

調査研究報告書

農山村地域の空き家改修における 3Dスキャンニングと生成AIを活用した設計プロセスの提案

副 田 和 哉 (第一工科大学工学部建築デザイン学科 准教授)

2025年(令和7年)6月

一般財団法人 第一生命財団

農山村地域の空き家改修における

3D スキャンニングと生成 AI を活用した設計プロセスの提案

代表研究者 副田 和哉 (第一工科大学工学部建築デザイン学科 准教授)

[研究報告要旨]

本研究は、農山村地域に数多く存在する空き家を対象に、3D スキャンニング技術を改修設計プロセスへ導入し、短時間かつ高精度な既存把握と複数案の効率的検討を可能とする実践モデルを構築・検証するものである。従来、増改築を重ねた古民家などでは、手動実測や二次元図面のみで複雑な形状を正確に把握することが困難であり、小規模改修であっても経済性が算入障壁となり、価値ある空き家が放置される一因となってきた。

こうした課題に対し、本研究では VR カメラやレーザースキャナ等を用いた高精度 3D スキャンを実施し、取得した点群データを 3D モデリングや生成 AI などのデジタル技術と連携させるプロセスを提示する。これにより、(1) 設計初期段階の「現況把握」を大幅に効率化し、(2) 複数の改修シナリオを三次元的に比較検討することで設計プロセスを高度化する。さらに、生成 AI が生成するフォトリアルなパースを活用することで、歴史的要素と新規デザインの魅力を可視化し、施主や投資家など利害関係者の意思決定を迅速化することを狙いとしている。

本研究は、3D スキャンニング技術を基盤とし、生成 AI を含む ICT を積極的に導入することで、農山村地域の空き家という社会的課題に対し、効果的かつ持続的な改修設計モデルを構築する試みである。既存建物を高精度にデジタル化し、フォトリアルなプレゼンテーションによって高い意匠性と具体性を両立することで、地域の長期的な発展と文化的価値の継承に貢献することを目指している。

Proposal for a design process that utilizes 3D scanning and generative AI
in the renovation of vacant houses in rural areas

Ch. SOEDA Kazuya (Assoc. Prof., Daiichi Institute of Technology., Dr.Eng.)

[SYNOPSIS]

This research introduces 3D scanning technology into the renovation design process for the many vacant houses in rural areas. It aims to construct and verify a practical model that enables the rapid and accurate understanding of existing conditions and efficiently examines multiple plans. In the past, it has been difficult to accurately grasp the complex shapes of old private houses that have undergone repeated additions and renovations using only manual measurements and two-dimensional drawings, and even for small-scale renovations, the costs and risks are difficult to predict, which has been one of the reasons why valuable vacant houses have been neglected.

In response to these issues, this research presents a process involving high-precision 3D scanning using VR cameras, laser scanners, etc., and linking the acquired point cloud data with digital technologies such as 3D modeling and generative AI. This will (1) greatly improve the efficiency of “current status understanding” in the initial design stage and (2) enhance the design process by comparing and examining multiple renovation scenarios in three dimensions. Furthermore, by utilizing the photorealistic perspectives generated by the generative AI, the aim is to visualize the appeal of the historical elements and the new design and speed up the decision-making process for stakeholders such as the client and investors.

This research attempts to construct an effective and sustainable renovation design model for the social issue of vacant houses in rural mountain villages by actively introducing ICT, including generative AI, based on 3D scanning technology. By digitizing existing buildings with high precision and achieving a balance between high design quality and concreteness through photorealistic presentations, we aim to contribute to the region’s long-term development and the inheritance of cultural values.

目次

1. はじめに	1
1.1 研究の背景	2
1.2 研究目的と位置づけ	4
1章のまとめ	6
2. 先行研究のレビュー	7
2.1 3D スキャンニング技術の建築分野への応用	8
2.2 農山村地域の空き家活用・改修	9
2.3 生成 AI を用いた建築デザイン支援	10
2章のまとめ	11
3. 研究の方法	12
3.1 研究全体の流れ	13
3.2 対象物件の概要	15
3.3 VR カメラ・レーザースキャナによる 3D スキャンニング手法	18
3.4 3D モデリングによる改修デザインシミュレーション	20
3.5 生成 AI による空間イメージ生成	21
3.6 コスト試算との連動	23
3章のまとめ	24
4. 実践モデルの構築と検証	25
4.1 改修設計プロセスのフロー	26
4.2 3D データ取得の精度検証と課題抽出	28
4.3 3D モデリングによるデザインシミュレーション	29
4.4 教師イメージを活用した生成 AI によるフォトリアルイメージの創出	30
4章のまとめ	31
5. モデルケースとしての改修デザイン	32
5.1 改修コンセプトとデザイン方針	33
5.2 マテリアル選定と教師データを活用したレイヤー的デザインアプローチ	35
5.3 提案 A：水回り BOX の挿入による最小改修アプローチ	36
5.4 提案 B：L 字形の半透明壁による空間分節と機能更新	40
5.5 限定的投資と予算管理による改修コストの最適化	44
5章のまとめ	45
6. 考察	46
6.1 3D スキャンニングを用いた空き家改修設計の効率化とその意義	47
6.2 生成 AI を活用したフォトリアルイメージ生成とデザインシミュレーションの拡張	48
6.3 社会的インパクトと普及可能性	49
6章のまとめ	50
7. おわりに	51
7.1 研究の総括	52
7.2 今後の課題と展望	53
謝辞	55
参考文献	56

1. はじめに

1.1 研究の背景

農山村地域では空き家問題が地域コミュニティの存続に関わる深刻な社会問題となっている。これらの地域では、都市部に比べて新築投資やリノベーションなどへの資本流入が限られるため、限られた労働力と資金力のもとで膨大に存在する空き家に対応せざるを得ないという厳しい状況に直面している。とりわけ古民家と呼ばれるような伝統的な民家や古い住宅には、幾度も改修が重ねられた結果として複雑な不定形空間が多く、また大梁や床柱など、現行の大量生産建築にはない貴重な構造材・意匠要素が多数含まれている。しかしながら、部分改修のような小規模案件では、設計者側の労働負荷や収益性の観点から、事業化のハードルが高いものとなっている。その結果、空き家が活用されないまま放置されたり、そのまま取り壊される事例が多く見受けられる。

一方で、国際的な SDGs の推進やカーボンニュートラル社会の実現といった観点からは、既存建築物を可能な限り再利用し、地域内の資源を循環的に活用する意義が一層高まっている。とりわけ農山村地域に遺存する古民家等の改修は、文化的に継承すべき空間要素や環境的に優れた素材を再評価しながら、新たな価値を創出する好機となり得る。しかし、実際の空き家改修プロセスにおいては、建物の実測や現況図面の復元といった初期段階の作業量が膨大であり、しかもこれらの作業に正確性を要するため、従来の人手による実測作業だけでは労働集約的で非効率な面が否めない。また、必要な検討プロセスも煩雑であり、設計者にとって小規模改修プロジェクトが経済的・労務的にリスクの高い業務となる場合が多い。

他方、近年の建築企画・売買におけるオーナー（購入希望者）の需要動向を見ると、単に使用目的を満たすだけの空間ではなく、よりユニークでデザイン性の高い空間性や意匠性が強く求められる傾向がある。特に、SNS やウェブを介した情報発信が盛んになる中、フォトリアルな建築 CG パースによる完成イメージの具体的かつ高品質な提示は、不動産でもある建築の流通を大きく左右する重要な要素となっている。農山村地域の空き家においても、改修後の姿を魅力的に提示し、「住まい手がどのような価値を享受し得るのか」を視覚的に説得力をもって示すことが、事業化や地域活性化の鍵となりうる。したがって、空き家改修の計画から販売・流通に至るまで、フォトリアルな可視化技術を含む多彩なプレゼンテーション手法を組み込むことは、空き家問題の解決に対しても大きなインパクトを与え得る。

このような社会的要請を背景として、建築分野では ICT（情報通信技術）や AI（人工知能）を用いた調査・設計手法が急速に注目されている。特に、VR カメラやレーザースキャナ等による 3D スキャンニング技術の進展は、従来の手測と二次元 CAD に依拠してきたアナログ的な実測・図面化の手法を根本的に変革しようとしている。複雑な不定形空間や梁・柱など多様な部材の寸法・形状を短時間かつ高精度に取得できることは、設計初期段階の負荷を大幅に軽減すると同時に、後続のデザインシミュレーションやプレゼンテーションに至るまで広範に活用可能なデジタルプラットフォームを提供する。そして、生成 AI 技術の導入により、建築の外観や内観デザインの多様なバリエーションを半自動的に生成し、フォトリアルな建築パースの作成時間を短縮しながら、クライアントやオーナーに対して具体的な改修案を提示できるデザイン的可能性が高

まっている。

しかしながら、3D スキャンニング技術や生成 AI を統合的に活用した事例研究は未だ萌芽的段階にあり、その具体的な作業プロセス・精度・運用手法といった課題は十分に整理されていない。また、従来の改修設計やフォトリアルなパース作成の手法と比較して、どの程度の効率化と質的向上が得られるのか、さらに空き家をめぐる経済的・社会的枠組みに対してどのようなインパクトが生じるのかについても、実践に根ざした検証が求められている。

本研究は以上の問題意識に基づき、農山村地域における実際の空き家を対象に、VR カメラやハンドレーザースキャナによる 3D スキャンニング技術と、生成 AI を活用した空間イメージ生成プロセスを組み合わせることで、改修設計を効率的かつ高度に行うための実践モデルを提示するものである。この試みは、空き家の改修を通じて地域の文化的・物質的資源を活かすと同時に、現代のニーズに即した魅力的な空間・意匠の提案を行うことで、持続可能な地域社会の発展に寄与するものと期待される。

1.2 研究目的と位置づけ

本研究は、農山村地域における空き家の改修設計に対し、従来の手作業中心の実測・設計プロセスを見直し、ICT（情報通信技術）とAI（人工知能）を横断的に活用した総合的アプローチを提示・検証することを主眼としている。具体的には、以下の3つのステップを連鎖させることで、設計の効率化と品質向上を両立するとともに、空き家の付加価値を最大限に顕在化させる。

1. 高精度な3Dスキャンニング

VRカメラやハンドレーザースキャナなどを用いて、複雑かつ不定形な既存空間を短時間で正確に計測し、精度の高い点群データを取得する。これにより、従来の手動測量に比べて実測精度を高め、膨大な作業負荷を軽減する。

2. 3Dモデリングによる改修シミュレーション

上記で取得した空間データをもとに3Dモデルを作成し、改修案における構造的制約、資材の再利用可能性などを多角的に検証する。これにより、改修範囲や改修案の選択肢を明示化し、設計段階で空き家が内包する潜在的価値や課題をよりの確に把握することが可能となる。

3. 生成AIを活用したフォトリアルな建築パースの創出

深層学習を基盤とする生成AI等の技術を用いて、改修後の空間をフォトリアルな視覚表現で提示する。この段階では単なるイメージ共有にとどまらず、魅力的なビジュアルとして提示されたパースが、購入希望者や投資家などの潜在的オーナー層の関心を喚起し、改修後の建物価値をより高い次元で訴求することを意図する。

以上の3ステップからなる包括的なアプローチを構築し、空き家改修の設計プロセスを効率化するとともに、改修後の空間的・意匠的魅力を高めることが本研究の目指すところである。

学術的観点からは、近年進展著しい3Dスキャンニング技術や生成AIを、既存建築の事後的な計測・評価だけでなく、事前的な設計の全工程にわたって活用する具体的手法を提示し、その有効性を事例から検証する点に本研究の意義がある。

社会的視点では、農山村地域における空き家の増加が深刻化し、地域経済・文化の衰退要因となる一方で、潜在的に価値ある建築資源が数多く眠っている現状を踏まえ、これらを活かすための効率的かつ高付加価値な改修設計モデルを提示する点が大きな貢献となる。実測やプラン提案の段階で費やす労力とコストを抑えつつ、地域に存在する建築の魅力を適切に見極め、新たな需要を喚起するデザインへと昇華させることは、地域活性化や地産地消の観点からも意義深い。また、フォトリアルなパースによる可視化が、空き家の売買・流通や移住促進施策において有力な戦略となり得る点も、現行の空き家バンク制度や自治体レベルの事業との連携を想定するうえで重要である。

以上のように、(1)高精度な3Dスキャンニング、(2)3Dモデリングによる改修シミュレーション、(3)生成AIによるフォトリアルパース創出、を段階的かつ統合的に実施する方法論を提案し、その実践を通じて空き家改修の新たなアプローチを探ることが本研究の目的である。

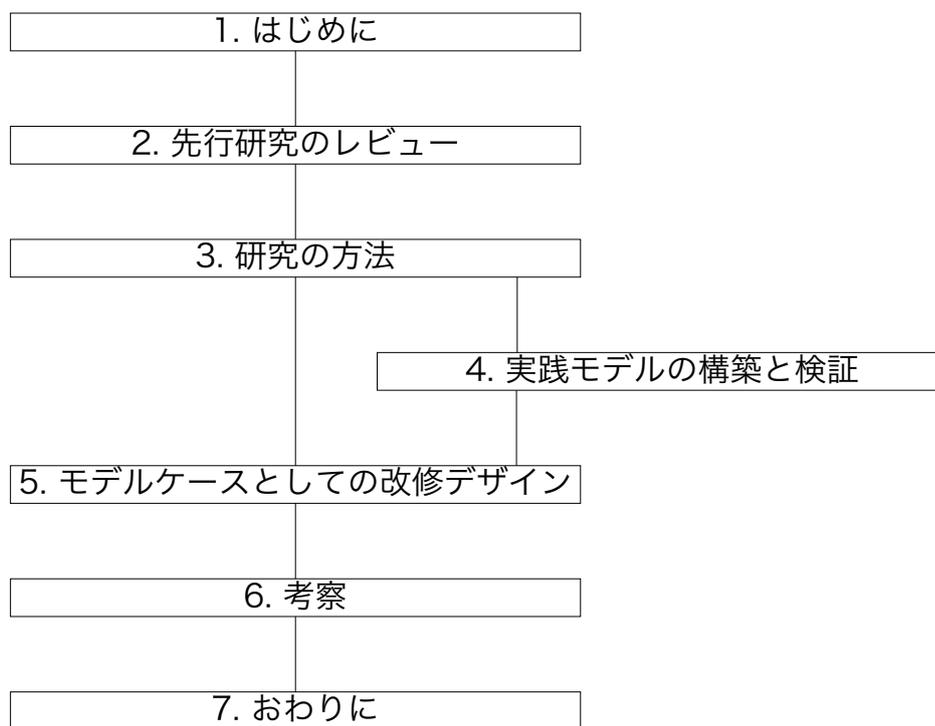


図1 本論の流れ

1 章のまとめ

本章では、農山村地域の空き家改修をめぐる社会的背景と、本研究が提示する設計アプローチの目的・位置づけを論じた。まず、農山村地域に数多く放置される空き家の現状を概観し、とりわけ度重なる増改築による不定形空間や、貴重な建築要素が内在する古民家においては、従来の手作業による実測や二次元図面に基づく設計プロセスでは、精度と効率の両立が困難であるという課題を示した。さらに、部分改修のような小規模案件であっても、設計者にとって労力と収益性の面で負担が大きく、結果として文化的・物質的価値を持つ空き家が長年にわたり活用されないまま放置される状況を招いていることを指摘した。

