

実践運用に向けた施設劣化度パトロール調査支援システムの改善

-キャンパスFM業務モデルに関する研究-

○木村龍之介*1 位寄和久*2 大西康伸*3

キーワード：キャンパスFM 施設整備 Webシステム 建物劣化診断 タブレット端末

1. はじめに

国立大学の法人化に伴い、各大学は自らの経営判断による施設管理の実施が求められている。本学でも、施設の維持や改善に要する経費が今後増大する事が懸念されており、施設寿命の長期化や修繕経費の適正な執行等を目的とした「劣化度パトロール調査」が施設部により実施されている^{注1)}。そこで、本研究室では既往研究^{文1)}にて「劣化度パトロール調査」における支援システムとして、「劣化度パトロール調査支援システム」を提案している。このシステムは劣化度パトロール調査にWebを用いた支援システムを取り入れる事により、劣化情報を効率的に収集し、収集したデータを整理・管理する際の作業の効率化を図るものである。

しかし、上記のシステムは劣化情報中の備考の記述がスクリーンキーボード入力であり、現場での入力作業が煩雑である。調査での試験的使用を行っておらず、実際に運用するには現場での検討に基づく改善が必要である。

以上の背景より、「劣化度パトロール調査支援システム」の改善を行い、より実践的な作業支援システムを提案する事により、「劣化度パトロール調査」における施設劣化情報入力の作業を軽減出来るシステムの開発を行う。また、開発した支援システムを屋内外で試験的に使用し、劣化診断業務におけるシステムの評価を行う事を目的とする。

研究の方法として、まずシステムの仕様変更の提案を行う。次に提案した仕様に基づいてシステムの改善を行う。最後にシステムの評価として、施設管理者に試験的に使用してもらうことによりシステム評価し、今後の利用方法の検討も行う。

2. 劣化度パトロール調査支援システムの仕様の提案

既往研究^{文1)}では調査現場でのWebシステムの利用を実現するため、タブレット端末^{注2)}の利用を提案している。本研究では、施設外部での利用を考え、より実践的な運用方法の提案として、新たにモバイルルータの利用を提案する(図1)。また、現場における劣化情報の入力方法として、タブレット端末のカメラ機能・音声入力機能の利用を提案する。調査の流れを図2に、既往研究^{文1)}からの本研究のシステムの改善点を表1に示す。



図1. 本研究で使用するタブレット端末とモバイルルータ

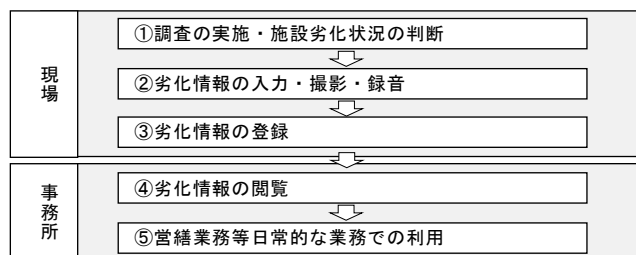


図2. タブレット端末を利用した調査フロー

表1. 既往研究からのシステムの改善

収集結果一覧ページ	新規調査登録	新期調査の登録
	調査概要の編集	調査結果一覧 項目の編集
管理・出力ページ	調査データの編集	劣化度・危険度の編集 画像データの編集 音声データの編集
	調査データの出力	MAP形式のアウトプット LIST形式のアウトプット Excel形式のアウトプット
	調査データの閲覧	劣化情報の閲覧 音声データの再生
	調査データの入力	劣化箇所、劣化度等の入力 画像データの入力 音声データの入力
編集・入力ページ	調査データの編集	劣化度・危険度の編集 画像データの編集 音声データの編集
	調査データの閲覧	劣化情報の閲覧 音声データの再生
	タブレット端末 インターネット接続	CPUの性能向上 モバイルルータ

網掛なし：未変更 網掛：新規追加機能 網掛：改善点

3. システムの試験的使用

本学黒髪地区を対象に事前に問題点抽出のための試験的使用ケーススタディを行い、システムの問題点の抽出、改善点について検討を行った。これにより、屋上の劣化情報記入箇所は多く、対象施設専用の屋上マップがないとスムーズな劣化情報入力に困難である。劣化情報の記入箇所を登録した施設のマップ上に表示する現在のコメントバブルアイコンでは、内部と外部の判断が行い難い事が判明した。調査棟数、バッテリー使用量等の調査結果を表2に示す。

