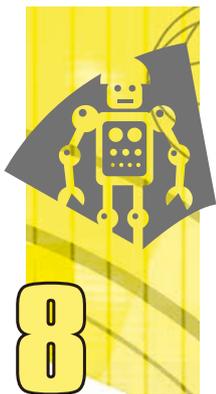


街とのかかわり

# 顧客を誘導するネットワークロボット

—ユビキタスマーケットシステム—



宮下敬宏 篠沢一彦 ■ ATR

## ネットワークロボット化された店舗内サービス

ネットワークロボット（以下 NR）は、ロボット単体のセンサだけでなく、環境中のセンサと連携することによって、単体ロボットの能力を超えるサービスを提供する。たとえば、商業施設等であれば、ロボットの死角となる交差点での衝突回避などを行い、安心・安全な道案内ロボットサービスができる。さらに、ロボット間連携により、単体ロボットの移動可能範囲を超えた案内サービス提供が可能となる。たとえば、1階と2階のロボットが連携して案内サービスを提供できる。

ロボットの移動が難しい小さな店舗内であれば、所要所に配置した小型ロボットが連携して商品の案内や推薦などができる。近年、デジタルサイネージの分野では、顔画像処理技術を利用して、性別や年齢を推定し、個人に応じて提示する映像を変える購買システムの導入が進んでいる。これらのデジタルサイネージを単体ロボットと捉えれば、将来的には、NR化することによって、顧客が見て回った商品間の関係などを利用して複数のサイネージ（＝ロボット）を連携させるサービスが期待できる。

個人に適したサービスを提供するには、個人をよく知ることが必要である。小規模店舗内であれば、興味のある商品、購買候補となり得る商品を、高い精度で推定し、その推定結果に基づいて、情報提供内容を変え、顧客を誘導することが求められる。このような効果的な情報提供は、NR化されたシステムにより実現できる。一方、個人の行動を、環境センサを含めた NR で計測し続けると、強く監視されている感覚を顧客に与える危惧がある。顧客が NR システムが

設置された店舗へ入店することを敬遠すれば、店舗が NR システムの導入を躊躇することになる。NR システムが街に導入されるには、NR システムの社会受容性も重要な検討項目である。

そこで本稿では、顧客誘導システムを NR 化した一例として、筆者らが研究開発している「ユビキタスマーケットシステム」について、その効果と社会的受容性調査結果について紹介する。

## 店舗内ネットワークロボットシステム

### ★ ユビキタスマーケット

ここでは、店舗内外の顧客の購買行動を計測するアンコンシャス型ロボットと、所要所に配置されたビジブル型ロボットやデジタルサイネージが連携する店舗内 NR システムの例として、筆者らのグループが研究開発しているユビキタスマーケット<sup>1)</sup>を紹介する。

ユビキタスマーケットは、ICT 産業の国際競争力強化、都市の国際競争力強化、地域再生・産業創造、以上の3つを目的として総務省が創設した「ICT サービスを開発・利用できる環境（ユビキタス特区）」の一環として、2009年に研究開発がスタートした。特区の対象となる都市は大阪市であり、実験環境としてコンビニエンスストアを模擬した店舗環境を大阪市此花区に構築した。この実験環境で、被験者による購買実験等を実施し、技術開発、効果検証、ビジネスモデル検討までを行った。

