



シリーズ 情報科学における確率モデル **11**

Series on Stochastic Models in Informatics and Data Science

協力ゲームの理論と応用

菊田 健作【著】

コロナ社



シリーズ 情報科学における確率モデル
編集委員会

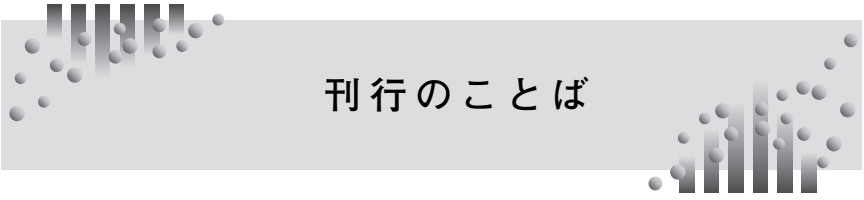
編集委員長

博士（工学） 土肥 正（広島大学）

編集委員

博士（工学） 栗田多喜夫（広島大学）

博士（工学） 岡村 寛之（広島大学）



刊行のことは

われわれを取り巻く環境は、多くの場合、確定的というよりもむしろ不確実性にさらされており、自然科学、人文・社会科学、工学のあらゆる領域において不確実な現象を定量的に取り扱う必然性が生じる。「確率モデル」とは不確実な現象を数理的に記述する手段であり、古くから多くの領域において独自のモデルが考案されてきた経緯がある。情報化社会の成熟期である現在、幅広い裾野をもつ情報科学における多様な分野においてさえも、不確実性下での現象を数理的に記述し、データに基づいた定量的分析を行う必要性が増している。

一言で「確率モデル」といっても、その本質的な意味や粒度は各個別領域ごとに異なっている。統計物理学や数理生物学で現れる確率モデルでは、物理的な現象や実験的観測結果を数理的に記述する過程において不確実性を考慮し、さまざまな現象を説明するための描写をより精緻化することを目指している。一方、統計学やデータサイエンスの文脈で出現する確率モデルは、データ分析技術における数理的な仮定や確率分布関数そのものを表すことが多い。社会科学や工学の領域では、あらかじめモデルの抽象度を規定したうえで、人工物としてのシステムやそれによって派生する複雑な現象をモデルによって表現し、モデルの制御や評価を通じて現実に役立つ知見を導くことが目的となる。

昨今注目を集めている、ビッグデータ解析や人工知能開発の核となる機械学習の分野においても、確率モデルの重要性は十分に認識されていることは周知の通りである。一見して、機械学習技術は、深層学習、強化学習、サポートベクターマシンといったアルゴリズムの違いに基づいた縦串の分類と、自然言語処理、音声・画像認識、ロボット制御などの応用領域の違いによる横串の分類によって特徴づけられる。しかしながら、現実の問題を「モデリング」するためには経験とセンスが必要であるため、既存の手法やアルゴリズムをそのまま

ii 刊 行 の こ と ば


適用するだけでは不十分であることが多い。

本シリーズでは、情報科学分野で必要とされる確率・統計技法に焦点を当て、個別分野ごとに発展してきた確率モデルに関する理論的成果をオムニバス形式で俯瞰することを目指す。各分野固有の理論的な背景を深く理解しながらも、理論展開の主役はあくまでモデリングとアルゴリズムであり、確率論、統計学、最適化理論、学習理論がコア技術に相当する。このように「確率モデル」にスポットライトを当てながら、情報科学の広範な領域を深く概観するシリーズは多く見当たらず、データサイエンス、情報工学、オペレーションズ・リサーチなどの各領域に点在していた成果をモデリングの観点からあらためて整理した内容となっている。

