

Keio University SFC

『企業と市場のシミュレーション』

第11回: 進化という捉え方

いば たかし

井庭 崇

慶應義塾大学総合政策学部

iba@sfc.keio.ac.jp

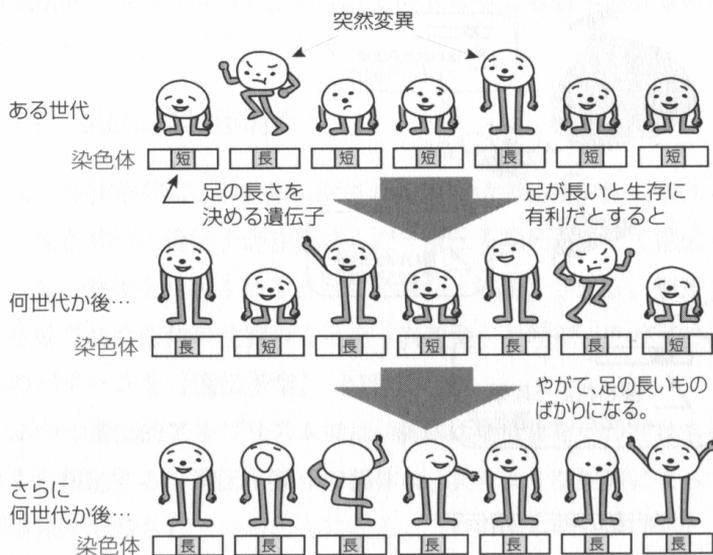
<http://www.sfc.keio.ac.jp/~iba/lecture/>

今日は異分野をつないでいきます。頭を柔軟に。

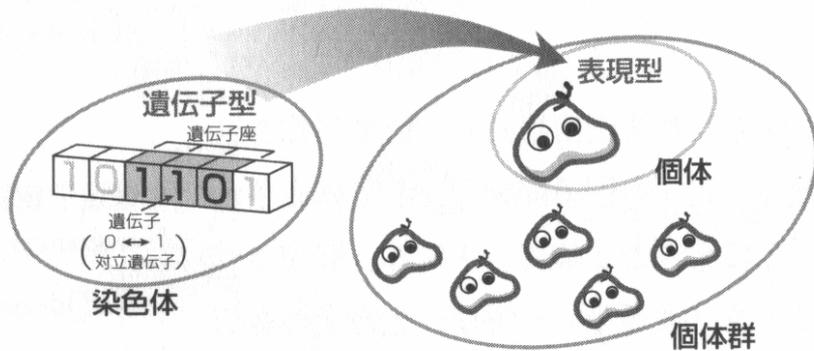
- 生物進化論とコンピュータサイエンスの「遺伝的アルゴリズム」
- 経済学の学派のひとつ「進化経済学」
- 建築分野における「パターン・ランゲージ」

進化について考える

生物の進化のプロセス

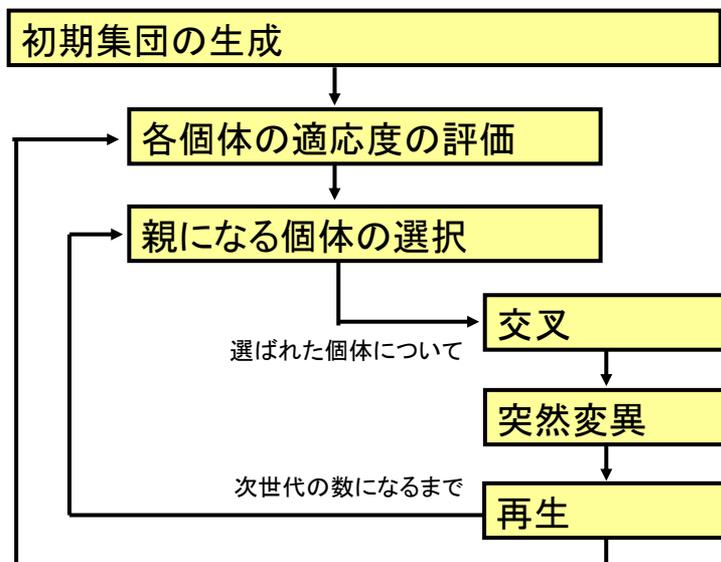


遺伝的アルゴリズムにおける用語

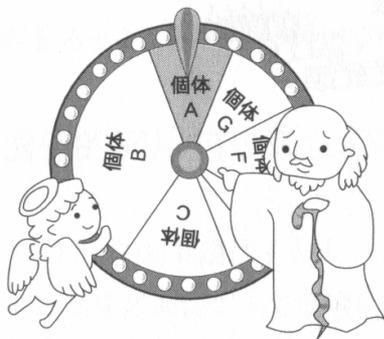


井庭崇, 福原義久, 『複雑系入門』, NTT出版, 1998

遺伝的アルゴリズムの手順



選択 (Selection)

