

離散イベントシミュレーションを用いたモバイルオーダーが 店舗運営へもたらす影響分析

○平井杏佳 蓮池隆（早稲田大学）

Analysis of the Impact of Mobile Ordering to Store Operations

* K. Hirai and T. Hasuike (Waseda University)

概要— 「モバイルオーダー」はレジ待ち時間の短縮，人材不足の解消というメリットがある一方で、店舗の混雑をもたらす、客、従業員ともに満足度の低下を引き起こしている側面もある。この課題に対して本研究では、売上高の観点から従業員を増員するアプローチによって、客の満足度や従業員の負担にどのような影響を与えるか、評価・検討を行う。

キーワード: モバイルオーダー, 待ち行列, シミュレーション

1 研究背景と目的

近年、飲食店におけるIT化が進んでいる。POSレジの導入や、WEB予約サービス、QRコードによる注文、配膳ロボットなど、さまざまなサービスが飲食店で働く人々を支えている。特に、2019年頃から大手チェーン店を中心に普及し始めた「モバイルオーダー」は注目を集めている。利用者からは、レジでの注文待ち時間がなくなる、自分のペースで注文ができるといった点で評価されている。店舗側にとっても、レジ以外の業務に集中できる、人材不足が解消されるといった理由で導入する店舗が増えている。また、新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、非接触の注文ができるといった点も評価され、認知度は高まってきている。¹⁾

「モバイルオーダー」の導入事例は多いが、導入形態は店舗によって異なる。ケンタッキーマスターバックスでは、商品受け取り時間を指定して、アプリやWebから注文するサービスとなっている。商品受け取りに時間がかかることは少ないが、混雑時はそもそも注文枠に空きがなく、好きな時に注文できるとは限らない。一方で、マクドナルドやスターバックスでは、注文時間を指定せず、利用者が注文したいときに注文ができるサービスとなっている。しかし、各時間帯に入るモバイルオーダー数の上限が決まっていないため、混雑時には商品受け取りに時間がかかる場合もある。実際、米モダンリテールがファーストフード店の従業員に聞き込みをした記事²⁾によると、モバイルオーダーの注文量に対して店のキャパシティと従業員が足りていないため、客を長い時間待たせざるおえない状況が問題視されている。また、商品の在庫切れや機械が故障した場合、改めて注文を聞く必要があること、SNS目当てなどの膨大な注文が唐突に入ることから、従業員は過労を強いられている。³⁾

そこで本研究では、従業員が業務を兼任し、各従業員の対応待ちの数によって仕事を決定していくような店舗を想定し、離散イベントシミュレーションを用いて、飲食店におけるモバイルオーダー導入による店舗の売上高の変化、客の待ち時間、従業員の稼働率について評価・検討する。

2 従来研究と本研究のアプローチ

2.1 従来研究

飲食店の座席空き待ちや郵便局の窓口待ち、スーパーのレジ待ちなど、待ち行列は日常のいたるところで生じている。待ち時間を短縮するスタッフ配置の検討や、待ち時間と顧客満足度の関連に関する研究は盛んに行われている。一方で、モバイルオーダーに関する研究はまだ少ない。

宇都宮ら⁴⁾の研究では、モバイルオーダーの導入が待ち時間を増加させることを示した。モバイルオーダーの導入によって、注文後から商品を受け取るまでの時間が増加していることを示し、調理スタッフの増員やレジスタッフに一部の商品提供を任せるといったレイアウトによって、待ち時間の増加を抑制できることを示した。

尾形⁵⁾の研究では、モバイルオーダー利用率が高くなると、待ち時間が増加し、従業員稼働率が低くなることを示した。待ち時間の増加に対する施策として、レジスタッフに担当させる商品提供の種類の最適化、商品受け取り待ち人数に応じてモバイルオーダー数の制限することを提案した。

待ち行列の研究では、各事象がランダム性を持ち離散的に発生する際に用いる離散イベントシミュレーション、もしくは各エージェントが他のエージェントと相互作用を起こす際に用いるマルチエージェントシミュレーションが用いられている。

2.2 本研究のアプローチ

従来研究では、客の待ち時間に着目し、レジスタッフに商品提供も担当させる、モバイルオーダー数を制限するといった施策をとっている。しかし、従業員数を増員しない場合、待ち時間の短縮に限界がある、モバイルオーダー数の制限ではモバイルオーダーの良さが損なわれるといった問題点がある。

