

公立はこだて未来大学 2023 年度 システム情報科学実習  
グループ報告書

Future University Hakodate 2023 Systems Information Science Practice  
Group Report

プロジェクト名

コンピューテーショナルアップサイクリング

Project Name

Computational Upcycling

グループ名

グループ A

Group Name

GroupA

プロジェクト番号/Project No.

9-A

プロジェクトリーダー/Project Leader

丸山隆史 Takashi Maruyama

グループリーダー/Group Leader

岡中大知 Taichi Okanaka

グループメンバ/Group Member

松本愛結 Ayu Matsumoto

太田健 Takeru Ota

指導教員

吉田博則 フランクイアン 角康之 工藤充

Advisor

Hironori Yoshida Ian Frank Yasuyuki Sumi Mitsuru Kudo

提出日

2024 年 1 月 17 日

Date of Submission

Jun 17, 2024



## 概要

アップサイクルとは、廃棄物や不要な素材に付加価値をつけて再利用するプロセスのことである。このプロセスによって、社会問題の一つである食品ロスを改善することが期待されている。しかし、食品のアップサイクルは世間一般にあまり浸透していない現状にある。私たち A グループでは食材のアップサイクルに注目し、前期は食品ロスを削減するために JA 新はこだてに廃棄される野菜の現状と活用方法について取材を行った。その結果、アップサイクルのアイデアの考案が難しいことが問題点として挙げられた。そこで、私たちはアイデア発案を促進するために、食材のアップサイクルをテーマとして画像生成 AI とボードゲームを掛け合わせたゲームの作成を目標として設定し取り組んだ。

**キーワード** アップサイクル, フードロス, 食材, ボードゲーム, 画像生成 AI

(※文責: 岡中大知)

# Abstract

Upcycling is the innovative process of transforming waste or discarded materials into valuable products while preserving something of their original essence. This project looked at applications of upcycling for the problems of food wastage prevalent in modern society. Group A focused on upcycling of food ingredients, and in the previous term interviewed JA New Hakodate about the current status of discarded vegetables and how to utilize them in order to reduce food loss. As a result, the difficulty of generating upcycling ideas was raised as a problem. In response, we developed a unique game that merges image-generating AI with the interactive format of a board game. This game, centered on the theme of food ingredient upcycling, is designed to spark creative solutions to food waste and enhance public awareness. One of our primary objectives is to elevate public understanding of upcycling, transforming it from a niche concept to a widely recognized practice. We hope that our prototype game can lead to real-world deployments that can inspire and educate a broader audience about the potential of upcycling ideas.

**Keyword** upcycling, food loss, food ingredients, board games, image-generating AI

(※文責: 岡中大知)

# 目次

<b>第 1 章</b>	<b>プロジェクトの背景</b>	<b>1</b>
1.1	食品アップサイクルの背景 . . . . .	1
1.2	プロジェクト全体の目的 . . . . .	2
1.3	対象物を設定するまでの過程 . . . . .	2
1.3.1	調査・観察・分析 . . . . .	2
1.3.2	グループ分け . . . . .	3
<b>第 2 章</b>	<b>グループの概要</b>	<b>4</b>
2.1	本グループの目的 . . . . .	4
2.2	目的を決定するまでの経緯 . . . . .	4
2.2.1	前期 . . . . .	4
2.2.2	後期 . . . . .	6
<b>第 3 章</b>	<b>課題解決のプロセスの概要</b>	<b>8</b>
3.1	概要 . . . . .	8
3.2	企画の内容 . . . . .	9
3.3	ボードゲームに使用するスマートフォンアプリについて . . . . .	9
<b>第 4 章</b>	<b>課題解決のプロセスの詳細</b>	<b>14</b>
4.1	各メンバーの課題と概要とプロジェクト内における位置づけ . . . . .	14
4.2	前期担当課題解決過程の詳細 . . . . .	14
4.2.1	岡中大知 . . . . .	14
4.2.2	太田健 . . . . .	15
4.2.3	松本愛結 . . . . .	15
4.3	後期担当課題解決過程の詳細 . . . . .	15
4.3.1	岡中大知 . . . . .	15
4.3.2	太田健 . . . . .	15
4.3.3	松本愛結 . . . . .	16
4.4	担当課題と他の課題の連携内容 . . . . .	16
4.4.1	太田健、岡中大知 . . . . .	16
4.4.2	松本愛結 . . . . .	16
<b>第 5 章</b>	<b>結果</b>	<b>17</b>
5.1	プロジェクトの成果 . . . . .	17
5.2	解決手順と評価 . . . . .	18
5.3	成果完成までの過程 . . . . .	19
<b>第 6 章</b>	<b>まとめ</b>	<b>20</b>
6.1	プロジェクトの成果 . . . . .	20

6.2	プロジェクトにおける各人の役割 . . . . .	20
6.3	今後の課題 . . . . .	21
<b>付録 A</b>	<b>その他製作物</b>	<b>23</b>
<b>付録 B</b>	<b>成果物の URL</b>	<b>26</b>
<b>参考文献</b>		<b>27</b>

# 第 1 章 プロジェクトの背景

## 1.1 食品アップサイクルの背景

近年、SDGs の影響によって消費者たちの間で環境への意識が高まる中、3R (Reduce, Reuse, Recycle) の他に環境へ配慮する手段として、アップサイクル (Upcycle) が注目されている。アップサイクルとは、廃棄物や不要な素材に対してアイデアやデザインといった付加価値を与え、別の製品や素材として再利用することである。アップサイクルという言葉は、講談社によると、1994 年にドイツのレイナー・ピルツがメディアに向けて語ったのが始まりとされているが、アップサイクルの考え方自体はその以前から存在している [1]。1800 年代には、アメリカの思想家ラルフ・ワルド・エマソンが「自然界には寿命を終えて捨てられるものはない。そこでは最大限利用された後も、それまで隠れていた全く新しい次のサービスに供される」と語っている。しかし、1700 年代後半の産業革命以降、新品の素材を使って行う大量生産、大量消費が可能になった。下記にある環境省 (2011) が推計した図 1.1 の通り、世界人口と共に廃棄物量が 1800 年以降で増加している [2]。これによって、修理しながら使用することが前提の製品を使い続けるよりも、修理をせずに製品を買い替えていく方が安価であったため使い捨てる文化が定着した。

