

# 電動キックボードの最適なポート配置について

2020SS009 林晃平

指導教員：三浦英俊

## 1 はじめに

近年、電動キックボードを東京や大阪などの都市部で見かけるようになった。シェアリングサービスでの利用を見かけるが、シェアリングサービスは限られた地域でしかサービスを展開していない。そんな中、2023年7月に法改正による規制緩和が行われ、電動キックボード市場の今後の発展が期待される。

そこで、新たな地域で電動キックボードシェアリングサービスを展開するとしたら、どういった地域が適しているか研究することにした。運営会社の利益を考慮することで、利用者の推定と想定されるコストをもとに、運営会社にとって適切な電動キックボードの貸出ポート数密度について考察する。

## 2 電動キックボードの概要

電動キックボードとは、モーターを搭載して自走することのできるキックボードのことであり、その手軽さから公共交通機関の代わりとなることが期待されている。

電動キックボードと類似の先行するシェアサービスとして、バイクシェアリングがある。電動キックボードシェアとバイクシェアリングの類似性として短時間、短距離の利用が多く、返却場所が多いことにある。そして、相違性として電動キックボードの方がバイクシェアリングに比べて利用時間は半分ほど短く、スカートやスーツの人でも乗れることにある。

## 3 法改正と海外の例

2023年7月1日に電動キックボード関連の法改正が行われた。主な改正の内容は、「16歳以上に限定」、「免許不要」、「最高速度は20km」、「歩道を走るためには6km以下」、「車道以外にも自転車レーン、路側帯、歩道を走ることが可能」、「ヘルメットの着用が努力義務」などである。このことから規制が緩和され、以前よりも身近な乗り物になりつつあることが考えられる。

しかし、フランスのパリ市では電動キックボードと歩行者の接触事故の多発により、電動キックボードのレンタル・シェアリング事業が禁止された。そのほかにも、カナダのモントリオールでは2020年から完全禁止、デンマークのコペンハーゲンではレンタル禁止を経て規制強化など規制を強化している国もある。

## 4 貸出ポート数からの最近隣距離

平面にランダム（ポアソン分布にしたがって）に電動キックボードのポートが分布しているとし、この平面の任意の位置に利用者Aがいるとすると、利用者Aから最も

近いポートまでの距離  $R$  のことを最近隣距離という [1]。

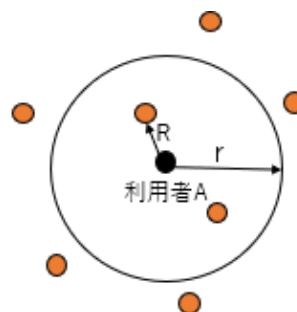


図1 最近隣距離の範囲

図1より、利用者から最も近いポートまでの距離  $R$  が、 $0 < R < r$  である確率は、利用者Aから半径  $r$  以内に少なくとも1つのポートがある確率に等しい。

そこで、利用者Aから半径  $r$  以内にポートが1つも存在しない確率を  $P(0, \pi r^2)$  とすると、

$$F(r) = 1 - P(0, \pi r^2)$$

という関係が得られる。 $F(r)$  は利用者Aから半径  $r$  以内にポートが1個以上存在する確率を表す。

ポート配置がポアソン分布に従っていると仮定しているので、

$$P(0, \pi r^2) = e^{-\rho \pi r^2}$$

となり、

$$F(r) = 1 - e^{-\rho \pi r^2}$$

が導かれる。

$F(r)$  は需要と貸出ポート運営コストの想定を行うために用いる。

## 5 各パラメータの設定

地域面積  $S$ 、人口密度  $p$ 、貸出ポート1か所当たり運営コスト  $c$ 、貸出ポート数密度  $\rho$ 、利用者1回あたり平均利用料金  $a$  とする。

次節以降、1ヶ月あたりの利益について述べる。

## 6 シェアリング需要

対象地域の電動キックボードシェアリング利用の見込みをシェアリング需要  $q$  とすると、

$$q = \alpha p S F(r)$$

となる。ただし、 $\alpha$  はポートから距離  $r$  以内の平均人口一人当たりの電動キックボードの利用回数であり、 $F(r) = 1 - e^{-\rho \pi r^2}$  は半径  $r$  の円内に電動キックボードのポー

トが1か所以上ある確率である。したがって  $pSF(r) = pS(1 - e^{-\rho\pi r^2})$  は電動キックボードポートから距離  $r$  以内の平均人口を表す。

ポートが遠いと利用する人が減ることはあきらかである。但し、ポートを増やしすぎると運営コストが増え利益が減っていく。そこで、利益が最大となる貸出ポートの密度  $\rho$  を求めいくこととする。

