

## 技術資料



## Technical Data

# 鉄鋼業界における RFID を活用した 設備予備品管理システムの開発

野村早織\*, 瀧澤順哉\*

## Development of Spare Parts Control System for Equipment by RFID Tags in Steel Industry

Saori Nomura and Junya Takizawa

### Synopsis

*All facilities are operated and controlled with daily maintenance by specific engineers in Chita plant of Daido steel. According to the result of analysis of the maintenance work, the engineers spent much time to manage the amount of spare parts and have many problems to manage daily inventory of spare parts.*

*Identification technique using RFID tags was applied to improve management of spare parts. As a result, it becomes to be possible that each spare part was identified with some distance between the spare part and a RFID-tag.*

*The development of managing spare parts at rolling plants in Chita plant using RFID tags shall be introduced as one of the success uses. This report shows the way of improvement of daily inventory work for metallic spare parts by using mass production nonmetallic RFID-tag.*

2012年11月8日受付

\* (株)スターインフォテック知多センター (Chita Center, Star Info Tech Co., Ltd.)

## 1. はじめに

大同特殊鋼(株)知多工場（以下、当工場という）は、配合・溶解・精練・鑄造・圧延の製造プロセスを有している。当工場は数多くのユーザーを抱えており、客先納期を守る為に、非常にタイトな生産スケジュールが組まれている。設備故障時には、担当者が迅速に故障部品を交換するが、定期的な設備メンテナンスが安定操業の為に最も重要である。

## 2. 予備品管理システム開発の背景

当工場の設備部門全体で、月間約 6200 時間をメンテナンス業務に使用している (Fig. 1)。予備品管理の業務を調査した結果、日々の受払管理と定期棚卸作業に多大な工数を投入していることが判明した。従来の棚卸作業は、1 回に延べ 34 名を投入 (計 400 時間) し、年間 3 回 (上半期 9 月と年度末負荷分散のための 2 月と 3 月) 実施していた。これだけの時間を必要とする理由は、各予備品に貼付された各種管理ラベルと台帳を、目視で突き合わせ確認を行っていた為である。また予備品の欠落を防止するために、過剰な在庫保有となっているのも棚卸工数増の原因である。

当工場では約 3 万 5 千個ほどの予備品を保有するため、システムによる改善によって、管理工数削減および適正在庫管理の面で、大きな効果が見込めると考えた。

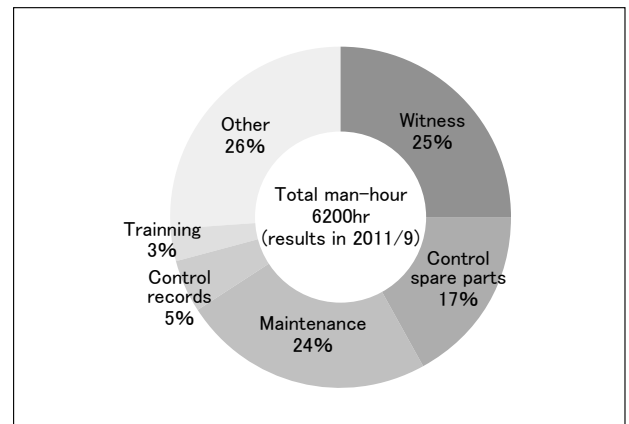


Fig. 1. Job contents of maintenance.

## 3. 予備品管理システム開発の目的

備品管理業務の問題分析と対策の方向性について、Table 1 に示す。

Table 1. Problems and solutions.

Bussiness	Problem	Solution	Priority level
Inventory	Troublesome and time-consuming visual check	Simplifying by automatic detect system	1
	Difference of worker's skill		
	Deterioration of inventory accuracy	Reduction of inventory time	
	Complication of information maintenance	Automatic download of inventory data	
	Deterioration of inventory accuracy by omitted maitenance	Accuracy improvement by real time collecting information	
Entering and leaving a warehouse	Omitted maintenance of inventory informain		

棚卸業務の改善及び、既存の予備品管理システムにおける情報メンテナンス業務の改善のため、

- ・設備予備品の在庫情報の精度向上
- ・予備品管理業務の効率化
- ・適正在庫管理、管理業務のスリム化

を開発目的とした。適用及び評価場所として、当工場内の小型圧延工場（以下、SR という）における予備品置場（Fig. 2）をパイロット職場とした。その理由は以下の2点である。

- ①他予備品置場と比較して環境が良い(屋内の為、粉塵が少ない)
- ②予備品が一つの置場に集約されている(システム評価が容易)



Fig. 2. Spare parts place in SR.

