

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25870320

研究課題名(和文) オンライン・オークションによる駐車予約システムに関する研究

研究課題名(英文) Study on Online Mechanism for Parking Reservation System

研究代表者

金森 亮 (KANAMORI, RYO)

名古屋大学・未来社会創造機構・特任准教授

研究者番号：40509171

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：大多数の駐車場に自動車精算機が導入され、各利用車両の精算データの一元管理・蓄積がなされている。また、自動車精算機の導入で料金改定も従来と比較して容易となり、周辺の競合駐車場や施設、経済動向を踏まえ、現在は地域担当者の経験や調査力に基づいて実施されている。一方で、より最適な料金設定を目指したデータオリエンテッドな改定手順への期待も大きい。本研究では名古屋市を中心に駐車場運営する民間企業から提供いただいた精算データを利用し、1)オークション予約システムの導入評価、2)料金体系変更における利用者の反応、3)駐車利用モデルの構築を行い、今後の駐車場管理データの活用事例の検討や基礎的データを提示できた。

研究成果の概要(英文)：As parking accounting data of automatic payment system is accumulated, a managing parking fees in accordance with characteristics of parking utilization is expected. In this study, the characteristics of parking utilization are analyzed by the accumulated parking accounting data, and a procedure of parking fee management by developing of a simple simulator from a history of parking utilization is proposed. Firstly an auction-based parking reservation system, which can reduce the amount of time lost by drivers searching for parking spaces near their destination, is evaluated. Next, one user's parking choice behaviors in particular urban area are analyzed to understand an effect of change of parking fee, and parking duration model is constructed using actual parking data that can estimate parking times after parking fees have changed.

研究分野：土木計画学・交通工学

キーワード：交通需要マネジメント 駐車場管理 オークション 精算データ

1. 研究開始当初の背景

交通サービスに関連するデータ収集は記憶装置の大容量化や情報端末の多様化によって容易になっており、例えば、GPS (Global Positioning System) など車両に装備されたセンサーで取得される位置情報や走行速度など、いわゆるビッグデータを利活用した交通マネジメントは今後重要となる。現在、タクシープローブカーからの情報を利活用したリアルタイム経路情報提供は実用化されつつある。一方、駐車場もスーパーやコンビニの POS (point of sales) データと同様に、出入庫時刻、駐車箇所、料金、支払い方法などが逐次報告され、リアルタイムに利用状況を把握できるが、活用事例はそれほど多くない。低炭素社会のモデル都市である環境未来都市 (スマートシティ) では自動車の電氣化が進むといわれており、航続距離が短い電氣自動車はシェアリング用車両としてや、住宅と事業所など異なる時間帯別電力需要の調整システムである V2G (Vehicle-to-Grid) の蓄電池として期待されており、これらをサポートする駐車場の重要性は高まり、リアルタイムの駐車管理が求められていく。具体的には、電氣自動車の充電必要性に応じた充放電装置付き駐車場の利用料金決定、シェアリングでは利用者ニーズが高い、貸出場所と返却場所が異なっても良い One Way 方式の導入を目指した貸出・返却場所ペアの予約システム導入、などである。

また時間貸し駐車場に注目すると、附置義務条例の徹底などで駐車容量は駐車需要を満たしつつあるといわれるが、利用者側からみると、目的地までのアクセス距離、駐車料金の設定や特典割引の有無などで特定の駐車場利用に集中することが多く、実際に入庫待ち行列も発生している。一方、移動制約者用のスペース確保や今後の電氣自動車対応などサービス多様化によって、駐車場利用に対しても価格差別化や効率的な運用が必要と考える。そこで、飛行機や新幹線で一般的な予約システムの検討が望まれている。

2. 研究の目的

本研究では次世代交通システムとして重要となる駐車マネジメントの検討として、以下の研究を行う。

- (1) オークション型予約システムの検討とシミュレーション評価
- (2) 実際の駐車場管理データ (約 1 億件) による利用実態分析と駐車マネジメント手法の検討

3. 研究の方法

- (1) オークション型予約システムの検討として、シミュレーション評価の実施
- (2) 駐車場管理データから駐車場利用実態分析として、駐車場分類や複雑な料金体系を

考慮可能な駐車時間モデルを構築する。

4. 研究成果

(1) オークション型駐車場予約システムの導入評価

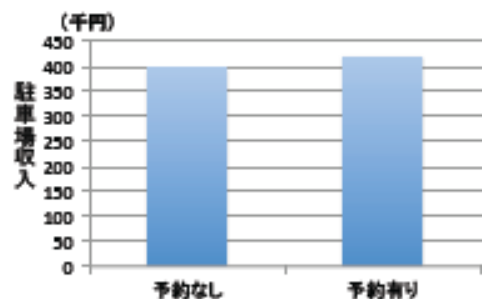
複数の民間時間貸し駐車場を対象としたエリアでの駐車場マネジメントとして、オークション型予約システムの導入評価を行う。駐車利用スペースの割当及び駐車料金がオークションによって決定される。駐車料金は従来の固定額ではなく、利用者が事前申告する支払意思額に基づいて決定され、駐車利用スペースの割当は従来の早い者勝ちではなく、支払意思額の高い利用者に対して割り当てられる。到着時間や利用時間の変動については、オンライン・オークションの前提として設定される事前コミット制度の導入を仮定し、シミュレーション評価では明示的には扱っていない。

オークション a による決定手順は以下の通りである。

- 1) 利用希望時間前に設定された入札^レ切までに集まった予約 (利用時間と支払い額) から、単位時間あたりの期待収入が高い順で並び替え
- 2) 並び替え後の予約を順に割当
- 3) 割り当てられた予約の単位時間あたりの支払料金を第 (n+1) 番目の単位時間あたりの支払意思額に設定 (n は駐車可能スペースの数)

