

# シンクロトロン光分析を用いた有田焼の発色メカニズムの解明

白石敦則・吉田秀治・勝木宏昭

佐賀県窯業技術センター

## 概要

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。陶磁器の発色メカニズムを科学的に解明できれば、陶磁器発色の安定的な再現や、新たな陶磁器の発色技術を創造できる可能性があり、陶磁器に新規性発色による付加価値を付与することにより地域産業の発展が期待できる。そこで、本研究は、シンクロトロン光を利用して科学的な陶磁器の発色メカニズムの解明を目的として行う。

代表的な色釉の一つである青磁釉は、釉の組成や焼成条件によって青色から暗緑色まで発色が大きく変化する。この青磁の発色メカニズムを解明するために、まず、焼成条件や釉組成の異なる各種青磁釉試料の色差測定を行い、さらにこの発色変化と発色源である青磁釉中の鉄の状態変化(価数や結合状態等)をXAFS分析によって解析を試みた。

XANESの結果から釉中の鉄の価数変化と釉の発色に関連性があることが解ったが、現時点ではまだデータ不足のために詳しい関連性を見いだすまでには至っていない。

# シンクロトン光分析を用いた 有田焼の発色メカニズムの解明

白石敦則・吉田秀治・勝木宏昭  
佐賀県窯業技術センター



## 背景・目的

### 有田焼の発色メカニズムの解明

陶磁器の発色技術は、経験を基にしたものであり、  
発色メカニズムの科学的な検証は、ほとんどなされていない。

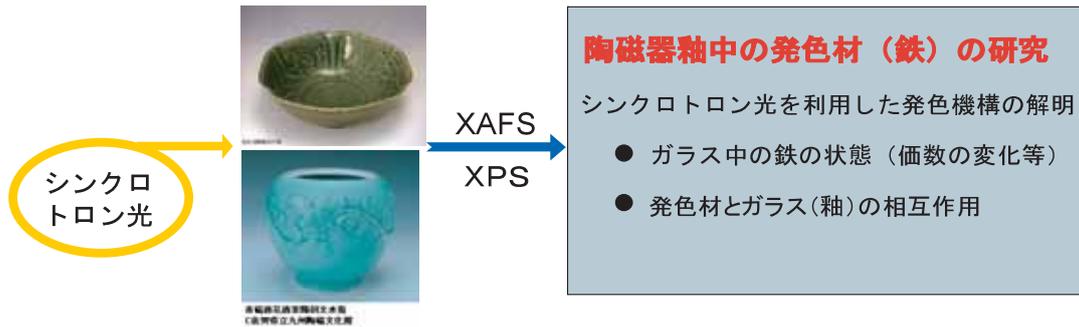
陶磁器の発色メカニズムを科学的に  
解明する事を目指す

陶磁器の発色を安定して再現することが可能となる。  
さらに、新規発色性陶磁器の開発につなげる。



## 研究内容

代表的な色釉の一つである青磁釉は、釉の組成や焼成条件によって青色から暗緑色まで発色が大きく変化する。  
青磁の発色材である鉄の状態変化をシンクロトン光で分析する事によって、青磁の発色機構を解明する。



## 実験方法

以下の4種類の釉薬を素焼き陶板(4cm角)にそれぞれ施釉した。  
これらを1300℃で還元焼成及び酸化焼成し、評価用試料を作製した。

No.1 0.3(K<sub>2</sub>O Na<sub>2</sub>O) 0.7CaO 0.5Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5SiO<sub>2</sub>

No.2 0.3(K<sub>2</sub>O Na<sub>2</sub>O) 0.7CaO 0.5Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5SiO<sub>2</sub>

No.3 0.3(K<sub>2</sub>O Na<sub>2</sub>O) 0.4CaO 0.3 MgO 0.5Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5SiO<sub>2</sub>

No.4 0.3(K<sub>2</sub>O Na<sub>2</sub>O) 0.7BaO 0.5Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5SiO<sub>2</sub>

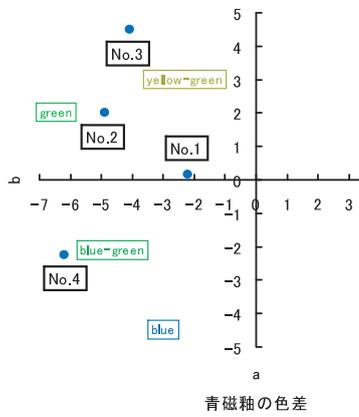
※No.2,3,4の釉薬にはFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>をそれぞれ1wt%添加。

