

2022/11/10 (木)

易しい科学の話

# テレビの進歩について

## 方式の進歩

ブラウン管白黒テレビ  
ブラウン管カラーテレビ  
プラズマテレビ  
液晶テレビ  
有機ELテレビ

## サイズの進歩

15型  
21型  
25型  
32型  
40型

## 解像度の進歩

普通  
4K  
8K

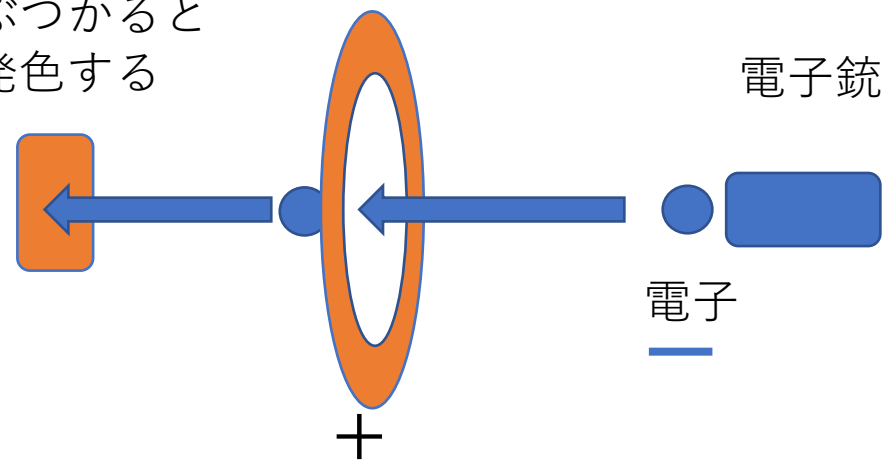
吉岡 芳夫

## 各種フラットディスプレイの特長とおもな用途

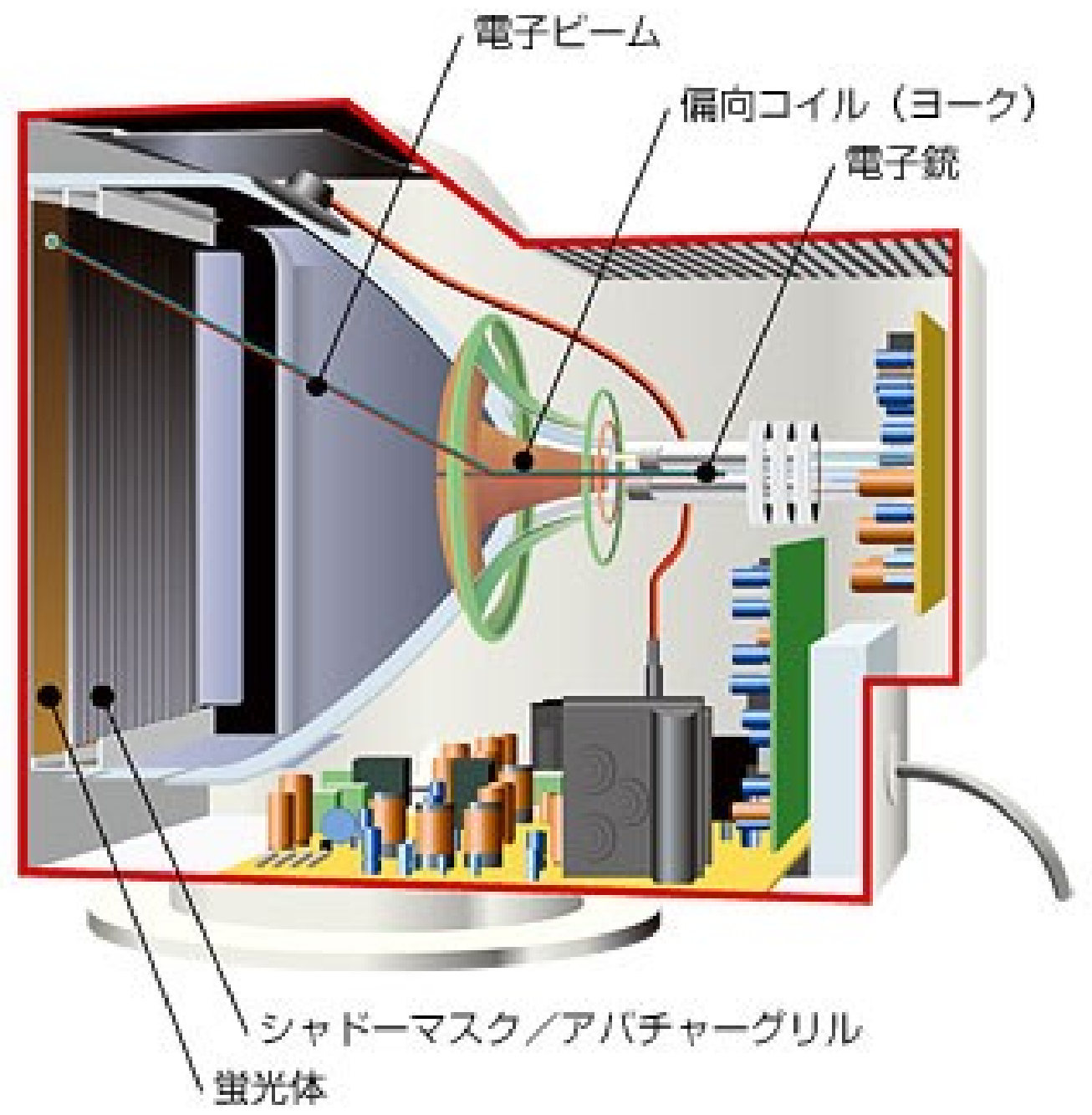
		ブラウン管	液晶	プラズマ	有機EL
表示性能	明コントラスト	○	◎	○	◎
	暗コントラスト	◎	△	◎	◎
	視野角依存性	◎	△	◎	◎
応答速度		◎	○	◎	◎
大画面		△	○	◎	◎
消費電圧/電力		○	◎	○	◎
コスト		◎	○	○	○
主な用途		テレビ、産業機器モニタ	テレビ、パソコン、携帯電話、デジカメ、ビデオカメラ	テレビ、公共サイン(屋内)	TV,PC その他

# ブラウン管 テレビの原理

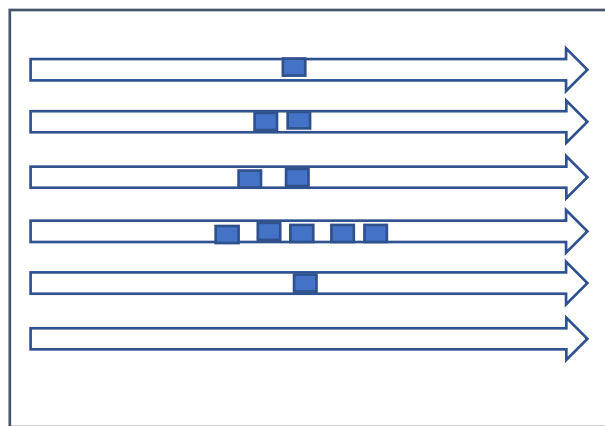
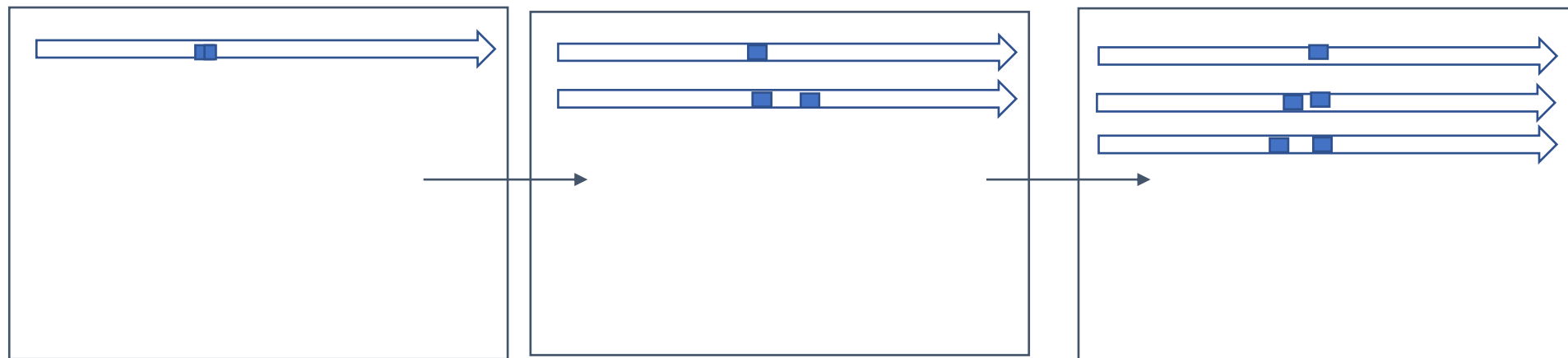
電子が、  
蛍光物質に  
ぶつかると  
発色する



電子銃から飛び出した電子（負電荷）は、  
リング状の+電極に引かれて  
真空のブラウン管の中を高速で飛ぶ、



# テレビの画像の作り方



ブラウン管テレビの画像のない画面。 通称 砂嵐  
これを高速度カメラで撮影すると、・・・





砂嵐を毎秒1600フレーム(1600fps)のシャッタースピードで撮影すると、このように細い砂嵐の帯が上から下へと流れていることがわかります。これは走査線と呼ばれる光の線で、ブラウン管テレビではこの走査線が画面を1秒間に30回上から下に流れて映像を映し出しています。

