

電磁誘導式バッテリー乗用カート 「キャリーECO5」のモデルチェンジ

Model Change of the Electromagnetic Induction Type Riding Golf Cart "CARRY-ECO5"

吉岡達矢* Tatsuya Yoshioka 真田吉男* Yoshio Sanada 大町彰一* Shoichi Ohmachi 溝井洋一* Youichi Mizoi

加納祥博* Yoshihiro Kanou 越田佳男* Yoshio Koshida 木村貴弘* Takahiro Kimura 阿部一太* Kazuta Abe 西野耕司* Koji Nishino

当社は、1999年に業界初の電磁誘導式バッテリー乗用カート「キャリーECO5」を発売し順調に販売台数を伸ばしてきたが、既に6年が経過し、また他社の参入もあり販売競争が激化しているため最近の販売台数は横這いの状態となっている。

そこで今回モデルチェンジを実施して「キャリーECO5-II」を開発、市場競争力の向上を図った。デザインは乗降性の良いボクシースタイルを継承しつつ丸みを帯びたスマートなスタイルのイメージとし、また衝突防止の安全装置である接近センサをボディ一体形にした構造とした。懸架方式としてセンターシング方式を採用、クッション性を改善したことにより、乗り心地を向上させた。また、マイコン制御によるスタート・ストップ特性とブレーキシステムの改良により走行の滑らかさを向上させ、さらに大容量の電池および急速充電器が搭載可能な構造とし、2ラウンド走行にも対応を可能にした。

We are the pioneer who introduced electromagnetic induction type riding golf cart in Japan 1999 and getting high reputation in this field as "CARRY-ECO5". Since then, we have been trying to improve its capability to meet requests of golf club owners and players.

Recently, we have introduced new designed golf cart "CARRY ECO5-II" to keep first runner in this market. We adopted a smart round style succeeded to boxy style being easy getting on and off. Moreover, exterior design is a structure to build in the ultrasonic sensor that is safety device. Since we selected center swing method for suspension system, we were able to improve ride comfort. And we have progressed driving performance as a result of improvement of start-and-stop performance and braking system. In addition we have developed new golf cart corresponding to 2-round driving that is able to carry the large capacity battery and the rapid charger.

〔1〕 緒 言

現在、日本には約2,400ヶ所のゴルフ場があり、その90%以上はゴルフカートを導入し、ゴルフ場にとっては必需品になっている。

新神戸電機(株)は1969年よりゴルフカート事業を始め、1982年には電磁誘導式非乗用ゴルフカート、1992年にエンジン駆動の乗用ゴルフカート、1999年にはバッテリー乗用カート「キャリーECO5」を業界に先駆けて上市してきた¹⁾。「キャリーECO5」は、バッテリー駆動による環境性、乗降性、操作性、雨天対策などで好評を得ており、2005年3月に1万台の出荷に達した。

しかし、国内では他社のバッテリー式乗用カートの参入に

よる競争が激化し、また、ゴルフ場入場者数の減少により経費削減策としてのカート使用年数が長期化し、買い替えを控えるゴルフ場が増加している。

一方、海外においては、韓国のゴルフブームに乗って新設ゴルフ場建設によるカート輸出の増加と、海外メーカーとの技術提携などでの販売台数の増加が見込まれる。そこで今回国内の需要喚起と海外輸出増加を目的としたモデルチェンジを実施した。

開発したニューモデル「キャリーECO5-II」は、現行のセールスポイントを残しながら、スマートなデザイン、乗り心地の良いクッション性、滑らかな走行性、接近センサによる安全性を追求し、さらにスループレイ用2ラウンド走行を可能にした。以下にその技術内容を報告する。

*埼玉事業所

〔2〕「キャリーECO5-II」の概要と特長

「キャリーECO5-II」は、ゴルフコース内の地中に埋設した誘導線の磁界を検出して自動走行する電磁誘導式で、リモコンによる遠隔操作によって、走行時の発進、停止ができる。また、ハンドルとアクセルペダル、ブレーキペダルの操作による手動運転にも切り替えることができる。

