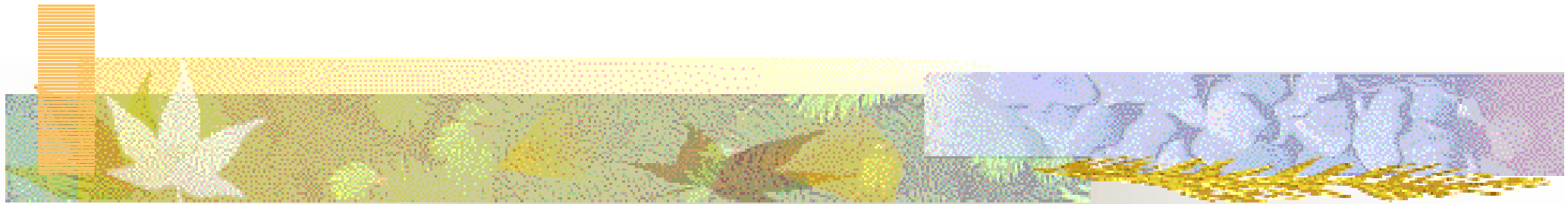


研究教育用シミュレータの ニーズとABSの可能性



山影 進

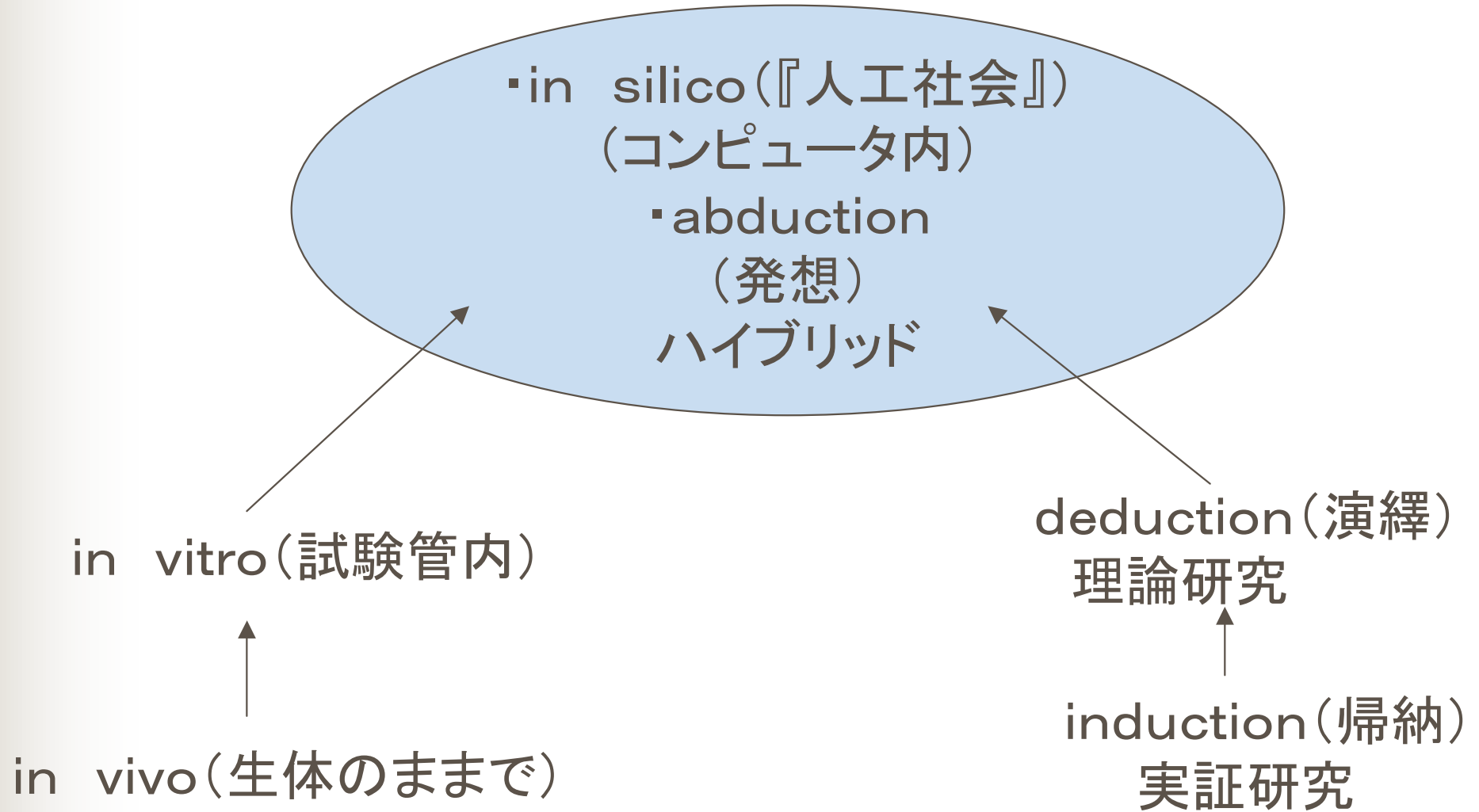
(東京大学大学院総合文化研究科)




研究教育用シミュレータの ニーズとABSの可能性

- 1 概観
- 2 3つのケース
- 3 展望

第3の方法としてのシミュレーション





第3のシミュレーションとしての マルチ・エージェント型

- 数値実験, 制御された仮想現実,
生成された仮想現実
- 「トップダウン」から「ボトムアップ」へ
(『人工社会』)

社会科学でのシーズ

- 「行為主体」の捉え方の変化
unit — actor — agent
- 「個と全体」の捉え方の変化
agent—structure relations
micromotives, macrobehavior
- 「場」(文脈、状況)の捉え方の変化
locality and globality
space and place

「禁じ手」を犯さずに社会の理解・改革への接近

ABSの位置づけ

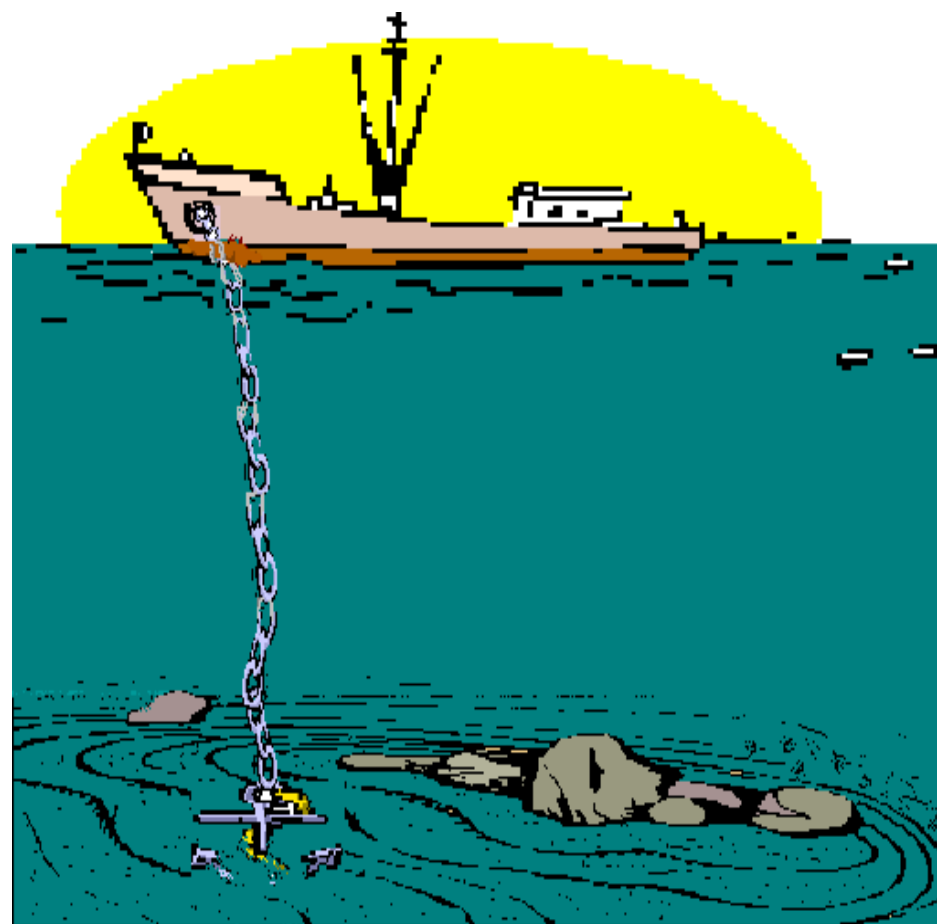
- (堅苦しく見ると・・・)
 - 森羅万象の仮想空間
 - 離散力学系(ベルクソンの時間)
(参考『人工社会』I-8-1)
 - 人工社会・人工生命・人工組織
- (柔らかく見ると・・・)
 - 「ルールと自由」の微妙なバランスの実感
 - 「適切な問いかけ」から「あっと驚く答え」
を出す仕掛け
 - 自己組織化・創発性の「あらわれ」は
われわれの解釈

ABSの使い方

りかいといかり(理解と錨)

- より過激に、より単純に、より不自然に、
- 常識というスパイス
- 気楽な試行錯誤
- ブラックボックスからホワイトボックスへ

- 反転はいつでも・どこでも可能





ケース1 環境への適応

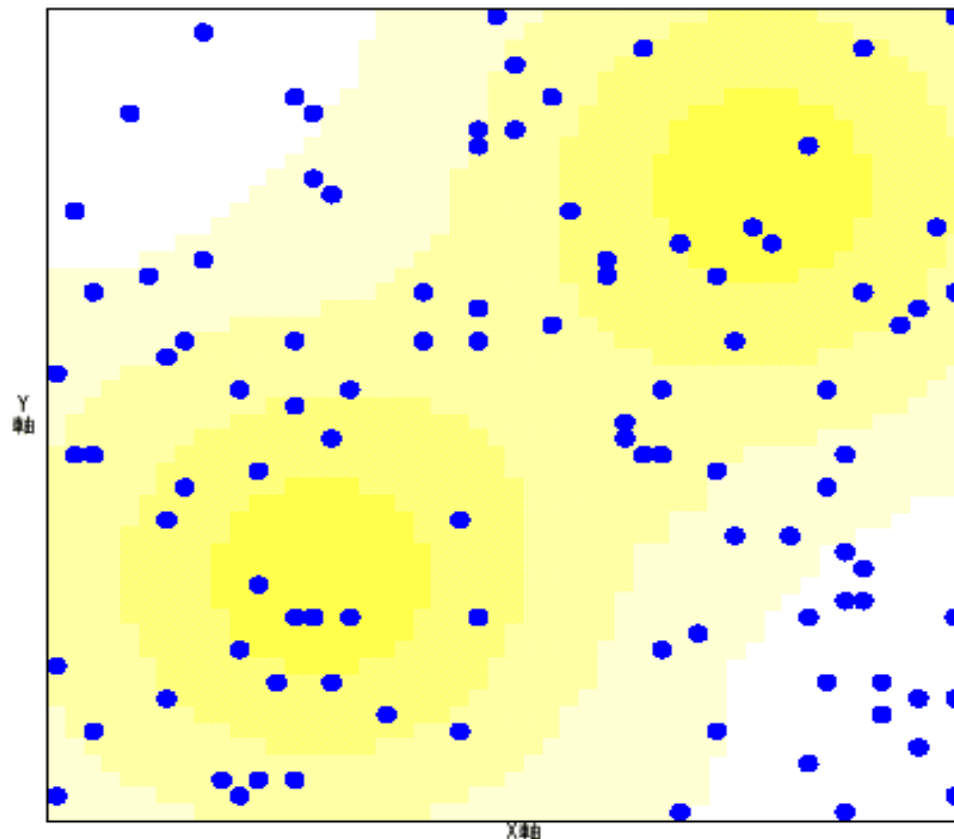
(参考『人工社会』III-1)

