

# ネットワークボロノイ図を用いた電気自動車の充電施設配置に関する研究

北見工業大学大学院 学生会員 ○栗栖 嵩  
北見工業大学 正会員 高橋 清  
J R 北海道 大波 拓也

## 1. はじめに

近年、環境意識の高まりにより温室効果ガスを排出しないエコカーが注目されている。そのなかで電気自動車（以下 EV とする）は走行時に排気ガスを一切排出しないことから、環境に優しい車として、さらなる普及が見込まれている。一方で、EV の最大のデメリットは航続距離が短いことであり、車種によって異なるが約 90~200 km とされている。その上、エアコンの使用や道路の勾配によって実際の走行距離はさらに短くなるため、EV の普及において充電施設の整備が重要な課題となっている。

本研究の対象地域である北海道東部地域（以下、道東地域）のオホーツク管内において、EV の走行特性や充電施設の整備・運用の可能性を検証するためのモニタ実験<sup>1)</sup>が行われ、実験結果から、広域的な観光周遊行動に対応する充電施設配置の検討が重要な課題であることが明らかとなった。そこで本研究では、EV を利用する観光客を対象に、ネットワークボロノイ図を用いて、EV が航続距離以内で到達可能な領域を視覚的に表現し、EV による広域的な観光周遊行動に対応する充電施設の配置場所について検討することを目的とする。

## 2. 道の駅間隔の現状

道の駅は観光拠点をネットワーク化する等、広域移動する観光客にとって重要な交通結節点である。そこで本研究では、道東地域内 8 箇所の道の駅と主要な観光拠点を図-1 のように選定し、観光拠点間に存在する道の駅の間隔を明らかにするため、観光拠点間の最大区間距離を用いて分析を行った。最大区間距離とは、ある観光拠点間の最短経路距離を計測し、その最短経路距離を最短経路内に存在する道の駅によって分割したときに、分割した中で最も長い距離のことである(図-2)。それぞれの観光拠点間の最大区間距離を算出した結果、図-3 のように、道東地域の観光拠点間移動にお



図-1 対象地域、道の駅、および主要な観光拠点



図-2 最大区間距離の概要

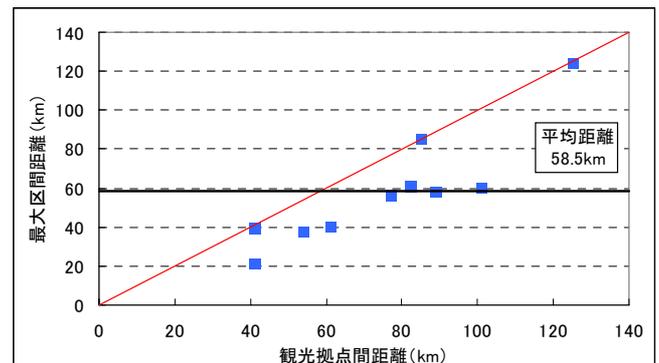


図-3 各観光拠点間の最大区間距離

いて、道の駅によって分割される平均間隔は約 60 km であることが明らかとなった。この結果より、EV で観光拠点間を移動する際、道の駅に充電施設が配置されることは、航続距離に制約がある EV による移動にとって重要であることが明らかとなった。

## 3. 道の駅の優先順位の決定

道の駅に充電施設を配置する際、コスト等の制約から一度に全ての道の駅に充電施設を配置することは困難であるため、多くの観光客が利用可能な道の駅から順に充電施設を配置していく必要がある。そこで、道の駅の優先順位を決定するため、メディアン問題における総移動距離の概念を用いて分析を行った。本研究

で用いる総移動距離  $W$  を(1)式のように定義する.

$$W_i = \sum \sum d_{ij} x_i \quad (1)$$

ここで、 $d_{ij}$  は道の駅  $i$  と道の駅  $j$  との最短経路距離、 $x_i$  は道の駅  $i$  付近の交通量で重みをつけた値である。(1)式より、観光客の総移動距離が小さいものから順番に道の駅の優先順位を決定した(表-1)。その結果、「小清水」が8箇所の道の駅の中で、最初に充電施設を配置すべき道の駅であることが明らかとなった。

