

～本書の教科書採用をご検討されている教員の皆様へ～

『活かすゲーム理論』(有斐閣)の活かし方

浅古泰史・図斎大・森谷文利

1. はじめに

本書はゲーム理論の入門書です。事例も豊富にそろえ、説明もできるだけ丁寧に行い、独習であっても、本書を読み込めばゲーム理論を理解できるようにしてあります。ですので、本書をメインの教科書にさせていただいた場合、講義における使い方は多岐に及ぶものと考えています。また、それぞれの使い方に合わせて、教員の皆様向きのコンテンツも、教員向けオンライン・コンテンツとして用意してあります。以下では、本書を教科書として採用していただいた場合の、講義の運用方法に関するヒントを、教員向けオンライン・コンテンツを紹介しながら、いくつか議論していきたいと思います。

2. 初心者向き:教科書の内容を丁寧に理解してもらおう

履修者が、数学に強い背景を持つわけではなく、かつ経済学など数学を用いた講義を履修していない場合、本書でも完全に理解することが難しい箇所が多々出てくると思います。その場合には、本書の内容をなぞる形で講義を行い、履修者の皆さんに本書に書かれている内容を完全に理解してもらえるように講義をすることが考えられます。

本書の内容に基づく講義を行う教員の方々向けに、講義スライドを提供させていただきます。著者が実際の講義で用いたものを改変したものですので、内容は練られたものになっていると思います。また、読者一般向けのオンライン・コンテンツとして、本書で取り扱わなかった応用例も複数議論しています。併せて、講義の彩りにお使いいただけるとと思います。

3. 少人数講義の場合

ゼミなど履修者が少人数の場合には、教科書にある基本的な概念の習得に加え、各章で紹介している事例のモデル化が適切であるか否か、そして適切ではない場合には、どのようにモデル化すべきなのかを議論することができます。この議論を通し、事象のモデル化をより深く理解できると思います。また、実際に履修者自身で事例を見つけさせ、それをプレゼンテーションや期末課題として提出させる方法もあります。終章にある練習問題を期末課題とするのもよいかもしれません。

とはいえ、こうした課題をいきなり課すのは分析に慣れていない履修者にとってハードルが高い可能性があります。そこで、教員向けオンライン・コンテンツに「分析演習用シート」とその記入例を準備しました。こちらを学生に配布し、空欄を埋める形で応用分析を進めてもらうことを想定しています。なお、こちらのシートは事実解明的分析を念頭に置いたものになっています。

4. 演習型講義

履修者が、数学を用いた講義に慣れている場合や、すでにゲーム理論の基礎的な内容を習得済

みの場合、本書の内容は個々の履修者のみで読み進めることができます。その場合には、特に本書でつまづきそうな場所のみを講義でフォローしていただいたうえで、講義内で問題を解かせる演習型の講義をすることが考えられます。

演習型の講義を行う教員の方々向けに、本書には掲載されていない新たな演習問題を、解答をつけて、教員向けオンライン・コンテンツとして提供します。この追加の問題集に含まれる問題には、なかなか骨のある問題も含めてあります。例えば、4章の問題では、実際に進化動学の図を書かせたりもします。ですので、講義内でグループワークとして行うのも良いと思います。進化動学を書くための方眼紙も、一般向けオンライン・コンテンツとして提供しています。ご活用ください。もちろん、追加の問題集の問題を課題などにもお使いいただけます。

5. 補完型講義

履修者の皆さんが個々で教科書を読み進めることができる場合、演習型以外に新たなトピックを講義する補完型の講義が考えられます。ここでは各章で、どのトピックを補完的に議論できるのか、示していきたいと思います。

第1章

本書では、強く支配される戦略に関しては丁寧に議論してきましたが、弱く支配される戦略に関しては、あまり深堀をしていません。弱く支配される戦略に関してより丁寧に講義をすることが考えられます。教員向けの追加問題集の中には、弱く支配される戦略の逐次消去に関する問題も含まれているため、弱く支配される戦略の深い議論にご活用していただけたらと思います。ちなみに、第3章6節では弱支配を均衡選択に活用していますので、そこにつなげることができます。

第2章

本書で議論したモデルは、すべて戦略空間は離散でした。しかし、戦略空間が連続しているモデルも多く存在します。連続空間のモデルは大きく分けて、解くために微分の知識が必要なモデルと、解くための微分の知識が不要なモデルの2つがあります。前者の微分の知識が必要なモデルに関しては、一般向けオンライン・コンテンツ 2.1 で、共有地の悲劇のモデルを用いて解説しています。同時に、寡占市場のモデルを用いて、戦略空間が連続である場合の解法を解説すると良いかもしれません。一方で、微分の知識が不要で解けるモデルの代表が、ダウンスの選挙競争のモデルです。オンライン・コンテンツとしての提供はありませんが、例えば浅古泰史『政治の数理分析入門』（木鐸社）第4章で議論しています。

