

スポーツイベントにおける混雑緩和のための人流制御技術開発

新事業推進本部 イノベーション創出センター 松井 涼

田中 真一

西山 奈津美

盛林 敏之

1. 取組背景

ICT 技術の発展に伴い、自動車業界では、CASE や MaaS に対する関心が世界的に高くなっている。当社では、CASE や MaaS 領域も含めた「クルマの価値向上」と「生活の価値向上」に向けて、新たな移動の価値を提供するモビリティソリューションパートナーを目指す VISION2030 を掲げている。

モビリティソリューション事業に貢献すべく、当社では、スポーツイベントで大人数が集まった際、イベント終了後に最寄りの交通機関へ人がいっせいに集中することで発生する混雑に着目した。この混雑は、地域課題の一つとして神戸市でも取り上げられている。また、新型コロナウイルスが流行して以降、人々の「3密」に対する意識が高まっているため、感染拡大リスクを軽減させた安心・安全なイベント開催の実現が強く求められている。地元の神戸でつながりのあるサッカーリーグチーム「ヴィッセル神戸」のホームスタジアムであるノエビアスタジアム神戸（以下、スタジアム）では、試合が開催されるたびに近隣駅構内、およびスタジアムから駅へ向かう道路で混雑が発生しており、警備員や警察が駅構内への入場規制を実施し、混雑問題に対応している。

そこで、スタジアムを舞台に帰宅時の混雑問題を解消する為の人流制御技術に取り組んだ。また、試合後は直帰する人が多く、スタジアム周辺の飲食店はあまり賑わっていないことも問題であると考えており、合わせて検討する。

2. 取組内容

本稿では、スポーツイベントにおける帰宅時の混雑緩和を実現する専用スマートフォンアプリ「困って MaaS®」

について述べる。また、そこに実装した混雑緩和をより効果的に実現する組合せオークションを用いたクーポン配布システムについても記載する。

2.1 困って MaaS®

混雑緩和策としては、混雑状況に関する情報提供¹⁾や来場者の行動を促すクーポンの提供²⁾³⁾などさまざまなアプローチがあげられる。「困って MaaS®」では、クー



最寄り交通機関の
「待ち時間情報」を通知

会場周辺での待ち時間に
応じてポイントを付与
獲得したポイントで
クーポンと交換可能

図 1 困って MaaS® (iPhone/Android アプリ)

「困って MaaS」は、株式会社デンソーテンの登録商標です。

記載されている会社名、商品名、サービス名等は、各社の商標または登録商標です。

ポン提供による混雑緩和に着目し、スポーツイベント終了後にスタジアム内に滞在していた時間に応じたポイントを付与し、周辺店舗で利用できるクーポンと交換できるポイントを提供する仕組みを開発した。図 1 に「困って MaaS®」のアプリ画面イメージ例を示す。この仕組みにより、「待たらしいことがあるな」、「せっかくポイントを貰ったからクーポンを使いに行こう」といったユーザの心理面に訴えかけることで行動を促し、帰宅時の来場者が集中する「時間」と「場所」の双方における人流分散を実現する。更に、帰宅する人に対して周辺店舗への寄り道を促すことで、スタジアム周辺の経済活性化にも貢献できる。

2.2 組合せオークションを用いた クーポン配布システム

クーポン提供によって帰宅予定であった来場者を周辺店舗へ誘導する施策は、混雑緩和と経済活性化に貢献できるが、課題が2点考えられる。1点目は、大人数が同じクーポンを使った場合、大人数を利用店舗へ誘導することになるため、誘導先店舗が逆に混雑してしまうことである。2点目は、クーポンの枚数に上限があり、欲しいのに獲得できない場面が発生することである。

上記課題は、来場者の不満を解消しながらクーポン利用者を決定する最適化問題とみなすことができる。そこで、スケジューリング問題（複数スタッフの要望を満たしながら最適な勤務シフトを作成）⁴⁾などで活用されて

