

創発アートと「人工生命」作品

出渕亮一朗*
女子美術大学

Abstract

筆者自身の作品群の解説を行うための主要概念として、「創発アート」という概念を提示する。また、筆者自身の考える、創発とアートの美術潮流のなかでの結びつきをラフスケッチ的に論じてみる。特に、「人工生命」研究分野をこの創発という視点から考える。最後に、筆者による創発を応用した「人工生命」作品等をいくつか具体的に紹介する。

Keywords: 創発, 創発アート, プログラミング, 人工生命, Emergence, Emergence Art, Programming, Artificial Life

1 始めに

筆者が制作を行ってきた作品の背景としてある、美学、哲学、あるいは、芸術理論として、常に「偶然性」や「意図したもの」以上のものが表出するシステム」を考えてきた。しかし、近年、特にコンピューターサイエンス分野で注目されてきた「創発」(Emergence)というタームを使えば、よりよく筆者の作品を解説できるようである。この小論では、筆者自身の作品群を解説するための主要概念として、創発とアートを結びつけた、「創発アート」という概念を提示する。また、筆者自身の考える、創発とアートの美術潮流のなかでの結びつきをラフスケッチ的に論じて、この「創発アート」という概念の美術潮流の中での位置付けを行ってみようと思う。創発はさまざまな自然現象や生命現象に見られるものであるが、近代美術史を探れば、創発というタームを切り口として語ることのできる、作家、作品例が数多くあるように見受けられる。まず、創発とアートの関係を簡単に探り、また、特にさまざまな生命現象に注目して、それを人工的に作り出そうとする「人工生命」(Artificial Life)と呼ばれる研究分野を創発の視点から考察してみる。最後に、筆者による創発を応用したアート作品、または、「人工生命」アート作品をいくつか具体的に紹介する。

2 創発とは

科学理論において、部分と全体、秩序と無秩序の関係を考察する研究は古くからさまざまなものが行われてきた。古典的には、1977年のノーベル化学賞を受賞したイリヤ・プリゴジン(Ilya Prigogine)の非平衡熱力学では、周囲の環境と共存した状態で存在する散逸系を考え、物質とエネルギーがたがいに作用しあってより秩序性の高い状態になる現象を数量的に研究した。また、カオス理論(Chaos theory)は、決定論的な動的システムの一部に見られる、予測できない複雑な様子を示す現象を扱う理論である。近年、特にコンピューターサイエンス分野で注目されてきた創発とは、単純な仕組みに基づいたローカルな要素が多数集まって相互作用することにより、グローバルでは単なるその総和とは異なる高度で複雑な秩序を生み出すシステムが生じる現象のことである。ウィキペディア(Wikipedia)によると、「創発とは、部分の性質の単純な総和にとどまらない性質が、全体として現れることである。局所的な複数の相互作用が複雑に組織化することで、個別の要素の振る舞いからは予測できないようなシステムが構成される。-中略-「創発」は主に複雑系の理論において用いられる用語であるが、非常に多岐にわたる分野でも使用されており、時として拡大解釈されることもある。」[1]とある。また、スティーブン・ジョンソンに

よると、創発を「組織化複雑性」としてとらえている。彼の著書[2]の中で、創発現象例として次のようなものをあげている。

- 2000年に北海道大学の中垣俊之が、粘菌という単純なアメーバ状生命が迷路の最短距離を見つけられることを発見。[3]
- 個々のシロアリのミクロな行動がシロアリの巣自身の全体的な複雑な振舞いを引き起こすこと。
- 個々人の生活活動や経済活動が相互作用した結果、複雑な都市構造を自己組織化すること。

