

手作りべっこうあめとグミ体験による 「理科離れ」対策－2

北村章・塩田博子・吉村和美・齋藤義之・芳賀絵美子
福原みゆき・島村優花・松岡沙耶香

Challenging the “drift away from science” through
a handmade Bekkoame (tortoiseshell candy) and
gummi candy experience-2

by

Akira Kitamura, Hiroko Shiota, Kazumi Yoshimura, Yoshiyuki Saitou
Emiko Haga, Miyuki Fukuhara, Yuka Shimamura, Sayaka Matsuoka

要旨

本稿は令和4年に行われたオープンキャンパス内で、手作りべっこうあめ体験と手作りグミ体験の模擬授業を行い、前報¹⁾の手作りバター体験の第2報として、「理科離れ」対策について考察した。

前報と同様に、「理科離れ」を算数・数学や濃度計算を含む科学技術全般に対する認識の低下と定義し、その結果として理科を含む科学的能力の低下が起きていることから、「理科離れ」の対策が必要となる。

「理科離れ」対策として、1. 勉強すること、体験することが楽しい、2. 体験したことに驚く、3. どうしてか、何故かを深める（前報では、どんな原料でどうやって出来ているのかを何故につなげる）、4. 目の前で起こっている現象の目に見えない変化を具体的に想像して図にすることができる、5. 化学的な言葉を平易な言葉にして理解する。

4. と 5. が出来るようになると事象の面白さが増してくるのであるが、それには訓練（理科の勉強）が必要である。そのために、手作りの実体験、授業や本などの疑似体験を積み重ねていく必要がある。疑似体験の一つとして、YouTubeなどの動画も有用である。

体験したことが出来たか、出来なかったかで、終わらせるのではなく、出来上がった物を綺麗に仕上げることで楽しさを増す、このことも「理科離れ」対策の一助となる。

キーワード：理科離れ、べっこうあめ、グミ、手作り体験、ショ糖と水、加水分解、
カラメル化、ゼラチン、ゾルとゲル

1 はじめに

著者らは手作りバター体験による「理科離れ」対策（以下「前報」という）¹⁾において、理科離れ対策を考察した。前報では、長沼祥太郎²⁾を参考に、「理科離れ」を算数・数学や濃度計算を含む科学技術全般に対する認識の低下と定義し、その結果として理科を含む科学的能力の低下が起きていることから、「理科離れ」の対策が必要となる。「理科離れ」の対策として、1. 勉強すること、体験することが楽しい、2. 体験したことに驚く、3. どんな原料でどうやって出来ているのかを何故かにつなげる、4. 教員は、学習者が楽しいを受け止める心、驚く心を育て、次に興味を持続し、何故かに発展させるため、理科の面白さや有用性を認識できるような指導を行うとともに、算数・数学や濃度計算等の基礎的な科学技術の修得につなげることが必要である、の4点を理科離れ対策として考察した。

本稿では、前報の「理科離れ」対策の4点を基に、手作りバター体験を手作りべっこうあめと手作りグミ体験に変え、検証する。

L-Kids Lab³⁾では、「不思議に思う気持ち（感覚）、探求する気持ち（意欲）、それを表現すること（思考）を大事にし続けていると、子ども達は1つのことを体得するだけでなく、次から次へと興味や発想が広がっていく様を見せてくれます。興味や発想を広げるには五感を使った経験と感動、そして、とことん思考することが必要です。」と表現し、こどもの考える力を育む自然科学教室を開催している。表現は異なるが、前報による「理科離れ」対策と同様な考えを示している。

令和4年度全国学力・学習状況調査の結果⁴⁾による全国（国公私）の平均正答数・平均正答率を表1に示す。

表1 全国（国公私）平均正答数・平均正答率

	小学校			中学校		
	国語	算数	理科	国語	数学	理科
令和4年度	9.2/14問 65.8%	10.1/16問 63.3%	10.8/17問 63.4%	9.7/14問 69.3%	7.3/14問 52.0%	10.4/21問 49.7%
(参考) 令和3年度	9.1/14問 64.9%	11.3/16問 70.3%	9.7/16問 60.4%	9.1/14問 64.9%	9.2/16問 57.5%	17.9/27問 66.5%

