

集客施設における売店の配置に関するシミュレーション

東京都立大学 都市教養学部 都市教養学科 経営学系

阿見桃花・井上朋香

指導教員 森口聡子

研究背景

現在、新型コロナウイルスの感染拡大防止策と経済社会活動の両立が問題となっている
イベントの開催についてもいまだ制限が設けられている

感染拡大を防止しつつ、イベントの開催をより安全におこなうにはどうしたらよいか？



人数や席の間隔についての制限は設けられている

会場内ではなく、ゲートから入場口まで歩く過程・売店やトイレに行く道中においては常にソーシャルディスタンスを取ることは難しいため、客同士が接触することが避けられない

売店やトイレなどで混雑が予測される

売店の位置を変える・数を増やす・サービス時間を減らすことで混雑緩和できないかと考えた

イベントの開催制限について

各種イベントの大声での歓声・声援等の有無により、以下のように収容率や最大人数の制限が設けられている。

時期		収容率	
12月1日～ 当面来年2月末まで	イベントの種類	大声での歓声・声援等がないことを前提とするもの ・クラシック音楽コンサート、演劇等、舞踊、伝統芸能、芸能・演芸、公演・式典、展示会 等 ・飲食を伴うが発声がないもの（注2）	大声での歓声・声援等が想定されるもの ・ロック、ポップコンサート、スポーツイベント、公営競技、公演、ライブハウス・ナイトクラブでのイベント 等
		100%以内 (席がない場合は適切な間隔)	50%（※）以内 (席がない場合は十分な間隔)

注1：人数上限については現行と同様とする。

注2：これまで、「イベント中の食事を伴う催物」は、大声での歓声・声援等が想定されるものと扱ってきたが、今後、必要な感染防止策が担保され、イベント中の発声がない場合に限り、イベント中の食事を伴う場合についても、「大声での歓声・声援等がないことを前提とするもの」と取り扱うことを可とする。

（※）ただし、異なるグループ間では座席を1席空け、同一グループ（5人以内に限る。）内では座席間隔を設けなくともよい。すなわち、収容率は50%を超える場合がある。

（厚生労働省ホームページより

https://corona.go.jp/news/pdf/jimurenraku_20201112.pdf?20201113)

研究対象について

本研究ではさいたまスーパーアリーナを研究対象とする。

東京オリンピックでバスケットボール競技の舞台となるさいたまスーパーアリーナは、さいたま新都心駅に隣接する、国内最大級の多目的ホールである。

世界最大級の可動システム「ムービングロック」により、アリーナモード(最大22,500席)やスタジアムモード(最大37,000席)など空間や客席数を変えられ、音楽、スポーツ、見本市など多様なイベントが開催される。

【主な施設】

- ・スタジアム(収容人員37,000席)・・・コンサート、格闘技、集会等
- ・メインアリーナ(収容人員22,500席)・・・コンサート、スポーツ等
- ・コミュニティアリーナ(収容人員3,000席)・・・展示会等

(Myナビ 彩の国 ホームページより)

<https://www.pref.saitama.lg.jp/shisetsu/sonota/004.html>

本研究の概要

①シミュレーション空間の設定

②エージェントの設定

③シミュレーションの実行

④改善案の提案

(1)売店の位置を変更した場合

(2)売店の数を増やした場合

(3)サービス時間を減らした場合

* シミュレーションはS4 Simulation Systemを使用した(NTTデータ数理システム様より貸与)

シミュレーターの説明

使用したシミュレーターは、(株)NTTデータ数理システムによって開発された、S4 Simulation System(エスクワトロ・シミュレーション・システム)という製品である。

これは汎用的な離散イベントシミュレーションであり、工場などの生産システム、サプライチェーンなどの流通システム、銀行の窓口やATM、通信システム、交通システム、コールセンターなど、確率的な振る舞いをするものを対象とするような様々な領域のシミュレーションを行うことが出来る。シミュレーションに必要な基本的な部分はすべて用意されていて、簡単なGUI操作でそれらを組み合わせることで、独自のモデルを作成・編集することが可能である。

S4 Simulation Systemは、簡単にシミュレーションモデルの作成と分析が出来る操作性と、自由度を合わせ持つシミュレーションシステムである。

マルチエージェントモデルではなく、局所的で歩行者密集という状況下に適したソーシャルフォースモデルを使う。

[\(株式会社NTTデータ数理システムホームページより\)](#)

[シミュレーションパッケージ S-quattro 製品紹介 \(msi.co.jp\)](#)

