



コンポーネント技術 特集

## 電磁誘導ゴルフカーの自動入出庫

**Automatic Storage/Retrieval Function Electromagnetic Guidance Golf Car**

雄谷 誠祐 Seiyuu Ooya 内山 敦 Atsushi Uchiyama 松下 俊明 Toshiaki Matsushita

●特機事業部ゴルフカー事業室 / 株式会社ワイ・イー・シービジネスプロデュース事業部



図1 電磁誘導ゴルフカーの自動入出庫

Although its use is limited to one function, the Electromagnetic Guidance Golf Car is the only robotic vehicle of Yamaha Motor Co., Ltd. (YMC) that is designed to transport passengers automatically. Employing a "drive-by-wire" operating system, these vehicles can transport players and their golf bags around the golf course in a secure and comfortable way. One of the functions of these vehicles that contributes to labor saving at the golf course is the "Automatic Storage/Retrieval Function." Taking advantage of the vehicles' automatic guidance system, this function enables the golf cars to be returned automatically to the kart storage garage after use and also to be called out of the storage garage automatically to the clubhouse one after another as needed for use at the beginning of the golf day.

In this report we introduce the automation elements on the vehicle, the road surface and in the storage garage that enable this Automatic Storage/Retrieval Function.

### 1 はじめに

電磁誘導ゴルフカー(以下、GC)は限定用途ながら、人の自動運送を具現化しているヤマハ発動機株式会社(以下、当社)唯一の乗用ロボット車である。車両の操縦要素をいわゆるバイ・ワイヤー化することにより、プレイヤーを安全快適に運送している。この車両の自動化機能を活かし、ゴルフ場の省力化に貢献している機能に「自動入出庫」というものがある。これは、使用後のGCをカート庫と呼ばれる車庫に無人で整列収納し、また逆に始業時、必要車両をカート庫からクラブハウス前まで順次送り出すGCの運用システムである(図1)。

ここでは、自動入出庫を実現する車両側、路面および車庫の自動化要素について紹介する。

## 電磁誘導GCの構成要素

この後の理解のために、車両側の制御要素について、簡単に紹介しておく。

電磁誘導GCはセンサーとアクチュエーターの固まりのような車両である。以下に電磁誘導GCの制御コンポーネントを列記する(図2、3)。エンジン車の例を挙げるが、基本的には電動車の場合も同じである。

### 2.1 アクチュエーター類

- (1)動力 : スロットルモーター
- (2)制動 : メカブレーキ制御用モーター
- (3)操舵 : ステアリングモーター
- (4)駐車 : 電磁ブレーキ

### 2.2 センサー類

- (1)車間 : 追突防止センサー(電波式)
- (2)進路 : 誘導線検出センサー(コイル式)  
定点検出センサー(コイル式)
- (3)状態 : 各アクチュエーター状態センサー  
またはスイッチ
- (4)操作 : ペダル操作センサーまたはスイッチ  
発進停止スイッチ  
無線リモコン操作入力