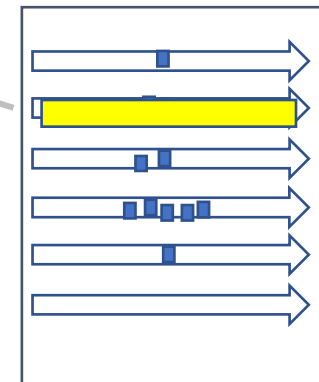
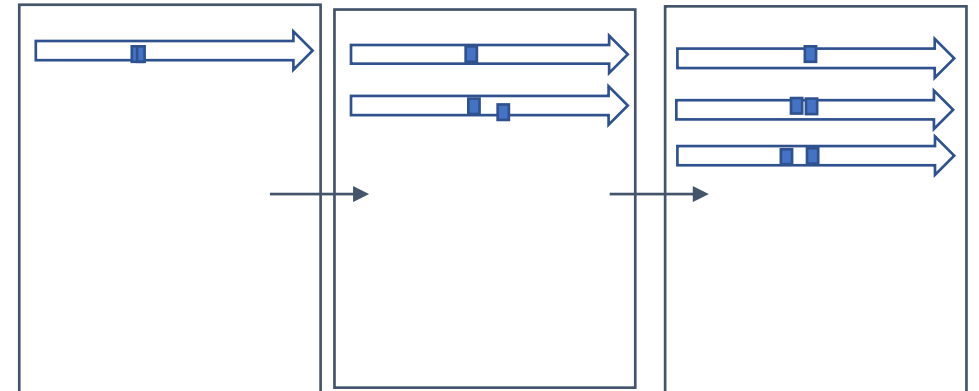


クリボーに体当たりして死ぬ直前のマリオ。ムービーを見れば、走査線が通ったラインの光が徐々に消えていく様子が見られるのですが、これは光を発するため内部に塗られた「蛍光体」がゆっくりと消えているため。とはいえ、実際の消える速さは数ミリ秒レベルのはず。

# ブラウン管の場合



これは、高速度カメラで、毎秒38万フレームで撮影した画像。一本の線（走査線）の一部を示している。走査線が猛烈なスピードで画面を描画していることがわかる。



一瞬をみれば、1本の筋だけで、画面全体は光っていない。液晶やELは、一瞬でも画面全体が光る。

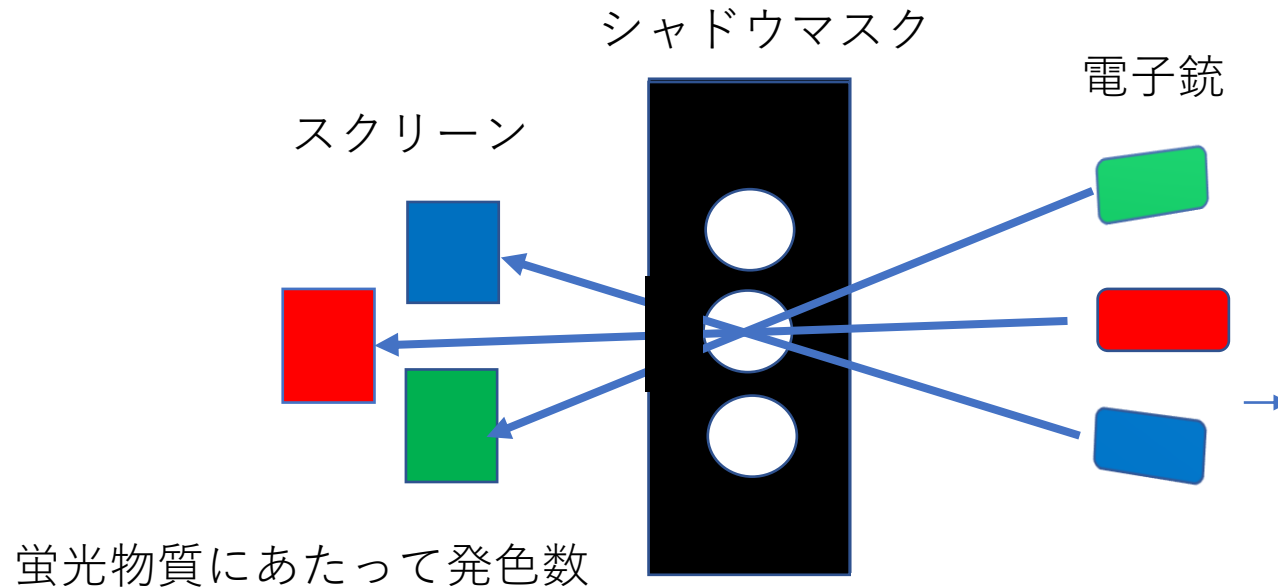
液晶、有機EL テレビでは、1画面が常時写っている。





# カラーブラウン管テレビ

- ブラウン管式テレビの基本構造は、殆ど変化していない。
- 大量生産による低コスト化が最も進み、表示画質も優れていた。
- 反面、大きく重く、設置面積もとるため、薄型テレビに主役の座を譲った。
- カラー化には、3本の電子銃とシャドウマスクと3色の蛍光物質が必要だった。



# カラーブラウン管の場合



ブラウン管のドットを拡大表示するとこんな感じ。

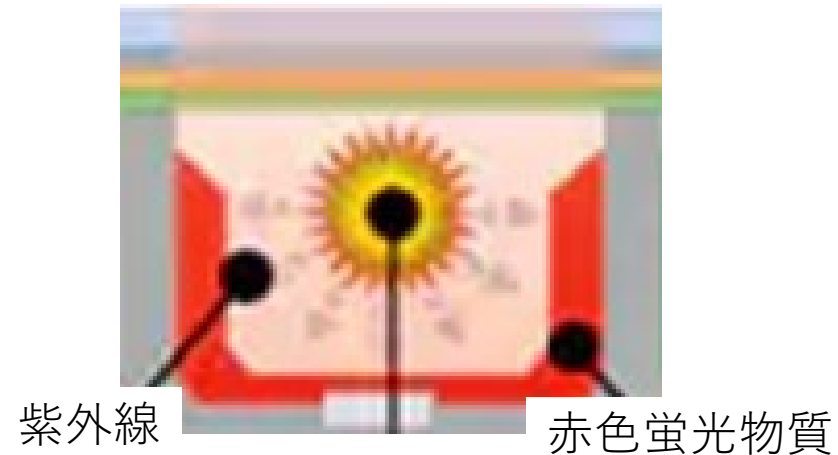
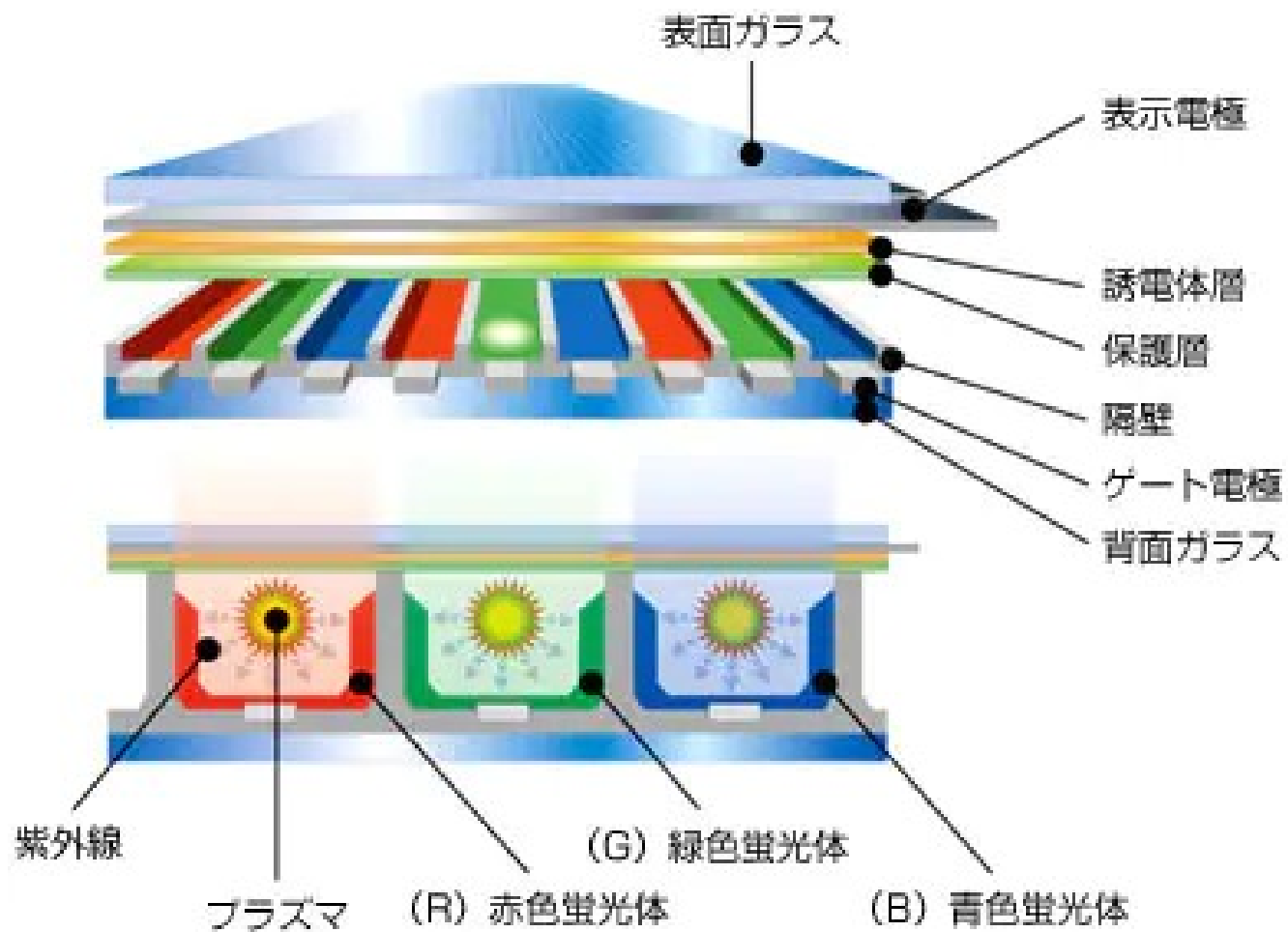
ドットの形状が全く異なることがわかる。

