

物流革新と RFID 技術の発展

金 双 鶴

Effects of RFID Technology on the Logistics Innovation

JIN Shuangge

Abstract

An advanced automatic identification technology based on the Radio Frequency Identification (RFID) technology has significant value for inventory systems. RFID tag is a microchip combined with an antenna in a compact package and is called also IC tag. Other benefits of using RFID include the reduction of labor costs, the simplification of business processes, and the reduction of inventory inaccuracies. This paper aims to analyse the effects of RFID technology on the logistics innovation.

キーワード：RFID タグ、情報革命、物流、サプライチェーンマネジメント
Keywords: RFID Tag, IT Revolution, Logistics, Supply Chain Management

I はじめに

現在、社会のあらゆる分野においてデジタル情報が浸透しており、物流分野も例外ではない。EDI (Electronic Data Interchange) はその典型例であり、それ以外でも POS (Point of Sales; 販売時点情報管理) システムの普及や企業間取引にかかわる SCM (Supply Chain Management) などは、いずれも情報技術の高度利用によって支えられている¹。グローバル化の進む現代経済において、このような情報化による物流革命を通じて、企業間の競争がより激烈になっているのである²。企業は予測が困難な状況に直面すればするほど、スピードでの対応を加速する傾向があるために、まず、物の流れを中心に情報ネッ

¹ 岡本哲弥 (2008)、『情報化時代の流通機能論』晃洋書房、9頁。

² 例えば、Wang, L. and G. Wang (2009), "RFID-driven Global Supply Chain and Management," *International Journal of Computer Applications in Technology*, Vol.35, Issue 1, pp.42-49参照。

トワークの強化を行う必要がある。物流をより効率的に行うには、情報技術 IT の活用が極めて有効であるということである。いわゆる、IT (Information Technologies) 技術である³。IT は、企業間あるいは企業内における情報の共有化、業務プロセスの合理化、電子商取引の促進、情報分析システムの構築などの課題を解決する手段として応用されている⁴。IT を巧みに活用することで、今まで以上に、物流が効率的になれば、「必要なものを、必要な時に、必要な場所に、必要な量だけ効率よく届ける」という、SCM 本来の目的を達成できる。それは、企業間競争力の向上に直接結びつくものである。このような状況の中で、商品の受発注や決済について、新たな情報ネットワークの整備や強化が急速に進められてきている。そうした新技術として注目されているのは、輸送用パレットから、個々の製品にまで付けられた RFID⁵ (Radio Frequency Identification: 無線周波固体識別) である。欧米では「RFID タグ」、日本では「IC タグ」、「電子タグ」、「無線タグ」などと呼ばれているが、以下、本稿では「RFID タグ」と称する。そして、RFID タグ技術を利用して、情報を共有するためには、メーカーが付けた RFID タグを川下の企業も利用できなければならず、そうなれば業務の一層の高速化、効率化、顧客サービスの向上を実現できる。

このように物の流れを、素早く、正確に把握するためには、詳細に物の動きを捉え、リアルタイムで物流情報を共有する仕組みを構築することが不可欠である。そのためには、荷主企業がインターネットを基盤にした、物流情報ネットワークの再整備や、新たな物流情報システムの再構築を促進する必要がある。本稿の目的は、物流の革新を支える情報技術の発展、とりわけ RFID タグの活用が、いかに物流を革新させるのかという課題を論究することである。

II 物流情報技術の高度化

物流とは、生産の段階から消費までの財貨及びサービスを移転させ、取扱を管理することである⁶。本節では、物流における情報技術の進展を概観するとともに、自動認識技術の種類を明らかにする。

³ 山下洋史、村田 潔、諸上茂登 (2003)、『グローバル SCM』有斐閣、201頁。

⁴ 丸田秀実 (2002)、『IT 新時代の物流サービス』成山堂書店、26、29頁。

⁵ 米国マサチューセッツ工科大学 (MIT) オート ID センターは、バーコードよりも格段に桁数が多い電子製品コード RF タグを搭載して使用することを提唱した。RFID とは「電波もしくは電磁波などの無線技術を使った非接触による固体認識技術の総称」のことをいう。

⁶ JR 貨物・リサーチセンター (2004)、『日本の物流とロジスティクス』成山堂書店、134頁。

2.1 物流情報処理技術の進展

1960年代に、コンピュータが商用化され、一般の企業に導入され始めた。当初は、コンピュータは高価なものであったので、コンピュータの導入は大手の企業に限られ、性能も低かったので適用業務も特定の業務に限られていた。1960年代の中期になると、多くの企業にコンピュータが普及し、先進企業では、生産管理や販売・在庫管理などで社内的なオンラインシステムも構築されるようになった⁷。

1970年代に入ると、コンピュータの性能も上がり、標準モデルのコンピュータが生産され、価格も下がり、コンピュータの導入効果も広く認識されるようになった⁸。当時、コンピュータのデータ入力にはカードか紙テープしかなく、入力員に人手がかかっていた。それでも、流通業では、発注や納品、請求書の伝票発行などに大きな効果を上げていた。1970年代中期にはオフィスコンピュータも出現し、中小企業でもコンピュータが導入されるようになった。大手企業では営業所ごとにオフィスコンピュータが導入され、データ処理は本部にデータが送られ、本部で処理するようなシステムも多くなった。1970年代末に、セブンイレブンは本部のコンピュータから全ての取引先にオンラインで発注するようになった⁹。この頃、流通業界では、コンピュータを使った商品の単品管理が理想とされていたが、膨大で詳細な単品の販売データの入力方法に決め手がなく、発注、納品などの単品管理はできたものの、販売、在庫、利益、仕入れなどの管理は商品部門別の金額ベースでの管理にとどまっていた。その頃に、流通業界の企業間の取引情報システムの基盤として「共通取引先コード」（1977年制定）、「統一伝票」（1974年制定）が制定され、活用が開始された¹⁰。1978年には JAN コード（食品・雑貨の共通食品コード）を利用するようになり、POS システムも利用されるようになった。

