

## 電気自動車のニュートラルギアを併用した滑空制御による 電費向上の基礎検討

日大生産工 ○加藤 修平 日大生産工(学部) 岩崎 憂音  
日大生産工 小井戸 純司

### 1 まえがき

100%電気で走行する電気自動車 (EV : Electric Vehicle) は走行中にCO<sub>2</sub>の排出がゼロである為、環境負荷が低い。日産自動車「LEAF」は初代発売から7年経過した2018年1月に世界累計30万台、日本累計10万台を達成したものの、シェアは約0.1%と驚くほど低い。シェアが伸びない主な理由は(1)高価、(2)航続距離が短い、の2点が挙げられる。(1)は走行用バッテリーやモータ等の電気部品の改善、量産効果、補助金等で低価格化が進んでいる。しかし(2)についてはガソリン車の約1/3程度の航続距離しか達成できていない。

航続距離改善に関して走行用バッテリーの大容量化、車体のグラム単位の軽量化、風洞実験による空力特性の改善などが行われているが、これらの効果は限定的であり根本的な解決に至っていない。というのはEVの航続距離はアクセルやブレーキ制御方法に大きく左右されるという特異な特性な為である<sup>(1)</sup>。

そこで本研究では将来の自動運転を見据えたEVの航続距離を改善する運転方法について基礎的な実験を行った。実験の結果、横断歩道や信号機が多くストップ・アンド・ゴーが頻発する日本の道路において、提案運転方法は航続距離が約2倍となるブレークスルーとなる見通しを得たので以下に詳細を報告する。

### 2 滑空制御による消費エネルギー低減

先ず図1のように電気自動車で平坦路を走行しており、その後、赤信号等で停止する状況を考える。この際、平坦路を一定速度 (例えば 40 km/h) で走行している区間aで走行用モータが消費するエネルギーは単に後の赤信号で停止する際に区間bで一部回収出来るエネルギーを走行用バッテリーから「前借り(図3のa1)」しているに過ぎない。しかも、前借りした走行用モ

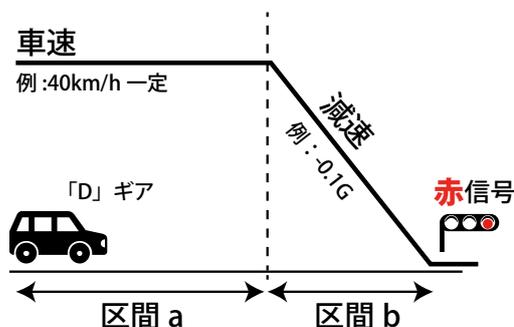


図1 従来の電気自動車減速停止パターン

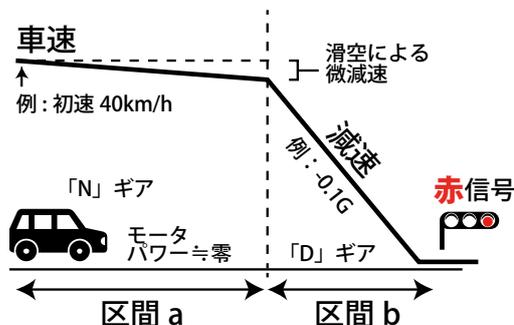


図2 提案する滑空制御による減速停止

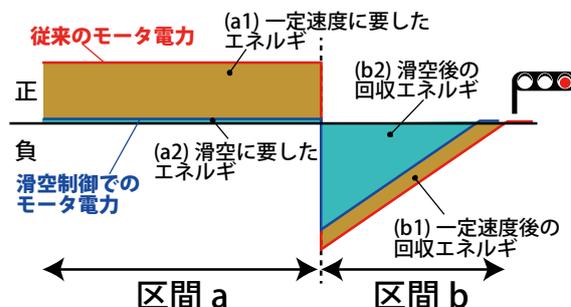


図3 従来と提案でのモータ電力とエネルギー

ータ出力を全て回収できるわけではなく、その差し引きしか走行用バッテリーに回収できない。また「前借り」と「回収」は本来不必要な電力の流入出であり、特に市街地走行での低出力領域では走行用モータの電気機械変換効率は50%程度である為、変換ロスが多い。

A Study of Electricity Consumption Rate Improvement by the Gliding Control  
Using the Neutral Gear for Electric Vehicles

