

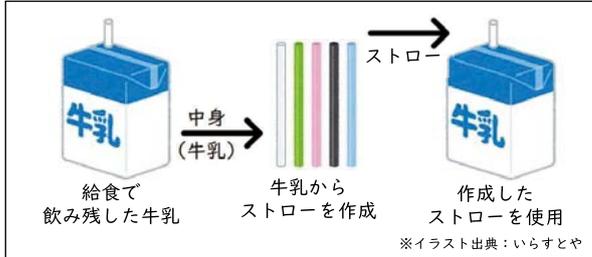
飲み残し牛乳が地球を救う ～カゼインプラスチックの効率的な作り方～

調布市立第二小学校
6年 杉田悠馬

1. 研究の動機

ぼくは小学校の給食で、毎日たくさんの牛乳が飲み残され、廃棄されていることが気になっていた。その時、インターネットで牛乳からプラスチック（カゼインプラスチック）を作ることができることを知った。そこで、飲み残しの牛乳を再利用して、牛乳を飲むストローを作ることができるのではないかと考えた。

[図 1] 目指す姿



2. 事前学習

- ・プラスチックとは、同じ構造が繰り返し結びつくことでできる高分子化合物のことをいう。
- ・牛乳の中には、カゼインというタンパク質が含まれている。
- ・牛乳を加熱して酢を加えると、カゼインが集まって沈む。これを集めて乾燥させると、カゼイン同士が結びついてプラスチックになる。

3. 目的

- ① 生産効率が低く価格が高くなってしまいうカゼインプラスチックを、効率よく、たくさん作る方法を探す。
- ② 固くもろいカゼインプラスチックを、ストローの形にしやすい方法を見つける。

4. 予想

- ① 牛乳と酢の比率、牛乳の温度を変えると、できるプラスチックの量が変わる。
- ② プラスチックが温かい状態の方がストローの形にしやすい。

5. 研究の方法

| 1 牛乳からプラスチックを作る | | | |
|--------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| ① 温度計で温度を測りながら、牛乳をナベで温める | ② 牛乳が設定した温度に達したら、酢を加える | ③ 素早くかき混ぜる | ④ カゼインプラスチックの粒をガーゼでこして集める |
| | | | |
| 2 ストローの形にする | | | |
| ① 竹串にカゼインプラスチックを巻きつける | ② 電子レンジで温めて水分を飛ばす | ③ プラスチックが冷めたら、竹串を引き抜く | |
| | | | |

| 3 実際にストローとして使えるか試してみる | | | |
|-----------------------|------------------|---------------|--|
| ① コップに牛乳を注ぐ | ② 制作したストローで牛乳を飲む | ③ 液漏れがないか確認する | |

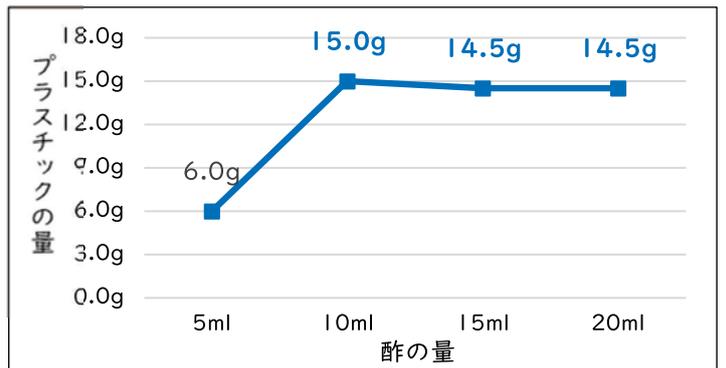
6. 研究の結果

- ① まず最適な酢の量を調べるため、80 度に温めた牛乳 200mL に、加える酢の量を変えて実験した。その結果、酢の量が **10mL 以上になると、できるプラスチックの量（乾燥後）が 15g 程度でほとんど変わらなかった。**

[表 1] 酢の量を変えた実験の結果
牛乳 200mL からできたプラスチックの量

| 牛乳の温度 | | 酢の量 | | | |
|-------|-----|-------|--------------|--------------|--------------|
| | | 5mL | 10mL | 15mL | 20mL |
| 80 度 | 乾燥前 | 16.5g | 29.5g | 30.0g | 30.5g |
| | 乾燥後 | 6.0g | 15.0g | 14.5g | 14.5g |

