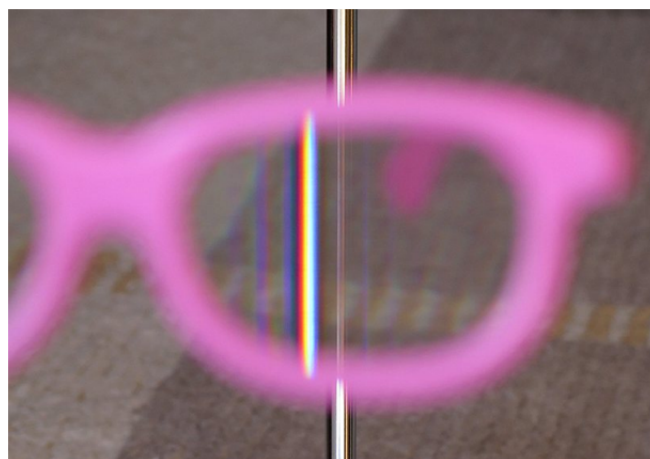
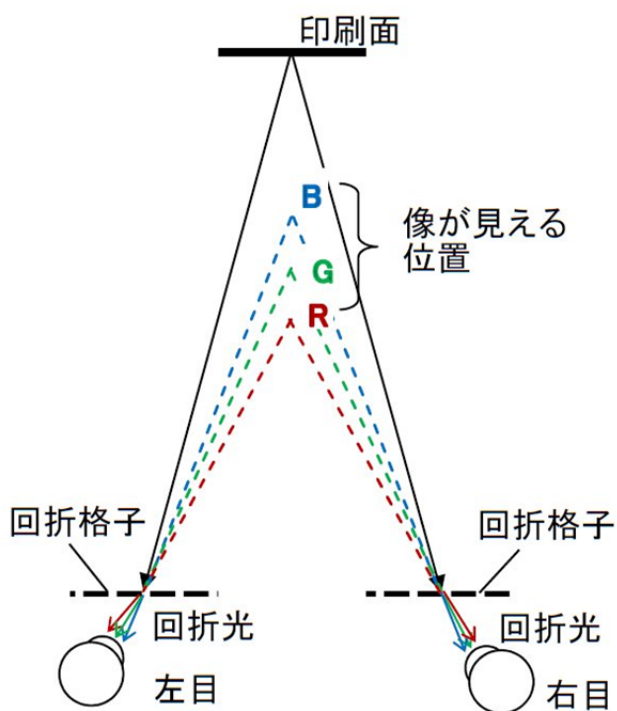


転載 鏡惟史, 連載ホビーハウス ステレオ写真の本(第 106 回) 3D お絵かきと
3D ぬり絵の本, O plus E, 第 39 巻第 9 号, 通巻 454 号, (2017)pp. 924-928.

発行元のアドコム・メディア株式会社 O plus E 編集部のご許可を得て転載します。*

連載コラム「ホビーハウス」は、創刊間もなくから掲載が始まり、ステレオ写真をテーマにした内容は106回になります。「クロマデプス 3D メガネ」については、物理的な解説が少ないので、転載させていただきました。このページに、カラーの参考図を掲載します。