工場における予備品の管理品目は「設備予備品」と「一般予備品」の2種類に分類され、それぞれは一定の発注時単価で区分け管理されている。また各予備品は、設備予備品が400個弱、一般予備品は3万4千個強である。

各種予備品の代表的なものとしては、

- ・設備予備品：ベアリング
- ・一般予備品：スクリーンナット

などが挙げられる。

今回のシステム管理対象には、設備に直結している「設備予備品」を選定した。適用場所と管理品目を考慮した上でステップ分けを行い、開発計画を立案した。

最終目標となる当社全工場への展開までの計画を Table 2 に示す。本報告では、Table 2 におけるステップ2までを紹介する。

## 4. システム開発の内容

### (1) 導入手法の検討

現在の予備品における識別方法について説明する。

設備予備品は「白エフ」と呼ばれる管理ラベルで、透明な袋に入れた状態で針金で括り付けている（Fig. 3）。

Table 2. Development plan.

Step	Purpose	Application place	Result(effect)				Spare parts of facility	Normal spare parts	Schedule
			Inventory	Spare parts maintenance	Reduction of spare parts	Qualitative effect			
1	Improvement of inventory work	SR	○ ▲18h/year			・Improve of inventory accuracy ・Improve of skill	○		Jan.,2012 complete
2	Improvement of spare parts maintenance	Same as above		○		・Keep inventory accuracy	○		July,2012 complete
3	Expansion of control items	Same as above	○	○		・Improve inventory precision	○	○	2nd half of 2012
4	Apply for Chita Plant	WR	○ ▲1,000h/year	○		・Maintain inventory precision	○	○	2013
5	Apply to other factories of Daido Steel	Other factories in Daido Steel	○	○	○	・Improvement of control level	○	○	Next plan

また、一般予備品には作業者による手書きで作成された「予備品シール」が貼付されている (Fig. 4)。

棚卸業務改善及び日々の受払業務改善を行うには、現物及び管理ラベルに自動認識システムを採用することが必要である。



Fig. 3. White label.

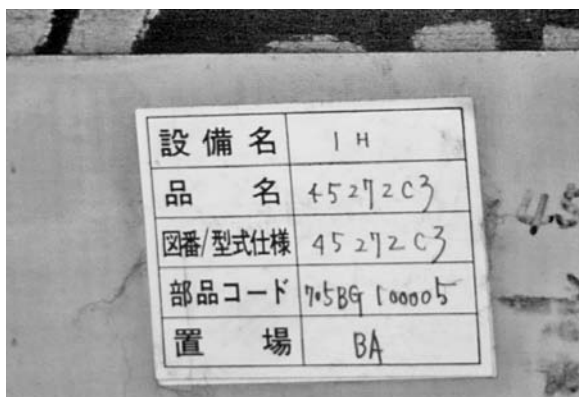


Fig. 4. Spare part sticker.

世の中に出回っている代表的な自動認識システムは、BC (Bar Cord) と RFID (Radio Frequency Identification) の2種類である。多くの流通商品がコストの面から BC で管理されている。しかし BC の読み取りには、印字面に近接して認識する必要がある。

一方、RFID は、タグに埋め込まれた ID 情報を近距離の無線通信により読み取るもので、BC と比べコスト増となるが、読取り対象から離れて認識できる。そのため、レンタル商品やアパレル商品の管理さらに電子マネー等でも利用されている。SR 予備品置場の環境を考慮した上で、導入方法の検討を実施した。

予備品置場の環境特性とシステムに求める条件を以下に記す。

<予備品置場の環境特性>

- ・棚卸対象品が点在
- ・置場は東西 6 m, 南北 10 m
- ・棚の高さ 2 m, 奥行き 1.8 m
- ・棚の中が暗い (10 lux 程度)
- ・長期間保管のため、予備品ラベルが汚れて見辛い

<システムに求める条件>

- ・容易に短時間で複数の読取りができること
- ・識別子の向きの意識が不要
- ・作業者が大きく移動せず、予備品を読み取れること (必要距離は Fig. 5 記載)
- ・読取り時に識別子の汚れによる影響を受けないこと

以上を考慮して、BC と RFID の性能比較を実施し、検討の結果を Table 3 に示す。

Table 3 から、RFID の優位性とコスト及び近傍金属の影響による弱点が分かる。

また、Table 4 に示すとおり RFID は、周波数帯によって 4 種類に大別される。今回、7 m の広さをカバー出来る UHF 帯を識別手段の候補とした。

Table 3. Comparison of BC and RFID.

