

# ユビキタスネットワーク社会に向けた 製品づくり・モノづくり

—自動販売機・ロボット・RFID タグの新たな動き—

平成 18 年 8 月

財団法人 機械振興協会 経済研究所

---

目 次

---

1. 「ユビキタスネットワーク社会に向けた自動販売機の動向と展開」  
(坪倉 昭)  
..... 1
  
2. 「ユビキタスネットワークとロボット産業—関連市場・技術の動向と展開」  
(山本 聡)  
..... 13
  
3. 「RFID を活用したモノづくり強化—NEC の PC 生産ラインの事例」  
(近藤 信一)  
..... 25

## 1. 「ユビキタスネットワーク社会に向けた自動販売機の動向と展開」

- ◇ 日本に約 260 万台の設置されている飲料自動販売機には、その遍在性を活かしながら電子ネットワーク化や RFID 技術を活用し、防災、防犯といった公共性や社会性を実現する新しい価値や機能を持つ可能性がある。ユビキタスネットワーク社会では自販機単体は情報の結節点としての機能を有し、ネットワーク化されることによって新しいシステムとしての意味や役割を持つことで公共分野での役割やビジネス機会を創出する。
- ◇ 自販機メーカーでは、自動販売機に電子マネー対応機器、防犯カメラ内蔵、インターネットによる情報表示機能、成人識別機能、省電力・エネルギー化、低騒音、ユニバーサルデザインによる使い易さなどの新機能を付与し、飽和状態とも言われる自販機設置場所とユーザーニーズを模索しながら製品開発を進めている。中身商品の販売が主たる目的とされてきた自動販売機であるが、新技術が導入されインテリジェント化が進んでおり、ユビキタスネットワーク社会において、自販機メーカーや中身商品メーカー等に加えて、広告、防犯等他業種の企業が参入し新たな商品価値を提供する市場・ビジネスモデル創出が期待される。

### 1. 遍在する自動販売機と「ユビキタス性」

「どこにでもある」とは、自動販売機が持つイメージの一つであろう。例えば、飲料やたばこの自動販売機は、ジュースやコーヒー、タバコなどが欲しいと思えば、すぐに購入する環境を日本国内各地に作り出してきた。飲料、たばこ等の中身商品メーカーは、自動販売機を用いて、どこにでも商品を置く環境を作り出すことで、その事業拡大を目指してきた。

情報技術、インターネット等で様々な機器等が繋がり、時間や場所を問わず、人間の欲求を満たすことによって生活の利便性向上させる社会をユビキタス社会の一面と捉えるならば、私たちの身の回りにある 24 時間稼働する自動販売機は、時間と場所を、あまり意識することなく物品を購入できる機会を提供してきたという点で、ユビキタス社会の本質的な部分を、圧倒的な設置数とこれらをオペレーションする仕組みによって 20 世紀から実践してきたと言えよう。

そして、自動販売機にコンピュータが組み込まれ電子ネットワーク化されてくる時代になって、自動販売機はユビキタスネットワーク社会の重要なツールとして、今まで以上に、利便性を追求する社会の基盤を担う可能性を有してきている。

本レポートでは、IC カード等が登場し、デジタル情報によるキャッシュレス、ペーパーレス等が進行する状況で、飲料をはじめ中身商品を販売する自動販売機、コインロッカー、自動改札機等の自動サービス機、現金自動預払機、また、コンビニエンスストア、公共施設などに設置され始めた情報キオスク端末等々、公共空間に設置され、不特定多数のユーザーにモノ・サービスを提供する機器・システムの現状を紹介するとともに、自動販売機が担う公共的な機能という側面とビジネスの側面から最近の状況を紹介します。社会環境の変化に対応する自動販

売機の今後について論じる。

## 2. 自動販売機業界の現況

自動販売機は、物品の販売、サービスの提供等々、各種用途に応じた多様な種類が存在する。近年は、医療機関での診察受付・医療費支払、ホテルのチェックイン・精算についてもセルフサービス機<sup>1</sup>導入の動きがあり、また、コンビニエンスストアへの現金預払機等の設置も進み、公共施設、コンビニエンスストアなどへの情報キオスク端末などの新しい製品市場も立ち上がってきた。

また、設置場所が飽和状態ともいわれる飲料自動販売機については、ユニバーサルデザインをはじめ、中身商品のみならず自動販売機自体へのさまざまな価値を付与することによって、設置場所やユーザーの範囲・可能性を広げる製品の企画・開発も顕著になってきており、今後、付加価値のある飲料自動販売機への買い換え等についても期待される。

傘や缶詰の自販機などにみられるような「中身商品の多様化<sup>2</sup>」により、新しい中身商品の自販機についても、中身商品の特性に応じた設置場所の確保やオペレーション体制が確保されればビジネスが拡大する可能性もある。

たばこ自販機については、2008年の成人識別機能付の自動販売機の導入にむけて、2006年以降、製造・出荷されるたばこ自動販売機にはすべて成人識別機能の搭載が始まっているが、年々、たばこの有害性などへの認識が高まり、喫煙環境・マナーについても喫煙者にとっては堅苦しい状況に向かうことが予見され、たばこ自販機製造の先行きについて見通すことは難しい。

券売機については、その使用方法等を通信でオペレーターと繋げて窓口サービスに近づける動きが見られる。JR東日本では経営合理化の一環として駅員の削減を続けているが、みどりの窓口を廃止し、券売機が通信回線でオペレーターと繋がる対話型券売機「Kaeruくん」を導入<sup>3</sup>してきており、利用の少ないみどりの窓口にかわり、導入が進むと予想される。

### 1) 市場規模（生産）

経済産業省生産動態統計によれば、2005年（暦年）の自動販売機、自動改札機、自動入場機および業務用洗濯機生産金額合計は、前年比 6.8%増の 1915 億 2 千 8 百万円であった。（図表 A-1）自動販売機をみると、飲料用が 1128 億 6 千 3 百万円（前年比 1.1%増）、たばこ販売機が 318 億 5 千 5 百億円（前年比 22.3%増）、切符自動販売機が 175 億 6 千百億円（前年比 11.1%増）、その他の自動販売機が 68 億 7 千 2 百万円（前年比 0.6%減）であり、自動販売機全体で前年比 5.2%増の 1691 億 5 千百億円となった。

自動改札機・入場機は、前年比で 43%増の 126 億 5 百万円となったが、この理由としては、

<sup>1</sup> 現金、クレジットカードによる決済機能を備え、予約管理システムと連動し、プラスチック製の鍵カードを出力する機能などをもち、フロント業務の省力化を図るビジネスホテルチェーンなどに需要が見込まれる。

<sup>2</sup> 高額支払いも可能となる電子マネーの登場により、たとえば、DVDなど、従来より高額の中身商品についても可能性が広がる。

<sup>3</sup> 54 駅で導入済み、盛岡市にオペレーターセンターがある。『朝日新聞夕刊』2006年7月11日。

非接触型 IC カード対応自動改札機の導入が考えられる。

また、業務用洗濯機は、ほぼ横ばいの 97 億 7 千 2 百万円（前年比 0.4%減）であった。

統計分類の上で、端末装置の中に分類されている金融端末装置は、生産金額ベースでは、自動現金預払機（含む自動支払機）が 575 億 9 千 7 百万円（前年比 51.3%減）、その他金融端末 582 億 8 千万円（前年比 43.0%減）と前年の新札機種対応特需の揺り戻しとなり大幅減となったが、現金自動預払機については、生産台数ベースでは、2 万 1522 台と 35.5%減にとどまった。単価（生産金額／生産台数）等が安価になる傾向からすると、コンビニ用等に普及が著しい、紙幣専用の現金自動預払機が多く占めていることが推察される。

2004 年から端末装置の分類の一部として登場した、情報キオスク端末については、生産金額ベースで 16.3%増の 16 億 7 千 3 百万円となった。

図表 A-1 自動販売機等、端末装置の生産金額推移（暦年）

(単位 百万円)

	2002	2003	2004	2005	前年比伸率
自動販売機、自動改札機、自動入場機及び業務用洗濯機	179,099	174,940	179,388	191,528	6.8%
自動販売機	161,610	155,894	160,764	169,151	5.2%
飲料用	127,055	123,616	111,609	112,863	1.1%
清涼飲料用	114,154	114,669	101,864	-	-
アルコール飲料用	1,158	827	856	-	-
乳飲料用	11,743	8,120	8,889	-	-
たばこ自動販売機	18,429	13,838	26,037	31,855	22.3%
切符自動販売機	11,557	12,794	15,806	17,561	11.1%
その他の自動販売機	4,569	5,646	7,312	6,872	-6.0%
自動改札機・入場機	8,155	10,323	8,816	12,605	43.0%
業務用洗濯機	9,334	8,723	9,808	9,772	-0.4%
専用端末装置	193,687	245,344	276,435	170,839	-38.2%
金融用端末装置	150,031	197,053	220,587	115,877	-47.5%
現金自動預払機(含支払機)	77,729	121,709	118,370	57,597	-51.3%
その他金融用端末装置	72,302	75,344	102,217	58,280	-43.0%
情報キオスク端末装置	-	-	1,439	1,673	16.3%
ハンディターミナル	14,977	15,056	14,613	16,079	10.0%
その他の専用端末装置	28,679	33,235	39,796	37,210	-6.5%

データ：経済産業省 機械統計年報

※平成16年より、「その他の専用端末装置」から「情報キオスク端末装置」を特掲し、また「汎用端末装置」を統合し「その他端末装置」と名称変更するとともに「専用端末装置」を削除した。

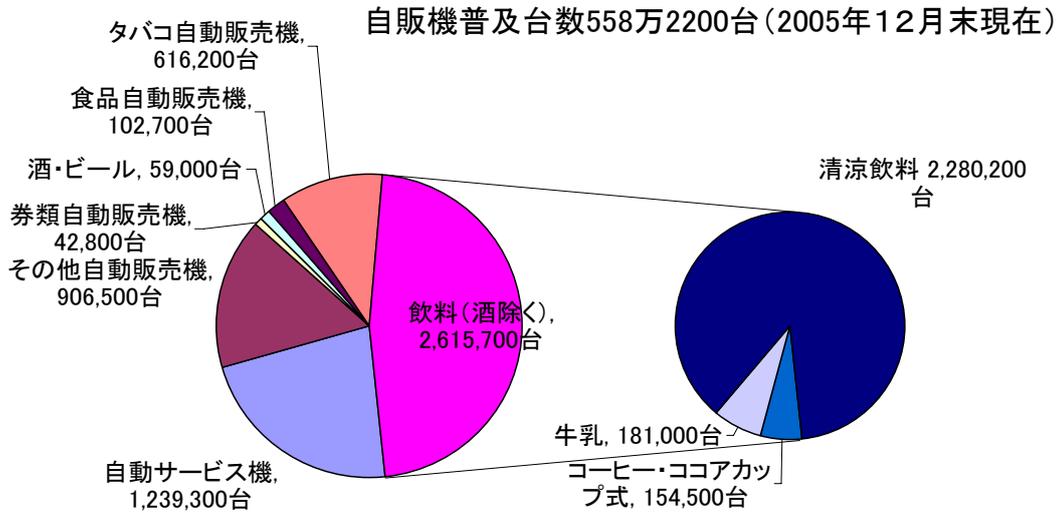
※平成16年よりハンディターミナルを携帯型専用端末装置と名称変更した。

※平成17年より飲料用内訳廃止

## 2) 中身商品の販売金額と自動販売機設置台数

(社) 日本自動販売機工業会の調べによれば、2005 年 12 月末現在、日本各所に自動販売機は 558 万 2 千 2 百台が設置されており（図表 A-2）、自動販売機および自動サービス機によって販売された商品、サービスの年間売り上げ金額（自販金額）の合計は 6 兆 9943 億 57 万円である（図表 A-3）。設置台数では、酒・ビールを除く飲料自販機が 261 万 5700 台と全体の 46.9% を占めており、続いて、自動サービス機（123 万 9300 台、22.2%）、その他自販機（90 万 6500 台、16.2%）、たばこ（61 万 6200 台、11%）、食品（10 万 2700 台、1.8%）、酒・ビール（5 万 9 千台、1.1%）、券売（4 万 2800 台、0.8%）となっている。

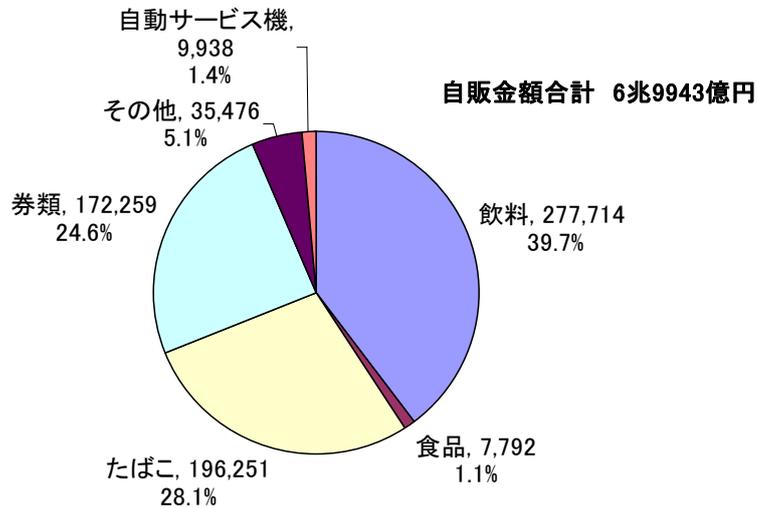
図表 A-2 自動販売機 販売内容別 設置台数



出所) (社) 日本自動販売機工業会「2005年版 自販機普及台数及び年間自販金額」

図表 A-3 中身商品別 年間自販金額 構成比

(2005年1月～12月、単位 千万円)



