

27. UHF 帯 RFID を用いたレンタル電気機器管理システムの開発

－ レンタル製品の個体管理と履歴データの利用 －

株式会社ヨコハマシステムズ ○ 中川 健
株式会社シンテクノ 庄野 雅治
秋山 道春

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。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、様々な環境で使用される機器の安全性をこれまで以上に高めるために、機器の品質管理を目指したものである。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。

1.1 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。中でも分電盤は、動力、電灯を使用する際に、機械・照明に直接電力を行い、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。こうした中で、我々の運用数量はその必要性から多量であり、さらに分電盤 1 面に多くの電気機器を内蔵しており、お客様に安心して使用いただくために、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。

1.2 分電盤の品質

通常、分電盤はレンタル前にブレーカーと漏電遮断器の電氣的検査を行い、正常な動作の確認し、品質を維持する。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。

1.3 目的

レンタル電気機器に対する製品管理システムでは、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. 製品の個体管理システム

2.1 システム概要

本システムは、製品に貼付した RFID タグ (写真—1) 利用して製品個体の管理を行う。このタグにはユニークな ID 情報が書き込まれており、それをタグリーダーで読み込むと製品個体を識別することができる。タブレット端末でその個体 ID を自動的に受け取り、それに対する業務情報を入力することにより製品個体毎の情報管理を行う。これらの情報はサーバーへ集約し集中管理し、サーバーでは集計した多量の製品管理情報の閲覧機能や帳票出力機能を提供する。

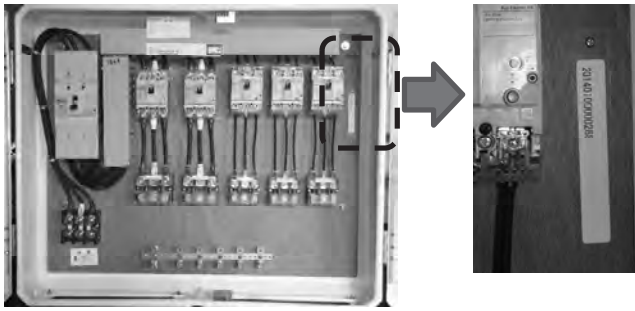


写真-1 RFID タグ（破線の枠内）を固定した分電盤内部の写真。右側は、破線枠内のタグの部分拡大した写真。

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、製品検査証が印刷発行済み。製品の出庫前状態。
稼働中	製品は出庫されており、お客様先で稼働中。
要修理	返却された製品が破損、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。

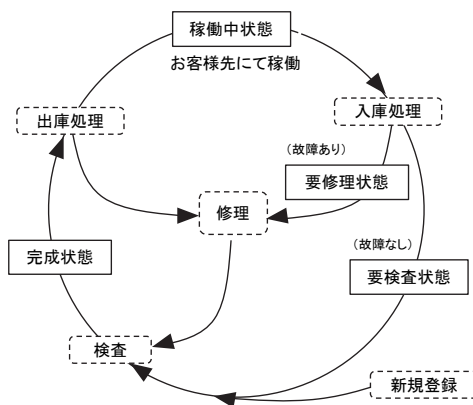


図-1 製品状態のフロー図。実線の枠は状態、破線の枠は、業務を示す。

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をタブレットから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、交換が必要な部品の修理を促す。
製品破損写真の撮影機能	破損製品の写真をタブレットで撮影する。写真は、修理見積書作成に使用する。
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。

2.2 製品管理のための状態

本システムでは、業務上の管理対象とする製品の状態（表-1）を定義し、これに紐付ける形で情報を記録する。製品状態のフローを図-1 に示す。サイクル上になっているのは、業務がレンタル業であることに由来する。

RFID タグを貼付して新規登録を行った製品は、システムのサイクルへ組み入れられ「要検査」状態となる。工場で整備し検査を実施した後は、ラベルプリンターより検査証（図-2）を印刷し、検査証が貼付された製品は「完成」状態となり出庫を待つ。返却された製品は入庫処理を行い、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。修理が完了した製品は、「要検査」状態へ遷移する。

2.2 システムの機能

本システムは、製品状態を管理し、製品検査データ等の入力の省力化を支援し、煩雑な情報管理を効率的に実行する。主な機能は、表-2 へ示す。

(1) タブレットの機能

タブレットは、製品個体に対する業務情報の処理を一手に担う（図-3）。タグリーダーを通じて RFID 内の ID 情報を読み出し、図-1 のフローに従い、製品状態の確認、検査データの入力、検査証の発行、破損写真の撮影、状態の変更（登録、整備、検査、出庫、入庫、及び修理）等の処理を行う。

