

# ラスター釉の研究

永柳 辰一      島村 修      松下 福三      板村 忠也\*

Study on Luster Glaze

by

Tatsuichi NAGAYANAGI, Osamu SHIMAMURA

Fukuzo MATSUSHITA and Chuya ITAMURA

ラスター釉について塩基組成、アルミナ及びシリカを変化させた基礎釉を10種類に選定し、180調合して1100、1150、1200及び1250℃の焼成温度別に釉性状の標準化をした。1150～1200℃で対応できるオパールラスター釉はPbOとZnOのモル数が0.37以上必要とし、 $Al_2O_3$ が0.12から0.20モルにあり、 $SiO_2$ が1.20から1.80モルの範囲であった。 $TiO_2$ 、 $V_2O_5$ 、 $Bi_2O_3$ 等の金属酸化物の添加により鋭い光沢と虹彩に富む釉が得られた。マンガンラスター釉は、PbOとZnOのモル数が0.30以上を必要とし、 $Al_2O_3$ が0.14から0.22モルで、 $SiO_2$ が1.80から2.20モルの範囲であった。 $TiO_2$ 、 $V_2O_5$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $MnO_2$ 等の金属酸化物の添加により、強い光沢と虹彩に富む釉が得られた。また、フリットの添加により焼成温度の調節は容易に出来た。多色化については、Fe、Co、Cu、 $WO_3$ 、CoO、 $Fe_2O_3$ 、CuO及び顔料等の添加で変化のある色調が得られた。

## 1. まえがき

常滑地区の釉薬を応用したタイル、植木鉢、花器、食器等は、釉薬の種類が限られており、色調や釉調に変化のある製品は少ない。また、ノベリティ業界は輸出から内地向け製品開発が十分と言えず、その対応に苦慮している。このような状況から各業界より、釉薬を応用した製品の多様化と高品質化の要望が強く出されているため、オパール及びマンガンラスター釉を主体に塩基組成とアルミナ、シリカを変化させたゼーゲル式で焼成温度別の調合及び焼成試験を行い、種類別、焼成温度別に整理して釉性状の標準化を行った。また、良好なラスター釉で花器、置物等の試作をした。

## 2. 実験方法

### 2.1 使用原料

使用した原料は、福島長石、釜戸長石、鉛白、亜鉛華、鼠石灰石、ユークリプタイト、ペタライト、カオリン、福島珪石、PN5401フリット（日本フリット〔株〕製・以下フリット）及び各種金属酸化物等である。

### 2.2 主要原料のゼーゲル式と式量

表1に主要原料を示す。

表1 主要原料のゼーゲル式と式量

| 原料       | ゼーゲル式または構造式（式量）                          |                |              |                        |
|----------|------------------------------------------|----------------|--------------|------------------------|
| 福島長石     | KNaO                                     | $Al_2O_3$      | $6SiO_2$     | (556)                  |
| 釜戸長石     | KNaO                                     | $Al_2O_3$      | $11SiO_2$    | (856)                  |
| ユークリプタイト | $Li_2O$                                  | $Al_2O_3$      | $2SiO_2$     | (252)                  |
| ペタライト    | $Li_2O$                                  | $Al_2O_3$      | $8SiO_2$     | (612)                  |
| カオリン     | $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ (258) |                |              |                        |
| フリット     | 0.52Na <sub>2</sub> O                    | 0.01 $Al_2O_3$ | 1.53 $SiO_2$ | 1.15 $B_2O_3$<br>(235) |
|          | 0.20CaO                                  |                |              |                        |
|          | 0.08 $Li_2O$                             |                |              |                        |
|          | 0.20ZnO                                  |                |              |                        |

### 2.3 使用素地及び試験体

使用素地は1100及び1150℃焼成用として半胴土（とこなめ焼協同組合製）、1200及び1250℃焼成用として白5号土（同）を用いて型起し成形した。

### 2.4 塩基組成の変化による調合試験

予備試験としてオパール、マンガンラスター1150～1200℃焼成用基礎釉の塩基組成のうち、ラス

\* 工業技術センター

ターの光沢と虹彩に関係があるPbO, ZnO, CaOの三成分を変化させたゼーゲル式の範囲を基1, 2に示す。この三成分を三角座標に割付けて1～9の調合試験をした。割付けを図1, 2に示す。

| オパールラスター釉 |                       |   |                                    |                                   |
|-----------|-----------------------|---|------------------------------------|-----------------------------------|
| 基1        | 0.14KNaO              | } | 0.18Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | {                                 |
|           | 0.01Li <sub>2</sub> O |   |                                    |                                   |
|           | 0.26～0.43PbO          |   |                                    |                                   |
|           | 0.17～0.34ZnO          |   |                                    |                                   |
|           | 0.09～0.43CaO          |   |                                    |                                   |
|           |                       |   |                                    |                                   |
|           |                       |   |                                    | 1.80SiO <sub>2</sub>              |
|           |                       |   |                                    | 0.16TiO <sub>2</sub>              |
|           |                       |   |                                    | 0.05V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|           |                       |   |                                    | 0.09B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |

