

技術開発成果報告書

事業名 ・住宅・建築関連先進技術開発助成事業 ・住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発 ・住宅等の安全性の向上に資する技術開発	課題名 住宅の床下環境モニタリングと生物劣化予測システムに関する技術開発
1. 技術開発のあらまし (1) 概要 住宅の床下や壁内の環境量および腐朽や虫害等の劣化をモニタリングするための小型プローブと、維持管理の履歴情報を収集、管理、分析するための統合型でインターネット対応型のデータベースを開発した。 木質戸建の既存住宅の床下や壁内を中心とする領域において、木部の腐朽の可能性およびシロアリ食害を早期に感知するためのプローブを開発した。プローブは使い切り型で、床下には建物外周の換気口から挿入できるもの、壁内には小さな孔や隙間から挿入できるものとした。腐朽菌の検知原理は、監視区域における腐朽菌の胞子を捕捉し、かつ区域内の湿気による補足菌類の発生や活性を視覚的に確認できる機能を有している。シロアリ食害は、床下土壌などから侵入してくるシロア리를誘引し、プローブの食害状況からシロアリの活性を評価する機能を有している。 これらのプローブによって得られた劣化情報を収集、管理および分析するためのデータベースを構築した。このデータベースでは、建物の構造、材料、施工の他、建物環境や維持管理の履歴から当該の住宅が、生物劣化に暴露されるリスクを点数表示する機能を有している。データベースはインターネットを介してアクセス可能で、住宅の基本情報および劣化など維持管理に関する情報、住宅の図面情報と写真などの劣化情報がリンクして管理される機能を有している。 (2) 実施期間 (平成20年度～平成22年度) (3) 技術開発に係った経費 (技術開発に係った経費 17,940千円 補助金の額 8,970千円) (4) 技術開発の構成員 ナギ産業株式会社 代表取締役社長 吉元敏郎 関東学院大学工学部建築学科 教授 中島正夫 京都大学大学院農学研究科森林科学専攻 准教授 藤井義久 (5) 取得した特許及び発表した論文等 取得した特許 1. 床下診断具 (申請中) 出願日：2012年5月2日 出願番号：特願2012-105180 発表した論文 1. 準備中 (社団法人日本しろあり対策協会会誌など)	

2. 評価結果の概要

(1) 技術開発成果の先導性

住宅の床下の生物劣化（シロアリ食害や腐朽など）を誘引する環境量の評価についてはこれまでその必要性が認識されてはきたものの、有用、実用的かつ体系的な成果を得るには至っていない。

その原因として、生物劣化が検出しにくく定量的に評価しにくい現象であること、実際の住宅の環境が多様で環境評価や分析などの技術が一般化や汎用化しにくいこと、既存住宅の維持管理に関する技術シーズの担い手が育っていないことなどが挙げられる。

本技術開発は、これらの課題に応えるために以下のような先導性を有している。

- 1) 連続的なデータ収集を実用レベルで実施しようとする点
- 2) 床下の空気質（湿気）と関連して、生物劣化（腐朽やシロアリ）の兆候をよりの確に評価するための簡便で実用的な器具（プローブ）を実用化する点
- 3) 小型で現場向き、低コスト、汎用化できる技術シーズを提供する点
- 4) 調査データを統括的に管理するデータベースを構築する点
- 5) 住宅基本情報や器具評価データから生物劣化の発生の予測手法を確立する点

(2) 技術開発の効率性

本技術開発では、上記の先導性に着眼し、アイデアの基本原理を確認し、その実用性を確認することを目標とした。そのために学識経験者の助言を得ながら開発研究を実施した。これに関する資金は概ね当補助金と自己負担によって賄えたと考えられる。また設定した3年という期限において実用化のための基礎的データを獲得するための計画は無理なく実施できたと考えられる。

(3) 実用化・市場化の状況

1) 実用化・市場化に向けた生産体制の整備

小型環境モニタリング装置については、本技術開発において実用レベル段階の試作品を製作し、その性能を検証する予定である。その過程で各部品製造メーカーや最終的な製造メーカーと協議を進め、有用性や市場性に関して十分な可能性が確認できた段階で規格品としての製造を実施する予定である。生物劣化の監視センサとして現場向きの簡便なもので、信頼性のあるものを開発するためには別途の包括的な基礎的研究を要するが、これについては、関連の研究者や技術者の成果を援用するものと考えている。