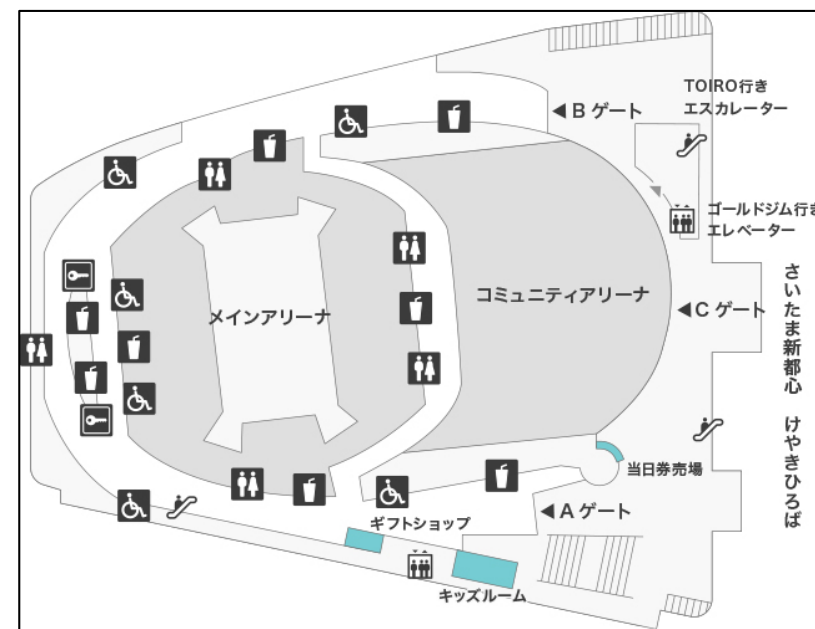
①シミュレーション空間の設定

本研究では、さいたまスーパーアリーナで開催されるイベントの中でも来場者数が一番多い、コンサート・集会を想定した入場シミュレーションを行う。

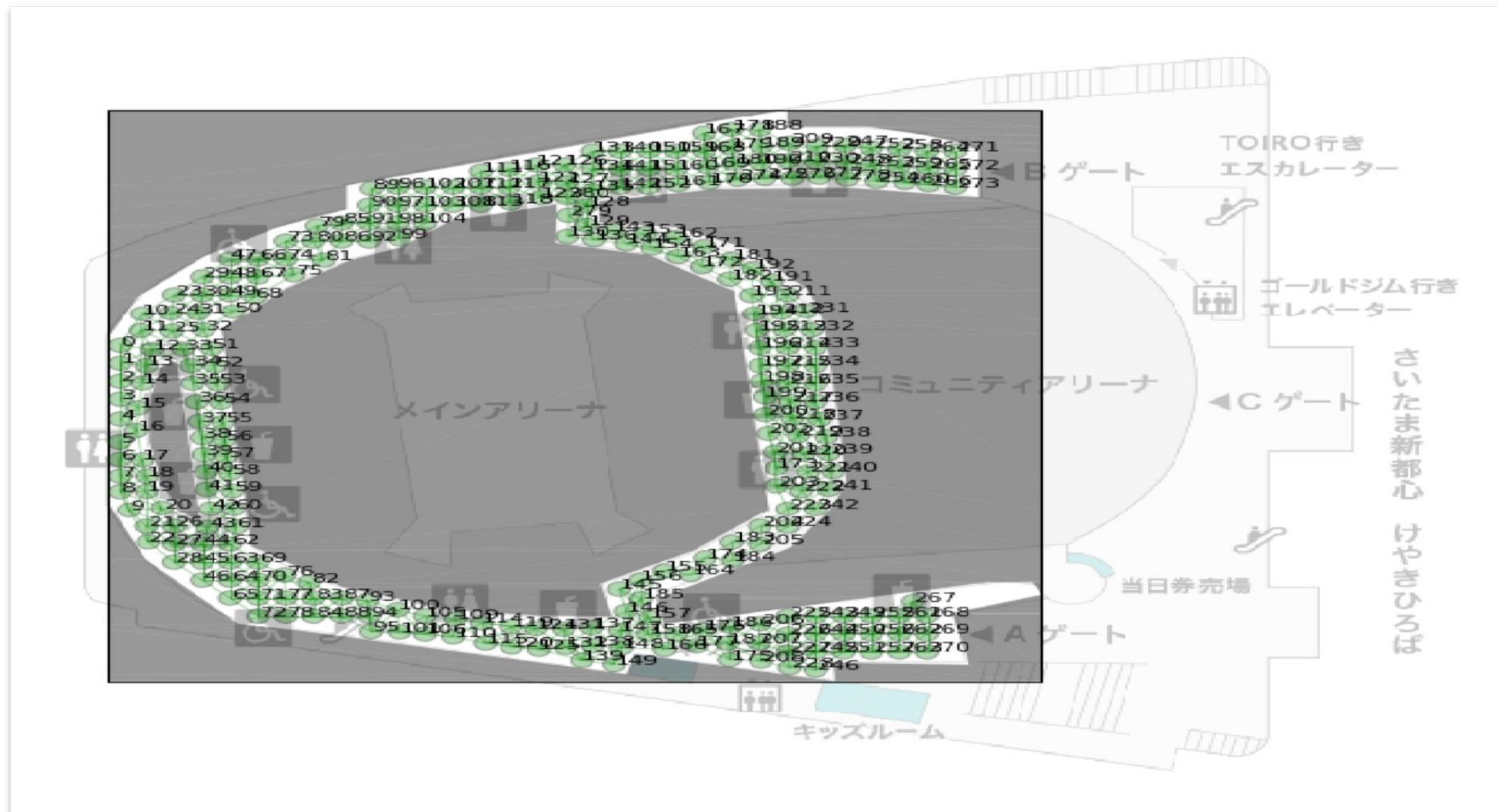
また、利用率の一番高いアリーナ2階の地図に基づいてAゲートとBゲートの2つの入場ゲート・売店(8個)・トイレ(11個)・扉(28個)を配置する。