出所) (社) 日本自動販売機工業会「2005年版 自販機普及台数及び年間自販金額」

### 3) 自動販売機を取り巻く課題と新しい技術

飲料自動販売機が一般に普及してから今日まで抱えてきた課題は多い。例えば、①中身商品購入者にとっては、取り出し口が下部にあり、取り出しにくい、②中身商品の補充等を行うオペレーターにとっては、効率よく中身商品の補充や金銭回収ができること、③自販機設置者にとっては、自販機をいたずらされたり、壊されたりして中身商品や売上金が盗まれないようにすること、そして、④近隣住民等にとっては設置された周辺の美化や環境との調和を図っていくことなどが挙げられる。

時代や社会環境の変化とともに、これらの課題は顕在化し、また、これらを解決していくことは、自動販売機のビジネスチャンスとなってきた。これら課題解決のための新しい技術が導入されているが、ここでは、電子マネーとユニバーサルデザインについて紹介する。

#### ①電子マネーの登場

自販機業界にとって、電子マネーの登場と普及は電子マネーに対応する自動販売機の導入によってイタズラや現金に関する盗難等のリスクを回避し、また、小銭の回収・補充コストの低減や、中身商品価格の変更等への対応が容易に行えるなど自販機オペレーターや自販機設置者にとっても利点となっている。

また、電子マネーの普及は、自販機設置者へも新たなビジネス展開をもたらしつつある。JR東日本駅構内等では交通乗車券から発展した電子マネー「スイカ」に対応した飲料自動販売機も設置されはじめており、これらはJR通勤者の利便性向上とともに、JR構内・付近でのJR系の自動販売機、コインロッカー<sup>4</sup>、販売店への顧客囲い込みを狙う<sup>5</sup>。(図表 A-4)

電子マネーが登場したことにより、少額決済機器市場が立ち上がり少額商品販売の一端を担う自動販売機にもこれらを認識する端末が搭載されるようになってきた。自動販売機業界にとっては、電子マネーが有する利便性（財布から小銭を出す煩わしさが無くなる）と環境（いろいろな種類の電子マネーが使えるリーダーライターの共通化）が一般ユーザーに浸透していくことになれば、今後、一部自販機メーカーが既に参入している電子マネー対応端末、自販機、そしてお金を入金するチャージ機についても市場の拡大が期待される。

<sup>4</sup> グローリー工業は、「スイカ」でも料金支払ができ、ロッカーキーの代わりに「スイカ」あるいは鍵番号を選択できるコインロッカーを販売している。『グローリー工業プレスリリース』2006年2月22日。

<sup>5</sup> JR東日本では、携帯電話を私用した電子マネーサービス（モバイルスイカ）への入金を、JR系クレジットカード会社を介して行う方式以外に、今後、大手三行の銀行口座から直接入金できるようにする予定である。『JR東日本プレスリリース』2006年7月13日。

図表 A-4 プリペイド型電子マネーの種類と発行枚数

(2006年3月末現在、モバイルスイカについては06年4月10日現在)

サービス名	プリペイド(前払い)	
	エディ	スイカ(モバイルスイカ)
運営主体	ビットワレット	JR 東日本
会員数(カード発行枚数)	約1700万人	約1159万人(約6万4千人)
対応媒体	カード、携帯電話	カード、携帯電話
対応携帯電話	ドコモ、au、ボーダフォン	ドコモ、au

出所) 2006年5月30日付日刊工業新聞記事

## ②ユニバーサルデザインの導入

自動販売機の遍在性は「いつでも、どこでも」購入できる環境実現を目指してきたが、「誰でも」という視点には、あまり重点が置かれてこなかった。購入者が金銭を入れ、商品選択ボタンを押して、商品は、しゃがんで取り出す、という一連の動作を強いる自動販売機の構造を見直して、より中身商品購入者の立場に立った製品開発の動きも、「誰でも」が参画できるユビキタス社会に向けての製品開発の動きとして見逃せない。

1997年、(社)日本自動販売機工業会では券売機のバリアフリー設計指針を設け、その後、飲料・たばこ自販機についても公開した。これらは身体障害者にも使いやすい、硬貨・紙幣投入、切符、商品、つり銭取り出し口などの位置について規定しており、自販機メーカーでは機器の内部構造を変更し、商品をリフトアップさせて、取り出しやすい場所で商品を引き渡すような製品も開発されて販売を始めている。また、ポーチ等を置く棚をつけ、女性にも配慮した製品なども販売されており、高齢化や女性・障害者の社会進出が進む中で、ユビキタス社会においては「いつでも、どこでも」とともに「誰でも」が使いこなせる機器やシステムの利用環境を整備することが、ユビキタス社会を肯定的に捉える環境作りには欠かせないこととなる。

## 3. 公共性・社会性と自動販売機

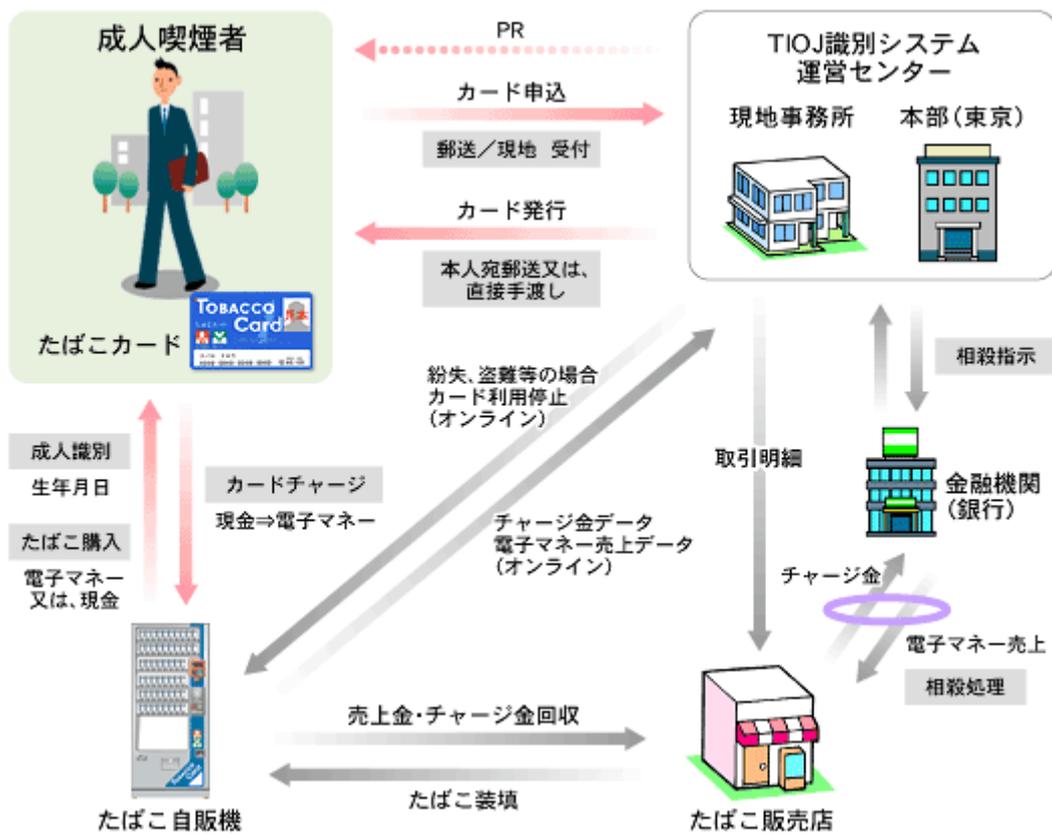
自販機が有する遍在性には、中身商品の販売という目的に加えて、時代に応じた様々な社会的なニーズを充足する可能性が秘められている。また、これらの社会ニーズに応え、社会性を向上させることで、更に遍在性を高め、中身商品メーカー、自販機メーカーのビジネスに活かしていくことが可能となる。ここでは、ICカードやコンピューターネットワークを活用した自販機の公共性、社会性を高める近年の動きとして、たばこ自販機の成人識別機能の導入、災害、防犯への対応可能性、そして救命機器付自販機について紹介する。

## 1) たばこ自販機への成人識別機能の導入

未成年者喫煙防止については、タバコ自動販売機は対面販売でないことから、かねてから、未成年者喫煙を増長すると保護者や学校関係者から危惧する声はあった。(社)日本たばこ協会、全国たばこ販売協同組合連合会、日本自動販売機工業会の3団体は、2008年にすべてのたばこ

自動販売機を成人識別機能付きとすることを決定し、準備を進めている。これら販売機の利用には、あらかじめ成人であることを証明する「たばこカード」を申し込む必要があり、自販機利用には金銭の他に、このカードが必要となってくる（図表 A-5）。たばこ販売機の設置台数は全国で約 62 万台であり、新規製造される機種については、すべて成人識別機能付きの機種となる予定で、また全台導入の為、機設置機種の改造等による成人識別機能の設置が求められる。成人認証カードにはICカードが採用されるため、成人認証機能を有する電子マネーの普及にも繋がっていくことが予想される。また、成人認証機能が付与されることにより、たばこ販売機の稼働率が下がることを懸念して、缶飲料とたばこを内蔵し販売する複合自販機も開発されている<sup>6</sup>。

図表 A-5 成人識別機能つき自動販売機運用の流れ



出所) (社) 日本たばこ協会 ホームページ [http://www.tioj.or.jp/work/f3\\_8.html](http://www.tioj.or.jp/work/f3_8.html)

## 2) 災害への対応

阪神淡路大震災は自販機をめぐる課題・活用方法に大きな一石を投じた。被災時に自動販売機は飲料水をたくさん機械内に抱えたまま倒れて通路・道路を塞ぎ、また、電源が遮断されて動かなくなってしまい無用の鉄の塊と化した。その後、災害時に、自販機にいかなる役割を果たすことができるのか検討がなされ、転倒しにくい取り付け方法、災害時の緊急用飲料供給使

<sup>6</sup> 例えば、東芝機器ではフジタカと共同で、缶飲料とたばこを1台の自販機で販売できる「ウルトラベンダー」を開発し販売をはじめた。『日刊工業新聞』2006年6月8日。

用<sup>7</sup>、災害時の情報提供機能<sup>8</sup>等が実用化されてきた。内閣府中央防災会議では、首都直下型地震が起こった際の避難者数を 700 万人と想定しているが、都市部をはじめとする大震災では、大量の長距離徒歩帰宅者が発生することが予見されており、その際、所在（安否）確認を行うシステムに、非接触型ICカードと自販機のネットワークを活用する研究がなされている<sup>9</sup>。普及しつつある電子マネーが個人IDとなり、オンライン化された自販機に設置されたカードリーダーにデータを読み込ませることで、その自販機が設置されている場所近辺にカードホルダーが所在（生存）していることがわかることをめざすシステムであるが、これらのシステムでは、個人確認が前提となることから、検討すべき課題は多い。

### 3) 地域防犯システムとしての可能性

近年の幼児・児童等に対する犯罪の増加は子供を持つ親のみならず、見極めることのできない不審者の存在に市民がどのように向かい合うのか、といった課題を提示している。むろん、このような犯罪が生じる背景には、犯罪を行う者が抱く問題とともに、その心理・行動に作用する、社会的要因が存在し、この把握無しには、本質的な解決に繋がっていくとは考えにくい。

しかしながら、これら幼児・児童等への犯罪を抑止する防犯手段の一つとして、自動販売機を活用していこうとする動きがある。

富士電機リテイルシステム、近畿コカコーラボトリング、立命館大学等で構成される u シティアイコンソシアムでは、飲料自販機に防犯カメラ、センシングネットワーク機能等を設置し「ユビキタス街角見守りロボット」を開発し、2006 年 2 月から 3 月にかけて、大阪市中央区中央小学校区において、児童、保護者、地域住民、自治体等の協力を得て実証実験を行っている。

この実験では、児童のランドセルに IC タグを取り付け、通学路沿いにあるセンサー付自動販売機でタグを検知し、保護者に児童の通学路通過情報を携帯メールで送るという機能、また、同ロボットに設置された表示パネルで、安全情報などを発信し、また防犯カメラの設置による抑止効果を狙う機能、児童が持つ緊急ボタンを押すことによって、設置された同ロボットが感知し、連動する他のロボット、関係者に周知する緊急時支援機能について、有効性・問題点等が検証された（図表 A-6）。

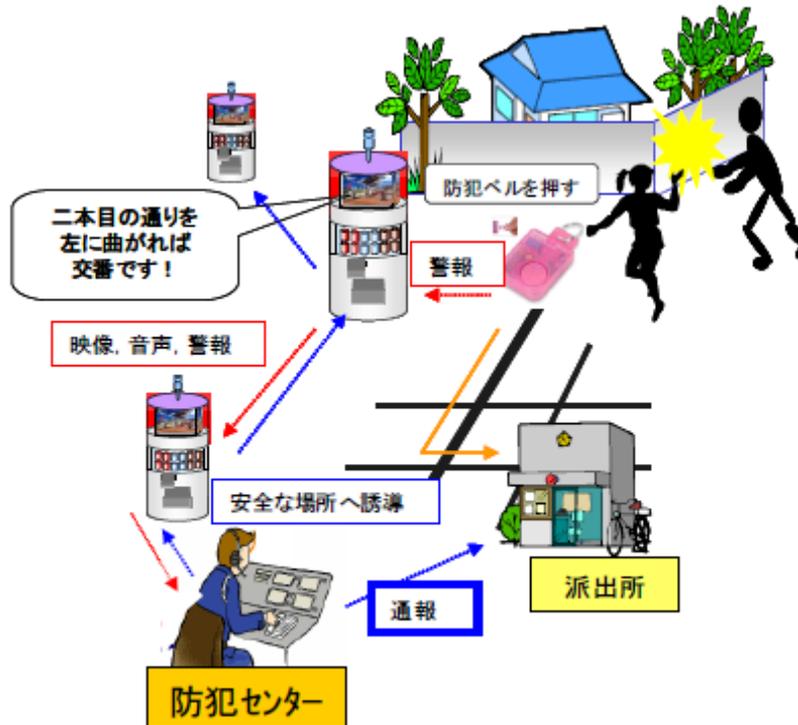
すでに、各地で他の防犯システムの実験、実用もなされており、本ロボットが、すぐに実用できる段階とはいえないが、飲料自販機という既存のインフラを活用しながら、自販機メーカーや中身商品メーカーにとっては、あらたな事業モデル（防犯事業等）の創出にもなる可能性を帯びている。

