

作画ミス発見のためのイラストの部分遮蔽手法の検証

高橋拓^{†1} 中村聡史^{†1}

概要 : イラスト制作において、初心者が作画中や作画直後に自身の絵の作画ミスを発見することは困難である。これは、作画過程においてイラストを見続けることで生じた感覚の変化が客観視を阻害していることが原因の一つとして考えられる。これまで我々は、あえて視覚情報を制限した状態でイラストを提示することにより、可能な限り短時間での作画ミス発見を促す、イラストの部分遮蔽手法を提案し、その有効性の検証を行った。実験の結果から部分遮蔽手法が客観視に有効であることを明らかにした一方で、手法による作画ミス発見の要因と、より効果的な遮蔽方法は明らかになっていない。そこで本稿では、新たに追加した2種類の作画タスクにおける部分遮蔽手法の有効性を再検証し、前回の結果と合わせ、本手法で発見可能な作画ミスの傾向とその発見の要因、および効果的な遮蔽方法を分析した。その結果、遮蔽による制作者の意識の変化と細部の想像を促すことが作画ミス発見につながることを明らかにした。また、イラスト制作者がイラスト内でひとつの「つながり」だと認識している範囲を推定することが、より効果的な遮蔽を自動生成する際に重要であることを明らかにした。

キーワード : イラスト制作, 客観視, 部分遮蔽, 認知心理学, 視覚補完, 視線分析

1. はじめに

SNSの普及により、イラストの投稿や共有、鑑賞といった行為が盛んに行われるようになった。イラスト投稿型SNSであるpixivは、2019年4月時点でユーザ登録者数が4000万人を超え、1日当たり約21000件の作品が投稿されているなどの盛り上がりを見せている[1]。また、ディスプレイに直接手書きすることが可能な液晶ペンタブレットも、安価で高機能なものが市場に出回り始め、デジタルイラスト制作に着手するユーザは今後も増えていくと予想される。

一方、イラスト制作において、自身の頭の中にあるイメージに沿った作画ができず、イラスト中に作画ミスが生じてしまうことは多い。作画ミスとは、イラスト内の物体が現実的にありえない構造になってしまったり、想定していた雰囲気表現できなかつたりといった、作者の意図しない作画がイラスト内に残ってしまうことである。このような作画ミスを見つけ、修正をするためには、自身のイラストを客観視することが重要である。

しかし、初心者や中級者にとって作画中や作画直後に自身のイラストを客観視することは容易ではない。主にその原因として考えられるのが、「長時間同じイラストを見続けることにより、どこに違和感があるのかわからなくなる」という感覚である。具体的には、数日後にイラストを見返したときは即座に気が付けるような作画ミスであっても、作画直後にはそれをミスだと認識できないというものである。この原因は未だ解明されていないが、これとよく似た現象として、ゲシュタルト崩壊[2]や、順応[3]などが挙げられる。これらは同一の視覚刺激を見続けることで、パターンの全体的な認知が減衰してしまい、視覚そのものが変化してしまうといった現象であり、それぞれ漢字[4]や人の顔[5]などにおいても起こることが知られている。このような

同一の視覚刺激を見続けることで生じる認知の「慣れ」がイラスト制作中に生じた際は、単純にイラストを観察するだけでは自身の作画ミスに気付くことは難しい。

自身の作画ミスに気付けなくなったとき、描いているイラストが模写やデッサンであれば、実物と見比べることで解決する可能性がある。実際、デッサン初心者に対して、作画ミスに気付かせることを目的としたシステムも存在する[6][7][8]。しかし、デッサンではなく、見比べる対象が脳内のイメージだけであるようなイラストに対して、このような支援を行う事は困難である。また、作画ミスを他者に指摘してもらう方法も考えられるが、作画ミスのあるイラストを他者に見せることに抵抗を感じる人は少なくない。他者を介さずに客観視をする方法としては、先述したように、作画からある程度の時間が経過した後にイラストを再確認するといった行為が挙げられる。これは、長時間の作画によって変化した感覚を通常状態に戻すといった点において有効な方法である。一方で、イラスト制作に締め切りがあり、時間をかけることの出来ない状況も存在する。

ここで、作画直後に適用でき、かつ自分自身で作画ミスが発見可能になるとされている手法として、イラストを左右反転して確認するといった行為が挙げられる。この手法はイラスト制作経験者に広く認知されているが、客観視における有効性は明らかになっていなかった。そこで我々は、美術系の大学生を対象にした作画実験を行い、この有効性を調査した[9]。その結果、左右反転手法はイラスト内の物体の左右のバランスの再確認には有効であるが、上下のバランスや細部の作画ミスの発見には十分な効果が得られないことがわかった。

上下のバランスや細部の作画ミスなどの発見のため、我々はこれまでに、あえて視覚情報を制限した状態でイラストを提示することによって、可能な限り短時間でさまざま

^{†1} 明治大学大学院先端数理科学研究科
Graduate School of Interdisciplinary Mathematical Sciences,
Meiji University

まな作画ミスの発見を促す、イラストの部分遮蔽手法を提案してきた[9]。これは人間の視覚の補完能力[10]を応用した手法である。この手法の有効性を実験によって調査した結果、実際に長時間の作画による慣れの状況下であっても、さまざまな作画ミスの発見を促すことが可能であった。一方で、本手法によって発見可能な作画ミスの傾向とその発見の要因および、より効果的な遮蔽方法は未だ不明である。また、実験におけるタスクが、難易度の高い人物キャラクターの作画であったために実験参加者が集まらず、有効性を分析するための十分なデータを得ることができなかった。

