

# From Naïve Games to Applied Game Theory

## 素朴なゲームから応用ゲーム論へ

Valerie Wilkinson and Mitsumasa Zushi

ウィルキンソン, ヴァレリ (著)

厨子光政 (訳)

**Keywords:** Applied Game Theory (GT), co-operative games, non-cooperative games, strategy/tactics, "senpai-kohai" relationship, experiential learning, robust student culture.

**Abstract :** Game theory is a versatile tool of wide applicability. Non-specialist learners can get grounding in basic game theory by playing naïve<sup>1</sup> games, from which game theory was born. Introductory<sup>2</sup> university classes do not provide sufficient opportunity to develop the learning environment that will support engaged discussion of games. Using the principle of concurrence, and a dialogic bilingual format, the author proposes placing a space for games within the institution but outside of the curriculum. This move will be beneficial for academic culture and create a legitimate context for developing "senpai/kohai"<sup>3</sup> relations.

**キーワード:** 応用ゲーム論 (GT)、協調的ゲーム、非協調的ゲーム、戦略/作戦、先輩後輩関係、経験学習、強固な学生文化

**概要:** ゲーム論は応用範囲の広い多目的な道具である。専門的に学習しなくても、ゲーム論が生まれる元となった素朴なゲーム<sup>1</sup>をすることで、基本的ゲーム論の基礎をつかむことができる。大学の入門的授業<sup>2</sup>では、ゲームに関する熱心な議論を繰り返し広げるような学習環境を発達させる十分な機会を提供できない。筆者は、複数所属の原理と二言語対訳形式を利用して、大学内ではあるがカリキュラムの外で、ゲームのための場を設けることを提案する。このような進展は、大学の文化に有益であり、先輩後輩関係<sup>3</sup>を発展させる正しい環境を生む。

In science, as in the playing card experiment, novelty emerges only with difficulty, manifested by resistance, against a background provided by expectation. Thomas Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*. 64

科学においては、トランプゲームを使った実験と同様に、新しいものは、予期された背景とは対立するような困難さを伴って現れ、抵抗によって明らかにされる。(Kuhn 64)

## 1. Introduction

When John Von Neumann introduced *Theory of Games*, hoping to establish, "that typical problems of economic behavior become strictly identical with the mathematical notions of suitable games of strategy" (2), he gave advice about how to read the book. The

## 1.はじめに

ジョン・フォン・ノイマンが『ゲーム論』を世に示して、「経済動向における典型的問題は、適切な戦略的ゲームを見つける数学的考え方と正確に一致する」(2)ことを証明しようとした時、彼の本の読み方に関するアドバイスを読者に与えた。筆

reader, to be persuaded of the authors' thesis, must follow their argument.

Earlier Whitehead and Russell suggested in the "Preface" to the landmark *Principia Mathematica*, that "in mathematics the greatest degree of self-evidence is usually not to be found quite at the beginning, but at some later point" (v). Therefore, by an easy analogy, it can be seen that it will take some work to discover the power of abstract Game Theory. It is very powerful.

Now consider "applied game theory". When our university graduates manage teams, organize events, or plan advertising campaigns they are using game theory. As they consider available options, set-up strategies, resort to tactics, and manage resources, they are using game theory. They just don't know it.

In this paper we define game theory<sup>4</sup> as an analogic set of mathematical tools derived from naïve games for use in interactive decision processes. Our purpose is to show why our students need it and how it might be taught.

Avinash Dixit, Sherrerd Professor of Economics at Princeton, in his article, "Restoring Fun to Game Theory," makes the interesting claim that "Game theory starts with an unfair advantage over most other scientific subjects." The "unfair" advantage is that it

者の論旨を受け入れようとするならば、筆者の議論を理解しなければならないのだ。

それ以前にも、ホワイトヘッドとラッセルは道しるべ的な『数学原理』の序章において、「数学においてはたいていの自明の理が最初ではなく、しばらく後になって見つかる」(v)ことを示唆していた。それゆえ、簡単な類推で分かることであるが、抽象的なゲーム論の力強さを発見するためには、それなりの努力が必要である。ゲーム論は大きな効果を発揮する力を持っている。

さて、「応用ゲーム論」に議論を移すことにする。大学の卒業生は、チームを監督し、イベントを企画したり、あるいは広告キャンペーンを計画するとき、ゲーム論を使っている。いくつかの選択肢から利用できるものを考え、戦略を練り、戦法を考え、そして資源を活用するとき、彼らはゲーム論を活用している。しかし、そうしていることに気づいていないだけである。

ゲーム論<sup>4</sup>とは、お互いの意志決定を導く過程において利用する、素朴なゲームから引き出されるアナログ的一連の道具であると定義し、ゲーム論が学生に必要である理由とゲーム論の教え方を示すことを、本稿の目的とする。

プリンストン大学経済学部シェラード講座のアヴィナッシュ・ディクシット教授は、論文"Restoring Fun to Game Theory"の中で、「ゲーム論は他のほとんどの科学的テーマに勝る、特別な強みから始まっている」と、興味深い主張を行っている

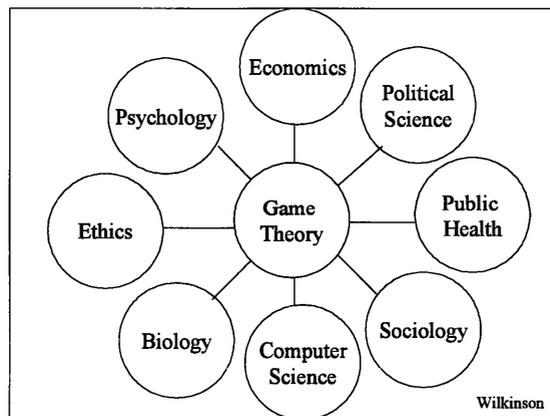


Chart One: Some academic specialties which utilize Game Theory.

is applicable to so many "interesting and thought-provoking aspects of decision-making in economics, business, politics, social interactions, and indeed to much of everyday life." See Chart One for some of the fields where game theory is used effectively for analysis and prediction.