アナログ制御で映し出されるブラウン管テレビには、液晶テレビや有機ELテレビのような高精細度が望めない。

# プラズマテレビ

- プラズマテレビでは、プラズマによって紫外線を発生させる。
- その紫外線を蛍光体が受けると、蛍光体自身が発色する。
- 蛍光体（物質）として、赤、青、緑を発光するものを使う。
- 構造上大型化しやすく、自発光のため、色彩表現が鮮やかで反応性についても優れている。
- 反面、液晶テレビに比べて消費電力が高く高精細化が難しい。

# プラズマテレビ

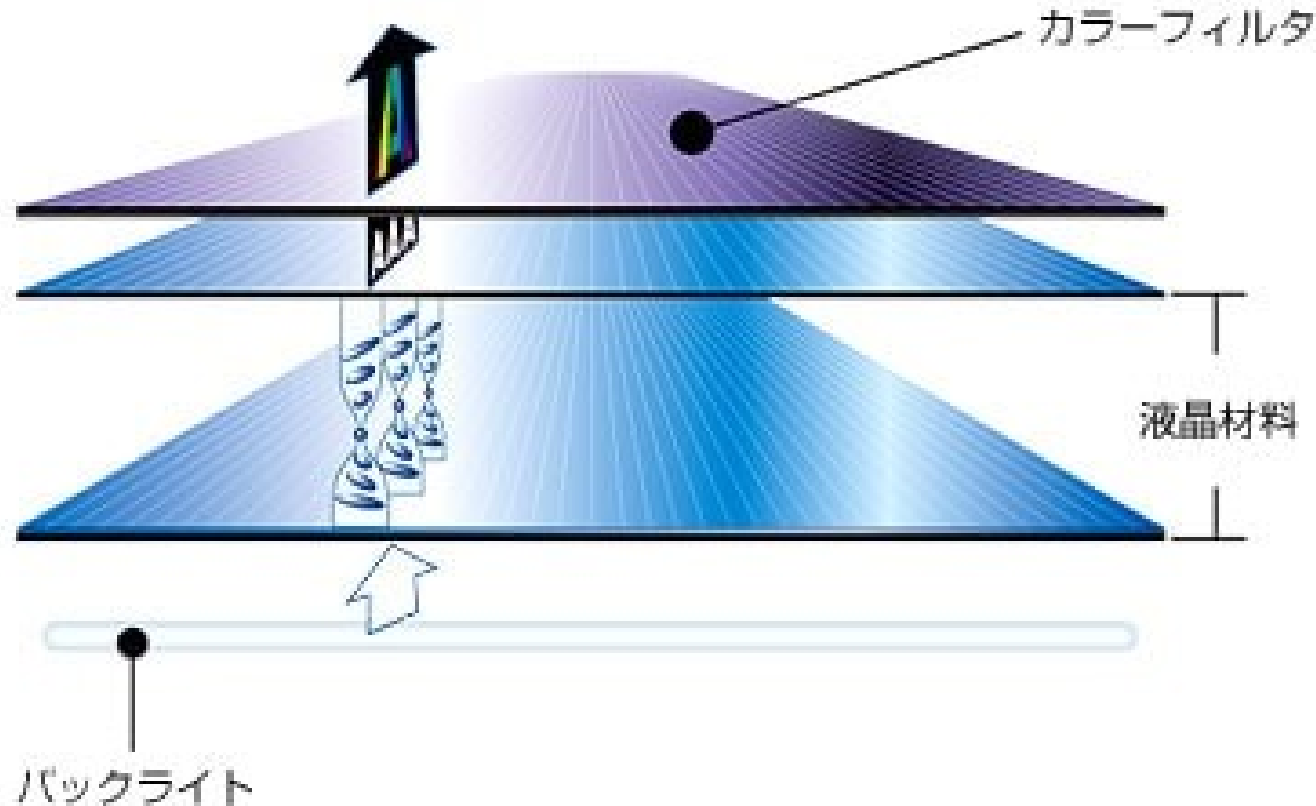


上下の電極間に電圧をかけてプラズマ（放電）を発生させる。プラズマは紫外線を出すので、それが蛍光物質にあたると発色する。

# 液晶テレビ

- 液晶テレビは、液晶材料を使ってバックライトの光の通過量を調節し、画面を作る。
- 液晶はそれ自身は発光せず、バックライトの白色光線が通過する量を調整するだけ。
- したがって、蛍光灯やLEDなど、白色光を出す光源がいる。
- 低消費電力で高精彩化を実現しているが、大型パネルの製造はむつかしかった。
- 今では、370インチ（4.6m×8.2m）のテレビを「英国のTitan」が販売。1億7000万円とか。
- 市販品は、75型で25万円程度

# 液晶テレビ



液晶は、光の通過量を電圧をかけることによって調整できるのが特徴。

光源として、白色光を使う。白い光が、着色したカラーフィルタを通過すると、その色と同じ色の光が出てくる。

カラーフィルタの色は、赤、青、緑の3原色で、微小な画素として、規則正しく配列する。

## • カラーフィルタ

- カラーフィルタは、サブ画素に対応させて、赤色 (R)・緑色 (G)・青色 (B) の光を透過させる着色層やブラック・マトリックス (BM) を基板上に配置し、保護膜で覆ったものである。
- この着色層は、液晶をはさむ2枚の基板の表側のカラーフィルタ基板に微細パターンで塗り付けられる「着色材」、又は「着色膜」であり、顔料系、又は染色料系のものが用いられる。
- BM層によって黒色表示時の光漏れと隣り合う着色材同士の混色を防ぎ、TFTへの光照射による光電流の発生も防止する。
- BM層の間には1.2  $\mu\text{m}$ 程のBM層よりは厚みのある3色の着色層が一定のパターンで配置される。高精細の画面では着色層のパターンはストライプ配置が多いが、低精細度の画面ではデルタ配置が良好な画質の印象となる。

## • カラーフィルタの配列例

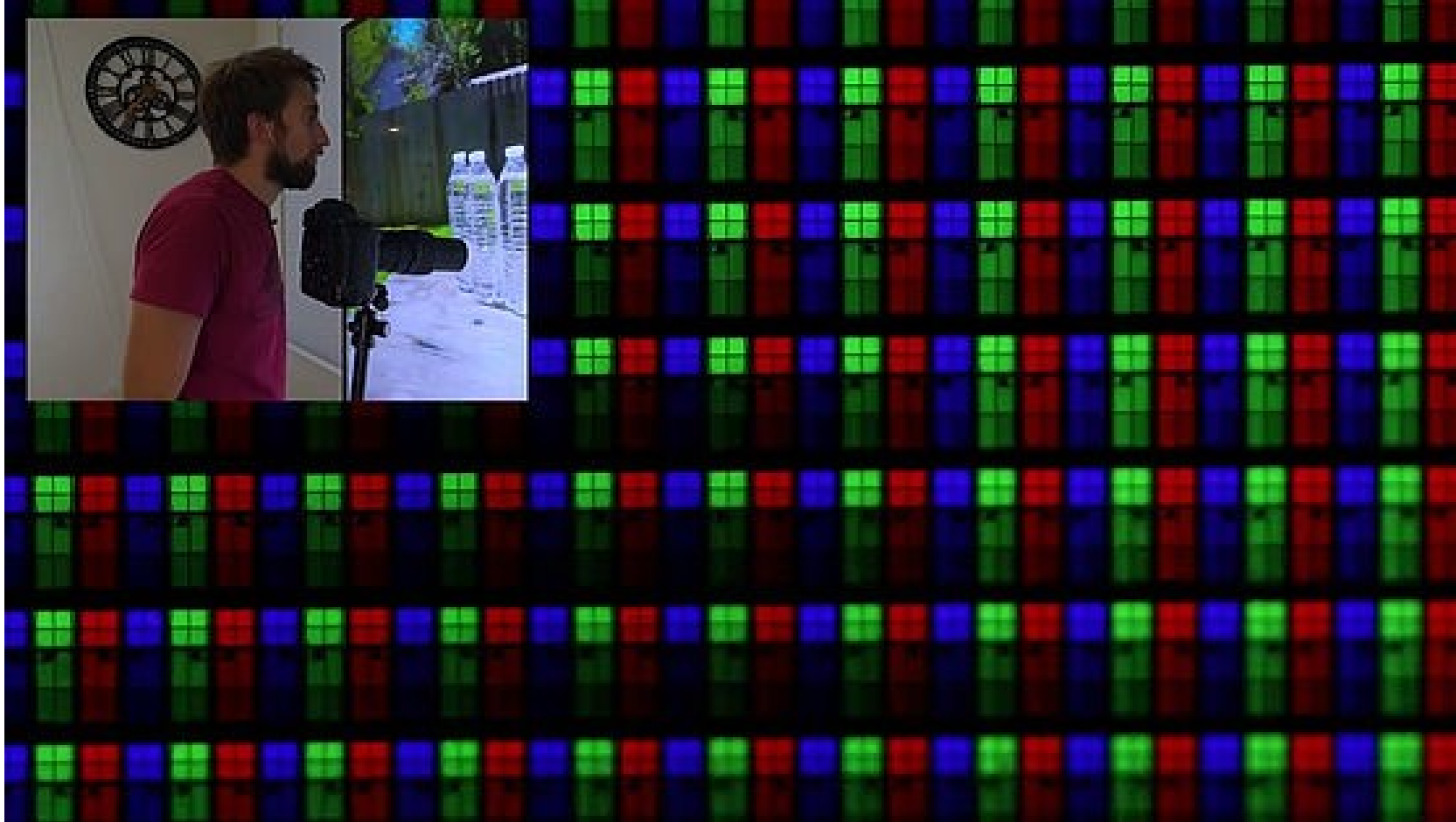
- 各サブ画素の印加電圧を制御して画素ごとの混色による発色が可能になり、透過光を遮ることで黒を表現する。これがカラー液晶パネルの仕組みである。