実際に 3 箇所の駐車場利用状況 (需要パターン) を精算データから抽出し、①予約なしの現状、②予約システムあり、における料金収入を比較する。詳細な設定条件は発表論文を参照いただきたい。

予約システムなしと予約システムありを比較した場合、予約システムありの方が高い駐車場収入を得られている。予約システムありの場合では、オークションにより駐車料金を設定するため、支払い意思額の高い利用者に割り当てられ、駐車料金が高くなり、結果的に駐車場収入が増加する。



今後は不確実性にも対応した予約システムの提案が必要

(2) 駐車場管理データから駐車場利用実態分析

駐車マネジメントとして具体的に操作可能なものとして料金体系がある。そこで、民

間時間貸し駐車場における駐車精算データ、特に個別利用者の利用履歴から、料金変更に対する反応を分析した。

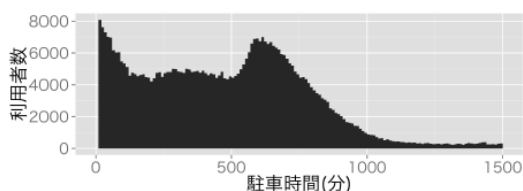
都心部の地下鉄駅周辺の駐車場数箇所を 2 年間で 20 回以上利用している利用者の駐車場利用実態をみると、自身の駐車時間に応じて安くなるように合理的に駐車場を使い分けている状況が確認できた。具体的には、以下の図表の通り、ある時期に料金体系変更（図中の赤縦線）されて以降、この利用者は長時間利用の場合は駐車場 2→駐車場 4 を利用し、短時間利用の場合は駐車場 2 を継続的に利用している。これは料金支払い額がエリア内で最も小さくなる選択結果となっている。

	Before the price change	After the price change
Parking No.2	8:00-24:00 ¥200 per 60 min 24:00-8:00 ¥100 per 60 min Max price ¥1,600 within 24 hours	¥100 per 30 min
Parking No.4	¥100 per 20 min 24:00-8:00 ¥500 Max price ¥1,600 within 24 hours	¥100 per 20 min 22:00-8:00 ¥500 Max price ¥1,200 within 24 hours
Parking No.5	8:00-24:00 ¥100 per 30 min 24:00-8:00 ¥100 per 60 min	¥100 per 30 min



一方、2 年間で数回程度の利用者は主要道路から最も近い駐車場を利用する傾向にあるなど、エリア内の駐車場利用頻度によって駐車場選択傾向が異なることも確認できた。

駐車場選択は料金体系の影響が大きいと想定されるが、実際の駐車場利用時間分布を見ると、以下の図の通り、複数のピークを持つことが確認された。これは駐車場の料金体系として単位時間当たりの料金設定に加えて、一日当たりの支払い額の上限值が設定されているためである。



駐車利用と料金体系のより精緻なモデル分析として、駐車時間モデルを構築した。複数の駐車利用パターンを反映できるように、駐車利用時間は生存時間モデルにて複数のワイブル分布にて表現できると想定する。実際の駐車場利用データから EM アルゴリズム

にてパラメータを推定した結果、利用パターンは 3 通りと想定した場合が最も再現性が高く、利用パターンで単位時間当たりの料金に対するパラメータの符号が異なることが確認できた。その結果、分析駐車場に限定されるが、パラメータ推定結果から“駐車場が満車になりやすく回転率が悪いならば単位料金を高くし、打切料金のために利益率の低い長期利用者の駐車時間を減少させる”という改定案が考えられた。

以上、利用実態分析から料金体系改定案の検討ができ、データ・オリエンテッドな検討の可能性をデータ提供者に還元し、運営管理の参考データとして提示することができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 8 件)

- ① Ryo Kanamori, Takayuki Morikawa, Masaya Okuniya, Toshiyuki Yamamoto and Takayuki Ito: The Impact of Electric Vehicles on Travel and Electricity Demand in Nagoya, The 13th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management (CUPUM2013), July 2013, Utrecht (Netherlands).
- ② So Hashimoto, Ryo Kanamori and Takayuki Ito: Auction-based Parking Reservation System with Electricity Trading, IEEE International Conference on Business Informatics (CBI2013), July 2013, Vienna (Austria).
- ③ 榎優一, 金森 亮, 伊藤孝行: 駐車場の利用特性に応じた料金設定手順の提案, 情報処理学会第 175 回知能システム研究会, 2014 年 3 月, 名古屋工業大学(名古屋市).
- ④ 金森 亮, 橋本創, 伊藤 孝行: 駐車場利用時間の料金感度を考慮した駐車場予約システムの導入評価, 第 27 回人工知能学会全国大会, 2013 年 6 月, 富山国際会議場(富山市).
- ⑤ Yuichi Enoki, Ryo Kanamori and Takayuki Ito: Managing Parking Fees based on Massive Parking Accounting Data, The 13th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (PRICAI2014), December, 2014, Gold Coast (Australia).
- ⑥ 榎優一, 金森 亮, 伊藤孝行: 大規模な駐車場利用データに基づく料金設定手順の提案, 第 28 回人工知能学会全国大会, 2014 年 5 月, ひめぎんホール(松山市).
- ⑦ 金森 亮, 榎優一, 伊藤孝行: 駐車場自動精算データに基づく料金変更の影響分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.49, 2014 年 6 月, 東北工業大学(仙台市).
- ⑧ 榎優一, 金森 亮, 伊藤孝行: 複数分布形状を考慮した駐車時間モデルの開発, 第 77 回情報処理学会全国大会, 2015 年 3 月,

京都大学（京都市）.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

金森 亮 (KANAMORI RYO)

名古屋大学・未来社会創造機構・特任準教授

研究者番号：40509171