

⑤ 使用過程ハイブリッド自動車のバッテリー及び燃費性能変化

環境研究部 ※小鹿 健一郎 鈴木 央一 新国 哲也

1. はじめに

国連の自動車基準調和世界フォーラム (WP29) において、2016 年 11 月に WLTP(Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure)¹⁾が世界技術規則 (Global technical regulation) として成立した。現在、WLTP のインフォーマル会議において、自動車性能の Durability(耐久性)が議題として取り上げられ、新車時だけでなく、車両の全使用期間を通して車両性能が維持されるための技術規則の策定が話し合われている。本研究では、このような国際基準調和の動向を背景に、使用過程ハイブリッド自動車の『バッテリーの性能変化』と『燃費性能の変化』の関係について調査を行った。

2. 実験の概要

使用過程ハイブリッド自動車として、6年間で総走行距離 18 万 km の使用状態の車両を用意し、この車両の燃費性能を台上試験により測定した。次に、使用過程ハイブリッド自動車に搭載されていた駆動用バッテリーパックを新品と交換し、新品バッテリー搭載時の燃費を測定し、先の結果と比較することで燃費性能変化について調査した。また、使用過程バッテリーパックをモジュールに分解し、容量について調査するとともに、一部のモジュールについては内部抵抗についても測定を行い、これらの性能を新品モジュールと比較し、バッテリー性能変化について調査した。これにより、バッテリーの性能変化が燃費性能へ与える影響について、定量的に評価を行った。

3. 実験結果

3. 1. 燃費性能の比較

燃費性能測定を行う試験サイクルは JC08 モード (コールドスタート及びホットスタート) とし、いずれも複数回 (6 回程度) 実施し、試験前後のバッテリー充電率変化 (Δ SOC: State Of Charge) および充放電

電流量の収支と燃料消費量の関係を導き、 Δ SOC がゼロとした場合の燃費を当該試験サイクルの燃費値とした。バッテリー交換前後のコンバインド燃費は、それぞれ、29.24 km/L と 29.96 km/L であり、バッテリー交換によると考えられる燃費の向上は約 2.5%であった(図 1)。

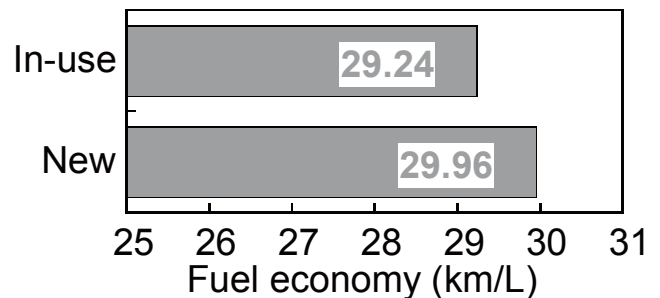


図 1 バッテリー交換前後の燃費比較

3. 2. バッテリー性能の比較

モジュールの放電容量を、充放電試験装置 (菊水電子工業 型番: PFX2512) を用いて測定した。容量測定のための充放電条件は、カットオフ電圧 8.5 V、電流値 0.1 C (0.65 A) の定電流充電後、カットオフ電圧 6.0 V、電流値 1 C (6.5 A) の定電流放電とした。これは、新品モジュールの放電容量が 6.5 Ah となるように設定した。同じ条件で測定した使用過程品のモジュール平均放電容量は 5.06 Ah であり、最大値は 5.38 Ah、最小値は 4.13 Ah であった。新品と比較すると放電容量は約 20%低下していた (28 モジュールの平均)。使用過程品のモジュールごとの容量を図 2 に示す。外側に比べて中央部分の容量が大きく低下している傾向が観測された。新品モジュールの測定は、3 モジュールのみ行った。モジュール番号は 16、22、28 とした。具体的な放電容量はそれぞれ、6.55 Ah、6.51 Ah、6.56 Ah であった。

