

2.6 ゲームと進化および社会の数理理論的研究

静岡大学情報学部情報科学科／
科学技術振興事業団さきがけ研究 21

飯田 弘之

iida@cs.inf.shizuoka.ac.jp

静岡大学情報学部情報科学科

竹林 洋一

takebay@cs.inf.shizuoka.ac.jp

静岡大学工学部システム工学科

吉村 仁

jin@sys.eng.shizuoka.ac.jp

オランダの碩学になる究極の一大遊び論を提唱した Huizinga は「遊びの面白さは、どんな分析も、どんな論理的解釈も受けつけない。・・・つまり、面白さ (aardigheid: オランダ語で面白さの意味) とは、それ以上根源的な観念に還元させることができないものであるということの、いわば証明になっているのがこの言葉なのだ。」と主張している¹⁾。ゲームのような遊びを対象として、その面白さや進化プロセスを数理解析の対象とすることは不可能なのだろうか。遊びのメトリックとその周辺で近年進展しつつあるエンタテインメントの環境適応性について概観する。

●

★進化プロセスの数理解析を目指して

遊びの進化

ゲームの本質は「遊び」といえるが、遊びは人間のみにならず動物でも知られている。動物での遊びの進化は学習行動の進化に付随して起こっている。学習能力の発達

には遊びは不可欠の要素である。遊びは行動・学習の進化における余裕・余地、英語ではルーム (空き) のようなもので、飛躍的な学習能力の発達に寄与している。つまり、このような余裕が生物進化を促進していると想像される。生物におけるこのルームは、行動変異の可能性であり、環境における不確実性に対応している。

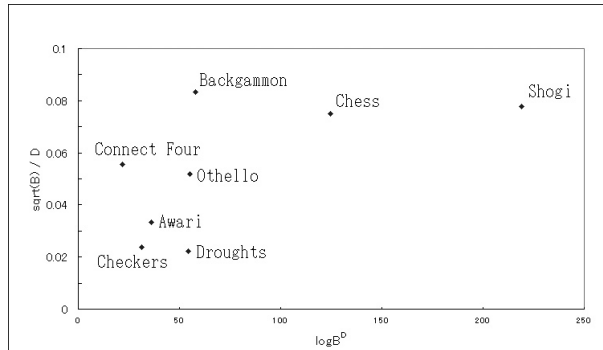
このような関係は、ゲームの面白さがそのゲームの勝敗の不確実性に強く関連していることにも現れている。この点で、エンタテインメントはその本質の遊びが私たち人間行動の能力拡大の可能性を引き出す。だからこそ、エンタテインメントが人間活動の大きな市場を形成する理由であり、社会に個人的な活動の余裕の発達した現代社会において、エンタテインメントが主要な産業になる原因ともいえる。このような「遊び=ルーム」の本質的な関係があるからこそ、ゲームの進化は生物進化と深く関連していると想像される。生物進化の本質は、ゲームの進化、遊び・面白さの進化としての的確に現れているのである。

進化プロセスを測る指標

遊びの進化プロセスを数理解析の対象とするためには、エンタテインメント性の度合い、言い換えれば、遊びの洗練度を測る指標が不可欠である。このような指標の発掘こそが遊びのメトリックであり、「遊びとは何か」という深遠な問いに対する答え、あるいはその糸口を提供することになるだろう。ただし、遊びのメトリックに関する先行研究は従来ほとんどなかった。冒頭で紹介した、Huizinga によるホモ・ルーデンスの影響かもしれない。

数少ない先行研究の一例として、ゲームの起源とその進化の流れを捉える枠組みで Iida et al.²⁾ が提案したゲームの複雑さと面白さ・洗練度の指標がある。ゲームの複雑さと洗練度を軸とした 2 次元座標上でのさまざまなゲームの分布を図-1 に示す。ゲームの複雑さは、平均合法手数 B (ある局面での可能な手の数) と平均終了手数 D (ゲーム終了までの手数) を用いて B^D (図-1 の横軸) で推定される。この値はゲームの理論値を知るた

