

左上一箇所でホチキス留め

受付番号: SE0368  
エントリーID: 950

筑波大学

朝永振一郎記念

## 第18回「科学の芽」賞 応募用紙

受付番号 : SE0368

応募部門 : 小学生部門

応募区分 : 個人応募

題名 : ペットボトル飲料 最後の一滴?

学校名 : 東京都 国立筑波大学附属小学校

学年 : 5年生

代表者名 : 藤本 恵央菜

※ 個人情報保護のため、入力された項目から抜粋して出力しています。



ペットボトル飲料

最後の一滴？



筑波大学附属小学校  
5年 藤本怜央菜

## 1. きっかけ

四年生の時、社会科でゴミ処理場、最終埋め立て処分場へ見学に行き、ゴミを減らすこと、リサイクルの必要性について学んだ。ごみの資源化率を上げるためにには、ペットボトルはすすいでからリサイクルに出すことがすぐに私にもできる事だと知り、その時からリサイクルに積極的になった。

ペットボトル飲料を飲んでいて、最後まで飲みきれないと思ったことはないだろうか？飲みきったとしても、すぐときに必ず中身が残っている。リサイクルも大事だが、浄水場や川や海を守るためにも節水も大事にしたい私には、この”飲み残し”が気になった。飲み残しが増えれば、すぐ水の量も増えてしまうし、何より最後まで飲み切れないと残念な気持ちになってしまう。

そこで、ペットボトル1本あたりどれくらいの飲み残しがあるのか、また、どうして飲み残しができてしまうのか、どのようなペットボトルなら飲み残しを減らせるのか、調べることにした。

## 2. 目的

ペットボトル1本あたりの飲み残しの量を測る。また、ペットボトルのデザインと飲み残しの量の関係について観察し、どのようなペットボトルなら飲み残しを減らせるのかを考える。

## 3. 仮説

今まで気にしたことがなかったが、ペットボトル飲料は商品ごとにデザインが異なっている。このデザインが飲み残しの量に関係しているのではないか。

## 4. 実験 1

### 【目的】ペットボトル1本あたりの飲み残しの量を測る

飲み残しとは：ペットボトルを逆さにして、これ以上出てこない状態でボトルの中に残っている液体を指す

### 【方法】

- ① ペットボトルを空にし、乾燥させる
- ② 空のペットボトルの重さを計測する
- ③ 50mlの水を入れ、ペットボトルを振って全体に水を行きわたらせる
- ④ 一度逆さにし、中の水を出して戻す（振ったり、逆さまの状態で長時間置いたりしない）
- ⑤ ペットボトルの重さを計測する
- ⑥ 飲み残しの量=⑤-②で計算する
- ⑦ ③から⑥を5回繰り返す

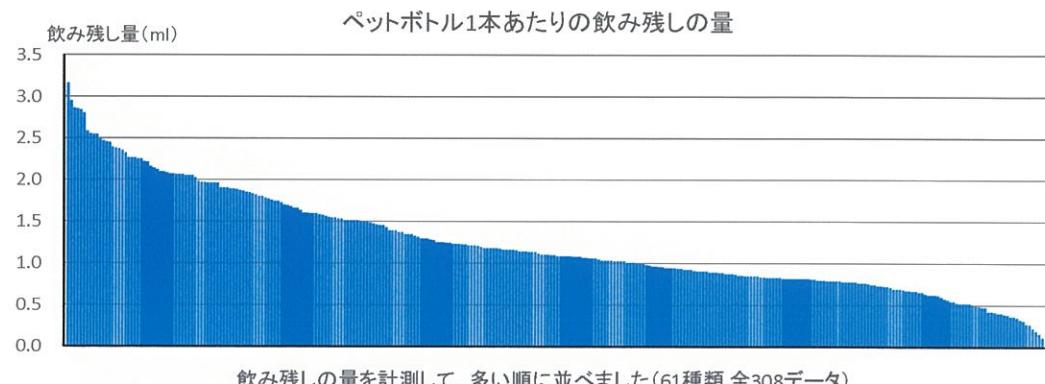
### 【予想】

- ① ペットボトルの容量が大きいほど飲み残しが多くなる。
- ② 炭酸飲料のペットボトルは底の凹凸にたまりやすく、飲み残しが多くなる。
- ③ 円柱型と角柱型では、角柱型の方が底の角にたまりやすく、飲み残しが多くなる。

### 【結果】

61種類のペットボトルの飲み残しの量を計測したすべての結果を、多い順に並べた（右グラフ）。

また、飲み残しの量が多かつたペットボトルTOP10は2ページの表のようになった。



## 飲み残しの量が多いペットボトル飲料 TOP10

	飲料の名前	容量	飲み残しの量(ml)
1位	セブンイレブン ほうじ茶	600	2.93
2位	伊藤園 麦茶	600	2.49
3位	サントリー グリーンダカラ優しい麦茶	600	2.25
4位	サントリー 梅ソルティ天然水	540	2.21
5位	奥長良川の水	500	2.13
6位	アサヒ 天然水	600	2.13
7位	ポッカサッポロ コーン茶	525	2.06
8位	サントリー ケルセチンゴールド 特茶ジャスミン	500	2.03
9位	サントリー 伊右衛門+血糖値対策	350	1.98
10位	サントリー 伊右衛門 black	600	1.92

