

ゲームAI連続セミナー

第3回事前資料 II

「相互作用系の科学と人工知能科学」

三宅 陽一郎

y_miyake@fromsoftware.co.jp

2007.5.8

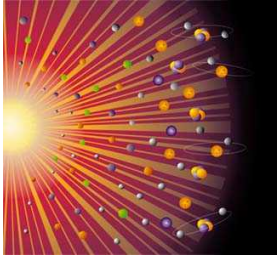
この資料は
第3回セミナーのバックグラウンドとなる
知識と考え方をまとめたものです。

ゲームAIセミナーで解説するには
あまりに抽象的な内容なので、
希望する方のみ閲覧できる事前資料として
用意しました。



Craig Reynolds (SCEA)
<http://www.research.scea.com/pscrowd/>

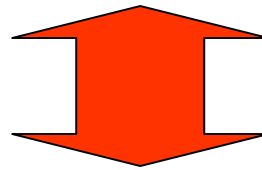
この30年間の科学全体の動き



世界の要素に分解して解明する動き

素粒子・原子核物理、化学、分子生物

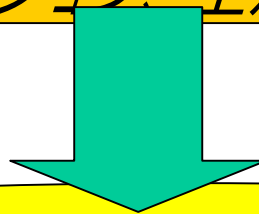
(KEK, CERN など)



今日のテーマ

構成要素から全体を理解しようとする動き

複雑系 (全体は大局と局所の相互作用からなる)、統計物理、
シミュレーション、生態系 (サンタフェ研究所など)



この技術をデジタルゲームへ応用すること

様々な学問における相互作用系のビジョン

現代物理学

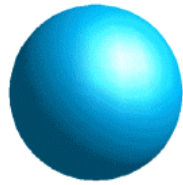
この世界を「相互作用をする要素のまとまり」が入れ子構造になったようなものだと考えると世界をシンプルに捉えることが出来る。

