

2021 年度 修士学位請求論文

言語化による模写時の観察を促すことを
目的とした支援手法

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

菅野 一平

Master's Thesis

Verbalization support method aimed at
encouraging observation during copying

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

Meiji University

Ippei Sugano

概要

デジタル環境の普及により、独学でイラスト制作に挑戦する初心者が現れた。こうした初心者がイラストを反復練習する方法として、デッサンや模写、スケッチといった描画対象をそのまま描き写す手法があり、専門学校や美術教室でも広く用いられている。このような描画対象をそのまま描き写すイラスト描画で違和感のない作品を仕上げるためには、描画技術も大きく関係するが、見本を観察することが重要である。しかし、初心者はイラストを描く際に描くことを意識しすぎてしまい、描画対象の観察をおろそかにしてしまう問題がある。また、錯覚によって認知がゆがむなどの原因で、練習を積み重ねれば一人で十分に観察をすることは難しいという問題も存在する。

これらの問題を解決するためには、初心者に対して、描画対象と自身の絵を十分に観察、比較させることで、観察対象の特徴、自身の絵の修正点への気づきを促すことが必要である。一方で、初心者に観察を指示したとしても、観察して頭の中で考えているだけでは十分な観察に至らないことも多い。

そこで著者は、一人で十分に観察を行うことが難しいイラスト制作初心者に対して観察を促すことを研究目的として研究を行った。ここでは観察を促す方法として気づきの言語化に着目し、ただ観察させるのではなく、観察したことを言葉にして表出させることにより、その観察が明確化され模写を行う際に有効に働くと考えた。

この手法の有効性を検証するために、模写する際に観察時に見本の特徴を言語化させる実験を行った。実験により、細かい部分の書き込みが増えること、パーツの配置や大きさについて大きく見本とずれてしまうことを明らかにした。

この結果を踏まえ、見本とのずれの原因について考察を行った。考察と調査の結果、言語隠蔽効果という非言語情報を言語化した際に、対象を誤認してしまう、また認知がゆがむ現象が見本とのずれを引き起こしていると考えた。さらに言語隠蔽効果について調査を行ったところ、言語能力が高い人ほど言語隠蔽効果が抑制されることや、反省的言語化を具体的にすることで洞察課題の解決が促進されることが分かった。

そこで言語化を具体的にすることで言語隠蔽効果が抑制できるのではないかと考え、画像を視点ごとに分割したうえで言語化させる手法を提案した。そして、その手法によって言語化が変化し、観察をより深く多面的に行えるようになるか検証するため、模写における描画対象の特徴を言語化する実験を行った。その結果、提案手法によって言語化が多面的、具体的な内容となり、描画対象全体に対して観察が行われることを明らかにした。

この実験では画像分割言語化手法の有用性を明らかにしたが、実際に模写をする環境でも初心者が一人で十分に観察できるようにするため、画像分割言語化手法を搭載した観察支援システムを構築した。このシステムが観察を十分に促すことができるかを検証するた

め、模写実験を行ったところ、実際に初心者が一人で模写をする環境において、初心者自身では気づかないような視点について観察を促せることを明らかにした。

Abstract

With the spread of the digital environment, some beginners are trying to create illustrations by themselves. As a method for such beginners to repeatedly practice illustrations, there is a method of copying the drawing object such as drawing, copying, and sketching as it is, and it is widely used in vocational schools and art classes. In order to finish a work that does not give a sense of discomfort by drawing an illustration that captures the drawing object as it is, it is important to observe the sample, although the drawing technique has a lot to do with it.

However, there is a problem that beginners are too conscious of drawing when drawing an illustration and neglect the observation of the drawing target. There is also the problem that it is difficult to observe alone.

In order to solve these problems, it is necessary for beginners to fully observe and compare the drawing target and their own picture so that they are aware of the characteristics of the observation target and the correction points of their own picture. Is. On the other hand, even if a beginner is instructed to observe, it is often not enough to observe and think in his or her mind.

Therefore, for the purpose of research, I encourage beginners of illustration production, who are difficult to make sufficient observations by themselves, to make observations. I thought that the observation would be clarified and would work effectively when copying, and I focused on the verbalization of the awareness as a method of encouraging the observation.

In order to verify the effectiveness of this method, by verbalizing the characteristics of the sample during observation when copying, the writing of small parts will increase, and the arrangement and size of the parts will be significantly different from the sample. I made it clear.

Based on this result, we consider the cause of the deviation from the sample, propose a method to divide the image for each viewpoint and then verbalize it, and that method changes the verbalization, enabling deeper and more multifaceted observation. In order to verify whether this happens, we conducted an experiment to verbalize the features of the drawing target in copying. As a result, it was clarified that the proposed method makes verbalization multifaceted and concrete, and that observation is performed on the entire drawing target.

Then, in order for beginners to be able to fully observe by themselves, we constructed a support system equipped with an image segmentation verbalization method. In order to verify whether this system can sufficiently promote observation, a copying experiment was conducted and it was clarified.

目次

第1章	はじめに	6
1.1.	イラスト制作の現状	6
1.2.	イラスト制作初心者の問題	6
1.3.	研究目的	7
1.4.	本稿の構成	7
第2章	関連研究	8
2.1.	描画支援の研究	8
2.2.	絵を描く際の観察に関する研究	10
2.3.	言語化に関する研究	11
第3章	言語化手法	13
3.1.	手法の提案	13
第4章	見本への書き込みによる観察模写実験	13
4.1.	実験の目的と概要	13
4.2.	実験手順	14
4.3.	実験結果	16
4.4.	考察	18
第5章	箇条書きによる観察模写実験	19
5.1.	実験の目的と概要	19
5.2.	実験結果	20
5.3.	考察	23
第6章	画像分割言語化手法	25
6.1.	手法の提案	25
第7章	画像分割言語化手法を用いた実験	27
7.1.	実験設計	27
7.2.	実験手順	27
7.3.	実験結果	29
7.4.	考察	33
第8章	画像分割言語化手法を搭載した支援システム	36
8.1.	システムの仕様	36
第9章	観察支援システムを用いた模写実験	39
9.1.	実験設計	39
9.2.	実験手順	39

9.3.	実験結果.....	40
9.4.	考察.....	45
第10章	総合考察.....	47
10.1.	考察.....	47
10.2.	今後の展望.....	48
第11章	まとめ.....	49

第1章 はじめに

1.1. イラスト制作の現状

液晶タブレットや高解像度ディスプレイなどのデジタルイラストの制作環境が普及したことや制作したイラストを共有する SNS でのコミュニティの発展, また練習法などの共有により, イラストに独学で挑戦する人が増えている. イラスト投稿型 SNS である pixiv は 2021 年 7 月時点でユーザ登録者数が 7000 万人を超え, イラストや漫画が数多く投稿されている [1]. また, Twitter においては, プロのイラストレータなどの熟練者による作品だけでなく, 一般人によって制作されたイラストが多くの人に評価され, 拡散される様子が見られる. さらに, SNS や動画サイトで, イラストの描き方やペイントツールの使い方などに関する情報が多く共有され, 専門学校や美術教室に通わずとも, 独学で手軽にイラスト制作ができる環境が普及している. しかし, 学習環境が充実したとはいえ, 初心者が一人だけで自身の思い通りにイラストを描けるようになることは難しい. 初心者が自分自身で, 現実の物体や作画資料に即した違和感のないイラストを描けるようになるためには, 試行錯誤を繰り返して練習しなければならない.

1.2. イラスト制作初心者の問題

ここで, 反復練習の一つの方法として, 模写という描画対象をそのまま描き写す手法があり, 専門学校や美術教室でも広く用いられている. この方法は一般的なものであり, 多くのイラスト制作者も練習として用いている. これらの練習法が用いられる理由は, イラスト描画を行う際に観察することが重要であり, そのまま描きうつして絵と見本を比較することで制作者自身の目にも観察の精度がわかりやすく, また手軽に行うことができるからである. このような描画対象をそのまま描き写すイラスト描画で違和感のない作品を仕上げるためには, 描画技術も大きく関係するが, 見本を十分に観察することが必要である.

しかし, 初心者はイラストを描く際に描画することを意識しすぎてしまい, 描画対象の観察をおろそかにしてしまうといった問題がある. その結果, 見本の特徴を十分に表現できずに, 描画対象と大きく離れた絵になってしまうことも多い. 自身の絵の違和感に気づいても, それがどの部分から来るものなのか分からなければ, それを修正して自身の絵を描画対象に近づけることはできない. また, 観察をすることが難しいといった問題も存在する. 描画対象をただ見るだけではその特徴を得に落とし込むことは難しい. そのため, イラストにおける観察を十分に行うためには練習を積む必要がある.

これらの問題を解決するためには, 初心者に対して, 描画対象と自身の絵を十分に観察, 比較させることで, 観察対象の特徴, 自身の絵の修正点への気づきを促すことが必要である. 一方で, 初心者に観察を指示したとしても, 観察して頭の中で考えているだけでは十分な観察に至らないことも多い.

1.3. 研究目的

1.2 節で取り上げた問題を解決するために、本研究では一人で十分に観察を行うことが難しいイラスト制作初心者に対して観察を促すことを目指す。描画に関してはスキルも大きく関わってくると考えられるため、本研究では観察を十分に行わせることのみに着眼して支援を行う。

ここで、Suwa ら[38]は、自分の動作の感覚や意識を言葉にする試行が、身体的な経験を獲得するのに有効であるというメタ認知的言語化理論を提唱し、様々な研究によりこの理論を実証している。

そこで著者は、観察を促す方法として気づきの言語化に着目した。ただ観察させるのではなく、観察したことを言葉にして表出させることで、その観察が明確化され模写を行う際に有効に働くと考えた。そこで本研究では、観察対象の特徴の言語化をさせる手法を提案し、初心者が一人で観察を十分に行うことができるよう、観察支援システムの実現を目指す。

1.4. 本稿の構成

本稿は、本章を含む全 11 章から構成される。まず本章でイラスト制作初心者の問題点について述べた。これ以降、2 章では、既存のイラスト制作支援とその問題点について述べ、本研究の位置づけを明確にする。3 章では、言語化手法を提案し、4 章では見本の書き込みによる模写実験、5 章では箇条書きによる模写実験の結果に基づいて言語化手法の有効性について述べる。6 章では、3 章の実験結果をもとに言語化手法を改善し、言語化をより具体的にするための画像分割言語化手法を提案する。7 章で模写実験において画像分割言語化手法を用いる条件と用いていない条件で比較し、画像分割言語化手法の有効性について述べる。8 章では、実際に初心者の支援を行うために画像分割言語化手法を搭載したシステムを提案した。9 章では模写実験においてシステムを用いる条件と用いていない条件を比較し、観察支援システムの有効性について述べる。10 章で本研究の総合考察を行う。11 章で本稿のまとめを行う。

第2章 関連研究

2.1. 描画支援の研究

コンピュータが模写やスケッチ、デッサンの制作を支援する研究は多数あり、描画中にガイドやアドバイスを提示するものは多い。

ガイドによりイラスト描画を支援する手法は様々なものが提案されている。デッサンの支援として、曾我ら[2]は、デッサン画の描画中に描画領域に依存した情報やアドバイスを提示することで、初心者のデッサン学習の支援を行った。実験において、システムによって出されたいくつかの修正指摘箇所が修正されており、モチーフを見るようになったことを明らかにしている。Williford ら[3]は、写真を影の濃さで分割し、それぞれのステップでペンの持ち方や傾き、筆圧のガイドを提示することで、未経験者のトレスによる描画を支援している。Hennessey ら[4]はスケッチの支援として、3D オブジェクトのチュートリアルを自動生成するシステムを提案している。既存のチュートリアルと提案手法を比較したところ、提案手法において比率や相対的なパーツ配置がより正確になることを明らかにしている。Dixon ら[5]は人の顔写真の認識を行い、輪郭線をガイドとして提示することで、スケッチの支援を行っている。Lee らはユーザがイラストを描画している際のストローク群から、ユーザが何を描こうとしているのかを推定し、影のような形でガイドを提示する ShadowDraw[6]を提案しており、イラスト描画に有効であることを明らかにしている。Fernquist ら[8]は、模写描画のチュートリアルを、線画や色塗りといったステップごとに提示するシステムを提案し、ガイド時のほうがバランスの整った模写ができることを明らかにしている。Xie ら[9]は、描画対象とするポートレート写真に対して、線画の抽出やグレースケール化を行い、影や輪郭を推定して容易に白黒のイラスト描画を行うことができるシステムを提案している。このシステムはユーザの自身で絵を描いているという感覚、達成感を損なわないように設計されており、ユーザテストにより、より良いイラストを制作できること、創造性を損なを無いことを明らかにしている。

イラスト描画者のストロークを変化させることでイラスト制作を容易にする研究がある。Matsui らは、イラスト描画中のものを推定し、候補として提示するとともに、その部分をイラスト描画中のものに融合率を変えつつ転写可能とする DrawFromDrawings[7]を提案しており、このシステムを用いることでスケッチの構成を素早く完成させることができる。Simo-Serra は、ラフスケッチと線画を用いて機械学習を行い、ユーザ編集をシミュレートすることで対話的にラフスケッチのペン入れができる Smart Inker[10]を提案し、実際にユーザの線画制作が容易になったことを明らかにしている。Niino ら[11]は、ストロークを平均化することで綺麗な線画を作成する研究を行っている。実験により、線画の向きは制限されるが、綺麗な線画を簡単に制作できることを明らかにしている。Kubota ら[12]は同様に、手本と自

身の線を平均化し、初心者の作画技術の向上を支援している。システムを用いることにより、初心者が描画技術を身に着けることが可能であることを明らかにしている。

このように、イラスト練習に対して効果的な支援を行うための研究が盛んである。しかし、こうした手法はそのガイドや候補によってイラスト描画が誘導されてしまうという問題もある。ユーザがイラストを上達させる練習をする際にこうしたガイドに誘導されすぎてしまうと、ユーザ自身で考えずに描いてしまい、あまり練習効果が得られない可能性がある。また、描画したものを変形することで綺麗な描画をサポートするアプローチがあるが、イラスト描画における観察においては自身で描画対象の特徴に気づき、認知したうえで観察を描画に活かすため、自分で気づかせることが重要であると考えた。本研究ではこうした研究を参考にしながら、ユーザがより観察から得た気づきに対して焦点を当て、最大限練習効果を得られるように、ユーザ自身が主体的に観察できる支援を行う。

作画後にミスを感じさせる研究として、高橋ら[14]はユーザがオリジナルのイラストを作画した後に、線画内の閉領域をパーツとして推定し、部分的にイラストを遮蔽することによって、ユーザ自身のイラストのバランスの崩れや描き忘れといった作者が意図していない表現への気づきを促すシステムを提案している。実験により、既存手法では認識できなかった作画ミスが発見されたことからシステムの有用性を明らかにしている。松田ら[15]は、学習者の鉛筆デッサン画像に含まれる写実誤りを顕在化した三次元モデルを構築することで、初心者が自己のデッサンのミスに気づきやすくする誤り顕在化ツールを実装している。システムを用いてまた、川連ら[16]は、人物画中の人物の姿勢を Deep Learning を用いて推定し、3D モデルで表示することによって初心者が自身のデッサンの整合性を確認できるシステムを提案している。川連らはこのシステムを用いることでイラスト描画の観察を学習するコストを抑えることができると述べている。また山田ら[17]は、特徴量抽出を用いることで人物キャラクターの模写における絵の評価を行っている。アニメのキャラを描き写す実験により、システムを用いることで見本とのずれを改善することができている。

