

平成18年度
ICタグ（RFID）活用による
航空貨物輸送の機能向上に関する
実証調査報告書

平成19年3月

国土交通省 航空局

目次

1	実証調査の概要.....	1
1. 1	背景と目的.....	1
1. 2	実証調査の実施体制.....	1
1. 3	実証調査の実施シナリオ.....	2
1. 4	実証調査のスケジュール.....	8
2	実証調査の実施内容と方法.....	9
2. 1	各レーンでの実施内容.....	9
2. 1. 1	レーン 1.....	9
2. 1. 2	レーン 2.....	23
2. 2	実証調査用の情報管理システム.....	35
2. 2. 1	IC タグ R/W.....	35
2. 2. 2	IC タグ.....	39
2. 2. 3	航空貨物輸送情報管理アプリ（サーバ部）.....	43
2. 3	実効性等確保のための実施策.....	49
2. 3. 1	事前検証の実施.....	49
2. 3. 2	IC タグの運用方法.....	62
2. 3. 3	アンテナの設置方法.....	66
2. 3. 4	IC タグの改良点.....	74
3	実証調査の結果及び分析.....	77
3. 1	IC タグの読取／データアップロード／書込結果.....	77
3. 1. 1	個品タグ.....	77
3. 1. 2	コンテナタグ.....	82
3. 1. 3	セキュリティタグ.....	83
3. 1. 4	コンテナタグ及びセキュリティタグの読み取りに関する考察.....	85
3. 2	航空貨物輸送情報の階層的な管理.....	87

3. 3	貨物およびコンテナのトレーサビリティ	88
3. 4	爆発物検査結果の IC タグへの書込みによるセキュリティ強化	90
3. 5	輸送過程におけるコンテナ開扉状況の監視	91
3. 6	情報管理システム評価	93
4	IC タグ活用による航空貨物輸送の機能向上に関する導入効果	95
4. 1	従来業務の効率化、正確性向上の観点	95
4. 2	情報共有化（トレーサビリティ）の観点	104
4. 3	セキュリティ向上の観点	109
4. 4	新たな付加価値創出の観点	113
5	IC タグ導入・運用に関する課題	114
5. 1	技術面での課題	114
5. 2	運用面での課題	115
5. 3	今後の展望	116
5. 4	国際航空貨物への展開	118

1 実証調査の概要

1. 1 背景と目的

現在、経済のグローバル化や国際水平分業の展開により、航空貨物需要は増大を続けており、その需要の増大に対応できる迅速性が航空貨物輸送には求められている。

その一方で、米国で起きた同時多発テロ以降のセキュリティ対策の強化は、セキュリティチェック等のために要する時間により、航空貨物輸送の特色である速達性を損なわせる一因となっている。

このような状況のなかで、航空貨物輸送サービスレベルの維持・向上とセキュリティレベルの確保・向上の両立化を図るには、航空貨物輸送業務の一層の効率化および情報共有化が必要であると考えられる。

本調査は、IC タグ (RFID) を活用し、業務の一層の効率化と情報共有化を図り、航空貨物輸送の機能向上を図ることを目的として実施した。

1. 2 実証調査の実施体制

本実証調査の実施体制 (図 1-1 参照) として、フォワーダは「近鉄ロジスティクス・システムズ (以降 KLS)」、「近鉄エクスプレス九州 (以降 KWE 九州)」、および「JAL ロジスティクス (以降 JLI)」の 3 社、航空会社は「日本航空 (以降 JAL)」と連携して行った。また、今回の調査は対象が国内路線であるが、IC タグの活用は既に国際路線への展開事例も報告されていることから、本調査で得られた成果・知見に国際輸送の観点も盛り込むとの意図でオブザーバとして「近鉄エクスプレス (以降 KWE)」も検討に加わった。

また、本実証調査の遂行上必要な、航空貨物輸送における一連の情報を管理するための情報管理サーバの開発業務および IC タグ関連機器の設置、調整の担当として、パナソニック システムソリューションズ社 (松下電器産業株式会社 社内分社 略称 PSS) が参加している。

実証調査の実施空港・路線については、出発空港を「東京国際 (羽田) 空港 (1 種)」、到着空港を「福岡空港 (2 種 A)」とした一路線・片道をフィールド (レーンと称す) としている。

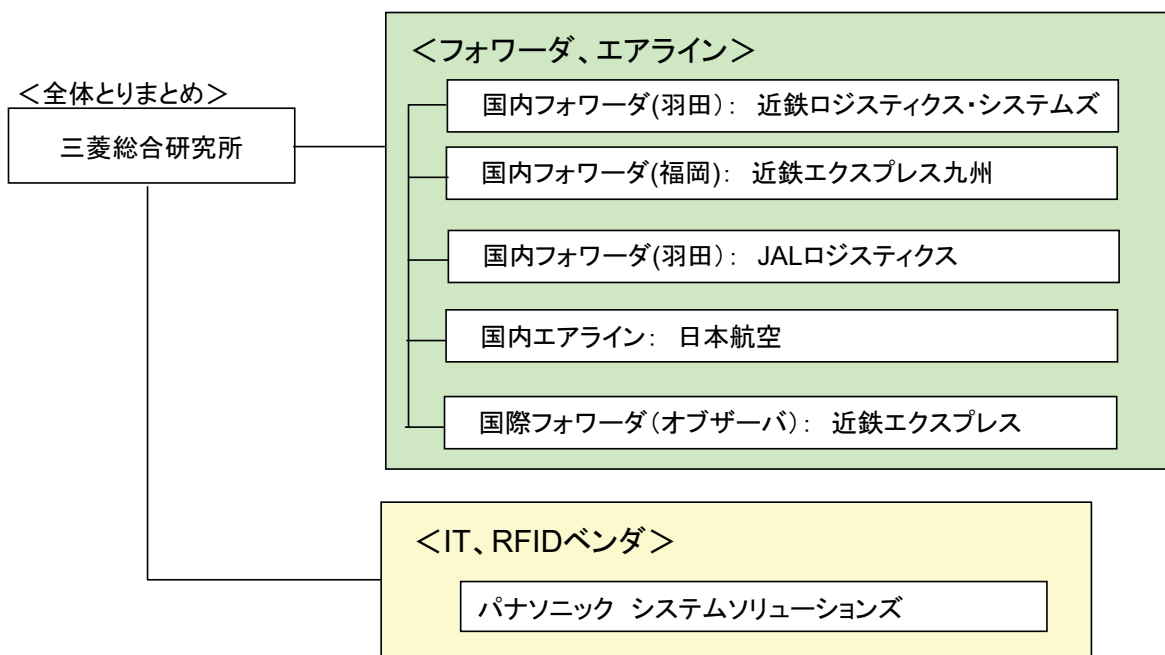


図 1-1 実施体制図

1. 3 実証調査の実施シナリオ

本実証調査では、KLS および KWE 九州が取扱う法人顧客の貨物を中心とした物流レーン（以降、レーン1）と、JALの社用貨物（社内貨物）を輸送する物流レーン（以降、レーン2）とで並行して実施した。

各レーンの概要を図 1-2、図 1-3 に示す。

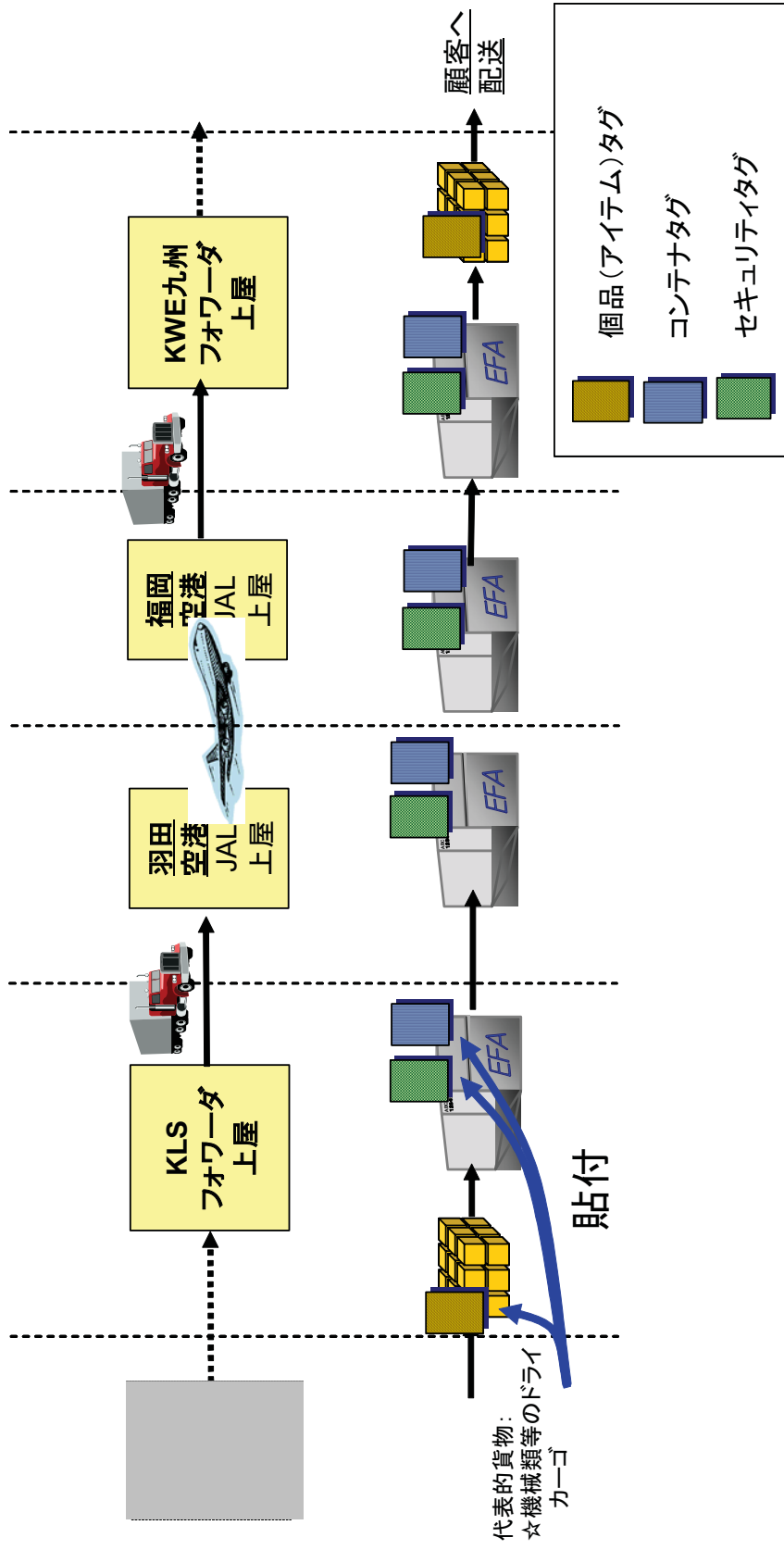


図 1-2 レーン1の概要

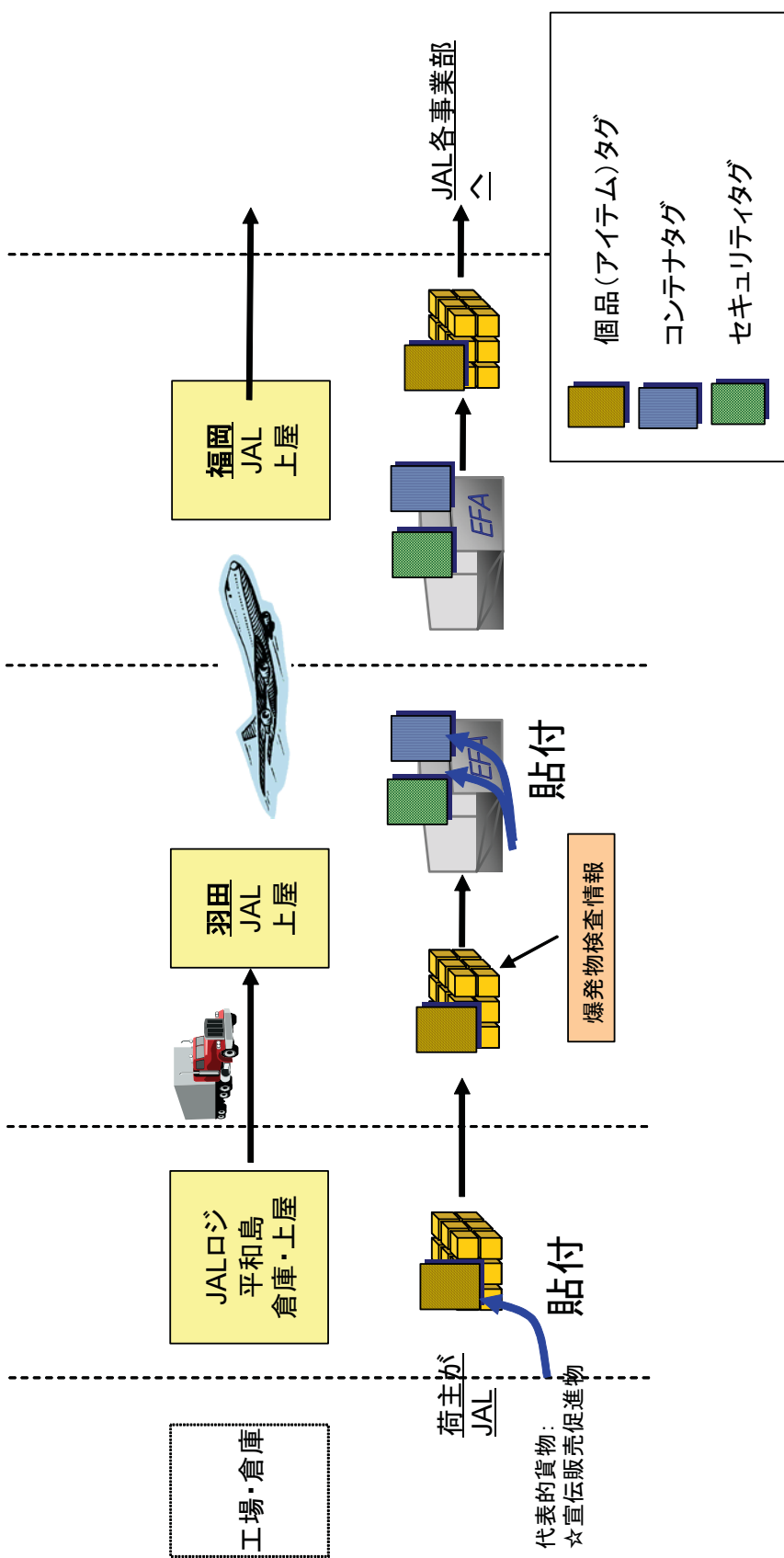


図 1-3 レーン 2 の概要

各レーンの大まかな実施シナリオ（本実証調査に係る作業内容等）は、航空機で輸送する荷主の貨物にフォワード上屋において個品タグ（ラベル形状、バーコード印字）を貼付し、フォワード上屋または JAL 羽田空港上屋において航空コンテナ（LD3 型）に積載する際に、個品タグ ID と、この時点で航空コンテナに貼付したコンテナタグ ID（金属対応の形状に加工された IC タグ）とを紐付けることにより輸送に関する情報を管理した。

航空コンテナに対しては、コンテナタグとは別途、その扉の開閉部分に物理的な剥離を検知する特定用途向け IC タグ（以降、セキュリティタグ）を貼付し、輸送経路におけるコンテナの開扉状況を監視した。

また、レーン 2 の JAL 社用貨物については、本実証調査における特別措置として、その一部に対して実証調査期間中は爆発物検査¹を実施し、検査結果を個品タグに書き込み、同時にサーバでの管理情報として保持した。

それぞれのレーンにおける IC タグ読取の各拠点には、個品タグ、コンテナタグ、セキュリティタグを読取るためのリーダライタ（以降、R/W）、PC 一式等の各種機器を設置した。

- ・据置型 R/W：個品タグ、コンテナタグの読取・書込用
- ・ハンディターミナル： 個品タグ、コンテナタグ、セキュリティタグ、個品タグのバーコードの読取用

出発空港（羽田）上屋搬出口、到着空港（福岡）上屋搬入口、および 2 つのレーン各々で貨物を航空コンテナに積込む上屋の合計 4 地点においては、IC タグの読取作業工数の比較評価のために、据置型 R/W、ハンディターミナルの両方を用いた。

上述の内容を整理した、レーン別の各拠点での実施シナリオおよび機器設置状況を表 1-1 に示す。本表では、各レーンの拠点ごとに、IC タグの読み取り／書き込みに対応する作業を列挙した。個品タグについては、作業工数の比較評価の目的で、据置型 R/W での IC タグの読み取り、ハンディターミナルでの IC タグの読み取り、バーコードリーダでの読み取りのうち実施した読取方法に「○」を記入した。また、爆発物検査結果の書き込みについては、実施した作業に対して「◎」を記入した。同様にコンテナタグの読み取りについては、据置型 R/W とハンディターミナルのうち実施した読取方法に「○」を記入した。セキュリティタグについては、全てハンディターミナルを用いて実施したため、実施した作業に対して「○」を記入した。

¹ レーン 1 の実証調査対象貨物は、すべて Known Shipper/Regulated Agent 制度に基づき、特定荷主の貨物には爆発物検査を実施していない。

なお、セキュリティタグについては、貼付位置（2. 3. 2. 3参照）の周辺が金属であり、反射波の影響が強いため読取距離が短くなることから、ハンディターミナルのみでの読み取りとした。また、これに伴ってコンテナタグの読み取りについても、原則としてセキュリティタグの読み取りと同時に実施することになることと、据置型 R/W の設置がスペースの問題から難しいことから、ハンディターミナルで実施することとした。ただし、ドーリーやフォークリフトにコンテナを積載した状態で読み取ることが可能な発地空港の上屋からの搬出と着地空港の空港上屋への搬入の際には、読取作業の効率を比較する目的から、据置型 R/W での読み取りも実施した。

表 1-1-1 レーン別の各拠点での実施シナリオおよび機器設置状況

レーン／拠点	対応作業	コンテナタグ読取		開扉監視用タグ読取		個品タグ読取		
		据置型 ICタグ R/W	ハンディ型 ICタグ R/W	据置型 ICタグ R/W	ハンディ型 ICタグ R/W	据置型 ICタグ R/W	ハンディ型 ICタグ R/W	バーコードリーダー
発地側 レーン1	フォワード 上屋	搬入 種込				○	○	○
	個品タグをコンテナ積込時に読取							
	コンテナタグをコンテナ搬出時に読取	○	○					
	セキユリタイプタグをコンテナ封印時に読取							
	航空会社 上屋	搬入	コンテナタグをコンテナ搬入時に読取	○	○			
セキユリタイプタグをコンテナ搬入時に読取								
航空会社 上屋	搬出	コンテナタグをコンテナ搬入時に読取	○	○				
		セキユリタイプタグをコンテナ搬入時に読取						
フォワード 上屋	搬入	コンテナタグをコンテナ搬入時に読取	○	○				
		セキユリタイプタグをコンテナ搬入時に読取						
フォワード 上屋	荷卸 搬出	コンテナタグをコンテナ到着時に読取	○	○				
		セキユリタイプタグをコンテナ搬出時に読取						
発地側 レーン2	フォワード 上屋	搬入	出荷準備時に個々の貨物に IC タグを貼付し読取			○	○	
			搬出	個品タグをトラック積込前に読取			○	
	航空会社 上屋	搬入	個品の貨物の中から抽出して爆發物検査を実施し、結果情報を個品タグに書込				◎ (書込)	
			種込	個品タグをコンテナ積込時に読取			○	○
		搬出	コンテナタグを上屋入口付近で(据置型)またはコンテナ重量計測時に(ハンディ型)読取	○	○	○		
			セキユリタイプタグをコンテナ重量計測時に読取					
航空会社 上屋	搬入	コンテナタグをコンテナ到着時に読取	○	○				
		荷卸 搬出	セキユリタイプタグをコンテナ搬出時に読取					

1. 4 実証調査のスケジュール

本実証調査に係る全体スケジュールを図 1-4 に示す。実際の航空貨物輸送を伴う調査実施空港・路線における実証調査は、参加各社による実証調査準備および実証調査用のシステムの開発、設置の完了後、のべ平成 19 年 1 月 25 日～3 月末（9 週間）にかけて実施した。

	平成18年 10月	11月	12月	平成19年 1月	2月	3月
実施計画作成、 関係者間での準備	→					
実証調査用システムの設計・ 開発		設計	開発・テスト・設置調整 (順次バージョンアップ)			
事前検証				事前検証①	事前検証②	
実証調査				(合計9週間実施) (据置型R/W) → (ハンディターミナル:ICタグ) → (ハンディターミナル:バーコード) → (3つの方法のうち最も運用に 適した方法で実施)		
アンケート調査						実施 →
報告書とりまとめ						→

図 1-4 全体実施スケジュール

2 実証調査の実施内容と方法

2. 1 各レーンでの実施内容

ここでは、レーン 1、レーン 2 それぞれについて、どの拠点で何を用いてどのような作業を実施したのかを示す。

2. 1. 1 レーン 1

レーン 1 では、KLS 東京ターミナル（東京都品川区八潮）に集荷された、精密機器や化粧品、薬品などの貨物のうち、福岡行きの貨物約 10,000 個を対象として、IC タグを貼付してコンテナに積載する。積載時の個品タグの読み取りについては、作業効率の比較のために、据置型 R/W での IC タグの読取、ハンディターミナルでの IC タグの読取、ハンディ型バーコードリーダーでのバーコードの読取の 3 種類を実施した。

コンテナへの貨物積載終了後、読み取った個品タグとコンテナタグとの関連付け、コンテナタグとコンテナ自体とのコンテナ番号をキーとした関連付け、およびセキュリティタグとコンテナタグとの関連付けを行うために、コンテナタグ、セキュリティタグの読取をハンディターミナルで行った上で、PC からのデータ入力を行った。読み取りおよび入力されたデータは、リアルタイムで航空貨物輸送情報管理アプリ（2. 2. 3 参照）に登録される。

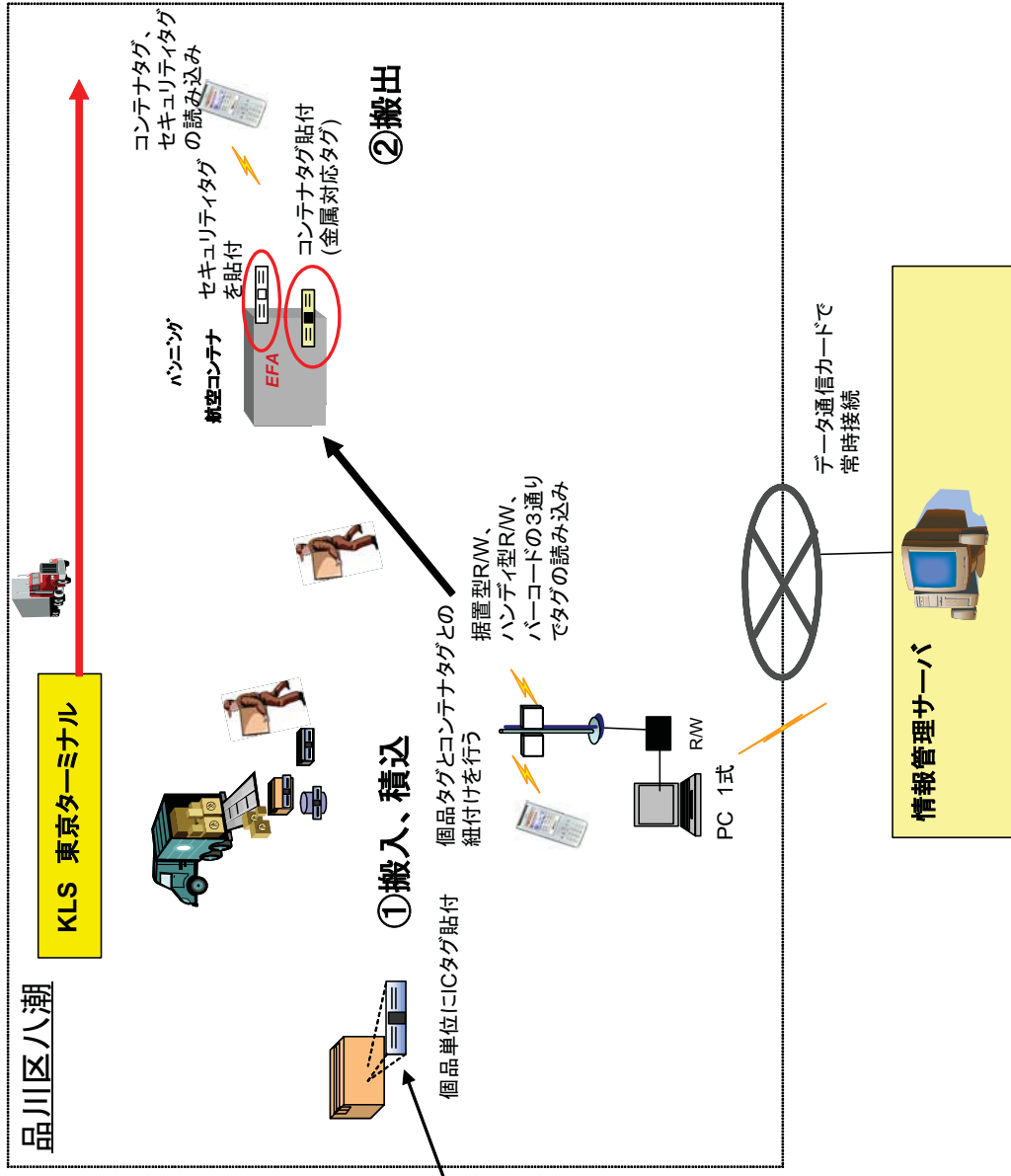


図 2-1 KLS 東京ターミナルでの作業

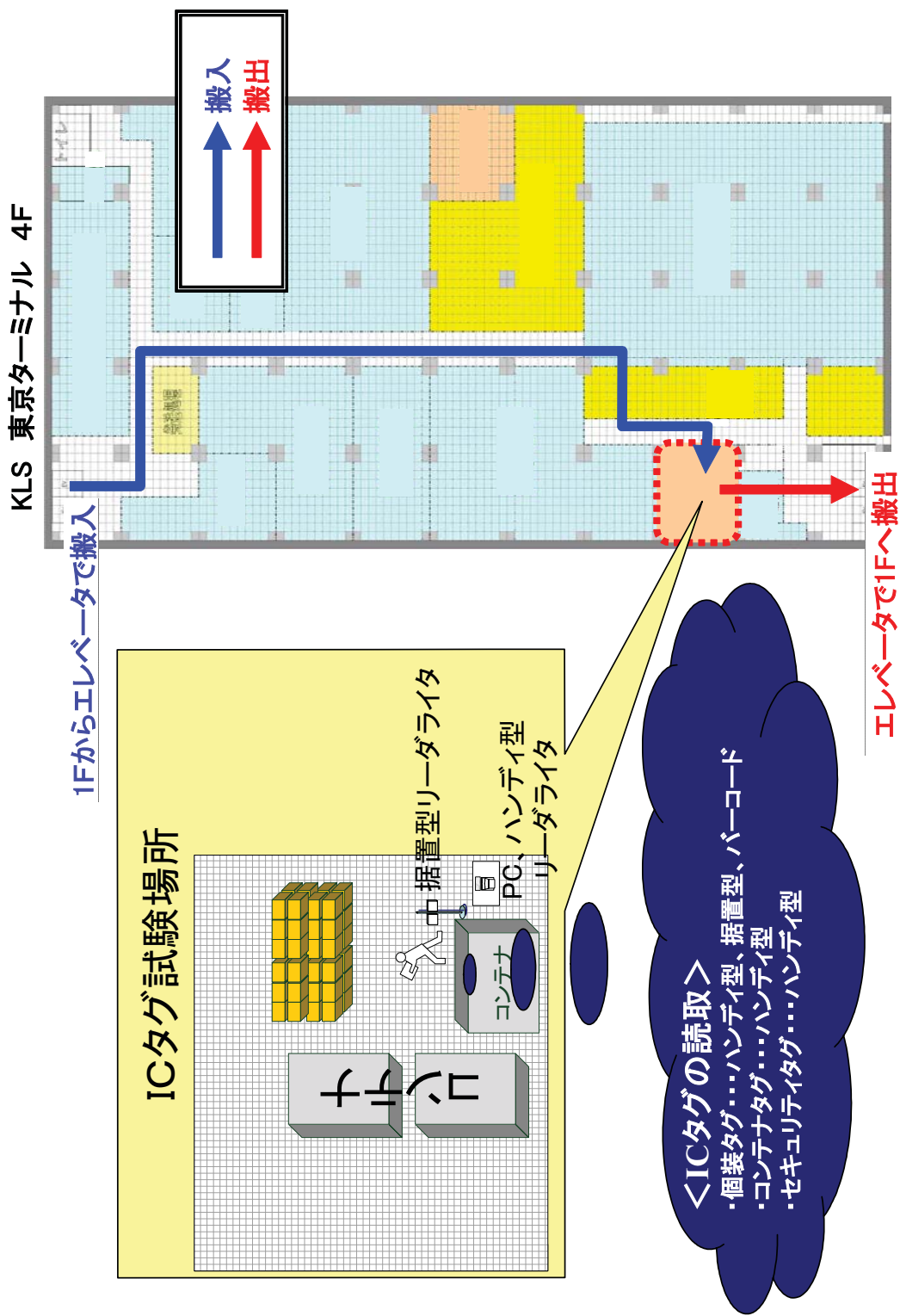


図 2-2 KLS 東京ターミナルの平面図

< 貨物搬入時 >



図 2-3 1階から搬入された貨物

< コンテナ積載時 >



図 2-4 個品の積載

< コンテナ搬出時 >



図 2-5 積載後コンテナを1階に搬出

全ての作業が終了した後、コンテナが搬出される。

KLS 東京ターミナルから搬出されたコンテナは、羽田空港の東貨物ターミナルにある日本航空（JAL）の上屋に搬入される。トラックで持ち込まれたコンテナをフォークリフトで降ろした後、ハンディターミナルを用いてコンテナタグとセキュリティタグを読み取り、コンテナ搬入のデータとして情報管理サーバに登録する。

搬入されたコンテナは、搭載予定便の出発時間が迫っている場合にはすぐに重量測定を実施した上で上屋から搬出され航空機に搭載される。また、搭載予定便の出発時間まで時間がある場合（さまざまなケースが想定されるが、長い場合でも3時間から6時間程度）には、重量測定を実施した後、搭載予定時間まで上屋で保管する。現状業務においては、重量測定のタイミングを搬出とみなす運用としていたため、重量測定の際にコンテナタグは据置型 R/W またはハンディターミナルを用いて、セキュリティタグはハンディターミナルを用いてそれぞれ読み取り、コンテナ搬出のデータとして情報管理サーバに登録する。

