

絵画作品の量的分析の試み：ゴッホにおける感情と色彩

Quantitative analysis of artworks: emotions and color usage within Vincent van Gogh

須山巨基^{1,2,*}・佐藤浩輔³

1:安田女子大学, 2:明治学院大学, 3:筑波大学

キーワード：色, 感情, 状態空間モデル, ゴッホ, LIWC

Keywords: color, emotion, state space analysis, van Gogh, LIWC

Abstract:

The relationship between color and emotion has been studied extensively within psychology and cognitive sciences. Most research have focused on how different color in terms of hue, saturation, and value affect the emotional state of the perceiver. However, not much quantitative research has been conducted on how emotion affect the usage of color. In this article, we used the information from letters and artworks created by Vincent van Gogh to demonstrate that quantitative research could be conducted using historical data. We implemented a state space analysis on the time series data obtained from the letters and artworks to see whether positive or negative emotions affect the usage of saturation and value in van Gogh paintings. The data suggested that positive emotions increase both saturation and value, but negative emotions only decrease value. This result is basically consistent with the previous result showing how saturation and value affect negative and positive emotions. Discussion on the advantages of using such historical data is discussed.

* 責任著者 E-mail: suyama-m@yasuda-u.ac.jp

1. 目的

色と感情に関する研究は心理学にとどまらず物理学, 哲学, 神経科学, 芸術, 情報学等, 様々な分野において多岐に渡り研究されている. こうした分野では色自体が持つ性質を分解し, 特定の色を観察した時に人間の感性や知覚がどのように影響されるかを検討した上で (Valdez & Mehrabian, 1994), これらの知見をインテリア・デザイン (Pile, 1997) や UI デザイン (Michailidou, Harper & Bechhofer, 2008), 最近では知覚的にわかりやすいグラフを作成するために活用されている (Samsel, Bartram, & Bares, 2018).

心理学などでは主に参加者に特定の色を呈示し, そこから喚起される感情を報告させる方法で検討が行われてきた. Valdez & Mehrabian (1994) は, 感情に関する理論である PAD 理論 (Mehrabian & Russell, 1974) を色の研究に当てはめ, 色を構成する要素のうち, 色彩と明度を操作して, それぞれの感情の次元にどのような影響を及ぼすか検討したところ, 明度を上げると快楽を上昇させるが, 覚醒とドミナンスを下げる一方, 彩度を上げるとどの次元でも上昇させることが示された.

色が観察者にどのような影響を与えるかといった研究だけでなく, 例えば臨床心理学などの分野では, 人がある感情を持っている時にどのような色を使うのかが検討されている (Kaplan, 2014). こうした研究は使用する色から作成者の心理状態を間接的に推測するために用いられるだけでなく, ある特定の色を呈示し, そこから想起される感情価を回答してもらうより遥かに参加者の自由度が高いため, より詳細に色に対応した意味づけが検討できるとされている (Clarke & Costall, 2007).

しかし, こうした人の心理的な状態が使用する色にどのような影響を与えるか検討した研究の大半はインタビューに基づいた事例研究や過去の有名な画家の資料を集めて, 質的に行われたものが多く, 量的に解析したものはほとんどない. つまり, 色を表現した作成者の事後報告によるバイアスやインタビュワーの解釈による歪みなどが入ってしまう可能性が考えられる (Tausczik & Pennebaker, 2009). この人から色に対する研究の重要性を鑑みる

と感情がもたらす色の関係性を量的手法によって理解する必要があると考えられる。

従って本研究では絵画データと心理データとを結びつけて量的に解析することを試みる。

上述したように、美術史学などでは歴史的資料を質的に読み解き、解釈することで、作品を描く上での画家の感情を分析している。このような逸話的説明も説得的ではあるが、実際にどれだけ妥当性があるかについて客観的に評価する方法はない。

そこで、本研究では心理指標と描かれた絵画の物理量との量的関係を分析することで、この問題に取り組む。Borowiecki(2017)は作曲家の書簡データなどの歴史的資料を用いて、作曲家の感情と創造性の関係を分析した。具体的には、書簡データに含まれる感情語の量や親類の死といったライフイベント、本人の健康状態に関する情報を用いて感情状態を推定し、創造性を従属変数とする時系列モデルで分析した。同様に、本研究では画家の書簡データをもとに画家の感情状態を推定し、作品の物理的な特徴量としての色にどのような影響を与えていたかについて検討する。本研究は端緒として一事例研究としてフィンセント・ファン・ゴッホ (Vincent van Gogh, 1853-1890, 以下ゴッホ)の作品を取り上げ、分析を行う。