<sup>7</sup>従来、防災担当者が手で自販機を開け飲料を無料提供することとなっていたが、自動的に無料開放することができるようになった。

<sup>8</sup>1999 年に神戸市が導入した「自販機広報システム」では電光掲示板付自販機から災害発生時には、災害地域や避難場所等の情報を流すこととした。

<sup>9</sup>中野潔大阪市立大学大学院教授の「非接触型ICカードによる大規模災害時の所在地確認」という研究では、普及している非接触型カードの製造番号に着目した。このICカードの製造番号を家族に知らせておくことで、本人により出先の飲料等自販機のリーダーライターに入力された製造番号が、所在確認データベースに送られ、家族がここにアクセスすることで、所在情報を確認しようとするものである。

図表 A-6 不審者等に遭遇したときの動作の流れ



出所) 大阪安全・安心まちづくりICT活用協議会 ホームページ [http://www.osaka-anzen.jp/pdf/03\\_2.pdf](http://www.osaka-anzen.jp/pdf/03_2.pdf)

#### 4) 救命機器付自販機の登場

心臓停止からくる突然死を回避するための医療機器として自動体外式除細動器 (AED: Automated External Defibrillator) が開発されてきたが、医療機器のため、その使用には制限があった。しかしながら、救急車等の到着を待つまでもなく、心停止からいち早く同装置を利用し、停止した心臓に電気ショックを与えることは患者の救命には何より重要であることから、日本でも平成 16 年 7 月に除細動器の一般使用が解禁された。これに伴い、公共的な施設等への設置が始まり、現在、約 5 万台が日本全国に設置されている模様であり、これら医療機器の設置と、一般人への使用方法、設置場所の教育・周知が、今後の課題となっている。

このような社会ニーズに呼応する形で、除細動器を組み込んだ自販機が登場した。サプライヤー<sup>10</sup>によれば初年度 1000 台の設置を目指すとのことであるが、一般の自販機より 40 ないし 50 万円程度高いために、これらのコスト負担にどのような形で対応できるかが、普及の一つの鍵となる。中身商品メーカーや設置者にとっても、企業の社会的責任に関わる活動として、地域社会等へのメッセージ性も強く、また、すでに、各所に設置されている除細動器は、盗難等にあうケースもあり、自販機に組み込まれた防犯機能等と連動することにより、より効果的な設置や緊急通報システムなどへの応用などが期待される。

<sup>10</sup> 自動販売機オペレーターの株式会社エフ・ヴィ・コーポレーション。同社は、日本コカ・コーラ(株)と日本のコカコーラボトラー全社の共同出資により設立された。

#### 4. ユビキタスネットワーク社会における新しいビジネスチャンス

##### 1) メディア情報ターミナルとしての可能性

約4万店舗あるコンビニエンスストアの一部には情報キオスク端末としてマルチメディアキオスクと呼ばれるインターネットと接続された複合的なサービス機器が設置されているが、飲料用自動販売機にブロードバンド回線を接続させ、液晶画面を取り付けて公衆無線LANサービスと結びつけることにより、設置場所環境に応じた動画コンテンツや情報提供を行い、また、公衆無線LAN基地局として役割を持たせるサービスが商品化されている<sup>11</sup>。

飲料自動販売機等の設置場所には千差万別であり、これらサービスでは、情報をリアルタイムに発信し、コンテンツも自由自在に変更することができることから、活用方法については、さまざまな可能性が考えられる。また、飲料自販機に公衆無線 LAN 基地局機能を付加することで、自販機設置場所近辺をインターネットカフェ化したり、前述の街角見守りロボットの環境整備等にも利用可能であり、今後の他ビジネスとの連携等も含め、動向が注目される。

##### 2) ICタグと小売りシステムの自販機化

これまでユビキタスネットワーク社会における自動販売機について紹介してきたが、スーパーマーケット等小売店における IC タグを用いた販売促進システムもまた、セルフサービス化、省人化の点で、自動販売機の特徴を持ち始めている。

すでに、商品購入者が商品に着いているバーコードを読み取り機にかざして精算を行うセルフチェックアウト方式のリテイルシステムは商品化されているが、システムインテグレータ企業等数社では、ICタグによる販売促進事業化の動きがあり、スーパーマーケットのカートに情報端末を装着し、店舗における販売商品情報、決済などが行えるシステムのプロトタイプを展示会等で公表している<sup>12</sup>。

このようなシステムでは、ユーザーは購入したい商品をショッピングカートに入れながら、その商品の製造情報等のみならず、他の買い得品案内や店内誘導、これらを使った料理レシピ、栄養バランスなどを確認しながら、「楽しい買い物」をすることができる。そして、代金支払いを、自らが機械との間で行い、手に取って見た商品に関する情報について、人を介さず必要なときに、すぐ入手できることに道を開くという点で、「ユビキタスネットワーク時代の自動販売システム」と位置づけることもできよう。

これらのシステムでは、更に、電子ネットワーク化が進展し、ネット家電等が普及していく流れからすれば、消費者の購入履歴や、自宅でのIT冷蔵庫などとも連動し、商品の流れを、バックヤード→小売店内→消費者宅までカバーしていくことの可能性を秘めている<sup>13</sup>。

<sup>11</sup>自販機液晶パネルを広告媒体とするコンテンツプロデュースを(株)ブロードバンドタワー、自販機のロケーションオーナーへの営業、設置交渉等のベンダープロデュースを(株)ホーキングが行う。『(株)ブロードバンドタワー、(株)ホーキング プレスリリース』2005年9月28日。

<sup>12</sup>経済産業省は、平成17年11月に「日本版フューチャーストア・プロジェクト」実証実験の実施を発表し、ICタグによる小売業の活性化実験を行っている。<http://www.meti.go.jp/press/20051108001/fs-project-set.pdf>

<sup>13</sup> 個人情報取り扱いやICタグのリユースなど、検討されるべき課題がある。

## 5. ユビキタスネットワーク社会の到来と既存システムの新しい役割のために

現在、インターネットとコンピュータ関連機器が接続され、IC タグ、電子マネーが使われるようになり、道路交通情報通信システムも整備されつつある。また、情報通信技術、医療技術、ロボット技術などの融合化等による遠隔医療の実現化にみられるような、際限ないアイデアへの実現に向けた取り組みが各所で進行中である。

本稿では、遍在している自動販売機に関わる新しい機能や役割について紹介してきたが、これら自動販売機が、ある目的をもって電子的な方法で繋がることにより、従来の役割のみならず、公共性、社会性を有する新たなシステムの側面も有しながらビジネス領域を広げていく可能性を持つことが看取された。

今後、電子的な情報ネットワークへの依存が増す社会では、そのセキュリティ対策や社会的弱者を含む誰もがシステムを使いこなし、その恩恵を得られる体制作りが求められることは、その制度を社会が受容し、存続させていくためにも重要であり、また、張り巡らされた複雑なネットワークに支障が生じた際の、補完・代用的な体制作りも一層重要になってくる。

日本のユビキタスネットワーク社会は、同時に、少子高齢化社会でもあり、地域コミュニティの再生などを通じた課題も抱えている。自動販売機でみられる動きのように、既存のインフラを活用しながら、ユビキタスネットワーク等の新技術を導入し新しいシステムを作り出していくためには、社会における課題や必要性に広く目を向けながら、その本質を鋭敏に感じ取り、どのように解決を図っていくか、という構想力と、これら実現に関わる関係者との連携がビジネスや行政サービスを担う者にとって益々必要となってくるだろう。

(調査研究部 坪倉 昭)

### 《主な参考文献》

(社) 日本自動販売機工業会 『自販機レポート V e n d』 vol.26～30

(社) 電子情報技術産業協会 『端末装置に関する調査報告書』 2006 年 5 月

(社) 電子情報技術産業協会 『情報 KIOSK 端末装置に関する調査報告書』 2006 年 5 月

中日社 『2006 年度セルフサービス情報端末/情報キオスク端末市場』 2005 年 10 月

## 2. 「ユビキタスネットワークとロボット産業—関連市場・技術の動向と展開」

- ◇ 産業用ロボットおよび次世代ロボットには、ユビキタスネットワーク下で、「『情報』の外部からの獲得や外部への提供」という「情報の中継点」としての役割が求められる。
- ◇ ロボットが情報の中継点になるためには、「センサー」や「RFID」といった要素部品が重要になる。よって、ユビキタスネットワーク下でロボット市場が伸長すれば、センサー市場やRFID市場も伸長すると考えられる。
- ◇ また、ユビキタスネットワーク下で培われたセンサーなどのロボット技術は、ITS といった自動車のユビキタスネットワーク化などにも影響を与えていくと考えられる。
- ◇ 以上、ロボット産業のユビキタスネットワーク化は他産業の市場や技術と密接に関わり合いながら進展していくと考えられる。

### 1. 本レポートの構成

本レポートでは、ユビキタスネットワーク下における産業用ロボットおよび次世代ロボット<sup>1</sup>の展望と関連する市場について報告する。最初に、ユビキタスネットワークを「あらゆるところに情報が存在し、かつ、その情報が伝達されている状況」を示す言葉として捉える。こうした前提から、本章では、産業用ロボットおよび次世代ロボットが情報を伝達させるために、「外部の情報をどのように『獲得』し、また、どのように『提供』しているか」、その現状について分析する。その上で、「産業用ロボットおよび次世代ロボットはユビキタスネットワークにおいて、『情報の中継点』としての役割が求められている」ことを提示し、その展望も示す。また、産業用ロボットや次世代ロボットが関わるかたちでユビキタスネットワークが展開することにより、その伸長が期待される「センサー市場」および「RFID (Radio Frequency Identification) 市場」にも焦点を当てる。加えて、ユビキタスネットワークに対応したロボット技術が他の産業にも応用されていく可能性についても考察する。

### 2. 産業用ロボットと情報の伝達

本項では、産業用ロボットがいかにして、外部から情報を獲得し、かつ、外部に情報を提供しているかを考察する。現状における、産業用ロボットの情報化は、「センシング」や「ネットワーク」といった技術を基盤として進展している。そのため、センシングおよびネットワーク化という視点から、産業用ロボットがどのように情報を獲得し、かつ、提供しているかを分析し、報告する。

<sup>1</sup> 経済産業省 ロボット政策研究会〔2005〕は「産業用ロボットは、床等に固定されている環境で稼働しており、柵で囲われているなど人との距離が一定以上ある。次世代ロボットについては、移動性が強く、人との物理的距離が近い」としている。近畿経済産業局〔2003〕では、「人間とコミュニケーションを図る事と日々の生活で人間の作業の手伝いをする2つの役割」のうち、「どちらか一方か両方の役割を担うロボット」を次世代ロボットとしている。本章でも、これらの定義を用いることとする。また、既存の産業用ロボットが高度化した「次世代産業用ロボット」は、上記の次世代ロボットの定義には入らないものとする。

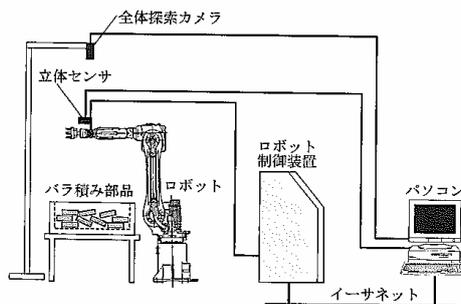
## 1) 産業用ロボットによる情報の獲得

初期の産業用ロボットは、ティーチングプレイバックという方式で人間によってプログラミングされた作業を単調に繰り返すものだった。しかし、産業用ロボットは智能化することで、各々の作業環境に対応した動作を選択することが可能になった。すなわち、産業用ロボットは智能化することで、周囲の作業環境を「情報」として取り込むことができるようになったのである。この要因として「センシング」という技術的な基盤が、産業用ロボットに備わったことが挙げられる。センシングは、産業用ロボットがセンサーにより、対象となる事象やモノを計測することである。つまり、産業用ロボットはセンサーを用いることで、周囲の作業環境や作業対象であるモノの状況を計測し、その情報を自身に取り込むというわけである。

産業用ロボットに用いられているセンサーの代表例は、「視覚センサー」および「力センサー」である<sup>2</sup>。視覚センサーを用いることで、産業用ロボットは作業の対象となる部品の位置や姿勢に関する情報を獲得することができる。そうした情報を獲得することで、産業用ロボットは部品整列器などを使用して部品を整列させる必要なく、部品の納入箱から対象となる部品を直接取り出し、作業を行うことができるようになる。また、産業用ロボットは、力センサーを用いることで、作業対象のモノをつかんだ際の反力を情報として獲得できる。この情報を獲得することで、産業用ロボットは、より精度の高い組み立てを行うことが可能になる。

以上までの、産業用ロボットにおけるセンシング技術の発展を基盤にして、ファナック(株)では、産業用ロボットに「バラ積み取出し機能」を付与している<sup>3</sup>。バラ積み取出し機能は、①：部品の位置や姿勢を情報として獲得するための「立体センサー<sup>4</sup>」、②：部品が納入された籠を撮影する「全体探索カメラ」、③：①および②により獲得された画像情報を処理するPC、の三つにより構成されている。

図表 B-1 バラ積み取出し機能システム/出所) 針木他 [2005]、p. 33 より転載。



産業用ロボットは③の PC とネットワークで接続されている。このネットワークを通じて、産業用ロボットは①の立体センサーおよび②の全体探索カメラで検出され、③の PC で処理された部品の姿勢に関する情報を獲得する。そして、その情報を基にして、産業用ロボットは自身の姿勢を制御するのである。また、バラ積み出し取出し機能を用いることで、産業用ロボットは、より短時間でより乱雑な状態の部品を効率的に取り出すことが可能になる。

<sup>2</sup> 視覚センサーや力センサーが備わった産業用ロボットの代表例として、ファナック(株)の産業用ロボット「FANUC Robot R-2000i」などが挙げられる。