# 液晶テレビの場合

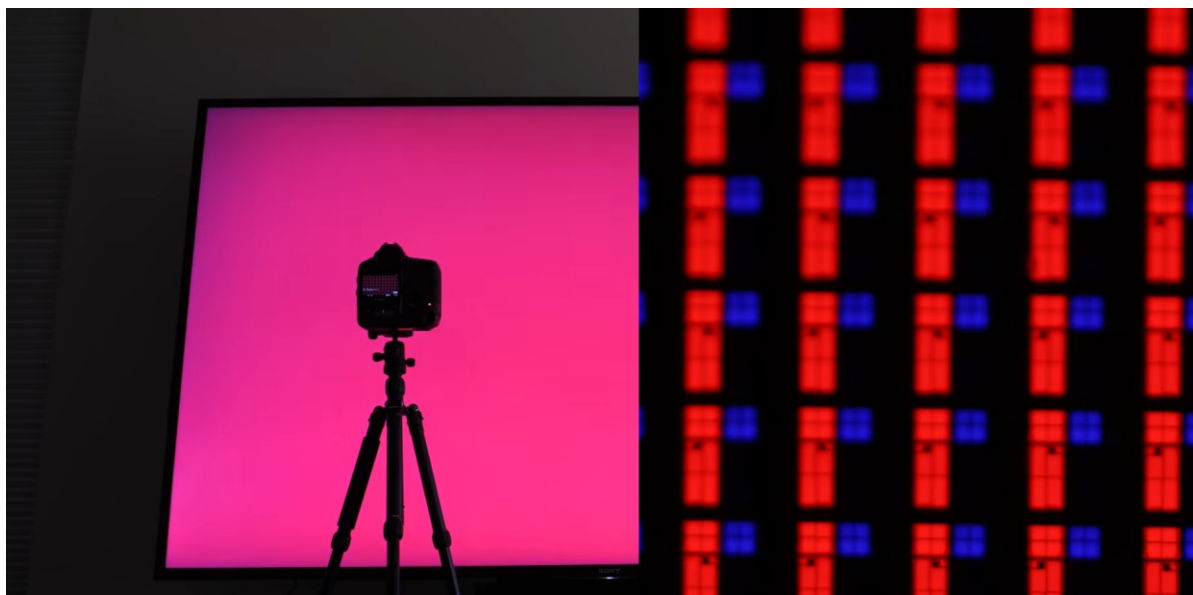
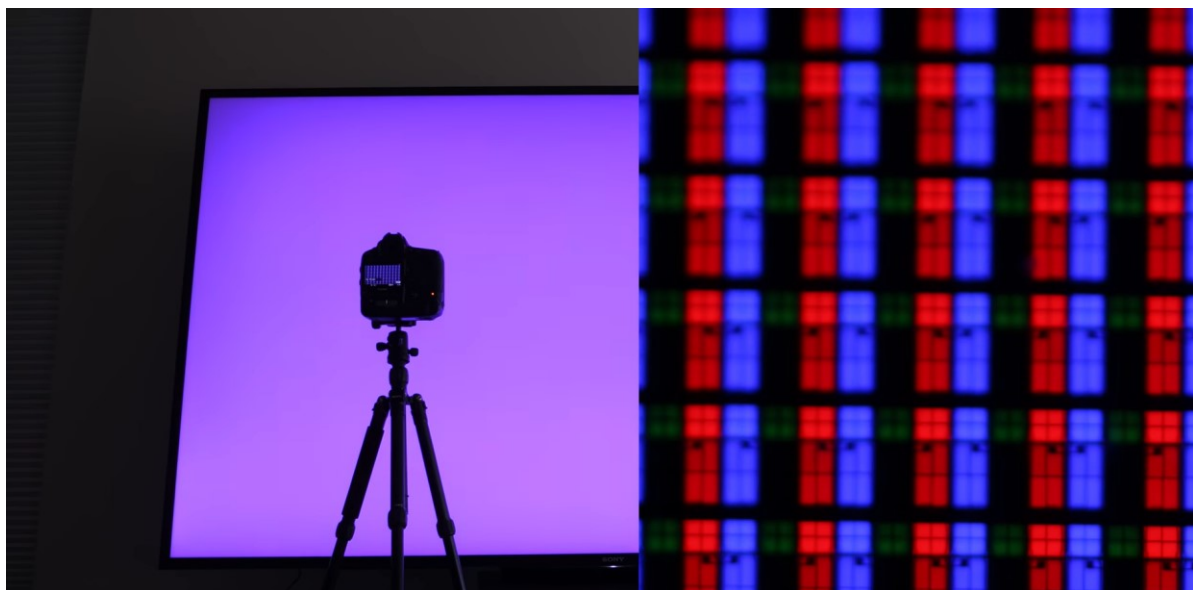


画面にあるドットを拡大するとこんな感じ。  
赤、青、緑のドットが、規則正しく並んでいる。  
ガラス面に色がついている。  
背後から、白い光を当てて、色を出す。





しかもこのドットは、縦横比が3:1ぐらいになっており、それぞれが2分割されているというのが驚き。これは、各ドットの明るさの度合いを細かくすることで再現できる色数を増やそうとする仕組みです。



R G Bの輝度を変えることによって、  
いろいろな色を表現できる。

[スーパースローでブラウン管テレビの写り方を撮影するとどんなふうに見えるのか? - GIGAZINE](#)

## 液晶の場合の特徴（弱点）



液晶テレビの弱点は、黒の画面なのに、バックライトが遮断されず漏れてくること。

そのために、黒く描画したい部分が黒になりきれないという弱点がある。上位機種では、バックライトの光源を細かく分割して制御することで黒を深く沈めようという工夫が行われている。それでもよく見れば以下の画像のように黒の部分でもうっすらと光がもれていることがわかる。

## 黒い画面の表示

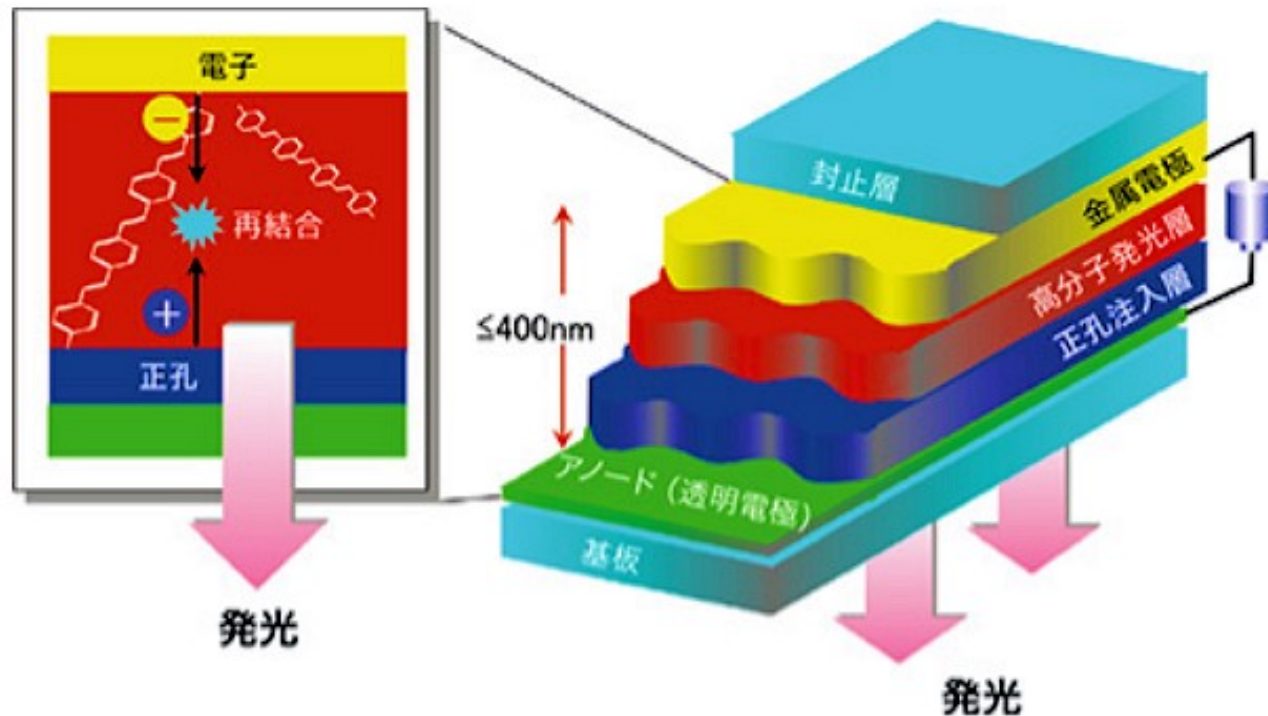


液晶テレビの真っ黒を作れないという問題を解決できるのは、現時点では「有機ELテレビ」しかない。ELでは各ドットが自ら光る「自発光型」のためにバックライトが不要で、光の漏れがそもそも存在しないからだ。

