

家庭科教育における鶏卵起泡性の実験授業の試み： マカロンを用いた授業教材の提案

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 静岡大学教育学部 公開日: 2012-03-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 村上, 陽子 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00006497

家庭科教育における鶏卵起泡性の実験授業の試み

－マカロンを用いた授業教材の提案－

A trial home economics class experiments on the foamability of egg white :

Teaching materials for lessons using macaroons

村 上 陽 子

Yoko MURAKAMI

（平成23年10月6日受理）

SUMMARY

Macaroons are made with egg whites, sugar, and almond powder. This study reported on a series of trial lesson for *shokuiku* (nutrient education) using macaroons as teaching material in a primary school economics course. First, the students experimented with the effect of sugar on the foamability and foam stability of egg white. Sugar made the foam of the egg white more stable. Next, the effect of macaroon colors on the appetite was investigated using macaroons, whose colors and tones were different. As a result, it was found that yellow was the most favored macaroon color. These trial lessons suggested that the egg white experiment helps children discover not only the role of sugar and the characteristics of egg white, but also that food colors, as in colorful macaroons, are useful to stimulate an interest in food and colors.

1. 緒言

マカロンとは、最近店頭で見られるようになったフランス菓子で、小さな円い形状と多様な色の特徴である。材料は、卵白・砂糖・アーモンドプードルというように、非常にシンプルである。本研究では、①マカロンの色彩構成が大学生や小学生の食嗜好性に及ぼす影響、②マカロンを用いた食育教材の作成および実践、という構成になっている。本報では、前報¹⁾で報告した実験手法をもとにマカロンを用いた食育教材を作成し、小学校において実践した試みについて報告する。

(1) 教材としての価値

マカロンを用いた教材の価値として、2点挙げられる。第一に、材料の卵の調理特性を学ぶ教材としての価値である。卵は平成10年公示の学習指導要領²⁾においても、平成20年公示の学習指導要領³⁾（以下、「新学習指導要領」と記載する）においても指定題材とはなっていないが、小学校家庭科の教科書においては、卵を用いてゆでる・焼く・いためるなどの調理操作についての記載がある^{4) 5)}。マカロンにおける調理特性は、メレンゲ、すなわち、卵白の起泡

性である。卵白の起泡性は、鶏卵の調理特性の中でも重要な性質であり、料理の様々な場面で用いられているが、実際にメレンゲを見たことのある児童は少ないと考えられる。

これを踏まえて、卵の起泡性に着目した実験を行う。卵の起泡性は様々な条件により異なるため、子どもたちが実際に実験し、比較検討することで、論理的思考力・判断力を育成することができると考えられる。こうした実験は、家庭科においては殆ど行われていないのが現状であるが¹⁾、新学習指導要領³⁾においては「思考力・判断力・表現力等をはぐくむために、観察・実験、レポートの作成、論述など知識・技能の活用を図る学習活動を発達の段階に応じて充実させる」ことが求められている。身近な食材である卵の調理特性について、実験という実践的・体験的な学習活動から知識と技術を獲得し、基本的な概念などの理解を深め、実際に活用する能力と態度を育成できると考えられる。また、獲得した知識と技術を活用して、実際の生活において課題を発見し解決できる能力を育成し、自ら課題を見出し解決を図る問題解決的な学習を一層充実させることもできる。

教員にとっては、鶏卵は安価で扱いやすいという利点もある。新学習指導要領（小学校・家庭編）³⁾においては、「B 日常の食事と調理の基礎」において、「日常の食事と調理の学習を通して、日常の食事への関心を高め、食事の大切さに気付くとともに、調和のよい食事と調理に関する基礎的・基本的な知識及び技能を身に付け、食生活をよりよくしようと工夫する能力と実践的な態度を育てる」ことがねらいとされ、その内容の指導に当たっては「家庭との連携をはかり、児童が身に付けた知識及び技能などを日常生活に活用できる」よう配慮することとあるが、卵の起泡性は日常で活用できると考えられる。

第二に、マカロンの色の多様性を用いた色の学習教材としての価値である。食品の外観特性には、色・形・大きさなどが挙げられるが、色はおいしさや食欲増進に関係が深い要素である。しかし、小・中・高の教科書分析の結果、家庭科において食品の色に関する教育はほとんど行われていなかった¹⁾。マカロンを用いて、食品の色に関する授業を行うことにより、色の重要性や効果を子どもに伝え、色嗜好性とおいしさの関係について学ぶことができると考えられる。また、新学習指導要領の「B (1) 食事の役割」においては「イ 楽しく食事をするための工夫をすること」の事項を指導することとある³⁾。関連項目として、「B (3) 調理の基礎」の「イ 材料の洗い方、切り方、味の付け方、盛り付け、配膳及び後片付けが適切にできること」の「盛り付け」について、その指導にあたっては、「料理の分量や色どり、食べやすさを考えて、盛り付ける」ようにするとある。マカロンを用いて食の色どりについて学ぶことで、一食分の献立などの調理実習の学習において活用できると考えられる。

(2) 授業構想

授業の構成は大きく分けて、①卵白の起泡性の実験を用いた鶏卵の調理特性の学習、②鶏卵の起泡性を利用したマカロンの色に関する官能実験、および色の嗜好性を利用した食における色の効果の学習となっている。

マカロンの材料である鶏卵は子どもたちにとって身近な食材であり、かつ、扱いやすい食材である。栄養面でみると、たんぱく質に関しては必須アミノ酸のバランスがとれているため、完全食品ともいわれている。調理面でみると、鶏卵には主に熱凝固性・乳化性・起泡性・粘着性・てりの5つの調理特性がある⁶⁾。熱凝固性を利用した例としてゆで卵やオムレツ、乳化性ではマヨネーズ、起泡性ではスポンジケーキやムースなどが挙げられる。これらはいずれも子

どもにとって馴染みのある食べ物である。鶏卵は料理をする上で基本的な食材でもあるため、料理をあまりしたことのない小学生でも、鶏卵1個から様々な応用ができることは大きな魅力である。

授業実践においては、卵白の起泡性と泡の安定性に着目し、その応用であるメレンゲを実験に用いる。メレンゲは、特に洋菓子で多く用いられるが、家庭でお菓子作りなどをしない限り、見る機会はほとんどないと思われる。普段見慣れている卵白と異なり、生クリームのような性状のメレンゲは子どもに驚きを与え、卵白に対する子どもの認識を新たにする好機にもなる。また、大学生を対象に調査を行なったところ、家庭科の食物領域では実験は殆ど実施されていなかった¹⁾。加えて、教科書分析において、卵の調理特性に関する記述はあっても、それを実験で確かめたり調理に用いたりする記述も非常に少なかった¹⁾。授業に簡単に導入できる本実験を用いることで、科学的思考力を高める一助となるとと思われる。

メレンゲを用いた菓子であるマカロンは、非常にシンプルな材料でできている。外観も主に円形であり、色が多様な上、その発色もよい。こうした特徴は、色と食欲の感じ方の関係を調べる上でも比較・検討しやすいという利点がある。洋菓子には脂質やカロリーが高い傾向があるが、マカロンの生地自体は17kcal/枚と非常に低く、成長期に必要なタンパク質などの栄養素が含まれるマカロンは優れた菓子であるといえる。

今回は授業の後半でマカロンの特徴である色に関しても学習する。食品の外観特性には、色・形・大きさなどがあげられるが、これらのうち、色はもっとも強い影響を与えるといわれており、おいしさや食欲増進に関係が深い。食品の色彩や見た目が食欲に与える影響を知ること、食べ物の配色や彩りに配慮した生活を送っていくことができるとと思われる。

2. 方法

(1) アンケートによる事前調査

本授業で用いるマカロンは、色の豊かさと美しさが特徴であり、マカロンの色彩構成が食嗜好性に影響を及ぼすことが考えられる。そこで、まず大学生を対象に予備調査を行なったところ、マカロンを「全く知らない」とした人の中には、マカロンを見ても食べ物と認識できない者がいた。そこで、実践に先立ち、小学生におけるマカロンの認知度について調査を行なった。さらに、菓子の嗜好状況や喫食頻度、一般的な色の嗜好性や味の嗜好性などについても調査した。調査対象は、実践を行う静岡大学附属静岡小学校5年生（男子19人、女子18人、合計37人）であり、調査日は2008年10月7日である。調査は質問紙法を用い、家庭科教員が調査用紙を配付し、記入後、ただちに回収した（回収率100%）。尚、比較のために、大学生の結果も合わせて提示する。大学生については、静岡大学教育学部学生1～4年生を対象に、2008年6月にアンケート調査を行った（男子163人、女子161人、有効回答率100%）。有意差の検定は、コルモゴロフ・スミルノフ検定、独立性の検定を用いた。

(2) マカロンの調整

1) 用いた色相と着色料

マカロンは既報に従い、調整した⁷⁾。調査に用いた色相は、「赤」「橙」「黄」「緑」「青」「紫」「茶」「黒（無彩色）」の8種類である。着色については、合成着色料（三栄源エフ・エフ・アイ