<sup>3</sup> 針木他 [2005]、pp.33-41 参照。

<sup>4</sup> 当該立体センサーは三次元視覚機能を有するため、こうしたことが可能である。

## 2) 産業用ロボットによる情報の提供

産業用ロボットによる外部への情報の提供を「ネットワーク化」という観点から示す。現状、産業用ロボットのネットワーク化は、「複数台の産業用ロボットの同期制御」や「産業用ロボットおよびその周辺機器の遠隔制御」を目的として展開している。

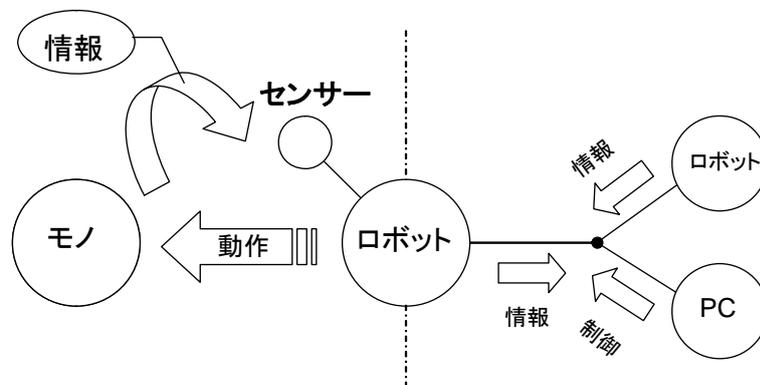
ファナック(株)は、「ネットワークを産業用ロボットの制御自体に活用する」という観点から、「ロボットリンク」を開発している。ロボットリンクとは、産業用ロボットの制御装置間のネットワークである。ロボットリンクにより、産業用ロボットの同期動作が可能になる。ロボットリンクを活用することで、例えば、工場内の大型専用機を複数の小型産業用ロボットに置き換えることが可能になる。

㈱不二越では、産業用ロボットのネットワーク化を「ロボット集中監視システム」などから進展させている。多くの工場では、多数の産業用ロボットが稼働している。そうした産業用ロボットのうち、一台でも故障すると当該生産ライン全体が停止することになる。不二越(株)では、上記の事態を回避するために、「ロボット集中監視システム」を開発している。

ロボット集中監視システムにより、各産業用ロボットに発生した異常事態を遠方から察知することが可能になる。すなわち、工場内で稼働している産業用ロボットがこの集中監視システムを通じて、ロボットメーカーに対し、自身の情報を提供していると捉えることができる<sup>5</sup>。

以上までに示した産業用ロボットが関連する情報の獲得および提供、すなわち情報の伝達過程を図示すると、図表 B-2 のようになる。

図表 B-2 産業用ロボットを中心とした情報の伝達過程



注) 図表 B-2 は点線で区切られている。これは、産業用ロボットを境にして情報が分断されている。すなわち、「産業用ロボットがモノから獲得した情報が他には提供されていない」ことを示している。

出所) 各社の産業用ロボットの事例を基に作成。

<sup>5</sup> 加藤真次 [2006] 「ロボット集中監視システム」『NACHI-Business News』Vol.6,B1 を参照。ロボット集中監視システムを用いることで、産業用ロボットに生じた障害を除去するためのリモートメンテナンスを遠隔地から行うことが可能になる。

### 3. 次世代ロボットとユビキタスネットワーク

本節では、前節と同様に、次世代ロボットによる外部からの情報の獲得や外部への情報の提供を考察する。また、本節で事例として示す次世代ロボットの多くは人間へのサービスの提供を目的としたサービスロボットである。

#### 1) 次世代ロボットによる情報の獲得

次世代ロボットには、警備や介護といった人間への多種多様なサービスの提供や自律的移動が求められている。そのため、次世代ロボットは産業用ロボットに比べて、より複雑な作業を行う必要がある。また、次世代ロボットは産業用ロボットより、多くの情報を獲得する必要もある。以上より、次世代ロボットには、産業用ロボットと比較して、数も多く、機能もより多岐に渡るセンサーが搭載されている。例えば、近畿経済産業局〔2003〕では、次世代ロボットに搭載される可能性があるセンサーとして、カメラ（画像認識用）、マイク（音声認識用）、超音波センサー、光電センサー、レーザーセンサー、赤外線センサー、触覚センサー、力覚センサー、においセンサー、ジャイロセンサー、ロータリーエンコーダー、力覚提示技術および全方位センサーといった合計 14 種類のセンサーを提示している。以下に、次世代ロボットに搭載されたセンサーの代表的な事例を幾つか示す。

㈱東芝では ApriAlpha™ という次世代ロボットを開発している。ApriAlpha™ は同社の情報家電ネットワークにおけるユーザーインターフェースの部分を担当することを期待されている。そのため、ApriAlpha™ は家庭内を自律的に移動することが求められ、駆動装置付き CCD カメラ 1 台や障害物回避のための 6 つの超音波センサーなどを有している。これらのセンサーを利用することで、ApriAlpha™ は障害物の存在といった外部の情報を獲得することが可能なのである。

総合警備保障㈱が開発したガードロボ D1 やセコム㈱が開発したセコムロボット X といった警備ロボット<sup>6</sup>も、レーザーレンジセンサーや超音波センサーなどで不審者の有無といった情報を獲得することができる。また、これらの警備ロボットは火災や漏水などを検知するためのセンサーも有し、周囲に火災や漏水が発生した場合、その情報を獲得できる。

富士通㈱は、高齢者や足の不自由な人間のための自律移動型の車椅子である「インテリジェント車いすロボット<sup>7</sup>」や、屋内で案内、搬送、巡回などを担当する enon<sup>8</sup> といった次世代ロボットを開発している。インテリジェント車いすロボットは、ロータリーエンコーダーや GPS 受信機、RFID リーダー、方位センサーおよびレーザーレンジセンサーを有している。インテリジェント車いすロボットはこれらのセンサーを用いて、GPS や床および壁に設置された RFID から、「現在地点はどこなのか」という情報を獲得する。enon はカメラを 6 台、超音波センサー 4 台および距離センサーを 4 台有している。enon はこれらのセンサーを利用することで、ユーザーである人間や障害物を認識し、かつ、自律的に動くことが可能なのである。

<sup>6</sup> 日経産業新聞 2005 年 6 月 24 日号「総合警備保障、自動巡回ロボ開発」や 2005 年 10 月 7 日号「屋外巡回する警備ロボ、侵入者を音・光で威嚇」などを参照。

<sup>7</sup> 畑瀬他〔2006〕、pp.263-273 参照。

<sup>8</sup> 神田他〔2006〕、pp.307-313 参照。

図表 B-3 次世代ロボットとセンサー

企業名	次世代ロボット	センサー
(株)東芝	ApriAlpha™	駆動装置付CCDカメラ 超音波センサー
(株)総合警備保障	ガードロボD1	レーザーレンジセンサー 超音波センサー
セコム(株)	セコムロボX	火災センサー 漏水センサー
富士通(株)	インテリジェント車いすロボット	GPS受信機 RFIDリーダー 方位センサー レーザーレンジセンサー
	enon	超音波センサー 距離センサー

出所) 各社技報や新聞記事などより作成。

## 2) 次世代ロボットによる情報の提供

ここでは、次世代ロボットによる外部への情報の提供を、ネットワーク化という観点から提示する。前項でも述べたように、ApriAlpha™ は(株)東芝の情報家電ネットワークのユーザーインターフェースとしての役割を担うことが期待されている。そのため、ApriAlpha™ はユーザーからの指示といった情報を、当該ネットワークを通じて、情報家電に提供する。また、同時に、ApriAlpha™ はユーザーに対しても、自身が情報家電から獲得した情報を提供するのである<sup>9</sup>。

ガードロボ D1やセコムロボットXは室内を自動的に巡回し、不審人物や火災を発見すると、その画像を警備室に送信する。すなわち、これらの警備ロボットはネットワークで結ばれた警備業のインターフェースの部分の担い、巡回中に獲得した情報を警備室にいる人間の警備員(ユーザー)に提供するのである。

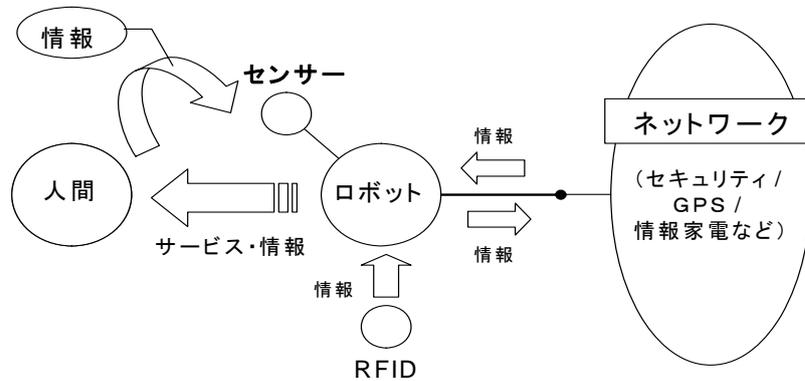
enonは店舗内のネットワークと結ばれている。店舗内で、顧客はenonに接触する。そうすると、enonは顧客に当該ネットワークから獲得した商品の情報などを提供する<sup>10</sup>。加えて、enonはセキュリティシステムとネットワーク上で結ばれることで、当該ネットワークを介し、自身が収集した画像情報を警備室に送信することもできる。

<sup>9</sup> ApriAlpha™ は情報家電ネットワークの中で、「『洗濯機が洗濯を終了した』という情報を獲得し、その情報をユーザーに提供する」という役割を担うことが期待されている(森岡他[2004]、pp.49-52 参照)。

<sup>10</sup> enonは実証実験で「顧客を検知し、あいさつと店長からのお勧め情報紹介」、「ショッピングセンター内の施設情報案内」、「商品紹介と試食サポート」といった作業を行っている(畑瀬他[2006]、p.312 参照)。

以上までの、次世代ロボットが中継点になっている情報の伝達過程を図示すると、図表 B-4 のようになる。次節では、今までの議論から、ロボット産業におけるユビキタスネットワークの展望を示す。

図表 B-4 次世代ロボットを中継点とした情報の伝達過程



出所) 各社の次世代ロボットの事例を基に作成

#### 4. ロボットを介在させたユビキタスネットワークの展望

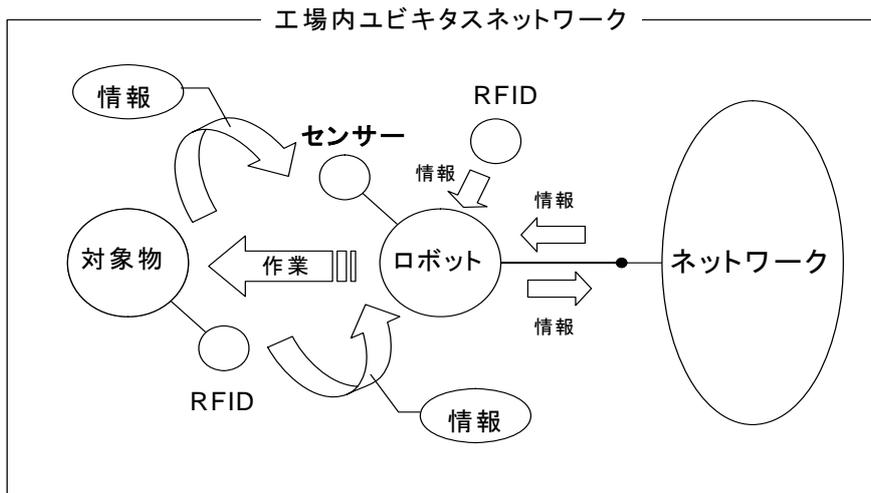
2 節および 3 節では、ロボットが情報を外部から獲得、ないしは情報を外部に提供する際には、センシングおよびネットワークに関連したロボット技術がキーテクノロジーになることが示された。言い換えれば、センシング技術やネットワーク技術が、産業用ロボットや次世代ロボットとユビキタスネットワークをつなげていく技術なのだと考えられる。特に、次世代ロボットはセンシング技術やネットワーク技術を背景として、ユビキタスネットワークにおける情報の伝達過程の中継点となることを期待された上で、研究開発が進められている。そのため、次世代ロボットに関しては、ユビキタスネットワークの存在を前提として、いかにその実用化を進めていくかが今後の課題だと言える。

産業用ロボットの情報化（知能化）も 2 節で示したように、様々なかたちで進展している。しかし、産業用ロボットそれ自体は情報の伝達過程の中継点に現状ではなっておらず、次世代ロボットのようなかたちでユビキタスネットワーク化が進展しているとは言いにくい。では、次世代ロボットの事例を踏まえた場合、今後、産業用ロボットのユビキタスネットワーク化はどのように進展していくと言えるのだろうか。その一つの展望として考えられるのが、産業用ロボットが作業をする生産ラインへの RFID の活用である<sup>11</sup>。2 節で述べたように、産業用ロボットの情報化に関しては、センシング技術がキーテクノロジーになる。すなわち、産業用ロボットにとって、「作業対象となるモノが『何』で、『どのような状態か』」という情報を、生産ライン上で獲得することが重要になるのである。RFID を用いれば、生産ライン上で、モノの方か

<sup>11</sup> 産業用ロボットが作業する生産ラインにおける RFID の活用に関しては、新誠一助教授（東京大学大学院情報理工学系研究科）が言及している（FANUC ニュース No.160、p.13 参照）。

ら「これは一体何か」という情報を提供することが可能になる<sup>12</sup>。産業用ロボットは、そうした情報を生産ライン上で獲得し、そのモノに適合した作業を行うことで生産性を高めることもできると考えられる。加えて、産業用ロボットがRFIDおよびセンサーを通じて獲得したモノの情報をネットワークに提供するといったことも考えられる。すなわち、RFIDを工場の生産ラインに応用することで、工場内にユビキタスネットワークを構築し、かつ、産業用ロボットが情報の伝達過程の中継点になることが可能になるのである。

