

⑤ プラグインハイブリッド車の燃費改善効果とバッテリー製造・廃棄を考慮した総合的な CO₂ の排出評価の考え方

環境研究領域

※小鹿 健一郎

新国 哲也

1. はじめに

近年、自動車の環境適合性をライフサイクル全体で総合的に評価することが求められている。本研究では、総合的な評価法の一つとして、“新しい自動車部品（または技術）の導入による燃費改善効果”をもとに、その部品を追加したことによる製造・廃棄にかかる CO₂ 排出量の評価を行うという手法について提案する。ここでは、自動車の電動化を推進し、走行時の CO₂ 排出量の削減に大きく貢献しているリチウムイオン電池を対象に本手法のケーススタディーを行った。

2. 本評価手法の考え方

車載用の高性能リチウムイオン電池は、その製造過程で、クリーンルームなどの特別な設備や高純度の化合物が必要になるため、多くの CO₂ を排出しているのではないかと指摘されているが、その CO₂ 排出量について正確なことはわかっていない。これは、実際の CO₂ 排出量を知るために、歩留まりや製造工程など、企業秘密に該当する情報が必要となるためである。このため、メーカー各社の独自のノウハウにより製造されるリチウムイオン電池は、正確な CO₂ 排出量を知ることが難しい自動車部品の一つであること

排出許容量の考え方

① HEV に電池を積み増して PHEV にする



② 電池の効果で燃費が良くなる



③ 両者の差分が排出許容量となる



(等号成立時が電池の最大排出許容量となる)



排出許容量未満で製造・廃棄できるとき
ライフサイクル全体で CO₂ 削減に貢献

図1 “排出許容量”の考え方と総合評価への展開

が知られている。^{1)~3)} 一方、自動車使用時の CO₂ 排出削減量は実車の燃費改善効果をもとに見積もることが可能である。3章においてハイブリッド車 (HEV) を想定し、バッテリーを積み増して外部電力を利用 (すなわち PHEV (プラグインハイブリッド車) 化) した際の燃費改善効果をもとに、自動車のライフサイクル全体で評価しても総合的に CO₂ 排出量削減となるバッテリーの製造・廃棄にかかる CO₂ 排出量の上限値 (“許容量”) の試算を行う (図1)。

3. バッテリーパック由来の排出許容量の試算

本ケーススタディーでは HEV ドライバーのうち PHEV に乗り換えることで CO₂ 排出量が期待される4割のドライバーが HEV から PHEV に乗り換え、10年使用したケースを想定して、バッテリーパック由来の排出許容量を算出することとした。

3. 1. HEV および PHEV の仕様の設定

対象とする HEV および PHEV の仕様について表1のように設定した。本ケーススタディーでは電池の積載量増加による CO₂ 増加量と外部給電機能の追加による CO₂ 削減量をもとに許容量を算出するので、表1に示した内容以外はすべて同等という設定にした。

表1 対象とする車両の仕様設定

	HEV	PHEV
パック電力量	1.3 kWh	4.4 kWh
パック重量	23 kg	76 kg
車両重量	1477 kg	1530 kg

3. 2. 単位走行距離あたりの CO₂ 排出量の試算

HEV および PHEV の単位走行距離あたりの CO₂ 排出量を試算するために台上試験を行った (供試車両は PHEV のみ)。PHEV については TRIAS (審査事務規定別添試験規定) に記載された方法により、EV 走行距離、EV 走行時の電力量消費率、チャージステイニング (CS) 状態における燃費値を取得した。HEV についてもその燃費値の取得が必要であるが、HEV 燃費値は PHEV の燃費測定条件に変更を加えて取得することとした (表1に示す内容以外の仕様を

HEV、PHEV で揃えるため)。具体的には、台上試験装置の負荷設定を車重 1530 kg から 1477 kg へ変更し、CS 状態で走行した時の燃費を HEV の燃費とした。

3. 3. 一日平均トリップ長分布を考慮した PHEV の CO₂削減量の試算

前節で取得した値をもとに HEV から PHEV に乗り換えることで削減される車両 1 台当たりの CO₂ 排出量について試算した。試算結果と一日の平均トリップ長（以下トリップ長という）の関係について図 2 に示す。また図 2 には、削減量の平均値の試算のために、ユーティリティファクター（以下 UF という）^{注1)}（縦軸右）を同時に記載した。