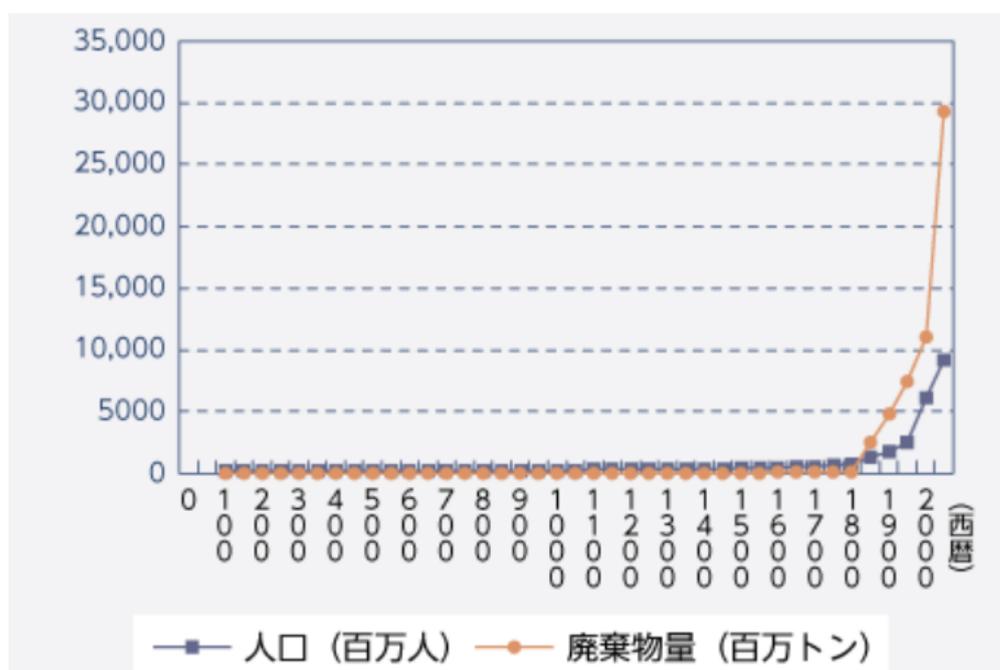


図 1.1 世界人口と廃棄物量 (都市ごみ+産業廃棄物) の推移 (環境省より引用) [2]

使い捨てる文化による影響は現代にも及んでおり、一般廃棄物や産業廃棄物に関する問題、不法投棄による環境汚染の問題、焼却や埋め立てが追いつかない問題、ゴミ処分場の新增設に伴う近隣住民の反対などの問題が世界中で発生している。こういった社会背景から、地域社会や地域経済といった社会との関わり方、自然環境に対する意識の高まりや SDG s への取り組みなど、個人のみならず企業の意識が変化しつつ有り、改めてアップサイクルという概念が注目されるようになっている。企業が事業として取り組んでいるアップサイクルの例として、Upcycle by Oisix の「コー

ヒーから生まれた黒糖あられ」などがある [3]。これは普段捨てられてしまうコーヒーを淹れたあとのコーヒー豆かすを洋風あられに生まれ変わらせた例である。また、mizuiro.inc の「おやさいクレヨン」は、収穫の際に捨てられてしまう野菜などを原料として制作したクレヨンであり、これもアップサイクルの一例である [4]。

(※文責: 岡中大知)

## 1.2 プロジェクト全体の目的

本プロジェクトでは、廃棄物や活用されていない物に関する問題をグループ毎に調査、観察、分析し、コンピューターを活用したアップサイクルのアイデアを実施、発表を行うことを目的とした。そのために、アップサイクルについての調査や身の回りの物の観察を行い、グループメンバーと共に問題を模索し、課題を設定した。

(※文責: 岡中大知)

## 1.3 対象物を設定するまでの過程

### 1.3.1 調査・観察・分析

本プロジェクトの最初の活動として、身の回りにある普段は意識しない製品や素材の実物や写真をプロジェクトメンバー全員で 1 から 3 個ほど持ち寄り、自分が持ってきた経緯とつまらないと感じた理由を発表形式で共有した。また、持ってきた物を観察しながらスケッチをすることで、対象物の性質や存在理由を模索した。例として図 1.2 の拾ってきた木を下に載せる。この木を観察した際に出た分析や考察として、部分的に黒く炭化しており、断面が滑らかで人工的な円柱状の突起が確認されたことから、この木は家屋の素材の一部として扱われており、火災によって焼かれた木材だという考察が出た。



図 1.2 拾ってきた木

また、プロジェクトメンバーはそれぞれでアップサイクルの意味や歴史、実施されているアップサイクルの実例を調査し、その内容を全員に発表形式で共有した。

(※文責: 岡中大知)

### 1.3.2 グループ分け

それぞれのメンバーが行ったデッサンや調査を踏まえて、大きさや硬さ、可燃・非可燃、材質など様々な属性毎にアップサイクルの対象として使いそうな物や素材をブレインストーミングで挙げた。その中から自分達が興味のある物を選んだ結果、「食材」「木材」「古民家（後の「木の年輪」）」「衣服」の4つの分野でグループ分けがされた。

（※文責: 岡中大知）

## 第 2 章 グループの概要

### 2.1 本グループの目的

本グループでは、食材に着目した。当初は食材を料理にアップサイクルすることを想定していたが、後に食材のアップサイクルのアイデアの発案が難しいことが課題として挙げられた。そのため、食材に関するアップサイクルのアイデア発案を促進するシステムの考案を到達目標とした。

(※文責: 岡中大知)

### 2.2 目的を決定するまでの経緯

#### 2.2.1 前期

本グループが最初に行った活動として、今後の活動計画、アップサイクルのアイデア、そのアイデアを実現する上での問題点について話し合った。話し合った内容の結果は下記の通りである。

- 活動計画
  - － 食材を扱う企業、農家とコンタクトを取り廃棄食材の現状を知る
  - － 捨てられている食材（非可食部、形や見た目が悪いものなど）の種類を知る
  - － フードロスの対策事例を調べる
- アイデア
  - － 食べられるが廃棄されてしまう食材から食品をつくる
  - － レシピ提案 AI を開発することで、食材のアップサイクルのサポートをする
- アイデアを実現する上での問題点
  - － 食材をどこから入手するか

我々は前述した内容をもとに、廃棄食材の現状や AI の活用事例について調査を行った。その調査の一環として、廃棄食材の現状を知る目的で、函館市内の食材を扱う企業や組合に連絡を取った。その結果、函館の農業協同組合である JA 新はこだてへの取材が決定した。JA 新はこだては、北海道南西部の渡島半島一円、2 市 12 町を区域にする広域 JA であり、営農指導や組合員が育てた農産物を集荷して販売するといった事業を行っている [5]。我々は、プロジェクトの活動内容や質問をまとめた資料を作成し、6 月 23 日に JA 新はこだての営農部販売推進課に訪問した。図 2.1 と図 2.2 は訪問の時の様子である。