図表 B-5 産業用ロボットを中継点とした情報の伝達過程—展望



## 5. ユビキタスネットワークとロボット関連市場の進展

以上のように、センサーやRFIDは、産業用ロボットおよび次世代ロボットがユビキタスネットワーク下で情報の伝達過程の中継点となるにあたって、重要な要素部品になると考えられる。そのため、今後、ユビキタスネットワークが進展していくことを考えた場合、センサー市場やRFID市場も産業用ロボット市場や次世代ロボット市場と関わり合いながら、伸長していく可能性が高い。そこで、本節では、センサー市場やRFID市場に焦点を当て、その動向について考察する。

### 1) ロボット市場の動向

国内のロボット市場は、その大半を産業用ロボットが占めているのが現状である。次世代ロボット市場は、清掃ロボット<sup>13</sup>などの一部の例外を除き、研究開発段階にあるため、市場自体が形成されていないと言える。

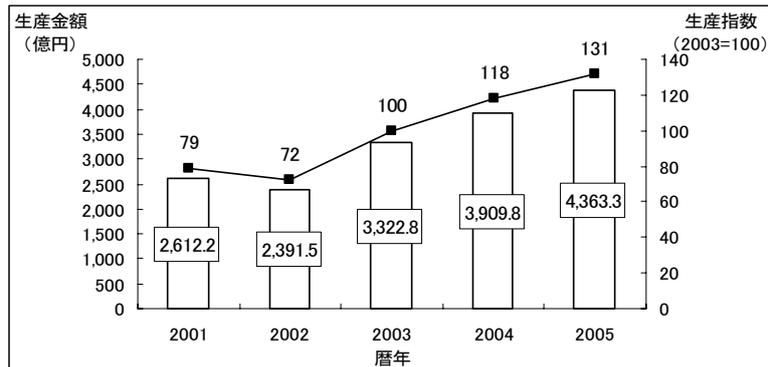
産業用ロボットの国内における生産金額は2005暦年で4,363億3千万円である。産業用ロボットの生産金額は2002暦年に底を打った後、3年連続で増加している。現状、国内では自

<sup>12</sup> 富士通は実際に、金属面に直接貼り付けることが可能な「UHF帯RFID金属対応タグ」を開発している。同社では、これにより、工具や部品に対してもRFIDを活用することが可能になるとしている（富士通フォーラム2006配付資料「UHF帯金属対応タグ」参照）。

<sup>13</sup> 清掃ロボットの実用化例では米国iRobot社のRoombaや富士重工株式のRFS-1やRFS-2が代表的である。

自動車およびその関連産業の生産金額が堅調に増加している。加えて、少子高齢化を背景にして、国内では労働人口が減少している。こうした要因から、産業用ロボットの生産金額は今後とも増加傾向で推移すると考えられる。実際、後述する(社)日本機械工業連合会・(社)ロボット工業会の予測では、製造業で用いられる産業用ロボットを中心としたロボット市場が、2010年には8,529億円、2025年には1兆4,149億円になるとされている。

図表 B-6 産業用ロボットの生産金額の推移



出所) 経済産業省『機械統計年報』より作成。

一方、次世代ロボット市場は経済産業省の新産業創造戦略の一つに位置づけられるなど、今後の伸長が期待される市場である。こうした中で、(社)日本機械工業連合会・(社)日本ロボット工業会〔2001〕や経済産業省 次世代ロボットビジョン懇談会〔2004〕は、次世代ロボットを中心とした今後のロボット市場を図表 B-7 のように予測している。

図表 B-7 ロボットの将来需要予測 (2010/2025 年)

単位: 億円

分野	(社)日本機械工業連合会 (社)日本ロボット工業会		次世代ロボットビジョン懇談会
	2010年	2025年	2025年
製造業分野	8,529	14,149	-
バイオ産業分野	900	3,600	-
公共分野	2,945	9,949	5,490
医療福祉分野	2,572	11,233	9,310
生活分野	15,282	41,063	33,060
アプリケーション・ソフトウェア	-	-	22,450
教育事業	-	-	420
中古品販売	-	-	960
合計	30,228	82,019	71,690

出所) (社)日本機械工業連合会・(社)ロボット工業会〔2001〕および  
経済産業省 次世代ロボットビジョン懇談会〔2004〕より作成。

(社)日本機械工業連合会・(社)日本ロボット工業会〔2001〕は、2010年に次世代ロボットを含むロボット市場全体の規模が3兆0,228億円になり、2025年には8兆2,019億円になると予測している。また、経済産業省次世代ロボットビジョン懇談会〔2004〕では、2025年までに次世代ロボットを含むロボット市場の規模が7兆1,690億円になると予測している。これらの予測では、今後のロボット市場は、生活分野での次世代ロボット需要に牽引されると考えられている。すなわち、両予測ともに、生活分野における次世代ロボットの需要が今後のロボット市場全体の4~5割を占めるようになると予測しているのである。この背景には、「家庭内などの非産業分野で、次世代ロボットが労働力として使用可能になる」といった「強い仮定」が存在している。よって、ロボット市場が図表B-7の予測どおりに伸長していくか否かは不確実性があるものの、ロボット市場の規模拡大への期待は非常に高いと言える。

以上より、今後、産業用ロボットおよび次世代ロボットの国内市場は伸長していく可能性が高いことがわかった。加えて、海外でも、ロボット市場が伸長していくと考えられる動きが存在する。例えば、台湾では、2005年8月に行政院科技顧問組が産業科技策略会議を招集している<sup>14</sup>。当該会議において、ロボット産業が台湾の重点育成産業の一つに定められている。また、台湾の工業局がロボット産業に対し、2006年にNTD6,000万（日本円にして、約2億1千万円<sup>15</sup>）の予算を投入することも決定されている。さらに、技術処の業界専科計画でも、2006年に1~2億円が研究開発補助費として投入される予定である。これらの施策を通じて、台湾のロボット産業は2008年にはNTD300億（約1兆0,500億円）、2013年にはNTD3,000億（約10兆0,500億円）の生産規模に達すると予測されている。また、韓国でも、韓国政府の産業資源部が次世代ロボットを次世代の成長産業として位置づけ、その研究開発のために政策的に投資を行うことを決定している<sup>16</sup>。

このように、少なくとも日本や台湾、韓国といった国・地域で、ロボット市場の拡大に対する期待は高まっている。こうした状況を背景にして、センサー市場やRFID市場が今後、ロボット市場の規模拡大に牽引されながら、成長していく可能性は高いと考えられる。

## 2) ロボット市場によるセンサー市場牽引の可能性

センサー<sup>17</sup>市場の生産金額の推移を以下の図表B-8に示す。図表B-8から、2004年度にはセンサーの市場規模が8,882億円にのぼっていることがわかる<sup>18</sup>。2001年度以降、センサーの生産金額規模は3年連続で増加している。

センサーはその測定する対象（音・超音波、磁界・磁束、温度、光・赤外線、位置・変異など）および用途が多岐に亘っている。そのため、センサーの種類も多岐に亘っている。加えて、2節、3節で述べたように、ユビキタスネットワーク下では、産業用ロボットや次世代ロボッ

<sup>14</sup> 中華民国台湾投資通信 2006年1月号「ロボット産業上」および2006年2月号「ロボット産業下」参照。

<sup>15</sup> 1NTD=3.5円で計算している。以下、同様。

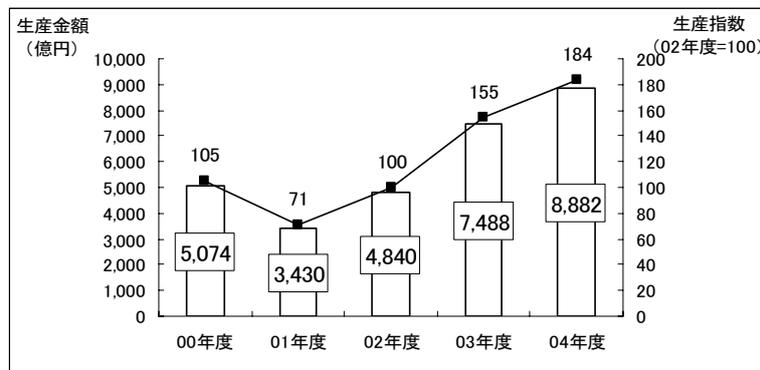
<sup>16</sup> 「韓国の次世代技術開発戦略」NEDO海外レポート、NO.974、2006年3月28日などを参照している。

<sup>17</sup> (社)電子情報技術産業協会によればセンサーは「自然現象（距離、力、温度、圧力、pH、電場、地場、他）をわれわれに有用な情報に変換する素子、装置」と定義される。

<sup>18</sup> 参照資料の都合上、2006年8月時点で、2005年度のセンサーの生産金額に関するデータは存在しない。

トに求められるセンシング技術も多岐に亘っていくと考えられる。そのため、ユビキタスネットワーク下でのロボット市場の拡大は、センサー市場を全般的に牽引していく可能性があると考えられる<sup>19</sup>。実際、(株)東芝のApriAlpha<sup>TM</sup>が開発される過程では、ヴィストン(株)<sup>20</sup>から床圧力センサーが調達されている<sup>21</sup>。こうした事例が増えていけば<sup>22</sup>、将来的には産業用ロボットないしは次世代ロボットに関する部品産業として、新たなセンサー市場が確立する可能性があるとも言える。また、海外でも、前述した台湾や韓国の事例のように、ロボット産業の振興が政策的に試みられている。そのため、国内の高機能なセンサーが、ロボット用部品として、海外に輸出されていく可能性は高いと言えるだろう。

図表 B-8 センサーの生産金額の推移



出所) (社) 電子情報技術産業協会 HP および配付資料より作成。

### 3) ロボット市場による RFID 市場牽引の可能性

民間シンクタンクの推計によれば、2005 年度の RFID の生産金額は 37 億 9,200 万円とそれほど大きな数字ではない<sup>23</sup>。しかし、同民間シンクタンクでは、今後、RFID の生産金額が 2007 年度には 95 億 5,000 万円、2010 年度には 438 億 4,000 万円と、順次、その規模を拡大していくと予測している。富士通(株)のインテリジェント車いすロボットの事例や 4 節の産業用ロボットの事例からもわかるように、RFID はユビキタスネットワーク下で、ロボットに情報を提供する手段として用いられていく可能性がある。センサー市場と同様に、ユビキタスネットワーク下におけるロボット市場の拡大が、今後の RFID 市場の拡大の一端を牽引していく可能性があると考えられる。

<sup>19</sup> (財) 機械振興協会 経済研究所が 2005 年度に行ったアンケート調査でも、「市場として、センサーを含む高機能関連モジュール分野は今後の成長が期待される」という結果が示されている ((財) 機械振興協会 経済研究所 [2006] 『強いモノづくりの創造に向けた産業の新たなリンケージ』、p.151 参照)。

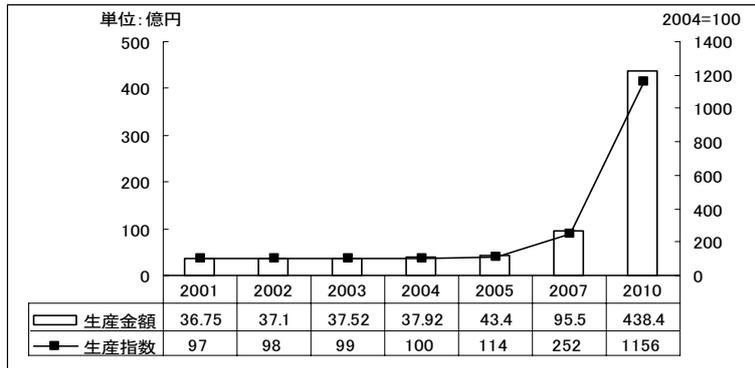
<sup>20</sup> ヴィストン(株)は 2000 年に、大阪大学の石黒浩教授が開発した「360 度全方位が確認可能なカメラ」を事業化するために設立された企業である。同社は、電子機器や電子装置などの研究開発、設計、製造および販売を行う中で、特にロボット関連のビジネスを手掛けている (大和 [2005]、pp.147-163 参照)。

<sup>21</sup> 山本大介他 [2005] 「実用性と親和性を融合するロボットインターフェースへのアプローチ」日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 講演論文集。

<sup>22</sup> 他にも、(株)テムザック、三洋電機(株)などが家庭用ユーティリティロボット「番竜」を開発した際にはガス警報器メーカーである新コスモス電機(株)から火災用においセンサーを調達している。

<sup>23</sup> データの都合上、2005 年度の RFID の生産金額は見込みとなっている。

図表 B-9 RFID の市場動向 : 2001 年度-2005 年度/2007 年度、2010 年度は予測



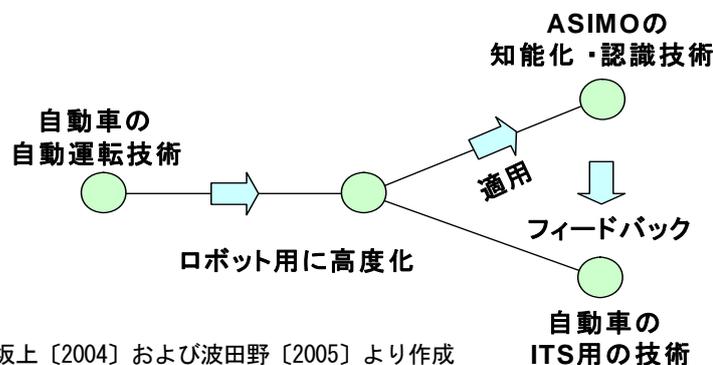
出所) 榑矢野経済研究所 [2005] 「2005 年版 RF-ID (無線 IC タグ) 市場に関する調査」。

## 6. ユビキタス社会におけるロボットテクノロジーのフィードバック

産業用ロボットや次世代ロボットにおけるユビキタスネットワーク化の進展は、他産業のユビキタスネットワーク化に対しても、影響を与えていくと考えられる。その代表的な例として、本田技研工業(株)における次世代ロボット開発が自動車における ITS (Intelligent Transport System : 高度道路交通システム) に与える影響について示す。

