

EVs in bus lane評価のための交通手段選択モデル

1. 研究背景と目的

近年、地球温暖化やピークオイルといった社会問題が発生したことにより、ガソリン車(ICEV)に変わる交通手段の一つとして電気自動車(EV)が注目を集めています。また、そのEVの普及を進めるための購入のインセンティブとして、ノルウェーを筆頭とした北欧においてEVs in bus laneという政策が行われています。

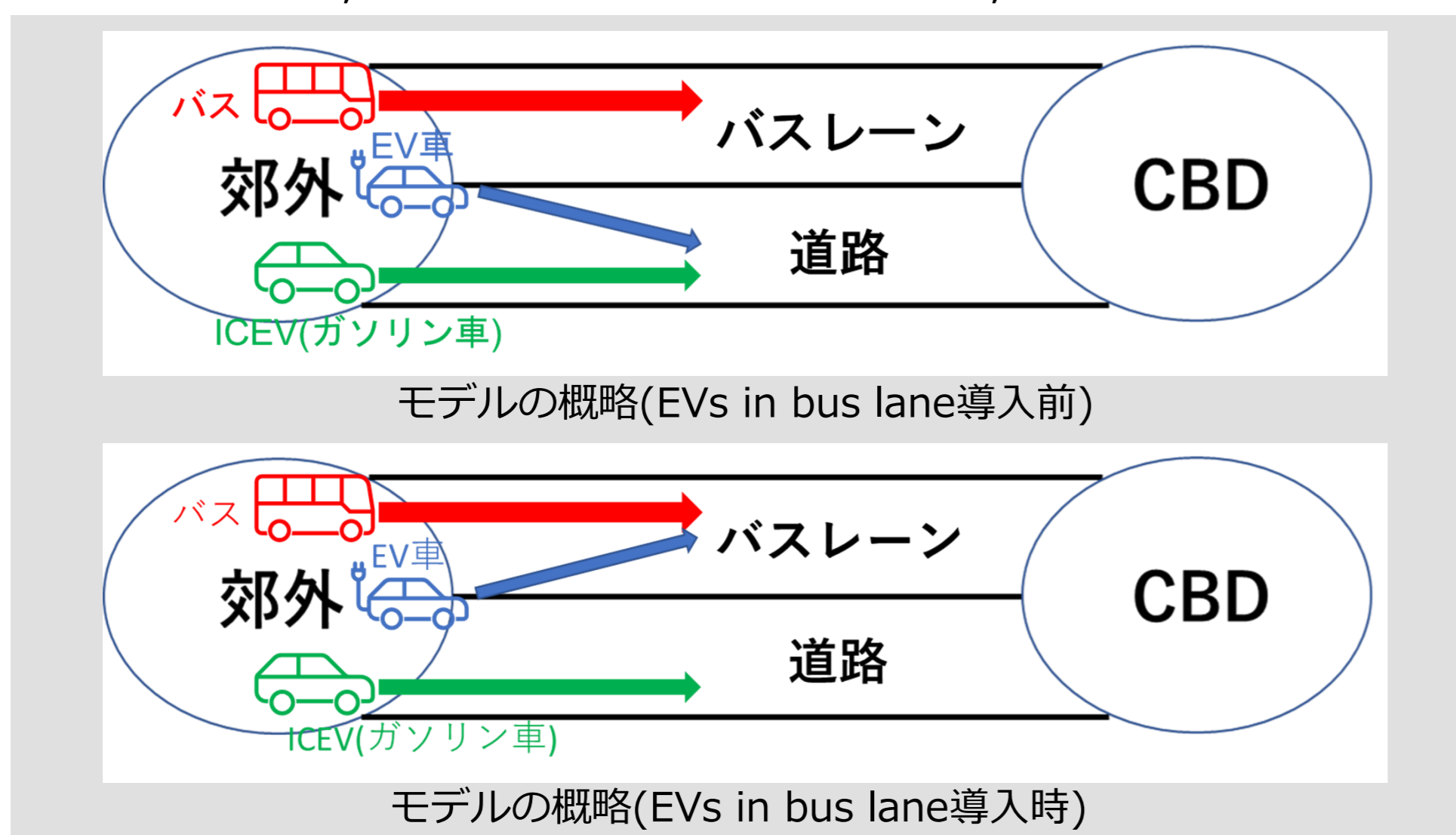
EVs in bus laneとは電気自動車(EV)は特別にバスレーンを走行できるという政策で、ノルウェーでは2005年から現在まで続いている政策です。ノルウェーではその他にも多くのEV普及政策が実施されており、結果として現在EVの普及率19.3%¹⁾、市場シェア74.7%²⁾となりこれらは世界最高の値を示しています。