## 7 運営コストと売上

運営コストを  $C$  とすると、

$$C = c\rho S$$

となる。売上を  $E$  とすると、

$$E = aq = a\alpha pSF(r) = a\alpha pS(1 - e^{-\rho\pi r^2})$$

となる。運営会社の利益を  $F(\rho)$  とすると、

$$F(\rho) = E - C = a\alpha pS(1 - e^{-\rho\pi r^2}) - c\rho S$$

となる。

## 8 $F(\rho)$ のパラメータ設定

$F(\rho)$  の式をグラフ化した。当てはめるパラメータは1ヶ月で想定する。パラメータは、 $a=200$  円、 $c=8000$  円、 $r=0.2$  m と設定した。 $\alpha$  にはドコモ・バイクシェアのデータより [2] 月の平均利用回数を人口と会員数の兼ね合いから考える。会員数は約100万人で日本の人口を1億人とすると、人口の1パーセントが利用者となるので、月の利用が4回の場合  $\alpha=0.04$ 、8回の場合  $\alpha=0.08$ 、12回の場合  $\alpha=0.12$  と考えることとして、この3つの場合を当てはめて考えていく。

作成したグラフを用いて、実際の地域に当てはめる。図2、図3において  $\alpha=0.04$  は青のグラフ、 $\alpha=0.08$  は赤のグラフ、 $\alpha=0.12$  は緑のグラフとする。

## 9 東京都新宿区の結果

東京都新宿区、面積は約  $18\text{km}^2$ 、人口(昼間人口794,000人と夜間人口350,000人の平均)は約572,000人、人口密度は約  $32,000$  人/ $\text{km}^2$  として  $F(\rho)$  の式に当てはめる。結果は図2の通りである。

## 10 名古屋市中区の結果

愛知県名古屋市中区、面積は約  $9\text{km}^2$ 、人口(昼間人口約320,000人と夜間人口約65,000の平均)は約192,000人、人口密度は約  $21,000$  人/ $\text{km}^2$  として  $F(\rho)$  の式に当てはめる。結果は図3の通りである。

## 11 結果より

本研究のパラメータ設定において、それぞれの県において人口密度の高い新宿区と中区のどちらでも十分な利益を見込めることがわかった。

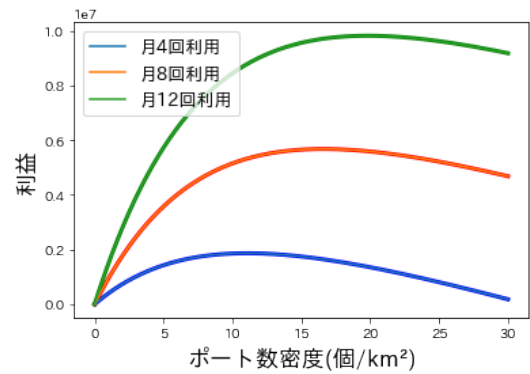


図2 東京都新宿区の結果

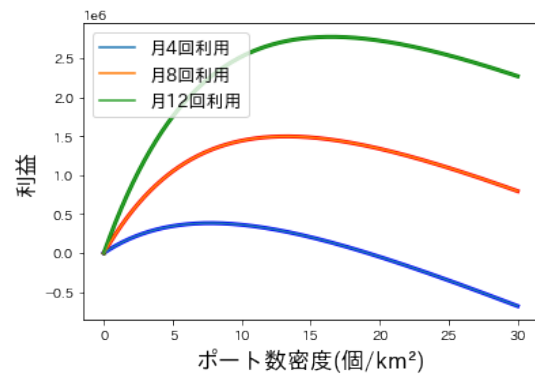


図3 名古屋市中区の結果

また、人口密度が10,000人よりも高ければ月4回利用の想定でも利益を見込めることがわかった。しかし、人件費を考慮すると人口密度の高い東京都新宿区であっても、月12回利用を想定しなければ利益が見込めないという結果になった。

## 12 おわりに

シェアリングサービスにおいて、再配置に多くの費用がかかることが分かっている [2]。本研究において人件費を考慮すると利益を見込めないことが分かっており、コストの削減や利用料金の値上げなどをしなければ十分な利益は見込めないだろう。

今後の課題は、利益  $F(\rho)$  を人件費の考慮した現実味のある結果にすることである。人件費の中でも再配置をする際にかかる費用が大きくなりすぎてしまう問題がある。そのような問題を解決すべく研究もしていきたい。

本研究により電動キックボードの最適なポート配置の参考になればと考える。

## 参考文献

- [1] 谷村秀彦・梶秀樹・池田三郎・腰塚武志：『都市計画数理』。朝倉書店、1986。
- [2] 国土交通省：『シェアサイクルの現状と課題について』。資料2。 <https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/sharecycle/giji01.html>。2024年1月閲覧。