

# 釉薬調合プログラム

福原 徹 田中 正洋

Program for Glaze Mixing

by

Toru FUKUHARA and Masahiro TANAKA

釉薬技術の相談に対応するため、平成 11 年度から釉薬のデータベース化に取り組んでいる。このデータベースをより使いやすくするには、釉薬のゼーゲル式から調合を求めること、使用原料や焼成条件等により釉薬の調合を微調整することが必要であるため、釉薬調合プログラムを作成した。常滑地区でよく使用している釉薬原料や焼成条件等に対応できるプログラムとした。釉薬原料として、長石類、灰類、粘土類、溶融剤、着色剤及び着色補助剤として 50 種類を選定した。プログラムの構成は、釉薬の調合からゼーゲル式を求める部分、釉薬のゼーゲル式から調合を求める部分とした。また、釉薬の熱膨張係数を計算するプログラムも作成した。

## 1. まえがき

昭和 62 年度から陶磁器製品の高品質化・高付加価値化に向け、各種釉薬の研究を行ってきた。最近では個性化、差別化、高級化を指向した釉薬技術の相談が急増しており、それらに迅速かつ的確に対応するために、平成 11 年度から釉薬のデータベース化に取り組んでいる<sup>1)</sup>。

このデータベースをより使いやすくするには、釉薬サンプルに記載されているゼーゲル式から調合を求めること、使用原料や焼成条件等によって釉薬の調合を微調整すること、現在の調合のゼーゲル式を求めることなどが必要であるため、釉薬調合プログラムを作成した。このような釉薬調合プログラムは、北海道<sup>2)</sup>、三重県<sup>3,4)</sup>、徳島県<sup>5)</sup>、あるいは京都市<sup>6)</sup>でも作成されているが、それぞれ地場の原料、焼成条件や製品群等に対応したものになっている。

そこで、常滑地区の粘土分の多い素地土、中火度での焼成及びせつ器質主体の製品群や化粧土を含む加飾技法等に対応できる釉薬調合プログラムとした。

## 2. 釉薬原料の選定

表に今回釉薬調合プログラムに用いた釉薬原料名、式量及びゼーゲル式の係数を示す。式量とゼーゲル式の係数は原料の化学分析値より算出して主要成分のみ最適化して求めた。釉薬用原料のうち天然原料は化学分析値が変動するため、今回用いた数値は代表的な値であるが、調合計算に用いるには十分である。

