

【口絵】 画像からくり

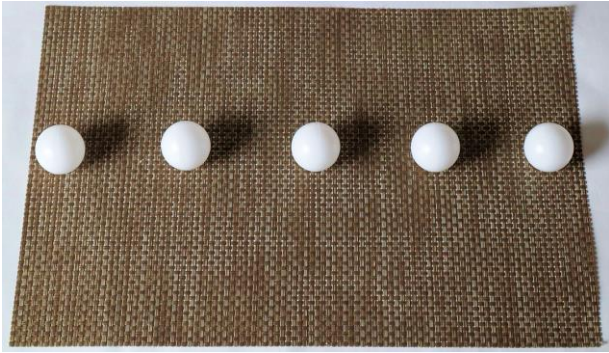


Fig. 1 長焦点距離で撮影した球



Fig. 2 広角で撮影した球

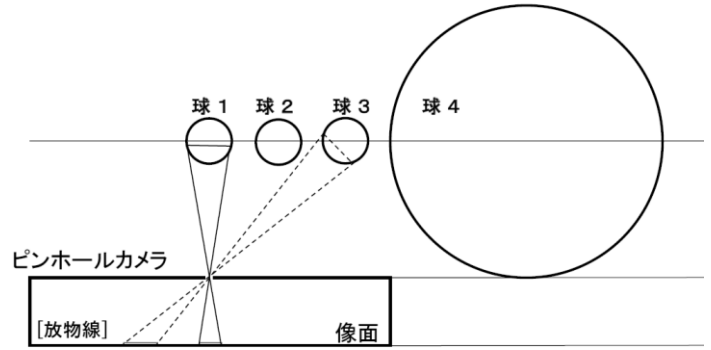


Fig. 3 球とピンホールカメラの作図

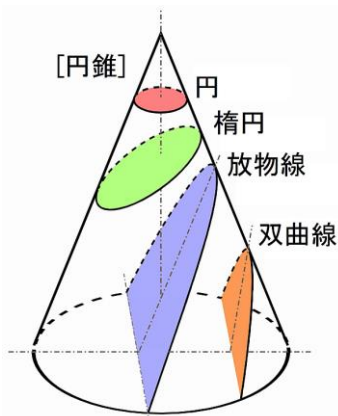


Fig. 4 円錐曲線

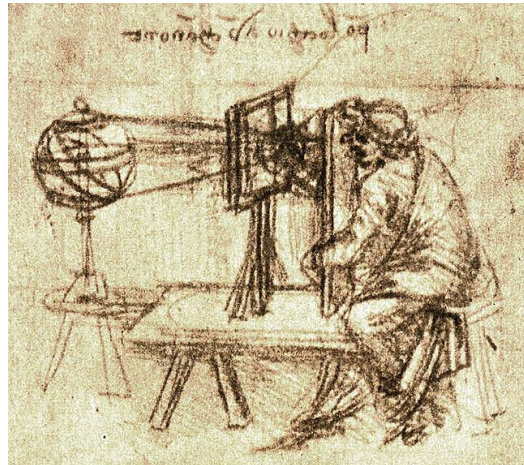


Fig. 5 線透視図の作図器具(ダ・ヴィンチのスケッチ)

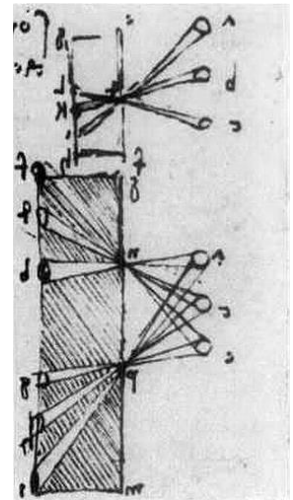


Fig. 6 2台のピンホール・カメラ
オプスクラ(ダ・ヴィンチのスケッチ)