※飲み残しの量は、5回計測の平均値



1位 2位 3位 4位 5位  
6位 7位 8位 9位 10位

### 【考察】

飲み残しが多かった上位5つは、水やお茶の350～600mlの円柱型ペットボトルだった。このことから、飲み残しの量は、ペットボトルの容量や円柱型か角柱型かという形に影響されているわけではなく、むしろ、デザインによる差が大きい。また、飲み残しの量は意外に多く、平均すると1本あたり1.2g(=1.2ml)の飲み残しがあった。1種類のペットボトルにつき5回ずつ計測したところ、多少のばらつきはあるが、飲み残しはおおむね同じ数値帯だった。このことから、飲み残しの量は、ペットボトルのデザインと関係があるそうだ。

【1本あたりの飲み残しが1.2mlあるのは多いのか?】 参考：全国清涼飲料水連合会 HP, 学研ネット HP

ペットボトル1本分の飲み残しの量は、0.11ml～3.16mlという結果だった。平均すると、500mlのうちのたった1.2mlではあるが、この量にもっと私たちは危機感を持った方がいいかもしれないと思う数字を紹介したい。

1年間の清涼飲料水の生産量は22,124,900kl(2021年)ある。うち、ペットボトル飲料として出荷されているのは77.2%、そのうち中型(400-699ml)のペットボトルは67.8%にあたる。これがすべて500mlのペットボトルで生産されていると仮定すると、1年間に230億本のペットボトル飲料が生産されている。そして、これらすべてのペットボトルに1.2mlの飲み残しがあることは、少なく見積もっても、年間でペットボトル5560万本分の飲料が飲まれずに捨てられることになるのだ。もし、この飲み残しがすすぐれて流されていたとすると、魚が住める環境に戻すのに4000億kl以上の水が必要になることを考えたら、飲み残しを少なくすることも、リサイクルを進めると同時に考える必要があるよう思う。

《計算式で書くと…》

1年間の生産量のうちペットボトルは、 $22,124,900 \times 0.772 = 17,080,422.8\text{kl}$

そのうちの中型は、 $17,080,422.8 \times 0.678 = 11,580,526.6584\text{kl}$

これが500mlのペットボトルですべて生産されたとすると、 $11,580,526.6584 \div 0.5 = 23,161,053,316.8\text{(本)}$

すべてのペットボトルに1.2mlの飲み残しがあるとすると、 $23,161,053,316.8 \times 1.2 = 27,793,263,980.16\text{(ml)}$

飲み残しを500mlのペットボトルの本数にすると、 $27,793,263,980.16 \div 500 = 55,586,527.96\text{(本)}$

これを魚が住める環境に戻すためには、オレンジジュース200mlに対して3000l(バスタブ10杯)の水が必要なので、

$27,793,263,980.16 \div 200 \times 3000 = 416,898,959,702.4\text{kl}$  もの水が必要になる!!

## 5. 実験2

【目的】ペットボトルのどこに飲み残しがたまりやすいかを調べる

## 【方法】

- ① ビタミンB群が含まれているスポーツ飲料水を準備する  
(ビタミンB群はブラックライトで光る性質があるため。今回は味の素㈱アミノバイタル、クエン酸チャージを使用。)
- ② 50mlの①液体を入れ、全体に液体を行きわたらせる
- ③ 中の液体を出す
- ④ ブラックライトを照射し(※1)、飲み残しがある部分を観察する

### (※1) ブラックライト照射 BOX

材料：段ボール、黒画用紙、黒ビニールテープ、ブラックライト(波長365nm)、

スマートフォンカメラ、黒いTシャツ

使い方：光が入らないように、カメラやライト用の穴は黒いビニールテープですきまをうめる。箱の接地面から光が入らないよう黒いTシャツをかぶせて使う。



## 【予想】

- ① ペットボトルの横溝や窓のようなくぼみ部分に、飲み残しが溜まりやすい。
- ② 角柱型のペットボトルの長辺や縦溝は、スムーズに液体を流す効果がある。

## 【結果】

ペットボトルの横溝、細かい模様、ロゴの文字には飲み残しが溜まりやすい(右写真)。

縦溝が飲み物を流しやすくしている様子は見られなかった。予想していたよりも飲み残しがたまりやすい箇所は多かった。



## 【清涼飲料水のペットボトルについて】参考：全国清涼飲料連合会 HP

清涼飲料水のペットボトルは、中の飲料の種類や作り方に適したペットボトルが使われている。形の種類は3種類。

耐熱用ボトル：高温で殺菌した飲み物を入れるため、高温に耐えられる材質でつくられる。高温の飲み物が冷えるときに飲み口の空気の体積が縮むことを防ぐために、減圧吸収パネルという四角いでこぼこがある。お茶やスポーツドリンク、ジュースに多い。飲み口が白いのがしるし。

耐圧用ボトル：炭酸ガスの内側からの圧力に耐えるため、均等に圧力を受ける丸い形をしている。キャップを開けたときにガスを抜くため飲み口に縦溝がある。炭酸飲料用ボトル。