3 創発アートとは

この創発を引き起こしている現象、創発現象をアート、美術作品に応用することは可能であり、筆者は、創発とアートを結びつけた、「創発アート」(Emergence Art)という概念を提案したい。また、創発アートという切り口から、古くからある、ある種の美術や芸術作品を考察してみることができると筆者は考える。最もよく知られる例が万華鏡ではないだろうか。万華鏡は「向かい合わせた鏡はお互いの像を映し出すことによりフィードバックする」という、局所的な単純な規則からなり、それが、機構、システム全体としては思いもがけない複雑で魅惑的な像を生み出すものである。但し、こういった機構、システムは、からくりや玩具的な扱いで、近代以前では正当な芸術であるという評価は得ていなかったと思われる。近代以降、西洋では、ダダイズム(Dadaism)やシュルレアリスム(Surrealism)等と呼ばれる新しい芸術運動が起こった。河本敦夫の著書、「現代造形の哲学」[4]内「シュルレアリスムの世界」の章で述べられていることを要約すると、「シュルレアリストの精神は、合理的思惟を基盤とする西洋文明に対する深い絶望と伝統への激しい否定であり、よって、シュルレアリストにとって究極のものは、非合理的偶然性の原理である。」となるだろう。

以下は筆者の考察である。創発現象といえるものの美術への応用は現代美術の時代となって注目を浴びてきたと考えられる。伝統的な西洋美術はロゴス中心の哲学を元としているため、美術作品は人間の高度な論理や思考の直接の結果であると考えられてきた。20世紀に入ると、こうした西洋文化の人間精神の絶対的有利への反省、疑念、反抗心といったものから新たな美術の流れが起こった。それが、ダダイズムやシュルレアリスム等と呼ばれるものである。特にシュルレアリストはオートマティズム(自動記述:Automatism)を重要視した。例えば、シュルレアリストのひとりとされているマックス・エルンスト(Max Ernst)は、さまざまな独特の表現技法を実験した。それは、今日、コラージュ(collage)、フロッターージュ(frottage)、デカルコマニー(decalsomanie)と呼ばれているものである。特にデカルコマニーは、フランス語で「転写法・転写方式・転写画」を意味する用語であり、オスカー・ドミンゲス(Oscar Dominguez)が創始した技法である。これは、ガラスやキャンバスに絵の具をのせ、別の紙を押し付けて引き離すことにより生まれる効果を利用するものである。

こういった偶然性の原理をアートの創作に応用することは、直接の高度な人間精神の反映としての美術作品ではなく、自然、あるいは、人間を超えた何かの力に創作を委ねるという考えに基づいているのではなかろうか。人間は自然と世界を征服しきった訳ではなく、まだまだ解き明かされていない秘密が宇宙には秘められているはずであるという美学が背景にあると考える。

このように、始めは手作業的であった「何かに委ねる創作」

*e-mail: debuchi07005@venus.joshibi.jp

は、「何か=機械/システム」となって、キネティックアートのように機械・装置に造形と運動を任せる美術と発展し、さらに20世紀後半に爆発的に進化したコンピュータ技術と結びつき、次々と発見された様々な「自発的な」表現を生み出すアルゴリズムと結びついて、現代のプログラミングアートや「抽象的な」コンピュータグラフィックス作品が生まれてきたのではないかと筆者は考える。

偶然的に作者の意図しない高次の表現を作り出す可能性を持つ、創発現象をアートに応用する利点として、まず、作者自身の想像力を超えた表現を生む可能性があることがあげられる。もうひとつは、作者が意図しないものが表現されるということは、作者自身の創作意欲をあげる原動力となる点である。さらに、人は創発現象を目の当たりにしたとき、一般的に非常に興味を引かれるという心理効果があることがあげられ、作品として成功する要因となることである。しかし、不利な点としては、何かに委ねた創作は、実際、大抵のものは思ったような効果は得られず、表現としては失敗に終わりがちなことがあげられる。数少ない成功例は創発をうまく応用したものであるといえよう。もう一点としては、後述の5章、及び、9章の中で具体的に例をあげるように、効果的に働く創発現象はそう数多く発見されていないことがあげられる。新たな創発現象を発見するか、まだ応用されていない創発現象を見つける事が、現代美術家のひとつの成功への道となっているのかもしれない。

