

適正な画像処理方法 ～雑誌の投稿規定の解説～

第2版



国立研究開発法人 日本医療研究開発機構
Japan Agency for Medical Research and Development

生物医学分野において、画像は重要な役割を果たします。画像を適切に処理することにより、科学的成果が正確に共有され、研究結果の信頼性の確保につながり、研究開発の発展に寄与します。画像の処理は、研究論文の読みやすさやインパクトを高めることができる一方、適切に処理されない場合、データが歪曲され、読者の誤解を招き、不正行為につながる可能性があります。これは、研究の信頼性を損ない、科学の進歩を阻害する要因となるため、容認されるべきものではありません。

このため、本冊子は、画像データを科学的に扱うため、生物画像を処理する際に参考となる学術雑誌における画像処理規範を紹介するとともに、適正な画像処理方法、施してはいけない画像処理方法等について解説します。

なお、投稿規定はしばしば見直されるため、随時確認する必要があります。また、掲載された論文に直接紐付く画像やデータのみならず、原画像やその他の生データも、研究機関が定める規定や雑誌によっては推奨する画像データの保管方法がありますので、これらに基づき、適切に保管しなければなりません。

第1章 学術雑誌における画像処理規範

生物画像に対する画像処理は、同じ処理方法であってもそれが科学的に妥当であるか否かは、研究目的や解析手法に応じて異なります。このため、「この画像処理方法は不正に該当する」といった画一的な定義をすることは極めて困難です。

画像処理に関する勧告として、国際STM出版協会 (International Association for Scientific, Technical, Medical Publishers) は、“Recommendations for Addressing Issues of Image Integrity” を2021年に発表しました。¹ JAMA、Nature Medicine、The New England Journal of Medicine、The Lancet 等の医学雑誌の編集者で構成される医学雑誌編集者国際委員会 (ICMJE) は、“Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals” (医学雑誌における学術的研究の実施、報告、編集及び出版のための勧告。以下「ICMJE 勧告」という。) を毎年更新しており、この中で、画像に関する規範を示しています。² また、2024年より Nature Portfolio を有する Springer Nature は、EMBO とジャーナルの発行について協力しており³、Nature Portfolio と EMBO は同様の規定を採用しています。

最低限の基準については、学術雑誌の投稿規定において明文化されています。全ての学術雑誌が同様の投稿規定を掲げているわけではありませんが、主要な学術雑誌については、画像処理に対する規定の足並みを揃えています。

本冊子 (第2版) では、アクセスの容易さ、雑誌の影響力等を考慮し、Nature Portfolio をはじめとする8つの雑誌の投稿規定について紹介します。特に画像処理に関連し、注意が必要と思われる規定をいくつかピックアップしました。規定は雑誌や画像の種類によって異なり、また、改定されることもありますので、本章の紹介と合わせリンク先等の最新の規定を確認してください。

1.1 Nature Portfolio の規範⁴

Nature Portfolio の主な画像に関する基準は、以下のとおりです。

URL: <https://www.nature.com/nature-portfolio/editorial-policies/image-integrity>

- 原画像と付随するメタデータ (画像の取得条件などのデータ。画像形式により画像ファイルの一部になっているか、又は画像ファイルとは別のファイルに保存されている) を出版社の要請に応じて提出できるように、できれば永久に保存する。特にゲルやウェスタンブロットの画像に関しては、最終稿に原画像を添えることが必須であり、これらの原画像は補助資料 (Supplementary Information) として出版されることになる。
- 使用した画像取得ツールと画像処理ソフトウェア、主要な画像取得設定と処理操作を記述する。
- 異なる時間や場所で収集された画像は、時系列画像などの例外を除き、1つの画像に結合しない。
- 画像を並べる必要がある場合は、境界を明確に示し、図のキャプションで説明する。
- 画像修正ツールなど意図的に操作を不明瞭にする機能は使用しない。
- 画像処理 (例えば明るさやコントラストの変更) などは、画像全体に均等に適用する。コントロールも含め、画像データ全体に均等に適用する。

<電気泳動ゲル・ブロット>

- 異なるゲル・ブロット上のサンプル間の定量的比較は避けるべきである。
- ゲル内で隣接していないレーンを再配置する場合は、境界を明確に示し、図のキャプションにその旨を示す。
- ローディングコントロール (例: GAPDH、アクチン) は同じブロットで実行する。

1) STM Working Group. (2021, December 6). *Recommendations for handling image integrity issues*. STM. https://www.stm-assoc.org/2021.12.07.Recommendations_for_handling_image_integrity_issues_V10.pdf

2) ICMJE. (2025, January). *Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals*. International Committee of Medical Journal Editors. <https://www.icmje.org/recommendations/>

3) Springer Nature. (2023, March 30). *Springer Nature and EMBO cooperate to publish the EMBO Press suite of journals*. Springer Nature. <https://group.springernature.com/ja/group/med-ia/press-releases/archive-2023/springer-nature-embo-partner-to-publish-journals/25171590>

※2025年1月30日時点
※最新の詳細な内容は、投稿規定等をご確認ください。

4) Nature Portfolio. *Image integrity and standards*. Nature Portfolio. <https://www.nature.com/nature-portfolio/editorial-policies/image-integrity>

※2025年1月30日時点
※最新の詳細な内容は、投稿規定等をご確認ください。

- サンプル処理コントロールが異なるゲルで実行された場合は、図のキャプションでその旨を明記する。
- 図にするため切り抜いたゲルの画像には、全ての重要なバンドが保持されている。
- 露出過多により本来存在するバンドが見えなくなる可能性があるため、高コントラストのゲル及びプロットは避ける。

<顕微鏡画像>

- 画質の調整は画像全体に適用する。
- しきい値の操作、輝度の範囲の拡大又は縮小、高輝度域の調整は避ける。
- 「疑似カラーリング」や非線形な輝度調整（「ガンマ補正」など）を使用する場合は、使用した旨を記載する。
- 重ね合わせてマージした多チャンネルのカラー画像では、個々のチャンネルの画像の輝度調整が必要になることがあるが、こうした調整を行った場合は、その旨を図のキャプションで述べる。
- 複数のフィールドの細胞は、1つのフィールドにグループ化する。
- 使用した機器の種類（例：顕微鏡・対物レンズ、カメラ、検出器、フィルタの型番とバッチ番号など）、画像取得ソフトウェア、主要な機器設定を記載する。
- 関連するメタデータを含む原画像ファイルを保存する。（例：取得情報（時間と空間の解像度データなど）、画像のビット深度、温度や観察用培地の名称や組成などの実験条件、蛍光色素（励起と発光の波長又はその範囲、フィルタやダイクロイックミラーの波長特性など）など）
- 特に“rainbow”の疑似カラーを使った場合は、画像を表示するために使ったルックアップテーブル（LUT）と、そのLUTと画素値（bitmap）との数値的な関係を明示しなくてはならない。
- 画像が取得された際の測定解像度と、その画像の解像度を上げる画像処理や平均画像演算に関して明確に記載しなければならない。
- 画像処理・解析に使ったソフトウェアの名前は「方法（Methods）」の節に明記しなくてはならない。画像操作は図のキャプションに記載する（例：デコンボリューション法、3次元再構成法、サーフェスレンダリング法やボリュウムレンダリング法、ガンマ補正法、画像フィルタ法、輝度しきい値法、投射法などで使ったアルゴリズムの種類）

1.2 The EMBO Journal の規範⁵⁾

The EMBO Journal 投稿規定の主な画像に関する基準は、以下のとおりです。

URL: <https://www.emboress.org/page/journal/14602075/authorguide#figureformat>

5) The EMBO Journal. *Author Guidelines: Manuscript Preparation*. EMBO press. <https://www.emboress.org/page/journal/14602075/authorguide#figureformat>

※2025年1月30日時点
※最新の詳細な内容は、投稿規定等をご確認ください。

<画像処理>

- 査読用原稿とともに提出した画像の処理は最小限にとどめる必要がある（例えば、顕微鏡写真に矢印を追加するなど）。編集者が原稿の評価のために、未処理のデータとメタデータを要求する必要があるため、これらのファイルを保持する必要がある。未処理のデータがない場合は、問題が解決されるまで原稿の評価が停止されることがある。
- 使用した画像取得ツールと画像処理ソフトウェア、主要な画像取得設定と処理操作を記述する。
- 異なる時間や場所で収集された画像は、時系列画像などの例外を除き、1つの画像に結合しない。
- 画像を並べる必要がある場合は、境界を明確に示し、図のキャプションで説明する。