空間の大きさは縦が200m、横が250mで、ソーシャルディスタンスを保つため、経路地点及び入場ゲートの半径を2mとする。

次のページの図は、これらの条件をもとにモデル空間を作成したものである。



アリーナ200レベル



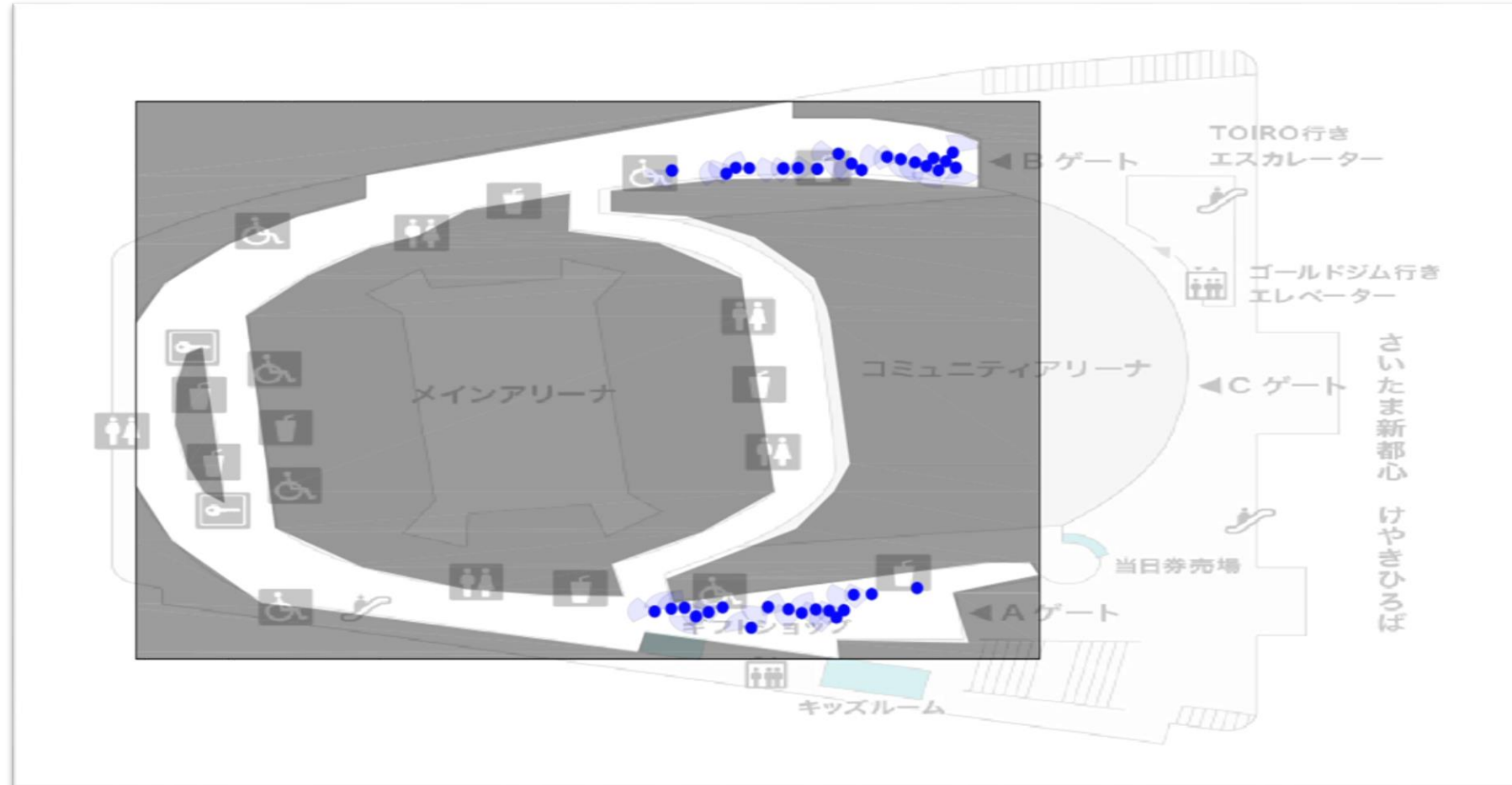
シミュレーション時のマップ

②エージェントの設定

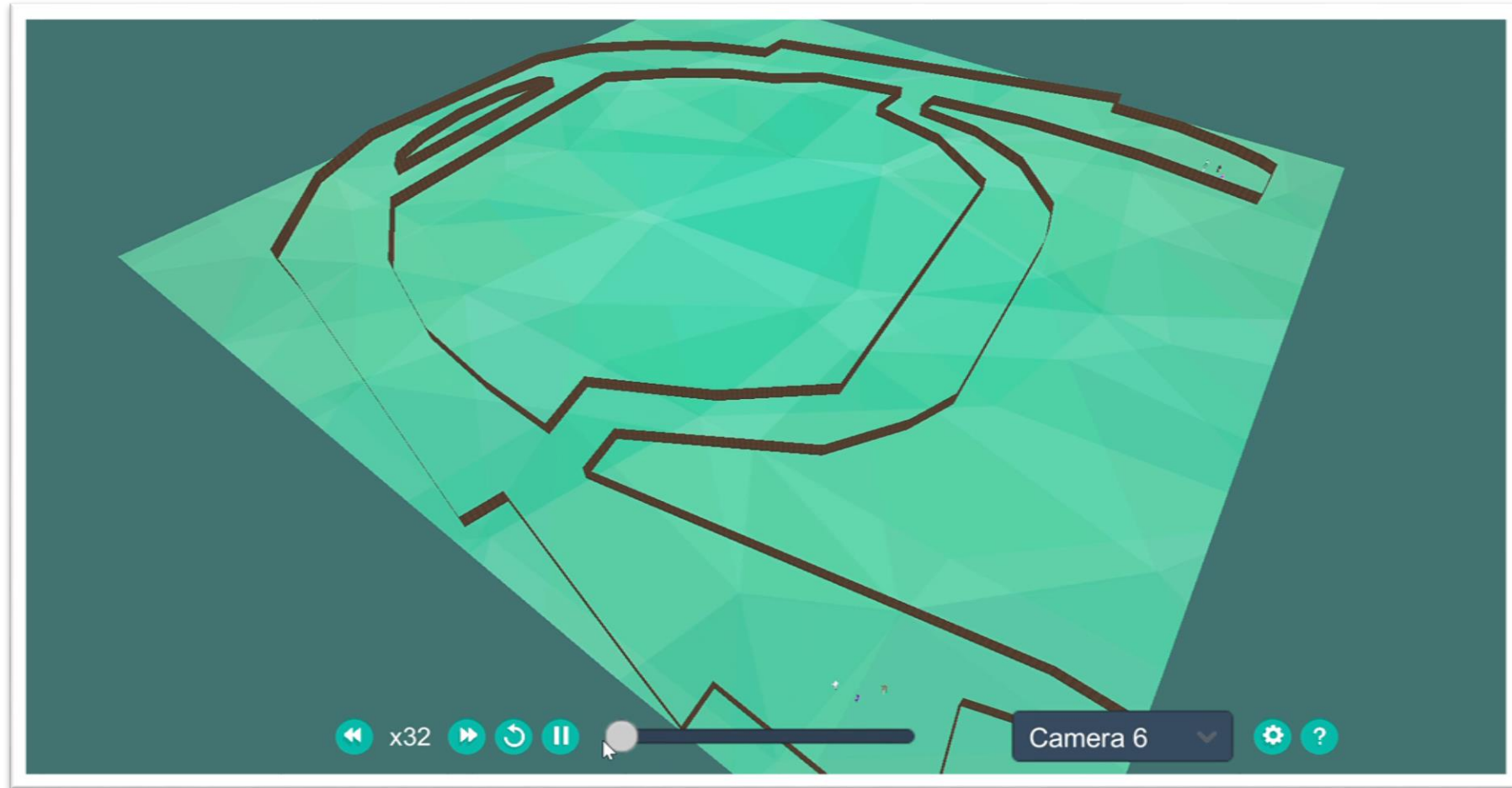
- ・エージェントは一般的な人を想定(最適速度は0.6m/s、最高速度は1.5m/s、体重は50kg)。
- ・エージェントは毎時刻一定の確率で入場する(平均3の指数分布に従う)。
- ・エージェントはSFM地図で設定した、gate属性を持つ2つの経路地点から入場する。
- ・入場したエージェントは、予め設定された3種類の行動パターンのどれかにしたがって移動する。
行動パターンは以下の3種類である。
 1. 売店(drink)→トイレ(toilet)→各扉(door○○)
 2. 売店(drink)→各扉(door○○)
 3. トイレ(meat)→各扉(door○○)
- ・売店とトイレでは10ステップ順番待ちのため留まる。