- 小食は健康の秘訣
- 無性生殖・遺伝・繁殖力
- 死ぬことがなぜ大切か

報告者

阪本 拓人（東京大学総合文化研究科）

シュガーモデルの概要



■ シュガースケープ

(黄色の濃淡が砂糖の分布を示す、広さは50×50)

● アリ

- ・属性:「食欲」「財産」「視野」
- ・ルール:「動く」「食べる」「産む」「死ぬ」

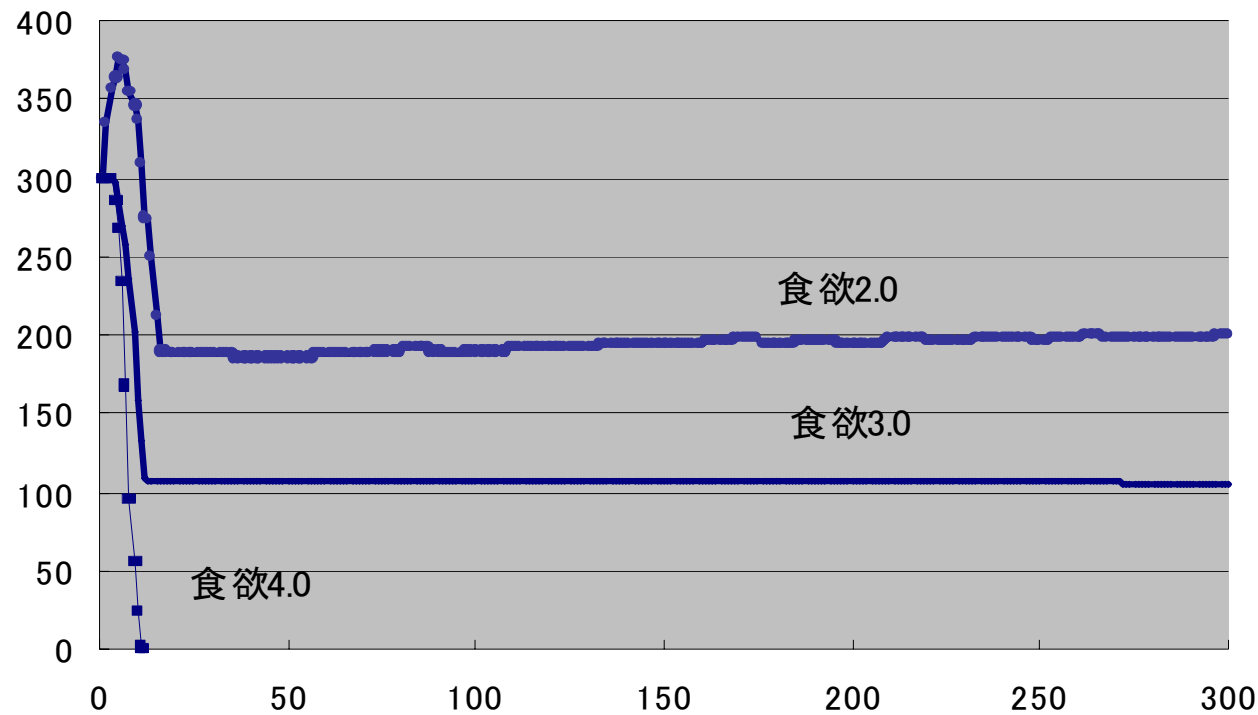


実験内容

1. アリの属性「食欲」の初期水準を変化させ、個体群全体の規模変動を見る
2. アリの行動ルールに「無性生殖」「自然死」を追加
 - ・「無性生殖」: 子アリの「食欲」を親アリの「食欲」 ± 0.05 の範囲でランダムに決定
 - ・「自然死」: アリの「年齢」が「寿命」を越えると死亡（「寿命」は乱数配分）