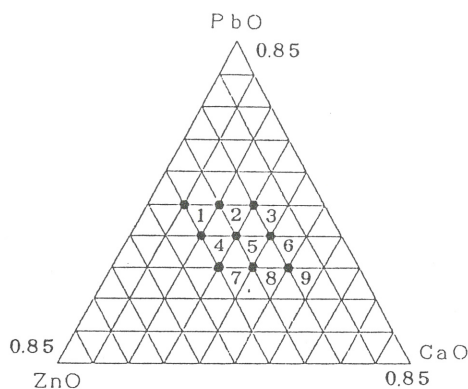


図1 オパールラスター釉の割付け

| マンガンラスター釉 |                       |   |                                    |                                   |
|-----------|-----------------------|---|------------------------------------|-----------------------------------|
| 基2        | 0.09KNaO              | } | 0.14Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | {                                 |
|           | 0.01Li <sub>2</sub> O |   |                                    |                                   |
|           | 0.04CoO               |   |                                    |                                   |
|           | 0.26～0.43PbO          |   |                                    |                                   |
|           | 0.17～0.34ZnO          |   |                                    |                                   |
|           | 0.09～0.43CaO          |   |                                    |                                   |
|           |                       |   |                                    |                                   |
|           |                       |   |                                    | 2.00SiO <sub>2</sub>              |
|           |                       |   |                                    | 0.04TiO <sub>2</sub>              |
|           |                       |   |                                    | 0.05V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|           |                       |   |                                    | 0.45MnO <sub>2</sub>              |
|           |                       |   |                                    | 0.09B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |

## 2.5 アルミナ, シリカの変化による調合試験

予備試験を参考にした各焼成温度別基礎釉のゼーゲル式を表2に示す。図3～6の割付けにより調合試験をした。なお、基礎釉7のみCoOを0.8%外割で添加した。

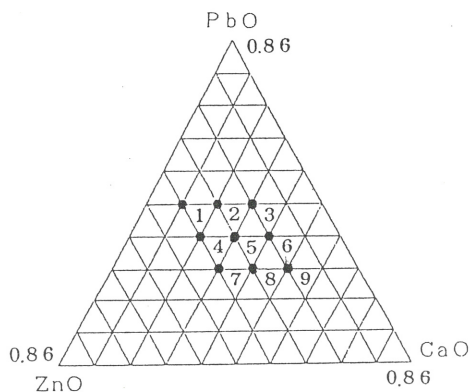


図2 マンガンラスター釉の割付け

| (モル) |                    |     |     |     |     |
|------|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| 0.24 | ⑩                  |     | ⑪   |     | ⑫   |
| 0.22 |                    | ⑬   |     | ⑭   |     |
| 0.20 | ⑮                  | 16  | ⑯   | 17  | ⑰   |
| 0.18 | 13                 | ⑱   | 14  | ⑲   | 15  |
| 0.16 | ⑥                  | 10  | ⑦   | 11  | ⑧   |
| 0.14 | 7                  | ④   | 8   | ⑤   | 9   |
| 0.12 | ①                  | 4   | ②   | 5   | ③   |
| 0.10 | 1                  |     | 2   |     | 3   |
|      | 1.2                | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 2.0 |
|      | X SiO <sub>2</sub> |     |     |     |     |

図3 1100, 1150及び1200℃オパールラスター釉の割付け

1～18: 1100及び1150℃焼成  
①～⑱: 1200℃焼成

| (モル) |                    |     |     |     |     |
|------|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| 0.35 | 25                 | 26  | 27  | 28  | 29  |
| 0.30 | 19                 | 20  | 21  | 22  | 23  |
| 0.25 | 13                 | 14  | 15  | 16  | 17  |
| 0.20 | 7                  | 8   | 9   | 10  | 11  |
| 0.15 | 1                  | 2   | 3   | 4   | 5   |
|      | 1.5                | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 |
|      | X SiO <sub>2</sub> |     |     |     |     |

図4 1250℃オパールラスター釉の割付け

(モル)

|      |                    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0.22 |                    |     |     | ⑬   |     | ⑭   |     | ⑮   |     |
| 0.20 |                    |     |     |     | ⑩   |     | ⑪   |     | ⑫   |
| 0.18 | 11                 |     | 12  | ⑦   | 13  | ⑧   |     | ⑨   |     |
| 0.16 |                    | 9   |     | 10  | ④   |     | ⑤   |     | ⑥   |
| 0.14 | 6                  |     | 7   | ①   | 8   | ②   |     | ③   |     |
| 0.12 |                    | 4   |     | 5   |     |     |     |     |     |
| 0.10 | 1                  |     | 2   |     | 3   |     |     |     |     |
|      | 1.0                | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 2.4 | 2.6 |
|      | X SiO <sub>2</sub> |     |     |     |     |     |     |     |     |