* 前回実施時（平成30年度）の数値

異なる年度での単純比較はできないが、表1では中学校理科の平均正答率において、平成

30年度(2018年度)66.5%で、令和4年度(2022年度)49.7%であり、16.8ポイント減と顕著な減少を示している。理科での実験・観察の頻度において「週1回以上」は小学校44.9%、中学校45.8%で前回より小学校16.2ポイント減、中学校18.8ポイント減となっている。小学校では異なる結果であるが、中学校の大幅な平均正答率の減少の原因の一つとして、実験・観察の頻度の減少を上げることができると考えられる。このことが理科において、いかに体験することが重要であることかを示唆している。前報で「理科離れ」対策として、1.勉強すること、体験することが楽しいを上げているが、実験・観察の頻度と平均正答率との関係が傍証となりうる。

2 料理は化学

料理の科学⁵⁾のはじめにで、「このように料理をして(料理をしている家内を見て)思うのは、料理は化学だな、ということです。」とあり、まさしく、料理とは化学ということが出来る。

料理と科学のおいしい出会い⁶⁾に、「よく『料理は科学だ』といわれますが、今、研究を職業にしている私も台所に立つと、つくづく料理はサイエンスだと感じます。」とあり、こども料理は科学とある。

調理場における衛生管理&調理技術マニュアル⁷⁾によると、調理のポイントとして「煮物の調味の順序は『さしすせそ』であり、砂糖(さ)塩(し)酢(す)しょうゆ・みそ(せ・そ)の順に入れるとしている。砂糖の分子量(342)は、食塩の分子量(58.2)に比べ約6倍も大きい。分子量の小さい食塩の方が砂糖より先に食品に浸透して、材料を引き締め、砂糖のしみ込みを妨げる。砂糖を先に入れ、しみ込んだら、食塩を加える」とある。分子量の差異より、砂糖が塩より先になると説明している。このような表現を読み、理解できることは重要であるが、さらに具体的に理解することも必要である。具体的に理解する例として、シュガーラボ⁸⁾では、「空っぽのバケツに大きな石をいっぱい入れた後でも細かい砂を隙間にまんべんなく入れることができます。けれども、先に砂をいっぱい入れたバケツには大きな石は入りませんよね。同じ原理で、分子の小さい塩を先に入れてしまうと、分子の大きいお砂糖が入りこむ隙間がなくなってしまう」ということなのだと説明している。

分子量という単語で何を考え、どのようなことを具体的に想像するのか。分子量等の化学の言葉が具体的に身に付くまでは、砂糖を大きな石、塩を砂とし、具体的に想像する訓練(理科の勉強)が必要となる。具体的に想像する力を養うことが「理科離れ」対策に繋がるのではないかと考え、アンケートに想像できましたかの項を設けた。

Cooking for Geeks 第2版⁹⁾に「レシピの各ステップに隠された『なぜ?』を理解しよう。

私は化学者たち（指示に従うよう訓練された専門家たち）が、レシピにあった『火を止める』という指示を完全に無視して、煮立った液体にチョコレートを溶かし入れるのを見ていたことがある。『火を止める？チョコレートを溶かすには、熱が必要じゃないか！』というわけだ。ところがそのレシピは、液体の余熱を利用してチョコレートを溶かし、焦がさないようにしていたのだ。」とある。料理においても理科においても何故は必要である。

3 理科離れ対策としての手作りべっこうあめ体験

「理科離れ」の問題への対策の一つとして手作りべっこうあめ体験を行った。

3・1 手作りべっこうあめ体験

深刻な「理科離れ」の問題への対策の一つとして手作りべっこうあめ体験を計画し、本校のオープンキャンパス（2022.7.9-18人）において、実施した。

導入として、調理面から砂糖の加熱温度とその調理法について、資料をもとに温度変化による砂糖の性状を説明した。また、あめの出来る手前の温度で砂糖衣（かりんとう）がどのように作られるのかも実際に共著者が作って説明を行った。

その後、砂糖（ショ糖）はブドウ糖と果糖が結合した二糖であり、ショ糖に水が関与し、加熱されると加水分解されること、加熱が続くと、複雑な化学反応が進み、カラメル化反応が起こることを説明した。ショ糖と水は仲良しという表現を用い、ショ糖と水の親和性を説明した。