そこで本稿では、複雑ながらも人体より描きやすいと想定される「眼鏡」と「マグカップをもった手」の2種類の作画タスクに対して、提案手法の有効性を再度調査する。また、より効果的な遮蔽の作成に向け、前回の実験で得られた結果と合わせて、本手法が特に有効である作画ミスの傾向や、イラスト観察時の注視点の分布を分析する。その後、システムによる遮蔽の自動生成に向けた検討を行う。

2. 関連研究

2.1 作画ミス発見を支援する研究

作画行為を支援する目的の研究は多く行われている。なかでもシステムによって作画ミスに気付かせる目的の研究として、松田ら[6]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、初心者が自身のデッサンのミスに気付きやすくするシステムを実装している。また、川連ら[7]は、人物画中の人物の姿勢を Deep Learning を用いて推定して 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。山田ら[8]は、人物キャラクターの模写における絵の定性評価を特徴量抽出から行っている。これらの研究の、作画ミスに気付かせるといった目的は本研究と共通しているが、本研究の対象は模写やデッサンではなく、比較するものが存在しない場合のイラストを想定したものである。

2.2 視覚と認知の変化に関する研究

本研究では、同一のイラストを見続けたときに生じる感覚変化が客観視を阻害する主な要因であると位置づけている。このような視覚刺激による認知の変化の代表例として、ゲシュタルト崩壊[2]が挙げられる。これは図形を注視し続けるとそのパターンの全体形態の認知が減衰してしまう現象であり、漢字において起こることがよく知られている。二瀬ら[4]は、この漢字におけるゲシュタルト崩壊現象の分析を行い、漢字のサイズに関わらず、持続的注視による認知の遅延が生じることを明らかにしている。また、刺激を見続けることで視覚が変化する現象に順応[3]が挙げられる。嶺本ら[5]は、この順応が同一人物の表情認知に与える影響を調査している。我々は、こうした持続的注視によっ

て生じた慣れの感覚下であっても、作画ミスの発見を可能とするための部分遮蔽手法を提案している。

2.3 視覚の補完に関する研究

人間の視覚補完能力に、アモーダル補完がある[10]。これは、感覚入力がないにも関わらず、オブジェクトの遮蔽部分が補完されて知覚される現象である。森ら[11]は、人間と機械を判別するために、人間にのみ生じるアモーダル補完を利用した動画 CAPTCHA を提案した。また、富田ら[12]は、アモーダル補完時の脳内で生成されたイメージに対する単純接触効果の検討を行った。我々の部分遮蔽手法は、このアモーダル補完を応用することで、隠されたイラストに対する大まかな視覚補完を引き起こし、イラスト全体のバランスを再確認させるものである。

3. 部分遮蔽手法

3.1 手法の概要

本研究の目的は、作画直後に適用可能かつ、短時間でさまざまな作画ミスの発見を促す、イラスト客観視手法の実現である。ここで我々は、人間の視覚認知の補完能力に着目した。視覚認知における補完能力とは、物体の輪郭の一部分が他の物体に遮蔽されている状況においても、実際にそこにあるかのように補完して知覚することができるというものであり[10]、遮蔽された箇所を整合性の取れた形で補完することが知られている。我々は、この視覚的な補完を応用した、イラストの部分遮蔽手法を提案してきた。具体的には、図1のように人物や物体の一部分を遮蔽した状態でイラスト制作者に提示したとき、視覚補完により、制作者の最も理想とする下半身のバランスを遮蔽物（以下、遮蔽範囲とする）の先に想像することが可能だと考えられる。この補完状態を意識した後に、イラスト全体を再度確認することで「下半身が短すぎる」などといったバランスの狂いに気付くことができると期待される。

またこのとき、全体を意識していたときには気付かなかった、遮蔽されていない範囲（以下、提示範囲とする）における作画ミスに着目させることができる可能性がある。図1を例にすると、仮に作画時の意識が足に集中していた場合、下半身を遮蔽することで意識が上半身に向き、表情や髪に関する作画ミスへの気付きを促すというものである。

我々はこれまでの研究において、実際に本手法が客観視に有効であり、既存手法では気が付きにくいと思われる、上下のバランスや細部のミスの発見を促せることを実験によって明らかにしてきた。一方で、バランスに関するミスの発見は少なく、遮蔽範囲内の細部のミスの発見が多く見られたことから、本手法の有効性が視覚補完や注目によるものであるかは明らかにできていない。そのため、本稿では本手法の有効性を再度調査し、特に有効な作画ミスと、その発見の要因を明らかにする。



図1 部分遮蔽手法のイメージ

3.2 遮蔽パターンの生成と提示

部分遮蔽手法をイラストに適用する際、重要なのが遮蔽範囲の設定である。しかし現時点において、最も有効な遮蔽箇所や遮蔽範囲は明らかにできておらず、遮蔽の自動化ができていない。本稿ではこの自動化に向け、これまでの研究に引き続き、イラスト内の視覚情報がおおよそ半分となるような遮蔽パターンにおける有効性を調査する。この理由として、提示する情報が過剰であれば意識の変化が起こりにくく、不足していれば満足な視覚補完を起こせないと考えたためである。このとき、イラストの単純な等分では満足な効果が得られないと予想されるため、イラストの内容に応じた遮蔽をイラストごとに作成していく。

