

別添

NEDO IoT を活用した新産業モデル創出基盤整備事業

IoT 技術を活用した新たなサプライチェーン情報共有システムの開発／
国内消費財サプライチェーンの効率化

物流形態における電子タグ貼付に関するガイドライン

目次

第1章	物流形態における電子タグ貼付に関するガイドライン	4
第1節	はじめに	4
第2節	ガイドライン	4
第1項	商品(梱包形態)への電子タグ貼付位置及びカゴ車への積載方法	4
(1)	段ボール箱及び段ボール箱積載カゴ車	4
(2)	折りコン及び折りコン積載カゴ車	13
(3)	番重	14
第3節	実証実験の概要	15
第1項	電子タグ貼付対象	15
第2項	実験項目とスケジュール	15
第3項	貼付する電子タグの選定	16
第4項	電子タグ貼付位置	18
第5項	商品の種類とその積載位置	19
第4節	ハンディリーダによる段ボール箱貼付電子タグの単品読取実験	28
第1項	測定概要	28
第2項	測定結果と考察	29
第3項	結論	35
第5節	ハンディリーダによる段ボール箱貼付電子タグのカゴ車一括読取り実験	42
第1項	測定概要	42
第2項	測定結果と考察	43
第3項	結論	45
第6節	ゲート型リーダによる梱包容器及びカゴ車貼付電子タグのカゴ車一括読取実験	46
第1項	測定概要	46
第2項	測定条件の設定	46
(1)	カゴ車運搬方法	46
(2)	ゲート型リーダのセッション及びゲート型リーダ侵入前一時停止有無	47
(3)	CarriRoの走行速度	48
第3項	測定結果と考察	48
(1)	電子タグ貼付段ボール箱+カゴ車	48
(2)	電子タグ貼付折りコン+カゴ車	52
(3)	電子タグ貼付番重	52
第4項	結論	53
(1)	電子タグ貼付段ボール箱+カゴ車	53

(2) 電子タグ貼付折りコン+カゴ車.....	54
(3) 電子タグ貼付番重.....	54

第1章 物流形態における電子タグ貼付に関するガイドライン

第1節 はじめに

「物流形態における電子タグ貼付に関するガイドライン」は、コンビニエンスストア（以下：CVS）を例にとって各種商品を製造しているメーカーから、卸や、流通センターを経由して、CVS等の各店舗への物流におけるサプライチェーンマネジメント（以下：SCM）のなかでどのように効率化、省力化のために電子タグを利用することが可能なのかを実証実験により確認し、その結果および使用上の注意点などを取り纏めたものである。

今回の物流形態の確認実験に関しては、SCMの一部である流通センターからCVS等の各店舗へ出荷されるカゴ車への積載状態で、流通センターでの出荷検品時に電子タグを使用すると想定して、カゴ車および積載する商品の一括読取実験を実施しガイドラインとして取り纏めた。

また、本実証実験で使用した商品は、実際にある店舗に配送された商品群を、株式会社ローソン殿のご協力を得て再現し、一括読取実験を行った。今回の実験は、カゴ車とその積載品の紐付けを確認する試験のため、梱包箱等に収められている商品個々に電子タグは貼付していない。

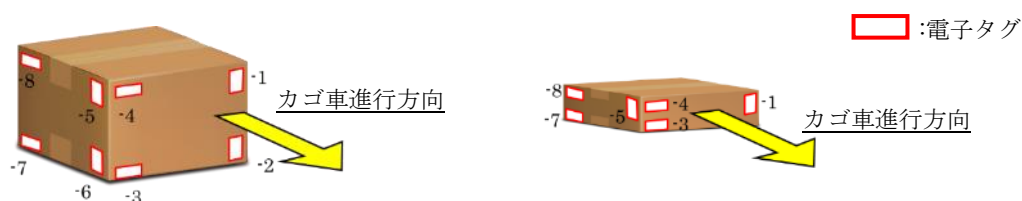
第2節 ガイドライン

CVS等で扱われる代表的な商品（梱包形態）及びカゴ車に電子タグを貼付して、各測定条件における読取率を測定した（詳細：本章 第3節以降）。本実証実験の測定結果により得られた、物流形態で扱う商品（梱包形態）やカゴ車へ電子タグを貼付する際のガイドライン及び、電子タグを貼付した梱包容器をカゴ車や台車に積載する際のガイドラインを本節に記す。

第1項 商品（梱包形態）への電子タグ貼付位置及びカゴ車への積載方法

(1) 段ボール箱及び段ボール箱積載カゴ車

下記図表 2-1 のように段ボール箱に 6 枚又は 8 枚貼付した電子タグを電子タグ貼付位置 -5~-8 の面からハンディリーダーを用いて一つずつ読み取った。（結果詳細：本章 第4節）



(a) 段ボール箱形状パターン①(8枚貼り) (a) 段ボール箱形状パターン②(6枚貼り)

図表 2-1 段ボール箱への電子タグ貼付位置

上記の測定結果より、商品によって素材、形状、梱包方法が異なるため、商品ごとに適切な電子タグ貼付位置を検討する必要があると言える（段ボール箱内商品別電子タグ貼付推奨

度：本章 第4節)。その際には、電子タグの読取率に影響してしまう金属・液体部分が少なく、隙間が多い箇所を電子タグ貼付位置として選定すると良い。

また、電子タグを貼付した段ボール箱をカゴ車へ計 20 個積載し、ハンディリーダ及びゲート型リーダを用いてその電子タグを一括で読み取った。ハンディリーダの場合には、立ったまま膝を折らずにハンディリーダを上下に振りながら一周して読取りを実施した。ゲート型リーダの場合には、左右に各 2 枚のアンテナを設置し、その間を通過して読取りを実施した。一括読取りにおいては、段ボール箱内商品による影響以外にも下記 2 点の影響が確認された。

①カゴ車の金属による影響

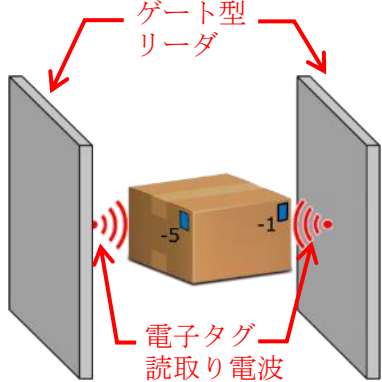
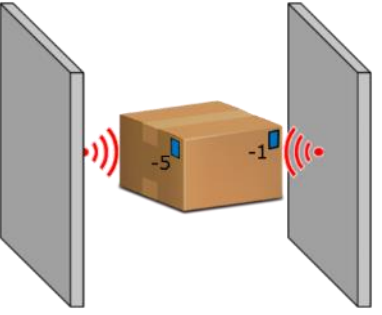
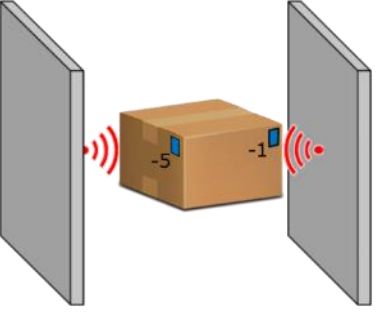
→単品において読み取り性能の高かった段ボール箱に貼付した電子タグが、カゴ車の金属製支柱に密着したことにより、読取り性能が低下した。

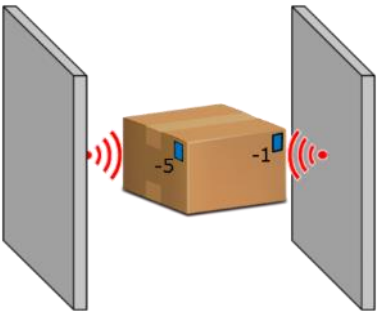
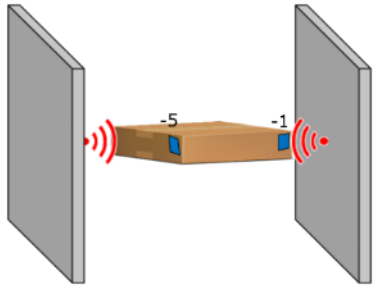
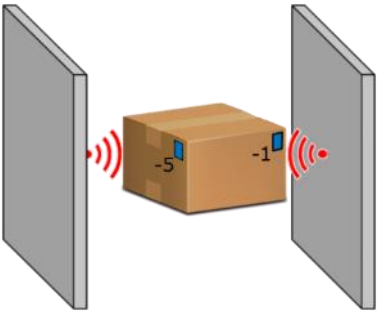
②隣接する段ボール箱の内容物による影響

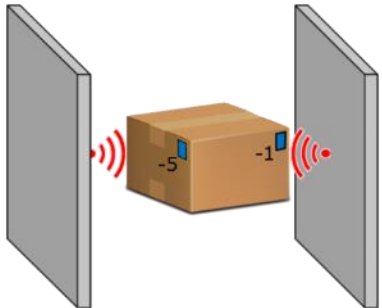
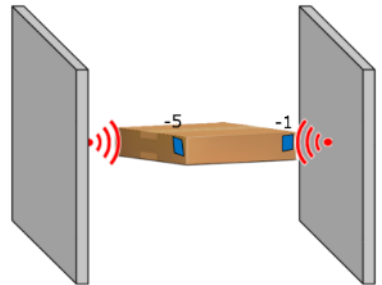
→単品において読み取り性能の高かった段ボール箱に貼付した電子タグが、缶入り段ボール箱に密着したことにより、読取り性能が低下した。

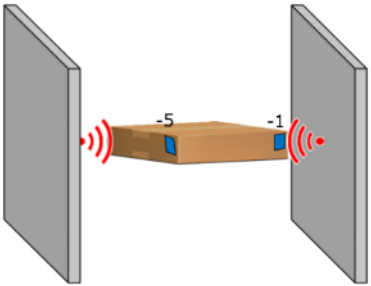
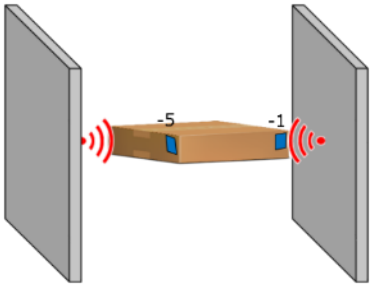
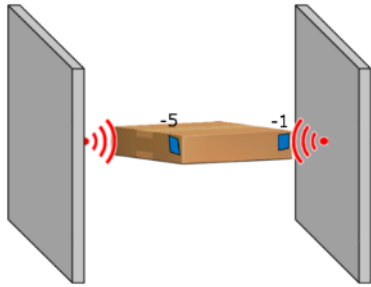
以上のようなカゴ車積載における電子タグの読取り性能への影響と単品読取りにおける段ボール箱内商品別の電子タグ読取結果を踏まえて、段ボール箱内商品別の電子タグ貼付推奨位置(青塗り)及び貼付電子タグ読取り難易度を下記図表 2-2 に示す。電子タグ一枚貼りでは、段ボール箱をカゴ車へ積載する際に、その都度電子タグの向きを外側かつ読取り方向へ合わせなければ、積載位置によっては電子タグの読取り性能が低下してしまう可能性がある。一方、電子タグ二枚貼りでは、比較的電子タグの貼付位置を意識することなく、段ボール箱をカゴ車へ積載することが可能だが、コストやソースタギングの負荷が増加してしまう。また、電子タグ二枚貼りをした場合でも、缶入り段ボール箱のようにどの貼付位置においても電子タグの読取り性能が低い段ボール箱では、一括読み取りの場合には貼付推奨位置でも読取りの確実性は低いといえる。したがって、物流センターの様に、カゴ車へ積載される商品の種類が不確定であり、その数や積載物の組み合わせが不定形な業務においては、段ボール箱貼付電子タグを読み取るには、段ボール箱をカゴ車へ一つ一つ積載する際に段ボール箱の ID を読取り、積載商品とカゴ車を紐づけすることが確実である。