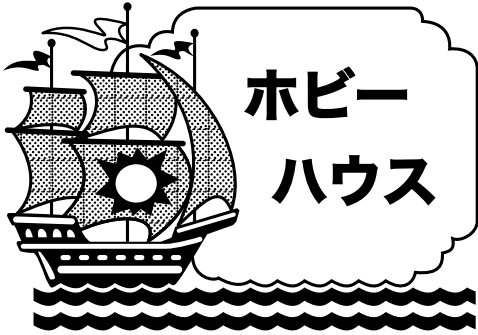
回折光の見え方

クロマデプス 3D メガネの働き



いろいろなクロマデプス 3D メガネと VHS ビデオソフト

* “O plus E”誌のページ: <http://www.adcom-media.co.jp/opluse/>



ステレオ写真の本(第106回) 3Dお絵かきと 3Dぬり絵の本

「ステレオ写真の本」の第1回目が「ホビーハウス」に登場したのは、1983年12月、約34年前です。シリーズ化し、積み重ねることで、ステレオ写真への理解が進めばと考えたのですが、現実には期待通りには進んでいません。ステレオ写真に関する理解度は技術分野ごとに異なり、レベルはバラバラです。ある分野は比較的正しく理解されているのに対し、そもそも最初の段階から、間違っただ物理的な原理の情報ばかり流通している分野もあります。今回取り上げる「クロマデプス3Dメガネ」は、間違っただ情報が多い代表的な分野です。回折格子やホログラムを含む結像光学系は、多少ステレオ写真に知識がある方でも理解は困難な様です。

また、クロマデプス3Dメガネを実際に手にした方が少ないことも、正しい情報が少ない原因になっていると思います。回折格子の知識があれば、ペンライトやレーザーポインターの光を3Dメガネに入射させると、特定の回折次数に光エネルギーが集中する「ブレード回折格子」であることを確認できます。ところが、ネット上

でこの基本的な事柄についての記述を見つけることは困難です。今回は、これまでの紹介と一部重複する内容がありますが、一通りの解説を行います。なお、これまでクロマデプス3Dメガネを取り上げたのは、1996年以來7回¹⁻⁷⁾あります。それぞれの時点でベストと思える報告を行っているので、ご参照いただければ幸いです。

●クロマデプス3Dメガネの構造と働き

クロマデプス3Dメガネについて、私は「これはブレード回折格子である」と判定するのですが、**図1**はその断面の推測図です。いま、単一波長の光であれば、表面形状が鋸歯状の回折格子を用い、格子の境界で 2π (1波長) の位相差を与えれば適切な近似になることはよく知られています。ところが、可視域、RGBのそれぞれの波長の光に同時にブレード回折格子とするには、一工夫が必要です。緑色 (G) の波長に合わせると、赤 (R) 色光に対しては位相量が小さく、また、青 (B) 色光に対しては位相量が大きくなってしまいます。

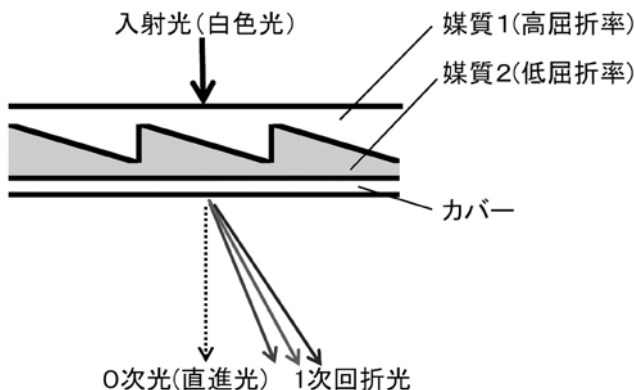


図1 クロマデプス回折格子の断面(推測図)

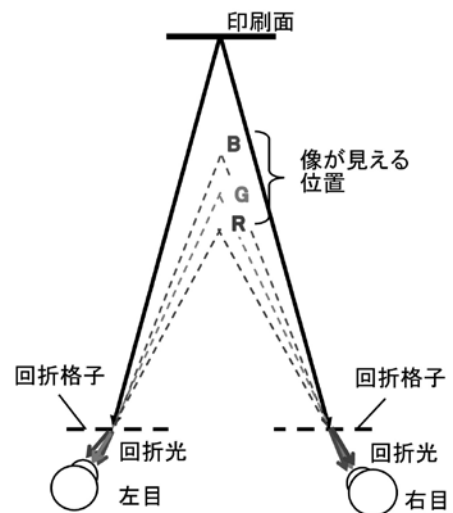


図2 クロマデプス3Dメガネの働き

光学の分野では、分散（屈折率の波長依存性）が異なる光学媒質が用いられ、結像レンズにおける色消しなどが実現されています。図1で、第1の媒質には高い屈折率を持ち分散の小さな材料を用い、第2の媒質には低い屈折率を持ち分散の小さな材料を用いることで、両者の屈折率差が光の波長に比例するようであれば、可視光全域に対するブレード回折格子が実現するはずですが、私は光学材料にはあまり知識がありませんが、劣化して白濁した3Dメガネを見て、第2の媒質は粘度の高い液体ではないかと考えています。適切な材料の選択を記述した資料があると思われるので、ご存知の方はお教えいただければ幸いです。なお、レーザーポインターの回折光とルーペを使用し、回折格子のピッチは200 μm から250 μm と推定しています。

