

女子部高等科1、2年 理科
「アイスクリームスプーンの熱伝導」
「水の硬度とお茶の味」
「速乾性Tシャツは本当に早く乾くのか」

中川亜紀子

日常生活で時々話題になる現象や製品の機能について、3つのグループが科学的に検証するにはどうすればよいか考え、実験を行った。発表はポスターを中心にお茶のテイastingや実物の展示・作業風景のビデオなどを用いた。このうち「水の硬度とお茶の味」、「速乾性Tシャツは本当に早く乾くのか」の2テーマは、昨年の高等科3年理科課題研究を端緒としており、昨年の経験をふまえて実験を計画した。

I. はじめに 3テーマの決定

2017年学業報告会の高等科1,2年の取り組みは、各教科が提示した12テーマからそれぞれの希望するものを選んだ。理科からは表題の3つのテーマを提示した。各教科で人数を調整、理科の3テーマは以下の人数となった。

アイスクリームスプーンの熱伝導

高等科1年 6名

水の硬度とお茶の味

高等科1年 1名 高等科2年 2名

速乾性Tシャツは本当に早く乾くのか

高等科1年 3名

II. 各テーマの取り組み

(1) 「アイスクリームスプーンの熱伝導」

熱伝導率の高いアルミニウム製のアイスクリームスプーンは、冷凍庫から出したばかりの硬いアイスクリームを簡単にすくうことができる。中でもタカタレムノス社製「15.0%」(2011年グッドデザイン賞)、は持ち手の断面積にも工夫を凝らし、性能が高いという。この性能を実際に確認する実験を行なった。また、熱伝導の素材・断面積による違いを定性的に確認した。

【実験】

試料:

① アイスクリームスプーン

タカタレムノス社製「15.0%」小

タカタレムノス社製「15.0%」大

他社製 アルミニウム製

他社製 ステンレス製

② 30cm丸棒・直径6mm

銅・アルミニウム・ステンレス

③ 30cm丸棒 アルミニウム製

直径15、10、8、6mm

温度測定: FLIR 社製サーモグラフィカメラ

(FLIR-one) を iPad に接続し撮影

加熱材: 一定量の水分を含ませたタオルを電子レンジで一定出力で加熱したもの

冷却材: 氷と水を一定量ずつ混合したもの

操作: 鏡面反射を防ぐため黒体テープをすべての試料に貼り付け、試料をならべ、末端に加熱材あるいは冷却材を乗せ10分間30秒ごとに撮影した。その後写真からデータをよみとった。

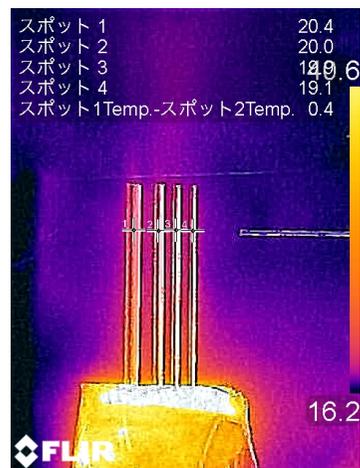


図1 サーモグラフィの例 温度読み取り済み

【結果・考察】

① 断面積による温度変化の違い

直径が小さいものはすぐ温度が変わり始めた。しかし、4分を過ぎると直径が大きいものほど温度変化が大きくなる。このことから断面積が大きいほどたくさん熱を運べることが分かった。

② 素材による温度変化の違い

熱伝導率が高いものほどすぐに温度差が大きくなることがわかった。文献値の通り銅が1番良く熱を伝え、ステンレスがあまり熱を伝えない。

③ スプーンの素材と形状による温度変化の違い



図 2 上からステンレス、他社アルミ、タカタレムノス小

経過時間	他社製アルミニウム	タカタレムノス小	タカタレムノス大	他社製ステンレス
0:00	19.1	18.7	18.8	18.6
1:00	22.4	22.5	21.6	21.3
2:00	24.3	24.9	21.7	21.0
3:00	25.9	26.7	21.8	20.1
4:00	27.5	28.3	23.9	20.9
5:00	29.4	30.6	25.7	21.4
6:00	28.6	29.6	26.3	20.8
7:00	30.1	32.2	27.3	21.2
8:00	28.4	31.1	27.1	21.0
9:00	30.1	34.0	29.4	21.4
10:00	30.9	35.7	30.2	21.8
温度差	11.8	17	11.4	3.2

表 1 スプーンの柄を加熱した時の先端の温度変化 (°C)