駆動源は、48V、100～150Ah/5hの鉛蓄電池（以下バッテリーと記す）で、これをカート中央に搭載して、駆動用モータ、操舵用モータ、ブレーキ用モータなどを制御し、最大20度の登降坂能力と、1.5～2ラウンドの自動走行を可能としている。

主な「キャリーECO5-II」の特長は、

【環境】：長寿命で高性能な専用バッテリーを搭載しているので、排ガスの発生がなく、騒音や振動も少ない。

【安全】：モータ回生ブレーキと新開発の4輪ドラムブレーキ、さらに自動パーキングブレーキを併用して、停止時の安全性を高めている。

また、接近センサを有し、前方にいる人や障害物を超音波で検出して、減速する。

走行制御に関しては、常時カートの速度を監視し、登降坂角度に合せた目標車速にするように、駆動モータ、ブレーキモータをきめ細かくマイコンで制御して、スムーズかつ余裕

のある走りを実現している。

【構造】：コンパクトな車体ながら、スマートなボクシースタイルによるゆったりした居住空間、小回りの効く操作性、クッション性のある快適な乗り心地性を有している。また、低いステップと中央のボールにより乗降性を容易にしている。このほか折りたたみ式のバッグスタンドを備えている。

表1に「キャリーECO5-II」の仕様を示す。

〔3〕車体構造

3.1 デザイン

図1に現行の「キャリーECO5」、図2に「キャリーECO5-II」の写真を示す。

デザインは、現行のボクシースタイルを継承しつつ、丸みを持たせスマートなスタイルに仕上げた。

フロントカウルはボンネット部になだらかな傾斜を持たせて、前方の視界を広げた。リヤカウルは現行の前後2分割から一体形とし継ぎ目のない滑らかなデザインにし、ルーフは厚みのない軽やかなデザインとした。

3.2 フレーム・懸架構造²⁾

図3にフレーム全体組図を示す。

フレームは、車両全体を支える梯子形のパイプフレームを骨格構造とするメインフレームと、後輪車軸を支えるサブフ

表1 「キャリーECO5-II」の仕様

Table 1 Specification of "CARRY-ECO5-II".

項目		ECO5-II (ECO5モデルチェンジ)
型式		HIC-862
走行操舵		ハンドル操作/電磁誘導
定員		5名 (65kg×5名=325kg)
積載 (バッグ・他)		4バッグ+他小物 (50kg)
色		ホワイト/グリーンの2色
全長		3,395mm (バッグスタンド折畳時 2,950mm)
全幅	前	1,100mm
	後	1,250mm
全高		1,830mm
ステップ	高さ	250mm
	幅	1,100mm
最低地上高		115mm (センターシング支点)
トレッド	前	920mm
	後	920mm
ホイールベース		1,800mm
シート	前	W:1,050, L:370, H:110
	後	W:1,200, L:370, H:110
質量 (バッテリー除く)		410kg
最小回転半径		3.0m (ピックアップ中心)
登降坂角度		登り、降り:20°
速度	手動	19km/h
		低速:3.0~5.5km/h 標準:6.5/8.5km/h
	自動	高速:10.0~12.0km/h
走行モータ		他励式直流モータ (DC 48V, 3kW)
減速機		減速比:1/13 デファレンシャル式
前輪懸架方式		マクファーソン式
後輪懸架方式		センターシング式
電池容量		100~150Ah/5h
接近センサ機能		減速+停止

レームの2つに分割した。さらにメインフレームを製作工程によりフロントフレーム、センターフレーム、リヤフレームの3つに分け、それらを合体して一つの形となるようにした。図4にサブフレームアセンブリーの構造を示す。

