

ゲーミフィケーションを活用したゼロカーボン運動推進のための Web アプリケーション開発

長谷 碧[†] 渡邊 輔[†] 樽谷 侑弥[†] 釜江 祥史[†] 佐藤 駿[†]
正田 茉鈴[†] 中村 匡秀^{††}

[†] 神戸大学大学院 システム情報学研究科 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

^{††} 神戸大学 数理・データサイエンスセンター

E-mail: [†]{ing,tasuku}@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}yuya.tarutani@it1.stin.kobe-u.ac.jp,

^{†††}yoshifumi.kamae@stu.kobe-u.ac.jp, ^{††††}sato.shun@cs28.cs.kobe-u.ac.jp, ^{†††††}shodakobe13@gmail.com,

^{††††††}masa-n@cmds.kobe-u.ac.jp

あらまし 近年、全国でゼロカーボンシティ実現に向けた取り組みが行われている。しかし、次のような問題が存在する。1. 地方自治体で、市民に対してゼロカーボンの取り組みを普及する手法が確立されていない。2. 市民はゼロカーボンに取り組むために、どうすればよいかが明らかでなく、活動が浸透しない。そこで、地方自治体が市民に対してゼロカーボンに関する情報を普及する場所として、ゲーミフィケーションを活用したゼロカーボン運動推進アプリケーションを開発する。これにより、市民がゼロカーボンに取り組むきっかけを与えることを考える。ケーススタディとして兵庫県三田市を例に社会実装を行い、その経過を報告する。

キーワード ゼロカーボン、ゼロカーボンシティ、ゲーミフィケーション、Web アプリケーション、地方自治体

Development of a Web Application to Promote the Zero Carbon Activities Using Gamification

Aoi NAGATANI[†], Tasuku WATANABE[†], Yuya TARUTANI[†], Yoshifumi KAMAE[†], Shun SATO[†],
Marin SHODA[†], and Masahide NAKAMURA^{††}

[†] Graduate School of System Informatics, Kobe University Rokkodai-cho 1-1, Nada-ku, Kobe, Hyogo, 657-8501
Japan

^{††} the Center of Mathematical and Data Science, Kobe Univ.

E-mail: [†]{ing,tasuku}@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}yuya.tarutani@it1.stin.kobe-u.ac.jp,

^{†††}yoshifumi.kamae@stu.kobe-u.ac.jp, ^{††††}sato.shun@cs28.cs.kobe-u.ac.jp, ^{†††††}shodakobe13@gmail.com,

^{††††††}masa-n@cmds.kobe-u.ac.jp

Abstract In recent years, efforts toward the realization of zero carbon cities have been made throughout Japan. However, the following issues exist. 1. Local governments have not established a method to disseminate zero carbon initiatives to citizens. 2. Citizens do not know what they should do in order to engage in zero carbon activities, and the activities do not spread. Therefore, by developing a zero carbon activities promotion application that utilizes gamification, local governments can provide a place to disseminate zero carbon information to their citizens. This will provide an opportunity for citizens to engage in zero carbon activities. As a case study, we report on the progress of social implementation in Sanda City, Hyogo Prefecture.

Key words Zero Carbon, Zero Carbon City, Gamification, Web Application, Local Government

1. はじめに

産業革命以来、大気中の CO2 濃度は増え続けており、地球温暖化が進行している。地球温暖化に伴い、気温の上昇や、海面水位の上昇、農作物への影響といった様々な影響が観測され始め、地球温暖化への対策は世界規模で喫緊の課題となっている。

そこで、近年日本では、地球温暖化対策として地方自治体単位でゼロカーボンの達成を目指す、**ゼロカーボンシティ**の取り組みが拡大している。ゼロカーボンシティ達成のための取り組みとしては、再生可能エネルギーへの代替や、省エネルギー化、低炭素交通への転換などが挙げられる [1] が、これらのアプローチとは別に、**市民の参加が必要不可欠である**。地方自治体が行うプロジェクトの特性上、国が主導で行う場合よりも、市民との距離が近く、市民の参加がしやすい。そのため、地方自治体が市民に対してゼロカーボンに取り組むように働きかけることが重要である。

