

高校生が考える新しい発想の砥部焼

— イチョウの灰を使った釉薬によるアクセサリーの商品開発 —



イチョウの灰と福島長石の基礎釉薬
ガス窯 SK-8 1250° RF

緑葉	イチョウ灰 only	イチョウ1	イチョウ2	イチョウ3	イチョウ4	イチョウ5
黄葉	灰 only	8:2	6:4	5:5	4:6	2:8
枝	イチョウ枝 only	イチョウ枝1	イチョウ枝2	イチョウ枝3	イチョウ枝4	イチョウ枝5
银杏	ギョウヤク only	ギョウヤク8	ギョウヤク6	ギョウヤク5	ギョウヤク4	ギョウヤク2
長石	0%	20%	40%	50%	60%	80%
灰	100%	80%	60%	50%	40%	20%



愛媛県立松山南高等学校
砥部焼シスターズ

1 課題設定の理由

普段の生活の中で、焼き物に触れない事はほとんどない。ご飯を食べるとき、コーヒーやお茶を飲むとき、トイレの便器やお風呂場のバスタブ、花瓶、・・・このように、私たちの身の回りには、多くの焼き物がある。

焼き物は大きく分けて、陶器と磁器に分かれ、図1のように全国各地の特産物となっている。

私たちの住む愛媛県の特産物の中に、約240年の歴史を誇る砥部焼がある。砥部焼は、やや厚手の白磁に呉須と呼ばれる薄い藍色の唐草模様が特徴であり、食器や花器に使われており、世界で評価されている磁器の一つである(図2)。

しかし、「東京に住む人に向けた愛媛県の認知度に関する調査」によると、みかんに続いて91.5%の認知度を持つ道後温泉、今治タオル等と比べ、砥部焼の認知度は、各年代の平均でわずか8.7%となっている(表1)。特に、若年層は高齢者と比べると、4分の1にも満たない。

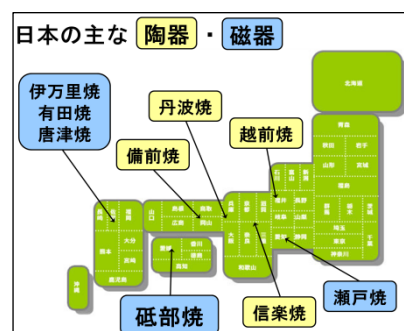


図1 全国の主な陶器・磁器



図2 砥部焼

表1 「東京に住む人に向けた愛媛県の認知度に関する調査」における砥部焼の認知度

全体平均	20代	30代	40代	50代	60代	70代～
8.7%	3.3%	3.6%	7.5%	3.7%	16.4%	14.3%

ところで、本校には23本のイチョウの木があり、秋には葉が色付き美しい光景を見ることができる(図3)。しかし、その反面、毎年、夏に剪定したイチョウの枝や緑葉、そして秋の落葉の処理に困っており、本校の課題になっている(図4)。



図3 本校のイチョウの木(左:夏、中央・右:秋)



図4 落葉したイチョウの葉(回収した様子)

本校は、文部科学省からスーパーサイエンスハイスクール(SSH)に指定されており、普通科、理数科の全校生徒が課題研究に取り組んでいる。また、本校には、少し離れた場所に松山南高校砥部分校(通称とべぶん)があり、この砥部分校にはデザイン科がある。砥部分校のある砥部町は、前述の砥部焼の町である。

同じ松山南高校である本校のSSHと砥部分校のデザインを生かし、「SSH(超理系)×とべぶん(超文系)」として、協力して新しい砥部焼の開発に取り組むことになった。

そこで、本校では、科学的手法を用いて、高校生の視点から新しい磁器用釉薬(焼き物の表面を覆うガラス化したもの)を、学校のシンボルツリーである「イチョウの木」を用

いて開発し、また、砥部分校では本校が完成させた釉薬を使って、砥部焼アクセサリーの商品開発を行い、砥部焼の魅力をより幅広い世代、多くの人に広め、地域を活性化させることを目的として本研究を行うことにした。

2 研究の方法

砥部焼の色は、色釉薬の濃い藍色である。今回、私たちが開発する釉薬は、材料をイチョウの枝や葉の灰等を用い、藍色以外の新しい色で、穏やかで落ち着く自然素材を生かした品のある色を目標とした。そして、新たな砥部焼の色を生み出すことで、砥部焼の魅力を高め、若年層も含めた幅広い年齢層に受け入れられることを目指した。

