

市役所窓口における混雑度の AI 予測と予測カレンダーの公開

—岐阜県高山市における市民課窓口の事例から—

浦田 真由 (名古屋大学 大学院情報学研究科, mayu@i.nagoya-u.ac.jp)

谷口 友隆 (名古屋大学 大学院情報学研究科, t.tomotaka1208@icloud.com)

堀 涼 (名古屋大学 大学院情報学研究科, hori.ryo.1001@gmail.com)

遠藤 守 (名古屋大学 大学院情報学研究科, endo@i.nagoya-u.ac.jp)

安田 孝美 (名古屋大学 大学院情報学研究科, yasuda@i.nagoya-u.ac.jp)

AI-based congestion prediction for city hall service counters and publication of the forecast calendar:

A case study at the citizen affairs division in Takayama City, Gifu Prefecture, Japan

Mayu Urata (Graduate School of Informatics, Nagoya University)

Tomotaka Taniguchi (Graduate School of Informatics, Nagoya University)

Ryo Hori (Graduate School of Informatics, Nagoya University)

Mamoru Endo (Graduate School of Informatics, Nagoya University)

Takami Yasuda (Graduate School of Informatics, Nagoya University)

要約

地方自治体では人口減少や高齢化による職員不足や財政難が深刻化しており、AIによる業務効率化や住民サービス向上が期待されている。市役所では窓口での混雑が課題となっており、市民を待たせてしまうことや職員の負担増加が課題となっている。そこで、本研究では、岐阜県高山市役所を対象に、市民課窓口を設置されている発券機のデータから、LightGBM（機械学習モデル）を用いて2ヶ月先までの混雑度を5段階で予測した。予測結果を分かりやすく伝えるための混雑予測カレンダーを作成し、2ヶ月先までの混雑予測を1時間ごとに確認できるようにした。このカレンダーは2023年6月より高山市役所のWebサイトで一般公開されており、市民は来庁前に混雑状況を確認することができる。混雑予測カレンダーに対する市職員からの評価が高く、来庁者が増加するお盆期間にはサイト閲覧数が大幅に増加したことから、市役所窓口の混雑期に役立つことが期待される。

キーワード

AI, ICT 利活用, 市民課窓口, 混雑予測, 業務効率化

分散化することで、「市民の利便性向上」「市職員の窓口業務負担の平準化」を目指す。

1. はじめに

自治体は、急速な人口減少と高齢化に伴い、2040年には職員が半減し、今の半数の職員で自治体を支える必要があるとされている。また、税収の減少や空き家・空き地の増加による財政逼迫、専門知識を有する職員の確保の難しさ等、人的・予算的に危機的状況に置かれることが想定される（総務省, 2022）。その中でAI（Artificial Intelligence）は職員の業務効率化や住民サービスの向上を実現する手段として期待されており、自治体は国に対してAI導入事例の提供を求めている（総務省, 2024）。

市役所の一般的な課題として、混雑が集中する時期があり「市民を待たせてしまう」「職員の負担が大きい」という問題がある。札幌市が実施した市民意識調査報告書では、市民の33.8%が市役所での待ち時間を長いと感じている（札幌市, 2022）。このような不満が混雑に対するクレームに繋がり、職員の業務負担増加が進むこともある。

本研究では、AIを用いて市民課窓口の混雑状況を予測し、窓口混雑予測カレンダーを作成・公開する。混雑を

2. 市役所窓口における混雑対策

2.1 窓口混雑対策の現状

市役所窓口における混雑対策として、リアルタイムで混雑状況を可視化・提供する方法や職員の経験に基づいて混雑予測をする取り組み等が行われている。

名古屋市の区役所窓口では「ネコの目.com」というサービスを用いて、窓口の現在の待ち人数をPCやスマホなどからリアルタイムに確認できるようにしている（名古屋市, 2024）。これにより、窓口の混雑の様子を把握してから来庁できるようにしている。また、高山市では「アニメド」というサービスを用いて、窓口の様子をアニメ風の映像に変換して混雑状況を可視化している（高山市役所, 2024）。これにより、窓口の混雑の様子を視覚的に確認してから来庁することができる。これらのサービスはリアルタイムの混雑情報提供には優れているが、事前に来庁予定を立てるためには不向きという課題もある。

一方、名古屋市港区役所では、「ネコの目.com」での混雑表示に加え、職員の経験を元に、各日付の混雑予測を区のWebサイトで提供し（名古屋市港区役所, 2024）、市