図 2.1 取材の様子



図 2.2 工場外の見学の様子



図 2.3 廃棄野菜の様子



図 2.4 工場内の見学の様子

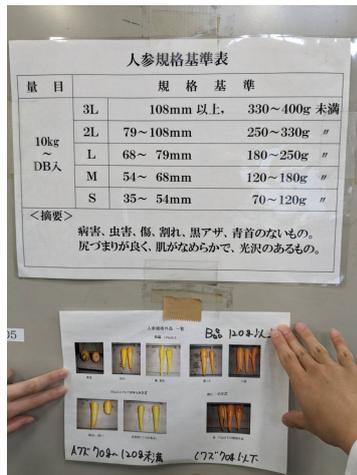


図 2.5 人参の規格基準表

取材の内容として、函館の農産物の生産から流通までの工程や、廃棄される農産物を減らす取り組みについてなどの質問を行った。質問した内容とその回答の一部は下記の通りである。

**質問 1** 野菜はどのように廃棄しているか。

**回答 1** コンテナに集めて農家に返却し、畑に撒いて処理している。

**質問 2** 廃棄される野菜にはどのようなものがあるか。

**回答 2** 大根の葉の部分と根に近い部分、キャベツや白菜の水分が抜けた外葉部分、虫に食われている物などが廃棄されている。

**質問 3** 廃棄される野菜の量は年間どの程度か。

**回答 3** 取り扱っている野菜の中で最も多く廃棄されているキャベツや白菜では年間約 600 トン廃棄している。

**質問 4** 廃棄される野菜を減らす取り組みはどのように行っているか。

**回答 4** 例として、人参で規格外の物はジュースや馬のえさにする他、馬鈴薯で規格外の物は腐っていなければでんぷんに加工するなど、まだ食べられるものは加工することで廃棄する農産物の量を減らしている。

**質問 5** 野菜を育てて出荷する過程で苦勞、不便だと感じることは何か。

**回答 5** 野菜を求めている企業や店を発見することに苦労している。

JA 新はこだてへの訪問を通して、人参をジュースに、馬鈴薯をでんぷんに加工するなど、規格外ではあるが食べることができる野菜については加工をして積極的に運用していることが分かった。一方で、廃棄される野菜は傷んでいる物や虫食いにあった物といった食用に向かないものであることが分かった。次に、JA 新はこだてが認識していた課題として、野菜を求めている企業や店を発見することに苦労していたことが挙げられた。JA 新はこだてが抱える課題を解決できるようなシステム案として、我々は野菜の需要と供給のマッチングアプリを検討した。考えた機能として、野菜の状態、量、実際の写真、運送の方法、ロットなどを入力して表示できるようにすることで、JA 新はこだてと野菜を求めている側の両者に齟齬が生じないように出荷するというものであった。しかし、システムの内容にアップサイクルの要素が含まれていない点、プロジェクトの期間、人員や予算の規模といった側面から、本プロジェクトで取り組む内容として適さないと判断し、別の視点からもう一度解決案を考えるということになった。前述した活動を経て、中間発表ではプロジェクトの目的や JA 新はこだてへの訪問で得た知識などを発表して前期での活動を終えた。

(※文責: 岡中大知)

## 2.2.2 後期

### 前期の振り返り

後期の最初の活動として、前期の活動を振り返りを行った。前期のアイデアとして、廃棄される食材のレシピ提案 AI の開発を考えていた。しかし、食材を扱う企業や組合でも、廃棄食材を減らす取り組みをしており、廃棄される食材は傷みや虫食いなど食用に適さないものであり、前期の時点で考えていた食べられるが廃棄してしまう食材は確認できなかったため、レシピ提案 AI が食材のアップサイクルをサポートするのは難しいという結論となった。

(※文責: 岡中大知)

### 目的の設定とその経緯

前期の振り返りを経て、我々はアップサイクルの社会的価値や廃棄食材の現状について再度調査をした。その中で、アップサイクルにおける現状の問題点として、社会的な認知度が低いことが挙げられた。環境省（2020）が行ったアップサイクルの認知度調査の結果を図 2.3 として下に載せる。これによると、アップサイクルについて知っているという回答した割合が全体で 27.2 % という結果となった [6]。



図 2.6 アップサイクルの認知度調査（環境省より引用） [6]

## Computational Upcycling

前述の結果を踏まえ、グループメンバーで話し合った結果、食材のアップサイクルについて考える機会を設けたいという考えになった。その手段として、食材のアップサイクルに関するゲームやウェブサイトを作成することが候補として挙げられた。これらはアップサイクルの広報としての役割を持つが、それぞれの特性を比較した際に、ゲームはアイデア発案を促進するシステムをゲーム内に組み込むことで、アップサイクルをテーマとしたシリアスゲームにできる点が優れていると考え、ゲームを制作するという方針となった。次に、具体的なゲームのジャンルとして、ボードゲームとアプリゲームの2つが候補として挙げられた。ボードゲームの利点として、ゲームで使うカードの素材として、フードペーパーを導入できる点があげられた。フードペーパーとは、廃棄される野菜や果物を使用した和紙である [7]。フードペーパーを用いて制作したゲーム用のカードを図 2.4 として下に載せる。



図 2.7 フードペーパーを用いて作成したゲーム用のカード

フードペーパーをゲームに導入することで、食材を用いたアップサイクルを体験できるという狙いがある。一方で、アプリゲームの利点として、ゲーム内の情報更新や、記録の保存ができるという点がある。それぞれの利点を検討した結果、ボードゲームのシステムにアプリを組み込むことで、両方の利点を活用することになった。以上のような経緯から、本グループの目的は、食材のアップサイクルをテーマとしたボードゲームの制作となった。

(※文責: 岡中大知)

