



万華鏡 (kaleidoscope) は、ほとんどの方が知っています。覗いたことがあると思います。近所の駄菓子屋やスーパーで安価に購入することができるものから、芸術品として高い完成度をもつものまでさまざまなものが世にでています。起源をたどると、1813年にスコットランドの物理学者デヴィッド・ブリュースター卿 (Sir David Brewster: 1781~1868) によって発明されたようです。彼の業績としては、偏光におけるブリュースター角、および、2枚の平行平板の等傾角干渉における無限遠に局在した干渉縞の発見者としてよく知られています。また、色の3原色を赤、青、黄と定義した人物でもあります。万華鏡の発見は、彼の灯台の投光性能の向上のためのフレネルレンズの研究から派生したものといわれています。1816年に特許を申請していますが請求範囲が甘くてほとんどもうからなかつたようです。

万華鏡の同好の士が集まる活動拠点はいくつかあり、それぞれ独立に運営されていますが、米国に本拠をおく Brewster Society [<http://www.kaleido.com/>] が世界的な組織として活動しているようです (図1)。

ご存じのように万華鏡は高い対称性とそれによって生成されるパターンの美しさと意外性を楽しむものです。3枚の鏡を合わせ、中に“具”(というらしい)を入れ反対側から覗くと、対称性のよい図形を楽しむことができます。古典的なものは具として色ガラスやビーズなどを封じ込んで筒を回転させながら楽しむ方式です。逆に筒自体は固定し、プラスチックの棒にオイルと具を入れ自由落下する様を覗くという新しい発想によるものは、打ち上げ花火をしているようで、ちょっと経験できない美しさです。わき出しと引き込みの無限連鎖といえるでしょう。また、回転する2枚のステンドグラスを取り付けた物など、対象物はさまざまに考案されているようです。先端に半球レンズを付け景色そのものを具とする物もあり、これで明滅するネオンサインやテレビ画面を見るとなかなかきれいです。

自作したことのある人は少ないと思いますが、作り方は簡単です。顕微鏡のスライドグラスを3枚用意し黒い紙に両面テープで2mmくらいの間隔で貼り付けます。丸めて正三角形を作り、のぞくほうを黒い紙でふさぎ小穴をあけます。このままのぞいてもきれいだし、反対側をラップ

フィルムでふさぎ、ビーズやドライフラワーを入れるとなおきれいです。

国内で最も充実しているサイトは [<http://www.yk.rim.or.jp/~akinori2/index.html>] と思われます (図2)。ここからスタートすると国内外リングを延々とたどることができます。またいつの間にか戻ってきてしまうのは、万華鏡的ともいえるでしょう。

鏡の角度としては60度の正三角形が基本ですが、30度、15度のものも、高い作成精度がいるようですがより美しい図形が楽しめます。4枚、5枚の鏡を用いる物もあるようです。万華鏡を作成する際、鏡の大きさと外筒の直径の関係は若干計算を要します。30度、15度となると、電卓が必要となります。幾何の演習としてもおもしろいと思います [<http://floracity.hitachi.co.jp/go/yy/sinkan/>]

The screenshot shows the homepage of the Brewster Society. At the top, there's a banner for 'Kaleidoscopes of America' from DAVLINS. Below it, a 'Featured Scope' section highlights the 'Marvel Eyes by Collier Kaleidoscopes'. A detailed description of the scope is provided, mentioning unique marbled paper wraps and two-mirror images. To the right, there are images of several kaleidoscopes. A note about wholesale inquiries and artist information is present. A 'Winner 2000-2001 Golden Web Award' badge is visible. The 'What's New' section links to new pages and scopes. The 'Featured Scopes & Artists' section links to an online catalog. The 'F.A.Q.' section links to frequently asked questions about kaleidoscopes. The 'Where can I find parts for making my own Kaleidoscopes?' section links to a catalog and mirror questions. The 'Davlins National Kaleidoscope Exhibit' section links to information about the 2000 exhibit.

