フローチャート作成における最低限の機能を有しており、化粧工程の表現手法の基礎を確立できたことが確認された。また、これまで個人の頭の中にしかなかった化粧工程を構造化したことにより、自身の化粧工程の俯瞰が可能となったことが明らかとなった。

次に、7章では6章で検討した類似度算出手法をもとに、類似度に基づいて美容系 YouTuber の化粧のチュートリアル動画を推薦する実験を行った。その結果、化粧工程の前半部分のみを用いて標準化レーベンシュタイン距離により類似度を算出した場合に、やや弱い相関が見られることがわかった。しかし、個人差があるものの全体的に相関は弱く、類似度のみに基づいて動画を推薦することの限界が示唆された。

最後に、9章において、8章で提案した化粧フローチャートの共有・取り入れシステム Make-up FLOW 2.0 を利用した実験を行い、その有用性を調査した。その結果、システムを利用して取り入れた工程の多くが効果的に作用していることがわかった。また化粧フローチャートの提示により、動画視聴前に自身にとっての動画の有益度を測ることができるうえ、動画視聴時にも自身の工程に基づいて情報の取捨選択を行い、必要な情報を効率的に蓄積できることが示唆された。さらに、類似度の高さに基づいたソート機能が特に有効であり、従来の検索にはない動画に対する新たな興味を引き出す可能性が示された。これらの結果より、提案システムを使用することで「ユーザーが実践しやすく参考となる化粧情報を効率的に見つける」ことが可能になっていると考えられる。加えて、施した化粧満足度の高さとそのコメントから、システムは「メイクの腕前に対して自信

を持ちにくい」という問題解決の第一歩になり得ると期待される。

10.2 制約と今後の展望

実験結果より、化粧フローチャートの共有・取り入れシステム Make-up FLOW 2.0 の利用によって、ユーザにとって参考となる化粧情報を効率的に見つけることが可能であることが示された。しかし、提案手法にはいくつかの制約が存在する。

1つ目は、実験時の化粧テーマの特殊性である。9章の実験では、大学の卒業式を想定して化粧フローチャートを作成してもらった。そのため、日常的な化粧のアップデートにおけるシステムの効果は不明である。また実験協力者によって、一度も使用していない機能が存在しており、各機能の効果や改善点の検証が不十分である可能性がある。そのため、システムの長期利用実験を通して、様々な化粧テーマでのシステム利用時の効果の検証や、各機能の利便性について検証する必要があると考えられる。

2つ目は、視聴できる動画本数の少なさである。現状のシステムで扱っている動画は102本と少なく、実験においても動画数の制限から検索機能を十分に活用できていないことが示唆された。また、これまでは化粧動画のフローチャートを全て手作業で作成していたが、作業者にとって負担が大きく、情報の正確性にも不安が残るという欠点があった。ここで Truong ら [33] は、化粧動画の映像情報と発話テキストから動画内の工程を2階層に分けて検出する手法を提案している。そのため、本手法を参考に動画から自動で化粧フローチャートを生成する手法について検討を行い、動画数を柔軟に増加可能とする必要があると考えられる。

3つ目は、類似度算出手法の妥当性である。システムでは6・7章での結果をもとに、標準化レーベンシュタイン距離を用いて類似度を算出し、ソートを行っていた。その結果、類似度（高い順）によるソートは高い評価を得た。しかし、動画数が増えた場合に同様に機能するかは不明である。またこれまでの実験において、算出した類似度とユーザの主観的な類似度の一致に関する検証が不十分であり、部位ごとなど細かい単位で類似度を算出した場合に、よりユーザの主観に沿った類似度算出が可能となる可能性がある。そのため、動画数を増やした後に類似度算出手法の妥当性について再度検証を行う必要があると考えられる。

4つ目は、一般ユーザの化粧フローチャート共有の効果の未検証である。9章の実験では、保持している情報の有益性の差から、美容系 YouTuber の化粧フローチャートのみを使用していた。そのため、一般ユーザの化粧フローチャートを共有した際の効果は不明

である。しかし、システムにおいて一般ユーザの化粧情報を十分に活用するには、数の多さに基づいた統計的な利用が重要であると考えられる。そのため、今後は本システムをサービスとして広く展開することで、幅広く化粧フローチャートを収集し、一般ユーザの化粧フローチャートの活用方法について検討を行いたい。

第11章 結論

本研究では、自身に適した化粧情報を見つけることが難しくメイクの腕前に対して自信を持ちにくいという問題に着目し、化粧工程を構造化する手法および、構造化した化粧工程情報を活用した化粧情報の提示・化粧法の取り入れ支援手法を提案した。

まず、化粧工程の構造化システム Make-up FLOW のプロトタイプシステムを実装し、システムの化粧フローチャート作成手法としての適当さと利便性を検証するための利用実験を行った。その結果、システムは汎用的な化粧フローチャート作成における最低限の機能を有していることがわかった。

次に、提案手法の1つ目の応用方法として、化粧工程の類似度に基づいて美容系 YouTuber の化粧動画をユーザへ推薦する実験を行い、化粧動画推薦効果の検証を行った。その結果、化粧工程の前半部分のみを使用して標準化レーベンシュタイン距離により類似度を算出した場合に、動画の評価の高さとの間に弱い相関が確認されたがその推薦精度は不十分であることがわかった。

