

ライフサイクル最適化に基づく自動車買い替え経路の推計

Analysis of vehicle replacement paths to achieve optimal vehicle electrification

○中本裕哉 *・時任翔平 **

Yuya Nakamoto, Shohei Tokito

1. はじめに

本研究では、ライフサイクル最適化(Lifecycle optimization, Kim et al 2003; Liu et al 2017)を燃料別自動車(ガソリン車(GV), ハイブリッド車 (HEV), プラグインハイブリッド車 (PHEV), 電気自動車 (BEV), 燃料電池自動車 (FCEV))に関するライフサイクルインベントリデータに適用する。ケーススタディとして、日本の乗用車を対象に2020年から2055年までのライフサイクルCO₂排出(LC-CO₂)と所有費用をそれぞれ最適化するような買い替え経路を推計する。さらに、様々なパラメーターやシナリオがLC-CO₂や所有費用、買い替え経路に与える影響を分析する。最後に、自動車の電動化が排出削減に最大限に貢献するための、最適な買い替え経路について議論する。

2. 分析方法

各期、自動車所有者は車を保有し続ける、あるいは他の車に買い替える選択肢がある。本研究では、グラフ理論を適用した新しいライフサイクル最適化手法を開発し、最適な買い替え経路を推計する。各シナリオにおけるパラメーターの設定は表1のとおりである。

Table 1. Scenario setting.

Parameter	Current Trajectory Scenario	Baseline Scenario	Announced Pledges Scenario	Sustainable Development Scenario
Annual reduction (emission)	0.00%	1.50%	3.00%	3.00%
Annual reduction (price)	0.00%	2.50%	5.00%	5.00%
Energy mix	CTS	STEPS	APS	SDS
Fuel efficiency improvement	0.00%	2.03%	3.63%	3.63%
Vehicle lifespan (year)	15	15	15	20
Battery replacement cycle (year)	8	8	8	12

* 大分大学経済学部 Faculty of Economics, Oita University
〒870-1192 大分市大字旦野原 700 E-mail: y-nakamoto@oita-u.ac.jp

** 山形大学人文社会科学部

3. 分析結果と考察

排出・費用ともに、APS（製造・走行・バッテリーの排出改善，発電部門の脱炭素化）の下では，2台目と3台目にBEVに買い替える経路が最適となり，ベースラインの下でのLC-CO₂ 42.6 tと所有費用，1,169万円と比べると，それぞれ22.4 t（ベースライン比-18.6%），143万円（-12.2%）削減する（figure. 1）。これは，高い水準での排出改善，発電部門の脱炭素化を達成できれば，自動車の電動化をより早期に実現することで排出・費用を同時に削減できることを示唆している。

さらに，SDS（車体・バッテリーの長期利用）の下では，分析期間における買い替えは2回から1回に減少し，LC-CO₂と所有費用はベースラインと比べるとそれぞれ，29.5 t（-30.8%），249万円（-21.3%）削減する。より高い水準で排出・費用削減を実現するには，APSに示される技術革新によるエネルギー消費量の削減に加え，製品の長期利用も肝要である。

一方で，CTS（2020年の水準維持）の下では，LC-CO₂は1台目から3台目までHEVに買い替え，所有費用は1台目から3台目までGVに買い替える経路が最適であり，ベースラインと比べるとそれぞれ，14.4 t（33.9%），86万円（7.3%）増加する。これは，自動車の電動化には排出改善，発電部門の脱炭素化が不可欠であり，それらを実現できないのであれば電動化は排出・費用改善に寄与しないことを示している。

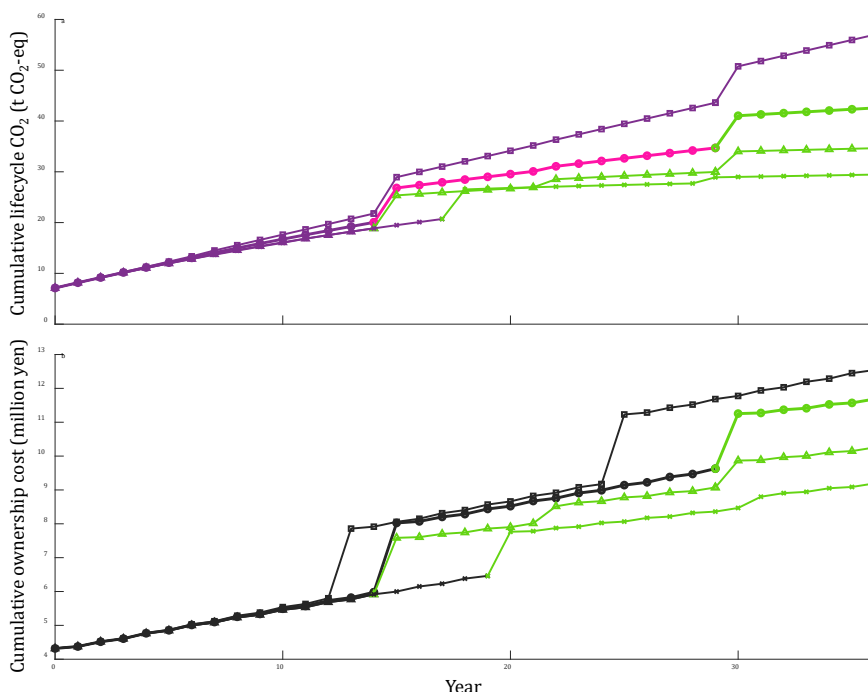


Figure 1. Changes to the lifecycle CO₂ and ownership cost under the combined scenarios.

Note: Estimates optimization for lifecycle CO₂ (a) and ownership cost (b) are shown. Scenario: ○: 'Baseline', □: 'CTS', △: 'APS', ×: 'SDS'.

参考文献

Kim et al. (2003) *Environ. Sci. Technol.* 37 5407-13. Liu et al. (2017) *Environ. Res. Lett.* 12 114034.