

7.2 材料合成支援エキスパートシステムに関する研究

林 茂雄* 国枝勝利* 熊谷 哉* 服部正明* 庄山昌志* 濱口純一** 田畑泰晴** 藤原基芳

* 三重県窯業試験場

** 三重県工業技術センター機械電子部門

1 はじめに

陶磁器用釉薬を調合する場合に必要な知識としては、主となる釉薬原料、発色剤や顔料の選択とそれらの調合割合、調合に必要な少量の薬剤（発色補助剤）の選択とその量、及び合成条件、すなわち焼成温度・時間及び雰囲気がある。しかし、現在これらの知識（情報）の不足が問題となっている。それは、一般的な情報は入手可能であるが、熟練者・専門家の減少で、ノウハウの遺失が増えており、細かな調合条件まではわからないということである。また、ノウハウは一度消失すると、再度得るためには多大な時間や労力を要する場合が多いという問題もある。

これらの問題の解決方法として、データベースシステムの活用がある。これはデータベースソフトを利用することで、知識を系統的に分類して蓄積することにより欲しい情報や知識を検索して利用することができるということと、専門家でなくてもある程度の経験者であれば有効に情報が活用できるようになるという長所がある。しかし、データベースを検索するためにはある程度の知識が必要であり、また、データベースから得られた知識・情報は検索者が総合的に判断する必要があるという短所もある。そこで、これらの問題を解決するためにエキスパートシステムの活用がある。エキスパートシステムはデータベースを発展させた形であるが、データベースが分野に関わる“モノ”（原料や条件等）に関する知識だけであったのに比べ、さらに問題解決のための知識（これをルールという）やその知識を使いこなすための知識（メタ知識）を専門知識として抽出する点が異なり、エ

キスパートシステムからの質問に回答することで、専門家の知識やノウハウが得られ、専門家と同じ判断が可能となるものである。

そこで、平成6年度は、釉薬調合データベースと釉薬調合計算支援プログラムの作成を行った。

平成7年度は、前年度作成した2つのシステムに釉薬調合エキスパートシステムを加えた3つのシステム作成し、これらを統合した釉薬調合支援エキスパートシステムを構築したので報告する。

2 システムの概要

システム全体の概要は、図1に示したとおりである。このシステムの利用者の釉薬調合に関する熟練度や知識量によって使用するプログラムシステムの順序が異なるが、目的とするものは同じである。

なお、個々のプログラムシステムの概要は次のとおりである。

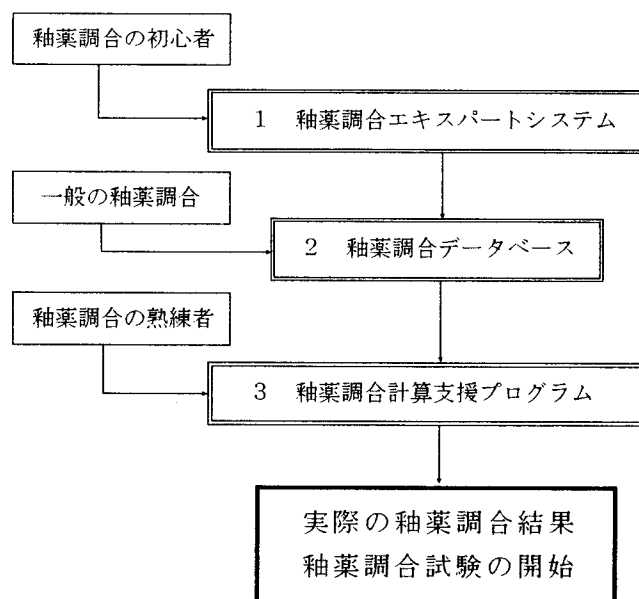


図1 釉薬調合エキスパートシステムのシステム概要

2.1 釉薬調合エキスパートシステム

釉薬調合の初心者が目的とする釉薬を調合するために必要な情報が、このシステムからの質問に対話形式で選択・回答することで得られる。得られる情報は、ゼーゲル式と調合に関する注意点等が基本となっており、これらの情報を基にして釉薬調合データベースを検索することで、更に詳しい情報を得ることも可能である。

なお、このシステムはインテリジェント開発ツールの大創玄TB（エアアイソフト社製）を利用して構築されており、Microsoft Windows上で動作可能である。

2.2 釉薬調合データベース

釉薬を調合するときに、過去のデータを参照する

ことのできるシステムで、窯業試験場で行った釉薬調合の試験結果を基にデータベース化を行った。平成7年度は、前年度に作成したデータベースに色の概念を取り入れた。具体的には、釉薬の色を色彩色差計を用いて数値化してデータベースに登録し、さらに、釉薬の性状（外観）も同時に判断できるようにCCDカメラによるフルカラー画像もデータとして登録した。これらのデータベースに登録したデータに関しては、各項目のデータをキーワードとして検索・抽出が可能である。データベース化した項目を表1に示す。