- 画像修正ツールなど、意図的に操作を不明瞭にする機能は使用しない。
- 画像処理（例えば明るさやコントラストの変更などは、画像全体に均等に適用する。コントロールも含め、画像データ全体に均等に適用する。

<電気泳動ゲル・プロット>

- 切り取られたゲルとプロットをメインの論文に表示する場合は、全ての重要なバンドが保持され、関連するバンドの上下にスペース（複数のバンド幅）を保持する。
- ゲル内で隣接していないレーンを再配置する場合は、境界を明確に示し、図のキャプションにその旨を示す。
- 異なるゲル／プロット上のサンプル間の定量的比較は避けるべきである。やむを得ず、別のプロットで実行する場合は、図のキャプションに、サンプルが同じ実験に由来し、並行して処理されたことを記載する。
- ローディングコントロールは、同じプロットで実行する。
- 露出過多により本来存在するバンドが見えなくなる可能性があるため、高コントラストのゲル及びプロットは避ける。
- 灰色の背景での露出を行う。高コントラストが避けられない場合は、Expanded View（論文の補足情報として折りたたみ・展開可能なセクション）へ、複数の露出を提示する。背景が薄い場合は、プロットの境界を示すために、免疫プロットを黒線で囲む。
- 定量的な比較には、適切な試薬、コントロール及び線形信号範囲を用いるイメージング方法を使用する。

<顕微鏡画像>

- 画像が生成された解像度で元のデータを保存しておく。
- 異なる FOV (field-of-view) 画像からの細胞は、単一の画像視野（フィールド）に並置せず、Expand View の形で複数の視野（フィールド）に提示する。
- 画質の調整は画像全体に適用する。
- しきい値の操作、輝度範囲の拡大又は縮小、高輝度領域の調整は避ける。
- 「疑似カラーリング」や非線な輝度調整（「ガンマ補正」など）を使用する場合は、使用した旨を記載する。
- 「結合」画像のカラーチャネルの調整は、図の凡例に記載する。
- 重ね合わせてマージした多チャネルのカラー画像では、個々のチャネルの画像の輝度調整が必要になることがあるが、こうした調整を行ったとき、その旨を図のキャプションで述べる。
- 使用した機器の種類（例：顕微鏡・対物レンズ、カメラ、検出器、フィルタの型番とバッチ番号など）、画像取得ソフトウェア、主要な機器設定を記載する。
- 各画像について次の内容を記載する。取得情報（時間と空間の解像度データ（xyzとピクセルディメンション）を含む。）、画像ビット深度、温度や画像媒体などの実験条件、蛍光色素（励起及び発光の波長又はその範囲、フィルタ、ダイクロイックビームスプリッターなど）。
- 特に“rainbow”の疑似カラーを使った場合は、画像を表示するために使ったルックアップテーブル（LUT）と、そのLUTと画素値（bitmap）との数値的な関係を明示しなくてはならない。
- 画像処理・解析に使ったソフトウェアの名前及び画像操作（デコンボリューション法、3次元再構成法、サーフェスレンダリング法やボリュームレンダリング法、ガンマ補正法、画像フィルタ法、輝度しきい値法、投射法など）は明記しなくてはならない。
- 画像が取得された際の測定解像度と、その画像の解像度を上げる画像処理や平均画像演算に関して明確に記載しなければならない。

1.3 Science の規範⁶

Science 投稿規定の主な画像に関する基準は、以下のとおりです。

URL: <https://www.science.org/content/page/science-journals-editorial-policies#image-text>

- 研究論文に掲載される画像は、原画像を正しく表現する。
- デジタル画像の一部分を選択的に操作、改変しない。
- 複数の画像又は同一画像内の連続しない部分から図を作成する場合は、線又はスペースで境界を示す。

6) Science Journals. *Science Journals: Editorial Policies*. IAMS. <https://www.science.org/content/page/science-journals-editorial-policies#image-text>

※2025年1月30日時点
※最新の詳細な内容は、投稿規定等をご確認ください。

1.4 The New England Journal of Medicine (NEJM) の規範⁷

NEJM 投稿規定の主な画像に関する基準は、以下のとおりです。

URL: <https://www.nejm.org/about-nejm/editorial-policies>

- 画像に加えられた全ての変更、画像の一部分の画質の調節、デジタル画像処理による強調について説明し、明示する。
- 画像内の特定の特徴が強調、隠蔽、移動、削除、追加されていない。
- 明るさ、色、コントラストの調整は画像全体に対して行い、原画像の特徴を歪曲するような調整は行わない。
- 画像が原稿内で重複せず、かつ、他で公開されていない。
- 原画像のメタデータは、要求に応じて NEJM 編集者に提供できるようにしておく。

7) NEJM. *Editorial Policies*. Massachusetts Medical Society. <https://www.nejm.org/about-nejm/editorial-policies>

※2025年1月30日時点
※最新の詳細な内容は、投稿規定等をご確認ください。

1.5 The Lancet の規範⁸

The Lancet 投稿規定の主な画像に関する基準は、以下のとおりです。

The Lancet は、投稿の際に添付する画像ファイルに関して規定していますが、画像処理に関しての規定は示していません。

URL: <https://www.thelancet.com/pb/assets/raw/Lancet//authors/artwork-guidelines.pdf>

8) The Lancet. *Formatting guidelines for electronic submission of artwork*. Elsevier. <https://www.thelancet.com/pb/assets/raw/Lancet//authors/artwork-guidelines.pdf>

※2025年1月30日時点
※最新の詳細な内容は、投稿規定等をご確認ください。

1.6 The British Medical Journal (The BMJ) の規範⁹

The BMJ 投稿規定の主な画像に関する基準は、以下のとおりです。

URL: <https://authors.bmj.com/writing-and-formatting/formatting-your-paper/>

- 画像処理による画像のクリーニングや強調処理については、投稿と図のキャプションに記載する。

9) The BMJ. *Formatting your paper*. BMJ Publishing Group. <https://authors.bmj.com/writing-and-formatting/formatting-your-paper/>

※2025年1月30日時点
※最新の詳細な内容は、投稿規定等をご確認ください。

1.7 Journal of American Medical Association (JAMA) の規範¹⁰

JAMA 投稿規定の主な画像に関する基準は、以下のとおりです。

URL: <https://jamanetwork.com/journals/jama/pages/instructions-for-authors#SecFigures>

- 明るさ、コントラスト、色のデジタル調整は、画像全体に均一に適用する。

- これらのデジタル調整は、元の画像の背景も含め、特定の要素を強調、歪曲、不明瞭化、排除しない限りにおいて許容される。
- 画像にある特定の要素を、その画像の範囲の中で移動や削除をしたり、他の画像から挿入したりすることは許容されない。
- 画像の切り抜き処理に関して、効率的な表示や患者の匿名化を除いて、視覚情報を選択的に削除し誤認させるような表現に変更しない。
- 一枚の画像から得られた部分的な画像群や、複数の画像から得られた画像群をコンポジット画像として組み合わせる場合は、それぞれの画像の間の境界を明確に示す。
- 人工知能、機械学習ツール又は同様の技術によって作成された画像の投稿と出版は、それが論文の研究のデザインや手法の一部に関わるのでない限り避けるべきであるが、もし関わっている場合は、それによって作られたコンテンツに関する詳細と、モデル又はツールの名称、バージョン番号及び拡張番号、製造者の記載が必須である。著者らは、これらのモデルによって作られたコンテンツに関して、その科学的な正当性に関する責任を追う。
- 顕微鏡写真の場合は、標本の種類、元の倍率又はスケールバー、染色について図のキャプションに記載する。
- 肉眼病理標本の場合は、定規の単位を記載する。
- 強調又は操作された画像の場合は、図のキャプションにその旨を明確に記載する。(例：コンピュータ断層撮影スキャン、磁気共鳴画像、写真、顕微鏡写真、X線フィルム)

10) JAMA. *Instructions for Authors: Format My Manuscript: Figures*. American Medical Association.
<https://jamanetwork.com/journals/jama/pages/instructions-for-authors#SecFigures>

