

シャー芯のケースの無駄を無くそう！

土浦第一高等学校 11 班

2 年 B 組中条朱里 2 年 D 組大和田果歩

2 年 F 組杉野舞 2 年 G 組小島莞子

指導教諭：須永真穂先生 矢口恵理先生

【要旨】

普段私たちが消費するシャープペンシルの替え芯（以下、シャー芯とする。）のケースは使い捨てであるため、プラスチックの無駄になると考えた。そこからシャー芯ケースのプラスチック使用量の削減を目的として、国内フィールドワークや既存の使用済みプラスチック文房具回収プログラムに参加しながら探究を進めた。研究結果から、包装を施さずにシャー芯を一定量提供する仕組みを開発し、各自が所持する My シャー芯ケースに芯を補充する「リフィルステーションシステム」が理にかなっていると考えた。実際に簡易的な模型を作って性能を試したところ改善点が多数見受けられたが、改良を重ねて導入を実現することを目指している。

Zero Waste Mechanical Pencil Lead Cases!

Chujo Akari Oowada Kaho Sugino Mai Kojima Kanko

Supervisor: Sunaga Maho Yaguchi Eri

【Abstract】

Mechanical pencil lead cases are usually thrown away after the leads are used up. We thought this was wasteful and the situation needs to be improved to solve the current global problem of waste. To tackle this issue, we came up with the idea of selling package-free mechanical pencil leads by introducing “MOLC” and a lead refill station.

1 序論

近年、世界では年間 20 億 t を超える量のゴミが排出されており、日本でも一般廃棄物だけで年間 4,000t ものゴミが排出されていてゴミ問題は深刻な状況にある。このゴミ問題に学生としてもアプローチをしたいと考え、日本の学生にとって最も馴染み深い文房具の一つであるシャー芯ケースに目をつけた。学生をはじめとする多くの人が使っているシャー芯ケースは、その多くがプラスチックの容器に入っている。そして、中身のシャー芯を使い切って新しい芯を買う時にはケースごと新しいものを買って、古い方のケースは捨てられることがほとんどである。そこで、プラスチック製のシャー芯ケースを再利用する、もしくは必要としない芯の補充を実現することで身近なところからゴミの量を減らせるのではないかと考えた。

本研究では、簡易模型による実験から My シャー芯ケース（各自が持つ自分専用のシャー芯ケースで、シャー芯ケースのみを単体で購入し、そこに補充して使う）を用いたシャー芯のリフィルステーションシステムの機能性を調べ、使い捨てのシャー芯ケースを処分するときに発生するプラスチックゴミを減らすことを試みる。

2 調査方法

(1) 茨城県立土浦第一高等学校 2 年生を対象としたアンケートを行い、生徒のシャー芯ケースに関する現状把握のための調査を行う。

(2) 繰り返し使うシャー芯ケースを製造・販売しているオート株式会社、株式会社ラダイトにメールで問い合わせる。

(3) 紙管のシャー芯をかつて販売していた株式会社コクヨに問い合わせる。

(4) プラスチックのリサイクルに関する制度について宮城県庁で話を伺う。

(5) 特殊な性質を持つプラスチックについて東北大学の吉岡敏明教授に話を伺う。

(6) テラサイクルとパイロットの合同企画であるプラスチック製文房具のリサイクルプログラムに参加する。

(7) シャー芯のリフィルステーションの機能を調べるために実際に 0.5mm のシャー芯を使った実験を行う。

3 本論

(1) アンケート調査

Google フォームを利用して土浦一高 2 年生を対象にアンケートを行ったところ、38 件の回答が得られた。結果から、約半数の生徒は 3 ヶ月に一回の頻度でシャーペンの芯を購入し (図 1)、約 7 割の人は使い切ったシャー芯のケースを捨てていることがわかった (図 2)。