また、砥部分校では、陶芸を選択した生徒（アクセサリー制作担当）と、グラフィックを選択した生徒（パッケージデザイン担当）で、砥部焼アクセサリーの商品開発に取り組むことにした。

3 本校での新しい釉薬の開発

(1) 釉薬について

釉薬は、陶器・磁器の表面をコーティングするガラス層のことであり、「うわぐすり」とも呼ばれる。役割として、ただ焼き物を装飾するだけでなく、強度を上げたり、汚れにくくしたりもする。

図5のAのように、釉薬（うわぐすり）は、基本的に透明なガラス層である。

今回、私達がイチョウを用いて開発しようとしたのは、Bのように釉薬そのものが発色する釉薬である。

図6のAのように、一般的な釉薬は、主原料、媒熔材、補助剤の三つからなる。主原料に長石、媒熔材に植物灰、補助剤に藁灰を使用するのが一般的である。補助剤は主原料、媒熔材だけでは釉薬として機能しない場合に使用されるが、後の実験よりイチョウを用いた場合、補助剤が特に必要ないと考えられたので、Bのように、本研究では主原料に福島長石、媒熔材と補助剤にイチョウの灰を使用することとした。これを以下**基礎釉**とする。また、釉薬は、焼成方法や、焼成温度によって透明感、質感、発色に影響が出る。今回は自然をイメージできる色で表面が滑らかな質感の釉薬を作ることを目指した。

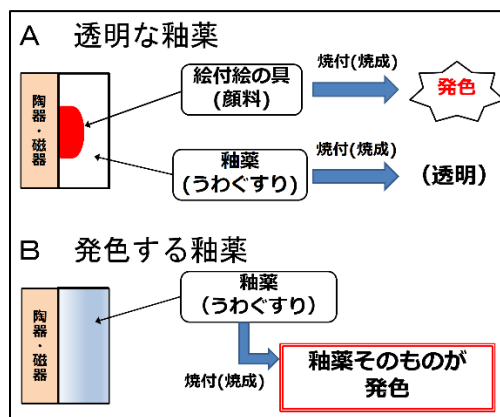


図5 釉薬そのものによる発色

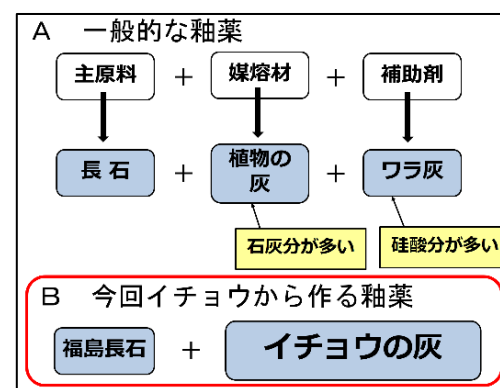


図6 イチョウから作る釉薬

(2) イチョウの灰の作製手順

ア 採取と乾燥

イチョウの灰を作るために、まずは原料の基となるイチョウを葉、枝、銀杏ごと大量に採取した。その理由は、灰にすることで、元の原料の約100分の1の量にまで減ってしまうためである。また、各部位による成分の違いを調べるために、それぞれ分けて採取して燃やすために機械による乾燥と自然乾燥を行った。(図7、図8)



図7 廊下でイチョウの葉を乾燥させる様子



図8 燃やす前のイチョウの枝

イ 採取と乾燥

十分に乾燥ができたものから、消防署への連絡と地域住民の方の理解を得た上、一斗缶を用いて、それぞれ焼成を行い、灰の生成作業を行った。(図9、図10)

焼成の結果、60L満杯のイチョウの葉5袋から灰として残ったのはわずか150gであった。また、銀杏は油分を多く含んでおり、焼成にかなりの時間を費やした。



図9 イチョウを燃やしている様子



図10 燃やした後のイチョウの枝

ウ 水簸^{すいひ}作業による灰汁抜き

次に、灰となったものを水簸作業による灰汁抜きを行った(図11)。

これは、水に溶け込むアルカリ成分を水簸することで、減らす作業である。アルカリ成分を含んだ灰でも釉薬の原料に使用できるが、その成分の影響で釉薬の発色や質感の再現性が困難になる。また、アルカリ性であるため人体に悪影響を及ぼす危険性があるので、少しでもその成分を無くすために、灰汁抜き作業が重要である。灰汁抜きの水替え作業を1日1回約2週間行った結果、pH=14の強アルカリ性からpH=8の中性付近まで下げることができた。