表1 用いた着色料の色素成分および成分含量

色相	合成着色料	天然色素	
	着色に関する色素成分	着色に関する色素成分	着色料に含まれる成分含量
赤	赤色102号	ベニコウジ色素	ベニコウジ色素：5.0% 食品素材（デキストリン）：95.0%
黄	黄色4号	クチナシ黄色素	クチナシ黄色素：約15% 食品素材（デキストリン）：約85%
緑	黄色4号、青色1号 （黄色4号：青色1号=7：5）	クチナシ黄色素 クチナシ青色素	クチナシ黄色素：75.0% クチナシ青色素：20.0% 食品素材（デキストリン）：5.0%
青	青色2号	スピルリナ色素	スピルリナ色素：35.0% クエン酸三ナトリウム：9.0% リン酸二水素ナトリウム（結晶）：1.0% 食品素材（デキストリン）：55.0%
紫	—	ムラサキイモ色素	ムラサキイモ色素：約50% 食品素材（デキストリン）：約50%
茶	—	コウリヤン色素	コウリヤン色素：99.0% 炭酸ナトリウム（無水）：1.0%
黒	—	イカスミ	イカスミ：約55% 食品素材（デキストリン）：約45%

※合成着色料は三栄源エフ・エフ・アイ株式会社、天然色素は株式会社 私の台所のものを用いた。
天然色素については、上記含有量をもとに、色素量が表2の量になるように個々に計算して用いた。
橙は、合成着色料・天然色素ともに、配合する色素量が等量になるように赤と黄を混合して調整した。

表2 マカロンの着色濃度

色相	色粉量（mg/マカロン生地100g）											
	合成着色料						天然色素					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
赤	2	4	8	10	20	40	5	15	30	50	100	—
橙	2	4	8	10	20	40	15	22.5	45	75	150	—
黄	2	4	8	10	20	40	15	30	60	90	150	—
緑	1.2	2.4	4.8	12	24	—	95	190	285	475	950	—
青	2	4	8	10	20	40	70	105	140	175	700	—
紫	—	—	—	—	—	—	50	100	150	250	300	500
茶	—	—	—	—	—	—	100	200	300	400	600	1000
黒	—	—	—	—	—	—	0	55	82.5	1100	—	—

株式会社）と天然色素（株式会社私の台所）を用いた（表1）。「赤」「橙」「黄」「緑」「青」については、合成着色料によって着色したもの（以下、合成着色料）と、天然色素で着色したもの（以下、天然色素）の2種類がある。「紫」「茶」「黒」は天然色素のみで着色した。

各着色料・各色相において段階的に異なる濃度系列を設定した（表2）。合成着色料であれば、Aがpトーン、Fがvトーンに相当する（図1）。明度は異なるが、天然色素もこれと同様の濃度系列をたどる。色相によって濃度差、すなわち明度と彩度で表される複合概念であるトーンの差異のつけやすさが異なるため、場合に応じて濃度差の数を増減させた。

低濃度の「赤」はいわゆる「ピンク」にあたるが、ピンクは純色の赤に白を混ぜた明清色（または灰色を混ぜた中間色）であるため、「赤」に分類した。低濃度の「青」である「水色」についても同様であり、「青」の濃度系列に該当する。

色相、あるいは天然色素と合成着色料において用いる着色料の分量が異なるのは、焼成時の色の表出が異なるためであり、見た目の濃度が等間隔になる量のものを試料として用いた。

2) 色調の測定方法

着色したマカロンの色は、色彩色差計CR-400（コニカミノルタ センシング株式会社）で測定した（表3、表4）。測定した色調の表色には、 $L^*a^*b^*$ 表色系と L^*C^*h 表色系を用いた。 $L^*a^*b^*$ 表色系は広く使用されている表色系で、国際照明委員会（CIE）で規格化され、日本でもJISにおいて採用されている。 $L^*a^*b^*$ 表色系では明度を L^* 、色相と彩度を表す色度を a^* 、 b^* で表す。 a^* 、 b^* は色の方向を示しており、 a^* は赤方向、 $-a^*$ は緑方向、 b^* は黄方向、 $-b^*$ は青方向を示し、数値が大きくなるに従い色鮮やかとなり、小さくなるに従いくすんだ

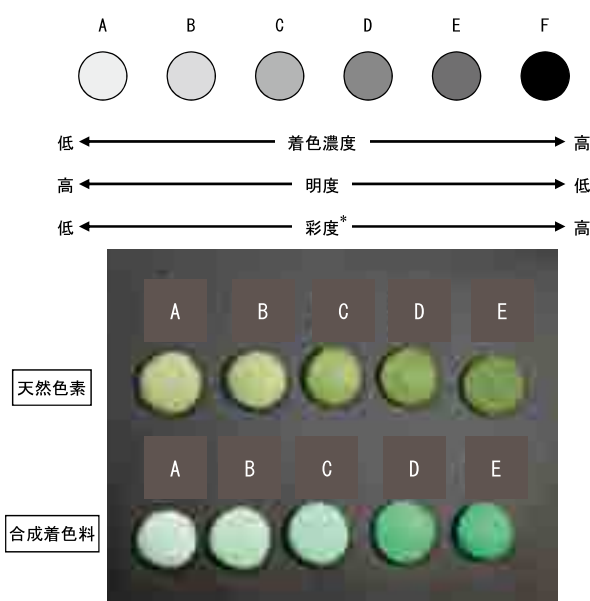


図1 マカロンの濃度系列モデルと実例（緑）

※無彩色の場合は、彩度は変化しない。

表3 色彩色差計による色彩構成の分析結果（合成着色料）

色相	濃度	L*	±SD	a*	±SD	b*	±SD	L*	±SD	C*	±SD	h	±SD
赤	A	81.70	± 0.22	9.56	± 0.12	9.06	± 0.16	81.33	± 0.16	12.82	± 0.20	43.69	± 0.53
	B	76.92	± 0.30	13.49	± 0.12	10.56	± 0.11	77.18	± 0.25	17.31	± 0.14	38.17	± 0.12
	C	65.25	± 0.20	26.05	± 0.27	11.86	± 0.19	64.90	± 0.27	28.76	± 0.20	24.66	± 0.12
	D	62.10	± 0.11	33.73	± 0.06	15.87	± 0.08	62.32	± 0.40	37.17	± 0.16	25.50	± 0.17
	E	57.18	± 0.01	40.30	± 0.21	20.04	± 0.10	57.19	± 0.11	44.83	± 0.21	26.54	± 0.12
	F	43.97	± 0.01	42.29	± 0.09	24.67	± 0.07	43.76	± 0.08	49.30	± 0.08	30.44	± 0.08
橙	A	68.59	± 0.25	4.10	± 0.02	18.79	± 0.12	68.48	± 0.09	19.42	± 0.24	77.76	± 0.24
	B	68.20	± 0.08	9.20	± 0.08	17.26	± 0.07	68.31	± 0.12	19.47	± 0.13	62.50	± 0.08
	C	62.17	± 0.21	14.04	± 0.15	27.98	± 0.22	62.38	± 0.27	29.98	± 0.84	62.47	± 0.40
	D	58.86	± 0.25	15.59	± 0.18	26.35	± 0.17	59.14	± 0.41	31.97	± 0.41	61.14	± 0.10
	E	56.20	± 0.06	23.30	± 0.35	34.94	± 0.31	56.38	± 0.08	42.03	± 0.80	56.47	± 0.40
	F	55.29	± 0.14	31.16	± 0.18	36.84	± 0.12	55.67	± 0.12	47.49	± 0.16	50.09	± 0.24
黄	A	80.53	± 0.21	-5.05	± 0.01	20.76	± 0.03	80.34	± 0.46	21.35	± 0.04	104.17	± 0.04
	B	75.46	± 0.39	-6.82	± 0.08	28.84	± 0.20	75.33	± 0.10	29.96	± 0.24	103.59	± 0.09
	C	74.49	± 0.14	-7.89	± 0.02	39.72	± 0.06	74.48	± 0.06	40.46	± 0.14	101.33	± 0.07
	D	72.45	± 0.13	-8.21	± 0.06	46.95	± 0.18	72.63	± 0.12	47.57	± 0.02	100.06	± 0.06
	E	72.54	± 0.12	-8.08	± 0.06	54.02	± 0.60	72.20	± 0.13	55.44	± 0.29	100.65	± 0.09
	F	69.99	± 0.17	-10.43	± 0.03	64.03	± 0.34	69.96	± 0.30	64.75	± 0.22	97.26	± 0.04
緑	A	73.26	± 0.15	-7.25	± 0.12	8.72	± 0.13	73.30	± 0.20	11.43	± 0.15	129.91	± 0.20
	B	73.34	± 0.21	-13.53	± 0.13	13.49	± 0.17	73.41	± 0.11	19.06	± 0.08	135.33	± 0.16
	C	71.23	± 0.21	-17.18	± 0.03	14.33	± 0.10	70.89	± 0.23	22.60	± 0.06	140.18	± 0.20
	D	61.55	± 0.06	-34.08	± 0.06	21.10	± 0.02	61.58	± 0.08	40.10	± 0.07	148.20	± 0.03
	E	59.70	± 0.31	-33.25	± 0.17	19.19	± 0.13	59.82	± 0.46	38.39	± 0.21	150.07	± 0.06
	F	64.86	± 0.02	-4.69	± 0.07	1.19	± 0.02	64.99	± 0.20	5.06	± 0.08	164.87	± 0.23
青	B	63.08	± 0.03	-5.05	± 0.10	-0.76	± 0.03	63.12	± 0.09	5.14	± 0.13	187.76	± 0.26
	C	58.08	± 0.07	-5.44	± 0.10	-6.46	± 0.07	57.94	± 0.06	8.54	± 0.06	228.40	± 0.45
	D	56.78	± 0.16	-4.57	± 0.03	-8.79	± 0.10	56.69	± 0.16	9.89	± 0.11	241.60	± 0.76
	E	49.54	± 0.11	-2.51	± 0.07	-14.79	± 0.49	49.52	± 0.17	15.04	± 0.33	259.71	± 0.29
	F	40.40	± 0.03	0.64	± 0.01	-19.48	± 0.02	40.48	± 0.10	19.34	± 0.06	271.52	± 0.16