また、本手法を用いる際は、図2のように遮蔽範囲と周囲の色の区別が一目で付くような提示をする。これは、イラスト全体のバランスの認識をさせる際に、イラストのキャンバスサイズを認識できなければ適切な補完が難しいと考えられるからである。

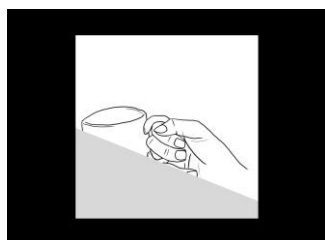


図2 部分遮蔽を行った際の提示例

4. 実験

4.1 実験目的

イラストの部分遮蔽手法の有効性の再調査のため、指定した内容のイラストを制作するタスクを設定し、作画直後に単純に観察したときに発見した作画ミス、本手法の適用によって新たに発見した作画ミス、2日後に再び単純に観察したときに新たに発見した作画ミスをそれぞれアンケートで集計し、発見したミスの個数とその傾向を比較する実験を行う。また、イラストに対する感覚が手法を適用した際と、数日の時間が経過した際にどのように変化したのかをアンケートによって調査する。さらに、イラストを提示した際の視線データを計測し、手法の有効性の分析に利用する。

4.2 イラスト制作タスク

実験協力者には、指定したイラストを制作するタスクを行ってもらった。タスクとして、今回は「眼鏡」と「マグカップをもった手」の2種類を選定した。今後、それぞれのタスクを「眼鏡タスク」「マグカップタスク」と表記する。これらを選定した理由として、これまでの研究でタスクとして選定していた人物キャラクタよりも初心者が取り組みやすいが、ある程度の立体的な描写が求められるため、十分な作画ミスが生じると予想されたからである。このとき、作画ミスを誘発するために、実験協力者には自身のあまり得意ではない構図を考えようとして、その構図で描いてもらうよう指示した。また、スムーズな調査を行うために、制限時間を設けたうえで、線画までの作画を指示した。この制限時間は、我々の主観で設定し、予備テストより、眼鏡タスクを15分、マグカップタスクを20分とした。なお、イラストが未完成であることが原因の作画ミスを排除するため、制限時間が経過した時点で線画として最低限の形が描ききれなかった場合は、実験協力者が最低限のラインに達成したと感ずるまで作画を継続してもらった。

イラスト制作環境として、液晶ペンタブレットの Wacom MobileStudio Pro 16[13]と、ペイントツールの SAI[14]を使用した。また、作画中にインターネットで参考資料を調べることを許可した。これは、普段のイラスト制作において資料を見ずに描くことは少なく、資料なしに描きたいイメージを構築することは難しいためである。しかし、模写やデッサンの域での参考は本手法の趣旨が変わってしまうため、実験協力者には資料そのものの描画にならないよう、注意して制作してもらった。

4.3 作画ミス発見に関するアンケート調査

先述したイラスト制作タスクの後、実験協力者には自身のイラストに関するアンケートに回答してもらった。

まず、作画直後のアンケートにおいては、イラストを単純に観察したときに発見した作画ミスを全て回答してもらった。一方で、遮蔽手法適用後には、新たに発見したミスのみを回答してもらった。これは、単純な観察で得られた結果と、手法によって得られた結果を区別するためである。また、2日後のアンケートにおいては、時間経過によって初日の回答内容を覚えていない可能性があるため、観察で得られた気づきを再度全て回答してもらった。アンケートでは作画ミスの発見に関する調査のほか、感覚変化に関する調査も行った。遮蔽手法や時間経過によってイラストに対する感覚や見え方がどのように変化したかを回答してもらい、その結果から提案手法の有用性を考察していく。

4.4 提示する遮蔽パターンの作成

実験において、眼鏡タスク、マグカップタスクそれぞれに対し、イラスト全体を上下左右それぞれに分断するような4パターンの遮蔽を作成する。それぞれの遮蔽イメージを図3, 4に示す。

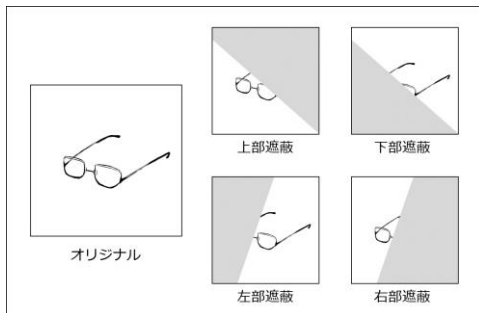


図3 眼鏡タスクにおける遮蔽パターン

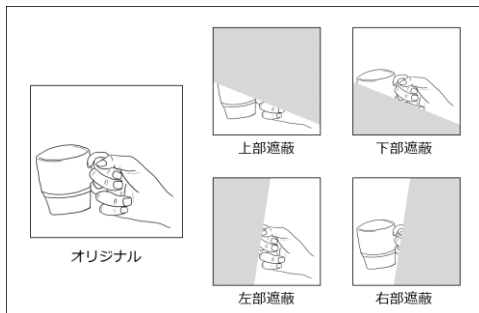


図4 マグカップタスクにおける遮蔽パターン

遮蔽における境界線は、左右の遮蔽パターンについては、メガネタスクのときはブリッジ（左右のレンズのをつなぐ部位）の中央を、マグカップタスクのときはカップの持ち手部分を目安に設定する。上下の遮蔽パターンについては、メガネタスクではレンズ部分と「つる」の部分に分けるように、マグカップタスクでは手首の中央を目安に境界線を設定する。このとき、3.2節で述べたように、提示範囲と遮蔽範囲の情報量の偏りを避けるため、イラストの構図に応じてその都度、著者の手により境界線の調整を行った。