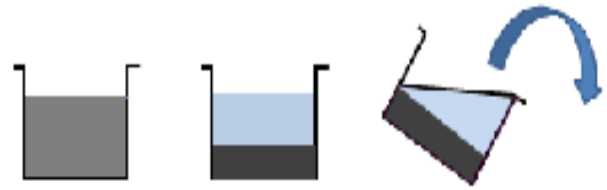


図 11 水簸による灰汁抜き

次に、600 μm 、150 μm 、75 μm のふるいにかけて、炭等の余分なもの(以下、炭不純物)を取り除いた(図 12, 図 13, 図 14)のち、乾燥させた。その後、600 μm 、150 μm 、75 μm のふるいにかけて、粒子の大きさを均一にした(図 15)。



図 12 使用したふるい



図 13 炭不純物の除去の様子



図 14 ふるいがけの様子



図 15 得られたイチョウの葉・枝の灰

(3) テストピースの作製手順

テストピースを作製し、焼成を行い、発色を調べた。

- ① 灰と福島長石(以下、長石とする)を適量量り取り、混合した。
- ② ①に、①と同量の水を加えた。
- ③ ②を筆に含ませ、素焼き板(あらかじめ900°Cで焼成を行ったもの)に塗った(図 16、図 17)。
- ④ 1250°Cで還元焼成を行った(図 18、図 19、図 20)

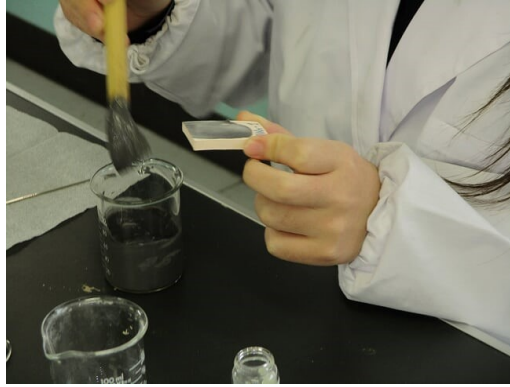


図 16 素焼き板に釉薬を塗る様子

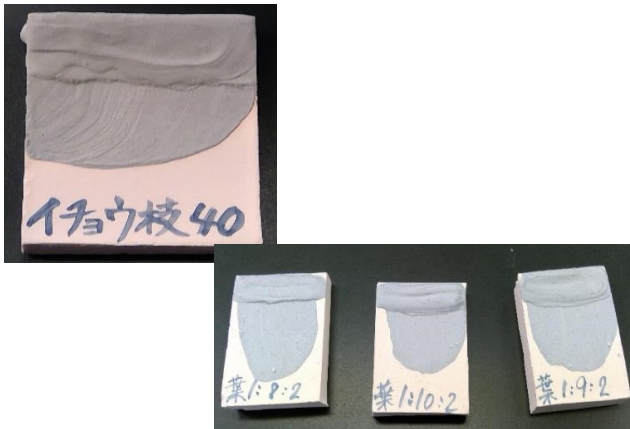


図 17 焼成前のテストピース



図 18 使用した松山南高校砥部分校の窯



図 19 本校の電気窯の外観



図 20 本校の電気窯の内部

焼き物の焼成方法には、酸化焼成と還元焼成の二種類がある。酸化焼成は完全燃焼するのに十分な酸素が存在する状態で行う焼成で、還元焼成は酸素が足りない状態で行う焼成である。本研究では、バーナーをCOが数パーセント生じるように燃やす還元焼成のみで実験を行った。なお、本校の電気炉は、ガスバーナーで還元焼成ができ、還元の強さの調整は、排気口から出てくる煤の量の目視で行った。また、実験で用いた基礎釉は全体が10gになるように調合し、同程度の純水を使用した。

3 結果・考察

制作したテストピースは、砥部分校のガス窯及び、本校の電気窯を用いて還元焼成を行った。焼成の結果から、発色や質感に大きな違いが現れ、各部位によって灰に含まれる成分に違いがあることが分かった。