1980年代中期になると、小売業で POS の導入が活発化した。店頭で POS の導入実験を行い、POS の運用性能や効果の確認などを行った。1982年に、POS がセブン-イレブンで急速に普及した。POS システムは光学式自動的に読み取り方式のレジスターを、端末機としてホストコンピュータに繋ぎ、バーコードリーダの装置を利用して、コンピュータに商品の情報を伝達する。商品のバーコードをスキャンすると、商品の情報はコンピュータまで記録されて、コンピュータはデータベースファイルの中からこの商品の名称、個数、価格などを探索し、データ処理を通して、代金を受け取レシートの明細書に印刷する（図

⁷ 佐藤誠（2007）、『基礎から学ぶ流通情報システム』中央経済社、303頁。

⁸ 前掲『基礎から学ぶ流通情報システム』303頁。

⁹ 前掲『基礎から学ぶ流通情報システム』305頁。

¹⁰ 前掲『基礎から学ぶ流通情報システム』306頁。

1 参照)。POSシステムの機能には、消費者ニーズの変化に適應するために、スピーディな情報伝達、情報処理能力が必要であり、人手依存型からマシン依存型へと高度化されたものである。POSシステムを利用して、多数の店舗から集められる伝票と情報を処理して、何が売れ筋商品であり、どの程度の商品の発注が必要であるか等の情報を正確に把握できるようになった。すなわち、消費者のニーズを情報技術により、把握し、情報システムで、卸・小売業や製造業へ情報を伝達するようになってきた。POSシステムはバーコードで流通情報をインプットしていくシステムである¹¹。

1985年に、通信規制緩和により、EDIは各国でも特に流通業で普及し始めた。製造業や金融業界、貿易や通関の業界など各業界でEDIのシステム化の熱が高まった。EDIとは「異なる組織間で、取引のためのメッセージを、通信回線を介して標準的規約（可能な限り広く合意された各種規約）を用いて、コンピュータ間で交換すること」である¹²。企業間をコンピュータがネットワークで繋ぎ、伝票や文書を電子データで、自動的に交換することである。特徴としては、EDIは送信側の企業が作成したデータを受信した企業が、トランスレーターにより、自社で使えるように変換することができる。EDIは異なる企業間のコンピュータをオンラインで結び、取引に関する情報を企業間で交換しようとする。物流情報だけではなく、受発注などの商流情報や料金の支払いなどの金融情報もEDIを利用している。物流EDIの導入により、運送・入庫・出庫では大きな省力化が図られている。運送業務では、正確な受注とデータの一元管理、配車、貨物追加等が効率化される。入出庫業務では、ミスがなくなり、入出庫書類を自動作成、データを自動更新等省力化さ

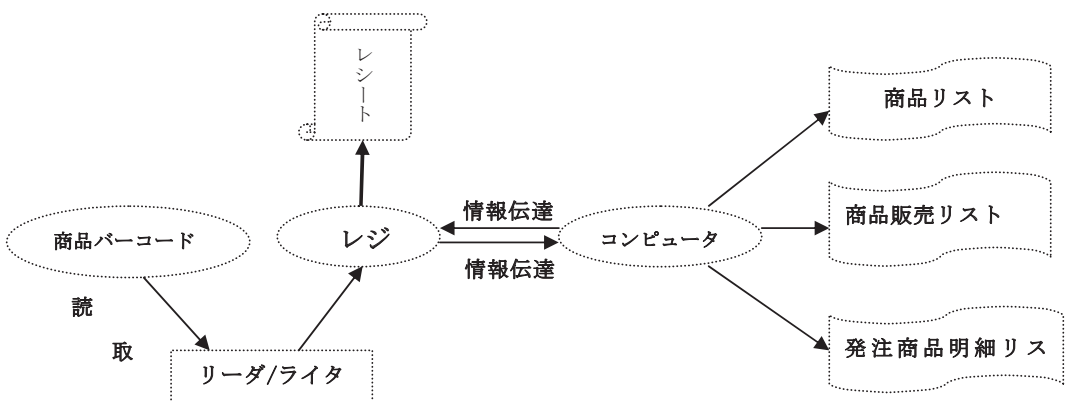


図1 POSシステムの応用

出所:陳福集(2007)『物流信息管理』、北京大学出版社、94頁による。

¹¹ 佐原寛二(1998)、『国際流通の電子化革新』中央経済社、60頁。

¹² 通産省:電子計算機相互通用環境整備委員会の定義。

れている¹³。EDI は物流で大きな役割を果たしている。

1990年代中期になって、ビジネスの世界にも PC が急速な勢いで普及した。それと同時に、不特定多数の PC を電話回線で結んで即時でビジネス・ネットワークを構築できるインターネットが全世界的に急速に普及した。インターネットが商用化されたのは、米国で1990年である¹⁴。この時期では、インターネット（または広域通信網 WAN）の利用により、直接取引や SCM の導入を行う IT 革命が起こったものである（図2参照）。

