

地域住民の意見に配慮した都市計画立案に向けた AI 活用に関する一提案

原田 紹臣¹・石原 孝雄²・武井 千雅子³

¹正会員 博士（工/農学）三井共同建設コンサルタント株式会社（〒552-0007 大阪市港区弁天 1-2-2-900, E-mail:harada@mccnet.co.jp）

²非会員 三井共同建設コンサルタント株式会社（〒141-0032 東京都品川区大崎 1-11-1, E-mail:isihara@mccnet.co.jp）

³正会員 一般財団法人 VR 推進協議会（〒108-6021 東京都港区港南 2-15-1, E-mail:chikako@forum8.co.jp）

良好な都市景観を形成する際、一般的に、住民が望む都市機能などを反映させた国土や都市の形成が重要であると考えられる。このような中、2023年7月に第三次の国土形成計画（全国計画）が閣議決定され、今後、この計画を踏まえた各地域における地方計画等の都市計画の見直しが求められている。そこで、本研究では、人間中心設計の観点から住民の意見や要望に配慮した国土形成に向けて、社会資本に関する既往の国民アンケート調査結果を対象に、一般的に検討時における客観性や再現性が期待される近年のAI技術を用いて検討し、これらの適用性について考察した。なお、大都市や地方都市の今後における目指すべき景観検討に関して、本検討で実施したアンケート調査結果により、大規模言語モデルや画像生成等のAI活用の新たな可能性について考察した。

キーワード: AI, DALL-E3, GPT-4, 都市景観, 人間中心設計

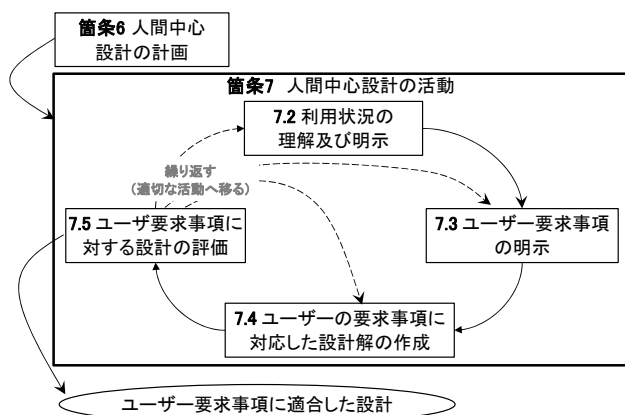
1. はじめに

コンピューターやテクノロジーの世界において多大な功績を残した Steve Jobs¹⁾は「コンピューターは、人類がこれまで考え出した道具の中で最高傑作だと思う。人類の知能にとっての自転車のようなものだ」²⁾と明言しており、これらの分野の技術は現在の我々の活動において重要な役割を果たしている。また、1956年に米国ダートマス大学で開催された研究集会（Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence）において、新たに、人工知能（AI：計算機による複雑な情報処理）の用語が定義され、主に、情報理論に基づく脳の機能の把握やチェスをプレイするプログラム等が議論された³⁾。近年、これらの研究成果を受けて、急速に発達しているビッグデータと大規模かつ高精度な情報処理技術の組み合わせによって、革新的で実用的な応用（例えば、大規模言語モデル AI⁴⁾）が種々に提案されており、土木分野における活用が期待されている⁵⁾。

一方、Steve Jobs¹⁾は、これらの技術の設計や開発に際して、「ユーザーにとって、どれだけ簡単になるか？ユーザーにとって、どれだけ素晴らしいものになるか？」²⁾と問いかけ続けており、これらの考え方は近年の人間中心設計（ISO 9421-210:2019, JIS Z 8530:2021）に基づいたアプローチと類似しているものと考えられる⁶⁾⁷⁾⁸⁾。な

お、人間中心設計は「対話システムの利用に焦点をあて、人間工学やユーザビリティの知識や技法を使って、そのシステム等を使いやすくすることを目指す設計アプローチ」として定義⁷⁾されている。人間中心設計の活動の相互関連性⁹⁾を図-1に、人間中心設計の6つの原則⁷⁾を表-1に示す。公共空間やサービス等を提供するに際して、図-1や表-1に示す内容を踏まえた、ユーザー・エクスペリエンス（UX）に焦点を当てた利用者（ユーザー；例えば、対象地域に居住する住民）における要求事項に適合した検討は重要である¹⁰⁾。

この様な中、2023年7月に第三次の国土形成計画（全国計画）¹¹⁾が閣議決定された。この計画は、国土形成計画法（昭和25年法律第205号）に基づいたものであり、「時代の重大な岐路に立つ国土」として、人口減少等の加速による地方の危機や、巨大リスクの切迫、気候危機、国際情勢を始めとした諸課題に対する危機感を共有し、こうした難局を乗り越えるため、住民等と連携していくことを前提とした総合的かつ長期的な国土づくりの方向性を定めている。なお、計画において目指す方向性として、活力ある国土、安心・安全な国土、個性豊かな国土づくりが示されており、特に、今回の改訂においては、デジタルの徹底活用や地方の豊かさ、都市の利便性等が重要なテーマとして挙げられている¹¹⁾。今後、この国土形成計画（全国計画）を踏まえた各地域における景観形



※実線:各活動の関連性

破線:評価の結果に基づいて繰り返される活動との関連性

図-1 人間中心設計の活動の相互関連性を示す図⁶⁾

表-1 人間中心設計の6つの原則⁷⁾

内容	
原則1	ユーザーやタスク、環境に対する明確な理解をもとにデザインする。
原則2	設計や開発の期間を通し、ユーザーは参画させられる。
原則3	設計は、人間中心的な評価によって駆動させられ、また、洗練させられる
原則4	プロセスは反復的である。
原則5	設計はユーザー・エクスペリエンスの全体に焦点を当てる。
原則6	設計チームは、多様な専門領域の技能と視点を持つ人材によって構成される。