(1) イチョウの枝の灰を用いた実験

この実験では、枝の灰の基礎釉が釉薬として機能するかどうか確認を行った。枝の灰：長石の割合（質量比）を変えながら実験を行った（図 21）。灰の割合が大きい場合は、灰が熔け切らず、長石の割合を大きくするにつれ、釉薬が素焼き板に密着していた。

灰：長石=40%：60%のとき、表面が淡桃色に発色し、私たちが目指している自然で品のある色に発色することが分かった（図 21 の赤丸）。

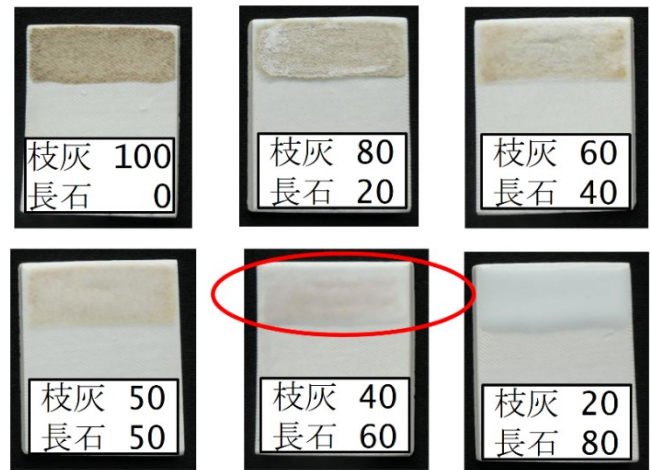


図 21 枝灰と長石の混合比による発色の違い

(2) イチョウの黄葉の灰を用いた実験

この実験では、黄葉の灰の基礎釉が釉薬として機能するかどうか確認を行った。黄葉の灰：長石の割合を変えながら実験を行った（図 22）。

すべての割合で薄い緑色に発色し、長石の割合を多くするにつれて白濁し、灰：長石=20%：80%のとき、淡緑色の新しい色の発色が得られた（図 22 の赤丸）。また、表面の質感は、枝の灰の基礎釉と比べて、滑らかであり、アクセサリーの色として適当と考えた。

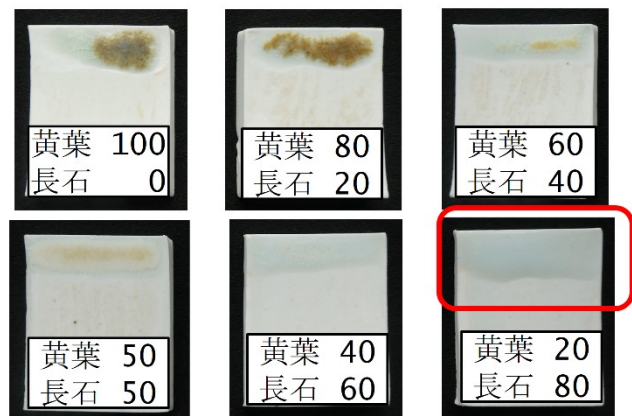


図 22 黄葉の灰と長石の混合比による発色の違い

(3) イチョウの緑葉の灰を用いた実験

この実験では、緑葉の灰の基礎釉が釉薬として機能するかどうか確認を行った。緑葉の灰：長石の割合を変えながら実験を行った（図 23）。

すべての割合で薄い緑色に発色した。中でも、緑葉の灰：長石=100%：0%のとき、淡緑色の新しい色の発色が得られた（図 23 の赤丸）。

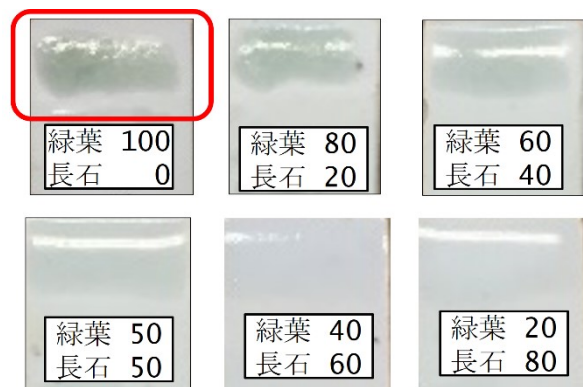


図 23 緑葉の灰と長石の混合比による発色の違い

(4) イチョウの成分分析

生成した灰の成分を調べるために、砥部町にある砥部焼窯業技術センターで成分分析を行った。(表2、図24)

