電動スポーツバイクの試作（そのⅡ）*

廣瀬　博文[1)]　　平野　一正[1)]

Trial manufacture of electric sports motorcycle

Hirofumi Hirose　　Kazumasa Hirano

The electric motorcycle manufactured in 2011 succeeded in electric conversion. It proved however that the kinematic performance as a sport motorbike was insufficient.

This report shows the improvement of kinematic performance by exchanges of electric motor power train and Battery. The performance of the motorbikes improved well as a result.

Key Words: EV, sports motorcycle, conversion

1. まえがき

2011 年に製作した電動バイクは電動コンバート化に成功し完成はしたものの，スポーツバイクとしての運動性能は不十分なものであった．今回はその運動性能向上を目的に改良を行う研究を実施した．

2. 研究の目的

今回の研究ではスポーツバイクとしての運動性能の向上の方法の模索を目的としている．

そのため前回，採用したホイルインモーターを変更してモーター単体を胴体部に搭載し，チェーン駆動方式によりリア・タイヤを駆動させる方式に変更した．この方式を採用することによりスプロケットのギアを変更することが可能となり，減速比を変更してトルクを増大することが可能となる．またモーターを単体にすることにより高性能のモーターを採用することができる．さらにバッテリーの個数を増やし，電圧を高くして性能の向上を目指した．

3. ベース車両，モーター，バッテリーについて

ベース車両は前年度製作した YSR50EV を使用する(Fig. 1)．このベース車はすでにナンバーを取得しており同じ定格電圧のモーターを使用すれば手続き無しで公道を走ることが可能である．モーターは株式会社ピューズから購入した「M600」を使用する (Fig. 2) (Fig. 3) (Table 1).

このモーターは定格出力が 580W なのでナンバー変更なしで公道を走れる．また，モーター制御部，インバータ部，コントローラー部が一体になっておりコンパクト仕様になっているのも採用の理由となった．

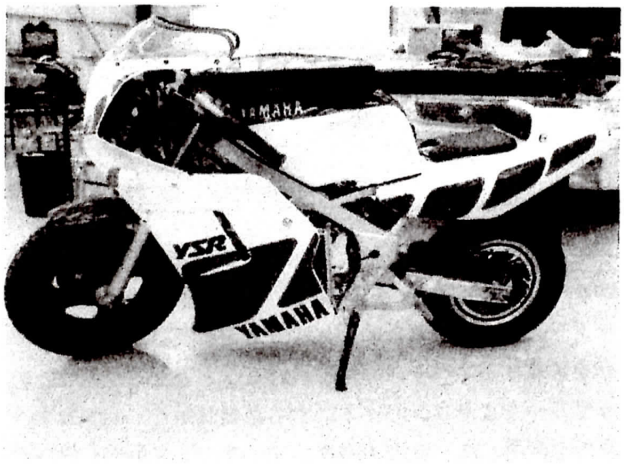

Fig. 1　電動バイク「YSR50EV」

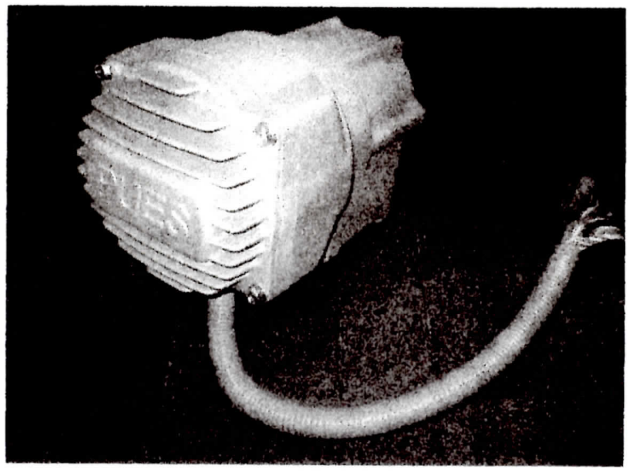

Fig. 2　モーター「M600」

*2013 年 8 月 6 日受理．第４５回全国自動車短期大学協会研究発表会において発表．

1) 徳島工業短期大学(779-0108 徳島県板野郡板野町犬伏蓮花谷 100)

