視覚によるメッシュ建蔽率推定の学習
―異なる地図表現の影響について―

吉田光杏*・磯野綾・寺木彰浩****

Learning in visual estimation of grid squares building coverage ratio
- Effect of variations in map representations -

Koko Yoshida*, Aya Isono**, Akihiro Teraki**

Abstract: Building Coverage Ratio (BCR) is one of the fundamental indicators related to buildings. At the level of districts and regions, it also plays an important role as an indicator of residential environment and disaster prevention. It is desirable that urban planners and practitioners should be able to intuitively estimate BCR at the regional level from maps. In this paper, we conducted repeated experiments of visually estimating grid squares BCR, and examined how variations in map representations affect estimation accuracy and the learning effects. As a result, it was found that the first learning effect was the greatest for any map representation. Therefore, it was suggested that sufficiently accurate estimations can be achieved through a single learning session, regardless of variations in map representations.

Keyword:メッシュ建蔽率（grid squares BCR），学習効果（learning effects），地図表現（map representations）

１．はじめに

建築物に関する基本的な指標の一つに建蔽率がある．これは建築基準法第 53 条において「建築物の建築面積の敷地面積に対する割合」と定められている．通風や採光などの住環境の指標となるだけでなく，延焼危険性の評価といった防災・減災などにも広く活用されている．

建蔽率は，敷地を越えて，地区や地域などの単位でも重要な役割を果たす．例えば，市街地内で十分に都市化が進んでいない地域を抽出し未利用地への対策を講ずる場合や，建て詰まりが著しく脆弱な地域を見出して災害時の対応を検討する場合などに活用されている．

地域の建蔽率の正確な値を把握しようとするならばQGIS などを用いて計算する必要がある．しかし，都市計画の実務者は感覚的にその地域の実態を把握できることが望ましい.特に配属された直後から実務者の推定能力・直感を高くすることが業務上有益となる．そこで，視覚による地域の建蔽率の推定を繰り返し行い，学習の程度について検証する実験を実施した．

本稿は，地域の建蔽率を推定する際に地図の表現の違いが推定の精確さに与える影響について検討し，その推定方法に関する新たな知見を得ることを目的とする．

本稿は 5 章で構成される．次章では建蔽率の推定に関する既往研究との差異について示し，本論文の新規性について明記する．第 3 章では今回実施した学生を対象とする実験の概要について説明する．第 4 章では実験から得られた結果について報告する．最後に第 5 章にて，結果から考えられる展望と今後の課題について述べる．

２．既往研究

建蔽率推定の精度と作業量について述べたもの（岡部ほか，1984）がある．この論文ではディジタイザーを使って測定した値を真の値とし，視覚による推定とポイントサンプリングによる推定の精度と作業量を比較している．研究の背景として，当時，作業に用いる地図の作成や各種の評価指標の推定に多大な労力を要したことがある．しかし近年，ICT を始めとする技術革新や関連データの整備などから，費用や作業量などは劇的に軽減された．地図の適切な表現を選択することも容易となった．

本稿では，視覚による建蔽率の推定に注目し，表現方法の異なる地図が推定結果に与える影響と，被験者が推定を繰り返すことによって得る学習効果の違いについて考察する．

*学生会員 千葉工業大学大学院創造工学研究科（Chiba institute of technology, Graduate School of Creative Engineering）
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 E-mail：s20b2119vg@s.chibakoudai.jp
**正会員 千葉工業大学創造工学部（Chiba institute of technology）

３．実験の概要

3．1．実施期間

実験は 2025 年 6 月 19 日から 2025 年 7 月 25 日の期間に 9 回実施した．

3．2．被験者

都市計画に関する基本的な知識は持っているが実務の経験がない者を想定し，被験者は都市計画を専門とする学生 69 名である．

3．3．実験用の地図について

都市計画の実務における地域の単位について確認する．都市計画の基本となる用途地域の選定について国土交通省（2025）は「住宅地の選定にあたっては…（中略）…適切な密度構成に従った住宅地の形成を図るとともに、当該都市に求められる住宅の集積及びこれに付随する近隣生活施設の立地に必要な規模を確保することが望ましい。」としている．また，東京都（2019）は用途地域等に関する指定基準で第一種低層住居専用地域の規模を「おおむね 5ha 以上」と指定している．これらのことから，概ね 500m×500m の大きさを持つ 4 次メッシュを地域の単位とした．その中の建築面積の割合をメッシュ建蔽率と呼ぶ．

