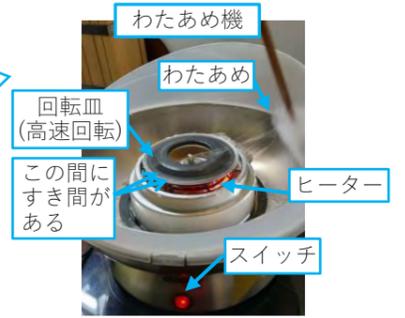


「ふわふわ わたあめ」のひみつ

国分寺市立第二小学校 5年 今村 誼美

わたあめ機のしくみ
 ヒーターで温められた砂糖がとけ、高速で回る回転皿のすき間を通して糸状に広がることによって、わたあめができる



1. 動機

コロナで夏祭りが中止になり、大好きなわたあめが食べられなくなってしまった。それなら、自分の理想のふわふわなわたあめを作ってみようと思い、スーパーマーケットに売っている様々な種類の砂糖を使って実験を行い、調べることにした。

2. 予想

様々な種類の砂糖の中で、ザラメのわたあめが一番おいしく、ふわふわになると予想を立てた。理由は、わたあめには昔からザラメが使われていて、お店で使われているのもザラメだから、一番わたあめに適している砂糖だと考えた。

表1 実験に使用した砂糖の種類と砂糖の観察

番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
砂糖の名前	黄色ザラメ	ザラメ	氷砂糖	コーヒースーガー	黒糖	てんさい糖	きび砂糖	グラニュー糖	上白糖	シュガーパウダー
名称	綿菓子用砂糖	中ザラ糖	氷砂糖	砂糖(コーヒースーガー)	黒糖	砂糖(てん菜含蜜糖)	砂糖	グラニュー糖	砂糖	製菓材料
原料	砂糖・着色料	原料糖・加糖色素	砂糖	砂糖・加糖色素	さとうきび	てん菜(ビート)	原料糖	原料糖	原料糖	粉糖・オリゴ糖
カロリー(100g あたり)	387kcal	400kcal	387kcal	387kcal	382kcal	382kcal	396kcal	387kcal	384kcal	400kcal
大きさ	3×3×1.5mm	3×3×1.5mm	20×20×15mm ⇒粉末~10mm	ザラメ大~10mm	30×20×15mm	1mm以下	粉末	小さいつぶ	グラニュー糖より小さい	粉末
形	四角	四角	四角⇒粉~色々	四角、色々	四角	つぶが大きい	粉	つぶ	細かいつぶ	粉
色	半とう明黄色	半とう明うす茶	半とう明	半とう明うす茶	こげ茶	白みがあった茶	白みがあったうす茶	白	白	真っ白
味	砂糖の味	砂糖の味	とても甘い	ほんのりコーヒ味	かりんとうの味	甘さひかえめ	甘さひかえめ	砂糖の味	砂糖の味	うすい砂糖の味
手ざわり	小さくかたい	小さくかたい	大きくかたい⇒さらさら~かたい	小さくかたい	固まっていてべたつく	さらさら	さらさらしていて少ししっとり	さらさら	しっとり	もっとさらさら
写真										

青文字はパッケージより引用

4. 実験予想

▷実験を行う前に、使用する砂糖別に (1)わたあめになるか (2)わたあめのおいしさ (3)わたあめのふわふわ の3つを予想した。

表2 砂糖別の実験予想

番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
砂糖の名前	黄色ザラメ	ザラメ	氷砂糖	コーヒースーガー	黒糖	てんさい糖	きび砂糖	グラニュー糖	上白糖	シュガーパウダー
(1) わたあめになるかの予想※	○	○	○	○	×	×	×	○	○	△
わたあめのおいしさ予想と理由	1位 よく使われているから	1位 よく使われているから	3位 甘そうだから	6位 コーヒ味でおいしいから	10位 黒糖の味しかなさそうだから	8位 甘くなさそうだから	9位 甘くなさそうだから	4位 甘そうだから	4位 甘そうだから	7位 甘くなさそうだから
わたあめのふわふわ予想の順位と理由	1位 よく使われているから	1位 よく使われているから	5位 ザラメに近いから	6位 ザラメに近いから	8位 わたにならなさそうだから	8位 わたにならなさそうだから	8位 わたにならなさそうだから	3位 わたがとても細かそうだから	3位 わたがとても細かそうだから	7位 わたになりにくそうだから

