

生成系AIを用いた大規模な 三次元建物デジタルモデルのマッピングに関する研究

廖 凌楓・小川 芳樹・趙 琛渤・関本 義秀

研究の背景

世界の都市の急速な進展に伴い、都市デジタルツイン(Digital Twin City, 以下 DTC)の構築は、まちづくり、防災、カーボンニュートラルなどの都市における社会課題を解決するために重要性を増した。その中で、建物はDTC全要素の核となる部分であり、そのモデリング作業はDTCインスタンスの構築や都市の再現性に影響する。しかし、既存の建物モデリング手法は殆どが外観を写した画像を利用して直接再構築を行っており、現地データを収集するコストの高さや既存のデータセットの不備などの問題を常に抱えている。このような課題から、本研究は近年注目されている生成系AIアプローチ、いわゆる大規模言語モデル (Large Language Model, 以下LLM) を活用し、建物を対象としてパラメータと建物フットプリントによる空間情報のみからモデリングを行っている。

研究の目的

- Transformer系LLMが理解できるように建物モデルを離散的なトークンに変換し、追加でパラメータを加えてLLMで建物全体を適応生成させる
- LoD2標準の建物インスタンスを実証範囲内でモデリングを行い、開発されたフレームワークの効果と性能を実証する

研究の方法

図1に示すように、建物メッシュの高さを順番とし、文字のような離散的トークンに変換して、GPTモデルの学習手法を参照して特化されたLLMモデルを学習させた。並びに、LLMモデルが常にフットプリントを条件の一部にして建物を生成するように学習を設定した。図1の後半のように、建物フットプリントを入力として、加えたパラメータ設定（高さ、屋根タイプ）を利用して最適な建物メッシュが生成された。屋根タイプの定義は、日本中に共通していた6タイプに設定した。また、自ら発想した建物メッシュ評価指標などを使って、生成したデジタル建物を定量的に評価する。

