
街角ロボット

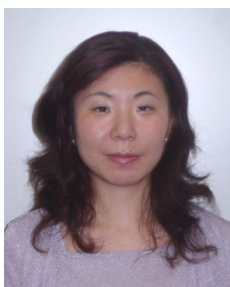
富士電機システムズ 株式会社 関西支社

■ 執筆者Profile ■



高畑 達

1981年 富士電機製造（株） 入社
富士ファコム制御（株） 出向
計算機制御システムの開発設計を担当
1997年 富士電機（株）
情報システムの提案，応用研究を担当
2001年 富士電機（株） 関西支社
自治体等公共分野を担当
2003年 純粋持株会社制へ移行
現在 富士電機システムズ（株）
関西支社 Aプロジェクト推進部所属



永尾 典子

2001年 富士電機（株） 契約
2003年 純粋持株会社制へ移行
現在 富士電機システムズ（株）
関西支社 Aプロジェクト推進部所属

■ 論文要旨 ■

低迷した経済の再生を目指し、関西では関西経済連合会が中心となって地域活性化に取り組んでいる。ロボットもその取り組みの一つであり、当社でも新しい社会インフラとして『街角ロボット』を提案し、安全、安心で快適な街づくりに貢献する新たなビジネスを創出する。これは街なかの自動販売機を環境埋め込み型ロボットとしてネットワークで接続し、街と人とのインタフェースとすることで、街のあらゆる情報・状況を収集し、そこから適切な判断を発信して街角見守りシステムを実現するものである。データセンターでは、街角ロボットから収集された街の情報がデータベース化され、情報エージェント機能では街角ロボットを通して、利用者、住民へ適切な情報提供や誘導をおこなう。また、ワイヤレスメッシュネットワークやアドホック通信を利用することで、フレキシブルで運用費の軽減が可能な新しい社会インフラとしてのネットワーク網の構築をおこなう。

■ 論文目次 ■

1. はじめに	《 4》
2. 「ロボット」への取り組みー今, なぜロボットなのか?ー	《 4》
2. 1 関西の経済再生にむけて	
2. 2 ロボット産業の変化	
3. 『街角ロボット』のねらいー安全, 安心で快適な社会の実現に向けてー	《 5》
4. 実現に向けて	《 6》
4. 1 自動販売機活用の有用性	
4. 2 システムの特長	
4. 2. 1 システムの基本機能	
4. 2. 2 ネットワーク網の構成	
4. 2. 3 街角見守りシステム	
4. 2. 4 愛知万博における実証実験	
5. 『街角ロボット』の社会的意義及び波及効果	《 12》
6. 今後の課題	《 13》
7. おわりに	《 14》
付 録	《 16》

■ 図表一覧 ■

図 1 『街角ロボット』	《 5》
図 2 ワイヤレスメッシュネットワークで自動販売機を接続した実施例	《 7》
図 3 『街角ロボット』による安全な街 (防犯)	《 8》
図 4 『街角ロボット』による安全な街 (防災)	《 9》
図 5 『街角ロボット』による快適な街 (観光)	《 10》
図 6 ライフポッド外観イメージと機能	《 11》
図 7 ライフポッドによるデモ (道案内)	《 12》
図 8 富士電機システムズ(株) スーパー防犯灯	《 16》
表 1 将来のロボット市場	《 14》

1. はじめに

当社は、社会・産業のインフラ構築のエキスパートとして「S/S（ソリューション／サービス）」を提供する会社であり、社会インフラにおいて新しい価値を創造するために、新しい技術の追求とエキスパートとしての研磨を重ね続けている。

本論文では、豊かな生活環境のための社会インフラ実現に向けて、安全、安心で快適な生活を提供する『街角ロボット』の開発計画について述べる。

2. 「ロボット」への取り組み—今、なぜロボットなのか？—

技術の発展だけではなく、経済低迷という厳しい現実や少子高齢化など多様な問題に社会が直面したことから、日常におけるロボットとの共生が、この現代に実現可能な「未来」生活として描かれつつある。

ロボットへの期待が、なぜここまで高まったのか？関西における取り組み、ロボット産業の変化という視点から、その背景を述べる。

2. 1 関西の経済再生にむけて

ここ数年関西の地盤沈下が激しいといわれたことから、関西では関西経済連合会が中心となって、地域活性化の方向が示された。「関西経済再生シナリオ」（1999年）、関西産業競争力会議における重点行動計画（2002年）では、バイオ、IT、ロボット、観光などが地域を活性化させるものとして取り上げられたが、中でも多くの技術の集大成であると同時に、大企業と中小企業が連携して開発できる産業であるという点から、ロボットに注目が集まった。ロボットの実用化に向けて現在では、企業、大学などが効果的な連携を図り、国家政策として明確に位置付けられるよう取り組んでいる。

