

色の基礎とロボット制御に利用するには

- サッカーチャレンジ 2009年ルールで床とゴールを色分け
201?年 色ボールを採用?
- : 色を使ってロボットを制御
 - : することが課題となっている。

ロボカップジュニア関西ブロック
ロボカップジュニア和歌山ノード
山下 真

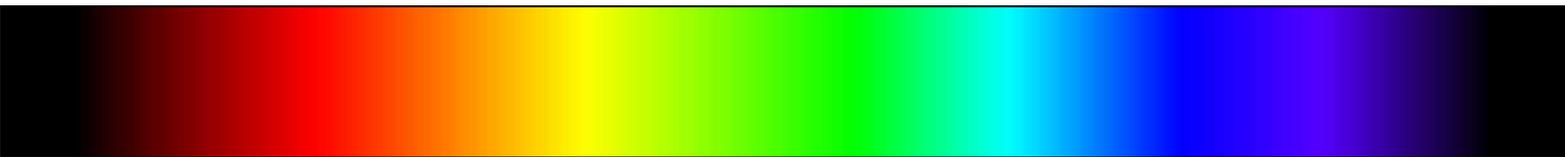
<http://wakanode.jpn.org/>

色とは? 光とは?

電波や赤外線、紫外線は光のなかま、
その一部を人は目で感じることができる。

← 波長が長い

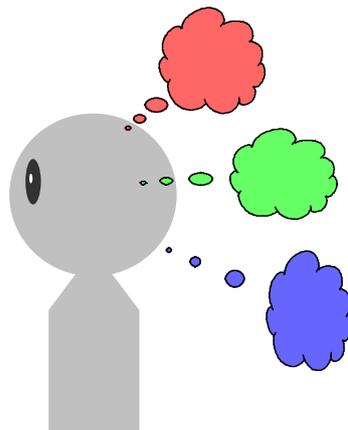
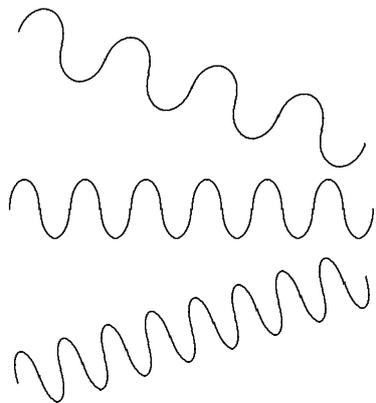
波長が短い →