2.2 物流情報の自動認識技術の発展概要

ここで在庫管理と物と情報を連結するために利用されているバーコード、二次元バーコードや RFID のような貨物の情報を自動的に認識できる技術の発展過程を管見しよう。

2.2.1 バーコードの導入

バーコードは、「バーシボル」と「コード」から構成される。バーシボルは長方形のバー（縦線）とスペースの列であり、コードは数字、番号である。バーコードが考案されたのは1940年代のアメリカで、スーパーマーケットの業務の効率化を図るために考案された¹⁵。バーコードには多くの種類がある。流通業界は利用する共通商品コード UPC（Universal Product Code）を構築してきた。1977年に流通業界のバーコードの開発と普及を世界的に推進してきた国際 EAN¹⁶（European Article Number）が EAN コードを開発した。続いて1978年に JAN コード（Japanese Article Number）が制定された。現在、世界の流通業界で利用されている標準バーコードは主に JAN コード、ITF コード（Interleaved Two of Five）、UCC/EAN-128（Uniform Code Council）である。JAN コー

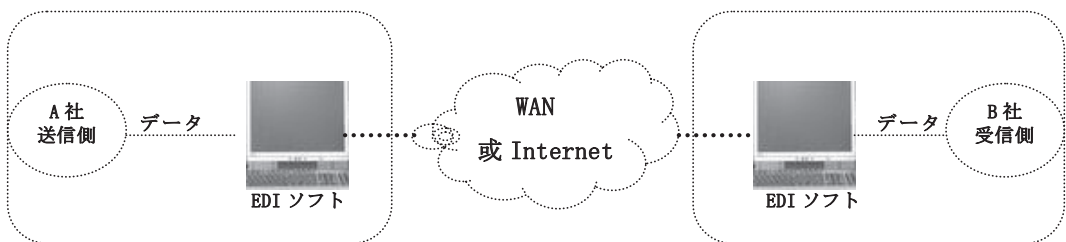


図2 EDI の伝送方式

出所：陳福集（2007）『物流信息管理』、北京大学出版社、157頁による。

¹³ 前掲『日本の物流とロジスティクス』151頁。

¹⁴ 前掲『基礎から学ぶ流通情報システム』316頁。

¹⁵ 唐澤豊・今野哲平（1992）、『物流情報システムの設計』白桃書房、46頁。

¹⁶ 1977年ヨーロッパ12カ国の流通関連団体により設立された共通商品コードの国際管理機関。

ドはいわゆる「物と情報の一致」のために、世界レベルで標準化された共通商品コードであり、標準タイプ（13桁）と短縮タイプ（8桁）の2種類がある。またJANコードはコードの登録された国を表す「商品メーカーコード」、個々の商品を表す「商品アイテムコード」、誤読防止のための「チェックデジット」により構成されている。

バーコードの誤読率は100万分の1以下¹⁷という特徴があるため、生産・流通・物流業界では、最も多く利用されている自動認識技術である。バーコードは、紙・商品・段ボール等に印刷されるシンボルで、バーコードリーダーでコード化された情報を読み取ることができる。商品にバーコードを貼り付けて入出荷時、ハンディスキナーで読み取って、作業を確認する。小売店では、販売時に商品のバーコードをハンディーターミナルでスキャンし、POSシステムで、本部のホストコンピュータに売れ筋情報を伝達する。

バーコードのデメリットとしては、情報量が少なく、情報の書き換え、追加ができない点である。それに対して、メリットは、入力信頼性(バーコードには、読み取りエラーチェック機能があり)、入力容易性、省力性、高速入力、非接触読み取り、低価格などである。

2.2.2 二次元バーコードへの進展

バーコードがSCMなど様々な分野で利用されている一方で、情報量の少なさに問題があるため、二次元バーコードが出現してきた。1988年に米インターメック社からCODE-49が発表されて以降、数多くの種類の二次元バーコードが開発された¹⁸。

二次元バーコードとは英数字・かな・漢字・記号・写真などの情報を二次元平面（縦と横）に配置したシンボルである。バーコードは、大量な情報を格納できず、英数字で20文字程度の情報しか格納できないし、また、漢字を表すことができないのに対して、2次元バーコードは、バーコードの数分の1のスペースで100倍以上の情報を格納できる。物流への用途としては、荷札の仕分けコードに利用されている。特徴としては、①情報量は英文字にして4000文字以上、漢字で1500字以上のデータを格納でき、②多少の破損や汚れがあっても、データを修復して読み取ることができ、また③省スペース性がある。こうした特徴を生かして、これまでバーコードを付けられなかった宝石、電子部品、薬などの小さな商品に情報を付加できる¹⁹。しかし、情報量が多いので、スキャニングした後、情報を取り出す時間が長くなってしまふ。またバーコードと同様に一括読み取りは不可能である。その結果、読み取りスピードと読み取り性能に問題があり、改善が必要である。

¹⁷ 北澤博（1991）、『物流情報システム』白桃書房、119頁。

¹⁸ 角井亮一（2001）、『よくわかるIT物流』日本実業出版社、86-87頁

¹⁹ 同書、86頁。

2.2.3 RFID による代替

近年、バーコードに続く新しい自動認識技術として、RFID タグが注目を浴びている。(社)日本自動認識システム協会 (JAISA) は、RFID を定義して、「カード形状またはタグ形状の媒体に、電波を用いてデータを記録または読み出しを行い、アンテナを介して通信を行う認識方法」としている。

