

新型ゴルフカー ターフメイトの紹介



車両技術二課 山科謙一

1. まえがき

ヤマハが、ゴルフカーの発売を開始したのは、昭和50年6月のYG-292が初めてであった(図1)。これは、その前年オープンした“つま恋”的めに開発したランドカーをベースにしたもので、国内市場を対象に、年間数百台程度の規模でしかなかった。その後、ゴルフカーの主市場である米国をはじめ、世界市場を対象とした本格的ゴルフカーの開発に着手し、昭和53年7月にG1型ゴルフカーとして発売を開始、今日に至っている(図2)。この間、G1型ゴルフカーは、その品質と経済性で、市場における評価を確立し、乗用ゴルフカーフィールドにおける高率の市場占拠を獲得してきた。

しかし、発売以来年数の経過したこと、競合他社も改良に努力し、新モデルの投入等もあることから、ゴルフカーとして、より一層の完成度向上を目指してG2型を開発し、昨年末より市場導入を計ってきた。殊に、エンジンカーの方は、G1型の215cc2サイクルから、285cc4サイクルエンジンへと転換し、騒音、排ガス、燃費等の大巾改良を達成した点は特筆される。しかしながら、従来タイプの四輪乗用ゴルフカーフィールドだけでは、既に成熟期に達した市場の中で、ビジネス拡大に限度があることも考えられ、新しい需要創造を狙いとして、新しいタイプのゴルフカーの開発を進めてきており、その一つが、今春発売を開始したタ

ーフメイト(G4型ゴルフカー)である。本稿では、そのターフメイトを紹介することが主題ではあるが、この機会に、ゴルフカー市場の動向等もみなながら本論へ進めたいと思う。



図1 ヤマハゴルフカー YG292



図2 ヤマハゴルフカー G1-A



図3 ヤマハゴルフカー G2-A

2. ゴルフカー市場と普及の現状

米国において、1940年代に初めてゴルフカーが登場したときは、身体の不自由なゴルファーを運ぶための限定的な車両であった。1950年代に入り、商業ベースのゴルフカーが登場して以来、楽に、早くゴルフプレーそのものを楽しめるというゴルファーにとっての利点と、ゴルフ場経営にとっても、大きな収益源になるという双方の利益が合致し、今日の普及をみるに至っている。現在、全般には、既に成熟期に入った商品分野との感が強いが、個別には、市場拡大の可能性は有り、ヤマハにとって、今後共有望な分野であることに変わりはない。殊に、近年のゴルフブーム再燃のもとに、ゴルフ人口の増加、ゴルフ場の建設が、日本はもとより、米国、カナダで伸びている事実や、欧州、太平洋州その他一般地のような、従来普及率の低かった国々において、徐々にではあるが、浸透がみられるなど、今後に期待のもてる明るい材料となっている。以下に、米国、カナダ、欧州、及び国内の現状につき概説する。

2-1 米 国

ゴルフ場数は、1万3千コースを超える、ゴルフカーパー保有台数は、約65万台と、他の諸国に比べ、1桁違う規模を擁している。普及率も95%を超え、年間需要は、7~8万台であり、約6社が市場をわけあっている。保有台数の70%は電気カーであり30%がエンジンカーという比率になっているが、

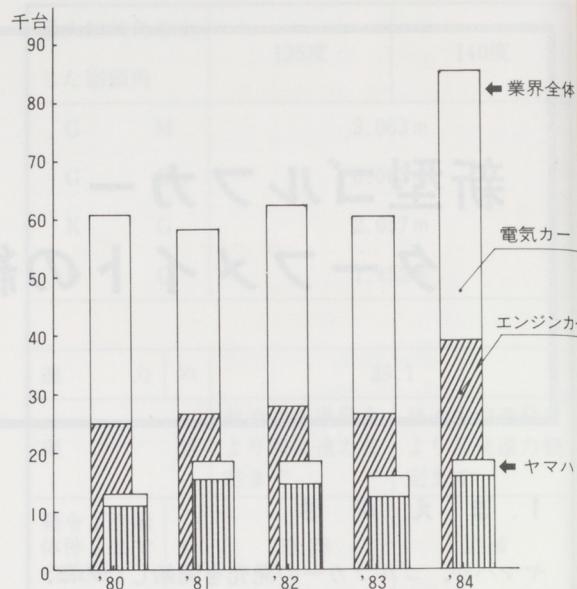


図4 米国におけるゴルフカー販売台数推移
(National Golf Foundation 資料より)

近年の実販ベースでは、エンジンカーが、約45%となっている。エンジンカーの比率増には、ヤマハ車の寄与が大きいことが、図4から読みとれる。この図によると、84年で、業界全体としての実販が急増しているが、83年までと、84年では統計方法の違いがあるようである。この84年の数字が市場の実態に近いとみると、ヤマハのシェアは、昨年で約21%となっている。

業界大手としては、E-Z-GO, CLUB CARがあり、各々年間販売では約35,000台、約20,000台程度を扱っているようである(図5, 図6)。



図5 E-Z-GO



図6 CLUB CAR

2-2 カナダ

ゴルフ場数は約2,000コースで、年間約3,500台が現在の市場規模である。ヤマハは、年間約2,000台を販売し55%強の市場占拠率となっている。米国に比べると、ゴルフ場数の割に、年間販売数が少ないが、これは、冬期間使用されないため、ゴルフカーの耐用年数が米国の2~2.5倍あること及び普及率が60%程でしかないことによる。しかし、カナダも年々ゴルフ人口増加、ゴルフ場の増加がみられ、ゴルフカー普及率も増加の傾向がみられる事から、今後に期待のもてる市場である。