2. 2 ロボット産業の変化

我が国のロボット技術は1970年代から自動車産業、電機産業という製造業の分野において、ものづくりへの貢献という点から成熟してきた。しかし、半導体技術の発展によって情報処理高速化や各種通信技術の高度化という時代に移行したこと、現代社会が多様化するにつれてそれに応えうるロボットが期待されるようになってきたことから、従来の「単体ロボット」だけではなく「ネットワーク接続型ロボット」（以下、ネットワークロボット）への実現性が高まった。現在では、これらのロボットから得られる様々な情報を共有、協調させることで、人間にとって快適な環境を自律的に形成できる「人間協調・共存型ロボットシステムの構築」を目指す動きが盛んになってきている。

3. 『街角ロボット』のねらいー安全、安心で快適な社会の実現に向けてー

前項で述べたように、社会情勢の変化とネットワークロボットの実現性が高まる中、当社は新たな情報技術活用として『街角ロボット』の開発に取り組んでいる。これは図1に示すように、街なかの自動販売機を簡易型の環境埋め込み型（人間共生型）ロボット（以下、『街角ロボット』）とみなし、街に埋め込まれたアンコンシャスな社会インフラという観点から、街のロボット化を考えるものである。

この『街角ロボット』は街なかのインタフェースとして、犯罪や災害など周囲の状況認識、判断する機能を持つだけでなく、異変を検知した『街角ロボット』がネットワークに接続されている他の『街角ロボット』と通信し、情報を共有、連携することで最適な状況判断や処理を導く。すなわち『街角ロボット』がノードとしてつながることで、一つの「街角見守りシステム」を可能にしようとするものである。それによって、都市空間や市街地、住宅街などの比較的広い地域において、街が「マインド」（サービス精神や正義感など）を持ち、住民や来訪者に対して安心、安全（防犯・防災）で快適な生活（観光など）を提供するものとする。

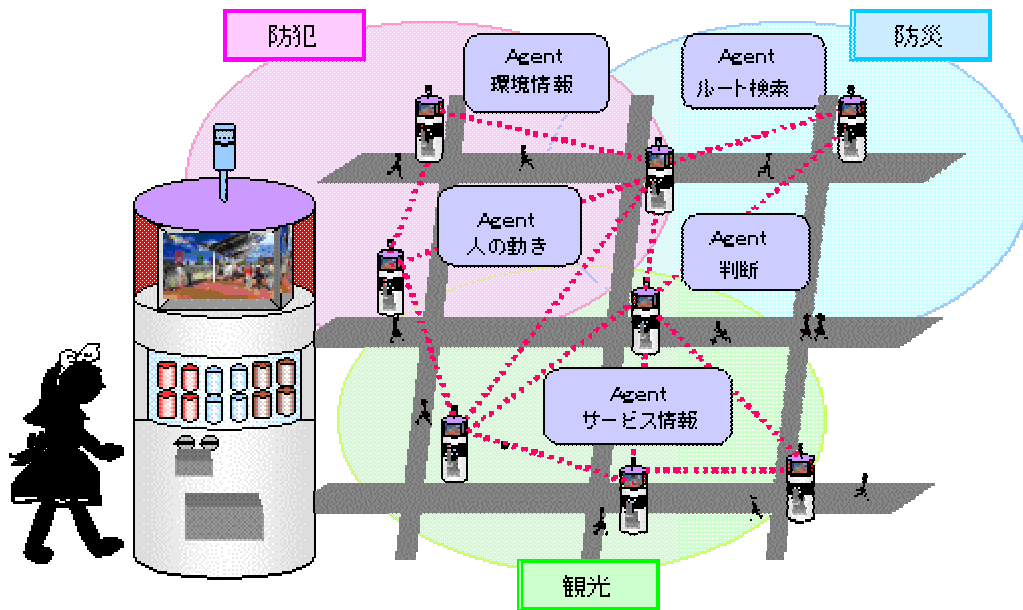


図1 『街角ロボット』

4. 実現に向けて

『街角ロボット』の実現にあたり、街なかの自動販売機を用いることの有用性や、それによって期待される機能、及び実現にあたって求められる技術などについて次に述べる。

4. 1 自動販売機活用の有用性

飲料など商品を販売する機械であった自動販売機も、いまや様々な機器やシステムとネットワークを組むことが可能となり、在庫管理システムやキャッシュレス対応など利用者により新しい価値を提供するようになってきた。

