RFID を活用した建物履歴情報 管理手法の開発

—システムの概要と改修工事における適
用事例—

DEVELOPMENT OF RFID ASSISTED BUILDING INFORMATION TRACEABILITY SYSTEM

—Summary of the system and application on
retrofitting construction works—

中島史郎 — * 1 中川貴文 — * 2
根本かおり — * 3 古賀純子 — * 4

Shiro NAKAJIMA — * 1 Takafumi NAKAGAWA — * 2
Kaori NEMOTO — * 3 Junko KOGA — * 4

キーワード：
IC タグ, 画像情報, 建材情報, 施工情報, 改修工事

Keywords:
IC tags, Visual information, Information on building materials and
components, Information on construction works, Retrofitting construction
works

RFID assisted building information recording and tracing tool was developed. The IC tags were installed in the building during their construction process as a key to receive the information. In the system the visual information and the building materials' information such as the manufacturing companies and mills can be searched by the help of the code written in the IC-tags. And the detail information of the builders and the construction and renovation history of buildings can also be searched in the tool. The system was applied to the retrofitting process of the exhibition hall existing in the Building Research Institute.

1. はじめに

建築物の生産・管理には様々な業態が関わるため多種多様な情報が個別散在的に保有されており、例えば自動車のように情報を一元化して管理することが難しい。このため建物の初期性能や履歴などに関する情報の所在がわからない、情報が存在しない、情報が不十分であるなどの理由によってユーザーや社会が不利益を被ることも少なくない。

一方、IC タグは建築分野においても徐々に活用され始めており、技術的な検討が様々な分野で行われている。IC タグは、現場における入退出の管理¹⁾、配水管の通水の検査²⁾、建材のロジスティックスの管理³⁾、現場における施工進捗の管理⁴⁾、施設内における移動の支援⁵⁾など幅広い分野において活用されて始めており、今後建築分野における積極的な利用が期待される。

本研究では、建物の所有者、メンテナンス業者、検査機関などが個々の建物の履歴情報に容易にアクセスし、各情報を活用できるようにするための基盤技術の一部を提案することを目的として、IC タグを利用して、建物の履歴を記録し、閲覧できるツールのプロトタイプを開発した。本報では、開発したツールの概要と建築研究所展示館の改修工事を対象として行った検証実験の結果について報告する。

2. 改修工事の概要

図1に改修工事を行った展示館の平面図を示す。図1に示すように改修工事を行った空間を4つのエリア、すなわちエリア1（展示

ホール）、エリア2（前室）、エリア3（トイレ）、エリア4（外構・屋根）に区分した。各エリアの改修工事の概要を表1に示す。

表1 改修工事の概要

エリア	工事の内容
エリア1 (展示ホール)	床タイルの貼り替え 天井仕上材の新設 空調機器の新設 照明機器の更新 エントランス建具の取り換え
エリア2 (前室)	床カーペットの張り替え 天井仕上材の張り替え 照明機器の更新
エリア3 (トイレ)	床仕上材の更新 天井仕上材の更新 壁タイルの貼り替え 照明機器の更新 衛生機器の更新
エリア4 (外構・屋根)	外構床タイルの貼り替え 屋根材の更新

3. IC タグの活用方法

3.1 IC タグを活用したシステムの構成

システムは、PDA を使用できるものとタブレット PC を使用できるものの2種類を試作した。前者のシステムは PDA (OS: Microsoft Windows Mobile 2003) に市販のコンパクトフラッシュ型リーダー・ライター（以下 CF 型 R/W）を接続した装置を用いて IC タグの読み書きを行うものである。PDA は無線 LAN 通信機能を有し、ルータ

*1 独立行政法人建築研究所材料研究グループ 上席研究員・博士(農学)
(〒305-0802 茨城県つくば市立原1番地)

*2 独立行政法人建築研究所材料研究グループ 研究員・博士(農学)

*3 独立行政法人建築研究所建築生産研究グループ 研究員

*4 独立行政法人建築研究所材料研究グループ 主任研究員・博士(工学)

*1 Advanced Research Engineer, Building Research Institute, Dr. Agr.