Y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

図5 1100及び1150℃マンガラスター釉の割付け  
1～13：1100℃焼成  
①～⑮：1150℃焼成

(モル)

|      |                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
|------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| 0.22 | 21                 | 22  | 23  | 24  | 25  | ⑲   | ⑳   | ㉑   | ㉒   | ㉓   | ㉔ | ㉕ |
| 0.20 | 16                 | 17  | 18  | 19  | 20  | ⑬   | ⑭   | ⑮   | ⑯   | ⑰   | ⑱ | ㉖ |
| 0.18 | 11                 | 12  | 13  | 14  | 15  | ⑧   | ⑨   | ⑩   | ⑪   | ⑫   | ⑬ | ⑭ |
| 0.16 | 6                  | 7   | 8   | 9   | 10  | ③   | ④   | ⑤   | ⑥   | ⑦   | ⑧ | ⑨ |
| 0.14 | 1                  | 2   | 3   | 4   | 5   | ①   | ②   | ③   | ④   | ⑤   | ⑥ | ⑦ |
|      | 1.4                | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.0 | 3.2 |   |   |
|      | X SiO <sub>2</sub> |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |

Y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

図6 1200及び1250℃マンガラスター釉の割付け  
1～25：1200℃焼成  
①～㉕：1250℃焼成

## 2.6 粉碎及び施軸方法

石川式らいかい機を用いて調合物100 gと水60 gで2時間粉碎した。施軸はディッピング法で行った。

## 2.7 焼成条件

電気炉で昇温速度180℃/hrで1100, 1150, 1200及び1250℃の4段階に分けて焼成した。なお、保持時間は必要としない。

## 2.8 実体顕微鏡による表面観察

図1, 2の調査による焼成性状について顕微鏡観察を行った。併せてX線回折による結晶の同定を行った。

## 2.9 ラスター釉の多色化

代表的で良好な基礎釉へ金属酸化物を添加し、所定の温度で焼成した。

## 2.10 鉛の溶出試験

食品衛生法の試験方法に準じた。

# 3. 実験結果及び考察

## 3.1 塩基組成の変化による調査試験

オパールラスター釉で良好な調査は、図1のNo. 1, No. 2, No. 4であった。光沢、虹彩はPbOの

表2 オパール及びマンガラスター釉のゼーゲル式（各焼成温度別基礎釉）

| 基礎釉<br>No.                     | オパールラスター釉 (モル) |      |      |      | マンガララスター釉 (モル) |      |      |      |
|--------------------------------|----------------|------|------|------|----------------|------|------|------|
|                                | 3              | 4    | 5    | 6    | 7              | 8    | 9    | 10   |
| 成分\℃                           | 1100           | 1150 | 1200 | 1250 | 1100           | 1150 | 1200 | 1250 |
| KNaO                           | 0.09           | 0.09 | 0.14 | 0.14 | 0.09           | 0.09 | 0.10 | 0.10 |
| PbO                            | 0.41           | 0.41 | 0.38 | 0.43 | 0.43           | 0.43 | 0.39 | 0.39 |
| ZnO                            | 0.43           | 0.43 | 0.38 | 0.37 | 0.41           | 0.41 | 0.45 | 0.45 |
| Li <sub>2</sub> O              | 0.04           | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.04           | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| CaO                            | 0.03           | 0.03 | 0.09 | 0.05 | 0.03           | 0.04 | —    | —    |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 変化             | 変化   | 変化   | 変化   | 変化             | 変化   | 変化   | 変化   |
| Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.02           | 0.01 | —    | —    | 0.02           | 0.01 | —    | —    |
| SiO <sub>2</sub>               | 変化             | 変化   | 変化   | 変化   | 変化             | 変化   | 変化   | 変化   |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.06           | 0.04 | 0.16 | 0.17 | 0.06           | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.07           | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.08           | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 0.15           | 0.14 | 0.09 | 0.09 | 0.15           | 0.14 | —    | —    |
| CoO                            | —              | —    | —    | —    | 外割             | 0.04 | 0.05 | 0.05 |
| MoO <sub>3</sub>               | —              | —    | —    | —    | 0.02           | —    | —    | —    |
| MnO <sub>2</sub>               | —              | —    | —    | —    | 0.45           | 0.45 | 0.45 | 0.45 |

モル数が0.43でZnOが0.34の所で良好となる。CaOは0.09モル以上では虹彩は少なく、熔融温度もやや低くなる。PbO、ZnOが多い方がラスタースとして安定な釉性状が得られるのでZnOは、0.37モル以上必要であろう。調合割合を表3に示す。