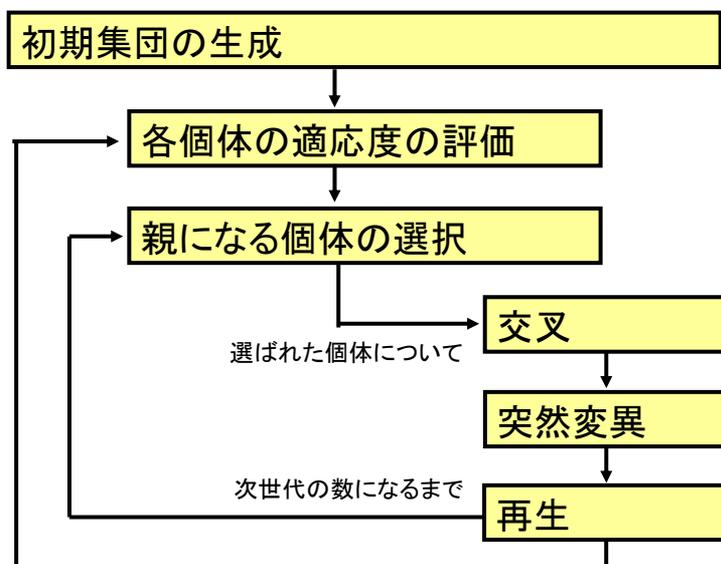


適応度	
個体A	20
個体B	100
個体C	30
個体D	7
...	...

親になる個体の選択

井庭崇, 福原義久, 『複雑系入門』, NTT出版, 1998

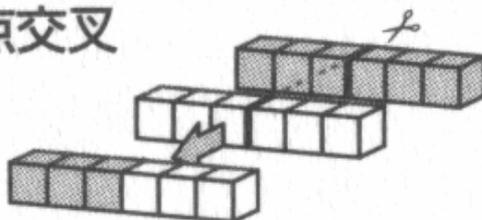
遺伝的アルゴリズムの手順



交叉 (crossover)

- 要素(遺伝子)の組み合わせを変える

一点交叉



交叉

井庭崇, 福原義久, 『複雑系入門』, NTT出版, 1998

遺伝的アルゴリズムの手順

初期集団の生成

各個体の適応度の評価

親になる個体の選択

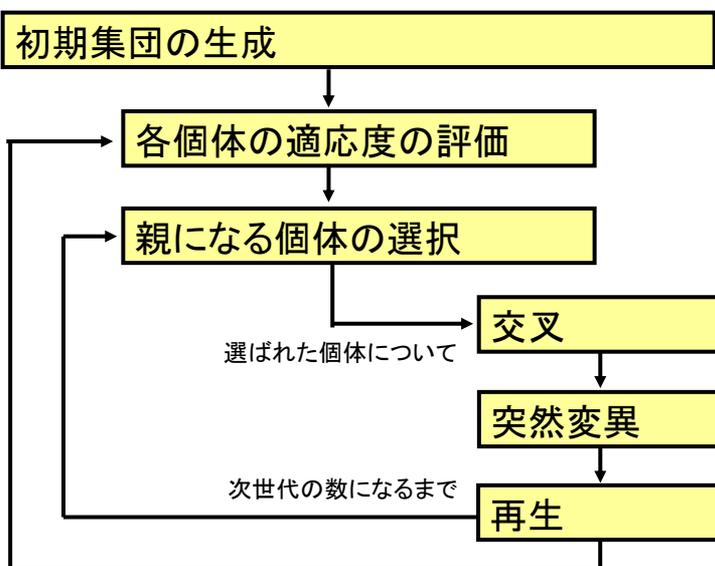
選ばれた個体について

交叉

突然変異

次世代の数になるまで

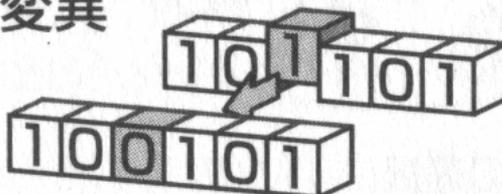
再生



突然変異 (mutation)