*2 Researcher, Building Research Institute, Dr. Agr.

*3 Researcher, Building Research Institute

*4 Senior Researcher, Building Research Institute, Dr. Eng.

図1 建物の平面図とエリア区分

ーを介してデータベースサーバと通信することができる。PDA と CF 型 R/W で制御を行うアプリケーションは Microsoft Visual C#と CF 型 R/W 用開発キットを用いて作成した。アプリケーションは以下の機能を持つ。

- ①タグ貼り付け部位、記録者、作業日時、作業内容を文字コードに変換する。文字コードは 0～9 までの数字を用いた文字列から構成される。
- ②CF 型 R/W を介して IC タグへ文字列の読み書きを行う。
- ③無線 LAN を介してデータベースサーバと通信して、作業情報の更新・追加を行う

後者のタブレット PC のシステムでは、タブレット PC (OS: Microsoft Windows XP Tablet PC Edition) に前述の CF 型 R/W を接続した装置を用いて IC タグの読み書きを行う。CF 型 R/W には外付けのアンテナが接続されており、アンテナを IC タグに近づけることで読み書きを行う。制御を行うアプリケーションは後述する Excel の閲覧ツールに CF 型 R/W との通信機能を追加したものである。追加機能は CF 型 R/W 用の開発キットを用いて作成した。アプリケーションは以下の機能を持つ。

- ①CF 型 R/W を介して IC タグへ文字列の読み書きを行う。
- ②読み込んだ IC タグのコードを Excel の任意のセルに自動入力する。

3.2 IC タグの設置方法

各トイレの壁・天井、前室の壁・床・天井、展示ホールの床、外構の床にそれぞれ IC タグを設置した。壁については東西南北に面する 4 つの壁面にそれぞれ 1 枚ずつ IC タグを貼り、床と天井については部屋ごとに 1 枚ずつ IC タグを貼った。IC タグは下地材の表面、または仕上げ材の裏面に貼り、IC タグが露出しないように配慮した。

写真1 トイレ天井への IC タグの貼付

写真2 洗面器及び洗面台への IC タグの貼付

使用した IC タグの種類と IC タグの貼付方法を表 2 に示す。また、写真 1 にトイレの天井に IC タグを貼った様子を示す。

一方、衛生機器等の設備機器については、機器設置後に機器の表面に IC タグを貼った。写真 2 に洗面台に IC タグを貼った様子を示す。

表 2 IC タグの種類と設置方法

部屋	部位	IC の設置位置	IC タグの種類
展示ホール	床	タイルの裏面	樹脂成形タグ (42×20mm)
前室	壁	石膏ボードの表面	ラベルタグ (86×54mm)
	床	タイル・ベットの裏面	ラベルタグ (86×54mm)
	天井	石膏ボードの表面	ラベルタグ (86×54mm)
トイレ	壁	石膏ボードの表面	ラベルタグ (86×54mm)
	天井	石膏ボードの表面	ラベルタグ (86×54mm)
外構	床	タイルの裏面	樹脂成形タグ (42×20mm)

(注) 括弧内の寸法は IC タグのアンテナサイズを示す。

IC タグには 13.56MHz のパッシブ型の IC タグを用いた。壁・天井に貼る IC タグについては、仕上げ材を介して記録されたコードを読み取る必要があるため、アンテナサイズが比較的大きなラベルタグ (アンテナサイズ 86×54mm) を使用し、床に貼る IC タグについては歩行により作用する繰り返し荷重を考慮し樹脂成形された IC タグ (アンテナサイズ 42×20mm) を使用した。また、設備機器に貼る IC タグについては直接読み取ることができるので、アンテナサイズが比較的小さなラベルタグ (アンテナサイズ 36×18mm) を使用した。