ゴッホの画家としての活動期間はわずか十数年ほどであるが、その短い期間に油彩約 860 点、水彩約 150 点、素描約 1030 点を残すなど多産な作家であった。同時に、ゴッホが弟のテオに送った手紙が残っており、書簡集として出版されている (二見・圀府, 2017)。また彼はポスト印象派と位置づけられ、印象派が持っていた感覚主義的・写実主義的な側面ではなく、表現主義の先駆けと呼ばれるほどに彼の作品には感情の表現が込められているとされる (高階, 2019)。また、彼のテオに対する手紙を見る限り、彼の感情は時代とともに大きく揺らいでいたことが伺える。この感情のゆらぎと彼が残した絵画における色のゆらぎを使って、感情と描かれる作品の関係性を分析する。

2. 方法

2.1. 絵画データの解析

本研究ではオランダ、アムステルダムファン・ゴッホ美術館 (Van Gogh Museum) がホ

ームページ上で公開しているデジタル化されたゴッホの作品 1000 点以上のうち、画材の違いによる影響を除くため、油彩のみ計 198 点を対象とした。ゴッホの作として知られる油彩は約 860 点であるため、今回はその約 1/4 を分析対象としたことになる。なお油彩かどうかの判断については、公開ページの画材 (material) キャプションにて油彩 (oil) の記述が含まれているものを対象とした。作品の年代については、活動最初期の 1881 年の作品から、最晩年である 1890 年の作品まで含まれていた。公開ページの情報を利用して各作品には月単位の制作時期情報を付した。制作時期が複数月にまたがる場合はもっとも若い月の値を割り当てた。

公開されているファイル形式は JPG または PNG で、画素数の中央値は 8,102,554、最小値は 1,831,696、最大値は 14,184,960 だった。なお JPG は非可逆圧縮の保存形式であるが、今回扱う画像は比較的高解像度であり、分析に大きな影響を与えないと判断した。

画像ファイルを読み込み、RGB 形式から HSV 形式に変換した。HSV 表色系は色相 (Hue)、彩度 (Saturation)、明度 (Value) の三次元によって色を表現するモデルで、色相は色の種類、彩度は色の鮮やかさ、明度は色の明るさをそれぞれ表現する。変換には OpenCV2 の Python モジュール cv2 内の関数、cvtColor() を用いた。処理の結果、色相は 180 段階、彩度は 255 段階、明度は 255 段階の整数値に変換された。色相・彩度・明度の三つの属性があるうち、色相ごとにその統計値を求めた。

まず同じ色相値を持つ画素を集計し、彩度と明度の平均値と標準偏差を求めた。これにより、同じ色相を持つ画素の明度や彩度の分布をとらえることができる。次いで、それら統計値の色間のばらつきをとらえるために、各統計値の平均値を求めた。

2.2. 感情状態の評価

本研究ではゴッホが実際に書いた手紙を用いて、彼が手紙を書いた時期の感情状態を定量化する。ゴッホは弟のテオに宛てた手紙の数多くに彼が当時感じていた感情を吐露している。こうした文字情報から感情を抜き出し、分析者のバイアスがかからない方法で定量化

1 するために本研究では Pennebaker, Booth, & Francis (2007) が作成した Linguistic Inquiry &
2 Word Count (LIWC) を用いる。LIWC は文書に含まれる単語を集計し、言語的な特徴や感情
3 などといった複数のドメインの心理学的特徴をスコアとして算出するプログラムである
4 (Tausczik & Pennebaker, 2009)。

5 本研究ではゴッホの手紙を解析するために、ゴッホ美術館が公開しているゴッホが送っ
6 た手紙 903 通の英訳データを使用した。手紙は 1873 年 1 月から 1890 年 7 月まで書かれた
7 ものが含まれていた。ゴッホ美術館にはゴッホ宛に送られた手紙も含まれていたが、今回は
8 ゴッホの感情を推定することを目的としていたため、執筆者がゴッホでない手紙は分析か
9 ら除外した。また、絵画と同様に手紙も 1881 年以前のものが少なかったため、1881 年 9 月
10 以前のデータを除外し、最終的に 659 通の手紙を分析対象とした。

11 手紙の内容のうち、本文のみを分析に使用した。ただし手紙に追伸があった場合、本文と
12 ともに分析した。手紙の書かれた正確な日時がわからなかった場合、推定されている範囲の
13 中央値を使用した。LIWC によって算出された変数の内、本研究では快感情と不快感情のみ
14 を用いて分析を行った。