色となる。L*C*h表色系はL*a*b*表色系をベースに別座標系に表現し直したもので、L*は明度を、C*は彩度を表しており、C*の値が大きいほど色鮮やかに、小さいほどくすんだ色となる。hは色相角度を示し、移動角度により色の位置が分かるようになっている⁹⁾。合成着色料と天然色素を比較した場合、同明度のとき、天然色素は彩度C*が低く、同彩度のとき明度L*が低くなっている（表3、表4）。

色の表示方法として、PCCS表色系（Practical Color Coordinate System：日本色研配色体系）を用い、「色相」と「トーン」の2系列により、色彩の基本系列を表した^{10) 11)}。なお、着色濃度を変えることにより、明度と彩度の複合概念であるトーン（色調：色の調子）が変化するため、

表4 色彩色差計による色彩構成の分析結果（天然色素）

色相 濃度	L*	±SD	a*	±SD	b*	±SD	L*	±SD	C*	±SD	h	±SD
赤	A	80.53 ± 0.10	4.08 ± 0.09	9.23 ± 0.15	80.39 ± 0.24	10.15 ± 0.08	66.70 ± 0.20					
	B	76.02 ± 0.11	11.81 ± 0.17	13.02 ± 0.10	75.95 ± 0.25	17.48 ± 0.36	48.18 ± 0.34					
	C	69.76 ± 0.18	17.38 ± 0.13	17.44 ± 0.16	69.51 ± 0.33	24.48 ± 0.21	45.09 ± 0.17					
	D	60.73 ± 0.16	23.39 ± 0.21	18.11 ± 0.13	60.60 ± 0.09	29.22 ± 0.25	37.99 ± 0.21					
	E	44.81 ± 0.18	23.13 ± 0.15	19.80 ± 0.11	44.51 ± 0.13	30.64 ± 0.17	40.54 ± 0.10					
橙	A	66.70 ± 0.14	3.18 ± 0.02	19.88 ± 0.20	66.40 ± 0.11	20.71 ± 0.28	80.92 ± 0.20					
	B	61.59 ± 0.27	6.58 ± 0.23	23.01 ± 0.11	60.39 ± 0.33	25.55 ± 0.56	71.60 ± 0.25					
	C	58.67 ± 0.05	15.07 ± 0.03	29.24 ± 0.09	59.32 ± 0.16	32.56 ± 0.08	63.24 ± 0.14					
	D	53.65 ± 0.17	18.34 ± 0.06	32.00 ± 0.16	53.57 ± 0.11	36.92 ± 0.29	60.38 ± 0.31					
	E	46.01 ± 0.06	23.41 ± 0.22	27.98 ± 0.35	46.45 ± 0.10	36.23 ± 0.39	50.01 ± 0.32					
黄	A	72.34 ± 0.20	-3.95 ± 0.07	26.41 ± 0.30	72.09 ± 0.60	26.91 ± 0.43	99.00 ± 0.10					
	B	72.04 ± 0.16	-5.75 ± 0.05	32.64 ± 0.31	72.36 ± 0.39	33.98 ± 0.72	100.07 ± 0.22					
	C	71.47 ± 0.18	-6.07 ± 0.07	48.02 ± 0.23	71.62 ± 0.24	48.65 ± 0.40	97.42 ± 0.09					
	D	72.88 ± 0.09	-4.26 ± 0.03	52.44 ± 0.12	72.87 ± 0.10	52.76 ± 0.28	94.85 ± 0.04					
	E	70.47 ± 0.05	-2.08 ± 0.04	62.58 ± 0.12	70.36 ± 0.11	62.29 ± 0.16	92.26 ± 0.07					
緑	A	63.06 ± 0.06	-9.03 ± 0.06	21.71 ± 0.03	63.27 ± 0.05	23.53 ± 0.17	112.89 ± 0.07					
	B	61.97 ± 0.13	-10.29 ± 0.03	22.70 ± 0.16	62.28 ± 0.26	25.03 ± 0.32	114.58 ± 0.07					
	C	54.41 ± 0.24	-12.25 ± 0.09	24.75 ± 0.10	54.58 ± 0.15	27.62 ± 0.13	116.48 ± 0.13					
	D	49.01 ± 0.03	-12.29 ± 0.11	22.95 ± 0.19	49.23 ± 0.21	26.29 ± 0.17	118.24 ± 0.03					
	E	43.52 ± 0.33	-10.47 ± 0.08	18.76 ± 0.23	43.45 ± 0.12	21.68 ± 0.21	119.34 ± 0.16					
青	A	69.51 ± 0.07	-2.03 ± 0.01	2.38 ± 0.04	69.51 ± 0.16	3.33 ± 0.07	131.34 ± 0.81					
	B	68.72 ± 0.34	-3.12 ± 0.11	-1.64 ± 0.04	68.90 ± 0.37	3.68 ± 0.13	205.38 ± 0.57					
	C	67.52 ± 0.03	-3.05 ± 0.04	-4.16 ± 0.09	67.47 ± 0.03	5.21 ± 0.04	230.37 ± 0.84					
	D	68.61 ± 0.19	-4.52 ± 0.05	-12.11 ± 0.03	68.49 ± 0.18	12.84 ± 0.07	248.65 ± 0.24					
	E	52.53 ± 0.11	-1.16 ± 0.04	-23.80 ± 0.05	52.74 ± 0.05	23.54 ± 0.08	266.77 ± 0.12					
紫	A	64.22 ± 0.08	2.89 ± 0.06	3.58 ± 0.08	64.42 ± 0.10	4.47 ± 0.03	54.02 ± 0.34					
	B	64.05 ± 0.22	8.02 ± 0.11	0.80 ± 0.06	63.84 ± 0.22	7.82 ± 0.07	6.10 ± 0.19					
	C	58.81 ± 0.03	9.77 ± 0.12	-0.57 ± 0.02	58.87 ± 0.03	9.61 ± 0.03	357.25 ± 0.11					
	D	56.06 ± 0.08	12.23 ± 0.32	-0.73 ± 0.05	56.16 ± 0.21	12.27 ± 0.14	357.67 ± 0.48					
	E	52.12 ± 0.19	14.84 ± 0.08	-3.98 ± 0.06	52.19 ± 0.29	15.24 ± 0.28	345.35 ± 0.08					
茶	F	45.07 ± 0.18	20.47 ± 0.09	-6.18 ± 0.05	44.92 ± 0.26	21.21 ± 0.06	343.78 ± 0.45					
	A	66.93 ± 0.19	5.86 ± 0.27	16.51 ± 0.31	66.74 ± 0.24	17.62 ± 0.19	70.72 ± 0.17					
	B	59.28 ± 0.08	7.73 ± 0.14	15.68 ± 0.19	59.17 ± 0.16	17.43 ± 0.23	64.46 ± 0.12					
	C	57.19 ± 0.18	11.70 ± 0.17	19.25 ± 0.19	57.28 ± 0.10	22.38 ± 0.36	59.14 ± 0.13					
	D	51.03 ± 0.02	10.74 ± 0.16	16.87 ± 0.07	51.04 ± 0.12	19.88 ± 0.20	58.20 ± 0.21					
無	E	49.97 ± 0.42	12.91 ± 0.20	17.46 ± 0.06	49.70 ± 0.34	21.80 ± 0.13	53.95 ± 0.28					
	F	44.39 ± 0.59	13.84 ± 0.13	14.66 ± 0.32	44.31 ± 0.53	20.13 ± 0.05	46.94 ± 0.54					
	A	75.30 ± 0.06	-0.58 ± 0.04	11.67 ± 0.10	75.44 ± 0.20	11.75 ± 0.03	93.80 ± 0.30					
	B	51.55 ± 0.09	1.38 ± 0.03	6.01 ± 0.05	52.09 ± 0.15	6.16 ± 0.01	78.37 ± 0.50					
	C	44.16 ± 0.12	1.46 ± 0.02	5.08 ± 0.06	44.12 ± 0.11	5.32 ± 0.02	75.20 ± 0.37					
	D	25.69 ± 0.12	0.58 ± 0.03	1.20 ± 0.03	25.73 ± 0.16	1.37 ± 0.04	71.73 ± 1.71					

文中では「濃度」と「トーン」の2つの表現を同義語として用いることを予め断っておく。また、色相の同じ系列でも、トーンにおいては「明・暗、強・弱、濃・淡、深・浅」の違いがある^{10) 11)}。濃度の低い場合においては薄いトーン、濃い場合は濃いトーンというような表現を用いた。

(3) 授業構成

授業は静岡大学附属静岡小学校5年生（37人）を対象として、家庭科の時間に行った。授業構成は、以下のように計画した。

第1時：卵の性質を知ろう（1時間）

第2時：卵に砂糖を加えて泡立て、砂糖の役割を知ろう（実験）（1時間）

第3・4時：色々なものを入れて泡立てよう（実験）（2時間）

第5・6時：食べたい色のマカロンは何色だろう・食品の色について考えよう（2時間）

本題材の目標は、

- ・卵の起泡性に関心を持ち、班員と協力しながら意欲的に実験に取り組むことができる。（関心・意欲・態度）
- ・卵の起泡性を高める工夫ができる。（創意・工夫）
- ・調理器具を安全かつ衛生的に扱うことができる。（生活の技能）
- ・調味料の添加効果や卵の調理特性について説明できる。（生活の技能）
- ・食品の色について理解し、色がもたらす効果を説明できる。（生活の技能）