※ ○:わたあめになる △:わたあめになってもすぐとける ×:わたあめにならない

5. 実験と結果

実験1 : 砂糖の種類でわたあめにちがいが出るかどうかが

▷砂糖の種類でちがいが出るか確かめるために、各砂糖 3.0g でわたあめを作る。

表3 砂糖別わたあめのちがい

番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	
砂糖の名前	黄色ザラメ	ザラメ	氷砂糖	コーヒースーガー	黒糖	てんさい糖	きび砂糖	グラニュー糖	上白糖	シュガーパウダー	
わたあめの写真	全体					失敗 わたあめにならず飛び散った ここ					
	拡大										
おいしさの評価	○	○	◎	○		△	△	○	○	◎	
甘さ	とても甘い	とても甘い	とても甘い	甘い		甘さひかえめ	甘さひかえめ	とても甘い	とても甘い	上品な甘さ	
味	ふつうのわたあめ	ふつうのわたあめ	ふつうのわたあめ	ほんのりコーヒの後味		てんさい糖の味	きび砂糖の味	ふつうのわたあめ	ふつうのわたあめ	ふつうのわたあめ	
おかし向き	おかし向き	おかし向き	おかし向き	おかし向き		料理向き	料理向き	おかし向き	おかし向き	おかし向き	
食感	少しかため	少しかため	かためとやわらか	少しかため		やわらかい	やわらかい	少しやわらかい	少しやわらかい	とてもやわらかい	
口どけ 前	すぐとける	すぐとける	すぐとける	すぐとける		すぐとける	すぐとける	すぐとける	すぐとける	いっしゅんでとける	
口どけ 後	ザラつきが残る	ザラつきが残る	少しザラつく	ザラつきが残る		少しザラつく	少しザラつく	ザラつく	少しザラつく	残らない	
べたつき	べたつく	べたつく	少しべたつく	少しべたつく		少しさらさら	少しさらさら	さらさら	べたつかない	少しべたつく	
べたつき調査中の写真											
わたあめの評価と理由	◎ これぞわたあめという味。大きさもあり満足できる。	◎ 上白糖に比べ味がこくおいしい。	◎ 上品な味。大きいのになんかふわふわ感がある。	◎ 力のあるふわふわの味。せんい質が一定。		△ ふわふわだが砂糖の味がこくザラつきが気になる。	△ ふわふわだが砂糖の味がこくザラつきが気になる。	○ ふつうの砂糖の味。作りやすくてきれいにできる。	○ ふつうの砂糖の味。作りやすくてきれいにできる。	◎ あわ雪のようなふわふわ感で口どけが最も良い。	
ふわふわ順位	5位	5位	2位	7位		8位	8位	3位	3位	1位	

実験2：砂糖の種類によるわたあめの大きさのちがい

▷3.0gの砂糖でできるわたあめの体積から、ふわふわの関係をj知るために、各砂糖で10個ずつ作って比べてみた。球の体積や円の面積の出し方を習っていないので、直方体として体積を求めた。
式：直径×直径×高さ＝体積

表4：3.0gの砂糖でできる、わたあめの大きさ(各10回)

(単位 直径・高さ：cm, 体積：cm³)

