

# 第3世代携帯電話と連携する掃除ロボット

Vacuum Cleaner Robot Operated in Conjunction with 3G Cellular Phone

飯坂 仁志 吉田 敏之

■ IIZAKA Hitoshi

■ YOSHIDA Toshiyuki

部屋中を動き回って自動掃除をしてくれる掃除ロボットが既に商品化されているが、家庭で役立つロボットとして掃除ロボットに対する消費者の期待は大きいものの、今のところ、性能と価格の両面で消費者が満足する商品レベルには到達していない。

東芝テック(株)は、長年培ったクリーナ開発の実績と経験を生かして、クリーナをロボット化した商品の開発を進めている。また、掃除ロボットの機動性を利用した新サービスの開拓も進めており、テレビ電話が可能な第3世代携帯電話(以下、3G 端末と略記)と連携することによって、宅内モニタリング機能や異常通知機能が実現できるようになり、掃除ロボットの市場拡大が期待できる。

A vacuum cleaner robot that automatically moves around and cleans a room has already been commercialized. However, consumers have high expectations regarding the usefulness of such a robot in the home, and it has not reached the level of consumer acceptance in terms of both functionality and price.

Toshiba TEC Corp. is working on the robotization of a vacuum cleaner based on the company's many years of accumulated achievements and experience in vacuum cleaner development. We are also developing new services making use of the vacuum cleaner robot's mobility. A monitoring function and an alarm function can be realized by operating the robot in conjunction with a third-generation (3G) cellular phone with TV phone capability. This is expected to further expand the market for vacuum cleaner robots.

## 1 まえがき

これまでに“掃除ロボット”と呼ばれる商品が、複数のメーカーから販売及び試作品の発表が行われているが、東芝も Electrolux by TOSHIBA シリーズの製品として、エレクトロラックスロボットクリーナ(愛称: Trilobite<sup>TM</sup>(注1))を2002年10月から国内販売している。しかし、機能・性能と価格の両面で、広く消費者に受け入れられる商品レベルにはまだ達しておらず、現時点での売上規模は大きくない。生活分野で役立つロボットとして、人間と同じレベルの掃除を期待している消費者は多く、東芝テック(株)では消費者が満足できる掃除ロボットの実現を目指し、長年培ったクリーナ開発の実績と経験を生かして、掃除ロボットの商品開発を進めている。

一方、掃除ロボットの移動走行機能は、ほかの家電製品が装備していない特徴的な機能である。そして、掃除ロボットがネットワークと接続すると、外出先から遠隔操作ができるホームロボットとして、様々なアプリケーションの展開が期待できる。そこで、最近急速な契約数の伸びを示している3G 端末に着目し、3G 端末と連携した新しいサービス機能の開拓を進めることで掃除ロボットの付加価値を高め、市場拡大を狙っている。

(注1) Trilobiteは、Electrolux社の登録商標。

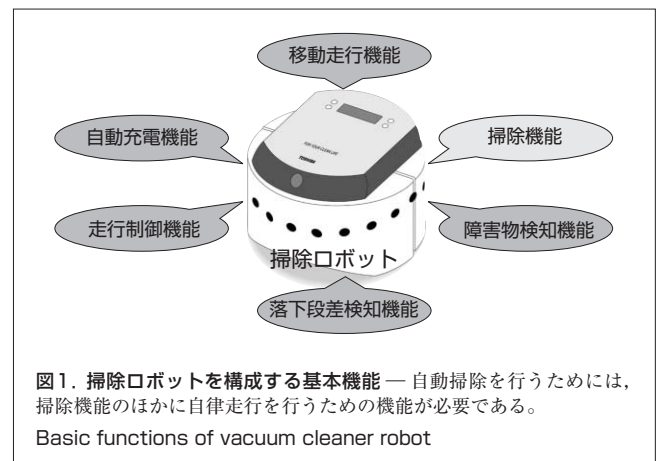
ここでは、ベースとしている掃除ロボットの基本機能、3G 端末とネットワーク接続するための機能拡張、そして3G 端末との連携による新サービスについて述べる。