耐熱圧用ボトル：形は耐圧用ボトルと同じ。果汁入り炭酸飲料に使われる。

無菌充填用ボトル：飲み物を入れる際に、高温殺菌しないで無菌状態で行うため、圧力がかかる心配がない。薄くて軽い材質でつくれるので、強さを維持するための溝がある。

## 【考察と分析】

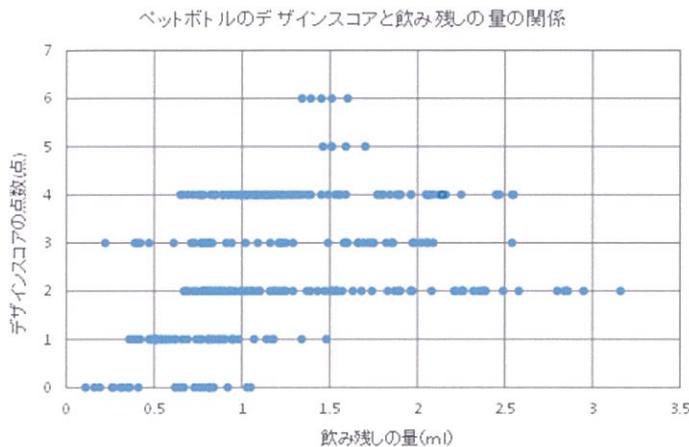
ペットボトルのデザインは横溝+ロゴだったり、ロゴ+絵柄があつたりと組み合わせは多種多様であるため、どのデザインが飲み残しを多くしているのかはっきり比べることができない。

そこで飲み残しのたまりやすさと予測したペットボトルのデザインの特徴を次のように「0」と「1」で表し、点数を合計してデザインを数値化してみることにする。

項目は、実験1で計測していた際、液体がたまりやすないと感じた箇所からピックアップした。横溝は、連続してペットボトルを1周しているもののみをカウントした。縦溝については、実は縦溝として意識されたデザインはほとんどなかったが、縦に長い小判形の直線部分や本体が角柱になっているペットボトルの長い辺を縦溝としてカウントしている。

デザインの特徴	スコアのつけ方	観察して分かったこと	ペットボトル写真
横溝	あり 1	輪っか状の横溝は、内側にでつぱっているので、飲み物が壁に沿って流れると必ずぶつかってしまう。	左なし(0) 右あり(1)
	なし 0	飲み物の量が少なくなってくると、このでつぱりにせき止められて、飲み口まで出てこなくなっている。	
横溝 2本以上	あり 1	横溝が多いと飲み残しが多くなりそうだということが観察で分かった。でも、何本以上なら、多いと言えるのかは分からない。	左1本(0) 右2本(1)
	なし 0	なので、1本しかない場合と、2本以上ある場合で場合分けすることにした。	
縦溝	あり 1	飲み物をスムーズに流す効果はなさそう。ペットボトルの出口までつながっている縦の溝のデザインは見当たらない。	左なし(0) 右あり(1)
	なし 0		
縦溝 の長さ	短い 1	ペットボトルのボトル部分の高さの半分よりも縦溝が短い場合を、「短い」と判断することとする。	左長い(0) 右短い(1)
	長い 0	縦溝があったとしても、短いと端にそのままたまりやすくなる。	
絵柄	あり 1	小さい隙間にたまりやすい。 丸で囲まれている部分は特にたまりやすい。	どちらもあり(1)
	なし 0	小さくぼみは完全に液体で満たされた状態で、まったく流れ落ちる様子がない。	
字	あり 1	"O"、"S"、"A"、"右"など囲われている部分があるものに溜まりやすい。	どちらもあり(1)
	なし 0		
窓 (減圧吸収パネルのこと)	あり 1	窓は一段内側に入っているので壁にへばりついたら流れ落ちにくくなってしまう。	どちらもあり(1)
	なし 0		
窓装飾 (減圧吸収パネル内部にある装飾のこと)	あり 1	窓の内側に溝や模様があると、窓単体よりも飲み物がとどまりやすい。	どちらもあり(1)
	なし 0		
底でつぱり	あり 1	コーヒー飲料のペットボトルの底は、山型でてっぺんの凹み部分に溜まりやすい。中の飲み物が混ざりやすいように凹凸が大きくなっている。	どちらもあり(1)
	なし 0	炭酸飲料は、底が5枚の花びらのようになっており、くぼみが大きいのでたまりやすい。	

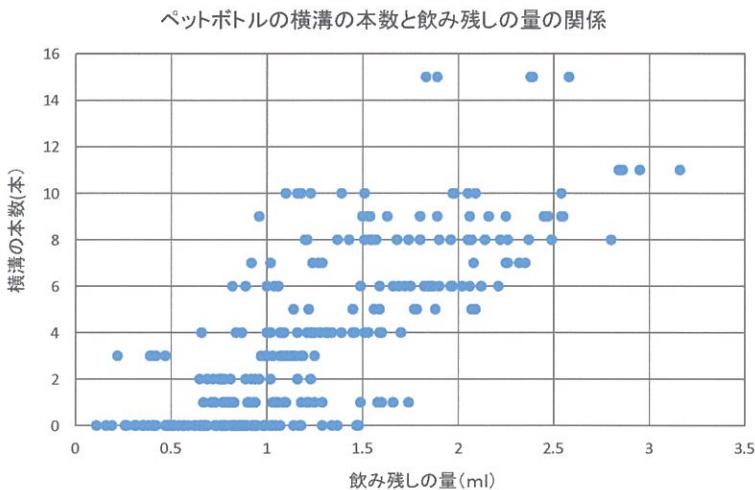
このようにすべてのペットボトルのスコアをつけると、スコアの合計点が高いほど飲み残しの量が増えるという関係性が見られた（下グラフ）。



