

# 有田焼の発色メカニズムの解明と新規発色性陶磁器の開発

(放射線利用・原子力基盤技術試験研究推進交付金)

吉田秀治・白石敦則・勝木宏昭

本研究は、シンクロトロン光分析を利用して陶磁器の発色メカニズムの解明を目的として行う。陶磁器発色のメカニズム解明のためには、まず色を正確に数値化する測色技術が要求される。そこで本年度は、有田焼の釉薬や上絵具の発色測色技術において測色に影響を及ぼすと考えられる測定面積、釉薬層の厚みの測定因子について、色差および分光反射率の測定を行いそれらへの影響を検討した。その結果、測定面積が大きくなると分光反射率曲線に大きな変化はないことがわかった。一方、分光反射率は、釉薬層の厚みが増加すると色差データにおいて、呈色傾向に変化はほとんどないが、彩度には増加傾向があること、また、分光反射率は増大するものの分光反射率曲線の形状はほとんど変化しないことがわかった。

## 1. はじめに

有田焼をはじめ陶磁器の発色（主に釉薬や上絵具の発色）技術は、江戸時代初期から中期に経験則として確立された。しかし、これらの陶磁器の発色技術は、経験を基にしたものであり科学的な検証はほとんどなされていない。

本研究は、陶磁器表面のガラス層（釉薬や上絵）についてシンクロトロン光を利用した種々の分析法により科学的なガラスの発色メカニズム解明を目的として行う。

本研究の目的達成のためには色を正確に数値化する測色技術が要求される。そこで、本分担研究では、陶磁器表面のガラス（釉薬や上絵具）の測色技術の確立を目的として行った。

本年度は、陶磁器表面のガラスの種々の色について測定面積や厚みが測色データ（色差データおよび分光反射率データ）に及ぼす影響について検討を行った。

## 2. 実験方法

### 2.1 測色用試料陶板の作成

#### 2.1.1 測定面積検討用試料陶板

測色における測定面積が分光反射率データに及ぼす影響の検討用試料陶板は、天草撰上陶土を原料とした900℃焼成の素焼き素地に表1で示した4種の青磁釉を施釉し1300℃還元雰囲気で大焼成して作

成した。焼成後の釉薬の色差を図1に示した。

表1 試料用青磁釉の組成

釉No.	釉組成（ゼーゲル式）
No.1	0.3(Na <sub>2</sub> O・K <sub>2</sub> O) 0.7CaO 0.5Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5SiO <sub>2</sub>
No.2	0.3(Na <sub>2</sub> O・K <sub>2</sub> O) 0.7CaO 0.5Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5SiO <sub>2</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1wt%(外割添加)
No.3	0.3(Na <sub>2</sub> O・K <sub>2</sub> O) 0.4CaO 0.3MgO 0.5Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5SiO <sub>2</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1wt%(外割添加)
No.4	0.3(Na <sub>2</sub> O・K <sub>2</sub> O) 0.7BaO 0.5Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5SiO <sub>2</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1wt%(外割添加)

No.1：無色系 No.2：緑系 No.3：黄緑系 No.4：青緑系

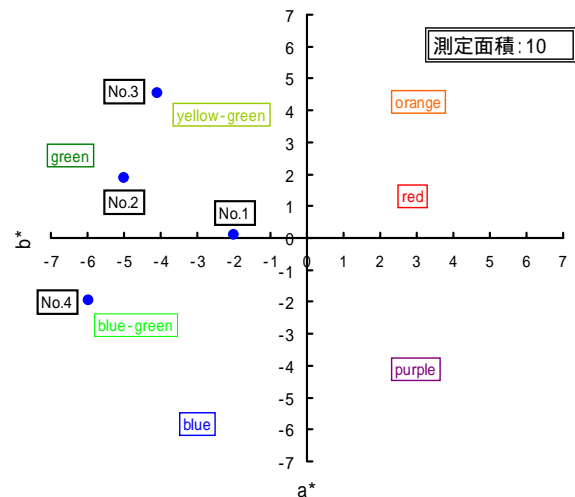


図1 試料青磁釉（還元焼成）の色差

### 2.1.2 厚み検討用試料陶板

測色におけるガラス層の厚みが色差および分光反射率データに及ぼす影響の検討用試料陶板は、天草撰上陶土を原料とした900℃焼成素焼き素地に珪灰石釉を施釉し、1300℃還元雰囲気で大焼成した陶板に、黄系、緑系、紺系および紫系上絵具（鉛系色ガラス）の転写紙を1、2および3層重ねて貼付して

780 で焼成してガラス層の厚みを違え作成した。

## 2.2 測色法

色差および分光反射率は、日本電色工業（株）製 SQ - 2000 同時測光方式分光式色差計により測定面積を 10mm と 30mm とし測定した。なお、色差は、L\*,a\*,b\*表色系で、分光反射率は、波長 380nm から 770nm の範囲を 10nm 間隔で測定した。測色データは、試料の 5 点を測定してその平均値を測定値とした。