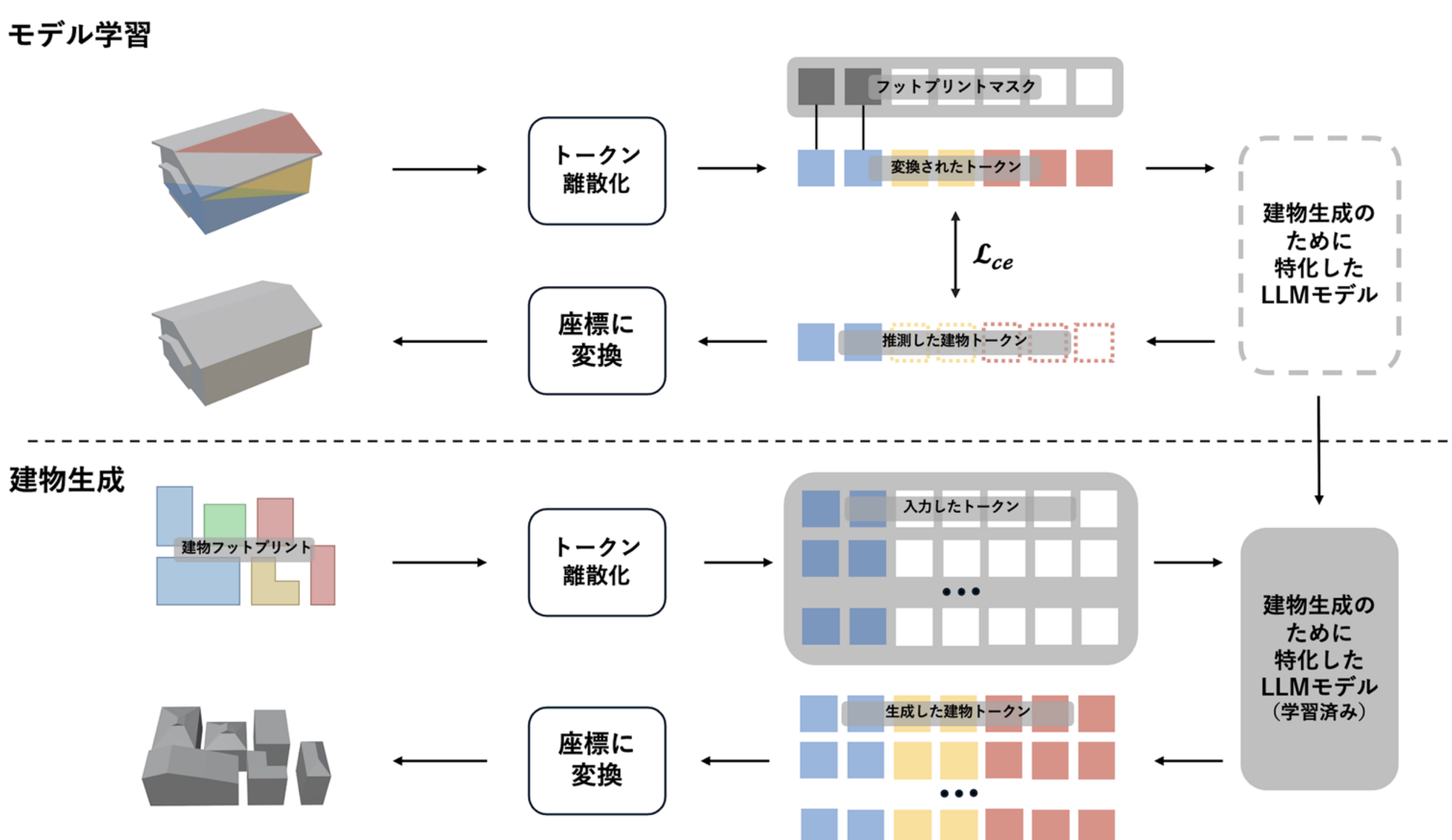


図1 本研究の生成系フレームワークの全体像

まとめ・今後の展望

生成AIモデルで大規模な建物デジタルモデルのマッピングは、建物の三次元モデルを高精度かつ効率的に構築することができ、都市モデル再構築に関する研究に革新的な視点を与えて、都市研究に新たな可能性を広げる。今後の課題として、より詳細な建物情報を取り込み、建物の屋根・窓などの開口部を生成できるように開発を進めていく。

データセット

AIモデルの学習データ及び建物生成に必要なとなるフットプリントデータ：国土交通省が主催し、全国範囲のDTCの構築を目指すプロジェクトPLATEAUによる三次元建物データセット。