人工知能、精神医学、認知科学

知性も、また幾つかの要素が相互作用するシステムである。

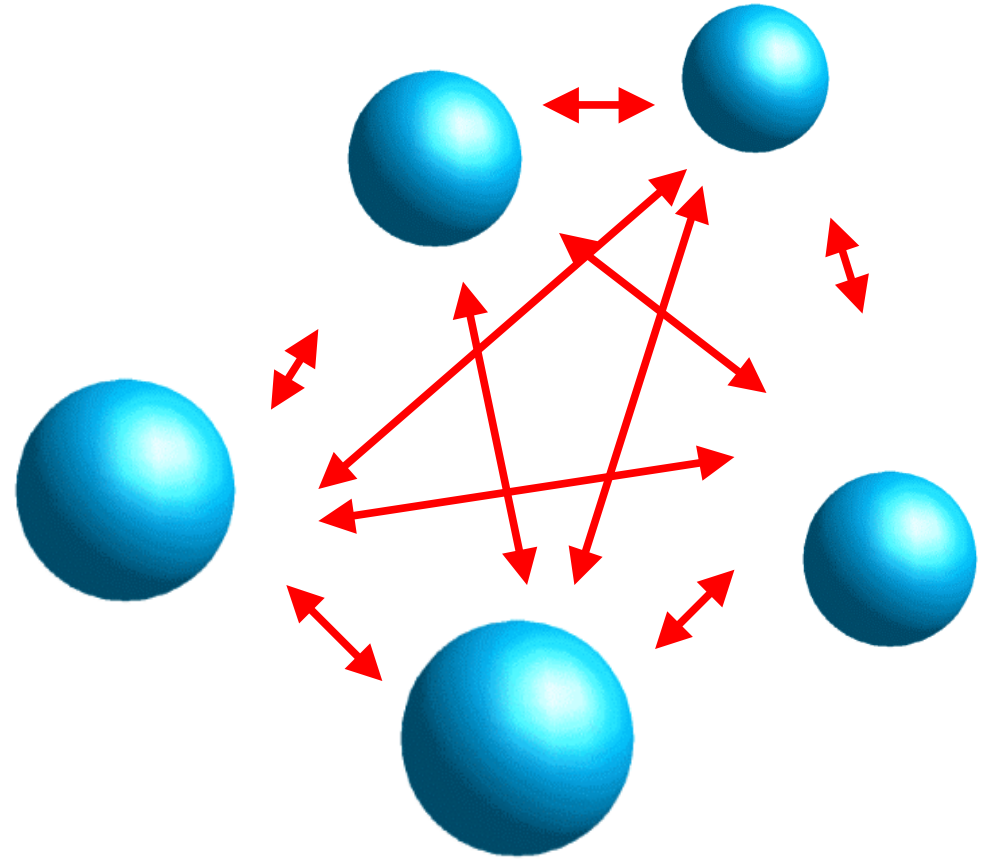
孤立系から相互作用系へ

孤立系から相互作用系へ



孤立系

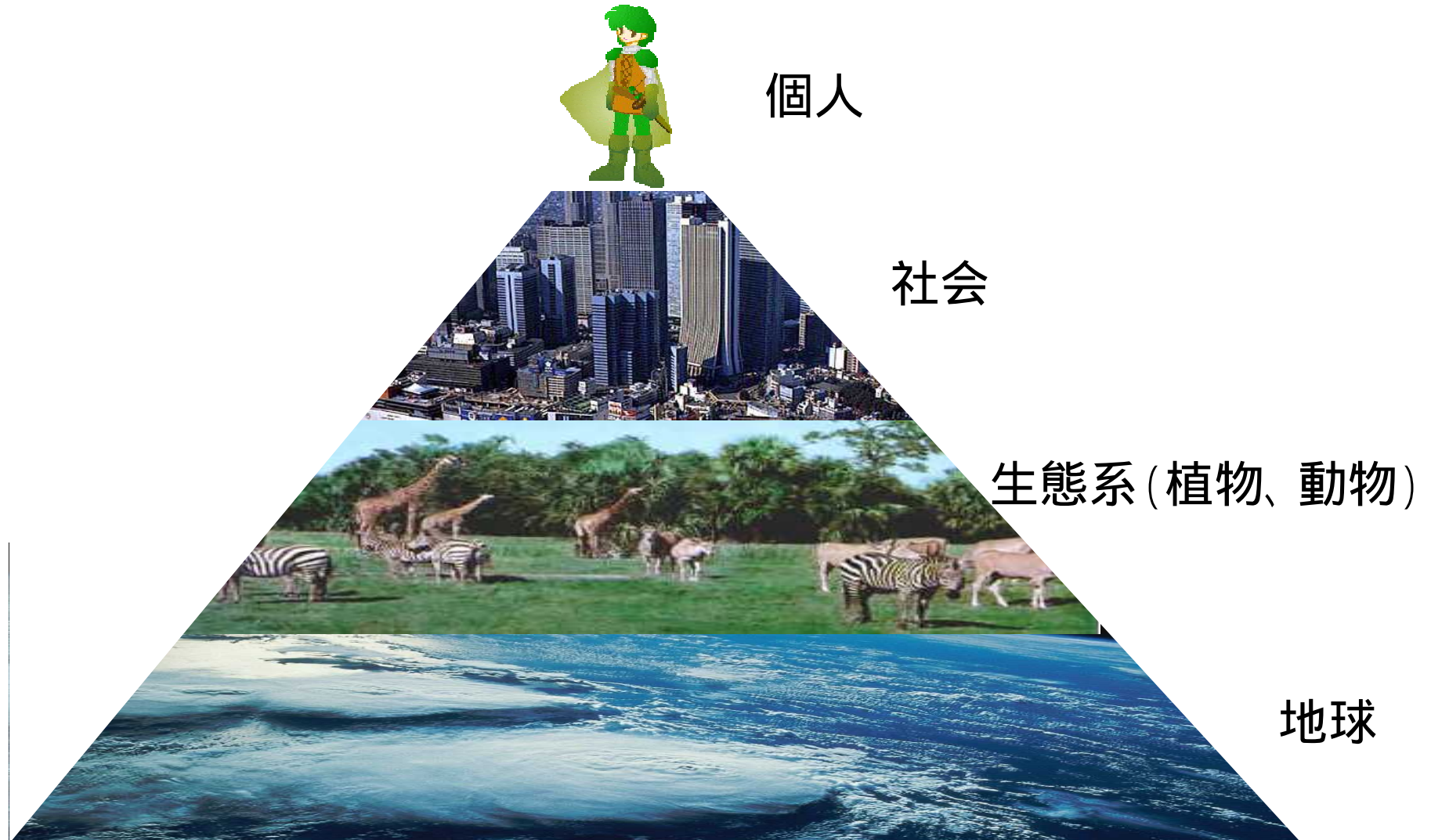
(例) 1分子の運動



相互作用系

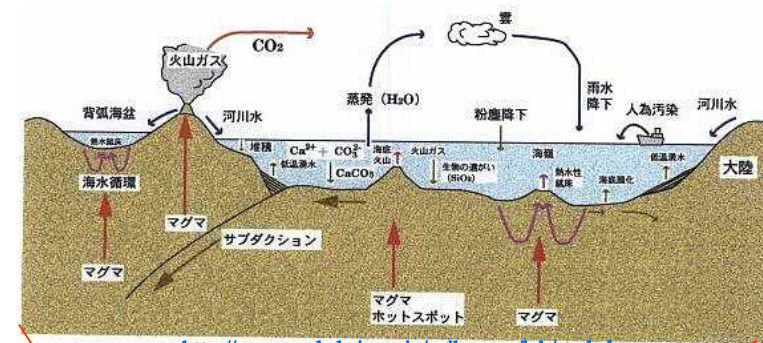
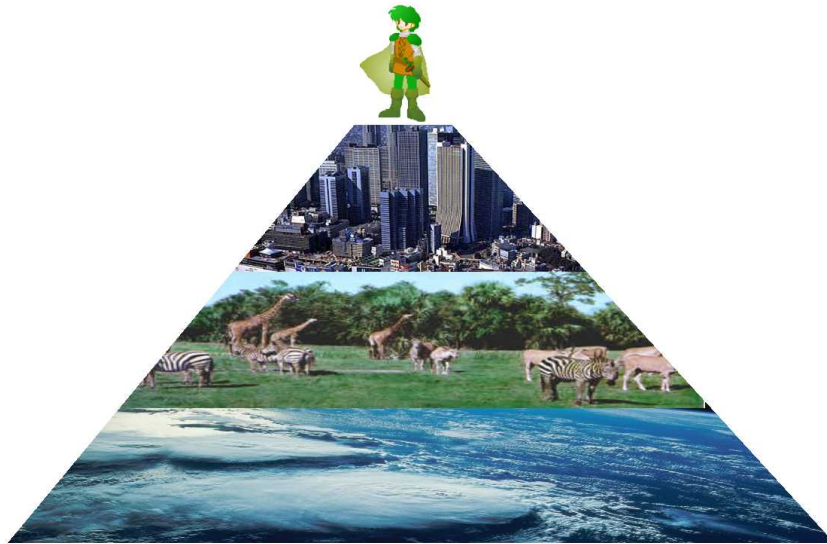
(例) 多数の分子の運動

世界は階層化された相互作用系からなる



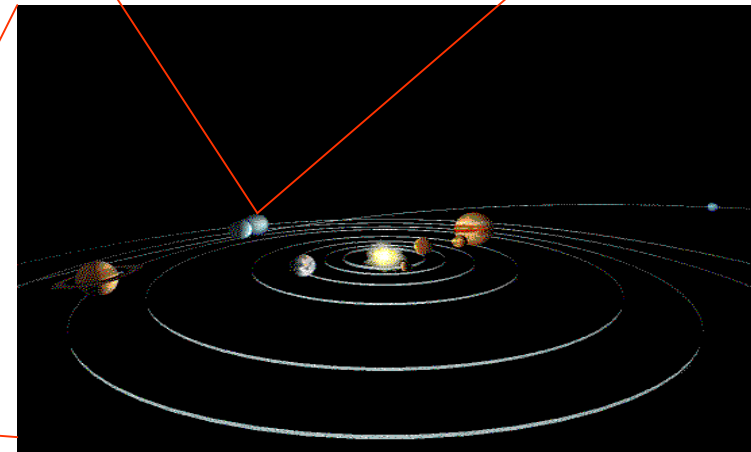
世界は階層化された相互作用系からなる

地表のシステム



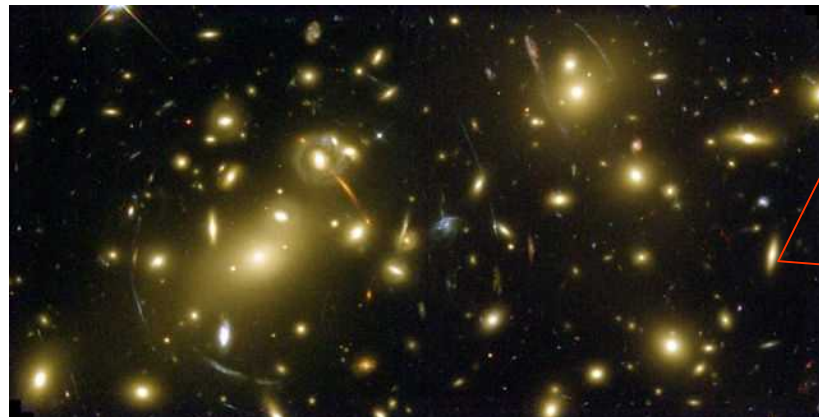
<http://www.aplc.keio.ac.jp/~sikazono/lab/study.htm>

太陽系(Solar system)



http://atropos.as.arizona.edu/aiz/teaching/nats102/mario/solar_system.html

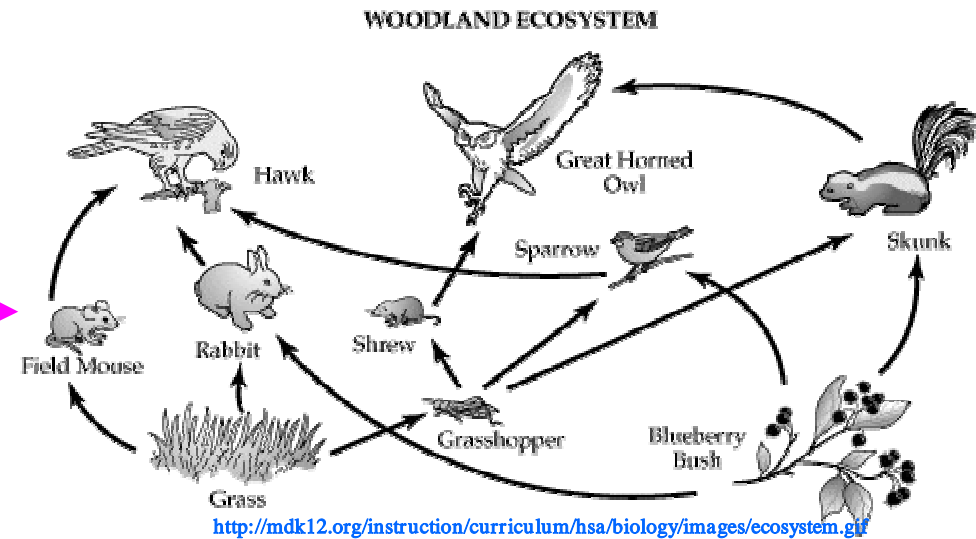
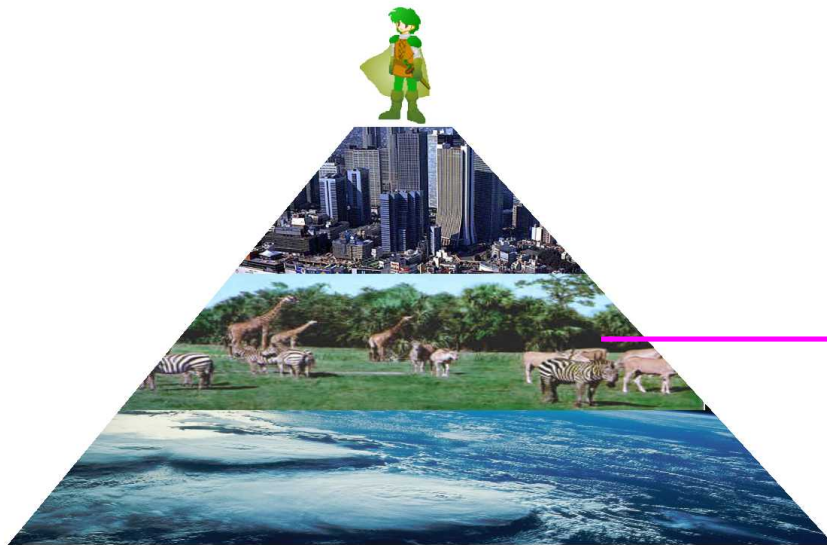
宇宙のシステム (cosmic structure)



