

陶磁器製品の新プロセッシングの開発

高山 定次* 尾畑 成造*

Development of Renewed Ceramics Process

Sadatsugu TAKAYAMA* Seizo OBATA*

あらまし 近年、コンピュータはその普及の拡大によって低価格化し、利用しやすい環境となってきた。さらに、コンピュータの高速化とメモリの増大によって、フルカラー画像データなどの数MBのデータ処理も可能になり、以前であれば高価なコンピュータを使用しなければ不可能だった処理が低価格のコンピュータで処理できるようになってきた。このようにコンピュータを利用しやすい状況下になってきている。そこで、タイルの製造工程の中で、特に自動化が進んでおらず手作業に頼っている検査工程の省力化を目的に、この検査工程に導入可能な検査手法を検討した。従来の計測機器は狭い領域での計測が主流であるが、短時間で計測可能な2次元計測が要求される。そこで、新たな2次元計測手法を提案し、その有効性を検討する。

キーワード タイル, 検査システム

1. はじめに

タイルの製造工程は、プレス成形、施釉、焼成、検査、シャッフル、及びタイルの整列・紙貼りの各行程を経て製造されている。これらの製造工程の中で、成型行程から焼成行程については、自動化が進んでいる。しかし、検査工程以降については、人手に頼っているのが現状であり、自動化が望まれている。

そこで、これまで目視検査工程での省力化、自動化を試みるためにいろいろな取り組みがなされてきた。盛田ら^[1,2]は、CCDカメラを用いて画像取得及び処理を行うことでタイルの色彩分類、形状および欠陥検出を報告している。しかし、色彩に関しては大きな違いがある場合にしか検出できず、十分な検査手法が提案されているとは言い難い。

これまでに検査の難しい色彩検査について市販の測定機器がどの程度適用可能か検討した結果、タイルの色彩検査で良品、不良品の判定は可能であった。しかし、この測定機器での測定領域は、タイルの一部に限られており、タイル全体での評価は困難であった。^[3]

そこで昨年度では、色濃度の管理には、取得データのみでの判定が困難なことから、正確な識別手法を加味した検査工程で満足する検査手法の開発を試みた。その結果、色彩と彩度が原料組成と酸化鉄含有量の変化量に伴って変化し、焼成温度については吸水率の変化を加味した明度と彩度に依存性があることを突き止めた。^[4]

今年度は、実際の検査工程に導入する際、求められるのは、高速で2次元での検査が可能であり安価なシステムであると考え、そのような条件を満たす新たな2次元計測可能な検査手法を提案する。その提案する検査手法の有効性を評価するために、分光測色計による分光データと比較し検討した。今回提案する検査手法は、狭帯域バンドパスフィルタを応用し、デジタルカメラと組み合わせた従来の分光計測に変わる2次元計測可能な計測手法である。

2. 実験方法

図1に今回実験に用いた測定装置の概念図を示す。市販のデジタルカメラ(CANON Power Shot S20)の前に偏光フィルタや狭帯域バンドパスフィルタを配置した。それら各種フィルタを通してデジタルカメラで撮影した画

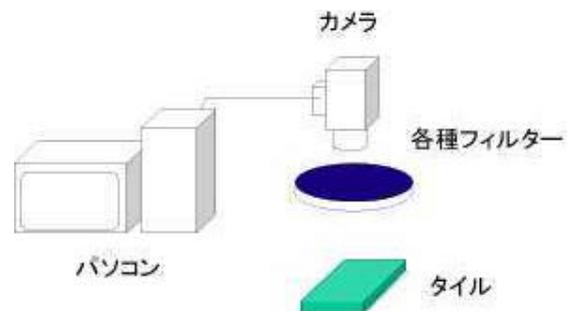


図1 測定装置概念図

* 兼セラミックス技術研究所

像データをパソコンに取り込んで、タイルの検査を行った。色彩の検査手法として、各特定波長しか透過しない狭帯域バンドパスフィルタを用いることにより、その特定波長の2次元分光データを測定した。その結果を分光測色計(MINORUTA CM-3600d)を用いて測定した結果と比較検討した。

2. 1 偏光フィルタの特性

今回実験には、偏光膜を2枚のガラスで両側から挟み、サンドイッチ構造にした偏光フィルタを用いた。400~700nmの可視光域用で、フィルタ1枚の透過率は、約30%である。

