

平成 19 年度 沼津高専 公開講座

視覚のふしぎ

平成 19 年 12 月 8 日(土) 午後 1 時 30 分 - 4 時 30 分

沼津高専共通棟 3 階 E5 教室

講師：電気電子工学科（教授）	佐藤 憲史
補助：電気電子工学科（5 年）	加藤 宗裕
補助：電気電子工学科（5 年）	井石 雄太
補助：電気電子工学科（5 年）	大庭 健吾

—目 次—

1. はじめに	2
2. よく見てみよう —AHA 体験— 見ていても見えていない	3
3. 色彩のふしぎ	4
3.1 色とは？	
3.2 ベンハムのコマ工作	
3.3 ベンハムのコマ観察	
4. 立体に見えるしくみ	7
4.1 立体に見えるとは？	
4.2 アナグリフ —赤青メガネを使った立体視—	
4.3 ステレオグラム —何に見える？—	
5. 錯視 —だまし絵の世界—	9
5.1 錯視とは？	
5.2 錯視のいろいろと作り方	
6. おわりに	10

参考文献

付録

1. はじめに

「百聞は一見にしかず」ということわざは、聞いたことあるよね。人から何回も話を聞くより、直接見るほうがわかることのたとえだ。人間は五感をもっているが、外部から受け取る情報の割合は、視覚が83%を占め、残りが聴覚11%、嗅覚3.5%、触覚1.5%、味覚1.0%の順といわれている。視覚が、とても大事な能力だ、ということがわかる。ものを見ることなんて簡単で、見えるものをそのまま見るだけと思っているかもしれない。でも、見えても見えていないことや、人によって違った見方をしていることが、実は、たくさんあるんだ。僕が、この講座でもっともいいたいことは、「よく見てごらん」ということなんだ。なんでもよく観察すること、それを、ていねいに記録すること、そうすれば、君も立派な科学者になれるよ。

今日は、見ることについて、つまり人間がもっている視覚について勉強しよう。今、ロボットやコンピュータといった技術が発達し、視覚についてもいろいろ研究が進んでいる。ロボットにも目が必要だからね。でも、ロボットがなかった大昔でも人間は見るのができたので、いろいろ研究されてきた。その中で、今日は、ふしぎでおもしろい話をいくつか紹介しよう。具体的には、色が見えることについて、物が立体的にみえることについて、真っすぐなものが曲がって見えたり、動いたりする「錯視」について、という3つだ。すでに知っている話もあると思うけれど、どうしてそうなるかは、実は、よくわかっていないことが多い。ふだん、なにげなく見ているけれど、いろいろな謎があること、人間がおどろくべき能力を持っていることに気づいてもらうことが、この講座の大きな目的なんだ。



2. よく見てみよう -AHA 体験-

最初に、テレビ番組で見たことがあると思うけれど、AHA 体験をやってみよう。これをやるのは、人間が、いかに「見えても見えていない」か、ということに気づいてもらうためだ。スクリーンに映し出された写真を見て何が変化しているか観察してみよう。わかったら、下の表にメモしてみよう。

