明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

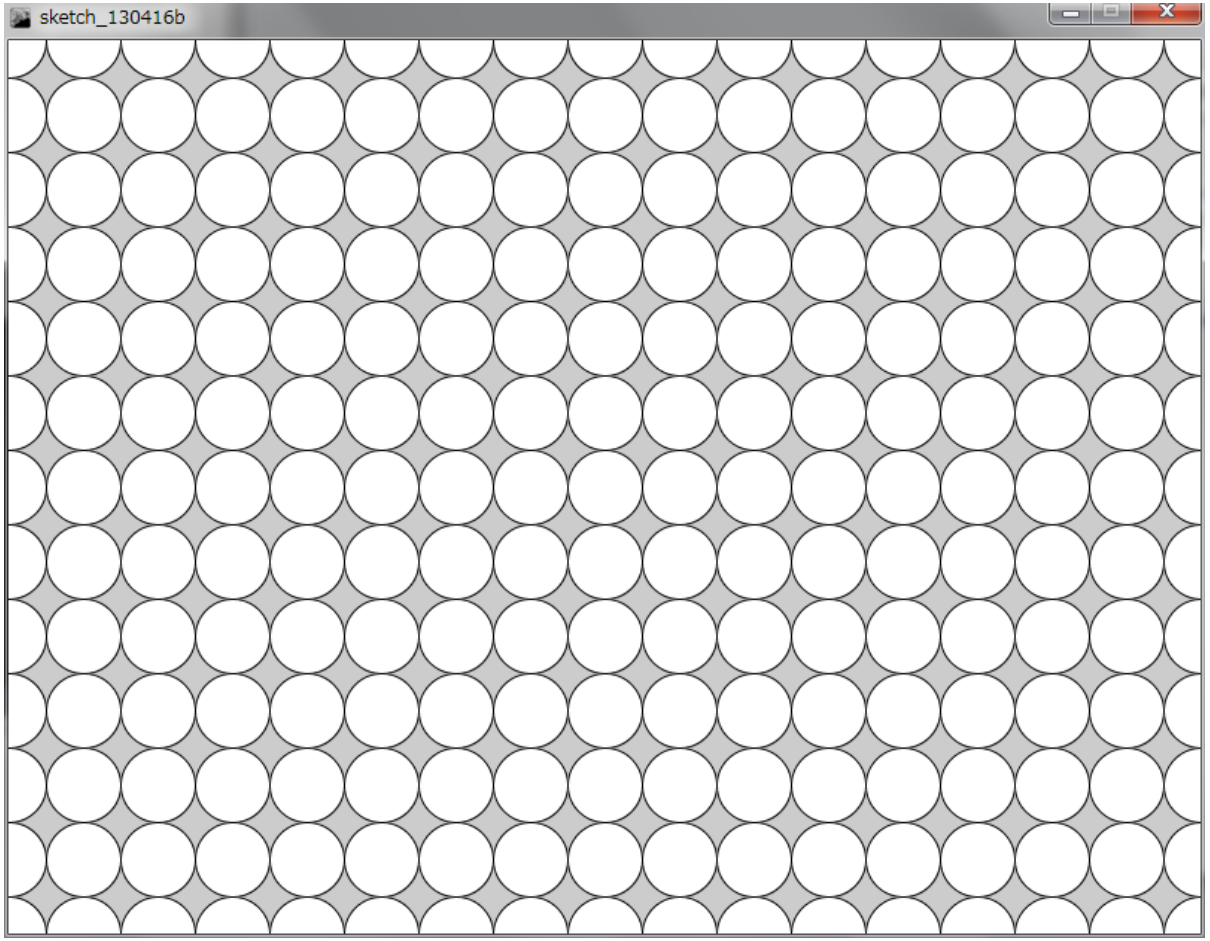
プログラミング演習 (7)
多重の繰り返し

中村，青山
小林，橋本

円を敷き詰めてみる

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

(Q) 800x600のウインドウに直径50の円を敷き詰めるにはどうしたら良いか？



円を敷き詰めてみる

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

- 考え方
  - 円の中心座標を x, y とする
  - ある y のときに，円の中心のX座標は x, x+50, x+100, x+150, x+200, ... となる
  - x は繰り返しで50ずつ増やし，400まで来ると下の段へと移動したい
  - 下の段への移動するには，yを50増やす
  - y を50増やすときに x を 0 にする