(2) サーバーの機能

サーバーは、タブレットで入力した情報を集約し、すべての情報の管理を行う。集計した情報の帳票出力や、製品履歴の閲覧ができる。管理している情報は、製品状態、製品に内蔵する部品の製造年月、部品の検査データ、出庫情報、返却情報、破損情報と破損部位の写真などである。また、帳票の出力や製品の出庫予約などを行うことができる。

(3) 品質向上のための機能

分電盤のレンタル品は、長期間使用される電気設備であるため、部品状態の管理は特に重要である。図-3 (b) に示す画面では、電気的な不具合や、使用電気機器の製造年月が品質基準を満たさないことを警告し出庫を防止する。また、図-4 に示す画面では、基準を満たさず交換が必要な部品を内蔵する製品一覧を確認することができる。

これらの機能により、業務の支援や効率化を行うとともに、特に、電気的な不具合や、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。このように、本システムはレンタル業務と製品の品質を向上させることができる。

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より印刷した漏電遮断器の検査証である。



図-3 タブレットの画面の例。(a) 整備された製品を一覧表示している。(b) 分電盤の検査データを入力する画面。矢印の行は、この部品が品質基準を満たしていないことを強調表示している。

製品部品の状態一覧																			
No.	タグID	型式・仕様	データ更新日	状態	部品品質判定														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	20140625000001	LLE-100-F	2014/06/25	完成	×	○	×	×	○	○	×	○	○	×	○	○	○	○	
2	20140625000002	LLE-100-F	2014/05/20	動作中	○	×	×	×	○	○	×	○	○	×	○	○	○	○	
3	20140625000003	LLE-100-F	2014/06/20	動作中	×	○	×	×	○	○	×	○	○	×	○	○	○	○	
4	20140625000004	LLE-100-F	2014/05/15	稼働中	○	×	○	×	○	○	×	○	○	×	○	○	○	○	

図-4 製品の部品状態一覧を示すサーバーの閲覧画面。表右側は各部品状態に対する判断を示しており、×印は電気的な品質判定が不合格であることを意味する。



図-5 システムで使用する携帯端末。(a) タブレット (Google 社製 Nexus7), (b) タグリーダー (D.O.TEL 社製 DOTR-910J), (c) ラベルプリンター (ブラザー 社製 RJ-4030)。

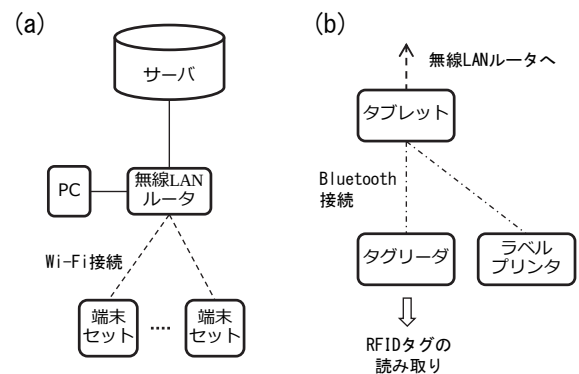


図-6 (a) 特定拠点で運用する際の最小システム構成図。(b) (a) の端末セットの詳細図。

2.2 システム構成

本システムは、端末機器とサーバーで構成される。端末機器は、タグリーダー、タブレット、ラベルプリンターである（図-5）。製品の個別情報の収集は、すべて携帯機器で行い、柔軟に運用できるようにしている。システムは、最小構成のとき図-6 のようになる。タブレットはサーバーとネットワーク接続しており、タグリーダーとラベルプリンターは、タブレットから Bluetooth 接続を通して制御している。

(1) UHF 帯 RFID タグ、タグリーダー

RFID タグとリーダーには、UHF 帯のものを採用した。タグリーダーの送信出力を調整することにより、リーダーからタグまでの読み取り距離を数 cm～数 m まで調整することができる。このことを利用し、製品内部のタグへの筐体外側からアクセスや、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。

(2) タブレット

タブレットは、カメラ、Wi-Fi 接続及び Bluetooth 接続をサポートする標準的な Android タブレットを使用する。大きさは、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ように7インチを採用した。

(3) サーバー

複数拠点のデータを集約する場合には、図-7 に示すシステム構成にする。このときは、拠点間でデータを共有できるため、拠点横断的に情報を閲覧することができ、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。