令和6年9月・10月混雑予測カレンダー（市民課窓口）

9月窓口混雑予測		
日にち	曜日	混雑予測
9月1日	日曜日	休庁日
9月2日	月曜日	大変混雑
9月3日	火曜日	混雑
9月4日	水曜日	比較的空いている
9月5日	木曜日	比較的空いている
9月6日	金曜日	混雑
9月7日	土曜日	休庁日
9月8日	日曜日	休庁日
9月9日	月曜日	大変混雑
9月10日	火曜日	混雑

図 1: 職員の経験に基づいた混雑予測（名古屋市港区役所）

民はある程度の予測情報を元に来庁の計画を立てることができるようにしている（図 1）。この例では日ごとの予測となっており、時間ごとの予測がされていないが、同じ 1 日であっても時間帯によって混雑度は異なることが考えられ、市民がより具体的な来庁計画を立てる際には参考程度にしかならない。また、カレンダー作成業務自体が職員の業務負担増加となる可能性もある。

過去にも混雑予測による混雑分散化に関する研究は行われてきた（山田他，2019）。しかし、予測の手法や精度に関する研究が多く、実用化まで至った例は限られている。

2.2 AI 導入における課題

自治体が混雑対策として、職員の業務負担を増やさずに、混雑予測カレンダーを作成する手法として、AI の導入が考えられるが、AI 導入における主な課題や留意点について、以下に整理する。

①データの質と量：

AI モデルの学習には、十分な質の高いデータが必要であり、データ収集方法やデータの前処理、そしてデータの偏りや欠損への対処などが課題となる。

②予測精度の担保：

市民サービスとして提供するためには、AI モデルの予測精度を維持しなければならない、予測結果の評価指標を明確にし、その妥当性を検証する必要がある。

③分かりやすい情報提供：

AI モデルの予測結果を市民が理解しやすく、行動に結びやすい形で提供することが必要といえる。

④倫理的な配慮：

AI 技術の利用においては、プライバシー保護や公平性、透明性など、倫理的な側面への配慮が不可欠となる。

2.3 混雑予測に AI を用いる優位性

一方、混雑予測を市民サービスとして提供するにあたり、先行事例のような経験に基づく手法と AI を用いる手法とを比較し、AI を用いる優位性について、以下に整理

する。

①予測精度と客観性：

AI を用いることで、過去の膨大なデータに基づいた客観的な予測が可能となる。一方、経験に基づく予測は、担当職員の主観や経験に左右されるため、予測精度や客観性に課題がある。

②予測の時間粒度：

経験に基づく予測では、日単位の予測が一般的であるが、AI を用いることで時間単位での詳細な予測が可能となる。1 日の中でも、時間単位で混雑度は異なることから、時間帯別に混雑状況を把握できるのが望ましく、AI を用いて時間単位で予測することにより、市民はより正確な来庁計画を立てられるようになる。

③職員の負担軽減：

AI による自動化により、職員が経験に基づいて予測やカレンダー作成を行う必要がなくなり、業務負担を軽減できる。職員はデータを提供するだけで良く、経験値が浅い職員であっても数ヶ月先までの予測が可能となり、負担を最小限に抑えることができる。

2.4 本研究の目的

本研究では、市民課窓口の混雑状況を AI を用いて予測し、窓口混雑予測カレンダーを作成・公開する。混雑を分散化し、「市民の利便性向上」「市職員の窓口業務負担の平準化」を目指す。そして、市民が快適に利用できる市役所、職員が働きやすい環境づくりを目的とする（図 2）。

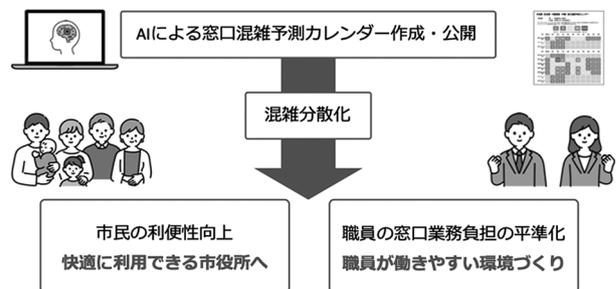


図 2：研究コンセプト

筆者らは岐阜県高山市において、産官学連携による ICT（Information and Communication Technology）を活用したまちづくりの研究を進めており、2020 年 10 月には、市と NEC ソリューションイノベータ株式会社と大学の 3 者で「ICT を活用したまちづくりに係る連携協力に関する協定」を締結している。

このように、本研究では、技術開発者、市民、市役所職員が技術開発段階から継続的に対話を行うことで、課題やニーズを共有し、より実用的なシステム開発に取り組む。これは、技術社会学における構成的技術アセスメント（Constructive Technology Assessment: CTA）と位置づけられ、技術開発の初期段階から社会的な影響評価を行い、その結果を技術開発プロセスにフィードバックする