Entertainment Computing



B は平均合法手数, D は平均終了手数を表す。
横軸が見かけ上の複雑さ, 縦軸がゲームの洗練度にそれぞれ対応する。

図-1 ゲームの進化=複雑さと洗練度のバランス

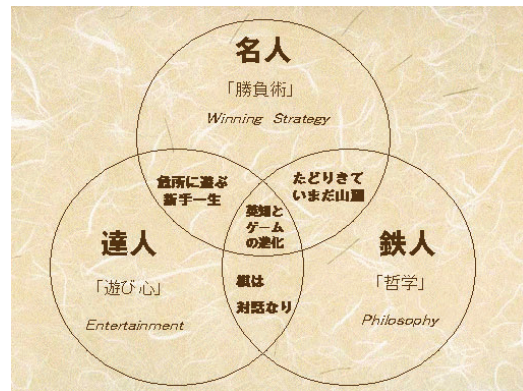


図-2 名人, 達人, 鉄人の3名人モデル

めの探索に要するミニマックス木のサイズに相当する。探索空間に基づく複雑さである。実際は、ある程度の複雑性があれば十分であるから、この指標は見かけ上の複雑さと考えられる。一方、ゲームの洗練度(図-1の縦軸)は、合法手数と終了手数のバランスとして $\sqrt{B}/D$ の値が指標となり得る²⁾。ほぼ同じレベルのプレイヤー同士が試合をする場合、その結果が試合終了の間際まで分らないようなゲーム(シーソーゲーム)ほどより洗練されたゲームであるという概念に基づく。図-1から分かることは、長い歴史を経て淘汰されたゲーム(たとえば、将棋、チェス、囲碁、バックギャモンなど)は、見かけ上の複雑さはそれぞれに顕著な差があるものの、洗練度においてはほぼ同等である。

ゲームの進化には大きく2つの流れがあることも知られている²⁾。1つの流れは、進化の初期段階で見かけ上の複雑さがより高まる方向性での進化である。もう1つの流れは、最初の進化の流れが進化の袋小路に達した後、より洗練度が高まる方向性での進化を遂げるようになったことである。これらの性質は、将棋とチェスのそれぞれで確認されている。いずれの場合も、すでに廃れてしまったゲーム種をコンピュータ上に復元し、自動対戦のシミュレーション実験をして平均合法手数などの統計データを求めて確認された⁴⁾。

このような指標をもっと一般化し、エンタテインメント全般の領域において確立することで、たとえば、遊びロボットのエンタテインメント性を定量的に評価することが可能になる。同時に、種々のエンタテインメントシステムの設計およびそのフィードバックがあつてはじめて、エンタテインメント性を客観的に評価できるより合

理的で洗練された指標が得られる。

遊びの進化と知の進化

コンピュータとゲームの分野では、チェス・将棋・囲碁といった伝統的なゲームを題材として、コンピュータが名人を超えられるかどうか大きな関心の的である。そのような背景で、飯田⁵⁾は名人を超えるというチャレンジを、ゲームと知の進化というより広い視点で捉えることの必要性を提案している(図-2参照)。

図-2で示すモデルには、名人、達人、鉄人の世界が存在する。勝負術を追求する世界の頂上に君臨しているのがいわゆる名人である。従来は、主にこの世界でコンピュータが人間の知を凌駕できるかどうか焦点となってきた。遊び心とはかけ離れた競争化の世界といえる。

図-2のモデルでは、名人の世界以外に、勝負を超えたところに遊び心を見出す達人の世界、および、名人や達人の世界を哲学する哲人(鉄人と表記している)の世界がある。それぞれの世界が重なり合う部分(図-2参照)も存在し、それぞれの世界の掛け橋となっている。たとえば、競争の激しい名人の世界では、「危所に遊ぶ」ようなゆとり(独創性を生み出す)を持つことで、名人と達人の境地を往復し、自己啓発の役割を果たしていると考えられる。

このモデルの中心部にくる概念を「知とゲームの進化」と位置付けている。ゲームの進化を促すのはプレイヤーである人間側の要請であり、それは遊びとしてより面白さ・洗練度を増すことに他ならない。これは、知がより高貴な不確定性を求める変遷でもある。

飯田のモデルでは、コンピュータが名人を超えるとは、

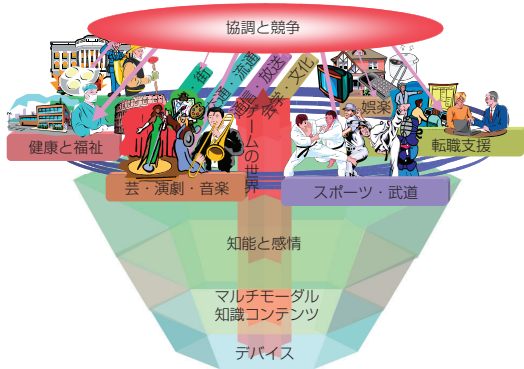


図-3 遊び=新しい世界の発見

名人に勝利することだけでなく、達人、鉄人となることの意義とその必要性がより強調される。ゲームの進化を探究することが知の進化に関する洞察を得られるかもしれないとする点で今後の進展が注目される。