4.5 実験手順

情報系の大学に通う22歳から23歳の大学生6名を対象に実験を行った。このとき、実験協力者は全員イラスト制作初心者から中級者であった。実験の流れを図5に示す。

はじめに、実験協力者は実験の説明を受けたのち、実験環境での作画に慣れるため5分間の試し描きを行う。その後、指定されたイラスト制作タスクに取り組む。このときのタスクは「眼鏡タスク」と「マグカップタスク」のどちらか一方をランダムで指定した。また、分析に使用するため、作画行動を画面キャプチャによって録画した。実験において、他者に見られている感覚が作画行為やその後のアンケートに影響を及ぼさないように、実験監督者以外には干渉されない環境で作画を行った。

タスク終了後、発見した作画ミスと観察時の視線データを集計を行った。実験協力者はアンケートに関する説明を受けたのち、視線計測システム上に提示された自身のイラストを観察する。ここで提示するイラストは、部分遮蔽手法を適用せず、実験協力者が制作したイラストその

ものである。このとき、観察と同時に1分間の視線計測を行ったのち、観察を継続したままアンケートに記入してもらった。なお、発見した作画ミスを全て回答してもらうため、アンケート自体に制限時間は設けなかった。

次に、イラストに部分遮蔽手法を適用した状態でシステム上に提示し、遮蔽物で隠されている箇所を想像しながら観察するように伝え、再び1分間の視線計測と観察を行った。その後、遮蔽されていない状態でのイラストを再度提示し、初回と同様の流れで視線計測とアンケートを実施した。この遮蔽状態の提示、遮蔽なしでの提示、アンケートといった一連の流れを、3.2節で述べた4種類の遮蔽パターン分繰り返した。なお、順序効果を考慮し、提示するパターンの順序は実験協力者によってそれぞれ変化させた。全パターンの集計が終了次第、10分間の休憩をはさんだのち、作画対象を取り組んでいない方のタスクに変更し、再度実験を行った。このとき、実験協力者のうち2名については、協力者の都合によりどちらか一方の作画タスクのみ実施した。そのため、両方のタスクに対してそれぞれ5人分の結果が存在する。すべての工程が終了した後、部分遮蔽手法による感覚変化に関するアンケートを実施し、初日の実験を終了する。

2日後、初回と同様に1分間のイラスト全体の観察と、発見した作画ミスに関するアンケート回答を、取り組んだタスクの数だけ行い、時間経過による感覚変化に関するアンケートを実施し、全ての実験が終了となる。

なお、視線計測システムはProcessingで実装し、視線情報の取得にはTobii EyeX[15]を使用した。

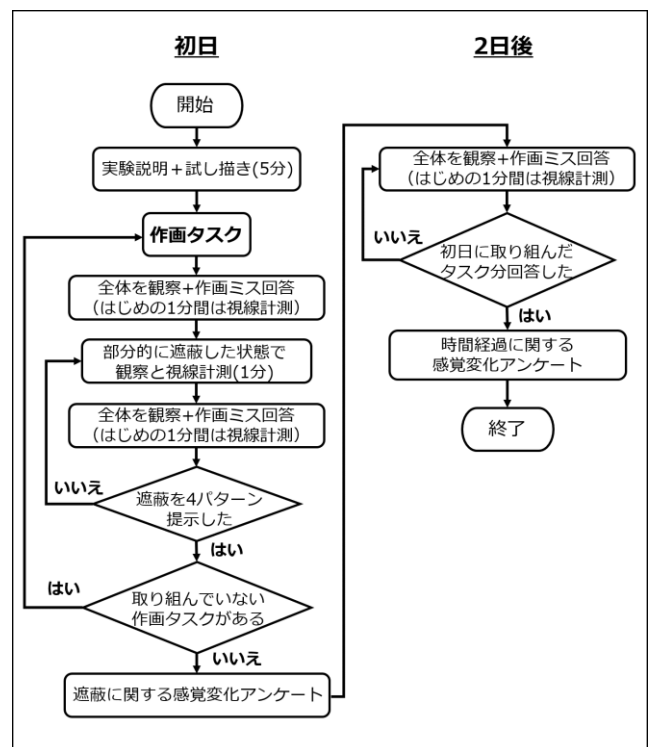


図5 実験の流れ

5. 実験結果

実験協力者 A~F のそれぞれの制作物を図 6 に示す。なお、都合により E は眼鏡タスクのみ、F はマグカップタスクのみ実施したため、どちらのタスクも 5 人分の結果を図中で示している。

表 1, 2 に、それぞれのタスクにおける、作画直後、部分遮蔽手法適用後、2 日間の時間経過後のそれぞれの状況で新たに発見された作画ミスの個数をまとめる。また、手法適用後と時間経過によって新たに発見された作画ミスの一列を図 7, 8 に示す。これらの図においては、実験時に提示した遮蔽パターンを左側に示し、そのときに協力者がアンケートに記入した作画ミスの気付きを右側に表記している。このとき、最下段にはイラストの全体像と、時間経過によって発見された作画ミスの回答を表記した。