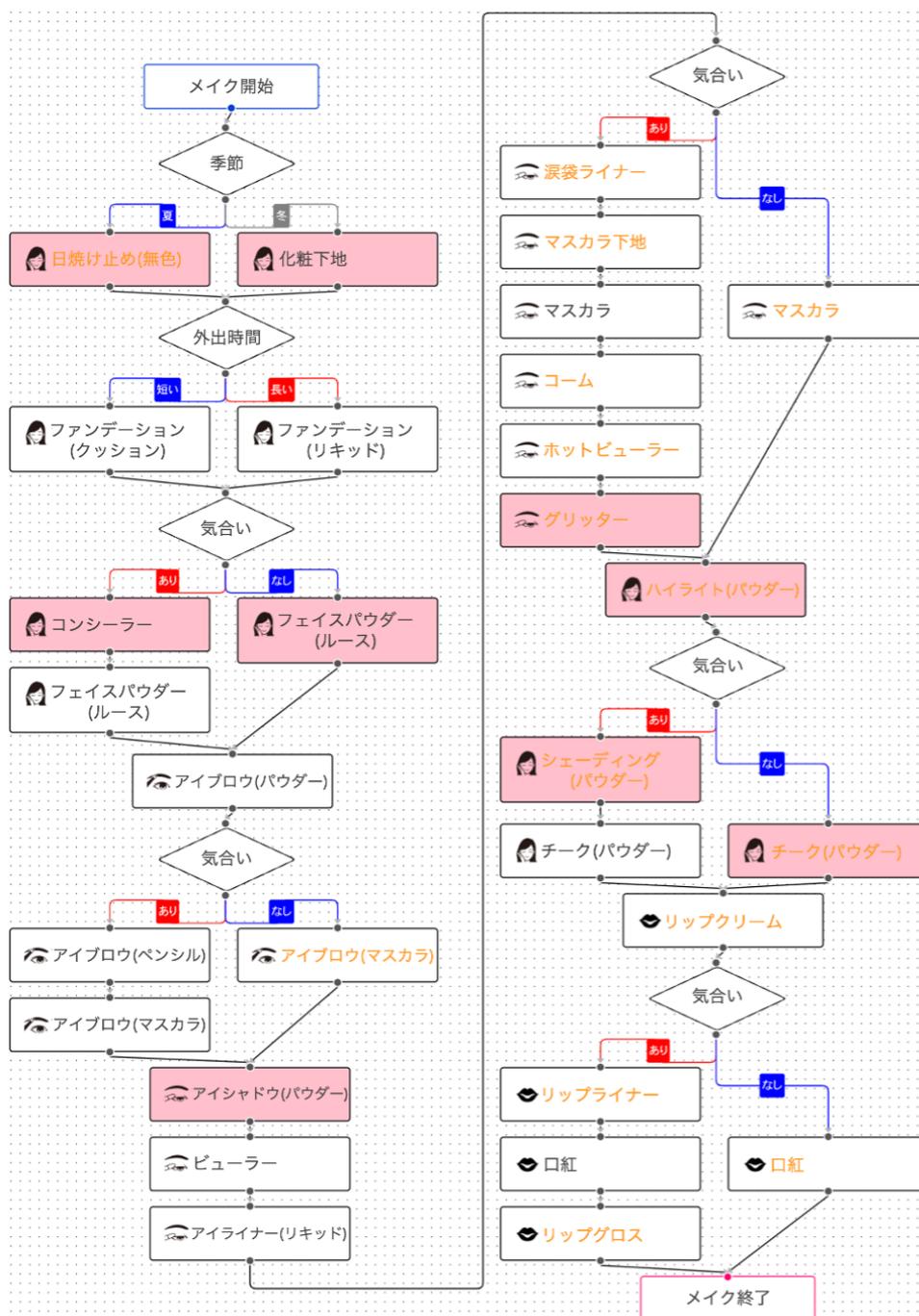
最後に、2つ目の応用方法として、他者の化粧フローチャートを共有し、工程を取り入れ可能な仕組み Make-up FLOW 2.0 を提案し、プロトタイプシステムの実装を行った。システムを利用した実験の結果、化粧満足度は高く、取り入れた多くの工程が効果的に作用したことが明らかとなった。また化粧フローチャートの提示により、視聴前に動画の有益度を測り、視聴時には自身の工程に基づいて情報を選択し、有用な情報を効率的に蓄積できることが示唆された。

以上の実験より、化粧工程を工学的に扱うことでユーザに参考となる情報を効率的に収集・蓄積できることが示唆され、提案手法はメイクの腕前に対する自信の獲得への第一歩となることが期待される。化粧工程を工学的に扱うことの利点の1つは、ユーザ自身の工程をもとにして新しい情報を蓄積できることにある。化粧フローチャートの提示自体にも学習や取捨選択の効果があるが、内部の情報を用いることで検索や、類似を計算することが可能である。また多数の化粧フローチャートを蓄積することで、統計分析や、機会学習への活用も可能となり、よりユーザの化粧工程に合った新しい情報提示を実現することができると思われる。