そこで本研究では、店舗の売上高に着目し、従業員を増員する施策を検討する。従業員を増員することで、モバイルオーダーの利点を維持しつつ、従業員の負担軽減や客の待ち時間の短縮につながるかを検討する。

3 検証モデル

3.1 モデルのレイアウト

本研究では、ランチ帯のハンバーガーショップをモデ

ル化する。従業員は兼任する役割をもち、1つの仕事を終える度に、各仕事の対応待ちの数に応じて役割を決定する。シミュレーションソフトには、S4 Simulation System Version 6.2.0⁷⁾を使用する。

Fig. 1に実在する店舗Xのレイアウトを示す。今回はすべての客がセットのメニューを購入することを想定し、点線で囲った部分をモデル化する。ドリンクやサイドメニューは、ハンバーガーの調理と並行して行われるため、モデル化には含まない。

仕事は、レジ、調理、提供の3つに簡素化する。レジは、注文から会計までを行う仕事とする。調理は、レジで受け付けた注文に従い、商品を作成する仕事とする。調理は前後半の工程に分け、同じ商品の前半と後半を異なる従業員が担当する場合もある。提供は、調理で作成された商品を、取り揃えて客に提供する仕事とする。

レジ、調理前半、調理後半、提供の工程を経て、客のサービスは完了する。従業員は各仕事の対応待ちのデータから先入先出法で対応するものとする。

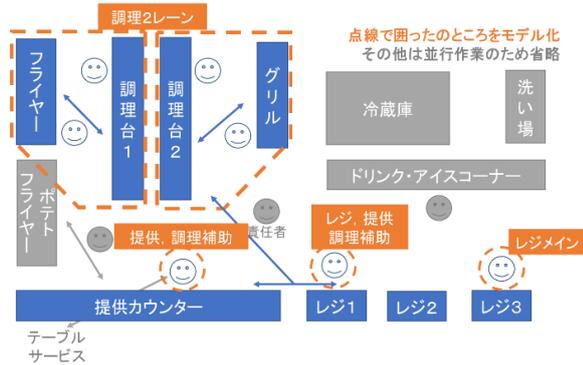


Fig. 1: 実際のキッチンレイアウト。

モデル化する従業員は7人とし、レジメインが1人、レジ&提供&調理後半が1人、提供&調理後半が1人、調理が4人とする。レジメインは、主にレジを担当し、提供待ちが4個以上になった場合、提供を担当する。レジ&提供&調理後半は、主にレジを担当し、提供待ちが2個以上になった場合は提供、調理前半待ちが8個以上になった場合は調理後半を担当する。提供&調理後半は、主に提供を担当し、調理前半待ちが4個以上になった場合は調理後半を担当する。調理はFig. 1のように、1レーンで2人で担当する。調理担当以外に人がいる場合は調理前半のみを担当する。

3.2 前提条件

本研究では、シミュレーション時間は1時間とする。

従業員の作業スピードは、従業員に課されたターゲットタイムを参考に、レジ対応時間は、30秒～90秒の1様分布、調理後から提供するまでにかかる時間は、10秒～20秒の1様分布とする。メニュー構成と調理時間はTable 1のように設定する。調理時間は正規分布に従うものとする。

客の到着間隔は、混雑時は15秒に1人の指数分布、空いている時は30秒に1人の指数分布とする。モバイルオーダー率は20%とし、店内混雑時(レジ対応待ち+商品受け取り待ちが30人以上の時)は75%が退店、25%がモバイルオーダーに変更するものとする。

評価値は、売上高、待ち時間、従業員稼働率の3つを

とる。待ち時間は、客が入店してからレジで注文を受け始めるまでを「レジ待ち時間」、注文が終わってから商品を受け取るまでを「商品受け取り待ち時間」、レジ待ち時間と商品受け取り待ち時間の合計を「総待ち時間」とする。従業員稼働率は、(勤務時間-遊休時間)÷勤務時間×100で算出する。

異なる乱数にて10回のシミュレーションを行い、結果を考察する。

Table 1: 商品の金額と平均調理時間、注文割合。

商品名	金額(円)	平均調理時間(秒)	分散	注文割合
商品A	760	40	4	35
商品B	500	20	2	22
商品C	670	25	2.5	10
商品D	500	20	2	10
商品E	800	30	3	10
商品2セット	1340	45	4.5	13