表5 授業構成（1・2時限目）

過程	学習活動・内容	教師の支援	資料など
導入 5分	1. マカロンを食べ、味・食感・材料を知る。 ○マカロンを知っているか	○味（味覚）だけでなく、見た目（視覚）や食感（触覚）など、五感を使って味わい、材料を考えるよう促す。	・マカロン
展開 5分	2. マカロンの材料を確認する。 ○材料の役割との関連 ○マカロンの膨らみは卵によるものである ○卵の構造	○マカロンは、卵、砂糖、アーモンドパウダーで出来ていることを確認させる。 ○卵は卵白、卵黄で出来ていることを理解させる。	・卵、砂糖、アーモンドパウダー（実物） ・卵の構造図
5分	3. 卵を使った料理を考える。 ○卵焼き、ケーキなど調理特性の異なる料理の分類	○卵は様々な料理で用いられていることに気付かせる。 （熱凝固性：ゆで卵、起泡性：マカロン、スポンジケーキ、乳化性：マヨネーズ、てり：スイートポテト、照り焼き）	・各料理の拡大写真
5分	4. 卵を使った料理から、卵のもつ調理特性を考える。	○熱を加えると固まる（熱凝固性）、泡立てると空気を含み、泡を形成する（起泡性）、水と油を混ぜ合わせる（乳化性）、料理につやを与える（てり）。	・ワークシート
5分	5. マカロンと関連づけながら、卵を泡立てるときに入れるものを考える。 ○お菓子を作るときどんなものを入れているか	○卵白には起泡性があり、それを促進または安定するものが身近な調味料（砂糖）にあること、経験的にそれを用いて料理が行われていることを理解させる。	・スポンジケーキやシフォンケーキの写真
5分	6. 砂糖を入れる理由を理解させるために、砂糖を入れた時と入れない時の違いを予想する。 ○泡の出来方の違い	○子どもたちの予想をワークシートに記入させる。また、予想を発表させて、子どもの考えを把握する。	・ワークシート
10分	7. 砂糖を入れたときと入れないときの卵白の違いを確かめる（実験の説明）。 実験操作について学習する。 ○変更する条件は1つ（砂糖の量） ○観察項目：泡立ちやすさ（泡立ち時間）、泡のキメ、泡の体積、経過時間による泡の安定性（泡や体積に変化はあったか）	○実験の説明を行う。1班（4～5人／班）を2つに分け、砂糖を添加した場合と添加しない場合で泡立てること、また、互いの班員同士で比較するよう指導する。 ○砂糖が入ると、泡の状態や、泡立て時間の長さがどう変化するか予想させる。 ○実験器具の適切な使い方、班員との協力を指導する。	・実験の操作手順表 ・記録用紙 ・卵白、砂糖、泡立て器、ストップウォッチ、300ml容ビーカー
5分	8. 実験を行う。 ○メレンゲは20分ほど放置させる。 （休み時間10分をうまく活用する）	○先に泡立てが終わったグループは、他方を手伝うよう指導する。	
15分	9. 結果の確認を行う。 ○実験前の予想と比較する。 ○砂糖ありの卵白の泡の安定性に気付く。 ○ビーカーの底の分離液を確認する。	○砂糖を入れると、泡立て時間が長くなること、泡が安定することなどを理解させる。	・砂糖を添加して泡立てた卵白と、砂糖無添加で泡立てた卵白
10分	10. 分離液が何かを考えさせる。	○分離液が卵白であることを子ども達に理解させ、砂糖が泡の安定性にも関与していることに気付かせることで、砂糖には調味料以外にも役割があることを理解させる。	
10分	11. 卵の起泡性と泡の安定性、それに影響を及ぼす砂糖の役割についてまとめる。 ○砂糖入りのマカロンと砂糖なしのマカロン	○マカロンの材料の砂糖が、同じ材料である卵白の起泡性と泡の安定性に関与していることや、マカロンがその性質を利用した食品であることを理解させる。	・砂糖入りのマカロン ・砂糖なしのマカロン
整理 10分	12. 本時のまとめ ○卵白の起泡性と泡の安定性 ○砂糖による卵白の安定性の増強効果 ○上記特性を利用した食品（マカロン）	○卵白の起泡性や泡の安定性に関わる特性、それを利用した食品、砂糖による卵白の泡の安定性の増強効果についてまとめる。	・ワークシート

とした。各授業構成を表5～表7に示す。なお、本稿においては、第1・2時限、第5・6時限について報告する（授業日2008年11月18日、11月20日）。

また、今回は実際にマカロンを食べるという活動を取り入れるため、実践に先立ち、家庭科教員の協力のもと、卵やピーナッツなどに対するアレルギーがないかをあらかじめ確認した。

(4) 授業における実験の操作手順

1) 卵白の起泡性および泡の安定性に関する実験方法

砂糖の添加量が卵白の起泡性と泡の安定性に及ぼす影響について検討した。

実験で用いた卵などの食材は静岡市内のスーパーで購入した。使用する卵白は均一にするために、分量分の卵白を合わせて混合したのち、ザルに2回通したものを用いた。泡立てには泡立て器を用いた。卵白を30gずつ計量して2つのボウルに入れ、一方はそのまま泡立て（砂糖無添加）、一方は卵白のみを1分間泡立てた後、30gのスクロース（砂糖）を加えてツノが立つまで泡立てた（砂糖添加）。ツノが立つまで泡立てた卵白を、直ちにゴムベラを用いて300ml

表6 授業構成（3・4時限目）

過程	学習活動・内容	教師の支援	資料など
導入 5分	1. 前時の復習を行う。	○卵白には起泡性があること、砂糖には卵白の起泡性や泡の安定性に影響を及ぼすことを確認させる。 ○分離液が卵白の泡の安定性を示す指標であることを確認させる。	・砂糖を添加して泡立て卵白と無添加の卵白
展開 5分	2. 他の食材（調味料など）が卵白の起泡性に及ぼす影響について、調べる。 ○泡を安定するものとししないものがある。 ○どんな食材を使ってみたいか	○身近な食材には、砂糖と同じように卵白の起泡性や泡の安定性に影響を及ぼすものがある。 (起泡性を促進するもの：塩、酢、ハチミツ、水あめ、起泡性を阻害するもの：油、卵黄)	
5分	3. 実験に使う材料を確認する。 ○それぞれについて、添加するものとししないものを用意する。	○調べたい食材について、各班に選択させる。 (砂糖、塩、酢、ハチミツ、水あめ、油、卵黄) ○班が多い場合には、同じ食材で添加量を増減させる。 ○結果についてどうなるか、なぜそうなるかを予想させる。	・食材
10分	4. 各種食材を入れた場合と入れない場合の違いを予想する。 ○泡の出来方、泡立て時間、体積 ○泡の安定性（分離液）	○子どもたちの予想をワークシートに記入させる。また、予想を発表させて、子どもの考えを把握する。	・ワークシート
10分	5. 実験操作の確認をする。 ○変更する条件は1つとする（材料の量） ○観察項目：泡立ちやすさ（泡立ち時間）、泡のキメ、泡の体積、経過時間による泡の安定性（泡や体積に変化はあったか）	○実験の説明を行う。1班（4～5人／班）を2つに分け、調べたい材料を添加した場合と、添加しない場合でどのような相違があるか、互いの班で比較するよう指導する。 ○食材が入ると、泡の状態や、泡立て時間の長さがどう変化するか予想させる。 ○実験器具の適切な使い方、班員との協力を指導する。	・実験の操作手順表 ・記録用紙 ・卵白、泡立て器、ストップウォッチ、300ml容ビーカー、食材（調味料など）
10分	6. 実験を行う。 ○メレンゲは20分ほど放置させる。 (休み時間10分をうまく活用する)	○先に泡立てが終わったグループは、他方を手伝うよう指導する。	
25分	7. 結果の確認を行う。 ○各班の結果を見て回り、情報を共有する。 ○実験前の予想と比較する。 ○卵白の泡を安定させる食材に気付く。 ○ビーカーの底の分離液の状態を確認する。	○各班が行った実験を、各項目別に発表させる。 ○ハチミツや水あめは泡立ちにくい、キメが細かく安定した泡になる。塩や酢は量が少ないとあまり相違が見られないが、量を多くすると、起泡しやすく、泡の安定性がよくなる。油や卵黄は泡立ちが悪く、体積も少ない。分離液も早く出てくる。	・模造紙（黒板） ・食材を添加した卵白と無添加の卵白
10分	11. 卵の起泡性と泡の安定性、それに影響を及ぼす食材の役割についてまとめる。	○調味料には味をつける以外にも役割があることを理解させる。マカロンなどのお菓子では、卵白を安定させるためには、砂糖が適切であることを理解させる。	・砂糖入りのマカロン ・砂糖なしのマカロン
整理 10分	12. 本時のまとめ ○卵白の起泡性と泡の安定性 ○食材が卵白の起泡性や泡の安定性に及ぼす影響	○卵白の起泡性や泡の安定性に関わる特性、それを利用した食品、食材による卵白の泡の安定に及ぼす影響についてまとめる。	・ワークシート

容トールビーカーに間隔ができないよう少量ずつ移し入れた。観察する項目は、泡立てに要した時間（ストップウォッチ使用）、泡立て完了直後の卵白の体積、泡のかたさやキメ、泡の安定性、分離液の有無である。泡の安定性は、泡の上面の位置に油性ペンで印をつけて観察した。分離液は、20分が経過した時、ビーカーを傾けて分離した液の様子を測定した。

