

# 生物進化のプリミティブモデルとそのシミュレーション

東京工科大学 大学院 工学研究科

高橋 大地 はい島 彰一

## 1、概要

生物は淘汰、進化を通して環境に適応していった。本研究では食虫植物を例に取り、虫を捕まえ、逃がさないように捕虫器が進化していく機能を原理的にモデル化し、シミュレートする。

## 2、全体の流れ

33 × 33 のトーラス平面フィールドの柵に虫を置く。この虫は前方に1柵進む。左右に方向を変える。前方5柵を見て、その範囲に餌や障害物があるかを判別出来る。しかし障害物の先は見えない。餌を見ると、1ステップごとに近づいていき、上に乗ると食べたことにする。このフィールド面に例えば下図のような形の構造体を置く。

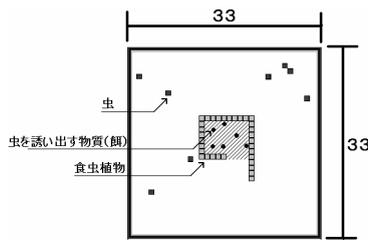


図1 フィールド

この構造体を食虫植物とする。その内側部分(斜線)に虫が入ったとき捕虫したとして虫の体力が消費されていき、体力が無くなると死んだとしてフィールドから除外し、食虫植物に評価値を+1する。内側部分に虫を誘い出す物質があり、虫はそれが視界に入ると餌と思って誘導されていく。食虫植物に、その形を決める遺伝子を持たせ淘汰・交配を繰り返すと捕虫に向いた形に進化する。

食虫植物の個体を50体用意し、各々に乱数で遺伝子を付与する。一体ずつ、フィールドに置き、虫を常に8匹出現させ、500ステップ行動させる。その行動は視界に餌が見えると、その方向へ前進する。視界に餌が無いときは方向転換か前進をランダムに選ぶ。前1柵に壁がある場合は方向転換をする。というものである。虫が死んだとき、その分新たな虫を投入する。一世代分終わったら、評価値の高いものを優先的に親に選び、50体交配させ旧世代は棄却する。

## 3-1、仕様

まず図1のように、コネクタの付いている場所の異なる6種類の素子を用意する。各コネクタには番号が振ってある。

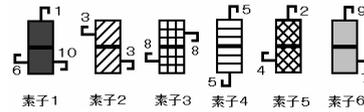


図2 6種の素子

食虫植物は16連の記号列からなる、DNAに当たる遺伝子を持つ。記号は素子のコネクタの番号(1~10)に対応する。この記号列を前から見ていって2つずつ素子を組み合わせていき、食虫植物の体を形成していく。

(例)遺伝子

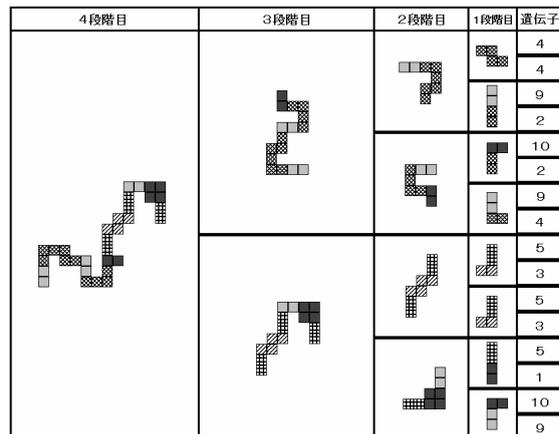


図3 遺伝子から体へ

## 3-2、接続規則

1段階目では、記号が表すコネクタを組み合わせる。この時、つながっていないコネクタの数字を繋げる先の部品の種類と繋げる先のコネクタの数字で変化させる。

2段階目以降では、繋げる2個の部品それぞれの一番大きな数字のコネクタ同士を繋げる。コネクタの数字を変化させる。もし、繋げることが不可能ならば、次に大きな数字のコネクタで繋げる。

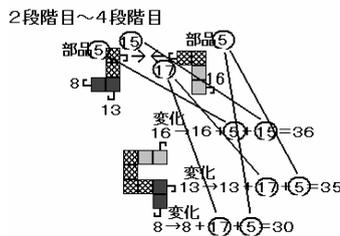
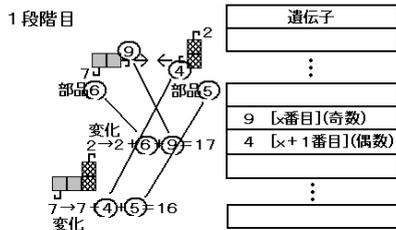


