

# 3D スキャンによる空き家改修の支援ツール開発

## 1. 背景

日本の空き家は増加の一途をたどり、全国約850万戸と住宅全体の14%（7戸に1戸）を占める。空き家は不動産価値が不透明で、市場の流動性が低く、多くの空き家を抱える過疎地域の自治体はその処分に頭を抱えている。一方、空き家には価値ある日本の伝統的な木造家屋も多くある。昨今では、木材の質が優れ、技術的、法規的に再現できない意匠性を持つ伝統木造家屋を再評価する流れがありながらも、歴史ある木造家屋が急速に取り壊されている。

空き家問題には大きく3つの原因があると考えられる。1つ目に、高齢化社会における団塊世代への相続が進み、空き家が急速に増加することである。2つ目に、空き家の所有者が管理や活用方法を見出せないことである。3つ目に、買い手が空き家の現況や改修コストを把握できないことである。

以上の空き家の社会的課題に対して、既存住宅診断市場と住宅改修市場は需要に対する参入業者規模や提供サービスの不一致によって、解決策として機能していない。住宅診断は目視や打音による診断士の確認をもとに、状態判定を行うサービスであり、定量的な評価が難しい。また、診断結果情報の粒度が粗いため、いざ改修設計を行う場合には再度設計者による現地調査が必要になる。

そこで、本プロジェクトでは建物の3Dスキャンモデル上にミリ波データ解析による破損検出の結果をマッピングしたイメージングシステムを世界で初めて開発することで、住宅診断と改修設計両方のニーズを満たすツールの提供を目指す。

## 2. 目的

本プロジェクトの目的は空き家改修に必要な建物の寸法情報が分かる3Dモデルとミリ波データによる破損個所の推定結果を統合したイメージングシステムを開発することで、改修設計や住宅診断の現地調査の省力化と精度の高い空き家の現況把握を行うことである。

## 3. 製品・サービスの内容

建築部材の内部密度を3次元的に可視化することで、破損個所を特定するシステムを世界で初めて開発し、特許出願まで終えた。具体的にはミリ波の2次元的な反応値の分布データをVisual SLAMという自己位置推定技術によって取得した照射位置にマッピングした上で、写真解析から生成した3Dモデルにミリ波情報を統合するといったシステムである(図1)。さらに、実証実験として福島県と山形県、京都府の古民家

や空き家にて、柱脚部の腐食や茅葺屋根の雨水の浸食の検出を実地で行い、本システムの有効性を確認した(図 2,3)。

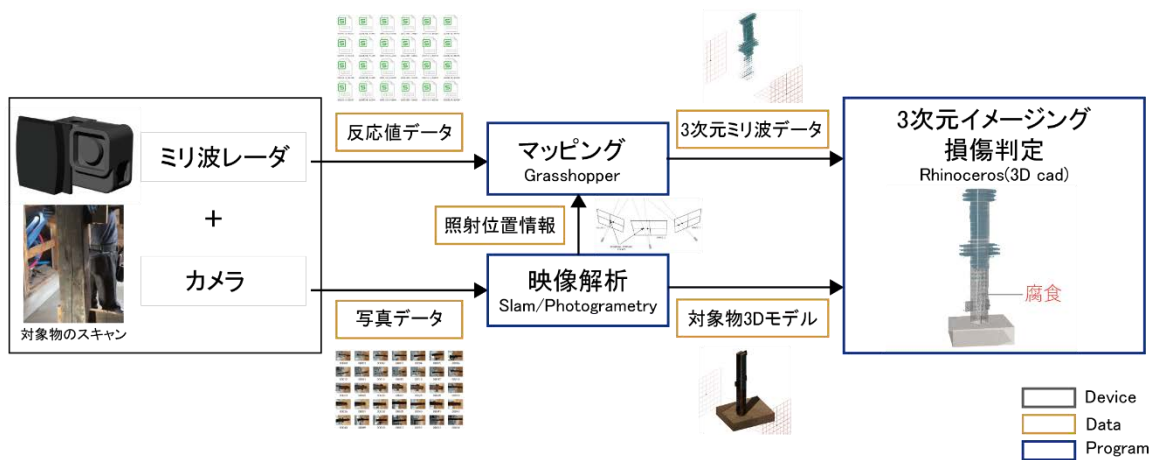


図 1. 建築部材内部の 3 次元イメージングシステム(特願 2023-007666)

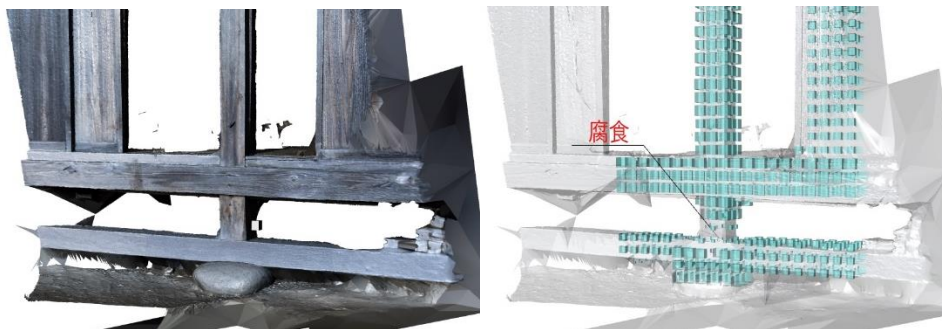


図 2. 柱脚部の腐食の検出 (腐食による密度低下部分を小さい立体格子で表示)