このよう RFID は無線を使った固体識別技術である²⁰。モノやヒトなどの固体を一つ一つ個別に認識するためのコードや、その固体の固有のデータや情報などが書き込まれた IC チップとアンテナが埋められた RFID タグをモノやヒトに貼り付けて、離れたところからリーダ/ライタで電波を送ったり、受け取ったりして、RFID タグの IC チップに書き込まれた情報を読み取ったり、書き込んだりする技術である²¹。RFID タグはバーコードを代替し、出荷時、中継地点、目的地での荷物の追加が可能となる技術である。業者が受注すると、その情報がインターネットや EDI で工場や物流センター・倉庫に伝達されて、ピッキング→梱包→出荷される。製品を正しく、ピッキングし、配送トラックに載せるため、商品に自動認識のタグを貼り付けて、工場や物流センターで読み取り、受け取り先で、そのデータをチェックする。

RFID タグは「カード型」にも拘らず、ラベル、コイン等様々な形状に IC チップを埋め込むことで、非接触通信や固有番号による識別技術を商品、動物、機械部品といった「人」以外の分野に利用する技術のことである。RFID は誤差が非常に小さく、高速で大量のデータを読み書きでき、防水防塵性が高いという、バーコードにない長所がある反面、電波法の規制やコスト高などの欠点を併せ持っている。

Ⅲ 物流革新への RFID タグの導入

3.1 RFID システムの基本構成

RFID タグに書き込まれたユニークな ID 情報などを読取ることで、物の位置・状態をリアルタイムに把握することが可能になるため、RFID システムは現在、様々な業界で導入が進みつつある。製造現場でのコスト削減や貨物状況の可視化の促進、物流におけるトレーサビリティの実現、公共機関や店舗でのサービス向上など、RFID システムは現代社会を構築する重要なインフラになりつつあるのである²²。

²⁰ 小池秀樹 (2005)、『RFID の現状と今後の動向』オーム社、2 頁。

²¹ 三宅信一郎 (2008)、『実践 RFID 活用戦略』工業調査会、13 頁。

²² 松井利行 (2008)『無線 IC タグを解剖する』新電機、4 頁。

RFID システムは RFID タグのメモリ情報を読み取り装置からの要求に応じてやり取りするように構成されている。つまり、メモリと RFID タグ、読取装置間の無線装置が主要な要素技術となる（図3参照）。

メモリは保持できる情報の容量、読み取り専用か書込みも可能か、読み書きの速度などがポイントである。無線については通信できる距離、通信の速度、多数の RFID タグとのやり取りをどのように処理するのか、そして無線に付き物もアンテナの大きさや種類をどうするかがポイントである。RFID の電池には、内部に電池を持たないパッシブ（Passive）タグ²³と内部に電池を持つアクティブ（Active）タグ²⁴の2種類あるが、それはメモリや回路にどのようにして電源を供給するかということの相違を示すものである。これら以外に、情報を格納／処理するのにコントロール回路が必要である。RFID タグを目標物に貼り付けることで、自動識別、場所確認、追跡、履歴情報などの記録や、呼び出しなどの用途に使用されている。

RFID タグの伝送媒体方式としては、主に電磁結合型、電磁誘導型、マイクロ波型がある。電磁結合型は、交流磁界によるコイルの相互誘導を利用し、RFID タグと交信する方式である。電磁誘導型の基本原理は電磁結合型と同じであるが、主に RFID タグとアンテナのコイル間での誘起電圧を利用して交信する方式である。マイクロ波型は、マイクロ波

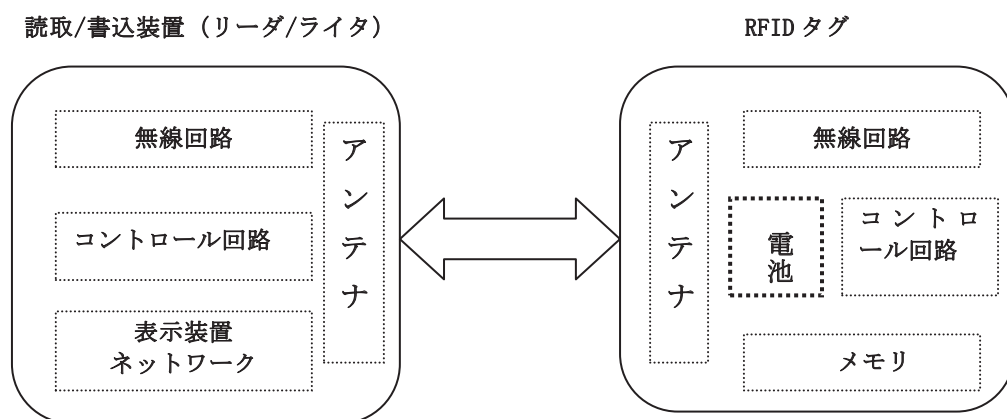


図3 RFID システムの基本構成

出所: 陳福集 (2007)、『物流信息管理』、北京大学出版社、99頁による。

²³ パッシブタグは、自ら起電力を発生させるのではなく、リーダ/ライタから発生される電波を利用して IC 回路を動作させるための起電力を得ている。

²⁴ アクティブタグは、IC 回路を起動させるための電源として電池を内蔵している。

(RF タグの利用で2.45GHz) によりデータの送受信を行う方式である²⁵。さらに RFID タグは仕様、用途により周波数、電池の有無、形状などのカテゴリで分類されている。