4 シミュレーションの結果および考察

4.1 実験1

3.1節で述べたモデルのレイアウトにて、モバイルオーダー導入と未導入のモデルを比較した。モバイルオーダー導入以外の条件はすべて同じとする。混雑時と空いている時で、それぞれ10回のシミュレーションを行った。

4.2.1 実験1-1

モバイルオーダー導入時と未導入時の売上高の結果をFig. 2, 3に示す。Fig. 2, 3より、混雑時、空いている時ともにモバイルオーダーを導入した方が、売上高が高いことがわかる。特に、混雑時はモバイルオーダーを導入した方が、売上高が顕著に増加した。

混雑時、モバイルオーダーありの平均は100,310円、モバイルオーダーなしの平均は82,278円となり、モバイルオーダーありの方が18,032円高い結果となった。空いている時、モバイルオーダーありの平均は83,440円、モバイルオーダーなしの平均は、79,497円となり、モバイルオーダーありの方が3,943円高い結果となった。

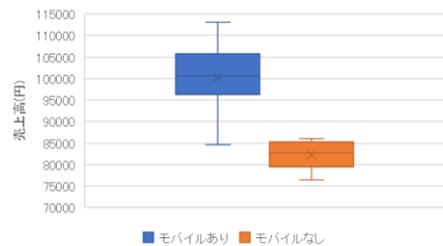


Fig. 2: 混雑時のモバイルオーダー導入と未導入の売上高比較。

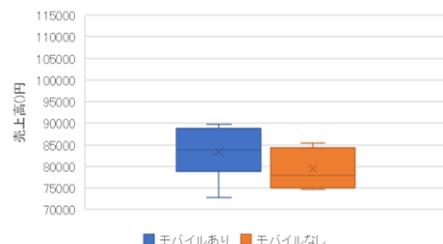


Fig. 3: 空いている時のモバイルオーダー導入と未導入の売上高の比較。

Table 2に従業員の稼働率を示す。モバイルオーダーあり、なしのどちらも、ほとんどの従業員が約90%以上の稼働率である一方で、モバイルオーダーなしの提供&調理後半担当のみ、著しく稼働率が低いことがわかる。これは、モバイルオーダー未導入では、すべての客がレジにて注文するため、レジ担当の従業員の負荷が高く、レジでの注文受付が間に合っていないためだと考えられる。

Table 2: 各従業員の稼働率.

役割	モバイルあり	モバイルなし
レジメイン	95.4	100.0
レジ&提供&調理後半	96.6	99.8
提供&調理後半	89.0	54.3
調理	97.7	96.5

そこで、従業員総人数を変えずに、モバイルオーダーなしのレイアウトをレジに重きを置いたスタッフ配置に変更して、次節にて改めて実験を行う。

4.2.2 実験1-2

実験1-2では、モバイルオーダーなしのレイアウトを変更して実験を行った。著しく稼働率の低かった提供&調理後半担当にレジも兼任させ、レジメイン1人、レジ&提供&調理後半2人、調理4人のレイアウトで再度実験を行う。

Table 3: 各従業員の稼働率比較 (レイアウト変更後).

役割	モバイルあり	モバイルなし
レジメイン	95.4	99.7
レジ&提供&調理後半	96.6	99.5
提供&調理後半	89.0	-
調理	97.7	98.3

Table 3より、従業員の稼働率はモバイルオーダーあり、なしともに約90%以上となった。モバイルオーダーありよりもモバイルオーダーなしの方が3~4%ほど稼働率は高く、モバイルオーダー導入によって、従業員の負担は少し軽減されているといえる。しかし、どちらも90%を超える稼働率であることから、モバイルオーダーが導入されているか否かに関わらず、絶え間なく従業員が働いているといえる。

Fig. 4, 5にレイアウト変更後の売上高の比較を示す。レイアウト変更後もモバイルオーダーを導入した方が、混雑時、空いている時ともに売上高の平均値が高いことが分かる。混雑時、モバイルオーダーありの平均は100,310円、モバイルオーダーなしの平均は88,659円となり、モバイルオーダーありの方が11,651円高い結果となった。空いている時、モバイルオーダーありの平均は83,440円、モバイルオーダーなしの平均は、77,681円となり、モバイルオーダーありの方が5,759円高い結果となった。

t検定⁸⁾を用いて、モバイルオーダー導入と未導入の売上高平均値に有意な差がみられるかについて混雑時、空いている時でそれぞれ検討を行った。t検定の結果、混雑時は2つの売上高に有意な差がみられた($t(18)=4.46, p=.05$)。また、空いている時も同様に有意