	RFID	BC
Non-distractive collection	○ Possible	○ Possible
Simultaneous recognition	○ Possible	× Impossible
Effect of dusty	○ None	△ Depend on condition
Effect of water	△ Depend on frequency	○ None
Effect of metal	× Effective	○ None
Directivity	△ Depend on frequency	×
Communication distance	~ 7 m	~ 10 cm
Amount of information	~ 8kbyte	~ Several kbyte
Cost	High	Low

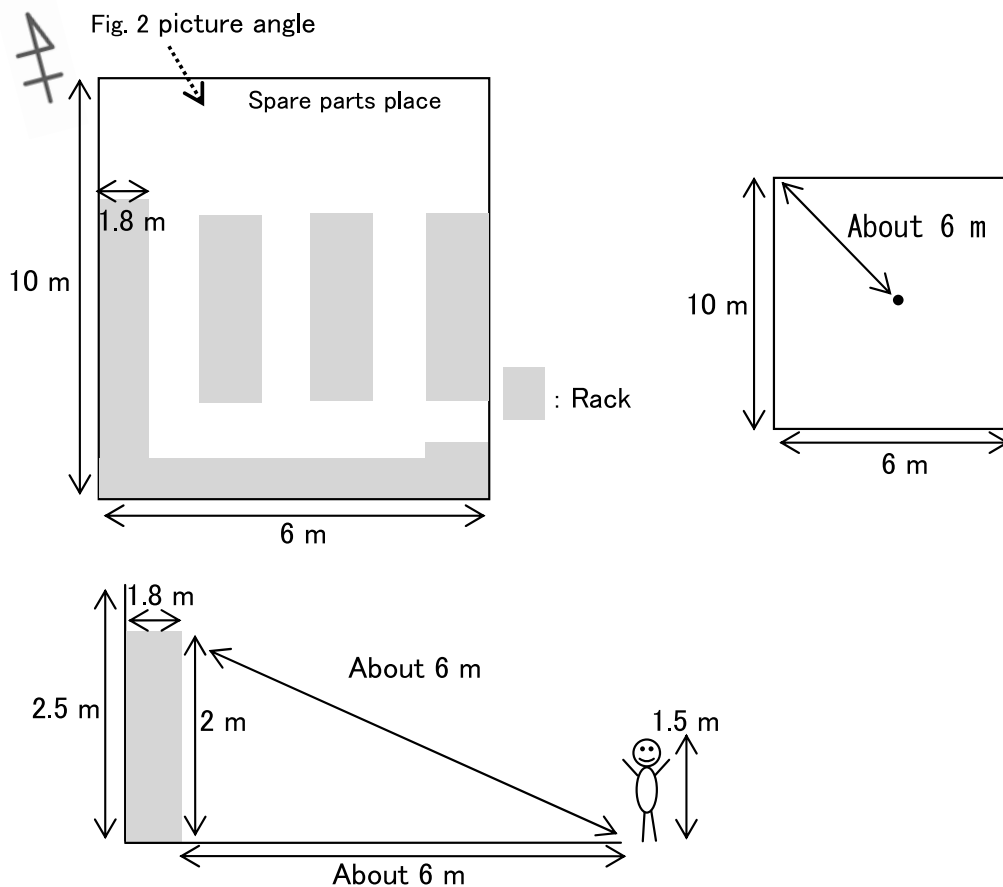


Fig. 5. Readable zone.

Table 4. Comparison of RFID standards.