メインフレームは、主要部に材料強度の高い角パイプを使用して強度を確保し、撓みを抑えた。また、サブフレームは曲げ加工の容易な丸パイプを軸に構成した。

サブフレームは、メインフレームと三ヶ所で連結した。一ヶ所目はセンターフレームとの間に防振ゴムを介し、連結した。この防振ゴムは、カートの発進時、ブレーキング時の衝撃吸収、カント走行時に防振ゴム取付部を軸にした回転、バンク走行時のクッションの役割を果たす重要なものである。車体への取付軸を中心に、車軸を揺動させる機構をセンタースイングと呼ぶことにする。このセンタースイング方式の懸架構造により、大幅な乗り心地の向上を実現した。二ヶ所目はリヤフレームで、左右のサスペンションで連結させた。サスペンションは、従来より動作ストロークを増やし、またバネ定数を低く設定してクッション性の改善を図った。三ヶ所目は、ラテラルロッドを通じてリヤフレームに連結させ、横荷重を抑えた。

3.3 フレーム強度解析^{3) 4) 5)}

フレームの強度を調べるためにFEM (Finite Element Method) によるコンピュータ応力解析を行った。解析条件としてゴルフ場での実測最大上下加速度を静的荷重として加えた。フレーム応力解析の結果を図5に示す。応力が集中しているところにはリブを入れ、応力を分散させた。その結果、予想される応力は、鋼板の耐力より小さく、強度的に問題がないと判断した。また、凹凸路走行にて加速耐久評価し、鋼材のひび、破損の無いことを確認した。



図1 「キャリーECO5」外観 (旧モデル)
Fig.1 Apperance of "CARRY-ECO5" (the predecessor model).



図2 「キャリーECO5-II」外観 (新モデル)
Fig.2 Apperance of "CARRY-ECO5-II" (the new model).

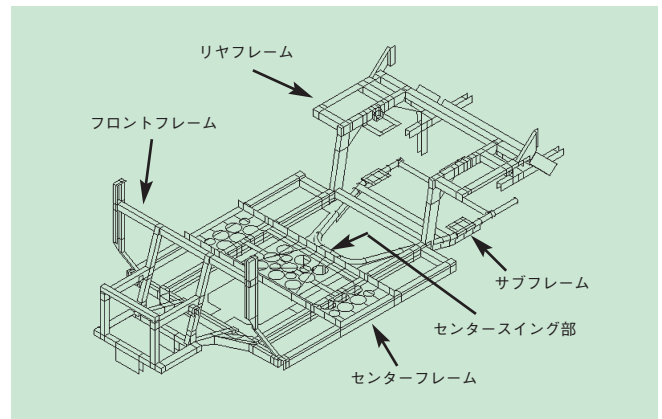


図3 「キャリーECO5-II」のフレーム全体組図
Fig.3 Assembly Figure of "CARRY-ECO5-II".

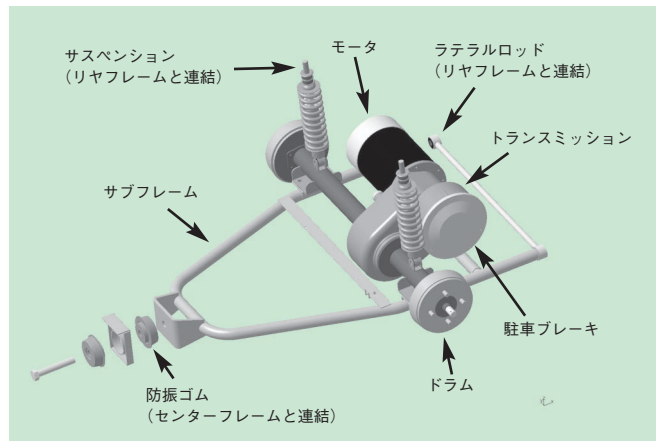


図4 「キャリーECO5-II」のサブフレームアセンブリー
Fig.4 Sub-Frame Assembly of "CARRY-ECO5-II".