4. 劣化度パトロール調査支援システムの概要と改善点

劣化度パトロール調査支援システムはこれまでの調査結果を一覧表示し、新規調査業務を登録する「収集結果一覧ページ」、収集したデータの管理・出力を行う「管理・出力ページ」、現場にてタブレット端末を用いて調査を行う際に利用する「調査・入力ページ」の3つのページから構成される(図3)。「調査・入力ページ」への移動は「収集結果一覧ページ」、「管理・出力ページ」の順に移動することで開くことができる。

1) 収集結果一覧ページ

実施された全ての劣化度パトロール調査の調査業務を表示し、各調査業務の概要を閲覧する事が可能である。また、このページより新たな調査業務を登録する事も出来る。収集結果一覧ページの概要を図4に示す。

表2. 試験的使用の調査結果

	第一回 ケーススタディ	第二回 ケーススタディ
対象キャンパス	熊本大学黒髪地区	黒髪大学黒髪南地区
調査棟数	8棟	2棟
調査実施日	平成23年10月24日	平成23年11月2日
調査時間	2時間11分	2時間9分
バッテリー使用量	68パーセント	65パーセント
記入項目数	19項目	44項目
備考	8棟の劣化診断を独自に実施し、入力を行う	過去に行った劣化診断結果を基に入力を行う

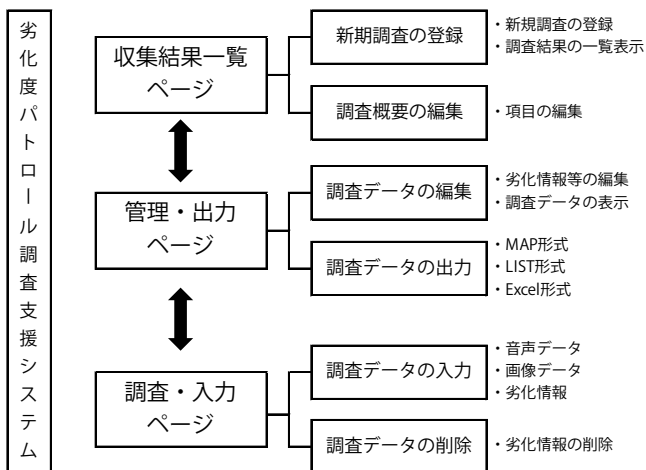


図3. ページ構成の概要

↑劣化度パトロール調査の情報
劣化箇所数、内写真付き登録数、各劣化度の数、調査機関、調査名等を表示する。施設劣化情報の入力・更新により縦軸に危険度、横軸に劣化度をとったマトリクスが変化する。現場で判断され収集されたデータの量により背面の色が濃く表示される仕様となっている。尚、危険度と劣化度に関しては、現行の劣化度パトロール調査の基準^{注3)}に基づき判断を行う仕様としている。