※2025年1月30日時点
 ※最新の詳細な内容は、投稿規定等をご確認ください。

1.8 Journal of Cell Biology (JCB) の規範^{11, 12, 13}

JCB 投稿規定の主な画像に関する基準は、以下のとおりです。

URL: <https://rupress.org/jcb/pages/submission-guidelines>

URL: <https://rupress.org/jcb/pages/fig-vid-guidelines>

URL: <https://rupress.org/jcb/pages/editorial-policies>

<Submission Guidelines>

- ゲルとウェスタンブロットを含む図を作成するために使用した元データを提供する。
 - ・元データは、メインの図と補足図に表示される各ゲル・ブロットの切り取られていない未処理の全体画像で構成する。
 - ・キャピラリー電気泳動や免疫アッセイベースの検出を用いるアッセイの場合は、各実験の電気泳動図グラフを提供し、蛍光/化学発光と分子量/サイズをプロットする。
 - ・ゲル・ブロット、キャピラリー電気泳動アッセイを含む図毎に1件ずつ元データファイルを提供する。
 - ・従来のゲル及びブロットの場合は、ゲル・ブロットのレーンには対応する図と同じようにラベルを付け、切り取りを適用した場所をボックスで囲うなどしてマークし、分子量/サイズの基準には可能な限りラベルを付ける。
 - ・キャピラリー電気泳動アッセイの場合は、グラフの各 Trace は色分けしてラベルを付け、測定対象のタンパク質、遺伝子、サンプルを示す。なお、色覚異常の読者のために、赤と緑の組み合わせは避ける。
- 顕微鏡画像に関し、顕微鏡のメーカーとモデル、対物レンズのタイプ・倍率・開口数、温度、観察用培地の名称又は組成、蛍光色素、カメラのメーカーとモデル、画像取得ソフトウェア、データ取得後の画像処理に使用したソフトウェア、行った画像操作・処理のタイプと詳細(デコンボリューション法のアルゴリズム、3次元再構成法、サーフェスレンダリング法、ボリュームレンダリング法、ガンマ補正など)の情報を提供する。

11) JCB. *Submission Guidelines*. Rockefeller University Press.
<https://rupress.org/jcb/pages/submission-guidelines>

12) JCB. *Figure and Video Guidelines*. Rockefeller University Press.
<https://rupress.org/jcb/pages/fig-vid-guidelines>

13) JCB. *Editorial Policies*. Rockefeller University Press.
<https://rupress.org/jcb/pages/editorial-policies>

※2025年1月30日時点
 ※最新の詳細な内容は、投稿規定等をご確認ください。

○顕微鏡又はその他の取得デバイスからファイルをエクスポートする場合は、一貫性のあるファイル形式（8ビット、16ビットなど）を使用する。

<Figure and Video Guidelines>

- スクリーンショットを使用して画像をキャプチャしない。
- ファイルのサイズが問題になる場合は、LZW などのロスレス画像圧縮のみを使用し、JPEG で保存しない。
- 顕微鏡写真のスケールは、図のキャプション又は図自体で示し、拡大率ではなくバーを含める。
- ゲル電気泳動を示す全ての図パネルに、タンパク質の分子量又はDNA マーカーのサイズを示す。

<Editorial Policies>

- 画像の処理は最小限に抑え、元のデータを正確に反映する。
- 複数の図にまたがる対照データを含む画像の再利用は、図のキャプションで明示的に記載し、不正がないことを説明する。
- 非線形調整（ガンマ設定の変更など）は、図のキャプション又は Material and methods のセクションで開示する。

前述のように、学術雑誌における審査では、以下のような事項が検証されます。

- ・画像内の特定の特徴が強調、不明瞭化、移動、削除、挿入されていないか。
- ・同じゲルの異なる部分、異なるゲル・フィールド・露出において撮影された並置画像の間に境界を明示しているか。
- ・明るさ・コントラスト・色バランスの調整が画像全体に適用されているか。
- ・調整によって背景を含む原画像に存在する情報が強調、消去、誤って表現されていないか。
- ・原稿内で重複した画像が使用されていないか。

多くの雑誌の規範において、元データの保存と使用した機器や施した処理の手順・内容を記録することが推奨されており、論文投稿の際や審査の過程で提出が求められる場合があります。不適切な画像処理によって結論が不明瞭になったり変更されたりするような深刻なケースでは、受理を取り消される場合がありますが、これらに従えば、出版前に不適切な画像処理が判明した場合でも、多くは問題を解決して出版を進めることができます。なお、出版された論文で不正行為（盗用、不適切なデータ処理、重複出版など）の疑いがあった場合、調査結果に基づき、正誤表、論文の撤回勧告、編集者による懸念表明が示されることがあります。¹³

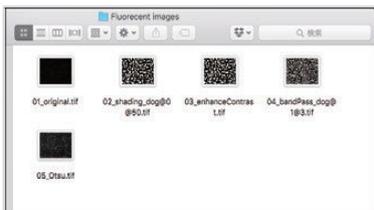
第2章 適正な画像処理方法

不適切な画像処理は、研究の信頼性を損なうことになります。また、画像不正を疑われると、研究者個人としてのキャリアにも影響を及ぼすことがあります。原画像や画像処理手法が記録・保存されていれば、適正な方法と手続きに則って行われたことが主張できます。そのため、画像処理を施す際には必ず原画像を別に保存し、施した画像処理手法を記録しておくことが重要です。本章では、適正な画像処理方法について解説します。

2.1 画像処理手法の記録・原画像の保管

論文の再現性を確保するためにも、画像作成のプロセスを明文化することや、施した全ての画像処理手法を、そのパラメータ設定と併せて記録することは重要です。学術雑誌から「画像処理に使用したソフトウェア名」、「ソフトウェアのバージョン」、「主要な画像処理手法とパラメータ設定」等を明記するよう求められることがあります。論文投稿の際に画像処理手法に関して記述すべき必須の項目については Nature Methods による「画像の公開と画像分析のためのコミュニティ開発のチェックリスト」が参考になります。¹⁴

また、論文の投稿・審査の過程や画像不正を疑われた場合に、原画像の提出を求められる場合があります。変更済みの画像を上書きし、原画像が失われるような事態を避けるために、原画像を別に保存しながら画像処理を施すことが必要です。JPEG 圧縮は画像の解像度に影響があるため、学術雑誌によっては TIF 形式での保存が推奨されています。¹⁵



1 原画像と処理画像を別に保存¹⁶
(ファイル名に画像処理手法とパラメータ設定が記載されている例)

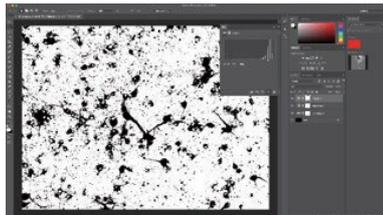


図2 原画像をレイヤーとして保持¹⁷
(Photoshop で非破壊的な画像処理を施して保存する例)

2.2 トリミングと拡大・縮小

構図を改善するためのトリミング・拡大・縮小は問題ないとされますが、解釈を複雑にしたり、本来の内容を隠したりするようなトリミング・拡大・縮小は、不適切な操作とみなされることがあります。¹⁸ 例えば、画像の形状について拡大・縮小を行う際には、人工的な画素値がデータに加わらないよう、画素値の補完をオフにして処理を行うなどの対策することが一般的です。

14) Schmied, C., Nelson, M. S., Avilov, S., et al. (2024). Community-developed checklists for publishing images and image analyses. *Nature Methods*, 21, 170-181.

15) Martin, C., & Blatt, M. (2013). Manipulation and misconduct in the handling of image data. *Plant Cell*, 25(9), 3147-3148.

16) エルビクセル株式会社 提供

17) iJapan株式会社 提供

18) Crome, D. W. (2013). Digital images are data: and should be treated as such. *Methods Mol Biol*, 931, 1-21.

