

## 電子ペーパー（リライタブルペーパー）

### 1 電子ペーパーとは

コンピュータの普及により紙不要論が叫ばれたが、情報化の進展に伴い逆に紙の使用量が増加するという皮肉な現象が起きた。最近になって、やっと紙の使用量は減少してきているようである。電子ペーパーは当面、電子ブック、電子雑誌、電子新聞や商業用ポスターなどでの応用を目指した超薄型ディスプレイとすることができる。電子ペーパーはデジタルペーパーとも呼ばれ、書き換え機能、紙のような色のコントラスト（高コントラスト比）、視認性の高さ（高視認性）や電源を切っても表示画を保持する記憶性（画像記憶）などが要求される。しかし、これだけであれば現在のディスプレイでも実現しているものもある。紙の特性は薄くて、折り曲げ可能な柔軟性にあり、それにもましてコンピュータのマルチウィンドウのような、究極のマルチ画面としての機能が重要である。電子ペーパーは21世紀の「環境に優しい時代」にふさわしい技術であり、その技術の進歩が期待される。

要件	内容
電子ペーパーの要件	書き換え機能
	高コントラスト比
	高視認性
	画像記憶
	マルチ画面

### 2 紙の特性

紙の重要な特性は高視認性、取り扱いが容易、安全性、証拠/証明機能、安心感や思考のツール機能などがあげられる。紙への印刷物では紙からの反射光は拡散光であり、目に優しい光となっており、見る方向が異なっても見易さが極端に悪くなることはない。長時間画像を見ても疲れな条件は周囲との明るさの差が少ないことがあげられる。紙は受けた光に応じた拡散光を反射するので疲れにくいと言える。紙は一般に薄く、軽くそして手軽に扱うことができる。従って、コンピュータのように一定の姿勢で画面を見る必要がなく、仰向けに寝た状態でも画面をみたり、字を読んだりすることが可能であり、人に優しい媒体と言える。また、重ねる、束ねる、折り曲げるなどの収納の良さもある。

紙への印刷物は一般的に人に対して危険性は無い。人が食べてしまっても健康に大きな障害はほとんど無いと言える。紙は紙幣、入場券、株券、小切手、契約書類など優れた印刷技術により偽造がしにくいものが作れるので証明書としての機能がある。また、契約書類のように朱肉による捺印により、唯一の状態に変化させることができるので証拠機能がある。電子化された情報は情報の改ざんを瞬時に行うことが可能であり、パスワード等の設定により保護されているとはいえコンピュータシステムは内部からの侵入に対して脆弱である。その点、紙の証拠機能は保管場所等に注意すれば、いくつものバリアを設定することが可能であり安心感がある。紙では文字や絵などを自由に書き込むことができる。例えば、プレゼン資料を作成する場合、直接コンピュータ画面で作成できる人が何人いるでしょうか？ 紙に書きながら思考を巡らし、修正し、そして閃いたことをさらに書き加えるというサイクルを繰り返しながら完成させることが多いのではないかと。また、複数の紙に書いたものを部分的に切ったり、貼ったりすることも紙ならば簡単に行うことができる。このように、紙は思考のためのツールとして優れた側面を持っている。

特性	内容
紙の特性	高視認性
	取り扱い容易
	安全性
	証明/証拠機能
	安心感
	思考のツール

### 3 電子ペーパーの分類

フラットパネルディスプレイの分類では電子ペーパーは液晶ディスプレイや有機 EL ディスプレイと別項に分類されているが、電子ペーパーと呼ばれるものの中には液晶技術や有機 EL 技術を利用したものもある。電子ペーパーは大きく、液晶タイプ、有機 EL タイプ、ペーパーライクタイプに分類できる。

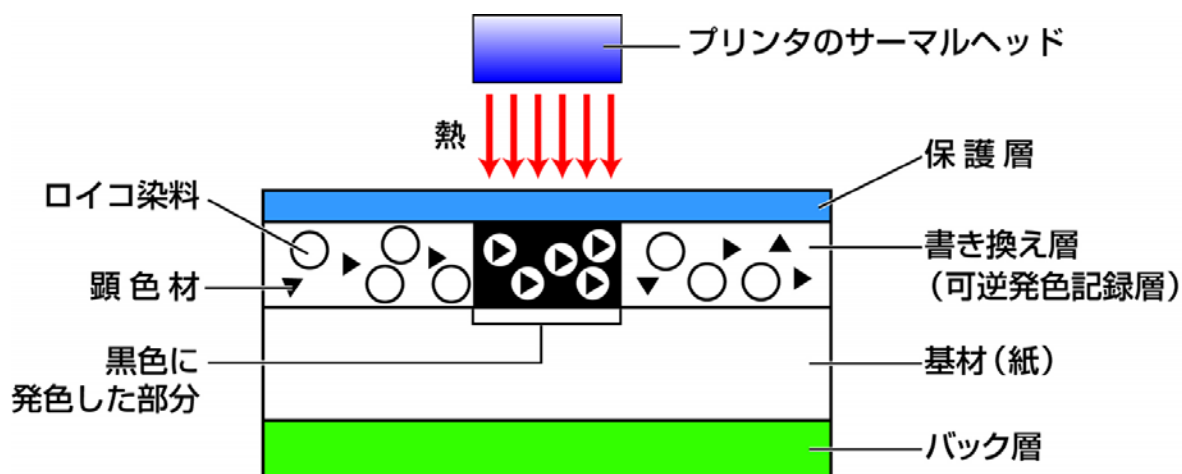
項目	分類
電子ペーパー	液晶タイプ
	有機 EL タイプ
	ペーパーライクタイプ