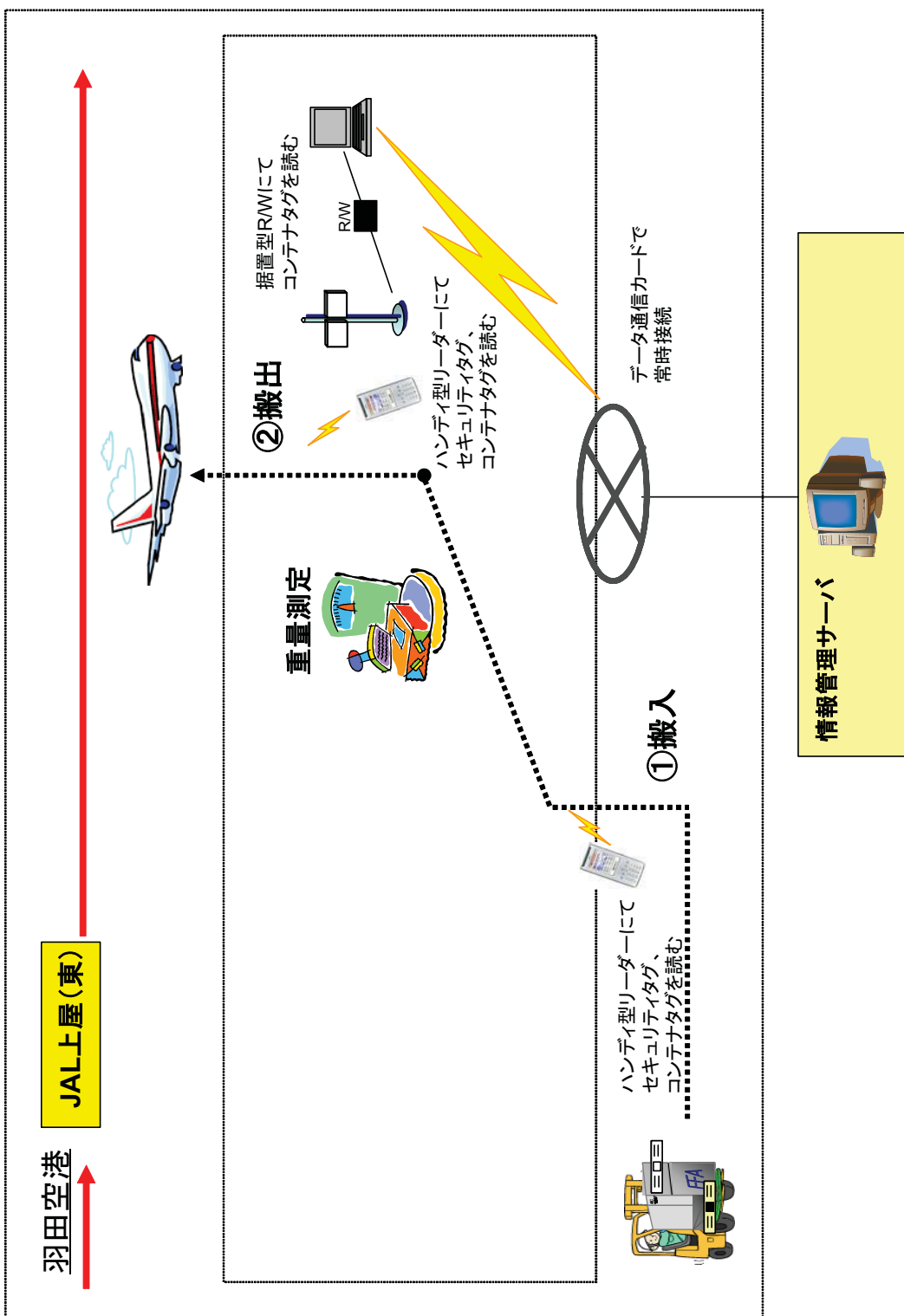


図 2-6 JAL 東貨物ターミナルでの作業

制限区域側

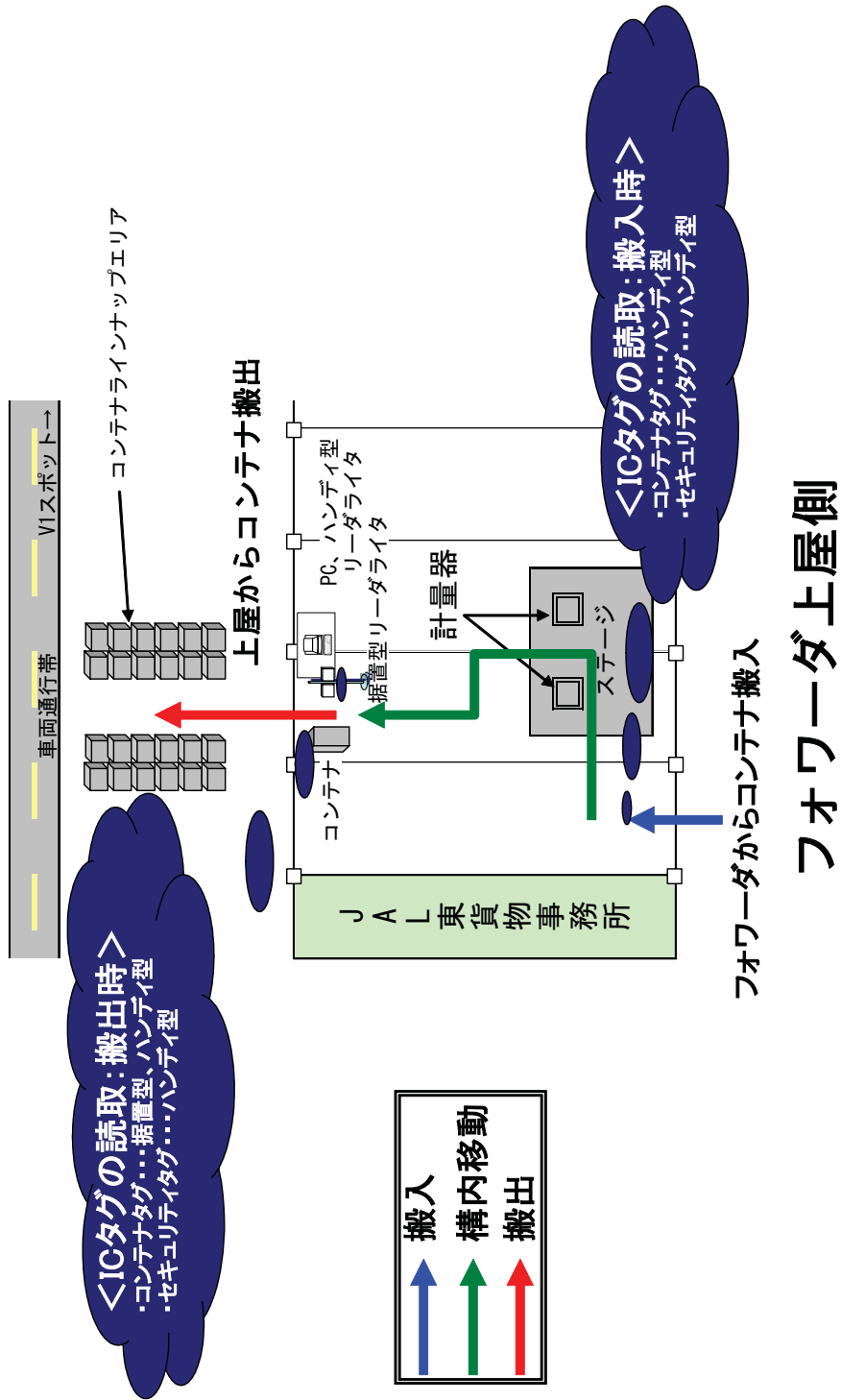


図 2-7 JAL 東貨物ターミナルの平面図

<コンテナ搬入時>



図 2-8 セキュリティタグの読み取り

<コンテナ搬出時>



図 2-9 ハンディターミナルでの読み取り

<コンテナ搬出時>



図 2-10 据置型 R/W での読み取り

IC タグの読み取りが終わったコンテナは、ドーリーにより航空機付近まで搬送された後、搭載される。

着地側では、福岡空港に到着した航空機からコンテナが下ろされた後、ドーリー（6台編成）で上屋まで移動される。コンテナタグについては、据置型 R/W を用いる場合、上屋の制限区域側の出入口付近に設置してドーリーの通過の際に読み取りを行い、ハンディターミナルを用いる場合には、ドーリーが上屋内で現状業務におけるコンテナ確認のために一時的に停車している際に読み取りを行うこととする。また、セキュリティタグの読み取りは、コンテナタグをハンディターミナルで読み取る時には同じタイミングで、据置型 R/W で読み取る時にはコンテナタグの読み取り後に実施する。これらの読み取り結果を情報管理サーバに送信し、コンテナ搬入のデータとして登録

する。

上屋内で作業を行い、コンテナを移動した後で、コンテナタグおよびセキュリティタグをハンディターミナルで読み取り、コンテナ搬出のデータとして情報管理サーバに登録する。

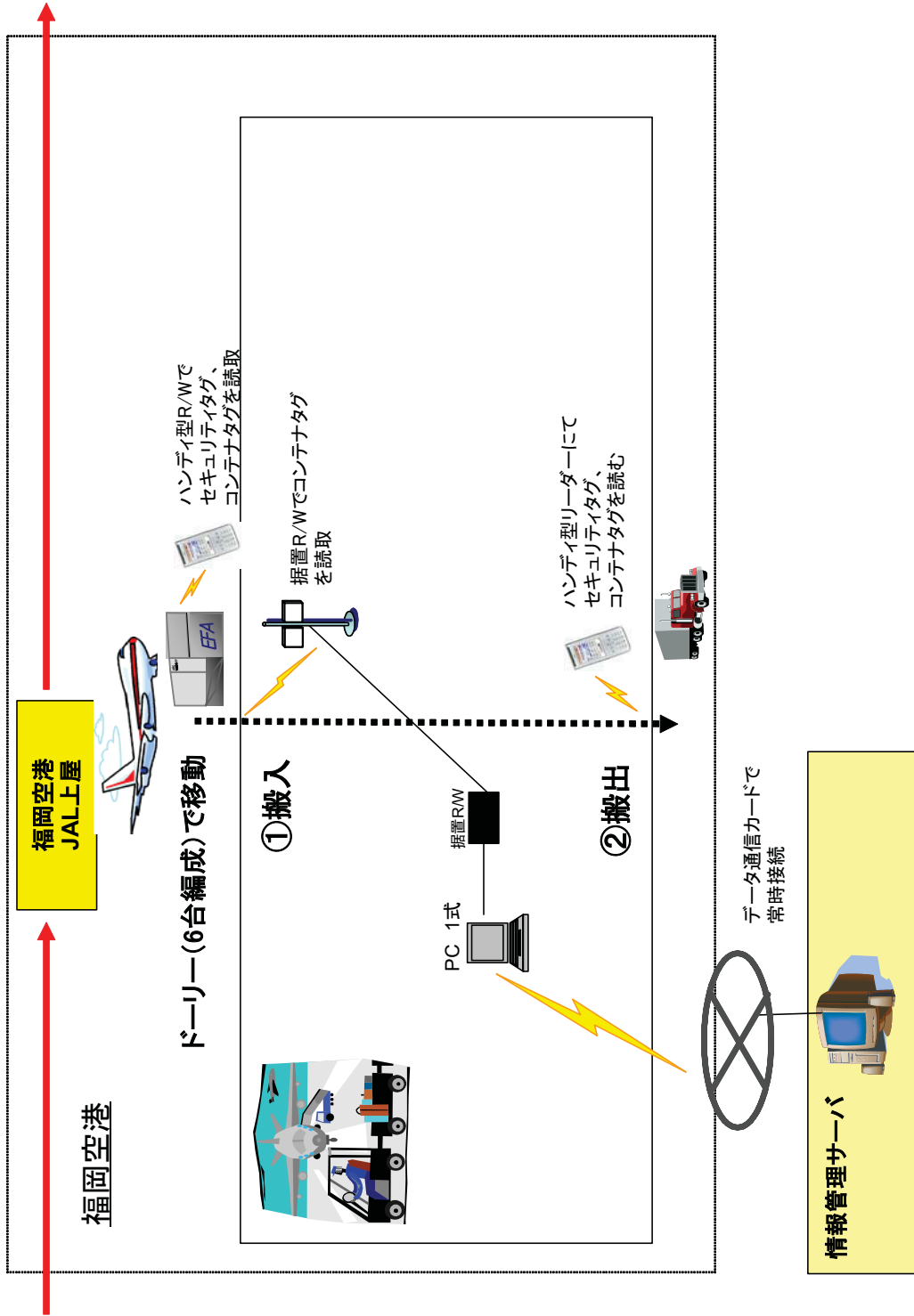


図 2-1-1 JAL 福岡貨物ターミナルでの作業

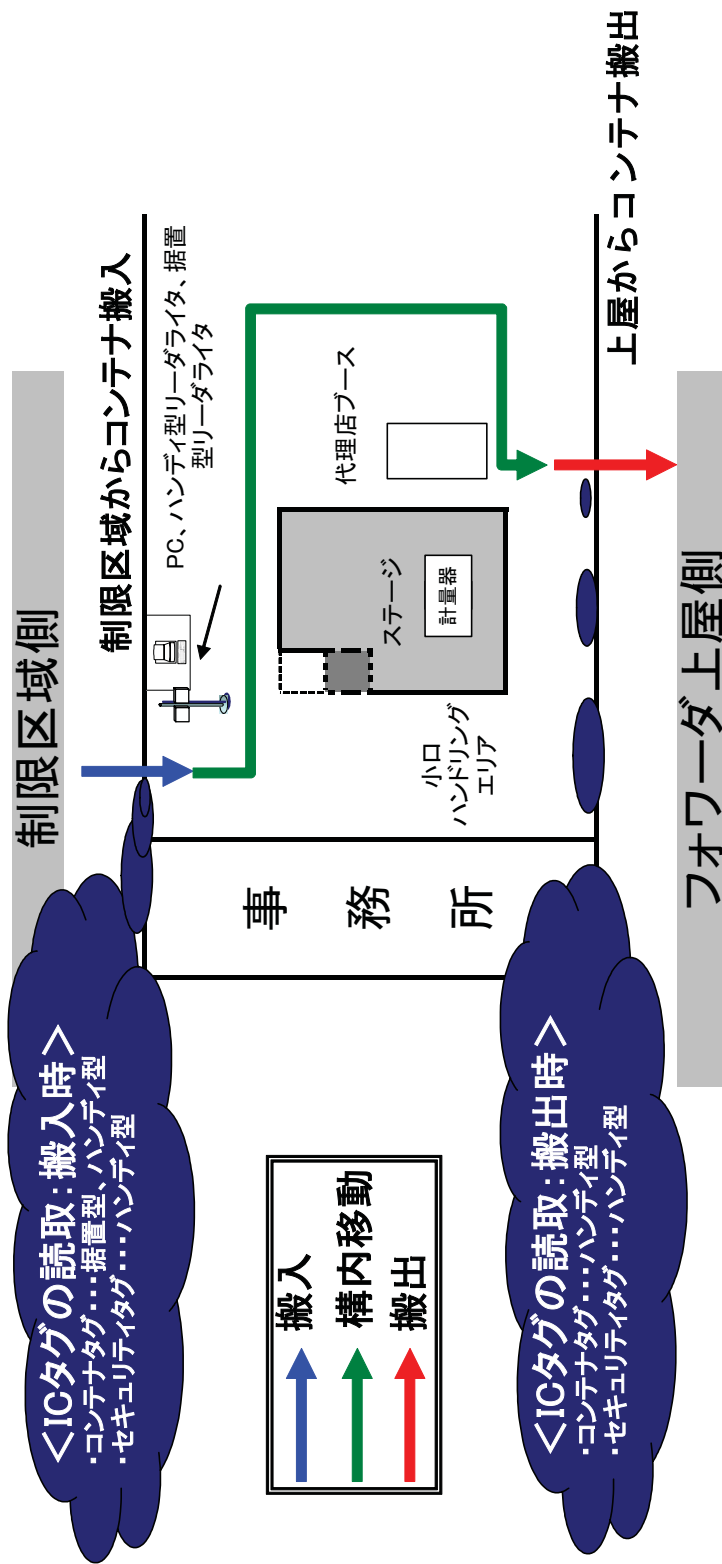


図 2-1-2 JAL 福岡貨物ターミナルの平面図

<コンテナ搬入時>



図 2-13 ハンディターミナルでの読み取り

<コンテナ搬入時>



図 2-14 据置型 R/W での読み取り

<コンテナ搬出時>



図 2-15 セキュリティタグの読み取り

以上の作業の後、適宜フォワーダが貨物ターミナルにコンテナを引き取りに来る。

近鉄エクスプレス九州 (KWE 九州) は、福岡空港貨物ターミナルの JAL 上屋から引き取ったコンテナを、福岡空港に近接した福岡営業所にトラックで輸送する。福岡営業所でコンテナを受け取り、コンテナから荷下ろしする直前に、コンテナタグおよびセキュリティタグをハンディターミナルで読み取り、結果を情報管理サーバに登録する。また、コンテナから取り出された貨物については、ローラーコンベヤを用いて仕分け作業をするスペースに移動するが、その途中において据置型 R/W またはハンディターミナルを用いて個品に貼付されたタグを読み取る。

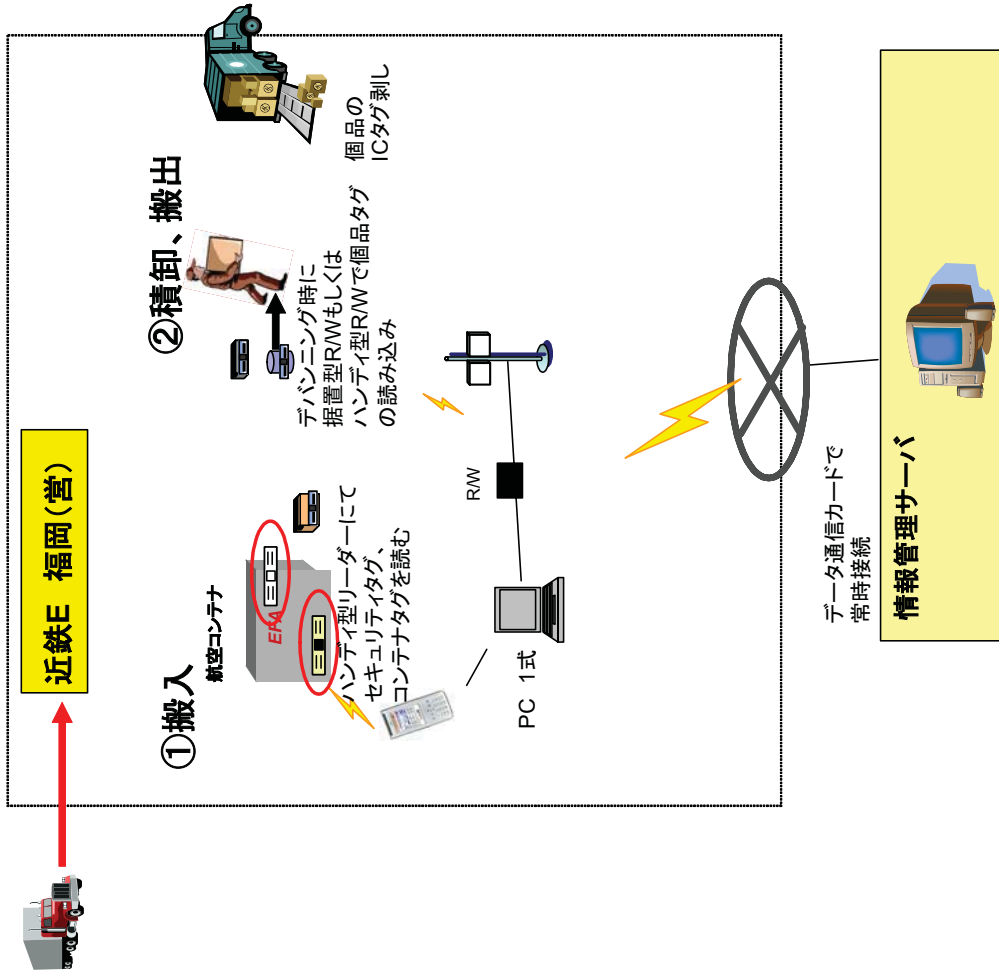


図 2-16 KWE九州での作業

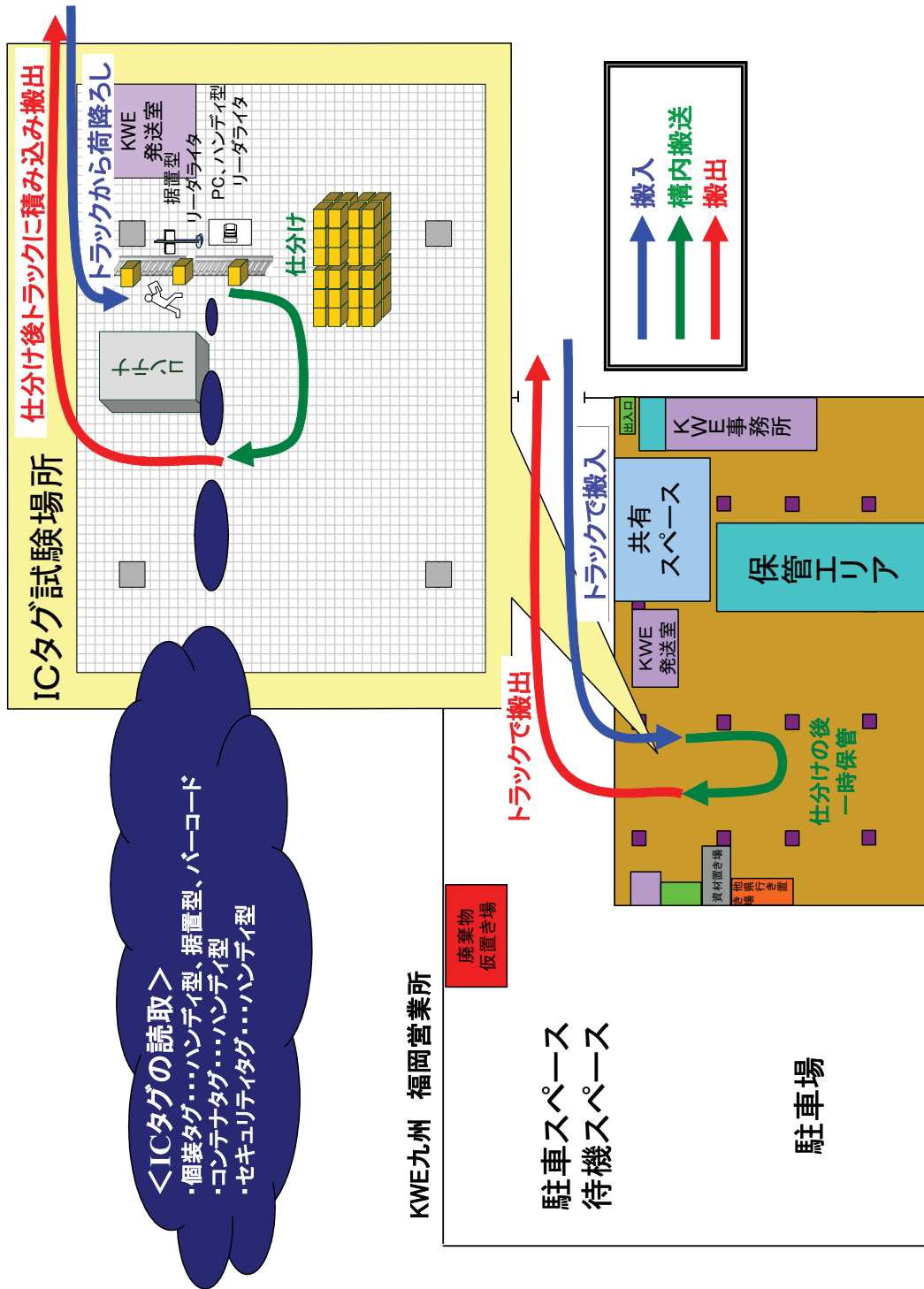


図 2-17 KWE九州の平面図

<コンテナ搬入時>



図 2-18 コンテナタグの読み取り

<コンテナ搬入時>



図 2-19 セキュリティタグの読み取り

<個品タグ読み取り>



図 2-20 実験実施場所

<個品タグ読み取り>



図 2-21 据置型 R/W での読み取り

<個品タグ読み取り>



図 2-22 ハンディターミナルでの読み取り

2. 1. 2 レーン2

レーン2では、JLI 平和島倉庫（東京都大田区平和島）に集荷された JAL が荷主である機内誌等の宣伝販売促進物や社用貨物のうち、福岡行き貨物約 22,000 個に対して、仕分け作業の段階で IC タグの貼付および読取を行った。具体的には JLI に入荷した貨物に対して福岡行き貨物を選別する段階で IC タグを貼付して入荷時の読み取りを行い、パレットに積載する直前に出荷時の読み取りを実施した。IC タグの読み取り作業はいずれも据置型 R/W で実施した。これらの作業の終了後に、トラックに積載して羽田空港に移動する。

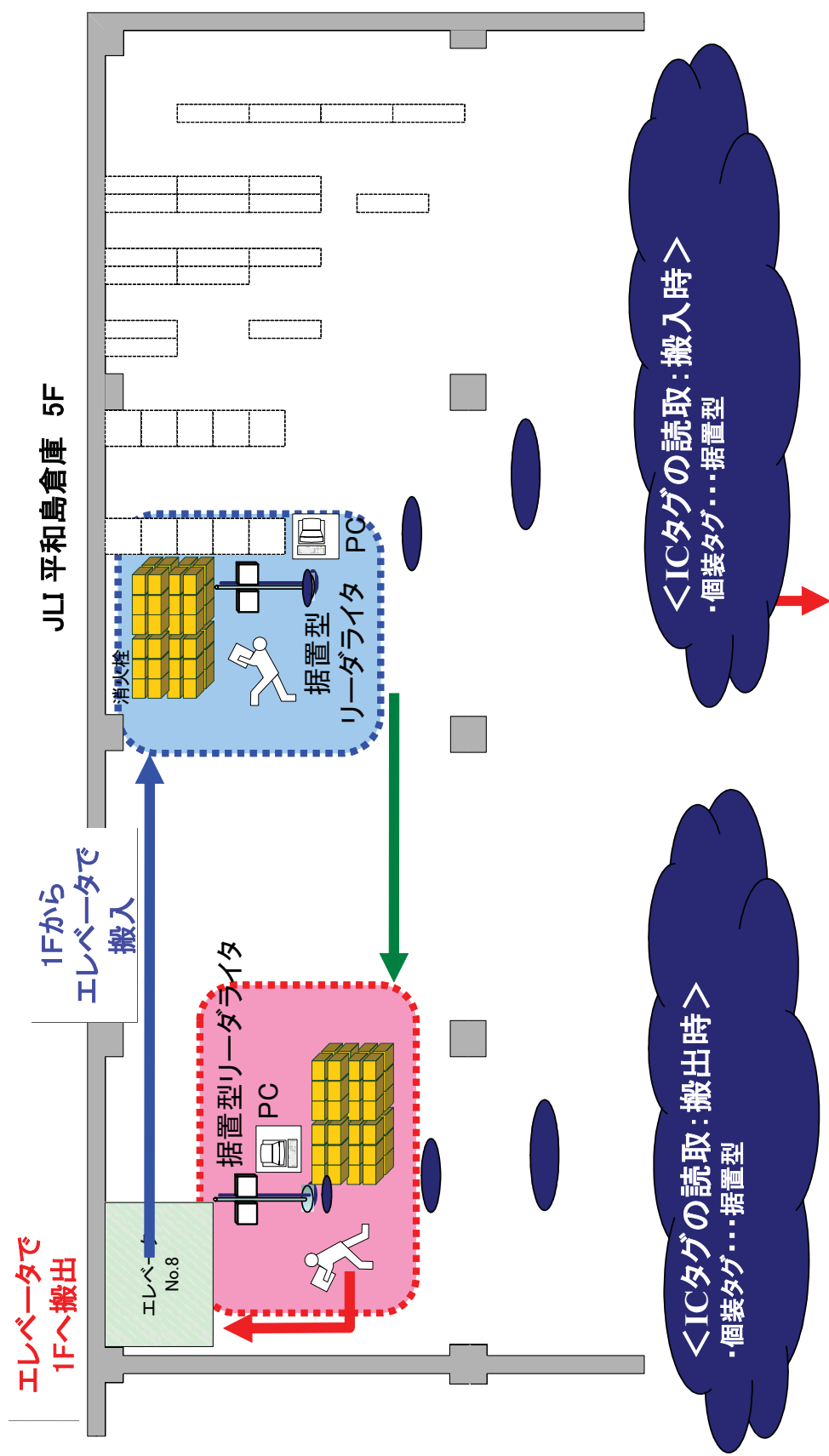


図 2-2-4 JLI 平和島倉庫の平面図

<タグ貼付>



図 2-25 搬入貨物を選別し
IC タグ貼付

<貨物入荷時>



図 2-26 読み取り作業

<貨物出荷時>



図 2-27 出荷用リーダライト、
アンテナ

JLI から搬出された貨物は、羽田空港の西貨物ターミナルにある JAL の上屋に搬入される。トラックから個品単位の貨物を降ろした後、コンテナに積載する。なお、爆発物検査については、通常の運用では **Known Shipper/Regulated Agent** に基づく貨物に対しては実施しない（JLI はこれに該当）が、本実証調査の対象貨物については、効果の検証の目的のために、通常業務とは異なるプロセスで、貨物の一部に対して爆発物検査を実施し、その結果を据置型 R/W で個品に貼付された IC タグに記録した。また、全ての対象貨物には、爆発物検査の結果が NG となるものは皆無であったが、検査結果が記録されていることの効果を把握するために、試験的に問題ない貨物に対しても「NG」と記録して運用することとした。

個品を受け取った後、据置型 R/W による IC タグ読み取り、ハンディターミナルによる IC タグ読み取り、ハンディターミナルによるバーコード読み取りのいずれかの方法で、貼付されたラベルを読み取りながらコンテナへの積載を実施した。また、コンテナへの積載終了後に、個品タグとコンテナタグとの関連付け、コンテナタグとコンテナ自体とのコンテナ番号をキーとした関連付け、およびセキュリティタグとコンテナタグとの関連付けを行うために、コンテナタグ、セキュリティタグの読取をハンディターミナルで行った上で、PC からのデータ入力を行った。読み取りおよび入力されたデータは、リアルタイムで航空貨物輸送情報管理アプリ（2. 2. 3 参照）に登録される。