この分析の結果から、二酸化ケイ素と酸化マグネシウム、リン酸の含有量に大きな違いがあり、このことが釉薬の溶け具合に影響を及ぼしたと考えられる。

また、釉薬が発色する元素は、酸化鉄(Ⅲ)として含まれている鉄元素のみであることが分かった。実験結果から、イチョウの枝の灰の割合が多い時は灰が熔け切らなかったが、イチョウの枝の灰：長石=40%：60%のときちょうど灰が熔け始め淡桃色の発色につながったと考察した。このとき、熔け始めてはいるが、完全に還元される状態までは熔けなかったため、緑色にならずに淡桃色の発色につながったと考察した。

表2 イチョウの各部位の分析結果

			イチョウの各部位		
			緑葉	黄葉	枝
ガラスの素	SiO ₂	二酸化ケイ素	3.6908	7.3535	1.5999
	Na ₂ O	酸化ナトリウム	0.2015	0.1712	
溶かす	MgO	酸化マグネシウム	10.2043	7.8737	4.353
	K ₂ O	酸化カリウム	0.57	0.8334	0.3478
	CaO	酸化カルシウム	71.7577	69.7181	89.309
	SrO	酸化ストロンチウム	0.1793	0.1523	0.2149
	BaO	酸化バリウム		0.1061	
		Al ₂ O ₃	酸化アルミニウム	0.7045	2.0007
結晶剤	P ₂ O ₅	五酸化二リン	11.6525	7.5344	2.7853
	ZnO	酸化亜鉛	0.0224	0.0212	0.0284
	TiO ₂	酸化チタン		0.2255	
	SnO ₂	酸化スズ			
着色剤	MnO	酸化マンガン	0.0463	0.0591	
	Fe ₂ O ₃	酸化鉄(Ⅲ)	0.5165	1.8392	0.4488
	NiO	酸化ニッケル	0.0175		0.0228
	CuO	酸化銅(Ⅱ)	0.0227	0.008	0.0306
	Cr ₂ O ₃	酸化クロム			

