

UHF 帯 RFID を用いた レンタル電気機器の管理システム

西山 真哉・小林 雄一郎・中 川 健

レンタル電気設備・機器は、建設現場をはじめ多くの現場で使用されている。それらは、運用数量が多量であることに加え、安全設備として使用されるものであるために、運用業務を効率化しつつも品質向上できるシステムが求められてきた。今回我々が開発した UHF 帯 RFID を用いたレンタル電気機器に対する管理システム「製品管理システム」について報告する。本システムは、製品及びそこに含まれる部品を管理し、品質を確認する。同時に業務の効率化も支援する。

キーワード：建設、分電盤、レンタル、IC タグ、RFID、トレーサビリティ、品質管理

1. はじめに

無線波を利用してデータを送受信できる RFID (Radio Frequency Identification) タグは、個体認識の技術として各種の業界で様々に利用されており、その有効性は既に多くの事例報告により明らかにされている。本誌では平成 16 年頃から報告され始めている。例えば、IC タグによる現場労務管理システム¹⁾では、IC タグ (RFID) を用いて建設現場の就労者の識別を行う入退場管理を実現した。また、伊藤、田口、原田は IC タグを使用してトンネル坑内安全管理システム²⁾を開発した。彼らは、タグの識別情報をトンネル内の位置情報へ対応付けて利用した。

我々は、RFID タグを活用したレンタル電気機器の運用管理を支援するシステムを開発した。本システムは、様々な使用環境で機器をお使いいただくお客様にこれまで以上に安心していただけるように、機器の品質管理を目指したものである。我々は、正確に個体認識できることを重視し RFID タグを利用することとし、また、利便性を考慮して通信範囲を容易に制御できる UHF 帯 (920 MHz 帯) の RFID タグを採用した。

(1) 開発の背景

従来は組織内部で行っていた業務を、独立した外部組織に委託するいわゆるアウトソーシングに移行する傾向が増加し、我々の取り扱うレンタル電気設備・機器が建設現場をはじめとして、多くのお客様に採用されている。中でも動力、電灯を使用する際に、機械・照明に直接電力を供給する分電盤は、配線用遮断器や

漏電遮断器を内蔵するもので、作業者の安全確保、対象機器の保護等、電力使用上の安全設備として数多く採用されている。また、この分電盤は、仕様、使用環境や使用期間が様々であり、的確な品質管理が求められる。こうした中、我々の運用数量はその必要性により多量であり、さらに分電盤 1 面に多くの電気機器を内蔵しており、お客様に安心してお使いいただく上で、効率的な品質管理手法の導入が求められてきた。

そこで、このような背景を基に、分電盤を構成する電気機器の履歴管理に加え、出庫検査記録の出力・保存、お客様への配置状況のリアルタイム管理等により、運用業務の合理化を図るために本システムの開発を行った。

(2) 分電盤の品質

分電盤の正常な動作は、ブレーカーと漏電遮断器の電気的な検査によって確認する。通常は、検査をレンタル前に行い品質を維持している。建設現場へレンタルされるものは、過酷な環境で長期間に渡り使用される。そこで、運用管理の要点として、破損や動作に支障がある製品等の物理的な劣化製品の排除に加え、出荷時にリアルタイムで製造年月の管理を徹底し評価する。この情報を利用して、我々はチェック品質をより高水準に引き上げることを目指す。

(3) 目的

このように、建設現場へレンタルする分電盤の品質向上を目指して、我々はレンタル電気機器に対する製品管理システムの開発を行った。このシステムでは、

製品を構成する部品に関しては、製造年月、検査情報、破損情報、破損部位の写真、修理情報などを管理し、流通に関してはレンタル先や返却元などの管理を行う。これらの管理機能は、RFID タグのトレーサビリティを利用して、すべての製品個体を識別することによって実現する。

2. システムの内容

製品管理システムは、RFID を通じて製品の管理を行う。使用するすべての RFID には、ユニークな ID 情報が書き込まれている。製品に貼付された RFID (写真—1) をハンディ型のタグリーダで読み込めば、すべての製品個体の識別を行うことができる。各製品の状態、整備状況等をシステムへ入力し、それらの情報はサーバへ集め管理する。各製品情報の入力や写真の撮影はタブレットから行い、ハンディ型プリンターより業務に必要なラベル印刷を行う。