図2は、印刷物あるいはディスプレイ上のカラー画像を觀賞している状態の模式図です。レーザーからの単色光を3Dメガネに入射させて光路を觀察すると、この光路図に従うことは確認できるのですが、このことと「飛び出して見える」という体験の関係が間接的で微妙・複雑な点も、うまい解説が行われない理由になっていると思います。

いま、背景全面が黒で、R、G、Bの単色の発光点、あるいは線が描かれている場合を考えると、表示される像は図2の通り、光の波長に比例して元の面から手前に飛び出します。ところが、表示像が白色の正方形の場合には、右目と左目に見える像は左右のエッジ部で色ずれを生じ、境界では段差を感じるのですが、ベタ塗りの中

央部には何の奥情報もありません。

さらに、ディスプレイ、あるいは印刷用紙の全面が白色で、細いイエロー・マゼンタ・シアンの線画が描かれている場合を考えます。この場合は、白い背景に対し「光学濃度」で像が認識されます。このため、赤色光を含まないシアン線画が一番手前に見えることとなります。これは一例で、一般のカラー画像では、色が塗り分けられた境界部が「ささくれ立って」見えるように、私には感じられます。クロマデプス3Dメガネを通して見える像をどう感じるかは、個人差もあると思いますので、皆様もメガネを実際に手にして、体験いただくようお願いいたします。

● 「3D点つなぎぬり絵」

書店の棚を定点観測的に見守っていると、世の中で人気を集めている事柄の動向が感じられます。ぬり絵は、折り紙、切り紙と共に元々一定の人気がある分野ですが、大型書店では並んでいるぬり絵の本の冊数の多さ、棚の広さに驚かされます。冊数が多いのは、ぬり絵特有の事情で、人気が高い本は10冊近く並べ、売り切れを防いでいるのだと思います。ぬり絵の人気が高くなっているためか、クロマデプス3Dメガネと組み合わせた本も登場するようになってきました。図3は、“気持ちを整える3D点つなぎぬり絵 [動物]”【原題は“3D Dot-to-Dot: Animals”】という本⁸⁾の表紙です。白い紙に印刷された数多くの点（ドット）を、番号順に線をつないで絵を完成させる「つなぎぬり絵」は、幼児向けの教材

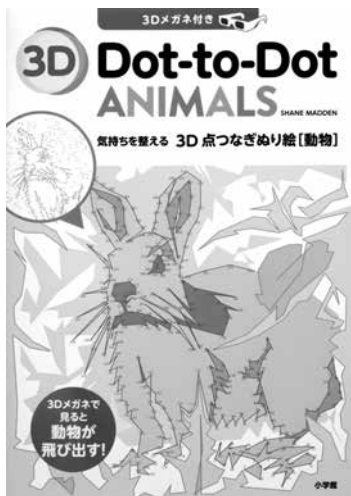


図3 “3D点つなぎぬり絵”⁸⁾の本の表紙



図4 イエロー・マゼンタ・シアン塗り分けの説明と3Dメガネ

として100年どころではない歴史を持っていると思いますが、最近目立つのは、800点以上をつなぐ必要のある、大人向けの本です。多数の本の中でも、図3の「3D点つなぎぬり絵」は特別です。番号に従い、イエロー・マゼンタ・シアンに塗り分け、完成した後はクロマデプス3Dメガネを通して観賞することで、手前に3段階飛び出してくる立体像が得られるというものです。