これらの研究では作画後にミスに対する気づきを促すものが多い。作画後ではなく、観察中に気づきを促すことで、自身で描画している部分が少ないため、描画に反映させることが容易になる。また視覚的なアプローチのみで、言葉によるガイドが全くないものでは、例えば「人の顔」を観察する場合に顔の上部だけが提示されるガイドがあった場合に、目については細かく観察するが、相対関係については観察されないといったユーザに対して観察させたい場所がユーザに伝わらない問題が生じる。その結果ユーザが意識していない、注意が向いていない部分について深く観察されない可能性がある。

本研究ではユーザの主体性は尊重しつつ、初心者でもわかりやすい言語的なアプローチで観察すべき場所をピンポイントで指定して気づきを促し、作画後ではなく観察中に描画対象に関する気づきを促して、描画対象をより観察して描けるような支援を目指す。

2.2. 絵を描く際の観察に関する研究

イラスト描画の一般的な練習方法として、デッサンや模写などが挙げられる。これらの練習法は、初心者がイラスト描画における観察を学ぶうえでとても有効な手法である。ここで、デッサンの制作プロセスを可視化する研究として、安井[18]はデッサンから得られる学びや効果を分析するために、プロトコル分析を用い、描画フローチャートのモデル化を行っている。このモデルによると、描画対象と自身の描いたデッサン画の比較を行う際、自身の描いたデッサン画に問題があるかという問題発見の分岐、またどう修正するために観察、もしくは身体動作イメージの生成どちらのフェーズに戻るかという状況判断の分岐が存在することがわかっている。これらのフェーズが生じた際、問題発見のフェーズに移行した段階で観察のフェーズに立ち戻り、描画対象とイラストの間に生じる差異を発見し、その差異を解決する方法を思いつくことが、思い通りにイラストを仕上げるために必要であると考えられる。自身のイラストに問題を抱えたままイラスト描画を行うと、その問題が後々大きな差異となり、修正が困難になってしまうことがある。

Cohen ら[19]は、写実デッサンにおけるミスの発生要因を「作画対象物の誤認」、「描画の誤認」、「運動能力」、「具象的意思決定」の4段階に定義し、特に「作画対象物の誤認」が写実デッサンにおけるミスの中心にあると考えた。この物体の誤認識に関しては、物体に対する知識由来の誤認を抑制して正確な知覚を得ることを重視するボトムアップ型の考え方と、知識を活用して描写に重要な情報を選択することを重視するトップダウン型の考え方の2つの理論が提案されている。この物体に対する知識はスキーマとよばれ、Bartlett[20]のスキーマ理論まで遡る。

こうしたスキーマが描画行動に及ぼす負の効果は多く報告されている。ボトムアップ型の考えとして、Ruskin のイノセントアイ仮説[21]があげられる。これは物体認識能力やスキーマが正確な描画を妨げると主張したものであり、この仮説をもとに、Edwards[22]は人の顔を上下逆にしたうえでデッサンすることで、高次の視覚知識からの干渉を減らし、描画の幾何学的な側面に集中できる、といった練習法を編み出している。Carmichael ら[23]やRosielle ら[24]は、幾何学図形を見せる実験で上級者と初級者を比較することにより、上級者のイラストがスキーマからバイアスを受けることを明らかにしている。Glazek ら[25]の上級者と初級者の描画時の眼球運動を比較する実験結果では、非芸術家が見慣れた物体を描く際に芸術家よりもスキーマの影響を受けていることを示している。また、Matthews ら[26]は、アーティストの内部的な視覚表現、イメージがデッサンの不正確さの原因になっていると主張している。Carbon ら[27]は、非芸術家が頻繁に顔の目を頭の上の方に描きすぎてしまう原因を、顔が平たい箱形として構想されているためと結論付けた。

このようなスキーマによるネガティブな影響を明らかにした研究がある一方で、知識が描画行動に及ぼすポジティブな効果を検証した研究も多く存在する。Gombrich[28]は古くから提唱されているトップダウン型の考えに基づき、描かれている物体の構造に関する知識

と理解がより重要であると主張した。この理論は Tchalenko[29]や Kozbelt ら[30]の実験結果においても支持され、対象物への知識をもった専門家は初心者よりも優れた描画をできることが分かっている。また、Edwards[22]らが主張している上下反転手法の有用性を調査した研究は多く、Day ら[31]は直立した描画が反転した描画よりも正確であることを示した。

ここで、Ostrofsky ら[32]は、実験によってボトムアップとトップダウンの両方の要因が正確さを引き出す可能性を示唆している。Chamberlain ら[33]は以上のような描画精度と作画能力に関する研究を広くまとめている。

これらの研究より、描画時にその対象に関する知識を利用することにおいて、ポジティブ、ネガティブな効果がそれぞれ報告されている。そこで、十分に観察を促し、知識のバイアスを受けないようにしつつ、知識がなければ気づかないような視点に対して気づきを与えるような支援が必要であると考えられる。

ユーザが観察を行いやすく、正確にするための支援はいくつかある。飛鳥ら[13]は、上級者と初心者の目の描画を比較し、初心者の描画がどの角度の目でも描画が適切でないことを明らかにしている。またキャラクタの目線について視聴者の目線と一致する描き方を支援するために、ホロウマスク錯視を利用して構図に対し適切な視線を持つ目を提示する手法を提案した。寶井ら[34]は、熟練者特有の比例法の使い方を、初心者に伝達する学習支援システムを構築している。このシステムを用いた実験により、熟練者の視線の傾向や、初心者に比べて熟練者のほうが1箇所だけでなく広い範囲を見ていることを明らかにしている。Iarussi ら[35]は、写真の被写体の概形や骨格情報、その対象に合わせたグリッド線を提示することで模写の支援を行っている。このシステムを用いることにより、このシステムのガイダンス、また修正フィードバックは初心者が描画する際に役立つことを明らかにしている。

これらの研究は視覚的なアプローチを用いているが、本研究では初心者が扱いやすいと考えられる言語情報に着目し支援を行う。

初心者と熟練者のデッサン時における視線の違いを分析した研究として、広川ら[36]は、スケッチ描画時の視線情報に着目し、熟練者のみスケッチ対象によっては注視時間が短くなることを明らかにしている。また大西ら[37]は注視点計測によって上手な人の描画視線率が大きく、視線移動回数が多いという結果から、似顔絵の上手な人は対象モデルを全体的にとらえていることや、相対位置関係を模写の要領で少しずつ修正しながら描くことを明らかにしている。

観察行為を分析する手法として視線を用いることは有効だと考えられる。そこで本研究ではこれらの研究を参考にして視線の分析を行う。

2.3. 言語化に関する研究

ボールを速く投げるコツというような言葉にできない身体的な知識のことは身体知、同様に経験的に使っている知識だが簡単に言葉で説明できないことは暗黙知と呼ばれており、これらはそれぞれ言語化することが難しく、学習や習得に時間がかかる知識である。これら

を支援する研究として Suwa らは、自分がどのような体感や意識で動作を行っているのかを言葉にする試行が、身体知を獲得する為のツールとして有効であるというメタ認知的言語化理論[38]を提唱している。この理論に基づく身体知獲得の創造支援や、この理論に基づいた様々な実践研究が行われ、学習者の技の熟達を促進することが報告されている。ポーリングの熟達をする際、身体と環境に関してメタ認知的に言語化しながら行い、そのスコアの変遷を分析することで言語化の内容が細部から全体に対して移行した際に熟達が促されることが明らかになっている[39]。スノーボードのケーススタディでは、習熟度と言語化の量に相関があることを明らかにしている[40]。身体的な動作だけでなく、歌や絵画といった芸術に対しても言語化を用いた分析がされており、曲の感動的側面、技術的側面をメタ記述することで曲の解釈、部分の意味づけをする能力を向上させることを歌データから明らかにしている[41]。また絵画や実世界の中空空間の意味を考察させる課題において、構成的知覚能力というある特徴に反応し、概念的意味付けを行う力を向上させる育成プログラムを受けた群が意味づけや解釈を行いやすくなることを明らかにしている[42]。前野ら[43]は、自分のアートの好みという本来は可視化できない抽象的なものを視覚化、言語化させることで、芸術の学習者がそのタスクについて新たな発見や考察を促す手法を実現している。本研究は言語化を行うことによる身体知と暗黙知の獲得や、技能の学習効果に着目し、模写における観察の支援を行うものである。

第3章 言語化手法

3.1. 手法の提案

模写において、自身の絵をより描画対象に近づけるためには、観察によって違和感に気づき、問題点を発見することが必要である。また関連研究で触れたとおり、画面上でのサポートを行う多くの研究があるが、本研究では、画面上で随時サポートするのではなく、模写を行う前にユーザの頭の中で描画対象を解釈させ、観察を促し、問題点を見つけさせる支援手法を目指す。しかし、ユーザに観察を行うように指示をしたとしても、自身の頭の中で考えているだけでは観察した気になってしまい、十分な観察につながらない。そのため、既存手法にはない十分な観察を促す手法が必要であると考えられる。

ここで、本研究では問題点を発見させる手法として、言語化に着目した。前野[43]は、アートの好みという可視化できないものを視覚化、言語化させることで、学習者がそのタスクについて新たな発見や考察を促す手法を実現している。これをイラスト制作時の観察行為に応用することで、観察時の気づきを増やし、気づいたことに意識を向けさせる。それにより、ユーザが描画対象について、より物体について把握するための考察をしながら観察するようになると考えた。

そこで、観察対象の特徴を言語化させるという手法を提案する。例えばリンゴについて観察する際は「右上の部分は赤黒くなっている」、「へたが全体の6分の1くらいの大きさ」というように一つ一つ気づいたことを言語化する。

3章では、見本への書き込みによる観察模写実験と、箇条書きによる観察模写実験を実施した結果について述べ、言語化するという手法の観察可能性について検討を行う。

第4章 見本への書き込みによる観察模写実験

4.1. 実験の目的と概要

イラスト初心者の観察時の気づきや注意を調査し、気づいたことを言語化させることによって違和感に気づくようになるか、また得られる気づきの箇所や具体性が変化するかを検証する実験を実施する。ここでは特に、描画対象に対して直接的に指示するような形で観察させ、模写に取り組んでもらう。具体的には、紙に描画対象の画像を印刷し、デジタルイラスト未経験者を対象として、その画像の模写を行ってもらう。なお、実験では観察結果をイラストに書き込む条件(言語化あり条件)と、書き込みを行わない条件(言語化なし条件)を用意し、模写を行ってもらう。実験協力者には、2つの条件を模写対象に応じて切り替え、1日に1つの対象について、2日間にわたって実験に取り組んでもらった。またその後、実験協力者には観察や自身の描画に関するアンケート調査に回答してもらった。

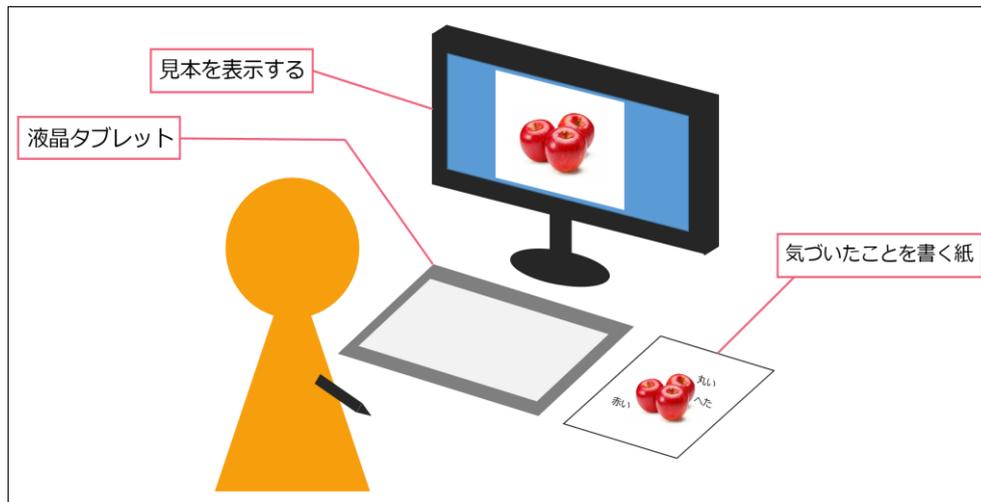


図1 実験1の言語化あり条件の様子

4.2. 実験手順

実験タスクは画像の資料を見ながら模写をしてもらうものである（図1）。まず、使用するペイントソフトに関する説明を行い、5分間練習を行ってもらった。使用可能としたツールはGペン、不透明水彩ブラシ、消しゴム、スポイト、レイヤ操作と、Undo、Redo操作である。ツールを制限した理由は、ツールによる差をなくし、分析を行いやすくするためである。

次に、描画対象の画像（図2）を2分間観察してもらった。この際、言語化あり条件の実験協力者には描画対象の画像を印刷した紙（図3、以下、観察用紙とする）を渡し、そこに描画時に観察することで得た気づきを書きながら実験タスクを遂行してもらうように指示を行った。ここで、観察対象は地図と果物の画像とした。地図を選定した理由は、全体を見たときの形と、部分を見たときの細かい地形が、深い観察をしないと見落とししやすいポイントとなり、観察を十分にしているか検証しやすいと考えたためである。また果物を選定した理由は、滑らかな円形の輪郭で、一見単純な輪郭だと思いがちであることや、全体のベースの色が鮮やかでほとんど1色であるように見えるなど、比較的簡単な題材のため、観察に意識が向きづらい対象であるのではないかと考えたためである。この地図と果物を、それぞれ別の日に1つずつ描いてもらった。地図は輪郭のみ、果物は輪郭と色塗りを含めた模写をするように指示した。また、描き終わった直後にアンケートを行った。この際、言語化なし条件の実験協力者に観察用紙を渡し、観察時、描画時の気づきを書いてもらった。なお、観察用紙への記入をしてもらうか、してもらわないかについては、順序効果を考慮して実験協力者によってランダムになるようにした。

実験は、情報系の大学に通う 21, 22 歳の大学生 4 名を対象にして行った。デバイスは液晶ペンタブレットの Wacom MobileStudio Pro 16[50]を用い、制作ツールは ClipStudio Paint Pro[51]を使用した。

またアンケートでは、以下の項目について調査した。

- (Q1-1) 観察時に気を付けたこと
- (Q1-2) 特に気を付けて描いたこと
- (Q1-3) どこを表現しようとしたか
- (Q1-4) 難しかったこと
- (Q1-5) 自由欄, コメント

ここで Q1-1 は、ユーザ自身が注視したと思っている場所、Q1-2 は描画時に意識したこと、Q1-3 は描画時に特に表現しようとした特徴、Q1-4 は描画技術、時間などが足りず、表現しきれなかった部分を調査するために質問した。

その後、数日空けて自身の絵と模写対象の絵を見せて実験後アンケートを行った。アンケートは以下の項目で調査した。

- (Q2-1) 絵の出来栄えにどれくらい満足しているか
- (Q2-2) 模写としてどれくらいうまく描けたか
- (Q2-3) 対象と自分の絵を比較して、どれくらい似ているか
- (Q2-4) 似ている部分はどこか
- (Q2-5) 違和感があるか
- (Q2-6) どこに違和感があるか
- (Q2-7) 直すとしたらどこをどのように直すか

