

研究助成の概要.V

- ① 中山間地域における電気軽トラック利用の可能性
- ② 学校法人 東京農業大学 地域環境科学部 生産環境工学科
- ③ 教授 田島 淳
- ④ <https://www.nodai.ac.jp/academics/reg/eng/lab/1107/>

1. 研究分野及び題目

- (I-5) 自動運転に関するテーマ
- (II-5) デジタル道路地図の利活用に関する研究

2. キーワード

勾配、重力利用走行、回生、充電スポット設置

3. 研究内容

(1) 研究の目的

任意の走行ルートにおける電気乗用車の消費電力量の推定を加速抵抗・空気抵抗・勾配抵抗・転がり抵抗・勾配抵抗を考慮した GIS (地理情報システム) を用いたシミュレーション手法を確立し、積載状況や天候 (特に風向き) などに応じて最適な運行ルートを算出するシステムの構築を目標としている。特に、中山間地域は、農林業において重要な生産の場であり、標高の高い場所に質量を生み出す特徴があることから、電気軽トラックを導入した場合に得られるメリットは多い。電気軽トラックを利用した運搬システムの可能性を追求する。

(2) 研究のゴール

山間部の傾斜地の走行において電気自動車の回生機能を最大限に利用するためには、道路の起伏や風向きなどを加味した走行ルートや走行速度の決定が重要になる。こうした技術は、自動運転が普及すると、到着時間に余裕がある場合は、電気の消費量が大きな評価基準となることから、必要不可欠のものとなるものと予想される。さらには、将来はこうした評価基準に基づいた、農地・山林・集落・各種作業施設、畜舎、放牧場等の整備計画の策定は、必須のプロセスになるものと考えられ、DRM は重要なツールになるものと考えている。

中山間地域における電気軽トラック利用の可能性—DRMをベースとした消費電力量予測とその活用—

東京農業大学 地域環境科学部 生産環境工学科 田島 淳

1. 研究背景：農業や林業では、標高が高い地域に質量が産まれる特徴がある。生産物出荷に、電気自動車を用いることで、**位置エネルギーを最大限に活用した運搬システムを構築**できる可能性がある。

2. 研究目的：**DRM上で電気軽トラの消費電力量を予測する技術の確立**

3. 開発した技術に期待できる3つの可能性

- ① 電気自動車運行に欠かせない**走行可能距離の正確な把握とルートガイド**。
- ② 位置エネルギーを活用した運搬システム導入が可能な**施設の配置の提案**。
- ③ 自動運転車両を用いた運搬システムにおける**経路選定の有力なツール**。

4. 今年度の研究：消費電力予測における風の影響の評価と推定式での取り扱い方法を確立するために、**オンラインサイトから予報データによる推定とその精度を評価**する (9km×7.5km、8時間毎、地上高さ10m、方位22.5度分割)。



図1 ループには一管を取付けた供試車両(三菱自動車社製「i-MiEV」)



図2 8時間毎の地上10 mの高さの平均風速および最大風速、風向が得られるオンラインソフト「windy」の画面

消費電力予測式 (橋本(2011)を基に改良)

$$W_e = K_1 \left(Mva + \frac{1}{2} \rho C_D A v^3 + aMgv \tan \theta + rMg \cos \theta \right) - K_2 \beta Mgv \tan \theta$$

(ただし、 $\theta \geq 0$ のとき $\alpha = 1, \beta = 0$ 、 $\theta < 0$ のとき $\alpha = 0, \beta = 1$)

W_e : 消費電力量 [Wh]
 a : 空気密度 [kg/m³]
 ρ : 空気密度 [kg/m³]
 C_D : 空気抵抗係数
 A : 車体前面積 [m²]
 v : 速度 [m/s]
 α : 車体傾角係数
 β : 重力による加速係数 [m/s²]

K_1 : モーターの効率 (無次元)
 ρ : 空気密度 [kg/m³]
 C_D : 空気抵抗係数
 A : 車体前面積 [m²]
 v : 速度 [m/s]
 α : 車体傾角係数
 β : 重力による加速係数 [m/s²]

M : 車両質量 [kg]
 g : 重力加速度 [m/s²]
 θ : 道路勾配 [rad]

* K_1, K_2 については、実験より求めた値 1.168, 0.919 (田島ら2021) をそれぞれ用いた。

消費電力予測式への風速の組み込み方法 (田島ら2023)

上記の消費電力予測式の第2項の速度に、風速のベクトルの車両進行方向成分を加えるもので、向かい風の場合は(+)、追い風の場合は(-)とする。また、車両の進行方向データは車載したタブレットのGNSS位置情報から算出し、風向ベクトルのと差より算出した。

今回行った実験では、風速データは、①現場での実測値(実測データ推定)、②車載したピトー管より得られる車速データ(ピトー管データ推定)、③オンラインサイトから得られる予報データ(予報データ推定)の3つの推定を実測した消費電力量と比較し、オンラインサイトの予報データを用いた推定の可能性を評価した。

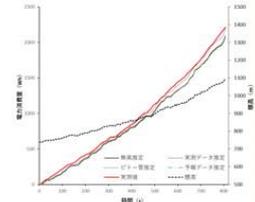


図3 実測した消費電力量と推定値の比較

実測データ、予報データを用いた消費電力量の推定値は実測を下回った(94.5%)。また、ピトー管データでも下回った(98.6%) (図3)。

結果

ピトー管データ(対空速度)からGNSSより得られる車両速度を算出すると、向かい風の値が得られる。得られた向かい風の平均値は2.28 m/sであった。これに対し、向かい風ではないが、実測した風速の平均値は1.3 m/s。オンラインサイトのデータは1.0 m/sでいずれも風速は低い値であった。なお、風を考慮しない消費電力量の推定では93.3%となった。

考察

推定式に入力した風速データに大きな差があったため推定式への組み込み方法の妥当性が評価できなかったことから、向かい風の平均値が2.28 m/sとなる風速を算出求め(3.66 m/s)となった。このときの消費電力量を求めた。その結果は、ピトー管データ推定の結果と一致したことから、風の組み込み方法は妥当であることが確認できた。さらなる勾配抵抗係数を補正する方法を考案し、精度の向上を達成した(図4)。

結論

消費電力量予測において風の影響が大きいこと、それを組み込む方法について、提案した方法の妥当性は示された。しかし、オンライン予報サイトのデータの精度が低く、現時点では正確な消費電力量予測は難しいことが解った。

引用文献

田島淳・鈴木寛也・佐藤伸樹(2023): 中山間地域農業における電気軽トラック利用の可能性—消費電力量推定における風の影響— 農作業研究, 51(1) pp.24-33

田島淳・中村俊・坂巻光洋(2021): 中山間地域農業における電気軽トラック利用の可能性—GISを用いた消費電力量推定(第2報)— 農作業研究, 50(1) pp.42-47

橋本大夢(2011): 電気消費量推定式を用いた電気自動車のエネルギーに関する考察 東京農業大学 修士論文, pp.32~37