## 2 掃除ロボットの基本機能

掃除ロボットを構成する一般的な基本機能を図1に示す。

### 2.1 移動走行機能

移動走行方式は車輪移動型が主流で、外形に合わせて駆



動車輪の配置が決定される。外形は円盤(円筒)形が多く、円盤形の場合は本体中央下部の左右に駆動車輪を配置し、それらの回転方向を制御することによって、障害物に接触することなくその場で方向転回できるので、移動走行するのにつごうがよい。

## 2.2 掃除機能

掃除機能は掃除ロボットの基本機能であるが、消費者からは「部屋の隅まできっちり掃除して欲しい」という要望が非常に強い。部屋の隅や壁際などはごみがたまりやすい場所であり、この部分の掃除をどのような形態で実現するかが各メーカーの商品の特徴として現れる部分で、その性能が消費者の満足度に大きく影響する。

## 2.3 障害物検知機能

部屋中を動き回するには、壁や家具などの障害物を検知して進行方向を変更する必要がある。障害物の検知方式には、マイクロスイッチなどで実際に障害物が接触したことを検知する方式と、超音波や光学式のセンサなどで周囲の障害物を非接触で検知する方式がある。

## 2.4 落下段差の検知機能

落下段差の検知方式には、本体と進行方向の床面との距離を光センサなどで常時計測し、計測距離が通常走行時よりも長い場合に段差の存在を検知する方式がある。そのほか、磁気テープをあらかじめ段差箇所にはり付け、磁気センサでその磁界を検知する方式がある。

## 2.5 走行制御機能

走行制御機能とは周囲の状況(障害物や落下段差の存在など)を入力情報として、どのように走行するのかを決定する機能である。基本的には、進行を妨げる情報が入力されると前進走行を停止し、進行方向を変更して再び前進走行を開始するという手順を繰り返す。この手順は走行アルゴリズムとも呼ばれ、掃除効率に大きな影響を与える。

## 2.6 自動充電機能

掃除ロボットの電力源は充電電池であり、自動掃除終了後には専用充電台に戻り自動充電することが求められる。自動充電するためには、掃除ロボット自体が専用充電台を認識し、ドッキングするためのしかけが必要であり、これも掃除ロボットの特徴として現れる部分である。

当社は、部屋の隅まできっちり掃除を行いながら部屋全体を効率的に自動掃除する走行アルゴリズムの開発を行っており、消費者に満足してもらえ掃除性能の実現を目指して開発を進めている。

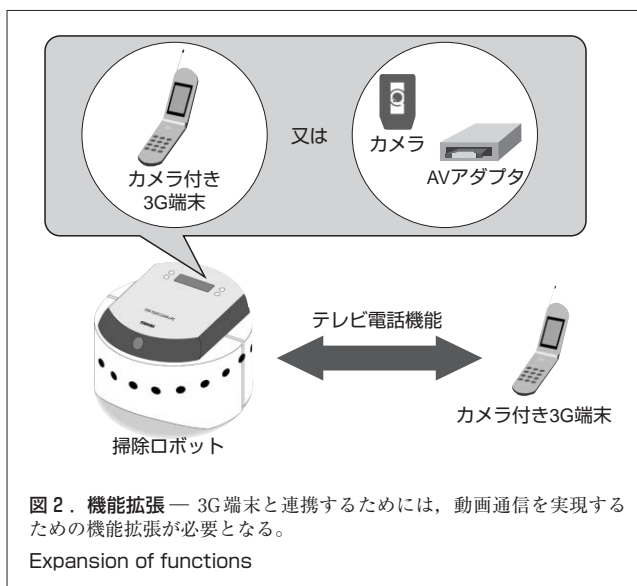
# 3 掃除ロボットの機能拡張

掃除ロボット単体では自動掃除を実現するだけであるが、掃除ロボットがネットワークと接続すると、外出先から操作が

できるようになり、遠隔操作可能なホームロボットとして様々なアプリケーションの展開が期待できる。

そこで当社は、ユーザーが容易にネットワークを利用することができる3G端末に注目し、掃除ロボットが3G端末と連携を図るための機能拡張に取り組んだ。3G端末は、ITU(国際電気通信連合)によって定められた国際標準規格IMT-2000に準拠する第3世代のデジタル携帯電話で、テレビ電話や高速データ通信を実現することができる。