革新的な流通システムの担い手となりうる自動販売機は、2003 年末現在、飲料自動販売機だけでも全国で 2,609,300 台普及している。

また自動販売機は、販売合理化機器としてだけではなく、消費者にとってより高度なサービスを提供するインテリジェント機器としての機能拡大が期待されており、新しい社会インフラにおいて最も実現に近い街なかのインタフェースといえる。

そこで『街角ロボット』には、以下の項目を基本機能としてもたせる。

- ①対人コミュニケーション機能：個人認識，対話，表示（テロップ，画像）など
- ②周辺環境の計測機能：
異常音の識別，排気ガス濃度，温度，湿度，異常検出時の周辺画像など
- ③通信機能：無線通信（ワイヤレスメッシュネットワーク）

4. 2 システムの特長

4. 2. 1 システムの基本機能

防災・防犯分野，サービス分野，環境計測分野，高齢者・障害者対策分野，道路交通分野など，各アプリケーション向けのサービス提供サーバやデータセンター（IDC）が必要となる。そのシステムの基本機能には，以下のものをあげる。

- ①各『街角ロボット』の分散したメタ情報から必要な情報を収集，状況判断し，各『街角ロボット』に対して適切な指令を発信する情報エージェント機能
- ②シティインフォメーションデータベース
市街地，商店街や大規模アミューズメントパークなどにおける『街角ロボット』の設置環境と位置，地図情報との連携，施設や商店の位置に関する情報，催し物，混雑状態に関する情報など
- ③環境，状況データベース
周辺環境の計測機能（センサー，カメラ）で収集したデータのデータベース
- ④サービス情報データベース
視覚状況，サービス対象となる個人の状況，サービスの遂行状況など

4. 2. 2 ネットワーク網の構成

市街地全体のインフラネットワークとしては，ネットワークが脆弱ではなく，安価でなければならない。そこで以下の対応を考える。

(1) ワイヤレスメッシュネットワーク

脆弱ではないネットワークとしては、ワイヤレスメッシュネットワークの使用が考えられる。ワイヤレスメッシュネットワークとは、災害などで既存のインフラが破壊され、メッシュを構成するノードの一部が破壊されたとしても、残りのノード間で通信を維持することが可能なネットワークである。また独自ネットワークを構築するために、有料公衆回線のように災害時にパンク状態になることや、運用時の回線費用がかかることがない上に、近年整備されてきている地方自治体の地域イントラネット網と接続することで、より地域の事情にあったネットワークとして活用できる。

『街角ロボット』が図2に示すようなネットワークを用いれば、『街角ロボット』間を巡るエージェントが派遣され、分散した情報も総合的に判断される。すなわち、『街角ロボット』をワイヤレスメッシュネットワークで互いに通信することで、市街地全体の状況の変化が理解され、適切な支援やサービスが提供されるのである。

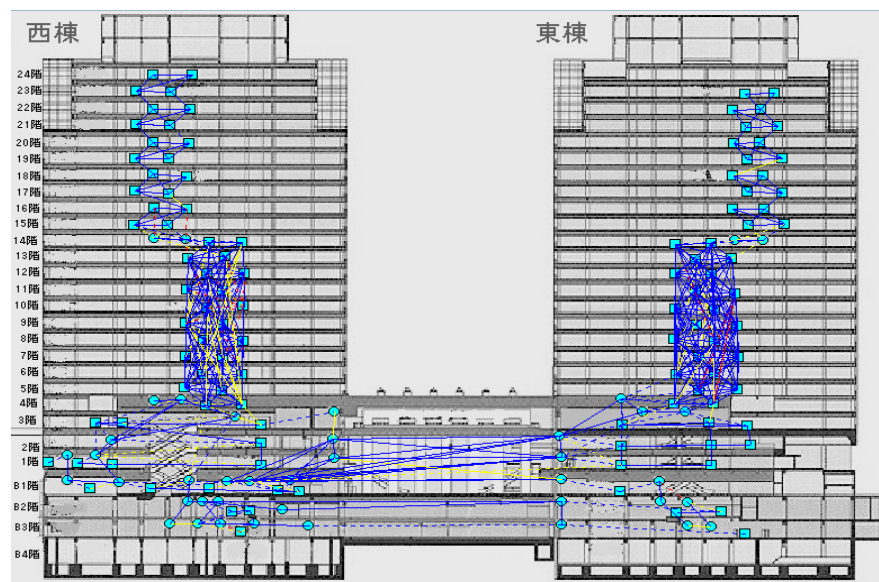


図2 ワイヤレスメッシュネットワークで自動販売機を接続した実施例

(2) アドホック通信

利用者から地理的に離れたサービス提供端末群と、移動しながらサービスを利用したいと思う利用者をつなぐ仕組みとして、アドホック通信の利用を考える。

アドホック通信は汎用的な個人識別方式とは異なり、下記のような性質を持つ。

- ①サービス内容にもとづき時間的制限を設けることができる
- ②サービス内容にもとづき空間的制限を設けることができる
- ③多くのサービスにとって識別子を詐称するメリットが薄く、個人情報を盗む、あるいは金銭的利益を得ることにつながらない