いる組合せオークションを適用した、クーポン配布システムを開発した。従来のクーポン提供と新技術の組合せオークションを用いたクーポン配布システムを図 2 に示す。新技術では、まず、サービス運営側が周辺店舗で利用可能なクーポンを提供する。次に、来場者はオークション参加者として欲しいクーポンに対して支払う額を申告（入札）する。最後に、入札した額と周辺店舗での予想滞在時間、各クーポンの上限枚数をもとにクーポン利用（落札）者を決定する。これにより、従来の課題として考えているクーポン利用による過度な店舗の混雑を抑えることができる。また、オークション形式にすることでシステムのエンターテインメント性を高め、各来場者に対する個人満足度向上の両立も実現できる。

新技術では、オークション参加者の総落札額とクーポン利用による店舗内滞在時間が最大になるように目的関数を定義する。式(1)に組合せオークションを用いたクーポン配布システムで定義する目的関数を示す。また、今回は制約条件として、獲得できるクーポンは、ひとり1種類までとしている。

$$\max \left[\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^C x_{ij} \left(f_{time} \times \frac{f_{point}}{f_{price}} \right) \right] \quad \cdots \text{式(1)}$$

N : オークション参加人数

C : オークション参加者 i が入札したクーポン組合せ

x_{ij} : オークション参加者 i が入札したクーポン組合せ c を落札するかどうかを示す決定変数

f_{time} : クーポン j を利用することによる店舗内滞在時間

f_{point} : オークション参加者 i がクーポン j に入札した値

f_{price} : クーポン j の実売価格

3. 取組内容の評価

3.1 「困って MaaS®」のサービス性検証

「困って MaaS®」のサービス性検証として、スタジアムで開催される J リーグの試合を対象に実証実験を実施した。実証実験については、神戸市が公募した研究活動助成プロジェクト「大学発アーバンイノベーション神戸（令和2年度）」にて採択された「スタジアム体験における自然な混雑緩和に寄与する要素の探索」の一環として、国立大学法人神戸大学、楽天モバイル株式会社とともに取り組んだ⁵⁾。アプリ導入の有無によるスタジアム滞在割合の推移を図 3 に示す。図 3 より、本サー

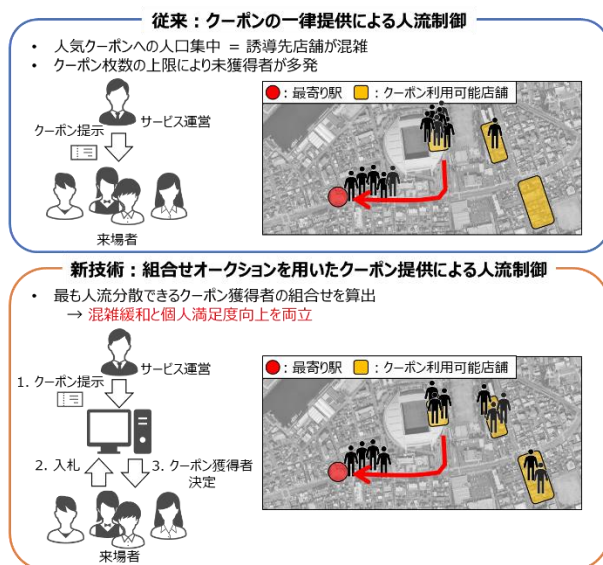


図 2 従来と新技術のクーポン配布システム

「困って MaaS」は、株式会社デンソーテンの登録商標です。

記載されている会社名、商品名、サービス名等は、各社の商標または登録商標です。

ビスによって、約 15 分から 30 分程度長くスタジアム内に滞在されていることが分かる。このことから、「困って MaaS[®]」がスポーツイベントにおける混雑緩和サービスとして有効であることを確認した。