本シリーズを構成する各書目は、おのおのの分野の第一線で活躍する研究者に執筆をお願いしており、初学者を対象とした教科書というよりも、各分野の体系を網羅的に著した専門書の色彩が強い。よって、基本的な数理的技法をマスターしたうえで、各分野における研究の最先端に上り詰めようとする意欲のある研究者や大学院生を読者として想定している。本シリーズの中に、読者の皆さんのアイデアやイマジネーションを掻き立てるような座右の書が含まれていたならば、編者にとっては存外の喜びである。

2018年11月

編集委員長 土肥 正



まえがき

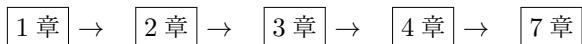
本書は複数の主体が関わる状況（問題）に対して、主体の協力によって得られた価値を主体間で分配するための考え方の一つである協力ゲーム理論の初等部分について述べている。

協力ゲーム理論によって問題にアプローチするとき二つのステップに分けられると思う。第1のステップは現実の問題を協力ゲームモデルとして表現すること、第2のステップは得られたモデルの解析を行い、解決策を示すことである。上述のように、協力ゲーム理論によって分配の仕方を与えることを目指すから、第1のステップにおいては、数学のみならずさまざまな視点からの考察を必要とするであろう。一方、著者はこれまで主に第2のステップを研究してきたおり、本書では第2のステップに焦点をあてることにした。すなわち、あらかじめ特性関数型の協力ゲームモデルとして問題が表現されているとして、これまでに提案されている解（解決策のこと）のうちよく知られているものをいくつか取り上げる。それぞれの解の持つ性質を述べ、解の特徴を把握するために数値例を与えている。解の性質を述べた命題の証明で複雑なものは省略しスムーズに読み進められるように配慮した。応用例（協力ゲームモデル）はこれまでに著者が目にしたものである。問や章末問題を配し、読者の理解の手助けになるとともに著者自身の復習も兼ねるように心がけた。数値例や問はおおよそ3人ゲームを扱っているが、提携が解に及ぼす複雑な影響を知るためには4人以上のプレイヤーを含むゲームの数値例を考えることをお勧めする。

本書で扱っている内容は古典的かつ基本的なものである。微分積分、線形代数、確率の基礎的事項を習得されている読者は理解できると思う。深く学びたい読者は巻末の引用・参考文献に挙げられている文献を参考にしてもらいたい。また、ゲーム理論、数理経済学やオペレーションズリサーチの専門雑誌に目を

通すと多数の応用例が見つかると思う。

本書の8章は、拙著「確率的ゲーム理論」⁴⁹⁾†の3章に続けて読めるような内容になっている。前著においては協力ゲームの内容を含めなかったため、それを補う形でシリーズ書目の一巻として発行することになった。このような事情のため、本書では確率モデルとしての様相が薄いことを承知願いたい。一方、協力ゲームモデルに限らず、検討の対象とする状況に現れるデータ（利益、損失など）は見積もりであることが多い。協力ゲームの特性関数の値を見積もりであると考えられることができる場合には、背後にある確率・統計事象を特性関数や協力ゲームの解に反映させて解析する研究も存在するし、理論と応用の両面で今後の研究の余地は十分あると思う。7章、とりわけ7.7節の議論は参考になるであろう。本書では



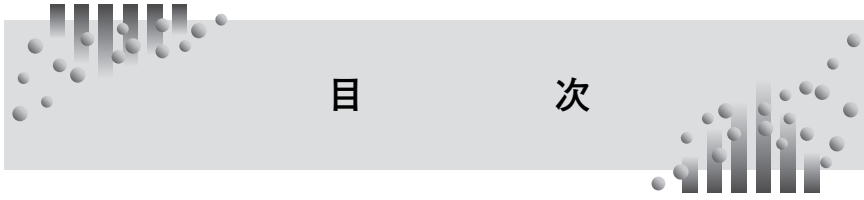
が基本コースである。前著からの継続に興味のある方は8章を最初に読んでから基本コースに進んでもよい。専門的と思う節や項には目次において*印を、専門的と思う問や章末問題にも*印を付した。また本書において、「定理」と「命題」の間の差異を厳密に考えたわけではないので気にせずに読んでほしい。著者の関心領域でもあった4, 5章は命題等が多くなった。証明を飛ばしてもいいし、興味のある読者には証明も合わせて原論文を読むことをお勧めする。