[図 2] 酢の量を変えた実験の結果
牛乳 200mL からできたプラスチックの量（乾燥後）

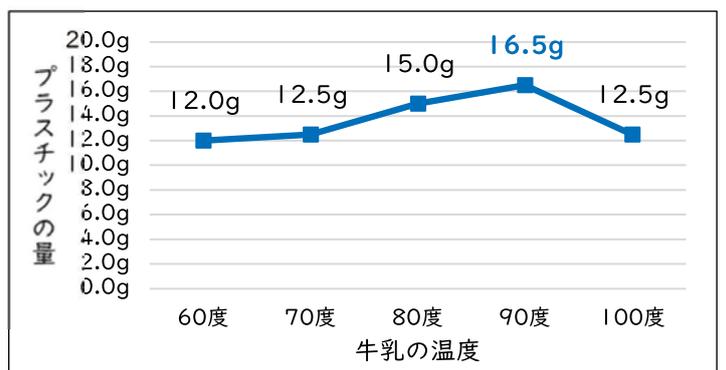


つぎに、酢の量を **10mL に固定して**、牛乳の温度を変えて実験した。その結果、**牛乳を 90 度に温めたとき、できるプラスチックの量が最も多かった。**

[表 2] 牛乳の温度を変えた実験の結果
牛乳 200mL からできたプラスチックの量

| 酢の量 | | 牛乳の温度 | | | | |
|------|-----|-------|-------|-------|--------------|-------|
| | | 60 度 | 70 度 | 80 度 | 90 度 | 100 度 |
| 10mL | 乾燥前 | 27.0g | 26.6g | 29.5g | 39.5g | 25.5g |
| | 乾燥後 | 12.0g | 12.5g | 15.0g | 16.5g | 12.5g |

[図 3] 牛乳の温度を変えた実験の結果
牛乳 200mL からできたプラスチックの量（乾燥後）



- ② 完全に冷えたプラスチックを竹串に巻きつけようとしたが、ポキッと折れてうまく巻くことができなかった。そこで、ストローの形にしやすいように工夫をした。



冷やした後竹串に巻きつけることは不可能だとわかった

ない。この研究を進めていくことで、SDGsの目標12「つくる責任、つかう責任」、目標14「海の豊かさを守ろう」の達成に貢献できると思う。



9. 追加研究

研究に取り組む中で、飲み残し牛乳を再利用したストロー作成によって、フードロスの解消と一般的なプラスチックの使用量の削減にどれくらい役立つのかを知りたくなった。そこで、おざっぱだが以下のように計算し、年間6772万本の牛乳の廃棄を防ぎ（フードロスの解消）、ストロー25億3950万本分のカゼインプラスチックを作成することができる（＝一般的なプラスチックの使用量を削減できる）ことがわかった。

【廃棄されている牛乳の量（推計）】

- ・小学生は594万人（令和6年度学校基本調査結果参照）
 - ・ばくの小学校は1クラスの生徒数が約25名で、毎日1-2本（平均1.5本）の牛乳が飲み残されている。したがって、飲み残し割合は1.5本÷25名=0.06（6.0%）
 - ・給食がある日は年間約190日（戸田市ホームページ参照）
- したがって、つぎのような計算で、年間約6772万本の牛乳が廃棄されていると予想できる。

$$594 \text{ 万人} \times 0.06 \times 190 \text{ 日} = \text{約 } 6772 \text{ 万本}$$

【ストローを何本作成できるか】

- ・今回の実験で、牛乳200mLから15gのカゼインプラスチックをつくることができたことがわかった。
 - ・給食の牛乳は1本200mL（よつ葉乳業ホームページ参照）なので、牛乳1本あたり15gのカゼインプラスチックを作ることができる。
 - ・牛乳のストロー1本あたりのプラスチックの使用量は約0.4g（木更津市ホームページ参照）
- したがって、つぎのような計算で、年間25億3950万本のストローを作ることができる。

$$6772 \text{ 万本} \times 15\text{g} \div 0.4\text{g} = \text{約 } 25 \text{ 億 } 3950 \text{ 万本}$$