二重ループ

円を敷き詰めてみる

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

```
size(800,600);
int x=0;
int y=0;
while( y<=600 ){
    while( x<=800 ){
        ellipse(x,y,50,50);
        x=x+50;
    }
    y=y+50;
    x=0;
}
```

円の中心の座標を
変数x, yとし，その値を0にする

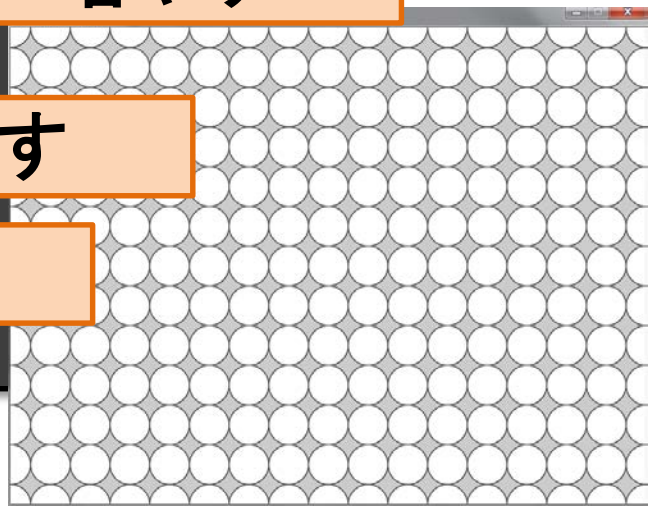
y<=600まで繰り返す

x<=800まで繰り返す

x を 50 ずつ増やす

y を 50 ずつ増やす

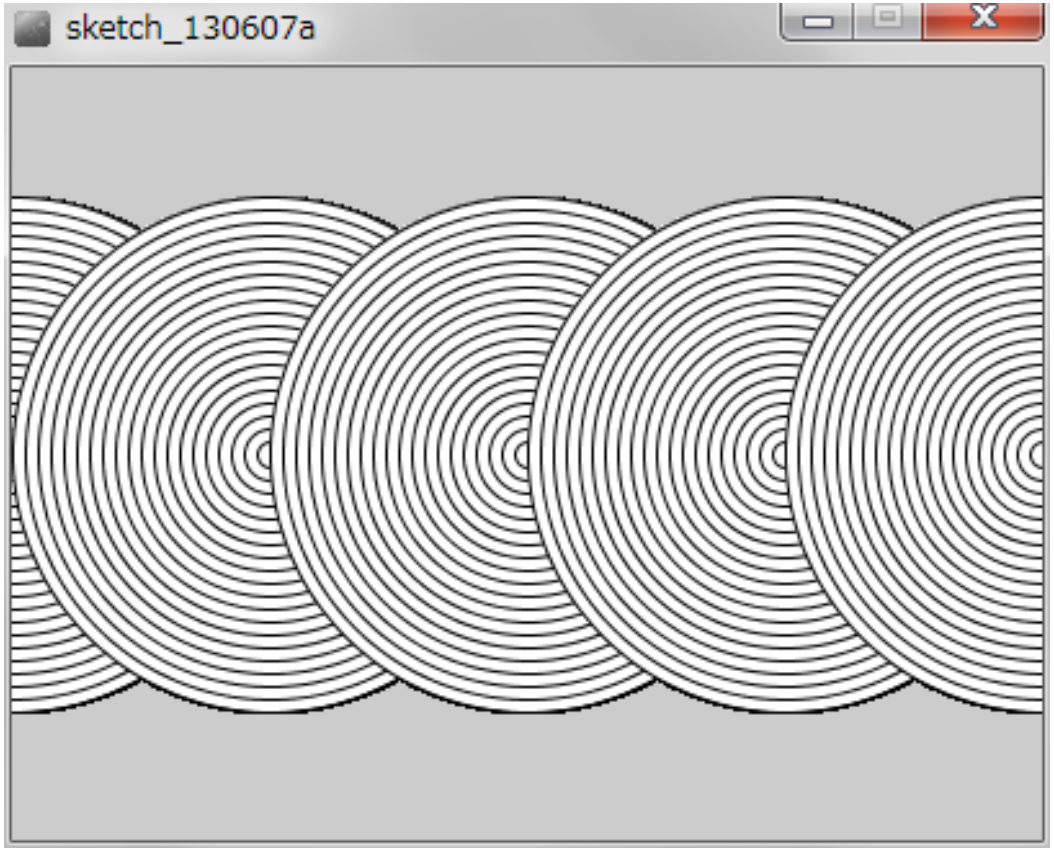
x を 0 に戻す



沢山の円の中に円を描く

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

(Q) 400x300のウインドウに，下図のように図形を描くにはどうするか？中心の座標は100ずつずれており，最大の半径は100で，5ずつ小さくなる



沢山の円の中に円を描く

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