本システムでデータの入力等を行う携帯端末を図—1に示す。本開発では、携帯型のハードウェアで構成することにした。容易に持ち運びすることができ、デー



図—1 製品管理システムで使用する携帯端末。左から (a) タブレット (Google 社製 Nexus7), (b) ハンディ型タグリーダ (D.O.TEL 社製 DOTR-910J), (c) ラベルプリンター (ブラザー社製 RJ-4030) である。タブレットで動作する製品管理システムのプログラムが、他の 2 つのデバイスと Bluetooth で通信し制御する。

漏電遮断器検査証						20140100000916	
P-125-C			シンテクノ管理ユーザ			2014/09/24	
遮断器No.	1	2	3	4	5	6	押印欄
感度電流(mA)	20	21					
動作時間(ms)	50	51					
遮断器No.	7	8	9	10	11	12	備考
感度電流(mA)							
動作時間(ms)							

図—2 ラベル印刷の例。図は、タブレットへ入力した検査データをもとに印刷した漏電遮断器の検査証である。

タ入力やラベル印刷などの運用を柔軟にできるからである。図—2 は、印刷したラベルである。

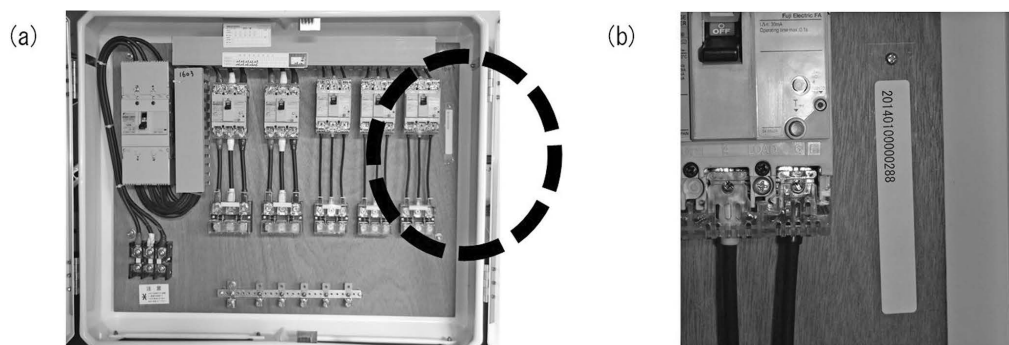
(1) 分電盤の状態

取り扱う分電盤はレンタル製品であるため、お客様先で稼働していたり、工場で製品検査を受けていたり、と様々な場所で異なる状態をとる。例えば、製品はレンタル先へ出庫する前にブレーカーや漏電遮断器の検査を受け、検査証シールを貼付されて出庫を待つ。返却されたものは故障の有無を確認し、必要に応じて修理を行い、その後に製品検査する。そこで、システムでの管理を行うために、業務を分析し管理に必要な状態を定義した (表—1)。また、図—3 に簡単な業務のフローを示す。サイクル状になっているのは、業務がレンタル業であることに由来する。

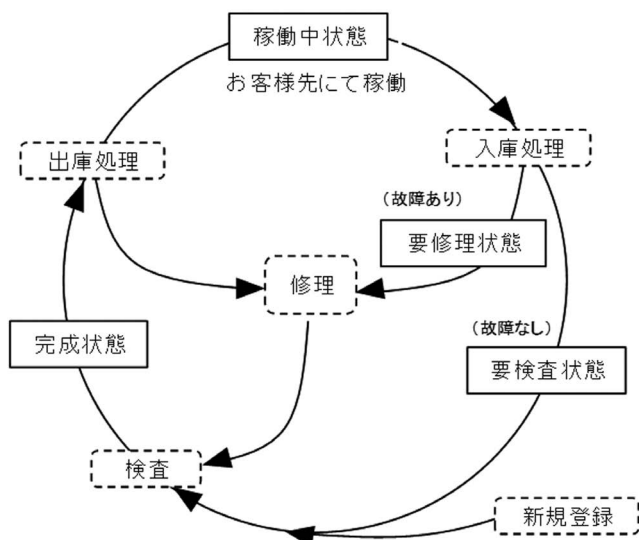
分電盤に RFID タグを貼付して新規登録を行うと、それは製品管理システムのサイクルへ組み入れられ

