

電気自動車の動力学とモータ設計

MATLAB/Simulink を用いた EVシミュレーション

ARC 有賀 敬治

概要

単純化 DCモータモデルを用いて, BEV, シリーズHV, PHV, FCV の動力特性, WLTC航続距離等を MATLAB/Simulink でシミュレーションした。
 第3版においては, 外力として 空気抵抗とタイヤの転がり抵抗 を考慮した。
 結果 - 電動車の動力特性は, 内燃機関車より優れ, 設計自由度も大きい
 - 電費計算値は, スペックに対し 誤差 0-30% 程度とかなり一致

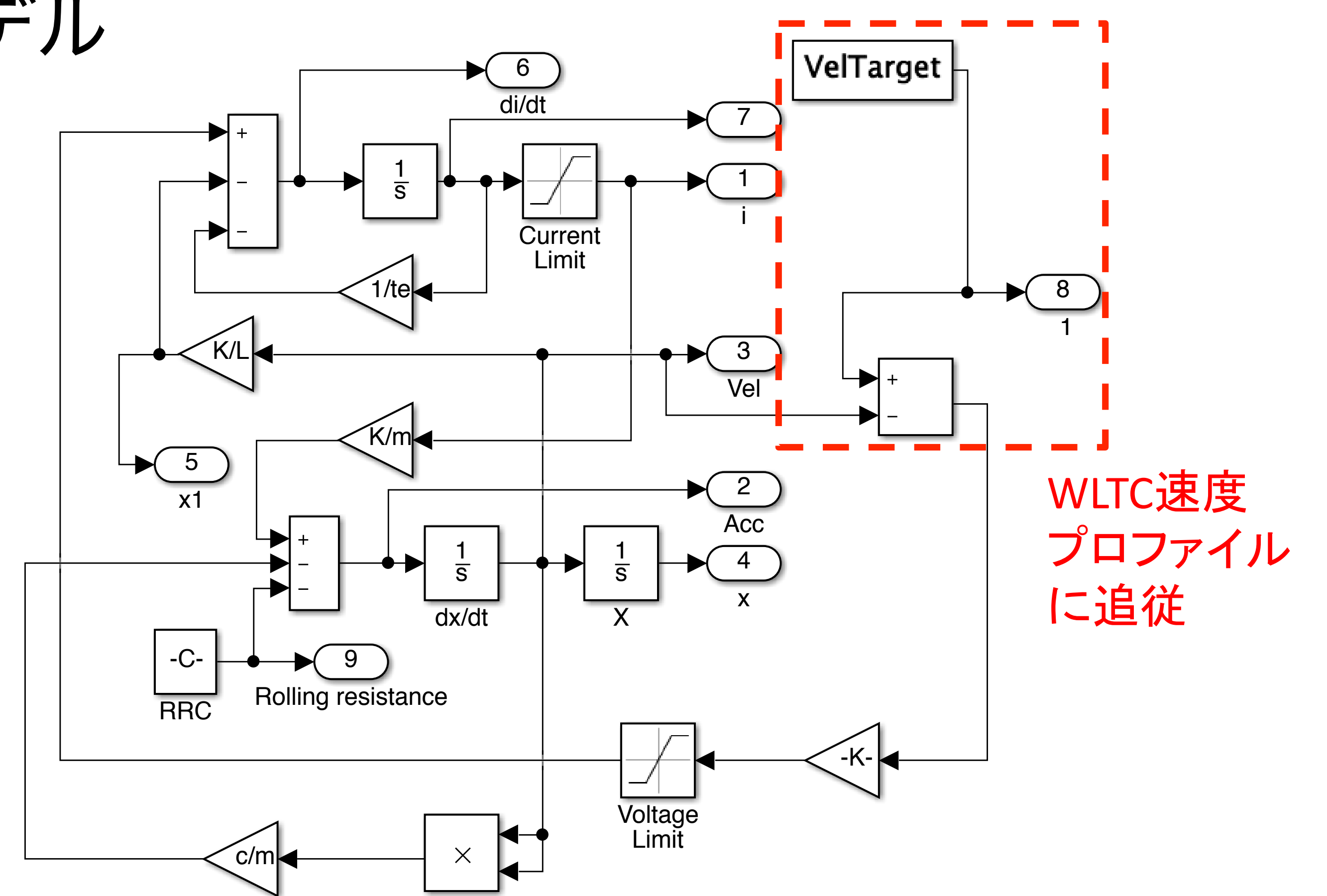
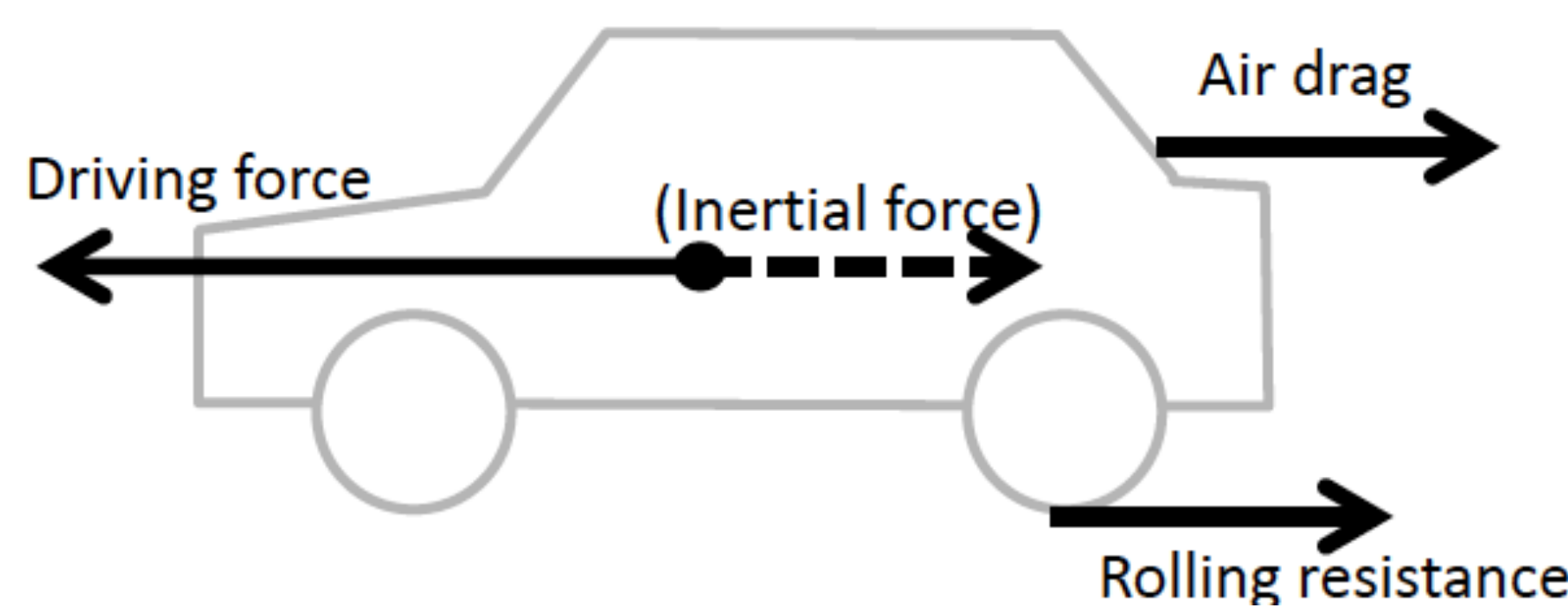
シミュレーションモデル