## 6. 個別のデザインについての分析① <横溝の本数>

【スコアの改善点】スコアをつける際、横溝があるか(1)、ないか(0)で点数をつけたが、実際のデザインとして横溝の本数は、1本から多いもので15本もある。また、液体を注ぐ様子を観察すると、横溝がある箇所ではそれがペットボトルの上の方か下の方かに関係なく、飲み残しが発生しやすくなっていた。そこで、横溝があるペットボトルについては、横溝の本数をスコアの点として再計算し、関係性を調べてみることにした。

【結果・分析】横溝の本数と飲み残しの量の関係は下のグラフのようになり、横溝が多くなるほど飲み残しの量も増えていることがより明確に分かった。また、右の図のラン



キングで横溝の本数ごとの飲み残しの平均を比較してみると、やはり傾向として横溝が多ければ飲み残しの量が増えやすいことが分かる。特に、横溝が5本以上になると、全ペットボトルの飲み残し平均である1.2mlを超えていることに着目すると、飲み残しの量を減らせるペットボトルの条件としては、横溝の本数は4本までではないだろうか。

<飲み残しの量が減らせるペットボトルの条件>

横溝は4本以下！！

しかし、全体的に、特にスコアが2点のものは、飲み残しの量にかなり幅があることが分かる。今回のスコアのつけ方では、デザインの要素が多ければ多いほど飲み残しの量が増えることは言えるが、実際にはそれだけではないことも分かった。スコアのつけ方に、もう少し工夫が必要なのかもしれない。

飲み残しの原因がより詳しく分かるように、ペットボトルのデザインについて個別に分析していきたいと思う。

横溝の本数が多いペットボトルデザイン ランキング

横溝の本数 (本)	飲料の名前	容量 (ml)	飲み残しの量 (ml)	平均(ml)
15	サントリー 梅ソルティ天然水	540	2.21	2.21
11	セブンイレブン ほうじ茶	600	2.93	2.93
10	コカ・コーラ 級薬緑茶 アサヒ 天然水	500 600	1.24 2.13	1.68
9	キリン 天然水 伊藤園 麦茶 2 サントリー ケルセチンゴールド 特茶ジャスミン	600 600 500	1.43 2.49 2.03	1.43
8	ポッカサッポロ コーン茶 サントリー 伊右衛門 black サントリー 伊右衛門ほうじ茶 奥長良川の水 やぶ百年水	525 600 600 500 550	2.06 1.92 1.87 2.13 1.45	1.89
7	コカ・コーラ 痥健美茶 サントリー グリーンダカラ優しい麦茶	600 600	1.15 2.25	1.70
6	伊藤園 麦茶 1 サントリー 伊右衛門+血糖値対策 アサヒ 緑茶 サントリー 天然水きりっと果実 キリン ソルティライチ	650 350 620 600 500	1.86 1.98 1.80 1.80 0.96	1.68
5	グリーナカラ麦茶 サントリー BOSSクラフトボス ビタミンティ	500 600	1.62 1.69	1.66
4	サントリー 伊右衛門 サントリーBoss ソイ&ミルク コーヒーニューニュー ソイモカ サントリー黒烏龍茶 コカ・コーラ アクエリース UCCコールドブリュー アイスフーズ どうもろこしのひげ茶	600 300 350 350 500 500 340	1.46 1.18 1.13 1.13 1.55 1.09 1.19	1.27
3	キリン 生茶 コカ・コーラ いろはす 伊藤園 冷やし梅 サントリー クラフトボスブラック 大塚製薬 ボカリエット	555 540 500 500 500	1.13 1.15 1.09 1.06 0.38	0.96
2	サントリー 伊右衛門 濃い味 上島珈琲店 ミルク珈琲店 成城石井 ゆずはちみつ	600 270 350	1.03 0.79 0.79	0.87
1	じゅかく キリン 午後の紅茶 キリン 午後の紅茶(ストレート) サントリー 特茶ケルセチンゴールド 福島市水道局 Qyou 飲むシリカ アサヒ カルピスウォーター	500 500 500 500 500 500 500	1.18 0.82 1.00 1.61 0.98 0.80 0.76	1.02

※飲み残しの量は、5回計測の平均値

## 7. 個別のデザインについての分析② <横溝の形状と深さ>

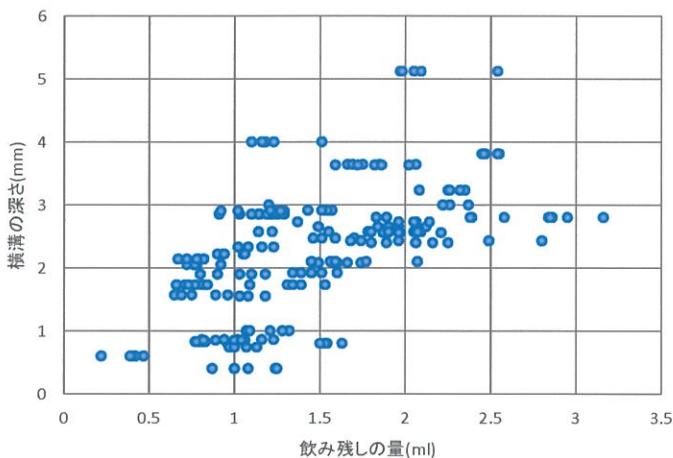
【新しい視点と予想】観察していると、横溝は台形型(△)、V字型(▽)、U字型(□)の3種類に分けられる。さらに、外側から指でなぞってみると、同じ形状の横溝でも、深いものと浅いものがあり、特にペットボトルの背の高さの半分くらいの箇所には、最も深い溝があることが多いことも分かった。やはり、横溝の深さは飲み残しの量に影響していると思う。一方で、これまでの実験では、横溝の形状によって、液体のせき止め方に違いがあるようには感じなかったが、横溝の形状は単なるデザインの違いということなのだろうか。