2.3 装飾的な画像処理を避けたコントラスト強調

生物画像は、そもそも科学的なデータであることから、見た目を必要以上に美しくする必要はありません。画像の視認性を向上させるために生物画像のコントラストを強調する場合がありますが、結果的に望ましくない部分を排除してしまうことがあります。過剰なコントラスト強調により、真っ黒になった領域（黒つぶれ）や、真っ白になった領域（白飛び）が生じた場合、不都合なデータを隠した結果か否かを区別することができません。このため、コントラストを強調する場合は、過剰な操作とならないよう注意しなければなりません。

図3は、適正なコントラスト調整が行われていますが、図4は、過剰にコントラストを強調した結果、黒つぶれ・白飛びを引き起こした過剰なコントラスト調整になっています。図5は、図4の黒つぶれした部分を青く、白飛びした部分を赤く表示しており、図4が過剰なコントラスト強調であることがわかります。

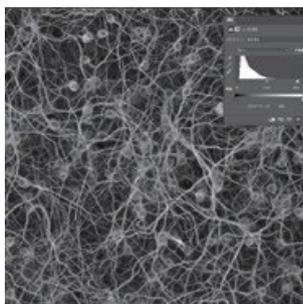


図3 適正なコントラスト調整¹⁹⁾
(輝度ヒストグラムの両端を
合わせるよう調整)

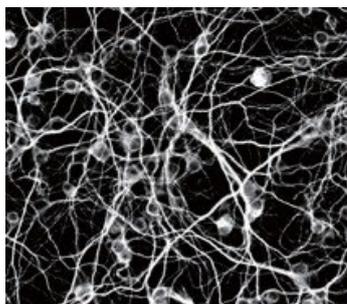


図4 黒つぶれ・白飛びを引き起こ
した過剰なコントラスト調整²⁰⁾

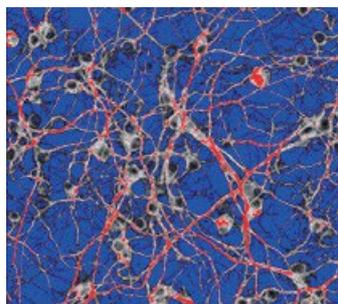


図5 図4の黒つぶれした部分を青く、
白飛びした部分を赤く表示²¹⁾

19)~21) エルビクセル株式会社 提供

2.3.1 1枚の静止画像に対する適切なコントラスト調整

コントラスト調整を施す場合は、以下のような手法が推奨されています。

- (1) 輝度ヒストグラムの両端（目的とするシグナルの最小値と最大値）を用いてレベル補正を施す。
- (2) 背景輝度を視認できる程度に調整する。

手法(1)は、定量性を厳密に確保した画像データの可視化法です。蛍光顕微鏡法による画像の場合は、画像の濃淡が物質の濃度を正確に反映した画像になり、図7のように背景輝度を抑えながら白飛びや黒つぶれが全く存在しない画像となります。手法(2)は、注目している画像の濃淡をより視覚的に認識しやすくすることを優先するとき用いる場合があり、印刷を伴う場合にも定量性の担保に寄与します（図8、図9）。

このように、(1)の手法は画像に厳密な定量性を保持させる目的のときに使い、(2)の手法は定量性を犠牲にして視認性の客観性を優先させる目的のときに使うことになります。

また、いずれの手法でも、レベル調整（コントラスト調整）で用いた最小値と最大値の設定とその根拠を論文に明記することが重要です。図10のような黒つぶれ・白飛びをあえて生じさせる手法についても、最小値と最大値の設定と、画素の一部が輝度飽和していること及びその理由・根拠を適切に説明し（例えば、「コントラストよく構造を可視化するため」等）、かつ、輝度飽和によってマスクされる構造の有無や、ある場合はその構造と論旨の関係性・無関係性を説明するようにしましょう。2.1の説明のとおり、再現性を確保できるよう原画像や画像処理手法の記録・保存を行い、投稿規定等を確認のうえ実施しましょう。

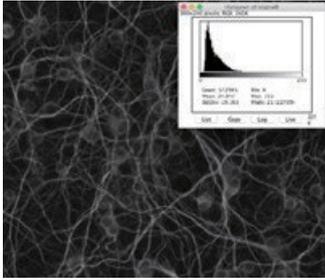


図6 原画像²²

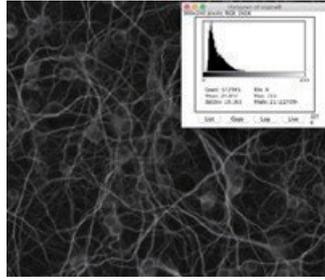


図7 コントラスト調整画像²³
(輝度ヒストグラムの両端(目的とするシグナルの最小・最大値)へレベル補正を施した例)

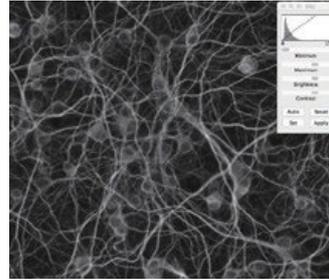


図8 コントラスト調整画像²⁴
(注目信号領域が定量的に見えるように調整した例)

22)~26) エルビクセル株式会社 提供

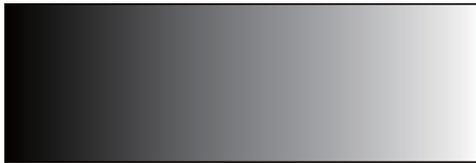


図9 256ピクセルの幅を持つ画像の輝度スペクトルのグラデーション²⁵
(輝度0(真っ黒)から輝度255(真っ白)まで1輝度ずつ遷移している。両端部分の定量性は、人間の視覚(及び印刷物)ではわからない。)

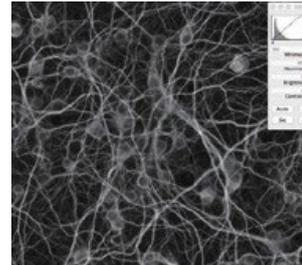


図10 コントラスト調整画像²⁶
(1~2%程度の黒つぶれ・白飛びを生じさせた例)

2.3.2 複数枚の比較画像に対するコントラスト調整

比較対象を含めて提示する生物画像が複数枚ある場合は、その全ての画像に対して同等のコントラスト調整を施す必要があります。例えば、蛍光顕微鏡画像の場合は、最低輝度(画像の背景輝度)は同一であっても、シグナル(蛍光物質や蛍光タンパク質)の最大輝度は画像によってまちまちです。複数の画像間で蛍光輝度を定量的に評価したい場合は、レベル補正の上限輝度は全画像の最大輝度にするのが適切です。ただし、画像が全体に明るい場合は、このレベル補正ではコントラストの改善が限定的であり効果がありません。このようなときには、全画像の最低輝度をレベル補正の下限輝度とし、コントラストの改善を行っても良いでしょう。

2.3.3 高コントラストでなければ示せない画像の場合

注目させたい領域が美しく撮られている画像が理想ですが、時として自家蛍光や非特異的な蛍光など、より明るく撮られている領域が含まれている場合があります。注目させたい領域に合わせてコントラスト調整を施すと、周囲の領域のコントラスト調整が過剰に行われてしまうおそれがあります。その場合、コントラスト調整を段階的に施すか、原画像を補足情報として提出するなどの方法が考えられます。

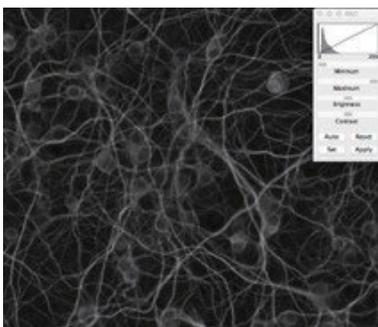


図11 原画像²⁷

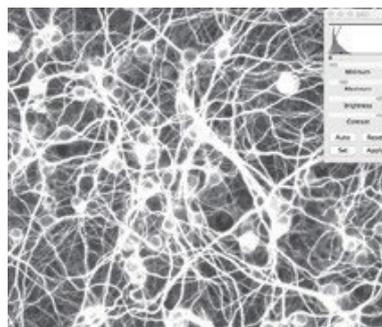


図12 コントラスト調整画像²⁸

(シグナルが乏しい領域を強調したい場合は、段階的にコントラストを調整した画像を並べて表示するか、原画像を補足情報として提出する。)

27) 28) エルビクセル株式会社 提供

2.4 ゲル画像の合成

何らかの理由でやむを得ず合成を行った場合（例えば、スペースを節約するために複数枚の画像を合成する場合など）は、そのことを明示しなければなりません。投稿規定に従い、画像毎に分子マーカールを含め、合成領域の境界を明確に示し、複数のゲルの画像の合成を行ったことを文中又は図のキャプションで説明するなどして、自身の画像データの信頼性を担保しましょう。