番号	①		②		③		④		⑤		⑥		⑦		⑧		⑨		⑩												
	名前	黄色ザラメ	ザラメ	氷砂糖	コーヒージュガー	黒糖	てんさい糖	きび砂糖	グラニュー糖	上白糖	シュガーパウダー	直径	高さ	直径	高さ	直径	高さ	直径	高さ	直径	高さ	直径	高さ	直径	高さ	直径	高さ	直径	高さ		
回数	1	9.0	12.0	972.0	8.0	19.0	1216.0	6.0	16.0	576.0	10.0	10.0	1000.0	5.0	10.0	250.0	4.0	10.0	160.0	8.0	14.0	896.0	7.5	12.0	675.0	4.0	15.0	240.0			
	2	9.0	10.0	810.0	8.0	19.0	1216.0	5.0	12.0	300.0	10.0	11.0	1100.0	4.0	8.0	128.0	4.0	12.0	192.0	8.0	13.0	832.0	6.0	16.0	576.0	4.0	13.0	208.0			
	3	7.0	14.0	686.0	9.0	14.0	1134.0	11.0	11.0	1331.0	10.0	12.0	1200.0	6.5	7.0	295.8	4.0	10.0	160.0	8.0	13.0	832.0	6.5	16.0	676.0	3.0	13.0	117.0			
	4	8.0	10.0	640.0	8.0	14.0	869.0	10.0	11.0	1100.0	10.0	11.0	1100.0	4.0	12.0	192.0	3.0	12.0	108.0	6.0	19.0	684.0	10.0	13.0	1300.0	5.0	14.0	350.0			
	5	10.0	10.0	1000.0	6.5	16.0	676.0	8.0	10.0	640.0	10.0	12.0	1200.0	4.0	12.0	192.0	3.0	11.0	99.0	9.0	15.0	1215.0	6.0	12.0	432.0	5.0	13.0	325.0			
	6	10.0	10.0	1000.0	8.0	15.0	960.0	4.0	19.0	304.0	10.0	12.0	1200.0	5.0	13.0	325.0	5.0	11.0	275.0	7.0	12.0	588.0	5.0	12.0	300.0	3.0	15.0	135.0			
	7	7.0	13.0	637.0	7.0	15.0	735.0	10.0	13.0	1300.0	9.0	10.0	810.0	3.0	9.0	81.0	3.5	13.0	159.3	8.0	12.0	768.0	8.0	16.5	1056.0	4.0	13.0	208.0			
	8	10.0	11.0	1100.0	6.0	16.0	576.0	7.0	14.0	686.0	9.0	10.0	810.0	3.0	9.0	81.0	8.0	10.0	640.0	6.0	12.0	432.0	7.0	15.0	735.0	5.0	14.0	350.0			
	9	9.0	11.0	891.0	6.0	16.0	576.0	7.5	13.0	731.3	9.0	10.0	810.0	5.0	12.0	300.0	2.0	9.0	36.0	5.0	15.0	375.0	5.0	13.0	325.0	5.0	15.0	375.0			
	10	8.0	10.0	640.0	5.5	15.0	453.8	5.0	13.0	325.0	7.0	16.0	784.0	4.0	12.0	192.0	2.0	9.0	36.0	7.0	14.0	686.0	8.0	10.0	640.0	4.0	17.0	272.0			
体積の合計			8376.0			8438.8			7293.3			10014.0							2036.8			1865.3			7308.0			6715.0			2580.0

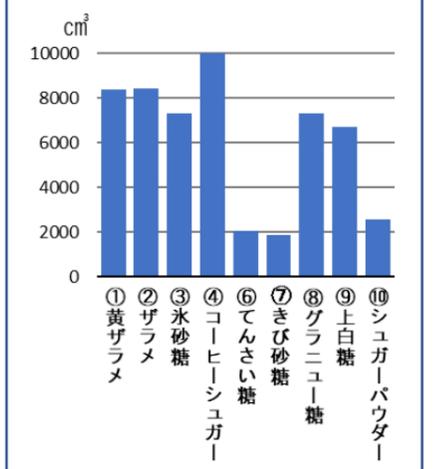
実験3：砂糖のとける速さの実験

▷実験1から、③氷砂糖や⑩シュガーパウダーはできあがるまで時間がかかり、①②ザラメは早いことがわかった。このことから、砂糖のとける時間が、ふわふわに関係するのではないかと考えた。砂糖のとけるまでの時間を調べるために、玉子焼き用のフライパンに砂糖を0.5gずつ入れ、温め始めてから10秒ごとに写真をとった。