http://www.planetary.or.jp/Library02/image/library07_1.jpg

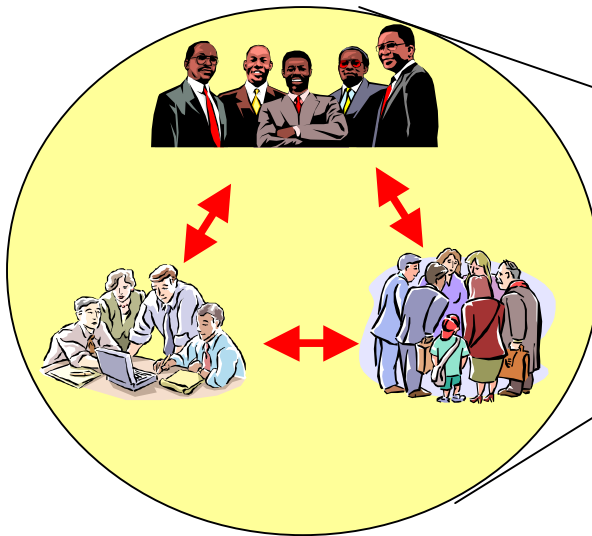
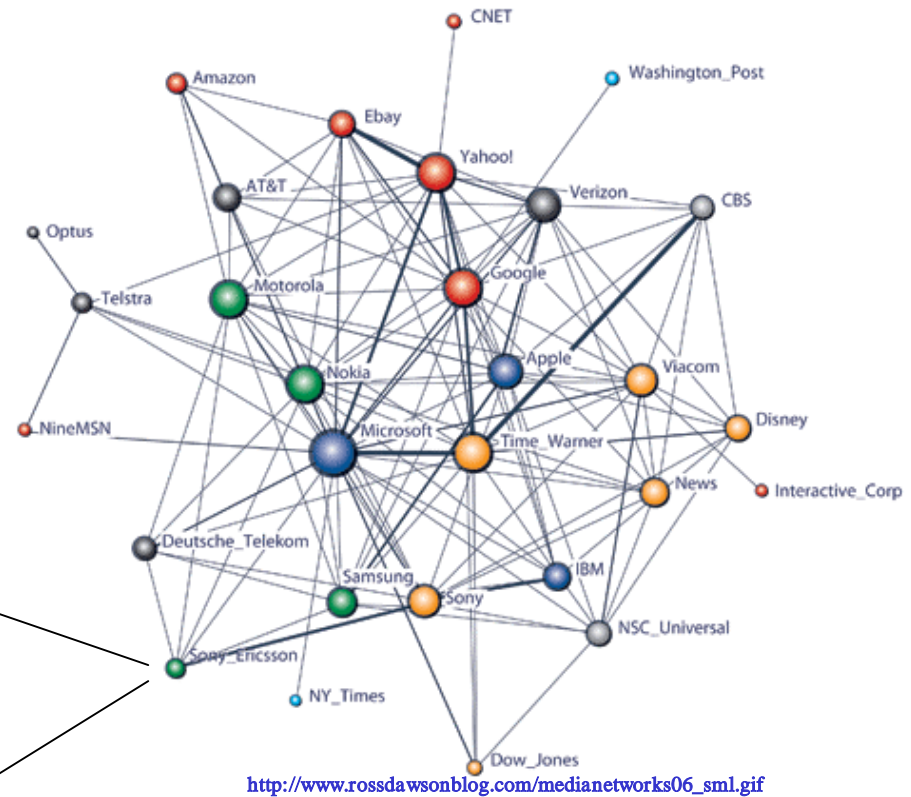
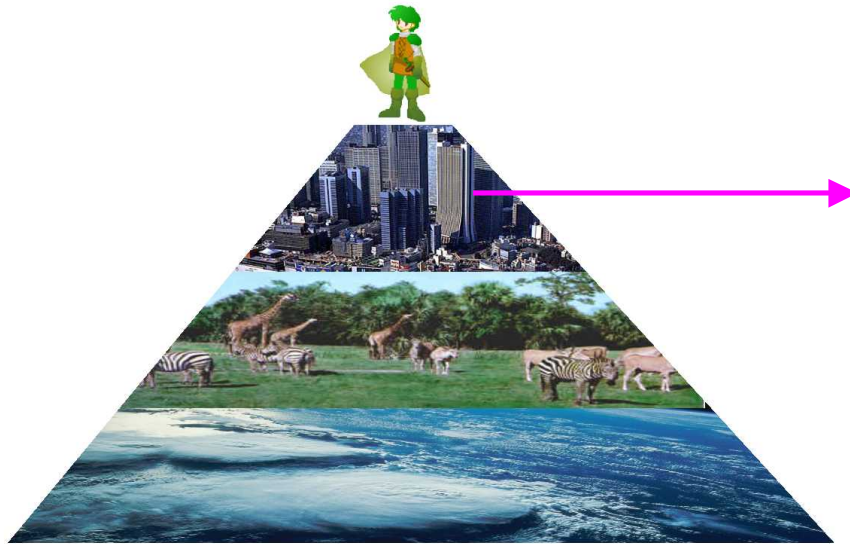
世界は階層化された相互作用系からなる

生態系 (Ecosystem)



世界は階層化された相互作用系からなる

社会のシステム (social network)

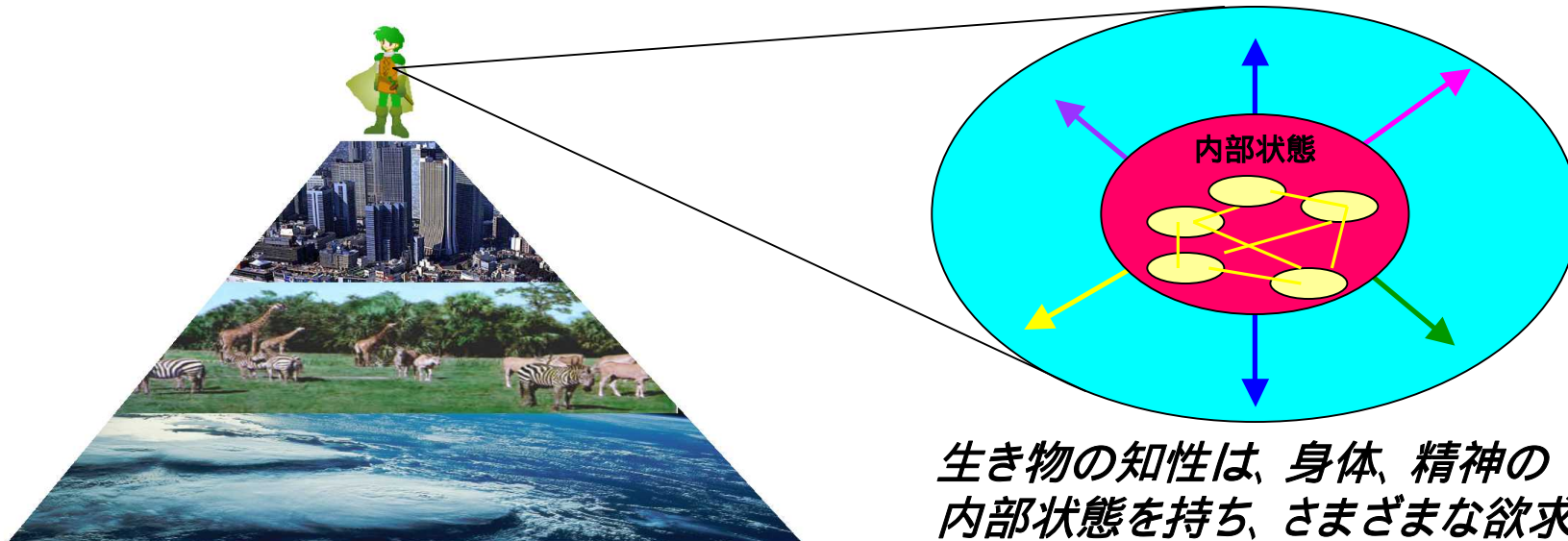


会社のシステム (industry)

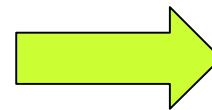
(例) 企業の連携と競争からなる社会

世界は階層化された相互作用系からなる

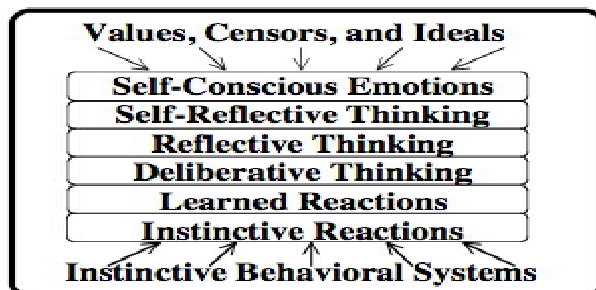
知性のシステム (mind)