成などに配慮した個性豊かな地方計画（広域地方計画）やその他の関連する都市計画の見直しが求められる。

ここで、都市の計画や開発に際して、景観に対する様々な議論（例えば、丸の内美観論争）が、これまで多く交わされており、景観への配慮は重要であると考えられる¹²⁾。その際、「都市計画の結果が景観に現れるのか、あるいは、景観ビジョンを目標として都市計画が作られるべきなのか？」の問いに対して、一般的に、景観が良好であるとされているドイツとの対比が指摘されている¹³⁾¹⁴⁾。なお、ドイツでは、市街地における景観ビジョン（市街地像）の立案に際して、住民の積極的な参加による議論に基づいて都市計画が策定されており、目標とすべき景観の方向性が十分に住民と共有されている。ここで、景観とは「土地の上に立った人が見える範囲をトータルにとらえた認識像であり、自然と人工物の混じり合った様子」と定義されている¹⁵⁾。

一方、我が国では、2004年に景観法（平成十六年法律第百十号）¹⁶⁾が制定され、現在、全国 655 の関係行政団体に於いて景観計画が策定されている^{例えば、16)17)}。なお、

これらの行政団体（景観行政団体）は、条例での規制（例えば、届出・勧告）等により、景観行政を推進している¹⁸⁾。その際、住民や事業者と関係行政団体とが協力して景観形成に対して取り組むために、景観協議会の制度が導入されている。しかしながら、実際に組織されている状況は、全国で98組織（1県61市町村）¹⁹⁾であり、更なる住民等の意見や要望を反映させた取り組みが必要であると考えられる。さらに、Steve Jobs²⁰⁾は「デザインとは、どう見えるかではなく、本質的にどう機能するかである」²¹⁾と明言しており、良好な都市景観を形成するためには、住民が求める都市機能などを反映した国土や都市の形成が重要であると考えられる。

これらの古くて新しい課題に対して、これまで、都市景観に関するコンセプトの在り方や、修景デザイン法、景観シミュレーション法などに関して様々に議論されている。具体的には、我が国における都市景観の特性や歴史を踏まえた考察¹³⁾や、フィールド実験による景観のまとまりに関する試行的な検討¹⁹⁾、従来までの景観シミュレーション手法（パースや模型作成）の適用性に関する考察²⁰⁾、メディア等を参照したイメージ分析による景観デザインの課題の考察²¹⁾、公開用地等における計画コンセプト作成に関する提案²²⁾、過去の橋梁設計時の景観コンセプトに関する文献整理²³⁾、河川地区の景観形成に影響を与える制度に関する考察²⁴⁾、構造物の意匠性・周辺との調和性・立地の風土性の観点からの景観評価システムの提案²⁵⁾等が報告されている。ただし、一般的な住民が都市に求める機能（コンセプト）や景観等に対して配慮するとともに、説明責任の観点からの客観性や再現性が期待される汎用性のある手法の提案に関して、更なる議論が必要であると考えられる。

そこで、本研究では、前述のデジタルを徹底活用した住民の意見や要望に配慮した今後の国土形成に向けて、一般的に客観性や再現性が期待される近年の AI 活用の可能性について試行的に検討し、人間中心設計の観点から考察する。具体的には、表-1 に示す「ユーザーやタスク、環境に対する明確な理解をもとにデザイン（原則1）」していくため、都市計画のコンセプトや都市景観の検討時における AI の活用について試行的に検討し、その適用性や今後の展望について考察する。

2. AI 活用による住民の意見や要望に配慮した国土や都市形成に向けた試行的検討

(1) 検討概要

AI 活用による住民の意見や要望に配慮した国土や都市形成に向けた試行的検討の検討目的や技術的課題等について、以降に示す。

表-2 自由記述された文章の処理における課題²⁹⁾

課題の内容	
i)	記述した個人によって文体が異なる.
ii)	冗長な言い回しや倒置した表現が見られる.
iii)	修辭句や形容詞が多数用いられており、問題点の量的評価が曖昧である.
iv)	意見、感想、提案など雑多な内容が一文中に混在している.

a) 検討目的と技術的課題

一般的に、今後の各地域毎における国土や都市形成に向けた計画の立案に際して、それぞれの地域に居住する住民の意見や要望に配慮¹³⁾した検討が重要であると考えられる。その場合、アンケート調査等による客観性を考慮した幅広い観点からの意見の収集、集約が有効である²⁹⁾。ただし、選択的に回答内容が示されるアンケート調査（選択方式）では、自由な発想による回答が制限されるなど、限られた情報しか入手できない²⁹⁾。一方、自由記述文による回答方式は、回答に対する限定が少ないことから、自由な発想や主張が盛り込まれており、問題に対する認識を深め、新たな解決案を産み出すための貴重な提言が含まれていることが多い。しかしながら、自由記述文の分析には多大なコストを要するとともに、人の判断による作業は主観的な分析結果を招くという懸念が指摘されている²⁹⁾。また、これらの回答結果は、整理されない情報源として存在することが多く、有効に反映されていないことが指摘されている²⁹⁾。この要因の一つとして、表-2に示す点から、自由記述文による回答は客観的な集計や統計的な処理が難しく、多量のデータを分析することは困難であると考えられる。さらに、分析に際して、必要とする情報に対して不要な成分が多くなり、この不要な成分の排除において必要な情報も併せて棄てられることが懸念されるため、一般的に、回答された自由記述文が十分に活用されなかったものと考えられる。

これまで、自由記述文の分析方法に関して、古くはKJ法²⁹⁾、近傍法³⁰⁾、無制限カテゴリ選択によるコード化手法³¹⁾、KW分類法³²⁾が提案されている。ただし、これらの手法の多くは、作業量が多くなる傾向があると同時に、分析者の資質や作業過程において選択された手法（例えば、コーディング手法）の違いが、最終的な解釈（分析結果）に影響を与えることが懸念される。

一方、テキストマイニング³³⁾を用いた分析手法が提案されている。なお、テキストマイニングとは、大量の文章（テキスト）から知見を抽出（マイニング³⁴⁾）する技術の一つであり、質的研究と量的研究の両方の性質を併せ持つ手法である。また、作業をシステムに委ねることによって再現性が保証され、分析結果の客観性が高まるとされている³⁵⁾。ただし、文脈が消失することで誤った解釈をする可能性等の課題について、指摘されている。

