

コンピューショナルアップサイクリング

Computational upcycling

丸山隆史 Takashi Maruyama

1. 背景

1.1 食材

アップサイクルという活動は世間一般にあまり浸透していない状況にある。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、社会問題である食品ロスを解決することが期待されており、事業の一環として食材のアップサイクル事業に取り組んでいる企業も存在している。例としては、以前まで未活用であったブロッコリーの茎などを菓子として提供している「Upcycle by Oisix」(1)や、mizuiro.inc から販売されている、廃棄される食材から作られた「おやさいくレヨン」(2)が挙げられる。

1.2 木材

近年、アップサイクルが重要だという考え方が広まってきた。アップサイクルとは、本来であれば捨てられるはずの廃棄物に、デザインやアイデアといった新たな「付加価値」を持たせることで、別の新しい製品にアップグレードして、生まれ変わらせることである。アップサイクルの事例の一つとして、ドイツの首都ベルリンにあるUpcycle Berlinという企業がある。ここでは、建設現場で余った木材を買い取り、木製家具を作っている。ドイツの人々は環境に対する意識が高く、エコなものを長く使いたいと思っている人が多い。そこで、Upcycle Berlinでは、ベルリンの古い木材を使用して、お客さんの個性に合わせたデザインの家具をオーダーメイドで作っている。そこで、アップサイクルの対象は工場の生産工程で出る端材を用いることにした。このプロセスによって、廃棄されてしまう木材に付加価値をつけて新たに利用できるようにする。フローリング材を生産している道内企業へ訪問を行い、どのような端材が出るのか、現状として企業は、端材を燃料としてのみ使われていること等確認した。問題点としては、新しい利用価値にしたいが方向性が決定しないということである。

1.3 年輪

現在、日本における木材の自給率は50%を下回り、低い時期では18%まで低下している。昭和30年頃には、木材の自給率は90%近くに達していた。日本で使用されている木材の多くは、外国産の木材が安価であるため、国内生産の比率が低いのが現状である。ただし、外国から木材を輸入する際には、その都度大量の二酸化炭素が排出されている。(4)

こうした背景から、日本国内では木材の地産地消を進める取り組みが見られる。国産木には輸入木にはない付加価値があると考え、木材の魅力や情報をできるだけ多くの人に伝えることが重要だと私たちは考えた。また、国内産の木材には、環境への負荷を減らすためにも積極的に価値を付与する必要がある。木材の魅力や情報を広く知ってもらうことで、消費者は国産木材を選択する意識が高まり、木材産業全体が発展する可能性がある。同時に、木材の伐採や運搬における二酸化炭素排出量などの情報を提供することで、環境に優しい製品の製作や購入が促進され、サステナビリティに配慮した社会への一歩が踏み出される。

1.4 衣服

プロジェクトの大枠の目標であるアップサイクリングについて調べていく中で、服の大量廃棄が社会的に大きな問題になっていることを知った。原因としては、服の流行と、その廃れが早いサイクルで回っていて、安価な服は買ってすぐに捨てられてしまうことや、売れ残ってしまうことが予測されている中で、大量生産して売れ残ってしまった服をアパレルブランドが廃棄していることなどが原因と考えられている。他にも衣服のリサイクルが他の素材と比べて進んでいない理由として、再生不可能な原材料を使って服を作っていることや、2種類以上の繊維を含む混紡素材によって服が作られることで、リサイクルを行っても元の品質に戻らないため、服から服へのリサイクルはほとんど行われていない。

現状として、この社会問題に対して行われている活動としては、廃棄された服の中から良い状態のものを見つけ出して、その服をアレンジして販売し直すものだが、活動としてはまだまだ小さく、根本的な問題解決になっていない。

2. 課題の設定と到達目標

2.1 食材

プロジェクト全体の目標は、コンピュータを活用して新たなアップサイクルを提案することである。Aグループは食材に着目した。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、後にアップサイクルのアイデアの考案が難しいことが課題として挙がった。そのため、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。

2.2 木材

プロジェクト全体の課題の設定としては、コンピューターを活用して新たなアップサイクルを行うことである。そこでBグループは木材に着目した。前期では主に流木を使ってアップサイクルを行うことを考えていた。しかし、流木単体の価値が高いので、別の木材を使用してアップサイクルを行うことにした。後期では、対象を工場の生産工程で出る端材を用いた。設定した課題は、端材の利用価値を増加させることである。到達目標は、生産工程で生じる端材を使って、吸音効果のあるパネルを制作することである。