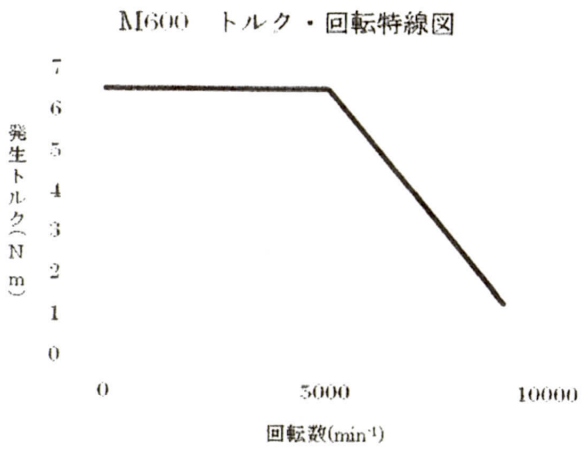

Fig. 3 モーターの性能線図

Table 1　モーターの仕様

名称	M600
種類	IPM 型同期電動機
定格出力	580W
最大出力	3400W（5000min^{-1}）
最大トルク	6.5Nm（5000 min^{-1}）
最大回転数	9000 min^{-1}
駆動電源範囲	動作保障　DC56　～96V 性能保証　DC72　～90V

バッテリーは前回より一回り小さい ODYSSEY 製「Ultimate LB545」を採用した(Fig. 4)(Table 2). 今回の改良では胴体部にモーターを取り付けるためのスペースが必要になり，バッテリーを搭載するスペースが圧迫されることとなる．そのためバッテリーをよりコンパクトにする必要があり，一回り小さいものを採用した．また「M600」モーターの性能保証電圧が 72～90V となっており最低でも 72V 以上の電圧を必要としていた．そのため電圧を 72V にアップするために搭載バッテリーを 6 個とした．そのためバッテリーの個数の増大に伴い，バッテリー本体のサイズを小さくしてスペースを作る必要があった．

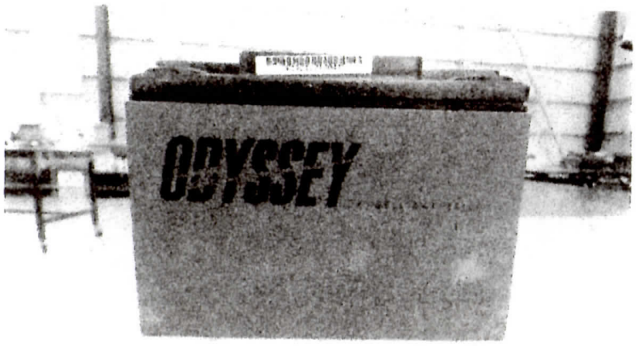

Fig. 4　バッテリー

Table 2　バッテリーの仕様

名称	Ultimate LB545
幅 × 高さ × 奥行き	178 × 132 × 86
定電流放電容量	10.4Ah　（1 時間率）
重量	5.4kg

バッテリーに関しては研究当初から高価ではあるがコンパクトで出力が高いリチウムイオンバッテリーにすることを常に検討しているが現状では見送っている．理由としては高電圧になってくると，バッテリーの管理制御がどうしても必要になりその制御をどのようにするかが問題になってくるからである．高電圧を発生させるには，複数のバッテリーを連結する必要があり，その結果，個々のリチウムイオンバッテリーの電圧の管理が必須となる．もし電圧の管理が不十分であれば発火というトラブルが発生する場合がある．管理システムである BMS(バッテリー・マネージメント・システム）は既存でも販売されているので導入すること自体は難しくないのだが，スペースの少ないバイクに搭載するには不適当なのではないかと考える．以上のことにより安全に電圧をアップし易く，また管理しやすく，コストの安い鉛バッテリーを採用した．

4. 試作車の改良

まずバッテリーを固定していたステーを変更しバッテリー及びモーターを仮設した(Fig. 5). バッテリーはドライセルバッテリーのため横に倒しても問題ないが今回は，タテに重ねておくことにした．さらに一回り小さいバッテリーを採用したため，モーターを設置するスペースを確保することができた(Fig. 6).