これは、ウェブ作成などに使われる、次のソフトで作成している：

Adobe Flash Pro

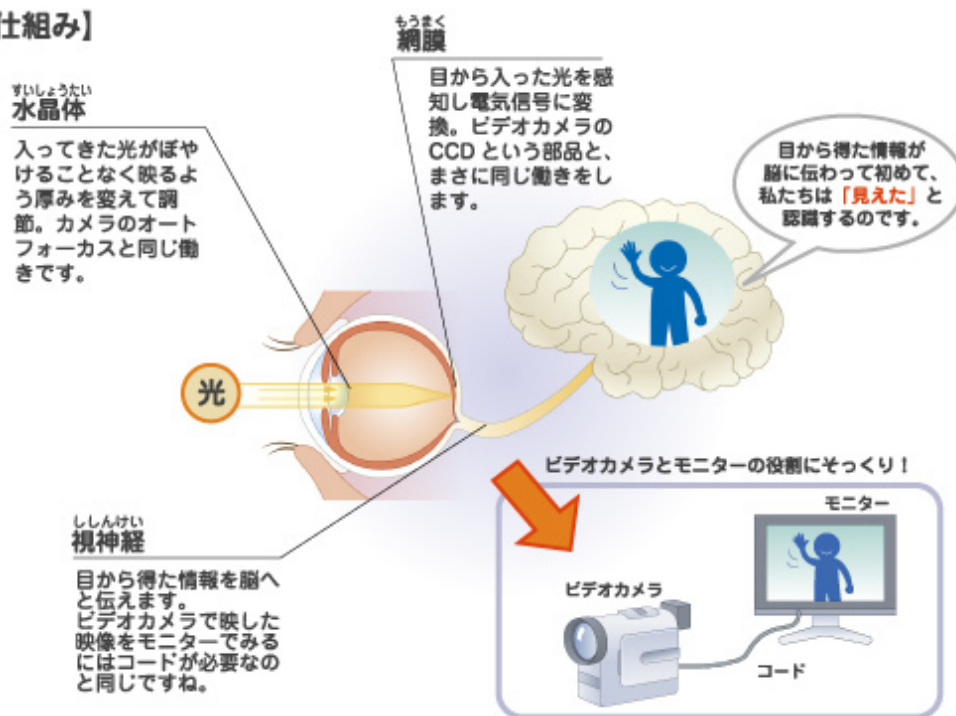
NO. 1	
NO. 2	
NO. 3	

見えていても、なぜ、気づかないのだろう？

実は、目というのは光という情報を受け取る器官であって、目だけで見ているのではない。あくまで脳が情報をキャッチしてそれを認識して初めて見えたと言える。つまり、目というのはビデオカメラの機械自体であって脳がモニターの働きをしている。しかし、ビデオカメラのように私たちは目から入ってきた情報のすべてを、そのまま忠実に認識しているわけではない。人間の脳は優

秀で意識して見なくても目からは様々な情報が入ってくるので、見たものを効率よく認識するために脳内で情報を自動的に処理している。

【見える仕組み】



(若さ生活ホームページ：<http://www.wakasa.jp/index.html> より)

3. 色彩のふしぎ

3.1 色とは？

「見える」ということは、光があってはじめて可能になる。光は、あらゆる自然現象の中でも、とても基本的なものだ。また、太陽光のめぐみは、はかり知れないし、光通信などいろいろな光の応用がある。

ここで、光のもつ色、カラーについて考えてみよう。色は、テレビやデジカメ、パソコンのディスプレイ、印刷物など、応用上、とても大事なもので、色を再現する技術はとても進んでいる。

まず、「色は光がもっているもので、物がもっているものではない」ということを理解してほしい。物には色はなく、光があたるとその反応として色が出る。葉っぱは緑なのではなく、葉に光が当たると緑色の光を出す。葉は秋になると

赤や黄色の光を出すようになる。人間は、赤、青、緑の 3 つの色に感じる 3 種類のセンサーを目の網膜に多数もっていて、色を感じている。そこで、色をこの 3 原色で表わすことができる。しかし、鳥や魚などは、紫を加えた 4 原色の世界に生きている。一方、犬や猫など多くの哺乳類は、赤と青の 2 原色の世界に生きている。これらの動物の目では、色がどのように見えているか、想像できるだろうか？また、人間には見えない、赤外線や紫外線の色はどうなっているのだろうか、と考えると、そもそも色ってなんだ、という疑問がわいてくる。人間が感じている色は何なのか、ということが昔から考えられてきた。実は、人それぞれ見えている色が違う。そしてあなたが普段見ている色というのは、あなたにしか見えない色なのだ。そのため、現実には多くの人が赤だと思っているものが緑に見える人もいるし、他の動物には違って見えている。人間などの霊長類は緑色が見えるが、それは進化の歴史という研究もある。