Method	Electromagnetic induction		Electric wave	
Frequency	Long wave zone	Short wave zone	<b>UHF zone</b>	Micro wave
	~135 kHz	13.56 MHz	<b>860~960 MHz</b>	2.45 GHz
Communication distance	~10 cm	~70 cm	<b>~7 m</b>	~2 m
Directivity	Wide	Medium	<b>Medium</b>	Narrow
Transmission rate	Late ..... Fast			
Use	Automatic settlement of company cafeteria	Felica (electronic ticket)	Inventory control of product	Control of container

## (2) 導入前テスト

### ①テスト条件

SR 予備品置場の環境下における読取りテスト条件は、以下の通りである。

<テスト実施情報>

実施場所：SR予備品置場

使用機器：ATID社製 RFIDハンディリーダーライター  
AT870-RF

使用タグ：パッシブ型・ドッグボーン型タグ

(汎用的であり、非金属用のため比較的low価格)

<環境情報>

RFIDは水分に弱いという特性を考慮し、晴天時と雨天時でテストを実施した。

【晴天時】 温度：26℃ 湿度：34% 照度：250 Lux

【雨天時】 温度：16℃ 湿度：71% 照度：180 Lux

### ②テストパターン

パッシブ型タグの中には、コイル状のアンテナが存在している。コイル状のアンテナにリーダーから電波を当てることで電気が発生する。電波によってアンテナが駆動し、リーダーが認識するという仕組みであるが、金属が近傍配置されると磁場の影響を受け、読取り率の低下に繋がる。

設備予備品は金属製であるため、読み取り率を確保することが一番の難所であった。

予備品とタグの距離、タグとリーダーの距離を考慮し、テストパターンを決定した。

<テストパターン>

・予備品とタグとの距離

金属から 10 cm, 5 cm, 3 cm, 1 cm, 0.8 cmおよび直接貼付の全6パターン

・タグとリーダーまでの距離

1 m~ 7 mの距離の1 m刻みで各10回ずつ

<テスト結果考察>

テスト結果を Fig. 6, Fig. 7 に示す。

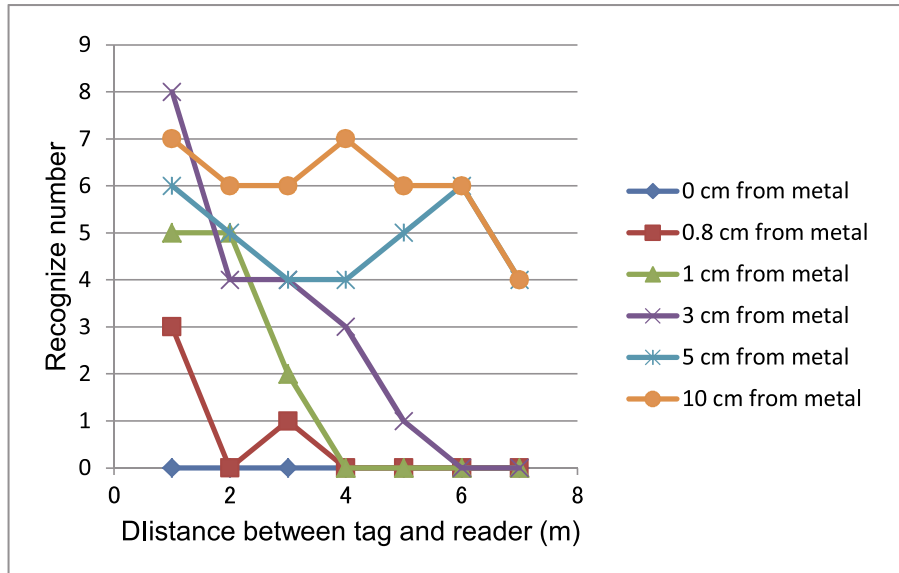


Fig. 6. RFID reading test in fine weather.