また、2枚の偏光フィルタを透過軸の向きが互いに直交するように重ねた時の直交位透過率特性は、400~700nmの可視光域で平均0.15%の透過率に抑えられている。

2. 2 狭帯域バンドパスフィルタの特性

バンドパスフィルタは、ガラス基板上に多数の誘電体膜を繰り返し蒸着して製造されている。各膜の厚さは数百ナノメートルオーダーで、蒸着後、湿気等から膜を保護するためにプレートガラスでカバーされている。バンドパスフィルタに光が入射すると、多層膜間で光が反射や透過を繰り返し、最終的には特定の波長のみが透過され、残りの波長は干渉し打ち消し合って消滅するように設計されている。

今回用いた狭帯域バンドパスフィルタの透過率特性を図1に示す。使用した狭帯域バンドパスフィルタは、表1に示すように半値幅が10nmである。この値は、分光測色計の波長分解能には及ばないものの、2次元の広い領域の検査が一回の計測で可能になるので、従来法よりも有効な手法だと考えられる。この手法を実際のタイルの検査工程に導入する際には、検査基準となるタイルを従来の分光測色計で測定し、その測定結果において測定値の差が大きい波長を選択し、検査工程で用いる狭帯域バンドパスフィルタの波長を選択することが望ましい。

この狭帯域バンドパスフィルタは、平行光で0°入射時に図2に示すような所定の透過率特性が得られるよう

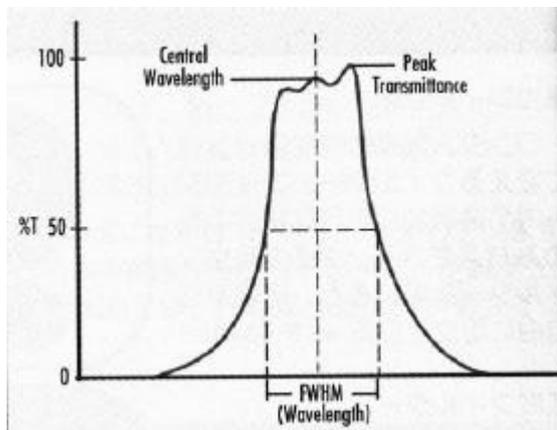


図2 狭帯域バンドパスフィルタの透過率特性

に設計されている。角度を持った光が入射した場合や、集束光や発散光の入射時には誘電体膜の特性として、透過率特性は全体的に短波長側にシフトする。

表1 今回用いた狭帯域バンドパスフィルタ一覧

中心波長(nm)	半値幅(nm)	透過率(%)
450	10	45
550	10	45

2. 3 画像データの評価方法

各狭帯域バンドパスフィルタを通してデジタルカメラによって測定された画像データをAdobe Photoshop5.0のヒストグラムの機能を用いて解析した。この測定においては、透過光の強度を測定するので、モノクロカメラで十分である。しかし今回の測定に用いたデジタルカメラは、カラーカメラを使用したので、Adobe Photosop5.0によってモノクロ画像に変換した後、解析を行った。

ヒストグラムとは、画像内の明るさのレベルのピクセル数をグラフに表したものである。ヒストグラムのx軸は、左端が最も暗い値(0)を示し、右端が最も明るい値(255)を示す。また、y軸は画像データのピクセル数を示している。

この狭帯域バンドパスフィルタを用いて測定を行った場合、その用いた狭帯域バンドパスフィルタ種類によって決まる特定波長しか光を透過しないので、測定された画像データは、タイル面での反射光の内その特定波長の反射光の強度を示している。この画像データをヒストグラムで解析すると、y軸がピーク値を示した時のx軸の値が、その狭帯域バンドパスフィルタを透過した光の輝度を示している。ヒストグラムの輝度がその特定波長での透過光の強度を示す。そこで、その平均輝度の値と分光測色計によって測定された反射率測定データとの比較を行い、その有効性を検討する。

3. 実験結果

3. 1 450nm狭帯域バンドパスフィルタの結果

図3に中心波長450nmの狭帯域バンドパスフィルタを用いて測定した画像を示す。この図の中の実線は、解析した領域の範囲を示している。なお、できるだけ蛍光灯などの影響を除去するために、自然光で撮影した。また、撮影ごとの感度などバラツキを考え、3枚の測定サンプル