また、テキストマイニングを用いたアンケート解析（共起ネットワーク分析および対応分析）等の検討事例^{33),36)}における分析結果では、定量的な評価に基づきながら、最終的には定性的に可能性を示唆する程度の考察であるとともに、作業における分析手法の使い分けや組み合わせの違いが与える影響等が懸念される。これらより、自由記述で回答された文章のコーディング等の分析において誤差が少なく、分析手法の違いによる影響を受けずに、客観性や再現性の高い自由記述回答文に対する簡易な分析手法の提案が望まれる。

b) 課題解決に向けた検討方針

近年において急速に発展し、その高い性能と利便性により世界中で着目されているAIの一つであるChatGPT/GPT-4⁴⁾を用いた活用事例が報告されている。GPT-4(Generative Pre-trained Transformer: 図-2)は自然言語を生成する言語モデルであり、高度な知識を持つ人のように振る舞って対話を行うとともに、文章を生成することも可能であり、従来までの予め用意された回答を単純に返すような会話型AIではないとされている。特に、この中で採用されているTransformerモデル³⁷⁾は、従来のリカレント・ニューラル・ネットワーク(RNN)や畳み込みニューラルネットワーク(CNN)が一体として設計されており、エンコーダとデコーダの各層に自己分析機能(セルフ・アテンション)が導入されている。この導入により、入力シーケンス内の異なる位置の情報を効果的にモデリングが可能となり、離れた依存関係に対して学習する効率が向上し、主に、機械翻訳としての高い性能を示すことが知られている。また、図-2に示されるとおり、大規模自然言語モデルの対話テキストをデータとして、人によるフィードバックを用いた機械的強化学習(Reinforcement Learning from Human Feedback: RLHF)によってファインチューニング(微調整)が実施され、人の指示、嗜好に合った応答を返せるように開発されている⁴⁾。なお、文章生成機能を活かしたグループディスカッションでの利用³⁸⁾や高度な検索機能を活かした知財情報調査³⁹⁾、また、食材画像からの複雑な食品のレシピ生成⁴⁰⁾等が報告されている。さらに、筆者らは、地域活性化に向けた地場商品の開発において、アンケート回答者からの意見や要望(自由記述文)の分析に際して、GPT-4を用いた客観性や再現性について検証し、その有効性について示唆を得ている⁹⁾。

近年、モデル・サイズやデータセット・サイズ、トレーニングに使用される計算量に着目し、最小の計算負荷でスケールされた性能を有するGPT-4が提案された⁴⁾。その際、モデル性能に関して、主にモデルのスケールに依存することが定量的に示されているとともに、オーバー・フィッティング、トレーニング曲線、サンプル

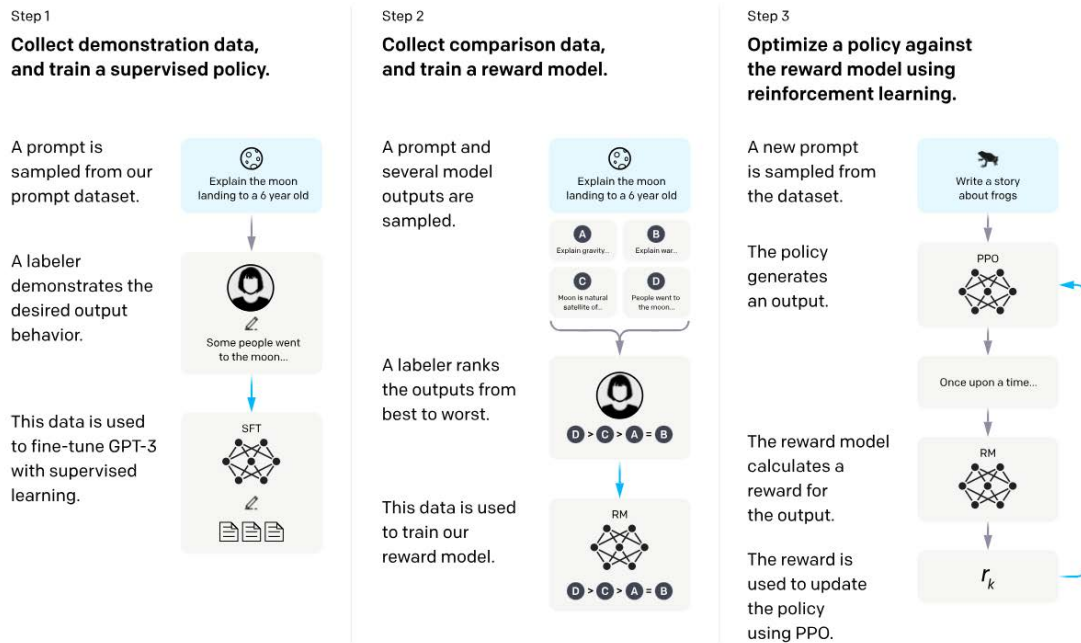


図-2 ChatGPTにおける機械学習モデル⁴⁾

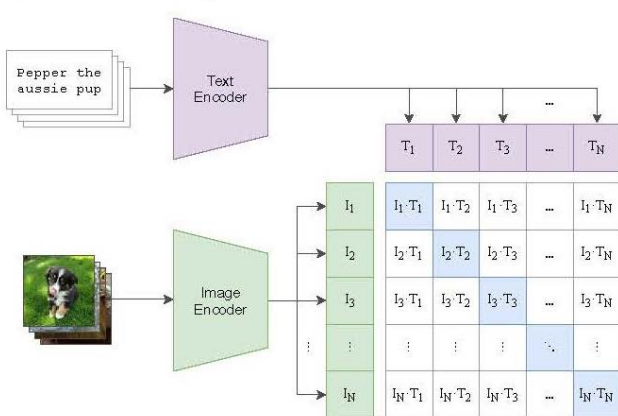
表-3 画像生成AI (DALL-E3) の特徴⁴⁾

技術的特徴	概要
合成キャプションの 使 用	DALL-E 3は、従来のテキスト-画像モデルが抱える問題点を改善するために、より詳細な合成キャプションをトレーニングデータとして使用している。これにより、与えられたプロンプト(指示文)に従って、より正確な画像を生成する能力が向上している。
画像キャプションナーの 開 発	DALL-E 3の開発には、画像に対して詳細で正確な説明を生成する画像キャプションナーの構築が含まれている。このキャプションナーは、言語モデルに基づいており、CLIP(Contrastive Language-Image Pretraining)モデルを使用して、画像の情報を言語モデルに統合している。
高度な画像生成 アル ゴ リ ズ ム	DALL-E 3は、テキストから画像を生成するために、ディフュージョンモデルや他の高度なニューラルネットワーク技術を使用する。これにより、非常にリアルで詳細な画像の生成が可能である。