4 創発を生み出す仕組みとその応用作品例

筆者の考える創発を生み出す仕組みと、その応用例は以下のものがある。

- 化学作用、物理現象の応用、カオス、複雑系自然現象にある創発現象を応用したもの。粒子の作用の総和である流体や、遺伝子の作用の総和である生命も含まれる。但し高等動物の精神活動による行動自体は通常含めない。
 - 墨流し - これも古典的な創発現象応用例である。
 - マーブリング (marbling)
 - 陶芸 - 陶芸も上薬や焼き方にテクスチャや造形をまかせる意味で創発現象の応用であるといえる。
 - デカルコマニー
- フィードバック フィードバックは単純なシステムであるが、時として創発といえる現象を引き起こす。
 - 万華鏡
 - ビデオフィードバック - カメラとモニターをフィードバックさせるもの。ビデオアート作品で多用されている。また、後述の筆者の作品である、「サイケデリック風車」は、このビデオフィードバックをコンピュータプログラムで再現したものといえる。
 - サウンドフィードバック - 例えばジミー・ヘンドリックス ("Jimi" Hendrix) の極度にディストーションされたギターサウンド。
 - フラクタル (fractal) - 部分が全体の相似となって反復する現象。
- マルチエージェントシステム (Multi-Agent System) 狭義の創発を引き起こすシステム。全体をコントロールする「頭脳」があるトップダウンシステムではなく、個々のエージェントの相互作用が複雑性を生むボトムアップシステムのことである。エージェント間の相互リンクやネットワーク構造に重点を置くこともある。また、後述する筆者の作品である、「AL-ボルボックス」、「AL-アメーバ」は、このマルチエージェントシステムの応用であるといえる。

- 「人工生命」系プログラミングアート - 後述。
- ニューラルネットワーク (Neural network) - 脳細胞のシミュレーション。
- ウェブを用いた自発的ネットワークシステム - 個々の人の活動がネットワークにより大きな流れを形作ることを期待するもの。

5 創発アート作品例

次に最近のアート作品で、筆者が創発現象の応用と考える例をいくつかあげる。

- サンドピクチャー / クラウス・ベッシュ (Klaauw Bosch) - 2枚のガラスにはさまれた色付けされた砂が動き自在にイメージを変えていく作品。
- CUMOS 不思議なのぞき箱・立方体型万華鏡 / ヤマザキミノリ - 6面体の合わせ鏡と鏡に直接付けられた傷などによる透過光を用いた万華鏡である。この単純なシステムが生み出す多様性ゆえに、数多くのワークショップで活用されている。(図1)
- モルフォタワー / 児玉幸子 - 磁性流体を応用した運動する立体作品である。(図2)
- 河口洋一郎 - メタボール (Meta-ball) として知られるアルゴリズムを応用したコンピューターアニメーション作品群。(図3)
- イマジナリ・ナンバーズ / 木本圭子 - カオス理論の数式を応用したコンピューターアニメーション作品。

6 人工生命とは？

人工生命 (Artificial Life: AL) とは、ウィキペディアによると、「人工生命は、人間によって設計、作製された生命。コンピュータ上のモデルやロボットや生化学を使ってシミュレーションすることで、生命に関するシステム（生命プロセスと進化）を研究する分野であり芸術形態でもある。」とある。また、「人工生命の美学」[5]によると「生命固有の現象である発生・細胞分裂・成長・進化・形態・動きなどをコンピュータでシミュレートし、コンピュータのデータ上に既成の生命とは異なるもうひとつの生命活動・生態系を構築しようとする。」とある。