"However," Dixit continues, "too many teachers and textbook authors lose this advantage by treating the subject in such an abstract and formal way that the students' eyes glaze over." His suggested solution is that introductory courses be motivated using real time examples and classroom games that engage the students' minds. Interested students can go on to the formal mathematics and the rigor that characterize the subject at the higher levels. From theory, the learner moves to analysis and creative application of pattern and process in novel contexts.

It sounds easy, doesn't it? It should be obvious, after all, that playing games would be the best way to approach game theory, because any naïve game can be a complete introductory model to game theory

All educators grapple with the problem of teaching abstract theory in formal classes. In his article, "Cards in the Classroom", Robert Baker notes, "To many students, the abstractions of mathematics are more accessible if they are learned as generalizations of a concrete, physical reality" (6). His simple point is that there is a lot of mathematics in a pack of cards, and especially for non-specialists, the use of manipulatives (real objects) in class is to be recommended. Another educator, Eyvind Estad notes that "Consideration of rational choices of action is central to a games theory analysis"<sup>5</sup> and that this can be done at the level of classroom interaction.

。「特別な」強みとは、ゲーム論が非常に多くの「経済学、ビジネス、政治学、社会的相互関連、そして実際にはほとんどの日常生活で行われる意志決定などにおける、思考を促す興味深い場面」に適用されることである。図1は、ゲーム論が分析や予見に効果を発揮する、いくつかの分野である。

デイクシットは、「しかしながら、あまりにも多くの教師や教科書の筆者は、学生が目が輝きを失うような、抽象的かつ格式張った方法でゲーム論を扱うため、この強みを失ってしまう」と続けている。入門的授業では、学生の知性を引きつけるような実例や教室内ゲームを使って動議づけすることが、解決策となりそうである。一度興味を持たれば、学生は、より高いレベルでゲーム論を特徴づけている本確的数学と厳密さへと進むことができるようになる。学習者は理論から出発して、新しい場面で分析し、基本パターンと意志決定過程を創造的に応用するという実践に移行するのである。

簡単である。要するに、ゲームをすることがゲーム論に着手する最善の方法であることは明確である。なぜなら、いかなる素朴なゲームも、ゲーム論への完璧な導入モデルとなり得るからである。

教師なら誰しもが、抽象的な理論を正規の授業の中でどのように教えるかという問題に直面している。ロバート・ベイカーは、論文"Cards in the Classroom"の中で、「多くの学生にとって、数学の抽象概念は、具体的、物理的現実の一般化として学習すれば、理解しやすくなる」(6)と述べている。彼の単純明快な論点は、一束のトランプの中に数学がぎっしりと詰まっっていて、数学を特に専攻していない学生には、教室内で実際の学習道具を使うことが望ましいと、いうことである。もう1人の教育者アイヴィンド・エスタッドは、「合理的行動をどのように選択するかを考えることは、ゲーム論分析の主要なポイントである」<sup>5</sup>と述べているが、これは教室内の活動というレベルでも実行可能である。

In summary, game theory is versatile, but abstract. Games in class will work to make theory accessible and attractive. This presumes, however, that one has enough time in class to use the real-time naïve games to draw out the abstract theory. I contend that within most introductory classes one has insufficient time to develop a learning environment that will support an emerging interest in game theory. There is neither continuity of culture, nor duration for embodied learning, so any impression will be, at best, fleeting. Students will not be able to understand their brief experience in a way that equips them to usefully apply these meta-skills to their own education and working lives.

In this article I outline a strategy for placing game theory within the culture of the academy. This bilingual text, formatted dialogically, hopes to make discussion possible in a trans-cultural university setting. Utilizing the principle of concurrence, and trading on the known utility of game theory, I propose the creation of extracurricular space for the conscious playing of games. This experiential learning will enhance the learning environment itself, i.e. for developing "people skills"<sup>6</sup>, "senpai/kohai" relations, and student networking

## 2. The Principle of Concurrence

### 2-i. Theorem: Concurrence

The principle of concurrence is a necessary corollary of Group Theory.

### 2-ii. Proof

Along with the property which confers group membership, any member of a group will have other properties, which confer membership in potentially unlimited other groups.

### 2-iii. Example

In the sample series (group) {1,2,3,4,5,6,7,8,9} the following sub-groups can be found: Primes: 2,3,5,7 ; Multiples of Two: 2,4,6,8 ; Powers of Two: 2,4,8 ;

要約すると、ゲーム論は多目的に利用できるが抽象的である、ということである。教室内でのゲームは、理論を分かりやすく楽しいものにする。しかしながら、抽象的理論を導き出すためには、実際の素朴なゲームを授業内で行う十分な時間がある、という前提が必要になる。たいていの入門的授業では、ゲーム論に興味を持たせるような学習環境を整える十分な時間がないと、筆者は考える。文化の継承も、体で覚える学習の継続もないために、いかなる感想もたちどころに消えてしまう。学生は、少ない経験を理解し、自分自身の学習や仕事の場面で、知的スキルを有効的に応用できるまでにはならない。

本稿では、ゲーム論を大学文化の中に位置づける方策を説明するが二言語の対訳形式にしたのは、文化を越えた他大学とも議論を可能にしたいと考えたからである。

複数所属の原理を活用し、ゲーム論のすでに知られている有益生を利用しながら、意識的にゲームを行うある種の場を正規過程の外に設けることを、筆者は提案する。この経験学習は学習環境そのものの向上に、つまり、ピープルスキル<sup>6</sup>、先輩後輩関係、そして学生のネットワークの発展に役立つのである。

## 2. 複数所属の原理

2- i 前提：複数所属の原則は、グループ論から必然的に導かれる原則である。

### 2-ii 証明：

グループのメンバーは、そのグループの一員となるための特性とともに、潜在的には他のグループの一員となる特性を限りなく持ち合わせている。

### 2-iii 例

これらの連続する数(群){1,2,3,4,5,6,7,8,9}の中には、部分群が存在する。素数群{2,3,5,7}

; Multiples of Three: 3,6,9 ; Powers of Three: 3,9 ; Ten Sum Pairs: 1,9 ; 2,8 ; 3,7 ; 4,6. All of these subgroups, except the ten sum pairs, have allegiances outside of the original series. For example, Primes and Powers. (See Chart Two)

