

21世紀の自動車と社会を考える会（仮称）

イベント

# 「EVの航続距離を考える」

12.02.25.

論議を深めるための基礎知識

日本EVクラブ 代表: 舘内 端

© JAPAN EV CLUB  
無断転載禁止

# EVの航続距離を決定する要素

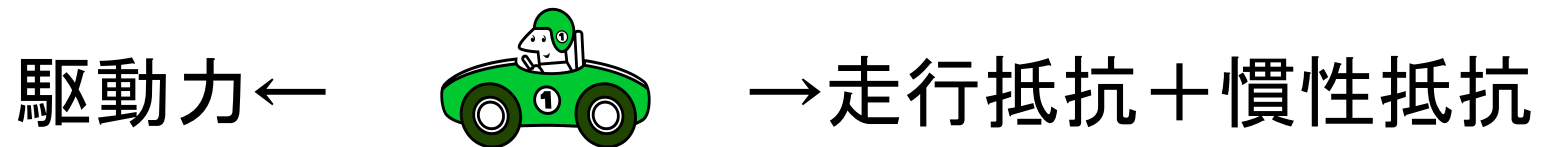
- 車両諸元
- 道路環境
- 走行パターン
- ドライバーの技量

# 車両に働く力

## ● 一定速走行時



## ● 加速時



# 駆動と電費

- 一定速度で走る場合は、空気抵抗と転がり抵抗に負けないだけの駆動力が必要になる。
- 空気抵抗は速度の2乗に比例して大きくなる。100km/hの空気抵抗は50km/hの2倍ではなく4倍になるので、高速では急激に電費が悪化する。
- 転がり抵抗は速度に無関係(と考える)。40～50km/hといった速度では空気抵抗よりも大きい。転がり抵抗は市街地の電費に影響力が大きい。
- 加速時には、上記に慣性力が加わる。慣性力は、車重が重いほど、加速が急なほど大きくなる。したがって、重いクルマが急加速をするほど大きな駆動力が必要になり、電費は悪化する。

# 駆動力と出力

- 90km/hで走る2リッタークラスのセダンの走行抵抗は、およそ44.5kg(勾配抵抗をゼロとする)。この速度で一定して走る場合、必要な駆動力は走行抵抗と同じ44.5kg。44.5kgの力で引っ張る必要がある。
- 90km/h=25m/sだから、このセダンは1秒間に44.5kgの駆動力で引っ張られて25m走る。したがってこのときの仕事率は $44.5 \times 25 = 1112.5 \text{kgm/s}$ 。1馬力は75kgm/sだから、この場合の馬力=出力は、 $1112.5 \div 75 = 14.8$ 馬力。
- あるいは1kW(キロワット)は102kgm/sだから、 $1112.5 \div 102 = 10.9 \text{kW}$ となる。

# 電費 Wh/km、km/Wh

- 上記のセダンで90km/hの速度で1時間走ると.....  
10.9kW × 1時間(1h)のエネルギーを使う。
  - したがって、消費電力量は10.9kWhである。
- 90km/hで1時間走ったときの走行距離は90km。  
このセダンは90kmの距離を走って10.9kWhの電力量を消費したことになる。
  - したがって電費は、 $10.9\text{kWh} \div 90\text{km} = 0.121\text{kWh/km} = 121\text{Wh/km}$ 。
- ちなみにi-MiEVの電費は JC08で110Wh/km。リーフは124Wh/km。
- ダイハツ・ミラEVが東京-大阪を途中無充電で走ったときは115Wh/km。
- 消費電力量は走行抵抗に比例して大きくなる。
  - したがって、電費は走行抵抗が大きいほど悪くなる。

# 電費と燃費(1)

燃費が10.52km/ℓ(10年度の実行燃費)の乗用車の電費

10.52km/ℓは、0.0951ℓ/km

1ℓは8266kcal(ガソリン)

↓

$0.0951 \times 8266 = 786 \text{kcal}$

上記の乗用車は、1km走るのに786キロカロリーの熱量を使う

786kcal/km

1kcalは0.001163kWh

$786 \text{kcal} = 0.001163 \times 786 = 0.914 \text{kWh} = 914 \text{Wh}$

上記の乗用車は、1km走るのに914Whの電力量を使った

つまり、電費は914Wh/km となる

## 電費と燃費(2)

$$\text{電費 (Wh/km)} = 9610 \div \text{燃費 (km/l)}$$

$$\text{燃費 (km/l)} = 9610 \div \text{電費 (Wh/km)}$$

リーフの電費(124Wh/km)と同じ燃費は.....

↓

$$\text{燃費} = 9610 \div 124 = 77.5 \text{ (km/l)}$$



# 電費とCO<sub>2</sub>排出量

07年度東京電力CO<sub>2</sub>排出量 >>> 0.425g/Wh

リーフ 124Wh/km

>>>  $124 \times 0.425 = 52.7 \text{gCO}_2/\text{km}$

ガソリン1ℓが燃えると2320gのCO<sub>2</sub>を排出する

プリウス JC08 32.6km/ℓ は 0.0307ℓ/km

>>>  $0.0307 \times 2320 = 71.2 \text{gCO}_2/\text{km}$

リーフと同じCO<sub>2</sub>排出量の燃費は44.0km/ℓ

(ただし東京電力の場合)