エンタテインメントの多様性

生物進化とゲームは次の2つの異なる視点で大きく関連する。(1)生物進化自体をゲームとしてとらえる；(2)ゲーム自体の進化が生物の進化法則に類似の進化法則に従って進化している。コンピュータシミュレーション等の手法を導入し、生物進化とゲームの関係をより明らかにしその根底にある類似性と相違点を整理する必要がある。これによって、生物社会におけるエンタテインメントの多様性という点で新たな研究が芽生えるであろう。また、ゲームを題材として高度な知能を実現する研究を環境適応の概念と有機的に結び合わせることで、従来にない新しいエンタテインメントの可能性を見出すに違いない。さらに、生物社会における多様な生存競争としてのゲームは、古典的なボード・ゲーム（たとえば、囲碁・将棋）などのひながたになっていると解釈できることから、格子モデルによる生態系の競争ゲームとそのエンタテインメント性を分析することで、新たな研究の広がりが期待される。

★エンタテインメントの環境適応性

環境適応性

動物も人間も、睡眠、食事、生殖や安心、安全などの基本的な欲求を満たすために行動し、それとは別に、自

然や道具を利用して一見無駄とも思えるさまざまな遊びを経験しながら成長する。子犬や子供が無邪気に遊んでいる光景は微笑ましいが、これは動物の成長に必要な自己と外界との多様なインタラクションによる学習のプロセスに他ならない。成熟してくると遊び心は急速になくなるが、人間の場合、特定のゲームにのめりこみ他の物事に興味を示さない子供が増え、その一方で、将棋、囲碁などの奥の深いゲームや、インターネットやデジタル機器を使ってエンタテインメントを楽しむ高齢者が増えてきた。

ゲームや情報通信技術は人間の知能やコミュニケーション能力を増幅するとともに、人間の個人差を拡大しており、McLuhan⁷⁾が指摘したように、技術（メディア）の進歩に伴い人間は気付かないままに進化している。ここではゲームという観点から、人間社会にとって望ましいユビキタス情報環境のデザインについて考えてみたい。

人間は音声、言語、視覚、ジェスチャーなど、複数のセンサ（モダリティ）を使って生活し、さまざまな道具を発明し、知識を蓄えながら進化発展してきた。その過程で、さまざまなエンタテインメントやゲーム、コンテンツやサービスが開発されてきた。スピーカ、レコード、電話、ラジオ、カメラ、テレビなどは、ハードとソフトの両面で私たちの生活にインパクトを与えてきた。ところが、汎用コンピュータの出現で、ハードとソフトの技術や産業が分断され、人間の認知特性や価値とは無関係に各種機器システムの開発と凄まじい性能競争が繰り返られるようになった。

IT産業が利益なき繁忙状態で停滞する中で、「ユビキタス」という言葉が注目されてきた。入出力デバイスやネットワーク、OS、セキュリティ、人工知能、ヒューマンインタフェースの研究者が参画し、ハード、ソフトとハート（心）にかかわる魅力的な研究コミュニティを形成しつつある。このような背景で、竹林ら⁶⁾は、図-3に示すように「遊び=新しい世界の発見」という観点で研究に取り組んでいる。さまざまなメディア（広義の技術）によって新しい人間社会が形成されるが、それらは人間にとっての容れ物ではなく、新しい世界の発見により人間を形成するプロセスであると考え、デバイスからマルチモーダル知識コンテンツおよびユビキタス情報環境までを視野に入れ、演劇・音楽、スポーツ・武道、対面ゲームを対象に「遊び」を奨励し、人間の多様な要望に応え、さまざまな能力の向上を狙った研究に取り組んでいる。