3.2 物流における RFID タグの活用

物流における RFID タグの活用としては、まず、配送センターや倉庫での入出荷の際、検品や仕分け作業がある。物流の場合、RFID タグを貼付ける対象は、個々の製品というよりも、配送単位となるケースやダンボール、パレットになる。

RFID タグを用いれば、荷物を積んだ車両はゲート型アンテナの間を通過するだけで検品ができる。また、コンベア上で自動的読取りと仕分けをすることも可能である。

① 商品管理、欠品防止

小売店舗においては、RFID タグを商品に貼付けることによって、商品管理を効率的に行うことができる。さらに、欠品防止にもつなげる。例えば、商品陳列台にリーダ/ライタを内蔵し、台の近くにディスプレイを設置する。リーダ/ライタで読取っているため、店頭の商品が不足してくると店員に通知することができ、欠品防止に役立てる。バックヤードの在庫情報と連動させれば、同じ商品サイズや色違いのものがあるかどうかもすぐわかるようになる。

② 輸送器材の管理

輸送のための器材であるコンテナやパレットに RFID タグを貼付けることにより、荷物の輸送状況だけでなく、使用していないときでも、常にその所在を把握することが可能になる²⁶。

このように RFID タグは新たなビジネスモデルを構築する技術として、次世代型物流革新へ挑戦している。RFID タグで物流ないしサプライチェーンを管理する動きとして、以下のようにまとめられる。

- ① 入出荷の検品を自動化することによって、人件費を削減し、入出荷業務のスピードを向上させ、滞留のない物流を実現する。
- ② 自動的に入出荷情報と照合することによって、誤配送を防ぎ、欠品補充、在庫管理システムへの登録の精度を向上させる。
- ③ サプライチェーン全体の可視化を実現させることにより、正確な在庫状況を把握する。

物流業界のプラット・フォームとしては、単に物流のコスト削減などの目的だけではなく、最終消費者は欲しい商品が安心して、安全に手にするためには、流通上で発生す

²⁵ NTT データ・ユビキタス研究会 (2003)、『IC タグって何だ?』大日本印刷株式会社、82頁。

²⁶ 前掲『無線 IC タグを解剖する』20頁。

る情報を正確に素早くリアルタイムに把握する可視化のシステムを構築する必要がある²⁷。

このようにRFIDシステムは企業の業務プロセスや情報システムのあり方を物流分野から変革するものとして、高い関心を集めている。事実、その用途はきわめて幅広いと見られている。SCMにおける在庫管理や食品のトレーサビリティをはじめ、マーケティングや顧客サービス、リサイクル事業など様々な分野に使われている²⁸。

RFIDタグの用途として特に有望とされるのが、SCMとトレーサビリティである。SCMについてはRFIDタグを使って、検収や棚卸しなどの在庫管理作業を自動化し、工場や物流センター、店舗などに分散管理された商品の在庫量を正確に把握する。これによってSCMの強化を図るにとどまらず、使用した部品や素材などの情報をRFIDタグに登録して、修理やリサイクル、廃棄に役立てようとしているのである。

一方、トレーサビリティではRFIDを使って商品ごとに、メーカー、さらには卸、小売といった各流通段階において、いつどの業者がこの商品を取り扱ったかという情報を管理する。これによって消費者に商品の出処や流通履歴などを示し、安心感や安全性を与えるので、食品業界でも注目を集めている²⁹。そこで以下では、流通業界のパイオニアとして、もっとも物流システムを進化させているウォルマートの業務システムへのRFIDタグの導入を事例として紹介したい。

3.3 RFIDによる物流の可視化—ウォルマートの事例—

日本の流通業界ではPOS導入も一段落として、EDIの導入も進んでいるが、単なる受発注業務の革新にとどまっているのが現状である。これに対して米国では、見積もりから請求まで管理するのが一般的である。

2005年初頭、世界最大の小売業である米国ウォルマート社³⁰とアメリカ国防総省が仕入先に対してRFIDタグを貼り付けて納入することを義務付けた。それを契機として、フランスのカルフル、ドイツのメトロ、イギリスのTescoといったヨーロッパの大手小売業者もRFIDタグの活用に並々ならぬ興味を示している。これらの企業がRFIDシステムを導入する理由は在庫削減、欠品補充、人件費削減を達成するためであるが、中でも商品が

²⁷ 前掲『実践 RFID活用戦略』21頁。

²⁸ 中山秀夫(2003)『ICタグが業務とシステムを変える』Nikkei IT Professionals 45頁。

²⁹ 同書、47頁。

³⁰ ウォルマートは全米最大の規模を誇る小売企業である。業態はディスカウントストアで、さまざまな日用雑貨、衣料品、電器製品、おもちゃ、生鮮食料品を除く食品などを扱っている。もともと各地の中小都市の郊外に出店し、地元密着型の経営で急成長してきた企業である。

メーカーから出荷され、流通業を通して消費者に渡るまでの状態をリアルタイムに監視し、または記録しておきたいという願望を実現しようというのである。つまり、物流のプロセスを発荷主から受荷主まで見えるようにするという物流の可視化により、今どこに、どれだけだけの貨物があるのか、それはいつ到着するのかをリアルタイムで正確に把握できる。また、これはセキュリティの面での効果にも表れる。