実験1 「食欲」の初期水準と個体数

シュガーモデルにおける個体数変動

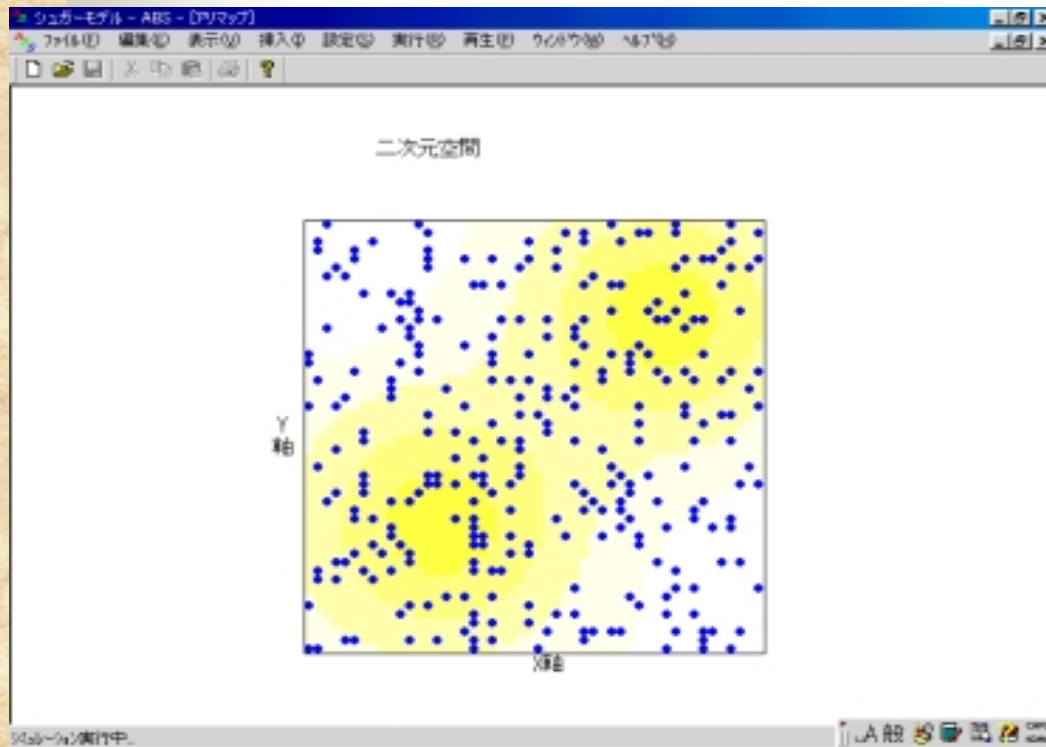


「食欲」と個体数の密接な関係

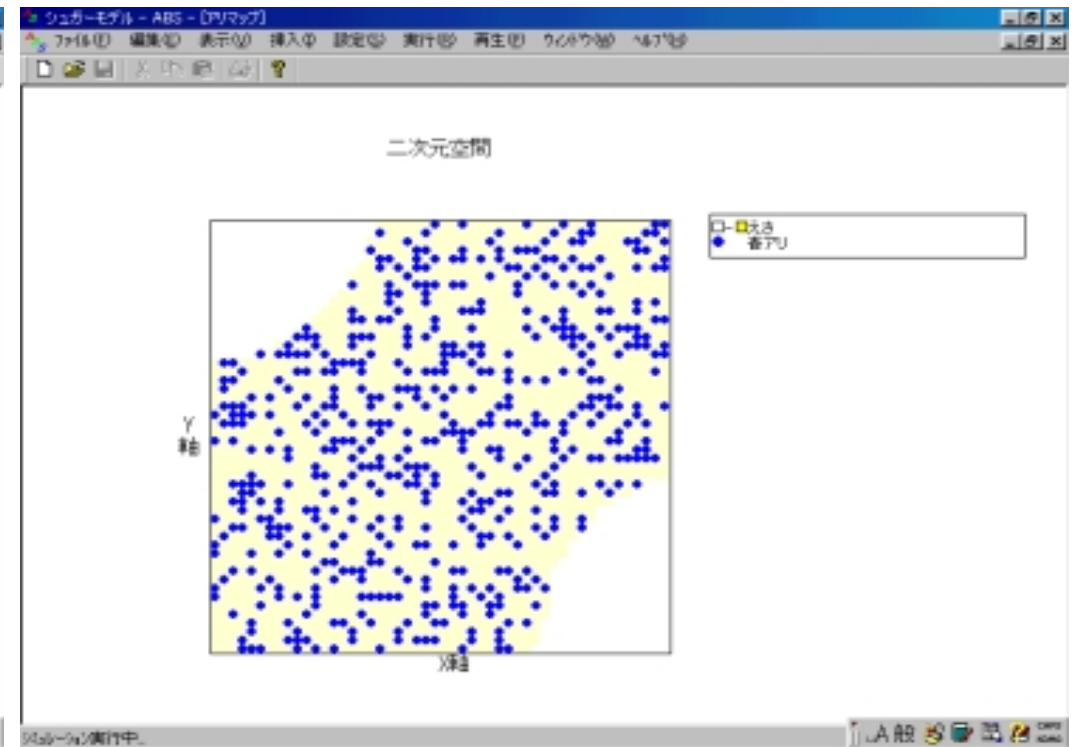
⇒ 「食欲」の小さなア
リは、死ににくい、子孫
も残しやすい

実験2 「無性生殖」ルール導入下での個体数変動

初期食欲水準2.0のもとでの個体数変動



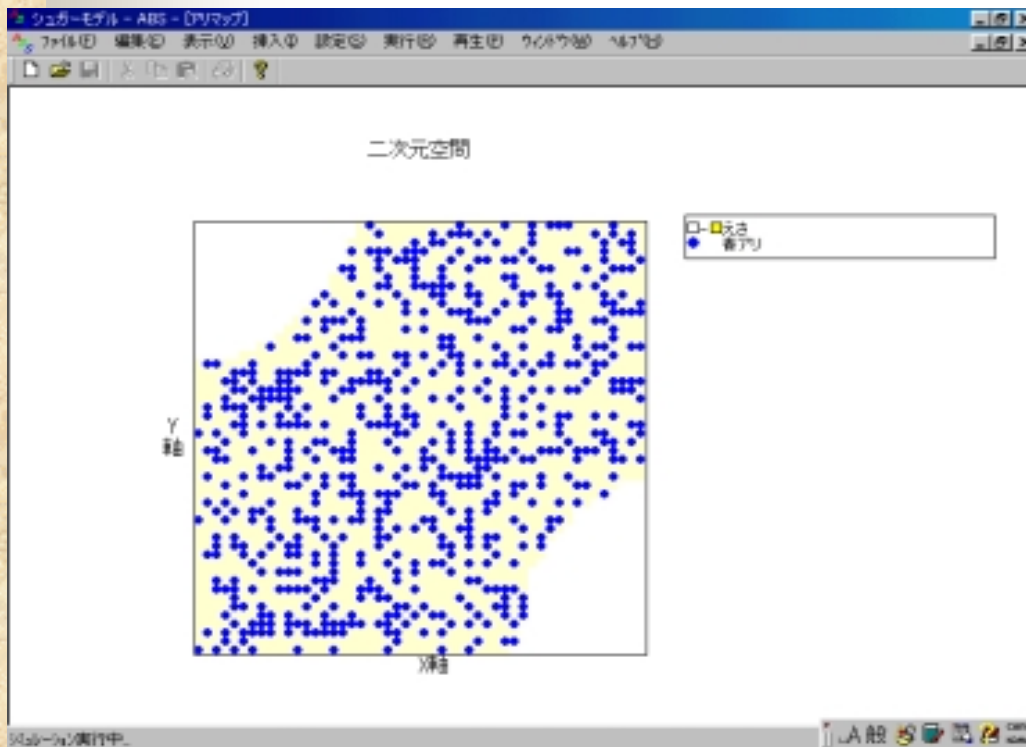
シミュレーション開始時(300匹)



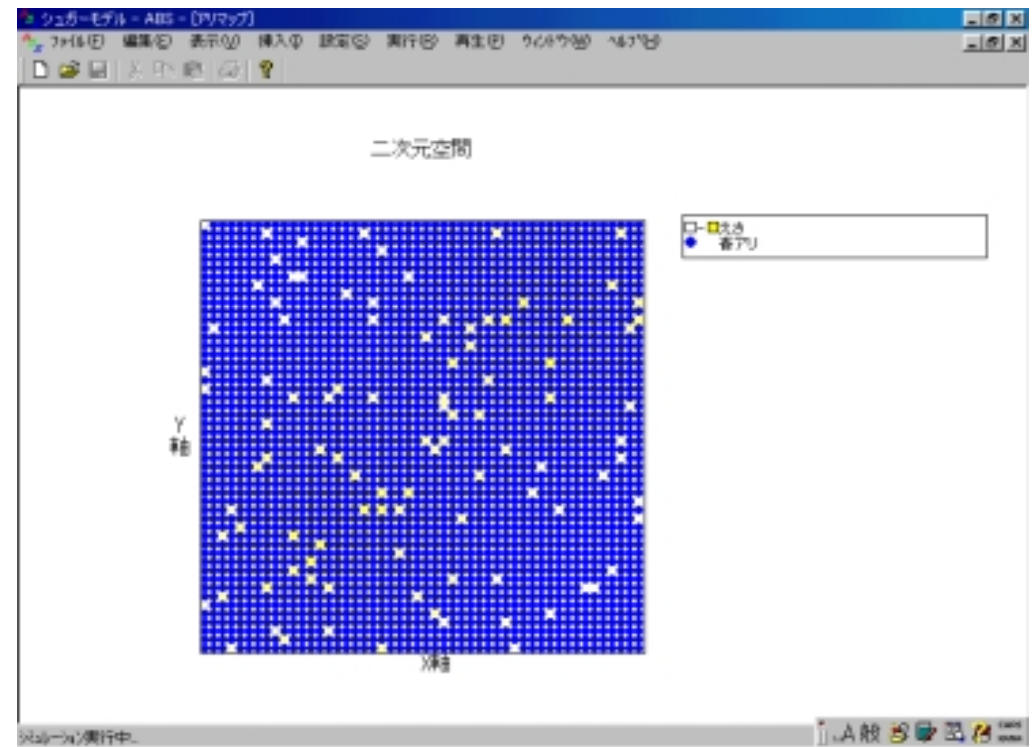
300ステップ目(517匹)

実験2 「無性生殖」ルールの導入

初期食欲水準2.0のもとでの個体数変動



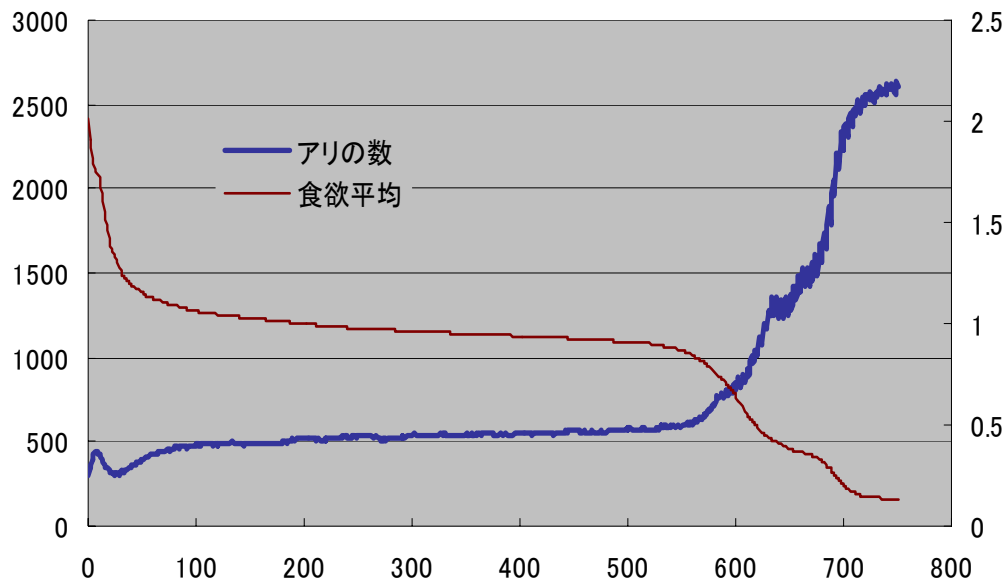
600ステップ目(654匹)



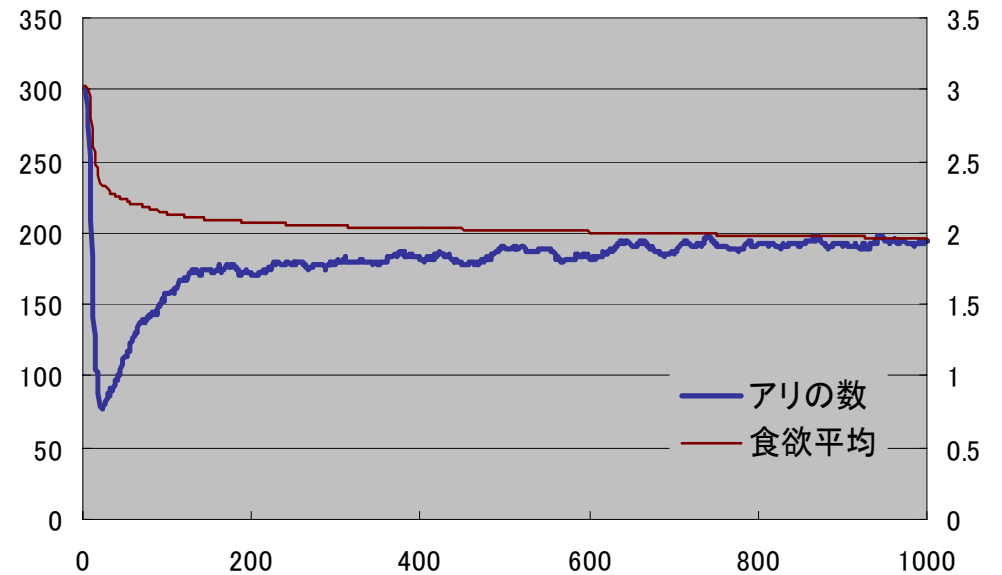
700ステップ目(2432匹)

実験2 「無性生殖」ルールの導入

個体数と「食欲」の平均値の変化



食欲2.0(750ステップ、2523匹)



食欲3.0(1000ステップ、189匹)

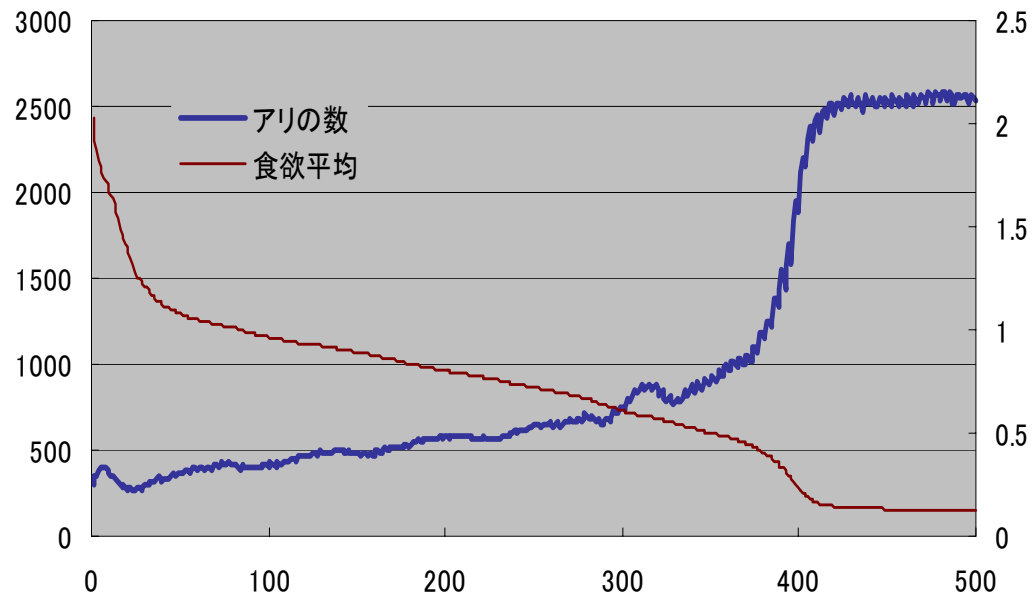
「無性生殖」ルール導入の影響

親アリと子アリに遺伝的連関を持たせると...