この講座では、はじめに、さまざまな色が自然な光から取り出せること、色を変えられることを、偏光板や LED を使って示そう。

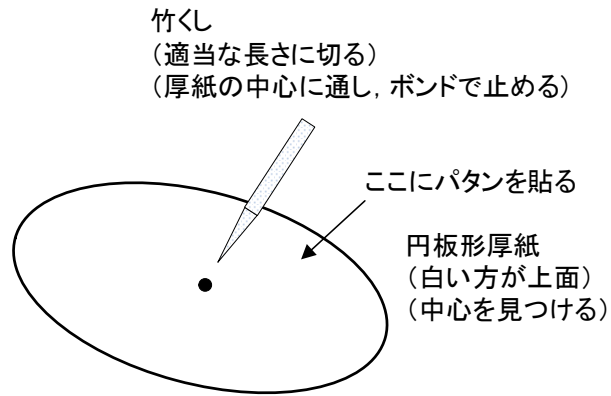
3.2 ベンハムのコマ工作

赤は何で赤に見える？そんなこと言われても、それはあたりまえさ、と思っているかもしれない。そこで、ベンハムのコマという、ちょっと変わったコマを作って遊んでみよう。

別紙にあるベンハムのコマのパタンを使って工作し、それを回して観察してみよう。作り方は、次の図を参考にしてください。

ベンハムのコマは、1838 年、ベンハムという人が発見したもので、当時は大問題になった。nature という有名な科学雑誌に、論文がたくさん掲載されたそう。ここでは、有名な A のパタンでコマを作ってみよう。残りのパタンは、ちょっと変えたものだ。自分でいろいろなパタンを試してみるのもいい。

コマの作り方



3.3 ベンハムのコマ観察

コマができたら回してみよう．時計回りと反時計回りのときに，どのように見えるか，下の表に書いてみよう．なぜ色が見えるか，君の仮説をたてて書いてみよう．

時計回り	
反時計回り	
仮説	

4. 立体に見えるしくみ

4.1 立体に見えるとは？

目で見ると、見ているものが遠くにあるか近くにあるかわかり、奥行きを感じる。これが、立体に見えるということだ。絵や写真は、立体的に見えることはあっても、そのものに奥行きはなく、実物とは違うと判断できる。人間の目も、写真と同じように、目の中にある網膜に平面的な像ができてはいるにすぎない。それがなぜ立体に見えるかは、それほど簡単なことではない。耳も立体を感じている。音が前から聞こえるとか、後ろから聞こえる、遠くから聞こえるというように、人間は立体的に音を聞く能力を持っている。目も耳も2つあることが、それを可能にしている。1つでは、できない。片目を閉じて、両方の腕を伸ばし、人差し指をくっつけることができるか、やってみよう。

では、2つ目があることで、どうやって立体を感じるか。それは、脳がやっていること、というのはわかっているが、具体的には、あまり理解できていない(少なくとも僕は)。ここでは、アナグリフとステレオグラムを紹介し、人間が立体を認識するしくみを実感してもらおう。

4.2 アナグリフ —赤青メガネを使った立体視—

アナグリフ(Anaglyph, 余色実体視)は、見たことがあるかもしれないが、赤青メガネで見ると物が浮き上がって見えるものだ。アメリカでは映画にしたものもある。別紙にあるアナグリフの写真を見てみよう。この作り方の原理は、単純だ。人間が2つの目で見ている2つの像を用意して、それを赤と青で色付けして同時にプリントしたものだ。つまり、我々が、普段見ていることを、1枚の写真でもできるようにしている。でも、効果的な写真を作るには、ちょっと練習が必要だ。関谷隆司さんが開いている次のホームページに、いろいろなサンプルや、作り方、が紹介されている。また、作るためのフリーソフトを、ダウンロードできる。