現状のところ、SFのようにコンピューターシミュレーションやロボット技術で生命そのものを作り出すものではなく、生命現象のうち、上記のような将来に生命ならではの、発生・細胞分裂・成長・進化・形態・動きなどといった、ある特定の現象に注目し、それをコンピューターシミュレーションやロボットで再現、応用する研究であるといえる。まったく逆のアプローチで、最近盛んとなってきた化学技術で遺伝子自体の合成を行うということや、遺伝子操作で新しい生命を生み出そうとする科学研究も人工生命に含めるかどうかは議論を要する点である。

7 創発アートから人工生命アートへ

狭義の創発は単純なルールの総体が高度で複雑なシステムを生み出すことを期待するものである。単純なルールを組み込むということは、コンピュータープログラムの得意とすることである。さらにその総和を計算させるということもコンピュータ向きである。特にコンピュータープログラミングで主流となっているオブジェクト指向 (Object-oriented) プログラミング言語は、構造的にまさにこの創発シミュレーションのためにあるようなものである。小さな完結したプログラムパーツを組み合わせることで、大きな働きをプログラミングしようとする

るアプローチに基づいているからである。筆者は、このような理由から、創発現象をコンピュータアルゴリズムで再現しようとする試みが数多く研究・発表されてきたと考える。創発現象は、何か「知性」を感じさせる未知の力が働いているように感じさせる。これが、ときには興味深さ・美しさ、またある人には、不気味さ、気持ち悪さと感じさせるのかもしれない。このように、創発現象は生命現象と非常に親和性が高いといえる。こうして、基本的には創発現象のアルゴリズムに基づいたコンピューターシミュレーションやプログラミングロボットを用いた、人工生命アート作品が数多く研究・作成されることになったのではなからうか。

8 創発を応用したプログラミング技術と作品

コンピューターアルゴリズムで創発を生み出すと考えられるものの、また、その応用作品をいくつか紹介する。主に、「人工生命」の例として位置づけられるものが多い。

- ライフゲーム (Life of Game) - ジョン・コンウェイ (John Conway) により発表された。[6] バクテリアの繁殖を固体間の単純なルールからシミュレーションした、「人工生命」の古典である。プログラミング理論の専門用語である、セルオートマトン (Cellular automata) のひとつの応用例である。また、後述の筆者の作品である、「ライフガムラン」もこのセルオートマトンを応用したものである。
- ボイド (Boids) - クレグ・レイノルズ (Craig Reynolds) により発表された。[7] 鳥や魚といった群れをつくる動物の行動を固体間の簡単なルールからシミュレーションできることを示した。また、後述の筆者の作品である、「Intelligent Predators」もこのボイド理論を応用したものである。
- L-システム (L-system) - アリステッド・リンデンマイヤー (Aristid Lindenmayer) により発表された。[8] 植物の成長プロセス等、自然物の構造を単純なルールの反復からシミュレーションできることを示した。
- Evolved Virtual Creatures / カール・シムズ (Karl Sims) [9]- カール・シムズはさまざまな「人工生命」作品を発表してきた。その代表的なものは、「遺伝子」からプログラムし、競争的に進化する「生命」の誕生をシミュレーションした論文と作品である。
- 粘菌ロボット・シミュレーション - 前出の粘菌の行動をコンピュータープログラム、及び、ロボットでシミュレーションしたもの。粘菌は「巨大アメーバ」ともいえる生命であるが、各構成ユニットの光に対する単純な行動ルールで全体の運動と形状がシミュレーションできることを示した。なお、この粘菌をコンピュータに適用することも研究されているようだ。その研究は、2008 年のイグ・ノーベル賞 (Ig Nobel Prize) を受賞した。

