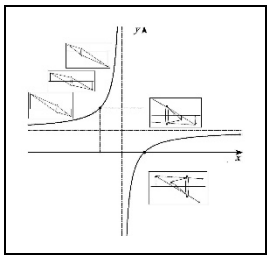
光技術コンタクト誌　連載　第 32 回



光とからくり

博士（芸術工学）日本写真学会フェロー
桑山哲郎

第 32 回　前後左右上下の合せ鏡(3) いろいろなおもちゃ

空中に像を作り出すしかけでは，研究，科学教育の教材，あるいは光学おもちゃの分野でも，実物を見せることが大変重要です。目の前のしかけをいろいろな角度からて見て，更に手に持って回転することで，手前の空中に飛び出したりは奥まで広がる像を体験することができます。おもちゃ売り場には，光学技術を用いた商品がいろいろ現れるので，注目していただきたいと思います。今回持っている合せ鏡のおもちゃを改めて見直したところ，数が大変多くて手に入れた記憶がある商品を全て並べることが難しいことに気付きました。注目する商品 2 点だけを取上げることにします。

図 1 合せ鏡の商品

図 1 をご覧ください。3 年ほど前，フライングタイガー コペンハーゲンの店で購入したものです。同社のオリジナル商品で単 3 電池 2 本で動作します。中で光る LED が大変明るいので，周囲は普通の明るさの部屋ですが，この様な写真になりました。名称は英語で“infinity lamp”日本語で『インフィニティランプ』と表記されています。一般には無限反射あるいは infinity mirror と呼ばれることが多いのですが，この商品名になっています。表裏の両方がハーフミラーになっていて，テーブルの上に置くと両側から見て楽しめます。LED 光源をテープの上に並べた素材が各種入手できるようになったので，無限反射のディスプレイは商品でも自作でも，簡単に作れる様になりました。YouTube などで自作の報告を多数見つけることができます。図 2 は開封して商品を取り出した状態です。両方の鏡に保護フィルムが貼られていて，濃い青色をしているのは親切です。保護フィルムが貼られているそのままでも，趣のある無限反射が見えるのですが写真を取り損ねました。

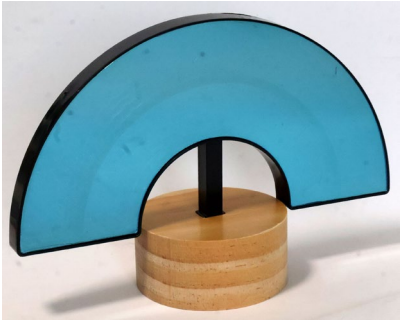


図 2 開封時の外観

図 3 は，直径が 70mm，厚さが 20mm のペンダント形の商品です。手前の面は高い反射率のハーフミラーなので，点灯していない状態ではただの鏡に見えます。図 4 はスイッチをオンにして LED が点灯した状態です。赤(R)の LED が 4 個，緑(G)と青(B)の LED がそれぞれ 2 個点灯しています。スイッチを押すと，全部の LED が点灯，全体が点滅，特定の色の LED だけが点滅という状態を切り替えることができます。この無限反射のおもちゃでは，中に見える発光点がどんどん内側に寄り約 15 個の発光点でトンネルの形が閉じて見えます。これは，奥に配置した反射鏡を凸面鏡にしているためです。平面鏡より変化があり魅力が増しています。“Made in China”の表示がありますがメーカー名と

図 3 ペンダントの外観

図 4 スイッチを入れた状態

商品名は分からなくなっています。

奥行き方向に文字や図形が繰り返すディスプレイは, 広告用の看板として古くから利用されてきたと思います。1916 年に登録された米国特許 “Advertising Device” [1] が見つかりましたが丁寧に光学原理を解説した図を見ることができます。図 5 で左側 B はハーフミラー, 右側 A は文字の形に切り抜いた鏡です。背後から照明された文字 x はハーフミラーB で反射され鏡像 y^1 となり，これは鏡 A で反射され x^1 となります。反射の像が生じる様子が明快に描かれています。図 6 は，特許の 2 番目の図で鏡の配置で角度を付けたときの繰り返し反射の図です。ハーフミラー上の点 x と p が繰り返し反射により，位置をずらしながら奥に展開していくメカニズムが解説されています。奥の鏡を凸面鏡にすると，図 4 の像が作り出されることはこの図からも理解できると思います。合せ鏡の部屋で繰り返し反射像が曲がることはずっと以前から気付かれていたと思われますが，広告看板への利用が示された価値は高いと思います。

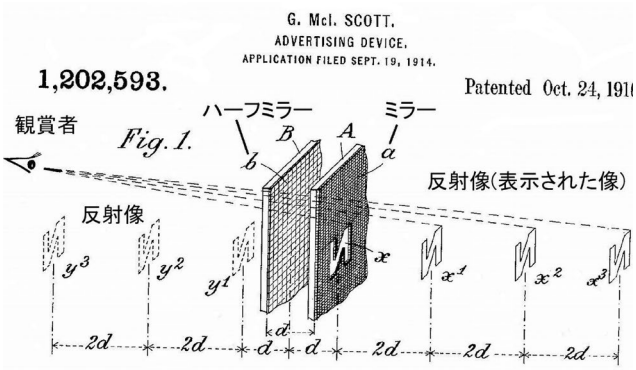


図 5 米国特許 U.S. Patent 1,202,593 の図

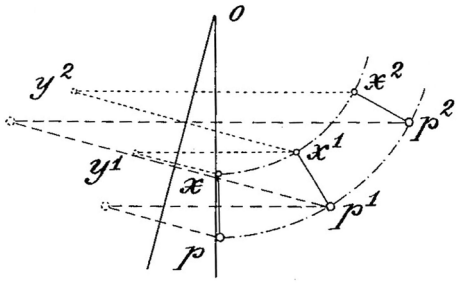


図 6 角度を付けた鏡配置の説明

持っている合せ鏡のおもちゃはまだ多数あるので，続けて解説をしたいと思います。

参考文献

1) 米国特許 U.S. Patent 1,202,593, “Advertising Device,” Filed: Sept. 19,1914, Patented Oct. 24, 1916.

桑山哲郎　KUWAYAMA, Tetsuro
博士（芸術工学）日本写真学会フェロー
（当協会 人材育成委員会 委員,「光応用技術研修会」講師）