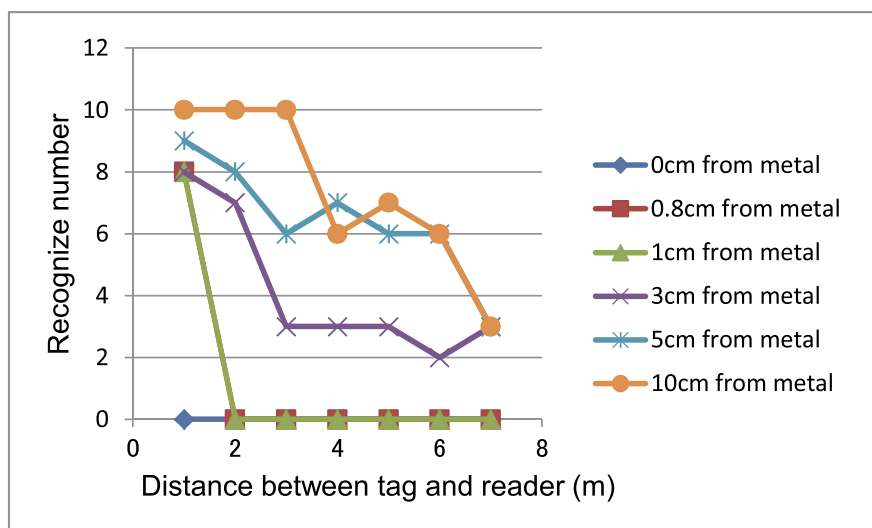


Fig. 7. RFID reading test in wet weather.

- ・ Fig. 7に基づくと、金属とタグを離すことで読み取り率を確保できる。
- ・ また、リーダーとタグまでの距離は遠ざかるほど読み取り率が低下する。
- ・ 3 cm以上の空間を確保し、読み取りたい対象物が概ね 2 m以内であれば高い読み取り率を確保することができる。
- ・ タグが濡れない程度の湿度においては、読み取り率の変化が見られない。

### (3) システム開発内容

当社の予備品管理システムとしては、既に『COMMAND (COntrol system for MAintenance of Daido)』が存在しており、COMMANDの機能拡張として実施した。

開発内容を前述 Table 2 のステップ 1 とステップ 2 に分けて以下に報告する。

#### ①ステップ 1 (棚卸業務改善)

棚卸後は、その結果を COMMAND に反映するため登録作業が必要である。

棚卸作業と登録作業の簡素化を目的として、ステップ 1 を実施した (Fig. 8)。

#### ・ 識別方法の改善 1 (管理ラベルへの RFID 組込み)

設備予備品の管理ラベルである白エフに UHF 帯 RFID

を採用した。RFID 付きの白エフを従来とおり針金で括り付けることで、空間の確保と外見を変化させることなく、導入することができた。

#### ・ 識別方法の改善 2 (置場タグの新設)

棚卸を行うためには、予備品情報と置場情報が必要である。予備品のタグと置場情報のタグの読取りとシステムによる紐付けによって、置場情報の精度確保を狙った。

今回、棚識別用の管理タグ (=置場情報) を準備し、置場タグと命名した。

SR 予備品置場には 43 の棚が存在しており、各棚も金属製であるために白エフ同様、読み取り率の低下回避策が必要である。

置場タグには、大同特殊鋼(株)研究開発本部で開発された磁性シートをタグ裏面に貼付することで金属からの影響回避を実現した<sup>1)</sup>。

#### ・ 棚卸作業の改善

導入前テストで使用したハンディリーダーライタで棚卸を行う。予めハンディ内に棚卸対象情報・置場情報をダウンロードしておき、ハンディをかざして置場内を歩くことで、リーダーと予備品の距離を短くし、読み取り率を向上 (現実的には 100%) させた。

棚卸後は、ハンディと COMMAND を連携させ、棚卸結果を COMMAND に反映させるようにした。以上の作業方法により、棚卸を劇的に改善することができた。

## ②ステップ2(日々の受払業務改善)

日々の予備品管理業務の一つに、予備品の受払いにおけるCOMMANDへの入出庫登録がある。予備品がメーカーから納品され、置場に置くことを入庫、置場から持ち出すことを出庫と呼ぶ。

この業務の問題点としては、入出庫時のCOMMANDへの登録が後手に回り、在庫情報の精度が低下することである。

また在庫情報の精度低下を懸念し、過剰な在庫保有に至るといった問題点も抱えている。

以上の背景から、ステップ2として受払い情報のリアルタイム収集を目的とした入出庫登録業務の自動化を実施した。

導入ハードとしては、予備品のRFIDタグ(白エフ)を検知させるためのRFIDゲートを予備品置場の出入り口に配置、物の移動方向を検知するセンサーをゲート足元に設置した。ゲートの設置状況をFig.9に示す。