3,2の乗数群[2,4,6,8],2の累乗群[2,4,8],3の乗数群[3,6,9],3の累乗群[3,9],和が10となる2つの数字群[1,9/2,8/3,7/4,6]などである。和が10となる2つの数字群を除いて、ほかの全ての部分群は、例えば素数群と累乗群のように、もとの連続する数(群)の外へと繋がっている。(図2を参照)

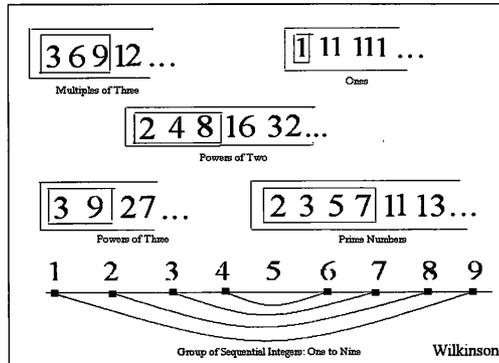


Chart Two: Concurrencies

## 2-iv. Discussion

Concurrence is a concept relevant to the development of student culture. Frequently, one identifies best with one's primary (study) group. The principle of concurrence enables members of groups to consciously validate their membership in *more than one group*, thus expanding potential and flexibility. (See Chart Three) The key to the idea of concurrence is the awareness with which it is used. If the strategy of creating an on-campus place to play games is to work, casual, voluntary membership must be an option. Occasional voluntary participation of teachers will contribute to conscious connections made between game strategy in a naive game and topics in class.

It will be possible for authentic "senpai/kohai" (older and younger) relationships to develop in such a space. These relationships provide an integrative community where ideas may be discussed. They provide the continuity of learning which will make it

## 2-iv 吟味

複数所属は、学生文化の発展に密接に関連した概念である。学生が主に所属しているのは、しばしば、自分の勉強グループである。複数所属の原則は、グループの一員が複数のグループに意識的に所属することを可能にし、そうすることによって潜在能力と柔軟性を伸ばすのである。(図3を参照) 複数所属という考えにおいては、同時に物事が起こる状況を正確に理解することが重要である。ゲームを行う場所をキャンパス内に設置するという方策がうまく機能するためには、気楽に参加することが自分の意志であり、自由に選択できなければならない。もし教師も自発的に参加することがあれば、学生が素朴なゲームで使う戦術と授業内で扱われるトピックとの意識的関連づけを促すことになろう。

このような場では、真の先輩後輩関係を発展させることが可能である。そして、この先輩後輩関係の中で、いろいろな考えが議論される集成的コミュニティが形成される。これは、ゲーム論に関する盛んな創造的議論が可能な学習コミュニ

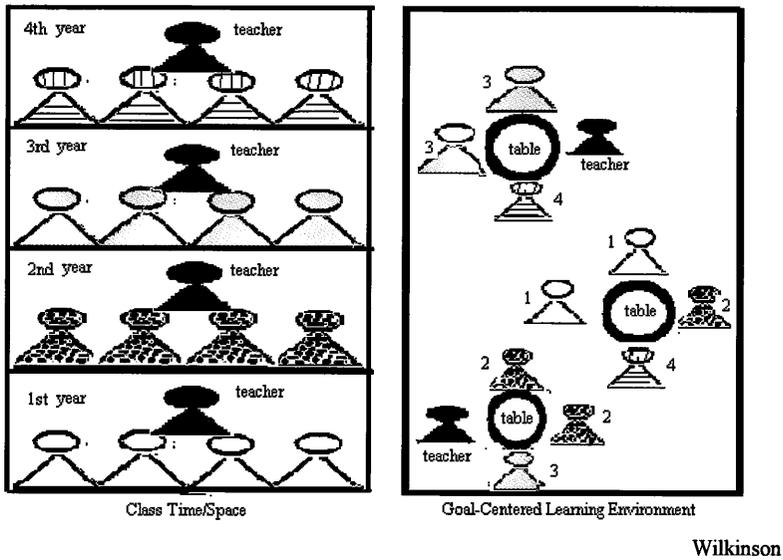


Chart Three: Concurrent Groups

possible for creative discussion of game theory to flourish

Concurrence is relevant to the student's perception of the orchestration of his/her own education. With space for developing an understanding of the value of experiential learning, of which the game room is an example, a student takes responsibility for her/his own experiences, steadily incorporating a variety of models in an on-going development of a worldview through the years of formal education. (See Chart Four) This provides duration for embodied learning.

ティーである。

複数所属は、また、学生が自分の学んだことを統合的に理解することにも、深く関わりがある。ゲームを行う部屋が一例であるが、そのような経験学習の価値が理解できるような場が準備されれば、学生は自分の経験に責任を持ち、正規教育の年月を通して、常に広がる世界観の中で多くのモデルを着実に組み合わせていく。(図4を参照) そのため、経験から学ぶ学習を継続することができるようになる。

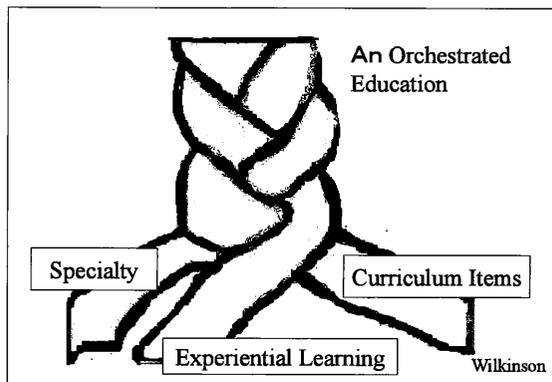


Chart Four: Concurrent Learning

### 3. Naïve Games at School

・ May 19th, 2006 We are learning the game of Hearts<sup>7</sup> in Communication Skills class<sup>8</sup>. A student reports: "I made a mistake of playing the 12 of Spades. I escaped from last place, but I regretted making such a mistake." (It was his third time to play.) "I thought the best way to win this game is not playing with computer, but with human."

・ July 28th, 2006. Last day of class; same student. He not only stopped an opponent's "shoot the moon" strategy at once; he performed a "shoot the moon" to perfection. His performance won the admiration of his friends.