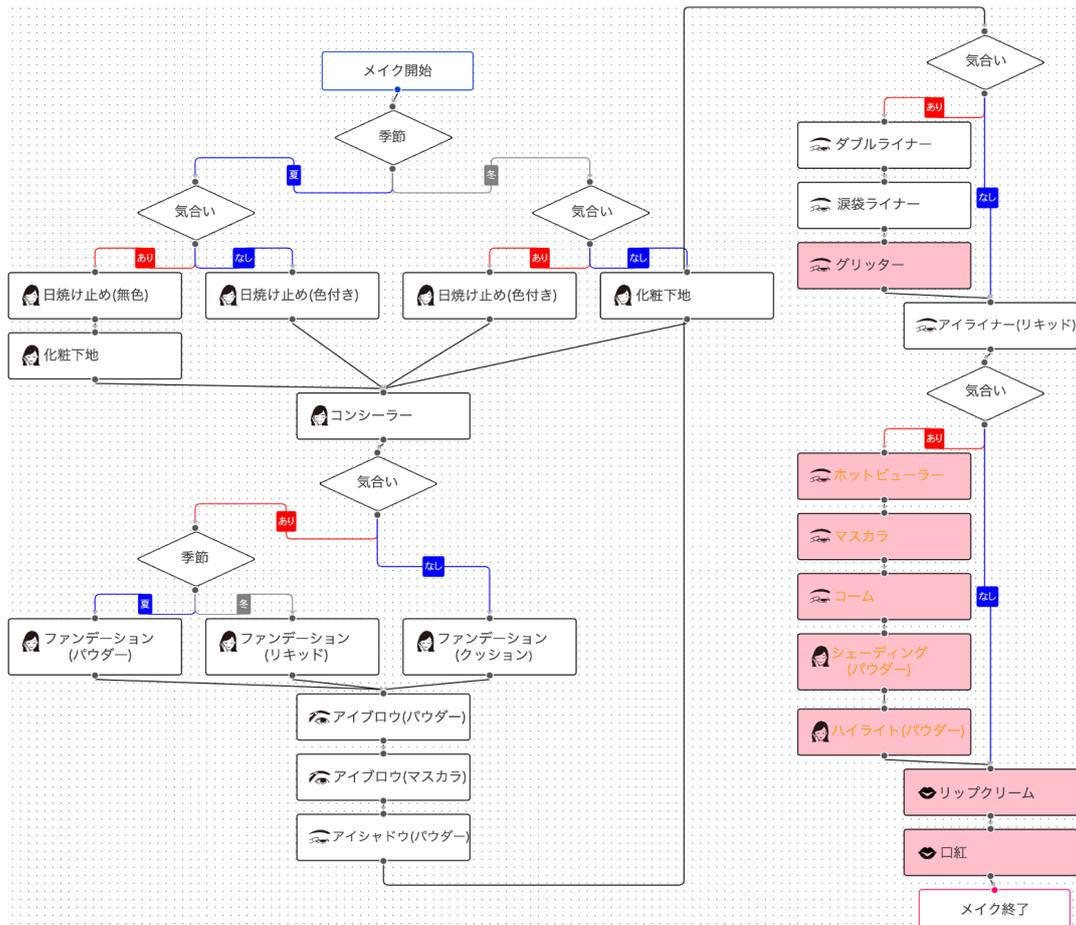
そして最大の利点は、多くの化粧支援手法に適応可能な点である。提案手法は化粧工程に基づいたものであることから、化粧の推薦や化粧の技術的な支援など、実際に工程を伴う手法については組み合わせることが可能であり、その相乗効果が期待される。このように化粧工学を可能とする化粧フローチャートは、化粧支援の可能性を広げ、ユーザーの化粧をより豊かなものとする礎を築いたと言える。

本研究によって、日々の化粧がより楽しく、ユーザーに希望や活力を与えるものになることを望む。

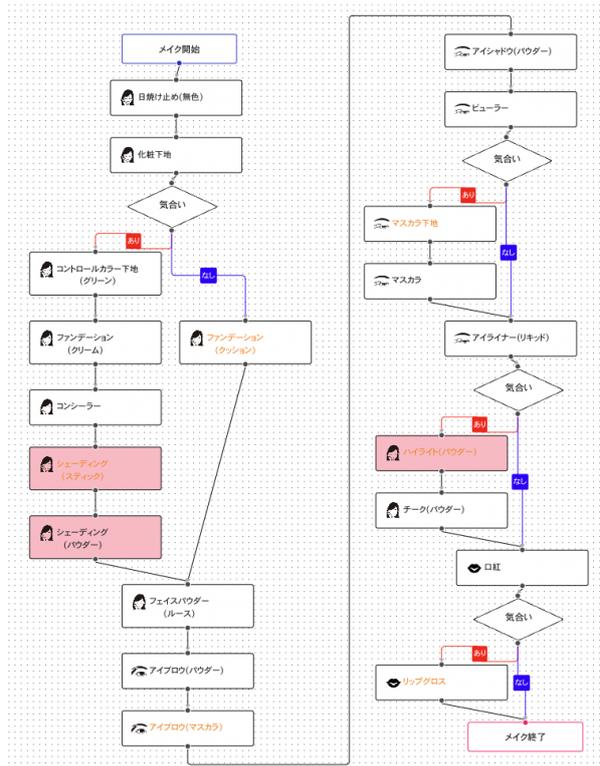
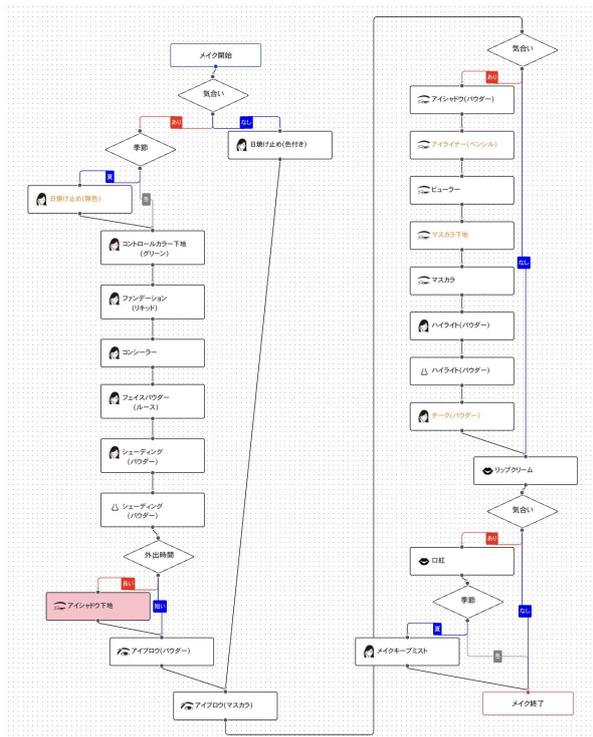
付録