しかし、ゼロカーボン運動に関して、地方自治体と市民の間に以下のような問題がある。

P1: 地方自治体がゼロカーボンに取り組むための情報を市民に対して普及する手法が確立されていない

P2: 市民はゼロカーボンに取り組むために、どうすればよいかが明らかでなく、活動が浸透しない

そこで、これらの問題を解決するための施策が必要である。

本研究では、上記の課題を解決するために、**ゼロカーボンシティの達成を目指す地方自治体が市民にゼロカーボン運動を浸透させるための手法の確立と、市民がゼロカーボンに取り組むきっかけを作ることを目的とする**。この目的を達成するためのキーマイデアとして、**ゲーミフィケーションを導入した Web アプリケーションを開発する**。具体的には、以下のアプローチに基づいて機能実装を行う。

A1: 地方自治体が市民に対してゼロカーボンの情報を提供できる機能の実現

A2: ゲーミフィケーションによって市民がゼロカーボンに取り組むやすい仕組みの実現

まず、A1 では地方自治体がゼロカーボン運動を普及させるための情報提供を行う手法の確立を目的とし、Web アプリケーションにおいて、F1：管理者機能および F2：記事といった機能を提案する。

次に、A2 では市民がゼロカーボンに取り組む際の敷居を下げ、継続的に取り組み続けることができる機能を提案する。具体的には、F3：ログイン、F4：ミッション、F5：クイズ、F6：レベル、F7：マップ、F8：ゼロカーボンに関する取り組みの可視化といった機能を提案する。

ケーススタディとして、これらのアプローチを実際に兵庫県三田市で実践する。具体的には、三田市民のゼロカーボン運動を促す Web アプリケーション**さんだゼロカーボンチャレンジ**を実装する。また、実装した Web アプリケーションを用いて、イベントへの出展や、市役所での実証実験を行い、得られたユーザのフィードバックを基に、Web アプリケーションの有効性の考察と機能の改善を行う。

2. 準備

2.1 ゼロカーボンシティとその課題

近年、地球温暖化対策として地方自治体単位でゼロカーボン

の達成を目指す、**ゼロカーボンシティ**の取り組みが拡大している。ゼロカーボンとは、企業や家庭から排出される CO2 を削減することで、CO2 の排出量を森林による CO2 の吸収量と同等以下にすることを意味する [2]。政府が 2050 年カーボンニュートラルの実現を目指していることから、地方自治体も主に 2050 年までにゼロカーボンシティの達成を目指している [3] [4]。

ゼロカーボンシティ達成のための取り組みとしては、再生可能エネルギーへの代替や、省エネルギー化、低炭素交通への転換などが挙げられる [1] が、これらのアプローチとは別に、**市民の参加が必要不可欠である**。地方自治体が行うプロジェクトの特性上、国が主導で行う場合よりも、市民との距離が近く、市民の参加がしやすい。そのため、地方自治体が市民に対してゼロカーボンに取り組むように働きかけることが重要である。

しかし、ゼロカーボン運動に関して、地方自治体と市民の間に以下のような問題がある。

P1: 地方自治体がゼロカーボンに取り組むための情報を市民に対して普及する手法が確立されていない

P2: 市民はゼロカーボンに取り組むために、どうすればよいかが明らかでなく、活動が浸透しない

これらの問題があるため、地方自治体はゼロカーボンシティ達成に向けた取り組みを行っているものの、市民はゼロカーボンに取り組むための情報が欠如していて、参加が難しい、敷居が高いと感じてしまう現状がある。そこで、これらの問題を解決するための施策が必要である。

2.2 Web を利用したデータ収集

章 2.1 で述べた地方自治体と市民の間に発生する問題を解決するために、Web を用いることを考える。Web を用いることで、地方自治体がゼロカーボンに取り組むための情報を市民に対して提供することができる。加えて、市民が誰でも、どこからでもゼロカーボンに取り組むための情報を収集することができる。

また、適切な Web アプリケーションを実装することで、継続的に地方自治体がゼロカーボンに関するコンテンツを更新することができる。さらに、ゼロカーボンに関する市民の行動を記録することで、地方自治体が市民のゼロカーボンに関する取り組みを把握し、そのデータを活用することができる。例えば、市民のゼロカーボンに関する行動を分析することで、地方自治体はゼロカーボン推進のために、どのような取り組みを行うべきかを判断できると考えられる。

加えて、分析、集計したデータは可視化を行って、わかりやすい形で市民にフィードバックすることで、地方自治体全体としてのゼロカーボン運動の現状の認知や、効果の評価を行うことができる。