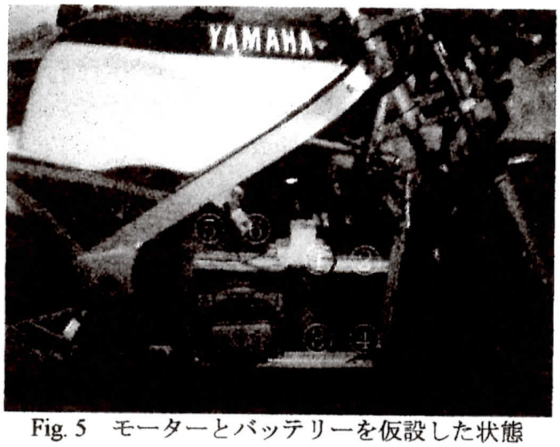

Fig. 5　モーターとバッテリーを仮設した状態

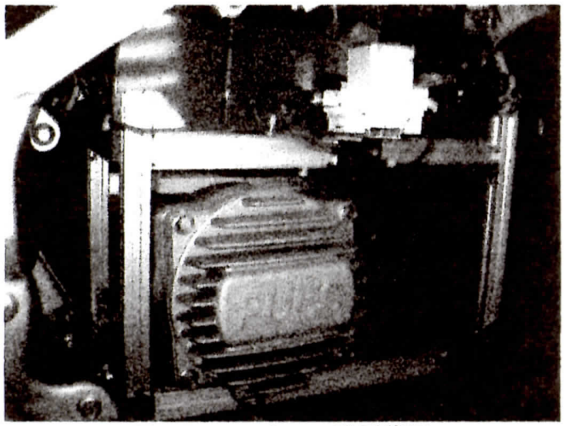

Fig. 6　モーターの設置状況

次にモーターを胴体部に搭載しチェーンによって連結，リア・タイヤを駆動させる方式に改良した．またドライブスプロケットの歯数を可能な限り少なくし減速比をできるだけ高くした．この段階で試走を行った．その結果，トルクがバイクを加速させるには不十分であることが判明した．乗員が補助しないと発進しないほどのトルク不足であった．
モーターの特性として高回転でも安定したトルクを発生するが最大トルクが 6.5Nm と同等のモーターと比較すると低いため，減速比をできるだけ高くしてトルクを補おうとしたが，それでもトルク不足という結果となってしまった(Table 3).

Table 3　減速比

ドライブスプロケットの歯数	9
ドリブンスプロケットの歯数	44
減　　速　　比	4.89

このトルク不足を解消するために更なる減速が必要となったため，モーターとドライブスプロケットとの間に遊星歯車を追加することにした．遊星歯車はマテックス株式会社の「LGU75-5MLD」を採用した(Fig. 7).

この遊星歯車を取り付けることによってさらなる減速が可能となったが，モーターの取り付け位置は遊星歯車が追加されたために左に移動させなければならなかった(Fig.8).