大学院の指導教官であった坂口実先生の著書に触れてゲーム理論の存在を知り、以来約50年が経過した。この間、お世話になった方々、先生方、同僚、ゼミの学生に感謝したい。玉置光司先生は著者の大学院学生時代のゼミの先輩であり学ぶところが多かった。謝意を示したい。また、原稿に目を通してコメントをいただいた土肥正先生はじめ編集委員会の方々、出版に際してお世話になったコロナ社の方にお礼を申し上げたい。最後に、家族に感謝したい。

2024年6月

菊田 健作

† 肩付き数字は、巻末の引用・参考文献番号を表す。



目次

本書で使用する記号について xi

第1章 多人数協力ゲーム

1.1 特性関数型協力ゲーム	1
1.2 特性関数の性質	3
1.2.1 優加法的ゲームと単調ゲーム	3
1.2.2 凸ゲーム	4
1.2.3 対称ゲーム	6
1.2.4 定和ゲーム	7
1.2.5 単純ゲーム	8
1.2.6 本質的ゲーム	11
1.2.7 平衡ゲーム	12
1.2.8 $(n, n-1)$ ゲーム	16
1.2.9 特性関数のメビウス変換	16
1.3 特性関数の話題	18
1.3.1 部分ゲームと全平衡ゲーム	18
1.3.2 双対ゲーム	19
1.3.3 戦略的に同値なゲーム	23
1.3.4 協力ゲームの被覆	27
1.3.5 協力ゲームの多重線形拡大	28
1.3.6 費用配分ゲーム	30
1.3.7 協力ゲームと確率	32
1.4 協力ゲームの解	33
1.4.1 協力ゲームの配分	33
1.4.2 解の定義	36
1.4.3 配分間の支配関係	37
1.4.4 妥当配分集合	38

1.4.5 公理による解の導出 41
 1.4.6 費用配分ゲームの配分 42
 1.4.7 解の双対性* 42

章 末 問 題 44

第 2 章 コ ア

2.1 コアの定義 45
 2.2 コアの存在条件 50
 2.3 凸ゲームとコア 52
 2.4 最小コア 54
 章 末 問 題 58

第 3 章 シャープレイ値

3.1 シャープレイによる定義と導出 59
 3.1.1 シャープレイ値の導出 59
 3.1.2 プレイヤーの順列による導出 65
 3.1.3 ダミープレイヤーと null プレイヤー 66
 3.2 限界貢献性による導出 68
 3.3 ポテンシャル関数の離散勾配 69
 3.4 投票力指数 73
 3.5 有権者のパワーの計算 78
 3.5.1 シャープレイ値の表現 78
 3.5.2 有権者のパワー 80
 3.6 凸ゲームのシャープレイ値 81
 3.7 確率的値* 82
 3.8 重み付きシャープレイ値* 86
 章 末 問 題 87

第4章 仁

4.1 仁の定義	90
4.2 仁の性質	92
4.3 $(n, n-1)$ ゲームの仁	98
4.4 仁と線形計画法	102
4.5 平衡集合族による仁の導出	109
4.6 整合性による(準)仁の導出	112
4.7 単純ゲームと仁	114
章末問題	116

第5章 交渉集合とカーネル

5.1 交渉集合	118
5.2 カーネル	121
5.3 凸ゲームのカーネルと交渉集合	126
5.4 妥当配分集合に対するカーネル*	127
章末問題	131