遮蔽手法および時間経過による、感覚の変化に関するアンケート結果を以下にまとめる。手法による感覚変化については、実験協力者 A~F はそれぞれ、「提示部分のミスに気付くことが多かった。改善点が多く見つかった。また、遮蔽物を取り払った後に、その遮蔽の境界付近が気になった」、「眼鏡タスクの時は左右よりも上下での遮蔽の方が、感覚が違う気がした。遮蔽を取り払った時の気付きが多かった」、「見る場所が限定されたためか、細かなバランスの崩れなどに気付けた気がした」、「錯視イラストの感覚に近く、立体感の歪みの発見がしやすかった。また、遮蔽状態から全体に戻った時に先ほど見えていた部分が気になりやすかった。遮蔽後は境界線付近に意識が行った」、「見えている部分に集中できるので見逃していた修正点が見つかった。隠されていた部分を開けて貰った時に自分の絵を下手だと感じた」、「限られた場所だけに目が行くので細かいミスに気付けた。その後、遮蔽がとれたときに、その周辺との対応でへんなところがあったときに、より気付けた。全体のバランスを見たいときは隠さない方が気付きやすいと思った」と回答していた。

一方、時間経過による感覚変化についてはそれぞれ、「遮蔽したときの方がミスに気付けた気がする」、「実験時から若干変化した。違和感が増した気がした」、「マグカップの方は実験終了時よりも手のバランスが崩れているように感じた」、「前は自分がこだわった部分や時間のかかった部分にどうしても集中しがちだったが、時間経過によって新鮮な気持ちで全体的に見ることができた」、「全体的に線の歪みが気になるようになった」、「あまり変わらなかった」と回答していた。

表 1 と表 2 において、全ての実験協力者が部分遮蔽手法適用後に新たな作画ミスを発見していることがわかる。この結果と上記のアンケート結果から、作画タスクを人物から物体に変更しても、部分遮蔽手法による自身のイラストの客観視が可能であるといえる。一方で、時間経過によっ

てはじめて気付ける作画ミスがあったことから、前回と同様に、部分遮蔽手法による全ての作画ミスの発見は達成できていない。

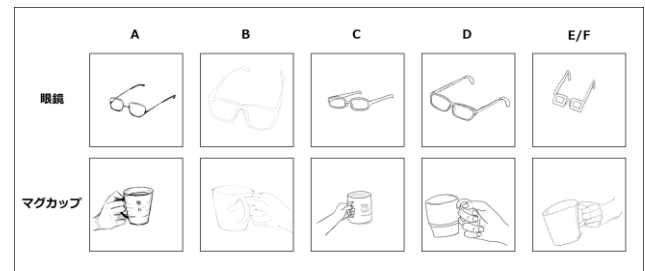


図 6 実験協力者ごとの制作物一覧

表 1 眼鏡タスクにおける作画ミス発見個数

| | A | B | C | D | E |
|------|---|----|---|----|---|
| 作画直後 | 3 | 5 | 2 | 3 | 2 |
| 部分遮蔽 | 4 | 3 | 3 | 6 | 5 |
| 時間経過 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 |
| 合計 | 8 | 10 | 6 | 11 | 7 |

表 2 マグカップタスクにおける作画ミス発見個数

| | A | B | C | D | F |
|------|----|----|---|----|---|
| 作画直後 | 4 | 5 | 1 | 5 | 2 |
| 部分遮蔽 | 6 | 5 | 3 | 7 | 6 |
| 時間経過 | 1 | 5 | 2 | 3 | 0 |
| 合計 | 11 | 15 | 6 | 15 | 8 |

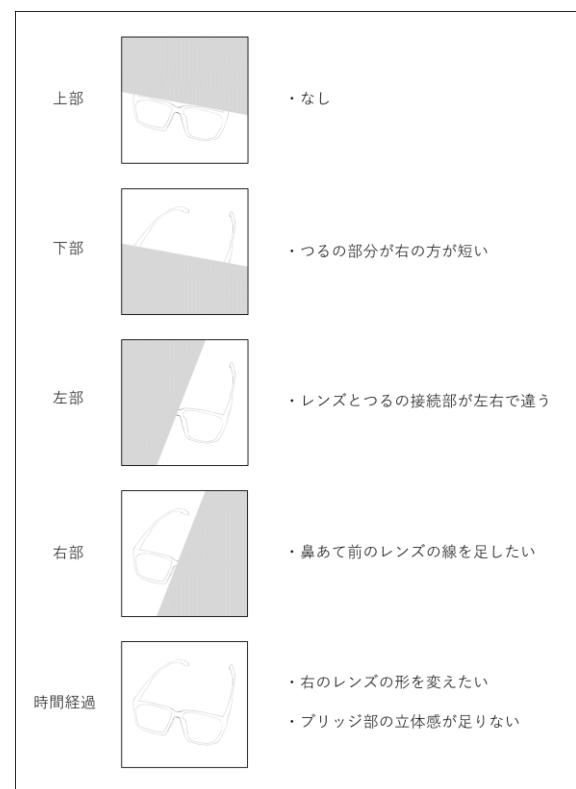


図 7 眼鏡タスクにおける作画ミスの発見例



図8 マグカップタスクにおける作画ミスの発見例

6. 分析と考察

本章では、部分遮蔽手法によって発見された作画ミスを分類することで、本手法が有効なミスの傾向を分析するとともに、手法による作画ミス発見の要因を考察する。その後、より効果的な遮蔽方法の自動生成に向けた考察を行う。このとき、今回得られた結果と、前回の人物キャラクタータスク[9]で得られた結果をあわせて分析していく。