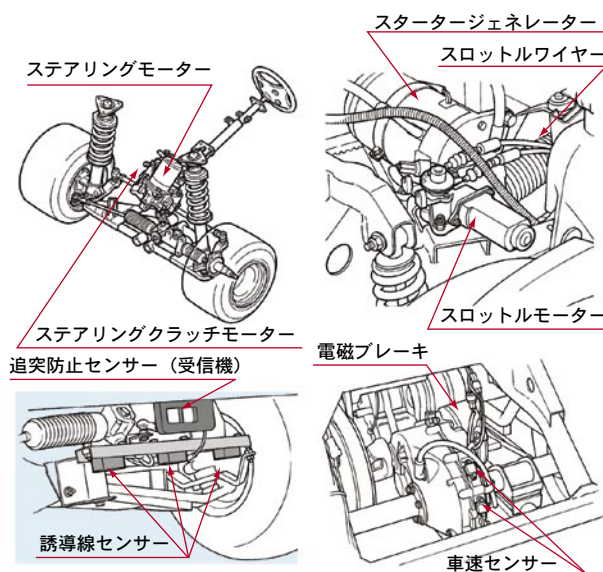


図2 制御コンポーネント

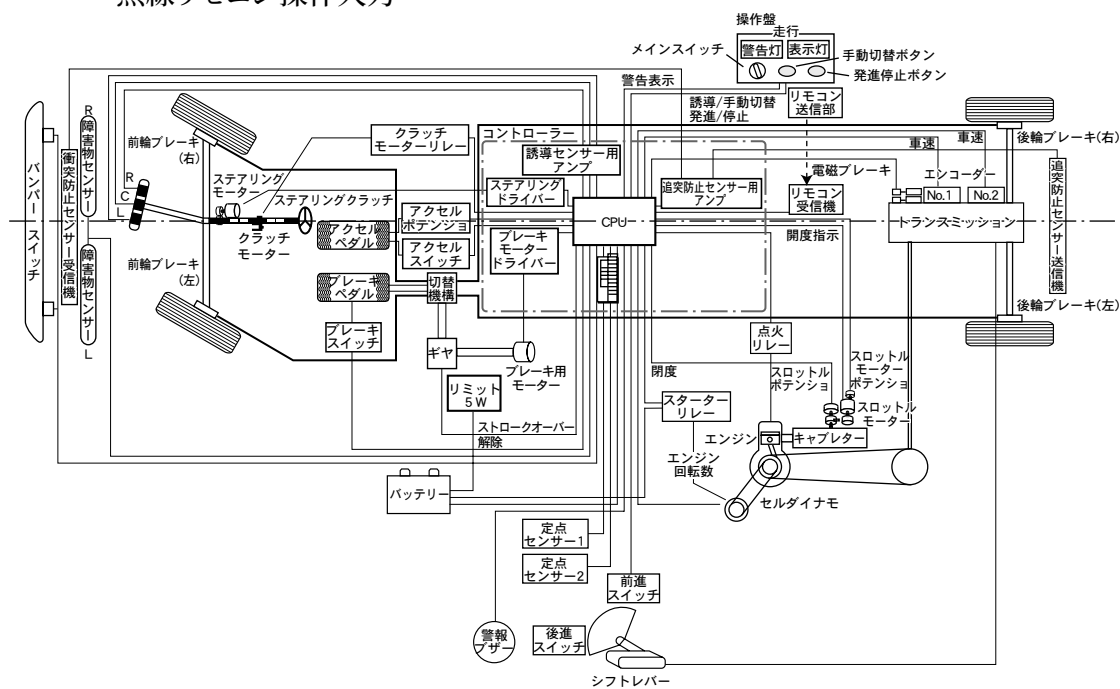


図3 制御コンポーネント回路

### 3 誘導路面

走路にはガイドのための誘導線が敷設される。誘導線は一本の電線であり、路面下30mmの位置に固定され、1.5 kHzの交流信号が流されている。GCはこの誘導線を車両幅の中心に置くように操舵装置を制御している。

走行路の要所には、定点と呼ばれるマーカーが埋設されている。定点はフェライト永久磁石の円盤であり、その極性(S/N)と配置パターンで、車両に対する複数のコマンドを作っている。

### 4 自動入出庫実現の手段

#### 4.1 追突防止センサー機能

個々の車両は電波の送受信機能を有している。車両後方に電波発信用のアンテナを持ち、前方には他車からの電波を受信するアンテナを設けている。例えば、誘導線を走行中に、前方に停止している車両があると、その車両から発信している電波を感受して、後方車両は一定間隔をあけて停止する。電波の利用形態は、いわゆる微弱無線局である。微弱無線局とは、電界強度が周波数特性で限られている無線局であり、追突防止で用いられている周波数100kHzにおいての電界強度は、500  $\mu$ V/m未満である。車両接近の判定は、電界強度のスレッシュホールドレベルにより決定する。自動入庫の場合には、ゴルフ場でのラウンド走行と入庫時のスレッシュホールドレベルを可変させることで、前方車両との間隔を変化させている。

#### 4.2 自動追従動作

上記追突防止センサーにより、車両は誘導線路上の先行車に接近すると、停止動作に入る。通常はいったん停止した車両は、操作者がスタートボタンを押すまで走り出さないが、「自動追従モード」に切り替えておくと、前車を検知しなくなった時点で自動的に走り出す。車速とセンサーの検出距離を適当な値にセットしておくと、車両間の間隔を50cm程度に保ちながら、カルガモのように連なって走る縦列走行が可能となる(図4)。