←新規劣化度パトロール調査の登録画面
マップ、計画者、調査期間を登録することで、新規調査業務の登録を行うことができる。

図4. 収集結果一覧ページ

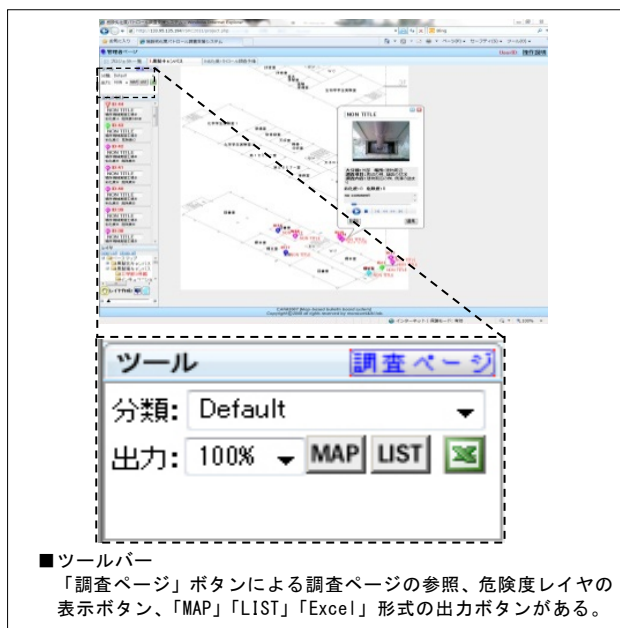


図 5. 管理・出力ページ

2) 管理・出力ページ

調査箇所の MAP の登録、登録された劣化箇所のパラメータの管理、出力を行うページである (図 5)。改善点として劣化情報の編集を行える仕様を追加し、各施設の劣化度・危険度情報をレベル毎に一覧表示する事が出来る仕様とした (図 6、7)。また、登録情報を外部ファイル等へ出力する形式の変更を行った (図 8)。