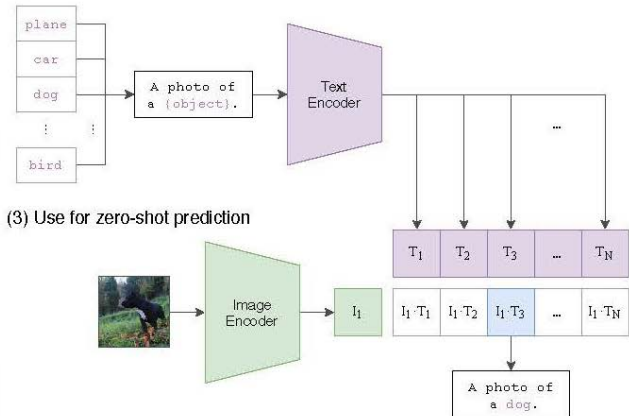
表-4 CLIP (Contrastive Language-Image Pretraining) モデルの特徴⁴⁾

技術的特徴	概要
画像エンコーダーとテキスト エンコーダーの共同訓練	画像とテキストのペアを正しく関連付けることを目的として、画像エンコーダーとテキストエンコーダーを同時に訓練する。これにより、画像に関連するテキストを理解し、テキストに関連する画像を識別が可能である。
ゼロショット学習	訓練後、CLIPはテキストエンコーダーを使用して、ターゲットデータセットのクラスの名前や説明に基づいてゼロショット分類器を生成する。これにより、CLIPは訓練中に新しいデータやタスクにも対応可能である。
広範な視覚的概念の理解	CLIPの訓練には、インターネットから収集された大量の画像テキストペアが使用される。これにより、CLIPは多様な視覚的概念を理解し、幅広いタスクに対応できる能力を有している。

(1) Contrastive pre-training



(2) Create dataset classifier from label text



(3) Use for zero-shot prediction

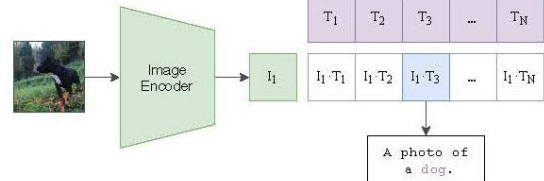


図-3 CLIP (Contrastive Language-Image Pretraining) による学習の概要図⁴⁾

効率等について改良が加えられている⁴¹⁾。さらに、テキストから画像を生成する機能を有する AI の一つである DALL-E3⁴²⁾との連携により、土木計画や都市開発分野における活用も期待できると考えられ、GPT-4 や DALL-E3 の適用性に関する試行的な検討を踏まえた新たな検証が望まれる。

そこで、人間中心設計（ユーザーやタスク、環境に対する明確な理解をもとにデザイン：表-1）の観点からの国土や都市形成に向けた計画の立案において、住民の意見や要望を反映させる手法の提案を目的に、これらの AI を試行的に用いて検討し、これらの可能性に関して考察する。以降に、新たに GPT-4 と連携された DALL-E3（画像生成 AI）⁴²⁾の特徴について、概説する。

(2) 使用する画像生成 AI (DALL-E3) モデルの概要

今回、住民の意見や要望を反映させた都市景観（鳥瞰図の作成）の検討を目的に、今回、試行的に使用する DALL-E3⁴²⁾は、テキストから画像を生成する機能を有しており、詳細なキャプションを用いたトレーニングにより、テキストの指示（プロンプト）に従った生成の機能や性能が大幅に向上している。ここで、DALL-E3 モデルの技術的な特徴を表-3 に示す。また、画像とテキストとの関係性について詳細で正確な説明を付与するため「画像キャプションナー」が開発されている。なお、画像キャプションナーを構築する際、テキストをトークン（小単位）に分解し、コーパス（集合体）のテキスト部分はシーケンス $t(t_1, t_2, \dots, t_n)$ として表すことが可能となる。その際、次の尤度関数 L を最大化することで、新たに「言語モデル」を構築している⁴²⁾。ここで、尤度関数 L は、

$$L(t) = \sum_j \log P[(t_j | t_{j-k}, \dots, t_{j-1}; \Theta)] \quad (1)$$

で表される。ここに、 Θ は最適化に必要なパラメータである。なお、画像キャプションナーを構築するためには、この言語モデルを画像に対して、条件付け（画像に関する説明を生成するモデル構築）が必要となる。ただし、画像は一般的に多くのピクセル情報から成り立つことが多く、これらの情報を全て考慮することは困難であり、その解決として、画像の情報を圧縮し、簡略化する手法が必要となる。

そこで、画像の内容を簡潔に表す情報（画像埋め込み）を生成することが可能な CLIP (Contrastive Language-Image Pretraining) を導入している⁴³⁾。その際、CLIP によって簡略化された画像情報を基に、言語モデルがキャプションを生成させるように考慮している。なお、CLIP モデルの技術的な特徴を表-4 に、CLIP モデルによる学習方法の概要を図-3 に示す。

ここで、事前にトレーニングされた CLIP 画像の埋め

表-5 重要な社会基盤整備に対する捉え方に関する質問内容²⁰⁾

質問文	
Q1	(質問内容:あなたの住む地域が(2050 年前後を想定)どのような社会になって欲しいですか?)
	そのためには、どのような社会基盤(例えば、防災施設や交通機関、情報通信施設など)の整備が重要だと思われますか?

