

地図・地理情報と生成 AI

埴淵 知哉^{*1}

要旨

画像生成 AI の登場は、簡単な言葉（プロンプト）によって地図を生成する可能性を開いた。本稿では、画像生成 AI による地図の作成を試行したうえで、その研究利用の可能性と課題、また地図理解に与える影響を検討した。結果として、画像生成 AI は世界地図などをそれらしく描くものの、都市スケールのような中～大縮尺図や、地図の細部を正確に描くことはできなかった（2023 年 12 月時点）。生成されたのは、地理情報を伴わない地図の意匠である。他方で、部分的な改描はある程度の質を維持して可能であるなど、事実よりも架空・虚偽の地図を生成しやすいことが指摘された。画像生成 AI は景観評価に関する研究などへの応用が期待される一方、現存または実在しない地図の生成が学術研究に悪影響をもたらすことも懸念される。この新たな技術が私たちの地理的想像力や空間認知にどう影響するのかは未知数であり、それゆえ継続的な議論が求められる。

キーワード：地図、地理情報、画像生成 AI、地理学

1. はじめに

生成 AI といえば、まず ChatGPT に代表される大規模言語モデルが思い浮かぶ。一方、2022 年 7 月に Midjourney、8 月に Stable Diffusion が公開されたことなどを契機として、画像生成 AI も急速に普及することとなった。簡単な言葉（プロンプト）により高精細で多様なイラストや画像が生成可能なことから、幅広い分野や多様な用途での利用が進んでいる。例えば企業広告の人物モデルや、絵画展で入賞する作品が生成されるなど、その影響は小さくない。そのため、イラストレーターなどクリエイティブ職との利害対立（学習データの著作権や生成画像の普及による仕事量の減少など）や、問題のある画像

の生成（災害時のフェイクや児童ポルノなど）に関する懸念も次々に指摘されることとなった。こういった画像生成 AI をめぐる狂騒は、本稿の元となったシンポジウムの開催時期（2023 年 12 月）から執筆時点（2024 年 6 月）を通じて収まる気配を見せておらず、日々新たな技術やサービスに関するニュースが流れている状況にある。したがって、本稿では地図・地理情報と画像生成 AI をめぐるいくつかの試みを論じるが、その情報は 2023 年後半のものである点を、あらかじめ強調しておきたい。

人文地理学を専門とする筆者にとって、画像生成 AI の登場は、誰もが簡単なプロンプトによって地図を思いのままに描けるという意味での「地図の民主化」を想起させた。地図の民主化とは、インターネットの普及によって地理情報の収集・登録が容易になり、それまでは主に専門家や権力者に限られていた地図制作に、広く市民が参加することを指す表現である。例えば災害時における市民参加型の地図制作（クライシスマッピング）がそれにあたる。ところが

^{*1} 埴淵知哉：京都大学大学院文学研究科
地理学専修

〒606-8501 京都市左京区吉田本町
e-mail: hanibuchi.tomoya.8z@kyoto-u.ac.jp
投稿受付：

地図を「描く」作業の根幹部分は、インターネットの普及以降もデザイナーやエンジニアなど一部の専門家に委ねられてきた。画像生成 AI はこれを補い、誰もが簡単に地図を描くことを可能にするだろうか。また、地図には正確な測量に基づくものだけでなく、誇張や想像を含むイラストマップや観光案内図、デザインマップなどもある。こういった広義の地図も生成可能なのだろうか。さらに、「迷いにくいロンドンの街路図」や「京都らしさを描いたイラストマップ」といったプロンプトを入力すれば、一体どのような地図画像が生成されるのだろうか。こういった素朴な関心が本試論の出発点である。

2. 地図をうまく生成できるか？

1) Text to image の場合

画像生成 AI にはいくつかの異なる方法がある。最も一般的なものは、テキスト（プロンプト）を入力して画像を出力させる **Text to image** とよばれるものである。ごくありふれた対象を指定することもできるし、「ギターを演奏する犬」のような現実的ではないものを描かせることもできる。これに対して、画像を入力して画像を出力させるのが **Image to image** である。手描きでラフなイラストを入力し、それを写実的な画像として出力するような使い方ができる。さらに、入力した画像のうち指定した部分を消して描き直す「生成塗りつぶし」や、入力画像の周辺部分を描き足す「生成拡張」もある。また、入力には画像とテキストを組み合わせることも可能である。

実際に、簡単なプロンプトによって思い通りの地図が生成できるのかを、いくつかの画像生成 AI（Dream Studio [Stable Diffusion], Adobe Firefly, DALL-E 3）で試した結果の一部が図 1～3 である。結果は、地図の縮尺によって大きく異なるものとなった。世界地図については、様々な異なるデザインの「地図」が生成されるものの、一見してそれが世界地図であると認識できるものが多い（図 1）。同様に、日本地図のような国レベルの地図も比較的是っきりとその国の地図であるとわかるものが生成される。た