表3 オパールラスタース釉の調合割合 (%)

| 原 料                           | No. 1 | No. 2 | No. 4 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|
| フリット                          | 5.8   | 5.8   | 6.1   |
| 福島長石                          | 19.4  | 19.3  | 20.3  |
| 鉛白                            | 35.0  | 34.8  | 29.4  |
| 亜鉛華                           | 8.3   | 6.1   | 8.7   |
| ユーグライト                        | 0.3   | 0.3   | 0.3   |
| 鼠石灰石                          | 2.2   | 4.9   | 5.1   |
| TiO <sub>2</sub>              | 4.1   | 4.0   | 4.2   |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 2.9   | 2.9   | 3.0   |
| カオリン                          | 6.2   | 6.2   | 6.5   |
| 福島珪石                          | 15.2  | 15.5  | 16.4  |

マンガンラスタース釉で良好な調合はNo. 1, No. 2, No. 4であった。光沢、虹彩はPbOとZnOが0.43及び0.34モルの所で良好となる。虹彩発現にはPbO、ZnO成分が大きく影響し、PbO、ZnOの多い方がラスタース釉として安定な釉が得られる。また、CaOの増加は釉の熔融温度を低くし、流れやすくする。調合割合を表4に示す。

### 3.2 実体顕微鏡による表面の観察

観察結果を図に示す。図7, 8は、オパール及びマンガンラスタース釉について各々9種類の釉表面を観察したもので、PbOとZnOのモル数が多いNo. 1, No. 2, No. 4に結晶が鮮明となり、強い光沢、虹彩が観察された。両ラスタース釉ともにCaOのモル数を増加させたNo. 6, No. 8及びNo. 9では、結晶は小さく光沢、虹彩も鈍くなる。

なお、光沢、虹彩の強いオパールラスタース釉No. 1は、その結晶も鮮明でX線回折によりZnO・Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、マンガンラスタース釉No. 1ではMnO・Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のスピネルの結晶構造が確認できた。

### 3.3 シリカ、アルミナの変化による調合

#### 3.3.1 オパールラスタース釉

表4 マンガンラスタース釉の調合割合 (%)

| 原 料                            | No. 1 | No. 2 | No. 4 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|
| フリット                           | 5.7   | 5.7   | 5.9   |
| 福島長石                           | 7.7   | 7.7   | 8.0   |
| 鉛白                             | 31.1  | 31.0  | 25.9  |
| 亜鉛華                            | 7.4   | 5.4   | 7.7   |
| ユーグライト                         | 0.2   | 0.2   | 0.2   |
| 鼠石灰石                           | 1.9   | 4.3   | 4.5   |
| MnO <sub>2</sub>               | 10.9  | 10.9  | 11.4  |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.9   | 0.9   | 0.9   |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 2.5   | 2.5   | 2.6   |
| Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1.3   | 1.3   | 1.4   |
| CoO                            | 0.8   | 0.8   | 0.9   |
| カオリン                           | 6.6   | 6.5   | 6.8   |
| 福島珪石                           | 22.9  | 22.8  | 23.8  |

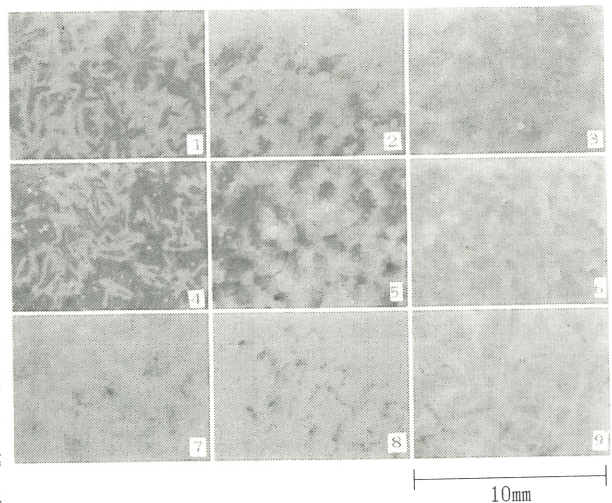


図7 オパールラスタース釉 1200°C

(1) 1100°C焼成用調合試験結果を図9に示す。黄白色のラスタース釉となるのは、モル数でシリカが1.20~2.20モル、アルミナが0.10~0.20モルまでの範囲であり、ほぼ図上で直線的に右上がり方向に良好なラスタース釉の性状が得られた。光沢、虹彩の優れた安定釉はシリカ1.40~1.80