対象地域として 20 のエリアを選択した．選択にあたり，大規模空地を持つ施設（学校、公園、神社仏閣など）のある地域や住居地域，商業地域，工業地域及び市街化調整区域などの特徴を持つ地域がもれなく含まれることを試みた．真のメッシュ建蔽率（以下，「真値」）は 4 次メッシュの面積に対する建物の面積の割合から算出した．今回用意した地図の真値は 2～37%である．

地図の表現として，国土地理院地図標準地図（以下「地図 A」），淡色地図（以下「地図 B」），Google Map 航空写真（以下「地図 C」），建物ポリゴンのみの地図（以下「地図 D」）を取りあげた（図 1）．地図 A 及び地図 B，地図 D のデータに国土交通省国土地理院から試験公開されている地理院地図 vector（仮称）を用いた（国土地理院，2019）．そのうち，地図 D は国土地理院ベクトルタイルの building のみを表示している．表現の大きく異なる地図として地図 C を用いることとした．なお，表示されている建築物の位置と形状などに他の地図と大きな違いがないことを目視により確認した．

3．4．実験の概要（図２）

初めに被験者に実験の流れを説明した．説明事項は，実験は 4 セットに分けて行うこと，制限時間 3 分間で 20 枚の地図のメッシュ建蔽率の回答と回答時間終了後の答え合わせで 1 つのセットであること，実験終了後にアンケートを実施することである．各セットの最初に問題用紙などを配布したが，第 1 セットのみ地図の配布後に問題についての説明をしてから解答を指示した．

地図の出題順番は以下の条件を満たすようにランダムで並べ替えた．

［条件 1］同一エリアの地図が同じセットに含まれない

［条件 2］標準、淡色の同一エリア地図は隣り合うセットに配置しない

［条件 3］セットの 1 枚目の地図は前のセットの最後の地図の表現及びエリアと同一のものとしない

3．5．アンケート

実験後のアンケートは 2 種類用意した．①問題に関するアンケート，②色の見え方に関するアンケートである．メッシュ建蔽率の推定の際に色覚異常が影響する可能性が考えられる．そのため，本研究では色覚に異常のある人が被験者に含まれるかどうかの確認のみ行う．含まれていた場合，結果に異常なサンプルが含まれていないかを確認する．個人情報に配慮し，これらのアンケートと実験の回答は切り離し，個人が特定できないように管理した．それぞれのアンケートの内容は以下に示す．

①　問題に関するアンケート

四つの設問から構成される．一つ目は今回出題された地図の表現についての設問である．「判断しやすいと感じた地図」「判断しづらいと感じた地図」「思ったより正解できた地図」「思ったより不正解だった地図」について，それぞれ最も当てはまる地図の表現を選択させる．