街なかでレストランまでの道を案内するのであれば、識別子の有効期限は数時間もあればよいものであり、案内する距離が歩いていけるような場所までであれば、その有効範囲は半径数キロメートルで十分と考えられることから、『街角ロボット』にとってアドホック通信は有効である。

また利用者は、いずれかの端末で特定のサービスを利用開始する際に識別子(ID)を受け取り、移動後に別の端末に対してその識別子を入力すると、その端末は利用者がこれまで受けてきたサービスを把握し、適切にサービスの続きを提供することが可能となる。

このように、サービスの持続した提供も、アドホック通信によって安価なネットワークとして実現するのである。

4. 2. 3 街角見守りシステム

『街角ロボット』を通して今後、安全、安心で快適な街づくりを目指す上で、次のような街角見守りシステムを考える。

(1) 安全な街（防犯）

図3に示すように、『街角ロボット』が現場を記録し環境の変化を調査すると共に、街の意思として人を安全な場所へ導く。

子供 「変な人が後をつけて来る！ どうしよう？」
街角ロボット 「その角を曲がると人通りの多い場所に出るよ。通報はしておいてあげるから。しばらく歩いたらまた自販機に声を掛けて！安全な場所に案内してあげる。」

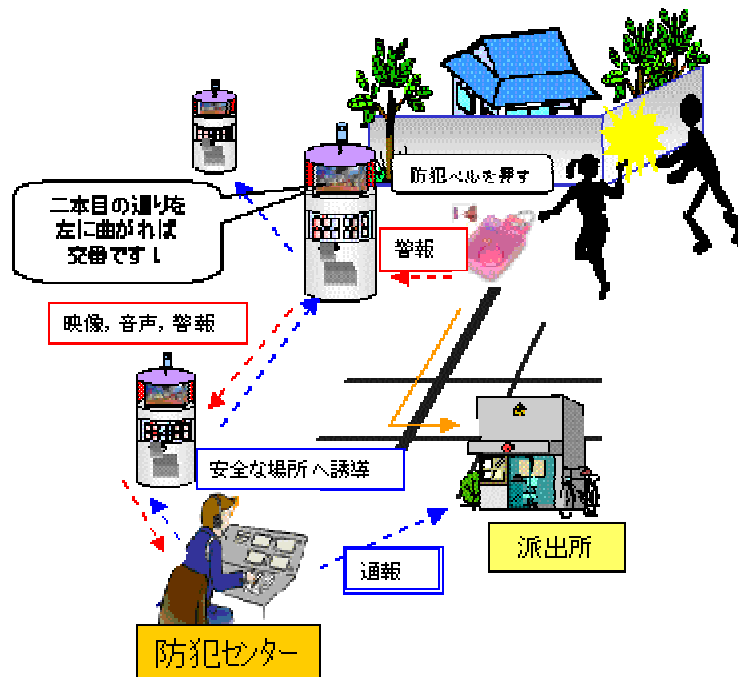


図3 『街角ロボット』による安全な街（防犯）

- ①緊急通報や防犯ブザーが押されると周辺の『街角ロボット』が作動する
- ②作動した『街角ロボット』は、現場を記録するだけでなく、人の移動に伴って適切な『街角ロボット』が環境の変化に対応する
- ③『街角ロボット』が把握した映像、音声及管理センターへ伝わり、管理センターか