一方、SDGs の推進やカーボンニュートラル社会の実現といった国際的な潮流を踏まえると、既存建物の再利用と地域資源の循環的活用が一層重視されると考えられる。これに対応するためには、建築要素を適切に評価・保全すると同時に、現代的な生活ニーズを満たす新たな設計手法が必要となる。また、近年の建築企画・売買では、機能的要件のみならず、フォトリアルな完成イメージやデザイン性の高い空間性が強く求められており、SNS やウェブを通じた情報発信によって、潜在的なオーナーや投資家の購買意欲を大きく左右することが示唆される。

こうした背景を踏まえ、本研究では以下の三つのステップを柱とする ICT（情報通信技術）と AI（人工知能）を用いた総合的な改修設計アプローチを提案する。(1)VR カメラやレーザースキャナを用いて短時間かつ高精度に既存空間を 3D スキャンし、(2) 点群データによる三次元モデル上で改修案の技術的検証とシミュレーションを行い、(3) 生成 AI が生み出すフォトリアルな建築パースを生成することで、潜在オーナーや地域住民に対して魅力的な完成イメージを迅速に提示する。これらを統合することにより、改修プロセスの時間的・経済的負担を軽減しつつ、空き家が有する歴史的・文化的価値と現代的ニーズを両立させる高付加価値なデザインを実現することが狙いである。

学術的には、3D スキャンや生成 AI の導入が進む一方で、改修設計の全工程へこれらの技術を統合し、その実効性を事例から検証した研究は依然として少ない。そのため、既存建築、特に古民家のような空き家の改修において、どの程度の効率化・質的向上が見込めるのかを実践的視点から明らかにする意義は大きい。社会的には、農山村地域で深刻化する空き家問題への対応策として、コストと労力を抑えつつ多様な利害関係者とイメージの共有を図る必要性が高まっており、フォトリアルなパースを軸に空き家の潜在価値を訴求し、地域経済を活性化する方策としての役割も期待される。

本章では、以上の社会背景を整理するとともに、本研究が試みる 3D スキャンニング・3D モデリング・生成 AI を組み合わせた改修設計手法の意義と目的を明確にした。次章以降では、先行研究の検討や具体的な調査・設計手法の内容、そして実践モデルの検証を通じて、このアプローチの有効性と課題について考察していく。

2. 先行研究のレビュー

2.1. 3D スキャンニング技術の建築分野への応用

2.1.1 既存建物の実測と改修設計への適用可能性

改修計画における既存建物の実測は、現況図面が欠落もしくは未更新である場合において特に重要となる。信太ら¹⁾は、既存建物を対象に3次元レーザースキャナーを用いて実測を行い、得られた点群データが改修方針の立案に有効であることを示している。従来の二次元的な図面と比較して、3次元の詳細情報から配管位置や建物寸法の誤差を正確に把握できるため、改修設計の精度向上に寄与すると報告されている。

2.1.2 BIM との連携による施工計画の最適化

点群データをBIM (Building Information Modeling) モデルに統合することで、既存建物の施工計画の最適化を図る試みも行われている。嘉納・池田・浜田²⁾は、プレキャストコンクリート部材を用いる工事現場において、取得した点群データとBIMモデルを照合し、工事進捗や出来形を自動判別する手法を開発している。これにより、人手作業への依存を低減しながら、工事状況や誤差の可視化が可能となり、施工管理プロセスの合理化に貢献している。

2.1.3 点群データの取得・処理手法に関する最新研究

近年は、点群データの効率的な処理フローや自動化技術に関しても数多くの検討が進められている。染谷・志手³⁾は、施工現場で取得した大規模点群データの活用を想定し、DSM (Digital Surface Model) や独自プログラムの活用による合理的な作業プロセスを提案している。具体的には、ノイズ除去や座標合わせを半自動的に行う仕組みを構築し、実際の点群データを用いたシミュレーションを通じて作業負荷の低減効果を示している。

2.2. 農山村地域の空き家活用・改修

2.2.1 空き家改修促進策の実態と評価

農山村地域で進行する空き家の増加に対し、多くの地方自治体や関連団体が改修補助やマッチング制度を導入している。中園・山本^{4) 5)}は、島根県の「ふるさと定住財団」が実施する空き家改修補助制度を分析し、改修費用の一部を行政・家主・借主が分担する形態が効果的であると報告している。さらに、補助金の回収メカニズムや家賃収入の確保を組み込むことで、財政面の課題を緩和しつつ継続的な改修支援を可能にしている。このような支援スキームは、空き家所有者に対するインセンティブを高め、農山村地域における空き家改修の普及を促進する一方、制度運用のコストや人材確保といった課題も指摘されている。

2.2.2 古民家に準ずる空き家の改修事例における特徴と課題

農山村地域に多数残る古民家に準ずる空き家は、構造や意匠の面で独自の価値を有する反面、耐震性や断熱性の不足など、改修上のハードルが高い場合も多い。中園ら⁶⁾は、定期借家方式により福祉施設として再生された古民家に準ずる空き家の事例を調査し、改修範囲の拡大や耐震補強に伴う工事費増加などの課題がある一方、従来の家賃契約形態では活用が困難であった空き家の再生を実現した点を評価している。また、中田ら⁷⁾が関東地方の古民家転用事例を検討したところ、地域の公共施設や商業施設など多彩な用途に再生されている一方で、維持管理や法規適合への対応が十分でない事例も一部で見受けられたと報告している。このように、古民家に準ずる空き家改修は、地域資源としての潜在価値を高めると同時に、安全・快適性を確保するための費用やノウハウが重要な課題として浮上する。

2.3. 生成 AI を用いた建築デザイン支援

2.3.1 GAN や拡散モデルを活用した建築デザイン事例

近年、Deep Learning の発展に伴い、Generative Adversarial Network (GAN) や拡散モデルなどの画像生成技術を建築分野へ応用する動きが見られる。山田・大野⁸⁾ は、都市景観や建築外観を対象とした画像生成 AI を構築し、従来の事例データから学習した様式の特徴を踏まえつつ、新規の意匠バリエーションを創出できることを示した。同研究では、既存都市や建築の外観写真を学習データとして用いることで、異なる特徴の統合や意匠要素の転移が可能になると考察している。これらの成果は、改修設計においても、多様なデザインを短時間で生成・比較する手段として活用し得る。一方、生成されたイメージは構造的合理性や法規遵守といった制約に必ずしも適合していない場合があるため、実施設計への応用時には人間の専門的判断が不可欠となる。また、画像生成 AI を導入することで、検討プロセスの短縮効果やステークホルダーへのプレゼンテーション手法の多様化が期待できるとの指摘もなされている。

2.3.2 建築教育やデザイン発想支援における活用事例

生成 AI の活用は教育現場にも広がっており、山田・林・藤田⁹⁾ は、大学の設計課題において学生が拡散モデル系の画像生成ツールを使用し、空間イメージの具体化や事例検索を効率化する事例を報告している。学生の利用形態を分析した結果、序盤は抽象度の高い様式イメージを得るために活用し、後半では部屋形状や建築要素に関する具体的キーワードを AI に入力する傾向が見られた。このように、設計の進捗に合わせてプロンプト（入力語句）を変化させることで、AI から得られる情報を柔軟に取り込み、デザインの検討を深めていく可能性が示唆されている。実務や教育の場でデザイナーと AI が協働し、多様な案の中から創造的価値を生み出す新たなプロセスとして、今後さらなる検証が望まれる。

2章のまとめ

本章では、3D スキャンニング技術、農山村地域の空き家活用・改修、そして生成 AI による建築デザイン支援という三つの観点から、先行研究の動向と課題を概観した。

まず、3D スキャンニング技術に関しては、改修計画の高精度化に寄与する点が強調され、二次元的手法では十分に把握できなかった配管位置や建物寸法の誤差を正確に管理できることが示された。近年は、ノイズ除去や座標合わせなどの処理フローの自動化技術も進展しており、大規模点群データの効率的運用がいつそう容易となりつつある。

次に、農山村地域の空き家増加とそれに伴う改修促進策については、自治体の補助制度やマッチング施策が一定の成果を上げている一方で、財政負担や人材不足といった運用課題が依然として存在することが示された。とりわけ、古民家に準ずる空き家の改修では耐震・断熱面の不足や改修費用の増大などがハードルとなるが、福祉施設や商業施設への改修など多様な成功事例もあり、地域資源としての活用可能性が大きく見込まれている。

さらに、生成 AI 技術による建築デザイン支援は、多様なデザインバリエーションの短時間生成とビジュアルプレゼンテーションの強化を実現する一方、構造的合理性や法規遵守を自動的に保証しない点で専門家の判断が不可欠である。教育の現場では、AI を用いた設計課題の進め方に関する報告もなされており、プロンプト（入力語句）を段階的に変化させながらディテールの検討を深める実践例が挙げられた。こうした研究動向は、設計プロセスの短縮とステークホルダーとのコミュニケーションを大幅に改善する手段として、生成 AI が今後ますます注目されることを示している。

総合すると、3D スキャンニング技術は既存建物の正確な現況把握と改修設計の品質向上を支える重要な手段であり、農山村地域の複雑な古民家に準ずる空き家でも有効性が高いと考えられる。また、空き家活用の現場では、行政の支援策に加えて、構造・意匠面での技術的ノウハウ不足が依然として大きな課題として残る一方、多面的な活用事例からは地域活性化の大きな可能性も示唆される。さらに、生成 AI を用いたデザインバリエーションの創出は、設計効率と視覚的訴求力の両面を強化するツールとして期待され、教育から実務へと応用範囲が拡がりつつある。

本研究では、こうした先行研究の知見を踏まえ、3D スキャンを軸とする空き家改修モデルに生成 AI を統合することで、農山村地域の空き家改修における設計・コミュニケーション・施工管理の総合的高度化を目指したモデルの実用性を検証していく。

3. 研究の方法

3.1 研究全体の流れ

本研究では、農山村地域の空き家改修に内在する多様な課題—既存空間の老朽化や不定形さ、実測作業の労力負担、予算・人材不足、および地域文化的価値の潜在性など—に対応するため、「現地調査によるリアルな空間情報の取得」と「3Dモデリング・生成AIを活用したデジタル設計支援」を有機的に結合させる複眼的アプローチを構築する。具体的には、以下の5つのステップを順次・反復的に実施することで、空き家改修に要する労力やコストを軽減しながら、改修後の空間価値を視覚的・経済的に最大化する設計モデルを提示する。

1. 現地調査・3D スキャン

まず初めに、改修対象となる空き家に対して現地調査を行い、VRカメラ（360度カメラ）やハンドレーザースキャナなどを用いた3Dスキャンニングを実施する。これにより、従来の手測では把握が困難であった複雑な梁・柱の形状や、増改築を繰り返した不定形な空間構成を短時間で高精度に捉えることが可能となる。

2. 点群データの処理・3Dモデリング

次に、取得した空間データをもとに、モデリング作業を行う。農山村地域の空き家は増改築の経緯が複雑なケースも多く、梁や柱の位置・寸法に誤差や変形が生じている例が少ない。そのため、レーザースキャナの精密計測結果と写真測量のデータを相互に検証し、必要に応じて手動測量の内容を反映することで、既存空間を可能な限り忠実に再現した3Dモデルを作成する。

3. 改修案のデザインシミュレーション

構築した3Dモデルを基盤として、プランの再編成や設備配置、部材の再利用など複数の改修デザイン案を検討し、それぞれの空間的・機能的特徴をシミュレーションする。二次元図面のみでは把握しづらい天井高のボリューム感など、部材同士の干渉箇所や改修提案範囲を立体的に検証することで、段階的改修にも柔軟に対応できるシミュレーションが可能となる。

4. 生成AIを用いた空間イメージの多様化とフォトリアル表現

改修の基本方針が定まり、必要最低限の空間構成・デザインの特徴が確定した段階で、生成AIを活用した空間イメージのバリエーション展開を行う。本研究では、テキストプロンプトと初期画像（3Dモデルから出力したレンダリングイメージ等）を入力データとして活用し、複数のフォトリアルなパースを自動生成する。

5. コスト試算との連動

最終的に改修案が絞り込まれた段階では、概算費用の算出や具体的なコストマネジメントを行う。農山村地域では施工業者の選択肢が限られる場合も多いため、事前に解体範囲や補強方法を高精度に示す図面・モデルを提示することで、施工側との調整を円滑化し、予期せぬ手戻り工事を最小限に抑えられる。また、提案されたデザインの中でコストバランスに優れた選択肢を模索しながら、再利用可能な既存部材の積極的活用や地産地消資材の導入を検討することで、持続可能な循環型社会の視点にも配慮した総合的な改修プランを策定できる。

以上の5つのステップを連続的かつ相補的に適用することで、既存形状の正確な把握、改修計画の合理化、フォトリアルパースによる魅力的な空間演出、さらに施工コストの適切な試算といっ

た要素を総合的に満たすことが可能となる。従来型の空き家改修が抱えてきた不確実性や労務負担を大幅に軽減するとともに、古民家に準ずる空き家に内在する文化的価値を最大限に活かした設計提案を行うことで、農山村地域における空き家の流通や居住誘致、ひいては地域活性化にも寄与することが期待される。

3.2 対象物件の概要

本研究では、鹿児島県鹿屋市の農山村地域を調査対象とした。鹿屋市は九州南部に位置し、温暖な気候と豊かな自然環境を背景に農業を主要産業としているが、近年の過疎化や高齢化の進行により、空き家問題が顕在化しつつある。同市内には多くの木造住宅が空き家バンクに登録されており、なかでも築数十年を超える伝統的民家が相当数存在する。本研究では、こうした空き家のうち築50年以上が経過し、再利用価値の高い部材を有する建物を重点的に取り上げることとした。

具体的な事例としては、鹿屋市郊外に所在する木造平屋建て住宅を調査対象とした。昭和41年に竣工したと推定され、積雪の少ない南九州に特有の勾配屋根や在来工法による木造軸組が確認される。一方、住宅全体は幾度も増改築を繰り返しているため、間取りや軸組の配置に不整合が生じている点が特徴的である。現在では居住者がおらず平成8年から空き家状態となっている(図2)。

鹿屋市の空き家バンク情報や市役所の協力を得て現地調査を行った結果、本物件は、良好な状態を保つ梁材や柱材を再利用可能であることなどから、改修の仕方によっては多様な展開が期待できることが分かった(図3)。

以上のように、本研究で扱う対象物件は、過疎化が進行する農山村地域における古民家型空き家の典型例であると同時に、梁や柱など建築的価値の高い部材を潜在的に含む点に学術的・社会的意義がある。本研究で提案する手法をこの物件に適用し、得られた成果や課題を踏まえて検証することで、鹿屋市のみならず同種の農山村地域における空き家活用に対しても汎用性の高い実践モデルを提示し得ると考えられる。

更新日：2024年10月10日

No.283 串良町下小原

いいね！ 2

✕ ポスト



昔ながらの釜焚き風呂が素敵！空き家をDIYして自分好みの家に！家庭菜園も楽しめます。

基本情報

所在地	鹿屋市串良町下小原
空き家形態	住宅
希望価格	売買：1,500,000円
構造	木造 平屋
家屋面積	延床面積1階：121.6㎡（約36.8坪）
建築年次	昭和41年 築58年 空き家になった年次：平成8年頃
現況	大規模改修が必要
補修	入居者負担
トイレ	洋式 汲み取り
風呂	(釜焚き)
敷地面積	1558.0㎡（約472.1坪）
家庭菜園	可
農地	不可
駐車場	有（1台）
物置	有
水道	上水道
下水道	その他
電気	要引き込み工事
ガス	(無し)
特記事項	。