実験に際しては、上記用具を配布するとともに、観察項目を板書およびワークシートにて確認し明示した。また、「ツノが立つ」状態については、子どもたちは初めて聞く用語であることが考えられるため、具体的にどのような状態かを言葉で説明するとともに、写真を用いて理解を促した。

2) マカロンの色彩構成と食嗜好性に関する官能検査

同一着色料で視覚的にほぼ等間隔になるよう濃度差をつけたマカロンを黒色のお盆に並べ、濃度の低い方からA、B、C・・・と記号をつけ、実験に供した。

各色相・各着色料について、濃度系列順に並べたマカロンを見てもらい、この中から一番おいしそうに見える濃度に投票をしてもらった（図7）。各盆のところに投票コインを置いておき、一人一枚ずつ投票箱に投票してもらった。さらに、全ての色相・濃度のマカロンを見た後で、

表7 授業構成（5・6時限目）

過程	学習活動・内容	教師の支援	資料など
導入 5分	1. 好きな色について確認する。	○色には個々人によって好みがあることを確認させる。	・色画用紙
展開 5分	2. 好きなお菓子について確認する。 ○チョコレート、ケーキなど	○普段、食べているおやつには洋菓子が多いこと、マカロンは洋菓子の一つであることを紹介する。	・嗜好性の高いお菓子の写真
5分	3. マカロンの摂食状況や嗜好について確認する。 ○マカロンの色は多様である。	○マカロンは、卵、砂糖、アーモンドパウダーで出来ていること、着色料を用いて多様な色があることを確認させる。	・マカロンの材料
5分	4. いろんな色のマカロンを見てみる。 ○食品の色と食欲（増進・減退）には関係がある。	○食品の色は食欲の増進効果・減退効果をもつこと、また、一般的な色の嗜好とは異なること、食品によって、その色の効果は異なる。	・各料理の拡大写真
10分	5. 官能検査について説明を聞く。 ○投票方式によるマカロンの色嗜好性の調査	○各調理台に、合成着色料または天然色素で着色した各色相のマカロンを並べる。各着色料・色相について、6～7種の色合いを用意し、その横に投票箱を用意しておく。	・ワークシート ・マカロン ・投票箱
15分	6. マカロンを見て、おいしそうなる色に投票する	○着色食材（合成着色料・天然色素）によって同じ色相でも色合いが異なることに気付かせる。 ○トーンによって、食欲の増進または減退に影響を及ぼすことを認識させる。 ○子どもが楽しみながら投票できるよう、投票方法を工夫する。	
10分	7. 結果の確認を行う。 ○各調理台に乗っている投票箱を班ごとにカウントする。	○子どもたちに結果をワークシートと、黒板の模造紙に記入させる。 ○班員で互いに協力させる。	・ワークシート ・記入用紙（模造紙）
15分	8. 結果発表を行う。 ○色相が嗜好性へ及ぼす影響 ○着色食材が嗜好性へ及ぼす影響 ○トーン（色合い）が嗜好性へ及ぼす影響	○色相や着色食材、トーン（色合い）によっておいしそうに見える色とそうでない色があることを学ばせる。 ○合成着色料と天然色素で色合いが異なること、食品にどのように使われているのか、またその意義を理解する。	・合成着色料と天然色素を溶かした水溶液
10分	9. 食卓における色の効果を学ぶ。 ○マカロンの結果を利用する。	○一般に、暖色系（赤・橙・黄）は食欲を増進する色、寒色系（青）は食欲を減退する色、緑や紫の中性色は文化によって異なる。飲食店は暖色系の内装が多い。	・他の食品の写真 ・飲食店の写真
整理 10分	12. 本時のまとめ ○食品（マカロン）の色が食欲に及ぼす効果 ○食卓への応用	○生活、特に食生活において、色を効果的に使うことで、おいしさに影響があることを理解させる。 また、合成着色料や天然色素との関わり方を考えさせる。	・ワークシート

最もおいしそうと思った色相についても、同様に投票してもらった。

3. 結果および考察

(1) アンケートによる事前調査

1) 菓子の嗜好性および喫食状況

小学生37人（男子19人、女子18人）について、菓子の嗜好性および喫食状況について調査した。菓子の嗜好性については、男子では和菓子、洋菓子、スナック菓子の嗜好性の差があまり見られなかったのに対し、女子では洋菓子の嗜好性が最も高く、和菓子については最も嗜好性が低かった（図2）。

菓子の喫食頻度を見ると、男女共にスナック菓子が最も高かった（図2）。男子は、嗜好性と喫食頻度の高さが一致していたが（いずれもスナック菓子）、女子は嗜好性では洋菓子、喫食頻度ではスナック菓子と、両者は一致していなかった。これは、嗜好性は洋菓子の方が高くても、実際の食行動としては、スーパー・コンビニエンスストアなどで気軽に購入できる安価なスナック菓子の方が、利用率が高いためと思われる。

喫食頻度の高い菓子（洋菓子）では、チョコレート、アイスクリーム、キャンディなど、男女共に過半数の子どもが「よく食べる」と回答しており、喫食頻度が高かった（図3）。これらの菓子は、比較的安価で手に入れやすく、種類も豊富である。また、食嗜好性そのものも高いため、喫食頻度が高かったと思われる。

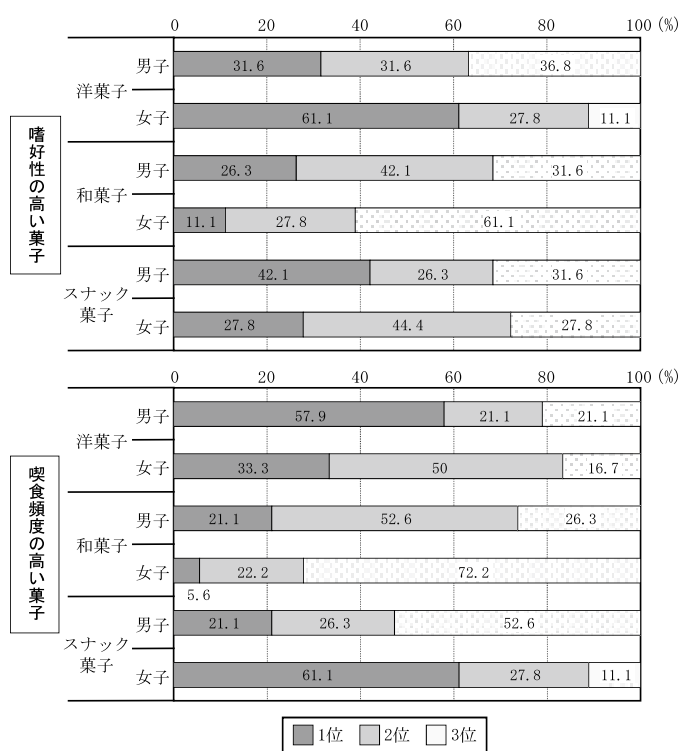


図2 小学生における菓子の嗜好性と喫食頻度

洋菓子、和菓子、スナック菓子について、嗜好性の高いものをから順に1位、2位、3位の順位をつけてもらった。喫食頻度についても、同様に調査した（男子19人、女子18人）。

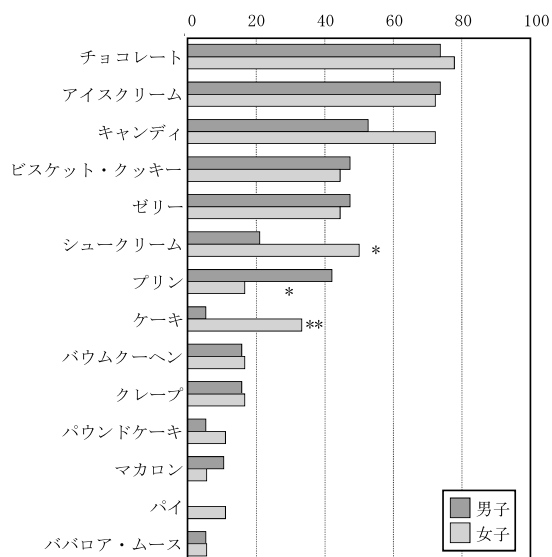


図3 小学生における嗜好性の高い菓子の種類

男女間の有意差は独立性の検定により求めた。

有意差がある場合は女子のバーの上に記した。

(* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$)

おやつのお菓子頻度は「週に2～6回」が最も多く（男子68%、女子62%）であり、「毎日食べる」（男子16%、女子11%）を合わせて考えると、毎日とはいわないまでも、おやつを食べる機会は比較的多いといえる。

子ども達がどのような味を好むか、味の嗜好性について検討したところ、男女ともバニラ、抹茶、チョコレートが上位3位を占めた。これらは、お菓子でよく使われる味であり、喫食頻度の高い菓子が「アイスクリーム」「チョコレート」であったことを考えあわせると、味の嗜好性と喫食頻度の高さの間には関連があると考えられる。

2) マカロンの認知度と嗜好性

①マカロンの認知度

本研究で用いるマカロンについて、その認知度を検討した（図4）。選択項目として「食べたことがある」「知っているが、食べたことはない」「名前は聞いたことがあるが、どんなものかは知らない」「見たことはあるが、名前は知らなかった」「全く知らない」を設定し、あてはまるもの1つを選択してもらった。

認知度については、「食べたことがある」は全体で27%（10人）、「全く知らない」は43%（16人）で、知らない子の方が多かった。また、男女間で有意差は見られなかった。