## 第 3 章 課題解決のプロセスの概要

### 3.1 概要

1. アップサイクルの考案
  - アップサイクルについて調査。インターネットや文献を用いた。
  - アップサイクルの対象として、食材に決定。
  - AIを用いた食材のアップサイクルを行うという方針に決定した。
2. 食材のアップサイクルと AI の調査
  - 函館市内で廃棄されている食材について、インターネットと実際のインタビューによって調査。
  - AIを用いて廃棄食材の問題についてアプローチしている参考事例の調査。
3. ボードゲームの企画
  - ボードゲームについて書籍やインターネットで調査。
  - アップサイクルという概念に触れる機会の提供を目的とする。
  - 柔軟な発想を促進し、アップサイクルのアイデアを生み出す。
4. ボードゲーム設定
  - タイトルは「きゃべつの服屋さん」とする。
  - コンセプトは「食材を生まれ変わらせる協力ゲーム」とする。
  - 対象年齢は 8 歳以上とする。
  - ターゲット層は親子とする。
  - 対象人数は 2~8 人とする。
  - 所要時間は 1 プレイあたり人数\*10 分とする。
  - アップサイクルについての教育を兼ね備えた協力型のゲームとし、プレイヤー同士のコミュニケーションを促す。
5. ボードゲームに用いるカード
  - 「納品先カード」8 種類。「洋服」「アクセサリ」「花」「家具」「文房具」「楽器」「乗り物」「おもちゃ」がある。
  - 「図形カード」11 種類。「長方形」「正方形」「正円」「半円」「ドーナツ」「三角」「零」「長丸」などという抽象的な図形がある。
6. ボードゲームに用いるアプリケーション
  - スマートフォンを用いることでゲーム性を拡張することを目的とする。
  - figma を用いて UI デザインを行った。
  - UI デザインについて勉強した。
  - タイマーの実装。
  - アイデアを記録する機能の実装。
  - AI 生成画像の利用。
7. ゲームの調整
  - ゲーム体験を高める要素の調整を行った。

- ポイントを集めるというゲームの目標を設定した。
- 円滑にコミュニケーションを取れるように、プレイヤー間の発言の制限を削減した。

#### 8. 最終成果報告

- 2023年12月7日にプロジェクト学習の最終発表会が行われた。発表ではデモプレイを行い、ゲームで使用するカードやスマートフォンアプリを提示しながら発表を行った。

(※文責: 松本愛結)

## 3.2 企画の内容

本プロジェクトでは、食材のアップサイクルと AI を組み合わせたボードゲームの制作を行う。アップサイクルという言葉と意味の知名度は低い。そのため、アップサイクルについて知る機会を提供することのできるプロダクトを制作することを決定した。食材をアップサイクルするために発想をする機会を提供することで、柔軟な発想を促進し、今後活かすことのできるアイデアを生み出すことが目的である。なお、ゲーム画面の作成には figma、カード作成には Adobe Illustrator を用いるものとする。

(※文責: 松本愛結)

## 3.3 ボードゲームに使用するスマートフォンアプリについて

### 1. タイトル画面

タイトル画面 (図 3.1) では、スマートフォンアプリの機能を一目で確認することができる。「アイデア」「きろく」「ゲーム」という3つの項目を選択することができる。

### 2. タイマー画面・スタート時

タイトル画面 (図 3.1) の右下にあるゲームを選択すると、タイマー画面が表示される。上部のバーはアイデアを出した際の得点を表しており、時間経過とともに得点は減少する。画面中央には所持しているポイントが表示されている。この画面では「ストップ」「イメージ」という2つの項目を選択することができる。

### 3. タイマー画面・ストップ時

タイマー画面・スタート時 (図 3.2) のストップボタンを選択すると、ストップ画面 (図 3.3) に遷移する。画面上部のバーがストップする。ここで手に入れた得点を確認することができる。画面中央には手に入れたポイントを合算したポイントが表示されている。「クリア」ボタンを選択するとゲームを終了する。

### 4. AI による画像生成画面・入力時

タイマー画面・スタート時 (図 3.2) のイメージボタンを選択すると、AI による画像生成画面 (図 3.4) に遷移する。お題となった「おみせ」「たべもの」を記入し、アイデアのタイトルを「なまえ」に記入することができる。

### 5. AI による画像生成画面・結果

AI による画像生成画面 (図 3.4) の生成ボタンを選択すると、AI による画像生成の結果の画面 (図 3.5) に遷移する。ここには「タイマー」「ほぞん」の2つの項目がある。「タイマー」を選択するとタイマー画面 (図 3.2) に遷移する。「ほぞん」を選択すると、お題となった「お

## Computational Upcycling

みせ」「たべもの」「名前」と AI による生成画像が保存される。保存された情報はアイデア閲覧画面 (図 3.7) で確認することができる。

### 6. 記録画面

タイトル画面 (図 3.1) の中央下にある記録ボタンを選択すると、記録画面 (図 3.6) に遷移する。

### 7. アイデア閲覧画面

タイトル画面 (図 3.1) の左下にある記録ボタンを選択すると、アイデア閲覧画面 (図 3.7) に遷移する。記録画面で記録した情報を閲覧することができる。

(※文責: 松本愛結)



図 3.1 タイトル画面



図 3.2 ゲーム画面・タイマー



図 3.3 ゲーム画面・タイマー ストップ時



図 3.4 AI による画像生成



図 3.5 AI による画像生成の結果



図 3.6 記録画面



図 3.7 アイデア閲覧画面

## 第 4 章 課題解決のプロセスの詳細

### 4.1 各メンバーの課題と概要とプロジェクト内における位置づけ

岡中大知の担当課題は以下のとおりである。

- 5月 プロジェクト学習のテーマ決定。
- 6月 アップサイクル・食材・AI についての情報収集、JA 新はこだてへのインタビュー。
- 7月 食材・AI についての情報収集、中間発表で使用するスライド制作および原稿作成。
- 8-9月 前期の活動をもとに、課題の再設定。
- 10-11月 figma を用いたスマートフォンアプリのプロトタイプ作成。また、ゲームルールの調整。
- 12月 最終発表の原稿作成。

太田健の担当課題は以下のとおりである。

- 5月 プロジェクト学習のテーマ決定。
- 6月 アップサイクル・食材・AI についての情報収集、JA 新はこだてへのインタビュー。
- 7月 食材・AI についての情報収集、中間発表で使用するポスター制作。
- 8-9月 前期の活動をもとに、課題の再設定。
- 10-12月 figma を用いたスマートフォンアプリのプロトタイプ作成。また、ゲームルールの調整。

松本愛結の担当課題は以下のとおりである。

- 5月 プロジェクト学習のテーマ決定。
- 6月 アップサイクル・食材・AI についての情報収集、JA 新はこだてへのインタビュー。
- 7月 食材・AI についての情報収集、中間発表で使用するポスター制作。
- 8-9月 前期の活動をもとに、課題の再設定。
- 10-11月 ボードゲームの企画、カードデザインや UI デザイン制作。
- 12月 最終発表のポスター作成。

(※文責: 松本愛結)

### 4.2 前期担当課題解決過程の詳細

#### 4.2.1 岡中大知

- 5月 食材のアップサイクルと AI についてインターネットで調べ、テーマ決定のための話し合いを行った。結果として、食べられるのに捨てられてしまう食材の活用をテーマに、食材をもとにレシピを提案する AI の制作をすることを決定した。
- 6月 函館市内の飲食に関係する企業について調べ、JA 新はこだてとのミーティングを行った。廃棄野菜の現状について学び、今後の活動の指針とすることを決定した。