# 航続距離

- ガソリンタンクの容量が50リッターで、燃費が10km/ℓであれば、航続距離は $50\ell \times 10\text{km}/\ell = 500\text{km}$ となる
- 先のセダンの電費は121Wh/km。これは8.26km/kWhである。このセダンの電池の電力量をリーフと同じ24kWhとすると、航続距離は $8.26\text{km}/\text{kWh} \times 24\text{kWh} = 198\text{km}$ となる
- ちなみにリーフは高速道路を80～100km/hで走ったときの航続距離はおよそ200kmである
- 航続距離は、電費に電池の電力量をかけると求められる。電費が良くて、電池の電力量が多いほど航続距離は伸びる。

# 電池の電力量(1)

電力 …  $W(\text{ワット}) = VA(\text{電圧} \times \text{電流})$

単位時間当たりの仕事(出力、パワー)

$1\text{kW} = 102\text{kgm/s}$     $1\text{馬力} = 0.735\text{kW}$

$1\text{馬力} = 75\text{kgm/s}$

↓

75kgの重さの物体を1秒間に1m持ち上げる力

電力量 …  $\text{Wh}(\text{ワットアワー})$

$1\text{kWh} = 367,200\text{kgm}$

1kWh

↓

引くのに1kgの力が必要な物体を36万7,200m水平に移動させる仕事

## 電池の電力量(2)

たとえば i-MiEV の電力量は「16kWh」  
リーフは「24kWh」

24kWhの電力量の実際

引くのに1kgの力が必要な物体を  
 $367,200 \times 24 = 8,812,800\text{m}$ 水平に移動させる仕事

引くのに44.5kgの力が必要な物体の場合は、  
 $8812800 \div 44.5 = 198,040\text{m} = 198\text{km}$

44.5Kg, 198km



# 電池の性能

## 重量エネルギー密度 Wh/kg

電池の重さ1kgあたりに蓄えられる電力量。  
大きいほど軽くて長い距離が走れる

## 体積エネルギー密度 Wh/l

電池の体積1リットルあたりに蓄えられる電力量。  
大きいほど小さくて長い距離が走れる。

## 出力密度 W/kg

電池の重さ1kgあたりの出力、パワー。  
この値が大きいほど軽くてパワーが出る。とくにハイブリッド車で重視される。

# 充電

## 定格容量 Wh

完全充電した電池から取り出せる基準的な電力量。リーフは24kWh。

## 放電深さ % ..... Depth Of Discharge = DOD

定格容量に対する放電電力量の割合。定格電力量が24kWhの電池から6kWhの電力を取り出せば(放電させれば)DODは25%になる

## 充電深さ % ..... State Of Charge = SOC

定格容量に対する充電電力量の割合。  
定格容量が24kWhの電池を18kWh充電するとSOCは75%となる

# 充放電

C

定格容量の表記 たとえば0.2C充電という、満充電に5時間かかる充電の仕方を示す。

逆に2C充電という1時間の2分の1時間すなわち30分で満充電になる充電の仕方となる。

12Vボルト、40Ahアンペアアワーの電池を0.2Cで充電するときに流れる電流は $0.2 \times 40\text{Ah} = 8\text{A}$ アンペアとなる。

2C充電では80A。

ちなみに東芝のSCiB電池は12Cで充電可能。1時間の12分の1時間=5分でSOC80~90%の超急速充電が可能。

同様に放電にもCを使う。

# 充電時間と航続距離(1)

充電時間決定要素 = 電源・充電器・電池性能

## 家庭の場合

(200ボルト・15アンペア、充電器3kW、2C)

1時間に3kWhの充電が可能。  
24kWhの電池を80%充電するには6.4時間かかる。

## 急速充電器の場合

(充電器の最大出力は50kWh、電池の性能は最大2C充電)

24kWhの電池の場合、最大2Cなので50kWの電力で充電できる。  
80% = 19.2kWh充電するには0.384時間 = 23.04分かかる。



## 充電時間と航続距離(2)

**うさぎ** (電池をたくさん積んだ「BEV」)

VS

**カメ** (リーフと同じ量の電池を積んだ「AEV」)

東京～大阪600kmを走る場合を比較

AEV: 24kWh/2C、BEV: 48kWh/2C

電費はいずれも125Wh/km

急速充電器は50kmごとにあるとする。DODは80%。

# 充電時間と航続距離(3)

## カメ(AEV)

$24\text{kWh} \times 80\% = 19.2\text{kWh}$

航続距離は、 $19.2\text{kWh} \div 125\text{Wh/km} = 153.6\text{km}$

充電時間は $19.2\text{kWh} \div 50\text{kW} = 0.384\text{時間}$ 、23.04分

1回目の充電	スタート地点	充電時間	23.04分
2回目の充電	150km走ったところで、		23.04分
3回目の充電	300km		23.04分
4回目の充電	450km		23.04分
5回目の充電	600km(明日に備えて)		23.04分

充電時間は合計 $23.04\text{分} \times 5\text{回} = 115.2\text{分}$ 、1時間55.2分。

600kmを平均時速100kmで走ると.....

必要な時間は **7時間55.2分**

# 充電時間と航続距離(4)

## ウサギ(BEV)

$48\text{kWh} \times 80\% = 38.4\text{kWh}$

航続距離は、 $38.4\text{kWh} \div 125\text{Wh/km} = 307.2\text{km}$

充電時間は $38.4\text{kWh} \div 50\text{kW} = 0.768\text{時間}$ 、46.08分

1回目の充電	スタート地点	充電時間	46.08分
2回目の充電	300km走ったところで、		46.08分
3回目の充電	600km(明日に備えて)		46.08分

充電時間は合計 $46.08\text{分} \times 3\text{回} = 138.24\text{分}$ 、2時間18.24分。  
600kmを平均時速100kmで走ると.....

必要な時間は **8時間18.24分**

ちなみにAEVは 7時間55.2分