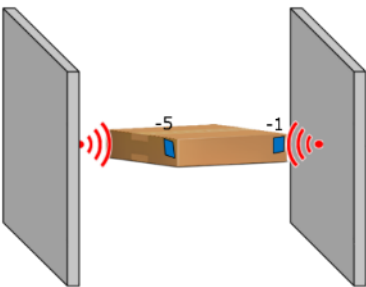
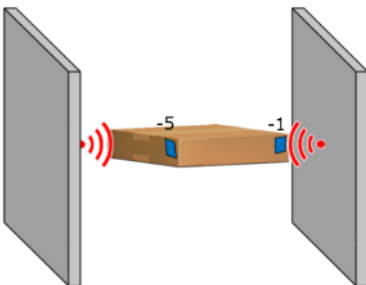
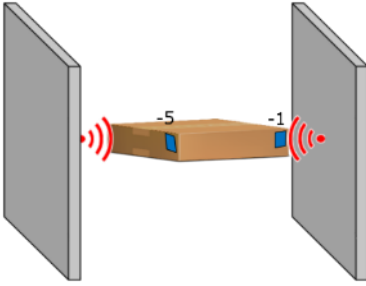
図表 2-2 段ボール箱内商品別電子タグ貼付推奨位置

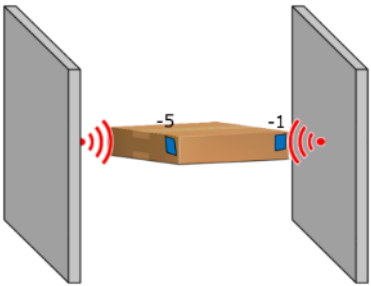
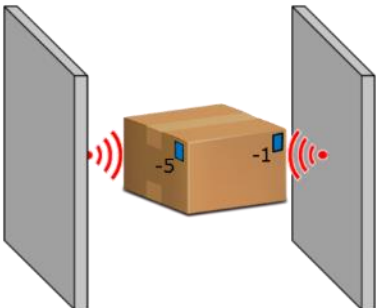
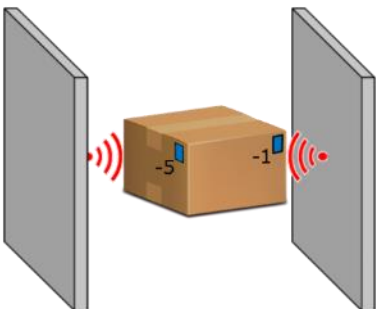
カテゴリ	商品名	電子タグ貼付推奨位置	貼付電子タグ 読取り難易度	読取り難易度 理由
ペット ボトル	からだ十六茶 630ml	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	やや 読取りづらい	電子タグがペットボトル内の液体に影響を受け、読取り性能が低下してしまうが、ペットボトルの形状上、段ボール箱上部に隙間ができやすく、貼り方を工夫すれば読取性能への影響を軽減させることができるため。
ペット ボトル	綾鷹 525ml	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	やや 読取りづらい	電子タグがペットボトル内の液体に影響を受け、読取り性能が低下してしまうが、ペットボトルの形状上、段ボール箱上部に隙間ができやすく、貼り方を工夫すれば読取性能への影響を軽減させることができるため。
ペット ボトル	天然水 2L	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	やや 読取りづらい	電子タグがペットボトル内の液体に影響を受け、読取り性能が低下してしまうが、ペットボトルの形状上、段ボール箱上部に隙間ができやすく、貼り方を工夫すれば読取性能への影響を軽減させることができるため。

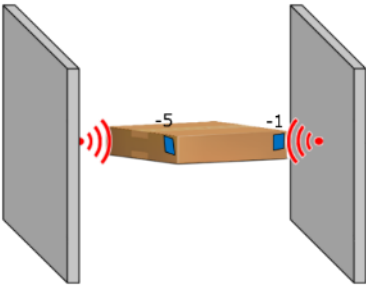
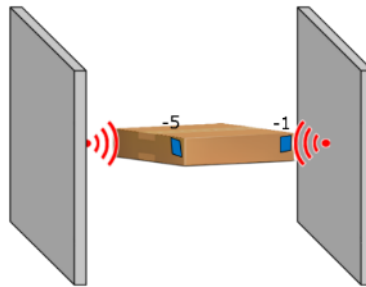
ペット ボトル	午後の紅茶 500ml	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	やや 読取りづらい	電子タグがペットボトル内の液体に影響を受け、読取り性能が低下してしまうが、ペットボトルの形状上、段ボール箱上部に隙間ができやすく、貼り方を工夫すれば読取り性能への影響を軽減させることができるため。
ペット ボトル	午後の紅茶 280ml	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	やや 読取りづらい	電子タグがペットボトル内の液体に影響を受け、読取り性能が低下してしまうが、ペットボトルの形状上、段ボール箱上部に隙間ができやすく、貼り方を工夫すれば読取り性能への影響を軽減させることができるため。
ペット ボトル	緑茶 2L	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	やや 読取りづらい	電子タグがペットボトル内の液体に影響を受け、読取り性能が低下してしまうが、ペットボトルの形状上、段ボール箱上部に隙間ができやすく、貼り方を工夫すれば読取り性能への影響を軽減させることができるため。

ペット ボトル	クラフトマン ブラック 440ml	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	やや 読取りづらい	電子タグがペットボトル内の液体に影響を受け、読取り性能が低下してしまうが、ペットボトルの形状上、段ボール箱上部に隙間ができやすく、貼り方を工夫すれば読取性能への影響を軽減させることができるため。
缶	挽きたて微糖 185ml	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	読取りづらい	段ボール箱内に隙間がほとんどなく、どの貼付位置においても缶の金属の影響を受けてしまうため。
缶 (ボトル型)	リアルブラッ ク 400ml	 ※-4 か-8 の位置のどちらか もしくはその両方	やや 読取りづらい	電子タグが缶の金属に影響を受け、読取り性能が低下してしまうが、ボトル型であるため、段ボール箱上部に隙間ができやすく、貼り方を工夫すれば読取性能への影響を軽減させることができるため。

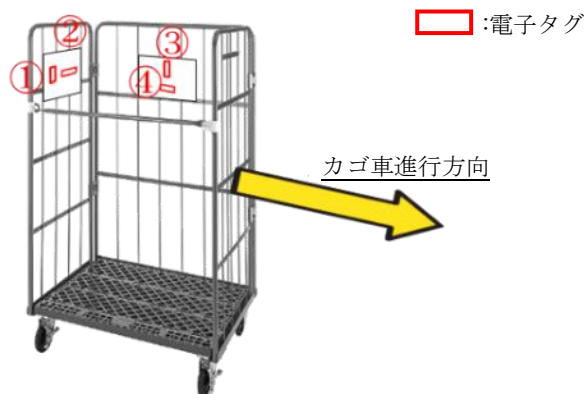
缶	ワンダモーニングショット 185ml	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	読取りづらい	段ボール箱内に隙間がほとんどなく、どの貼付位置においても缶の金属の影響を受けてしまうため。
カップ麺	ワンタンスープ春雨	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	読取りやすい	段ボール箱内に隙間が多く、カップ麺にほとんど水分や金属が含まれないため。
カップ麺	担々麺	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	読取りやすい	段ボール箱内に隙間が多く、カップ麺にほとんど水分や金属が含まれないため。

カップ麺	カップヌードル	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	読取りやすい	段ボール箱内に隙間が多く、カップ麺にほとんど水分や金属が含まれないため。
カップ麺	シーフードヌードル BIG	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	読取りやすい	段ボール箱内に隙間が多く、カップ麺にほとんど水分や金属が含まれないため。
カップ麺	どん兵衛	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	読取りやすい	段ボール箱内に隙間が多く、カップ麺にほとんど水分や金属が含まれないため。

カップ麺	ホットワンタン	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	読取りやすい	段ボール箱内に隙間が多く、カップ麺にほとんど水分や金属が含まれないため。
アルミ蒸着パッケージ	ポテトチップスうす塩	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	読取りやすい	アルミ蒸着パッケージは金属を含むが、段ボール箱内に隙間が多いため。
紙	スコッティ	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	読取りやすい	段ボール箱内の隙間は少ないが、ほとんど水分や金属が含まれないため。

非アルミ蒸着 パッケージ	香ばし焙煎く るみ餅	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	読取りやすい	段ボール箱内の隙間は 少ないが、ほとんど水 分や金属が含まれない ため。
非アルミ蒸着 パッケージ	生沖縄黒糖飴	 ※-1 か-5 の位置のどちらか もしくはその両方	読取りやすい	段ボール箱内の隙間は 少ないが、ほとんど水 分や金属が含まれない ため。

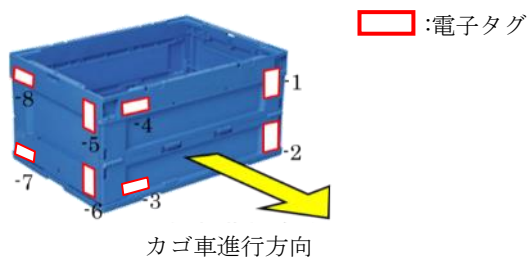
次に、下記図表 2-3 のように段ボール箱積載カゴ車に電子タグを 4 枚取り付け、ゲート型リーダを用いて読み取りを行った。取り付け方法は、コピー用紙に電子タグを貼付し、そのコピー用紙をクリアファイルに差し込んで、カゴ車へと取り付けた。その結果、どの貼付位置においても読取率は 100%であり、下記の取り付け方法及び貼付位置を段ボール箱積載カゴ車における推奨位置とする。下記の取り付け方法及び貼付位置であれば、非金属対応電子タグラベルを用いても、読取り性能に問題はない。但し、電子タグが取り付けられている高さまで金属製の商品が入った段ボール箱が多数積まれている場合には、この限りではない。また、本実証実験によるガイドラインは、ゲート型リーダのアンテナを左右に 2 枚ずつ設置して、電子タグの読取りを行った結果より作成しているが、アンテナの設置方法が異なる場合においても、本実証実験と同等の電波環境を構築することで、本ガイドラインを適用可能である。



図表 2-3 段ボール箱積載カゴ車への電子タグ取り付け方法及び貼付推奨位置

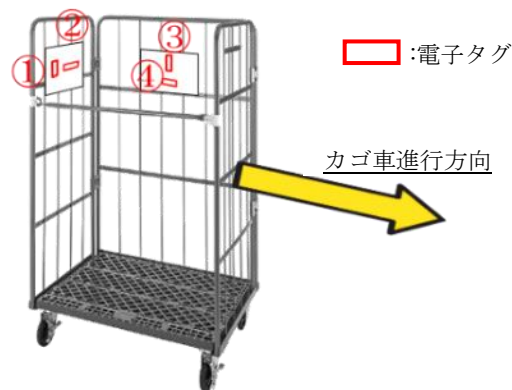
(2) 折りコン及び折りコン積載カゴ車

下記図表 2-4 のように電子タグを 8 枚貼付した折りコンをカゴ車へ計 6 個積載し(2 列×3 段)、ゲート型リーダを用いてその電子タグを一括で読み取った結果、どの貼付位置においても読取率は 100%であり、下記の貼付位置を折りコンにおける推奨位置とする。下記の貼付位置であれば、読取性能に問題はない。本実証実験では、実際に CVS の店舗に配送された商品群を再現して測定を行っているため、CVS の物流における電子タグ貼付推奨位置である。