実験の結果

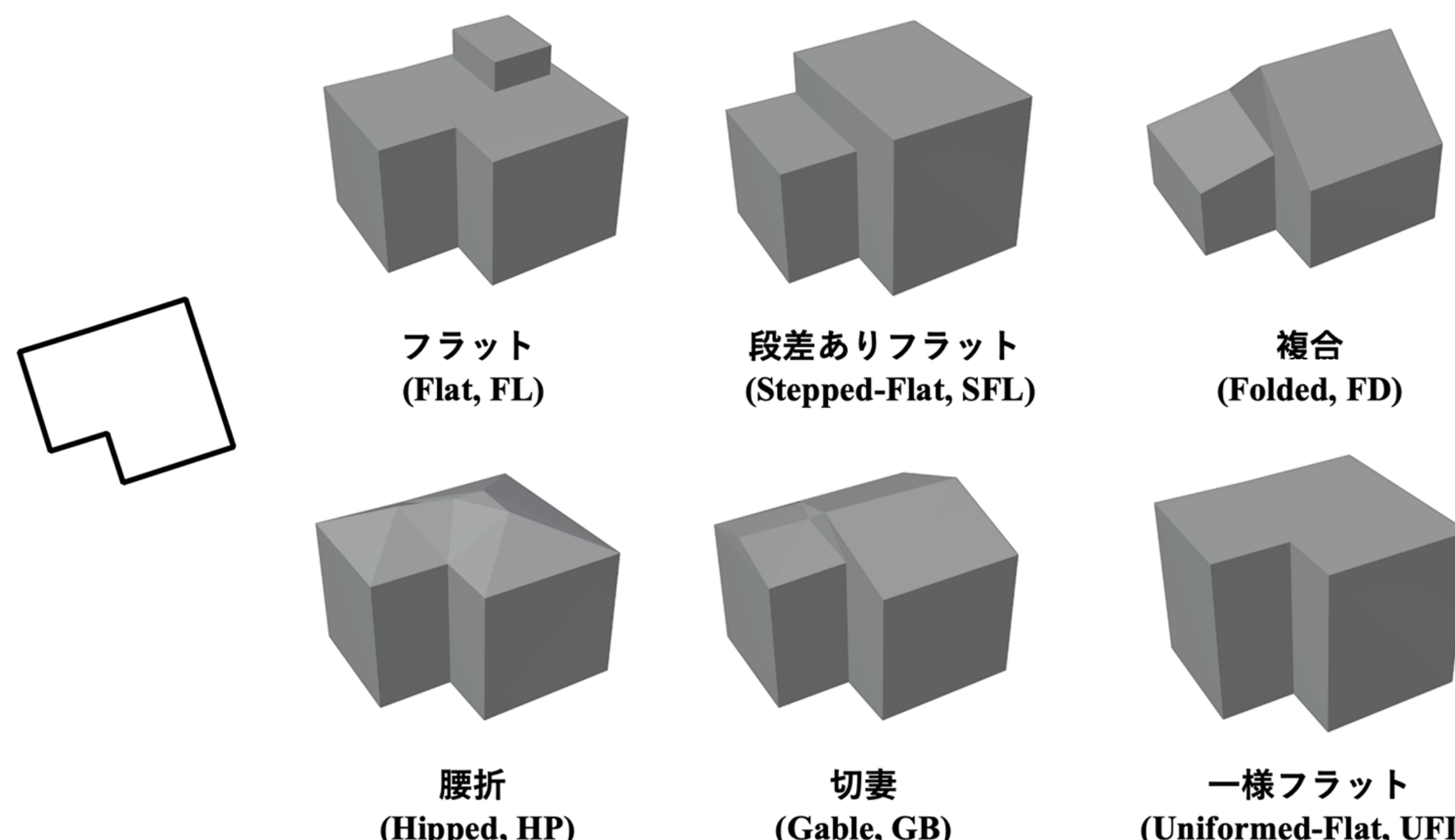


図2 異なる屋根パラメータの設定を与え、単一建物フットプリントによる生成結果の可視化。

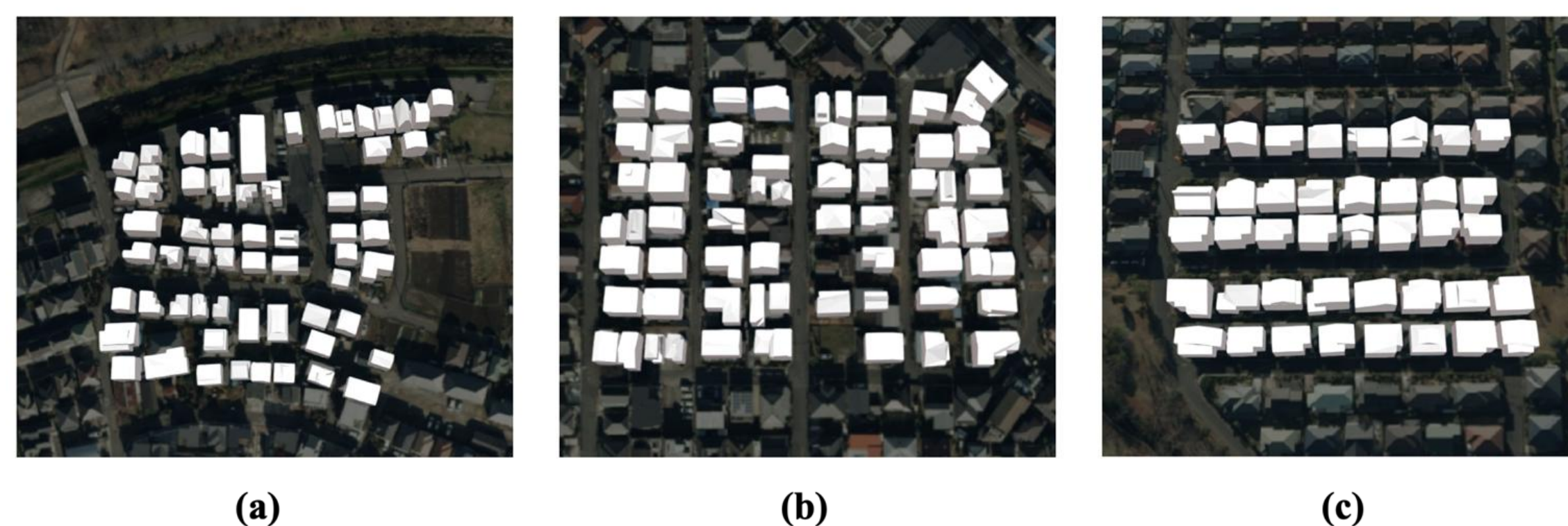


図3 千葉県柏市における実証エリアで建物対象ごとに異なるパラメータを与えた生成結果の可視化結果

	Area (a)	Area (b)	Area (c)	Average
RMSE (m)	0.19	0.20	0.17	0.19
BMQI (%)	97.3	98.7	98.2	98.1

表1 二乗平均平方根誤差 (RMSE) 及び建物メッシュ評価指標 (BMQI) で生成した建物の定量評価結果