込み関数 $F(i)$ を用いて、式(1)を展開すると、

$$L(t, i) = \sum_j \log P[(t_j | t_{j-k}, \dots, t_{j-1}; z_j; F(i); \Theta)] \quad (2)$$

で表される。さらに、Yu ら⁴⁴⁾の方法を参考に、テキスト (t, i) を画像ペアのデータセットに対して、式(2)を用いてキャプションを学習させている。その他の詳細については、既往文献^{42),43),44)}を参照されたい。

(3) 大規模言語モデル (GPT-4) の活用による住民の意見等に配慮した都市コンセプト立案の試行的検討

人間中心設計の観点からの AI を活用した客観的な各地域における国土や都市形成に向けて、先ず、住民の意見や要望を踏まえた都市のコンセプト（目標）について、試行的に検討する。なお、住民の意見や要望については、既往のアンケート調査結果²⁰⁾の中から、「重要な社会基盤整備（表-5）」に対する回答結果（自由記述文）について、都道府県毎に整理して用いるものとし、先ず、大規模言語モデル AI の一つである GPT-4⁴⁴⁾を用いて、これらの内容を分析（要約）させて、都市コンセプトを試行的に立案する。ここで、都市環境に関する社会や国土形成状況に対する充足度において相対的に低評価²⁰⁾であった近畿に着眼し、都市間の比較による検証のため、一般的に地域特性が異なると考えられる大阪府（大都市）と滋賀県（地方都市：地方中核都市）を対象に分析する。なお、分析に際して入力したプロンプト（指示文）を表-6 に示す。表-6 に示すとおり、大阪府と滋賀県に対するプロンプトの基本構成は同じとし、アンケート調査²⁰⁾で回答された表-5 に示す都道府県毎の回答結果（自由記述文）を、それぞれ、末尾に入力する。

表-5 に対して、表-6 に示すプロンプトで得られた大阪府および滋賀県民が要望していると考えられる国土や都市形成に向けた計画立案時の主なコンセプトを、表-7 および表-8 にそれぞれ示す。表-7 に示すとおり、大阪府民が要望するコンセプトは、主に、防災やインフラ、環境の社会や国土形成に関する項目に対する内容が多い結果であった。一方、表-8 に示すとおり、滋賀県民が要望していると考えられる都市形成に向けたコンセプトは、主に環境に関する社会や国土形成や、その他、幅広い観点からの内容のコンセプトであった。なお、表-7 や表-8 に示す分析結果については、質問 (Q1, 表-5) で得られている内容に基づいて、概ね、同じ傾向で回答

表-6 GPT-4⁹を活用した自由記述文（回答意見）の分析におけるプロンプト（指示文）

	プロンプト
プロンプト a	次の大阪府の一般住民が望む社会基盤の整備に関する意見です。今後の都市計画におけるコンセプトを簡単に要約してください。 【大阪府の一般住民が望む社会基盤の整備に関する意見】※以降に、意見を入力
プロンプト b	次の滋賀県の一般住民が望む社会基盤の整備に関する意見です。今後の都市計画におけるコンセプトを簡単に要約してください。 【滋賀県の一般住民が望む社会基盤の整備に関する意見】※以降に、意見を入力

表-7 GPT-4⁹を活用した自由記述文（回答意見）の分析結果（プロンプト a: 大阪府民の意見や要望に配慮した都市のコンセプト）

コンセプト	内容
バリアフリー環境の拡充	よりアクセスしやすい公共空間の実現
河川・建築物の防災強化	自然災害に対するより良い備え
交通手段の快適性向上	公共交通などの利便性と安全性の改善
若者と子育て家庭向けの施策	子育てしやすい環境の整備
木造密集地域の解消	火災リスクの低減と都市計画の改善
防災施設の整備と強化	災害への備えと対応能力の向上
交通機関の充実と改善	より効率的で安全な交通ネットワークの構築
災害対応のインフラ整備	緊急事態への迅速な対応を支える施設の整備

表-8 GPT-4⁹を活用した自由記述文（回答意見）の分析結果（プロンプト b: 滋賀県民の意見や要望に配慮した都市のコンセプト）

コンセプト	内容
自然資源（琵琶湖）の保全	環境保護の重要性
都市デザインの見やすさ	わかりやすい街づくり
現状維持	一部の市民は現状に満足している
公共交通の充実	より効率的な移動手段の提供
老朽化対策	安全性と信頼性の保持のためのインフラ更新
ライフラインの維持と信頼性のある情報提供	緊急時のサービスと情報の確実性
ハードとソフトのインフラのバランス	物理的な施設とコミュニティプログラムの均衡
適正価格の交通機関	手頃な価格の交通手段と土地利用の自由

表-9 DALL-E3⁹を活用した今後の都市計画に向けた都市景観画像生成時におけるプロンプト（指示文）

	プロンプト
プロンプト A-1	大阪府の未来の都市画像を生成してください。
プロンプト B-1	次の大阪府民が望む社会基盤の整備に関する意見を考慮した都市景観の画像を生成してください。 【大阪府の一般住民が望む社会基盤に関する意見】※以降に、意見を入力
プロンプト C-1	次の大阪府民が望む都市計画のコンセプトを考慮した都市景観の画像を生成してください。 【都市計画のコンセプト】※以降に、表-7または表-8の内容を入力
プロンプト A-2	滋賀県の未来の都市画像を生成してください。
プロンプト B-2	次の滋賀県民が望む社会基盤の整備に関する意見を考慮した都市景観の画像を生成してください。 【滋賀県の一般住民が望む社会基盤に関する意見】※以降に、意見を入力
プロンプト C-2	次の滋賀県民が望む都市計画のコンセプトを考慮した都市景観の画像を生成してください。 【都市計画のコンセプト】※以降に、表-7または表-8の内容を入力

されていること（hallucination 有無等）が確認された。また、アンケート調査²⁹（表-5）の回答結果における個別の意見や要望の入力方法に関して、入力順番を変更しても、殆ど同じ回答を得られており、客観性や再現性について検証している。

今後、住民における現在の社会や国土形成状況に対する意見や要望に配慮した各地域における国土や都市の計画策定に向けて、これらの基本となる都市コンセプトの立案時における大規模言語モデル AI（例えば、GPT-4⁹）のデジタル活用による客観的な検討が期待される。