なお、このシステムはMicrosoft Access（マイクロソフト社製）を利用して構築されており、Microsoft Windows上で動作可能である。

表1 データベースの項目名

項 目 名	内 容 等
ID	データベース上のID番号
グループNo.	一連の釉薬試験グループ番号
細分類No.	一連の釉薬試験中での個々のテストピースの番号
試験区分 [選択肢]	試験・研究・その他の分類
塩基組成に基づく釉の分類 [選択肢]	長石釉・石灰釉等の分類
釉の細分類 [選択肢]	石灰釉中での石灰亜鉛釉・石灰バリウム釉等の細分類
釉性状（外観）による分類 [選択肢]	透明釉・失透釉（入濁釉）・結晶釉等
一般名称	伊羅保釉、なまこ釉等
ゼーゲル式	KNaO Al ₂ O ₃ SiO ₂ CaO Fe ₂ O ₃ B ₂ O ₃ MgO BaO ZnO SrO Li ₂ O PbO
配合量	長石原料1名称 [選択肢] 長石原料1 長石原料2名称 [選択肢] 長石原料2 リチウム原料2名称 [選択肢] リチウム原料 石灰質原料名称 [選択肢] 石灰質原料 マグネシウム原料名称 [選択肢] マグネシウム原料 亜鉛華 炭酸バリウム 炭酸ストロンチウム 粘土質原料1名称 [選択肢] 粘土質原料1 粘土質原料2名称 [選択肢] 粘土質原料2

項 目 名	内 容 等
配 合 量	顔料3名称 [選択肢] 顔料3 発色剤1名称 [選択肢] 発色剤1 発色剤2名称 [選択肢] 発色剤2 発色剤3名称 [選択肢] 発色剤3 発色補助剤1名称 [選択肢] 発色補助剤1 発色補助剤2名称 [選択肢] 発色補助剤2
大まかな色 [選択肢]	青・赤・黄・黒・白等の大まかな色
色のC I E L A B表示	色彩色差計で測定したL*, a*, B*値
画像：フルカラー画像	テストピースの画像 (BMP形式)
素地の種類 [選択肢]	半磁器特白土・低下土等
焼成温度	ゼーゲルナンバーや焼成温度
焼成時間	焼成時間
焼成雰囲気 [選択肢]	酸化焼成・還元焼成の区別
注意・問題点	欠点防止や問題点
保管場所	テストピースの保管場所
参考文献	参考文献等

2.3 釉薬調合計算支援プログラム

釉薬を実際に調合するときに必要な調合計算やゼーゲル式、熱膨張係数、及び屈折率等の計算を支援する計算機用プログラムの作成を行った。これらは、(1)化学組成（釉薬原料の調合割合、または釉薬の化学分析値）をゼーゲル式に変換するプログラムと、(2)ゼーゲル式から釉薬原料の調合割合を求めるプログラムの2種類である。

(1)のプログラムは釉薬原料の重量%か釉薬の化学分析値を入力することで、ゼーゲル式を求め、同時にAppenの因子による釉薬の熱膨張係数と屈折率を計算するものである。(2)のプログラムは、釉薬のゼーゲル式を入力し、使用する原料を選択することで、釉薬の調合割合と1kg当たりの原料単価を計算するプログラムである。また、平成7年度は、前年度に作成したプログラムを基本として、フリット原料の取扱ができるように拡張を行った。

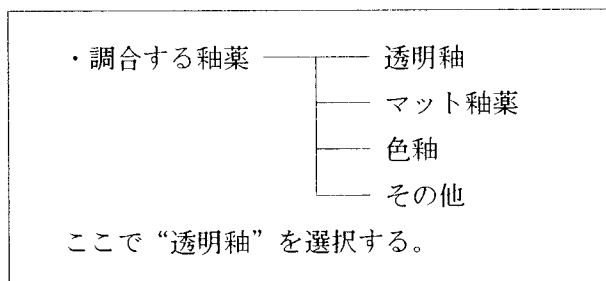
なお、このシステムはturbo C++ compiler (ボーランド社製)を利用して構築されており、MS-DOS上で動作可能である。

3 システムの内容と実行例

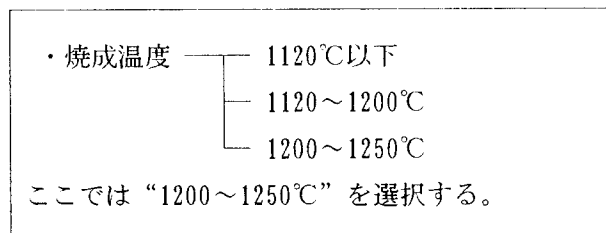
3.1 釉薬調合エキスパートシステムについて

このシステムでは、実際には幾通りもの調合例が推論されるので、ここでは一例として透明釉の場合について以下に示す。

①まず、調合する釉薬の種類を選択する。



②次に、焼成する温度を選択する。



③次に、焼成雰囲気をを選択する。