2-3 欧州

イギリスは、ゴルフ発祥の地でもあり、ゴルフ場数は、2,000強とカナダ並であるが、ゴルフカー保有台数は500台程度のものでしかなく、ゴルフというものに対する意識の違いを示している。欧州大陸のゴルフ場数は、全て合わせても800コースに満たず、ゴルフカーの保有台数も微々たるものでしかない。

2-4 国内

第3次ブームと呼ばれる程、近年ゴルフ人口が増加し、ゴルフ場の新設も相次いでいるが国内におけるゴルフ場搬送機の市場は、米国とはかなり様相が異なる。ゴルファー自からが、ゴルフカーを運転しながらプレーを楽しむ、所謂セルフ方式は、国内では、極めて少ないゴルフ場しか採用しておらず、大部分が、キャディーがバッグを搬送

し、サービスする形態をとっている。その為、搬送機も、手押電動カート、モノレール、電磁誘導とバラエティーに富んでおり、ゴルフカーの占める割合は、保有台数でみると10%程度のものでしかない(図7、図8、図9)。

使用コース 1470コース	保有台数(推定) 86,200台	年間需要(推定) 12,780台	市場規模(推定) 6,720百万
手押電動 カート 68%	手押電動 カート 70%	手押電動 カート 66%	手押電動 カート 40%
手押カート 5%	手押カート 5%	手押カート 7%	手押カート 1%
ゴルフカー 10%	ゴルフカー 10%	ゴルフカー 13%	ゴルフカー 18%
モノレール 14%	モノレール 12%	モノレール 3%	モノレール 9%
電磁誘導 3%	電磁誘導 3%	電磁誘導 11%	電磁誘導 32%

図7 ゴルフ場搬送機市場（各種調査に基づく推定）

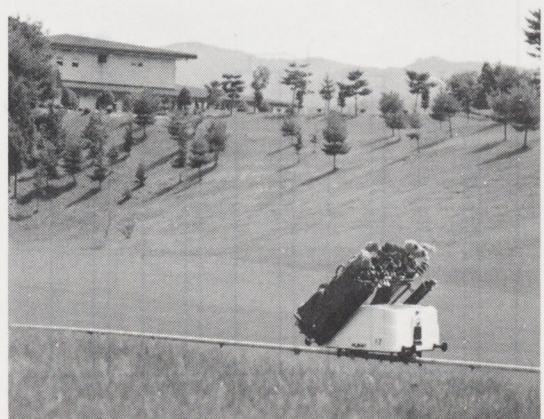


図8 モノレール式カート



図9 電磁誘導式カート

ゴルフカーの年間需要は、約1,800～2,000台程度であるが、ヤマハはその95%以上を占め、国内においては独占に近い(図10)。

今後、キャディーの雇用難や、ゴルフ場経営の積極的改善のため、ゴルフカーの導入が徐々に増えると予想されるが、既設ゴルフ場における地形上の問題や、ゴルファーのゴルフそのものに対する意識の違いから、大巾な増加は期待出来そうにない。今後、手押電動カートのシェアにどの程度喰い込めるかが、国内市場における課題である(図11、図12)。

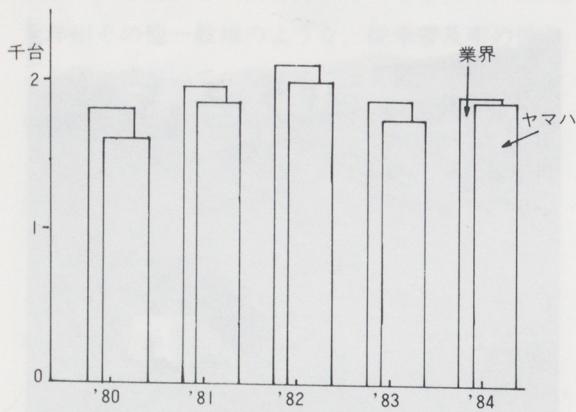


図10 日本における乗用ゴルフカー販売台数推移

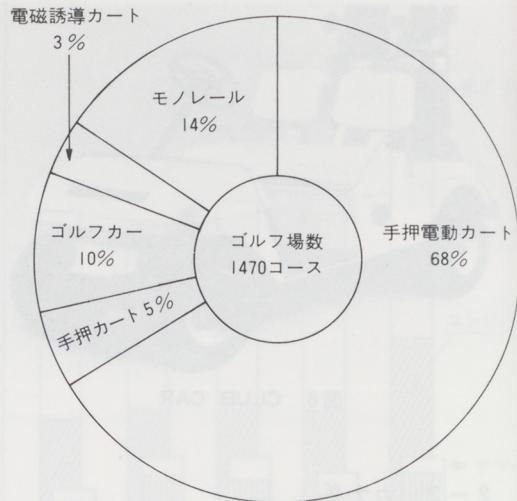


図11 ゴルフ場バッグ搬送具コース別使用分類
(S.59年10月末推定)



図12 手押式電動カート

3. ターフメイト開発のねらい

前述のごときゴルフカーマーケットの現状を踏まえ、ヤマハとして、将来のゴルフカービジネスの拡大を考えたとき、ゴルフカーフィールドの中で、新しい領域の開拓は不可欠の状況であった。殊に、国内市場や、海外でもゴルフカープラス率の低い地域への浸透を考えたとき、新しいコンセプトのゴルフカーハードウェアの必要に迫られていたと言える。そのような