6.1 部分遮蔽手法が有効な作画ミスの傾向

本手法を適用することで発見可能になった作画ミスを分類していく。

図9, 10に、眼鏡タスクとマグカップタスクにおける作画ミス発見時の視線のヒートマップの一例を示す。図9において、実験協力者が回答した作画ミスは「レンズをつなぐ真ん中のところが細い」であった。また、図10においては「親指の付け根をふっくらさせたい」「手首が細すぎる」「指の第一関節が全体的に短い」であった。これらは全て提示範囲内への気付きであり、遮蔽範囲内のレンズやマグカップがどのような形であれ、作画ミスだと認識できるものである。このような、提示範囲内だけで完結するような作画ミスが全てのタスクにおいて多数発見された。この理由として、イラスト全体、もしくは気になる箇所集中していた意識が、遮蔽によって提示範囲内のみに向かったためだと考えられる。実際に、図9では中央のブリッジ部に、

図10では手首と親指の付け根のふくらみに、手法適用時にはじめて視線が集中したことがわかる。また、図10においては、作画直後と手法適用時のどちらにおいても視線が指先に集中しているにもかかわらず、手法適用時になってはじめて第一関節の短さに気付いたことから、遮蔽することによる意識や感覚の変化が推測できる。また、「限られた場所だけに目が行くので、細かいミスに気付いた」といったアンケート結果も、この要因を示唆している。以上の結果から、本手法は、手法によって意識を変化させることで、「遮蔽範囲の内容にかかわらず、提示範囲を見るだけでミスだと気付ける作画ミス」に有効である。

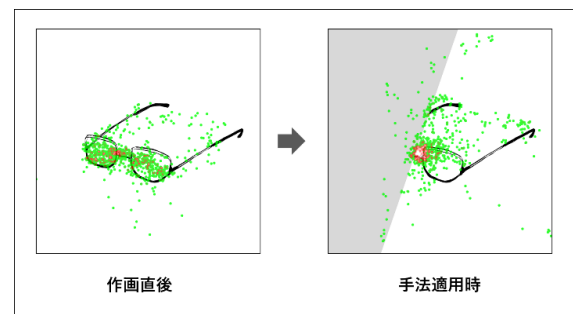


図9 提示範囲内のミス発見時の注視点の例 (眼鏡)

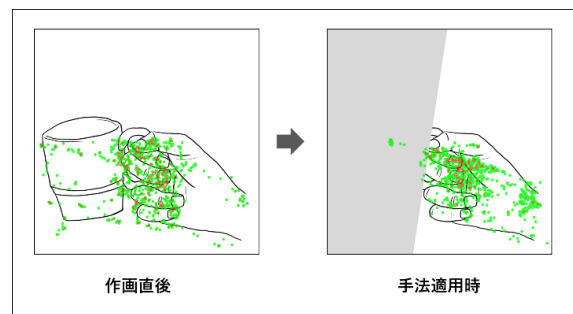


図10 提示範囲内のミス発見時の注視点の例 (マグカップ)

図11, 12に、マグカップタスクと人物タスクそれぞれにおけるミス発見時の視線のヒートマップを示す。図11において、実験協力者が回答した作画ミスは「親指以外の指先が凄く小さいので大きく直したい」であり、図12においては、「剣先の線の汚れを取りたい」「右の鎧の外側の線を細くしたい」であった。これらは全て遮蔽範囲内にありながら、提示範囲内に見えていた内容とつながりのある箇所に関する発見である。また、この逆のパターンとして、提示範囲内にありながらも、遮蔽を取ってつながりのあった箇所を見直すことで、はじめてそこがミスだと気付いた事例もいくつか見られた。これらの結果や、アンケートにおいて「遮蔽物が取れたときに、その周辺との対応で変なところがあったときにより気付いた」「全体に戻った時に、見えていた部分が気になりやすかった」「遮蔽物を取り払った後に、その遮蔽の境界付近が気になった」といった回答が得られたことから、遮蔽範囲を想像し、再度全体を確認する

ことで作画ミスを発見できるようになると考えられる。

また、図 13 に、眼鏡タスクにおけるミス発見時の事例を示す。このとき発見された作画ミスの回答は「レンズと耳掛け部分の接続部が左右で違う」であった。このような、提示範囲内と遮蔽範囲内のそれぞれの内容を比較することでミスだと気付けた例もいくつか見られた。以上の結果をまとめると、本手法は遮蔽範囲内の細部を想像することで、「遮蔽を取った時に、周囲との対応を見ることでミスだと気付ける作画ミス」に有効であるといえる。

一方で、2 日後に手やカップの大きさに関する発見が見られたことや、アンケートにおいて「全体のバランスを見たいときは隠さない方が気付けた」などの回答が得られたことから、本手法が全体のバランスに関する作画ミスに有効でなかったことがわかる。このことから、部分遮蔽手法は、遮蔽範囲内を視覚補完させるのではなく、細部を想像させることによって作画ミスの発見を促す手法であるといえる。今後、おおまかなバランスに関するミスについては、遮蔽以外の客観視手法で発見することが望ましい。

