

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

—リチウムイオン電池搭載車両を試験対象として—

環境研究部

※小鹿 健一郎、鈴木 央一

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、排出ガス、燃費、一充電走行距離等環境性能評価方法に関する世界技術規則 (Global technical regulation) が議論されている。¹⁾ 近年では新車時だけでなく、車両の全使用期間を通して環境性能等が維持される、Durability(耐久性)についても議題となっている。電動系車両におけるバッテリー性能の低下は不可避であるが、ハイブリッド車における燃費性能はバッテリーに加えてエンジンを含めた車両制御も影響するため、バッテリー性能の低下とその影響について把握することが難しい。

このような背景から環境研究部では、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ている。前回のニッケル水素電池を搭載した車両の調査報告²⁾に続き、今回はリチウムイオン電池を搭載した車両についての調査結果を報告する。

2. 実験の概要

使用過程ハイブリッド自動車として、2年間で総走行距離 10.5 万 km 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、当該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、約 1000km の慣らし走行後に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セルに分解し、容量について調査するとともに、一部のセ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セルと比較し、バッテリーの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 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、32.23 km/L と 32.82 km/L であった(図 1)。同様に、一定速度(60 km/h)で走行した場合の燃費はそれぞれ、45.29 km/L と 45.14 km/L であった(図 2)。

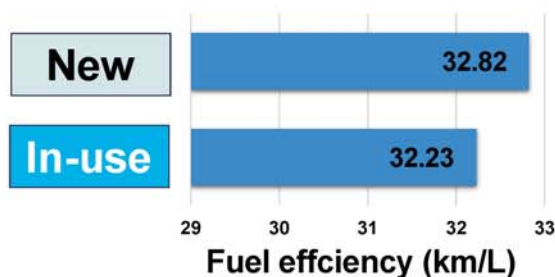


図 1 バッテリー交換前後の燃費比較(JC08 モード)

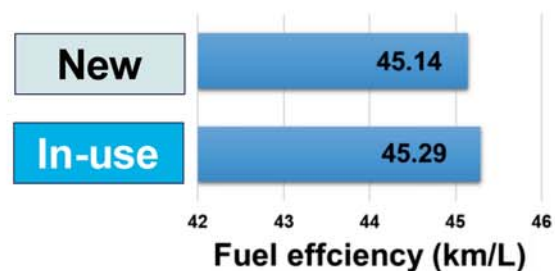


図 2 バッテリー交換前後の燃費比較(60 km/h 一定)

3. 2. バッテリー性能の比較

バッテリーの性能評価のために、放電容量測定および内部抵抗測定を行った。セルの放電容量を、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 4.2 V、電流値 1/3 C (1.7 A) の定電流充電後、カットオフ電圧 3.4 V、電流値 1 C (5.0 A) の定電流放

電とした。これは、新品セルの放電容量が 5.0 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 4.75 Ah (図 3) であり、最大値は 4.77 Ah、最小値は 4.72 Ah であった。新品と比較すると放電容量は約 5%低下していた (24 セルの平均)。

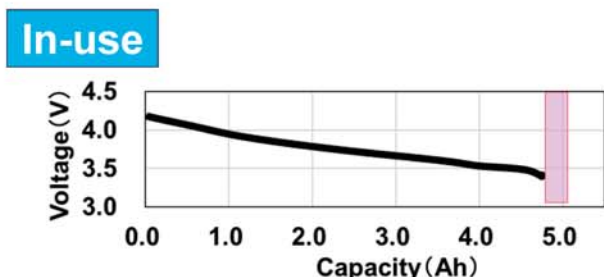


図 3 使用過程セルの放電容量測定の様子

セルの内部抵抗は 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、セル SOC=50%における内部抵抗を測定した。測定対象として、使用過程品からは、容量低下が最も小さかったセル(No.8)、もっとも大きかったセル(No.5)、その中間程度の容量低下であるセル(No.3)を選択した。新品に関しては、使用過程品と対応する配置のセルを選択した。結果を表 1 に示す。使用過程品の内部抵抗は新品に比べて約 0.1 mΩ高い値を示した。

表 1 セルの内部抵抗の比較

Cell No.	No.8	No.3	No.5
	Internal resistance [mΩ] @1 kHz		
New	1.21	1.22	1.30
In-use	1.35	1.38	1.40
Increase	0.14	0.16	0.10

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 10.5 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 5%低下しており、内部抵抗を測定した 3 つのセルの内部抵抗増加は約 0.1 mΩであった。一方、バッテリー交換による燃費の変化は-1.8%~+0.3%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。その

一例として本試験車両では、走行試験中における駆動用バッテリーの SOC 使用幅は 20%から 80%程度の範囲に限られていた。そのため容量が約 5%低下しても、燃費性能に及ぼす影響は小さいと考えられる (図 4)。

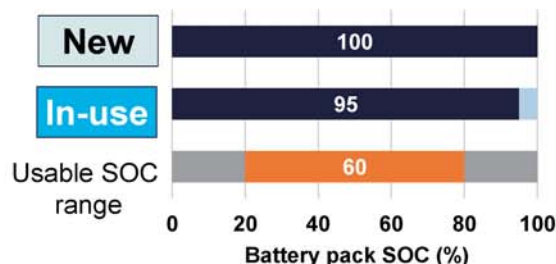


図 4 バッテリーの容量低下とハイブリッドシステムで使用する SOC の関係を表したイメージ

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 10.5 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、燃費の変化 (2%未満) とバッテリーの容量低下(5%程度)が観測された。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、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
- 2) 小鹿 健一郎、鈴木 央一、新国 哲也 “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” 交通研フォーラム 2018