続いて、図1べっこうあめの作製法に従い、べっこうあめを作製した。

共著者らは体験しているオープンキャンパス参加者の指導と補助を行った。

べっこうあめ

砂糖水溶液を加熱していくと、水が完全に蒸発するまでは100℃より、上昇しないが、水の蒸発後少しずつ温度が上昇し始める、この時、完全に水がなくなるのではなく、砂糖は多数の水酸基(-OH)を持ち、水と仲良しであるため、わずかな水が残る。この加熱到達温度（煮上げ温度）が約160℃程度で、べっこうあめ（ベッコウ飴）となる。

砂糖（ショ糖）はブドウ糖と果糖が結合した二糖である。水の蒸発が続いている間に、ショ糖の一部は結合が切れ、ブドウ糖と果糖に分かれる。ちなみに、果糖はショ糖やブドウ糖より甘い。加熱到達温度に達するまでにショ糖、ブドウ糖、果糖の混合物は重合や分解などの複雑な反応が進み、褐色に色づき、香ばしい匂いがするカラメル化反応が起こる。これらのことにより、べっこうあめは原料のショ糖とは物性も味も香りも異なるものとなる。

“べっこうあめ”を作ります

1. 弁当用アルミカップに上白糖大さじ1（9g）を量り取る。
2. アルミカップをガスコンロに置いたスキレットの上に置く。
3. 小さじ1/2の水をアルミカップに加える。
4. ガスコンロに火をつけ、水を加えた上白糖を加熱する。
5. 加熱し続けると、大きな泡がでて、沸騰してきます。
6. 5の状態になったら、弱火にします。その時には火加減を見てもらしましょう。
7. さらに加熱し続けると、褐色に少し色づいてきます。
8. 少し色づいてきたぐらいで火を止めると、左の薄い色のべっこうあめになります。右程度の褐色にするには、はっきりと褐色になった時点で火を止めます。好みに調整してください。




9. 軍手を使い、アルミカップを火から下ろし、爪楊枝を置いて水を張ったバットに置いてください。
10. 固まったら、アルミカップを取り、ラップに包み持ち帰り、家で食べてみてください。

図1 べっこうあめの作製法

3・2 アンケート内容

図2アンケート用紙が使用した「べっこうあめ作りアンケート」である。

べっこうあめ作りを体験し、楽しかったか、驚いたかを問い、べっこうあめの原料や砂糖の知識を問うた。砂糖と水の親和性を「砂糖と水は仲良し」という表現で説明したので、砂糖と水の親和性を理解できたかについても問うた。

また、食品学への興味が芽生えたかどうか、そして、理科の好き、嫌いを問うた。

アンケート項目ごとに、次の3・3アンケート結果にまとめた。

べっこうあめ作りアンケート				
下関短期大学 栄養健康学科				
各項目の該当するところを○で囲んでください。				
学年を教えてください。				
	高校1年	高校2年	高校3年	その他
1.	べっこうあめ作りは楽しかったですか。			
	楽しかった	どちらでもない	楽しくなかった	
2.	べっこうあめは知っていましたか。			
	知っていた	知らなかった		
3.	白い砂糖から透明なべっこうあめができたことにおどろきましたか。			
	おどろいた	どちらでもない	おどろかなかった	
4.	白い砂糖から褐色のべっこうあめができたことにおどろきましたか。			
	おどろいた	どちらでもない	おどろかなかった	
5.	砂糖を加熱することで何が起きているのか想像できましたか。			
	想像できた	想像できなかった		
6.	砂糖と水は仲良しだということが理解できましたか。			
	理解できた	理解できなかった		
7.	食品を化学することに興味を持ちましたか。			
	興味を持った	どちらでもない	興味はない	
8.	食品学を勉強してみたいですか。			
	勉強したい	どちらでもない	勉強したくない	
9.	理科は好きですか。			
	好き	どちらでもない	嫌い	
10.	ご意見、ご感想、質問等があれば自由に記入してください。			
ありがとうございました。				

図2 アンケート用紙

3・3 アンケート結果

学年を教えてください。

表2 学年を教えてください

	高校1年 人 (%)	高校2年 人 (%)	高校3年 人 (%)	その他 人 (%)	合計 人
2022.7.9	1 (6)	3 (17)	14 (78)	0 (0)	18

高校3年生の参加者が14人、78%であった。

① べっこうあめ作りは楽しかったですか。

表3 べっこうあめ作りは楽しかったですか

	楽しかった 人 (%)	どちらでもない 人 (%)	楽しくなかった 人 (%)
2022.7.9	18 (100)	0 (0)	0 (0)