- 考え方
  - 最も大きな円の中心座標は，0, 100, 200, 300, 400, 500と100ずつ増えていく
  - 最も大きな円の半径は100で，内部の円の半径は95,90, 85, ... , 10, 5 と小さくなっていく
  - 2つのループの外側で大きな円の中心座標を，内側で半径の大きさを変化させていく
  - 円の中心座標 x = 0, 100, 200, 300, 400, 500
  - 円の半径 r = 95, 90, 85, ..., 10, 5

沢山の円の中に円を描く

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

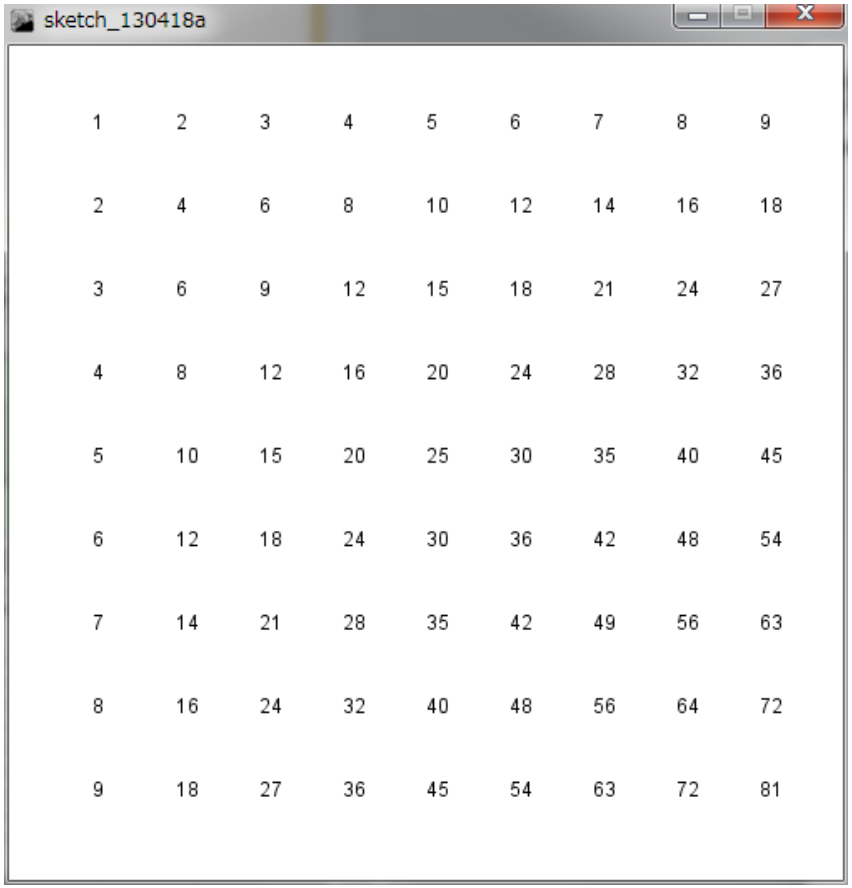
- 注意点：円の半径を徐々に大きくしていくと最後の大きな円しか描画されなくなる！

```
size( 400, 300 );
int x = 0;
while ( x < 5 ) {
    int r = 100;
    while ( r > 0 ) {
        ellipse( x*100, 150, r*2, r*2 );
        r = r - 5;
    }
    x++;
}
```