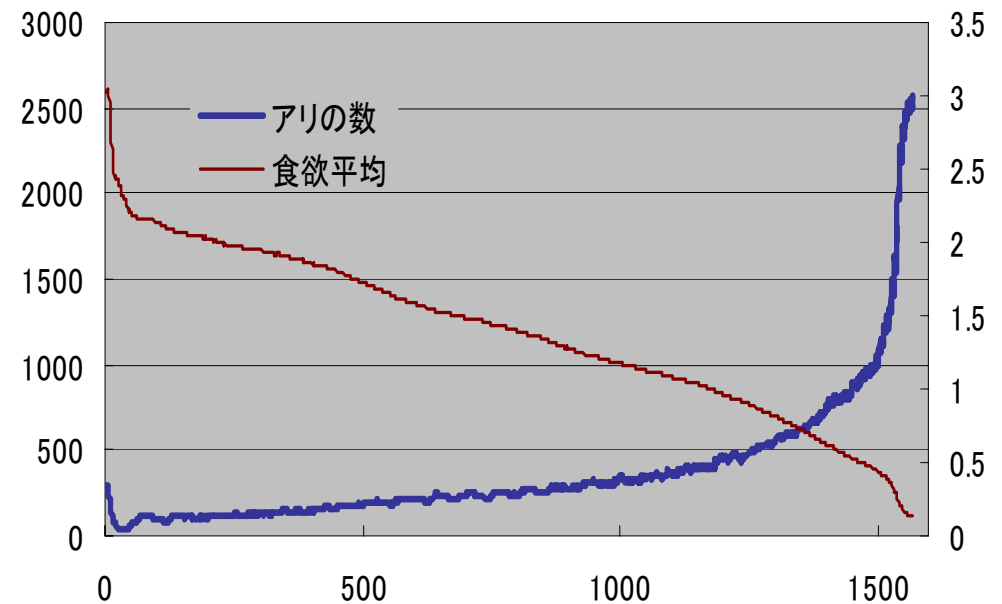
- 「食欲」の初期水準に対する個体数規模が、実験1に比べ全般的に増加。
 - 一方で個体群の「食欲」の平均値は、個体数と負の相関を示しながら下がりに続ける。
- ⇒ 生存力と繁殖力に優れた個体が生き残る「自然選択」が機能するようになる。それが個体数を押し上げる。

実験3 「自然死」ルールを追加した場合の 個体数変動

個体数と「食欲」の平均値の変化



食欲2.0(500ステップ、2508匹)



食欲3.0(1550ステップ、2526匹)



「自然死」ルール追加の影響

アリの餓死以外の死の機会を与えると...

- 実験2に比べ、個体数の増減の幅が大きくなり、変動速度も加速される。
- 個体群の規模は最終的に空間飽和か絶滅かのいずれかになる。

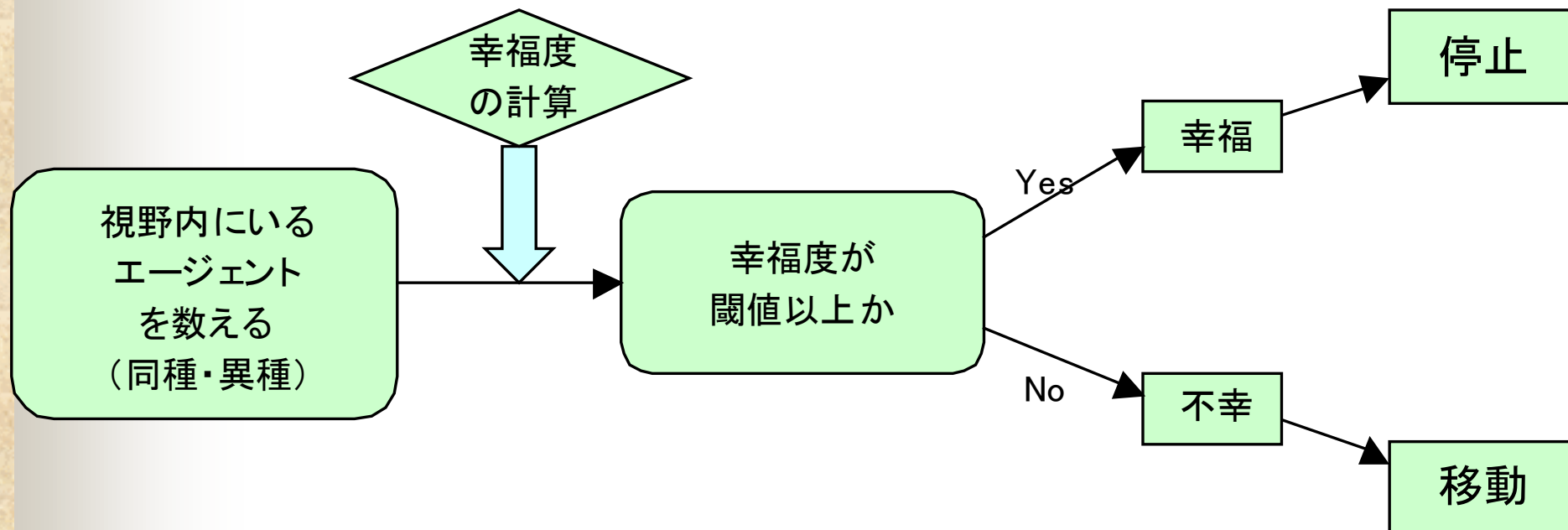
⇒ 個体数の安定的収束が絶えず阻まれることで、「自然選択」が持続性を獲得。この不断の過程が、個体数を限界に押し上げる。



Schelling分居モデルとは

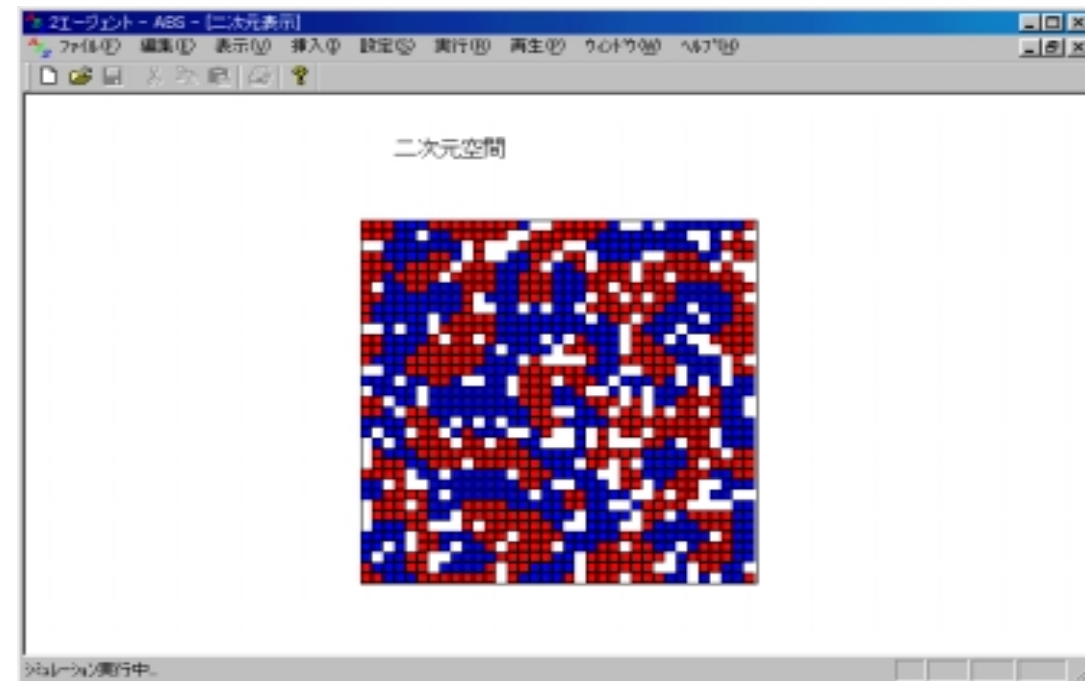
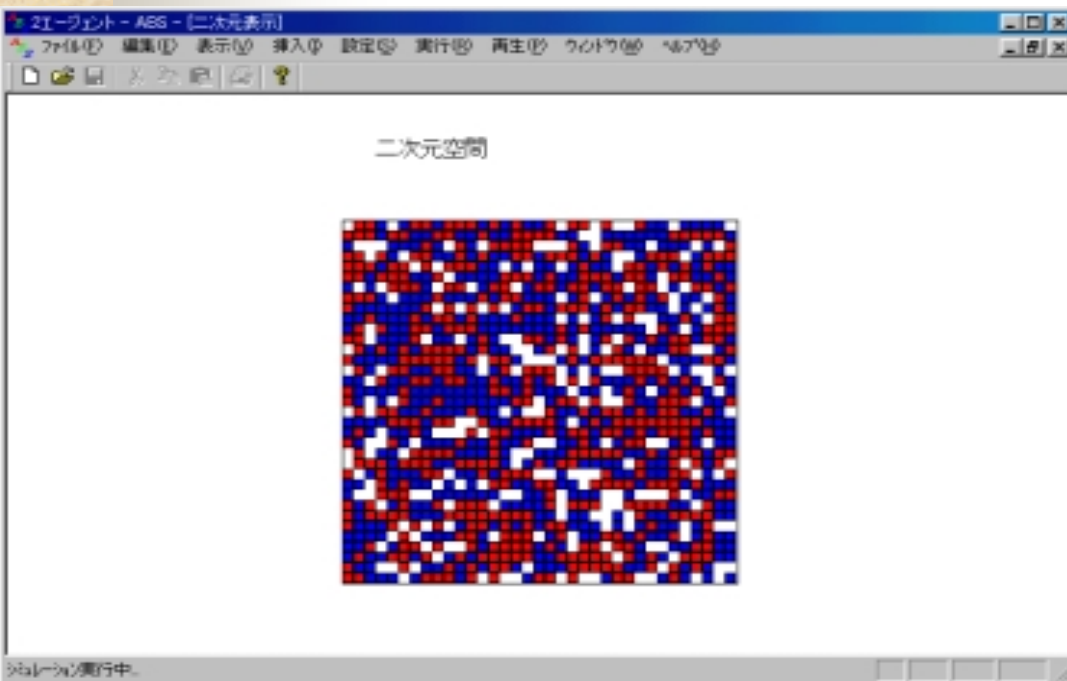
- エージェントの嗜好 (micromotives) とそれによってもたらされる社会全体の分居のあり方 (macrobehavior) との関係を解明。
- 個々のエージェントがそれほど大きくない嗜好傾向を持っている場合でさえ、相対的に有意な全体的分居を導く。