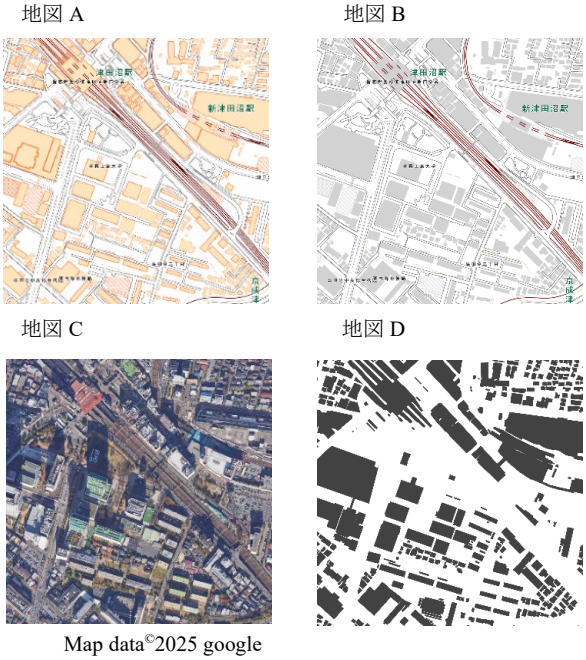


図 1　地図の表現

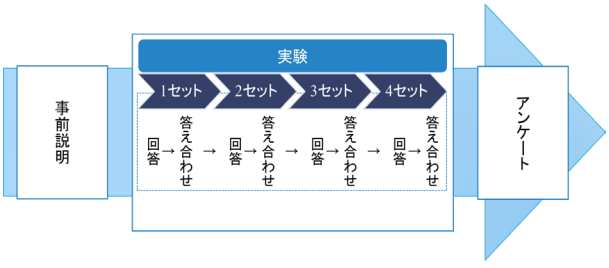


図 2　実験の流れ

二つ目はメッシュ建蔽率の推定についての設問である．判断する際に工夫した点やヒントにしたものをセットごとに自由記述で回答させる．三つ目は出題したエリアが4 セットを通してすべて同一であったことに気づいたか，また気づいたセットについての設問である．四つ目は，出題したエリアに対する土地勘の有無についての設問である．

② 色の見え方に関するアンケート

色覚に異常があると指摘されたことがあるかについて「はい・いいえ・回答しない」から選択させる．

4．結果

JIS Z 8428-1:1994 は精確さについて「“真度”は，多数の測定結果の平均値と，真の値又は参照値との一致の程度を示すものである．“精度”は，測定結果の間の一致の程度を示すものである．」としている．ここでは推定値と真値の差を誤差とみなし，誤差の平均値を真度とみなし，誤差の分散を精度とみなす．

4．1．セットに関する検討

セット毎の真度と精度を表 1 に示す．真度は第 2 セットに大きく向上する．第 3 セットでわずかに真度が低くなるが，第 4 セットでは第 2 セットと同水準の真度となる．精度についてはすべてのセットで向上しているが，最も向上しているのは第 2 セットである．

これらのことを踏まえると第 1 セットはそれ以降のセットに比べ，学習効果が顕著に大きいことが考えられる．

表 1　セット毎の真度と精度

	第1セット	第2セット	第3セット	第4セット	総計
真度	22.0	-0.3	-1.4	-0.3	4.8
精度	633.0	168.8	119.2	103.6	344.0

4．2．地図の表現の違いによる検討

ここでは地図の表現の違いによる学習効果について検討する．それぞれの地図の特徴から実験前に以下の仮説を設けた．

[仮説 1]第 1 セットでは最も情報量の少ない地図 D が一番精確な推定がされる

[仮説 2]すべての地図で学習効果は確認されるが，情報量の最も多い地図 C とそれ以外の地図で第 4 セットの精確さに差がつく

これらの仮説を検証するため，4 種類の表現について，真度の推移を図 3 に精度の推移を図 4 に示す．

・地図 A

第 1 セットで他の地図と比べて最も真度が良く，精度も最も良い地図とほぼ同等であった．真度は第 2 セットで最も向上し，第 3 セット以降は過小推定する傾向がみられる．精度は第 1 セットから良い分，セット間の差はほかの地図に比べると小さい．また，第 4 セットでの精度がほかの地図に比べて最も良い．

・地図 B

第 1 セットの真度がほかの地図と比べて最も悪い．それに対して第 2 セットで最も大きく向上し，値も最も良い．第 3・4 セットでは第 2 セットよりも過大評価になる．精度は第 2 セットで大きく向上し，第 3 セットでもわずかに向上するが，第 4 セットで悪化する．

・地図 C

真度は第 3 セットまで向上傾向がみられるが，第 4 セットで第 2 セットよりも過小になる．精度は第 2 セットで大幅に向上するが，第 3 セットで少し悪化し，第 4 セットが最も良い値となる．