### ★ サービスイメージ

このユビキタスマーケット（以下、ユビマ）で検証対象となったサービスイメージを図-1に示す。ここで

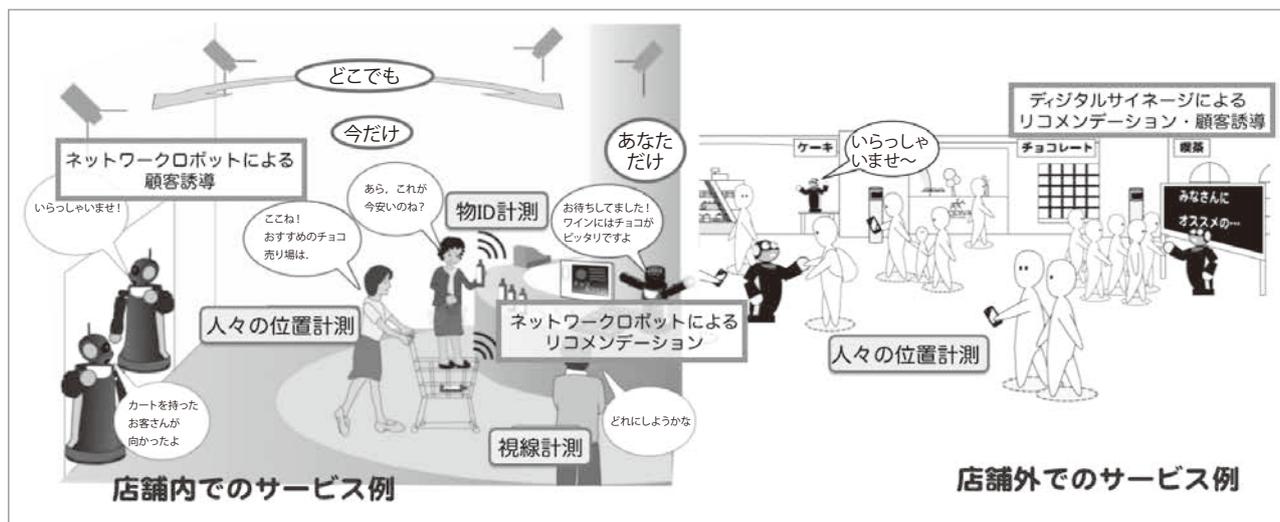


図-1 ユビキタスマーケットのサービスイメージ

は、以下の3つのサービスを対象とした。

### 1. 店舗内外でのリコメンデーションサービス

店舗内では顧客の位置・行動・視線など、店舗外では顧客の位置・行動などを購買行動としてセンサで取得・蓄積・解析し、顧客に対して適正な情報(あなた(たち)だけ、今だけの情報)を提供する。たとえば、商品の詳細情報や付加価値情報を提供することにより、顧客の購買行動を促進する。

### 2. 店舗内外での顧客誘導サービス

店舗内外で顧客の購買行動を取得・蓄積・解析し、店舗内では商品の場所などを、店舗外では店舗の場所や施設内設備の場所を、ビジブル型ロボットやデジタルサイネージ等の情報提供デバイスが分かりやすく案内する。

### 3. 店舗コンサルティングサービス

店舗内に一定期間、購買行動を取得するセンサ環境を設置し、従来 POS が対象としてきた実際の購買以前の顧客行動を取得・蓄積・解析し、商品配置や店員配置、動線の構築、タイムサービスなどに関するコンサルティングを実施する。

## ★ ユビマで用いる技術

ユビマでは、アンコンシャス型ロボットが、先のサービスイメージを実現するために、顧客の購買に関する情報を、位置計測技術、視線計測技術、環境情報構造化技術、以上の3つの技術で取得している。

### 1. 位置計測技術

複数のレーザ距離計でセンサから人(モノ)までの距離情報を取得し、それらを組み合わせることで人の位置と向きを高精度で計測する技術である。計測精度や限界性能等は、センサの数量・配置や計測する環境の特性(人の混み具合や柱の数など)に依存するが、これまでの実績では70人以上の同時計測を実際のショッピングモールの共有スペース(400平米程度の広さ)で6台のレーザ距離計によって行っている。

### 2. 視線計測技術

顔特徴点抽出後に眼球モデルにフィッティングさせることにより、利用者に特殊な装置を装着させずにキャリブレーションフリーで視線計測を実現する技術である。1つのカメラで同時に4人の視線計測が可能となっている。また、取得する情報は、映像ではなく、視線の角度情報のみである。もちろん、本技術はカメラを利用しているため、個人情報および社会的な受容性等に慎重な配慮が必要である。

### 3. 環境情報構造化技術

複数のセンサシステムで計測した人の位置情報、視線情報等を統合・蓄積し、統計的に解析することで、人がどこにいるのか(位置情報)、その人がどのような場所にいるのか(場所の意味)、その人がどのような行動をしているのか(行動の意味)、を抽出する技術である。