べっこうあめ作り参加者の100%が楽しかったと答えた。

② べっこうあめは知っていましたか。

表4 べっこうあめは知っていましたか

	知っていた 人 (%)	知らなかった 人 (%)
2022.7.9	18 (100)	0 (0)

べっこうあめ作り参加者の100%がべっこうあめを知っていた。

③ 白い砂糖から透明なべっこうあめができたことにおどろきましたか。

表5 白い砂糖から透明なべっこうあめができたことにおどろきましたか

	おどろいた 人 (%)	どちらでもない 人 (%)	おどろかなかった 人 (%)
2022.7.9	9 (50)	3 (17)	6 (33)

べっこうあめ作り参加者の50%が白い砂糖から透明なべっこうあめができたことにおどろいている。どちらでもないとおどろかなかったで50%であり、前報のバター作りでは95%が驚いていたのに比較し、おどろきを与えることができなかった。

④ 白い砂糖から褐色のべっこうあめができたことにおどろきましたか。

表6 白い砂糖から褐色のべっこうあめができたことにおどろきましたか

	おどろいた 人 (%)	どちらでもない 人 (%)	おどろかなかった 人 (%)
2022.7.9	10 (56)	3 (17)	5 (28)

べっこうあめ作り参加者の56%が白い砂糖から褐色のべっこうあめができたことにおどろいている。これも、前報のバター作りと比較して、低い数字となった。

⑤ 砂糖を加熱することで何が起きているのか想像できましたか。

表7 砂糖を加熱することで何が起きているのか想像できましたか

	想像できた 人 (%)	想像できなかった 人 (%)
2022.7.9	17 (94)	1 (6)

砂糖と水を加熱すると、ショ糖の加水分解が起こり、その後カラメル化反応が起こることを説明していたため、94%が何が起きているかを想像できたと答えた。

⑥ 砂糖と水は仲良しだということが理解できましたか。

表 8 砂糖と水は仲良しだということが理解できましたか

	理解できた 人 (%)	理解できなかった 人 (%)
2022.7.9	17 (94)	1 (6)

砂糖と水の親和性をより親しみやすい「砂糖と水は仲良し」と表現し、砂糖と水の分子構造にある水酸基が共通していることから親和性が高いと説明した。この親和性について、94%が理解できたと答えた。さらに具体的に水酸基が共通していることを似た物同士は仲良しという表現も付け加えることにより、理解できなかった1人を理解できたに変えることが出来たのではないかと反省している。

⑦ 食品を化学することに興味を持ちましたか。

表 9 食品を化学することに興味を持ちましたか。

	興味を持った 人 (%)	どちらでもない 人 (%)	興味はない 人 (%)
2022.7.9	17 (94)	1 (6)	0 (0)

べっこうあめ作りを体験し、94%が食品を化学することに興味を持った。

⑧ 食品学を勉強したいですか。

表 10 食品学を勉強したいですか

	勉強したい 人 (%)	どちらでもない 人 (%)	勉強したくない 人 (%)
2022.7.9	16 (89)	2 (11)	0 (0)

⑧の項目は⑦の項目とは類似した質問項目であるが、一致した結果を得ることができなかった。

⑨ 理科は好きですか。

表 11 理科は好きですか

	好き 人 (%)	どちらでもない 人 (%)	嫌い 人 (%)
2022.7.9	6 (33)	12 (67)	0 (0)

理科についての明確な説明はせず、漠然とした理科としての聞き方ではあるが、べっこうあ

め作り参加者の33%が理科を好きと答えた。

国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS2019) のポイント¹⁰⁾によると、2019年の調査結果では理科は得意だと答えた小学生は86%、中学生は47%とあり、べっこうあめ作り参加者は高校生であり、一概に比較できないが、あえて比較すると理科が好きでない集団だったと言える。

4 理科離れ対策としての手作りグミ体験

「理科離れ」の問題への対策の一つとして手作りグミ体験を行った。

4・1 手作りグミ体験

深刻な「理科離れ」の問題への対策の一つとして手作りグミ体験を計画し、本校のオープンキャンパス(2022.7.23-12人、2022.8.6-10人)において、実施した。

模擬授業ではゼラチンのゾルとゲルの状態をコラーゲン繊維の状態を模式的に図で説明した。目に見えているゼラチンの状態変化と目に見えないコラーゲン繊維の状態を関連付け、具体的な図を頭に描けるように説明を行った。