15 3. 結果

16 3.1. 絵画の特徴

17 まず時代による作品の傾向を把握するため、作品ごとに統計値を求め、時系列上にプロッ
18 トしたものを見ていく。時間的パターンを可視化するため多項式回帰 (R, ver. 3.6.0; パッケ
19 ージ KernSmooth) を用いて曲線を描いた。

20 ゴッホの作風は活動時期によって異なっていることから、初期 (~1886 年 2 月)、パリ期
21 (1886 年 2 月~), アルル期 (1888 年 2 月~), サン＝レミ期 (1889 年 5 月~), オーヴェール期
22 (1890 年 5 月~) の 5 つの時期に区分し、解釈の補助となるよう、各期の境界線を図表に表

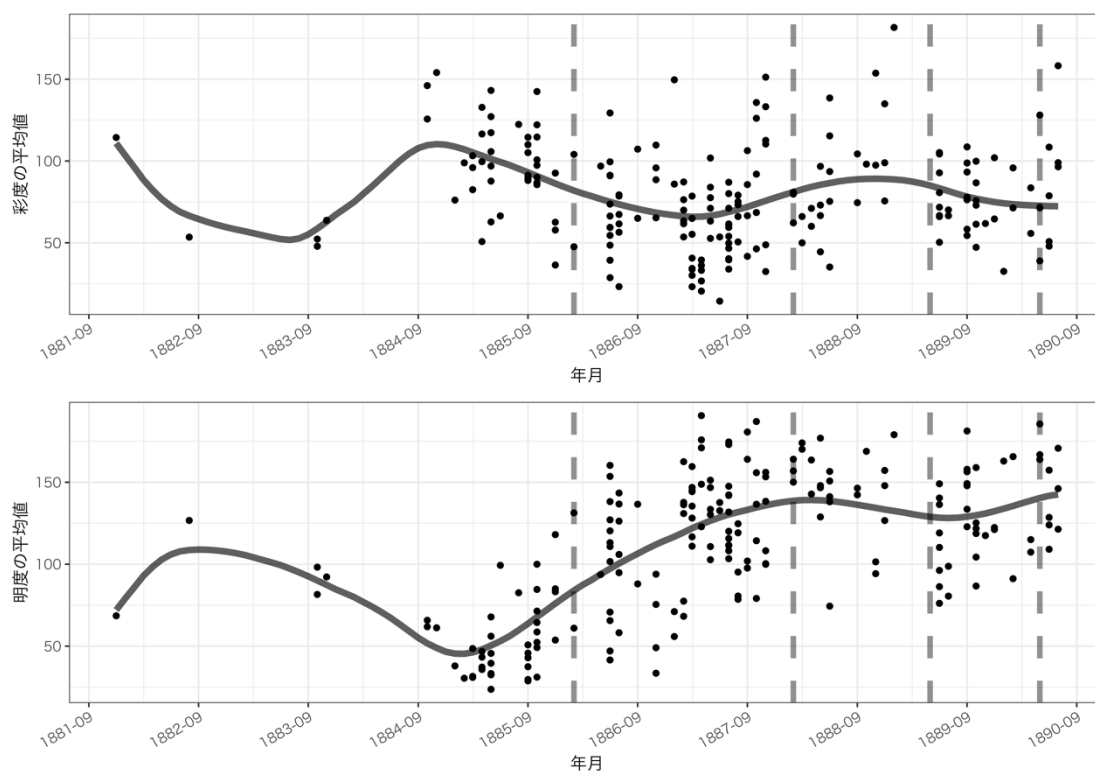


図 1. 彩度の平均値の平均と明度の平均値の平均.

1 示した．以下では顕著なパターンが得られた部分について報告する．

2 色相別彩度と明度の平均値に関して，平均を作品ごとに求めプロットした (図 1)．彩度
3 の平均については，初期の 1885 年をピークに，パリ期では全体の色の彩度が下がってい
4 る．一方明度では，初期で全体的に明度が低かったものが，パリ期にかけて上昇し，その
5 後落ち着くという傾向がみられる．

6 3.2. 手紙の特徴

7 図 2 では，LIWC で評定される指標の内，快感情と不快感情の割合の平均値を年月ごと
8 に図示した．ここから年月ごとに快・不快の感情が上下しているのがわかる．また，快感
9 情では 1885 年 10 月に 1 通と、不快感情では 1885 年 10 月に 2 通外れ値があることがわか
10 る．快感情の外れ値はゴッホの知り合いでオランダの画家のアントン・ファン・ラッパ
11 ト (Anthon Gerard Alexander van Rappard) に宛てた短い文章であり，返信する旨を伝えてい