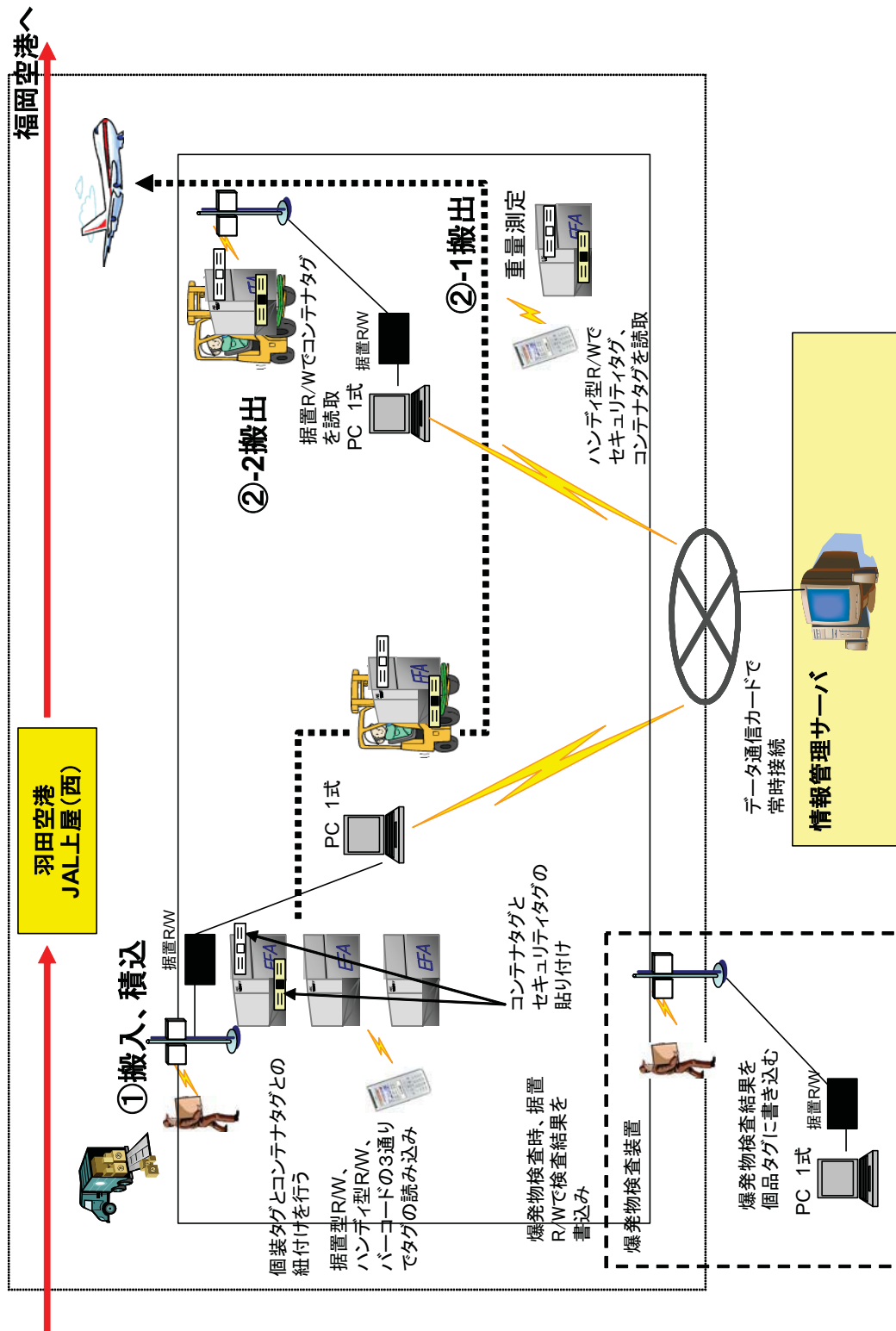


図 2-2-8 JAL 西貨物ターミナルでの作業

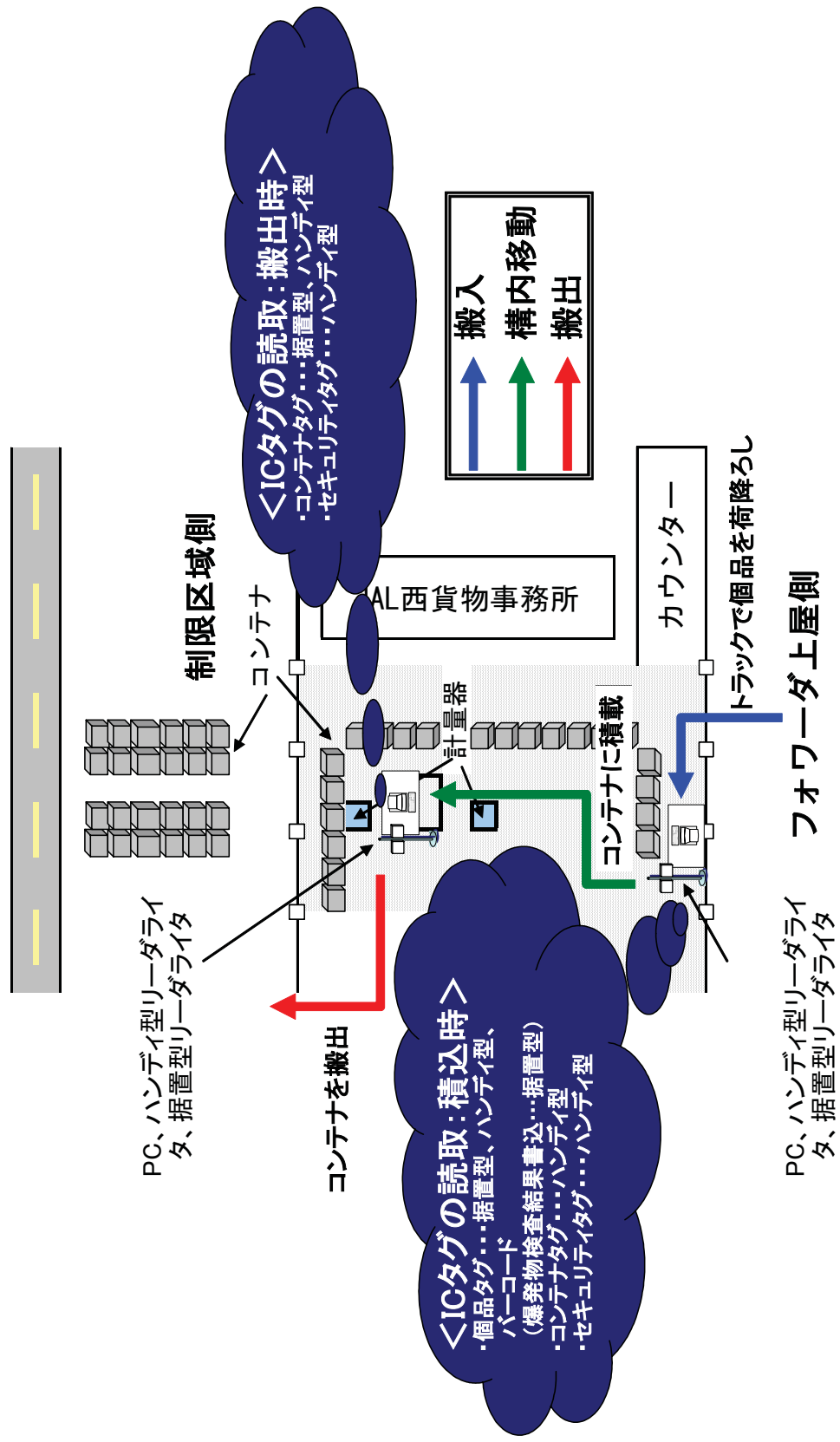


図 2-29 JAL 西貨物ターミナルの平面図

<貨物積載時>



図 2-3 0 据置型 R/W による読み取り

<爆発物検査装置>



図 2-3 1 爆発物検査結果書込みシステム（手前）と爆発物検査装置（奥）

<コンテナ搬出時>



図 2-3 2 ハンディターミナルによるセキュリティタグ読取

搬出時の IC タグ読み取りが終わったコンテナは、航空機付近まで搬送された後、搭載される。

着地側では、福岡空港に到着した航空機からコンテナが下ろされた後、ドーリー（6台編成）で上屋まで移動される。コンテナタグについては、据置型 R/W を用いる場合、上屋の制限区域側の出入口付近に設置してドーリーの通過の際に読み取りを行い、ハンディターミナルを用いる場合には、ドーリーが上屋内で現状業務におけるコンテナ確認のために一時的に停車している際に読み取りを行うこととする。また、セキュリティタグの読み取りは、コンテナタグをハンディターミナルで読み取る時には同じタイミングで、据置型 R/W で読み取る時にはコンテナタグの読み取り後に実施する。これらの読み取り結果を情報管理サーバに送信し、コンテナ搬入のデータとして登録する。

最後に、コンテナタグとセキュリティタグの読み取りを行った後、上屋内で個品タグを読み取りながら、コンテナから個品を降ろす。

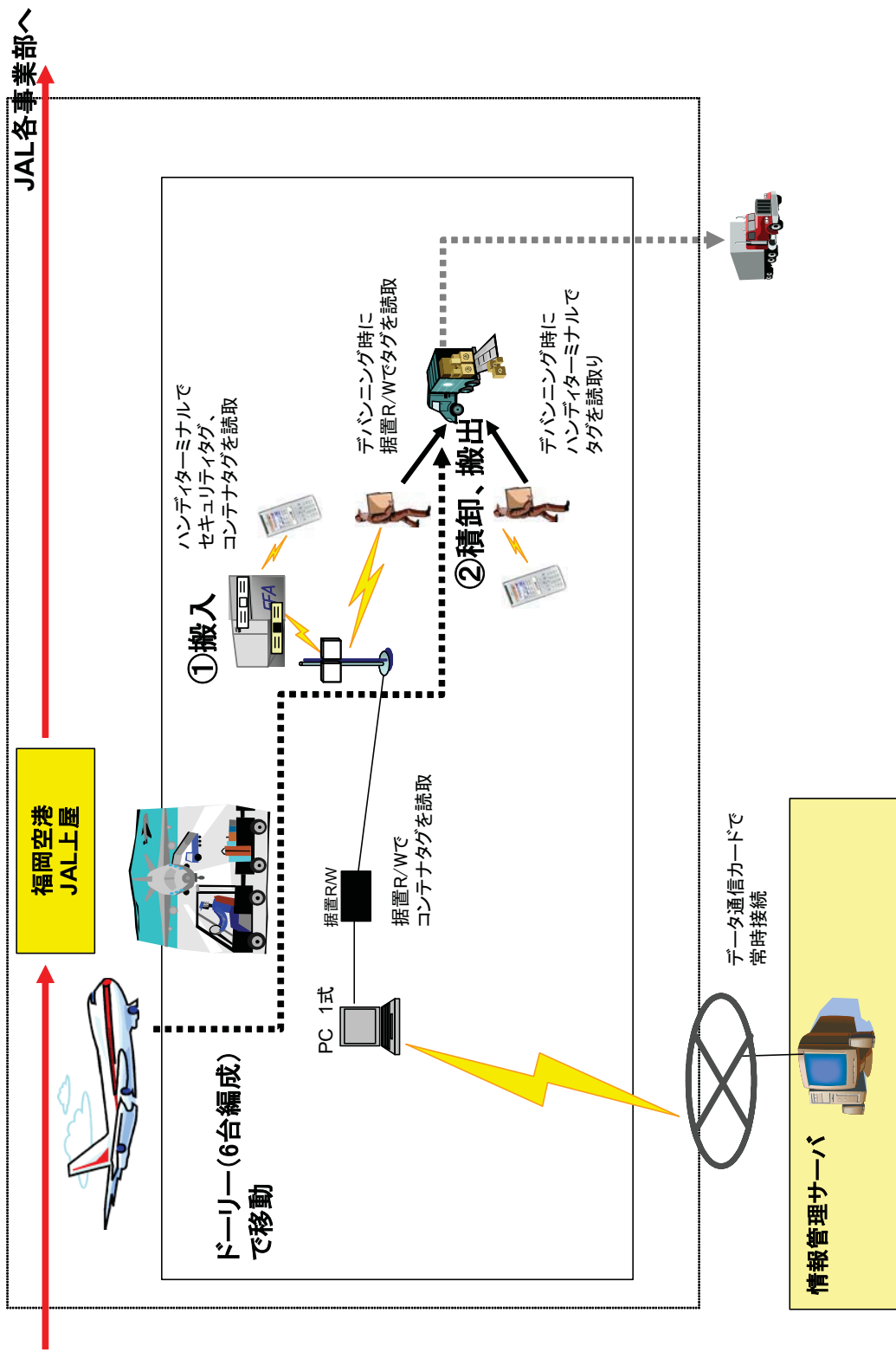
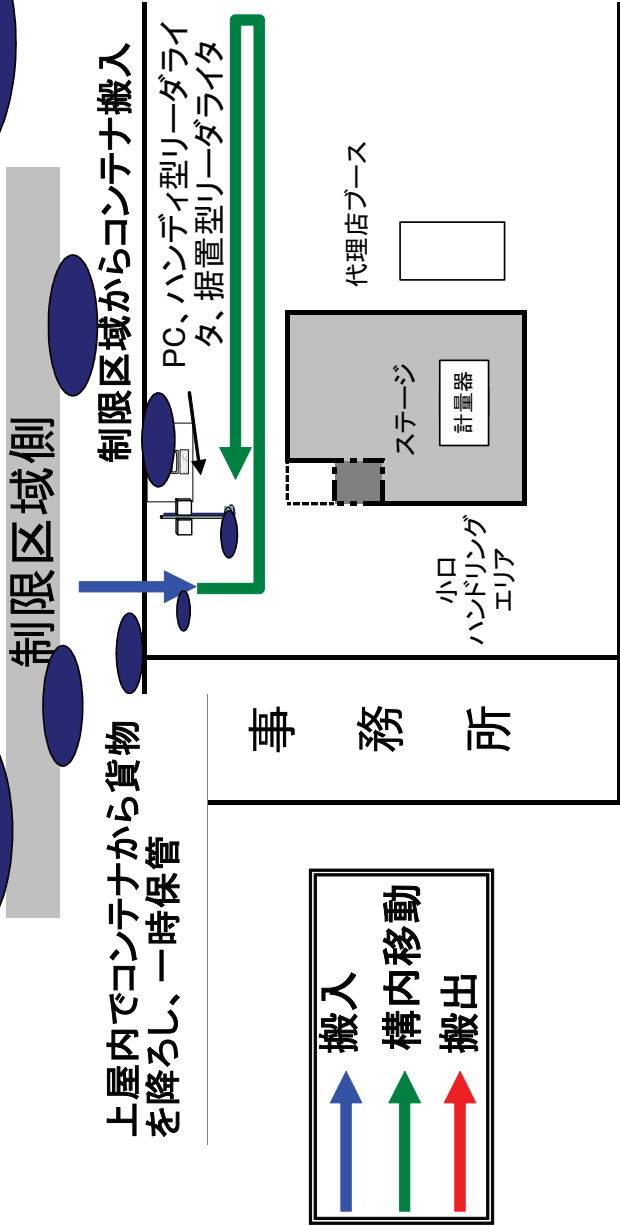


図 2-3-3 JAL 福岡貨物ターミナルでの作業

<ICタグの読取：搬入時>
 ・コンテナタグ…据置型、ハンディ型
 ・セキュリティタグ…ハンディ型

<ICタグの読取：荷降ろし時>
 ・個品タグ…据置型、ハンディ型、
 パーコードリーダー
 ・コンテナタグ…ハンディ型
 ・セキュリティタグ…ハンディ型



フォワーダー上屋側

図 2-3-4 JAL 福岡貨物ターミナルの平面図

<コンテナ搬入>



図 2-35 ドーリーにより搬入されたコンテナ



図 2-36 荷降ろし前のセキュリティタグの読取



図 2-37 据置型 R/W による個品タグの読取

2. 2 実証調査用の情報管理システム

2. 2. 1 IC タグ R/W

UHF 帯の R/W は、総務省への無線局開局届けが必要かつ特定の構内で使用可能な高出力タイプと、開局届けが不要かつ持ち運びが可能な低出力タイプとに分類される。ただし低出力タイプであっても技術適合性証明の取得が前提条件となる。

また、形状ではハンディ型、据置型、ゲート型等に分類される。

本実証調査では、低出力のハンディターミナルと、高出力の据置型 R/W を利用した。なお、高出力タイプの R/W については、既に法律が制定されているために、総務省に対する電波使用に関する届出を行うだけであるが、今回の実証調査では空港において 950MHz 帯の電波を使用するという点で、前述の総務省に対する届出に加えて、航空管制で使用している無線等に対して万が一影響があった場合に備えて事前に周知するとともに連絡体制を整備する目的から、航空会社内への通知と空港事務所管制技術官への通知を実施した。

2. 2. 1. 1 据置型 R/W 仕様

本実証調査で利用した据置型 R/W の仕様を表 2-1 に示す。

表 2-1 据置型 R/W 仕様

項目	据置型 R/W 仕様
メーカー	パナソニックコミュニケーションズ株式会社
品番	KU-U1600JAQG
周波数	952~954MHz
対応プロトコル	EPC C1G2 (ISO/IEC18000-6 Type C)
通信インターフェース	Ethernet
接続可能アンテナ数	送信：4 端子、受信：4 端子
アンテナサイズ	210×210×30mm
アンテナ方式	円偏波※
送信出力	最大 4W
外形寸法	284×232×32mm (突起部含まず)
電源	12V 1.5A

※アンテナから発射される電波の方向を偏波と呼び、円偏波と直線偏波とがある。

円偏波： 右旋偏波と左旋偏波とに分かれる。直線偏波よりも読み取り距離は短くなるがタグの角度による影響を受けにくい。
従って、アンテナに対してタグが正対していなくても読み取りが可能となる。

直線偏波： 水平偏波と垂直偏波に分かれる。円偏波よりも読み取り距離が長い
 が、タグの角度による影響を受けやすい。
 従って、アンテナに対してタグが正対していないと読み取り難い。

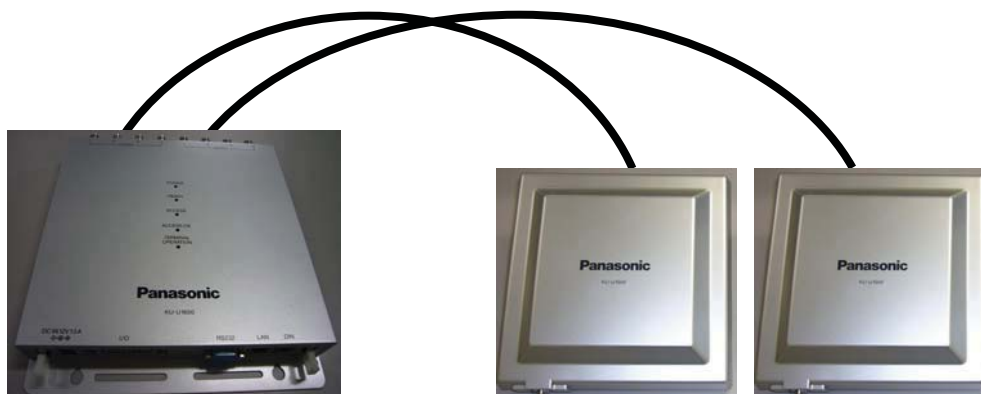


図 2-38 据置型 R/W 外観

2. 2. 1. 2 ハンディターミナル仕様

本実証調査で利用したハンディターミナルの仕様を表 2-2 に示す。

表 2-2 ハンディターミナル仕様

項目	ハンディターミナル仕様
メーカー	富士通フロンテック株式会社
品番	TGU-RW526
周波数	952～954MHz
対応プロトコル	EPC C1G2 (ISO/IEC18000-6 Type C)、 ISO/IEC18000-6TypeB、バーコード
通信インターフェース	コンパクトフラッシュ インターフェース
外形寸法	48×43×20mm (突起部含まず)
重量	約 75g
電源	3.3V
備考	富士通株式会社製 PDA MultiPad (品番： FHT421) に装着して使用する。



図 2-39 ハンディターミナル外観（左：表面、右：裏面）

ハンディターミナルでは個品タグ、個品バーコード、コンテナタグ、セキュリティタグを読み取ることが可能である。作業が行いやすいよう、メニュー画面にはタグ名称を表示し、タッチパネルで選択することとした。また、例えば個品タグ読み取りメニューでは、コンテナタグやセキュリティタグ読み取りは行えないなど、各メニューでは異なる種別のタグは読み込めないようフィルタリングを行った。

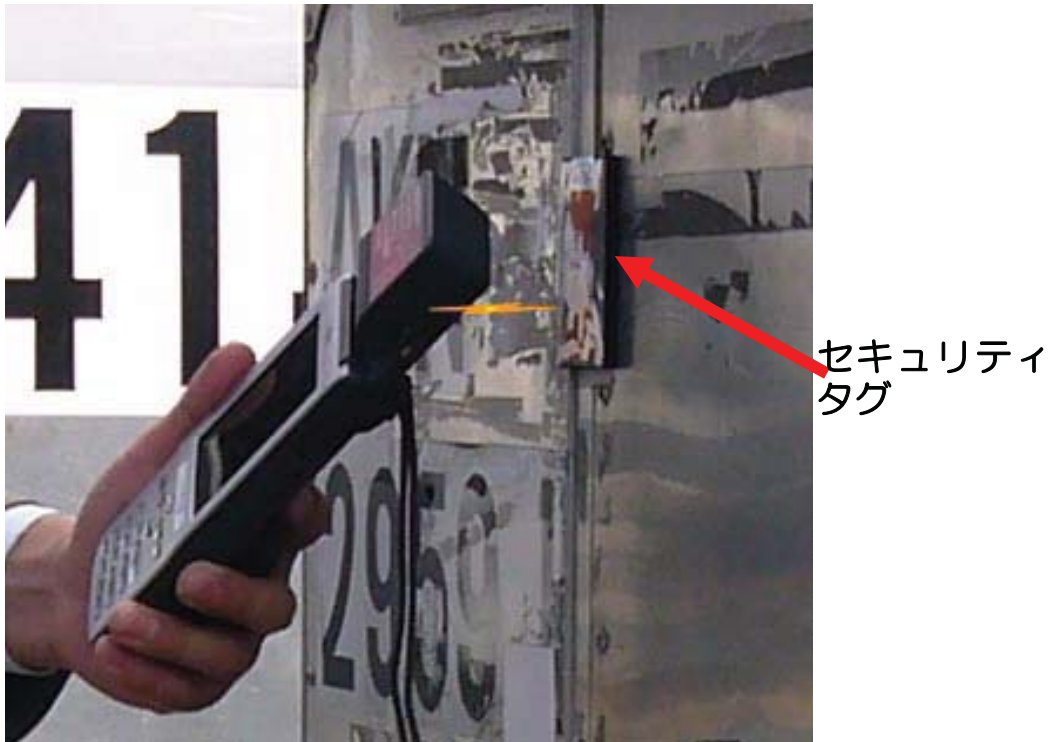


図 2-40 ハンディターミナルによるセキュリティタグの読取

図 2-40において、アンテナ面（上部裏面）から電波が発射され、タグを読み取ることが出来る。

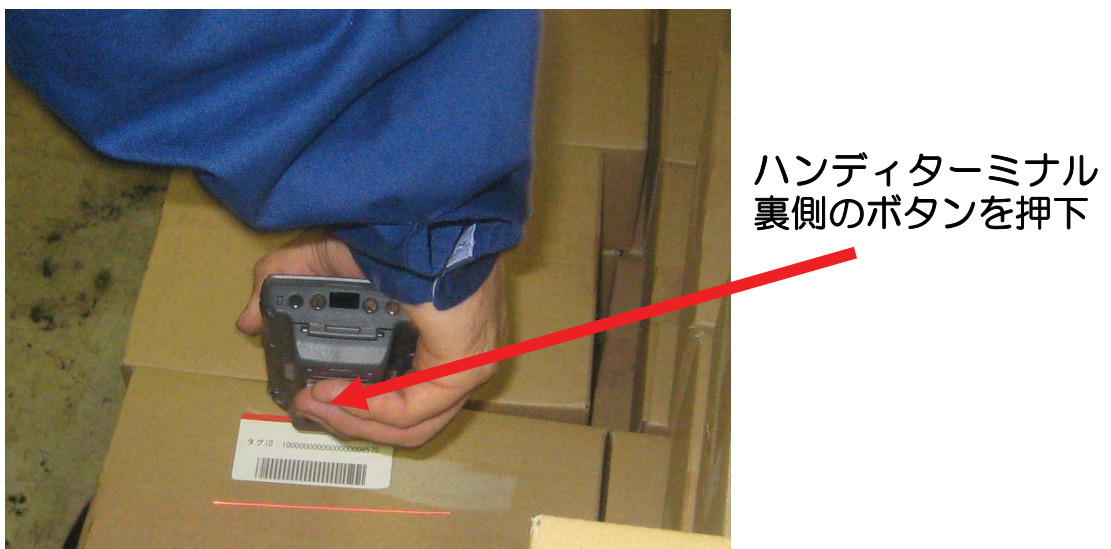


図 2-41 ハンディターミナルによるバーコード読取

図 2-4 1 において、ハンディターミナル本体の裏面のボタンを押下することで、赤外線が照射され、バーコードを読み取ることが出来る。

2. 2. 2 IC タグ

本実証調査で利用する IC タグは、ISO で定められた UHF 帯規格に準拠するものである。各々の IC タグが準拠する規格一覧を表 2-3 に示す。

表 2-3 本実証調査における IC タグの準拠規格一覧

	概要	準拠規格
個品（箱、パッケージ等）用	ラベル状のタグ	UHF 帯 パッシブ ISO/IEC18000-6 type C
航空コンテナ用	金属対応タグ	UHF 帯 パッシブ ISO/IEC18000-6 type C
航空コンテナの開扉監視用	剥離検知付きセンサータグ	UHF 帯 パッシブ ISO/IEC18000-6 type B

2. 2. 2. 1 個品タグ仕様

本実証調査で利用した個品タグの仕様を表 2-4 に示す。

表 2-4 個品タグ仕様

項目	個品タグ仕様
IC タグメーカー	UPM Raflatac
IC タグ製品名	DogBorn
周波数	860～960MHz
対応プロトコル	EPC C1G2 (ISO/IEC18000-6 Type C)
アンテナサイズ	93×23mm
動作温度	-40℃～+65℃
ラベル加工メーカー	株式会社 サトー
ラベルサイズ	100×50cm

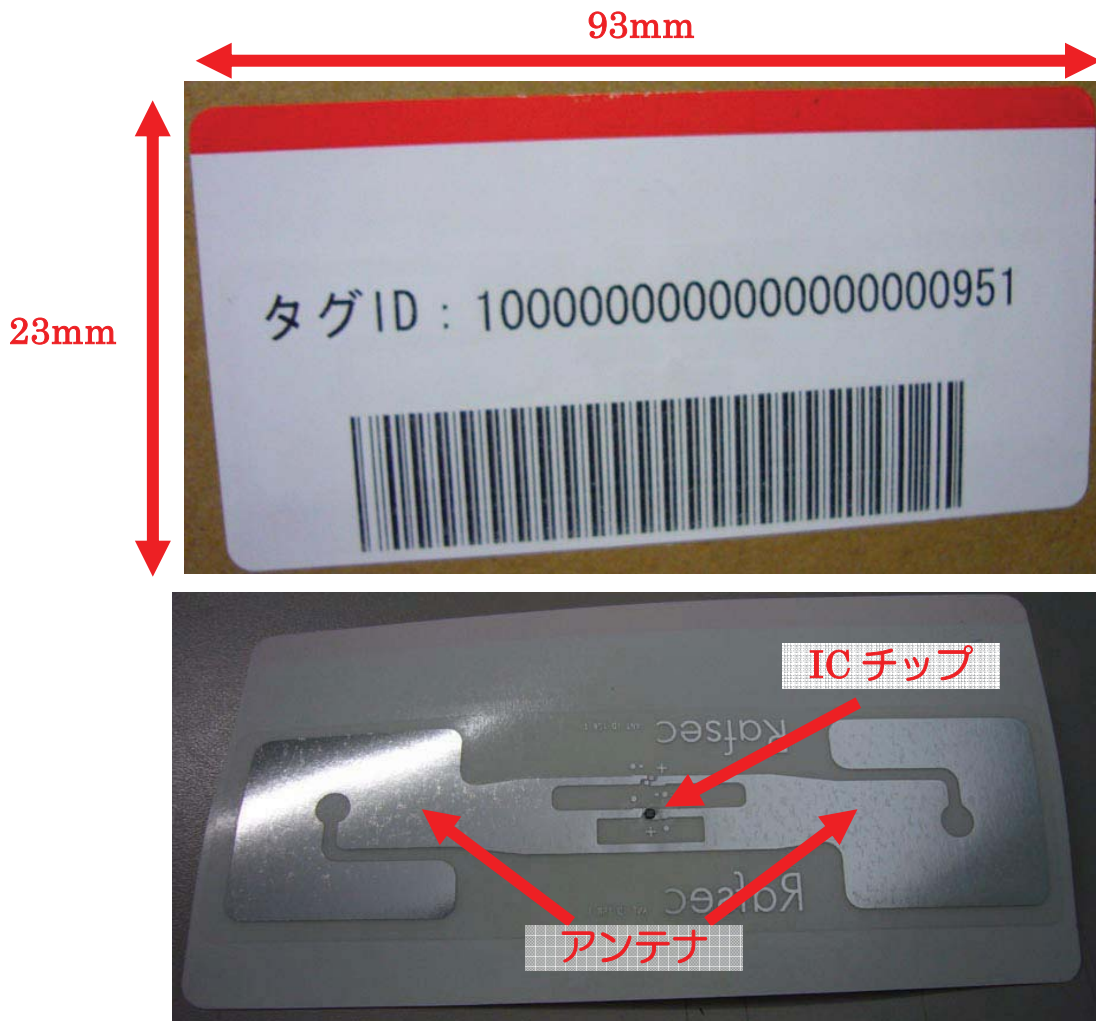


図 2-4-2 個品タグ外観

2. 2. 2. 2 コンテナタグ仕様

本実証調査で利用したコンテナタグの仕様を表 2-5 に示す。パッシブタイプの IC タグはその原理・構造上、金属に貼付された場合は読取ができなくなるので、図 2-4-3 に示すように金属への直接貼付を避けて金属への調布にも対応するために、IC チップとアンテナ部を絶縁状の物質で包むような加工を施して利用する。

表 2-5 コンテナタグ仕様

項目	コンテナタグ仕様
メーカー	Intermec 社
製品名	LARGE RIGID RFID Tag
周波数	860～960MHz
対応プロトコル	EPC C1G2 (ISO/IEC18000-6 Type C)
動作温度	-40℃～+121℃
タグサイズ	155×32×10.2mm
備考	金属対応タグ



図 2-4-3 コンテナタグ外観

2. 2. 2. 3 セキュリティタグ仕様

本実証調査で利用したセキュリティタグの仕様を表 2-6 に示す。本タグは、現在特許出願中のもので、不正利用防止用の剥離検知付センサータグであり、検知線の断線位置により IC タグ特性（通信距離）が変化する性質を有している。

表 2-6 セキュリティタグ仕様

項目	セキュリティタグ仕様
メーカー	株式会社 ICブレインズ
製品名	IC Sec シール（剥離検知タグ）
周波数	860～960MHz
対応プロトコル	ISO/IEC18000-6 Type B
	-40℃～+121℃
タグサイズ	130×34.5×0.1mm（最大幅）
金属対応誘電体サイズ	55×35×10mm ※コンテナ（金属面）に取り付けるため、裏面に誘電体を貼付した。
備考	世界で初めての不正利用防止用剥離検知付センサータグ（特許申請中）。 検知線の断線位置により IC タグ特性（通信距離）が変化する。

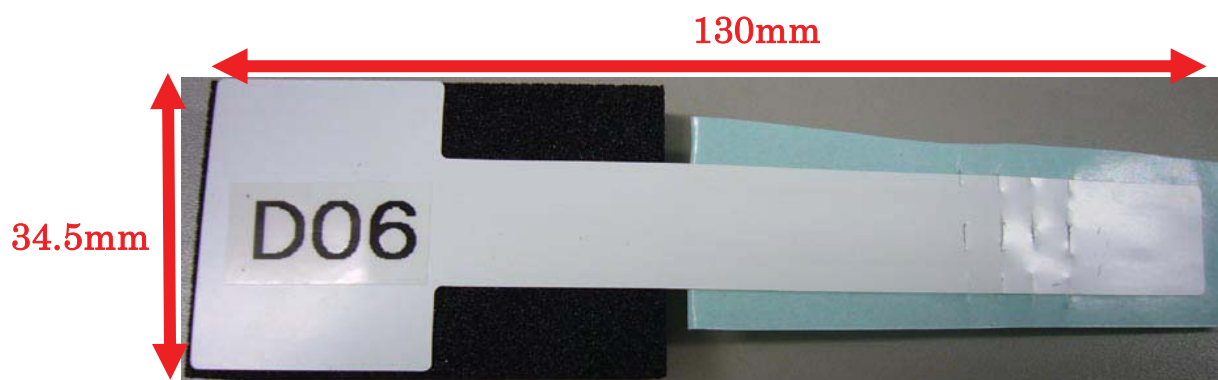


図 2-4-4 セキュリティタグ外観

本実証調査では、当初は図 2-4 4 の形状のセキュリティタグを使用していたが、表面が紙素材で雨・風に弱いため破れやすく、またコンテナ貼付時のハンディターミナルでの読み取り距離が 1cm 以下だったため、表面をペット材に変更し、アンテナ部を大きくする改良を行った。

この結果、改良版セキュリティタグ（表 2-7、図 2-4 5 参照）では、ハンディターミナルで約 3cm の読み取り距離が確認出来ている。

表 2-7 セキュリティタグ仕様

項目	改良版セキュリティタグ仕様
メーカー	株式会社 IC ブレインズ
製品名	IC Sec シール（剥離検知タグ）
周波数	860～960MHz
対応プロトコル	ISO/IEC18000-6 Type B、 -40℃～+121℃
タグサイズ	122×75×0.2mm（最大幅）
金属対応誘電体サイズ	75×42×5mm
備考	検知線の断線位置により IC タグ特性（通信距離）が変化する。

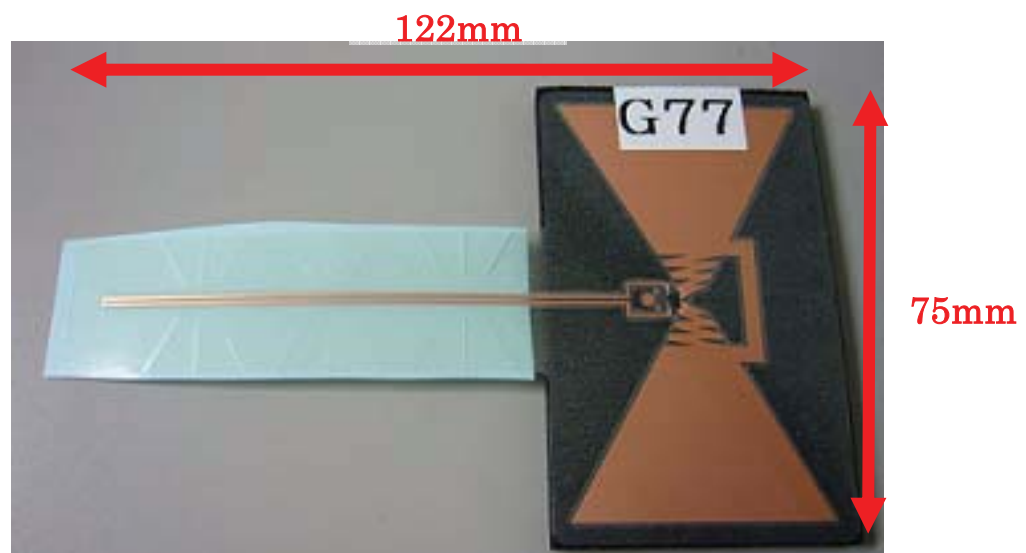


図 2-4 5 改良版セキュリティタグ外観

2. 2. 3 航空貨物輸送情報管理アプリ（サーバ部）

それぞれのレーンの各拠点において、IC タグの読み取りおよび書き込みを行い、その結果を情報管理サーバに送信し蓄積する。これらの情報は、インターネットで公開（ユーザ ID とパスワードの認証が必要）しており、実証調査参加者間で情報を共有することが可能となっている。