これと同じように自発光型のディスプレイとしては、今や見られなくなった「プラズマテレビ」や、ブラウン管テレビがある。

# 有機ELとは

有機ELに電圧をかけると、2つの電極からそれぞれプラスとマイナスの電荷をもつ「正孔」と電子が注入される。

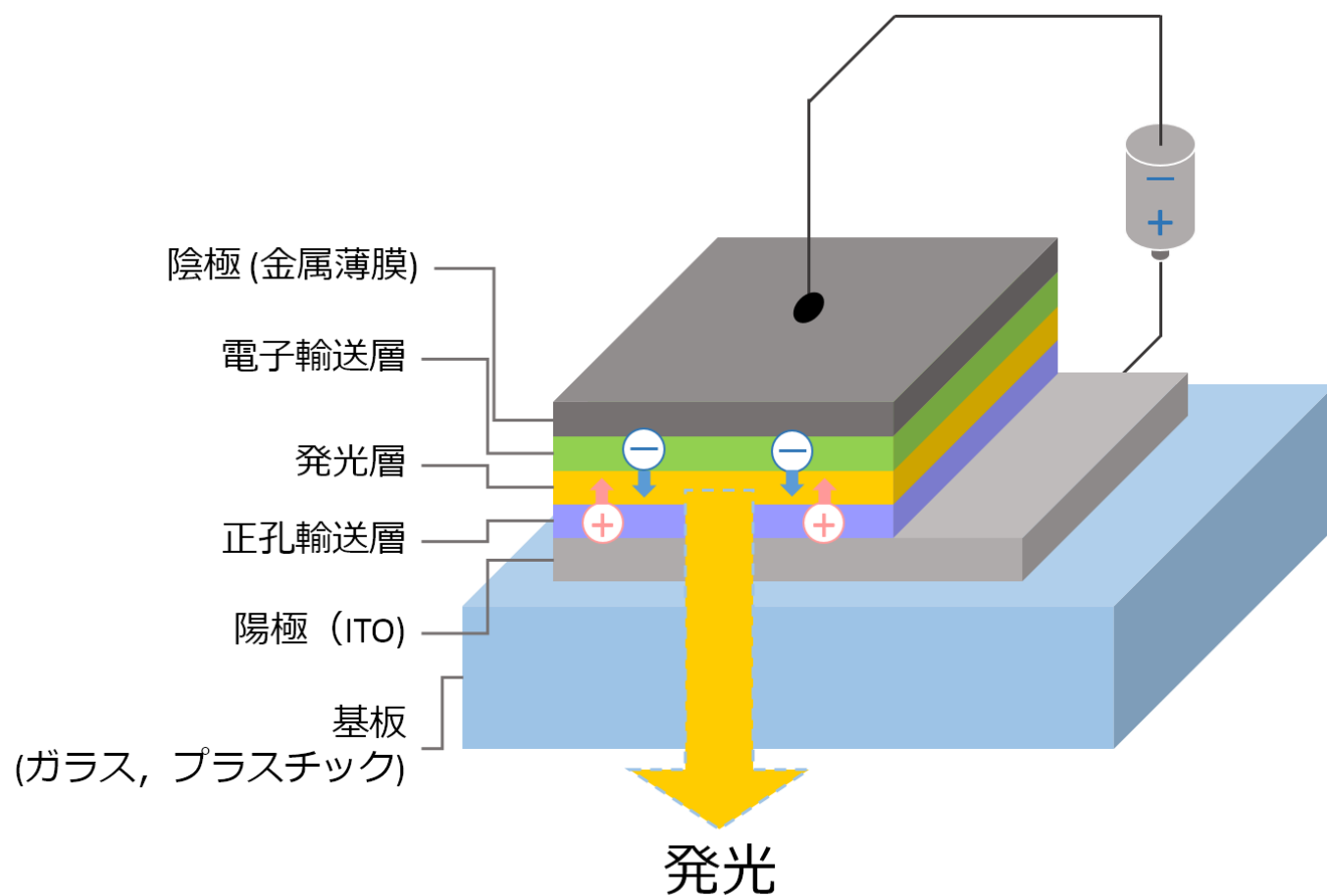


両者が有機物でできた発光層で再結合すると、その有機物はいったん「励起状態」と呼ばれる高エネルギー状態に活性化され、これが元の安定状態（基底状態）に戻る際に過剰なエネルギーが光として放出される。

この光の放出が、有機ELの発光。色は、有機物の材料によって変わる。

ELは、Electro Luminescence の略

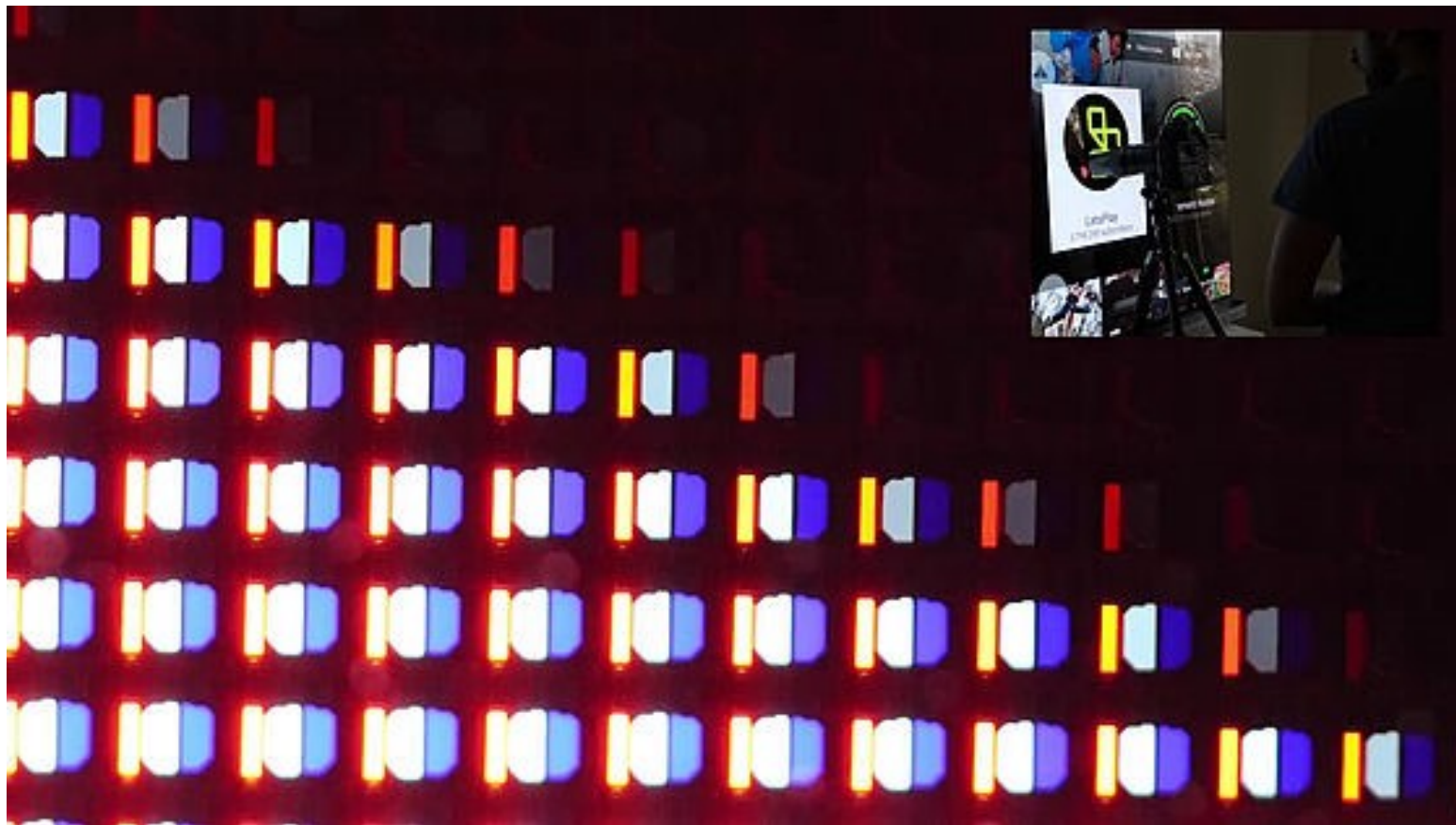
# LEDが発光する原理



有機EL とLEDの発光原理は同じ。

LEDの光は、半導体の中の発光層で、電子と正孔が再結合することにより、余剰のエネルギーが発生する。それが、光として外部に出てくる。光の強さは、再結合する電子と正孔の数によって決まる。出てくる光の波長（色）は、半導体の中のバンドギャップというもので決まる。