③シミュレーションの実行

実際にシミュレーションを行った時の動画の一部である(約30秒間)。
画像にカーソルを合わせると、左下に再生ボタン(▷)が表示される。

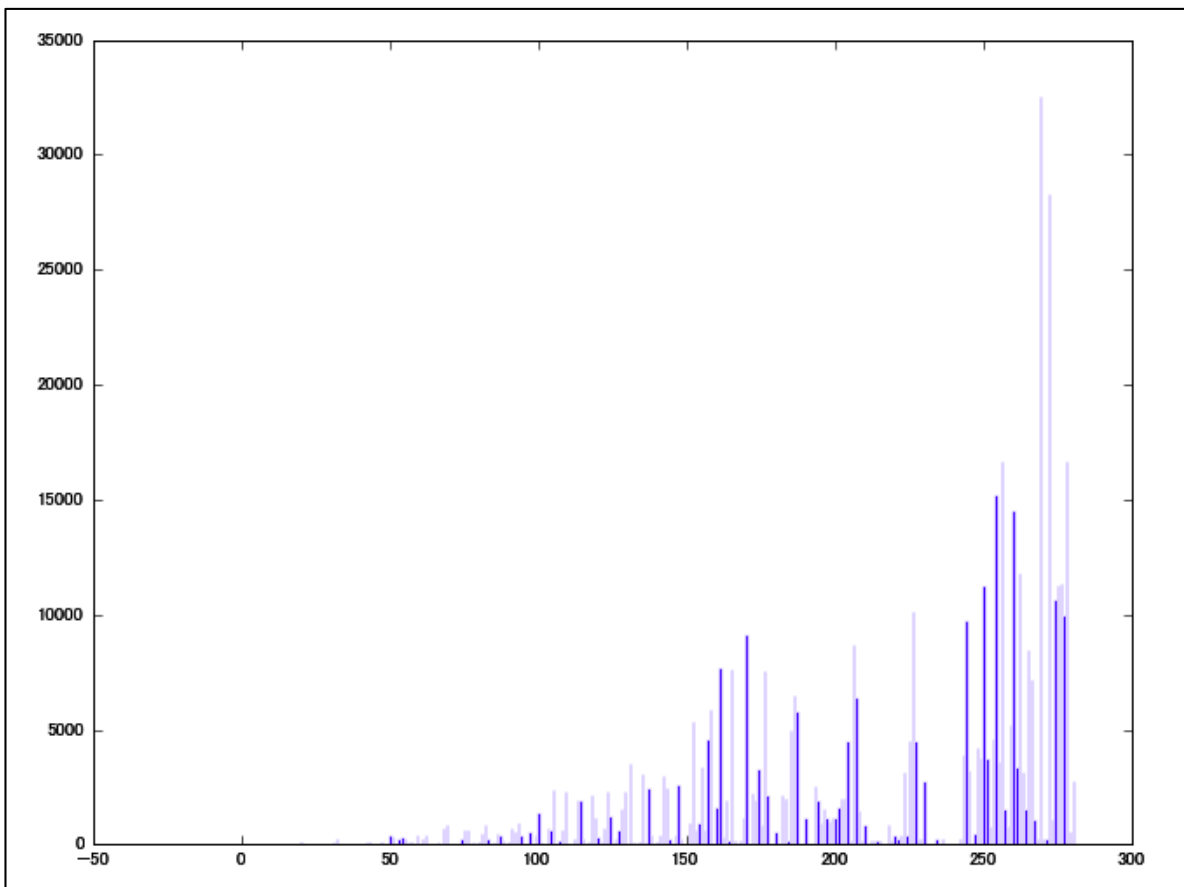


シミュレーションした歩行者の動きを、3Dアニメーション機能を使って32倍速で描画したときの動画の一部である(約30秒間)。

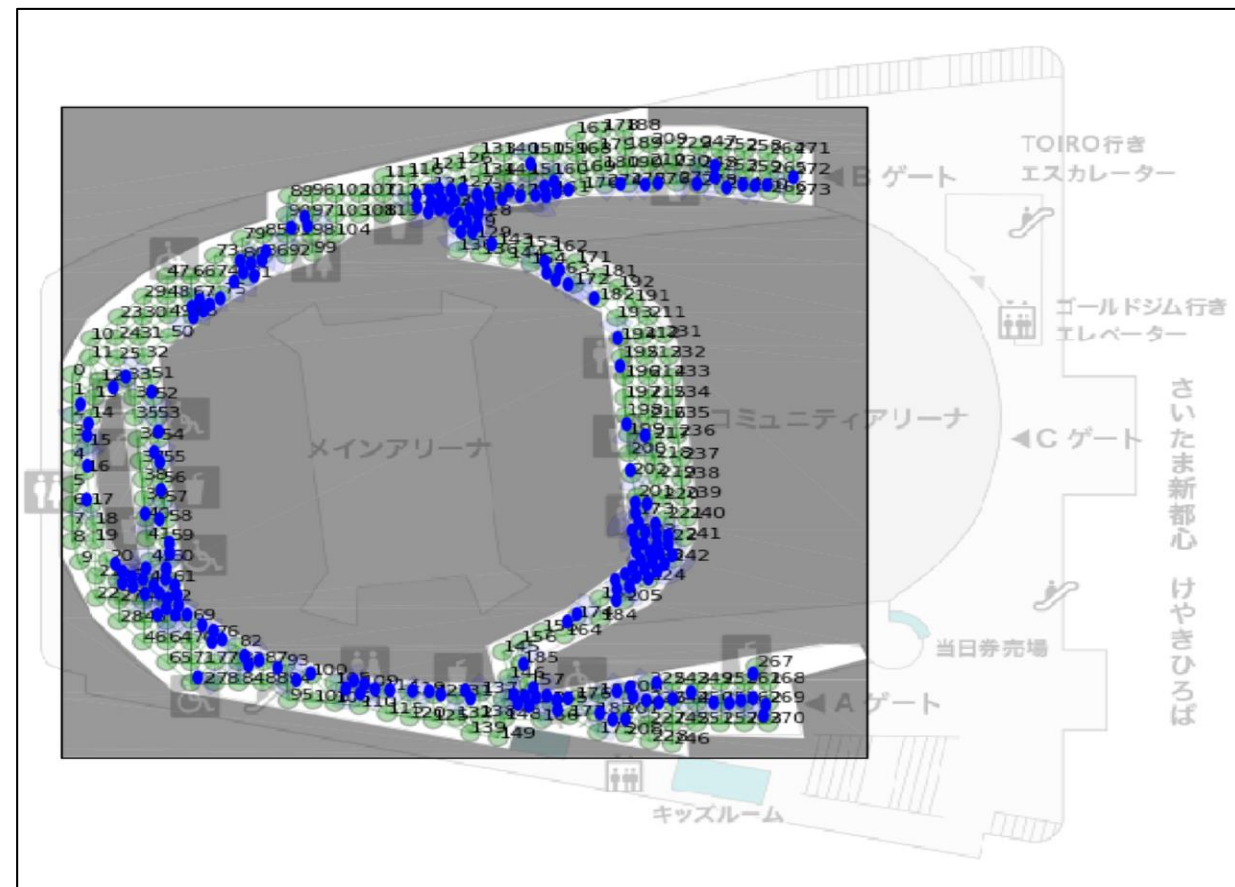


結果

経路地点ごとの通過量を表した棒グラフと、シミュレーション終了時のマップである。
トイレや売店、狭い通路の入り口付近が混雑していることが分かる。
また、混雑している場所としていない場所の差が激しい。



経路地点ごとの通過量



シミュレーション終了時のマップ

④改善案の提案

以上のシミュレーション結果を踏まえ、

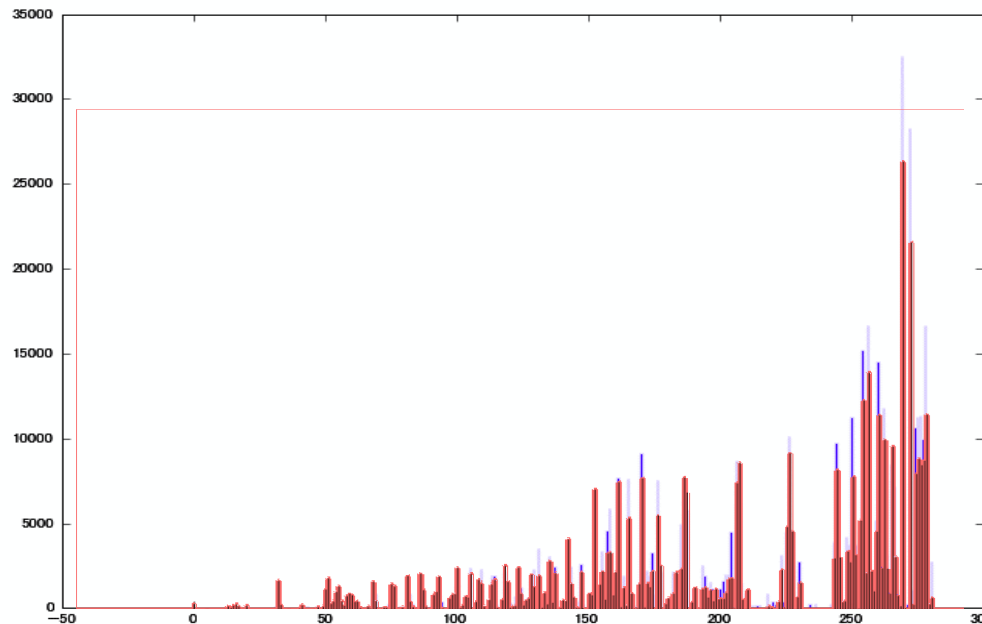
(1)売店の位置を変更した場合

(2)売店の数を1つ増やした場合

(3)サービス時間を半分にした場合

という3つのパターンでそれぞれ10回ずつシミュレーションを行い、改善前の結果との比較を行った。
(それぞれの結果は付録を参照)

改善前のグラフと比較すると、サービス時間を半分にした場合が一番混雑の緩和に効果があった。



改善案との比較
青: 変更なし
赤: サービス時間を減らした場合

考察

・イベントの開催制限により人数制限があるため、施設側としては売り上げの減少を防ぎたい。
一方、売店の数を増やすことは設置費・人件費がかかるため現実的ではない。

→売店でのサービス時間を減らすことが現実的な混雑緩和方法であると考える。

・サービス時間を減らすには、販売する物の種類を減らすことが考えられる。しかし、販売する物の種類を減らすことは客の購入意欲・購入機会が減少し、施設側の売り上げが減ることが予想される。

・売り上げを維持しつつサービス時間を減らすには、

・現金のみの決済で、500円・1000円などお釣りの出にくい値段設定にする

・提供に時間のかからない商品を販売する

・電子マネーの決済方法を単一化させる

などの方法が考えられる。

まとめと今後の課題

本研究では集客施設での来場者の動きや混雑発生の仕方を、シミュレーションを行うことによって再現した。混雑する場所を視覚的に認識したり、条件を少しずつ変えながら何回もシミュレーションを行ったりするなど、シミュレーションの特性を生かした研究を行うことができた。

より現実に近いモデルを作成するためには、各売店やトイレの規模によって待ち時間を変えたり、来場者の行動パターンを増やしたりする必要がある。

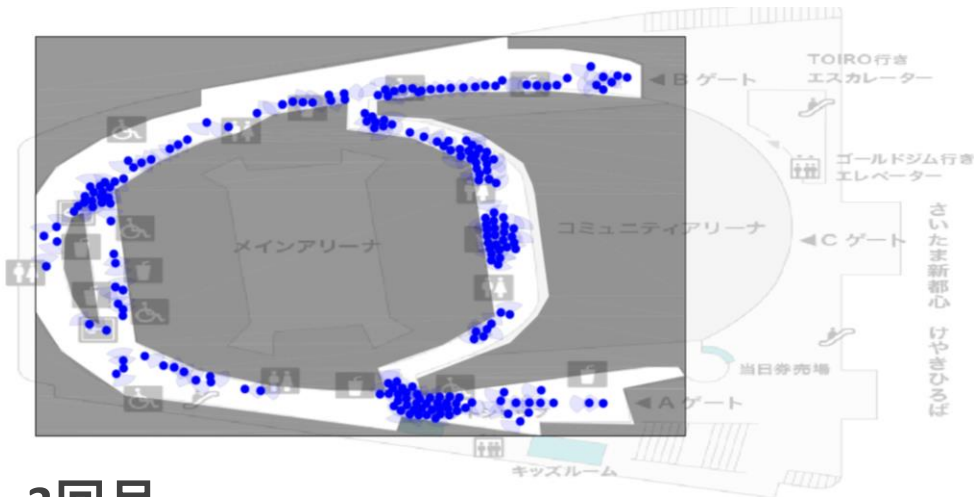
本研究では混雑緩和のための改善案として主に売店にスポットを当てたが、他にも混雑の少ない売店やトイレへ誘導するスタッフを配置させるなどの方法も考えられる。