第3章

本書の混合戦略の議論は2戦略のみ考えていますが、難易度の高い3戦略のゲームでの均衡の解き方を丁寧に解説しても良いと思います。3戦略の場合に関してはオンライン・コンテンツ 3.2 で説明し、追加の問題も出しています。そこでは2戦略だけを使って1戦略は使わないことが均衡にな

る場合も議論しており、最適反応の図を書かずに均衡を求めています。

また、本書では簡単な説明にとどめている期待利得に関して深掘することもできます。オンライン・コンテンツ 3.1 ではより一般化した式で議論し、オンライン・コンテンツ 3.3 では、期待効用仮説を簡単に紹介したうえで、その他の意思決定原理も紹介することで、期待効用の線形性が自明ではないことを説明します。ちなみに本書を通じて、「均衡」を自己拘束的な戦略と事後実現的な予想の組としてとらえていますが、後者が強いのが混合戦略均衡だと言えます。よって、本章の最終節では予測の事後実現性を丁寧に説明し、さらに弱支配基準も紹介しました。併せて、ご活用ください。

第4章

進化動学の理解のためには正確な図を描くことが必要です。よって、講義内でも演習できるようにオンライン・コンテンツで方眼紙を提供しています。試験や課題にもこれを切り貼りして使えると思います。また、オンライン・コンテンツ 4.2 でも議論していますが、3戦略の場合の分析を講義で補完することもできます。また、教員の方々向けの追加問題 4.1 では、集団の特性の違いの有無が結果に与える影響が大きいことを示しています。オコナー(2021)は、このような見方をジェンダーなどによる役割分化に当てはめて興味深い社会学的考察をしています。参照されるとよいでしょう。

本書では最適反応のお絵描きで経路を見つけることで、数学抜きに BRD を説明しています。一方で、数式がないと不安だという方のためにオンライン・コンテンツ 4.1 で最適反応動学の数式を見せています。ただし、そこで議論するように数学的には単純な微分方程式ではありません。その解説を講義内で丁寧に行うこともできると思います。

従来の入門レベルの教科書・講義での進化ゲーム理論は、静学的な均衡概念と言える「進化的安定状態(ESS)」と生物学で標準的な進化動学である「複製子動学(replicator dynamics)」も議論することが標準的でした。これらのトピックを講義でカバーすることもできます。「複製子動学」については、オンライン・コンテンツ 4.3 でカバーします。また、この個々の意思決定から進化動学を組み立てるという考え方は、Python のようなオブジェクト指向のプログラミングと相性がよいです。Python の基本(クラスの定義まで)を理解していることを前提としますが、練習問題を基に Python のコードの例をオンライン・コンテンツで提供する予定です。

第5章

本章では、ダイナミックなゲームの基本である「完全情報ゲームにおいて後ろ向き帰納法によって部分ゲーム完全均衡を求める方法」を説明しています。基本概念の習得に力点を置いた記述になっていますので、解説できていない多くの理論トピックがあります。例えば、(1) 本テキストでは部分ゲーム完全均衡の定義をしていませんので、部分ゲーム完全均衡の定義する、(2) 不完全情報ゲームにおける部分ゲーム完全均衡の導出、(3) 戦略を混合戦略まで拡張、(4) 部分ゲーム完全均衡の正当化の議論とその批判などが考えられます。(1)と(2)のトピックは第6章の繰り返しゲームを厳密に理解するためには必要ですので、第5章で個別に取り扱い、第6章につなぐという方法もあります(第6章の記述を参照)。(2)を教える際、複占市場のシュタッケルベルグ・モデルがあり

ます。戦略変数を連続にするか離散にするかで難易度調整も可能です。また、本文で取り扱った応用例「日本企業の海外進出」では、議論をコンパクトにするために、Antras(2003)のモデルを単純化したもの(投資を日本企業しかしない、投資が離散変数、交渉していない)を紹介しています。こうした点をオリジナルモデルに近づけることも考えられます。

第6章

本章の前半でかなり重めに有限繰り返しゲームを説明しています。繰り返しゲームだけをテーマとすれば、本章 2.4 節に飛んで、繰り返しが有限だと協力が維持されないことを、後ろ向き帰納法で簡潔に説明することが標準的な教え方かもしれません。ただし、ここでは完備・不完全情報での後ろ向き帰納法を、「半展開形」という形で見せることも狙っています。ただ紙幅のために、本書の中では繰り返しゲーム以外で活用を盛り込めませんでしたので、講義で補うことができると思います。オンライン・コンテンツで参入阻止のためのコミットメントとしての投資の例を紹介する予定です。Osborne(2004), *Introduction to Game Theory*, Oxford University Press の Ch.7 の前半でも同様の表記法で、いくつかの例も載っているので参考になるでしょう。