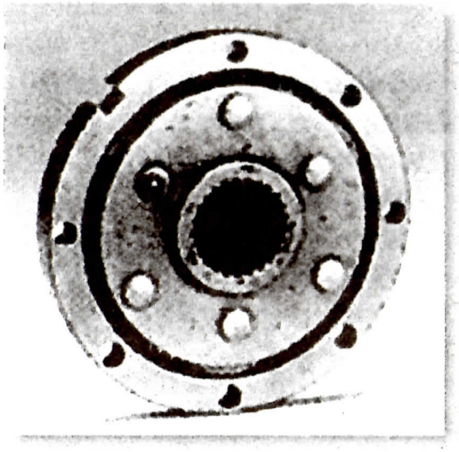

Fig. 7　マテックス社製　遊星歯車

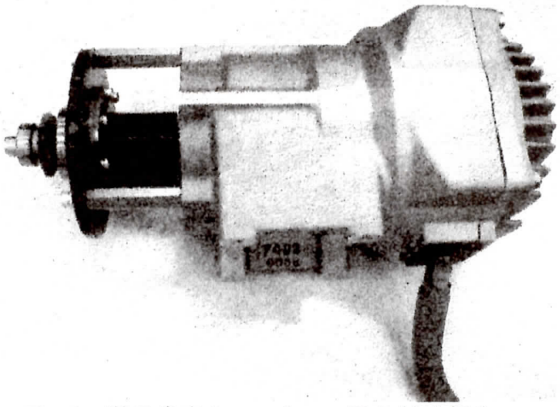

Fig. 8　遊星歯車とモーターの取り付け部分

このマテックス社製遊星歯車の減速比は「5」となっている．そのためスプロケットの減速比と合わせると大幅に減速されトルクが増大することになった(Table 4).

Table 4　遊星歯車を取り付けた減速比

ドライブスプロケットの歯数	9
ドリブンスプロケットの歯数	44
スプロケットの減速比	4.89
遊星歯車の減速比	5
総　減　速　比	24.45

改良後に試走を行ったが，前回と違い力強い加速をするようになり発進時のトルク不足が改善された．

その後，細かな調整を行い YSR50EV-2 が完成した(Fig. 9)(Fig. 10).

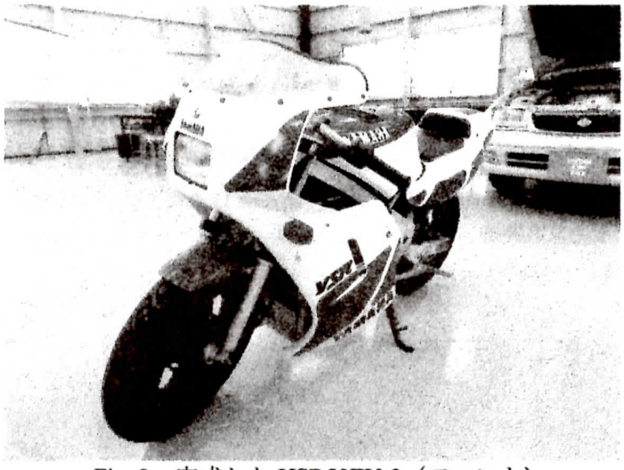

Fig. 9　完成した YSR50EV-2（フロント）

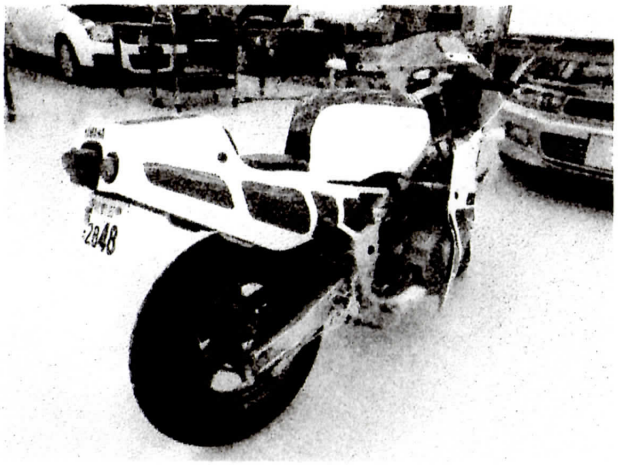

Fig. 10　完成した YSR50EV-2（リア）

5．車両特性

車両重量，前輪荷重，後軸荷重を測定し改良前とで比較してみた(Table 5)．

Table 5　車両重量，前輪荷重，後輪荷重の比較

	YSR50EV	YSR50EV-2
車　両　重　量	921N (94kgf)	1029N (105kgf)
前輪分布	480N (49kgf)	539N (55kgf)
後輪分布	441N (45kgf)	490N (50kgf)