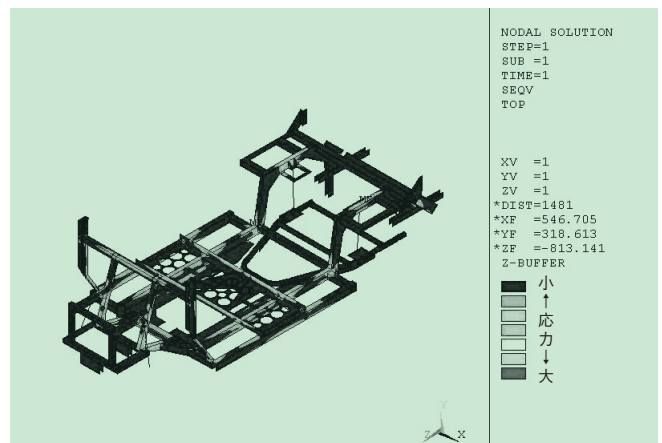


図5 フレームFEM解析結果
Fig.5 Result of FEM Analysis.

〔4〕 走行制御^{6) 7)}

4.1 制御部の構成

「キャリア-ECO5-II」の制御部の構成を図6に示す。走行制御部は大別して、メインコントローラ、走行モータ、操舵モータ、ブレーキモータ、接近センサを含む各種センサ部、表示部で構成している。モデルチェンジで変更したメインコントローラ、ブレーキモータ、安全機能である接近センサについて以下に述べる。

4.2 メインコントローラ

メインコントローラには16ビットシングルチップマイクロコンピュータ（以下マイコン）を採用し、走行、操舵、ブレーキ制御、および運転制御全体を一括して制御している。マイコンおよび周辺回路の改良により制御プログラムの処理速度の向上を図ることで、走行、操舵、ブレーキ制御の改善を行い、走行の滑らかさを向上させた。また、プログラムを記憶するROM（Read Only Memory）にはフラッシュメモリタイプを採用し、車載状態でのプログラムの書き換えを可能とし、オプション仕様にも対応できる構成としている。

4.3 ブレーキモータ

「キャリア-ECO5-II」では、走行モータによる回生ブレーキと4輪の油圧ドラムブレーキ、およびモータ軸に取り付

けられた電磁ブレーキの3系統のブレーキを備えている。ブレーキモータ制御部は4輪の油圧ドラムブレーキにかかる液圧を変化させるブレーキモータを制御するもので、通常走行時の走行モータの回生ブレーキ補助および停止時の4輪油圧ドラムブレーキの制動力を制御している。

4.4 ブレーキ構造

図7にブレーキ構造を示す。

手動走行時は、ブレーキペダルから加えられた踏力がシリンダプッシュロッドを介してマスタシリンダに入力され、制動力が発生する。

自動走行時は、制動指令を受けるとブレーキモータの出力軸に取り付けられたレバーが回転し、シリンダプッシュロッドを押し制動力が発生する。これにより、ブレーキモータのトルクを制御することで制動力を加減し、スムーズな減速や停止をする制動力を得ている。

また、「キャリア-ECO5」ではブレーキモータとブレーキレバーは、バネを介して結合していたが、バネを廃止し直接レバーがシリンダプッシュロッドを押す構造とすることにより、ブレーキモータの応答速度を速くし、急な制動指令に対しても素早い応答を可能とした。さらに、「キャリア-ECO5」に比べ、30%の部品点数減を達成することができた。

4.5 接近センサ

接近センサは、カートの前方に組み込まれた超音波センサで前方の障害物からの反射波を検出して警報を鳴らし、減速走行させる機能を有している安全装置である。図8に接近センサの検出範囲を示す。カートの前方4m以内に障害物が入ると、カートは警報音を鳴らし、減速する。

従来、接近センサはフロントカウルに後付けした構造であったが、今回のモデルチェンジでフロントカウル内に収納し、さらにセンサの送受信開口部の防水フィルタを改善して雨風の影響を無視できる構造とした。また、収納構造により外観デザインの改善を図った。