図4 自動追従動作

#### 4.3 誘導線の分岐と切替

誘導線の働きは鉄道における線路と同じである。車両は線路をはみ出すことはない。線路にポイント(転轍機)があるように、誘導線も分岐を作ることができる。二つの誘導線ループを一部重ねて配置し、通電するループを切り替えれば、車両はループを乗り換えて進路分岐することができる。ここでは収納レーンの切替に使われる。

#### 4.4 通過車両台数カウント

車両の収納は、誘導するレーンの切替えによって実現する。カート庫の導入(出)口には通過車両を数えるカウンターが設けてある。通過車両の検出は、前出の定点マーカを逆に使い、車両側にマグネット、地上側にコイルを埋設することで行っている。

#### 4.5 車両の発進停止

各収納レーンへの分岐手前には、停止コマンドの装置が置かれている。この装置は、永久磁石の停止定点ではなく、停止信号出力をするアンテナが埋設されている。そのアンテナ出力をオン、オフすることで車両を発進、停止することができる。

発進の場合は、出力をオフすることで発進する。

上記4.2～4.5の一連の制御動作はシーケンサーによって組み立てられている。それぞれの車庫は、ひとつのレーンの入庫数が決められているため、切替台数等の制御パラメーターは納入先毎に書き換えが必要である。

## 5 自動入出庫の実例

ゴルフ場の場合は、朝に出庫が行なわれ、夕刻には入庫が行われる。ここでは、朝の出庫時の例と夕刻の入庫の場面を分け、説明を行う。

### 5.1 出庫時の流れ(図5)

- (1) 操作パネルの切替スイッチを出庫にあわせる(図5-1)。
- (2) 第一レーンの誘導線に電源が入り、出庫準備が完了。
- (3) 先頭車両の前方に埋設してある停止信号発信機の出力を停止すると、車両は自動的に走行を開始する(図5-2)。
- (4) 出庫カウンターが出庫台数をカウントし(図5-3)、あらかじめ設けてあった1つのレーンの規定台数になれば、レーンの切り替えを行う(図5-4)。
- (5) 第二レーンの誘導線に電源が入り、(3)～(4)を繰り返し行う。レーン切り替えを最終レーンまで行くと、全ての車両を出庫して完了(図5-5)。

### 5.2 入庫時の流れ(図6)

- (1) 操作パネルの切替スイッチを入庫にあわせる(図6-1)。
- (2) 第一レーンの誘導線に電源が入り、レーンの最前部に埋設してある停止信号発信機の出力を開始すると、車両を自動的にレーン先頭位置で停止させることが可能になる。これにより、入庫準備が完了(図6-2)。