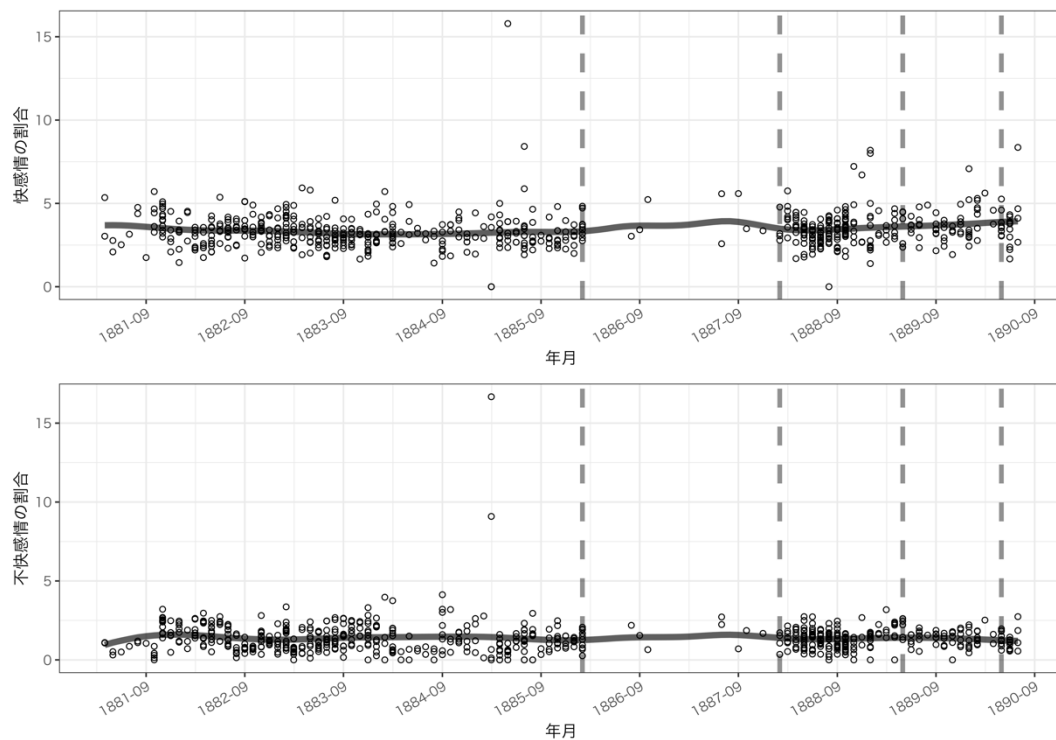


図 2. 手紙の中の快と不快感情の割合 (%)

- 1 るだけで使用している単語の数が少ないことから快感の割合が高く見積もられてしまっ
- 2 た。また、不快感情の割合が高かった手紙 2 通も、テオに父親が脳卒中で倒れ、その後に
- 3 亡くなったことを伝えるため送った短い内容であった (付録 A1)。よって、これらのデー
- 4 タは以降の分析からは除外する。

5 3.3. 絵画と手紙の関係

- 6 本研究では絵画、手紙ともに時間の属性を持つ。年月が重複しているデータに対して平
- 7 均値を取ることで、上記の図で示したような一つの時系列データとして表現することが可
- 8 能である。ただし、欠損値が多いことを踏まえると、単純な時系列分析ができないため、
- 9 本研究では状態空間モデルを用いて快・不快感情がゴッホの絵画の彩度や明度を予測する
- 10 か検討する。解析は R (ver. 3.6.0) のパッケージ KFAS (Helske, 2017) を用いて行った。ま
- 11 た、外生変数として使用した快・不快感情の時系列データに欠損値があったため、これを
- 12 R の imputeTS パッケージを用いて補間した。