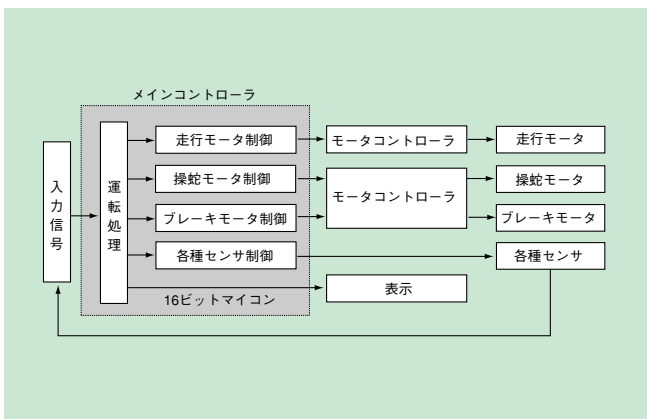


図6 「キャリア-ECO5-II」の制御部の構成

Fig.6 Control System Chart of "CARRY-ECO5-II".

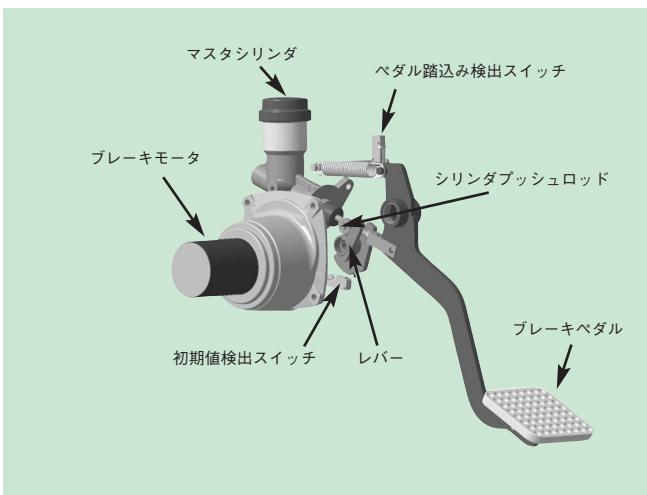


図7 「キャリア-ECO5-II」の自動ブレーキ構造

Fig.7 Automatic Braking Mechanism of "CARRY-ECO5-II".

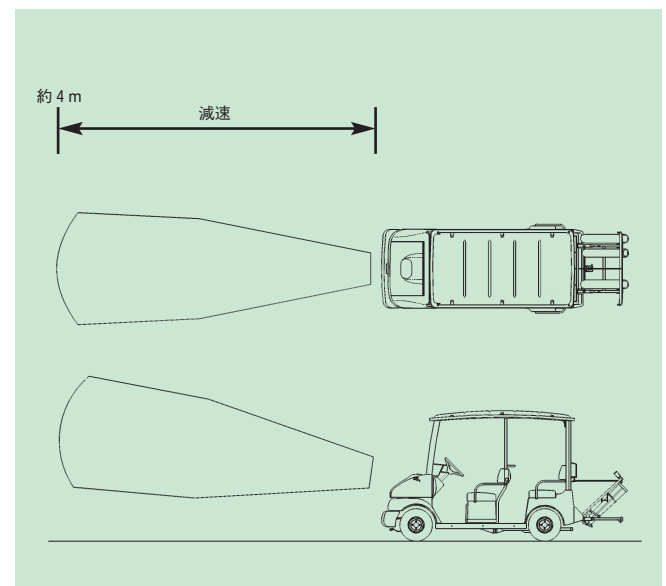


図8 接近センサの検出範囲

Fig.8 Detection Range of Ultrasonic Sensor.

〔5〕 2 ラウンド走行と充電システム

海外のゴルフ場においてカートは、スループレイに対応した2ラウンド走行が主流である。山岳コースなど勾配のきついゴルフ場ではバッテリー容量の不足によって、2ラウンドの走行ができない場合があることから、大容量のバッテリー(150Ah/5h)を搭載できる構造とした。また、標準バッテリー(100Ah/5h)搭載カートでも、急速充電器を搭載して1ラウンド終了後の中間充電を実施することで、2ラウンド走行を可能とした。

