

車両共同利用の可能性の考察

—名古屋市を対象として—

M2013SS004 加藤 弘也

指導教員：腰塚 武志

1 はじめに

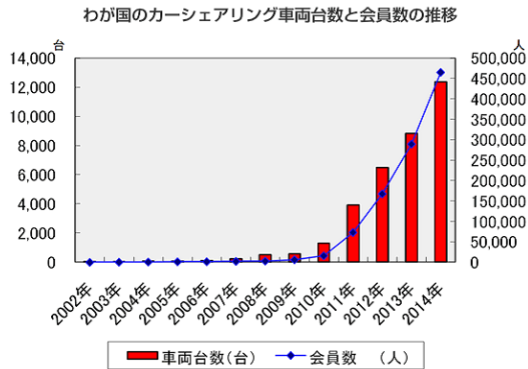


図1 利用者数の推移

近年、我が国ではカーシェアリング(以下CS)と呼ばれる複数の人々で車両を共同で利用するシステムが普及し始め、会員数を急激に伸ばしている(図1)。しかしながら、CSの配置場所は限られた都市部に集中するとともに、会員の利用も限られたものである。複数の人々で車を共有することは、個人の車所有への経済的負担軽減につながることや地域での車両台数軽減による都市空間の有効活用、車生産時の消費エネルギー削減など様々な利点が考えられる。CSについての研究は、環境改善効果についてなどさまざまな先行研究[1,2]がなされているが、意外にも利用頻度や人口密度など利用者や地域の視点からCSの成立可能性を模索する研究は少ない。本研究では、より自動車の利用頻度が高い層が使える様な車両の共同利用の在り方を考え、車両の適切な配置台数や配置場所を考えていきたいと考えている。また、名古屋市を対象とし500mメッシュデータを用い世帯密度や事業所密度などからCSに適した場所の考察を行っていききたい。

2 カーシェアリングの現状

我が国のCSについて表1にまとめた。CSは、会員になればスマートフォンやPCなどから使いたいときに予約をし、予約した時間、場所のステーションに行けばすぐ使えるシステムである。利用は15分単位で、最大手のタイムズ(株)では200円/15分となっており気軽に使える値段設定となっている。また、保険料、燃料費も利用費用に含まれている。会員費用も1000円/月となっており安価に始めることができる。CSには、ラウンドトリップ型とワンウェイ型の2種類がある。ラウンドトリップ型は、借りたステーションに返却しなければいけない方法で、借りた時間だけ

料金が発生するものである。もう一方が、ワンウェイ型である。これは、乗り捨て型と呼ばれ借りたステーションではなく目的地周辺のステーションに返却すればよいというものである。現状のCSはほとんどがラウンドトリップ型である。よって、本研究で扱うCSとしてはラウンドトリップ型を指すものとする。

表1 カーシェアリングとレンタカーの比較

	カーシェアリング	一般的なレンタカー
利用者	会員制	非会員
利用時間	15分単位	最低6時間
利用車種	コンパクトカー	多種多様
支払	クレジット	前払い
貸出契約	会員登録時	毎回契約
貸出	無人	有人
燃料・保険	保険料・燃料費込	燃料代別途

2.1 名古屋市の現状

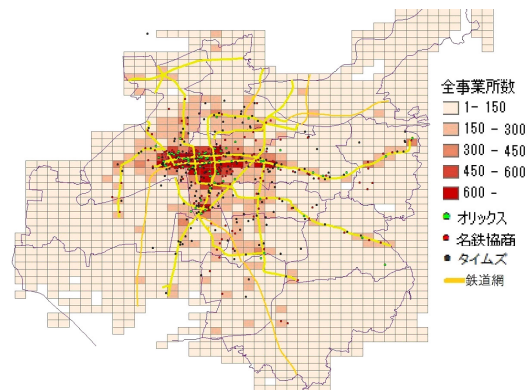


図2 現状の配置と事業所密度

現在名古屋市では、主に3つの業者がCS事業を行っている。それぞれの配置場所を図に示す。基本的に、栄や名古屋駅など昼間人口が多い商業地区に集中していることが見て取れる。また、駅の沿線沿いにも多く点在しており主に乗降客数の多い東山線、名城線沿いに多く見ることができる。これは、その周りの住民の自動車依存度が比較的低いことや、住民以外にも駅の利用者がCSを利用する可能性を考えた上での配置だと考えられる。一方、夜間人口のみで人口が高い割合の部分でも配置されていない場所はいくつも見ることが取れた。名古屋市の自動車の保有台数は他の都市に比べ高く、複数所有する家庭も少なくない。利用頻度の低いセカンドカーなどCSに転換することは、個人の