赤
外
線

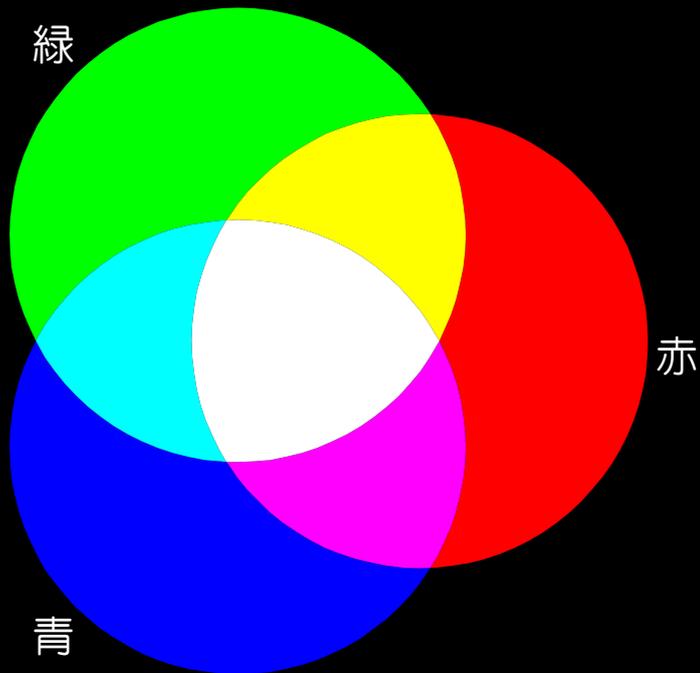
可視光

紫
外
線

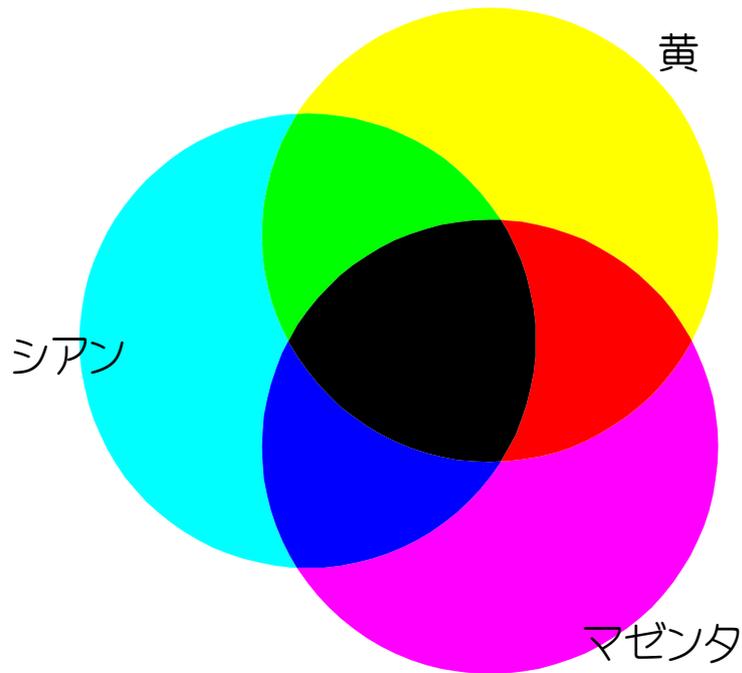


光の「波長」の違いを
人は「色」として感じ分ける。

光の三原色 と 印刷の三原色



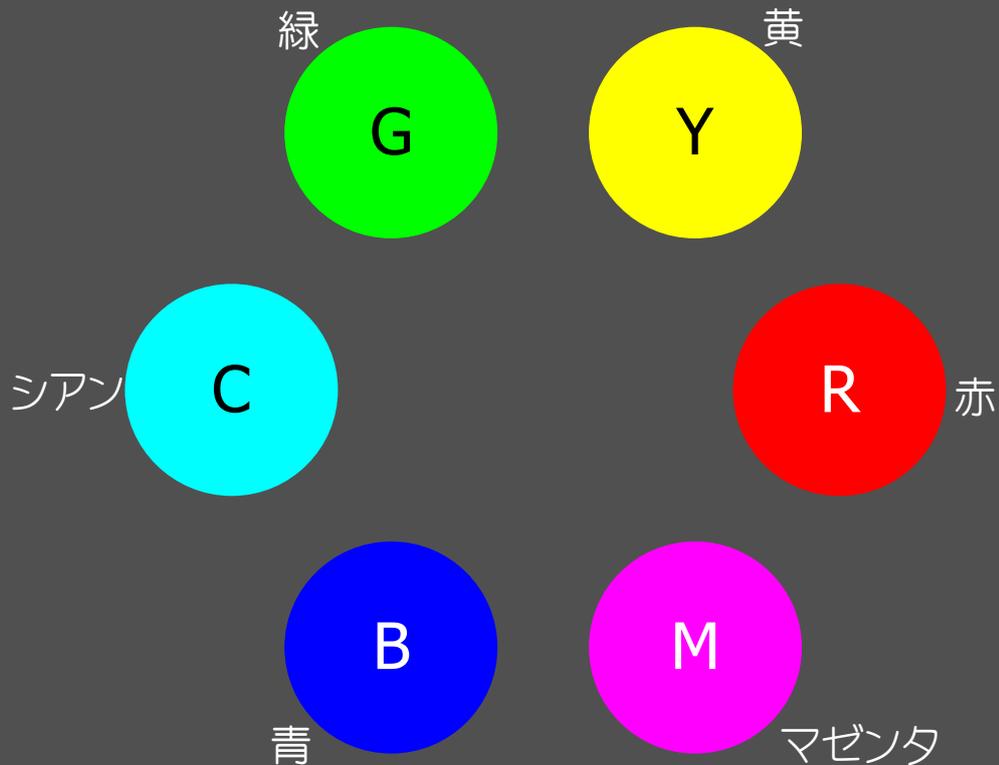
テレビ画面、フルカラーLEDなど 光る物の色



印刷、絵の具など 光を反射して見える色

三原色から考えた「代表の色」

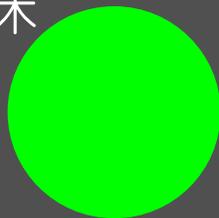
アルファベット頭文字の記号も覚えておこう。



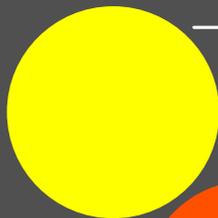
サッカーチャレンジで割り当てられている色

想像力をはたらかせて考えよう。色がわかれば見たいものは他に？

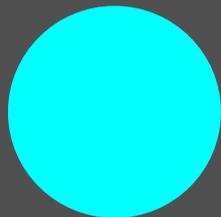
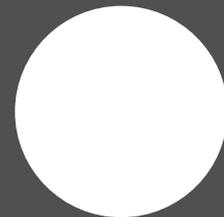
床



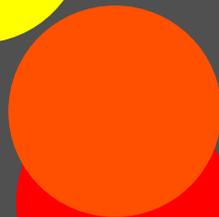
ゴール



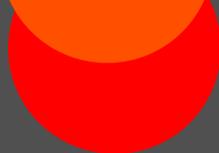
白線



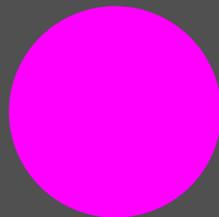
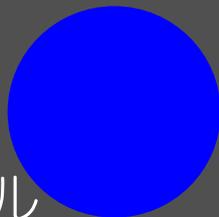
ボール?



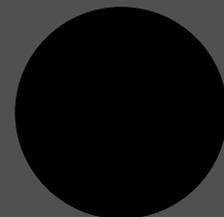
ボール?



ゴール



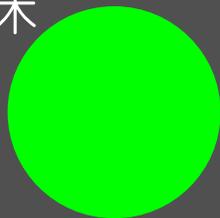
壁・黒線



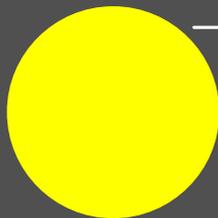
サッカーチャレンジで将来割り当てたい色

□ロボット機体に使える色は?

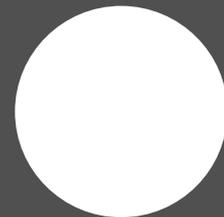
床



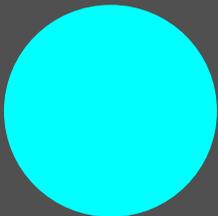
ゴール



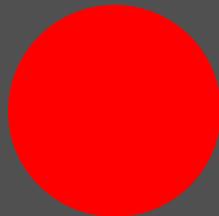
白線



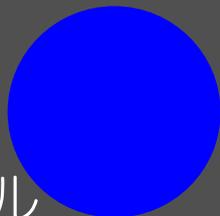
チーム



ボール



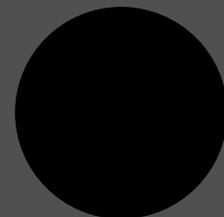
ゴール



チーム



壁・黒線



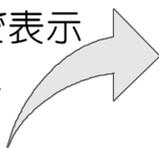
写真を見る

— RoboCup2015 ホームページ —

色 と 三原色の画素の値 の関係を見よう

— 実際の画像で実演 —

数値で表示
すると



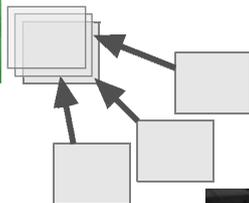
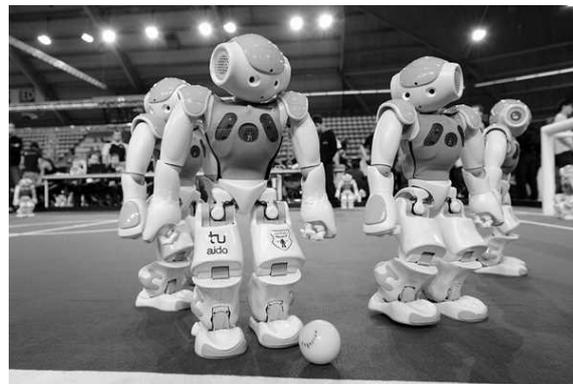
RoboCup2015 HP画像より引用

```
42 4D 58 BF 02 00 00 00 00 00 36 00 00 00 28 00
00 00 2C 01 00 00 C8 00 00 00 01 00 18 00 00 00
00 00 00 00 00 00 12 0B 00 00 12 0B 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 B8 C9 B1 B8 CB B2 B3 CC B1 B9
CF B3 C0 D1 BD BF D2 BC C2 D2 BE C4 D4 C2 C3 D3
C1 C7 D7 C8 CA D8 CB C8 D9 CA CF DB CF CA D7 CE
C7 D5 CA CB D9 CD C7 D6 C9 C6 D5 C8 CA D7 CD CD
D9 D1 CD D8 D2 CC D8 D3 CB D7 D3 CB D6 D3 CD D8
D7 CD DA D8 D0 DB DA CF DA D9 CE DB D9 CF DB DA
D2 DC DC D1 DC DC CE DB DA D0 DB DB D1 DC DC D2
DD DD CF DA DB D1 DC DB D3 DD DC D1 DD DF D3 DE
DE D4 DE DD D3 DD DE D1 DB DB D2 DD DD DA DB
D3 DD DC D1 DD DC CF DA DA CF DA DA D0 DB DB CC
D9 D9 C6 D2 D4 C6 D2 D4 C4 D0 D0 C6 D2 D3 C5 D1
D3 C3 CF D1 C7 D3 D5 C7 D3 D5 C5 D2 D5 C6 D3 D4
CA D6 D6 CB D7 D9 C8 D4 D8 C7 D3 D6 C5 D2 D4 CA
D7 DA C8 D5 D8 C8 D3 D7 C7 D3 D5 CC D8 DA C9 D5
D7 C5 D2 D4 C3 D0 D2 C1 CE D0 C6 D3 D5 C7 D4 D6
C3 CF D1 C4 D0 D2 C3 CF D1 C5 D1 D3 C4 D0 D2 C3
CF D1 C0 CD CF C4 D1 D3 C5 D0 D2 C6 D2 D4 C2 CF
D1 C2 CF D0 C4 D0 D2 C0 CC CE BE CB CD C1 CE D0
C2 CE D0 C2 CF D0 C1 CE CF C0 CD CF BF CB CD BF
CB CD C1 CD CF BF CB CD C0 CC CE BF CB CD C0 CC
CE C1 CD D1 C3 CF D3 C4 CF D3 C4 D1 D3 C5 D1 D4
C7 D3 D5 C8 D4 D6 C7 D3 D5 C7 D3 D5 C9 D5 D7 C8
D4 D6 C3 CF D1 C2 CE D0 C2 CE D0 C2 CE D0 C3 CF
D1 C2 CE D0 C1 CE D0 C4 D0 D2 C4 D1 D3 C5 D2 D4
C5 D0 D2 C7 D2 D4 C7 D4 D6 C7 D3 D5 C6 D2 D4 C5
D2 D4 C6 D3 D5 C6 D3 D5 C6 D3 C5 CF D2 C1 CD
CF C1 CD CF BF CC CE BD C8 CB BD C8 CC BE C9 CD
C0 CB D0 C0 CC D0 C1 CD D1 C0 CC D0 BF CC CF C5
D1 D4 CA D5 D8 CC D7 D9 CD D6 D8 C9 D4 D4 C3 CE
CF BD CA CC BC C9 CB BD C8 CA BC C8 CB BD C9 CB
BE C9 CB BB C7 C9 BC C9 CB BD C9 CC C1 CC CE C1
CD CF C6 D0 D3 CB D4 D7 CC D5 D8 CC D5 D8 CB D5
D8 C2 CE D0 BF CA CD BD C8 CB BB C6 C9 BD C9 CA
BF CB CD C0 CC D0 C4 D0 D4 C6 D3 D6 C9 D6 DA C9
DE D0 CA DE DA CA DE D8 CB DE D8 CB D7 D0 CD D0
```