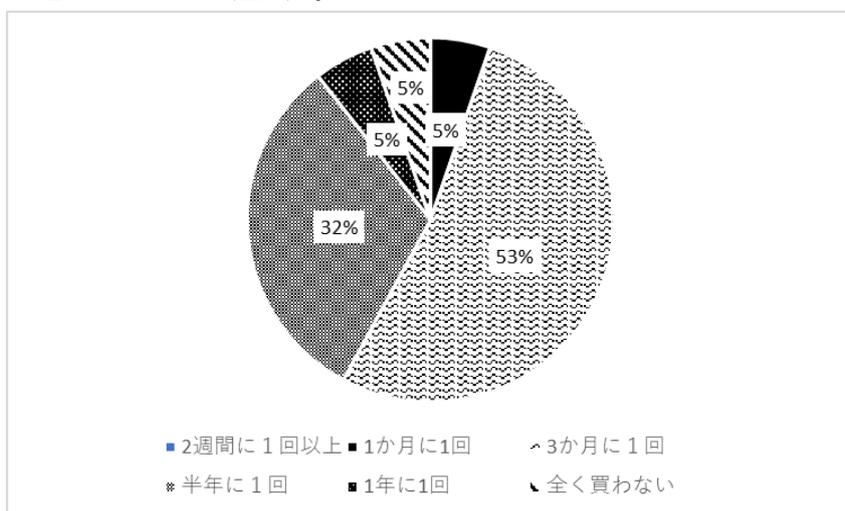


図 1：シャー芯を購入する頻度

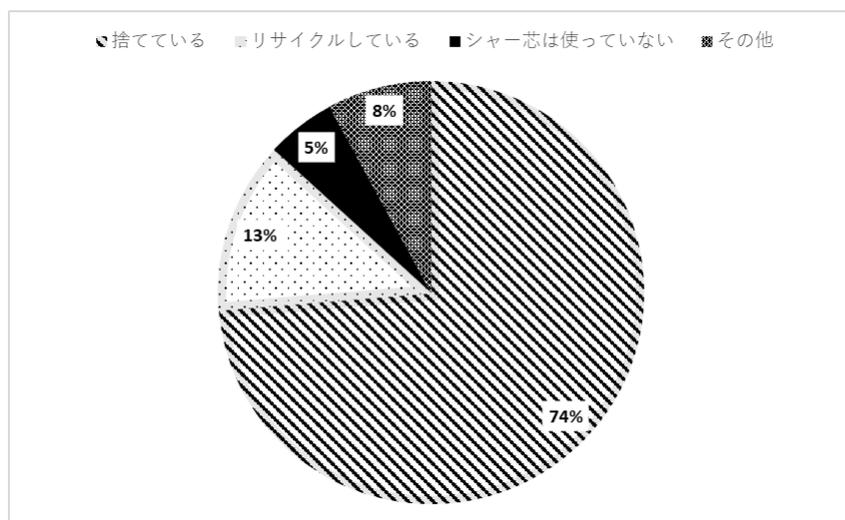


図 2：使用済みシャー芯ケースはどうしているか

(2) 金属製芯メーカーへの問い合わせ

繰り返し使うための金属製の芯ケースを扱うオート株式会社と株式会社ラダイトにケースの素材、こだわりポイント、課題についてメールで問い合わせた。ケースは単品で販売されているため、一般的なケースに入ったシャー芯を購入してから、さらに自分の金属ケースに入れ替える必要があり、実際にケースゴミの削減にはつながっていない。

(3) 株式会社コクヨへの問い合わせ・考察

(i) かつて紙管のケースに入ったシャー芯（現在は廃番）を販売していたコクヨ株式会社にメールで問い合わせた。紙はプラスチックに比べると強度が劣り、加工の際にかかるコストも上がるため、商品の販売の継続が難しくなった可能性があるという。

(ii) 最近では脱プラスチックの進行に伴ってストローを紙製のものに切り替えている飲食店が増えている。これと同じようにシャー芯ケースもプラスチック製から紙製のものに大々的に切り替えれば環境への負担が抑えられるのではないかと考えられるが、一概にそうとは言えない。紙は一見ナチュラルなイメージがあるのでプラスチックよりも環境負荷が少ないと思われがちだ。しかし、使い捨てカップでは素材が紙のものとプラスチックのものを比較すると、圧倒的に紙のほうが二酸化炭素排出量が多くなっている [1]。現実、紙の方がプラスチックよりもかさばり、輸送の際に消費するエネルギーが多い上、製造過程で使用するエネルギーはプラスチックよりも 10%多い [2]。紙をプラスチックの代替素材として利用するのは海洋プラごみ問題の観点からすると有効だが、紙を使ったからといって環境問題が改善するわけでもない。

(4) 宮城県庁で伺った話

宮城県では、企業に容器包装の排出物のリサイクルを求める容器包装リサイクル制度、製品の設計から廃棄まですべての段階でプラスチック資源循環の取り組みを促進するプラスチック資源循環法を定めている。さらにバイオマスプラスチックを使った容器の作成にも取り組んでいる。一度使った製品は溶かして別の製品に作り替えられる。しかしリサイクルのたびに溶かして成形すると、素材の強度が落ちてしまうためプラスチックの再利用には限界がある。最終的なゴミの回収方法、処理が課題となっているようだ。