図 1 画像生成 AI による世界地図の出力例

出典：Dream Studio（Stable Diffusion）を用いて作成。

だし、画像の細部を見ると不正確な位置や形状も多い。また、文字のように見える部分も実際には何らかの言語ではなく、文字のような模様が描かれているのみである。

さらに、より狭い範囲を描く中～大縮尺図になると、ほとんどの場合、架空の都市や地域を描いた画像しか得られなくなる（図 2：例は京都）。地図のように見えるものの、それが「どこか」はわからない。また、詳細を見ると街路や水路の接続性などに不自然な部分が多くある。地図というよりも、いわば地図柄のイラストである。プロンプトに具体的な地名を含めたり、その都市の特徴を仔細に記述したり（例えば京都の場合に「格子状の街路」「周囲を山に囲まれた盆地」などの特徴を追加）しても、こうした結果に改善はみられなかった。その理由については、学習データの少なさが指摘されている[1]。画像生成 AI はストックフォトサイトやインターネット上の画像を学習しているとされるが、世界地図や各国地図に比べて各都市やその内部を描いた中～大縮尺図が少ないことは事実であろう。このことを裏付けるかのように、ニューヨークについてはマンハッタン島の形状を想起させる地図が生成されることが多い（図 3）（ただし、原稿執筆時点では他の大都市についても



図 2 画像生成 AI による都市図（京都）の出力例
出典：Dream Studio (Stable Diffusion) を用いて作成。



図 3 画像生成 AI による都市図（New York）の出力例
出典：Dream Studio (Stable Diffusion) を用いて作成。

実際の形状に近い画像が得られやすくなった印象がある）。

一般に、画像生成 AI が得意とするのは水彩画やデッサン風の絵、単体の人や動物、モノであり、逆に苦手なのは複数のオブジェクトの関係性を描いたり、細部を正確に表現したりすることとされる[2]。この意味で、地図（とくに中～大縮尺図）は膨大なオブジェクトとその関係

性からなり、細部が重要な意味をもつため、苦手な要素を多く備えている。画像生成 AI が細部を苦手とする例として、指が 5 本でない場合が多いことはしばしば指摘されるが、街路が一本足りなかったり、国境線が一本多かったりする地図は、やはり地図としては致命的である。こうした細部の情報が重要であるという点では、グラフや楽譜などの情報デザイン全般にも同様の問題が指摘できる。また、画像生成 AI は文字を上手く出力できないことも知られており、生成された地図を、そこに含まれた文字を頼りに読むことも困難である。

2) 生成塗りつぶしおよび写真画像の場合

次に、生成塗りつぶしを地図に適用するとどうなるかも試してみたい。標準的な Text to image とは異なり、生成塗りつぶしの場合は指定した範囲のみを描き直し、それ以外の部分はそのまま残ることになる。大縮尺の地理院地図や空中写真をもとに試したところ、違和感が残るものの、全体の印象は保たれており、比較的スムーズに周囲と接合した出力が得られた（図 4）。うまく地図記号を再現できていないなどの不十分な点は目立つものの、範囲外から続く道路をもっともらしく接続するなど、自然な改描も確認できる。また空中写真や衛星画像は地図とはよべないものの、それだけに生成 AI との相性が良く、一見しただけでは塗りつぶした部分にほぼ違和感が無いレベルであった。端的に言えば、画像生成 AI は正しい地図よりも架空または虚偽の地図描画を得意とするように感じられる。ゲームやフィクションにおいて地図を制作する場面では、様々な活用が可能であろう。

ちなみに、地図の生成塗りつぶしとは既存の正確な地図の一部を「改ざん」することに他ならず、それを含む地図全体もフェイクとなる。しかしこのような行為は、かつて戦時において地形図の一部を改ざんする「戦時改描」として実際に行われた[3]。具体的には、重要なインフラ施設や皇室関連の建物が公園や住宅地などに描き直されていた。その中にはかなり不自然な改描もあったとされているが、現在では、同



図 4 生成塗りつぶしによる一部の改描（上：地図，下：空中写真，左：原図，右：中央の区画（京都市大学本部キャンパス）を改描したバージョン）．出典）原図は地理院地図 Vector. Adobe Firefly を用いて画像の一部を改変．

じ箇所を生成塗りつぶしの対象に指定すると、当時よりも自然な改描を数秒のうちに施すことができてしまう．正確な地図の生成が苦手な反面、嘘を含む地図を容易に生成できる点には十分な注意が必要である．

