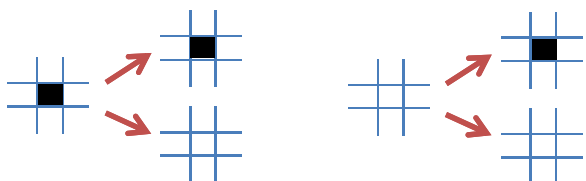


2次元セルオートマトン

空間を格子状に区切ったときのマス目をセルと呼び、遷移ルールを与えることで、次の時間のセルの状態を決めることで世界を造る。

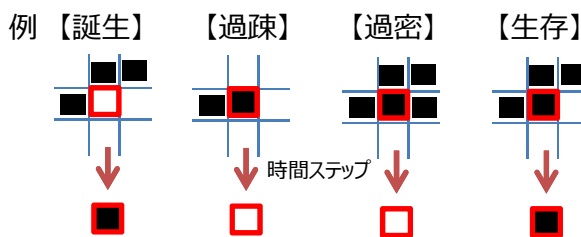
例えば、セルの状態が黒と白の2つとすると、次のように遷移するためのルールを考える。



■を1, □を0とすると2進数として扱える。状態が3なら3進数。

遷移ルール (例 ライフゲーム)

注目するセルの周りには8つのセルが接している(近傍セル)。近傍の状態をルールを決めるために使う。ライフゲームではセルの状態を生と死, ルールは次のように考える。
 周りが3つ生きてると生まれる(誕生)
 周りに高々1ついるだけだと死ぬ(過疎)
 周りに4つ以上生きてると死ぬ(過密)
 周りに2,3つ生きてると生き続ける(生存)
 それ以外は死ぬ。



ルールを考えてみよう

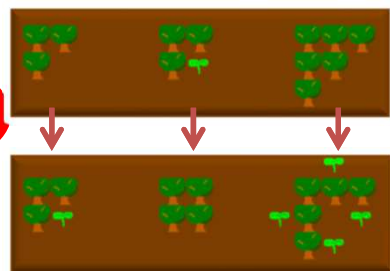
「地面には何も無いけど、木の芽が生え、木になる。」
 近傍を入れてみよう

「周りに3本木があると芽が生える。周りが4本以下の木であれば芽は木になる。木の周りに木が5本以上あると枯れて土になる」

木の生え方は実際とどうだろうか？

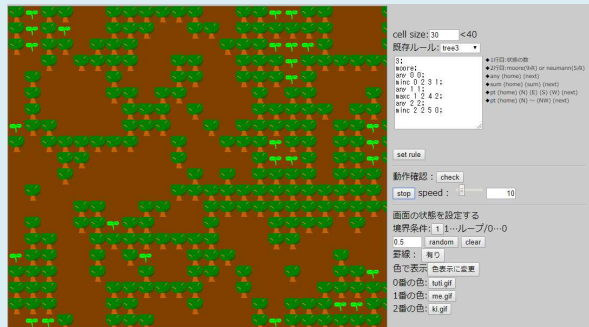
CHECK!

なぜこう変化したのか考えてみよう。



演習では

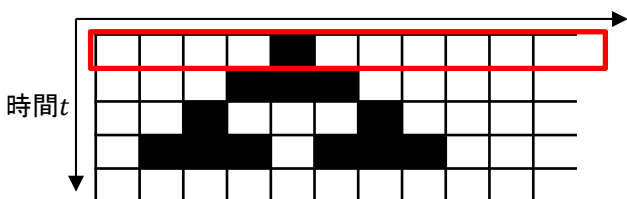
このオープンキャンパス用に作成したWebページから遷移ルールを入力して、シミュレーションします。命令は独特な作りになっていますが、是非とも皆さん、オリジナルの世界を作り上げてください。



ルールを与えて世界を作ろう！ 1次元セルオートマトン

1次元セルオートマトン

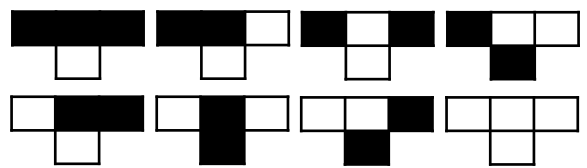
1本の帯を細かく区切ったときのマス目をセルと呼ぶ。そのセルにはある状態が与えられており、時間とともに遷移ルールに従い変化していく。横軸に帯の長さ、縦軸に時間をとり、その時間に遷移したときに生まれる模様に着目する。



■を1, □を0とすると2進数として扱える。(上記の例はルール22)

遷移ルールについて

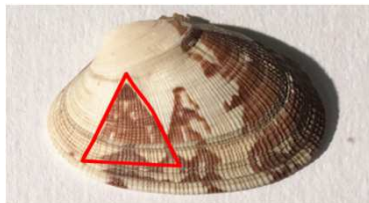
時間 t における状態から、時間 $t+1$ の状態を決定するために、隣のセルと注目セルを合わせた3つを用いる。これを初等セルオートマトンと呼ばれる。この遷移ルールは8つのパターンで表現できる。