(5) 東北大学 吉岡敏明 教授に伺った話

プラスチックについての理解を深めるために、バイオマスプラスチックと生分解性プラスチックに関して東北大学環境科学研究科資源再生プロセス学分野 吉岡敏明 教授に話を伺った。バイオマスプラスチックとは、再生可能な生物由来の資源を原料として作られているプラスチックだ。原料が生物資源のために、生産から廃棄の過程で発生する二酸化炭素の量はプラマイゼロでカーボンニュートラルであるが、石油から作られるプラスチックと全く同じ性質を持つ。一方、生分解性プラスチックは、意図せず環境中に排出されたとしても微生物の力で自然に分解される特殊な性質を持っている。これはプラスチックが海洋ごみになってしまうリスク管理のため、微生物によって分解されても、焼却されても排出される二酸化炭素の量は変わらない。

(6) 使用済み文房具回収プログラムに参加して

テラサイクルとパイロットが合同で運営している使用済みプラスチック製文房具の回収プログラムに学校として参加し、中等部 1・2 年と高校 1・2・3 年生の各教室、昇降口付近に回収ボックスを設置し、2022 年 10 月 10 日から 11 月 12 日までの期間に回収を行った。その結果、シャー芯ケースのみでは 87 個、回収した文房具全体の総量は 4.4kg だった。（参考：使用済みボールペン一本の重さは 8.0g）

このプログラムを通して、約 1 ヶ月間で大量のプラスチック文房具が捨てられているということがわかり、実際に回収のシステムを確立しようとしたときにプラスチック以外の素材のものを混ぜて捨ててしまう人がいることが課題となったが、それ以外には従来の回収方法で問題がないことも確認できた。しかし、テラサイクルが集めたプラスチックをリサイクルして再製品化するときには再び文房具に生まれ変わる予定はないようだ。すなわち、新しいケースを製造する際には新たな資源を利用することになる。また、(4) でも記載したように、プラスチックは繰り返しリサイクルすると品質が下がってしまい、回数には限度がある。

それに加えて、リサイクル自体も必ずしも環境に良いとは言えないのである。プラスチック製品をリサイクルする手順は次のようである。まず、再生されるための製品がきちんと素材ごとに分別されてから回収され、回収場所からリサイクル工場へ運ばれる。工場では、細粉されてペレット状に形成され、再び別のプラスチック製品へと加工される。この過程には多額の費用、大量のエネルギーの消費、二酸化炭素の排出が伴う。 [7]

よって、従来のようなプラスチック製のケースをシャーペン利用者に使ってもらい、使用済みケースを回収してリサイクルするということは十分な解決策になっていないとわかった。

(7) MOLC とリフィルステーションの導入

シャー芯ケースの素材を問わず、一定量のシャー芯を収納する役目を果たしたケースは資源ごみとして出されているか、リサイクルの回収に出されている。しかし、リサイクルプログラムを企画して運営するのはゴミのリサイクル率の向上には貢献できるが、ゴミの総量の削減には直結しない。また、リサイクルとは再利用（リユース）、削減（リデュース）できないものを処理する最終手段を表す言葉であって、何でもかんでもリサイクルすればよいわけではない。そこで、そもそもシャー芯をケース無しで販売することを考えた。欲しい分だけのシャー芯を買い、自分自身のシャー芯ケースに入れ、ケースを繰り返し使う。かつては食品などの販売方法の主流であった量り売りである。我々はこの一連の流れを「リフィルステーションシステム」と名付ける。このシステムを実現するために、シャー芯の量り売り機であるリフィルステーションを導入する。それに加えて、シャー芯利用者が各自所持する繰り返し使える、「My Own Lead Case」の頭文字をとった「MOLC」という名前のマイケースの利用を並行して行う。「MOLC」は市販の芯に付属するようなケース、手作りケース、文房具会社が販売する木製・金属製のケースなど、何でもかまわない。