経済性でも社会の土地の有効活用やエネルギーの観点から見ても有意義だと考えられる。

2.2 利用の現状

参考文献 [1] の資料から利用者の特性を見ると、多くの個人会員の利用は休日に集中しておりおよそ利用の 60 % 以上が休日利用であることがわかった。また、利用頻度も月 1 回といった極稀な利用が多い。その反面、法人会員の利用は、ほとんど平日であり利用頻度も週数回と高い。法人ではカーリースの代わりとして利用している会員も多くからではないかと考えられる。法人会員と個人会員が交わるころが平日、休日ともに稼働率が高いことがわかる。その反面、法人があまり存在しない地域では、たとえ人口密度が高くても現状の利用の仕方ではCSの稼働率は低く成立しづらい傾向にあると考えられる。また、会員のほとんどが5分以内のステーションを利用していることからCSの商圏は200~300mの地域だと考えられる。

3 必要台数の推定

まず、1日に何人の利用に対して何台の台数を配置すれば自動車の車両不足がほとんど起きないかという必要台数を調べていく。必要台数とは、1日の利用の最大重複に基づく最大値の分布において車両不足が起きる確率を5%以内に抑える台数を指す。本研究では、まず以下の条件のもとでシミュレーションを行いそれと並行して理論的な解釈を行っていく。

3.1 条件

以下の条件で利用をすると仮定する。

- (1) 利用時間を 2.5 時間とする。
- (2) 利用は、8:00-20:00 の間で一様ランダムに発生するとする。
- (3) 各時間 15 分ごとに何人の利用者が重複が起こっているかをカウントしていく。
- (4) すべての時間におけるカウントが終わったら1日の最大重複値をカウントする。

シミュレーションにおいては、この試行を 1000 回行い最大重複数の分布を作る。この条件のもとある1日の利用人数に対して何台配置すればほとんど車両不足が起きないかを示す。利用時間 2.5 時間というものは、現状CSの利用の平均的なものである。また、利用者の利用時間は、定数の場合と指数分布に従う場合の2パターンで考えた。定数というのは、利用者の利用が全員 2.5 時間と仮定したということを示す。指数分布を加味した場合というのは、30分は最低限使うとし、それに2時間の指数乱数を足し合わせたものが利用時間となるようにした。指数分布を加味した場合の利用時間の方が現実的な利用想定だと考えられる。事実、実際の利用時間の分布にもこのような傾向が見られた。

3.2 利用時間の比較

利用時間を定数を指数とした場合と定数とした場合では、シミュレーションにおいて指数のほうが若干必要台数が少なく出る傾向となった。然しながら、その差は微小なものである。また、利用時間を定数にした場合のほうが扱いやすいという観点から定数を用いて考えていくものとする。

3.3 2項分布

上記の条件より、ある時点において車利用がされている確率 p は、全時間帯 T における利用時間 t_0 なので t_0/T となる。1日にCSの利用が m 人起こるとすると、ある時点において利用の重複が k 人起きている確率 $P(k)$ は、以下のような2項分布

$$P(k) = \binom{m}{k} p^k (1-p)^{m-k} \quad (1)$$

となる。上記の条件において $T = 12, t = 2.5$ なので、 $p = 0.208$ となる。また m がある程度大きいとき2項分布は正規近似できるためこの分布を正規分布 $N(mp, mp(1-p))$ として扱っていく。(図3)

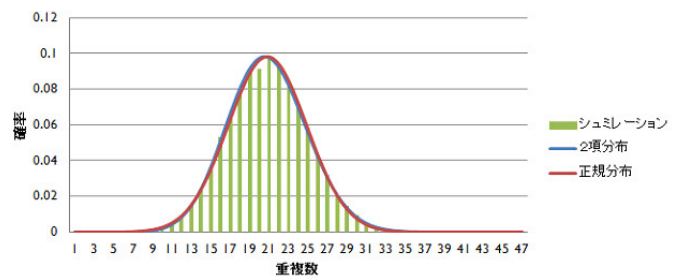


図3 正規近似

3.4 最大値の分布

最大値の分布 $G(x)$ というのは、もとの分布 $F(x)$ 、標本数を n とすると以下のような式で表すことができる。

$$G(x) = F(x)^n$$

となるのでその確率密度関数 $g(x)$ は

$$g(x) = nF(x)^{n-1}f(x) \text{ となる。}$$

、標本数 n は、シミュレーションにおいて式(1)の2項分布に従う時間が、朝10時半から夜8時であり、15分おきの観測なので標本数は38となる。そこで95%点を取ると

$$0.95 = F(x)^{38}$$

となり、上記の式が成り立つ x の台数が、必要台数となる。

3.5 最大値の分布の比較

1日の利用人数 m が 100 の時のシミュレーションとそれを正規分布で考えた場合の最大値の確率分布の比較をグラフにした。シミュレーションの方が若干左にずれているが、95%点より大きい部分においてはほぼ一致している。