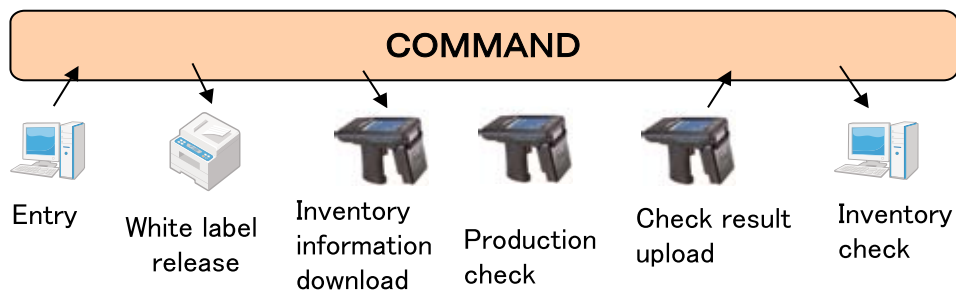


Fig. 8. Spare parts control system outline of step 2.

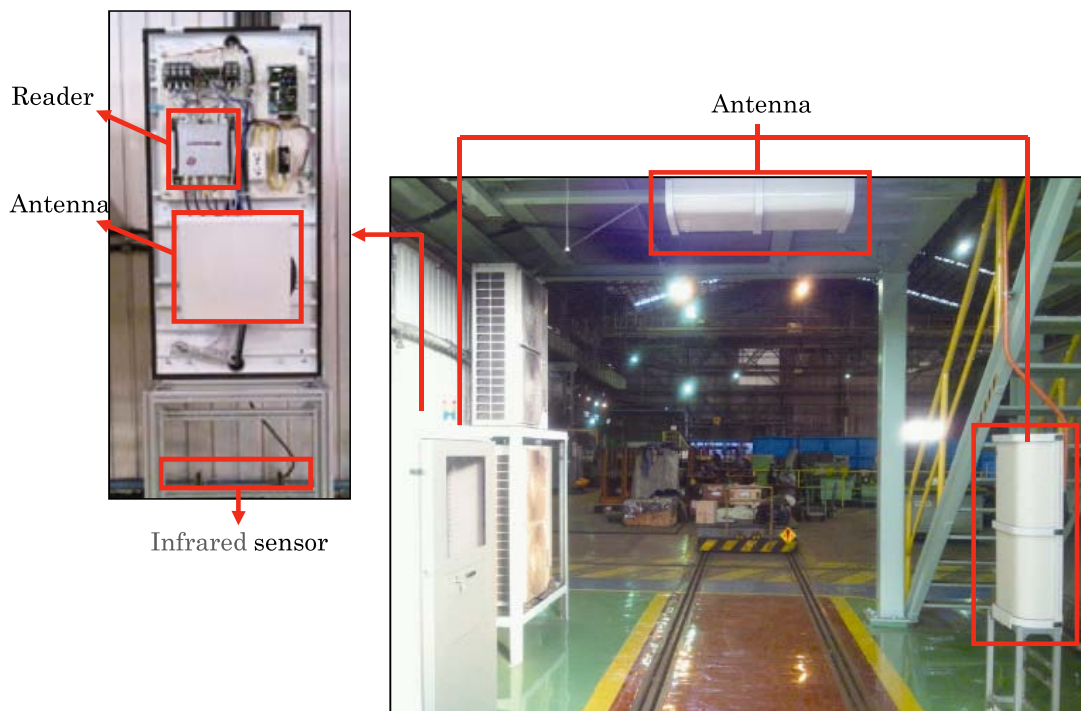


Fig. 9. Setup of gate.



ゲート通過時に白エフの RFID 情報と移動方向の情報を自動リンクさせ、COMMAND へ自動伝送させる仕組みとすることで、受払い情報の自動更新を実現した。

運搬方法は、従来通り「手持ち」「手押し平台車」「ハンドフォークリフト」「レール台車」の全ての手法で可能とさせるべく、以下の通りの運用制限を与えることで RFID の読取率を向上（実際は 100%）させた。

- ・通常の歩行速度以下で移動すること
- ・センサーの誤検知を防ぐ為、入出庫時は必ず 1名の作業員で行うこと
- ・作業員人体に白エフを接触、近接させないこと（読取り率低下防止の為）
- ・アンテナ中心部から 2.5 m 範囲内に余分な白エフが無いこと
- ・搬送時には可能な限り白エフをアンテナに向けること・読取り率低下を防止するために、白エフを金属面で挟まないこと