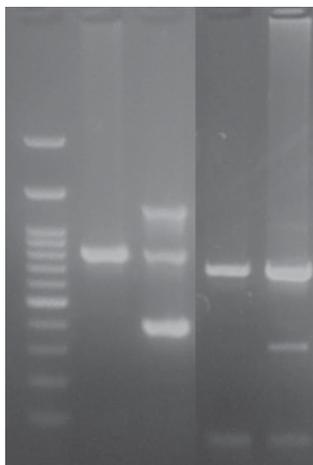


図13 推奨されていないゲル画像合成の例²⁹⁾
(合成領域が示されていない例)

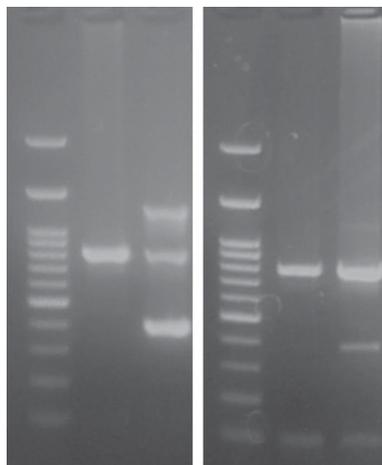


図14 適正なゲル画像合成の例³⁰⁾
(ゲル画像ごとに分子マーカールを含め、
合成領域に白線を挿入している例)

29) 30) エルビクセル株式会社 提供

第3章 施してはいけない画像処理方法

生物画像の処理には、さまざまな手法が存在します。研究目的に応じて適切な処理手法を施す必要がありますが、誤った処理手法を施してしまうと、画像の定量性や客観性が損なわれるため、慎重に行う必要があります。画像処理を施す場合は、処理方法やツール等の情報の記載等が求められる場合がありますので、学術雑誌に論文を投稿する際は、投稿先の最新の規定を確認してください。本章では、研究者が避けるべき不適切な画像処理方法を紹介します。

3.1 画像の切り貼り（コピー＆ペースト）

画像の切り貼り（コピー＆ペースト）は、全部・一部にかかわらず、基本的に避けるべきです。もし切り貼りが必要な場合は、どの画像からどの部分をコピーし、どこにペーストしたのか、なぜそのような画像の加工を行ったのかを、論文の本文や図の説明に明記することが欠かせません。また、貼り込んだ部分とその他の部分の境界が、画像の中で明確である必要があります。

コピー＆ペーストによる不正の例として、画像のクローニングがあげられます。例えば、画像の中の一部をコピーし、その一部を画像の他の部分に貼り付ける行為があります。図 15 は、その実際の例で、赤枠で囲んだ部分がクローニングの行われた部分です。

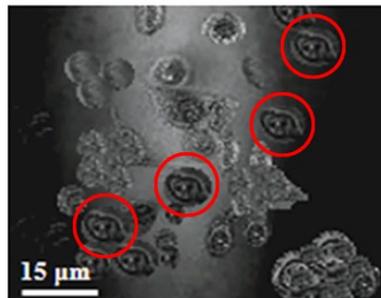


図15 画像のクローニングの例³¹⁾

図 17 は、図 16 の明るさとコントラストを調整した画像です。矢印部分に、画像が恣意的に編集された痕跡を示す輪郭が確認できます。

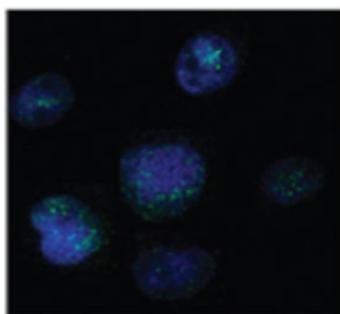


図16 原画像³²⁾

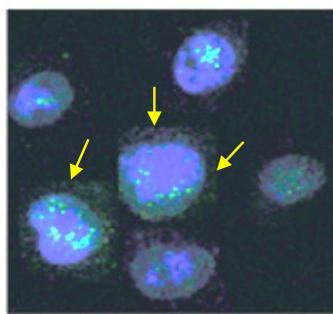


図17 コントラストを調整した画像³³⁾

ゲルの画像上で別画像又は別部分のバンドを特定の箇所へ挿入する処理は、基本的に不適切な操作とみなされます。図 18 では、赤い矢印の箇所画像が人為的に挿入された痕跡を確認できます。

31) Farooq, M. U., Novosad, V., Rozkova, E. A., Wali, H., Ali, A., Fateh, A. A., Neogi, P. B., Neogi, A., & Wang, Z. (2018). Gold Nanoparticles-enabled Efficient Dual Delivery of Anticancer Therapeutics to HeLa Cells. *Scientific Reports*, 8(1), 2907. Copyright 2018 The Author(s). CC BY 4.0

32) Chen, S., Chen, X., Li, W., Shen, T., Lin, W. R., Ma, J., Cui, X., Yang, W., Cao, G., Li, Y., Wang, L., & Kang, Y. a. (2018). Conversion of epithelial-to-mesenchymal transition to mesenchymal-to-epithelial transition is mediated by oxygen concentration in pancreatic cancer cells. *Retraction in* /10.3892/ol.2022.13227. *Oncol Lett*, 19(5), 7144-7152. Copyright 2018 The Author(s). CC BY-NC-ND 4.0

33) iJapan株式会社にてコントラスト調整、矢印追加

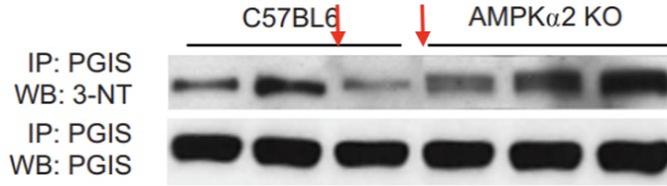


図18 ゲルのバンドの人為的な挿入の例³⁴⁾

なお、画像のコピー&ペーストを用いた改変は、ノイズパターンの分析等により検出することができます(第5章参照)。

3.2 画像の一部の恣意的な除去

タッチアップ機能等の高度な画像編集機能を用いると、映り込んだ不要なゴミ(例えば、画像に見られる微細な埃など)を除去することができますが、都合の悪いデータを恣意的に消去したものと受け取られるおそれがあります。そのため、必要不可欠な場合を除き、タッチアップ機能は使うべきではありません。図19~図21は、タッチアップ機能を使って画像から特定の部分を取り除いた例です。図22、図23は、ゴミを除去したものではなく、薬剤の依存性を示すために、図22の画像のシグナルのいくつかを恣意的に背景色と同色にして、図23の薬剤処理画像とし、シグナルが減ったように見せかけているもので明白な不正行為です。

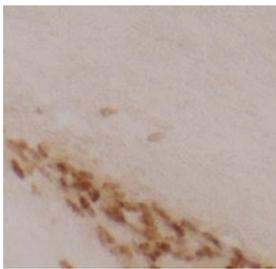


図19 原画像³⁵⁾

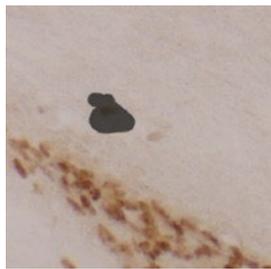


図20 タッチアップした部分³⁵⁾

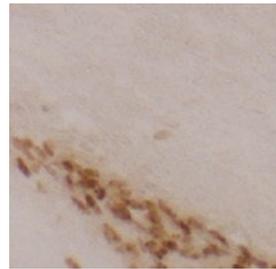


図21 特定の部分を取り除いたもの³⁷⁾

35)~37) エルビクセル株式会社 提供

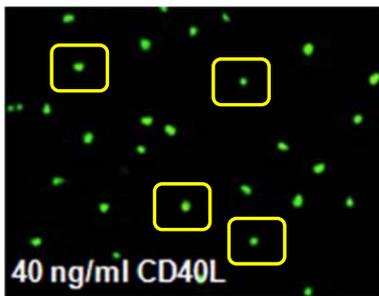


図22 原画像³⁸⁾

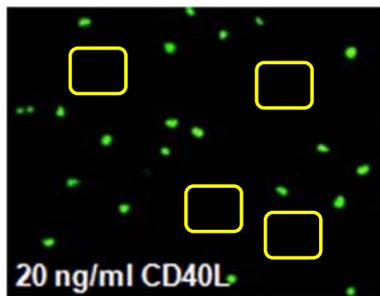


図23 加工後の画像³⁹⁾

38) 39) Wu Z, Zhao G, Peng L, Du J, Wang S, Huang Y, Ou J, & Jian Z (2013). Protein Kinase C beta Mediates CD40 Ligand-Induced Adhesion of Monocytes to Endothelial Cells. *ALOS ONE*, 8(9), e72593. Copyright 2013 Wu et al. Creative Commons Attribution License