※No.1,2,3,4はそれぞれ還元炎焼成品(RF)、酸化炎焼成品(OF)がある。

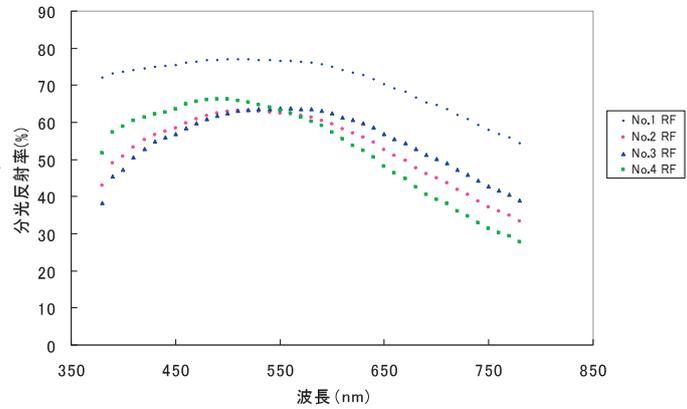
青磁の発色メカニズムを解明するために、まず、焼成条件や釉組成の異なる各種青磁釉試料の色差測定を行い、さらにこの発色変化と発色源である青磁釉中の鉄の状態変化(価数や結合状態等)をXAFS分析によって解析を試みた。



## 色差測定結果



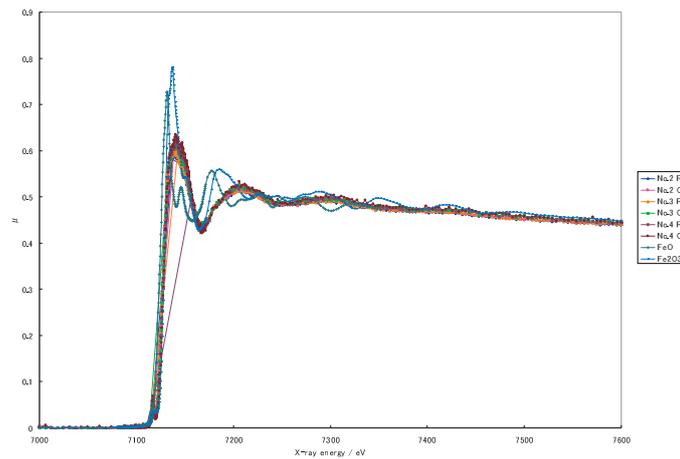
色差結果(L\*a\*b\*)



分光データ



## XAFS測定結果(1)

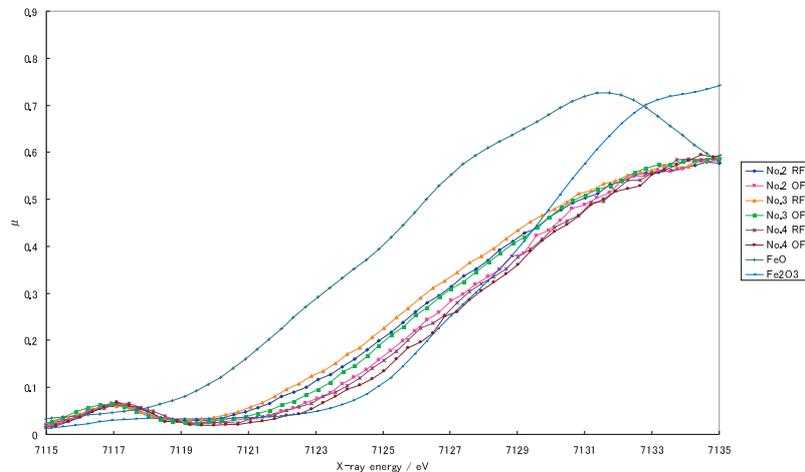


### EXAFSの結果(鉄)

- ・隣接原子の数は約2.4個、距離は約1.8 Å。
- ・EXAFS振動から釉試料中の鉄は標準物質であるFeOやFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とは構造が異なる。(ガラスの中の鉄特有の構造になっている。)
- ・EXAFS振動から基本的には全ての釉試料(OFやRF、釉組成に関係なく)で鉄の基本構造(隣接原子の数と距離)はほぼ同じ。



## XAFS測定結果(2)



XANESの立ち上がり位置は、より青色の発色を呈するNo.4の釉より黄緑色の発色を呈するNo.3釉中のFeの方が、FeO(2価)の状態に近くなっていた。また、立ち上がり位置は、釉の種類によって大きく異なり、No.3OF試料よりNo.4RF試料の方がFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(3価)のデータに近いといった結果になった。



## 今後の計画

現段階では、鉄釉の色変化と鉄の状態変化の関連性を見いだしてはいない。従って、今回のXAFS測定結果の解析を進めていくとともに、釉に含まれる鉄の濃度や、焼成時の雰囲気条件を変化させて作製した試料のXAFS測定を繰り返し行い、釉中の鉄の価数、結合状態等変化と釉の色変化の関連性を解明していく。また、鉄釉に限らず銅釉等の他色釉の発色機構を解明していく。

## 謝辞

今回の研究を進めるにあたり、佐賀LS副所長の平井氏、副グループ長の岡島氏、研究員の隅谷氏、石地氏をはじめ佐賀LS職員の方々には、多大なご指導、ご協力を頂きました。また兵庫県立大学の矢澤教授には、研究の指導を頂きました。御礼申し上げます。