2) 関連する規制等への対応

本開発技術に関する法的規制はないものと考えられる。装置には化成品や有機材料を用いることがありうるがいずれも人体や環境に対して有害なものを用いることはない。データ収集に関して、無線機器を用いるが、これらは基本的に電波法の規制をクリアしたものを用いる。本開発技術の成果が仕向けられる市場は、主に既存住宅の維持管理の市場であり、国土交通省が推進する既存住宅の品質確保政策のうち、住宅の品質評価や長寿命化の流れに沿うものである。

3) 低コスト化の見通し

本開発技術で用いるモニタリング装置は、量産効果による大幅なコストダウンが見込めるものばかりである。現状では、試作の域をでないため割高な装置になるが、実用化の段階で、全体および住宅当りの使用量が増えれば加速度的にコストダウンできると思われる。その一方で、使用量が増えた場合のデータの収集や管理システムの構築が課題となるが、これは日進月歩のIT技術を援用することによってコスト高になることを防止できる。しかし大規模化に際して発生する課題の解決は本課題では扱わない。

(4) 技術開発の完成度、目標達成度

現時点における技術開発の成果の完成度は概ね8割程度と考えられる。8割の根拠は、住宅における生物劣化の発生の可能性（リスク）を予測するための手法と、これを実証するためのモニタリング器具について、実用レベルのものを量産するための基礎的データを十分獲得できたことによる。確認された原理や基本アイデアの信頼性を今後実地において検証する必要があり、その限りにおいて「より進展している」と判定できる項目はない。

(5) 技術開発に関する結果

・成功点

本課題の先導性の1) から3) の条件を同時に解決する技術的手段はこれまで未解決であった。高価なセンサや装置を用いた開発事例はあるものの、いずれも実用的ではなく採用されることはなかった。本技術開発では監視領域における腐朽菌の存在とその活性を同時にかつ一定期間にわたって評価でき、その結果が簡単に視認でき、さらに使い切りの安価なプローブとして実現できた点にある。これを解決させた着眼点は、プローブ本体が菌類の培地になり、これが補足した菌類の胞子が、設置環境に応じて発生する水分によって発芽成長することを利用した点にある。この点はこれまで菌類の存在のみを評価してきた手法や水分のみを評価してきた手法にはない、実質的な劣化リスクを評価する手法として有効である。またシロアリのモニタリング器具についても同様にシロアリの侵入を早期に検出できる機能を有している。さらに両プローブとも小型・薄型で感度が高いため、床下換気口や壁体のわずかな開口部から挿入、設置が可能である(写真参照)。

住宅の維持管理用データベースについては、インターネットを介してアクセスできる点については今日のソフトウェア環境においては必須であるが、これを用いて住宅の維持管理が適切にできる機能を有していることに有効性がある。住宅の劣化は構造、材料や施工技術が大きく影響するが、それと同等に重要な因子は、住宅がおかれている環境と住まい方(維持管理履歴)である。既往の維持管理データベースでは後2者を考慮していないため、住宅の現状や劣化リスクに応じた対応が十分できないが、本データベースでは住宅の現状と劣化リスクを簡単に評価しうる手法を構築している。



・残された課題

住宅における生物劣化の発生の可能性(リスク)を予測するための手法については、点数方式による基本手順を構築したが、その有用性や信頼性を確保するために、実際の住宅などの調査を多数行う必要がある。これについては今後の課題といえる。

また本課題で提案する住宅の状態を連続的に監視し、その結果に応じて必要な対策を提供する手法については住宅の維持管理業界にあっては理想的ではあるものの、まだ実用化技術や消費者層の理解を十分得るに至っていない。これらについても今後の課題である。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

3年間の基礎的開発研究および調査の結果をもとに、本課題で目的としてきた住宅用の生物劣化モニター用のプローブの基本形の開発は完了し、実験室、モデル住宅や調査住宅でのモニター試験レベルで、その性能は確認できた。今後は、性能向上、実用性や信頼性の向上に取り組み、製品化への道筋をつけたい。これらのプローブを用いた劣化の評価や予測に基づく維持管理手法については、本事業ではその基本概念を示すにとどまったが、より実践的な手法を検討するための調査や試験データは十分獲得できたので、今後これらを分析し、手法の確立を目指す予定である。本事業で開発したプローブおよび予測手法を用いた住宅の維持管理手法は、調査と分析に基づいた情報によって適切な保守作業を実践する手法であり、今後の住宅維持管理業に新規なビジネスモデルを提供するものと考えられる。