なぜゼラチンが溶けてから砂糖を入れるのでしょうかという設問を設け、ここでも、砂糖と水は仲良しをヒントとして与えた。

続いて、図3グミ作製法に従い、グミを作製した。

共著者らは体験しているオープンキャンパス参加者の指導と補助を行った。

グミ (2種類)

材料 (1種類 約5個分)

ジュース ※	大きさ2 (30ml)
ゼラチン	1袋 (5g)
砂糖	大きさ1 (9g)

※本日は果汁100%グレープジュース、果汁100%オレンジジュース、サイダー(レモン)の3種類を準備しています。好みで2種類のジュースを選んでください。

作り方

- 耐熱ガラス容器に好みのジュース大きさ2 (30ml) を入れたものを2個準備する。

- 1にゼラチン1袋 (5g) を各々振り入れ、ゼラチンをふやかす。

- 湯瓶にて加熱しゼラチンが溶けたら、砂糖大きさ1 (9g) を各々入れる。

- 砂糖が溶けたら型に流し入れ、冷蔵庫で冷やし固める。

- 固まったら取り出し、容器に入れラッピングする。


Q: なぜゼラチンが溶けてから砂糖を入れるのでしょうか

ヒント: 砂糖と水は仲良し♪



図3 グミ作製法

4・2 アンケート内容

図4アンケート用紙が使用した「グミ作りアンケート」である。

グミ作りを体験し、楽しかったか、驚いたかを問い、グミの原料やゼラチンの知識を問うた。ゾルとゲルについて、ゲルの状態でコラーゲン繊維が3本一緒になりらせんの構造をとり、加熱することでらせんが解け、1本のコラーゲン繊維となりゾル状になることを図を用いて説明したので、分子の状態を具体的に想像し、理解できたかを問うた。

また、食品学への興味が芽生えたかどうか、そして、理科の好き、嫌いを問うた。

アンケート項目ごとに、次の4・3アンケート結果にまとめた。

グミ作りアンケート				
				下関短期大学 栄養健康学科
各項目の該当するところを○で囲んでください。				
学年を教えてください。				
	高校1年	高校2年	高校3年	その他
1.	グミ作りは楽しかったですか。			
	楽しかった	どちらでもない	楽しくなかった	
2.	グミにゼラチンが使われることを知っていましたか。			
	知っていた	知らなかった		
3.	ゼラチンの原料は動物の骨、牛皮、豚皮であることに驚きましたか。			
	おどろいた	どちらでもない	おどろかなかった	
4.	ゼラチンと水を加熱すると溶融し、冷やすと固まったことにおどろきましたか。			
	おどろいた	どちらでもない	おどろかなかった	
5.	冷やし固めるときにゼラチン分子に何が起きているのか想像できましたか。			
	想像できた	想像できなかった		
6.	ゾルとゲルについて理解できましたか。			
	理解できた	理解できなかった		
7.	食品を化学することに興味を持ちましたか。			
	興味を持った	どちらでもない	興味はない	
8.	食品学を勉強してみたいですか。			
	勉強したい	どちらでもない	勉強したくない	
9.	理科は好きですか。			
	好き	どちらでもない	嫌い	
10.	ご意見、ご感想、質問等があれば自由に記入してください。			
ありがとうございました。				

図4 アンケート用紙

4・3 アンケート結果

学年を教えてください。

表12 学年を教えてください

	高校1年 人 (%)	高校2年 人 (%)	高校3年 人 (%)	その他 人 (%)	合計 人
2022.7.23	2 (17)	3 (25)	7 (58)	0 (0)	12
2022.8.6	2 (20)	2 (20)	6 (60)	0 (0)	10
合計	4 (18)	5 (23)	13 (59)	0 (0)	22

高校3年生の参加者が13人、59%であった。

① グミ作りは楽しかったですか。

表 13 グミ作りは楽しかったですか

	楽しかった 人 (%)	どちらでもない 人 (%)	楽しくなかった 人 (%)
2022.7.23	12 (100)	0 (0)	0 (0)
2022.8.6	10 (100)	0 (0)	0 (0)
合計	22 (100)	0 (0)	0 (0)

グミ作り参加者の 100%が楽しかったと答えた。

② グミにゼラチンが使われていることを知っていましたか。

表 14 グミにゼラチンが使われていることを知っていましたか

	知っていた 人 (%)	知らなかった 人 (%)
2022.7.23	11 (92)	1 (8)
2022.8.6	10 (100)	0 (0)
合計	21 (95)	1 (5)