ら警察に通報される事で現象（犯人）の特定に寄与すると共に、保護が必要な個人に対しては、より安全な場所へ誘導する

(2) 安全な街（防災）

図4が示すように、災害時に『街角ロボット』は集団の避難誘導を実行すると共に、被災地情報を収集する。

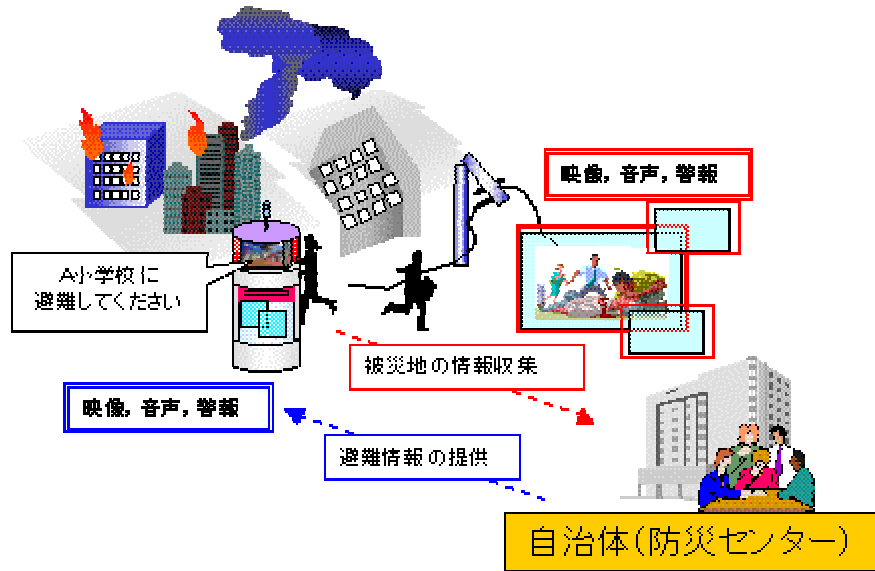


図4 『街角ロボット』による安全な街（防災）

- ①防災センターは各地域に適切な避難情報を発信し、住民は『街角ロボット』を通して情報を享受できる（避難警報、避難先、支援情報など）
- ②環境が異変した際には（衝撃音、爆発音、煤煙など）、その変化を検出すると共に、被災地では周辺の情報を収集して、防災センターにその情報を提供する

(3) 快適な街（観光）

『街角ロボット』は、個人が携帯している機器（携帯電話、電子手帳、IC カードなど）から性別、年齢、趣味、嗜好などに合った情報サービスを個人に提供する。

街角ロボット「今日は〇〇寺、〇〇通りの桜が満開です。」

街角ロボット「今日から 1 週間、三丁目のデパートでバーゲンをやっていますよ。」

図5のように観光客にも、『街角ロボット』のサービス（観光情報の提供など）を通して、快適な街が提供される。

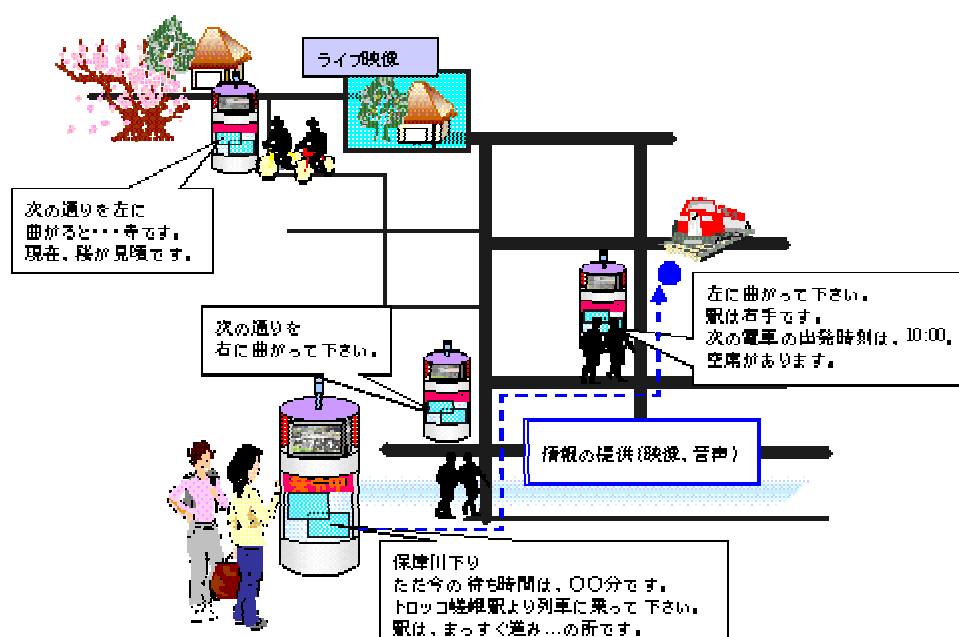


図5 『街角ロボット』による快適な街（観光）

- ①『街角ロボット』が、観光地に関する情報（料金、開館時間、混雑状況など）や交通情報などを提供する
- ②観光の目的だけでなく、その人の趣味や嗜好に合った情報を『街角ロボット』は提供する