生き物の知性は、身体、精神の内部状態を持ち、さまざまな欲求が同時に競争(競合)している。



それを調整するのが**意識**であり、意識の機能の一つが**知性**



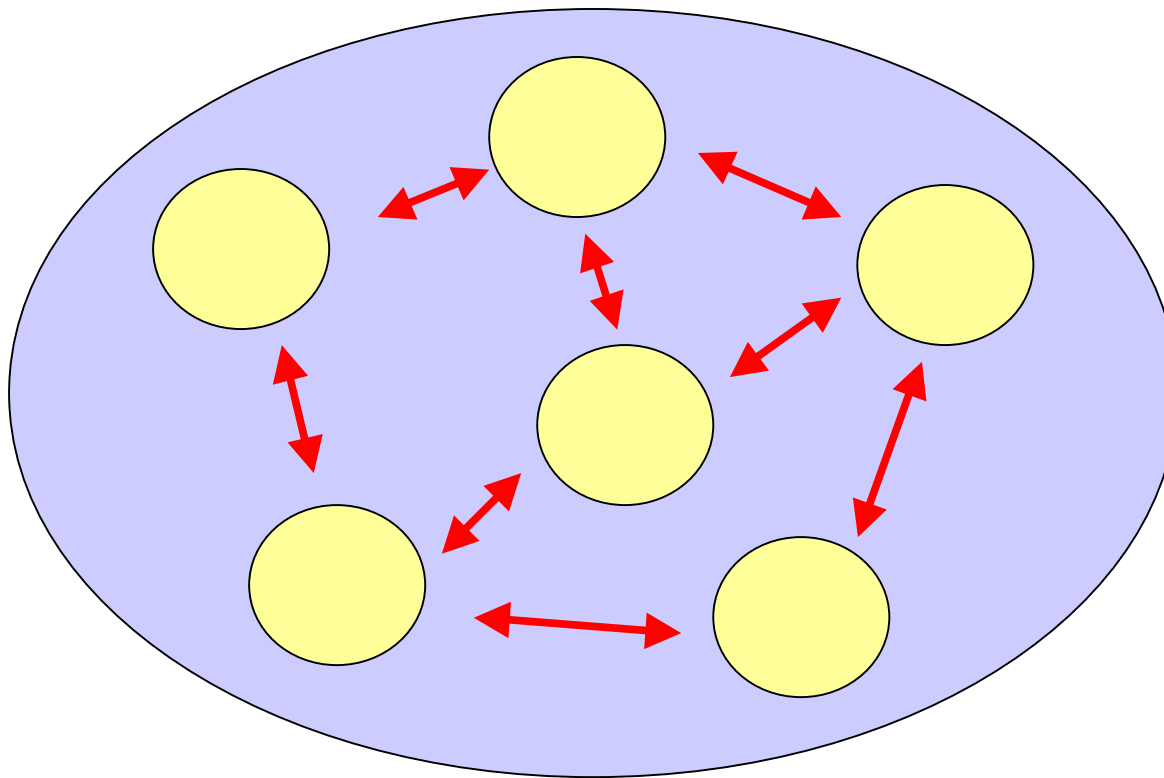
(例) 「眠たい」「寒いので外に出たくない」
「何か食べたい」「食料がないので狩り行かなければならない」

意識は人間の内側に互いに矛盾し欲求を調節して、行動を生み出す。この例なら「外へ狩りに行く」という行動を選択だけが生存につながる。それを選ぶのが意識の役目だ。

「知能」もまた複数の要素の相互作用から
創発されたもの

「分散人工知能」の考え方

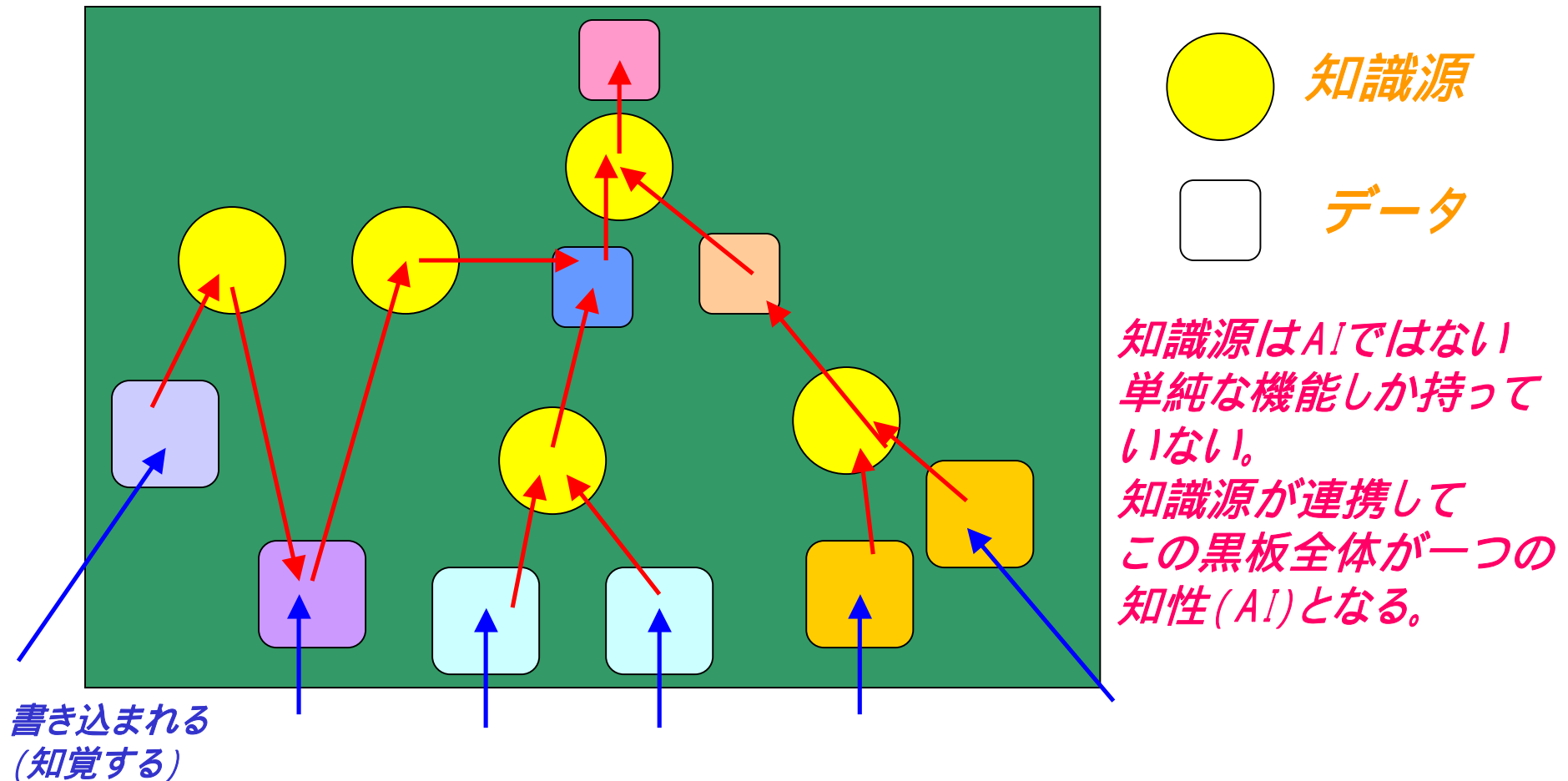
一つ一つの要素は単純な機能しか持たないが、
それらが協調して全体として一つのAIを生み出す



