

カラー図解でわかる

大画面・薄型 ディスプレイの疑問 100

液晶・プラズマ・有機EL・
電子ペーパーはなにが違うのか？

西久保靖彦

Science-i



サイエンス・アイ新書

SoftBank Creative



science-i



サイエンス・アイ新書

SIS-105

<http://sciencei.sbcr.jp/>

す かい
カラー図解でわかる
だい が めん うす が た
大画面・薄型ディスプレイの
ぎ もん
疑問100

えきしょう ゆう き でん し ちが
液晶・プラズマ・有機EL・電子ペーパーはなにが違うのか?

2009年3月24日 初版第1刷発行

著 者 にし く は や す ひ こ 西久保靖彦
発 行 者 新田光敏
発 行 所 ソフトバンク クリエイティブ株式会社
〒107-0052 東京都港区赤坂4-13-13
編集：サイエンス・アイ編集部
03(5549)1138
営業：03(5549)1201
装丁・組版 株式会社ビーワークス
印刷・製本 図書印刷株式会社

乱丁・落丁本が万が一ございましたら、小社営業部まで着払いにてご送付ください。送料小社負担にてお取り替えいたします。本書の内容の一部あるいは全部を無断で複写（コピー）することは、かたくお断りいたします。

©西久保靖彦 2009 Printed in Japan ISBN 978-4-7973-5053-1

science-i



「科学の世紀」の羅針盤

20世紀に生まれた広域ネットワークとコンピュータサイエンスによって、科学技術は目を見張るほど発展し、高度情報化社会が訪れました。いまや科学は私たちの暮らしに身近なものとなり、それなくしては成り立たないほど強い影響力を持っているといえるでしょう。

『サイエンス・アイ新書』は、この「科学の世紀」と呼ぶにふさわしい21世紀の羅針盤を目指して創刊しました。情報通信と科学分野における革新的な発明や発見を誰にでも理解できるように、基本の原理や仕組みのところから図解を交えてわかりやすく解説します。科学技術に関心のある高校生や大学生、社会人にとって、サイエンス・アイ新書は科学的な視点で物事をとらえる機会になるだけでなく、論理的な思考法を学ぶ機会にもなることでしょう。もちろん、宇宙の歴史から生物の遺伝子の働きまで、複雑な自然科学の謎も単純な法則で明快に理解できるようになります。

一般教養を高めることはもちろん、科学の世界へ飛び立つためのガイドとしてサイエンス・アイ新書シリーズを役立てていただければ、それに勝る喜びはありません。21世紀を賢く生きるための科学の力をサイエンス・アイ新書で培っていただけると信じています。

2006年10月

※サイエンス・アイ (Science i) は、21世紀の科学を支える情報 (Information)、知識 (Intelligence)、革新 (Innovation) を表現する「i」からネーミングされています。



カラー図解でわかる

大画面・薄型 ディスプレイの疑問 100

学院図書館
書章

液晶・プラズマ・有機EL・
電子ペーパーはなにが違うのか？

西久保靖彦



本文デザイン・アートディレクション：株式会社ビーワークス
イラスト：アトリエ トランプハウス (山本 治)

はじめに

私が専門外の知識をえようとする本に求めているのは、実は、わかりやすい技術解説つきのカタログみたいな本です。実際に、薄型テレビを買おうと思って家電量販店にいってみるとわかりますが、カタログさえも自分1人ではよく理解できないし、量販店の説明員でさえ、よく説明できないことがあるように思えるからです。

そうした理由から、本書では最新の大画面・薄型ディスプレイの技術的な動向について、とにかくやさしくていねいに書いて、たとえ本文を読まなくても、図解を見ただけで、その仕組みがイメージできるようになることを心がけてみました。

本書では、現在販売されている薄型テレビの液晶テレビ、プラズマテレビ、有機ELテレビを中心に、基本的な要素をQ&A形式で100項目選んでみました。身近な話題から、少し突っ込んだ内容まで、読者はきっと最後まで気楽に読み通すことができるでしょう。どんな入門書でも、最後まで読み通せるというのが、もっとも大事なことだと思います。