2.3 ゲーミフィケーション

章 2.2 で述べた Web アプリケーションをより多くの市民に利用してもらうために、ゲーミフィケーションを用いることを考える。ゲーミフィケーションとは、ゲーム的な要素を導入することによってサービスをゲーム化し、ユーザの好奇心を刺激したり、行動を活性化させたり、ユーザに良い利益をもたらす等の効果を期待する手法である [5]。



図1 さんだ街歩きアプリ ゲーム画面：スポット詳細ページ [6]

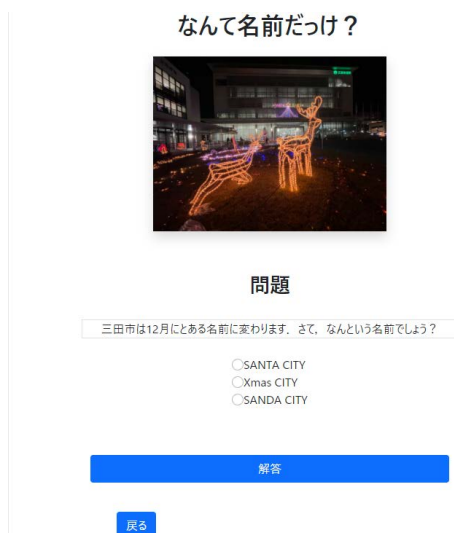


図2 さんだ街歩きアプリ ゲーム画面：クイズページ [6]

地方自治体と市民を繋ぐ Web アプリケーションにゲーミフィケーションを導入した関連研究として、さんだまち歩きアプリ [6] [7] を挙げて説明する。さんだまち歩きアプリは、兵庫県三田市において観光客の街歩きを推進するためのアプリケーションである。ゲーミフィケーションの導入として実装されている機能は、GPS を活用して兵庫県三田市の特定のスポットに訪れてポイントを受け取る機能、ポイントを用いたプレゼント機能、スポットに関するクイズ機能などがある。図 1、図 2 にそれぞれさんだ街歩きアプリのスポット詳細ページと、クイズページを示す。

さんだまち歩きアプリを含む数々の関連研究によって、Web アプリケーションに導入されたゲーミフィケーションは、ユーザーの行動を促す効果があることが分かっている。

3. 提案手法

3.1 目的とキーアイデア

章 2.1 の課題を解決するために本研究では、ゼロカーボンシティの達成を目指す地方自治体が市民にゼロカーボン運動を浸透させるための手法の確立と、市民がゼロカーボンに取り組むきっかけを作ることとする。この目的を達成するための

キーアイデアとして、章 2.3 で述べたゲーミフィケーションを導入した Web アプリケーションを開発する。

3.2 システムの概要

章 3.1 で述べた本研究の目的を達成するための Web アプリケーションに求められる要件は以下が挙げられる。

R1: 地方自治体から市民へゼロカーボンに関する情報提示が行えること

R2: 市民がゼロカーボンに簡単に取り組める仕組みがあること
そこで、本研究では以下のようなアプローチに基づいて機能実装を行う。

A1: 地方自治体が市民に対してゼロカーボンの情報を提供できる機能の実現

A2: ゲーミフィケーションによって市民がゼロカーボンに取り組みやすい仕組みの実現

これらのアプローチに基づいて Web アプリケーションを開発することで、地方自治体の働きかけによって、市民もゼロカーボン運動に簡単に参加できる仕組みを実現する。

3.3 A1：地方自治体が市民に対してゼロカーボンの情報を提供できる機能の実現

このアプローチでは、地方自治体がゼロカーボン運動を普及させるための情報提供を行う手法の確立を目的とし、Web アプリケーションにおいて、F1：管理者機能および F2：記事といった機能を提案する。

3.3.1 F1：管理者機能

このアプリケーションには、後述する通り、地方自治体から市民へのゼロカーボンに関する情報提示を行うための様々な機能が存在する。市民に適切な働きかけを行うためには、その情報の投稿や編集、削除を行うための管理者機能が必要である。管理者機能には、地方自治体の担当者のみがアクセス可能にするなどの適切なアクセス制限を行うものとする。

3.3.2 F2：記事

地方自治体からユーザーに向けて、ゼロカーボンに関する情報を発信するための機能である。自治体で作成したゼロカーボンに関するコンテンツや、Web 上に公開されている様々な有益なコンテンツに対して、リンクを貼ることで、ユーザーに対して情報を提供することができる。また、リンク先のタイトルや概要、画像を表示し、アクセスの一助とすることで、アプリケーションを入口とし、ゼロカーボンに関するより深い情報を得るきっかけを作ることができる。