な差がみられた($t(18)=2.74, p=.05$)。

したがって、モバイルオーダーを導入した方が店舗の売上高が高いといえる。

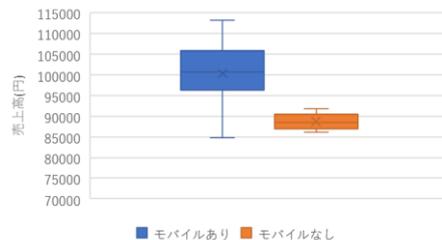


Fig. 4: 混雑時のモバイルオーダー導入と未導入の売上高の比較(レイアウト変更後).

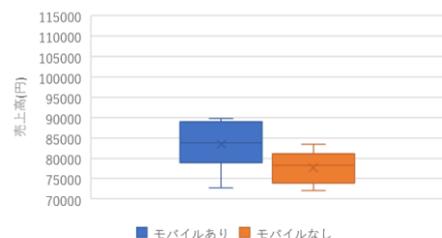


Fig. 5: 空いている時のモバイルオーダー導入と未導入の売上高の比較(レイアウト変更後).

Fig. 6, 7にモバイルオーダーあり、なしの客の待ち時間を示す。総待ち時間を比較すると、モバイルオーダーありの最大値は約1400秒、モバイルオーダーなしの最大値は約1100秒であり、モバイルオーダーありの方が最大値が大きい。モバイルオーダーありでは、レジ待ち客の待ち時間が長いといえる。また、商品受け取り待ち時間を比較すると、モバイルオーダーありでは約300秒を推移している一方で、モバイルオーダーなしでは約200秒を推移している。モバイルオーダー注文によって、調理待ちオーダー数が増えることで、商品受け取り待ち時間も増加しているといえる。

混雑時、モバイルオーダーありでは、右肩上がりに待ち時間が増加する一方で、モバイルオーダーなしでは、ある度まで上がると待ち時間が一定になっていることがわかる。モバイルオーダーなしの場合はレジを開け閉めすることで、注文量を制御し、待ち時間が一定のラインを超えないようになっている。一方で、モバイルオーダーありの場合、モバイルオーダーは混雑に関係なく注文できるため、注文数を店側が制御することができず、混雑時は待ち時間が急速に増加しやすいといえる。



Fig. 6: モバイルオーダーありの待ち時間.

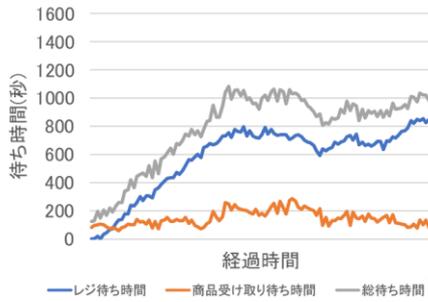


Fig. 7: モバイルオーダーなしの待ち時間。

4.2 実験 2

前節でモバイルオーダーを導入すると売上高が増加することがわかった。実験2では、増加した売上高で従業員を1人追加して、利益が増加するか、従業員稼働率の低下、客の待ち時間の短縮につながるかを検証する。

利益の算出方法は、売上高増加分－（原価＋人件費）とする。原価は売上高×原価率（%）÷100で算出する。原価率は、飲食店の原価率がおおよそ35%⁹⁾¹⁰⁾であることから35%とする。人件費として、従業員の時給は1,100円とする。

実験1と同様に、異なる乱数を用いて混雑時と空いている時それぞれ10回のシミュレーションを行う。

4.3.1 従業員追加のレイアウト

Table 4に実験1におけるモバイルオーダー導入時の各従業員の稼働率を示す。稼働率が最も高いのは調理担当、次に高いのがレジ&提供&調理後半担当である。稼働率が高いということは、従業員負荷が高い、すなわち従業員の仕事量が多い担当ということである。そこで、稼働率が高いところに従業員を1人追加する。レイアウトAとしてレジ&提供&調理後半担当を1人追加、レイアウトBとして調理後半担当を1人追加する。（調理は設備の関係上、2レーンしかない(Fig. 1参照)ため、調理前半担当は最大2人である。）