図 6. 劣化度情報の編集



図 7. 劣化度レイヤ

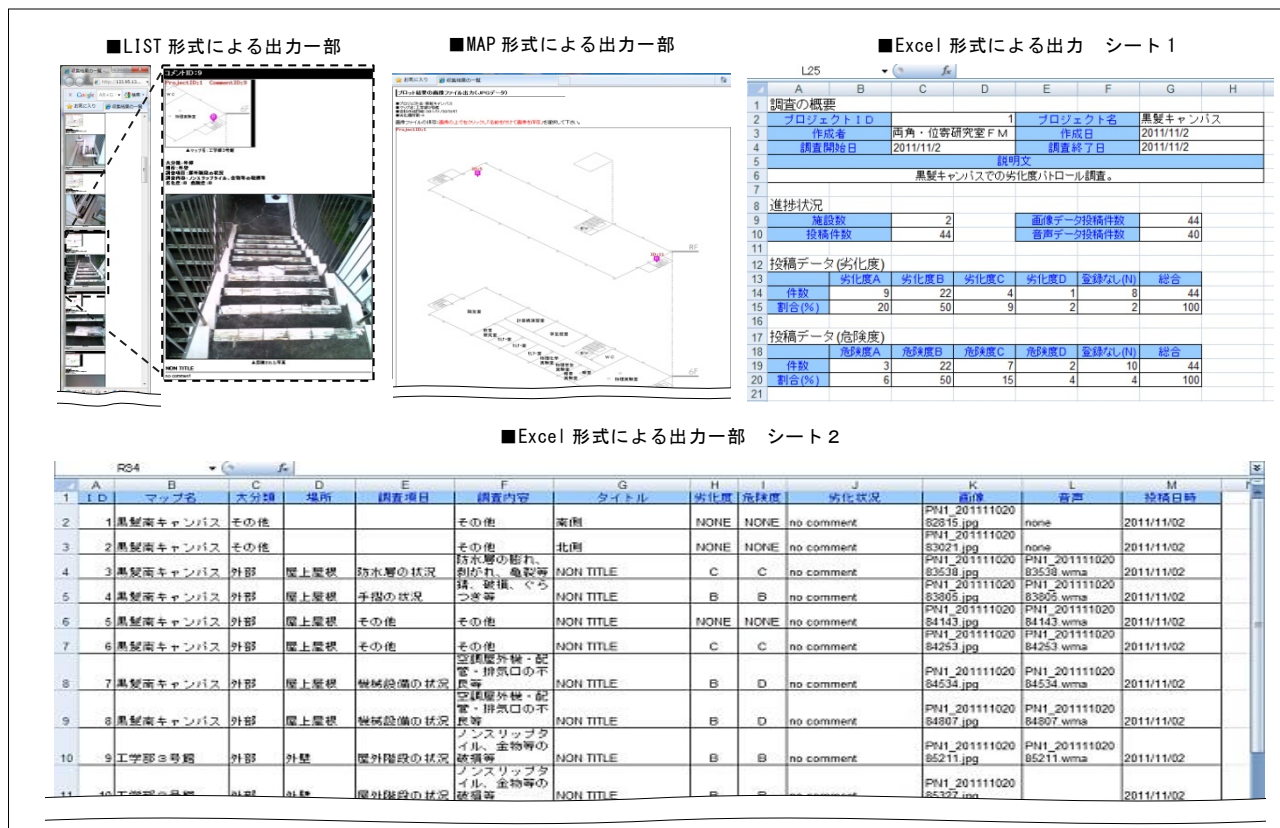


図 8. 出力形式一覧

3) 調査・入力ページ

劣化度パトロール調査を実施する際、調査現場にてタブレット端末を用いて操作を行うページである。このページより劣化情報や劣化度の登録を行う。

入力の手順として、まず、Web システムを開き、劣化情報の登録を行いたい施設をマップ上から選択する（図 9）。次にタブレット端末に搭載されているカメラ機能・音声録音機能を使用し、画像・音声データの保存を行う（図 10）。その後、Web システムに戻り登録フォーム^{注 4)}を選択し、劣化情報の入力を行う（図 11）。入力は順を追ってチェックリストを選択する（図 12）。チェックリストは、劣化診断業務の際に使用する調査シートを基に作成した。最後に保存した劣化度等を入力し、画像・音声データの登録を行う事で劣化情報の入力は完成する。

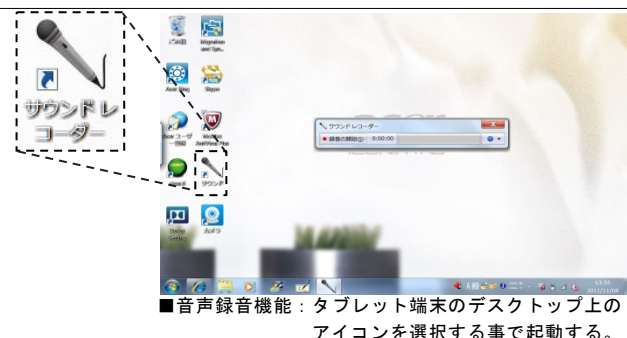
改善点としては主に音声データを保存出来る仕様とした点が挙げられる。また、運用ケーススタディを行ったことで判明した問題点の改善として、登録マップに屋上を追加、劣化箇所の登録位置によりアイコンを変更する、仕様とした（図 13）。



図 9. タブレット端末による調査・入力ページの表示



■カメラ機能：タブレット端末のデスクトップ上のアイコンを選択する事で起動する。



■音声録音機能：タブレット端末のデスクトップ上のアイコンを選択する事で起動する。

図 10. カメラ機能・音声録音機能起動

図 11. 劣化情報入力フォーム

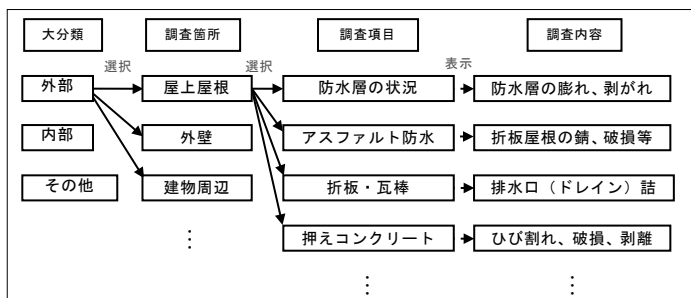


図 12. チェックリスト項目の構造（部分）

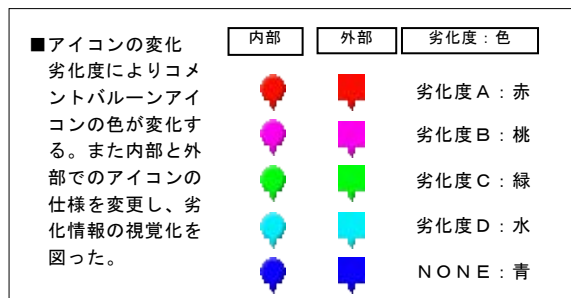


図 13. コメントバブルアイコンの使い分け

5. 入力実験およびヒアリング結果

施設管理者を対象に実施した評価ヒアリングの概要を表3にまとめる。ヒアリング調査を行うに当たり、本学施設管理者を対象にシステムを使い劣化診断済みの項目を現場で入力する実験を行った。入力項目として、外部の屋上屋根、建物周辺の2箇所と内部の1箇所の計3箇所を選定した。ヒアリング内容に関しては、4項目について質問を行い、回答を得た。項目毎に得たヒアリング結果について表4に示す。タブレット端末から劣化情報を入力する際の入力フォームが小さく劣化情報の登録が行いにくい事や、雨天時におけるタブレット端末の利用等、実践運用に用いるには更にシステムの改善及び、調査方法の見直しの必要性が明らかとなった。