九九の表を作ってみよう

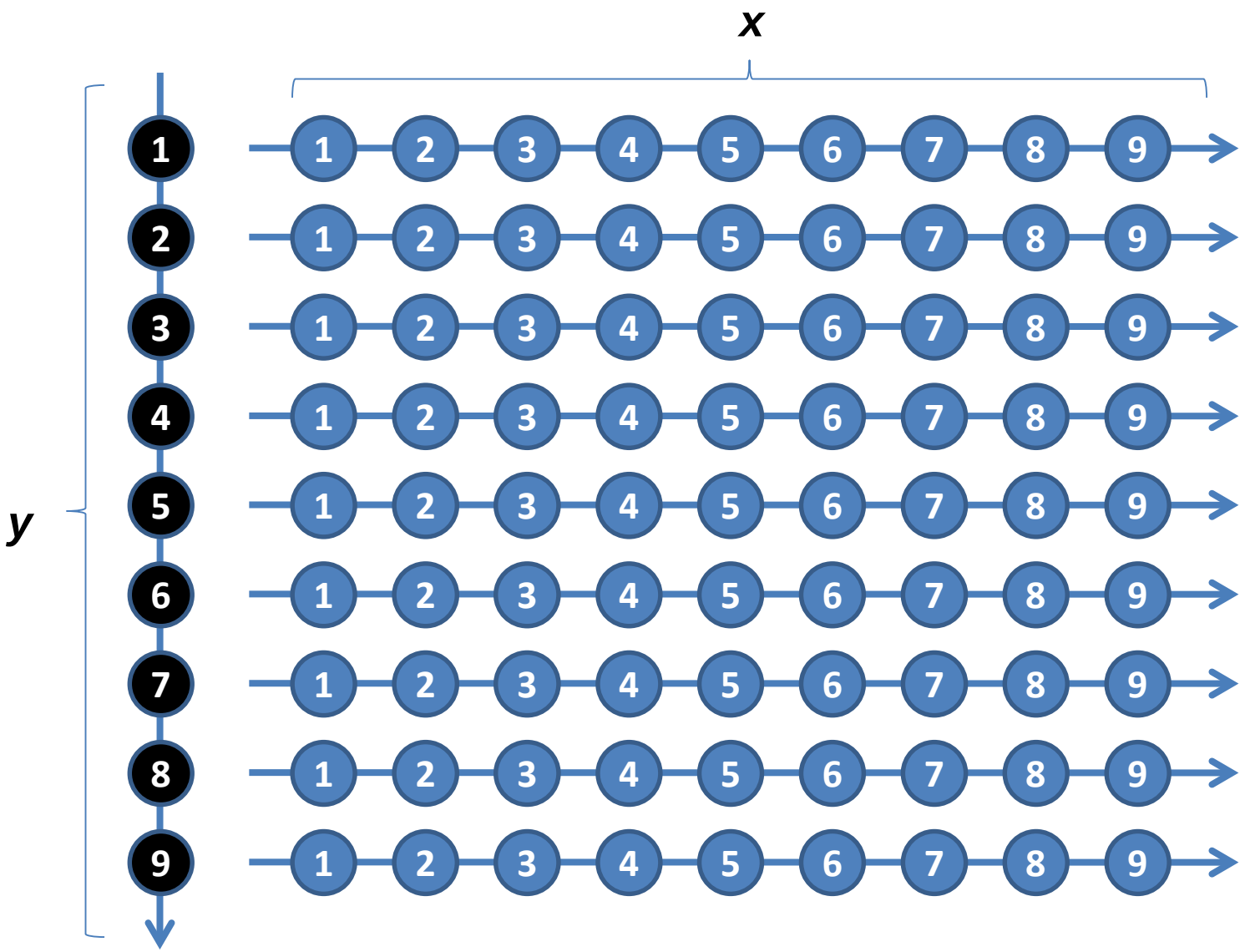
明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