■ 要素(遺伝子)を他のものに変える

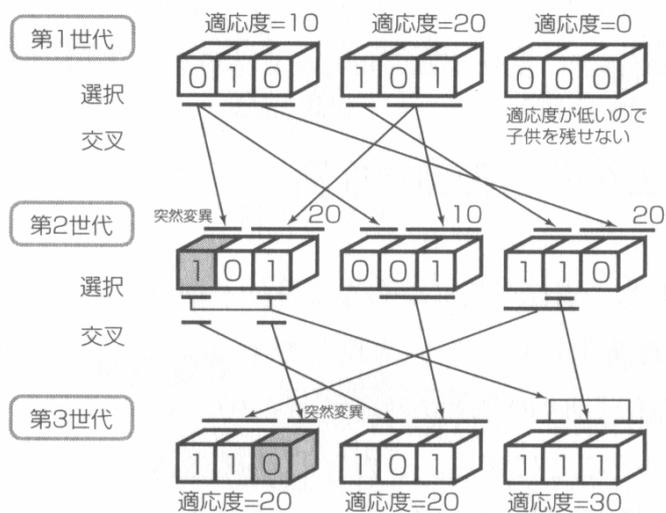
突然変異



突然変異

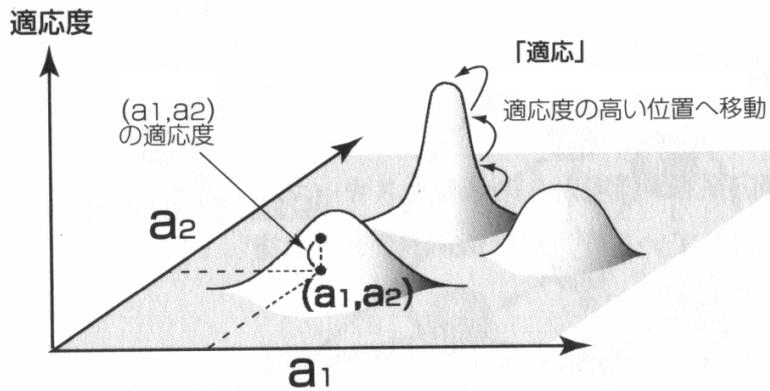
井庭崇, 福原義久, 『複雑系入門』, NTT出版, 1998

例



井庭崇, 福原義久, 『複雑系入門』, NTT出版, 1998

適応度地形(フィットネス・ランドスケープ)



井庭崇, 福原義久, 『複雑系入門』, NTT出版, 1998

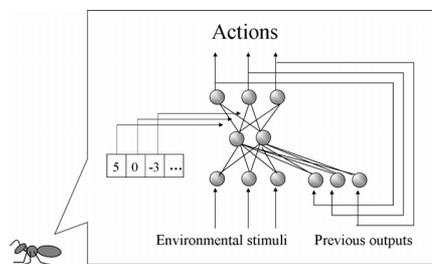
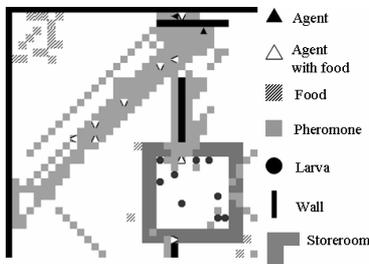
Demo!