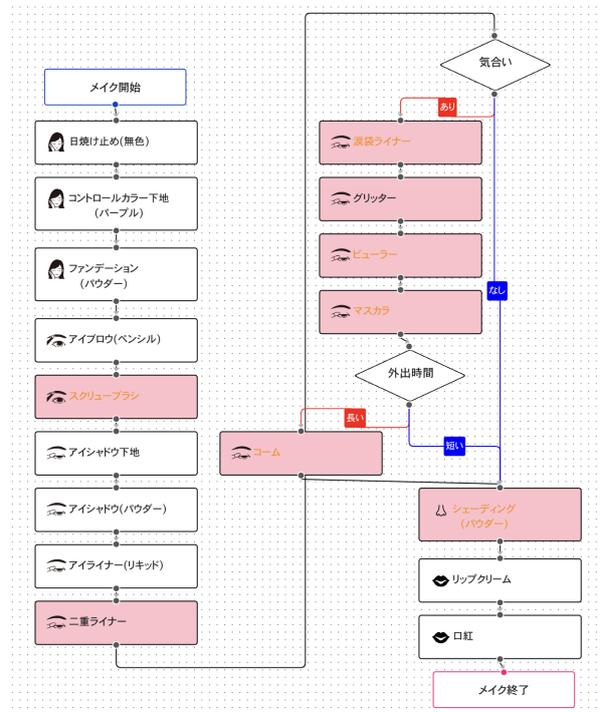
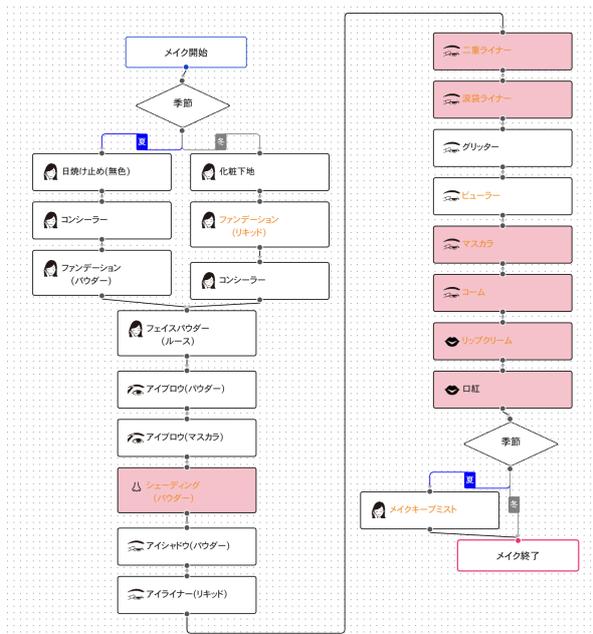
付録 A: 最大工程数・工程数の差・分岐数・ルート数ともに最多である実験協力者の化粧フローチャート



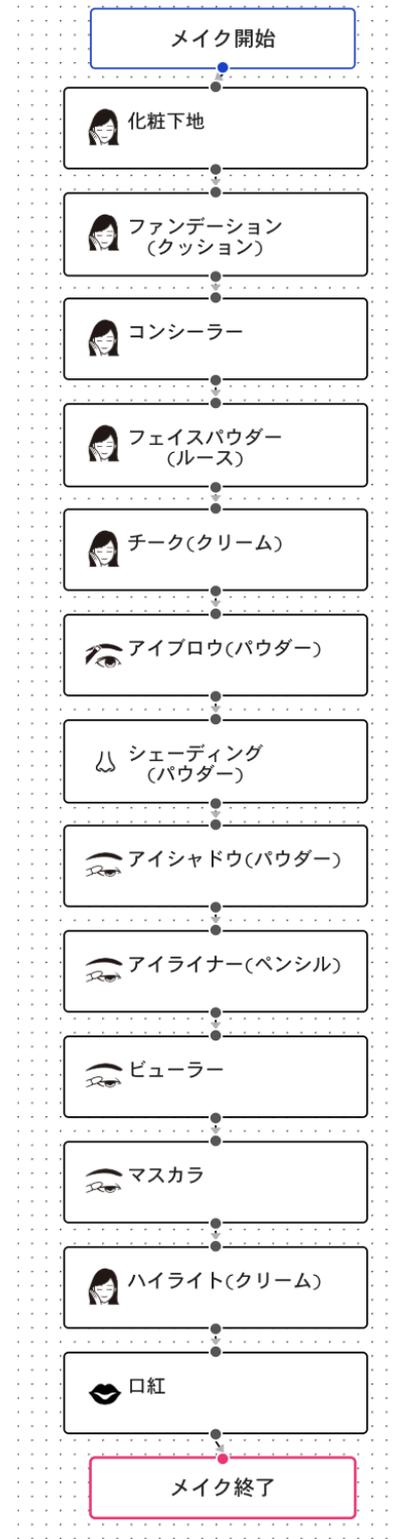
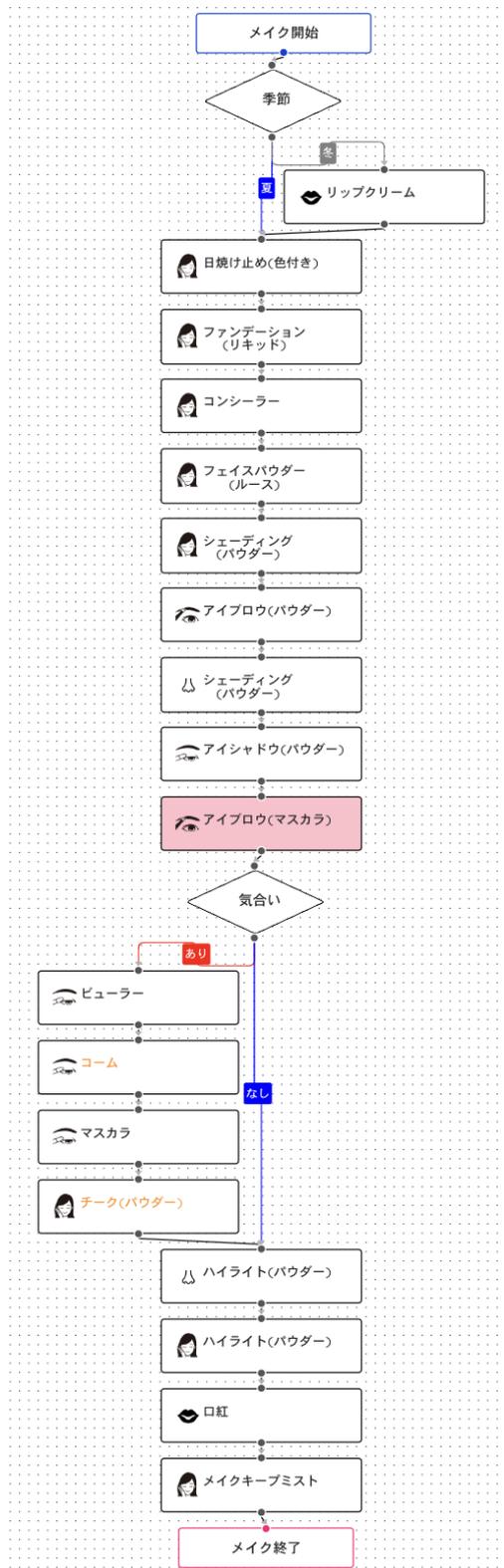
付録 B: 異なる分岐ノードを連続して組み合わせた数が最多である実験協力者の化粧フローチャート