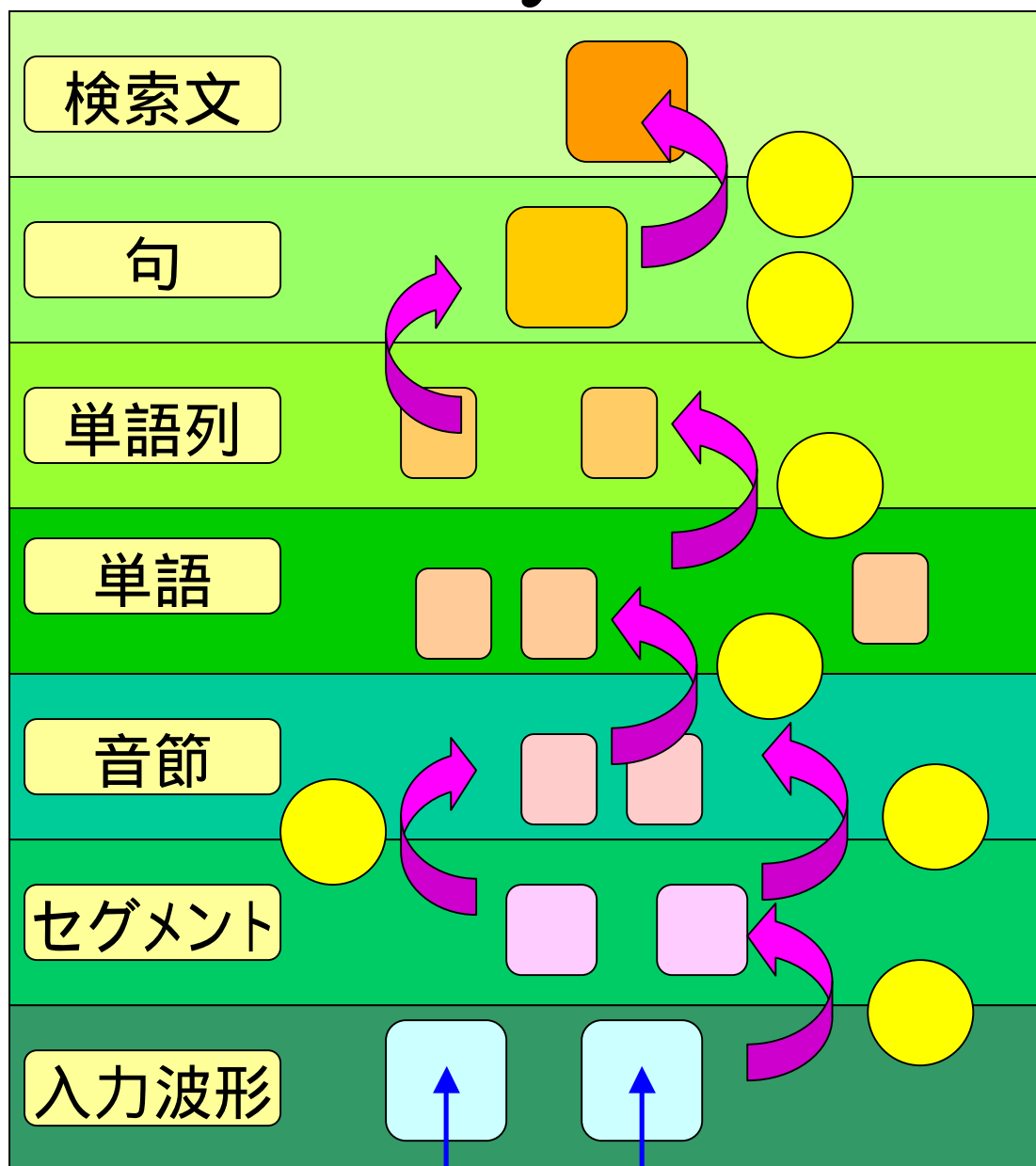
(例) 黒板モデル

黒板 = データが書き込まれ、
データから推論される情報が書き込まれる場所

知識源 = 書き込まれたデータを操作する機能を持つプログラム
(起動条件と操作が定義された単純な機能しか持たない)



Hearsay-II 音声認識知能



音声入力波形から
セグメント、音節、単語、
とだんだんと推論して、
何を喋ったかを認識するAI

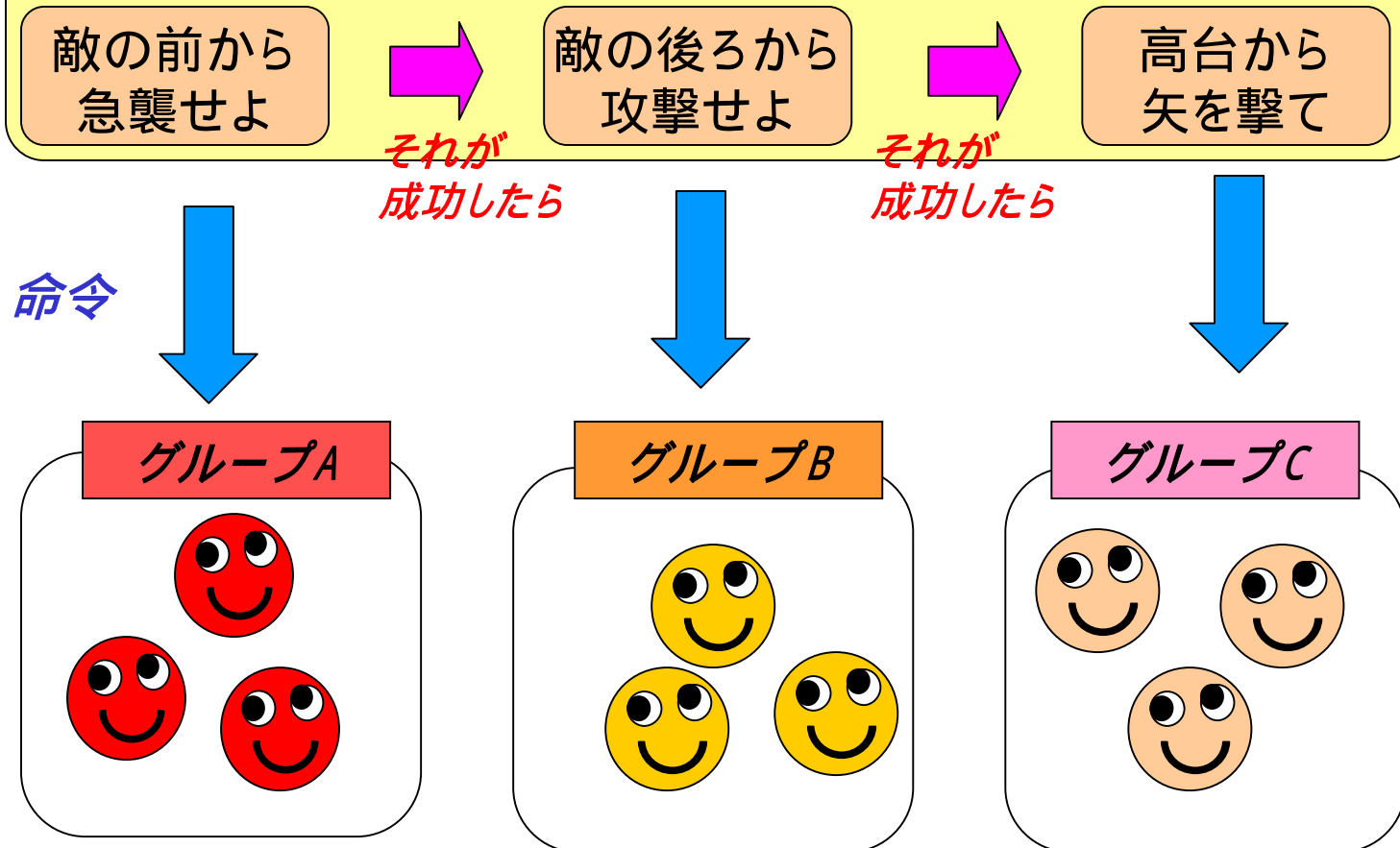
各知識源は、それぞれの
層から次の層、例えば、
単語から単語列を推論する
など単純な機能しか
持たない。