第6章 安定集合とコア

6.1 安定集合	132
6.1.1 安定集合の定義	132
6.1.2 3人ゲームの安定集合とコア	133
6.1.3 安定集合が存在しない協力ゲーム	143
6.2 単純ゲームの安定集合	144
6.3 安定集合とコアの一致	146

章 末 問 題	153
---------------	-----

第7章 協力ゲームの応用例

7.1 最適化問題と協力ゲーム	155
7.1.1 最小費用生成木ゲーム	155
7.1.2 トラベリングセールスマンゲーム	159
7.1.3 最大流ゲーム	161
7.1.4 線形生産ゲーム	164
7.2 割り当てゲーム	169
7.2.1 割り当てゲームのコア	169
7.2.2 順列ゲーム	176
7.3 市場ゲーム	178
7.3.1 市場ゲームは全平衡ゲーム	178
7.3.2 限界貢献度が概して大きいゲーム*	182
7.4 資産分配問題	184
7.4.1 破産問題と解	184
7.4.2 破産問題と仁	189
7.5 施設使用料決定問題	190
7.5.1 空港ゲームのシャーププレイ値	190
7.5.2 空港ゲームの仁	193
7.6 在庫管理問題	195
7.6.1 需要不確定, 1期間モデル	196
7.6.2 経済発注量モデル	200
7.7 確率的特性関数型の協力ゲーム	204
7.7.1 達成可能集合	204
7.7.2 確率的特性関数型の協力ゲームの仁	205
章 末 問 題	206

第8章 双行列ゲーム

8.1 双行列ゲームの共同戦略	209
8.2 ナッシュの交渉解	211
8.2.1 ナッシュの交渉解の公理	212
8.2.2 ナッシュの交渉解の存在	213
8.2.3 ナッシュの交渉解の他の特徴付	215
8.3 双行列ゲームにおけるナッシュの交渉解	217
8.3.1 固定基準点のナッシュの交渉解	217
8.3.2 変動基準点のナッシュの交渉解	217
8.4 譲渡可能な効用の存在	220
章 末 問 題	222

第9章 種々の話題

9.1 NTU ゲーム	223
9.1.1 NTU ゲームの定義	223
9.1.2 NTU ゲームのコア	225
9.1.3 KKMS 定理*	226
9.1.4 シャーププレイの NTU 値	229
9.2 協力ゲームとその周辺	232
章 末 問 題	234
引用・参考文献	235
問および章末問題の解答	244
索 引	267

1

多人数協力ゲーム

本章では、特性関数型協力ゲームを定義し、協力ゲームを表現する特性関数の性質を紹介する。最後に協力ゲームの解を定義し、関連する話題を述べる。特性関数の性質は協力ゲームの解に大きな影響を及ぼす。

1.1 特性関数型協力ゲーム

特性関数型協力ゲーム[†] (cooperative game in characteristic function form with sidepayments) (以後、簡単に協力ゲームという) は対 (N, v) で与えられる。ここに、 N は協力ゲーム (N, v) のプレイヤー (player) 全体の集合であり、 $N = \{1, \dots, n\}$ である。 n は自然数であり、本書では、断らない限り $n \geq 2$ とする。プレイヤーの数を強調したいとき n 人 (協力) ゲーム (N, v) ということもある。 N の部分集合 S を (プレイヤーの) 提携 (coalition) という。空集合 \emptyset も提携である。さらに集合 N も提携と考え、全体提携 (grand coalition) という。したがって、提携の個数は 2^n 個である。例えば、 $n = 2$ のとき、すべての提携は $\emptyset, \{1\}, \{2\}, \{1, 2\}$ の 4 個である。

v は N のべき集合 2^N 上で定義された実数値関数である。 v をゲームの特性関数 (characteristic function) という。提携 $S \subseteq N$ に対し、 $v(S) \in \mathbb{R}$ は提携 S の成員 (member) が協力することによって得る価値 (worth) であり、提携の成員の間で $v(S)$ を (自由に) 分けることができる。 $v(S)$ の値は例えばお金 (money) あるいはそれに類するものである。提携 S にとって $v(S)$ の値は