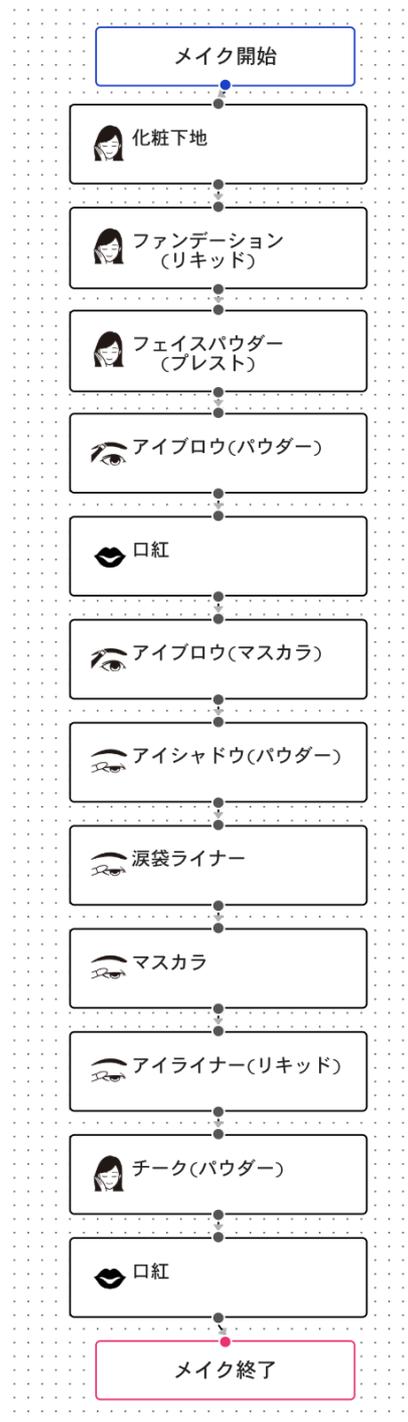
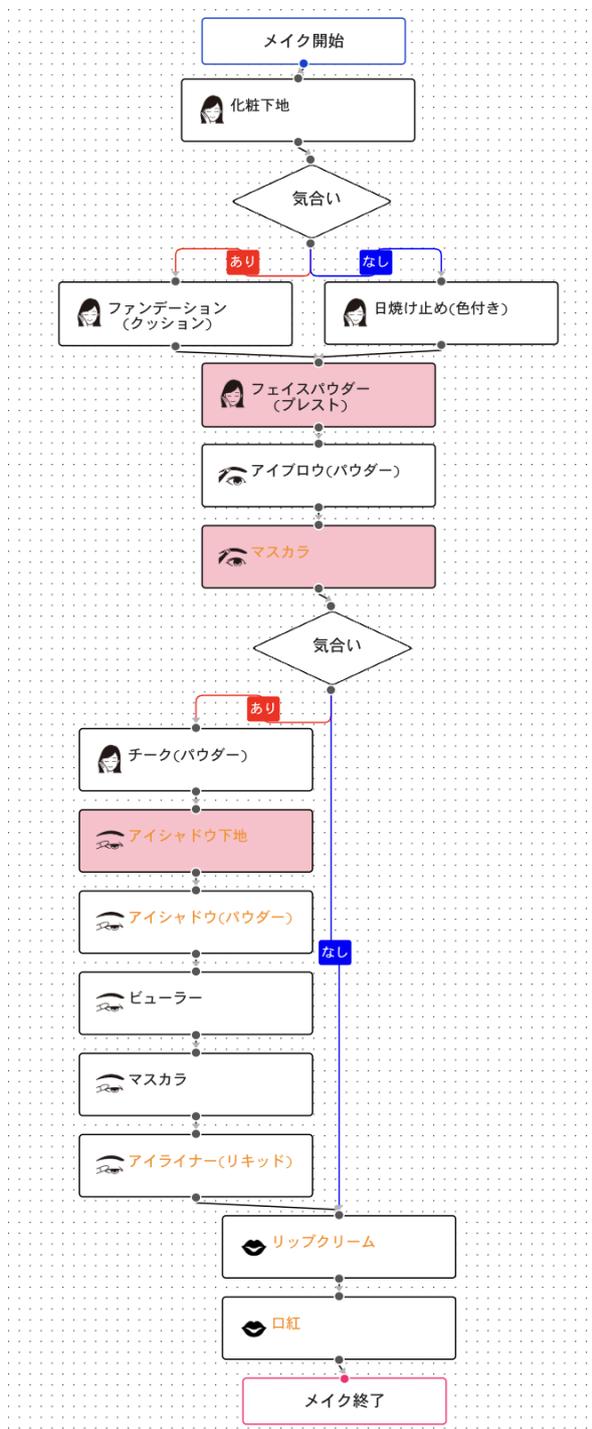
付録 C: 部位とアイテム・テクスチャにおける標準化レーベンシュタイン距離の和が最小のペアの化粧フローチャート