しかし、全体としては、
人の声を認識するという
知能を持つ、世界で
初めての分散人工知能
が実現された。

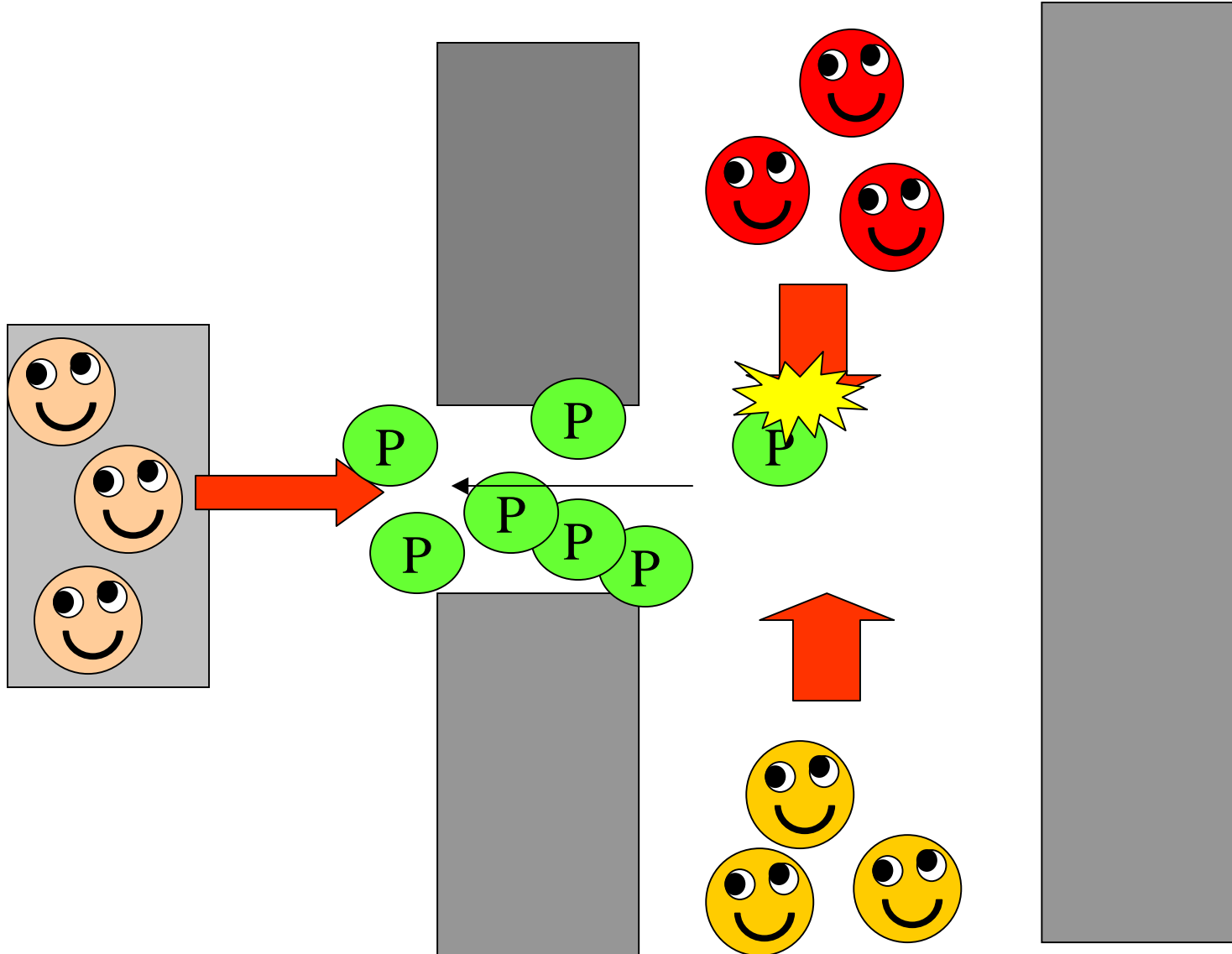
「集団の知能」もまた個々のAIの
相互作用から創発されたもの

(例) マルチエージェント・プランニング

チームAIによるチームのためのプラン



個々のNPCの機能が組み合わさって
集団としての知性を創発する

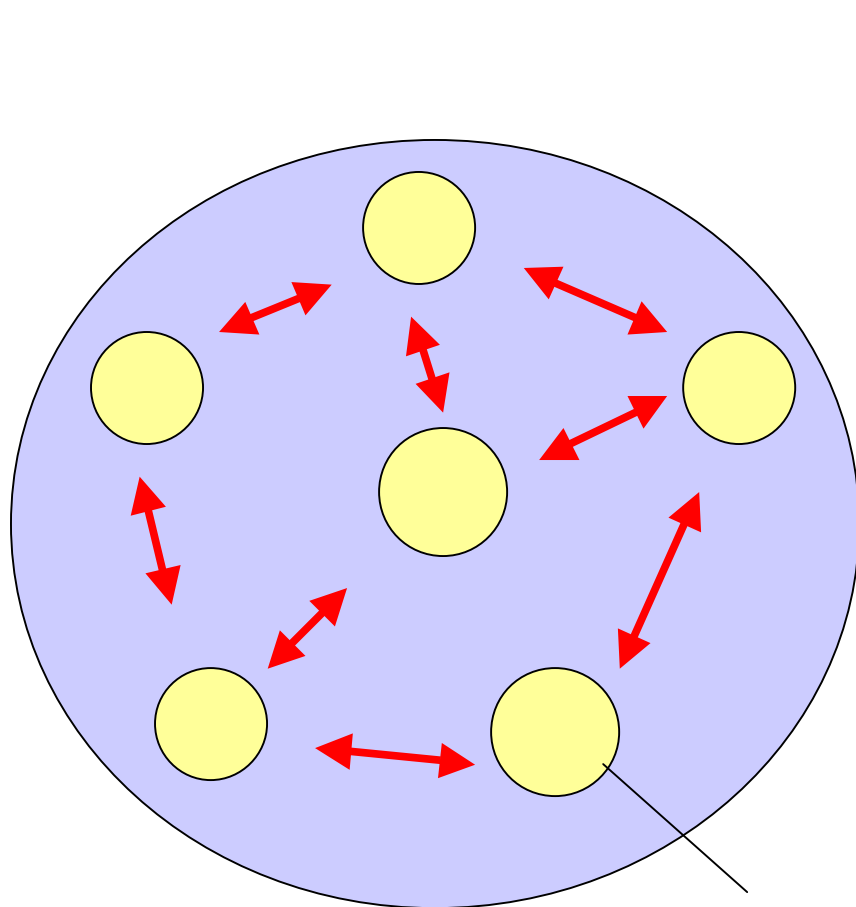


複数の要素の相互作用から「知能」が
創発されるという考え方は、

「集団としての知能」にも
「個としての知能」にも、

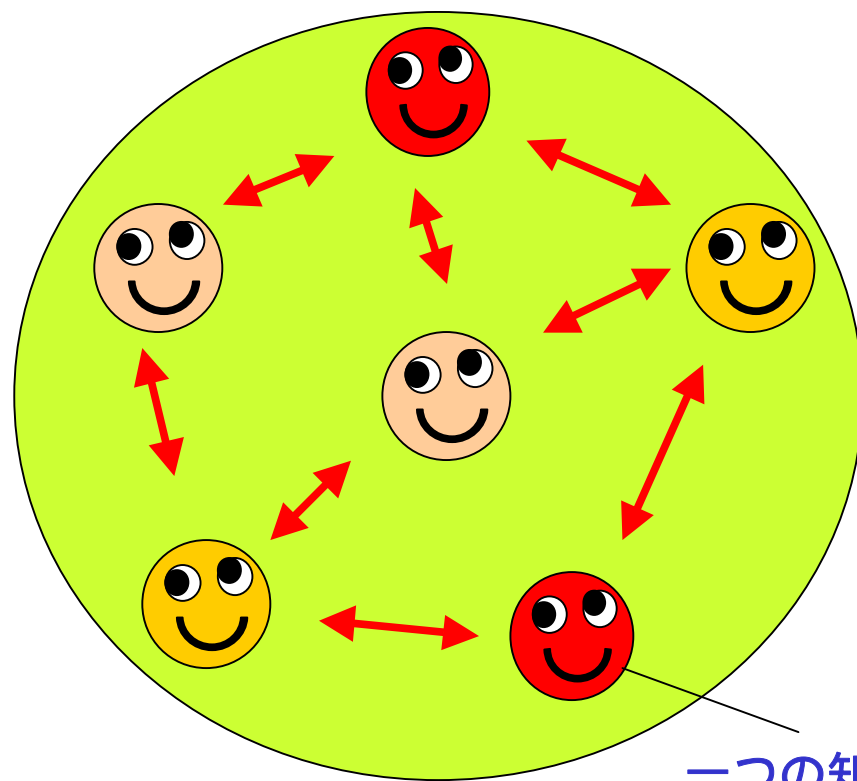
応用できる共通した考え方なのである。

集団としての知能も、一つの生物の知能も、要素が総合されることで、
「新しい機能 = 知性」が創発される



簡単な機能

1つの知能



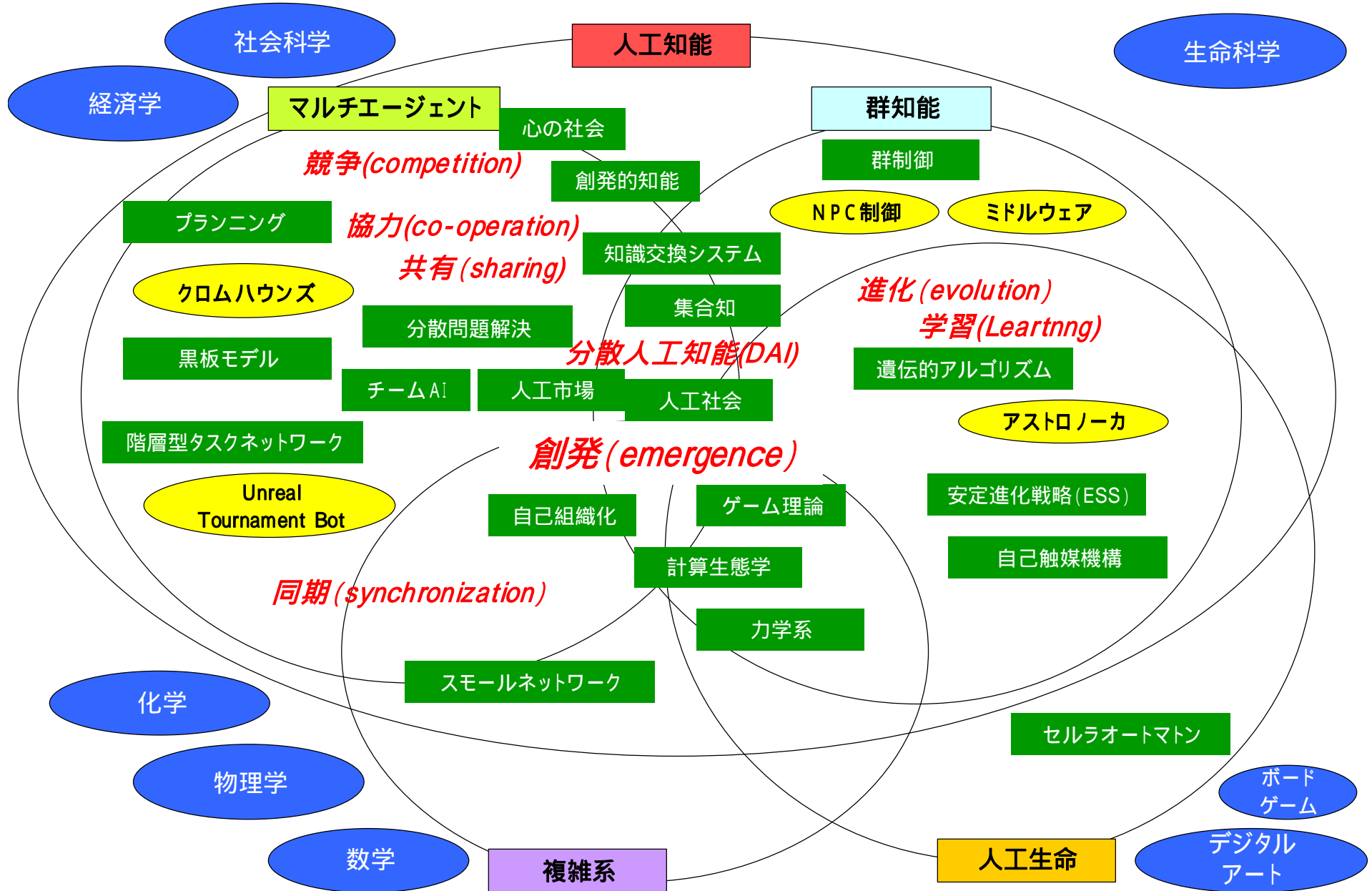
一つの知能

集団としての知能

個々の要素から知能を組み上げる技術は
たくさんある

そしてゲームには、そのうちの数個しか
応用されていない

デジタルゲームに応用可能な相互作用系の技術と応用の現状



研究としての人工知能、
ゲームAIとしての人工知能には
この広大なフィールドを使って
知能を作って行けるフロンティアがあるのだ。

そのためには、
生物界や社会における
実現された集団としての知能の例を
たくさん観察して、
ゲームで実現したいイメージをつかもう！

セミナーではたくさんの範例を準備します。

魚の群 シミュレーション



Craig Reynolds (SCEA)

<http://www.research.scea.com/pscrowd/>

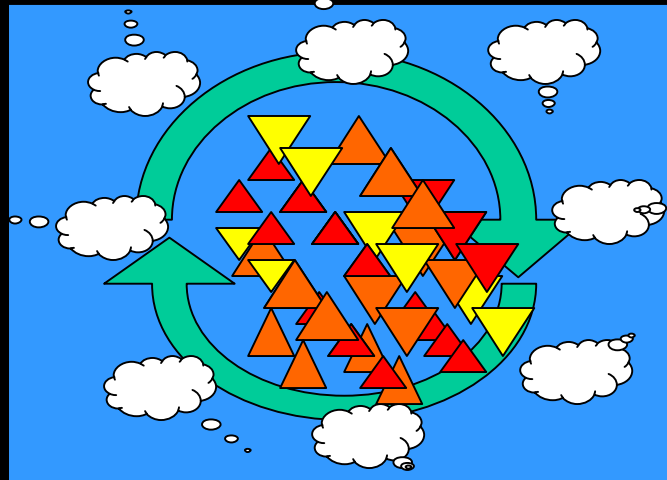
ザトウクジラの群れの協調行動



コミュニケーション

UNITS	=	{A, B, C, D, E, F, G}
SUBPHRASES	=	{DE, FF}
PHRASES	=	{BC, DEEFF, GGGGGG, AAAA}
THEMES	=	{BCBCBC, DEEFFDEEFF, GGGGGG, AAAA}
SONG	=	AAABCBCEDEEFFDEEFFGGGGGG
SONG SESSION	=	..A..BC..DEEFF..G..A..BC..DEEFF..G..
SOUND PATTERNS	=	{A, BC, DEEFF, G}