表 1 にスプーンの柄を加熱したときの温度変化を示す。2) と同様アルミニウム製はよく熱を伝えるが、ステンレスはそれほどでもない。

アルミニウム製では柄が厚いタカタレムノス社製のものの方がよく熱を伝える。柄の断面積が大きく、掌の熱を効率的に先端へ伝えられるためと考えた。最後に使用したスプーンで試食してみた。柄の断面積が大きいタカタレムノス社製が最も楽に固いアイスクリームをすくえることを確認した。

(2) 「水の硬度とお茶の味」

2016 年度高等科 3 年理科課題研究の 1 グループが、一般にいう『緑茶には軟水がよく、紅茶には硬水がよい』について実際に検証した。その結果一般論のとおり緑茶は軟水で淹れたほうがおいしいという感想が多く、紅茶は硬水がよいという感想が多かった。また超硬水といわれるカルシウム・マグネシウムの濃度の高い水は、紅茶を白濁させ、お茶を淹れるのにはむかないことがわかった。今回はその結果をふまえて、原水とするミネラルウォーターの銘柄、試飲の方法を 2016 年度とは変更して検証を行なった。また自由学園は一部を除き園内の井戸水を飲用しているが、学園内全域の蛇口から出る井戸水の硬度を測定した。

【実験】

使用した原水の銘柄：

- 2016 年度
 - 白神山地の水 硬度 0.2mg/L
 - 六甲のおいしい水 硬度 32 mg/L
 - Evian 硬度 304 mg/L
 - Contrex 硬度 1468 mg/L
- 2017 年度
 - 樺のわけ前 硬度 2 mg/L
 - Ty Nant 硬度 102 mg/L
 - きりしまの名水 硬度 170 mg/L
 - S. Pellegrino 硬度 674 mg/L

試飲方法：

- 2016 年度
 - 硬水 1 種、軟水 1 種を選び緑茶あるいは紅茶をつくり、10～ 20 人に試飲してもらおう。試飲者はどちらがおいしいか選択。

・2017 年度

試飲の回数を減らすため、すべての原水で緑茶あるいは紅茶を作り、4 種類を同時に 20～ 30 人に試飲してもらおう。試飲者はどれが一番おいしいか、どれが一番おいしくないか選択。

使用した茶葉の銘柄、抽出方法は 2016、2017 年ともに同様にした。

硬度の測定：共立化学製デジタルバックテスト「全硬度 DPM-TH2」（簡易吸光度計）を使用した。

【結果・考察】

硬度 170mg/L の硬水「きりしまの名水」を緑茶で好む人が多かった。

水の銘柄	好んだ率 (%)
樵のわけまえ	16
Ty Nant	21
きりしまの名水	42
S. Pellegrino	21

表 2 生徒・教職員 27 名の緑茶試飲の結果

つまり、緑茶は軟水で淹れたほうがおいしく感じるとは必ずしもいえないという結果を得た。また、緑茶で最も好まれた「きりしまの名水」は、紅茶でも最も好まれた。

一方、学園内 17 箇所の蛇口から採取した井戸水の硬度は 42～160mg/L とかなりばらつきがあることがわかった。120mg/L 以上の「硬水」とされる水が出る蛇口は 6 箇所あり、いずれも使用頻度の高い場所であった。「きりしまの名水」の硬度は使用頻度の高い学園内でよく飲用される蛇口の水の硬度に近く、日常的にその水で淹れたお茶を飲んでいる自由学園の生徒・教職員に好まれたとも考えられる。

今後はさらに試飲者の人数を増やし、データの精度を上げる必要がある。また同じ井戸の水を源にしているが、学園内の蛇口の場所によって硬度が異なる点にも検討が必要と思われた。

(3) 「速乾性 T シャツは本当に早く乾くのか」

2016 年度高等科 3 年理科課題研究で 1 グループが純綿とポリエステル混紡の T シャツの乾く速度を測定し、混紡のほうが早く乾くという傾向を見出した。今回はそれをふまえ、T シャツ 3 種の吸水性・

乾く速度を測定した。また着心地についても検討した。

【実験】

試料：T シャツ 3 種

A 綿 100% (天竺編み)

B ポリエステル 85% アセテート 15%

速乾Tシャツ(商品名ベントクール)

(編み方は特殊な素材のため不明)

C ポリエステル 85% アセテート 15%

(フライス編み)