## 5. システム評価

延べ7か月に渡る今回のシステム開発を実施した事によって、下記のような様々な効果を上げ、現場作業及び今後の予備品管理に大きく貢献することができた。

### (1) ステップ1 「RFIDを用いた棚卸業務改善」

#### ① 定量効果

・棚卸工数削減

18 hr/3回・年 → 0.3 hr/3回・年

（純粋な棚卸工数で比較、情報メンテ工数は除く）

#### ② 定性効果

- ・棚卸時の肉体的作業負担だけでなく、精神的な負担を大きく低減。
- ・薄暗い中で、棚の奥に潜り込む必要が無くなった。また、棚への昇降を不要としたため安全性が向上。
- ・棚卸作業が、簡単且つ確実に became ことにより、従来よりも棚卸作業を気軽に、且つ数多く実施することで予備品管理の精度向上に寄与。

### (2) ステップ2 「RFIDゲートを用いた日常の受払業務改善」

#### ① 定量効果

- ・受払情報の自動収集により、予備品管理情報の登録忘れを ZERO 化。

#### ② 定性効果

- ・設備トラブル対応時の予備品情報メンテの煩わしさから解放。
- ・入出庫状況及び頻度を定量的に把握できるようになった。

これにより、予備品の適正在庫管理へ一歩前進させることができた。

最後に、2つのステップを実施した後のハード構成図を Fig. 10 に示す。

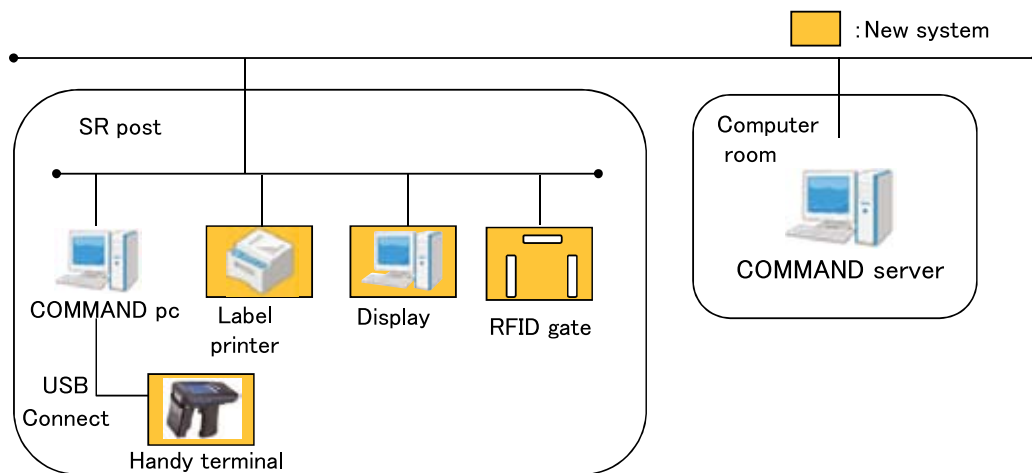


Fig. 10. Hardware workflow

## 6. 結 び

- (1) 今後の展開
- ・12年下期において、一般予備品をターゲットとしたステップ3を実施。
  - ・最終的に、大同特殊鋼内の他工場への展開を計画。
- (2) 協力頂いた関係各位(役職及び勤務先は、2012年9月現在)の御紹介

最後に今回のシステム開発における関係各社・各位を紹介し、本報告の結びとすると共に、関係各社・各位への御礼に代えさせていただきます。

- ①大同特殊鋼(株) 特殊鋼製品本部  
知多工場設備センター 島ノ江様, 草貫様, 後藤様,  
田端様
- ②大同特殊鋼(株) 生産改革部 モノづくり改革室  
小澤様
- ③大同特殊鋼(株) 研究開発本部 電磁材料研究所  
軟磁性材料研究室 深瀬様
- ④マイティカード(株) 取締役技術本部長 平野様  
営業マーケティング本部 池田様
- ⑤(株)S A T O 名古屋支社 熊谷様

### (文 献)

- 1)ハロゲンフリー 高透磁率ノイズ抑制シート  
ハイパーシールド[HS14]:電気製鋼82(2011),97