Table 4: 各従業員の稼働率の比較（再掲・抜粋）。

役割	モバイルあり
レジメイン	95.4
レジ&提供&調理後半	96.6
提供&調理後半	89.0
調理	97.7

4.3.2 実験結果と考察

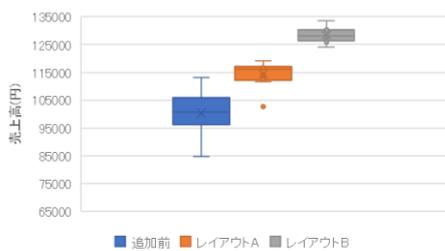


Fig. 8: 混雑時の実験2の売上高比較。

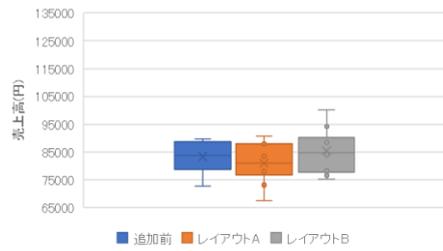


Fig. 9: 空いている時の実験2の売上高比較。

Fig. 8, 9に追加前、レイアウトA、レイアウトBの混雑時、空いている時の売上高の比較を示す。混雑時の売上高は、追加前<レイアウトA<レイアウトBとなった。一方で、空いている時の売上高は、どのレイアウトでも大きな差がみられなかった。各売上高の具体的な平均値をTable 5に示す。

Table 5: 各売上高の平均値(単位：円)。

レイアウト	混雑時	追加前との差	空いている時	追加前との差
追加前	100,310	-	83,440	-
レイアウトA	114,355	14,045	80,992	-2,448
レイアウトB	128,307	27,997	85,562	2,122

レイアウトAの利益増加分は、 $14,045 - (14,045 \times 0.35 + 1,100) = 8,029$ 円、レイアウトBの利益増加分は、 $27,997 - (27,997 \times 0.35 + 1,100) = 17,098$ 円となり、どちらも利益が増加した。

Table 6に追加前、レイアウトA、レイアウトBの各従業員の稼働率を示す。追加前とレイアウトAの稼働率はどちらも約90%を超えていて、ほぼ差がみられなかった。よって、従業員を1人追加しても、高い稼働率を維持しているといえる。一方で、レイアウトBは調理後半担当の稼働率のみが著しく低い。これは、調理後半担当のみ兼任の役割がないこと、調理後半担当の仕事の終わったタイミングで調理担当が2レーンとも調理後半の工程に着手していた場合、次の調理前半工程が終わるまでが遊休時間となってしまうためだと考えられる。

Table 6: 各従業員の稼働率の比較。

役割	追加前	レイアウトA	レイアウトB
レジメイン	95.4	95.2	96.1
レジ&提供&調理後半	96.6	95.5	93.8
提供&調理後半	89.0	95.1	94.3
調理	97.7	98.6	97.9
調理後半	-	-	58.3

t検定⁸⁾を用いて、従業員追加前とレイアウトA、従業員追加前とレイアウトBの売上高平均値に有意な差がみられるかについて混雑時、空いている時でそれぞれ検討を行った。t検定の結果、従業員追加前とレイアウトAでは、混雑時は有意な差がみられたが($t(18) = -4.76, p = .05$)、空いている時は有意な差がみられなかった($t(18) = 0.857, p = .05$)。また、従業員追加前とレイアウトBも同様に、混雑時は有意な差がみられたが($t(18) = -10.412, p = .05$)、空いている時は有意な差がみられなかった($t(18) = -0.700, p = .05$)。

Fig. 10, 11, 12に各レイアウトにおける客の待ち時間を示す. 商品受け取り待ち時間は, 追加前とレイアウトAは300秒前後で横ばいであるのに対して, レイアウトBは200秒前後で横ばいとなっている. これは, レイアウトBが調理に重きをおいた人員配置であるためだといえる. また, レジ待ち時間は, 追加前は1000秒を超える待ち時間がある一方で, レイアウトAとレイアウトBではレジ待ち時間の最大値は約800秒である. これは, 従業員を1人追加したことで, 客1人当たりのサービス時間が減少し, 回転率が上がったためだと考えられる.

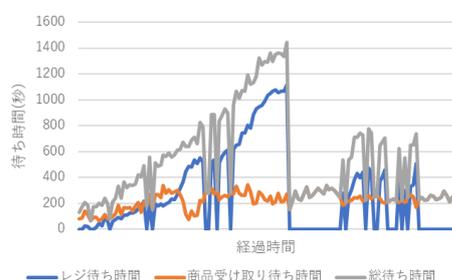


Fig. 10: 追加前の待ち時間.