<http://www.stereoeye.jp/>

このホームページを参考に、作り方を説明しよう。

4.3 ステレオグラム ー何に見える？ー

アナグリフは赤青メガネを使って立体的に見るものだが、色に変化してしまう。次の裸眼立体視の方法で、メガネがなくとも立体的に見ることができる。

左右に同じような写真がある。これは、アナグリフの元の写真だ。これを見ていると立体的に見えてくる。見方は、右の図を参考にしよう。メガネをかけている人は、はずした方がいい。気持ちをゆったりして、平行法と交差法、両方ためしてみよう。見えなくても、けっしてあせらないこと。手で絵を近付けたたり遠ざけたり、首を振ったりしていると、スーッと見えてくる。

見えない人は、ちょっと練習しよう。見える人は、いろいろな絵を見てみよう。平行法と交差法では、凹凸が逆になる。

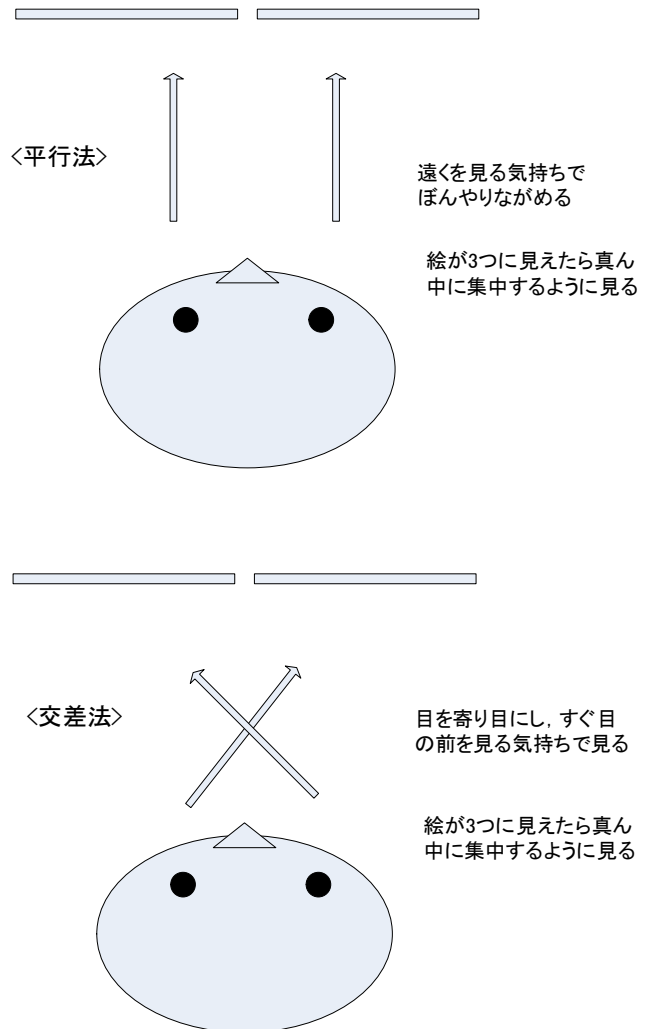
絵や写真が左右に並んでいなくても、くりかえしのパターンがあると、同じように、立体的に見える。これが、ステレオグラム(Stereogram)だ。原理はアナグリフと同じで、人間が、2つの目から取り入れた像をもとに立体を認識することを応用したものだ。

ステレオグラムのいくつかは、フリーのソフトで作れる。StereoPict というフリーソフトが入手可能だ。入手先は、以下のホームページにある。

<http://sorauta.bufsiz.jp/index.html>

別紙にあるパターンが何に見えるか、やってみよう。立体に見えるしくみが、何となくわかるような気になるはずだ。

ステレオグラムの見方



5. 錯視 ーだまし絵の世界ー

5.1 錯視とは？

錯視（さくし）は、いろいろな絵やパターンをみたとき、人間が錯覚することを行っている。錯視を研究している大学教授もいるし、ある企業でも研究している。錯視は、単なる遊びではなく、人間の脳の働きや心理を知る上で貴重なデータとなる。また、映像を作る時に参考になるし、デザインにも応用されている。ここでは、いくつかのパターンを紹介し、どのように見えるか観察しよう。