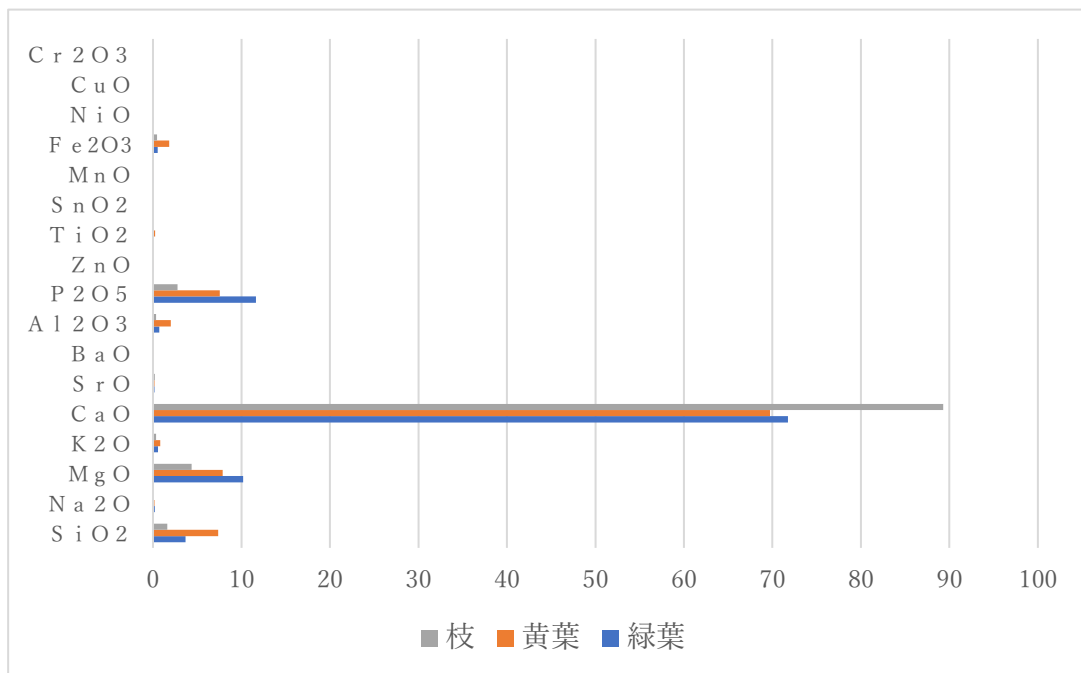


図24 イチョウの各部位の分析結果

4 砥部分校でのアクセサリーの開発

(1) テーマ設定

まず始めに、陶芸・グラフィックチーム合同でアクセサリーのテーマ設定を話し合った。本校がSSHの科学的手法で自然素材であるイチョウを用いて開発した釉薬と、砥部の自然豊かな環境をイメージさせるようなアクセサリーにすることを目標にした。

また、今後、商品を販売するためには同じ形を大量に制作する必要があるので、できるだけモチーフを単純化させることにした。

(2) キャッチコピーとロゴマークの提案

テーマ設定を踏まえ、キャッチコピーは「とべのめぐみ～南高の歴史つめこんでみました～」に決まり、ロゴマークはイチョウをモチーフにロゴタイプと組み合わせたデザインにした(図24)。配色は、イチョウの葉が紅葉する様を色彩に取り入れ、明度を低くすることで心地よさや落ち着いた印象を与えるように工夫した。



図24 ロゴマーク

(3) アクセサリーの調査

制作するにあたり、まずはインターネットを使ってアクセサリーの種類や素材、形状と色彩、また身につける世代などの市場調査を行った。調査を行うにつれて、内容が深まっていく様子が伺えた。この調査から、比較的容易に制作できる形としてブローチを制作することが決まった。

(4) ブローチの制作

ブローチのアイデアスケッチを行い、それを基に試作原型の成形を行った。形や大きさなどの調整を何度も繰り返し、本制作に①イチョウの形・②障子山の形・③まる1(森の形)・④まる2(人の形)の4つの形が決まった。そして、販売個数を各形状100個ずつ制作することにした。

ア 石こう型による成形

同じ形のブローチを量産するために、制作方法に石こう型を用いた成形技法を取った(図25)。

これにより、同じ形を成形することが容易となり、作業効率も上がり規定の各100個を短時間で制作することができた。また、焼き物では焼成時に収縮による亀裂や発色不良が生じる恐れがあるので、余分に各20個ずつ多く制作するようにした。

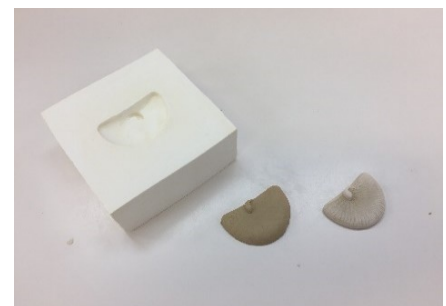


図25 石こう型による成形

イ 削り作業

成形したブローチは、作品の裏側にバリができていたため、ヤスリを使って、一つ一つ細部まで丁寧に削りの作業を行った（図26）。制作を進めていく上で、少しずつ商品を扱っている意識が薄れていく様子が伺えたので、そのたびに売り物としての高いクオリティが重要であることを意識させるように努めた。



図 26 削り作業

ウ 釉掛け

全ての削り作業を終え、素焼（900℃で焼き締める作業）を行った後、表面の削り粉や汚れを拭き取り、釉掛けに取りかかった。釉薬は、本校SSHの調合例を参考にブローチの形に合うものを使用して釉掛けを行った（図27）。

全ての釉掛けが終わり、本焼に向けて窯詰めを行った。窯詰めでは、作品を積み上げる場所によって、使用した釉薬の発色具合が大きく異なってしまうので、使った釉薬に合わせて積み上げる場所を考慮しながら最も良い発色が得られる窯詰めとした。

（図28）



図 26 釉薬掛け作業



図 27 窯詰め作業

エ ブローチの完成

本焼の結果、ほとんどのブローチが思うような発色を得ることができた（図29）。中には、釉薬の濃さによって発色不良や釉薬が流れすぎて商品にはできないものも合ったが、余分に制作したことが幸いし全ての形で規定数以上の作品が仕上がった。