5.1 充電システム

「キャリアECO5-II」の充電システムの構成を図9に示す。

充電システムは大別して、充電器、充電制御部、バッテリー、表示部で構成され、主となる充電器と充電制御部について説明する。

(1) 充電器

充電器は、標準充電器のほかに急速充電器を搭載できる構造とし、表2に示すバッテリーとの組み合わせにより、2ラ

ウンド走行を可能とした。充電方式は、充電制御部からの電流指令に応じて電流を流す定電流の多段切換充電とし、充電時間の短縮とバッテリーの長寿命化を可能にした。

標準充電器と急速充電器の充電方式の概要を図10に示す。標準の充電器は充電電流が15A、10A、5A、4Aの順で切り替わるが、急速充電器は30Aから充電を実施する。図11に1ラウンド終了後に急速充電器により中間充電を実施した場合の例を示す。本実施例では、1ラウンド終了後に45分の中間充電を実施することにより標準バッテリーでの2ラウンド走行が可能となっている。

表2 充電器とバッテリーとの組み合わせ

Table 2 Combination of Battery Charger and Battery.

項目	標準充電器	急速充電器
充電電流	15A	30A
バッテリー容量	150Ah/5h	100Ah/5h
中間充電	なし	あり
対応コース	山岳コース	丘陵コース
2ラウンド走行	可能	可能

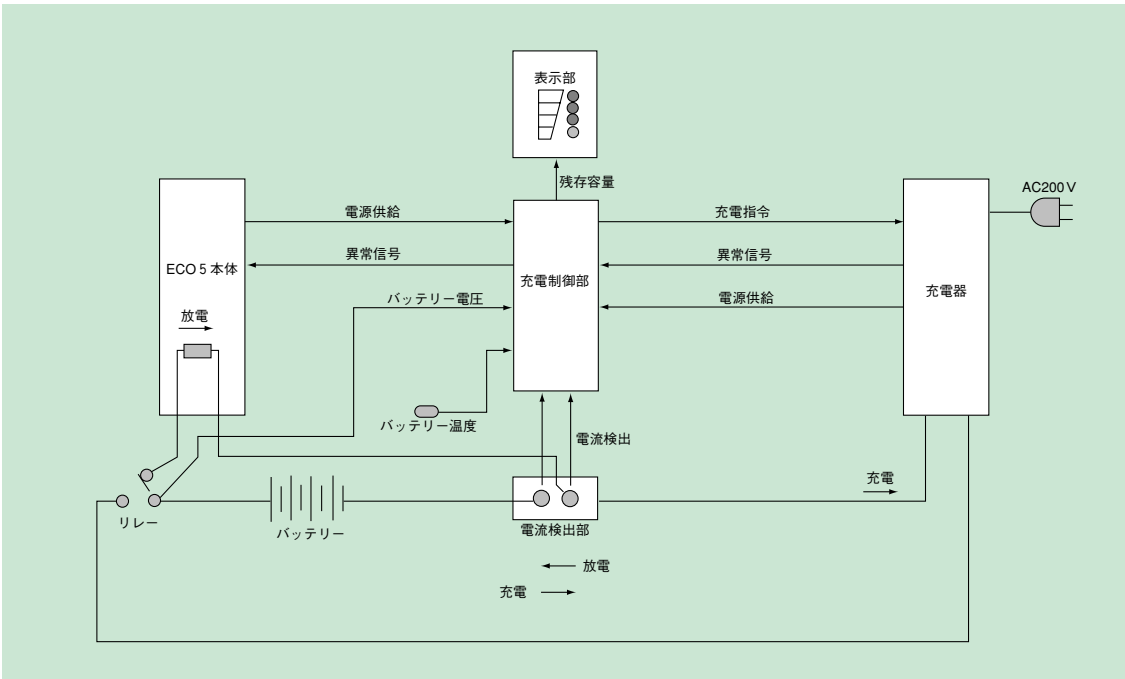


図9 充電システムの構成
Fig.9 Construct of Charge System.