(Q) 500x500のウインドウに，50ピクセルずつあけて九九の表を書いてみましょう



九九の表: 多重ループ

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室



九九の表

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

- 考え方
  - 九九の計算は 1*1, 1*2, 1*3, ..., 9*7, 9*8, 9*9 のような1～9までの数字の掛け算の組み合わせ
  - それぞれ変数を x と y とし，1から9まで変化させる
  - xを1から9まで1ずつ増やし，xが10になるとyを増やして，xを1にする
  - 掛け算の結果は x*y で表示できる
  - x*y の表示位置を適当に (x*50, y*50)にする

九九の表

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室


```
size( 500, 500 );
int x=1;
int y=1;
background(255,255,255);
fill(0,0,0);
while( y<=9 ){
    while( x<=9 ){
        text( x*y, x*50, y*50 );
        x++;
    }
    y++;
    x=1;
}
```

九九の表

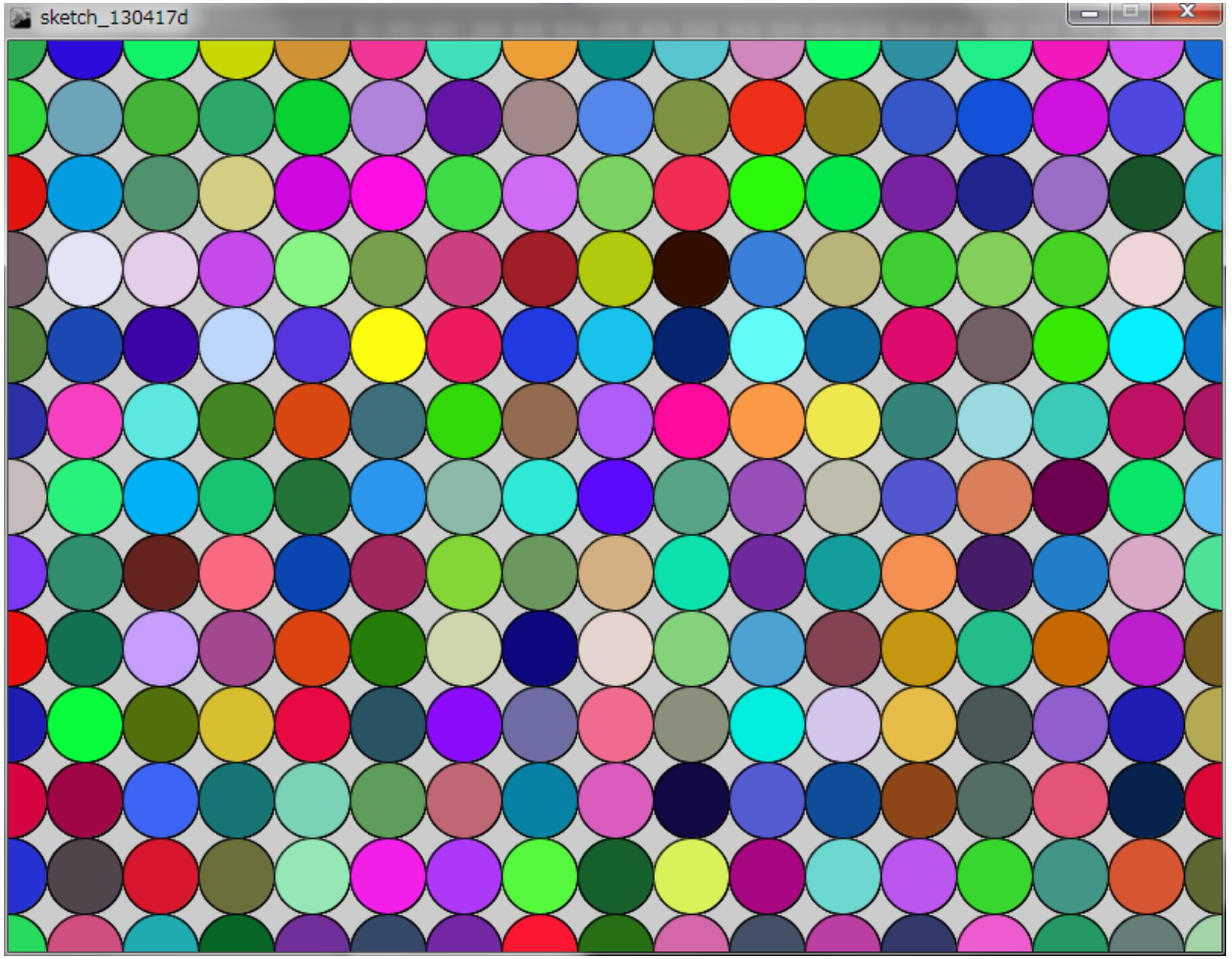
明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

```
size( 500, 500 );
background(255,255,255);
fill(0,0,0);

for( int y=1; y<=9; y++ ){
   for( int x=1; x<=9; x++ ){
      text( x*y, x*50, y*50 );
   }
}
```

