

## 日本語版へのまえがき

『数学ゲーム必勝法』と Conway の著書 ONAG (“*On Numbers and Games*”, Academic Press, 1974) によってその基礎が提示された組合せ論的ゲーム理論は時とともに重要性をますます増してきている。

2001 年, 2002 年, 2003 年, 2004 年に A K Peters 社により出版された 4 巻の英語第 2 版の出版から 10 年の間にたくさんのことが生じた。原典の素材の多くが新しい世代の研究者によって研究され, 多方面に結果が拡張された。本書の後続本にあたる Albert, Nowakowski と Wolfe による著書 “*Lessons in Play*” (『組合せゲーム理論入門』, 川辺治之訳, 共立出版, 2011) は数学科の学部学生のためのすばらしいテキストである。それには新しいゲームがたくさん含まれており, それらの多くに厳密な解析がなされている。これらの新しいゲームのいくつかはこの理論への理解を十分に深めてくれる。これらのゲームのうち特に注目すべきものは “クロバー (Clobber)” と呼ばれるゲームであろう。その解析は全微少量と原子量との間の魅惑的な関係に絡んでいる。もう一つの本は Aaron Siegel による “*Combinatorial Game Theory*” である。これは大学院生とポストドクターのためのより高度な数学の研究モノグラフである。

21 世紀においてこの主題に関するさらに重要な理論的発展の一つは Plambeck と Siegel による発見であり, 多くのミゼール共通ゲームはある種のモノイドの代数的性質に基づくアプローチで攻略できるという発見である。別の重要な発展は Carlos Santos と Jorg Nuno Silva による構成法であり, これにより, 従来のループなしゲームはすべて, ポルトガル・コナネ, すなわち, 古代ハワイのゲームであるコナネ (これはまたハワイチェッカーとしても知られている) の少し拡張されたゲームのある局面と標準的に等価であることが示される。

『数学ゲーム必勝法』の 2 巻本が 1982 年に出現以来, 日本のボードゲーム “囲碁” への重要な応用がいろいろと試みられてきた。1994 年に日本棋院を何回か訪問した後に, Berlekamp と Wolfe は著書 “*Mathematical Go*” を出版した。この本では, 「格子点」 (points) を組合せ論ゲームの研究対象とみなすべきであることを指摘している。1996 年 Howard Landman は「目」 (eyes) もまた組合せ論ゲームの研究対象とみるのが有効であり得ることを示した。その後, 2009 年に中村貞吾は「攻め合い」 (capturing races) における「駄目」 (liberties) もまた組合せ論ゲームの研究対象としてみるのは実り多いことを示した。これらの応用はすべて, 「辺」, 「隅」, 「星」の基本的な性質を用いている。スコアと駄目への応用はアップ (ups), ダウン (downs), タイニー (tinies) (これらはすべては『数学ゲーム必勝法』で導入され, 解説されている) を含む他の多くの基礎的ゲームの基本的性質をしばしば頼りとしている。

囲碁のほとんどすべての非終結局面は “熱い”, そのことが, 温度と平均値という『数学ゲーム必勝法』の概念が採用されねばならないことを保証している。これらの重要な量を計算する温度グラフ (Thermography) と呼ばれる構成的手法は『数学ゲーム必勝法』の第 6 章に提示さ



れている。しかしながら、これは「劫」には用をなさない。その他の多くの局面に対して、優れた棋士はこのボトムアップ手法をあまりにまどろっこしいと考え、トップダウンの直感に頼る。彼らの直感を定量化するために、Berlekamp はクーポン碁と呼ばれる囲碁の変種を発明した。この囲碁は多くのプロ棋士の注目と関心を集めた。その中には女性世界チャンピオン芮迺偉 (Naiwei Rui) と彼女の夫 江铸久 (Jujo Jiang) も含まれる。彼らはともに九段である。彼らは韓国のベスト4とともに2007年11月にソウルで開催されたクーポン詰め碁トーナメントに参加した。その後、铸久は、2010年11月28日に北京のセンターで中国マインドスポーツチームの高段者プロ6人によるクーポン詰め碁トーナメントを組織した。

組合せ論的ゲーム理論のこれらすべての“真面目な”応用とは別に、われわれは『数学ゲーム必勝法』を著すにあたって、それを真面目な数学であるという観点と少なくとも同じ程度には、娯楽的活動であるという観点を持ち続けている。実際、それは両面を持っている。監訳者の小林欣吾氏と佐藤創氏、ならびに、翻訳に携わった日本の情報理論、計算機科学研究者たちは、われわれの英語版にある遊びに満ちたいくつかの表現を日本語に翻訳するにあたって賞賛される仕事を成し遂げてくれた。

楽しもう!!