(4) 画像生成 AI (DALL-E3) の活用による住民の意見や要望に配慮した都市景観形成に向けた試行的検討

次に、これまで定性的に検討されてきた都市景観デザインやイメージについて、前述の画像生成 AI の一つである DALL-E3⁴⁰を用いて、同様に、大阪府（大都市）と滋賀県（地方都市）を対象に、試行的に検討する。検討に際して入力したプロンプトを表-9 に示す。表-9 に示すとおり、プロンプト A（A-1, A-2）では、住民の意見については考慮せずに、GPT-4 に内在する情報「未来の都市画像」の生成を要求し、プロンプト B および C では前述までの住民の意見や要望（表-5；Q1）を考慮した

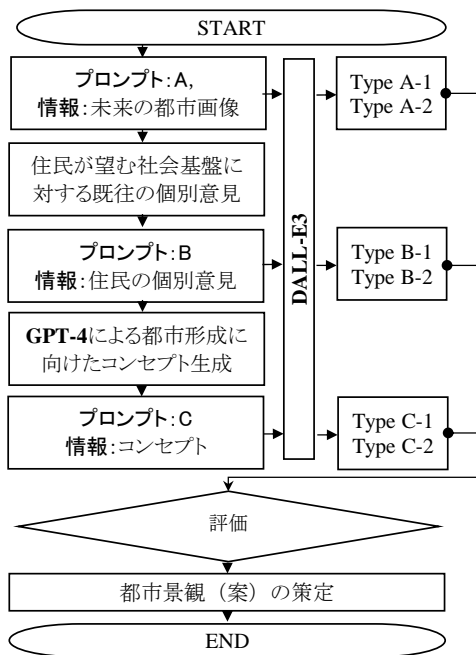


図-4 DALL-E3による都市景観生成に関する検討の流れ

プロンプトとしている。ここで、プロンプトBは直接的にアンケート調査²⁹で得られた自由記述文結果(Q1)を基礎情報として与えており、プロンプトCはGPT-4による分析で得られた都市コンセプトを基礎情報として間接的に与えて生成し、それぞれ都市景観の画像の違いについて比較している。これらのプロンプトの概要について図-4に整理して示す。

表-9に示すプロンプトにより、大阪府および滋賀県に対して新たに生成させて得られた都市景観(鳥瞰図、画像)を、図-5および図-6にそれぞれ示す。図-5(A-1)に示すとおり、プロンプトA-1(表-9)では、一般的なSFや映画で使用すると考えられる近未来の画像が生成されている。一方、TypeB-1やC-1は、GPT-4に内蔵された情報の中から、大阪市内を流下する淀川(河川)を引用したと推測される都市景観が生成されている。ここで、TypeB-1およびC-1は淀川を中心とした高層建物等で形成されたリバーフロントの類似した景観画像となっており、定性的ではあるが、TypeC-1(コンセプト)により生成された都市景観は、TypeB-1と比較して、区画等の再編(例えば、建物群の配置や区画道路の有無や形状)による違いが見られる。

一方、図-6に示されるとおり、TypeA-2やB-2、C-2の全ての画像に共通して、GPT-4に内蔵された情報の中から、滋賀県大津市における琵琶湖湖畔を引用した都市景観と考えられ、TypeA-2は地域の観光名所(旧城)と近未来の都市を融合させた都市景観が生成された。また、TypeB-2では、現在の当該地域(大津市街)に見られる景観が考慮された鳥瞰図が生成され、TypeC-3では、都市のコンセプトに準じて大規模に区画等が再編された都

表-10 生成した都市景観に対するアンケート調査内容

質問文	
Q2	別紙(大都市または地方都市)に示す、将来、あなた(回答者)が住みたいと思う街に該当する「景観イメージ」が含まれるグループ(タイプ)は?(選択方式)

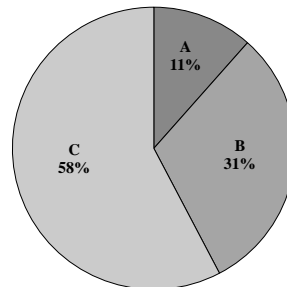


図-7 生成した各景観画像に対する回答結果(大都市)

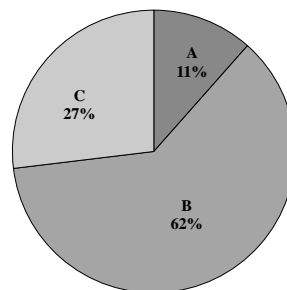


図-8 生成した各景観画像に対する回答結果(地方都市)

市画像が生成されている。これらより、プロンプトの違いにより、生成される都市景観の鳥瞰図が異なることが分かった。

ここで、これらの生成された都市景観(図-5および図-6)の違いに対する評価として、新たに、一般住民(20歳から70歳までの男女50名)を対象に、表-10に示すアンケート調査(Q2)を実施して分析した。図-5(大阪府)および図-6(滋賀県)を対象に、表-10に示すアンケート調査の結果を、図-7および図-8にそれぞれ示す。図-7に示すとおり、大都市(大阪府)の都市景観においてはプロンプトC(コンセプト)による景観画像が高評価である一方、地方都市(滋賀県)の都市景観においてはプロンプトB(意見や要望を直接入力)が高評価であり、顕著に回答の傾向が異なる興味深い結果が得られた(図-8)。これらの結果から、前述に示すとおり、大都市では比較的に大規模に再編された都市景観が高く評価され、地方都市では現在における地域の都市景観(例えば、建物群の配置や区画道路の形状)を保持した景観が望まれていることが示唆された。一方、プロンプトAに対して評価した回答者は、40歳までの若年層に限定されていた。今後、これらの評価や生成される画像の違いについて、更なる検証が望まれる。



(Type A-1)



(Type B-1)



(Type C-1)

図-5 DALL-E3⁴⁾で生成した今後の大都市における都市景観（大阪府を対象）の鳥瞰図



(Type A-2)



(Type B-2)



(Type C-2)