図1 Brewster Society のサイト。

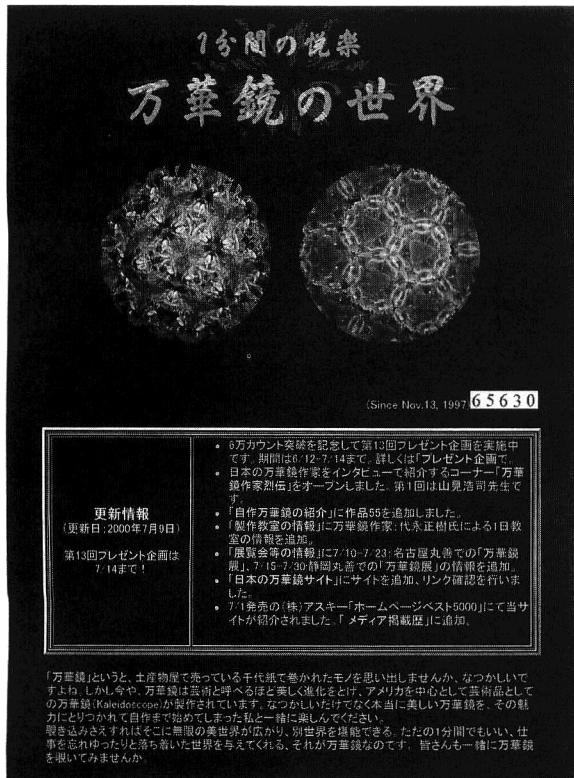


図2 1分間の悦楽－万華鏡の世界のサイト。

swork/craft/1-1.htm].

鏡は一般に対称軸に平行に配置されますが、各稜線が対称軸と1点で交差するように配置すると像に立体感が加わり、あたかもボールの表面にちりばめたように見えます。確かにそうした万華鏡を覗くと不思議な遠近感を感じられます。片目なのになぜ立体に見えるかは、よくわかりません。たぶん、鏡を錐体の構成面とするその頂を収束点とするような、なにか遠近法のような効果がはたらいているものと思われます。

万華鏡の博物館のサイトもあります。[http://www.yamatake.co.jp/japan/04save/save/hakubutsu/9911/hakubuts.htm]が代表的なものと思われますが、いずれの博物館も完全に一般公開されているわけではなく、申し込みが必要のようです。

万華鏡は静止画より動画のほうが格段におもしろいでしょう。多くのサイトは、通信の高速化、ブラウザ自体やプラグインの進歩で、動画や、インタラクティブなものも楽しめるようになってきています。

JAVAスクリプトは今までの言語にない完全なオブジェクト指向性を備えていて、強力なセキュリティ機構や豊富なネットワーク関連の機能が標準で搭載されており、ネットワーク環境に最適化されたプログラム言語といわれています。[http://www2.interbroad.or.jp/nob/java/

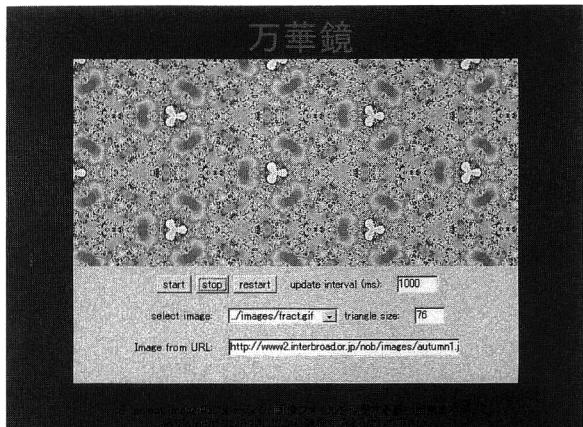


図3 JAVAスクリプトを用いたインタラクティブ万華鏡のサイト。

kaleido.html] (図3) や [http://www.geocities.co.jp/Techropolis/1044/kldsp.html] のサイトでは JAVA を用いた動画を見ることができます。また、自分で設計し、なおかつ、回してみてパターンの発生を楽しむサイトもあります [http://www02.so-net.ne.jp/~oka/kldsp.html/]. 数種類のパターンの空間的な配置と無限の鏡像によって発生する予想外の模様を手軽に楽しむことができます。

VRML は virtual reality modeling language の略で、ウェブ上で「動く3次元仮想空間」を記述するための言語です。VRMLには基本立体モデルがあり、組み合わせることにより、さまざまな3次元空間を簡単に作成することができます。また、色を付けたり、グラフィックイメージを貼り付けることも可能です。こうした手法を用いることにより、[http://www.geocities.co.jp/SiliconValley/2862/kaleido-j.html] ではバーチャルな万華鏡において、変形しながら動くもの等の現実にはない物体を入れたり、鏡の中を通り抜けたり、鏡の外側から鏡を通して見るなどの、現実にはない視点から見ることができるようになっています。新しいバーチャルリアリティーといえるでしょう。