敷き詰めた円の色を変えよう

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

(Q) 800x600のウインドウに敷き詰めた円の色を変えてみよう



敷き詰めた円の色を変えよう

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

- 敷き詰めた円の色を乱数で指定
  - HSP の rnd みたいなもの
- 0～255までの乱数はrandom(256)で取得できる

```
size(800,600);
int x=0;
int y=0;

while( y<=600 ){
    while( x<=800 ){
        fill(random(256),random(256),random(256));
        ellipse(x,y,50,50);
        x=x+50;
    }
    y=y+50;
    x=0;
}
```

敷き詰めた円の色を変えよう

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

- 敷き詰めた円の色を乱数で指定
  - HSP の rnd みたいなもの
- 0～255までの乱数はrandom(256)で取得できる

```
size(800,600);
int x=0;
int y=0;

for( int y=0; y<=600; y+=50 ){
    for( int x=0; x<=800; x+=50 ){
        fill(random(256),random(256),random(256));
        ellipse(x,y,50,50);
    }
}
```

画面を数字で埋め尽くそう

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

(Q) なるべく画面いっぱいにできるだけ数字を敷き詰めてみましょう．また，その数字はランダムにどんどん変わるようにしてみましょう！

考え方

- ランダムな0～9までの数字は random(0,10) で求めることができる
- random(0, 10) で取得できる値は実数なので，整数（int）に変換する

画面を数字で埋め尽くそう

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室


```
void setup() {
    size( 1280, 768 ); // サイズに応じて
}

void draw() {
    background( 255 ); // 背景は白色に
    textSize( 50 ); // 文字サイズを50にする
    fill( 0 ); // 文字は黒色で
    int x=0;
    int y=0;
    while ( x*50 < width ) {    // x*50 が右端に来るまで繰り返す
        y=0;  // 繰り返しの前に y を初期化しておく
        while ( y*50 < height ) {     // y*50 が下端に来るまで繰り返す
            int num = (int)random(0, 10);    // 0〜9までの乱数取得
            text( num, x*50, y*50 );  // 取得した値を(x*50,y*50)に表示
            y=y+1;
        }
        x=x+1;
    }
}
```