[†] transferable utility game と呼ばれることもある。

2 1. 多人数協力ゲーム

大きい方が好ましいといえる。本書では、 $v(\emptyset) = 0$ を仮定する。

状況の分析のために協力ゲームモデルを構築するとき、特性関数値をどのように定義したらよいかという問題がある。本書の2章から6章では特性関数は所与であるとしている。提携 $S \subseteq N$ に対する特性関数値 $v(S)$ の決め方については、提携 S と $N \setminus S$ との間の2人ゲームを想定し、提携 S のマクシミン戦略による値を $v(S)$ とする考え方がある (文献77), (91), (113), (123) 参照)。また、7章のいくつかの例を特性関数値 $v(S)$ の決め方の参考にされたい。さらに文献108) 参照。

問 1.1 $n = 3$ のとき、すべての提携を書け。

提携の成員が協力することによって得た価値を成員の間でどのように分配するかを考えるのが協力ゲームのテーマの一つである。ある状況を特性関数型の協力ゲームとしてモデル化したとき、分配の仕方を考えるためのデータはプレイヤー全体の集合 N と特性関数値である。ゲーム (N, v) の特性関数 v は 2^N 上の実数値関数であり、それがどのような性質を持つか、例えば提携の大きさ、つまり成員の数にどのように依存するか、ある特別なプレイヤーの存在に影響されるのか、などは分配の仕方を考えるときに検討されるべきである。1.2節では特性関数のさまざまな性質を述べる。

問 1.2 2人ゲーム (N, v) において、 $N = \{1, 2\}$ 、特性関数値が†

$$v(1) = 1, v(2) = 1, v(12) = 3 > 1 + 1 = 2 \quad (1.1)$$

である。プレイヤー1, 2がそれぞれ単独で行動した場合は $v(1) = 1, v(2) = 1$ を得ることができる。2人は協力して得た価値 $v(12) = 3$ をどのように分ければよいと思うか。つぎに、 $v(1) = 2 > v(2) = 1 > 0$ かつ

$$v(12) = 4 > v(1) + v(2) \quad (1.2)$$

のときは、2人は協力して得た価値 $v(12) = 4$ をどのように分ければよいと思うか (8.4節参照)。

† 本書では、以下 $v(\{1\})$ を簡単に $v(1)$ と表す。他の提携についても同様である。

問 1.3 国内外での政治・経済その他の活動で目にする協力の状況や身の回りでの協力の状況の例を考えてみよ。

2 個の協力ゲーム $(N, v), (N, w)$ に対して、すべての $S \subseteq N$ に対し $v(S) = w(S)$ であるとき、 $v = w$ と書く。

2 個の協力ゲーム $(N, v), (N, w)$ に対して協力ゲーム $(N, v \pm w)$ を、すべての $S \subseteq N$ に対し

$$(v \pm w)(S) = v(S) \pm w(S), \text{ (複号同順)} \quad (1.3)$$

と定義する。また、協力ゲーム (N, v) と実数 c に対して協力ゲーム (N, cv) を、すべての $S \subseteq N$ に対し

$$(cv)(S) = cv(S) \quad (1.4)$$

と定義する。

1.2 特性関数の性質

本節では、協力ゲームの特性関数のさまざまな性質を紹介する。これらの性質は協力ゲームの解を与えるときに影響する。1.4 節以降を読み進めるにあたって、必要なときに本節の内容を確認されてもよい。

1.2.1 優加法的ゲームと単調ゲーム

協力ゲーム (N, v) において特性関数 v が優加法性、つまり、 $S \cap T = \emptyset$ であるようなすべての $S, T \subseteq N$ に対して

$$v(S \cup T) \geq v(S) + v(T) \quad (1.5)$$

を満たすとき、協力ゲーム (N, v) は優加法的 (superadditive) であるという。式 (1.5) の右辺は提携 S と T が個別に行動したときそれぞれが得る利益 (価値) $v(S)$ と $v(T)$ の和を表す。左辺は提携 S と T が協力し提携 $S \cup T$ として行動