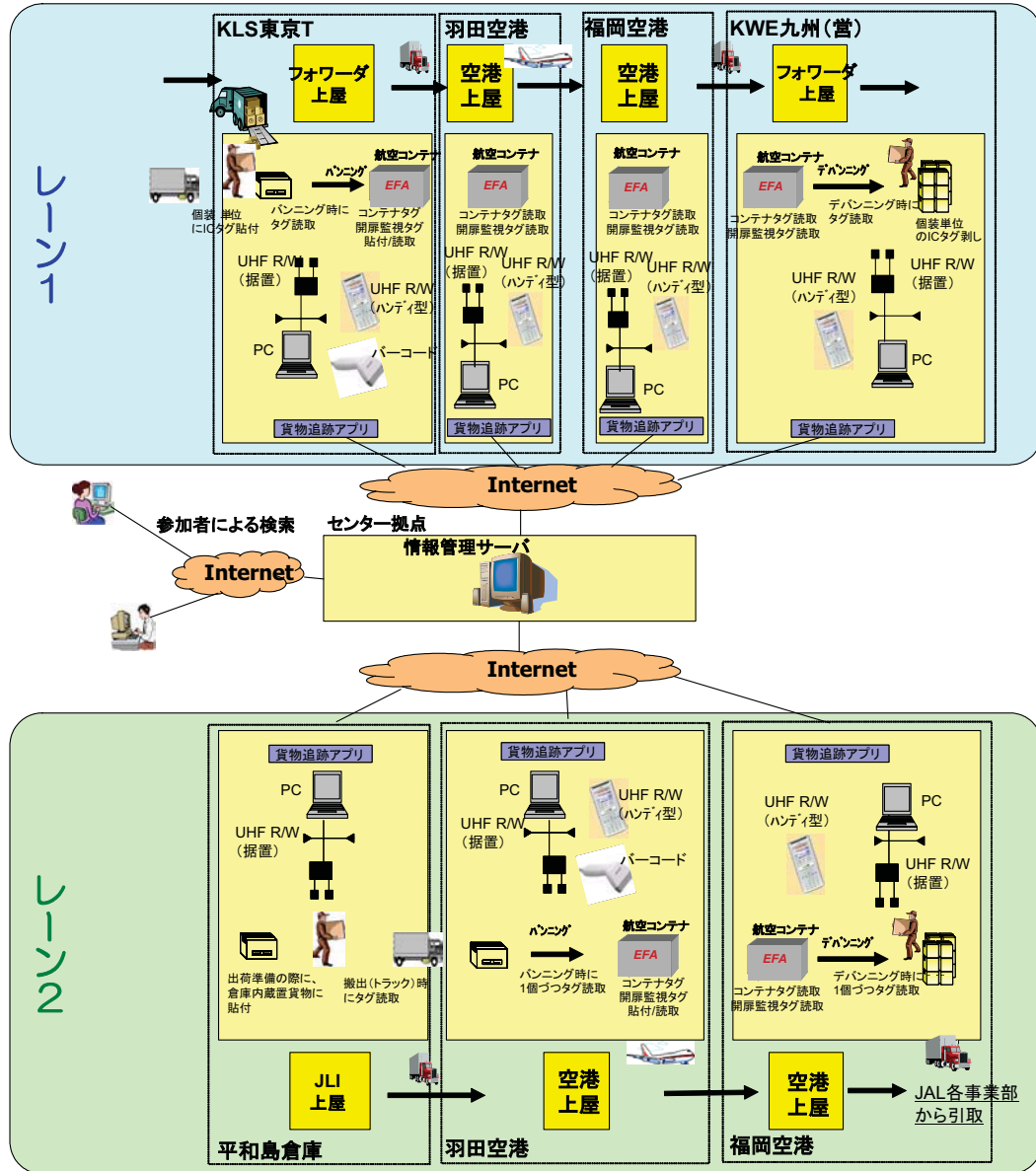


図 2-4 6 実証調査に用いたシステムの構成

個品に貼付した IC タグの読み取りについては、据置型 R/W の場合には PC の画面に読み取った結果を、タグの ID と読取時間とともに表示する。また、コンテナ積載

時に爆発物検査で異常と判断された貨物については、当該データの背景が赤く表示される。



図 2-47 コンテナへの貨物積載時の読取画面（据置型 R/W 使用時）

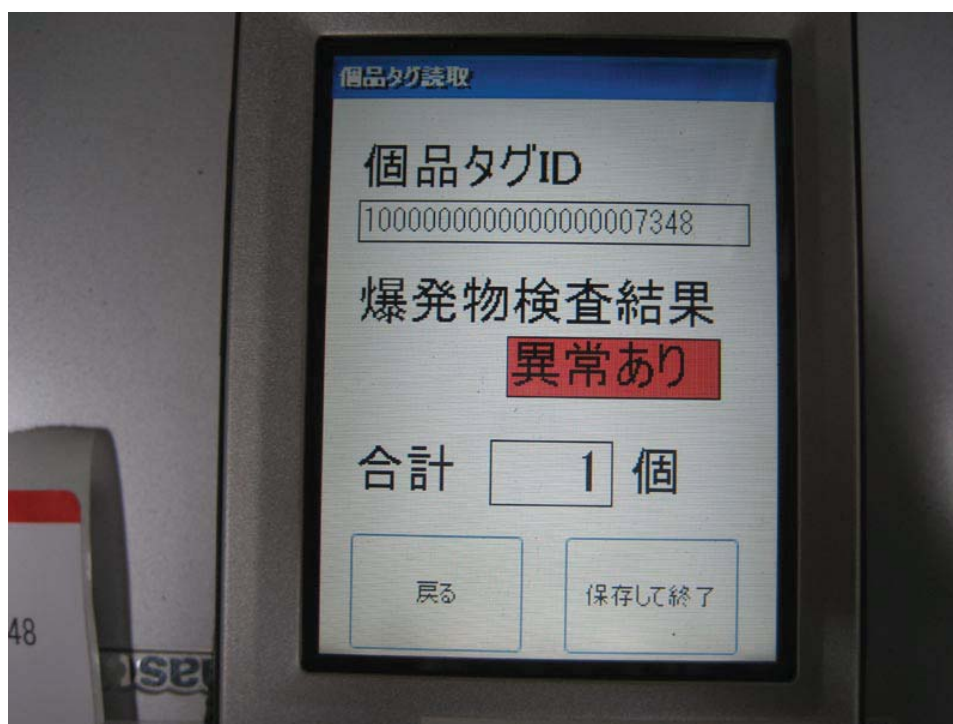


図 2-4 8 コンテナへの貨物積載時の読取画面（ハンディターミナル使用時）

全ての貨物を積載後に、コンテナタグの番号、コンテナ番号等を入力し、データを情報管理サーバに登録する。

据置型 R/W によるコンテナタグの読み取りについても、同様の画面によりコンテナタグを読み取った後、結果を情報管理サーバに登録する。

爆発物検査結果の書き込みについては、まず貨物に貼付された個品タグを読み取りタグの ID を取得する。その際に、検査状況（未検査／検査済み）と、検査済みの場合には検査結果（異常あり／異常なし）が表示される。未検査の場合には、そのタグに対して、検査結果（異常あり／異常なし）を書き込み完了する。

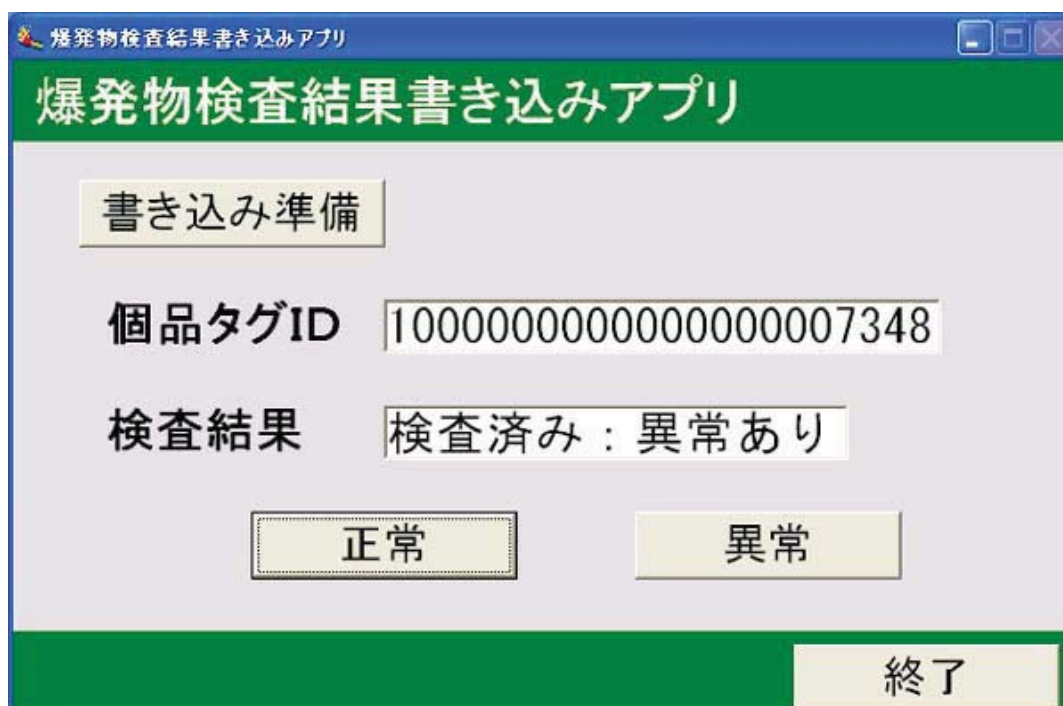


図 2-4 9 爆発物検査結果の書き込み画面

ハンディターミナルでは、個品タグに対する IC タグの読み取り、バーコードの読み取りと、コンテナタグの読み取り、セキュリティタグの読み取り、読み取ったデータの PC への転送を実施する。

情報管理サーバに登録されたデータについては、Web を参照して各コンテナおよび貨物の状況を把握することができる。

検索画面（図 2-5 0 参照）からは、コンテナ番号での検索および各拠点での作業日による検索が可能であり、その条件による検索結果が表示される。検索結果はコンテナ単位でどの拠点においていつコンテナタグおよびセキュリティタグが読み取られたのかということと、セキュリティタグの状態、およびそのコンテナに積載されている貨物の個数等が表示される。セキュリティタグについては、開封を検知した場合にはその拠点での読み取り結果が赤字で表示される（図 2-5 1 参照）。

さらにこの画面からコンテナ番号を選択すると、そのコンテナに積載されている貨物のタグ ID およびそのタグ ID を読み取った時間が表示される（図 2-5 2 参照）。

https://eww.k2.panasonic.co.jp - 航空貨物輸送情報管...

個品情報一覧検索結果 コンテナ番号: AKN12430JL

[戻る](#)

	個品タグID	1)近鉄東京 (積載)	1)近鉄福岡 (荷卸)
1	100000000000000000021597	2007/02/28 22:12:34	2007/03/01 13:25:02
2	100000000000000000021596	2007/02/28 22:12:40	2007/03/01 13:25:05
3	100000000000000000021595	2007/02/28 22:12:43	2007/03/01 13:24:50
4	100000000000000000021594	2007/02/28 22:12:48	2007/03/01 13:24:45
5	100000000000000000021593	2007/02/28 22:12:52	2007/03/01 13:24:36
6	100000000000000000021572	2007/02/28 22:13:02	2007/03/01 13:24:41
7	100000000000000000021587	2007/02/28 22:16:25	2007/03/01 13:24:23
8	100000000000000000021588	2007/02/28 22:16:27	2007/03/01 13:24:27
9	100000000000000000021589	2007/02/28 22:16:30	2007/03/01 13:24:32
10	100000000000000000021566	2007/02/28 22:18:06	2007/03/01 13:25:15
11	100000000000000000021576	2007/02/28 22:18:10	2007/03/01 13:25:08
12	100000000000000000021570	2007/02/28 22:18:21	2007/03/01 13:25:11
13	100000000000000000021578	2007/02/28 22:18:36	2007/03/01 13:25:06

図 2-5 2 コンテナに積載された貨物に関する情報表示画面

2. 3 実効性等確保のための実施策

2. 3. 1 事前検証の実施

本実証調査では、実貨物による実証に先立つ準備段階として、レーン1およびレーン2の各上屋において事前検証を実施した。事前検証の目的は、大きく2つあり、一つは、実貨物による実証段階において技術的にはICタグの約9割以上の読取率が確保できるように関連機材の設置・調整を行うため、もう一つは、実証調査に参加する現場作業員に対する関連機材操作の習熟度向上のためである。

検証は、近鉄ロジスティクス・システムズ（KLS）東京ターミナル、JALロジスティクス（JLI）平和島倉庫、JAL羽田貨物ターミナル、JAL福岡貨物ターミナル、近鉄エクスプレス九州（KWE九州）福岡営業所の各地において仮想貨物（空箱）にICタグを貼付して実施した。なお、事前検証の対象数量は、本実証調査の全体目標対象貨物数40,000個のうち、過去に行われた海上コンテナ等を対象にしたICタグ実証実験での経験則を基に2割と設定して8,000個とした。

また、事前検証においては、パレットに積載した複数個の貨物に貼付されたICタグの一括読取を実施し、その読取率を測定した。

2. 3. 1. 1 近鉄ロジスティクス・システムズ

KLSでは、実貨物での読み取りと同じ場所に機器を設置してコンテナ積込作業とコンテナ荷降ろし作業を1,400個の仮想貨物を用いて実施した。コンテナ積込作業とコンテナ荷降ろし作業の作業個数、読取個数、所要時間、リーダライタの出力レベル、1個あたりの平均処理時間を以下に示す。

表 2-8 コンテナ積込作業の所要時間

	作業個数 (個)	読取個数 (個)	所要時間 (分)	リーダライタの出力レベル (7段階で7が最大)と出力 (dBm)	平均時間 (秒/個)
1回目	168個	167個	13分	5 (32dBm)	4.6秒/個
2回目	290個	290個	20分	5 (32dBm)	4.1秒/個
3回目	242個	242個	22分	5 (32dBm)	5.5秒/個
4回目	212個	210個	61分	5 (32dBm)	17.2秒/個
5回目	333個	330個	58分	5 (32dBm)	10.5秒/個
6回目	155個	154個	25分	5 (32dBm)	9.7秒/個
合計	1,400個	1,393個	199分	—	8.5秒/個

表 2-9 コンテナ荷降ろし作業の所要時間

	作業個数 (個)	読取個数 (個)	所要時間 (分)	リーダライタの出力レベル (7段階で7が最大)と出力 (dBm)	平均時間 (秒/個)
1回目	168 個	167 個	17 分	5 (32dBm)	6.1 秒/個
2回目	290 個	290 個	13 分	5 (32dBm)	2.7 秒/個
3回目	242 個	241 個	25 分	5 (32dBm)	6.4 秒/個
4回目	212 個	211 個	37 分	5 (32dBm)	10.5 秒/個
5回目	333 個	331 個	70 分	5 (32dBm)	12.6 秒/個
6回目	155 個	154 個	33 分	5 (32dBm)	12.8 秒/個
合計	1,400 個	1,394 個	195 分	—	8.4 秒/個

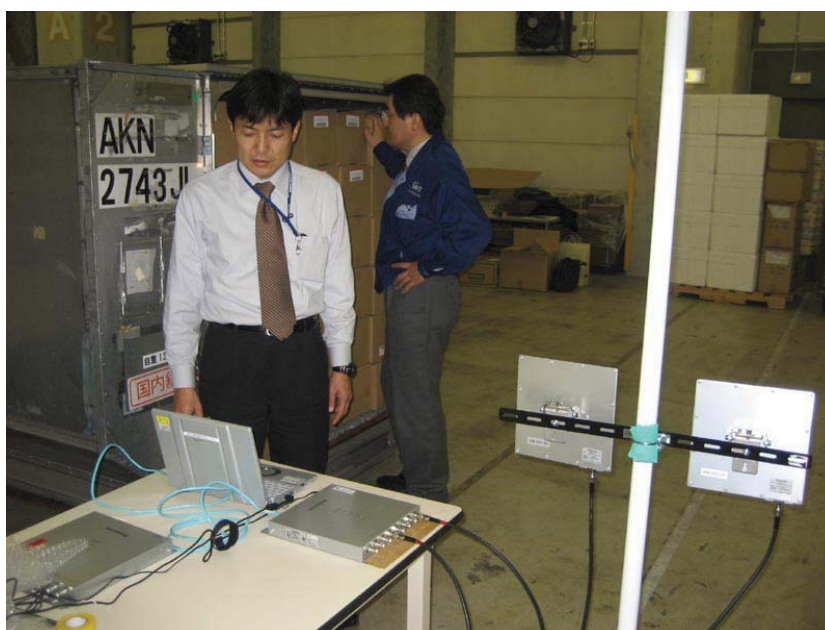


図 2-53 KLS での事前検証の様子

この環境においては、据置型 R/W の出力がレベル 7 (36dBm) の場合で 450cm、レベル 5 (32dBm) の場合で 250cm の読取距離であった。作業者がアンテナの前を通過する際の間隔等を考慮した上で、実運用上適切な出力としてレベル 5 (32dBm) に設定することとした。また、この事前検証から、IC タグはケースの側面の、できるだけ上に貼ると読み取りやすいことがわかった。

なお、コンテナ積込作業における IC タグの読み落としが発生したケースの 1 つは、IC タグ自体が故障していたことに起因するものであったため、その場で交換の上読み取りを実施した。また、コンテナ荷降ろし作業において IC タグを読み取れないケースのうち 2 つについても、いずれも IC タグが故障したことに起因していたため、その場で交換の上読み取りを実施した。

2. 3. 1. 2 JAL ロジスティクス

JLI では、実貨物での読み取りと同じ場所に機材を設置して IC タグ貼付作業、IC タグ剥し作業、貨物搬出時の読み取り作業を 1,400 個の仮想貨物を用いて実施した。これらの作業に加えて、複数の IC タグの一括読取の性能を把握する目的で、フォークリフトでの搬出を想定した一括読取も実施した。

まず、IC タグ貼付作業と IC タグ剥し作業における対象枚数、作業人数、所要時間及び 1 枚あたりの平均時間を以下に示す。

表 2-10 IC タグ貼付作業の所要時間

	貼付枚数 (個)	作業人数 (人) ²	所要時間 (分)	平均時間 (秒/枚)
1 回目	300 枚	2.5 人	60 分	30 秒/枚
2 回目	300 枚	2.5 人	60 分	30 秒/枚
3 回目	100 枚	1 人	30 分	18 秒/枚
4 回目	700 枚	1 人	120 分	10.3 秒/枚
合計	1,400 枚	—	—	15.5 秒/枚

表 2-11 IC タグ剥し作業の所要時間

	貼付枚数 (個)	平均作業人数 (人)	所要時間 (分)	平均時間 (秒/枚)
1 回目	600 枚	2 人	150 分	30 秒/枚
2 回目	800 枚	3 人	120 分	27 秒/枚
合計	1,400 枚	—	—	28.6 秒/枚

IC タグの貼付については、台紙がロール上に巻き取られた形のものから剥がして貼り付けるという作業であったため、作業がやりやすいという意見があった。また、IC タグを剥がす作業では、今回使用した IC タグのシールの粘着度では、剥がした痕跡がケースに残ってしまうことがわかった (図 2-75 参照)。そこで、痕跡を残してはいけない貨物については、下地シールを利用することとした (2. 3. 4. 1 参照)。

貨物の搬出時の読み取りを想定した作業における、作業個数、読取個数、所要時間、リーダライタの出力レベル、1 個あたりの平均処理時間を以下に示す。

² 当該時間内に当該作業に携わった人数を作業時間に応じて表現したもの。例えば「2.5 人」とは、2 人が 60 分、1 人が 30 分作業を実施したことを表す。

表 2-12 搬出作業の所要時間

	作業個数 (個)	読取個数 (個)	所要時間 (分)	リーダライタの出力レベル (7段階で7が最大)と出力 (dBm)	平均時間 (秒/個)
1回目	70個	68個	11分	7 (36dBm)	9.4秒/個
2回目	30個	30個	5分	5 (32dBm)	10秒/個
3回目	50個	50個	8分	5 (32dBm)	9.6秒/個
4回目	100個	100個	8分	5 (32dBm)	4.8秒/個
5回目	50個	50個	6分	5 (32dBm)	7.2秒/個
6回目	100個	100個	12分	5 (32dBm)	7.2秒/個
7回目	60個	60個	7分	5 (32dBm)	7秒/個
8回目	50個	50個	7分	7 (36dBm)	8.4秒/個
9回目	50個	50個	6分	7 (36dBm)	7.2秒/個
10回目	40個	40個	5分	7 (36dBm)	7.5秒/個
11回目	800個	800個	120分	5 (32dBm)	9秒/個
合計	1,400個	1,398個	195分	—	8.4秒/個



図 2-54 JLI での事前検証の様子（個別読取）

なお、1回目の作業は読取時の機器の配置や設定等の調整も兼ねて実施したためにいくつか読み落としがあったが、それ以降は全て読み取ることができた。また、リーダライタに何度か正対させないと読み取れない場合があり、時間を要するケースもあった。

リーダライタの出力と読取距離の関係は、レベル7 (36dBm) のときに最大読取可能距離が 470cm、レベル5 (32dBm) のときが 260cm であった。この結果を踏まえた上で、読みすぎることによる意図しないタグの読み取りを防止するという観点から、実業務での適切な距離として 260cm 程度で読むことし、本実験ではレベル5で運用

することとした。

最後に、搬出作業を想定した、フォークリフトでの一括読取の結果について以下に示す。

表 2-13 IC タグの一括読取時の読取率

	総数 (個)	読取個数 (個)	読取率 (%)
1 回目	100 個	86 個	86%
2 回目	100 個	83 個	83%
3 回目	100 個	85 個	85%
4 回目	50 個	43 個	86%
5 回目	50 個	46 個	92%
6 回目	60 個	49 個	82%
7 回目	100 個	86 個	86%
8 回目	50 個	48 個	96%
9 回目	100 個	84 個	84%
10 回目	30 個	29 個	97%
11 回目	50 個	47 個	94%
12 回目	10 個	10 個	100%
平均	800 個	696 個	87%



図 2-55 JLI での事前検証の様子 (一括読取)

測定の結果から、総数が多い場合には読み落としが多くなり、読取率が 80%程度となるが、個数をある程度抑えて実施すると、90%近く読取率となることが明らか

となった。読取率を向上させるための改善ポイントとしては、機器の設置の側面からは、現状片面2枚の設置としているアンテナの枚数を増やし、4枚とすることが考えられる。また、システム制御の側面からは、赤外線センサなどで通過を検知してから電波を発射するなど、電波発射のタイミングを貨物の通過に合わせることで、読取率の向上が期待される。

2. 3. 1. 3 JAL 羽田貨物ターミナル

JAL 羽田貨物ターミナルでは、西貨物地区の JAL 上屋において、実貨物での読み取りと同じ場所に機材を設置して、コンテナへの積込作業を 900 個の仮想貨物を用いて実施した。また、これと合わせて、現場でのリーダライタ出力と読取距離との関係を測定して出力の調整を行ったほか、フォークリフトで搬出されるコンテナのタグを据置型 R/W で読み取る際のリーダライタの出力調整および設置位置の調整を行った。

コンテナ積込時の読み取りを想定した作業における、作業個数、読取個数、所要時間、リーダライタの出力レベル、1 個あたりの平均処理時間を以下に示す。

表 2-14 コンテナ積込作業の所要時間

	作業個数 (個)	読取個数 (個)	所要時間 (分)	リーダライタの出力レベル (7段階で7が最大)と出力 (dBm)	平均時間 (秒/個)
1回目	250 個	248 個	15 分	4 (30dBm)	3.6 秒/個
2回目	250 個	250 個	14 分	4 (30dBm)	3.4 秒/個
3回目	48 個	48 個	2 分	4 (30dBm)	2.5 秒/個
4回目	176 個	176 個	8 分	4 (30dBm)	2.7 秒/個
5回目	176 個	175 個	9 分	4 (30dBm)	3.1 秒/個
合計	900 個	897 個	48 分	—	3.2 秒/個

また、この読み取りの実施に先立ち、現場での IC タグの出力と読取距離との関係を測定し、以下のような結果を得た。

表 2-15 現場におけるリーダライタ出力レベルと読取距離の関係

	リーダライタの出力レベル (7段階で7が最大)と出力 (dBm)	最大読取可能距離 (cm)
1回目	7 (36dBm)	210cm
2回目	7 (36dBm)	380cm
3回目	7 (36dBm)	360cm
4回目	6 (34dBm)	340cm
5回目	6 (34dBm)	310cm
6回目	5 (32dBm)	270cm
7回目	5 (32dBm)	300cm
8回目	4 (30dBm)	220cm
9回目	4 (30dBm)	200cm
10回目	4 (30dBm)	180cm



図 2-56 JAL 羽田での事前検証の様子

この結果から明らかなように、設置環境における読取距離は、リーダライタの出力がレベル 4 の場合で 200cm 程度であり、周辺環境や作業場必要なスペース等を考慮した場合に 200cm 程度の距離が実用上適当であったため、レベル 4 に設定して実施した。

なお、IC タグの読み落としのうち、1つは IC タグ自体の故障によるものであったため、その場で交換の上読み取りを行った。

また、コンテナ搬出時の据置型 R/W によるコンテナタグの読取に関する機器の設定については、コンテナ側面の周囲が金属ばかりの部分に IC タグを貼付することに

なるため、出力レベルによらず最大で 60cm 程度の読取距離しか得られなかった。そこで、2. 3. 2. 2に示すように、IC タグの周辺の金属の面積ができるだけ小さくなるような貼付位置を選び、金属の影響を少なくすることとした。このような試行錯誤の結果、コンテナの扉に向かって左下のコンテナの端を選ぶことで、170cm 程度の読取距離を実現した。この位置に IC タグを貼付することにより、ドーリーで牽引したりフォークリフトで搬送したりする場合でも、移動しながら読み取ることも可能となった。



図 2-57 コンテナタグの読取に関する調整

2. 3. 1. 4 JAL 福岡貨物ターミナル

JAL 福岡貨物ターミナルでは、実貨物での読み取りと同じ場所に機材を設置して、コンテナ積込作業とコンテナ搬出作業を 900 個の仮想貨物を用いて実施した。また、これと合わせて現場でのリーダーライタ出力と読取距離との関係を測定して出力の調整を行った。

まず、現場での IC タグの出力と読取距離との関係を測定し、以下のような結果を得た。

表 2-16 現場におけるリーダライタ出力レベルと読取距離の関係

	リーダライタの出力レベル (7段階で7が最大)と出力 (dBm)	最大読取可能距離 (cm)
1回目	7 (36dBm)	450cm
2回目	4 (30dBm)	260cm

測定結果をもとにして、意図しない IC タグの読み取りを防止するという観点から、現場での作業スペース等も考慮した上で、2.5m 程度の読取距離が確保できるレベル 4 (30dBm) に設定することとした。

また、この結果を用いて、コンテナ積込時の読み取りを想定した作業における、作業個数、読取個数、所要時間、リーダライタの出力レベル、1 個あたりの平均処理時間を以下に示す。

表 2-17 コンテナ積込作業の所要時間

	作業個数 (個)	読取個数 (個)	所要時間 (分)	リーダライタの出力レベル (7段階で7が最大)と出力 (dBm)	平均時間 (秒/個)
1回目	250 個	248 個	15 分	4 (30dBm)	3.6 秒/個
2回目	250 個	250 個	14 分	4 (30dBm)	3.4 秒/個
3回目	48 個	48 個	2 分	4 (30dBm)	2.5 秒/個
4回目	176 個	176 個	8 分	4 (30dBm)	2.7 秒/個
5回目	176 個	175 個	9 分	4 (30dBm)	3.1 秒/個
合計	900 個	897 個	48 分	—	3.2 秒/個

なお、コンテナ搬出時の据置型 R/W によるコンテナタグの読取に関する機器の設定については、前述のようにコンテナの端に IC タグを貼付することで読み取り距離を確保することとしたが、このような対策を施さずに、コンテナの中ほどの高さの位置に IC タグを貼付 (図 2-5 8 参照) した場合には、金属による影響を大きく受けて、リーダライタの出力レベルを最大の 7 (36dBm) にした場合でも、読取距離が 60cm 程度という結果となった。



図 2-58 金属面の反射の影響を大きく受けるコンテナタグの貼付位置

2. 3. 1. 5 近鉄エクスプレス九州

KWE 九州 福岡営業所では、実貨物での読取と同じ場所に機材を設置して、IC タグ貼付作業、コンテナ積込作業を 1,400 個の仮想貨物を用いて実施した。また、これと合わせて現場でのリーダーライタ出力と読取距離との関係を測定して出力の調整を行った。

まず、IC タグの貼付作業については、以下のような結果を得た。

表 2-18 IC タグ貼付作業の所要時間

	貼付枚数 (個)	平均作業人数 (人)	所要時間 (分)	平均時間 (秒/枚)
1 回目	500 枚	2 人	21 分	5 秒/枚
2 回目	500 枚	2.5 人	11 分	3.3 秒/枚
3 回目	400 枚	2 人	12 分	3.6 秒/枚
合計	1,400 枚	—	—	4.1 秒/枚



図 2-59 IC タグ貼付作業

また、IC タグの読取に当たっては、現場での IC タグの出力と読取距離との関係を測定し、以下のような結果を得た。

表 2-19 現場におけるリーダライタ出力レベルと読取距離の関係

	リーダライタの出力レベル (7段階で7が最大)と出力 (dBm)	最大読取可能距離 (cm)
1回目	7 (36dBm)	430cm
2回目	7 (36dBm)	420cm
3回目	6 (34dBm)	340cm
4回目	5 (32dBm)	270cm
5回目	4 (30dBm)	180cm

この結果と、現場の作業者の意見を踏まえて、2m 程度の距離から読めることが望ましいとのことであったため、リーダライタの出力をレベル 4 (30dBm) とすることとした。

また、この結果を踏まえて、コンテナ積込時の読み取りを想定した作業における、作業個数、読取個数、所要時間、リーダライタの出力レベル、1 個あたりの平均処理時間を以下に示す。

表 2-20 コンテナ積込作業の所要時間

	作業個数 (個)	読取個数 (個)	所要時間 (分)	リーダライタの出力レベル (7段階で7が最大)と出力 (dBm)	平均時間 (秒/個)
1回目	176個	176個	7分	4 (30dBm)	2.4秒/個
2回目	233個	233個	7分	4 (30dBm)	1.8秒/個
3回目	91個	91個	2分	4 (30dBm)	1.3秒/個
4回目	91個	91個	3分	4 (30dBm)	2.0秒/個
5回目	219個	219個	4分	4 (30dBm)	1.1秒/個
6回目	176個	176個	4分	4 (30dBm)	1.4秒/個
7回目	14個	14個	1分	4 (30dBm)	4.3秒/個
8回目	242個	241個	10分	4 (30dBm)	2.5秒/個
9回目	158個	158個	5分	4 (30dBm)	1.9秒/個
合計	1,400個	1,399個	43分	—	1.8秒/個



図 2-60 コンテナ積込作業

この測定結果は、他の結果と比べて極めて短いものとなっているが、図 2-60 からもわかるように、ダンボール箱をローラー上で移動させて読み取りを実施したことに起因する。