Q2-1~Q2-3 は 1~7 までの 7 段階のリッカート尺度、Q2-5 は 2 択、それ以外は自由記述式で回答してもらった。

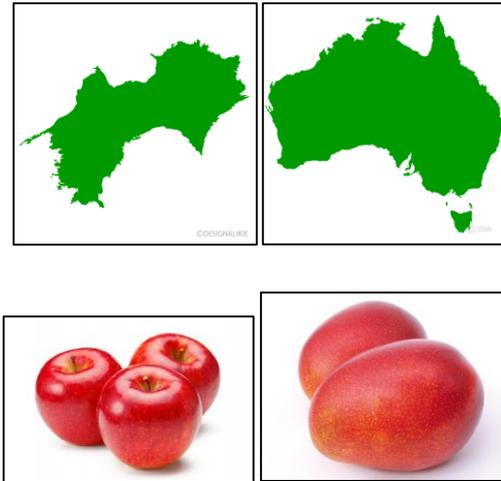


図2 実験1の描画対象[49]

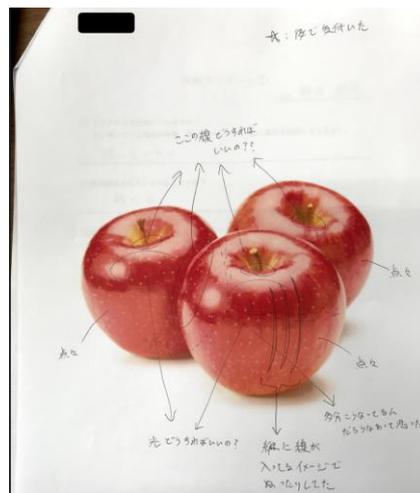


図3 言語化あり条件の用紙

4.3. 実験結果

実験で描いてもらったイラストを図4に示す。まず、主観的に自身の模写について評価について述べる。

ユーザが自身の絵にどれくらい満足しているかについて、事後アンケートのQ2-1の結果を表1に示す。地図の模写における評価の平均値が、言語化なし条件で5.00、言語化あり条件で5.50であった。果物の模写における評価の平均値が、言語化なし条件で3.75、言語化あり条件で5.00であった。これらの結果にはそれぞれ有意差はなかった。

模写としてイラストがどれくらい満足したかについて、事後アンケートQ2-2の結果を表2に示す。地図の模写における評価の平均値が、言語化なし条件で4.75、言語化あり条件で

5.00 であった。果物の模写における評価の平均値が、言語化なし条件で 3.50、言語化あり条件で 4.50 であった。これらの結果にはそれぞれ有意差はなかった。

画像と自身の模写がどれくらい似ているかについて、事後アンケート Q2-3 の結果を表 3 に示す。地図の模写における評価の平均値が、言語化なし条件で 4.75、言語化あり条件で 5.55 であった。果物の模写における評価の平均値が、言語化なし条件で 3.75、言語化あり条件で 4.75 であった。これらの結果にはそれぞれ有意差はなかった。

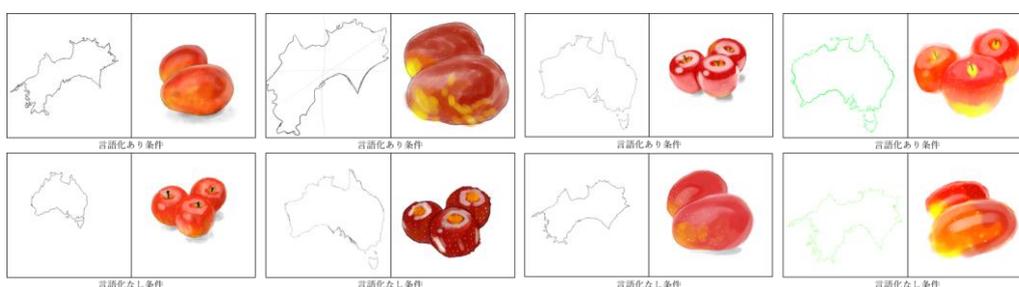


図4 実験1 協力者の模写（左から協力者 A～D）

表1 自身の絵にどれくらい満足しているか

描画対象	地図		果物	
	言語化なし	言語化あり	言語化なし	言語化あり
A	5	7	5	6
B	6	3	2	7
C	5	7	6	5
D	4	5	2	2
平均	5.00	5.50	3.75	5.00

表2 自身の模写はどれくらいうまく描けたか

描画対象	地図		果物	
	言語化なし	言語化あり	言語化なし	言語化あり
A	6	6	5	6
B	3	3	1	6
C	5	6	6	4
D	5	5	2	2
平均	4.75	5.00	3.50	4.50

表3 描画対象と自分の絵がどれくらい似ているか

描画対象	地図		果物	
	言語化なし	言語化あり	言語化なし	言語化あり
A	5	6	5	6
B	6	5	2	6
C	5	6	5	4
D	3	5	3	3
平均	4.75	5.50	3.75	4.75

4.4. 考察

表1～3の結果から、イラスト制作がより成功に近づいたと主観的に満足感を若干得られていた。しかし、有意差は出ておらず、言語化が有効であったとは言い切れない。原因として、今回の描画対象である地図や果物を見るべき特徴が少なかったことが考えられる。そのため差が出づらくなってしまったと考えられるため、より複雑なもので検証を行う必要がある。今回は、見本に直接記述させることで、特徴を描きださせやすくしたが、この手法ではユーザが位置関係の情報を記述する必要がなく、位置に関する観察を効果的に促すことができないと考えられる。また、紙に観察対象の特徴を図示し易いため、言語化の効果が正確に検証できないと考えた。そこで以降の実験では、見本に直接記述させるのではなく、箇条書きで書かせることで検証を行う。

第5章 箇条書きによる観察模写実験

5.1. 実験の目的と概要

見本への書き込みによる観察模写実験では、その模写対象があまり複雑ではなかったため、十分な差が出なかった。そこで本実験では、複雑かつ立体的なものを観察対象として図5に示す女性の顔を対象とした。これは、人間の顔は立体がいくつも組み合わさっているもので、髪の毛の流れや目や鼻といったパーツの形状など、表現すべき点が多いため選定した。

そして、3.2.4 項でも述べたように見本に直接記述させる手法では、描画対象の位置に関する観察を効果的に促すことができないと考えられる。また、図示し易いため、言語化の効果が正確に検証できないと考えた。そこで以降の実験では、見本に直接記述させるのではなく、白紙に箇条書きで書かせることで検証を行う。なお、2分間では時間が短く、十分に描画対象の特徴を捉えられないと考えたため、対象を観察する時間を2分から5分に増やした。そして、描画時間に55分の制限を設け、30分、45分、50分で実験協力者に声をかけた。実験は情報系大学に通うイラスト未経験者の大学生11名を対象に行った。これら以外の手順や用いるツールは先述の実験と同様である。

そして、観察から得られた気づきを反映できているか評価するため、実験協力者のアンケートの結果から絵の評価基準を決定し、実験協力者自身の気づきが絵として表現できているか著者が評価した。評価基準を表4に示す。描画対象ごとに基準を40項目ずつ用意し、項目ごとに描画対象とユーザの描いた絵の特徴がほとんど同じである場合は1点、描画対象とユーザの描いた絵の特徴が明らかに違う場合は0点として評価した。



図5 模写実験の描画対象（左から(ア)、(イ)とする）[54]

表4 客観評価基準（左から(ア), (イ)に対する評価基準)

バランス	
各パーツ（前髪、縛った髪、眉毛、目、鼻、口、耳、顔の輪郭）の大きさが適切か（8項目）	各パーツ（左髪、右髪、眉毛、目、鼻、口、ほうれい線、顔の輪郭）の大きさが適切か（8項目）
各パーツ（前髪、縛った髪、眉毛、目、鼻、口、耳）の位置が適切か（7項目）	各パーツ（前髪、縛った髪、眉毛、目、鼻、口、ほうれい線）の位置が適切か（7項目）
顔の向き、目線	
形、特徴	
顔の輪郭の形状が適切か	
つむじの位置は適切か	髪の毛の生え際の位置は適切か
各パーツ（眉毛、目元、アイライン、まつ毛、鼻、口元、歯、舌、耳、前髪、縛った髪）の形状は適切か（11項目）	各パーツ（眉毛、目元、アイライン、まつ毛、鼻、口元、歯、舌、ほうれい線、左髪、右髪）の形状は適切か（11項目）
色	
前髪の光の当たり方	左髪の光の当たり方
縛っている髪の毛の流れ	髪の毛の流れ
各パーツ（肌、眉毛、瞳、チーク、鼻、リップ、歯と舌、ほほとあご、髪）の色は適切か（10項目）	各パーツ（肌、眉毛、瞳、鼻、リップ、歯と舌、ほうれい線、おでことほほとあご、髪）の色は適切か（10項目）

5.2. 実験結果

図6は言語化あり条件における模写の結果である。この結果より、言語化をすることで、色使いが増えており、全体や各パーツのバランスが整っていることがわかる。

表5に、実験後アンケートの結果を示す。Q1にある、絵の出来栄えにどれくらい満足しているかについての評価の平均値が、言語化なし条件で1.82、言語化あり条件で2.73であり、有意差があった ($p < 0.05$)。また、Q2にある模写としてイラストがどれくらいうまく描けたかについて、評価の平均値が、言語化なし条件で1.91、言語化あり条件で2.64であり、この両者間には有意差はなかった。また、Q3にある画像と自身の模写がどれくらい似ているかについて、評価の平均値が、言語化なし条件で2.00、言語化あり条件で2.91であり、両者間に有意差はなかった。

以上の結果より、ユーザは箇条書きであっても、自身の満足のいく絵を描けるようになる可能性があることが明らかになった。

次に、著者が客観的に実験協力者の模写について評価した結果を述べる。客観評価の点数を図 7 に示す。まず、描画対象ごとに比較すると、実験協力者ごとに点数にばらつきがあり、人によって観察したことを絵に反映できる度合いが異なる。そして、実験協力者ごとに比較すると、言語化あり条件での模写が、言語化なし条件での模写よりも点数が高かったのは 11 名中 5 名であった。このことから、今回の手法で適切な観察が十分に促せていない、または観察したことを十分に絵に反映できていないことがわかった。

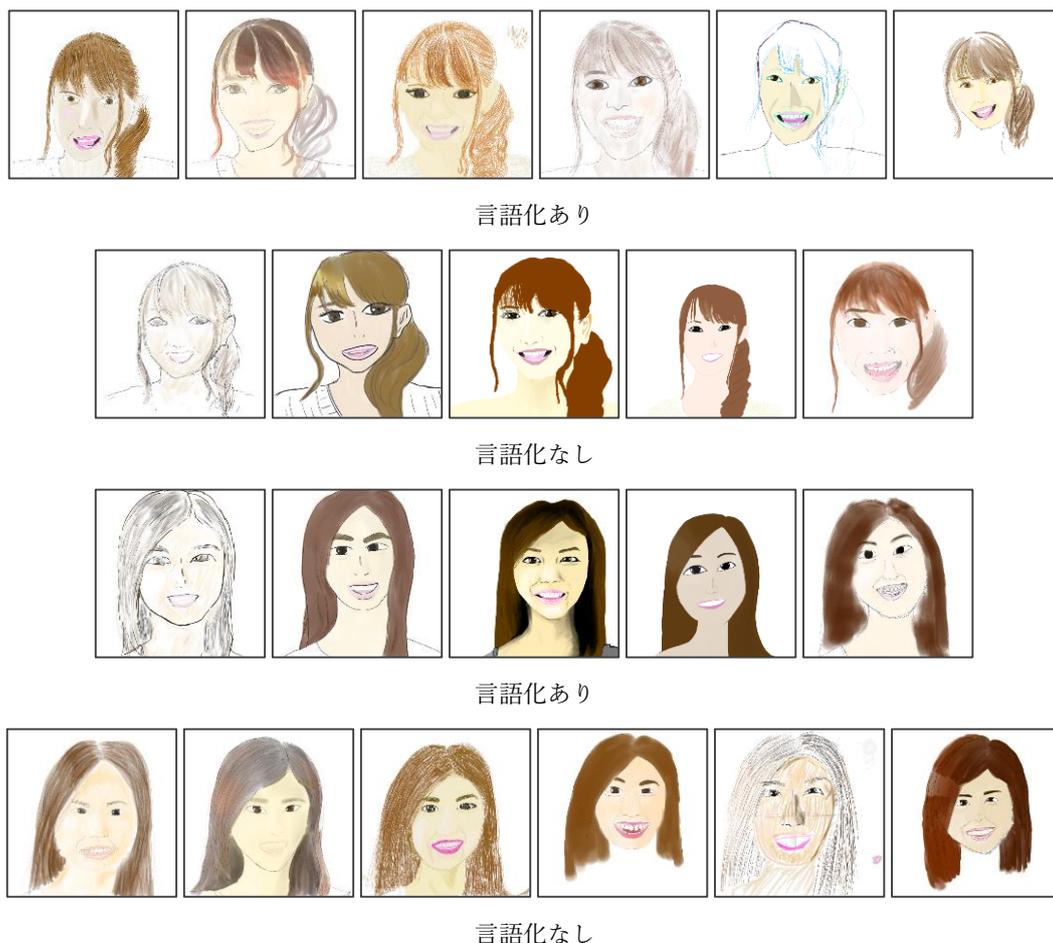


図 6 実験協力者による描画対象(ア), (イ)の模写

表5 箇条書きによる観察模写実験におけるユーザ自身の評価

質問	Q1.自身の絵にどれくらい満足しているか		Q2.自身の模写はどれくらいうまく描けたか		Q3.描画対象と自分の絵がどれくらい似ているか	
	言語化なし	言語化あり	言語化なし	言語化あり	言語化なし	言語化あり
A	2	2	2	3	3	3
B	2	3	3	4	2	3
C	2	2	2	2	2	2
D	2	3	2	3	2	3
E	1	1	2	1	2	1
F	1	1	1	1	1	1
G	3	2	2	2	2	1
H	1	3	2	1	2	5
I	2	3	1	4	1	5
J	3	4	3	3	3	3
K	1	6	1	5	2	5
平均	1.82	2.73	1.91	2.64	2.00	2.91

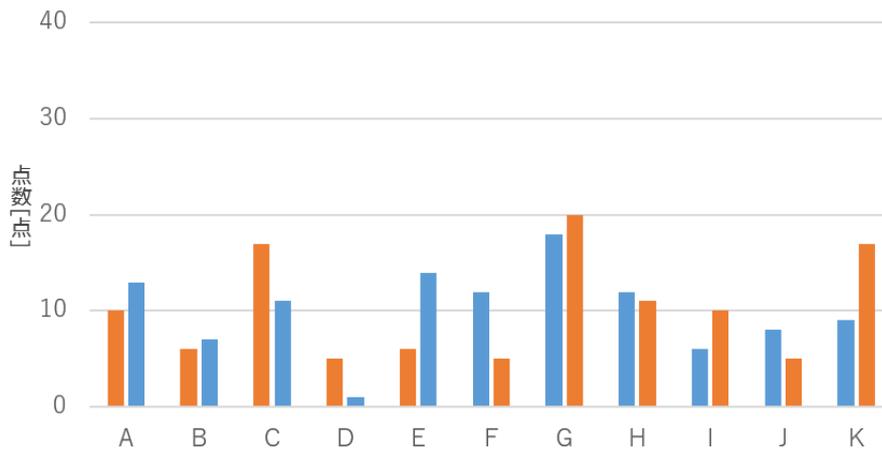


図7 模写に対する客観評価

(オレンジが言語化あり, 青は言語化なし, それぞれ左から(ア), (イ)の模写に対する評価)