中から、企画、開発されたのがターフメイトで、国内においては、ずばり手押電動カート市場への喰い込みを、海外においては、既存ゴルフカーの導入されてないコースへの浸透や、個人需要への対応をねらいとした。

商品コンセプトとしては

- (1)キャディの労働条件向上用ツール
- (2)セルフプレーへの移行用ツール
- (3)芝生の損傷が少ない乗込みカート提供
- (4)安価

を訴求ポイントとして、立ち姿勢乗車の一人乗り、電動三輪カートとした(図13)。

4. 主要諸元

ターフメイトと、四輪電気カーとの諸元比較を、表1に示す。立姿勢乗車の一人乗り三輪車であり、小型、軽量であること以外に機構、構造的にも、従来のゴルフカーにない特徴を有しているが、次項で述べることとする。しかし、形状、構造が、どんなに新規なものであれ、ゴルフカーとしての使用条件、環境は変わらず、ゴルフカーとしての特性を要求されることも従来型と何等変わりはない。ユーザーであるゴルフ場が、ゴルフカーに要求する特性を、以前、米国で調査した結果でみると、以下の順で重要視しているようである。

- ① Reliability
- ② Maintenance Cost & Time
- ③ Safety
- ④ Range on Single Charge
- ⑤ Ease of Handling
- ⑥ Purchase Price
- ⑦ Comfort
- ⑧ Trade in Value
- ⑨ Appearance

ターフメイトの開発に当っては、従来の四輪ゴルフカーと同様に開発評価項目、基準を適用し、殊に、信頼性や、メンテナンスフリーには、充分な注力をしたつもりである。



図13 ターフメイト

	車種	G 4-E TURF MATE	G 1-E	G 2-E
寸法・重量	全長(mm)	1381	2403	←
	全幅(mm)	956	1140	←
	全高(mm)	1060	1180	←
	フロアボード高(mm)	82	295	285
	最低地上高(mm)	75	110	←
	ホイールベース(mm)	964	1550	←
	トレッド(mm) 前	—	900	←
	後	682	900	←
	車両重量(kg)	137	433	
	乗車定員(名)	1	2	←
性能	搭載バッテリ数(個)	4	2	←
	車両総重量	247	643	
	最高速度(km/h)	9	19	←
	登坂能力(度)	20	30	←
	最少回転半径(m)	1.5	3.0	2.9
原動機	制動停止距離(m)	2以下	4.5以下	←
	走行可能ホール数	27以上	36以上	←
動力伝達・操作・懸架装置他	モーター型式	日立MT-X250A	日立MT320-06	←
	モーター定格出力	D C 24 V 1.0KW	D C 36 V 2.0KW	←
	コントローラー	トランジスタチョッパー式	6速抵抗式	←
	バッテリー容量	65AH(12V, 65AH×2)	6V, 185AH×6個	←
動力伝達・操作・懸架装置他	フレーム型式・材質	パイプ, スチール	ハシゴ型スチールパイプ	←
	ボディー型式・材質	FRP及びPP	U-RIM及びFRP	PP
	減速機構	ギヤ及びチェーン	ギア	←
	減速比	28:1	13.55:1	←
	ブレーキ方式	手動ディスク機械式	足動内拡二輪制動機械式	←
	ステアリング方式	M/C式バーハンドル	ウォームピン式	←
	タイヤサイズ	前 13×5.00-8	18×8.50-8	←
		後 16×6.50-8	18×8.50-8	←
	タイヤ空気圧 (kg/cm ²)	前 1.0	1.0	0.9
		後 0.9	1.0	0.9
	懸架方式	前 リジッド	スイングアーム式独立懸架	←
		後 リジッド	車軸式トレーリングアームユニットスイング	←
	緩衝装置	なし	油圧複動筒型	←