表—1 製品の管理のための状態と説明

状態	説明
完成	製品に含まれる部品の検査が終了し、製品検査証を印刷発行済みである。製品の出庫前の状態。
稼働中	製品は出庫されており、お客様先で稼働している。
要修理	返却された製品が破損している、もしくは電気的な不具合がある状態。品質規定を満たさない場合。
要検査	製品検査を行う前の状態。



写真—1 (a) 分電盤内部の写真。点線で囲まれた部分に RFID タグが貼付されている。(b) (a) のタグの部分拡大した写真。右側の縦に数字が並んでいる部分がタグである。製品管理システムは、このタグを利用して製品の管理を行う。



図—3 業務フローと製品の状態を示す図。レンタル業務であるためにフローはサイクル状になる。業務と製品状態は対応しており、状態は遷移していく。

「要検査」状態となる。検査が行われると「完成」状態となり出庫を待つ。返却されてくると入庫処理を行い、製品は故障の有無によって「要修理」状態、もしくは「要検査」状態へ遷移する。修理が行われた製品は、「要検査」状態へ遷移する。出庫処理の際に、基準を満足しない部品が製品に含まれる場合は、該当部品を交換するために「要修理」状態へ遷移する。

(2) システムの機能

製品管理システムは、製品状態を管理し、製品検査データ等の入力省力化を支援し、煩雑な情報管理を効率的に実行する。主な機能は、製品の個体識別支援機能、製品情報の入力支援機能、使用電気機器の製造年月検査機能、製品破損写真の撮影取込機能、及び検査証の出力機能である。これらの機能の説明は、表—2 へ示す。

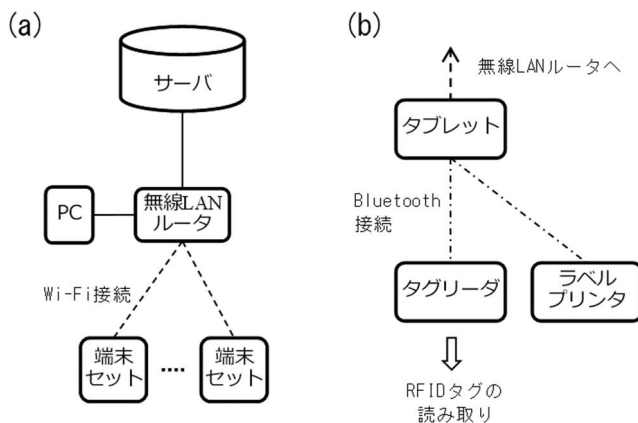
これらの機能が適切に運用されることによって、業務の支援や効率化を行うとともに、電気的な不具合のみならず、使用電気機器の製造年月が品質基準を満たさない製品の出庫を防止する等のレンタル業務の品質向上へ貢献する。

(3) システムの構成

本システムでは、次に挙げる携帯型の端末機器を用いる。UHF 帯 RFID 用のタグリーダ、タブレット、ラベルプリンター、サーバである。特定の拠点で運用する場合には、システムは最小構成でよく図—4 のようになる。RFID タグの情報は、タグリーダを通してタブレットが受け取る。タブレットでは、製品状態の確認、検査データ等の入力、破損写真の撮影、状態の変更（登録、検査、出庫、入庫、及び修理）等の処理を行う。これらすべての情報は、サーバへ送信し集中管理する。サーバでは、集約された情報に基づき、帳票の出力、製品情報の検索、電気的な不具合を含む製品、もしくは品質規定を満たさない製品の抽出、製品の出庫予約などを行うことができる。タブレットの特徴的な画面を図—5 に示す。

ここで注目すべきは、個々の製品に対する処理はすべてタブレットより行われる点である。分電盤は、外形が大きく、重量も軽くはない。そのため、製品に対する作業や保管などは工場で行い、帳票出力など管理情報の取り扱いは事務所で行うといったように、離れた場所で一つの製品に対する業務が行われている。したがって、工場に必要な処理は、携帯端末で柔軟に運用できるようにして、その結果を事務所に設置したサーバへ集約するようにしているのである。