さらに、地図に関連するものとして景観画像の生成および塗りつぶしを試みた．地図と景観画像は別物といえる一方、Google マップと Google ストリートビューのように、地理情報を鳥瞰的／虫瞰的に示す両輪として機能する面もある．結果として、ある都市の景観を Text to image によって生成させると、実在しないもののその都市であることを十分に想起させる景観画像を得ることが可能であった．ただし、実際の都市景観との類似性は都市によって異なることが報告されており[4]、良く知られた特徴（色彩や建築物など）がある都市ほど、それらしいと感じさせる画像の生成も容易になると考えられる．また空中写真の場合と同様に、景観画像の一部を生成塗りつぶしによって自然に描き直すこともでき、その違和感は非常に小さいものであった．

3. 研究利用の可能性と懸念点

ここまで、かなり大雑把な試みではあるが、画像生成 AI を通じて地図や景観画像に対して何ができるのかを確認してきた．その結果を踏まえ、このツールが地理学研究にこういった可能性をもたらし、また何が懸念されるのかを整理しておきたい．

一つの可能性は、何らかの実験的な調査の際に、地図や景観画像を生成することで研究を効率化できることである．例えば、実際の地図の一部を改変することで読図能力や方向感覚に対する影響を測ったり、異なるデザインの地図を多数生成してハザードマップに適した表現を探ったりすることが考えられる．ただし、固有の場所について十分な精度の地図が生成できない現状では、これらを直ちに実用化できるわけではない．それに対して、景観画像の生成・改変はより直接的に景観評価への研究利用が期待できる．近年は Google ストリートビューの画像を読み取り、景観構成要素を抽出することで地域の特徴を測るという手法が急速に普及している[5]．そこでは画像識別 AI が用いられてきたが、今後は景観画像を生成することでより焦点を絞った実験も可能になる．例えばどのような街路であれば「安全」だと認知されやすいのかを、実際の景観画像を用いた観察研究[6]ではなく、画像の一部を改変して比較する実験研究として、低コストで効率的に実施できるだろう．

また、一見すると無理難題に思えるプロンプト（「ギターを演奏する犬」など）であっても、何かしらの画像を生成して可視化してくれる機能は、地理的想像力の拡張につながり、思いがけないアイデアの創出を可能にするかもしれない．「東京と京都を足して 2 で割った都市の地図」といった無意味に思える問いに対しても、生成 AI はおそらく何らかの回答（画像）を提示してくれる．そこから何を着想するのかは人間側の課題となるが、こういったやり取りにおける生成 AI の回答は機械的というよりも創造的と思える部分が少なくない．翻って、人間の創造力により生成され、私たちが当然のものとして使用している地図は、実は何を描いておりどのよ

うな意味をもつのかなど、忘れがちな問いを改めて認識させてくれる効果もある。インターネットの普及が対面接触の価値を再定義したように、生成 AI が描く地図は既存の地図（制作）の意味や価値を問い直すものとなりうる。

その一方で懸念点としては、やはり捏造・改ざんによるフェイク画像の生成が挙げられる。地図は写真とは異なり、それ自体が事実や真実を反映するわけではない。現実を縮めて記号化し、球体を平面に描くという過程で、総描や投影といった「ウソ」を必然的に含む媒体である。しかしそれらはあくまで正確な情報伝達のための「罪のないウソ」であり、意図的に事実を歪曲する「罪深いウソ」と同じではない[7]（先述の戦時改描はこの観点からみると後者に含まれる）。結果的に地図（特に一般図）は現在、正確な事実をありのままに伝える、権威あるものとして流通しており、それ故に虚実ないまぜの地図が生成されたとしても信憑性をもたれやすい。さらに、古地図や古写真はそもそも不正確な表記や不鮮明な画像であることも多く、ファクトチェックも機能しづらいため、歴史地理的な画像の生成（捏造・改ざん）には一層の注意が必要であろう。古地図の画像に生成塗りつぶしを適用すれば、違和感のないレベルで一部の地域を消し去ったり、架空の陸地を出現させたりすることも容易である。他にも、AI 生成地図には不正確さ、誤解を招く表現、予想外の特徴、再現不可能性といった観点から数多くの問題が指摘されており[8]、議論の余地は大きい。

4. おわりに

以上の試みが示唆するのは、地図は地理情報の視覚表現であり、単なる絵画表現ではないという、当然の事実である。地図にはそのもとになる地理情報（どこに何があるのか）があり、それを縮小・記号化して平面に描くことで地図となる。したがって地図を読めば、地理情報が伝達されるわけである。しかし画像生成 AI から出力される「地図」はあくまで表層部分のグラフィックスとして「地図の意匠」を学習したものであり、地理情報に基づくものではない。