グミ作り参加者の 95%が、グミにゼラチンが使われていることを知っていた。

③ ゼラチンの原料は動物の骨、牛皮、豚皮であることにおどろきましたか。

表 15 ゼラチンの原料は動物の骨、牛皮、豚皮であることにおどろきましたか

	おどろいた 人 (%)	どちらでもない 人 (%)	おどろかなかった 人 (%)
2022.7.23	9 (75)	1 (8)	2 (17)
2022.8.6	5 (50)	0 (0)	5 (50)
合計	14 (64)	1 (5)	7 (32)

グミ作り参加者の 64%がゼラチンの原料は動物の骨、牛皮、豚皮であることにおどろいている。前報に比べると低い数値であった。

④ ゼラチンと水を加熱すると溶融し、冷やすと固まったことにおどろきましたか。

表 16 ゼラチンと水を加熱すると溶融し、冷やすと固まったことにおどろきましたか

	おどろいた 人 (%)	どちらでもない 人 (%)	おどろかなかった 人 (%)
2022.7.23	6 (50)	3 (25)	3 (25)
2022.8.6	3 (30)	0 (0)	7 (70)
合計	9 (41)	3 (14)	10 (45)

グミ作り参加者の 41%がおどろいたと答えた。これも前報に比べると低い数値であった。

⑤ 冷やし固めるときにゼラチン分子に何が起きているのか想像できましたか。

表 17 冷やし固めるときにゼラチン分子に何が起きているのか想像できましたか

	想像できた 人 (%)	想像できなかった 人 (%)
2022.7.23	7 (58)	5 (42)
2022.8.6	4 (40)	6 (60)
合計	11 (50)	11 (50)

ゾルとゲルの状態で、コラーゲン繊維が解けた状態とコラーゲン繊維の3本が一緒になり、らせん構造の状態になることを図を用いて説明したが、説明した図から冷やし固める時にゼラチン分子に何が起きているかを想像できたのはグミ作り参加者の50%であった。

⑥ ゾルとゲルについて理解できましたか。

表 18 ゾルとゲルについて理解できましたか

	理解できた 人 (%)	理解できなかった 人 (%)
2022.7.23	12 (100)	0 (0)
2022.8.6	8 (80)	2 (20)
合計	20 (91)	2 (9)

⑤では50%が想像できたと答えているが、⑥ではグミ作り参加者の91%が理解できたとしている。ここでの理解は具体的に分子の状態を想像した理解ではないようである。

⑦ 食品を化学することに興味を持ちましたか。

表 19 食品を化学することに興味を持ちましたか

	興味を持った 人 (%)	どちらでもない 人 (%)	興味はない 人 (%)
2022.7.23	12 (100)	0 (0)	0 (0)
2022.8.6	9 (90)	1 (10)	0 (0)
合計	21 (95)	1 (5)	0 (0)

グミ作りを体験し、95%が食品を化学することに興味を持った。

⑧ 食品学を勉強したいですか。

表 20 食品学を勉強したいですか

	勉強したい 人 (%)	どちらでもない 人 (%)	勉強したくない 人 (%)
2022.7.23	12 (100)	0 (0)	0 (0)
2022.8.6	8 (80)	2 (20)	0 (0)
合計	20 (91)	2 (9)	0 (0)

⑧の項目は⑦の項目とは類似した質問項目であるが、一致した結果を得ることができなかった。

⑨ 理科は好きですか。

表 21 理科は好きですか

	好き 人 (%)	どちらでもない 人 (%)	嫌い 人 (%)
2022.7.23	8 (67)	4 (33)	0 (0)
2022.8.6	4 (40)	6 (60)	0 (0)
合計	12 (55)	10 (45)	0 (0)

グミ作り参加者の55%が好きと答えており、べっこうあめ作りの33%よりも高く、前報の59%と同等であった。

⑩ なぜゼラチンが溶けてから砂糖を入れるのでしょうか。

砂糖と水は仲良しのため、砂糖をゼラチンより先に水に入れると、砂糖が水を抱きかかえ、ゼラチンに水が十分に渡されずダマになりやすいため、ゼラチンが水を十分に吸ってから、砂糖を入れることを説明した。この件はアンケート項目となっていないので、参加者の表情から希望を交えて判断したのであるが、砂糖と水は仲良しという概念を理解してもらったようである。