ことで、より望ましい技術開発を促すことができる（フェルベーク, 2015; Schot, 1992）。

本研究は、高山市の市民課窓口を対象として実証実験を行い、検証する。

3. 混雑予測カレンダー作成システムの開発

3.1 使用するデータと混雑度の定義

混雑度の予測には、市民課窓口を設置されている番号発券機のデータを使用することにした（図3）。このデータは、いつ何の用事で何人が来庁したかを把握でき、2020年1月からのデータが蓄積されている。



図3：番号発券機（高山市役所市民課窓口）

以下に、発券機のデータを使用するメリットを示す。

① 正確な来庁者数の測定：

発券機データを使用することで、日時ごとの来庁者数を正確に把握できる。これにより、どの時間帯や曜日に混雑が発生しやすいかを的確に把握できる。

② 用事分析：

各来庁者がどのような用事で来庁しているかをデータから分析できる。これにより、窓口の混雑が特定の業務やサービスに集中している場合、それに対する対策を講じることができる。実際、本実証期間中はマイナンバーカードに関する来庁が非常に多く、通常と来庁の傾向が大きく異なっていた。来庁者の用事が分かっているため、マイナンバーカードが目的の来庁者を外して混雑予測に取り組みることができた。

③ 横展開が容易：

発券機は多くの役所に設置されているため、同様の混雑予測サービスを他の役所にも展開することができる。

混雑度は1時間あたりの発券数に基づき、5段階に分割することにした（図4）。各段階の閾値を設定する際に、繁忙期（2～4月）と平常時（繁忙期以外）、曜日、時間帯、月曜日は休日明けで他の曜日よりも混雑することなどの要因を考慮した。これらを踏まえ、高山市役所市民課窓口における、混雑度の5段階とその基準を定めた。

	空いている	0～5人
	やや空いている	5～15人
	普通	15～25人
	やや混んでいる	25～35人
	混んでいる	35～人

図4：高山市役所市民課における混雑度の定義

- 混雑度1（空いている）：発券数が5以下
「平常時の月曜日以外の8時台」の平均の発券数を基準に設定。
- 混雑度2（やや空いている）：発券数が5より多く15以下
「平常時の月曜日以外の18時台」の平均の発券数を基準に設定。
- 混雑度3（普通）：発券数が15より多く25以下
「平常時の月曜日の10時台」の平均の発券数を基準に設定。
- 混雑度4（やや混んでいる）：発券数が25より多く35以下
「繁忙期の月曜日の10時台」の平均の発券数を基準に設定。
- 混雑度5（混んでいる）：発券数が35より多い
「繁忙期の月曜日以外の10時台」の平均の発券数を基準に設定。

3.2 予測および評価方法

予測モデルには、LightGBMを使用した（Ke et al., 2017）。LightGBMは、高精度で信頼性が高く、汎用性も高いことを特徴とし、表形式データの予測によく用いられる深層学習モデルである。混雑予測に用いる特徴量は、表1に示す通りとした。

評価指標には Quadratic Weighted Kappa（以下、kappa係数）を採用した。kappa係数とは、マルチクラス分類でクラス間に順序関係がある場合に使用される評価指標である。例えば、映画の5段階評価や、今回の混雑度の評価などに使用される。kappa係数のメリットは、ハズレ度合いを考慮してくれる点である。単純な正答率でなく、正解が1の場合、同じハズレであっても、5と予測した場合よりも3と予測した場合を好ましいと評価する。この係数は、完全な予測の場合は1、ランダムな予測の場合は0となり、0.8を超えるとほぼ完全な一致と言われている（図5）。

表 1：予測モデルに用いた特徴量

特徴量	説明
月	何月かを表す。one-hot encoding* で変換。
時間帯	何時台かを表す。one-hot encoding* で変換。
曜日	何曜日かを表す。one-hot encoding* で変換。
六曜	六曜を表す。one-hot encoding* で変換。
休日	休日(土曜日、日曜日、祝日)であるかを表す二値変数
連休前	次の日以降の連休の長さを表す数値変数
連休後	前日までの連休の長さを表す数値変数
ゴールデンウィーク	ゴールデンウィークであるかを表す二値変数
3/31 からの距離	3/31 から何日離れているかを表す数値変数
1ヶ月前の人数	1ヶ月前から1週間の最大値を表す数値変数