米国でも RFID は古くから研究されてきた。最近の技術進歩と電波法の整備により、① RFID に使用する電波の制限が緩和され、実用に耐える読み取り距離を確保できるようになり、②価格も低下したのでさまざまなアプリケーションが開発され、③ EPC（Electronic Product Code）や UID（Ubiquitous ID Code）などの国際標準規格が固まりつつある、などを受け、上述したように、米国ウォルマート社をはじめ欧米の有力企業や米国防総省が全面導入を前提に実証実験を開始して注目を集めている。またその中には米国のホーム・デポやベスト・バイ等も含まれている³¹。

米国ウォルマート社は、「製品や商品の動きを自動的に常に把握する」との考えから、トップ取引の100社のサプライヤーに対して、2005年1月から取引商品のケース・パレットに RFID を付けて出荷することを要請した³²。これは、RFID を利用して入庫商品を100%捕捉し、従来は不可能だったシリアル番号別の在庫データベース化を実現し、ベンダーとリアルタイムに流通在庫情報を共有することにより、①在庫切れや過剰在庫の解消、②棚卸し作業の軽減、③先入れ先出しの徹底による在庫コスト、物流コストの軽減、④スムーズな返品処理による顧客サービスの向上、などをねらったものである。

RFID の導入により、入出荷処理の自動化が進み、商品のトレーサビリティの向上によりサプライチェーンが効率化され、欠品商品の早期把握により売上の向上と無駄な作業の排除ができ、将来的には店舗在庫のリアルタイム把握により棚卸作業の軽減と需要に合った商品補充が可能になった。

また、消費者の多様なニーズに応えるため、取り扱い商品の品種は益々増加している。在庫や発注については従来より遥かにきめ細かな管理が要求されるようになった。EDI の普及に伴って、流通在庫や物流の過程の可視化を目指して、サプライチェーンの管理が強化されていった。こうして、情報システムや EDI は進化し、リアルタイム性が向上したのである³³。

³¹ Blanchard, D. (2009), "The Five Stages of RFID", *Industry Week*, Vol. 258, Issue 1, p.50.

³² 前掲『実践 RFID 活用戦略』39頁

³³ Anonymity (2005), "Research Confirms Wal-Mart's RFID Benefit", *Chain Store Age*, Vol. 81, Issue 12, p.80.

現場でどうしても数量が合わず、情報と在庫量が一致しない場合、RFIDの導入により、この問題を解決できるという期待が大きい³⁴。情報と在庫量の一致により、納期順守率の向上、流通在庫の最小化、予測情報の正確性向上など、効果は大きくなる。さらに、この情報をサプライヤーと小売などで共有することができれば、効果は倍増すると期待される。

ウォルマートの実証実験から物流可視化はセキュリティ面の効果だけでなく、企業のSCMを高度化させる可能性を秘めていることが明らかになった。SCMの高度化に対する要請から、製造、卸の過程、輸送を含めた物流プロセスを荷主から見えるようにすることが重要になっている。在庫削減を主たる目的としてきたSCMに新しい動きがみえてきた。世界的な小売業をはじめとする先進的な企業は販売機会ロスに大きな関心を寄せている。最終消費者に実際に売れたという実績をベースとした売れ筋だけではなく、本当はもっと売れたかもしれないという仮説検証型ビジネスをより実行しやすくするため、店舗での消費者の行動までもデータに取り込もうとする小売起点の新しいサプライチェーンへの模索を展開している。そして、販売機会ロスを極小化していくには、消費者の欲しい時間、場所に商品が届けられるように物流がシステム化され、物流を可視化し、SCMを高度化しようとしている³⁵。

このように物流の可視化についての米国ウォルマート社の貢献には大きなものがあり、その評価は極めて高い³⁶。その一方で、2008年時点において、米国ウォルマート社との取引順位でトップ600社がRFIDシステムを導入している。しかしその他の有力な60,000社はまだこのシステムを取り入れるに至っていない。しかしそれはRFIDにはなお解決されねばならないいくつかの課題があるからである³⁷。

IV RFID タグの課題と事業システム進化の展望

世界中でホットな話題になっているRFIDタグは各業界での実証実験からみると間違いなくサプライチェーンの効率化に寄与するツールである。サプライチェーン上に滞留する製品在庫量の把握に有効であり、それによって、生産計画や販売計画の制度を高める。現

³⁴ 前掲『実践 RFID活用戦略』40頁。

³⁵ 石井伸一(2006)「グローバルロジスティクスにおけるRFID活用の今後の展望」『海運』、60～61頁。

³⁶ Webster, J. S. (2008), "Wal-Mart's Revolution: A Tough Sell", *Network World*, Vol.25, Issue 36, pp. 34-36.

³⁷ Gaudin, S. (2008), "Some Suppliers Gain From Failed Wal-Mart RFID EDICT.", *Computer World*, Vol. 42, Issue 18, pp.12-13.

在庫は、バーコードを読み込むことで把握しているが、バーコードの読み込みに人件費がかかるから、工場や流通センターの入出荷検品など最低限ポイントでしか把握できていない。しかも、それらの情報を確認するには、かなり時間経過した後であることが多い。RFID システムを導入すれば、経費をかけずに、リアルタイムにサプライチェーン上の通過状況を把握することが可能になる³⁸。

現段階では、RFID の有効性が強く認識されているが、解決すべき課題も多い。それは概ね 4 つに分けられている。① RFID の購入コストを下げること、② RFID に関する技術の標準化を図ること、③リーダと RFID の交信可能距離を伸ばすこと、④情報侵害に対応できること、などである³⁹。