■ <http://cs.felk.cvut.cz/~xobitko/ga/>

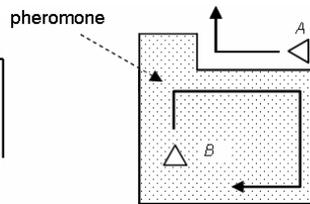
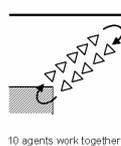
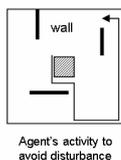
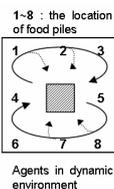
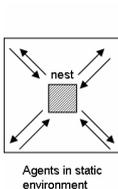
進化を取り入れたシミュレーション

記号の意味の創発の観察

T. Iwamura, T. Iba, Y. Takefuji,
 "Emergence of Cooperative Behavior by
 Simple Reactive Agents", ISAS & SCI, 1999

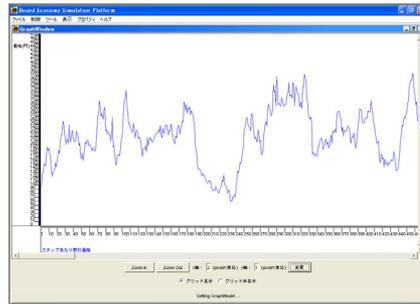


蟻エージェントには、「フェロモン」を置くこと、それを感知することは可能にしておくが、その意味は規定しないで、シミュレーションを行なうと、コロニーによって2つの使い方が現れた。(1)他のエージェントに「この中にいる」という意味で用いる場合と、(2)「こっちは来るな」という意味で用いる場合である。↓



既存モデルの再現⑤ SFI人工株式市場

- [Arthur, *et al.*, 1996][Palmer, *et al.*, 1994]
 - 複数のトレーダーエージェントが、自分の戦略に従って株を売買
 - その結果として株の価格などの市場全体の動きが決まる。
 - 結果に応じてエージェントは自分の戦略を適応的に変更していく。



進化経済学

進化経済学

- 経済社会における知識や戦略、技術、習慣、制度等を進化的な視点で把握するアプローチ
- 「変異を伴う複製」に注目
 - 経済社会において新しく生成・採用されるものが、過去に存在するものの組合せや変化によって生み出されるという捉え方をする
- 「変異を伴う複製」をされると考えられるものは、知識、商品、戦略、習慣、定型行動、ルーティン、技術、制度、組織など

進化？

- 進化 ≠ 進歩
- 進化 ≠ 変化
- 「変わるものが変わるのは、単なる変化であって進化ではない」
- 「不変性を貫こうとする力とその不変なるものを変える力が絡み合う二重の機制が、進化に他ならない」

村上 泰亮, 『反古典の政治経済学要綱: 来世紀のための覚書』, 中央公論社, 1994

古典的な進化経済学

- ハーバート・スペンサー
 - 「進化」や「適者生存」という言葉を普及させた。
- ソースタイン・ヴェブレン
 - 時代を通じての累積的な変化を重視。
- ジョセフ・シュンペーター
 - イノベーションがもたらす「創造的破壊」。
- フリードリッヒ・ハイエク
 - 知識と秩序の自生的な形成に注目。

現代的な進化経済学

R.R. Nelson and S.G. Winter, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Belknap Press of Harvard University Press, 1982

- 新古典派の想定する、企業の利潤最大化行動の代わりに「ルーティン」という概念を導入。
- ルーティンとは、日々繰り返される作業様式のこと。
- このルーティンが「組織的記憶」として、遺伝子と同じ働きをする、とした。

「われわれの中心的な前提は、人間は**限定的に**合理的であり、またわれわれが興味をもつ領域での学習にあっては試行錯誤がその強力な要素をなしているということです。……われわれの進化経済学の見方では、本質的なことは、**行動**の代替的諸様式が相互に競争し、適切さの劣るものをふるい捨てる傾向をもつ淘汰過程が体系的に、また理解可能なかたちで作用するということです。」(Nelson 1998)

経済学における「進化」

- 「第一に、社会進化を考える際に、基本単位となるのは人間個人であるということ」
 - 「知識は、個々人が世界を認識するための枠組み(思考の様式)を構成し、人々の行動を決定するものである。」
- 「二つ目の定義・・・進化経済学では、出発点に人間あるいは個人を置くが、この個人の世界認識は常に変化していて、時間の流れの中で一定なものではない。したがって、進化経済学では、ある思考の様式を時間の流れの中で考察することになる。」

江頭進,『進化経済学のすすめ:知識から経済現象を読む』,講談社現代新書,2002

経済学における「進化」

- 「第三に、ヴェブレンと同じく進化経済学は制度の問題を取り扱う。」
 - 「制度ということばには、単なる社会的行為のルールというよりも広い定義を採用し、ヴェブレンのいう「思考の様式」は、人々の「世界認識の枠組み」ということばで表わすことにする。」
- 「第四に、社会を単なる個人の集合として見なさないために、個人間での知識の伝達を考える。」

