

## 都市構造を考慮した次世代自動車技術の評価

名古屋大学 学生会員 ○唐津 佑一朗  
名古屋大学 正会員 奥田 隆明

### 1. はじめに

地球温暖化が進行する中、世界ではCO<sub>2</sub>排出量の少ない新技術を開発する取り組みが活発になっている。交通部門では次世代自動車の普及に向けた取り組みが全国各地で展開されている。特に電気自動車(以下EV)はCO<sub>2</sub>排出量が走行時にはゼロであることから、今後の環境問題において大きく期待されているが、現状の技術では走行距離や価格も含めて人々が本格的に利用されておらず、普及に向けてはまだ難しい。しかし、将来的に予想される環境問題の深刻化や原油危機を抱える社会には技術の発展、普及を現段階から考えていくことが求められる。

また、技術の進歩がどのような社会的意義をもたらすか、環境イノベーションにどのように結びついていくのかを考えていくことも重要である。EVが本格的に普及し始めた時、それがどのように活用され、CO<sub>2</sub>排出削減にむけて有効であるのかを考慮した上で我々は新技術の将来的普及を目指していく必要がある。

一方で、これまでEVの評価は全国規模での非常にマクロなものであり、実際の都市構造を踏まえたミクロな視点での評価はあまり行われていない。EVが普及するのならば、ガソリン自動車(以下GV)からの乗り替わりではなく、都市の中でどのような交通システムになるかを想定した上で普及段階へ進むはずである。そのようなミクロな都市ごとの交通特性を踏まえた上で普及可能性を評価することが重要である。さらに、都市の中でEVが利用されていくのならば、どのような技術開発が必要とされるのかということ念頭に置いて取り組んでいかなければならない。

本研究では低炭素社会に向けて、EVが将来的に都市の中でどのように利用されていくのかを考慮して、普及可能性の評価を行い、今後の技術開発の方向性を提案していくことを目的とする。

### 2. 評価の視点

#### (1) EVの技術

EVの普及に向けては、性能の向上とそれに伴うコ

ストダウンの2点が大きな課題である。中でもバッテリーの性能向上における航続距離の延長、コストダウンが最も重要視されている。特にバッテリーの価格は大きな課題である。例えば既存の電気自動車の場合、本体価格に対するバッテリー価格が半分以上を占めている。このことからバッテリーの性能向上が達成されれば大きなコストダウンが考えられる。

表-1はNEDOの技術ロードマップから抜粋した数値を表にしたものである。EVの普及に向けては20～30年後を目標に行われているが、航続距離、価格がバッテリーの性能に依存していると考えられる。また将来的なEVでは、高価格で航続距離の長いタイプや、低価格で航続距離の短い近距離移動に適したタイプなど多様な想定を考えることができる。本研究ではEVバッテリーに大きく依存している価格と航続距離の2点を考慮して評価を行う。

表-1 電気自動車ロードマップ

	2010年	2020年	2030年
航続距離(km)	80	200	500
バッテリーコスト	1	1/10	1/40

#### (2) 都市構造

都市の中でEVはどのように使われていくのか、ということ考えた場合、それは人々のライフスタイルにより使用方法が異なると考えられる。一括にEVがどの地域でも同じような普及をするわけではなく、近距離での移動が多い地域や中・長距離の移動が多い地域、車体価格により需要が変わってくる。例えば、低価格だが航続距離の短いEVの需要が多くなる地域や、高価格だが航続距離の長いEVの需要が多くなる地域というように、各々の地域の人々のライフスタイルによりEV需要は異なると予想される。そして、人々がどのような技術なら利用していくのかということを考えていかなければならない。本研究では、都市内地域ごとの自動車の走行距離や価格の違いにより、必要と

されるEVが地域によって異なると想定する。

また、将来の都市においては、環境制約は厳しくなっていることが予想される。GVを考えた場合、将来的な原油高騰に加えて、環境費用という形で環境制約が課されるということが大いに考えられる。そこで本研究では、将来環境制約が厳しくなった場合を想定し、GVの制約が厳しくなった時、EVはどれだけ利用されるのかを考える。