エージェントの行動ルール



$$\text{エージェント } A \text{ の幸福度} = \frac{\text{視野内にある } A \text{ エージェントの数}}{\text{視野内にある } A \text{ エージェントの数} + \text{視野内にある } B \text{ エージェントの数}}$$

Schelling分居モデルの主な結果



赤青の数各500、周囲に40%以上同色がいることを要求

左図：初期状態、 右図：均衡状態

⇒それほどお互いを嫌ってなくても、分居する



問題設定

本研究は、『人工社会』(Epstein, 1996)で提起された以下の問題に対する解答を述べることを主目的とする。

問題①

「色盲エージェント」を侵入させることで、分居状態を攪乱することはできるのだろうか？

問題②

それに必要な個体数はどの程度だろうか？

色盲導入モデル

本研究では、以下のモデルを用いて議論を進める。

- 初期に存在するエージェント(赤青)の平均幸福度が80を越えると、色盲エージェント(黄)が侵入
- 空間: 35×35
- エージェント数:
 - ✓ 赤青 350×2 + 色盲エージェント



2つの色盲エージェントモデル

『人工社会』では色盲エージェントの性質は明確に定義されていない。本研究では、色盲エージェントを独自に解釈し次の二つのモデルを作成した。

・引越し好きモデル

→常に満足することなく動き回るエージェントが侵入する

・寂しがり屋モデル

種類に関わらず、ある一定値以上のエージェントが自分の周囲に存在すると満足するエージェントが侵入する

問題① 「色盲エージェント」を侵入させることで、分居状態を攪乱することはできるのだろうか？

・引越し好きモデル

閾値 ~ 0.4 →黄が侵入できず

閾値 $0.4 \sim 0.65$ →黄がより分居を促す

閾値 $0.65 \sim$ →黄が攪乱

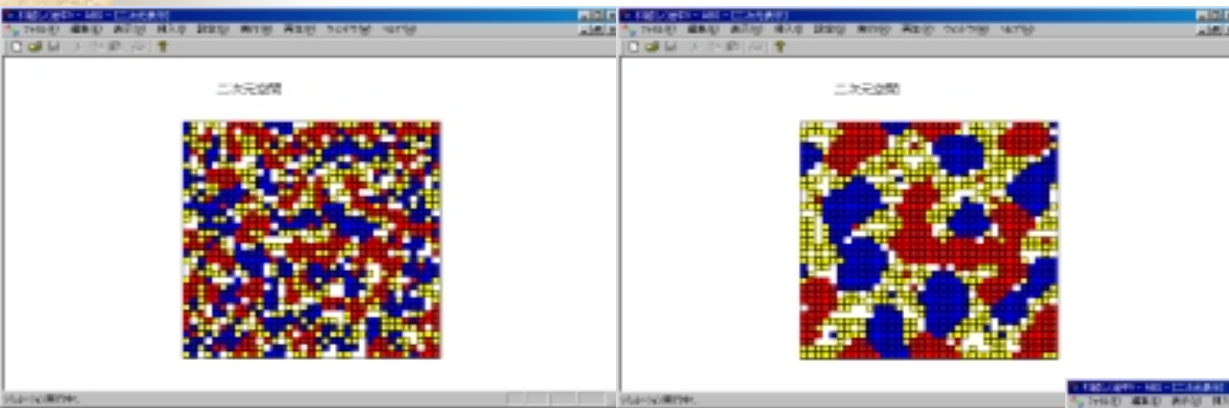
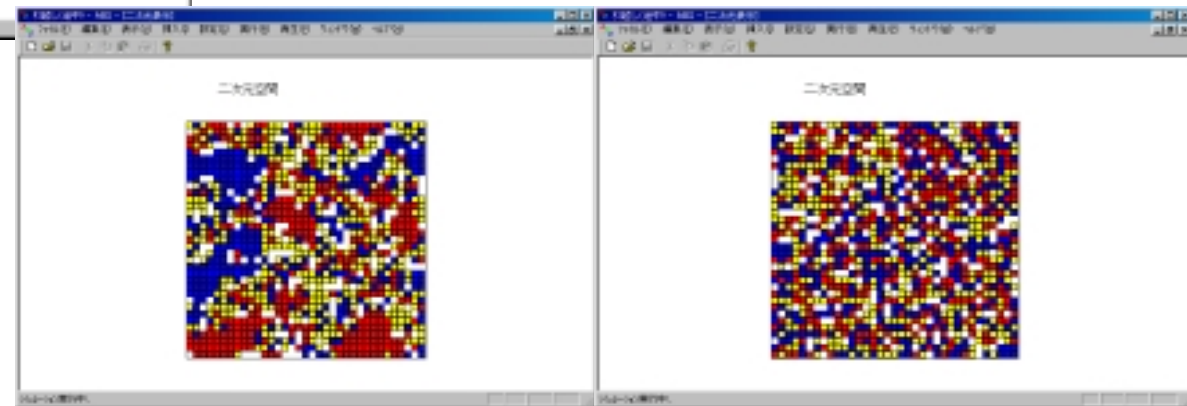


図 閾値0.8

左)黄が入った瞬間、右)100ステップ後



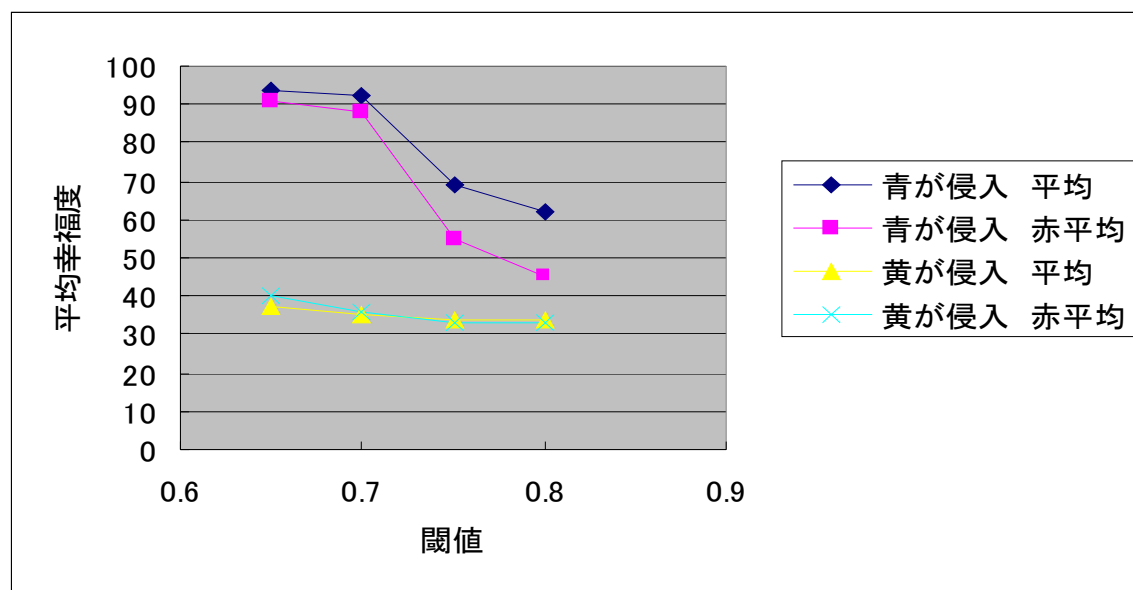
閾値0.5

左)黄が入った瞬間、右)100ステップ後


青エージェントを侵入させる モデルとの比較

- 本当に色盲エージェントの作用で攪乱されたのか？

図 閾値と平均幸福度との関係



⇒色盲エージェントの攪乱作用が確認された



問題① 「色盲エージェント」を侵入させることで、分居状態をかき混ぜることはできるのだろうか？

■ 寂しがり屋モデル

引越し好きモデルと概要は類似しているが、寂しがり度によって、攪乱の起こりやすさが変化する。

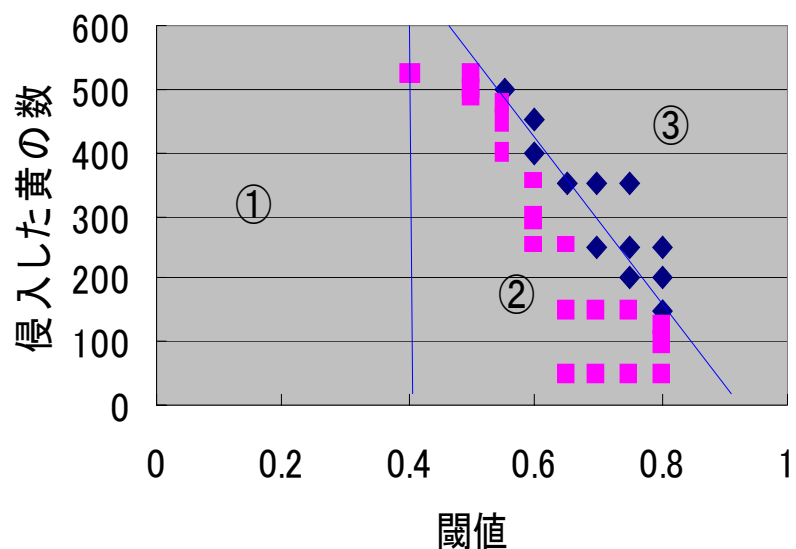
<概要>

- ・閾値 ~ 0.4 →黄が侵入できず
- ・閾値 $0.4\sim 0.5$ →黄がより分居を促す
(寂しがり度が増すほど分居を促す)
- ・閾値 $0.6\sim$ →黄が攪乱
(寂しがり度 $4\sim 6$ のときを除き、寂しがり度に依らず)