Stereotypical sound patterns in humpback whale songs:
Usage and function Mercado, E., III, Herman, L. M., & Pack, A. A.
Aquatic Mammals, 29, 37-52 (2003)



Bubble Net Fishing

Message のやりとりでお互いを制御

お互い声でコミュニケーションを取りながら、
泡を出して壁を作り魚たちを囲い込んで、
下から口に入れる。

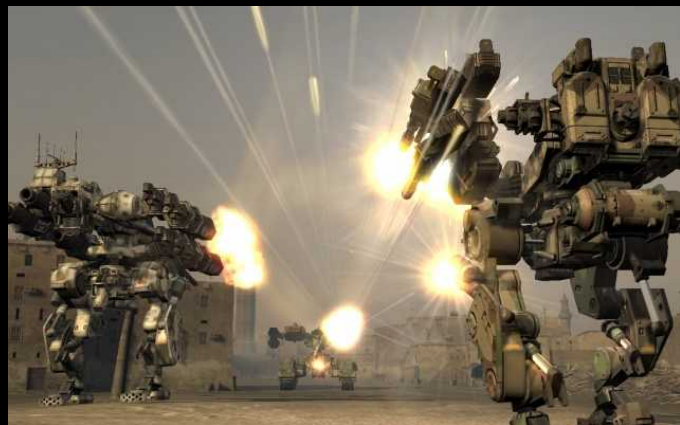
鳥、魚、人 相互インタラクション



GDC2002 SCEI

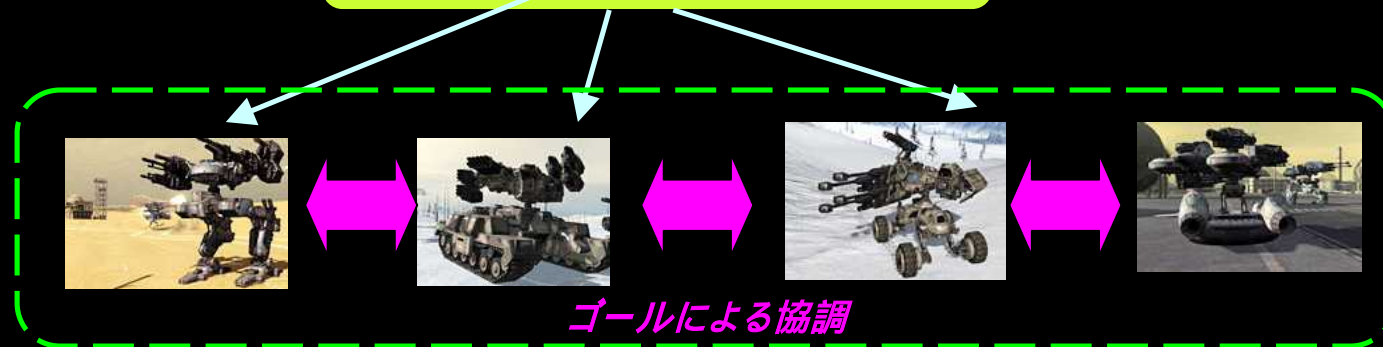
後藤弘茂「PlayStation 3はどんなゲームを実現するのか--それはワールドシミュレーション」PC Watchより

クロムハウন্ズ AIの協調



チームAI

チーム作戦パターン



- (1) 「援護」「護衛」などゴールによるお互いの協調
- (2) 戦力計算による戦闘、退却判断、集中砲火などアルゴリズムによる群制御
- (3) チームAIによるチームとして統制の取れた行動
- (4) チームとしての合理性と個体としての合理性の衝突

三宅 陽一郎, 人工知能が拓くオンラインゲームの可能性

<http://www.bba.or.jp/AOGC2007/2007/03/download.html>

交通シミュレーター



Message のやりとりでお互いを制御

- ◆Request ... 接触の可能性のある相手の車に自分の属性と予定のコースと時刻を知らせる
- ◆Change-request ... request の変更
- ◆Cancel ... キャンセル
- ◆Reservation-completed ... 横断完了の知らせ

Peter Stone, "Multiagent Traffic Management: An Improved Intersection Control Mechanism"

<http://www.cs.utexas.edu/users/kdresner/papers/2005aamas/?p=video>

チンパンジーの群れの協調行動



京都大学霊長類研究所 松沢哲郎所長・教授らの研究グループ
http://www.kyoto-u.ac.jp/notice/05_news/documents/060905_1.htm