学園の体操着と同じ繊維配合。

A,B,C ともに全て BVD 社製・同サイズ

吸水性・速乾性の測定のために身頃部分から 20cm 角に布地を切りそろえた。1 着ずつは試着に使用した。

測定 (1) 速乾性

20cm 各の布に水を 15mL ずつ含ませ干し、10 分ごとに室内で質量を計測した。

表 3 水分量の変化 気温 18℃湿度 80% 10 回平均

	A 綿100%	B ベントクール	C ポリ50%
乾いた状態 (g)	8.1	4.9	4.7
濡らした状態	23.9	20.8	19.2
含んでいる水分量	15.8	15.9	14.5
時間経過ごとの減った水分量 (g)			
10分	0.4	2.3	0.2
20分	0.8	3.4	0.4
30分	0.9	4	0.6
40分	1.1	4.6	0.7
50分	1.4	5	0.8
60分	2	5.5	1.1

測定 (2) 吸水性、脱水性

1. 布に水を浸し水が滴らなくなったら質量測定
2. 30 秒間脱水機にかけ、もう一度質量を測定

T シャツ種類	吸水した量 (g)	脱水して出た量 (g)
A	30.0	10.1
B	23.0	13.0
C	27.3	11.5

表 4 吸水量の比較 気温 18℃湿度 80% 10 回平均

2 つの測定から、木綿 100% の A は吸水性は高いが、水分は繊維から離れにくく、乾きにくいことが

わかった。また繊維の表面に凹凸をつけ、湿気によって伸張する繊維を用いた B は吸水性自体があまりなく、かつ最も乾きが早い。

測定 (3) 着心地の評価

運動前にそれぞれの T シャツを着用し、正面からサーモグラフィカメラ (FLIR-one) で撮影する。10 分間エアロバイクを漕ぎ、もう一度正面から撮影する。前身頃中心部の温度を写真から読み取る。

運動前	23.0°C
運動後 T シャツ A	27.0°C
運動後 T シャツ B	23.1°C
運動後 T シャツ C	23.7°C

表5 運動前後のシャツの温度 3回平均

圧倒的に A の温度が高く、B が一番低かった。着てみると A は一番通気性が低い為、シャツ内に熱がこもっていて暑い。B は通気性が一番良く汗もすぐに乾いた。通気性よく、乾きが早いので皮膚表面からの吸熱があり、涼しく感じる。一方布が薄いことが気になる人もあった。C は通気性も良く布の厚さも丁度良いので一番好評だった。

【考察】

3 つの実験を通してポリエステル繊維に凹凸をつけ編み方も工夫すると、吸水性能が上がりかつ速乾性であることが分かった。T シャツ B、ベントクールは確かにそのような工夫のある製品である。しかし着用してみると生地が薄く透け感がある。T シャツ C は純綿の T シャツ A より早く乾く。生地に透け感がないので着やすい。女子部で普段使いされているのが T シャツ C のような製品であるのが理解できる。

III 発表

それぞれのグループでポスターを製作し、記念講堂後方のパネル前で来場者に説明を行なった。スプーンや T シャツの実物や、撮影した写真やビデオをタブレットに入れて説明に使用し、お茶は少しずつ試飲してもらえるように工夫した。

IV 報告会を終えて

3 つのグループそれぞれがテーマにしたがって実験条件を決め、できるだけ一定の条件を保つためにどのような装置を使うか、効率よくデータをよみとるにはどうすればよいか、「測定する」には様々な工夫が必要で、だんだんその操作に習熟していくことができた。得られたデータをどのようにまとめ、理解できたことを表現するまでにはまだ努力が必要な段階だが、機能とデザインが融合して優れた製品が生みだされ、また客観的データが評判のよいレシピを支えていることを実感できたのではないだろうか。

VI. 参考文献・ウェブサイト

- (1) 高等学校「改訂版 物理」 数研出版
- (2) タカタレムノス社 HP
<http://www.15percent.jp/about/performance/index.html>
- (3) 産総研分散型熱物性データベース
<http://tpds.db.aist.go.jp/>
- (4) ミネラルウォーター・ガイドブック 早川光
新潮社
- (5) 新版水の科学 北野康 日本放送出版協会
- (6) 科学で見なおす体にいい水・おいしい水
岡崎稔/鈴木宏明 技報堂出版
- (7) WHO 飲料水水質ガイドライン
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42852/3/9241546387_jpn.pdf
- (8) 紙と天然繊維 (産業化学シリーズ)
- (9) 高等学校教科書科学「化学」東京書籍及び数研出版
- (10) <http://www.jcfa.gr.jp/fiber/high/summary.html>
- (11) <http://www.tsfac.com/column/theme01/column02.html>
- (12) <http://kagaku.info/old/faq/color000314/>
- (13) <http://hkeyzs.com/sozai/>