解　　説

J. Jpn. Soc. Colour Mater., **85**〔12〕, 499–504（2012）

電子ペーパーのカラー化を目指すエレクトロクロミック方式

小林範久*,†

*千葉大学大学院融合科学研究科情報科学専攻　千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33（〒263-8522）
†Corresponding Author, E-mail: koban@faculty.chiba-u.jp

（2012年9月5日受付；2012年10月19日受理）

要　　旨

軽量，省電力で携帯可能なディスプレイに対する幅広い需要から，従来の発光型とは異なる反射型，いわゆる発消色型のディスプレイに注目が集められている。反射型ディスプレイの応用展開として最も期待されているものが電子ペーパーであり，省エネルギー，環境保全の観点からも注目度が高く，それを達成するためのさまざまな技術が報告されている。ここでは，このような目的にあった電子ペーパー，とくにカラー化を実現するための技術として期待されているエレクトロクロミズム（電気化学発消色挙動；EC）の原理と，色材としての材料ならびに現況，さらにはカラー電子ペーパーへの展開について紹介する。

キーワード：カラー電子ペーパー，エレクトロクロミズム，電気化学発消色，デュアルモードディスプレイ

1. はじめに

軽量，省電力で携帯可能なディスプレイに対する幅広い需要から，従来の発光型とは異なる反射型，いわゆる発消色型のディスプレイに注目が集められている。従来の発光型ディスプレイは，視覚に積極的に働きかける，言わば“視て感じる”ためのディスプレイであるのに対し，反射型ディスプレイは，視覚の疲労も低減でき，長時間の“鑑賞”にも耐えうる，言わば“読んで考える”のに適するディスプレイで，要求される項目も異なってくる。反射型ディスプレイの応用展開として最も期待されているものが電子ペーパーであり，省エネルギー，環境保全の観点からも注目度が高く，それを達成するためのさまざまな技術が報告されている。日本では楽天の「Kobo Touch」やSONYの「Reader」，また海外ではAmazonの「Kindle」に利用されている，一般的には電子ペーパーディスプレイと呼ばれる技術がまさにその対象であり，ご存知の方も多いであろう。

ここでは，このような目的にあったとくにカラー電子ペーパーを実現するための技術として期待されている電気化学発消色挙動（エレクトロクロミズム；EC）の原理と現状，ならびにカラー電子ペーパーへの展開について紹介する。電気化学反応は一般的にイオンの移動をともなうため，ディスプレイへの展開を考えた場合，イオン移動が律速となり高い駆動周波数が実現できない。これまでのディスプレイは動画表示をおもな目的として展開がなされてきたため，発光型で高速応答を示す材料系が中心となり電気化学が関与しにくかった。いわば反射型のディスプレイ，電子ペーパーはECに適した応用展開といえる。

〔氏名〕 こばやし　のりひさ
〔現職〕 千葉大学大学院融合科学研究科 教授
〔趣味〕 スポーツ（する・みる），飲み食い，映画鑑賞
〔経歴〕 昭和62年早稲田大学大学院博士課程退学。昭和62年千葉大学工学部助手。昭和63年工学博士。平成4～5年カリフォルニア工科大学客員研究員。平成7年助教授。平成15年大学院教授。専門：像形成機能材料，光電機能高分子。
URL：http://photo-m.tp.chiba-u.jp/i-poly/

2. ECの特徴と応用展開

刺激により可逆的な色調，色彩変化を示す現象はクロミズムと呼ばれ，古くから知られてきた。近年では物質の色調，色彩に加え散乱，反射などさまざまな光学的，視覚的な可逆的変化をクロモジェニクスという言葉で定義し，一つの技術領域を形成している。クロミズムが現象を示す言葉であるため，刺激が光であれば「フォト」クロミズム，電気エネルギーであれば「エレクトロ」クロミズムと，刺激の種類によって分類される。色材としても注目されている市販の消える筆記具はいわゆる熱による可逆的な色調変化を利用したもので，現象的にはサーモクロミズムと言える。ECは，電気エネルギーによる可逆的な光学特性変化を指すが，一般的には電気化学的な酸化還元反応によって引き起こされる物質の色調，色彩の可逆的変化であり，電流（電気量）で変化を引き起こすタイプの現象である。電池の充電・放電と類似の現象と考えることができる。すなわち，この色調，色彩変化は電極から物質への電子の出入りにともなう物質の電子状態変化に起因しており，電気エネルギーによる色調，色彩変化と言っても，いわゆる高分子分散型液晶や電気泳動などの電界駆動タイプとは分けて考えられる。

ECセルは物質の酸化・還元反応を発現できる電気化学セルであるため電池と同様，**図-1**に示すように一対の電極で電解質層を挟む非常に単純な構造をもつ。発色を視覚的に見るため，発色を起こす電極には透明電極が用いられる（図-1の場合は陰極）。その電極上で電気化学反応を誘起させるため，発色層を電極上に塗布する系や，発色性を有する材料を電解液に溶解する系が一般的である。電解質層としては液体，無機固体，高分子，ゲルが用いられるが，電池同様イオン伝導度の高い系が望まれる。ECセルは電池と同様，陰極と陽極からなる2電極式で