電圧
方程式

$$E_0 = Ri + K_E \frac{dx}{dt} + L \frac{di}{dt}$$

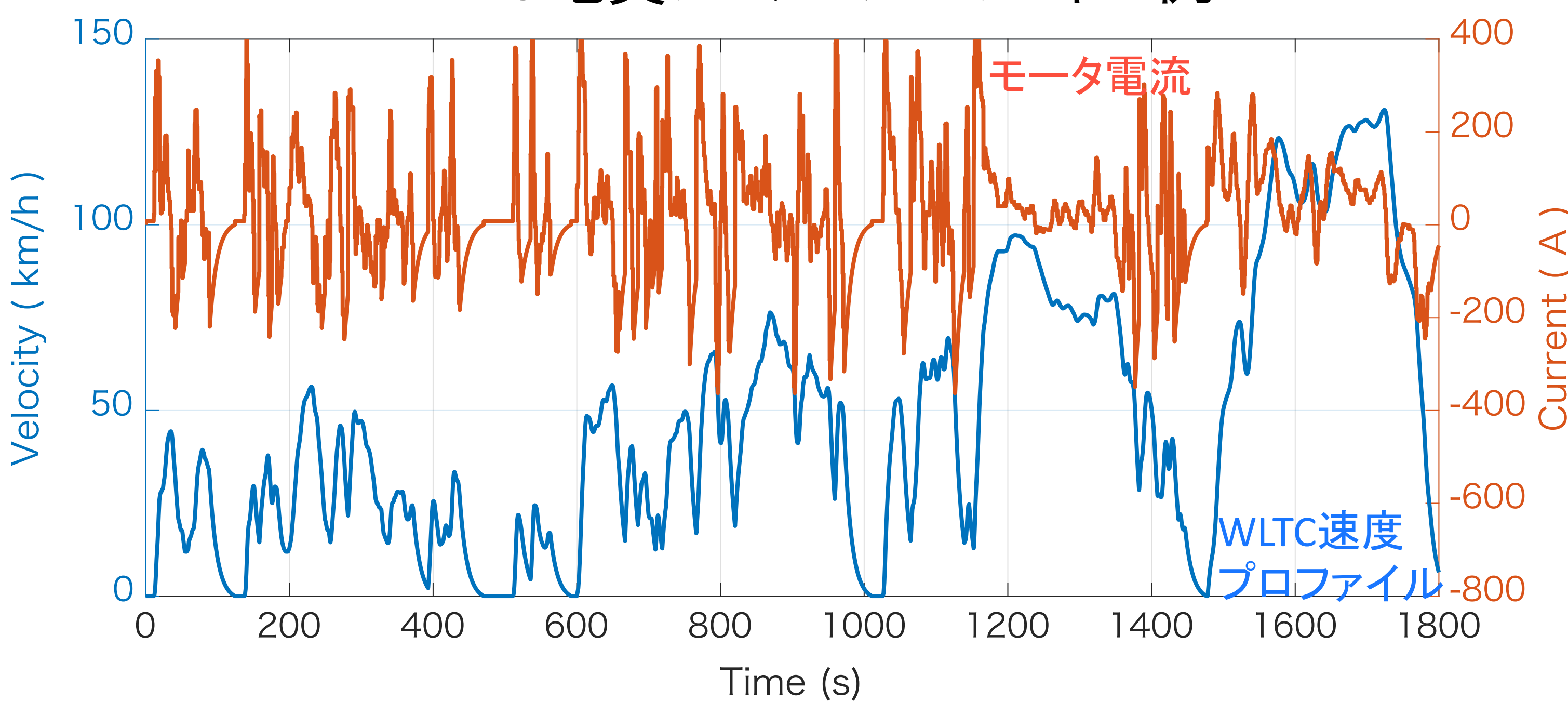
運動
方程式

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = K_T i - mgRRC - c \left(\frac{dx}{dt} \right)^2$$