図表 2-4 折りコンへの電子タグ貼付推奨位置

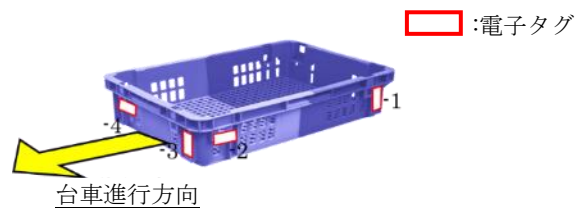
次に、下記図表 2-5 のように折りコン積載カゴ車に電子タグを 4 枚取り付け、ゲート型リーダを用いて読み取りを行った。取り付け方法は、コピー用紙に電子タグを貼付し、そのコピー用紙をクリアファイルに差し込んで、カゴ車へと取り付けた。その結果、どの貼付位置においても読取率は 100%であり、下記の取り付け方法及び貼付位置を折りコン積載カゴ車における推奨位置とする。下記の取り付け方法及び貼付位置であれば、非金属対応電子タグラベルを用いても、読取性能に問題はない。但し、電子タグが取り付けられている高さまで金属製の商品が入った段ボール箱が多数積まれている場合には、この限りではない。



図表 2-5 折りコン積載カゴ車への電子タグ取り付け方法及び貼付推奨位置

(3) 番重

下記図表 2-6 のように電子タグを 4 枚貼付した番重を台車へ計 5 個積載し(1 列×5 段)、ゲート型リーダを用いてその電子タグを一括で読み取った結果、どの貼付位置においても読取率は 100%であり、下記の貼付位置を番重における推奨位置とする。下記の貼付位置であれば、読取性能に問題はない。本実証実験では、実際に CVS の店舗に配送された商品群を再現して測定を行っているため、CVS の物流における電子タグ貼付推奨位置である。



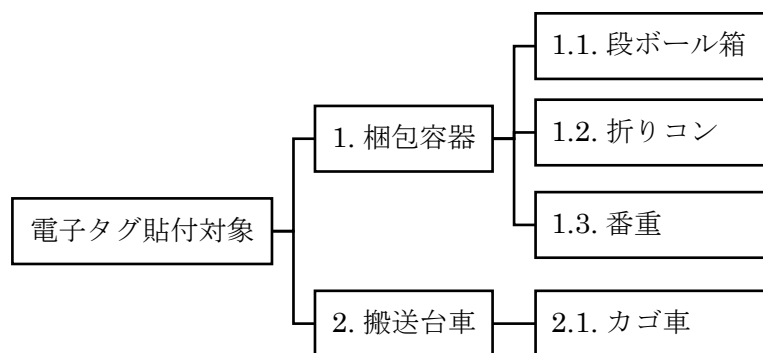
図表 2-6 番重への電子タグ貼付推奨位置

以上が「物流形態における電子タグ貼付に関するガイドライン」である。次節より、実証実験内容詳細について記す。

第3節 実証実験の概要

第1項 電子タグ貼付対象

本実証実験は物流形態における実証実験であるため、個品への貼付ではなく、梱包容器と搬送台車へ電子タグを貼付して読取検証を実施した。下記図表 2-7 に電子タグ貼付対象一覧を示す。詳しい商品の中身については、本節 第5項に記す。



図表 2-7 電子タグ貼付対象一覧

第2項 実験項目とスケジュール

本実証実験は、2018年12月10日(月)~12月21日(金)の期間において、株式会社日立物流殿の平和島第一物流センターにて実施した。実施した実験項目とそのスケジュールを下記に示す。

- ・実験①：ハンディリーダによる段ボール箱貼付電子タグの単品読取実験(本章 第4節)
(2018年12月17日(月)~12月19日(水))

→電子タグを貼付した段ボール箱を、人の胸の高さ程度の高さの台に一つずつ置き、ハンディリーダと電子タグの高さを合わせて、電子タグの読取距離を測定した。本実験で使用したハンディリーダは250mW機(特定小電力無線局)を1機種と1W機(構内無線局)を1機種の計2機種である。

- ・実験②：ハンディリーダによる段ボール箱貼付電子タグのカゴ車一括読取実験(本章 第5節)

(2018年12月17日(月)~12月19日(水))

→電子タグを貼付した段ボール箱をカゴ車に20個載せ、立ったまま膝を折らずにハンディリーダを上下に振りながら一周して、20回実施したときの電子タグの読取り回数を測定した。本実験で使用したハンディリーダは、実験①と同様に、250mW機(特定小電力無線局)を1機種と1W機(構内無線局)を1機種の計2機種である。

- ・実験③：ゲート型リーダによる梱包容器及びカゴ車貼付電子タグのカゴ車一括読取実験

(本章 第 6 節) (2018 年 12 月 11 日(月)~12 月 18 日(水))

→ゲート型リーダ 3 種を円周上に設置し、ゲート型リーダ 3 種を全て作動させた状態で、電子タグを貼付した梱包容器(段ボール箱、折りコン、番重)やカゴ車を、ゲート内を通過させることで、電子タグの一括読取りを行い、50 回実施したときの電子タグの読取り回数を測定した。

第 3 項 貼付する電子タグの選定

本実証実験前に事前実験を実施し、複数種類の電子タグの最少動作電力等を比較して、梱包容器(段ボール箱・折りコン・番重)に貼付する電子タグを決定した。事前実験で測定した電子タグの仕様を下記図表 2-8 に示す。

図表 2-8 梱包容器用電子タグの仕様一覧

	ラベルタグ A	防水ラベルタグ	ラベルタグ B	ラベルタグ(小)A	ラベルタグ(小)B
IC チップ	A 社製 CHIPA	B 社製 CHIPA	A 社製 CHIPA	A 社製 CHIPA	B 社製 CHIPB
ラベルサイズ (縦×横)	21×76mm	25×105mm	21×76mm	40×60mm	18×45mm
アンテナサイズ (縦×横)	14×70mm	8×90mm	15×70mm	10×52mm	16×42mm
材質	表層:アート紙	表層:再生 PET	表層:アート紙	表層:アート紙	表層:PET
	粘着剤:強粘着	粘着剤:強粘着	粘着剤:強粘着	粘着剤:強粘着	粘着剤:強粘着

事前実験には、電波暗箱内にて測定アンテナと電子タグの位置関係を固定することで、各周波数帯の電波による読取りを行った場合の電子タグの最小動作電力を計測することのできる周波数測定器を用いた。下記図表 2-9 に、UHF 帯(920MHz)の電波における各梱包容器用電子タグの最小動作電力を示す。最小動作電力が小さいほど、出力の低い電波で電子タグを動作させることができるということであり、読取り性能が高いと言える。

図表 2-9 UHF 帯(920MHz)の電波における各梱包容器用電子タグの最小動作電力

	貼付対象	電子タグ				
		ラベルタグ A	防水 ラベルタグ	ラベルタグ B	ラベルタグ (小)A	ラベルタグ (小)B
最小動作電力[dBm]	発泡スチロール	-18.3	-16.7	-16.4	-12.8	-9.5
	空の段ボール箱	-17.6	-17.1	-16.3	-12.1	-10.4

図表 2-9 より、各梱包容器へ貼付する電子タグは発泡スチロール及び空の段ボールに貼付

した際の最小動作電力が最も小さいラベルタグ A を使用する。

次に、同様に事前実験を実施し、複数種類の電子タグの最少動作電力等を比較して、カゴ車に貼付する電子タグを決定した。事前実験で測定した電子タグの仕様を下記図表 2-10 に示す。

図表 2-10 カゴ車用電子タグの仕様一覧

	ラベルタグ A	カードタグ	金属対応 ラベルタグ	金属対応 堅牢タグ A	金属対応 堅牢タグ B
IC チップ	A 社製 CHIPA	B 社製 CHIPC	B 社製 CHIPB	B 社製 CHIPD	C 社製 CHIPA
ラベルサイズ (縦×横×厚み)	21×76mm	54×86mm	25×60×1.2mm	21×85×10mm	32×119×5.8mm
アンテナサイズ (縦×横)	14×70mm	-	16×42mm	-	-
材質	表層：アート紙	表層：PET-G	表層：コート紙	表層：エンジニア プラスチック	表層：耐候性 PC
	粘着剤：強粘着	-	粘着剤：強粘着	-	-

また、下記図表 2-11 に UHF 帯(920MHz)の電波における各梱包容器用電子タグの最小動作電力を示す。

図表 2-11 UHF 帯(920MHz)の電波におけるカゴ車用電子タグの最小動作電力

	電子タグ貼付対象	電子タグ		
		ラベルタグ A	カードタグ	-
最小動作電力[dBm]	発泡スチロール	-18.3	-14.4	-
	電子タグ貼付対象	電子タグ		
		金属対応ラベルタグ	金属対応堅牢タグ A	金属対応堅牢タグ B
最小動作電力[dBm]	アルミ板	-8.1	-8.2	-11.5

図表 2-11 より、金属対応タグは最小動作電力が大きく、かつ比較的高価なため、最小動作電力が小さくて安価なラベルタグ A をカゴ車の非金属部分に貼り付けて使用する。詳しい貼付位置については、次項に記す。

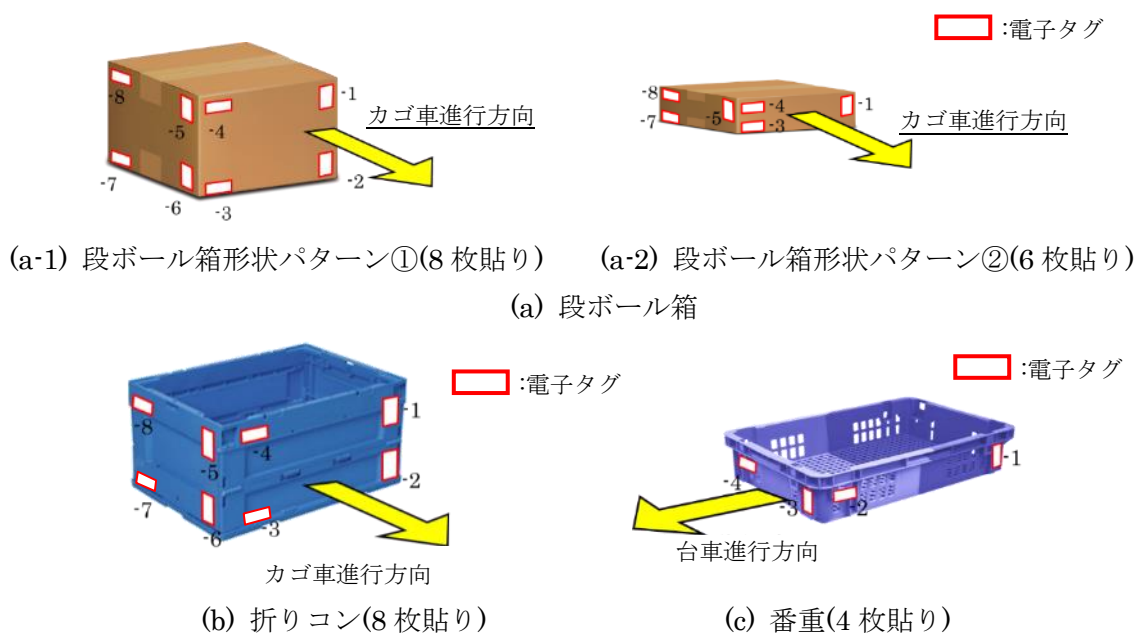
下記図表 2-12 に貼付対象別使用電子タグをまとめて示す。

図表 2-12 貼付対象別使用電子タグ

カテゴリ	貼付対象	電子タグ
梱包容器	段ボール箱	ラベルタグ A
	折りコン	
	番重	
搬送台車	カゴ車	

第4項 電子タグ貼付位置

下記図表 2-13 に各梱包容器への電子タグ貼付位置を示す。一つの梱包容器に電子タグを複数枚貼り、各貼付位置における読取率を測定することで、最適な電子タグ貼付位置を選定する。図表 2-13(a-2)のような高さの低い段ボール箱は貼付スペースの都合上、縦貼りの電子タグを1枚のみとする。