(8) 図 3 は写真、図 4～図 6 は実際に作ったリフィルステーションの設計図である。

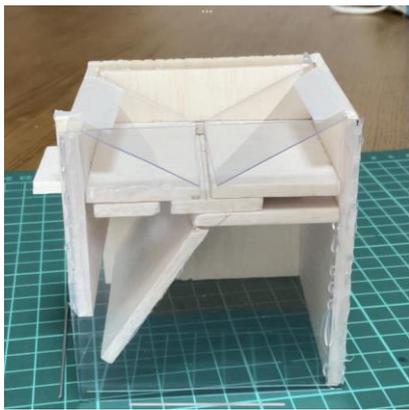


図 3 : リフィルステーションの写真

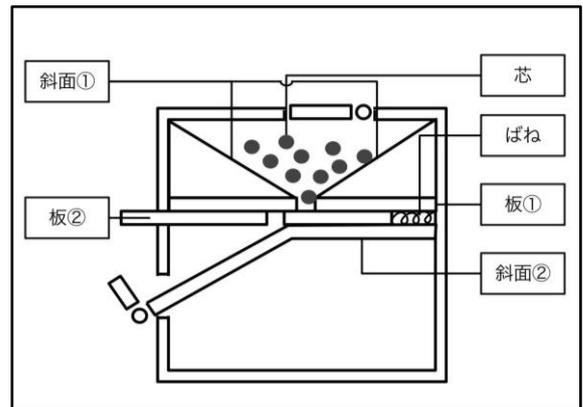


図 4 : リフィルステーションの横からの断面図

材料：バルサ材（厚さ06mm）、アクリル板

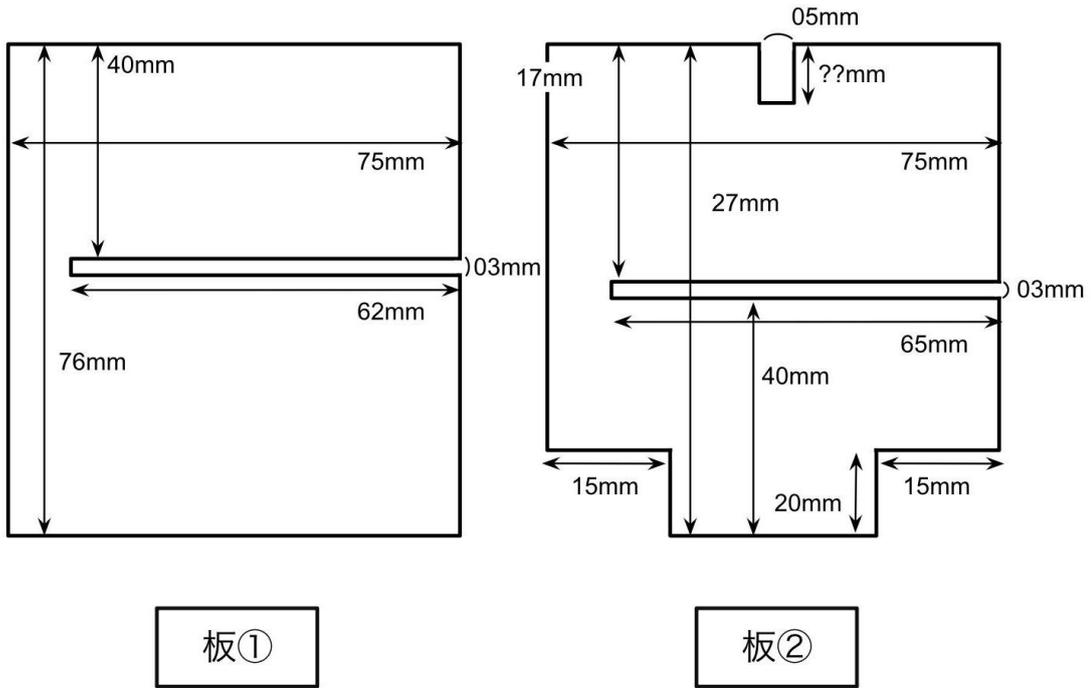