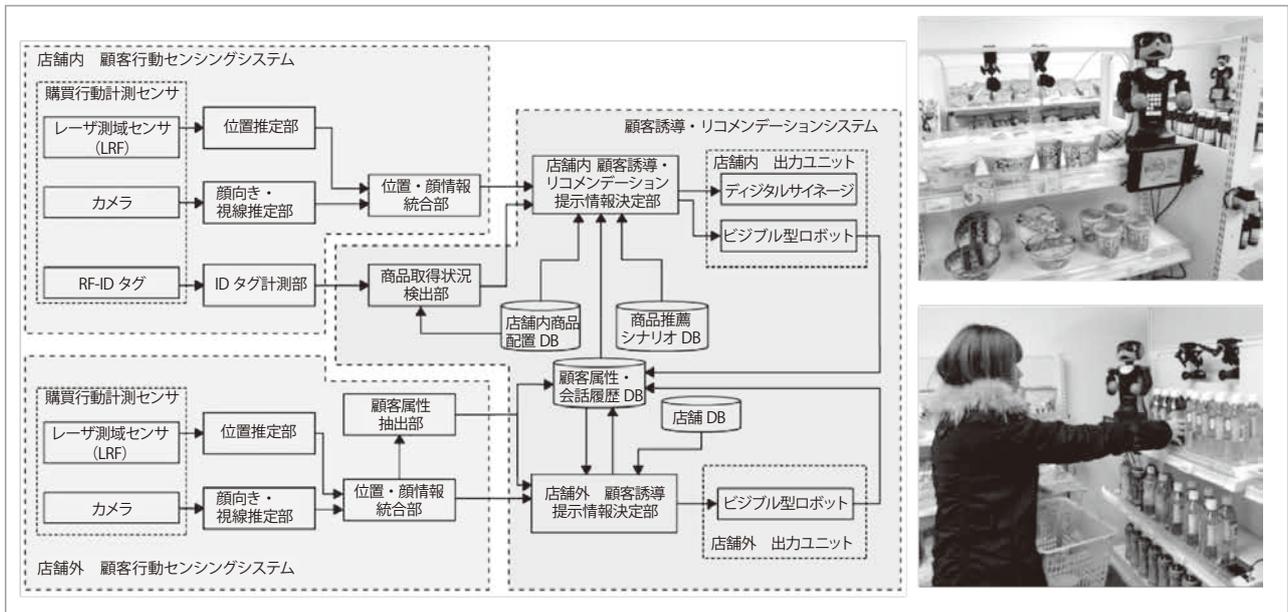


図-2 ユビキタスマーケットのシステム構成と外観

## ★ システム構成

ユビマのネットワークロボットシステムの構成を図-2に示す。ここでは、分かりやすさを優先し、アンコンシャス型ロボット（各種センサネットワーク）、バーチャル型ロボット（デジタルサイネージ）の表現を省いた。このシステムは、顧客行動センシングシステム、顧客誘導・リコメンデーションシステム、以上の2つに分けられる。顧客行動センシングシステムでは、店舗内外に設置するレーザレンジファインダ（LRF）とカメラで、顧客の位置、顔向き、視線等の情報を計測する。店舗内の商品にはシール型のRF-IDタグを貼り付け、商品を手にする行動の計測を行う。顧客行動センシングシステムの出力を受けて、顧客誘導・リコメンデーションシステムでは、計測された店舗内での顧客の行動に基づき、店舗内外に設置されたビジブル型ロボットやデジタルサイネージが、顧客に応じた商品の提案を行う。

## ユビマの効果

### ★ 顧客行動センシングシステムの評価

構築した顧客行動センシングシステムによって購買行動（位置追跡）がどこまで継続して計測できるのかを、被験者実験で評価した。顧客の店内での行動

の履歴に基づいて、適切な商品の推薦を行う際には、各顧客を入店時から同一の人として正しく追跡を行う能力が重要である。この目的のために十分な精度があることを検証するため、システムは入店時に各顧客に唯一のID番号を与え、それが退出時まで一貫して保持されるかどうかを調査した。被験者91人に対して、入店から退出まで途切れずに計測できた割合は86.8%であった。最後まで一貫した追跡ができなかった場合は、途中でシステムが一度顧客を見失い、10秒程度の後に再度システムが発見して、別のID番号を与える処理を行っていた。

### ★ 顧客誘導・リコメンデーションシステムの評価

顧客誘導・リコメンデーションシステムによって、ネットワークロボットシステムが顧客に与える物理的な影響を、被験者実験により評価した。

まず、ユビマが導入された仮想店舗において一般の被験者（120名）に顧客になってもらい、ビジブル型ロボットとデジタルサイネージで商品を推薦する場合と推薦しない場合で、対象商品の売上を比較した。その結果、推薦しない場合に比べて、推薦することによって売上が2倍以上になることが示された<sup>2)</sup>。

次に、推薦するルールについて評価するため、一般の被験者（120名）の購買行動記録から、店舗内

で顧客がよく立ち止まる場所をゾーニングした。この立ち止まる場所の時系列に基づいて、次に立ち止まる可能性の高い場所を推定し、ビジブル型ロボットとデジタルサイネージで関連商品を推薦する手法を提案し評価した。被験者(25名)の実験から、推薦に注目した17件のうち、13件で顧客は推薦先を訪れ、推薦を行わない場合とは異なる行動をとっていることが確認できた<sup>1)</sup>。