以下の節では、システムを構成する機器について、



図—4 (a) 特定拠点（工場および事務所）で運用する際のシステム機器構成図。(b) (a) の端末セットの詳細図。図中の実線は有線接続、破線は Wi-Fi 接続、一点鎖線は Bluetooth 接続を意味する。

表—2 製品管理システムの機能とその説明

機能	内容
製品の個体識別支援機能	分電盤製品に貼付されたタグ読取時に、製品情報と状態を表示する。
製品情報の入力支援機能	製品状態に対応するデータ入力画面をタブレットへ表示し、簡便な操作でデータ入力できる。
使用電気機器の製造年月検査機能	タグ読取時に部品の製造年月を確認し、製品状態を把握し、該当部品の交換を要請する。
製品破損写真の撮影取込機能	破損製品の写真をタブレットで撮影する。取得写真は、帳票作成等に使用される。
検査証の出力機能	検査データを出力した検査証シールを、携帯プリンターよりラベル印刷する。



図一5 タブレットの画面を示した図。(a) 整備が行われた製品を一覧表示している。この画面では、タブレットから入力が行われた製品の実績を状態別に確認することができる。(b) 分電盤の検査データを入力する画面。矢印で示す行は、部品名の欄が赤く塗られている。この部品が品質基準を満たさず、交換の必要があることを警告している。

さらに詳細に説明する。

(a) UHF 帯 RFID タグ、タグリーダー

タグの一枚一枚には、あらかじめユニークな情報を記録しておき、これを分電盤筐体内部に貼付する。これは、例えば個々の分電盤にシリアル番号を割り付けたプレートを固定することと同じことである。したがって、このタグを読み込めば個々の製品を識別できることになる。プレートを用いる方法との違いは、自動的にシリアル番号を読み取ることができ、それに基づいて一気に製品の情報へアクセスできることである。

本システムでは、RFID タグとリーダーに UHF 帯のものを採用した。これらは、個体識別の特長に加えて、リーダーからタグまでの読み取り距離を延ばすことができるという特長をもつ。それによって、製品内部のタグへ筐体の外側からアクセスしたり、一か所へ集めて保管している製品の情報をまとめて読み出し調べることが可能となる。その際、読み取り距離はリーダーの送信出力に依存するので、目的に応じて出力を調整する必要がある。

(b) タブレット

本システムにおいてタブレットは重要な役割を果たす。すでに述べたようにタブレットは、製品を取り扱う工場での情報処理を一手に担う。さらに、タグリーダーの制御やラベルプリンターへの出力を行う。我々は、タブレットの OS を Android とし、ハードウェアに Nexus7 を採用した。カメラ、Wi-Fi 接続及び Bluetooth 接続を標準でサポートしており、またタグリーダーやラベルプリンターの制御などシステムに必要なものが揃っていたためである。

Nexus7 は、工場などの製品に対する作業の現場で柔軟に運用できる大きさであることに加えて、汎用的なハードウェアであることがメリットに挙げられる。工場で使用されることを考慮すると、故障した際にすぐに別のハードウェアを用意できることもメリットとなる。

(c) サーバ

サーバはタブレットで入力した情報を収集し、すべての情報の管理を行う。また、集約した情報から帳票の出力を行ったり、製品の履歴などを検索することができる。管理している情報は次の通りである。製品状態、各部品の製造年月、各部品の検査データ、出庫日と出庫先、返却日と返却元、破損情報と破損部位の写真などである。

サーバでは、図一6に示すような情報の一覧表示を行うことができる。図一6は基準を満たさない電気機器を使用している製品の一覧である。すべての製品の部品情報を持っているために、このような表示を実現できる。分電盤のレンタル期間は長期であるため、余裕をもって製品を出荷したとしても、レンタルしている間に経年変化により基準を満たさなくなることもある。このように、どの現場でこういった製品が使用されているのかを一瞬で知ることができるため、これらの情報が品質向上の取り組みに貢献することは間違いない。

期限切れ製品一覧																
No	タグID	型式・仕様	データ更新日	状態	部品期限切れ											
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	20140625000001	LLE-100-F	2014/06/25	完成	×	○	×	×	○	○	○	×	○	○	○	○
2	20140625000002	LLE-100-F	2014/05/20	要検査	○	×	○	×	○	○	○	○	○	○	×	○
3	20140625000003	LLE-100-F	2014/06/20	要修理	×	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○
4	20140625000004	LLE-100-F	2014/05/15	稼働中	○	×	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○