表 釉薬調合プログラムに使用した釉薬原料

| 原料名                  | 式量    | K <sub>2</sub> O | CaO  | SiO <sub>2</sub> | PbO | MgO  | ZnO  | BaO  | Li <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SrO  | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZrO <sub>2</sub> | SnO <sub>2</sub> |
|----------------------|-------|------------------|------|------------------|-----|------|------|------|-------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|------------------|
| 78                   | 56    | 104              | 223  | 40               | 81  | 153  | 30   | 80   | 160               | 102               | 60                             | 70                             | 80   | 142                           | 123              | 151                           |                  |                  |
| 黒鉛(180g)             | 117.2 | 0.20             |      |                  |     |      | 0.1  | 0.7  |                   |                   |                                |                                |      |                               |                  |                               |                  | 0.2              |
| 黒鉛(180g)             | 92.4  | 0.10             |      |                  |     |      | 0.1  | 0.10 | 0.7               |                   |                                |                                |      |                               |                  |                               |                  | 0.1              |
| 炭酸銅                  | 124.0 |                  |      |                  |     |      |      |      | 1.0               |                   |                                |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 炭酸銅                  | 80.0  |                  |      |                  |     |      |      |      | 1.0               |                   |                                |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| K <sub>2</sub> O(78) | 266.0 | 0.68             | 0.32 |                  |     |      |      |      |                   |                   |                                |                                | 1.48 | 1.36                          |                  |                               |                  |                  |
| PbO(40)              | 223.0 | 0.52             | 0.20 |                  |     |      | 0.20 | 0.08 |                   |                   |                                |                                | 1.52 | 1.16                          |                  |                               |                  |                  |
| Uフラックス               | 271.0 | 0.33             | 0.67 |                  |     |      |      |      |                   |                   |                                |                                |      |                               | 1.67             |                               |                  |                  |
| 1200(90)             | 303.0 | 1.00             |      |                  |     |      |      |      |                   | 0.10              | 2.50                           | 0.50                           |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 天然イス灰                | 126.0 | 0.03             | 0.83 |                  |     | 0.15 |      |      |                   | 0.04              | 0.56                           |                                |      |                               | 0.03             |                               |                  |                  |
| 合成イス灰                | 144.0 | 0.03             | 0.82 |                  |     | 0.06 |      |      |                   | 0.04              | 0.65                           |                                |      |                               | 0.01             |                               |                  |                  |
| 合成ワラ灰                | 126.0 | 0.39             | 0.52 |                  |     | 0.09 |      |      |                   | 0.09              | 10.70                          |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 合成土灰                 | 126.0 | 0.06             | 0.80 |                  |     | 0.16 |      |      |                   | 0.05              | 0.30                           |                                |      |                               | 0.03             |                               |                  |                  |
| 天然土灰                 | 238.0 | 0.00             | 0.77 |                  |     | 0.23 |      |      |                   | 0.03              | 4.10                           |                                |      |                               | 0.01             |                               |                  |                  |
| 三石燐石                 | 342.0 | 0.22             |      |                  |     |      |      |      |                   | 1.00              | 4.00                           |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 天然燐石                 | 602.0 | 0.22             |      |                  |     |      |      |      |                   | 1.00              | 7.90                           |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 粘土燐石                 | 385.0 | 0.23             |      |                  |     |      |      |      |                   | 1.00              | 4.10                           |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 福島燐石                 | 595.0 | 1.00             |      |                  |     |      |      |      |                   | 1.00              | 6.50                           |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 重曹燐石                 | 856.0 | 1.00             |      |                  |     |      |      |      |                   | 1.00              | 11.00                          |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 平澤燐石                 | 556.0 | 1.00             |      |                  |     |      |      |      |                   | 1.00              | 6.00                           |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 群馬燐石                 | 551.0 | 0.96             | 0.04 |                  |     |      |      |      |                   | 1.02              | 6.14                           |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 岡山燐石                 | 607.4 | 0.92             | 0.08 |                  |     |      |      |      |                   | 1.03              | 10.37                          |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 小笠原燐石                | 789.0 | 0.92             | 0.08 |                  |     |      |      |      |                   | 1.06              | 9.94                           |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| インド燐石                | 553.0 | 1.00             |      |                  |     |      |      |      |                   | 0.99              | 6.06                           |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 新島土燐石                | 771.0 | 0.90             | 0.07 |                  |     |      |      |      |                   | 1.29              | 9.12                           |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| ミネックス                | 454.0 | 0.98             | 0.02 |                  |     |      |      |      |                   | 1.01              | 4.65                           |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 290(40)              | 265.5 | 0.64             | 0.36 |                  |     |      |      |      |                   | 0.17              | 3.10                           |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 水晶石                  | 70.0  | 1.00             |      |                  |     |      |      |      |                   | 0.33              |                                |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 水銀                   | 200.0 | 1.00             |      |                  |     |      |      |      |                   |                   |                                |                                |      |                               |                  | 1.00                          |                  |                  |
| 不燃7(10)              | 216.0 |                  |      |                  |     |      |      |      |                   | 1.00              |                                |                                |      |                               |                  |                               | 1.00             |                  |
| 雲石                   | 78.0  | 1.00             |      |                  |     |      |      |      |                   |                   |                                |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 黒石灰                  | 100.0 | 1.00             |      |                  |     |      |      |      |                   |                   |                                |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 白雲石                  | 184.0 | 1.00             |      |                  |     | 1.00 |      |      |                   |                   |                                |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| ソダシロ                 | 282.0 |                  |      |                  |     | 1.00 |      |      |                   | 1.00              | 2.50                           |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 炭酸ナトリウム              | 84.0  |                  |      |                  |     | 1.00 |      |      |                   |                   |                                |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 炭酸カルシウム              | 126.0 |                  |      |                  |     | 1.00 |      |      |                   |                   |                                |                                |      | 1.33                          |                  |                               |                  |                  |
| 炭酸マグネシウム             | 81.0  |                  |      |                  |     | 1.00 |      |      |                   |                   |                                |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| ナトリウム                | 232.0 |                  |      |                  |     |      |      | 1.00 |                   | 1.00              | 2.00                           |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| ベタライト                | 612.0 |                  |      |                  |     |      |      | 1.00 |                   | 1.00              | 8.00                           |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 炭酸リチウム               | 74.0  |                  |      |                  |     |      |      | 1.00 |                   |                   |                                |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 炭酸バリウム               | 187.0 |                  |      |                  |     |      |      | 1.0  |                   |                   |                                |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 炭化鉄                  | 160.0 |                  |      |                  |     |      |      |      |                   | 1.0               |                                |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 炭化銅                  | 167.0 |                  |      |                  |     |      |      |      |                   | 1.0               |                                |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 中国黄土                 | 332.0 |                  |      |                  |     |      |      |      |                   | 0.4               | 0.58                           | 2.73                           |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| ジルコン                 | 183.0 |                  |      |                  |     |      |      |      |                   |                   |                                |                                |      |                               |                  | 1.00                          |                  |                  |
| 酸化チタン                | 70.0  |                  |      |                  |     |      |      |      |                   |                   |                                |                                |      |                               |                  | 1.0                           |                  |                  |
| 炭酸バリウム               | 184.0 |                  |      |                  |     |      |      | 1.0  |                   |                   |                                |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 珪酸鉛                  | 282.0 |                  |      |                  |     | 1.0  |      |      |                   |                   |                                |                                | 0.66 |                               |                  |                               |                  |                  |
| 鉛白                   | 259.0 |                  |      |                  |     | 1.0  |      |      |                   |                   |                                |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| 炭化鉛                  | 151.0 |                  |      |                  |     |      |      |      |                   |                   |                                |                                |      |                               |                  |                               | 1.0              |                  |
| アルミナ                 | 102.0 |                  |      |                  |     |      |      |      |                   | 1.00              |                                |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| カオリン                 | 258.0 |                  |      |                  |     |      |      |      |                   | 1.00              | 2.00                           |                                |      |                               |                  |                               |                  |                  |
| ケイ石                  | 80.0  |                  |      |                  |     |      |      |      |                   |                   |                                |                                | 1.00 |                               |                  |                               |                  |                  |