2.3 年輪

木材の情報や魅力が十分に伝わっていない原因は、伝達方法が人を介して行われていることだと考えた。人を介すことで、情報が誤伝される可能性やデータが欠落するリスクも存在する。さらに、情報を得られる人の範囲も限られている。そこで、私たちは木材と原木の情報をマーカレスに結ぶシステムの開発を目指した。この目標の実現により、木材のトレーサビリティが向上し、木材の価値が保証されると考えている。これにより、価値の保全がアップサイクルを促進し、環境への負荷も低減に繋がる。また、木材の生産から消費までのプロセスが透明化され、消費者が持続可能性に配慮した購入の選択を行えるようになる。

2.4 衣服

我々は先述した服を買って、すぐに捨ててしまわれなかったためにはどうしたらいいかを考える中で、服の二次利用が少ないことに気がついた。そこでインターネットなどで調べたところ、服の二次利用はダウンサイクルになりがちであることに気がついた。その理由としては、服の形は特殊な形をしており、その状態の布を二次利用しても形の特殊さに二次利用先が制限されるため、ダウンサイクルになっていることがわかった。このことに気づき我々は、固定している糸を解けば一枚の布に戻る一枚布服の作成を課題とした。最終到達の目標として、一般人向けに一枚布服の制作の支援を行うのが到達目標となる

この一枚布服作成の支援を行うことで、プロジェクトの目標であるアップサイクリングを推奨するシステム作りができると考えている。直接的なアップサイクリングではなく、一枚布服を作る・着ることで、服としての価値が下がっても、解けば布になるため、この布でまた何かを作るきっかけになると考える。

3. 課題解決のプロセスとその結果

3.1 食材

課題と目標の達成のため、コンセプトを決定しボードゲームを開発した。様々なゲームを参考にして今までにないゲームを作成した。通年での活動記録を下の表にまとめた。

月	活動内容
5月	アップサイクルについての調査
6月	JA新はこだてとミーティング
7月	中間発表会
9月	コンセプト決定
10・11月	ボードゲーム開発
12月	成果発表会

3.2 木材

課題解決するためのプロセスとして、フローリング材を生産している道内企業へ訪問し、実際に端材を入手した。その後、端材を用いてグループ内で考えたデザインからプロトタイプを作成した。デザインの工夫点としては、既存のデザインは吸音できると捉え、デザインを二種類組み合わせた今までにないデザインを三つ作成した。そして、そのプロトタイプを用いた実際の実験と精密なシミュレーションにて比較実験し、シミュレーションの整合性を図る。そうして、グループで考えたデザインが吸音されているかすなわち吸音率を調べるまでのプロセスである。活動内容を表にまとめた。

月	活動内容
9月後半	流木から別の木材へと変更
10月前半	フローリング材を生産している道内企業へ訪問
10月後半	課題点をまとめ、端材のバラバラを生かした案の決定
11月前半	プロトタイプの作成・シミュレーションの実行
11月後半	シミュレーションの実行
12月前半	プロトタイプの実験の実行・結果の比較と考察

実験としては、シミュレーションは方法として、周波数ごとの音の残響時間を算出することで、それぞれのデザインの防音効果を検証した。結果は、小さい周波数ではあまり変化は見られなかったが大きい周波数になると特徴的な結果が出た。プロトタイプの実験ではJIS規格が吸音率を求めていた式を用いて実際に吸音されているかの検証した。

3.3 年輪

課題解決のプロセスとその結果について、私たちは木材の情報アクセスを可能にするために、原木の年輪画像をデータベース上のキーとして活用するシステムを考えた。木口の年輪画像が原木の年輪画像の一部と対応していることを考慮し、木材の木口から原木の情報までを追跡できるという発想から考えたものである。システムの内容は以下の通りである。

- ① データベース上で原木の年輪画像とその原木の情報を関連付ける。
- ② 情報を知りたい木材の木口の年輪画像を用意する。
- ③ データベース上の年輪画像と木材の木口画像を照合する。