同様の調査を大学生に行なったところ、女子では、「食べたことがある」が半数近くおり、認知度が非常に高かった。男子では「食べたことがある」が1割程度であり、過半数が「知らない」としていたことから、認知度に男女間で相違があることが示唆された（ $p < 0.01$ ）。これは、一般に男子に比べて女子の方が菓子に対する関心が高いためと思われる。

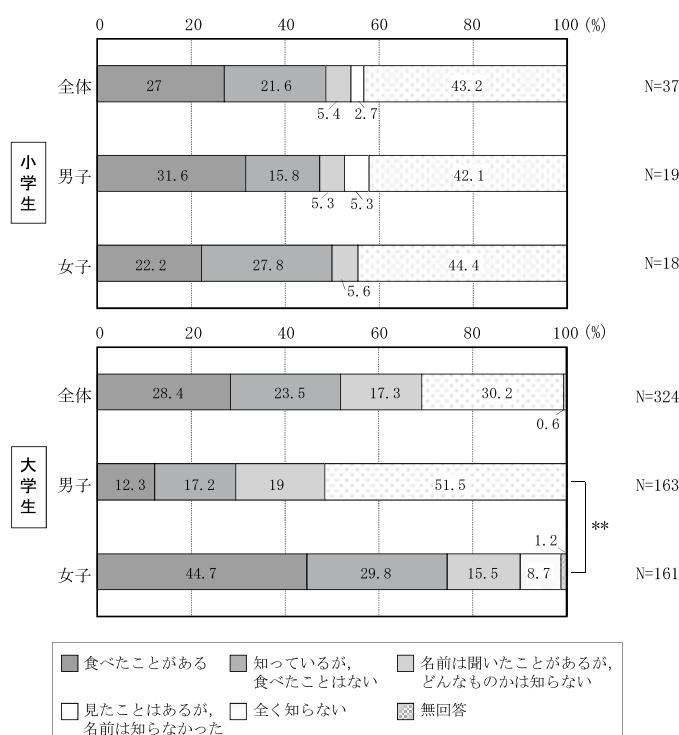


図4 マカロンに対する認知度

男女間の有意差は、コルモゴロフ・スミルノフ検定を用いた（** $p < 0.01$ ）。

大学生の男女間では、マカロンの認知度に有意差が見られたのに対し、小学生では相違が見られなかった。その理由として、小学生の食生活は家庭によるところが大きいため、男女間に差が見られなかったと考えられる。一方、大学生は一人暮らしを始めるなど、食生活が個々の裁量に任されているところが大きいため、両方で相違が見られたと思われる。

②マカロンの嗜好性

マカロンを食べたことがある人（男子6人、女子4人）について、その嗜好度を検討した。その結果、男子1名を除き、他の9人は「好き」と答えていた。また、マカロンの好きなところとしては、「食感」と答える子どもが多く、次いで「味」「形」であった。自分で作ったマカロンの小物を持っている子どももあり、マカロンの見た目も子どもにとって魅力と思われる。

3) 一般的な色の嗜好性

一般的な色に対する嗜好性を把握するために、好きな色、および嫌いな色を3つまで回答してもらった（図5）。ここでは、「食の色」とは限定せず、一般的な「色」の嗜好性を調査した。回答は自由記述とした。

好きな色として、男女共に「青」が最も多く、男子では次いで「緑」、女子では「白」「黄」「黒」と続いた。嫌いな色としては、男女とも「茶」が多かった。次いで、男子では「ピンク」「黒」、女子では「ピンク」「灰色」であった。

(2) 鶏卵の起泡性を用いた実験授業（第1・2時限）

1) マカロンに対する興味・関心

マカロンの喫食経験について、授業時に再確認したところ、事前調査と同様、10人であった。一方、食経験の有無に関わらず、マカロンというお菓子に対する関心は男女共に非常に高く、

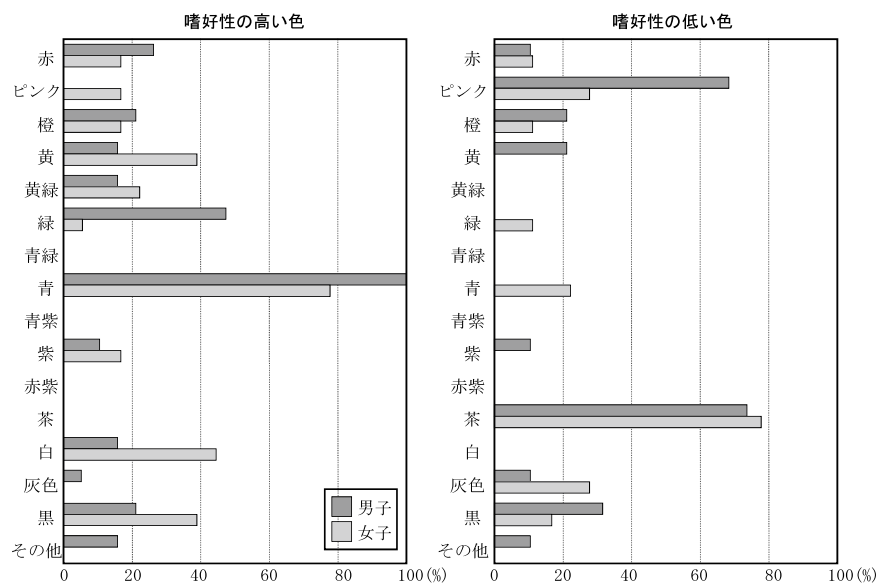


図5 小学生における一般的な色の嗜好性

一般的な色の嗜好性について調査した（男子19人、女子18人、3つまで複数回答可）。男女間の有意差は、独立性の検定を用いた。

「マカロンって何?」「作りたい」という発言が多かった。

授業に先立ち、マカロンという食べ物を知ってもらうこと、また、マカロンの材料を知って、その後に続く実験に繋げるために、子どもたちに白色のマカロンを食べてもらった。白色を用いたのは、①第5・6時限において、多様な色のマカロンを用いて、マカロンの色彩が食嗜好性に及ぼす影響を見るため、②一般的に白色は老若男女にとって拒否感が少ない色（好き、あるいは、好きではなくても嫌いでもない色）であるためである。子どもたちはどんな材料が入っているか考えながら、確かめるように味わっていた。また、

- ・甘い（味）
- ・クッキーみたい（味、におい、形状）
- ・さっくりしている（食感）

というように、多様な観点からマカロンの味や形を観察していた。

本研究では、多角的・多面的な食育を提案することを目的としているが、その一つに味覚教育がある。味覚教育においては、五感を使うこととともに、味覚教育における言葉による表現の重要性も唱えられている¹¹⁾。「マカロンを食べる」という一つの活動の中に、材料が何かを予想し、五感を使って確かめ、自分の感じたものを表現する、という学習が含まれており、思考力・判断力・表現力をはぐくむとともに、味覚教育にも繋がるといえる。

2) 鶏卵の起泡性を用いた実験

①鶏卵の調理特性に関する説明

生活の中の身近な事物（鶏卵）を使って、実感を伴った理解を図り、科学的な見方・考え方をもつことができるように、鶏卵の起泡性に関する実験を行なった。

実験に先立ち、鶏卵の調理特性である熱凝固性、起泡性、乳化性について説明を行なうとともに、これら調理特性を使った料理について子どもに質問した。子どもからは、熱凝固性については、オムライス・玉子焼き・ゆで卵・カツ丼・茶碗蒸し・ゴーヤーチャンプル、起泡性についてはマカロン・ケーキ、乳化性についてはマヨネーズなどの意見が出た。調理特性を説明することにより、①卵には様々な調理特性と調理方法があること、②普段何気なく行なっている調理操作には科学的な根拠があること、③調理特性に基づいた調理が行なわれていることに気付くことができるといえる。

②実験前の予想

起泡性の実験では、卵白に砂糖を添加した場合と添加しない場合に分けて実験を行なった。実験の目的は、砂糖添加の有無により、卵白の起泡性や泡の安定性に及ぼす砂糖の添加効果を知ることである。実験における観察項目は、泡立てにかかった時間、泡立てやすさ、泡のキメ、泡のかたさ、泡のつや、分離液の量とした。

実験を行う前に結果を予想させたところ、

- | ＜砂糖添加の場合＞ | ＜砂糖無添加の場合＞ |
|-------------|--------------|
| ・甘くなる（味） | ・まずい（味） |
| ・ふくらむ（性状） | ・もっちりしない（性状） |
| ・液が出てくる（性状） | ・泡立たない（性状） |

などの意見があった。また、砂糖の添加の有無により、泡の状態に相違があるかどうかを聞いて

たところ、「違いがある」と答えた子どもは21人、「分からない」と答えた子どもが7人、無回答の子どもが9人であった。

この予想は、子どもたちの生活経験や学習経験をもとにして、子ども自身が考えたものであるため、実験に対する意欲が高まると思われる。また、このような意欲的な実験を行なうことにより、その結果についても、自らの活動の結果としての認識をもち、主体的な問題解決の活動となると考えられる。また、予想を立てることにより、実験結果の一致・不一致が明確になる。両者が一致した場合、予想を確認したことになり、両者が一致しない場合には、予想を振り返り、見直し、再検討を加えることになる。いずれの場合も、予想の妥当性を検討したという意味において意義があり、価値がある。このような過程を通して、自らの考えを絶えず見直し、検討する態度を身に付けることができると考えられる¹²⁾。

③実験の実施

こうした予想を経た上で、実験を行なった。実験は1班4～5人を2グループに分け、片方は砂糖添加、片方は砂糖無添加とした。互いの様子が観察できるように、同じ実験台で活動させることとした(図6)。