まず、コストについて、RFID タグは IC チップとアンテナを内蔵しているため、バーコードに比べてコストが高い。商品単価が高価なものならば、RFID タグのコストが吸収しやすいけれども、安価な商品単品に RFID タグを貼り付けた場合のタグのコストアップが問題である。様々な商品に貼付けると考えると一つのタグの価格を数円程度に下げなければならない。そこで、価格 5 円の RFID の実現を目指すプロジェクト「響プロジェクト」⁴⁰が経済産業省によって実施された。「響プロジェクト」では 2004 年～2006 年の間に RFID タグが 1 個 5 円の安価を目指して開発を実施した結果、月 1 億個生産したときに 5 円の価格で提供できるメドが立っている⁴¹。大量生産できるようになると価格は急ピッチで下がるのである。

2 つ目の課題である標準化については、大きく 3 つの段階に分けて対応されている。それは「通信とデータ送受信の方法」が国際標準化機構 ISO によって、「システムの運用方法」が RFID などに関連する技術基盤の研究などを進めている日本のユビキタス ID センターによって、また「取扱う情報の内容」が日本アパレル産業協会、出版インフラセンター、流通システム開発センターなどの業界団体によって推進されている⁴²。

³⁸ 日経 RFID テクノロジ・日経システム構築共編（2005）『無線 IC タグ活用のすべて』日経 BP、14 頁。

³⁹ 前掲『IC タグが業務とシステムを変える』48 頁。

⁴⁰ 経済産業省が進める「1 個 5 円の無線 IC タグ」の開発を目指すプロジェクトのこと。

⁴¹ 前掲『無線 IC タグを解剖する』28 頁。

⁴² 「通信とデータ送受信の方法」とは、RFID とリーダ/ライタの間における通信で利用する周波数やプロトコルなどハードウェアレベルのものを指し、「システムの運用方法」とは、サーバー上で管理する情報とのリンク方法、ID の発行と管理方法などの OS レベルに関係し、また「取扱う情報の内容」とは、RFID と関連づけて管理する情報の項目やデータ形式などのアプリケーションレベルに対応している。中山秀夫（2003）「IC タグが業務とシステムを変える」『Nikkei IT Professionals』45、47～49 頁。

3つ目の課題である交信可能距離については、低周波数のRFIDタグの交信距離は短いため、これを高周波数のRFIDにすれば交信可能性は伸びるけれども、その分だけ志向性が強くなり、リーダーの向きがRFIDタグに対してずれていると情報が読取れないという問題である。

4つ目の課題の情報侵害は、個人情報保護のため、タグを暗号化するとセキュリティを高めることができるが、処理を行うためのCPUやメモリを搭載しなければならないため、タグのコストが高くなってしまいう問題である。販売時に、RFIDタグを取り外してしまえば、その後追跡されることはないが、逆に販売後にRFIDタグの情報を利用したサービスを受けられず利便性は低下する。このようにプライバシー保護と利便性はトレードオフの関係にあるといえる。

このように、コストの引き下げと標準化問題が推進されている中で、交信可能距離の伸長と個人情報保護の2つの課題の解決に向けて技術的に取り組むことが求められている⁴³。しかし様々な実証実験によって最大の課題であるコストに目途がつつあることは、今後のRFIDタグの普及にとっての壁を乗り越えたといえよう。

そのためRFIDタグを広くビジネスモデルの改善に有効に利用しようとする動きはとどめることはできないであろう。例えば、日本政府は国際物流においてコンテナ貨物にRFIDタグを取り付ける物流構想を2010年2月に開催されるアジア太平洋経済協力会議において提案し、企業の物流コストの削減や在庫管理の効率化をサポートすることを狙っている。世界貿易の40%以上を占めるAPECがこのシステムを組み込めば、その影響は図り知れないものになり、RFIDタグによる世界標準取引の構築に向けた動きが一段と促進されることになるであろう⁴⁴。

また米国では、ウォルマート社のような流通小売業だけではなく、製造業においてもRFIDタグによる物流革新が浸透しつつある。米国の消費財メーカーのロジスティクスシステムにおけるRFIDタグの利用状況にかんするAMR Reseachの調査結果⁴⁵によれば、RFIDタグをロジスティクスさらにはSCMに組み込んで稼働段階及び導入段階にあるも

⁴³ そのほかに廃棄の際の問題も課題である。バーコードは箱に印刷されているため、焼却、リサイクルのいずれにしても、廃棄物の処理ルートに乗せられれば問題ない。ところがRFIDタグには金属や有機物質が使われているため、バーコードと比べると廃棄の負担は増加せざるをえない。今後、一層普及した場合には廃棄される量について無視できない。勿論リサイクルも可能であるが、貼り付けたRFIDタグを取り外し、回収し、適切な処理仕組みを作らなければならないのである。井熊均(2004)、『ICタグビジネス』東洋経済新報社、48頁参照。

⁴⁴ 日本経済新聞、2010年2月22日、朝刊3面(経済記事)参照。

⁴⁵ Blanchard, D. (2009), "The Five Stages of RFID", op.cit., p.52による。

のは、合計して約28%にとどまっている。全体の1/3が積極的な推進派である。これに続いて、現在、評価段階であって導入を検討中の企業の割合は39%、無関心企業が約33%である。今後の展開は評価段階にある企業グループの動向に依存するが、その企業割合が40%近くあることは、まさに時代がRFID タグを需要する転換点にあることを示唆するものである。