5 理科離れ対策

アンケート結果を参考に「理科離れ」の対策を考察する。

5・1 勉強すること、体験することが楽しい

今回のべっこうあめ作りとグミ作り体験の参加者100%が楽しいと感じている。前報では、楽しいは「理科離れ」対策の一つとしてあげたが、その点では楽しさを提供できたのでこれら

の体験は有効であったと考えられる。

「砂糖を加熱することで何が起きているか想像できましたか」では、94%が想像できたと答えているが、シロ糖の分子構造やシロ糖が加水分解されているのを図で示し説明したことに、具体的にどの程度想像できたのか、この設問だけでは測定不能である。

「冷やし固める時にゼラチン分子に何が起きているか想像できましたか」では、50%が想像できたと答えている。この50%が、具体的にどの程度想像できたのかはわからないが、50%が想像できなかったと答えている。図を用い、ゾルとゲルの状態で、コラーゲン繊維が解けた状態とコラーゲン繊維の3本が一緒になり、らせん構造になることを説明しているが、半数が見えないものを具体的に想像する事ができていないようである。

分子のような見えないものを具体的に想像するには、ある種の訓練（理科の勉強）が必要であるが、楽しいを学習につなげる道筋が必要となる。前報では、驚くは探求や学習の入り口であり、この入り口から出発して、さらに学習を発展させる必要があるとしている。理科の勉強をすると、見えないものが具体的に想像できるようになり、理科の面白さが増してくる。このことが入り口から出発して、学習を発展させることに繋がるのである。

5・2 体験したことに驚く

「白い砂糖から透明なべっこうあめができたことに驚きましたか」には50%が驚いたと答えている。「白い砂糖から褐色のべっこうあめができたことに驚きましたか」には56%が驚いたと答えている。「べっこうあめは知っていましたか」には100%が知っていたと答えた。

「ゼラチンの原料は動物の骨、牛皮、豚皮であること驚きましたか」には64%が驚いたと答えている。「ゼラチンと水を加熱すると溶融し、冷やすと固まったことに驚きましたか」には41%が驚いたと答えている。「グミにゼラチンが使われていることを知っていましたか」には95%が知っていたと答えた。

前報では、「液体の牛乳から個体のバターができたことにおどろきましたか」には95%が驚いたと答えている。「白い牛乳から黄色いバターができたことにおどろきましたか」には98%が驚いたと答えている。「バターの原料は牛乳だと知っていましたか」には90%が知っていたと答えている。

作るものや原料を知っていても、驚きに差が出てきたことを考えると、バター作りの場合、身体を使い、牛乳が入った容器を振ることで、振っている時の音、振っている時の手に伝わる感触を受け止めているため、五感を研ぎ澄ました状態になり、驚きが得られたのではないか。

驚きは、バター作りよりも低い数値であったが、べっこうあめ作りでは、食品を化学することに興味を持ちましたかには94%が興味を持ったと答え、食品学を勉強したいですかには89%が勉強したいと答えている。

グミ作りでは、「食品を化学することに興味を持ちましたか」には95%が興味を持ったと答え、「食品学を勉強したいですか」には91%が勉強したいと答えている。

バター作りよりも低い驚きであったため、バター作りの場合、「食品を化学することに興味を持ちましたか」には100%が興味を持ったと答え、「食品学を勉強したいですか」には100%が勉強したいと答えたよりも低い割合であり、驚きは探求や学習の入り口であることが示された。

5・3 どうしてか、何故かを深める

今回の体験では、何回も何故かな、どうしてかなと考え、体験してくださいと説明をした。

山口新聞（2021.8.3）に「山大農学部生が作ったサツマイモ使い芋焼酎」という記事が載った。記事の中で、「自分が食べている物がどのように生産、加工されているのかが見えない、いわゆる『ブラックボックス』が少しでも解けるといいと考えて加工実習を取り入れたが、体験することで狙い通りの教育効果があった」とある。食品のブラックボックス化が進んでいる現実があり、食べようとした食品がどうやって出来ているのか、どんな原料からできているのか等に興味を持たなくなっている。この対策をすることは「理科離れ」対策の一つと考えられる。

体験したことにより、食品がどうやって出来ているのか、どんな原料からできているのか等に興味をもつことを期待するのであるが、更に、起こっていることを具体的に想像できるようになることが必要となる。分子のような見えないものを具体的に想像することにより、理解を深め、次への新たな段階に進むことができると考える。