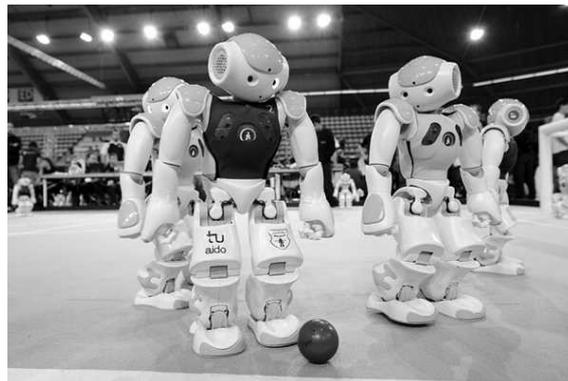
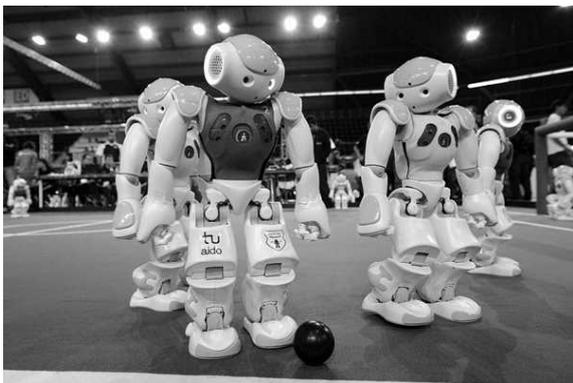
カラー画像は 三原色の明るさの画像を重ね合わせたもの



RoboCup2015 HP画像より引用



赤・緑・青 どれが何色かわかるかな？

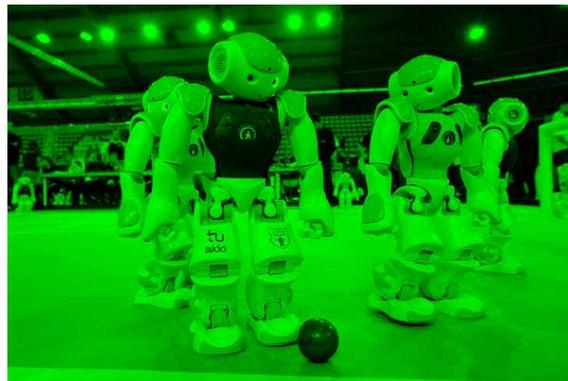
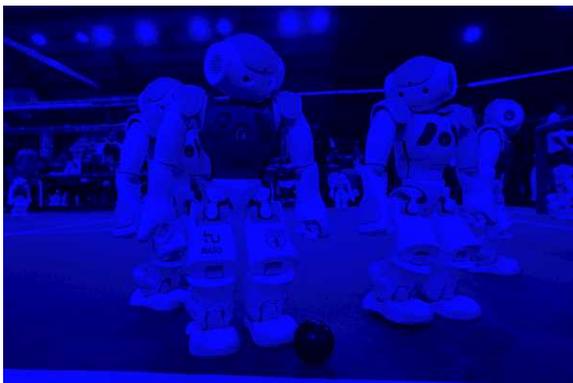
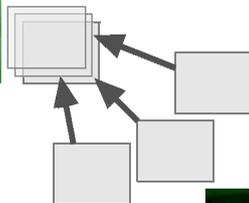


カラー画像は 三原色の明るさの画像を重ね合わせたもの

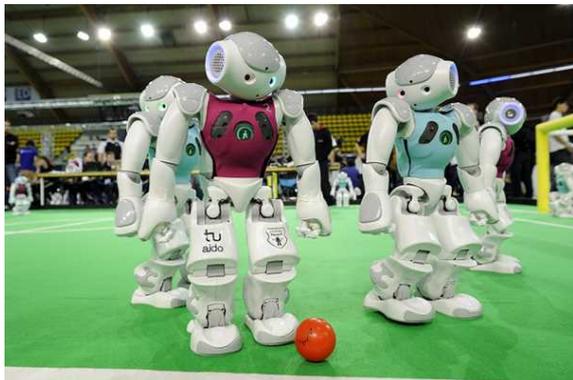


RoboCup2015 HP画像より引用

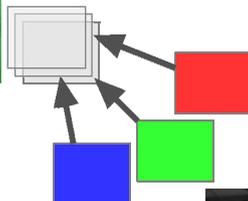
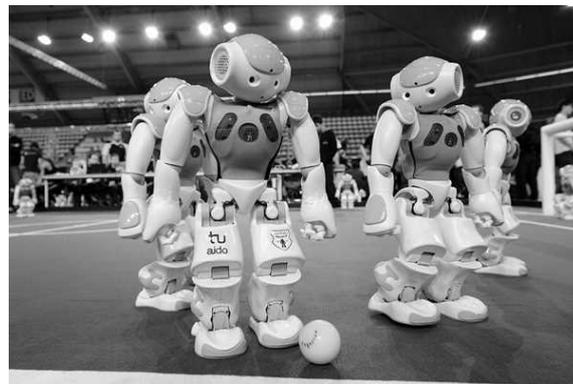
画像データには色はついていないが、色をつけるとこうなる。



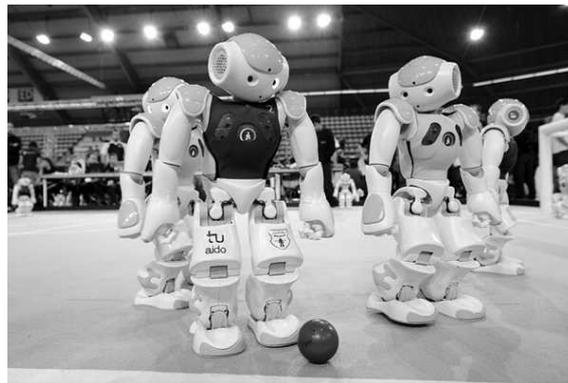
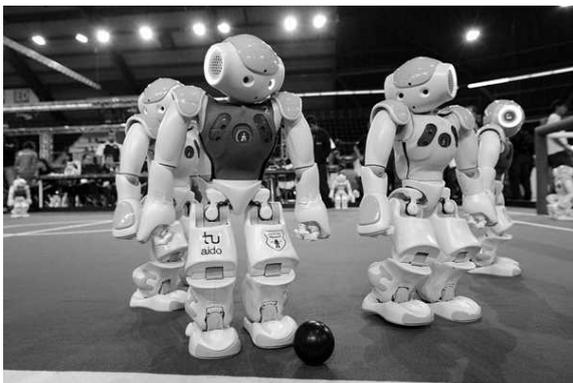
カラー画像は 三原色の明るさの画像を重ね合わせたもの