図4は、イエロー・マゼンタ・シアンの色の塗り分け方法を解説したページです。開いたページの上に3Dメガネを置きました。先に説明した様に、黒い背景では、赤色が一番手前に飛び出し、青色の飛び出し量が小さいことは感覚的に納得できます。けれども、白紙に線を描く場合に、イエローが奥でシアンが手前というのは事前の予想とは異なり、実際に3Dメガネを通して見ることで確認できます。2017年7月に刊行されたこの本は[動物]編とタイトルにあります。これから続編が刊行されるのですが、どのような品ぞろえになるか気になります。

3Dぬり絵の本について情報を収集していたところ、2015年12月に“描いて飛び出すぬり絵ブック 世界の美しい街”⁹⁾が刊行されていることが分かりました。私はまだ入手していないのですが、クロマデプス3Dメガネが付属していることは同様です。塗り分けの例では、赤、オレンジ、黄色、緑、青、藍色と虹の6色が示され、手前に飛び出す順序が解説されています。どちらの本も、ぬり絵の本の、世界的(?)な人気の高まりが背景にあると思います。なお、クロマデプス3Dメガネが付いている迷路の本も、その独特の見え方を生かした応用例だと思います。“3D日本地図めいろ”¹⁰⁾は先にご紹

介しており、続編の“3D宇宙めいろ”¹¹⁾も入手しているのですが、今回、自宅の中で見つけることができず、タイトルだけの紹介で済ませていただきます。3Dメガネが付属している本については、ネット上に多くの情報があるので、ご興味をお持ちの方はお調べください。

●空中に浮かぶイラスト

クロマデプス3Dメガネと組み合わせた商品は、他の3Dメガネと比較して、はるかに広い分野に発展しています。なかでも、動画共有サイト YouTube で以前から目立っているのが、「3Dお絵かき」です。今回、実物を格安で入手することができたので、ご紹介します。図5は、“マジカル3Dお絵かきボード”という商品のパッケージ外観です。透明なアクリルの板に水性ペンでイラストを描き、専用台にセットして3Dメガネを通し観賞すると、空中にイラストが浮かび上がるという遊び方をします。英語のタイトルは“Magical 3D Drawingboard”となっています。生産国は中国で、日本国内の販売元は東京都台東区蔵前の(株)エールです。

透明アクリル板は、端面から白色LEDの光を入射させることで描いたイラストが鮮やかに光る仕組みになっています。パッケージは持ち手がついていて持ち運べるようになっていますが、図6は、パッケージ内に収められた組み立て前の部品、図7は、パッケージ裏面の遊び方を説明する図です。自分が描いたイラストが空中に浮かぶのは大変魅力的な体験ですが、写真に撮影するとうまく伝えることができないので、図7をご参照ください。左上から(1)アクリル板に絵を描く(2)台にセットする(3)3Dメガネをかけて観賞(4)イラストを消



図5 “マジカル3Dお絵かきボード”の
パッケージ外観



図6 中に入っている部品



図7 3Dお絵かきの遊び方

してまた遊べる」という説明になっています。

クロマデブス3Dメガネは、シャボン玉や多色のLEDを配したおもちゃなど、いろいろな物と組み合わせて新しい分野を切り開いているので、次はどんな商品が見つかるのか楽しみです。

●新しいアイデアの3Dぬり絵

ぬり絵ブームには、別種の3D画像も登場しています。図8の“大人の塗り絵シリーズ 3Dぬりえ”¹²⁾は、壁紙効果を用いた3D画像のぬり絵の本です。表紙のイラストを平行法で裸眼立体視すると、花びらが手前に飛び出てきます。販売促進用の帯に書かれている言葉を転記します。

- ・花や鳥に色付けすることで、二次元の世界に立体の空間が出現します！
- ・白と黒の墨絵のような絵の中からも花卉と葉っぱが浮き上がります！
- ・自由気ままにお好みの色を付けて、新しい3D空間を作り上げてください！

このサニー出版は、RDS（ランダムドット・ステレオグラム）がブームになった1994年ごろから、意欲的な3Dの本を出版し続けています。図9は、表紙を開いた様子ですが、先行して2冊の3Dぬり絵の本が刊行されていることが紹介されています。