5.3. 考察

2つの実験の主観評価の結果より、ユーザが観察や描画の最中に言語化し、観察を促すことで主観的に見て満足いく絵に仕上げることができたと考えられる。

また、描いてもらった絵の分析から、観察や模写の最中に言語化を行うことで、細部の特徴によく注目して表現される傾向が明らかになった。

まず、描画対象ごとに言語化の条件で比較した分析について述べる。図8に、言語化あり条件において絵の特徴が大きく異なっていた部分の例を示す。描画対象（ア）について、口元の黒くなっている空間を描画していたのは、言語化あり条件で5名、言語化なし条件で3名だった。また、まつ毛をしっかりと描画していたのは言語化あり条件で5名、言語化なし条件で2名だった。そして、縛った髪の毛の流れを、ただ巻いているように表現するのではなく、上半分は縦、下半分は横にといったようによく観察して表現できていたのは言語化あり条件で3名、言語化なし条件で1名であった。次に、描画対象（イ）について、描画対象の通りに左目を大きめに、右目を少し小さく左目よりも上に描いていたのは、言語化あり条件で5名、言語化なし条件で3名であった。また、左の髪の毛の影についてしっかりと描画できていたのは、言語化あり条件で2名、言語化なし条件で1名であった。

次に実験協力者ごとに比較した結果について述べる。図9に言語化あり条件において絵の特徴が大きく異なっていた実験協力者の例を示す。実験協力者Kは、言語化あり条件で、口元の空間の描き込みや、髪の毛の流れが細かく表現されている。また、実験協力者Cは言語化あり条件で、髪の毛の生え際やリップなどの陰影の表現が顕著になっている。このように、人によって差はあるものの、細部への書き込みが増え、深い表現をしている実験協力者が多く見られた。このことから、言語化あり条件において細部の特徴に対しての観察が促され、実験協力者がより意識して表現したのではないかと考えられる。また、細部に関する言語化は多かったが、パーツ全体に関して大きさや位置といった相対関係の言語化は少なかった。またパーツの大きさや位置について言語化していても例えば「目が大きい」、「鼻が高い」、「眉毛が離れている」といったあいまいな表現が多く見られた。このことから、詳細な部分については一人で観察することで言語化できるが、パーツの相対関係については注意が向かなかつたり、深く観察できなかつたりする可能性がある。

一方、表5の自身の模写はどれくらいうまく描けたか、描画対象と自分の絵がどれくらい似せることができたかについて有意差は認められず、十分な差とは言えないことや、客観評価の点数が人によって大きなばらつきがあることから、初心者自身の気づきを言語化させるだけでは観察を十分に行えず、表現に活かしきれていないのではと考えられる。

ここで、非言語情報を言語化することで、その情報の誤認が起りやすくなるという言語隠蔽効果が存在する。言語隠蔽効果については様々な研究報告がなされている。Hatanoら[44]は人間の記憶処理について言語処理過程と画像処理過程があり、その2つの処理過程が干渉しようという記録干渉仮説を実験により検証し、その仮説を立証することで言語隠蔽

効果のメカニズムを説明している。Brown ら[45]は 12 枚の顔写真を見せ、その顔について説明させたうえで思い出させる記憶テストを行い、断片的な説明をした際に言語隠蔽効果が表れることを明らかにしている。Melcher ら[46]は言語隠蔽効果と専門知識の関係を調査するために2つの実験を行い、十分な知覚訓練を行った場合、言語化が役立つ可能性があることを明らかにしている。清河ら[47]は洞察課題を用いて、その過程を実験参加者に言語化させる実験を行った。結果として、具体的で反省的な言語化が洞察課題の解決を促進したことが分かっている。Fiore ら[48]はマークを付けた地図を、実験参加者がそれぞれの記憶に基づき言語化する実験を行い、言語能力が高い参加者は言語隠蔽効果が表れにくいことを明らかにしている。

このように人間が認知をする様々な場面で言語隠蔽効果が報告されている。箇条書きによる観察模写実験において、「目が大きい」、「鼻が高い」といったように曖昧な表現で言語化してしまった実験参加者がいるが、そのように言語化してしまったことで、その言葉の印象に引っ張られて、言語隠蔽効果により観察対象への認知がゆがんでしまった可能性がある。そこで、次章では、言語隠蔽効果を抑制するために改善した手法について述べる。

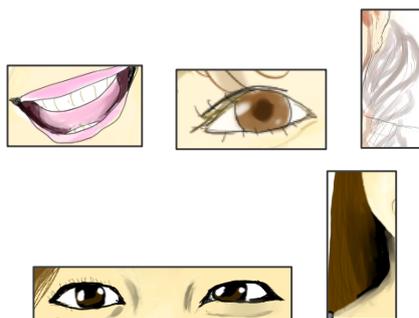


図 8 細部への描きこみ

(左上から、(ア)の口元、まつげ、縛った髪、(イ)の目元、髪の毛の影)



実験協力者 K の模写



実験協力者 C の模写

図 9 細部への描きこみ(左から言語化なし条件、言語化あり条件)

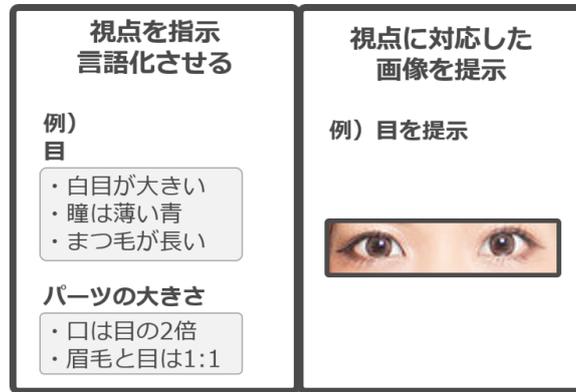
第6章 画像分割言語化手法

6.1. 手法の提案

3章の箇条書きによる観察模写実験において、細部の観察は促すことができたが、模写で完成した絵について評価に差がなかった。この結果に関して考察を行ったところ、言語隠蔽効果によって観察対象への認知のゆがみが生じている可能性があることが示唆された。

ここで、清河ら[47]は具体的な言語化によって洞察問題の解決が促進されることを明らかにしている。Fioreら[48]は言語能力が高い人は言語隠蔽効果が起こりにくいことを明らかにしている。そこで言語化を具体的にすることで言語隠蔽効果が抑制できるのではないかと考えた。3章の箇条書きによる観察模写実験においては曖昧な表現が多くみられており、この表現に認知が引っ張られてしまったことで絵の位置や大きさという相対関係が崩れてしまったと考えられる。言語化を具体的にすることで、正確な情報を取得することができ、言語隠蔽効果を抑制できると考えられる。

そこで、模写の観察時に観察する視点についての指示を行い、それに沿って画像を分割提示する手法を提案する。図10に手法による支援の様子を示す。観察を行う際に、画面の左



観察させる視点によって画像を切り替える

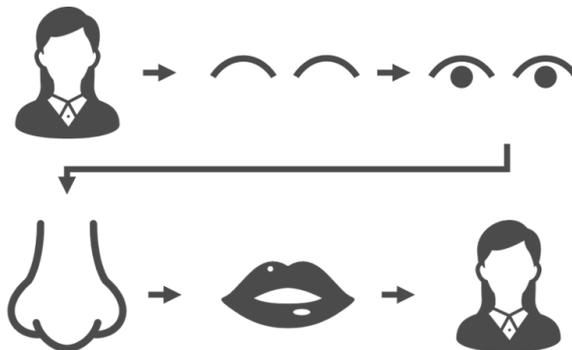


図10 画像の分割表示と言語化による支援

側では観察の視点に関して指示を行い、メモをするためのスペースを設ける。イラスト制作者はこのスペースに箇条書きで描画対象の特徴について言語化を行う。また、画面の右側には指示した視点に応じた画像を提示する。画像は髪や輪郭、パーツの比率など、全体にわたって観察が必要な視点においては画像をそのまま提示し、目や鼻、口などの特定の部分を観察する視点においてはそのパーツのみが映るように分割した画像を提示する。なお視点に関する指示は一定時間ごとに変更し、その指示に沿って提示する画像も切り替える。描画時には観察の視点について特に指示は行わないが、イラスト制作者が気づいたことがあれば言語化を行いながら描画することを想定している。

今回用いる「視点の指示」を行うことで、イラスト制作者に新たな視点を与えることが可能になる。それにより、初心者があまり観察しないといわれている相対関係についても観察を促すことができると期待される。また言語化箇所を絞ることができるため、イラスト制作者が観察対象に対してより具体的な言語化を行えると考えられる。そして、画像を分割することで視覚的な情報を絞ることができる。これにより、イラスト制作者はマクロな視点、ミクロな視点の観察を使い分けることができ、単一パーツの特徴のような詳細情報についてより深く考察できると考えられる。またパーツごとの相対関係のような全体情報についても、指示によりイラスト制作者の注意を相対関係に限定することができるため、十分に意識を向けることができると考えられる。

この章では、この手法によって言語化がより具体的になるか、相対関係について十分に観察を促すことができるかについて、イラスト制作の初心者に模写を行ってもらった実験で検証を行う。また、その際に視線の分析を行うことで、観察の頻度や時間、視点がどの様に変化するかを明らかにする。

第7章 画像分割言語化手法を用いた実験

7.1. 実験設計

実験タスクは図 11 に示す画像の資料を見ながら模写をしてもらうものである。実験は、分割あり条件と分割なし条件の 2 回を各実験協力者に行ってもらった。練習による上達効果を考慮し、それぞれの条件は 2 日に分けて行った。なお、条件については、順序効果を考慮して実験協力者によってランダムになるようにした。実験は、情報系大学に通う 21～23 歳の学生 10 名を対象にして行った。ディスプレイに見本を提示しながら視線データを収集するために視線計測機能を搭載した Alienware17 R4[52]を用い、液晶ペンタブレットは Wacom MobileStudio Pro 13[50]、制作ツールは ClipStudio Paint Pro[51]を使用した。

7.2. 実験手順

次に、実験の手順について述べる。まず、視線計測を行うため、キャリブレーションを行った。この時、ディスプレイと実験協力者の距離は 60cm とした。キャリブレーションの後、使用するペイントソフトに関する説明を行い、5 分間練習を行ってもらった。なお、ツールによる差をなくし条件を統制するため、ツールの使用に制限を設けた。使用可能としたツールは G ペン、不透明水彩ブラシ、消しゴム、スポイト、レイヤ操作と、Undo、Redo 操作である。その他のツールは、表現を大きく変えない範囲で必要に応じて実験監督者が許可した。

次に視線計測を開始し、描画対象の画像を各パーツで切り替えながら 8 分間観察してもらった。ここで、視線のサンプリングレートは 50Hz とした。実験の見本提示画面の様子を図 12 に示す。また観察時と描画時に観察することで得た気づきを画面左半分に表示した



図 11 見本の画像[55]

Scrapbox^{†1}に書きながら実験タスクを遂行するよう指示を行った。なお、描画対象の画像はディスプレイの右半分に最大になるように提示し、画像の提示には PureRef^{†2}を用いた。

観察方法について、分割なし条件の実験協力者には観察について指示は行わなかった。一方、分割あり条件の実験協力者には、髪、輪郭、眉毛、目、鼻、口、パーツの位置、パーツの大きさについて観察を行うように指示を行った。この指示はそれぞれ1分ごとに変更し、それに沿って描画対象全体が映っている画像、特定のパーツのみが映るように切り抜いた画像といったように実験監督者が提示する画像を切り替えた。1分ごとにした理由としては、各画像における観察時間を揃えることで実験の統制をとるためである。

その後、描画には90分の制限時間を設け、30分、50分、70分の実験協力者に対して通知を行った。実験参加者が描画し終えたタイミングで実験を終了した。さらに模写が終わった直後にアンケートを行った。アンケートでは、以下の項目について回答を求めた。

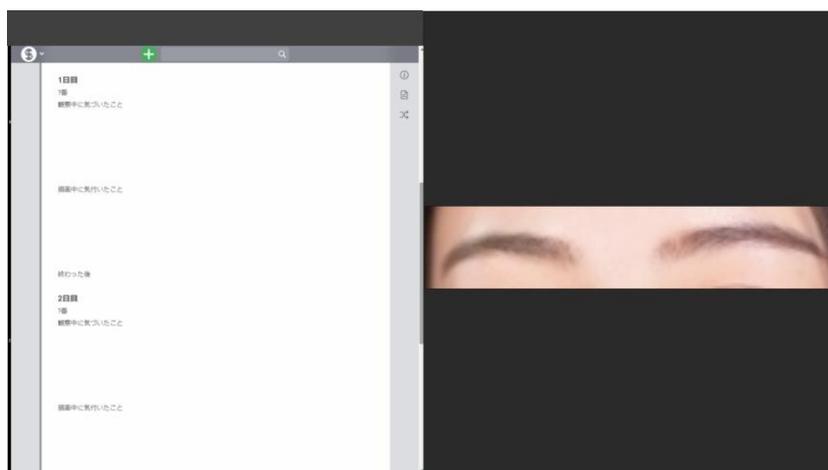


図 12 実験の画面

^{†1} Scrapbox. <https://scrapbox.io/>, (参照 2021-02-16).

^{†2} PureRef. <https://www.pureref.com/>, (参照 2021-02-16).