釉薬用原料として、まず主原料である長石類(福島長石、釜戸長石、平津長石、インド長石、ミネックスなど9種類)、灰類(天然土灰、天然いす灰、合成土灰など5種類)、粘土類(カオリン、天草陶石など4種類)を選定した。

溶剤には、CaO分として鼠石灰など、MgO分としてタルクなど、SrO分として炭酸ストロンチウム、BaO分として炭酸バリウム、Li<sub>2</sub>O分としてペタライトと炭酸リチウム、ZnO分として亜鉛華、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>分として常滑地区でよく使われているフリットを選定した。また、最近ではほとんど使用しないPbO分として珪酸鉛と鉛白も選定した。

着色剤はよく用いられる鉄系(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>分)と銅系(CuO分)についてのみ選定した。着色補助剤にはTiO<sub>2</sub>分として酸化チタン、ZrO<sub>2</sub>分としてジルコン、SnO<sub>2</sub>分として酸化錫、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>分として骨灰を選定した。

今回、50種類の釉薬原料を選定して釉薬調合プログラムに入力したが、その他に必要な原料は追加して入力できるようにした。

### 3. プログラムの作成

釉薬の組成を表すためには、一般にゼーゲル式を用い、化

学組成から求められる各酸化物を塩基性酸化物(R<sub>2</sub>O+RO)、中性酸化物(R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)及び酸性酸化物(RO<sub>2</sub>)に分けて、

$$(R_2O+RO) \cdot xR_2O_3 \cdot yRO_2$$

の形で表記する。ここで(R<sub>2</sub>O+RO)の係数が1となるようにR<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とRO<sub>2</sub>の係数x,y(モル)を算出する。

釉薬調合プログラムは表計算ソフトMicrosoft Excel2000にて作成した。このプログラムは、釉薬の調合からゼーゲル式を算出する部分、釉薬のゼーゲル式から調合を算出する部分により構成した。

#### 3.1 調合からゼーゲル式を算出

釉薬原料の調合量を重量%にて入力すると、ゼーゲル式が算出できるようにした。なお、調合の合計量が100%とならない場合も自動的に計算できるようにした。

#### 3.2 ゼーゲル式から調合を算出

磁器用釉薬では、釉薬調合に使用する原料が比較的少ないことが多く、常滑地区で用いられる釉薬は粘土分の多い素地土や焼成温度が低いことなどから、調合に用いる釉薬原料の種類が多く複雑となる場合がある。そのため、ゼーゲル式中の各成分のモル量をそれぞれ入力し、釉薬原料を選択・配分することにより、配合量を算出できるようにした(図1)。希望する釉薬原料のモル数を指定して計算するが、原料の指