※ G 1-E 及び G 2-E は USA 向仕様を示す。

表1 ターフメイトとヤマハ電気ゴルフカー仕様諸元

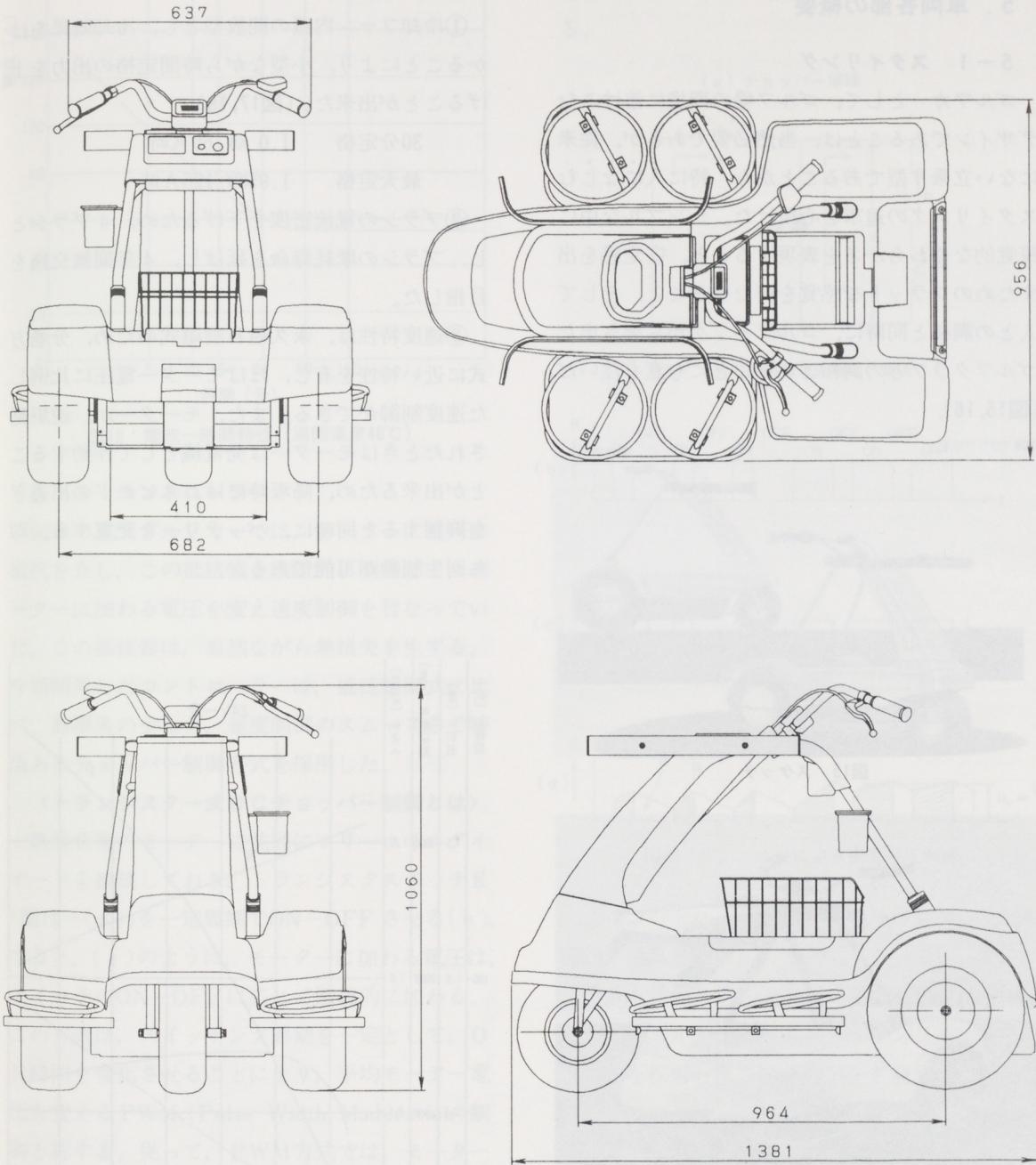


図14 ターフメイト（J44）外観4面図

5. 車両各部の概要

5-1 スタイリング

ゴルフカーとして、ゴルフ場の環境に溶けこむデザインであることは、当然必要であるが、従来にない立乗り型であることから、特に人になじむスタイリングの追求を心掛けた。シンプルな中に、視覚的なやわらかさを表現すること、安定感を出すためのフラットな感覚を持たせること、そして人との調和と同時に、ゴルフバックから突き出たゴルフクラブとの調和ということにも意を注いだ。(図15,16)。



図15 スケッチ



図16 モックマップ

5-2 モーター

従来のゴルフカーは、直流直巻式方式のモーターを使用してきたが、今回は、低電流時の高効率化を計るため、永久磁石式の直流モーターを採用

した。

①冷却ファン内蔵の開放型とし、冷却効果をはかることにより、小型ながら時間定格の出力を上げることが出来た。(図17,18)

30分定格 1.0 KW/60 A時

最大定格 1.95KW/125 A時

②ブラシの電流密度を下げるため、4ブラシとし、ブラシの摩耗寿命を延ばし、4年間無交換を目指した。

③速度特性は、永久磁石励磁式のため、分巻方式に近い特性を有し、ほぼモーター電圧に比例した速度制御ができる。また、モーターが、逆駆動されたときはモーターは発電機として作動することが出来るため、降坂時には、スピードの出過ぎを抑制すると同時に、バッテリーを充電する、即ち回生制動が可能である。