- (Q1) 観察時に気を付けたこと
- (Q2) 特に気を付けて描いたこと
- (Q3) どこを表現しようとしたか
- (Q4) 難しかったこと
- (Q5) 絵の出来栄えにどれくらい満足しているか
- (Q6) 模写としてどれくらいうまく描けたか
- (Q7) 対象と自分の絵を比較して、どれくらい似ているか
- (Q8) 似ている部分はどこか
- (Q9) 違和感があるか
- (Q10) どこに違和感があるか
- (Q11) 直すとしたらどこをどのように直すか

Q5～Q7 は 1～7 までの 7 段階のリッカート尺度，Q9 は 2 択，それ以外は自由記述式で回答してもらった。

7.3. 実験結果

実験協力者が観察中と描画中に行った言語化について、言語化の内容別の個数の平均を図 13 に、特徴的であった言語化の例を表 6 にそれぞれ示す。

図 13 から、分割なし条件の言語化の内容別の個数の平均は、「髪の色」について 1.7 個、「髪の色」について 1.8 個、「目の形」について 2.7 個であるのに対し、「鼻の形」について 0.4 個、「口の色」について 0.4 個、パーツの大きさについて 0.7 個となっている。このように、多くの実験協力者が「目」、「髪」に偏った内容の言語化をしており、「鼻」、「口」、「パーツの大きさ」に関してあまり言語化を行っていない。その一方で、分割あり条件では言語化の内容別の個数の平均は、「鼻の色」について以外は 1 個以上になっている。このこ

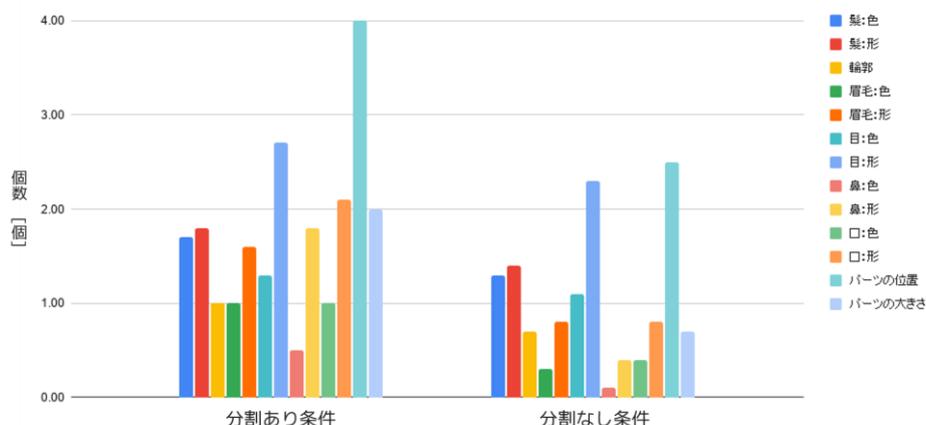


図 13 観察中と描画中における言語化の内容ごとの個数の平均

表6 実験協力者による言語化の例

分割なし条件	観察中	<ul style="list-style-type: none"> ・目が茶色い ・たれ目でもつり目でもない感じ ・鼻が小さい ・顔, 右のほうが前に出ている ・ちょっと前髪の生え際にふわふわしてる毛がある
	描画中	<ul style="list-style-type: none"> ・白目を先に描いたほうがいい
分割あり条件	観察中	<ul style="list-style-type: none"> ・(髪に関して) 外に広がる感じ, 分け目左寄り, 茶色, 左耳が少し見えるくらい ・(口に関して) ピンク, 横に平, 若干ふっくら ・額と眉の範囲が広め, 鼻と口から顎にかけては同じくらい ・鼻先は目と顎先の間 ・左右の黒目の真下に, 口の端がある感じ
	描画中	<ul style="list-style-type: none"> ・おでこは顔の 1/3 くらい ・鼻の大きさは, 上唇の表出している領域くらいある

とから、提案手法によって描画対象の特徴の記述が描画対象全体に関してまんべんなく行われたことがわかる。

次に、パーツのバランスや位置関係に着目すると、分割なし条件において6人、分割あり条件においては9人の実験協力者が「パーツの位置」について相対的な比較や数値を用いて言語化していた。また、分割なし条件において3人、分割あり条件では6人の実験協力者が「パーツの大きさ」について相対的な比較や数値を用いて言語化していた。このことから、提案手法によってパーツの位置、大きさ、比率といったようなそれぞれのパーツの相対関係についての言語化がより具体的なものになることが明らかとなった。

また、分割あり条件では一つの視点に対して様々な要素を言語化している様子が観察された。例えば「目」に関して、分割なし条件ではほとんどの実験協力者が「二重」ということだけ言語化するといったように、一つの視点に対して一つの側面から言語化をしていたが、分割あり条件では多くの実験協力者が「平行っぽい二重, 幅はせまめ」, 「まつげが右のほうがりっかりしている」, 「ぱっちりしている」などのように複数の要素に言及していた。このことから、提案手法によって一つ一つの視点に対する言語化が多面的になることが明らかになった。一方、形や色に関しては、どちらの条件においても「縦長の輪郭」, 「形は平べったい感じ」, 「色はピンク」, 「目の色は茶色」など、その記述から描画対象を正確に想像できるような詳細な言語化はあまり行われていなかった。また、角度などの数値や、他パーツなどの比較を行っている実験協力者も少なかった。このことから、提案手法を用いても、形や色に関しての言語化はあまり具体的なものにならないことがわかる。また、分割

あり条件において、ほとんどの実験協力者が肌の色などの「全体の色や雰囲気」、「顔の向き」などの、今回指示を行っていない視点についての言語化をしていなかった。

次に、実験協力者の視線から得られた結果について述べる。山田ら[53]は視線の動きを注視とサッケードを分離するため、眼球運動のしきい速度を5 (deg/s) と定義して注視点を抽出し、その定義の妥当性を明らかにしている。そこで本研究ではこの定義を参考に、眼球運動が5 (deg/s) 以下である状態が160ms 持続した場合に注視状態とみなし、その間にサンプリングした視点座標の平均を注視点とした。視線データに一部欠損が見られたため、欠損データを取り除いた9人分を対象に分析を行った。

描画時間に対する描画中の注視時間の割合を図14に示す。分割あり条件において、5人の実験協力者の描画時間に対する注視時間の割合が増えている。また、それぞれ注視時間の割合の平均は、分割なし条件で5.64%、分割あり条件で6.70%であり、増加していることがわかった。t検定を行ったところ有意差はなかった。注視点のヒートマップを図15に示す。ヒートマップでは透明～緑～赤～白の順で注視の度合いを示しており、緑はその場所を少しだけ観察しており、赤や白であればその場所を多く観察していることになる。ここで分割なし条件において顔の中心に視線が集中し、緑の点がまばらに分散している。これは他の実験協力者にも同じような傾向が見られた。このことから、分割なし条件において実験協力者の注視点が目や口、鼻の部分に集中していることがわかる。一方、分割あり条件において白の点はあまりなく、赤の点が顔の中心にあり、緑の点は顔にまんべんなく存在している。また赤の点が顔の中心だけでなく、他の部分にもあるヒートマップもいくつか見られた。このことから、分割あり条件において、注視点が顔全体にまんべんなく存在しており、顔全体を観察していることがわかる。

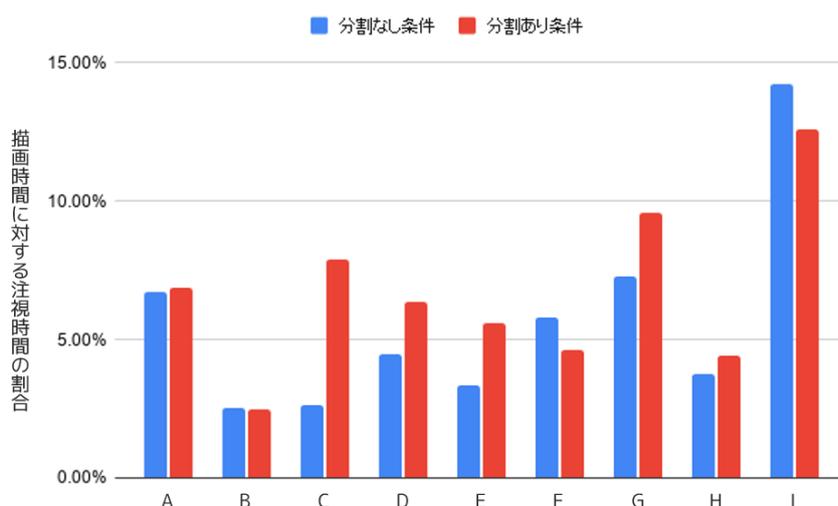
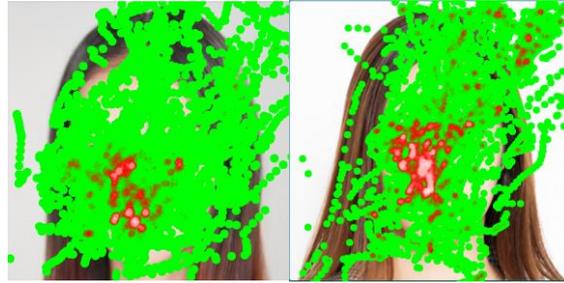
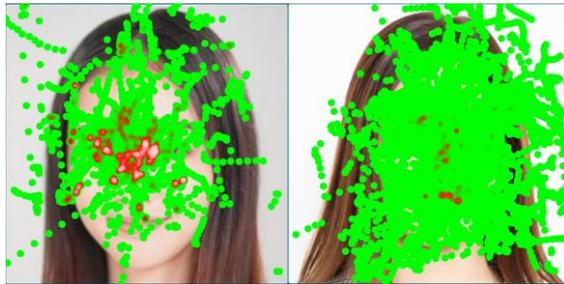


図14 実験協力者ごとの描画時間に対する
描画中の注視時間の割合



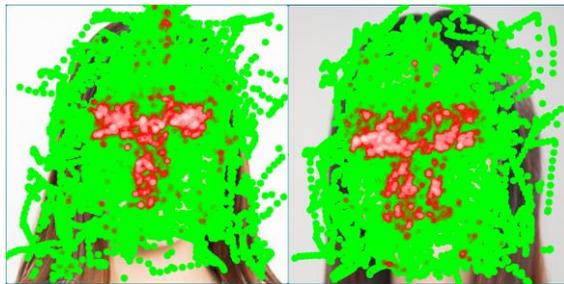
実験協力者 A



実験協力者 C



実験協力者 F



実験協力者 G

図 15 実験協力者ごとの注視点のヒートマップ
(左から分割なし条件, 分割あり条件)

7.4. 考察

実験協力者の言語化の内容別の個数から、提案手法によって描画対象の特徴の記述が描画対象全体に関してまんべんなく行われることが明らかになった。これは、観察中にイラスト制作初心者が自身で観察する時に気付きにくい視点に対して、指示や画像の分割提示を行うことで注意を向けさせることができたためと考えられる。また視点の指示を行うことで観察行為に明確な方針を持てるようになり、描画に必要な情報をより多く取得することができるようになったと考えられる。

実験協力者の言語化の内容から、提案手法によって1つの視点に対する言語化の内容が多面的になることが明らかになった。また、提案手法によってパーツの位置や大きさに関する言語化が具体的になることが明らかになった。これは、視点の指示を行うことでイラスト制作者が注意をその視点に向け、また画像を分割して提示することで視覚的に情報を絞られ、1つの視点に対して集中的に観察をしたためと考えられる。イラスト制作者自身で観察する際に大枠しか捉えていない部分について、注意深く観察を行ったことで多くの情報を得ることができ、言語化が様々な要素からなされたと考えられる。そして、初心者が注意をあまり向けられない相対関係に関しても、その視点に着眼させることでパーツごとの比較を行うことや、数値を用いて正確に情報を言語化しようとするのが明らかになった。一方、パーツの形や色に関しては提案手法を用いても十分具体的にはならなかった。これには主に2つの原因が考えられる。

まず1つ目の原因は、顔に関して知識のないイラスト制作初心者では個人で形や色に関して具体的な言語化をすることは難しいためである。今回の結果では、「目はくっきりしている」、「(口に関して)薄いピンク」、「目に反射している光が3つ」などといった、そのパーツ全体の印象に関する抽象的な言語化が多く見られた。一方で、「アラインがしっかりしている」、「コーラルピンクっぽい色」、「右前から光源を感じる」といった、自身の知識や経験による詳しい言語化もいくつか見られた。このような言語化は、パーツの印象がどの部分が原因で生まれているのかを理解するために必要であり、前者はそれがわからないまま言語化をしていると考えられる。このように、今回の模写でいえば化粧や照明といった観察対象の特定の特徴を表すための言葉や着目すべき箇所を知っていることでできる言語化が存在すると考えられる。このような言語化は自身の経験やその分野の情報収集、または学習が必要であり、この手法によってさらに範囲を絞って指示しても自分自身で思いついて言語化することは難しいと考えられる。

2つ目の原因は、観察のパーツの箇所については指示を行ったが、その言語化の仕方については指示を行わなかったことが考えられる。今回の実験において、「目について色や形について観察を行い、その特徴を記述してください」と指示を行った。その結果、イラスト制作初心者にとって言語化の仕方がわからず、具体的ではない言語化をしてしまった可能性がある。一方で、「左の眉は曲線を帯びて、右の眉は曲がってるけど左よりはまっすぐ寄

り」, 「(眉に関して) 9時15分よりちょっとつりあがっている感じ. 若干右のほうが上がっているように見える」, 「(髪に関して) 根本から毛先に向かって若干色が明るくなっている」といった言語化もいくつか見られている. このように, 数値を用いたり部分ごとに分割して言語化をしたりすることでより特徴について理解を深め, 正確な観察や模写ができるようになると考えられる. そこで, 角度やパーツの上下や色の濃さに関して言語化するように指示を出し, より詳細な観察の視点をイラスト制作者に与えられると考えている.

実験において, 「全体の色(肌の色など)」, 「顔の向き」などの指示を行っていない場所についての記述はなかった. これは提案手法によって観察の視点が強く誘導され, それ以外の部分について観察の意識が向かなかったことが原因であると考えられる. 「全体の色」や「物体の向き」は描画対象を模写する上でかなり重要であると考えられ, これらの特徴を意識せずに観察を行うことは好ましくない. この問題を解決するため, 今後はこれらの特徴についても気づきを得られるようにする必要がある.

描画時間に対する描画中の注視時間が大きな差ではないが増加していたことから, 提案手法によって観察を促せた可能性があるが, ほとんどの実験協力者が描画中には5%程度の時間しか観察を行っていなかった. 実験の描画時間の平均は1時間弱であったため, 3分ほどしか観察をしていないことになる. この短さは, 初心者が観察から十分に情報を取得する時間としては少ないため, 描画中に観察を促す手法を模索する必要がある.

観察に関するヒートマップから, 分割あり条件において, 注視点が顔全体にまんべんなく存在していることが明らかになった. これはイラスト制作者が一人だけで観察する時には難しい観察が, 提案手法によって促されたと考えられる. また, 顔全体が緑の点でうめつくされるようなヒートマップになった原因として, パーツの位置や大きさの相対関係について観察を行い, パーツやその他の空間を行き来した結果ではないかと考えられる. このことより, 相対関係の視点の指示を観察中に行うだけでも, 観察の注意を変えられることが示唆された.