図表 2-13 各梱包容器への電子タグ貼付位置

下記図表 2-14 にカゴ車への電子タグ貼付位置を示す。コピー用紙に電子タグを貼付け、そのコピー用紙をクリアファイルに差し込んで、カゴ車へと取り付けた。



図表 2-14 カゴ車への電子タグ貼付け位置(4 枚貼り)(写真)

第 5 項 商品の種類とその積載位置

下記図表 2-15~図表 2-24 にカゴ車の仕様、段ボール箱、折りコン、番重の中身一覧写真及び積載写真を示す。積載位置に関しては、実際にある店舗に配送された商品群を、株式会社ローソン殿のご協力を得て再現し、そのまま測定に使用した。

支柱：全て金属製



床面：プラスチック製



図表 2-15 カゴ車の仕様(写真)

図表 2-16 段ボール箱の中身一覧

商品カテゴリ	品名	寸法 (縦×横×高さ[mm])	段ボール箱内数量
(a)ペットボトル	(a-1)からだ十六茶 630ml	285×420×230	24 本
	(a-2)綾鷹 525ml	275×415×210	24 本
	(a-3)天然水 2L	220×275×310	6 本
	(a-4)午後の紅茶 500ml	240×355×220	24 本
	(a-5)午後の紅茶 280ml	270×400×135	24 本
	(a-6)緑茶 2L	185×320×310	6 本
	(a-7)クラフトマンブラック 440ml	280×405×180	24 本
(b)缶	(b-1)挽きたて微糖 185ml(スチール缶)	260×320×105	30 本
	(b-2)リアルブラック 400ml(アルミ缶)	270×400×170	24 本
	(b-3)ワンダモーニングショット 185ml (スチール缶)	265×325×110	30 本
(c)カップ麺	(c-1)ワンタンスープ春雨	205×310×110	6 個
	(c-2)担々麺	385×485×115	20 個
	(c-3)カップヌードル	395×485×110	20 個
	(c-4)シーフードヌードル BIG	330×440×120	12 個
	(c-5)どん兵衛	295×440×155	12 個
	(c-6)ホットワンタン	315×405×115	12 個
(d)アルミ蒸着 パッケージ	ポテトチップスうす塩	315×440×230	12 袋
(e)紙	スコッティ	480×480×355	24 ロール
(f)非アルミ蒸着 パッケージ	(f-1)香ばし焙煎くるみ餅	205×275×120	6 袋
	(f-2)生沖縄黒糖飴	200×270×90	6 袋



(a-1) からだ十六茶 630ml



(a-2) 綾鷹 525ml



(a-3) 天然水 2L



(a-4) 午後の紅茶 500ml



(a-5) 午後の紅茶 280ml



(a-6) 緑茶 2L



(a-7) クラフトマンブラック 440ml

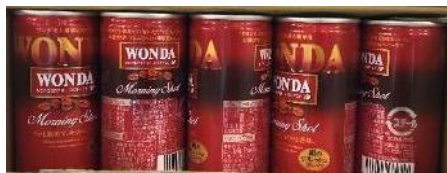
(a) ペットボトル



(b-1) 挽きたて微糖 185ml



(b-2) レアルブラック 400ml



(b-3) ワンダモーニングショット 185ml

(b) 缶



(c-1) ワンタンスープ春雨



(c-2) 担々麺



(c-3) カップヌードル



(c-4) シーフードヌードル BIG



(c-5) どん兵衛



(c-6) ホットワンタン

(c) カップ麺



(d) ポテトチップスうす塩
(アルミ蒸着パッケージ)



(e) スコッティ
(紙)



(f-1) 香ばし焙煎くるみ餅



(f-2) 生沖縄黒糖飴

(f) 非アルミ蒸着パッケージ

図表 2-17 段ボール箱の中身写真



図表 2-18 カゴ車への段ボール箱積載写真

図表 2-19 折りコンの中身一覧

折りコン No.	商品名	数量
1	センチュリー電池交換充電器 ペガサス	1
	ライオン クリニカ AD クールミント 130	1
	貝印 T型ゴールドステンレス	2
	ユニリーバ ジフ 270ml	1
	BWEX ボクサーブリーフ L	1
2	たらみ ごろっと果実大ぶりカット白桃 250	6
	やおきん うまい棒チョコレート 1本	30
	マスヤ おにぎりせんべい 25g	10
	明治 コーラアップ 100g	6
3	フードパック大（レンジ可） 50 枚	1
4	NL アーモンドチョコレート 40g	10
	天然水 2L	1
	NL くるみとココナツのキャラメリゼ 40	6
5	FF からあげクン徳島すだち味 P18	1
6	セレクト さば水煮 190g	1
	いなば とりごぼう 75g	2
	セレクト スティックシュガー3gx50P	5
	リアルゴールドロケットスタート 250ml	6
	セレクト 味付けぽん酢 360ml	2
	セレクト 片栗粉チャック付 180g	2
	セレクト スパゲッティ 結束 400g	2
	極洋 とりレバー味付 80g	2
	大正製薬 リポビタミン D8 100ml	10
	モンスターエナジーM3 150ml	6



(a) 折りコン No.1



(b) 折りコン No.2



(c) 折りコン No.3



(d) 折りコン No.4

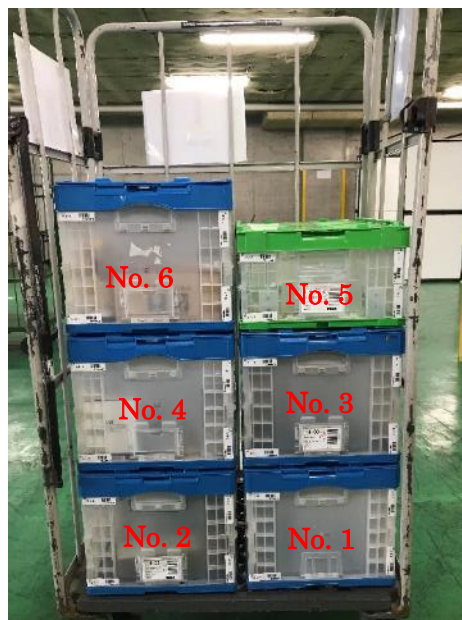


(e) 折りコン No.5



(f) 折りコン No.6

図表 2-20 折りコンの中身写真



図表 2-21 カゴ車への折りコン積載写真

図表 2-22 番重の中身一覧

番重 No.	商品名	数量
1	LS ミックスサラダ	3
	叙々苑のごまドレサラダ	2
	もやし	2
2	これがからあげ弁当	2
	これがのり弁当	2
	手巻き寿司納豆	2
	手巻き寿司エビマヨネーズ	3
	悪魔のおにぎり	5
	おいしい玄米にぎりチーズ明太	3
	手巻き寿司シーチキンマヨネーズ	3
	手巻き寿司あらほぐし鮭	4
	新潟コシヒカリ塩にぎり	3
3	醤油ラーメン	2
	鍋しめうどん豚チゲ鍋	2
	ヤマサ醤油本かいせき使用の焼うどん	2
4	ガーリックバター醤油チキンステーキ弁当	3
	L 大盛！フライドチキンのペペロンチーノ	2
	シャキッと！コーンサラダ	2
5	味噌ラーメン旨辛にんにく味噌	2
	海人監修油淋鶏丼	2
	ねぎ塩豚カルビ弁当	3
	すりおろしオニオンドレッシング	10



(a) 番重 No.1



(b) 番重 No.2



(c) 番重 No.3



(d) 番重 No.4



(e) 番重 No.5

図表 2-23 番重の中身写真



図表 2-24 台車への番重積載写真

第 4 節 ハンディリーダーによる段ボール箱貼付電子タグの単品読取実験

第 1 項 測定概要

上記図表 2-13(a)のように電子タグを貼付した段ボール箱を、下記図表 2-25 のように人の胸の高さ程度の高さの台に一つずつ置き、ハンディリーダーと電子タグの高さを合わせて、各電子タグの読取距離を測定した。本実験で使用したハンディリーダーは 250mW 機(特定小電力無線局)を 1 機種と、1W 機(構内無線局)を 1 機種の計 2 機種である。セッションは、ハンディリーダーの棚卸アプリケーションにおいて一般的に用いられる S3 に設定した。



図 2-25 ハンディリーダーによる段ボール箱貼付電子タグの単品読取り実験風景(写真)

また、測定パターンとして、下記図表 2-26 のように電子タグの対面からハンディリーダーで読み取った場合(上記図表 2-13(a)における-5~-8 の電子タグ)と、電子タグの側面からハンディリーダーで読み取った場合(上記図表 2-13(a)における-1~-4 の電子タグ)の 2 パターンで測定した。

☐☐:電子タグ



(a) 電子タグの対面から読取



(b) 電子タグの側面から読取

図表 2-26 ハンディリーダーによる電子タグ測定パターン 2 種(写真)

第 2 項 測定結果と考察

以上の測定条件で測定した読取結果を、ハンディリーダー毎に下記図表 2-27、2-28 に示す。図表における電子タグ貼付位置は、上記図表 2-13(a)の番号と対応している。また、商品カテゴリ毎に測定結果を平均してまとめたグラフを下記図表 2-29、2-30 に示す。ここで、横軸は商品カテゴリ及び電子タグ貼付位置、縦軸は読取距離である。

図表 2-27 段ボール箱貼付電子タグ読取距離(構内無線局ハンディリーダー)

カテゴリ	品名	電子タグ 貼付位置	側面 読取距離[cm]	電子タグ 貼付位置	対面 読取距離[cm]
ペット ボトル	からだ十六茶 630ml	-1	300	-5	355
		-2	読取不可	-6	195
		-3	55	-7	250
		-4	300	-8	575
	綾鷹 525ml	-1	540	-5	370
		-2	読取不可	-6	320
		-3	150	-7	210
		-4	210	-8	515

	天然水 2L	-1	360	-5	250
		-2	40	-6	330
		-3	10	-7	230
		-4	210	-8	470
	午後の紅茶 500ml	-1	350	-5	330
		-2	20	-6	110
		-3	60	-7	90
		-4	240	-8	560
	午後の紅茶 280ml	-1	240	-5	320
		-3	60	-7	255
		-4	320	-8	470
	緑茶 2L	-1	400	-5	360
		-2	読取不可	-6	240
		-3	40	-7	160
		-4	240	-8	800
	クラフトマンブラック 440ml	-1	290	-5	360
		-2	65	-6	190
		-3	45	-7	250
		-4	190	-8	560
缶	挽きたて微糖 185ml	-1	40	-5	100
		-3	15	-7	80
		-4	80	-8	80
	リアルブラック 400ml	-1	45	-5	300
		-2	25	-6	90
		-3	15	-7	240
		-4	580	-8	560
	ワンダモーニングショット 185ml	-1	80	-5	110
		-3	20	-7	170
		-4	70	-8	100
カップ麺	ワンタンスープ春雨	-1	420	-5	360
		-3	280	-7	470
		-4	420	-8	560
	坦々麺	-1	814	-5	691
		-3	249	-7	519
		-4	458	-8	282

	カップヌードル	-1	531	-5	775
		-3	305	-7	504
		-4	118	-8	485
	シーフードヌードル BIG	-1	512	-5	663
		-3	301	-7	547
		-4	252	-8	461
	どん兵衛	-1	718	-5	691
		-3	171	-7	572
		-4	265	-8	550
	ホットワンタン	-1	742	-5	785
		-3	197	-7	521
		-4	445	-8	596
アルミ蒸着 パッケージ	ポテトチップスうす塩	-1	700	-5	770
		-2	720	-6	640
		-3	360	-7	640
		-4	300	-8	760
紙	スコッティ	-1	740	-5	710
		-2	740	-6	660
		-3	250	-7	570
		-4	220	-8	610
非アルミ蒸着 パッケージ	香ばし焙煎くるみ餅	-1	829	-5	845
		-3	379	-7	542
		-4	457	-8	654
	生沖縄黒糖飴	-1	794	-5	730
		-3	194	-7	494
		-4	265	-8	557