Naïve games are engaging, to be sure. We play Hearts for three class periods. The first day we learn the rules, procedures, and scoring, illustrated with a demonstration game. The second time four teams of two (8 people) play the game. At this time, all members begin to integrate the rules with a sense of the purpose and techniques. Some students begin to display more refined strategic sense or give more lucid explanations. Learning from their own mistakes and others' is certainly a part of this process.

At this time, it usually becomes clear that many students have been practicing with the Windows game application. In the third session, each student plays her/his own hand. Some students "shoot the moon." The three sessions present a three phase model of experiential learning: 1) learner, 2) player, 3) transfer of pattern information.

The game of Hearts is a particularly good example of a non-cooperative game with partial information. At the beginning, each player only holds 25% of the information, but the three-card pass alters that to something more than 35%. The process of play and the appearance of certain crucial cards alter available information. After every hand, we do a brief evaluation of the play. Students enjoy this process, as they compare and dispute their best decisions.

### 3. 学校で行う素朴なゲーム

・2006年5月19日、コミュニケーションスキルズ I<sup>8</sup> の授業でハーツ<sup>7</sup> を学んでいた。そのときある学生が「スペードの12の出し方を間違ってしまった。うまくやればゲッチョにならなくてすんだのに、こんなミスをして悔しい。(彼は、ハーツをするのは3回目だった。)このゲームが上手になるには、コンピュータじゃなくて、人を相手に練習する方がいい」と、言った。

・2006年7月28日、最終授業。この同じ学生は、相手の「独り占め」のもくろみを簡単に阻止しただけでなく、彼自身が「独り占め」をやったのけた。彼の巧みさを、仲間みんなが賞賛した。

素朴なゲームはもちろん楽しい。授業の中で3回ハーツを行うことにしているが、最初は、説明のための模擬ゲームを通して、ルール、手順、スコアの教え方を覚える。2回目の授業では、2人一組となって4チームづくり、合計8人でハーツをする。ここでは、目的や技を考えながら、ルールを完全に習得する。中には、より優れた戦法を披露したり、より明確な説明を行ったりし始める学生も出てくる。自分自身や他人の間違いから学ぶことも、もちろんこの過程に含まれている。

この段階では、多くの学生がウィンドウズのゲームソフトでハーツを練習していることが、明らかになる。3回目には、ひとりひとりの学生が、相談相手を持たずにゲームに加わる。何人かは「独り占め」に成功する。この3回の授業は、経験学習の3段階のモデル、つまり、1)学習、2)実践、3)パターン情報の伝達を、示している。

ハーツというゲームは、部分情報を持った対戦ゲームの典型例である。最初ひとりひとりの対戦者は、25%の情報しか知ることはできないが、3枚のカードを対戦相手の一人の渡すことで、35%を少し越える情報を得ることになる。ゲームが進行していくつかの重要なカードが出されるにつれて、知り得る情報が変わってくる。各対戦が終わる毎に、ゲーム運びの簡単な反省が行われる。学生は、自分たちの最善の決定を比較し議論するので、こ

Three classes are not enough to teach game theory, though it is enough for students to begin to sketch in some of the concepts of risk, probability, and trade-offs. This is perfectly apparent from the reports that they write in English after we finish the project. Ideally, we would go on to the basic mathematics of distribution and probability, the tactical advantage of card selection, and decision process during the game. Then we would turn to daily life and real world applications. (See Chart Five) The Communication Skills class is an introductory class, however, and we have other essential aspects of human communication to cover in our brief 15 weeks.

#### 4. Experiential Learning and Curriculum.

The strategy of placing game theory in a voluntary space outside of established curriculum items is a cultural and community-building ploy that stands at the intersection of three education axes (see Chart Six): the experiential, the English, and the applied interdisciplinary thinking lines.

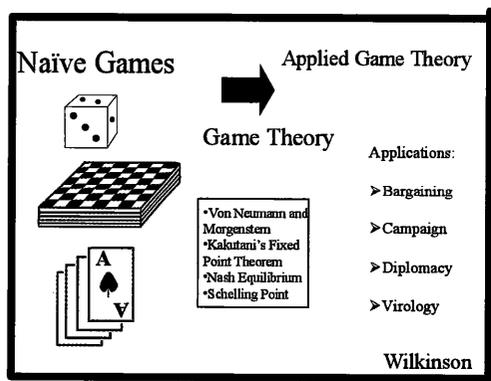


Chart Five: From Naïve games to Applied Game Theory

の作業を楽しんでいる。

3回の授業ではゲーム論を教えるには十分ではないが、学生が、危険性、確率、被害を最小限にする次善の策などの、何らかの概念をおぼろげにつかみ始めるには十分である。このことは、このゲーム実践授業の後英語で書く学生のレポートに、如実に現れている。理想的には、分布、確率といった基本的数学、カード選択の戦略的利点、そしてゲーム中の意志決定過程へと更に進むことである。そうすれば、日常生活や現実世界での応用へと目を向けることができる。(図5を参照)しかしながら、コミュニケーションスキルズIの授業は入門的授業で、15週という短い授業期間で、人間コミュニケーションの他の本質的側面も教えなければならない。

#### 4. 経験学習とカリキュラムの連携

確立したカリキュラム外の任意の場所にゲーム論を置くということは、3つの教育の軸——経験学習、英語、学際的思考の応用——の交差点に位置する文化的コミュニティーを形成しようとする企てとなる。(図6を参照)

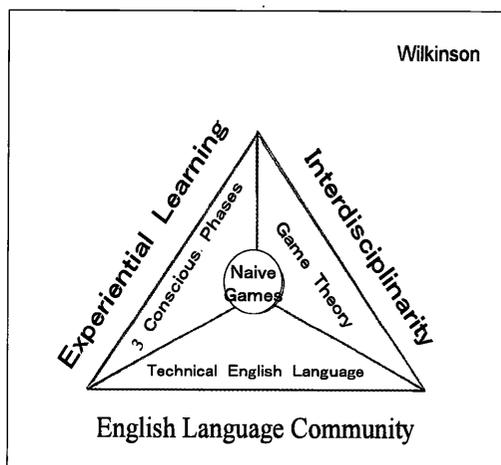


Chart Six: Learning Environment

#### 4-i. Experiential Learning and Games

"The belief that all genuine education comes about through experience does not mean that all experiences are genuinely or equally educative." John Dewey (25)

We will play games outside of class, but the playing time/space must be structured and supervised. We give structure with rules, such as "The goal of game playing is to discover game principles in real time games." Supervision comes from the members themselves who regard the undertaking as worthwhile and recognize levels of mastery. There is a continuum of experience from learner to master (See Chart Seven). By keeping personal histories of scores and a stock of anecdotes of heroic (or disastrous) moments, the game culture will provide a standard of excellence to challenge and surpass.