実験を開始すると、砂糖添加グループは「泡立たない」「泡立てにくい」というように、起泡性のしにくさに気付く様子が見られた。砂糖無添加の場合は泡立つまでの時間が短いため、それとも比較しながら、活動する様子が見られた。先に泡立てが終わった無添加グループが「手伝うよ」と協力を申し出て、砂糖添加の卵白を泡立てながら「(無添加に比べて) こっちは本当に泡立ちにくい」「(こんなに泡がたたないのに) 本当に角が立つのかな」と両者の相違を実感している発言が見られた。泡の性状については、

＜砂糖添加の場合＞	＜砂糖無添加の場合＞
・生クリームみたいに滑らか	・ふわふわしている
・つやつやして、きれい	・石けんの泡みたいで、つやがない
・もっちりしている	・泡が大きい

というように、両者を観察し、それぞれの特徴を探すとともに、両者の違いを見つけようとする



図6 卵白を泡立てる子どもの様子

る様子が見られた。

このように、直接食材に触れ、自ら実験することにより、食材に対する興味関心を高めるとともに、班員同士で協力して作業することの大切さを知ることができた様子が伺えた。また、実験の面白さを実感し、実験への自信を持たせ、他教科や日常生活に活用しようとする意欲に繋がると思われる。さらに、ねらいに応じた観察・実験を通して、体験したことを自らの言葉で表現することや数値で表すことで実感を持って理解することができると思われる。

④結果の考察、および考察から見られる学習効果

実験終了後、結果の考察を行なった。その結果、子どもたちは、

- ・泡立てた時間は「砂糖添加」の方が「砂糖無添加」よりも時間がかかる
- ・泡立てやすさは、「砂糖添加」の方が泡立てにくい
- ・泡のつやは「砂糖添加」がつやつや・すべすべ、「砂糖無添加」はつやがない
- ・砂糖を添加すると、泡のキメが細かい

という意見をまとめた。各班のテーブルの上に泡立てた2種類の卵白を置かせていたが、上記のような意見が出てくるたびに、2つのメレンゲを確認する姿が見られた。

キメに関しては、「砂糖添加には、泡がない」という子もいたが、「細かすぎて見えないだけだ」という発言が見られた。これは、ルーペや顕微鏡を用意するなどして実際に確かめたり、あるいは子どもに確かめる方法を探究させることで、さらに学びを深めることができると思われる。

子どもたちのワークシートを見ると、

- | | |
|--|---|
| <p><砂糖添加の場合></p> <ul style="list-style-type: none"> ・泡が細かいから、つやつやしていた | <p><砂糖無添加の場合></p> <ul style="list-style-type: none"> ・泡が細かくないから、つやがなかった ・泡っぽいから、つやがなかった |
|--|---|

などの記述が見られ、ただ単に「つやがある、つやがない」だけでなく、気泡の大きさ（キメ）とつやとを関連させて考察している様子が見られた。

泡立て終了後から20分後に、卵白の泡の安定性を確かめるためにその様子を観察させたところ、いずれの班でも、砂糖添加には変化がないが、無添加の場合は「何か水みたいなものが出ている」（分離液）という観察結果が得られた。この「水みたいなもの」の正体については、子どもたちから「卵白」「卵黄」という発言があった。卵黄という意見に対しては、「材料の中に、卵黄は入っていないから、戻った卵白ではないか」という意見が出された。自分が行なった操作手順に照らし合わせて、論理的に考えることができており、実験の導入により、論理的思考力・判断力の育成に繋がるといえる。

さらに、これらの結果をもとに、卵白の起泡性と泡の安定性について、砂糖の役割について考えさせた。子どもたちは「砂糖が卵白の泡を安定させている」、つまり、「砂糖があると、泡立てた卵白がしっかり保たれる」とまとめた。砂糖が調味料（味付け）としてだけではなく、食品に物理・化学的作用をもたらすことに気付かせ、児童の知的好奇心を刺激し、さらに新たな発見に繋がると期待できる。このことは、

- ・ 砂糖を入れるのと入れないのでそこまで変わるとはおどろいた。
(砂糖添加による鶏卵たんぱく質の物性の変化)
- ・ 砂糖は甘くするためだけでなく、泡を安定させるためなどのために入れることがあ
ることがわかった。
(砂糖の調理特性、砂糖添加による鶏卵たんぱく質の物性の変化)
- ・ 卵白が戻ってしまい、びっくりした。
(たんぱく質変性の可逆性)
- ・ 疲れたけど、面白かった。
(実験への興味・関心の高まり)

というようなワークシートの感想からも伺い知れる。さらに、子ども同士で協力して泡立てたり、泡立て方を教えあったりする様子も見られ、こうしたことも楽しんで学べた要因の1つだと考えられる。

(3) マカロンの色彩を用いた授業（第5・6時限）

1) マカロンの色彩構成が嗜好性に及ぼす影響

さまざまな色合いや濃度のマカロンを用いて、食品の色に関する授業を行なった。ここでの目的は、多様な色のマカロンを見て、食品の食欲増進色（一般的に赤、橙、黄などの暖色）と食欲減退色（一般的に青などの寒色や、紫などの中性色）について理解することである。用いた色相は、赤、橙、黄、緑、青、紫、茶、無彩色（白・灰色・黒）の8種類であり、各色相について、4～6段階の濃淡をつけたマカロンを見せ、それぞれの色合いの中で最も好きなマカロンを1人1つ選んでもらった（表1、表2、図1、図7）。

天然色素では、赤・橙・黄・緑・青についてはA～E、紫・茶についてはA～F、無彩色についてはA～Dの濃度系列を用いた。その結果、無彩色以外の色相では、中間からやや濃いめの色調に対する嗜好性が高い傾向が見られた（図8）。明度の低い青、紫、茶については最も濃いトーンにおいても嗜好性が高く、2割から3割の子どもたちが「一番おいしそう」としていた。



図7 マカロンのトーンと食嗜好性の関係の調査

各色相・各着色料について、濃度系列順にマカロンを並べ、この中から一番食べたいと思う濃度のところに投票をしてもらった。手前の投票コインをお盆の右側の投票箱に投票してもらった（一人1枚）。

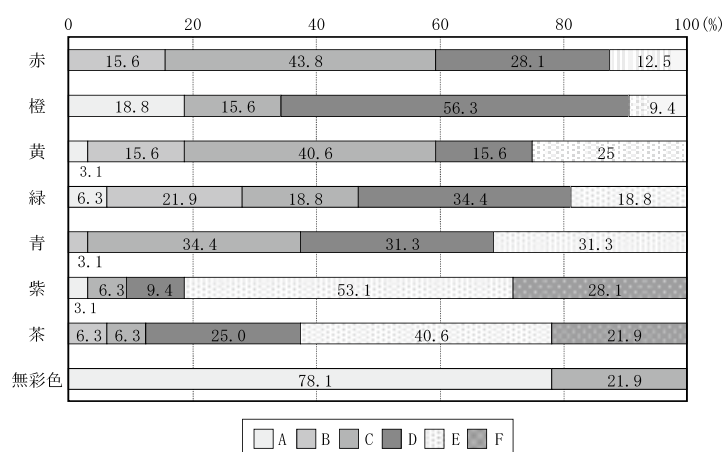


図8 各色相のマカロンのトーンに対する食嗜好性（天然色素）

天然色素で着色したマカロンについて、Aから順に濃度系列別（トーン別）に並べ、最もおいしそうと思うトーンについて、1つ選択してもらった。Aが最も低濃度（薄いトーン）である。赤、橙、黄、緑、青についてはA～E、紫、茶についてはA～F、無彩色については、白から黒に至るまで、明度順にA～Dまでの濃度系列を作成した（男子17人、女子16人）。

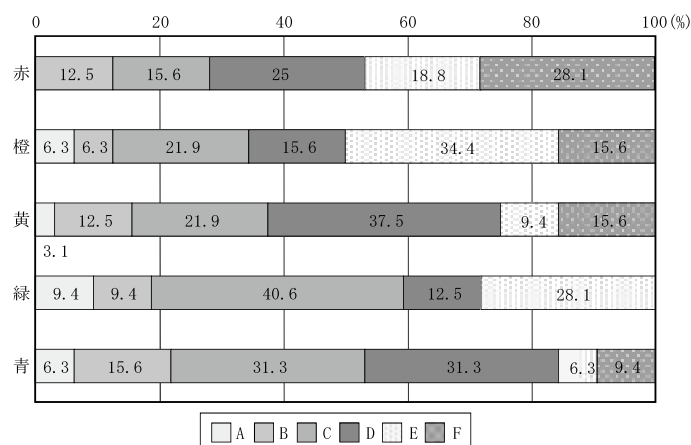


図9 各色相のマカロンのトーンに対する食嗜好性（合成着色料）

合成着色料で着色したマカロンについて、Aから順に濃度系列別（トーン別）に並べ、最もおいしそうと思うトーンについて、1つ選択してもらった。Aが最も低濃度（薄いトーン）である。緑以外はA～Fまでの濃度系列を設定した（男子17人、女子16人）。

合成着色料については、緑以外の色相でA～Fの濃度系列を用いた。合成着色料においても、中間からやや濃いトーンについて嗜好性が高かった（図9）。

同様の調査を行なった大学生の結果⁷⁾と比較すると（表8、表9）、各色相において、小学生の方が濃いトーンを「おいしそう」と評価しており、年代によって「おいしさ」を喚起するトーンが異なることが示唆された。天然色素の青については、小学生ではC、大学生ではDが最も嗜好性が高かったが、小学生については、Cとほぼ同じ割合で濃いトーンのD、Eが「おいしそう」と評価されていた。一方、大学生ではEについては、むしろ食欲を減退させるとして評価が低く、青についても、小学生の方が濃いトーンにおける食嗜好性が高いといえる。