図表 2-28 段ボール箱貼付電子タグ読取距離(特定小電力無線局ハンディリーダー)

カテゴリ	品名	電子タグ 貼付位置	側面 読取距離[cm]	電子タグ 貼付位置	対面 読取距離[cm]
ペット ボトル	からだ十六茶 630ml	-1	8.5	-5	8.5
		-2	6	-6	7
		-3	接触で読取	-7	6.5
		-4	4.5	-8	9
	綾鷹 525ml	-1	10	-5	11

		-2	6	-6	10
		-3	接触で読取	-7	7
		-4	4	-8	10.5
	天然水 2L	-1	9.5	-5	11
		-2	5	-6	7
		-3	接触で読取	-7	6
		-4	6	-8	11
	午後の紅茶 500ml	-1	8	-5	8
		-2	3.5	-6	4.5
		-3	4	-7	5
		-4	読取不可	-8	10
	午後の紅茶 280ml	-1	7	-5	10
		-3	3.5	-7	8
		-4	5	-8	9
	緑茶 2L	-1	9	-5	10
		-2	3	-6	6
		-3	読取不可	-7	5
		-4	読取不可	-8	9
	クラフトマン ブラック 440ml	-1	9.5	-5	8
		-2	5	-6	7.5
		-3	1.5	-7	6.5
		-4	4	-8	10
缶	挽きたて微糖 185ml	-1	読取不可	-5	4
		-3	読取不可	-7	接触で読取
		-4	接触で読取	-8	接触で読取
	リアルブラック 400ml	-1	3.5	-5	6
		-2	読取不可	-6	3
		-3	1.5	-7	4
		-4	6	-8	10
	ワンダモーニング ショット 185ml	-1	2	-5	6
		-3	接触で読取	-7	2
		-4	接触で読取	-8	3
カップ麺	ワンタンスープ春雨	-1	14	-5	13
		-3	5	-7	12
		-4	5	-8	12

	坦々麺	-1	17	-5	16
		-3	2	-7	15
		-4	6	-8	11
	カップヌードル	-1	15.5	-5	18
		-3	2	-7	11
		-4	5.5	-8	9
	シーフードヌードル BIG	-1	14.5	-5	18
		-3	1.5	-7	15
		-4	5	-8	9
	どん兵衛	-1	14	-5	20
		-3	2.5	-7	19
		-4	5	-8	8.5
	ホットワンタン	-1	16	-5	16
		-3	2.5	-7	13
		-4	5	-8	7
アルミ蒸着 パッケージ	ポテトチップスうす 塩	-1	13	-5	18
		-2	1	-6	14
		-3	7	-7	5
		-4	3	-8	11
紙	スコッティ	-1	17	-5	16
		-2	17	-6	18
		-3	接触で読取	-7	14
		-4	6	-8	12
非アルミ蒸着 パッケージ	香ばし焙煎くるみ餅	-1	16.5	-5	16
		-3	3	-7	12.5
		-4	8	-8	14
	生沖縄黒糖飴	-1	16.5	-5	14.5
		-3	2.5	-7	12
		-4	9.5	-8	13.5

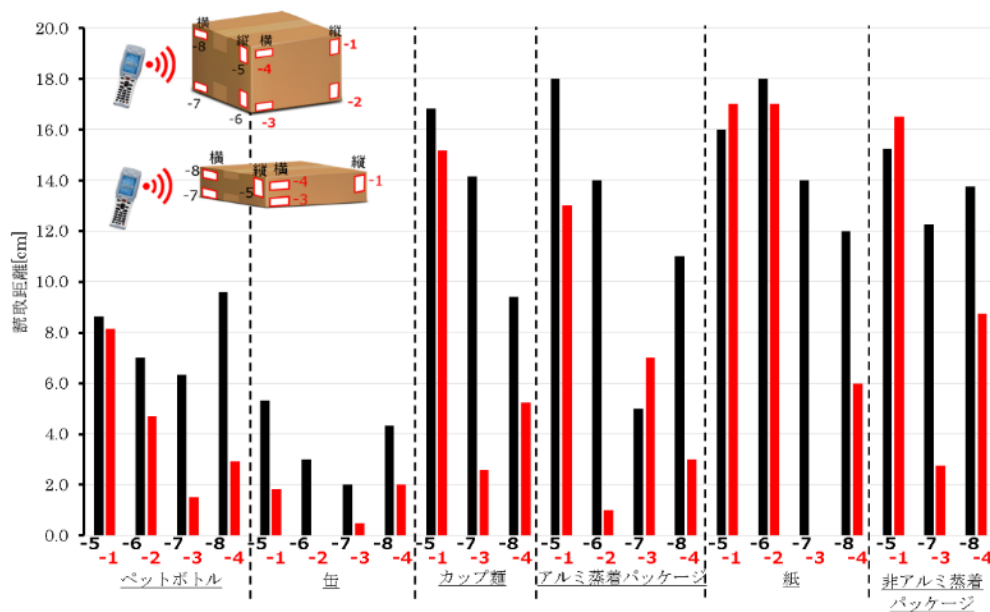


図 2-29 商品カテゴリ別段ボール箱貼付電子タグ読取距離(構内無線局ハンディリーダー)

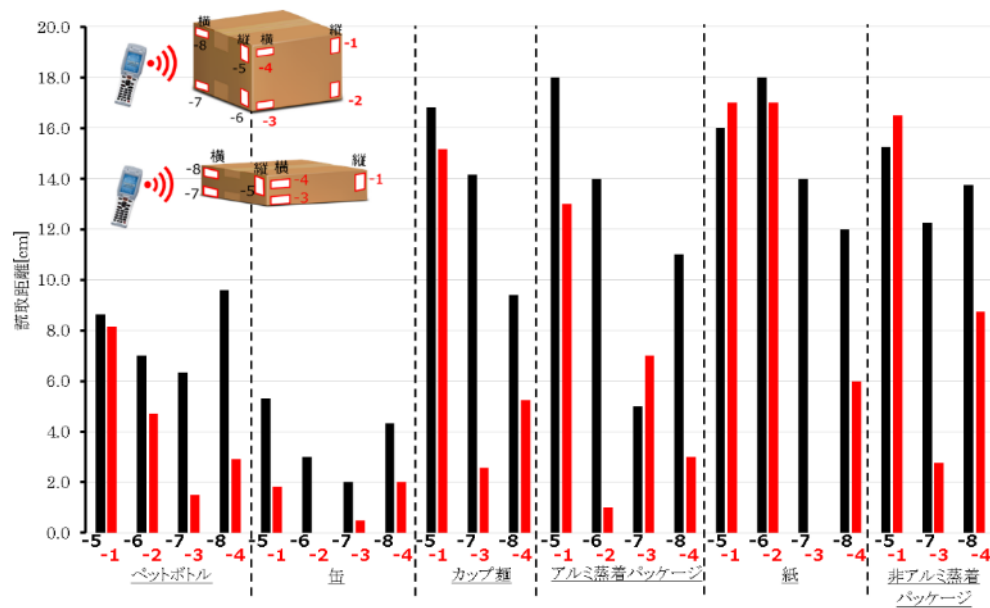


図 2-30 商品カテゴリ別段ボール箱貼付電子タグ読取距離
(特定小電力無線局ハンディリーダー)

上記図表 2-29~2-30 より、商品カテゴリ別に電子タグの読取距離を見ると、缶<ペットボトル<カップ麺≒アルミ蒸着パッケージ≒紙≒非アルミ蒸着パッケージの関係となっている。下記図表 2-31 に商品カテゴリ別貼付電子タグ読取難易度及びその理由について示す。

図表 2-31 商品カテゴリ別段ボール箱貼付電子タグ読取難易度及びその理由

カテゴリ	貼付電子タグ 読取り難易度	理由
ペットボトル	やや 読取りづらい	電子タグがペットボトル内の液体に影響を受け、読取り性能が低下してしまうため。ペットボトルの形状上、段ボール箱上部に隙間ができやすく、貼り方を工夫すれば読取性能への影響を軽減させることができる。
缶	読取りづらい	電子タグが缶の素材である金属に影響を受け、読取性能が低下してしまうため。缶の形状はほとんど円柱型であり、段ボール箱内の隙間が少なく、どの貼付位置においても、読取性能が低くなっている。
カップ麺	読取りやすい	金属や液体がほとんど含まれないため。
アルミ蒸着 パッケージ	読取りやすい	アルミ蒸着パッケージは金属を含んでいるが、段ボール箱内に隙間が多く、電子タグへの影響が少ないため。
紙	読取りやすい	金属や液体がほとんど含まれないため。
非アルミ蒸着 パッケージ	読取りやすい	金属や液体がほとんど含まれないため。

その他、上記図表 2-27~2-30 より推察される 2 点を下記に示す。

①側面読取り(上記図表赤棒)よりも対面読取り(上記図表黒棒)の方が全体的に読取り距離が長い。

→対面読取りの方がハンディリーダーから放射される電波を電子タグのアンテナで受信しやすいためであると考えられる。

②側面読取りの場合には、横貼りよりも縦貼りの方が全体的に読取距離が長い。

→横貼りの場合には、側面から見たときに電子タグのアンテナの長さが短く、ハンディリーダーから放射される電波の受信量が低下してしまうためであると考えられる。

第3項 結論

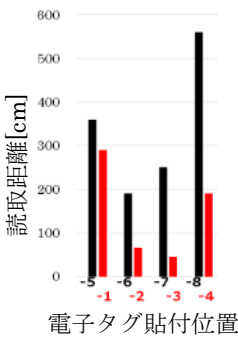
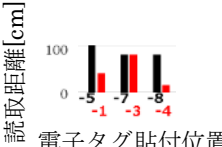
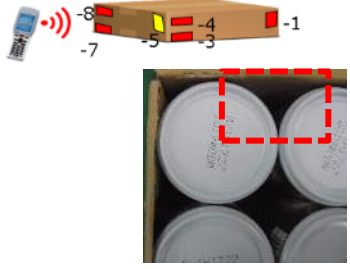
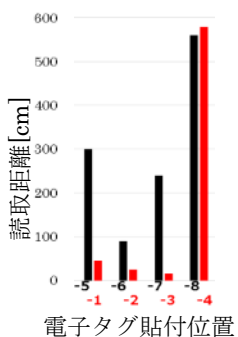
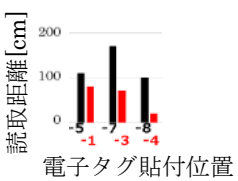
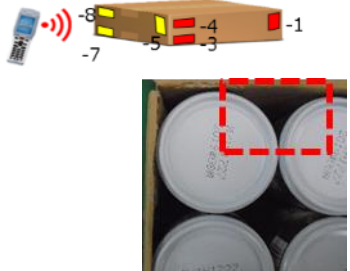
以上の測定結果と考察より、段ボール箱内商品別電子タグ貼付推奨度を下記図表 2-32 に示す。下記図表 2-32 は、電子タグの読取りを電子タグ貼付位置-5~8 の面から行う場合である。ここで、電子タグ青塗りが貼付推奨位置(読取距離 2m 以上)、赤塗りが貼付非推奨位置(読取距離 1m 未満)、黄塗りがその中間(読取距離 1m 以上 2m 未満)である。ゲート型リーダーの幅が一般的に 2m 程度であるため、この区分とした。商品によって素材、形状、梱包方法が異なるため、商品毎に適切な電子タグ貼付位置を検討する必要がある。その際には、