図-6 DALL-E 3⁴⁾で生成した今後の地方都市における都市景観（滋賀県を対象）の鳥瞰図



図-9 DALL-E³⁾と PLATEAU⁴⁾を用いて試行的に生成した今後の都市景観の鳥瞰図の一例

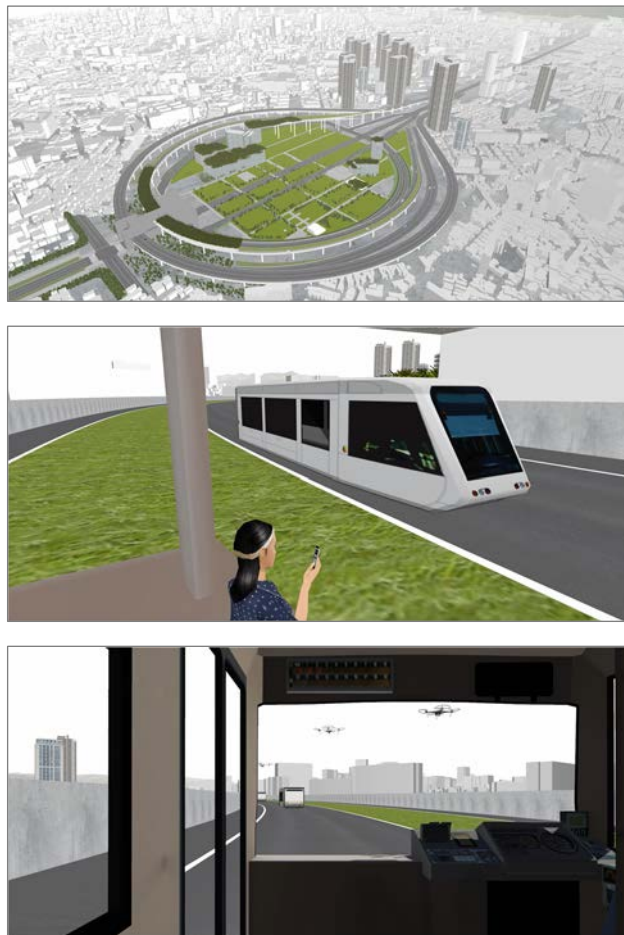


図-10 PLATEAU⁴⁾と VR⁶⁾を用いて再現させた今後の都市景観(メタバース空間)の可視化事例

また、これらの試行的な検討結果より、今後の AI を活用した国土や都市の形成計画策定におけるプロンプトの重要性について確認された。

(5) 今後の展望

本報告は、大阪府と滋賀県を対象に試行的に AI 活用に関して検証した内容であり、現在、全国の都道府県を対象に更なる検証を行っている。また、今回の検討では、一部、GPT-4やDALL-E3に蓄積された情報(現在の都市景観や地域特性)に影響を受けて生成されたものと考えられる。そこで、更に地域特性(例えば、現存する建物特性)を考慮するための PLATEAU 都市モデル⁴⁾の活用方法について検討している。具体的には、対象とする地域の詳細な PLATEAU 都市モデルを追加情報として機械学習させた場合の違いや適用性について検証している。ここで、DALL-E³⁾や PLATEAU 都市モデル⁴⁾を用いて試行的に生成した今後の都市景観の鳥瞰図の一例を図-9に示す。さらに、得られた鳥瞰図について PLATEAU⁴⁾と VR⁶⁾を用いて再現させた今後の都市景観(メタバース空間)の可視化事例を図-10に示す。なお、詳細については、今後、報告していく予定である。

3. おわりに

本研究では、住民の意見や要望に配慮した国土形成に向けて、近年の AI 活用(デジタル技術)の可能性について試行的に検討し、人間中心設計の観点から考察した。本研究により得られた成果を以降に要約する。

- 1) 社会資本に関する既往の国民アンケート調査結果を対象に大規模言語モデル AI (GPT-4) を用いて住民の意見や要望について都市計画のコンセプトを要約したところ、概ね、得られている回答と同じ傾向(hallucination 有無等)であることが確認された。
- 2) 今後の大都市や地方都市における景観に関して、近年の画像生成 AI (DALL-E3) 技術を用いた試行的な検討により、新たな可能性や今後の課題について示した。

参考文献

- 1) Isaacson, W.: Steve Jobs, Simon & Schuster, 656p., 2011.
- 2) Beahm, G.: スティーブ・ジョブズの生声, 文響社, 256p., 2022.
- 3) 辻井潤一: 人工知能の本, 日刊工業新聞社, 160p., 2016.
- 4) Open AI ; <https://chat.openai.com/>, (2024年8月10日閲覧)。
- 5) 原田紹臣, 永井雅章, 櫻井崇光, 吉田恭平, 石原孝雄, 家戸敬太郎: ChatGPT を活用した地場商品開発の実践的取り組み, AI・データサイエンス論文集, Vol. 4, No. 3, pp. 233-244, 2023.
- 6) 人間中心設計に関する国内規格(2021年版), JIS Z 8530:2021.
- 7) 黒須正明, 松原幸行, 八木大彦, 山崎和彦: 人間中心設計の基礎, 近代科学社, 296p., 2013.