The continuity and duration of on-going membership in an interactive game theory study group will sustain the student's development of a cognitive map. This will provide a framework of relevance for other learning.

#### 4-i. 経験学習とゲーム

「すべての真の教育は経験を通して行われるという信念は、全ての経験が純粹に、そして等しく教育的であるということ、意味するものではない。」ジョン・デューイ(25)

ゲームは授業外で行われるが、ゲームをする時間・場所は、枠組みを与えられ管理されなければならない。「ゲームをする目的は、ゲームの実践によってゲームの原理を発見することである」というようなルールを設けて枠組みを与えるのである。管理は、その役割の価値を理解し習熟のレベルが分かる参加者自身による、自己管理である。初心者から達人に至るまで経験の量には差がある。(図7を参照)個人個人のスコアを記録し、栄光の(あるいは、悲惨な)瞬間の逸話をまとめることによって、ゲーム文化は、挑み超越すべき高度な基準を生み出す。

相互に影響しあいながらゲーム論を学ぶ集団の中では、継続的に所属するメンバーが情報を長く継承することで、学生は認識の図柄を画き進めていくことができる。このことによって、他の学習へと繋がる枠組みが生まれる。

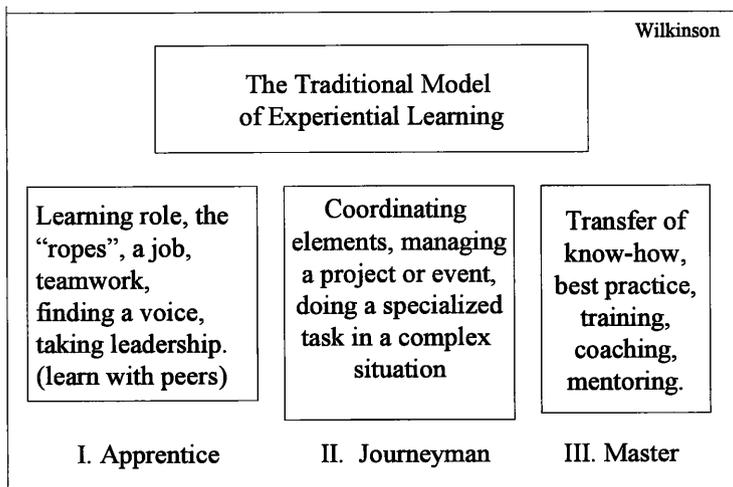


Chart Seven: Three Phases of learning.

#### 4-ii. Learning Environment and Technical English language

Playing games to learn would be effective in any language. To make the learning environment an English<sup>9</sup> space at the same time, however, would create some desirable effects:

- a. A short list of games terms in English will promote facility with the highly useful technical language of decision, evaluation, and process applicable to a wide variety of real-world contexts.
- b. Students will also develop specific generalist information skills. In particular, they will gain a grasp of the creative art of abduction<sup>10</sup>, the transfer of pattern information from one context to another.
- c. The study of games in English will inevitably "defamiliarize" the routine and ordinary. We think differently about simple ideas when we translate them from Japanese into English.

In short, working familiar ideas into English will reveal processes, with an ever-growing technical vocabulary to buttress new understanding. It will concurrently provide more general English speaking opportunities.

#### 4-iii. Game Theory and Interdisciplinarity

It has been 20 years since I wrote "Uncertainty and Incompleteness<sup>11</sup> in Educational Systems" (1986), which suggested a strategic educational response to the breath-taking pace of change in the world of information and technology. Using ideas from modern physics, which describe organized behavior, I recommended a variety of techniques to demonstrate applications in an educational institution. A system that cannot accommodate the new intellectual paradigm is obsolete.

As an English teacher in Japan, I used General Systems Theory (GST)<sup>12</sup> in the attempt to make such concepts as relativity, uncertainty, and incompleteness, available to students of English at the university level. My next step was to write "Systems Theory: A

#### 4-ii. 学習環境と専門英語

学習のためにゲームを行うことは、どの言語においても効果的である。しかしながら、学習環境を英語空間<sup>9</sup>にすることで、いくつかの望ましい効果が現れる。

- a 英語のゲーム用語の短いリストを作ることで、種々の実社会の場面に応用できる意志決定、評価、プロセスを表す、極めて有用な言語の習得が容易になる。
- b 学生は、また、ジェネラリストとして必要な情報伝達の技術が身につく。特に、パターン情報のある文脈から別の文脈へ移す方法、仮説設定<sup>10</sup>の創造的方法を把握するのである。
- c 英語でゲームを習うことは、必然的に日常や通常を「異化」する。単純な考えでも、日本語から英語に訳すとき、異なった捉え方をする。

要するに、精通した概念を英語に訳すことでプロセスが明確になり、絶えず変化する専門用語を学ぶことで新しい理解が生まれる。同時に、専門的でないより一般的英語を話す機会も提供するのである。

#### 4-iii ゲーム論と学際性

「教育制度の不確定性と不完全性<sup>11</sup>」(1986)を書いてから20年になるが、その論文で筆者は、息を呑むような急激な変化を見せる情報社会、技術社会に対し、教育の場で戦略的に対応することを提案した。有機的に繋がる世界の動きを説明する現代物理学の概念を使って、学校の中で応用方法を実践してみせるさまざまな工夫を推奨した。新しい知的パラダイムを適用できなければ、その体制は時代遅れとなる。

日本で教える英語教師として、大学で英語を学ぶ学生に、相対性、不確定性、不完全性という概念を理解させるために、筆者は一般システム論(GST)<sup>12</sup>を利用した。次の段階として、この手法が成功したことを報告するために「システム論：口

New Syllabus for Oral English" (1987) to document the success of the approach.