9 筆者の研究における作品紹介

以下に筆者による創発、あるいは、人工生命に関係の深い、ここまで述べてきた概念である「創発アート」と呼んでよいと考える作品をいくつか紹介する。

- Intelligent Predators 1997 (図 4) メディア: VRML (Virtual Reality Modeling Language) ウェブブラウザで公開できる 3D データフォーマットである VRML (ISO/IEC 14772-1:1997) を用いた、「人工生命」作品群。前出のボイド (Boids) アルゴリズムによる群れのシミュレーションに加えて、捕食者 (predators) と被捕食者の「追いかける-追われる」の関係をプログラミングしている。具体的には、サメやアシカに模した捕食者と、魚に模した被捕食者の行動をリアルタイムに表現している。鑑賞者による世界への干渉 (岩を移動する) 等も影響するためインタラクティブ

作品でもある。世界を見る視点を変えたり、また、捕食者や被捕食者自体の視点になったりすることができるため、ちょうど、バーチャル世界の中にある生態系を観察しているような作品となった。

- ライフガムラン Gamelan of Life : Virtual Sound Sculpture 1998 (図 5) メディア: VRML 前出のライフゲームを VRML によるサウンドアートに応用したもの。単純な Multi Agent System であり、クリックされたキューブは反応し音を出す。その反応は波が伝播するよう周りのキューブに伝わっていく。それぞれのキューブに割り当てられたガムラン音色のサウンド音程が鳴り響くバーチャルなインタラクティブアート作品。
- サイケデリック風車 Psychedelic Windmills 2002-2003 (図 6) メディア: PC 画面をプロジェクター投影、インタラクティブ作品。ビデオフィードバックをリアルタイムコンピューターグラフィックスに応用したもの。Visual C++ と OpenGL によりプログラミングした。円形に並ぶ「種」となる単純な 2D 図形を、画面下段に並ぶ様々なパラメータスライダーを観客は調整することができる。種となる図形は回転しながら無限にフィードバックされ、思いもよらない図形と色彩が次々とリアルタイムに描かれ変化していく。
- AL-ボルボックス AL-Volvox 2006 (図 7) メディア: PC 画面をプロジェクターにより壁面投影。リアルタイム計算によるインタラクティブ作品。顕微鏡で覗いたミクロワールド、ミドリムシやゾウリムシをイメージした「生命」がうごめく。Windows Visual C++/OpenGL プログラミングによる「人工生命」(Artificial Life) 作品。ミクロでは質点のスプリングシミュレーション、マクロでは各単体間の相互の力関係をシミュレーションしている。光合成生物であるボルボックス (Volvox) は捕食生物であるプロトゾア (Protozoa) から逃げ、プロトゾアはボルボックスを追いかけて、ある距離内に近づくと食べて成長を繰り返す。一瞬として同じビジュアルが現れることはなく、また、リセットして世界が再生されるときに、「生命」は新たな形状と色彩、運動能力をランダムに与えられる。

この作品は観客がバーチャルな生態系を感じ観察することが主眼であり、マウスによるインタラクションは特に重要ではない。室内に熱帯魚を飼うように、生物的な自然な動きや形態は見る人になごみを与えヒーリングアートとなりえるのではないか。さらに、ビジュアルは 2D 表現された 3D であり、ミニマルに全て円と直線だけで構成しながらも複雑なものの表現をねらった。それは潜在的に日本画の美学を意識したかったからである。

- AL-アメーバ AL-AMOEBA 2007 (図 8 図 9) メディア: PC 画面をウェブカメラ入力画面と合成してプロジェクターにより壁面投影。リアルタイム計算による Mixed Reality、及び、インタラクティブ作品。Processing [10]/JAVA プログラミングによる「人工生命」作品である。アメーバをイメージした「生命」がうごめく。現実の赤/青色の亚克力パーツを観客に自由に組合わせ、その透過光を下部からウェブカメラで撮影してリアルタイムにプログラム処理することにより、「アメーバ」世界を作成する。入力画面はリアルタイムで画像処理され、グリッド点の色の判断で赤色/青色の「泡」を生成する。近傍の「泡」同士がリンクされて個々の「アメーバ」となる。アメーバは「泡」の色の組み合わせで、活性/不活性/分裂の 3 種類あり、それぞれ行動が異なる。