図 5：板①、板②の寸法

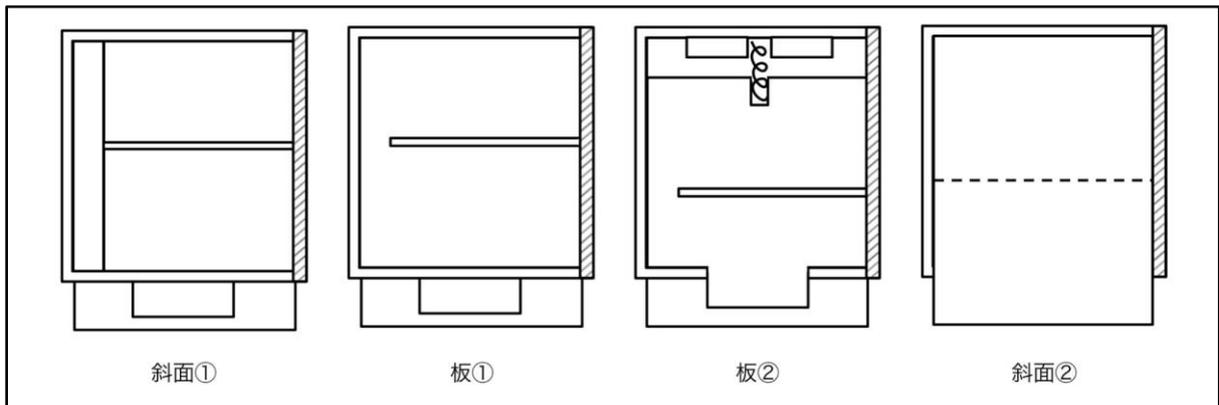


図 6:上からの見取り図

(9) リフィルステーションの仕組みは以下の図 7 の通りである。

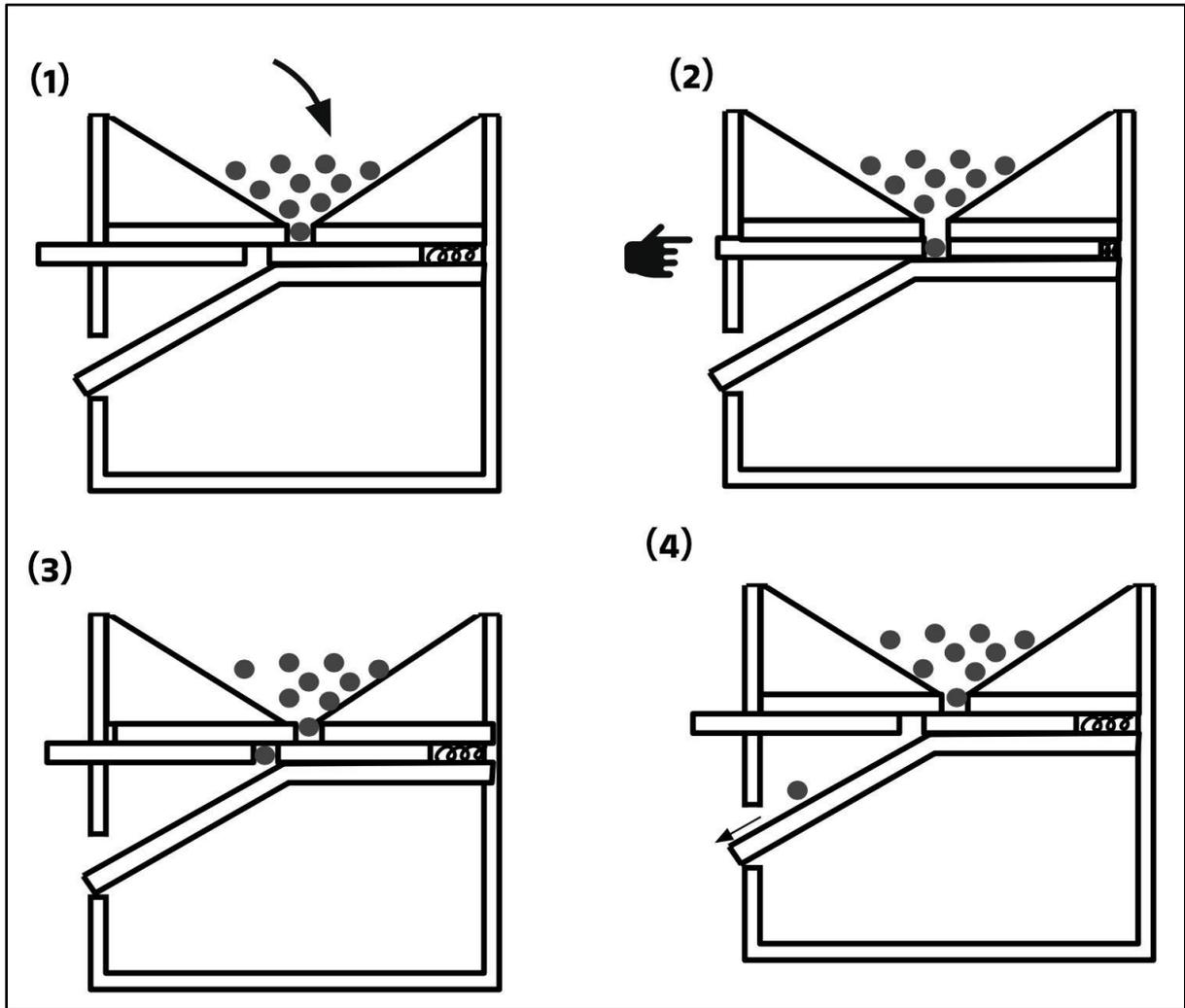


図 7:リフィルステーションの仕組み

(10) 実際に 0.5mm の太さのシャー芯を使って量り売り機が機能するかを実験した。(表 1)