# 有機ELの画面

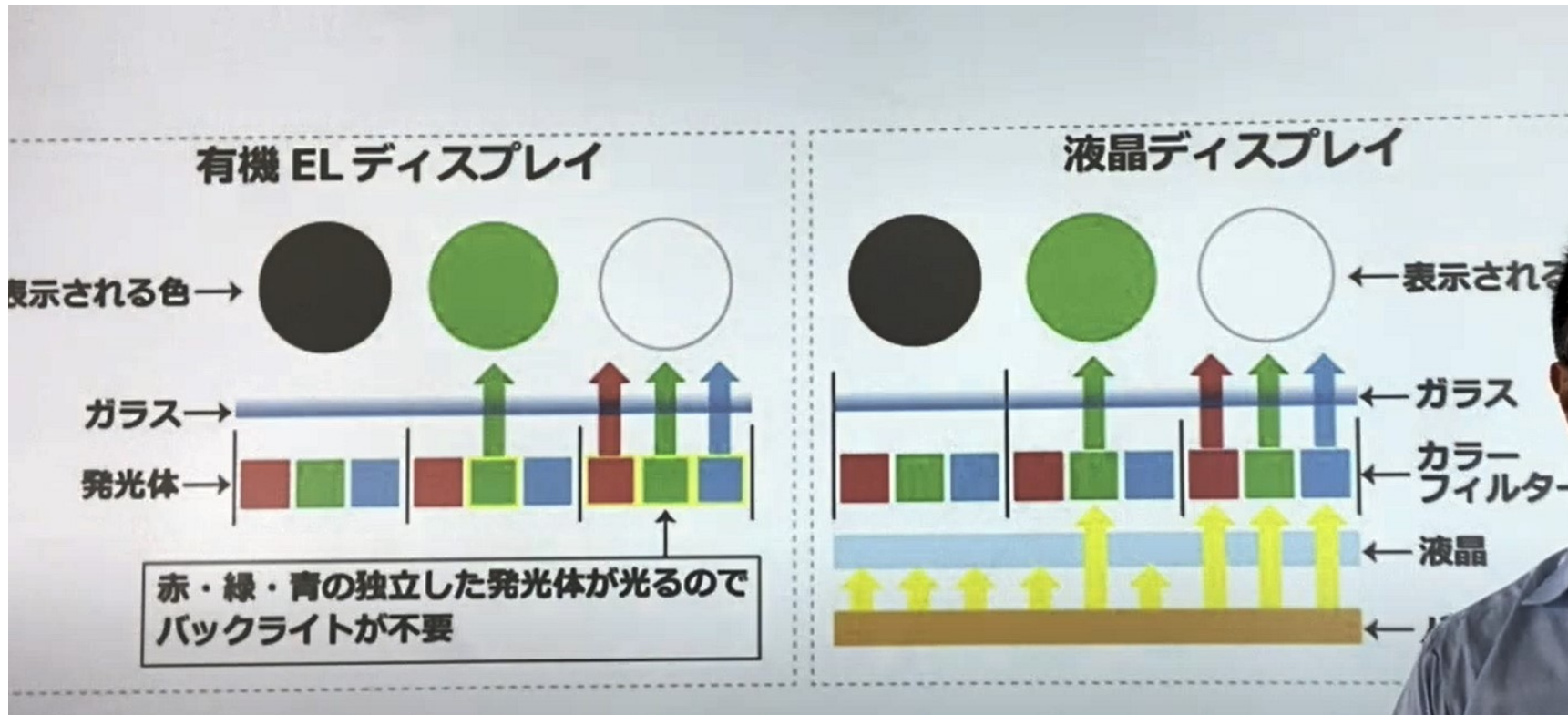


有機ELテレビのドットを拡大するとこんな感じ。非常に小さなドットが整然と並んでいる。

それにしても興味深いのは、赤のドットだけが面積が小さいこと。これはおそらく、各色ごとの明るさを面積で調節するためだと思われる。

緑、赤、青の3色が光っているところは、画面は白色。

# 液晶と有機ELの違い



液晶による光のON, OFFのスピードは、有機ELより遅い。

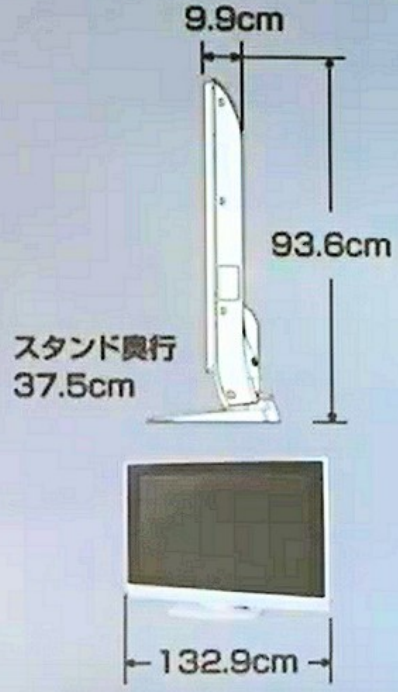
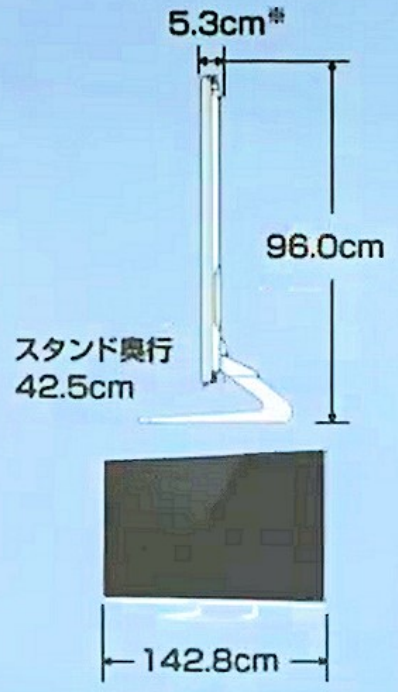
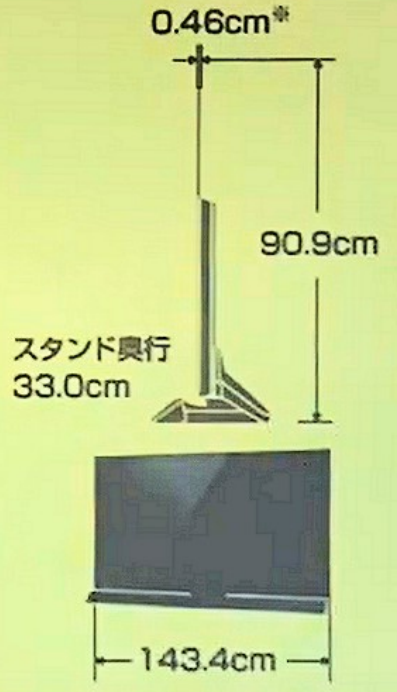
液晶は、電圧を加えることによって、液晶の分子がねじれることによって、光の通過を制御する。液晶では、光の通過をOFFしても、わずかに少し漏れてくる。

ELの発光は、ELに流す電流による。ON, OFFのスピードは液晶より早い。

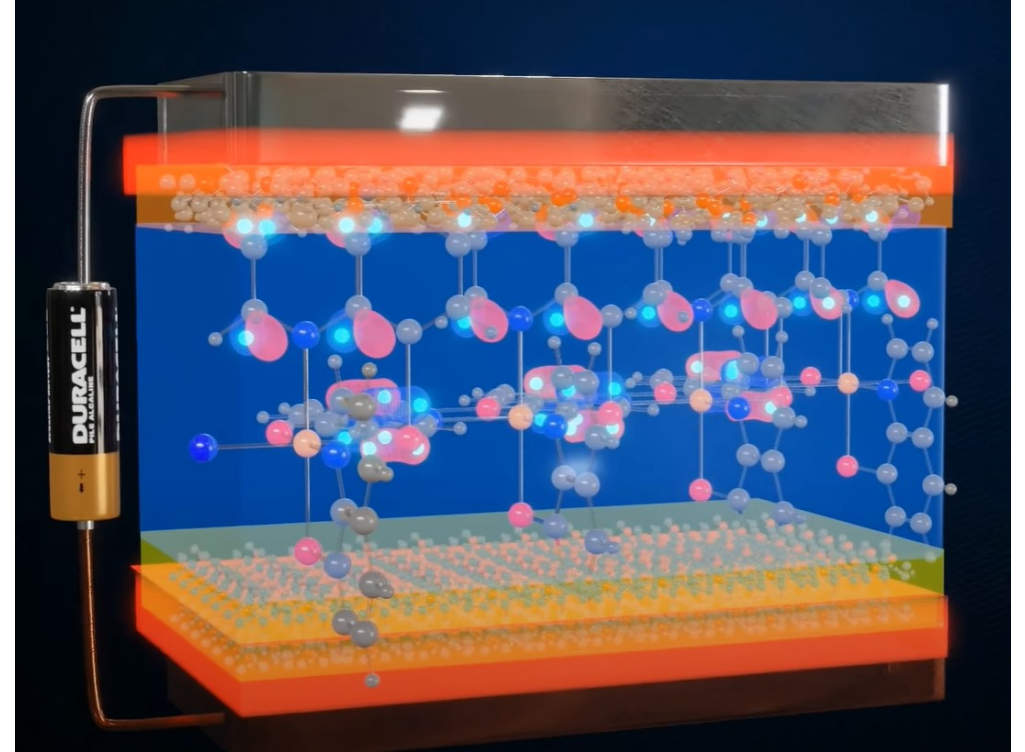
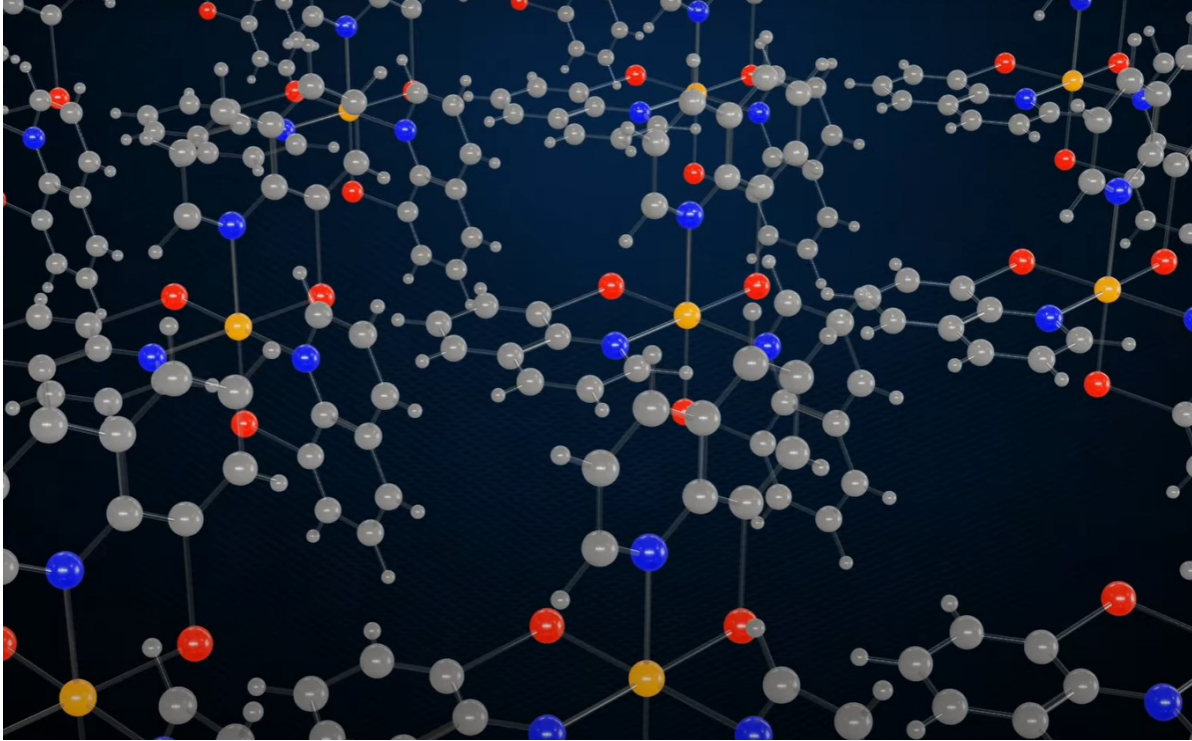
より薄いパネルが作れる。