1. 活性アメーバはその他のアメーバを追いかけて食べて (自己に吸収) してしまう。
2. 不活性/分裂アメーバは活性アメーバから遠ざかるようにする。

3. 分裂アメーバは時間が経てば二つの不活性アメーバに分裂する。

また、時間がたてば、アメーバのライフサイクルにより、異なるタイプへと「変身」する。

生物の死とは「エントロピー最大」になることという説がある。この作品を試しに8時間程度放置したところ、「エントロピー最大」、つまり不規則性最大の状態となっていた。すなわち、「アメーバ」は最小限体に分解し、気体の分子運動のようなランダムな動きを行っていた。これは、作者も意図していないことであった。

10 おわりに

ここでは、筆者の作品の背景として重要な、これまで、あまり意識して結び付けられることがなかった創発とアートを結びつけた、「創発アート」という概念を考察してきた。さらに、この小論で提示した「創発アート」という概念に対する、史的考察や十分に一般化された論考を行うために、それらの根拠となる十分に広範な資料を揃えていきたいと考える。そうした上で、今回はラフスケッチで示した、美術潮流のなかでの「創発アート」という概念に対するさらに深い考察を行いたいと考える。

作品としての今後の筆者の研究課題として、ユニットロボットでの構成によるリアルでの姿を持ち、バーチャル(PCコントロール)で学習や行動シミュレーションを行う、Mixed Realityによる「人工生命」作品を構想中である。

References

- [1] 出典: フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』
- [2] スティーブン・ジョンソン 山形浩生訳 『創発 蟻・脳・都市・ソフトウェアの自己組織化ネットワーク』Steven Johnson “Emergence The Connected Lives of Ants, Brains, Cities, and Software”ソフトバンク パブリッシング株式会社 2004 pp.7-104
- [3] 中垣 俊之『不思議なアメーバ生物粘菌に学ぶ賢い計算法～ネットワークの設計を例題として～』
<http://www.cris.hokudai.ac.jp/cris/sousei/main/kenkyu/ryudo/nakagaki.html>
- [4] 河本敦夫 『現代造形の哲学』岩崎美術社 1973 pp.28-50
- [5] T-BRAIN CLUB/HUMANMEDIA 『人工生命の美学』洋泉社 1994 pp.20
- [6] Gardner, M. “Mathematical games”, Scientific American, 223 October, 1970 , pp120-123.
- [7] Craig W. Reynolds “ Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model “ SIGGRAPH ’87 Conference Proceedings Volume 21 Number 4 July 1987 pp.25-24
- [8] Aristid Lindenmeyer, “Mathematical models for cellular interaction in development.” Journal of Theoretical Biology 18 1968. 280-289
- [9] Karl Sims, “Evolving Virtual Creatures”, SIGGRAPH ’94 Proceedings, July 1994, pp.15-22.
- [10] Processing <http://processing.org/> JAVA ベースのオープンソースのプログラム開発ツール。グラフィック、アニメーション、サウンド等をプログラムで組み合わせ、インタラクティブコンテンツを制作できる。

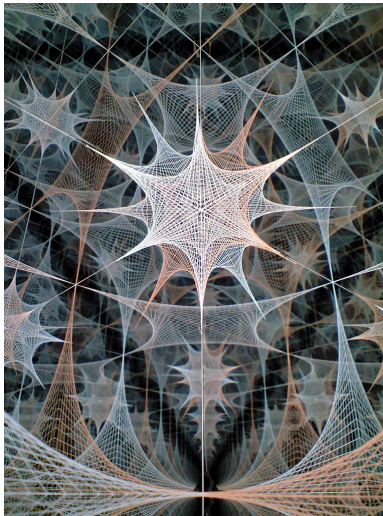


Figure 1: ヤマザキミノリ 「CUMOS 立方体万華鏡 CU120uni-3」 2007 12cm 立方 アクリルミラー製 au CASIO EXILIM W53CA500 万画素で撮影