2. 3. 2 IC タグの運用方法

2. 3. 2. 1 個品タグの貼付位置

IC タグの特性上、アンテナから発出される電波が届く範囲に IC タグが存在すれば、必ずしもアンテナに対して IC タグを正対させる必要がないことから、個品（段ボールケースなど）に貼付する IC タグについては、貼付位置について図 2-6 1 に示す推奨位置を踏まえれば特にシステムの運用面から制限することはなかった。なお、この推奨位置は、段ボールケース等個品の中身が金属体であった場合の IC タグの読み取りへの影響も考慮して、隙間ができる可能性が高く、そのために金属の影響を最小限にできるということから決定したものである。

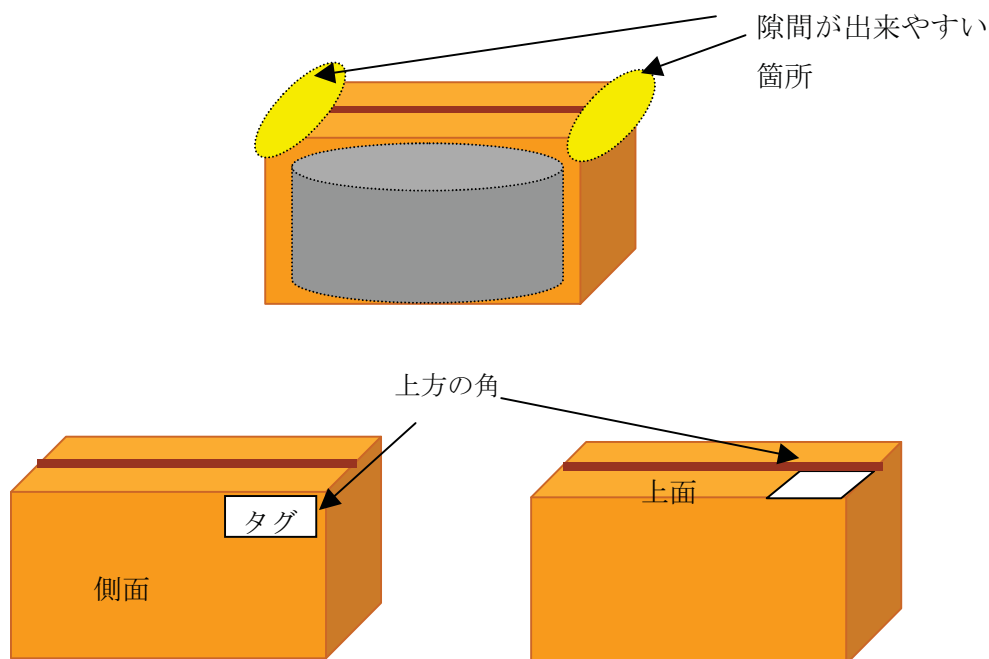


図 2-6 1 個品タグ貼付の推奨位置

なお、レーン 1 においては、現状業務において、貨物管理を目的としてバーコードラベルを導入しているため、作業効率等を考慮して、現状業務のラベル、もしくは貨物の宛先を表示したラベルと同じ面に、IC タグも貼付することとした。



図 2-6 2 IC タグの貼付位置
(現状業務で利用しているラベルと同じ面に貼付)

2. 3. 2. 2 コンテナタグの貼付位置

コンテナに貼付する IC タグのうち、据置型アンテナで読み取る可能性があるコンテナタグについては、コンテナへの貼付位置も含めて十分に検討を行った。

当初は、コンテナの扉のある面の左側の中央部分（図 2-6 3 参照）に貼付して運用すべく現地での調整を行った。しかしながら、この位置では IC タグを貼付した金属面からの反射波が影響するためか、今回採用した IC タグの本来の性能を発揮できず、ほとんど接触に近い距離でようやく読み取りができるという状況であった。なお、同じ面の上部に JAL が現状業務において重量計測時のコンテナ番号及びコンテナ自重の読み取りのための IC タグが取り付けられているが、この IC タグは利用が認可されている 2.45GHz の電波を自ら発出するタイプの IC タグであり、本実証調査において使用したパッシブ型の IC タグとは読み取り方法が異なる。パッシブ型の IC タグでは、R/W から発出された電波を元に IC タグが発電して、電波を R/W に向けて返すが、このセミパッシブ型³の IC タグは、自ら電波を発出するため、IC タグが金属面に設置されていても読み取りには問題ないものと考えられる。

³ パッシブタグと同様、リーダからの通信にタグが応答する形を取るが、電池を内蔵することで通信距離を伸ばしたもの。

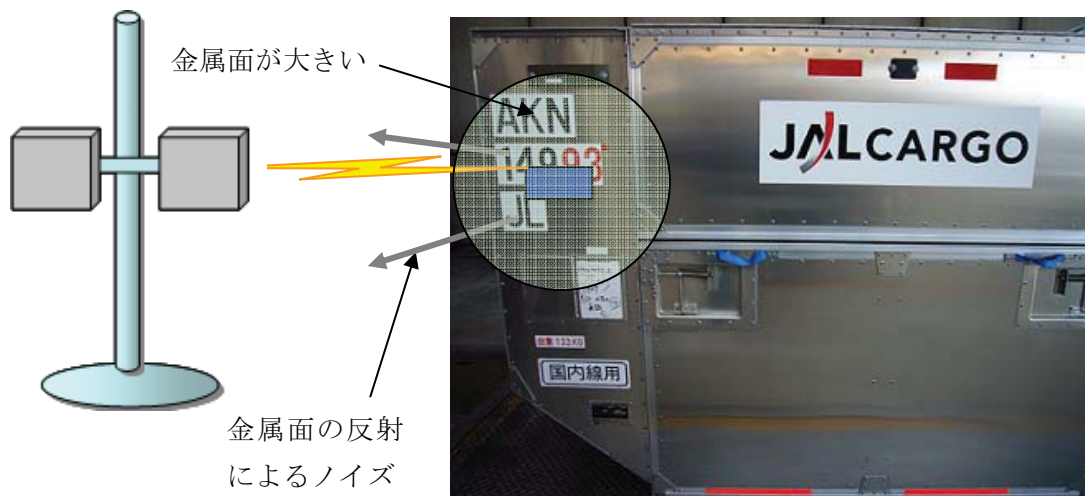


図 2-6 3 IC タグの読取性能が低下した貼付位置

そこで、同じ面の中で金属面からの影響を最小限とすべく、できる限り端（金属面の狭い下方）に貼付するように調整を行った（図 2-6 4 参照）。その結果、同じ面の下部で斜めに切り取られている部分の端に設置したところ、2m 前後の距離から読み取りが可能となった。そこで、実証調査時には、この位置に IC タグを貼付することとした。



図 2-6 4 反射波の影響を考慮して設定した貼付位置

2. 3. 2. 3 セキュリティタグの貼付位置

セキュリティタグの貼付位置については、このタグが、検知線の部分（図 2-4 4 の右側、及び図 2-4 5 の左側）が剥がれた際に、当該部分の検知線が切断されることにより開封を検知するという機能であることから、コンテナ扉の境目部分に、セキュリティタグの検知線があたるように貼付した（図 2-6 5 参照）。

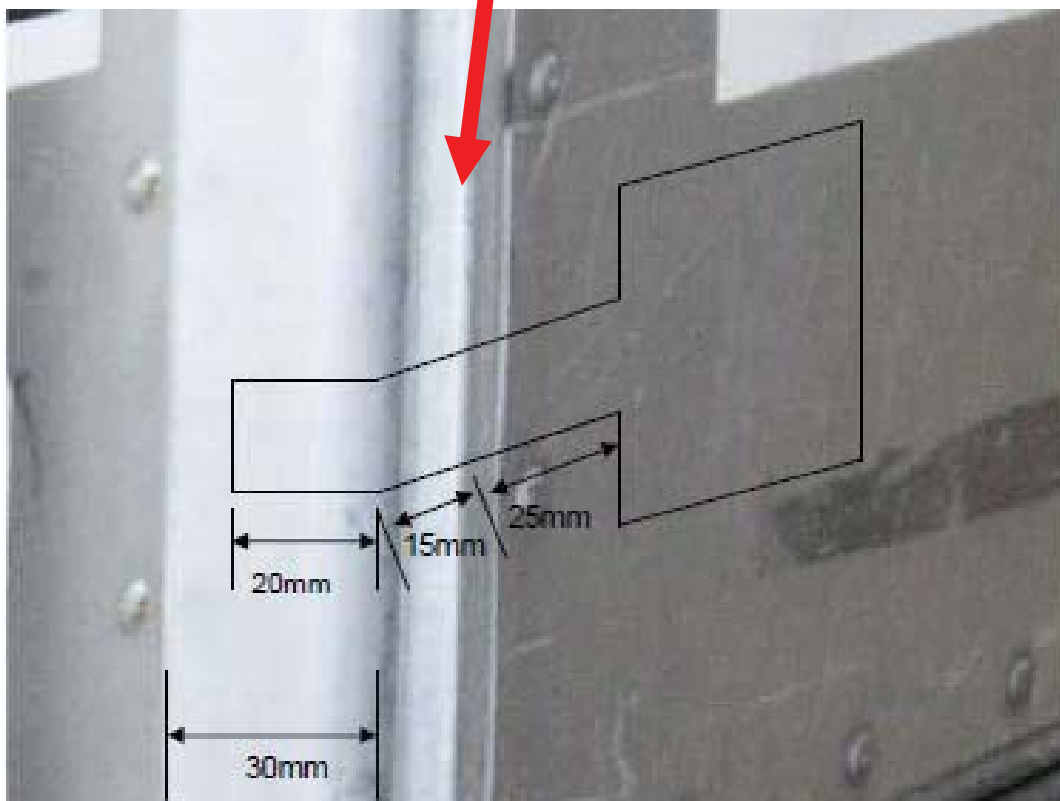


図 2-6 5 セキュリティタグ貼付位置

2. 3. 3 アンテナの設置方法

据置型アンテナについては、現状行っている業務との両立を図る上でより適切な場所に配置すべく、また個品タグを読み取るのか、コンテナタグを読み取るのかによって、設置位置および出力の調整を行った。

本実証調査で使用したパナソニックコミュニケーションズ製の据置型 R/W は、アンテナからの送信出力を7段階（表 2-2 1 参照）で調節可能である。

表 2-2 1 据置型 R/W の出力レベル表

レベル	目安読取距離 (cm)
01	～120
02	～150
03	～180
04	～210
05	～240
06	～270
07	～300

目安読取距離は、安定して読み取れると判断された距離である。高出力タイプの R/W の場合は条件によって最大5m 前後の読み取り距離も可能であるが、設置環境(周辺の壁、金属、水分の存在、床からの高さ 等) により異なる。UHF 帯の電波は金属などの導体面で反射するが、水分では一部が反射、一部が減衰しながらも透過するという特性がある。

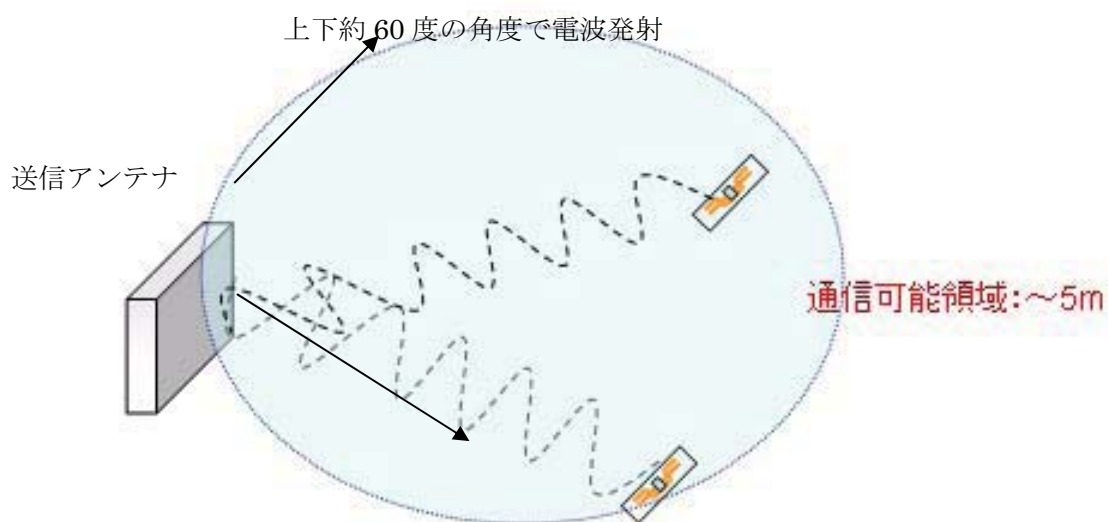


図 2-6 6 UHF 帯高出力タイプの通信可能領域

2. 3. 3. 1 KLS 東京ターミナル

KLS 東京ターミナルにおける据置型 R/W の設置を図 2-6 7 に示す。



図 2-6 7 KLS 東京ターミナルにおける据置型 R/W 設置

コンテナ積載時に個品タグを読み取るため、コンテナ前の必ず通過する場所にアンテナを設置した。当該場所のコンテナへの貨物の積み込み作業時の読み取りについては、当初、一連の貨物積み込み作業の一貫で読み取りが行えるように、積み込みを行うコンテナの入口手前にアンテナを図 2-6 8 に示すように外向きに設置し読み取りを行うこととした。外向きに設置した理由は、既にコンテナに積載した貨物に貼付されている IC タグの読み取りを防止するためである。仮に同じ IC タグを複数回読み取ったとしても、システム側で既に読み取った IC タグの情報を無視するように処理しているため、データ上は問題ない。しかしながら、既に読み取った IC タグに対する読み取り処理を再度繰り返し行ってしまうと、その間は本来読み取るべき新しい IC タグの読み取りが行えなくなる。その結果、読み取りできない可能性が高まるため、それを防止するためにアンテナを外向きに設置し、既に読み取りを行った IC タグが読み取り可能エリアに存在しないようにすることとした。

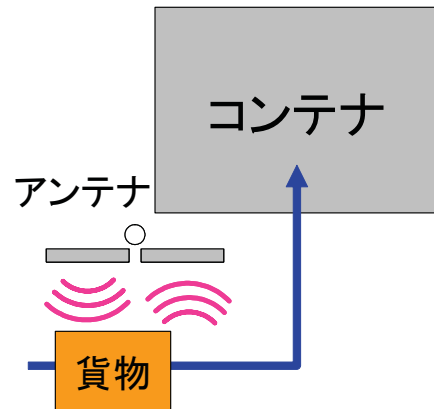


図 2-68 実験開始当初のアンテナの向き（左）と上から見た模式図（右）
（コンテナ入口と反対向きに設定）

この設置形態でも問題はないが、繰り返し作業を行っていく中でより適切な場所および向きとして、図 2-69 に示すような、コンテナ入口近くのほぼ同じ位置に、コンテナ入口を背にして斜め向きに設置することで、貨物積載の際に必ず通過する場所のできる限り「読み取らせる」という意識をせずに作業を行うことができるようになった。

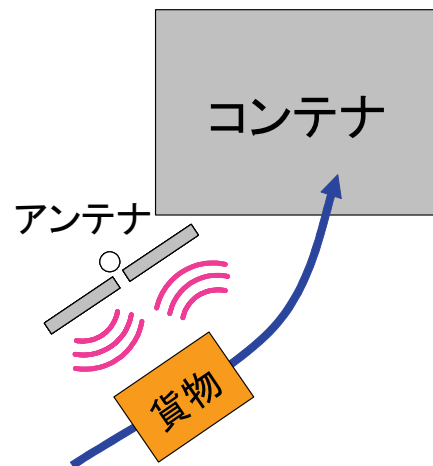


図 2-69 改良後のアンテナの向き（左）と上から見た模式図（右）
（コンテナ入口垂直方向から見て斜め 45 度の向きに設置）

なお、電波を送出した場合に、周囲に存在するコンテナ等の影響で電波が反射し、IC タグの読取性能を低下させる可能性があることが判明した。そこで作業現場において、7 段階に設定できる R/W からの電波の送信出力を変化させてそれぞれのレベルにおける読取距離について測定を実施した。その結果、出力を大きくするほど、読取距

離も長くなるものの、周辺からの反射波の影響も大きくなることがわかった。そこで、限られた作業場所の広さも考慮して、アンテナからの距離が 2.5m 程度であれば、電波の反射に影響するような物体のないスペースが確保できるため、それに合わせて送信出力をレベル 5 (～240cm) に設定することとした。

またアンテナの高さは、大きな貨物・重い貨物を高い位置まで持ち上げるのが困難なため、作業者の腰の位置を目安とし、床面から高さ 120cm とした。

2. 3. 3. 2 JAL ロジスティクス平和島倉庫

JAL ロジスティクス平和島倉庫における据置型 R/W の設置を図 2-70 に示す。

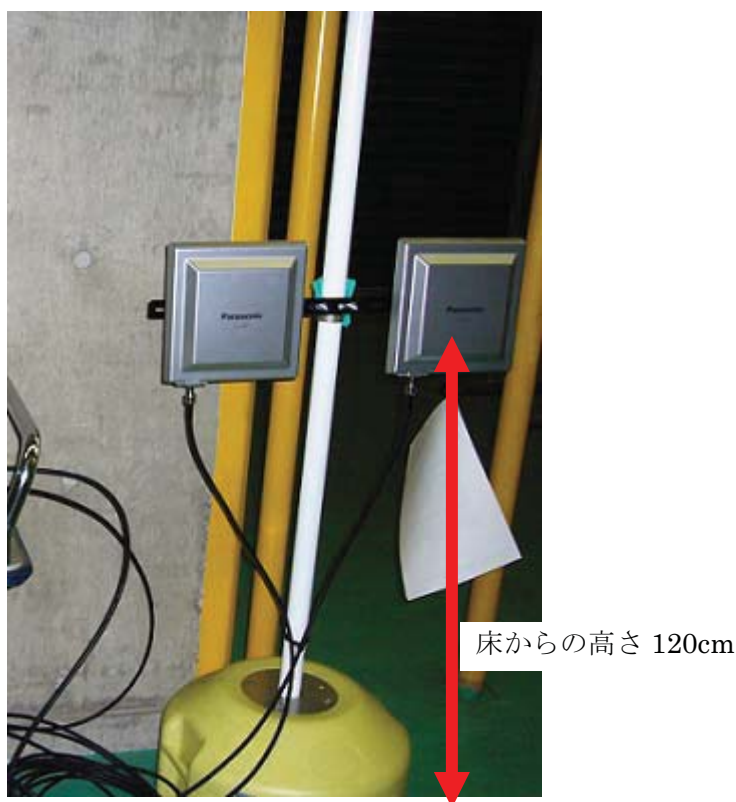


図 2-70 JAL ロジスティクスにおける据置型 R/W 設置

対象とする貨物を荷捌き場に搬入した後、仕分けを行って搬出する前後のタイミングにおいて、貨物をパレットに積載する際にアンテナの前を通過し、個品タグを読み取る。

アンテナの設置については、基本的な設定は 2. 3. 3. 1 に示した KLS 東京ターミナルと同様とした。すなわちアンテナの高さについては、は大きな貨物・重い貨物を高い位置まで持ち上げるのが困難なため、作業者の腰の位置を目安とし、床面か

ら高さ 120cm とした。一方、作業エリアについては、KLS 東京ターミナル以上に狭隘であるため、より遠くから読み取るために R/W からの電波の送信出力を上げてしまうと、貨物に貼付していない IC タグまで読み取ってしまう可能性があることがわかった。そこで、電波からの送信出力をレベル 3 (～180cm) まで落とし、対象外の個品タグを読み取らないよう調整して調査を実施した。

2. 3. 3. 3 JAL 羽田東貨物ターミナル

JAL 羽田東貨物ターミナルにおける据置型 R/W の設置を図 2-7 1 に示す。

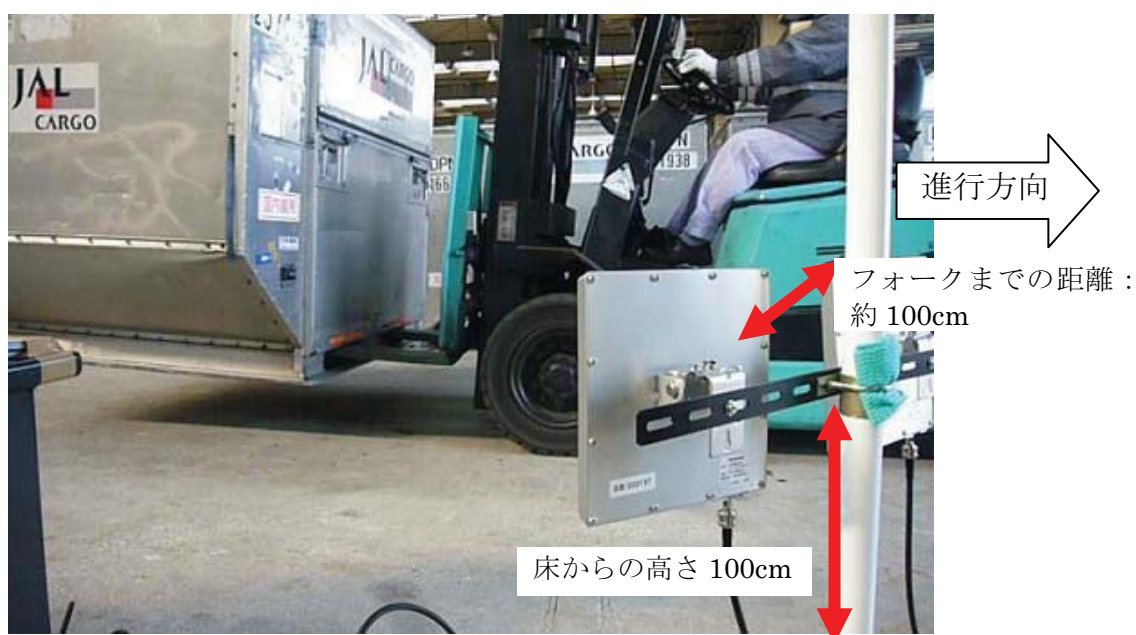


図 2-7 1 JAL 羽田東貨物ターミナルにおける据置型 R/W 設置

コンテナをフォークリフトで運搬する際にコンテナタグを読み取る。

当該場所においても、アンテナから送出する電波の出力と反射波の影響による IC タグの読取性能について、出力レベルごとに測定を行った。出力が大きいほど読み取り距離を伸ばす事が出来るが、その分金属から受ける反射波も大きくなるため、コンテナを運搬するフォークリフトがアンテナに対して接近可能な最短距離に対してある程度の余裕を持たせた上で、2m 程度の距離からの読み取りとすることとした。そこで、当該場所では送信出力をレベル 4 (～210cm) とした。

なお、アンテナの床からの高さは、フォークリフトの高さに合わせ調整した。

2. 3. 3. 4 JAL 羽田西貨物ターミナル

JAL 羽田西貨物ターミナルにおける据置型 R/W の設置を図 2-7 2 に示す。

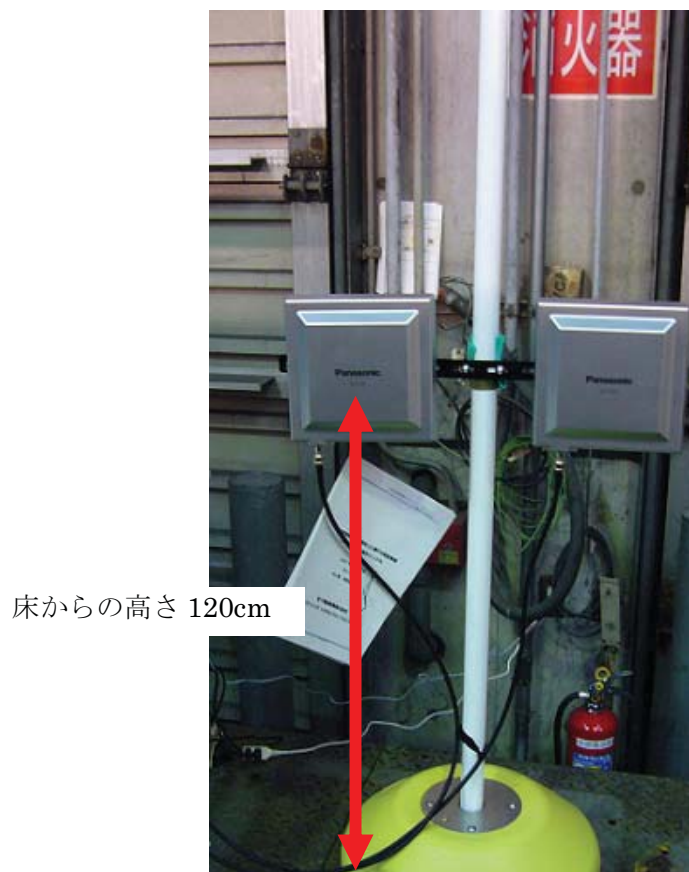


図 2-7 2 JAL 羽田西貨物ターミナルにおける据置型 R/W 設置

コンテナ積載時に個品タグを読み取るため、コンテナ前の必ず通過する場所にアンテナを設置した。

作業場所が限られており、またコンテナや機材が周辺に点在しているため、反射等による対象外のタグ読み取りが発生する可能性がある。これを防止するために、2. 3. 3. 2 に示した羽田東貨物ターミナルと同様の理由から、アンテナからの電波の送信出力をレベル 4 (～210cm) に設定した。

またアンテナの高さは、大きな貨物・重い貨物を高い位置まで持ち上げるのが困難なため作業者の腰の位置を目安とし、床面から高さ 120cm とした。

2. 3. 3. 5 JAL 福岡貨物ターミナル

JAL 福岡貨物ターミナルにおける据置型 R/W の設置を図 2-7 3 に示す。



図 2-7 3 JAL 福岡貨物ターミナルにおける据置型 R/W 設置

ドリー上のコンテナタグを読み取るため、JAL 上屋と同様に送信出力をレベル 4 とした。

2. 3. 3. 6 KWE 九州福岡営業所

KWE 九州福岡営業所における据置型 R/W の設置を図 2-7 4 に示す。



図 2-7 4 KWE 九州上屋における据置型 R/W 設置

現状業務において、コンテナから出した貨物は、手動コンベアを用いて荷捌き場まで移動させる運用であったため、荷降ろし後の個品タグの読取についても、手動コンベア上を流れる貨物に対して実施することとした。なお、コンベア上に載せる荷物については、必ず IC タグとアンテナが正対するように向きを整えることとした。

また、アンテナの前を作業者が横切ることによって IC タグの読み取りができなくなることを防ぐために、アンテナポールとコンベアの間を極力近づけて設置し、作業者が通過できないようにした。しかし、貨物の形状や、コンベア上への載せ方によっては、アンテナと IC タグとの距離が一定せず、そのために読取性能が一定しない可能性が判明した。そこで、より確実に IC タグを読み取るようにするために、想定される読取距離にある程度の余裕を持たせてレベル 4 (～210cm) とした。

2. 3. 4 IC タグの改良点

IC タグについては、個品に貼付する IC タグと、セキュリティタグについて部分的な改良を行った。

2. 3. 4. 1 個品用 IC タグ貼付に対する改良

今回使用した個品に貼付する IC タグはシール状に加工されているため、そのままでも段ボール等に直接貼付することができ、また輸送の各段階を経ても剥離することがないことが事前の検証により明らかとなっていた。従って、レーン 2 で扱った貨物については、段ボールに直接ラベル状に加工した IC タグを貼付して運用していた。

一方、レーン 1 において IC タグの貼付対象としていた貨物は、さまざまな荷主から集荷してきた貨物であり、この中には梱包自体が商品の PR のための役割を果たすため、梱包表面に傷がつくことを嫌うものもあった。また、IC タグの廃棄に関する扱いが一般に周知されているわけではないということもあり、フォワーダの上屋で全ての個品タグを剥がすこととした。ところが、今回使用したラベル状の IC タグについては、前述の通り物流の途中で剥離することはないものの、逆に粘着強度が強すぎて、剥がす際に梱包自体も一緒にはがれてしまう恐れが判明した（図 2-75 参照）。そこで、レーン 1 で使用する IC タグについては、もとの IC タグを粘着度の弱いシールに貼付した上で、そのシールごと貼付することにした。また、貼付する際には最終段階で剥がしやすくするために、シールの台紙全てを剥がして貼付するのではなく、端の一部分を残しておき、剥がす際の「つまみ」になるよう工夫することとした（図 2-76 参照）。



図 2-75 個品タグ剥がし跡

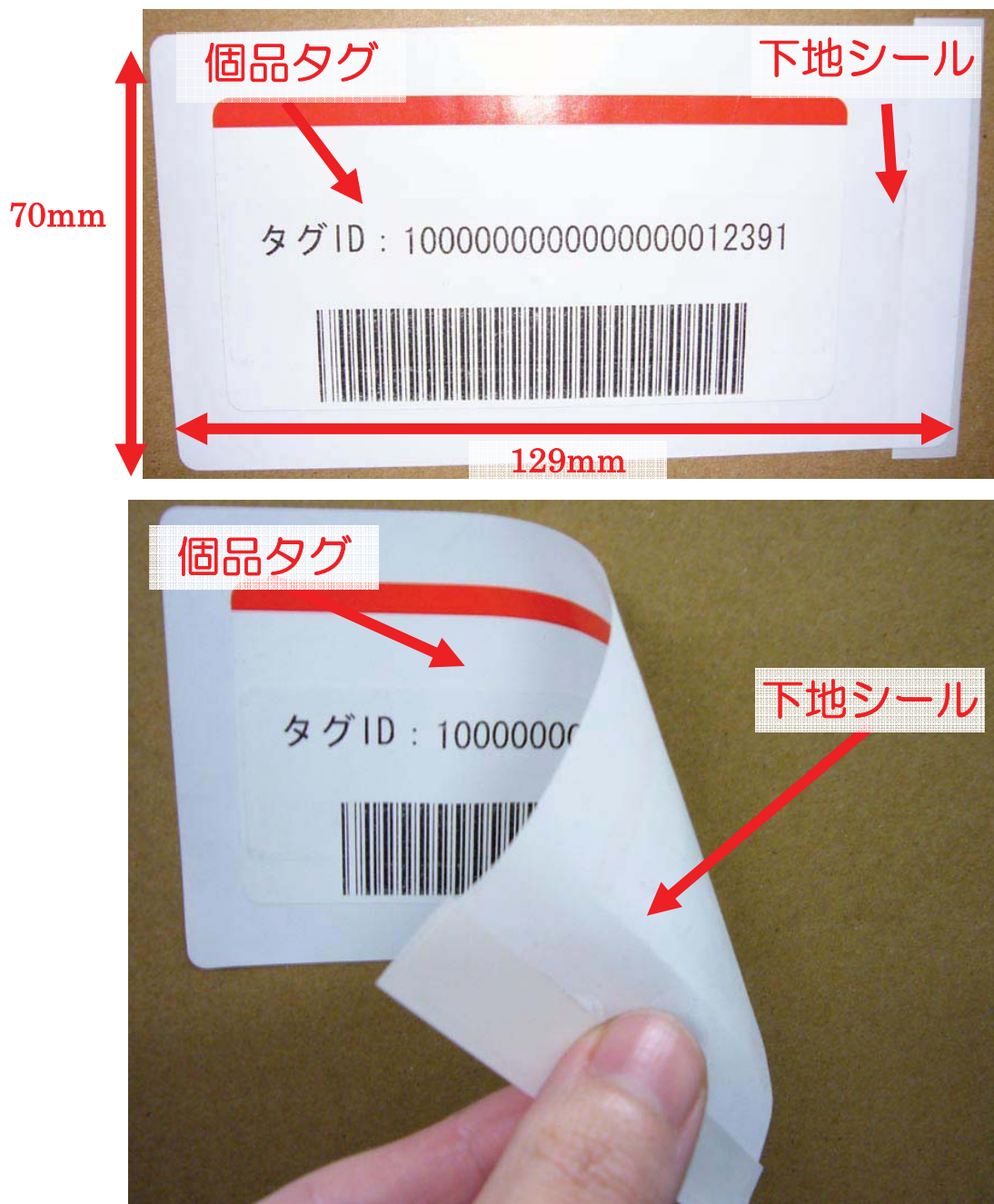


図 2-76 下地シール付き個品タグ

2. 3. 4. 2 セキュリティタグの読取性能向上のための改良

コンテナ開扉監視用の IC タグは、その目的からシール状のものをコンテナの金属面に貼付して利用するということもあり、段ボール等に貼付した IC タグに比べて金

属による反射波の影響等から読み取りにくいことが想定されていた。そこで、セキュリティタグのアンテナの部分にスポンジ状の素材を貼付し、金属面からある程度浮いたような状態として読み取ることとした。しかしながら、当初用いた IC タグでは、アンテナ部分が小さかったため、読み取りに際して、ハンディターミナルと IC タグのアンテナ部とを正対させた上で、ほぼ密着させたような状態でないと読み取りが困難であった。さらに、場合によってはセキュリティタグが読み取れないケースも見受けられた。