有機ELテレビの画面の厚みは、0.46cmと超薄い。

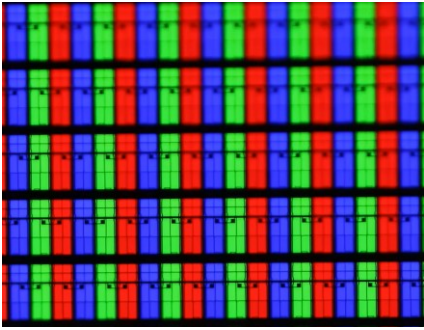
	プラズマテレビ TH-50PX20	液晶テレビ TH-L65WT600	有機ELテレビ TH-65GZ1800
	 <p>9.9cm 93.6cm スタンド奥行 37.5cm 132.9cm</p>	 <p>5.3cm* 96.0cm スタンド奥行 42.5cm 142.8cm</p>	 <p>0.46cm* 90.9cm スタンド奥行 33.0cm 143.4cm</p>
解像度	ハイビジョン (104万画素)	4K (829万画素)	4K (829万画素)
方式	自発光 (1画素単位)	バックライト (分割エリア単位)	自発光 (1画素単位)
	約69.5kg (据置スタンド含む)	約43.0kg (スタンド含む)	約36.0kg (スタンド含む)

[有機ELディスプレイとは？仕組みを徹底解説 - Bing video](#)



	画質	サイズ・重さ	値段	消費電力	視野角	応答速度
有機ELテレビ	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ バックライトを使用していない</li> <li>◦ コントラスト比が高い</li> <li>◦ メリハリのある画質で美しい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 大きいサイズのみ</li> <li>◦ 薄くて軽い</li> </ul>	高い	大きい	広い	速い
液晶テレビ	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ バックライトを使用</li> <li>◦ コントラスト比が低い</li> <li>◦ 見やすい映像</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ サイズ展開が豊富</li> <li>◦ 厚くて重い</li> </ul>	安い	小さい	狭い	遅い

有機ELテレビは液晶テレビよりもブルーライトの量が少ないため、「目に優しい」テレビとも言われています。ブルーライトの影響が気になる方には有機ELテレビがおすすめです。

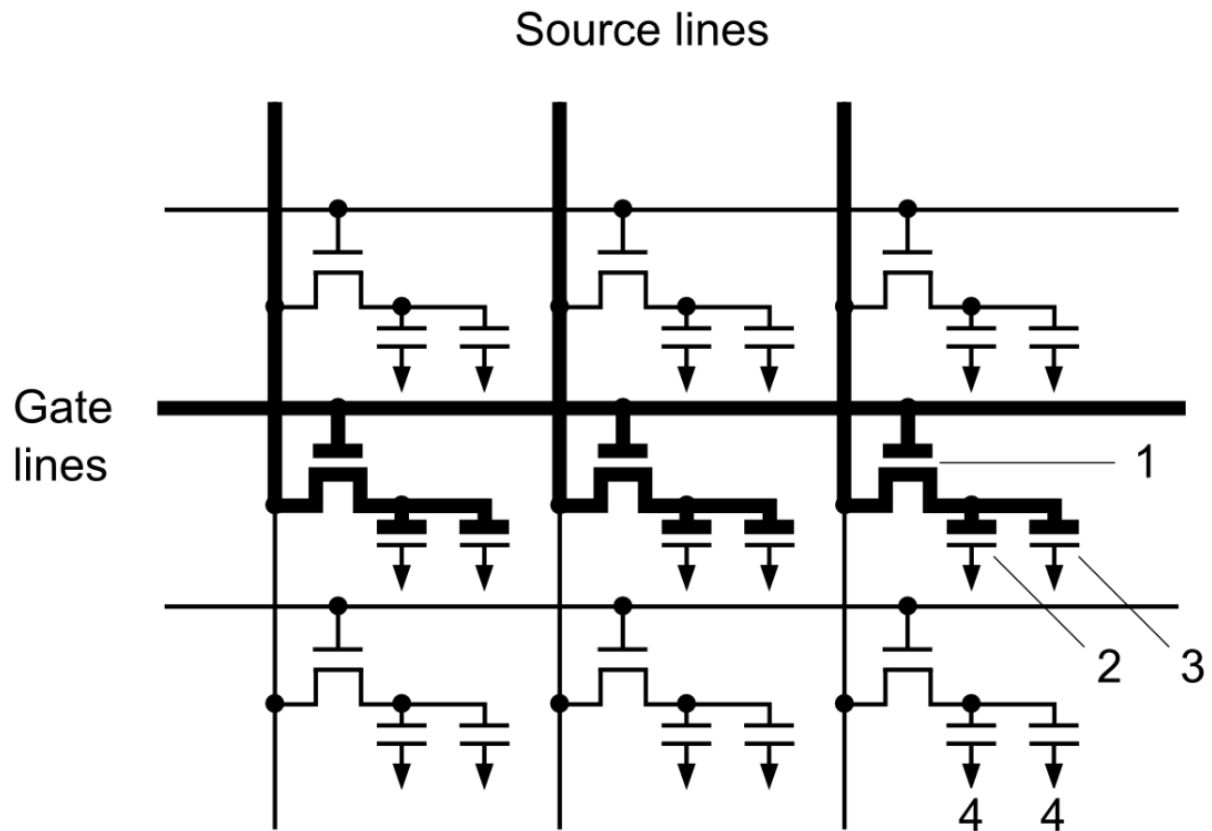


液晶ディスプレイの原理 |  
 液晶の世界：シャープ  
[jp.sharp](http://jp.sharp)

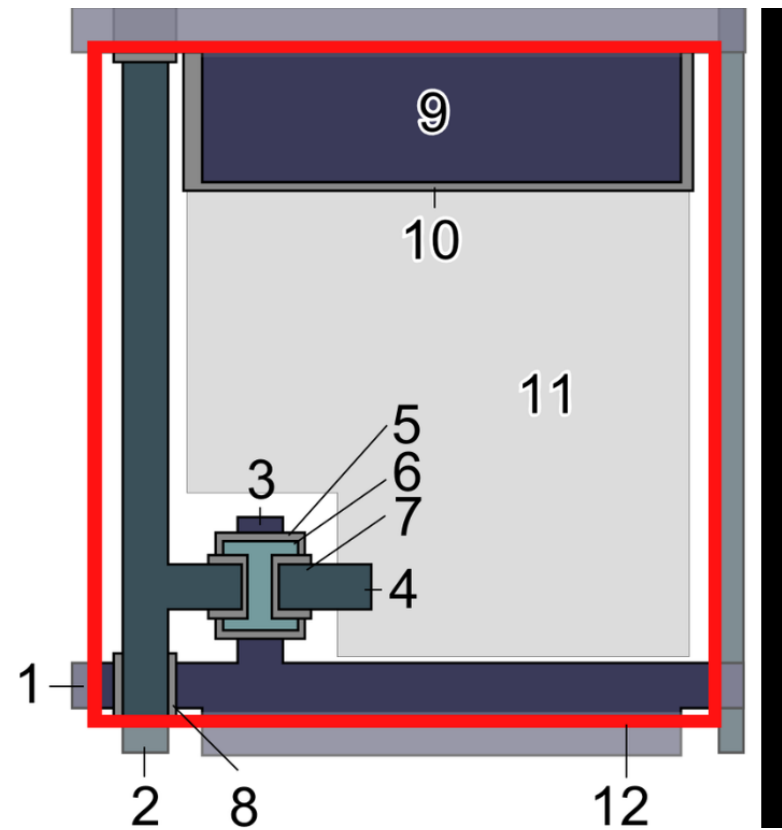
液晶ディスプレイ、有機EL  
 の仕組み！なぜ画が映るの  
 か？ - Bing video