【計測方法】タイヤの溝の深さを測るデプスゲージを使って、ペットボトルの横溝の深さを測ることにした。ペットボトルを水平な場所に固定し、目線の高さを合わせる。測りたい横溝にデプスゲージを差し込み計測する。ペットボトルによっては、材質がやわらかく、押し込むと凹んでしまうものもあったため、力をかけすぎないように注意した。今回はペットボトルごとに最も深い横溝がどのくらいかを計測することをメインに考えた。



【結果・分析】調べてみると、一本のペットボトルに横溝が2本以上入っている場合、その横溝はすべて同じ深さではないことが多いということが分かった。水のペットボトルは横溝が多いが、2, 3種類の深さの横溝が使われていたのは、新しい発見だった。また、くびれた形のペットボトルは、くびれている部分に横溝が入っていることが多く、横溝の深さを測るのがとても難しかった。

最も深い横溝の深さと飲み残しの量の関係



5ページの横溝の本数についての分析と同様、全ペットボトル平均1.2ml程度にまで飲み残しの量を減らすためには、台形型の横溝の深さは2.3mmまでがよいのではないか。また、それ以上深くする場合には幅の広いU字型が効果的である。

<飲み残しの量が減らせるペットボトルの条件>

台形型の横溝の深さは2.3mm以下！！U字型の横溝は効果的。

### 8. 個別のデザインについての分析③ <飲み口への角度>

【新しい視点と予想】

飲み口への角度とは：ペットボトルの本体から飲み口に切り替わる部分を拡大して測った角度のこと。

何度も液体を注ぐ様子を観察していると、飲み口の角度も飲み残しの量に影響しているように見える。ペットボトルの一番太い部分から飲み口までの角度も、デザインと同じようにそれぞれ異なっている。

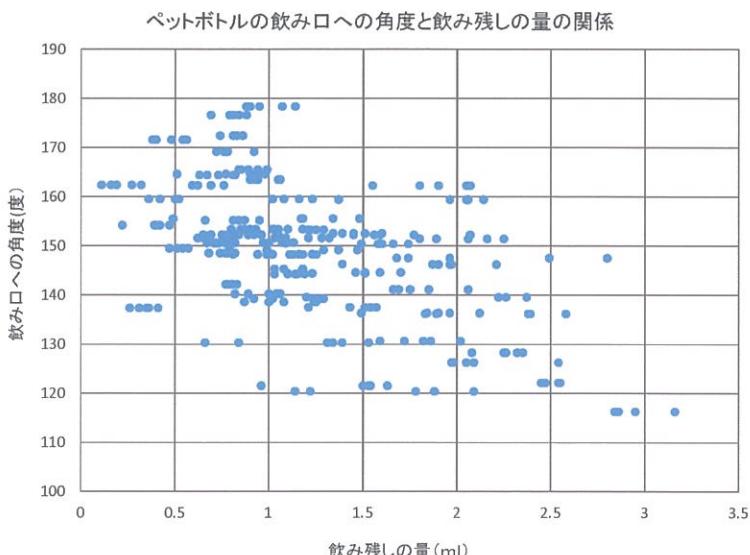
飲み口への角度が、直線(180°)に近づくほど飲料の流れが良くなるため、飲み残しが減る傾向があるのではないだろうか。



左はスムーズに液体がながれているが、右は飲み口直前に、液体のたまる場所ができる。

【計測方法】角度計測アプリを使い、スマートフォンでペットボトルの写真を撮り、飲み口への角度を測る。ペットボトルとスマートフォンの距離は常に一定に保つことに注意した。飲み口からボトル部分にかけて、すぐにふくらむような曲線になっている場合には、できるだけ短い長さで曲面に接する直線になるように気をつけた。

【結果・分析】飲み口への角度が180°に近いデザインのペットボトルほど、飲み残しの量が少ない傾向が見られた。そのようなデザインのペットボトルは、炭酸飲料が多く、ビンの形状をまねてデザインされたものが多かった。一方、飲み口への角度が急なデザインだと、逆に飲み残しの量が平均以上になるという傾向があった。これは、飲み口への切り替え部分が横溝と同じような役目をしてしまうことが原因とも考えられる。水やお茶などのペットボトルでは、いかり肩のようなデザインが多いという特徴があった。



飲み口への角度が180°に近いデザイン TOP5

	飲料の名前	容量	角度(°)	飲み残しの量(ml)
1位	サンペレグリノ	500	178.32	0.99
2位	コカ・コーラ カナダドライ	500	176.59	0.80
3位	成城石井 クラフトコーラ	410	172.38	0.81
4位	アサヒ ウエルチ なめらかマスカットスパークリング	450	171.54	0.47
5位	成城石井 ゆずはちみつ	350	169.14	0.79
平均	角度ゆるやかTOP5 平均		173.59	0.77