General Systems Theory is a trans-disciplinary methodology. Applied Game Theory falls legitimately in the sphere of General Systems Theory (See Chart Eight) because game strategy describes decision process in any communicative context<sup>13</sup> from global and international to the local and personal.

Our graduating students must have generalist intellectual skills, because they must respond to the requirements of their evolving career. Game theory holds a special position on the matrix of thought, because the models are so accessible. This presumes, of course, that students have learned how to create and use models.

Modern problems in society, the environment, the economy, world health and so on, require familiarity with the perspectives of different disciplines. Imagine an immediate problem involving public welfare, such as the problem of Aids. Now imagine that a sociologist, an educator, and a games theorist are needed to give expert opinions. The game theorist will be able to discuss probability and risk, among other important aspects of a strategic problem. Almost any social, environmental, or political situation requires inter-disciplinarity. The practice of applying non-specialist game theory to various contexts at

語英語のための新しいシラバス」(1987)を書いた。

一般システム論は、学際的な方法論で、応用ゲーム論は、一般システム論の領域にうまく収まる(図8を参照)。なぜならゲームの戦略は、世界的、国際的コミュニケーションから地域的、個人的コミュニケーションに至るまで、あらゆるコミュニケーションの文脈<sup>13</sup>で生じるプロセスにおける意志決定を記述しているからである。

卒業した学生は、ジェネラリストとしての知的スキルを身につけていなければならない。なぜなら、キャリアの進展に伴って要求される条件に応じなければならないからである。モデルとして非常に利用しやすいので、ゲーム論は、思考の基盤の上で独特の位置を占めている。このことは、もちろん、学生がモデルの作り方、使い方を習得していることを、前提としている。

社会、環境、経済、世界全体の健康などの現代的問題を解決するには、異なる分野の見方に精通していなければならない。エイズ問題のような、社会福祉に関わる目前の問題を考えると、専門的見解を提供するためには、社会学者、教育者、そしてゲーム理論家が必要になるということは、想像に難くない。ゲーム理論家は、戦略的問題の重要な様相のなかで、とりわけ、確率と危険性を論じることができるであろう。ほとんどすべての社会的、環境的、政治的状況は、学際性を必要とする。その分野の専門家でなくてもゲーム論をいろいろ

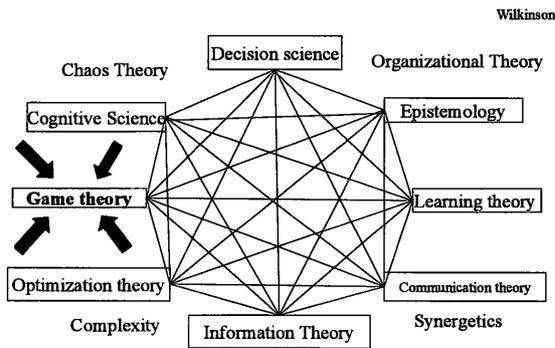


Chart Eight: The Matrix of General Systems Theory

school will give students practical skills for life.

ろな場面に応用する練習を学校で行えば、学生は人生の実用的スキルを習得できる。

## 5. Applied Game Theory

I leave mathematical Game Theory to the mathematicians. It is relevant that people do not play perfect games, nor do they make best decisions. Yet the language of games provides a potent metaphor for describing social and organizational behavior.

## 5. 応用ゲーム論

数学的ゲーム論は数学者に任せることにする。人間は完璧なゲームをすることはできないし、また、完璧な決定を下すこともできないのは当然である。しかし、ゲームに使われる言葉は、社会的行動、組織化された行動を説明する有効な比喩的表現である。

### 5-i. Gambling/Addiction/War: Toxic Games

Isn't it curious that a game, itself an arbitrary creation, can invite impassioned commitment, blind trust, and desperate actions. We need only think of a gambler wagering all his money and ruining his family. Yes, a game can actually distort perception and seem like the most important thing in the world.

### 5-i. ギャンブル／熱狂／戦争： 有害なゲーム

それ自体が恣意的な創作物であるゲームが、不思議なことに、熱狂的傾倒、盲目的信頼、絶望的行動を導き出すことがある。全財産を賭け、家族を破滅させるギャンブラーのことを考えればよく分かる。確かに、ゲームは感覚を歪め、世界の中で最も大切なもののように見えることがある。

As shown in Chart Nine, the patterns described by Game Theory appear in a spectrum of communicative contexts. High stake competition and deadly conflict are more destructive to the earth than virtual games. We can study toxic processes of competitive games at school and find productive alternatives, rather than risk real lives, economies and the environment.

図9で示したように、ゲーム論によって説明されるパターンが、場面のスペクトラムとして現れる。高い掛け金の競争や敵対し続ける紛争は、仮想現実のゲームよりも地球にとって破壊的である。対戦ゲームの有害な作用を学習し、地球上の生命、経済、環境を実際に危険にさらすのではなく、それに代わる生産的な方法を見つけることができる。

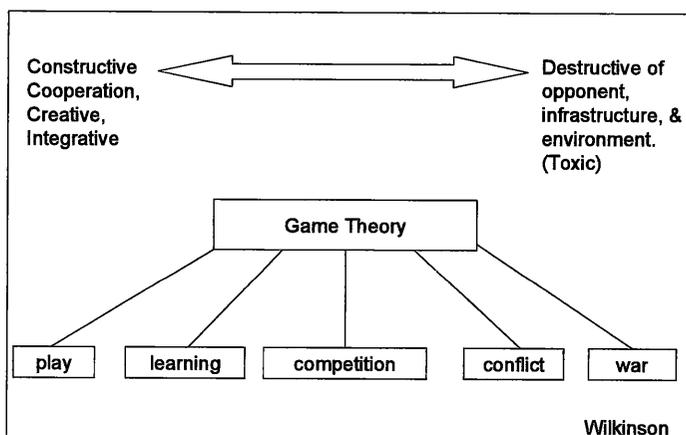


Chart Nine: Spectrum of contexts of communicative behavior usefully studied with Game Theory

## 5-ii. Sustainable Environment/Art of Peace: Cooperative Games

Evolution is a survival game. But survival is not a simple thing. Thomas Henry Huxley appropriated Darwin's theory and described it as "an unbridled competition of each against all, which tended to weed out all individuals save those "best fitted to survive." (Kropotkin xi) This has been the firmly held view of competitive economies until the present day. However, Kropotkin, in *Mutual Aid* offered an alternative:

If we resort to an indirect test, and ask Nature: "Who are the fittest: those who are continually at war with each other, or those who support one another?" we at once see that those animals which acquire habits of mutual aid are undoubtedly the fittest. They have more chances to survive, and they attain, in their respective classes, the highest development of intelligence and bodily organization. (24)

As we study the games behind the games that the people of the earth play, perhaps we will be able to see ethical and cooperative choices, and means to design wholesome societies, rather than destructive ones.