これは製造業のロジスティクスシステムとそのSCMへの進化を支える物流事業システムの変革である。事業システムの変化は派手さはなく、むしろ静かに進行するのが常であり、静かな革命とも呼びうるものである⁴⁶。1990年代に始まった物流革新の動き⁴⁷は、20年を経て新たな事業システムの構築に向けて大きく舵を切ろうとしているのである。米国が主導してグローバルな実証実験が行われ、国際標準化に向けてのソフトインフラの構築が進む中で、今後はそれが企業レベルに波及するプロセスを注意深く検証していかねばならない。

表1 米国消費財製造業におけるRFID タグの導入状況

	稼働段階	導入段階	評価段階	無関心
倉庫業務	11	28	39	22
輸送管理	8	17	42	33
入荷業務	11	14	39	36
出荷業務	11	17	56	17
顧客需要予測	11	14	50	25
VMI	6	19	44	31
サプライチェーンの簡素化	3	17	39	42
顧客店舗の調達活動への参画	14	17	39	31
安定したサプライチェーンの構築	6	19	39	36
ヤードの管理	6	28	22	44
回収可能コンテナ追跡	8	25	28	39
撤荷コンテナ追跡	6	28	31	36
(平均値)	(8.4)	(20.3)	(39.0)	(32.7)

(出所) Blanchard, D. (2009), "The Five Stages of RFID", *Industry Week*, Vol. 258, Issue 1, p.52による。単位は%。ただし平均値は筆者算定、その合計が100%にならないのは原データの横軸に4か所1%の誤差があるためである。

⁴⁶ 加護野忠男（1999）、『〈競争優位〉のシステム』PHP 研究所、16-32頁。

⁴⁷ 宮下國生（2002）、『日本物流業のグローバル競争』千倉書房、第1章参照。宮下國生（2007）、「日本におけるロジスティクス革新の実証分析」『大阪産業大学経営論集』9巻1号、1-26頁。宮下國生（2009）「ロジスティクス革新力の日米比較」『交通学研究』2008年研究年報、通巻52号、1-10頁。

引用文献

- 1) 阿保栄司 (1998)、『サプライチェーンの時代』同友館、125頁。
- 2) Anonymity (2005), "Research Confirms Wal-Mart's RFID Benefit", *Chain Store Age*, Vol. 81, Issue 12, p.80.
- 3) Blanchard, D. (2009), "The Five Stages of RFID", *Industry Week*, Vol. 258, Issue 1, pp.50-53.
- 4) 陳福集 (2007)、『物流信息管理』北京大学出版社、85、94、95、96頁。
- 5) Gaudin, S. (2008), "Some Suppliers Gain From Failed Wal-Mart RFID EDICT.", *Computer World*, Vol. 42, Issue 18, pp. 12-13.
- 6) 井熊均 (2004)、『IC タグビジネス』東洋経済新報社、48頁。
- 7) 石井伸一 (2006)、「グローバルロジスティクスにおける RFID 活用の今後の展望」『海運』、60～61頁。
- 8) JR 貨物・リサーチセンター (2004)、『日本の物流とロジスティクス』成山堂書店、134、135、151頁。
- 9) 加護野忠男 (1999)、『〈競争優位〉のシステム』PHP 研究所、16-32頁。
- 10) 角井亮一 (2001)、『よくわかる IT 物流』日本実業出版社、86-87頁。
- 11) 唐澤豊・今野哲平 (1992)、『物流情報システムの設計』白桃書房、46頁。
- 12) 北沢博 (1991)、『物流情報システム』白桃書房、46頁。
- 13) 小池秀樹 (2005)、『RFID の現状と今後の動向』オーム社、2、14、15、16頁。
- 14) 丸田秀実 (2002)、『IT 新時代の物流サービス』成山堂書店、26、29頁。
- 15) 松井利行 (2008)『無線 IC タグを解剖する』新電機、4、20、28頁。
- 16) 三宅信一郎 (2008)、『実践 RFID 活用戦略』工業調査会、13、21、39、40頁。
- 17) 宮下國生 (2002)、『日本物流業のグローバル競争』千倉書房、第1章参照。
- 18) 宮下國生 (2007)、「日本におけるロジスティクス革新の実証分析」『大阪産業大学経営論集』9巻1号、1-26頁。
- 19) 宮下國生 ((2009)「ロジスティクス革新力の日米比較」『交通学研究』2008年研究年報、通巻52号、1-10頁。
- 20) 中山秀夫 (2003)、「IC タグが業務とシステムを変える」『Nikkei IT Professionals』45、47～49頁。
- 21) 日経 RFID テクノロジー・日経システム構築共編 (2005)、『無線 IC タグ活用のすべて』14頁。
- 22) 日本経済新聞、2010年2月22日、朝刊3面 (経済記事)。
- 23) NTT データ・ユビキタス研究会 (2003)、『IC タグって何だ?』大日本印刷株式会社、82、86頁。
- 24) 岡本哲弥 (2008)、『情報化時代の流通機能論』晃洋書房、9頁。
- 25) 佐原寛二 (1998)、『国際流通の電子化革新』中央経済社、60頁。
- 26) 佐藤誠 (2007)、『基礎から学ぶ流通情報システム』中央経済社、303～306、316頁。
- 27) Wang, L. and G. Wang (2009), "RFID-driven Global Supply Chain and Management,"

International Journal of Computer Applications in Technology, Vol.35, Issue 1, pp.42-49.

28) Webster, J. S. (2008), "Wal-Mart's Revolution: A Tough Sell", *Network World*, Vol.25, Issue 36, pp. 34-36.

29) 山下洋史、村田潔、諸上茂登 (2003)、『グローバル SCM』有斐閣、201頁。