しかしながら、読者が読み終えたときに、このやさし

い100項目が理解できるようになっていたら、それはもう大画面・薄型ディスプレイについて、かなりのウンチクを語れる日本でのベスト100人(ちょっと無理だな、1000人くらいかな?)になっているかもしれません。

人によっては、薄っぺらな本と感ずるかもしれません。ですが、薄型ディスプレイの疑問点を100項目並べる、いや厳選するには、かなり苦勞しています。やさしすぎれば疑問に思わないし、難しすぎればわかりやすいイラストにはできません。また、限られた文字数で専門知識を説明しようとしても、しどろもどろになりがちです。専門書の断片的な理解より、カタログ程度の内容でも系統的に理解するほうが、よほど重要なことなのです。

わかりやすさを求めている、読者が理解できると思える範囲で、できるだけその基本原理が見通せるように、工夫して書いています。これ以上のことはハードルが高いというギリギリの線まで、やさしく書いたつもりです。そのために、厳密な説明という意味では、やや正確さを欠いているところがあるかもしれませんので、そこは勘弁してください。

みなさんが見ているテレビ放送は、いやおうなしに2011年7月24日からは、デジタル放送のみになります。いま見ているテレビが、不運にもアナログ放送用ならば、それ以降はもうテレビ放送を見ることができません。新しくデジタル放送対応テレビ(いまはやりの薄型テレビ)を買わなければなりません。もしくは、デジタル放送向

けのチューナーを買って、取りつけないければなりません。

ところで、なぜデジタルチューナーをつなげればアナログ放送テレビが生き延びることができるのかを、理解できているのでしょうか？ たいていの人は、この簡単な説明でさえ、つまずいてしまいます。もし、上記のことを真に理解できているならば、この本は必要ないかもしれません。最初からもっと、難しい専門書に挑戦するほうが、ずっとお得だからです。この本では、薄型テレビの入門書としてのみではなく、その周囲にあるアナログとかデジタルとかというような事柄も、ある程度は理解できるように心がけてみました。

この本を読破したら、早速、家電量販店にいった、あれこれ質問しながら、本からえた知識を再確認してください。そして、あちこちのお店を見て歩き、各社のカタログを見比べて、お気に入りの大画面・薄型テレビを探し、徹底的に値切って買ってください。そのときにこそ、この本の価格分が、間違いなく得することになるでしょう。

本音をもらせば、大画面・薄型テレビについて、きちんと体系づけて勉強できたなと感じてもらえることを願っています。なにごとにも肩肘張らずに、気楽にス〜ッとものごとに入っていくことが、人生を楽しむのにもっとも大切なことだと思っているからです。

第1章 薄型テレビとディスプレイパネルの現状 …9

- いま注目されている「ディスプレイ」とはどんなもの？ ……10
- 薄型ディスプレイの代表的な応用製品にはなにかある？ ……12
- ディスプレイは、高度情報化社会でどのように利用されているの？ ……14
- 薄型ディスプレイはなぜ奥行きが少なくなるの？ ……16
- 薄型テレビを選ぶなら液晶？ プラズマ？ 有機EL？ ……18
- 有機ELテレビをあまり見かけない理由は？ ……20
- ハイビジョンとフルハイビジョンの違いはなに？ ……22
- 30型、40型、50型……、自分の部屋に最適な大きさは何型？ ……24
- ヒルの壁面や競技場で見える巨大スクリーンはどんな構造？ ……26
- 次世代超高画質ディスプレイはどこかすこいの？ ……28



第2章 液晶ディスプレイの疑問 …31

- 液晶が使われている電子機器には、どんなものがあるの？ ……32
- 液晶ディスプレイの基本原理は、光の透過／遮断による明暗なの？ ……34
- 液晶ディスプレイのパネルの基本構造は、どうなっているの？ ……36
- 液晶シャッターの断面構造や部材の働きとは？ ……38
- 液晶って、液体と固体の両方の性質をもっているの？ ……40
- 液晶の性質を示す材料には、どんな種類があるの？ ……42
- 主流のネマチック型液晶には、どんな種類があるの？ ……44
- 液晶材料にはどんな特性が要求されるの？ ……46
- 特定の振動方向のみの光を通過させる偏光板ってなに？ ……48
- 電気のかけ方でなぜ液晶分子は配列方向を変えるの？ ……50