注: one-hot encoding とは、カテゴリカルデータを0と1に数値化し、特徴量として用いる手法。

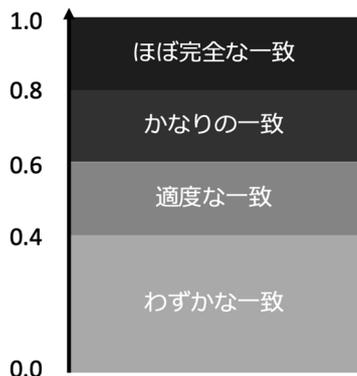


図 5：kappa 係数目安

出典：The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data (Landis and Koch, 1977) を基に作成。

このモデルは2ヶ月先まで予測できるよう作成した。2ヶ月先までの予測結果が出ることで、毎月15日に来月の予測を提供することができ、市役所職員の業務負担を最小限に抑え、「月に一度発券機データを取り出し、提供するのみ」とした。

具体的な予測の行程を図6に示す。予測精度の減少を最小限に抑えつつ予測期間を延ばすことを目指した。予測は翌日～1ヶ月先と1ヶ月先～2ヶ月先の2期間に分けて行なった。前者は精度を高めるため「1ヶ月前の人数」を特徴量に含め予測をした(図6左: グレー色)。後者は「1ヶ月前の人数」を特徴量には含めず予測をした(図6右: 白色)。「1ヶ月前の人数」を含めた予測のkappa係数が0.832であったのに対し、最終的な予測は0.825であった。

3.3 混雑度予測の表示方法

予測結果は、カレンダー形式で視覚的に分かりやすく

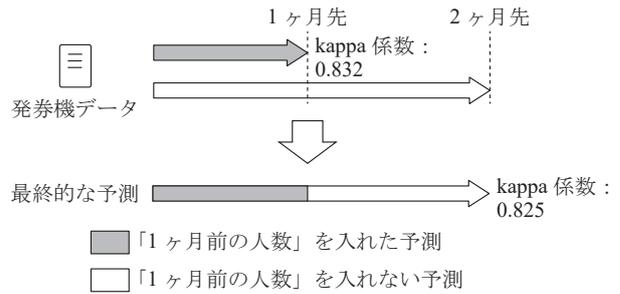


図 6：混雑度予測の予測期間延長方法

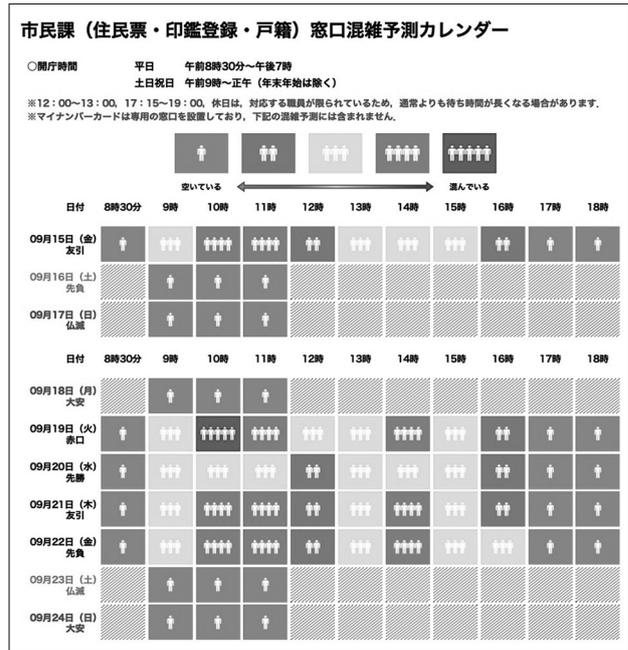


図 7：窓口混雑予測カレンダー

表示する(図7)。混雑度は5段階のピクトグラムと色分けで明確に表示し、来庁予定者が直感的に理解できるようにした。開庁時間を1時間ごとに区切り、混雑予測を時間ごとに把握した上で来庁できるようにした。

3.4 カレンダー公開サイトの運用

2023年度は、筆者らが用意した実験用Webサイトで窓口混雑予測カレンダーを公開した(図8)。月に一度、職員から提供された発券機データをもとに筆者らが混雑度を予測し、予測結果をもとに作成した窓口混雑予測カレンダーの画像を本サイトに掲載した。「高山混雑予測カレンダー」として、市の公式サイトに貼られているリンクから飛べるようにした。

2024年度からは、市の公式サイトで混雑予測カレンダーのPDFファイルを公開している。職員自ら発券機データからこの混雑予測カレンダー画像を作成できるよう、混雑予測カレンダー作成サイトを構築した。このサイトに発券機データをアップロードすると、数分後に混雑予測の結果がカレンダーとして生成され、ページ下部にあるダウンロードボタンからそのカレンダーを保存することができる(図9)。これにより、AIを用いた混雑予測カレ