Elwyn Berlekamp, John Conway と Richard Guy

2014年6月2日

## 第2版へのまえがき

『数学ゲーム必勝法』の第2版が出版されたのはとても素晴らしいことだ。

大きくは、第1版と John Conway の “*On Numbers and Games*” (この本もまた再版されたことを喜ぶたいと思う) の結果として、組合せ論的ゲームの主題は、囲碁、チェス、アマゾンやコナネといった特別なゲーム (われわれの理論を紹介するために必要であった簡単な例を越えてもっとずっとおもしろくプレーされるゲーム) の実践家や理論家はもちろん、人工知能の専門家、組合せ理論家、計算機科学者まで巻き込んで、広大な領域へと大きく成長してきている。

組合せ論の主題が多くの “真面目な” 数学者にはなかなか受け入れられなかったのとまったく同様に、いや、組合せ論的ゲームの主題が受け入れられるようになるのは、それよりもっと時間がかかっている。しかし、今やすこぶる成熟を遂げ、Aviezri Fraenkel によって記録されたり、Berlekamp と Wolfe による書物 “*Mathematical Go: Chilling Gets the Last Point*” に例示されているように、膨大な文献を産むまでに成長している。ゲームはプレーするのは楽しいし、上手にプレーすることができればもっと楽しいものである。

この主題は、今回提供する4巻本の中でさえ、われわれがそれを十分に論じるにはあまりにも大きくなってしまった。それで、われわれは原著 (われわれの最初の定式化が時の試練によく耐えてくれたことを誇りに思っている) に、各章末の付録への加筆と大変熱心な学生が求める先の読みものへの案内のための多くの参考文献の挿入を含めた、必要最低限の変更を加えるだけで満足せざるを得なかった。また、163カ所ほどの誤りも訂正しておいた。

この第2版を出版することを同意していただいた出版社 Alice and Klaus Peters に感謝申し上げる。彼らの大きな経験と、有能で協力的なスタッフ、特に Sarah Gillis 氏と Kathryn Maier 氏はこの本の製作にあたって計りしれないほど重要であった。またもちろん、この主題に興味をもった急速に数を増している人々からわれわれは恩恵を受けている。もし、誰か一人の名を上げよと言われても、100人は上げないわけにはいかないだろう—索引や各章の最後の参考文献を開いて見ていただきたい。手始めに、“*Games of No Chance*”を試してみしてほしい。これは数年前にわれわれが開催したワークショップの本である。また、その次の “*More Games of No Chance*” も見てほしい。これは今年の初めに開かれたワークショップを記録している。

Elwyn Berlekamp, University of California, Berkeley

John Conway, Princeton University

Richard Guy, The University of Calgary, Canada

November 3, 2000

## まえがき

本に「まえがき」は必要だろうか？ 15年間の骨折りのあと、3人の才能ある著者たちが言及しなければならないことが多々ある。本屋のブラウザーに出ている“そうです、これこそがあなたの欲しかった本です”ということをわれわれは再保証できる。この本のなかには何が書いてあるのかすぐに知りたいあなたは本文2ページへ向かいなさい。そうすれば、第1巻、第2巻、第3巻、第4巻へとあなたを導いてくれるだろう。

ほぼ1000ページにもなる情報が詰め込まれた本を押し分け進む仕事に直面している査読者に、この本自身が拠って立つ多くの補助定理の核心を示すことにより、ある種の簡潔で要を得た批判精神をわれわれは与えることができる。この本は百科事典ではない。百科事典的ではあるが、それでも採り上げていない多くのゲームがあり、事典として要求される完全性は満たしていない。この本は娯楽数学に関する本ではない。というのは、中に非常に多くの真面目な数学を含んでいるからだ。一方、われわれの先人、Rouse Ball, Dudeney, Martin Gardner, Kraitichik, Sam Loyd, Lucas, Tom O'Beirne や Fred. Schu と同様に、われわれにとっては、数学それ自身が娯楽なのだ。この本は大学生用のテキストではない。というのは、始めにやさしい問題が並ぶといった組織立った形で演習問題が構成されていないからだ。とはいえ演習問題があるにはあり、また、163の誤りもそのままに残してある<sup>1)</sup>。このことは読者にとって参加の機会を十分与えてくれよう。それで、身を引いて構え、そうには違いないがなるほど芸術作品だ、などと感嘆しているだけにはならないように。この本は大学院生用のテキストではない。この本は高価すぎるし、院生が学ぶことを期待されていることよりずっと多くを含んでいる。しかし、この本は組合せ論的ゲーム理論の最前線へあなたを誘い、多くの未解決の問題が新しい発見を刺激するだろう。

