

完全四輪駆動EV”東大三月号II” -その概要と実験報告-

正員 坂井 真一郎 (宇宙科学研究所)
学生員 岡野 隆宏 (東京大学)
非会員 戴 建華 (東京大学)
非会員 内田 利之 (東京大学)
正員 堀 洋一 (東京大学)

4-Wheel Motored EV ”UOT Electric MarchII”: Brief Introduction and Report on Experiments.

Shin-ichiro Sakai, Member (The Institute of Space and Astronautical Science), Takahiro Okano, Student Member, Tai Chien Hwa, Non-member, Toshiyuki Uchida, Non-member, Yoichi Hori, Member (The University of Tokyo)

4-wheel motored Electric Vehicle (EV) “UOT Electric March II” is newly constructed. Each wheel of this EV is driven with a PM motor independently, thus advanced control of vehicle motion can be fully demonstrated. This paper introduces this laboratory-made EV, showing its configuration and specification. Some basic experimental results with “UOT Electric March II” is also reported.

キーワード：電気自動車, 車両運動制御, アンチスキッドブレーキシステム (ABS), 増粘着制御.

Keywords: Electric Vehicle(EV), Vehicle Stability Control, Anti Skid Braking System(ABS), Traction Control.

1. はじめに -東大三月号 II の目的-

環境性の観点から、近年自動車業界では新たな駆動源を有した自動車の研究が盛んであり、ガソリン自動車と遜色ない電気自動車 (EV) も各種発表されている。それに対し我々は、近い将来電気機械複合系のモーションコントロールとしてEVをとらえる時代がやってくる、という信念を持ち、電気モータの俊敏な応答特性を活かしたフィードバック制御などを提案、東大三月号 I による実証実験を行ってきた⁽¹⁾

“東大三月号 II” は、これらの成果をさらに拡張し、車両の2次元運動制御まで視野に入れた研究へと歩を進めるべく製作が進められてきたEVである。4輪全てが独立のモータで駆動される点を最大の特徴としている。本論文は、2001年1月に無事初走行を終えたこの車両の概要を報告するものである。また、同年3月に行われた初の制御実験の結果も、併せて報告する。なお具体的な提案手法は本大会の別論文として発表予定であるので、そちらも参照されたい。

2. “東大三月号 II” の構成

“東大三月号 II” の最大の特徴は、駆動源として4基のインホイールモータを採用した点にある(図1)。4基の駆動源を独立に装備しているため、2次元運動制御に代表される一般の自動車では不可能な制御を行うことが可能である。

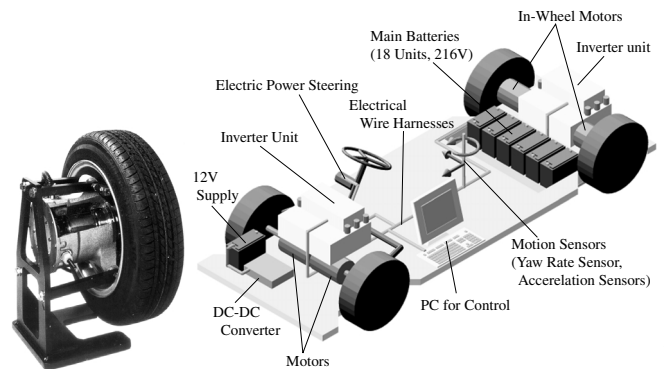


図1 完全4輪駆動EV”東大三月号II”の概念図.

Fig. 1. In-wheel motor / “UOT Electric March II”.

このモータは永久磁石型の同期モータであるが、減速ギヤ、ドラムブレーキなどと共にタイヤホイール内にユニット化されているため、インホイールモータと呼ばれている(図1)。モータは筆者らの研究室で2基ずつユニット化され(図2)、ベース車両(日産マーチ)に取り付けられている。

計測制御用信号として、光ファイバ型ジャイロセンサによりヨー速度(ヨーレート)を検出し、またICタイプの加速度計により前後/横方向の加速度を検出する。各モータの速度もエンコーダにより検出されている。また、車体の対地速度を検出するためのセンサについても、搭載を検討中である。



図 2 後輪モータマウント.
Fig. 2. Rear Motor Unit.



図 3 製作中の著者ら.
Fig. 3. Scene of Construction.



図 4 完成した東大三月号 II.
Fig. 4. View of our EV.



図 5 制動実験の風景.
Fig. 5. Our EV during Exp.

表 1 “東大三月号 II” 諸元表.

Table 1. Specifications of “UOT Electric March II”.

Drivetrain	4 PM Motors / Meidensya Co.
Max. Power(20 sec.)	36 [kW] (48.3[HP])*
Max. Torque	77* [Nm]
Gear Ratio	5.0
Battery	Lead Acid
Weight	14.0 [kg] (for 1 unit)
Total Voltage	228 [V] (with 19 units)
Base Chassis	Nissan March K11
Wheel Base	2360 [m]
Wheel Tread F/R	1365/1325 [m]
Total Weight	1400 [kg]
Wheel Inertia**	8.2 [kg]***
Wheel Radius	0.28 [m]
Controller	
CPU	MMX Pentium 233[MHz]
Rotary Encoder	3600 [ppr]***
Gyro Sensor	Fiber Optical Type

* ... for only one motor. ** ... mass equivalent.