そこで、調査の途中から、アンテナ部を大きくして電波を受送信しやすくした改良型のセキュリティタグ（図 2-77 参照）を用いることとした。表面が紙素材で雨・風に弱く破れやすかったため、表面をペット材に変更し、アンテナ部を大きくする改良を行った。

この改良により、従来までの読取距離が 1cm 以下から約 3cm と IC タグの読取率は改善され、また読取作業自体も R/W の向きなどを意識することなく行えるようになった。

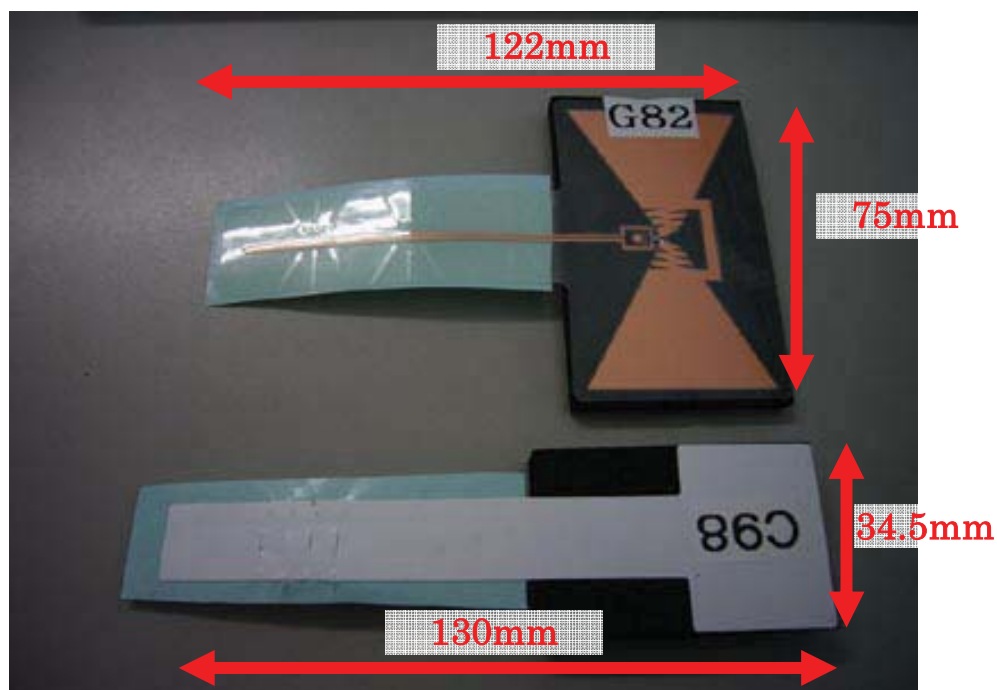


図 2-77 セキュリティタグ
(上：改良後、下：改良前)

3 実証調査の結果及び分析

前章で述べたような2つのレーンにおいて実証調査を実施した。

3. 1 IC タグの読取／データアップロード／書込結果

3. 1. 1 個品タグ

発地での貨物の積み込み時の個品タグの読み取り個数と、着地での貨物の荷降ろし時の個品タグの読み取り個数を比較すると以下のような結果を得た。

表 3-1 個品タグの読取個数

	レーン 1	レーン 2
発地： フォワーダ 貨物入庫時	—	<JLI 入庫> 実験対象個数： 22,018 個 入庫時の読取実績： 22,014 個（読取率 99.9%） データサーバへのアップロード実績： 22,014 個（アップロード率 99.9%）
発地： フォワーダ 貨物出庫時	—	<JLI 出庫> 出庫時の読取実績： 22,014 個（読取率 99.9%） データサーバへのアップロード実績： 22,014 個（アップロード率 99.9%）
発地： コンテナへ の貨物積込 時	<KLS 積込> 実験対象個数： 10,295 個 積載時の読取実績： 10,259 個（読取率 99.7%） データサーバへのアップロード実績： 10,259 個（アップロード率 99.7%）	<JAL 羽田積込> 爆発物検査結果書込個数： 754 個 積載時の読取実績： 22,010 個（読取率 99.9%） データサーバへのアップロード実績： 19,944 個（アップロード率 90.6%）
着地： コンテナか らの貨物荷 卸時	<KWE 九州荷卸> 荷卸時の読取実績： 10,259 個（読取率 99.7%） データサーバへのアップロード実績： 8,775 個（アップロード率 85.2%）	<JAL 福岡荷卸> 荷卸時の読取実績： 21,973 個（読取率 99.8%） データサーバへのアップロード実績： 13,421 個（アップロード率 61.0%）

なお、この表における用語の定義は以下のようになっている。

- ・実験対象個数

作業者の記録に基づいた、各レーンの起点となる拠点において実際に処理した個品タグの個数

- ・読取実績
 - 作業者の記録に基づいた、各拠点における読取可能であった個品タグの個数
- ・データサーバへのアップロード実績
 - システムに登録されたデータに基づいた、各拠点での個品タグの読取個数
- ・読取率、アップロード率
 - 読取実績の個数およびアップロード実績の個数が実験対象個数の中に占める割合

個品タグの読み取りについて、全体を通じて **99%**と高い読取率となった。**100%**とならなかった理由は、作業上の読み落としを含むオペレーション上のミス、あるいは貨物の貼付後の輸送途中に **IC** タグ自体が破損したこと等が考えられる。

一方で読み取った結果を実証調査用システムのサーバにアップロードする際のオペレーションミスが、予想外に多く発生する結果となった。アップロード率はレーン 1、レーン 2 共に着地側では **90%**に届かず、特にレーン 2 の着地側が約 **61%**と低い数字となった。アップロードする際のオペレーションミスには主に 2 つのケースが現場から報告されている。どちらもハンディターミナルを用いた際のオペレーション上の問題で、1 つはハンディターミナル内に読み貯められたデータを、後の操作を失念した等の理由で全くアップロードしなかったこと、もう 1 つは、対象貨物全体を何度かに区分けて読み取り作業を行った際に、一番目の区分け貨物についてハンディターミナルで読み取って **PC** にデータを移したものの、**PC** からサーバまでアップロードさせるまでのオペレーションを完結させずに、2 番目以降の読み取り作業に移ってしまい、**PC** 内データがその後に移されたデータに上書きされてしまうことである。

実運用においてハンディターミナルを利用する場合には、あらかじめ利用が想定される場所に無線 LAN 環境を構築するなどした上で、ハンディターミナルからの読取の結果を無線 LAN 等で直ちに **PC** に転送し、ハンディターミナルの操作のみでデータのアップロードを完了するなど、操作をより簡便かつ確実な手順を確立することにより、実用的な運用が可能になると考えられる。

個品タグに対する爆発物検査結果の書込みは、レーン 2 の実験対象個数 **22,018** 個のうち **754** 個と、全体の約 **3.4%**について行った。参考までに、羽田空港貨物地区(西)の **JAL** 上屋に持ち込まれる一日の全貨物数量 **30,000~40,000** 個(約半分はコンテナに積載された状態で搬入)のうち、**Known Shipper/Regulated Agent** 制度の適用外で爆発物検査の対象となるのは、約 **100~200** 個と全体の **1%**以下とのことであった。

また、本実証調査においては、個品タグの読み取りについて、ハンディターミナルでの **IC** タグ読取とバーコード読取、および据置型 **R/W** での **IC** タグ読取のそれぞれを実施し、読取時間等の測定を実施した。以下に、各拠点におけるそれぞれの読取方

法による読取個数と1個あたりの平均読取時間を示す。

表 3-2 各拠点での読取方法別平均読取時間

	拠点	読取方法	合計読取個数	1個あたり 平均読取時間
レーン 1	KLS 【積込】	(総数)	10,259 個 (100.0%)	31.49 秒
		据置型 R/W 【IC タグ】	3,899 個 (38.0%)	42.24 秒
		ハンディターミナル 【IC タグ】	5,835 個 (56.9%)	25.27 秒
		ハンディターミナル 【バーコード】	489 個 (5.1%)	20.87 秒
	KWE 九州 【荷卸】	(総数)	8,775 個 (100.0%)	4.54 秒
		据置型 R/W 【IC タグ】	3,608 個 (41.1%)	4.79 秒
ハンディターミナル 【IC タグ】		4,999 個 (58.5%)	4.41 秒	
レーン 2	JLI 【搬出】	据置型 R/W 【IC タグ】 (総数)	22,014 個 (100.0%)	11.71 秒
	JAL 羽田 【積込】	(総数)	19,944 個 (100.0%)	6.97 秒
		据置型 R/W 【IC タグ】	3,368 個 (16.9%)	12.20 秒
		ハンディターミナル 【IC タグ】	15,581 個 (78.1%)	6.07 秒
		ハンディターミナル 【バーコード】	995 個 (5.0%)	3.28 秒
	JAL 福岡 【荷卸】	(総数)	13,421 個 (100.0%)	3.72 秒
		据置型 R/W 【IC タグ】	10,420 個 (77.6%)	3.76 秒
		ハンディターミナル 【IC タグ】	3,001 個 (22.4%)	3.59 秒

※上表における読取時間は、システムに記録された各 IC タグのデータ取得時間を元に算出したものであるため、読取方法（全て読み取りを行ってから積み込む／読み取りを行いながら積み込む など）も読取時間に影響していると考えられる。

ここでの「読取時間」とは、一連の読取作業の中で、最初の個品タグを読み取ってから最後の個品タグを読み終わるまでの所要時間を、読取作業の対象個数で除して算出したものである。ただし、読取作業自体が常に集中的に行われるわけではなく、積込前の IC タグ貼付や積込時の貨物搬入と並行して実施したり、コンテナ積込の際に空きスペースを確認してから積載したりするなど、特に積込作業においては実際の読取作業に要した時間と完全に一致するものではないが、IC タグの読取時間から作業時間を推測できるということでここに示すこととした。

この測定結果からは、いずれの拠点においても据置型 R/W による IC タグの読み取りが、ハンディターミナルを用いた読み取りよりも時間を要していることがわかる。これは、据置型 R/W で個品タグを読み取る場合には、IC タグが貼付された貨物を1つずつ読み取り完了を確認しながら作業を行わなければならないため、繰り返しアンテナに向けて貨物をかざしていたことに起因するものと思われる。一方、ハンディターミナルの場合は、IC タグに対して機器自体を近づけることで読み取りが可能となるため、作業時間が据置型 R/W に比べて短時間で処理できたものと考えられる。

コンテナ積込時の所要時間については、実測調査の結果を4.1に示しているが、実測調査の結果と、読取時間から推測される結果とで、若干の差異が生じている。そこで、レーン1のKLSにおける積込作業を対象として、この測定結果から得られた

データについて詳細に分析することとする。

まず、貨物 1 個あたりの平均読取作業に要する所要時間の分布状況について図 3-1 に示す。このグラフからもわかるように、読取作業の所要時間については据置型 R/W、ハンディターミナルとも 10~20 秒が最も多く、また分布状況もほぼ同様である。ただし、これらのデータから全体の平均所要時間を算出した場合には、「100 秒以上」というデータが大きく影響してしまい、平均所要時間を押し上げていると考えられる。1 個あたりの積込時間に「100 秒以上」を要しているようなデータは、前述のように 1 コンテナの積込作業の途中に IC タグの貼付作業や積載する貨物の引取作業、積載可否の確認などの作業を実施していると考えられる。従って、積込作業時の読取作業の所要時間に関しては、据置型 R/W もハンディターミナルもほぼ同程度の所要時間で対応できていると見ることができる。

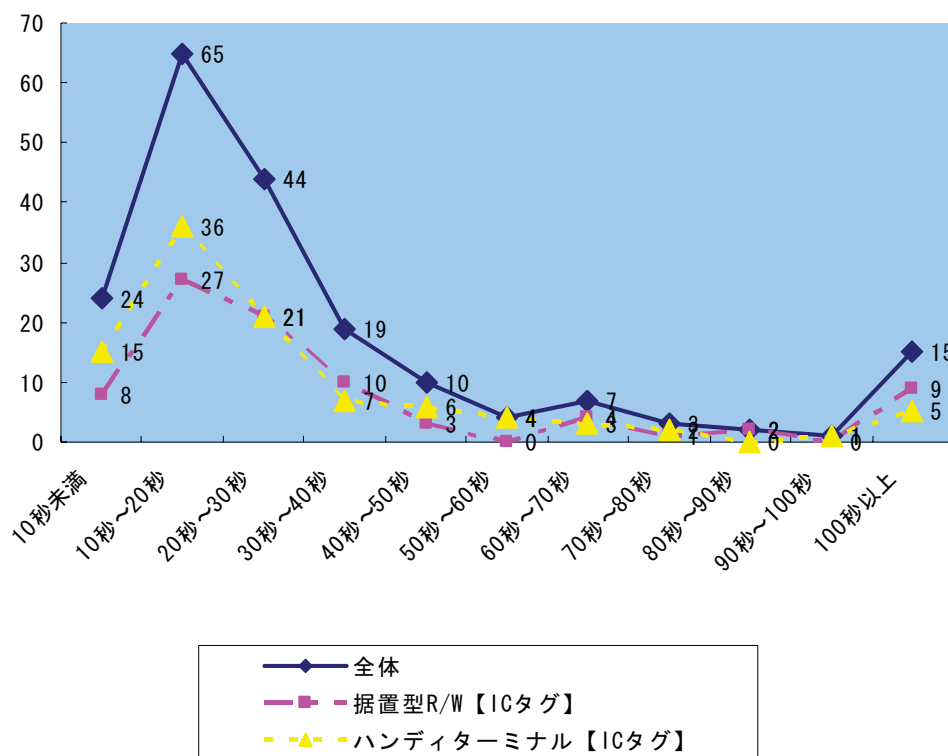


図 3-1 KLS における積込時の貨物 1 個あたりの平均作業時間の分布

また、平均所要時間を押し上げる要因である「100 秒以上」というようなデータを除き、1 コンテナの貨物積込作業を連続して実施したと考えられるデータのみを抽出し、そのデータを用いて、据置型 R/W とハンディターミナルによる調査開始時と、導入からしばらく経過し、IC タグ及び実証調査用システムの操作にある程度習熟した

と考えられる調査終了直前とについて、データの散らばり具合を示す標準偏差や、平均値、最大値、最小値を算出した結果を表 3-3 に示す。

表 3-3 抽出したデータに基づく 1 個あたり平均所要時間の統計データ一覧

		平均値	標準偏差	最大値	最小値
据置型 R/W 【IC タグ】	調査開始時	30.34	19.05	82.81	7.53
	調査終了直前	30.35	17.34	64.08	9.53
ハンディターミナル 【IC タグ】	調査開始時	26.76	16.85	74.55	6.20
	調査終了直前	16.00	27.70	56.70	4.92

このデータから、据置型 R/W については、データの散らばり具合を示す標準偏差の値が減少しているとともに、最大値と最小値の差も減少しており、習熟度が向上するにつれて作業が安定していく効果があるといえる。

一方、同じハンディターミナルによる処理であるにもかかわらず、今回の実証調査では、IC タグの読み取りよりもバーコードの読み取りのほうが貨物 1 個当たりの作業時間がわずかながら短いという結果になった。両社の間で読み取りに要する作業自体には大きな差は見られないものの、従来から利用している「慣れ」によりこのような結果が得られたものと考えられる。

3. 1. 2 コンテナタグ

コンテナタグの読み取り個数は、以下のような結果を得た。

表 3-4 コンテナタグの読取個数

	レーン 1	レーン 2
発地： フォワーダ搬出時	<KLS 搬出> 実験対象台数：194 台 うち読取実績： 191 個 (98.5%) アップロード実績： 191 個 (98.5%)	—
発地： 空港搬入時	<JAL 羽田搬入> 読取実績： 189 個 (97.4%) アップロード実績： 189 個 (97.4%)	—
発地： 空港搬出時	<JAL 羽田搬出> 読取実績： 188 個 (96.9%) アップロード実績： 188 個 (96.9%)	<JAL 羽田搬出> 実験対象台数： 32 台 うち読取実績： 30 個 (93.8%) アップロード実績： 30 個 (93.8%)
着地： 空港搬入時	<JAL 福岡搬入> 読取実績： 170 個 (87.6%) アップロード実績： 170 個 (87.6%)	<JAL 福岡搬入> 読取実績： 27 個 (84.4%) アップロード実績： 27 個 (84.4%)
着地： 空港搬出時	<JAL 福岡搬出> 読取実績： 144 個 (74.2%) アップロード実績： 144 個 (74.2%)	—
着地： フォワーダ搬入時	<KWE 九州搬入> 読取実績： 172 個 (88.7%) アップロード実績： 172 個 (88.7%)	—

コンテナタグについては、1ヶ所（後述の着地空港搬出時）を除いて高い読取率（84～99%）となり、それらにおいては平均 93.8%となった。

着地での空港搬出時の読取作業については、他の拠点に比べて読取率が低下（74%）している。これは、空港上屋からの搬出と、フォワーダがコンテナを引き取るタイミングとが同時であった場合等、時間的に切迫しているという作業へのプレッシャーが、ハンディターミナルによるコンテナタグの読取作業において正確性・確実性の低下や、実証調査用システムの操作を誤る等のオペレーションミス等を誘発したと推察できる。

3. 1. 3 セキュリティタグ

セキュリティタグの読取個数は、以下のような結果を得た。

表 3-5 セキュリティタグの読取個数

	レーン 1	レーン 2
発地： フォワー ダ搬出時	<KLS 搬出> 実験対象台数：194 台 うち読取実績： 190 個 (97.9%) アップロード実績： 190 個 (97.9%) (うち開扉検知数：2 個)	—
発地： 空港 搬入時	<JAL 羽田搬入> 読取実績： 183 個 (94.3%) アップロード実績： 183 個 (94.3%) (うち開扉検知数：7 個)	—
発地： 空港 搬出時	<JAL 羽田搬出> 読取実績： 110 個 (56.7%) アップロード実績： 110 個 (56.7%) (うち開扉検知数：7 個)	<JAL 羽田搬出> 実験対象台数： 32 台 うち読取実績： 28 個 (87.5%) アップロード実績： 28 個 (87.5%) (うち開扉検知数：0 個)
着地： 空港 搬入時	<JAL 福岡搬入> 読取実績： 124 個 (63.9%) アップロード実績： 124 個 (63.9%) (うち開扉検知数：7 個)	<JAL 福岡搬入> 読取実績： 28 個 (87.5%) アップロード実績： 28 個 (87.5%) (うち開扉検知数：4 個)
着地： 空港 搬出時	<JAL 福岡搬出> 読取実績： 106 個 (54.6%) アップロード実績： 106 個 (54.6%) (うち開扉検知数：15 個)	—
着地： フォワー ダ搬入時	<KWE 九州搬入> 読取実績： 161 個 (83.0%) アップロード実績： 161 個 (83.0%) (うち開扉検知数：27 個)	—

セキュリティタグは、特殊用途の IC タグであり技術的にも発展途上の段階にある。従って、発地空港搬入時の読取率 94%、着地フォワーダ搬入時の読取率 83%という結果は、セキュリティタグの現在の技術レベルに照らして妥当な数値であると思われる。

一方で、搬入された貨物を即座に仕分けて顧客に配送する必要があるフォワーダへの搬入時や、作業時間が極めてタイトとなる発地および着地の空港搬出時については、読取率 57~64%と総じて低い結果になっている。これはコンテナタグの読み取りと同様、時間的に切迫しているという作業者へのプレッシャーが、ハンディターミナルによるセキュリティタグの読取作業において正確性・确实性の低下や、実証調査用シス

テムの操作を誤る等のオペレーションミスを誘発させたことと推察できる。

また、セキュリティタグ利用の本来の目的である不正開扉検知の結果は、レーン 1 については着地において読取可能な状態であったセキュリティタグ全 161 個中 27 個 (16.8%)、レーン 2 については同様に 28 個中 4 個 (14.3%) について、意図しない開扉が記録として保存され、後にデータサーバによりリアルタイムに参照可能となった。本実証調査ではもちろん不正開扉は行われていないので、これらの意図しない開扉検知は、すべてコンテナの輸送過程で何らかの衝撃がセキュリティタグに加わったことによる、セキュリティタグが剥れた、あるいは破損によるものである。

3. 1. 4 コンテナタグ及びセキュリティタグの読み取りに関する考察

コンテナに直接貼付したコンテナタグおよびセキュリティタグについて、前節に示すように、発地および着地での空港搬出時のセキュリティタグ読み取りにおいて、他の拠点と比較してデータのアップロード率が低い結果となっている。そこで、レーン1について、コンテナに貼付したコンテナタグとセキュリティタグのサーバへのアップロード状況の推移を図 3-2 に示す。

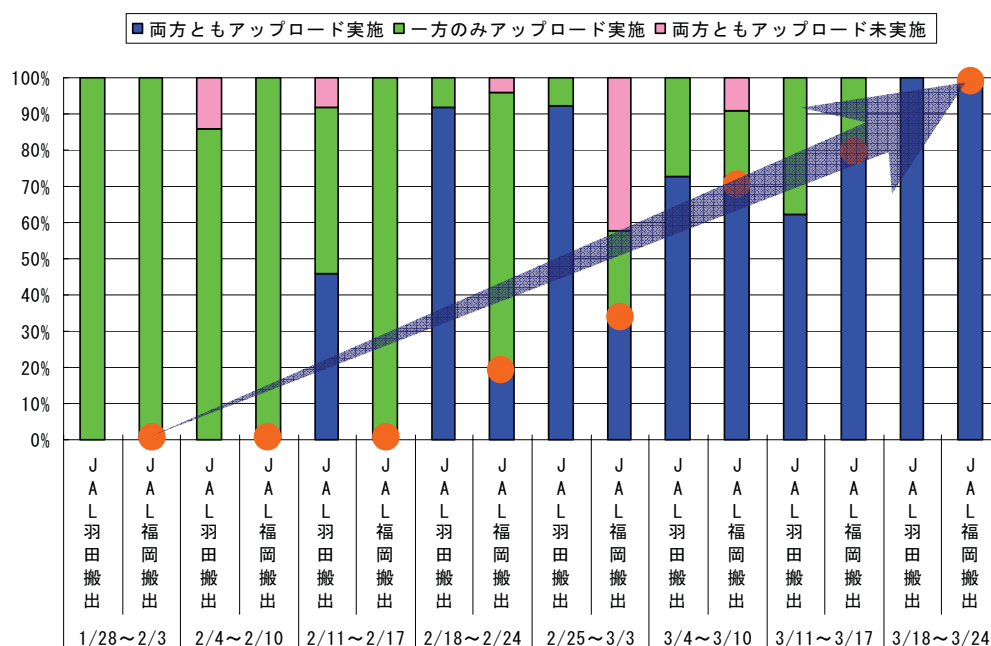


図 3-2 コンテナに貼付した 2 種類の IC タグのアップロード状況の推移

このグラフからは、実証調査前半においてはコンテナタグもしくはセキュリティタグのどちらか一方のみの読み取り結果をアップロードするケースが多く、後半になるにつれて両方の IC タグの読み取り結果がアップロードされるようになったことがわかる。この要因として考えられるのは、2 月 20 日前後にセキュリティタグについて 2. 3. 4. 2 に示すような改良を施したことが挙げられる。それまで使用していたセキュリティタグでは、通常のコピーでは読み取りづらく、発地での航空機への積載や着地でのフォワーダへのコンテナ引き渡しなど、限られた時間の中で迅速に作業をしなければならない局面では、読み取り操作は行ったもののデータを読み取ることができなかったと想定される。

このようなオペレーションミスが発生させないための方策としては、まずセキュリティタグの読取可能距離を長くする工夫が想定される。今回使用したセキュリティ

グでは、読み取りの際にコンテナ自体の素材である金属による影響を可能な限り小さくするような工夫は施していたものの、読取の際にタグとハンディターミナルとの向きや距離などに制約が残った。コンテナタグとして使用した IC タグのように、金属面に貼付しても影響を受けにくいような加工をセキュリティタグにも施すことで、より長い距離からの読み取りも可能となる。これが実現すれば、コンテナタグと同様、セキュリティタグも据置型 R/W で読み取ることが可能となる。

将来的には、今回の実証調査で使用したコンテナタグとセキュリティタグの機能を併せ持つ IC タグを用いて、1 つのタグの読み取りにより、コンテナの開扉状況の監視とコンテナ自体の認識を行うような形とすることで、読取作業自体も 1 つにまとめて、より簡便かつ実用的な操作になると考えられる。

特に、図 3-2 の結果から、少なくとも 1 回の読み取り操作については実施されていることから、より読み取り性能の高い IC タグを 1 回読み取るだけで操作が完了するようになれば、読み取ったデータのサーバへのアップロード率も向上することが期待できる。

確実な便に搭載できるだけ搭載して対応したり、運航が再開された最初のフライトから滞っている貨物を順次搭載したりすることになるが、全ての貨物に対して一律の扱いをしていけばよいというわけではない。貨物の中には荷主から翌日配達の依頼を受けているものもあれば、薬品のような特殊な貨物で、有効期限が1~2日程度と短いものなどさまざまである。これら優先的に対応する必要があると考えられる貨物を選別して、急ぎの貨物はできるだけ早いフライトに搭載するなどの対応が求められるものの、フォワーダから航空会社に貨物を引き渡す場合には、既に貨物がコンテナに積載された状態であるため、その選別はコンテナ単位で行わざるを得ない。ところが、前述のようにどのコンテナにどの貨物が積載されているかという情報はどこにも管理されていないために、現場の経験や勘を頼りにしてコンテナの積載順を決めているのが実情とのことである。

また、本来1つの航空機に搭載する予定であった複数のコンテナが、別々の便に積載されてしまったような場合にも、着地側でコンテナを開封して中身をチェックリストとともに確認しないと、どの貨物が先に輸送されていて、どの貨物が次の便に搭載されているのかということが把握できないとのことである。

本実証調査では、コンテナへの貨物積載時にICタグの読み取りを行い、どのコンテナにどの貨物を積載したのかを電子データとして記録することとした。このような方法によって、これまでは把握できていない情報や、把握に手間のかかっていた情報が容易に把握できるようになり、業務上の貨物管理精度が向上するとともに、顧客へのサービス向上にもつながることから、アンケートやインタビューにおいても関係者から多くから意見を寄せられており、大きな効果が期待される。



図 3-5 コンテナ番号から積載貨物を把握

3. 4 爆発物検査結果の IC タグへの書込みによるセキュリティ強化

今回の実証調査で構築したシステムにより、爆発物検査結果が陽性であるような貨物をコンテナに積載仕様とした場合には、IC タグの情報を読み取ることで画面に警告を表示することが可能となった。

しかしながら、航空貨物に対する現状の運用においては、Known Shipper／Regulated Agent 制度によって、安全と確認された特定荷主の貨物は、特定フォワーダが一定の保安措置を講ずることにより円滑に航空機に搭載されている。

爆発物検査が行われる際は、その実施場所は通常はフォワーダあるいは航空会社が直接に荷主から貨物を受け取るカウンター付近であり、また検査により爆発物を検知した場合は受け取りを拒否して直ちに関係機関に通報する運用であるため、輸送貨物の中に当該貨物が混入してコンテナに積載される可能性はきわめて低いと考えられる。

現状の業務プロセスに照らし合わせた場合には、検査結果を個品自体に記録するというニーズは低いという結果であった。また、現在運用されている Known Shipper／Regulated Agent 制度との整合性を取る必要性についても指摘されている。しかしながら、将来的に貨物のコンテナや航空機への積載が機械化・自動化された場合には、セキュリティをさらに向上させる面からも、人間の手を介在せずに検査結果を最終的に確認する方法として、IC タグへの結果の書き込みが活用されるものと思われる。

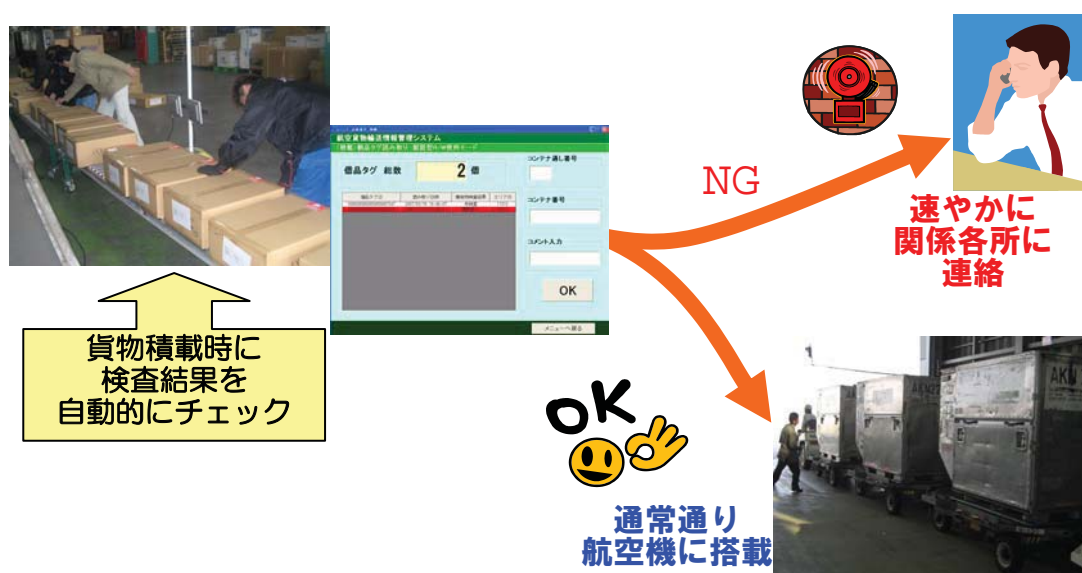


図 3-6 IC タグの読取による爆発物検査結果の把握

3. 5 輸送過程におけるコンテナ開扉状況の監視

今回の実証調査で使用したシステムにより、輸送中のコンテナの扉の状況を監視することが可能となり、貨物のセキュリティ面について有効に機能することが明らかとなった。しかしながら、航空コンテナの輸送時間は海上コンテナに比べて極めて短時間であり、物流の経路上も入退出管理等が実施されているため、セキュリティレベルは高く、海上コンテナのようなシールによる開扉状況の証明はほとんど実施されていない。航空会社の上屋はもとより、フォワーダの上屋においても入退室管理を実施しているため、不審者による貨物の盗難や、危険物の混入の発生はない。個人情報や機密情報、貴重品等、セキュリティの高い一部の貨物については、フォワーダや航空会社が独自のシールを施して管理することはあるものの、これは特殊な扱いであるとのことである。

このような状況のため、開扉状況の監視に対するニーズは現在では高いとは言えない。しかしながら、今後セキュリティ強化の動きが活発になった場合には、できるだけ現状業務を阻害することのないような方法が望まれる。今回使用した IC タグのシールによる開扉状況の監視の場合には、従来の金属やプラスチックのシールのように、帯状のシールを通す場所を探す必要がなくなり、扉との境目に貼付するだけで監視ができるようになるため、シールに対応する作業が低い作業負担で実施できる。さらに、監視状況が IC タグの読取により把握できるようになるため、結果をシステムに容易に登録できるようになるとともに、将来的には状況把握の自動化も可能となることが想定される。



図 3-7 IC タグのシールによる開扉状況の把握

なお、本実証調査において、コンテナのセキュリティタグが、開封されていないにもかかわらず「開封済み」と表示されるケースがいくつか散見された。この理由としては、コンテナの扉を閉めても完全に固定されないために、実際には開封していないものの、コンテナに対する衝撃によって扉が動いてしまった場合に、その影響により

セキュリティタグもはがれてしまうというのが想定される。実際、運用中のコンテナのうち、使用期間が長いものについては、この傾向が顕著であり、扉のロックがかかっているにもかかわらず動いてしまうものがあった。