これは、全国の小学生の約428日分の牛乳で使用するストローの本数に相当し、この分、一般的なプラスチックの使用量を削減できる。

$$25 \text{ 億 } 3950 \text{ 万本} \div 594 \text{ 万人} = \text{約 } 428 \text{ 日分}$$

10. 感想

何度も失敗したが、1つ1つ改善を図りながら実験を繰り返していくことは楽しかった。その中で、地球にやさしいプラスチックでストローを作ることができる可能性を感じた。1年分の飲み残し牛乳で、2年分余りのストローが作成できることは大きな発見だった。これからも小さな気づきを大切に、新たな発見と挑戦をしていきたい。

11. 主な参考文献

- 本田技研工業「Honda Kids」地球にやさしいプラスチックを作ろう
<https://www.honda.co.jp/kids/jiyuu-kenkyu/upper/27/page2/>
 木更津市「学校給食牛乳ストローレス容器への移行」
<https://www.city.kisarazu.lg.jp/soshiki/kyoiku/gakkokuyushoku/1/1498.htm>
 文部科学省「令和6年度学校基本調査結果」
https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa01/kihon/kekka/1268046.htm
 戸田市「小学校の給食の日数について」
<https://www.city.toda.saitama.jp/mayer-faq-answer/mayer-faq/2024-2-8.html>
 よつ葉乳業「学校の給食で牛乳が出されるのはなぜ？」
<https://www.yotsuba-shop.com/Page/Feature/159.aspx>
 NHK for school「生分解性プラスチック」
https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005402560_00000

【工夫1】

プラスチックが冷めないうちに竹串に巻きつける（もちのように、温度が高く水分が多い時の方が成形しやすいのではないかと考えた）。

【結果1】

竹串に巻きつけやすくなった。しかし、乾燥後、竹串を引き抜く際にちぎれてしまった。ただ、半分の長さになってしまったが、実際に牛乳を飲んでみると、液漏れなく飲むことができた。



工夫1で乾燥後に竹串を引き抜く際に壊れた様子



工夫1で作成したストローで牛乳を飲んでいる様子

【工夫2】

乾燥後、ちぎれないようにするために、牛乳に酢に加えた後、さらに片栗粉を混ぜる（片栗粉は料理にとろみをつけるときに使用するため、プラスチックに粘り気が出て形を作りやすくなるのではないかと考えた）。

【結果2】

プラスチックがベチャベチャになり竹串に巻きつけられなかった。



工夫2で失敗した様子

【工夫3】

ガーゼでこした後、少量のオリーブオイルを混ぜてから成形する（オリーブオイルが潤滑油の働きをしてカゼインプラスチックがしっとり滑らかになるのではないかと考えた）。また竹串にラップフィルムを巻き、竹串を引き抜きやすくする。



工夫3でオリーブオイルを混ぜて成形している様子

【結果3】

プラスチックがしっとりと柔軟性が出て竹串に巻きつけられ、竹串もスムーズに引き抜くことができた。



工夫3で作成したストローで牛乳を飲んでいる様子

- ③ 工夫3でオリーブオイルを混ぜて作成したストローで実際に牛乳を飲んでみたが、問題なく飲むことができた。ただ、ストローが分厚く、飲み心地はいまいちだった。

7. わかったこと

- ① 効率よく、たくさんプラスチックを作るには、牛乳を90度にあたため、牛乳と酢を20:1の割合（牛乳200mLに対して酢10mL）で混ぜるとよいことがわかった。
- ② プラスチックが冷めないうちに竹串に巻きつけた方がストローの形にしやすいが、竹串を引き抜くとき壊れやすい。
- ③ 片栗粉を混ぜるとプラスチックが糊状になり成形できない。
- ④ オリーブオイルを混ぜるとプラスチックに柔軟性が出て成形しやすくなる。
- ⑤ 完成したカゼインプラスチックのストローは液漏れなく牛乳を飲むことができる。

8. 研究のまとめ

飲み残した牛乳から効率よくストローを作ることでフードロスの解消に役立つ可能性を示すことができた。ただ、通常のストローのように薄く成形することはできなかったため、まだ改善の余地はある。

また、カゼインプラスチックは、天然の材料だけで作られているため、通常のプラスチックと違い、環境を汚染する心配が