問題② 攪乱に必要な個体数ほどの程度だろうか？

■ 引越し好きモデル

図 閾値、侵入した黄の数と攪乱の関係



① 赤青エージェントが十分に分居せず、黄が侵入できなかった領域

② 黄が侵入したものの、それが赤青エージェントの分居をより促す結果になった領域

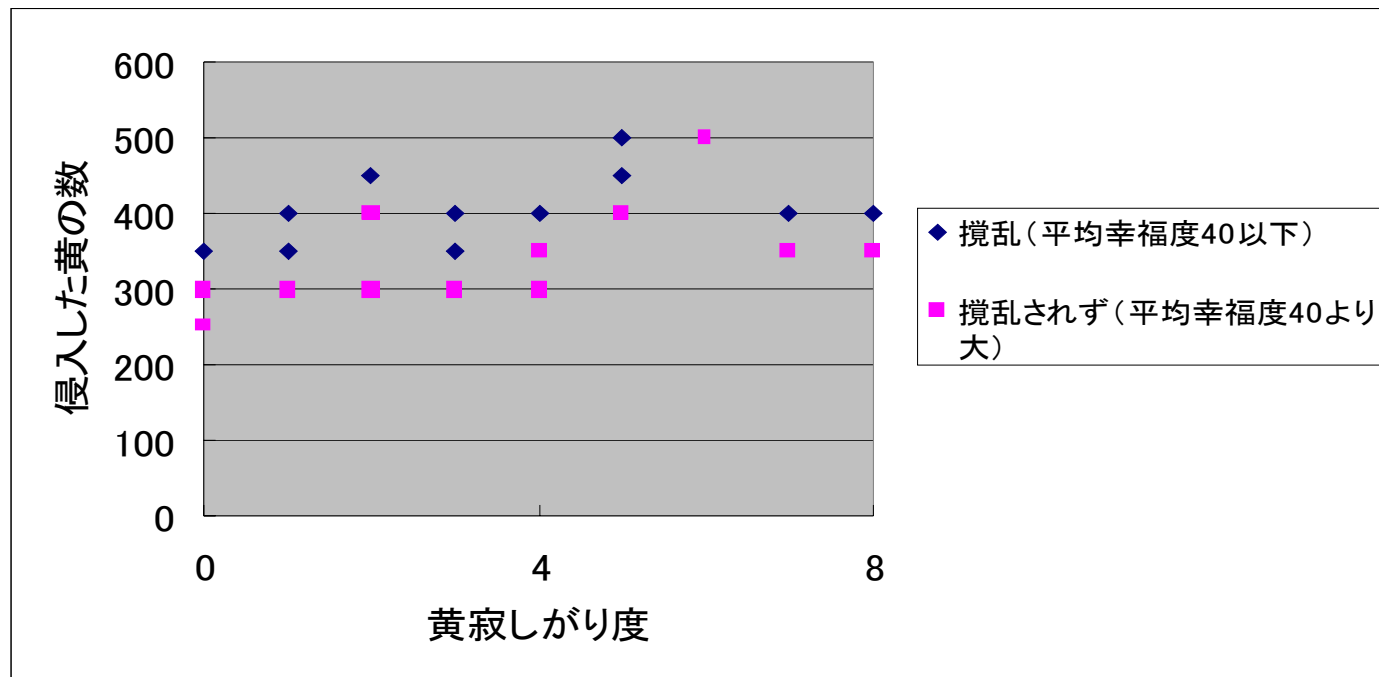
③ 黄が侵入したことで、赤青エージェントによる分居状態が攪乱された領域

問題② 攪乱に必要な個体数はどの程度だろうか？

■ 寂しがり屋モデル

- 閾値0.6以上で攪乱が見られた。
- 閾値が高いと個体数は少なく、低いと多く必要

図 寂しがり度と必要な個体数との関係(閾値0.7)





結論

- 色盲エージェントは分居状態を攪乱するか？
 - エージェントの閾値が高いと攪乱可能
 - 閾値の値によっては分居を促すことも
- 雑居状態をつくるのに必要なエージェント数は？
 - 閾値・寂しがり度によるが全体の約2割～約4割
 - 閾値が高ければ必要なエージェント数が少なくてすむ
 - 寂しがり度が低い、又は高い場合にも少なくてすむ

ケース3 オオカミとヒツジ

(参考『人工社会III-3-1])

- ロトカ・ヴォルテラの生態モデルは不安定だったという発見から
- 空間という場における局在的実在
- キツネとヤギ
(または、走り回る戦略と群れる戦略)

報告者

鈴木一敏(東京大学大学院総合文化研究科:

ktoshi@lycosmail.com)



エージェントルール

共通：

- 繁殖率にしたがって子供を産む
- ターン毎にランダムに1マス移動

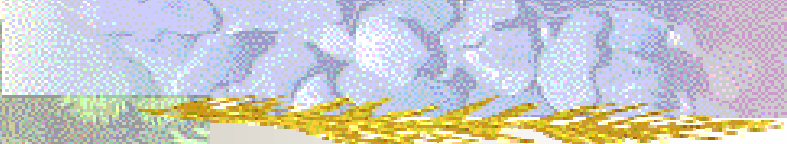
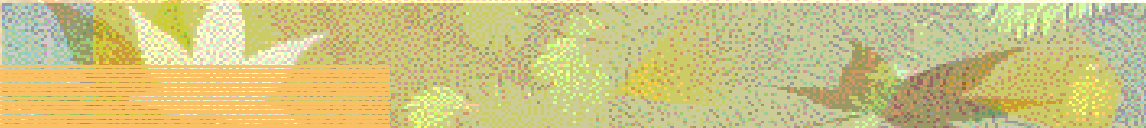
オオカミ：