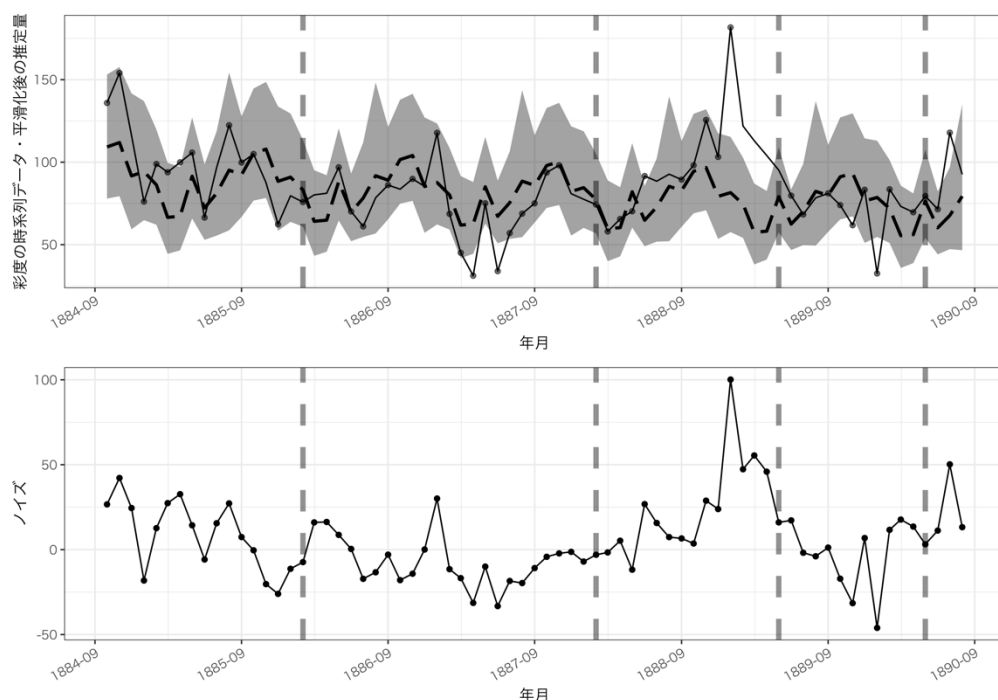


図 3. 彩度の平均値における状態空間モデルのモデル 0. (a)黒い実線が補間した時系列データ, 赤い点線が推定量とその信頼区間を表している. (b)実際のデータから推定量を引いたノイズを表している.

まず、彩度の平均を見てみる。はじめに感情を外生変数として入れず、トレンド成分と季節成分を入れたモデル 0 を作り、それと外生変数を入れた場合とで比較していく。モデルはローカル線形トレンドモデルを用い、数年に渡って得られたデータであることから季節成分を導入したモデルを用いる。まず図 3a ではそのモデルの彩度の平均に対するフィルタリング・平滑化したあとの推定量をプロットし図 3b では推定量では拾いきれなかったノイズをプロットしている。ここからトレンドと季節成分では捉えきれない部分がまだ多く残っていることがわかる。

次に、快感情と不快感情を外生変数に加えたモデルを図 4a に示す。図を見る限りノイズは減っているように見える。2つのモデルの AIC を確認するとモデル 0 が 79.03 であり、外生変数を含むモデルでは 73.46 と改善が見られた。次に、感情ごとにモデルを作成した場合、快感情のモデルの AIC は 72.38 であり最後の時点での係数が 1.90 であったことから快感情が上がると彩度が上がることが示された。これに対し、不快感情のモデルは