このシステムの実現に向けて、Time&Style 様の工場を訪れて見学を行った。Time&Style 様は、日本唯一の企業であり、自社で製材から家具の製作までを手がけている。見学の結果、システム実現に向けていくつかの課題が浮かび上がった。例えば、年輪にはチェーンソーの切断痕などの様々なノイズが含まれ、泥や影、光源の影響が出る可能性があった。この経験を踏まえ、実現手法として特徴量マッチングを採用することを決定した。特徴量マッチングはその高いロバスト性から、光源や機材の差によるノイズに対して一定の許容範囲を有しているため適していると考えた。Time&Style 様に協力いただき、特徴量マッチングの有用性を検証した。検証の結果、各ターゲット画像において、4枚のソース画像との距離を求めることで正確な対応が得られた。これは各原木が独自で特徴的であったためと考えられる。

3.4 衣服

課題の解決のために、我々はすでにある一枚布服を調べた。全く新しい一枚布服を作ることは、時間の関係上難しいと判断したためである。最初に出てきたのは古代ギリシャにあるような服、これの名前をトーガと言う。トーガも一枚布服の要件は満たしていたが、現代においてこの形状の服を着ることは難しいと考え、より現代的な服を探す中で、これ(参考資料によるリンク)を参考にすることにした。この設計図を元に3DCADの一種であるblenderを使用して一枚布服のモデリングを行った。これは、一枚布服の支援の際に設計図をわかりやすく提示するためであることと、今後全く新しい一枚布服を作る際にデータとして残しておく必要があると考えたためである。同時進行で一枚布服の制作を支援するウェブサイトを作った。どうしてウェブサイトにしたのかというと、最終的にこの活動はごく一般的な人にも普及してほしいと考え、最もアクセスしやすいのがウェブサイトと言う形であったためである。ウェブサイトでは、作りたい服を選び、自分の身長や肩幅などの数値を入れることで、それに対応して設計図の数字が変化し、本人にとってちょうど良いサイズになるように作られている。このウェブサイトを作ったことによって一枚布服の制作の仕方はわかりやすくなった。

4. 今後の課題

4.1 食材

1つ目は、音声認識による文字入力を実装することで簡単にアイデアの保存ができるようにすること。2つ目は、現状のゲームでは廃棄される食材に対するアプローチが難しいのでルールの見直しや拡張をすることである。

4.2 木材

今後の課題としては、プロトタイプデザインを作成してから実験をした。そうすると、実験結果の正確性、デザインを決定するにあたっての根拠が乏しかった。また、実験方法に関しても、外部環境の影響が大きいため、実験方法の決め方が不十分であったと考える。今後、プロセスを大きく改善していく。

4.3 年輪

今後の課題としては、実際の原木の年輪画像とその原木から製材された木材の木口の画像を使って、システムの性能実験を行う。

4.4 衣服

今後の課題としては、すでにある一枚布服が非常に少ないため、全く新しい一枚布服を作る必要がある。これは、blenderを使用して一枚の布を人型のモデルに巻き付けるシミュレーションを行うことである程度解決できるものだと考える。また、サイト上で作った服がどのような感じになるかをblender上で示すことができればより良くなるものだと考える。

参考文献

- (1) オイシックス・ラ・大地株式会社. “Upcycle by Oisix フードロスに、新たな価値を”. Upcycle by Oisix. <https://upcyclebyoisix.jp/>, (2023/12/22).
- (2) gmizuiro. inc. “クレヨンができるまで”. mizuiro. inc. <https://crayon.mizuiroinc.com/process/>, (2023/12/22)
- (3) 残響室法吸音率の測定方法. 日本産業規格 (JIS) <https://kikakurui.com/a1/A1409-1998-01.html>, (2024/1/10)
- (4) CS0 エシカル消費. 「日本の木は余ってる？」 <https://cso2019kantob.wixsite.com/ethicalconsumption/post/%E6%97%A5%E6%9C%AC%E3%81%AE%E6%9C%A8%E3%81%AF%E4%BD%99%E3%81%A3%E3%81%A6%E3%82%8B%E4%BC%9F>, (2024/01/10)
- (5) 岡島木材工業株式会社. 「今こそ木材も“地産地消”する時代. 脱炭素化に向けた地産材・地域材利用について解説」 https://www.okajimawood.co.jp/column/202111_03/, (2024/01/10)