- ターン毎に体力を1消費 ゼロで死亡
- ヒツジと重なるとヒツジを食べて体力を代謝率分増やす。

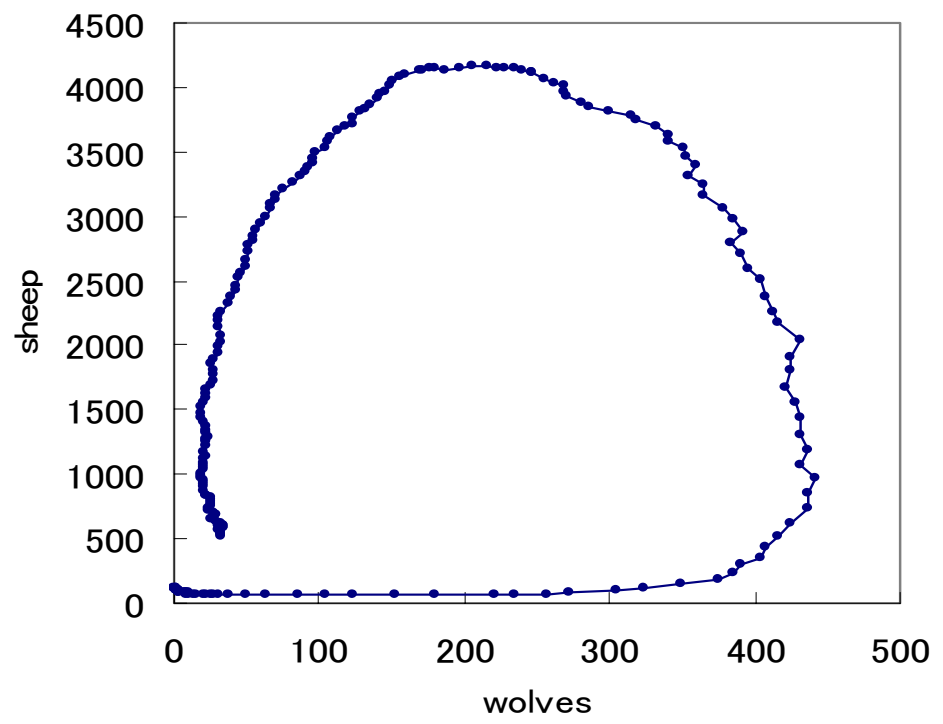


安定的な波動が得られるか？

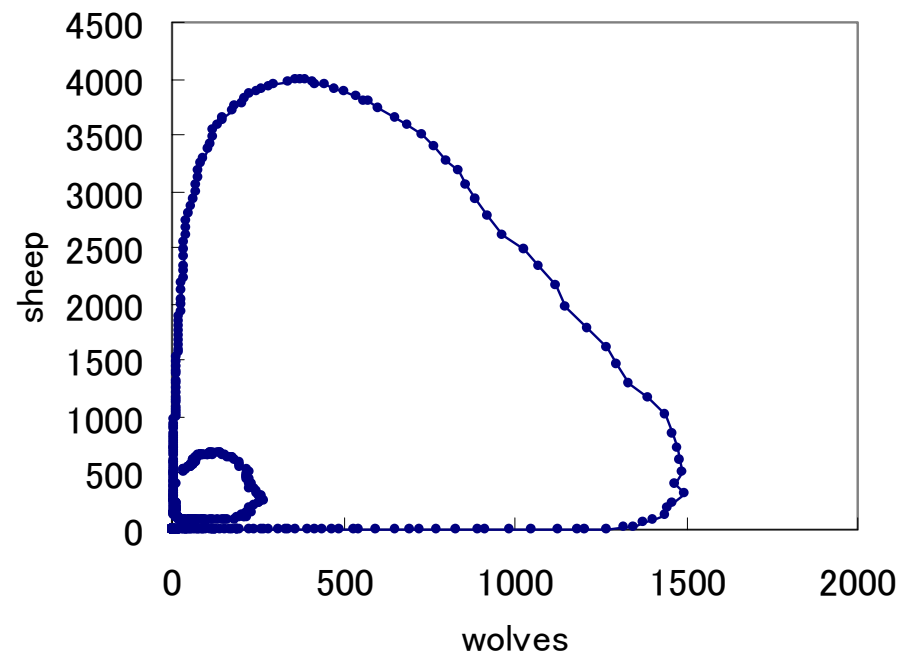
他の条件を一定に保って、
オオカミの繁殖率を変化させる

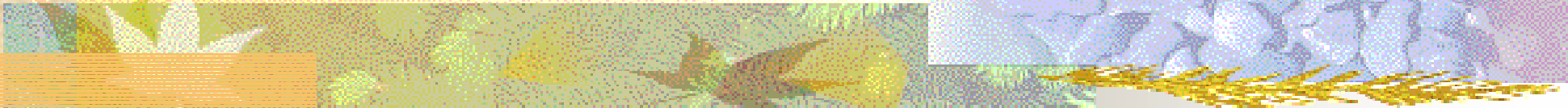


オオカミ繁殖率5

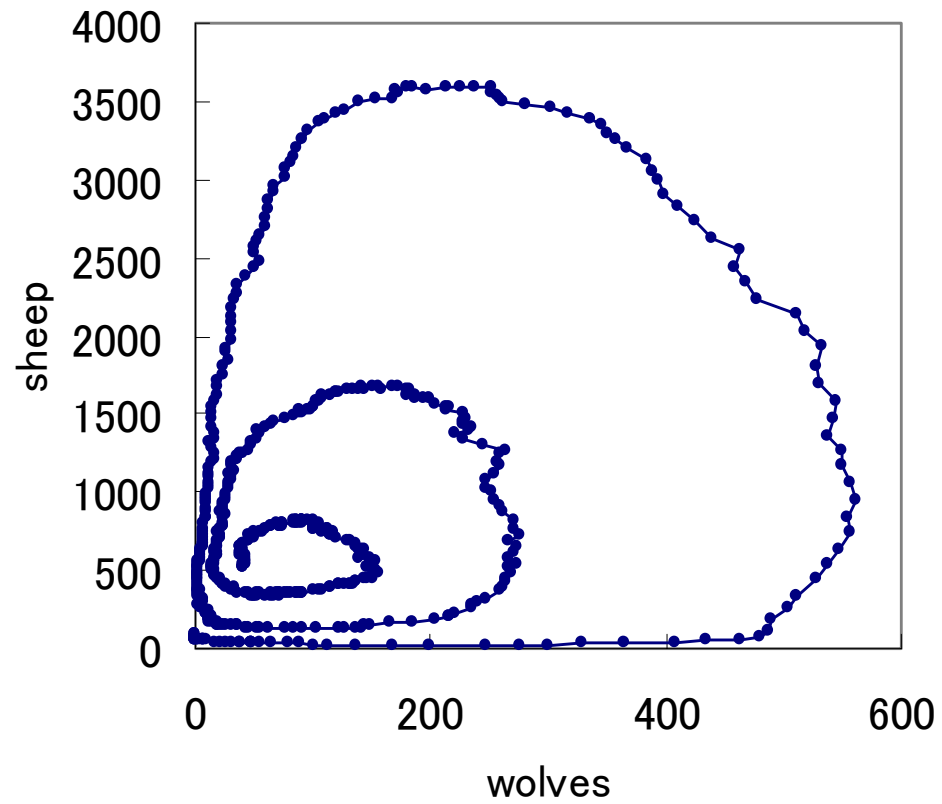


オオカミ繁殖率15

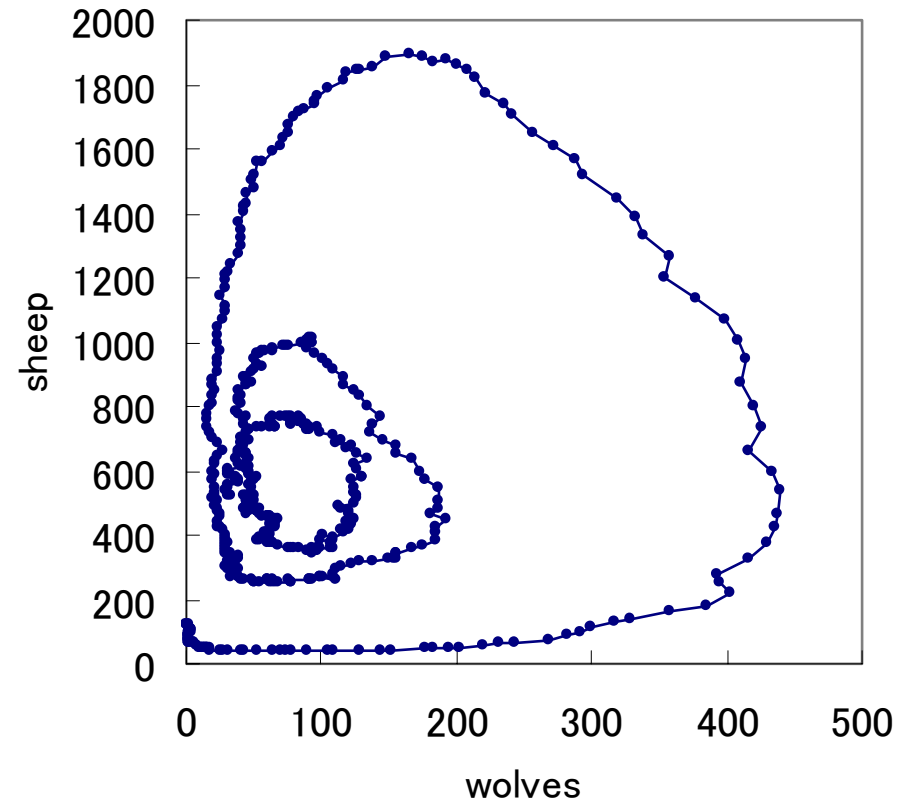




オオカミ繁殖率9



オオカミ繁殖率11



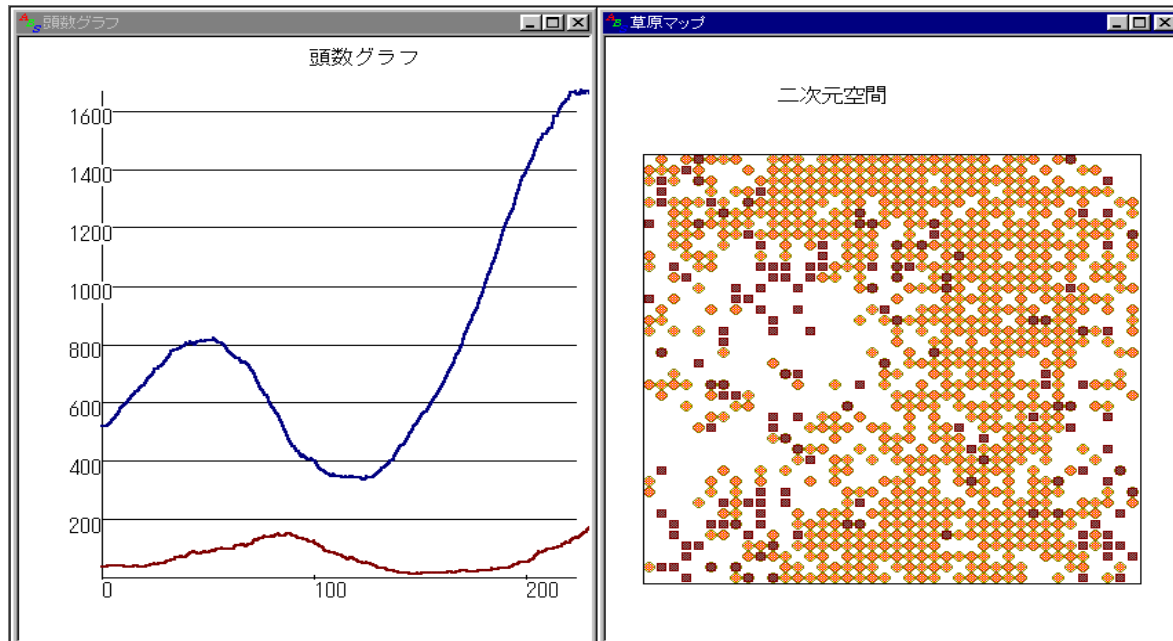
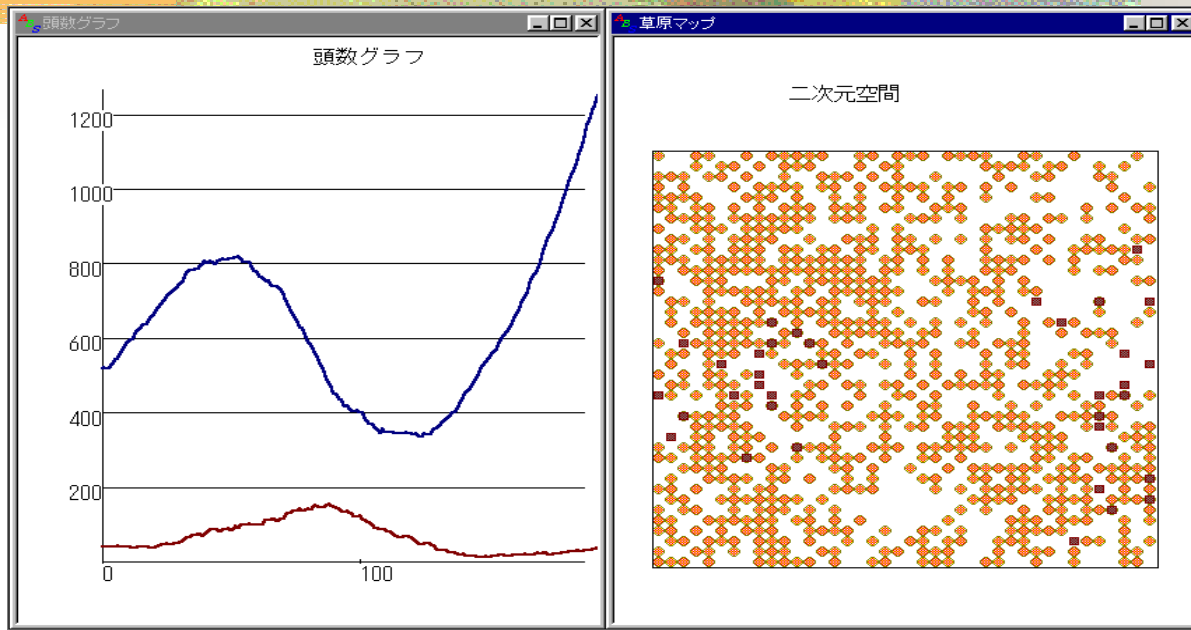