*** ... affected by gear ratio.

ある。この他の制御機器としては、電動パワーステアリング (EPS) を装備しており、操舵角を検出するセンサとして、また将来は自動運転の実験用としても使用可能である。

これらの信号を統括・制御するコントローラとして、車内には制御用 PC を装備した。さらに、システム監視と、リアルタイムデータ表示を目的としたホスト PC も併設し、制御用コンピュータと相互通信を行っている。

また、安全性を考慮し油圧ブレーキ系統も有しているが、制御信号でこの系統を遮断できるため、純電気制動も可能である。これにより、純電気 ABS の実験なども可能となる。

上記をまとめた東大三月号 II の諸元表を、表 1 に示す。詳細は筆者らのホームページ⁽²⁾を参照されたい。なお製作は基本的に筆者らの手によって行われている (図 3)。

3. 東大三月号 II により実験・検証される運動制御

我々はこの“東大三月号 II”を用いて、これまで提案してきた車両運動制御手法の有効性の検証を進める予定である。スリップ率を元に制御を行うスリップ率制御、急激な車輪速度変化を防ぐ MFC⁽³⁾、路面状態推定⁽⁴⁾、ハイブリッド自動車におけるハイブリッド ABS⁽³⁾⁽⁵⁾ などである。

車両は 2001 年 1 月に完成し (図 4)、その後数回の検証実験が行われている (図 5)。その結果の一部を図 6 に示す。詳細は著者らの本大会における他稿に譲るが、滑りやすい路面上を旋回中の車両挙動が、各タイヤの (つまり各モータの) マイナーな制御で安定化されたことを示す結果である。今後も引き続き、各種の実験を行っていく予定である。

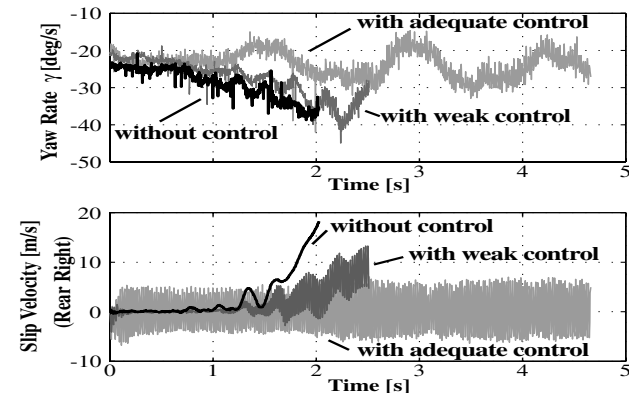


図 6 MFC を適用した車両運動の安定化実験の結果.

Fig. 6. Comparison of Vehicle Motion with MFC Control

4. “東大三月号 II” の今後の展望

以上、新しい実験用 EV “東大三月号 II” の概要を紹介した。自動車制御の研究においては、実験での検証が非常に重要な意味を持つので、この車両は今後の研究に大いに貢献するものと考えている。数年前まで、電気自動車が街を走るようになるとは誰も考えなかった。しかし現在では、近い将来に実現しうる事柄としてとらえられている。そして我々は、より高度な車両運動制御の実現の為に日々研究を進めている。我々の技術が表舞台から一歩下がったところまで普及した時に目標は達成されたと言えるのだろう。

5. 謝 辞

製作に際して、(株)ナブコ、日産自動車(株)、日本精工(株)、富士通電装(株)、(株)ブリヂストン、松下電池工業(株)、(株)明電舎の各社に、また卒業生である佐渡秀夫氏、北川健太郎氏、宮本徹也氏、原哲氏、片岡寛暁氏に、研究員であったミン タ カオ氏及び研究員のチャンダン・チャクラボラティ氏に、それぞれ多大なご支援を頂きましたので、ここに謹んで謝意を表します。

文 献

- (1) Y. Hori, Y. Toyoda, and Y. Tsuruoka. Traction control of electric vehicle: Basic experimental results using the test EV “UOT Electric March”. *IEEE Trans. Ind. Applicat.*, Vol. 34, No. 5, pp. 1131–1138, 1998.
- (2) 坂井 真一郎. 4 輪独立駆動 EV の製作プロジェクト [online]. URL: www.hori.t.u-tokyo.ac.jp/997/sakai/Research/index_j.html.
- (3) Shin-ichiro Sakai and Yoichi Hori. Advanced vehicle motion control of electric vehicle based on the fast motor torque response. in *Proc. 5th International Symposium on Advanced Vehicle Control (AVEC)*, pp.729-736, Michigan, USA, 2000.
- (4) 佐渡 秀夫, 坂井 真一郎, 堀 洋一. 駆動力オプティマを用いた電気自動車の路面動摩擦係数推定の実験的検討. 平成 11 年電気学会産業応用部門大会, vol.2, pp.87-90, 長崎, 1999.
- (5) 岡野 隆宏, 堀 洋一. HEV における油圧アクチュエータと電気モータの協調制御による新しい ABS の提案. 電気学会産業計測制御研究会, pp.43-48, 2001.