・地図 D

真度は 4 セットを通じて向上傾向がみられる．第 4 セットでの真度がほかの地図に比べて最も小さい．精度は 4 セットを通じて減少している．最も大きく減少するのは第 2 セットである．

この結果から，セットを重ねることで推定の精確さは概ね向上しており，すべての表現で学習効果はあるものと思われる．また地図の表現の違いは学習効果に大きな影響を与えない可能性が示唆された．

4．3．エリアの違いによる検討

次に，エリアの違いによる学習効果について検討する．エリア別での検討は真値と真度及び精度それぞれとそれらの分布に着目する（図 5，図 6）．

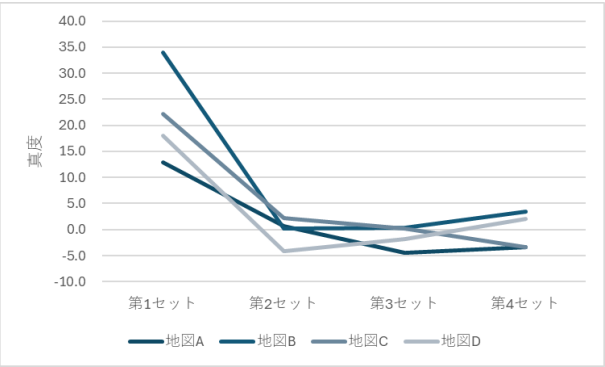


図 3　地図の表現別セット毎の真度の推移

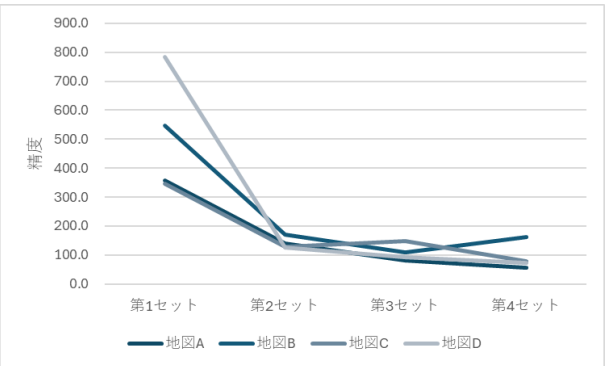


図 4　地図の表現別セット毎の精度の推移

既にみてきたように，真度・精度ともにすべてのエリアで第 1 セットの値が最も大きい．また，真値の大小が精確さに影響している可能性が示唆される．

真度は第一セットでは真値の高いエリアであるほど過大評価となる傾向がみられた．しかし，第 2 セット以降は真値との差は小さくなるが，過大評価から過小評価に転じる傾向が見られた．真値の低いエリアでは第 1 セットにわずかに過大評価は見られるが，第 2 セット以降はかなり真度のよい推定ができていると考えられる．

精度は．どのセットでも真値の高いエリアほど精度が悪くなる傾向がみられる．最もその傾向が目立つのが第 1 セットである．また，特に真値の高いエリアではセットを重ねるごとに精度が向上していると考えられる．

4．4．アンケート

アンケート①の地図の表現に関する設問の結果を図 7 に示す．この結果と地図の表現別の精確さを比較してみると，被験者の感じる印象と精確さとの間に関係はないと判断できる．

4 セットを通して対象地域がすべて同一であったことに約 6 割の被験者が気づいたと回答した．第 3 セットに気づく人が最も多く，第 3 セット終了後に気づいていた被験者は全体の半数程度であった．第 3 セットと第 4 セットの精確さを比較してみても大幅に向上していないことから，正答が暗記されたことによる影響は無視できるほど小さいことが考えられる．

アンケート②の結果，被験者の中に色覚に異常のある人が含まれていた．しかし，すべてのサンプルを確認したところ異常な動きをするサンプルは見つけられなかった．そのため，色覚の異常は本実験の結果には影響を与えなかったと考えられる．

