

和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト
<2024 年度ミッション成果報告書>

プロジェクト名：IT ものづくりプロジェクト「AppLii」

ミッション名：大学混雑度提供アプリ対応施設の拡大と予測モデルの構築

ミッションメンバー：システム工学部 2 年 水野晴斗

経済学部 2 年 林慎一郎

キーワード：Bluetooth、食堂、アプリ開発、IoT 機器、混雑解消

1. 背景と目的

和歌山大学の食堂では、昼休みの混雑が課題となっている。昨年度は学生会館の第一食堂に Raspberry Pi を設置し、Bluetooth 電波を利用した混雑度計測システムと Web アプリの開発を行った。これにより食堂利用者に混雑状況をリアルタイムで提供することが可能となった。

本年度の活動では、このシステムの拡張と有効性の向上を目的としている。具体的には、GENKI 食堂への対応施設拡大を行い、学内の 2 箇所の主要食堂の混雑度データを同時に収集・比較できる環境を構築した。これにより、食堂間の混雑パターンの違いを分析し、利用者に複数の選択肢を提示することで、特定時間帯における一か所への集中を緩和し、食堂利用の分散化を促進することを目指している。

また、開発した Web アプリを学内向けに本格公開し、宣伝用ポスターを学内各所に設置するなど、アプリ利用者の拡大にも取り組んだ。利用者数の増加によりアプリの認知度と有用性を高め、より多くの学生・教職員が混雑情報を活用して効率的な食堂利用を行えるようにすることが本活動の目標である。さらに、蓄積されたデータを用いた混雑予測モデルの精度向上にも取り組み、混雑状況の予測情報の提供も目指している。

これらの取り組みを通じて、待ち時間の軽減とキャンパスライフの質の向上に貢献することを最終的な目的としている。

2. 活動内容

2.1 GENKI 食堂への対応

昨年度の第一食堂（学生会館）設置に続き、2024 年 9 月に GENKI 食堂にも Raspberry Pi Model B 4GB を新たに設置した。設置場所はコンセント位置などの制約を考慮しながら 2 箇所を選定し、昨年度の経験を活かして人流を捉えやすいように配置を行った。

図 2.1 は GENKI 食堂に設置した機器の様子である。各 Raspberry Pi には Bluetooth 電波を検出するためのセンサーが内蔵されており、それを利用している。検出されたデバイス数は接続 USB メモリとクラウドストレージ（Azure Cosmos DB）の両方に保存される仕組みとなっている。



図 2.1 Raspberry Pi の設置状況

また、設置場所には実験の説明と個人情報の取り扱いに関する詳細情報を記載した案内を掲示し、データ収集の透明性を確保した。

2.2 Web アプリの改良と公開

本年度は Web アプリケーションの改良と本格的な公開を行った。アプリケーションの画面設計においては、ユーザーの主な利用端末であるスマートフォンを想定したデザインを採用した。図 2.2 はスマートフォン (iPhone) から表示したアプリ画面である。ユーザーインターフェースでは、画面上部に複数食堂の混雑状況をまとめて表示する構成とし、情報の即時把握を可能にした。さらに機能面では、ユーザーによる混雑度の投票機能や、前週同日との混雑状況比較グラフなどの機能を追加し、情報の多角的な提供を実現した。

公開については、Web アプリケーションとして一般公開する形態を採用した。このアプローチにより、アプリのインストールが不要で、スマートフォンやパソコンのブラウザから誰でも容易にアクセスできる環境を構築した。アプリケーションは「<https://cafe.applii-wu.net/>」の URL で公開している。

また、アプリの認知度向上のために SEO 対策にも取り組んだ。その結果、2025 年 3 月時点で Google 検索において「どうこむ」というキーワードで検索すると、本 Web ページが検索結果の上位に表示されるようになった。この成果を達成するために、Google Search Console への登録と既存 Web サイトと競合しないサイト名の選定が特に効果的であった。加えて、メタディスクリプションの記述、サイトマップの作成、パンくずリストの実装、robots.txt の設定、PageSpeed Insights によるスコア改善なども実施したが、これらは前述の対策と比較して顕著な効果は確認できなかった。