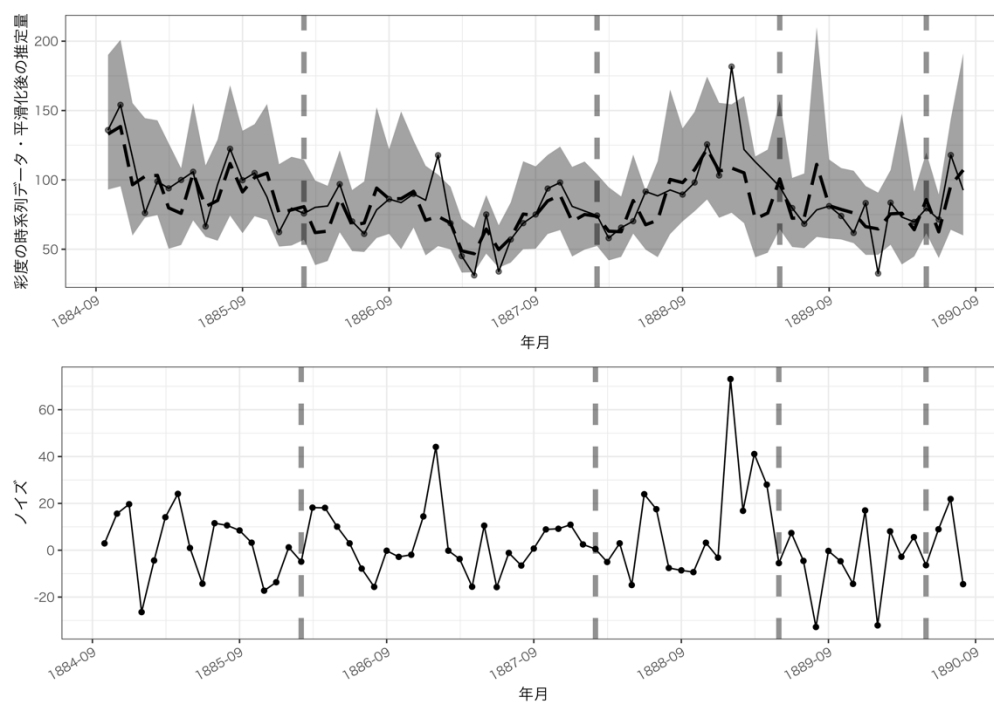


図 4. 彩度の平均値における外生変数を加えた状態空間モデル. (a)黒い実線が補間した時系列データ, 赤い点線が推定量とその信頼区間を表している. (b)実際のデータから推定量を引いたノイズを表している.

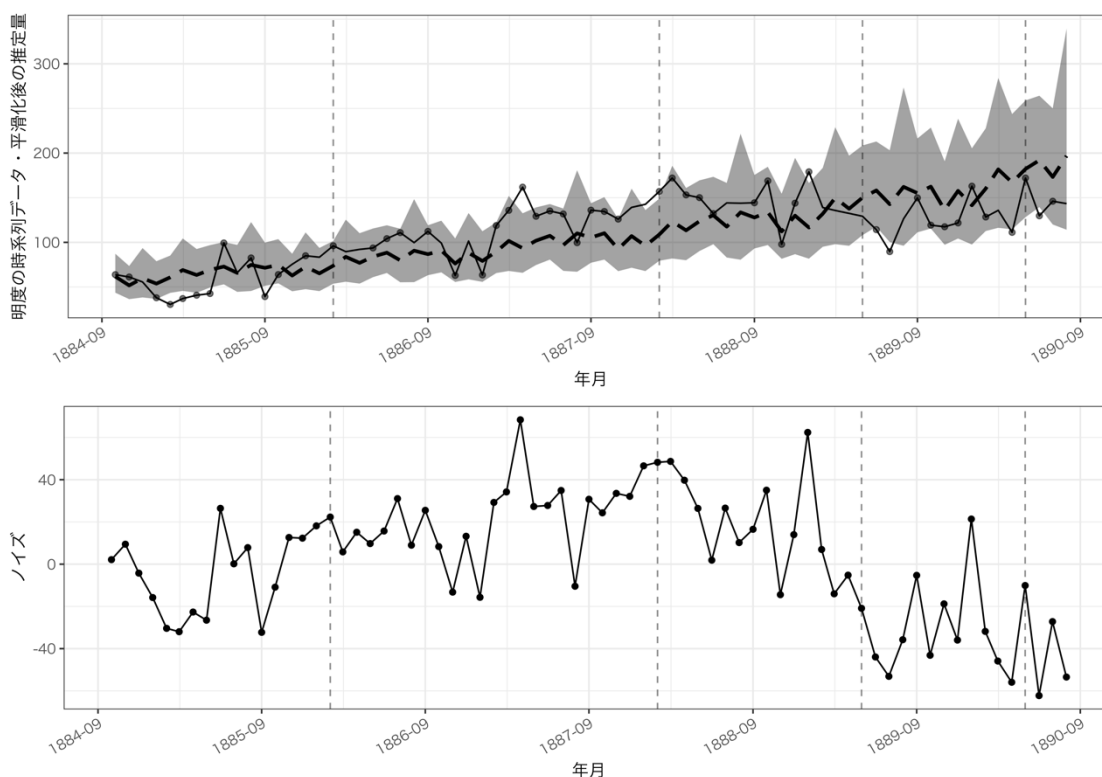


図 5. 明度の平均における状態空間モデルのモデル 0. (a)黒い実線が補間した時系列データ, 赤い点線が推定量とその信頼区間を表している. (b)実際のデータから推定量を引いたノイズを表している.