また、売店の従業員数を増やせばサービス時間は短縮することが予測されるが、その分の人件費も考慮しなくてはならない。このように、混雑の緩和だけでなく費用を最小限に抑えるための方法も模索していかなければいけない。

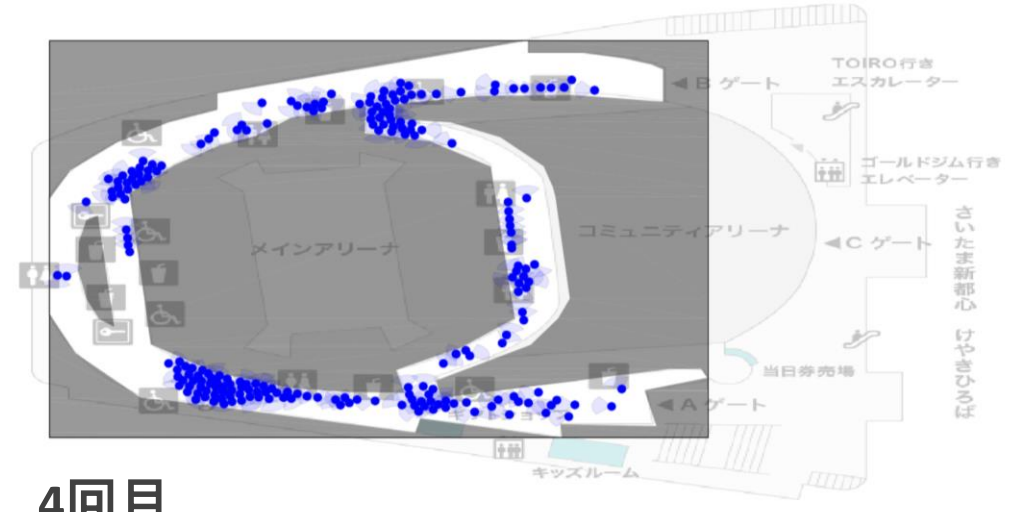
付録

売店の位置を変更してシミュレーションした場合

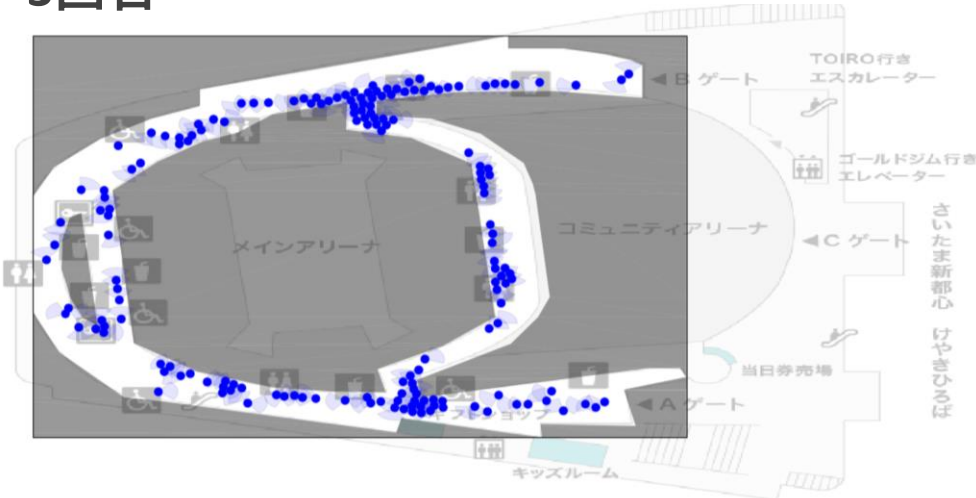
1回目



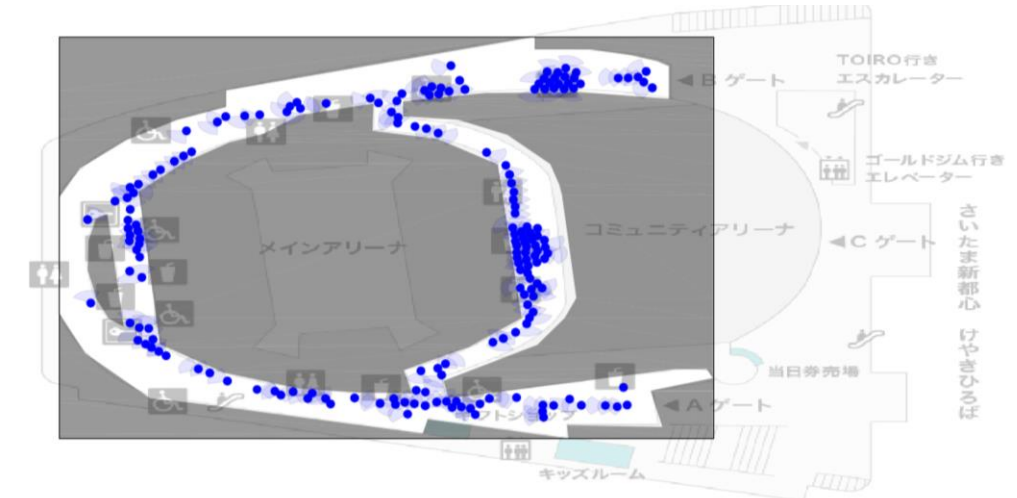
2回目



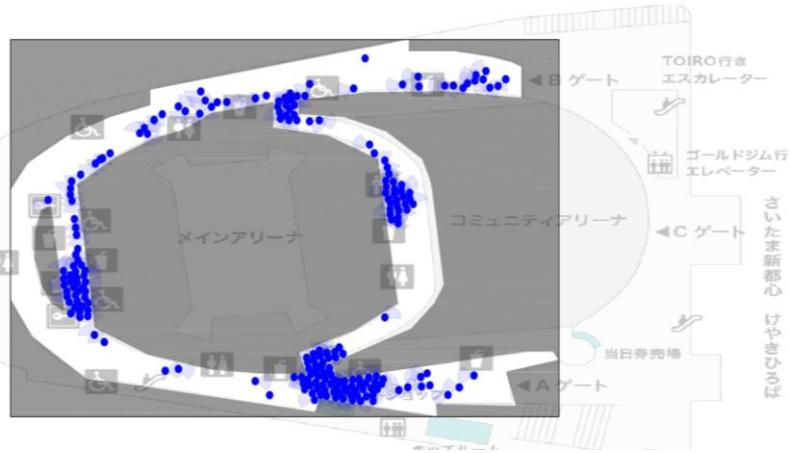