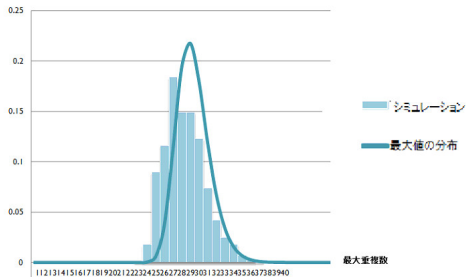


図4 最大値の分布の比較

3.6 結果

シミュレーションの結果と正規分布での必要台数をそれぞれの1日の発生量から必要台数結果を求めたものを図5で示す。これを見ると、100人利用の場合、33台あればその日の利用で不足が起こる確率を5%に抑えることができる。1000人の場合は、247台で賄える。ことから人数が増えるほど台数あたりの人数が増えることがわかる。CSのシステムは利用者の規模が大きくなるほど利用効率がよくなると考えられる。

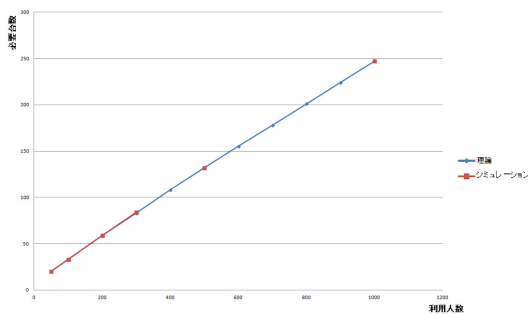


図5 利用人数と必要台数

4 可能性のある場所の選定

名古屋市において、どのような場所がCSに適しているのかを500mメッシュデータを用いて選定していく。今回は、事業所と世帯数の一定数が加入したとしてその地域のCSの利用が効率的であるのか、色分けなどをして視覚的に判断していく。

4.1 条件

名古屋市の500mメッシュを用い、事業所と世帯数のデータの関係からCSに適した場所を見ていきたい。会員は、以下の加入については、

- ・個人加入者：世帯の5%が加入
- ・法人加入者：事業所数の10%の加入とする。

会員の利用は

- ・個人加入者：土日どちらか1回利用、平日：5%、15%、25%の3パターンの確率で利用。
- ・法人加入者：平日毎日1回利用、休日利用なしとする

利用時間は、平日、休日、法人加入、個人加入関係なく2.5時間とした。以上の仮定を500mメッシュ上でを行い、以下の想定を500mメッシュにあてはめ、世帯数を S 、事業所数を O とすると

$$W = O \times 0.1 + S \times 0.05 \times (5, 15, 25\%)$$

$$H = S \times 0.05 \times 0.2$$

となり、 W, H から平日の利用割合

$$\frac{W - H}{W} \quad (2)$$

を観ていく。図6に、個人加入者の平日を15%とした時の結果を示した。青色に行くほど休日の利用割合が高く、赤色に行くほど平日の利用割合が高い。黄色は、平日と休日の利用が平滑化されている場所である。CSの成立において稼働率が重要になってくることから、利用が平日寄り又は平滑化出来ている場所が好ましい。

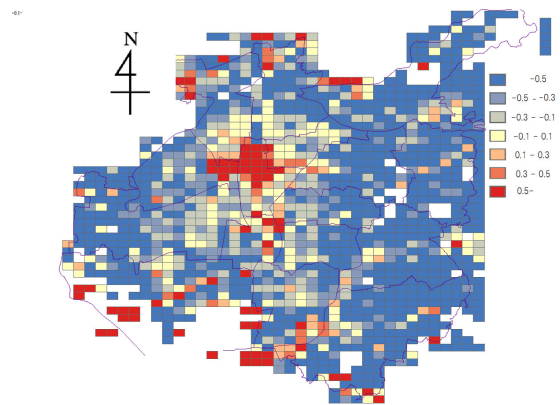


図6 再配車後の選定箇所（平日利用15%）

4.2 選定

カーシェアリングが成立する可能性が高いと思われる場所の選定を行った。今回選定するに当たり注目したのが地域の会員密度と平日と休日の利用比率である。

選定条件として

- (1) メッシュ内に加入者が50人以上いる。
- (2) 式(2)において、-0.3以上になることとした。

つまり、世帯密度や事業所密度から見て加入が見込め平日と休日の利用が共に起こるであろう地域を指す。図6には、平日利用率が15%時における選定結果と現状のCSの配置を示した。名古屋市の南西部などまだCSは、配置されていないが成立可能性があるのではないかと考えられる。ま