## 6. Conclusion

"So, planners, architects, and engineers take the initiative. Go to work, and above all, co-operate and don't hold back on one another or try to gain at the expense of another. Any success in such lopsidedness will be increasingly short-lived."

R. Buckminster Fuller (133)

In this essay we have spoken about Games in a not-at-all technical way. Mathematical Game Theory evolves from naïve game-playing, so ordinary people have the necessary primary learning capacity to enter the world of games. Moreover, game-playing is implicated in such global issues as evolution, survival, and war. Indeed, the historic noble games of Chess,

## 5-ii. 持続可能な環境／平和の秘訣：協調的ゲーム

進化は生存のゲームである。しかし、生存は単純なことではない。トーマス・ヘンリー・ハックスレーは、ダーウィンの言葉を使って、生存競争を「それぞれが全てと敵対する抑制の利かない競争の中で、生存に最も適したものだけを残して、すべての個を取り除こうとする」(Kropotkin xi)と説明した。今日まで、自由競争経済は、もっぱらこの考え方で捉えられてきた。しかしながら、クロポトキンは"*Mutual Aid*"の中で別の考え方を示した。

もしも間接的なテストを使って「誰が最も生存に適しているか。絶えずお互い戦おうとするものか、それともお互いに助け合うものか」と、自然に尋ねたら、相互に協力する習慣を身につけた動物が、疑いなく最も適していることが、すぐ理解できる。これらの動物のほうが生存する可能性が高く、それぞれの綱の中で、知性と肉体組織を高度に発達させる。(24)

地球上の人間が行うゲームの裏に隠れたゲームを研究すれば、おそらく倫理的、協力的選択肢と、破壊的ではない、健全な社会をデザインする方法が分かるようになるだろう。

## 6. 結論

「そこで、都市設計家、建築家、技術士が先頭に立つのだ。仕事に取りかかるとき、特に必要なことは、協力し合うことであり、お互いに遠慮したり、他を犠牲にしてまで利益を上げようとしてはいけない。このような不均衡に基づいた成功は、短命に終わる。」(R. バックミンスター・フラー 133)

本稿では、ゲームについて全く非専門的な方法で語ってきた。数学的ゲーム論は素朴なゲーム遊びから発生している。したがって、一般の人間にも、ゲームの世界に入るために必要な初歩的学習能力は備わっている。しかも、ゲームを行うことには、進化、生存、戦争といった地球規模の問題と関わりがある。確かに、歴史的にも格式の高い

Shogi, and Goh were refined by strategic intelligence.

Therefore, ordinary people, by playing games, might make sense for themselves of economic, social, and institutional change in the fast changing world. Their play of games can open intuitive recognition of pattern in ad hoc, local, and singular situations and engender creative insight in a world of change. We suggest that the deliberate promotion of "a culture that enjoys games" would be of great value in fostering a dynamic yet orderly student culture.

## Endnotes

<sup>1</sup>Naïve games are the simple games that people play with boards, dice, cards, and even paper and pencil, from which game theory is derived.

<sup>2</sup>Introductory maths, communication theory, economics, public health, political science classes, etc. will often include a section devoted to game theory.

<sup>3</sup>The relationships of junior (Jpn. "kohai") and senior (Jpn. "senpai") students.

<sup>4</sup>Introduced in 1944 by von Neumann and Morgenstern, with the publication of *Theory of Games and Economic Behavior*.

<sup>5</sup>Admittedly, Estad was studying student-teacher relations in class using the game theory paradigm. Nonetheless game theory illuminates the measured, cyclic pattern of class interaction at many levels.

<sup>6</sup>A succinct definition of "people skills": "The most important single ingredient in the formula of success is knowing how to get along with people." - Theodore Roosevelt.

<sup>7</sup>The Game of Hearts is a card game for four play-

チェス、将棋、囲碁などは、戦略的知性によって洗練されてきた。

したがって、一般の人間がゲームを行うことによって、急速に変化する世の中で、経済的、社会的、そして制度的変化が何を意味するのか、自分自身で理解できるようになるかもしれない。ゲームを行うことによって、個別の、地域的、単独の状況の中に、直感的にパターンを認識し、世の中の変化に対する独創的な洞察力を持つようになるかもしれない。「ゲームを楽しむ文化」を計画的に助長することは、ダイナミックでしかも秩序のある学生文化を育む上で、大いに価値のあることと考えられる。

## 注

<sup>1</sup>素朴なゲームは、盤、さいころ、トランプ、あるいは紙や鉛筆などを使って行う単純なゲームで、そこからゲーム論は引き出された。

<sup>2</sup>入門的数学、コミュニケーション理論、経済学、公衆衛生、政治学などの授業では、しばしばゲーム論を学ぶための一定の時間が割かれている。

<sup>3</sup>先輩後輩関係。

<sup>4</sup>1944年、*Theory of Games and Economic Behavior*の出版に伴って、フォン・ノイマンとモルゲンスターンによって紹介された。

<sup>5</sup>確かに、エスタッドはゲーム論の枠組みを利用して授業内での学生と教師の関係を研究していた。しかしながら、ゲーム論は多様なレベルにおいて、規則的循環的な授業内相互作用に光を当てている。

<sup>6</sup>セオドール・ルーズベルトによるピープルスキルの簡潔な定義:「最も重要な成功の秘訣は、対人関係を良好にする方法を知ることである。」

<sup>7</sup>ハーツは4人で行うトランプゲームで、ポイ

ers. The goal is to get the lowest score. Cards marked with Hearts count one point each. The Queen of Spades counts 13 points. The special rule is that a player who gets ALL points ("Shoot the Moon") scores zero while everyone else take 26 points. The game is available on the Windows accessory menu, which means it is programmable.