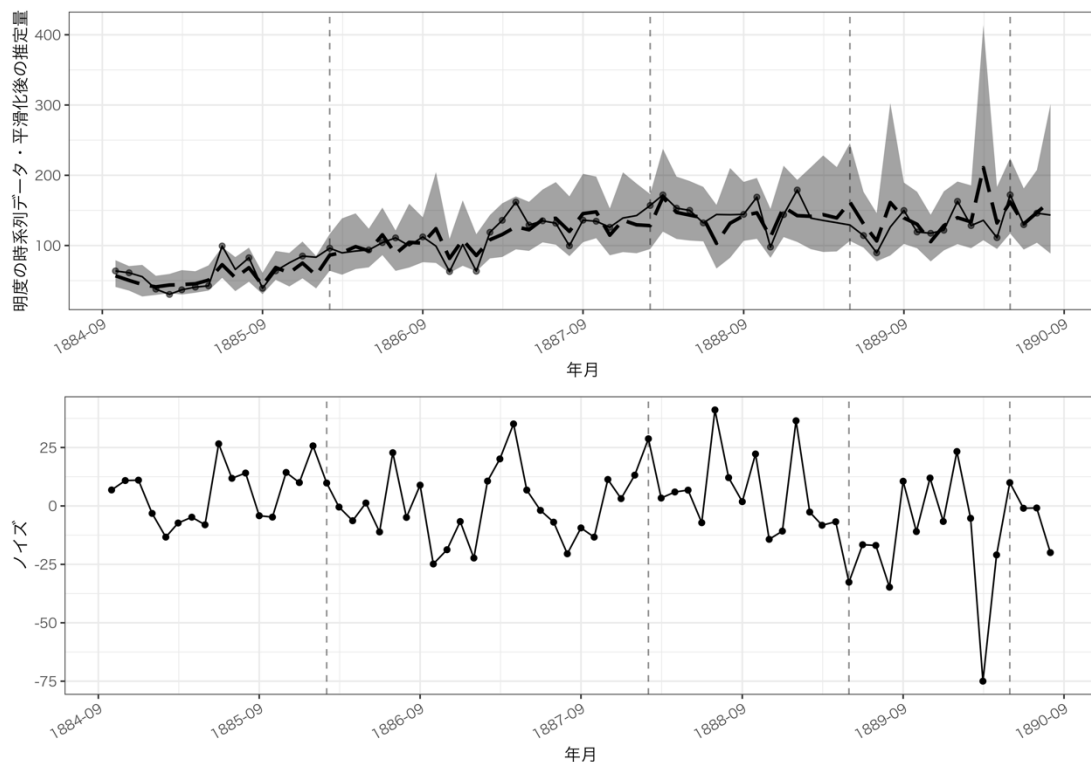


図 6. 明度の分散における外生変数を加えた状態空間モデル. (a)黒い実線が補間した時系列データ, 赤い点線が推定量とその信頼区間を表している. (b)実際のデータから推定量を引いたノイズを表している.

- 1 79.57 とむしろ AIC が悪化していた. つまり, 不快感情のゴッホの絵画の彩度をよく予測
- 2 することが分かった.
- 3 次に, 明度の平均を同様の方法で比較していく. 図 5a ではモデル 0 の推定量, 図 5b
- 4 ではノイズを示している. 年代の初期では比較的当てはまりが良いものの, 次第に実デー
- 5 タでは明度が落ちているのをこのモデルでは捉えて切れていない. そこで感情が含まれた
- 6 モデルと比較してみる (図 6). このモデルでは明度が途中で落ちる部分も推定量の近くで
- 7 推移している. AIC を比較したところ, モデル 0 では 80.963 だったのに対し, 感情が含ま
- 8 れたモデルでは 64.313 であった. つまり, 感情が入ったモデルの方が当てはまりがよかつ
- 9 た. 感情ごとに当てはまりを確認したところ, 快感情のモデルの AIC は 66.349 (最後の時
- 10 点での係数=1.195) であったのに対し, 不快モデルの AIC は 64.313 であった (最後の時点
- 11 での係数=-0.545) ことから, 明度では, 快感情が上がる、もしくは不快感情が下がると明
- 12 度が上がることが示された.

4. 考察と今後の検討課題

本研究では、実在の画家を対象として、感情が色の使用方法にどのような影響を及ぼすかを検討することを試みた。今回はゴッホの書いた手紙から感情の情報と描いた絵画から色の情報を抽出し、その関係性を状態空間モデルを用いて検討した。その結果、ゴッホの絵画においては快感情が上昇すると彩度が上がり、明度は快感情が上がるか不快感情が下がると上がることが示された。

色の呈示によってどのような感情が喚起されるか検討した研究の中では、彩度や明度が高くなると快感情を喚起することが示されており (Valdez & Mehrabian, 1994), 今回の研究はこれらの結果と一貫した結果が得られたと考えられる。

