

< 修 士 論 文 >

カラーフィルター用顔料分散液の
スペクトル最適化
(要 旨)

滋 賀 大 学 大 学 院
デ ー タ サ イ エ ン ス 研 究 科
デ ー タ サ イ エ ン ス 専 攻

修了年度：2021年度

学籍番号：6020103

氏 名：大泊 研

指導教員：岩山 幸治

提出年月日：2022年1月11日

1. 背景と目的

フラットパネルディスプレイ(略称：パネル)は、携帯電話、デジタルカメラ、携帯情報機器などの小型サイズのものから、100 インチを越す大型サイズの液晶テレビまで幅広く使用されている。毎年 iPhone の新製品が発表されるように、パネルが表示する映像に対する要求品質は依然として高く、パネル構成部材を製造する企業間の技術開発競争が盛んである。そのためパネル構成部材を上市するには、市場と顧客の要求に迅速に対応して研究開発をする必要がある。パネルの部材であるカラーフィルターは、バックライトの光を通すことにより多彩な映像を映し出しており、市場はカラーフィルターを着色するカラーフィルター用顔料分散液に対して、指定色度における輝度の改良を求めている。色度と輝度は日本工業規格に定められた計算式に則り、バックライトの光強度分布とカラーフィルターの透過スペクトルから計算される。そのため色度と輝度を改良するためには、バックライトの光強度分布に合わせて、最適な透過スペクトルになるようにカラーフィルター用顔料分散液の材料設計をする必要がある。また一方で、バックライトも市場から省電力化や高性能化を求められて技術革新が生じており、冷陰極管、白色 LED、白色有機 EL そして量子ドットへと変遷している。そのため、カラーフィルター用分散液は変遷するバックライトに合わせて迅速に研究開発を進めなければならない。本研究では、技術革新により切り替わるバックライトに対して、指定色度における輝度が最大となるカラーフィルター用顔料分散液のスペクトルを数理最適化で算出し、その解を材料設計者に提示することで、早期に開発指針を出すことを目的とした。

2. データと分析手法：色度・輝度の算出と関数データ解析

色度と輝度は、日本工業規格において、バックライトの光源とカラーフィルター用分散液の透過スペクトルから計算された三刺激値をもとに算出される。透過スペクトルは光の物理量であり、本来は連続データであるが、実際の計測では紫外可視分光光度計などによって離散的にサンプリングされる。本研究では、離散データを本来の物理量である連続スペクトルデータとして扱うことができる関数データ解析を用い、 B -スプラインを基底関数とする基底関数展開を行った。 B -スプライン基底関数は特定波長区間でのみ非零となることから、輝度や色度に関連する波長領域を特定することができる。

3. 研究課題について最適化問題へと定式化

B -スプライン基底関数展開により、透過スペクトル、光源の光強度分布、等色関数といった連続関数の積の積分で定義される三刺激値及びそこから求められる色度を、透過スペクトルの基底関数係数ベクトルの内積として表現できる。本研究の研究課題は、顧客の指定色度における輝度（三刺激値 Y ）を最大化するスペクトルを数理最適化することである。目的関数である輝度と制約条件である色度がそれぞれ基底関数係数ベクトルの内積で求められるため、この問題は線形計画問題として定式化することができる。この線形計画問題を解くことにより、顧客指定色度における輝度を最大化する透過スペクトルを数理的に導き出すことができる。また、 B -スプライン基底関数は特定波長領域のみで非零の値をとるため、得られた基底関数係数を通して輝度の最大化に寄与する特定波長領域について議論できるようになる。

4. 実験結果と結論

定式化した最適化問題に、顧客指定の3色(赤、緑、青)の色度座標を入力し、輝度を最大化する理想的な透過スペクトルを算出する実験を行った。そして、算出した透過スペクトルとサカタインクス株式会社が保有するスペクトルデータを比較し、どの波長領域の透過率が輝度を高くすることに効果的かを考察した。その結果、赤と緑については実データと同じ傾向を示すスペクトル形状が得られた。一方で青については、実データは短波長側だけにピークを持つ透過スペクトルであったが、算出した理想的な透過スペクトルは短波長だけでなく長波長にもピークを持つ透過スペクトルを示す結果となった。この実験結果に対して、実データと数理的な最適解が同じ傾向を示した赤と緑については、研究開発の方向として正しい方向を向いて研究開発をしていたと考えられる。その一方で、青に関しては従来と違う戦略でスペクトルを調整することで、実データよりもさらに輝度を上げることができる可能性があると考えられる。指定光源および指定色度における最適解を解くことができたため、別光源に変更した場合でも、最適化問題を解くことで、迅速に研究の方向性を視覚的に提示することができるものと考えられる。