3.4 A2：ゲーミフィケーションによって市民がゼロカーボンに取り組みやすい仕組みの実現

このアプローチでは、市民がゼロカーボンに取り組む際の敷居を下げ、継続的に取り組み続けることができる機能を提案する。具体的には、F3：ログイン、F4：ミッション、F5：クイズ、F6：レベル、F7：マップ、F8：ゼロカーボンに関する取り組みの可視化といった機能を提案する。

3.4.1 F3：ログイン

アプリケーションを利用しているユーザーを識別するための機能である。ユーザーは必要な情報を入力しログインすることで、アプリケーションを利用することができる。ユーザーごとのゼロ

カーボンに対する取り組みの情報を取得し、各種ゲーミフィケーション機能を提供するために必要な機能である。

3.4.2 F4: ミッション

ゼロカーボンシティを達成するために、市民が取り組むべき行動をミッションとして提示し、ユーザーにゲーム感覚で取り組んでもらうための機能である。市民にゼロカーボン運動に参加するための具体的な方策を示し、継続して取り組んでもらうことで、ゼロカーボンに取り組むきっかけを作ることを目的とする。そのために、ミッションを行う意義や、ミッションに関連した行動に伴うCO2削減量、削減金額を提示する機能や、達成時に後述のレベルを上昇させることができるポイントを付与するなどの機能によって、ユーザーのゼロカーボン運動に対するモチベーションを向上させることを狙う。ミッションの達成状況は個人ごとに集計され、後述のレベルの算出や、取り組みの可視化に利用される。

3.4.3 F5: クイズ

ゼロカーボンに関する知識を問うクイズを出題する機能である。クイズに正解することで、後述のレベルを上昇させることができるポイントを付与する。ゲーム形式にすることでユーザーのモチベーションを保ちながら、ゼロカーボンに関する知識を学習することを目的とする。クイズは難易度ごとに問題され、ユーザーは段階的に学習を進めることができる。

3.4.4 F6: レベル

ユーザーのゼロカーボンに対する取り組みを可視化するための機能である。ユーザーのミッションの達成状況やクイズの正解数に応じて、ユーザーのレベルを算出する。ユーザーのレベルは、ユーザーの取り組みを可視化するだけでなく、ユーザーの取り組みに応じて、後述のマップの閲覧範囲を拡大するなどの機能に利用され、ユーザーのモチベーション向上に寄与することを目的とする。

3.4.5 F7: マップ

ユーザーのゼロカーボンに対する取り組みを可視化するために、前述のレベルの値に合わせて開放されていくマップを表示する機能である。ユーザーはマップを探索するなどのゲーム要素を自身のゼロカーボンに対する取り組み度に合わせて楽しむことができ、ユーザーのモチベーション向上に貢献することを目的とする。サービスを提供する地方自治体のマップを探索できるようにすることで、ユーザーの興味関心を集めるとともに居住する地域への理解を高めることにも貢献することができる。

3.4.6 F8: ゼロカーボンに関する取り組みの可視化

章3.4.2で述べたミッション機能によって集計した、ユーザーごとのCO2削減量や節約金額を可視化する機能である。ユーザーごとに週ごとのCO2削減量や節約金額を確認でき、具体的なゼロカーボンに対する貢献度を知ることでモチベーションの維持につなげることを目的としている。また、ユーザー全体のCO2削減量や節約金額の可視化も行い、ユーザー全体の貢献度を知ることで、ユーザーのゼロカーボンに対する貢献意識を高めることも可能であると考えている。

3.5 アーキテクチャ

図3に提案するアプリケーションの全体アーキテクチャを示

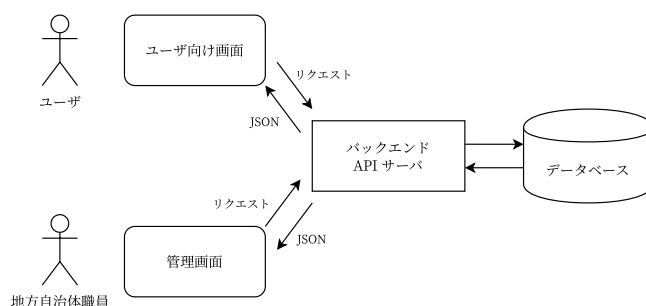


図3 提案アプリケーションのアーキテクチャ

す。このWebアプリケーションは、地方自治体の職員によって長期間にわたって運用されることが想定されている。そこで、ゲーミフィケーションの要素であるミッションやクイズ、記事を動的に変更できるようにデータベースを設計した。図4に、提案アプリケーションのER図を示す。ER図において、quiz, mission, article テーブルがそれぞれミッション、クイズ、記事を表し、管理画面から動的に変更することが可能である。