4 ツールの構成と内容

4.1 全体概要

IC タグから読み取ったコードを手がかりに建物についての履歴情報を検索し、閲覧できるツール (以下、「建物履歴情報検索閲覧ツール」と呼ぶ) を作成した。ツールは Microsoft Excel 上に作成した Visual Basic によるプログラムである。3 種類の情報項目、すなわち、①仕上げ材などにより建物竣工時に見えなくなる部分の画像 (以下、「隠蔽画像」と呼ぶ)、②建物に使用する建材等の材料・部材に関する情報 (以下、「建材情報」と呼ぶ)、③施工者・施工日時・施工内容など施工に関する情報 (以下、「施工情報」と呼ぶ) をそれぞれ検索・閲覧できる構成とした。図 2 にツールの画面と主要なセルの機能を示す。ツールには必要な情報を検索するための条件を入力するセル (A, B, C, D, E, F, G) と検索した情報を表示するセル (I, J, K, L)、さらに IC タグのコードを入力するためのセル (H) を設けた。なお、IC タグのコードは IC タグ・リーダライタを用いて取得し、自動的にセル H に入力される構造とした。同構造により、建物の壁面、床面、天井面に隠された IC タグや建材等に貼られた IC タグが必要な情報を入手するため「鍵」となり、パソコン上で検索作業手間を軽減することができた。

図 2 ツールの画面と主要なセルの機能

図 3 隠蔽画像表示画面

図 4 建材情報表示画面

図 5 施工情報表示画面

4.2 隠蔽画像関連データの構造と情報の検索方法

隠蔽画像に関するデータ項目は、「エリア」、「部屋」、「部位」、「方位」、「施工状況」、「画像ファイル名」、「撮影日」、「IC タグコード」とした。建物履歴情報検索閲覧ツールでは、壁、床、天井の仕上材の裏側に設置した IC タグのコードを、IC タグ・リーダライタを用いて読み取るにより、IC タグが貼られた当該部位に関する情報のうち時系列的に最も古いものが自動的に表示させる構造とした。また、図 2 の情報スクロールボタン (L) をクリックすることにより、順次時系列的に新しい情報が表示できる構造とした。一方、プログラム上においても情報が検索できるような構造とした。プログラム上での情報の検索は、図 2 の情報区分選択のセル(A)において「隠蔽画像」を選択し、エリア区分選択のセル(B)、部屋区分選択のセル(C)、部位区分選択のセル(D)を入力することにより関連する情報が表示できる構造とした。図 3 に隠蔽画像と関連情報を表示した画面の一例を示す。前述のデータ項目について各情報が表示される。

4.3 建材に関するデータの構造と情報の検索方法

建材に関するデータ項目は、「使用部位・建材区分」、「製品名」、「建材種類」、「規格」、「製造者」、「製造番号」、「画像ファイル名」、「撮影日」、「IC タグコード」とした。建物履歴情報検索閲覧ツールでは、個々の建材や設備機器に貼った IC タグのコードを、IC タグ・リーダライタを用いて読み取るにより、IC タグが貼られている建材や設備機器に関する情報が自動的に表示される構造とした。一方、プログラム上においても情報が検索できる構造とした。図 2 の情報区分選択のセル(A)において「建材情報」を選択し、建材区分選択のセル(G)を入力すると関連する情報を表示することができる。図 4 に建材に関する情報を表示した画面の一例を示す。前述のデータ項目について各情報が表示される。

4.4 施工に関するデータの構造と情報の検索方法

施工に関するデータ項目は「エリア」、「部屋」、「部位」、「工事分類」、「工事区分」、「施工内容」、「施工期間」、「施工業者」、「画像ファイル名」、「撮影日」、「IC タグコード」とした。施工に関する情報は、ツール上でのみ選択できる構造とした。図 2 の情報区分選択のセル(A)において「施工情報」を選択し、エリア区分選択のセル(A)、部屋区分選択のセル(B)、部位区分選択のセル(C)、工事分類選択の

図 6 隠蔽画像の現場における記録手法の概要

セル(D)、工事区分選択のセル(E)をそれぞれ入力することによって、情報を表示したい部分に関連する施工情報が表示される。図5に施工に関する情報を表示した画面の一例を示す。前述のデータ項目について各情報が表示される。

