

## 蟻の行動とシミュレーション

日大生産工 ○小野里 実  
野々村 真規子

### 1 まえがき

蟻には女王蟻、兵隊蟻、働き蟻、雄蟻、処女王蟻の役職がいる。その中の働き蟻は、ほぼ全ての労働を行うことの出来る労働のスペシャリストとして採餌行動以外にも巣作りや幼虫の育児、種類によって兵隊蟻と役職を牽引している場合には巣の防衛から清掃までを行う。蟻という昆虫の世界であるが、そこには人間の社会モデルにも関連付けられる組織構成が行われている[3]。

本研究では特に組織行動の強い採餌行動の際に表れる、蟻の行列（トレイル）について数値計算を行う。計算には、西森らのモデル[1]を用いる。この数理モデルは以下で示すトレイルの形成過程を、ランダム探索状態、フェロモン探索状態、帰巣状態の状態に分けて、表現している。

トレイルの形成過程：

- ①巣からランダム探索状態で出発し、足跡フェロモンを落としながら餌場を捜し歩く。
- ②餌場を見つけたら一部を採取する。
- ③帰巣フェロモンを落としながら巣に餌を持ち帰る。

④フェロモンを感知した他の蟻がフェロモン探索状態になり、餌を目指して歩行する。

⑤蟻の総数が増えることで、餌場と巣の道のりのフェロモン濃度が濃くなっていく。

⑥トレイルを形成する。

西森らのモデルは、蟻の探索方向を6方向に限ることで、数値計算を六面格子状で行っている。

### 2 数理モデル

本研究では、西森らのモデルを、蟻が自由な方向に動くように拡張する。したがって、3状態（ランダム探索状態、フェロモン探索状態、帰巣状態）のうち、西森らのモデルと最も異なるランダム探索状態についてのみ述べることとする。

$N$ 匹の働き蟻を考える。図1に示すように、計算を始めて $i$ ステップ目での $n$ 番目の蟻の中心の位置を  $(x_n(i), y_n(i))$  とする。また、蟻の体の向きを $x$ 軸からの角度を $a_n(i)$ で表す。蟻は少しずつ角度を変えながら、ランダムに動いていくとすると、角度の変化は

$$a_n(i) = a_{n-1}(i) + c f_{\text{rand}} \quad (1)$$

と書ける。ここで、 $c$ は定数、 $f_{\text{rand}}$ は-1から1の間の乱数とする。この $a_n(i)$ を用いて、蟻の動きを次のようにあらわす。

---

Numerical study of ant behavior  
Minoru ONOZATO and Makiko NONOMURA

$$x_n(i) = x_n(i) + R \cos(a_n(i)) \quad (2)$$

$$y_n(i) = y_n(i) + R \sin(a_n(i)) \quad (3)$$

Rは定数で、蟻の歩幅を表す。

### 3 シミュレーション

式(1)~(3)を組み合わせ、蟻の位置の数値計算を行った。簡単のため、図2では一匹の蟻の軌跡のみをしめす。蟻が角度を徐々に変えながら、ランダムに動いていることがわかる。

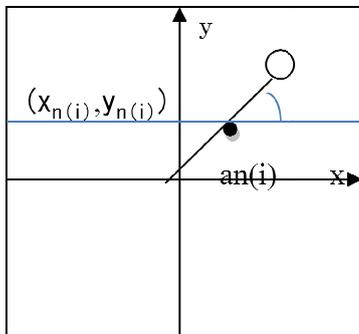


図1：蟻の体の向きと位置

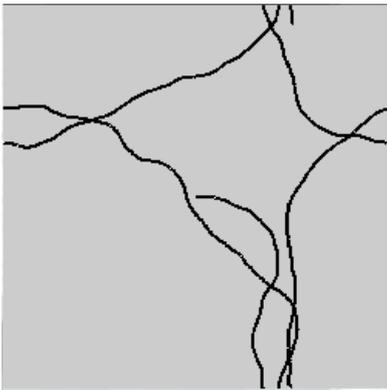


図2：ランダム探索を行いつつ、フェロモンを落としている様子を表したプログラム

### 4 まとめ

ここでは、採餌行動をモデル化する上で、重要となるランダム探索の数値計算結果を紹介した。学術講演会では、蟻の数を増やし、フェロモンの濃度まで考慮したトレイルモデルの結果を紹介する。

### 5 参考文献・参考サイト

[1] 中川寛之、田尾知巳、西森拓、蟻の化学走性と役割分化の模型

<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~kyodo/kokyuroku/contents/pdf/1305-3.pdf>

[2] アリのフェロモンを使ったえさ取り行動

<http://www.alife.cs.is.nagoya-u.ac.jp/~reiji/aw/ants.html>

[3] アリの巣とアリの生態

<http://ant.the-ninja.jp/newpage2.html>