



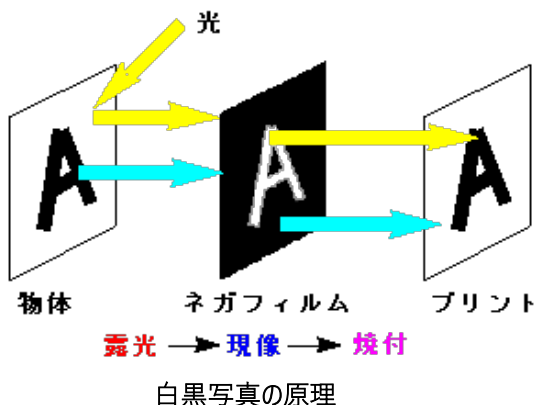
キリヤ 色と化学の Q&A

Q23

カラー写真の原理は？

まず、白黒写真の原理を見てみましょう。白い紙に黒で **A** の文字が書かれた物体の写真を撮ります（露光）。白い紙に当たった光は反射され、カメラの中にあるフィルムに当たります。フィルムには臭化銀（AgBr）が塗ってあり、光により還元されて銀（Ag）ができます。黒い **A** の文字に当たった光は吸収されて反射しません。フィルムではこの部分には光が当たらず、臭化銀のままです。

次にフィルムを現像します。光の当たっていない黒い **A** の文字の部分は臭化銀ですから、現像で洗い出され透明になります。光の当たった白い紙の部分には銀ができていますので黒く残ります。物体の白と黒が、現像後のフィルムでは逆の黒と白になりますので、ネガといいます。



こんどは、このネガフィルムを使ってプリント（焼付）します。白い印画紙の上にネガフィルムを置いて、上から光を当てるのです。ネガの透明の部分は光が通

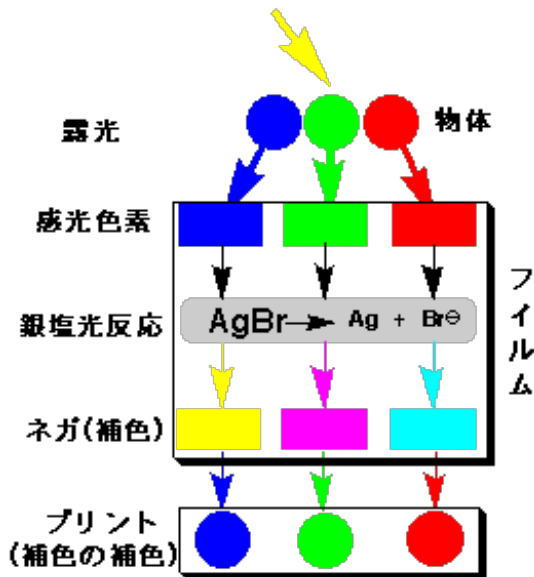
り印画紙に当たるので、プリントでは黒くなります。一方、ネガの黒い部分は光が通らないので、プリントでは白くなります。これで、物体の白と黒が、正しくプリントに再現されたわけです。

ところで、カラー写真の原理はどうでしょうか。光で反応するのはやはり臭化銀ですから、可視光線での吸収が無く、カラーの区別が付きません。そこで、赤や青などに感じる感光色素を加えるのです。下の図は簡単のため青、緑、赤を使った原理を示しています。フィルムには青・緑・赤を感じる層があります。青い物体（緑と赤の光を吸収）から反射された青い光は、青い光を吸収する感光色素に吸収されます。緑の光は緑の感光色素に、赤い光は赤の感光色素に吸収されます。

光を吸収した感光色素は近くの臭化銀（AgBr）にエネルギーを与え、臭化銀は還元されて銀（Ag）になります。これでは、どんな色の光でも銀ができることとなります。（実際の白黒フィルムにも感光色素が含まれているので、色はついていないのに目で見たような写真が撮れるわけです）。