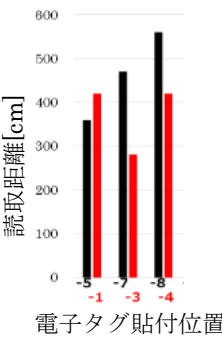
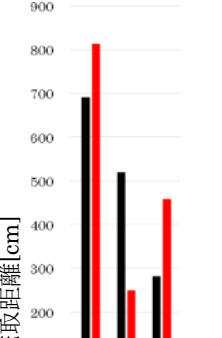
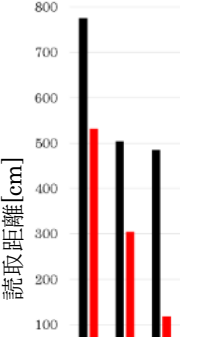
電子タグの読取率に影響してしまう金属・液体部分が少なく、隙間が多い箇所を電子タグ貼付位置として選定すると良い。

図表 2-32 段ボール箱内商品別電子タグ貼付推奨度

カテゴリ	商品名	電子タグ貼付位置別 読取距離	電子タグ貼付推奨度	理由																		
ペットボトル	からだ十六茶 630ml	<table><caption>からだ十六茶 630ml 読取距離 (cm)</caption><thead><tr><th>電子タグ貼付位置</th><th>読取距離 [cm]</th></tr></thead><tbody><tr><td>-5</td><td>350</td></tr><tr><td>-1</td><td>300</td></tr><tr><td>-6</td><td>200</td></tr><tr><td>-2</td><td>180</td></tr><tr><td>-7</td><td>250</td></tr><tr><td>-3</td><td>50</td></tr><tr><td>-8</td><td>580</td></tr><tr><td>-4</td><td>300</td></tr></tbody></table>	電子タグ貼付位置	読取距離 [cm]	-5	350	-1	300	-6	200	-2	180	-7	250	-3	50	-8	580	-4	300	ハンディ リーダ 電子タグ 読取り電波	図表 2-17(a-1)の写 真のように、段ボ ール箱内上部に隙 間が多く、ペット ボトル内の液体の 影響が比較的少な いため。
電子タグ貼付位置	読取距離 [cm]																					
-5	350																					
-1	300																					
-6	200																					
-2	180																					
-7	250																					
-3	50																					
-8	580																					
-4	300																					
ペットボトル	綾鷹 525ml	<table><caption>綾鷹 525ml 読取距離 (cm)</caption><thead><tr><th>電子タグ貼付位置</th><th>読取距離 [cm]</th></tr></thead><tbody><tr><td>-5</td><td>380</td></tr><tr><td>-1</td><td>540</td></tr><tr><td>-6</td><td>320</td></tr><tr><td>-2</td><td>210</td></tr><tr><td>-7</td><td>210</td></tr><tr><td>-3</td><td>150</td></tr><tr><td>-8</td><td>520</td></tr><tr><td>-4</td><td>210</td></tr></tbody></table>	電子タグ貼付位置	読取距離 [cm]	-5	380	-1	540	-6	320	-2	210	-7	210	-3	150	-8	520	-4	210	ハンディ リーダ 電子タグ 読取り電波	図表 2-17(a-2)の写 真のように、段ボ ール箱内上部に隙 間が多く、ペット ボトル内の液体の 影響が比較的少な いため。
電子タグ貼付位置	読取距離 [cm]																					
-5	380																					
-1	540																					
-6	320																					
-2	210																					
-7	210																					
-3	150																					
-8	520																					
-4	210																					
ペットボトル	天然水 2L	<table><caption>天然水 2L 読取距離 (cm)</caption><thead><tr><th>電子タグ貼付位置</th><th>読取距離 [cm]</th></tr></thead><tbody><tr><td>-5</td><td>250</td></tr><tr><td>-1</td><td>360</td></tr><tr><td>-6</td><td>330</td></tr><tr><td>-2</td><td>40</td></tr><tr><td>-7</td><td>230</td></tr><tr><td>-3</td><td>10</td></tr><tr><td>-8</td><td>480</td></tr><tr><td>-4</td><td>210</td></tr></tbody></table>	電子タグ貼付位置	読取距離 [cm]	-5	250	-1	360	-6	330	-2	40	-7	230	-3	10	-8	480	-4	210	ハンディ リーダ 電子タグ 読取り電波	図表 2-17(a-3)の写 真のように、段ボ ール箱内上部に隙 間が多く、ペット ボトル内の液体の 影響が比較的少な いため。
電子タグ貼付位置	読取距離 [cm]																					
-5	250																					
-1	360																					
-6	330																					
-2	40																					
-7	230																					
-3	10																					
-8	480																					
-4	210																					

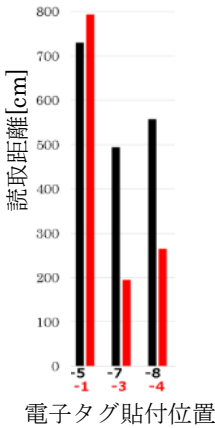
ペットボトル	午後の紅茶 500ml	読取距離[cm] 電子タグ貼付位置		図表 2-17(a-4)の写真のように、段ボール箱内上部に隙間が多く、ペットボトル内の液体の影響が比較的小さいため。
ペットボトル	午後の紅茶 280ml	読取距離[cm] 電子タグ貼付位置		図表 2-17(a-5)の写真のように、段ボール箱内上部に隙間が多く、ペットボトル内の液体の影響が比較的小さいため。
ペットボトル	緑茶 2L	読取距離[cm] 電子タグ貼付位置		図表 2-17(a-6)の写真のように、段ボール箱内上部に隙間が多く、ペットボトル内の液体の影響が比較的小さいため。

ペットボトル	クラフトマンブ ラック 440ml	 電子タグ貼付位置		図表 2-17(a-7)の写真のように、段ボール箱内上部に隙間が多く、ペットボトル内の液体の影響が比較的小さいため。
缶	挽きたて微糖 185ml	 電子タグ貼付位置		段ボール箱内の隙間は、左写真の赤枠以外にほとんどなく、ほとんどの貼付位置において缶の金属の影響を受けてしまうため。
缶	リアルブラック 400ml	 電子タグ貼付位置		図表 2-17(b-2)の写真のように、段ボール箱内上部に隙間が多く、缶の金属の影響が比較的小さいため。
缶	ワンダモーニング グショット 185ml	 電子タグ貼付位置		段ボール箱内の隙間は、左写真の赤枠以外にほとんどなく、ほとんどの貼付位置において缶の金属の影響を受けてしまうため。

カップ麺	ワンタンスープ 春雨	 電子タグ貼付位置		図表 2-17(c-1)の写真のように、段ボール箱内に隙間が多く、カップ麺にほとんど水分や金属が含まれないため。
カップ麺	担々麺	 電子タグ貼付位置		図表 2-17(c-2)の写真のように、段ボール箱内に隙間が多く、カップ麺にほとんど水分や金属が含まれないため。
カップ麺	カップヌードル	 電子タグ貼付位置		図表 2-17(c-3)の写真のように、段ボール箱内に隙間が多く、カップ麺にほとんど水分や金属が含まれないため。

カップ麺	シーフードヌードル BIG	読取距離[cm] 電子タグ貼付位置		図表 2-17(c-4)の写真のように、段ボール箱内に隙間が多く、カップ麺にほとんど水分や金属が含まれないため。
カップ麺	どん兵衛	読取距離[cm] 電子タグ貼付位置		図表 2-17(c-5)の写真のように、段ボール箱内に隙間が多く、カップ麺にほとんど水分や金属が含まれないため。
カップ麺	ホットワンタン	読取距離[cm] 電子タグ貼付位置		図表 2-17(c-6)の写真のように、段ボール箱内に隙間が多く、カップ麺にほとんど水分や金属が含まれないため。

アルミ蒸着 パッケージ	ポテトチップス うす塩	読取距離[cm] 電子タグ貼付位置		アルミ蒸着パッケージは金属を含むが、図表 2-17(d)の写真のように、段ボール箱内に隙間が多いため。
紙	スコッティ	読取距離[cm] 電子タグ貼付位置		図表 2-17(e)の写真のように、段ボール箱内の隙間は少ないが、ほとんど水分や金属が含まれないため。
非アルミ蒸着 パッケージ	香ばし焙煎くる み餅	読取距離[cm] 電子タグ貼付位置		図表 2-17(f-1)の写真のように、段ボール箱内の隙間は少ないが、ほとんど水分や金属が含まれないため。

非アルミ蒸着 パッケージ	生沖縄黒糖飴	 読取距離[cm] 電子タグ貼付位置		図表 2-17(f-2)の写真のように、段ボール箱内の隙間は少ないが、ほとんど水分や金属が含まれないため。
-----------------	--------	---	--	---

第 5 節 ハンディリーダーによる段ボール箱貼付電子タグのカゴ車一括読取り実験

第 1 項 測定概要

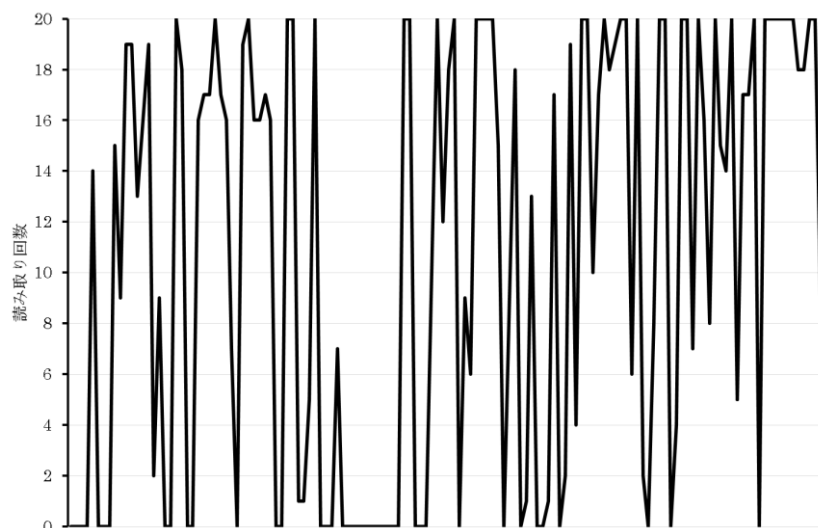
上記図表 2-13(a)のように電子タグを貼りつけた段ボール箱を下記図表 2-33 のようにカゴ車に 20 個載せ、立ったまま膝を折らずにハンディリーダーを上下に振りながら一周して、20 回実施したときの電子タグの読取回数を測定した。ハンディリーダーからカゴ車の外周までの距離は約 50cm である。本節での読取方法で運用することができれば、バーコード読取りのような単品読取りと比較して、作業者の負荷を軽減することが可能である。本実験で使
用したハンディリーダーは 250mW 機(特定小電力無線局)を 1 機種と 1W 機(構内無線局)を 1 機種
の計 2 機種である。セッションは、ハンディリーダーの棚卸アプリケーションにおいて一般的に用いられる S3 に設定した。カゴ車上の段ボール箱貼付電子タグの総数は 136 枚である。