図 3. 茅葺屋根の雨の浸食の検出 (高含水率部分を大きい立体格子で表示)

#### 4. 新規性・優位性

従来の設計者や診断士による検査では一部仕上げ材を破壊して内部の構造部材を目視する必要があった。また、腐食の有無の判断は熟練した設計者や診断士の経験に基づき定量化されていない(図 4)。一方で、最新の弾性波を用いた木材検査では木材にピンを 2 点打ち込む微破壊の検査となっており、一度の計測には 30 分程度

時間がかかる。精度としても、ピン同士を 50cm 以上離す必要があり、測定結果は 1 次元的な波形に限られる(図 5)。

従来の検査手法に対して、本システムでは離れた位置からの完全非破壊検査が可能である。検査時間は 3 分程度（弾性波検査の 1/10）、精度は最小 5mm グリッドの分解能（弾性波検査の 100 倍）である。さらに 3 次元イメージングにより、腐食箇所が一目で確認可能である(図 6)。



図 4. 従来の診断士や設計者による目視・打音検査  
(\*1 土地総合研究 2018 年冬号より抜粋)



図 5. 最新の弾性波を用いた準非破壊検査

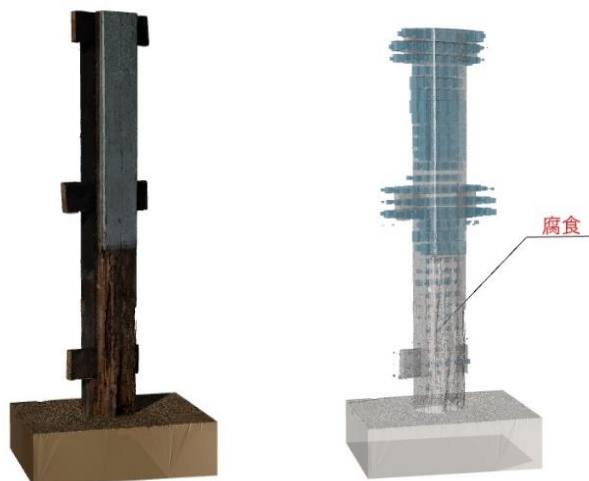


図 6. 本システムによる 3 次元イメージングと実際の腐食部断面

2022年現在、ミリ波レーダを建築の非破壊検査に利用する意義はミリ波レーダの低コスト化と小型化が挙げられる。ミリ波レーダは、2000年初頭では巨大な装置で、1台数百～数千万円程度の高額なものだった。しかし、ここ数年で低コスト化、小型化、高精度化が進み、数十万円程度で利用できるようになった。いま本プロジェクトで先駆的にシステム開発を行うことは大きな優位性になると考えている。

## 5. 事業普及（または活用）の見通し

本システムの具体的な活用の成果は山形県と京都府における古民家と空き家の改修設計業務 2 件の現地調査に導入された。山形県の案件では表面的には発見できない古民家柱脚部の内部腐食を発見することで、構造家が設計段階で構造補強計画を立てることに貢献した。また、家屋 2 階に架かる大梁を 3D スキャンすることで、構造家による補強部材の寸法検討を圧倒的に効率化することができた。京都府の案件では複雑に雁行した全体像を持つ伝統的な数寄屋建築を 3D スキャンすることで、本来設計者が手作業で測量を行い、2 次元的な図面に書き起こしていた業務を 3 次元的な 3D モデルとして納品することで、現状把握を効率化した。また、家屋が沿岸付近に立地していたため、多数の塩害による腐食木材を検出したことが、構造補強の計画立てることに貢献した。

事業普及の見通しとしては、住宅診断市場と住宅増改築工事市場の大きく 2 つの市場での普及が見込める。住宅増改築工事市場では建築設計者向けの現地調査を本提案に置き換えることができれば、約 10 億円の市場規模が見込めると考えている。住宅診断の市場においては、既存住宅瑕疵保険や既存住宅の状況調査で、現在人が行っている風化や蟻害、漏水による腐食の発見を本提案の定量的かつ効率的なシステムに置き換えることができれば、約 21 億 8000 万円の市場規模を見込めると考えている。

## 6. 期待される波及効果

波及的に活性化される市場としては既存住宅市場とインフラ点検市場が挙げられる。既存住宅市場について、現状日本では既存住宅の老朽化の状況把握と改修費のコスト見通しが不透明であるが故に、海外と比較しても既存ストックの活用が遅れている。本システムによって、売り手、買い手双方に対して建物の現況と改修コストを分かりやすく提示することができれば、既存住宅市場が活性化されると考える。インフラ点検市場についてはミリ波レーダによる点検が実用に即した価格と精度で実現できれば、橋梁やダムといったインフラ点検にまで応用できると考える。現状の日本

では電波法によってコンクリート構造物を透過するような低周波数領域の電磁波を使ったレーダの開発は制約を受けているが、本システムの有用性を示すことができれば、特定の条件下での利用を許容する法改正も見込めると考える。

#### 7. イノベータ名（所属）

山口 大翔（東京大学大学院 建築学専攻）

張 啓帆（東京大学大学院 建築学専攻）

渡邊 顕人（慶應義塾大学 政策・メディア専攻）

（参考）関連 URL（起業した会社の HP、製品・サービスのサイトなど）

SAKIYA 株式会社 <https://sakiya.co.jp/>