何故かな、どうしてかなと考えることと体験したことの楽しさや驚きと合わさると、体験している事象についてよく考えるようになり、その過程で具体的に想像し、頭の中に絵を書くことができるようになる、そうするとますます体験することが楽しくなる。このような循環が「理科離れ」対策となる。

何故かな、どうしてかな、楽しい、驚く、具体的に想像するには基本的には学習者本人のことであるが、学習者本人が楽しい、驚く等の機会を多く持ち、さらに学習を発展させる必要がある。

実体験でも、授業や本のような疑似体験でも、多く体験することが重要となる。YouTubeでは多くの実験の動画が公開されている、これを利用し、体験の頻度を多くしていくことは「理科離れ」対策として、有用な方策である。

6 おわりに

今回の、べっこうあめ作りとグミ作りでは参加者の100%が楽しいと答えたが、前報のバター作りほどの驚きを与えることが出来なかった。バター、べっこうあめ、グミ自体は知っていて、その原料を知っている同条件でも、バター作りほどに驚きを与えることが出来なかったのは、バター作りは身体を使い、五感を研ぎ澄ました状態となったため、多数の参加者に驚きを与えることが出来たのではないか。参加者が異なり、作るものも異なったため、単純に比較することは出来ないが、バター作りの驚きにより、どの程度身体を使い、五感に訴えるかが驚きと関係していることを示唆している。

バター作りでは、振ってバターを作った容器ごと持って帰ってもらった。2022.6.18のオープンキャンパスではマドラー作りを体験してもらったが、その際、共著者らが出来上がったマドラーを包装する袋を作製していた。参加者は出来上がった自作のマドラーを嬉しそうに袋に入れ、各自好みの食品のイラストシールを貼るなどして持ち帰っていた。

べっこうあめ作りとグミ作りでは最終的に綺麗に包装して完成とし、持ち帰ってもらった。べっこうあめ、もしくはグミが出来たか、出来なかったかだけを体験するのではなく、最終的な自分の作ったものを包装することまでを体験することで、体験の質が向上し、楽しさが増したようだ。実験系出身の筆者は出来たか、出来なかっただけで終わり、結果だけを重視している傾向にあるが、共著者らは講義の中で料理を作ることがあるため、料理は出来たで終了でなく、盛り付けまでが料理の考え方で、今回、共著者らの提案で包装までの流れを取り入れたことにより、体験の質を向上させたのではないかと考えている。結果のみではなく、包装までの丁寧な体験の計画が楽しさを増し、「理科離れ」対策の一助となると考えられる。

前報と同様に、「理科離れ」対策として、学習者に「楽しい」「驚き」「何故」を持続させることが重要であると考えられるが、加えて、見えないものを具体的に想像し考える力を養っていく教育が必要である。そして、綺麗な仕上げも必要である。

最後にオープンキャンパスに参加し、べっこうあめ作り、グミ作りを体験し、アンケートに答えていただいた参加者の方々に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 北村章・塩田博子・木村秀喜・吉村和美・芳賀絵美子・福原みゆき・島村優花・松岡沙耶香、手作りバター体験による「理科離れ」対策、下関短期大学紀要、第40号(2022)
- 2) 長沼祥太郎、理科離れの動向に関する一考察 ―実態及び原因に焦点を当てて―、科学教育研究、pp.114-123、vol.39 No.2 (2015)
- 3) <http://www1.tcn-catv.ne.jp/1-kidslab/>、2022.9.7 アクセス

- 4) 令和4年度 全国学力・学習状況調査の結果、令和4年4月19日（火）、<https://www.nier.go.jp/22chousakekkahoukoku/22summary.pdf>
- 5) 料理の科学 加工・加熱・調味・保存のメカニズム、齋藤勝裕、サイエンス・アイ新書
- 6) 料理と科学のおいしい出会い、石川伸一、化学同人
- 7) 調理場における 衛生管理&調理技術マニュアル、文部科学省
- 8) <https://www.nissin-sugar.co.jp/sugarlab/know/07/>、2022.9.5 アクセス
- 9) Cooking for Geeks 第2版、Jeff Porter 著、水原文翻訳、オライリー・ジャパン
- 10) 国際数学・理科教育動向調査（TIMSS2019）のポイント、<https://www.nier.go.jp/timss/2019/point.pdf>