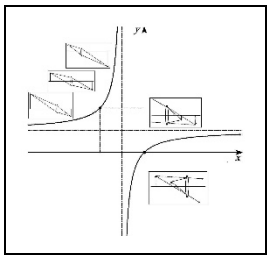
光技術コンタクト誌　連載　第 31 回



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 31 回　前後左右上下の合せ鏡(2)　小さな立方体と鏡の部屋

合せ鏡が作り出す世界は大変魅力的で，多くの方に伝えたいのですが，基本的な光の性質である直進と反射の法則から理解してもらえるよう解説するのは，意外に困難です。鏡は大変身近な存在ですが，光学を教える立場からは一般の方理解が進まない事が悩みです。これまでの発表資料[1, 2]をご参照いただき，読み進めていただければ幸いです。掌の上の小さな立方体の中に無限の宇宙が広がる CUMOS（キューモス）について，光学原理を図解します。図 1 は，合せ鏡の模式図です。白色のアクリル板を立方体形に組み立て，手前の面に覗き穴，向かい合った面ではスリットや小穴などの形に反射面を取り除きます。外から入った光は前後左右上下の面で反射しますが，奥行き方法では立方体の 1 辺の 3 倍，5 倍…と奇数倍の距離の無限反射の像が生じます。図 1 では，3 倍の距離に上下反転して見える像の作図，光路を示しています。作図としては像の 1 点から観賞者の瞳に直線を引きますがこれはそのまま，物体から発せられる光線の光路になります。各面で反射の法則に従っていることが分かります。鏡自身は見えないので，薄い色の線で描いています。

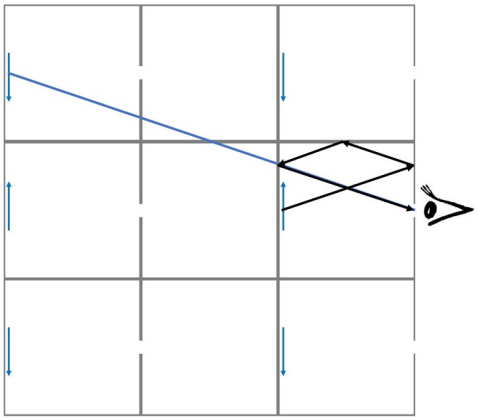


図 1　立方体万華鏡の光路図と結像の作図

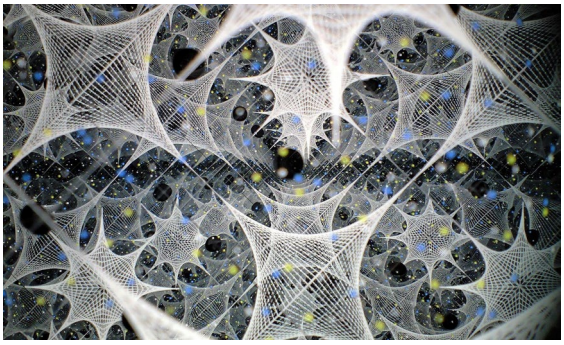


図 2　立方体万華鏡 CUMOS の像
ヤマザキミノリ　製作・撮影

図 2 は，覗き穴から内部を撮影した例です。最短距離の立方体の 1 辺の距離に見える像は大変大きく，続いて 3 倍，5 倍，7 倍…に像が見えるであることを理解すると，この像の成り立ちが少し分かると思います。像の奥行き位置は，立方体の 1 辺が 50mm の場合には 150mm，250mm，350mm…とすぐ近くから遠方まで広い範囲に分布していて通常のカメラでは全面にピントを合わせることが出来ません。そこでヤマザキミノリ氏は，CIMOS を撮影するためのピンホールカメラを発明，数多くの美しい写真を発表しています。実用新案を出願して権利化もされているので，その仕組みの詳細を知ることができます。図 3 は代表的な図[3]ですが，ヤマザキミノリ氏は他にも特許などを出願しているので，参照いただくと作家の活動により理解が深まると思います。