3.3 S字状のトーンカーブ加工 (非線形の濃度変換)

画像編集ソフト(Photoshopなど)で画像を調整する場合は、トーンカーブをS字状に設定することで、暗い領域を明るくし、明るい領域を抑え、画像全体の視認性を向上させることができますが、生物画像に対してこの手法を用いると、輝度を定量的に評価することが不可能になります。

具体的には、カメラに入力された輝度と画像に表示される輝度の比例関係が保たれているゲル画像の場合、背景輝度の差分処理を施した後、輝度が2倍に近ければ発現量も2倍に近いなどの考察が可能です。しかし、S字状のトーンカーブ処理を行うとこの比例関係がS字状に変化するため、輝度を定量的に評価することが不可能になります。

このため、輝度の定量的な比較を行う場合は、非線形の濃度変換を使用するべきではありません。非線形の輝度変換を行う場合は、どのような輝度変化をしたのかを明記する必要があります。

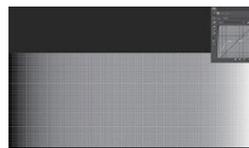
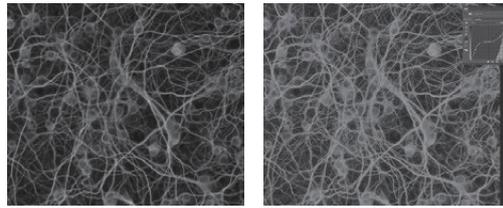


図24 原画像⁴⁾

図25 非線形の濃度変換処理を施した画像⁴⁾

4) 4) エルビクセル株式会社 提供

3.4 縦横比の加工

生物画像の形状を歪ませてはいけません。PowerPoint などのプレゼンテーションソフトウェアでは、画像の縦横比を簡単に変更できますので、スライドや論文に都合良く画像を配置する際に、意図せず画像を歪めてしまうことがないように注意が必要です。

図26、図27は、縦横比の異なる同一画像であり、図27は、図26の原画像を縦に引き延ばしたものです。

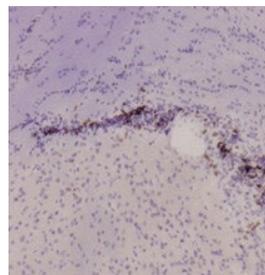
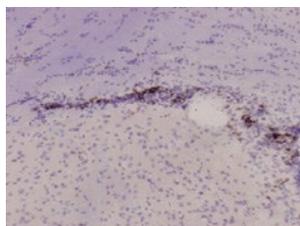


図26 原画像⁴⁾

図27 歪ませた画像⁴⁾

4) 4) エルビクセル株式会社 提供

図28、図29は、異なる実験結果を装うために画像を歪めた事例です。ウェスタンブロットの画像が縦に引き伸ばされ、2つの異なる実験画像として使用されています。

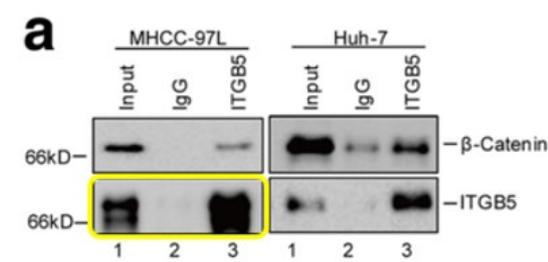


図28 引き延ばす前の画像⁴⁾

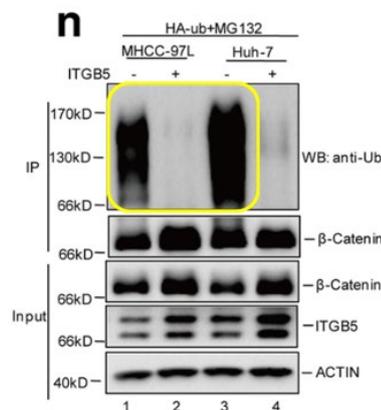


図29 引き延ばされた画像⁴⁾

4) 4) Lin, Z., He, R., Luo, H., Lu, C., Ning, Z., Wu, Y., Han, C., Tan, G., & Wang, Z. (2018). Integrin-β5, a miR-185-targeted gene, promotes hepatocellular carcinoma tumorigenesis by regulating β-catenin stability. *Journal of Experimental & Clinical Cancer Research*, 37, 17. Copyright 2018 by BioMedCentral. CC BY 4.0

また、図 30、図 31 は、特定の画像を歪め、異なる画像として他の出版物に使用していた例です。

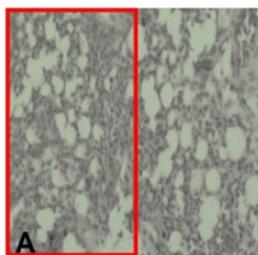


図 30 原画像⁴⁶

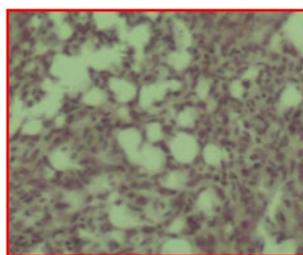


図 31 水平方向へ引き伸ばされた画像⁴⁷

3.5 装飾的な画像処理

画像に装飾的な加工がされていると、著者にとって不都合な情報が取り除かれている可能性を疑われることがあります。研究発表上重要な箇所のシグナルが極端に弱いことなどが理由で、コントラストの強調をどうしても施さなければならない場合は、補足情報として原画像を追加提出できるようにする必要があります。

図 32 は、コントラスト調整の例を示しています。A から C に向かうにつれてコントラストが強くなっています。画像 C は、画像 B と比べて画像内のいくつかの特徴（バンド）が不明瞭になり、強調目的のコントラストが過度に行われており、適切な画像処理とはいえません。

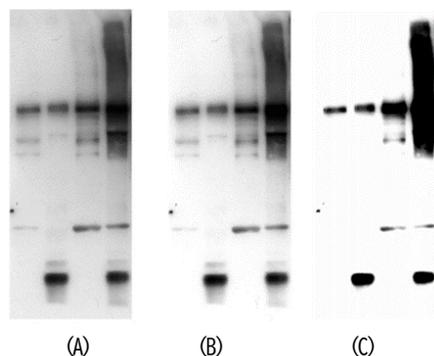


図 32 コントラスト調整の例⁴⁸

3.6 比較画像の片方のみへの画像処理

野生型と変異体、処理区と無処理区など比較対象がある場合は、比較する画像全てに対して同じ処理を施す必要があります。片方だけに画像処理を施してはなりません。全ての画像に同一の処理手法とパラメータ値を使って処理を行う必要があります。

3.7 画像の一部のみへの画像処理

画像処理は画像全体に施す必要があります。画像の一部のみに画像処理を施してはなりません。例えば、人間が視認した色と画像として表現された色が微妙に異なる場合であっても、特定の箇所のみ色情報を変更するのではなく、画像全体について色情報を修正する必要があります。

46) Zhu Y. T., Liu H., Zhang X. Q., Tang M. M., Liu J. Y., & Cao G. Q. (2020). Effect of atorvastatin on pulmonary hypertension rats through regulating notch signaling pathway. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 24(9), 5118-5126. Copyright CC BY-NC-ND 4.0

47) Liu H., Li Y., Zou Y., Zhang X., Shi X., Yin Z., & Lin Y. (2021). Influence of miRNA-30a-5p on Pulmonary Fibrosis in Mice with Streptococcus pneumoniae Infection through Regulation of Autophagy by Beclin-1. *BioMed Research International*, 22(1), 9963700. Copyright 2021 HanYu Liu et al. CC BY 4.0