本田技研工業(株)では、次世代ロボットに関する試みとして、ASIMOの開発を行っている。同社は、自社が有する自動車関連の技術(自動運転技術など)を、次世代ロボットであるASIMOの知能化、認識技術に適用している。すなわち、ASIMOが持つ、「周囲の画像情報を獲得するためのカメラシステム」や「自律移動のために障害物の情報を獲得する赤外線センサー」および「音声情報を獲得するための音声システム」は、同社の自動車技術がロボット用に高度化したものである。その上で、同社は、ASIMO用に開発された技術的な成果を自動車のITS用の技術に応用していこうとしている。具体的には、同社は、ASIMOが周囲の環境を認識する技術を自動車の安全技術へ適用することを試みているのである<sup>24</sup>。このように、ユビキタスネットワーク下のロボット技術が、ITSといった自動車におけるユビキタスネットワークの確立にフィードバックしていく可能性もあると考えられる。

図表 B-10 ASIMO への自動車技術の適用・高度化とフィードバック



出所) 坂上 [2004] および波田野 [2005] より作成

<sup>24</sup> 坂上 [2004]、p.27 および波田野 [2005]、pp.255-265 参照。

## 7. おわりに

本レポートでは、ユビキタスネットワークを「あらゆるところに情報が存在し、かつ、その情報が伝達されていること」と捉えた。そのうえで、ユビキタスネットワーク下では、産業用および次世代ロボットが「外部の情報を獲得し、かつ、外部の情報を提供する」という「情報の伝達過程の中継点」としての役割を担う可能性があることを示した。さらに、産業用および次世代ロボットがそうした役割を担うためにはセンサーやRFIDといった要素部品が必要とされることも示した。そのため、今後、ロボット市場が成長していくとするならば、同時に、センサー市場やRFID市場も牽引され、拡大していくと言える。また、ロボット産業におけるユビキタスネットワーク技術は、例えば、自動車産業におけるITS技術など、他産業のユビキタスネットワーク技術にフィードバックしつつ、進展していく可能性もある。

以上、ロボット産業におけるユビキタスネットワーク化は、他産業の市場拡大や他産業の技術と密接に関連しながら進展していくと推測できる。また、本章では、大企業によるロボット開発の事例を多く挙げた。一般的に、ロボット産業におけるユビキタスネットワーク化は大企業が主体的な役割を担っているという印象がある。しかし、例えば、センサー市場などが将来的に拡大していけば、中堅中小企業にとっても、高機能センサーやセンサー用部品の開発といった点でビジネスチャンスが生じていくとも考えられる。

(調査研究部 山本 聡)

### 《主な参考文献》

- 神田真司他〔2006〕「インテリジェント車いすロボット」『FUJITSU』Vol.57, No.3
- 坂上義秋〔2003〕「人間型ロボットASIMOの知能化」『自動車技術』Vol.58
- 鈴木和夫他〔2005〕「知能ロボットのバラ積み取出し機能」『Fanuc Technical Review』Vol.18, No.2
- 大和信夫〔2005〕「ロボットを作るだけでなく、どうビジネスにするか考える」石田晴久監修、鴨志田英樹編著『ロボットの現在と未来』(株)エクスメディア
- 畑瀬勉他〔2006〕「サービスロボット：enon」『FUJITSU』Vol.57, No.3
- 波田野裕史〔2005〕「大切なのはロボットそのものだけではなく、ロボット研究で培った要素技術」石田晴久監修、鴨志田英樹編著『ロボットの現在と未来』(株)エクスメディア
- 藤田善弘〔2005〕「人とのコミュニケーションを第一に考えたロボット」石田晴久監修、鴨志田英樹編著『ロボットの現在と未来』(株)エクスメディア
- 森岡靖太他〔2004〕「ネットワーク家電とホームロボットの機能連携技術」『東芝レビュー』Vol.59, No.9
- 近畿経済産業局〔2003〕『近畿地域における次世代ロボットに関する実態調査』
- 経済産業省 次世代ロボットビジョン懇談会〔2004〕『2025年の人間とロボットが共存する社会に向けて 次世代ロボットビジョン懇談会報告書』
- 経済産業省 ロボット政策研究会〔2005〕配付資料「ロボット産業・技術及び関連政策の現状」(社)日本機械工業連合会・日本ロボット工業会〔2001〕『21世紀におけるロボット社会創造のための技術戦略調査報告書』

### 3. 「RFIDを活用したモノづくり強化—NECのPC生産ラインの事例」

- ◇ 本レポートでは、ユビキタスネットワークという視点から NEC パーソナルプロダクツ(株)の米沢事業場でのPC生産ラインでのRFIDの活用について取り上げる。
- ◇ 同社では、統合SCM改革における生産革新の一つの手段として生産革新を加速させるために、2004年10月から国内で初めてPCの生産ラインにRFIDシステムを導入した。
- ◇ 2005年12月からはRFIDシステムを取引先の部材メーカーにまで拡大し、部材調達領域にRFID付電子かんばんを導入することで部材在庫の半減を達成している。
- ◇ PCの生産は、商品ライフサイクルが短いため工程間在庫や流通在庫を減らすことが重要である。それを米沢事業場で実現しているのが、トヨタ生産方式を導入した生産革新にRFIDの導入などのITツールを活用した「NEC流の生産革新」といえる。

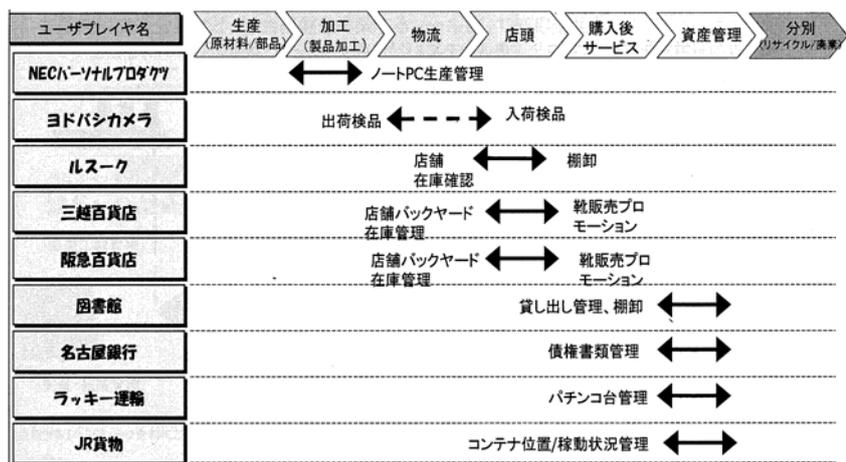
#### 1. RFIDの市場規模

RFID (Radio Frequency Identification、無線ICタグ)<sup>1</sup>は、世界最大手の小売業者であるウォル・マートによる導入宣言など流通業における識別処理時間の削減による業務効率の向上やバーコード管理では実現できなかったきめの細かい商品管理での利用拡大が見込まれている。図表C-1は、RFIDの利用状況をサプライチェーンになぞって整理したものである。図表から明らかのように、RFIDの利用がサプライチェーンの下流に集中していることがわかる。

調査会社によるRFIDの国内市場規模<sup>2</sup>をみると、2005年度見込で2,170万枚(前年度比37%増)となっている。需要予測については、2007年度測が9,550万枚(2005年度比340%増)、2010年度予測が21億9,200万枚(2007年度比2,195%増)となっている。2005年度見込の需要分野別構成比(数量ベース)

をみると、製造(FA)分野が32.3%、物流(輸送、倉庫関連など)分野が30.0%、流通(小売関連など)分野が9.2%、アミューズメント関連分野が6.9%、レンタル・リース関連分野が3.2%、その他分野が18.4%となっている。アプリケーション別の需要予測については、宅配便伝票や配送ラベ

図表 C-1 サプライチェーンの視点からみた時のわが国における RFID 導入状況



出所) 野村総合研究所、「ITロードマップセミナー Autumn2005」(2005年11月24日)の配布資料より抜粋。

<sup>1</sup> RFIDとは、微小な無線チップにより人やモノを識別・管理する仕組み。バーコードに代わる商品識別・管理技術として研究が進められてきた。

<sup>2</sup> 矢野経済研究所、『2005年版RF-ID市場マーケティングレポート』、2005年。

ルなど物流管理(トレーサビリティ、SCMなど)と流通(小売関連など)分野での商品管理用タグ(POS関連など)などの使い捨て分野が著しく成長するという。

調査会社のレポートでもみられるように製造業での活用は、従来は在庫管理などで活用されてきていた。例えば、(株)日立製作所は、制御用コンピューターなどを生産する大みか事業所(茨城県日立市)のプリント基板生産ラインへのRFID導入を2005年7月に完了した。同事業所は月間400種類の基板を作り、基板に取り付ける部品は同150万種類に及ぶ。基板生産量は同16,000枚だが、季節変動が大きく、作り置きが難しいためRFID導入で生産効率の向上を図った。日立製作所が工場の生産管理にRFIDを使うのは、グループ全体で初めてである。同社では、RFIDの導入により一年間で生産性が2割向上、生産LTが2割短縮している。

しかし最近では、投資対効果の観点からも採算性が取れることから、製造業の生産ラインでのRFID導入の機運が高まってきている。本稿では、NECのPC生産、販売を担当しているNECパーソナルプロダクツ(株)の米沢事業場でのPC生産ラインにおけるRFIDの活用について取り上げる。

## 2. NEC パーソナルプロダクツ(株)におけるPC生産体制と米沢事業場の概要

NECパーソナルプロダクツ(株)<sup>3</sup>は、NECの売上高の約40%を占める「ITソリューション事業」のうち「パーソナルソリューション事業」でパーソナル事業を担当している企業である。同社の事業構成のうち事業の大半が、PC(デスク&ノート)事業であり、国内コンシューマ向けでは「製造・販売・保守サービス」を一貫して担う態勢になっている。国内ビジネス向けや海外向け(アジアと欧州)では、NECやグループ会社との連携体制になっている。価格重視のコモディティ製品については、中国である程度生産して輸入し、最終組立、検査を日本で行なっている。ODM生産により完成品を輸入している製品もある。

米沢事業場の従業員は約850名で、その機能別構成比率をみると開発技術部門が約4割、品質保証部門が約2割、生産部門が約3割となっている。開発技術部門に人員を割いている理由は、ODM委託生産をするにも設計に「ノウハウが必要だからである」という。同事業場では、このほかに実際の生産に従事している協力会社があり、変動需要への対応はこの協力会社の人員の変動によって対応することになっているという。

同社の米沢事業場では、個人向けPCの生産に加えて、BTO<sup>4</sup>の要求が多い企業向けPCの生産を請け負っている。PCの生産は、台湾のベンダーで委託生産したベースユニットにユーザーの要求にあわせた仕様のパーツを組み込んでいく。米沢事業場には、約59,000㎡の敷地面積に4階建て約30,000㎡の生産拠点がある。そのうち、1階ではデスクトップPCおよびストレージ関連、2階ではノートPCが生産され、3階には開発部門、4階にはスタッフ部門がある。米沢事業場では、デスクトップPCとノートPCをあわせて1日あたり約1万台を生産している。次

<sup>3</sup> 同社は、NECの100%出資子会社(資本金188億円)、従業員数は2,550人(2006年4月現在)、2004年度の売上高は約4,100億円、開発生産拠点として米沢事業場(山形県米沢市)、保守サービス拠点として群馬事業場(群馬県太田市)がある。

<sup>4</sup> BTO(Built To Order、受注生産方式)とは、顧客から注文を受けてから製品を生産する方式のことで、パーツの組み合わせを指定してオリジナルのPCを注文することが出来る。

に、米沢事業場での生産革新について述べたい。

### 3. 米沢事業場における生産革新の取り組み

#### 1) RFID 導入以前

同事業場でも、生産革新の取り組みが行なわれる以前はコンベア式の組立てラインであった。しかし、PCの需要は、次の4つの影響を大きく受けるようになってきている。一つ目は、PCのコモディティ化の進展である。PCは製品アーキテクチャの特性でみると「オープン型」「モジュール型」の典型的な製品であり、モジュール化の進展とともに資材調達比率が上昇し、逆にマージン比率が低下している製品である。これに対応するためには、スループット<sup>5</sup>が一層重要になってくる。二つ目は、家電量販店など店頭市場での特性である。夏のボーナス商戦、クリスマス商戦、年度末商戦の年3回の商戦期があり、通常期と比べて月産で15万台から月産30万台まで約2倍の生産量の季節変動がある。1週間単位でみても、土日に実売するために木曜日に店頭仕入れの6割が集中するなど、週内の出荷も3倍の変動がある。これに対応するためには、店頭市場の激しい需要変動に対応できるようなスピード供給が重要である。三つ目は、商品ライフサイクルの短縮化である。現在のPCの商品ライフサイクルは3~4ヶ月程度である。この中で、鮮度ロス<sup>6</sup>を圧縮し、販売ロスを無くしていくためには、流通在庫を見据えたなかでのアクセルとブレーキを使い分けることのできる生産体制が重要になってくる。最後は、部材における価格変動である。部材の価格は半期で約12%の変動があるため、必要なものを必要なときに調達できるJIT調達（ジャストインタイム調達）が重要になってくる。

これらの事業環境変化に対応した結果、米沢事業場でのBTOの生産LTは2日、受注モデル数は20,000モデル以上、受注した同じモデルが10台未満の比率は約80%、同じく1台しかない比率でも約50%になっている。そして、一日単位の受注量も約200台~7,000台までの大きな変動がある。つまり、同事業場の生産ラインは「多品種変量生産」となっている。