余談ながら、「塗り絵」あるいは「ぬり絵」と漢字かな交じりで表記するか、それとも「ぬりえ」とひらがなだけで表記するかは人それぞれの好みですが、この写真の中では、3通りの表記法を一度に見ることができません。本のタイトルは「3Dぬりえ」で、「おとなの塗り

絵シリーズ」がシリーズ名、さらに先行する2冊の本は「立体ぬり絵～3Dぬり絵」です。引用を厳密・正確に行いたいと考えている研究者にとっては、注意が必要です。なお、未入手の2冊の本“おとなの塗り絵シリーズ 立体ぬり絵～3Dぬり絵 / 花編～”¹³⁾と“おとなの塗り絵シリーズ 立体ぬり絵～3Dぬり絵 / 花編～2”¹⁴⁾も、すべて裸眼立体視平行法で観賞できるようになっています。

ぬり絵の多くのページは連続模様ですが、少し趣向の異なるページもあります。図10では、意欲的な構成が行われています。まず、手前の桜の花と奥の富士山に色を付け、次に桜の花を立体視すると立体構造が現れます。

●RDSの本の出版は続々と

RDS（ランダムドット・ステレオグラム）の本について最近の新しい傾向を、この機会にご紹介します。図11は、2017年7月、書店で目立つ場所に平積みされていた本です。立体視が得意な人は、書店で前を通り過ぎる際に、芝生の中に浮かぶ立体像を観賞し、納得して購入するのだと思います。タイトルは少し長くて、“TJ MOOK どんどん目が良くなるマジカル・アイ SPORTS”¹⁵⁾です。リピーターをターゲットにしている様子は、図12の裏表紙からも分かります。雑誌の印刷では像が小さいので、拡大コピーして立体視していただくと、実に細かい細工が加えられていて、3D画像を楽しんで描いていることが感じられます。

コンビニで目立つ場所に置かれているのが、図13のRDSの本¹⁶⁾です。タイトルは風変わりで、“横とじだから見やすい！ どんどん目が良くなるマジカル・ア

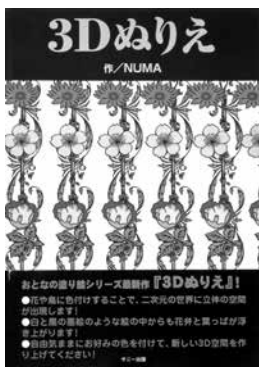


図8 “3Dぬりえ”の本¹²⁾の表紙



図9 表紙を開いた状態

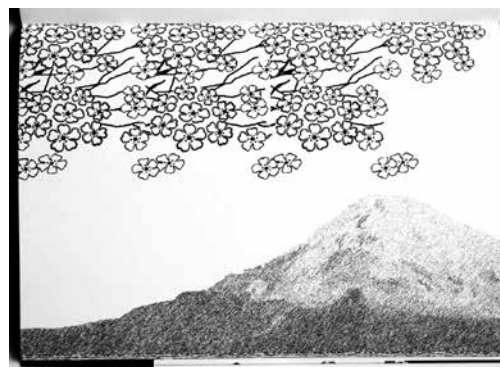


図10 個性的なぬり絵のページ

イ”です。表紙の表記が「近視 乱視 老眼 に効く！ パソコン・スマホ疲れの目を癒して、視力回復！」から始まり、「645万人が楽しんでいる！ 初めてでも見やすい イラスト100点を収録！」と続き、最後に「シリーズ初の横長ワイド版が登場！」となっています。この文字を目にして、私は反射的に手を伸ばしてしまいました。この本も、愛好家向けの作りになっています。これまで多数の画像を見てきた人にとっても、新たに購入して楽しめる内容です。スマートフォンを見過ぎることによる目の疲れの解消をうたう売り込みも、時代に合っていると思います。この2冊はそれぞれ、2017年8月と7月の刊行で、RDSの本の出版は継続的に続いていることが分かります。この2017年7月末に発行されている、もう1冊のRDSの本“ミラクル3Dアイ（目がぐんぐんよくなる！—1回30秒で視力アップ！）”¹⁷⁾も情報を入手しているのですが、実際に入手して内容を紹介するのはかなり先になりそうなので、タイトルだけを掲載しておきます。