生活環境（参考）

商店等	3.5km
医療機関	7.1km
小学校	2.6km
中学校	1.4km
市役所・総合支所	2.7km

図2 鹿屋市の空き家バンク HP その1

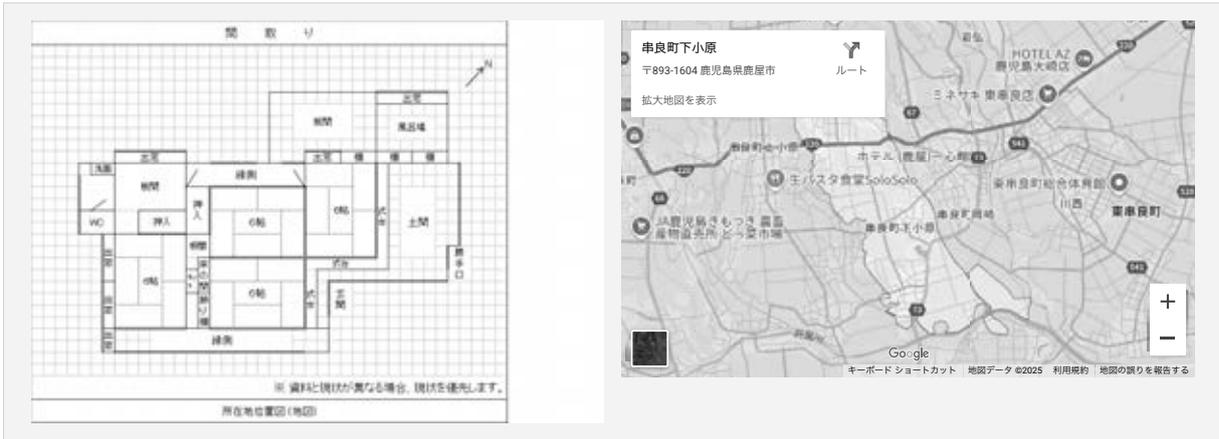


図3 鹿屋市の空き家バンク HP その2

3.3 VR カメラ・レーザースキャナによる 3D スキャンニング手法

本研究では、対象建物の現況を正確かつ迅速に把握するため、VR カメラ（360 度カメラ）とハンドスキャナー（スマートフォン搭載 LiDAR スキャナ）を組み合わせた複数機器による 3D スキャンニング手法を用いた。まず、建物内部の各室や主要通路に VR カメラを複数箇所設置し、全天球画像を取得した後、クラウド上の点群処理サービスや写真測量ソフトウェアにアップロードし、三次元形状情報へ変換する。広範囲の室内空間を一度に撮影できる利点がある一方、局所的な寸法誤差や撮影死角の発生が懸念されるため、梁や開口部周辺など重要な箇所を中心に撮影距離や角度を工夫し、データ精度を向上させた（図 4）。続いて、スマートフォン搭載の LiDAR スキャナを用いて、柱や梁、開口部などディテールの正確性が求められる部位を近接撮影し、高密度の点群データを取得した。LiDAR スキャナはレーザーパルスの反射時間を基に三次元座標を検出する仕組みであり、曲がりや節のある梁材や部材接合部のような複雑形状を多方向から複数回走査することで、光環境や表面材質の影響を最小化しつつノイズ発生を抑制した（図 5）。また、改修設計のシミュレーションを効率化するため、構造体や仕上げ材などを要素単位でレイヤー分割することで、部材ごとの除去・追加・再配置を容易にしている。この手法により、伝統的な木造建築に内在する独特の形態やディテールなどを正確に捉えながら、技術的検討に用いるための信頼性の高いモデリング環境を整備できる。ただし、撮影時間帯や天候による照度条件の変動が作業品質に影響することや、外部空間である敷地周辺の情報との統合などの課題も残る。

VR カメラとレーザースキャナを組み合わせた 3D スキャンニングは、従来の手測では困難であった複雑な部材形状や増改築の履歴を短期間で正確に把握し、改修デザインやフォトリアルパースの生成へと連携させるうえで極めて有効な手段となり得る。

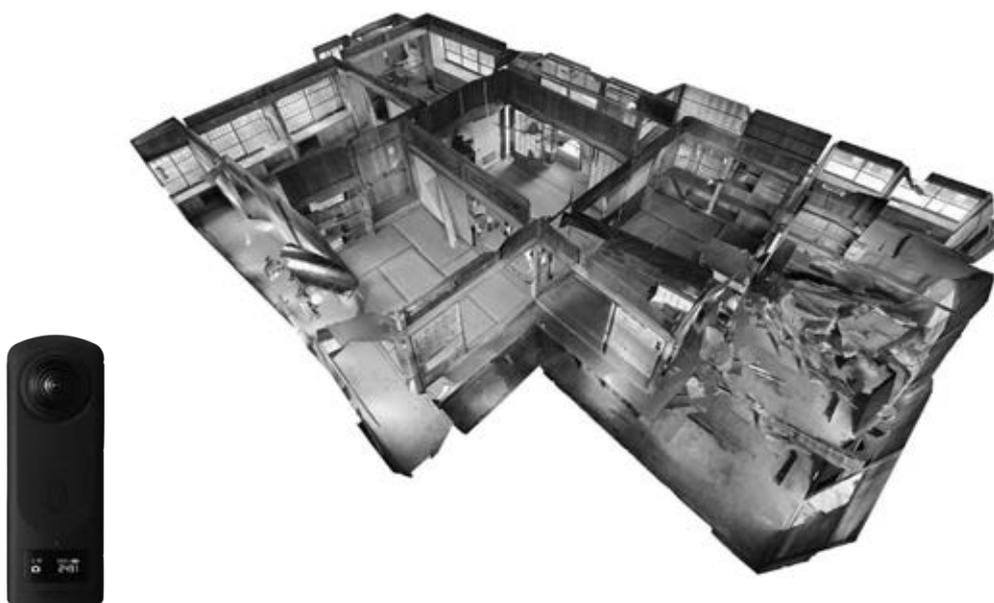


図4 VRカメラを用いた3Dスキャン

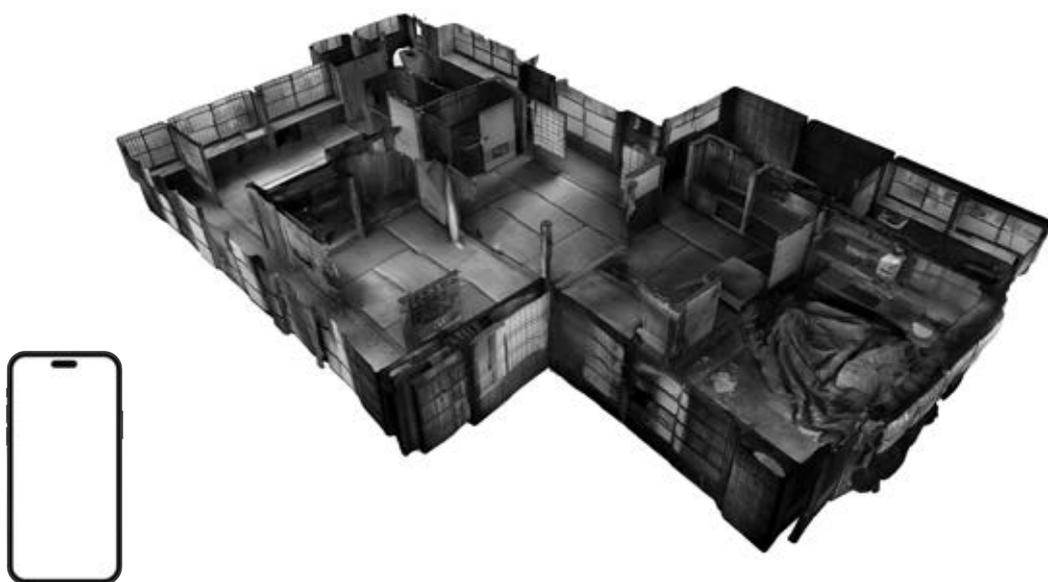


図5 スマートフォン搭載のLiDARスキャナを用いた3Dスキャン

3.4 3Dモデリングによる改修デザインシミュレーション

本研究では、先に取得・統合した点群データを元に、伝統的木造建築の構造特性や内部形状をできる限り忠実に再現した3Dモデルを構築した。まず、柱・梁・壁などの主要部材をモジュールとして定義し、増改築による不整合や老朽化部分の形状を考慮しつつモデル化することで、計画段階で想定される改修要素（例：耐震補強や水回りの設備更新など）を検討しやすい環境を整備する（図6）。また、部材や仕上げ材をレイヤー単位で分割することで、設計者が要素の除去・再配置を柔軟に試みながら改修範囲をシミュレーションできるよう配慮した。

このモデルを基盤として、複数の改修案を想定し、壁の取り払い、機能空間の配置変更など、平面図や断面図だけでは把握が困難な空間的ボリュームの変化などを可視化しながら検討を進める。さらに、レンダリング機能や仮想現実（VR）の閲覧環境を活用することで、専門知識の少ない依頼者や地域住民であっても、完成後の空間を直感的に体感しながら議論できるようになる。このように、従来の二次元CADと平断面図に依拠した設計プロセスと比較して、検討の精度を高めると同時に空間に関するコミュニケーションを加速させる効果が期待される。

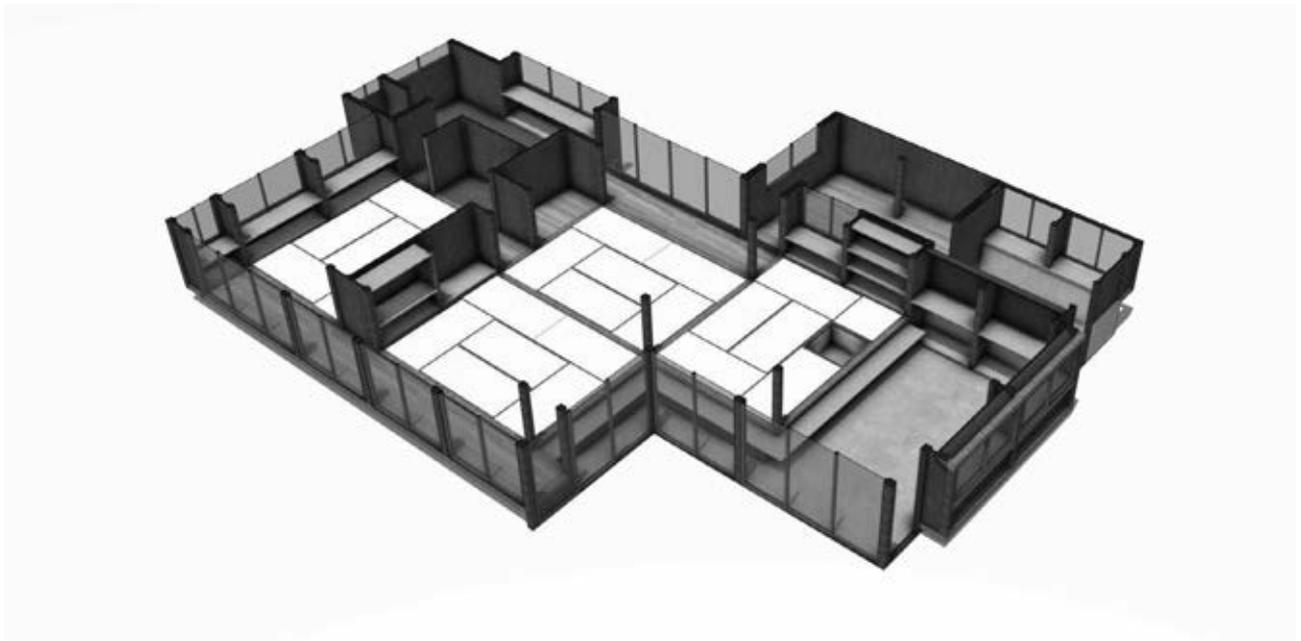


図6 対象物件の3Dモデリング

3.5 生成 AI による空間イメージ生成

本研究では、3D モデリングによって複数の改修案を検討した後、生成 AI を活用してフォトリアルな空間イメージを提示する手法を導入した。具体的には、各改修案の空間コンセプトや意匠的特徴をテキストプロンプトとして整理し、画像生成 AI（本研究では Midjourney を使用）へ入力することで、複数のパース画像を生成する（図 7）。ここで生成されるイメージは、あらかじめ設計者が指定したキーワードや、地域の伝統的要素を織り込んだプロンプトを反映しており、建物が有する潜在的な素材価値や空間の特徴をビジュアルとして瞬時に可視化できる点が大きな利点となる。特に、本研究では教師データとして参照事例の画像やテキスト情報を AI に学習させることで、改修後の空間に対する意匠的方向性やスタイルをあらかじめ絞り込みつつ、多彩なバリエーションを自動生成するプロセスを構築した（図 8）。具体的には、既存の木造民家の事例や国内外のリノベーション事例をインプットし、それらの要素を取り込んだテキストプロンプトを生成 AI に与えることで、複数のイメージを得た。これらのイメージ群をもとに、(1) 建築的要件を満たしているか、(2) デザインコンセプトと合致しているかなどの観点から設計者が検証を行い、実際の改修プロジェクトに適した案を選定・修正していく。その過程で、設計者は 3D モデルから出力したベースの建築パースに重ね合わせるフォトモンタージュ的手法を併用することで、AI が自動生成したイメージと実際の建物形状や部材、デザイン方針との整合性を高めている。

また、この一連の作業フローにより、設計者が生成 AI とイメージを反芻しながらブラッシュアップを行い、最終的にはよりフォトリアルかつ建築的要件に即したパースを短時間で作成できる点が大きな特長である。設計者自身も多数の案を短時間で比較検討できるため、設計初期段階で大まかな意匠方向性や空間構成を迅速に絞り込むことが可能となる。

ただし、生成 AI が出力するイメージは必ずしも構造的・法規的合理性を保証しないため、人間の専門的判断や建築的検証が不可欠となる。また、伝統的意匠を有する古民家では歴史性や文化的背景を踏まえたデザイン意図の反映が求められるため、テキストプロンプトの作成時に十分な配慮が必要である。



図7 生成AIによる空間イメージ



図8 参考事例を踏まえた生成AIによる空間イメージ

3.6 コスト試算との連動

これら一連の成果を、実際の改修プロジェクトにおけるコスト試算へと円滑に連動させることは、農山村地域の空き家改修を実務レベルで進めるうえで不可欠な課題となる。

まず、3Dモデリング段階で定義された柱・梁・壁・仕上げ材などの要素情報を活用することにより、部材単位の数量拾いや概算費用の自動算出が可能になる。従来、二次元CADや手動測量に基づく改修設計では、改修範囲を検討し直すたびに図面修正と数量拾いを繰り返す手間が大きかった。しかし、3Dモデル上で改修箇所を変更するだけで各種材料の数量を再集計できる仕組みを構築すれば、(1)短時間での複数改修案の比較検討、(2)予算制約に応じた仕様変更が容易になり、小規模物件や部分改修でも経済的妥当性を高い精度で検証しやすくなる。

次に、生成AIで得られたフォトリアルなパースも、コスト試算の観点から有用である。具体的には、仕上げ材の種類やデザイン要素を変更した場合のイメージ差異を関係者が直感的に把握できるため、予算に対する意匠選択の優先順位を明確化しやすくなる。農山村地域の空き家改修は、住民や移住希望者、投資家といった多様な利害関係者が関わる場合が多く、ビジュアル面での説得力を高めることで、(1)必要な経費に対する理解の促進、(2)改修後の空間価値に対する納得感の獲得につながれると考えられる。