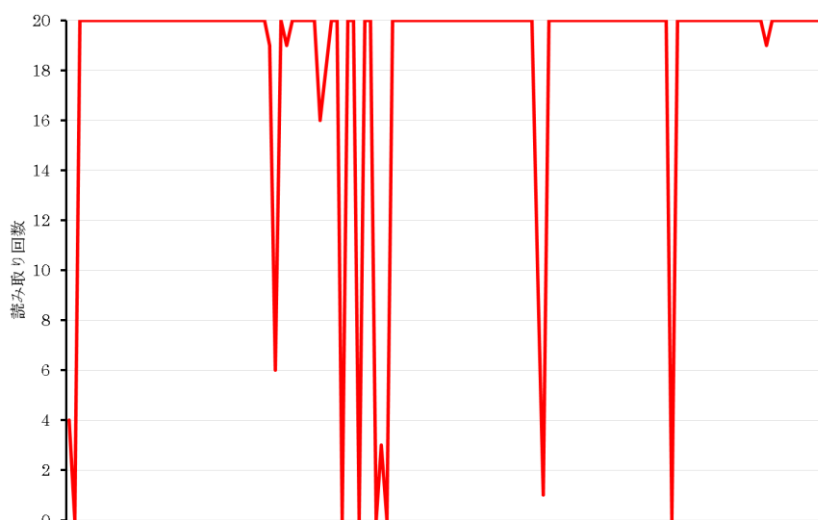
図表 2-33 ハンディリーダーによる段ボール箱貼付電子タグのカゴ車一括読取実験風景(写真)

第2項 測定結果と考察

下記図表 2-34、2-35 に 2 機種の測定結果をそれぞれ示す。ここで、横軸は電子タグへ書き込んだ ID を示す軸であり、連続値ではないが、グラフの見やすさを考慮し、線で結んでいる。縦軸は試行回数 n の内、何回電子タグを読み取ったかを示す。つまり、電子タグ別の読取回数を示すグラフである。



図表 2-34 特定小電力無線局ハンディリーダーによる
段ボール箱貼付電子タグ一括読取回数結果($n=20$)



図表 2-35 構内無線局ハンディリーダーによる
段ボール箱貼付電子タグ一括読取回数結果($n=20$)

上記図表 2-34、2-35 より、特定小電力無線局のハンディリーダーよりも構内無線局ハンディリーダーの方が電子タグの読取率が高いことが分かる。図表 2-35 のグラフから図表 2-32 の電子タグ貼付推奨度が高い青塗りの貼付位置のみの結果を抜粋し(青塗りが一つも無い商品は黄塗り)、そもそも段ボール単品で読み取れない電子タグのデータを削除することで、カゴ車への積載により読取りづらくなった電子タグを特定する。その結果が下記図表 2-36 である。段ボール箱貼付電子タグの総数は、136 枚から 99 枚となっている。読取率の低い箇所番号を振り、番号ごとに読取率が低くなったと考えられる原因を下記に示す。



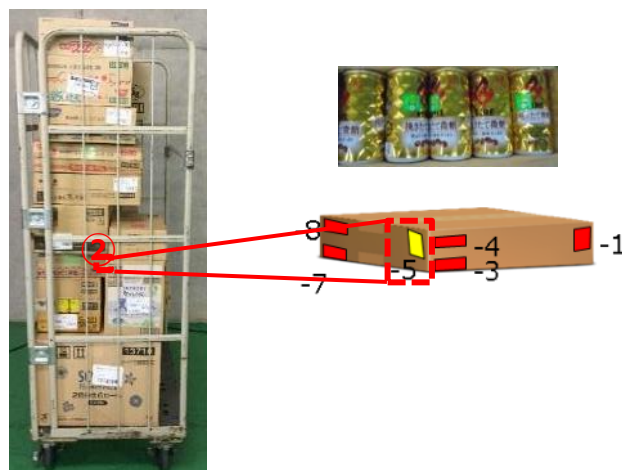
図表 2-36 構内無線局ハンディリーダーによる
段ボール箱貼付電子タグ一括読取回数結果(n=20)考察

①：ペットボトル入り段ボール箱(からだ十六茶 630ml)の貼付位置-1 に貼られた電子タグである。下記図表 2-37 赤枠内のカゴ車の金属製支柱と電子タグが密着してしまっているため、電子タグの読取率が低下してしまったと考えられる。



図表 2-37 構内無線局ハンディリーダーによる
段ボール箱貼付電子タグ一括読取率の低い箇所①(写真)

②：缶入り段ボール箱(挽きたて微糖 185ml) の貼付位置-5 に貼られた電子タグである。電子タグが覆われている段ボールはカップ麺入り段ボール(ホットワンタン)であり、電子タグへの影響は小さいが、上記図表 2-32 にあるように、単品での読取り距離が 1m であるため、小さな読取り性能への影響でも電子タグの読取率が低下してしまったと考えられる。



図表 2-38 構内無線局ハンディリーダーによる
段ボール箱貼付電子タグ一括読取率の低い箇所②(写真)

第3項 結論

以上の測定結果と考察より、電子タグ貼付段ボール箱をカゴ車へ積載する際は、下記 2 点の注意点が挙げられる。

①金属製カゴ車への段ボール積載位置による電子タグ読み取り性能への影響

・課題

→金属や水分がほとんど含まれない商品を梱包した段ボールに貼付した電子タグは、その段ボール単品での読取り性能は良いが、金属製カゴ車への積載時に電子タグ貼付面がカゴ車の金属製支柱等に接触することにより、電子タグの読取り性能が低下してしまった。

・改善策

→金属製カゴ車へ電子タグ貼付段ボールを積載する際には、カゴ車の金属部分に電子タグが接触しないように積載するか、金属製ではないカゴ車を使用することで、電子タグの読取り性能への影響を抑えることができる。

②段ボール内商品による電子タグ読取り性能への影響

・課題

→段ボール内商品に含まれる金属により、電子タグを読み取ることができなかった。

・改善策

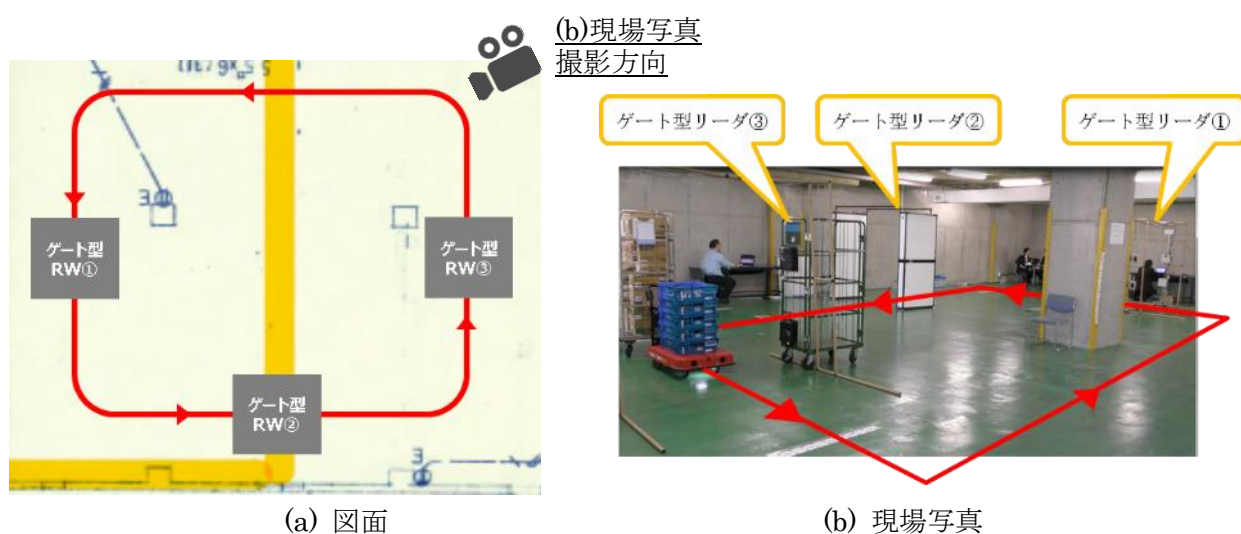
→金属や水分が少なく、隙間が多い箇所を商品ごとに選定し、電子タグ貼付位置とすること

で、電子タグの読取り性能への影響を抑えることができる。

第6節 ゲート型リーダによる梱包容器及びカゴ車貼付電子タグのカゴ車一括読取実験

第1項 測定概要

下記図表 2-39 のように、ゲート型リーダ 3 種を円周上に設置し、ゲート型リーダ 3 種を全て作動させた状態で、電子タグを貼付した梱包容器(段ボール箱、折りコン、番重)やカゴ車を、ゲート内を通過させることで、電子タグの一括読取りを行い、読取率を測定した。



図表 2-39 ゲート型リーダ 3 種配置図

第2項 測定条件の設定

(1) カゴ車運搬方法

人がカゴ車を運搬して測定ごとに一周するのは負担が大きく、また速度・通るコースがばらついてしまうため、ZMP 社製の物流支援ロボット「CarriRo」の使用を検討した。

上記図表 2-13(a)のように電子タグ貼付段ボール箱を 20 個積載させたカゴ車を下記図 2-40 のように CarriRo で運搬した場合と、人で運搬した場合でそれぞれゲート型リーダ 3 種を 10 周して、1 周当たりの電子タグ読取率を測定した。測定結果を下記図表 2-41 に示す。ここで、ゲート型リーダのセッションは S0、CarriRo の直線走行速度は時速 2km とし、一周にかかる時間はともに約 1 分 30 秒とした。



(a) CarriRo による運搬



(b) 人による運搬

図表 2-40 段ボール箱積載カゴ車の運搬方法 2 種(写真)

図表 2-41 各運搬方法における 1 周当たりの段ボール箱貼付電子タグ読取率(n=10)

運搬方法	電子タグ読取率
CarriRo	82.0%
人	82.7%

上記図表 2-41 の測定結果における、CarriRo 運搬と人運搬の電子タグ読取率が統計的に有意かを確かめるために、有意水準 5%で t 検定を行ったところ、 $t(270)=0.40$ 、 $p=0.69$ であり、本測定においては運搬方法の違いによる差は認められなかった。また、CarriRo による運搬はゲート型リーダ通過速度や通過するコースが一定であり、定量的な測定をすることができる。さらに、人の運搬と比較して、省力化されている。したがって、労働力不足等の社会情勢も踏まえ、本実験では CarriRo を使用する。

(2) ゲート型リーダのセッション及びゲート型リーダ侵入前一時停止有無

ゲート型リーダのセッションの設定とセッションのタイムアウトを待つために、ゲート型リーダにカゴ車が侵入する前に一時停止をするか否かを決定するために、各測定条件において上記図表 2-40(a) と同様に CarriRo で電子タグ貼付段ボール箱を 20 個積載させたカゴ車を運搬してゲート型リーダ 3 種を 10 周し、1 周当たりの電子タグ読取率を測定した。測定結果を下記図表 2-42 に示す。ここで、CarriRo の直線走行速度は時速 2km とした。

図表 2-42 各測定条件における 1 周当たりの段ボール箱貼付電子タグ読取率(n=10)

セッション	S2		S0
一時停止	あり	なし	なし
電子タグ読取率	85.7%	62.1%	82.0%
1 周にかかる時間	2 分 35 秒	1 分 28 秒	1 分 28 秒

上記図表 2-42 より、S2 を使用する場合には一時停止が必須であることが分かる。S2(一時停止あり)と S0(一時停止なし)の電子タグ読取率が統計的に有意かを確かめるために、有意

水準 5%で t 検定を行ったところ、 $t(270)=0.15$ 、 $p=0.88$ であり、本測定においては、これらの測定条件の違いによる差は認められなかった。以上の結果より、1 周にかかる時間の短いセッション S0、一時停止なしの測定条件を本実験では使用する。

(3) CarriRo の走行速度

CarriRo の走行速度を決定するために、各走行速度において図表 2-40(a)と同様に CarriRo で電子タグ貼付段ボール箱を 20 個積載させたカゴ車を運搬してゲート型リーダ 3 種を 50 周し、1 周当たりの電子タグ読取率を測定した。測定結果を下記図表 2-43 に示す。

下記図表 2-43 各 CarriRo 走行速度における 1 周当たりの
段ボール箱貼付電子タグ読取率(n=50)