今回3G端末と連携して実現したい最大の機能はテレビ電話機能であり、掃除ロボットがテレビ電話機能を実現する2方式について以下に述べる(図2)。



- (1) カメラ付き3G端末を利用する方式 カメラ付き3G端末を掃除ロボットの所定の位置に設置し、3G端末と掃除ロボットとの接続を行う方式である。ただし、3G端末は所定の位置に固定されるので、付属カメラの向きを上下するチルト機能の制御は難しい。左右方向のパン機能はロボット自体を回転させることで実現できる。
- (2) 3G端末対応のAVアダプタとカメラを搭載する方式 AVアダプタとはテレビ電話の国際標準規格3G-324Mを実装した装置で、これにカメラ装置を接続することでテレビ電話機能を実現できる。カメラ装置は用途に応じて選択でき、ズーム、パン、チルト機能の制御も可能になる。両方式とも動画の通信はテレビ電話の規定に従うが、それ以外に、移動走行の遠隔操作(前進、後退、回転など)を行うためには各制御コマンドの通信が必要になる。その実現方法として、音声モードでトーン信号(DTMF: Dial Tone Multi Frequency)を利用する方法がある。操作側の3G端末で押されたボタン(0~9, \*, #)のトーン信号を掃除ロボット側で解析することにより、各ボタンに割り付けられた

制御コマンドを認識し、コマンドに対応した走行を実施することができる。

そのほか、新サービスを展開するうえで必要な機能として、自己位置同定機能がある。この機能は、掃除ロボット自身が実環境の中でどこにいるのかを認識する機能であり、遠隔操作によって指定された場所へ移動走行するためには必要な機能である。車輪に取り付けたロータリエンコーダの出力値から走行距離を割り出し、自己位置を推定する方式が一般に知られているが、車輪のスリップなどにより自己の推定位置と実在位置に誤差が生じるので、精度の確保が課題となる。ほかには、カメラで特殊なマーカを認識して自己位置を特定する方式などがある。

## 4 3G 端末との連携による新サービス

掃除ロボットに3G 端末の機能を備えたことによって生まれるネットワーク経由の新サービスについて述べる。

### 4.1 宅内モニタリング機能

宅内モニタリングとは、外出先（遠隔地）から掃除ロボットが実在する宅内のようすをリアルタイムにモニタリングする機能である（図3）。ユーザーは、外出先から3G 端末で自宅の掃除ロボットにテレビ電話モードで接続することにより、自宅にいる家族やペットのようす、宅内の状況などを、掃除ロボットに搭載しているカメラ画像でリアルタイムで確認することができる。また、ユーザーは3G 端末のボタン操作を行うことにより、制御コマンドを音声として送信し、3G 端末に映る画像を見ながら掃除ロボットの操縦ができる。定点（固定）カメラでモニタリングする場合には複数台のカメラが必要になるが、この方式では掃除ロボット1台で実現することができる。当社は、2003年10月に開催されたCEATEC JAPAN 2003で、試作機を用いてこの機能の実演を行った。