付録 D: 全情報における 2-gram 頻度を用いたコサイン類似度が最小のペアの化粧フローチャート



付録 E: 実験協力者 E と美容系 YouTuber の化粧フローチャート (左: 実験協力者 E, 右: 美容系 YouTuber)



付録 F: 実験協力者 C と美容系 YouTuber の化粧フローチャート (左: 実験協力者 C, 右: 美容系 YouTuber)



付録 G: システム利用前・利用後の実験協力者 B の化粧フローチャート (左: 利用前, 右: 利用後)



付録 H: システム利用前・利用後の実験協力者 D の化粧フローチャート (左: 利用前, 右: 利用後)

参考文献

- [1] Nielsen, J. P. and Kernaleguen, A.: Influence of Clothing and Physical Attractiveness in Person Perception, *Perceptual and Motor Skills*, Vol. 42, No. 3, pp. 775–780 (1976).
- [2] Hassin, R. and Trope, Y.: Facing faces: Studies on the cognitive aspects of physiognomy., *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 78, No. 5, pp. 837–852 (2000).
- [3] Etcoff, N. L., Stock, S., Haley, L. E., Vickery, S. A. and House, D. M.: Cosmetics as a Feature of the Extended Human Phenotype: Modulation of the Perception of Biologically Important Facial Signals, *PLoS ONE*, Vol. 6, No. 10, p. e25656 (2011).
- [4] Tagai, K., Ohtaka, H. and Nittono, H.: Faces with Light Makeup Are Better Recognized than Faces with Heavy Makeup, *Frontiers in Psychology*, Vol. 7, (2016).
- [5] Mileva, V. R., Jones, A. L., Russell, R. and Little, A. C.: Sex Differences in the Perceived Dominance and Prestige of Women With and Without Cosmetics, *Perception*, Vol. 45, No. 10, pp. 1166–1183 (2016).
- [6] Aguinaldo, E. R. and Peissig, J. J.: Who’s Behind the Makeup? The Effects of Varying Levels of Cosmetics Application on Perceptions of Facial Attractiveness, Competence, and Sociosexuality, *Frontiers in Psychology*, Vol. 12, (2021).
- [7] ポーラ文化研究所：化粧・美しさの価値観と未来予想, <https://www.cosmetic-culture.po-holdings.co.jp/report/pdf/220830mirai.pdf> : アクセス日: 2025年2月1日.
- [8] あしたの美肌：コロナ禍でどう変わった？ みんなの「毎日メイク」を徹底リサーチ！, <https://www.p-antiaging.com/beautycolumn/feature/9984/> : アクセス日: 2025年2月1日.
- [9] Batres, C. and Robinson, H.: Makeup increases attractiveness in male faces, *PLOS ONE*, Vol. 17, No. 11, p. e0275662 (2022).

-
- [10] PR TIMES, : 【第1回 メンズ美容定点調査】男性が化粧をすることは「世間に受け入れられている」と半数近くが回答, <https://prt-times.jp/main/html/rd/p/000000091.000056551.html>: アクセス日: 2025年2月1日.
- [11] intage, : ポストコロナでも成長を続ける男性化粧品市場, <https://www.intage.co.jp/news/1786/>: アクセス日: 2025年2月1日.
- [12] 齋藤有瑛, 小林麻衣子, 中村航洋, 渡邊克巳: 文脈に合わせたメイクとその対人印象の検討, 電子情報通信学会技術研究報告(信学技報), Vol. 119, No. 394, pp. 59–63 (2020).
- [13] アットプレス: 全国の20~40代女性【メイクに関する調査】メイク方法を学んだことがある人51.3%!? , <https://www.atpress.ne.jp/news/111146>: アクセス日: 2025年2月1日.
- [14] TesTee Lab., : コスメのEC利用に関する調査【2020年版】 , https://lab.testee.co/cosme_ec2020/: アクセス日: 2025年2月1日.
- [15] LIPS labo, : 【LIPS labo】美容賢者に変化の兆し!? 2023年最新事情を深掘り! 【2023年5月号】 , https://note.com/lips_lab0/n/n28aa79381cf8: アクセス日: 2025年2月1日.
- [16] リビングくらし HOW 研究所: メイクについてのアンケート, <https://www.kurashihow.co.jp/wp-content/uploads/2016/09/3c9274794fd5e6c06b3c266cb3d7b85d.pdf>: アクセス日: 2025年2月1日.
- [17] 株式会社ネオマーケティング: メイクに関する意識調査, https://corp.neo-m.jp/report/investigation/fashion_026/: アクセス日: 2025年2月1日.
- [18] Kajita, M. and Nakamura, S.: *Basic Research on How to Apply Foundation Makeup Evenly on Your Own Face*, pp. 402–410, Springer International Publishing (2021).
- [19] Malmaud, J., Wagner, E. J., Chang, N. and Murphy, K. P.: *Cooking with Semantics, Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics* (2014).
- [20] Miura, F., Takada, T., Strasberg, S. M., Solomkin, J. S., Pitt, H. A., Gouma, D. J., Garden, O. J., Büchler, M. W., Yoshida, M., Mayumi, T., Okamoto, K., Gomi, H., Kusachi, S., Kiriya, S., Yokoe, M., Kimura, Y., Higuchi, R., Yamashita, Y., Windsor, J. A., Tsuyuguchi, T., Gabata, T., Itoi, T., Hata, J., Kui - HinLiau :

TG13 flowchart for the management of acute cholangitis and cholecystitis, *Journal of Hepato-Biliary-Pancreatic Sciences*, Vol. 20, No. 1, pp. 47–54 (2013).