飲み口へ角度が急なデザイン TOP5

	飲料の名前	容量	角度(°)	飲み残しの量(ml)
1位	セブンイレブン ほうじ茶	600	116.29	2.93
2位	グリーンダカラ麦茶	500	120.38	1.62
3位	キリン 天然水	600	121.512	1.43
4位	伊藤園 麦茶	600	122.13	2.49
5位	アサヒ 天然水	600	126.28	2.13
平均	角度急なTOP5 平均		121.32	2.12

※飲み残しの量は、5回計測の平均値

すべてのペットボトルの角度を計測すると、多くのペットボトルは飲み口の角度が  $135^{\circ}$ から  $160^{\circ}$ の間におさまっている。右の図の飲み残しの量の平均値と角度の関係を見ると、飲み口への角度は  $140^{\circ}$ 以上だと飲み残しの量を減らすデザインになりそうだ。

<飲み残しの量が減らせるペットボトルの条件>

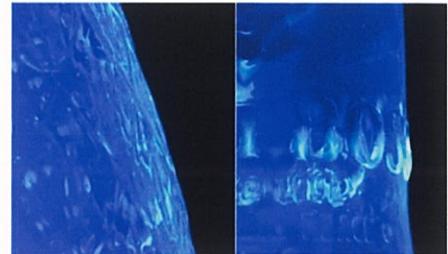
飲み口への角度は  $140^{\circ}$ 以上！！

飲み口の角度(°)	ペットボトル数(種)	飲み残しの量平均(ml)
110～	1	2.93
120～	3	1.85
125～	2	2.19
130～	2	1.39
135～	7	1.45
140～	6	1.25
145～	8	1.23
150～	15	1.10
155～	5	1.09
160～	6	0.88
165～	2	0.85
170～	2	0.64
175～	2	0.89

## 9. 個別のデザインについての分析④ <絵柄、ロゴの字がどのくらい飲料を取り込んでいるか>

【新しい視点と予想】絵柄やロゴは、飲み残しが多くなりやすいデザインだということが分かったが、絵が大きければ大きいほど飲み残しが多くなるといえるのだろうか。ペットボトル全体に模様があるデザインがあったが、飲み残しの量はランキング上位に入るほど多くなっていなかった。絵柄や模様と飲み残しの量はどのような関係なのだろうか。

観察していて、絵柄のくぼみの深さも気になった。絵柄の中でも、ペットボトルにへばりついているような状態の水滴と、くぼみを満たすように液体がピタッとはまり込んでいる水滴がある（右写真）。これは、くぼみの深さと関係しているのではないだろうか。また、絵柄は細かければ細かいほど、液体が入り込みやすくなり、飲み残しの量が増えていくのではないか。



【計測方法】ペットボトルの絵柄を長方形形状に切り出し、スポーツ飲料で満たしたお皿にペットボトルの内側部分をつけ、特に液体がたまる部分を観察し、そのくぼみの深さをデプスゲージで計測する。また、乾燥時と液体につけた後の重さを測り、どれくらいの液体が入り込んでいるか、変化率を計算する。ペットボトルを小さく切り出した時に、カーブがあるものはお皿に浮かせるだけでは絵柄全体に液体が行きわたらないので、スポットで内側にかけて行きわたらせた。



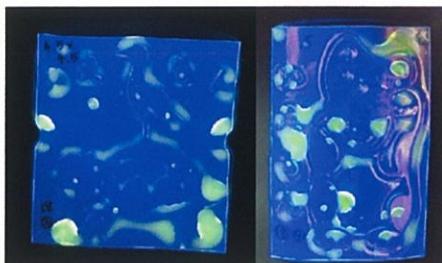
カーブが大きいと、お皿でつけるだけでは不十分だったので、スポットでかけているところ。

【結果・分析】それぞれのパートは、どのくらい飲料を取り込んで重くなったかどうかをランキングにしたのが9ページの右の図だ。何も装飾のないペットボトル片では+5%ほど重くなるが、絵柄やロゴの凸凹によって重さの変化率は+7%から+60%を超えるものまであり、ロゴやデザインが入れば必ず飲み残しの量が増加することが分かった。

予想通り、「A」「D」「O」「S」など小さなくぼみがあるアルファベットを含むロゴが、液体を取り込みやすいという結果になった（右写真）。大文字のアルファベットは、くぼみ部分もあることに加え、字としての直線部分も多い。そして、ロゴを配置する時にはまっすぐに並べるので、結果的に小さな横溝がたくさんあることになり、飲み残しの量を増やしてしまっているのかもしれない。

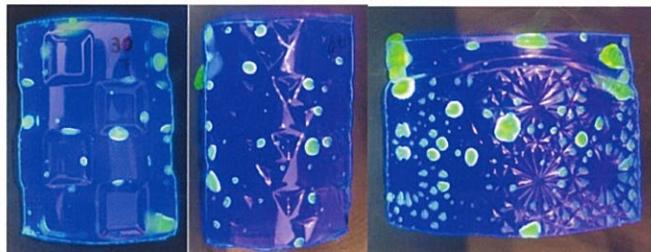


くぼみの深さと液体の取り込みやすさとの関係について、今回ははつきりと分からなかった。横溝を測るときと比べて、絵柄の場合は、くぼみが小さく、中にはカーブに沿って絵柄があるものもあり、デプスゲージでは正確に計測しきれなかったと思う。でも、絵柄を指でなぞってみると、目や耳の部分などは明らかに深くなっていたし、指で段差を感じる部分には多く液体がたまっており、観察したときにもその様子は確認できた。