7月 PowerPoint を用いて中間発表で使用するスライドの制作や原稿の作成を行った。

(※文責: 松本愛結)

#### 4.2.2 太田健

5月 食材のアップサイクルと AI についてインターネットで調べ、テーマ決定のための話し合いを行った。結果として、「食べられるが捨てられてしまう食材」の活用をテーマに、食材をもとにレシピを提案する AI の制作をすることを決定した。

6月 函館市内の飲食に関する企業について調べ、JA 新はこだてとのミーティングを行った。廃棄野菜の現状について学び、今後の活動の指針とすることを決定した。

7月 PowerPoint を用いて中間発表で使用するスライドの制作を行った。

(※文責: 松本愛結)

#### 4.2.3 松本愛結

5月 食材のアップサイクルと AI についてインターネットで調べ、テーマ決定のための話し合いを行った。結果として、食べられるのに捨てられてしまう食材の活用をテーマに、食材をもとにレシピを提案する AI の制作をすることを決定した。

6月 函館市内の飲食に関する企業について調べ、JA 新はこだてとのミーティングを行った。廃棄野菜の現状について学び、今後の活動の指針とすることを決定した。

7月 Adobe Illustrator を用いて、中間発表で使用するポスターの制作を行った。

(※文責: 松本愛結)

### 4.3 後期担当課題解決過程の詳細

#### 4.3.1 岡中大知

9月 前期の活動の振り返りを行った。課題の再設定を行い、今後の方針を定めた。

10月 ボードゲームについての調査を行い、各々がアップサイクルをテーマとしたゲームルールを立案した。

11月 テストプレイのフィードバックをもとに、ゲームルールの調整を行った。また、Figma による UI デザインを行った。

12月 最終発表のスライド制作や原稿の作成を行った。

(※文責: 松本愛結)

#### 4.3.2 太田健

9月 前期の活動の振り返りを行った。課題の再設定を行い、今後の方針を定めた。

10月 ボードゲームについての調査を行い、各々がアップサイクルをテーマとしたゲームルールを立案した。

## Computational Upcycling

11月 テストプレイのフィードバックをもとに、ゲームルールの調整を行った。テストプレイのためにアプリケーションのプロトタイプを作成した。アプリに必要な機能を選別し、実装した。

12月 Figma を用いたスマートフォンアプリの UI デザインを改善した。

(※文責: 松本愛結)

### 4.3.3 松本愛結

9月 前期の活動の振り返りを行った。課題の再設定を行い、今後の方針を定めた。

10月 ボードゲームについての調査を行い、各々が食材のアップサイクルをテーマとしたゲームルールを立案した。また、ゲームに用いるカードのプロトタイプを制作した。

11月 ゲームルールの調整を行ったほか、Adobe Illustrator を用いたカードデザインや、figma を用いたスマートフォンアプリの UI デザインを行った。

12月 Figma を用いたスマートフォンアプリの UI デザインを改善した。また、最終発表のポスター制作を行った。

(※文責: 松本愛結)

## 4.4 担当課題と他の課題の連携内容

### 4.4.1 太田健、岡中大知

2人はゲームルールの調整を行い、スマートフォンアプリの機能を追加する。これは後に松本がfigmaを用いたスマートフォンアプリのUIデザインを行っていく。

### 4.4.2 松本愛結

figmaを用いたスマートフォンアプリのUIデザインを提案し、これをもとに太田・岡中が機能面のプログラミングを行っていく。

(※文責: 松本愛結)

## 第5章 結果

### 5.1 プロジェクトの成果

食材班は「食材のアップサイクリングの発案を促進するゲームの制作」を目標として活動した。その成果として、「キャベツのふくやさん」というカードゲームを制作した。

このゲームは、端的に述べると食材班の目標の通り食材のアップサイクリング方法を考案し、そのアイデアを使って遊ぶというゲームである。このゲームでは2種類のカードとスマートフォンのアプリを使用して遊ぶ。その2種類とは、一つの図形が描かれた「図形カード」と、職業や場所などが書かれた「納品先カード」である。また、このゲームは4人プレイが推奨人数であり、特定の一人が「リーダー」という役職、その他が「メンバー」という役職につきターンを回す。順番にリーダーとしての役目を行い全員が2度ずつリーダーを務めると終了となる。以下にこのゲームの一連の流れを紹介する。

1. リーダーはスマートフォンの専用アプリのタイマーをスタートさせる。その後図形カードを一枚引く。メンバーはその図形から連想される食材を複数挙げる。  
(例：図形が○ならばりんごや目玉焼きなど)
2. リーダーは挙げられた食材の中から一つ食材を選びメンバーに伝える。
3. リーダーは納品先カードを一枚引き開示する。メンバーはその納品先カードから連想されるモノを挙げる。  
(例：“ようふく”と書いてあれば服屋さんなので T シャツやズボン、あるいはハンガーや服を入れる袋なども候補に含まれる。)
4. リーダーは候補として挙げられたもの、あるいは挙げられていなくても自身で思いついたモノから一つ選ぶ。先ほど選んだ食材と組み合わせてアップサイクル案を考案する。これはメンバーには隠しておく。  
(例：“キャベツ”と“ようふく”からキャベツでできた服というアップサイクル案を考案する。)
5. リーダーはアプリの画像生成チャット内に選んだ食材とモノ、アップサイクル案を記入してそのアイデアの画像を生成する。複数枚生成されるのでその中から1枚選んでメンバーに見せる。
6. メンバーはリーダーが食材を使ってどんなアイデアを考案したのかを制限時間以内に当てる。メンバーが当てることが出来たらタイマーを止める。このゲームではターンの最初に評判ポイントというものが10000だけあり、タイマースタートとともに減少していく。タイマーストップの段階で残った分のポイントが得られるポイントになるという仕組みである。
7. ここまでが一連の流れであり、これを参加者の人数×2回分行う。最後に得られたポイントを総合し、一定のポイントを越えることが出来たらゲームのクリアとなる。

(※文責: 太田健)

## 5.2 解決手順と評価

成果物が目標を達成しているかどうか、同じプロジェクトの他のグループのメンバーにこのカードゲームを遊んでもらい評価を行った。メンバーは2人でそれぞれP1、P2とする。評価にかかった時間はルール説明も含めて30分ほどだった。メンバーからもらった意見をまとめると、