4. ケーススタディ：さんだゼロカーボンチャレンジ

4.1 実装

兵庫県三田市は、2050年ゼロカーボンシティ達成を表明している。そこで本研究ではケーススタディとして、三田市ゼロカーボンシティ達成のために章3.で述べた提案手法を実践する。具体的には、三田市民のゼロカーボン運動を促すWebアプリケーションさんだゼロカーボンチャレンジを実装する。

実装に用いた言語・技術を以下に示す。

- バックエンド
 - Java
 - SpringBoot
 - MySQL
- フロントエンド
 - React
 - TypeScript

これらを使用して実装を行い、兵庫県三田市におけるケーススタディを実施する。

次章から説明を行うに先立って、図5に、さんだゼロカーボンチャレンジにおいてユーザーが本アプリケーションにログインした際に表示されるホーム画面を示す。ホーム画面上部のメニューバーが各画面に存在し、メニューバー上のボタンによって各機能の画面に遷移できる。

ここから、各機能の実装について説明を行う。

4.1.1 F1: 管理者機能の実装

さんだゼロカーボンチャレンジの管理者はユーザー情報の閲覧、ミッション・クイズ・記事・タグの閲覧・作成・編集を行える。タグ機能とは、ミッション・クイズ・記事に対してタグを設定することで、ユーザー画面において直観的なアイコンを付与するための機能である。図6にミッション管理画面を示す。管理画面の右上にある5つのボタンを使用して、どの情報を閲覧する