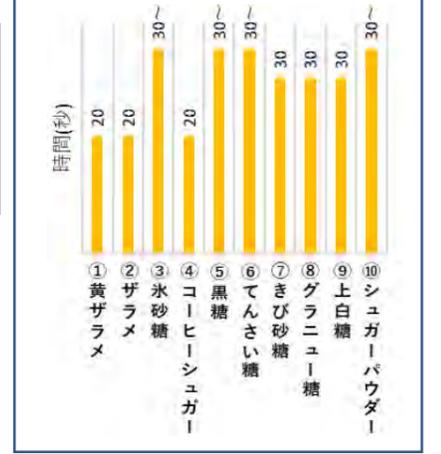
フライパン 砂糖配置図



グラフ1：各砂糖 3.0g×10個の体積



グラフ2：各砂糖のとけ始めからとけ終わるまでの時間



砂糖のとける速さの実験写真

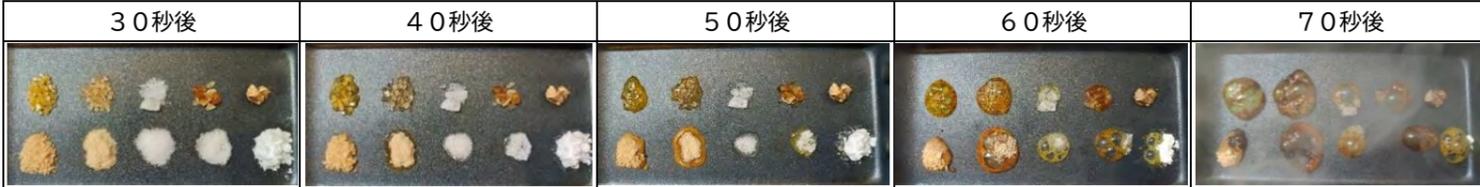


表5 各砂糖のとける速さの結果

番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
砂糖の名前	黄色ザラメ	ザラメ	氷砂糖	コーヒージュガー	黒糖	てんさい糖	きび砂糖	グラニュー糖	上白糖	シュガーパウダー
とけ始め	40秒	40秒	40秒	50秒	60秒	40秒	40秒	40秒	40秒	40秒
とけ終わり	60秒	60秒	70秒でとけ残った	70秒	70秒でほとんどとけない	70秒で半分とけた	70秒	70秒	70秒	70秒でほとんどとけた
とけるまでの時間	20秒	20秒	30秒以上	20秒	×	30秒以上	30秒	30秒	30秒	30秒以上

6. 分かったこと

実験1から分かったこと

- 砂糖が「とう明や白い」ものの方がわたあめになりやすい。
色があるものはなりにくい。(着色料や色素をのぞく)
- 砂糖のカロリーは、わたあめに関係なかった。
- 使用した砂糖の形が大きいとかためのわたあめになり、細かいとふわふわのわたあめになった。
- 砂糖の味とわたあめの味は、ほとんど同じだった。
⑥てんさい糖と⑦きび砂糖はわたあめにすると味がこく感じた。

実験2から分かったこと

- 9つの砂糖の体積は大きく3種類に分かれた。
体積大：(④コーヒージュガー・①黄色ザラメ・②ザラメ)
体積中：(③氷砂糖・⑧グラニュー糖・⑨上白糖)
体積小：(⑥てんさい糖・⑦きび砂糖・⑩シュガーパウダー)

実験3から分かったこと

- 各砂糖のとけるまでの速度は大きく3種類に分かれた。
速度速：(①黄色ザラメ・②ザラメ・④コーヒージュガー)
速度中：(⑦きび砂糖・⑧グラニュー糖・⑨上白糖)
速度遅：(③氷砂糖・⑥てんさい糖・⑩シュガーパウダー)
 - 黒糖は他の砂糖がこげるほど温めてもほとんどとけない。
- 実験全体を通して分かったこと
- 実験1と実験3から、とけるまでの時間が早いグループは、食感がかたく、わたあめのせんい質が太くあらひ。
逆に遅いグループは食感がやわらかく、わたあめのせんい質も細く細かい。



- 実験2と実験3の結果から、体積大と速度速グループは全く同じであり、体積中と速度中、体積小と速度遅グループに重なるものが多いことが分かった。このことから、わたあめの体積ととける速さには関係があることが分かった。
右のグラフはグラフ1とグラフ2を重ねたもので、棒グラフと折れ線グラフが同じような動きをしていることが分かる。
- ③氷砂糖は割ると、大きさが1cmから粉末までであるので、他の砂糖と比べるのが難しい。(表1写真右側)