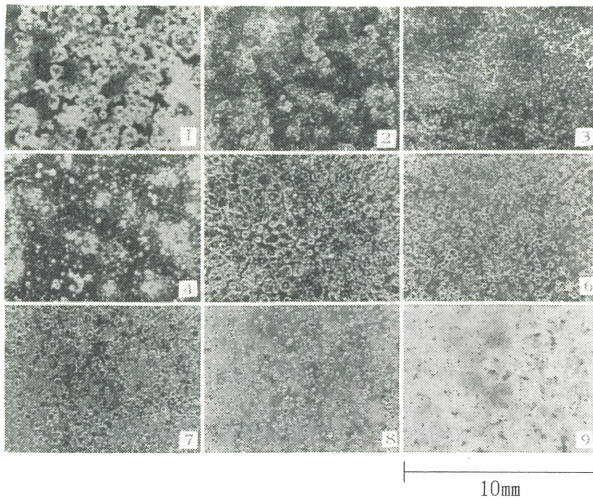


図8 マンガンラスター釉 1160℃

モルでアルミナが0.10～0.16モルである。良好なラスター釉の調合割合を表5に示す。

- (2) 1150℃の焼成用調合試験結果を図10に示す。  
黄白色のラスター釉となる組成範囲は、シリカ1.20モル、アルミナが0.18モル以上と、シリカ1.60モル以上でアルミナが0.10～0.20モルの範囲において半マットとなった以外はすべて良好

なラスター釉を示した。特に、シリカで1.40～1.80モル、アルミナで0.12～0.20モルの範囲では安定した釉調となった。良好なラスター釉の調合割合を表5に示す。

- (3) 1200℃焼成用調合試験結果を図11に示す。黄白色のラスター釉となる組成範囲は、シリカ1.20～1.80モル、アルミナは0.12～0.24モルまでの範囲で光沢、虹彩に富む釉性状となった。しかし、シリカ1.20モル、アルミナが0.18モル以上の所と、シリカ1.80モル以上でアルミナが0.12～0.18モルの範囲では、マット性の釉調を示した。最も良好となるラスター釉の組成はシリカ1.40～1.80モル、アルミナが0.12～0.22モルであり、この範囲で光沢、虹彩の強いラスター釉となる。良好なラスター釉の調合割合を表5に示す。
- (4) 1250℃焼成用調合試験結果を図12に示す。黄白色の良好なラスター釉となる組成範囲は、シリカ1.50～2.80モル、アルミナ0.15～0.25モルであった。図中のA領域は1225～1250℃では虹彩、光沢のあるラスターとなったが、1200℃ではマットとなった。なお、シリカ2.50モル、ア

表5 焼成温度別オパールラスター釉の調合割合

| 焼成温度<br>原料/No.                 | (%)   |      |      |       |      |      |       |      |      |       |      |      |
|--------------------------------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|
|                                | 1100℃ |      |      | 1150℃ |      |      | 1200℃ |      |      | 1250℃ |      |      |
|                                | 8     | 14   | 17   | 8     | 11   | 15   | 7     | 12   | 15   | 8     | 15   | 22   |
| フリット                           | 10.2  | 10.0 | 9.5  | 9.8   | 9.3  | 8.9  | 6.3   | 6.2  | 5.9  | 6.2   | 5.5  | 5.0  |
| 釜戸長石                           | 6.3   | 6.2  | 5.9  | -     | -    | -    | -     | -    | -    | -     | -    | -    |
| 福島長石                           | -     | -    | -    | 5.6   | 5.3  | 5.1  | 20.9  | 20.5 | 19.6 | 17.6  | 15.8 | 14.4 |
| 鉛白                             | 35.3  | 34.6 | 33.0 | 36.2  | 34.5 | 32.9 | 33.7  | 33.1 | 31.5 | 33.6  | 30.2 | 27.5 |
| 亜鉛華                            | 10.9  | 10.7 | 10.2 | 11.5  | 10.9 | 10.4 | 10.1  | 9.9  | 9.4  | 8.7   | 7.8  | 7.1  |
| ユークライト                         | 2.5   | 2.4  | 2.3  | 2.6   | 2.5  | 2.4  | 0.3   | 0.3  | 0.3  | -     | -    | -    |
| 鼠石灰石                           | 0.1   | 0.1  | 0.1  | 0.2   | 0.2  | 0.2  | 2.5   | 2.5  | 2.4  | 1.0   | 0.9  | 0.8  |
| TiO <sub>2</sub>               | 1.6   | 1.6  | 1.5  | 1.1   | 1.0  | 1.0  | 4.4   | 4.3  | 4.1  | 4.1   | 3.7  | 3.4  |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 4.2   | 4.2  | 4.0  | 3.7   | 3.5  | 3.4  | 3.1   | 3.1  | 2.9  | 2.7   | 2.5  | 2.2  |
| Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3.1   | 3.0  | 2.9  | 1.6   | 1.5  | 1.4  | -     | -    | -    | -     | -    | -    |
| カオリン                           | 7.5   | 10.7 | 11.8 | 7.2   | 8.5  | 9.7  | 5.0   | 8.3  | 9.6  | 8.1   | 10.8 | 13.0 |
| 福島珪石                           | 18.4  | 16.5 | 18.7 | 20.5  | 22.7 | 24.6 | 13.7  | 11.8 | 14.3 | 18.0  | 22.7 | 26.6 |