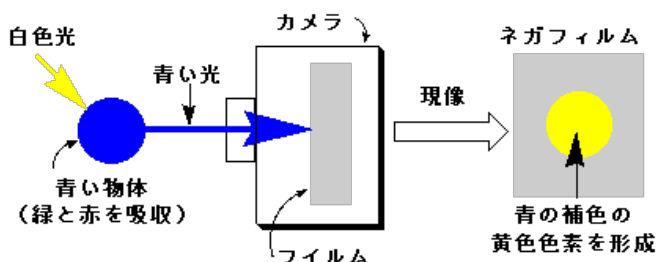
もう少し詳しく見てみます。パソコンの RGB（赤・緑・青）の色はプリンターでは CMY（シアン・マゼンダ・イエロー）の色に変えて印刷することを Q18 で述べました。物体に当たった太陽光（白色光）は RGB の光の色を反射し、人間の視神経で RGB の色で認

識します（Q1 参照）。しかしカメラに入った RGB の光はフィルムに入って、プリンターと同じく CMY の色でネガフィルムに記録されます。フィルムでの記録は色素を使うので、光の RGB では記録できず、色素の CMY で記録する必要があるのです。



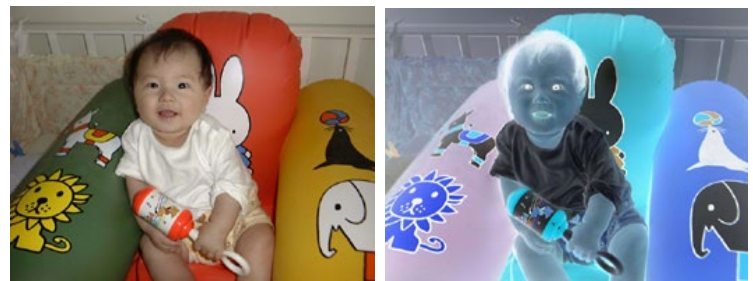
カラー写真の原理

青い物体は緑と赤の光を吸収し、青の光を反射します。青い光がカメラ内のフィルムに当たると光反応が起こりますが、光反応で生成するのは色素ではなく微量の還元された銀です（潜像といいます）。青を吸収する感光色素には、あらかじめカップラーという薬品が加えてあり、現像の段階でカップラーが反応して黄色の色素ができます。同様に、緑を吸収する感光色素からはマゼンダの色素が、赤の感光色素からはシアン色素ができるのです。



写真の撮影と現像

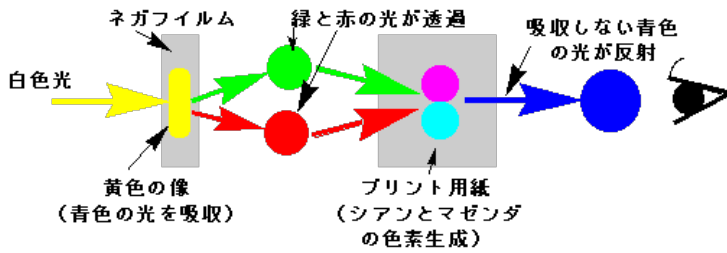
それぞれ生成する色素は、吸収した色の補色であることに気が付きましたか？ 下の図に、ポジとネガの写真を載せました。色が補色になっているのがわかります。もちろん、黒は白に、白は黒になっています。ネガフィルムが補色であるのは、もちろんプリントで物体の正しい色を再現するためです。フィルムが左の写真のようだと、プリントでは右のようなおかしな写真になってしまいます。ただし、プリントではなくスライド写真を作るときは、フィルムで左のように物体の色が再現されています。