図 2.2 アプリ画面

2.3 広報活動と利用促進

食堂混雑可視化システムの認知度向上と利用促進のため、複数の広報活動を展開した。学内の主要施設および食堂付近を中心に、アプリの機能と利用方法を説明した宣伝用ポスター（図 2.3）を設置した。ポスターには食堂混雑状況の画面サンプルと QR コードを掲載し、学生が容易にアクセスできるよう工夫を施した。併せて団体の公式 SNS アカウントでも同様の情報を投稿し、オンライン上での認知拡大にも努めた。



図 2.3 ポスター

3. 活動の成果や学んだこと

3.1 活動の成果（データ収集と分析）

データ分析活動を通じて、食堂利用者の動態に関する知見を獲得することができた。第一食堂（2024 年 1 月計測開始）と GENKI 食堂（2024 年 9 月計測開始）の 2025 年 2 月時点のデータを精査した結果、滞在者 1 人あたり約 2.9 台のデバイスが検出されるという相関関係が判明した（図 3.1.1）。この発見は、単純なデバイス検出数から実際の滞在人数を推定する簡易的アルゴリズムの構築に直接寄与する成果である。

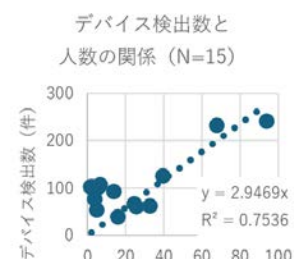


図 3.1.1 検出数と滞在人数の関係

デバイスの検出継続時間を滞在時間と定義して分析を進めると、両食堂間で特徴的な利用パターンの違いが浮かび上がった(図 3.1.2)。第一食堂では1~4分程度の短時間滞在が統計的に有意に多く観測された。この現象は、食堂に隣接する購買店や ATM の利用者が捕捉されていることを示唆している。また、滞在時間グラフにおいて10分、15分、20分の地点で顕著なピークが検出

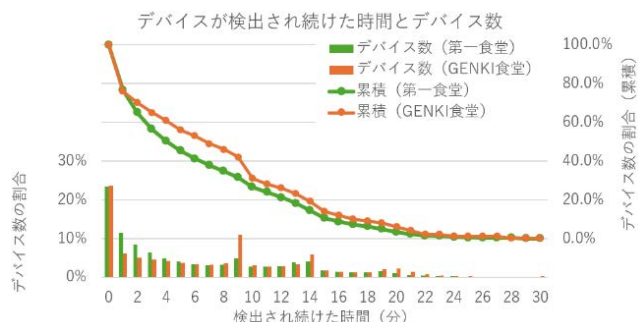


図 3.1.2 デバイスが検出され続けた時間

されたが、これはスマートフォンなどの端末セキュリティ機能による Bluetooth アドレスの自動再生成メカニズムが関与していると考えられる。このような技術的特性を考慮したデータ補正方法の開発が今後の課題として明確になった。

「何時に食堂に行くと、何分待つことになるか」という学生の日常的関心に応えるため、デバイスの初検出時刻と滞在時間の相関を視覚化した(図 3.1.3)。特に滞在時間 5-10 分(深緑)および 10-15 分(緑)の系列データは、待機列に並ぶ人々の動態を反映する指標として潜在的価値を持つと考え

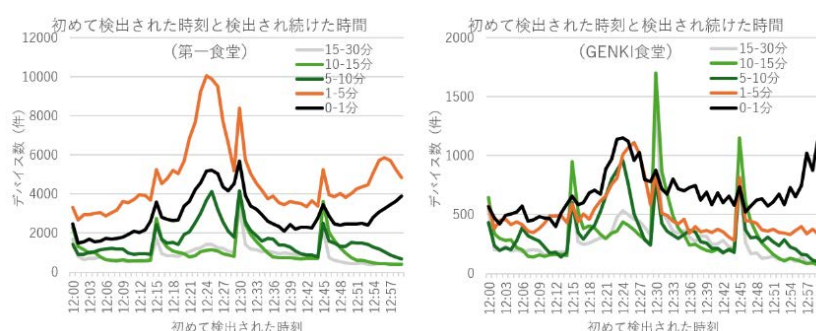


図 3.1.3 デバイスが検出された時刻と検出時間

られる。しかしながら、現状のデータ表現形式はユーザーにとって直感的理解が困難であり、学生向けアプリケーションとして実用化するためには、より洗練されたデータ加工手法の確立が不可欠である。今後は機械学習アルゴリズムの適用によるパターン抽出や、ユーザーフレンドリーな可視化技術の開発などを進める予定である。