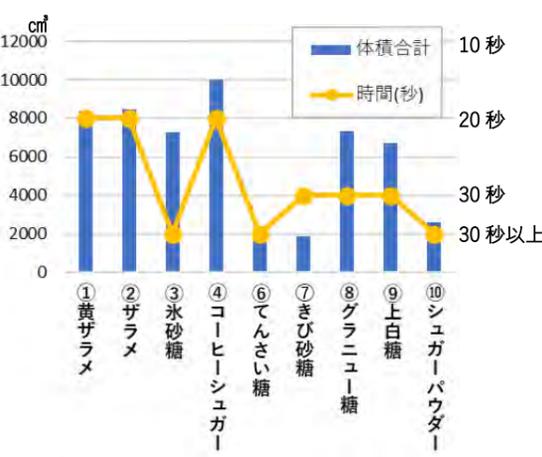
予想と違ったこと

- 予想ではミネラルが多く含まれる⑤黒糖・⑥てんさい糖・⑦きび砂糖はわたあめにならないと思ったが、実際には⑤黒糖だけがわたあめにならなかった。⑤黒糖がわたあめにならなかったのは、温めても他の砂糖のようにとけないのが原因だと考えた。

「ふわふわ わたあめ」になる砂糖の条件

- その1：色はとう明か白
- その2：形状は粉
- その3：ゆっくりとけるもの

グラフ3：わたあめの体積と砂糖のとける時間の関係



7. 研究のまとめ

ザラメを使うのはなぜ?

⑩シュガーパウダーで作ったわたあめはやわらかくふわふわでおいしいが、すぐにとけてしまう。一方①②ザラメや③氷砂糖で作ったわたあめはしっかりとて、とけにくい。お店で売っているわたあめがザラメを使っているのは、材料が安く、とけにくく、おいしいからだということが分かった。(②ザラメと⑩シュガーパウダーを同じ体積で作ると、約20倍シュガーパウダーが高い)

私の一番はシュガーパウダー!

私の一番の好みは⑩シュガーパウダーのわたあめで、軽く口のなかでシュワっととけ、他のわたあめでは味わえない食感がたまらなかった。また味もシュガーパウダーのままでも味わうよりもわたあめの方が甘く、いくらでも食べたいおいしさだった。二番目は③氷砂糖のわたあめで、しっかりとてているのにふわふわで上品な甘さがあり、しかも大きいのがうれしい。

実験は難しい

実験では、わたあめが上手にできなかつたり、フライパンをこがしてしまつたりした。また、口どけの変化を見ようとわたあめを水に入れて観察したが、どのわたあめもいっしゅんでとけてしまい、実験にならなかった。水の温度を変えたりしたが、やっぱり失敗した。

まとめ

この実験を通して、材料のちがいが、味・大きさ・風味にとっても関係することが分かった。実験3(30秒後)の写真はとける前のもので、同じ重さの各砂糖の大きさが分かる。これを見ると⑤黒糖や④コーヒージュガーが一番小さく⑩シュガーパウダーが一番大きい。しかし、わたあめになると大きさは全く逆になる。表1写真を見ると、早く溶けるものはわたあめのせんいが太く、ゆっくりとけるものは細い。例えるなら、①②ザラメは太い針金を丸めて作ったボールで、⑩シュガーパウダーはやわらかい糸を使った毛糸玉のようである。③氷砂糖のように大きさが両方混ざった砂糖で作ったわたあめは予想しない結果になった。このように混ぜると理想をこえるわたあめが作れるかもしれない。

これから

次はすり鉢などを使い材料を粉状にすると、どの砂糖でも、もっとふわふわになるのか実験してみたい。
また、キャンディーや甘味料などを使って、カロリー低めや0kcalのわたあめに挑戦してみたい。誰でも食べられる、歯や体にやさしいわたあめを作りたい。

一番のおすすめシュガーパウダー



参考

使用した砂糖の一覧

名前	製造者または販売者
①黄色ザラメ	株式会社ハニー
②ザラメ	日新製糖株式会社 NH
③氷砂糖	株式会社パールエース
④コーヒージュガー	三井製糖株式会社
⑤黒糖	沖縄県黒砂糖協同組合 OKK
⑥てんさい糖	ホクレン農業協同組合連合会
⑦きび砂糖	日新製糖株式会社
⑧グラニュー糖	伊藤忠製糖株式会社
⑨上白糖	三井製糖株式会社
⑩シュガーパウダー	株式会社キャメル珈琲