- P1のコメント：「食材のアップサイクルのアイデアが出にくい。」
- P2のコメント：「最後の面白さがあいまいになっている。」

という事だった。このコメントをもとに食材班の中で幾度かこのゲームのプロトタイプと修正を行い、改善を図った。

- P1のコメントに対する改善点：1つ目に図形カードを使用することで、直接食材の名前が書かれたカードを使用するよりも、より幅広くアイデアを出すことが出来るようにした。また、ここには文字を使用していないので外国の方でも遊べるようになっている。2つ目に食材のみをつかってアップサイクル案を考えるのではなく、納品先カードを用いることであえて想像の幅を狭めることによりすぐにアイデアがまとまるようにした。
- P2のコメントに対する改善点：以前考案していたゲームでは取り入れていなかった時間制限を取り入れゲームの時間が間延びしないようにした。現行のルールでは早く解答すればするだけポイントを多くもらえるのでゲームのテンポが上がるのが期待できる。また、このポイント制を取り入れることで規程ポイントまであとのくらい必要か、最後の集計のときにポイントが足りるのか、などを考えながらプレイしてもらうことで緊張感をもたらし、より面白さを演出している。

また、独自にこだわった点としてこのゲームで使用されるカードに「フードペーパー」という実際に廃棄される食材から生成された紙を使用している。実際にあるアップサイクル例をこのゲームに使用することでより身近にアップサイクルというものを感じてもらいたい意図があり、手触りや見た目も普通の紙とは違うのでよりゲームの面白さを高めている。

これらの工夫点をもって、この成果物は当初の目標を達成できたと考える。しかしゲームを1からつくるといことは難しく、まだ問題点は積載している。今後の課題としては、

- アプリの完成と改善
- ルールの抜け穴をつぶす
- 考え出されたアイデアの実現

などが挙げられる。一つ目のアプリの完成と改善に関して、現在ゲームに使用しているスマホアプリはまだ開発途中であり最低限の機能が備わっていない。そのため完成をして実際に遊べるようにする必要がある。また、完成したのち、ゲームを考えている間に出たアイデアがいくつかあるのでそれらも実装したいと考えている。特にこのゲームを遊んで考えついたアイデアを保存するという機能は必須である。2つ目のルールの抜け穴をつぶすということに関しては、現行のルールだとポイントが欲しいあまりアイデアを考える時に共謀してスピード重視で進められてしまうと簡単にクリアできてしまうという問題がある。しかしそれはこのゲームの本意に沿ったものではないのでこの課題を解決する必要がある。3つ目のアイデアの実現に関しては、このゲームはひとまず実現可能性は考えずおもいつくままに発想を広げるといシステムである。しかしその中でも実際に廃棄

されてしまう食材に適応できるアイデアがあればそれを実現してみたいと考えている。これができればこのゲームの存在価値が認められるであろう。これらの課題を今後の課題とし、次代の人に引き継いでいきたいと考える。

(※文責: 太田健)

### 5.3 成果完成までの過程

食材班では、「キャベツのふくやさん」ができるまでにいくつかの過程を踏んできた。過程は、前期までのレシピ提案 AI →マッチングアプリ→カードゲーム→カードゲーム改良版といった形で進んでいった。前期の活動では、食材のアップサイクルをするという目標とコンピューテーショナルの要素から廃棄される食材を入力してそれを活用した料理などを提案してくれる専用のレシピ提案 AI を作成しようとしていた。しかしこの AI の作成には問題点があった。それはメンバーの全員が AI に関する知識を持ち合わせていなかったことである。AI の作り方を勉強し作成することはコストが高く、またこの成果物が本当によいものかどうか詳しく検討できていなかったため保留という形となり別の案も考えることとなった。

次に食材班では、廃棄予定のまだ食べられる野菜を必要としている人とつなげるマッチングアプリの作成を考えた。これは JA 新はこだてとミーティングをした際に聞いた、あったらよいかもしれないというアイデアであった。しかし、こちらも実運用までにはかなり時間がかかることが想定された。まずアプリを作り廃棄野菜が出る場所に赴き実際に登録してもらえるように頼む必要がある。さらに廃棄野菜を必要としている場所を調べコンタクトを取らなければいけない。成果が出るまでに時間がかかり、このプロジェクトの成果物としてあまり適切ではないという判断から見送られた。しかし、いろいろな人に使ってもらえるアプリを作りたいという方向性は決まった。

後期に入り、一度考えを原点に戻して考え直そうという話になった。たくさんの人に使ってもらえるアプリで、食のアップサイクルを実現するようなものを作りたいと考えた結果、ゲームにして遊んでもらうのが良いのではないかという話になった。また、前期にキャベツや白菜の葉をどのように加工すればよいアップサイクルになるか考えたが良いアイデアを思いつけなかったという点から、まずは実現可能性を加味せず食材のアップサイクルを考えるゲームにすればよいアイデアも浮かぶかもしれないと考えた。カードゲームにした理由は2つある。一つは身近にアップサイクルを感じてほしいためその実例として廃棄野菜から作られたフードペーパーというものを使用したいと思ったからである。もう一つは教育系のゲームにしたかったため、スマホのゲームなどよりも実際に手に取って触って遊べるものが良いと考えたからである。また、協力ゲームにした理由は、家族などで楽しんで遊んでもらいたいのが対戦や競争のゲームでは悲しい思いをする人が出てしまうという想定がなされたからである。

協力型カードゲームにするという方向性が決まったのち、同じジャンルの既存のカードゲームを調べどのような点が面白さを生み出しているのか分析した。いくつかの要素を取り入れながらオリジナルのカードゲームを制作していった。別のグループの人たちに協力してもらってフィードバックをもらい改善を重ねた。そして先生方にもアドバイスをもらい最終形に至った。

(※文責: 太田健)

## 第6章 まとめ

### 6.1 プロジェクトの成果

コンピューテーショナルアップサイクリングの食材班としての成果は、第5章で述べた通り食材のアップサイクリングの発案を促進するゲーム「キャベツのふくやさん」となった。これはスマホとカードを使用して遊ぶカードゲームであり推奨人数は4人である。2種類のカードをひいてその2種類の組み合わせから自由に食材のアップサイクル案を考えるというゲームである。ゲームには時間制限とポイント制を取り入れており、時間内にアイデアを考案しないとポイントがもらえないという緊張感から面白さを演出している。

このゲームの特筆すべき点として生成 AI をゲームの仕組みの中にとりこんでいる。このゲームでは毎ターン実在しないものについて考案するので目に見える形にできた方がよりゲームを楽しむことが出来ると考えこのシステムを組み込んだ。また、推奨4人の協力ゲームなので家族や友達と喧嘩することなくゲームを楽しむことが出来ると考えた。家族や友達と楽しく遊びながら日々の食べ物が無駄をなくす意識や食材の活用といった点を自然に意識してもらえんことを想定している。生成 AI をゲーム制作のためにつかう例は多くあるが、ゲームシステムの中にくみこまれたケースはあまり多くなかった。この点からも多くの人に楽しんでもらえるという事が期待される。