## 3. 結果と考察

### 3.1 測定面積

測定面積を 10mm と 30mm としたときの各青磁釉の分光反射率曲線を図 2 から図 5 に示した。これらの図から、No.1 から No.4 の試料青磁釉では、測定面積の変化により長波長側での反射率がわずかにずれるものの、分光反射率曲線は平行移動するだけで曲線形状にはほとんど影響しないことが明らかとなった。

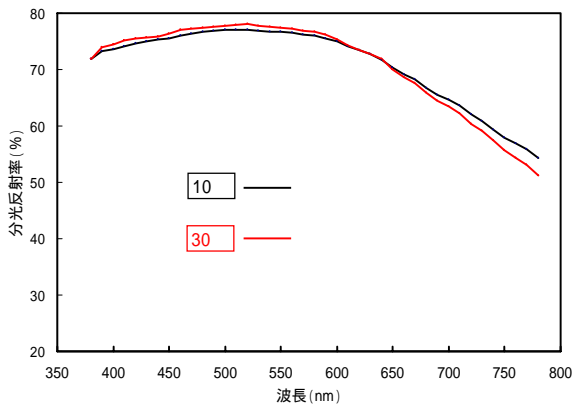


図2 青磁釉No.1の測定面積による分光反射率曲線の違い

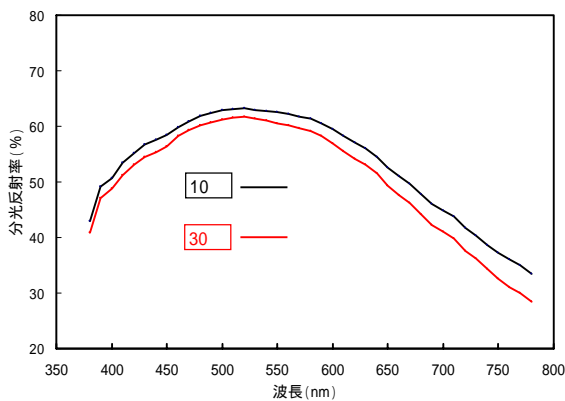


図3 青磁釉No.2の測定面積による分光反射率曲線の違い

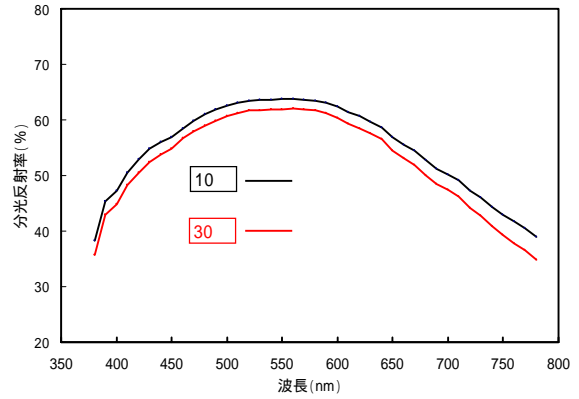


図4 青磁釉No.3の測定面積による分光反射率曲線の違い

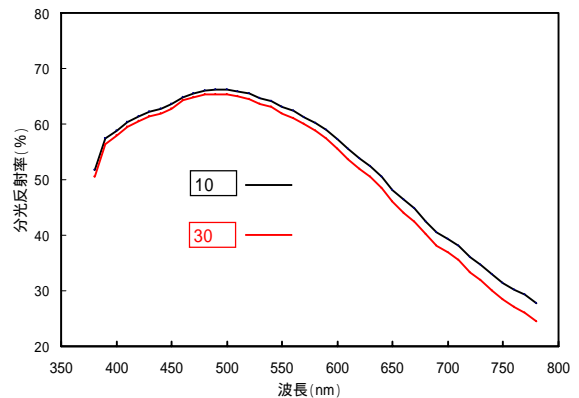


図5 青磁釉No.4の測定面積による分光反射率曲線の違い

### 3.2 ガラス層の厚み

ガラス層の厚みを変えた黄系、緑系、紺系および紫系ガラスの色差を図 6 に示した。この図から各色の色差は、厚みの増加に伴い彩度が増加する傾向を示した。しかし、呈色においてはガラス層の厚みが変化しても色差はほぼ同呈色を示すことが明らかとなった。