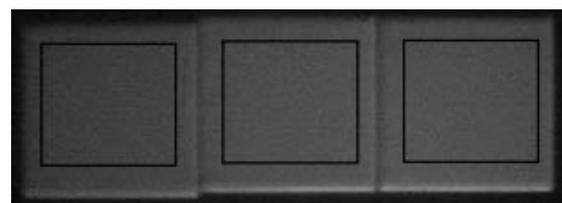


図3 中心波長450nm狭帯域バンドパスフィルタの画像

ルは同時に撮影した。

この画像データをAdobe Photoshop5.0 のヒストグラムの機能を用いて解析した結果を図4～図6に示す。

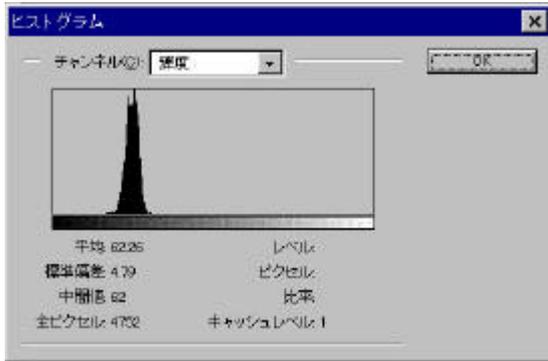


図4 Sample 1の中心波長450nmの時のヒストグラム

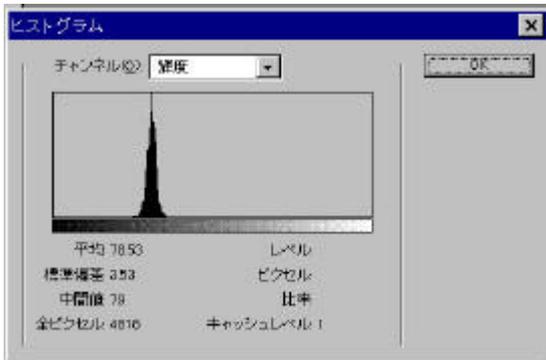


図5 Sample 2の中心波長450nmの時のヒストグラム

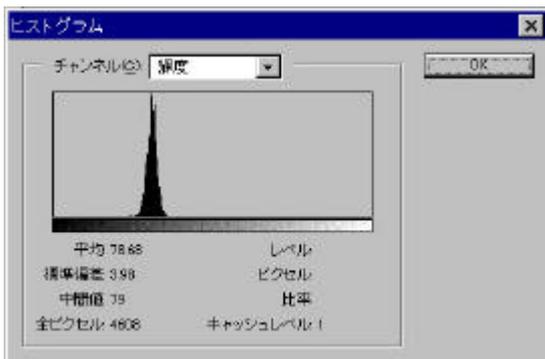
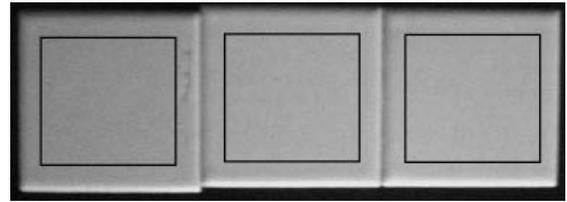