●おわりに

クロマデプス3Dメガネが付録に付いているぬり絵の本、透明なアクリル板に描いたイラストが空中に浮かぶおもちゃ、壁紙効果を用いる3Dぬり絵の本と、最近のRDSの本を紹介しました。3Dの出版物も、世相を反映してどんどん進化していることが分かりました。クロマデプス3Dメガネに店頭で出会ってから20年を超えましたが、その物理的な性質について理解が全く進んでいないことを痛感しました。これからもこの分野をしっかりと見守りたいと思います。

鏡 惟史 (かがみ ただし) 映像技術史研究者
連絡先: t-kagami@fa.catv-yokohama.ne.jp

参考文献

- 1) 鏡惟史, 玩具菓子のレーザー音, 連載ホビーハウス, O plus E, No. 202, p. 141 (1996年9月)
- 2) 鏡惟史, ステレオ写真の本(46) クロマデプス方式の3Dメガネ, 連載ホビーハウス, O plus E, No. 209, p. 140 (1997年6月)
- 3) 鏡惟史, ステレオ写真の本(48) クロマデプス3Dめがね, 連載ホビーハウス, O plus E, No. 215, p. 157 (1997年12月)
- 4) 鏡惟史, ステレオ写真の本(88) 少し早い1年のまとめとして, 連載ホビーハウス, O plus E, Vol. 32 No.12, p. 1481 (2010年12月)
- 5) 鏡惟史, ステレオ写真の本(90) クロマデプス方式の新しい動き, 連載ホビーハウス, O plus E, Vol. 33 No. 3, p. 315 (2011)
- 6) 鏡惟史, ステレオ写真の本(93) クロマデプス3Dメガネで「魔法のじゅうたん」, 連載ホビーハウス, O plus E, Vol. 34 No. 1, p. 95 (2012)
- 7) 鏡惟史, ステレオ写真の本(98) クロマデプス3Dメガネ, レンチキュラーレンズシートなど, 連載ホビーハウス, O plus E, Vol. 35 No. 8, p. 950 (2013)
- 8) シェーン・マッデン, “気持ちを整える 3D点つなぎぬり絵[動物]”, 小学館 (2017)
- 9) ハンナ・デービス, “描いて飛び出すぬり絵ブック 世界の美しい街”, 角川SSCムック”, 角川書店 (2015)
- 10) 横山駿也: 著, 松島浩一郎: 絵, “3D日本地図めいろ: 3Dメガネつき”, ほるぷ出版 (2013)
- 11) 横山駿也: 著, 松島浩一郎: 絵, “3D宇宙めいろ: 3Dメガネつき”, ほるぷ出版 (2013)
- 12) NUMA: 著, “おとなの塗り絵シリーズ 3Dぬりえ”, サニー出版 (2016)
- 13) NUMA: 著, “おとなの塗り絵シリーズ 立体ぬり絵〜3Dぬり絵 / 花編〜”, サニー出版 (2016)
- 14) NUMA: 著, “おとなの塗り絵シリーズ 立体ぬり絵〜3Dぬり絵 / 花編〜2”, サニー出版 (2016)
- 15) ジーン・レベーン, ゲイリー・ブリースター: 著, 徳永貴久: 監修, 深谷宏: アドバイザー, “TJ MOOK どんどん目が良くなるマジカル・アイ SPORTS”, 宝島社 (2017)
- 16) ジーン・レベーン, ゲイリー・ブリースター: 著, 徳永貴久: 監修, 深谷宏: アドバイザー, “横とじだから見やすい! どんどん目が良くなるマジカル・アイ”, 宝島社 (2017)
- 17) ジョージ3, 鴨下恵子: 著, 今野清志: 監修, “ミラクル3Dアイ(目がぐんぐんよくなる!—1回30秒で視力アップ!)”, 日本文芸社 (2017)



図11 「スポーツ」をテーマにしたRDSの本¹⁵⁾の表紙



図12 本の裏表紙



図13 横長のRDSの本¹⁶⁾の表紙