液晶の配列方向を決める 配光膜ってどんな膜？	52
液晶シャッターは、どのように 光透過／遮断の動作をするの？	54
液晶ディスプレイには、 なぜバックライトが必要なの？	56
携帯電話とパソコンモニターの バックライトは、どう違う？	58
液晶ディスプレイの画質向上に 貢献する光学フィルムとは？	60
液晶ディスプレイの文字や画像を 表示する方式の違いとは？	62
画素を駆動するスタティック方式と ダイナミック方式の違いはなに？	64
電卓、電子辞書に使われる 単純マトリクス方式とは？	66
動画や高精細表示に有利な アクティブマトリクス方式とは？	68
液晶ディスプレイの主流である TFT液晶とは？	70
液晶ディスプレイの鮮明なカラー画像は どうしたらできるの？	72
カラー化に必要なカラーフィルタは どういうもの？	74
液晶ディスプレイの基本品質を決める 要素にはなにがあるの？	76
なぜ液晶ディスプレイには 視野角があるの？	78
液晶テレビの応答速度を上げたのが 倍速120Hz駆動？	80
さらなる高画質追求のための 液晶パネル駆動回路とは？	82
<新液晶ディスプレイ技術①> コントラスト比がすぐれたVA方式とは？	84
<新液晶ディスプレイ技術②> 視野角が大きいIPS方式とは？	86
<新液晶ディスプレイ技術③> 応答速度がすぐれたOCB方式とは？	88
左右から2画面が同時に見える 液晶はどうなっているの？	90
隣人からのぞかれないときの ペールビュー液晶とは？	92
画面が立体的に見える 3D液晶画面とは？	94

電子回路を液晶上に実装する 「システム・オン・ガラス」(SOG)とは？	96
タッチ入力機能つき液晶パネルとは？	98
液晶テレビはどこまで薄くなるの？	100
テレビの低消費電力化は、 どこまで進んでいるの？	102
バックライトをLEDにすると、 なにがよくなるの？	104
液晶テレビは どこまで大きくできるの？	106

第3章 プラズマディスプレイの 疑問 109

大画面テレビがブラウン管から プラズマに置き替わった理由とは？	110
プラズマと液晶との 画質競争はどうなっているの？	112
プラズマの発光原理は 蛍光灯と同じなんだって？	114
プラズマディスプレイの構造と 画素を発光させる方法は？	116
プラズマディスプレイの 明暗階調や色調表示の仕組みは？	118
小型のプラズマテレビでも フルHD化が進んでいるの？	120
パナソニックのプラズマテレビの 高画質化技術とは？	122
日立のプラズマテレビの 高画質化技術とは？	124
パイオニアのプラズマテレビの 高画質化技術とは？	126
プラズマテレビの消費電力は どこまで低くできるの？	128
テレビの薄型化競争で、 プラズマも薄くなるの？	130
プラズマテレビはどこまで大きく、 高精細にできる？	132
プラズマディスプレイパネル(PDP)の つくり方は？	134
チューブをシート状に並べた 「プラズマチューブアレイ」とは？	136

CONTENTS

第4章 有機ELディスプレイの疑問139

EL(エレクトロルミネッセンス)とはなに?140
有機ELディスプレイが 発光する基本構造は?142
ホテルに似ているといわれる 有機ELの発光の仕組みは?144
蛍光とリン光の発光は、 どこが違うの?146
有機EL素子の発光メカニズムと パネル構造は?148
有機EL素子構造にはなぜ発光層以外の 薄膜層が設けられているの?150
有機ELの発光層の低分子系と 高分子系材料の特性の違いは?152
<有機ELのフルカラー化①> 3色発光方式とは?154
<有機ELのフルカラー化②> カラーフィルタ方式とは?156
<有機ELのフルカラー化③> 色変換方式とは?158
<有機ELパネルの駆動方式①> パッシブ(単純)マトリクス方式とは?160
<有機ELパネルの駆動方式②> アクティブマトリクス方式とは?162
外部に有効に光を取り出す トップエミッション方式とは?164
曲げることができる フレキシブル有機ELとは?166
無機ELを使った 透明ディスプレイとは?168
有機EL素子の発光効率 はどうしたら向上するの?170