図6 Sample 3の中心波長450nmの時のヒストグラム

3. 2 550nm狭帯域バンドパスフィルタの結果

図7に中心波長550nmの狭帯域バンドパスフィルタを用いて測定した画像を示す。この図の中の実線は、解析した領域の範囲を示している。

この画像データをAdobe Photoshop5.0 のヒストグラムの機能を用いて解析した結果を図8～図10に示す。



Sample 1 Sample 2 Sample 3

図7 中心波長550nm狭帯域バンドパスフィルタの画像

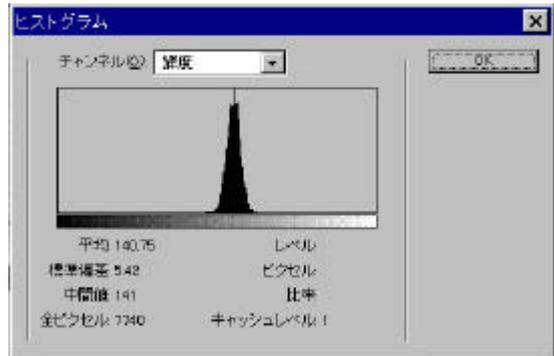


図8 Sample 1の中心波長550nmの時のヒストグラム

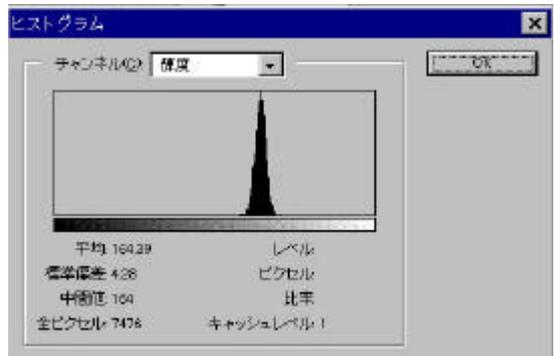


図9 Sample 2の中心波長550nmの時のヒストグラム



図10 Sample 3の中心波長550nmの時のヒストグラム

4. 考察およびまとめ

これらヒストグラムの分布は、輝度の平均値が特定波長における透過光の強度を示し、分布の横の広がりには測定領域内の色むらを示す。今回の測定結果では、サンプル1が、他のサンプルよりもやや広がっているのに、色むらが他のサンプルよりは大きいことが分かる。

図11に狭帯域バンドパスフィルタを用いて測定した結果と分光測色計による分光データを比較した結果を示す。実線、破線、点線で示された曲線は、分光測色計によって測定した反射率のデータを示し、丸、四角、ばつで示された点は、今回の測定によって得られた結果である。また、左軸は分光測色計の反射率を示し、右軸は今回の測定によって得られたヒストグラムの結果を示している。

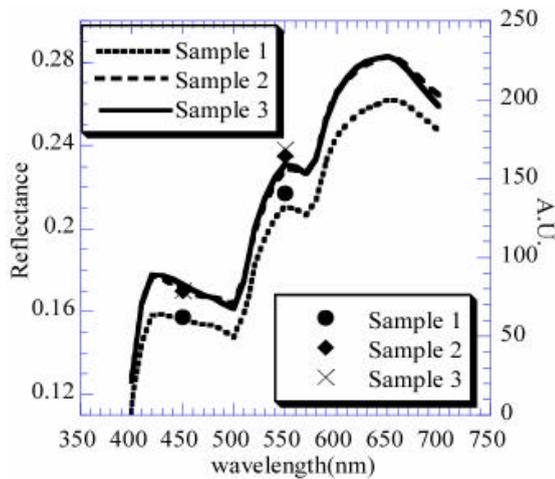


図11 分光データの比較

この結果から、各波長とも3つのサンプルはどちらの測定法においても同様な傾向を示している。このことから、今回提案した測定手法は、それまで分光測定が、分光測色計によって狭い領域での測定に限られていたが、今回提案した測定手法は広い領域での2次元測定を可能にした。

分光測色計による測定は、一回の測定では狭い領域しか検査できないので、タイルの抜き取り検査においては、活用できるものの、生産ライン上での検査には不向きである。今回提案した測定手法は、狭帯域バンドパスフィルタをカメラの前に設置するだけで広い範囲での2次元検査が可能である点から、タイルの検査において、有効な手法になりうると考えられる。

もう一点、偏光フィルタに付いては、実験結果でふれなかったが、生産ラインで検査を行う際、蛍光灯などの散乱光の影響を受けやすいので、そのような散乱光の除去に有効であった。

文献

- [1] 盛田耕作, 水野金義, 松生秀正, “機械部品の検査工程の自動化”, 愛知県工業技術センター報告, pp.101-107, 1984.
- [2] 盛田耕作, 松生秀正, 水野金義, “目視検査の自動化 タイルの色彩分類と欠陥検出”, 愛知県工業技術センター報告, pp.101-106, 1985.
- [3] 高山定次, 尾畑成造, “陶磁器製品の新しいプロセッシングの開発”, 岐阜県生産情報技術研究所報告 pp.73-74, 2000.
- [4] 尾畑成造, 水野正敏, 高山定次, 棚橋英樹, “タイルの色彩評価に関する研究”, 岐阜県生産情報技術研究所報告, pp.45-48, 2001.