(※文責: 太田健)

### 6.2 プロジェクトにおける各人の役割

食材班では以下の通りに活動をした。前期ではメンバー全員が話し合っていたり同じ活動をしてきたが、後期は成果物の制作にむけて個人で動くことも多くなった。

- 岡中

9月 前期の活動の振り返りを行った。前期の反省を活かしメンバーそれぞれがプロジェクト活動をする上での重要だと考えていることを改めて再確認をした。食材のアップサイクルをするためにどんなことが出来るかを話し合った。JA 新函館とのミーティングで大量のキャベツと白菜の葉が廃棄されることが分かったので、それを活用する方法を考えた。

10月 食材のアップサイクルは複数の観点から難しいことが分かったので、アップサイクルのアイデア発案を促進するボードゲームを作るということに決定した。ボードゲームを作るうえで、人気のボードゲームについての調査をし、アップサイクルをテーマとしたゲームルールの企画を相談した。

11月 ゲームルールの試行と改善、Figma によるアプリ遷移画面の作成を行った。高校生に向けてのプロジェクト説明で発表を行った。

12月 最終発表のスライド制作を行った。ポスター原稿を作成し、最終発表を行った。

- 太田

9月 グループとして何を作るか模索した。AIによるレシピ作成アプリを考えていたが色々問題があったので問題を分析し新たな答えを探した。キャベツや白菜の葉を活用する方法を考えるために葉っぱの特性などを調べた。個人的な意見からゲームを提案した。

10月 カードゲームについて調べてどんなルールが面白いのかを考えた。さらに実際にいくつかのゲーム案を考えた。ゲームに使用するアイテムはどんなものにするのか検討した。Figmaでゲームアプリ画面を作成した。ゲームをあそんでもらってフィードバックをもらった。ゲームルールの改善を進めた。

11月 ゲームルールの収束を図った。Figmaでゲームに使用するアプリを制作し、プログラミングでタイマーアプリを製作した。先生にデモを見せてフィードバックをいただいた。

12月 ゲームルールの詳細を詰めた。FigmaのアプリのUIなどを改善した。生成AIを取り入れるという発想を得てゲームルールを変更した。それと同時にポイント制を取り入れるという提案をした。生成AIを使用したゲームの前例探しとアプリに必要な機能の選別を行った。

- 松本

9月 前期の活動を振り返った。絵を描きながらどのような解決手法がよいか模索した。

10月 カードゲームのルールについて調べた。いくつかの案を考え成果物の完成に貢献した。Figmaにおけるデザイン部分を担当した。キャラクターなども描いた。

11月 ゲームルールの調整に携わった。実際にゲーム中に使用されるカードのデザインを担当した。ゲームの中の名称を設定した。ゲームの世界観を構築した。

12月 最終発表会のポスター制作を行った。最終発表会で発表を行った。

(※文責: 太田健)

### 6.3 今後の課題

現状ゲームは遊べるようにはなっているが完成には遠い位置にいる。ここでは現在残っている課題とさらにやってみたいことを述べる。今後の課題として1番に挙げられるのはアプリの完成である。このゲームを成果として制作すると決定したのが遅めでありアプリの開発にまでかけられる時間がなく、今回はFigmaでのモックアップのみとなってしまった。しかし本来はアプリでゲーム中に発想したアイデアを保存しておくという想定でありそれはFigmaでは不可能であったためアプリの完成がやはり必要であると考えている。また、今回は生成AIをアプリに組み込むという技術的に難しい部分も時間的に避けており実際に画像を生成するための時間などはゲームのシステムでは考慮していなかったためやはり実際に作成してゲームシステムが成功するかどうかの検証が必要だと感じた。

2番目に挙げられる課題としては、ゲームシステムの改良である。必要最小限のアイテムを制作しゲームを他の人にとってためにももらったが、いくつかの問題点が指摘された。1つはタイマーを用いた時間制限とアイデアをだしてポイントをゲットするという仕組みの相性の悪さである。真剣に考えてアイデアを出せばそれなりに時間がかかるしそれを想定して時間制限を設定しているが真剣に考えずとにかくスピード重視でゲームを進行すると適当にプレイしたのにポイントが多くもらえるという事態になってしまう。これは食材班で考えたこのゲームの趣旨に反しているのだからどうか解

決しなければいけない課題となった。

食材班ではその他にも制作期間には時間がなく実装できなかったがこのゲームの価値を高める機能をいくつか考案していた。現状自らが考え出したアイデアはゲーム終了後にアプリ内で記入し保存することになっている。しかし、これを毎回するのは非常に面倒である。そこでプレイヤーがアイデアを声にだすことで音声認識で簡単にアイデアを保存するという案があった。音声認識に関しては技術的に厳しい部分が多く後回しにされたがこの案はコンピューショナルアップサイクリングの考えにも近く、今後の課題として残された。ARによりカードをスマホのカメラで見ると様々な情報が表示されるという機能も考案された。ゲームの途中で様々な食材を挙げるというフェーズがあるが、この時点で世界の食料事情や日本のどんな食料が多く廃棄されているなど最新の情報がわかるとより面白くなると思っていた。しかしカードは紙で作られたものであり情報を更新することはできない。そこでカードはARのマーカーとして使用しスマホ内で情報を取得して最新情報を表示するという形にすればこの機能を実装できると考えた。実際にはほかに優先される機能実装がありアプリに組み込まれなかったが時間があれば試してみたいと考える。生成AIの段階であがったアイデアとして別のゲーム性にはなってしまうが、食材とお店やさんの情報を入力して生成された画像からそれがなにのアップサイクリングなのか当てるというものもあった。これは非常に面白いアイデアでありAIの可能性を試したいと感じた。AIの技術が広く活用され始めた年だからこそチャレンジできるアイデアでありぜひ作成したいと考えている。

最後に、今後やってみたいこととして、このゲームで考え出されたアイデアの実現というものがある。このゲームの目的は「食材のアップサイクルの発案を促進する」ことであり、実際にこのゲームをプレイすれば多くのアップサイクル案が考案される。ハードルを下げるためにそのアイデアの実現可能性については考えないこととなっているが、多くのアイデアのうちの数%には、実際に実現することが可能なアイデアが生まれるかもしれない。そのアイデアを基に企業などとコラボレーションし実際にアップサイクルをすることができれば、このゲームの存在価値が高まることになる。世の中の食料問題や廃棄問題の一助になることが期待される。