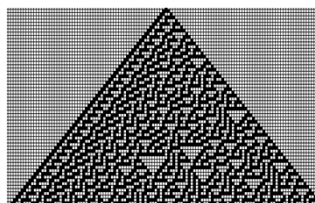
■を1, □を0とすると2進数で表記できる。これをルール22と呼ぶ。
 $(00010110)_2 = (22)_{10}$

遷移ルールのパターン

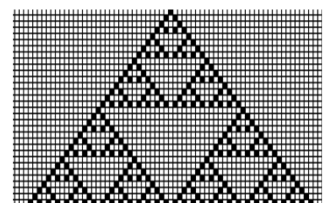
初等セルオートマトンの遷移ルールは2進数8桁で表現できるので、取り得るパターンは $2^8=256$ 通りとなる。シンプルなルールであるが、結果として生まれる模様は対称だけでなく、非対称のものもあらわれる。貝殻にあらわれる模様にも似ている。



ルール30



ルール90

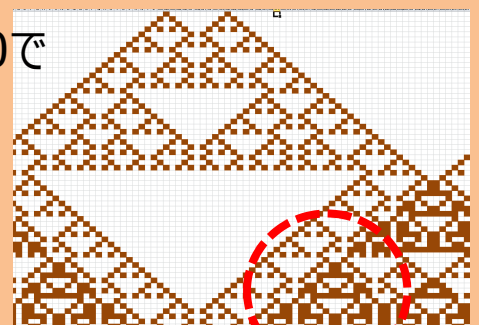


もっと複雑に

一つの出発点だけでなく、2つ3つと増やしたり、左右の折り返しがあったり、いろいろ値をついかすると、人型に似たものが表れることもある。右は少し、ロボットのようにも...



ルール90で



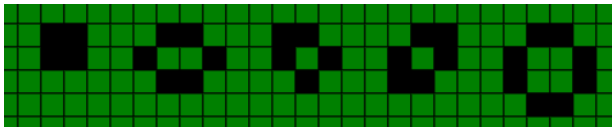
ルールを与えて世界を作ろう！ ライフゲームの世界

さまざまなパターン

ライフゲームの世界には、時間変化で変わらないもの、形が繰り返すものなどいろいろなものが表れてきます。

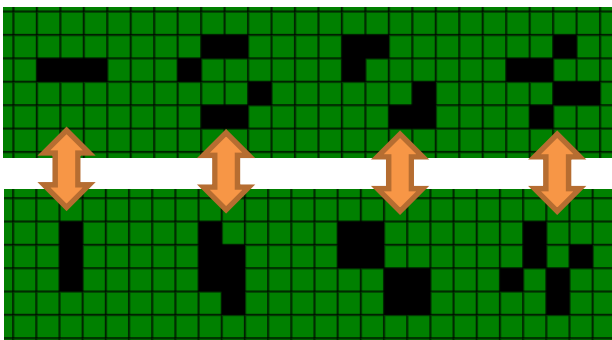
固定物体

ブロック ハチの巣 ポート 船 池



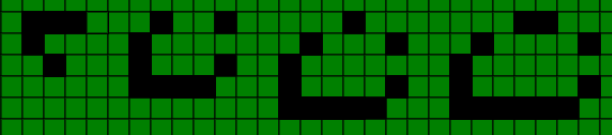
振動子 (周期2)

ブリンカー ヒキガエル ビーコン 時計

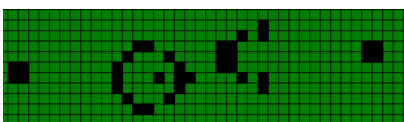


移動物体

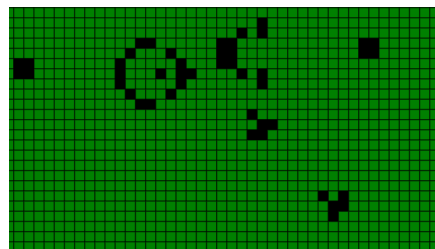
グライダー 軽量級宇宙船 中量級宇宙船 重量級宇宙船



繁殖型



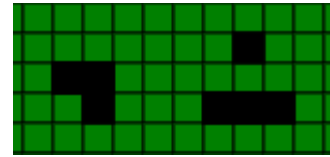
グライダー銃
どんどんグライダーが
右下に発射される



長寿型

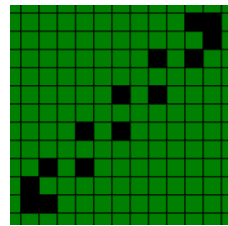
長い間変化を続けるパターン

ダイハード

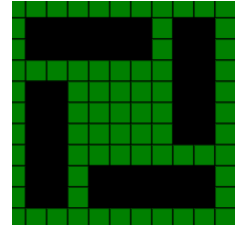


130世代後に消滅する

理髪店の看板



銀河



面白いパターンがいろいろあります
イベントで見つけることができるだろうか？

チューリング完全

ライフゲームは、チューリングマシンと同等の計算能力を持っている。コンウェイらが1982年に証明している。グライダーなどのパターンの組み合わせでAND, OR, NOTなどの論理ゲートを構築できる。Webで動画が紹介されているので、探してみてください。さらに文字や、数字を表現することにチャレンジしている人もいます。

ノイマンの精神に基づき、コンウェイは自己増殖能力をもつライフゲームのパターンが存在することも示した。