また、多様なトーンのマカロンを着色料別、色相別に見た後、9色相のマカロン（赤、橙、黄、

表8 小学生および大学生におけるマカロンの着色濃度に対する嗜好性の相違（天然色素）

色相	赤		橙		黄		緑		青		紫		茶		無彩色	
濃度	小学生	大学生	小学生	大学生	小学生	大学生	小学生	大学生	小学生	大学生	小学生	大学生	小学生	大学生	小学生	大学生
A						○							×		○	○
B		○														
C	○			○	○			○	○							
D			○				○		○							×
E		×		×		×		×		×	○	○	○	○		
F											×					

※ ○は、各色相において嗜好性が最も高かった濃度（高嗜好色）、×は最も低かった濃度（低嗜好色）を示す。
 小学生については、授業の進行上、×（低嗜好色）については調査は行なわなかった。
 ■は濃度系列を設定していないことを示す。

表9 小学生および大学生におけるマカロンの着色濃度に対する嗜好性の相違（合成着色料）

色相	赤		橙		黄		緑		青	
濃度	小学生	大学生	小学生	大学生	小学生	大学生	小学生	大学生	小学生	大学生
A										○
B		○								
C				○		○	○	○	○	
D	○				○				○	
E			○					×		
F		×		×		×			×	

※ ○は、各色相において嗜好性が最も高かった濃度（高嗜好色）、×は最も低かった濃度（低嗜好色）を示す。小学生については、授業の進行上、×（低嗜好色）については調査は行なわなかった。
 ■は濃度系列を設定していないことを示す。

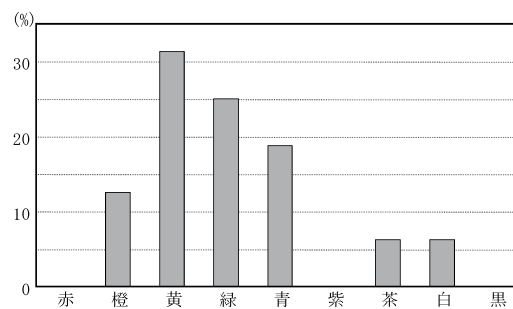


図10 マカロンの色相に対する食嗜好性（小学生）

多様なトーンのマカロンを着色料別、色相別に見てもらった後、マカロンの色相9種類のうち、最もおいしそうと思う色相について、1つ選択してもらった。ここでは着色料やトーンの相違については特に指定せず、総合的に判断してもらった（男子17人、女子16人）。

緑、青、紫、茶、白、黒）の中で最もおいしそうと思う色相を1つ選択してもらった。ここでは、着色料やトーンの相違については、特に指定せず、総合的に判断してもらった。その結果、黄が最も好まれており（図10）、次いで緑、3番目は青であった。

大学生との結果⁷⁾と比較すると、大学生では茶の嗜好性が最も高く、次いで赤、緑、橙と続いたことから、色相についても、年代によって異なることが示唆された。

2) 食品の色の効果 一食欲増進色と食欲減退色一

一般に、赤、橙、黄などの暖色系は食欲増進色、青などの寒色系は食欲減退色といわれている¹³⁾。マカロンの色を見る前に、子どもたちに各色相の食べ物について質問した。青色の食べ物を聞いたところ、「ソーダ」「ラムネ」「ブルーハワイ」などと答え、青色の食品の色について「おいしそう」という意見が大多数を占めた。

各色相のマカロンを見た後では、青については「青は毒々しい」「体に悪そう」「何の色だろ

う？ 水酸化ナトリウム？ なす？」「おいしくなさそう」といった発言が見られた。一方で、「おいしそう」とする子どももあり、嗜好性が大きく分かれていた。

大学生では、青は黒と並んで最も嗜好性が低い色相であったことから⁷⁾、小学生と大学生とでは食嗜好性や評価が異なるといえる。和菓子の練りきりにおける実験においても、小学生は青色をおいしそうとする者が多かったことから¹⁴⁾、食経験を蓄積したり、知識を増やしたりすることで、食品の色彩が嗜好性に及ぼす影響が変化することが示唆された。

3) 着色料の相違が食嗜好性に及ぼす影響

本実践では、マカロンを投票する際には、合成着色料と天然色素を用いたことはいわず、「種類の異なる着色料で着色した」と提示した。子どもたちは、合成着色料（緑）で着色したマカロンを見て、「毒々しい色だから、嫌い」「緑すぎる」「これ、絶対緑3号とか使っているよー」というように、彩度の高さや鮮やかさについて着目し、自然界にはない色調として認識・嫌悪している様子が見られた。同様の傾向が赤でも見られた。一方、天然色素については、「抹茶色だから、おいしそう」と身近な食品に結びつけていた。

今回は、食欲増進色と食欲減退色について理解することを目的としていたが、ワークシートの感想を見ると、

- | | |
|---|------------------|
| ・自然な色（天然色素）の方がいい | （着色料の違いと食嗜好性の関連） |
| ・明るい色の方がおいしそうだった | （明度と食嗜好性の関連） |
| ・青はまずそうだった | （色相と食嗜好性の関連） |
| ・色によってもおいしそうなのと、そうでないものがある（同上） | |
| ・赤はイチゴ（を連想する）なので、おいしそうだった（食べ物の色と嗜好性の関連） | |
| ・茶色はチョコだから好き | （同上） |

などという記述があり、目標は達成されたと思われる。

(4) まとめ

今回、マカロンの材料と色を切り口に授業を行ったが、マカロン自体を知らない子が多いため、子どもたちがより興味を持って授業に取り組めたと思われる。

実験については、理科においても行なわれているが、家庭科では食品という身近な材料・生活に密着した材料を用いることで、子どもの興味・関心の喚起、実験に対する意欲的な取り組み、家庭科を学ぶ意欲や科学への関心への高揚、生活における応用へと効果的に繋げることが期待できる。また、家庭科で実験手法（計画や方法）を習得したり、実験の楽しさを体験したりして得た知識・技能を、他教科、例えば理科へと関連させることもできると考えられる。

食品の色についても、金子¹⁵⁾は、色彩嗜好は対象により異なるため、色彩嗜好を測定する際には具体的な対象を特定し、対象ごとに調査する必要があると指摘している。今回のように、実際に色相やトーンの異なる食品を見てみることで、おいしそうに見える色とそうでない色があることを知り、食における色の効果を体感し、色に対する興味・関心を他の食品、献立、食卓環境へと発展させていくことができると考えられる。

卵白の起泡性や砂糖の添加効果、食品の色彩による影響など、一見、小学生の段階では難しいと思われる内容だが、子どもの発達段階に応じて実験の方法を工夫したり、説明を丁寧に行なったりすることで、活用が可能であることが示唆された。

4. 要約

本報では、鶏卵の起泡性を用いた実験授業とマカロンを用いた色の授業の実践を試みた。実験が皆無状態に近い家庭科において、身近な食品を用いて実験を行なうことにより、家庭科における食育教材の一助とすることを目的とした。子どもたちは卵白の起泡性について、砂糖の添加による違いを体験し、砂糖が調味料としての役割だけでなく、食品に物理・化学的作用をもたらすことを知ることができた。さらに、予想・実験・考察という実験の一連の手順を経ることで、科学的思考力・判断力・表現力の育成にも繋がることが示唆された。マカロンを用いた色彩が食嗜好性に及ぼす影響について、子どもたちは興味・関心を持って取り組み、色が食嗜好性に及ぼす効果について知識を深めることができたと思われる。

本研究成果は加藤奈津貴（当時、静岡大学教育学部4年生）の尽力による。また、調査にご協力くださった静岡大学教育学部附属静岡小学校の畑美帆子先生、静岡大学教育学部の方々に感謝いたします。

参考文献

- 1) 村上陽子：家庭科教育における鶏卵起泡性の実験授業の開発ーマカロンを用いた授業の基礎資料としてー，日本食育学会誌（投稿中）
- 2) 文部省：小学校学習指導要領解説・家庭編（1998）
- 3) 文部科学省：小学校学習指導要領解説・家庭編（2008）
- 4) 「わたしたちの家庭科」，開隆堂（平成18年）
- 5) 「新編 新しい家庭5・6」，東京書籍（平成19年）
- 6) 長谷川千鶴，梶田武俊，橋本慶子：『調理学』，朝倉書店（1983）
- 7) 村上陽子：マカロンの色彩構成が大学生の食嗜好性に及ぼす影響，日本食育学会誌（投稿中）
- 8) 斎藤進編著：「食品色彩の科学」，幸書房（1997）
- 9) 中山司，濱田信義，大森裕二：「色彩デザイン見本帳」，エムディエヌコーポレーション（2005）
- 10) 財団法人日本色彩研究所：「カラー&ライフ」，日本色研事業株式会社（2004）
- 11) ジャック・ピュイゼ：『子どもの味覚を育てるーピュイゼ・メソッドのすべてー』，紀伊國屋書店（2004）
- 12) 文部科学省：小学校学習指導要領解説・理科編（2008）
- 13) F.Birren：Color & Human Appetite, Food Technol., 17, pp.553-555（1963）
- 14) 村上陽子：練りきりの色彩構成が小学生の食嗜好性に及ぼす影響ー練りきり（和菓子）を用いた食育教材ー，静岡大学教育実践総合センター紀要，19, pp.71-80（2011）
- 15) 金子隆芳：『色彩の心理学』，岩波新書（1990）