EVがバスレーンを利用することには、EVがバスレーンに流れることで一般車の走行速度が増加するというメリット、バスレーンの混雑度が増加することでバスの走行速度が低下するというデメリットがそれぞれ存在します。現在ノルウェー等ではEVの普及が進んだことにより、バスレーンが混雑し始めているという問題が浮上しています。そこで、交通混雑の観点から考えるとEVs in bus laneを実施する際には、どの程度のEV普及率までを許容できるのでしょうか。

そこで、本研究では、EVs in bus laneの運用を評価するための理論モデルの構築を行います。そして、構築したモデルを用いて、EV普及率と総社会費用の関係を理論解析及び数値解析を行います。

2. モデルの設定

本モデルは、全ての通勤者が郊外からCBDへと移動する状態を考えます。道路は複数車線が存在し、バスレーンと一般道路の2グループに分けられます。通勤者全員はEVまたはガソリン車(ICEV)を保有していると仮定し、CBDまでの交通手段として自家用車、バスのいずれかを選択します。EVs in bus lane導入時は、 α レーンをバス、EV、 β レーンをICEVのみが利用するものとし、一方EVs in bus lane導入前には α レーンをバスのみ、 β レーンをEV、ICEVが利用するものとして考えます。また、総通勤者数は常に一定であり、 N と表します。



上記のモデル設定のもとで、各通勤手段ごとの通勤費用を定式化します。バスの通勤費用は、道路混雑に関する費用、運賃、車両内混雑に関する費用、EV、ICEVの通勤費用は道路混雑に関する費用、固定費用で構成されます。