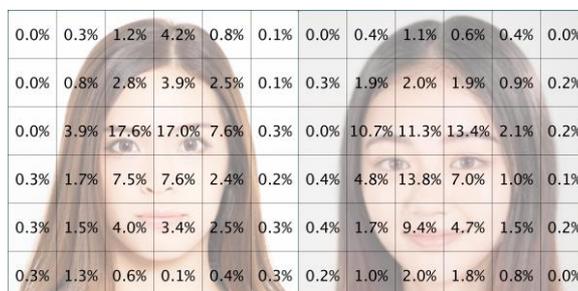
領域ごとの注視点の割合を図16に示す. 実験協力者Cの注視点の割合は, 分割なし条件では目や鼻の領域で25.3%, 13.6%, 13.7%であり, 口の領域では3.6%となっている. 一方で, 分割あり条件では目や鼻の領域は10.2%, 11.2%, 17.9%であり, 口の領域には10%となっている. また実験協力者Gの注視点の割合は, 目や鼻の領域では17.6%, 17.0%, 7.5%, 7.6%であり, 口の領域では4.0%, 3.4%で, 顎の領域は0.6%, 0.1%となっている. しかし, 分割あり条件では目や鼻の領域で13.8%, 11.3%, 7.0%であり, 口の領域では9.4%, 4.7%, 顎の領域では2.0%, 1.8%であった. このことから, 分割あり条件で注視時間が多かった人は, 分割なし条件であまり注視していなかった点に関して, 分割あり条件で観察を行っていることがわかる. 一方, 実験協力者Iの注視点の割合は, 分割なし条件で目や鼻, 口などのパーツが集中している領域に関して, 2%~12%であり, まんべんなく分散している. この傾向は分割あり条件でも見られた. また, この実験協力者は注視時間の割合がほかの実験協力

者よりも5%以上大きい。これらのことから、もともと描画対象全体に視点を向けよく観察を行う人には、観察を促すことができなかつたのではないかと考えられる。

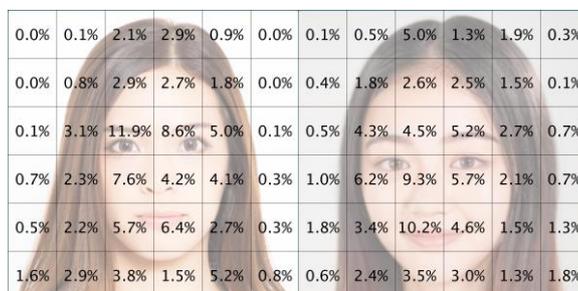
アンケートのQ5(絵の出来栄え)において、分割なし条件では4.4、分割あり条件では3.6であった。またQ7(似ているか)において、分割なし条件では3.3、分割あり条件では3.5であった。それぞれ、t検定を行ったところ、有意差は認められなかつた。このことから、提案手法によって観察が促されていても、自身の絵に関する評価は大きく変わらなかつたことがわかる。また、Q9において、すべての実験協力者が自身の絵に「違和感がある」と回答していることから、自身の違和感の原因について描画中の観察によって気づけていないことや、気づけてはいるが直し方がわからずに違和感が解消できていないことがわかる。



実験協力者 C



実験協力者 G



実験協力者 I

図 16 領域ごとの注視点の割合
(左から分割なし条件, 分割あり条件)

第8章 画像分割言語化手法を搭載した支援システム

8.1. システムの仕様

本研究では、実際にイラスト制作初心者の観察を促すシステムを提案し、プロトタイプを実装した。このプロトタイプシステムは描画対象を正面の顔画像に限定したものである。プロトタイプシステムでは、観察対象パーツは以下の5つに限定した。

ア. 大きさと位置などの全体的な観察

イ. 目

ウ. 鼻

エ. 口

オ. 髪

また、著者らが事前に上記のパーツごとの言葉をそれぞれ言語化判定データベースに登録した。このデータベースに登録されている単語と、ユーザの言語化とをマッチングすることで、ユーザの言語化した特徴が5つのパーツのどれに属するか判定し、そのパーツの観察点数を初期のポイントから1ポイント減らしていく。なお、本プロトタイプシステムでは、大きさと位置などの全体的な観察と、目についての観察をより促すため、初期ポイントはそれぞれ5点、3点、1点、2点、2点と設定した。また、その時点で最もポイントが高いもの（観察が不十分なもの）を指示対象とし、ユーザにそのグループの観察の指示を提示する。

画像のパーツ分割については、入力された画像の顔の中心部分を OpenCV によって切り出し、言語化判定に基づき、ア、オの場合は画像全体を、イの場合は顔の中心の上半分を、ウの場合は顔の中心を、エの場合は顔の中心の下半分を表示する。システムの画面を図 17 に示す。システムには、灰色の画像を提示する場所、左下の Zoom ボタン、右上の赤い exit ボタン、観察の指示、テキストボックス、Next ボタンがある。Zoom ボタンを押すと画像の拡大縮小ができる。テキストボックスはユーザが言語化をするためのスペースである。Next ボタンを押すと、テキストボックス内の言語化の内容からシステムがユーザの観察不足部分を判定し、観察の指示を切り替え、その指示に合わせて提示する画像も替える。exit ボタンを押すとテキストの内容をファイルに保存し、システムを終了する。左下の Zoom in ボタンを押すと、画像の一部が拡大して表示されるようにした。この際、イ～エの指示がもともと提示されている場合はその部分の画像を提示する。またア、オといった全体の画像をもともと提示している場合は顔の中心を拡大して提示する。Zoom out ボタンを押すと、画像全体が表示されるものとした。ユーザのメモは Zoom ボタン、Next ボタン、右上の赤い exit ボタンを押したときに保存される。その際に提示されている観察の指示、画像も保存される。

ユーザがシステムを起動すると、画像を選択するためのウィンドウが提示される。ユーザはそのウィンドウで自分の観察する画像を選択する。画像を選択するとその画像が画面の左に提示される。次に、ユーザは提示された画像に対して、気づいた特徴を箇条書きで右側

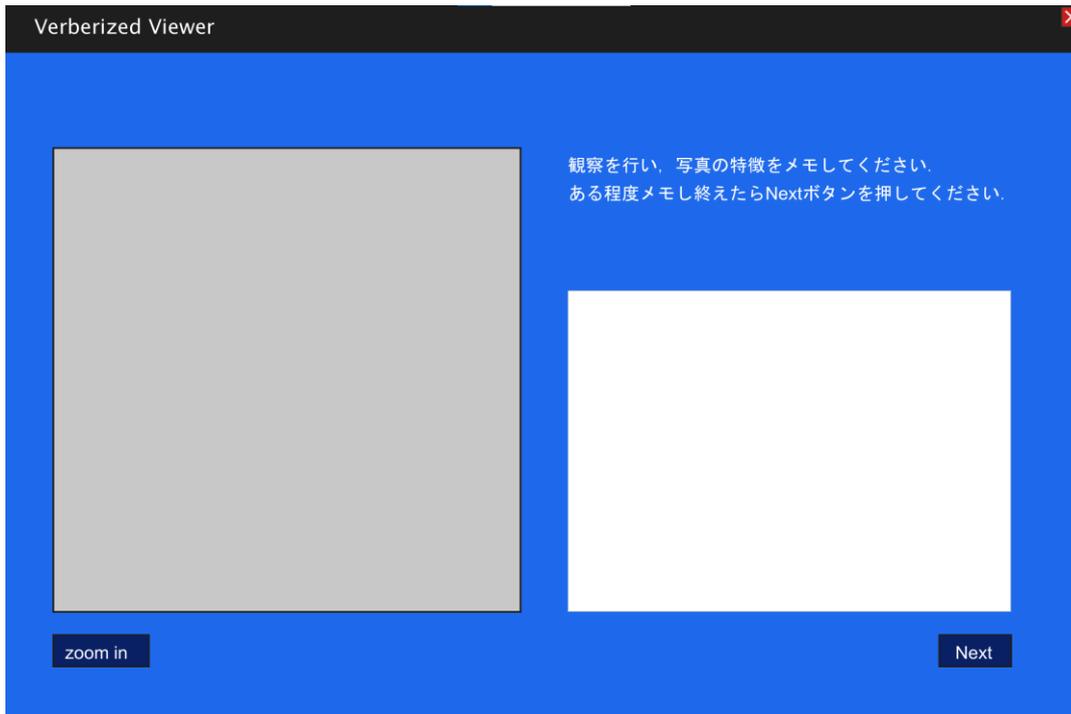


図 17 観察支援システム

のテキストボックスに記入する。ユーザはある程度特徴を記入し終えたら Next ボタンを押す。Next ボタンを押すとユーザの言語化メモをシステムが判定し、ユーザが十分に観察していない視点に対してシステムが観察の指示と画像の切り替えを行い、その画像を提示する。そしてユーザは提示された指示に従い観察を行い、システムが提示した観察の指示に沿って言語化を行う。Zoom ボタンはどのタイミングでも押すことができ、全体の顔を表示したいとき、顔の一部を表示したいときに押すことを想定している。この流れを繰り返し行う。システムの各フェーズの画面を図 18 に示す。

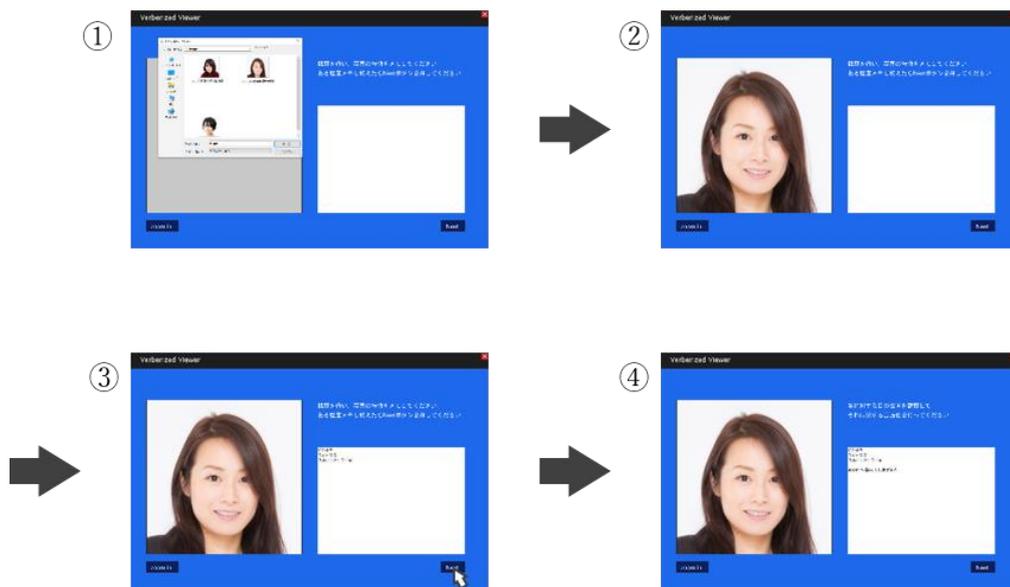


図 18 システムの流れ

第9章 観察支援システムを用いた模写実験

9.1. 実験設計

提案システムを用いて観察が十分に促されるか検証するため、イラスト初心者に対して顔画像を模写してもらう実験を実施した。また、その際に視線の分析を行うことで観察の頻度や時間、視点がどの様に変化するかを明らかにする。

実験タスクは図 19 に示す画像の資料を見ながら模写してもらうものである。実験はシステムあり条件とシステムなし条件の 2 回を各実験協力者に行ってもらった。練習による上達効果を考慮し、それぞれの条件は 2 日に分けて行った。なお、条件については順序効果を考慮して実験協力者によってランダムになるようにした。実験は、情報系大学に通う 21～24 歳の学生 13 名を対象にして行った。視線の収集やイラスト描画に用いたデバイス、イラスト制作ソフトは第 4 章の実験と同様である。



図 19 模写の見本画像[56]

9.2. 実験手順

次に、実験の手順について述べる。まず、視線計測とイラストソフトの使い方の説明を行った。画面からユーザまでの距離はイラストツールの制限は、第 4 章の実験と同様である。次に視線計測を開始し、システムを起動し、描画対象の画像を 10 分間観察してもらった。ここで視線のサンプリングレートは 50Hz とした。実験の見本提示画面の様子を図 20 に示

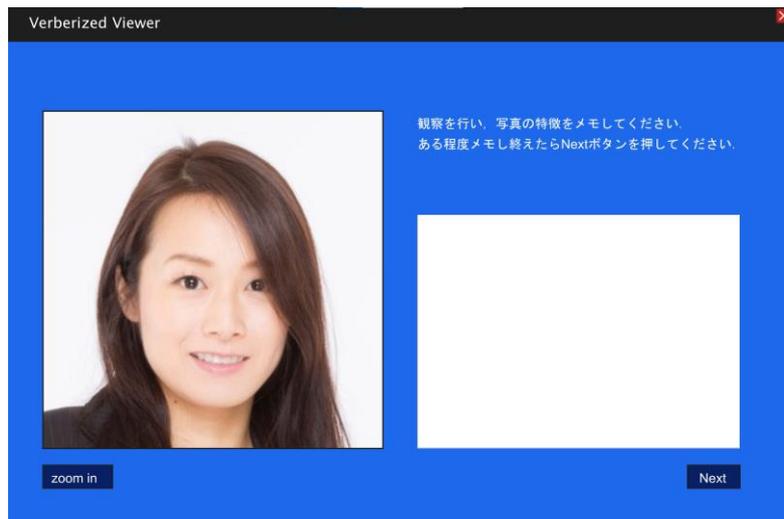


図 20 実験の見本提示画面

す。ここでシステムあり条件ではそれぞれのボタンの説明と、観察中に描画対象の特徴をシステムに表示される指示に従ってメモするように指示した。システムなし条件では Zoom ボタンのみ説明を行い、それ以外は使用せずに観察を行うように指示した。

その後、描画には 60 分の制限時間を設け、30 分、45 分、60 分に実験協力者に対して通知を行った。さらに模写が終わった直後に自身の絵に関する主観評価アンケートを行った。このアンケートの項目は、第 4 章の実験と同様である。ここで、システムなし条件の実験協力者に、気づいていた特徴や気を付けたことをインタビューした。これはシステムあり条件の言語化内容と比較を行うためである。

そして、システムあり、システムなしの両方の試行が終わった後、システムの使いづらかった点や、改善点を明らかにするため、システムに関するアンケートを行った。

9.3. 実験結果

実験参加者が描いた絵を図 21 に示す。まず、自身の絵に関する主観評価アンケートの結果について述べる。「絵の出来栄えにどれくらい満足しているか」の評価の平均値が、システムなし条件で 3.69、システムあり条件で 4.00 であった。また、「模写としてイラストがどれくらいうまく描けたか」について、評価の平均値は言語化なし条件で 2.92、言語化あり条件で 3.31 であった。また、「画像と自身の模写がどれくらい似ているか」について、評価の平均値が、言語化なし条件で 3.00、言語化あり条件で 2.92 であった。3 つの質問の結果に対して t 検定を行ったところ、すべての質問において 2 条件間に有意差はなかった。

次に、実験参加者の言語化の内容を分析した結果について述べる。システムあり条件において、多くの実験参加者が「目の大きさはおでこの三分の一ぐらい」、「唇の一番下から顎までは右目一個分ぐらい」、「前髪は 6 束ぐらい」といったように数値を用いて言語化していた。また、同様に「横の長さは（目より）口のほうが少し長い」、「上のほうの髪色と比



システムあり条件

システムなし条件

図 21 実験参加者が描画した絵

べ、（下のほうは）暗い色をしている」、「目の内側の位置が小鼻より少し内側にある」といったように、他のパーツと比較して言語化していた。このような言語化はシステムなし条件で事後インタビューでは気づいていた特徴としてあまり挙げられていなかった。このことから、システムを用いることにより初心者の言語化がより具体的になっていることが明らかになった。また、システムあり条件では、「顎ラインは縦の 1/4 下らへんにある」、「鼻の下と口との距離が少しある」などのパーツの位置に関する言語化や、「目の大きさはほほの 4 分の 1 程度の大きさ」、「おでこは目の 5 倍ほどである」といったパーツの大きさに関する言語化も多く見られた。このことから、全体的なバランスに関する言語化が増えているといえる。一方、システムなし条件においては「前髪は右に流していた」といったように、1つのパーツに対して1つの視点からの気づきしか得られていない実験協力者がいたが、システムを用いることにより、「髪の毛はショートよりも少し長い」、「前髪はストレートで少し薄い」、「髪の毛は外はね」といったように1つのパーツに対して様々な視点から複数の気づきを言語化していた。

システムあり条件では観察中に指示が提示されているとき、ほとんどの実験協力者は指示に従ってその指示された特徴のみ言語化していた。描画中には指示された特徴以外の言語化も多く見られた。