測定の結果，車両重量は 108N(11kgf)増加している．前輪荷重と後輪荷重を比較した場合，前輪荷重は 58N(6kgf)，後輪は 49N(5kgf)増加している．この重量の増加はモーターの搭載やバッテリーの増設によって発生したものである．増加分の重量はほぼ均等に配分されたが今回の改造によってさらに重量が増す結果となってしまった．

6．性能評価実験

停止状態から 50mまでの到達時間とその区間における最高速度を計測した．計測の方法は，光電管式タイム計測器とスポーツ用スピードガンを使用して測定を行った(Fig. 11) (Table 6)．なお，実験時ドライバーはヘルメットなどをフル装備した状態で 775N(79kgf)である．

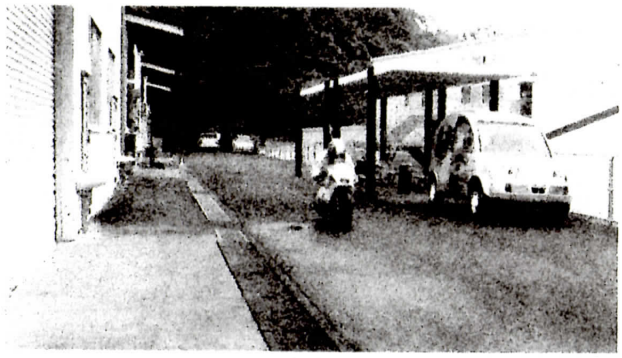

Fig. 11　実験の様子

Table 6　到達時間と最高速度

	時間	最高速度
1 回目	8.19 秒	34km/h
2 回目	7.75 秒	35km/h
3 回目	7.72 秒	35km/h
前回の記録	9.06 秒	30km/h

測定の結果，前回の改良前より最高速度が上がったことを示している．減速機を使って減速した結果，加速が良くなりスピード感を感じることができた．しかし加速は 35km/h 付近で伸び悩む感じで，距離があってもこれ以上最高速は伸びない印象を受けた．

次にどれくらいの走行距離を走ることが可能か調べた．今回は実験当日が小雨のため公道での走行実験は行わず，本学敷地内で 20～30km/h の速度で上記のテストコースを往復して実験を行った．走行距離は電動バイクのトリップメーターを使用しており参考値であることを了承していただきたい(Table 7)．

Table 7　走行距離の調査実験の結果

走行距離	約 500m
消費電流	0.25Ah

実験によりバッテリー容量は 10.4Ah(1 時間率)なので理論上は 20.8km 走行可能ということが推測される．

7．まとめと今後の課題

今回の研究では，前回、製作した電動バイクを改造することによってスポーツバイクとしての性能アップを目指した．新しいモーターの導入や減速機によって加速性能が上昇し，スポーツバイクとしての性能向上に成功した．しかし，今回の研究で新たな課題も見えてきた．まずは重量の問題である．前回と同様に改良を重ねるたびに重量が増加しておりバイクの性能の低下に繋がっていると思われる．モーターの強化やバッテリーの電圧アップを行うと重量が増えている．このため今後の研究ではモーターやバッテリーなどの個別の性能向上だけに捕らわれるのではなく，性能と重量のトータルバランスを考慮しながら性能向上に向けた車両の設計を行っていかなければならない．また減速機の改良も必要である．加速を良くするために大幅な減速を行ったが，当然ながら最高速度が伸び悩む結果となった．前回の実験と比較すると最高速は改善されたが，さらなる性能の向上を目指すために減速比の見直しや，変速機の導入を考えていかなければならないと感じた．今後も性能アップを目指して改良を進めていきたいと考えている．

謝辞

本研究を行うにあたり「財団法人　東京自動車技術普及協会」の研究助成金を賜りましたことを記して，謝意を表する．

参考文献

(1)廣瀬博文，平野一正:電動スポーツバイクの試作
徳島工業短期大学紀要，Vol.15　p.15-18(2011)
(2)廣瀬博文、平野一正:電動スポーツバイクの試作(その２)
徳島工業短期大学紀要，Vol.16　p.43-44(2012)