48) Rossmner, M., & Yamada, K. M. (2004). What's in a picture? The temptation of image manipulation. *Journal of Cell Biology*, 166(1), 11-15. CC BY-NC-SA 4.0

第4章 AI 生成画像に関する基準

生成 AI の登場は、従来の画像操作手法を超えた新たな課題をもたらしています。AI の影響が懸念されるため、各学術雑誌は AI 生成の画像を利用することについて制限を課しています。

1. AI 生成画像の利点

AI を用いた画像生成ツールとして、Midjourney、Stable Diffusion、DALL-E 等が知られています。このようなツールを使えば、論文、ポスター、プレゼンテーション用の図やグラフの作成にかかる時間を短縮することができ、専門分野の複雑な概念を視覚的な角度から分かりやすくしたいという研究者のニーズにマッチします。

既に一部の研究者は方法論の説明や、ソーシャルメディア上での成果発表、論文のコンセプトを説明するプレゼンテーションスライドに AI 生成の画像を使い始めている状況です。⁴⁹

2. AI 生成画像の課題

AI による画像生成モデルは、非常にリアルな生物画像を生成する技術を持ち合わせています。例えば、ChatGPT には DALL-E3 の画像生成機能が搭載されており、簡単な説明文を入力すれば質の高い画像を簡単に生成することができます。図 33 は、ChatGPT で生成した実験画像です。生成 AI によって作られた画像は、目視では不正と識別することは困難です。⁵⁰

49) Wong, C. (2024). AI-generated images and video are here: how could they shape research? *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-024-00669-8>

50) Zhu, L., Lai, Y., Mou, W., Zhang, H., Lin, A., Qi, C., Yang, T., Xu, L., Zhang, J., & Luo, P. (2024). ChatGPT's ability to generate realistic experimental images poses a new challenge to academic integrity. *Journal of Hematology & Oncology*, 17(1), 21. Copyright 2024 The Author(s) CC BY 4.0

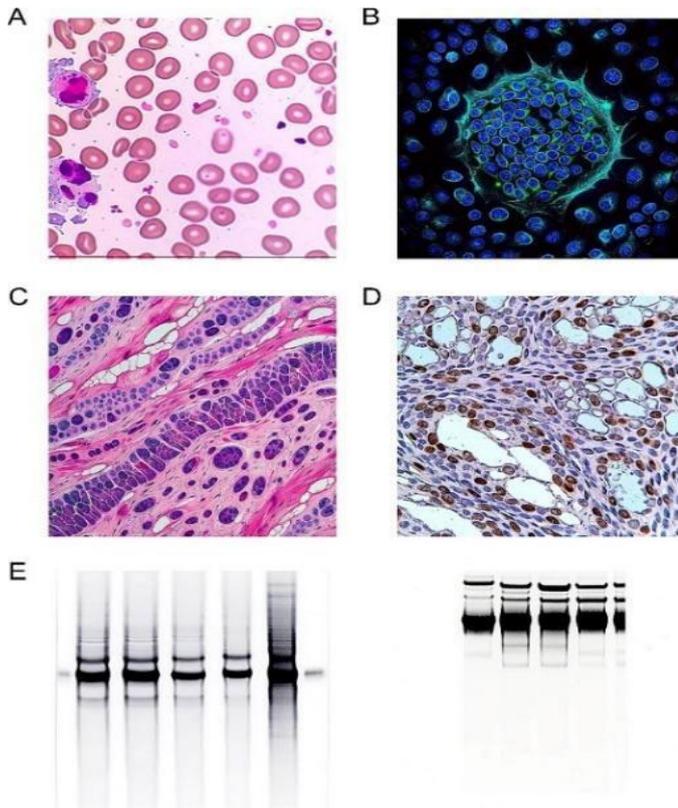


図 33 ChatGPT で生成した実験画像 ⁵¹

51) Zhu, L., Lai, Y., Mou, W., Zhang, H., Lin, A., Qi, C., Yang, T., Xu, L., Zhang, J., & Luo, P. (2024). ChatGPT's ability to generate realistic experimental images poses a new challenge to academic integrity. *Journal of Hematology & Oncology*, 17(1), 21. Copyright 2024 The Author(s) CC BY 4.0

3. AI 生成画像に関する基準

近年、学術雑誌は、生成 AI に対する懸念を強めています。AI 生成画像を原稿に利用することの是非は、学術雑誌によって方針が異なります。本章では、主な学術雑誌の AI 生成画像の利用に関する基準について紹介します。詳細は、各学術雑誌の投稿規定等をご確認ください。

4.1 Nature Portfolio⁵²

Springer Nature は、AI 生成画像等に関する法的問題が未解決であるため、AI の使用を認めていません。ただし、AI で生成されたことを明記することを条件に、以下の3点については使用を認めています。

URL: <https://www.nature.com/nature-portfolio/editorial-policies/ai#generative-ai-images>

<AI 生成画像の使用が認められる例外>

- 法的に許容される方法で画像を作成した Springer Nature と契約関係にある代理店から取得した画像／アート
- AI に関する論文等で直接参照される画像及びビデオ
- 倫理、著作権及び使用条件の制限を遵守することを条件として、帰属、確認及び正確性の検証が可能な特定の基礎科学データセットを使用して開発された生成 AI ツールの使用

52) Nature Portfolio. (2024, December) *Artificial Intelligence (AI)*. Nature Portfolio. <https://www.nature.com/nature-portfolio/editorial-policies/ai#generative-ai-images>

※2025年1月30日時点
※最新の詳細な内容は、投稿規定等をご確認ください。

4.2 The EMBO Journal⁵³

The EMBO Journal では、AI の使用は、主に、人間が生成したテキストや画像のスタイル、アクセシビリティ、品質の向上に限定されています。また、コンテンツの盗用、虚偽の表現、改ざん又は第三者の権利の侵害につながらないように注意しなければなりません。AI を使用した場合は、使用した箇所とツールの詳細などを明記し、AI で生成したデータを使用する場合は、本文・図等と、Methods のセクションにも明記する必要があります。

URL: https://www.emboPress.org/page/journal/14602075/authorguide#ai_tools

53) EMBO press. *Authorship Guidelines: Use of AI tools in text, figures and authorship*. EMBO press. https://www.emboPress.org/page/journal/14602075/authorguide#ai_tools

※2025年1月30日時点
※最新の詳細な内容は、投稿規定等をご確認ください。

4.3 Science⁵⁴

Science では、AI 生成画像の使用は、編集者の明示的な許可がない限り許可されません。AI や機械学習に関する原稿内の画像など、特定の場合に許可されますが、個別に評価され、投稿時に開示する必要があります。

URL: <https://www.science.org/content/page/science-journals-editorial-policies>

54) Science Journals. *Science Journals: Editorial Policies*. AAS. <https://www.science.org/content/page/science-journals-editorial-policies>

※2025年1月30日時点
※最新の詳細な内容は、投稿規定等をご確認ください。

4.4 The New England Journal of Medicine (NEJM)⁵⁵

NEJM は、医学雑誌編集者国際委員会 (ICMJE) が規定する、ジャーナルへの投稿用資料の準備における AI の使用に関するポリシーを採用しています。

URL: <https://www.nejm.org/about-nejm/editorial-policies>

55) NEJM. *Editorial Policies*. Massachusetts Medical Society. <https://www.nejm.org/about-nejm/editorial-policies>

※2025年1月30日時点
※最新の詳細な内容は、投稿規定等をご確認ください。

<AI を使用する場合の主な留意点> ※生成画像に関係する部分のみを抜粋

- AI 支援技術 (画像作成ツールなど) を使用した旨を明記する。
- カバーレターと投稿論文に、使用された技術と作成された内容の説明を含める。
- AI によって作成された画像に盗用がないことを主張できるようにする。

4.5 The Lancet⁵⁶

The Lancet は、医学雑誌編集者国際委員会 (ICMJE) の ICMJE 勧告及び出版規範委員会 (the Committee on Publication Ethics : COPE) のジャーナル・エディターの行動規範に調印しており、COPE のガイドラインに従っています。

URL: <https://www.thelancet.com/pb-assets/Lancet/authors/tl-info-for-authors-1690986041530.pdf>