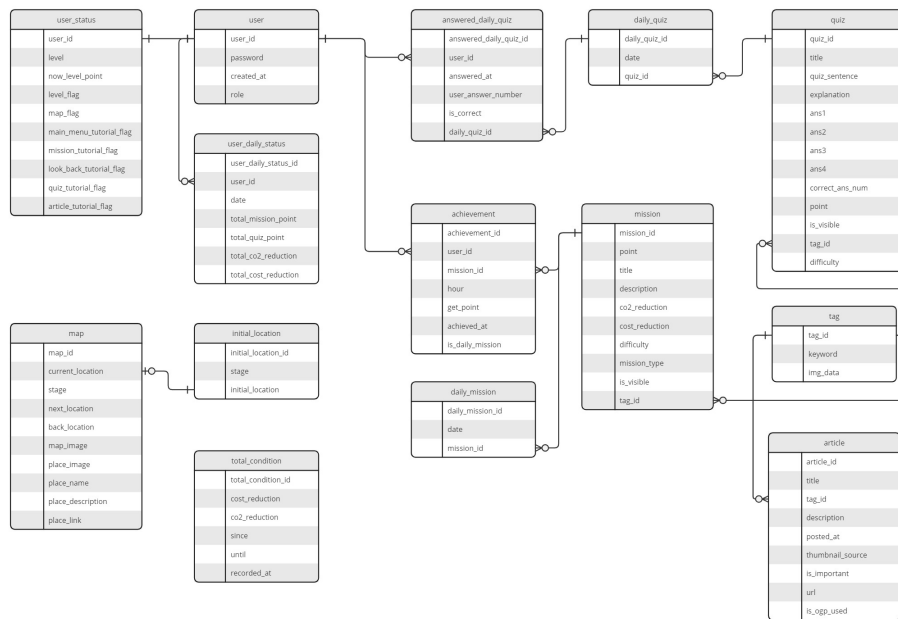


図4 提案アプリケーションのER図

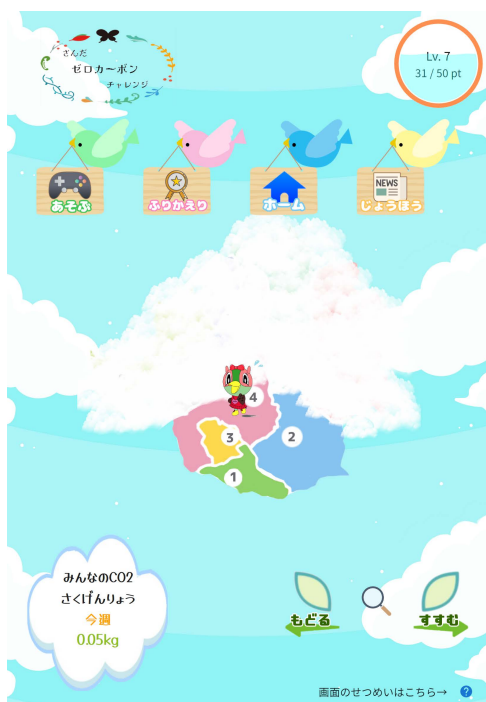


図5 さんだゼロカーボンチャレンジ ユーザ画面：ホーム画面



図6 さんだゼロカーボンチャレンジ 管理画面：ミッション管理画面

か選択できる。また、図7に詳細ボタンを押すことで遷移できるミッション詳細画面を示す。この画面では、ミッション・クイズ・記事・タグそれぞれ同様に、詳細情報を閲覧できる。

4.1.2 F2：記事機能の実装

ユーザは図5で示したアプリケーション画面の上部メニューバーの“じょうほう”ボタンを押すことで記事画面を閲覧できる。図8に記事画面を示す。管理者が市民に見てもらいたいゼロカーボンに関する記事を設定することができ、記事を押すことで外部サイトへアクセスできる。さらに、管理者は章4.1.1で述べた管理画面で、特に見ってもらいたい記事を“重要なお知らせ”に設定することで、その記事を画面の上部に表示させることができる。重要なお知らせは、三田市内で行われるゼロカーボンに関するイベントの告知など、特に市民の参加が求められる情報の提示に用いることを想定している。

せ”に設定することで、その記事を画面の上部に表示させることができる。重要なお知らせは、三田市内で行われるゼロカーボンに関するイベントの告知など、特に市民の参加が求められる情報の提示に用いることを想定している。

4.1.3 F3：ログイン機能の実装

ユーザは、ユーザ名とパスワードでアカウントを作成することで、本アプリケーションにログインできる。このユーザ名に紐づいた形で、達成されたミッションやクイズ回答等の本アプリケーション内での行動が記録される。図9にログイン画面を示す。



図7 さんだゼロカーボンチャレンジ 管理画面：ミッション詳細画面



図9 さんだゼロカーボンチャレンジ ユーザ画面：ログイン画面



図8 さんだゼロカーボンチャレンジ ユーザ画面：記事画面



図10 さんだゼロカーボンチャレンジ ユーザ画面：ミッション画面

4.1.4 F4：ミッション機能の実装

ユーザは図5で示したアプリケーション画面の上部メニューバーの“あそぶ”ボタンで遷移する画面で“ミッション”ボタンを押すことで、ミッション画面を閲覧できる。図10にミッション画面を示す。ミッションの内容は、CO₂削減のためにユーザが気軽に取り組むことのできる行動を想定している。3段階の難易度別に一日合計6つのミッションが表示され、提示された行動を実践し、ミッションを達成することでポイントを獲得できる。また、管理者は章4.1.1で述べた管理画面で、ミッショ

ンに対して達成した際に獲得できるポイント、削減できるCO₂量、節約できる金額を設定することで、ユーザはミッションを達成する前にそれらを確認することができる。本研究では、環境省が掲載している“ゼロカーボンアクション30”[8]や、経済産業省・資源エネルギー庁が掲載する“家庭でできる省エネ”[9]の情報を基にミッションを作成し、その効果を定義する。

4.1.5 F5：クイズ機能の実装

ユーザは図5で示したアプリケーション画面の上部メニューバーの“あそぶ”ボタンで遷移する画面で“クイズ”ボタンを押



図 11 さんだゼロカーボンチャレンジ ユーザ画面：クイズ画面

すことで、クイズ画面を閲覧できる。図 11 にクイズ画面を示す。クイズの内容は、ゼロカーボンや環境問題に関する問題を想定している。3 段階の難易度別に一日合計 3 つのクイズが表示され、正解することでポイントを獲得できる。本研究では、環境省が掲載している“チャレンジ！地球温暖化クイズ”[10] の情報を基にクイズを作成する。

4.1.6 F6：レベル機能の実装

ユーザはミッション達成やクイズの正解によってレベルを上げることができる。図 5 で示したホーム画面と同様に、各画面においてレベルは常に画面右上に表示されている。レベルの下には次のレベルまでの進行度が表示されている。また、1 レベル上げるのに必要なポイントはレベルがあがるにつれて増えていく。レベルをあげることで、マップ画面上の三田市地図の雲を晴らすことができる。