### ユビマの社会的受容性

ユビキタスマーケットの社会的受容性について、先の評価実験に参加した一般被験者(120名)を対象にアンケートで調査した。その結果の一部を図-3にまとめる。

店舗にセンサなど計測機器を設置し、顧客情報を収集することに対する受容性は、計測機器については、普通、あまり気にならない、まったく気にならないと回答した人が全体の88%であった。また、計測に対する印象は、普通、少し安心、非常に安心と回答した人が全体の97%であった。これらの結果から、このような計測機器は見守られている(≒監視されている)という安心感を与え、肯定的に受け入れられていることが分かった。

また、このようなサービスのニーズについてもあわせて調査をしたところ、店舗内のロボットには「楽しさ」、店舗外のロボットには「信頼感」が必要であることも明らかになった。

### ユビマ社会の実現に向けて

店舗でのネットワークロボットシステムを紹介した。社会的受容性の調査結果を見ると、ユビマによって

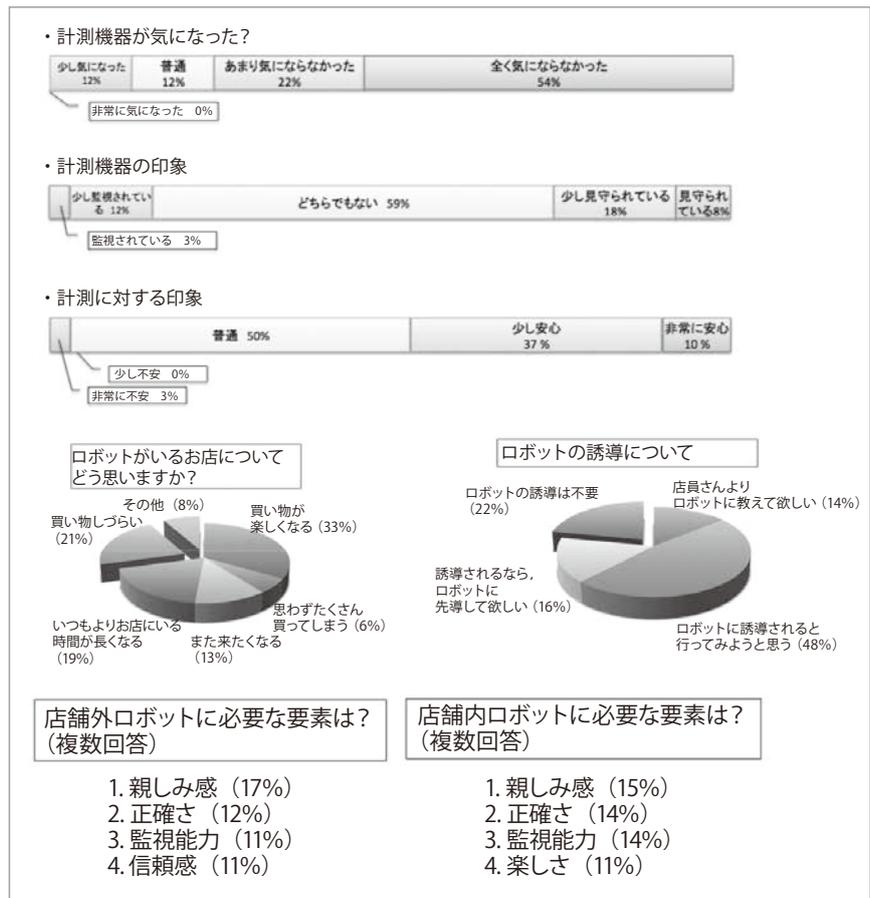


図-3 ユビマの社会的受容性調査

買い物が楽しくなる、思わずたくさん買ってしまう、という意見もあることが分かった。後者が必ずしも消費者にとってよいことではないが、リアルな店舗に行くことが楽しくなるサービスは社会的ニーズが高く、街や人々の活性化が期待できる。

#### 参考文献

- 1) 城所宏行, 亀井剛次, 篠沢一彦, 宮下敬宏, 萩田紀博: 店舗内での顧客の停留領域系列に基づいたロボットからの商品推薦, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J95-D, No.4, pp.790-798 (2012).
- 2) Kamei, K., Shinozawa, K., Ikeda, T., Utsumi, A., Miyashita, T. and Hagita, N.: Recommendation from Robots in a Real-world Retail Shop, in Proc. of 12th International Conference on Multimodal Interfaces (ICMI2010) (2010). (2013年4月20日受付)

宮下敬宏 miyasita@atr.jp

2000年大阪大学院工学研究科博士後期課程単位取得退学。博士(工学)。ATR 知能ロボティクス研究所ネットワークロボット研究室長。

篠沢一彦 shino@atr.jp

1988年慶大・工・電気工卒業。1990年同大学大学院修士課程修了。博士(情報学)。ATR 知能ロボティクス研究所インタラクティブシステム研究室長。