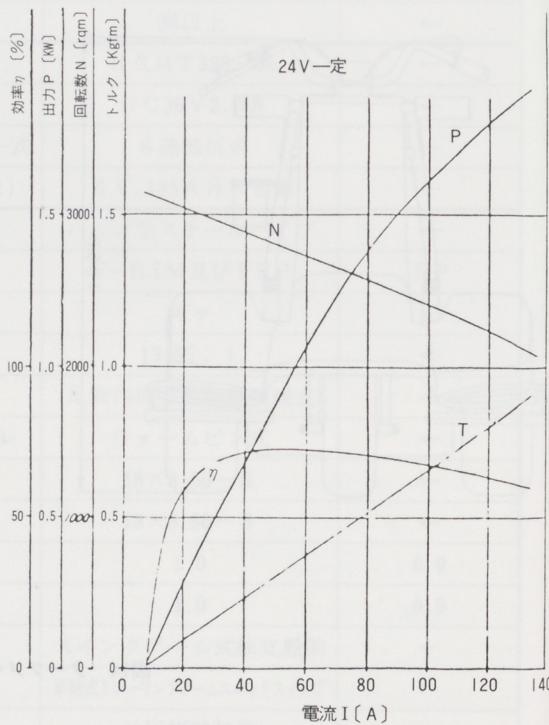


図17 モーター標準出力特性

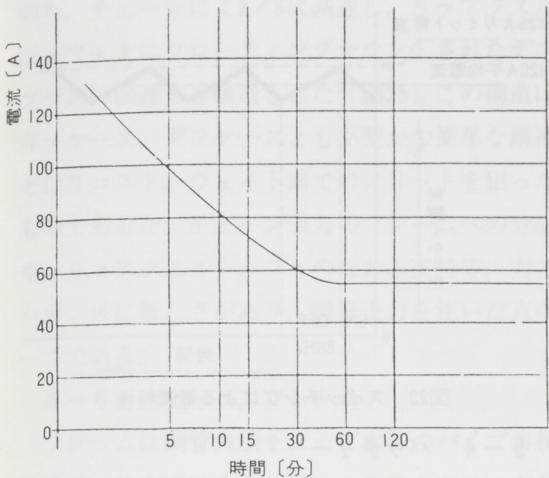


図18 電流一時間特性（周囲温度40°C）

5-3 コントローラー

従来の電気ゴルフカーでは、モーターに直列に抵抗を介し、この抵抗値を段階的に調整して、モーターに加わる電圧を変え速度制御を行なっていた。この抵抗器は、当然ながら熱損失を生ずる。今回開発したコントローラーは、抵抗制御式に比べ、熱損失の少なさ、速度制御のスムーズさで特徴あるチョッパー制御方式を採用した。

＜トランジスター式DCチョッパー制御とは＞

誘導負荷のモーターに並列にフリー ホイルダイオードを接続しておき、トランジスタスイッチK(図19-(a))を一定周期でON-OFFさせる(b)。すると、(c)のように、モーターに加わる電圧は、スイッチのON-OFFに応じて断続的に加わる。この方式は、スイッチング周期を一定として、ON時間を変化させることにより、平均モーター電圧を変えるPWM(Pulse Width Modulation)制御と称する。従って、PWM方式では、モーター電圧をバッテリー電圧の0~100%まで連続的に変化させることが出来る。また、負荷電流は、モーターのインダクタンスにより、(d)のように、ONの間は電流は増加し、OFFの間は、インダクタンスに蓄えられた電磁エネルギーが、フリー ホイルダイオードを介して放電され、その結果電流は連続的に流れる。従って、極低速から最高

速まで、スムーズな速度制御が行なえるわけである。

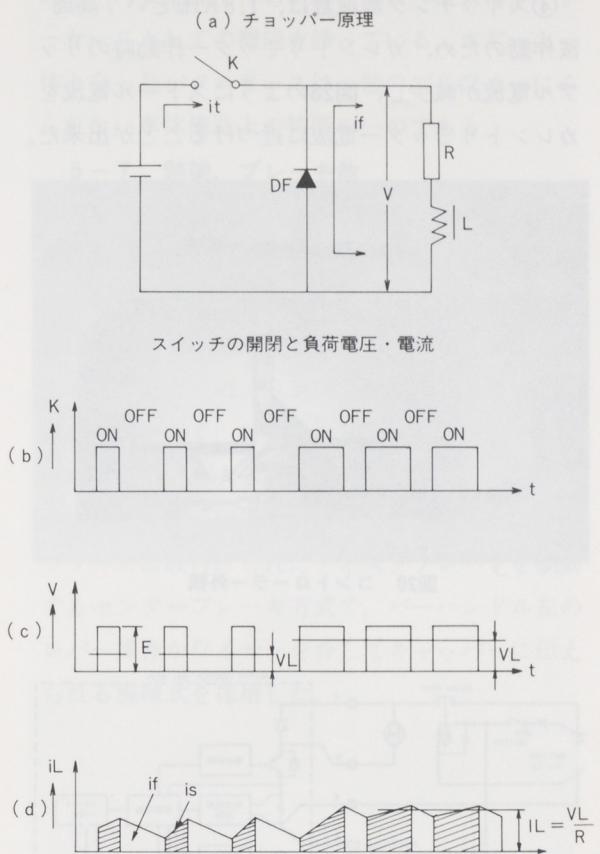


図19 オン・オフによる直流電圧制御

このコントローラーの外観、及び制御回路図を図20、図21に示す。

①最終段のスイッチング部には、最大定格150Aのモジュル型ジャイアントトランジスター(G-Tr)を採用し厚さ10mmのアルミ製放熱板上に配置し、そのユニットをフレームに取付けることにより車体を通して外部への放熱をはかった。

②G-Trの過負荷破壊を防ぐため、カレントリミッターと、サーマルプロテクター回路を組み込み、万一のモーターストール時にも破壊を防止出来る構造とした。

③スロットルレバーを急全開しても、図22のようにトランジスターの電流立上りに時間遅れをもたせるスロースタート回路を採用し、発進時の飛

出しスタートの防止を行ない、操作性の向上を計った。

④スイッチング周波数は、1.8KHzという高周波作動のため、カレントリミッター作動時のリップル電流が減少し、図23のようにストール電流をカレントリミッター電流に近づけることが出来た。