この多品種変量生産に対応できる生産体制を構築するために同社が取り組んだのが、2000年度からスタートした「統合SCM改革」<sup>7</sup>である。統合SCM改革には、3つの基本方針がある。一つ目は、「トヨタ生産方式を軸にした生産革新」である。具体的には、トヨタ生産方式の根幹をなす「Just In Time」、自働化、生産平準化の実践であり、プロセス全体を考慮した強い流れづくりであり、「三現主義（現実・現物・現場）」による不断の改善活動であり、改善活動によって浮いた経営リソースの活用による付加価値の取り込みや内製化の取り組みである。二つ目は、「グローバルSCM体制の構築と強化」である。米沢事業場をマザーファクトリーとしたグローバルSCMの構築と、グローバルでのJIT調達体制を構築している。現在は、JIT調達率は8割以上、30分サイクルでの多頻度納入を実現している。三つ目は、「先進IT活

<sup>5</sup> スループット (throughput) とは、一定時間内における材料処理量 (生産量) のことを意味する。例えば、工場で原料を生産ラインにのせて、一定時間内にできあがる製品の数のことをスループットという。

<sup>6</sup> NECの片山執行役員常務 (当時) は、「PCは生鮮品」と例えている。『日経産業新聞』2004年8月27日より抜粋。

<sup>7</sup> NECパーソナルプロダクツ(株)では、IT革新、生産革新、物流革新が三位一体となった「統合SCM改革」を進めている。

用によるスピード経営の追求」である。ITのメーカーであるNECグループの総力を結集して、「VCMシステム」<sup>8</sup>を構築し、国内で初めて生産ラインにRFIDを導入した。

生産革新では、「セル生産方式」を強化している。その生産手法には、大きく4つの手法がある。一つ目は、多品種少量生産を可能にする「ミックス生産」である。二つ目は、「リレー方式」である。米沢事業場の生産拠点では、PCの生産では複数人のセル生産ラインとなっているが、リレー方式により各工程間の進捗度合いのばらつきを解消するために、進捗に応じて工程間での助け合いを実施し、全体的な生産効率の向上につなげている。三つ目が、「自動化」<sup>9</sup>である。最後に、「水すまし方式」<sup>10</sup>である。水すましの採用により、「必要なモノを、必要な時に、必要なだけ運ぶ」ことが可能になった。つまり、生産の進行状況にあわせて自律的に部品を供給し、完成品を回収できるため現場を自律的に機能させることができるようになり、全体の進行を見て指示を行なう生産管理が不要といった環境が実現している。現場が自律的に機能することにより、生産管理者というコストの削減が実現されている。

米沢事業場でのセル生産の取り組みは、導入当初から「一人セル生産方式」を目標にはしていない。現在の同事業場でのセル生産は、1セル3人が基本になっている。セル生産を開始した当初は1セルが6~7人の生産ラインだった。一人セル生産方式を目標にしなかった理由は、組立、検査などの工程を「リレーすること」を念頭においていたからである。携帯電話などでは一人セル生産も見られるが、PCの生産には複数人で行なうリレー方式が適していると考えたのである。加えて、PCの生産は製品の種類も多く、PCの大型化に伴うモニターなど部品の大型化の影響もあり、1人で生産するのは困難であると考えられる。

米沢事業場の生産拠点のもう一つの特徴は、工場内を端から端まで見渡せるレイアウトとしていることである。工場内全体を見渡せるレイアウトになっていることで、人が立ち止まっていたり、床に品物が堆積していたりしたら、その場所でトラブルが起きていることがわかるのである。つまり、正常か異常かが、自律的にわかる仕組みになっている。これも、トヨタ生産方式の「見える化」の実践

図表 C-2 以前のノート PC の生産ライン  
(04 年度、5~6 人/1 ライン)



出所) 大河原克行 [2004] より抜粋。

<sup>8</sup> NECは、PC事業において販売部門から海外生産拠点、部品供給ベンダーまでの需給管理を仮想的に統合することで、実売状況から部材調達状況まで一貫した需給管理体制を確立し、市場の変化に迅速に対応した商品供給を可能とする新たなSCMシステム「VCM (Value Chain Management : バリューチェーンマネジメント) システム」を2002年11月から稼働させている (NEC: プレスリリース、2002年11月5日、より抜粋)。

<sup>9</sup> 自動化とは、機械設備の異常や、品質の異常、作業遅れなど何らかの異常が生じたら、機械設備が自ら異常を検知し、自動停止するようになり、作業員自身が停止スイッチを押してラインを止められるようになりすること。(QPONの生産管理「トヨタ生産方式用語集」、

<http://www2a.biglobe.ne.jp/~qpon/toyota/kanban/index1.htm> より抜粋)

<sup>10</sup> 水すましとは、複数の前工程を指定された順に巡回し、決められた数だけ自工程の生産順序に必要な種類の部品を集め運搬する方法をいう。(注7に同じ)

であるといえるだろう。

米沢事業場におけるトヨタ生産方式は、2000年からスタートした生産革新において定期的な講師の派遣を得て<sup>11</sup>、改革に取り組んできている。同事業場では、社外コンサルタントの智恵を借りつつ、PC版のトヨタ生産方式を目指している。こうした取り組みの結果、04年時点（RFID導入以前）でセルラインの生産性は2000年度比で6.5倍、1人あたりの1日の生産台数は2000年度の9台から50台以上に増加し、セルラインの長さも従来の11m（11人/ライン）から6.3m（5人/ライン）に短縮し（前ページ図表C-2）、活フロアも15,000㎡とフロア効率も向上している<sup>12</sup>。

## 2) 生産ラインでのRFIDの活用

上記のように米沢事業場では、トヨタ生産方式を導入している。しかし、同社ではトヨタ生産方式の導入に際して、「見える化」など共通点もあるが業態に合わせて適応させていくべきであると考えている。自動車と異なりPCの生産では、①商品のライフサイクルの短さ、②品種の多さ、などから事業環境の変化に対応することが重要になっている。したがって、トヨタ生産方式にNECの得意なITを活用し、スピードをあげることが大事である。ヒアリング調査によると、PCと自動車の最大の違いは「商品のライフサイクルの短さからくる顧客への対応」であるという。自動車の場合は納品を1ヶ月待ってもらってもできるが、PCの場合は1日でも待ってくれないのである。PCは、この顧客特性にうまく対応しなければ利益が上げられないビジネスなのである。

PCの生産の場合、①商品のライフサイクルの短さ、②商品原価に占める組立加工費の低さ、③販売特性、といった商品特性からSCM構築、生産方式などが変わってくる。加えて、PCは汎用化が進んでいて生産に技能が必要などころはなくなってきている。このようにPC事業を取り巻く環境は大きく変化しており、多品種変量生産に対応しなければならない。対応できなければ国内に生産拠点を残すことは出来ないのである。そして、対応するための一つの手段がRFIDの活用なのである。NECパーソナルプロダクツ(株)は、米沢事業場に生産革新の一つの手段として生産革新を加速させるために、2004年10月から国内で初めてPCの生産ラインにRFIDシステムを導入した<sup>13</sup>。

そこで、RFIDシステムの導入にあたって「NEC流の生産革新」を考えたという。NECということで「ITツールの活用」を考えて、前述のVCMシステムを導入した。そのVCMシステムの効率化の手段の一つとしてRFIDシステムを導入したのである。RFIDシステムの導入により同事業場の生産性は大幅に改善された。以前はバーコードによる生産管理を行っており、1台のPC生産のために10回程の読み取りを行っていた。米沢事業場では1日平均約1万台のPCを生産しているため、事業場全体で1日に約10万回の読み取り作業が発生していたことになる。この1日に約10万回のバーコードの読み取りという付加価値のない作業に対

<sup>11</sup> 同社は、(株)岩城生産システム研究所の岩城宏一代表取締役等に指導を受けている。

<sup>12</sup> 『日経産業新聞』2004年2月23日などを参照した。

<sup>13</sup> 日本電気(株) (NEC) 及びNECパーソナルプロダクツ(株) プレスリリース、2004年10月25日。

する手間の効率化と排除が、課題となっていた。さらに、読み取り作業のためにリーダーを持つという作業が発生し、加えてバーコードを1回で読み取れるとは限らず、数回読み取り作業を行なうこともあった。一つひとつの無駄を省き生産性向上に取り組んでいる米沢事業場にとって、付加価値のない作業であるバーコードの読み取り作業は負担となっていたのである。

米沢事業場で導入した RFID システムでは、生産ラインの横に RFID プリンターを設置し、ここで印刷された RFID を作業台の横にあるアンテナの上に置くだけで、生産指示内容がオンラインモニター上に表示される。作業員は、この指示に従って、組み立てを行なう。前述のように、同事業場で組み立てられる PC モデルはバラバラである。それだけに、RFID によって、生産指示が一瞬にして表示されるという仕組みは大きな効

図表 C-3 RFID タグを活用した生産管理システム



資料) 日本電気(株)、NEC パーソナルプロダクツ(株)、プレスリリース、2004年10月24日。

率化に結びつく。また、組立工程から梱包工程に入っても、RFID によって必要な説明書や保証書などの置かれた棚をランプで表示するようになっている。異なった書類を取るとアラームが鳴るため、作業の効率化とミス防止を兼ねたシステムになっている。(図表 C-3 参照)

RFID の導入により従来必要であった1日あたり約10万回のバーコードの読み取り作業はなくなり、その結果として生産性が10%以上も改善している。この RFID システムの導入は、2004年10月の導入のわずか3ヵ月前に計画されたものであるという。RFID システムの驚異的な開発スピード、導入スピードが実現できた背景には、NEC のノウハウと連携による開発期間の短縮とコストの削減があったという。RFID 自体は RFID カードを回収し、200回まで再利用することでバーコードと同程度のコストを達成しているという。生産性を短時間で10%以上向上させた結果、RFID システム導入による投資コストは一年程度で回収できたという。しかし、コスト削減効果としてはバーコードの読み取り作業の排除よりも、バーコードという紙媒体の存在による管理コストや作業コストなどの間接コストの排除が大きかったという。つまり、管理コストを要する「紙を扱うコスト」をペーパーレス化(オンラインモニター化)によって排除できた効果が大きいというのである。

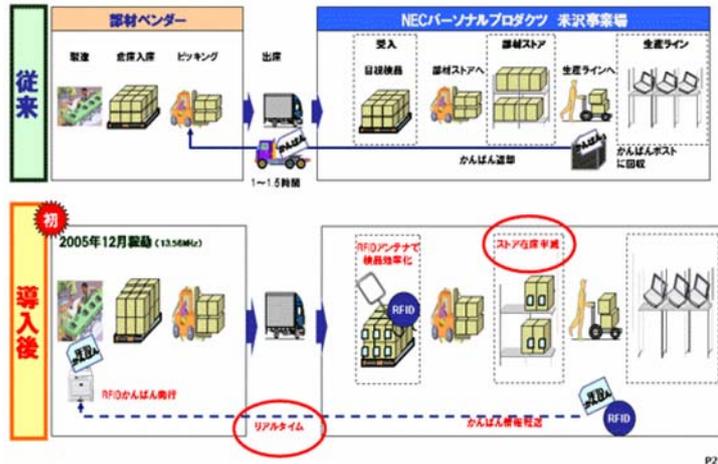
RFIDの導入は、タクトタイム<sup>14</sup>を排除し、管理コストを排除し、なおかつデータ化も容易にした。データ化を容易に出来たことで、次の改善に活用できるようになったのである。

<sup>14</sup> タクトタイム (Tact Time) とは、製造における生産工程の均等なタイミングを図るための工程作業時間のこと。

### 3) RFID 活用領域の拡大（「RFID 付電子かんばん」による部品調達効率化）

NEC パーソナルプロダクツ(株)では、統合 SCM 改革の中で生産ラインにかんばん方式を採用するなど、生産効率の改善に大きな成果をあげてきていた。しかしながら、従来のかんばん方式では部品の納入や補充の際に、使用した部品の「かんばん」をサプライヤーが回収し、持ち帰ることが必要であり、「かんばん」がサプライヤーに届けられるまでに1時間～1時間半程度の時間を要していた。そこでNECでは、2005年10月にPC生産ラインでのRFIDの活用

図表 C-4 「RFID 付電子かんばん」システム

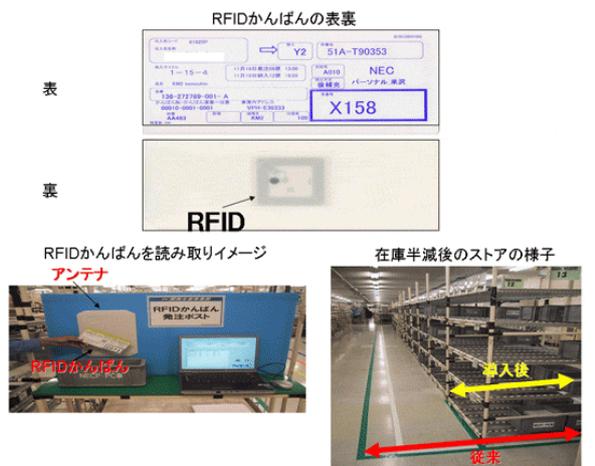


資料) 図 C-3 に同じ。

を強化すると発表した。2004年10月の発表では、米沢事業場内での活用にとどまっていたが、RFIDシステムを取引先の部材メーカーにまで拡大し、部材調達領域にRFIDを導入することで部材在庫の半減を目指すという。この活用領域の拡大では、一部の部材ベンダー<sup>15</sup>とネットワーク化し、生産ラインで使用する部材の発注・納入指示をベンダーに伝達する手段である「かんばん」を「RFID付電子かんばん」に変更すると発表した（図表C-4）<sup>16</sup>。

「RFID 付電子かんばん」の導入により、生産ラインで部品が使われると同時にRFIDを通してリアルタイムでサプライヤーに発注情報が転送されることになった。つまり、部材の受発注状況（＝需給状況）の「情報の同期化」を実現したのである。転送された発注情報をもとにサプライヤーでは、「RFID 付電子かんばん」が自動発行されることにより、サプライヤーが「かんばん」を回収する時間が短縮された。その結果、発注や納入指示の伝達リアルタイムで行われることにより、同事業場内の部材置き場が従来