緑葉の灰を使用
緑葉の灰：長石=100%：0%



枝の灰を使用
枝の灰：長石=40%：60%



黄葉の灰を使用
枝の灰：長石=20%：80%

図 29 完成したブローチの例とイチヨウから作製した釉薬の調合比

焼き上がった作品は、裏面のヤスリがけと金具の取り付けを行い、パッケージの梱包作業に取りかかった。

(5) パッケージの提案

ブローチの本制作の形が決まった段階で、グラフィック班はパッケージ制作に取りかかった。制作のテーマにした、自然の雰囲気をもっと演出するために、台紙はクラフト紙を使用した。ロゴマークは、台紙を折り返すことで表面になり、これによってブローチとロゴマークの間に陰影ができ台紙に立体感が生まれ質の高い商品に魅えるよう細工をした(図30)。

パッケージの裏面は、ブローチの紹介文を差し込むことで商品の付加価値が上がるような工夫した(図31)。

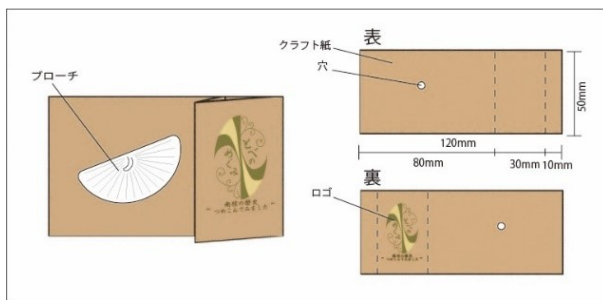


図30 パッケージのデザイン案

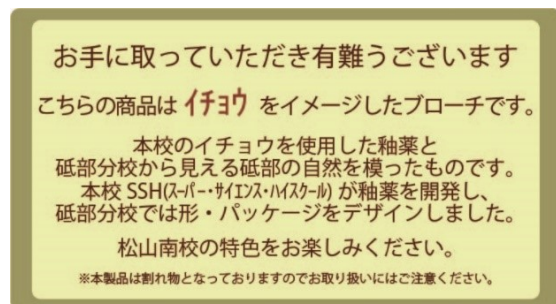


図31 裏面紹介文

5 今後の展望

今回、松山南高校本校SSHで研究したイチョウを用いた新しい釉薬を用い、砥部分校デザイン科で砥部焼を使ったアクセサリーとして今回はブローチの制作を行い、高校生が考える新しい砥部焼の提案をすることができた。

初めて経験する作業が多くスケジュールが思うように進まないこともあったが、放課後を上手く利用して無事に商品の作製、砥部分校の文化祭での販売を実施することができた(図32)。

今後は、秋の砥部焼まつり出展やインターネットでの販売に向けて地元の方々と協力しながら取り組んでいきたい。

また、現在、本校では、砥部町の名産品である七折小梅で不要になった梅を用いた自然の灰を使った新しい釉薬研究を行っている。

今後も、本校のSSHと分校が共同して、砥部焼アクセサリーや小物等の商品開発を行い、砥部焼の魅力をもっと幅広い世代、多くの人に広め、地域を活性化させていきたい。



図32 文化祭での販売の様子

6 参考文献

- 樋口わかな, 誠文堂新光社, 『焼き物実践ガイド: 陶器作りますます上達』(2007)
- 島田文雄, 視覚デザイン研究所・編集室, 『素材で楽しい陶芸』(みみずく・くらふとシリーズ)(1997)
- 加藤悦三, 窯協, 70, 33 (1962)

- 首藤喬一，中村健治，愛媛県産業技術研究所研究報告，55，34（2017）
- 「愛媛県の認知度に関する調査報告」愛媛県ホームページ
https://www.pref.ehime.jp/h12200/1191360_1876.html
- 宮川愛太郎，共立出版株式会社，『陶磁器釉薬—うわぐすり—』（1965）
- 株式会社視覚デザイン研究所，『素材で楽しい陶芸』（1997）
- 津坂和秀，双葉社，『やきものをつくる釉薬応用ノート』（1999）
- 坂井雅之，株式会社エスプレス・メディア出版，『陶遊145号』（2014）

7 謝辞

本研究を行うにあたり、御指導・御協力いただきました、愛媛県窯業技術センター職員の皆様、愛媛大学理学部高橋亮治教授をはじめ、多くの皆様に厚く感謝申し上げます。