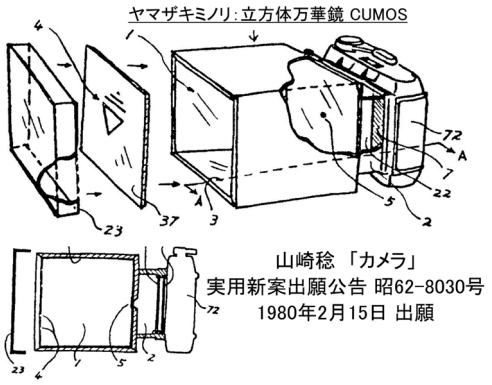


図 3 CUMOS と一体のカメラ

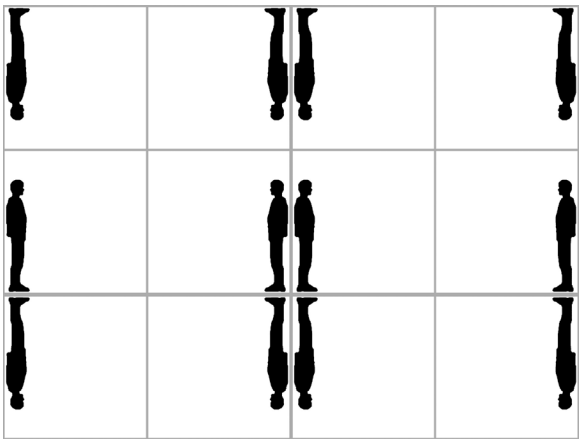


図 4 鏡の部屋の中に立った様子

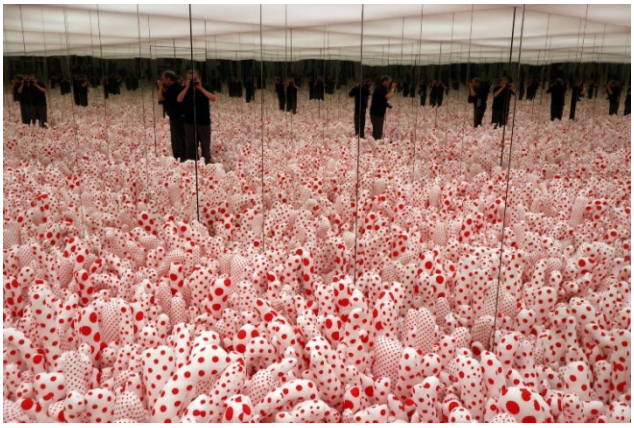


図 5 草間彌生《無限の鏡の間―ファルスの原野（または フロアーショー）》（1965/2013）
（2025 年 7 月 16 日 筆者撮影）

合せ鏡の部屋の中に立つとまた特別な体験ができます。現代の作家では草間彌生氏が著名ですが，1966 年から精力的に作品を発表したルーカス･サマラス氏が広く影響を与えたとされています[4)]。最近見つけた文献[5)]では，草間氏が作品を作ったのはルーカス・サマラス氏の 1 年前という発言があります。この先調査が進むと，新事実が見つかる可能性もあります。

図 4 は鏡の部屋の中に立った状態を側面から見た図です。この場合，観賞者は背中に接近した鏡に映る自分の姿が見えるので，図 4 の中段の 4 つの人物像のどれでも観賞者と考えることができます。正面だけではなく，背中側にも無限反射が広がっています。図 5 は，草間彌生の作品を体験している筆者の写真です。2025 年 7 月 16 日，エスパス ルイ・ヴィトン大阪で草間彌生作品の展覧会「INFINITY」が始まり，初日に観賞しました。観賞者自身の姿が無限反射の中で数えきれない程多数に増殖している様子が，写真から少し分かると思います。

合せ鏡，無限反射の話題は，次回にも続きます。

参考文献

1) 桑山哲郎，連載第 30 回 前後左右上下の合せ鏡(1)，光技術コンタクト，第 63 巻 9 号，pp.34-35 (2025).
2) 桑山哲郎，「画像からくり」連載第 64 回 合せ鏡の前後・左右・上下，日本写真学会誌。第 87 巻 1 号，pp.1-2 (2024).
3) 山崎稔，カメラ，実用新案出願公告，昭 62－8030 号，1980 年 2 月 15 日出願.
4) クリストファー・フィンチ著，石崎浩一郎訳，“ポップ・アート”，p.64，（株）PARCO 出版局(1976).
5) ヨシダ・ヨシエ，“エロスと創造のあいだ”，インタビュー「草間彌生」，p.33，有限会社展転社(1986).

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）