- [21] Bamidele, E. and Oloyede, E. O.: Comparative Effectiveness of Hierarchical, Flowchart and Spider Concept Mapping Strategies on Students' Performance in Chemistry, *World Journal of Education*, Vol. 3, No. 1 (2013).
- [22] Cash, T. F. and Cash, D. W.: Women's use of cosmetics: psychosocial correlates and consequences, *International Journal of Cosmetic Science*, Vol. 4, No. 1, pp. 1–14 (1982).
- [23] 宇山光男, 鈴木ゆかり, 互惠子: メーキャップの心理的有用性, *日本化粧品科学会誌*, Vol. 14, No. 3, pp. 163–168 (1990).
- [24] Korichi, R., Pelle-De-Queral, D., Gazano, G. and Aubert, A.: Why women use makeup: Implication of psychological traits in makeup functions, *International Journal of Cosmetic Science*, Vol. 59, No. 2, pp. 127–137 (2008).
- [25] 九島紀子, 齊藤勇: 化粧が対人印象に及ぼす影響: 顔形態とメイクの差異による印象操作の実証的研究, *応用心理学研究*, Vol. 41, No. 1, pp. 39–55 (2015).
- [26] Jones, A. L., Russell, R. and Ward, R.: Cosmetics Alter Biologically-Based Factors of Beauty: Evidence from Facial Contrast, *Evolutionary Psychology*, Vol. 13, No. 1, pp. 210–229 (2015).
- [27] Jones, A. L., Porcheron, A. and Russell, R.: Makeup changes the apparent size of facial features., *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, Vol. 12, No. 3, pp. 359–368 (2018).
- [28] Ikeda, H., Saheki, Y., Sakano, Y., Wada, A., Ando, H. and Tagai, K.: Facial radiance influences facial attractiveness and affective impressions of faces, *International Journal of Cosmetic Science*, Vol. 43, No. 2, pp. 144–157 (2020).
- [29] 諸井克英, 板垣美穂: 化粧行動の基本的構造の探索, 同志社女子大学総合文化研究所紀要, 同志社女子大学 (2013).
- [30] 野尻佳代子, 小出未央, 佐野江里, 長澤由佳, 山崎和彦, 前田亜紀子: 日本人成人女性の化粧におけるプロセスと効果, 実践女子大学生活科学部紀要, 実践女子大学 (2008).

-
- [31] Regan, P. C.: Cinderella Revisited: Women’s Appearance Modification as a Function of Target Audience Sex and Attractiveness, *Social Behavior and Personality: an international journal*, Vol. 39, No. 4, pp. 563–576 (2011).
- [32] Guéguen, N.: Makeup and Menstrual Cycle: Near Ovulation, Women Use More Cosmetics, *The Psychological Record*, Vol. 62, No. 3, pp. 541–548 (2012).
- [33] Truong, A., Chi, P., Salesin, D., Essa, I. and Agrawala, M.: Automatic Generation of Two-Level Hierarchical Tutorials from Instructional Makeup Videos, *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Vol. 13, pp. 1–16 (2021).
- [34] 安尾萌, 河野雪乃, 山西良典, 松下光範: 化粧動画の工程検索を指向した化粧語彙セット構築の試み, *知能と情報*, Vol. 35, No. 2, pp. 645–654 (2023).
- [35] Albargi, F., Khan, N., Ghosh, I. and Roy, A.: BeautyNet: A Makeup Activity Recognition Framework using Wrist-worn Sensor, *2023 IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP)*, Vol. 3, pp. 279–284 (2023).
- [36] Okuda, A., Matsunami, Y., Ueda, M. and Nakajima, S.: Finding similar users based on their preferences against cosmetic item clusters, *Proceedings of the 19th International Conference on Information Integration and Web-Based Applications & Services*, pp. 156–160 (2017).
- [37] Liu, L., Xing, J., Liu, S., Xu, H., Zhou, X. and Yan, S.: “Wow! You Are So Beautiful Today!”, *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*, Vol. 11, No. 1s, pp. 1–22 (2014).
- [38] Nguyen, T. V. and Liu, L.: Smart Mirror: Intelligent Makeup Recommendation and Synthesis, *Proceedings of the 25th ACM international conference on Multimedia*, pp. 1253–1254 (2017).
- [39] Alashkar, T., Jiang, S. and Fu, Y.: Rule-Based Facial Makeup Recommendation System, *2017 12th IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition (FG 2017)*, pp. 325–330 (2017).
- [40] 神武里奈, 星野准一: 好みの顔画像の色に基づくメイクアップ支援システム, *日本感性工学会論文誌*, Vol. 16, No. 3, pp. 299–306 (2017).