4.1.7 F7：マップ機能の実装

ユーザは“ホーム”ボタンを押すことで図 5 に示したホーム画面中央部分のマップ画面を閲覧できる。マップは実際の三田市の地図を基に作成する。“もどる/すすむ”ボタンで画面上のキャラクターの位置を移動させることができ、虫眼鏡のボタンを押すことでキャラクターの現在位置の名勝を確認できる。図 12 に虫眼鏡ボタンを押した際に表示される名勝の例を示す。ユーザは、レベルを上げることで、三田市地図上の雲を晴らし、新たな地点に移動できるようになる。

4.1.8 F8：CO2 削減量の可視化機能の実装

ユーザは“ふりかえり”ボタンを押すことで振り返り画面を閲覧できる。図 13 に振り返り画面を示す。達成したミッションと、1 週間毎の獲得ポイント、CO2 削減量、節約金額のグラフを確認できる。また、図 5 で示したマップ画面の左下に、全ユーザのミッション達成によって削減された CO2 の合計量が表



図 12 さんだゼロカーボンチャレンジ ユーザ画面：マップ上の名勝の表示例



図 13 さんだゼロカーボンチャレンジ ユーザ画面：振り返り画面

示されている。該当箇所を押すことで表示期間を“全期間”と“今週”で切り替えられる。

4.2 実証実験

さんだゼロカーボンチャレンジの本番環境での動作確認、そしてユーザ目線での各機能の評価のために、三田市のゼロカーボンイベントへの出展、並びに地方自治体職員による 2 度の実証実験を行った。それぞれの実証実験を通して得たフィードバックを元に、アプリケーションの有効性の考察と機能の改善

表1 実証実験によって得られたさんだゼロカーボンチャレンジの評価点と問題点

評価点	問題点
親しみやすいデザインである	アカウント作成・ログイン方法が分かりにくい
手軽に使用できる	レベルアップ・マップの解放に気付きにくい
環境問題について楽しく学ぶことができる	ミッション・クイズの量が多い
家族で環境問題について話すきっかけになる	初めて遊んだとき、操作方法が分かりにくい
子供が興味を持つコンテンツが多かった	漢字が多く、子供が読めない部分がある

表2 実証実験によって得られたフィードバックを元にそれぞれの問題点に対して施した改善事項

問題点	解決策
アカウント作成・ログイン方法が分かりにくい	ログイン画面、ログインに必要な項目の改変を行う
レベルアップ・マップの解放に気付きにくい	レベルアップやマップ解放時の演出をつける
ミッション・クイズの量が多い	日替わりでランダムにミッション・クイズを表示する
初めて遊んだとき、操作方法が分かりにくい	操作方法を説明するチュートリアル機能の実装を行う
漢字が多く、子供が読めない部分がある	文章中の複雑な漢字をひらがなに変換する

及び追加機能の実装を行った。

4.2.1 実験方法

章4.2で述べた、2度の実証実験について、実験方法を以下で説明する。

まず、ゼロカーボンイベントへの参加について説明する。この実験では、三田市で開催されたさんだゼロカーボンシティフォーラム[11]に参加し、さんだゼロカーボンチャレンジの出版を行った。三田市民の方に実際にアプリケーションを操作していただき、アプリケーションの動作テストやユーザのフィードバックの収集を行った。

次に、三田市職員による実証実験について説明する。開発中のアプリケーションを用いて、地方自治体職員による実証実験を2度に分けて実施した。約2週間の期間で、実際に職員の方にアプリケーションを使用してもらい、改善点を指摘していただいた。

4.2.2 実験結果

章4.2.1で述べた実験方法によって得られた実証実験の結果を以下で説明する。

表1に実証実験によって得られたフィードバックの中から、さんだゼロカーボンチャレンジの評価点と問題点を示す。実証実験で評価された点は、アプリケーションのデザインである。メインターゲットを小学生に設定し、親しみやすいデザインにしたことが評価されたと考えられる。また、“手軽に使用できる”、“環境問題を楽しく学ぶことができる”などのフィードバックから、アプリケーションのコンセプトや目的についても十分に伝わっていると考えられる。次に改善すべき点として挙げられるのは、アプリケーションのユーザビリティである。表2にフィードバックを元にそれぞれの問題点に対して施した改善事項を示す。