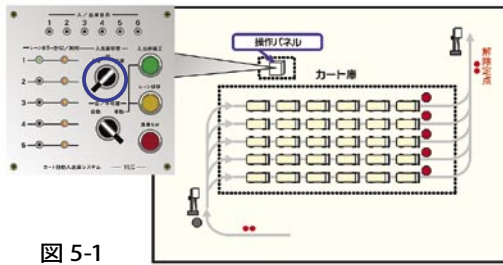


図 5-1

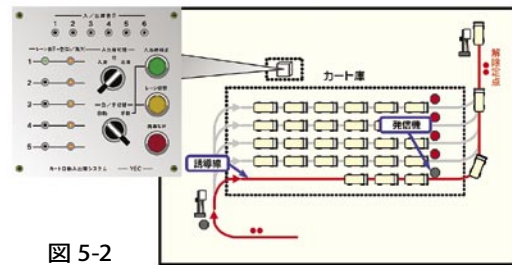


図 5-2

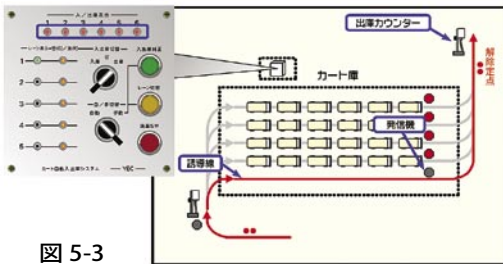


図 5-3

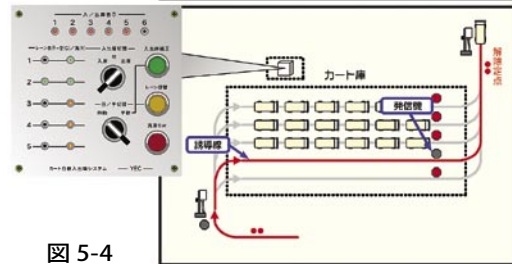


図 5-4

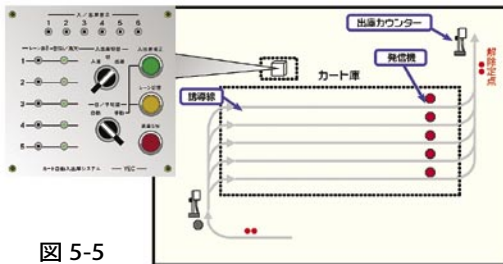


図 5-5



図 5 出庫時の流れと出庫の様子

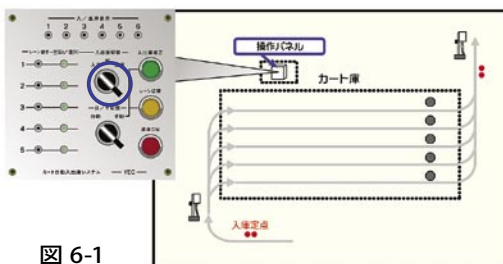


図 6-1

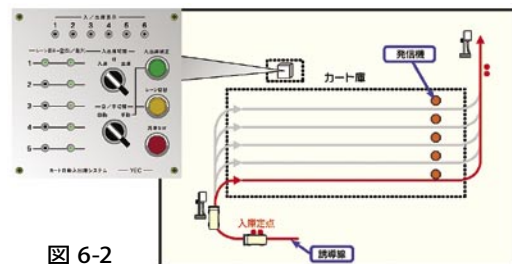


図 6-2

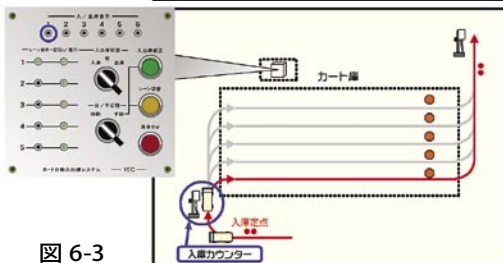


図 6-3

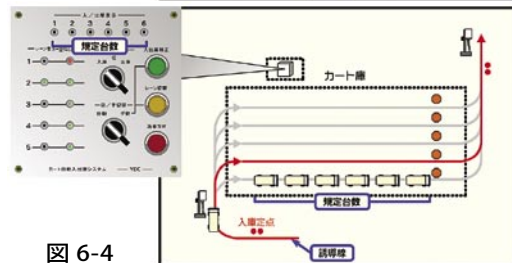


図 6-4

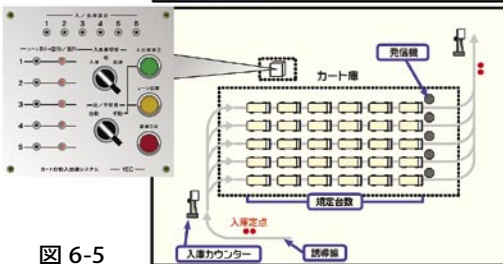


図 6-5



図 6 入庫時の流れと入庫の様子

- (3) 入庫カウンターが入庫台数をカウントし(図6-3)、あらかじめ設けてあった1つのレーンの規定台数になれば、レーンの切り替えを行う(図6-4)。
- (4) 第二レーンの誘導線に電源が入り、(3)を繰り返し行う。レーン切り替えを最終レーンまで行い、すべての車両の入庫が完了する(図6-5)。

## 6 おわりに

国内のゴルフ場において、電磁誘導GCは効率的経営に役立っており、自動入出庫により省力化も進んでいる。今後はさらに機能を充実してゴルフ場運営に貢献していきたい。

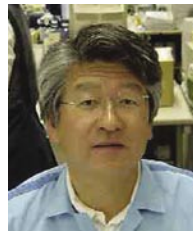
### ■著者



雄谷 誠祐



内山 敦



松下 俊明