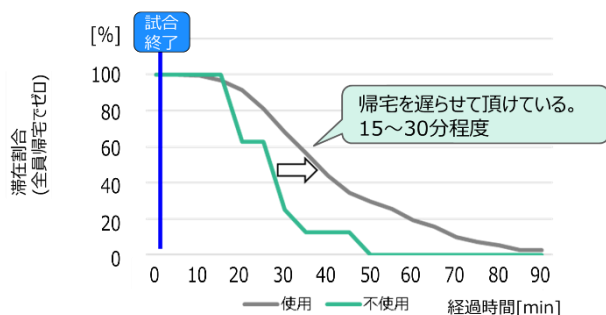


図 3 スタジアム滞在割合の推移比較

3.2 組合せオークションを用いた クーポン配布システムの効果検証

組合せオークションを用いたクーポン配布システムの効果検証として、被験者 24 人を対象に実証実験を実施した。クーポンは、8 種類各種 3 枚ずつ用意した。提供クーポン例と各クーポンにおける入札者数と落札者数を図 4 に示す。図 4 から、クーポン ID5 とクーポン ID6 に入札が集中していることが分かる。しかし、落札者数は各クーポン 3 人になっている。このことから、被験者は、なにか 1 種類のクーポンは獲得していることになる。落札したクーポンを利用するために店舗へ訪れるとすると、組合せオークションを用いたクーポン配布システムは、従来のクーポン提供による誘導先の店舗や道の混雑緩和施策の課題を解決しながら、スタジアムからの帰宅時の混雑緩和と経済活性化の両立を実現することが期待できる。

4. まとめ・今後の展開

本稿では、スポーツイベントにおける混雑緩和を実現する専用スマートフォンアプリ「困って MaaS[®]」と組合せオークションを用いたクーポン配布システムについて述べた。「困って MaaS[®]」では、スタジアム内に滞在していた時間に応じたポイントを付与し、クーポンと交換できるポイントを提供する仕組みが、混雑緩和に有効であることを示した。また、組合せオークションを用いたクーポン配



a. 提供クーポン例
(クーポンID: 1)

b. 各クーポンにおける
入札者数と落札者数

図 4 提供クーポン例と各クーポンにおける
入札者数と落札者数

布システムでは、従来のクーポン提供による混雑緩和施策の課題解決が期待できることを示した。

今後は、スタジアムからエリアを拡大し、神戸市を中心に混雑緩和だけでなく街の回遊性向上を実現する人流制御技術に向けて取り組んでいく。

謝辞

「困って MaaS[®]」実証実験について、共同実施者である神戸大学 寺田努教授、楽天モバイル株式会社、楽天ヴィッセル神戸株式会社に感謝致します。また、大学発アーバンイノベーション神戸（複合領域・民間企業連携型）の助成を受けたものであり、ここに記して感謝の意を示します。また、組合せオークション技術適用について、共同開発頂いた神戸大学 藤井信忠准教授、同学 渡邊りこ特命助教にも厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 埼玉西武ライオンズのスタジアム DX 実証実験においてクラウド録画カメラサービス「coomonita」を活用した混雑回避ソリューションを提供
<https://www.ntt.com/content/dam/nttcom/hq/jp/about-us/press-releases/pdf/2020/1015.pdf>
- 2) シンガポールで人・交通の混雑を緩和する実証実験を開始
<https://pr.fujitsu.com/jp/news/2015/11/5.html>
- 3) 多様化する通勤スタイルに合わせた JRE POINT の新サービスについて
https://www.jreast.co.jp/press/2020/20201110_

「困って MaaS」は、株式会社デンソーテンの登録商標です。

記載されている会社名、商品名、サービス名等は、各社の商標または登録商標です。

ho01.pdf

- 4) 小澤誠一、齋藤政彦：「データサイエンスの考え方：社会に役立つ AI×データ活用のために」、オーム社出版、[2021]
- 5) 福岡愛富 他：「スポーツイベントにおける帰宅分散実現のための行動分析と情報提示手法」、インタラクション 2022 論文集, pp.58-67, [2022]

「困って MaaS」は、株式会社デンソーテンの登録商標です。

記載されている会社名、商品名、サービス名等は、各社の商標または登録商標です。