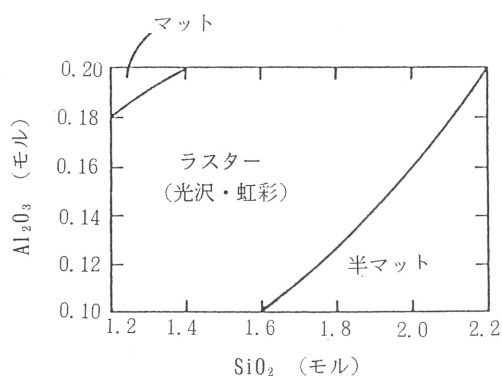


図9 オパールラスター釉 1100°C

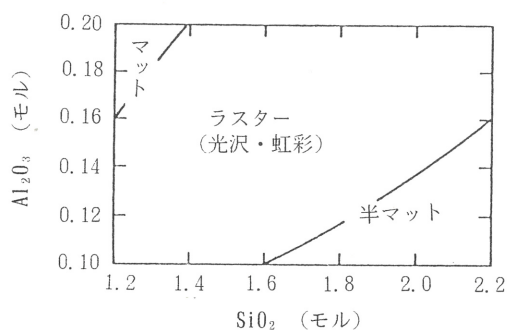


図10 オパールラスター釉 1150°C

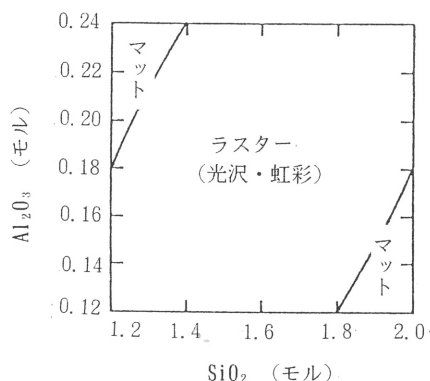


図11 オパールラスター釉 1200°C

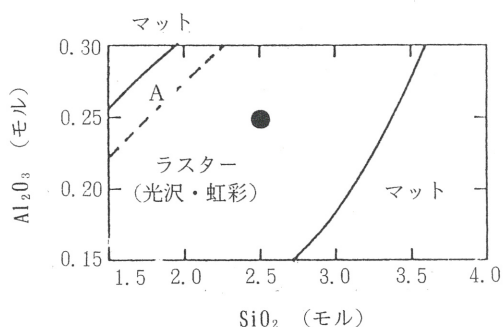


図12 オパールラスター釉 1250°C

モルの組成(●印)については、製品化し常滑市文化祭協賛陶業展に展示した。良好なラスター釉の調合割合例を表5に示す。

### 3.3.2 マンガンラスター釉

(1) 1100°C焼成用調合結果を図13に示す。光沢、虹彩に優れたラスター釉となる範囲は、シリカで1.00~1.60モル、アルミナで0.10~0.16モルにあり、焼成温度を変えても変化はなかった。なお、シリカが1.00~1.20モルで、アルミナが0.12モル以上では不溶のため、ざらついたマット釉となった。良好となったマンガンラスター釉の調合割合例を表6に示す。

(2) 1150°C焼成用調合結果を図14に示す。光沢、虹彩に優れたラスター釉となる組成範囲は、シリカ1.80~2.20モル、アルミナは0.14~0.22モルであり、図上の中心が最も良好となり、1140~1160°Cで安定した釉性状を示した。一方、シリカが1.80モル以下、アルミナが0.14モル以上の所と、シリカが2.20モル以上の所がマットの釉調となった。良好となったマンガンラスター釉の調合割合例を表6に示す。

(3) 1200°C焼成用調合結果を図15に示す。青黒色のラスター釉となる組成範囲は、シリカが1.60~2.20モル、アルミナは0.14~0.22モルであり、図上のほぼ50%右上がり方向に光沢、虹彩に優れて安定したラスター釉となった。また、シリカが少なくアルミナの多い所はマット状の釉面となった。このことは、ガラス状となる釉組成物が少ないためと考えられる。良好となっ