6. 総括

本研究では、システム改善点の提案、Webシステムの利用方法の提案、タブレット端末の機能を利用した運用方法の提案を行った。また、本学施設部に本システムを評価して頂くため、劣化情報の入力を実際に行って頂いた後、ヒアリング調査を実施した。これにより、運用方法としては、モバイルルータを調査に用いる場合、電波を受信出来ない環境下では本システムの利用が難しい事が把握出来た。また、既往研究^{文1)}では分らなかった問題点として、音声録音による劣化情報の保存は有効であるが、その後の音声データの利用に関して検討が必要である点が挙げられる。本研究の劣化診断業務における有効性に関しては、システム内容や考え方は有効であるとの意見を頂いた。また、今後の改善により実務に使用出来るとの肯定的な意見を頂いた。

表5に評価ヒアリングによって明らかになった課題点を踏まえた改善案を示す。今後は、劣化度パトロール調査支援システムのタブレット端末からネットに接続せず運用可能となるシステムの検討や、モバイルルータ等のシステムを補助する外部装置の検討を行う必要がある。また、システムを実務にて利用し、更に改善点の抽出を行う事で、より実践的なシステムを構築する事が出来ると考える。

尚、本研究を進めるに当たり、本学施設部には資料の提供他、貴重なご指導と助言を頂いた。ここに感謝の意を示す。

表3. 入力実験およびヒアリング概要

被験者	熊本大学施設部施設企画課職員（1名）
日時	2011年11月29日
調査箇所	建物外部および建物内部
方法	システムの操作手順を説明後、実際に現場にてタブレット端末を用いて診断済みの劣化情報を記入して頂き、その後PCにて劣化情報の確認後、評価項目についてヒアリングを行う。入力する劣化情報は、過去の劣化度パトロール調査のデータを基とする。

表4. 評価内容

評価項目	評価内容
①運用方法の提案について	モバイルルータについては、電波を受信できない環境下の場合、Webシステムを使用出来ないという欠点は感じる。有効なものだと思うが、実用に向けてはまだ改良が必要である。
②調査・入力ページにおける劣化情報の入力について	タブレット端末上に表示されるキーボードでは表示面積が小さく入力に手間がかかり、入力を行い難いと感じた。記録を残す点では音声入力の有効性を感じる。アイソメ図ではなく階数を選択し、その階のマップが表示される仕様が入力を行い易いだろう。入力フォームが小さく入力が行い難い。
③管理・出力ページについて	音声を再度聞きなおし、劣化情報の入力を行う点は現場での作業時間と同様の時間を消費してしまうため、有効な手段とは思えない。音声を文字認識する機能を用いる等、他の方法の提案を求める。出力形式に関しては、現在の仕様の問題点は感じられない。
④その他	システムの内容や考え方は有効であると感じると同時に実務に使用出来ると考える。しかし、現場での入力方法等にはまだ改善が必要である。

表5. 今後の改善案

改善点	改善方法
劣化情報入力フォームの検討	入力フォームを拡大 入力形式の変更
音声入力の利用	音声データの直接利用 劣化箇所の音声録音 音声の文字認識化
劣化情報登録マップの仕様	階層別マップの作成 立面マップの作成 登録施設の3次元モデル化 設備機器の登録
コメントバルーンアイコンの使い分け	平面情報と立面情報での使い分け フィルタ機能の作成
文字入力機能	キーボードの作成 手書き入力機能の検討