江頭進,『進化経済学のすすめ:知識から経済現象を読む』,講談社現代新書,2002

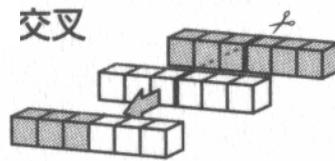
アイデアの進化

アイデア

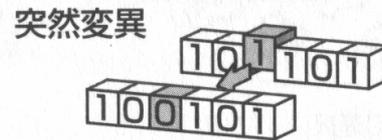
「アイデアとは
既存の要素の新しい組み合わせ
以外の何ものでもない。」

アイデアの進化

- 要素の組み合わせを変える。



- 一部の要素を変える。



井庭崇, 福原義久, 『複雑系入門』, NTT出版, 1998

「適合していること」と
「適応能力」は違う！

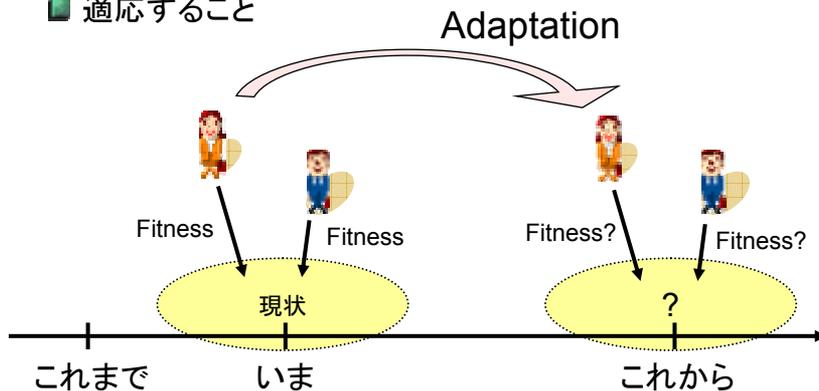
Fitness の向上 から Adaptation能力の向上へ

■ Fitness

■ 適応度、適合度

■ Adaptation

■ 適応すること



パターン

建築、そしてソフトウェア設計

パターンの考え方

- 「パターン」とは、あるドメイン(対象領域)において繰り返し現れる問題を明らかにし、その問題の解法をまとめたもののこと
- パターンの利用者は、自分の状況に合わせて、複数のパターンを組み合わせる適用することができる。
- パターンの考え方は、もともと建築デザインのために考案され[Alexander, 1979]、その後ソフトウェア・デザインに取り入れている[Gamma, et al., 1995]。

パターンの考え方

- 熟練者が自らの経験から得た経験則を明文化しているため、その問題の初心者であっても、効率的かつ洗練された方法でその問題を解決することができる。
- また、その設計原理についての共通の語彙を提供するので、これまで直接指し示すことができなかった関係性などについて、簡単に言及することができるようになる。

今日取り上げる本

- C・アレグザンダー, 『時を超えた建設の道』, 鹿島出版会, 1993
- Christopher Alexander, *The Timeless Way of Building*, Oxford University Press, 1979

デザインパターン

- 「デザインパターンは、オブジェクト指向システムにおいて繰り返し発生する問題を解決する一般的な設計に対して、組織的に名前をつけ、動機付け、あるいは説明を行う。」

Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides, オブジェクト指向における再利用のためのデザインパターン, 改訂版, ソフトバンクパブリッシング, 1999 (1995)

なぜ、世界にパタンが存在するのか。

- 「世界のあらゆる部分の特性は、本質的にはそこで何度も繰り返し発生するわずかなパタンによって決まる。」
- 「この反復はいったいどこから生じるのか。」
- 「パタンがくり返し発生する理由は簡単であり、万人が共通のランゲージをもっていて、各人がものをつくる時にそのランゲージを用いるからである。」
- 明らかに、一人一人は共通ランゲージの個人版をもっている。だが一般的にいえば、各人が同じパタンを知っており、その同一パタンが変化しながら何回も繰り返されるのは、単に万人が用いるランゲージにそのパタンが含まれているからにすぎない。」
- 「世界を構成するパタンが数限りなくくり返されるのは、世界をつくるランゲージが人びとに広く共有されているからである。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』、鹿島出版会、1993