3.2 活動の成果（広報活動と利用促進）

システムの利用状況を把握するため、Google Analytics を用いたアクセス解析も実施した(図 3.2)。分析結果によると、広報活動開始前はクリエの発表会など特定のイベント時にのみユーザー数が一時的に増加する傾向が見られた。しかし 2024 年 12 月下旬から本格的な学内広報を開始したことにより、30 日間のユニークユーザー数は徐々に増加し、2025 年 1 月 30 日には最大 90 人の利用者を記録した。この数値は広報開始前と比較して約 3 倍の増加となっている。一方、2 月下旬以降は試験期間の影響によりユーザー数が減少傾向を示した。これは食堂利用そのものが減少する時期であるため、予想された結果といえる。今後はより多くの学生・教職員に継続的に利用してもらうための施策を検討し、本システムの最終目標である食堂混雑緩和の効果をさらに高めていくことが課題である。

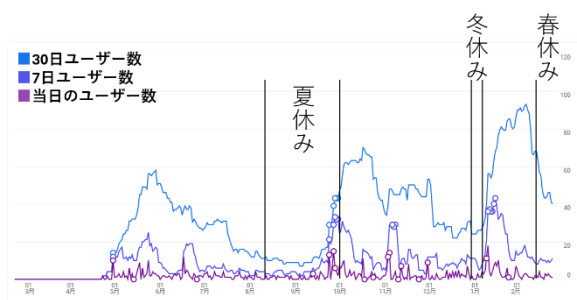


図 3.2 アクセス数の推移

3.3 学んだこと

データ分析のプロセスでは、統計的手法の適用だけでなく、データが持つ文脈的意味の解釈能力を獲得することができた。第一食堂と GENKI 食堂における利用パターンの差異を検出したことは、単なる数値の比較を超えた学生の行動様式の理解につながった。

広報活動とユーザー獲得の取り組みからは、技術的完成度と社会的受容の間にある深い溝を埋める難しさを実感した。便利なシステムを構築しても、それが適切に認知され活用されなければ意味をなさないという現実直面し、利用者とのコミュニケーションの重要性を学んだ。

本システムの公開後、ユーザー数の増加と共に浮上した新たな要求や期待に応える過程では、ユーザー中心設計の本質に触れることができた。ユーザーからのフィードバックを受けて前週比較グラフや投票機能などを機能追加する中で、エンジニアリングが本質的に社会との対話プロセスであることを改めて実感することができた。

4. 今後の展開

本ミッションで扱った「何時に食堂に行くと、何分待つことになるか」という分析においては、デバイス検出時刻と滞在時間の可視化までは実現したものの、ユーザーにとって直感的な理解を促す表現形式の開発には至らなかった。特に図 3.1.2 や図 3.1.3 で示された待機列データは、混雑状況の客観的指標として有用性が認められるが、この情報をアプリケーションとして実装する際の最適な表現方法については未解決の課題として残されている。今後は待機時間データに基づく混雑予測アルゴリズムの精緻化と、ユーザー体験を重視したインターフェース設計の両面からアプローチする必要があるだろう。

また、Google Analytics によるアクセス解析からは、学内宣伝活動によって一時的なユーザー数増加（最大 90 人/30 日間）が確認されたが、試験期間の到来とともに利用者数が減少するという季節変動が明らかになった。この結果は、学生の生活リズムに合わせたプロモーション戦略の重要性を示唆している。来年度以降は、学期初めや試験期間前など、食堂利用が集中する時期に合わせた広報活動を展開する構想である。同時に、単なるユーザー数増加ではなく、実際の食堂混雑緩和効果を定量的に評価することも計画している。

5. まとめ

本プロジェクトでは、和歌山大学食堂の混雑緩和を目的とし、Bluetooth センサーによる混雑度計測システムを第一食堂に加えて GENKI 食堂にも拡張した。Web アプリ開発と改良により、リアルタイム混雑状況の提供、混雑度投票機能、前週比較グラフなどの機能を実装し、学内広報活動によりユーザー数を約 3 倍に増加させた。データ分析からは、デバイス検出数と実際の滞在人数の相関関係、両食堂間の利用パターンの違いなど重要な知見を得た。今後は混雑予測アルゴリズムの精緻化、ユーザー体験を重視したインターフェース設計、学生の生活リズムに合わせた広報戦略の展開、そして食堂混雑緩和効果の定量的評価を進めていく。