RoboCup2015 HP画像より引用



赤・緑・青 ちがいがわかるかな？



色認識に影響が大きいもの

照明

- 明るさ
- 白さ
- 影

試合をする競技場で調整する。

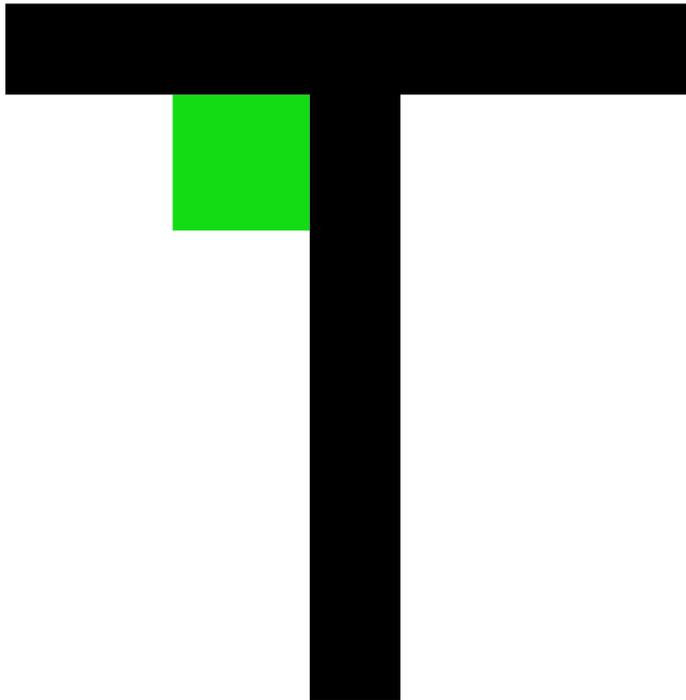
画像情報には不必要な情報も多い

見る範囲を適切に制限する。

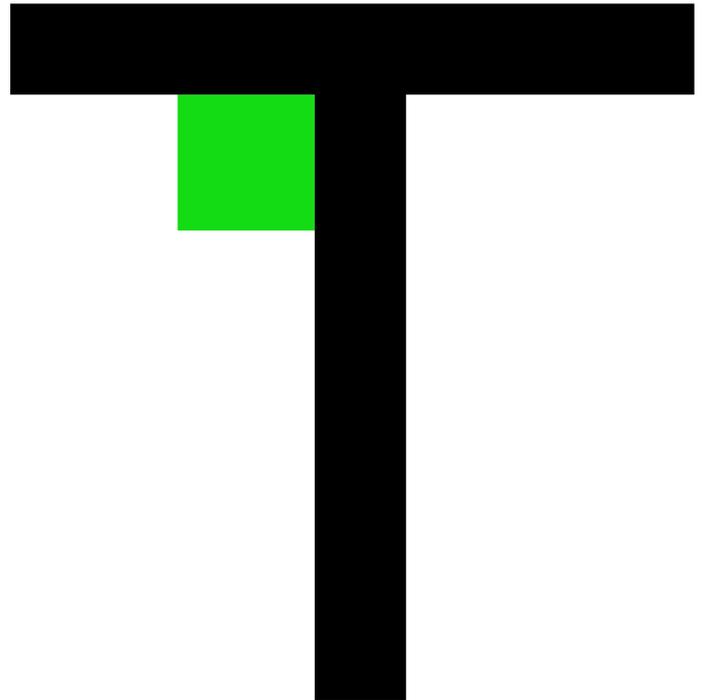
よけいな光をセンサに入れない。

光源の色 と 反射の色

緑の光でライトレースすると?

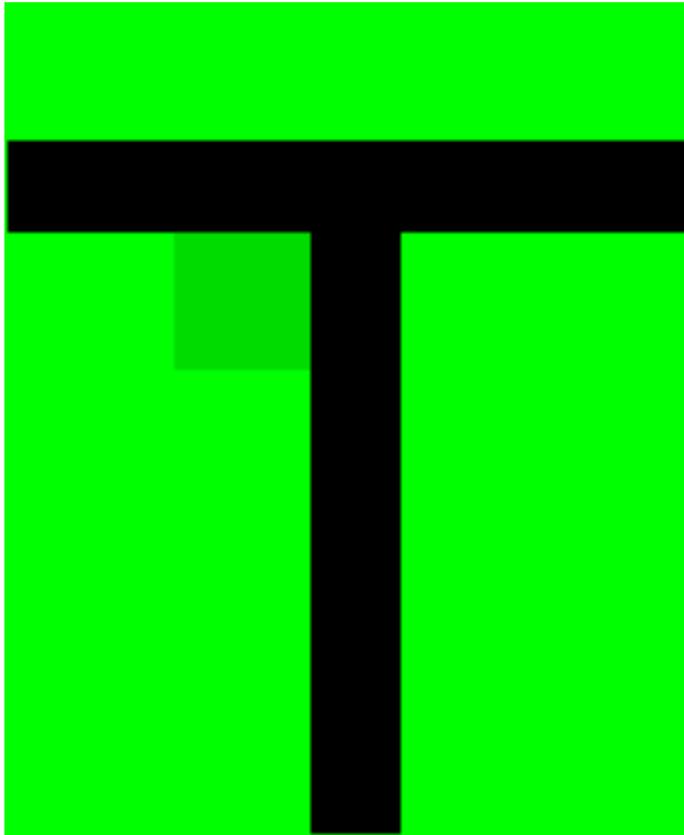


赤の光でライトレースすると?

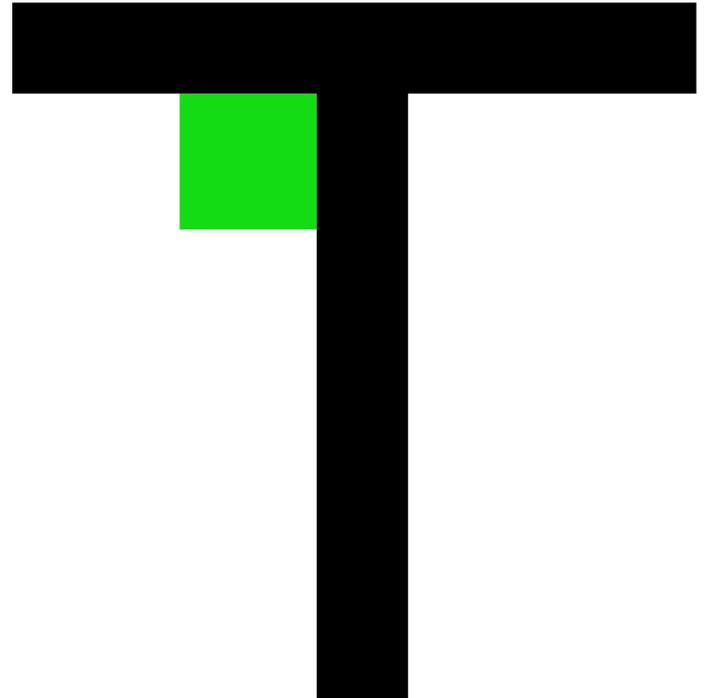


光源の色 と 反射の色

緑の光でライトレースすると?

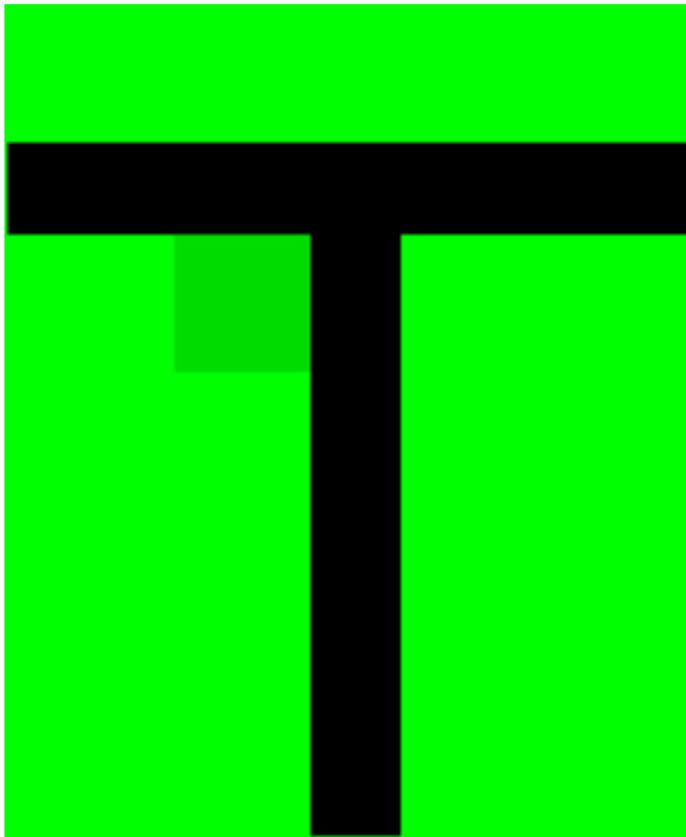


赤の光でライトレースすると?