5.2 錯視のいろいろと作り方

別紙にあるパターンを見てみよう。錯視について、これまで発見されたものが整理されている。

立命館大学の北岡明佳教授が、錯視の心理学的な研究で有名だ。先日、NHKテレビでも放送された。下記のホームページをのぞいてみよう。

<http://www.ritsumeai.ac.jp/~akitaoka/>

まっすぐなものが曲がって見えるとか、傾いて見えるというのは、まわりのものに影響されているということで、何となく理解できるが、動いて見えるというのは、どうしてだろう？

錯視の作り方については、錯視用の特別なソフトはなく、ペイントなどのお絵かきソフトでパターンを入力することになる。

6. おわりに

視覚について、おもしろくてふしぎな話をいくつか紹介してきた。視覚は、目と脳が一体となって機能する能力であり、とても奥が深い。この講座で紹介したことは、ほんの入り口であり、何か興味を持ったことがあったら、インターネットで調べたり、本を借りてきたりして、いろいろ勉強してほしい。そして、何よりも自分の目でいつでも実験できる。

はじめにも言ったけれど、僕がこの講座でもっともいいと思ったこと、「よく見てごらん」ということばを思い出してください。

講座の内容でわからないことや、その他、何でもいいですが、聞きたい事があったら、下記のところにメールをください。電話でも結構です。また、沼津高専、電気電子工学科のホームページものぞいてください。

沼津高専 電気電子工学科 佐藤 憲史 (さとう けんじ)

電子メール : sato.kenji@numazu-ct.ac.jp

電話・FAX: 055-926-5820

沼津高専ホームページ : <http://www.numazu-ct.ac.jp/>

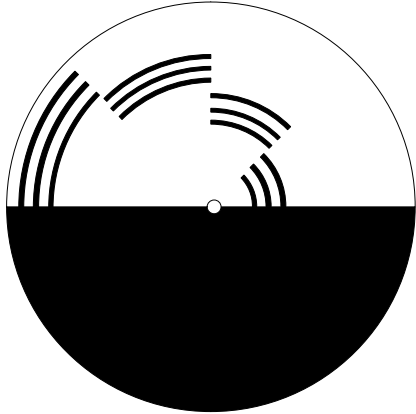
電気電子工学科ホームページ : <http://www.denki.numazu-ct.ac.jp/>

参考文献

1. 島原 博, 「三次元画像と人間の科学」, オーム社, 2000.
2. 村上 元彦, 「どうしてもものが見えるか」, 岩波新書, 1995.
3. 金子 隆芳, 「色彩の心理学」, 岩波新書.
4. 金子 隆芳, 「色の科学」, 朝倉書店, 1995.
5. C.G.ステレオグラム, 小学館, 1992.
6. Larry Evans, "Optricks," Troubador Press, 1995.

ベンハムのコマ

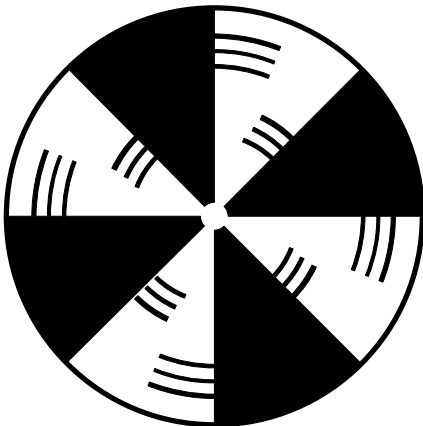
A



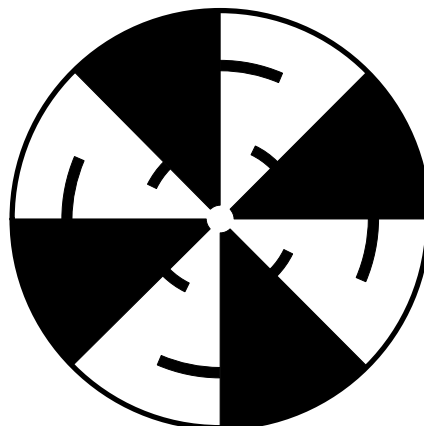
A'