WLTC速度
プロフィール
に追従

WLTC電費シミュレーション例



各種電動車の航続距離比較

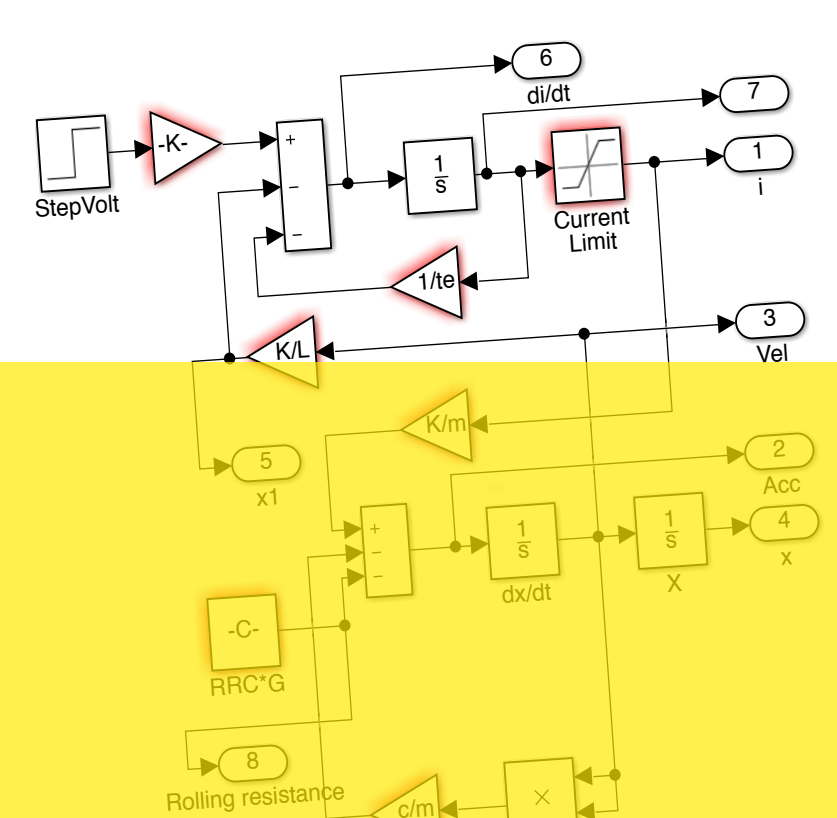
| | WLTC CruiseRange | | WLTCW Fuel efficiency | |
|---------------|----------------------|---------------|-----------------------|------------------|
| | Simu.(ave) (km) | Spec. (km) | Electricity km/kWh | Gasoline km/L |
| BEV | Nissan Leaf | 222.54 | 5.61 | |
| | Nissan Leaf e+ | *245.61 | 322 | 6.14 |
| | Tesla Model S | 362.83 | 458 | 6.11 |
| | Tesla S P100D | *379.26 | | 5.85 |
| | Jaguar I-PACE | 270.80 | 438 | 3.96 |
| | Porsche Taycan | 350.83 | 412 | 3.51 |
| | Audi e-tron | 356.22 | 436 | 3.66 |
| | VW ID.3 | 347.49 | | 5.79 |
| | Nissan Ariya | 335.86 | | 5.39 |
| | Honda e | 350.24 | 450 | 5.60 |
| | GM Ch. Volt | *254.17 | 283 | 6.76 |
| | M.Benz EQS450+ | 348.29 | 380 | 5.80 |
| | BMW iX3 | 419.10 | 770 | 3.69 |
| | Subaru Solterra | *308.92 | 508 | 3.82 |
| | *364.88 | 460 | 4.88 | Simu. ↓ Spec. |
| Series Hybrid | Nissan NoteEpwr | 1037.3 | * | *8.55 25.3 29.5 |
| | Honda Fit e:HEV | 1153.6 | * | *7.83 28.8 29.4 |
| | Virtual Gasoline SUV | 831.6 | * | * 13.2 |
| | SUV S Hybrid | 945.6 | * | *5.87 19.7 |
| | Daihatsu Rocky e:sp | 887.7 | * | *7.22 26.9 28.0 |
| PHV | Mitsubishi Outlander | 764.4 | * | *5.63 17.0 16.8 |
| | Toyota RAV4 PHV | 1028.5 | * | *6.04 18.7 22.2 |
| | Toyota Prius PHV | 1195.4 | * | *7.64 27.8 30.3 |
| FCV | Toyota MIRAI2 | 635.9 | * 850 | *5.24 |