画面を数字で埋め尽くそう

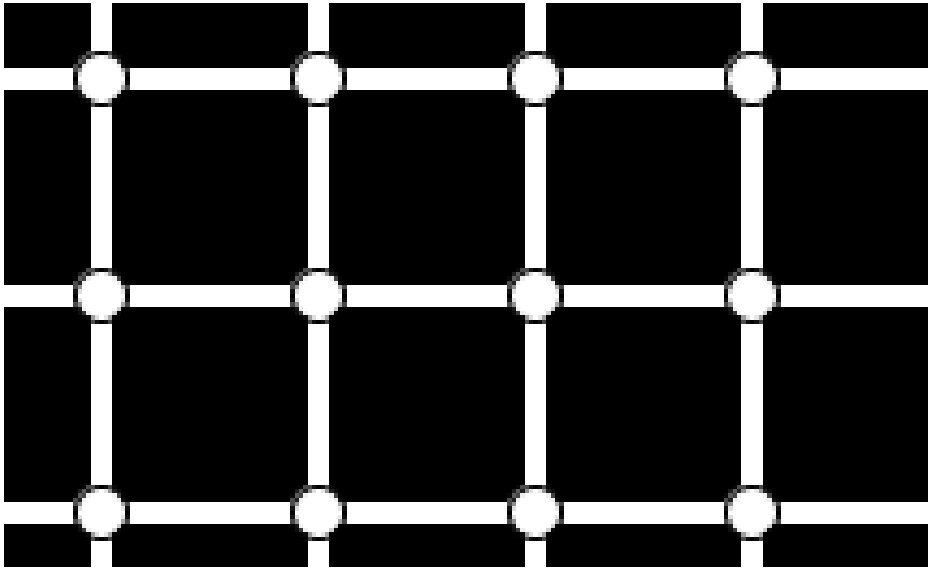
明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室


```
void setup() {
    size( 1280, 768 ); // サイズに応じて
}

void draw() {
    background( 255 ); // 背景は白色に
    textSize( 50 ); // 文字サイズを50にする
    fill( 0 ); // 文字は黒色で

    // x*50 が右端に来るまで繰り返す
    for( int x=0; x*50 < width; x++ ) {
        // y*50 が下端に来るまで繰り返す
        for( int y=0; y*50 < height; y++ ){
            int num = (int)random(0, 10);   // 0〜9までの乱数取得
            text( num, x*50, y*50 );  // 取得した値を(x*50,y*50)に表示
        }
    }
}
```

錯覚を作ってみよう！

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

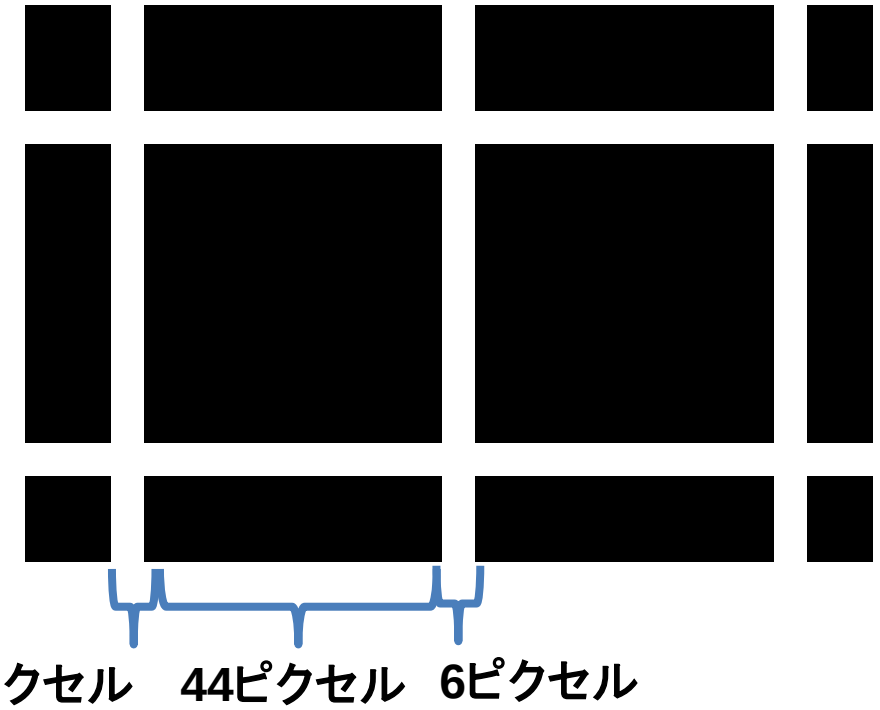
(Q) 800x800のウインドウを白色で塗りつぶし，黒い正方形（1辺44ピクセル）を，上下左右に6ピクセルずつあけながら敷き詰める．さらに，敷き詰められた正方形によって作られた上下の白い道の交点に直径14ピクセルの白色の円を描く！