頭の中の経験則

「私たち一人一人の頭の中には、慎ましいものであれ高尚なものであれ、おびただしい数の経験則が織り込まれており、行動の時がくれば何をすべきかを教えてくれるのである。どんな建設行為をするにせよ、望み得ることと言えば、たかだか自分の収集した経験則を自分の知る限りの最善の方法で用いるにすぎないのである。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』、鹿島出版会、1993

頭の中の経験則の体系＝パタン・ランゲージ

- 「あなたのパタン・ランゲージは、建設方法についてのあなたの知識の総計である。
- あなたの念頭にあるパタン・ランゲージは、隣人の頭にあるものとはわずかに異なっている。
- 完全に同じものは二つとないが、多くのパタンやパタンの断片は共有される。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』, 鹿島出版会, 1993

パタン・ランゲージと設計

- 「設計行為に直面した人のとる行動は、その時点での自分の頭にあるパタン・ランゲージに支配されている。
- もちろん、各人の記憶にあるパタン・ランゲージは、各人の体験の成長とともにつねに進化する。
- だが、彼に設計の必要が生じる特定の時点では、たまたまその時点までに集積されたパタンに全面的に頼らねばならない。
- 慎ましいものであれ、とてつもなく複雑なものであれ、彼の設計行為を完全に支配するのは、その時点で念頭にあるパタンとそれらの組合せで新たなデザインを形づくる能力である。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』, 鹿島出版会, 1993

生成力

「パタン・ランゲージこそ個人の想像力の源であり、またランゲージなしには何も創造できない。ランゲージ自体は何も作り出せないが、人を創造的にさせるのがランゲージである。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』, 鹿島出版会, 1993

パタンの生成力

- 「私たちの頭にあるパタンは動的であり、力を持ち、生成力を備えている。
- それは私たちになすべきことを教えてくれる。
- 力を持ち、生成力を備えている。それは私たちになすべきことを教えてくれる。
- それをいかに生成すべきか、または生成できるかを教えてくれる。
- さらに、一定の環境ではそれを作り出すべきだと教えてくれるのである。」
- 「個々のパタンはひとつのルールであり、そのパタンが定義する実体を生成するためにどうすべきかを述べている。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』, 鹿島出版会, 1993

制約ではなく、創造性の源

- 「自分の創造力が記憶にあるランゲージから生じることを認めたがらないのは、ランゲージのルールによって自由と創造性が妨げられるのではないかと恐れるからである。
- 事実はまったく逆である。
- パタン・ランゲージこそ個人の創造力の源であり、またランゲージなしには何も創造できない。
- ランゲージ自体は何も作り出せないが、人を創造的にさせるのがランゲージである。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』、鹿島出版会、1993

自然言語について考えてみよう。

- 「英語というランゲージを考えるとよい。自分の念頭にある英語のルールによって自由が妨げられる、と言えればあげたことであろう。
- 何かを話そうとすれば、英語で話す。言葉で言い表せなくていらいらしても、そのルールを無視してまで話そうとはしない。」
- 「英語のルールのおかげで創造的になれるのは、単語の無意味な組合せにいちいち思い悩まなくてすむからである。」
- 「英語のルールのおかげで、膨大な数の無為意な文章に立ち入ることなく、意味をなすより少ない文章(といってもかなり多いが)に目を向けられる。その結果、人はより微妙な意味の違いに全精力を注げるのである。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』、鹿島出版会、1993

パタン・ランゲージも同じ。

- 「パタン・ランゲージとは、まさしく建物に関する個人的体験を性格に叙述する一方法にすぎない。」
- 「ランゲージを持ち合わせない者は、あらゆる無意味な組合せの中からたった一つの意味をなすデザインを見いだすために、余すところなく探し回らねばなるまい。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』, 鹿島出版会, 1993

自然言語とパタン・ランゲージ

「通常言語もパタン・ランゲージも有限な組合せのシステムであり、異なる環境に応じて、無限の変化に富む独自の組合せを意のままに作り出せるシステムである。」

自然言語	パタン・ランゲージ
単語	パタン
それを結合する文法と意味のルール	パタンどうしの結合を特定するパタン
文章	建物や場所

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』, 鹿島出版会, 1993

発生(ジェネティック)プロセス

- 「実は、町の創出や個々の建物の創出は基本的には一つの発生(ジェネティック)プロセスである。
- いかに数多くの計画や設計をもってしても、このような発生プロセスに置き換えることはできない。
- しかも、いかに数多くの個人的天才をもってしても、このプロセスに置き換えられない。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』, 鹿島出版会, 1993