削減される CO₂ 排出量は、トリップ長 26.4 km までは急激に増加し（最大削減量 2.44 t-CO₂）、その後緩やかに減少した。これは、トリップ長 0-26.4 km では、PHEV は EV 走行をしており、HEV に比べ約 14% 排出を抑えることができるためである^{注1)}。一方、26.4 km 以降では、両車両ともハイブリッド走行しているものの PHEV の方が電池の積載量増加により車両重量が重く、PHEV は HEV に比べ約 2% 増しで CO₂ を排出しているため、削減量が徐々に減少することとなった。

続いて、UF とトリップ長の関係をもとに、HEV から PHEV へ乗り換えることで CO₂ 排出削減が期待されるドライバーを、削減量が多い方から 4 割選択し、乗り換えによる削減量の平均値を試算した。削減量が多い方から 4 割のドライバーはトリップ長が 20-80 km のドライバーで（図 2）、その削減量平均は 2.24 t-CO₂ であった。これにより、上位 4 割のドライバーが乗り換えた場合でも最大削減量の約 9 割以上の CO₂ 排出削減が期待できると試算された。

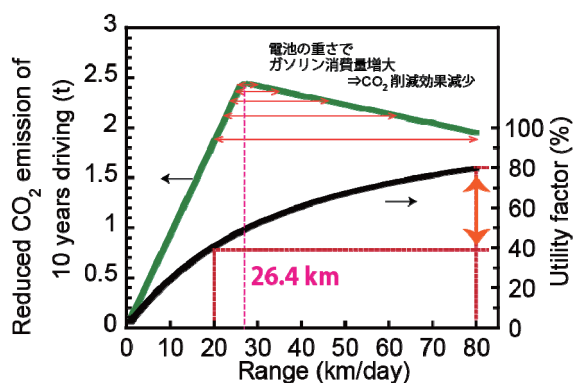


図 2 削減される CO₂ 排出量および UF とトリップ長の関係

3. 4. バッテリーパック由来の排出許容量への換算

前節で試算した値をもとに、バッテリーパック由来の排出許容量を試算した。今回のケーススタディーでは、増加したパック重量を 53 kg と設定しているため、単位重量あたりの排出許容量は 42.2 kg-CO₂/kg-pack と試算された（図 3）。（ただし、これは電力の排出原単位 0.55 kg-CO₂/kWh で計算した時の結果であり、電力ミックスの変更などにより原単位が変更になれば結果も変化する。）バッテリーパックの製造・廃棄にかかる CO₂ 排出が上記の値以下であれば、PHEV に乗り換えることで自動車のライフサイクル全体を通して CO₂ 排出削減をしていることとなる。

◆ バッテリーパック単位重量当たりの CO₂ 排出許容量の試算

走行時 削減量	2.24 t-CO ₂	÷	パック 重量	53 kg	=	42.2	kg-CO ₂ / kg-pack
------------	------------------------	---	-----------	-------	---	------	---------------------------------

図 3 許容量試算の計算式

4. まとめ

本報告では、PHEV の燃費改善効果とバッテリー製造・廃棄を考慮した総合的な CO₂ の排出評価の考え方の一例として、バッテリーパック単位重量当たりの CO₂ 排出許容量を試算した。今後、バッテリーパックの製造・廃棄にかかる CO₂ を調査し、ライフサイクル全体を通して、HEV から PHEV への乗り換えがどの程度 CO₂ 排出削減に貢献するか等の検証を進めていく予定である。

注 1) 国内のトリップ長の分布をもとに作成された累積相対度数

注 2) EV 走行由来の CO₂ 排出とは充電（＝発電所での発電）に由来する CO₂ 排出のことを指している。境界条件をライフサイクル全体と設定していることにより算出されるものであり、車両テールパイプから CO₂ が排出されているということではない。

参考文献

- 1) 『電気自動車の電池 製造・廃棄時の CO₂ 減量が必要』日本経済新聞 2011, 10, 04, 29P
- 2) Beattie, P., Henry, C., and Bradburn, J., SAE Technical Paper 2011-01-1258, 2011
- 3) 小鹿健一郎, 新国哲也 “『CO₂ 排出量からみた環境対応自動車の駆動エネルギー源別サステナビリティ評価(1),(2)』 第 11 回 GSC シンポジウム