表 1 :

2023/01/18 に実験 0.5mm のシャー芯 46 使用

| 回数 | 出た本数 | 備考 |
|----|------|----------------|
| 1 | 24 | 板①、板②の間に挟まった |
| 2 | 25 | 成功 |
| 3 | 28 | 板②でバネが跳ね返らなかった |
| 4 | 22 | 斜面②の出口で引っかかった |

| | | |
|----|------|--------------|
| 5 | 29 | 成功 |
| 6 | 23 | 板①、板②の間に挟まった |
| 7 | 28 | 板①、板②の間に挟まった |
| 8 | 24 | 板①、板②の間に挟まった |
| 9 | 28 | 成功 |
| 10 | 21 | 板①、板②の間に挟まった |
| 平均 | 25.2 | |

実験結果から、成功率が非常に低いことが分かり、出てくるシャー芯の本数もばらばらであることが分かった。また、模型に非常に軽く、変形しやすいバルサ材を使ったため、②の板を押すと、バネに圧迫され、②の隙間の形が歪んでしまい、シャー芯が折れる原因となった。

(11) 今後の課題として、バルサ材ではない、他の素材で模型をもう一度作ること、芯の大きさに合わせた隙間を作ることが上げられる。加え、0.5mmのシャー芯以外のシャー芯での実験を行いたい。

4 結論

今回の調査から、わたしたちはプラスチック削減の一環としてリフィルステーションの設置を提案する。作成した模型で行った実験での改良点は二つあげられる。一つ目は材木の見直しだ。今回は加工のしやすさを重視してバルサ材を使用した。バルサ材は世界にある木材の中で最も軽く柔らかいことで知られており、重量に比べて強度が大きいのが特徴だ。しかし実際は、板を押す際にばねの力に耐えられず歪んでしまった。そのため、より強度で最適な木材を見つける必要がある。二つ目はシャー芯の本数が定まらないことだ。穴の大きさや深さを調節していつでも一定量のシャー芯が出てくるようにする。

リフィルステーションシステムを導入するうえでの課題は多く残っている。シャー芯単体での運搬はまだ実施されておらず、ケースに入っていない大量のシャー芯をどう目的地まで運ぶのかも課題だ。さらに改良を重ねて実際にシステムを導入することを目指している。

5 謝辞

アンケートに協力して下さった生徒の皆様、コクヨ株式会社様、オート株式会社様、株式会社ラダイト様、宮城県庁環境課の皆様、東北大学環境科学研究室 吉岡敏明 様、テラサイクル様、株式会社パイロットコーポレーション様にこの場を借りて感謝を申し上げます。

6 参考文献

[1] Upstream"Reuse wins -The environmental, economic, and business case for transitioning from single-use to reuse in food service".

<https://drive.google.com/file/d/1opgKG9Xr63-vIT-yTlhMp85-PZz6ltgf/view>. 2023年2月19日閲覧

[2] 協和キリン“環境にやさしいのはどっち？紙とプラスチック”

<https://www.mirai-port.com/people/1522/>. 2023年2月19日閲覧.

[3] JWIMA 日本筆記具工業会. “シャープ芯ができるまで”.

<http://www.jwima.org/sharp-pencil/s03-1sharp-pencil/s03-1sharp-pencil.html>. 2022年7月21日閲覧.

[4] テラサイクル. “使用済みペン リサイクルプログラム”.

<https://www.terracycle.com/ja-JP/brigades/stationery>. 2022年8月1日閲覧.

[5] TBM. “LIMEX(ライメックス)”.

<https://tb-m.com/limex/about/>. 2022年8月7日閲覧.

- [6] MICRO FASTERENRS. “「生分解性プラスチック」と「バイオマスプラスチック」の違いは?”.
https://www.micro-f.co.jp/colum_20210921.html. 2022年8月18日閲覧.
- [7] 国立環境研究所センター. “ココが知りたい地球温暖化”.
https://www.cger.nies.go.jp/ja/library/qa/19/19-2/qa_19-2-j.html. 2022年12月5日閲覧.