液晶タイプはさらに、コレステリック型、光書き込み型、高分子分散型に分類でき、ペーパーライクタイプはサーマルリライタブル型、ツイスティングボール型、マイクロカプセル電気泳動型、インプレーン電気泳動型、電解析出・溶解型、ドナーディスプレイ型、電子粉流体型に分類することができる。電子ペーパーは一部商品化されているが、多くは研究段階にあり、これからさらに進歩する可能性をひめている。

項目	分類
電子ペーパー ペーパーライクタイプ	サーマルリライタブル型
	ツイスティングボール型
	マイクロカプセル電気泳動型
	インプレーン電気泳動型
	電解析出・溶解型
	ドナーディスプレイ型
	電子粉流体型

### 4 サーマルリライタブル型

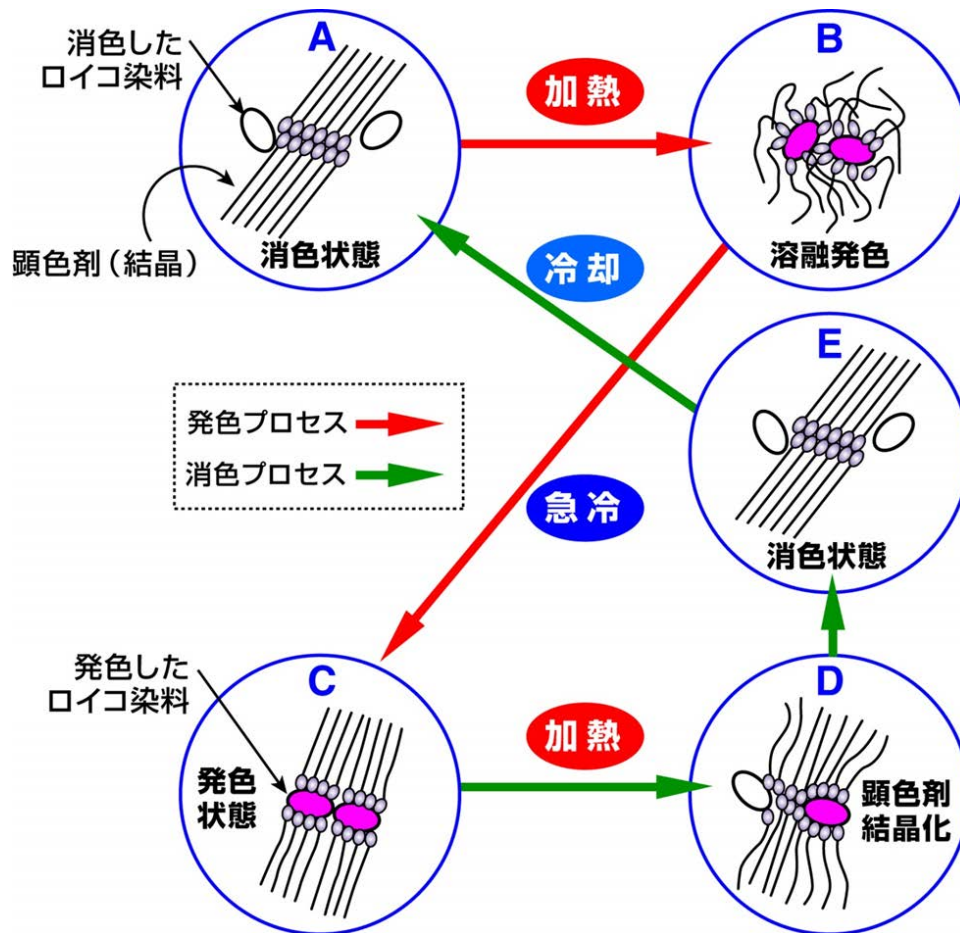
サーマルリライタブル型はリライタブルペーパーともよばれている。サーマルリライタブル型の構造は上側（画像表示面）から保護層、可逆発色記録層、基材層、バック層の層状構造となっている。保護層は外部からの物理的な力や紫外線から可逆発色記録層を守る役目をもっている。可逆発色記録層はロイコ染料と顕色剤から構成されリライト機能を実現している。基材層は一般的には紙でできているが、PET などの折れにくく、耐水性のある素材を使用することもある。バック層は用途に応じて磁気記録のための層となる。



サーマルリライタブル型の構造

サーマルリライタブル型の原理は感熱紙に良く似ている。感熱紙の場合は加熱された所が非可逆的变化をし、黒くなるものが一般的である。これに対しサーマルリライタブル型はロイコ染料と顕色剤を反応（酸化）させることにより発色し、その後の熱の加え方を変えることにより消色

(還元) させることができるような可逆変化を可能にしたものである。消色したロイコ染料を加熱（約 180 度）すると、ロイコ染料と顕色剤が反応し熔融状態となり発色する。この状態のまま急冷すると、ロイコ染料と顕色剤は反応した状態で結晶となるので発色の状態を保持する。発色状態のロイコ染料と顕色剤を再度加熱（約 100 度）し、今度はゆっくり冷却すると、元の消色状態にもどる。以上のような原理で現在は 300 回程度のリライトが可能になっている。



サーマルリライタブル型の発色プロセス

参考文献：(社) 自動認識システム協会編「よくわかるバーコード・二次元シンボル」オーム社