○バスの通勤費用

$$TC_{bus} = C(q_i) + \frac{P}{n'_{EV} + n'_{ICEV}} + S(n'_{EV} + n'_{ICEV})$$

混雑に関する費用 バスの運賃 車両内混雑費用

○EV, ICEVの通勤費用

$$TC_{car} = C(q_i) + \gamma_{car}$$

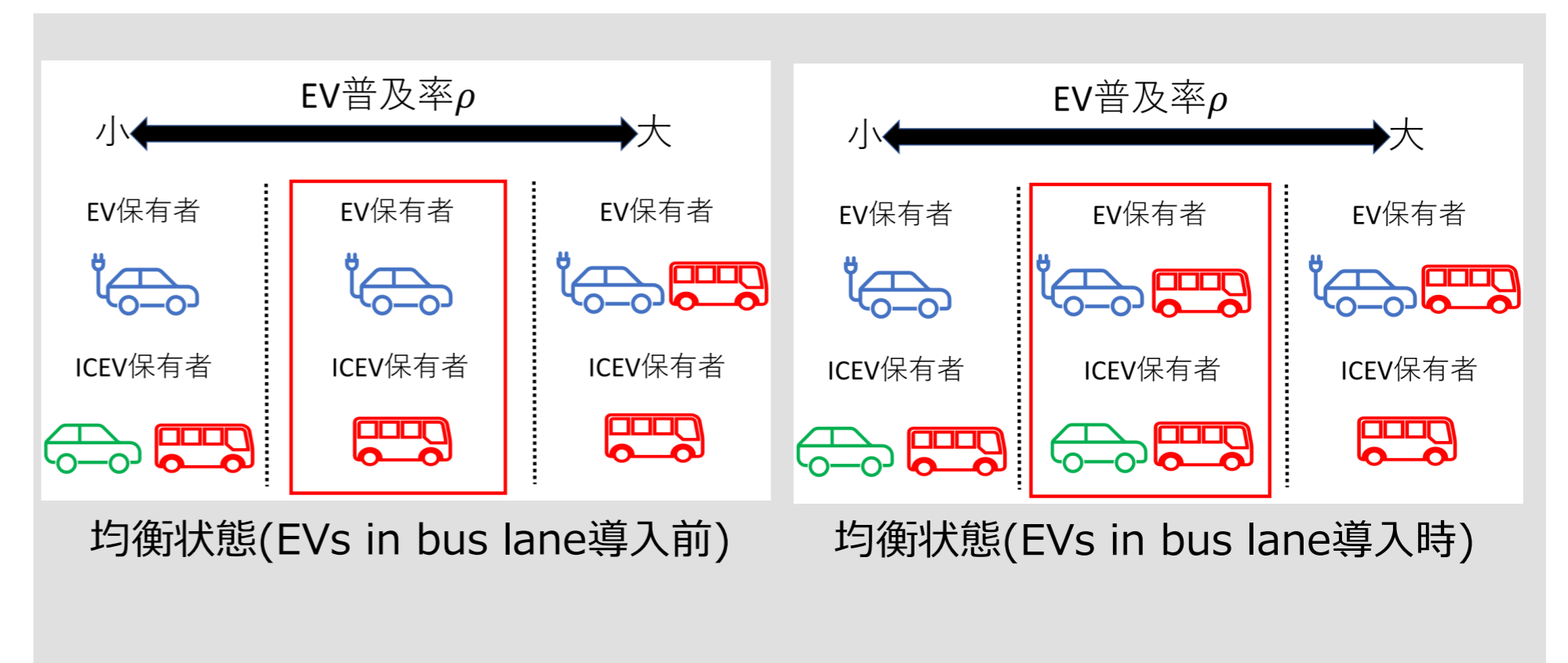
混雑に関する費用 固定費用

・ n_j :車種 j を保有し車で通勤する人数
・ n'_j :車種 j を保有しバスで通勤する人数
・ C :道路混雑係数
・ q_i :レーン i の混雑率
・ P :バスの固定費用
・ S :バス車両内混雑係数