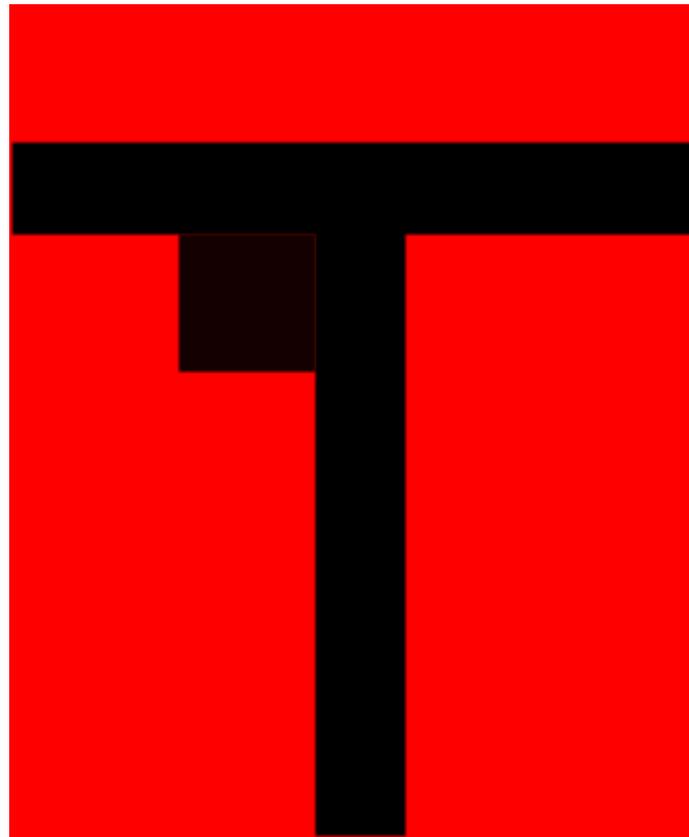


光源の色 と 反射の色

緑の光でライトレースすると?



赤の光でライトレースすると?