Figure 2: 児玉幸子 「モルフォタワー」 2006

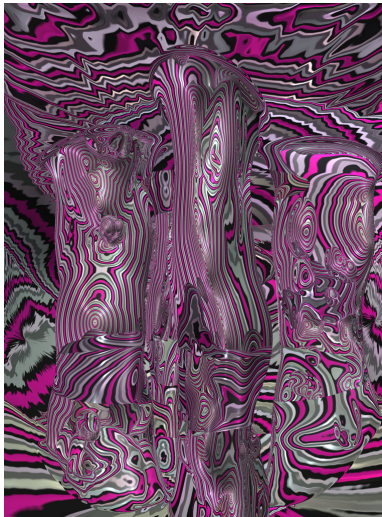


Figure 3: 河口洋一郎 「Mutation」 1992

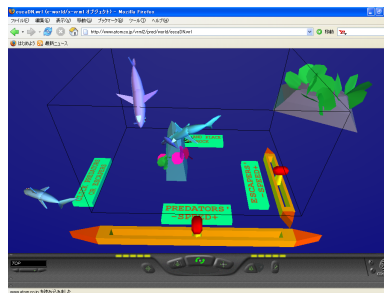


Figure 4: 出渕亮一朗 「Intelligent Predators」 1997

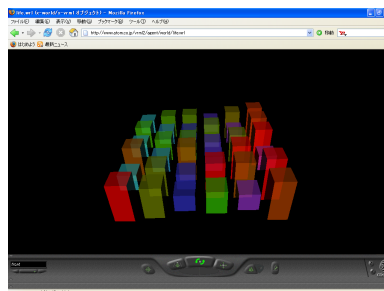


Figure 5: 出渕亮一朗 「ライフガムラン Gamelan of Life」 1999

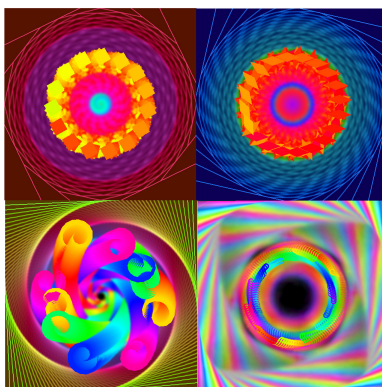


Figure 6: 出渕亮一朗 「サイケデリック風車 Psychedelic Windmills」 2002-2003

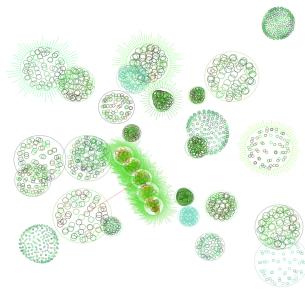


Figure 7: 出渕亮一朗 「AL-ボルボックス AL - VOLVOX」 2006

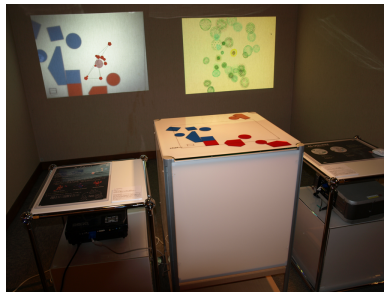


Figure 8: 出渕亮一朗 「AL-アメーバ AL-AMOEBA」 2007

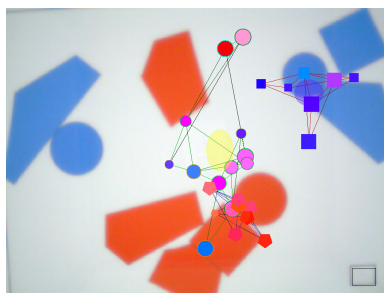


Figure 9: 出渕亮一朗 「AL-アメーバ AL-AMOEBA」 2007 投影画面