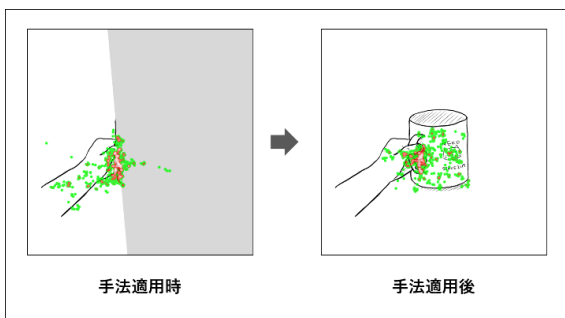


図 11 遮蔽範囲内のミス発見時の注視点の例 (マグカップ)

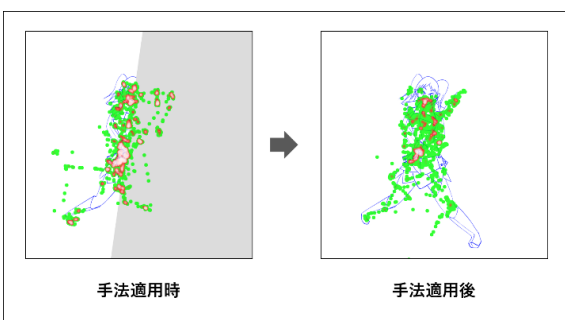


図 12 遮蔽範囲内のミス発見時の注視点の例 (人物)

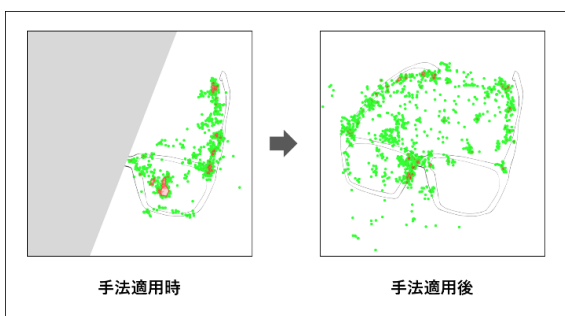


図 13 遮蔽範囲内のミス発見時の注視点の例 (眼鏡)

6.2 有効な遮蔽パターンの生成

6.1 節の分析から、部分遮蔽手法が「遮蔽範囲の内容にかかわらず、提示範囲を見るだけでミスだと気付ける作画ミス」と「遮蔽を取った時に、周囲との対応を見ることでミスだと気付ける作画ミス」に有効であることがわかった。ここで、より多くの作画ミスが発見可能な遮蔽パターンを作成するために、現状の遮蔽では発見することができなかった作画ミスに着目する。

表 3 に、手法によって発見された作画ミスの個数を手法適用時に属していた範囲によって分類したものを示す。表から、マグカップタスクにおいて、遮蔽範囲に属していた作画ミスの発見が他のタスクに比べて少ないことがわかる。

マグカップタスクにおける作画ミスの発見例は前節の図 10, 11 に示している。このとき、どちらの例においても、発見された作画ミスは手に関するものである。マグカップタスクにおいて、手だけを提示したときにマグカップの作画ミスに気付く、もしくはマグカップだけを提示したときに手のミスに気付くといった例はひとつもなかった。これが、マグカップタスクにおける遮蔽範囲内の気付きの少なさに繋がったと考えられる。

このような結果が得られた原因として、提示範囲内の物体と直接的なつながりのある箇所でない、遮蔽箇所の想像が困難であるからだと考えられる。つまり、遮蔽パターンを自動生成するときは、イラスト制作者がひとつの「つながり」だと認識している範囲の内部を通るように境界線を設定することが望ましいと考えられる。

表 3 手法適用時の作画ミス発見個数

| | 眼鏡 | マグカップ | 人物 |
|------|----|-------|----|
| 提示範囲 | 14 | 23 | 13 |
| 遮蔽範囲 | 7 | 4 | 13 |
| 合計 | 21 | 27 | 26 |

図 14 に人物タスクにおける作画直後のヒートマップと、提示した遮蔽パターンの一例を示す。この実験協力者は 2 日後にはじめて「腕が太すぎる」といった気付きを回答していた。図左側に示した作画直後の視線のヒートマップから、実験協力者の意識が顔と手に集中していた事がわかる。また、図右側に示した遮蔽パターンから、実験を通して、腕と顔と手が常に同じ提示範囲内に含まれていたこともわかる。以上のことから、この実験協力者は遮蔽手法によって腕に意識が向かうことはなかったのだと考えられる。つまり、今後遮蔽パターンを作成するときは、イラスト制作者の意識が集中している箇所と、その周辺が常に同じ提示範囲に属するような状況は、避けなければならないと考えられる。

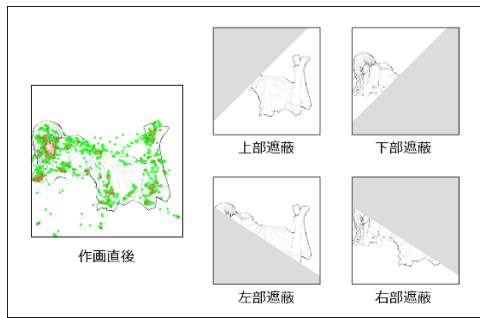


図 14 作画直後のヒートマップと遮蔽の例(人物)