3回目



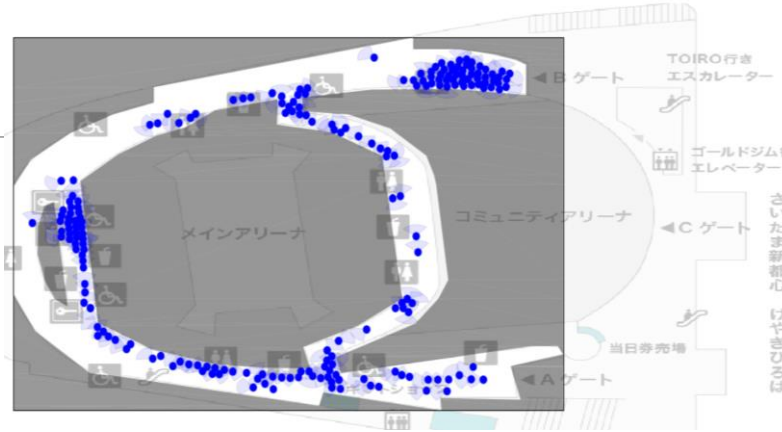
4回目



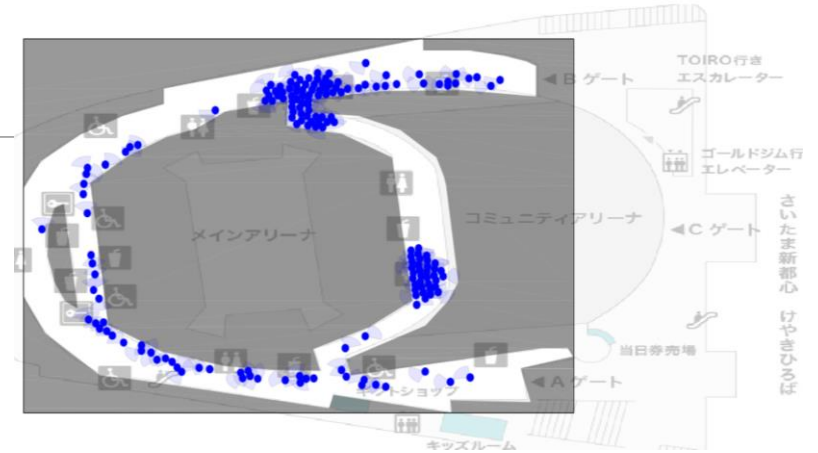
5回目



6回目



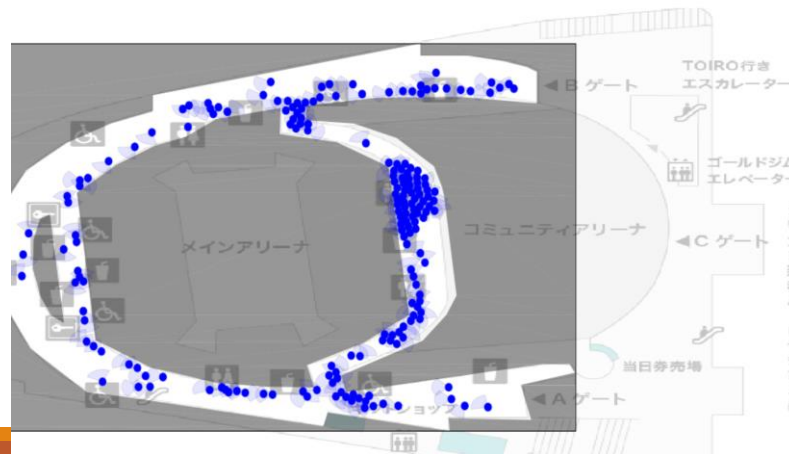
7回目



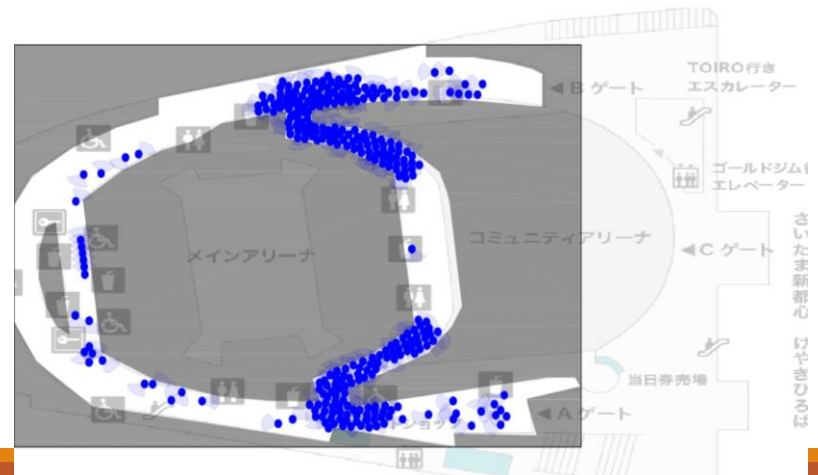
8回目



9回目

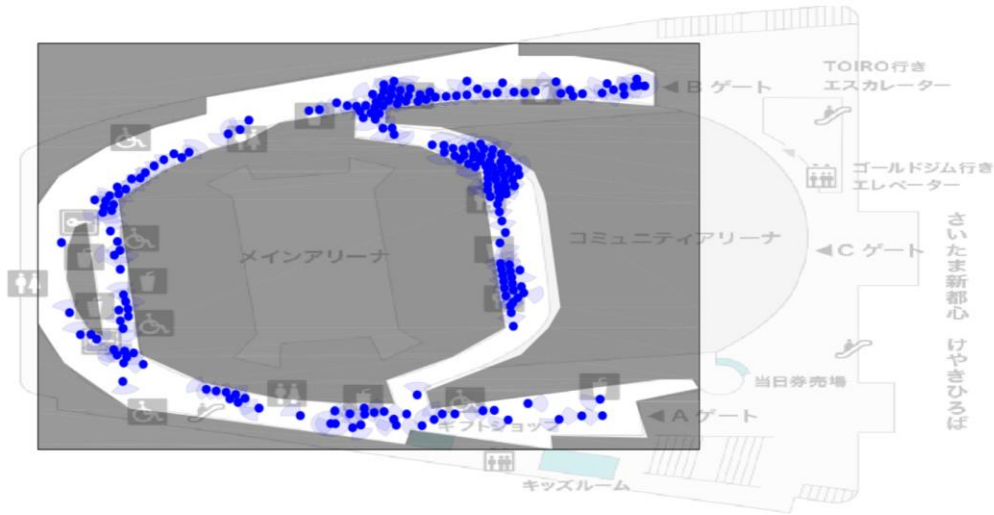


10回目

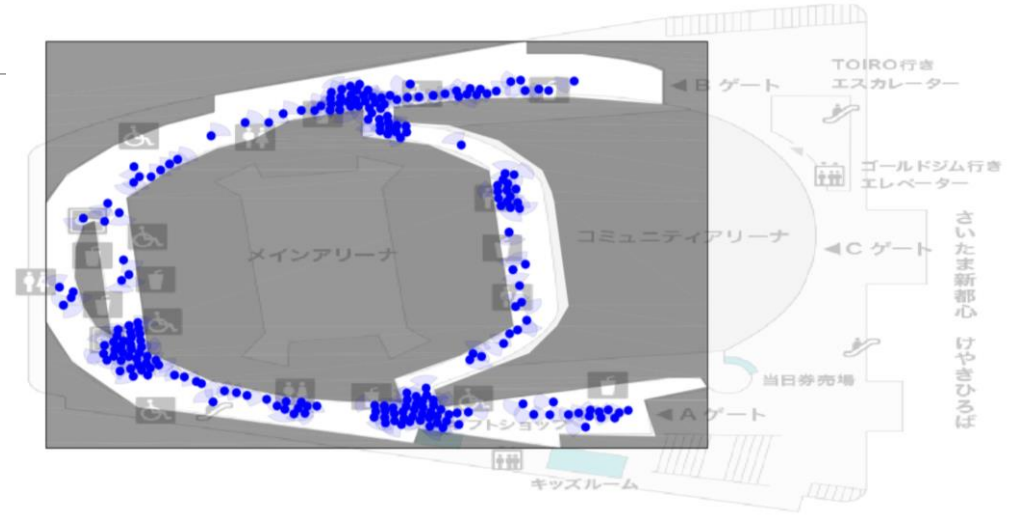