発生(ジェネティック)プロセス

- 「私たちの建物や町を創出するのは発生プロセスであり、とりわけこのプロセスは健全でなければならない・・・しかも、発生プロセスが健全になるのは、それを制御するランゲージが人びとに広く普及し、共有される場合に限るということである。
- 人びとは建物づくりに生きたランゲージを必要としており、ランゲージもまた人びとを必要としている・・・その結果、ランゲージの継続的な使用とフィードバックによって、パタンの健全性が維持されるのである。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』, 鹿島出版会, 1993

関係性

街や建物の本質的な積み木(ブロック)は？

- 「建物や町の最も基本的な問題に取り組むことにする。
- つまり、建物や町をつくるものは何か、
- それはどんな構造なのか、
- その物理的な本質は何か、
- その空間を組み立てる積み木(ブロック)とはどんなものであろうか、
- などである。」

街や建物の本質的な積み木(ブロック)は？

- 「誤解を招きやすいのは、「要素」は単純な積み木に見えても、実は変化しつづけ、現れるたびに異なるということである。」
- 「要素自体が毎回変化するとすれば、もはやそれは建物や町にくり返し発生する要素にはなり得ない。つまり、この要素と称するものは空間を構成する究極の「原子」とは言えないのである。」
- 「したがって、建物や町をつくる空間構造をさらに詳しく調べ、そこで真にくり返されるものが何であるかを見いだすことにする。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』, 鹿島出版会, 1993

街や建物の本質的な積み木(ブロック)は？

- 「まず注目したいのは、要素と要素との関係も、要素そのもの以上にくり返し発生するということである。」
- 「個々の建物は、その要素以上に、各要素間の関係の一定のパタンによって定義される。」
- 「各都市地域でも、その要素間の一定の関係のパタンにより定義される。」
- 「したがって、明らかに建物や町の「構造」の大部分が要素の関係のパタンで構成されている。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』, 鹿島出版会, 1993

街や建物の本質的な積み木(ブロック)は？

- 「一見、この関係のパターンは要素から切り離されているかのように見える。」
- 「なお詳しく見れば、これらの関係が付け足しどころか要素に不可欠なものであり、むしろ要素の一部でもあることがよく分かる。」
- 「さらに詳しく見ていくと、このような見方ですらまだ十分に正確とは言えないことが分かる。つまり、関係が要素の属性であるばかりか、実は要素そのものが関係のパターンなのである。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』, 鹿島出版会, 1993

街や建物の本質的な積み木(ブロック)は？

- 「つまり、私たちが「要素」と考えるものの多くが、実はそれとその周辺のものとの関係のパターンの中に存在することを認めさえすればよい。」
- 「いわゆる要素は神話にすぎず、事実、要素自体が関係のパターンに組み込まれているばかりか、それ自体が関係のパターン以外の何物でもないことが十分に認識できるのである。」
- 「結局、初めは要素と思えたものが消滅し、後に関係という骨組が残り、それこそが実際にくり返し発生する特性であり、建物や町に構造をもたらすのである。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』, 鹿島出版会, 1993

街や建物の本質的な積み木(ブロック)は？

- 「パターンは、単なる関係のパターンではなく、他のより小さなパターン間の関係のパターンであり、その関係のパターン自体がさらに他のパターンをつなぎ合わせている——そして結局、世界全体が、すべてこのような非物質的なパターンの結合や組合せで構成されていることが分かるのである。」

C・アレグザンダー, 『時を超えた建設の道』, 鹿島出版会, 1993

進化

パタンは仮説

- 「パタンは単なる仮説にしかすぎない。」
- 「それは不変量を定義する一つの試みであり、つねに試み以上の何物でもない。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』, 鹿島出版会, 1993

パタン・ランゲージと進化

- 「それが有限のルールのシステムであっても、人びとが無限の変化に富む建物——すべて一つの群に含まれるが——の生成に用いることができ、しかもランゲージの使用により村や町の住民が統一と変化の正しいバランスを生成でき、それが場所に生命を吹き込むのである。」
- この意味で、私たちが見いだしたのは一種のコードであり、時には生物体に作用する遺伝情報と同じように建物や町に作用する。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』, 鹿島出版会, 1993