さらに、再利用可能な古材の抽出や修繕範囲の見極めも、3Dモデルを活用することで定量的に行いやすくなる。たとえば、梁材や柱材の劣化状況を正確に把握し、再利用の可否を判定したうえで設計案を複数用意し、それぞれの工費を比較するプロセスが大幅に効率化される。このようなデザインとコストの同時最適化を可能にする点は、農山村地域における持続可能な循環型社会の形成にも寄与すると考えられる。

以上のように、3Dスキャンニングから改修デザインのシミュレーション、そして生成AIによる空間イメージ創出までを一貫して行う手法は、コスト試算と連携することで(1)設計段階での迅速な数量拾いと費用比較、(2)仕上げ材や意匠変更の効果可視化、(3)再利用可能資源の抽出などを総合的に支援できる。本研究が提示するアプローチは、設計と経済性の議論を平行して進めるための基盤を整備し、農山村地域の空き家改修をより実践的かつ多面的に評価・推進するうえで有効であると期待される。

3章のまとめ

本章では、農山村地域の空き家改修に伴う多様な課題に対し、3D スキャンニング技術を核とする高精度の現況把握と、デジタル設計支援（3D モデリング・生成 AI）の連携による包括的アプローチを提示し、その有用性と課題を検討した。まず、本研究が提案する5つのステップ（現地調査・3D スキャン、点群データの処理・3D モデリング、改修案のシミュレーション、生成 AI によるフォトリアル表現、コスト試算との連動）を順次かつ反復的に適用し、設計効率と空き家改修の付加価値化を同時に目指す手法を示した。

次に、鹿児島県鹿屋市に所在する築50年以上の木造平屋建て住宅を具体的な調査対象とし、そこに残る複雑な増改築履歴や大梁・柱などの潜在的建築価値を活かすうえで、本研究のアプローチが有効であることを論じた。既存部材の再利用の可能性も踏まえ、大規模解体に頼らない改修案を検討できる点が特徴的である。

そのうえで、VR カメラやハンドスキャナーを用いた3D スキャンニング手法を導入し、短時間で正確な空間情報を取得するプロセスを解説した。測定計画の検討が必要となるなどの課題が指摘された一方、複数機器を使い分けて得られる高密度の点群データが、改修デザインやフォトリアルパースの生成に不可欠な基盤となることが示された。

続いて、3D モデリングを用いた複数シナリオの立体的検討により、二次元図面のみでは難しかった空間ボリュームの把握などを容易にし、空間の全体性の中で総合的に評価できる。レンダリングやVR機能を併用することで、関係者間の合意形成を円滑化し、専門知識の少ない住民や投資家にも完成後の空間を直感的に理解させる効果が期待される。

さらに、生成 AI を活用してフォトリアルなパースを短時間で多数生成するプロセスを導入し、従来と比較してはるかに幅広いデザインバリエーションを検討できることを示した。一方で、AI が出力するイメージは構造的・法規的合理性を自動で内包しないため、専門家による建築的検証が不可欠である。

最後に、こうした一連のプロセスをコスト試算と結びつけることで、複数の改修案を経済的観点から短時間で比較検討し、資金面・工期面に対する現実的な合意形成を支援できるフレームワークを提案した。これにより、農山村地域の空き家改修をより効率的かつ実践的に推進できる道筋が示唆される。

総括すると、3D スキャンニング技術を核とし、3D モデリング・生成 AI・コスト試算を連動させる方法論は、設計効率の向上と空間価値の可視化、さらに経済的妥当性を併せて追求できる多面的な手法であることが明らかになった。こうしたアプローチは、複雑な古民家に準ずる空き家を含む農山村地域の空き家改修において、歴史的価値を保全しながら機能性と魅力を高めるうえで極めて有用なモデルを提示するものである。

4. 実践モデルの構築と検証

4.1 改修設計プロセスのフロー

本章では、より具体的な改修設計プロセスに焦点を当てながら、これまで示してきた 3D スキャニング、3D モデリング、生成 AI による空間イメージ生成といった複数の技術要素を、実際の改修設計へ適用するための実践モデルを構築し、その検証を試みる。具体的には、以下の三つのステップの具体的かつ実践的なフローを提案する（図 9）。

1. VR カメラ・レーザースキャナを用いた現地調査と点群データ取得

はじめに、改修対象となる空き家において VR カメラ（360 度カメラ）やハンドレーザースキャナを用いた高精度な現地調査を実施する。従来の手測や二次元 CAD では把握が困難であった複雑な梁・柱の構成や、幾度も繰り返された増改築の痕跡を正確に捉えられる点が本手法の大きな利点である。これにより、既存建物の構造的・意匠的特徴を可能な限り保存しつつ、空間情報を取得することが可能となる。

2. 3D モデリングを活用した改修案のシミュレーション

次に、取得した点群データを 3D モデリングソフトウェアへ取り込み、既存空間を再現したベースモデルを構築する。具体的には、壁の撤去、部屋の配置変更、開口部の拡張、耐震補強や水回りの更新など、空き家に固有の課題や要望に応じた改修要素を組み合わせることでシミュレーションを行う。従来は二次元図面では難しかった空間的ボリューム等の把握を 3D モデル上でリアルタイムに行えるため、文化的・歴史的価値を重視した部分改修や古材の再利用など、複雑な設計要件にも柔軟に対応できる。

3. 生成 AI を用いた空間イメージ形成

最後に、3D モデリングで検討した改修案ごとの空間情報及びそのイメージを基に、画像生成 AI（本研究では Midjourney など）を活用してフォトリアルなパースやデザインイメージを自動生成する。ここでは、空間コンセプトや仕上げ材の特徴を示すキーワードなどをテキストプロンプトとして AI に入力し、多数のイメージを出力させる。従来は手描きパースや 3D パースでは時間と労力を要した視覚化作業が、AI を介することで迅速に提示可能となり、完成イメージの魅力や差異を直感的に把握しやすくなる。

本モデルの特徴は、上記の三つのステップを一方向的に進めるのではなく、相互にフィードバックしながら設計を進める点にある。たとえば、生成 AI によるイメージを取り入れて改修案の間取りを再度調整し、その結果を 3D モデルへ反映して再検証を行う、といった反芻的なプロセスを遂行する。こうしたアプローチにより、古民家的空き家特有の複雑形状を的確に捉えつつ、文化的価値を考慮した独創的な改修デザインを早期に具体化することが期待される。

以上の流れを踏まえて構築した実践モデルは、農山村地域における空き家改修の複雑な要件へ対応しうるとともに、ICT や AI 技術の進展を活かしながら設計業務の質と効率を同時に高める可能性を示している。

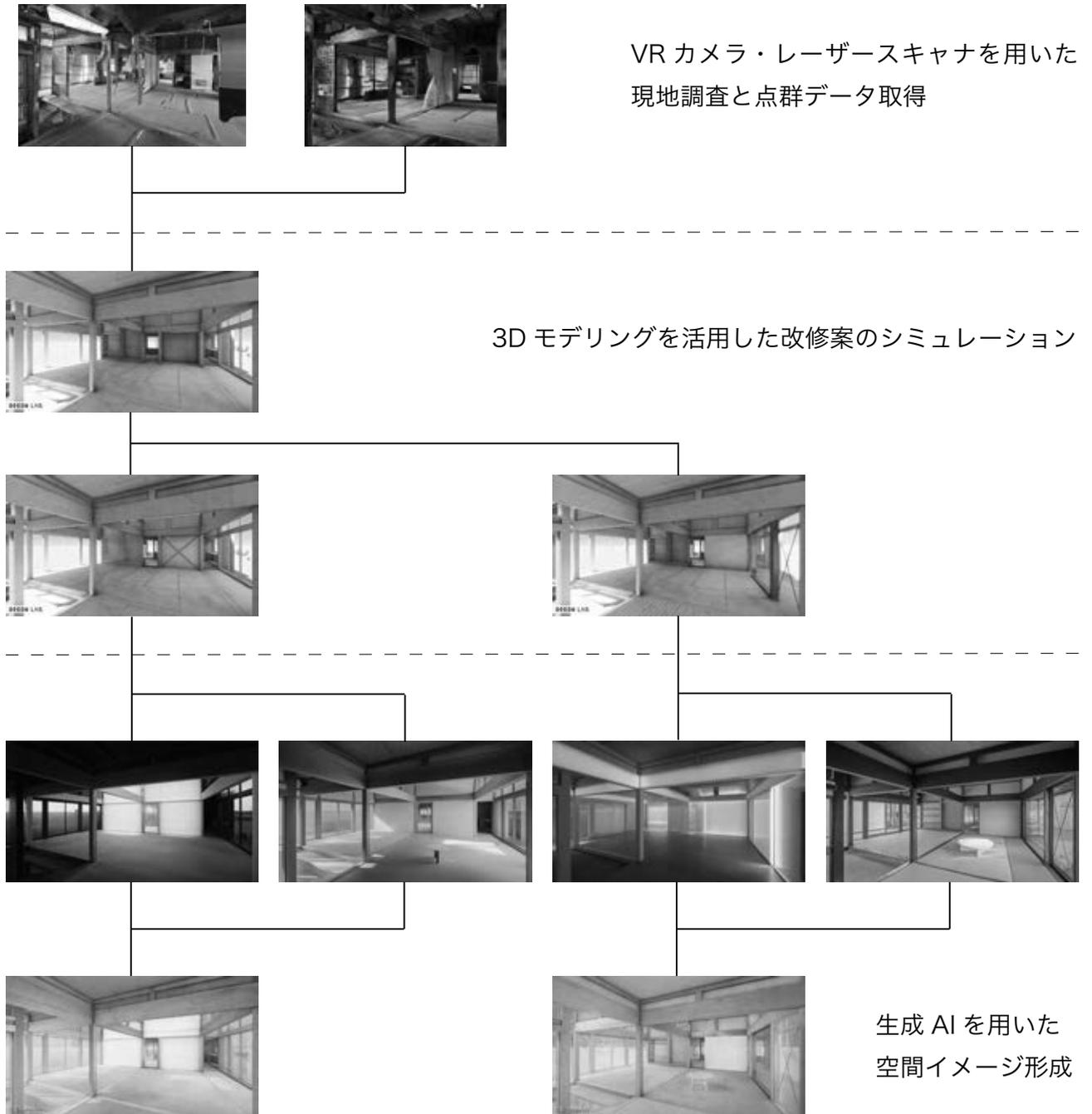


図9 3D スキャンから生成 AI による建築パース作成のフロー

4.2 3D データ取得の精度検証と課題抽出

まず、取得した点群データの寸法精度を検証するため、柱間寸法や開口部寸法など、改修設計において重要となる箇所を選定し、手動実測によって得られた数値と比較した。その結果、多くの測定点で数ミリメートル程度の誤差に取まり、改修設計に十分耐え得る精度が確認された。これらの結果から、VR カメラやレーザースキャナを用いた 3D スキャンニングが実務レベルの寸法精度を確保できる有力な手段であることが示唆される。

一方、視点の確保が困難な空間や梁が錯綜する複雑な上部構造では、VR カメラによる写真測量データにノイズが多く含まれるケースが散見された。撮影アングルの制約や照明条件の不十分さに起因して、画像情報の欠損や大きな誤差が生じる可能性が高まるためである。こうした領域では、レーザースキャナによる直接的な距離測定との併用が有効であり、写真測量のみでは捉えきれない部材形状を補完的に把握できる。本研究の結果からも、異なる計測手段を組み合わせることで、屋根裏など視認性の低い空間に対しても精度良く計測できることが再確認された。

なお、VR カメラによる写真測量は撮影時の照明環境に強く依存するため、日中か夜間か、あるいは晴天か曇天かといった気象・時間帯の条件によって画像品質が大きく変動する。一方、レーザースキャナも対象物の反射率や表面材質の違いによって測定誤差が生じる場合がある。農山村地域に多い古民家では、表面に複雑なテクスチャが施されていたり、開口部の小ささゆえ十分な自然光が得られなかったりするケースも多いため、現場の照度条件を正確に把握し、適切な機器選択と測定プランを策定することが精度確保と作業効率向上の鍵となる。

以上の検証から、VR カメラとレーザースキャナを組み合わせた計測手法は、手動実測に匹敵する寸法精度を発揮すると同時に、複雑な空き家の空間構成を短時間で把握できるという大きな利点があることが明らかになった。一方で、視認性の低い箇所や照度条件の悪い環境ではデータにノイズが混入しやすいことなど、プロジェクト規模が拡大するほど課題が顕在化しやすい点も指摘される。しかしながら、計測機器の選択や撮影プランの工夫、データ処理方法などによって、これらの問題は段階的に解消可能であると考えられる。実際の改修設計では、必要とされる精度を見極めたうえで最適なワークフローを構築することで、より効率的かつ高品質な計測・設計プロセスが実現し得ると期待される。

4.3 3Dモデリングによるデザインシミュレーション

現在の建築設計の分野では、3Dモデリングソフトウェアを用いたデザインシミュレーションが幅広く普及している。新築プロジェクトのみならず、既存建物のリノベーションや改修設計においても、従来の二次元CAD図面に比べて空間のボリューム感や動線、光環境などを立体的かつ直感的に把握できる点が高く評価され、設計プロセスの標準的手法として定着している。本研究においても、VRカメラやレーザースキャナによる高精度の点群データを基盤とし、3Dモデリングによって複数の改修案を検討することで、農山村地域に特有の空き家問題に対して柔軟かつ実効的な設計手法を提示することを目指している。

特に生成AIを活用する本提案においても、3Dモデリングを用いたデザインシミュレーションは、建築家の意図や思想、コンセプトを空間へ落とし込むための重要なプロセスとして機能する。とりわけ農山村地域の古民家改修では、伝統的な構造や意匠要素を適切に保全・再解釈しながら、現代の居住ニーズに合わせた機能やデザインを付加する必要がある。その際、二次元図面のみでは十分に伝えられなかった空間情報を、3Dモデル上で可視化することで、設計者の思想やコンセプトを具体的な空間形状へと展開させやすくなる。

農山村地域に残る空き家の多くは、増改築が重ねられた結果として複雑な空間構成を有しているほか、部分的な老朽化が生じている場合も少なくない。そこで、3Dモデリングを活用することで、部材単位やレイヤー単位での再配置や除去、追加のシミュレーションを短時間で行い、複数の改修案を比較検討することが容易になる。こうしたアプローチによって3Dモデル上で改修範囲を視覚化しながら案のバリエーションを把握することは、設計上の精度と合意形成の効率向上につながるだけでなく、部分改修を念頭に置いた際にも大きな利点をもたらす。

さらに、空き家改修プロジェクトには、所有者や地域住民、行政担当者、移住希望者、投資家など多岐にわたるステークホルダーが関与することが多い。3Dモデリングによるデザインシミュレーションは、こうした利害関係者に対して空間の将来像を視覚的かつ多角的に提示できる有効な手段である。特に、平断面図や専門的建築用語に馴染みの薄い相手に対しては、3Dビューやウォークスルー機能を用いることで、改修後の姿をより直感的に理解してもらうことが可能となる。この結果、単なる設計者主導のプラン提案にとどまらず、住民や所有者が主体的に参加し、意見を反映させながらプロジェクトを進める「共創型の設計プロセス」へと発展する可能性が高まる。