アニメーションGIFを用いた動画は [http://homepage.dave-world.net/~toneill/kaleid.htm] などで紹介されています。スクリーンセーバー [http://hp.vector.co.jp/authors/VA013763/] や壁紙 [http://www2u.biglobe.ne.jp/~MAS/]など多くのサイトで提供されています。

万華鏡のような対称性のよい「形」の研究は「形の科学会」[http://kafka.bk.tsukuba.ac.jp/katachi/sof.htm] が精力的に行ってています。シンメトリーや周期構造について学問的に知りたいときには、まずここから入るのがいいでしょう。

また、こうしたパターンの発生は数学的にも興味があり

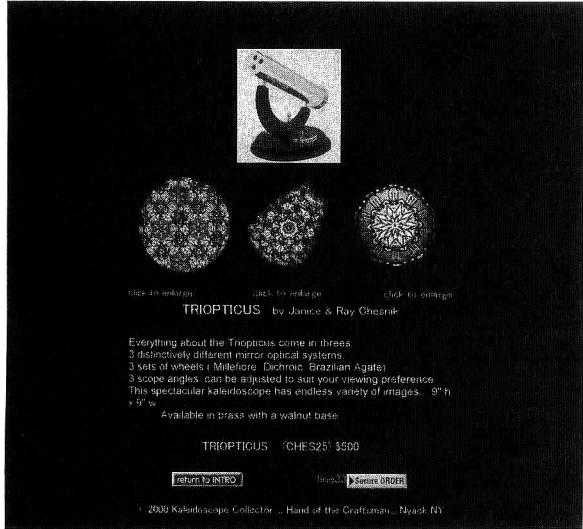


図4 カレイドスコープコレクターのサイト。

ます。[<http://www.ed.yama.sut.ac.jp/~furuichi/kaleidoscope/kaleidoscope.html>]のサイトでは、原理や解析など若干説明不足ではあります、関数乗算型 Newton-Rapson 法による電子万華鏡というものを提案し、デモンストレーションを行っています。また、万華鏡のパターンを自動生成するプログラムが IBM のホームページで解説されています。C 言語を用いた万華鏡のパターンの作成法 [Computer-generated Kaleidoscope] です [<http://www.ibm.com/Stretch/EOS/kscope.html>]。鏡像の対称性をプログラムすることにより 10 数行のプログラムで万華鏡のパターンを生成することができ、非物質的なパターンが作成できるそうです。参考文献もあげてあります。

自作の万華鏡を披露するサイトは数多くありますが、人間の対称性に関する感覚は敏感なので、本当に鑑賞に堪える物は少ないようです。でも、[<http://pws.prserv.net/jpinet.takagak/>]、[<http://farytale.to/>]、あるいは、[<http://www.kaleidoscopesusa.com/home.html>]（図4）などは一見の価値があるでしょう。

検索エンジンにひっかかる多くのサイトは通信販売のもので、米国では日本の半値以下で売られていることがわかります。国内では、[<http://homepage1.nifty.com/myers/>] や、[<http://www.brewster.co.jp/>]、海外では [<http://www.kaleidoscopes.co.nz/>] などがおすすめです。でも、万華鏡は個々の出来不出来が大きいので、インテリアや芸術品として購入するならともかく、性能そのものは実際にのぞいてみて初めてわかるものです。

とんでもない万華鏡を作る人もいるようです。ATR で

図5 ATR のインタラクティブ万華鏡のサイト。

は作成者が万華鏡の中に入れてパターンを創作する Iamascope と名づけたインタラクティブな万華鏡を開発したようです [<http://www.mic.art.co.jp/organization/dept2/Iamascope/index.html>]（図5）。また、サイト [<http://www.catskillcorners.com/>] では人が中に入れる巨大万華鏡を紹介していますが、江戸川乱歩の「鏡地獄」を思うと、好奇心とともに若干の躊躇を禁じ得ません。実際にに入ったという方は感想をお聞かせ願いたいものです。

最後に 15 世紀の詩人 Jami の言葉を引用して終わりとします。

The essences are each a separate glass, through which the sun of being's light is passed—each tinted fragment sparkles in the sun: a thousand colors, but the light is one.

なお、本記事に掲載の Web サイトは、<http://oe.bk.tsukuba.ac.jp/itoh/ww/> からたどることができます。この記事に対するご意見は、omatsu@image.tp.chiba-u.ac.jp、optics@kobe-u.ac.jp までお願いします。

(伊藤 雅英)