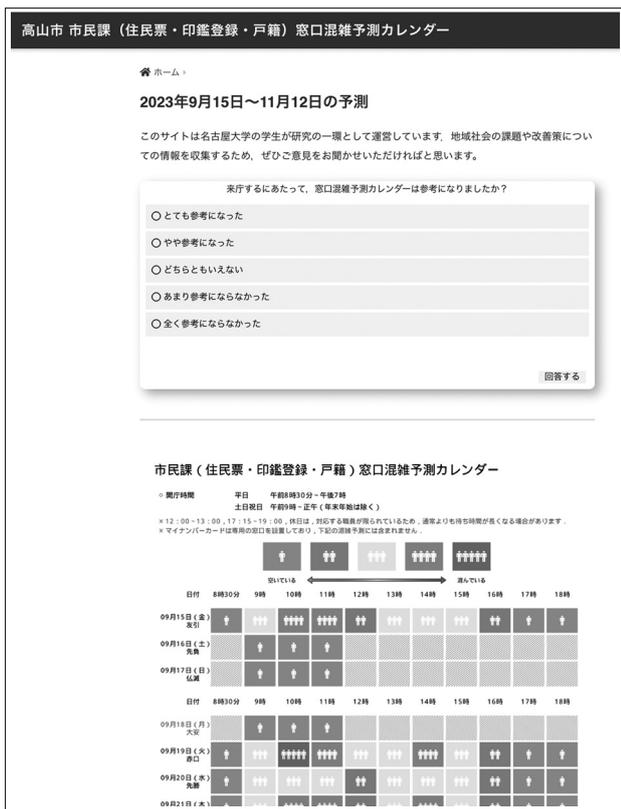


図 8：窓口混雑予測カレンダー公開サイト



図 9：窓口混雑予測カレンダー作成サイト出力結果

ンダーを市職員が自ら簡単に作成することができるようにした。

4. 混雑予測カレンダーの評価

4.1 市役所職員からの意見

市職員からの意見を得るため、名古屋大学・高山市役所・NEC ソリューションイノベーターの3者が毎月開催している高山市産学官 DX 推進会議にて、カレンダーを市役

所職員に共有した。「予測結果は体感として正しいと感じる」「カレンダーを見て来庁時間をずらす人が増えれば、クレームの減少に繋がりそう」というような意見が得られ、市役所職員の視点から概ね好意的な評価を得ることができた。

4.2 アクセス数と市民からの意見

2023 年度に公開したカレンダー公開サイトのアクセス数を確認したところ、お盆や年末年始にユーザーが増加していることを確認できた (図 10、図 11)。このことからイベント時や混雑期になるとカレンダーの需要が高まることが考えられ、繁忙期となる 2 月から 4 月に利用者が増加することが予想される。

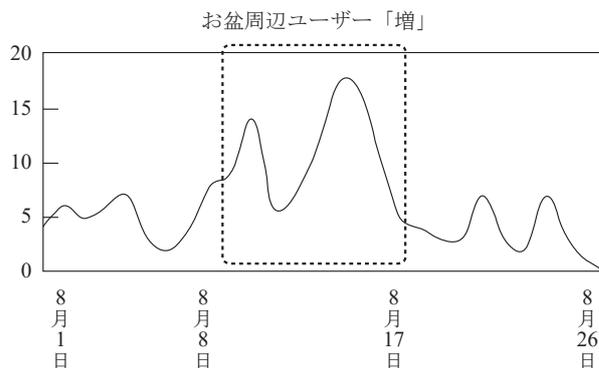


図 10：混雑予測カレンダーアクセス数 (2023 年 8 月)

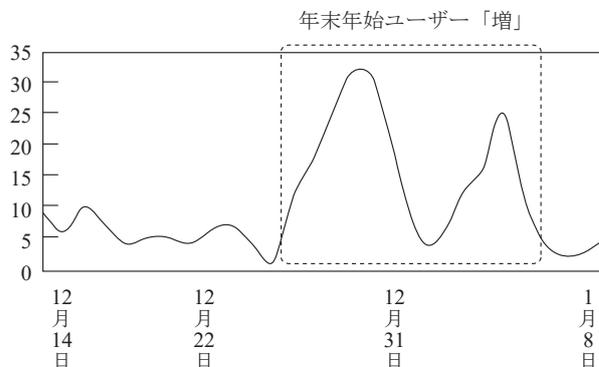


図 11：混雑予測カレンダーアクセス数 (2023 年 12 月)