図4 コネクタ変化規則

こうして組み立てた食虫植物の3辺で囲まれた部分を食虫植物の内側部分(体内)とする。植物の内側部分に虫を誘い出す物質(餌)を配置する。その個数は内側部分の広さ10柵に対して1個で、内側部分にランダム配置する。虫が餌を取ると、その分をすぐに配置して、餌の個数は常に一定にする。

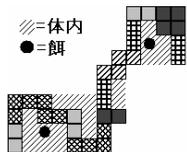


図5 植物の体内の判定

#### 4、交配

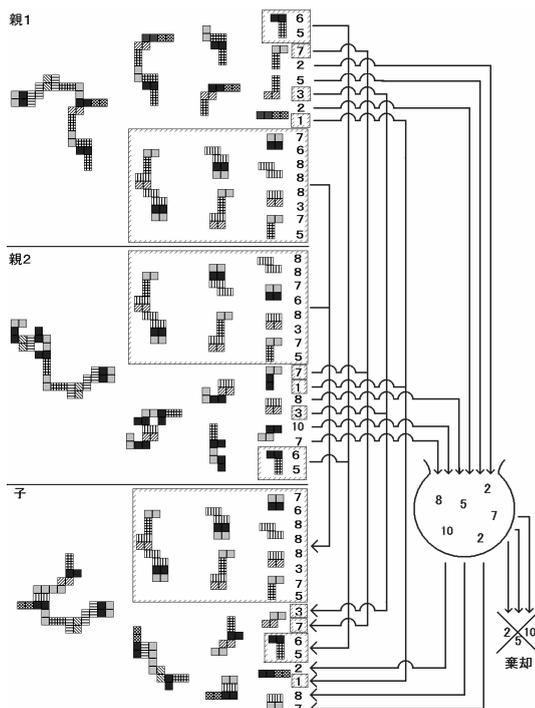


図6 交配の例

配合は、遺伝子の記号各個とその組み合わせを見る。親1と親2を4段階目から3、2、1と見ていき、親1と親2の一致するものを、その組み合わせごと子に引き継がせる。両親の残りの記号を一つの壺に入れ、その中からランダムで取り出し子供の遺伝子の空いているところに入れる。突然変異は記号それぞれに1%の確率で発生させ、他の記号に変化させる。

#### 5-1、シミュレーション1

最初に体力を20与え、食虫植物の内側部分に入っている間、1ステップにつき体力を1消費し、0になると死ぬ。結果、虫が体内に誘導させ易いように、入り口の広い個体に進化しようになった。

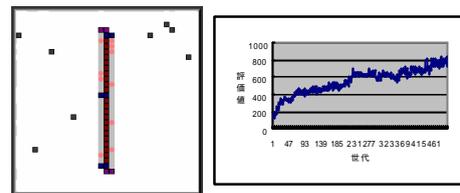


図7 進化後の個体の形態と個体の合計評価値

#### 5-2、シミュレーション2

シミュレーション1の虫の行動に加え、虫が餌を取ると行動が変わるようにした。その行動は、食虫植物の内側部分からの出口を見つける(食虫植物の体外が視界にはいる)と、そこに向かう(逃げる)ようにした。逃げた虫はフィールドから除外し、その分新たな虫を投入する。すると前のような口が広く開いているのでは簡単に逃げてしまい虫を捕まえることが出来ない。口が狭いものは、虫がなかなか体内に入ってこない。(虫は餌を目で見ているので、口が狭いものの体内にある餌は壁に阻まれて見えない)。そこで、餌に匂いをつける。餌から15柵までに匂いがあり、餌のある柵を匂いの強さ15として1柵離れるごとに強さの値が1減る。虫が匂いを感じると自分の周りの柵の匂いの強さを調べてより強い柵に進むようにした。但し匂いが壁を越えることはないとする。結果、入り口の狭い個体に進化しようになった。

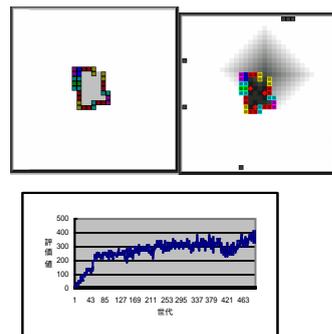


図8 進化後の個体の形態と個体の合計評価値