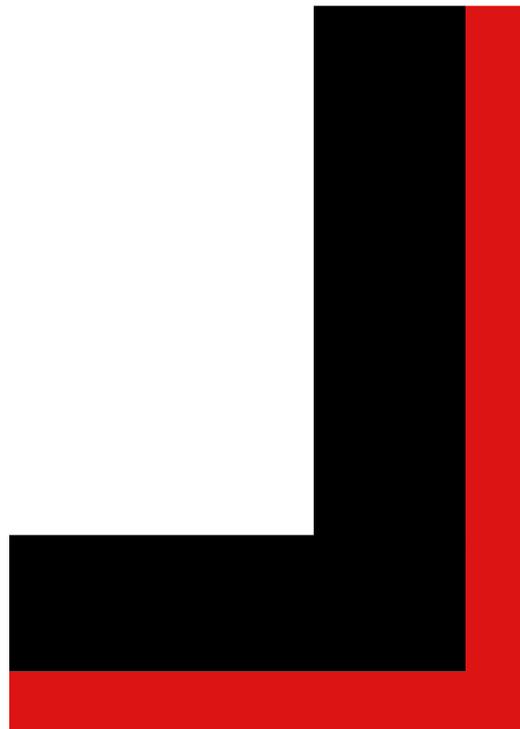


光源の色 と 反射の色

ダンスチャレンジのステージ境界線は2015年ルールで黒線だけに変わっているが。

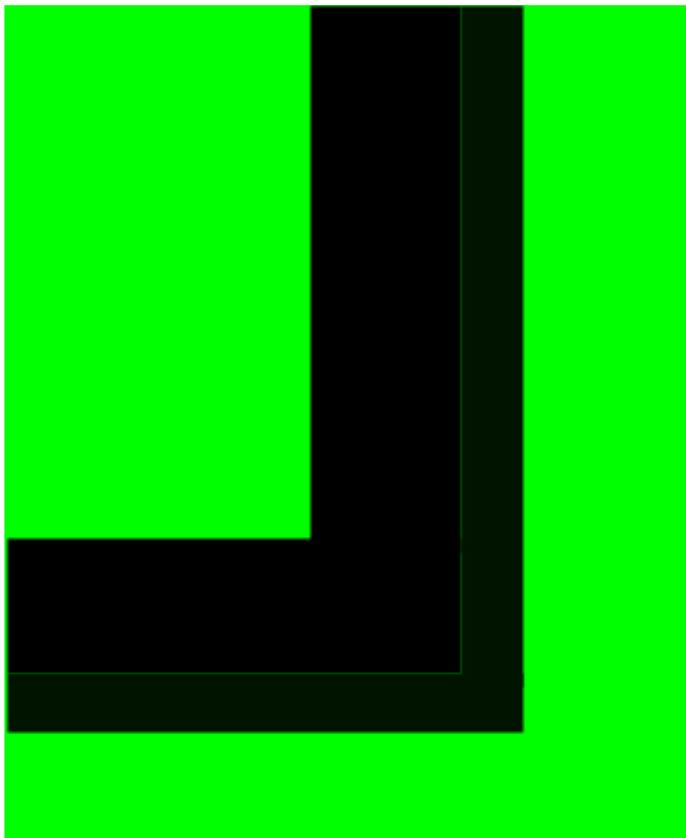
緑の光で境界線を見ると？

赤の光で境界線を見ると？



光源の色 と 反射の色

ダンスチャレンジのステージ境界線は2015年ルールで黒線だけに変わっているが。
緑の光で境界線を見ると？

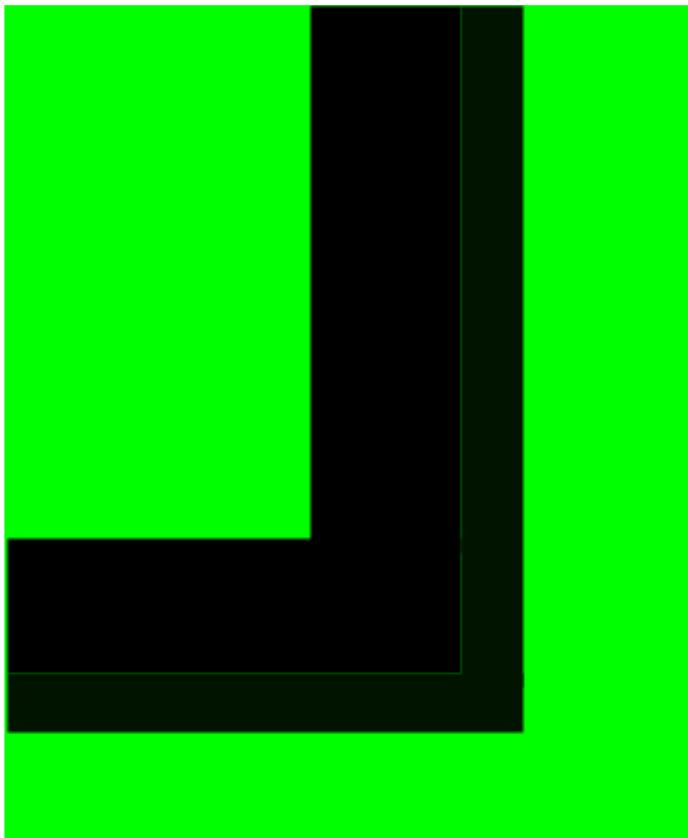


赤の光で境界線を見ると？

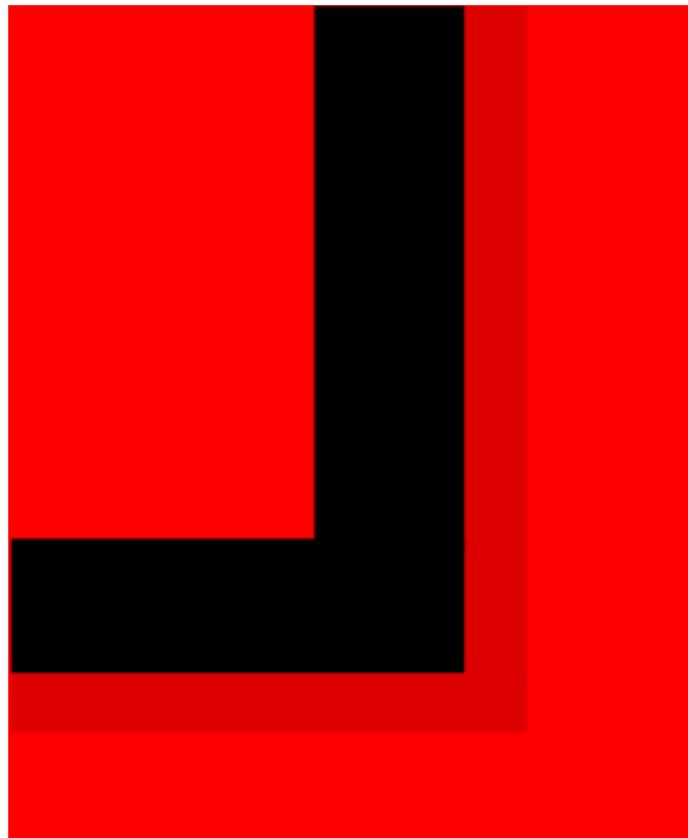


光源の色 と 反射の色

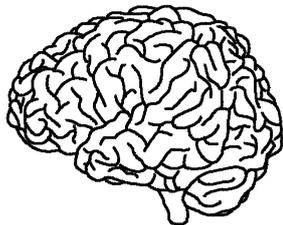
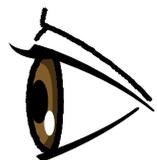
ダンスチャレンジのステージ境界線は2015年ルールで黒線だけに変わっているが。
緑の光で境界線を見ると？



赤の光で境界線を見ると？



画像が撮れるだけではロボットは制御できない



知識
経験
訓練



画像を理解できる
何をすればよいかわかる

撮像



画像
データ

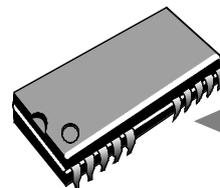


画像が撮れるだけのカメラは
遠隔操縦には使えても
自律ロボットの眼にはならない。

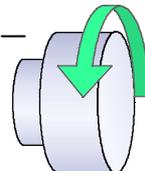
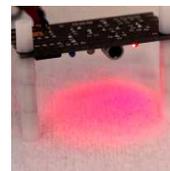
意味がわからない



機械を制御する
マイコン・プログラム



→ モーター
← センサー



ロボットの眼を実現するには

たとえば...

