

## アヒルのおもちやと半導体の包装

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2014-09-02 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 熊谷, 正朗 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://tohoku-gakuin.repo.nii.ac.jp/records/212">https://tohoku-gakuin.repo.nii.ac.jp/records/212</a>

## アヒルのおもちゃと半導体の包装

今回は1年前の4月号の最後にちらっと登場した黄色いアヒルのおもちゃの話です。

このアヒルは裏に「Too Hot(熱すぎ)」という文字が成形されていました。説明によると温度が高くなると色が変わるという、お風呂のおもちゃとしての付加機能のようです。あまりはっきりした変化はないのですが(それゆえ当初はその機能だとは気づかず)、お湯につけると、水色だった樹脂の色が、若干白っぽくなりました。

お風呂にはもう一つお湯で変化するおもちゃがあります。イラストが描かれたシート状のもので、お湯をかけると黒い領域がさっと消えて、より正確には黒い上塗りが透明になって、下からイラストが見えます。かくれんぼになっていたり、うまくキャラクタが替わったりします。

これらの色変化は基本的には可逆で、温度を上げ下げすると、変化と復帰を繰り返せます。そもそも、色とは見ている対象から目に届く光の波長のセットの認識です。たとえば、多くの波長が混じった白色光が対象にあたり、赤が反射・拡散され、残りが吸収されると、赤く見えるわけです(詳しくは別の機会に)。上の例の後者、黒と透明の行き来は、赤～紫の波長をすべて吸ってしまう状態と、通過させる状態が切り替わることを示しています。なぜ温度でこのような変化が起こるのかが気になり調べてみたところ、

化学反応のモデルがいくつかあり、変化の温度もさまざま、用途も機械設備なども含めさまざま、さらに温度以外での変化もありました。

色が変わるメカニズムは、その色を出している(光を吸収している)物質の構造変化です。分子の形そのものが変わるもの、2つの分子の結合と分離によって電子的特性が変わることで電磁波の吸収特性が変わるものなどがあります。その原因は、温度や酸性度(pH)、光(紫外線)、圧力、水分やイオンです。色の変化が状況に応じて往復できる可逆なもの、一度変化したら戻らない不可逆なものがあります。

温度で変わるインクは示温インクと呼ばれ、さまざまな品種が用意されています。身の回りのグッズに用いられるものでは、温度の上下で有色 $\leftrightarrow$ 無色、色1 $\leftrightarrow$ 色2と双方向に変化する可逆性を持ち、氷結する近辺、冷蔵庫の冷たさ、体温、風呂、ホットドリンクなど、変化する温度に応じて用途が提案されています。同様なインクを、機器の温度状況の可視化のため、ある温度を境に色が変わるラベルに加工したものが市販されています。ただし、物質の耐熱性などから最高でも100度程度にとどまるようです。特殊なものでは「消せるボールペン・フリクションボール」への応用があります。消す動作の摩擦熱で消え、 $-20$ 度程度に冷却すると復活します。

**熊谷正朗**—KUMAGAI MASAOKI—

東北学院大学 工学部 機械知能工学科 教授

東北学院大学工学部 教授/仙台市地域連携フェロー(ロボットメカトロ系担当)。2000年東北大学大学院工学研究科修了、博士(工学)、同大助手。03年東北学院大学講師、助教授、准教授を経て、現在に至る。ロボメカ系開発を専門とし、メカの設計からマイコンやサーバのソフト開発までを行う。「基礎からのメカトロニクス講座」や地域企業訪問も実施中。



示温インクには全般に、色が変わる温度と戻る温度に差があります(ヒステリシス特性がある)。このボールペンへの応用では、その温度差を大きくすることが開発の鍵だったそうです。

一方、変化すると元には戻らない不可逆示温インクも、ラベルやスプレー塗料として市販されています。戻らないため1回しか使えませんが、数百度まで対応するものもあります。さらに、インクの反応温度まで一度熱くなったあとで冷めた、という場合には証拠として残りますので、温度センサなどで常時監視していなくても予定外の温度上昇などを事後に確認することができます。

種類はかわって、塩化コバルトは結晶に水を含まないと青、水分子を含む(水和する)と赤系の色に変わります。これを利用した湿度インジケータは乾燥の保証が必要などところで使われています。たとえば、半導体部品を買うと、包装の袋に乾燥剤とともにこれが入っていることがあります。回路基板の半田付けのため、いまの主流の方法では部品を乗せた基板全体を250度程度まで加熱します。そのとき、半導体が「しけている」と内部の水分の気化が原因で割れることがあるため乾燥が重要です。包装を開けてインジケータが低湿度を示していれば、そのまま使えますが、湿度が上がっていた場合や開

けてしばらくした場合は、一度暖めて湿気を飛ばすように説明書きがあります。ただし、塩化コバルトは国内外の規制に名前があがっているようで、代替品の使用が進んでいるようです。

今回取り上げたものは、メカトロそのものには直接関わりませんが、その検査や保全には「電源のいない検査用品」として有用ですし、意外な使い道もあるかもしれません。

さて、この原稿を書きつつ、アヒルのおもちゃの表示の色は最終的にどのくらい変わるのだろうか、と気になって魔法瓶のお湯をかけてみました。お風呂では薄くなる程度でしたが、触れない温度だと乳白色まで色がなくなりました。確かに温度で無色になることはわかりましたが、今度は Too Hot の文字がかなり読みにくくなってしまいました。実は、4月号のカメのおもちゃにも同じ Too Hot があったのですが、こちらはその温度でも少しも色が変わりません(素材指定ミス?)。熱めのお湯に子どもを入れて泣き叫ばれた身からすると非常に良い付加機能だと思うのですが、その実装には改善の余地がありそうです。

## ■キーワード:

示温インク フリンクションインキ  
湿度インジケータ クロミズム