売店の数を1つ増やした場合

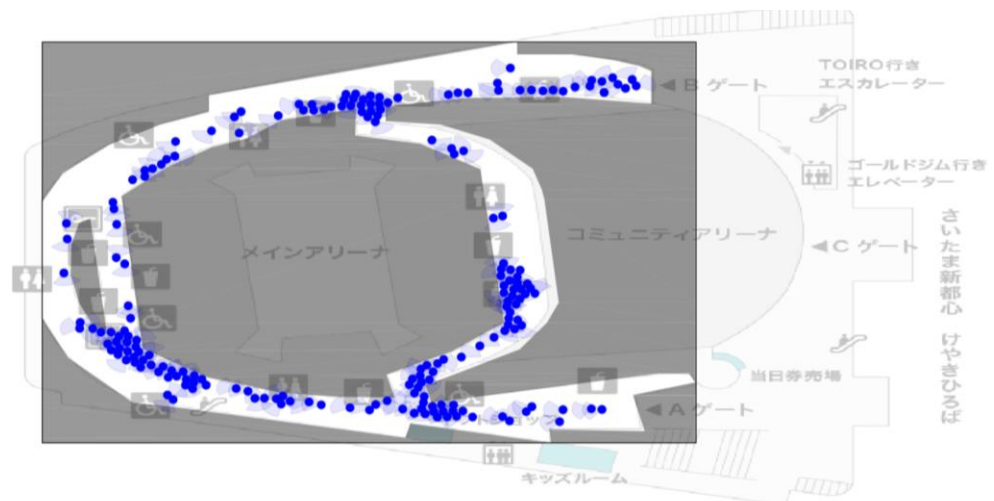
1回目



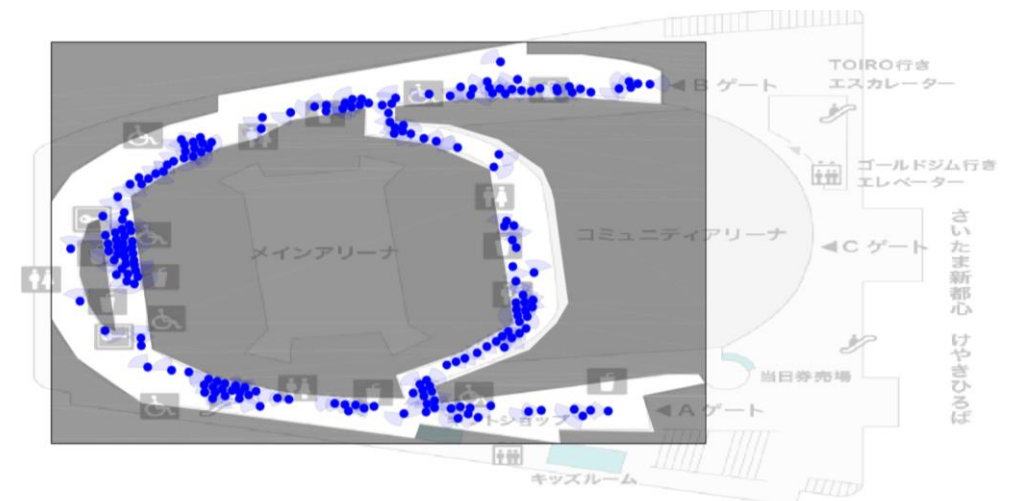
2回目



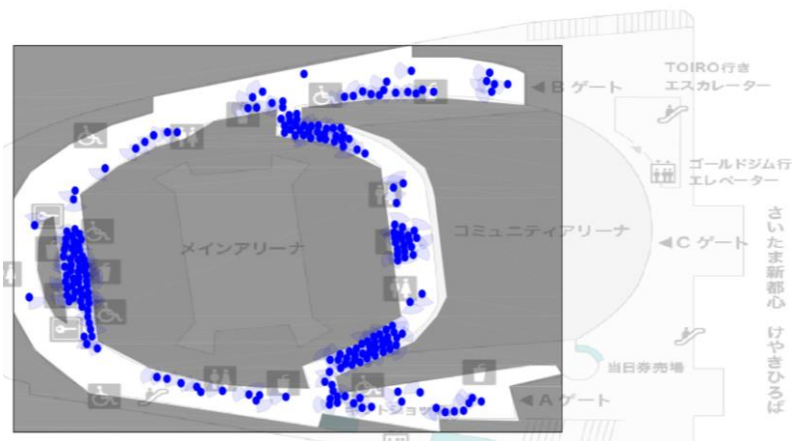
3回目



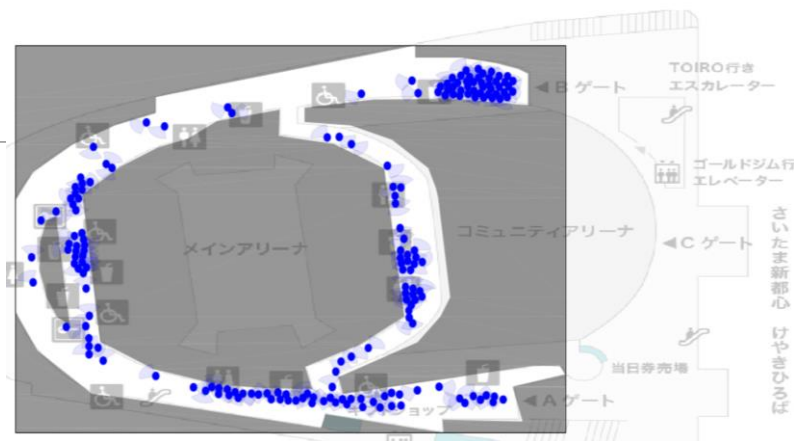
4回目



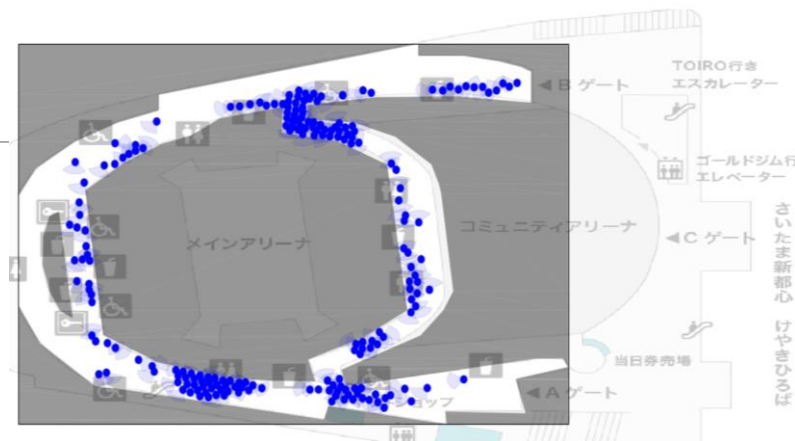
5回目



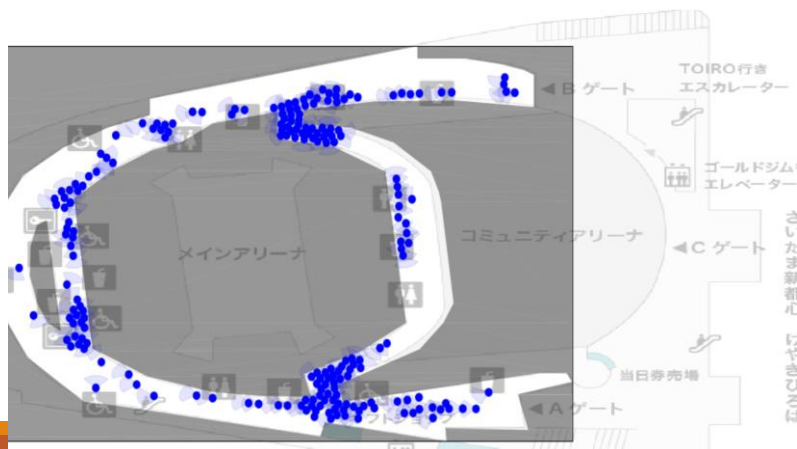
