

運転手の特性に基づく駐車場価格決定手法の提案

橋本創[†]金森亮^{††}伊藤孝行^{††}[†]名古屋工業大学情報工学科^{††}名古屋工業大学大学院産業戦略工学専攻

1 はじめに

低炭素社会のモデルにスマートコミュニティが提案され、その中で、電気自動車の蓄電池機能を活かし、電気自動車による住宅と事業所等の異なる電力需要を調整するVehicle-to-Gridも考えられている。一方、目的地までの移動にかかる時間において、自動車のナビゲーションシステムの発展により目的地周辺までの到達時間が改善され、駐車場探しの為のうろつきや入庫待ちによって消費される時間の割合が増えてきている。これらを背景として、本研究では、運転手の特性に応じた駐車場の価格決定手法の提案と簡単な数値実験を行う。

2 運転手の特性に基づく駐車場価格決定手法

本研究では、運転手の特性に応じた効率的な駐車場の価格決定手法として、電気自動車との電気のやり取りも含めたオークションを提案する。運転手の特性とは、電気自動車保有の有無や駐車場に対する価値の差異のことである。提案手法では、駐車場の各利用時間帯の寸前まで入札を受け付け、複数回に渡りオークションを行い落札者を更新していく。また、電気自動車の保有者は入札時に電気の売却量を申告することができ、落札時には電気を売却した分だけ安い料金を駐車場を利用できるものとする。ただし、連続する時間帯の利用を希望し、単位時間あたりの入札額が最低落札価格(留保価格)未満の入札、及びオークション開始時に既に駐車場の利用が開始している時間帯を希望している入札は除外する。駐車スペースの割り当ては、経営者の収入が最大となるような組み合わせとする。ここでは、経営者が利用者から電気を買い取り、より高く売却することができることを仮定しているため、低い入札額でも電気の売却量により落札する場合も存在する。提案手法の疑似アルゴリズムをアルゴリズム1に示す。

動的な価格決定により、従来の固定価格とは異なり、それぞれの運転手の特性に基づいた柔軟な価格設定ができると期待できる。

3 駐車場予約システム

本研究で導入評価する駐車場予約システムは、複数の駐車スペースに対して、複数の時間帯にまたがって提供するものとする。また、一部の駐車スペースでは、電気自動車と電気のやり取りが行えるものとす

アルゴリズム 1 駐車スペースの割り当て決定方法

```
Require: auctionTimes ← オークション開始時刻列,
         reservationPrice ← 単位時間あたりの留保価格
Ensure: 経営者収入最大の割り当ての組み合わせ
1: bids = {}
2: for all auctionTime in auctionTimes do
3:   while currentTime < auctionTime do
4:     if (bid.price > reservationPrice
        or isSingle(bid))
        and isAvailableService(bid) then
5:       bids.add(bid)
6:     end if
7:   end while
8:   allocation = bestCombination(bids)
9:   updateAvailableService(allocation)
10: end for
11: return allocation
```

る。駐車場の予約の割り当ては前述の提案手法を用いて決定する。ただし、利用者は希望する組合せ以外は興味がなく、入札額は他の利用者の影響を受けないものとする。また、複数の利用時間帯を希望する場合は連続したもののみを対象とする。

4 数値実験

4.1 駐車場の設定

駐車予約システムの導入評価として、駐車スペース3台分、利用可能な時間帯を3つの駐車場を設定する。駐車スペース3台分のうち1台分は電気自動車との電気のやり取りができるものとする。イメージ図を図1に示す。

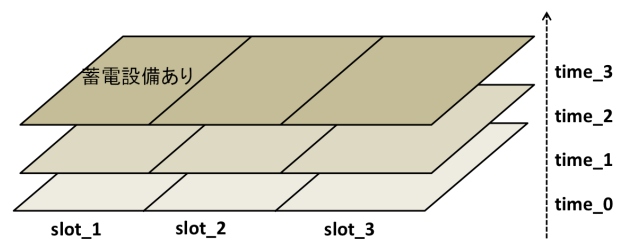


図 1: 駐車場の設定(3台×3時間)

4.2 駐車場利用者の設定

駐車場利用者はそれぞれ希望する時間帯と駐車箇所を1つ入札すると仮定している。25人の駐車場利用者がいると設定し、それぞれの入札申告額は100～300円の範囲で一様に設定した。一部の利用者は電気自動車を保有し電気を売ることができ、売却量を1～10の範囲で一様に設定した。入札を行う時間は平均1.0のポアソン分布を用い、1.5以上は利用開始の時間帯3枠前、1.0～1.5は2枠前、1.0以下は1枠前とした。また、希望する駐車場の利用時間帯は、

[†]So HASHIMOTO ^{††}Ryo KANAMORI ^{††}Takayuki ITO
[†]Dept. of Scientific and Engineering Simulation, Nagoya Institute of Technology

^{††}Master of Techno-Business Administration, Nagoya Institute of Technology

表 1: 利用時間帯決定の例

	時間帯1	時間帯2	時間帯3	希望時間帯
ケース1	0.3	0.7	0.1	時間帯2
ケース2	0.6	0.8	0.3	時間帯1, 2
ケース3	0.7	0.4	0.6	時間帯1

それぞれの時間帯ごとに0～1の範囲の1様の乱数を発生させ、0.5以上の値が出た時間帯を希望するとした。ただし、連続する時間帯以外で複数の時間帯に0.5以上の値が出た場合には、より大きな値が出た時間帯を希望するものとした。利用時間帯決定の例を表1に示す。表1中の実数値は乱数の値である。