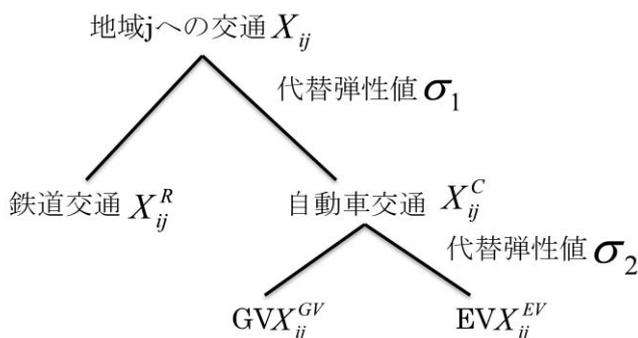
### 3. 評価手法

#### (1) 基本的考え方

都市構造を考慮した技術評価を行うためには、EVとGVとの比較を行うとともに、既存鉄道の需要と自動車需要の割合を考慮していくことが必要である。(図一1)。その際、消費者は効用が最も高い交通手段を選択する。本研究では交通一般化費用を用いることで、選択する交通手段を判断する。

自動車の一般化費用は同尺度で評価することが求められるため、GV、EVともに1トリップあたりの費用とする。この際、EVの航続距離は表一1で設定されているものよりも短くなることが考えられるため、上限値を与えることで整理する。車自体を使用する年数はGVと変わらないと考えたうえで、計算を行う。

さらに、将来的に発生しうる環境問題の深刻化に伴う制約として環境費用が課せられると仮定して計算を行う。本研究ではCO<sub>2</sub>排出課税が行われた場合を想定する。加えて、EVとGVにおいては動力源が異なり、価格差が生じることが想定される。特にガソリンの場合は、今後大きな価格の高騰が考えられることから、コストとして評価していかなければならない。以下の計算では1トリップあたりのガソリン費用、電力費用を一般化費用に加えることで上記の費用を整理する。



図一1 需要のツリー

#### (2) 交通需要

まず都市の人々の交通需要に対して考える。iを居住地、jを従業地、kを交通手段として需要の比率を次式で与える。

$$\ln \frac{X_{ij}^k}{X_{ij}^k} = \ln \frac{\alpha_{ij}^k}{\alpha_{ij}^k} - \sigma_k \frac{C_{ij}^k}{C_{ij}^k} \quad (1)$$

ここで、 $X_{ij}^k$ : 需要者数(人)、 $\alpha_{ij}^k$ : 交通手段別スケール・パラメータ、 $\sigma_k$ : 代替弾性値

さらに、EVとGVの需要割合では、スケール・パラメータは同値であると考えると次式のようにになる。

$$\ln \frac{X_{ij}^{GV}}{X_{ij}^{EV}} = -\sigma_2 \frac{C_{ij}^{GV}}{C_{ij}^{EV}} \quad (2)$$

ここで、 $X_{ij}^{GV}$ : GV需要者数(人)、 $X_{ij}^{EV}$ : EV需要者数(人)、 $\sigma_2$ : 代替弾性値

#### (3) 交通一般化費用

(1)、(2)式は交通一般化費用を用いて交通需要と比率を考えている。交通一般化費用は次式で与えられる。

$$c_{ij}^k = w_j t_{ij}^k + f_{ij}^k + g_{ij}^k + \omega e_{ij}^k \quad (3)$$

ここで、 $t_{ij}^k$ : 1トリップあたりの所要時間(分)、 $w_j$ : 時間価値(円/トリップ)、 $f_{ij}^k$ : 車両償却費(円/トリップ)、 $g_{ij}^k$ : ガソリンまたは電力費(円/トリップ)、 $\omega$ : 税率、 $e_{ij}^k$ : 1トリップあたりのCO<sub>2</sub>排出

時間費用以外の走行費用をGVとEVに分けて考えると次式のように示される。

$$f_{ij}^{GV} = (P^{GV}/L_{ij}) l_{ij}^{GV} \quad (4)$$

$$f_{ij}^{EV} = \begin{cases} \left(\frac{P^{EV}}{L_{ij}}\right) l_{ij}^{EV} & (l_{ij}^{EV} \leq \bar{l}_{ij} \text{のとき}) \\ \infty & (l_{ij}^{EV} \geq \bar{l}_{ij} \text{のとき}) \end{cases} \quad (5)$$

ここで、 $P^{GV}$ 、 $P^{EV}$ : 固定価格(円)、 $L_{ij}$ : 車一台の生涯走行距離(km)、 $l_{ij}^{GV}$ 、 $l_{ij}^{EV}$ : 1トリップあたりの走行距離(km)、 $\bar{l}_{ij}$ : 実質走行距離の上限値(km)

ただし、 $\bar{l}$ は航続距離から考えられる実質的な航続限界距離である。

また、自動車需要は時間費用以外の走行費用による影響が強いことが予想されるため、本研究は(4)、(5)式における費用の変動に焦点を置き需要の比率を算定し、都市におけるEVの普及割合を評価していく。