このような街の意思（サービス精神）が、個人を導くことで快適な街の実現を目指す。

4. 2. 4 愛知万博における実証実験

当社の提案が、「環境型ロボットの研究開発」という研究テーマで、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「次世代ロボット実用化プロジェクト（プロトタイプ開発支援事業）」に採択された（2004年5月）。開発は平成16年度から17年度にかけておこない、実証実験のためのデモは、2005年愛・地球博（以下、愛知万博）の会場にて2005年6月7日～20日の期間中に実施する。

環境型ロボット（以下、ライフポッド（**図6**））とは、他の支援ロボット（ATR 製ロボビー）と連携して万博会場の情報を提供するなど、愛知万博に適応させた『街角ロボット』である。

この実証実験では、1つのライフポッドが利用者にサービスを提供するのではなく、通信機能を持つライフポッドが、他のライフポッドや支援ロボット（ATR 製ロボビー）に対して、サービス内容やサービスを受ける個人に関する情報を通知することで、利用者が移動しながらもサービスが提供されることを確認する。

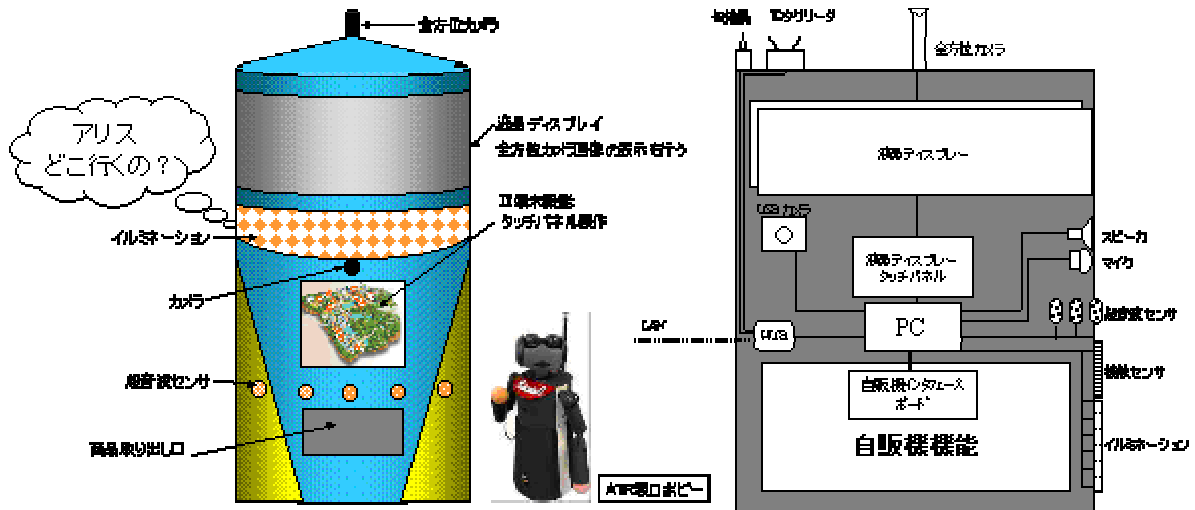


図6 ライフポッド外観イメージと機能（デザイン検討中）

実際のデモでは下記を評価項目としてかけ、**図7**のようなサービスの提供を考える。

(1) 実証実験での評価項目

- ①人とのコミュニケーション機能評価
(RFIDによる個人識別, 会話, 表示: 即時性, 応答性)
- ②サービスコンテンツの可能性
- ③サービス別のサーバ管理形態と情報セキュリティ
- ④ロボット間 (ライフポッドーライフポッド, ライフポッドー支援ロボット) の連携機能
(誘導, 案内, 状況判断による指示: 即時性, 応答性)
- ⑤ワイヤレスメッシュネットワークの通信性能評価
- ⑥利用者に与えるインパクトの調査

(2) ライフポッドによるデモ (道案内)