6.3 遮蔽パターンの自動生成

本研究の最終目標は、イラストの内容に応じて有効な遮蔽パターンを自動生成するシステムの実装である。6.2 節での考察から、今後遮蔽する際は、制作者が「つながり」だと認識している箇所と、特に意識の集中しているつながりを考慮したうえで遮蔽を作成していくことが重要である。

図 15 の左側のように「つながり」が配置されていたときを考える。ここで、右側のように、つながりを分断するような遮蔽を生成することで、遮蔽範囲内の細部の想像を促し、分断したつながり内部の作画ミス（イラスト中央）の発見が可能になると考えられる。またこのとき、特に意識されていたつながりが完全に遮蔽されるため、提示範囲内の作画ミス(イラスト左上)にも意識が向くと予想される。

ここで重要となるのがこのつながりの範囲を推定することである。今回の実験結果では、「マグカップ」「剣」などの物体全体や、「顔」「取っ手」などの物体を構成するパーツがつながりだと推測できた。このとき、制作者がつながりだと認識している範囲は、物体検出や、作画の手順、作画直後の視線の動きなどから可視化できる可能性がある。今後は、これらを用いた、より正確な推定を検討していく。

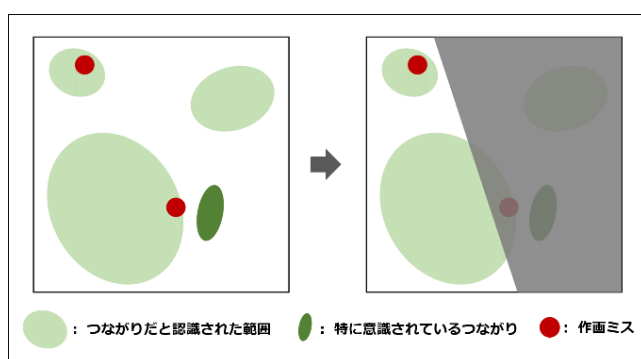


図 15 効果的と予想される遮蔽パターンの例

7. おわりに

本稿では、我々がこれまで提案してきた、イラストの部分遮蔽手法の有効性を再度検証した。その結果、本手法は人物以外の作画タスクにも有効であり、「遮蔽範囲の内容にかかわらず、提示範囲を見るだけでミスだと気付ける作画

ミス」と「遮蔽を取った時に、周囲との対応を見ることでミスだと気付ける作画ミス」の発見に特に有効であることがわかった。このとき、遮蔽による意識の変化と、細部の想像が発見の要因であると考えられる。また、今後遮蔽する際には、制作者がイラスト内でひとつの「つながり」だと認識している箇所と、その中でも特に意識の集中している箇所の推定が重要になる可能性が得られた。

以上の結果をもとに、今後はより効果的な遮蔽パターンの調査を行っていく。また最終的には、入力したイラストの内容から有効な遮蔽パターンを自動生成し、提示を行うシステムの開発を行う予定である。

謝辞 本研究の一部は、JST ACCEL（ Grant 番号 JPMJAC1602）の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] “pixiv - 広告掲載”. <https://www.pixiv.net/ads/>, (参照 2019-12-16).
- [2] Faust, V.C. Ueber Gestaltzerfall als Symptom des parieto-occipitalen Ubergangsgebietes bei doppelseitiger Verletzung nach Hirnschuss. *Nervenarzt*, 18, pp. 103-115, 1947.
- [3] Leopold et al. Prototype-referenced shape encoding revealed by high-level aftereffects. *Nature Neuroscience*. Vol. 4, pp. 89-94, 2001.
- [4] 二瀬由理, 行場次朗. 持続的注視による漢字認知の遅延—ゲシュタルト崩壊現象の分析—. *The Japanese Journal of Psychology*, Vol. 67, No. 3, pp. 227-231, 1996.
- [5] 嶺本和沙, 吉川左紀子. 人物への順応が同じ人物の表情認知に与える影響. *日本認知心理学会発表論文集 2011(0)*, pp. 123-123, 2011.
- [6] 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.
- [7] 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, 2015.
- [8] 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.
- [9] 高橋拓, 中村聡史. イラスト客観視のための部分遮蔽手法の検討. *情報処理学会 研究報告デジタルコンテンツクリエーション*, 2019.
- [10] Michotte, A., Thinès, G.S., & Crabbé, G. Amodal completion and perceptual structures. In G. S. Thinès, A. Costall, & G. Butterworth Eds., *Michotte’s experimental phenomenology of perception*. Hillsdale, NJ: Laurence Erlbaum Associates, pp. 140-167, 1991.
- [11] 森拓真, 宇田隆哉, 菊池眞之. アモーダル補完を利用した動画 CAPTCHA の提案. *マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2011 論文集*, pp. 1518-1525, 2011.
- [12] 富田瑛智, 松下戦具, 森川和則. 部分遮蔽刺激を用いたアモーダル補完時の単純接触効果の検討. *認知心理学研究 第 10 巻第 2 号*, pp. 151-163, 2013.
- [13] Wacom MobileStudio Pro. <https://www.wacom.com/ja-jp/products/pen-computers/wacom-mobilestudio-pro-16>, (参照 2019-12-16).
- [14] “SYSTEMAX Software Development - ペイントツール SAI “. <https://www.systemax.jp/ja/sai/>, (参照 2019-12-16).
- [15] Tobii EyeX. <https://tobiigaming.com/product/tobii-eyex/>, (参照 2019-12-16).