Microsoft Excel - 調合計算2000.xls

ファイル 編集 表示 挿入 書式 ツール データ ウインドウ ヘルプ

MS 明朝 12

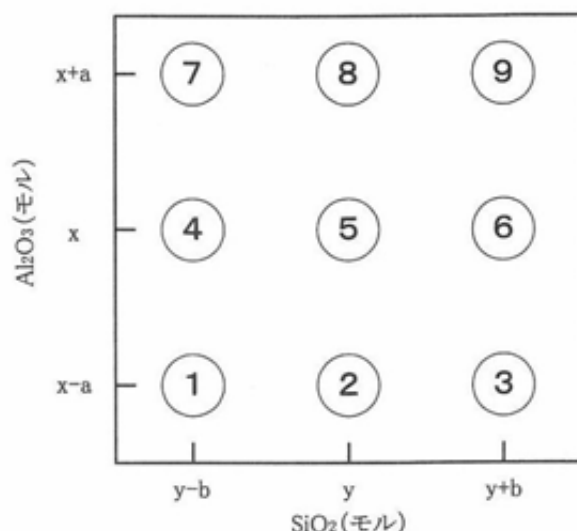
日付 時間 単位 表示 印刷 設定

|    | A1 |           |     |       |       |       |       |       |       |                   |       |                                |                                |                  |                               |                  |                               |                  |                  |       |      |  |
|----|----|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|------------------|-------|------|--|
|    |    | B         | C   | D     | E     | F     | G     | H     | I     | J                 | K     | L                              | M                              | N                | O                             | P                | Q                             | R                | S                | T     |      |  |
|    |    | 原料名       | 化学式 | CaO   | SrO   | PbO   | MgO   | ZnO   | BaO   | Li <sub>2</sub> O | CuO   | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZrO <sub>2</sub> | SnO <sub>2</sub> | モル数   | 分子数  |  |
| 1  |    | ゼーゲル式     |     | 0.250 | 0.400 | 0.050 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000             | 0.000 | 0.000                          | 0.000                          | 2.500            | 2.500                         | 0.000            | 0.000                         | 0.000            | 0.000            | 0.000 |      |  |
| 2  |    | 0.000     |     |       |       |       |       |       |       |                   |       |                                |                                |                  |                               |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 3  |    | 銅ワカノ、3    |     | 0.000 |       |       |       |       | 0.000 |                   | 0.000 |                                |                                |                  |                               |                  |                               |                  | 0.000            | 0.000 | 0.00 |  |
| 4  |    | 残差        |     | 0.400 |       |       |       |       | 0.300 |                   | 0.000 |                                |                                |                  |                               |                  |                               |                  | 0.000            | 0.000 | 0.00 |  |
| 5  |    | 銅ワカノ、5    |     | 0.000 |       |       |       |       | 0.000 | 0.000             | 0.000 |                                |                                |                  |                               |                  |                               |                  | 0.000            | 0.000 | 0.00 |  |
| 6  |    | 残差        |     | 0.400 |       |       |       |       | 0.300 | 0.000             | 0.000 |                                |                                |                  |                               |                  |                               |                  | 0.000            | 0.000 | 0.00 |  |
| 7  |    | 炭酸銅       |     |       |       |       |       |       |       |                   | 0.000 |                                |                                |                  |                               |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 8  |    | 残差        |     |       |       |       |       |       |       |                   | 0.000 |                                |                                |                  |                               |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 9  |    | 酸化銅       |     |       |       |       |       |       |       |                   | 0.000 |                                |                                |                  |                               |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 10 |    | 残差        |     |       |       |       |       |       |       |                   | 0.000 |                                |                                |                  |                               |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 11 |    | KOワット     |     | 0.000 | 0.000 |       |       |       |       |                   |       |                                |                                | 0.000            | 0.000                         |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 12 |    | 残差        |     | 0.250 | 0.400 |       |       |       |       |                   |       |                                |                                | 2.500            | 0.000                         |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 13 |    | PN5401ワット |     | 0.000 | 0.000 |       |       | 0.000 |       | 0.000             |       |                                | 0.000                          | 0.000            | 0.000                         |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 14 |    | 残差        |     | 0.250 | 0.400 |       |       | 0.000 |       | 0.000             |       |                                | 0.500                          | 2.500            | 0.000                         |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 15 |    | Uフラックス    |     | 0.000 | 0.000 |       |       |       |       |                   |       |                                |                                |                  | 0.000                         |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 16 |    | 残差        |     | 0.250 | 0.400 |       |       |       |       |                   |       |                                |                                |                  | 0.000                         |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 17 |    | T20ワット    |     | 0.000 |       |       |       |       |       |                   |       |                                | 0.000                          | 0.000            | 0.000                         |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 18 |    | 残差        |     | 0.250 |       |       |       |       |       |                   |       |                                | 0.500                          | 2.500            | 0.000                         |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 19 |    | 天然いす灰     |     | 0.000 | 0.000 |       | 0.000 |       |       |                   | 0.000 |                                | 0.000                          | 0.000            |                               |                  | 0.000                         |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 20 |    | 残差        |     | 0.250 | 0.400 |       | 0.000 |       |       |                   | 0.000 |                                | 0.500                          | 2.500            |                               |                  | 0.000                         |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 21 |    | 合成土灰      |     | 0.000 | 0.000 |       | 0.000 |       |       |                   | 0.000 |                                | 0.000                          | 0.000            | 0.000                         |                  | 0.000                         |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 22 |    | 残差        |     | 0.250 | 0.400 |       | 0.000 |       |       |                   | 0.000 |                                | 0.500                          | 2.500            |                               |                  | 0.000                         |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 23 |    | 合成ワラ灰     |     | 0.000 | 0.000 |       | 0.000 |       |       |                   | 0.000 |                                | 0.000                          | 0.000            |                               |                  | 0.000                         |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 24 |    | 残差        |     | 0.250 | 0.400 |       | 0.000 |       |       |                   | 0.000 |                                | 0.500                          | 2.500            |                               |                  | 0.000                         |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 25 |    | 合成土灰      |     | 0.000 | 0.000 |       | 0.000 |       |       |                   | 0.000 |                                | 0.000                          | 0.000            |                               |                  | 0.000                         |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 26 |    | 残差        |     | 0.250 | 0.400 |       | 0.000 |       |       |                   | 0.000 |                                | 0.500                          | 2.500            |                               |                  | 0.000                         |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 27 |    | 天然土灰      |     | 0.000 | 0.000 |       | 0.000 |       |       |                   | 0.000 |                                | 0.000                          | 0.000            |                               |                  | 0.000                         |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 28 |    | 残差        |     | 0.250 | 0.400 |       | 0.000 |       |       |                   | 0.000 |                                | 0.500                          | 2.500            |                               |                  | 0.000                         |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 29 |    | 三石燐石      |     | 0.000 |       |       |       |       |       |                   |       |                                | 0.000                          | 0.000            |                               |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 30 |    | 残差        |     | 0.250 |       |       |       |       |       |                   |       |                                | 0.500                          | 2.500            |                               |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 31 |    | 天草陶石      |     | 0.000 |       |       |       |       |       |                   |       |                                | 0.000                          | 0.000            |                               |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 32 |    | 残差        |     | 0.250 |       |       |       |       |       |                   |       |                                | 0.500                          | 2.500            |                               |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 33 |    | 村上粘土      |     | 0.000 |       |       |       |       |       |                   |       |                                | 0.000                          | 0.000            |                               |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 34 |    | 残差        |     | 0.250 |       |       |       |       |       |                   |       |                                | 0.500                          | 2.500            |                               |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 35 |    | 福島長石      |     | 0.250 |       |       |       |       |       |                   |       |                                | 0.250                          | 1.625            |                               |                  |                               |                  |                  | 0.250 | 0.25 |  |
| 36 |    | 残差        |     | 0.000 |       |       |       |       |       |                   |       |                                | 0.250                          | 0.875            |                               |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 37 |    | 釜戸長石      |     | 0.000 |       |       |       |       |       |                   |       |                                | 0.000                          | 0.000            |                               |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 38 |    | 残差        |     | 0.000 |       |       |       |       |       |                   |       |                                | 0.250                          | 0.875            |                               |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |
| 39 |    | 平津長石      |     | 0.000 |       |       |       |       |       |                   |       |                                | 0.000                          | 0.000            |                               |                  |                               |                  |                  | 0.000 | 0.00 |  |

ゼーゲル式から調合 調合からゼーゲル式 材料

調合

図1 釉薬調合プログラム(ゼーゲル式から調合)の画面

図2  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{SiO}_2$ の割合図(9条件)

定をしない場合には、 $\text{KNaO}$ 分は長石からとり、その長石には福島長石を使用すること、 $\text{CaO}$ 分は鼠石灰、 $\text{MgO}$ 分はタルク、 $\text{Li}_2\text{O}$ 分はペタライト、残った  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 分はカオリン、さらに残った  $\text{SiO}_2$ 分は珪石からとることにした。