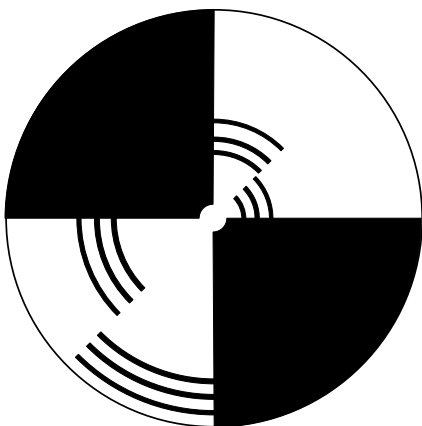
B



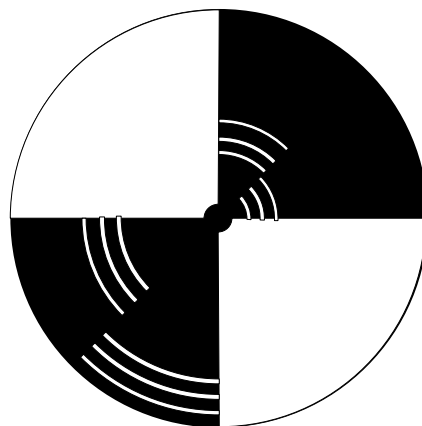
C



D



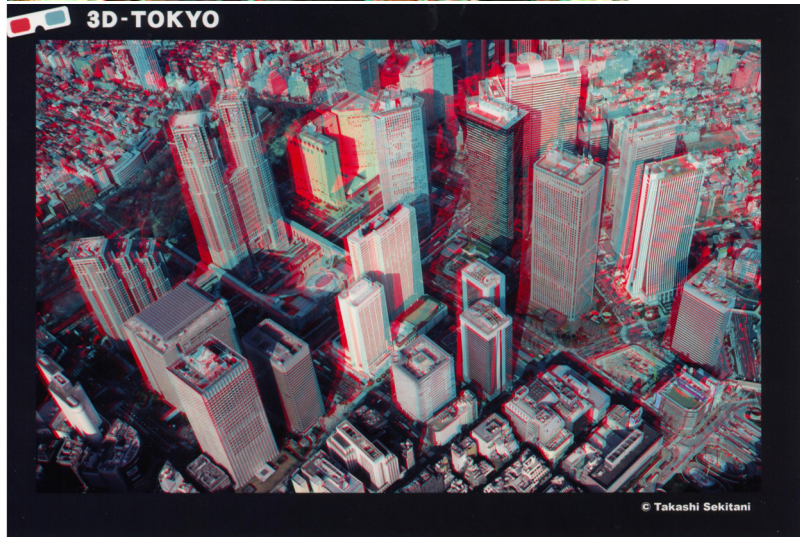
D'