図表 C-5 「RFID 付電子かんばん」と導入後の部品ストアの様子



資料) 図 C-3 に同じ。

<sup>15</sup> 導入に際しては、NECパーソナルプロダクツとの取引比率が比較的高い企業から始めているという。

<sup>16</sup> 日本電気(株) (NEC) 及びNECパーソナルプロダクツ(株) プレスリリース、2005年10月24日。

よりも約 300 m<sup>2</sup>効率化され、面積が半減したという（前ページ図表 C-5）。

「RFID付電子かんばん」の導入は、NEC米沢事業場にとっても在庫の削減になるが、サプライヤーにとっても仕入れ、出荷作業の簡素化と効率化（紙の「かんばん」を仕分ける作業などが省かれる）につながっているという。さらに、従来からのJIT方式による30分サイクルでの部材納入<sup>17</sup>は、サプライヤーにとっても手持在庫の削減になり、しいてはコストの削減につながっている。それを、RFID付電子かんばんの導入により情報の同期化を実現させることで、さらなる効率化に繋がっているという。従来から米沢事業場の国内調達、JIT方式、かんばん方式であるため、RFIDシステムの導入に関しても、「かんばん」が「RFID付電子かんばん」に変わっただけであり、サプライヤーにとっては現状のシステムの改善と考えているという。そのため、サプライヤーへのRFIDシステム導入に関してあまり抵抗はなく、費用負担もRFIDの読み取り機を導入する程度であるという。

このように NEC パーソナルプロダクツの PC 生産における RFID の導入は、米沢事業場内の生産ラインの効率化の段階から、サプライヤーを含めた PC の生産工程の川上に拡大している。同社では、今後は PC のライフサイクル全体におよぶ効率的な運用を目指している。NEC は、2006 年以降も PC の基幹部品であるマザーボードなどの製造工程に RFID 活用を拡大し、製造情報のトレーサビリティの

図表 C-6 PC 生産ラインにおける RFID 活用の流れ



資料) 図 C-3 に同じ。

効率化・強化を目指すという。さらに、RFID を活用して収集した情報を品質管理システムに取り込み、サポートや修理対応で活用するなど、PC のライフサイクル全体への拡大し、更なる効率化と品質向上・CS 向上を目指すという（図表 C-6）。RFID システムの活用が、適用領域としては生産工程→部材調達→物流→配送→保守サービスと拡大するに伴い、その効果も生産性の向上→トレーサビリティの向上→CS の向上へとつながっていく、と考えているのである。

NEC パーソナルプロダクツ(株)が導入した RFID システムは、RFID タグ、リーダー、システムの三つの事業が中心であり、まさに NEC の手がけるにふさわしい事業であるといえる。NEC は RFID システムの外販に積極的であり、米沢事業場の PC 生産ラインはショールーム的な位

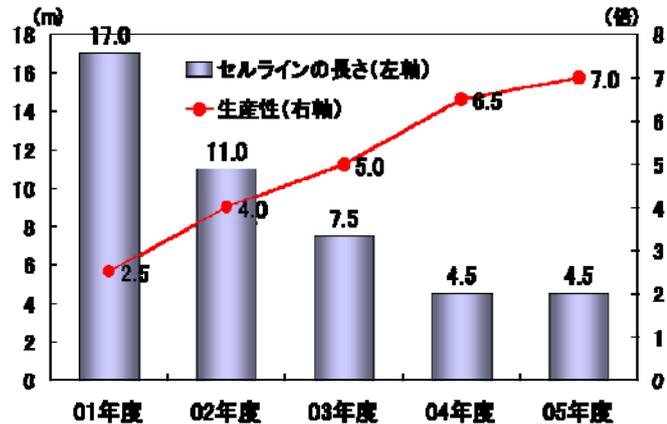
<sup>17</sup> 米沢事業場では、部品調達、納品体制も大幅に改善しており、現在では 30 分サイクルでの JIT 部材納入が実現している。JIT 方式による調達率は 8 割以上に達し、多頻度納入体制の推進により主要部品は 30 分サイクルで工場に納品され、同様に 30 分サイクルで生産ラインに部品が供給されるという体制になっている。

置付けにあるといえる。RFID システムの導入は、米沢事業場の PC 生産ラインの効率化だけでなく、NEC グループの売上にも貢献しているのである。

#### 4) 「統合 SCM 生産革新」の成果

2000 年から取り組んでいる生産革新の結果、部材調達と製品出荷の 30 分サイクルで行なう JIT 方式が実現した。セル生産方式の導入では、2000 年度下期にはライン長 17m で生産していたものを、2003 年下期には 6.3m に短縮している。現在ではライン長 4.5m で生産するレベルまで短縮している（図表 C-7）。1 人あたりの 1 日の生産台数は 2000 年度の 9 台から、2006 年 3 月には 50 台に増加し、さらに 2006 年 9 月には 65 台まで引き上げを目指しており、セル生産ラインの生産性は著しく向上している<sup>18</sup>。現在のノート PC のセル生産ラインの場合、1 人は従来では外部に生産を委託していた液晶モニターの組み立て作業を内製化し、PC の組み立て作業は 1 人が行ない、残りの 1 人は検査と梱包を行なっている（図表 C-8）。その結果、米沢事業場では日産で 50 台/人以上の生産性を実現している。アジア地域の ODM の生産拠点（台湾ベンダーの中国工場）では 1 日平均、15 台～20 台/人の生産性であるので、2 倍以上の生産性にまで上昇している。統合 SCM 生産革新では、棚卸資産の半減、LT の短縮<sup>19</sup>、固定費で 60 億円を削減している。

図表 C-7 セルラインの長さと言産性向上の推移



資料) NEC パーソナルプロダクツ(株)資料より筆者作成。

図表 C-8 現在のノート PC の生産ライン  
(3 人/1 ライン)



出所) 大河原克行〔2005〕より抜粋。

<sup>18</sup> 『日刊工業新聞』2006 年 6 月 8 日を参照。

<sup>19</sup> 企業向け PC の LT (受注から納入) で 1~3 日、店頭向け PC で 8 割弱の翌日配送カバー率を実現している（『日経産業新聞』2004 年 5 月 7 日などを参照）。

#### 4. 付加価値の取り込み—スマイルカーブとの関連

PCの組立工程は、スマイルカーブ<sup>20</sup>で見ると底辺の一番利益率が低いところにあたる。ノートPCの1台あたりの組み立てコストは一般的に2,000～3,000円台といわれている<sup>21</sup>。したがって、PCの組立生産を行なっているNECパーソナルプロダクツ株が利益を上げていくためには、①生産性の向上によるスマイルカーブ自体の底上げ、②組立工程以外の川上（部材）と川下（販売、保守サービス）にある付加価値を取り込んでいくしかない。同社は、①生産性の向上についてはこれまでに記述したようにトヨタ生産方式を導入して奮闘している。②の川下については、以前は開発生産拠点だった群馬事業場を保守サービス拠点に活用することで顧客満足度（CS）を向上させている<sup>22</sup>。その結果、2004年、2005年と『日経パソコン』で「サポートランキング」1位を2年連続で獲得している。同社では②の川上については、「内製化の推進」に取り組んでいる。同社では、1セルの人数を3人から2人に減らし、余った1人を従来は中国から調達していたモジュール部品（LCD）の組立の内製化に取り組んでいる。つまり、「加工費が加算されていない部品」を調達し、自社で組立てるということにより、固定費（1セルあたりの人員は3名のまま）を変えずに、部材のインライン化による部材調達費の削減に取り組んでいるのである。同社によるとこれは、加工費という社外に出していた「工数の無駄の取り込み」であるという。このようにPCの生産ライン（組立工程）へのRFIDの導入は、①の生産性の向上に寄与し、②のうち川下（部材）にある付加価値の取り込みを可能にさせるツールなのである。

本稿で取り上げたNECパーソナルプロダクツ株のように、製造業においてRFIDを生産ラインに導入する企業は今後増えてくるだろう。同社でのRFIDの活用は、2004年10月の「モノと情報の一元化」から2005年10月の「リアルタイムマネジメント」（RFID付電子かんばん）、2006年以降の「ライフサイクルマネジメント」（保守サービスなど川下、川上までトレース）と、領域が拡大している（前掲図表C-6）。

導入を決めた同社では、RFIDがサプライチェーン<sup>23</sup>における流通や在庫管理などに利用できる可能性だけでなく、作業の効率化、生産性の向上を達成し、自社のモノづくり競争力の強化のツールとして有効であることを示したといえる。加えて、RFIDのサプライヤーへの活用領域の拡大は、PCの生産においてNECパーソナルプロダクツ株内だけの部分最適から、PCのサ

<sup>20</sup> スマイルカーブとは、組立型製造業のプロセスを分解して、部品材料、組立て、流通・販売と分けて考えたときに、部品・材料や流通・販売プロセスの利益率が大きく、組立てプロセスの利益率が少ないという、付加価値を製造過程の流れに沿って図示したもの。台湾のエイサー（宏碁電腦）のスタン・シー会長がパソコンの各製造過程での付加価値の特徴を述べたのが始まりとされている。

<sup>21</sup> 後藤康浩、『勝つ工場』、日本経済新聞社、2005年、149ページより抜粋。

<sup>22</sup> 群馬事業場の取り組みについては、『日経産業新聞』2004年11月2日及び佐久間康仁、「日本全国の50%をカバーする保守サービスを提供—NECパーソナルプロダクツの群馬事業所見学ツアーレポート」（2004年7月20日）、ASCII24（<http://ascii24.com/>）、大河原克行、「NECパーソナルプロダクツ、群馬事業場見学記～生産拠点から大きく変貌」（「パソコン業界、東奔西走」、2004年7月28日）、PC Watch（<http://pc.watch.impress.co.jp/>）を参照願いたい。

<sup>23</sup> サプライチェーン(supply chain)とは、製造業や流通業において、原材料や部品の調達から製造、流通、販売という、生産から最終需要（消費）にいたる商品供給の流れである「供給の鎖」を指す。（「@IT情報マネジメント用語事典」より抜粋）

サプライチェーンにおける全体最適の追求への大きな方向転換であるといえるだろう。

RFID 自体の価格はまだ割高であるが、同社では再利用することでコストを従来のバーコード並みに引き下げている。再利用により RFID 自体の需要増加には疑問が残るものの、RFID の活用領域が製造業の生産ラインの中にも広がりつつあることは間違いないだろう。

## 5. おわりに

NECは、米沢事業場の近くにある「エヌワイデータ㈱」（山形県南陽市）でプリント基板を生産し、ノートPCの高級機種である「VersaPro UltraLite」の国内一貫生産を2005年12月から始めている<sup>24</sup>。PCは主要部品を社外調達（多くはグローバル調達）して組み立てる水平分業型のビジネスモデルである。水平分業型のビジネスモデルであっても、薄型・軽量・高機能なノートPCの高級機種のような製品では、国内生産の強みを十分に発揮することができるといえるだろう<sup>25</sup>。

NEC は個人向けパソコンの完成品の国内生産比率を引き上げるが、これを実現するには日本でのモノづくりによる品質向上という要素だけでは無理である。全社に及ぶ効率的な生産体制を構築することで、生産性でも海外の生産拠点と互角に競争できる力を持たなくてはならない。米沢事業場のような国内生産のメリットは、PC のライフサイクルや需要変動に、スピードを持って対応できることである。PC の原価に占める組立加工費は低いものである。PC の原価の大半は、部材の調達費である。したがって、安い労働力ということで中国に生産を移管してもあまり意味がないといえる。PC の生産は、商品のライフサイクルが短いことから、“すぐ立ち上げて、すぐ止める” こと、つまり工程間在庫や流通在庫を極力減らすことが非常に重要である。そして、それを米沢事業場で実現しているのが、トヨタ生産方式を導入した生産革新と RFID の導入などの IT ツールを活用した「NEC 流の生産革新」といえるだろう。

（調査研究部 近藤信一）

## 附記

本稿は、ヒアリング調査により得られた情報と資料に出版物などの文献情報を加味して筆者なりに解釈して付記したものである。解釈に誤りがあるとすれば、全て筆者の責任にあることを明記する。最後に、多忙にも関わらずヒアリング調査に協力いただいた方々に感謝する。

### 《主な参考文献》

WEDGE・モノ作り取材班 [2005]、「甦れ! 日本の現場力⑧ PC メーカーの将来を示す大量受注生産の進化系 <NEC パーソナルプロダクツ・米沢事業場>」、『WEDGE』2005年7月号、株式会社ウェッジ、88-89 ページ。

大河原克行 [2002]、「NEC カスタムテクニカ米沢事業場」訪問・わずか2年で生産性4倍に向上」、MYCOM ジャーナル、2002年11月12日。

<sup>24</sup> 『日経産業新聞』2006年4月20日を参照。

<sup>25</sup> 『日刊工業新聞』2006年3月23日を参照。

- 大河原克行 [2004]、「パソコン業界、東奔西走 NEC 米沢事業所はどう変化したか」、PC Watch、2004年2月17日。
- 大河原克行 [2005]、「パソコン業界、東奔西走 国内生産比率を85%まで引き上げる NEC ～中核生産拠点の米沢事業場を見る」、PC Watch、2005年11月21日。
- 木村知史 [2005]、「現場に生かす IC タグ」、『日経ものづくり』2005年5月号、日経 BP 社、89-96 ページ。
- 後藤康治 [2005]、「5 章 日の丸パソコンの挑戦」、『勝つ工場』、日本経済新聞社、138-170 ページ。
- 高作義明 [2006]、『最先端 パソコンメーカーの挑戦』、新星出版社。
- 中土井一光 [2004]、「多品種変量生産に対応し、より高度な生産革新を目指した NEC における RFID の適用実証実験事例のご紹介」(C&C ユーザーフォーラム&iEXPO 2004、2004年12月2日)の講演資料。
- 本田雅一 [2002]、「競争力強化を図る NEC、その秘密兵器は?」、ITmedia News、2002年11月12日。
- 若月新一 [2006]、「パソコン生産管理への RFID 導入事例」(第1回 RFID ソリューション EXPO、2006年6月30日)の講演資料。