パターンの進化

- 「パタンの総体が存在し、数知れぬ人びとがこの総体のなかのパタンを採用し、使用し、交換し、置換していけば、当然、ランゲージはおのずから容易に進化していく。」
- よいパタンはより広く普及し、悪いパタンは死滅するから、パタンの総体にはじょじょに良いパタンだけが残っていくことになろう———また、このような意味で、各人が個人用ランゲージ、つまり共通ランゲージの———解釈———独自の解釈———をつねにもちながら、同時に共通ランゲージが進化しつつあり、改良されつつあるといえよう。」
- 「人びとが環境についての考え方を交換し、パタンを交換し合えば、パタンの総体の全体目録は変化しつづける。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』、鹿島出版会、1993

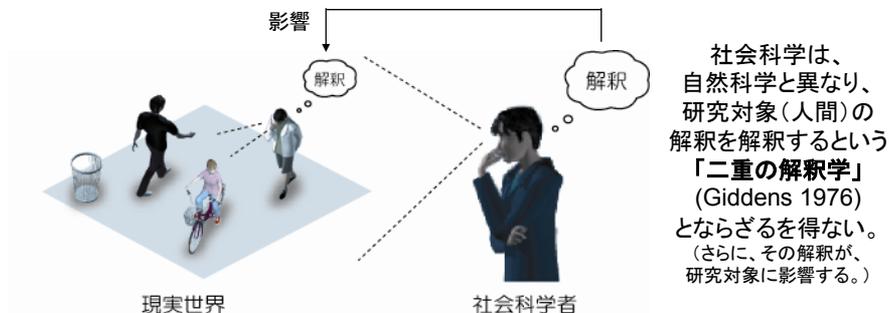
終りなき進化

- 「第1に、良いパタンは存続し、悪いパタンは消滅するであろう。」
- 第2に、より良いパタンが残り、より悪いパタンが消えるから、ますますランゲージの共有度は高まるであろう。それぞれの地区で一つの共通ランゲージが進化していくであろう。」
- 第3に、ランゲージの分化が自然に発生し、それぞれの町や地域や文化で、異なるパタンの組合せが採用されるであろう———その結果、地球上の莫大なパタン・ランゲージの蓄積が少しずつ分化していくことになろう。」
- 「もちろん、この進化には終わりが無い。」

C・アレグザンダー、『時を超えた建設の道』、鹿島出版会、1993

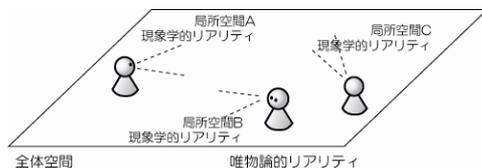
社会・経済を捉えるときに このような視点を取り入れる 必要があるのでは？

社会科学における反省的行為者像



しかし、社会を理解するためには、その主観的なリアリティだけでなく、物質的側面や制度などの側面も考慮にいれる必要がある。

私たちが取り組むべきモデルは、「ダブル・リアリティ」(橋爪 1978)を含むモデルとなるだろう。



Keio University SFC

『企業と市場のシミュレーション』

第11回: 進化という捉え方

いば たかし

井庭 崇

慶應義塾大学総合政策学部

iba@sfc.keio.ac.jp

<http://www.sfc.keio.ac.jp/~iba/lecture/>

今日でてきた話題

- 生物進化論とコンピュータサイエンスの「遺伝的アルゴリズム」
- 経済学の学派のひとつ「進化経済学」
- 建築分野における「パターン・ランゲージ」

第11回フィードバックコメント

● 今日出てきた話題についての再考・感想など。

■ アドレス(宛先)

ハイフン
simu-staff@sfc.keio.ac.jp

■ サブジェクト(題名)と 本文1行目

カンマ
(半角)
0123456,山田花子,FC11

↑
学籍番号
(半角)

↑
姓名
(全角漢字)

↑
FC
(半角)

↑
何回目の授業か
(半角)

今回は第11回の
授業なので、11

■ 締切

■ 1月10日(土) 23時30分

※CNSのアドレス以外からの提出でもよい。ただし携帯メールは不可。