われわれは第1章の表題に関して Patrick Browne 氏に感謝する。これは長い間、われわれを悩ましたのである。ある朝大学へ向って歩いていたとき、John と Richard は“どっちの勝ち？ (Whose game?)”を思いついたが、発音だけでは綴りが定まらないことに気がついた（英語には3つの hooze がある<sup>2)</sup>）、それで、テキストの1行目の1行ジョークとなった<sup>3)</sup>。すべてのジョーク、59の私的ジョーク（われわれの誕生日がそれぞれこの本で複数回は現れる）に限ってさえも、それらを説明する余裕はない。

Omar（熱心な読者）はジョークとして出発したが、すぐに Kimberly King として体現することになった。また、Louise Guy は校正作業を行ってくれたが、彼女の最大の貢献はわれわ

<sup>1)</sup> 訳注：原著初版はもっと多くの誤りを含んでいた。本書では気がついた誤りは極力訂正している。

<sup>2)</sup> 訳注：原著では hooze は tooze と誤植されていたが、これも163あるという放置された誤りの1つであったかもしれない。3つとは whose, who's(who is), who's(who has) のことである。

<sup>3)</sup> 訳注：原著の Who's game? とは「だれか挑戦してみないか」の意。



れ3人が何回かの機会に一緒に作業することを可能にしてくれた心のこもった接待であった。Louise はまた、多くの原稿が Karen McDermid と Betty Teare によって作成されたあと、技術タイプを打ってくれた。

内容に対する多くの貢献に対するわれわれの感謝は索引の中の名前の数で計ることもできよう。真に公正を期するとするともっとずっと多くの紙面を要することとなるだろう。ここに補助者の要約されたリストを挙げる：Richard Austin, Clive Bach, John Beasley, Aviezri Fraenkel, David Fremlin, Solomon Golomb, Steve Grantham, Mike Guy, Dean Hickerson, Hendrik Lenstra, Richard Nowakowski, Anne Scott, David Seal, John Selfridge, Cedric Smith と Steve Tschantz.

この本の保証された成功についての少なからぬ理由は、Len Cegielka の博学で、好意的な指導と著者達の癖のある特異体質に順応してくれた Academic Press と Page Bros. のスタッフの意欲によっている。この著者達といえば、あらゆる機会を捉えて、文法を修正したり、意味をねじ曲げたり、句読点を誤ったり、つづり方を変えたり、伝統的な書体に文句をつけたり、はては、悪ふざけのだけじゃれや内々のジョークまでする連中なのだ。

最終原稿の編集期間中、Richard's Resident Fellowship により援助してくださったカルガリー大学の Isaak Walton Killam 財団に感謝し、われわれのように遠くはなれて暮らす者たちが通常許されるよりもっと頻繁に Elwyn と John が Richard を訪問できることを可能にしてくれた交付金に対し、カナダの National (Science & Engineering) Research Council に感謝いたします。

そして、ありがとう、Simon !

*University of California, Berkeley, CA 94720*

*University of Cambridge, England, CB2 1SB*

*University of Calgary, Canada, T2N 1N4*

*November 1981*

*Elwyn Berlekamp*

*John H. Conway*

*Richard Guy*

## 訳者まえがき

今を去る 30 数年前、ハンガリーから大切に持ち帰った情報理論の Imre Csiszár と János Körner による最新の労作 “Information Theory: Coding Theorems for Discrete Memoryless Systems” のタイプ印刷原稿の集中読破セミナー（地獄の箱根合宿とも言われていた）のある日、訳者の 1 人が持ち込んだ新刊書が『数学ゲーム必勝法』の 2 巻からなる初版本であった。この本の著者の 1 人が、われわれの属する情報理論の世界ではあまりに高名な Berlekamp 氏であることにびっくりし、また、ライフゲーム、超実数の発案者として名高い数学者、計算機科学者 Conway 氏の名とともに、ゲーム理論で知られた Guy 氏も名を連ねた現代の数学界の立役者たちの織りなした本に興味津々であった。こんな面白そうな本はすぐに誰かが訳すことになるよねというのがわれわれの共通の見解であった。その頃、情報理論の研究に対してはよく「何の役に立つのか」などという疑問を投げかけられることがしばしばであった。情報の本質に迫るテーマ自身に「面白さ」をわれわれは見いだしていて、その有用性などには何の関心も抱かなかった。というか、本質的に「面白い」ものは必ず人間にとって意味ある進歩をもたらしてくれると信じていた。現在では、情報通信を専門とする研究者であれば、情報理論は何の役に立つのかなどと口にするのは自分の不勉強を白状しているようなものとなっている。しかしながら、いくらたってもこの本の翻訳書が現れない。そのうち、共立出版から Berlekamp 氏の近くで研究の経験をもつわれわれ訳者の 1 人に翻訳の話が舞い込んで来たのであった。「面白い」本には違いないが「手強い」本でもあることは確かで、以前に翻訳を手掛けようとした人もいたらしいのだが断念したのだと聞く。以前に抱いていた興味も手伝って出版社の依頼を軽い気持ちで引き受けて、日本の情報理論、情報通信セキュリティの俊英を集めて作業を開始したのであった。