公開サイトには、市民向けに「来庁するにあたって、窓口混雑予測カレンダーは参考になりましたか?」というアンケートフォームを設置し、全体で 21 件の回答を得た。そのうち、「とても参考になった」が 11 件、「やや参考になった」が 5 件、「どちらともいえない」が 4 件、「あまり参考にならなかった」が 1 件だった。「全く参考にならなかった」と回答した人はいなかった。

4.3 現場確認

2023 年 11 月 6 日に実際に高山市役所を訪問し、混雑度の妥当性 (混雑度の数字通りの印象を受けるか) を目視で確認した。図 12 の通り、11 月 6 日は 3 連休明けの月曜日で混む予測結果となっていたため、この日に確認する



図 12：2023 年 11 月 6 日 混雑度予測

ことにした。

11月6日の実際の様子を図13に示す。開庁から閉庁まで市民課窓口前で様子を観察した感想として、予測の印象よりも落ち着いている感じがした。また、市役所職員に話を聞いたところ、「11月22日(いい夫婦の日)の方が混雑する可能性がある」という意見を得た。これは予測に含めていない要素であった。数組の増加しかないとのことだったが、これが全体の混雑度にどれほど影響を与えるかについては今後の検証が必要である。



図 13：2023 年 11 月 6 日 高山市役所市民課窓口の様子
注：上から、9時・10時・11時。

数日後に発券機データを受け取り、実際の混雑度を確認した(図14)。筆者の印象と同様に、実際の混雑度は予測よりも落ち着いていた。この日は、混雑度の5段階表示と実際の混雑状況に対する印象は一致していることが確認できた。混雑度の妥当性は、今後の運用において市役所職員の感覚とも調整していく必要がある一方、1日の中での混雑のピークを確認するという目的であれば、概ね実用に耐えうるものであることを確認した。



図 14：予測と実測の混雑度

4.4 ワークショップにおける評価

高山市では、先述した3者での連携協定のもと、ICTを活用したまちづくりの推進の一環として2021年より産学官民連携ワークショップを開催している。2023年12月1日に高山市役所で開催した「第3回ICTを活用したまちづくりワークショップ」において、窓口混雑予測カレ

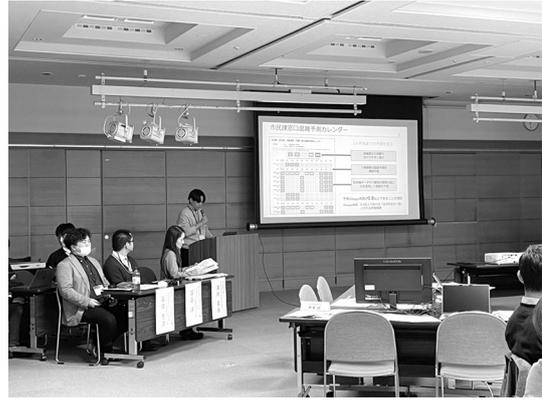


図 15：ワークショップの様子

ンダーを地元観光関連事業者および市民に紹介した(図15)。

ワークショップ参加者に対して、市役所窓口での混雑についてアンケート調査を行った。「市民課にて予想以上に混雑していた経験はありますか?」では、23件の回答のうち、「はい」が11件、「いいえ」が10件、「行ったことがない」が2件となり、市役所が市民を待たせてしまうという課題があることを改めて確認することができた(図16)。「窓口混雑予測カレンダーは参考になりますか?」では、23件の回答のうち、「とても参考になった」が11件、「やや参考になった」が6件、「どちらともいえ

市民課にて予想以上に混雑していた経験はありますか?

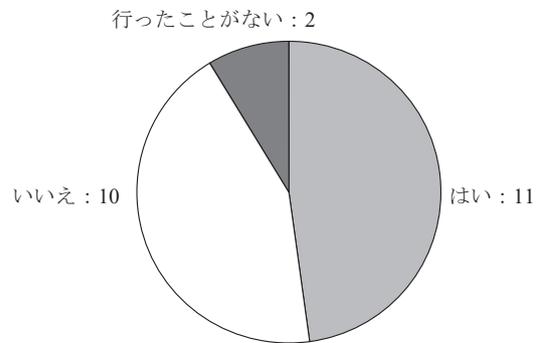


図 16：ワークショップアンケート結果 1

窓口混雑予測カレンダーは参考になりますか?