第5章 フィールドエミッション ディスプレイの疑問173

フィールドエミッションディスプレイ (FED)とは、どんなもの?174
方式の違うFEDの 電子放出源による分類とは?176
電子放出源がスピント型の FEDはどんなもの?178

電子放出源がBSD型 (弾道電子面放出型)とはどんなもの?180
電子放出源がCNT型 (カーボンナノチューブ型)とは?182
キャノンが開発しているSEDとは?184
ナノスピントFEDとは?186
ナノスピントFED搭載 モニターの性能は?188

第6章 電子ペーパーの 疑問191

電子ペーパーとはなに?192
電子ペーパーの種類には どんなものがあるの?194
<電子ペーパーの原理と構造①> マイクロカプセル電気泳動型とは?196
<電子ペーパーの原理と構造②> マイクロカップ電気泳動型とは?198
<電子ペーパーの原理と構造③> ツイストボール型とは?200
<電子ペーパーの原理と構造④> 電子粉流体型とは?202
<電子ペーパーの原理と構造⑤> トナー型とIn-Plane電気泳動型とは?204
<電子ペーパーの原理と構造⑥> コレステリック液晶型とは?206
<電子ペーパーの原理と構造⑦> 光書込型とは?208
より紙に近いフレキシブル電子ペーパーの 可能性は?210
電子ペーパーは、 どんなところで使われる?212
電子ペーパーの応用、電子ブックとは?214
電子棚札、携帯電話、 時計への応用は?216
電子壁新聞、電子看板とは?218

参考文献220
索引221

第1章

薄型テレビと ディスプレイパネルの現状





001

いま注目されている 「ディスプレイ」とはどんなもの？

「ディスプレイ」というと、一般的には、コンビニなどで商品を陳列したり、あるいは飾りつけをした陳列棚をイメージすることが多かったと思います。ところが最近では、パソコン、テレビ、カーナビなどの画面であるディスプレイを思い浮かべるのが、ごくふつうになってきました。今日、これらメディアの視覚情報を伝える手段としてなくてはならないものが、映像表示装置としてのディスプレイなのです。

「フラットパネルディスプレイ」(FPD^{*})の搭載は、軽量・薄型・低消費電力などの特徴を生かせる携帯電話や、デジタルカメラなど小型携帯機器の「液晶ディスプレイ」(LCD^{*})から始まりました。現在では、地上波テレビ放送がアナログからデジタルに代わりつつあるなかで、大画面化・高画質化が著しい薄型テレビ市場において、液晶ディスプレイは大きな成長を見せています。

液晶ディスプレイの最大のライバルに、「プラズマ」(PDP^{*})があります。プラズマディスプレイは、もともと液晶と比較して大画面化に向いており、40型以上の市場で優位な立場にありました。しかしながら、最近では液晶も大画面化・低コスト化が進み、大画面テレビにおいても液晶が勢力を拡大している状況です。

一方、携帯電話やデジタルカメラなどの小型画面として搭載され始めた「有機EL」(OLED^{*})は、2007年末に有機ELテレビ(11型)が発売されるなど、薄型ディスプレイの市場に本格的に参入してきました。これら以外の薄型ディスプレイには、スポーツ競技場などで超大型スクリーンとして使われる「発光ダイオード」(LED^{*})や、キヤノンが開発している「SED^{*}」などがあります。

^{*}は用語説明を参照

図1 薄型ディスプレイの種類



用語説明

LCD Liquid Crystal Display
 OLED Organic LED
 SED Surface-conduction Electron-emitter Display
 CRT Cathode Ray Tube

FPD Flat Panel Display
 PDP Plasma Display Panel
 LED Light Emitting Diode
 FED Field Emission Display