4 1. 多人数協力ゲーム

したときの利益である。式 (1.5) は提携 S と T が協力した方が不利でないことを述べている。

問 1.4 3人ゲーム (N, v) のとき、特性関数の優加法性 (1.5) を書き下せ。

問 1.5 3人ゲーム (N, v) が

$$v(1) = v(2) = v(3) = 0, v(12) = 3, v(13) = 4, v(123) = 10 \quad (1.6)$$

である。特性関数が優加法性を満たすための $v(23)$ の値の範囲を求めよ。

特性関数の優加法性に関連して、すべての $S \subseteq N, i \notin S$ に対して

$$v(S \cup \{i\}) \geq v(S) + v(i) \quad (1.7)$$

という性質を**ゼロ単調性** (zero-monotonicity) という。これを満たすとき協力ゲームはゼロ単調であるという。また、すべての $S \subseteq T \subseteq N$ に対して

$$v(T) \geq v(S) \quad (1.8)$$

という性質を特性関数の**単調性** (monotonicity) という。これを満たすとき協力ゲームは単調であるという。

問 1.6 特性関数 v が優加法性を満たすならばゼロ単調性を満たすことを示せ。

問 1.7 特性関数 v がゼロ単調性を満たすことと、すべての $S, T \subseteq N, S \cap T = \emptyset$, に対して

$$v(S \cup T) \geq v(S) + \sum_{i \in T} v(i) \quad (1.9)$$

を満たすことは同値であることを示せ。

1.2.2 凸ゲーム

協力ゲーム (N, v) において、特性関数 v が凸性、つまり、すべての $S, T \subseteq N$ に対して

$$v(S \cup T) + v(S \cap T) \geq v(S) + v(T) \quad (1.10)$$

を満たすとき、協力ゲーム (N, v) は凸 (convex) † であるという。また、 (N, v) を凸ゲームという。凸ゲームは 2.3 節, 3.6 節, 5.3 節などで現れる。文献 99) 参照。

命題 1.1 協力ゲーム (N, v) が凸であるための必要十分条件は特性関数 v が、すべての $S \subseteq T \subseteq N \setminus \{i\}$ に対して

$$v(S \cup \{i\}) - v(S) \leq v(T \cup \{i\}) - v(T) \tag{1.11}$$

を満たすことである。

【証明】 協力ゲーム (N, v) が凸であり、 $S \subseteq T \subseteq N \setminus \{i\}$ とする。 $S' = S \cup \{i\}, T' = T$ とすると $S' \cup T' = T \cup \{i\}, S' \cap T' = S$ となり、式 (1.10) から

$$v(S' \cup T') + v(S' \cap T') \geq v(S') + v(T') \tag{1.12}$$

であるから、式 (1.11) が得られる。逆にゲーム (N, v) が式 (1.11) を満たすとする。任意の $S, T \subseteq N$ に対して、 $S \setminus T = \{i_1, \dots, i_k\}$ とおける。

$$\left. \begin{aligned} v(S \cup T) - v(T) &= \sum_{\ell=0}^{k-1} \{v(S \cup T \setminus \{i_1, \dots, i_\ell\}) \\ &\quad - v(S \cup T \setminus \{i_1, \dots, i_{\ell+1}\})\} \\ v(S) - v(S \cap T) &= \sum_{\ell=0}^{k-1} \{v(S \setminus \{i_1, \dots, i_\ell\}) - v(S \setminus \{i_1, \dots, i_{\ell+1}\})\} \end{aligned} \right\} \tag{1.13}$$