以上のように、3Dモデリングを活用したデザインシミュレーションは既に建築設計の標準的プロセスとして広く認知されているものであり、農山村地域の空き家改修のように歴史性や文化的価値、構造的不確定要素が多いプロジェクトにおいては、その有用性が一層顕在化する。本手法を導入することで、改修前の精密な実測データ（点群データ）を最大限に活用しながら、建築家の意図や思想を空間への確に反映し、ステークホルダー間の合意形成を円滑にする設計案を生み出す道筋を整備できるといえる。

4.4 教師イメージを活用した生成 AI によるフォトリアルイメージの創出

本研究では、3D モデリングに加えて生成 AI を用いたビジュアル表現を積極的に導入する。具体的には、3D モデリングで作成したベースモデルの構成や仕上げ条件を踏まえ、生成 AI に対して建築家が想定するデザインコンセプトをテキストプロンプトとして入力し、複数のイメージパースを自動生成させる。これにより、素材表現や光環境、さらには各要素など多彩なパラメータを組み合わせ、改修後の姿を瞬時にビジュアルとして可視化できる点が大きな特徴となる。

生成 AI に入力するテキストプロンプトは、既存の木造民家や国内外のリノベーション事例を踏まえたデータをもとに作成される。本研究では、古民家改修に適した意匠や空間構成を参照事例から抽出し、それらの要素（例：梁の見せ方、素材の扱い、照明の程度など）をキーワード化したうえで、生成 AI へ入力する。生成 AI（本研究では Midjourney を使用）によって出力される複数のパースイメージは、設計者が指定したキーワードを反映しており、空間が潜在的に有する素材価値や空間特性をビジュアルとして直観的に示すことが可能である。こうした言語的処理によって、改修後の空間に対する意匠の方向性やスタイルをあらかじめ絞り込みつつ、多様なバリエーションを自動生成するプロセスを構築している。

一方で、AI による生成プロセスは必ずしも実際の構造安全性や素材の耐久性を考慮していないため、(1) 建築的要件を満たしているか、(2) デザインコンセプトと合致しているかなどの観点から設計者による検証を行い、必要に応じて修正を加えるステップが欠かせない。

また、AI が自動生成したイメージを、あらかじめ 3D モデルから出力したベースの空間パースに重ね合わせる（フォトモンタージュ）手法を併用することで、生成 AI の創出した意匠と実際の建物形状や部材との整合性を一層高めることができる。こうした重ね合わせは、建築家の意図や思想をビジュアルに強く反映させる有効な手段であり、多層的な空間価値を示すうえで大きな効果を発揮する。たとえば、構造的制約や既存部材の特徴を維持しつつ、新たな素材感や再配置を部分的に取り入れることで、リアルな建築的要件と創造的ビジュアルが融合した最終イメージを形成できる。

以上のプロセスを経ることで、生成 AI は高い視覚的訴求力をもつツールとして機能し、ステークホルダー間のコミュニケーションを円滑化するうえで大いに有用である。一方で、光環境や素材感の再現には依然として微調整が必要となる場合が多く、最終的な仕上がりを検証する段階では適切な画像加工作業やテクスチャ修正が求められる。本研究が示すアプローチは、あくまで設計初期段階での多案比較やイメージ構築を補助するものであるが、今後は設計プロセス全体を一層統合的にサポートする可能性が広がると考えられる。

4章のまとめ

本章では、農山村地域の空き家改修に対し、3D スキャンニング技術・3D モデリング・生成 AI を統合的に用いる実践モデルを構築し、その効用と課題を検証した。まず、改修設計プロセスのフローとして、(1)VR カメラ・レーザースキャナを用いた高精度の現地調査、(2)3D モデリングによる改修案のシミュレーション、(3)生成 AI を活用したフォトリアルイメージの形成、という三つのステップを相互フィードバック型で連携させるアプローチを示した。この手法によって、複雑な増改築履歴や独特の意匠をもつ建物でも、設計案を反復的に修正しながら精度の高い検討を行える点が大きな利点と考えられる。

まず、3D スキャンによる寸法精度の検証では、多くの測定点で数ミリメートル程度の誤差に収まり、実務レベルでの信頼性が確認された。一方で、錯綜する梁の構造部などではノイズが混入しやすく、照明条件や機器選択、データ処理の最適化が重要な課題として残る。ただし、異なる計測手法を併用すれば十分な精度と短時間での現況把握が可能となる点が示唆され、計測計画の検討が肝要であることが確認された。

また、3D モデリングによるデザインシミュレーションでは、二次元図面のみでは把握が難しい空間的ボリューム等の可視化が容易になるため、特に、歴史的要素（大梁・床の間など）を組み込む改修方針を比較検討する際には、複数のシナリオを立体的に並行評価できる点が大きな強みとなる。

こうしたモデル上での検討結果を生成 AI でフォトリアルなパースとして自動生成する手法については、短時間で複数のデザイン案を提示できるため、デザインスタディの効率向上とステークホルダーへの訴求力を高める有力な手段となり得ることが示された。一方、生成 AI によるイメージは構造的合理性や法規的適合性を自動的に考慮しないため、専門家による建築的検証とフォトモンタージュを通じた整合性確認が不可欠である点を再確認している。

総括すると、本章で提示した手法—3D スキャンと3D モデリングを基盤とし、生成 AI を活用して空き家改修設計を高度化するアプローチ—は、歴史的価値を有する農山村地域の建物における複雑形状の把握、合意形成の加速、空間価値の向上に寄与する有効な手段である。ただし、計測精度を高める最適化作業や、AI イメージの実務転用における専門家の関与が不可欠であることも明らかとなった。これらを踏まえ、次章では本モデルを具体的に適用した改修デザイン案を提示する。

5. モデルケースとしての改修デザイン

5.1 改修コンセプトとデザイン方針

本章では、農山村地域の空き家に対して、本研究が提案する具体的な改修デザインモデルを提示する。対象となるのは、先述したように、伝統的な空間構成を有しながらも、現代的な生活様式や水回り設備への対応が遅れている木造平屋建築である。改修にあたっては、既存の構造体や意匠の特徴を可能な限り尊重しつつ、最小限の躯体補強と水回りの再配置を中心に据えることで、機能的・経済的制約を乗り越えながらも、従来空間価値を損なわないデザインを目指す。本研究では、共通のデザインコンセプトに基づきながらも異なる二つの改修案（「BOX案」「L字案」）を提示し、その有効性を検証する。

第一の方針は、既存の良さを損なわずに、水回り機能を効率的かつコンパクトに挿入することである。とりわけ、農山村地域の古民家にしばしば見られる大梁や床の間、欄間などの独自の意匠・構造要素は、従来の大規模改修によって失われるケースが多かった。本研究では、これらの特徴的要素をできる限り温存しながら、水回り設備を中心に新たな機能を組み込む提案を行う。具体的には、「BOX案」や「L字案」といった最小限の挿入を通じて空間を分節・補強し、現代的な生活様式に必要な機能を確保するアプローチを採用している。

第二の方針は、伝統的要素と現代的意匠の共存を通じて、重層的な空間価値を生み出すことである。傷んだ素材や構造躯体をすべて隠蔽するのではなく、現状の質感や歴史性を極力保持しながら、必要な補強や設備更新を行う。たとえば、壁面を一部半透明素材で構成し、古材や床の間を視覚的に活かすことで、既存と新規の意匠が重なり合う「異化効果」を演出する。これにより、農山村地域特有の空間文化を尊重すると同時に、現代の生活ニーズにも対応できる改修を可能とする。

本改修モデルでは、水回りや収納など日常的に利用頻度の高い機能を「最小限の機能空間」として集約し、既存空間の中央または主要動線上に配置する。これにより、既存の良さを最大限に活かしながら、必要な設備や動線を追加・再編する。さらに、農山村地域の空き家に多く見られる大梁や柱などの重厚な存在感を積極的に意匠へ取り込む点も重要である。こうした部分的な「見せる」「隠す」の操作を施すことで、既存の歴史性と新規の生活要件が同時に成立する重層的な空間を創出することが狙いである。

以上のように、本研究の改修コンセプトは、「新築そっくりにする」のではなく、古いものを古いままに受容し、新しい機能を必要なだけ挿入するという改修姿勢に基づいている。これは、農山村地域における空き家の改修において、(1)大規模解体や全面更新によるコスト増・文化資源の喪失を回避し、(2)現代的な生活要件を最小限の介入で満たすことを意図した合理的かつ創造的なアプローチである。外観への大幅な改変を避けつつ、内部での最小限の構造補強や意匠の挿入を行うことで、改修前から存在した古材の風合いや伝統的ディテールを再評価し、建築家の意図やデザインコンセプトを織り交ぜる。こうして、古民家がもつ歴史的背景や地域性を尊重しながらも、現代的な快適性と機能性を両立させた「アダプティブ・リユース（適応型利活用）」を実現し得る。

このような改修は、農山村地域における空き家改修を持続的かつ魅力的な「建築的介入」とし

て位置づけるうえで、きわめて多面的な可能性を秘めていると言える。すなわち、既存建築の古さを単に「負の遺産」とみなすのではなく、その歴史性と素材の豊かさを積極的に活かしながら、現代的なライフスタイルに対応するための機能を挿入するアプローチは、空き家活用の新しいスタンダードとなり得る。そして、これらのデザインコンセプトの基盤には「新旧融合」という発想があり、それは地域文化や環境との調和に留まらず、サステナブルな循環型社会の形成へ寄与するものである。

5.2 マテリアル選定と教師データを活用したレイヤー的デザインアプローチ

本研究が提案する改修案の特徴の一つとして、既存建築要素の塗り分けを通じた「部分的な均質化と可視化」の手法が挙げられる。具体的には、古い梁や柱などの躯体を積極的に露出させる空間と、天井・床・壁を統一的な色で仕上げる空間をあえて隣接させることで、既存と新規の素材感が同時に知覚されるようにデザインする。この際、塗り分けの色彩として白や淡いトーンの色を選択する場合、哲学者・千葉雅也氏の論考¹⁰⁾でも示唆されるように、「背景としての白」がオブジェクト（古材や既存の躯体）を際立たせるフレームとして機能し、その歴史性や質感を再認識させる効果が期待できる。

一方で、塗装や建具を用いて新たに素材を挿入する空間も合わせて設定し、そこで水回り機能の追加や断熱改修を行うことで、居住性や機能性を向上させる。たとえば、古い床高や段差が残るエリアとバリアフリー化を施すエリアをあえて対比的に扱うことで、多様なレベル差を「体験的な豊かさ」として活かしながら、必要な部位には現代的な利便性を確保する構成とする。また、将来的な劣化が予想される部位には、耐候性に優れた素材や合板、耐水ボードなどを適所に配置し、性能と意匠の両面で新旧を重ね合わせる戦略を採用する。

こうしたレイヤー的なデザインアプローチは、文化財建築のように厳密な原形再現を目指すのではなく、「古さ」と「新しさ」を併存させることで空間に重層的な深さを与えることを主眼とする。その際、既存部材の質感を最大限に尊重すると同時に、新設部材とのコントラストを明確化することで、利用者が空間内に存在する多様な要素に対し、より注意深く関心を向けるよう促す。結果として、農山村地域の空き家が有する歴史的・文化的・物質的価値を再発見するとともに、現代的な生活に必要なアップデートを同時に図る新旧融合の空間デザインを具体化できる。

なお、本研究では教師データとして、国内外のリノベーション事例や古民家改修プロジェクトに関する文献・画像・図面などを収集し、それらをもとに建材の選定や空間イメージの要素を整理した。こうして抽出した知見を活用することで、生成 AI (Midjourney など) による空間イメージの自動生成の際にも、あらかじめ厳選されたマテリアルや仕上げを織り込むことが可能となる。具体的には、空間の漂白化を行った改修事例、建築部材への着彩や染色を取り入れた改修事例、半透明素材による空間仕切りを行った先行事例などを参照し、本研究が提案する「BOX 案」や「L 字案」の意匠・設定と整合を図っている。

以上のように、マテリアル選定と教師データを活用した参考事例の抽出を統合しながら、「古い要素を見せる・生かす部分」と「新たに挿入する素材や設備を施す部分」を空間内で巧みに併存させるレイヤー的デザインを実践することで、農山村地域の空き家改修における時間的魅力と機能的充実を両立する道筋が見いだすものである。

5.3 提案 A：水回り BOX の挿入による最小改修アプローチ

本提案では、農山村地域の空き家改修において、最も課題となりやすい水回り機能の更新に焦点を当て、既存建物への介入を極力抑えながら機能を追加する方法論を提示する。従来のリノベーション事例では、建物全体を大規模に解体・再構築するケースが多く、大梁や床の間といった伝統建築特有の意匠的・文化的要素が損なわれるリスクがあった。本提案は、そうした懸念に対応するため、水回り機能を独立した「BOX」として既存空間へ挿入し、解体範囲を最小限にとどめつつ、現代的な生活様式に適応可能な改修を可能にするアプローチを構築している。

まず、水回り設備（キッチン、浴室、トイレ、洗面など）を一体化した BOX として設計し、既存の平面プランを横断するように配置する（図 14・図 15）。この手法により、配管や給排水設備を BOX 内部に集約でき、既存構造への大規模干渉を回避しつつ、水回り機能を効率的に更新できる（図 12）。さらに、BOX を建物の中心軸や主要動線に近い位置へ配置することで、日常的に頻用される水回り空間へのアクセス性が高まり、最小限の動線で快適な利用が実現できる（図 10）。

本提案の最大の特徴は、BOX の外周壁に半透明素材（例：ポリカーボネートなど）を採用する点である。これにより、既存の躯体や床の間などの意匠を視覚的に残しながら内部に新たな水回り空間を形成でき、壁を介して見え隠れする木組みや仕上げ材は、空間に奥行きと立体感を与える。利用者は、「伝統的な要素」と「現代的な挿入物」とが重層的に共存する様相を強く認識できる。また、半透明素材が光を取り込む場合、BOX 内部に柔らかな自然光を導入し、閉塞感を緩和する効果も期待される（図 11）。

水回り BOX を既存空間の一部として「埋め込む」ことで、解体範囲を大幅に縮減し、古い建物特有の大梁や柱、床の間などを傷つけずにラッピングして保存・可視化する。本手法は、従来の全面改修に比べて施工面積や工期、費用を抑制するのみならず、農山村地域の空き家が保有する歴史性や文化的価値を保護するうえでも効果的である（図 12）。特に、大梁や欄間が意匠上の要点となる場合、視覚的な見せ場を維持しつつ新たな機能を追加できる点が大きな利点である。

本提案による改修効果は、単なる設備更新にとどまらず、「古い躯体の良さを際立たせる現代の挿入物」としての BOX を建築的アクセントに据えるところにある。半透明素材の壁面が既存空間と相互に響き合い、利用者は建物内部に生じる入れ子構造を体感することができる。これにより、最小限の改修で必要機能を補完するだけでなく、建物全体へ新たな価値と魅力を付与することが期待され、農山村地域の空き家が抱える課題に対する創造的かつ実際的な解決策となり得る。