3. 製品個体データの利用

本システムは2014年9月より本格運用を開始し、分電盤製品の運用データを蓄積している。これらのデータは、以下のように利用している。

3.1 データ登録実績

まず、現在のシステムへの製品登録実績を示

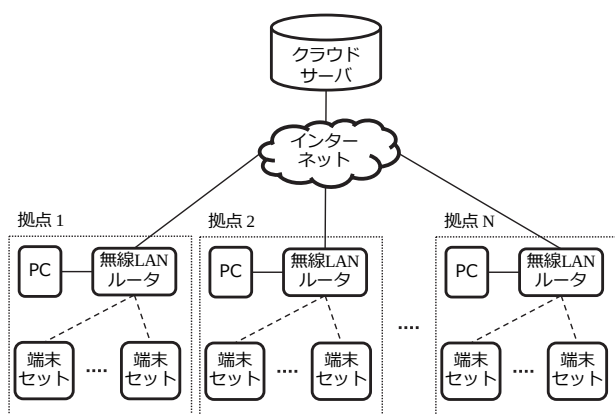


図-7 複数拠点データを集約する際のシステム構成図。

表-3 システムでのシンテクノにおける製品管理実績数

拠点	厚木工場	埼玉工場
稼働期間	1.5年	1年
管理製品数量	約1,000	約2,000
登録部品数	約5,000	約10,000

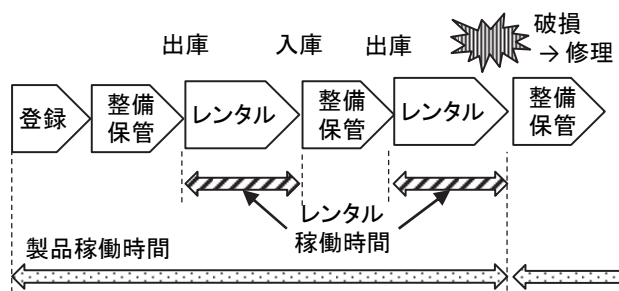


図-9 製品ライフ管理の図。製品が登録から破損するまでの期間の例を示している。

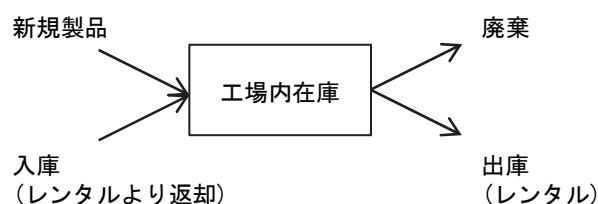


図-9 工場内在庫に影響を与える主要素。

す。管理対象のレンタル製品は、大半はお客様先で稼働しているために、新規に製造した製品や、返却により入庫した製品にタグを貼付しシステム登録を進めている。表-3 に示す登録数量で管理データを蓄積し、データ利用の評価をしている。

3.2 取得データ

本システムは製品個体別に業務履歴を保存する。履歴取得は、これまでに述べたように、図-8 に示す各業務のタイミングで実施する。製品の履歴データからは、各業務の記録だけでなく、

製品個体が特定の状態にある時間を引き出すことができる。例えば、図-8 のような新規登録後に破損するまでの時間（製品稼働時間）や、これに対してレンタルされて製品が稼働している時間（レンタル稼働時間）である。また、製品に含まれる部品毎に破損するまでの期間を求めることもできる。

3.3 データ利用

製品個体毎の履歴データは、製品別に集計することによりレンタル業務の運用に有効なデータとなる。

(1) 製品個体の運用性能評価

分電盤製品個体別に履歴を参照することにより、製品別のデータを集計し生産量、整備もしくは修理の履歴から、運用性能を評価することができる。

(2) 製品別および部品別の製品稼働時間やレンタル稼働時間

図-8 に示した稼働時間からは、製品別の稼働率を求めることができる。また、レンタルの履歴と合わせて、レンタル先の建設現場環境（例えば、建築、土木、設備工事など）に依存した製品に対する、稼働率という観点からの負荷を推定することができる。

(3) レンタル製品の適正在庫

図-9 に示すように、レンタル業務における出荷量（出庫量）は、製造した新規製品だけでなく、レンタル先より返却された入庫量にも依存する。製品個体別の収支傾向や稼働率は、そのレンタル製品の適正在庫を求めるためのデータとなり、業務の効率化が期待できる。

4. おわりに

本システムは、レンタル電気設備機器を対象にした多量資産の運用管理の効率化支援や製品の品質向上を目的として開発を行った。情報の蓄積が進むことにより、今以上に有意義なデータが引き出せることが期待できる。

最後に、ご協力いただいた関係各位に感謝いたします。

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