薄型ディスプレイの代表的な 応用製品にはなにがある？

1973年に、シャープが電卓(EL-805)の表示装置として液晶を実用化したのが、薄型ディスプレイを搭載した民生機器の最初です。開発初期の液晶は、性能的には現在のものと比較になるようなものではなく、電卓機能として必要な数字・文字などをモノクロ表示することに限定されていました。

しかし、電卓から始まった液晶ディスプレイは、デジタル時計、ワープロなどのOA^{*}機器に応用され、次第に市場を拡大していきます。1990年代になると、液晶技術のグラフィック表示(画像表示)、カラー化、高精細化、そして動画対応までが実現され、また半導体技術の進歩によって、電子機器のデジタル化が一段と進み、デジタルカメラ、ビデオカメラ、カーナビなどに搭載されるようになりました。さらに2000年以降は、携帯情報機器を巻き込む高度情報ネットワーク化の波に乗って大画面化が進み、パソコンモニター、ノートパソコン、携帯電話、さらには大画面・薄型テレビなどへと急拡大していったのです。

プラズマテレビの基本技術は、富士通が1993年に発売した21型カラーディスプレイに始まります。民生用テレビとしては、1997年にパイオニアが最初に発売し(50型)、その後、各社がデジタル放送向けの大画面・ハイビジョン対応を実現する薄型テレビの開発競争にしのぎを削るようになりました。

有機ELは、超薄型のディスプレイ構造を武器に、小型画面の携帯電話への搭載が始まるとともに、本格的な薄型ディスプレイへの参入時期を迎えましたが、テレビ用としては大画面化、寿命などの点でまだ改良の余地があります。

図2 薄型ディスプレイの応用製品

1973



電卓



デジタル腕時計

液晶

1980



ポケット型液晶テレビ



電子手帳

1990



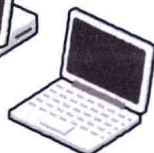
ワープロ



ゲーム機



ビデオカメラ



ノートパソコン



パソコン
モニター

2000



カーナビ



デジタルカメラ



携帯
電話



液晶テレビ



プラズマ
テレビ

プラズマ



有機EL
テレビ

有機EL

2010

(年)

用語説明

OA Office Automation



ディスプレイは、高度情報化社会でどのように利用されているの？

薄型ディスプレイは、従来はデジタル家電やOA機器としての応用が拡大してきましたが、現在の情報化社会においては、あらゆる産業分野で大きく活躍し、もはや欠かせない存在になってきています。この情報化社会で取り扱う画像情報（データ量）は非常に大きいために、広帯域かつ高速な伝送が必要で、通信回線にはデジタル放送（地上波、通信衛星BS^{*}/CS^{*}）、CATV^{*}などの大容量ネットワーク回線、電話回線網などを利用し、効率を上げた複合的運用を行っています。これらと薄型ディスプレイは、非常に相性のよいものといえます。

【ホーム分野】 家庭内でのテレビ視聴、パソコンインターネット、HDD^{*}データ記録。医療カメラ/モニターによる遠隔地・^{へきち}僻地の医療データの確認やリアルタイムの医療指導。^{せつどう}窃盗・火事などを監視するホームセキュリティシステム。

【野外分野】 電話回線網や無線LAN^{*}スポットでの携帯電話・パソコン・PDAなどのモバイル機器のデータ通信。モバイル機器でのテレビ受信（地上波デジタル放送、ワンセグ）。自動車でのGPSカーナビ、VICS道路情報。警察・消防などの事故時の緊急情報連絡。

【パブリック分野】 駅、空港などの大型発着案内板。鉄道列車内、駅構内での行先案内や宣伝広告などのインフォメーションパネル。スポーツ競技場やビル壁面にある超大型スクリーン。図書館や博物館などの公共教育機関における案内板。デパートやコンビニなどでの情報案内スタンド。

【オフィス分野】 社内LAN/イントラネットにおける大型スクリーン、CAD^{*}端末、パソコンモニター、テレビ会議用ディスプレイ。