図 10 提案 A の内観イメージ 1



図 11 提案 A の内観イメージ 2



図 12 提案 A の内観イメージ 3

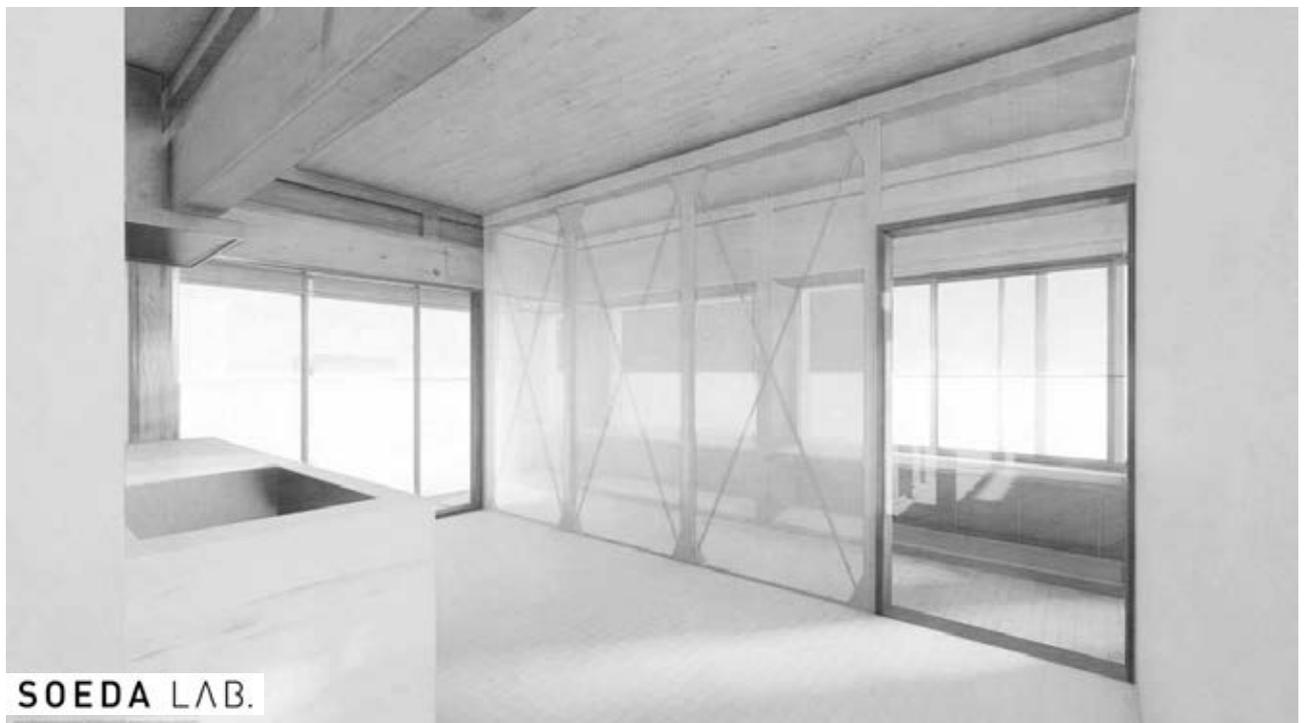


図 13 提案 A の内観イメージ 4

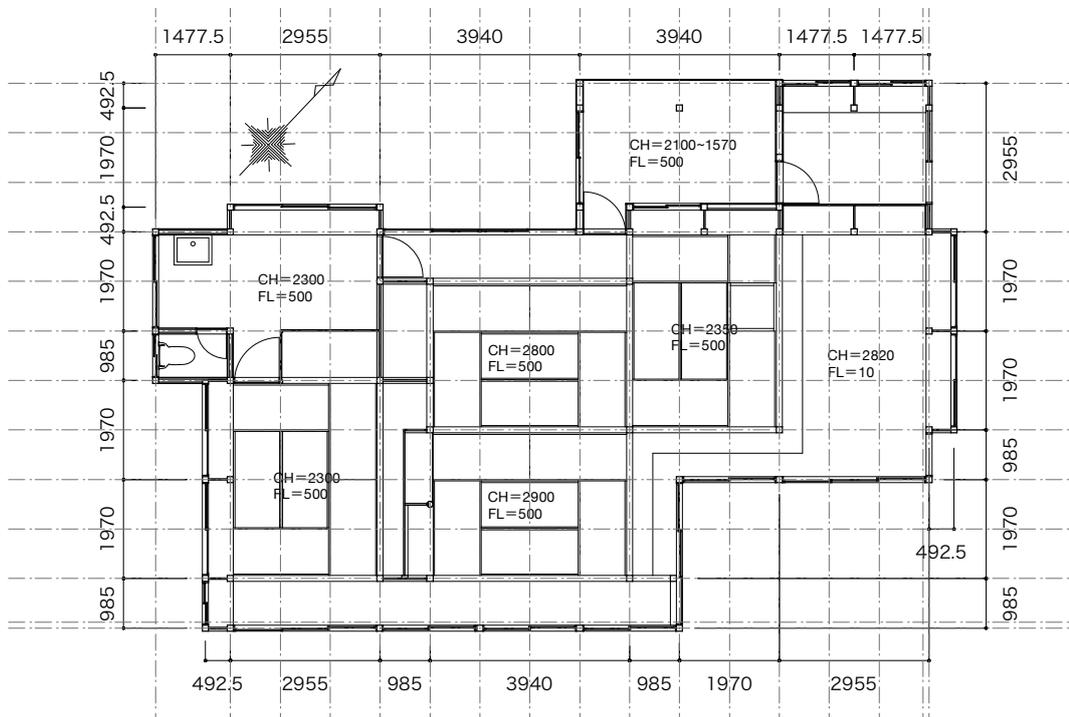


図 14 既存平面図 (今回調査で作成) S.1:150

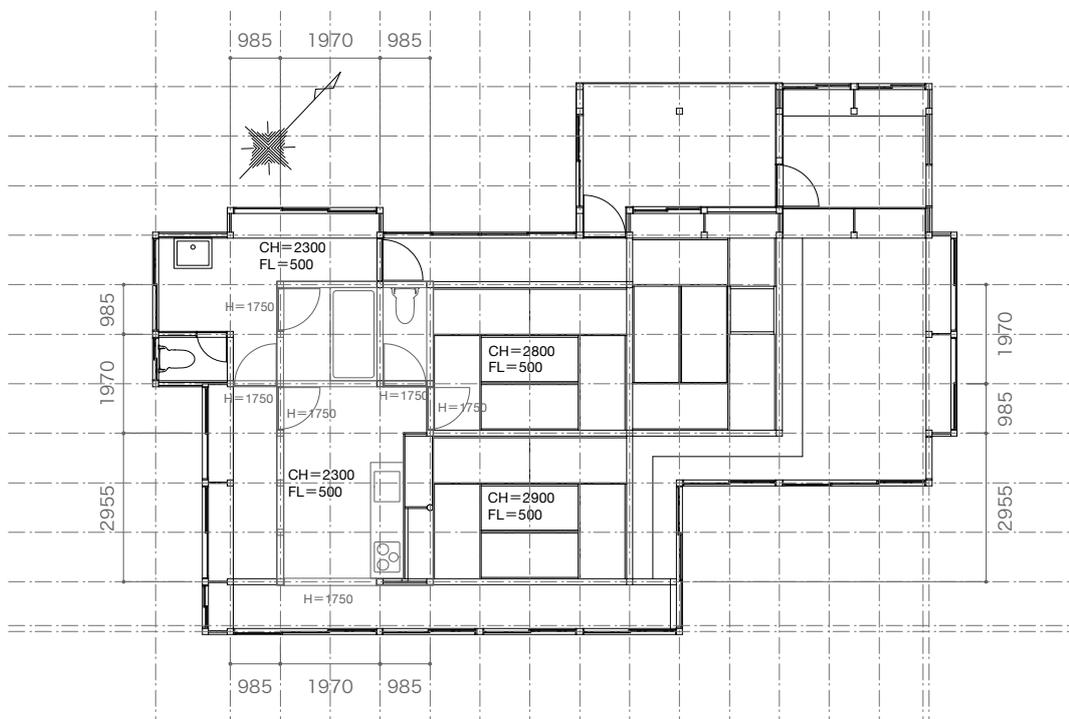


図 15 提案 A の平面図 S.1:150

5.4 提案B：L字形の半透明壁による空間分節と機能更新

本提案は、農山村地域の空き家において大規模な解体を行わず、水回り機能などの必要要素を追加しつつ、床の間や欄間など既存建築の空間構成を活かす改修手法を示すものである。従来は、耐震・断熱・水回りといった複合的な機能更新を要する場合、建物全体を解体・再構築する事例が少なくなかったため、伝統的要素が失われる問題が指摘されていた。本提案では、L字形の半透明壁を既存空間内部に挿入し、空間を二分することで最小限の改修介入により新たな価値を創出するアプローチを提示する。

まず、既存の平面を踏まえながら、水回り機能や主要動線を考慮してL字壁を室内に配置する(図20・図21)。L字壁は、住空間と動線空間をゆるやかに分節すると同時に、そこに生じる余白をバッファゾーンとして活用して新たな空間性を形成する(図16)。たとえば、L字壁の内側を「住空間」とし、外側を「動線空間」あるいは「半屋外的な多目的エリア」と位置づけることで、農家特有の一室空間を複数の領域へ再構成しつつ、解体範囲を最小限に抑えることが可能となる。

本提案では、床の間や欄間など伝統的意匠が残る部分を極力保存し、むしろそれらの魅力を強調するようにL字壁を配置する点が重要である。具体的には、木造軸組の主要構造材(梁や柱)を視覚的なアクセントとして扱い、半透明壁面を通じて、既存躯体と新たな素材とのコントラストを意図的に演出する(図17)。水回り機能は施工効率を考慮し、一括して集約し、配管や設備の更新範囲を限定して既存構造体への干渉を抑制する(図19)。

さらに、L字壁を半透明素材(例：ポリカーボネートパネル等)で構成することで、外部光や室内照明を柔らかく拡散し、空間全体に開放的な雰囲気をもたらすほか、人や物の動きがシルエットとして映し出されることで、「既存の良さ」と「現代的な要素」が相互に補完し合う重層的な空間体験を誘発する(図18)。光源の設置場所や色温度を工夫すれば、昼夜を通じて多彩な演出効果を得ることも可能である。

本提案が目指すのは、単なる設備や動線の整理にとどまらず、L字壁を挿入することで「中間領域」を創出し、既存空間に多様な利活用の余地を付与することである。たとえば、住空間と動線空間の間に生じる狭間は、古民家特有の情緒や視線の通りを生かした半屋内的なギャラリーやコミュニティスペースとして転用できる。これにより、既存空間のもつ歴史性を尊重しながらも、現代的ライフスタイルや地域活性化への対応を可能にする。

L字形の半透明壁による改修案は、既存を二分する最小限の操作でありながら、多彩な空間的效果と機能更新を同時に達成できる点が大きな強みである。本提案では、床の間や欄間といった既存の意匠を残しつつ住空間・動線空間を整理し、低コスト・低解体量で水回り機能を隣接配置する工夫を施しているため、農山村地域の空き家改修における現実的な方策の一つと位置づけられる。

最終的に、L字壁が新旧融合の象徴として機能し、既存建物へ新たな価値と魅力を付与することが本提案の核心である。機能や構造条件、住まい手の要望に応じて柔軟に応用できる改修モデルとして、農山村地域の空き家が抱える課題に対する創造的かつ提案性のある解決策となり得る。