ここで、事後インタビューから、システムを先に使った実験協力者たちのほうが、システムなし条件において位置や大きさの言語化をするなど、より具体的で全体に関する特徴への気づきが多いことが分かった。このことから、システムを使ったことで、視点に変化が生まれる練習効果が示唆された。

実験協力者の視線から得られた結果について述べる。山田ら[53]は視線の動きを注視とサッケードを分離するため、5(deg/s)を眼球運動のしきい速度と定義して注視点を抽出し、その定義の妥当性を明らかにしている。そこで、本研究ではこの定義を参考にして、眼球運動が5(deg/s)以下である状態が160ms持続した場合に注視状態とみなし、その間にサンプリングした視点座標の平均を注視点とした。描画時間に対する描画中の注視時間の割合を図22に示す。システムあり条件において、13人中7人の実験協力者の描画時間に対する注視時間の割合が増えている。また、それぞれ注視時間の割合の平均は、分割なし条件で6.19%、分割あり条件で7.30%であり、増加していることがわかった。t検定を行ったところ有意な差はなかった。

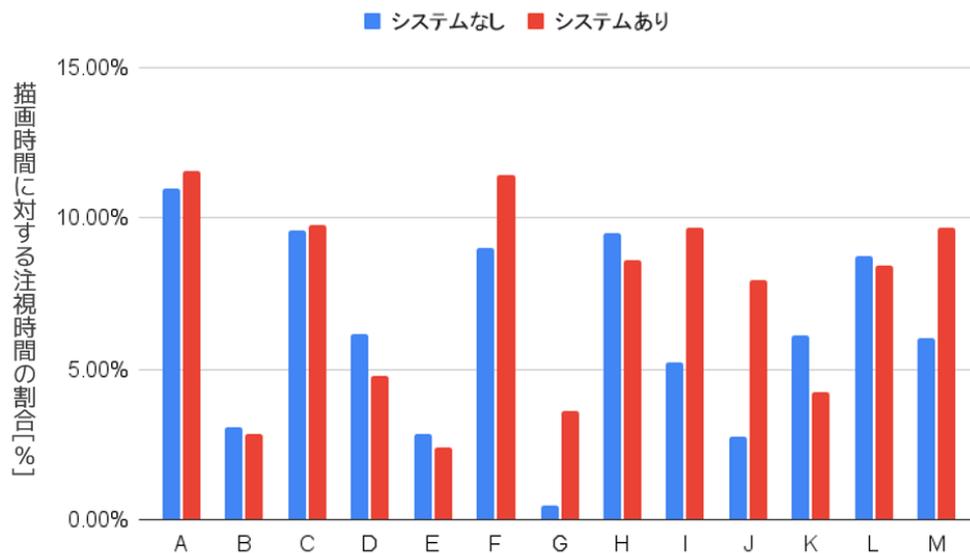


図 22 描画時間に対する注視時間の割合

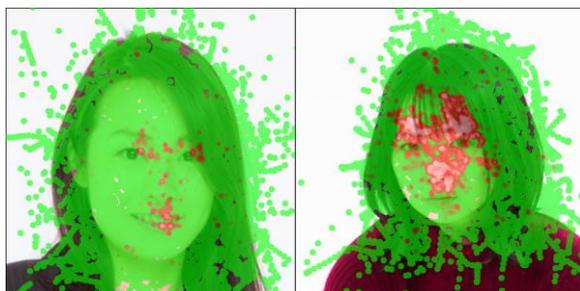
実験参加者ごとの注視点のヒートマップを図 23 に示す。実験者全体の比較を行ったところ、大きな変化や傾向は見られなかった。ここで、実験協力者ごとに分析を行った結果について述べる。実験協力者 A に注目すると、どちらの条件においても顔の中心に赤、または白い部分があつまっており、周りに緑の点があるが、システムあり条件のほうが緑の点の密度が高い。また実験協力者 D に注目すると、システムなし条件では右側の髪にあまり注視点がないが、システムあり条件では髪や顔のパーツに緑の注視点がある。また実験協力者 H



実験協力者 A



実験協力者 D



実験協力者 H



実験協力者 M

図 23 実験協力者ごとの注視点のヒートマップ
(左から、システムなし条件、システムあり条件)

のヒートマップはシステムなし条件において顔中心のパーツの周りに赤い点があるが、システムなし条件において顔中心の赤い点が増え、白い部分も存在している。また実験協力者 M のヒートマップはシステムなし条件において髪の毛の部分が緑の注視点がまばらであり、顔のパーツもあまり注目していないが、システムあり条件では顔の中心が赤、白の範囲が大きくなり、髪も緑の点が増えていることがわかる。これらのことから、一定の効果は得られないが、観察中だけでなく描画中においても、新しい視点からの観察が行われた可能性があることが分かった。

観察から得られた気づきを反映できているか評価するため、実験協力者のアンケートの結果から評価基準を決定し、実験協力者自身の気づきが絵として表現できているか著者らが評価した。描画対象ごとに基準を 40 項目ずつ用意し、項目ごとに描画対象とユーザの描いた絵の特徴がほとんど同じである場合は 1 点、描画対象とユーザの描いた絵の特徴が明らかに違う場合は 0 点として評価した。図 24 に実験協力者ごとの客観評価の点数を示す。その結果、全体で見るとシステムなし条件における平均点が 13.2 点、システムあり条件における平均点が 15.0 点であり、あまり大きな差はなかった。個別にみると、8 人の実験協力者がシステムあり条件において客観評価の点数が向上している。

システムに関するアンケートにおいて、観察における気づきの変化について調査するため「このシステムを使ったとき、新たな視点に気づいたか」、「このシステムを使ったとき、自身での観察とは別の視点から観察したか」について 7 段階のリッカート尺度で回答してもらった。それぞれの平均点は 5.85, 5.77 であった。このことから、システムによって新たな視点を得たことを実感した実験協力者が多かったことがわかる。

また「このシステムを使ったとき、Next ボタンをたくさん押そうと思ったか」についての平均点は3.46であり、人によるばらつきも大きかった。そして、「Zoom ボタンをたくさん押そうと思ったか」についての平均点は2.69であった。このことから、Next ボタンや Zoom ボタンは人によってはあまり使いたいと思わないことが分かった。

ユーザのモチベーションについて調査するため、「このシステムを使うのは楽しいか」「このシステムを使うのは大変か」、「このシステムを使うのは面倒か」、「このシステムを使うのは疲れるか」を7段階のリッカート尺度で回答してもらった。それぞれの平均点は4.85, 3.08, 2.08, 2.15であった。このことから、ユーザがシステムを使うモチベーションはある程度高く、システムを使うことによってユーザの模写に対するモチベーションが下がった可能性は低いと考えられる。

9.4. 考察

自身の絵に関する主観評価アンケートの結果から、システムによって観察が促されていても、自身の絵に関する評価は大きく変わらなかったことがわかる。また Q9 において、すべての実験協力者が自身の絵に「違和感がある」と回答していることから、自身の違和感の原因について描画中の観察によって気づけていない、または気づけてはいるが直し方がわからず、違和感が解消できていないことがわかる。

言語化の内容から、システムを用いることで言語化がより具体的に、複数の視点からおこなわれていることがわかった。これは我々がこれまでに行った提案手法を用いた模写実験の結果を支持するものであり、実環境においてもその効果が得られることが明らかになった。また、「顎の位置について言語化してください」という指示が出された場合、「横幅の

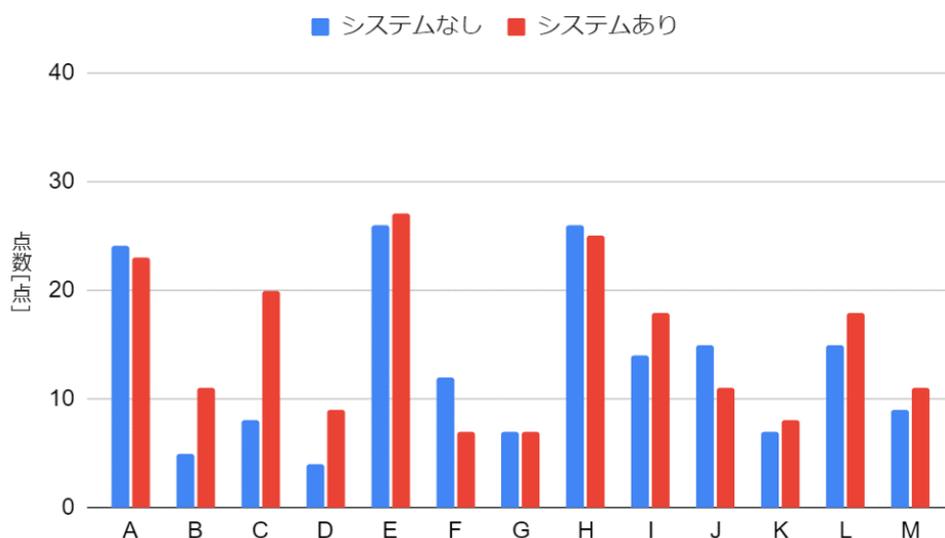


図 24 実験協力者ごとの客観評価の点数

真ん中の直線状に顎ラインがある」といったような提示された指示に従った言語化が多く見られたが、それ以外に「唇はうすめ」や「鼻の穴は下向き」といった指定された視点の周辺の気づきについても言語化を行っていた人も何人かいた。このことから、システムを用いることで新たな視点を与え、観察の指示がされていない箇所についても初心者にも気づきを与えることが可能であることが明らかになった。

注視時間の結果から、システムあり条件において、システムなし条件よりも描画時間に対する観察時間の割合が大きい実験協力者が13人中7名いた。これは、システムを用いることで新しい視点を与えられ、より観察に意識が向き、観察中だけでなく描画中も観察をしようとした結果であると考えられる。もともと描画時間に対して10%程度観察する時間をとっている実験協力者は、システムあり条件における注視時間の増加傾向は見られなかった。

図23の個人ごとのヒートマップを見ると、システムあり条件において実験協力者Aは目、鼻、口により視線が集中していることがわかる。これは実験協力者Aが観察する際に「鼻に対する目の位置」、「口に対する目の大きさ」について観察の指示を受けていることが原因の一つであると考えられる。同様に、実験協力者Hはシステムなし条件においてほとんど赤や白い点がないが、システムあり条件では顔のパーツに視線が集まっている。これは、実験協力者Hが観察時に鼻と口の画像を提示され、その部分に関する指示を受けていたため、そのパーツに対する意識が高まり、描画中にも観察したからではないかと考えられる。このように、提示する画像と観察の指示によって実験協力者が普段意識していない視点に対する観察を促すことができているといえる。

第10章 総合考察

10.1. 考察

4章の見本への書き込みによる観察模写実験の絵の主観評価において、言語化あり条件と言語化なし条件の間に有意差は出なかった。これに関して地図や果物は見るべき特徴が少なく差が出づらかったことが考えられる。また、見本の紙に気づいた特徴を図示する実験参加者もいた。これは、位置や大きさ、形に関して言語化するのが難しい時によく見られていた。また5章の箇条書きを用いた観察模写実験において、目や口といったパーツごとの影の描き込みやその部分についての言語化は多く見られたが、位置や大きさ、形状に関する言語化で、「目が大きい」、「鼻が高い」、「眉毛が離れている」といったあいまいな表現を用いた言語化や、三日月形の図形を描いて、矢印でその図形を指して「口はこんな形」といった説明をしている実験参加者が多くいた。

このことから、パーツごとの細部の特徴は初心者自身でも観察に意識が向いて言語化を行うが、初心者が一人だけで相対関係に関する言語化はあまり行わず、また自分で観察、言語化しただけではあいまいな表現になってしまい、言語隠蔽効果が起きやすくなると考えられる。また自由に描くことができるペン型の入力を用いると図示をする初心者が多く、位置関係や形状に関する言語化が行われないため、言語化手法の効果があまり得られないと考えられる。そこで、言語化による観察の支援を行う際のユーザの言語化の入力はテキストで打ち込むか、音声入力を用いるのが適切だと考えられる。

7章の画像分割言語化手法を用いた観察模写実験では、パーツごとの細部の特徴だけでなく、パーツの大きさやパーツの位置に関する言語化を数値や比較を用いて表現していた。また注視点のヒートマップの結果から、観察がまんべんなくなる傾向があった。このことから、画像分割言語化手法は各パーツに対して視点を向けさせるだけでなく、全体に対して観察を促すことができる可能性があると考えられる。また、言語化が具体的になり、一つの箇所に対して複数の言語化が行われており、より正確に言語化を行っているため、言語隠蔽効果は抑制できていると考えられる。

9章の観察支援システムを用いた観察模写実験では、言語化は具体的になるという7章の実験と同様の効果が得られた。このことから、実際に初心者が一人で模写をする環境においても言語隠蔽効果を抑制しながら観察を促すことができると考えられる。しかし、注視点ヒートマップにおいて観察が全体に向く傾向はみられなかった。これは7章の結果とは異なるものであったが、原因としてユーザごとにシステムによって提示された指示が違ふことが考えられる。本研究で実装したシステムは初心者が一人では得られない部分の観察を促すために、ユーザの言語化を判定し、その判定結果により観察が十分でない箇所に指示を行うように実装を行った。これにより、全体に関する言語化をおこなっていて各パーツに関する言語化をあまりしていない実験協力者に対して、各パーツの観察を促す指示が提示され

た。そのため、観察が局所的になった実験協力者がいたと考えられる。この研究は初心者に対して自分一人で十分に観察できるようにすることを目的としており、全体に関して十分に観察できているユーザに対してこのような支援を行うことは適切であると考えられる。

10.2.今後の展望

観察支援システムの言語化判定において、4, 5, 7章の実験における初心者の各パーツの言語化の量に基づき、言語化の量の平均よりそのユーザの言語化の量が下回った部分は観察が足りていないと考えたため、全体のバランスや目について初期ポイントを高めを設定した。一方で、均等に配分する、または熟練者の意見を参考に決定するというポイントの配分が考えられる。初心者に対して観察を促す支援を行う際に、どのポイント配分が有効かはまだ明らかになっていない。

実験のシステムに関するアンケートで「Zoom ボタンで自由に位置や拡大率を選びたい」という意見が多かった。画像を切り替えることを考えていたため拡大率の選択はできなかったが、今後はこの機能を実装することで、Zoom ボタンがより使いやすくなり、視点に合わせて拡大縮小ができるため、観察がしやすくなると考えられる。

本研究では、顔画像に描画対象を限定したプロトタイプシステムを実装した。それ以外の描画対象についてもその描画対象に対応した指示文を登録することで実装することが可能である。画像の分割に関しては画像認識技術を用いることで、動物や車などのパーツごとに分割して提示することが考えられる。しかし、風景や建物など、分割が難しいものに関してはこの手法を用いることはできない。風景などにこの手法を用いる場合は、パーツごとに分割するのではなく、正方形に4分割するなど、ユーザが言語化できるくらいの範囲を指定して分割を行う必要がある。

第11章 まとめ

初心者の模写における観察の問題に着目し、観察対象の特徴を箇条書きで言語化するという手法を提案した。その手法が観察を促すことができるか検証を行ったところ、結果として言語化を用いることで観察が促され、細かい部分の描き込みが増えることが明らかになった。