た、表2を見ると平日利用が増えるごとに大きく成立可能箇所が大幅に増えることが分かる。

表2 選定結果

平日利用率	5%	15%	25%
選定箇所(メッシュ)	82	219	439
会員数	9285	20312	37151
必要台数	1674	3538	6761
人/台	5.5	5.7	5.5

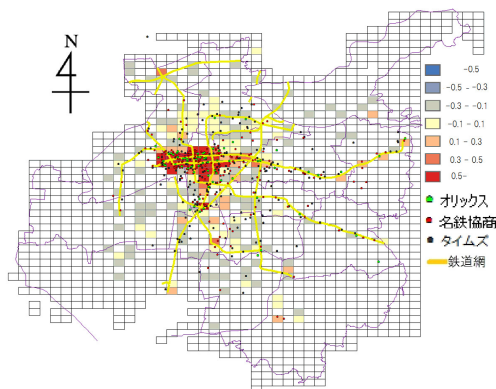


図7 選定箇所(平日利用15%)

4.3 再配車を考えた場合

これまで、各500mメッシュにおいて、それぞれがCSの成立の可能性があるのか見てきた。それに対し今回は、名古屋市全体で平日利用中心の地域と休日利用中心の地域とのバランスを地域間で車両の再配車を可能とすることによって改善できないか考えていきたい。再配車とは、平日と休日で利用量が異なった場合に利用量が少ない曜日において、必要台数に対し余剰配置が起こる。そうした車両を他の地域へ配車しようというものである。今回は、まず平日利用中心の地域、と平日、休日の利用が平準化できている地域は成立可能性地域とする。そして休日時に、その地域の余剰に配置されている台数を休日利用中心の地域へに再配置していく。再配車は、休日と平日で利用格差が小さいところから行っていく。休日利用中心の地域も、平日の利用量に対して配置台数を決め休日不足した分の車両を配車されたもので補うという考え方である。配車された地域も成立可能性箇所とする。そして休日における余剰な車両をすべて配車すると成立可能性箇所がどのようになるか見る。

表3 再配車後の選定結果

平日利用率	5%	15%	25%
選定箇所(メッシュ)	223	382	583
会員数	21574	33058	47267
必要台数	8443	5371	3295
人/台	6.5	6.2	5.6

配車を可能にすることにより、大きくCS成立箇所が増えたことが分かる。(表3) 休日利用の比率が多くそのエリアだけではなかなか成立することが難しいエリアにもCSを配置することができるようになったことが伺える。(図8)特に、個人会員の平日の利用頻度が少ない場合に影響が大きい。また、一人当たりの必要台数も良くなっている。配車方法は、検討の必要があるが再配車を考えることは、今後CSをより普及させる上で有意だと考えられる。

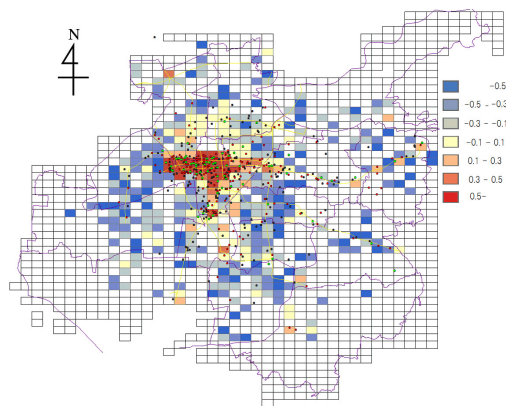


図8 再配車後の選定箇所(平日利用15%)

5 おわりに

今回は、1日の利用量に対して何台の配置が必要か出し、その後名古屋市においての会員の利用を想定した場合にどのような土地が適しているのかをGISを用い視覚的に明らかにした。ある程度車を利用する層がCSを利用することが有意であることや、平日利用を取り込んでいくことで名古屋市の広い地域でCSの可能性があることが示された。しかしながら、加入者などの地域の加入割合や利用者の利用はあくまで仮定的なものである。より現状の自動車の利用の分析や各CSステーションの現状の利用特性が詳しく分かればより踏み込んだ結果が出せると考える。

6 参考文献

- [1] 公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団 2013「カーシェアリングによる環境負荷低減効果の研究計画書」
- [2] 市丸新平,2009,「わが国におけるカーシェアリング普及のための課題と方策の考察」『第39回土木計画学研究発表会・講演集』.
- [3] 仲尾謙二, 2011, 「カーシェアリングの利用実態について—京都市における事例をもとに」『Core ethics』7: 199-210
- [4] 公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団 2002 自動車共同利用(カーシェアリング)社会実験報告書