5．まとめと今後の課題

本稿は視覚によるメッシュ建蔽率の推定の学習効果について検証するため，地図の表現方法及び反復学習に着目し，学生を対象とする実験を行った．その結果，地図の表現の違いに関係なく第 1 セット終了時点の学習効果が大きく，以降はあまり向上しないことが示唆された．つまり精確な推定をするための学習は 1 度で十分であると考えられる．このことから，都市計画の部署に新たに配属された人に対し，いくつかの地図を用いて学習させることで以降の実務に有益な推定能力・直感を手に入れることができるだろう．また，都市計画を専門に学ぶ学生についても，一度の短時間の作業で都市計画の基礎的な知識の習得効果が高いことから，同様の学習体験をすることが望ましい．

本稿は学生を対象とした実験の結果の報告である．地図の表現や地域の特徴など地図に含まれる様々な情報が精確さにどれほどの影響を与えるか分析するという課題などが残されている．今後は，特に地域の特徴として，建物棟数や地形条件、用途地域などを考慮し，様々な組み合わせで学習効果の違いを考察したい．

参考文献

岡部篤行・四茂野英彦・金子忠明（1984）建ぺい率推定法の作業量と精度．「都市計画論文集」，265-270.

国土交通省（2025）都市計画運用第 13 版．〈https://go.jp/toshi/city_plan/content/001880861.pdf〉.

国土地理院（2019）国土地理院ベクトルタイル提供実験．〈https://maps.gsi.go.jp/development/vt_expt.html〉.

東京都（2019）用途地域等に関する指定方針及び指定基準．〈https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/documents/d/toshiseibi/pdf_kanko_area_ree_area_ree〉.

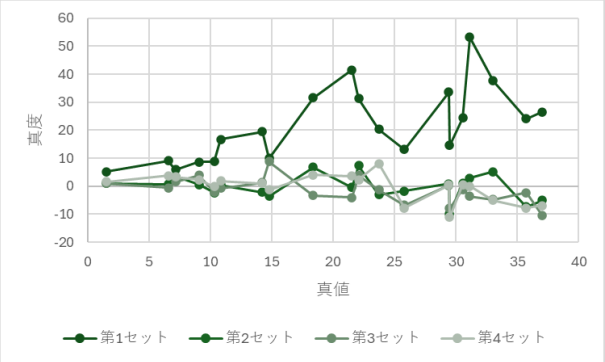


図 5　セット別の真値-真度の分布

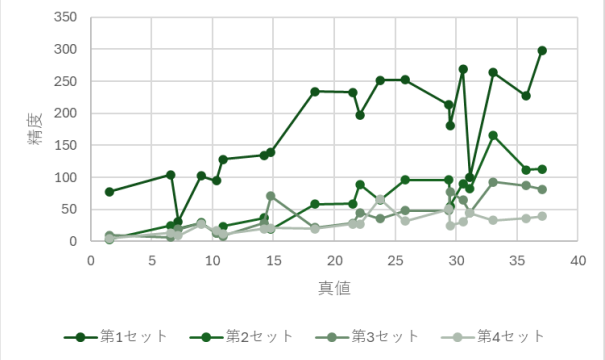


図 6　セット別の真値-精度の分布

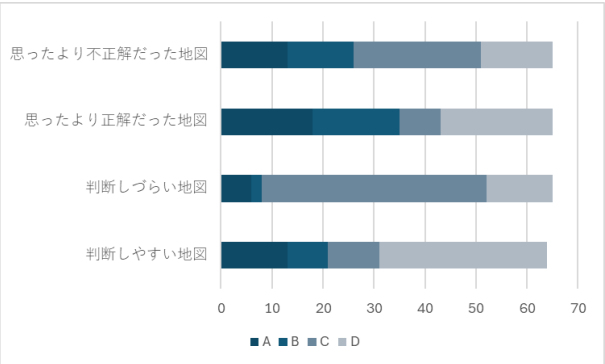


図 7　地図の表現に関するアンケート結果