本書では、無限繰り返しゲームはトリガー戦略に絞って解説しました。そのほかの、しっぺ返し戦略などを講義で解説しても良いでしょう。ただし、部分ゲーム完全均衡については、部分ゲーム自体をきちんと定義する必要があります。無限繰り返しゲームの部分ゲーム完全均衡に関する精緻な議論は、オンライン・コンテンツでも補っています。それらを活用していただきつつ、「後ろ向き帰納法」で尽くされない)部分ゲーム完全のアイデア自体をテーマとして議論し、繰り返しゲームをその応用例とするのも一つの案かもしれません。そのようなテーマ設定に基づいて、ルービンシュタイン型の交渉ゲームに関するオンライン・コンテンツを準備しています。

第7章

第7章では、前半が確率・自然手番の導入、後半が同時手番の不完備情報ゲームが主要なテーマになります。まず、不完備情報ゲームでは、確率の理解が学生にとって大きな関門になります。確率を公式に当てはめて計算することはできても、イメージできるところまで理解できないからだと思います。バイズルールを繰り返し練習し、習熟してもらうため、章末の練習問題 7.1, オンライン問題(甲斐谷忍氏の漫画『Liar Game』)を準備しています。また、本文では紹介していないモンティホール問題などを講義の中で紹介することも考えられます。後半では、ベイジアン・ナッシュ均衡を導出できるようになることですが、紙面の都合から紹介しきれなかった応用トピックが多くあります。いずれも重要で興味深いトピックですので、講義時間に余裕があればご検討ください。第 1 に、対称情報のモデルとして、モラルハザード・モデルやコンテスト理論などがあります。モラルハザード・モデルの理論部分は伊藤秀史(2003)『契約の経済理論』有斐閣に詳しく整理されています。コンテスト理論(トーナメント理論)の応用例は豊富です。例えば、企業の昇進(Lazear and Rosen, 1981, *Journal of Political Economy*), 産業組織理論の特許の議論(いわゆる Tullock model), スポーツのトーナメントデザインなどです。勝者(昇進者・発明者・優勝者)の報酬はどのくらいの金額にする

べきなのか、何人まで勝者とするべきなのか等、制度設計に関する議論が多く含まれています。Konrad (2009) *Strategy and Dynamics in Contests*, Oxford University Press に詳細がまとめられています。

第2のトピックは、オークション理論やアドバースセレクションモデルです。本文では、「勝者の呪い」を説明しなかったため、財の価値が共通価値で、一位価格封印オークションのモデルを紹介しています。但し、オークションの基本モデルは財が私的価値のケースですので、講義時間に余裕がある場合には、私的価値のモデルから初めて、共通価値のケースに進むのも一つの方法です。この場合には、前半で、「独立性とバイズルール」の関係を丁寧に説明しておくと思しやすくなります。オークションに関しては、Krishna (2009) *Auction Theory*, Academic Press など優れた教科書が多くあります。

第3のトピックとして、政治学的な議論をしたい場合には、陪審定理を中心にした投票理論があります。章末の練習問題 7.3 ではこのトピックを意識した問題にしています。より詳細に踏み込むためには、坂井豊貴 (2013) 『社会的選択理論への招待:投票と多数決の科学』日本評論社を参照してください。

第8章

第8章は他章に比して難易度の高い章です。できるだけ多くのゲームのバリエーションを見せながら、履修者の皆さんが解法に関して理解できるようにしていただければと思います。第8章の情報伝達モデルでは、メッセージ(本文の表現ではシグナル)に関する費用の大きさに応じて、(1) cheap talk mode, (2) signaling model (3) verifiable information model があります (Gibbons, Matouschek, Roberts (2013) "Decisions in Organizations" in *The Handbook of Organizational Economics*, Princeton University Press)。本文では、シグナリングモデルの産業組織理論への応用として「企業の広告」、政治学への応用としてオンライン・コンテンツで「ロビー活動」を紹介しています。オンライン・コンテンツにもない応用例としては、スペンスの学歴シグナリングのモデルがあります。中上級の講義の場合は、本書では扱わなかった連続の戦略空間のモデルとして、学歴シグナリングのモデルを見せるのもよいかもしれません。また、cheap talk model や verifiable information model に関しては、組織での権限配分の問題(分権的組織が望ましいのか、それとも、集権的組織が望ましいのか)に応用されています。Gibbons, Matouschek, Roberts (2013)を参照してください。

6. おわりに

以上、僭越ながら本書の活かし方に関してご提案させていただきました。他にも、様々な活用方法があるかと思えます。お使いになられたフィードバックは、是非著者、あるいは出版社までお寄せください。皆様の講義に少しでも役立てていただければ幸いです。

著者一同 拝