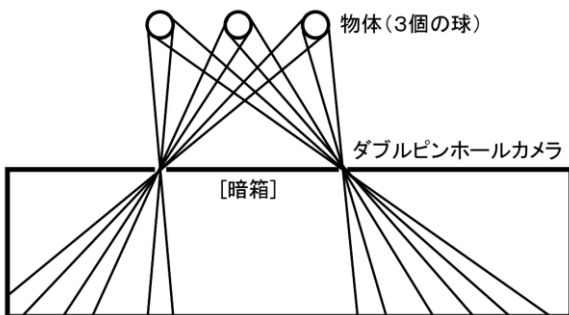


Fig. 7 描き直した図

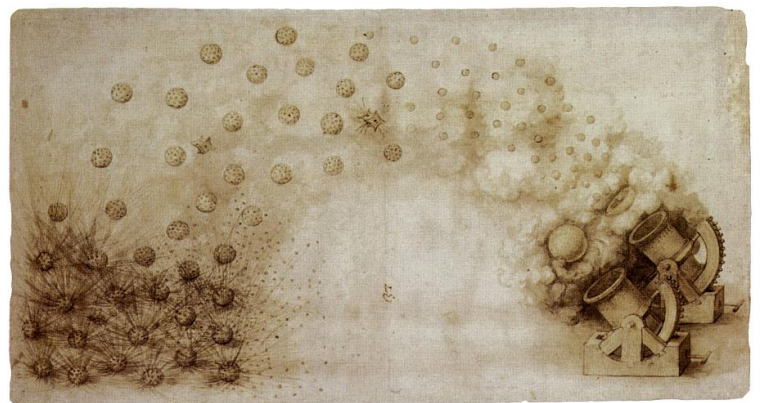


Fig. 8 大型の迫撃砲と弾(ダ・ヴィンチのスケッチ)

口絵解説

「画像からくり」

第 52 回 写真の中の球の形は - レオナルド ダ・ヴィンチのスケッチから

52 The Shape of Sphere in Photography - From the Sketches of Leonardo da Vinci

桑山哲郎

「横に並んで写真を撮られるとき、左右の端に立つと太く写る。」という事は良く知られているが、写真について勉強を始めてすぐの頃「円柱の列は、画角 θ では $(1 / \cos \theta)$ 倍に太く写る。」という解説を読み納得した記憶がある。その後いろいろな文章を読んでいるうち、もっと詳しく知りたいと思う記述にも出会った。「レオナルド ダ・ヴィンチ (1452 年～1512 年) は、球を正確な線透視図法で描くと正面以外では楕円になることを気にかけていた。」更に「このためダ・ヴィンチは、球を描かなかった。」という話になっていた。どの本で読んだのか探し出せないのだが、今回集中して考えたところ、意外な結果に到達したので紹介する。

まず写真の教科書にある写真の再現ということで、長焦点距離の設定で Fig. 1、広角で Fig. 2 を撮影した。球が放射方向に引き伸ばされることが良く分かる様、白い卓球ボールを被写体とした。球の直径は 40 mm、手持ちの撮影レンズの焦点距離は 35 mm 換算で 24 mm から 72 mm であった。Fig. 1 では左右の球は 1.02 倍に引き伸ばされており、一方 Fig. 2 では 1.20 倍で、大幅に引き伸ばされている結果であった。これは撮影画角から算出した結果と一致している。

歪曲収差 (ディストーション) がゼロの撮影光学系では、球がどのような形に写るのか、単純なモデルとして Fig. 3 のピンホールカメラと球を描きいろいろ考えてみた。結論はあまりに単純で、これまでどうして理解していなかったのかと思う程である。ピンホールからの直線が球面に接することで作り出される円錐を、像面あるいは作図面に相当する平面で切断する。するとその形は Fig. 4 で良く知られている円錐曲線になる。これは高等学校の数学で学ぶことである。画角を持った位置に球を配置し、どんどん大きくしていくと交線の形は、楕円→放物線 (Fig. 3 の球 4) →双曲線と変化する。海に向かい、水平線を歪曲収差ゼロの光学系で撮影すると、その形は双曲線なのである！

これが結論だが、関連の情報を収集してみた。円錐曲線の解析は、紀元前のギリシャ、ペルガのアポロニウス (紀元前 262 年頃～紀元前 190 年頃) の著作で完了している。またダ・ヴィンチは、スケッチに Fig. 5 の線透視図を作図する器具を残しているが、球を正面に配置していることが確認できた。作図器具はデューラー (1471 年～1528 年) による図¹⁾が著名であるが、こちらは対象には人物が多い。

球が楕円になってしまうことをダ・ヴィンチが気にかけていたという根拠の図は、多くの解説に登場するがその状況も今回理解できた。Fig. 6 のスケッチでは、2 台のピンホール・カメラオブスクラ、1 台は 2 つのピンホールを配置した様子が並べて描かれている。これまで目にしてきた解説の図は、それぞれの著者が解釈し描いた図だったのである。前例を一々取り上げるのも煩雑なので今回は省略する。Fig. 7 として私も描いてみた。

ダ・ヴィンチは球を描かなかったのか、画面の周辺では楕円形として描いたのだろうかという疑問に、少し手掛かりが得られた。数多く出版されているスケッチ集の一つ²⁾から、大型の迫撃砲から打ち出される弾の図 Fig. 8 を発見した。ごく普通のスケッチで、球の形を楕円形に調整している様には見えない。

今回、はるか以前からモヤモヤしていた課題について、画期的な解答を得ることができた。この件について、皆様のご意見をいただければ幸いである。

参 考 文 献

- 1) 桑山哲郎, 画像からくり第 49 回「カメラの像と知覚像の関係」, 日本写真学会誌, 第 83 巻 2 号, p. 81-82 (2020).
- 2) "Leonardo da Vinci Treasury CD-ROM and Book", Dover Publications Inc. (2006).