カラーファインダー（色センサー）

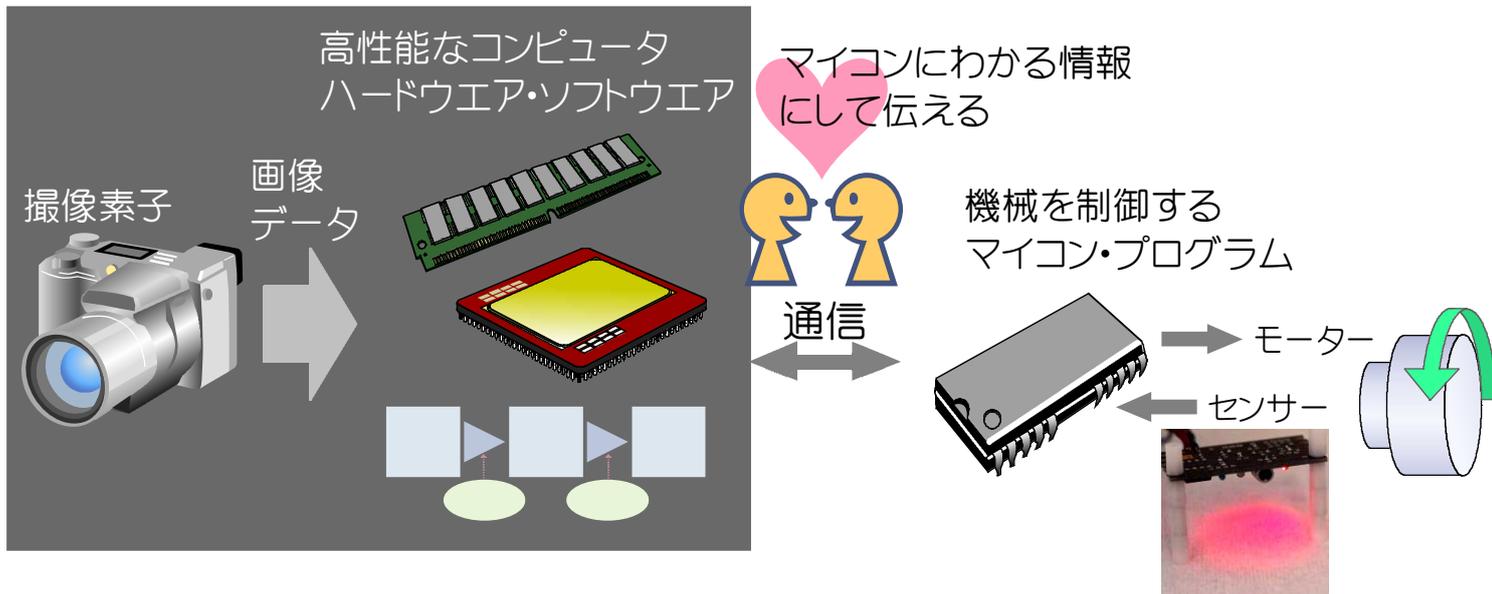
スマートカメラ / ヴィジョンセンサ

画像を読み、その中から必要な情報を取り出して
出力する高性能な画像センサ

ボビー向けのスマートカメラを探す。

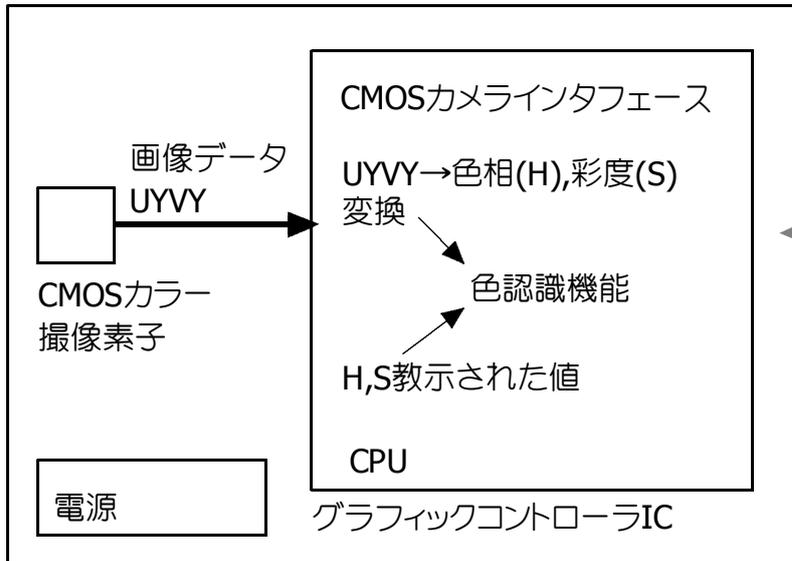
スマートフォンを利用できるか？

通信の技術も習得しよう。



スマートカメラを使うシステム構成の例

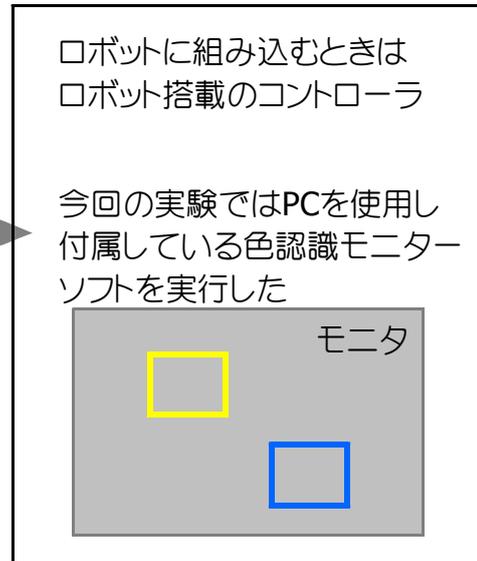
スマートカメラ



調歩同期シリアル通信

115200bit/s
データ長8ビット
ストップビット1
パリティなし
フロー制御なし

ユーザのコントローラ



← 画面中心部の色を教示する

→ 教示された色の値を返す

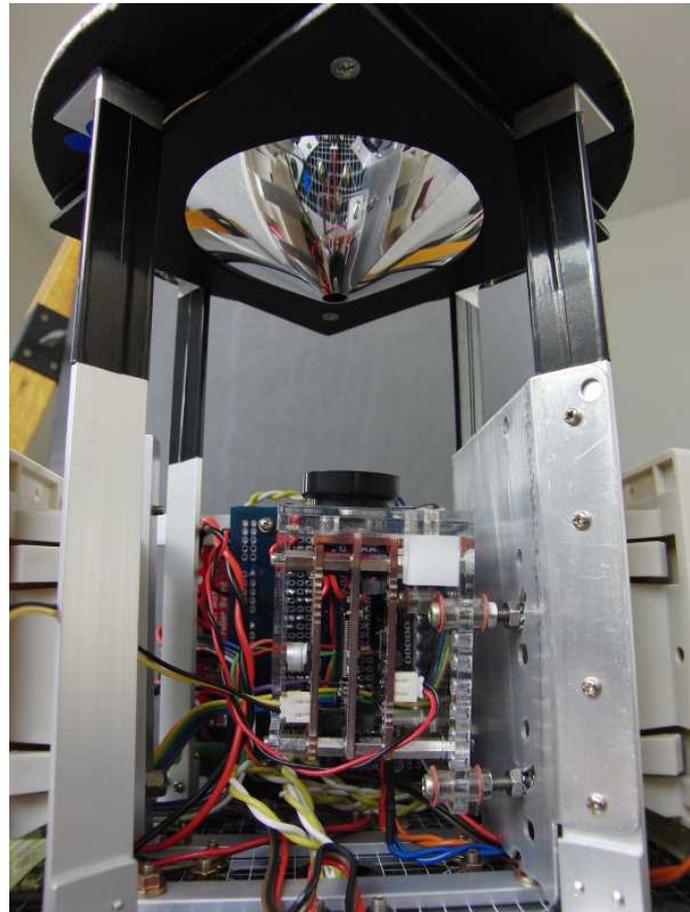
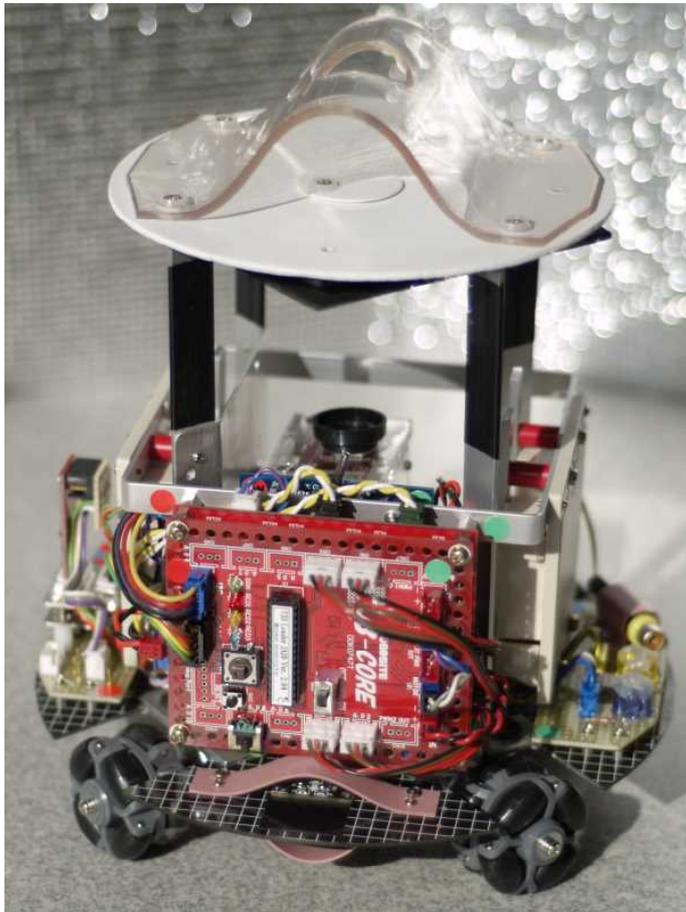
← 領域の問い合わせ