錯覚を作ってみよう！

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

- 考え方
  - 2つのループを作って黒い正方形を敷き詰める
    - 上下左右に6ピクセルずつあけると言うことは，1つの図形を描画する際には3ピクセルずつずらせばよい！
    - 基本となる位置を(x, y)とすると，rect(x, y, 44, 44);
    - 1回の繰り返し毎に50ピクセルずつxやyを増やしていく！



錯覚を作ってみよう！

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

- 考え方
  - ある黒い正方形の左上の座標を(x, y)としたとき，正方形によって作られた格子の交点の中心座標は(x-3, y-3)となる
  - 交点の中心に直径14ピクセルの白い円を描く
    - ellipse(x-3, y-3, 14, 14);
  - x とy を2つの繰り返しを使い50ずつ増やしながら，右端，下端まで円を描画する

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

```
size( 800, 800 );
background( 255 );
int x = 0;
int y = 0;
while ( x <= width ) {
    y = 0;
    while ( y <= height ) {
        noStroke();
        fill(0);
        rect( x, y, 44, 44 );
        y = y + 50;
    }
    x = x + 50;
}
```

```
x = 0;
while ( x <= width ) {
    y = 0;
    while ( y <= height ) {
        stroke(0);
        fill(255);
        ellipse( x-3, y-3, 14, 14 );
        y = y + 50;
    }
    x = x + 50;
}
```

forを使うとこんな感じ

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

```
size( 800, 800 );
background( 255 );
for( int x=0; x<=width; x=x+50 ){
    for( int y=0; y<height; y=y+50 ){
        noStroke();
        fill(0);
        rect( x, y, 44, 44 );
    }
}
for( int x=0; x<=width; x=x+50 ){
    for( int y=0; y<height; y=y+50 ){
        stroke(0);
        fill(255);
        ellipse( x-3, y-3, 14, 14 );
    }
}
```

素数を求めよう

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

(Q) 暗号化の際に使われている素数を求める！
1000までの全ての素数を求めるにはどうする？

- 考え方
  - 素数とは，その値と1以外に正の約数がないもの
  - つまり，正の約数の数が2だったら素数である！
    - 約数の数の求め方は前回の資料を参照
  - 調べたい数字 num を2から1000まで変化させて，その数毎に正の約数の数を数え，約数が2個だったらこの数は素数と表示！

素

```
int num = 1;
while( num<=1000 ){
    int i=1;
    int count = 0;
    while( i <= num ){
        if( (num % i) == 0 ){
            // numをiで割った余りが
            // 0だったらcountを増やす
            count++;
        }
        i++;
    }
    if( count == 2 ){
        println( num + "は素数です！" );
    }
    num++;
}
```

素数を求めよう

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

```
for( int num=1; num<=1000; num++ ){
    int i=1;
    int count = 0;
    for( int i=1; i<num; i++ ) {
        if( (num % i) == 0 ){
            // numをiで割った余りが
            // 0だったらcountを増やす
            count++;
        }
    }
    if( count == 2 ){
        println( num + "は素数です！" );
    }
}
```

予習問題

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

- 1から10000までの素数を表示するプログラムを作成してみましょう
- 敷き詰められた円が左から右，上から下にグラデーションされるようにしてみましょう
- 棒人間を描いて，それを沢山配置してみましょう
- 1億までのすべての正の完全数を求めてみよう
  - 完全数は鈴木先生の先端メディアサイエンス概論にも登場
  - ある数の約数の和がその数自体になるもの
    - 6 = 1 + 2 + 3, 28 = 1 + 2 + 4 + 7 + 14 など

予習問題

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室

- 完全数の求め方
  - すべての約数を求め，その約数の和がその数自体になるかどうかで判定．ただ，凄く遅い．
  - 奇数の完全数がないとすると，ユークリッドとオイラーにより証明されている

$$\text{完全数} = 2^{p-1}(2^p - 1)$$

を利用するともっと高速化できるよ！

  - 桁数を増やす場合は，intじゃなくてlongを使おう！