図 16 提案 B の内観イメージ 1



図 17 提案 B の内観イメージ 2



図 18 提案 B の内観イメージ 3

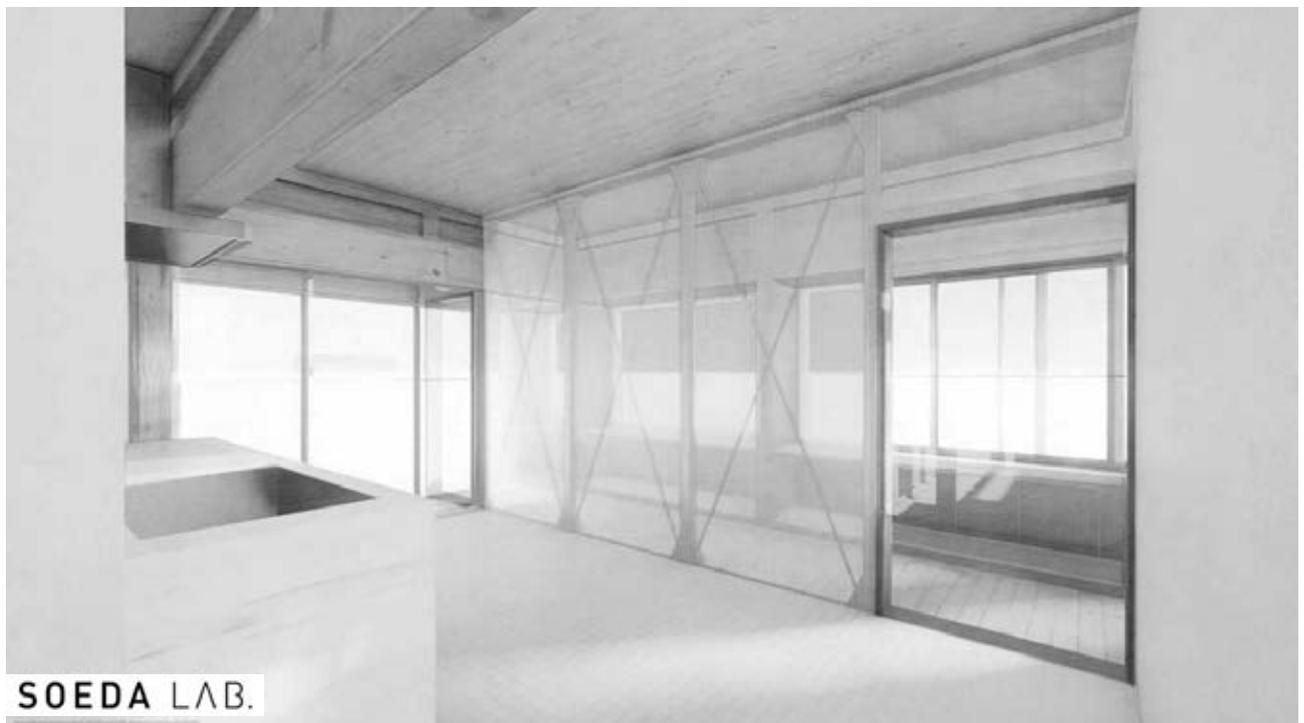


図 19 提案 B の内観イメージ 4

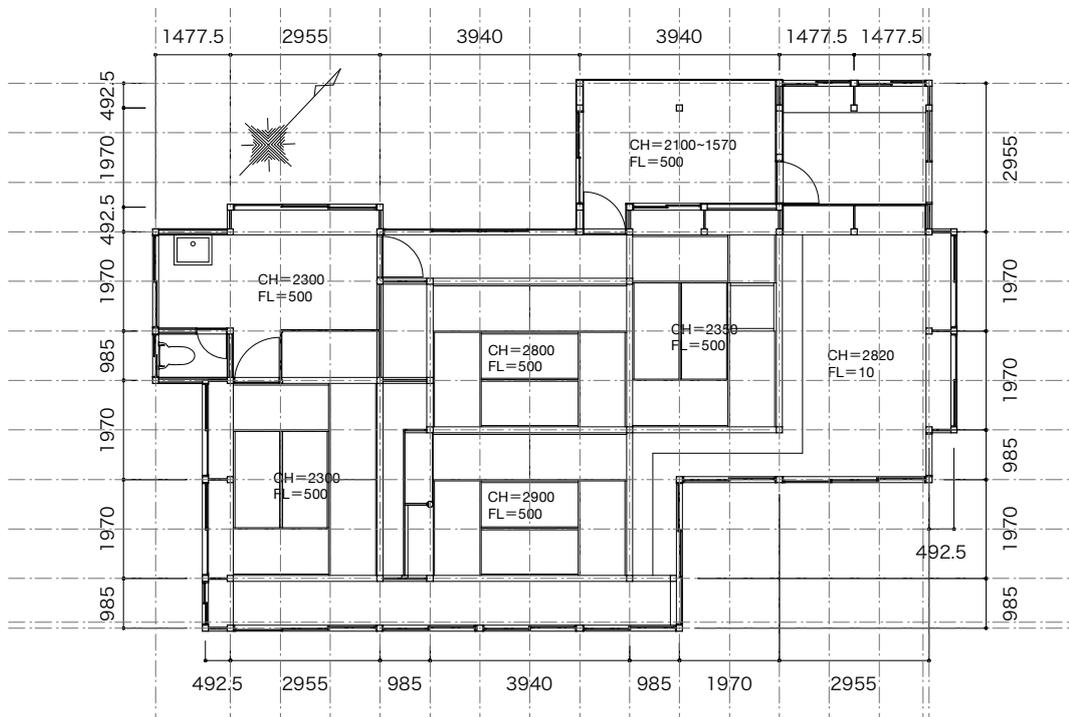


図 20 既存平面図 (今回調査で作成) S.1:150

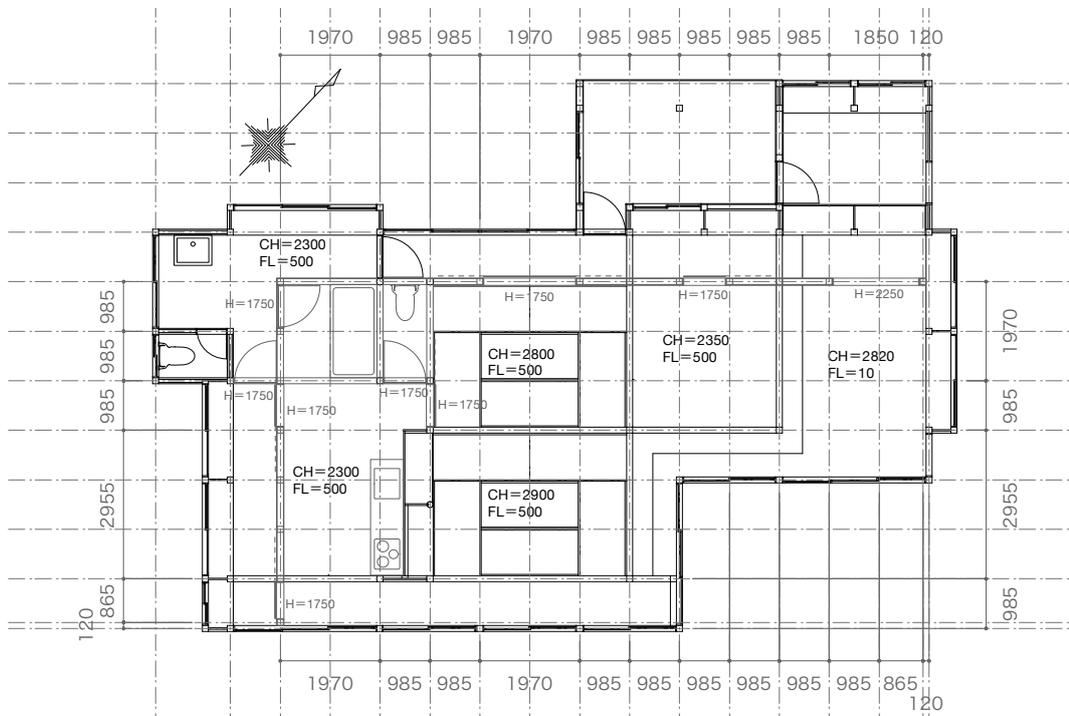


図 21 提案 B の平面図 S.1:150

5.5 限定的投資と予算管理による改修コストの最適化

本研究が提示する改修手法は、農山村地域の空き家に対して段階的かつ柔軟な予算配分を前提とすることで、個人資本や自己資金を活用した無理のない改修を可能とする点を大きな特徴としている。現在の社会状況では、資材価格の高騰や資金調達の制約が喫緊の課題となりがちであるが、全体を一挙に大規模改修する方式ではなく、緊急性の高い要素から優先度を定めて着手し、必要に応じて改修範囲を拡大していく方策が効果的と考えられる。

まず、水回りなど、建物としての安全性や基本的な居住機能を担保する要素を最優先とし、最初の段階で予算を確保する。具体的には、老朽化が顕著な部位の修繕、耐久性を保つうえで不可欠な給排水設備の更新や、最低限必要な耐震対策などが挙げられる。こうした優先度の高い項目に資金を集中させることで、改修開始直後の段階でも一定水準の居住快適性と安全性が得られ、資金計画上のリスクを抑えることができる。

上記の必須項目に続いて、部分的な仕上げ材の選択や内装デザインなど、居住環境の質を向上させる要素に投資する。一度に大きな支出をすることが難しい場合でも、改修全体を複数のフェーズに分割し、予算の許す範囲で少しずつ完成度を高める方法を採用する。たとえば、壁面や天井の仕上げを後回しにし、建物利用を開始してから段階的に施していくことで、初期投資額を抑えつつ将来的なデザイン変更の柔軟性も担保できる。こうした段階的手法は、農山村地域の住民や移住希望者にとって、経済的な負担を軽減しながら改修を継続するうえで有効な選択肢となる。

外観については、建物保護に必要な最低限の補修や塗装にとどめ、大規模な外観変更は行わない方向性を基本とする。一方、内部空間においては、水回りや居住環境の改善、意匠的な演出要素に重点を置くことで、限られた予算でも大きく生活体験を向上させることができる。このように、メリハリある方針をとることで、建物の歴史性を尊重しながらも快適な居住環境を得られるよう計画している。

また、耐震補強・水回り更新のような必須要素と、内装仕上げ・マテリアル選定といった選択的要素を分離して積算することで、投資の優先度と費用対効果を明確に把握できる。これにより、限られた資金をどこに振り向けるかを正確に判断しやすくなる。

以上のように、段階的投資と明確な優先順位に基づく予算管理を柱とするコスト試算の枠組みは、農山村地域の空き家改修を現実的かつ柔軟に進めるための有効な方策である。安全性や機能性を先行させ、空間演出を徐々に進めるアプローチは、建物本来の歴史性や地域性を尊重しながら、住み手の経済状況やライフスタイルに合わせて改修を深化させる余地を生む。こうした改修モデルは、限られた資源や人的リソースが課題となる農山村地域においても、持続可能で魅力的な住環境づくりに貢献し得るものである。

5章のまとめ

本章では、農山村地域の空き家改修に対し、本研究が提案する改修デザインモデルの具体的な方向性と、その有効性を裏付けるデザイン手法・マテリアル選定・コスト管理の考え方を示した。まず、既存構造体をできる限り維持しながら、水回りや躯体補強を最小限にとどめるアプローチに基づき、「BOX案」「L字案」という二つの改修案を提示した。いずれも、伝統的な意匠要素（大梁・床の間など）を積極的に温存しつつ、現代的生活様式に適合する機能を補完するものであり、新旧融合という設計姿勢を明確に打ち出している。

また、レイヤー的デザインアプローチとして、古い梁・柱などの素材感を際立たせる一方、新素材や先進的仕上げ技術を導入することで空間に重層的価値を生み出す手法を提示した。特に、教師データを活用した生成AIの自動生成プロセスでは、あらかじめ厳選したマテリアルやデザイン要素をテキストプロンプトに組み込むことで、古さと新しさの巧みな併存を実現できる可能性を示唆している。

さらに、「提案A:水回りBOXの挿入」は、水回り機能を独立したユニットとして配置することで、伝統的意匠を損なわずに設備更新を大幅に改善する具体案を示した。一方、「提案B:L字形の半透明壁」によって空間を二分する手法は、最小限の操作でありながら機能更新と中間領域の獲得、伝統要素を可視化する柔軟性を備える点に特長がある。両案とも、解体範囲を絞りつつ建物が有する文化的・意匠的価値を高めることができ、コスト負担を軽減する実用性が示された。

最後に、これらの設計モデルの導入に伴い、段階的な予算管理と優先度の明確化が重要であることを強調した。水回り・耐震といった必須要件を先に整備し、内装・外観などは資金状況や需要に合わせて段階的に実施することで、初期コストを抑えながら居住環境を改善していく方策を示している。

総括すると、本章が提示した伝統要素と現代意匠を重層的に組み合わせる改修コンセプト、具体的な「BOX案」「L字案」、そしてマテリアル選定・コスト試算の枠組みは、農山村地域の空き家に新旧融合の魅力を付与しながら、負担を最小限に抑えた改修を実現するための多面的手法と言える。これは単なる機能向上にとどまらず、文化資源としての古民家を魅力的かつ持続的に活用するうえでの大きな可能性を示しており、今後の空き家改修に向けた設計戦略として高い応用性を備えている。

6. 考察

6.1 3D スキャンニングを用いた空き家改修設計の効率化とその意義

本研究で提案した3D スキャンニング技術を基盤とする改修設計モデルは、従来の手作業による実測や二次元図面に依拠していたプロセスと比較して、時間的な効率向上と設計精度の向上の両面で顕著な効果をもたらす可能性が示唆される。とりわけ、農山村地域に残る古民家に準ずる空き家は、数多くの増改築や不定形の空間要素を含むため、従来のコンベックス測量やスケッチに基づく「既存図面起こし」には大きな労力とコストを要してきたうえ、正確性の確保が難しかった。しかし、VRカメラやレーザースキャナのようなデジタル技術を活用することで、短時間で多角的な視点から高精度のデータを取得し、それらをデジタル上で統合・処理して三次元的に再現できる体制を整備できる。本節では、こうした技術導入がもたらす設計上の効率化やリスク低減の意義を、以下の3点に集約する。

1. 既存空間情報の正確な把握：VRカメラやレーザースキャナにより取得した点群データは、建物内部の開口部や壁材の位置など、手動実測では煩雑となる情報を高精度かつ短時間で把握できる。これにより、設計初期段階に必要な「図面起こし」の作業量を大幅に削減すると同時に、これまで見過ごされがちだった微妙な寸法や歪みも確実に検討対象に含められるようになる。
2. 三次元モデルによる立体的な検討：得られた点群データを3Dモデリングソフトウェアへ取り込んで三次元モデルを構築することで、建物全体のボリュームや構造の配置を直観的に把握できる。従来は二次元平面図のみで検討していた改修案も、立体的なシミュレーションによって空間的干渉や動線計画を早期に把握できるようになり、設計精度の向上に寄与する。
3. 将来的なメンテナンスや拡張計画への応用：改修に際し、3Dモデルを整備することで、将来的に建物を増改築したり用途変更したりする場合にも、既存情報の参照が容易になる。改修後の空き家を別の機能に転用するシナリオが生じた際にも、既存の正確なデジタル情報があることで、追加の設計や補修計画を迅速に検討できる可能性が高まる。

以上のように、3D スキャンニングを活用した改修設計モデルは、農山村地域における空き家改修の実務的課題を解消するうえで、単なる技術的オプションを超えた有効な方策となる。そのうえ、三次元モデルを用いた情報共有は、建築家や施主だけでなく、施工者や行政など多様な人々とのコミュニケーションを円滑化し、合意形成を加速させる効果も見込まれる。本研究が示す一連のプロセスは、技術とプロセスの両面から農山村地域の空き家に潜在する歴史的・文化的価値を守りつつ、新たな生活機能を付加する設計実践の可能性を広げるものである。

6.2 生成 AI を活用したフォトリアルイメージ生成とデザインシミュレーションの拡張

本研究では、3D スキャンにより取得した既存建物の空間データを基盤とし、改修案のイメージパースを生成 AI で自動生成するプロセスを導入した。これにより、以下に示すように、複数のイメージバリエーションの提示と迅速なデザインスタディを可能とし、空き家改修の設計・合意形成を大きく後押しする効果が期待される。

1. イメージバリエーションによるコミュニケーション促進

生成 AI を用いて、改修案ごとのフォトリアルなイメージパースを多数生成することは、クライアントや関係者とのコミュニケーションを円滑化するうえで極めて有効である。従来の設計プロセスでは、手作業による数枚の CG パースやスケッチを提示するにとどまり、イメージの幅や量に限界があった。しかし、生成 AI の活用により、色彩・仕上げ・レイアウトなどのバリエーションを短時間で比較検討できるため、施主や移住希望者が自らの嗜好や利用計画をより具体的にイメージしやすくなる。結果として、改修後の暮らし方や空間活用のシナリオをリアルに描く一助となる。

2. 設計者にとってのデザインスタディの加速

生成 AI が多数のイメージ案を短時間で提示することは、設計者自身のデザインスタディを大きく前進させる。特に、農山村地域の空き家改修では、古民家に準ずる空き家の要素と現代生活のニーズをどのように融合させるかが課題となりやすい。そこで、AI による多彩なバリエーションが新たなアイデアや方向性の発見を促し、「壁打ち」のような実験的検討の場として有効に機能する。一方で、AI が出力するイメージは構造的・法規的合理性を自動的に担保しないため、最終的な設計案に反映する際には建築的視点からの調整が不可欠である。

以上の観点から、生成 AI は「イメージの提示やコミュニケーションの円滑化を補助するツール」として、設計プロセスの初期段階やデザインスタディの場面で大きな役割を担う。最終的には、素材選定や構造的検証、法規適合性の検討を通じて設計者が意思決定を行う必要があるものの、生成 AI が提供するフォトリアルなビジュアルイメージは、古民家に準ずる空き家との新旧融合を模索する農山村地域の空き家改修において、合意形成や計画決定を加速させる非常に有用な補助手段と考えられる。

ただし、生成 AI の出力するイメージは現実の物理法則や法令基準を自動的に考慮しないため、それ自体を設計図面として転用することはできない。ゆえに、人間による専門的な建築判断と AI による創発的なデザイン生成を協働させるプロセスこそが重要となる。こうした手法を導入することで、農山村地域の空き家改修に伴う設計プロセスに、新たな創造性と効率性をもたらす展望が大いに開けると言えよう。

6.3 社会的インパクトと普及可能性

農山村地域における空き家改修は、少子高齢化の進行と人口減少が顕在化する現代社会において、いかに地域資源を効果的に活用して生活環境を持続させるかという視点から、極めて重要な課題である。本研究が示す 3D スキャンニングとデジタル設計支援を組み合わせた改修モデルは、設計精度の向上と労力の削減を同時に実現する点で、農山村地域のみならず全国的に大きな社会的インパクトをもたらす潜在力を有している。以下では、その波及効果と普及の可能性について整理する。

1. 空き家改修事業への参入障壁低減：これまでの空き家改修では、手測や二次元図面に依存したプロセスの煩雑さと、予測不能な既存要素の多さが、設計者や施工者にとって大きなハードルとなってきた。本研究が提示する改修モデルでは、3D スキャンニングによる高精度の既存把握と、生成 AI を用いた多彩なイメージ提案を組み合わせることで、プロジェクトの見通しを明確化し、手戻りリスクと経済的負担を低減できる。これにより、設計・施工の専門家のみならず、移住希望者や投資家など、異なる立場のステークホルダーが前向きに空き家改修へ関与しやすくなると考えられる。