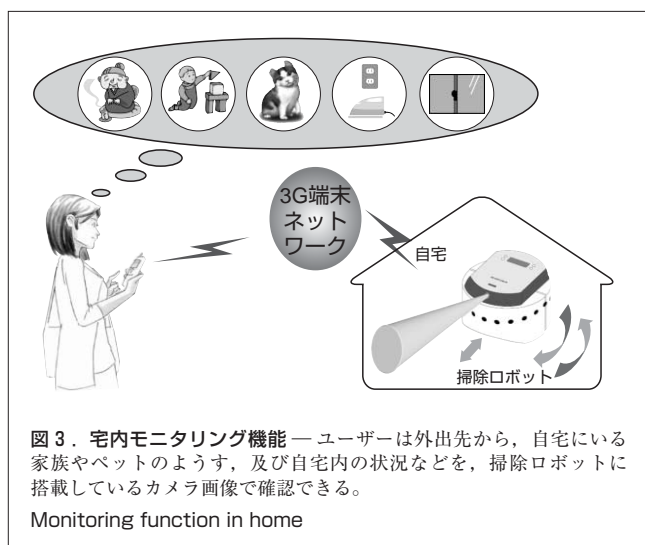


図3. 宅内モニタリング機能—ユーザーは外出先から、自宅にいる家族やペットのようす、及び自宅内の状況などを、掃除ロボットに搭載しているカメラ画像で確認できる。

Monitoring function in home

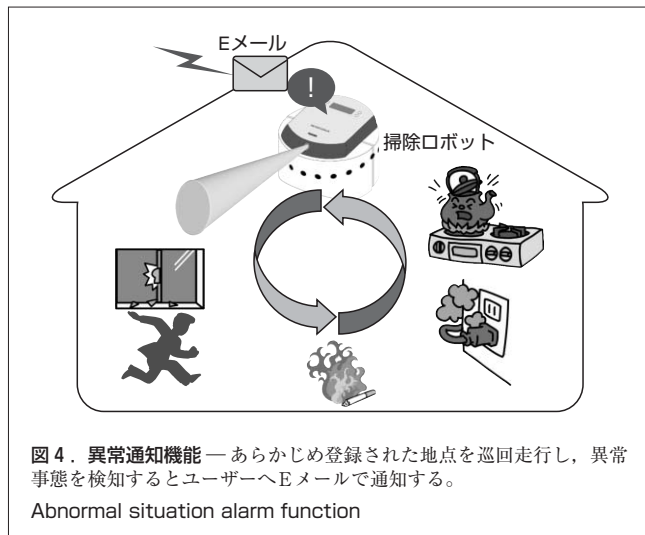


図4. 異常通知機能—あらかじめ登録された地点を巡回走行し、異常事態を検知するとユーザーへEメールで通知する。

Abnormal situation alarm function

### 4.2 異常通知機能

この機能は通常と異なる状態を検知した場合、ユーザーの3G 端末に異常事態発生を通知する機能である（図4）。掃除ロボットは設定された時刻あるいはユーザーの遠隔操作によって巡回走行を開始し、あらかじめ登録された地点を巡回走行する。そして、掃除ロボットに搭載された赤外線センサなどで非常態の熱源や人物を検知した場合、あらかじめ登録された3G 端末にEメールなどで異常事態を通知する。この通知を受けたユーザーは前記のモニタリング機能を利用することにより、宅内の状況を確認することができる。

## 5 あとがき

掃除ロボットの基本機能は自動掃除であり、消費者に満足してもらえる掃除性能の実現に向けて、今後も掃除ロボットの開発に取り組んでいく。

また、今回は3G 端末と連携した新サービスについて述べたが、ユビキタス社会の到来を迎え、今後は掃除ロボットもネットワークロボットとして様々なサービスの提供が期待されるので、それに向けて機能拡大を図り、掃除ロボットの付加価値を高めることで市場拡大を目指していく。



飯坂 仁志 IIZAKA Hitoshi

東芝テック(株)技術本部 コア技術開発センター専門主査。  
掃除ロボットの研究・開発に従事。電子情報通信学会会員。  
Toshiba TEC Corp.



吉田 敏之 YOSHIDA Toshiyuki

東芝テック(株) 秦野工場 開発機器部グループ長。  
クリーナの開発に従事。  
Toshiba TEC Corp.