

電気自動車を用いた カーシェアリングシステムの開発に関する研究

102802 浅野周平

1. はじめに

エネルギー制約の高まり、地球温暖化対策の観点から、エネルギー効率やCO₂排出量に優れた性能を持つ電気自動車（以下EV）は、今日世界中で注目されている。EVは環境負荷が少ない自動車である一方、ガソリン車に比べて航続距離が短い、充電に時間を要する、車両価格が高いといった短所を持つことから、その普及はいまだ初期段階にあるというのが現状である。このようなEVの活用方法の一つとしてカーシェアリングが考えられる。1回の利用における走行距離、利用時間が短いカーシェアリングはEVの短所を補う可能性があると同時に、高価であるEVの購入負担を軽減することが出来る。しかし、ガソリン車と同等の活用が可能であるか不明瞭なEVを用いてカーシェアリングを行う場合、その特性を考慮した効果的な運用の検討が必要である。

EVカーシェアリングシステムの効率化に関する検討はこれまでもいくつか成されおり¹⁾²⁾、この中で効果的な配車の手法や駐車スペース数について言及されている。しかし、EVの具体的な利用実態からシステム効率化を検討した研究は見られない。そこで本研究ではまず、実証実験を通し、EVカーシェアリングの利用実態を詳細に把握する。その上でシステムの効率化の要因を会員数や運営時間、利用距離制限と捉え、モンテカルロ法を用いたシミュレーション分析によって利用への影響を考察する。

2. EVカーシェアリングシステム効率化の検討

(1) シミュレーションの概要

本研究におけるシミュレーションは、モンテカルロ法を用いており、プログラム作成にあたってはプログラミング言語としてVBAを使用した。表1にシミュレーションの入力値、目的関数となる出力値及びシミュレーションの前提となるEVの性能を示す。ここに、時間稼働率とはシステム運営時間に対するEVの稼働時間の割合、予約可能率とは全予約申込み数に対する受付けた予約数の割合、予約重複

率とは受付けた予約数に対する受け付け不可とした予約数の割合である。

カーシェアリングを運営する立場においては1日当たりのEVの利用回数や稼働時間は多いほうが良い。しかし、会員数増加等により利用予約の絶対数が増加した場合、個々の予約が受けられる確率が低下し、会員の利便性が低下するという状況が危惧される。そこでシミュレーションにおいてはEVの利用回数及び時間稼働率で最適化判断を行うが、利用者の利便性を確保するという観点から予約可能率が80%以上という制約条件を設ける。

表1 シミュレーションの出力内容とEVの性能

入力値	会員数、運営時間、利用可能距離、予約発生確率	
出力値	1日の利用回数、総稼働時間、時間稼働率、予約可能率、予約重複率	
EVの性能	一充電走行距離(km)	225(ただし安全に見積もり135kmに設定)
	普通充電	満充電まで約6時間
	急速充電	80%充電まで約20分

(2) シミュレーションのフロー

作成したシミュレーションプログラムのフローを図1に示す。

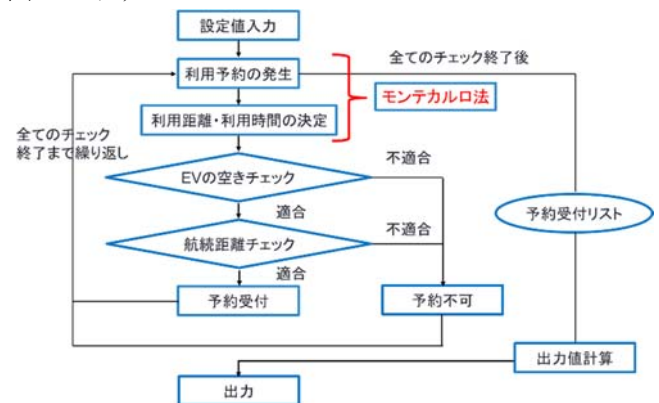


図1 シミュレーションのフロー

(3) EVカーシェアリング実証実験

本研究では2013年1月から8月の期間、栃木県と共同で、宇都宮大学の教職員及び学生を対象にEVカーシェアリング実証実験を行い、詳細な利用実態データを収集した。その結果、1回の利用における走行距離の80%以上が20km以下の利用であること、30分から1時間の利用が最も多いこと等、

EV カーシェアリングの利用特性が明らかになった。

シミュレーションでは統計データとしてこの実証実験から得られたデータを用いる。設定した会員数に応じた架空の利用者の予約は、これにより導いたEV 利用時間や走行距離の確率分布に従って決定する。