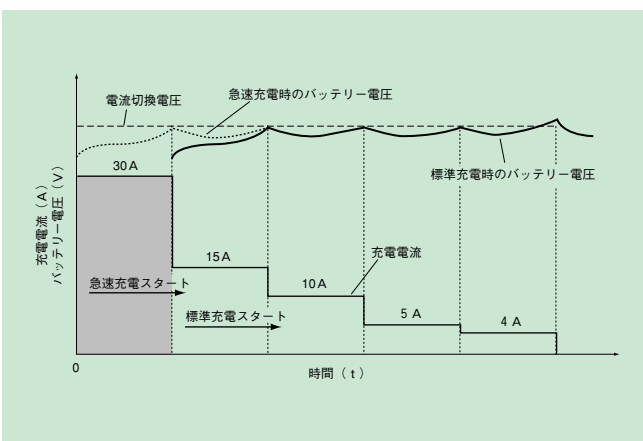


図10 充電方式
Fig.10 Charge Procedure.

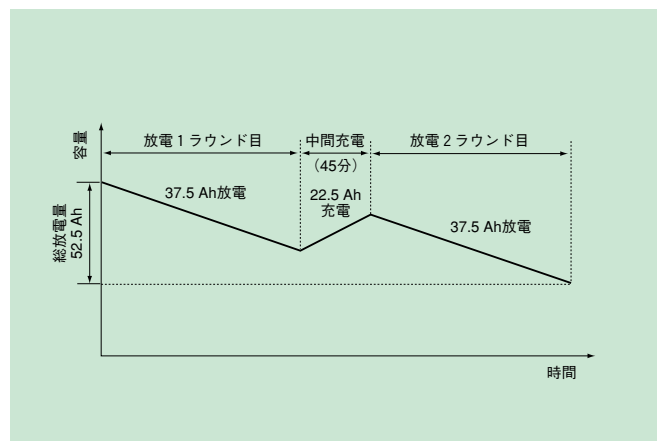


図11 急速充電の実施例 (37.5Ah/1ラウンド)
Fig.11 The example of rapid charge.

(2) 充電制御部

充電制御部は、充電器への充電電流指令のほかに、バッテリーの充放電電流を電流検出部により常に計測、積算することで充放電量を記憶し、放電量に適した充電を実施する役割を果たしている。

「キャリアECO5-II」では、16ビットマイコンの採用と高密度実装技術により従来の制御部に比べ面積を約1/2にした。また、フラッシュメモリタイプのROMを採用することにより、標準の充電器と急速充電器を入れ替えた際の仕様変更をプログラムの書き換えだけで可能とした。さらにマイコンのメモリに記憶した放電量や充電量が、電源オフによりクリアされるのを防止するため、マイコンが動作停止するまでの間にEEPROM(Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory)に記憶させる方式とした。

[6] 結 言

電磁誘導式バッテリー乗用カート「キャリアECO5」のモデルチェンジを実施し、以下の特長を持つ「キャリアECO5-II」を開発した。

- 1) デザインはボクシースタイルを継承しつつ丸みを帯びたスマートなスタイルとした。
- 2) 接近センサをフロントカウル一体形の構造とし、センサの送受信開口部の防水フィルタを改善することで、雨風の影響を無視できる構造とし信頼性を向上させた。
- 3) センタースイング方式の懸架構造を採用し、クッション性を改善して乗り心地を向上させた。
- 4) 最新形マイコン採用による制御機能向上とブレーキシステムの改良により、走行性能を向上させた。
- 5) 大容量電池と急速充電器を搭載できる構造にし、2ラウンド走行を可能とした。

[参考文献]

- 1) 西野耕司他：“電磁誘導式バッテリー乗用カート「キャリアECO5」”，新神戸テクニカルレポート，No.10，P.15 (2000)。
- 2) 社団法人自動車技術会：自動車技術ハンドブック 1～4 巻 (1991)。
- 3) 矢島悦次郎他：“若い技術者のための機械・金属材料”，丸善株式会社 (1979)。
- 4) 中原一郎：材料力学 (上巻)，養賢堂 (1989)。
- 5) 吉川敏則他：数値計算法，日本理工出版会 (1983)。
- 6) 屋谷勝他：構造物の信頼性設計法，鹿島出版 (1993)。
- 7) 土屋武士他：現代制御工学，産業図書 (1991)。