→ 教示されていた色の領域座標を返す

スマートカメラは
原稿作成当時発売
されていたもの

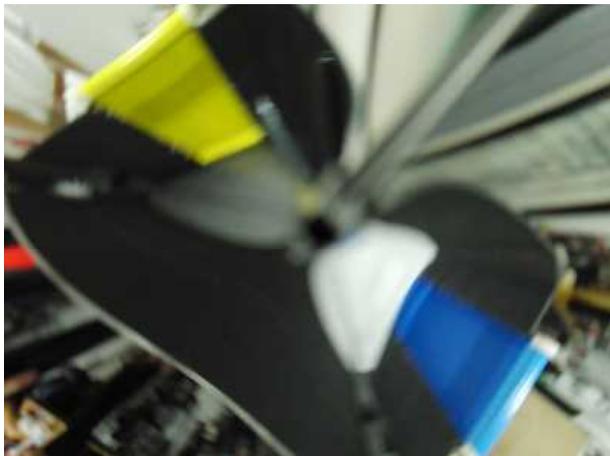
スマートカメラを搭載したロボットの例

— 手作りの円すい鏡を使った 全方位視覚ロボット —



全方位鏡に映る像の例

円すい鏡
の画像

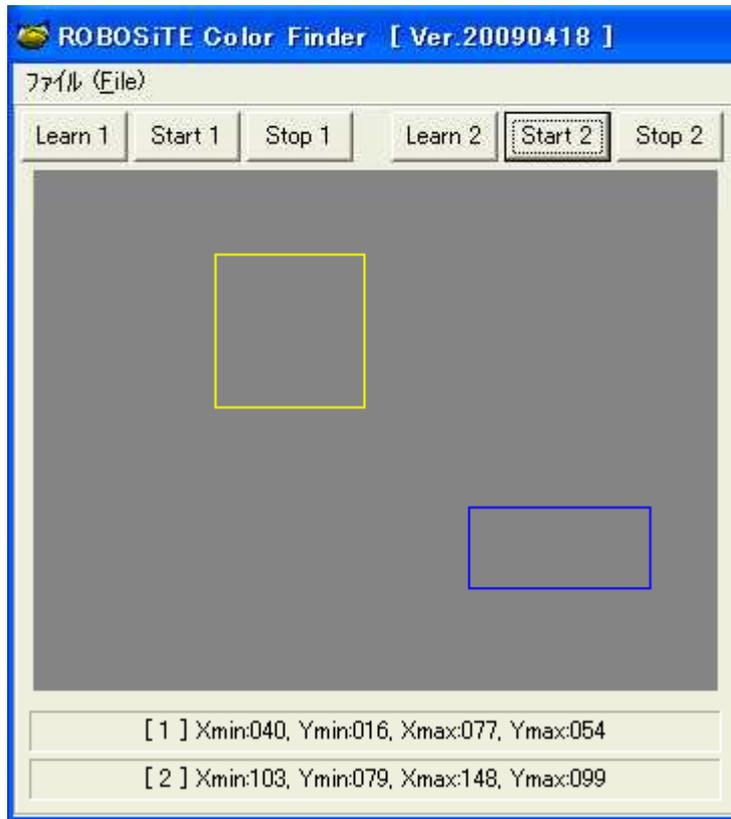


比較用

球面鏡の
画像



ロボコンマガジン(オーム社)2011年5月号 寄稿画像より

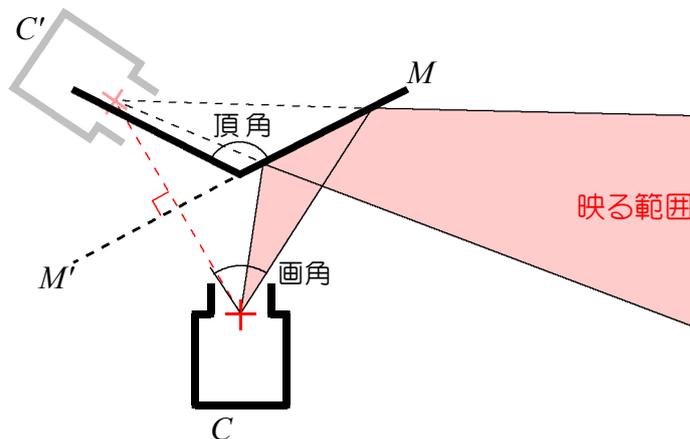


スマートカメラが認識しているようすを
モニタした画面

全方位鏡 - 円錐鏡

ロボコンマガジン(オーム社)2011年5月号 寄稿原稿より

円すい鏡を使った 全方位カメラの説明



これは、全方位カメラを横から見た断面図である。

M は円すい鏡。円すいの場合、断面は二等辺三角形となるので、カメラ C の画角と円すいの頂角とから、円すい鏡で反射して映る範囲を作図や計算でかんたんに求められる。

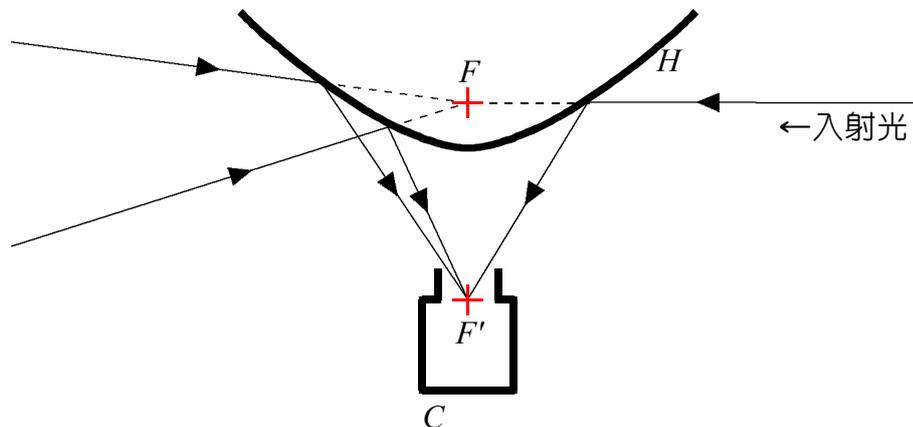
カメラ C を、円すいの母線(斜辺)を延長した線 M' に線対称な位置(鏡に映った位置) C' に置いた場合と同じと考えることもできる。

なお、円すいの頂点に近い像は小さくてひずみが大きいので、頂点から少し離れた像を使うように設計しよう。また、円すい鏡にはカメラ自体とその近く(つまりロボットの足元)は映らない。水平方向にあるゴールを映すように設計しよう。

円すい鏡の直径は作図で決めればよいが、小さくするほど工作精度が必要になってくるのであまり小さくしすぎないように。

全方位鏡 - 双曲面鏡

双曲面鏡を使った全方位カメラの説明



光軸を含む平面で切った断面図

H は双曲面鏡、 F と F' は双曲面 H の2つの焦点である。

焦点 F に向かって入射した光は、 H 表面で反射してもう一方の焦点 F' へ向う。

F' の位置にカメラ C を置くと、 C では、カメラを F の位置に置いたに相当する像が得られる。

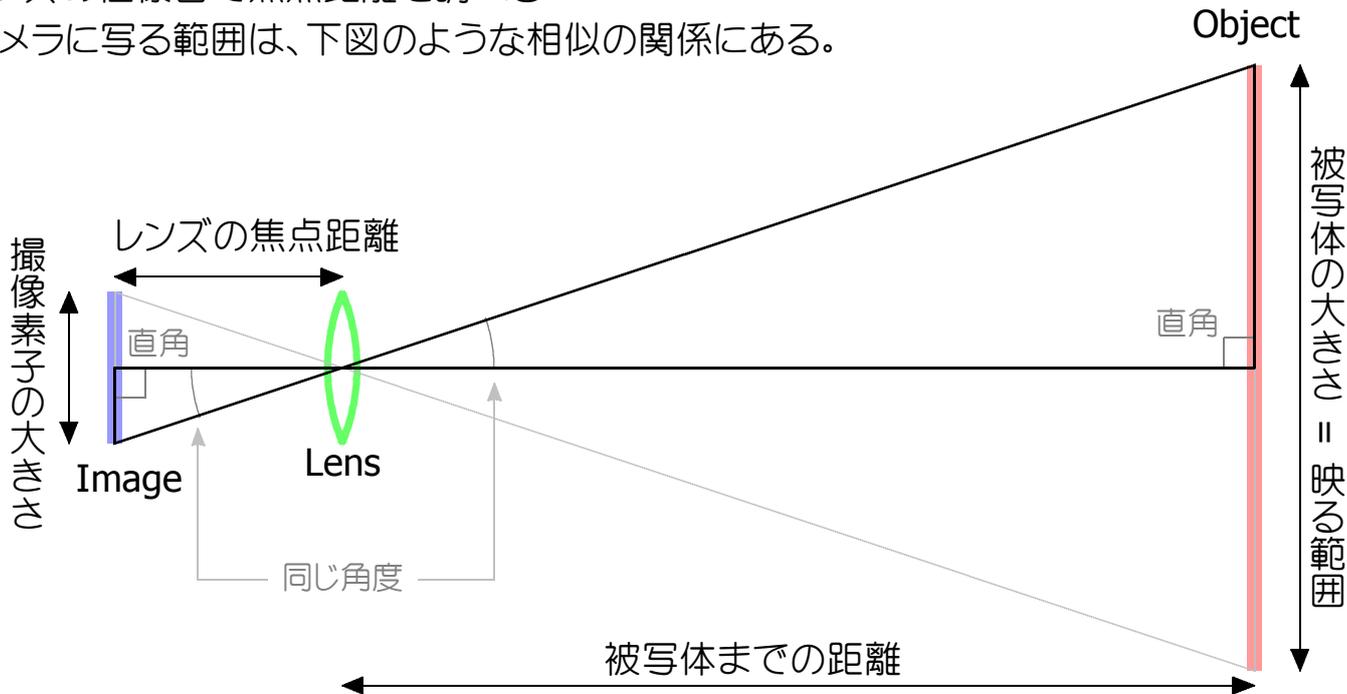
市販されている全方位カメラは、双曲面鏡を使ったものが多い。

カメラに写る範囲の求め方

撮像素子の仕様書で素子の大きさを調べる。

レンズの仕様書で焦点距離を調べる。

カメラに写る範囲は、下図のような相似の関係にある。



撮像素子の資料には、大きさを対角線の長さで書くものと、縦横の長さで書くものがある。