物体とプリント（ポジ）

ネガフィルム（左と補色の関係）

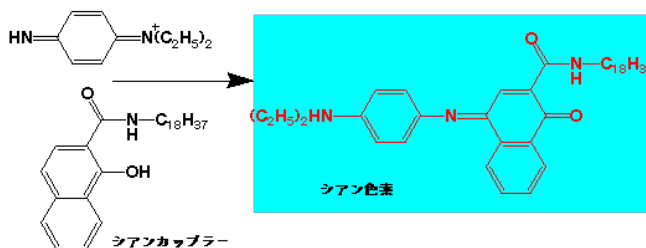
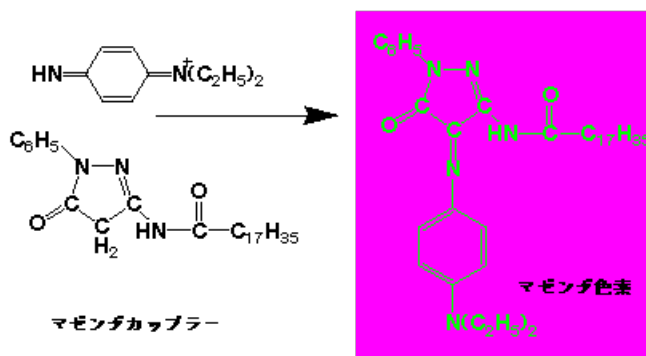
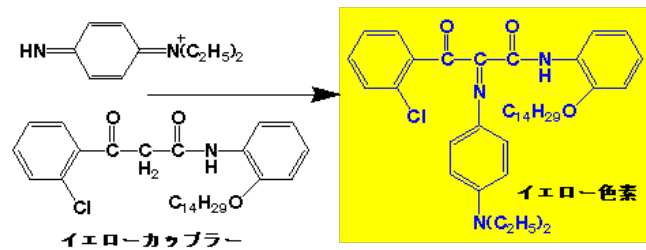
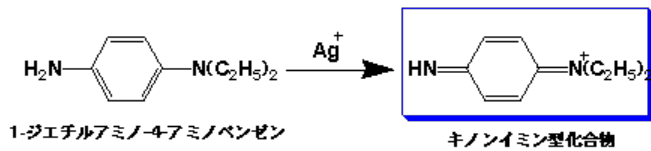
カラー写真をプリントするときには、ネガフィルムに白色光を当て、通り抜けた RGB の光がプリント用紙に当たり CMY の色素でプリントされます。プリント用紙（印画紙）の上にネガフィルムをのせて白色光を照射すると、ネガフィルムの黄色の像は青色の光が吸収して黄色の光を出します。黄色の光は緑と赤の光の混合ですので、緑と赤の光がプリント用紙に当たります。プリント用紙では、緑の光からマゼンダの色素が、赤の光からはシアン色素ができるようにしてあります。このプリントから反射される RGB の光はマゼンダやシアン色素が吸収しない青い光で、人間の目には青い像として認識されます。したがって、プリントでは、物体の色の、「補色の補色」となり、元の物体の色が再現されるのです。ややこしいですが、光は RGB、色素は CMY と考えてください。



ネガフィルムからカラー写真のプリント

ここでは、カラー写真の原理を簡単に示しましたが、カラー写真は複雑で実際には多種類の薬品が混合されています。カラーのネガフィルムやプリントは色素からできていますので、光や酸化により変色する場合があります。

代表的なカップラーの反応を次の式で示します。現像液の1-ジエチルアミノ-4-アミノベンゼンが銀イオンと反応して、キノンイミン型化合物が生成する。これが、イエローカップラーと反応すると黄色の色素ができます。同様に、マゼンタカップラーからはマゼンダ色素が、シアンカップラーからはシアン色素ができます。



●著作権について

キリヤ色と化学のQ&Aの文書、画像、デザインなどの著作権は、キリヤ化学株式会社に帰属します。このサイトの内容を転載される場合は、弊社までご一報下さり了解をお取り下さい。なお、提供者が記載されている写真・絵に関しましては、著作権は提供者に属しますので、恐れ入りますがそちらの方へ直接お問い合わせ下さい。

●内容について

できるだけ科学的に間違いの無いようにしていますが、わかりやすく説明するために実際とは異なる記述もあります。また、科学的に証明がされていないことも述べていますので、ご自身でご確認されますようお願いいたします。

キリヤ色と化学のQ&A内の情報のご利用により、万一何らかの損害が発生したとしても、当社は一切の責任を負いません。

<https://www.kiriya-chem.co.jp>