表6 焼成温度別マンガラスター釉の調合割合

| 焼成温度<br>原料/No.                 | (%)    |      |      |        |      |      |        |      |      |        |      |      |
|--------------------------------|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|
|                                | 1100℃用 |      |      | 1150℃用 |      |      | 1200℃用 |      |      | 1250℃用 |      |      |
|                                | 4      | 7    | 10   | 2      | 8    | 11   | 2      | 8    | 14   | 6      | 12   | 18   |
| フリット                           | 9.5    | 9.1  | 8.7  | 5.7    | 5.6  | 5.4  | -      | -    | -    | -      | -    | -    |
| 福島長石                           | 4.2    | 4.1  | 3.9  | 7.7    | 7.6  | 7.3  | 19.5   | 18.6 | 17.9 | 16.8   | 12.2 | 15.8 |
| 鉛白                             | 34.6   | 33.1 | 31.7 | 31.2   | 30.7 | 29.5 | 32.0   | 30.6 | 29.3 | 27.6   | 26.5 | 25.5 |
| 亜鉛華                            | 9.7    | 9.2  | 8.9  | 8.9    | 8.8  | 8.4  | 11.6   | 11.0 | 10.6 | 10.0   | 9.6  | 9.2  |
| ユーグライト                         | 2.3    | 2.2  | 2.1  | 0.2    | 0.2  | 0.2  | 0.8    | 0.8  | 0.7  | -      | -    | -    |
| ペタライト                          | -      | -    | -    | -      | -    | -    | -      | -    | -    | 1.7    | 1.6  | 1.5  |
| 鼠石灰                            | 0.1    | 0.1  | 0.1  | 0.1    | 0.1  | 0.1  | -      | -    | -    | -      | -    | -    |
| MoO <sub>3</sub>               | 0.9    | 0.9  | 0.8  | -      | -    | -    | -      | -    | -    | -      | -    | -    |
| MnO <sub>2</sub>               | 12.2   | 11.6 | 11.1 | 11.0   | 10.8 | 10.4 | 12.4   | 11.9 | 11.3 | 10.7   | 10.3 | 9.9  |
| TiO <sub>2</sub>               | 1.5    | 1.4  | 1.4  | 0.9    | 0.9  | 0.8  | 1.0    | 1.0  | 0.9  | 0.9    | 0.8  | 0.8  |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 4.5    | 4.3  | 4.1  | 2.6    | 2.5  | 2.4  | 3.5    | 3.3  | 3.2  | 3.0    | 2.9  | 2.8  |
| Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2.9    | 2.8  | 2.7  | 1.3    | 1.3  | 1.2  | -      | -    | -    | -      | -    | -    |
| カオリン                           | 5.4    | 6.7  | 7.9  | 6.6    | 9.4  | 10.4 | 2.5    | 3.9  | 5.2  | 3.5    | 4.7  | 5.9  |
| 福島珪石                           | 12.2   | 14.5 | 16.6 | 23.0   | 21.3 | 23.0 | 15.6   | 17.8 | 19.8 | 24.9   | 26.5 | 27.9 |
| CoO                            | 0.8    | 0.8  | 0.8  | 0.8    | 0.8  | 0.8  | 1.0    | 1.0  | 0.9  | 1.0    | 1.0  | 0.9  |

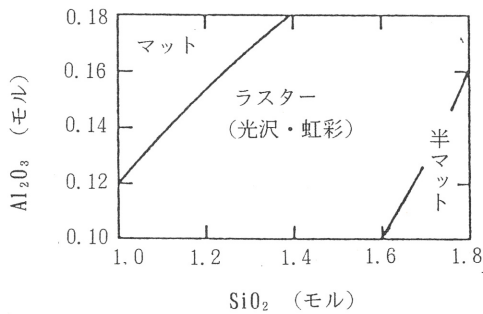


図13 マンガンラスター釉 1100℃

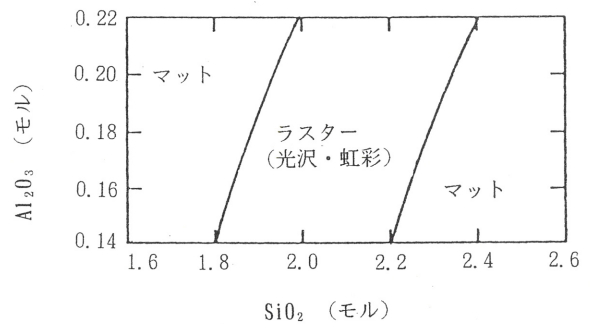


図14 マンガンラスター釉 1150℃

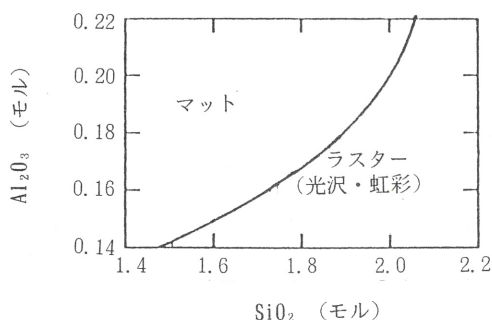


図15 マンガンラスター釉 1200℃

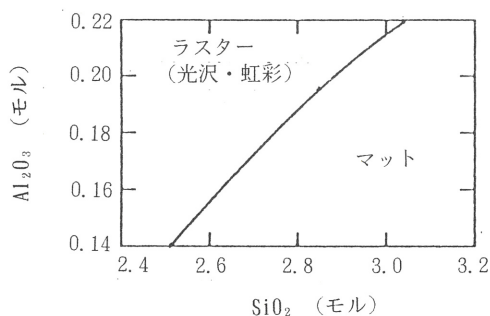


図16 マンガンラスター釉 1250℃

たマンガンラスター釉の調合割合例を表6に示す。

- (4) 1250℃焼成用調合結果を図16に示す。青黒色のラスター釉となる組成範囲は、シリカが2.40～3.00モル、アルミナが0.14～0.22モルであった。また、1250℃で最も良好となる釉組成はシリカが、2.60モル、アルミナが0.18モルで光沢、虹彩の優れた表面性状を示した。一方、マット状の釉調となる範囲は、図中のほぼ50%を占め右半分にある。良好となったマンガンラスター釉の調合割合例を図6に示す。