Entertainment Computing

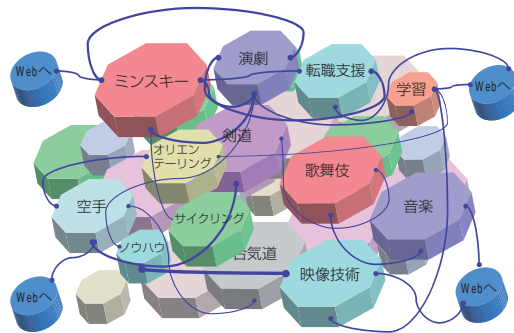


図-4 ゲームの世界＝マルチモーダル知識コンテンツ

ゲームコミュニティの活性化

どんなに素晴らしいゲームやスポーツでも、それらが複雑あるいは危険な場合、参入障壁が高くなっており、試行錯誤を繰り返すことができなくなり、潜在プレイヤーにその面白さや深さを伝えられないので本格普及は難しい。たとえば、情報技術を活用して、将棋や空手の素晴らしさや奥の深さを多くの人に伝えられれば、将棋や空手のプレイヤーは増え、プレイヤー間のコミュニティが拡大活性し、将棋や空手などのゲームの進化にも影響を及ぼす。

ゲームの研究に、ゲームそれ自体の研究に加えて、ゲームプレイヤーが安心かつ快適にゲームをプレイし、コミュニケーションできるユビキタス情報環境を構築すれば、既存のゲームの新しい楽しみ方が出てくるだろう。さらに、ゲームの名人や達人のリアリティのある映像と知識やノウハウが融合するマルチモーダル知識コンテンツを充実させることにより、ゲームの奥義やノウハウを初心者や上級者に適切な状況下で伝えられるようになる⁶⁾。ゲームプレイヤーのレベルと理解度を向上させることが可能となり、ゲームコミュニティの活性化が狙える。奥深く洗練度が高いゲームを開発すれば、ゲームを通じて、さまざまな経験（愛、不安、失敗、攻撃、痛み、成功、達成感）などを体験し、人間としての豊かな完成や能力を増幅することも可能であると考えている。

広義のゲームの世界では、プレイヤーとゲーム自体が知識コンテンツの宝庫であると考えられる。多様なゲームの進化と深化を行うユビキタス情報環境のデザインとゲームの内容に関するマルチモーダル知識コンテンツ（図-4参照）をセマンティックWebの一環として充実させることが1つの自然な流れとなるだろう。プレイヤーとしての個人が（広義の）ゲームの魅力やノウハウ

を音（音声）や光（映像）などの表現力豊かな物理情報（atom）と奥の深い知識情報（bit）とを関連付けながら知識コンテンツとして開発し発信するような風土が必要である。さらに、ゲームとプレイヤーの感情モデルの研究を通じて（たとえば、MinskyのEmotion Machine³⁾）、初心者が各種ゲームに踏み込む敷居を低くし、多様なゲームの健全な開発と進化発展を促し、各種情報技術の発展と産業の活性化を図ることも期待される。

★今後の展開

ゲームを題材とした知能の創造と進化、生物進化とゲーム、ゲーム進化史、格子モデルによる生態系の競争ゲーム、古典的かつ近代的ゲームのエンタテインメント性を高める環境適応性などの学際的な研究を展開することには大きな特色がある。ゲームとエンタテインメント、そして、エンタテインメントを切り口とした、生物社会と人間社会の営みの多様性に迫るという点で当該研究領域は社会的に意義深いのである。

参考文献

- 1) Huizinga, J.: Homo Ludens (1938), ホイジンガ『ホモ・ルーデンス』高橋英夫訳、中公文庫（1973）。
- 2) Iida, H., Takeshita, N. and Yoshimura, J.: A Metric for Entertainment of Boardgames: Its Implication for Evolution of Chess Variants. In Nakatsu, R. and Hoshino, J. editors, IWEC2002 Proceedings, pp.65-72, Kluwer (2003).
- 3) Minsky, M. Web Page: <http://web.media.mit.edu/minsky/>
- 4) 佐々木宣介・飯田弘之：将棋種の歴史の変遷の解析，情報処理学会論文誌，Vol.43, No.10, pp.2990-2997（Oct. 2002）。
- 5) 飯田弘之：コンピュータは名人を超えられるか，岩波科学ライブラリ（2002）。
- 6) 竹林洋一：人間支援のためのバウンダリーレスなAI研究に向けて，人工知能学会誌，Vol.16, No.4, pp.550-559（2001）。
- 7) McLuhan, M.: The Gutenberg Galaxy - The Making of Typographic Man (1962), マクルーハン『グーテンベルグの銀河系－活字人間の形成』森常治訳，みすず書房（1986）。

（平成15年5月17日受付）