あまり参考にならなかった：0 全く参考にならなかった：0

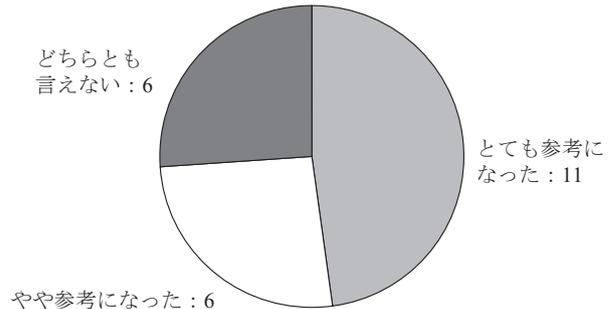


図 17：ワークショップアンケート結果 2

ない」が6件、「あまり参考にならなかった」「全く参考にならなかった」と回答した人はいなかった(図17)。カレンダー公開サイトでのアンケートと同様に、「あまり参考にならなかった」「全く参考にならなかった」と回答した人はいなかった。4.2のカレンダー公開サイトのアンケートと合わせても「とても参考になった」と回答した人は半数以上存在し、市民からも概ね好意的な評価を得ることができた。

5. 考察

本研究では、「市民が快適に利用できる市役所を作ること」「職員が働きやすい環境を作ること」を目的に、AIを用いて混雑予測カレンダーを作成・公開し、市役所窓口の混雑分散化を目指した。ICTを活用したまちづくりの研究の一環として、産官学が連携して開発することで、自治体業務におけるAI技術の社会実装に取り組んだ。

混雑予測カレンダーに対して、市民と市役所職員との両方から概ね好意的な評価を得ており、現在までにトラブル等は発生していない。

また、2.2のAI導入における①～④の課題に対して、①市民課窓口を設置されている発券機データを用いることで、過去のデータが蓄積されていたことに加え、正確な来庁者数を把握することができた。そして、②予測モデルにLightGBMを採用し、評価指標としてQuadratic Weighted Kappaを用いることで、5段階の混雑度に対する妥当な評価を行い、現場確認を行うことで、予測結果の妥当性を検証した。また、③予測結果を5段階のピクトグラムと色分けで表示したカレンダー形式で提供することで、市民が直感的に理解できるように工夫した。④発券機データから個人を特定できる情報は使用せず、プライバシー保護に配慮した。

本実証は既存の発券機データを用いてAIを導入し、未来予測を行うことで、新たな価値を生み出すことができることを示した。発券機データのように利活用されずに貯まっているデータは各自治体で多く存在する。これらの埋もれたデータを活用するためには、AIおよび未来予測の普及が重要であり、今後もその推進が必要である。

市役所窓口の混雑予測は、発券機データが入手できれば他の役所などにおいても実現可能である。既に発券機が設置されている役所は多く、また、設置がまだの役所でも発券機を設置することで、来庁者のデータが収集でき、AIによる混雑予測が実現可能となる。

2024年9月現在、市役所においてAIを用いた混雑予測を実施している地域は確認できていない。本実証が、自治体における未来予測活用の一事例となることを期待する。一方、実際に来庁前に混雑予測カレンダーを見て、来庁時間をずらした人がいるかどうかは把握できていない。現時点で該当者を見つけ出すのは難しいが、カレンダー公開サイトの閲覧数が増えたタイミングで高山市の協力のもと調査することが必要といえる。

また、混雑予測カレンダーのような予測対象(市民)が結果(予測カレンダー)を見て行動を変える(来庁時

間をずらす)タイプの未来予測は懸念点も存在する。極端な話をすれば、「10時が混んでいる、16時が空いている」という予測を出し、それを見た市民全員が16時に訪れた結果、実際の混雑度が「10時が空いている、16時が混んでいる」になってしまうかもしれない。現時点ではこれほどの影響は考えにくい状況かもしれないが、今後認知が進み市民の行動に影響を与えるようになれば、混雑予測カレンダーが市民に与える影響を考慮した特徴量の追加が必要になるかもしれない。例えば、過去の予測結果を特徴量として加えるなどのアプローチが考えられるが、具体的な効果を確認するためには実際に試してみる必要がある。混雑分散化を促進するためにはより多くの人にアクセスしてもらう必要があるが、市民が市役所に来庁する頻度は年に数回であると考え、この少ない来庁回数で混雑予測カレンダーの存在に気づいてもらうのは難しいかもしれない。これを実現するためには、分かりやすい情報発信の方法やキャンペーンなどが必要であり、これは今後の課題であると考え。

今後の展望としては、混雑予測カレンダー公開サイトの運用を継続し、特に例年、混雑が予想される2月から4月の期間に積極的な利用を促進していくことが挙げられる。お盆や年末年始のサイト閲覧数の推移を見れば、混雑期のサイト利用増加が期待できる。また、今回は市民課窓口を対象に予測を行っているが、将来的には市民課以外の窓口等にも予測を拡充することで、市役所全体の混雑分散化に寄与できる可能性がある。