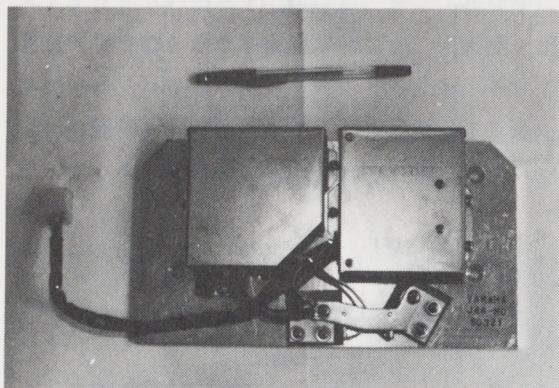


図20 コントローラー外観

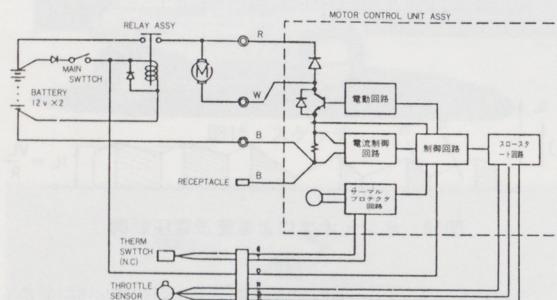


図21 電気系制御回路図

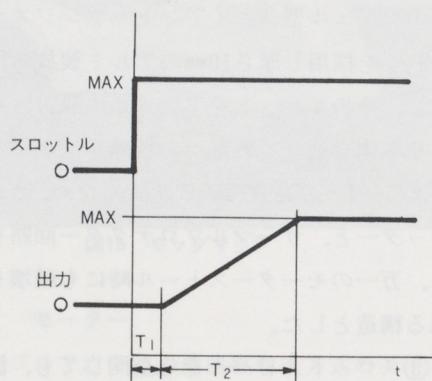


図22 スロースタート

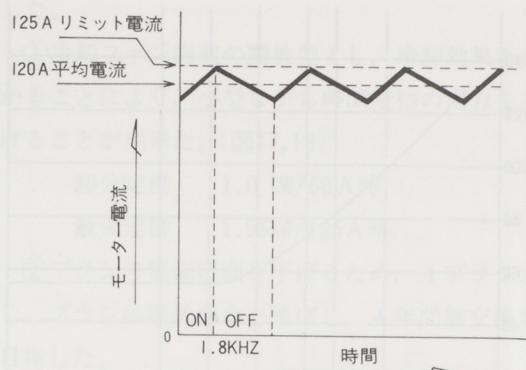


図23 スイッチングによる電流特性

5-4 バッテリー

サイクルサービス用として、日本市場で標準型の鉛蓄電池E B65を2個直列接続し24Vで使用している。このEB型電池は、電動車両や電動機器など、深い充放電サイクルを繰返す用途に適した設計となっており、性能は5時間率容量にて、65A Hである。同一容量の自動車用電池と比べ、厚い極板を有するため、自動車の始動電流のような大電流を流したときの性能は劣るが、ゴルフカーリー的な使われ方の時は、約3倍の長寿命を有している(図24)。また寿命は、充放電サイクルにおける放電深さに大きく影響されるが、このEB65で標準的なゴルフコースで使用した場合約2年の寿命を有している。

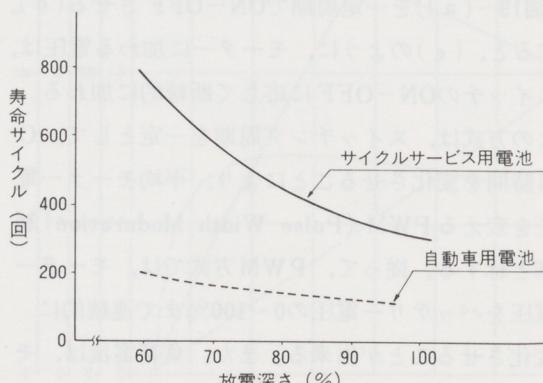


図24 放電深さと寿命の関係

5-5 駆動系

モーターに取付けられたギアケース内にて一次減速(ヘリカルギア2段にて1/9.3に減速)した

のち、チェーンにて1/3に減速し、リアアクスルシャフト上にフローティングマウントされたデフケースに伝達する構造とした（図25）。この構造は、ギヤケース、デフケースとも小型かつ簡単な構造となりコスト、ウェイト面でのメリットを狙ったものであるが、チェーン張力のフレームへの分散や、リアアクスルシャフトのたわみ支持等、力のバランスに難しさがあり、開発上力を注いだ点の一つである。

5-6 ボディー、フレーム

フレームは鋼管角型チューブ主体のパイプ溶接構造で、強度面はすべてフレームにもたせ、ボディーはカバーリング主体の機能とした（図26）。

フレームの低面及び側面は鋼板で覆い、かつボディーパネルとの間をシールすることで、電装品及び駆動系を埃や水から隔離して信頼性の向上をはかった。またボディーパネル上部には、大小二つのリッドを設け、充電リセプタクル用及び、バッテリーメンテナンス用として整備性を考慮すると同

時に、バッテリー充電時の水素ガスの室外への拡散が自然に行なえるよう配慮した。また、前上部のボディー2部品で作られる内部スペースは、パターケースとしての機能を持っている。ボディーと一体となったパターケースは、他のゴルフカーにみられない車体構造上の特徴の一つである。

5-7 懸架、ブレーキ他

懸架は、前後共リジットである。ゴルフ場の使用においては、専用カートバス（舗装路）か、芝生上の走行であること。乗降が頻繁で、1回の走行は長くて200m程度であること、また立乗りであること等のため、リジットサスによる実用上の障害は殆どなく、むしろ、安定性や、構造簡素化へのメリットが大きい（図27）。

ブレーキは、図25にも示されているように、デフケースに取付けられたディスクプレートを制動するセンターブレーキ方式で、バーハンドル左のレバー操作がワイヤーを介してキャッパーに伝えられる機械式を採用した。