が成り立つ。さらに、式 (1.11) により、すべての $\ell = 0, \dots, k-1$ に対して

$$\begin{aligned} &v(S \cup T \setminus \{i_1, \dots, i_\ell\}) - v(S \cup T \setminus \{i_1, \dots, i_{\ell+1}\}) \\ &\geq v(S \setminus \{i_1, \dots, i_\ell\}) - v(S \setminus \{i_1, \dots, i_{\ell+1}\}) \end{aligned} \tag{1.14}$$

であるから、式 (1.10) が成り立つ。

◇

さらに、つぎの性質を得る。

† supermodular ということもある。文献 120) を参照。

線形生産ゲーム	165	手付け	220	—の値	83
全体合理性	33			—の寄与	38
全体提携	1			分配	
全平衡である	18	同 型	37	—の下界	39
全平衡被覆	27	同次表現	114	—の上界	39
戦略的同値の下での不変性	73	独裁者	9		
		独裁者ゲーム	11	【へ】	
戦略的に同値	23	特性関数	1	平衡化係数	13
		凸ゲーム	5	平衡ゲーム	14
【そ】		トラベリングセールスマン		平衡集合族	13
相関混合戦略	210	ゲーム	160	【ほ】	
相関純戦略	209			ポテンシャル関数	70
双行列ゲーム	210	【な】		本質的ゲーム	12
双対ゲーム	19	内部安定性	132	【ま】	
【た】		ナッシュの交渉解	214	マクシミン値	217
対称ゲーム	7	null プレイヤー	60	マッチング	170
対称性	60	【は】		満場一致ゲーム	10
タイト	109	Harsanyi 配当	17	【む】	
多重線形拡大	28	配 分	33	無名性	113
妥当配分集合	38	配分集合	33	【め】	
ゲーム	9, 66	π 平衡	225	メビウス変換	17
単純ゲーム	8	敗北提携	8	【ゆ】	
—の積	20	破産問題	184	優加法的	3
—の和	20	—のルール	186	優加法被覆	28
単純多数決ゲーム	10	パレート最適性	60	【ら】	
単調性	4	パワー	74	ラムダトランスファー値	229
単調被覆	28	【ひ】		【り】	
【ち】		非本質的ゲーム	12	離散勾配	70
中立的安定集合	133	標準的解	98	利得行列	210
超 過	90	費用配分ゲーム	30	【わ】	
【て】		費用配分問題	30	割り当てゲーム	170
提 携	1	【ふ】			
提携構造	118	不一致点	212		
提携合理性	46	2人協力ゲーム	209		
TU ゲーム	220	部分ゲーム	18		
定和ゲーム	8	プレイヤー	1		

—— 著者略歴 ——

1973年 大阪大学理学部数学科卒業
1979年 大阪大学大学院基礎工学研究科博士課程修了（数理系専攻）
工学博士
1979年 富山大学講師
1989年 富山大学教授
1998年 神戸商科大学教授
2004年 兵庫県立大学教授（大学統合により）
2015年 兵庫県立大学特命教授
2018年 兵庫県立大学名誉教授

協力ゲームの理論と応用

Cooperative Game Theory and Applications

© Kensaku Kikuta 2024

2024年8月8日 初版第1刷発行

検印省略

著者 菊田健作
発行者 株式会社 コロナ社
代表者 牛来真也
印刷所 三美印刷株式会社
製本所 有限会社 愛千製本所

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10
発行所 株式会社 コロナ社
CORONA PUBLISHING CO., LTD.
Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話(03)3941-3131(代)
ホームページ <https://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-02841-6 C3355 Printed in Japan

(新井)



JCOPY <出版者著作権管理機構 委託出版物>

本書の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられています。複製される場合は、そのつど事前に、出版者著作権管理機構（電話 03-5244-5088, FAX 03-5244-5089, e-mail: info@jcopy.or.jp）の許諾を得てください。

本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられています。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認められません。落丁・乱丁はお取替えいたします。