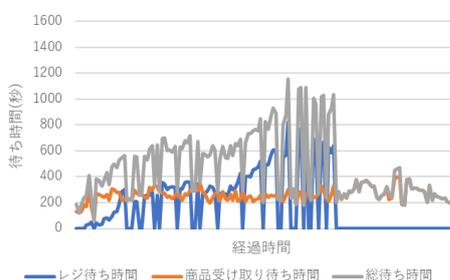


Fig. 11: レイアウトAの待ち時間.

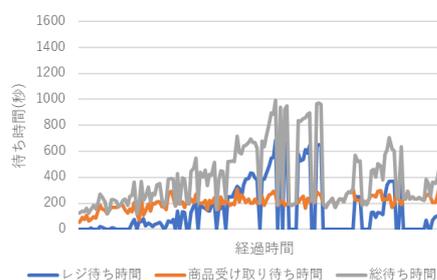


Fig. 12: レイアウトBの待ち時間.

5 考察

5.1 実験1

実験1より, モバイルオーダーを導入することで, 売上高が増加することがわかった. 特に, 混雑時に顕著に売上高が増加した. 従業員稼働率はモバイルオーダー未導入の方が高く, モバイルオーダーの導入が従業員の負担を軽減したといえる. 客の総待ち時間は, モバイルオーダー導入の方が長く, レジ待ち時間, 商品受け取り待ち時間ともに長くなった.

モバイルオーダーの導入によって売上が増加した原

因について考察する. 今回, 注文割合はモバイルオーダー導入時, 未導入時ともに同じ条件で行っていることから, 客の単価は同じだといえる. したがって, 売上の増加とはすなわち客数の増加といえる. モバイルオーダー未導入時は, 一度に入るオーダー数の最大値はレジの数と等しい. 一方で, モバイルオーダーは一度に入るオーダーに制限がないため, 絶え間なくオーダーが入り, 客数が増加したと考えられる. また, モバイルオーダーがレジ担当の役割を一部担うことで, レジ担当が調理や提供を補助にまわることができ, 調理や提供の生産力が上がることで, 回転率が上がったと考えられる.

しかし, レジ担当が調理や提供の補助に回ることで, 一時的にレジが閉まる時間ができる. よって, モバイルオーダー利用者は待ち時間が短くなるが, モバイルオーダー非利用者はレジ待ち時間が増加するため, 全体的な待ち時間がモバイルオーダー未導入時よりも増加していると考えられる. また, 絶え間なく入るモバイルオーダーによって, 調理待ちの対応数が増加するため, 1人当たりの商品受け取り待ち時間が増加したことも理由の一つだと考えられる.

客数が増加した理由として, 退店率の低下も考えられる. モバイルオーダー利用者はレジに並ばず, 商品受け取りのタイミングで来店するため, 店内滞在時間が短い. したがって, レジ待ちの行列や店内利用客が少なく見えるため, 退店率が低くなると考えられる. また, 混雑時においても, モバイルオーダーで注文するという選択肢によって, 行列を気にすることなく注文できるため, 退店率が低くなると考えられる.

5.2 実験2

実験2より, 従業員を1人追加すると混雑時は利益が増加し, 空いている時は利益が増加するとは限らないことがわかった. 混雑時は従業員の追加によって, 1人当たりの待ち時間の減少, すなわち店の回転率が上がるため, 客数が増加して利益が増加していると考えられる. 一方で, 空いている時は退店者がおらず, すべての客が店を利用しているため, 利益の違いがあまりなかったと考えられる. また, 同じ従業員数のレイアウトAとBにも利益の違いがあることから, 従業員の配置が利益を左右すると考えられる.

従業員稼働率は, どのレイアウトも約90%を超えていて, レイアウトBの調理後半担当のみ約60%と低い稼働率となった. 従業員を追加しても, 稼働率があまり変わらないことから, さらなる従業員追加の余地があるといえる. また, レイアウトBの調理後半のみ低い稼働率となったのは, 調理後半担当が兼任の役割を持たないためだと考えられる. 一方で, 売上高を比較すると, 追加前<レイアウトA<レイアウトBとなっている. これは, 追加前では調理を担当する従業員の負担が少し大きかったように, モバイルオーダーの導入によって調理がボトルネックとなっていたため, 調理担当の追加によってボトルネックが解消されたためだといえる.