### 5. ラスター釉の多色化

1200℃用No.7 オパールラスター釉へ各種金属酸

化物を添加し、ラスター釉薬の多色化を試みた。焼成温度は1150～1200℃である。その結果は次のとおりである。

- (1) Fe 3%で黄色味を帯びた茶色ラスター釉
- (2) Co 1%で緑味を帯びたラスター釉
- (3) Ni 2%で白色のある緑灰色のラスター釉
- (4) Cu 2%で暗い緑味ラスター釉
- (5) Co 1%とCu 1%で緑味ラスター釉
- (6) WO<sub>3</sub> 2%でオパールラスター釉
- (7) Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%で赤味の灰茶色ラスター釉
- (8) Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%でオパールラスター釉
- (9) Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%で鼠色ラスター釉
- (10) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%で灰茶色のラスター釉
- (11) Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 2%で緑灰色味のラスター釉
- (12) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%とCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%で灰茶色のラスター釉
- (13) CuO 1%で黄金色ラスター釉
- (14) CoO 0.5%で青味を帯びたラスター釉
- (15) 各種顔料 4%で多色化が可能

### 6. 鉛の溶出試験

オパールラスター釉について溶出試験をした結果、基準値 $1.7 \times 10^{-2} \text{ mg/cm}^2$ を大幅に下回る $0.04 \times 10^{-2} \text{ mg/cm}^2$ であった。マンガンラスター釉も、基準値 $1.7 \times 10^{-2} \text{ mg/cm}^2$ を下回る $0.18 \times 10^{-2} \text{ mg/cm}^2$ であった。従って、オパールラスター釉は食器等の釉薬として問題はない。一方、マンガンラスター釉については、食器以外の釉薬として使用が好ましい。

なお、鉛の溶出試験をしたラスター釉は、オパールラスター1200℃用のNo.7とマンガンラスター1200℃用のNo.8をカップに施釉し1200℃焼成した試験体である。

### 7. 製品の試作

良好となった代表的ラスター釉のオパール釉1200℃用No.7、1250℃用No.8とマンガン釉1200℃用No.8、1250℃用No.12を用いて製品の試作を実施した。試作品の写真を1～3に示す。

試作過程において、施釉した厚み付は、通常の釉薬と比べやや薄く施釉した方が光沢、虹彩は安

定した。併せて、焼成過程において、最高温度でのねらし（保持）時間は必要としない。釉が溶けたら直ぐに急冷した方が光沢、虹彩は鮮やかになった。



写真1 黄金ラスター釉 1200℃



写真2 オパールラスター釉 1200℃



写真3 左側……マンガンラスター釉 1200℃  
右側……オパールラスター釉 1200℃

## 8. まとめ

- (1) ラスターの基準釉を10種類に選定し焼成温度別に釉調の標準化をした。
- (2) オパール及びマンガンラスター釉は延べ180の調合試験を行い、焼成温度別に整理し、良好なものについて花器、置物及び食器等の製品の試作をした。
- (3) 1150～1200℃で対応できるオパールラスター釉は、 $\text{PbO}$ と $\text{ZnO}$ のモル数が0.37以上で、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ が0.12～0.20モル、 $\text{SiO}_2$ が1.20～1.80モルの範囲で $\text{TiO}_2$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 等の金属酸化物の添加により強い光沢、虹彩に富む釉が得られる。
- (4) 1150～1200℃で対応できるマンガンラスター釉は、塩基組成として $\text{PbO}$ と $\text{ZnO}$ のモル数が0.30以上必要とし、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ が0.14～0.22モル、 $\text{SiO}_2$ が1.80～2.20モルの範囲で、その他 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnO}_2$ 等の金属酸化物の添加により強い光沢、虹彩に富む釉が得られた。また、フリットの添加により各焼成温度別釉の調節は容易にできた。
- (5) 多色化については、 $\text{Fe}$ 、 $\text{Co}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CuO}$ 及び顔料等の添加で変化のある色調が得られた。
- (6) ラスター釉は、金属酸化物等が多く、比重もやや大きいので施釉の厚味をやや薄くする。また、焼成方法は釉が熔融したのち急冷した方が光沢、虹彩が強くなり非常に鮮やかな釉調及び色調となる。