一つ一つの画素に電圧をかける回路



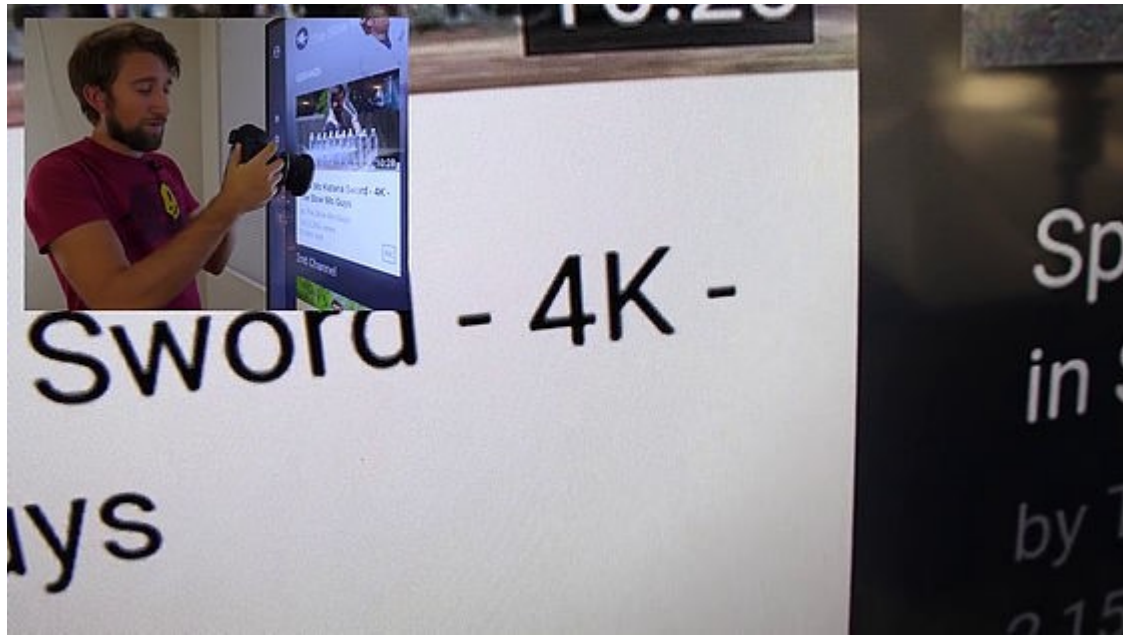
実際の画素の構造



# 各種テレビの画面を、光速度カメラで撮影するとわかること

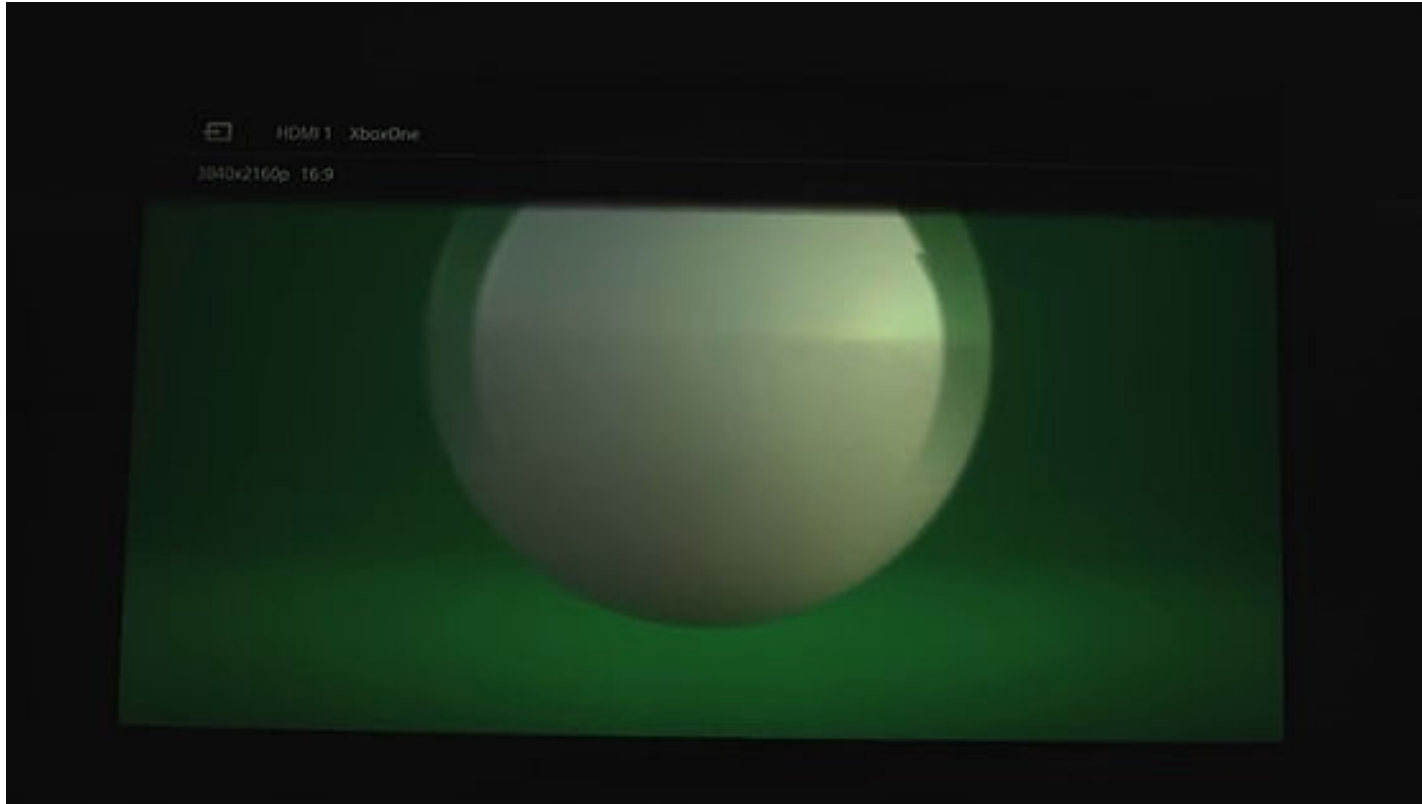
- テレビや映画で動いている映像（動画）は、静止画を素早く連続的に切り替えることで作っている。
- その切り替え回数は、1秒あたり24回や30回、そして近年のテレビでは60回以上という速さもある。
- 早く切り替えれば切り替える程、人間の目にはスムーズな動画として見えてくる。
- しかし人間の目では無理なことでも、機械を使うとうまくその様子を観察できる。The Slow Mo Guysは、数々のスーパースロー映像のムービーを発表してきたが、1秒間に38万コマという超高速撮影でテレビの画面を撮影した結果、各種テレビの違いを明らかにできたのが興味深い。

スーパースローでブラウン管テレビの写り方を撮影するとどんなふうに見えるのか？ - GIGAZINE



最後にギャビンさんは、画面にグッと近づいてドットが表示されている様子を撮影。このような、白いバックに黒い文字が映し出されている画面でも……

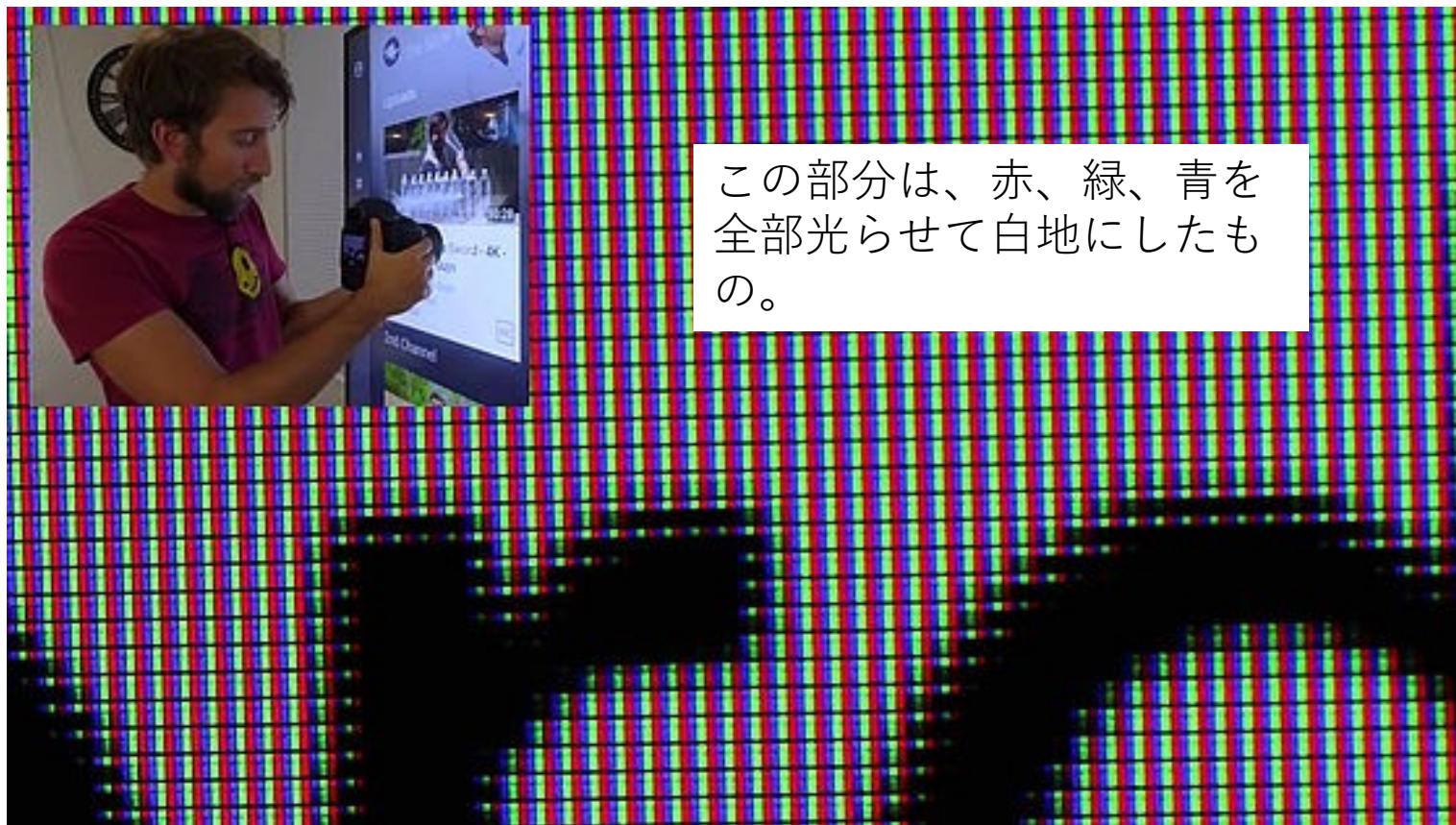
スーパースローでブラウン管テレビの写り方を撮影するとどんなふうに見えるのか？  
- GIGAZINE



ゲーム機「Xbox 360」の起動画面をスーパースローで撮影した様子がコレ。画面にはブラウン管のような走査線は表示されず、画面全体が画像を映し出していることがわかる。その一方で、画面が描き変わる時には上から下に順番に切り替わっている様子も確認できる。これはつまり、液晶テレビは常に画面全体を表示する点がブラウン管テレビと大きく異なるのだが、画面の書き替えそのものは同じように上から下へと行われているというわけだ。



## 液晶やELテレビで、黒い文字の書き方は？



実は「赤・緑・青」の3色で全てが表現されていることがわかる。

そして、画面に映し出されている黒い文字は、白い画面に黒い色を載せたのではなく、「黒い文字」の部分の画素を光らせないようにしたものだ。

**有機 EL ディスプレイ**

表示される色 → ● ● ●

ガラス →

発光体 →

赤・緑・青の独立した発光体が光るのでバックライトが不要

**液晶ディスプレイ**

表示される色 ← ● ● ●

ガラス ←

カラーフィルター ←

液晶 ←

バックライト ←

他の動画

全画面表示を終

# 最新のテレビ

# ウォールフィットテレビ



[ウォールフィットテレビ LW1/LW1L | 商品一覧 | 4K液晶・有機ELテレビ ビエラ | Panasonic](#)

2022/11/10 (木)

易しい科学の話

# テレビの進歩について

終わり

吉岡 芳夫