ここに取り上げられている組合せ論的ゲームの範囲は非常に多岐にわたり、日本でも非常にポピュラーなゲームもあるが、そうではない興味深いゲームも多数含まれている。ゲームの局面を評価する斬新な概念が数多く導入されているので、それらを理解するにはかなりの力を必要とするかもしれない。しかし、これまで出会ったことのない新しい考え方を理解するための努力は必ず報われるときがくると思われる。著者たちは読者のそのような努力を挑発しているふしがある。

この本には著者たちの遊び心が随所に現れる。洒落、駄洒落、文化的素養、英語だから表現できる言葉遊び、これらによって日本語訳にするときの困難さに直面することになる。さらに、単数複数の違いを日本語で伝えることの難しさに加え、微妙なニュアンスの違いをどう表現すべきかなど、通常の理工学書の翻訳とは格段にレベルの異なる作業、また文学書とも異なる厳密さも伝えねばならない作業は当初の予想を遥かに超えていた。原著者たちも理解しているように、英語の言葉遊びは少ない例外を除いて、翻訳不可能なものがたくさんある。原著を翻訳したり加

工したりすれば必ず元の情報量は減少するものであるという情報理論の情報処理定理からすれば、どんな著作もその原典に戻って読むのが最善であるというのが訳者たちの意見である。それでもなおわれわれがこの翻訳を引き受けたのはなぜかと言えば、減少された情報量ではあってもこの本から強い刺激を受けて新しい観点を自ら読み取り、好奇心をかき立てて原著者たちも気づかなかった成果を付け加えるなどという貢献もあるだろうと期待したからであった。

この翻訳の過程では、原著者たちも気づかなかった誤りなども数多く発見し、それらも日本語訳では修正して誤解を解くように努力を重ねた。原著者の Elwyn Berlekamp 氏, John Conway 氏, Richard Guy 氏へはわれわれの疑問、質問を投げかけて、適切な返答を頂いた。さらに、Richard Guy 氏からは原著に含まれる誤りのリストも送って頂いた。それでも解決しなかった疑問に対しては、Thane Plambeck 氏と Aaron Siegel 氏からの適切なコメントを頂き、誤解の少ない翻訳に近づいたものと自負している。この歴史的名著の翻訳書出版にあたり、これらの方々へ感謝する。また、適切な訳のための検討にかなりの時間をかけたとはいえ、それでもなお残る誤訳などが紛れ込むと思われるが、読者諸氏にはご寛容のほどをよろしくお願い致したい。なお、本書の英語名 “*Winning Ways for Your Mathematical Plays*” から、いろいろな個々の数学的ゲームに対する必勝戦略を授けてくれるものと思われるかも知れないが、高い視野から組合せ論的ゲームをとらえているため戦略が抽象的に表現されていることが多い。具体的な戦略は本書をじっくり読み込んで、読者自身でつかみ取り、必勝プログラムなどを開発して理解を深めて頂きたい。

また、英語版原書に掲載されている著者たちの思い入れの強い図の多くは手書き英文字なども含んでいるので日本語版として図を再構成したり、使われている各種の特殊な欧文フォントの和文フォントへの入れ替え作業など共立出版の方々の大変な努力にも感謝しなければならない。特に、共立出版編集部の石井徹也氏の並々ならぬこの出版への熱意が、われわれのともすれば怠惰な気持ちを引き締めて、ようやく待ち望まれていた日本語版を刊行することができた。

なお、原著者の意図を出来る限り損なわないよう極力、訳者注は避けることにした。それを補う意味でわれわれは「翻訳ノート」を共立出版の Web サイト [www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320111349](http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320111349) を開設して、読者の理解への一助としたので参考として頂きたい。また、著者らのまえがきにもあるように、John Conway の著書 “*On Numbers and Games*” はこの本の出発点でもあり、数についての深い考察から発展したゲームの概念へ至る貴重なアイデアがちりばめられている。この本の中で証明なしに述べられている事柄になぜだろうかと疑問をもたれる読者はこの ONAG、ならびに、日本語翻訳版へのまえがきにも挙げられている参考書にも挑戦して頂きたい。特に、Aaron Siegel の近年出版された著書 “*Combinatorial Game Theory*” は『数学ゲーム必勝法』に導入されたいろいろな概念の正しい理解のためには欠かせない本である。

さあ、存分に楽しんでください!!!

2016 年 10 月

訳者代表  
小林 欣吾