2. 潜在価値の可視化と地域経済への寄与：生成 AI が生み出すフォトリアルなイメージは、空き家に内在する潜在的な魅力を直感的かつ多角的に提示し、クライアントや地域住民の理解を深めるうえで大きな効果をもつ。これは、移住・定住や投資の誘引としての役割も期待されるため、地域内での空き家流通を促進し、まちづくりプロジェクトや観光振興などに結びつく可能性が高い。既存建物を再利用しながら新たな価値を創出するプロセスは、資源を循環的に活用するカーボンニュートラルな視点とも合致し、地域経済への波及効果を高めるとともに、全国的な農山村再生のモデルケースとなり得る。

一方で、3D スキャン機器の導入コストや点群処理技術の習得など、普及に向けた初期的な課題も依然として存在する。これらの課題に対しては、行政の補助制度や、専門家による技術支援のスキームが整備されることで、より多くの事業者や地域住民がデジタル技術を活用した空き家改修に参入しやすくなる。また、スマートフォン搭載の簡易 LiDAR など、自前のハード機器で扱いやすい計測ツールがさらに普及すれば、空き家改修の効率化と高精度化がより一層進むことが期待される。こうしたデジタル技術の普及によって空き家改修が活性化すれば、移住希望者の受け皿としての機能が拡充し、地域コミュニティが維持・再生される可能性が高まる。

総括すると、3D スキャンニングと生成 AI によるイメージ生成を中心に据えた本研究の改修モデルは、単なる技術的な改善にとどまらず、農山村地域の空き家をめぐる社会的・経済的課題の解決に寄与し得る総合的なアプローチとして評価できる。今後は、より多くの事例検証を通じてモデルの汎用性と効用を実証しつつ、簡易ツールや補助制度の整備などによって、さらなる普及を目指すことが期待される。

6 章のまとめ

本章では、3D スキャンニング技術と生成 AI を用いた改修設計モデルの意義と普及可能性について、多角的に考察した。まず、VR カメラやレーザースキャナを活用した 3D スキャンによって、農山村地域の空き家、特に増改築が重なり複雑な構造をもつ古民家に準ずる空き家の現況を高精度かつ短時間で把握できることを示した。この高精度データは、三次元モデルを通じた空間的・構造的検討を大幅に効率化し、施工段階での手戻りや費用超過のリスクを低減するとともに、将来的なメンテナンスや用途変更のシナリオにも柔軟に対応できる点が強調された。

次に、3D スキャンで取得した既存情報を基に、生成 AI を用いてフォトリアルなパースを大量かつ迅速に作成するデザインシミュレーションを検証した。従来のパース制作が手作業や限定的な CG にとどまっていたのに対し、本手法では多様な意匠バリエーションを短時間で比較検討でき、クライアントや地域住民などステークホルダーとのコミュニケーションを円滑化する効果が示唆される。しかし、AI が自動生成するイメージは構造的・法的要件を自動考慮するわけではないため、専門家の建築的視点を通じた検証・調整プロセスが不可欠であることも指摘された。こうした協働により、地域固有の伝統要素を維持しながら現代的ニーズに適合する改修設計案の提示が可能となる。

さらに、こうした技術的・設計的アプローチが社会に与えるインパクトと普及の可能性については、空き家改修の参入障壁を大幅に引き下げ、移住希望者や投資家を含む多様なステークホルダーがプロジェクトに参加しやすくなることが挙げられる。フォトリアルなイメージを通じた物件の潜在価値の訴求は、地域内外からの投資誘致や観光振興に対しても波及効果が見込まれる。一方で、3D スキャン機器やソフトウェア導入のコスト、技術習得のための知識不足などが依然として課題として残っており、行政の補助制度や専門家による技術支援が重要とされる。こうしたハードルを克服し、デジタル技術を広く普及させることで、地域社会の活性化と伝統文化の継承を両立しながら、農山村地域における空き家流通を促進する具体的方策となり得る。

総括すると、本章が提示した 3D スキャンニング技術と生成 AI を核とする改修設計モデルは、設計効率の向上やコスト・リスクの低減、多数のデザイン案を短期間で提示するプレゼンテーション力を同時に実現し、農山村地域の空き家改修に対する現実的な解決策を提供するものである。

7. おわりに

7.1 研究の総括

本研究では、農山村地域の空き家改修における効率性と文化的価値の継承を両立させるため、3D スキャンニング技術によって既存空間を正確に把握し、生成AIを活用したフォトリアルイメージの自動生成を組み合わせる統合的アプローチを提案・検証した。以下に、本研究の主要な成果と意義を総括する。

1. 3D スキャンニングによる高精度な既存空間把握と設計効率の向上

VR カメラやレーザースキャナなどの機器を用いることで、手作業の実測に比べて格段に短時間かつ正確に空き家の空間情報をデジタル化できることを示した。農山村地域の空き家には複雑な不定形空間や幾度もの増改築の痕跡が残る場合が多いが、高密度の点群データをもとに三次元モデルを作成することで、改修設計の初期段階における「図面起こし」の時間と労力を大幅に削減できる。さらに、複数の改修案を三次元的に比較検討できるため、設計精度の向上と施工時の手戻りリスク低減を同時に実現し、コストや期間を抑えた空き家改修が可能となる。

2. 生成AIを用いたフォトリアルイメージの自動生成と空間デザインの拡張

本研究では、3D モデルを基盤として、生成AIによる多数のフォトリアルイメージパースを自動生成する手法を導入した。近年の建築企画・売買では、単に機能的な側面だけでなく、オーナーとして購入したくなるユニークでデザイン性の高い空間性や事業性を担保するフォトリアルな建築パースが強く求められる傾向にある。生成AIによるバリエーション豊富なイメージ提示は、施主や投資家が改修後の空間を直感的に把握するうえで大いに有効であると同時に、設計者のデザインスタディを加速させ、新たな意匠・空間づくりの可能性を探求する「壁打ち」としても機能する。一方で、AIによるイメージは必ずしも構造的・法規的な妥当性を担保しないため、最終的な設計判断や素材選定は専門家の建築的視点を通じて行われるべきであることも確認された。

3. 水回りBOXの挿入とL字形半透明壁による最小改修手法

本研究では、「水回りBOXの挿入」（提案A）と「L字形半透明壁の設置」（提案B）という二つの具体的な改修案を提示し、最小限の解体で新機能や空間価値を付与する設計手法の有効性を検討した。いずれのアプローチも、地域特有の建築要素を活かしながら、コストと文化的価値の両立を図る上で有効であり、段階的な投資計画にも対応しやすい実践モデルであることが示唆された。

本研究を総合すると、3D スキャンニング技術と生成AIによるフォトリアルイメージ生成を設計プロセスへ統合的に導入することは、農山村地域の空き家改修において効率化と高付加価値化を同時に実現するうえで極めて有効な手段になり得る。特に、ユニークでデザイン性の高い空間性を映し出すフォトリアルな建築パースは、所有者や投資家が空き家の潜在価値を迅速かつ的確に把握し、購買意欲を高めるための強力なツールとなる。今後、これらの手法がさらに普及し、ツールの簡易化や技術支援が進むことで、地域固有の建築文化を保護・継承しつつ、現代の生活様式や市場ニーズにも対応した持続可能な空き家改修が一層促進されると考えられる。

7.2 今後の課題と展望

本研究では、鹿児島県鹿屋市の特定の空き家を対象に、3D スキャンニング技術と生成 AI を組み合わせた実践モデルを提案・検証した。本手法は、農山村地域の空き家改修において短時間かつ高精度な既存把握と多彩なデザインバリエーションの提示を可能にし、コスト削減やリスク低減、さらに魅力的な空間創出にも貢献する可能性を示唆している。一方で、より広範な地域状況や多様な建物特性に適用するためには、以下のようないくつかの課題と展望が存在する。

1. 他地域への横展開と地域ごとの条件への適応

鹿児島県鹿屋市の事例を中心に検証を行った本研究の手法は、農山村地域全般の空き家問題にも応用可能と考えられる。特に、地方自治体や空き家バンク運営者と協力し、3D スキャン技術と生成 AI を組み合わせた設計支援ツールを整備・普及させることで、多様な地域の空き家活用を一層加速させることが期待される。しかし、各地域の気候・風土・建築様式などは異なり、伝統工法や景観規制などへの適応が新たな課題となる。こうした地域固有の要件を踏まえたローカライズ戦略や、既存文化を最大限尊重する設計ガイドラインの構築が今後の焦点となる。

2. 導入コストと技術者育成に関する課題

3D スキャン機器や生成 AI ソフトウェアの導入にはコストがかかるほか、点群処理や AI 操作には一定の専門知識が必要となる。本研究で示した成果を地方自治体や中小規模の設計事務所が活用するためには、技術者育成や補助制度の整備が欠かせない。また、低価格かつ扱いやすい計測ツール（例：スマートフォン搭載型 LiDAR）が普及すれば、農山村地域でも 3D スキャンの導入ハードルが下がり、一段と効率的な改修設計が行えるだろう。その際、行政や専門家による技術研修や支援体制の充実が、地域内外の空き家改修を実務的に担う人材確保につながると考えられる。

3. 社会実装と運用上の課題

地域全体で空き家改修を推進するには、3D スキャン技術と生成 AI の普及だけでなく、住民意識の啓発や、空き家所有者・移住希望者・投資家を結びつける社会的枠組みの整備が必要となる。たとえば、自治体が運営する空き家バンクと連携し、改修前後のビフォー・アフターをフォトリアルなイメージやデータベースとして蓄積すれば、空き家流通の円滑化と地域経済への波及効果が期待できる。一方、耐震基準や景観規制など法令遵守を可視化・管理する仕組みの整備、専門家や行政が協働する枠組みの確立といった運用面の課題も残り、引き続き解決を要する。

4. 長期的視点での文化継承と地域活性化

本研究が目指す既存空き家の活用と歴史・文化的価値の継承は、カーボンニュートラルな循環型社会の実現という観点とも合致する。既存建物を解体せずにリノベーションやコンバージョンを施すことで、建材廃棄量の削減や地域資源の内発的活用につながり、地域コミュニティの持続性をも高める。しかし、より広く社会に受容されるためには、居住・店舗・観光客向け施設など多様なニーズに対応できる柔軟なプランニングと、デザイン性・快適性・事業性をバランスよく両立させる視点が重要となる。今後、多数の事例を通じて本研究の手法を検証し、地域特性に適合した最適解を洗練することで、農山村地域の空き家改修における長期的戦略を構築していく必

要がある。

以上のように、3D スキャンニングと生成 AI を連動させる設計アプローチは、農山村地域の空き家改修を効率化し、高付加価値をもたらすうえで大きな可能性を示している一方、導入コストや技術習得のハードル、地域独自の建築文化や法規制への対応など、複合的な課題にも直面する。今後は、こうした課題に対する具体的な解決策や支援施策を整備しながら、より多様な実証事例を蓄積することで、このアプローチが包括的な設計支援プラットフォームとして発展し、最終的には農山村地域の空き家流通と地域活性化に貢献する持続的モデルとして普及していくことが期待される。

謝辞

本研究の遂行にあたり、まずは鹿児島県鹿屋市役所の皆様に深甚なる感謝の意を表します。空き家バンクをはじめとする現地情報の共有や、調査協力に関して多大なるご支援をいただいたことで、農山村地域の空き家を取り巻く実態を具体的に捉えることができました。また、空き家へのアプローチについてもご教示いただき、本研究の視点や提案内容をより実践的なものへと高めるうえで重要な知見を得ることができました。

さらに、現地調査や建築スタディにおいて多大なご尽力を賜った六田和宏氏には、心より厚く御礼申し上げます。とりわけ、3D スキャンの測定作業や改修案の検討過程で具体的に作業するなど、建築実務と地域事情を踏まえた具体的な支援をいただいたことは、本研究の成果をより高精度かつ地域に根ざした形で示す上で不可欠でありました。

また、本研究は「一般財団法人第一生命財団」の研究助成を賜りながら進められたものであり、フィールドワークや分析作業を充実した内容で展開できたのは、ひとえに財団のご支援のおかげと存じます。十分な資金的バックアップがあったからこそ、3D スキャン機器や生成 AI を活用した実証的研究に取り組むことができ、本論で提示した実践モデルの検証と考察を深めることが叶いました。

以上のご協力・ご支援がなければ、本研究の推進や、農山村地域の空き家改修における実践モデルの提示は到底成し得なかったといっても過言ではありません。ここに改めて感謝申し上げます。

参考文献

1. 信太洋行・横山茂紀・野城智也：「既存建築物の設備改修における3次元スキニングの活用に関する研究」, 日本建築学会技術報告集, 第19巻, 第43号, pp.1215-1218, 2013年.
2. 嘉納成男・池田雄一・浜田耕史：「点群データに基づく工事進捗の自動識別に関する研究 PCa 工事における出来形の判定」, 日本建築学会計画系論文集, 第80巻, 第715号, pp.2081-2090, 2015年.
3. 染谷俊介・志手一哉：「建設分野における点群データの業務活用に関する研究 —活用用途に応じたデータ処理方法—」, 日本建築学会技術報告集, 第29巻, 第73号, pp.1594-1599, 2023年.
4. 中園真人・山本幸子：「島根ふるさと定住財団による空き家改修補助制度と自治体事業制度 —農山村地域における空き家改修事業システムに関する研究—」, 日本建築学会計画系論文集, 第71巻, 第603号, pp.65-72, 2006年.
5. 中園真人・山本幸子：「「ふるさと島根定住財団」の空き家活用助成制度を利用した民家改修事例 —農村地域における空き家活用システムに関する研究—」, 日本建築学会計画系論文集, 第72巻, 第620号, pp.111-118, 2007年.
6. 中園真人・繁永真司・加登田恵子・稲井栄一・山本幸子・吉浦温雅：「定期借家方式により福祉施設に改修された古民家に準ずる空き家の再生プロセス —定期借家方式による民家再生システムに関する研究—」, 日本建築学会計画系論文集, 第73巻, 第631号, pp.1953-1960, 2008年.
7. 中田悟・金田綾佳・勝又英明：「関東地方を中心とした1都9県における古民家の転用に関する研究 —地域資源としての古民家の公共的利活用に関する研究—」, 日本建築学会計画系論文集, 第71巻, 第606号, pp.79-84, 2006年.
8. 山田悟史・大野耕太郎：「Deep Learning を用いたデザイン AI の作成と検証 —街並みと建築物外観の画像生成を対象に—」, 日本建築学会計画系論文集, 第85巻, 第770号, pp.987-995, 2020年.
9. 山田崇史・林和典・藤田浩司：「平面計画時における画像生成 AI を用いた建築教育 —建築系大学生による利用・評価事例—」, 日本建築学会技術報告集, 第30巻, 第75号, pp.1101-1106, 2024年.
10. 千葉雅也：「フレーミングとオブジェクト——長坂常のリノベーション作品について」長坂常ほか『B面がA面にかわる時』, 2016年

農山村地域の空き家改修における 3Dスキャンニングと生成 AIを活用した設計プロセスの提案

2025年（令和7年）6月刊 (非売品)

発行人 渡邊光一郎

編集・発行 一般財団法人 第一生命財団 ☎03-3239-2312

〒102-0093 東京都千代田区平河町一丁目2番10号

平河町第一生命ビル

印刷所 日本印刷株式会社 ☎03-5911-8660(代)

〒170-0013 東京都豊島区東池袋四丁目41番24号