6回目



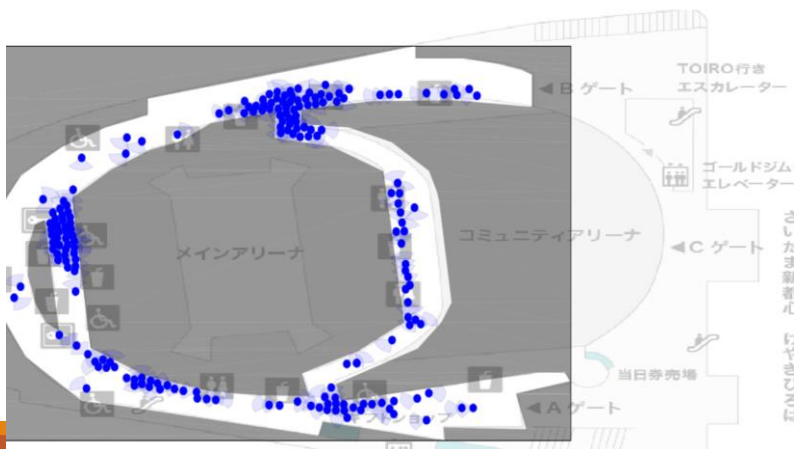
7回目



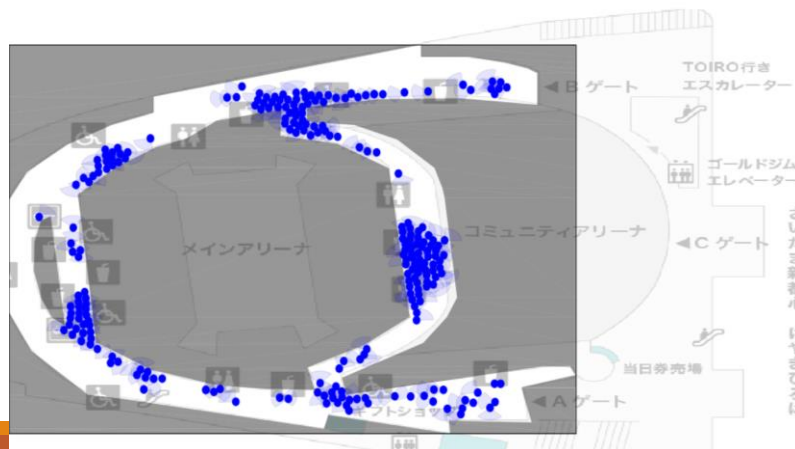
8回目



9回目

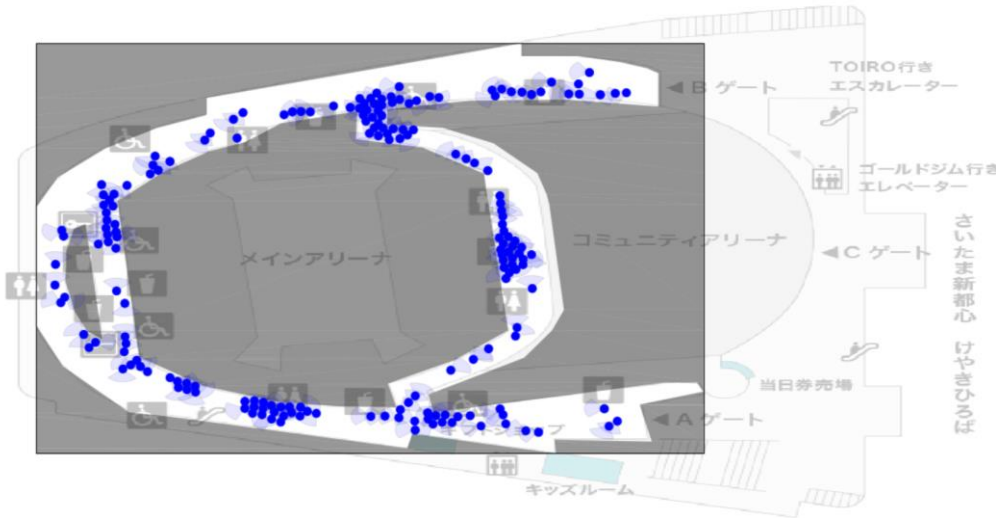


10回目

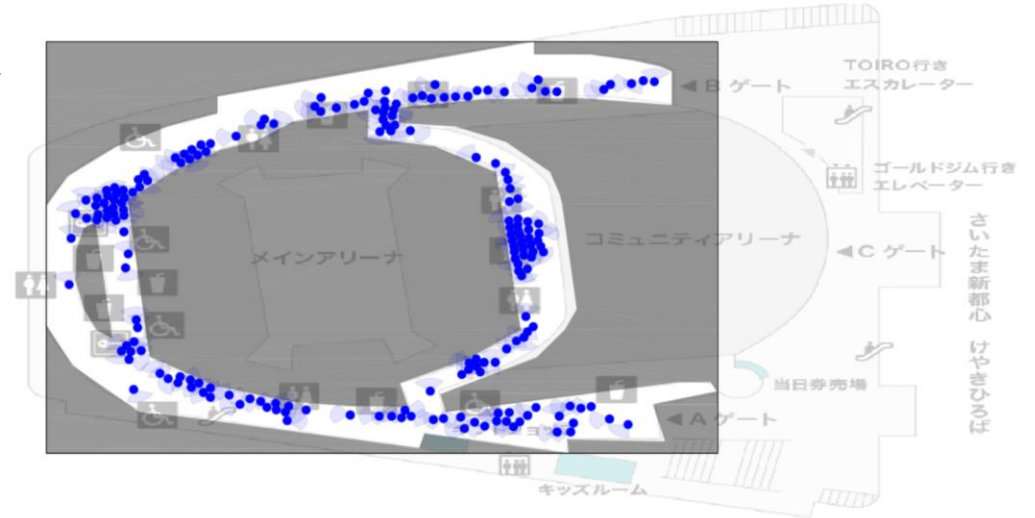


ドリンクのサービス時間を減らした場合

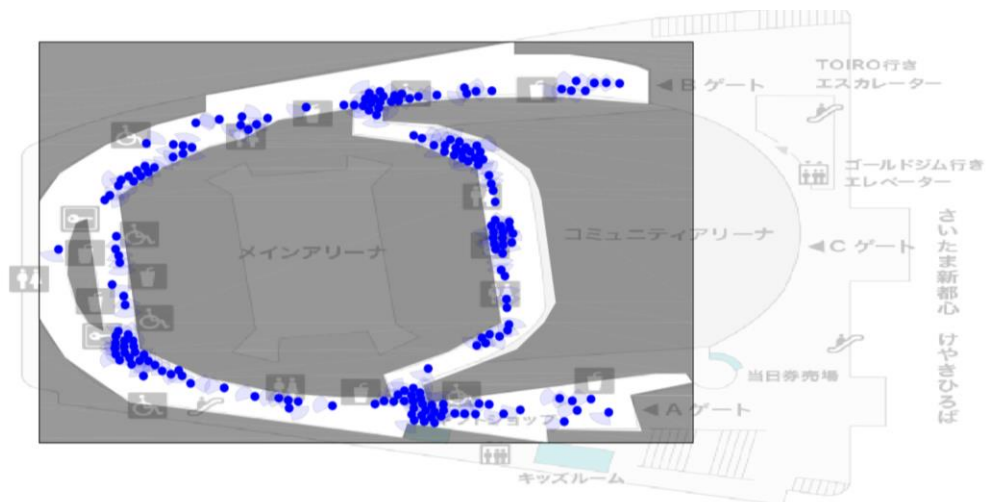
1回目



2回目



3回目



4回目