(4) シミュレーションの再現性の確認

実証実験の期間中の2013年2月から6月の実測データと、シミュレーションによって発生させた予約データを比較することで再現性の確認を行った。実測値は利用回数が148回、総利用時間208.5h、総走行距離が2000kmであるのに対し、シミュレーション値は138回、185.3h、2028kmとなった。また、実測値とシミュレーション値の利用時間と走行距離の度数分布を図2に示す。図を見るとそれぞれの分布は近い形状を示しており、実際の発生確率を再現できていると判断する。

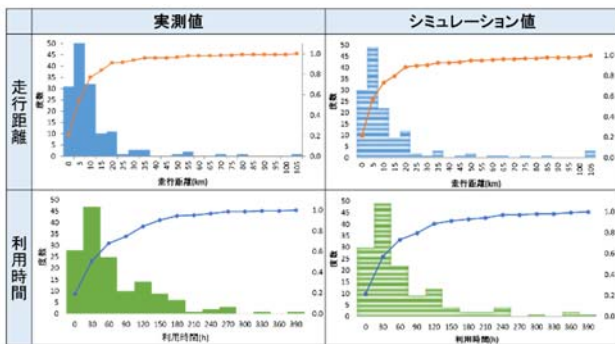


図2 実測値とシミュレーション値の比較

(5) シミュレーションのケース設定

本シミュレーションでは表2に示す4つのケースを設定し分析を行った。Case1は実証実験と同様の設定であり、Case2はそこに50km以内という利用距離制限を設けたケースである。実証実験のデータから50km以内はいずれも宇都宮市内の利用であったため、この利用距離制限を設けることで、EVカーシェアリングの利用を市内に限定した場合を再現している。ケースCase3は運営時間を8:00~20:00に延ばしたケースであり、ケースCase4はCase2同様に50kmの利用距離制限を設けた場合である。

表2 ケース設定

	運営時間	利用距離制限
Case1	8:30~17:30	なし
Case2		50km以内
Case3	8:00~20:00	なし
Case4		50km以内

(6) シミュレーション分析の結果

前節で述べた4つのケースについて、最適化を行った。最適会員数、入力値設定、出力値を表3に示す。Case1とCase2を比較すると、同様の運営時間であっても、50km以内の利用距離制限を設けたCase2は最適会員数が多く、1日の利用回数、時間稼働率共に大きな数値を示している。Case3とCase4を比較しても、最適会員数は同じであるものの、50km以内の利用制限を設けたCase4の方が、1日の利用回数、時間稼働率共に大きな値を示している。これより、距離制限を設けない場合、EVの利用回数が減るだけでなく、稼働時間も減少してしまうことが分かる。このことから、EVカーシェアリングは短距離、短時間の街乗りに適しており、都市内利用などその利用範囲を限定することで、多くの利用を受け付け、システムを効率化することが可能であると考えられる。

表3 シミュレーション分析結果

	Case1	Case2	Case3	Case4	
入力値	最適会員数	15	20	20	20
	利用制限(km)	なし	50	なし	50
	利用開始時間	8:30		8:00	
	利用終了時間	17:30		20:00	
	発生確率(%)	14.7			
出力値	1日の利用回数	1.8	2.3	2.1	2.5
	1日の稼働時間(分)	113.5	130.7	149.9	151.0
	時間稼働率(%)	21.0	24.2	20.8	21.0
	予約可能率(%)	86.9	81.2	82.9	82.6
	予約重複率(%)	15.1	23.2	20.6	21.1

3. おわりに

本研究では実証実験で得られたデータを基に、モンテカルロ法を用いてシミュレーション分析を行い、EVカーシェアリングシステムの効率化の考察を行った。その結果ケースごとの最適会員数を導くと同時に、EVの利用を短距離、短時間に限定することでシステムの効率化が行えるとの知見を得た。また、本シミュレーションのアルゴリズムはシステムの再現が可能であり、データを得ることで他のEVカーシェアリングの効率化の考察も行えると考えられる。

今後はより多くのデータを得ることでシミュレーションの汎用性を高めると同時に、採算性も考慮した分析を行いたい。

【参考文献】

- 1) 中山晶一郎, 山本俊行, 梅木亮, 北村隆一: 「電気自動車の共同利用システムの効率化に関するシミュレーション分析: 京都パブリックカーシステムを事例として」, 土木計画学研究・講演集 Vol.24, CD-ROM, 2001
- 2) 島崎敏一・下原祥平: 「車両共同利用の配車のシミュレーションモデル」, 土木計画学研究・講演集, Vol.25, CD, 2002