<sup>8</sup>The game in the communication class is multi-tasks: 1) an experiential learning process, 2) a model of information and 3) an experience of group dynamics.

<sup>9</sup>The author is an English teacher. One of my educational tasks is to create environments that support the development of speakers.

<sup>10</sup>The logical term "abduction" was codified by Charles S. Peirce and often used by Gregory Bateson to describe the use of pattern information. (*Angels* 37)

<sup>11</sup>Heisenberg's Uncertainty Principle and Godel's Incompleteness Theorem.

<sup>12</sup>General Systems Theory as defined by founder, von Bertalanffy: "there exist models, principles, and laws that apply to generalized systems or their subclasses, irrespective of their particular kind, the nature of their component elements, and the relations or "forces" between them. It seems legitimate to ask for a theory, not of systems of a more or less special kind, but of universal principles applying to systems in general."(32)

<sup>13</sup>According to Bateson, communicative context includes everything in organismic- life. He calls this "biological communication" (*Angels* 188).

ントが最少の者が勝ちとなる。ハートのガードが1枚1ポイント、スペードの12が13ポイントと数えられる。特別ルールとして、全てのポイントカードを「独り占め」(Shoot the Moon)すると、ポイントは0となり、他の3人それぞれに26ポイントが与えられる。ハーツは、ウィンドウズのアクセサリにも含まれている。これは、ハーツがプログラム可能であることを示す。

<sup>8</sup>コミュニケーションの授業で行うゲームには、1)経験学習課程、2)情報伝達モデル、3)集団力学の経験、という複数課題が含まれる。

<sup>9</sup>筆者は英語教師であり、その教育的任務の一つは、発話者の上達を助けるような環境を作り出すことである。

<sup>10</sup>この「仮説設定」という論理学の用語はチャールズ・S・ピアスによって定義づけられ、パターン情報の利用を説明する際に、グレゴリー・ベイトソンがしばしば使用した。(*Angels* 37)

<sup>11</sup>ハイゼンバーグの不確定性の原理と、ゲーデルの不完全性の法則。

<sup>12</sup>考案者フォン・ベルタランフィーによる一般システム論の定義:「一般化されたシステムおよびその下位分類には、それらの種類、構成要素の性質、相互の関係や力学に関わらず、適用されるモデル、原則と法則が存在する。特殊な種類のシステムではなく、一般のシステムに適用される普遍の原則の理論を求めることが妥当である。」(32)

<sup>13</sup>ベイトンによれば、コミュニケーションのコンテキストは有機生命のあらゆるものを含む。彼はこれを「生物学的コミュニケーション」と呼んでいる(*Angels* 188)。

## References:

1. Aczel, Amir D. *Chance: A Guide to Gambling, Love, the Stock Market, and Just About Everything Else*. New York: Avalon, 2004.
2. Andrews, George E. *Number Theory*. New York: Dover, 1971.
3. Baker, Robert N. *Cards in the Classroom: Mathematics and Methods*. EDRS 428 786: 1999.
4. Bate, Paul. *Strategies for Cultural Change*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1994.
5. Bateson, Gregory. *Steps to an Ecology of Mind*. Toronto: Chandler, 1972.
6. Bateson, Gregory. *Mind and Nature: A Necessary Unity*. 1980.
7. Bateson, Gregory & Bateson, Mary Catherine. *Angels Fear*. Toronto: Bantam, 1989.
8. Carroll, Lewis. *Alice's Adventure's in Wonderland and Through the Looking-Glass*. London: Penguin, 1998. [1865].
9. Davis, Morton D. *Game Theory: A Non-technical Introduction*. New York: Dover, 1970.
10. Dewey, John. *Experience and Education*. New York: Touchstone, 1997 [1938].
11. Dixit, Avinash. "Restoring Fun to Game Theory." *Journal of Economic Education*. Summer 2005. 205-219.
12. Estad, Eyvind. "Towards a Model of Strategic Actions in the Classroom: games theory as research heuristic." *Scandinavian Journal of Educational Research*, Vol. 46, No. 1, 2002. 65-81.
13. Fuller, R. Buckminster. *Operating Manual for Spaceship Earth*. New York: E.P. Dutton, 1978. [1963].
14. Goldstein, Rebecca. *Incompleteness: The Proof and Paradox of Kurt Godel*. New York: W. W. Norton, 2005.
15. Kropotkin, Peter. *Mutual Aid: A Factor in Evolution*. London: Freedom Press, 1998 [1902].
16. Kuhn, Thomas S. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: U of Chicago Press, 1962.
17. Lakoff, George & Nunez, Rafael. *Where Mathematics Comes From: How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being*. New York: Basic Books, 2000.
18. McCain, Roger. *Game Theory: A Non-technical Introduction to the Analysis of Strategy*. Mason, Ohio: Southwestern, 2004.
19. Mirman, R. *Group Theory: An Intuitive Approach*. Singapore: World Scientific, 1995.
20. Nash, John. *Essays on Game Theory*. Cheltenham: Edward Elgar, 1996.
21. Okakura, Kakuzo (Tenshin). *The Book of Tea*. Tokyo: Charles Tuttle, 1989. [1906].
22. Paulos, John Allen. *A Mathematician Reads the Newspaper*. New York: Anchor Books, 1995.
23. Taleb, Nassim Nicholas. *Foiled By Randomness: The Hidden Role of Chance in Life and in the Markets*. 2004.
24. Watson, Joel. *Strategy: An Introduction to Game Theory*. New York: W. W. Norton, 2002.
25. Watzlawick, Weakland, and Fisch. *Change: Principles of Problem Formation and Problem Resolution*. New York: W. W. Norton, 1974.
26. Whitehead, Alfred North and Russel, Bertrand. *Principia Mathematica*. To #56. Cambridge: Cambridge UP, 1962 [1910].
27. Wilkinson, Valerie. "Uncertainty and Incompleteness in Educational Systems." 青山学院大学「論集」第27号、1986. 251-263.
28. Wilkinson, Valerie. "Systems Theory: A New Syllabus for Oral English." 青山学院大学「論集」第28号、1987. 163-180.