また、生成された地図に地理的事実が反映されていないだけでなく、そこに地理的な論理（なぜそこにあるのか）が読み取れない点にも、私たち（特に地理学者としての筆者）は違和感を覚える。様々な地物や建造物の立地場所は、地形条件から都市政策、諸個人の嗜好まで多様な理由に規定されるが、そこには何らかの「地の理（ことわり）」がある。標準的な地図はもとより、メンタルマップ（「頭の中の地図」ともよばれる人々が環境に対して抱く空間的イメージ）や「空想地図」であっても、人間が描く地図には制作者が前提とする「地の理」を読むことができるはずだが、生成画像としての地図はそれを欠くものと評価できるのかもしれない。

むしろ、画像生成に限定しなければ、AI はすでに地図・地理情報の分野で様々な活用されている。例えば、衛星画像から土地利用を識別するなどの場面では、地図・地理情報の作成に画像識別 AI が利用されてきた。さらに今後は、生成 AI を地理情報処理の過程に組み込むことも当たり前になっていくことが予想される。例えば、地理情報システム（GIS）ソフトウェア大手の ESRI 社は 2024 年 2 月、同社の ArcGIS に生成 AI を組み込み、空間データの収集や地図作成を自然言語で対話的に行う「生成 AI アシスタント」を開発中であると発表した（<https://blog.esri.com/2024/03/28/post-56469/>）[2024 年 6 月 6 日閲覧]。そこでは、「○○のデータセットはないか？」「その分布図を描いて」といった簡単なプロンプトを通じて、都市の樹木分布や嵐の被害傾向が地図化される様子が例示されている。

こうした画像生成を含む AI の広がりには、今後、地図の世界を一変させるかもしれない。しかし現状では、これが地図制作のあり方をどのように変え、ひいては私たちの空間認知や地理的想像力にどう影響するのかは、未知数である。本稿はその入口に立った段階での一試論に過ぎないが、この不確かで性急な変化をただ傍らで見守るのではなく、暫定的な試行錯誤を継続しつつ、学術研究や社会への影響を見極めていく姿勢が求められよう。

利益相反の有無

なし

文 献

- [1] Courtial A, Kalsron J, Le Mao B, et al.: Text-to-map generation: an exploration of current potentials. In CartoAI: AI for cartography, Sep 2023, Leeds, United Kingdom. (hal-04224973), 2023
- [2] 深津貴之・水野祐・酒井麻里子:先読み！IT×ビジネス講座—画像生成 AI. インプレス, 東京, 2023
- [3] 山田誠:戦時改描図論考—偽装された地形図. 海青社, 大津, 2021
- [4] Jang K.M, Chen J, Kang Y, et al.: Understanding Place Identity with Generative AI. arXiv preprint arXiv:2306.04662, 2023
- [5] Biljecki F, Ito K: Street view imagery in urban analytics and GIS: A review. Landscape and Urban Planning **215**:104217, 2021
- [6] Saleses P, Schechtner K, Hidalgo C.A: The collaborative image of the city: mapping the inequality of urban perception. PLoS ONE, **8**(7): e68400, 2013
- [7] 若林芳樹:地図の進化論—地理空間情報と人間の未来. 創元社, 大阪, 2018
- [8] Kang Y, Zhang Q, Roth, R: The ethics of AI-Generated maps: A study of DALL·E 2 and implications for cartography. arXiv preprint arXiv:2304.10743, 2023

Maps, Geographic Information, and Generative AI

Tomoya HANIBUCHI*1

*1 Kyoto University

The advent of image generative AI has introduced the possibility of generating maps from simple textual prompts. This paper explores the potential uses and challenges of employing image generative AI in research, as well as its effects on map understanding. Through experimental map creation using this AI, it was found that while the technology can plausibly produce world maps, it struggles with accurately drawing medium- to large-scale maps, such as those of city-scale or with detailed features, as of December 2023. The resulting maps resembled maps in design, yet they lacked geographic information. On the other hand, just as it is possible to partially redraw maps maintaining a certain level of quality, creating fictitious or fake maps proves easier than generating factual ones. While image generative AI is expected to be applied to research on landscape evaluation, there are concerns that the generation of non-existent or fake maps may have a negative impact on academic research. The impact of this new technology on our geographical imagination and spatial cognition remains uncertain, necessitating ongoing discussion.

Key words: Maps, Geographic information, Image generative AI, Geography

著者紹介



埴淵 知哉 (はにぶち ともや)
2002 年徳島大・総合科学部卒. 2007 年京都大・文学研究科博士後期課程修了. 現在, 京都大・文学研究科・准教授. 博士(文学). 都市地理学, 健康地理学, 社会調査法に関する研究に従事.