ラベルを取るとかわいい絵が隠れているという仕組みだった絵柄たち。細かい凸凹に沿ってよくたまっているのが分かる。

模様については、直線で書かれるような六角形、三角形、ひし形を使った幾何学模様は、意外にも飲料を取り込んでいなかった。同じ幾何学模様でも、細かいアラベスク模様になると、溝が浅くてもしっかり飲料が入り込んでいたのがとても不思議だった。また、水の流れを表現したような曲線模様では、飲料を取り込む様子はあまり見られなかった。複雑な横溝のようになってしまふのではと思ったのだが、曲線に沿って液体は流れ出ていったので、効果的に飲み残しを減らすデザインにつながるかもしれないと思った。



左：市松模様、中央：三角形を連続してつなげた模様、右：アラベスク模様  
これまでの実験からの予想で、四角形や三角形にももっとたまると思っていた。

飲み残しを減らすペットボトルのデザインとしては、ロゴの字体に曲線が多いものの方がよいし、縦向きや横向きにゴシック体の字体で入れない方が良い。シンプルな幾何学模様であれば、浅い溝で入れることができると思う。

変化率 (%)	飲料の名前	パート名		くぼみの深さ 内側から計測 (mm)	
		ロゴ	DA・KA・RA ♡		
63.64	グリーンダカラ麦茶	ロゴ	DA・KA・RA ♡	0.86	
62.50	グリーンダカラ麦茶	ロゴ	GREEN	0.65	
40.00	Boss ソイ&ミルク コーヒー・ニューニュー ソイモカ	ロゴ	BOSS [S]	0.85	
36.36	特茶ケルセチンゴールド	ロゴ	IYEMON [I]	1.04	
35.71	クラフトボスブラック	ロゴ	BOSS	0.53	
33.33	飴茶	絵	模様	0.72	
			アラベスク模様	0.70	
			[O]	0.11	
26.32	いろはす	ロゴ	ILOHAS [H] [S]	1.16	
25.53	伊右衛門 black	絵	猫	1.07	
23.81	伊右衛門 black	絵	獅子	0.99	
		ロゴ	目	0.89	
23.26	伊右衛門	絵	いえもん 猫	0.45	
			耳	0.80	
			お腹	0.80	
21.67	伊右衛門 black	絵	鳳凰	1.37	
			葉	0.46	
			羽	0.66	
20.00	クラフトボスブラック	ロゴ	BOSS	1.36	
			耳 パイプ	1.12	
19.61	伊右衛門	ロゴ	つると亀	亀のこうら	1.08
			亀の足	0.67	
			つるの頭	0.60	
			つるの背中	0.80	
18.52	いろはす	絵	マーク	六芒星	0.67
18.18	伊右衛門	絵	犬	目	0.62
			首輪	0.87	
16.07	コカ・コーラ	ロゴ	Co	【Co】	0.56
15.56	伊右衛門 black	ロゴ	伊右衛門	【右】	0.42
14.81	特茶ケルセチンゴールド	絵	ハニカム	模様あり六角形 外枠	1.17
14.29	グリーンダカラ麦茶	絵	マーク	キャラの頭	3.22
13.85	特茶ケルセチンゴールド	絵	ハニカム	無地六角形	0.11
12.50	クラフトボスブラック	ロゴ	ロゴ	細かい字	1.37
12.50	カナダドライ	絵	模様	ひし形模様	0.40
11.54	生茶	窓	窓	窓内側 窓外側	0.40
10.75	アクエリアス	窓+ロゴ	AQUERIUS	【Q】	1.09
10.71	特茶ケルセチンゴールド	ロゴ	TOKUCHA	【U】 【O】	0.70
10.57	アクエリアス	窓	窓の装飾	三日月形	0.73
9.80	伊右衛門	ロゴ	茶 伊右衛門	○と茶の境目 【門】	1.21
9.52	三ツ矢サイダー	絵	模様	三角形模様	0.67
8.47	生茶	絵	市松模様	市松模様	0.65
8.33	クラフトボスブラック	ロゴ	Craft	【C】	1.10
7.69	天然水きりっと果実	絵	模様	水流模様	0.80
7.60	ゆずはちみつ	窓	窓	窓の模様	0.78
7.55	コカ・コーラ	ロゴ	ca	【ca】	0.64
7.14	グリーンダカラ麦茶	絵	キャラクター	ボトルのイラスト	0.82
5.45	ペットボトル無地	なし	なし	なし	0.55
					0.00

#### <飲み残しの量が減らせるペットボトルの条件>

ロゴや模様、絵柄はできるだけなくす。もし、つけるとしても溝が浅い方が良い(0.5 mm以下)。  
深い溝であれば、シンプルな幾何学模様をつけることもできる。

#### 10. 個別のデザインについての分析⑤ <底のデザイン>

【新しい視点と予想】これまでの分析から、液体の流れをせき止める横溝やデザインの凸凹が飲み残しの量を増やすことが分かってきた。同じことは底のデザインについてもいえるのだろうか。炭酸飲料の底は5枚の花びらのようなデザインをしていることが構造としての特徴になっているが、大きく凸凹しているので飲み残しの量を