しかし、この手法を用いても絵のバランスが崩れていて、位置や大きさといった全体的で相対的な観察に関してはあまり促すことができていなかった。ここで、言語隠蔽効果という非言語情報を言語化した時に認知が妨害される効果があるが、この手法ではこの効果を考慮していなかったため十分な観察が促せていなかったといえる。そこで、言語化を具体化することで言語隠蔽効果を表れにくくするために、画像分割言語化手法を提案した。この手法は画像を分割して提示し、その視点について言語化させるものである。この手法を用いて模写実験を行ったところ、言語化が全体に対して具体的に行われ、視線分析の結果から、観察が全体にまんべんなく行われることが明らかになった。

そして、実環境における観察を促す効果を明らかにするために画像分割言語化手法を搭載したプロトタイプシステムを実装した。また、実際にこのシステムを用いることで観察が促されるかについて、模写の描画対象の特徴を言語化する実験によって検証した。実験の結果より、言語化の内容や視線分析から、初心者自身では意識していない部分について観察を促せることを明らかにした。

謝辞

熱心なご指導を頂いた中村聡史教授に感謝の意を表します。また、論文の作成にあたり、実験の協力や、研究に関する議論、論文のチェックをしていただいた中村研究生の方々に感謝の意を表します。

そして、生活費の工面をしていただいたり、困った時にいつも相談に乗ってくださったりと多大な支援をしてくださった家族に感謝の意を表します。ここまで育てていただきありがとうございました。

参考文献

- [1] “pixiv14周年！アクティブユーザーの半数が海外からに！ 14周年記念インフォグラフィックを公開 ～国内外で広がる pixiv、登録ユーザー数 7100 万人・累計投稿数 1 億作品を突破～”, <https://www.pixiv.co.jp/2021/09/10/110000>, (参照 2022-01-31).
- [2] 曾我真人, 松田憲幸, 瀧寛和. デッサン描画中に描画領域に依存したアドバイスを提示するデッサン学習支援環境. 人工知能学会論文誌, Vol.23, No.3, pp. 96-104, 2008.
- [3] Williford, B., Doke, A., Pahud, M., Hinckley, K. and Hammond.: DrawMyPhoto: Assisting Novices in Drawing from Photographs, C&C'19 Proceedings of the 2019 on Creativity and Cognition, pp. 198-209, 2019.
- [4] Hennessey, J. W., Liu, H., Winnemoller, H., Dontcheva, M. and Mitra, N. J.: How2Sketch: Generating Easy-To-Follow Tutorials for Sketching 3D Objects, the 21st ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games (I3D '17), No. 8, 2017.
- [5] Dixon, D., Prasad, M. and Hammond, T. A.: iCanDraw: Using sketch recognition and corrective feedback to assist a user in drawing human faces. the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '10), pp. 897-906, 2010.
- [6] Lee, Y. J., Zitnick, C. L. and Cohen, M. F.: ShadowDraw: Real-Time User Guidance for Freehand Drawing. ACM Transactions on Graphics, Vol. 30, No. 4, pp. 1-10, 2011.
- [7] Matsui, Y., Shiratori, T. and Aizawa, K.: DrawFromDrawings: 2D Drawing Assistance via Stroke Interpolation with a Sketch Database. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics (TVCG), Vol. 23, No.7, 2017.
- [8] Fernquist, J., Grossman, T. and Fitzmaurice, G.: Sketch-Sketch Revolution: an engaging tutorial system for guided sketching and application learning. the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology (UIST '11), pp. 373-382, 2011.
- [9] Xie, J., Hertzmann, A., Li, W. and Winnemöller, H.: PortraitSketch: Face Sketching Assistance for Novices. the 27th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '14), pp. 407-417, 2014.
- [10] Simo-Serra, E., Iizuka, S. and Ishikawa, H.: Real-time data-driven interactive rough sketch inking. ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH), Vol. 37, No. 4, pp. 1-14, 2018.
- [11] Niino, S., Hagiwara, N., Nakamura, S., Suzuki, M. and Komatsu, T.: Analysis of Average Hand-drawing and Its Application. INTETAIN2017, pp. 34-48. 2017.
- [12] Kubota, N., Niino, S., Nakamura, S. and Suzuki, M.: A Sustainable Practice Method of Hand-drawing by Merging User's Stroke and Model's Stroke. MANPU '16 Proceedings of the 1st International Workshop on coMics ANalysis, Processing and Understanding, pp.1-6. 2016.
- [13] 飛鳥惇, 東孝文. 初心者のためのデジタルイラスト制作における適切な目線の描画支

- 援に関する提案. グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2021 (GN Workshop 2021) 論文集, No. 2021, pp.37-42, 2021.
- [14] 高橋拓, 中村聡史. 作画ミス見落としに関する基礎調査とその防止のためのイラストの自動遮蔽システムの実現. 情報処理学会 ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) , Vol. 2021-HCI191, No. 9, 2021.
- [15] 松田憲幸, 高木佐恵子, 曾我真人, 堀口知也, 平嶋宗, 瀧寛和, 吉本富士市. 鉛筆デッサンが表す写実誤りの三次元モデルによる顕在化 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J91-D, No.2, pp. 324-332, 2008.
- [16] 川連一将, 渡邊恵太. Illustpose: 姿勢データを利用した人物デッサン支援システム. WISS 2015, No. 76, 2015.
- [17] 山田太雅, 棟方渚, 小野哲雄. 人物キャラクターの模写における絵の評価システムの提案. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2015 論文集, pp. 574-579, 2015.
- [18] 安井重哉. デッサンから得られる学びに関する研究:プロトコル分析とフローチャートを用いたデッサンプロセスの構造化. 日本デザイン学会研究発表大会概要集, Vol. 60, pp. 16-17, 2013.
- [19] Cohen, D. J. and Bennett, S.: Why can't most people draw what they see?. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol. 23, No. 3, pp. 609-621, 1997.
- [20] Bartlett, F. C.: *Remembering: A study in experimental and social psychology*. Cambridge University Press. 1932.
- [21] Ruskin, J.: *Modern painters*. -5 vol. J. Wiley & Son, Vol.3, 1866.
- [22] Edwards, B.: *Drawing on the right Side of the brain: A course in enhancing creativity and artistic confidence*. New York: Jeremy P. Tarcher. 1989.
- [23] Carmichael, L., Hogan, H. P. and Walter, A. A.: An experimental study of the effect of language on the reproduction of visually perceived form. *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 15, No. 1, pp. 73-86, 1932.
- [24] Rosielle, L. J. and Hite, L. A.: The caricature effect in drawing: evidence for the use of categorical relations when drawing abstract pictures. *Perception*, Vol. 38, No. 3, pp. 357-375, 2009.
- [25] Glazek, K. and Weisberg, R.: Expertise in Visual Art is Associated with Altered Perceptual Strategies Within and Across Domains: Evidence from Eye Tracking. the Annual Meeting of the Cognitive Science Society, Vol. 32, pp. 417-422, 2010.
- [26] Matthews, W. J. and Adams, A.: Another reason why adults find it hard to draw accurately. *Perception*, Vol. 37, No. 4, pp. 628-630, 2008.
- [27] Carbon, C. C. and Wirth, B. E.: Neanderthal paintings? Production of prototypical human (Homo sapiens) faces shows systematic distortions. *Perception*, Vol. 43, No. 1, pp. 99-102, 2014.
- [28] Gombrich, E. H.: *Art and Illusion*. Princeton, NJ: Princeton University Press. 1960.

- [29] Tchalenko, J.: Segmentation and accuracy in copying and drawing: Experts and beginners. *Vision Research*, Vol. 49, No. 8, pp. 791–800, 2009.
- [30] Kozbelt, A., Seidel, A., Elbassiouny, A., Mark, Y. and Owen, D.: Visual Selection Contributes to Artists' Advantages in Realistic Drawing. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, Vol. 4, No. 2, pp. 93-102, 2010.
- [31] Day, J. A. and Davidenko, N.: Physical and perceptual accuracy of upright and inverted face drawings. *Visual Cognition*, Vol. 26, No. 2, pp. 89-99, 2018.
- [32] Ostrofsky, J., Kozbelt, A. and Seidel, A.: Perceptual Constancies and Visual Selection as Predictors of Realistic Drawing Skill. *Psychology of Aesthetics Creativity and the Arts*, Vol. 6, No. 2, pp. 124-136, 2012.
- [33] Chamberlain, R. and Wagemans, J.: The genesis of errors in drawing. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, Vol.65, pp. 195-207, 2016.
- [34] 寶井陽平, 渡邊紀文, 久保村千明, 亀田弘之. 熟練者の視線にもとづいたデッサン時の比例法学習支援システムの構築. *人工知能学会研究資料*. Vol. 2015, No. KST-26, 2015.
- [35] Iarussi, E., Bousseau, A. and Tsandilas, T.: The Drawing Assistant: Automated Drawing Guidance and Feedback from Photographs. *the 26th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '13)*, pp.183-192, 2013.
- [36] 広川英智, 松下光範. イラスト描画技術の習熟支援システムのための基礎検討—スケッチ描画時における熟練者と初心者の視線情報の分析, 第 28 回ファジィシステムシンポジウム, Vol. 28, pp. 663-668, 2012.
- [37] 大西巖, 柏尾俊樹, 依藤周, 河内綾香, 正司強. 注視点計測による似顔絵を上手に描くための特徴量抽出. *日本感性工学会論文誌*, Vol.15, No.4, pp.553-561, 2016.
- [38] Suwa, M.: A Cognitive Model of Acquiring Embodied Expertise Through Meta-cognitive Verbalization. *Information and Media Technologies*, Vol.3, No.2, pp. 399-408, 2008.
- [39] 諏訪正樹, 伊藤大輔. 身体スキル獲得プロセスにおける身体部位への意識の変遷. 第 20 回人工知能学会全国大会, Vol. JSAI06, p. 129, 2006.
- [40] Suwa, M.: Re-representation Underlies Acquisition of Embodied Expertise: A Case Study of Snowboarding. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, Vol. 27, p. 2557, 2005.
- [41] 諏訪正樹. 「こと」の創造：行為・知覚・自己構築・メタ記述のカップリング. *日本認知科学学会誌*, Vol.11, No.1, pp. 26-36, 2004.
- [42] 諏訪正樹. 「創造」の研究：現象を生む実践の学. *人工知能学会誌*, Vol.19, No.2, pp. 205-213, 2004.
- [43] 前野義晴, 大澤幸生. アートの好みを視覚化・言語化して磨く自分への理解. *情報処理学会論文誌*, Vol.49, No. 4, pp. 1614-1624, 2008.
- [44] Hatano, A., Ueno, T., Kitagami, S. and Kawaguchi, J.: Why Verbalization of Non-Verbal Memory

Reduces Recognition Accuracy: A Computational Approach to Verbal Overshadowing, PLoS ONE Vol. 10, No. 6, 2015.

- [45] Brown, C. and Lloyd-Jones, T. J. Verbal overshadowing in a multiple face presentation paradigm: Effects of description instruction. *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 16, No. 8, pp. 873-885, 2002.
- [46] Melcher, J.M. and Schooler, J.W.: Perceptual and conceptual training mediate the verbal overshadowing effect in an unfamiliar domain. *Memory & Cognition*, Vol. 32, pp. 618-631, 2004.
- [47] 清河幸子, 桐原茉莉子. 思考の言語化が洞察問題解決に及ぼす影響の検討－言語化の方向づけに着目して－. *日本認知科学会第 25 回大会発表論文集*, pp.42-43, 2008.
- [48] Fiore, S.M. and Schooler, J.W. How did you get here from there? Verbal overshadowing of spatial mental models. *Appl. Cognit. Psychol.*, Vol. 16, pp. 897-910, 2002.
- [49] マンゴー | 果物 | JA おきなわの特産品 | JA おきなわ. <http://www.ja-okinawa.or.jp/agriculture/detail.php?id=21>, (参照 2022-01-31).
- [50] Wacom Mobile Studio Pro. <https://www.wacom.com/ja-jp/products/pen-computers/wacom-mobilestudio-pro-16>, (参照 2022-01-31).
- [51] “イラスト マンガ制作ソフト・アプリ CLIP STUDIO PAINT (クリップスタジオペイント)”. <https://www.clipstudio.net/>, (参照 2021-2-16).
- [52] Alienware. <https://www.dell.com/ja-jp/gaming/alienware-laptops?~ck=mn>, (参照 2022-01-31).
- [53] 山田光穂, 福田忠彦. 画像における注視点の定義と画像分析への応用, *電子情報通信学会論文誌 D*, Vol.J69-D, No.9, pp.1335-1342, 1986.
- [54] “PhotoAC ガッツポーズをしている女性 11”. <https://www.photo-ac.com/main/detail/151617?title=%E3%82%AC%E3%83%83%E3%83%84%E3%83%9D%E3%83%BC%E3%82%BA%E3%81%AE%E5%A5%B3%E6%80%A711&searchId=89630040>, (参照 2022-01-31).
- “PhotoAC 腕を曲げる女性 3”. <https://www.photo-ac.com/main/detail/232889>, (参照 2022-01-31).
- [55] “PhotoAC カメラ視線の女の子”. <https://www.photo-ac.com/main/detail/3921982?title=%E3%82%AB%E3%83%A1%E3%83%A9%E7%9B%AE%E7%B7%9A%E3%81%AE%E5%A5%B3%E3%81%AE%E5%AD%90&searchId=787343579>, (参照 2022-01-31).
- “PhotoAC 白い背景の前に立つビジネスウーマン”. <https://www.photo-ac.com/main/detail/4116073?title=%E7%99%BD%E3%81%84%E8%83%8C%E6%99%AF%E3%81%AE%E5%89%8D%E3%81%AB%E7%AB%8B%E3%81%A4%E3%83%93%E3%82%B8%E3%83%8D%E3%82%B9%E3%82%A6%E3%83%BC%E3%83%9E%E3%83%B3&searchId=2081802897>, (参照 2022-01-31).
- [56] “PAKUTASO ペタンと床に座りこむ女性の写真素材”.

<https://www.pakutaso.com/20200421108post-26560.html>, (参照 2022-01-31).

“PAKUTASO IT 系の会社プロフィール用のよくある写真（女性）の写真素材”.

<https://www.pakutaso.com/20170827242post-12998.html>, (参照 2022-01-31).

本論文に関する発表論文

[1]菅野 一平, 高橋 拓, 中村 聡史. 個人のイラスト制作における観察に対する支援手法の検討, 情報処理学会 研究会報告 デジタルコンテンツとクリエイション研究会 (DCC), Vol.2020-DCC-24, No.8, pp.1-8, 2020.

[2]菅野 一平, 高橋 拓, 中村 聡史. 言語化と画像の分割表示による模写時の観察支援手法の検討, 情報処理学会研究報告 エンタテインメントコンピューティング(EC), Vol.2021-EC59, No.44, pp.1-8, 2021.

[3]Ippei Sugano, Satoshi Nakamura. A Method for Supporting Verbalization to Facilitate Observation in Illustration Copy-Drawing, 20th IFIP TC14 International Conference on Entertainment Computing (IFIP ICEC 2021), Vol.LNCS 13056, pp.348-359, 2021.

[4]菅野 一平, 中村 聡史. 言語化における模写時の観察支援システムの実現, 情報処理学会 研究会報告 デジタルコンテンツとクリエイション (DCC) , Vol.2022-DCC-30, No.45, pp.1-8, 2022.