- 8) 原田紹臣, 山田菊子, 越健太郎, 寫田佐俊, 杉原良太郎, 宮内 泉: 人間中心設計 (HCD) に着眼した舗装の要求性能に関する基礎的な検討, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol. 67, 9p., 2023.
- 9) 原田紹臣, 山田菊子, 里深好文, 水山高久, 武井千雅子: 人間中心設計に基づく気象情報の高度化- iHazard map project, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol. 68, 10p., 2023.
- 10) 山田菊子: 社会公共分野の計画策定における人間中心設計の可能性の考察, 人間中心設計推進機構・機構誌, Vol.10, No.1, pp. 7-16, 2015.
- 11) 内閣官房: 国土形成計画 (全国計画), 2023.
- 12) 柿添 蓮, 幕田早紀, 豊川斎赫: 東京都心部における景観形成と景観保全に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, Vol. 88, No. 812, pp. 2771-2781, 2023.
- 13) 土井幸平: 都市計画と景観, 調査研究情報誌, No. 8, pp. 5-11, 2002.
- 14) 水島信氏: ～ドイツの都市計画と日本の街づくり～アーバンデザインの実務の視点から日本の街づくりを俯瞰する, UR 都市機構, https://www.ur-net.go.jp/rd_portal/urbandesign/Interview/interview11.htm, (2024年8月10日閲覧) .
- 15) 景観法; <https://www.mlit.go.jp/crd/townscape/keikan/pdf/keikanhou-gaiyou050901.pdf>, (2024年8月10日閲覧) .
- 16) 大阪市景観計画; <https://www.city.osaka.lg.jp/toshikeikaku/page/0000498760.html>, (2024年8月10日閲覧) .
- 17) 大津市景観計画; <https://www.city.otsu.lg.jp/soshiki/035/1303/g/keikan/sesakukeikaku/1400638190706.html>, (2024年8月10日閲覧) .
- 18) 景観法の施行状況; https://www.mlit.go.jp/toshi/townscape/toshi_townscape_tk_000021.html, (2024年8月10日閲覧)
- 19) 小浦久子, 紙野桂人: 都市空間における景観のまとまり構造に関する研究, 都市計画論文集, Vol. 30, pp. 223-228, 1995.
- 20) 松原雅輝, 松本直司: 景観シミュレーション手法の有効性に関する研究, 都市計画論文集, Vol. 26-A, pp. 385-390, 1991.
- 21) 川崎雅史: メディアイメージの分析による修景デザインの基礎研究, 土木計画学研究・論文集, Vol. 7, pp. 35-50, 1989.
- 22) 齋藤直人, 十代田朗, 津々見崇: 公開空地・有効空地の計画コンセプトと利用実態に関する研究, 都市計画論文集, Vol. 43, pp. 223-228, 2008.
- 23) 阿久井康平, 嘉名光市: 都市美形成期における大阪中之島橋梁群計画・設計のアイデンティティー四人のエンジニアの設計思想との照合, 景観・デザイン研究論文集, Vol. 9, pp. 61-72, 2010.
- 24) 山口卓哉, 岡崎篤行: 都市内河川沿いの市街地における景観協議制度の運用実態, 都市計画論文集, Vol. 41, No. 3, pp. 523-528, 2006.
- 25) 田中尚人, 小島弘子, 奥嶋政嗣, 秋山孝正: 都市景観評価システムを用いた地方都市の景観分析, 土木学会論文集 D, Vol. 63, No. 2, pp. 122-133, 2007.
- 26) 一般財団法人 国土技術研究センター: 社会資本に関するインターネット調査2021報告書, 46p., 2021.
- 27) 今 尚之, 中岡良司, 伊藤昌勝, 佐藤馨一: KW 分類法を用いた自由記述文データベースによる意識分析手法, 土木情報システム論文集, Vol. 4, pp. 1-8, 1995.
- 28) 大井 紘, 宮本定明, 阿部 治, 勝矢淳雄: 生活環境に関する住民認知の広がり構造, 土木学会論文集, Vol. 389, IV-8, 1988.
- 29) 川喜多二郎: 発想法, 中央公論社, 230p., 1987.
- 30) 中岡良司, 森 弘, 五十嵐日出夫, 佐藤馨一: 文献データベースにおけるキーワード分析の適用, 土木情報シンポジウム講演集, Vol. 16, pp. 181-188, 1991.
- 31) 豊田秀樹, 前田忠彦: 大学入試方法の改善に関する進路指導担当教員からの自由記述意見の分析, 行動計量学, Vol. 21, No.1, p. 76, 1994.
- 32) 乾 裕子, 村田真樹, 内元清貴, 井佐原均: 表層表現に着目した自由回答アンケートの意図に基づく自動分類, 自然言語処理, Vol. 10, No. 2, pp. 20-42, 2003.
- 33) 西村奏咲, 清水 忠: テキストマイニングを用いたアンケート解析, 薬学教育, Vol. 5, pp.1-5, 2021.
- 34) 石田基広: R によるテキストマイニング入門, 森北出版, 183p., 2017.
- 35) 大隅 昇, Lebart, L.: 調査における自由回答データの解析 - InfoMiner による探索的テキスト型データ解析, 統計数理, Vol. 48, No. 2, pp. 339-376, 2000.
- 36) 西尾敏和, 塚田伸也, 森田哲夫, 湯沢 昭: テキストマイニングによる富岡製糸場の世界遺産登録前における観光まちづくりの把握, ランドスケープ研究, Vol. 79, No. 5, 2016.
- 37) Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A.N., Kaiser, L. and Polosukhin, I.: Attention is all you need, *Advances in Neural Information Processing Systems*, Vol. 30, pp. 5998-6008, 2017.
- 38) 尾関基行, 山本あすか: 遠隔グループディスカッションでの ChatGPT の利用に関する一検討, 日本教育工学会研究報告集, Vol. 1, A13, 2023.
- 39) 大瀬佳之: AI サービスを活用した知財情報解析を含む競合調査の提案, 情報の科学と技術, Vol. 73, No. 5, pp. 187-191, 2023.
- 40) Noever, D., Elizabeth, A. and Noever, M.: The multimodal and modular AI chef: complex recipe generation from imagery, *Computation and Language*, 21p., 2021.
- 41) OpenAI: GPT-4 Technical Report, 100p., 2023.
- 42) Shi, Z., Zhou, X., Qiu, X. and Zhu: Improving image generation with better captions, *Computation and Language*, 19p., 2020.
- 43) Radford, A., Kim, J.W., Hallacy, C., Ramesh, A., Goh, G., Agarwal, S., Sastry, A., Askell, P., Mishkin, J., Clark, G., Krueger, I. and Sutskever: Learning transferable visual models from natural language supervision, *Machine Learning*, 160p., 2021.
- 44) Yu, J., Wang, Z., Vasudevan, V. and Yeung, L., Seyedhosseini, M., Wu, Y.: Coca, Contrastive captioners are image-text foundation models, *Multimedia*, 19p., 2022.
- 45) 内山裕弥: 国土交通省による Project PLATEAU(プラトール)の取組について: 3D都市モデルの整備・活用・オープンデータ化プロジェクト, 区画整理, Vol. 64, No. 5, pp. 14-20, 2021.
- 46) 原田紹臣, 武井千雅子: 風力発電事業の推進に向けた BIM/CIM の有効活用, 土木学会論文集, Vol. 80, No. 22, ID: 23-22021, 2024.