CarriRo の走行速度	電子タグ読取率	1 周にかかる時間
時速 2km	80.9%	1 分 28 秒
時速 3km	77.2%	1 分 7 秒

上記図表 2-43 の測定結果における、CarriRo の走行速度が時速 2km と 3km の電子タグ読取率が統計的に有意かを確かめるために、有意水準 5%で t 検定を行ったところ、 $t(270)=0.38$ 、 $p=0.71$ であり、本測定においては CarriRo の走行速度の違いによる差は認められなかった。以上の結果より、移動時にカゴ車に積載された段ボール箱の安定性が高い(荷崩れがしない)速度である時速 2km で、本実験では CarriRo を走行させる。

以上より、本節における測定条件を下記図表 2-44 にまとめて示す。

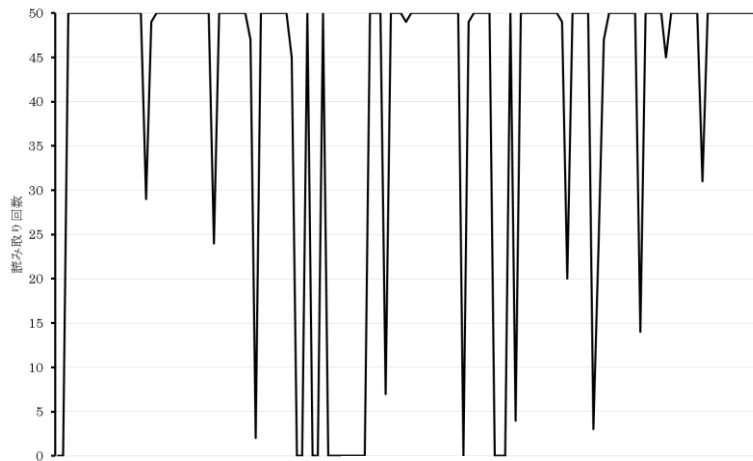
図表 2-44 における測定条件一覧

運搬方法	ゲート型リーダのセッション	ゲート型リーダ侵入前一時停止	CarriRo 走行速度
CarriRo	S0	なし	時速 2km

第 3 項 測定結果と考察

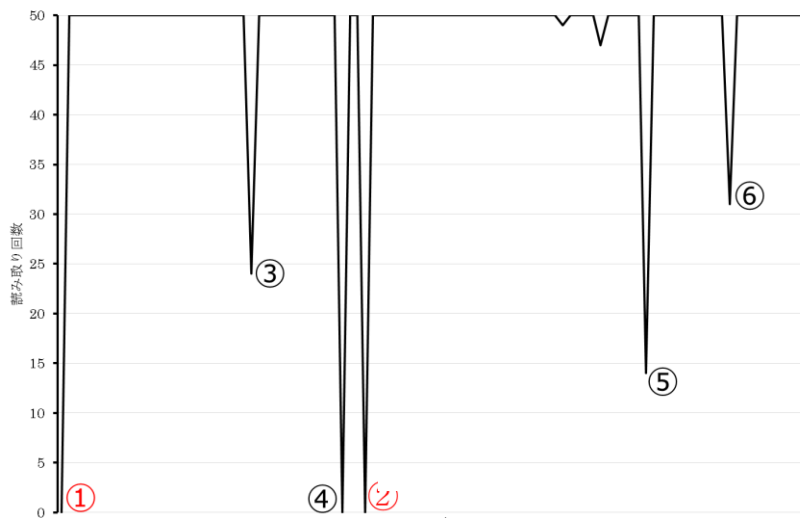
(1) 電子タグ貼付段ボール箱+カゴ車

上記図表 2-13(a)のように電子タグを貼りつけた段ボール箱を 20 個積載させたカゴ車を上記図 2-40(a)のように CarriRo で運搬し、ゲート型リーダ 3 種を 50 周したときの電子タグの読取回数を測定した。下記図表 2-45 に測定結果を示す。ここで、上記図表 2-34 と同様に、横軸は電子タグへ書き込んだ ID、縦軸は読取回数である。



図表 2-45 ゲート型リーダーによる段ボール箱貼付電子タグ一括読取回数結果(n=50)

図表 2-45 のグラフから図表 2-32 の電子タグ貼付推奨度が高い青塗りの貼付位置のみの結果を抜粋し(青塗りが一つも無い商品は黄塗り)、そもそも段ボール単品で読み取れない電子タグのデータを削除することで、カゴ車への積載により読取りづらくなった電子タグを特定する。その結果が下記図表 2-46 である。段ボール箱貼付電子タグの総数は、136 枚から 99 枚となっている。電子タグ読取率の低い箇所に番号を振り、番号ごとに電子タグ読取率が低くなったと考えられる原因を下記に示す。



図表 2-46 ゲート型リーダーによる段ボール箱貼付電子タグ一括読取り回数結果(n=50)考察

ここで、上記図表 2-46 の赤字の番号①、②は上記図表 2-35 の構内無線局ハンディリーダーにおいても電子タグ読取率が低かった箇所であり、原因については同様であると考えられるため、割愛する。

③：非アルミ蒸着パッケージ入り段ボール箱(生沖縄黒糖飴)の貼付位置-1 に貼られた電子タグである。電子タグと相性の悪い金属や水分はほとんど含まれていないが、下記図表 2-47 赤枠の通り、缶入り段ボール箱(リアルブラック 400ml)に密着してしまっているため、電子タグ読取率が低下してしまったと考えられる。



図表 2-47 ゲート型リーダによる段ボール箱貼付電子タグ一括読取率の低い箇所③(写真)

④：ペットボトル入り段ボール箱(午後の紅茶 500ml) の貼付位置-4 に貼られた電子タグである。ペットボトル入り段ボール箱上部は隙間があるが、下記図表 2-48 赤枠の通り、缶入り段ボール箱(リアルブラック 400ml)が対面に積載されているため、電子タグ読取率が低下してしまったと考えられる。



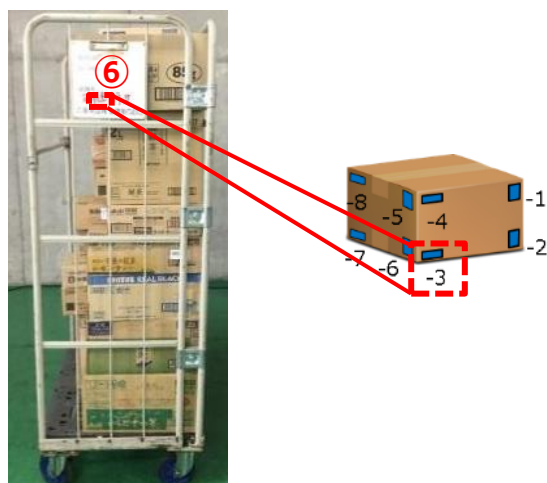
図表 2-48 ゲート型リーダによる段ボール箱貼付電子タグ一括読取率の低い箇所④(写真)

⑤：カップ麺入り段ボール箱(シーフードヌードル BIG) の貼付位置-4 に貼られた電子タグである。電子タグと相性の悪い金属や水分はほとんど含まれていないが、下記図 2.49 赤枠の通り、アルミ蒸着パッケージ入り段ボール箱(ポテトチップスうす塩)に密着してしまっているため、電子タグ読取率が低下してしまったと考えられる。



図表 2-49 ゲート型リーダによる段ボール箱貼付電子タグ一括読取率の低い箇所⑤(写真)

⑥：アルミ蒸着パッケージ入り段ボール箱(ポテトチップスうす塩)の貼付位置-3 に貼られた電子タグである。下記図表 2-50 赤枠内のカゴ車の金属板に電子タグが覆われてしまっているため、電子タグ読取率が低下してしまったと考えられる。



図表 2-50 ゲート型リーダによる段ボール箱貼付電子タグ一括読取率の低い箇所⑥(写真)

次に、上記図表 2-14 のように段ボール箱積載カゴ車へ貼り付けた電子タグ(4 枚)も同様にゲート型リーダを通過した際に読取りを行った。50 回実施した結果、全ての測定においてカゴ車貼付電子タグ 4 枚を全て読取ることができた。

(2) 電子タグ貼付折りコン+カゴ車

図表 2-13(b)のように電子タグを貼りつけた折りコンを 6 個積載させたカゴ車を下記図表 2-51 のように CarriRo で運搬し、ゲート型リーダ 3 種を 50 周したときの電子タグの読取り回数を測定した。



図表 2-51 折りコン積載カゴ車の運搬写真

その結果、全ての測定において折りコン貼付電子タグ 48 枚を全て読取ることができた。

次に、上記図表 2-14 のように段ボール箱積載カゴ車へ貼り付けた電子タグ(4 枚)も同様にゲート型リーダを通過した際に読取りを行った。50 回実施した結果、全ての測定においてカゴ車貼付電子タグ 4 枚を全て読取ることができた。

(3) 電子タグ貼付番重

図表 2-13(c)のように電子タグを貼りつけた番重を下記図表 2-52 のように 5 個積載させた CarriRo で、ゲート型リーダ 3 種を 50 周したときの電子タグの読取回数を測定した。



図表 2-52 番重積載 CarriRo(写真)

その結果、全ての測定において番重貼付電子タグ 20 枚を全て読取ることができた。

第 4 項 結論

以上の測定結果と考察より、電子タグ貼付梱包容器をカゴ車や台車へ積載して、ゲート型リーダを用いて一括で読取する場合の積載方法の注意点を以下に示す。

(1) 電子タグ貼付段ボール箱+カゴ車

電子タグ貼付段ボール箱をカゴ車へ積載する際は、下記 2 点の電子タグ読み取り性能への影響が挙げられる。

①段ボール同士が密着することによる電子タグ読み取り性能への影響

・課題

→金属や水分がほとんど含まれない商品を梱包した段ボールに貼付した電子タグは、その段ボール単品での読取り性能は良いが、積載時に電子タグ貼付面が金属や水分を多く含む商品を梱包した段ボールに密着することにより、電子タグの読取り性能が低下してしまった。

・改善策

→電子タグ貼付段ボールを積載する際には、電子タグ貼付面が金属や水分を多く含む商品を梱包した段ボールに接触しないように積載することで、電子タグの読取り性能への影響を抑えることができる。

②金属製カゴ車への段ボール積載位置による電子タグ読み取り性能への影響

・課題

→金属や水分がほとんど含まれない商品を梱包した段ボールに貼付した電子タグは、その段ボール単品での読取り性能は良いが、金属製カゴ車への積載時に電子タグ貼付面がカゴ車の金属製支柱等に接触することにより、電子タグの読取り性能が低下してしまった。

・改善策

→金属製カゴ車へ電子タグ貼付段ボールを積載する際には、カゴ車の金属部分に電子タグが接触しないように積載するか、金属製ではないカゴ車を使用することで、電子タグの読取り性能への影響を抑えることができる。

カゴ車へ積載した電子タグ貼付段ボール箱をゲート型リーダを用いて一括読取りを行う場合には、上記 2 点のような影響が発生してしまう。製造工場等のある程度運搬するものが決まっている場合であれば、上記に示した改善策を実行して影響を抑えることができるが、物流センター等の扱う商品の種類や積載物の組み合わせが無数に存在する現場では、改善策を実行することによる作業への負荷が大きくなってしまう。

そこで、ゲート型リーダを用いて一括読取りを行う方法の他に、カゴ車に段ボール箱を積載する際に、段ボール箱の ID を読取り、カゴ車に取り付けた電子タグと段ボール箱に貼付した電子タグを紐づけしていく方法も検討していく必要がある。

(2) 電子タグ貼付折りコン+カゴ車

本実証実験の商品積載方法及び貼付位置であれば、どの貼付位置でも読取性能に問題はない。

(3) 電子タグ貼付番重

本実証実験の商品積載方法及び貼付位置であれば、どの貼付位置でも読取性能に問題はない。

契約管理番号	18101460-0
--------	------------