3. 均衡状態

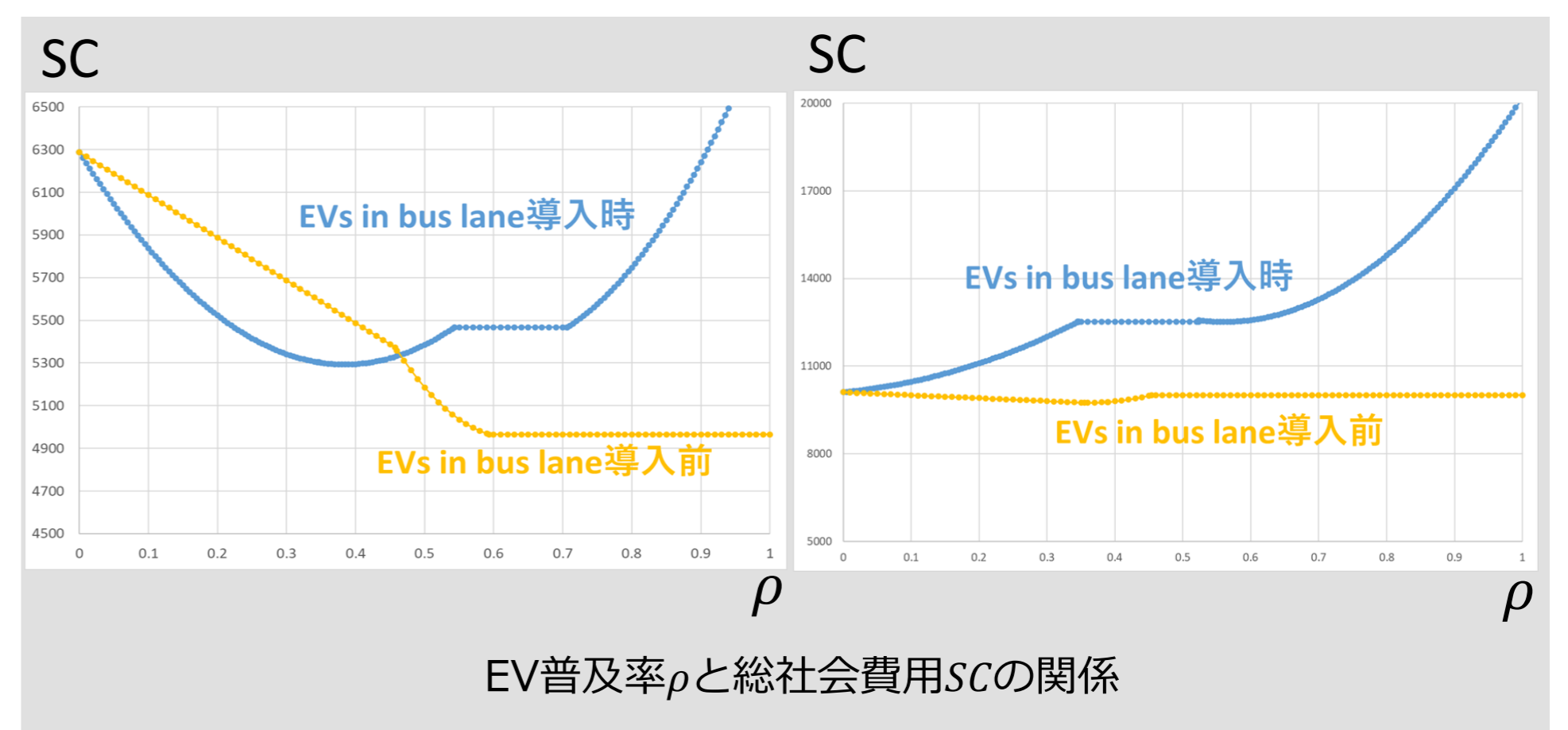
構築したモデル式を用いて理論解析を行ったところ、均衡状態はEV普及率によって、EVs in bus lane導入前後それぞれ3通りずつ存在することが分かりました。均衡状態とは、通勤者が通勤手段を変更する動機を持たない状態です。

EVs in bus lane導入前後どちらにおいても、EV普及率が低く、全てのEV保有者が自家用車で通勤する状態、EV普及率が高く、全てのICEV保有者がバスで通勤する状態の2通りの均衡状態が存在しています。残りの1通りはそれぞれ、導入前は、全てのEV保有者が自家用車で通勤、全てのICEV保有者がバスで通勤する状態、導入時は、バス、EV、ICEVでの通勤費用が等しく、全ての通勤手段が利用される状態であることが分かりました。



4. 数値解析

構築したモデル式を用いて数値解析を行い、EV普及率 ρ と総社会費用 SC の関係を確かめます。総社会費用 SC とは、通勤手段ごとの費用とそれぞれその通勤手段を選んだ人数をかけ、それを合計したものです。総社会費用 SC はEV普及率 ρ の変化に伴って増減するため、EVs in bus lane導入前後における総社会費用 SC の変化の挙動を比較し、EV普及率 ρ がどの程度まで許容できるかを確かめます。二通りパラメータを設定して解析すると以下のグラフの通りになります。



あるパラメータ設定下では上記左のグラフのように、EV普及率が低い間にはEVs in bus lane導入時の総社会費用が、導入前の総社会費用を下回りました。

一方で、パラメータ設定を一部変更し解析を行ったところ、上記右のようなグラフを表しました。このときEVs in bus lane導入時の総社会費用が、導入前の総社会費用を常に上回っています。

以上のことから、EVs in bus laneは、パラメータ設定にもよるが、必ずしも導入することによって社会に有効に働くわけではないことが分かりました。特に、道路混雑に関するパラメータが大きいとき、EVs in bus laneは社会に対して悪いほうに働くことが、解析を通して明らかになりました。

参考文献

- 1)Norsk Elbilforening (July 2021). "Personbilbestandene i Norge fordelt på drivstoff"
- 2)Norwegian Road Federation (OFV) (2021-01-05). "Bilsalget i desember og hele 2020"