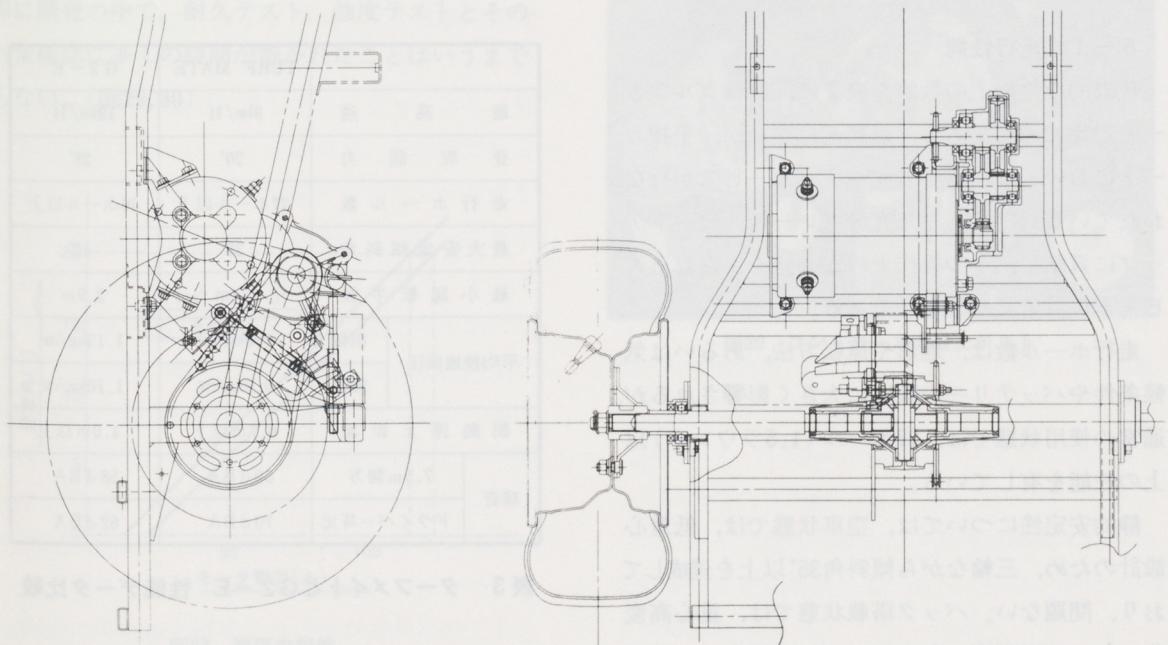


図25 駆動系構造図

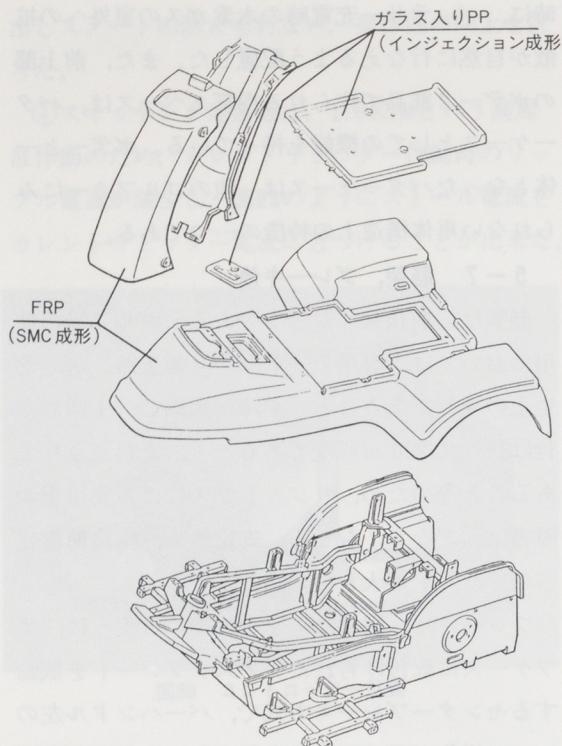


図26 ボディ及びフレーム構成図

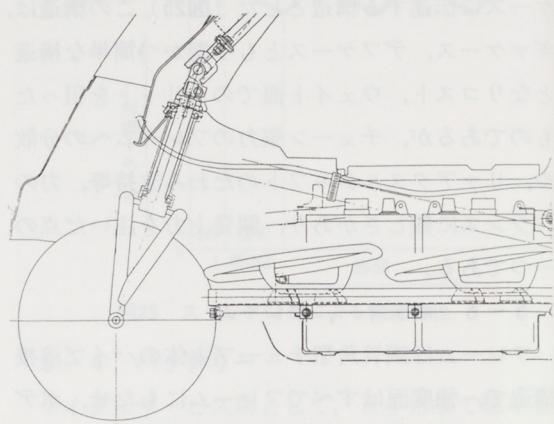


図27 前輪懸架とステアリング機構

6. 車両性能

6-1 走行性能

代表的な性能上の数値を表2に、四輪ゴルフカーと対比で示してある。最高速は遅いが、手押カートにおいては、徒歩でキャディサービスが行なわれているわけであり、充分プレーのスピードアップに貢献し、かつ操作上の安心感を保られるスピードに設定したつもりである。

走行ホール数は、地形や運転方法、あるいは気候条件やバッテリーの新旧に大きく影響されるが、通常の使用状態では、27ホール(1.5ラウンド)以上の性能を有している。

静的安定性については、空車状態では、低重心設計のため、三輪ながら傾斜角35°以上を達成しており、問題ない。バック搭載状態では、重心高変化のため、22°程度になるが、ゴルフ場内の使用においては、実用上問題のない領域であることは