(※文責: 太田健)

## 付録 A その他製作物

中間発表と最終発表ではポスターを使って発表を行った。その際使用したポスターを以下に掲載する。

## 野菜のアップサイクリング Vegetable upcycling

### 目標 Goal

もったいない食材を使って新しい食品を生み出し、  
現在捨てられ続けている食材の活用先を提案する  
Our goal is to create new food products using vegetables  
that are thrown away even though they are edible,  
and to suggest new usage of foods that are currently being thrown away



活用例  
Example of utilization



えごま油 × かりんとう  
Karrito using sesame oil



えごま油 × せんべい  
Rice crackers using sesame oil



コーヒー × あられ  
Rice crackers using coffee grounds

### 背景 Background



### 提案 Suggestion

捨てる食材の情報を入力することで、  
スイーツのレシピを提案する AI  
AI that suggests recipes for sweets by  
inputting information on ingredients that are thrown away



- 野菜の状態（鮮度、部位、きず等）  
を細かく指定  
Specify the condition of vegetables  
(freshness, parts, defects, etc.) in detail
- AIによる斬新な提案  
Innovative suggestions by AI
- 企業と農家をマッチング  
Matching companies and farmers

図 A.1 中間発表のメインポスター

## 野菜のアップサイクリング

### これまでの活動



▲ミーティングの様子

#### JA 函館亀田市 ミーティング

捨てられてしまう野菜の現状について議論  
を行なった  
実際に訪問したことで、現場で行なわれて  
いる活用例や、野菜が廃棄されてしまう  
現状を聞くことができた



▲農家に返却される大根

#### だいこん

葉と末端は農家に返却される。  
農家によっては乾燥させ土に還すが、  
肥料としての効力はない

#### にんじん

規格外の場合、ジュースとして加工される。  
ジュースにもできないほど小さなにんじんは  
廃棄される



▲後にジュースの材料となる人参

#### きゃべつ

訪問時は選果を行っていなかったが、  
時期が来ると廃棄量は年間 600 トンに  
のぼる



ウニの養殖で用いるためのキャベツを提供  
しており、活用例のひとつである  
しかし、年間で廃棄される量を全て  
まかなえているわけではない

#### その他課題

##### 廃棄のための費用

きゃべつだけでも廃棄に 200 万円を要する

##### 大量の野菜、質の差のある野菜

大規模な量が捨てられてしまう。食べようとするば  
食べられる野菜もあれば、腐ってしまった野菜も  
ある。細かく指定できるようなサービスを望んで  
いるという声を聞くことができた

##### 輸送手段

輸送トラックの運転手の減少しており、輸送手段の  
確保が必要である

図 A.2 中間発表のサブポスター

コンピューテーショナルアップサイクリング

食材班

## 協力型ボードゲーム「きゃべつのふくやさん」

メンバー：岡中大知 太田健 松本愛結



### ゲーム概要



協力ゲーム  
共通の目標を達成するために互いに助け合うことで、社会性や結束力を高める互いに想像力を刺激する



フードペーパーの使用  
廃棄野菜が存在していること、廃棄野菜を活用する試みがあることの周知

### ゲームルール



リーダー  
(アイデア創造 / 画像生成)



メンバー  
(アイデア出し / 画像をもとに回答)



図形カード



納品先カード

- 1 アプリ内のタイマーをスタート
- 2 図形カードを1枚引き、メンバーはその図形から連想される食材を挙げる
- 3 リーダーは挙げられた食材の中から1つ選んで、解答者に伝える
- 4 リーダーは納品先カードを1枚引く  
メンバーはその納品先から連想されるモノを挙げる
- 5 リーダーは挙げられたモノの中から、あるいは自ら思いついたモノを1つだけ決める
- 6 リーダーはアプリ内の画像生成チャット内に、選んだ食材とモノの名前を入力する
- 7 画像が生成されたら、その中から画像を1枚選びメンバーに見せる
- 8 メンバーはリーダーが食材を使って何を作ったかを制限時間内に当てる

メンバーが当てたら、その時点でタイマーを止める

タイマーを止めたときに表示されている評判ポイントをゲット

リーダーを変えて1に戻る

### アプリの機能



アイデアの投稿・閲覧



ポイントの計測・計算



タイマー



画像生成

### 活動内容



生成系 AI の活用



JA 新はこだてにインタビュー  
工場の見学  
廃棄されている野菜の調査



スマホアプリを用いたボードゲーム制作  
ゲームデザイン  
アプリ開発

図 A.3 最終発表のポスター

## 付録 B 成果物の URL

以下に Figma で成果物として作成したゲーム用アプリのプロジェクト URL を掲載する。

[https://www.figma.com/file/cDdaQTh58SCrFWpmCcilkL/UPcyclingAgroup?  
type=design&mode=design&t=t38XIRSoT3AVlKVx-0](https://www.figma.com/file/cDdaQTh58SCrFWpmCcilkL/UPcyclingAgroup?type=design&mode=design&t=t38XIRSoT3AVlKVx-0)

## 参考文献

- [1] 講談社. "アップサイクルとは？ リサイクルやリメイクとは違う、SDGs への新たなアプローチ | SDGs にまつわる重要キーワード解説". 講談社. 2022-06-08. <https://sdgs.kodansha.co.jp/news/knowledge/40580/>, (参照 2024-01-14)
- [2] 環境省. "第 2 節 静脈産業で世界の循環型社会の構築を". 環境省. 2011. <https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h23/html/hj11010402.html>, (参照 2024-01-14)
- [3] Upcycle by Oisix. "Upcycle by Oisix — フードロスに、新たな価値を". Upcycle by Oisix. <https://upcyclebyoisix.jp/>, (参照 2024-01-14)
- [4] 株式会社 mizuiro. "おやさいクレヨン". 株式会社 mizuiro. <https://crayon.mizuiroinc.com/>, (参照 2024-01-14)
- [5] JA 新はこだて. "第 2 節 静脈産業で世界の循環型社会の構築を". JA 新はこだて. <https://www.ja-shinhakodate.jp/>, (参照 2024-01-14)
- [6] 環境省. "令和 2 年度 「令和 2 年度環境教育等促進法基本方針の実施状況調査(アンケート調査)」結果". 環境省. 2020. <chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.env.go.jp/content/900497869.pdf>, (参照 2024-01-14)
- [7] フードペーパー. "フードペーパー: Food Paper". フードペーパー. 2020-02-27. <https://foodpaper.jp/index.html>, (参照 2024-01-14)