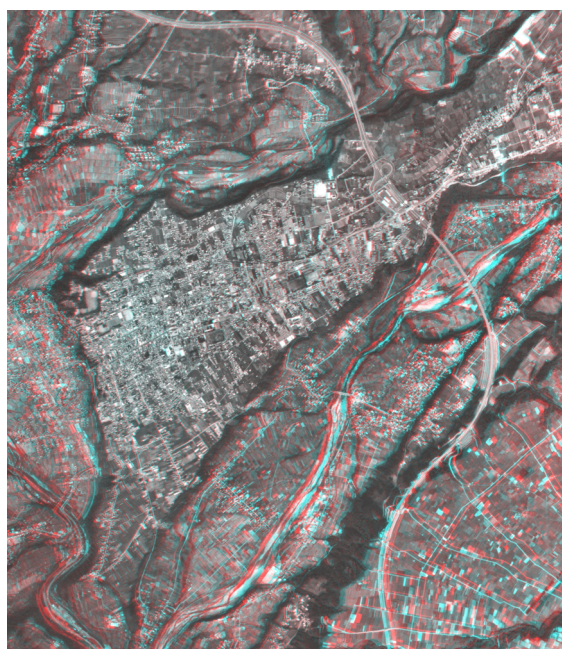
アナグリフの作品



Anaglyph Maker



沼津高専 佐藤憲史



沼津高専 佐藤崇徳 <http://user.numazu-ct.ac.jp/~tsato/tsato/>

アナグリフの元の写真をを使った立体視

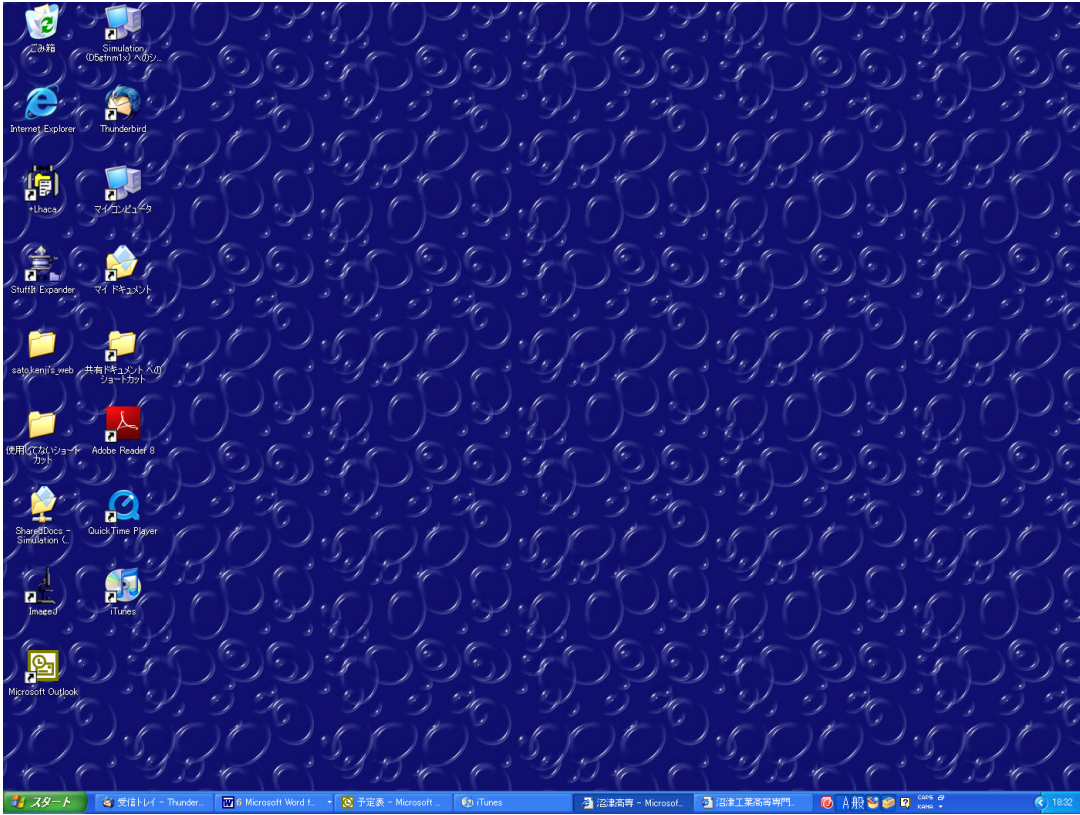


Anaglyph Maker



ステレオグラム





北岡明佳教授のホームページ (<http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/>) より