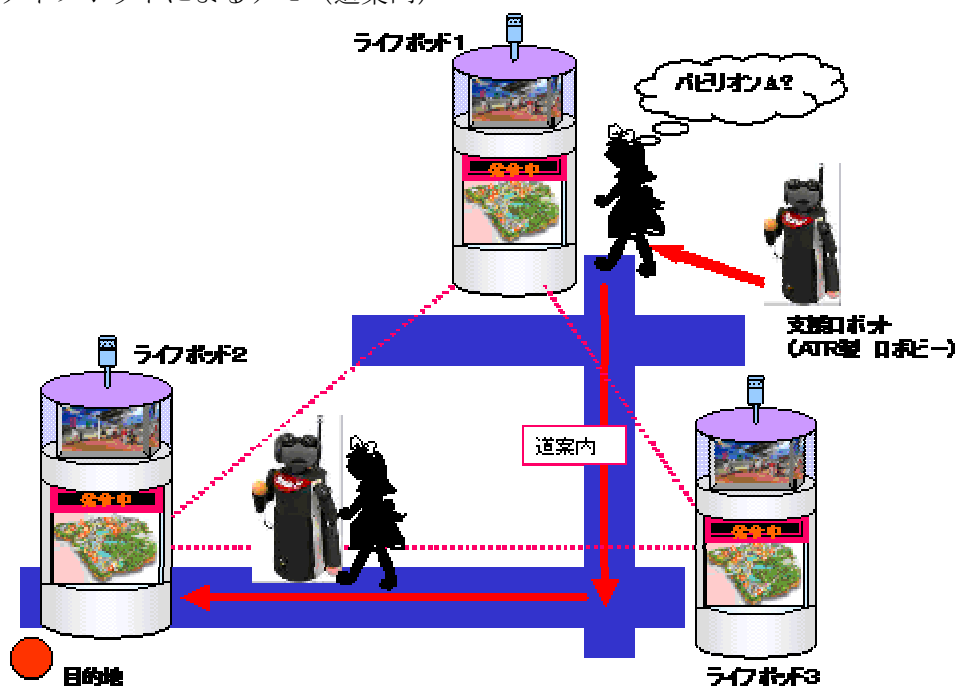


図7 ライフポッドによるデモ (道案内)

- ①支援ロボットが体験者をライフポッドに誘導
- ②ライフポッドが目的地までの道案内をおこなう
- ③支援ロボットが体験者を目的地 (他のライフポッド) へ誘導
- ④目的地のライフポッドでは、体験者が必要とする情報が提供される

5. 『街角ロボット』の社会的意義及び波及効果

『街角ロボット』は単なる情報インフラではなく、街の意思、公共の意思と市民生活をつなげるということから、以下の分野に経済効果をもたらす。

(1) 防災, 防犯分野

『街角ロボット』は、地域に分散している環境状況などを協調判断して、動的に地域最適化の実現を図ることから、災害、犯罪が生じた際には、市民に対してより安全、安心な環境を提供する。

警察庁においても、「安全・安心まちづくり」のコンセプトの中で、街頭犯罪多発地域を中心に街頭緊急通報システム（スーパー防犯灯（付録1参照）、子供緊急通報装置）の整備を推進しており、平成16年度国家予算では、街頭犯罪、侵入犯罪対策推進（4,994百万）が盛り込まれた。また、防犯設備産業の市場規模は平成12年度に1兆円台にのり、今後も拡大が続くと考えられている。

(2) サービス分野

観光や商店の案内、市民、来訪者の誘導などのサービス、時には『街角ロボット』自体が現実世界を利用したロールプレイングゲームを提供する。

街頭・店頭設置の多機能情報端末の市場予測は2005年：1.65兆円、2010年：2.67兆円である。

(3) 環境分野

排ガス集中，騒音を監視し，街自体が自分の環境を維持しながら，市民と共存する。

(4) 高齢者，障害者対策分野

高齢者，障害者など社会的な弱者に対して，危険場所の指示や注意の喚起をおこなう。また街自体がその存在を理解し，保護や家族への通知，周辺者に対する指示などもおこなう。

ユニバーサルデザインの市場規模は現在，約1兆円である。今後も年10%程度の割合で成長し続け，高齢化がピークに達する2025年には，約16兆円市場に拡大すると予想される。

(5) 道路交通分野

交通渋滞緩和のために車両を誘導する信号機，ラッシュアワーを緩和する電車のダイヤグラム，行列のできないタクシーなどを街の意思として実現する。

(6) ユビキタス社会

すでに情報インフラのベースとして形成されつつある超高速基幹回線や，広帯域のLAN，G3からG4へと進化していく携帯電話によって「いつでも，どこでも，誰とでも」，「街のあらゆる場所で情報を入手する」ことは可能となりつつある。『街角ロボット』も，広域センサネットワークによって街のあらゆる場所から，よりリアルな情報を発信することで，情報インフラの一形態を形成するものと考えられる。また，従来のスタンドアロンで機能を果たしていた装置，あるいはネットワークに接続されていても限られた目的にしか使われていなかったシステムに替わって，複数の異なる目的をもった機能やシステムが連携し，より付加価値の高いタスクを実行することも可能となる。