一方で、不快感情で彩度に対する影響がないことは Valdez & Mehrabian (1994) などとは一貫しない結果が得られた。可能性の1つとして考えられるのは、手紙における不快感情の分散の少なさである。しかし、図 2b で示している通り、分散は快感情と同じほどある。よって、不快感情が手紙に快感情ほど書かれていなかったからとは考えにくい、なぜ不快感情が色の彩度に影響を及ぼさないのかは今後の検討事項である。

本研究では一人の画家の作品を時系列的に量的に評価することを行った。手紙という歴史的資料から推定される画家の感情状態と、明度や彩度の分布という絵画の物理的な特徴量との関係性を明らかにした。

ただし今回の結果が一般に妥当するかについては疑問の余地がある。ゴッホという特殊な例、すなわち一時代における一画家に当てはめたに過ぎないからである。色の使用については様々な文化差が指摘されているほか、様々な歴史的制約 (e.g., 流行, 利用できる画材) が存在する。したがって今回得られた結果が人間一般に妥当することは期待できない。

一方で、本研究では絵画作品を量的に評価することで、その画家の作品の特徴や作風の変遷を描き出せる可能性を見出した。すなわち、作品の特徴の歴史的変遷およびその心理状態との関連性を明らかにすることで、ゴッホという画家を理解する量的な証拠を提供で

1 きたといえる．同様の分析は，他の画家個人だけでなく，画家集団レベルでも可能であろ
2 う．すなわち特定の画家や画家集団の絵画作品の持つ性質を評価することで，その特徴を
3 比較することが可能である．このように絵画作品を量的に表現することで認知科学の俎上
4 に載せ，系統的に分析する道筋を示した見出した点に，本研究の意義がある．また今回は
5 構図などといった絵画の空間的情報などは用いなかった．この点，今後検討していく余地
6 はあるだろう．

7

文献

- Borowiecki, K. J. (2017). How are you, my dearest Mozart? Well-being and creativity of three famous composers based on their letters. *Review of Economics and Statistics*, 99(4), 591-605.
- Clarke, T., & Costall, A. (2008). The emotional connotations of color: A qualitative investigation. *Color Research & Application*, 33(5), 406-410.
- 二見史郎, 圀府寺司(訳) (2017). 『ファン・ゴッホの手紙 (新装版)』. みすず書房.
- Helske J. (2017). KFAS: Exponential Family State Space Models in R, *Journal of Statistical Software*, 78(10), 1-39. doi:10.18637/jss.v078.i10
- Kaplan, F. F. (1998) Scientific Art therapy: An integrative and research-based approach, *Art Therapy*, 15(2), 93-98. doi:[10.1080/07421656.1989.10758719](https://doi.org/10.1080/07421656.1989.10758719)
- Mehrabian, A., & Russell, J. A. (1974). *An approach to environmental psychology*. The MIT Press.
- Michailidou, E., Harper, S., & Bechhofer, S. (2008). Visual complexity and aesthetic perception of web pages. In *Proceedings of the 26th annual ACM international conference on Design of communication* (pp. 215-224).
- Pile, J. (1997). *Colour in interior design*. McGraw-Hill.
- Samsel, F., Bartram, L., & Bares, A. (2018). Art, Affect and Color: Creating engaging expressive scientific visualization. In *2018 IEEE VIS Arts Program (VISAP)* (pp. 1-9).
- 高階 秀爾 (2019) .ゴッホの眼 (新装版) .青土社.
- Tausczik, Y. R., & Pennebaker, J. W. (2010). The psychological meaning of words: LIWC and computerized text analysis methods. *Journal of Language and Social Psychology*, 29(1), 24–54. doi:<https://doi.org/10.1177/0261927X09351676>
- Valdez, P., & Mehrabian, A. (1994). Effects of color on emotions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123(4), 394–409. doi:<https://doi.org/10.1037/0096-3445.123.4.394>

1 付録

2 実データと分析手順は osf (<https://osf.io/7hzwr/>) に保存してある。

3 付録 A1：外れ値として扱われた手紙の内容

4 快感情で外れ値だった手紙の内容

5 1) ゴッホからラッパルトへの手紙 1885 年 10 月

6 a) I just received your letter — to my surprise. You hereby get it back.

7

8 不快感情で外れ値だった手紙の内容

9 1) ゴッホからテオへの手紙 1885 年 10 月

10 a) Our father fatal stroke

11 2) ゴッホからテオへの手紙 1885 年 10 月

12 a) Our father fatal stroke, come. But it is over.

13