ゲームへ応用したい

アイデア

企画者

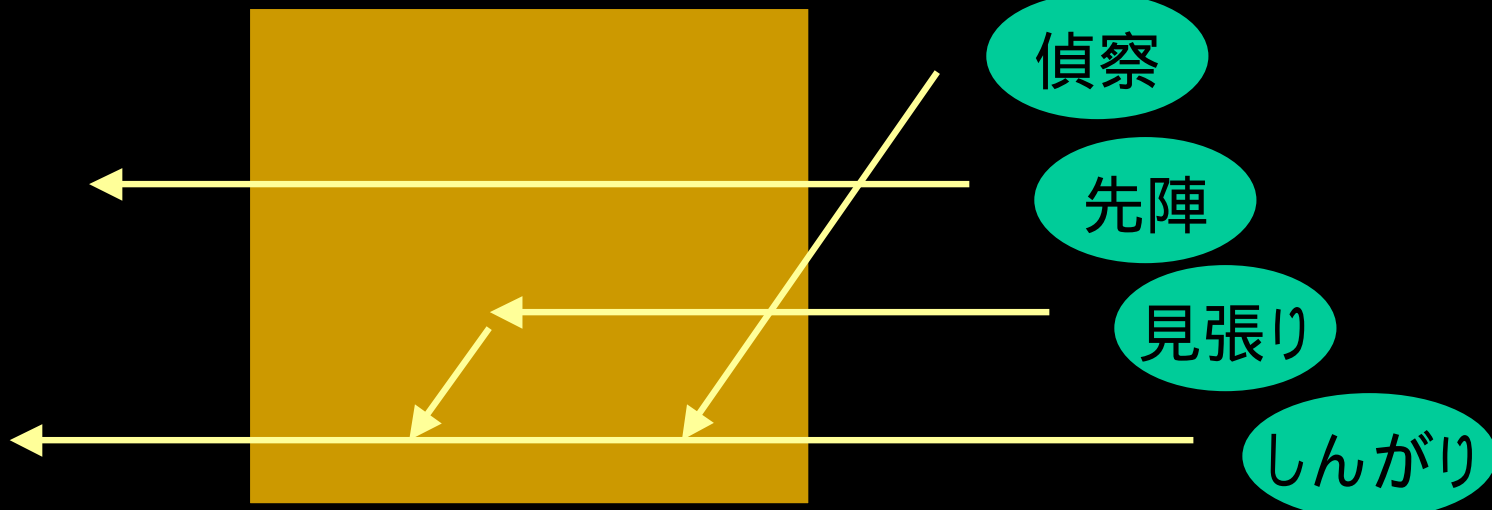
群れを使う

技術

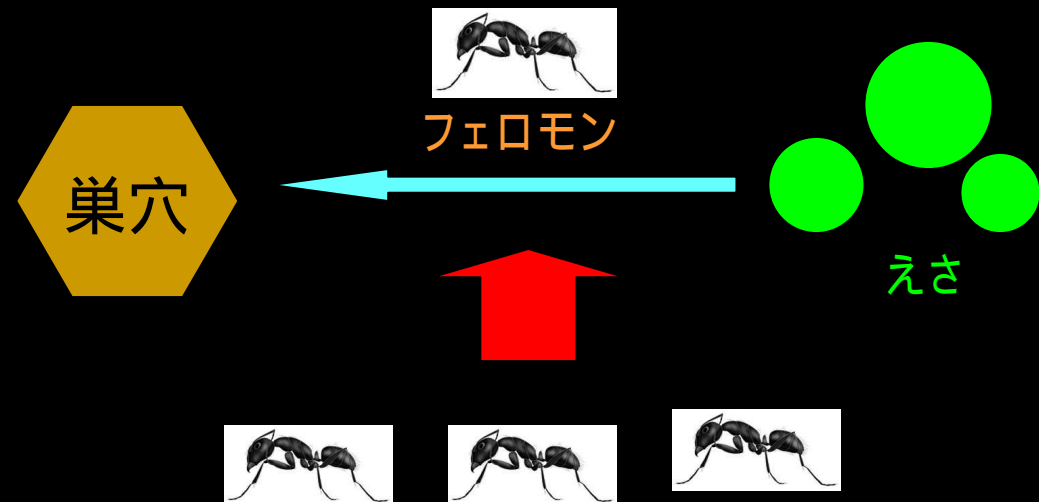
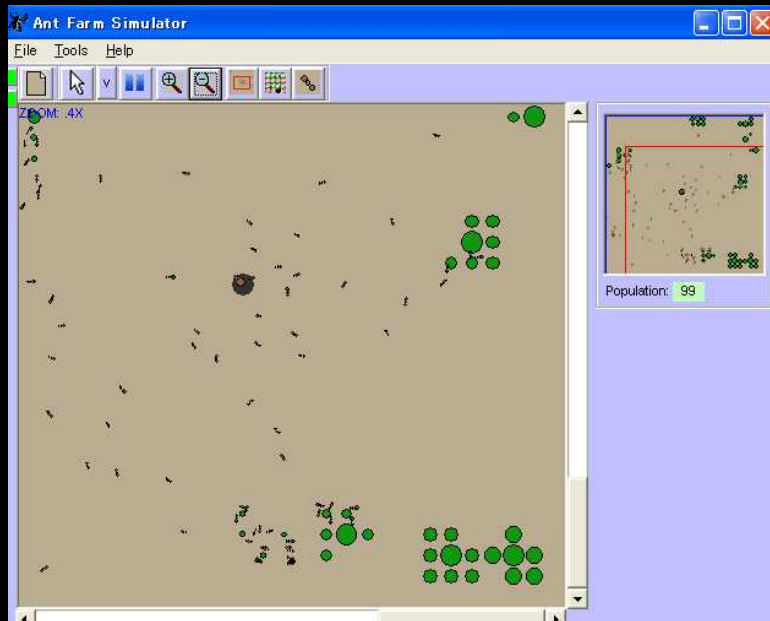
プログラマー

タスク分割

ゲーム

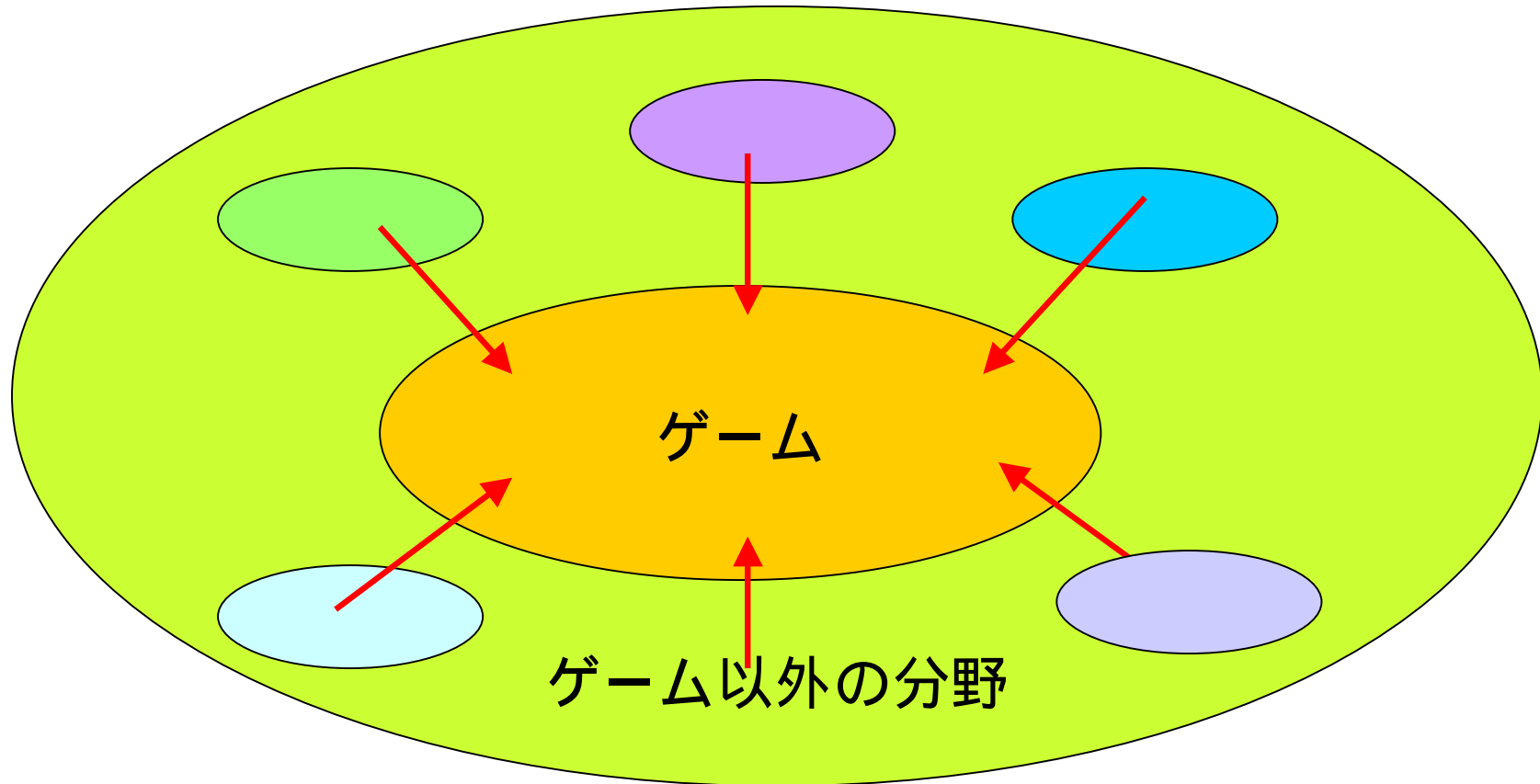


蟻の群れシミュレーション



- (1) えさをみつけた蟻は、フェロモンを出しながら巣へ戻る。
- (2) フェロモンは他の蟻を引き寄せる
- (3) 引き寄せられた蟻は、フェロモンを出しながらえさを巣へ運ぶ

ゲーム以外の分野の発想からゲームへ



「集団における知能」の分野ではゲーム以外の分野から得た発想をゲームへ導入することで、大きな結果を得ることが出来るはず。

セミナーではキーとなるような範例を紹介したい

まとめ

この分野は

技術者にとっては、

技術的に多様で奥深い「フロンティア」であり、

企画にとっては、そこから自分の表現したいもの

を選択する「作家性の求められる分野」となる。