- <AI を使用する場合の主な留意点> ※生成画像に関係する部分のみを抜粋
- 主にブレインストーミングや画像コンセプトの提案のためのツールとして使用する。
 - 図やアートワークの作成における生成 AI の直接的な使用は、その生成 AI の機能に関する論文における使用例など、特定の文脈に限定する。

56) The Lancet. *Information for Authors*. Elsevier. <https://www.thelancet.com/pb-assets/Lancet/authors/tl-info-for-authors-1690986041530.pdf>

※2025年1月30日時点
※最新の詳細な内容は、投稿規定等をご確認ください。

4.6 The BMJ⁵⁷

The BMJ では、世界医学編集者協会 (the World Association of Medical Editors : WAME) や出版規範委員会 (COPE) と同様に、研究の透明性を重視し、AI の使用について詳細の開示が求められています。

URL: <https://www.bmj.com/content/ai-use>

- <AI を使用する場合の主な留意点> ※生成画像に関係する部分のみを抜粋
- 「contributor」欄に、AI を使用した旨を記載する。
 - AI の使用が研究の過程であった場合は、方法セクションに詳細な説明を記載する。
 - 使用した AI の技術名、使用した理由、使用方法 (目的のタスク)、入力・出力・著者による出力の評価方法の概要を補足ファイル又は追加情報として含める。

57) The BMJ. *AI use*. BMJ Publishing Group. <https://www.bmj.com/content/ai-use>

※2025年1月30日時点
※最新の詳細な内容は、投稿規定等をご確認ください。

4.7 Journal of American Medical Association (JAMA)^{58, 59}

JAMA では、AI を使用する場合に注意すべき項目が規定されており、画像 (図) に関しては、以下のような事項が求められています。

URL: <https://jamanetwork.com/journals/jama/pages/instructions-for-authors#SecFigures>

URL: <https://jamanetwork.com/journals/jama/pages/instructions-for-authors#SecUseofAIinPublicationandResearch>

- <AI を使用する場合の主な留意点> ※生成画像に関係する部分のみを抜粋
- 人工知能、機械学習ツール又は同様の技術によって作成された画像の投稿と出版は、それが論文の研究のデザインや手法の一部に関わるのでない限り避けるべきであるが、もし関わっている場合は、それによって作られたコンテンツに関する詳細と、モデル又はツールの名称、バージョン番号及び拡張番号、製造者の記載が必須である。著者は、これらのモデルによって作られたコンテンツに関して、その科学的な正当性に関する責任を追う。
 - 特定の研究デザインに関する報告ガイドラインが存在する場合はそれに従い、各推奨事項について、再現性を確保できるよう詳細に記載する。
 - 識別可能な患者情報を含めない。
 - 著作権と知的財産に注意する。
 - 著作権で保護されているコンテンツを AI モデルに入力する場合、著作権所有者か

58) JAMA. *Instructions for Authors: Format My Manuscript*. American Medical Association. <https://jamanetwork.com/journals/jama/pages/instructions-for-authors#SecFigures>

59) JAMA. *Instructions for Authors: Use of AI in Publication and Research*. American Medical Association. <https://jamanetwork.com/journals/jama/pages/instructions-for-authors#SecUseofAIinPublicationandResearch>

※2025年1月30日時点
※最新の詳細な内容は、投稿規定等をご確認ください。

らの許可又は使用許諾及びその説明を Methods のセクションに記載する。
○AI によって生成されたコンテンツが含まれている場合は、Methods のセクションか、AI によって生成された図のキャプションに、そのコンテンツの所持者又は AI サービスによる許諾等を記載する。

4.8 Journal of Cell Biology (JCB) ⁶⁰

JCB では、原稿の執筆（推敲、要約、その他の軽微な編集のための利用を含む。） 、図や画像の生成、データの収集や分析に AI や大規模言語モデルを利用した場合は、Materials and Methods のセクションにおいて、どのツールをどのように利用したかについて正確な情報を示すことが求められています。

URL: <https://rupress.org/jcb/pages/editorial-policies#ai>

60) JCB, *Editorial Policies: Artificial Intelligence*. Journal of cell biology, <https://rupress.org/jcb/pages/editorial-policies#ai>

※2025年1月30日時点
※最新の詳細な内容は、投稿規定等をご確認ください。

第5章 画像処理のチェック用ツールの利用

高度な画像編集（フォトタッチ）ソフトウェアを用いた場合は、不都合な箇所を除去することや意図せず不適切な画像処理を施してしまうことがあります。ノイズ分析機能や重複検出機能を有するソフトウェアを用いて、事前に画像をチェックすることも有効な対策の一つです。

5.1 ノイズの分析

不適切な編集が施されると、画像中のノイズに一貫性がなくなります。ノイズ分析機能を有するソフトウェアを使ってノイズを分析することにより、画像編集の痕跡を素早く特定することができます。⁶¹ 図34は、ノイズ分析前の電気泳動ゲルの画像、図35は、ノイズ分析後の電気泳動ゲルの画像ですが、後者の画像の3番目のレーンにコピー&ペーストの痕跡が、4番目のレーンに挿入の痕跡が確認できます。

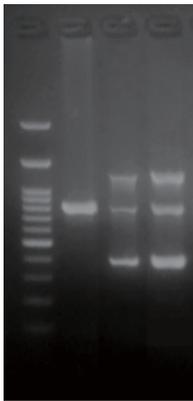


図34 ノイズ分析前の画像⁶²
(不正に加工されたゲル電気泳動画像)

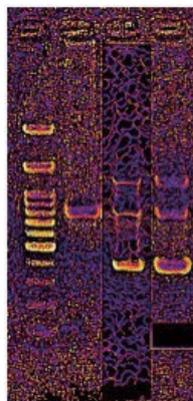


図35 ノイズ分析後の画像⁶³
(第3レーンに切貼り跡が、第4レーン下部に挿入痕が確認できる。)

61) iGroup Japan imachek
<https://www.igroupjapan.com/contents/imachek/>

※2025年1月30日時点

62) 63) エルビクセル株式会社 提供

5.2 重複の検出

意図せずに同じ画像を再度利用してしまうケースもあります。重複検出機能を有するソフトウェアを使えば画像間や画像内の類似領域を特定することができます。完全一致に留まらず、部分一致、回転、反転、拡大、縮小、伸張、その他の変形を伴う変更領域も識別することができます。⁶⁴ 図36～図39では、赤丸の部分が類似領域として検出された箇所となります。

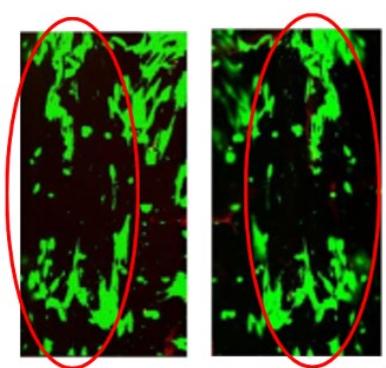


図36 図37
反転されている例⁶⁵

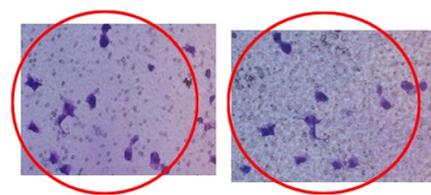


図38 図39
回転されている例⁶⁶

64) iGroup Japan imachek
<https://www.igroupjapan.com/contents/imachek/>

※2025年1月30日時点

65) Zhu, C., Gao, R., Zhang, Y., & Chen, R. (2021). Metallic Ions Encapsulated in Electrospun Nanofiber for Antibacterial and Angiogenesis Function to Promote Wound Repair. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 9.
Copyright 2021 Zhu, Gao, Zhang and Chen. CC BY 4.0

66) Liu, Z., Xie, D., & Zhang, H. (2018). Long noncoding RNA neuroblastoma-associated transcript 1 gene inhibits malignant cellular phenotypes of bladder cancer through miR-21/SOCS6 axis. *Cell Death & Disease*, 9(10), 1042.
Copyright The Author(s) 2018 CC BY 4.0

平成29年11月 初版発行
令和7年3月 第2版発行

発行：国立研究開発法人日本医療研究開発機構
発行：国立研究開発法人日本医療研究開発機構

制作協力：エルピクセル株式会社
制作協力：iJapan 株式会社



国立研究開発法人 日本医療研究開発機構
Japan Agency for Medical Research and Development