順位	地名(道の駅名)	総移動距離(km)
1	小清水(はなやか小清水)	116.18
2	網走(流水街道網走)	124.14
3	女満別(メルヘンの丘めまんべつ)	151.22
4	清里(パパスランドさつぷる)	158.68
5	斜里(しゃり)	168.26
6	美幌峠(ぐるっとパノラマ美幌峠)	248.50
7	弟子屈(摩周温泉)	252.23
8	ウトロ(うとろ・シリエトク)	300.94

表-1 道の駅における充電施設配置の優先順位

#### 4. ネットワークボロノイ図の概要

次に、表-1の優先順位順に道の駅に充電施設が配置されたとき、充電を行った道の駅から最大どの地点まで到達できるか、ネットワークボロノイ図を用いて視覚的に明らかにした。ネットワークボロノイ図とは、道路網をネットワークとみなし、ネットワーク上に存在する母点のなかで、ある地点はどの母点に近いかによってネットワークを分割したものである。施設の勢力関係を得ることができるため、既存研究では、消防署の管轄範囲や店舗の商圈問題などに用いられている。ネットワークボロノイ図の定義式を以下に示す。母点  $x_i$  に対するネットワークボロノイ領域を

$$V(x_i) = \{v \in V \mid d(x_i, v) \leq d(x, v)\} \quad (2)$$

とするとき、ネットワークボロノイ図  $V$  は

$$V = \{V(x_1), \dots, V(x_p)\} \quad (3)$$

$x_i$ :  $i$  番目の母点  $i=1, \dots, p$

$d(x, v)$ : 母点  $x$  から道路上の地点  $v$  への最短経路距離となる。一例として、優先順位上位3箇所の道の駅を起点にEVが最大到達できる範囲を図-4のように示した。なお、制約条件は航続距離 80km、ドライバーは電池残量の残り3割で充電を開始すると仮定した<sup>2)</sup>。

その結果、充電施設を小清水、網走、女満別の3箇所に配置する場合、全路線の48%が走行可能となることが明らかとなった。また、この充電施設の配置では、屈斜路湖や摩周湖、摩周温泉などの観光地をカバーできないことが視覚的に明らかとなった。



図-4 優先順位上位3箇所のカバー領域

#### 5. 道の駅への充電施設配置による道路カバー率

最後に、道の駅における道路カバー率 (EV が到達できる道路ネットワーク距離を対象とする総道路ネットワーク距離で除した値) を算出した(図-5)。分析結果から、道の駅全てに充電施設を配置した場合、全路線の95.7%がカバーできることが明らかとなった。一方で、道の駅間隔が広い区間では、充電施設の配置はカバー率の向上につながらないため、観光客が集中する観光施設の駐車場への配置を検討していく必要がある。

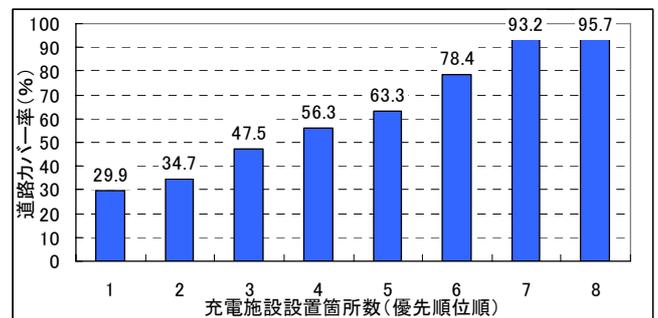


図-5 道の駅の道路カバー率

#### 6. おわりに

本研究では、北海道東部地域にEVを導入する際の充電施設配置について検討し、観光拠点間における道の駅間隔について分析した結果、約60km間隔であることが明らかとなった。続いて、道の駅の優先順位から、ネットワークボロノイ図を用いて、EVの最大到達距離について明らかにした。今後は、より観光客の交通実態を反映した充電施設配置の決定のために、OD交通量等を考慮する必要がある。

#### 参考文献

- 1) オホーツクEV推進協議会ホームページ：  
<http://www.ev-okhotsk.jp/index.html>
- 2) 関根善雄：世帯保有自動車の長期間移動再現シミュレータの開発，筑波大学システム情報工学研究科卒業論文，2005