5. ま と め

本研究では、ゼロカーボンシティの達成を目指す地方自治体において、次のような問題があると考えた。1. 地方自治体で、市民に対してゼロカーボンの取り組みを普及する手法が確立されていない。2. 市民はゼロカーボンに取り組むために、どうす

ればよいかが明らかでなく、活動が浸透しない。そこで、これらの問題を解決するために、ゲーミフィケーションを導入したWebアプリケーション開発を提案手法として掲げた。また、実際にケーススタディとして提案手法を基に兵庫県三田市で社会実装を行い、イベント出展や、市役所内で実証実験を行った結果、その有効性や、改善点を明らかにすることができた。

今後の展望としては、三田市役所の協力のもと、市民に対してさんだゼロカーボンチャレンジを公開し、その効果を分析することや、機能の改善を行っていくことが挙げられる。

謝辞 本研究の一部はJSPS 科研費JP19H01138, JP20H05706, JP20H04014, JP20K11059, JP22H03699, JP19K02973, および、神戸大学数理・データサイエンスセンター学内・学外 DX 推進共同プロジェクトの研究助成を受けて行われている。

本プロジェクトに多大なるご協力を賜りました三田市役所スマートシティ推進課・坂口憲太様、環境創造課・寺嶋晶子様には深く御礼申し上げます。

文 献

- [1] 塩田淳, “ゼロカーボンに向けた自治体の動向: ゼロカーボンシティ実現に向けた北九州市の新たな挑戦,” 電気学会論文誌 B (電力・エネルギー部門誌), vol.141, no.6, pp.NL6_6–NL6_6, 2021.
- [2] 羽田裕, 雪田和人, 河路友也, 武田美恵, 後藤時政, 福澤和久, “2050 年ゼロカーボン社会を目指した都市計画の基礎検討,” 2022.
- [3] 重浩一郎, 坂巻隆史, 西村修, “ゼロカーボンシティ実現に向けた再生可能エネルギー導入量と森林吸収量を考慮した市町村の二酸化炭素排出推計,” エネルギー・資源学会論文誌, vol.42, no.3, pp.158–165, 2021.
- [4] 重浩一郎, 坂口芳輝, 坂巻隆史, 西村修, “ゼロカーボンシティ宣言をした小規模市町村での活用を目的とした「地域炭素循環率」の提案,” 環境情報科学論文集 Vol. 35 (2021 年度 環境情報科学研究発表大会) 一般社団法人環境情報科学センター, pp.149–154 2021.
- [5] A. Nagatani, S. Chen, M. Nakamura, and S. Saiki, “Exploiting motivation subscales for gamification of lifelogging application,” International Journal of Software Innovation (IJSI), vol.10, p.27, Dec. 2022. DOI: 10.4018/IJSI.313445.
- [6] 明石拓弥, 大浦秀喜, 大藺隼人, 成松智輝, 山名莉央, 酒匂大輝, 中井哲也, 中村匡秀, “ゲーミフィケーションに基づく地域理解動機付けのためのクイズラリープラットフォームの試作,” 電子情報通信学会技術研究報告, 第 121 巻一般社団法人 電子情報通信学会, pp.31–36 Nov. 2021. オンライン.
- [7] 明石拓弥, 大浦秀喜, 中井哲也, 中村匡秀, “クイズラリープラットフォームを用いた市民の地域に対する意識調査と行動分析,” 電子情報通信学会技術研究報告, 第 121 巻一般社団法人 電子情報通信学会, pp.41–47 Feb. 2022. オンライン.
- [8] “ゼロカーボンアクション 30 | cool choice 未来のために、いま選ぼう。,” <https://ondankataisaku.env.go.jp/coolchoice/zc-action30/>. visited on 2023-04-30.
- [9] “無理のない省エネ節約 | 家庭向け省エネ関連情報 | 省エネポータルサイト,” https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/general/howto/index.html. visited on 2023-04-30.
- [10] “チャレンジ! 地球温暖化クイズ | cool choice 未来のために、いま選ぼう。,” <https://ondankataisaku.env.go.jp/coolchoice/quiz/>. visited on 2023-04-30.
- [11] “【令和 5 年 1 月 21 日(土曜日)】さんだゼロカーボンシティフォーラムを開催しました! | 三田市ホームページ,” https://www.city.sanda.lg.jp/soshiki/41/gyomu/kankyo_hozen/energy/21422.html. visited on 2023-05-09.