* WLTCJapan

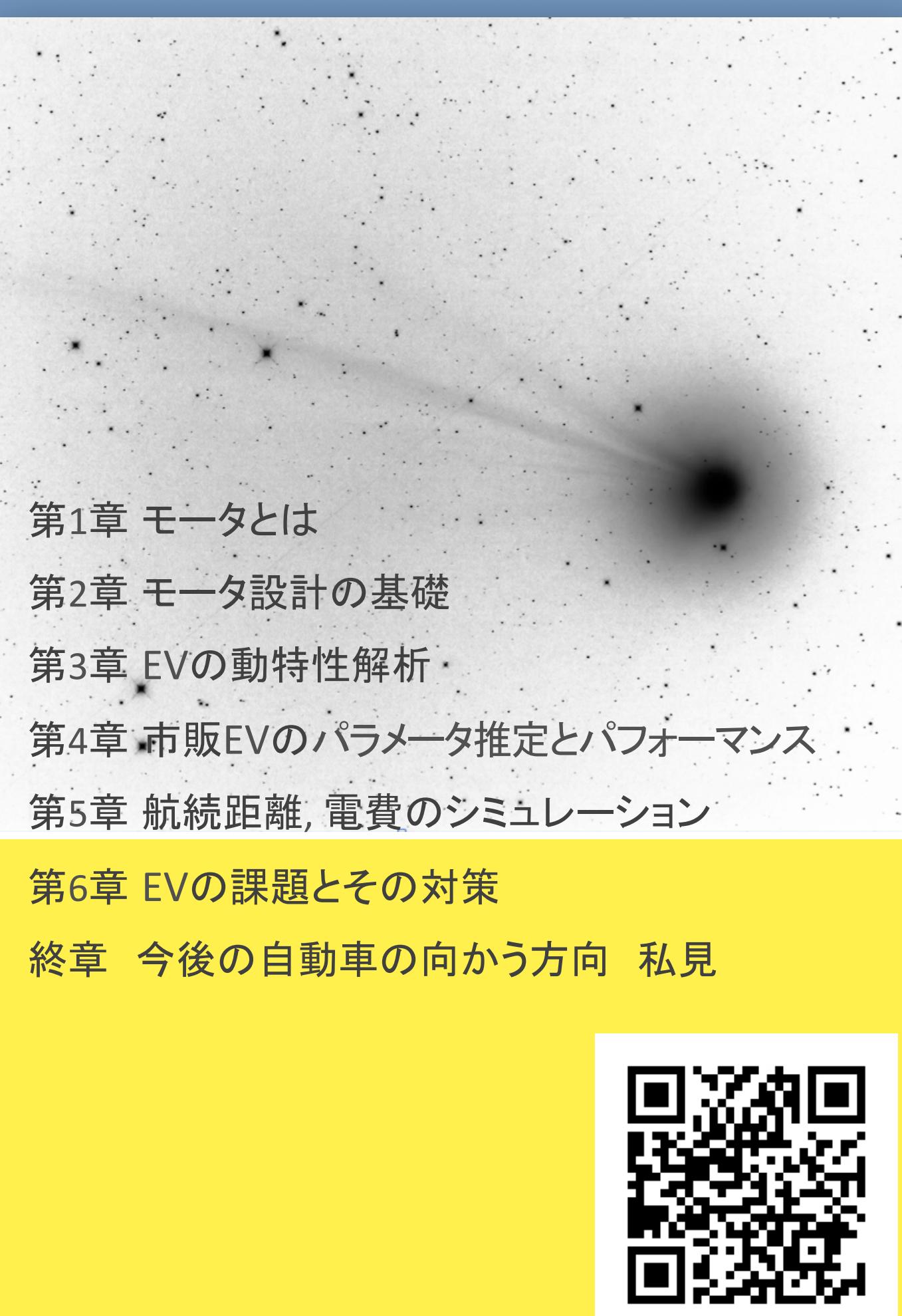
参考文献

第3版 電気自動車の 動力学とモータ設計

ハードディスク技術者の EV 設計論
有賀 敬治



Motor Design & Dynamics
for Electric Vehicles



第1章 モータとは
 第2章 モータ設計の基礎
 第3章 EVの動特性解析
 第4章 市販EVのパラメータ推定とパフォーマンス
 第5章 航続距離, 電費のシミュレーション
 第6章 EVの課題とその対策
 終章 今後の自動車の向かう方向 私見



<https://www.amazon.co.jp/dp/B09TPT7BHT>

こちら ↑