また、釉薬の焼成条件など検討する場合、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ と  $\text{SiO}_2$ を  $(x-a, x, x+a)$ の3条件  $\times$   $(y-b, y, y+b)$ の3条件 = 9条件に変化させて試験することが比較的多いため(図2)、 $(\text{RO}+\text{R}_2\text{O})$ は固定し  $\text{Al}_2\text{O}_3$ と  $\text{SiO}_2$ を変化させて計算できるプログラムも作成した。

#### 4. 釉薬の熱膨張係数計算プログラム

算出した釉薬が素地と適合するかどうか予測するために、釉薬の熱膨張係数の算出を検討した。釉薬の熱膨張はガラスの場合と異なり、熔融不十分、結晶析出、素地との反応があること等により、熱膨張の値は変動することが考えられるため、あくまで参考値である。

國枝らの報告<sup>7)</sup>にある Appen の係数及び高嶋の提唱<sup>8)</sup>する係数を計算できるようにした(図3)。ゼーゲル式では  $\text{KNaO}$ の数値が記入してあるが、使用原料などから  $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ の量を割り出して計算に用いた。

#### 5. まとめ

(1) 釉薬のデータベースをより使いやすくするため、釉薬のゼーゲル式から調合を求めること、使用原料や焼成条件によって釉薬の調合を微調整することなどが可能な釉薬調

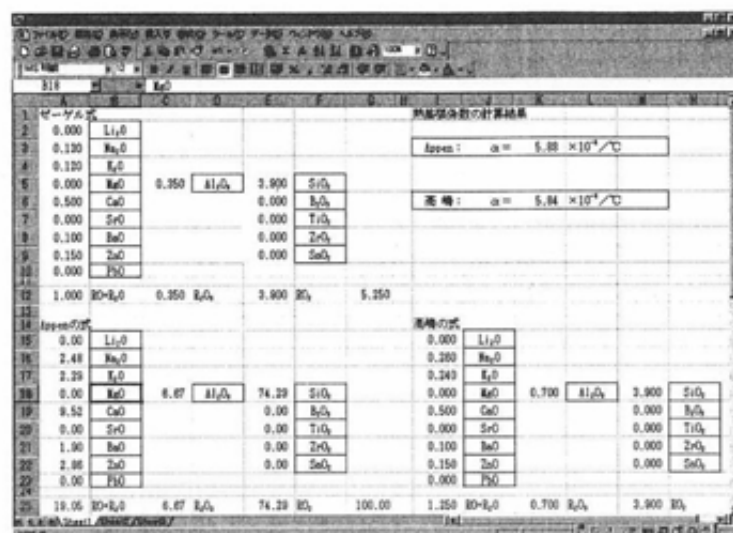


図3 釉薬の熱膨張係数計算プログラムの画面

合プログラムを作成した。

- (2) 釉薬原料として、長石類、灰類、粘土類、熔融剤、着色剤及び着色補助剤等 50 種類を選定した。
- (3) プログラムの構成は、釉薬調合からゼーゲル式を求める部分、ゼーゲル式から調合を求める部分である。
- (4) 釉薬調合を算出する場合、常滑地区でよく使用している釉薬原料、中火度での焼成等に対応するため、希望する原料の選択とモル数の指定ができるようにした。
- (5) 釉薬が素地と適合するかどうか予測するために釉薬の熱膨張係数を計算するプログラムも作成した。

#### 文 献

- 1) 福原 徹, 永柳辰一, 田中正洋, 愛知県常滑窯業技術センター報告, 27, 26~29(2000).
- 2) 皿井博美, 第34回窯業技術者担当者会議予稿集(1999)p.35.
- 3) 林 茂雄, 國枝勝利, 庄山昌志, 島地昭寿, 濱口純一, 増田峰知, 三重県窯業試験場年報, 29, 29~34(1994).
- 4) 林 茂雄, 國枝勝利, 熊谷 哉, 服部正明, 庄山昌志, 濱口純一, 田畑康晴, 藤原基芳, 三重県窯業試験場年報, 30, 25~31(1995).
- 5) 群 寿也, 伊豫義之, 徳島県立工業技術センター研究報告, 5, 15~18(1996).
- 6) 横山直範, 陶磁器部会講演会予稿集(1999), p.10.
- 7) 國枝勝利, 熊谷 哉, 三重県窯業試験場年報, 21, 11~25(1986).
- 8) 高嶋廣夫, 陶磁器釉の科学, 内田老鶴圃(1994)pp.132~146.