		TURF MATE	G 2-E
最 高 速		9km/H	19km/H
登 坡 能 力		20°	25°
走 行 ホ ー ル 数		27ホール以上	36ホール以上
最 大 安 定 傾 斜 角		38°	45°
最 小 回 転 半 径		1.4m	2.9m
平均接地面圧	前輪	1.0kg/cm²	1.13kg/cm²
	後輪	0.9kg/cm²	1.10kg/cm²
制 動 停 止 距 離		0.7m以下	4.0m以上
騒音	7.5m側方	60dBA	58dBA
	ドライバー耳元	70dBA	62dBA

表3 ターフメイトとG 2-E 性能データ比較

確認されている。

登坂角については、いくつかのゴルフ場を調査した結果、実用上クリアすべき傾斜角は16°程度と思われ Max 20°程度を目標に開発を進めた。トランジスターの容量に限界があり、最大 125 A をリミット電流として設定している関係上、あとは車重とギアレシオの関数として決まってくる。モーター一定格の許す範囲の駆動トルクが得られる抵抗式との大きな違いがここにある。

図28に電流値と登坂角の関係を芝生、舗装路各自について示す。

6-2 耐久、強度

従来とまったく異なる形態の車両とはいえ、ゴルフカーと同様な考え方で開発を進めてきた。基本的には、不特定多数の人に使用されるレンタルカーであること、従って衝突、衝撃等日常的に起りうる使用形態の中でも走行を保証しうる強度をもたせること、また年間平均 200 ラウンドの使用で4年間を第一期ライフと想定し、その間基本部分に重大欠陥なく使用に耐える信頼性を確保すること等を、開発基準の考え方としてきた。また実際に開発の中で、耐久テスト、強度テストとその対策確認に多くの時間が割かれたことはいうまでもない。(図29,30)

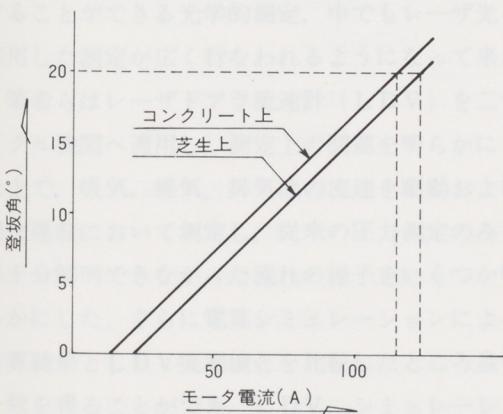


図28 登坂力特性



図29 悪路走行耐久テスト

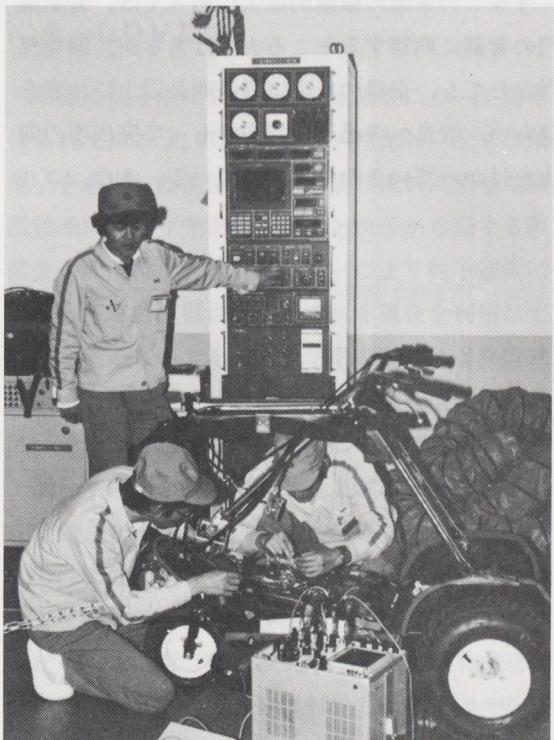


図30 コントロール系台上テスト

7. あとがき

ターフメイトは、今後のゴルフカー市場の中で、まったく新しい地位を確保していく商品であり、同時にゴルフそのものの形態をも変えうるツールとしたい、，という期待を担って開発された商品である。しかしながら、ゴルフカーというものは、乗って楽しむことが主眼の車両ではなく、あくまでゴルフプレーが主でゴルフカーは付随的な道具でしかないわけであり、その意味では、市場のマインドはかなり保守的である。

今後この車両の積極的拡大に当っては、営業部門の奮闘に期待するところ大はあるが、開発部門としても、市場の反応に従来商品以上に注意をはらい、改良への迅速な対応をもって完成度の向上をはかっていきたいと考えている。また、ゴル

フカー以外の用途へも応用可能性の高い車両であり、検討を進めていくつもりである。

最後に、このターフメイトの開発は、昨年の5月から実質的にスタートし、今年3月の先行生産まで、正味10ヶ月強という新商品としては異例の短期間に開発されたものである。これは、直接開発に携わった車両技術二課及び電子技術課の担当グループ諸君の大変な頑張りに負うところ大であるが、同時に、社内関連部署の担当者や、メーカー、関連会社の絶大なバックアップのもとに成し遂げられたものであることを付記しておく。

今後共ゴルフ場、販売会社各位はもとより、広く皆様方のご意見、ご教示を頂き、愛される商品として一日も早くパーフェクトな車両に近付けていく所存である。

（以下、開発部会議資料等による）

（以下、開発部会議資料等による）

（以下、開発部会議資料等による）

（以下、開発部会議資料等による）