-
- [41] Chong, T., Maudet, N., Harima, K. and Igarashi, T.: Exploring a Makeup Support System for Transgender Passing based on Automatic Gender Recognition, *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–13 (2021).
- [42] 高木佐恵子, 波川千晶, 吉本富士市: メイクアップ技能上達のためのアドバイスシステム, *芸術科学会論文誌*, Vol. 2, No. 4, pp. 156–164 (2003).
- [43] 吉川理帆, 大西鮎美, 寺田努, 塚本昌彦: 化粧道具にかかる圧力から肌への圧力を間接推定することによる化粧支援システム, *情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI)*, Vol. 2022-HCI-197, No. 7, pp. 1–7 (2022).
- [44] Kajita, M., Nakamura, S. and Itoh, T.: Research on how to present images showing uneven foundation application that do not cause unfavorable impressions to the viewer, *Proceedings of the 34th Australian Conference on Human-Computer Interaction*, Vol. 13, pp. 67–73 (2022).
- [45] Nishimura, A. and Siiio, I.: iMake: eye makeup design generator, *Proceedings of the 11th Conference on Advances in Computer Entertainment Technology* (2014).
- [46] Xiong, Z., Fu, S., Zhu, Y., Zhu, C., Ma, X. and Fan, M.: “It is hard to remove from my eye” : Design Makeup Residue Visualization System for Chinese Traditional Opera (Xiqu) Performers, *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Vol. 13, pp. 1–16 (2024).
- [47] Iwabuchi, E., Nakagawa, M. and Siiio, I.: *Smart Makeup Mirror: Computer-Augmented Mirror to Aid Makeup Application*, pp. 495–503, Springer Berlin Heidelberg (2009).
- [48] 中川真紀, 塚田浩二, 椎尾一郎: Smart Makeup System: ライフログを用いた化粧支援システム, *情報処理学会論文誌*, Vol. 54, No. 4, pp. 1563–1572 (2013).
- [49] Honda, A., Oshima, C. and Nakayama, K.: *Estimation of the Facial Impression from Individual Facial Features for Constructing the Makeup Support System*, pp. 92–99, Springer Berlin Heidelberg (2013).

-
- [50] Treepong, B., Mitake, H. and Hasegawa, S.: Makeup Creativity Enhancement with an Augmented Reality Face Makeup System, *Computers in Entertainment*, Vol. 16, No. 4, pp. 1–17 (2018).
- [51] Chen, J.-L. and Dermawan, A.: The Influence of YouTube Beauty Vloggers on Indonesian Consumers' Purchase Intention of Local Cosmetic Products, *International Journal of Business and Management*, Vol. 15, No. 5, p. 100 (2020).
- [52] Rasmussen, L.: Parasocial interaction in the digital age: An examination of relationship building and the effectiveness of YouTube celebrities, *The Journal of social media in society*, Vol. 7, No. 1, pp. 280–294 (2018).
- [53] Ding, W., Henninger, C. E., Blazquez, M. and Boardman, R.: Effects of Beauty Vloggers' eWOM and Sponsored Advertising on Weibo, pp. 235–253, Springer International Publishing (2019).
- [54] JGraph Ltd, : draw.io, <https://www.drawio.com/>: アクセス日: 2025年2月1日.
- [55] 株式会社アイスタイル : @cosme, <https://www.cosme.net/> : アクセス日: 2025年2月1日.
- [56] infoQ, : コロナ禍の化粧品やスキンケアの変化したニーズを調査！ 消費者が今求めるものとは, <https://infoq.jp/p/docs/lp/makeup/index.html>: アクセス日: 2025年2月1日.

研究業績

- [1] 高野沙也香, 山崎郁未, 伊藤理紗, 濱野花莉, 菅野一平, 中村聡史, 掛晃幸, 石丸築. 筆跡の自筆との類似性が記憶容易性に及ぼす影響の検証, 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) , Vol. 2022-HCI-196, No. 2, pp. 1-8, 2022.
- [2] 高野沙也香, 梶田美帆, 濱野花莉, 中村聡史. Make-up FLOW: 個人差・状況差の大きい化粧工程の構造化と忘れやすさに関する調査, 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) , Vol. 2022-HCI-200, No. 18, pp. 1-8, 2022.
- [3] 青木柊八, 高野沙也香, 中村聡史. 視線に連動した記憶対象文字列への非流暢性制御による記憶容易性向上手法, 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) , Vol. 2023-HCI-201, No. 2, pp. 1-8, 2023.
- [4] 萩原亜依, 高野沙也香, 中村聡史, 掛晃幸, 石丸築. 提示する文字形状が読解問題の正答率に及ぼす影響の調査, 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) , Vol. 2023-HCI-201, No. 3, pp. 1-8, 2023.
- [5] 高野沙也香, 中村聡史. 化粧フローチャートに基づく大学生・大学院生の化粧類似度推定, 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) , Vol. 2023-HCI-204, No. 8, pp. 1-8, 2023.
- [6] 瀬崎夕陽, 萩原亜依, 高野沙也香, 中村聡史, 掛晃幸. 提示する文字形状の違いが読解問題の正答率に及ぼす影響, 信学技報, Vol. 123, No. 188, HCS2023-65, pp. 47-52, 2023.
- [7] 高野沙也香, 中村聡史. 化粧フローチャートに基づく美容系 YouTuber の動画推薦手法の検討, 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) , Vol. 2024-HCI-206, No. 9, pp. 1-8, 2024.
- [8] 青木柊八, 高野沙也香, 中村聡史. 視線に連動した記憶対象文字列へのぼかし深度操作による記憶容易性向上手法のより多角的な調査, 信学技報, Vol. 123, No. 433, MVE2023-44, pp. 13-18, 2024.

-
- [9] 高野沙也香, 中村 聡史. Make-up FLOW : 化粧工程の構造化手法の提案, 情報処理学会論文誌, Vol. 65, No. 5, pp. 988-998, 2024.
- [10] Takano, S. and Nakamura, S.: Make-Up FLOW: A Beauty YouTubers' Video Recommendation Method Based on Make-Up Flowcharts, Collaboration Technologies and Social Computing (CollabTech 2024), Vol. LNCS 14890, pp. 229-236, 2024.
- [11] 田中佑芽, 高野沙也香, 中村聡史. 左右対称の眉を描くための矢印ガイドシステムの提案, 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) , Vol. 2025-HCI-211, No. 30, pp. 1-8, 2025.