6. おわりに

本研究では、高山市役所にAIを導入し、窓口混雑予測カレンダーの作成・公開に取り組んだ。2023年度の実証実験を通じて、サイト利用者・市職員から好意的な評価を得ることができ、2024年度からは、実際に高山市の公式サイトからPDFファイルとして、窓口混雑予測カレンダーを閲覧できるようになっている。実際に窓口混雑予測カレンダーが実装されたことから、市民課の混雑期にこのカレンダーが役立つことが期待される。今後は、市役所窓口の混雑予測に限らず、本手法を高山市の通行量データ(Hori et al., 2024)に応用することで、近隣店舗のシフトや在庫調整の支援を行っていきたい。

謝辞

本研究にご協力いただいた高山市役所の皆様、NECソリューションイノベータ株式会社の皆様に心より感謝いたします。本研究の一部は、JSPS 科研費 20K12545、23KJ1123 の助成を受けたものです。

引用文献

フェルベーク, P. P. (2015). 技術の道徳化. 法政大学出版局.
Ke, G., Meng, Q., Finley, T., Wang, T., Chen, W., Ma, W., Ye, Q., Liu, T.-Y. (2017). Lightgbm: A highly efficient gradient boosting decision tree. *Advances in Neural Information Processing Systems*, Vol. 30, 3146-3154.

Landis, J. R. and Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, Vol. 33, No. 1, 159-174.

名古屋市 (2024). 区役所窓口における混雑情報の発信について. <https://www.city.nagoya.jp/sportsshimin/page/0000134421.html>. (閲覧日：2024年9月20日)

名古屋市港区役所 (2024) 窓口混雑予測カレンダー (市民課). <https://www.city.nagoya.jp/minato/page/0000067616.html>. (閲覧日：2024年9月20日)

Hori, R., Urata, M., Endo, M., and Yasuda, T. (2024). Business hours adjustment based on pedestrian count data toward dynamic business hour setting: Demonstration at a restaurant in Takayama. *Journal of Global Tourism Research*, Vol. 9, No. 1, 59-65.

Schot, J. (1992). Constructive technology assessment and technology dynamics: The case of clean technologies. *Science, Technology and Human Values*, Vol. 17, No. 1, 36-56.

総務省 (2022). 自治体における AI 活用・導入ガイドブック. https://www.soumu.go.jp/main_content/000820109.pdf. (閲覧日：2024年9月20日)

総務省 (2024). 自治体における AI・RPA 活用促進. https://www.soumu.go.jp/main_content/000934146.pdf. (閲覧日：2024年9月20日)

札幌市 (2022). 令和4年度第4回市民意識調査報告書. https://www.city.sapporo.jp/somu/shiminnokoe/sakusei/documents/r04_04_hokokusho.pdf. (閲覧日：2024年9月20日)

高山市役所 (2024). 市民課窓口混雑状況. <https://www.city.takayama.lg.jp/kurashi/1000014/1018463.html>. (閲覧日：2024年9月20日)

山田広明・神山直之・岩下洋哲・大輪拓也・大堀耕太郎 (2019). 利用者均衡を満たす混雑予測を用いた最適人流制御. 人工知能学会第二種研究会資料 2019年, Vol. 2019, No. BI-012, 1-6.

ing two months and it has been available on the Takayama City Hall website since June 2023. This allows residents to plan their visits more strategically, potentially reducing waiting time and improving satisfaction with city services. The congestion forecast calendar has received positive feedback from municipal staff, and there was a notable increase in website traffic during the *Obon* holiday period (in August), indicating its particular utility during peak times at service counters.

(受稿：2024年9月30日 受理：2024年11月21日)

Abstract

Local governments in Japan are facing significant challenges due to demographic changes, particularly population decline and an aging society. These shifts have led to workforce shortages and financial constraints, pushing municipalities to adopt artificial intelligence (AI) solutions to improve operational efficiency and public services. A major issue observed at city halls is congestion at service counters, which results in prolonged waiting time for citizens and increased workloads for staff. This study investigates the case of Takayama City Hall in Gifu Prefecture, where data from ticket dispensers at the citizen affairs counter were used to predict congestion levels. Using LightGBM, a machine learning model, we forecasted congestion two months in advance, measured on a five-point scale. To ensure these predictions were effectively communicated to the public, we developed a user-friendly congestion forecast calendar. The calendar provides hourly congestion projections for the upcoming