客の待ち時間は, 従業員を追加した方が短くなる結果となった. レイアウトAは追加前よりレジ待ち時間の最大値が300秒ほど短くなったことで, 総待ち時間も短くなったといえる. これは, レジを兼任する従業員を1人増やしたことで, レジでの回転率が上がったため

だといえる。レイアウトBもレイアウトAと同じく、レジ待ち時間が短くなったが、商品受け取り待ち時間の最大値も約100秒短くなった。これは、調理後半担当を加えたことで、調理後半を兼任していた従業員がレジを担当できたためだと考えられる。

6 結論と今後の課題

6.1 結論

本研究では、飲食店におけるモバイルオーダー導入が混雑を招いていることに着目し、売上高の観点からアプローチした。ハンバーガーショップをモデル化したシミュレーションによって、モバイルオーダーを導入すると店内の混雑状況に関わらず、売上高が増加することを示した。また、従業員稼働率に大きな差は見られず、客の待ち時間はモバイルオーダーを導入した方が長くなることがわかった。モバイルオーダー導入によって得た利益を用いて従業員を増やすと、客1人当たりのサービス時間を減少させることができ、客、従業員ともに満足度を向上させ、さらなる利益増加を見込めることを示した。

6.2 今後の課題

本研究では、客の到着間隔、メニュー構成、注文割合、調理時間などのデータを自身のアルバイトの経験と掲載されているデータからの概算で求めた。したがって、実データを用いた検証をすることで、より現実に近い結果が得られると考えられる。また、異なる店舗特性をもつ店舗でも同様の結果となるか検証する必要があるといえる。また、従業員満足度は従業員稼働率、顧客満足度は待ち時間によって判断したが、満足度に関係するその他の要因を考えることが課題としてあげられる。

実店舗にて従業員を追加しない理由として、飲食店の人材不足、従業員が必ずしもシミュレーション通りこなす能力があるとは限らない場合があることなどが考えられる。今後の課題として、タッチパネル注文など人材不足を考慮したレイアウトの提案について研究する必要があるといえる。

参考文献

- 1) マクドナルド モバイルオーダー | McDonald's Japan.
<https://www.mcdonalds.co.jp/shop/mobileorder/>.
- 2) Maile Mccan : 'Hell for employees': Fast food workers say mobile orders are getting harder to keep up with, ModernRetail, (2021)
<https://www.modernretail.co/retailers/hell-for-employees-fast-food-workers-say-mobile-orders-are-getting-harder-to-keep-up-with/>.
- 3) Grace Dean : Former Starbucks workers say the chain's mobile ordering is out of control – leading to in-store delays, rude customers, and the pressure to make TikTok-inspired drinks, INSIDER, (2021)
<https://www.businessinsider.com/starbucks-mobile-ordering-app-barista-pandemic-coffee-customers-online-digital-2021-6>.
- 4) 宇都宮陽一, 奥田隆史 : 多段待ち行列モデルを用いた店舗サービスへの IT 導入がもたらす影響の分析, 研究

- 報告数理モデル化と問題解決(MPS), 2017-MPS-116(7), pp.1-6, (2017)
- 5) 宇都宮陽一, 奥田隆史 : 多段待ち行列モデルとなる店舗サービスのスタッフ配置に関する解析, 研究報告数理モデル化と問題解決(MPS), 2017-MPS-113(4), pp.1-5, (2017)
 - 6) 尾形七海 : 多段待ち行列モデルを用いた店舗サービスにおけるモバイル注文導入の影響分析と評価, 早稲田大学卒業論文, (2020)
 - 7) S4 Simulation System | 株式会社 NTT データ数理システム <https://www.msi.co.jp/solution/s4/index.html>.
 - 8) 永田靖 : 入門 統計解析法, 日科技連 (2016)
 - 9) マクドナルドとモスバーガー「トマト」の使い方から見た戦略の“決定的”な違いとは | ITmedia ビジネス ONLiNE
<https://www.itmedia.co.jp/business/articles/2001/22/news006.html>.
 - 10) 飲食店の「原価率」平均は 37.5%、18 年ぶりの高水準に。夏からさらに値上げ加速か | Foodist
<https://www.inshokuten.com/foodist/article/6474/>.