街全体を制御する『街角ロボット』は，事業所のLANやホームネットワークの家電機器と，また職場や家庭に導入されるロボットサービス（ホームロボットなど）と連携して，さらに高度な環境へと進化し，それに伴って通信機器や接続される機器の市場に大きな波及効果をもたらす。

6. 今後の課題

ロボットへの取り組みが盛り上がるにつれて，ロボットの相互運用性という問題に直面する。ロボットが提供するサービスを簡単，より便利に利用できる社会を実現するために，そして何よりもロボットによるサービスを早く普及させ定着させるために，相互運用性は今後の大きな課題となるだろう。プロトコルの統一，言語の問題など，より早い解決が望まれる。

またアプリケーションの市場では，各サービス向けの中ドルウェアの開発やアウトソーシングによる情報管理センターサービスの提供，セキュリティ機能の充実や既設のネットワーク網との相互通信（連携）サービスが必要になり，新たな社会インフラ構築での市場開拓が必要とされる。そして，その市場でビジネス展開をするには，下記の点が課題と考えられる。

①実用性

ユーザのさまざまな利用環境を想定し，十分に実用に足るレベルに達する必要が

ある（誤動作しないことなど）。

②運用性

使い勝手，利用価値，使用制限の少ないことなど，利用シーンと利用者を意識し商品化の考え方と運用形態（運用組織）を明確に定義できることが必要である。

③人とのコミュニケーション性

設置環境の中に違和感なく溶け込み，「癒し」「遊び心」「快適さ」などの観点も含め，より自然に利用者とコミュニケーションが取れる必要がある。

④事業性

新事業を立ち上げるうえで，各利用分野における企業連携（地域での戦略的なパートナー連携）や社会インフラとして国の機関，自治体，地域コミュニティとの連携による事業構成や事業の取り組みが必要とされる。

7. おわりに

政府の第7次都市再生プロジェクトとして関西を次世代ロボットの国際拠点とする構想が2004年4月に決定された。

またネットワークロボットの実現により，21世紀の新たなビジネス創出に期待がよせられるだけでなく，新たなライフスタイルの実現などにも期待がよせられることから，表1が示すように将来のロボット市場に対する国や業界の期待も高い。

表1 将来のロボット市場

算出元	期待される市場
総務省「ネットワーク・ロボット技術に関する調査研究会」	約20兆円（2013年）
経済産業省「次世代ロボットビジョン懇談会」	約8兆円（2025年）
日本ロボット工業会	8兆円（2025年）

21世紀，日常生活の中で人間と共生するロボットの実現を目指して，我々は夢を描いてきた。確かに人に「未来」を実感させるヒューマノイド系ロボットは高度な技術に対する挑戦であり大いに注目されるが，社会での実用化までにまだ数年を要することも事実である。その点でも，ネットワークロボットのように環境に埋め込まれたロボットが，より早く豊かな社会を目指して社会の発展に貢献しうることが大いに期待されることである。

より豊かな社会，すなわち人々が安全な街で，安心して快適に暮らせる社会。『街角ロボット』の開発を通して，今後も社会インフラに新しい価値を創造していきたいと考える。

参考文献

1. 社団法人 関西経済連合会 HP：次世代ロボット産業拠点の形成
http://www.kankeiren.or.jp/katudou_sangyou2.html
2. 社団法人 日本ロボット工業会 HP：日本のロボット産業
<http://www.jara.jp/>
3. 日本自動販売機工業会 HP：自販機普及台数
<http://www.jvma.or.jp/>
4. 警察庁 HP：緊急治安対策プログラム，予算
<http://www.npa.go.jp>
5. 日経新聞，三菱総合研究所：“21世紀の新技术・新市場フロンティア調査”
(1998.10)
6. 経済産業省HP：ユニバーサルデザイン
<http://www.meti.go.jp/report/data/g00828bj.html>

付 録

1. スーパー防犯灯 (図8)

平成15年度の刑法犯認知件数(約279万件)は前年度に比べてやや減少したとはいえ過去10年間で100万件も増加していることから、増加の傾向が転じたとはまだいいがたい。その街頭犯罪の手口についても、凶悪化の途にある。

これらの現状に対応して、警視庁は『緊急治安対策プログラム』(2003年8月)を発表し、犯罪抑止のための取り組み(「安全・安心まちづくり」のためのスーパー防犯灯の普及など)を提唱した。しかし身近な場で発生する犯罪に不安はますます増大し、過去の「神戸須磨児童連続殺傷事件」(1997年5月)や「大阪教育大学附属池田小学校児童殺傷事件」(2001年6月)を記憶から払拭するものではないのが現状である。



図8 富士電機システムズ(株) スーパー防犯灯