Shuhei KATO, Yune IWASAKI and Junji KOIDO

これに対して図2のように一定速度を維持せず車両を惰性による滑空状態とする制御を提案する。永久に平坦路が続く場合は従来の一定速度で良いが、例えば赤信号が見えており10秒程度後にいずれ停止することが分かっている場合等は平坦路で一定速度に維持する必要は無い。つまりニュートラルギア（電気自動車においても力行/回生どちらも行わない電気ニュートラルモードがある）に切り替えることを意味する。惰性により速度は微減速し続けるが、いずれ停止するため影響は無い。この滑空状態では走行用モータ出力はほぼゼロ、即ち従来の「前借り」に相当するエネルギー（図3のa2）はほぼゼロとなる。

一方、ブレーキ停止においては微減速した分だけ回収出来るエネルギーは従来と比較して目減りする（図3のb2）。ところが「前借り」がほぼゼロな為、差し引き結果は提案方法が有利になると考えられる。

従来のガソリン車においても同様な制御は存在しているが、シフトチェンジに伴うクラッチやシンクロの機械ショックの影響が走行快適性を損なうため殆ど実用化されていない。一方電気自動車は機械的にニュートラル状態を実現するわけではなく、電氣的にトルク電流をゼロにする為、ほぼシームレスにニュートラル状態へ瞬時に移行できる。その為、提案制御方法は高速トルクレスポンスが可能な電気自動車こそ実現できると考えられる。

### 3 実験結果

提案方法の効果を検証するため平坦路（実路）において日産自動車「LEAF」を使用して実験を行った。図4に走行車両と試験路の外観を示す。乗車人数は2名で車両重量は約1.56 tonである。実験条件は初速を40 km/hとし、区間aの時間を約15秒、減速度を0.1 G、と0.2 Gの2パターン行った。車両の電気データは全てCAN通信で車両ECUから取得し、減速度は車両に設置した校正済み14bit加速度センサの時系列変化を画面上で目視しながらブレーキペダルをドライバーが操作して実験した。

図5に0.1 Gで減速した場合の従来方法（速度一定）と滑空制御の実験結果を示す。同図より滑空制御（赤線）において車速は微減速するものの、その区間にて走行用モータ電力はほぼゼロであることが判る。これらより従来は40 km/h一定に平均約3.2 kW（15秒間で約48 kJ）要しており、回収エネルギーは平均約



図4 試験車両と試験路の外観

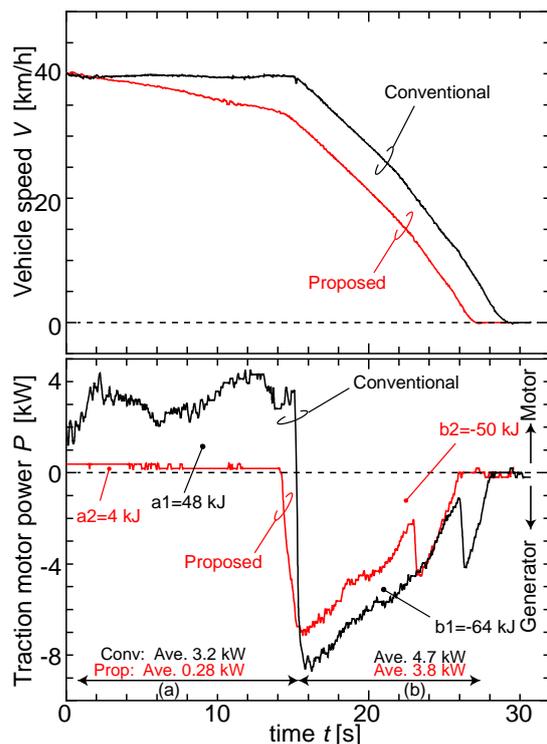


図5 初速 40 km/h、0.1 G 減速の実験結果

4.7 kW（64 kJ）であるが差し引きすると約16 kJにしかならない。一方提案方法では滑空に平均約0.28 kW（同4 kJ）要し、回収は従来よりも低く平均3.8 kW（50 kJ）であるが、差し引き46 kJと2倍以上の回収率で圧倒的に有利となる。同一の実験を3回行い結果の再現性を確認している。また、その他の条件でもほぼ同様な提案方法が有利となる結果であった。

### 4 まとめ

EVの自動運転で赤信号が早期に認識できれば滑空制御によりエネルギー回収率が2倍以上改善され、航続距離もそれに応じて改善される。

#### 「参考文献」

- 1) 山中健二, 筒井健太, 「電気式4WDにおけるトラクションコントロールの一提案」, パワーエレクトロニクス学会誌, Vol.41, pp88-94, 2016