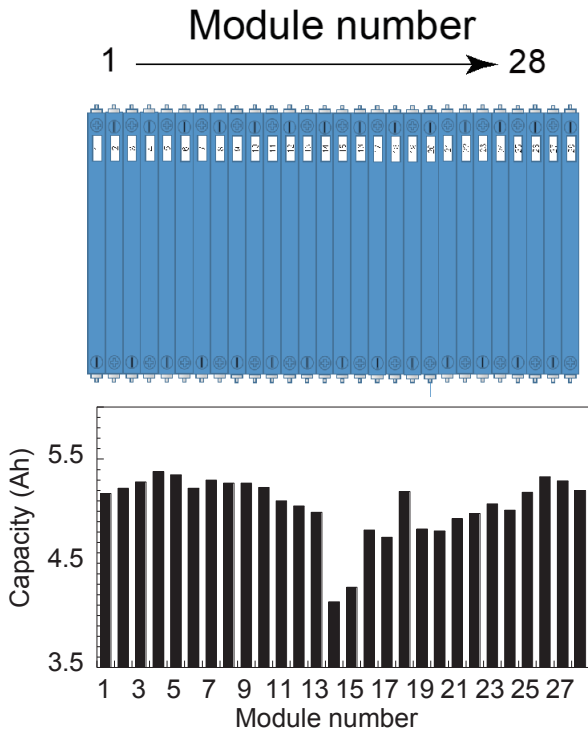


図2 モジュールの模式図と使用過程品の容量

モジュールの内部抵抗は JIS C 8708 に記載された方法に従い、周波数応答解析装置 (NF corporation 型番: FRA5014) を用いて、モジュール SOC=50%における内部抵抗を測定した。測定対象のモジュールとして、使用過程品からは、容量低下が最も小さかった No. 4、もっとも大きかった No. 14、その中間程度の容量低下である No. 20 を選択した。新品に関しては、使用過程品と対応する No. 4 および No. 20 を選択した。結果を表 1 に示す。使用過程品のモジュールの内部抵抗は新品の内部抵抗の平均に比べて、約 12%~26%増加していることが確認された。

表1 モジュールの内部抵抗の比較

Avg. of new modulees	No.14	No.20	No.4
6.502 mΩ	8.174 mΩ	7.289 mΩ	7.566 mΩ

3. 3. バッテリー性能変化と燃費性能変化の関係

今回試験を行った 18 万 km 走行後のハイブリッド車は、バッテリー容量が平均で約 20%低下しており、内部抵抗を測定した 3つのモジュールの内部抵抗増加は約 12%~26%であった。このように、車載バッテリーの性能は新品に比べて低下していた。一方、バッテリー

交換による燃費の変化は 2.5%であったことから、今回試験した車両は、バッテリーの性能低下を想定し、仮にバッテリーの性能が低下しても、その性能低下が燃費に影響を与えにくいように設計されていると考えられる。例えば、本試験車両は、駆動用バッテリーの SOC40%から 60%程度の幅で、充放電を行うように設計されているため、容量が約 2割低下しても、要求性能を維持していると考えられる。

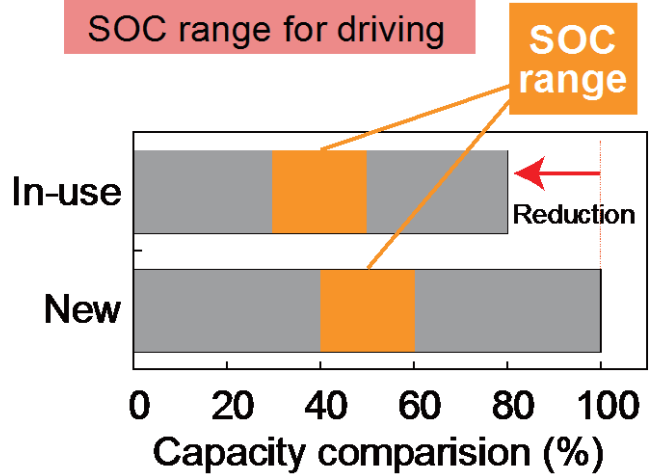


図3 バッテリーの容量低下とハイブリッドシステムで使用する SOC の関係を表したイメージ

4. おわりに

本研究では、燃費の性能試験およびバッテリー性能試験を行い、今回は 18 万 km 走行したハイブリッド自動車のバッテリーの性能変化と燃費性能変化の関係について明らかにした。性能比較試験では、2.5%の燃費の低下と 20%のバッテリーの容量低下が観測され、今回試験した車両は、バッテリーの性能低下が燃費に影響を与えにくいように設計されていると予想された。現行の技術では、バッテリー性能は(程度の差はあるものの)必然的に低下するものであるため、その性能低下が起こっても、燃費・排出ガスといった車両性能に影響を与えないようメーカーは設計を行うことが望ましいと考える。引き続き調査を継続し、国際的な技術基準策定会議等において、当研究所は情報の提供を行う予定である。

参考文献

- 1) 国連 UN-ECE GRPE ホームページ:
https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2016/wp29grpe/ECE-TRANS-WP29-GRPE-2016-03e_clean.docx