注釈

- 注1) 劣化状況の把握や必要経費の算定を基に修繕計画の策定、計画に基づく機能維持や改善により、施設寿命の長期化や修繕経費の適正な執行を行うために行われる調査。本システムは劣化度パトロール調査の調査現場と事務所における劣化情報の二重入力作業を、Webシステムの使用により解消し、現場での作業の完結性を高め、作業の効率化を図るものである。
- 注2) マウスやキーボードを必要とせず、画面に表示されているボタンやスクロールを指で触れて直感的に操作することが可能であるタッチパネル式ディスプレイを搭載した端末。
- 注3) 劣化度は「A：劣化が進行し緊急措置を要する、B：半部程度劣化、C：健全、D：運用上問題があると判断する」の4段階で判断される。危険度も同様に「A：緊急措置を要する、B：措置を要する、C：安全上問題はない、D：運用上問題があると判断する」の4段階で判断される。
- 注4) 情報を投稿する際に、地図上の意図した範囲を選択することができるように、ポイントや連続線、多角形を描画できるツール。これにより、動線やエリアの指定も可能となっている。その後に、コメントバルーンを起動し、劣化情報の記入を行う事が出来る。

参考文献

- 文1) 竹下昌志, 位寄和久, 下田貞幸, 大西康伸: 「モバイル端末を利用した施設劣化度パトロール調査支援システムに関する研究」、第34回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集、日本建築学会、pp73-78, 2011
- 文2) 加治屋将吾, 位寄和久, 下田貞幸, 大西康伸, 高橋弘一: 「モバイル技術を利用した施設安全管理のための要望調査システムに関する研究」、第32回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集、日本建築学会、pp55-60, 2009
- 文3) 加治屋将吾, 位寄和久, 下田貞幸, 大西康伸, 高橋弘一: 「施設安全管理に着眼した要望調査システムの評価・改善に関する研究」、日本建築学会研究報告、九州支部、第48号・3, 計画系、pp13-16, 2009
- 文4) 高橋弘一, 位寄和久, 下田貞幸, 大西康伸: 「キャンパス空間情報共有技術を用いた施設利用者の要望調査システムに関する研究」、日本建築学会学術講演梗概集、F-1 分冊、pp657-658, 2008
- 文5) 井村征洋, 位寄和久, 下田貞幸, 長谷川麻子, 大西康伸, 岡田真幸: 「大学施設整備計画策定のためのユーザ要望調査システムに関する研究」、第29回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集、日本建築学会、pp121-126, 2006

- * 1 熊本大学大学院自然科学研究科 大学院生
* 2 熊本大学大学院自然科学研究科 教授 工学博士
* 3 熊本大学大学院自然科学研究科 助教 博士（学術）

Improvement of Computer Aided deterioration survey system for practical use -Study on Campus Facility Management Business Model-

○Ryunosuke Kimura^{*1}, Kazuhisa Iki^{*2}, Yasunobu Onishi^{*3}

Keywords: Campus, Facility Management, Deterioration survey, Tablet PC

1. Introduction

Since their privatization of national universities in 2004, it has been requested to the Universities to make suitable and strategic investment plan for facilities maintenance based on the grasp of existing facilities conditions. And from the point of view of the conservation of global environment, prolongation of buildings life and efficient resource management have become indispensable. To cope with these requirements, facility management section of Kumamoto University started a deterioration survey on campus facilities in 2010. For this survey, some improvements are required on its complicated workflow and efficient recording method during the site investigation.

In our laboratory, we are developing the Computer Aided Deterioration Survey System based on the tablet PC and server in the office since 2010. The purpose of this study is to improve the system's efficiency of on-site usage utilizing web system and voice recording system.

In this study, introduction of the mobile technology facilitated in the tablet PC is examined.

2. Method

- 1) The problem of the present system was examined to propose the specification of the new system.
- 2) On-site case studies were performed twice using the new system. The on-site Web utilization by mobile router and voice recording audio input function were newly added this time.
- 3) We improved the insufficiency which was found out by the case study and the future developments as stand-alone system etc. were considered.

3. Result

From the results of case study, the effectiveness and efficiency of the developed system were tested and proved by the evaluation of the person in charge of this survey in our facility department. There are still some problems in the interface of on-site data input part, but over all system is working fine and ideas are taken affirmatively.

*1 Graduate Student., GSST, Kumamoto Univ.

*2 Prof., GSST, Kumamoto University, Dr.Eng.

*3 Assistant Prof., GSST, Kumamoto Univ. PhD.