4.3 オークションの設定

本研究では、提案手法による予約の決定を、25人の駐車場利用者に対して、前述の通りにパラメータを設定し、電気自動車保有者の割合や留保価格を変化させ、それぞれ100回の試行を行った。今回の実験では、利用者からの電気の単位量当たりの買い取り価格を10円に設定し、経営者の電気の単位量当たりの収入を20円とした。また、以降で示す結果の値は100回の試行の平均値である。

4.4 実験結果と考察

図2および図3に電気自動車の保有割合を変化させた結果を示す。

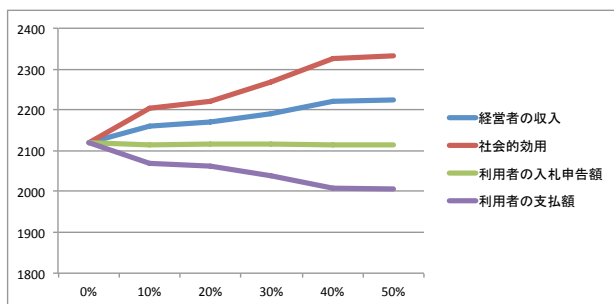


図 2: 電気自動車の保有割合ごとの結果 (留保価格 200円)

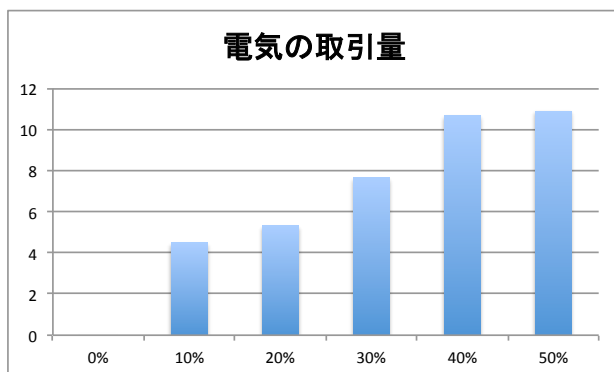


図 3: 電気の取引量の変化 (留保価格 200円)

電気自動車の保有割合が増えるほど、電気の取引量が増え、経営者の収入が増加し、利用者の支払額が減少し、社会的効用が増加していることがわかる。ここで、社会的効用とは経営者の収入と利用者の入札申告額の和から利用者の支払額を引いたものであ

る。ただし、電気自動車の保有割合が40%から50%に増加した場合には、結果にほとんど差が見られない。電気のやり取りを行うことができる駐車スペースが1台分しかない為、利用者の電気自動車が増加しても、駐車場と利用者で電気のやり取りを行うことができなくなった為である。

図4に電気自動車保有割合が10%の場合の留保価格による経営者の収入の変化を示す。

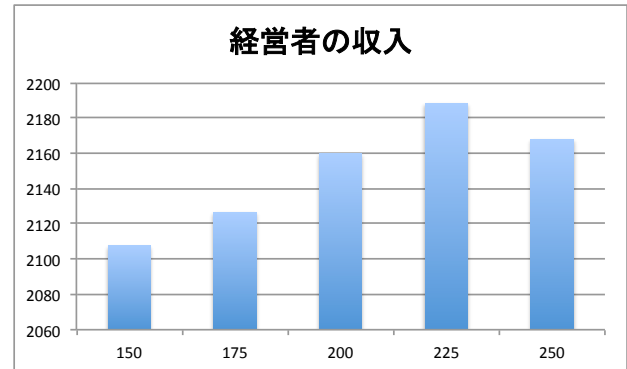


図 4: 留保価格による経営者の収入の変化 (電気自動車保有割合 10%)

また、留保価格を変化させると、225円までは経営者の収入が増加したが、250円になると減少した。電気自動車の保有割合が10%の場合に限らず、全ての場合において、留保価格が225円の場合に経営者の収入が最大となった。留保価格を低く設定してしまうと、入札額が低いものが落札されてしまい収入が減少する。しかし、留保価格をあまりに高く設定してしまうと、経営者に有利な入札であっても、落札されない場合があり、収入が減少する。今回の結果によれば、留保価格を期待入札価格から若干高めに設定することで、経営者の収入を最大にすることができる。

5 おわりに

本研究では、電気自動車保有の有無や駐車場に対する価値の差異といった運転手の特性に応じた駐車場の価格決定を行う手法として、電気自動車との電気のやり取りも含めたオークションを提案した。また、電気自動車の保有の割合や留保価格の設定を変化させて比較を行った。小規模の駐車場を想定した限られた組み合わせオークションの結果ではあるが、電気自動車との電気のやり取りを行うことで、経営者、利用者双方に利益があるという結果を示した。また、留保価格は期待入札価格よりも若干高めに設定したときに経営者の収入が最大となることを示した。

参考文献

- [1] [Cramton 06] Cramton, P. Shoham, Y. and Steinberg, R. : Combinatorial Auctions, MIT Press (2006)
- [2] [横尾 06] 横尾真: オークション理論の基礎, 東京電機大学出版局 (2006)
- [3] [小野 04] 小野智弘, 西山智, 堀内浩規: 会議室予約システムのための組合せオークション方式, 情報処理学会論文誌, Vol.45, pp.565-574 (2004)