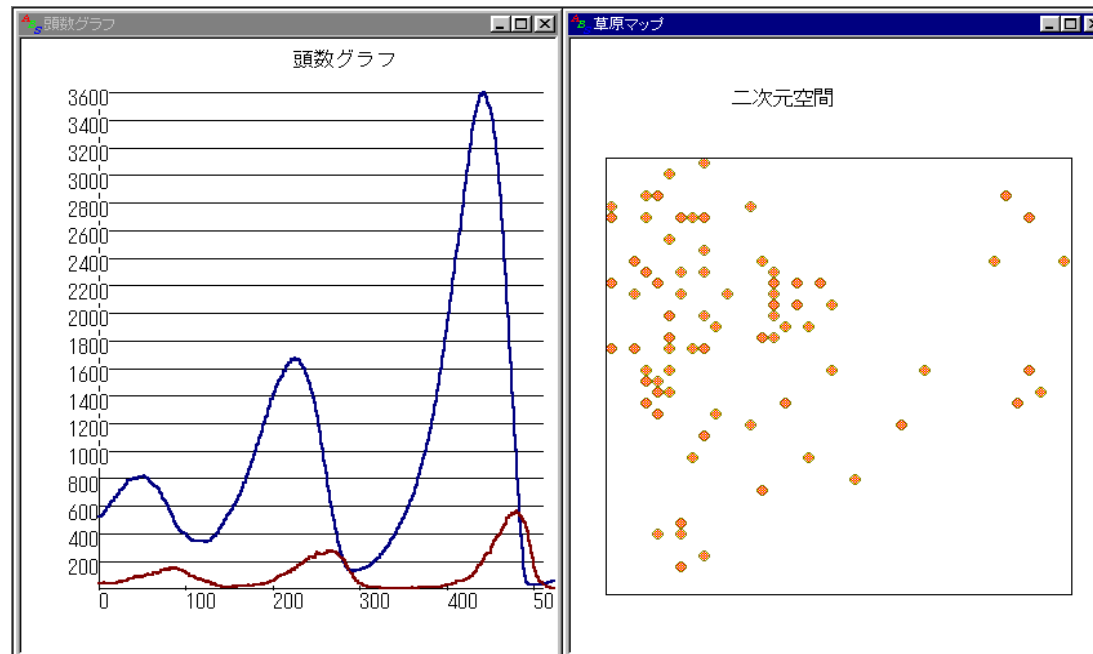
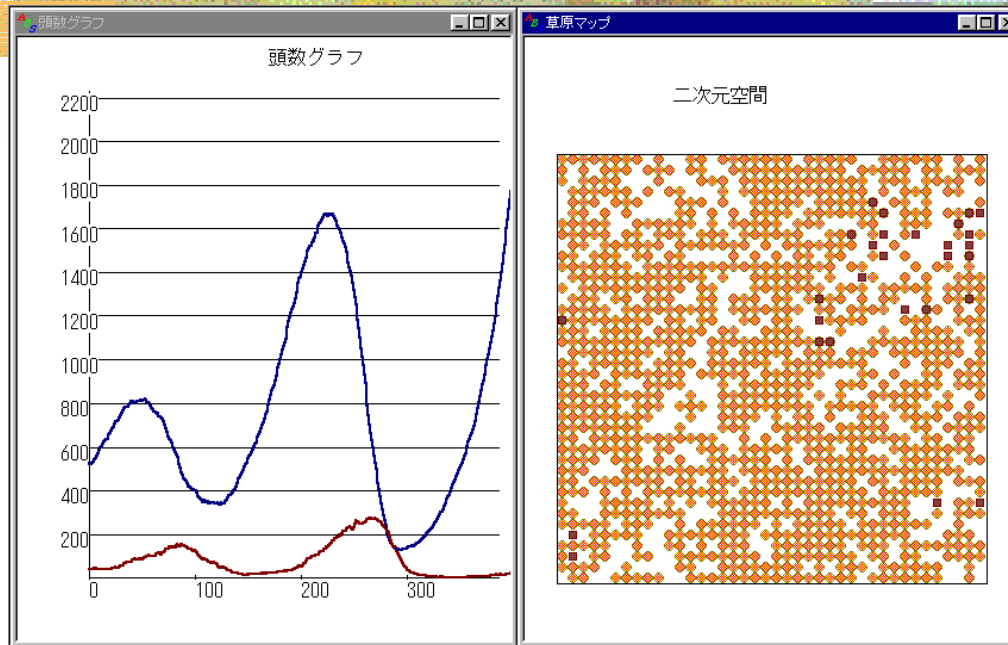
オオカミの繁殖率10付近では多少安定的

しかし、波動が大きくなっていったら
オオカミがゼロになってしまう



どうして波動が大きくなるのか？
→エージェントの偏り？





移動力、偏り、生存

空間上の偏り



オオカミの減りすぎとヒツジ増えすぎ




系の破綻

が正しいとすれば、

オオカミは偏ると生存に不利・・・移動力↑ 生存↑
ヒツジは偏ると生存に有利・・・移動力↑ 生存↓

となるはず。



もしも、それぞれのエージェントの半分を
移動力の高いものに置き換えたら、

オオカミ: 移動力の高いもののほうが増える
ヒツジ: 移動力の低いもののほうが増える

となるはず。



移動力の高いオオカミを混ぜた場合 : (wolves log 1-2 5.abs)

移動力: ヒツジ(青)1、オオカミ(茶)1、オオカミ(赤)2

移動力の低い茶色のオオカミの方が淘汰されてしまう。

ほんの少しの移動力の違いが生存に大きく影響する

→移動力が高く、空間上に広がりやすいオオカミの方が生き残りやすいといえる。




移動力の高いヒツジを混ぜた場合 : (sheep log 1-2 10.abs)

移動力: オオカミ(茶)1、ヒツジ(青)1、ヒツジ(緑)2

移動力の高い緑色のヒツジの方が淘汰されてしまう。

一見ただけでは分からないような偏りだが、生存率に大きく影響する

このことから、移動力が低く空間上で偏りやすいヒツジの方が生き残りやすいといえる。



偏りやすいヒツジ ↑
偏りやすいオオカミ ↓



偏り→オオカミ: 増えにくく減りやすい
ヒツジ: 増えやすく減りにくい

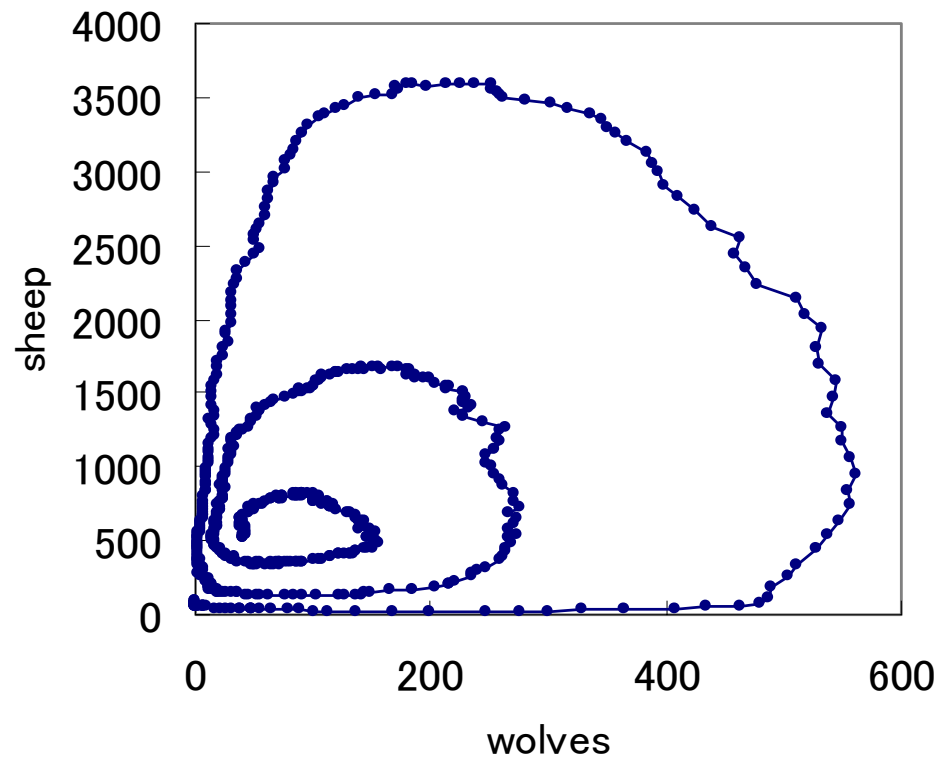


偏りが大きいとヒツジの最大値が大きくなるはず
それが系の破綻につながっているのではないか？

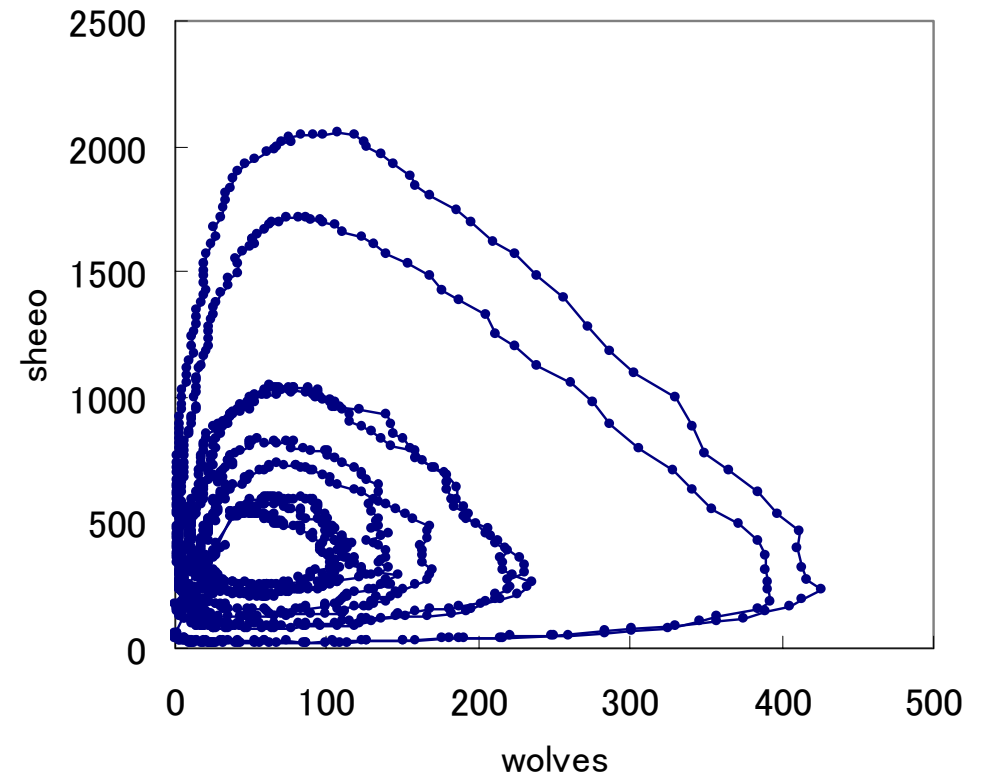
移動力:ともに1

移動力:ともに5

オオカミ繁殖率9



オオカミ繁殖率9、エージェント移動力5



(4回の試行の合計)



まとめ:

縄張り v.s. 群れ

個体の戦略の系への影響

問題と提案:

- 偶然か必然か？
- 概念の破壊を



ABSの可能性

- エージェントとしての個体
- エージェントとしての環境
- 比喩としてのルール
(個体のルール・環境のルール)
- 一般エージェントのエソグラム
(振る舞いのメニュー)としての組み込み関数



ABSを活用するために

- 物理的空間イメージからの脱却・
位相空間(近傍)イメージの喚起
- 想像力に依存する位相平面(ループを許せば
トーラス)の解釈
- 大局的状态のタイポロジー
- 巨視的指標の導入



あとがき

- 「シーズからニーズへ」
- 「アンドロイドを愛せる人間はABSの中から意味を見つけ出す」

お問い合わせ

tasuke@waka.c.u-tokyo.ac.jp

ニュータイプ・シミュレータ開発プロジェクトのページ

<http://hachibei.c.u-tokyo.ac.jp/users/yamakage/ntsp1.html>