増やすことに影響しているのではないか。

**【計測方法】** 9で絵柄や模様の分析をしたペットボトルについて、底についても計測をした。底の凸凹が一旦、液体につかる量を入れてから、中身を出し乾燥時との重さを比べる。どれほどの液体が底だけにたまるのか、重量の上昇率を計算する。

**【結果・分析】** 底のデザインが液体を取り込みやすいと、飲み残しの量が増えるという関係性が見られた(右下グラフ)。右図のランキングから、中心部分からボトルの側面にかけて放射状に長い溝があるものは、液体がとどまりやすいことが分かる。中心部分から伸びている溝が短いと、液体のとどまりやすさは低くなっているため、この部分の長さが飲み残しの量に影響していると言える。炭酸飲料の5枚花びらは、凸凹が大きいので液体がたまりやすいと予想していたが、花びら1枚分に液体がたまるだけで、飲み残しの量を増やしている大きな要因ではなかった。

意外で驚いたのは、底の形が八角形のものは円形のものよりも同じ溝があった時に、液体を取り込みにくいということだった。

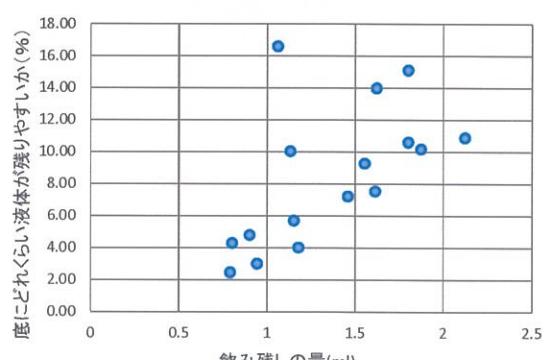
<飲み残しの量が減らせるペットボトルの条件>

中心をでっぱりのある形にする。  
または、中心から出る溝は短いデザインが良い。

底の液体の取り込みやすさ ランキング

変化率 (%)	飲料の名前	底のデザイン	飲み残しの量 (ml)
16.59	サントリー クラフトボスブラック	円形 放射状8本溝	1.06
15.11	アサヒ 緑茶	円形 放射状10本溝	1.80
13.98	グリーンダカラ麦茶	円形 放射状8本溝	1.62
10.88	アサヒ 天然水	円形 放射状6本溝+6本の切れ込み	2.13
10.60	サントリー 天然水きりっと果実	円形 放射状8本溝	1.80
10.17	サントリー 伊右衛門 black	八角形 放射状8本溝	1.87
10.03	キリン 生茶	円形 中心円+短い6本線	1.13
9.27	コカ・コーラ アクエリオス	円形 中心円+短い5本線	1.55
7.53	サントリー 特茶ケルセセンゴールド	八角形 中心円+短い8本線	1.61
7.21	サントリー 伊右衛門	八角形 放射状8本溝	1.46
5.69	コカ・コーラ いろはす	円形 中心に六芒星	1.15
4.79	コカ・コーラ コカ・コーラ	花びら5枚	0.90
4.27	コカ・コーラ カナダドライ	花びら5枚	0.80
4.00	サントリー-Boss ソイ&ミルク コーヒーニューニュー ソイチカ	円形 星型のでっぱり	1.18
3.00	アサヒ 三ツ矢サイダー	花びら5枚	0.94
2.44	成城石井 ゆずはちみつ	八角形 円形の大きなでっぱり	0.79

底のデザインと飲み残しの量の関係



## 11. おわりに

ペットボトルのデザインについて、いろんな視点で調べてみるとおもしろい発見がたくさんあった。飲み残しの量が減らせたらいいなと思って始めたが、飲み残しの量を減らせるデザインのヒントが見つかったことは、とても嬉しかった。飲み残しの量を減らせることは、すすいだ後に乾くスピードもあげられるということにもつながる。中の飲料を最後まで楽しめるから水も汚さずに済むし、すすいだ後の乾くスピードが早いのでリサイクルも簡単になってリサイクル率も上がる。一石二鳥になるなど、わくわくした。

ペットボトルのデザインは、その飲み物のイメージに合わせた形やモチーフが使われていたり、たくさん並んだ商品の中から選んでもらうアピールのためのデザインが盛り込まれていたり、選ぶ楽しさがあると思う。でも、飲み残しの量を減らすという視点を加えてみると、必ずしもデザイン性が高いことは環境に良いこととは言えないのだということが分かった。今回の研究をもとに、中の飲み物がスルッと全部出てきて、目でも楽しいデザインを考えたい。

実は私は、ペットボトルの次に牛乳パックや紙パックの飲料の飲み残しの量を減らしたいという思いがある。ペットボトルよりも紙パックはリサイクル率が低く、その原因是洗って広げる手間があげられる。そして牛乳パックを洗う時にも、やっぱり飲み残しの量が気になるのだ。ペットボトルのお茶や水に比べて、紙パックには牛乳や豆乳などろみのある飲み物が入るので、ペットボトルのヒントがすぐに活かせるかは分からないが、研究してみたいと思った。

たくさんのペットボトルに番号をつけて観察をしていると、一本一本のペットボトルに愛着がわいてきた。我が家を卒業しても、新しいペットボトルになって帰ってきてね！