5. 隠蔽画像の現場における記録手法

5.1 システムの構成

建物履歴情報検索閲覧ツールの中に情報として組み込む隠蔽される部分の画像情報を現場でデータベースに入力し、竣工後に IC タグのコードを手がかりに閲覧したい画像情報をデータベースから取得する手法を開発した。図6に隠蔽画像の現場における記録手法の概要を示す。画像を記録するためのシステムは、タブレット PC を用いた R/W システムと、Bluetooth 通信のできる市販のデジタルカメラで構成される。デジタルカメラで撮影した画像を Bluetooth 通信によって PC に転送させるために、タブレット PC には Bluetooth 通信用の USB インターフェースを接続した。デジタルカメラで撮影した画像はカメラ側の操作で、タブレット PC 内の記憶装置の任意の場所に画像を保存することができる。

5.2 記録と閲覧の手順

以下に隠蔽画像の現場における記録手順と建物竣工後における閲覧方法を示す。

記録手順1：位置情報と位置情報コードを関連づけたデータベースを作成する。

記録手順2：位置情報コードを記録した IC タグを所定の場所に設置する。

記録手順3：同 IC タグを読み、前述の建物履歴情報検索閲覧ツールの隠蔽画像に関するデータシートの「IC タグコード」のセルに記録する。

記録手順4：写真撮影を行い Bluetooth 通信によりパソコンに画像を転送する。また、転送した画像ファイル名を前述の建物履歴情報検索閲覧ツールの隠蔽画像に関するデータシートの「画像ファイル名」のセルに記録する。

閲覧手順1：竣工後に手順2において設置した IC タグを読み、関連する隠蔽画像情報を自動的に取得する。

6. おわりに

本研究では、IC タグを必要な情報を得るための「鍵」として利用

し、IC タグに記録したコードを手がかりに必要な情報を入手する一手法を提案し、建物履歴情報検索閲覧ツールを試作した。同ツールを用いることにより、検索手間をかけずに必要な情報が入手できることが確認できた。また、施工現場で手間をかけずに必要な情報を入手しデータベースに記録する方法の一つとして、画像情報に建物の位置情報、撮影者情報を紐付けして記録する手法を提案し、その実用性に関する検証を行った。

今後は、施工現場において他の情報、例えば建材に関する情報や施工内容に関する情報を簡易に入手し、データベースに記録する手法を開発するとともに、施工現場における検証を重ね、課題を抽出するとともにツールの改良を行う必要がある。また、技術の実用化にあたっては添付した IC タグの耐久性や耐剥離性を評価するための手法を提案する必要がある。

謝辞

本研究を行うにあたり東京大学生産技術研究所野城智也氏、広島大学大学院大久保孝昭氏に多大なるご指導・ご助言を賜りました。ここに記してお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 半田雅俊, 野村善清, 香月泰樹, 宮下剛士, 高橋孝二, 金川 基: IC タグを利用した現場管理システムの開発と適用(その1 清掃工場解体における「管理区域安全管理システム」), 日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1, pp776~777, 2005
- 2) 近藤 哲, 内田 茂, 金子智弥, 浜田耕史, 上宮晃雄, 汐川 孝: IC タグを利用した排水通水試験システムの開発(その1 システムの概要), 日本建築学会大会学術講演梗概集 F-1, pp1419~1420, 2005
- 3) 金子 肇, 近藤 哲, 石井 勇, 椎野 潤, 浜田耕史, 高橋 暁, 多葉井宏: IC タグ利用による建設ロジスティックスの研究(その2 インフィル資材に対する IC タグ読み取りの基礎実験), 日本建築学会大会学術講演梗概集 F-1, pp1425~1426, 2005
- 4) 宮丸史江, 大久保孝昭, 松本慎也: 建築工事における RFID 技術を活用した進捗管理システムの構築に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1, pp571~572, 2007
- 5) 末田隆敏, 佐藤貢一, 長瀧慶明, 森川泰成, 吉田幹夫: 医療・福祉施設を対象にした RFID 技術の適用実験(その1 電子タグを持参した場合の歩行ナビゲーションシステム), 日本建築学会大会学術講演梗概集 A-2, pp571~572, 2005

[2007年10月19日原稿受理 2007年12月3日採用決定]