図一6 製品の部品状態をサーバへ問い合わせたときの一覧表示画面。各行が各製品の情報を示し、表右側の○と×は各部品に対する判断を示している。○は電気的な品質判定に合格しているものであり、×は不合格であることを意味する。

3. 今後の展望

製品管理システムは2014年9月より本格運用を開始し、分電盤のシステムへの登録をスタートさせた。新規に製造した分電盤や返却されたものに、タグを貼付しシステムへの登録を進めている。日を追うごとに本システムで管理している製品数が増加している。レンタル製品の大半がお客様先で稼働しているために、すべて製品をすぐに登録することはできないが、製品を工場で整備する機会を利用して次々と図—3で示したシステムのサイクルへ加えている。製品がサイクルを循環すればするほど履歴情報が蓄えられ、今後は引き出せる情報が増えていくことが期待できる。

本システムは、図—5に示すようなシステムの最小構成でスタートしている。現在は、システムを利用する他の拠点に対しての追加導入を進めている。拠点の増加とともにサーバの管理コストが増加することが見込まれる。そこで、一定の拠点数へ到達したところでサーバをクラウド上へ移行していきたいと考えている。図—7は、複数拠点でシステムを使用し、サーバをクラウド上で運用する場合のシステム構成図を示している。このときは、全拠点の情報が集約されるので、拠点横断的に情報を検索することができ、1拠点からは得られなかった情報を引き出すことも可能となる。また、サーバがクラウド化されたときには、製品管理システムがインストールされてサーバへの接続が

許可されたタブレットからは、どこからでもアクセスできるようになる。リーダーとタブレットさえあれば、いつでもどこからでも製品の履歴など情報へアクセスができるというメリットを生かした運用を考えていきたい。

4. おわりに

本報文で紹介した製品管理システムは、レンタル電気設備・機器製品の運用管理の効率化支援や製品の品質向上を目的としたものである。我々は本開発プロジェクトを通じて、UHF帯RFIDのトレーサビリティという特長を生かした多量資産の運用管理システムを開発できたと考えている。情報の蓄積が進んだときに、今以上に有意義なデータが引き出せることが予想でき、今後の展開に期待したい。

最後に、ご協力いただいた関係各位に感謝いたします。

JICMA

《参考文献》

- 1) 西松建設、戸田建設、ヨコハマシステムズ：ICタグによる現場労務管理システム、建設機械施工、No. 657, pp. 53, 2004.11
- 2) 伊藤耕一、田口 毅、原田和男：ICタグおよびPHSを使用したトンネル坑内安全管理システム、建設機械施工、No.675, pp. 28-33, 2006.05

【筆者紹介】

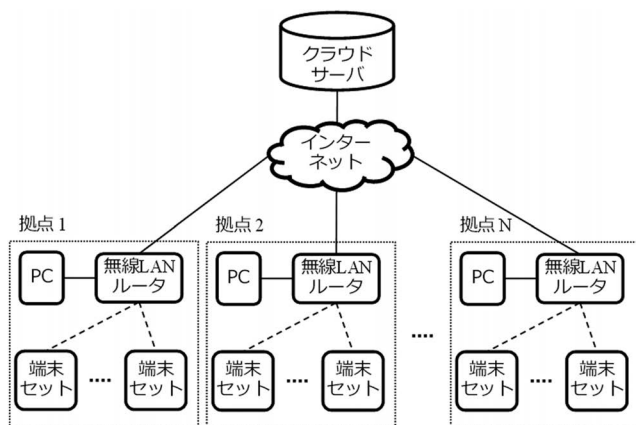
西山 真哉（にしやま しんや）
（株）シンテクノ
業務部



小林 雄一郎（こばやし ゆういちろう）
（株）シンテクノ
第二営業部



中川 健（なかがわ たけし）
（株）ヨコハマシステムズ
システム第一事業部



図—7 複数拠点でクラウド上で製品管理システムを利用し、サーバをクラウド上で運用するシステムの最大構成図。クラウド化した場合には、拠点間でデータを共有することができ、拠点横断的に情報の検索や管理を行うことができる。