また、ある読取ポイントで「開封済み」であるにも関わらず、次の読取ポイントで「未開封」となることもあった。今回使用したセキュリティタグでは、検知線の電氣的な断線により開扉のチェックを行うため、何らかの物理的な理由により検知線が断線していないにもかかわらず、検知線に通電しなかった場合にも、「開封済み」と判断されることがあると考えられる。

これらのセキュリティタグに対する技術的な課題は残るものの、IC タグ自体の素材の研究や、IC タグによる開扉検知精度の向上など、今後の実環境での使用実績とその結果として得られるスキル等を活用することで、将来的には十分に実用可能な形となるものと考えられる。

また、IC タグの読み取りを行う各拠点では、据置型 R/W、ハンディターミナルのいずれによる読み取りにおいても、画面表示および音声により読み取りを通知する仕組みとした。IC タグの読み取り結果に基づいて、どのコンテナにどの貨物が積載されたのかということに関連付けて積載するとともに、荷降ろし時には積載時の情報を参照しながら検品を実施した。これまでの業務では、どのコンテナにどの貨物を積載したのかを記録していなかったり、記録している場合でも積込作業時に一度紙に記入したものを改めてシステムに登録する形であったりしたものが、今回のシステムにより、作業と同時に情報を取得しデータとして登録できるという点は、業務の効率化につながるとの意見が得られた。荷降ろし作業についても、これまでは紙の帳票を見ながら、帳票の情報と個品に貼付されたラベルとを比較してチェックしていたものが、荷降ろし作業と同時に自動的に行われる IC タグの読み取りだけで完了できるという点が、効率化に資するとのことであった。

4 IC タグ活用による航空貨物輸送の機能向上に関する導入効果

ここでは、本実証調査から得られた結果に基づいて、航空貨物輸送の機能向上に関する導入効果について整理する。

4. 1 従来業務の効率化、正確性向上の観点

(1) 個品タグの読み取りによる業務の効率化

今回の実証調査の参加者であるフォワーダ、航空会社の作業担当者、及びフォワーダの顧客である荷主に対して、IC タグの業務上の効果についてアンケートを実施し、延べ 27 件の回答を得た。アンケートは、「5：大変効果がある／利用価値がありぜひ利用したい／十分実用的である」、「4：やや効果がある／可能であれば利用したい／ほとんど実用可能なレベルに達している」、「3：どちらともいえない」「2：あまり効果がない／利用価値はあまりない／現時点では実用レベルに至っていない」「1：全く効果がない／利用価値はなく全く必要ない／実用に適さない」の 5 段階の評価として回答を収集した。

【仕分け業務の効率化について】

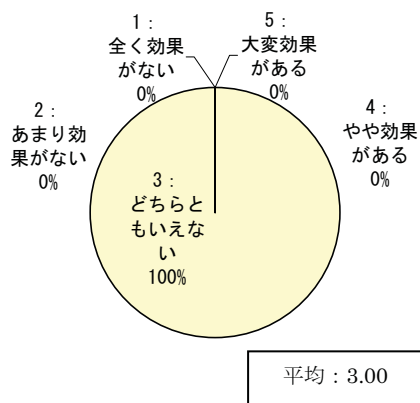


図 4-1 ハンディターミナルによる
バーコード読取の効果

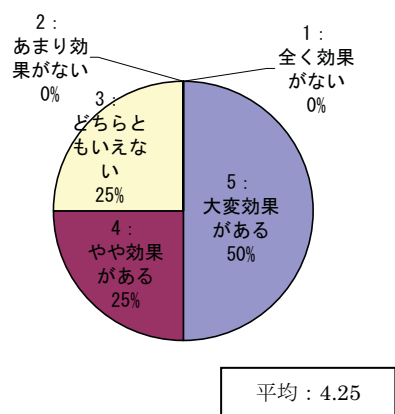
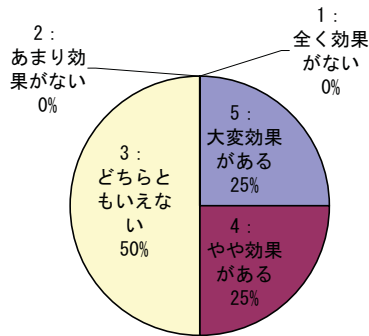


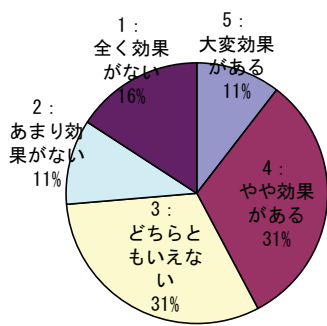
図 4-2 ハンディターミナルによる
IC タグ読取の効果



平均：3.75

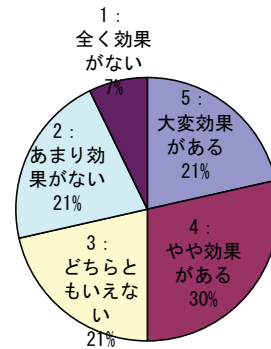
図 4-3 据置型 R/W による IC タグ読取の効果

【出入荷業務の効率化について】



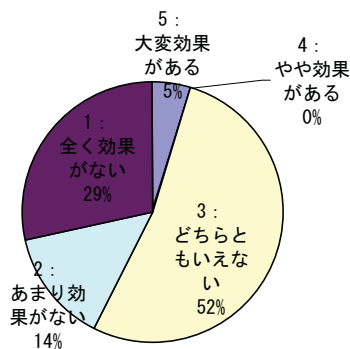
平均：3.11

図 4-4 ハンディターミナルによる
バーコード読取の効果



平均：3.36

図 4-5 ハンディターミナルによる
IC タグ読取の効果



平均：2.38

図 4-6 据置型 R/W による IC タグ読取の効果

現状業務でもバーコードリーダーを用いた運用が実施されているため、バーコードリーダーに対する評価を基準として考えると、ハンディターミナルでの IC タグ読取に対しては、仕分け業務で平均 4.25 ポイント、出入荷業務で平均 3.36 ポイントとバーコードリーダーの運用による効果の平均ポイント（それぞれ 3.00 ポイント、3.11 ポイント）を上回る結果となった。一方、据置型 R/W での IC タグ読取に対しては、仕分け業務で平均 3.75 ポイントとバーコード読取のポイントを上回ったものの、出入荷業務では平均 2.38 と、バーコード読取よりも低い評価となった。このような結果となった原因については、以下に示す、IC タグの読取精度に対する評価と関連するものと考えられる。

【読取精度について】

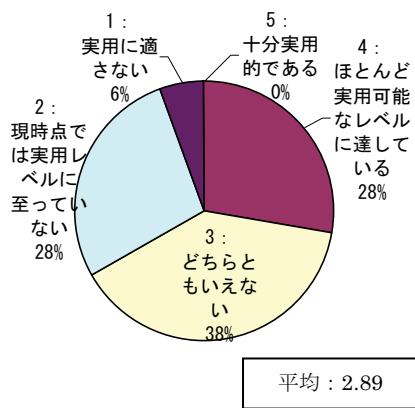


図 4-7 ハンディターミナルによるバーコードの読取精度に対する評価

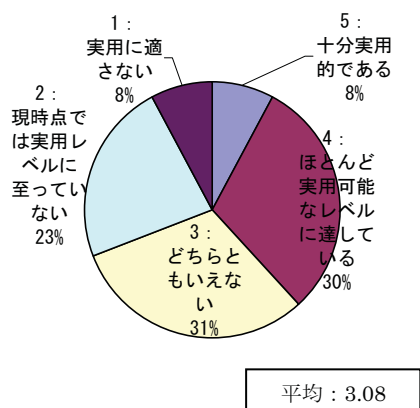


図 4-8 ハンディターミナルによる IC タグの読取精度に対する評価

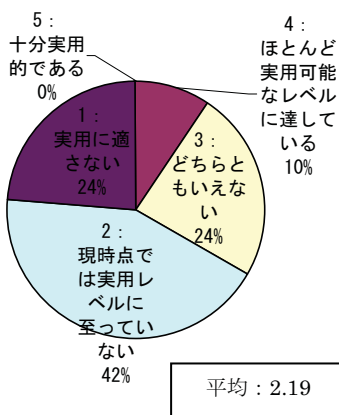


図 4-9 据置型 R/W による IC タグの読取精度に対する評価

回答結果からも明らかなように、据置型 R/W の読取精度に対して低い評価となっている。これは、前述のように据置型 R/W での読み取りの際に何度も読み取りのた

めの操作を実施しなければならなかったことや、目に見えないとともに、読み取り可能な範囲が一定ではないといったような電波の特性がマイナスの要因として働いたためと考えられる。逆に、ハンディターミナルでの IC タグ読取については、目に見えない電波ではあるものの、ハンディ端末を持ちながら動かすことには抵抗があまりなく、バーコード読取と比べて、向きが制限されていないなどの特性がプラスの要因として働いたものと思われる。

実証調査においては、コンテナへの貨物積載の段階において、据置型 R/W による IC タグ読み取り、ハンディターミナルによる IC タグ読み取り、ハンディターミナルによるバーコード読み取りの 3 つの方法を一通り実施した上で、最終的には最も業務上効率的だと考えられる方法で実験終了まで読取作業を実施した。コンテナからの荷卸の段階についても、同じように据置型 R/W での IC タグ読み取りとハンディターミナルでの IC タグ読み取りとを実施し、どちらかより効率的だと考えられる方法で実験終了まで読取作業を実施することとした。本実証調査の担当者が、作業の煩雑さに加え、作業時間も他の方法と比べて長いという傾向から、いずれの拠点においても全体の半数以上の個品タグの読み取りをハンディターミナルで実施し、据置型 R/W での読み取りが敬遠されたことが、表 3-2 の読取方法の実施割合からも明らかに見て取ることができる。ただし、このような結果は、据置型 R/W の技術的な課題もさることながら、これまでの業務にはない「かざして通過する」という操作に対する「慣れ」の問題も多分にあるものと思われる。

(2) 個品タグの読み取り方法に関する比較

本実証調査では、個品に貼付したラベルの読み取りを、据置型 R/W により IC タグを読み取る方法、ハンディターミナルで IC タグを読み取る方法、ハンディターミナルでバーコードを読み取る方法の 3 つで実施した。システムにアップロードされた個品の読み取り時間から把握された各方法による貨物 1 個あたりの平均読み取り時間は表 3-2 に示した通りである。ただし、この測定結果は IC タグによる読取操作に習熟していない実証調査開始当初の結果から、操作に習熟して効率的な操作が実現された実証調査終了直前までの結果までを平均化したものである。そのため、実運用を想定した 1 コンテナに対する貨物の積み込み作業に要する時間を、運用に慣れた実証調査の終盤において実測し、それぞれの読取方法での作業時間を算出することとした。実測調査は、KLS 東京ターミナルでの 1 つのコンテナへの貨物積込作業を対象とし、3 人で作業する場合について、最初の貨物の個品タグを読み取った瞬間から、全ての貨物を積み込み終えた瞬間まで作業時間とした。その結果として得られた作業時間と 1 個あたりの読取時間を表 4-1 に示す。

表 4-1 それぞれの方法による個品タグ読取時間

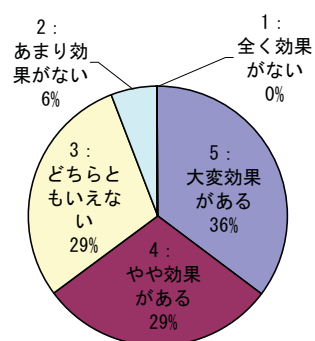
読み取り方法	作業時間	読取 個数	1 個あたりの 読取時間
IC タグの据置型 R/W での読取	5 分 46 秒	33 個	10.5 秒
IC タグのハンディターミナルでの読取	8 分 05 秒	30 個	16.2 秒
バーコードのハンディターミナルでの読取	11 分 51 秒	37 個	19.2 秒

ほぼ同程度の個数の貨物をコンテナに積載する際に、作業時間（積み込み始めてから積み終わるまで）で比較すると、据置型 R/W で IC タグを読み取る方法が最も早いという結果を得た。これは、据置型 R/W を使用する場合には、積込作業と同時に読み取りを行うことが可能であり、3 人の作業者が全て積込作業にとりかかることができる一方、ハンディターミナルは機器が 1 台しかなく、また作業の進め方も 1 人が読み取りを行い、残りの 2 人が積み込みを行うという形であったことが影響しているとも考えられる。しかしながら、実際の作業者の意見では、据置型 R/W での読み取りは、アンテナにタグを向けて読み取らせるということを意識的に行わなければならない、自動的に読取が実施されるというイメージとは若干異なっていたことから、作業効率向上の効果については疑問視する声が大きかった。その一方で、ハンディターミナルを用いて IC タグを読み取る方法については、従来の業務においてもハンディターミナルを用いてバーコードラベルを読み取るという作業が存在していたため、作業に対する慣れがあったことや、そもそも作業者が意識しながら読取作業を行うため、読み取ったかどうかの判断が行いやすく利便性が高いという意見があった。特に、従来から利用しているバーコードと比較した場合には、リーダーの向きを正確に合わせる必要がなく、タグに近づければ読み取ることができるということで、作業の効率化につながるのではないかという意見が多く見られた。

(3) 個品タグ読み取りによる正確性の向上

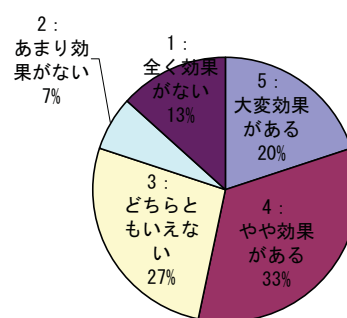
コンテナ積載時の誤出荷防止の効果と一括読取の実現について、以下のような結果を得た。

【コンテナ積載時の誤出荷防止効果】



平均：3.94

【貨物情報の一括読取効果】



平均：3.87

図 4-10 コンテナ積載時の誤出荷防止に対する IC タグの効果

図 4-11 貨物の情報の一括読取に対する IC タグの効果

これらの業務に対しては、現状の業務の中で実現できていないニーズであるため、期待する声の大きい結果となった。

(4) コンテナタグの読取作業の効率化

一方、コンテナタグの読取作業時間は、JAL 福岡貨物ターミナルにおいて、ドローリーによりコンテナが上屋に入場した瞬間から、コンテナタグの情報がシステムに取り込まれる瞬間までの時間を対象として測定を実施した。以下のような結果を得た。

表 4-2 コンテナタグの読取時間の比較

読み取り方法	所要時間
IC タグの据置型 R/W での読み取り	15 秒
IC タグのハンディターミナルでの読み取り	56 秒

コンテナタグの読取作業については、据置型 R/W については、ドローリーが上屋に入場し、貨物を移動しながらの読取のため、ドローリー全体がアンテナの前を通過し始めてから終了までの時間を測定した。ハンディターミナルでの読取については、ドローリーが上屋に入ってから、いったん停止してコンテナに近づき、読取を行いデータを取得するまでの時間を測定した。この作業についても、据置型 R/W での読み取りがより短時間で処理できるという結果を得られたが、据置型 R/W での読み取りの場合には、ドローリーをある程度アンテナに近づけて通過しなければならないという制約があるため、実作業においてはかなり気を使うとともに、読み取れなかった場合に再度ドローリーを通さなければならなくなるため、実用面ではハンディターミ

ナルでの読取のほうが効率的ではないかとの意見もあった。

(5) コンテナタグ読み取りによる誤積載防止効果

コンテナタグの活用方法の1つとして、航空機搭載時にコンテナタグを読み取って誤出荷を防止するような仕組みの効果についてアンケートを実施し、以下のような結果を得た。

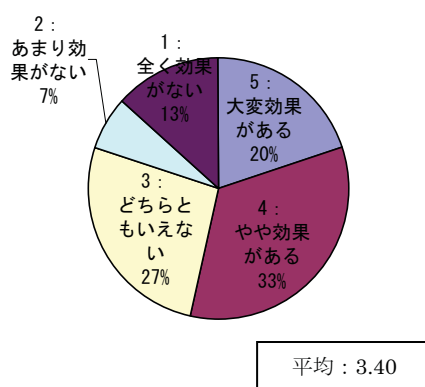


図 4-12 航空機搭載時の誤出荷防止に対する IC タグの効果

インタビュー等においては、航空機へのコンテナ積載時の IC タグ読み取りに対するニーズは低かったものの、アンケート結果が示すように、実現した場合の効果については期待が高いと言える。

(6) IC タグ導入による全般的な正確性向上

IC タグの導入による作業の正確性の面での効果に関しては、従来の業務において紙に記入した後システムにキーボード入力していた作業が、読み取り作業に集約されるため、記録のミスや入力ミスの発生は低くなることが期待される。しかしながら、IC タグの読取精度についてはまだ課題がある。とりわけ据置型 R/W を使用した場合には、同じような操作をしていても読み取る場合と読み取らない場合とがあるため、安定して読み取るためには繰り返し操作しなければならないなどのケースが発生した。多くの利用者からは、据置型 R/W での読取作業に対する不安定さを指摘する声が多くあげられ、それにより、IC タグ読取作業の効率性について、ハンディターミナルが優位であるとする結果が導かれたものと考えられる。

なお、このような読取作業自体の正確性については、技術面だけでなく運用面も含めて今後検討していく必要がある。技術面に関しては、R/W からの電波出力のタイミングをより短くし、一定時間内により多くの IC タグを読み取ることができるようにして、より読み取りやすいようにすることが期待される。一方、運用面に関し

ては、例えば、1つ1つのICタグ自身の読み取り性能が均一でないために、一定の距離から読み取らせたとしても、読み取れる場合と読み取れない場合とが起こりうる。このような課題は、今後の製造技術の向上により解消されていくものと思われる。また、R/Wから送出される電波のタイミングにより読み取れないケースがあった。このような課題に対しては、図4-13に示すようなセンサとR/Wを連動させた仕組みを用いて、ICタグを貼付した貨物の通過のタイミングで電波を送出し、貨物通過のタイミングと読取のタイミングを合わせるような運用上の工夫により読取精度の向上を図ることも可能であると考えられる。

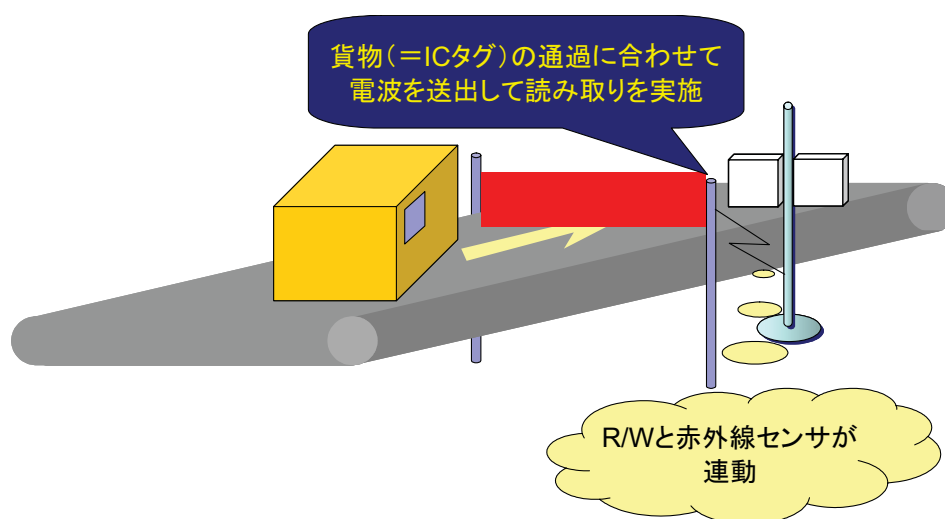


図 4-13 センサと連動したICタグの読み取りの例

(7) 空港上屋におけるコンテナタグ及びセキュリティタグの読み取りの効率化

本実証調査においては、空港上屋でのコンテナタグおよびセキュリティタグの読み取りを、コンテナ搬入時と搬出時の2回実施することとした。しかしながら、基本的にはコンテナの空港上屋内での滞留時間が短いこと、空港貨物地区の入出場管理が厳密であること等から、実態上、搬入と搬出の2回の実施については航空会社のニーズは低い。また、コンテナが空港上屋から搬出されたかどうかを把握するよりも、予定されている航空機に搭載されて着地に向けて出発したかどうかということ把握するニーズがより強いため、空港上屋におけるコンテナタグおよびセキュリティタグの読み取りについては、空港上屋搬入時の1回のみでよいという意見が大勢であった。しかしながら、今後は国内貨物のみならず国際貨物に対してもセキュリティ確保のニーズが高まることが想定され、各拠点においてコンテナに関する詳細なセキュリティの把握が求められることも考えられる。同様に、貨物の所在把握についても、より細かいレベルの情報が必要とされる可能性がある。航空貨物の輸送を取り巻くさまざまな状況を十分に勘案し、業務との適合性や情報に対するニ

ーズも踏まえた上で、IC タグの読み取りポイント数を検討していく必要がある。

(8) さらに効率化に向けた課題

本実証調査で実施した作業については、従来の業務には相当する作業が存在しなかったり、同等の情報を取得する作業を実施していたとしても、コンテナ番号や B/L 番号を管理台帳に書き写すのみといったような方法で対応していたりするのが実態である。そのような現状と比べた場合には、今回のシステムによる作業は煩雑なものとならされてしまい、効率に対する評価が高いものとはならなかった。しかしながら、現状の業務においても手書きの帳票からシステムに登録する作業が発生しているなど、業務全体として比較すると、今回のシステムによる業務では、IC タグからの情報取得によりその後の入力作業が不要になることから、IC タグを導入した業務も十分に効率化に資するものと考えられる。

しかしながら、機器の性能や操作方法については、改良の余地が多く残されている状況であるため、このような指摘を踏まえて、実業務の使用に十分耐えうるような機器や仕組みを構築していくことが求められる。しかしながら、今回のシステムの利用者からは、貨物の誤出荷防止やパレット等に積載された複数貨物の情報の一括把握などの機能に対しては、効果を評価する意見が多く見受けられた。これらは、現状のマニュアル作業では実現できないものであり、また IC タグの特長を生かすことのできる機能でもある。今後の展開において従来業務の効率化や正確性の向上を目指す上では、これらの観点からのアプローチが重要であると考えられる。

なお、今回実証調査用に構築したシステムでは、全ての個品タグを読み取った後に、システムにキーボードからコンテナ番号、コンテナタグの管理番号、セキュリティタグの管理番号をそれぞれ入力することで、コンテナにどの個品を積載したのか、どのコンテナにどのコンテナタグ、セキュリティタグが貼付されているのかという情報を関連付ける形としていた。これは、今回の実証調査において、コンテナタグについては、貨物積載時に当該コンテナに貼付し、一連の輸送が終了した段階で取り外すという運用としたためである。将来的に全てのコンテナに対して、そのコンテナを一意に特定するコンテナタグが貼付されるようになれば、この関連付け作業は不要になる。

さらに、コンテナタグを読み取ることにより、どのコンテナにどの個品が積載されたのかを関連付けることも可能である。同様に、コンテナタグとセキュリティタグとを読み取ることで、どのコンテナにどのセキュリティタグが貼付されたのかも関連付けることができる。以上のように、あらかじめコンテナタグとコンテナとの対応関係が設定されていれば、それ以降のデータ入力作業を全て IC タグの読み取りにより処理できるため、作業のさらなる効率化が期待できる。

4. 2 情報共有化（トレーサビリティ）の観点

（1）所在把握に関する業務の改善

貨物の所在把握については、フォワーダ、航空会社とも現状の運用の中でも実現しており、顧客からの問い合わせに対しては、システムを活用して状況を回答している。実際、荷主に対するインタビューにおいても、ほとんどの荷主が貨物の所在情報や配送状況には注目しており、現在提供されているシステムを用いて適宜状況を把握しているとのことであった。

しかしながら、それらの情報を収集する手法については依然として人手を介するものがほとんどであり、システム化されている部分といえば、バーコードを用いた自動仕分けが機械化されている程度である。このような業務に対して、IC タグを用いて一連の作業の中で「情報の記録」に関する作業を行えることは、作業面での利便性の向上が期待される。さらに、従来は情報の取得からシステムへの反映までにある程度のタイムラグが生じていたものが、一連のシステムにより IC タグから取得した情報がリアルタイムに反映されるため、作業の迅速化にもつながると考えられる。

（2）貨物の所在／動向に関する情報の共有化

収集された情報が、顧客をはじめとする当該貨物の関係者間で、インターネットを介して共有されることは、これまで多大な労力を割いて実施してきた顧客からの問い合わせ対応業務の一部を、顧客自身がシステムを利用して検索するという方法に切り替えることが可能となるため、業務負荷の軽減を実現できるものと思われる。とりわけ、電気・電子機器などリードタイムの短縮が求められているような荷主にとっては、貨物が今どこにどのような状態であるのかということは大変重要な情報であり、それを簡便なシステムを用いてすばやく把握することができるようになれば、従来のような人海戦術での対応を省力化し、コスト削減など大幅な効果が見込まれるといった意見も聞かれた。

さらに、フォワーダから貨物を受け取る航空会社にとっては、どのフォワーダからどれだけの貨物の輸送量があるのかという情報を、貨物を受け取る前に広く共有し、各担当者や作業者が専用のアプリケーションを起動することなく、Web ブラウザから簡易に情報を参照することができるようになるため、それぞれが貨物の状況を十分に把握した上で作業を進めることが可能となり、計画的な貨物搭載や余裕のある業務の遂行が期待される。

このような傾向は、以下に示すアンケート結果からも見て取ることができる。

【所在管理に対するニーズ】

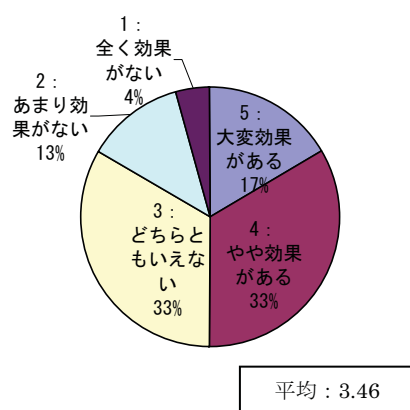


図 4-14 自動化のニーズ

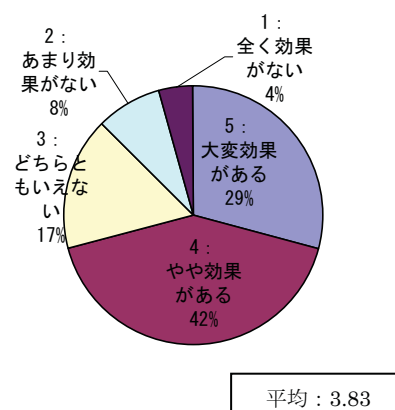


図 4-15 リアルタイム化のニーズ

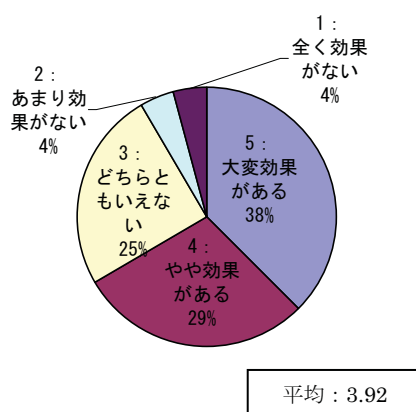


図 4-16 情報の共有に対するニーズ

所在管理については、いずれも高い評価を得ている。現状でも既存システム等を活用した仕組みにより実現されているものの、情報の登録が遅れてしまったり、欠落してしまったりするなどといった、信頼性や即時性の面での問題があるのが実情である。そのような状況を踏まえて、IC タグを利用したリアルタイム化に対して高いニーズがあるものと考えられる。

さらに、特にフォワーダの観点からは、情報の共有化による貨物の可視化が、顧客に対する高付加価値、サービスレベルの格段の向上につながることになるため、費用を伴ったとしても導入に価値があるという意見も寄せられた。

所在管理作業を実際に行うフォワーダにおいては強いニーズが見られる一方、荷主にとってはさほどの顕著な傾向にはなっていない。荷主は、貨物の所在や動向に関する情報について、フォワーダの手段は問わず、自らが必要とする際にリアルタイムな情報が取得できればよいという立場にある。そのため、図 4-17 に示すように特に自動的であることに対する強いニーズは見られなかった。この傾向はリ

アルタイム化についても両者の差となって現れている（図 4-18 参照）。

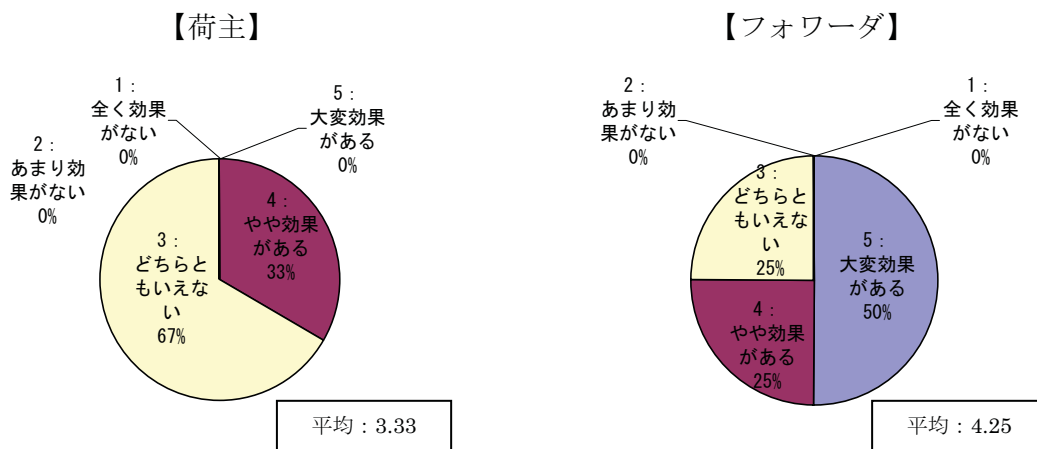


図 4-17 荷主（左）及びフォワーダ（右）の自動化の効果に対する比較

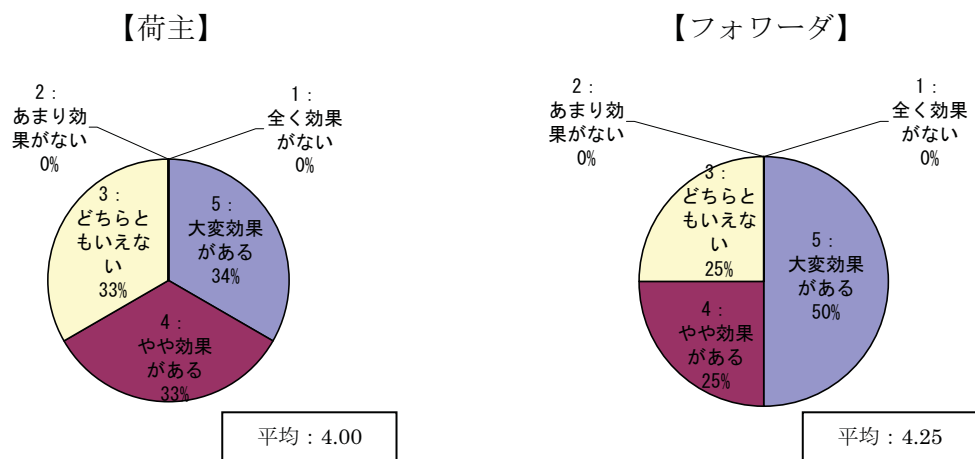


図 4-18 荷主（左）及びフォワーダ（右）のリアルタイム化の効果に対する比較

一方、情報共有に対する効果については、図 4-19 に示すように、フォワーダ以上に荷主としてもその恩恵を受けると認識していることが明らかとなった。これは、従前の情報共有に対してさらなる向上を求める荷主のニーズに IC タグの活用がマッチしていることを示すものである。