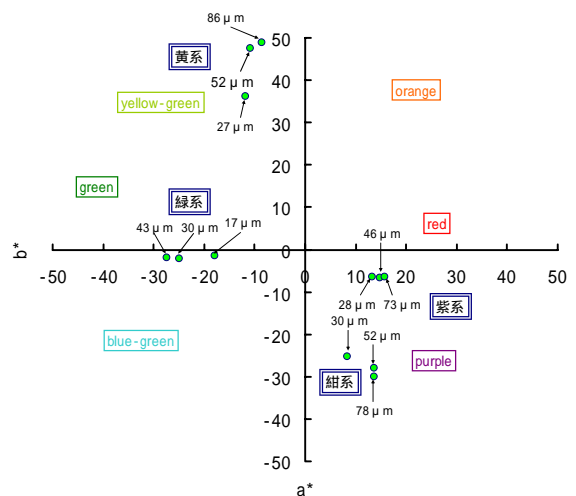


図6 色ガラスの厚みが色差に及ぼす影響

ガラス層の厚みを変えた黄系、緑系、紺系および紫系ガラスの分光反射率曲線を色ごとに図7から図10に示した。

図7から黄系のガラスの分光反射率は、ガラス層の厚みが厚いと、わずかではあるが分光反射率曲線の立ち上がりのピークが長波長側へ20nmシフトすることがわかった。これは、黄ガラスの発色は $Fe_2O_3$ で発色させているために、ガラスに不溶な状態の $Fe_2O_3$ のわずかな赤発色が影響したためと考えられる。しかし、52 $\mu m$ と86 $\mu m$ の厚みのガラス層は、ほとんど同様な分光反射率曲線を示し、分光反射率曲線の立ち上がりのピークも同じ波長にあることが明らかとなった。

図8から図10に示した濃い発色の緑系、紺系および紫系のガラスは、各色系の分光反射率曲線の特異的な変曲点は全て一致していることが明らかとなった。

これらのことから、ガラスに不溶な発色剤が残存する場合を除き、色ガラスの分光反射率曲線はガラス層の厚みには影響を受けにくいと考えられる。

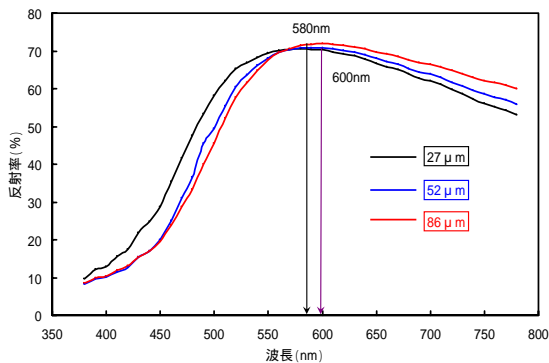


図7 ガラス(黄)の厚みが及ぼす分光反射率への影響

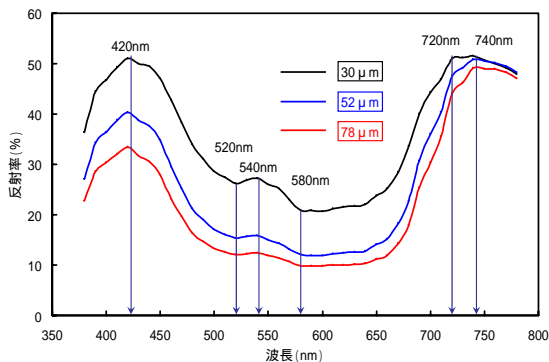


図8 ガラス(群青)の厚みが及ぼす分光反射率への影響

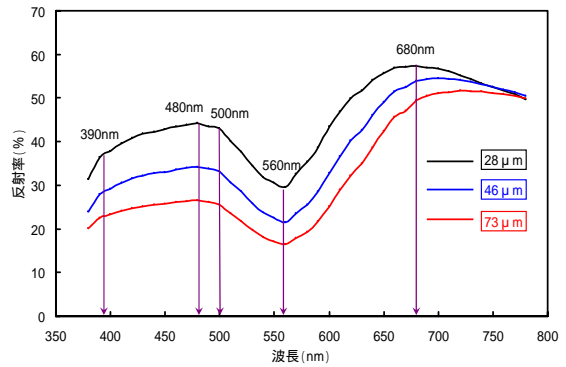


図9 ガラス(紫)の厚みが及ぼす分光反射率への影響

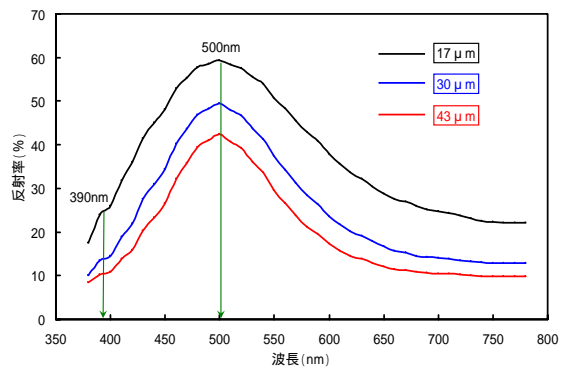


図10 ガラス(緑)の厚みが及ぼす分光反射率への影響

#### 4. まとめ

陶磁器表面のガラスの測色データに及ぼす測定面積および被測定ガラス層の厚みの影響について検討を行った。

その結果、測定面積は、呈色を知るために重要なデータである分光反射率曲線にはほとんど影響しないことが明らかとなった。

一方、被測定ガラス層の厚みは、黄系ガラスで得られた結果から、ガラス中にガラスマトリックスの呈色と異なった微量の発色成分が存在すると、ガラス層の厚みが薄い場合は、分光反射率曲線に微量の発色成分による光の反射が反映されにくいことがわかった。

また、その他の色ガラスでは厚みに関わらず、分光反射率曲線は厚みによって反射率が異なるものの、呈色を示す曲線形状はガラス層厚の影響を受けにくいことがわかった。