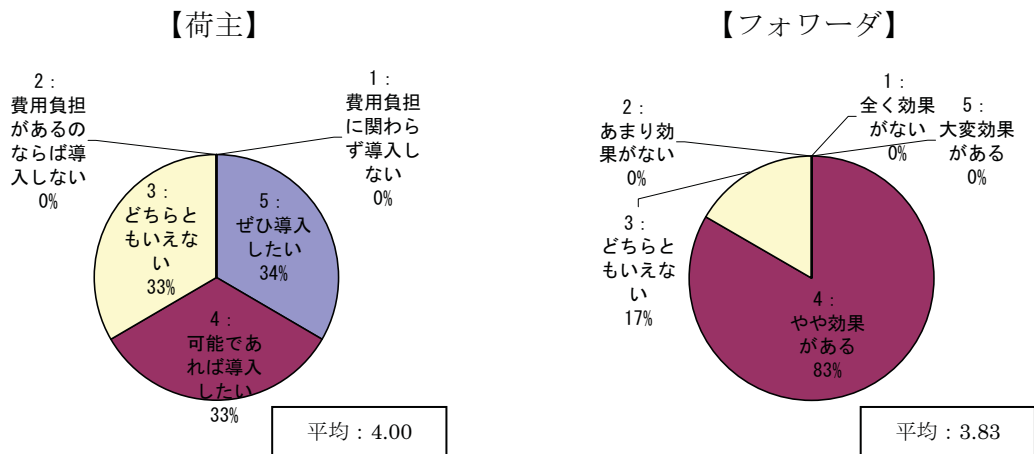


図 4-19 荷主（左）及びフォワーダ（右）の情報共有の効果に対する比較

(3) 個品に対する IC タグ貼付のニーズ

4. 1 の効果と合わせて、個品に対する IC タグ貼付のニーズについてアンケートを実施したところ、以下のような回答を得ており、これまでに示したような効果に対する期待から、比較的高いニーズを示しているものと推測される。

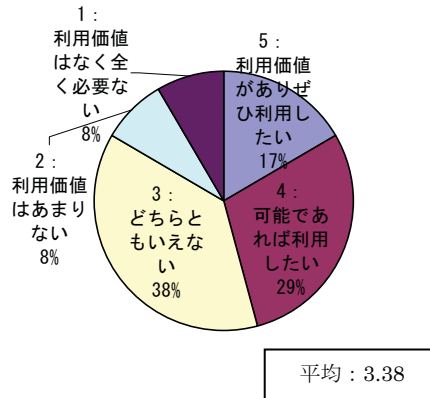


図 4-20 個品に対する IC タグ貼付のニーズ

なお、個品に対する IC タグ貼付のニーズについては、図 4-21 に示すように荷主とフォワーダとで回答の傾向に差異が見られた。これは、アンケートの対象の中に、高額製品を扱う荷主が存在し、IC タグの価格を十分に吸収できる上に、IC タグにより得られる効果に対する評価が高いことによるものと考えられる。

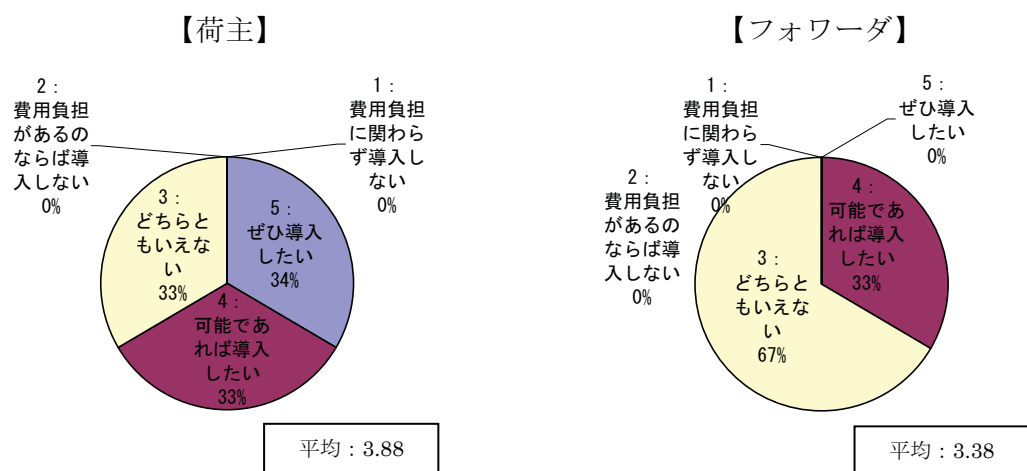


図 4-2 1 荷主（左）及びフォワーダ（右）の IC タグ貼付に対するニーズの比較

4. 3 セキュリティ向上の観点

(1) セキュリティに対する現状の認識

本実証調査で使用したセキュリティタグ及び IC タグへの爆発物検査結果の書き込みに対する意見を集約したアンケート結果を以下に示す。

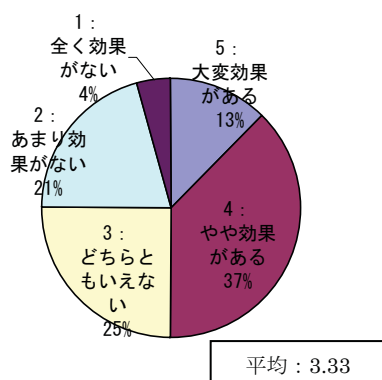


図 4-22 IC タグによる不正開封検知と通知の効果

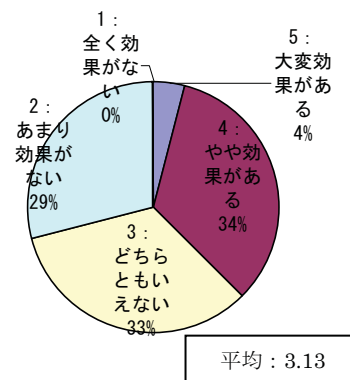


図 4-23 セキュリティタグによる輸送責任の明確化の効果

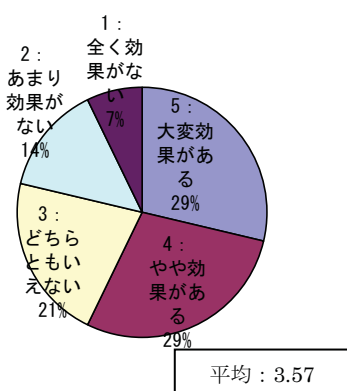


図 4-24 爆発物検査の結果が陽性の貨物の誤出荷防止効果

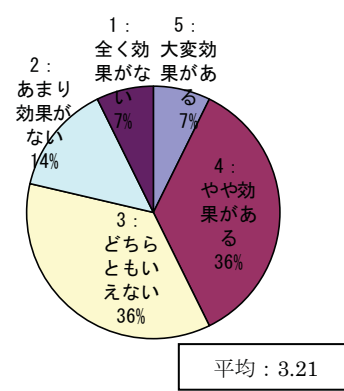


図 4-25 不正開封されたコンテナの誤出荷防止効果

いずれの効果に対しても、比較的高い効果を期待する意見があると推測される。しかしながら、現状の運用や作業の実態を考えた場合に、このような対応が実現可能かという点に対しては、疑問の声も散見された。とりわけ、コンテナの不正開封については、図 4-26 及び図 4-27 に示すように、フォワーダからは効果に対する期待が高いものの、航空会社にとっては、短時間の輸送に関与しているとともに、従来からセキュリティには十分な配慮を払っているため、IC タグの導入効果に

対しては期待があまり高くない結果となった。

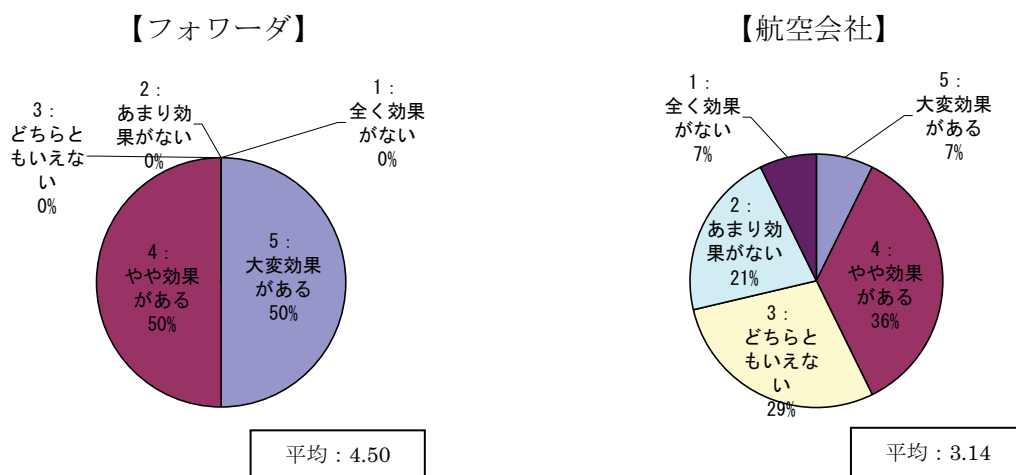


図 4-26 フォワーダ（左）及び航空会社（右）の不正開封の自動検知に対するニーズの比較

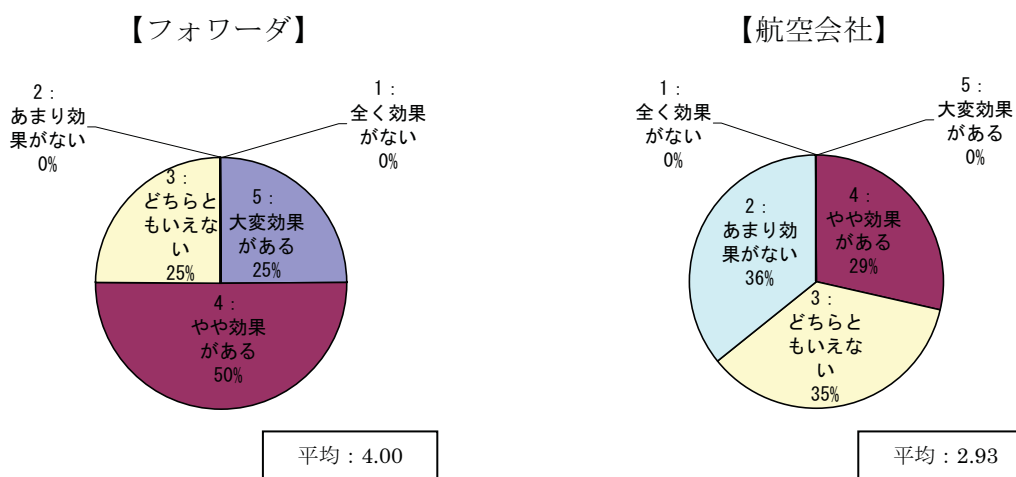


図 4-27 フォワーダ（左）及び航空会社（右）の不正開封場所の特定と責任分界の明確化に対するニーズの比較

このような背景もあり、航空会社によるセキュリティタグの貼付に対するニーズについては、図 4-28 に示すようにあまり高いとはいえない結果であった。

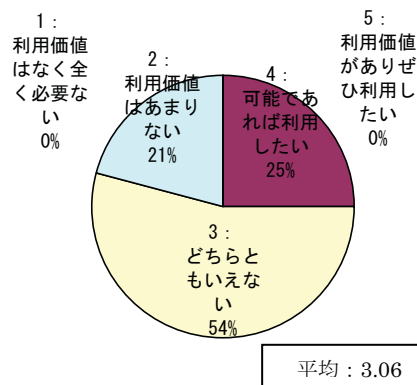


図 4-28 セキュリティタグ貼付に対するニーズ

セキュリティの観点については、爆発物検査に代表される個々の貨物のセキュリティと、コンテナ自体のセキュリティの2点に大別される。現在の状況や認識を踏まえて、以下にそれぞれの観点に関して整理する。

(2) 危険物に対するセキュリティの現状

個々の貨物のセキュリティのうち、危険物に対するセキュリティについては、現状の爆発物検査が、主として個人などこれまで取引関係のない顧客が航空会社に直接持ち込んだ貨物に対して実施されるものであるため、実施頻度は全貨物量に対して1%前後⁴とのことである。さらに、爆発物検査により異常と判断された場合には、直ちに関係各所に連絡をした上で、全ての貨物の流れを止めるような措置をとることになることから、コンテナ積載時に異常貨物が混在すること自体がありえないことである。また、フォワーダ等からコンテナ単位で受け取った貨物については開扉検査を実施しているが、あくまでも目視による検査である。そもそもフォワーダと航空会社との間では危険貨物等の扱いに関しあらかじめ契約を交わしているため、基本的にはフォワーダの責任で爆発物等の混入はないという理解となっている。このような現状からは、航空会社が受け取った個々の貨物に対して、コンテナ積載前にICタグに記録された爆発物検査結果を参照するというニーズは現状では高くない。

(3) コンテナに対するセキュリティの現状

コンテナ自体のセキュリティについては、現状のフォワーダや航空会社の上屋は原則的に入退出管理が徹底されていることから、不審者が侵入して上屋内の搭載予

⁴ 羽田のJAL上屋に1日に持ち込まれる全貨物数量30,000~40,000個(うち、半分はコンテナに積載された状態で搬入)のうち、爆発物検査を実施する貨物は100~200個程度

定のコンテナに危険物を混入したり、コンテナから貨物を盗み取ったりするという危険性は低い。さらに、航空コンテナの場合には輸送時間が国内の場合には長くても2～3時間程度と、他の輸送手段と比較して短いことから、不審物を紛れ込ませる機会は低く、それゆえ現状も一部の貴重品を除いてコンテナに対するシールが実施されていない。また、荷主の立場としては、貨物を安全かつ確実に届けるということは、フォワーダや航空会社に対しては当然の要求という捉え方がほとんどであった。従って、荷主から何らかの手段を用いて現在以上のセキュリティを実現したいという意見はほとんど見られなかった。一方、フォワーダや航空会社にとっては、セキュリティの確保は必要であるものの、作業担当者に負荷のかかるような仕組みでは実現は難しい。現状の運用でとりわけ問題が生じていない中で、本実証調査のためにセキュリティタグを貼付し、各ポイントで読み取りを行うという作業については、その効果は認識するものの、現状では効果に比べて作業負荷が大きいのではないかという意見が多く寄せられた。

(4) 国際貨物への適用を視野に入れた今後の展開

一方、国際コンテナ貨物の場合には、輸送時間、セキュリティ管理等の状況が異なる。従って、シールの実施に対する必要性も国内コンテナ貨物とは異なることも想定されるが、少なくとも実証調査実施者へのインタビューやアンケートからはセキュリティに対するニーズの違いは見受けられなかった。しかしながら、国際貨物については、セキュリティは強化される方向であり、国内貨物も国際貨物と同様、今後セキュリティに対する要請が高まることが想定される。そのような状況を踏まえれば、航空コンテナに対して何らかの形でシールを施した上で、フォワーダや航空会社などのそれぞれの受け渡し時点においてシールの状況を確認するような運用を徹底した場合には、どこで開扉されたのかということが明確になるために、責任分界を明確にするという目的に対しては有効な手段となりうると考えられる。ただし、従来のようなプラスチック製や金属製のシールでは、目視による確認に依存する形となるとともに、確認した結果を共有したり伝達したりするためには、システム登録作業が必要となり、業務上負担がかかることが想定される。

IC タグの技術を応用したシールが実現すれば、R/WによりICタグを読み取ることで開扉状況が直ちに把握できるようになるとともに、機械による自動読み取りと結果の自動登録も可能になるため、非常に効率的に状況を把握し、共有することが可能となることが期待される。また、航空機搭載時の運用については電波を発することから課題があるものの、アクティブ型のICタグによるシールを施すことが可能となった場合には、開扉を検知したらすぐにそれをICタグ自身が通報し、迅速な対応を取ることが可能になるなど、新しいサービスが期待される。

4. 4 新たな付加価値創出の観点

(1) 業務効率化・正確性向上に対する期待

短時間で終了してしまう航空輸送の中で極めて重要となる貨物の所在管理については、フォワーダへの貨物搬入時にバーコードラベルを貼付し、その読み取りによって各拠点の通過を確認したり、航空会社での貨物のコンテナへの積載時に作業と並行して帳票に積載貨物を記録した上で、作業終了後にシステムにデータ登録したりするなど、従来からさまざまな手段により実施されている。また、IC タグについても、使用が認可されている 2.45GHz のセミパッシブ型 IC タグを ULD コンテナに装着し、コンテナの重量計測時に、コンテナ番号と自重を自動的に入力する仕組みとして活用するなど、従来から先進的な取組みを進めている。この 2 つを融合して、IC タグを用いて貨物の所在管理を実現するという事は、新たな付加価値というよりもこれまでの業務の軽減や効率化、正確性向上という面が強い。

(2) コンテナ等物流資材管理の実現

コンテナに貼付した IC タグについては、貨物輸送中のコンテナ位置把握のほかにも、航空会社の資産としてのコンテナの所在把握に利用することが可能であると考えられる。現状の業務では、フォワーダ等にコンテナを貸し出した場合、どのフォワーダのどの営業所に貸し出したかは把握できるものの、その営業所から別の営業所に転送したりすることがあるために、貸し出した営業所と異なるところからコンテナが戻ってくることもある。また、フォワーダにとってコンテナはあくまでも輸送のための機材という位置付けになるため、コンテナ番号等を控えて管理するという事までは実施しておらず、航空会社が借り受けたコンテナがどこにあるのかを把握できていない。本実証調査で実施したような、航空輸送上で実入りコンテナがどこにあるのかの把握に加えて、航空以外の輸送時においても、コンテナ単位で貨物が移動する際には、搬出・搬入のタイミングでコンテナタグを読み取ることにより、コンテナがどこにあるのかを常に把握することが可能となる。航空会社にとってもコンテナ管理はこれからの重要課題であるとのことであるので、各拠点で必ず読取を実施しなければならないという制約はあるものの、IC タグによる管理が有効となる可能性はあると考えられる。

5 IC タグ導入・運用に関する課題

ここでは、今後航空貨物輸送に対して IC タグを導入し、IC タグを活用したシステムを運用していく際の課題について、本実証調査から得られた課題について整理する。

5. 1 技術面での課題

IC タグの読み取りに関する技術については、既に長年の研究がなされていることもあり大きな課題はなかったものの、細かな点においてさらなる改良が必要と思われる点が見受けられた。

(1) 電波の特性に起因する課題

IC タグは目に見えない電波を利用して読み取りを行うという性格上、アンテナを設置した周囲の環境によって読取距離が変化するとともに、電波発出のタイミングによっても読み取れたり読み取れなかったりすることがある。ハンディターミナルの場合には R/W 自体を作業者が持ち運ぶことから、IC タグが R/W の読取可能範囲に自然と入り込むケースが多いが、据置型 R/W の場合には、アンテナが固定されているため、貨物を動かしたり、持ったまま一時的に停止したりするという動作が求められることがある。電波発出のタイミングをより短くして一定時間内の読取回数を増やすなどの調整を施して、より読み取りやすいような機器を実現することが求められる。

(2) IC タグの製造技術に起因する課題

IC タグ自体も製造段階での個体差が大きく、アンテナからの距離が同じだけ離れていても、読み取れるものと読み取れないものがある。IC タグの製造段階での品質の向上も今後の大きな課題であると考えられる。

5. 2 運用面での課題

(1) 多様な環境に対する機材設置

IC タグを実業務の現場で稼働させるに当たっては、環境の異なるさまざまな場所において、IC タグ読取の際に、どのくらいのスピードで対象の物体が動くのか、最大どのくらいの距離からの読み取る必要となるのか、読み取り対象の素材は何か、電波の反射による読取性能への影響はないかなど、さまざまな条件を明確にした上で、使用する電波の周波数や出力の強さ、アンテナの設置場所や読取対象との距離などそれぞれ最適な状況を割り出した上で、さらに現場において繰り返し読み取り、細かな調整を行っていく必要がある。このような調整は今回の実証調査においても実施しており、その結果として2. 3. 2. 2に示したようなコンテナタグの貼付位置が導き出された。既にさまざまな業界でIC タグを利用した業務システムが構築されている現在では、業種が異なっても、金属や電波を発する機器等周辺のさまざまな環境に応じてどのような対策を採ればよいかという情報は、経験として蓄積されているし、また今後も蓄積され続けていくと思われる。

(2) 既存システムとのデータ連携の実現

本実証調査においては、IC タグの読取／書込関連のシステムのみを独立した形で構築し、それを用いて業務を実施したが、業務面での大きな効果を期待するのであれば、航空会社やフォワーダの有する既存システムとの連携を図る必要がある。

5. 3 今後の展望

(1) コスト低減による普及の実現

現在の IC タグの価格は 1 つあたり数十円程度と、決して安価であるとはいえないものである。このようなツールを業務に適用していくには、まずこれだけのコストを十分に吸収できるだけの弾力性を持ったものを対象とすることが先決である。例えば機密書類や貴重品など、取り扱いが通常貨物と異なるためコストをかけてでも確実に輸送しなければならない貨物や、精密機器や貴金属などの高額貨物は、現在の IC タグの価格でも十分に吸収できるだけの価値を持つ貨物であると考えられる。このような貨物に対して最初に IC タグを導入していき、IC タグの普及に伴ってコストが下がるとともにその他の貨物に対しても展開していくという方法が有効であると考えられる。

(2) IC タグを活用した共通基盤の構築

IC タグを用いたビジネスを広く展開していく際にも、従来のように各物流事業者が顧客囲い込みを図るための新しいサービスの 1 つとして提供するという手法では限界に達してしまい、価値のある技術の普及を阻害してしまう恐れがある。また、このような手法を展開した場合には、各社各様のシステムが乱立する可能性がある。そうなってしまった場合は、利用者にとって局所的には便利であっても、各社各様の対応が求められることにつながり、利便性を損ねてしまう。このような状況に陥らないようにする一つの方法としては、IC タグの情報をサービスプロバイダが一元的に収集・管理し、各社の顧客（荷主）に対して情報を提供する形がある。ただし、この場合には各事業者において差別化を図ることが難しくなる。従って、このようなサービスによる顧客の囲い込みは困難となるため、多くの事業者の同意を得て実現することは困難となる恐れがある。

そこで、このような考え方を踏襲しつつ、各社による自由度を持たせる方法として、各拠点の読取結果を収集・蓄積する各社共通の基盤を、フォワーダや航空会社など関連事業者の共同出資、もしくは国民共通の基盤として行政が費用を負担して構築することが考えられる。このシステムでは、どのコンテナがいつどこを通過したのかという最低限の情報を管理するだけとして、各社はその情報を活用して独自のサービスを展開するというものが考えられる。いずれにしても、ある程度規格の標準化や統一化がなされた状況において、各事業者が同じような条件で参入できるような環境を作ることが今後求められるものと思われる。

(3) コンテナタグとセキュリティタグを一体化させての利用

今回の実証調査においては、コンテナ自体を認識させるためのコンテナタグとコンテナの扉の開閉監視を行うセキュリティタグとは別のものを採用したが、双方ともにコンテナに貼付する IC タグであるから、理想的には1つのもので両方の機能を実現することが望ましい。さらにこの IC タグをコンテナの備品のような扱いとし、繰り返し利用することのできるアクティブ型の IC タグを採用できれば、IC タグの読取距離の拡大とともに、常にコンテナと IC タグとがセットで動くことで、IC タグとコンテナとの関連付け作業も不要になると考えられる。このようにすることで、IC タグ導入に関する作業を限りなく少なくすることが、必要である。

(4) 全ての個品に対する爆発物検査結果の書き込み

今回の実証調査においては、対象貨物の一部に対して爆発物検査を実施し、その結果を IC タグに書き込むこととした。また、今回の爆発物検査によって爆発物が検出された場合を想定して、試験的に IC タグに爆発物検査が陽性であるという結果を書き込み、コンテナへの貨物積載時にシステムで警告されることを確認した。

実運用を想定した場合には、**Known Shipper/Regulated Agent** 制度が適用される特定荷主やフォワーダについても、それぞれの責任の下で爆発物がないことを保証して貨物の受渡をしているのが実態である。また、フォワーダと特定荷主との間についても同様である。従って、それぞれの段階において荷物爆発物検査に対する責任を持つ事業者が、自身の責任の下で IC タグに検査結果が陰性であることを記録し、最終的には全ての貨物に関して検査結果が書き込まれた形で、航空機に搭載されるような運用とすべきであると考えられる。例えば、荷主からフォワーダに持ち込まれる貨物については、特定荷主の場合には荷主が持ち込む際に荷主が、爆発物検査が陰性である旨を記録した IC タグを貼付するか、フォワーダが荷物を受け取った際に爆発物検査が陰性だという特定荷主の申告に基づき、検査結果を IC タグに記録して貼付するという運用が考えられる。フォワーダが航空会社に直接貨物を持ち込む場合も同様である。さらに、フォワーダがコンテナに貨物を積載した状態で、コンテナ単位で航空会社に持ち込む場合には、個品単位での検査結果に加えて、コンテナに対しても積載されている全ての貨物の爆発物検査結果が陰性であることを示すために、コンテナタグにその情報を記録するような運用が必要とされる。

以上のような運用を徹底することにより、航空機に積載される貨物については全て爆発物検査が行われており、結果もすべて陰性であることとなり、安全な航空輸送を担保することが可能となる。

5. 4 国際航空貨物への展開

今回の実証調査で得られた結果や、5. 3の内容を踏まえて、IC タグによる航空貨物輸送の機能向上を、国際貨物に展開する場合を想定し、どのような機能により何を実現するのかを具体的に検討した。

(1) 既存システムとの連携利用

今回の実証調査においては、IC タグに関するシステムを荷主、フォワーダ、航空会社等貨物輸送に関わる各社の既存システムとは別に、独立して構築し、そのシステムの中で業務を実施して一定の効果を得ることができた。

IC タグの活用による効果を一層創出するためには、今回構築したような IC タグに関するシステムと、貨物輸送に関わる各社の既存システムとのデータ連携を図り、航空貨物に関わる全ての工程、業務について IC タグに関連させて処理できるようにすることが必要である。そのため、既存システムからデータを出力し、それを IC タグ関連システムに取り込む形にするなどして、発荷主や受荷主、宛先住所などの貨物に関する情報と、IC タグの ID 番号とを関連付けた場合の導入効果について評価することが必要であり、より実際の業務に近い形での運用の実現が期待される。

(2) 貨物の形態に応じた業務プロセス分析の実施

今回の実証調査では、LD3 型コンテナに積載される貨物を対象としたが、国内航空貨物に限らず国際航空貨物においても、コンテナに積載できないバルク貨物が多く存在し、これらに対してはコンテナ貨物とは異なった対応が必要になるものと考えられる。

今後の国際航空貨物への展開に際しては、コンテナ貨物やバルク貨物といった貨物の形態に応じて、あらためて現状の業務プロセスを分析し、どの場所・タイミングで、どのような情報を IC タグから読み取る、あるいは書き込むのが運用上適切であるかを再度明確化する必要がある。

(3) コンテナと貨物の紐付け方式の自動化

個々の業務への IC タグの活用に係る検証として、貨物のコンテナへの積載時には、積載貨物の IC タグとコンテナの IC タグの 2 つを読み取ることで、自動的にどの貨物をどのコンテナに積載したのかという関連付けを実施する必要がある。

同様に、貨物をコンテナから下ろす際には、コンテナタグに関連付けられた積載貨物の一覧情報と、下ろした貨物の IC タグとを照合して検品を実施するような形とし、従来帳票への記入や帳票との照合で実現していた業務の自動化を図ることが望まれる。

(4) 国・地域毎の作業レベルに応じたオペレーション検討、自動化の推進

航空貨物の荷役業務に携わる現場作業員の貨物や情報機器の取り扱い等に関するスキルをみた場合、国内は良好のレベルで一定なのに対して、海外では国・地域間や個人ごとのレベル差が大きいため、より簡便な操作方法とするとともに、データの登録作業等については、可能な限り自動化するような工夫が必要とされる。

(5) IC タグの読取精度、読取速度のさらなる向上

IC タグについては、5. 1 および 5. 2 で示したような技術面と運用面との改良を進める必要がある。特に、貨物に貼付する IC タグの読取精度、読取速度のさらなる向上が必要である。例えば、R/W からの電波輻射タイミングを最適化させるために、貨物のアンテナ前の通過を赤外線等のセンサで検知して、電波輻射と連動させる等の方法が挙げられよう。

また、コンテナに貼付する IC タグについては、コンテナを認識するための IC タグとセキュリティ用の IC タグとを一体化することにより、1 回の読み取りとして作業のさらなる簡便化を図ることが有効であると考えられる。

(6) 各国の電波関連規制に応じた R/W 等機器の調整

UHF 帯に関する使用可能帯域が国により異なるという状況であるため、各国で IC タグの読み取りを行う場合には、その国の電波法制に適合した機器を使用することになる。

IC タグ自体は同じものを世界各国で使用することができるような状況になっているが、各国の使用可能帯域や出力の規制によって、読取性能に違いが生じることが想定されるため、これを踏まえた上で機器等の調整を行う必要がある。

以上の機能を具体化したイメージ図を図 5-1 に示す。

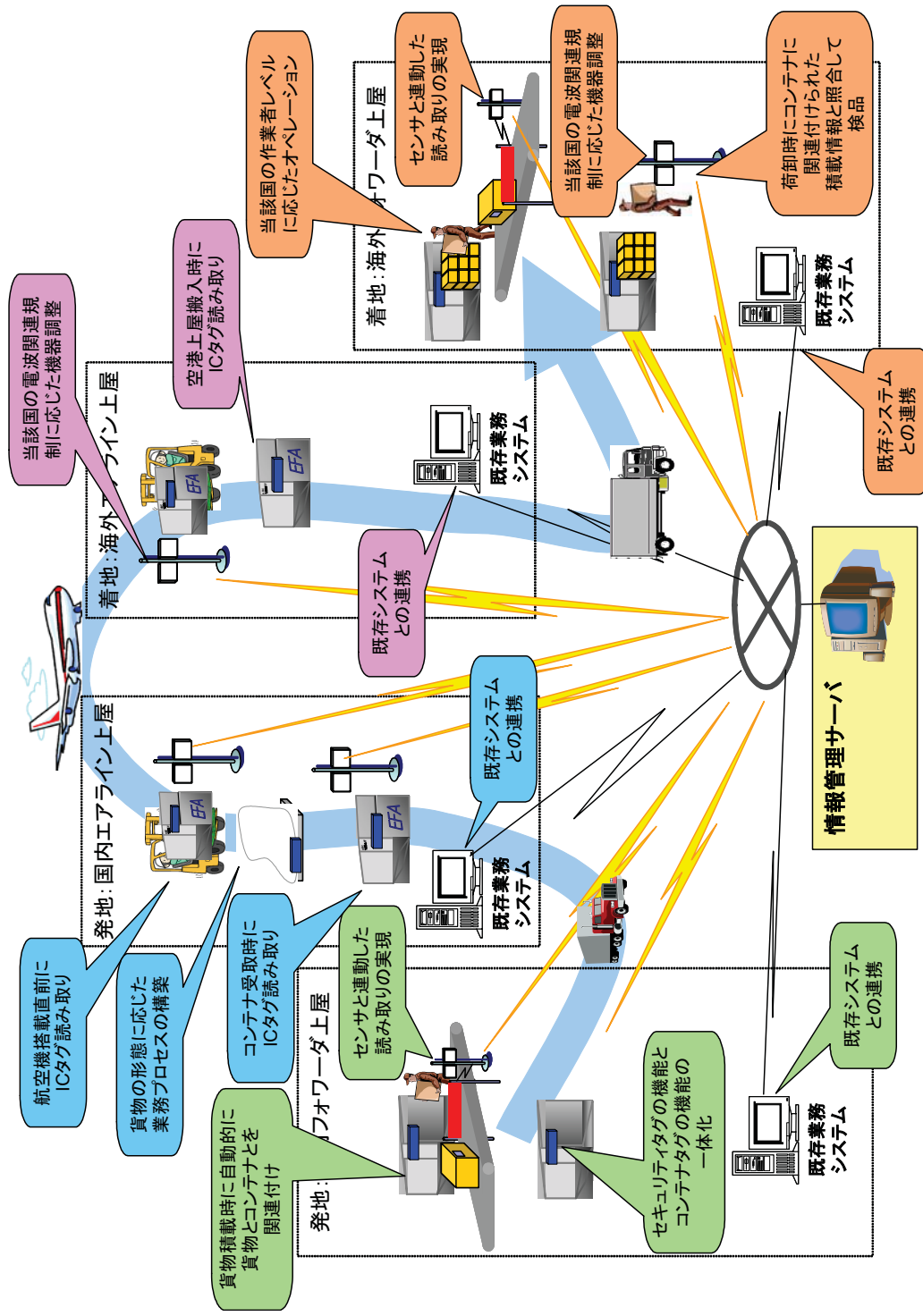


図 5-1 ICタグを活用した国際航空貨物輸送の機能向上イメージ